



テクニカル レポート

NetApp ONTAP FlexGroupボリューム ベストプラクティスおよび実装ガイド

ネットアップ Justin Parisi、Richard Jernigan
2021年10月 | TR-4571

概要

本ドキュメントでは、NetApp® ONTAP® FlexGroup の概要、およびこの機能を使用するためのベストプラクティスと実装のヒントについて説明します。NetApp FlexGroupは、スケーラアウトNASコンテナの進化形であり、メタデータの負荷が高いワークロードにおいて、ほぼ無制限の容量と予測可能な低レイテンシのパフォーマンスの両方を実現します。本ドキュメントで説明していない FlexGroup ボリュームについては、flexgroups-info@netapp.com に E メールでお問い合わせください。また、必要に応じて本テクニカルレポートに情報を追加します。

<<本レポートは機械翻訳による参考訳です。公式な内容はオリジナルである英語版をご確認ください。>>

目次

| | |
|---|-----------|
| NetApp ONTAP 10 における NAS の進化 | 10 |
| フレキシブル ボリューム：実証済みのソリューション | 10 |
| FlexGroup：進化した NAS | 11 |
| 用語集 | 11 |
| 大きなファイルとは何ですか？ | 12 |
| NetApp ONTAP FlexGroup の優位性 | 13 |
| メタデータ比率の高いワークロードに対し、大容量と予測可能な低レイテンシを実現 | 13 |
| すべてのクラスタ ハードウェアを効率的に使用 | 13 |
| シンプルで管理が容易なアーキテクチャと負荷分散 | 13 |
| ビッグ データに最適な高密度 | 13 |
| ユースケース | 14 |
| 理想的なユースケース | 14 |
| 理想的ではないケース | 14 |
| FlexGroup ボリュームの使用例 | 14 |
| FlexGroup 機能のサポートおよび最大数はです | 17 |
| サポートされない SMB 機能の動作 | 19 |
| 最大値と最小値はです | 20 |
| FlexGroup ボリュームが最適かどうかの判断は | 21 |
| スケールアウトパフォーマンス | 21 |
| 機能の互換性に関する制限 | 22 |
| パフォーマンスの簡易化 | 23 |
| ワークロードと動作 | 43 |
| FlexGroup の初期設計に関する考慮事項 | 50 |
| クラスタに関する考慮事項 | 50 |
| ONTAP バージョンに関する考慮事項 | 51 |
| 障害ドメイン | 51 |
| アグリゲートレイアウトに関する考慮事項 | 52 |
| Flash Cache と Flash Pool | 54 |
| アドバンストディスクパーティショニング | 54 |
| NetApp SyncMirror（ミラー アグリゲート） | 54 |
| NetApp MetroCluster | 55 |
| NetApp Cloud Volumes ONTAPには次のような特長があります。 | 55 |
| 容量に関する考慮事項 | 55 |

| | |
|--|------------|
| 100TB のメンバー ボリュームを使用すると潜在的な問題..... | 94 |
| ネットワークに関する考慮事項..... | 94 |
| セキュリティおよびアクセス制御リスト形式に関する考慮事項..... | 96 |
| FlexGroup の管理に関する考慮事項..... | 99 |
| 初期導入..... | 100 |
| FlexGroup ボリュームの表示..... | 100 |
| FlexGroup ボリューム容量を表示しています..... | 106 |
| FlexGroup に容量を追加する..... | 107 |
| 無停止ボリューム移動に関する考慮事項..... | 112 |
| FlexGroup ボリュームを削除する際の考慮事項..... | 113 |
| ボリューム名変更に関する考慮事項..... | 114 |
| qtree | 114 |
| qtree とファイル移動..... | 115 |
| FlexGroup でクォータを管理する..... | 116 |
| 一般的な NAS および High-File-Count に関する考慮事項 | 125 |
| ファイル数の多い考慮事項 | 125 |
| 64ビットのファイルID..... | 130 |
| ONTAPでのファイルシステムID (FSID) 変更の影響 | 135 |
| ディレクトリサイズに関する考慮事項 : maxdirsize..... | 136 |
| ファイルシステム分析 | 140 |
| 特殊文字に関する考慮事項 | 141 |
| ファイル削除と FlexGroup メンバー ボリュームのバランシング | 144 |
| メンバー ボリュームがスペースを使用しない場合にファイルをリストします..... | 146 |
| ファイル名変更に関する考慮事項 | 147 |
| シンボリックリンクに関する考慮事項 | 147 |
| NFS バージョンに関する考慮事項 | 147 |
| CIFS / SMB に関する考慮事項..... | 155 |
| 仮想化ワークロードの考慮事項 | 158 |
| FlexGroup ボリュームのデータベース | 161 |
| FlexCache ボリュームに関する考慮事項 | 162 |
| FlexClone | 162 |
| 保存データの暗号化..... | 164 |
| FlexGroup ボリュームのキーの変更または既存の FlexGroup ボリュームの暗号化..... | 164 |
| ドライブ レベルの暗号化 (NSE および SED) | 164 |
| FlexGroup のサンプル設計 | 165 |

| | |
|---|------------|
| 一般的なトラブルシューティングと修正 | 173 |
| 障害シナリオ | 173 |
| 容量の監視とアラート | 175 |
| FlexGroup のパフォーマンスを監視する | 181 |
| FlexGroup データ保護のベストプラクティス | 185 |
| NetApp ONTAP FlexGroupへの移行 | 185 |
| NDMPを使用したマイグレーション | 186 |
| FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換 | 187 |
| サードパーティ製ストレージから FlexGroup ボリュームへの移行 | 191 |
| Data ONTAP 7-Modeからの移行 | 192 |
| ONTAP の SAN LUN または Infinite Volume からの移行 | 192 |
| NetApp XCP | 192 |
| 例 | 198 |
| シンプロビジョンングの例 | 198 |
| ボリュームのオートサイズの例 | 199 |
| Snapshot オーバーフローの例 | 200 |
| Active IQ Unified Manager における容量の監視とアラートの例 | 202 |
| FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換の例 | 208 |
| 既存の SnapMirror 関係にある FlexVol ボリュームを変換する：例 | 212 |
| サンプル FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換- 5 億ファイル | 215 |
| イベント管理システムの例 | 218 |
| コマンド例 | 222 |
| FlexGroup キャパシティコマンド | 222 |
| クラスタ全体に対する statistics show-periodic コマンドの例 | 224 |
| リアルタイム SVM レベル統計情報 show - NFSv3 の読み取り処理と書き込み処理が周期的に表示されます | 225 |
| リアルタイム FlexGroup ローカルおよびリモート統計 | 225 |
| FlexGroup ボリュームを作成し、デフォルト値よりも少ない数のメンバー ボリュームを指定する例 | 226 |
| FlexGroup ボリュームを作成するための REST API の例 | 226 |
| FlexGroup ボリュームのサイズを増やす例 | 228 |
| FlexGroup ボリュームの拡張例 | 229 |
| 他のコマンドラインの例 | 230 |
| 詳細情報の入手方法 | 231 |
| テクニカルレポート | 231 |

| | |
|-----------------|-----|
| その他のコンテンツ | 231 |
| バージョン履歴 | 232 |
| 確認応答 | 232 |

表一覧

| | |
|---|-----|
| 表 1) 一般的な ONTAP 機能のサポート | 17 |
| 表 2) NAS プロトコルの一般的なバージョンのサポート | 19 |
| 表 3) サポートされていない SMB 2.x および 3.x の機能 | 19 |
| 表 4) FlexGroup ボリュームでサポートされない SMB 機能の動作 | 19 |
| 表 5) FlexGroup の最大数以上 | 21 |
| 表 6) FlexGroup の最小値以上 | 21 |
| 表 7) ONTAP ボリュームファミリーの比較 | 23 |
| 表 8) ネットアップの FlexGroup ボリュームと他社のシステムの比較- EDA ベンチマーク | 38 |
| 表 9) FlexGroup を使用したアグリゲートレイアウトのベストプラクティス | 52 |
| 表 10) FlexGroup の最大数 | 56 |
| 表 11) FlexGroup の最小値 | 56 |
| 表 12) ONTAP の許容ボリューム数に基づく、FlexGroup の理論上の最大値 | 57 |
| 表 13) スペース不足エラーが発生する状況 | 62 |
| 表 14) 容量管理の決定マトリックス | 68 |
| 表 15) ONTAP の Storage Efficiency サポートマトリックス : FlexVol と FlexGroup | 76 |
| 表 16) ストレージ効率の比較 : 重複排除 | 83 |
| 表 17) オートサイズの最大サイズの例 | 93 |
| 表 18) FlexVol サイズに基づく inode のデフォルト値と最大値 | 125 |
| 表 19) FlexGroup メンバーサイズとメンバー ボリューム数に起因する inode のデフォルト値 | 127 |
| 表 20) ファイル数や容量が大きいため、メンバー ボリューム数が増える。 | 128 |
| 表 21) 非同期でのパフォーマンス削除 | 129 |
| 表 22) nConnect のパフォーマンス結果 | 149 |
| 表 23) その他の SMB の潜在的な問題 | 158 |
| 表 24) FlexGroup と FlexVol VAAI の比較結果 | 160 |
| 表 25) flexgroup show 出力列の定義 | 184 |

図一覧

| | |
|--|----|
| 図 1) 100TB 超の容量に対応する FlexVol による ジャンクション アーキテクチャ | 10 |
| 図 2) 大容量ファイルとは | 12 |
| 図 3) SQL Server のバックアップ環境 | 15 |

| | |
|---|----|
| 図 4) テスト実行時のスループットと合計処理数 | 16 |
| 図 5) CPOC スケールアウトスループットの結果..... | 16 |
| 図 6) FlexGroup ボリューム | 22 |
| 図 7) 全体の応答時間、SPEC SFS 2014_swbuild の送信 | 24 |
| 図 8) スループット、SPEC SFS 2014_swbuild の送信 | 25 |
| 図 9) IOPS、SPEC SFS 2014_swbuild の送信..... | 25 |
| 図 10) ビルド数とレイテンシの比較、SPEC SFS 2014_swbuild の提出..... | 26 |
| 図 11) SPEC SFS 2014_swbuild -コンカレントビルド..... | 27 |
| 図 12) SPEC SFS 2014_swbuild -レイテンシとビルト処理数 / 秒の比較..... | 27 |
| 図 13) SPEC SFS 2014_swbuild : 1 秒あたりのメガバイト数の比較 | 28 |
| 図 14) FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリューム-ワークロード増加時の最大スループットの傾向 | 29 |
| 図 15) FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリューム-ワークロード増加時の最大スループットの傾向、詳細..... | 29 |
| 図 16) FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリューム-平均合計 IOPS の最大値 | 30 |
| 図 17) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) - ONTAP 9.5 : 1 ノード対 2 ノード (処理数 / 秒) | 31 |
| 図 18) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (処理数 / 秒) の比較..... | 31 |
| 図 19) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) - ONTAP 9.5 : 1 ノード対 2 ノード (MBps) | 32 |
| 図 20) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (MBps) の比較..... | 32 |
| 図 21) 標準的な NAS ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.5 (運用 / 秒) | 33 |
| 図 22) 標準的な NAS ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (処理数 / 秒) の比較 | 33 |
| 図 23) NAS の標準ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.5 (MBps) | 34 |
| 図 24) NAS の標準ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (MBps) の比較 | 34 |
| 図 25) FlexGroup ボリュームの TeraSort ベンチマーク統計の概要 | 35 |
| 図 26) カーネルの抽出-競合他社との比較NetApp FlexVolボリューム : | 36 |
| 図 27) カーネルの抽出-競合他社との比較 NetApp FlexVol ボリュームと NetApp FlexGroup ボリューム : | 36 |
| 図 28) カーネルの抽出-競合他社との比較 NetApp FlexGroup : スケールアウト | 37 |
| 図 29) EDA ワークロード- Cell Builder | 37 |
| 図 30) EDA ワークロード-メモリのシミュレーションと検証 | 38 |
| 図 31) 平均レイテンシと達成される処理数の対比- EDA ベンチマーク、顧客テスト | 39 |
| 図 32) スループット (Gbps) - EDA ベンチマーク、顧客テスト | 39 |
| 図 33) FlexGroup ボリュームのストレージ QoS -シングルノード接続 | 41 |
| 図 34) FlexGroup 上のストレージ QoS -マルチノード接続 | 42 |
| 図 35) qtree QoS のユースケース | 42 |
| 図 36) 容量の不均衡とリモート配置の可能性 | 43 |
| 図 37) FlexGroup ボリュームに大容量ファイルがいくつか含まれている場合、使用が最適でない理由 | 46 |
| 図 38) サイズの大きいファイルの最悪のシナリオ。すべてのファイルが同じメンバー ボリュームに配置されている可能性があります。 | 47 |
| 図 39) 容量の不均衡の例 | 48 |
| 図 40) FlexVol の容量が FlexGroup の負荷分散に与える影響 | 53 |
| 図 41) FlexVol と FlexGroup のアーキテクチャの比較 | 58 |

| | |
|--|-----|
| 図 42) ONTAP System Manager の FlexGroup ボリューム作成..... | 60 |
| 図 43) System Manager で許可されている最大数を超えた FlexGroup ボリュームを作成する際のエラー | 65 |
| 図 44) 容量をメンバーボリュームに分割する方法 | 66 |
| 図 45) FlexGroup メンバーボリューム内の大容量ファイルの影響 | 67 |
| 図 46) より少ない、より大容量のメンバーボリューム | 68 |
| 図 47) FlexGroup ボリューム-メンバーサイズと FlexGroup ボリューム容量の比較..... | 70 |
| 図 48) volume autosize 処理後のメンバー ボリューム サイズの割り当て | 75 |
| 図 49) Storage Efficiency ドメイン-重複排除が有効になるのはいつですか? | 77 |
| 図 50) FlexGroup を使用した Storage Efficiency ドメイン | 78 |
| 図 51) Storage Efficiency による削減効果 - ONTAP システムマネージャ | 79 |
| 図 52) エラスティックサイジングより前のファイル書き込み動作 | 85 |
| 図 53) エラスティックサイジング後のファイル書き込み動作 | 86 |
| 図 54) エラスティックサイジングによるレイテンシの影響 | 87 |
| 図 55) エラスティックサイジングによるコンステイチュエントボリュームのレイテンシの増加..... | 88 |
| 図 56) FlexGroup の初期データバランス-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化 | 89 |
| 図 57) FlexGroup のデータバランス、使用済み容量の最大 68%-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化 | 89 |
| 図 58) FlexGroup のデータ分散、ジョブ完了-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズ無効 | 89 |
| 図 59) FlexGroup データの分散、新しい大容量ファイル-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズ無効 | 90 |
| 図 60) FlexGroup データバランス、80GB ファイル-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズ無効 | 90 |
| 図 61) FlexGroup のデータ分散、スペース不足 - プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化 | 90 |
| 図 62) FlexGroup の初期データバランスシング : プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化 | 91 |
| 図 63) FlexGroup データバランス、使用率最大 68%-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズ有効 | 91 |
| 図 64) FlexGroup のデータ分散、ジョブの完了-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化 | 92 |
| 図 65) FlexGroup のデータ分散、2 回目のテスト実行-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化 | 92 |
| 図 66) FlexGroup のデータバランス、オートサイズの上限 - プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化 | 93 |
| 図 67) ONTAP System Manager での FlexGroup ボリュームのセキュリティ形式の変更 | 98 |
| 図 68) ONTAP System Manager の FlexGroup ボリュームビュー | 101 |
| 図 69) Active IQ Unified Manager、FlexGroup 容量ビュー | 102 |
| 図 70) Active IQ Unified Manager 容量のトレンド | 102 |
| 図 71) Active IQ Performance Manager の FlexGroup ボリュームビュー | 103 |
| 図 72) メンバー ボリュームのパフォーマンスチャート | 103 |
| 図 73) メンバー ボリュームのグラフ | 104 |
| 図 74) シンプロビジョニングされた FlexGroup ボリュームとスペースギャランティ FlexVol ボリュームが存在する場合の容量への影響 | 106 |
| 図 75) FlexGroup を使用したアグリゲートの追加 | 110 |
| 図 76) ノードの追加と FlexGroup ボリュームの拡張..... | 111 |
| 図 77) FlexGroup メンバー ボリュームを含むノードの削除 | 112 |

| | |
|---|-----|
| 図 78) クオータレポート - ONTAP システムマネージャ | 117 |
| 図 79) クオータボリュームのステータス - ONTAP システムマネージャ | 117 |
| 図 80) クオータルール - ONTAP システムマネージャ | 118 |
| 図 81) ONTAP 9.5 のパフォーマンス (処理数 / 秒) - クオータのオン / オフ | 121 |
| 図 82) ONTAP 9.5 のパフォーマンス (MBps) - クオータのオン / オフ | 122 |
| 図 83) ONTAP System Manager 9.8 の 64 ビットファイル ID | 134 |
| 図 84) File System Analytics - を有効化 | 140 |
| 図 85) File System Analytics - ディレクトリおよびファイルの情報 | 141 |
| 図 86) ファイルシステム分析-非アクティブデータとアクティブデータ | 141 |
| 図 87) 大容量ファイルの削除後の容量の不均衡 | 144 |
| 図 88) pNFS の図 | 152 |
| 図 89) pNFS の動作図 | 153 |
| 図 90) pNFS 処理の図 - FlexGroup ボリューム | 154 |
| 図 91) VMware vSphere サポート用の ONTAP ツール- FlexGroup データストア | 159 |
| 図 92) FlexGroup ボリューム、クラスタ全体 (24 ノード) | 166 |
| 図 93) 複数ノード、クラスタの一部 | 167 |
| 図 94) Git のクローン作成完了時間の比較 | 168 |
| 図 95) 平均スループットと最大スループットの比較 | 169 |
| 図 96) 最大読み取りスループットの比較 | 170 |
| 図 97) 最大書き込みスループットの比較 | 170 |
| 図 98) 合計平均 IOPS の比較 | 171 |
| 図 99) FlexGroup ボリュームの平均 CPU 利用率、スループット、IOPS - AFF A700 HA ペア、スレッド数 128 スレッド | 171 |
| 図 100) FlexGroup ボリュームの平均 CPU 利用率、スループット、IOPS - シングルノード AFF A700、 128 スレッド | 172 |
| 図 101) FlexGroup ボリューム、シングルノード | 172 |
| 図 102) FlexGroup ボリュームにマウントされた FlexGroup ボリューム | 173 |
| 図 103) Google Sheet – FlexGroup capacity view (英語) | 179 |
| 図 104) Google Sheet – FlexGroup メンバー容量ビュー | 180 |
| 図 105) Google Sheet - 平均 inode サイズ | 180 |
| 図 106) 論理スペースの算出方法 | 181 |
| 図 107) Active IQ Performance Manager のグラフ | 185 |
| 図 108) ほぼフルで最大容量の FlexVol ボリュームの変換 | 187 |
| 図 109) FlexVol から FlexGroup への変換とメンバーボリュームの追加 | 189 |
| 図 110) XCP レポートグラフ | 193 |
| 図 111) XCP レポート | 195 |
| 図 112) FlexGroup 容量の内訳 - Active IQ Unified Manager | 198 |
| 図 113) Active IQ Unified Manager の容量表示 | 202 |
| 図 114) Active IQ Unified Manager の容量関連イベント | 203 |

| | |
|---|-----|
| 図 115) イベントの詳細、容量 - Active IQ Unified Manager | 203 |
| 図 116) ボリュームしきい値の編集 | 206 |
| 図 117) 容量：グローバルレベルのデフォルト設定 | 206 |
| 図 118) 容量：オブジェクトレベル | 206 |
| 図 119) Add Alert : inode Monitoring | 207 |
| 図 120) しきい値の編集 : inode | 207 |
| 図 121) Active IQ Unified Manager – inode が不足した場合の修正 | 208 |
| 図 122) 変換プロセスの統計例 | 216 |
| 図 123) 変換プロセス中の統計の例-メンバーボリュームの追加 | 217 |
| 図 124) 変換プロセスの統計例 : パフォーマンスの 2 倍 | 218 |

NetApp ONTAPにおけるNASの進化

ハードドライブのコストが下がり、フラッシュハードドライブの容量が飛躍的に増大するなか、ファイルシステムも例外ではありません。[数十ギガバイト](#)のファイルシステムの時代は終わりました。大容量とエンタープライズレベルのパフォーマンスを求めて、ストレージ管理者に対するアプリケーション所有者の要求はますます高まっています。

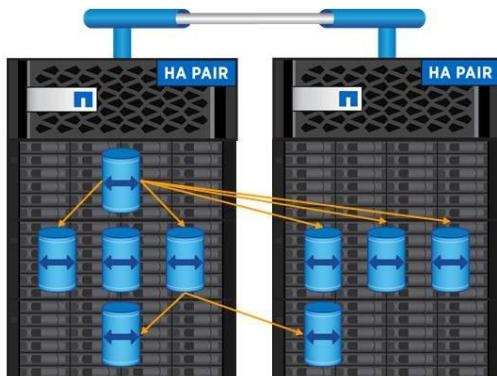
機械学習と人工知能(AI)のワークロードには、ペタバイト規模(数十億個のファイルで構成される)に拡張可能な単一のネームスペースに対するストレージニーズが伴います。これらのテクノロジーの台頭とともに、[Hadoop](#)などのビッグデータフレームワークの出現により、NASファイルシステムの進化は遅れています。NetApp®ONTAP®FlexGroupは、こうしたタイプのアーキテクチャに最適な解決策です。

フレキシブルボリューム：実証済みのソリューション

フレキシブルボリュームであるNetApp FlexVol®ソフトウェアは、Data ONTAP 7.0 (7-Mode)リリースの一環として、2005年にNetApp Data ONTAP®テクノロジに導入されました。FlexVolの目的は、ストレージファイルシステムをハードウェア構成全体にわたって仮想化することにより、絶えず変化するデータセンターにおける柔軟なストレージ管理を実現することでした。

FlexVolは、無停止で拡張または縮小でき、[シンプロビジョニングされたコンテナ](#)としてストレージオペレーティングシステムに割り当てることで、ストレージシステムのオーバープロビジョニングを可能にしました。ストレージ管理者は、ユーザの要求に応じてスペースを柔軟に割り当てることができます。

図1) 100TB超の容量に対応するFlexVolによるジャンクションアーキテクチャ



ただし、データが増大すれば、ファイルシステムも拡張する必要があります。FlexVolの最大容量は100TBで、ほとんどのストレージニーズに対応できます。また、Data ONTAPには、FlexVolと連動可能なクラスタアーキテクチャも追加されました。

FlexGroupが導入される前は、ONTAP管理者がジャンクションパスを作成して、FlexVolボリュームを相互に接続することができました。これにより、単一のネームスペースとして機能するファイルシステムがクラスタ上に作成されます。

図1は、大規模なネームスペースにおけるFlexVolボリュームのジャンクション設計の例を示しています。

このアーキテクチャは多くの環境で使用されていましたが、管理が困難で、FlexVolボリュームの容量やファイル数の制約によって要素が制限されているネームスペースに対して「シングルバケット」アプローチを提供することはませんでした。

NetApp FlexGroup : NASの進化

ONTAP 9.1により、スケールアウト NAS ファイルシステムである NetApp ONTAP FlexGroup ボリュームという革新的な機能が導入されました。

FlexGroupボリュームを使用した場合、ストレージ管理者は、大規模な単一のネームスペースをほんの数秒で簡単にプロビジョニングできます。FlexVolとは異なり、FlexGroupボリュームには、ハードウェアの物理的制限またはONTAPの合計ボリューム制限を超える容量またはファイル数の制約は、ほとんどありません。制限は、負荷を動的に分散し、すべてのメンバーに均等にスペースを割り当てるためにコラボレーションで機能する、コンステイチュエントメンバーのボリュームの全体的な数によって決まります。FlexGroupボリュームではメンテナンスや管理の手間も必要ありません。単にFlexGroupボリュームを作成してNASクライアントと共有するだけで、面倒な処理はONTAPが行います。

用語

通常のネットアップONTAP用語の多く（SVM、LIF、FlexVolなど）については、[ネットアップ製品ドキュメントとネットアップナレッジセンターで取り上げます](#)。NetApp ONTAP FlexGroupに固有の用語を次に示します。

- **コンステイチュエント / メンバー ボリューム** : FlexGroupの場合、「構成要素ボリューム」と「メンバー ボリューム」は互換性のある用語です。FlexGroupボリュームを構成するFlexVolを指し、FlexGroupボリュームだけが提供する容量やパフォーマンスの向上を実現します。
- **FlexGroupボリューム** : FlexGroupボリュームは、複数のコンステイチュエントボリュームまたはメンバー ボリュームで構成される単一のネームスペースです。このSVMはストレージ管理者が管理し、NetApp FlexVolのように機能します。FlexGroupボリューム内のファイルは、個々のメンバー ボリュームに割り当てられ、複数のボリュームやノードにまたがってストライピングされることはありません。
- **アフィニティ** : 特定の処理を単一のスレッドに紐づけることを意味します。

Automated Incremental Recovery (AIR) Automated Incremental Recovery (AIR) は、停止や管理者の介入なしでFlexGroupの不整合を動的に修復するONTAPの新しいサブシステムです。

- **取り込み** : 取り込みは、ファイルまたはフォルダの作成によってデータを消費することです。
- **ジャンクションパス** : ジャンクションパスを使用してFlexVolボリュームの最大容量を超える容量を提供した結果、FlexGroupの簡易性とスケールアウトが実現しました。ジャンクションパスは、複数のFlexVolを1つにまとめたもので、クラスタ全体をスケールアウトし、複数のボリュームアフィニティを提供します。ONTAPでジャンクションパスを使用するには、ONTAPネームスペース内でボリュームを「マウント」します。
- **大容量ファイル** : 次のセクション「サイズの大きいファイルとは？」を参照してください。」
- **オーバープロビジョニングとシンプロビジョニング** : ストレージのオーバープロビジョニング（またはシンプロビジョニング）とは、ボリュームのスペースギャランティ（）を無効にする操作です。これにより、そのFlexVolのベースとなるアグリゲートの物理容量を超えるスペースをFlexVolに仮想的に割り当てることが可能になります。たとえば、オーバープロビジョニングを使用した場合、物理サイズが10TBしかないアグリゲート上に100TBのFlexVolを作成できます。ストレージ管理者は、あとでボリュームを拡張せずに済むようにあらかじめ大容量を割り当てることができます。ただし、使用可能なスペースを細かく監視する必要があるため、管理の手間が発生します。

オーバープロビジョニングされたボリュームの使用可能なスペースには、アグリゲート内で実際に使用可能な物理スペースが反映されます。したがって、使用率と使用可能な容量の値は少し離れているように見えます。ただし、これらの値は、FlexVolで使用可能な仮想スペースに対する、実際に使用可能なスペース割合を示しているにすぎません。オーバープロビジョニングを使用している場合のスペース割り当てをより正確に確認するには、aggregate show-space コマンドを使用してください。

- リモート アクセス レイヤ (RAL) リモート アクセス レイヤ (RAL) は、NetApp WAFL® (Write Anywhere File Layout) システムの新機能です。RALにより、FlexGroupボリュームは、FlexGroupの複数のコンステイチュエント (メンバー) 間で取り込みワークロードを分散させることができます。また、NetApp FlexCache® ボリュームでも使用されます。
- リモート ハード リンクリモート ハード リンクは、NetApp FlexGroupのビルディング ブロックです。通常のハード リンクと同様に動作しますが、ONTAPに固有の機能です。このリンクにより、FlexGroupボリュームでは、複数のリモート メンバー (コンステイチュエント) 間にワークロードを分散させることができます。この場合の「リモート」は、単に「親ボリューム内にない」という意味で、リモート ハード リンクは同じアグリゲートまたはノード上の別のFlexVolメンバーです。

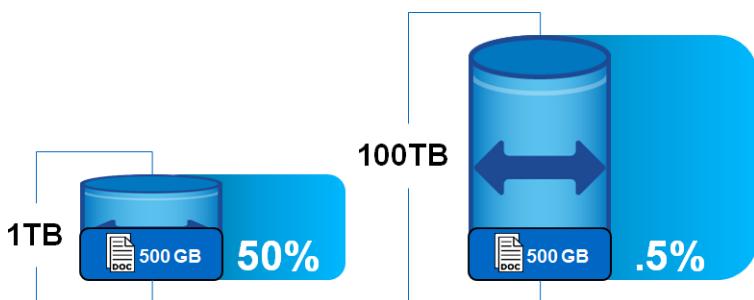
大きなファイルとは何ですか？

このドキュメントでは、「大容量ファイル」という用語を自由に使用しています。したがって、FlexGroup ボリュームのコンテキストで「大容量ファイル」とは何かを正確に定義することが重要です。

FlexGroup ボリュームは、ワークロードが多数の小さなファイルを取り込むときに最適に動作します。これは、FlexVol ボリュームでは、FlexGroup ボリュームのシリアル処理が原因でボトルネックとなる可能性があるワークロードに対処するために、システムリソースを最大限に活用することができるためです。FlexGroup ボリュームは、他のさまざまなワークロード (セクション 4 「[ユースケース](#)」で定義) でも問題なく機能します。しかし、これまで FlexGroup ボリュームで問題を生じさせてきたワークロードの 1 つに、データベースファイルなど、時間の経過とともに増大する大容量のファイルを含むワークロードがあります。

FlexGroup ボリュームにおいて、大容量ファイルは特定のファイル サイズではなく、割り当てられているスペースの割合で判断されます。したがって、FlexGroup の構成によっては、たとえばサイズが 200GB しかないメンバー ボリュームでは 40GB (メンバー ボリューム サイズの 20%) でも「大容量ファイル」となります。たとえば、メンバー ボリューム サイズが 100TB の構成では、同じ 500GB のファイル サイズでボリューム容量の 0.5% しか消費しません。

図 2) 大容量ファイルとは



このようなファイルは、FlexGroup ボリュームでの取り込み処理が混乱する原因となったり、メンバー ボリュームが満杯に近付いたときに問題を引きおこす可能性があります。ONTAP では、作成時にファイルのサイズを把握できないため、サイズの大きいファイルの優先順位を設定する方法がわかりません。その代わり、空きスペースの不一致がある他のメンバー ボリュームへのデータの事後対応として機能します。

ONTAP の各リリースでは、FlexGroup ボリュームの大容量ファイルへのアプローチが常に改善されています。

- ONTAP 9.6 では、[エラスティック サイジング](#)によって大容量ファイルの問題を軽減しました。ONTAP は、大容量のファイルの書き込みが完了できるように、他のメンバー ボリュームのスペースを借りります。

- ONTAP 9.7 では、大容量のファイルやデータセットをさまざまなファイルサイズで分散できるように、取り込みアルゴリズムが変更されています。
- ONTAP 9.8 では「プロアクティブなサイズ変更によって」容量管理がシンプルになります

NetApp ONTAP FlexGroup の優位性

NetApp ONTAP FlexGroup は、さまざまなワークロードにさまざまなメリットをもたらします。これらの利点については、以降のセクションで説明します。

メタデータ比率の高いワークロードに対し、大容量と予測可能な低レイテンシを実現

FlexGroup ボリュームを使用すると、ストレージ管理者は、大容量を無停止でスケールアウトできる機能で簡単にプロビジョニングできます。また、FlexGroup を使用すると、高いメタデータワークロードに対して並行パフォーマンスを向上させることができ、スループットと総処理数を高めながら、ミッションクリティカルなワークロードのレイテンシを抑えることができます。

すべてのクラスタ ハードウェアを効率的に使用

FlexGroup ボリュームを使用すると、ストレージ管理者は、FlexVol のメンバー ボリュームを含む複数の物理アグリゲートおよびノードに簡単にまたがってデータを格納できます。また、アプリケーションおよびユーザがにダンプする際に、真の単一のネームスペースを維持できます。ONTAP は、クライアントとユーザにモノリシックなスペースであることを認識しますが、作成されたファイルを FlexGroup ボリュームに均等に分散して CPU とディスクの使用率を効率化するために作業を進めています。

シンプルで管理が容易なアーキテクチャと負荷分散

大容量を簡単に導入できるように、ネットアップでは FlexVol FlexGroup ボリュームなどのボリュームを管理できるようにしています。ONTAP は、基盤となるメンバー ボリュームの作成とクラスタ ノード間でのバランスを処理し、NAS 共有に単一のアクセスポイントを提供します。

ビッグ データに最適な高密度

FlexGroup ボリュームは、以下に挙げるONTAPの[優れたStorage Efficiency機能](#)を使用して、大量のデータをデータセンターの限られたストレージに圧縮する機能を提供します。

- シンプロビジョニング
- データ コンパクション
- データ圧縮
- 重複排除

さらに、ONTAP は大容量の SSD をサポートしており、24 ドライブ搭載のシェルフエンクロージャ 1 台に大容量の物理容量を提供できます。わずか 10U のラックスペースでペタバイトの物理容量を確保することができます。冷却コスト、消費電力、ラックレンタルスペースを削減し、ストレージ環境の密度を高めることができます。これらの機能を FlexGroup ボリュームの機能と組み合わせることで、クラスタ全体で容量を効率的に使用し、パフォーマンスのバランスを取ることができるため、ビッグデータ用に作成された解決策を利用できます。

ユースケース

NetApp ONTAP FlexGroup の設計は、特定のユースケース（電子設計や自動化、ソフトウェア開発など）で最も効果的です。

理想的なユースケース

FlexGroupボリュームは、取り込み時の負荷が高く（新規データの作成）、同時処理が多く、サブディレクトリ間で均等に分散されている次のようなワークロードに最適です。

- EDA（電子設計自動化）
- 人工知能（AI）と機械学習（ML）のログ ファイルのリポジトリ
- ソフトウェアのビルド / テスト環境（GITなど）
- 地殻解析 / 石油とガス
- メディア資産またはHIPAAのアーカイブ
- ファイルストリーミングワークフロー（ビデオ監視など）
- 非構造化NASデータ（ホーム ディレクトリなど）
- ビッグデータとデータ レイク（[HadoopとNetApp NFSコネクタ](#)）
- 仮想化されたワークロード（ONTAP 9.8 以降）

理想的ではないケースです

現時点では、一部のワークロードは FlexGroup ボリュームに対して推奨されていません。

対象とするワークロードは次のとおり

- ファイルストライピングを必要とするワークロード（複数のノードまたはボリュームにまたがる大容量ファイル）
- データと NetApp FlexVol ボリュームの関係のレイアウトを特定の制御が必要なワークロード
- ファイル名が大量に変更されているワークロード
- 1つのディレクトリに数百万個のファイルがあり、すべてのファイルを頻繁にスキャンする必要があるワークロード
- 数千ものシンボリックリンクが設定されたワークロード
- FlexGroup ボリュームで現在使用できない特定の機能を必要とするワークロード

ご質問がある場合は、ng-flexgroups-info@netapp.com まで E メールでお気軽にお問い合わせください。

FlexGroup ボリュームの使用事例

ここでは、実際のユースケースの 2 つの例について説明します。

FlexGroup のユースケース例 1：ネットアップの Active IQ インフラ

[NetApp on NetApp](#) プログラムには、NetApp の基盤インフラストラクチャチームと NetApp 製品の使用が含まれています。このプログラムは、ネットアップの IT 部門や他のグループに問題に対する最良の解決策を提供するだけでなく、ネットアップが自社のサービスに自信を持っていることを示すためにも役立ちます。

[Tech OnTap ポッドキャストのエピソード 182](#) では、ネットアップの担当者が、Active IQ ボリュームを使用して NetApp FlexGroup ® インフラを強化する方法について説明します。統計情報を含む解決策の詳細については、[ONTAP FlexGroup テクノロジのブログを参照してください。このブログは、ネットアップの大規模な Active IQ データレイクを支援します。](#)

FlexGroup のユースケース例 2 : SQL Server のリポジトリをバックアップする

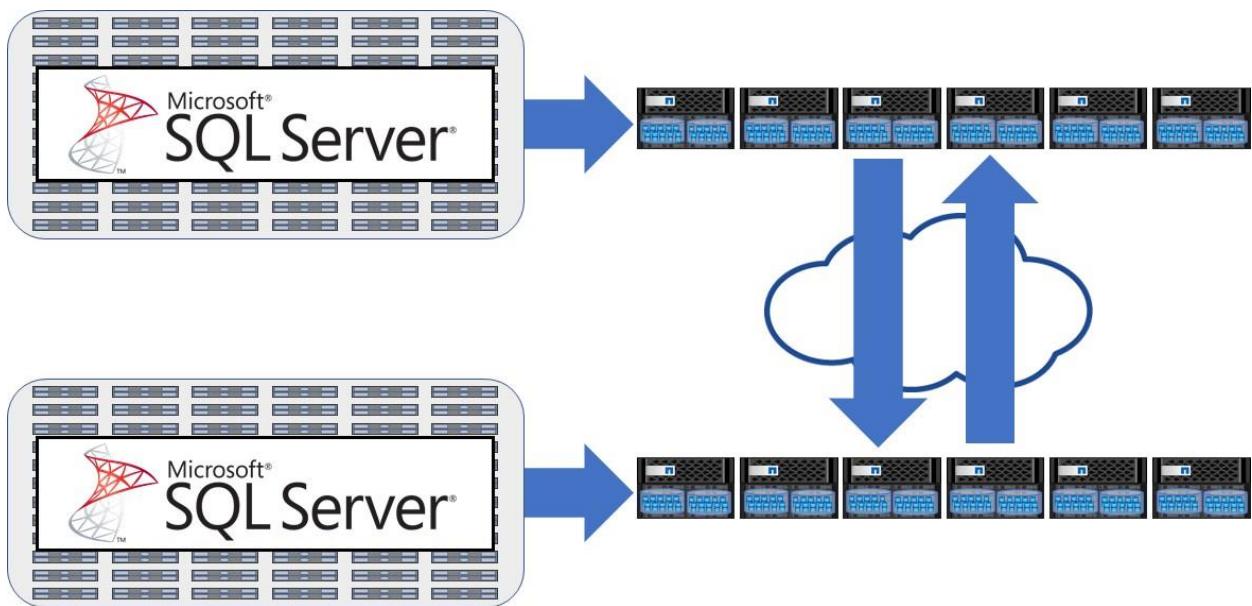
この環境では、SMB を使用して 5,000 台の Microsoft SQL Server の圧縮バックアップを実行する必要がありました。このテストは、約 200 台のサーバを使用して解決策をテストし、数か月の間に徐々に増加しました。

ただし、このデータベースはバックアップターゲットであるだけでなく、NetApp SnapMirror® を使用してディザスタリカバリサイトにレプリケートし、データをさらに保護します。

各サイトには、6TB のニアライン SAS (NL-SAS) 暗号化ドライブを使用して ONTAP 9.4 を実行する 6 ノード FAS8200 クラスタがあります。各クラスタの使用可能容量は 3PB です。クラスタは、データ組織用のボリューム内で 30 個の FlexGroup ボリュームと qtree を使用します。

FlexGroup ボリュームはそれぞれ 64TB、メンバー ボリュームはそれぞれ 2.6TB です。ノードあたり 4 つのメンバーを 6 つのノードに配置します (FlexGroup ボリュームあたりの合計メンバー数は 24)。

図 3) SQL Server のバックアップ環境



結果

このお客様は、12 時間にわたって最大 150TB の MSSQL バックアップデータを収集できる単一のネームスペースを必要としていました。1 時間あたり最大 12 TB で、1 秒あたり最大 3.5GB です。

テストでは、サイト A に 222 台のサーバを、サイト B に 171 台のサーバを使用しました。各クラスタの CPU 使用率は 95% で、バックアップジョブ (シーケンシャルライト) は 8.4GB / 秒を達成できました。これは、ジョブに必要なスループットの最大 2.4 倍です。バックアップは、12 時間のウィンドウではなく、約 5 時間で完了します。また、この SMB ワークロードのパフォーマンスは約 12 万 IOPS です。このワークロードにクライアントが追加されると、スループットは約 9Gbps で最大化されます。

図 4) テスト実行時のスループットと合計処理

| cpu avg | cpu busy | total ops | fcache | | | | total recv | total sent | data busy | data recv | data sent | cluster busy | cluster recv | cluster sent | disk read | disk write | pkts recv | pkts sent |
|---------|----------|-----------|-------------|----------|--------------|---------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | | ops nfa-ops | cifs-ops | ops spin-ops | recv | | | | | | | | | | | | |
| 56% 81% | 54530 | 0 | 54530 | 0 | 54420 | 6.16GB | 2.65GB | 44% | 3.34GB | 28.3MB | 22% | 2.82GB | 2.42GB | 128MB | 3.31GB | 968237 | 898917 | |
| 65% 78% | 70482 | 0 | 70482 | 0 | 70407 | 8.03GB | 3.44GB | 47% | 4.35GB | 30.9MB | 24% | 3.70GB | 3.11GB | 124MB | 4.79GB | 1178768 | 1102912 | |
| 74% 87% | 88225 | 0 | 88225 | 0 | 88105 | 10.20GB | 4.30GB | 49% | 5.44GB | 37.1MB | 36% | 4.78GB | 4.26GB | 157MB | 5.56GB | 1389743 | 1324559 | |
| 86% 92% | 111577 | 0 | 111577 | 0 | 110569 | 12.60GB | 5.88GB | 53% | 6.84GB | 41.9MB | 33% | 6.00GB | 5.84GB | 153MB | 6.77GB | 1724469 | 1679506 | |
| 88% 92% | 115036 | 0 | 115036 | 0 | 113509 | 13.20GB | 6.44GB | 51% | 7.06GB | 45.9MB | 49% | 6.14GB | 6.40GB | 142MB | 7.65GB | 1845760 | 1814549 | |
| 92% 95% | 118148 | 0 | 118148 | 0 | 117104 | 13.60GB | 6.11GB | 45% | 7.26GB | 49.9MB | 42% | 6.34GB | 6.07GB | 149MB | 8.11GB | 1802929 | 1769902 | |
| 95% 98% | 122953 | 0 | 122953 | 0 | 122123 | 14.3GB | 7.10GB | 47% | 7.54GB | 45.9MB | 43% | 6.75GB | 7.06GB | 135MB | 8.29GB | 1978205 | 1952416 | |
| 96% 99% | 126241 | 0 | 126241 | 0 | 125104 | 14.60GB | 6.43GB | 53% | 7.75GB | 54.3MB | 44% | 6.80GB | 6.37GB | 135MB | 8.28GB | 1865375 | 1849777 | |
| 95% 97% | 121946 | 0 | 121946 | 0 | 120719 | 13.9GB | 7.25GB | 44% | 7.47GB | 47.3MB | 40% | 6.41GB | 7.20GB | 100MB | 8.30GB | 1995908 | 1967271 | |
| 95% 98% | 123079 | 0 | 123079 | 0 | 121113 | 13.9GB | 5.71GB | 41% | 7.56GB | 49.0MB | 38% | 6.37GB | 5.66GB | 129MB | 8.40GB | 1761097 | 1712061 | |
| 95% 97% | 120567 | 0 | 120567 | 0 | 120493 | 13.7GB | 7.01GB | 42% | 7.41GB | 47.6MB | 36% | 6.34GB | 6.96GB | 110MB | 8.48GB | 1888934 | 1882711 | |
| 95% 98% | 119573 | 0 | 119573 | 0 | 119458 | 13.6GB | 5.74GB | 37% | 7.39GB | 44.4MB | 35% | 6.28GB | 5.69GB | 111MB | 8.19GB | 1702969 | 1671369 | |
| 95% 97% | 119538 | 0 | 119538 | 0 | 119829 | 13.5GB | 6.98GB | 41% | 7.34GB | 46.2MB | 35% | 6.17GB | 6.93GB | 120MB | 8.44GB | 1860298 | 1873821 | |
| 95% 98% | 118119 | 0 | 118119 | 0 | 118373 | 13.4GB | 5.56GB | 37% | 7.25GB | 45.4MB | 37% | 6.17GB | 5.82GB | 118MB | 8.42GB | 1666066 | 1630785 | |
| 95% 98% | 118662 | 0 | 118662 | 0 | 118327 | 13.6GB | 6.29GB | 39% | 7.29GB | 47.1MB | 33% | 6.30GB | 6.24GB | 114MB | 8.31GB | 1784134 | 1759266 | |
| 96% 99% | 121039 | 0 | 121039 | 0 | 121136 | 13.7GB | 6.67GB | 38% | 7.44GB | 44.5MB | 34% | 6.21GB | 6.63GB | 120MB | 8.35GB | 1832520 | 1827158 | |
| 96% 99% | 120852 | 0 | 120852 | 0 | 120920 | 13.7GB | 5.77GB | 39% | 7.42GB | 47.8MB | 33% | 6.24GB | 5.72GB | 111MB | 8.51GB | 1706939 | 1678778 | |
| 94% 97% | 119819 | 0 | 119819 | 0 | 120129 | 13.7GB | 7.05GB | 41% | 7.36GB | 42.6MB | 35% | 6.29GB | 7.01GB | 118MB | 8.49GB | 1882656 | 1877381 | |

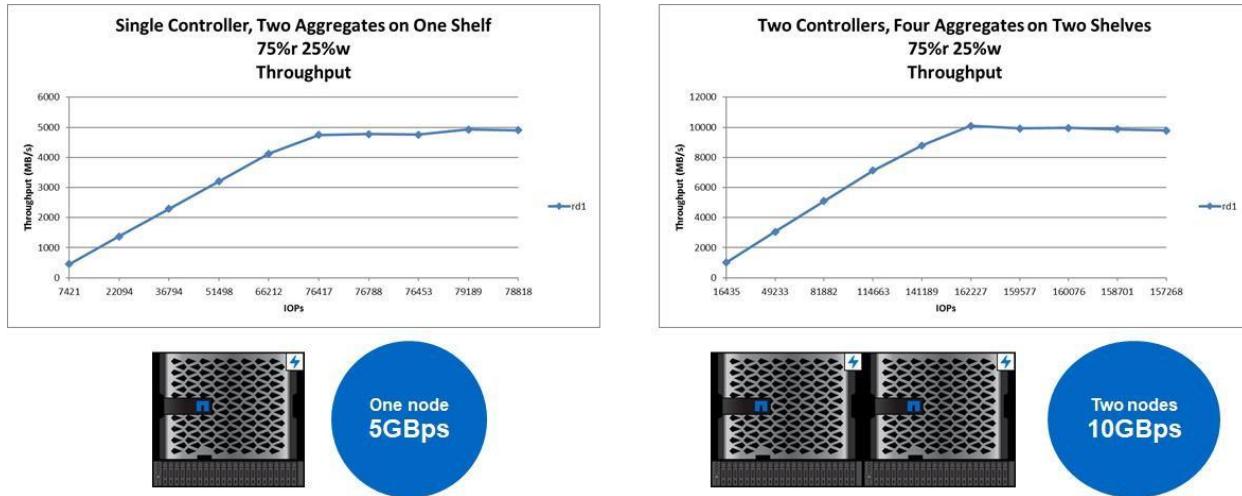
データ保護

本番環境のワークロードに対する **FlexGroup** ボリュームでのパフォーマンスに加えて、このお客様は、サイト間の **SnapMirror** 関係の転送速度を 8.4GB / 秒にすることもできました。つまり、150TB のデータセットのレプリケーションウィンドウは、初回転送で約 5.5 時間です。その後、これらの **MSSQL** バックアップの確実なディザスタリカバリプランを提供することで、必要な転送ウィンドウ内でデルタを適切に処理することができます。

スケールアウトパフォーマンス

この 6 ノードクラスタでは、8.4GB を超える容量を **FlexGroup** ボリュームにプッシュできました。NetApp Customer Proof of Concept ラボでは、クラスタにノードを追加することでほぼリニアなパフォーマンス向上を実現しています。以下のグラフは、シングルノードの NetApp AFF A700 オールフラッシュストレージシステムと 2 ノード AFF A700 のスループット結果を示しています。

図 5) CPOC スケールアウトスループットの結果



注： バックアップワークロードのパフォーマンスを向上させるには、ノードを追加します。

まとめ

FlexGroup ボリュームは、EDA やソフトウェアのビルトなど、ファイル数の少ないワークロードや高いワークロードに適しているだけでなく、ストリーミングファイルのサイズが大きい場合にもスループットの要件が高くなります。また、複数のノードにまたがるストレージをスケールアウトしてすべてのクラスタリソースを適用することで、バックアップウィンドウを短縮し、回転式ドライブであってもパフォーマンスを維持します。

FlexGroup 機能のサポートおよび最大数

このセクションでは、FlexGroup ボリュームで使用できる NetApp ONTAP 機能について説明します。また、サポートされている機能のバージョンが追加されている ONTAP も示します。このセクションに機能が記載されていない場合は、flexgroups-info@netapp.com にメールでお問い合わせください。データ保護に固有の機能については、[TR-4678 : 『Data Protection Best Practices with FlexGroup Volumes』](#) を参照してください。

表 1) 一般的な ONTAP 機能のサポート

| サポートされている機能 | 最初にサポートされている ONTAP のバージョン |
|---|---------------------------|
| NetApp Snapshot™ コピーテクノロジ | ONTAP 9.0 |
| NetApp SnapRestore® ソフトウェア (FlexGroup レベル) | ONTAP 9.0 |
| ハイブリッドアグリゲート | ONTAP 9.0 |
| コンステイチュエントまたはメンバーボリュームの移動 | ONTAP 9.0 |
| ポストプロセスの重複排除 | ONTAP 9.0 |
| NetApp RAID-TEC™ テクノロジ | ONTAP 9.0 |
| アグリゲートごとの整合ポイント | ONTAP 9.0 |
| 同じ SVM 内の FlexVol と FlexGroup を共有する | ONTAP 9.0 |
| Active IQ Unified Manager | ONTAP 9.1 |
| オンラインアダプティブ圧縮 | ONTAP 9.1 |
| オンラインの重複排除 | ONTAP 9.1 |
| オンラインデータコンパクション | ONTAP 9.1 |
| シンプロビジョニング | ONTAP 9.1 |
| NetApp AFF | ONTAP 9.1 |
| クオータレポート | ONTAP 9.1 |
| SnapMirrorテクノロジ | ONTAP 9.1 |
| ユーザクオータとグループクオータのレポート (適用なし) | ONTAP 9.1 |
| SMB 共有の Access-Based Enumeration (ABE ; アクセスベースの列挙) | ONTAP 9.1 |
| アグリゲートオンライン重複排除 (ボリューム間重複排除) | ONTAP 9.2 |
| NetApp Volume Encryption (NVE) | ONTAP 9.2 |
| NetApp SnapVault® テクノロジ : | ONTAP 9.3 |
| qtree | ONTAP 9.3 |
| 自動重複排除スケジュール | ONTAP 9.3 |
| バージョンに依存しない SnapMirror とユニファイドレプリケーション | ONTAP 9.3 |
| SMB のウィルススキャン | ONTAP 9.3 |
| ボリュームの自動拡張 | ONTAP 9.3 |
| QoS の最大数 / 上限 | ONTAP 9.3 |
| SnapMirror を使用しない FlexGroup 拡張はベースラインに戻ります | ONTAP 9.3 |
| 取り込みのヒューリスティックが改善されました | ONTAP 9.3 |
| SMB の変更 / 通知 | ONTAP 9.3 |
| ファイル監査 | ONTAP 9.4 |

| サポートされている機能 | 最初にサポートされている ONTAP のバージョン |
|--|---------------------------|
| NetApp FPolicy™ | ONTAP 9.4 |
| アダプティブ QoS | ONTAP 9.4 |
| QoS の最小値 (AFF のみ) | ONTAP 9.4 |
| SnapMirror の制限を緩和 | ONTAP 9.4 |
| SMB 3.x マルチチャネル | ONTAP 9.4 |
| FabricPool | ONTAP 9.5 |
| クオータの適用 | ONTAP 9.5 |
| qtree statistics | ONTAP 9.5 |
| SMB の監視と変更通知を継承 | ONTAP 9.5 |
| SMB コピーオフロード (オフロードデータ転送) | ONTAP 9.5 |
| ストレージレベルのアクセス保護 | ONTAP 9.5 |
| NetApp FlexCache (キャッシュのみ。ONTAP 9.7 では FlexGroup が送信元としてサポートされます) | ONTAP 9.5 |
| volume rename | ONTAP 9.6 |
| ボリュームが縮小されます | ONTAP 9.6 |
| NetApp MetroCluster™ | ONTAP 9.6 |
| エラスティックサイジング | ONTAP 9.6 |
| 継続的可用性を備えた共有 (SMB) * | ONTAP 9.6 |
| * SQL Server と Hyper-V のワークロードのみ | |
| NetApp Aggregate Encryption (NAE) | ONTAP 9.6 |
| NetApp Cloud Volumes ONTAP | ONTAP 9.6 |
| NetApp FlexClone® | ONTAP 9.7 |
| FlexVol から FlexGroup ボリュームへのインプレース変換（「既存の FlexVol ボリュームを含むアグリゲートへの FlexGroup ボリュームの展開」を参照） | ONTAP 9.7 |
| vStorage APIs for Array Integration (VAAI) | ONTAP 9.7 |
| NDMP | ONTAP 9.7 |
| NFSv4.0 と NFSv4.1 (Parallel NFS、pNFS を含む) | ONTAP 9.7 |
| FlexGroup ボリュームを FlexCache の元のボリュームとして使用する | ONTAP 9.7 |
| ファイルクローニング | ONTAP 9.8 |
| プロアクティブなサイズ変更 | ONTAP 9.8 |
| NFSv4.2 (基本プロトコルのサポート) | ONTAP 9.8 |
| NDMP の機能拡張 : EXCLUDE、RBE (Restartable Backup Extension) 、MULTI_SUBTREE_NAMES | ONTAP 9.8 |
| 1、023 個のスナップショット | ONTAP 9.8 |
| qtree の QoS | ONTAP 9.8 |
| 論理スペースのレポートと適用 | ONTAP 9、9.1 |
| VM Disaster Recovery SVM-DR Adapter | ONTAP 9、9.1 |
| ファンアウト SnapMirror | ONTAP 9、9.1 |
| SnapMirror のカスケード接続 | ONTAP 9、9.1 |

表 2) NAS プロトコルの一般的なバージョンのサポート

| サポートされている NAS プロトコルバージョン | 最初にサポートされている ONTAP のバージョン |
|--------------------------|---|
| NFSv3 | ONTAP 9.0 |
| SMB2.1、smb3.x | ONTAP 9.1RC2 |
| NFSv4.0、NFSv4.1、pNFS | ONTAP 9.7 |
| NFSv4.2 (基本プロトコルのサポート) | ONTAP 9.8 NFS サポートというラベルが付けられています - ONTAP 9.9.1 |

表 3) サポートされていない SMB 2.x および 3.x の機能

| サポートされていない SMB 2.x の機能 | サポートされていない SMB 3.x の機能 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">SMB リモートボリュームシャドウ コピーサービス (VSS) | <ul style="list-style-type: none">SMB 共有に対するリモート VSSSMB ディレクトリ リースSMB ダイレクトメモリアクセス (RDMA) |

注： リモート VSS は、SMB の以前のバージョンタブとは異なります。リモート VSS はアプリケーション対応の Snapshot 機能であり、Hyper-V ワークロードで最も一般的に使用されています。FlexGroup ボリュームは、SMB の以前のバージョン機能タブが導入されたあとにサポートしています。

サポートされない SMB 機能の動作

通常、SMB 機能が ONTAP でサポートされていない場合、単純に機能しません。NetApp ONTAP FlexGroup では、サポートされない SMB の機能についていくつかの考慮事項があります。

表 4) FlexGroup ボリュームでサポートされない SMB 機能の動作

| 機能 | FlexGroup Volume での動作 |
|-------------|---|
| SMBv1.0 の場合 | SMB 1.0 でアクセスする共有でアクセスが失敗するか、アクセスが拒否される。これは、Windows XP、Windows 2003、および SMB を使用して NAS に接続しようとするスキャナやコピー機などのオフィス機器に影響を与える可能性があります。 |

| 機能 | FlexGroup Volume での動作 |
|---|--|
| 変更通知 /SMB 監視 | <p>変更通知は ONTAP 9.2 以降でサポートされます。変更通知の詳細については、「SMB での変更通知の使用」を参照してください。</p> <p>ONTAP 9.2 より前のバージョンの動作は次のとおりです。</p> <ul style="list-style-type: none"> 警告もエラーもありません。変更通知は行われません。SMB での変更通知の詳細については、次の MSDN 記事 を参照してください。 SMB の変更通知がないと、Windows フォルダに新しく作成したファイルがすぐに表示されるかどうかによって、アプリケーションに影響する可能性があります。 <p>注：ONTAP 9.5 以降のリリースでは、継承されたウォッチがサポートされています。この機能は、親ディレクトリレベルの変更通知を適用し、以前のリリースよりもパフォーマンスが向上します。</p> <p>注：ONTAP 9.5P7 および 9.6P3 以降のリリースでは、変更通知のキャッシュサイズが増大し、パフォーマンスへのキャッシュ更新の影響が減少します（バグ 1232663）。</p> <p>注：ONTAP 9.7 以降のリリースでは、変更通知処理を並行して実行できるため、全体的なエクスペリエンスが向上します。</p> <p>注：ONTAP 9.10.1changenotify は、ONTAP の変更通知の処理を、多数の通知を処理する機能を備えたプロセスドメインに移行し（バグ 1304356）、共有への既存の接続に対して共有プロパティを削除するようにします（バグ 1413224）。</p> <p>変更通知を使用する場合は、ONTAP 9.10.1 以降のリリースを使用して最適な結果を得てください。</p> |
| Microsoft オフロードデータ転送 (ODX) | <p>ONTAP 9.5 よりも前のバージョンでは、従来のクライアント側のコピーでフェイルオーバーが実行されます。この影響は小さいため、フェイルオーバーの速度は低くなります。ONTAP 9.5 以降では、ODX は想定どおりに機能します。</p> <p>ODX の詳細については、この TechNet 記事 を参照してください。</p> |
| Volume Shadow Copy Service 「VSS」 を参照 Volume Shadow Copy Service 「VSS」 フサンショウ | <p>警告は表示されません。リモート VSS は機能しません。リモート VSS の主なユースケースは Hyper-V であり、FlexGroup ボリュームのワークロードとしては推奨されないため、影響は小さくなります。</p> <p>リモート VSS の詳細については、次の TechNet 記事 を参照してください。</p> |
| 継続的可用性を備えた共有 | <p>ONTAP より前の FlexGroup ボリュームでは、継続的可用性を備えた共有を使用することはできません。9.6 共有プロパティを設定しようとすると失敗します。</p> <p>継続的可用性を備えた共有の詳細については、次の TechNet 記事 を参照してください。</p> |

最大値と最小値

このセクションでは、NetApp ONTAP FlexGroup ボリューム固有の最大値と最小値について説明します。表 5 に最大値を示し、最大値がハードコーディング / 適用されているか、推奨値またはテスト値であるかを示します。

表 5) FlexGroup の最大数

| | 値 | 値のタイプ |
|---|---|----------------|
| FlexGroup のボリュームサイズ | 最大 20PB | テスト済み / 推奨 * |
| FlexGroup の合計ファイル数 | 4,000億 | テスト済み / 推奨 * |
| クラスタノード数 | 24 (HA ペア × 12) | ハードコーディング / 強制 |
| NetApp FlexVol メンバーのボリュームサイズ | 100TB | ハードコーディング / 強制 |
| FlexVol メンバーボリュームのファイル数 | 20億 | ハードコーディング / 強制 |
| NetApp SnapMirror ボリューム数 (FlexGroupあたりのメンバー数) | ONTAP 9.4以前 Data ONTAP 9.5 and later | ハードコーディング / 強制 |
| SnapMirror ボリューム数 (クラスタあたりの FlexGroup の合計数) | ONTAP 9.4以前 6,000 (ONTAP 9.5 以降) | ハードコーディング / 強制 |
| ファイルサイズ | 16TB | ハードコーディング / 強制 |
| FlexVol メンバーコンステイチュントの数 | 200 | テスト済み / 推奨 * |
| アグリゲートのサイズ / 数 | NetApp ONTAP の制限と同じ | ハードコーディング / 強制 |

表 6) FlexGroup の最小値

| | 値 | 値のタイプ |
|----------------------------|-------|----------------|
| FlexVol メンバーのサイズ | 100GB | テスト済み / 推奨 * |
| データアグリゲート数 | 1 | ハードコーディング / 強制 |
| SnapMirrorスケジュール | 30 分 | テスト済み / 推奨 * |
| NetApp Snapshot コピーのスケジュール | 30 分 | テスト済み / 推奨 * |

注： * 10 ノードクラスタでの制限については、テスト済みまたは推奨される制限事項を使用してテストしています。プラットフォームで許容される場合、実際の制限はハードコーディングされず、最大 24 ノードまで拡張できます。詳細については、「理論上の最大値または絶対最大値」を参照してください。ただし、メンバーボリューム数は 200 です。この制限を超える必要がある場合は、ネットアップの営業担当者に連絡して、追加のメンバーボリュームを認定するプロセスを開始してください。

FlexGroup ボリュームが適しているかどうかの判断

NetApp ONTAP FlexGroup ボリュームは、多くのユースケースに適しています。特に、「ID」の「用途」セクションに記載されているボリュームに適しています。」

ただし、すべてのユースケースが FlexGroup に適しているわけではありません。このセクションでは、FlexGroup ボリュームがワークロードに適しているかどうかを判断するための情報を提供します。

スケールアウトパフォーマンス

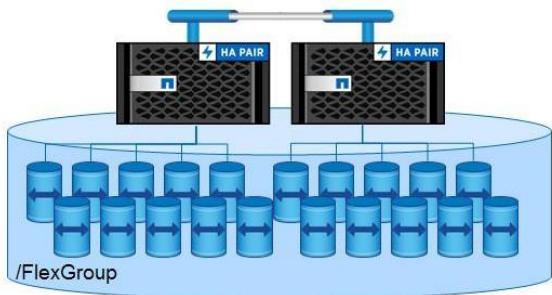
FlexGroup ボリュームは、そのデータと負荷を、その FlexGroup を構成する複数のコンステイチュントに分散します。このモデルでは、FlexGroup ボリュームが各ノード内のより多くのリソース (CPU、ネットワークアダプタ、ディスクなど) を使用し、クラスタ内の中の多くのノードを使用してワークロードに対処できます。

また、これらの概念は NetApp ONTAP クラスタアーキテクチャとうまく調和しており、ノードやディスクを無停止で追加できるため、アプリケーションに悪影響を及ぼすことなくパフォーマンスを向上

させることができます。FlexGroup ボリュームを使用すると、FlexGroup を拡張してメンバーを追加したり、無停止ボリューム移動テクノロジを使用して新しいノード間でメンバー ボリュームを再配分することができます。

1 つの FlexGroup ボリュームは内部的に複数の異なる NetApp FlexVol ボリュームで構成され、任意のアグリゲートに格納したり、クラスタ内内の複数のノードにまたがることができます。

図 6) FlexGroup ボリューム



また、これらの概念は NetApp ONTAP クラスターアーキテクチャとうまく調和しており、ノードやディスクを無停止で追加できるため、アプリケーションに悪影響を及ぼすことなくパフォーマンスを向上させることができます。FlexGroup ボリュームを使用すると、FlexGroup を拡張してメンバーを追加したり、無停止ボリューム移動テクノロジを使用して新しいノード間でメンバー ボリュームを再配分することができます。

1 つの FlexGroup ボリュームは内部的に複数の異なる NetApp FlexVol ボリュームで構成され、任意のアグリゲートに格納したり、クラスタ内内の複数のノードにまたがることができます。

クライアントが FlexGroup ボリュームにファイルとサブディレクトリを追加すると、新しい各ファイルとサブディレクトリの格納に使用する最適な FlexVol メンバーが ONTAP によって自動的に判別されます。FlexGroup は、パフォーマンスを最大限に高めるため、データの整理や負荷分散のためにデータの整理を試みます。

このワークロードの分散により、FlexGroup では FlexVol よりもはるかに多くのメタデータトラフィックを処理できます。したがって、FlexGroup ボリュームは、メタデータが大量に消費されるさまざまなワークロードや、大量のスループットを必要とするさまざまなワークロードに役立ちます。

機能の互換性に関する制限事項

ONTAP 9.1 以降の FlexGroup では、NFSv3、NFSv4.0、v4.1 および v4.2、SMB2.x、SMB3 などの代表的な NAS プロトコルがサポートされます。これらのプロトコルのサポートと、サポートされている ONTAP リリースの詳細については、「FlexGroup feature support and maximums」の表 1、表 2、および表 3 を参照してください。

さらに、FlexGroup ボリュームは、FlexCache ボリュームと ONTAP S3 オブジェクトバケットを構成します。ただし、NAS プロトコルの連動を利用できるのは FlexCache ボリュームのみです。S3 バケットには、S3 プロトコルでのみアクセスできる。ONTAP S3 は、ONTAP 9.8 で一般的に使用できます。

SMB 1.0 は、FlexGroup ボリュームではサポートされていません。FlexGroup ボリュームは、ブロックプロトコル / SAN アクセス (iSCSI、FCP、NVMe) をサポートしていません。

表 7 に、FlexGroup で現在使用可能なコンテナタイプを比較して、ONTAP が環境に適しているかどうかを判断するための情報を示します。

表 7) ONTAP ボリュームファミリーの比較

| | FlexVol | FlexGroupボリューム |
|--------------------------|--|--|
| クライアントアクセスプロトコル（現在のサポート） | SAN、FCP、iSCSI、NVMe / FC NAS • SMB1.0、2.1、3.x • NFSv3 • NFSv4.0、NFSv4.1、NFSv4 4.2 | S3 NAS • SMB2.x、3.x • NFSv3 • NFSv4.0、NFSv4.1、NFSv4 4.2 |
| 容量の拡張： | • 単一の FlexVol ボリューム • ネームスペース内の FlexVol または FlexGroup ボリュームにマウントできます • 100TB、ファイル上限 20 億個 | • ネームスペース内の FlexGroup または FlexVol ボリュームにマウントできます • 最大 20PB * • 4,000 億ファイル * • 無停止容量が増加します * 現在テストされている 10 ノードクラスタの制限。この値を超えることも可能です |
| メタデータの拡大 | FlexVol ボリュームは、メタデータ処理用の 1 つのノードとメタデータのシリアル処理に制限されます。これは、ノードの CPU スレッドを最大限に活用するものではありません。 | FlexGroup ボリュームは、複数のノード（およびそのリソース）と複数のアグリゲートを使用できます。また、FlexGroup は複数のボリュームアフィニティを使用して、CPU スレッドの利用率を最大限に高めることができます。 |
| ONTAP 機能の互換性 | ONTAP のすべての機能に対応しています | ONTAP のほとんどの機能をサポートします。 • 詳細については、このドキュメントの「 サポートされる機能 」を参照してください。 |
| スループットの拡張 | 制限： • 1 つのノード（CPU、RAM、ネットワークポート、接続制限など） • アグリゲート： | FlexGroup ボリュームは、I/O の処理にクラスタ全体のリソースを使用できるため、1 つの FlexVol ボリュームよりもはるかに高いスループットを実現でき、FlexGroup にノードを追加するときにもパフォーマンスをリニアに拡張できます。 |
| クラウドのサポート | ネットアップのクラウド統合ソリューションの例： • Cloud Volumes ONTAP • Cloud Volumes Services • SnapMirror Cloud | Cloud Volumes ONTAP CVOで実現できること（CLIのみ）： • CVO の容量制限が適用されます |
| ONTAP のアップグレードとリバート | ボリュームファミリーに格納されたデータは、ONTAP のバージョンの変更時にも安全に保持されます。ただし、ONTAP 9.1 より前のリリースにリバートする場合は、FlexGroup ボリュームを保持できません。 | |
| GUIとの互換性 | • ONTAP System Manager • Active IQ パフォーマンスマネージャ • Active IQ Unified Manager • Cloud Insights | |

パワーアップ ->

1 つの FlexGroup ボリュームを複数の FlexVol メンバーボリュームで構成できます。メンバーボリュームは、任意のアグリゲート上およびクラスタ内の任意のノード上に配置できます。クライアントがその FlexGroup ボリュームに対するトラフィックを処理すると、ONTAP はそのトラフィックを、実行する別のコンステイチュエント FlexVol ボリュームのタスクに自動的に分割します。このアプローチによ

り、1つの FlexVol ボリュームを処理することが不可能な複数の処理を同時に実行できます。

このスケールアウト動作のメリットは、処理能力が大幅に向上し、ONTAP クラスタにノードを追加すると、リニアに拡張できることです。1つの FlexGroup ボリュームで処理できるワークロードは、単一の FlexVol ボリュームよりもはるかに重いワークロードに対応できるため、レイテンシも予測できます。

Spec SFS 2014_swbuild submission : FlexGroup volume、ONTAP 9.2

ネットアップは公式の SPEC SFS 2014_swbuild ベンチマークテストの結果を提出しました。このベンチマークテストを実施することで、ストレージベンダーは、独立したベンチマークコンソーシアムによって承認された標準テストを基にシステムをテストできます。このテストの結果については、[こちら](#)をご覧ください。

競合他社のシステムの結果は[こちら](#)をご覧ください。

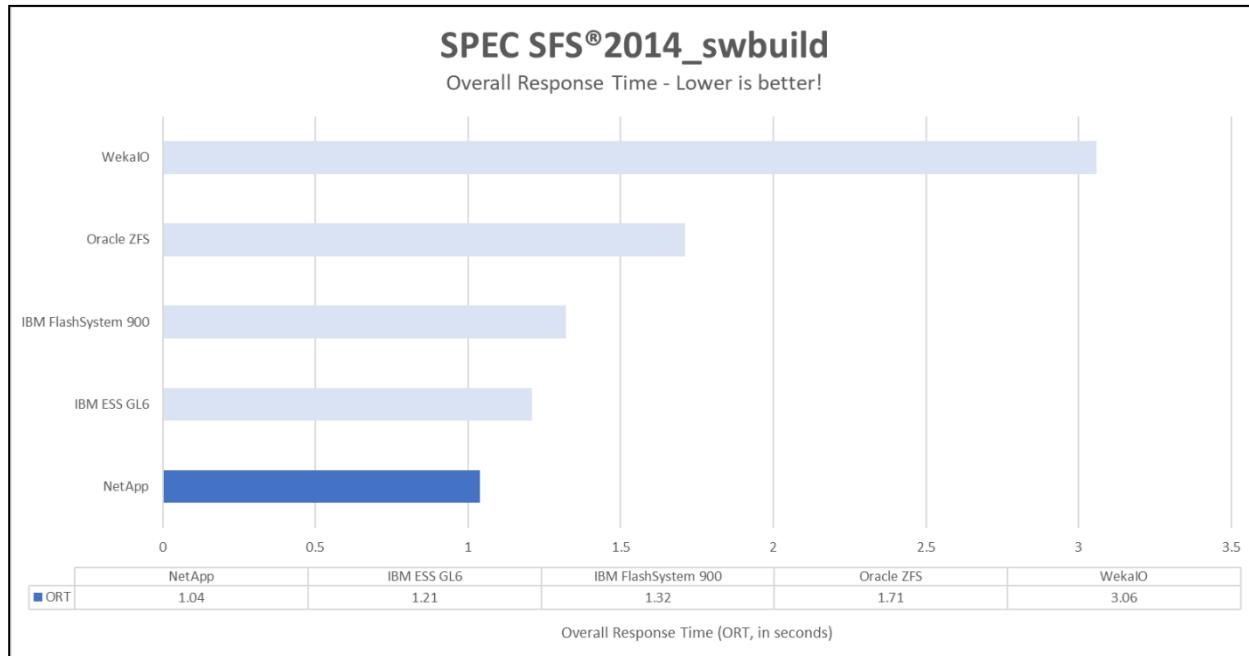
NetAppの結果

ベンチマークには、[以下](#)で定義されている総合応答時間（ORT）と呼ばれる指標が含まれます。

「全体的な応答時間は、平均負荷でシステムがどのように応答するかを示す尺度です。数値は、曲線の下の領域をピークスループットで割って算出されます。」

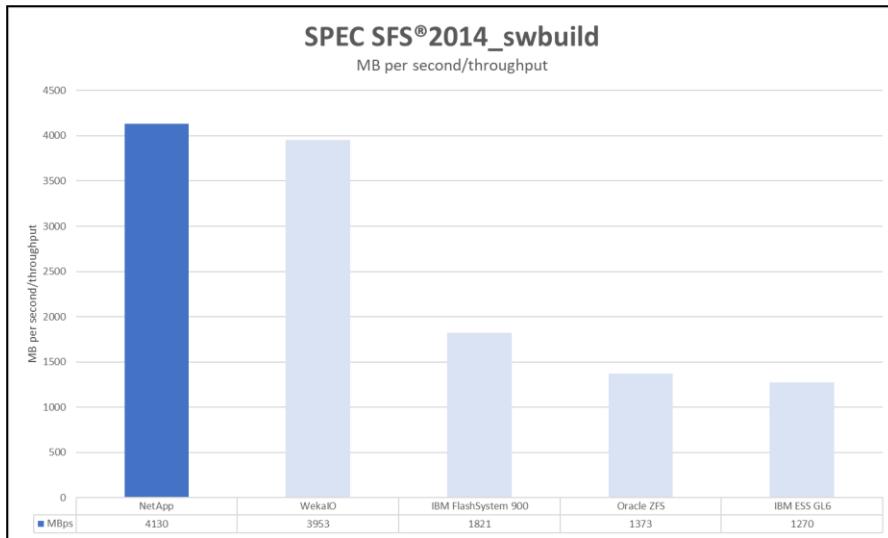
このテストでは、FlexGroup ボリュームは、ストレージシステム用に記録された過去最低 ORT を達成しました。

図 7) 全体の応答時間、SPEC SFS 2014_swbuild の送信



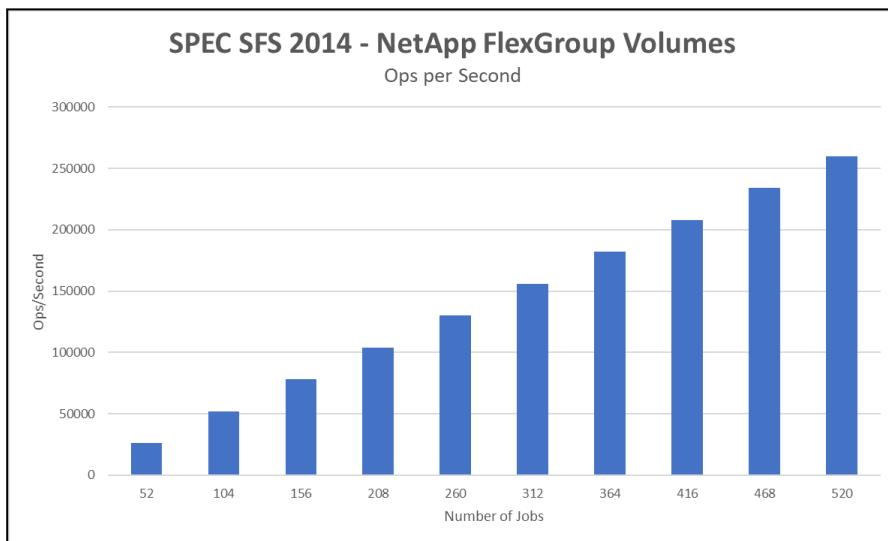
FlexGroup ボリュームは、スループット内の他の送信よりもパフォーマンスが高くなります。ベンチマークでは、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスは 4Gbps を超えました。

図 8) スループット、SPEC SFS 2014_swbuild の送信



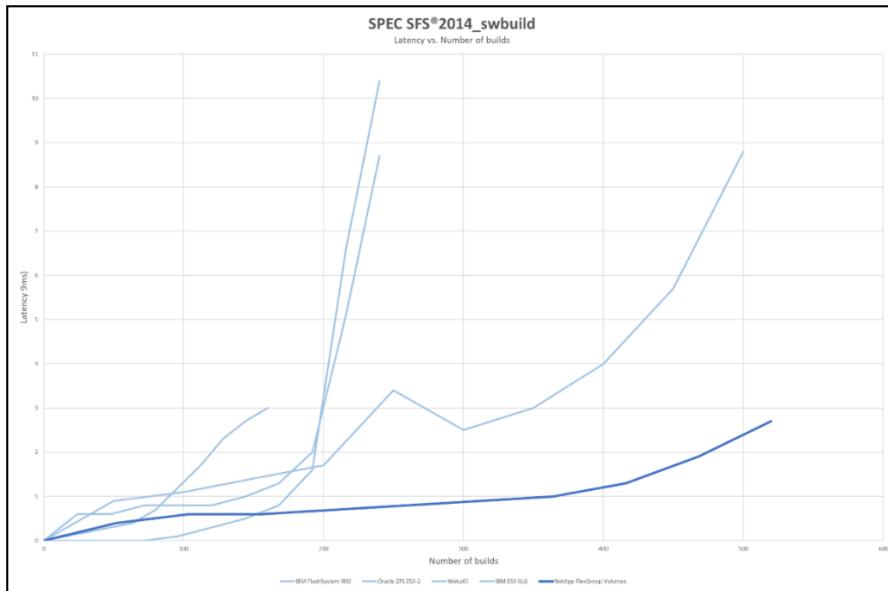
このパフォーマンスベンチマークの結果は、同時実行ジョブが 500 件を超え、IOPS が 260,000 になることで達成されました。

図 9) IOPS、SPEC SFS 2014_swbuild の送信



アプリケーションにとってレイテンシが重要な場合、FlexGroup ボリュームは、すべての送信に対して予測可能な低レイテンシも確認しました。

図 10) ビルド数とレイテンシの比較、SPEC SFS 2014_swbuild の提出



Spec SFS 2014_swbuild submission : FlexGroup volume、ONTAP 9.5

2018 年 11 月、ネットアップは今回、AFF システムについて、SPEC SFS 2014_swbuild の 2 回目の発行結果を提出しました。NetApp ONTAP で FlexGroup を使用した場合、他のすべてのシステムの同時ビルド数が、次に高いシステムの 2.5 倍になるまでのスループットが最大になりました。結果については、次のリンクを参照してください。

- [FlexGroup ボリュームを備えたネットアップ 4 ノード AFF A800](#)
- [FlexGroup ボリュームを備えたネットアップ 8 ノード AFF A800](#)
- [ネットアップ 12 ノード構成の FlexGroup AFF A800](#)

図 11, 図 12, と図 13 は、テスト結果と他の提出物との比較を示しています。

図 11) SPEC SFS 2014_swbuild - コンカレントビルド

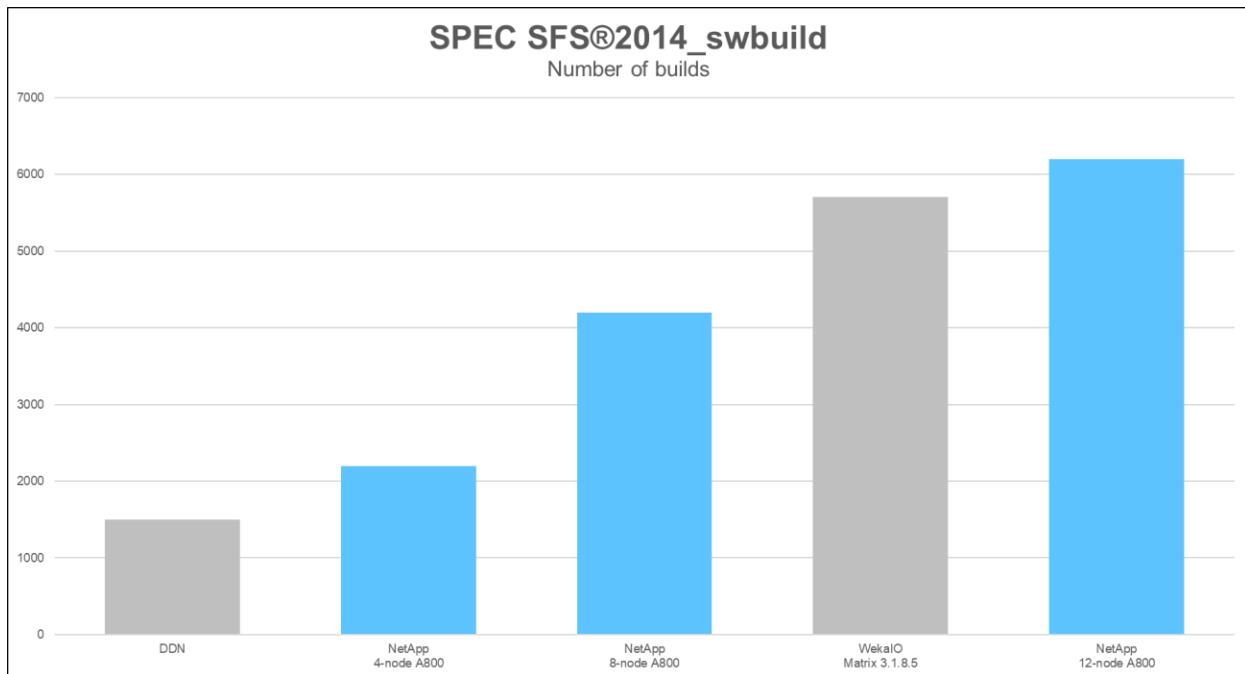


図 12) SPEC SFS 2014_swbuild - レイテンシとビルド処理数 / 秒の比較

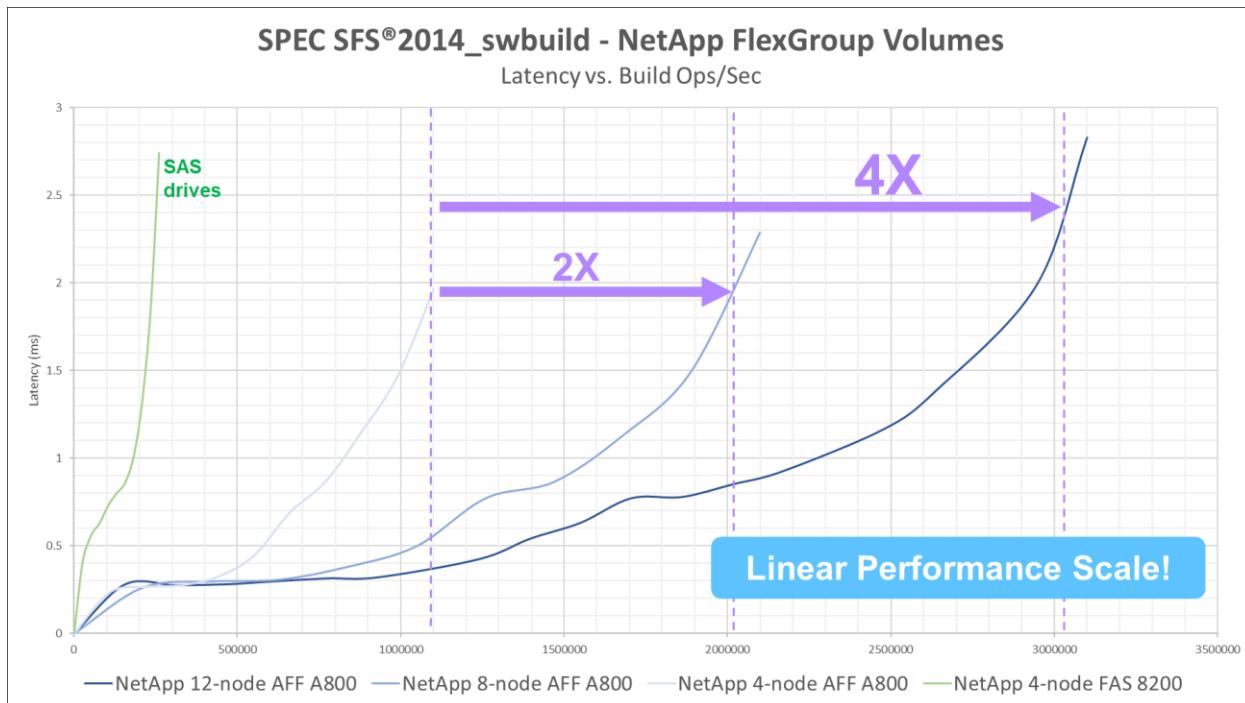
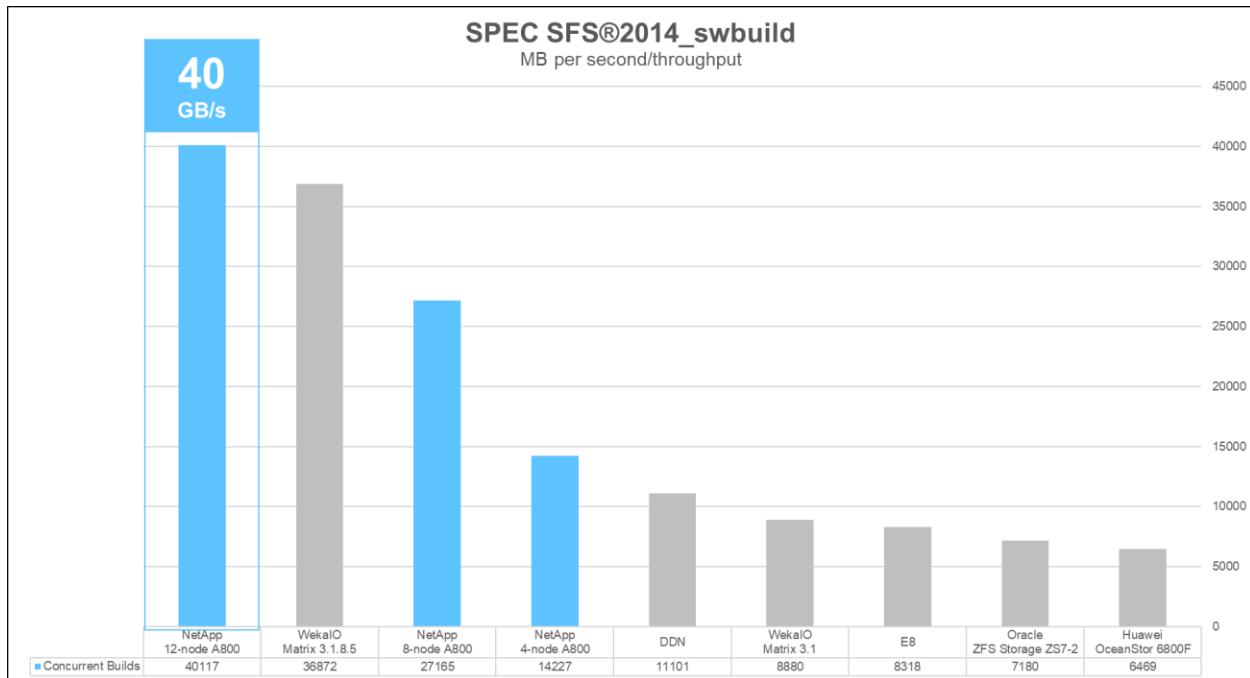


図 13) SPEC SFS 2014_swbuild : 1秒あたりのメガバイト数の比較



AFF A700のテスト

ソフトウェアビルトツール (Git) を使用した単純なワークロードベンチマークでは、2ノードの A700 クラスタ上に Linux カーネルをコンパイルしました。

使用した構成は次のとおりです。

- 2ノードのAFF A700クラスタ
- 各ノードに800GB SSDのアグリゲート×1
- FlexVol : シングルノード、100%ローカル
- FlexGroup ボリューム : ハイアベイラビリティ (HA) ペアにまたがる場合、ワークロードのノードあたりのメンバー数は 8 (合計 16 メンバー) でした。
- GCCライブラリ コンパイル
- クローン処理のみ (FlexVolとFlexGroupの両方で最大のスループットを達成)
- 4台の物理サーバ
- クライアント上のユーザワークロードとスレッドの範囲は 4~224

図 14 は、単一の FlexVol ボリュームでの GIT クローン処理における最大スループット (読み取り + 書き込み) と、2つのノードを構成する単一の FlexGroup ボリュームの比較です。

注 : FlexGroup ボリュームの最大スループットは、ワークロードが 64 スレッドに達したときに、FlexVol ボリュームのパフォーマンスが低下することなく、FlexVol ボリュームの約 5 倍に達しています。

図 14) FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリューム-ワークロード増加時の最大スループットの傾向

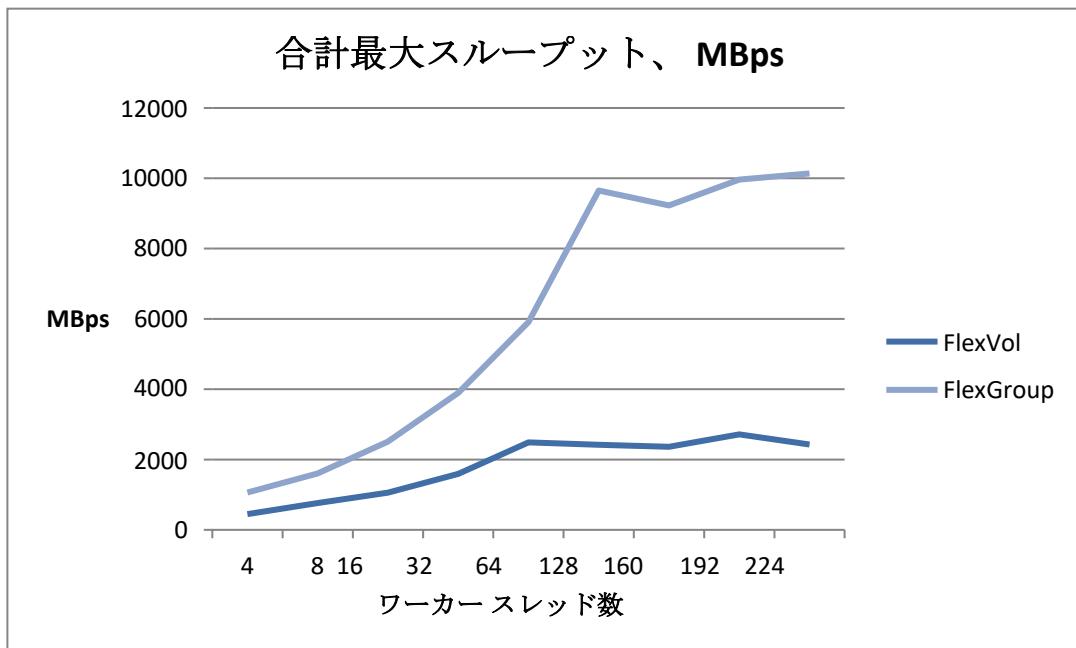


図 15 は、同じ構成の FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームの比較です。ここでは読み取りと書き込みの最大スループットを個別に示し、さらに FlexVol と FlexGroup の平均スループットと比較しています。

図 15) FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリューム-ワークロード増加時の最大スループットの傾向、詳細

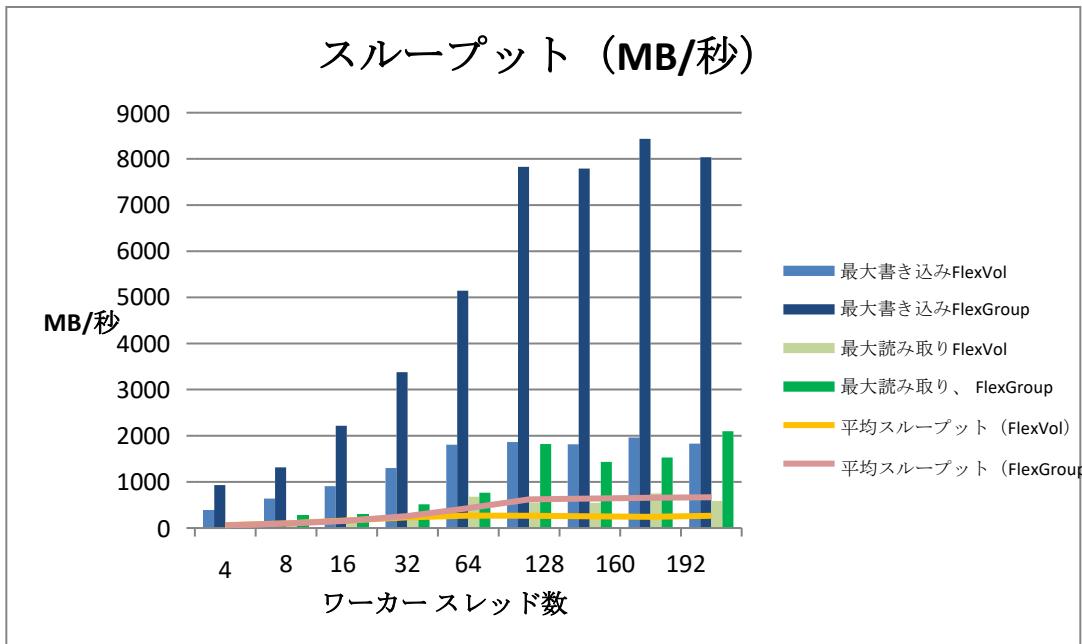
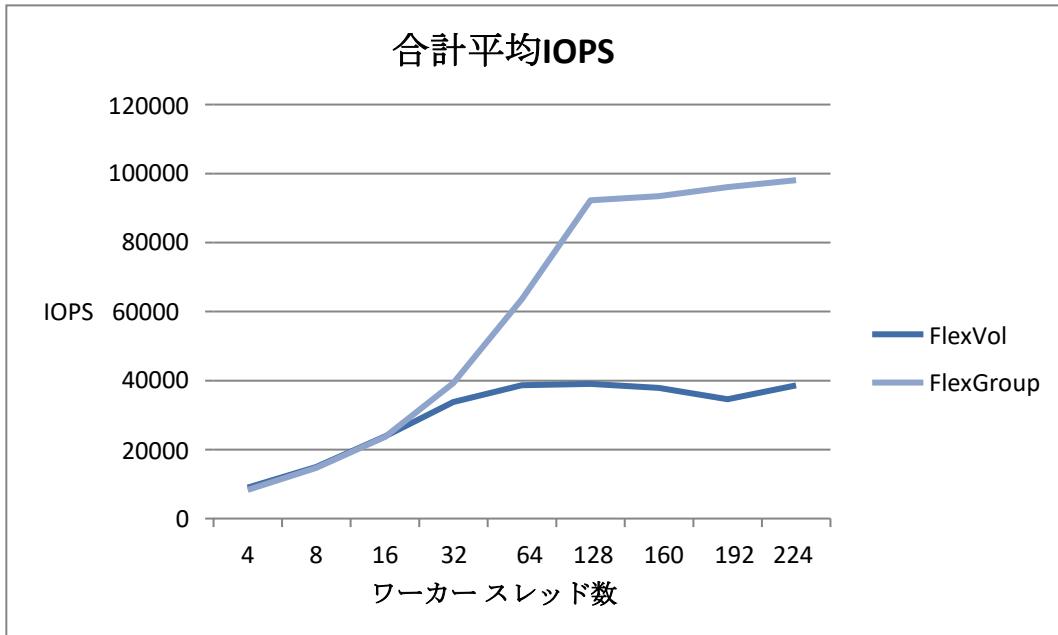


図 16 は、AFF A700 上の FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームの合計平均 IOPS の最大値を示しています。ここでも、FlexGroup は IOPS が大幅に増加し、一方で FlexVol は 64 スレッドの時点で IOPS が低下しています。

図 16) FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリューム-平均合計 IOPS の最大値



ONTAP 9.4 および 9.5 のパフォーマンステスト

ONTAP バージョン 9.4 および 9.5 では、EDA とソフトウェアのビルドワークロードをシミュレートした標準の NAS ベンチマークスイートを使用して一連のパフォーマンステストを実行しました。その目的は、ONTAP の各リリースでパフォーマンスが向上することを確認することでした。

ONTAP 9.4 および 9.5 のテストでは、次の構成を使用しました。

- AFF A700s クラスタ
- 単一のノードと 2 つのノードにまたがる FlexGroup ボリューム
- NFSv3 クライアント × 14
- 10GB LIF × 32 (ノードあたり 16 LIF)
- 各クライアントに 32 個のマウントポイント

次のグラフは、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスを拡張できること、および各リリースで ONTAP のパフォーマンスが大幅に向上することを示しています。これらの機能強化は、無停止アップグレードによって実現できます。

図 17) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) – ONTAP 9.5 : 1 ノード対 2 ノード (処理数 / 秒)

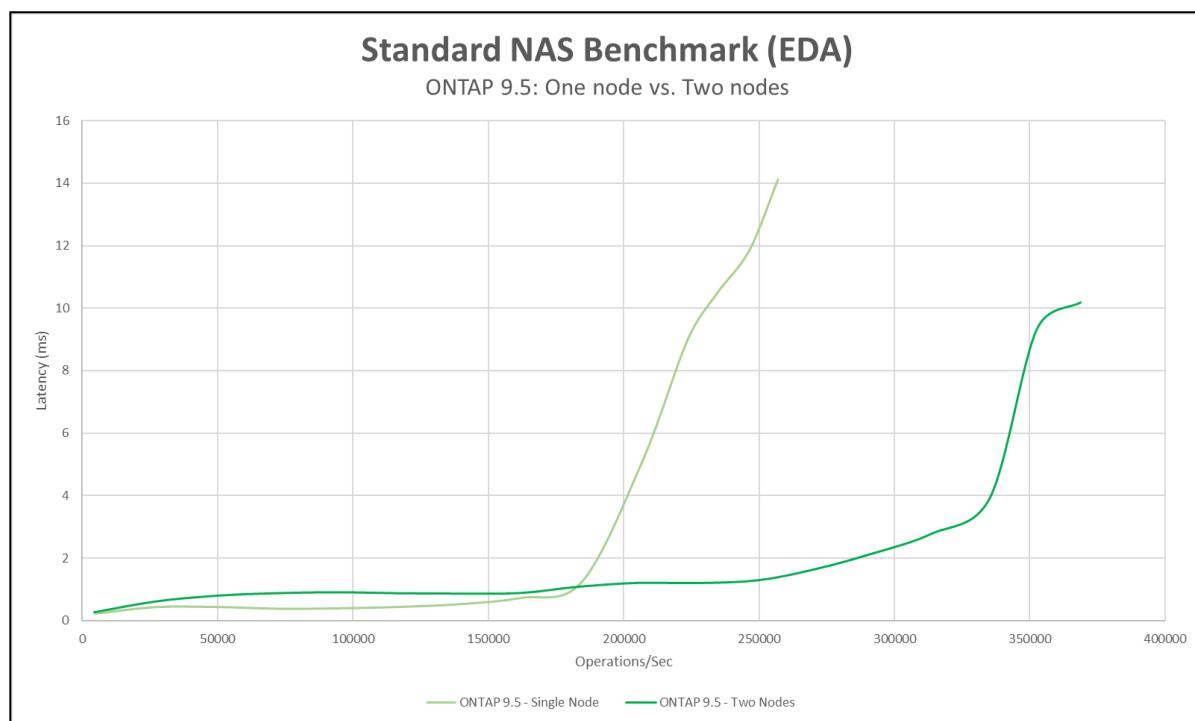


図 18) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) – ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (処理数 / 秒) の比較

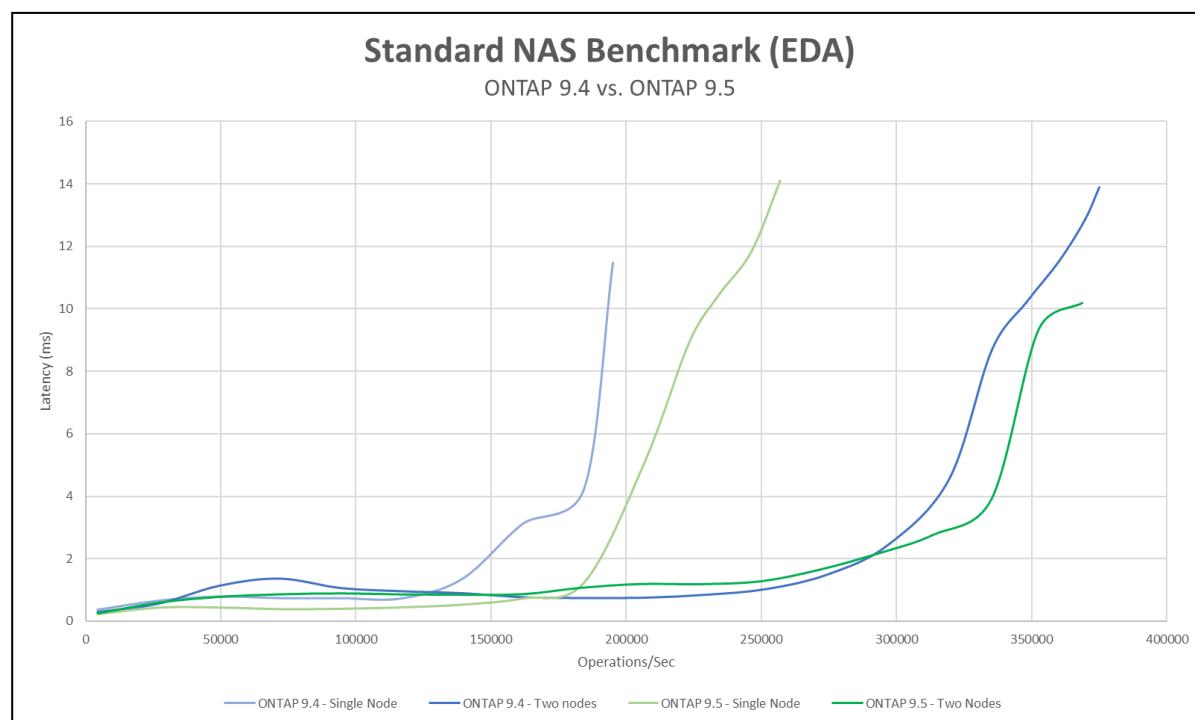


図 19) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) – ONTAP 9.5 : 1 ノード対 2 ノード (MBps)

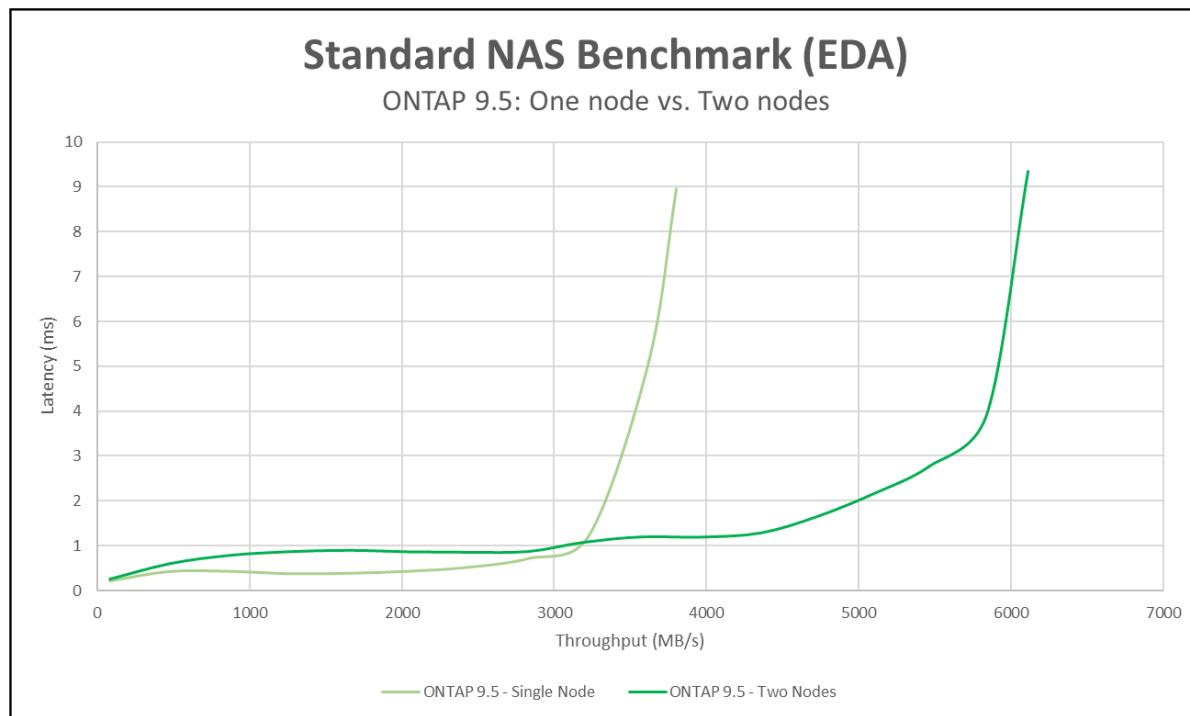


図 20) 標準的な NAS ベンチマーク (EDA) – ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (MBps) の比較

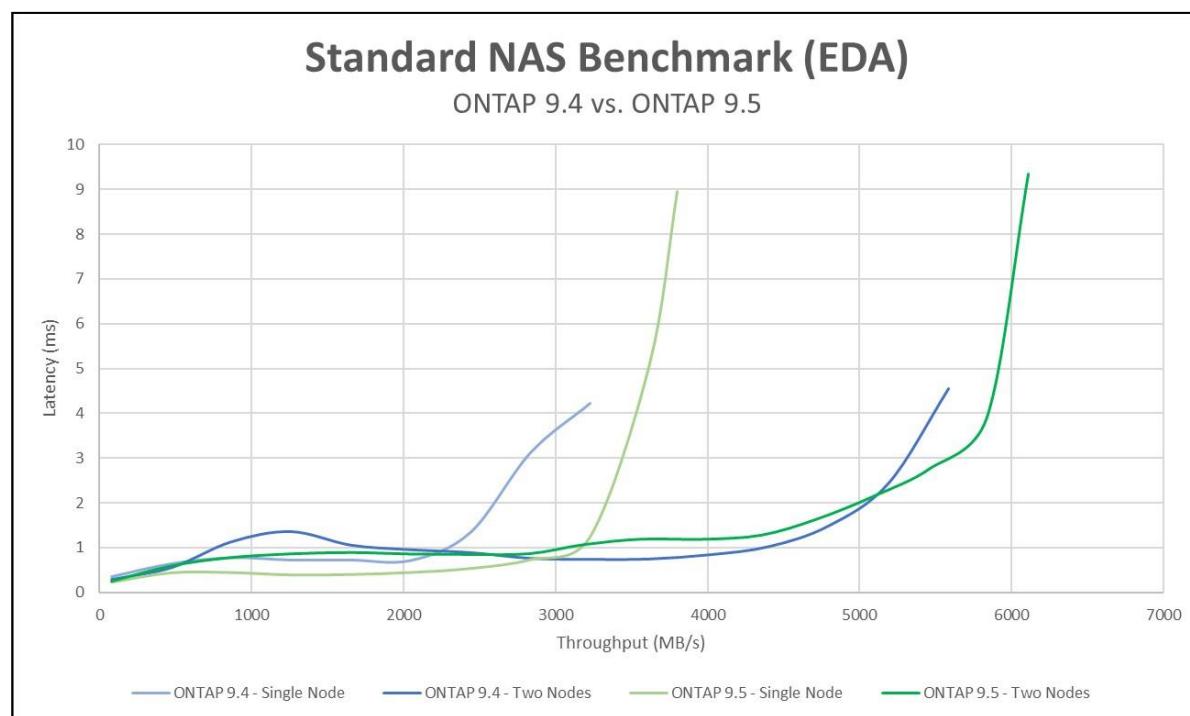


図 21 に、ソフトウェアビルトワークロード (Git や Perforce など) を実行している標準的な NAS ベンチマークのパフォーマンスを示します。ファイルの取り込み速度が高く、書き込みメタデータの並列処理が必要なため、どちらのタイプのワークロードも FlexGroup ボリュームに適しています。

図 21) 標準的な NAS ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.5 (運用 / 秒)

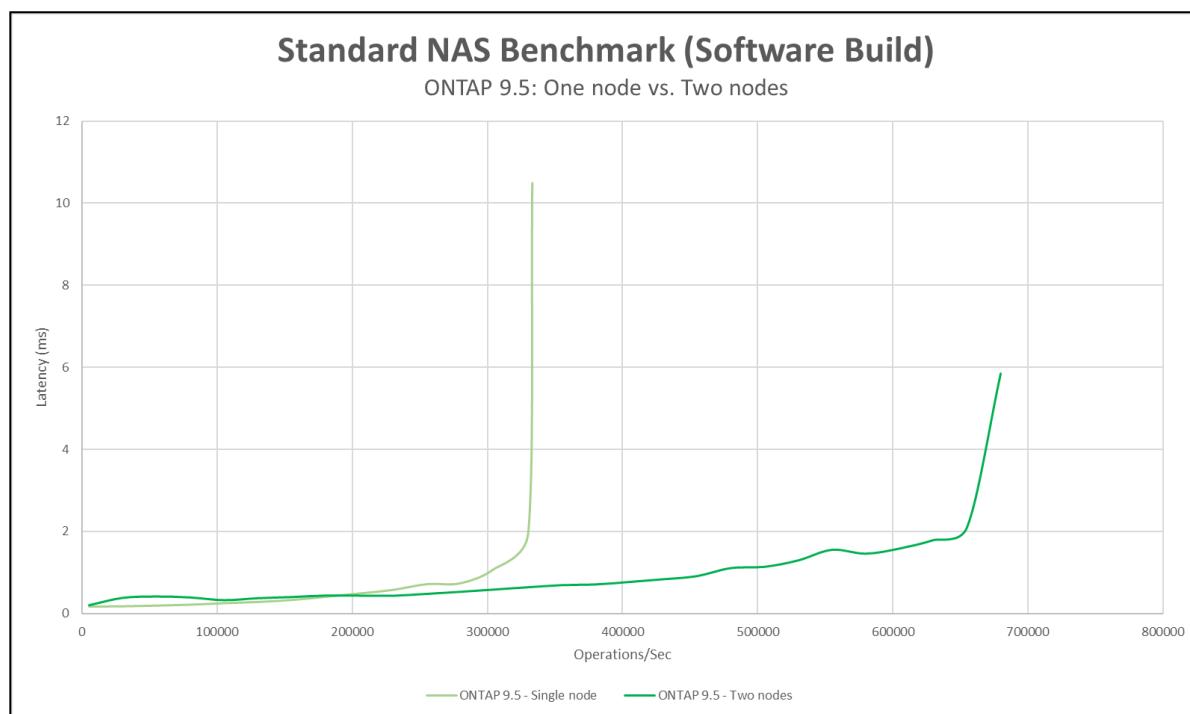


図 22) 標準的な NAS ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (処理数 / 秒) の比較

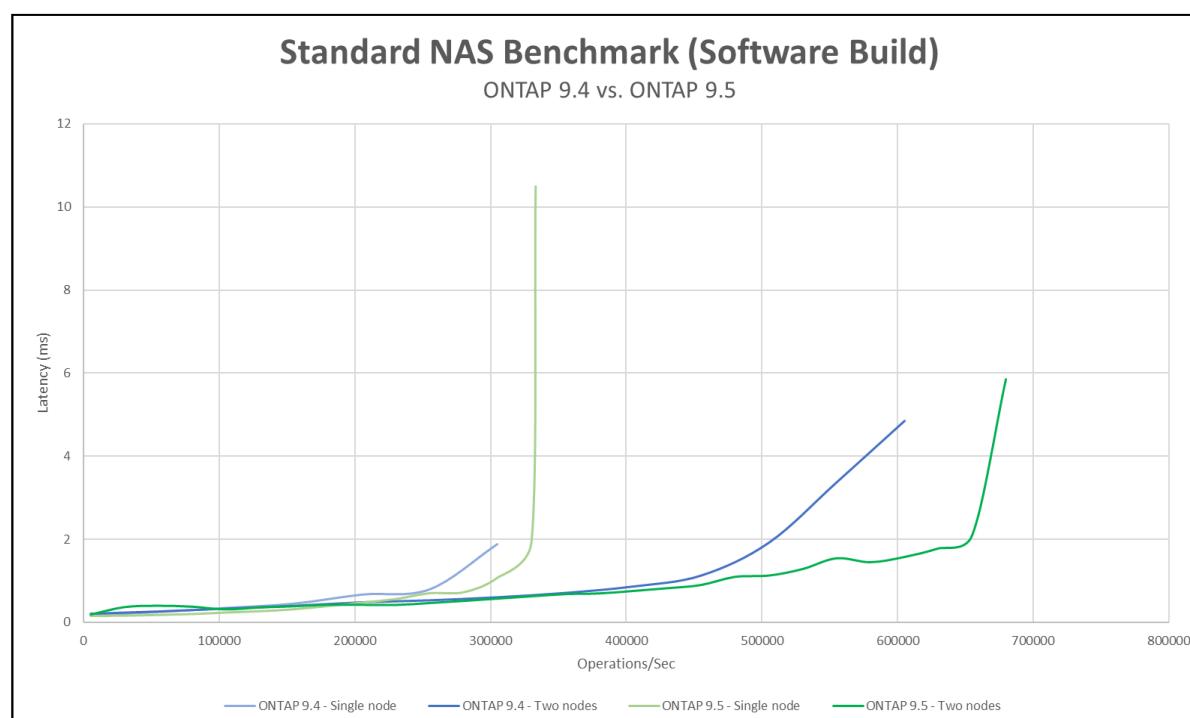


図 23) NAS の標準ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.5 (Mbps)

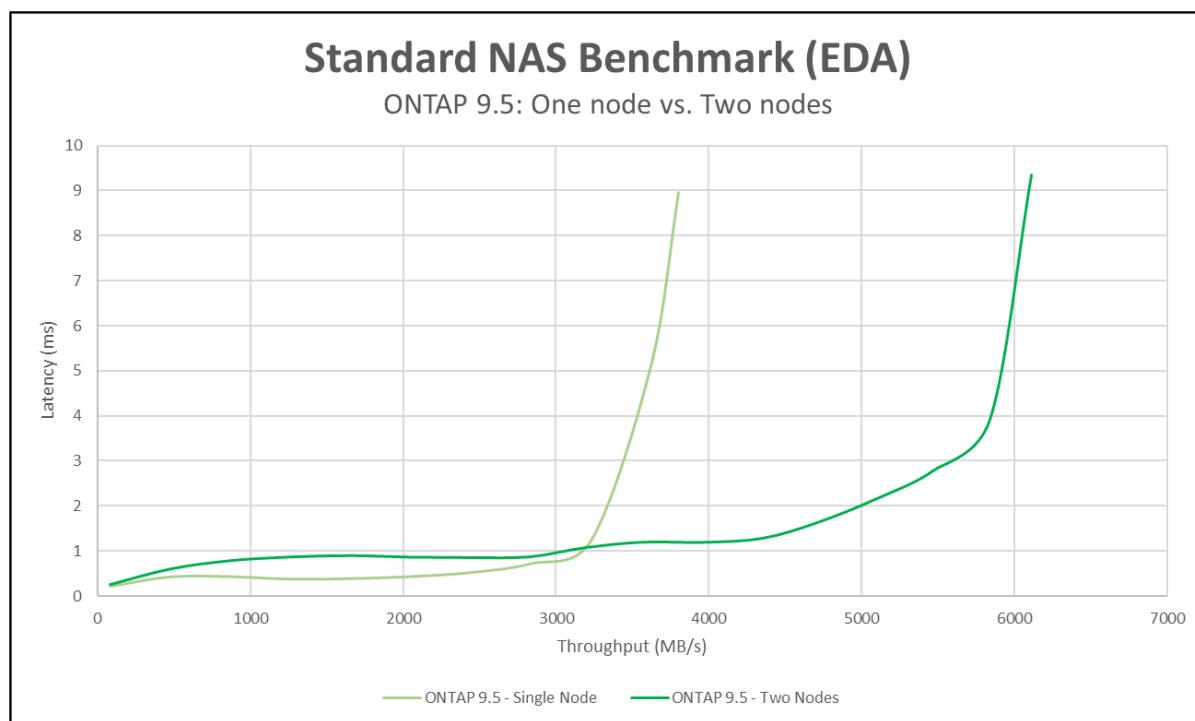
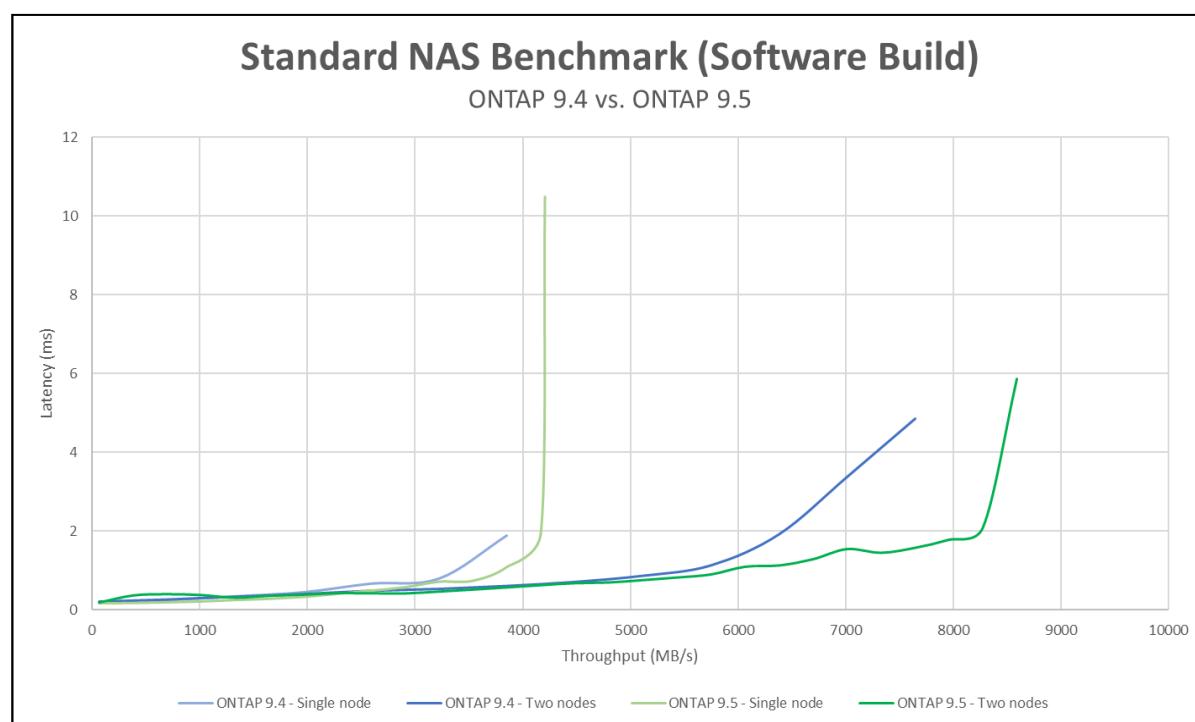


図 24) NAS の標準ベンチマーク (ソフトウェアビルド) - ONTAP 9.4 と ONTAP 9.5 (Mbps) の比較



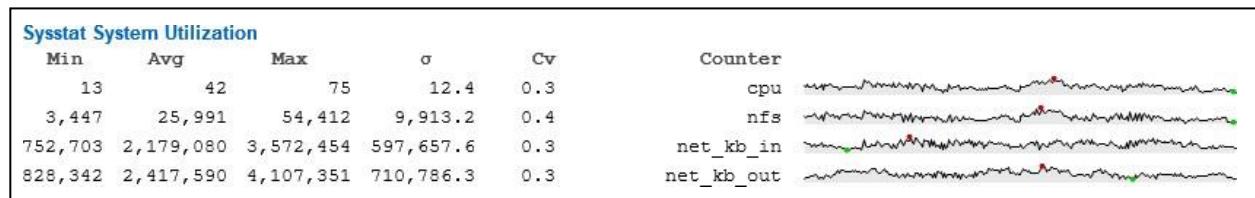
ビッグデータワークロードでの FlexGroup のパフォーマンス

FlexGroup ボリュームの容量と、クラスタ内の複数のコンピュートノードにまたがる 1 つのネームスペースを拡張できるため、[Apache Hadoop](#)、[Splunk](#)、[Apache Spark](#) などのビッグデータワークロードに適したユースケースとなります。一般に、このようなアプリケーションでは、大量のデータとファイル数の多いファイルを 1 つまたは 2 つのディレクトリだけにダンプすることを想定しています。そのため、低レイテンシで高いスループットが必要になります。FlexVol ではこのパフォーマンスを達成できましたが、アプリケーションを微調整することで複数のボリュームを認識させることができました。[TR-4570](#) に、FlexGroup ボリュームで Apache Spark を使用する例を示します。

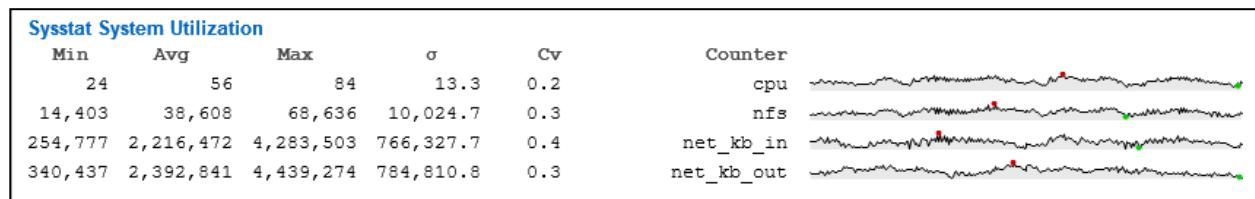
また、NetApp Customer Proof of Concept ラボでは、[TeraSort](#) ベンチマークを使用していくつかのパフォーマンステストを実施しました。Apache ビッグデータワークロードのテストに使用されます。このテストでは、ONTAP 9.2 を実行している 2 ノード構成の AFF A700 クラスタを使用して、クラスタ内で最大 8Gbps までの読み取りレイテンシを約 3 ミリ秒から 5 ミリ秒に、平均書き込みレイテンシを約 4 ミリ秒から 8 ミリ秒にブッシュしました。一方で、両方のノードの平均 CPU 利用率は 55% です。FlexGroup ボリュームとビッグデータワークロードを使用すると、利用可能なすべてのハードウェアを使用できます。また、ワークロードにノードを追加することで、容量とパフォーマンスを無停止で拡張できます。

図 25) FlexGroup ボリュームの TeraSort ベンチマーク統計の概要

ノード1



ノード2



さらに、ONTAP FlexGroup で実行されるビッグデータのワークロードでは、インラインアグリゲート重複排除、インラインデータコンパクション、インライン圧縮などの Storage Efficiency 機能により、スペースを約 50% 削減きました。

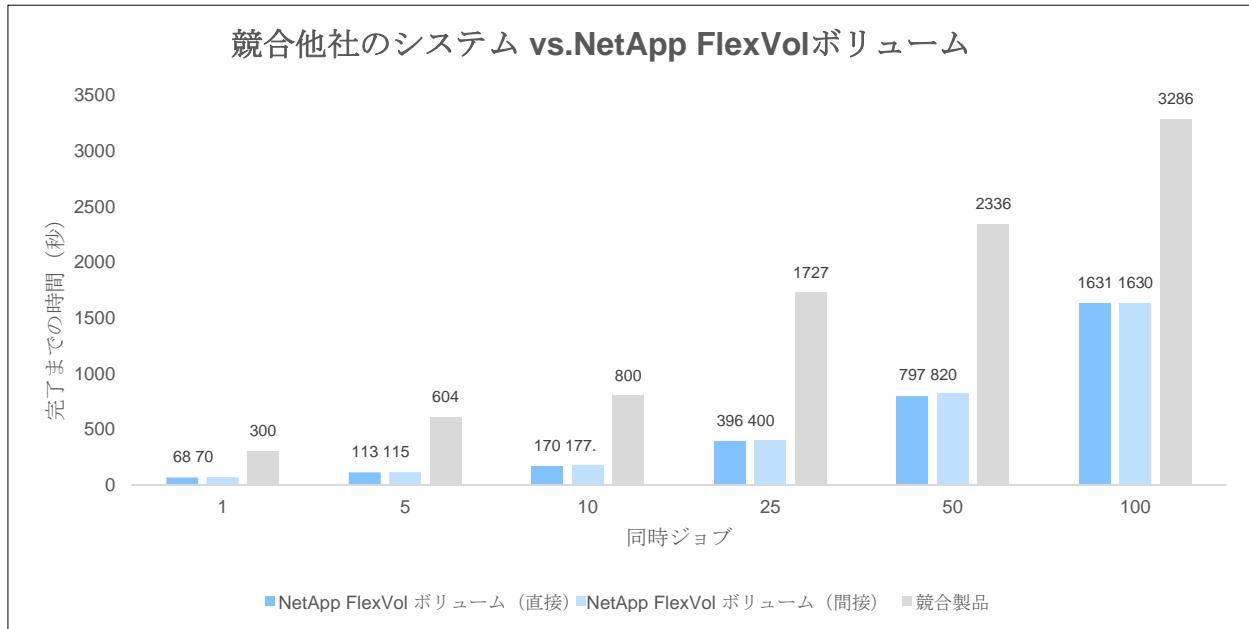
EDA ワークロードの比較 - ONTAP と競合企業の比較

システムがワークロードを処理できることを確認する最も良い方法は、そのワークロードをテストすることです。ただし、すべてのユーザがテストを実行できるわけではありません。このセクションでは、実際の EDA テストデータをチップ設計メーカーの特定のテストを使用して収集しました。

最初のテストセットでは、カーネル抽出を使用して、21 個のノードを使用する競合システムと FlexVol を使用する NetApp AFF システムを比較します。1 つのテストでは、FlexVol ボリュームに間接アクセスを使用し、ボリュームが存在していたノードとは別のノードのネットワークインターフェイスにクライアントを接続しました。別のテストでは、FlexVol でボリュームと同じノードにネットワーク接続があつた場合に直接アクセスを使用しました。その後、同時ジョブの数が段階的に増加しました。

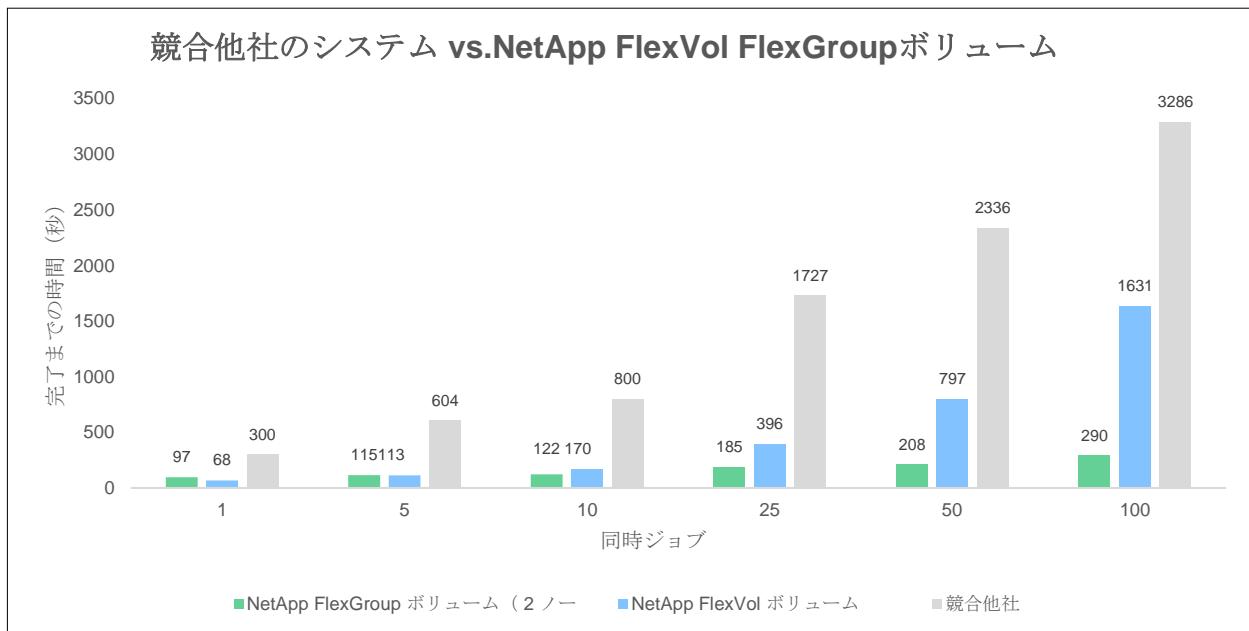
いずれの場合も、FlexVol ボリュームを使用した NetApp AFF システムは、競合他社のシステムのパフォーマンスを上回りました。ほとんどのテストでは、ローカル FlexVol ボリュームのパフォーマンスは、間接アクセス FlexVol ボリュームよりも若干高くなりましたが、大幅に向上するわけではありません。

図 26) カーネルの抽出-競合他社との比較NetApp FlexVolボリューム：



同じテストを使用して、競合他社のシステムと FlexVol のパフォーマンスを NetApp FlexGroup ボリュームと比較しました。NetApp ボリュームでは、こうした大量のメタデータのワークロードに、より多くのハードウェアリソースを使用できます。FlexGroup ボリュームは、16 ノードクラスタの 2 つのノードに拡張されています。図27 に示すように、FlexVol ボリュームは、ローカルでアクセスされる FlexGroup ボリュームであっても、特に同時ジョブの増加に比べてパフォーマンスが大幅に向上しています。

図 27) カーネルの抽出-競合他社との比較NetApp FlexVol ボリュームと NetApp FlexGroup ボリューム：



また、カーネル抽出テストを使用して、1つのクラスタ内の複数のノードにわたって NetApp FlexGroup ボリュームを拡張するメリットを示しました。図 28 は、NetApp FlexGroup ボリュームが、競合他社のシステムの 20 ノードクラスタよりもパフォーマンスが高く、必要なハードウェアが数分の 1 で済むことを示しています。また、1つのノードのリソースが使い果たされるまでの同時ジョブの数が増えても、パフォーマンスはさらに向上しています。

図 28) カーネルの抽出-競合他社との比較NetApp FlexGroup : スケールアウト

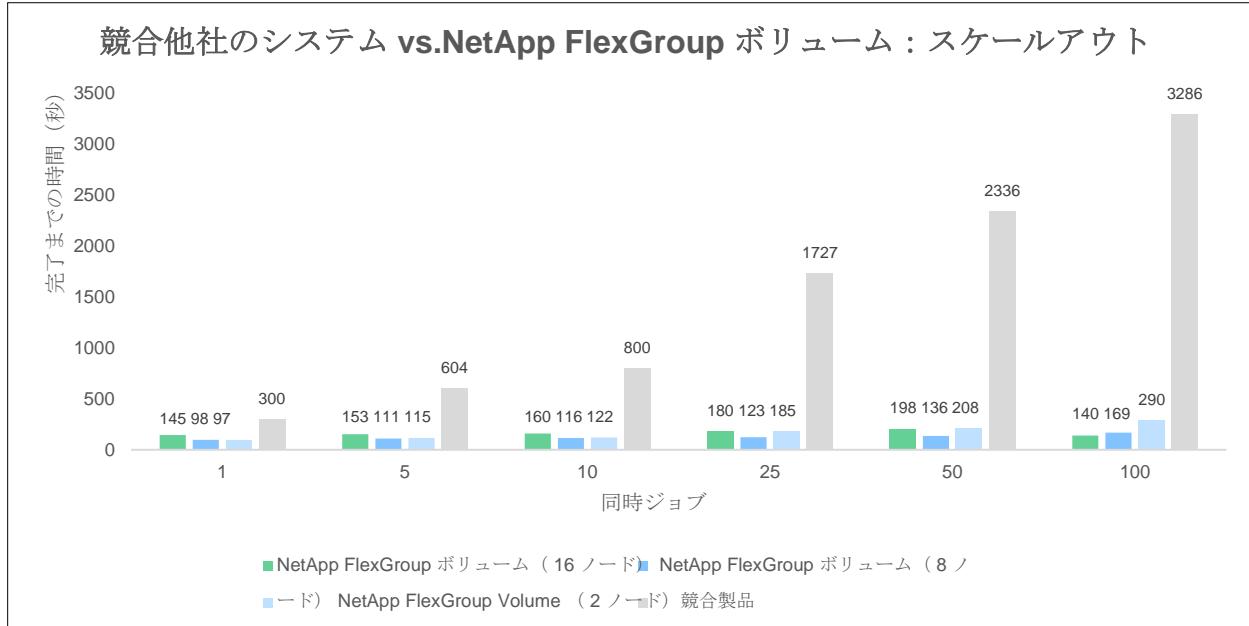
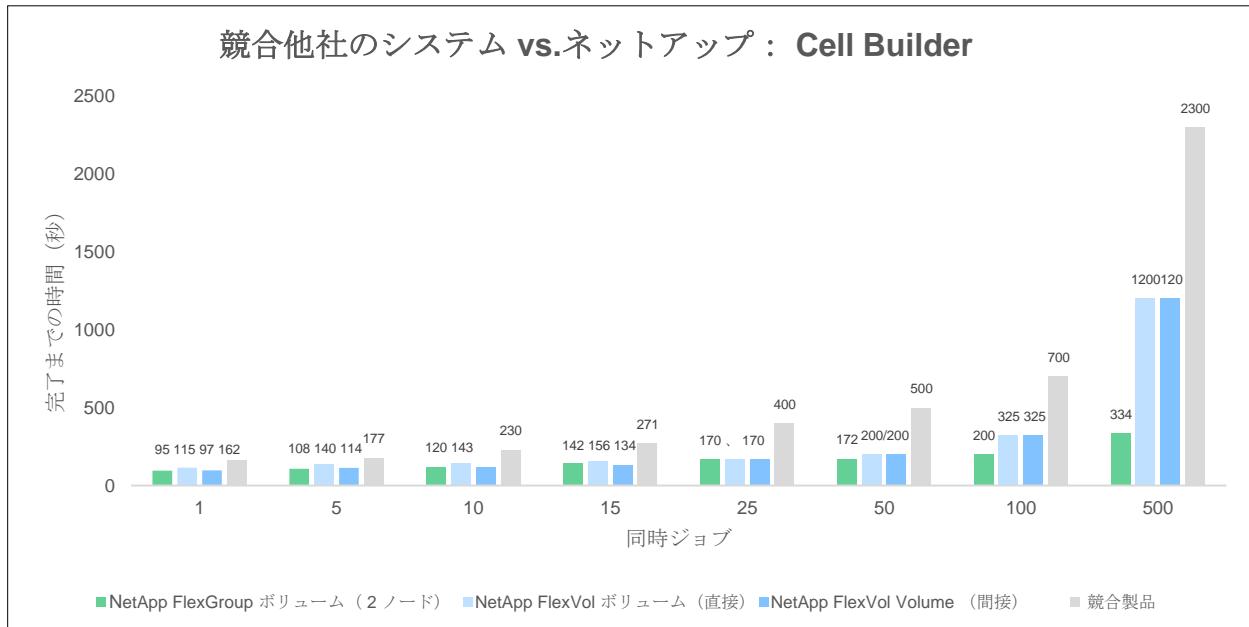


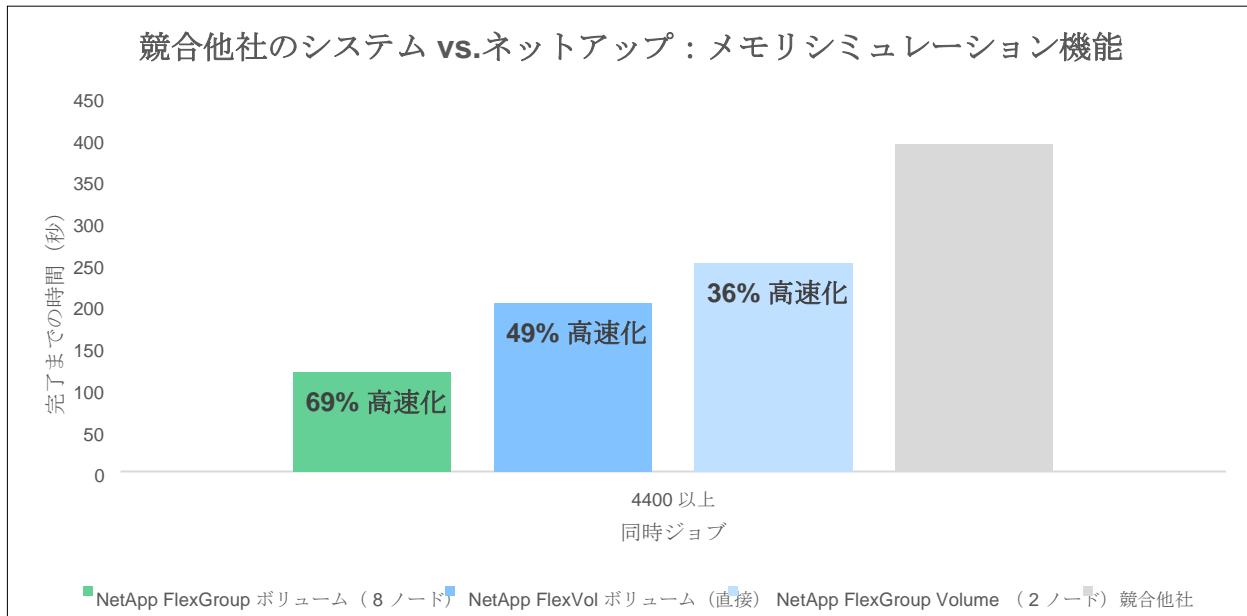
図 29 は、セルビルダのワークロードの完了時間を示しており、FlexVol、FlexGroup、競合他社のシステムを比較しています。NetApp FlexGroup ボリュームでの完了時間が短くなっていることを確認します。

図 29) EDA ワークロード- Cell Builder



メモリのシミュレーションと検証のテストも一般的な EDA ワークロードです。図 30 は、4,400 以上の同時ジョブの平均実行時間を示しています。このテストでは、8 つのノードにまたがる FlexGroup ボリュームの方が、競合他社のシステムよりも 69% 高速でした。

図 30) EDA ワークロードメモリのシミュレーションと検証



標準 EDA ベンチマーク-顧客テスト

NetApp ONTAP 9.7 と FlexGroup ボリュームを組み合わせたシステムとオールフラッシュの競合システムを比較すると、標準 EDA ベンチマークを使用したテストがさらに 1 組実行されています。次の表に、構成の比較とテスト結果の最大数を示します。

表 8) ネットアップの FlexGroup ボリュームと他社のシステムの比較- EDA ベンチマーク

| 競合他社のテスト情報 | NetApp ONTAP のテスト情報 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> オールフラッシュノード 14 台 624 件のジョブを同時に処理 レイテンシは最大 6.8 ミリ秒 259,664 はオペレーションを達成しました 4.36GBps | <ul style="list-style-type: none"> AFF A800 ノード × 8 2000 件の同時ジョブ 最大 2.6 ミリ秒のレイテンシ 897、241 件でオペレーションを達成 15.6GBps |

このテストでは、全体的なレイテンシ、IOPS、全体的なスループットの向上を確認し、EDA ワークロードでのジョブ完了時間を短縮しました。

図 31) 平均レイテンシと達成される処理数の対比- EDA ベンチマーク、顧客テスト

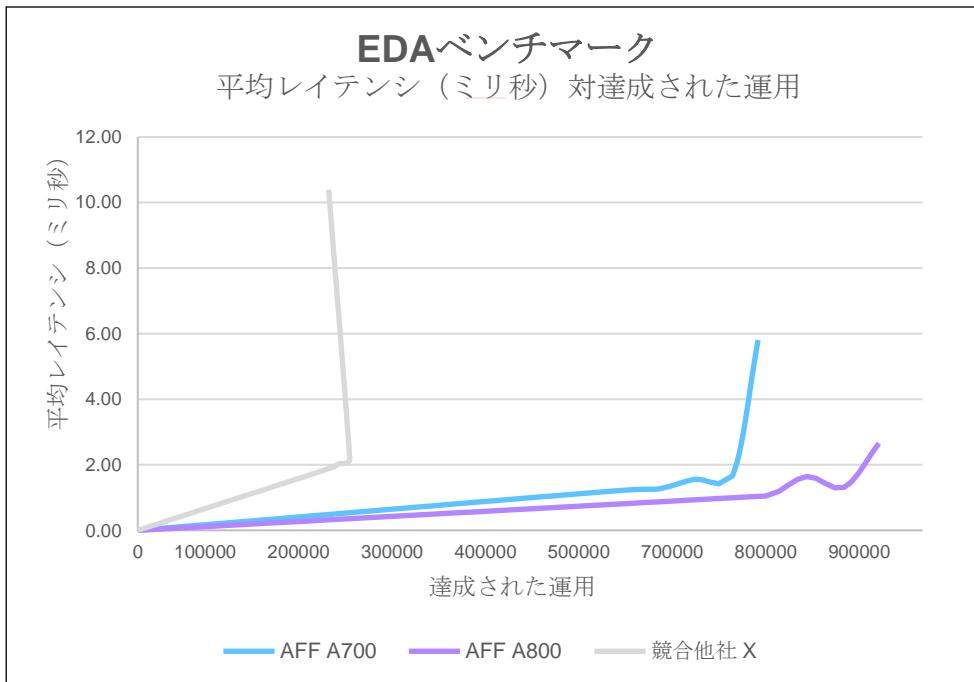
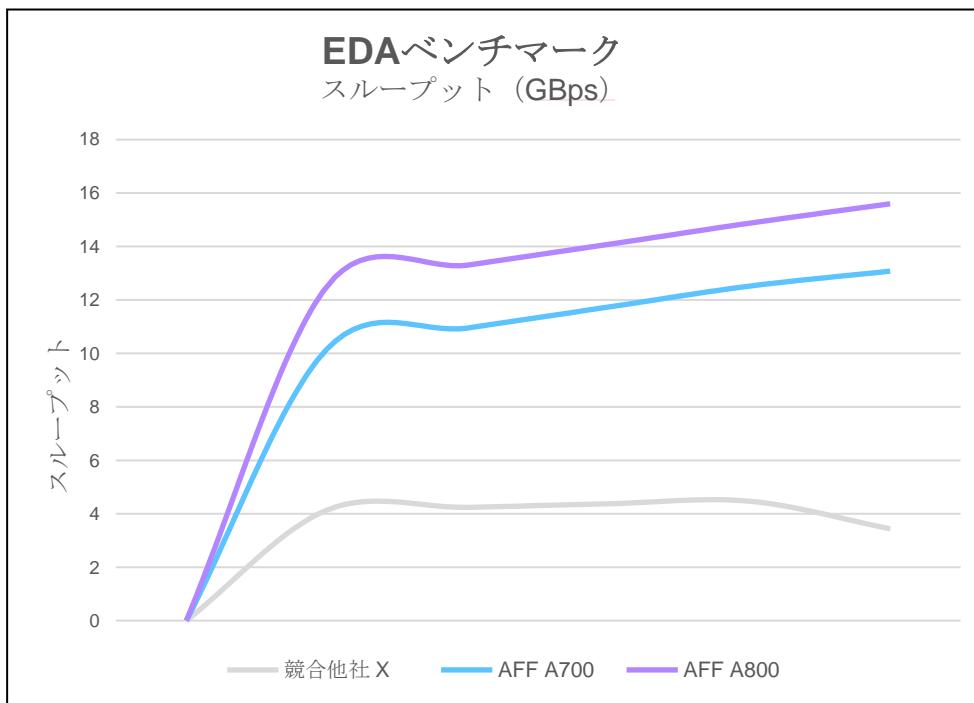


図 32) スループット (Gbps) - EDA ベンチマーク、顧客テスト



ワークロードの自動適応

FlexGroup ボリュームはクラスタ内の現在の状態に継続的に適応し、使用量が常に均等に消費されるように動作を変化させ、動的な負荷の分散を維持します。トレードオフは、この継続的なバランス活動において暗黙的に行われます。この自動バランスのコストは、FlexGroup が理論上の最大パフォーマンスと同じ値に達することができず、完全に分散された手動で編成された FlexVol ボリュームの集まりのパフォーマンスは、それ以外の場合は達成できないということです。ただし、FlexGroup

ボリュームはこの最大値に非常に近づくことができ、そのワークロードを達成するために事前にワークロードを認識する必要はありません。また、FlexGroup ボリュームは、複数の FlexVol アーキテクチャでは実現できない、大規模なデータレイアウトにシンプルな側面を追加します。

FlexGroup ボリュームは、さまざまなワークロードやデータ作成率の高い環境で、負荷と使用量のバランスを円滑に調整しながら、パフォーマンスを向上させます。したがって、異なる役割を多数実行する単一の FlexGroup ボリュームは、異なるワークロードに異なる FlexGroup ボリュームを使用する場合よりも、クラスタのリソースをより効果的に使用できます。ただし、データをより細かく制御して柔軟に対応する必要がある場合は、複数の FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームを同じ ONTAP SVM 内にジャンクションできます。

ワークロードで作成する小さいファイルの数が多い場合、FlexGroup ボリュームはそれらのファイルをボリューム間で均等に分散し、フォルダの局所性を優先してパフォーマンスを向上させます。ワークロードのサイズが大きいファイルの数が少ない場合、ONTAP はその違いを認識します。ONTAP では、ローカルフォルダの配置を優先するのではなく（複数の大きなファイルが同じメンバー ボリュームに配置されてデータの人為的な不均衡が発生する可能性がある）、よりラウンドロビン方式でファイルを配置してスペースを均等に割り当てます。これにより、FlexGroup ボリュームでさまざまなワークロードが最適に実行されるようになります。スペースの不均衡が回避され、管理者の操作が不要になります。

ONTAP 9.8 では、容量の管理方法がプロアクティブなサイズ変更と呼ばれる変更が導入されています。この変更により、容量のしきい値に達したときに、すべてのメンバー ボリュームの空きスペース バッファが効率的に維持され、メンバー ボリュームがいっぱいになった場合の保護と、異なる空きスペースがあるボリュームからの保護が実現します。また、ONTAP 9.8 よりも前のリリースでは、FlexGroup メンバー ボリュームの容量が 90% のしきい値に達すると、ONTAP が新しいファイルへのリモート ハードリンクの作成を開始するため、新しいファイルの作成パフォーマンスが低下します。ONTAP 9.8 では、プロアクティブなサイズ変更によってトラフィックをリダイレクトする必要がない十分な空き領域が確保されるため、90% のしきい値が削除されます。

取り込みアルゴリズムの機能拡張

ONTAP の各リリースでは、FlexGroup ボリュームの取り込みアルゴリズムがさらに向上しており、ONTAP は新しいデータが FlexGroup ボリュームにどのように配置されるかをより的確に判断できます。また、このアルゴリズムは、メンバー ボリュームが「ほぼフル」ステータスになった場合の FlexGroup ボリュームの応答方法を改善します。

ベストプラクティス 1：常に最新の ONTAP バージョンを実行する

取り込みの最適な結果を得るために、FlexGroup ボリュームを使用する際には、パッチが適用された最新の ONTAP バージョンを実行することを強く推奨します。最新リリースは、[ネットアップサポートサイト ONTAP 9](#) からダウンロードできます。

さまざまなリリースで行われた取り込み機能の変更には、次のようなものがあります。

- ONTAP 9.3 では inode 数が配置に考慮されます
- FabricPool 9.5 では、SMB ワークロード配置の機能拡張と NetApp ONTAP に関する考慮事項が追加されています
- ONTAP 9.7 では混在ワークロードタイプの処理が簡単になりました
- ONTAP 9.8 でのリモート配置トリガのプロアクティブなサイズ変更と調整
- ONTAP 9.10.1 以降では、ワークロードのタイプに基づいて、ファイルやフォルダの取り込みを FlexGroup ボリューム単位で調整することができます。デフォルトの設定をそのまま使用することを推奨します（ONTAP はデータの取り込みを自動的に適応および調整します）。ただし、FlexGroup ボリュームがデータの配置を決める方法をより細かく制御したい場合は、ネットアップのサポートにお問い合わせください。

パフォーマンス、各種機能

ONTAP には、パフォーマンスの制御と監視を強化するさまざまな機能があります。

Quality of Service (QoS;サービス品質)

ONTAP 9.3 以降では、最大ストレージ QoS ポリシーを適用して、FlexGroup ボリュームのワークロードが他のボリュームワークロードを過負荷にするのを防止できます。ストレージ Quality of Service (QoS;サービス品質) は、パフォーマンス目標の達成に伴うリスクへの対応に役立ちます。

ONTAP 9.4 では、最小 QoS (ギャランティまたはフロアとも呼ばれます) に関して FlexGroup ボリュームのサポートが追加され、指定したオブジェクトに割り当てる一連のパフォーマンスしきい値が提供されます。

ストレージ QoS を使用して、ワークロードに対するスループットの制限、ワークロードに対するパフォーマンスの保証、およびワークロードのパフォーマンスの監視を行います。パフォーマンスに関する問題に対処するために事後対応としてワークロードを制限することも、パフォーマンスに関する問題を防ぐために事前対応としてワークロードを制限することもできます。

ストレージ QoS ポリシーと FlexGroup との連携

FlexGroup では、ストレージ QoS ポリシーはメンバー ボリューム レベルではなく、FlexGroup ボリューム 全体に適用されます。FlexGroup ボリュームには複数の FlexVol メンバー ボリュームが含まれ、複数のノードにまたがることができるため、クライアントがストレージ システムに接続するときに QoS ポリシーがノード間で均等に共有されます。図 33 および 図 34 は、FlexGroup ボリュームに対するストレージ QoS の適用方法を示しています。

図 33) FlexGroup ボリュームのストレージ QoS - シングルノード接続

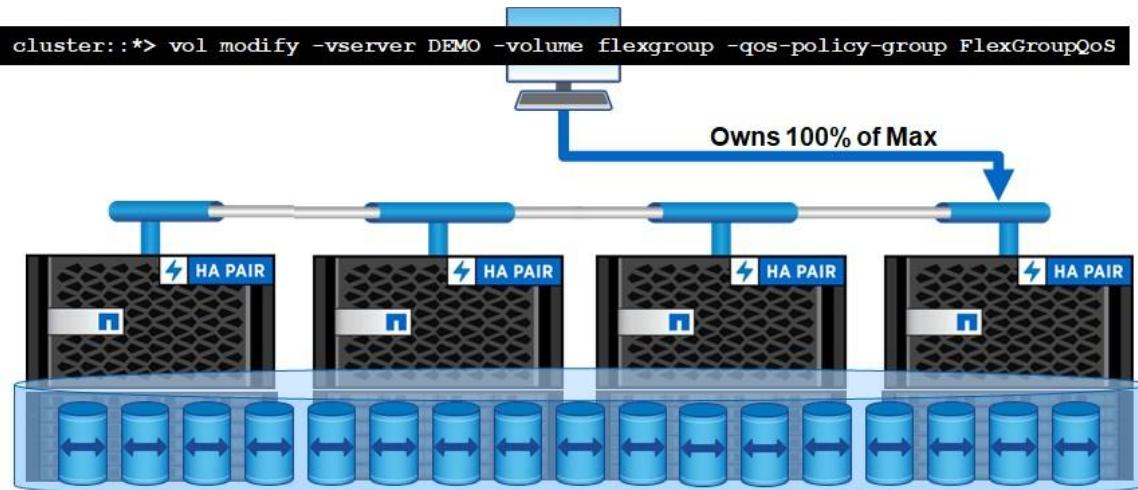
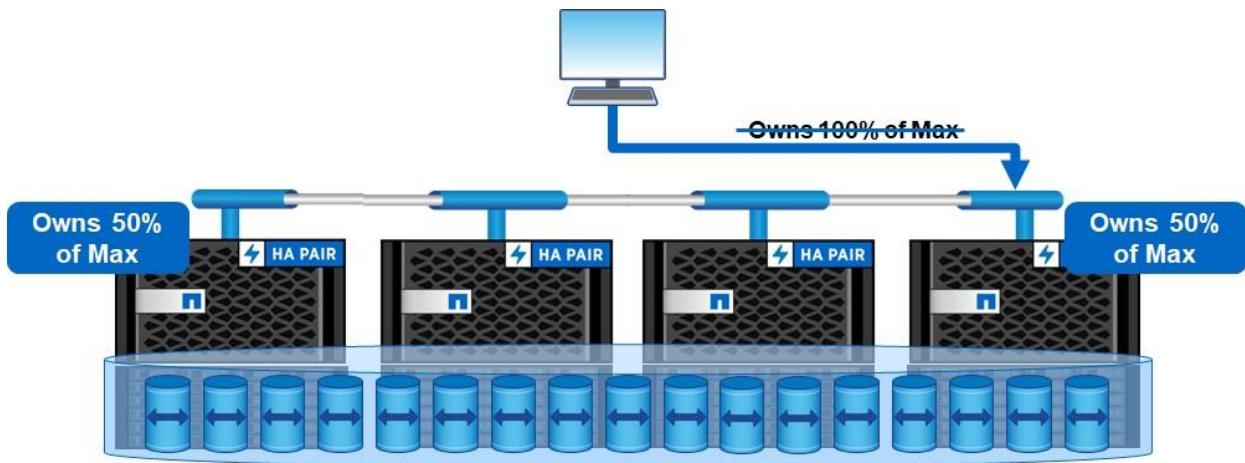


図 34) FlexGroup 上のストレージ QoS - マルチノード接続

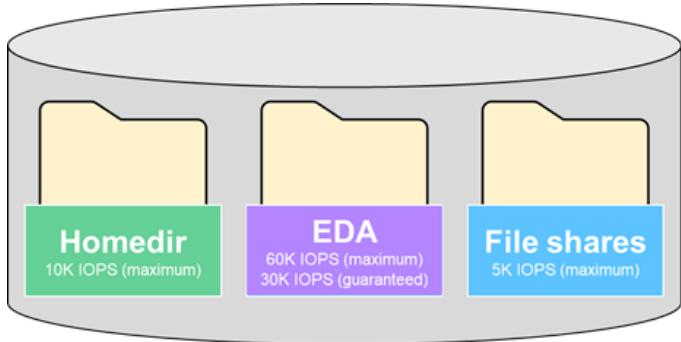


注 : 現時点では、ネストされたポリシーは FlexGroup ボリュームではサポートされていません。

qtree の QoS

ONTAP 9.8 では、qtree レベルで QoS ポリシーを適用できるようになりました。

図 35) qtree QoS のユースケース



つまり、複数の FlexVol または FlexGroup を作成してワークロードを分割するのではなく、1 つの FlexGroup をプロビジョニングして、そのボリューム内のパフォーマンスを qtree で管理できます。

qtree の QoS は、以前に提供されていた qtree の統計情報よりも、より詳細な統計情報を提供します。

ONTAP 9.8 の qtree QoS は、FlexGroup ボリュームおよび FlexVol ボリュームで使用できますが、次の制限事項があります。

- NFSのみ
- CLI / REST API のみ。現在の GUI はサポートされていません
- アダプティブ QoS はサポートされません

qtree QoS は、パフォーマンス監視のための統計も強化されており、特定のワークロードを把握するのに役立ちます。

| Policy Group | IOPS | Throughput | Latency |
|--------------|------|------------|---------|
| qtree | 113 | 113.00MB/s | 2.82ms |

アダプティブ QoS

注 : ONTAP 9.4 では、FlexGroup ボリュームのアダプティブ QoS がサポートされるようになりました。これにより、ボリュームの容量を調整したときに ONTAP で QoS ポリシーの IOPS と TB の値を調整できます。アダプティブ QoS は、qtree QoS ではサポートされません。qtree は拡張または縮小できるオブジェクトではありません。

qtree statistics

ONTAP 9.5 以降では、FlexGroup ボリュームの qtree 統計が表示されるようになりました。これらの統計は、FlexGroup とその qtree に関する詳細なパフォーマンス情報を提供します。次の例は、大規模な NFS ワークロードを実行している FlexGroup の統計情報のキャプチャを示しています。

```
cluster::> statistics qtree show -interval 5 -iterations 1 -max 25 -vserver DEMO -volume flexgroup_local

cluster : 11/7/2018 15:19:15

          NFS  CIFS Internal *Total
          Ops  Ops   Ops   Ops
Qtree Vserver      Volume
----- -----
DEMO:flexgroup_local/    DEMO flexgroup local 22396   0      0 22396
DEMO:flexgroup_local/qtree
                         DEMO flexgroup_local     0      0      0
```

ワークロードと動作

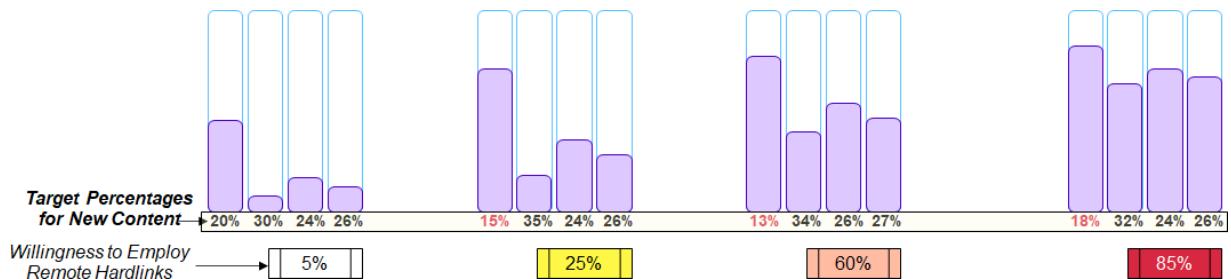
最適に分散された FlexGroup では、すべてのコンステイチュエントにほぼ同じ量のデータと負荷が割り当てられ、ボリュームはローカル配置の頻度を高くしてパフォーマンスを最大限に高めることができます。フォルダと同様のサイズのファイルを適切に分散させたワークロードでは、ローカルの親フォルダの配置を維持しながら、容量を比較的均等に分散させることができます。

最適でない FlexGroup ボリュームには、ピアよりも多くまたは少ないデータを保持するコンステイチュエントや、はるかに少ないトライフィックを受信するコンステイチュエントが含まれることがあります。フォルダあたりのファイル数が多いフォルダが少数しかないワークロード、またはファイルサイズが大きく異なるワークロードの場合、FlexGroup でデータ使用量の不均衡が発生することがあります。

ただし、FlexGroup ボリュームの最も重要な機能は、容量のバランスです。代わりに、パフォーマンスのローカル配置と容量と inode 数のバランスが混在している場合、FlexGroup ボリュームが最適に機能します。メンバー ボリューム全体で容量を完全にバランスよく配分するために、パフォーマンスを犠牲にする必要はありません。

次の図に、FlexGroup ボリュームの容量の不均衡の例と、FlexGroup ボリュームの全体的な使用率に基づくリモート配置の違いを示します。たとえば、データの不均衡がある FlexGroup が比較的空になっている場合は、フルに近い FlexGroup よりも、リモート ハードリンクを使用する可能性は低くなります。

図 36) 容量の不均衡とリモート配置の可能性



て配置の決定を調整します。あるメンバーボリュームが他のメンバーボリュームとのバランスが少し取れていらない場合は、取り込みの調整が行われない可能性があります。しかし、このメンバーボリュームが容量の 90% に近づくか、512GB を超える容量不一致が発生する場合、ONTAP は新しいデータをより積極的に配置して不均衡を解消します。この調整によって、他のメンバーボリュームへのリモートファイル配置が増えることになり、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスが低下する（ただし顕著ではない場合もある - 約 5~10%）ことがあります。

FlexGroup ボリュームの使用量と負荷は完全に分散しているように見えても、その状態を維持するためにはリモート配置を頻繁に配置する必要があります。この状況は、FlexGroup メンバー ボリュームが 100% 近く使用されると発生することがあります。

ベストプラクティス 2: 容量の不均衡を解消する

メンバー ボリューム間で容量の不均衡が解消された FlexGroup 自体は問題ではないため、このような問題として扱うことはできません。FlexGroup が想定どおりに機能しない場合や、容量の不均衡が非常に大きいためにクラスタのスペースが不足している場合は、原因の潜在的な容量の不均衡を確認してください。FlexGroup ボリュームの容量の不均衡がパフォーマンス問題の原因となっている場合は、必ずネットアップサポートにご相談ください。

ワークロードは、FlexGroup ボリュームがどの程度最適に動作するかを決定します。ONTAP 9.8 ではほとんどのワークロードを FlexGroup ボリュームで使用できますが、一部のワークロード（EDA やソフトウェア開発など）のパフォーマンスが他のワークロードよりも最適な場合があります。

最適なワークロード

FlexGroup ボリュームは、取り込み負荷が高い場合、つまりファイルやディレクトリの作成率が高い場合に最適に機能します。ONTAP では、新しいファイルやディレクトリの作成時に配置が決定されるため、このアクションがより頻繁に発生するため、ONTAP では、負荷や使用量の不均衡が解消されることがあります。ワークロードが既存のファイルの読み込みや書き込みに大量のものを追加する場合、FlexGroup の配置はそれほど重要ではありません。ファイルを配置した後も、それらのファイルは元の場所にとどまります。「取り込みアルゴリズムの向上」の項に記載されているように、ONTAP の新しいリリースごとに、より多くの種類のワークロードに対応できる FlexGroup ボリュームの改善点と調整点が追加されています。

一般に、次の表は最適な FlexGroup ワークロードの特性を示しています。

- **FlexGroup ボリュームは、多数の小さなサブディレクトリで最も効果的に機能します。**つまり、ディレクトリごとに数十個から数百個のファイルが存在することになります。これにより、FlexGroup では、個々のファイルを親ディレクトリにローカルに保持しながらリモートで新しい子サブディレクトリを配置できるためです。ファイル数の多いディレクトリでは、容量とファイル数のバランスを取るために、他のメンバー ボリュームへのリモート配置が増加します。
- **FlexGroup ボリュームは、大量の同時トラフィックにも対応します。**同時に異なる処理を行っている複数のクライアントからのトラフィックなど、より多くのワークロードを追加することで、FlexGroup ボリュームに対して同時に処理を実行すると、全体的なパフォーマンスが向上します。つまり、FlexGroup ボリュームを制限値にプッシュして、このドキュメントに記載されているパフォーマンスの可能性を、1 ~ 数のクライアントで実現することは期待しないでください。
- **FlexGroup ボリュームは、十分な空きスペースがある場合に最も効果的です。**コンステイチュエントがいっぱいになると、FlexGroup ボリュームがリモート配置の採用をより頻繁に開始し、どのコンステイチュエントがいっぱいになってしまってもピア関係が確立されないようにします。このようにリモート配置の使用率が上昇すると、メタデータのパフォーマンスが低下します。
- **FlexGroup ボリュームは、書き込みメタデータ処理の割合が高い場合に最も適しています。**ONTAP FlexVol ボリューム GETATTR は、読み取りと書き込みの I/O を並行して処理し、メタデータの読み取り処理（など）をすでに実行しています。ただし、ONTAP は SETATTR CREATE、通常の FlexVol ボリュームでボトルネックが発生する可能性がある、順番にメタデータの書き込み

(やなど) を処理します。FlexGroup ボリュームでは、このようなワークロードに対して並行処理が可能なため、これらのワークロードではパフォーマンスが 2-6 倍向上します。

パフォーマンスと容量に関する考慮事項

最高のパフォーマンスを得るために、負荷が高い FlexGroup ボリュームには、十分な空きスペース（空きスペースの少なくとも 10%）を確保してください。

FlexGroup の容量をより効率的に管理するには、ONTAP 9.8 以降を使用してください。このリリースには、ボリュームの自動拡張、エラスティックサイジング、特に ONTAP 9.8 のプロアクティブなサイズ変更など、容量管理のためのさまざまな機能が含まれています。

FlexVol のメンバー ボリュームまたはコンステイチュエント ボリュームの空きスペースは、次のコマンドを使用して管理者権限レベルで監視できます。

```
cluster::> vol show -vserver SVM -volume [flexgroupname_]* -is-constituent true -fields available,percent-used
```

メモ 空きスペースは、NetApp Active IQ Unified Manager などの GUI ユーティリティを使用して監視することも、ONTAP を設定してアラートを生成することもできます。詳細については、「容量の監視とアラート」を参照してください。

良好なワークロード

ワークロードが上記のパラメータに準拠していない場合でも、FlexGroup ボリュームで簡単に対応できる確率は高くなります。「最適なワークロード」では、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスを最適化するための状況について説明しますが、最適でない状況であっても、ほとんどのユースケースで優れたスループット、拡張性、負荷分散を実現することができます。

非理想的なワークロード-大容量ファイル

コンステイチュエント間での負荷と使用状況のバランスを維持するために、FlexGroup ボリュームの動作が困難になることがある処理もいくつかあります。これらのアクティビティのほとんどは、大きなファイルに関連しています。これらのワークロードは FlexGroup ボリュームを使用できますが、実装する前に、ワークロードの平均ファイルサイズと最大ファイルサイズを把握しておく必要があります。「理想的」または「良い」ワークロード定義に合わないワークロードを展開する場合は、次の点を考慮する必要があります。

考慮事項 1 : ONTAP はファイルの将来のサイズを予測できません

大規模なファイルワークロードの大きな課題の 1 つは、ストレージシステムが時間の経過とともにファイルのサイズがどの程度大きくなるかを認識していないことです。クライアントにはこの情報もありませんが、代わりに、ファイルはストレージシステム内で小さな inode として起動され、ファイルの作成/書き込みが完了するまでデータはこの情報に書き込まれます。これは、パフォーマンスを考慮してファイルを親フォルダに対してローカルに配置する傾向がある FlexGroup ボリュームによってさらに悪化します。同様に、500 MB のファイルを含む 100 個のフォルダが、100 個のファイルを含む 100 個のファイルを持つフォルダと同じメンバー ボリュームに配置される可能性もあります。ファイルの書き込み速度と、ファイルの作成に関係するクライアントの数によって異なります。その場合、1 つのメンバー ボリュームの使用済みスペースが 50GB で、他のメンバー ボリュームの使用スペースが 400KB しかなくなることがあります。

前述したように、これは本質的な問題ではありませんが、ストレージ管理者に顕著な違いがあるため、FlexGroup ボリュームが適切にサイジングされていないと問題が生じる可能性があります。たとえば、メンバー ボリュームのサイズがすべて 100GB の場合はどうなりますか。したがって、この例では、1 つのメンバーの使用率は 50% で、他のメンバーの使用容量は 0% です。

一般的に、このようなワークロードは時間の経過とともにバランスが取れ、FlexGroup ボリュームは均一な分散と優れたパフォーマンスを維持します。これらのワークロードに関するベンチマークは、「メンバー ボリュームの容量が不均一である」というものではなく、「My FlexGroup volume is not performing as well as I expect」（マイ メンバー ボリュームの容量が不均一であるということ）です。

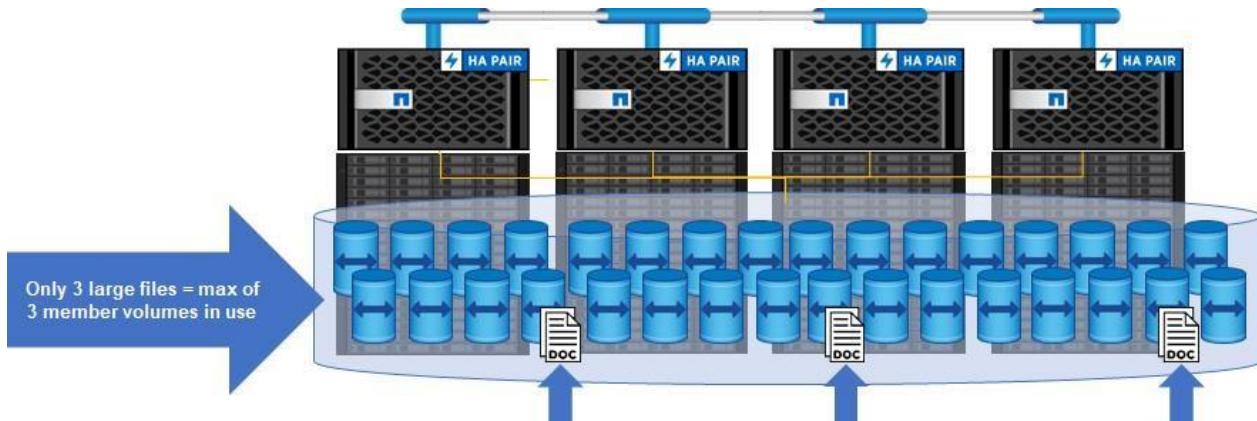
考慮事項 2：一般に、大容量ファイルのワークロードはファイル数が少ないワークロードです

FlexGroup ボリュームで小さいファイルよりもサイズの大きいファイルを処理することは、ごくわずかに困難です。主に、サイズの大きいファイルを使用すると、全体的なファイル数が少なくなるためです。前述したように、新しいファイルやディレクトリを頻繁に作成する場合、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスは最適です。作業セットにはほぼ同じサイズ FlexGroup の大容量ファイルが多数含まれている場合は、コンステイチュエント間の使用状況や負荷分散が問題にならないようになります。大規模なファイルワークロードのパフォーマンスは、FlexVol のように機能します。並列取り込みの利点は、一度に多数のファイルを取り込むワークロードではないワークロードには反映されないためです。

考慮事項 3：大容量ファイルのワークロードは、均等に分散される保証はありません

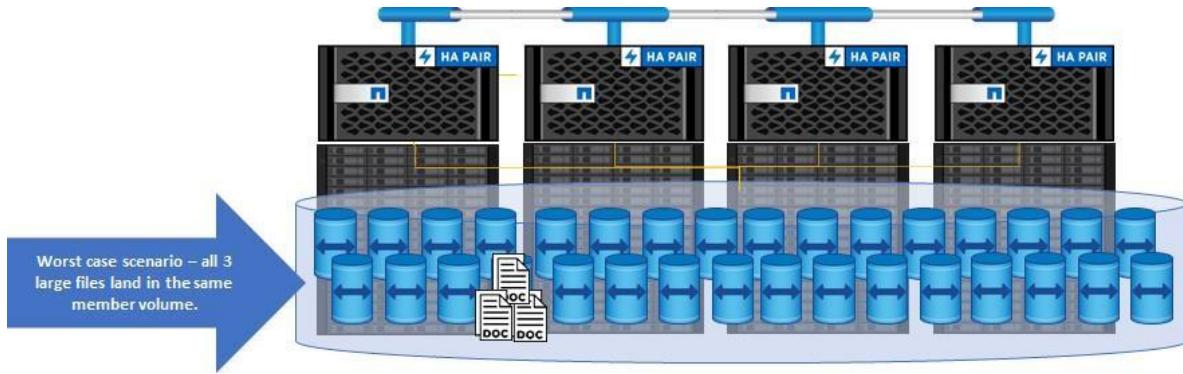
大きなファイルには、大量の情報を保持するプロパティもあります。多くの情報の読み取りや書き込みには時間がかかる場合があります。このような大容量ファイルのうち、読み取りや書き込み（大容量の単一ファイルデータベースの読み取りや書き込みなど）がワークロードに集中している場合、それらのファイルをホストするコンステイチュエントだけがそれらのトラフィックを処理します。この時点では他のコンステイチュエントがワークロードに参加していないため、FlexGroup ボリュームの使用が最適でなくなることがあります。一般に、FlexGroup ボリュームの大容量ファイルやストリーミングワークロードでは、FlexVol ボリュームとほぼ同じパフォーマンスが求められます。

図 37) FlexGroup ボリュームに大容量ファイルがいくつか含まれている場合、使用が最適にならない理由



また、すべての大容量ファイルが FlexGroup ボリュームに均等に分散される保証はありません。上の図では、3 つの大きなファイルが 3 つの異なるメンバー ボリュームに配置されています。このシナリオは、これらのファイルの 1 つを一度に書き込み、次のファイルが書き込まれる前にファイル全体の書き込みを完了した場合に発生することがあります。しかし、3 つのファイルすべてが同時に書き込まれた場合は、3 つのファイルすべてが同じメンバー ボリュームに配置される可能性があります。

図 38) サイズの大きいファイルの最悪のシナリオ。すべてのファイルが同じメンバー ボリュームに配置されている可能性があります。



同様に、FlexGroup ボリュームに十分な容量がある場合は、必ずしも問題とは限りませんが、大きなファイルワークロードに対処するにはいくつかの点に注意する必要があります。

- 合計 FlexGroup サイズ
- メンバー ボリューム数
- メンバー ボリュームのサイズ（最大ファイルサイズと比較）

メンバー ボリュームを大きくすると、大きなファイルが作成する可能性のある問題がオフセットされる可能性があります。また、プロアクティブなサイズ変更や柔軟なサイズ変更などの機能を使用して、データの可用性に影響を及ぼす可能性のある容量

考慮事項 4：大規模なファイルでは、パフォーマンスに影響を与える可能性がある不均衡が生じます

大きなファイルについてもう 1 つ懸念すべきことは、1 つのファイルがコンステイチュエントに十分なスペースを消費し、コンステイチュエント間の使用量のバランスに大きく影響する可能性があることです。ごくわずかなファイルが、平均ファイルサイズをはるかに上回るサイズに拡大することができます。その結果、一部のコンステイチュエント（大容量ファイルが異常に保持されるようになる）のデータが、ピアのデータよりもはるかに多くなります。これに応答して、FlexGroup ボリュームは、他の新しいコンテンツの作成を使用頻度の低いコンステイチュエントに転送します。その結果、コンステイチュエントのサブセットが、ほとんどのトランザクションの処理を終了させることができます。この問題は、通常は深刻ではなく、単に最適でない動作を表します。ONTAP 9.7 以降のバージョンでは、これらのタイプのファイルやワークロードの配置を適切に処理できるため、メンバー ボリューム間でバランスを取ることができます。

ベストプラクティス 3：大容量ファイルのサイズに関する考慮事項

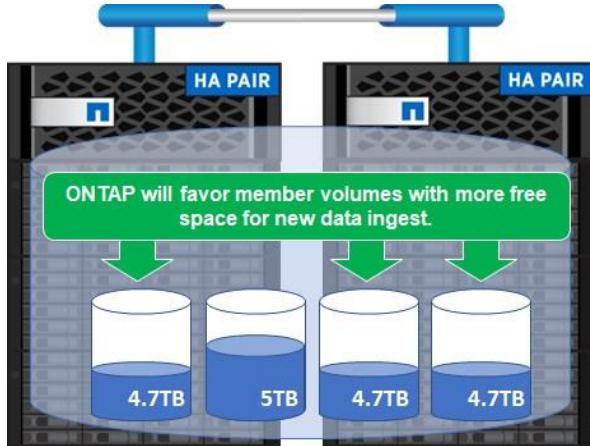
FlexGroup ボリュームをサイジングする前に、分析を実行してワークロードに使用可能な最大ファイルサイズを決定します。次に、メンバー ボリュームのサイズは、これらの大規模なファイルサイズを反映する必要があります。これにより、大容量ファイルで FlexGroup メンバー ボリュームの 1~5% を超えることはできません。このベストプラクティスに従うことで、「スペース不足」の問題を回避できます。また、ONTAP 9.6 以降を実行すると、柔軟なサイジング機能を使用して「スペース不足」の問題を回避できます。FlexGroup ボリュームには、パッチが適用された最新バージョンの ONTAP を常に実行することを推奨します。

もう 1 つの懸念事項は、FlexGroup ボリュームを常時ほぼいっぱいにして稼働させることです。

FlexGroup ボリュームがいっぱい ONTAP になると、空きスペースがまだ残っているコンステイチュエントに新しいコンテンツを事前に配置できるようになります。ワーキングセット Volume Full が主に小さなファイルで構成されている場合、この動作は、集団の FlexGroup が完全にいっぱいになるまでクライアントがエラーを受け取るのを防ぐのに適しています。ただし、ONTAP 9.6 よりも前のバージョンでは、大容量ファイルがワークロードにあった場合、これらのファイルは以前まで拡張されていましたコンステイチュエント / メンバー ボリューム Volume Full ENOSPC がいっぱいになり、他のコンステ

イチュエント / メンバーに空きスペースがあってもエラー () が発生します。ONTAP 9.6 以降では、エラスティックサイジングを使用して、ONTAP がフルの状態のメンバーボリュームからスペースを借用し、メンバーボリュームへのファイル書き込みを完了できます。ONTAP 9.8 では、プロアクティブなサイズ変更も可能になり、メンバーボリューム全体の容量管理がさらに向上します。

図 39) 容量の不均衡の例



FlexGroup で大容量ファイルを使用する場合のベストプラクティス

FlexGroup ボリュームは、多数の小さいファイルを扱う場合に最適に動作します。ただし、FlexGroup ボリュームがそのワークロードを事前に考慮して設定されていれば、容量の大きいファイルを格納するときにも効果的です。大容量ファイル用の FlexGroup ボリュームをサイジングする場合は、[大容量ファイル](#)と、ワークロード内の[最大ファイルサイズおよび平均ファイルサイズ](#)を考慮することが重要です。

FlexGroup ボリュームを設計する際には、メンバーボリュームのサイズを適切に設定できるように、ファイルサイズを考慮する必要があります。ONTAP 9.6 以降のバージョンでは、[エラスティックサイジングの追加](#)により、このプロセスは不要になります。ONTAP 9.8 は、[プロアクティブなサイズ変更](#)により、容量管理をさらに効率化します。一般に、大規模なファイルワークロードに対して次のベストプラクティスを適用できます。

- ファイルサイズが大きい場合は、FlexGroup ボリュームあたりのメンバー数を減らした、より大容量のメンバーボリュームの導入を検討してください。詳細については、[初期ボリュームサイズに関する考慮事項](#)を参照してください。
- ONTAP 9.5 以前を実行している場合は、FlexGroup ボリュームで[ボリュームの自動拡張](#)を有効にして、大容量ファイルを含むメンバーボリュームのスペースが不足しないようにします。ONTAP 9.6 または ONTAP 9.7 を実行している場合、エラスティックサイジングはデフォルトで有効になります。ボリュームの自動拡張を使用すると、これらのリリースの FlexGroup ボリュームのエラスティックサイジングが無効になるため、容量の管理方法を決定します。
- ONTAP 9.8 以降を使用して、プロアクティブなサイズ変更のメリットを得てください。ONTAP 9.8 以降では、エラスティックサイジングとボリュームの自動拡張を共存させることができます。
- クオータ適用を使用して、qtree またはユーザ単位 (ONTAP 9.5 以降) で容量を制限および監視します。
- FlexGroup ボリュームを導入する前に、[NetApp XCP を使用してファイルシステム](#)をスキャンし、ファイルサイズを分析して平均ファイルサイズ、最大ファイルサイズなどを把握します。
- メンバーボリュームが不均衡な状態になる可能性が低いように、FlexGroup ボリュームのサイズを調整します。最大ファイルサイズは、メンバーボリュームの容量の 1% から 5% を超えることはできません。ただし、メンバーボリュームのサイズが小さい場合は、ボリューム容量の 1% から 5% までは、最も大きいファイルは比較的小さくなければならないことに注意してください。ファイルサイズが小さいほどストレージシステムへの書き込みは高速に終了し、取り込みアルゴリズムを大きく変えるほど正確ではありません。ファイルサイズが 50GB 以下の場合は、1TB 未満のメンバー

ボリュームサイズは避けます（最小メンバーボリュームサイズは 100GB）。「大容量ファイル」という概念は、メンバーボリュームスペースの 1% から 5% であるため、1 TB (10 GB から 50 GB) のメンバーボリュームよりも、100GB メンバーボリューム (1 ~ 5 GB) の「大容量ファイル」のサイズ値はかなり小さくなります。

期待されるパフォーマンス：読み取り負荷の高いワークロード

FlexGroup ボリュームのパフォーマンス CREATE SETATTR は、大量のファイルを取り込む書き込みメタデータを含むワークロード（大量のファイルやコール）に対して、**FlexVol** や競合他社のシステムを大きく上回ることがあります。ただし、ファイルストリーム、ファイルの追加や読み取り負荷の高いワークロードなど、他のワークロードでは、取り込み負荷の高いワークロードが見られる **FlexVol** ボリュームと比較して、パフォーマンスが極端に向上することはありません。これは、**FlexGroup** ボリュームが、書き込みメタデータワークロードのシリアル処理のボトルネックに対応するために、ワークロードにさらにボリュームアフィニティを提供することが目的で設計されているためです。基本的な読み取りと書き込みは、このシリアル処理のボトルネックにはなりません。

状況によっては（特にすべてのローカルトラフィック）、ランダムおよびシーケンシャルな読み取り / 書き込みワークロードでは、複数の **FlexVol** ボリュームのセットのパフォーマンスが **FlexGroup** ボリュームよりも若干高くなることがあります。ただし、複数の **FlexVol** ボリュームを作成して管理する場合は複雑で、1 つの **FlexGroup** ではパフォーマンスがわずかに向上します。

読み取り負荷の高いワークロードでは、**FlexGroup** ボリュームを使用する場合に、次のような単一の **FlexVol** ボリュームを使用する場合に比べて利点があります。

- 複数の CPU とノードに分散して拡張し、複数のファイルの読み取り負荷を分散
- 大容量バケット用の单一のネームスペース

FlexGroup ボリュームを使用するかどうかを決定する際には、特定の機能のサポートを考慮する必要があります。[FlexGroup ボリュームで現在サポート](#)されている機能とサポートされていない機能については、前述のセクションを参照してください。

また、読み取り負荷の高いワークロードを使用する場合は、[FlexGroup の元のボリュームに接続された FlexCache ボリューム](#)を導入して、クラスタのボリュームアフィニティを強化したり、同じクラスタ内の他の SVM や、複数のサイトやクラウドにまたがる他のクラスタにワークロードを分散したりすることも検討してください。

FlexGroup ボリュームにデータの不均衡があります

まれに、**FlexGroup** ワークロードがメンバーボリュームの容量に不均衡がある場合があります。これは問題ではありません。パフォーマンスが著しく低下している場合や、容量の不均衡が原因でクラスタの使用可能スペースが不足している場合にのみ発生します。ほとんどの場合、容量の不均衡に対処する必要はありません。整合性のある新しいファイルの作成がある場合、ONTAP はワークロードを分散するための処理を実行します。これは、ONTAP 9.8 以降では[プロアクティブなサイズ変更](#)のために特に当てはまります。データが静的な場合、不均衡は解消されません。ただし、パフォーマンスはデータに不均衡がない場合とほぼ同じになります。

データの不均衡は、次のような場合に発生します。

- 大容量ファイルと小さなファイルが混在した **FlexGroup** ボリュームに書き込まれます。
- ファイルが **FlexGroup** に書き込まれたあとに追記されると、使用済み容量が増加して増えます。
- 複数の大容量ファイルが同じフォルダに一度に書き込まれます。ONTAP は、これらのファイルのサイズがどの程度になるかを認識しないため、パフォーマンス上の考慮事項についてはローカルのメンバーボリュームに配置されます。
- 大規模なデータセットが削除され、1 つのメンバーボリューム上のファイルを他のメンバーボリュームよりも多く削除できるようになります。

- ユーザが非常に大きなファイル（多数の既存ファイルの zip ファイルなど）を作成する場合。

各 ONTAP リリースでは取り込みアルゴリズムが調整されて、さまざまなワークロードシナリオに対応できるようになります。そのため、利用可能な最新の ONTAP リリースを使用してください。問題がある場合は、テクニカルサポートケースを開いて問題を特定し、解決します。

配置後の再バランス

現在、[ONTAP では、すでに取り込まれているファイルをネイティブに無停止でリバランシングすることはできません。](#) ONTAP 9.10.1 では、FlexGroup ボリュームの停止を伴うファイル再配置機能が導入されており、ネットアップサポートの指示とともに使用する必要があります。ONTAP 9.10.1 より前のリリースでデータをリバランシングする唯一の方法は、FlexGroup ボリュームから新しい空の FlexGroup ボリュームにデータをすべて一度にコピーすることです。データの移動後はクライアントとアプリケーションが新しい FlexGroup ボリュームを参照する必要があるため、このプロセスはシステムの停止を伴います。また、このプロセスはファイルレベルで実行されるため、かなりの時間がかかることがあります。ファイルのリバランシングを検討するのは、ボリュームの不均衡が本番環境に影響する問題を作成した場合のみにしてください。前述したように、容量の不均衡はクライアントアクティビティには認識されないことがよくあります。大部分のお客様は、容量のしきい値が通知されるまで、不均衡に気付きません。データのリバランシングが必要な場合は、NetApp [XCP](#) を使用してファイルコピープロセスを高速化することを検討してください。

FlexGroup の設計に関する初期の考慮事項

このセクションでは、NetApp ONTAP FlexGroup ボリュームの初期設計に関する考慮事項について説明します。この情報を提示する際、ネットアップはこれまでクラスタに FlexGroup ボリュームが作成されていないことを前提としています。また、CLI と GUI を使用した ONTAP の管理に関する経験と知識があり、ストレージシステムに対する管理者レベルのアクセス権を持っていることも前提としています。

クラスタに関する考慮事項

NAS 機能（CIFS / SMB および NFS）のみを使用する ONTAP クラスタは、最大 24 ノード（HA ペア × 12）まで拡張できます。各 HA ペアは、同種のシステム（NetApp AFF ノードが 2 つ、FAS8080 ノードが 2 つなど）で構成されますが、クラスタ自体には異なる種類のシステムを混在させることができます。たとえば、10 ノードのクラスタでは、4 つの AFF ノード、4 つの NetApp FAS 回転式ディスクシステム、2 つのハイブリッドノードを組み合わせてストレージ階層化機能を利用できます。

FlexGroup ボリュームは、24 ノードクラスタ全体にまたがる場合もあります。ただし、次の考慮事項に注意してください。

- **FlexGroup ボリュームは、同一のハードウェアシステムでのみ構成することを推奨します。**

ハードウェアシステムの CPU、RAM、全体的なパフォーマンス機能はさまざまですが、同じ種類のシステムだけを使用すれば、FlexGroup ボリューム全体で予測可能なパフォーマンスを促進できます。FlexGroup ボリュームにメンバー ボリュームが導入されている場合、データは分散されますか、ストレージ管理者がこの配置を制御することはありません。

- **FlexGroup ボリュームは、同一のディスクタイプに限定する必要があります。**

ハードウェアシステムと同様に、ディスクタイプのパフォーマンスは大きく異なります。FlexGroup ボリュームはクラスタ内の複数のノードにまたがることができ、ストレージ管理者はデータの配置先を制御できないため、使用するアグリゲートがオール SSD、オールスピン式、またはオールハイブリッドのいずれかであることを確認する必要があります。ディスクタイプが混在していると、予測不可能なパフォーマンスが発生する可能性が

- ディスクサイズはそれほど重要ではありません。

FlexGroup では、アグリゲートに同様のディスクタイプを使用することが重要ですが、ディスクサイズは重要度が低くなります。たとえば、アグリゲートに 3TB のディスクがあり、新規に購入した 16TB ディスクセットは同じメディアタイプであれば、自由に **FlexGroup** を導入できます。ここで注意が必要なのは、導入するメンバー ボリュームのサイズが他のボリュームと同じであることです。

- FlexGroup** ボリュームはクラスタの一部にまたがる場合があります。

FlexGroup ボリュームは、単一のノードから HA ペアに至るまで、クラスタ内の任意の組み合わせのノードから 24 のすべてのノードにまたがるように構成できます。**FlexGroup** ボリュームは、クラスタ全体にまたがるように設定する必要はありません。ただし、利用可能なすべてのハードウェア ソースを活用できます。

ONTAP のバージョンに関する考慮事項

NetApp ONTAP の各リリースでは、**FlexGroup** ボリュームの新機能と機能拡張が実装されています。ネットアップでは、パッチ適用後の最新リリースの ONTAP を使用することを推奨していますが、多くのストレージ管理者には推奨していません。

古いバージョンの ONTAP を実行する必要がある場合は、そのリリースの機能のギャップを **FlexGroup** 機能のサポートと最大数のセクションで確認し、可能であれば本番環境に導入する前に **FlexGroup** ボリュームでワークロードをテストしてください。

障害ドメイン

障害ドメインは、障害が発生するとワークロードに悪影響を及ぼす可能性があるエンティティです。たとえば、ONTAP クラスタで HA ペアの両方のノードに障害が発生すると（まれに）、そのノードのボリュームはフェイルオーバー先がないために使用できなくなります。その結果、HA ペアはクラスタ内の障害ドメインとみなされます。ただし、HA ペアの 1 つのノードは、そのノードのパートナーにテイクオーバーできるため、システムを停止することなくフェイルオーバーできます。この場合、1 つのノードが障害ドメインとはみなされません。

障害ドメイン内のエラー（RAID エラー、ディスクの損失、マルチパス構成エラー、メタデータの不整合など）は ONTAP で処理され、**FlexGroup** ボリュームには悪影響を与えません。

FlexGroup ボリュームは、複数のノードおよび HA ペアにまたがることができるために、複数の障害ドメインにまたがることができます。ただし、**FlexGroup** ボリュームが 10 ノード クラスタ全体にまたがる場合でも、障害ドメインは HA ペアになります。**FlexGroup** ボリュームのメンバー（HA ペアのまれな障害など）にアクセスできなくなった場合は、それらのすべてのメンバーが修復されて **FlexGroup** ボリュームに再導入されるまで書き込みアクセスは無効になります。**FlexGroup** ボリュームがまたがる HA ペアが増えるほど、障害が発生する可能性が高くなります。これは、現在より多くの障害ドメインにまたがるようになっているためです。使用する HA ペアが少ないほど、障害が発生する可能性は低くなります。また、ワークロードに使用できるハードウェア ソースが少なくなるため、**FlexGroup** の全体的なパフォーマンスが低下します。

そのため、導入を計画する際には、**FlexGroup** ボリューム内にまたがるノードの数と許容される SLA を検討し、それらの考慮事項と必要な容量およびパフォーマンスを検討する必要があります。

アグリゲートレイアウトに関する考慮事項

アグリゲートは、RAID グループにレイアウトされた物理ディスクの集まりで、**FlexVol** や **FlexGroup** などの仮想エンティティのバックエンドストレージリポジトリとして機能します。各アグリゲートは特定のノードに所有され、ストレージフェイルオーバー の際に再割り当てされます。

ONTAP 9 以降のアグリゲートには、ノード全体でアグリゲートの原因の問題が低速またはデグレード状態になる状況を回避するために、整合ポイント用の専用の NVRAM パーティションがあります。この整合ポイントはアグリゲートごとの整合ポイントとも呼ばれ、同じノードに種類の異なるディスクシェルフを混在させることができるために、ストレージシステムの設計をより柔軟に行うことができます。

ベストプラクティス 4 : FlexGroup でのアグリゲートの使用方法

ネットアップの FlexGroup ボリュームまたは複数の FlexVol ボリュームを使用している場合に一貫したパフォーマンスを実現するために、FlexGroup ボリュームまたは FlexVol ボリュームの設計が、アクティブワークロードと同じディスクタイプおよび RAID グループ構成のアグリゲートのみにまたがっていることを確認してください。コールドデータを階層化する場合、予測可能なパフォーマンスはそれほど重要ではないため、ディスクタイプやアグリゲートを混在させても、特に顕著な影響はありません。

表 9 に、FlexGroup ボリュームを使用する場合のアグリゲートレイアウトに関するベストプラクティスを示します。これらのプラクティスは必須ではありません。AFF システムで推奨されるアグリゲートあたりの最大アグリゲート数は、ネットアップ RAID の 3 重イレイジャーコーディング (RAID-TEC) に関連付けられたディスクコストによるものです。これは、複数の RAID グループに必要な追加のパリティドライブに、高価な SSD を使用したくない場合があるためです。ただし ADP ではデータディスク間にパーティションが分散されるため、AFF システムのノードごとに 2 つのアグリゲートが用意されます。これは、2 つのアグリゲートがあるノードごとに使用可能な [ボリュームアフィニティ](#) がより高いためです。

表 9) FlexGroup を使用したアグリゲートレイアウトのベストプラクティス

| 回転式ディスクまたはハイブリッドアグリゲート | AFF |
|------------------------|--|
| ノードあたりのアグリゲート数 : 2 | ノードあたりのアグリゲート × 1 (ADP なし) ノードあたりのアグリゲート数 : 2 (ADP を使用) |

注 : 一貫したパフォーマンスを実現するためには、FlexGroup ボリューム全体でドライブ数と RAID グループ数を同じにします。

既存の FlexVol ボリュームを処理する場合のアグリゲートのレイアウトの詳細については、本ドキュメントの「[障害ドメイン](#)」を参照してください。

既存の FlexVol を含むアグリゲートへの FlexGroup ボリュームの導入

FlexGroup ボリューム FlexGroup は、クラスタ内の複数のアグリゲートにまたがることができ、通常の FlexVol と同じ SVM 内に共存できるため、既存の FlexVol ボリュームとアグリゲートを共有しなければならない場合があります。したがって、FlexGroup ボリュームを展開するときは、このセクションで説明する要素を考慮することが重要です。

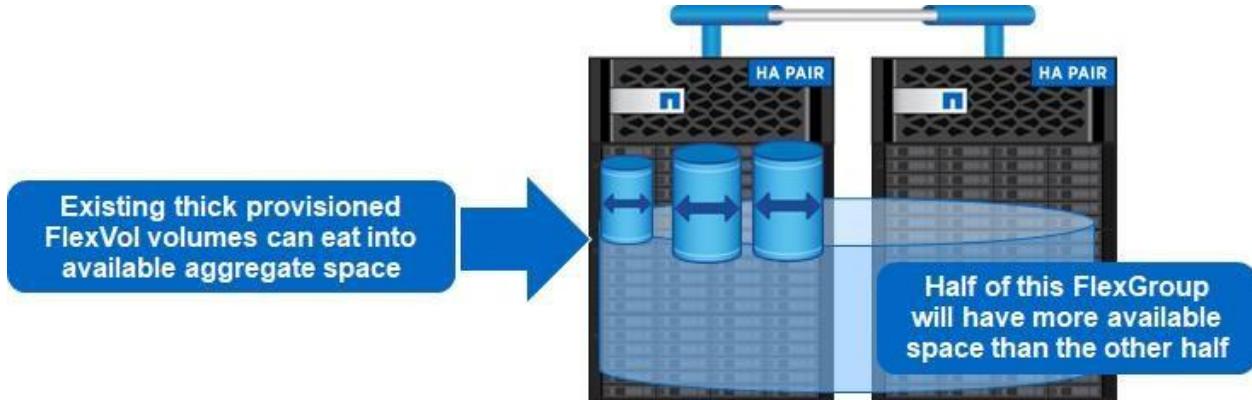
既存の FlexVol ボリュームの容量フットプリントを考慮してください

1 つの FlexGroup は複数のアグリゲートにまたがることができ、各アグリゲートに同じ数の FlexVol を配置することはできません。したがって、既存の FlexVol ボリューム容量が FlexGroup ボリュームの容量に入る可能性があるため、アグリゲートの空きスペースが異なる場合があり、スペースギャランティが無効になっている FlexGroup ボリュームの取り込み分散に影響する可能性があります。

たとえば、node1 上の aggr1 に 1TB の FlexVol ボリュームが 4 つあり、node2 上の aggr2 にそれぞれ 1TB の FlexVol ボリュームが 2 つある場合、node1 のアグリゲートには node2 よりも 2TB のスペースが少なくなります。両方のノードにまたがる FlexGroup ボリュームを導入し、両方のアグリゲートにオーバープロビジョニングした場合、ノード 1 のメンバーボリュームの容量レポートにはすでに「使用済みスペース」が含まれています。原因 node2 のメンバーは、使用される容量がすべてのメンバー ボリュームで均等になるまで、データの取り込みの大部分を吸収します。

9.6 より前のバージョンの ONTAP では、FlexGroup がまたがるアグリゲートにシックプロビジョニングボリュームがある場合、アグリゲートに 3% 以上の空きスペースが必要であることに注意してください。詳細については、このドキュメントの「[アグリゲートレイアウトに関する考慮事項](#)」を参照してください。

図 40) FlexVol の容量が FlexGroup の負荷分散に与える影響



注 : これは、FlexGroup ボリュームがシンプロビジョニングされている場合にのみ問題です。スペースギャランティが設定された FlexGroup には、スペース不足のためにほかのボリュームが消費されることはありません。ただし、システム内の他のボリュームにスペースが割り当てられない場合は、スペースギャランティが設定された FlexGroup ボリュームを必要なサイズに作成することはできません。

既存の FlexVol ボリュームのパフォーマンスへの影響を考慮してください

FlexGroup ボリュームを導入する場合は、既存の FlexVol ボリュームの作業量を考慮することも重要です。1つのノード上の一連の FlexVol ボリュームに特定の時間帯に負荷がかかると、既存の FlexVol ボリュームと同じノードおよびアグリゲートにまたがる FlexGroup ボリュームのパフォーマンスが低下する可能性があります。これは FlexVol ボリュームに見られる影響と似ていますが、FlexGroup ボリュームは複数のノードにまたがることがあるため、データ I/O が発生しているノードによっては、クライアント側でパフォーマンスへの影響が断続的に発生しているように見えることがあります。

この影響を軽減する方法の 1 つは、ストレージ QoS ポリシーを使用して IOPS とスループットをボリュームに制限したり、FlexGroup ボリュームで QoS の最小値を設定してパフォーマンスを保証したりすることです。または、無停止ボリューム移動を使用して、ノード間でボリュームを再配分し、パフォーマンスへの影響を分散させることができます。

ボリューム数の制限を考慮してください

ONTAP には、使用中のノードのタイプ (AFF または FAS) およびノードのパーソナリティに応じて、ノードあたりのボリューム数制限があります。たとえば、A800 ノードのボリューム数の上限は、インシジョン XXX シリーズよりも高くなります。データ保護がパーソナリティになったシステムでは、システムがなくても、より多くのボリュームを合計できます。

また、使用するノードのタイプに関係なく、クラスタ全体で 12,000 個のボリュームをサポートし、ONTAP クラスタごとにプロビジョニングできる FlexVol ボリュームの数に影響を及ぼす可能性があります。

FlexGroup ボリュームには一般に複数の FlexVol メンバーボリュームが含まれているため、これらのメンバーボリュームはこの合計制限にカウントされます。また、ONTAP の多くの機能は、アーキテクチャに FlexGroup ボリュームを利用しています。たとえば、1 つの FlexGroup が 16 個のメンバー FlexVol を使用する可能性があります。そのボリュームに FlexClone を使用している場合は、32 個の

FlexVol ボリュームを使用しています。そのクラスタ（FlexGroup でもある）に FlexCache ボリュームを作成する場合は、そのキャッシュボリュームに対して ONTAP で選択される番号を使用します。

ほとんどの場合、サイズの小さい FlexGroup を複数作成する必要はありません。代わりに、大容量の FlexGroup をプロビジョニングし、[gtree](#) を使用してワークロードを分離します。

ベストプラクティス 5：既存の FlexVol ボリュームを含む FlexGroup ボリュームの導入

FlexGroup ボリュームを導入する前に、次の点に注意してください。

- 既存の FlexVol がある場合は、FlexGroup とをそれぞれ複数追加していることを確認します。これらの機能は、ボリューム数の制限を超えないように構成されています。
- ネットアップの Active IQ Unified Manager と ONTAP の System Manager に搭載されているパフォーマンスヘッドルーム機能を使用して、利用率が高いノードを確認してください。
- 不均衡がある場合は、無停止ボリューム移動を使用して「ホット」ボリュームを他の利用率の低いノードに移行し、できるだけノード間でワークロードのバランスを取ります。
- FlexGroup ボリュームで使用するアグリゲートの空きスペースを評価して、利用可能なスペースがほぼ同じであることを確認します。
- ボリューム数の上限に与える影響が潜在的な要因である場合は、新しいボリュームを追加する余裕があるノード間に FlexGroup ボリュームを作成するか、無停止ボリューム移動を使用してボリュームを再配置し、ボリューム数を分散します。
- または、ボリューム数の上限に問題がある場合は、メンバーボリューム数を減らして FlexGroup ボリュームを作成します。

Flash Cache と Flash Pool

NetApp Flash Cache カードと NetApp Flash Pool アグリゲートは FlexGroup ボリュームでサポートされますが、これらのカードを使用する場合は、一貫したパフォーマンスが得られるように、FlexGroup ボリュームに含まれるいずれかのノードに Flash Cache カードと NetApp Flash Pool アグリゲートを配置してください。Flash Cache カードを使用すると、FlexGroup ボリュームのパフォーマンスが FlexVol と同じになることが予想されます。

アドバンストディスクパーティショニング

FlexGroup ボリュームは、アドバンストディスクパーティショニング（ADP）を使用する必要はありません。特に考慮する必要はありません。

NetApp SyncMirror（ミラーアグリゲート）

FlexGroup ボリュームは、NetApp SyncMirror ® 構成に含まれるアグリゲート上に配置できます。これは、アグリゲートを内部的にレプリケートして、データを保護するための手段です。FlexGroup は、すべて SyncMirror アグリゲート上に実装する必要があります（たとえば、すべてのメンバーボリュームが SyncMirror アグリゲート上にあるか、または何もない）。そうしないと、SyncMirror は有用ではありません。

SyncMirror の詳細については、[ネットアップサポートサイト](#) を参照してください。

注：SyncMirror は、ONTAP 9.5 で新たに導入された StrictSync（NetApp SnapMirror Synchronous）と同じ機能を備えていません。FlexGroup ボリュームでは、現在 StrictSync または SnapMirror Synchronous はサポートされていません。SyncMirror は MetroCluster に似ています。FlexGroup ボリュームに関する最新のデータ保護情報については、[TR-4678](#) を参照してください。

NetApp MetroCluster

ONTAP 9.6 では、MetroCluster 環境 (FC および IP) での FlexGroup ボリュームのサポートが導入されました。

MetroCluster ソフトウェアは、アレイベースのクラスタリングと同期レプリケーションを組み合わせたソリューションです。最小限のコストで継続的な可用性を実現し、データ損失をゼロに抑えます。

MetroCluster を使用する FlexGroup ボリュームには、ここで説明する制限事項や注意事項はありません。

MetroCluster の詳細については、[TR-4705 : 『NetApp MetroCluster 解決策 Design and Architecture』](#) を参照してください。

注：MetroCluster で NetApp Volume Encryption (NVE) または NetApp Aggregate Encryption (NAE) を使用する場合は、NVE または NAE を有効にする前に MetroCluster の設定を完了しておく必要があります。詳細については、バグ [1360199](#) および [1360229](#) を参照してください。

NetApp Cloud Volumes ONTAP

ONTAP 9.6 では、クラウドで実行される ONTAP 解決策である [Cloud Volumes ONTAP](#) が正式にサポートされるようになりました。Cloud Volumes ONTAP (CVO) を使用して FlexGroup ボリュームを導入できるようになりました。

Cloud Volumes ONTAP で実行される FlexGroup ボリュームでは、Cloud Volumes ONTAP インスタンスに導入された ONTAP バージョンと同じ機能セットを使用できます。Cloud Volumes ONTAP と FlexGroup でよく見られるユースケースには、次のようなものがあります。

- 分析用のデータレイク
- Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) インスタンスで使用する EDA リポジトリ
- オンプレミスの SnapMirror で使用できるデータバックアップとアーカイブ

Cloud Volumes ONTAP ボリュームは、オンプレミス環境で単一のネームスペースで数ペタバイトをサポートできますが、FlexGroup インスタンスはインスタンスあたり 368TB で、FlexGroup ボリュームは複数のクラスタインスタンスにまたがることはできません。CVO 内の FlexGroup ボリュームは、CLI または ONTAP System Manager でのみ作成できます。現時点では、Cloud Manager を使用して FlexGroup ボリュームを作成することはできません。

Cloud Volumes ONTAP の詳細については、[『Cloud Volumes ONTAP エンタープライズデータ管理解決策』](#) を参照してください。

容量に関する考慮事項

FlexGroup では大容量とファイル数が可能ですが、FlexGroup ボリューム自体は基盤となるハードウェアの物理的な最大値に制限されます。[現時点で指定されている最大値](#) (20PB、4,000 億ファイル) は、最大値のみがテストされています。[理論上の最大値](#) はビット単位で増やすことができますが、FlexGroup でサポートされる公式なメンバーボリューム数は現在 200 です。FlexGroup ボリュームに 200 を超えるメンバーボリュームが必要な場合は、ネットアップの営業担当者にお問い合わせくださいか、flexgroups-info@netapp.com まで E メールでお問い合わせください。

また、ノード固有のアグリゲートサイズ制限により、100TB の FlexVol ボリュームを一定数しか作成できません。詳細については、ハードウェアの物理容量の制限を確認してください。

たとえば、FAS8080 EX は、ONTAP 9.2TB よりも前の 400TB のアグリゲート、ONTAP 9.2 以降の 800TB のアグリゲートを使用できます。つまり、使用している ONTAP のバージョンによって、アグリゲートあたりの最大 100TB のボリューム数は 4 個、アグリゲートあたり 8 個です。ただし、ネットアップでは、メンバーボリュームの 100TB 制限には達しないことを推奨します。これにより、メ

ンバー ボリュームのスペースが不足した場合に、将来メンバー ボリュームを拡張できなくなる可能性があります（その場合、容量を増やすには新しい 100TB のメンバー ボリュームを追加する必要があります）。代わりに、自動拡張、エラスティック サイジング、プロアクティブなサイズ変更などの緊急スペース割り当て機能を有効にするために、FlexVol メンバーの合計スペースの 10~20% 以内のクッシュョンを使用してください。

これらの数値は物理容量であり、NetApp Snapshot リザーブ、NetApp WAFL® リザーブ、Storage Efficiency、FabricPool クラウド階層化などの機能が考慮されています。FlexGroup 解決策のサイズを正しく設定するには、[System Performance Modeler](#)（ネットアップログインが必要）などの適切なサイジングツールを使用するか、ネットアップの営業担当者にお問い合わせください。

最大値と最小値

このセクションでは、NetApp ONTAP FlexGroup ボリューム固有の最大値と最小値について説明します。表 10 に最大値を示し、最大値がハードコーディング / 適用されているか、推奨 / テストされている値かを示します。

表 10) FlexGroup の最大数

| | 値 | 値のタイプ |
|--|--|----------------|
| FlexGroup のボリューム サイズ | 最大 20PB | テスト済み / 推奨 * |
| ファイル数 | 4,000 億 | テスト済み / 推奨 * |
| クラスタノード数 | 24 (HA ペア × 12) | ハードコーディング / 強制 |
| NetApp FlexVol メンバーのボリューム サイズ | 100TB | ハードコーディング / 強制 |
| FlexVol メンバー ボリュームのファイル数 | 20 億 | ハードコーディング / 強制 |
| NetApp SnapMirror ボリューム数 (FlexGroup あたりのメンバー数) | ONTAP 9.4 以前 Data ONTAP 9.5 and later | ハードコーディング / 強制 |
| SnapMirror ボリューム数 (クラスタあたりの FlexGroup の合計数) | ONTAP 9.4 以前 6,000 (ONTAP 9.5 以降) | ハードコーディング / 強制 |
| ファイル サイズ | 16TB | ハードコーディング / 強制 |
| FlexVol メンバーコンステイチュントの数 | 200 | テスト済み / 推奨 * |
| アグリゲートのサイズ / 数 | NetApp ONTAP の制限と同じ | ハードコーディング / 強制 |

表 11) FlexGroup の最小値

| | 値 | 値のタイプ |
|----------------------------|-------|----------------|
| FlexVol メンバーのサイズ | 100GB | テスト済み / 推奨 * |
| データアグリゲート数 | 1 | ハードコーディング / 強制 |
| SnapMirror スケジュール | 30 分 | テスト済み / 推奨 * |
| NetApp Snapshot コピーのスケジュール | 30 分 | テスト済み / 推奨 * |

* 制限については、10 ノード クラスタを使用してテストまたは推奨します。プラットフォームで許容される場合、実際の制限はハードコーディングされず、最大 24 ノードまで拡張できます。詳細については、「理論上の最大値または絶対最大値」を参照してください。「ただし、メンバー ボリューム数は 200 です。この制限を超える必要がある場合は、ネットアップの営業担当者に連絡して、追加のメンバー ボリュームを認定するプロセスを開始してください。」

クラスタ内の FlexGroup の最大数

FlexGroup ボリュームは、1 個の FlexVol メンバー ボリュームまたは数百個の FlexVol メンバー ボリュームで構成できます。FlexVol メンバー ボリュームの最大数は、クラスタ内の合計ボリューム数だけによって物理的に制限されます。その結果、FlexGroup ボリュームは、[理論的には 24 ノード クラスタで最大 12,000 個のメンバー ボリュームを保持できます。](#)

FlexGroup ボリュームの総数も、クラスタ内の合計ボリューム数によって同様に制限されます。各 FlexGroup ボリュームのメンバー ボリュームはボリューム数の一部であるため、クラスタで許可される FlexGroup ボリュームの数は、メンバー ボリュームの数によって異なります。

たとえば、2 ノード クラスタの場合、2,000 個のボリュームを使用できます。その結果、次のいずれかの構成（他の構成は可能）でかまいませんが、すべての構成で最大 2,000 個のボリュームを追加できます。

- 10 個の FlexGroup ボリュームに 200 個のメンバー ボリュームが含まれている場合
- 20 個の FlexGroup ボリュームに 100 個のメンバー ボリュームが含まれている場合
- 40 個の FlexGroup ボリュームと 50 個のメンバー ボリューム
- 200 個の FlexGroup ボリュームと 10 個のメンバー ボリューム

クラスタ内に他の FlexVol ボリューム（SVM ルート ボリュームを含む）が存在する場合は、使用可能なメンバー ボリュームの合計数に影響することに注意してください。[FlexVol メンバー ボリューム数の制限は、NetApp SnapMirror 関係に含まれる FlexGroup ボリュームによっても制限されます](#)。これらの制限事項の最新情報については、[TR-4678](#) を参照してください。

ONTAP では、ほとんどの場合、デフォルトで複数のメンバー ボリュームが作成されます。FlexGroup の作成方法の詳細については、「FlexVol メンバー ボリュームのレイアウトに関する考慮事項」を参照してください。「複数の FlexGroup ボリュームを作成した場合、クラスタ内のボリューム数が意図的に使用されなくなることがあります。一般 volume create -auto-provision-as に、自動化された CLI コマンドを使用して新しい FlexGroup を作成すると、メンバー ボリューム数の詳細が表示されなくなります。全体的に見て、FlexGroup ボリュームのサイズを大きくして数を減らし、ワーカーロードを qtree で分割することを推奨します。ONTAP 9.8 の qtree では、クオータの適用、詳細な統計、QoS ポリシーが提供されます（現時点では、qtree の QoS は NFS でのみサポートされています）。

理論上の最大値または絶対最大値

FlexGroup ボリュームに対して指定されたサポートされる制限は、200 個のコンステイチュエント ボリューム、20PB、4,000 億個のファイルです。10 ノード クラスタでは、これらの制限を簡単にテストできます。クラスタ内のノードあたりで許容される最大ボリューム数を考慮すると、制限が大幅に拡張される可能性があります。

最終的に、FlexGroup ボリュームのアーキテクチャ上の制限は、基盤となるハードウェア容量と、單一クラスタで許可されているボリュームの合計数です。

表 12) ONTAP で許可されるボリューム数に基づく、FlexGroup の理論上の最大値

| 最大クラスタ サイズ | クラスタあたりの現在のアーキテクチャ上の最大メンバー ボリューム数 (ONTAP 9.8) | FlexGroup ボリュームあたりの理論上の最大容量 | FlexGroup ボリュームあたりの理論上の最大 inode 数 |
|------------|---|--|--|
| 24 ノード | 12,000 (注：SVM ルート ボリューム、ノード ルート ボリューム、および LS ミラー ボリュームは、この値にカウントされます)。 | 約 1195PB (メンバー ボリュームあたり 100TB * ~1, 950 FlexGroup メンバー ボリューム) | 最大 23.9 兆 inode (20 億個の inode に基づく * FlexGroup メンバー ボリュームは最大 11, 950 個) |

注 : クラスタで許可される 100TB のメンバー ボリューム数の主な制限要因は、物理ハードウェアの制限です。これは、プラットフォームによって異なります。

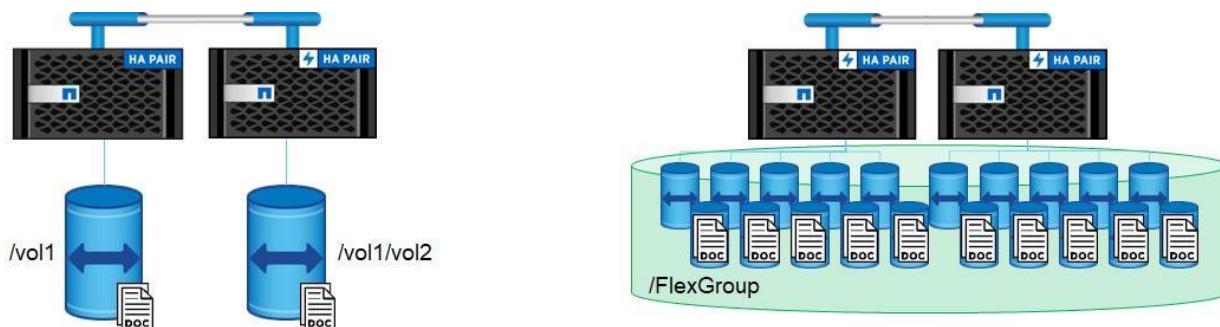
指定された 20PB、4,000 億ファイル、200 メンバー ボリュームの上限を超える場合は、ネットアップの営業担当者に連絡して認定プロセスを開始してください。

FlexVol メンバー ボリュームのレイアウトに関する考慮事項

FlexVol ボリュームは、FlexGroup のビルディングブロックです。各 FlexGroup ボリュームには、複数のメンバーで構成される FlexVol が用意されており、1 個の FlexVol での通常の 100TB の制限を超えてボリュームの容量を同時にパフォーマンスを拡張できます。

標準の FlexVol は、アグリゲート内の使用可能なストレージからプロビジョニングされます。FlexVol は柔軟性に優れており、環境に影響を及ぼしたり運用を中断したりすることなく、サイズを動的に増減できます。FlexVol は、アグリゲート内の特定のディスク セットに関連付けられることはなく、アグリゲート内のすべてのディスクにまたがってストライピングされます。ただし、個々のファイル自体はストライピングされず、個々の FlexVol メンバー ボリュームに割り当てられます。

図 41) FlexVol と FlexGroup のアーキテクチャの比較



このアーキテクチャおよび [大容量ファイル](#) が FlexGroup の処理に影響する可能性があるため、FlexGroup ボリュームをプロビジョニングする際はいくつかの考慮事項に注意する必要があります。

FlexGroup ボリュームを設計する際には、基盤となる FlexVol メンバー ボリュームについて次の点を考慮してください。

- `FlexGroup volume create -auto-provision-as flexgroup` 9.2 で導入された自動 ONTAP 作成方法や ONTAP System Manager を使用する場合、FlexGroup ボリューム内のメンバー FlexVol のデフォルト数は、このセクションで説明するいくつかの要因によって決まります。

注 : ほとんどの場合、FlexGroup ボリューム（10TB 以上）を大きくした場合、ノードあたりのメンバー ボリューム数を ONTAP で確認することを推奨します。FlexGroup ボリュームのサイズが小さい場合は、ワークロード内のファイルサイズと、使用可能なメンバー ボリュームあたりの容量の割合に注意が必要です。

- 回転式ディスクを搭載したノードにアグリゲートが 2 つ含まれていないと、一部のバージョンの ONTAP で自動 FlexGroup 作成方法が失敗する場合があります。この場合は、[手動での作成](#)を続行してください。

FlexVol メンバー ボリュームは、FlexGroup ボリュームの作成方法に関係なく、容量に関係なく均等に導入されます。たとえば、8 人のメンバーである 800TB の FlexGroup ボリュームが作成された場合、各メンバーに 100TB が導入されます。導入時に `FlexVol volume create -aggr-list -aggr-list-multiplier` の数を変更する必要がある場合は、コマンドでオプションとオプションを指定して、アグリゲートあたりのメンバー ボリュームの数をカスタマイズします。「[FlexGroup ボリュームを手動で作成する必要があるのはいつですか？](#)」というセクションを参照してください。」

配置方法 #1：コマンドライン

FlexGroup コマンドラインを使用することは、現在推奨されている ONTAP ボリュームの導入方法です。ただし、CLI を使用すると、手動と自動の 2 つの異なる方法でこの操作を実行できます。

どちらのコマンドも volume create コマンドセットに使用できます。

FlexGroup の自動作成 (auto-provision as) - CLI

この方法は FlexGroup を作成する場合に推奨される方法です。使いやすさに加え、作成時の予測可能な導入ロジックと警告を組み合わせることで、FlexGroup ボリュームの誤設定を防止します。自動 CLI 方式 volume create -auto-provision-as flexgroup を使用するには、コマンドを実行します。デフォルトでは、このコマンドは次のパラメータで FlexGroup ボリュームをプロビジョニングします。

- メンバーボリューム数 (100GB、クラスタ内のアグリゲートあたり 4 個、8 個のメンバーボリュームあたり最大 2 個)
- 合計サイズ = メンバーあたり 100GB × メンバーボリュームの数 (16 個のメンバーボリューム = 1.6TB)
- 使用されているクラスタ内のすべてのノードおよびデータアグリゲート (ノードまたはハードウェアの種類に関係なく)

コマンドを実行すると、構成を通知する警告が表示されます。入力する前に必ず確認してください。メンバーボリュームのサイズリストされたアグリゲートは正しく、同じメディアタイプを使用していますか？

ほとんどの場合、オプションを指定しないデフォルト値は適切ではありません。導入環境で使用するアグリゲートやノードを指定することを推奨します。

そのため、FlexGroup の自動プロビジョニングにはいくつかの設定オプションフラグが追加で設定されます。

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| -support-tiering | -use-mirrored-aggregates |
| -encryption-type | -nodes |
| -size | -state |
| -policy | -user |
| -group | -security-style |
| -unix-permissions | -junction-path |
| -comment | -max-autosize |
| -min-autosize | -autosize-grow-threshold-percent |
| -autosize-shrink-threshold-percent | -autosize-mode |
| -space-guarantee | -type |
| -percent-snapshot-space | -snapshot-policy |
| -language | -foreground |
| -nvfail | -qos-policy-group |
| -qos-adaptive-policy-group | -caching-policy |
| -encrypt | -is-space-reporting-logical |
| -is-space-enforcement-logical | -tiering-policy |
| -tiering-object-tags | -analytics-state |

これらのフラグを使用して、FlexGroup ボリュームのサイズ、階層化ポリシー、スペースギャランティ、ノード、アグリゲートなどをカスタマイズできます。

自動化された CLI コマンドの一般的な動作は次のとおりです。

- 可能であれば、ノードあたり 2 つのアグリゲートを使用します。そうでない場合は、ノードごとに 1 つのアグリゲートを使用します。
- は、各ノードで同じ数のアグリゲートを使用します。
- 自動化されたコマンドにより、空きスペースが最も多いアグリゲートが選択されます。
- ノードの数が 8 つ以下の場合は、自動化されたコマンドでノードあたり 8 つのコンステイチュエントが作成されます
- ノード数が 8 つを超えるクラスタでは、1 ノードに 4 つのメンバーボリュームにスケールバックします。

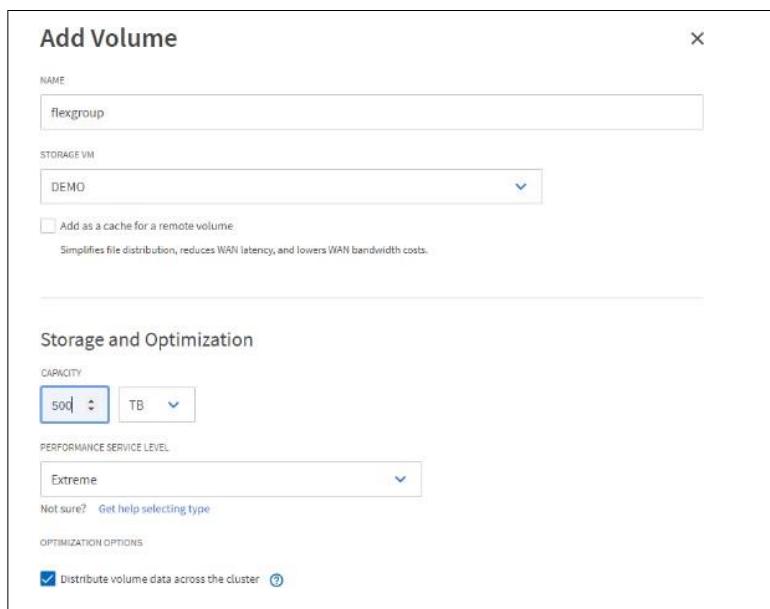
- で使用できる最速のアグリゲートを使用します。最初に **SSD**、次に **Hybrid** を試してから、回転式ディスクを試してください。
- 現在のところ、**CPU** 利用率、ノードパフォーマンス、アグリゲート容量などは考慮されていません。

FlexGroup の手動作成 : CLI

また、CLI を使用すると、より手動で **FlexGroup** ボリュームを作成できます。ほとんどのユースケースに対応しているため、ほとんどの場合は自動化されたコマンドを使用します。ただし、アグリゲートあたりのメンバー ボリューム数をカスタマイズする必要がある場合は、使用するアグリゲートを指定するか、「**FlexGroup** ボリュームを手動で作成する必要がある場合、どのような理由が考えられますか？」のセクションで説明しています。」 `volume create` と入力します。ただし `-auto-provision-as`、オプションの代わり `-aggr-list` にオプションも指定する必要があります。を指定 `-aggregate - aggr-list` すると通常の **FlexVol** ボリュームが作成され、を指定することはできません。アグリゲートあたり `-aggr-list-multiplier` のメンバー ボリュームの数を制御するには、を使用します。メンバー ボリューム数 `-aggr-list-multiplier` は、指定したアグリゲートの数に掛けられます。

導入方法 #2 : ONTAP システムマネージャ

図 42) ONTAP System Manager の FlexGroup ボリューム作成



ONTAP システムマネージャでは、GUI を使用してボリュームを簡単に作成できます。ただし、System Manager GUI を使用して導入する場合、FlexGroup のプロビジョニングの際には CLI を使用する方が適している点がいくつかあります。

ONTAP System Manager で FlexGroup ボリューム FlexVol を作成する場合、ボリュームが FlexGroup であることを確認するために必要な作業は、More Options をクリックして Distribute Volume Data Across the Cluster ボックスを選択することだけです。

これにより、System Manager に対して、複数のノードにまたがる FlexGroup ボリュームの作成が指示されます。アグリゲートやノードを指定する必要はありません。

System Manager は、次のルールに従って FlexGroup ボリュームを導入します。

- メンバー ボリュームが 100GB を超えることはありません
- 使用できる FlexGroup の最小サイズは 100GB (100GB メンバー ボリューム × 1)

- 小規模 FlexGroup ボリュームでは、100GB のルールに従う必要がある場合に導入するメンバーボリュームが少なくなります。たとえば、200GB の FlexGroup では 100GB のメンバーボリュームが 2 個導入されます。
- FlexGroup のアグリゲートとノードの選択が自動的に実行されます。ノードまたはアグリゲートを指定するには、CLI または REST API を使用します。
- FlexGroup ボリュームが対応可能な大きさの場合、メンバーボリューム数には、ノードあたりの使用可能なボリュームアフィニティ数が上限になります。
- System Manager では、初期 FlexGroup サイズが、スペースギャランティが有効になっている場合と同様に、使用可能な合計スペースに制限されます。編集機能を使用すると、System Manager に戻り、ボリュームを拡張できます。
- System Manager では、同様のアグリゲートのみが FlexGroup に使用されます。つまり、SSD アグリゲートと HDD アグリゲートが混在することはありません。

導入方法 #3 : REST API

ONTAP 9.6 では、[REST API のサポート](#)が追加されています。REST API を使用すると、FlexGroup ボリュームを作成、監視、管理できます。REST API を使用して FlexGroup ボリュームをプロビジョニングするには、「FlexGroup ボリュームを手動で作成する必要がある場合」のセクションと同じガイドを使用します。

配置方法 #1：コマンドライン。「たとえば、ONTAP で設定を選択するか、手動でオプションを指定するかを決定できます。

REST API のドキュメントは、[https://\[your_cluster_IP_or_name\]/docs/api](https://[your_cluster_IP_or_name]/docs/api)で参照できます。このサイトには、独自の REST API を生成できるサンプルと対話型の Try it Out 機能が用意されています。

たとえば、FlexGroup ボリューム POST /storage/volumesを作成するには、の REST API を使用できます。この呼び出しで FlexGroup を (FlexVol ではなく) FlexGroup にするのは、次の値の 1 つまたは組み合わせです。

- アグリゲートの作成複数のを指定すると、REST API によって FlexGroup ボリュームが作成されます。aggr-list これは、CLI の - と同じ動作です。
- constituents Per aggregate** : aggregates.name aggregates.uuid FlexGroup ボリュームが作成または拡張されたときに、またはでリストされているアグリゲートを何回繰り返しますか。ボリュームを单 constituents_per_aggregate 一のアグリゲート上に作成する場合、フィールドを指定しないとフレキシブルボリュームが作成されます。このフィールドを指定すると、FlexGroup ボリュームが作成されます。ボリュームを複数のアグリゲートに作成する場合は、常に FlexGroup ボリュームが作成されます。aggr-list-multiplier これは、CLI の - と同じ動作です。
- 形式 style As を指定 flexgroup constituents_per_aggregate し、値または複数のアグリゲートを設定しない場合、ONTAP はアグリゲートごとに 4 つのメンバーからなる FlexGroup ボリュームを自動的にプロビジョニングします。これ -auto-provision-as は CLI と同じ動作です。

REST API のドキュメントでは、正しい REST API 文字列を作成する場合に、このドキュメントの try it out 機能を使用することをお勧めします。誤って入力すると、インターフェイスはエラーメッセージとエラーコードのリストを配信します。また、REST API コマンドが正しい場合はジョブ文字列 URL が指定されますが、別の理由（メンバーの数が少なすぎる FlexGroup ボリュームの作成など）でジョブが失敗します。ブラウザからジョブ文字列にアクセスするには、次の URL を使用します。

```
https://[your_cluster_IP_or_name]/api/cluster/jobs/job_uuid]
```

エラーメッセージは次のように表示されます。

```
{
  "uuid": "b5b04f0b-82ea-11e9-b3aa-00a098696eda",
  "description": "POST /api/storage/volumes/b5b02a66-82ea-11e9-b3aa-00a098696eda",
  "state": "failure",
  "message": "Unable to set parameter \\\"-min-autosize\\\" to specified value because it is too small. It must be at least 160MB (167772160B).",
  "code": 13107359,
  "start_time": "2019-05-30T10:53:39-04:00",
  "end_time": "2019-05-30T10:53:39-04:00",
  "_links": {
    "self": {
      "href": "/api/cluster/jobs/b5b04f0b-82ea-11e9-b3aa-00a098696eda"
    }
  }
}
```

チェックが正常に実行された場合は次のように表示されます。

```
{
  "uuid": "ac2155d1-82ec-11e9-b3aa-00a098696eda",
  "description": "POST /api/storage/volumes/ac2131c5-82ec-11e9-b3aa-00a098696eda",
  "state": "success",
  "message": "success",
  "code": 0,
  "start_time": "2019-05-30T11:07:42-04:00",
  "end_time": "2019-05-30T11:07:46-04:00",
  "_links": {
    "self": {
      "href": "/api/cluster/jobs/ac2155d1-82ec-11e9-b3aa-00a098696eda"
    }
  }
}
```

FlexGroup ボリュームを作成する REST API ストリングの例については、「[コマンド例](#)」を参照してください。

クライアントでスペース不足エラーが発生する状況

通常、**NAS** クライアント `out of space df volume show` にエラーが表示された場合は、ボリュームのスペースが実際に不足しており、コマンドによって確認されます。

ただし `out of space`、**NAS** ストレージシステムからエラーを取得することは、必ずしも単純ではありません。これは、使用可能なリソースがなくなったことをクライアントに通知するサーバからの一般的なエラーであるためです。`out of inodes` **NFS** reached maximum directory size や **SMB** にはエラーという概念 `out of space` がないため、**ONTAP** は標準エラーを使用して、クライアントにこれ以上データを書き込めないことを通知する状態にします。

FlexGroup ボリュームで `out of space` は、メンバーボリュームの使用率が 100% に達したときにクライアントがエラーを受け取ることもできます。ただし、**ONTAP 9.6** 以降では、このシナリオは実質的に存在しません。

`out of space` 次の表に、エラーが表示される状況とその原因、およびその対処方法を示します。

表 13) スペース不足エラーが発生する状況

| 状況 | 識別および解決方法 |
|---------------------------------------|---|
| ボリュームまたはアグリゲートに書き込みに対応する空きスペースがありません。 | <ul style="list-style-type: none"> <code>df</code> または <code>volume show-space cluster</code> CLI からの出力 ONTAP System Manager から容量を表示します Active IQ Unified Manager の実装 EMS メッセージ <p>解決策：ボリュームに容量を追加します。アグリゲートにディスクを追加する。FlexGroup ボリュームを使用してノード間で拡張できます。</p> |

| 状況 | 識別および解決方法 |
|-------------------|--|
| クオータの上限に達しました | <ul style="list-style-type: none"> df または volume show-space cluster CLI からの出力 ONTAP System Manager から容量を表示します quota report クラスタ CLI からの出力 ONTAP System Manager からのクオータレポート Active IQ Unified Manager の実装 EMS メッセージ <p>解決方法：クオータ制限を増やすか、クオータの範囲内に保持するためにデータを削除する必要があることをクライアントに通知します。</p> |
| inode が不足しています | <ul style="list-style-type: none"> df または volume show-space cluster CLI からの出力 ONTAP System Manager から容量を表示します df -i または volume show -fields files,files-used コマンドをクラスタ CLI から実行します Active IQ Unified Manager の実装 EMS メッセージの <p>解決：</p> <ul style="list-style-type: none"> ボリューム内のファイルの合計数を増やします。詳細については、「ファイル数の多い考慮事項」を参照してください。 |
| maxdirsize を超えました | <ul style="list-style-type: none"> df または volume show-space cluster CLI からの出力 ONTAP System Manager から容量を表示します または コマンドをクラスタ CLI から実行します Active IQ Unified Manager の実装 EMS メッセージ ディレクトリサイズを表示するためのクライアント側コマンド（「使用済みの maxdirsize 値の照会」を参照） <p>解決方法 volume file show-inode : クラスタ CLI からコマンドを使用して、影響を受けるファイルパスを特定します。問題のディレクトリのファイル数を減らす maxdirsize か、サポートに問い合わせて、値を大きくしても安全かどうかを確認してください。の詳細 maxdirsize については、「Directory size considerations : maxdirsize」の項を参照してください。</p> |
| メンバーボリューム : 100% | <ul style="list-style-type: none"> df または volume show-space cluster CLI からの出力 Active IQ Unified Manager の実装 EMS メッセージ ONTAP のバージョン情報 <p>解決策：通常、100% のメンバーボリュームで out of space は、ONTAP 9.5 以前のバージョンでのみエラーが発生します。ONTAP 9.6 では、メンバーボリュームがいっぱいになった場合のファイル書き込み障害に対するセーフガードとして Elastic サイジングが導入されています。ONTAP 9.8 では、メンバーボリュームのサイズをプロアクティブに変更して、メンバーボリュームの空き容量を均等に分散させることができます。容量を最大限に活用するには、ONTAP 9.8 以降にアップグレードしてください。</p> |

FlexGroup ボリュームを手動で作成する必要があるのはいつですか。

ほとんどの場合、ONTAP でメンバー ボリュームを選択できるようにすることが、FlexGroup ボリュームの作成時に最適なオプションです。つまり、FlexGroup 作成のための CPU 数やボリューム アフィニティ のベストプラクティスについて心配する必要はありません。そのようなことを ONTAP に任せてください。ボリューム数を操作しようとすると、混乱したり、FlexGroup にあとで影響する可能性のある問題が発生する可能性があります。

ただし、場合によっては手動での作成が必要になります。以降のセクションでは、FlexGroup ボリュームの手動作成が必要となるシナリオについて説明します。

ボリューム数のオーバープロビジョニングに関する懸念

ONTAP では、各ノードおよびクラスタで使用できる FlexVol ボリュームの数に制限があります。制限はプラットフォームと ONTAP のバージョンによって異なりますが、FlexGroup ボリュームは複数の FlexVol で構成されるため、各 FlexVol メンバー ボリューム数がボリュームの合計数の上限に達するため、これらの制限は FlexGroup ボリュームにも適用されます。多数のメンバー ボリュームを含む FlexGroup を使用する場合や、1 つのクラスタに多数の FlexGroup を作成する場合は、ノードあたりのボリューム数の制限を考慮する必要があります。また、デフォルトのボリューム数またはアグリゲート配置を変更して、FlexVol の合計数がノード制限を下回るようにするために、FlexGroup ボリュームの手動作成が必要になる場合もあります。

容量が制限された大容量ファイル

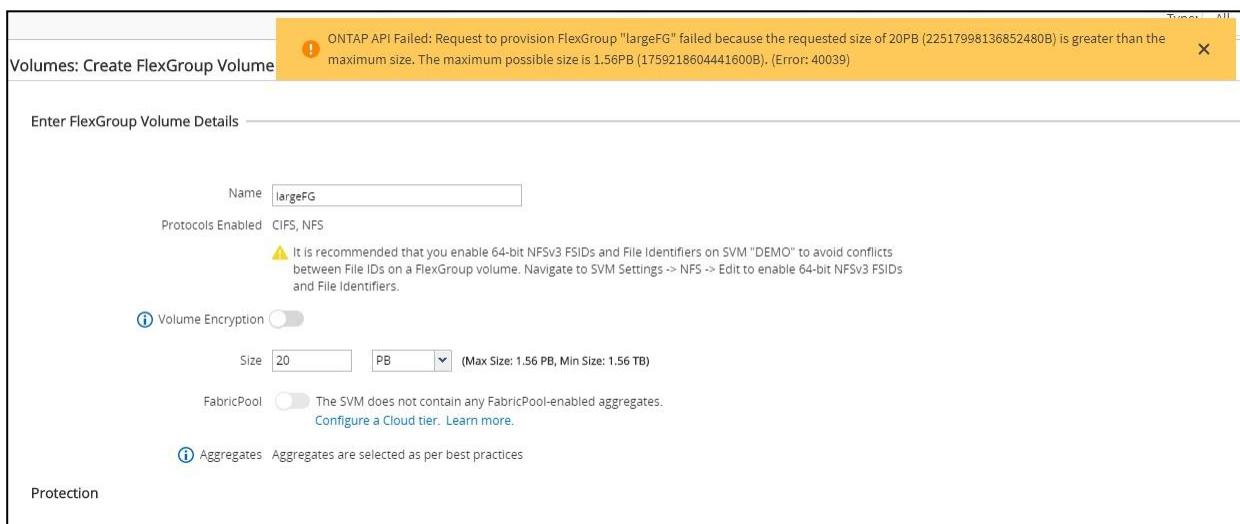
大容量ファイルを含むワークロードにおいて、数十または数百 TB のボリュームをプロビジョニングする場合に、[大容量ファイルに関するベストプラクティス](#)に準拠するには、メンバー ボリューム数を調整し、個々の容量を拡張してメンバー数を減らす必要があります。

たとえば、4 つのノードに 16TB の FlexGroup ボリュームを作成する場合、ONTAP のデフォルトの方法では、それぞれ 500GB のサイズのメンバー ボリュームが 32 個以上作成されます。平均ファイルサイズが 250GB の場合、500GB のメンバー ボリュームはデータを効率的に分散するのに十分な大きさではありません。このようなユースケースでは、より容量の大きい少数のメンバー ボリュームを含む FlexGroup ボリュームを手動で作成することを推奨します。

大容量または大量のファイルが必要です

FlexVol ボリュームのサイズは 100TB に制限されており、最大で 20 億ファイルを格納できます。2 ノード クラスタを使用していて、ONTAP で FlexGroup ボリュームを作成できる場合、1 つの FlexGroup ボリュームには最大 16 個のメンバー ボリュームが含まれます。これは、ノードあたりのベストプラクティスであるコードの数が 8 であるためです。次の例では、2 ノード クラスタで作成できる FlexGroup ボリュームの最大容量は 1.56PB です（ノードあたりのメンバー数は 8、メンバー数は 16、メンバー ボリュームあたりの容量は 100TB）。

図 43) System Manager で許可されている最大数を超えた FlexGroup ボリュームを作成する際のエラー



auto-provision-as オプションを指定した場合も同じエラーが表示されます。

```
cluster::*> vol create -vserver DEMO -volume largeFG -auto-provision-as flexgroup -size 2PB
Error: command failed: Request to provision FlexGroup volume "largeFGT" failed because the
requested size of 2PB (22517998136852480B) is greater than the maximum size. The maximum possible
size is 1.56PB (1759218604441600B).
```

自動化さ -aggr-list- multiplier れたツールで許可されるサイズよりも大容量の FlexGroup が必要な場合は、オプションを使用して、より多くのメンバー ボリュームを許可するように FlexGroup を手動で作成する必要があります。20PB の FlexGroup ボリュームには、200 個以上のメンバー ボリュームが必要です。FlexGroup メンバー ボリュームのサイズは、100TB 未満の値に設定して、あとでボリュームを拡張するためのスペースが必要になった場合に理想的です。メンバー ボリュームの最大値として 80~90TB を指定する必要があります。

ファイル数が許可されている最大ファイル数を超えなければならない場合も、同様の考慮事項を考慮する必要があります。16 メンバーの FlexGroup の例では、最大 32 億個のファイルが許可されます。さらにファイルが必要な場合は、maxfiles 値を最初に上げます。この処理を実行できない場合は (maxfiles 値が上限に達している場合など) 、メンバー ボリュームをさらに追加します。

[CLI から FlexGroup ボリュームを作成し、メンバー数を指定する方法の例](#)については、この技術レポートの後半の「コマンド例」を参照してください。

クラスタネットワークを回避する

より一般的なシナリオは、1 つのノードに [FlexGroup ボリュームを作成することでクラスタネットワークを回避](#)したり、[障害ドメイン](#)による被害を軽減したりする場合です。この使用事例で -aggr-list - aggr-list-multiplier volume create は、コマンドおよびオプションを使用して、ONTAP CLI を使用して指定されているアグリゲートを管理します。

多数のメンバー ボリュームが必要ですか？

通常、FlexGroup ボリュームのベストプラクティスのボリューム数を超えている必要はありません。ただし、容量の拡張 volume expand やファイル数の増加が必要な場合は、初期導入時にメンバー ボリュームの数を増やすことも、あとからコマンドを使用して増やすこともできます。一般に、メンバー ボリューム数の増加は、既存のメンバー ボリュームへのデータの格納が開始されるまでの時間よりも早く行うことを推奨します。メンバー ボリュームをあとで追加すると不均衡が生じ、ONTAP は調整が必要

で、ワークロードに影響を及ぼす可能性があります。メンバー ボリューム数に関する ONTAP のベスト プラクティスから逸脱する必要がある状況の詳細については、「クライアントでスペース不足エラーが発生する状況」のセクションを参照してください。」と入力します

サイズの大きいファイルおよびサイズの小さいファイルのメンバー数に関する考慮事項

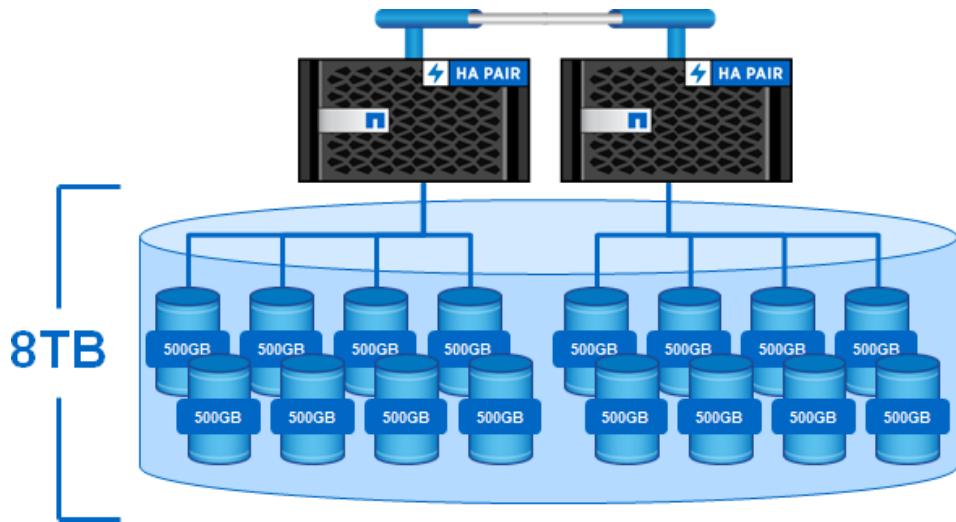
FlexGroup ボリュームは、多数の小さなファイルを含むファイル数の多い環境で最適に機能します。ただし、大容量のファイルでも問題なく動作します。[「大容量ファイルとは」](#)の項に記載されているように、大容量ファイルは、メンバー ボリュームに割り当てられている合計容量の割合で考慮する必要があります。

ワークロードに容量の大きいファイルがある場合は、FlexGroup の初期導入サイズを考慮する必要があります。デフォルトでは、FlexGroup はノードあたり 8 個のメンバー ボリュームを導入するため、FlexGroup レベルで定義されている容量のフットプリントは実質的に [total space/n number of member volumes] に分割されます。

たとえば、クラスタ内の 2 つのノードに 8TB FlexGroup が導入されていて、メンバー数が 16 の場合、各メンバー ボリュームのサイズは約 500GB になります。

多くのワークロードで、図 44 に示す分散はうまく機能します。ただし、ワークロード内の大きなファイルが、メンバー ボリュームの大容量のチャンクをいっぱいにする可能性がある場合は、パフォーマンスやアクセス性にも影響が及ぶ可能性があります。他のメンバー ボリュームよりも前にメンバー ボリュームがいっぱいになると、FlexGroup 9.6 より前のバージョンの ONTAP で「スペース不足」エラーが報告されることがあります。ONTAP 9.6 では、「柔軟なサイジング」や ONTAP 9.8 で「プロアクティブなサイズ変更」を使用することで、この「スペース不足」シナリオを緩和し、これらの「メンバー ボリュームがいっぱいになる」シナリオをより頻繁に行うことができます。

図 44) 容量をメンバー ボリュームに分割する方法



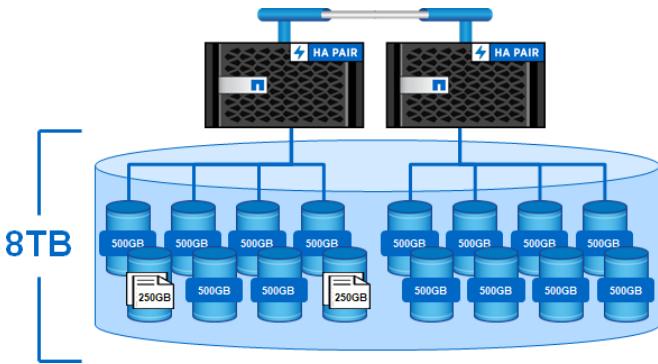
ベスト プラクティス 6：大容量ファイルのワークロードに対して実行する ONTAP のバージョンを最適化する

一般に、FlexGroup ボリュームを使用する際には最新の ONTAP リリースを利用することを推奨しますが、すべてのユーザが最新の ONTAP リリースにアップグレードできるわけではありません。ONTAP 9.8 の最新のパッチリリースを使用することを推奨します。そのバージョンを使用できない場合は、ONTAP 9.7 の最新のパッチリリースを使用してください。

たとえば、ワークロードに 250 GB のファイルがある場合、500 GB のメンバーを持つ FlexGroup にファイルを書き込むたびに、メンバーボリュームの合計容量の 50% がいっぱいになります。

2 つ目の 250GB のファイルがその 500GB のメンバーボリュームに書き込みを試みると、メンバーボリュームの書き込みに使用できる容量が不足してファイルが完成します。9.6 より前のバージョンの ONTAP では、（ボリュームの自動拡張が有効になっていないかぎり）ファイルは書き込みを完了できません。

図 45) FlexGroup メンバーボリューム内の大容量ファイルの影響



FlexGroup ボリューム内のファイルはストライプされず、常に 1 つの FlexVol メンバー ボリュームに書き込まれます。したがって、書き込みに対応できる十分なスペースが単一のメンバー ボリュームに必要です。

ONTAP 9.6 以降 out of space のエラスティック サイジングでは、クライアントを送信する前に一時停止してエラーを報告し、同じ FlexGroup 内の他のメンバー ボリュームの空きスペースを借りて、問題が解決されます。ただし、ボリュームのオート サイズを有効にすると、そのボリュームで柔軟なサイズ変更が無効になります。エラスティック サイズ変更は、容量管理を回避する手段ではなく、容量の問題による影響を軽減する事後対応策です。ただし、最良の結果を得るために、メンバー ボリュームの容量を 80 ~ 90% 未満に保つ必要があります。

ONTAP 9.8 のプロアクティブなサイズ変更は、柔軟なサイズ変更とボリュームのオート サイズのメリットを兼ね備えています。ONTAP では、ファイルの作成がスペース不足になるのを待たずに、空きスペースのしきい値でメンバー ボリュームのサイズをプロアクティブに増やして、容量の不均衡が発生する影響を軽減し、個々のメンバー ボリュームの容量管理が不要になります。また、ボリュームの自動拡張とプロアクティブなサイズ変更を組み合わせて使用できるため、FlexGroup の合計容量がしきい値に達した場合に、ONTAP によって自動的にサイズが指定した値に拡張されます。

最終的には、物理スペースが不足したときにストレージを追加する必要があります。また、FlexGroup ボリュームにノードやディスクをすばやく簡単に追加できるため、システムを停止する必要がありません。

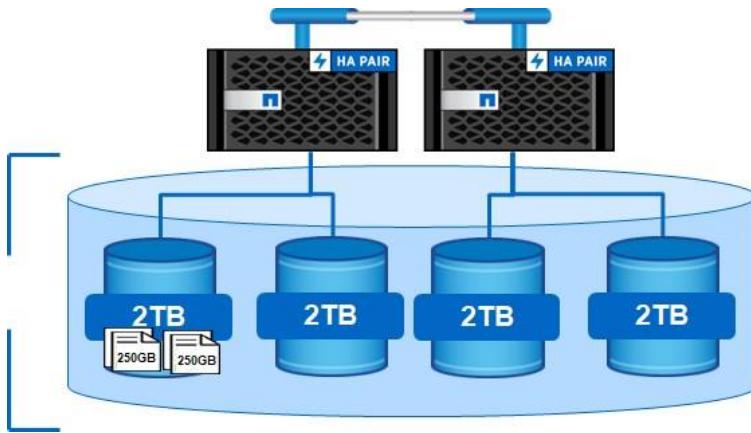
FlexGroup ボリュームをサイジングする際は、新しい FlexGroup を導入する前、または新しいワークロードが既存の FlexGroup ボリュームにアクセスできるようにする前に、ワークロードと平均ファイルサイズを分析することを推奨します。ネットアップでは XCP を提供しています。XCP はファイルを迅速に分析し、サイズについてレポートを作成でき XCP の詳細については、「[Migrating to NetApp FlexGroup](#)」を参照してください。

FlexGroup ボリュームに格納されるサイズファイルを適切に把握したら、初期導入時にボリュームのサイズを決定する方法を設計上決定できます。

次のオプションがあります。

- メンバーボリュームの数はデフォルトのままにしておき、**FlexGroup** ボリュームを拡張します。
FlexGroup の合計ボリュームサイズは、ワークロードを処理できるメンバーボリュームサイズに対応できる十分な大きさに設定します。この例では、**FlexGroup** ボリュームは 80TB で、ボリュームあたり 5TB の 16 メンバーボリュームを提供します。ただし、この方法ではより多くの物理容量が必要になります（シンプロビジョニングを使用しない場合）。

図 46) より少ない、より大容量のメンバーボリューム



- メンバーボリューム数を手動で減らし、**FlexGroup** 容量はそのままにしておきます。自動化されたコマンドのデフォルト値をそのまま使用する代わりに、CLI を使用して、総容量は同一だが含まれるメンバーボリューム数が少ない（ただし大容量である）**FlexGroup** ボリュームを作成できます。この例では、メンバーボリュームの数をノードあたり 2 つに抑えて 8TB **FlexGroup** を構成すると、各メンバーボリュームのサイズは 2TB になります。これにより、使用可能なボリュームアフィニティの数が削減されますが（ファイルの取り込みのために **FlexGroup** ボリュームの全体的なパフォーマンスが低下する可能性があります）、ファイルをより大容量に配置できるようになります。
 大容量ファイルをメンバーボリュームに配置したあとのパフォーマンスは、**FlexVol** またはメンバーボリュームが多い **FlexGroup** の場合とほぼ同じです。

容量管理機能

次の表に、ONTAP のリリースに応じて使用できる容量管理機能を示します。

表 14) 容量管理の決定マトリックス

| ONTAPバージョン | 容量管理機能 |
|-----------------------|---|
| ONTAP 9.2 以下 | <ul style="list-style-type: none"> シンプロビジョニング 容量アラート Storage Efficiency |
| ONTAP 9.3 ~ ONTAP 9.4 | <ul style="list-style-type: none"> シンプロビジョニング 容量アラート Storage Efficiency ボリュームのオートサイズ（自動拡張 / 自動縮小） qtree およびクオータの監視 |
| ONTAP 9.5 | <ul style="list-style-type: none"> シンプロビジョニング 容量アラート Storage Efficiency ボリュームのオートサイズ（自動拡張 / 自動縮小） qtree およびクオータの監視 |

| ONTAPバージョン | 容量管理機能 |
|-----------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> クオータの適用 FabricPool自動階層化 |
| ONTAP 9.6 - ONTAP 9.7 | <ul style="list-style-type: none"> シンプロビジョニング 容量アラート Storage Efficiency ボリュームのオートサイズ（自動拡張 / 自動縮小） qtree およびクオータの監視 クオータの適用 FabricPool自動階層化 エラスティックサイジング |
| ONTAP 9.8 RC1以降 | <ul style="list-style-type: none"> シンプロビジョニング 容量アラート Storage Efficiency ボリュームのオートサイズ（自動拡張 / 自動縮小） qtree およびクオータの監視 クオータの適用 FabricPool自動階層化 エラスティックサイジング プロアクティブなサイズ変更 |

アグリゲートの空きスペースに関する考慮事項

FlexGroup ボリュームの作成時には、次の特性を持つアグリゲート（アグリゲート）に FlexGroup を導入するのが理想的です。

- 複数のアグリゲート間で約均一の空きスペース（特にシンプロビジョニングを使用する場合は重要）
- FlexGroup ボリュームの作成後にアグリゲートメタデータに使用可能な空きスペースが約 3%（ONTAP 9.5 以前）
- ONTAP 9.6 以降では、10GB 以上または 0.6% 以上の空きスペース（いずれか小さい方）

ONTAP 9.5 以前のバージョンでは、シックプロビジョニングまたはスペースギャランティを使用している場合、FlexGroup ボリュームでアグリゲートが 97% を超えていっぱいになることがあります。このエラーが発生 request size is greater than maximum size して試行が失敗しました。シンプロビジョニングを使用してアグリゲートをオーバーコミットすることは可能ですが、一方のアグリゲートのスペースがもう一方のアグリゲートよりも多い場合は、パフォーマンスに影響したり、もう一方のアグリゲートのスペースが不足する前に、メンバーのスペースが不足するリスクがあります。

ONTAP 9.6 以降のバージョンでは、重複排除メタデータがチェックされなくなりました。

メンバーボリュームの容量が重要なのはなぜですか？

FlexGroup ボリュームの目的は、基盤となるメンバーボリュームに細心の注意を払うことなく、FlexGroup レベルからボリュームを管理することです。ほとんどの場合、これが FlexGroup ボリュームの動作です。

ただし、ONTAP 9.8 より前のリリースでは、FlexGroup ボリュームを作成および管理するときに、メンバーボリュームの容量をより頻繁に考慮する必要がありました。

メンバーボリューム内の使用可能な空きスペースは、FlexGroup ボリュームにローカルまたはリモートで新しいファイルを取り込む頻度に影響し、その結果、新しいファイルを作成するために FlexGroup ボリューム内のパフォーマンスと容量の配分に影響することがあります。

ワークロード内の平均ファイルサイズと最大ファイルサイズを考慮することは、初期 FlexGroup を設計する場合に重要です。これは、[大容量ファイル](#)が個々のメンバー ボリュームをより早く占有し、新しいファイルの作成によるリモート割り当てを増やしたり、他のメンバー ボリュームが実行される前にメンバー ボリュームのスペースが不足する原因になるためです。メンバー ボリュームにすでに配置されているファイルはそのまま残っているため、拡張時にそのボリューム内の使用済み容量が増加します。ただし、すでに配置されているファイルは、新しいファイルの作成とは異なり、バランスが取れていない FlexGroup ボリュームではパフォーマンスへの影響が一般に同じではありません。

容量の不均衡は、単独の問題ではありませんが、パフォーマンスの問題や容量利用率の問題の根本的な原因として機能します。パフォーマンス問題を使用していて、容量の不均衡が疑われる場合は、パフォーマンスデータの分析を支援するためにネットアップサポートケースをオープンしてください。容量の不均衡が問題のように見える場合もありますが、実際の問題ではルート原因が異なります。

ベストプラクティス 7：メンバー ボリューム サイズに関する推奨事項

ネットアップでは、最大のファイルがメンバー ボリュームの容量の 1~5% を超えないように、メンバー ボリュームのサイジングを推奨しています。各ノードのメンバー数が 2 つ未満の FlexGroup ボリュームは作成しないでください。

ボリューム サイズに関する初期の考慮事項

一般的な導入問題では、FlexGroup ボリュームのメンバー ボリューム容量をサイジングします。多くの場合、ストレージ管理者にとって特に関心があるのは全容量であり、基盤となるメンバー ボリュームについて考えるのが一般的ではありません。そのため、80TB は 80TB にする必要があります。しかし、FlexGroup では、80TB が実際には 80TB で、メンバー ボリュームの総数で割った値になります。

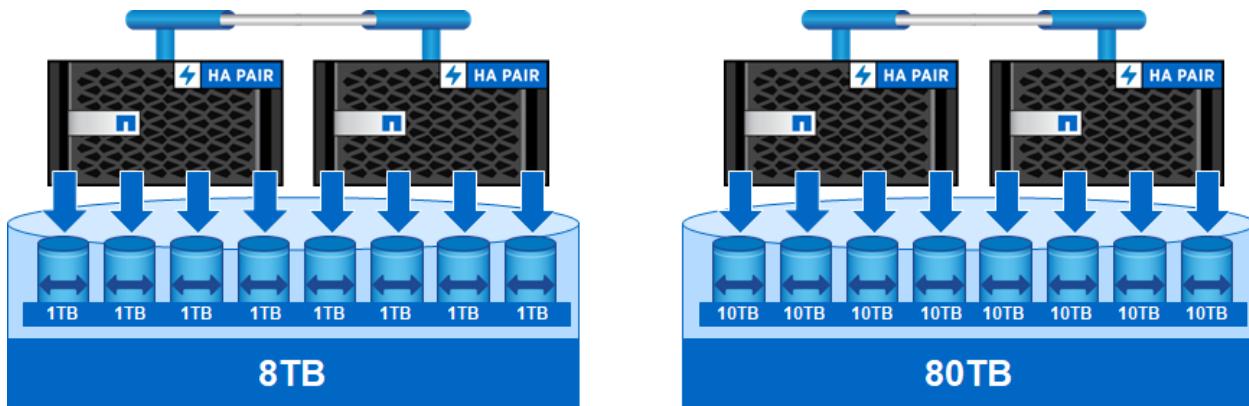
FlexGroup ボリュームはほとんどの容量でも作成できますが、いくつかの FlexVol メンバー ボリュームを FlexGroup の合計サイズで構成する点に注意してください。デフォルトでは、自動 FlexGroup コマンドは、使用する導入方法に応じて、デフォルトの数のメンバー ボリュームを作成します（詳細については、「FlexVol メンバー ボリュームのレイアウトに関する考慮事項」を参照してください）。

ベストプラクティス 8：FlexGroup の導入を簡易化する

メンバー ボリュームについて心配する必要がなくなった場合は、ONTAP 9.8 にアップグレードしてプロアクティブなサイズ変更を行うことで、メンバー ボリュームのサイズを抑えることができます。

たとえば、8 個のメンバー ボリュームを含む 80TB の FlexGroup ボリュームでは、各メンバー ボリュームのサイズは 10TB です。このようなメンバー ボリュームのサイズは、ほとんどのワークロードの場合、10TB はかなり大きなサイズであるため、重要なことです。ただし、ワークロードのファイルサイズを把握して、それに応じて容量を計画することが重要です。たとえば、ワークロードに 500GB のファイルがある場合、10TB のメンバー ボリュームは問題がないのに対し、1TB のメンバー ボリュームでは問題が発生します。

図 47) FlexGroup ボリューム-メンバーサイズと FlexGroup ボリューム容量の比較



新しい FlexGroup ボリュームで最初に消費されるスペース

各 FlexGroup メンバー ボリュームは、内部使用のためにわずかなスペース（約 50MB）を確保します。メンバー ボリュームのサイズが 100GB 以上の場合、使用済みスペースは 0.05% 前後で、ONTAP ではごくわずかです。ただし、使用済みスペースは空の FlexGroup ボリュームの出力に表示されるので、FlexGroup ボリュームを導入する際には問題ありません。

たとえば、次のとおりです。

```
cluster::*# vol show -vserver DEMO -volume fgautogrow* -fields used
vserver volume           used
-----
DEMO    fgautogrow_0006 57.48MB
DEMO    fgautogrow_0008 57.48MB
DEMO    fgautogrow_0001 57.50MB
DEMO    fgautogrow_0004 57.50MB
DEMO    fgautogrow_0005 57.52MB
DEMO    fgautogrow_0007 57.52MB
DEMO    fgautogrow_0002 57.57MB
DEMO    fgautogrow_0003 57.57MB
DEMO    fgautogrow        460MB
```

FlexGroup ボリュームの縮小

ONTAP 9.6 よりも前のバージョンでは、FlexGroup ボリュームは FlexGroup ボリュームの合計容量の縮小をサポートしていましたが、ボリュームのオートサイズを使用して個々のメンバー ボリュームを縮小することができました。ボリュームの縮小もサポートされますが、初期作成時のボリュームのサイズ超過は避けてください。サイズを大きくしすぎると、あとで容量を拡張する必要があり、新しいメンバー ボリュームを追加する必要がある場合に、同じサイズのメンバー ボリュームを追加する必要があるため、管理オプションが制限される可能性があります。

Snapshot コピーと Snapshot リザーブ

ONTAP の Snapshot コピーは、データが上書きされるまでスペースを使わずにファイルシステムのポイントインタイムコピーを作成するように設計されています。データを変更または削除すると、アクティブファイルシステム (AFS) から削除済みとマークされ、ONTAP は Snapshot コピーへのポインタをリダイレクトします。完了すると、使用済みスペースが Snapshot コピーに表示されます。

Snapshot リザーブ

デフォルトでは、ボリュームに 5% の Snapshot コピーリザーベーションが割り当てられます。つまり、100TB のボリュームをプロビジョニングすると、そのボリューム (5TB) の 5% が Snapshot コピーに割り当てられます。その volume show df ため、ストレージシステムでのボリュームサイズの出力（やなど）には、使用可能なスペースが 95TB と表示されます。この場合、クライアントには使用可能なスペースとして表示されます。FlexGroup ボリュームでは、Snapshot リザーブは FlexGroup レベルで設定されますが、各メンバー ボリュームに適用されます。100TB の FlexGroup ボリュームの Snapshot リザーブは 5TB になる可能性がありますが、個々のメンバー ボリュームは 5TB の値を均等に共有します。8 個のメンバー ボリュームがある場合、各ボリュームには 640GB の容量が Snapshot コピー用にリザーブされます。

Snapshot オーバーフロー

Snapshot コピーの使用量が Snapshot リザーブのサイズを超えた場合、そのスペースは AFS の容量を使い始めます。ONTAP は、Snapshot コピーに使用されているスペースが 100% を超えていることを報告します。ボリューム内の物理データがない場合でも、ボリューム内の使用済みスペースの合計が増加します。

例については、「Snapshot オーバーフローの例」を参照してください。

Snapshot オーバーフローと Snapshot スキナ

ONTAP は、ボリュームの定期的なスキャンを実行して、WAFL で使用済みブロックと変更されたブロックをチェックします。これは、ボリューム内の使用済みスペースを適切に計算するために使用されます。これらのスキナの詳細については、ナレッジベースの記事「[個々の Snapshot サイズがこのボリュームの DF 出力と一致しない](#)」を参照してください。

これらのスキナは低優先度のジョブであり、本番環境のワークロードを遅らせるため、処理速度はシステムの負荷によって異なります。これらのスキナは、次のように表示できます。

```
Mon Dec 21 19:24:30 -0600 [CLUSTER: scan_ownblocks_calc_wkr: wafl.scan.ownblocks.done:info]:  
Completed block ownership calculation on volume vol_0003@vserver:ebf4370e-208a-11eb-921e-  
d039ea2020c8. The scanner took 202 ms.
```

ボリュームのサイズが小さい場合（100GB など）は、一杯までの時間が短縮されます。このような場合、特に高速の AFF システムでは、受信データ書き込みのパフォーマンスがスキナよりも高速になる可能性があります。そのため、ストレージ管理者がスペースの追加や Snapshot の削除によって容量のニーズに対応する時間に余裕がありません。このよう out of space な場合、ボリュームの自動拡張が有効にならないかどうかが報告されることがあります。他のメンバーボリュームから借用するスペースは残っていないためです。

Snapshot オーバーフローの修復のヒント

Snapshot オーバーフローは、Snapshot リザーブのオーバーラン時に ONTAP で Snapshot コピーがどのように動作するかを示す正常な機能です。Snapshot オーバーフローの影響と Snapshot がどれくらい早く拡張できるかは、ボリュームの合計サイズによって異なります。ボリュームのサイズが小さいほど Snapshot リザーブスペースの合計が少なくなり、Snapshot オーバーフローの影響を受けやすくなります。Snapshot オーバーフローの影響を最小限に抑えるために、次の処理を 1 つ以上実行できます。

- FlexGroup の合計ボリュームサイズを増やします。これにより、使用可能な Snapshot リザーブの合計数も増え、Snapshot オーバーフローは少なくなります。
- Snapshot コピーを使用する場合は、サイズの小さい FlexGroup ボリュームは作成しないでください。
- スナップショット予約の割合を大きくすると、データチャーンが増加します。クライアントには、アクティブファイルシステムで利用可能な容量しか表示されず、予約済みスナップショット容量は表示されません。
- 可能であれば、より大きなスナップショットを削除します。FlexGroup ボリュームでは現在 Snapshot の自動削除がサポートされていないため、Snapshot コピーを手動またはスクリプトで削除する必要があります。
- スナップリザーブを 0 に設定します。これにより、スナップショットの使用済みスペースが AFS にすぐに反映されます。

ボリュームのオートサイズ（自動拡張と自動縮小）

ONTAP 9.3 では、FlexGroup ボリュームに対するボリュームの自動拡張のサポートが追加されました。このサポートにより、ストレージ管理者は、FlexGroup ボリュームに自動拡張ポリシーを設定できます。このポリシーを設定することで、ボリュームが容量の限界に近づいた場合に、ONTAP で FlexVol のサイズを事前に定義されたしきい値まで引き上げることができます。FlexGroup ボリュームへのボリュームの自動拡張の適用は、FlexVol ボリュームと同じ方法で行います。しきい値を指定してさまざまなオプションを設定します。詳細については、[製品ドキュメント](#)を参照してください。

設定オプションは FlexVol と同じで、次のオプションがあります。

```
[-max-autosize {<integer>[KB|MB|GB|TB|PB]}] - Maximum Autosize
This parameter allows the user to specify the maximum size to which a volume can grow. The default for volumes is 120% of the volume size. If the value of this parameter is invalidated by manually resizing the volume, the maximum size is reset to 120% of the volume size. The value for -max-autosize cannot be set larger than the platform-dependent maximum volume size. If you specify a larger value, the value of -max-autosize is automatically reset to the supported maximum without returning an error.

[-min-autosize {<integer>[KB|MB|GB|TB|PB]}] - Minimum Autosize
This parameter specifies the minimum size to which the volume can automatically shrink. If the volume was created with the grow_shrink autosize mode enabled, then the default minimum size is equal to the initial volume size. If the value of the -min-autosize parameter is invalidated by a manual volume resize, the minimum size is reset to the volume size.

[-autosize-grow-threshold-percent <percent>] - Autosize Grow Threshold Percentage
This parameter specifies the used space threshold for the automatic growth of the volume. When the volume's used space becomes greater than this threshold, the volume will automatically grow unless it has reached the maximum autosize.

[-autosize-shrink-threshold-percent <percent>] - Autosize Shrink Threshold Percentage
This parameter specifies the used space threshold for the automatic shrinking of the volume. When the amount of used space in the volume drops below this threshold, the volume will shrink unless it has reached the specified minimum size.

[-autosize-mode {off|grow|grow_shrink}] - Autosize Mode
This parameter specifies the autosize mode for the volume. The supported autosize modes are:



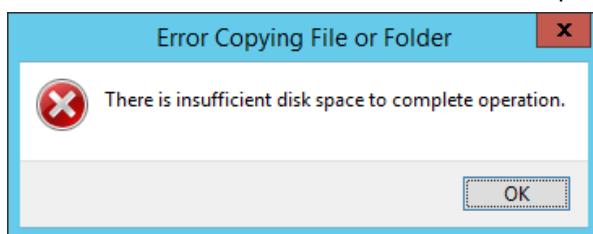
- o off - The volume will not grow or shrink in size in response to the amount of used space.
- o grow - The volume will automatically grow when used space in the volume is above the grow threshold.
- o grow_shrink - The volume will grow or shrink in size in response to the amount of used space.


By default, -autosize-mode is off for new volumes, except for DP mirrors, for which the default value is grow_shrink. The grow and grow_shrink modes work together with Snapshot autodelete to automatically reclaim space when a volume is about to become full. The volume parameter -space-mgmt-try-first controls the order in which these two space reclamation policies are attempted.

[-autosize-reset [true]] } - Autosize Reset
This allows the user to reset the values of autosize, max-autosize, min-autosize, autosize-grow-threshold-percent, autosize-shrink-threshold-percent and autosize-mode to their default values. For example, the max-autosize value will be set to 120% of the current size of the volume.
```

FlexGroup ボリュームのオートサイズの仕組み

ONTAP ボリュームのメンバーENOSPCが書き込みを受け付けられない場合 FlexGroup、ONTAP 9.6 よりも前のバージョンでは「Insufficient Space ()」エラーがクライアントに返されます。



ONTAP 9.6 以降では、クライアントにエラーを送信する代わりに、ONTAP が他のメンバーボリューム内で空きスペースを検索する間、処理が一時的に中断されます。空きスペースがあると、メンバーボリュームは増え、別のメンバーボリュームも同じだけ縮小されます。これにより、FlexGroup の合計サイズは同じになります。これは Elastic サイジングと呼ばれ、あとで詳しく説明します。

ボリュームのオートサイズが有効になっている場合は、別のメンバーボリュームのスペースを一時停止して借用し、同じ合計容量を維持するのではなく、容量のしきい値に達したときに、メンバーボリュームが設定された容量で拡張されます。これにより、FlexGroup の合計ボリュームサイズが、メン

バーボリュームの増大分だけ増加します。

たとえば、10TB の FlexGroup があり、メンバー ボリュームが 1TB 単位で自動的に拡張された場合、ボリュームの自動拡張が可能な 11TB の FlexGroup が作成されます。

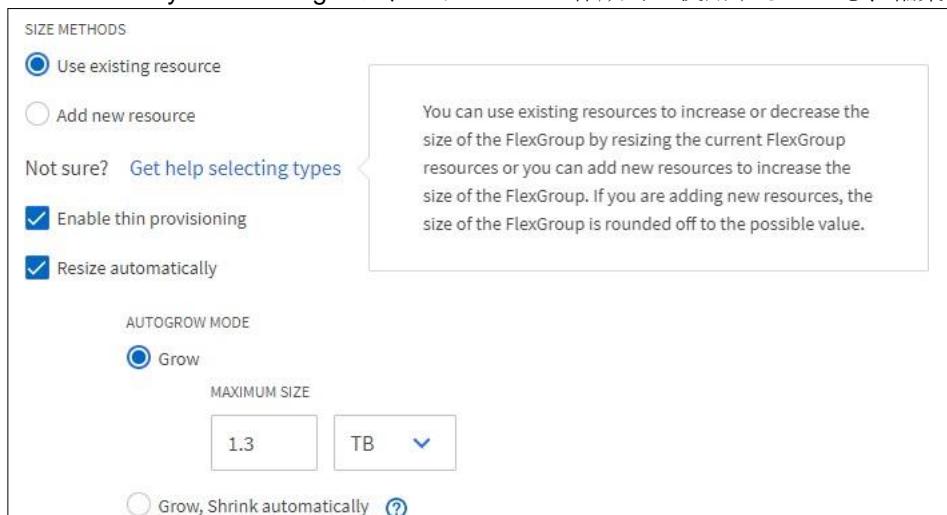
ボリュームの自動縮小

自動拡張に加えて、ボリュームのオート サイズ機能にも自動縮小機能があります。この機能 - autosize-mode は、オプションを使用して有効または無効にできます。自動縮小を使用 - autosize-shrink-threshold-percent すると、使用済み容量が設定した値に達した場合に、ONTAP によってメンバー ボリュームを通常のサイズに縮小できます。この 11TB の FlexGroup ボリュームに、拡張したメンバー ボリューム内に 1TB の空きがある場合、どのように設定しても縮小されますが、デフォルトでは元のボリューム サイズよりも小さくなりません。

ボリュームのオート サイズを有効にする方法

ボリュームのオート サイズは、いくつかの方法で有効にできます。

1. ONTAP System Manager は、ボリュームの作成時に使用することも、編集 :



2. volume autosize コマンドは CLI から使用できます。

```
cluster::> volume autosize -vserver DEMO -volume fgautogrow -maximum-size 100g -grow-threshold-percent 80 -autosize-mode grow
```

- 次のコマンドを使用して、有効になっていることを確認できます。

```
cluster::> vol autosize -vserver DEMO -volume fgautogrow  
Volume autosize is currently ON for volume "DEMO:fgautogrow".  
The volume is set to grow to a maximum of 100g when the volume-used space is above 80%.  
Volume autosize for volume 'DEMO:fgautogrow' is currently in mode grow.
```

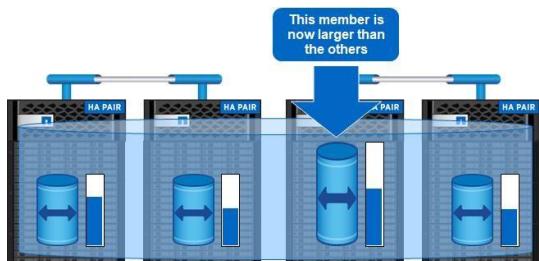
3. volume modify コマンドは CLI から使用できます。

```
cluster::> volume modify -vserver DEMO -volume fgautogrow -autosize-mode grow_shrink -autosize-grow-threshold-percent 95% -autosize-shrink-threshold-percent 50% -max-autosize 1.20PB -min-autosize 1PB
```

自動拡張によってメンバー ボリュームが拡張されたあと、メンバー ボリュームの使用可能なサイズと割り当てに不均衡があります。これは意図的なものです。

また、メンバー ボリュームのサイズが大きいため、FlexGroup の合計 サイズも大きくなりました。FlexGroup の合計 ボリューム サイズを拡張したくない場合は、ボリュームの自動拡張を無効なままにしておき、エラスティック サイジング (ONTAP 9.6 以降) やプロアクティブな サイズ 変更 (ONTAP 9.8 以降) など、ONTAP の他の容量管理機能を使用してもかまいません。

図 48) `volume autosize` 处理後のメンバー ボリューム サイズの割り当て



ボリュームのオートサイズとエラスティック サイジングの連動

ONTAP 9.6 以降では、[エラスティック サイジング](#)を使用して、他のメンバー ボリュームのスペースを借りて、ほぼフルになったメンバー ボリュームでファイル書き込みを完了できます。これは、FlexGroup ボリュームの合計 サイズを拡張しなくとも実行されます。メンバー ボリューム内でスペースが解放されると、メンバー ボリュームのサイズを元の容量に戻すための柔軟なサイジングが開始されます。

一方、ボリュームのオートサイズでは、スペースのしきい値に達したときにメンバー ボリュームを自動的に拡張することで、FlexGroup ボリュームの合計 サイズにスペースが追加されます。

エラスティック サイジングは、FlexGroup ボリュームに対してデフォルトで有効になっています。ONTAP 9.6 および ONTAP 9.7 でボリュームのオートサイズを有効にすると、そのボリュームに対して柔軟なサイジングは有効になりません。ONTAP 9.8 以降では、ボリュームのオートサイズを柔軟なサイジングに使用できます。

ボリュームのオートサイズとプロアクティブなサイズ変更

プロアクティブなサイズ変更は ONTAP 9.8 以降で利用でき、「プロアクティブなサイズ変更」セクションで説明します。

ボリュームのオートサイズは、プロアクティブなサイズ変更と連動します。プロアクティブなサイズ変更はメンバー ボリュームの容量を調整し、オートサイズが容量のしきい値に達した場合は ONTAP によってボリュームのオートサイズが適用されます。ボリュームのオートサイズを無効にすると、プロアクティブなサイズ変更が自動的に実行されます。プロアクティブなサイズ変更がオートサイズを有効にした場合の動作の詳細については、「プロアクティブなサイズ変更動作 - ボリュームのオートサイズを有効にする」を参照してください。

FlexVol と FlexGroup の Storage Efficiency の違い

FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームはどちらも ONTAP と同じ Storage Efficiency 機能を利用しますが、これらの機能の動作方法とボリューム タイプのアーキテクチャにより、効率化の動作方法とスペース削減量が異なる点があります。

Storage Efficiency 機能の比較 : FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリューム

表 15 に、ONTAP 9.9.1 以降でサポートされる Storage Efficiency 機能とボリューム形式（適用方法）の一覧を示します。Storage Efficiency 機能のほとんどは、FlexGroup ボリューム レベルで適用されますが、非アクティブ データ圧縮は例外で、この機能はメンバー ボリューム レベルで適用されます。詳細については、[ONTAP で Storage Efficiency 機能を使用するための製品ドキュメント](#)を参照してください。

表 15) ONTAP の Storage Efficiency サポートマトリックス : FlexVol と FlexGroup

| 効率化機能 | FlexVolサポート | FlexGroupサポート |
|------------------------------------|-------------|---------------|
| インライン重複排除 * | はい | はい |
| インラインデータコンパクション | はい | はい |
| インラインデータ圧縮 | はい | はい |
| インラインのボリューム間重複排除 * | はい | はい |
| ポストプロセスのボリューム重複排除 | はい | はい |
| バックグラウンドのボリューム間重複排除 * | はい | はい |
| インラインアダプティブ圧縮 | はい | はい |
| 圧縮アルゴリズムの変更 (バックグラウンドのみ) | はい | はい |
| 温度に敏感な Storage Efficiency (TSSE) * | はい | はい |
| アクセス頻度の低いデータ圧縮 | はい | はい ** |
| ポストプロセス・データ圧縮 *** | はい | はい |

* AFF / Flash Pool 対応機能のみ。

** メンバーボリュームレベルで適用されます。

*** AFF ではサポートされていません。

ストレージ効率化の処理

ONTAP は、インライン（データの初回取り込み時など）とポストプロセス（データの書き込み完了後）の 2 つの主要な方法で Storage Efficiency 処理を実行します。インライン効率化は便宜的に設計されているため、ONTAP はパフォーマンスに影響を与えない場合は効率化を適用します。効率化機能がインラインで適用されない場合は、ポストプロセスフェーズで適用されます。

インライン効率化機能は、AFF プラットフォーム、Flash Pool アグリゲート、およびデータ保護最適化ライセンスが設定されたシステムでのみサポートされます。FAS システムでは、ポストプロセスの Storage Efficiency 機能によってスペースを削減します。

Storage Efficiency ドメイン

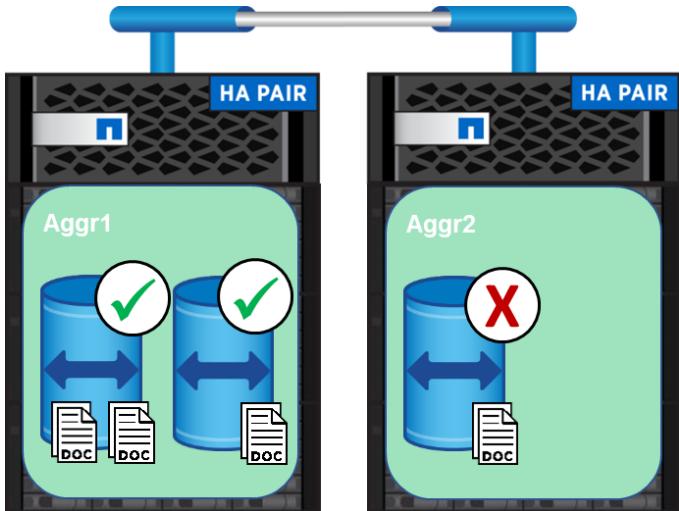
Storage Efficiency は、ONTAP のいくつかのドメインで機能します。

- ファイルレベル (圧縮: インラインおよびポストプロセス)
- ボリュームレベル (重複排除-インラインおよびポストプロセス)
- アグリゲートレベル (重複排除-インラインおよびポストプロセス、インラインデータコンパクション)

そのため、効率化処理の動作は、使用している Storage Efficiency テクノロジによって異なります。重複排除については、ボリュームレベルおよびアグリゲートレベルでのスペース削減量が ONTAP に表示されます。したがって、ストレージシステム内に同じファイルのコピーが 2 つある場合、(ボリュームに適用されている Storage Efficiency ポリシーに応じて) 両方のファイルが同じボリュームまたは同じアグリゲートにあると、重複排除機能によってスペース使用量が削減されます。

ファイルが異なるボリュームや異なるアグリゲートにある場合 (どちらかまたは両方)、ONTAP は ONTAP が使用している Storage Efficiency ドメインに属しているため、データの重複排除を実行できません。

図 49) Storage Efficiency ドメインー重複排除が有効になるのはいつですか？



- インライン データ圧縮はファイルレベルで行われるため、Storage Efficiency ドメインの概念がないため、FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームで圧縮による削減効果をほぼ同じにする必要があります。
- データ コンパクション : ONTAP の WAFL レベルで実行されます。ストレージに書き込まれるデータが 4K ブロックを完全に一杯にしない場合は、4K ブロック 1 つに圧縮されます。たとえば、2 つの 2K ブロックが ONTAP に書き込まれると、それらは 1 つの 4K ブロックに結合されます。データコンパクションによる削減効果はアグリゲートレベルで確認できます。

FlexVol ボリュームの効率化

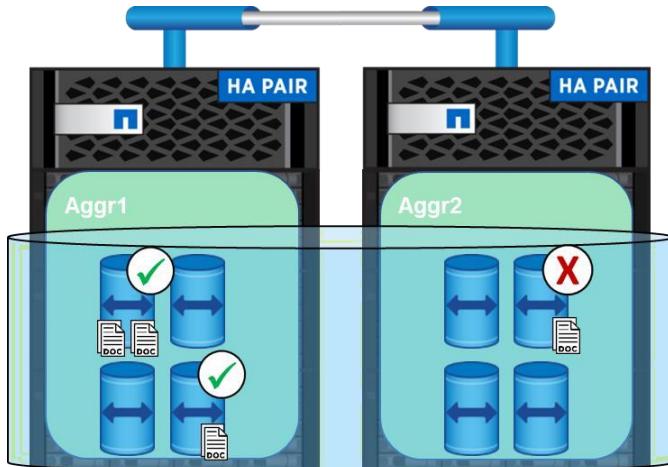
- FlexVol ボリュームは、常に適格な Storage Efficiency ドメインに含まれるように、1 つのノードまたはアグリゲートにのみ、常に配置されます。FlexVol ボリューム内のファイルには、ボリュームレベルの効率化が常に適用されます。
- 同じファイルのコピーが同じアグリゲート内の異なる FlexVol に 2 つ存在する場合は、システムでボリューム間で重複排除が有効になっていれば、アグリゲートレベルでストレージ効率化が適用されます。
- 同じファイルのコピーが異なるアグリゲート内の異なる FlexVol に 2 つ存在する場合、Storage Efficiency による削減はそれらのファイルには適用されません。
- 使用している FlexVol ボリュームで NVE が有効になっている場合は、ファイルの同一のコピーは一致しなくなります。これは、データを一意に処理する暗号レイヤがあるため、重複排除による影響を排除することができないためです。
- 使用している FlexVol が NVE を使用しているアグリゲート内にある場合、そのアグリゲート内のすべてのボリュームで同じ暗号化キーを共有し、ストレージ効率を向上させることができます。

FlexGroup ボリュームの効率化

- FlexGroup ボリュームには、1 つ以上の FlexVol メンバーボリュームを格納し、ONTAP クラスタ内の 1 つ以上のアグリゲートにまたがることができます。そのため、FlexGroup における Storage Efficiency の効果は、FlexGroup ボリュームのレイアウトにのみ左右されます。一般に、複数のアグリゲートにまたがる FlexGroup ボリュームでの Storage Efficiency による削減量は、FlexVol ボリュームの削減量よりも少なくなります。
- データの取り込みとレイアウト（ファイルの作成時にファイルが配置される場所）は ONTAP によって制御されるため、Storage Efficiency の効果はボリューム内のデータの場所によって大きく異なります。FlexGroup ボリュームに配置されたデータは、元の場所にとどまり、ファイルベースのコピーが FlexGroup ボリュームに再度実行されないかぎり、遡って移動することはありません。

- FlexGroup ボリュームに単一のメンバー ボリュームがあり、1 つのアグリゲートに配置されている場合、そのボリュームは FlexVol ボリュームであり、データは引き続きボリュームの Storage Efficiency ドメインにあるとみなされるため、FlexVol とほぼ同じ Storage Efficiency が適用されます。
- FlexGroup ボリュームに複数のメンバー ボリュームがあり、單一ファイルの同一のコピーが同じメンバー ボリュームに存在する場合は、ファイルがボリュームの Storage Efficiency ドメインにあるため、FlexVol と同様の Storage Efficiency 機能があります。
- FlexGroup ボリュームに同じアグリゲート内に複数のメンバー ボリュームがあり、單一ファイルの同一のコピーが別々のメンバー ボリュームに存在する場合、アグリゲートレベルの重複排除は Storage Efficiency のみであり、ボリュームの Storage Efficiency ドメインは Storage Efficiency による削減効果はありません。削減効果は、FlexGroup ボリュームレベルではなくアグリゲートレベルでレポートされます。
- FlexGroup ボリュームに複数のメンバー ボリュームがあり、同じファイルの同一のコピーが異なるアグリゲート内の複数のメンバー ボリュームに存在する場合、Storage Efficiency の効果は、それらのファイルが FlexGroup ボリューム内のどこに存在するかにのみ左右されます。メンバー ボリュームの場所やアグリゲートの場所に共通事項がある場合、Storage Efficiency による削減効果がいくつか表示されます。同一のファイルコピーがそれぞれ異なるアグリゲート内の一意のメンバー ボリュームで実行される場合、重複排除によるストレージ効率化による削減効果はありません。
- インライン効率化機能は、効率化ドメイン（ボリュームとアグリゲート）について同じルールに従う必要があるため、ポストプロセスの効率化とは異なり、FlexGroup ではさらに効率化の効果が得られません。
- FlexGroup ボリュームには、同じボリューム暗号化ルールが適用されます。ボリュームレベルの暗号化では、データと効率性が一意になります。アグリゲートレベルの暗号化では、共通のキーが維持され、ボリューム間での重複排除も維持されます。

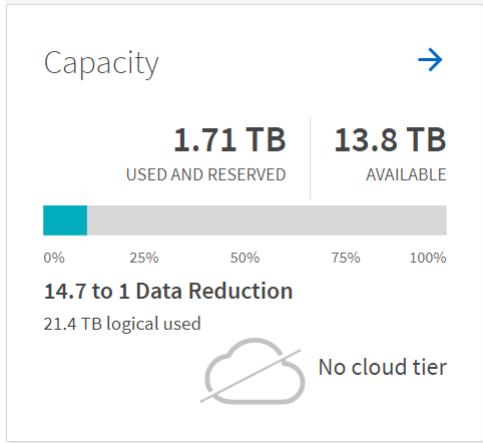
図 50) FlexGroup を含む Storage Efficiency ドメイン



Storage Efficiency による削減量の表示

ONTAP で Storage Efficiency による削減量を表示するには、いくつかの方法があります。最も簡単な方法は、ONTAP System Manager を使用する方法です。最初のダッシュボードには削減効果が表示され、矢印をクリックすると削減効果をさらに詳しく確認できます。

図 51) Storage Efficiency による削減効果 - ONTAP システムマネージャ



また、ONTAP CLI で次のコマンドを使用して Storage Efficiency を表示することもできます。

- `volume show -vserver SVM -volume volname`
diagnostic 権限モード -is-constituent truesis-space-saved sis-space- saved-percent でボリューム名にアスタリスクを使用し、すべての FlexGroup メンバーボリュームまたはを表示して、削減量の合計を確認します。
- `aggregate show -aggregate aggrname1,aggrname2`
アグリゲート内のすべてのボリュームについて、ボリューム間での重複排除とデータコンパクションによる削減効果が表示されます。
- `aggregate show-efficiency -aggregate aggrname`
アグリゲートの削減比率と削減比率の概要が表示されます。
- `volume efficiency show -volume volname`
ボリュームについて、効率化の進捗状況、ステータス、および削減率を表示します。
- `aggregate show-space -aggregate-name aggrname -instance`
使用済みの物理スペースと論理スペースの概要が表示されます。

注 sis-space-saved : は、Storage Efficiency によるすべての削減効果（圧縮、重複排除、データコンパクション）を集約したものです。スペースの保存方法 dedupe-space-savedcompression-space-saved data- compaction-space-saved の詳細については、CLI のおよび（アグリゲートのみ）のフィールドを参照してください。ボリューム間での重複排除は dedupe-space-saved、アグリゲートレベルで報告されます。

FlexVol と FlexGroup の削減率

次の例では、約 36GB、16,000 のファイルソースデータセット（ONTAP 9.8 システム内）が FlexVol ボリュームおよび FlexGroup ボリューム（クラスタ内の 2 つの異なるノード上の 2 つのアグリゲートにまたがる 8 つのメンバーボリューム）にコピーされます。ONTAP 9.9.1 システムでは、Storage Efficiency の効果の違いを表示します。データセットには、テキストファイルとユーザデータ（Word ドキュメント、パケットトレースファイルなど）が混在しており、ソースボリュームのデータ削減率は約 2 : 1 です。

ソースデータセットの詳細 : ONTAP 9.8 FlexVol

FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームの両方でボリューム効率化（インラインとポストプロセス）が有効になっています。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume files -fields used,files-used,dedupe-space-saved,compression-space-saved,logical-used
vserver volume used      files-used dedupe-space-saved compression-space-saved logical-used
-----
DEMO      files 18.61GB 16152          15.62GB           1.51GB        35.75GB

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume files -fields sis-space-saved-percent,compression-space-saved-percent
vserver volume sis-space-saved-percent compression-space-saved-percent
-----
DEMO      files 48%                  4%
```

ボリューム構成の詳細

Storage Efficiency の削減効果を比較するために、いくつかの異なるデスティネーションボリュームタイプ / 構成について実行します。

構成には次のものが含まれます。

- 標準の FlexVol ボリューム
- FlexGroup ボリューム（单一のメンバー ボリューム、単一のアグリゲート）
- FlexGroup ボリューム（メンバー ボリューム × 4、アグリゲート × 1）
- FlexGroup ボリューム（8 個のメンバー ボリューム、2 個のアグリゲート）

使用する FlexGroup 構成は、効率化と FlexVol との違いを説明するためのものですが、FlexGroup ボリュームの構成に最適な方法とはかぎりません。次のことに注意してください。

FlexGroup Volume : 単一メンバー ボリューム構成

1 個のメンバー ボリュームを含む FlexGroup は、FlexGroup ボリュームには一般的ではなく、導入することを推奨します。ただし、ボリュームのレイアウトによってストレージ効率化による削減効果がどのように異なるかを示すことができます。この場合、1 個のメンバー ボリュームからなる FlexGroup ボリュームには、ボリューム レベルの効率化 ドメインを使用しているため、FlexVol で表示される重複排除のメリットの多くが得られます。

FlexGroup ボリューム : 4 個のメンバー ボリューム、1 つのアグリゲート構成

FlexGroup を使用した場合の Storage Efficiency による総削減量を GE より高めるには、FlexGroup 内のすべてのメンバー ボリュームを同じアグリゲートでホストできます。このアプローチの欠点は次のとおりです。

- FlexGroup ボリューム サイズの制限（アグリゲートと同じサイズにする必要があります）
- パフォーマンスの潜在的な制限（ワークロードに使用できる CPU およびディスクの削減）
- ディスクやアグリゲートのパフォーマンスの過度な利用
- ディスクのバックプレッシャによるインライン効率化が低下する

これらの理由から、FlexGroup ボリュームを 1 つのアグリゲートでホストする場合の欠点を、効率化による削減効果の向上と比較して検討する必要があります。

次の例は、ポストプロセスの効率化を実行する前に FlexGroup で重複排除によって削減されたスペースを示しています。ここではインライン重複排除のみが適用されています。ボリューム レベルでは、重複排除を使用して 292.8MB のみが保存されます。これは、ONTAP では、ボリューム レベルの効率化 ドメインの削減量のみが報告されるためです。アグリゲート レベルでの削減量（ボリューム間での重複排除など）はアグリゲート レベルで報告されます。

```

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume fgsingleaggr* -fields used,dedupe-space-saved,logical-used
vserver volume          used      dedupe-space-saved logical-used
----- -----
DEMO    fgsingleaggr   37.60GB  292.8MB   37.88GB
DEMO    fgsingleaggr_0001 4.91GB  7.43MB   4.92GB
DEMO    fgsingleaggr_0002 15.73GB 67.15MB  15.80GB
DEMO    fgsingleaggr_0003 16.17GB 212.3MB  16.38GB
DEMO    fgsingleaggr_0004 802.1MB 5.89MB   808.0MB

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume fgsingleaggr* -fields dedupe-space-saved-percent
vserver volume          dedupe-space-saved-percent
----- -----
DEMO    fgsingleaggr   1%
DEMO    fgsingleaggr_0001 0%
DEMO    fgsingleaggr_0002 0%
DEMO    fgsingleaggr_0003 1%
DEMO    fgsingleaggr_0004 1%

```

同じアグリゲート内の複数の **FlexGroup** メンバーボリュームを処理した場合のスペース削減量を確認するには、アグリゲート効率化ドメインの削減量を確認します。この例では、というアグリゲートの **FlexGroup** にデータをコピーする前 tme_a300_ef02_02_SSD_1 に、次のスペース削減量が表示されています。

```

cluster::*> aggr show -aggregate tme_a300_ef02_02_SSD_1 -fields size,usedsize,physical-used,data-compaction-space-saved,sis-space-saved
aggregate           size      usedsize physical-used data-compaction-space-saved sis-space-saved
----- -----
tme_a300_ef02_02_SSD_1 7.75TB  725.2GB  775.7GB   16.17GB        16.17GB

```

ファイルがコピーされたあと、オンラインのボリューム間重複排除による削減量が約 16GB になっていることがわかります。

```

cluster::*> aggr show -aggregate tme_a300_ef02_02_SSD_1 -fields size,usedsize,physical-used,data-compaction-space-saved,sis-space-saved
aggregate           size      usedsize physical-used data-compaction-space-saved sis-space-saved
----- -----
tme_a300_ef02_02_SSD_1 7.75TB  763.0GB  792.5GB   32.26GB        32.26GB

```

注 : NVE を使用している場合、ボリューム間での重複排除は許可されません。

上記の例では、合計で約 38GB のボリュームが約 16.7GB 削減されます。これは約 44% の削減量で、**FlexVol** ボリュームでの削減量です。

FlexGroup ボリューム : 8 個のメンバー ボリューム、2 個のアグリゲート構成

この **FlexGroup** ボリュームは、2 つのアグリゲート（アグリゲートあたり 4 つのメンバー ボリューム、合計 8 つのメンバー ボリューム）にまたがって作成されます。

次の例は、データコピー後のデフォルトの 2 ノード **FlexGroup** での重複排除による削減を示しています。ボリューム レベルとアグリゲート レベルの重複排除ドメインにまたがるため、重複排除機能による総削減量が **FlexVol**、シングルメンバー **FlexGroup**、および単一アグリゲート **FlexGroup** ボリューム（表 16 を参照）よりどれくらい少ないかに注意してください。

```

cluster::*# vol show -vserver DEMO -volume fgfiles* -fields used,dedupe-space-saved,logical-used
vserver volume      used     dedupe-space-saved logical-used
-----
DEMO   fgfiles      38.09GB  1.80GB      39.89GB
DEMO   fgfiles_0001  8.88GB   275.1MB    9.15GB
DEMO   fgfiles_0002  4.08GB   195.9MB    4.27GB
DEMO   fgfiles_0003  4.09GB   187.8MB    4.27GB
DEMO   fgfiles_0004  4.85GB   290.2MB    5.13GB
DEMO   fgfiles_0005  4.03GB   243.0MB    4.27GB
DEMO   fgfiles_0006  4.07GB   204.3MB    4.27GB
DEMO   fgfiles_0007  4.03GB   238.0MB    4.27GB
DEMO   fgfiles_0008  4.06GB   206.2MB    4.26GB

cluster::*# vol show -vserver DEMO -volume fgfiles* -fields dedupe-space-saved-percent
vserver volume      dedupe-space-saved-percent
-----
DEMO   fgfiles      5%
DEMO   fgfiles_0001  3%
DEMO   fgfiles_0002  4%
DEMO   fgfiles_0003  4%
DEMO   fgfiles_0004  6%
DEMO   fgfiles_0005  6%
DEMO   fgfiles_0006  5%
DEMO   fgfiles_0007  5%
DEMO   fgfiles_0008  5%

```

ボリューム間での重複排除は有効ですが、アグリゲートの重複排除ドメインに制限されます。次の出力は、この **FlexGroup** ボリュームがまたがる各アグリゲートにおける、データコピー前のアグリゲートのスペース使用量と重複排除による削減量を示しています。

```

cluster::*# aggr show -aggregate tme_a300_ef02* -fields size,usedsize,sis-space-saved
aggregate          size     usedsize sis-space-saved
-----
tme_a300_ef02_01_SSD_1 7.75TB 1.01TB  10.49GB
tme_a300_ef02_02_SSD_1 7.75TB 726.8GB 10.58GB

```

次に、データコピー後の比較を示します。アグリゲートあたりの保存容量が約 2GB（合計 4GB）になることに注意してください。これは、単一のアグリゲートにまたがる **FlexGroup** で達成された効率化による削減効果から長期的なものですが、単にボリュームレベルの重複排除に依存するよりも優れています。

```

cluster::*# aggr show -aggregate tme_a300_ef02* -fields size,usedsize,sis-space-saved
aggregate          size     usedsize sis-space-saved
-----
tme_a300_ef02_01_SSD_1 7.75TB 1.03TB  12.36GB
tme_a300_ef02_02_SSD_1 7.75TB 743.6GB 12.59GB

```

注 **sis-space-saved** : では、重複排除による削減量がすべて表示されるだけでなく、アグリゲートでのすべての削減量が表示されるため、自動適応データ圧縮による削減効果も得られます。

FlexGroup (2つのアグリゲート、デフォルトのメンバーボリューム数) : 圧縮による削減のみ

アダプティブ圧縮を使用した **FlexGroup** ボリューム（2つのアグリゲートにわたる）では、インライン圧縮による削減効果が得られます。

```

cluster::*# vol show -vserver DEMO -volume fgfiles* -fields used,compression-space-saved
vserver volume      used     compression-space-saved
-----
```

| | | | |
|------|--------------|---------|--------|
| DEMO | fgfiles | 36.91GB | 1.53GB |
| DEMO | fgfiles_0001 | 6.78GB | 1.53GB |
| DEMO | fgfiles_0002 | 4.18GB | 344KB |
| DEMO | fgfiles_0003 | 4.56GB | 0B |
| DEMO | fgfiles_0004 | 4.20GB | 0B |
| DEMO | fgfiles_0005 | 4.69GB | 304KB |
| DEMO | fgfiles_0006 | 4.17GB | 0B |
| DEMO | fgfiles_0007 | 4.18GB | 0B |
| DEMO | fgfiles_0008 | 4.15GB | 0B |

圧縮による削減効果のほとんどは、1つのメンバー ボリューム内で行われます。これは、最も圧縮可能なファイル（複数可）がこのボリューム内にあるためです。この場合、4GB のパケットトレース ファイルが圧縮ファイルになります。このボリューム内の他のファイルのサイズは、数メガバイトを超えないようにします。

ここで重要なポイントは、重複排除とは異なり、圧縮は FlexGroup ボリュームのレイアウトに影響されず、ボリューム内の個々のファイルに対する圧縮可能性に関連していることです。FlexVol ボリュームに表示される FlexGroup の圧縮率は、ほぼ同じです。

ストレージ効率の比較：重複排除

表 16 に、さまざまなボリューム構成における重複排除機能の削減量を並べて比較します。

表 16) ストレージ効率の比較：重複排除

| ボリューム構成 | 削減された重複排除スペースの合計 * | 重複排除による削減率 * |
|--|--------------------|--------------|
| FlexVol | 15.63GB | 44% |
| FlexGroup : 単一メンバー ボリューム | 15.62GB | 44% |
| FlexGroup、4 個のメンバー ボリューム、1 つのアグリゲート ** | 16.17GB | 44% |
| FlexGroup ; 8 個のメンバー ボリューム、2 個のアグリゲート、2 個のノード ** | 1.8GB | 5% |

* インラインとポストプロセスの効率化が適用された後。

** アグリゲート レベルの削減（圧縮と圧縮を含む）

注 : Storage Efficiency による削減効果（コンパクション、圧縮、重複排除）の概要については、アグリゲート レベルで Storage Efficiency を表示してください。

FlexVol と FlexGroup の Storage Efficiency 機能：終わりに

Storage Efficiency ポリシーはボリューム レベルで適用できますが、FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームで達成されるスペース削減は、FlexGroup ボリュームのレイアウト、データタイプ、データ配置など、前述のセクションに記載する要素によって大きく異なります。そのため、ほぼすべてのケースで、クラスタ内の複数のアグリゲートにまたがる FlexGroup ボリュームは、ONTAP での [重複排除の仕組み](#)により、単一の FlexVol よりもスペース削減効果が低くなります。また、スペース削減量の一部はアグリゲート レベルで報告されるため、FlexVol と FlexGroup の間でスペース削減量が一致しない場合は、アグリゲート レベルの効率性も比較します。

FlexGroup ボリュームでは、要約すると次の点に注意してください。

- 一般に、重複排除による削減効果は、FlexGroup と FlexVol で比較して有効です。
- ボリューム レベルの重複排除では、同一のブロックが（ONTAP データ配置で制御される）同じメンバー ボリュームにある場合にのみ、スペースを削減できます。
- アグリゲート レベルの重複排除では、同一のブロックが同じアグリゲートに含まれている場合、メンバー ボリュームが異なるアグリゲートにまたがるまで FlexGroup ボリュームに対して適切に機能します。これらの削減効果は、volume レベルのコマンドではなく aggregate storage efficiency コマンドで達成されます。

- インラインデータコンパクションとデータ圧縮による削減効果は、FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームでほぼ同じですが、ボリュームとアグリゲートの両方の削減効果を確認してスペースの削減効果を確認する必要があります。

エラスティックサイジング

FlexGroup ボリュームに書き込まれたファイルは、個々のメンバー ボリュームに存在します。メンバー ボリュームにストライプされないため、時間の経過に伴ってファイルが書き込まれて大きくなったり、ONTAP 9.5 以前の FlexGroup に大容量ファイルが書き込まれたりした場合、メンバー ボリュームのスペース不足が原因で書き込みが失敗することがあります。

メンバー ボリュームがいっぱいになる理由はいくつかあります。

- メンバー ボリュームの使用可能スペースを超えているファイルを 1 つ作成しようとします。たとえば、10GB のファイルがメンバー ボリュームに書き込まれ、9GB が利用可能になります。
- 時間の経過とともにファイルが追加されると、メンバー ボリュームがいっぱいになります。たとえば、データベースがメンバー ボリュームにある場合などです。
- Snapshot** コピーは、使用可能なアクティブファイルシステムのスペースに格納されます。

FlexGroup ボリュームはメンバー ボリューム間でスペースを割り当てるのを推奨しますが、ワーカードに異常が発生した場合は悪影響を及ぼす可能性があります。たとえば、4,000 個のファイルで構成されるボリュームの場合、ユーザが一部のファイルを zip で展開し、巨大なシングル tar ファイルを作成します。

1 つは、手動で、またはボリュームの自動拡張を使用してボリュームを拡張する解決策です。別の解決策がデータを削除します。ただし、管理者は、遅すぎるまで容量の問題を確認できないことがあります。

たとえば、FlexGroup ボリュームは数百テラバイト規模になることがあります、基盤となるメンバー ボリュームとその空き容量によって、個々のファイルに使用可能なスペースが決まります。200TB の FlexGroup ボリュームに 20TB (ボリュームの 10%) が残っている場合、1 つのファイルの書き込みに使用できるスペースは 20TB ではなく、FlexGroup ボリューム内のすべてのメンバー ボリュームに均等に分散されている場合、FlexGroup あたり 20TB に近い方が適しています。

2 ノードクラスタでは、両方のノードにまたがる FlexGroup に 16 個のメンバー ボリュームがあると考えられます。つまり、FlexGroup ボリュームに 20TB がある場合、メンバー ボリュームのサイズは 1.25TB になります。ONTAP 9.6 より前のバージョンでは、1.25TB を超えた単一ファイルについては、ボリュームの自動拡張を有効にしないと FlexGroup ボリュームに書き込むことができませんでした。

ONTAP 9.6 以降では、エラスティックサイジング機能を使用して、このシナリオでの「スペース不足」エラーを回避できます。この機能はデフォルトで有効になっており、管理者による設定や操作は必要ありません。

エラスティックサイジングは、万能な手順ではなく、ファイル書き込みが失敗しないようにすることを目的としています。エラスティックサイジングを有効にしても、十分なメンバー ボリュームスペースを利用可能な状態に保つための容量管理が必要です。

柔軟なサイズ設定：データ用のエアバッグ

FlexGroup の開発者の 1 人は、エラスティックサイジングをエアバッグと呼んでいます。事故の発生を阻止するように設計されているわけではありませんが、着陸時の衝撃を和らげるのに役立ちます。つまり、大きなファイルの書き込みやスペース不足を防止することはできませんが、書き込みを完了する方法を提供します。実際、原因では、FlexGroup 全体のスペースが不足するかパフォーマンス問題が発生するまで容量の問題を無視できる柔軟なサイジングを利用できます。

高レベルでの動作は次のとおりです。

1. ファイルが ONTAP に書き込まれると、システムはそのファイルのサイズを把握できなくなります。クライアントは認識しません。通常、アプリケーションは認識しません。既知のことは「hey, I want to write a file」です。
2. FlexGroup ボリュームは、書き込み要求を受信すると、空き容量、inode 数、前回のファイル作成以降の時間など、さまざまな要因に基づいて最適なメンバーに配置されます。
3. ファイルが配置されると、ONTAP はファイルのサイズを把握できないため、ファイルが空き領域よりも大きいサイズに拡張されるかどうかを把握しません。書き込みが許可されるのは、許可するスペースがある場合だけです。
4. ONTAP が out of space クライアントにエラーを送信する前に、メンバーボリュームのスペースが不足すると、/ がクライアントにエラーを送信する場合、FlexGroup ボリューム内の他のメンバー ボリュームに照会して、借用する必要のあるスペースがあるかどうかを確認します。ONTAP では、ボリュームの合計容量の 1% が、容量がフルのボリューム（同じ FlexGroup ボリューム内の別のメンバー ボリュームから同じ量を取得している間）に増分（10MB から 10GB まで）され、ファイルの書き込みが続行されます。
5. ONTAP が借用する領域を検索している間、ファイルの書き込みは一時停止されます。これは、クライアントにはパフォーマンス問題のように見えます。通常はレイテンシです。ただし、全体的な目標は書き込みを高速で完了することではなく、書き込みを完全に完了できるようにすることです。通常、メンバー ボリュームは 10GB の増分量（1TB の 1% は 10GB）を提供できるだけの十分な大きさであり、ファイルの作成が完了するのに十分な容量を超えていることがあります。メンバー ボリュームのサイズが小さい場合は、容量を増やすためにクエリを実行する必要があるため、パフォーマンスへの影響が大きくなることがあります。これは、容量の増加により頻繁に容量を借用するために、ファイルのサイズを小さくする必要がないためです。
6. 容量を借用すると、FlexGroup ボリュームの全体的なサイズが維持されます。たとえば、FlexGroup ボリュームのサイズが 40TB である場合、容量は 40TB のままになります。
7. ファイルが削除されるか、ボリュームが拡張され、そのメンバー ボリューム内のスペースが再び使用可能になると、ONTAP はメンバー ボリュームを元のサイズに戻してスペースを均等に保ちます。ただし、メンバー ボリュームの容量が、FlexGroup 内の他のメンバー ボリュームの平均空きスペースの 75% 以内である場合に限ります。

図 52) エラスティックサイジング前のファイル書き込み動作

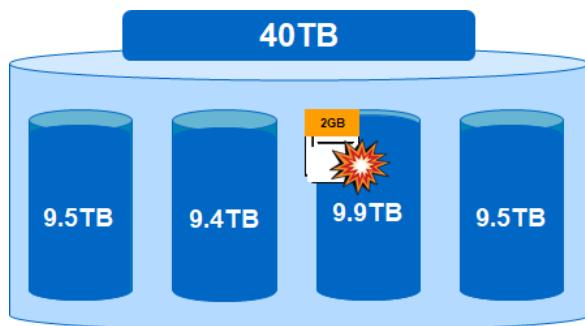
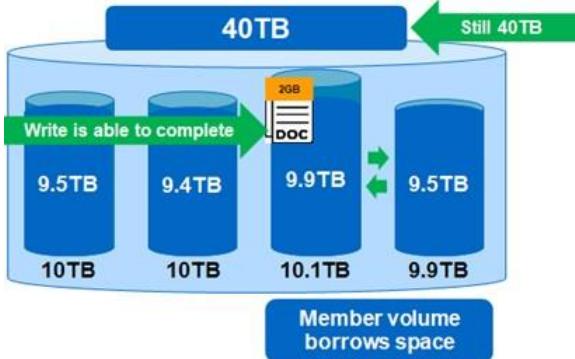


図 53) エラスティックサイジング後のファイル書き込み動作



最終的には、エラスティックサイジングを使用すると、フルメンバー ボリュームでのファイル書き込みエラーを軽減し、メンバー全体が緊急イベントではなくなるため、容量管理のオーバーヘッドをある程度軽減できます。ONTAP は、他のメンバー ボリュームに空きスペースがあるかぎり、ファイルを書き込むことができます。

ただし、リアクティブな性質上、ONTAP 9.8 にアップグレードして、[プロアクティブなサイズ変更](#)を利用することをお勧めします。

ボリュームの自動拡張と柔軟なサイジングを使用する状況

FlexGroup ボリュームでボリュームの自動拡張を有効にすると、ONTAP 9.6 と ONTAP 9.7 では本来冗長な構成になるため、このボリュームのエラスティックサイジングは無効になります。

ただし、それらの機能と、どちらか一方を使用する場合には、いくつかの違いがあります。

- ボリュームの自動拡張は、FlexGroup に書き込まれる新しいデータに対応するために合計容量を拡張する場合に使用します。
- エラスティックサイジングはデフォルトで有効になっており、FlexGroup ボリュームの合計サイズが指定した容量を超えないようにする場合に使用します。

エラスティックサイジングによるパフォーマンスへの影響

ONTAP が FlexGroup ボリューム内のスペースを検出するためにファイルの書き込みが一時停止するたびに、クライアントのレイテンシが発生します。ファイルへの書き込み処理のレイテンシは、書き込みを一時停止して空きスペースを増やす必要のある回数によって異なります。たとえば、メンバー ボリュームに 10GB しか使用できないものの、100GB のファイルが書き込まれている場合、エラスティックサイジングを使用すると、書き込みが一時停止して書き込みが完了します。この数は、メンバー ボリュームの合計サイズによって決まり、10MB から 10GB までの任意のサイズにすることができます。

次の例は、ファイルが FlexGroup ボリュームにコピーされたテストを示しています。最初のテストでは、FlexGroup 構成要素がファイルを格納するのに十分な大きさでなかったため、エラスティックサイジングを使用しました。6.7GB ファイルのコピーには約 2 分かかりました。

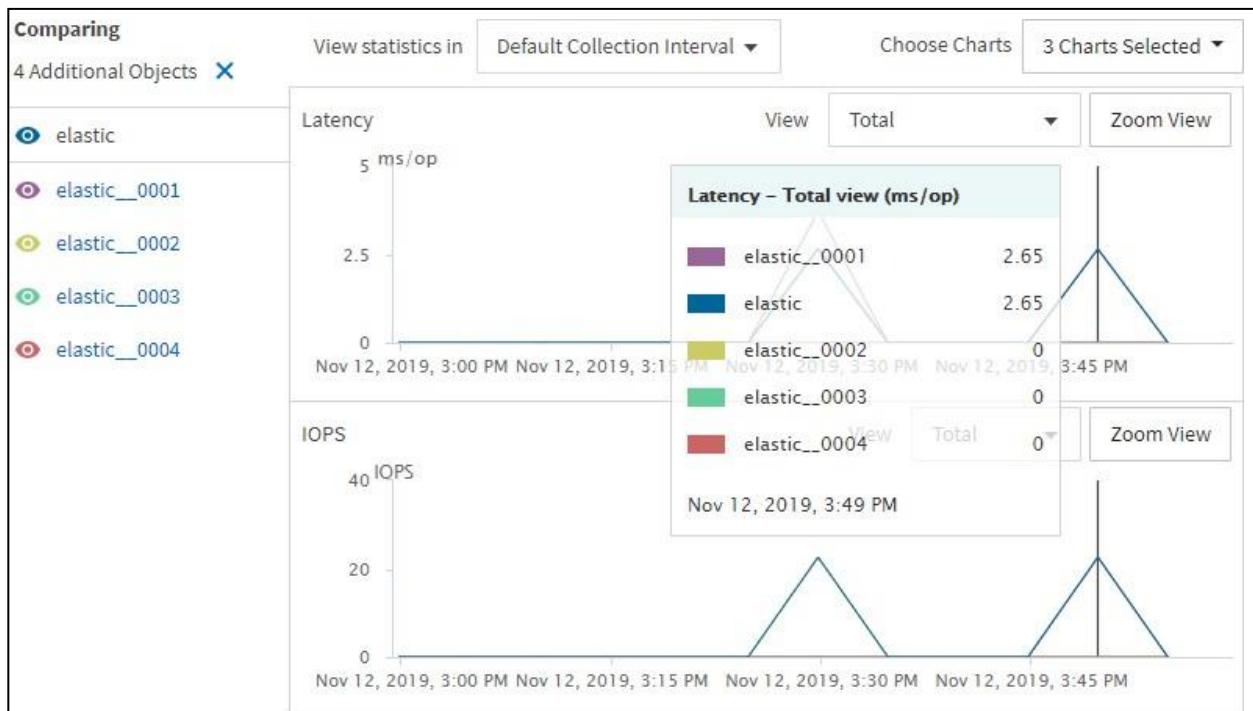
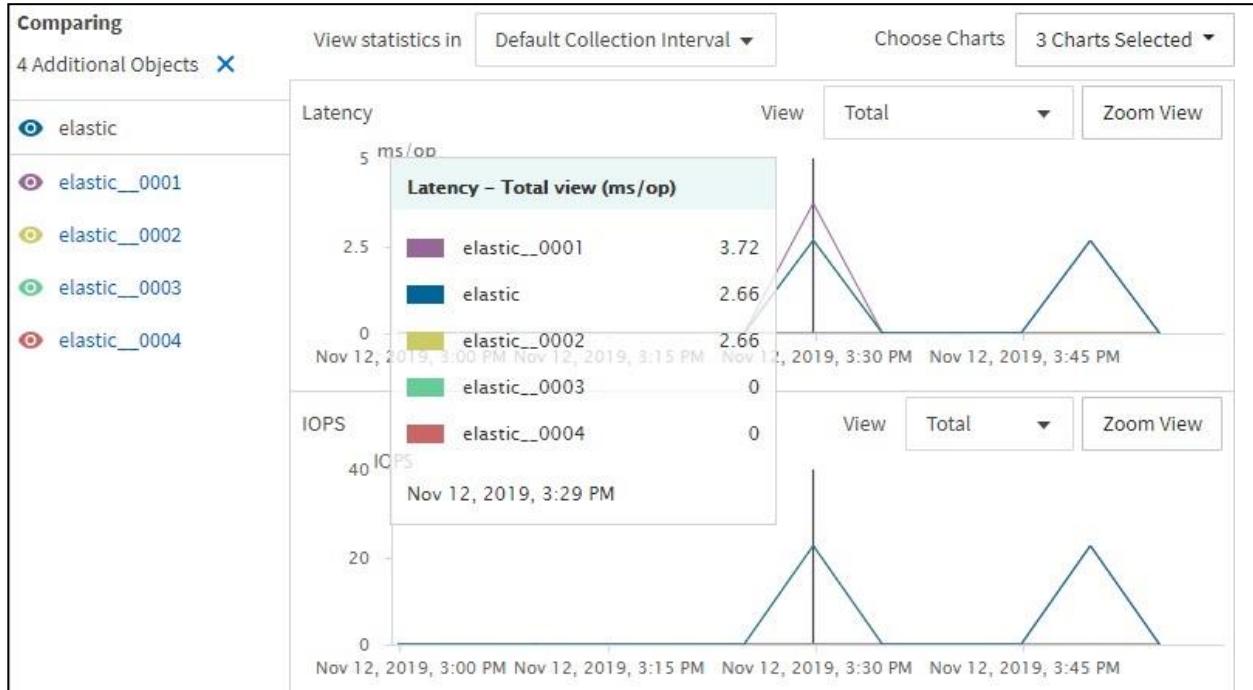
```
[root@centos7 /]# time cp Windows.iso /elastic/
real    1m52.950s
user    0m0.028s
sys     1m8.652s
```

FlexGroup コンステイチュエントボリュームのサイズが大きく、エラスティックサイジングを回避できるだけの十分な場合は、同じコピーの作成に 15 秒もかかりました。

```
[root@centos7 /]# time cp Windows.iso /elastic/
real    1m37.233s
user     0m0.052s
sys     0m54.443s
```

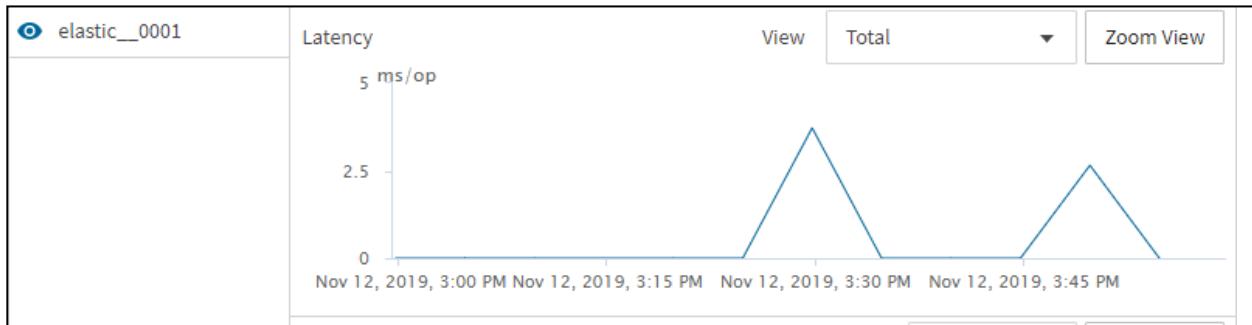
そのため、エラスティックサイ징を使用すると、レイテンシに実質的な影響があることがわかります。次のグラフは、コンステイチュエントボリュームにおけるレイテンシの影響を示しています。

図 54) エラスティックサイ징によるレイテンシの影響



エラスティックサイジングが有効な場合、コンステイチュエントボリューム 0001 のレイテンシは約 5 ミリ秒高くなります。

図 55) エラスティックサイジングによるコンステイチュエントボリュームのレイテンシの増加



エラスティックサイジングがパフォーマンスの問題の原因と考えられる場合は、次のいずれかを実行します。

- サポートケースを開いて、現象とログを確認します。
- FlexGroup ボリュームを拡張して、エラスティックサイジングを削除できるだけの十分なスペースがあることを確認します。

ONTAP 9.8 以降 `fg.member.elastic.sizing` では、FlexGroup メンバーボリュームで柔軟なサイズ変更が発生したことを示す新しい EMS イベント () が導入されています。

ただし、プロアクティブなサイズ変更を行うと、すべてのメンバー ボリュームのサイズ変更イベントがエラスティックサイジングとみなされ、パフォーマンス問題を示すわけではありません。代わりに、FlexGroup に FlexGroup にスペースを追加して対処する必要がある容量の問題がいくつかあります。

「イベント管理システムの例」のセクションの柔軟なサイジング EMS の例を参照してください。」

FlexGroup メンバーボリュームに 20% 以上の空きスペースを確保しておくと、エラスティックサイジングの必要性を回避するのに理想的です。ONTAP 9.6 および 9.7 では、容量を詳細に管理する必要があります。

ただし、ONTAP 9.8 では、プロアクティブなサイズ変更により、ONTAP の空きスペースを確保できます。

プロアクティブなサイズ変更

ONTAP 9.8 では、容量管理の新機能が導入されました。この機能を使用すると、ストレージ管理者から容量管理タスクを削除し、ONTAP で FlexGroup メンバーのボリューム容量を管理できるようになります。

プロアクティブなサイズ変更については、次の問題を考慮する必要があります：

- メンバーボリュームの容量が 60% 未満の場合、容量に大きな不一致があつても、メンバーボリュームは同じサイズのままでです。
- プロアクティブなサイズ変更では、利用可能なスペースが比較的均等になるように、使用済み容量が 60~80% になるようにサイズを少しづつ調整します。
- 使用容量が 80% に達したら、メンバーボリュームの合計サイズを上下に調整して、使用容量を均等に維持することが目的です。
- サイズ変更が発生してもサイズは大きくはなく、10M ~ 10GB の範囲です。ただし、空きスペースの確認に一時停止が不要なため、エラスティックサイジングによるパフォーマンスへの影響もありません。サイズ変更は、容量の問題が発生する前に実行されます。
- ボリュームのオートサイズは、ボリュームのオートサイズを有効にした場合に、メンバーボリュームが自動拡張のしきい値に達すると実装されます。

この空きスペースバッファは、ボリューム全体でのファイルの取り込みも均等に維持し、容量の不

均衡を解消して、ONTAP での FlexGroup ボリュームの容量管理を改善します。

プロアクティブなサイズ変更の動作：ボリュームのオートサイズを無効化

次の例では、100GB メンバーボリュームを 4 個含む 400GB FlexGroup が使用されています。クライアントは、4 つのフォルダにわたって 32 個の 10GB ファイルを FlexGroup ボリュームに作成します。FlexGroup ボリュームのオートサイズは無効になっています。つまり、指定した FlexGroup ボリュームサイズは、容量が 100% に達してもそのサイズのままでです。

最初のファイルの書き込み後、ジョブの開始時に容量のバランスがどのように表示されるかを次に示します。

図 56) FlexGroup の初期データバランシング-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化

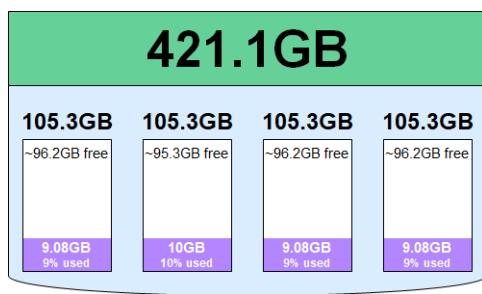
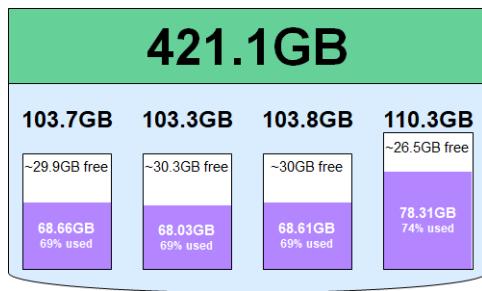
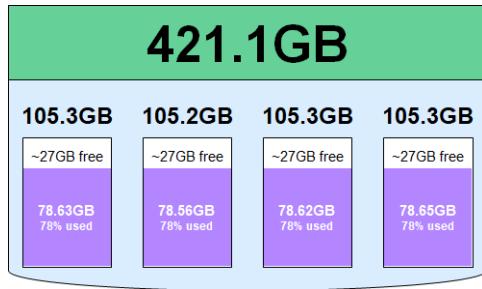


図 57) FlexGroup のデータバランス、使用済み容量の最大 68%-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化



使用容量が 70% 前後であれば、メンバーボリュームのサイズをビット単位で変更してバランスのとれた空きスペースを確保できますが、合計容量は変わりません。

図 58) FlexGroup のデータ分散、ジョブ完了-プロアクティブなサイズ変更、オートサイズ無効



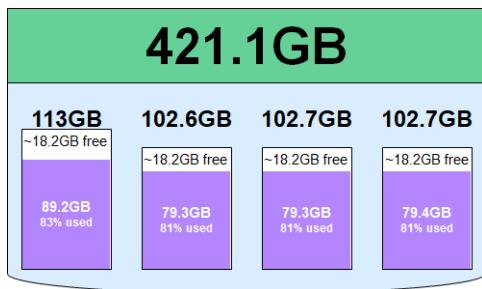
ジョブの完了後、ONTAP は、使用済みスペースがすべてのメンバーボリュームに均等にあることを確認し、プロアクティブなサイズ変更によってメンバーボリュームを元のサイズに縮小し、十分な空きスペースがあるためすべて同じにします。合計 FlexGroup サイズは変更されていません。

では、この後に新しい 10GB ファイルが書き込まれるとどうなりますか？

ファイルが書き込まれると、そのファイルはいずれかのメンバー ボリュームで終わります。これによりデータの不均衡が生じますが、ONTAP は他のメンバー ボリュームのサイズを変更することで対応し、空きスペースを均等に維持します。

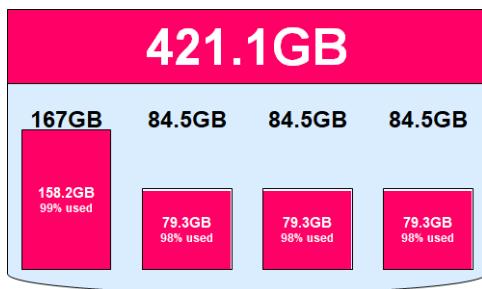
新しい 10GB ファイルの書き込み後のデータ分散は次のようにになります。

図 59) FlexGroup データの分散、新しい大容量ファイルプロアクティブなサイズ変更、オートサイズの無効化



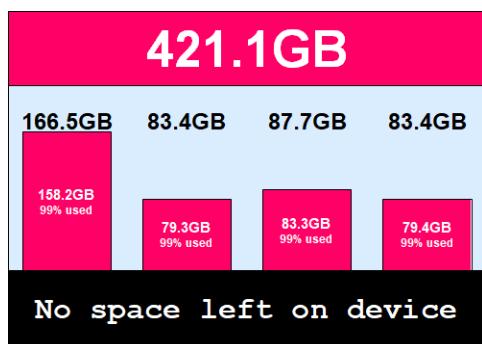
ご覧のように、新しいファイルは最初のメンバー ボリュームで最後まで作成されています。エラスティック サイジングを使用すると、メンバー ボリュームが 113GB に拡張され、他のメンバー ボリュームが縮小されました。同時に、使用可能な空きスペースと FlexGroup の合計サイズはほぼ同じになります。

図 60) FlexGroup データバランス、80GB ファイルプロアクティブなサイズ変更、オートサイズ無効



次に、新しいファイルを FlexGroup に再度書き込みます。この時点では、ファイルは大きすぎて 1 つのメンバー ボリュームに収まりきらず (80GB)、FlexGroup 自体には大きすぎます。この場合、ONTAP ではプロアクティブなサイズ変更を使用しますが、すべてのメンバー ボリュームに 1GB の空きスペースが残っているわけではありません。つまり、次の 10GB ファイルでは、FlexGroup 全体のスペースが不足し、オートサイズが無効になるため、障害が発生します。

図 61) FlexGroup のデータ分散、スペース不足 - プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを無効化



このため、次のファイルの作成は失敗しますが、スペース不足エラーを回避するために、メンバーボリュームに空きスペースを追加する際にプロアクティブなサイズ変更を行うほうがはるかに積極的になります。ただし、FlexGroup ボリューム自体のスペースが不足している場合に実行できる修正は、FlexGroup ボリュームを手動で拡張するか、ボリュームのオートサイズを有効にするかです。

プロアクティブなサイズ変更の動作—ボリュームのオートサイズが有効です

次の例では、100GB メンバー ボリュームを 4 個含む 400GB FlexGroup が使用されています。クライアントは、4 つのフォルダにわたって 32 個の 10GB ファイルを FlexGroup ボリュームに作成します。FlexGroup ボリュームでは、ボリュームのオートサイズがデフォルト設定で有効になっています。つまり、次のようになります。

- FlexGroup ボリュームには、プロアクティブなサイズ変更が発生しても、使用済みスペースのしきい値 92% に達するまで同じ容量が維持されます。
 - 使用済みスペースのしきい値に達すると、デフォルトの設定に従ってボリュームのサイズが 20% を超えなくなります。この場合、566.7GB はボリュームの最大サイズであり、このボリュームのサイズが大きくなつたから小さくなつたため、20% を超えています。
 - 使用済み容量が 50% を下回ると、ボリュームは元のサイズの 421.1GB に縮小します。
- FlexGroup のオートサイズ設定は次のとおりです。

```
cluster::> vol autosize -vserver DEMO -volume FG_SM_400G
Volume autosize is currently ON for volume "DEMO:FG_SM_400G".
The volume is set to grow to a maximum of 566.7g when the volume-used space is above 92%.
The volume is set to shrink to a minimum of 421.1g when the volume-used space falls below 50%.
Volume autosize for volume 'DEMO:FG_SM_400G' is currently in mode grow_shrink.
```

FlexVol または FlexGroup ボリュームのサイズが小さい場合、デフォルトの増加しきい値の割合は低くなっています。例：

- 100GB ボリュームのデフォルトの拡張しきい値は 90%、縮小しきい値は 50% です。
- 10TB のボリュームのデフォルトの拡張しきい値は 98% で、縮小しきい値は 50% です。

ジョブの開始時（最初のファイルの書き込み後）に、容量のバランスが次のように表示されます。

図 62) FlexGroup の初期データバランシング：プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化

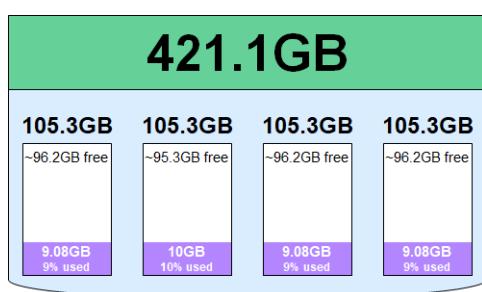
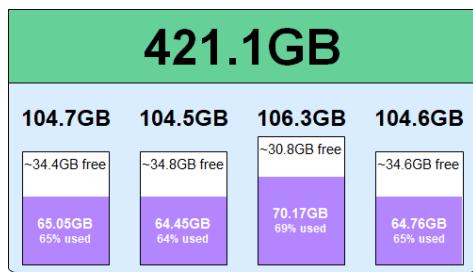
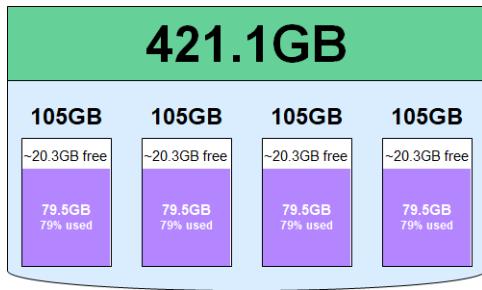


図 63) FlexGroup のデータ分散、使用率最大 68%—プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化



使用容量が 66% 前後の場合、メンバー ボリュームのサイズがビットに変更されてバランスのとれた空きスペースが確保されますが、オート サイズが無効になった場合と同様に、合計容量は変わりません。

図 64) FlexGroup のデータ分散、ジョブの完了-プロアクティブなサイズ変更、オート サイズを有効化



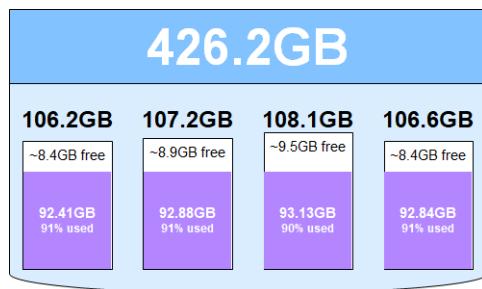
ジョブの完了後、ONTAP は、使用済みスペースがすべてのメンバー ボリュームに均等にあることを確認し、プロアクティブなサイズ変更によってメンバー ボリュームが元のサイズに縮小され、すべて同じサイズに縮小されます。これは、利用可能な空きスペースが十分にあるためです。合計 FlexGroup サイズは変更されていません。

このように、オート サイズを有効にした FlexGroup ボリュームは、空きスペースのしきい値がオート サイズの開始位置よりも低い場合にオート サイズが無効になったときの FlexGroup と同様に機能します。

上の図では、FlexGroup ボリューム全体で約 81GB の空きスペースを利用しています。10GB ファイルを引き続き書き込む場合、最終的にはオート サイズのしきい値に達し、ONTAP はそれに応じて反応します。今回は、オート サイズによって、他のメンバー ボリュームの空きスペースを借りなくて、追加のスペースを必要とするメンバー ボリュームが拡張されます。

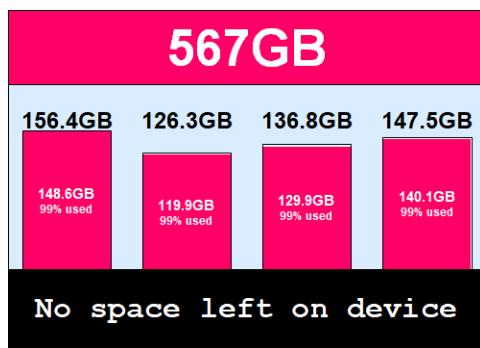
これにより、FlexGroup ボリューム全体の容量が増加します。次のテストの実行では、同じ FlexGroup に新しいフォルダを作成し、4 つのフォルダにまたがる FlexGroup ボリュームに 32 個の 10GB ファイルを作成するテストを再実行しました。

図 65) FlexGroup のデータ分散、2 回目のテスト実行-プロアクティブなサイズ変更、オート サイズを有効化



FlexGroup メンバー ボリュームの 1 つが 92% の使用済みスペースのしきい値に達すると、オート サイズが拡張されます* そのメンバー ボリュームのみ。92% に達したときに他のメンバー ボリュームも拡張する必要がある場合は、それらも増加します。これにより、FlexGroup ボリュームの全体的な容量が増加します。また、他のメンバー ボリュームの容量も調整して、メンバー ボリュームあたりの空きスペースを比較的均等に確保します。

図 66) FlexGroup のデータバランス、オートサイズの上限 - プロアクティブなサイズ変更、オートサイズを有効化



デフォルトのボリュームオートサイズでは、ボリュームは合計ボリュームサイズの 120% まで拡張できます。2 回目のテストの実行では容量の 320GB が必要で、ボリュームの自動拡張では合計容量を 566.7GB までしか拡張できなかったため、スペース不足によりジョブが失敗しました。

オートサイズに関する考慮事項 : FlexGroup のサイズを小さくします

オートサイズ容量は合計サイズの割合に基づいているため、小規模な FlexGroup ボリューム (420GB の FlexGroup ボリュームなど) の場合、デフォルトでは FlexGroup のボリュームサイズが大きい場合に比べて、滑走路の拡張が少なくなります。デフォルトの自動拡張最大値は、合計ボリュームサイズの 120% に制限されています。ボリュームを手動で拡張したあとに縮小した場合は、ボリュームサイズの大きい方の値が自動拡張の値に反映されます。

表 17) オートサイズの最大サイズの例

| FlexGroup のボリュームサイズ | デフォルトの最大オートサイズ | デフォルトサイズの差分 |
|---------------------|----------------|-------------|
| 420GB | 480GB | +80GB |
| 100TB | 120TB | +20TB |
| 400TB | 480TB | +80TB |

そのため、FlexGroup ボリュームにボリュームのオートサイズを使用している場合は、次のガイダンスに従ってください。

FlexGroup のサイズを大きくしてデフォルトのオートサイズ値を維持します。

- 小さい FlexGroup ボリュームを使用 `-max-autosize` する場合は、停止を回避するためにデフォルト値を変更します。
- エンドユーザが提供した容量よりも多くの容量を取得できないようにする場合は、`qtree` とクォータを使用してエンドユーザが認識し、使用する容量を制限する場合にも、ボリュームのオートサイズを使用できます。
- ボリュームのオートサイズを無効にする場合は、ONTAP 9.8 でプロアクティブなサイズ変更を行っても、FlexGroup ボリューム内に使用可能なスペースがなくなるとファイルへの書き込みが失敗することに注意してください。

ベストプラクティス 9 : ONTAP の機能を組み合わせた容量管理

容量管理を実施する最善の方法は、大容量の FlexGroup、ボリュームのオートサイズ、ONTAP 9.8 以降、`qtree`、およびクォータの適用です。このストーリーは、NetApp FabricPool を使用してクラウドや S3 への自動階層化を実行すると、さらに魅力的なものになります。これらの機能を使用すれば、ストレージ管理者の容量管理オーバーヘッドを最小限に抑えることができます。

100TB のメンバー ボリュームを使用すると問題が発生する可能性があります

NAS 用 ONTAP の FlexVol の最大ボリュームサイズは 100TB です。その結果、FlexGroup のメンバーである FlexVol の最大サイズも 100TB になります。

ボリュームのオートサイズ、プロアクティブなサイズ変更、エラスティック サイジングなどの機能は、FlexVol メンバー ボリュームが必要に応じて拡張可能な場合にのみ、適切に機能します。ボリュームが 100TB の場合、前述の FlexGroup ボリューム容量管理機能は、メンバー ボリュームは 100TB を超えて拡張できないため、有効になりません。その結果、メンバー FlexGroup の容量が 100% に達し、システム停止シナリオが発生するリスクがあります。

また、ONTAP 9.8 では、データ配置の緊急性について 90% のしきい値が変更されました（ONTAP では、メンバー ボリュームの容量が 90% に達したときに、使用率が低い他のメンバー ボリュームに大量のデータを強制的に送信する頻度が高くなりました）。FlexGroup メンバー ボリュームのサイズが大きくなってしまっても、データ取り込み速度が 99% に達するまで大幅に調整されることはありません。

FlexGroup ボリューム、特に ONTAP 9.8 以降では、次のガイダンスに従う必要があります。

- 可能であれば、メンバー ボリュームのサイズを 80TB を超えないようにします。これにより、メンバー ボリュームの容量が最大になる前に、20TB のバッファースペースが確保されます。
- FlexGroup メンバー ボリューム がフルに近くなったときに通知するように、[空きスペース 使用量のアラートを 80% に設定します。](#)
- サイズが 80TB を超えているメンバー ボリュームに対するアラートを設定します。
- メンバー ボリュームの合計サイズが 80TB に達した場合は、FlexGroup を拡張するのではなく、FlexGroup ボリュームにメンバー ボリュームを追加することを検討してください。
- FlexGroup ボリュームにメンバー ボリュームを追加する場合は、2 つのメンバー ボリュームを追加することなく、FlexGroup にすでに含まれている同じ数のメンバー ボリュームを追加することを推奨します（たとえば、FlexGroup に 8 つのメンバー ボリュームがある場合は、8 つのメンバー ボリュームを追加します）。
- 合計 80TB のサイズと使用済みスペースの 80% に達し、メンバー ボリュームをこれ以上追加できない場合は、次の手順についてネットアップサポート ケースをオープンしてください。
- 最適な結果を得るには、ONTAP 9.8P6 および ONTAP 9.9.3.1P1 以降を使用してください（[バグ 1391793](#) による）。

ネットワーキングに関する考慮事項

CIFS / SMB または NFS を使用する場合は、各マウント ポイントが、クラスタ内の単一の IP アドレスへの単一の TCP 接続を介して接続されます。ONTAP では、これらの IP アドレスが SVM 内の仮想ネットワークインターフェイスであるデータ LIF に接続されます。

IP アドレスは、単一のハードウェアイーサネット ポート、または Link Aggregation Control Protocol (LACP) または別のトランク構成に参加する複数のハードウェアイーサネット ポートに設定できます。ただし、ONTAP では、これらのポートは常にシングル ノードに存在します。つまり、ノードの CPU や PCI バスなどを共有しています。1 つのノードの潜在的なボトルネックを解消するために、ONTAP ではクラスタ内の任意のノードへの TCP 接続を確立できます。この接続が完了すると、ONTAP はその要求をクラスタ バックエンド ネットワーク 経由で適切なノードにリダイレクトします。このアプローチは、ネットワーク接続を分散し、ハードウェア システム間で負荷を適切に分散するのに役立ちます。

ベストプラクティス 10 : FlexGroup を使用したネットワーク設計

FlexGroup ネットワークのベストプラクティスは、FlexVol ネットワークのベストプラクティスに似ています。ONTAP で NAS 解決策を設計する際は、ボリュームの形式に関係なく、ネットワークに関する次のベストプラクティスを考慮してください。

- 各ノードへのパスを確認するために、SVM ごとにノードごとに少なくとも 1 つのデータ LIF を作成します。
- 何らかの形の DNS ロードバランシングを使用して、単一の完全修飾ドメイン名 (FQDN) の背後にあるクライアントに複数の IP アドレスを提供する。DNS ロードバランシングの詳細については、[TR-4523](#) を参照してください。
- 可能な場合は、LACP ポートを使用してデータ LIF をホストし、スループットとフェイルオーバーを考慮してください。
- クライアントを手動でマウントする場合は、TCP 接続をクラスタノード間に均等に分散します。それ以外の場合は、DNS ロードバランシングがクライアント TCP 接続の分散を処理できるようにします。
- 頻繁にマウントやアンマウントを行うクライアントの場合は、負荷を分散するために内蔵 DNS の使用を検討してください。クライアントが頻繁にマウントおよびアンマウントされない場合、内蔵 DNS はあまり効果がありません。
- ワーカロードが「マウントストーム」（数百または数千のクライアントが同時にマウント）のワーカロードである場合は、オフボックスの DNS ロードバランシングを使用するか、[NetApp FlexCache ボリューム](#) の使用を検討してください。1 つのノードへのマウントストームによって、クライアントへのサービス拒否またはパフォーマンスの問題が発生する可能性があります。
- NFSv4.1 を使用している場合は、データのローカリゼーションとファイルへの並列接続に pNFS を利用することを検討してください。pNFS は、シーケンシャル I/O ワーカロードに最適です。メタデータ比率が高いワーカロードは、単一のメタデータサーバ接続時にボトルネックとなる場合があります。
- 最新の SUSE クライアントや Ubuntu クライアントなど、サポートするクライアントがある場合、nConnect マウントオプションを使用すると、单一クライアント上の NFS マウントのパフォーマンスをさらに高めることができます。
- SMB3 ワーカロードの場合は、CIFS サーバでマルチチャネルおよび大規模 MTU 機能を有効にすることを検討してください。
- ネットワークでジャンボフレームを使用している場合は、ネットワークアーキテクチャの各エンドポイントでジャンボフレームが有効になっていることを確認してください。ジャンボフレームの設定が一致していないと、どのボリュームタイプでも診断が困難なパフォーマンスの問題が発生することがあります。
- NFS クライアントは、複数のネットワークインターフェイスで ONTAP 内の同じボリュームに接続された同じクライアントから、複数のマウントポイントを使用することで、パフォーマンスを向上できます。ただし、この設定は複雑になる可能性があります。NFS クライアントがこの機能をサポートしている場合は、nConnect を使用します。

LACPに関する考慮事項

クライアント側ネットワークで LACP ポートを使用する理由はいくつかあります。一般的で適切なユースケースは、SMB 1.0 プロトコル経由でファイルサーバに接続するクライアントに耐障害性に優れた接続を提供することです。SMB 1.0 プロトコルはステートフルであり、OSI スタックの上位レベルでセッション情報を維持するため、LACP はファイルサーバが HA 構成の場合に保護を提供します。SMB プロトコルを実装した後は、LACP ポートを設定することなく、耐障害性に優れたネットワーク接続を提供できます。詳細については、[TR-4100 : 『Nondisruptive Operations with SMB File Shares』](#) を参照してください。

LACP はスループットと耐障害性にメリットをもたらしますが、LACP 環境を維持するという複雑さの検討が必要です。LACP を使用する場合でも、複数のデータ LIF を使用する必要があります。

DNS ロードバランシングに関する考慮事項

DNS ロードバランシング（外部接続とオンボックス接続の両方）を使用して、クラスタ内のノードとポートにネットワーク接続を分散させることができます。FlexGroup ボリュームでは、DNS ロードバランシングの背後にある全体的な考え方には変更はありません。ストレージ管理者は、NAS コンテナの種類に関係なく、ネットワーク接続をクラスタ間で均等に分散させる必要があります。ただし、FlexGroup ボリュームは設計上、FlexGroup ボリュームが複数のクラスタノードにまたがる場合、リモートクラスタトラフィックがほぼ確実になります（pNFS データの局所性は例外です）。そのため、ネットワーク接続とデータローカリティに関する考慮事項は、これらの構成では無効になります。その結果、FlexGroup ボリュームには、データの局所性を懸念する要因がなくなったため、何らかの形の DNS ロードバランシングが多少適しています。最終的に、どの DNS ロードバランシング方式を使用するかは、ストレージ管理者とネットワーク管理者の目標によって決定されます。DNS ロードバランシングの詳細については、[TR-4523 : 『ONTAP の DNS ロードバランシング』](#) を参照してください。

ベストプラクティス 11 : 何らかの形の DNS ロードバランシングを使用する

可能であれば、何らかの形の DNS ロードバランシングを、FlexGroup メンバー ボリュームが含まれるノードの FlexGroup ボリュームと組み合わせて使用します。

内蔵 DNS か外部接続 DNS か？

ONTAP には、内蔵 DNS サーバを介して DNS クエリにサービスを提供する方法が用意されています。この方法は、ノードの CPU およびスループットを要因として、NAS アクセス要求の処理に最適なデータ LIF を判断します。

- 外部 DNS は、DNS 管理者が複数の「A」ネームレコードを作成する方法で設定します。この名前のレコードは外部 DNS サーバ上にあり、データ LIF へのラウンドロビンアクセスを提供します。
- マウントストームシナリオを作成するワークロードの場合、ONTAP 内蔵 DNS サーバは正常に稼働し、バランスを取ることができないので、オフボックスの DNS を使用することをお勧めします。

特に FlexGroup ボリュームを使用する場合は、SVM のノードごとに少なくとも 1 つのデータ LIF を作成することを推奨します。そのため、DNS ロードバランシングを使用して DNS エイリアスの背後にある IP アドレスをマスクすることが賢明な場合もあります。次に、クラスタおよび FlexGroup ボリュームのスループットを向上させるために、各クライアント上に複数の IP アドレスに対して複数のマウントポイントを作成します。

- 意思決定マトリックスを含む、DNS ロードバランシングの詳細については、[TR-4523 : 『ONTAP の DNS ロードバランシング』](#) を参照してください。

Border Gateway Protocol (BGP) : ONTAP 9.5 以降

バージョン 9.5 以降では、ONTAP で BGP がサポートされ、ストレージシステムにより最新のネットワークスタックが提供されます。BGP サポートにより、レイヤ 3 (L3) ルーティング、ロードバランシングインテリジェンスの向上、および仮想 IP (VIP) が実現され、ポートの使用効率が向上します。

この新しいネットワーク要素を使用するために FlexGroup ボリュームの設定を変更する必要はありません。

セキュリティおよびアクセス制御リスト形式に関する考慮事項

ONTAP では、ファイル所有権を維持したまま、適切なファイル権限を維持したまま、NFS および SMB / CIFS 経由で同じデータにアクセスできます。これは、マルチプロトコル NAS アクセスと呼ばれます。

れます。マルチプロトコル **NAS** と環境 **FlexVol Volume** 環境 **a FlexGroup** ボリュームに関する共通の一般的なガイダンス。これらのガイドは、認証および許可に関して機能的に同じです。このガイダンスは、**CIFS**、**NFS**、およびマルチプロトコルの各エクスプレスガイドおよび **CIFS / NFS** リファレンスガイドに記載されています。このガイドは、使用している **ONTAP** バージョンの[製品ドキュメント](#)に付属しています。

一般に、マルチプロトコルアクセスには次のものが必要です。

- 有効なユーザ（**Windows** および **UNIX**）
- 有効なネームマッピングルールまたは **LDAP** や **NIS** などのローカルファイルやサーバを介した 1 : 1 のネームマッピング。**ONTAP** では、ネームマッピングを使用してクライアントのアクセスを調整します。
- ボリュームのセキュリティ形式（**NTFS**、**UNIX**、または **mixed**）。これは、ボリュームまたは **qtree** に対して設定できます。
- デフォルトの **UNIX** ユーザ（**Windows** から **UNIX** へのネームマッピング用にデフォルトで作成された **pcuser**）。デフォルトの **Windows** ユーザ（**UNIX** から **Windows** へのネームマッピングの場合）は、デフォルトでは設定されません。

ボリュームの作成時にセキュリティ形式が適用されます。セキュリティ形式を指定せずにボリュームを作成すると、**SVM** ルートボリュームのセキュリティ形式が継承されます。ボリュームセキュリティ形式は、**NAS** ボリュームに使用されるアクセス制御リスト（**ACL**）の形式と、ユーザの認証方法および **SVM** へのマッピング方法を決定します。**FlexGroup** ボリュームでセキュリティ形式を選択すると、すべてのメンバーボリュームのセキュリティ形式が同じになります。

qtree を使用して、**FlexGroup** ボリューム内で一意のセキュリティ形式を指定できます。

ボリュームのセキュリティ形式に関する基本的なガイダンス

ボリュームのセキュリティ形式を選択する際の一般的なガイダンスを次に示します。

- **UNIX** セキュリティ形式では、**Windows** ユーザが有効な **UNIX** ユーザにマッピングされている必要があります。**UNIX** ユーザは、**NFSv4.x** が使用されている場合にのみ有効なユーザ名にマッピングする必要があります。
- **NTFS** セキュリティ形式では、**Windows** ユーザが有効な **UNIX** ユーザにマッピングされ、**UNIX** ユーザが認証されるためには有効な **Windows** ユーザにマッピングされている必要があります。有効な **UNIX** ユーザ名が存在する場合、**NFS** クライアントにはファイルおよびフォルダに対する適切な所有権が表示されます。許可（権限）は、**Windows** クライアントが最初の認証後に処理します。有効な **UNIX** ユーザが存在しない場合、認証 / **UNIX** 所有権にデフォルトの **UNIX** ユーザ（**pcuser**）が使用されます。
- **UNIX** セキュリティ形式では、一部の **Windows** クライアントがモードビットの基本アクセス権（所有権の変更、**rwx**）を変更できます。ただし、SMB 経由の **NFSv4.x ACL** の管理は許可されず、詳細な **NTFS** 権限も認識されません。
- **mixed** セキュリティ形式では、どの種類のクライアントからも権限を変更できます。ただし、**ACL** を変更する最後のクライアントタイプに基づいて、**NTFS** または **UNIX** の有効なセキュリティ形式が設定されます。
- **mixed** セキュリティ形式では、有効なセキュリティ形式の変更が原因で適切に機能するためには適切なネームマッピングが必要になります。
- **FlexGroup** ボリュームの **ACL** 形式の単位が必要な場合は、**ONTAP 9.3** 以降で使用できる **qtree** の導入を検討してください。**qtree** では、**ONTAP** の論理ディレクトリごとにセキュリティ形式を設定できます。ネットアップの **FPolicy**、ウィルス対策、ネイティブファイル監査、クオータ適用など、ホームディレクトリのその他の機能を使用する場合は、**ONTAP 9.5** 以降の最新のパッチ適用済みリリースを使用してください。
- **ONTAP 9.7** では、**FlexGroup** ボリュームの **NFSv4.x** と **NFSv4 ACL** のサポートが追加されました。

ベストプラクティス 12：ボリュームセキュリティ形式-mixed セキュリティ形式のガイダンス

mixed セキュリティ形式は、クライアントが両方の形式のクライアントからアクセス権を変更できる必要がある場合にのみ使用することを推奨します。それ以外の場合は、マルチプロトコル NAS 環境であっても、NTFS または UNIX のいずれかをセキュリティ形式として選択することをお勧めします。

More information about user mapping, name service best practices, and so on, can be found in the [製品ドキュメント](#) 詳細については、次のサイトを参照してください。

- [TR-4887 : 『Multiprotocol NAS in NetApp ONTAP Overview and Best Practices』](#)
- [TR-4835 : 『How to Configure LDAP in ONTAP』](#)
- [TR-4067 NFS Best Practices and Implementation Guide](#)
- [TR-4668 : 『Name Services Best Practices』](#)

FlexGroup ボリュームのセキュリティ形式を変更する

FlexGroup ボリュームは、FlexVol ボリュームと同様に管理することを目的としています。ボリュームのセキュリティ形式の変更は、この哲学に含まれています。ボリュームのセキュリティ形式はライブで変更でき、クライアントを再マウントする必要はありません。ただし、その後 ACL 形式が変更されると、アクセス権限が予測不能になる可能性があります。最適な結果を得るには、本番環境のデータセットのメンテナンス時間内にセキュリティ形式を変更することを推奨します。

FlexGroup ボリュームのセキュリティ形式を変更するには、次のいずれかを実行します。

- コマンドラインからの実行
- NetApp ONTAP システムマネージャで FlexGroup ボリュームを最初に作成するときは、編集ボタンまたは高度な機能を使用します。

図 67) ONTAP System Manager での FlexGroup ボリュームのセキュリティ形式の変更

The screenshot shows the ONTAP System Manager interface for managing volumes. At the top, there is a table titled 'Volumes' with columns for Name and Status. A row for 'FG_SM_1T' is selected. On the right side of the table, there are 'Edit' and 'More' buttons, with 'Edit' highlighted by a red box. Below the table, there is a detailed configuration panel titled 'SECURITY TYPE'. It features a dropdown menu set to 'UNIX', with other options like 'NTFS', 'UNIX', and 'MIXED' available. Below the dropdown is a grid of checkboxes for 'OWNER', 'GROUP', and 'OTHERS' under three columns. The 'UNIX' row has checked boxes in all three columns. The 'NTFS' and 'MIXED' rows have mixed checked and unchecked status across the columns.

FlexGroup ボリュームに関する NFSv4.x ACL の対処方法 : ONTAP 9.6 以前

場合によっては、ストレージ管理者は、パフォーマンス特性や FlexGroup ボリュームの大容量フットプリントに加え、NFSv4.x ACL によって提供されるセキュリティをさらに強化したいと考えることができます。

ただし、ONTAP 9.7 より前のバージョンでは、FlexGroup ボリュームで NFSv4.x がサポートされていま

せんでしたFlexGroup ボリュームに対するネイティブの NFSv4.x ACL のサポートが必要な場合は、ONTAP 9.7 にアップグレードしてください。

ONTAP 9.6 以前を引き続き使用する必要がある場合 / 使用する必要がある場合は、使用事例に応じて、いくつかの回避策を次に示します。

- **NFSv3 グループの制限 (ユーザあたりの GID 数 16)** により **NFSv4.x ACL** が必要 -auth=sys-extended-groups enable -extended-groups-limit [1-1024] な場合は、NFS サーバオプションを使用して、ユーザあたりのサポートされる GID 数を増やすことができます。この機能の使用方法については、[TR-4067](#) を参照してください。この機能では、LDAP などのネームサービスを使用することを強く推奨します。ネームサービスのセットアップの詳細については、[TR-4835](#) および [TR-4668](#) を参照してください。
- **NFSv4.x ACL** を使用する必要がある場合は、SVM に CIFS サーバを追加し、FlexGroup ボリュームで NTFS 形式の ACL を使用することを検討してください。NTFS 形式の ACL は、NFSv4.x ACL と同じレベルできめ細かい設定が可能であり、管理しやすい GUI オプションを備えています。NFS (マルチプロトコル NAS とも呼ばれます) で CIFS/SMB を使用している場合、LDAP などのネームサービスを使用してユーザの認証とマッピングを処理すると、管理が容易になります。マルチプロトコルの NAS アクセスを適用するネームサービスの設定については、[TR-4835](#) および [TR-4668](#) を参照してください。
- **LDAP などのネームサービスサーバを使用できない場合や、環境で CIFS を設定できない場合** は、ONTAP 9.7 以降にアップグレードして、FlexGroup ボリュームで NFSv4 ACL をサポートする必要があります。

NFSv3 クライアントで NFSv4.x ACL を使用する

FlexGroup では、クライアントが NFSv3 のみを使用している場合でも、NFSv4 を使用してエクスポートをマウントした管理クライアントを使用して、ONTAP ボリュームで NFSv4 ACL をサポートする ONTAP リリースを使用している場合に、NFSv4.x の詳細な ACL サポートのメリットを活用できます。クライアントから NFSv4 ACL を設定すると、NFSv3 からアクセスするクライアントでは、NFSv4.x マウントを使用せずにこれらの NFSv4 ACL が使用されるようになります。詳細については、[TR-4067](#) を参照してください。

NFS 4.2 とラベル付け

ONTAP 9.9.1 では、ラベル付き NFS と呼ばれる NFSv4.2 機能がサポートされるようになりました。これは、SELinux ラベルと Mandatory Access Control (MAC ; 強制アクセス制御) を使用して、ファイルやフォルダへのきめ細かいアクセスを管理する方法です。ラベル付き NFS のサポートにより、ONTAP は、NFS クライアントの SELinux ラベル設定を認識し、理解できるようになりました。

ラベル付き NFS は、[RFC-7204](#) で規定されています。

ユースケースには、次のようなものが挙げられます。

- 仮想マシンイメージの MAC ラベル
- 公的部門のデータセキュリティ分類 (シークレット、トップシークレットなど)
- セキュリティコンプライアンス
- ディスクレス Linux

FlexGroup の管理に関する考慮事項

このセクションでは、FlexGroup ボリュームの管理に関する一般的な考慮事項について説明します。これには、FlexGroup ボリュームの表示、ボリュームの移動、FlexGroup ボリュームのサイズ変更、名前変更などのタスクが含まれます。

メモ : 本ドキュメントの ONTAP System Manager の例では、ONTAP 9.7 以降で使用可能な新しいバージョンの System Manager を使用しています。

初期導入

ONTAP 9.8 以降 auto-provision-as では、System Manager または CLI のコマンドオプションを使用して、ONTAP で FlexGroup ボリュームを自動的に導入することを推奨します。これは、[プロアクティブなサイズ変更](#)などの FlexGroup の機能では、初期導入時にファイルサイズの拡大や容量の自動分散を考慮する必要があるためです。また、ONTAP 9.8 以降の ONTAP の新しいリリースでは、データ取り込みの改善、バグ修正、データバランシング用の新機能を通じて、FlexGroup ボリュームに必要なデータ管理量をさらに削減できます。

CLI を使用 - aggr-list して FlexGroup ボリュームのアグリゲートリストを手動で指定する場合（オプションを使用）、ONTAP は最初に指定されたアグリゲートに最初の FlexGroup ルートメンバー ボリューム（FG 001 など）を配置し、自動 FlexGroup 作成は FlexGroup ルートメンバー ボリュームをノード間でより均等に分散します。1 つのアグリゲートに多数の FlexGroup ルートメンバー ボリュームがあると、タイムアウトやエラーなど、Snapshot と SnapMirror の処理で問題が発生する可能性があります。このシナリオは、バグ 1408116 で取り上げられています。

単一のノードまたはアグリゲートに多数の FlexGroup ルートメンバー ボリュームが含まれている場合は、[無停止ボリューム移動](#)を使用して、複数のノードおよびアグリゲート間でボリュームを分散します。

FlexGroup ボリュームを表示しています

FlexGroup ボリュームは、NetApp ONTAP GUI またはコマンドラインを使用して作成できます。通常の NetApp FlexVol ボリュームと同様に、ストレージ管理者の観点から管理するように設計されています。Snapshot コピー、サイズ変更、Storage Efficiency ポリシーなどの処理は、いずれも FlexGroup ボリュームレベルで管理されます。

ただし、FlexGroup ボリュームは単なる FlexVol ボリュームではなく、FlexGroup ボリューム全体のココルダンスを行う一連の FlexVol メンバー ボリュームで構成されています。NetApp ONTAP は、これらのメンバー ボリュームを使用してデータを取り込むことで、ファイルシステム全体の負荷分散と並列処理を自動化し、容量とパフォーマンスを向上させます。

ほとんどの場合、FlexGroup ボリュームは FlexGroup レベルで管理できます。たとえば、FlexGroup ボリュームを拡張 volume size するときは、GUI または FlexGroup レベルでコマンドを実行して、合計ボリュームサイズを増やすことができます。ONTAP は、基盤となるすべてのメンバー ボリュームに同等の容量があることを確認するため、ストレージ管理者は容量の分散方法について考える必要はありません。ONTAP 9.8 以降では、新しい[プロアクティブなサイズ変更](#)機能により、FlexGroup レベルでの容量管理がさらに簡素化されます。

FlexVol メンバー ボリュームを個別に表示して、容量やパフォーマンスの問題を確認することができます。これらのタスクは、以前のリリースの ONTAP でより一般的に使用されています。

メンバー ボリュームを表示すると便利な状況が 2 つあります。

- メンバーの使用容量を表示する方法（1 つのメンバー ボリュームが上限に近づいていませんか？）
- 個々のメンバーのパフォーマンスを表示するには volume move（使用す

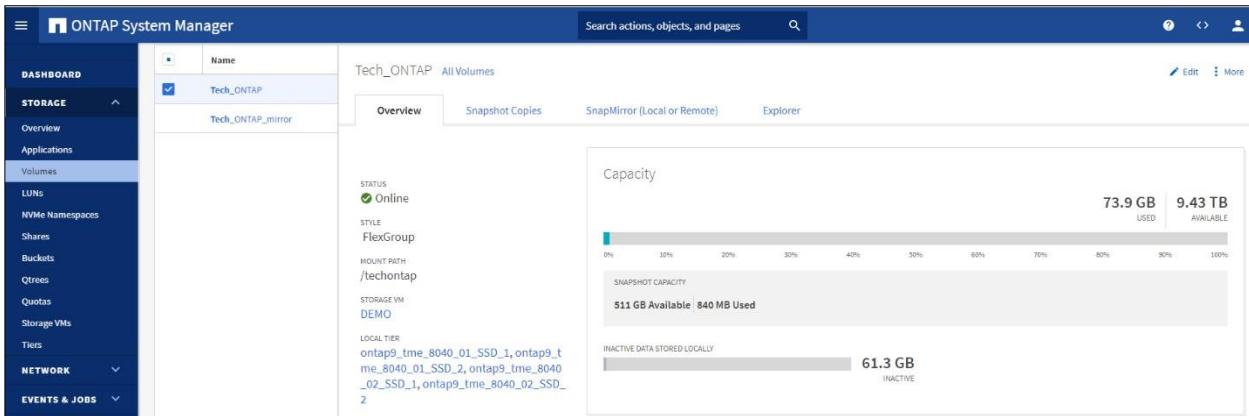
る必要がありますか？）以降のセクションでは、FlexGroup ボリュームを表示する方法について説明します。

ONTAP System Manager

ONTAP System Manager では、FlexGroup タブを使用して FlexGroup レベルで FlexGroup ボリュームを表示および管理できますが、メンバーボリュームは表示されません。これは意図的なものであり、FlexGroup ボリュームは管理が容易である必要があります。ONTAP System Manager の各ビューには、データ保護情報、リアルタイムのパフォーマンス、容量の情報など、FlexGroup ボリュームに関する有用な情報が表示されます。

注 : ONTAP System Manager では、シンプロビジョニングされた FlexGroup ボリュームにスペース割り当て情報を提供することはできません。

図 68) ONTAP System Manager の FlexGroup ボリュームビュー



FlexVol と同様に、Snapshot コピー、サイズ変更、データ保護など、System Manager の GUI から基本的なタスクを管理できます。

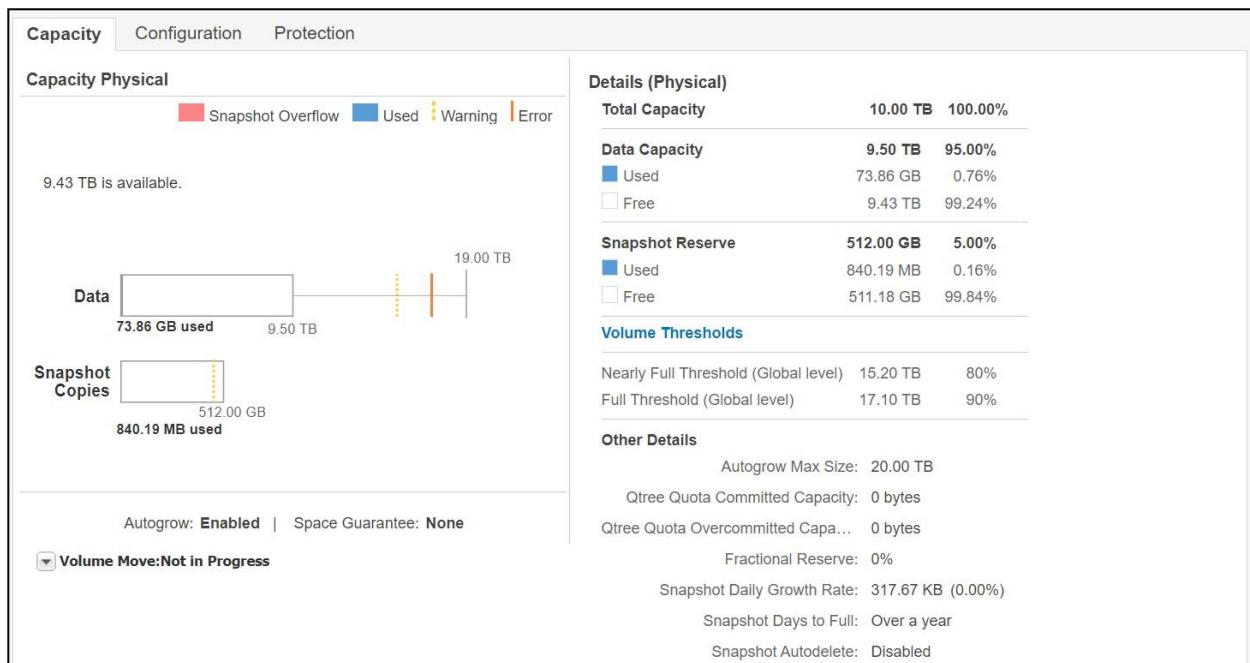
Active IQ Unified Manager

[Active IQ Unified Manager](#) を使用すると、1 つのダッシュボードで NetApp ONTAP クラスタの健常性とパフォーマンスを確認できます。

Active IQ Unified Manager では、FlexGroup の容量、構成、Storage Efficiency 機能をグラフィカル形式で確認できます。Active IQ Unified Manager の FlexGroup ボリューム容量は FlexGroup レベルで計算され、個々のメンバーボリューム容量は表示されません。

パフォーマンスに関するメンバーボリュームの情報については、Active IQ パフォーマンスマネージャを使用してください。メンバーボリュームの容量情報を表示するには、コマンドラインを使用します。

図 69) Active IQ Unified Manager の FlexGroup 容量の表示



Active IQ Unified Manager では、ボリュームの容量のトレンドをワークロード分析に表示することもできます。

図 70) Active IQ Unified Manager 容量のトレンド



注 : 現時点では、FlexGroup ワークロードを Active IQ ボリュームで使用することはできません。

パフォーマンス監視

NetApp Active IQ Unified Manager は、FlexGroup 全体やそのメンバー ボリュームなど、ONTAP のパフォーマンス統計のアーカイブを収集します。ストレージ管理者は、FlexGroup ボリュームをきめ細かく表示することで、個々のメンバー FlexVol のパフォーマンスの異常を評価したり、次のような対処を必要に応じて実行したりできます。

- スペースを追加しています
- メンバーの追加 ([volume expand](#))

- 無停止ボリューム移動：割り当て済みのノードの数が少ないとときに実行し

注：これらのタスクは Active IQ では実行できません。現時点では、これらのタスクを実行できるのはコマンドライン GUI と ONTAP System Manager GUI のいずれかまたは両方です。

図 71 は、複数の FlexVol メンバーとそれらに対応するパフォーマンスを示しています。各行は FlexVol メンバーを表します。

図 71) Active IQ Performance Manager の FlexGroup ボリュームビュー

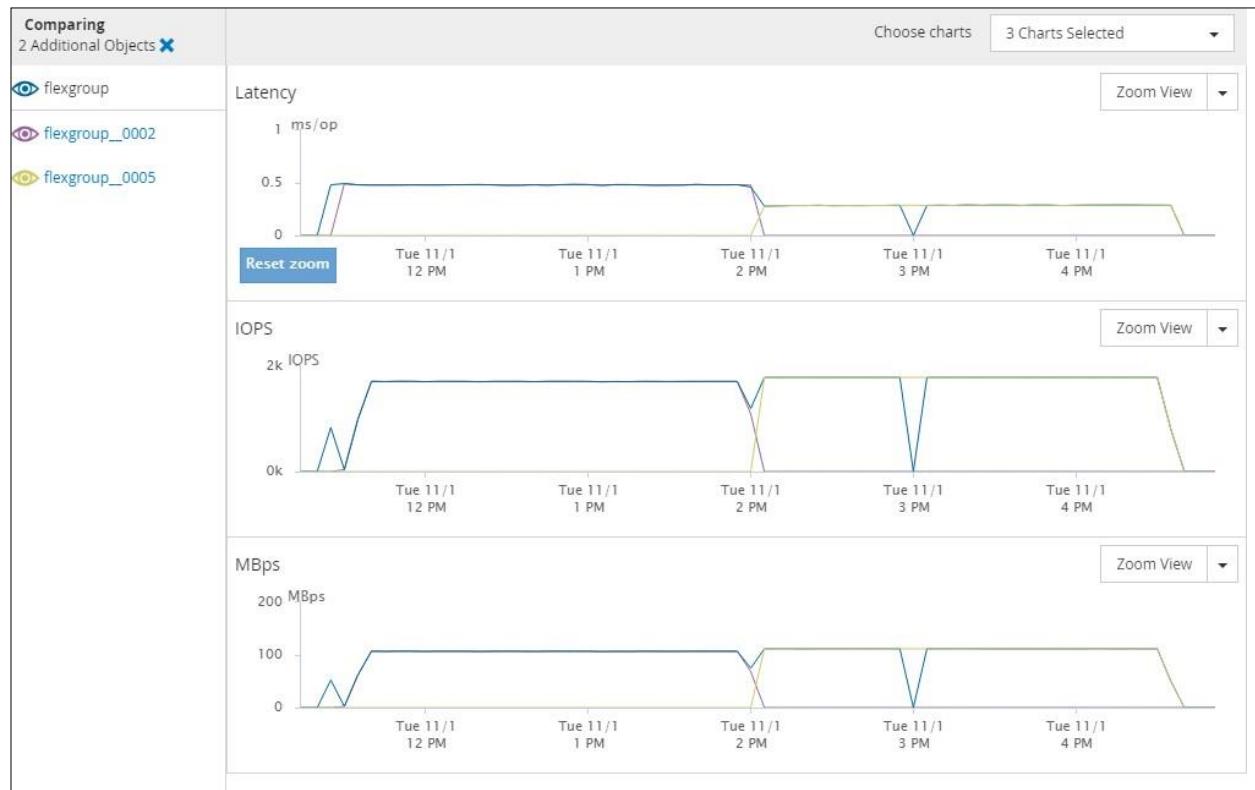


図 72 では、2 つの 1TB ファイルが FlexGroup ボリュームに書き込まれています。グラフには、そのワークロードで使用されたメンバー ボリューム（メンバー 2 と 5）が表示され、ワークロードパフォーマンスの概要を確認できます。図 73 では、IOPS および MBps のグラフが表示されています。

図 72) メンバー ボリュームのパフォーマンスチャート

| View and compare | | Constituents of this FlexGroup ▾ | Filtering ▾ | | | |
|------------------|--|----------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|--|
| Volume | | Latency | IOPS | MBps | | |
| flexgroup_0001 | | 4 ms/op | < 1 IOPS | 0 MBps | Add ➔ | |
| flexgroup_0002 | | 0.481 ms/op | 1,581 IOPS | 98.8 MBps | Add ➔ | |
| flexgroup_0005 | | 0.287 ms/op | 1,743 IOPS | 109 MBps | Add ➔ | |
| flexgroup_0006 | | N/A | N/A | N/A | Add ➔ | |
| flexgroup_0004 | | N/A | N/A | N/A | Add ➔ | |
| flexgroup_0003 | | N/A | N/A | N/A | Add ➔ | |
| flexgroup_0008 | | N/A | N/A | N/A | Add ➔ | |
| flexgroup_0007 | | N/A | N/A | N/A | Add ➔ | |

図 73) メンバーボリュームのグラフ



Command Line

FlexGroup ボリューム情報を表示するもう 1 つの方法が、CLI です。各権限レベルでは、FlexGroup ボリュームのプロパティを表示するためのさまざまなオプションを設定できます。

admin 権限レベル

- 合計容量（合計、使用可能、使用済み：すべてのメンバーボリュームから計算）、ストレージ効率
- NetApp Snapshot リザーブまたは Snapshot ポリシー
- FlexGroup ボリュームがまたがるアグリゲートとノードのリスト
- ボリュームの形式と拡張ボリュームの形式（ボリュームが FlexGroup ボリュームかどうかを示す）
- セキュリティ形式、所有者、またはグループ
- キャッシング・パス
- ファイルおよび inode の最大数
- メンバーボリュームの情報（`-is-constituent true` またはを使用 `volume show-space`）

advanced権限レベル

- 最大ディレクトリサイズの値
- FlexGroup のマスターデータセット ID
- ボリュームが 7-Mode から移行されたかどうか（FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換で重要）
- FlexGroup メンバーボリュームの最大サイズ

diagnostic権限レベル

- メンバーボリュームの詳細情報（容量、使用容量など）
- FlexGroup 取り込み統計情報（`flexgroup show`）

注 `volume show-space`：メンバーボリュームのスペース情報は、コマンドを使用することで **admin** 権限レベルで表示できます。例については、「[コマンドラインによる容量の監視と警告](#)」を参照してください。

FlexGroup ボリュームの容量を表示しています

このセクションでは、[Storage Efficiency](#) による総削減量の表示など、FlexGroup ボリュームの容量を監視するさまざまな方法について説明します。FlexGroup の容量監視は、ONTAP 9.4 で導入されたネットアップ FPolicy のサポートによっても実行できます。

注：ONTAP 9.8 以降では、プロアクティブなサイズ変更によってメンバーボリュームの空きスペースのバランスが調整されるため、キャパシティビューは、基盤となるメンバーボリュームではなく、合計 FlexGroup ボリュームに焦点を当てる必要があります。ただし、メンバーボリュームを表示する必要がある場合も、以下のセクションは適用されます。

合計 FlexGroup 容量

FlexGroup の合計容量は、次の値から導き出されます。

- 合計スペースFlexGroup ボリュームの合計割り当て済みスペース（メンバーボリューム容量 * メンバー数）。
- 使用可能なスペース最も割り当てられたメンバーボリュームで使用可能なスペースの量。

10TB の FlexGroup ボリュームをプロビジョニングした場合、クライアントには 10TB と表示されます。ONTAP では、10TB を作成されたメンバーボリュームの数で割った値が表示されます。ほとんどの場合、これについて考える必要はありません。特に [ONTAP 9.8 でプロアクティブなサイズ変更を行う](#)必要があります。ただし、FlexGroup ボリュームやファイルのサイズが小さいほど、これらの計算はより重要になります。

FlexGroup の合計容量は、ONTAP System Manager、Active IQ Unified Manager、または管理者権限レベルの CLI を使用して表示できます。

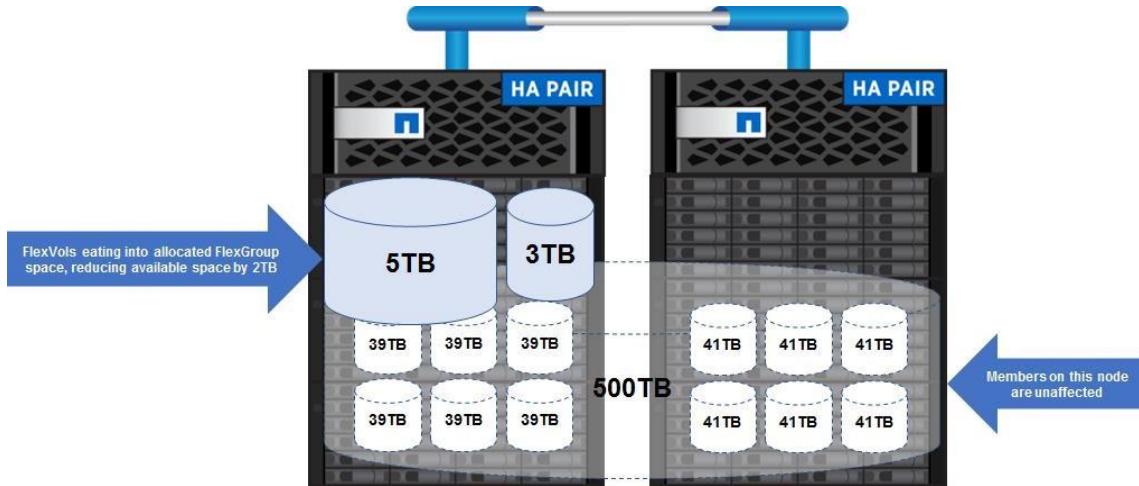
FlexGroup ボリュームでオーバープロビジョニングまたはシンプロビジョニングを行う

FlexGroup ボリュームを使用したオーバープロビジョニングやシンプロビジョニングは、容量管理を最小限に抑える必要がある場合に便利です。データが書き込まれるまで実際の容量を消費せずに、アグリゲート内の使用可能な物理スペースに依存する大規模な FlexGroup ボリュームを作成できます。

シンプロビジョニングについては、次の点に注意してください。

- ボリュームのスペースが不足している場合は、物理容量が使用されているためスペースが不足しています。スペースの問題を修正するには、同じノードで処理する場合も、クラスタに新しいノードを追加する場合も、ディスクスペースを追加する必要があります。
- 割り当てられたスペースは、使用可能な実際のスペースとはかぎりません。物理スペースよりもはるかに大きいボリュームを割り当てることが可能です。
- システムがシックプロビジョニングされた他のボリューム（FlexGroup または FlexVol ボリューム）とアグリゲートを共有している場合は、シンプロビジョニングを使用する際に注意が必要です。FlexGroup と同じアグリゲートにある既存の FlexVol または FlexGroup ボリュームは、データの取り込み方法に影響する可能性があります。既存のボリュームを使用すると、使用済みスペースが他のボリュームの割り当てを消費するため、メンバーボリュームで使用できるスペースが少なくなります。

図 74) シンプロビジョニングされた FlexGroup ボリュームとスペースギャランティ FlexVol ボリュームが存在する場合の容量への影響



ボリュームのスペースギャランティを使用すると、ボリュームの容量に影響する他のデータセットを保護することはできますが、ストレージ容量を最も効率的に使用することはできません。

ベストプラクティス 13：シンプロビジョニングの使用

ONTAP でシンプロビジョニングを使用する場合は、Active IQ Unified Manager などのツールを使用したり、CLI を使用して監視を設定したりして、ストレージシステム内の利用可能なスペースを追跡したりすることが重要です。

FlexGroup ボリュームに容量を追加しています

FlexGroup ボリュームは大容量まで拡張できますが、データの増大に伴って、FlexGroup ボリュームなどの大容量コンテナにも大容量が必要になる場合があります。

メンバー ボリューム間でリモート ハードリンクが作成されるためにメンバー ボリュームの容量がフルに近づくと、FlexGroup のパフォーマンスが低下することがあります。容量、空きスペース、および FlexGroup ボリュームへの影響の詳細については、「容量に関する考慮事項」を参照してください。

そのため、一般には、FlexGroup メンバー ボリューム内に 10% 以上の空きスペースを確保することを推奨します。当然ながら、10% はメンバー ボリュームとファイル サイズによって異なるため、このドキュメントでは、サイズの大きい ファイルを含むボリュームのプロビジョニングに関する推奨事項に従ってください。

注 : ONTAP 9.8 以降では、FlexGroup ボリュームを使用する際に、事前対応型のサイズ変更などの機能を使用して、メンバー ボリュームの管理オーバーヘッドを大幅に削減できます。

容量を追加する際の推奨事項

FlexGroup ボリュームに容量を追加するには、主に次の 2 つの方法があります。

- volume size コマンドを使用して、既存のメンバー ボリュームを拡張します。
- volume expand して新しいメンバー ボリュームを追加します。

既存の [FlexGroup ボリュームに容量](#) を追加する場合に推奨される方法は、FlexGroup ボリュームを拡張することです。FlexGroup に書き込まれたデータは静的であり、FlexGroup への配置後に他のメンバー ボリュームに再配置されることはないとため、FlexGroup をインプレースで拡張することで、新しいメンバー ボリュームをワークロードに追加する場合よりも一貫したパフォーマンスと容量の分散を維持できます。

物理アグリゲートの制限やメンバー FlexVol のボリュームが 100TB の上限に近づい [volume expand](#) しているためにこのアプローチが不可能な場合、またはクラスタに新しいノードを追加してワークロードを分散させたい場合は、代わりにを使用して新しいメンバーボリュームを追加する必要があります。

FlexGroup で使用 [volume move](#) する新しいノードまたはアグリゲートを追加する場合は、最初にメンバーボリュームをノード間で分散させ、それらを拡張するか、ノードあたりの数の倍数で新しいメンバーボリュームを追加することを推奨します。ボリューム移動アプローチの視覚化については、「ディスク、アグリゲートの追加」の項を参照してください。

ベストプラクティス 14：ボリュームサイズの拡張

- 可能 `volume size` であれば、新しいメンバーを追加するのではなく、ONTAP System Manager で容量を拡張またはサイズ変更して、既存の FlexGroup のデータバランシングを維持します。
- FlexGroup ボリュームで使用 `volume move volume size volume expand` する新しいノードまたはアグリゲートを追加する場合は、を使用して新しいハードウェア間でメンバーをリバランシングし、を使用して FlexGroup を拡張するか、またはノードごとに同じ倍数で新しいメンバーを追加します。たとえば、各ノードにメンバーが 4 つある場合は、ノードごとに 4 つの新しいメンバーを追加します。
- `volume size` ネットアップサポートの指示がない場合は、FlexGroup メンバー ボリューム上でコマンドを個別に実行しないでください。`volume size` FlexGroup ボリューム自体でのみ実行します。
- ONTAP 9.8 以降にアップグレードすると、[プロアクティブなサイズ変更](#)が可能になり、ボリュームのオートサイズ機能を使用して、容量を手動で管理する必要がなくなります。
- 容量の監視機能を使用して、メンバー ボリュームの利用率がどの程度になっているかを追跡できます。メンバー ボリュームの合計容量に基づいて警告しきい値を設定することで、問題に対処するのに十分な時間を確保できます（たとえば、80% は 10TB に設定できますが、100GB に設定した場合は設定できません）。
- シンプロビジョニングを使用すると、合計スペース割り当てに影響を及ぼすことなく、ボリューム上のより多くの仮想スペースを設定できます。

メモ：現在、メンバー ボリュームを削除して容量を削減する方法はありません。使用できるのはボリュームの縮小のみです。

ボリュームを拡張するか新しいメンバーを追加する

FlexGroup で容量を増やしたりファイル数を増やしたりする必要がある場合、主に 2 つの方法があります。

FlexGroup ボリュームの拡張（ボリュームサイズ）

既存のメンバー ボリュームに容量を追加するには、FlexGroup の合計サイズを拡張します。これ `volume size` は、CLI でコマンドまたは ONTAP System Manager を使用して実行します。追加したサイズは、FlexGroup ボリュームのメンバー ボリュームに均等に分割されます。たとえば、8 個のメンバー ボリュームを含む FlexGroup に 8TB を追加すると、各メンバー ボリュームのサイズは 1TB に増えます。したがって、スペースを追加するときは、FlexGroup ボリューム内のメンバー ボリューム数を把握することが重要です。この番号を確認 `volume show -name [flexgroup] -is-constituent true` するには、CLI からを使用します。

FlexGroup ボリュームを拡張するかメンバー ボリュームを追加するかを検討する際は、目的の結果と目的を検討します。次の場合に FlexGroup ボリュームを拡張します。

- 既存のノードまたはアグリゲートの容量を増やすだけで十分です。
- クラスタ内のボリュームの総数を増やさない場合
- FlexGroup メンバー ボリュームが 100TB の上限に達していません。
- メンバー ボリュームのファイル数が 20 億個に制限されていない。
- メンバー ボリュームが現在配置されている物理スペースがあります。

- メンバーボリューム間でデータのバランスを維持する。

これらのシナリオはすべてを網羅しているわけではありません。新しいメンバーボリュームを追加するのではなく、**FlexGroup** ボリュームを拡張したい場合もあります。不明な点がある場合は、flexgroups-info@netapp.com にお問い合わせください。

メンバーボリュームの追加（ボリューム拡張）

FlexGroup に容量またはファイル数を追加するもう 1 つの方法として、メンバーボリュームを追加する方法があります。現時点では、ネットアップは最大 200 個のメンバーで構成される **FlexGroup** ボリュームを正式にサポートしており、容量は 20PB まで、ファイル数は 4,000 億個にまで拡張されています。それよりも多くの容量が必要な場合や、メンバーボリューム数が多い場合は、ネットアップの営業担当者に連絡して、**FlexGroup** の容量が大きいボリュームについての認定プロセスを開始してください。

メンバーボリューム `volume expand` を追加するには、現在 CLI でコマンドを使用している必要があります。このコマンドは、既存の **FlexGroup** メンバーボリュームとまったく同じサイズの新しい空のメンバーボリュームを追加します。新しいメンバーボリューム `aggr-multiplier aggr-list volume expand` の数は、コマンドのオプションとオプションで決まります。このコマンドの例については、『[コマンド例](#)』のこのドキュメントの末尾を参照してください。

ほとんどの場合、新しいメンバーボリュームは空になり、新しい要求の取り込み負荷が分散されるため、新しいメンバーボリュームの追加は容量やファイル数の追加よりも推奨されません。新しいメンバーボリュームを追加する場合は、システムにすでに存在するボリュームと同じ数で、複数のメンバーボリュームを追加するようにしてください。

ただし、**FlexGroup** に容量を追加する方法としては、状況によってはメンバーボリュームを追加する方法が最も適しています。例：

- **FlexGroup** メンバーボリュームは、すでに 100TB 以下になっています。
- クラスタに新しいノードまたはアグリゲートを追加しています。
- [最大ファイル数](#)が必要になり、メンバーボリュームのサイズの上限に達しています。
- クラスタの容量は、メンバーボリュームを拡張できないレベルにあります。また、クラスタ内の他のノードには、同じ容量のメンバーボリュームを格納できるだけの十分なスペースがあります。

これらのシナリオはすべてを網羅しているわけではありません。ボリュームを拡張するのではなく、**FlexGroup** ボリュームにメンバーを追加したい場合もあります。不明な点がある場合は、flexgroups-info@netapp.com にお問い合わせください。

ボリュームのサイズ変更

必要 `volume size` に応じてボリューム容量を拡張または縮小するには、**FlexGroup** ボリュームでコマンドを実行するか、**ONTAP System Manager** を使用します。メンバーボリュームの空きスペースが多いいため、容量を追加すると取り込みのヒューリスティックに影響し、**ONTAP** は親フォルダへのファイルのローカル配置を推奨してパフォーマンスが向上します。

このコマンドを使用すると、メンバー **FlexVol** ボリュームのそれぞれについて、合計容量 / メンバーボリュームの合計数が増えます。たとえば、**FlexGroup** ボリュームに 8 個のメンバーボリュームがあり、80TB で拡張された場合、各メンバーボリュームは **ONTAP** によって自動的に 10TB ずつ増えます。

ONTAP 9.8 より前のリリースでは、**FlexGroup** の合計サイズの増加を考慮する場合、これらの増加を考慮することが重要でした。[ボリュームの自動拡張によるプロアクティブなサイズ変更](#)では、個々のメンバーボリュームのサイズを検討する重要性が軽減されます。これは、**ONTAP** が使用可能な空きスペースを管理するためです。

注 : FlexGroup ボリュームでは、ONTAP 9.6 では手動でのボリューム縮小がサポートされ、ONTAP 9.3 では自動縮小機能がサポートされるようになりました。

ONTAP System Manager からボリュームのサイズを変更する

1. ONTAP System Manager 9.7 以降でボリュームのサイズを変更するには、サイズを変更するボリュームを選択して編集をクリックします。次に、新しいサイズを入力します。

The screenshot shows two windows from the ONTAP System Manager. The top window is titled 'Volumes' and lists a single volume named 'Tech_ONTAP'. The bottom window is titled 'Edit Volume' and shows the 'NAME' field set to 'Tech_ONTAP'. Under 'Storage and Optimization', the 'CAPACITY' field is set to '10 TB'. A red box highlights the 'Edit' button in the top right corner of the 'Edit Volume' dialog.

volume expand

ボリュームサイズを指定 `volume expand` して **FlexGroup** ボリュームを無停止で拡張するか、管理者権限レベルで利用可能なコマンドを使用して容量を動的に追加できます。このコマンドは、**FlexGroup** ボリュームに **FlexVol** メンバーボリュームを追加します。このコマンドは、次のいずれかの状況で使用する必要があります。

- 既存のメンバーボリュームが最大容量（100TB または 20 億ファイル）に達した
 - ノードの物理容量が上限に達し、クラスタにアグリゲートまたはノードが追加されています
- 注** : 単に **FlexGroup** ボリュームに容量を追加する場合、またはファイル数を増やす場合は、既存のボリュームのサイズを変更するか、またはボリュームの拡張を使用して新しいメンバーボリュームを追加する前に maxfiles 値を増やします。

ボリューム拡張に関する考慮事項

FlexGroup ボリュームに新しいメンバーボリュームを追加する場合は、次の点を考慮してください。

- `volume expand` 既存のボリュームサイズまたはファイル数を増やしてもオプションでない場合、または **FlexGroup** を新しいハードウェアに拡張する場合にのみ使用してください。
- `Volume expand` は、現在 CLI のみで実行されています。
- 新しいメンバーを追加する必要がある場合は、既存の **FlexGroup** ボリュームと同じ倍数で追加します。つまり、既存の **FlexGroup** にノードあたり 8 個の 16 個のメンバーボリュームがある場合、一貫したパフォーマンスを確保するために、ノードあたり 8 個の新しいメンバーを追加します。
- 既存のクラスタに新しいノードを追加してこれらのノードに新しいメンバーを追加する場合は、既存の **FlexGroup** と同様に、ノードあたりのメンバーボリューム数を統一するようにしてください。
- FlexGroup** ボリュームに新しいメンバーを追加すると、取り込みのヒューリスティックが変更されて、新しいデータ用の新しい空のメンバーボリュームが優先されます。新しいメンバーが既存のメンバーに追いついている間、新しいデータ取り込みのシステム全体のパフォーマンスに影響する可能性があります。
- 可能であれば、メンバーボリュームを複数のメンバーボリュームに追加し、作業対象のメンバーボリュームと同じにします。たとえば、8 個のメンバーボリュームがある場合、メンバーを追加するときに 8 個の新しいメンバーボリュームを追加します。

- メンバーボリュームを追加すると、クラスタに FlexVol が追加され、プラットフォームで許可されている最大ボリューム数にカウントされます。
- FlexGroup ボリュームに新しいメンバーを追加すると、既存の Snapshot コピーと SnapMirror 関係はボリュームレベルの SnapRestore 処理では無効になりますが、以前のバージョンや .snapshot ディレクトリへのアクセスによってクライアントからファイルをリストアする場合に使用できます。Snapshot リストアの詳細については、[TR-4678 : 『Data Protection and Backup - FlexGroup Volumes』](#) を参照してください。
- FlexGroup ボリューム内の既存データに無停止でリバランスする標準の方法はありませんが、これは必ずしも問題を示しているとは限りません。データの不均衡とその影響の詳細については、「FlexGroup ボリュームのデータの不均衡」を参照してください。

を使用 volume expandする場合は、「容量の追加に関する推奨事項」に記載されているガイドに従ってください。

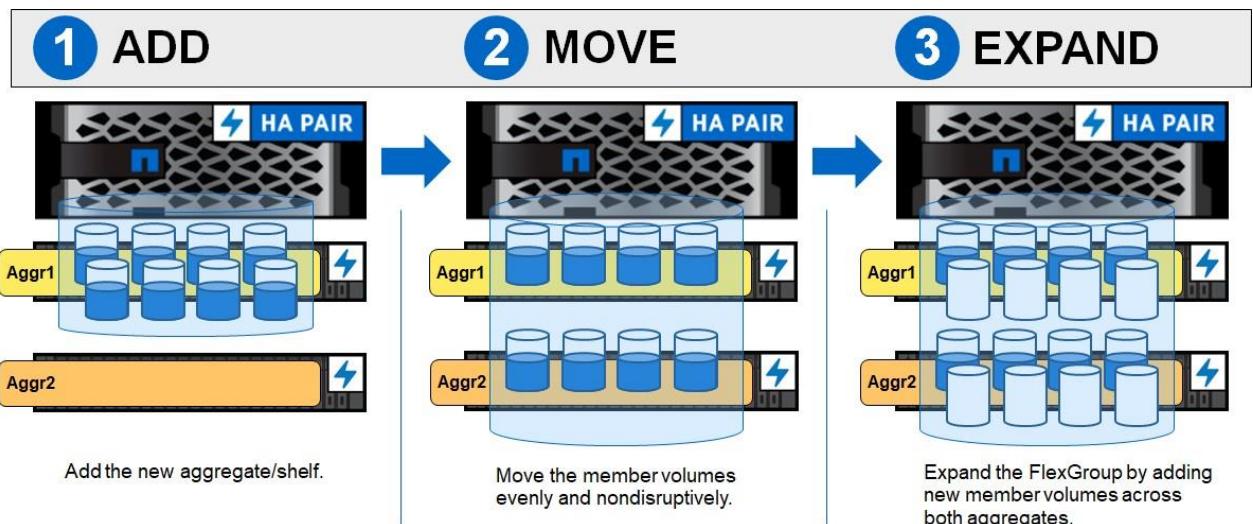
の例について volume expandは、「[コマンド例](#)」を参照してください。

ディスク、アグリゲート、およびノードを追加する

FlexGroup メンバーボリュームが含まれている既存のアグリゲートにディスクを追加する場合、合計ボリュームサイズを増やす必要がある場合を除き、対処は不要です。

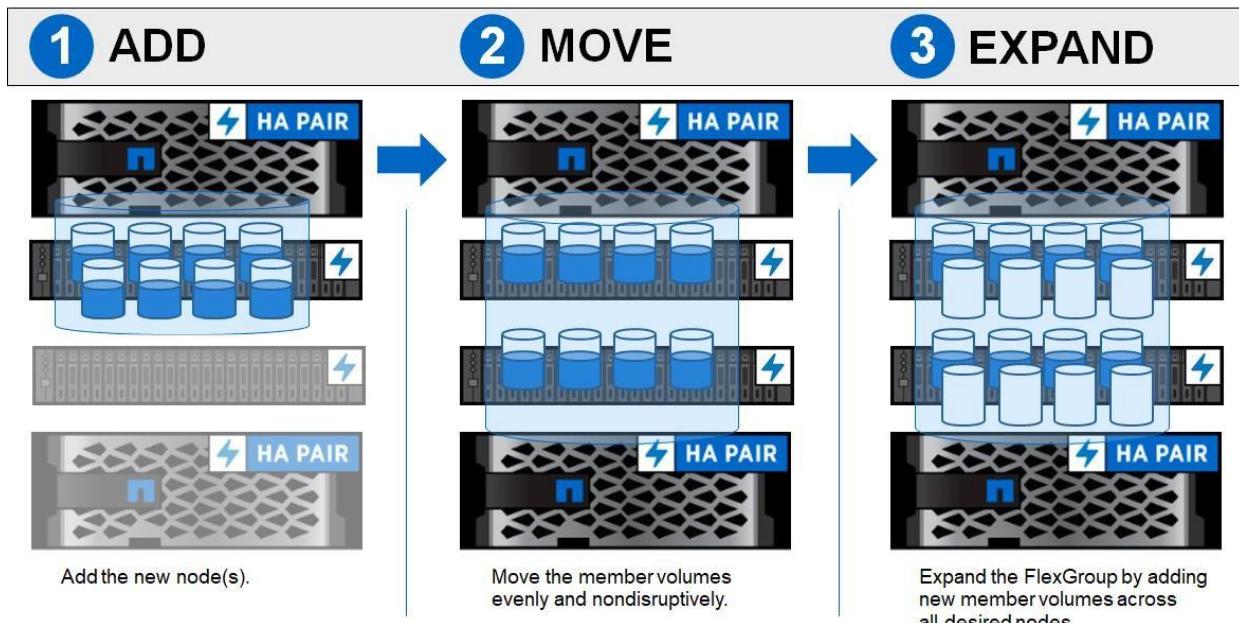
ノードにアグリゲートを追加する際に、FlexGroup ボリュームを新しいアグリゲートで構成する必要がある場合は、無停止のボリューム移動を使用して、メンテナンス期間なしでメンバーボリュームを新しいアグリゲートに移動できます。その後、新規および古いアグリゲートにまたがる FlexGroup ボリュームにメンバーボリュームを作成します。

図 75) FlexGroup を使用したアグリゲートの追加



クラスタに新しいノードを追加する場合は、同じ手順に従ってクラスタにアグリゲートを追加します。volume move volume expand メンバーボリュームを調整するには、コマンドとコマンドを使用します。

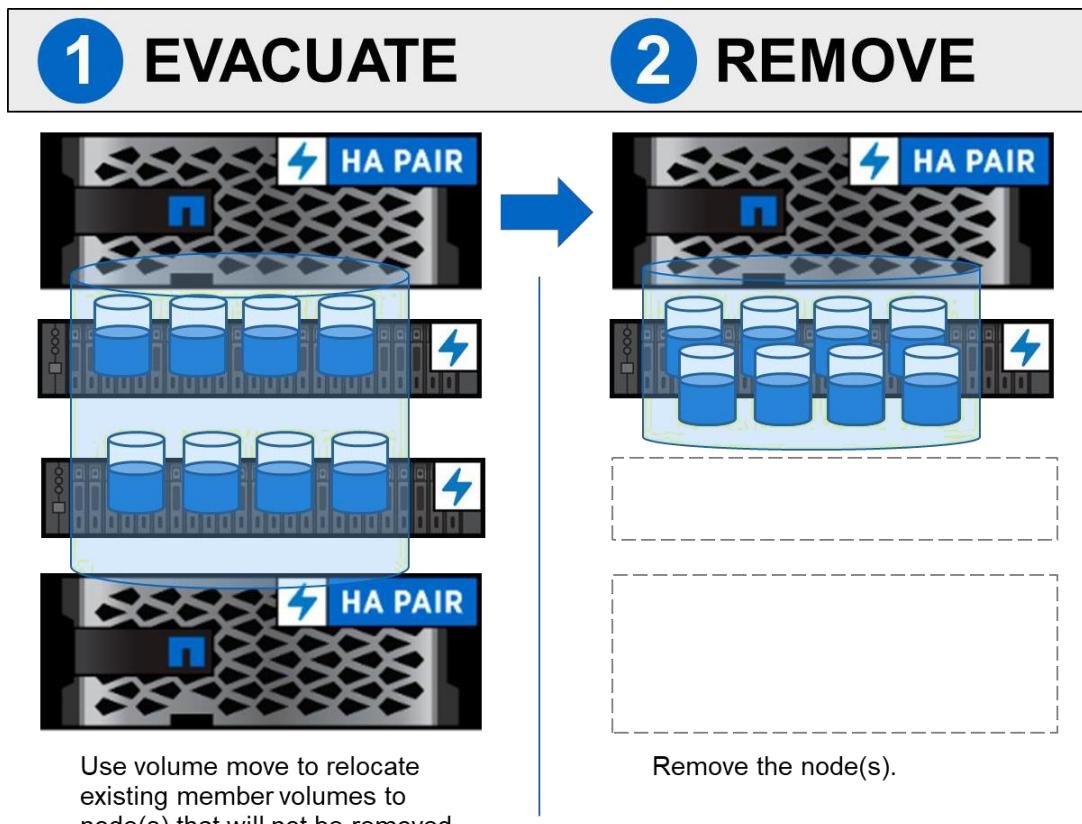
図 76) ノードの追加と FlexGroup ボリュームの拡張



クラスタからノードを削除または退避しています

また、メンバーボリュームの無停止ボリューム移動を使用して、FlexGroup メンバーボリュームが含まれているクラスタからノードを削除することもできます。たとえば、8 ノードクラスタから 2 つのノードを削除し、各ノードに 16 個のメンバーボリュームがある場合は、ボリューム移動を使用して残りの 6 つのノードに 32 個のメンバーボリュームを分散します。ボリューム数が 32 で 6 ノードに均等に分割されないため、次の分割可能なノード数を使用して、4 つのノードに 8 つのメンバーボリュームを均等に分散します。それぞれ 8 個のメンバーボリュームを使用するための十分なスペースがない場合は、2 つのノードに 6 個のメンバーボリュームを配置し（12 個）、4 つのノードに 5 個のメンバーボリュームを配置します（20 個）。

図 77) FlexGroup メンバー ボリュームを含むノードの削除



注：メンバー ボリュームは、追加後に FlexGroup ボリュームから削除することはできません。

無停止ボリューム移動に関する考慮事項

ONTAP を使用すると、同じクラスタ内のアグリゲート間またはノード間で無停止でボリュームを移動できます。この機能により、メンテナンス時間を確保したり、クラスタ内でパフォーマンスや容量の割り当てのバランスを調整したりするときに、柔軟に対処できます。

FlexGroup ボリュームではこの機能もサポートされますが、さらに細かく設定することができます。この機能を使用すると、FlexGroup ボリュームの各メンバー ボリュームを移動できます。ボリューム移動では、FlexGroup 全体が 1 回の移動で移動されることはありません。

そのため、ストレージ管理者は、容量やパフォーマンスに問題が生じた場合に、クラスタ内でワークロードを移動できます。[Active IQ で個々のメンバー FlexVol を確認することで](#)、問題をすばやく特定して解決できます。

注 : ボリュームの移動は無停止で実行されますが、所要時間はボリュームのサイズとノードの全体的な負荷によって異なります。

無停止のボリューム移動を使用する状況

無停止ボリューム移動は、FlexGroup の次のような場合に役立ちます。

- メンバー ボリュームの容量が上限に近づいています。現在のノードで物理ストレージを使用してボリュームをインプレースで拡張することはできません。
- メンバー ボリュームは、他の FlexVol とアグリゲートを共有し、FlexVol ボリュームのパフォーマンスまたは容量の影響を受けます。

- 1 個のメンバー ボリュームが **FlexGroup** ボリュームで過剰に処理されており、より多くのノード リソースが必要です。
- パフォーマンスを向上させるには、回転式ディスクから **SSD** に、アーカイブするには **SSD** から回転式ディスクに **FlexGroup** ボリュームを移行する必要があります。
- 新しいクラスタ ノードまたはデータ アグリゲートが追加されたとき。
- ヘッド交換またはその他の計画的メンテナンス作業を実行している（ダウンタイムを最小限に抑えるため）。

無停止のボリューム移動を使用する

`volume move` **FlexGroup** メンバー ボリュームに対する無停止アクセスは、コマンドラインの **admin** 権限レベルで利用できます。ONTAP System Manager GUI を使用して **FlexVol** を移動することはできますが、現時点では、**FlexGroup** メンバー ボリュームの移動には System Manager GUI を使用できません。

FlexGroup メンバー ボリュームを移動するには、次の手順を実行します。

- 移動が必要なボリュームを特定します。この情報を確認するには、Active IQ Unified Manager または CLI を使用してください。
- コマンドラインから `volume move start` コマンドを実行します。このコマンドは、**admin** 権限レベルで実行できます。

```
cluster::> volume move start -vserver SVM -destination-aggregate aggr1_node2 -volume
flexgroup4TB_000
flexgroup4TB_0001 flexgroup4TB_0002 flexgroup4TB_0003
flexgroup4TB_0004 flexgroup4TB_0005 flexgroup4TB_0006
flexgroup4TB_0007 flexgroup4TB_0008

cluster::> volume move start -vserver SVM -volume flexgroup4TB_0003 -destination-aggregate
aggr1_node2
[Job 2603] Job is queued: Move "flexgroup4TB_0003" in Vserver "SVM" to aggregate "aggr1_node2".
Use the "volume move show -vserver SVM -volume flexgroup4TB_0003" command to view the status of
this operation.

cluster::> volume move show
Vserver Volume State Move Phase Percent-Complete Time-To-Complete

SVM      flexgroup4TB_0003
          healthy replicating
          45%           Tue Dec 06 13:43:01 2016
```

アグリゲートの自動負荷分散を実行します。

[アグリゲートの自動負荷分散](#)機能は Data ONTAP 8.3 で導入されました。システムのパフォーマンスまたは容量がストレージ管理者によって指定されたポイントに達すると、ONTAP が推奨する無停止ボリューム移動が実行されます。この機能は、現在のところ、**FlexGroup** ボリュームではサポートされていません。

FlexGroup ボリュームを削除する際の考慮事項

Data ONTAP 8.3 では、削除されたボリュームのリカバリ キューを 12 時間保持しておくことで、ボリュームが誤って削除されないようにするためのボリューム リカバリ キューという機能が追加されました。クライアントからボリュームにアクセスすることはできなくなり、管理者 ビューには管理者権限 レベルでは表示されませんが、スペースは引き続き割り当てられ、緊急リカバリが必要になった場合に備えてボリュームの残りの部分が保持されます。**FlexGroup** ボリュームもこのリカバリ キューを使用するため、リカバリ キューが期限切れになるか手動でページされるまでスペースは解放されません。

`-type DEL` コマンドラインから削除したボリュームを表示するには、**diagnostic** 権限レベルでを指定します。GUI にボリュームもリカバリキューも表示されません。

| Vserver | Volume | Aggregate | State | Type | Size | Available | Used% |
|---------|---------------------|-------------|---------|------|------|-----------|-------|
| DEMO | flexgroup_0001_2321 | aggr1_node1 | offline | DEL | 5TB | - | - |
| | flexgroup_0002_2322 | aggr1_node2 | offline | DEL | 5TB | - | - |

削除したボリュームは、**volume recovery-queue** コマンドで確認することもできます。診断権限もあります。

| Vserver | Volume | Deletion Request Time | Retention Hours |
|---------|---------------------|--------------------------|-----------------|
| DEMO | flexgroup_0001_2321 | Tue May 01 17:14:14 2018 | 12 |
| DEMO | flexgroup_0002_2322 | Tue May 01 17:14:13 2018 | 12 |

2 entries were displayed.

リカバリキューからボリュームを手動でページするには、次のコマンドを実行します。

```
cluster::>*> volume recovery-queue purge -vserver DEMO -volume flexgroup_0001_2321
Queued private job: 4660

cluster::>*> volume recovery-queue purge -vserver DEMO -volume flexgroup_0002_2322
Queued private job: 4661
```

ボリュームを削除するときにリカバリキュー `-force true` flag `volume delete` をバイパスするには、CLI からコマンドを advanced 権限レベルで使用します。ONTAP System Manager では、強制的な削除やボリュームリカバリキューの管理はサポートされません。

ボリューム名を変更する場合の考慮事項

ONTAP 9.6 以降では、FlexGroup ボリューム名の変更がサポートされます。FlexGroup ボリューム名は、ストレージ管理者がクラスタ内のボリュームを識別するためだけに使用します。ボリュームのクライアント側の名前は、クラスタ内のボリュームの名前によってではなく、NFS の CIFS / SMB 共有とボリュームキャッシングパス（エクスポートパス）によって公開されます。

たとえば、ボリュームの管理者名 `vol1/accounting` を設定し、クライアントとしてエクスポートすることができます。FlexGroup では、キャッシングパスと SMB 共有をいつでも変更できますが、その場合はクライアントが中断します。これは、再マウントまたは SMB 共有の再接続を通じて新しい共有またはエクスポートパスに再接続する必要があるためです。ただし、ボリューム名は原因変更されます。クライアント側の操作は中断されません。

qtree

ONTAP 9.3 では、qtree と呼ばれる論理ディレクトリの FlexGroup ボリュームがサポートされるようになりました。ストレージ管理者は、qtree を使用して ONTAP の GUI または CLI からフォルダを作成し、大規模なバケット内でデータを論理的に分離できます。qtree は、独自のエクスポートポリシー、固有のセキュリティ形式、および詳細な統計を有効にすることで、データ管理の柔軟性を提供します。

qtree には複数のユースケースがあり、ホームディレクトリワードロードに便利です。qtree には、データにアクセスするユーザのユーザ名を反映した名前を付け、ユーザ名に基づいてアクセスを提供する動的共有を作成できます。

FlexGroup ボリュームの qtree に関する詳細は、以下の箇条書きで説明します。

- クライアントには、**qtree** がディレクトリとして表示されます。
- **qtree** はボリュームレベルで作成できます。現在のところ、ディレクトリの下に **qtree** を作成してサブディレクトリである **qtree** を作成することはできません。
- **qtree** の作成と管理は、**FlexVol qtree** の管理と同じ方法で行います。
- **qtree** は **SnapMirror** ではレプリケートできません。現在の **SnapMirror** はボリュームレベルでのみ実行されています。**FlexGroup** を使用してより詳細なレプリケーションを行う場合は、**FlexGroup** ボリュームと [ジャンクションパス](#) を組み合わせて使用します。
- **FlexGroup** ごとに最大 4,995 個の **qtree** がサポートされます。クオータの監視と適用（ONTAP 9.5 以降での適用）は、**qtree** レベルまたはユーザーレベルで適用できます。

注： ONTAP 9.5 では、クオータ適用のサポートと [qtree の統計](#) が追加されています。ONTAP 9.8 で、[qtreeQoS](#) のサポートが追加されました

qtree およびファイル移動

qtree は、ONTAP 内では一意のファイルシステムとみなされます。NAS クライアントの観点からはディレクトリのように見えますが、実際のディレクトリとは異なる動作をする操作もあります。1 つの例は、同じボリューム内の **qtree** 間でファイルを移動することです。

ディレクトリ間でのボリューム内でファイルの移動が行われると、ファイル名は新しい名前に変更されます。ファイル名は同じファイルシステム内での移動であるため、数秒以内に変更されます。

2 つの **qtree** 間でファイルが移動されると、ファイルは名前を変更するのではなく、新しい場所にコピーされます。そのため、処理にかなりの時間がかかります。

これは、**qtree** が **FlexVol** と **FlexGroup** のどちらに存在するかに関係なく適用されます。

qtree ID と名前変更の動作

継承されないエクスポートポリシーを **qtree** に適用すると、**qtree** 間の処理で NFS ファイルハンドルが若干変更されます。ONTAP は、NFS 処理の **qtree ID** を検証します。これは、ソースフォルダまたは **qtree** と同じボリューム内の **qtree** との間で移動する際のファイル名変更や移動などに影響します。これは、ホームディレクトリ内のシナリオなど、**qtree** 間で不要なアクセスを防止するのに役立つセキュリティ機能です。ただし、エクスポートポリシールールと権限を適用するだけで同様の目標を達成できます。

たとえば、同じボリューム内の **qtree** に対して移動や名前変更を行うと、アクセス拒否エラーが発生します。別のボリューム内の **qtree** と同じ移動または名前変更を行うと、ファイルはコピーされます。ファイルのサイズが大きい場合、移動処理に異常な時間がかかるているように見えても、ほとんどの移動処理はほぼ瞬時に実行されます。単純なファイル名が同じファイルシステムおよびボリューム内で変更されるためです。

この動作は **advanced** 権限オプションで制御されます。[NFS オプション「-validate-qtree-export」が有効な場合に qtree 間でファイルを移動するときに、ネットアップナレッジベースの記事で Permission denied エラー](#) が詳しく説明されています。

この KB 以降、これらはさまざまな操作の動作になります。

```
Assuming that file permissions allow and that client is allowed by export policies to access both source and destination volume/qtree, these are the current permutations with the 'validate-qtree-export' flag enabled or disabled:
```

有効 :

- Rename in same volume and qtree: SUCCESS
- Rename in same volume, different qtrees: EACCESS
- Rename between volumes where qtree IDs differ: EACCESS
- Rename between volumes where qtree IDs match: XDEV

無効 :

- Rename in same volume and qtree: SUCCESS
- Rename in same volume, different qtrees: SUCCESS
- Rename between volumes where qtree IDs differ: XDEV
- Rename between volumes where qtree IDs match: XDEV

注 : NFS3ERR_XDEV と NFS3ERR_ACCESS は [RFC-1813](#) で定義されています。

qtree 間での名前変更や移動の動作を変更 -validate-qtree-export disabledするには、をに変更します。詳細については、「[qtree ファイル操作の qtree ID の検証](#)」セクションを参照してください。

注 -validate-qtree-export : このオプションを無効にしても、qtree 間で名前の変更は許可されない限り、悪影響はないことがわかっています。

qtree エクスポートのファイルハンドルへの影響

通常、クライアントに渡される NFS エクスポートファイルハンドルのサイズは 32 ビット以下です。ただし、qtree エクスポートでは、40 ビットのファイルハンドルを作成するために追加の数ビットが追加されます。ほとんどのクライアントでは、これは問題ではありませんが、古いクライアント ([1996 年に導入された HPUX 10.20 など](#)) では、これらのエクスポートのマウントに問題が生じる可能性があります。qtree エクスポートを有効にしたあとにファイルハンドルの動作を変更する方法が現在ないため、qtree エクスポートを有効にする前に、古いクライアント接続を必ず別のテスト SVM でテストしてください。

FlexGroup でクオータを管理する

NetApp FlexGroup では、[ユーザ / グループクオータ](#)とツリークオータがサポートされます。これらのサポートのレベルは、次のように分類されます。

- ONTAP 9.3 でのクオータレポートのサポート
- FPolicy のサポート。ONTAP 9.4 では、DefendX (旧 NTP) などのサードパーティベンダーによるクオータ適用を可能にします。
- ONTAP 9.5 以降では、クオータの適用 (容量とファイル数のハードリミットとソフトリミットの設定) がサポートされています。

ユーザクオータとグループクオータに関する考慮事項

ユーザクオータまたはグループクオータを実装するには、クラスタが指定されたユーザ名またはグループを解決できる必要があります。したがって、ユーザまたはグループは、SVM 上、または Active Directory、LDAP、NIS などの解決可能なネームサービスサーバ内にローカルに存在する必要があります。ユーザまたはグループが SVM で見つからない場合は、クオータルールは作成されません。ユーザが無効なためにユーザクオータまたはグループクオータを作成できなかった場合、コマンドラインで次のエラーが発生します。

```
Error: command failed: User name user not found. Reason: SecD Error: object not found.
```

同様のメッセージが ONTAP System Manager から送信されます。event log show コマンドを使用して問題をさらに調査します。ONTAP での ID 管理用のネームサービスの設定の詳細については、[TR-](#)

[4835 : 『How to Configure LDAP in ONTAP』](#) および [TR-4668 : 『Name Services Best Practices Guide』](#) を参照してください。

ユーザクオータまたはグループクオータを作成します

ユーザクオータとグループクオータを作成して、ユーザごとに容量やファイル数の上限をレポートしたり適用したりできます。これらのクオータは、複数のユーザまたはグループが同じネームスペースまたは **qtree** を共有するシナリオで使用されます。これらの手順は、FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームで同じです。

クオータの作成 - ONTAP システムマネージャ

ONTAP システムマネージャでユーザクオータまたはグループクオータを作成するには、左側のメニューから [Storage] > [Quotas] を選択します。レポート、ルール、ボリュームステータスの 3 つのタブがあるページに移動します。

レポートには、ユーザ、グループ、および **qtree** の現在のクオータ追跡が表示されます。

図 78) クオータレポート - ONTAP システムマネージャ

| Type | Volume | Storage VM | Qtree | Users | Group | % Space Used | % Files Used |
|------|--------|------------|-------|------------------------|-------|------------------------------|-------------------------|
| user | home | DEMO | - | root | - | 4.65 GB used No Hard Limit | 25 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | 14 | - | 4 KB used No Hard Limit | 2 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | apache | - | 383 MB used No Hard Limit | 2 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | Podcast | - | 0 Bytes used No Hard Limit | 2 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | admin | - | 4.65 GB used No Hard Limit | 2 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | BUILTIN\Administrat... | - | 0 Bytes used No Hard Limit | 15 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | squash | - | 0 Bytes used No Hard Limit | 3 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | 1003 | - | 12 KB used No Hard Limit | 5 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | prof1 | - | 0 Bytes used No Hard Limit | 11 used No Hard Limit |
| user | home | DEMO | - | 1108 | - | 0 Bytes used No Hard Limit | 1 used No Hard Limit |

ボリュームのボリュームステータスには、そのボリュームでクオータがオンかオフかが表示されます。

図 79) クオータボリュームのステータス - ONTAP システムマネージャ

| Volume Name | Status | Quota Rules |
|-------------|--------|-------------|
| Tech_ONTAP | Off | 0 rules |

ルールとは、ユーザ、グループ、または **qtree** の新しいクオータを作成する場所です。Add をクリックし、ダイアログ画面でユーザ、グループ、または **qtree** クオータの情報を入力します。ルールの作成後、ONTAP System Manager は必要なすべての手順を実行して、クオータを有効化してアクティビズムします。

図 80) クオータルール- ONTAP システムマネージャ

| Type | Volume | Storage VM | Qtree | Users | Group | Space Limit (Soft/Hard) | File Limit (Soft/Hard) |
|------|------------|------------|--------------|-------|-------|-------------------------|------------------------|
| tree | Tech_ONTAP | DEMO | podcast_tree | - | - | 300 GB / 600 GB | 600 / 900 |
| root | Tech_ONTAP | DEMO | All-Groups | - | - | Unlimited / Unlimited | Unlimited / Unlimited |

| Type | Volume | Storage VM | Qtree | Users | Group | % Space Used | % Files Used |
|------|------------|------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|
| tree | Tech_ONTAP | DEMO | podcast_tree | - | - | ~10% | ~10% |
| root | Tech_ONTAP | DEMO | All-Groups | - | - | Unlimited | Unlimited |

ユーザクオータまたはグループクオータの作成 - コマンドライン

特定のユーザまたはグループのコマンドラインを使用してユーザまたはグループのレポートクオータを作成するには、**admin** 権限レベルで次のコマンドを使用します。

```
cluster::> quota policy rule create -vserver SVM1 -policy-name default -volume flexgroup -type [user|group] -target [username or groupname] -qtree ""
```

すべてのユーザまたはグループに対してコマンドラインを使用してユーザまたはグループのレポートクオータを作成するには、**admin** 権限レベルで次のコマンドを使用します。ターゲットは、次のようにアスタリスクで示されます all。

```
cluster::> quota policy rule create -vserver SVM1 -policy-name default -volume flexgroup -type [user|group] -target * -qtree ""
```

ONTAP 9.5 よりも前のバージョンでは、FlexGroup ボリュームでクオータ適用がサポートされていませんでした。そのため、ファイルまたはディスクスペースの使用量に制限を設定できませんでした。

ONTAP 9.5-file limit-disk-limitでは、クオータを使用するファイル () と容量 () にハードリミットを設定できます。

quota report 次の例は、FlexGroup ボリュームとクオータ適用が設定された ONTAP 9.5 以降のコマンドを示しています。

```
cluster
cluster::> quota report -vserver DEMO
Vserver: DEMO
```

| Volume | Tree | Type | ID | ----Disk---- | Used | Limit | ----Files---- | Used | Limit | Quota Specifier |
|-----------------|-------|------|----|-------------------------|--------|-------|---------------|------|----------|-----------------|
| <hr/> | | | | | | | | | | |
| flexgroup_local | qtree | tree | 1 | | 1.01GB | 1GB | 5 | 10 | qtree | |
| flexgroup | | user | | student1, NTAP\student1 | 4KB | 1GB | 10 | 10 | student1 | |

コマンドラインからのツリーレポートクオータの作成

特定のユーザまたはグループのコマンドラインを使用してツリーレポートクオータを作成するには、**admin** 権限レベルで次のコマンドを使用します。

```
cluster::> quota policy rule create -vserver DEMO -policy-name tree -volume flexgroup_local -type tree -target qtree
```

クオータを有効にするには **quota on**、または **quota resize** を使用します。

```
cluster::> quota on -vserver DEMO -volume flexgroup_local
[Job 9152] Job is queued: "quota on" performed for quota policy "tree" on volume
"flexgroup_local" in Vserver "DEMO".

cluster::> quota resize -vserver DEMO -volume flexgroup_local
[Job 9153] Job is queued: "quota resize" performed for quota policy "tree" on volume
"flexgroup_local" in Vserver "DEMO".

cluster::> quota show -vserver DEMO -volume flexgroup_local

Vserver Name: DEMO
  Volume Name: flexgroup_local
    Quota State: on
      Scan Status: -
    Logging Messages: -
    Logging Interval: -
    Sub Quota Status: none
  Last Quota Error Message: -
Collection of Quota Errors: -
  User Quota enforced: false
  Group Quota enforced: false
  Tree Quota enforced: true
```

quota report 次の例は、ツリークオータが指定された **FlexGroup** に対するコマンドを示しています。

```
cluster::> quota report -vserver DEMO -volume flexgroup_local
Vserver: DEMO

Volume Tree Type ID ----Disk---- Used Limit ----Files---- Used Limit Quota Specifier
----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
flexgroup_local qtree tree 1 0B - 1 - qtree
```

使用されているファイルと使用しているディスクスペースは、新しいファイルが作成されると監視され、増分されます。

```
cluster::> quota report -vserver DEMO -volume flexgroup_local
Vserver: DEMO

Volume Tree Type ID ----Disk---- Used Limit ----Files---- Used Limit Quota Specifier
----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
flexgroup_local qtree tree 1 13.77MB - 4 - qtree
```

クオータ適用の例

qtree またはユーザ / グループに対してクオータの適用を有効にすると、クオータを超過したあとに、ONTAP は新しいファイルの作成または書き込みを禁止します。これにより、ストレージ管理者は、ボリュームまたは **qtree** に書き込まれるデータの量をより細かく制御できます。

また、クオータを超過すると、イベント管理システムメッセージがデバッグ重大度レベルでログに記録され、クオータ違反についてストレージ管理者に通知します。これらのメッセージは、SNMP トラップまたは **syslog** メッセージとして転送されるように設定できます。

この例では、1GB および 10 ファイルのハードリミットがクオータに設定されています。

```
cluster::*# quota policy rule show -vserver DEMO
Vserver: DEMO          Policy: tree          Volume: flexgroup_local
                                         User           Disk      Soft
                                         Mapping       Limit    Disk   Files  Soft
                                         Type          Target  Qtree  Mapping  Limit  Limit  Files  Threshold
                                         -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----
                                         tree   qtree   ""    -        1GB     -      10    -      -
```

ユーザ `out of space` が 1.2GB のファイルを **qtree** にコピーしようとすると、ONTAP からエラーが報告されます。

```
[root@centos7 qtree]# cp /SANscreenServer-x64-7.3.1-444.msi /FGlocal/qtree/
cp: failed to close '/FGlocal/qtree/SANscreenServer-x64-7.3.1-444.msi': No space left on device
```

ファイルは部分的に書き込まれていますが、データがないため使用できません。

```
# ls -alh
total 1.1G
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Jul 19 15:44 .
drwxr-xr-x 11 root root 4.0K Jun 28 15:10 ..
-rw-r--r-- 1 root root 0 Dec 12 2017 newfile1
-rw-r--r-- 1 root root 0 Dec 12 2017 newfile2
-rw-r--r-- 1 root root 1021M Jul 19 2018 SANscreenServer-x64-7.3.1-444.msi
```

その後、ONTAP はクオータを超過と報告します。

```
cluster::*# quota report -vserver DEMO
Vserver: DEMO
                                         ----Disk---- ----Files---- Quota
                                         Used  Limit     Used  Limit  Specifier
                                         -----  -----  -----  -----
Volume  Tree   Type     ID          flexgroup_local
                                         qtree   tree    1
                                         1.01GB  1GB      5      10    qtree
```

ファイル数の上限についても同じ動作が発生します。この例では、ファイル数の上限は 10 で、**qtree** にはすでに 5 つのファイルがあります。さらに 5 つのファイルが制限に準拠しています。

```
[root@centos7 /]# su student1
sh-4.2$ cd ~
sh-4.2$ pwd
/home/student1
sh-4.2$ touch file1
sh-4.2$ touch file2
sh-4.2$ touch file3
sh-4.2$ touch file4
sh-4.2$ touch file5
touch: cannot touch 'file5': Disk quota exceeded

cluster::*# quota report -vserver DEMO
Vserver: DEMO
                                         ----Disk---- ----Files-----Quota
                                         Used  Limit     Used  Limit
                                         -----  -----  -----  -----
```

| Volume | Tree | Type | ID | Used | Limit | Used | Limit | Specifier |
|---------------------------|-------|------|-------------------------|--------|-------|------|-------|-----------|
| flexgroup_local | qtree | tree | 1 | 1.01GB | 1GB | 5 | 10 | qtree |
| home | | user | student1, NTAP\student1 | 4KB | 1GB | 10 | 10 | student1 |
| 2 entries were displayed. | | | | | | | | |

イベントログには、クオータ違反が記録されます。

```
cluster:::> event log show -message-name quota.exceeded
Time           Node          Severity      Event
-----
7/19/2018 16:27:54 node02          DEBUG      quota.exceeded: ltype="hard", volname="home",
app="", volident="@vserver:7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210", limit_item="file",
limit_value="10", user="uid=1301", qtree="treeid=1", vfiler=""
7/19/2018 15:45:02 node01          DEBUG      quota.exceeded: ltype="hard",
volname="flexgroup_local", app="", volident="@vserver:7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210",
limit_item="disk", limit_value="1048576", user="", qtree="treeid=1", vfiler=""
```

64 ビットのファイル ID を無効のままにする場合、FlexGroup ボリュームに許可するファイル数をクオータを使用して制御できます。詳細については、「クオータの適用によるファイル数の制限」を参照してください。

クオータを使用した場合のパフォーマンスへの影響

機能を有効にする場合、パフォーマンスへの影響は常に考慮する必要があります。クオータ使用時のパフォーマンスの問題を軽減するために、ONTAP 9.5 では、クオータが有効か無効かに関係なく、FlexGroup ボリュームに対して標準の NAS ベンチマークテストを実行しました。図 81 および図 82 に示すように、FlexGroup ボリュームのクオータを有効にした場合のパフォーマンスへの影響はごくわずかであるという結論に達しました

図 81) ONTAP 9.5 のパフォーマンス（処理数 / 秒） - クオータのオン / オフ

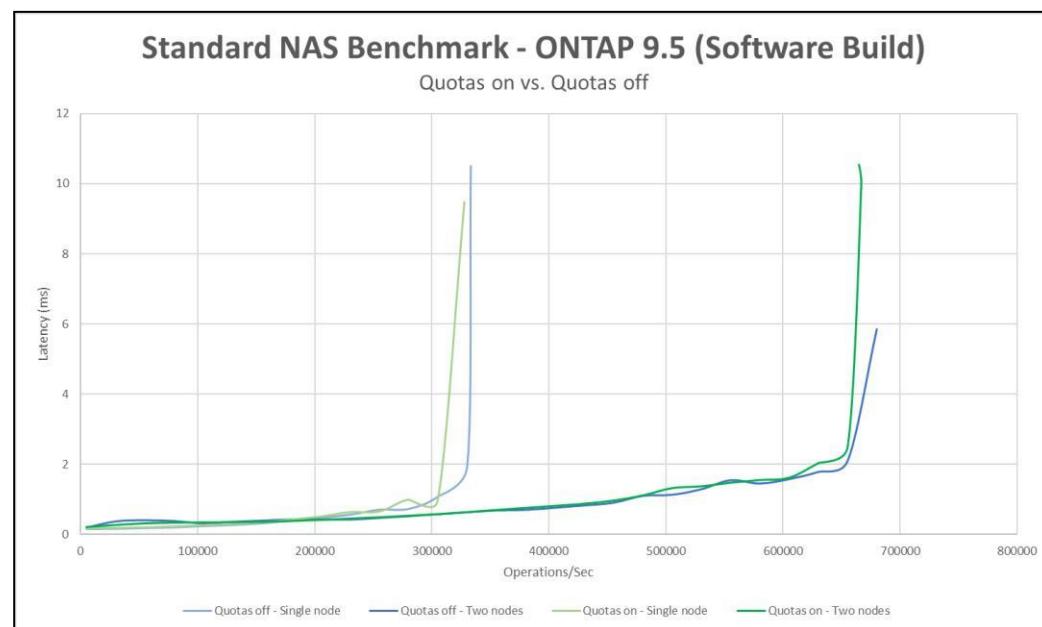
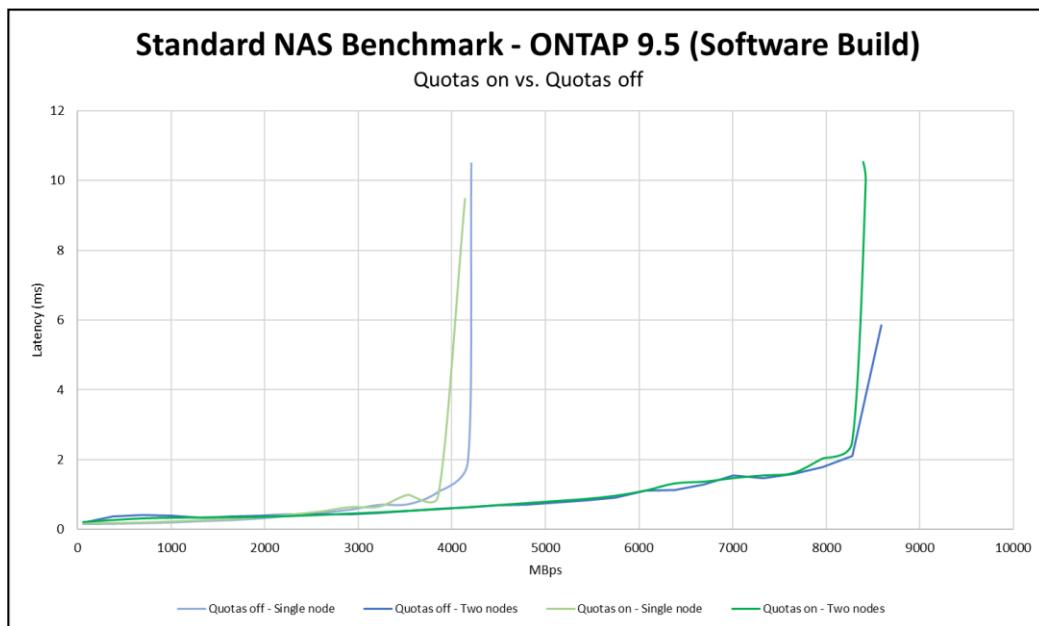


図 82) ONTAP 9.5 のパフォーマンス (MBps) - クォータのオン / オフ



クォータスキャンの完了時間

クォータの初期化またはサイズ変更が行われた場合、ONTAP はいくつかのバックグラウンドタスクを実行して、クォータ使用量を正確に反映するために必要な作業を完了する必要があります。これらのタスクには時間がかかりますが、これは以下で説明するいくつかの要因によって異なります。

初期化の完了時間

ボリュームまたは qtree でクォータが初期化されるまでの時間は、次の要因によって異なります。

- ボリューム内のファイルとフォルダの数。ファイル数が多いほど初期化時間は長くなります
が、ファイルサイズは初期化時間に影響しません。
- ボリュームのタイプ。FlexGroup のクォータスキャンは、FlexGroup の存在するノード全体で並行して実行されるため、FlexVol スキャンよりも時間がかかる FlexGroup ことがあります。
- ハードウェアのタイプとシステムの負荷。ファイル数の多いシステムでは、スキャンに数時間かかることがあります。

クォータの初期化ステータスは、コマンド quota show -volume volname - instance で確認できます。

クォータのサイズ変更の完了時間

クォータのサイズ変更は、クォータポリシーを変更するときに使用されます。サイズ変更では、新しい制限値でスキャンが実行されます。このプロセスには、完了までの時間に関する考慮事項もいくつかあります。

- サイズ変更では、新しく追加したルールのみを使用してスキャンが実行されるため、初期化よりも短時間で完了します。
- サイズ変更は、クォータのオン / オフよりも処理量が少ないため、通常はほんの数秒で完了します。
- サイズ変更の方が短時間で完了するため、クォータのオン / オフを切り替えずに resize を使用してください。
- クォータのサイズ変更では、最大 100 個の同時ジョブを実行できます。100 個のジョブのあと、サイズ変更処理はキューで待機する必要があります。

- 同時スキャン数を増やすと、サイズ変更のパフォーマンスに影響し、ジョブが完了するまでの時間が長くなる可能性があります。

クオータに関するユーザマッピングの考慮事項

クオータのマルチプロトコル環境でのユーザマッピング（SMB と NFS の両方からのデータアクセス）は、メンバーボリュームレベルで行われます。最終的に、すべてのメンバーボリュームがユーザマッピングに同意します。ただし、ユーザマッピングに失敗した場合や、別のメンバーのネームマッピングを実行したときにタイムアウトになった場合など、情報が一致しないことがあります。つまり、少なくとも 1 人のメンバーがユーザーがユーザマップペアの一部であると見なし、少なくとも 1 人のメンバーがそれを個別のレコードとみなします。

最悪の場合、問題が解決されるまでクオータルールの適用が一貫しないことがあります。たとえば、ユーザがクオータ制限を一時的に超過する可能性があります。

ユーザマッピングの結果が調整されると、イベント管理システムメッセージが送信されます。

```
cluster::*> event route show -message-name fg.quota.usermapping.result -instance
Message Name: fg.quota.usermapping.result
Severity: NOTICE
Corrective Action: (NONE)
Description: This message occurs when the quota mapper
decides whether to map the Windows quota record and the UNIX quota record of a user into a single
multiuser record.
```

ツリークオータに関する考慮事項

ONTAP の SVM には最大 5 つのクオータポリシーを設定できますが、同時にアクティブにできるポリシーは 1 つだけです。SVM のアクティブポリシーを表示するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::> vserver show -vserver DEMO -fields quota-policy
vserver quota-policy
-----
DEMO    default
```

注 : 現時点では、この情報を ONTAP System Manager で表示することはできません。

デフォルトポリシーはほとんどの場合適切であり、変更する必要はありません。quota on を実行すると、ボリュームに割り当てられていたポリシーではなく、アクティブなポリシーが使用されます。そのため、クオータ quota on とルールをボリュームに適用したと考えられる状況になることがあります、失敗する場合もあります。

次の例は、クオータポリシーをボリュームに適用します。

```
cluster::*> quota policy show -vserver DEMO -policy-name tree
Vserver: DEMO
Policy Name: tree
Last Modified: 10/19/2017 11:25:20
Policy ID: 42949672962

cluster::*> quota policy rule show -vserver DEMO -policy-name tree -instance
Vserver: DEMO
Policy Name: tree
Volume Name: flexgroup_local
Type: tree
Target: tree1
Qtree Name: ""
User Mapping: -
Disk Limit: -
Files Limit: -
Threshold for Disk Limit: -
Soft Disk Limit: -
Soft Files Limit: -
```

SVM default にクオータが割り当てられていて、ルールが含まれていないため、クオータをオンにするとエラーが発生します。

```
cluster::*> quota on -vserver DEMO -volume flexgroup_local -foreground true
Error: command failed: No valid quota rules found in quota policy default for volume
flexgroup_local in Vserver DEMO.
```

ルール **defaultquota on** を追加するとコマンドは機能しますが、**SVM** は新しいツリー・ポリシーを使用しません。

```
cluster::*> quota policy rule create -vserver DEMO -policy-name default -volume flexgroup_local -
type tree -target ""
cluster::*> quota on -vserver DEMO -volume flexgroup_local -foreground true
[Job 8063] Job succeeded: Successful

cluster::*> vserver show -vserver DEMO -fields quota-policy
vserver quota-policy
-----
DEMO    default
```

必要なポリシーを使用するには、**SVM** を変更してからクオータをオフにしてオンに戻す必要があります。

```
cluster::*> vserver modify -vserver DEMO -quota-policy tree
cluster::*> quota off -vserver DEMO *
cluster::*> quota policy rule delete -vserver DEMO -policy-name default *
1 entry was deleted.

cluster::*> quota on -vserver DEMO -volume flexgroup_local -foreground true
[Job 8084] Job succeeded: Successful
```

これは **FlexGroup** ボリュームに固有の現象ではなく、**FlexVol** ボリュームでも発生します。

クオータが有効な場合にクライアントがスペースを確認する方法

ONTAP である **qtree** に対してクオータが有効になっている場合、クライアントにはそのクオータから報告される使用可能なスペースのみが表示されます。

たとえば、**qtree1** のクオータは次のようにになります。

```
cluster::*> quota report -vserver DEMO -volume flexgroupDS -tree qtree1
Vserver: DEMO

-----Disk----- -----Files----- Quota
Volume   Tree     Type   ID      Used Limit   Used Limit Specifier
-----.
flexgroupDS
    qtree1   tree    1       0B 500GB     1      -   qtree1
```

ボリュームに実際にあるスペースは次のとおりです。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume flexgroupDS -fields size
vserver volume      size
-----
DEMO   flexgroupDS 10TB
```

クライアントに表示されるボリュームのスペースは次のとおりです。

```
# df -h /mnt/nas2
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
demo:/flexgroupDS  9.5T  4.5G  9.5T   1% /mnt/nas2
```

この qtree に関して報告される内容は次のとおりです。

```
# df -h /mnt/nas2/qtree1/
Filesystem      Size  Used  Avail Use% Mounted on
demo:/flexgroupDS 500G    0 500G   0% /mnt/nas2
```

NASに関する一般的な考慮事項とファイル数の多い考慮事項

このセクションでは、NAS およびファイル数の多い環境に関する一般的な考慮事項について説明します。

ファイル数に関する考慮事項が多くなります

[ONTAPの inode](#) は、Snapshot コピーを含め、ファイルシステム内の任意のファイルまたはフォルダへのポインタです。各 FlexVol ボリュームの inode の数には限りがあり、最大値は 2,040,109,451 です。

FlexVol ボリュームが作成されたあとに [inode を拡張](#)して、割り当てられていない数にのみ減らすことができます。

デフォルトおよび最大 inode 数

ボリュームのデフォルトと最大 inode 数 (FlexVol と FlexGroup の両方) は、ボリュームの合計割り当て容量に依存します。たとえば、100GB の FlexVol ボリュームでは、8TB の FlexVol ボリュームと同じ数の inode は保持できません。

表 18 に、FlexVol サイズ、inode のデフォルト値、および最大値の例を示します。

表 18) FlexVol サイズに基づく inode のデフォルト値と最大値

| FlexVol のボリュームサイズ | デフォルトの inode 数 | 最大 inode 数 |
|-------------------|----------------|---------------|
| 20MB * | 566 | 4,855 |
| 1GB * | 31,122 | 249,030 |
| 100GB* | 3,112,959 | 24,903,679 |
| 1TB | 21,251,126 | \$255,013,682 |
| 7.8TB の場合 | 21,251,126 | 2,040,109,451 |
| 100TB | 21,251,126 | 2,040,109,451 |

* FlexGroup メンバー ボリュームのサイズは 100GB 未満にすることはできません。

最大ファイル数の増加：考慮事項

inode の不足状態を監視して対処する必要がある場合は、次の点を考慮して、サポートされる最大ファイル数の FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームをすぐに設定できます。

FlexVol ボリューム上の inode のデフォルト数または最大数はボリュームサイズによって異なり、4KB の容量に対する inode の比率は 1 つです。つまり、ボリュームに 4KB の割り当てスペースごとに 1 つの inode を割り当てるすることができます。これらの値の例を表 18 に示します。

さらに、各 inode で使用される容量は 288 バイトです。つまり、ボリューム内に多くの inode を保持すれば、実際のデータの容量だけでなく、物理スペースも消費することができます。ファイルのバイト数が 64 バイト未満の場合、inode 自体に格納され、追加の容量は使用されません。

この使用済みスペースは、ONTAP の 10% のアグリゲートリザーブにカウントされます。20 億個のファイルで最大 585GB のスペースを使用できます。また、ファイル数の上限に設定されたボリュームが多数ある場合、各ボリュームの inode 容量がそのアグリゲートリザーブに割り当てられます。この容量は、

ファイルが実際にボリュームに割り当てられているときにのみ使用され、最大ファイル数の値を設定するだけでは使用されません。

このため、ファイル値を最大値に増やす場合は、使用済み inode と使用済みアグリゲートスペースの両方に注意が必要です。どちらの値も 80% の範囲に抑えると、ファイル数の多い環境に最適な結果が得られます。

その他の考慮事項

- FlexGroup ボリュームは、上限に達したときに無停止で拡張できるため、ファイル数の多い環境に使用するボリュームとして最適です。
- 割り当てサイズの 4KBあたり約 1 個の inode を設定できるため、最大ファイル数を 20 億に設定するためには、FlexVol または FlexGroup のメンバーボリュームのサイズを約 7.8TB 以上にする必要があります。
 - FlexGroup ボリュームの場合、各メンバーボリュームのサイズは 7.8TB 以上である必要があります。
- サポートされる最大値に達した環境で、inode 不足の状態を監視する必要があります。FlexVol または FlexGroup を拡張または縮小するたびに、ファイル設定の再検討が必要になる場合があります。
- ボリュームに最大ファイル数の値を設定する場合は、監視しきい値を割り当て済みの inode の 80% に設定し、inode が不足する前に十分な時間を計画して対応できるようにすることも検討する必要があります。
- ファイル値が FlexGroup 内の FlexVol または個々のメンバーボリュームの最大容量に設定されていて、inode が不足している場合は、FlexGroup ボリュームを使用して新しいメンバーボリュームを追加するまで、ファイル値をこれ以上増やすことはできません。したがって、可能であれば FlexVol ボリュームを 20 億に設定しないでください。この場合は、FlexGroup ボリュームを使用します。少なくとも、この最大値が 20 億に達したときにメンバーボリュームを追加するオプションはあります。
- 最後に、inode メタデータが基盤となるアグリゲートに格納されていることに注意してください。そのため、アグリゲートの空きスペースを監視して、アグリゲートのスペースが不足しないようにしてください。

ファイル値を最大値に簡単に増やすことができます

多くの場合、ボリュームに対応するファイルの最大数がわからないことがあります。ONTAP 9.9..1 では、最大ファイル値を簡単に設定できるように、新しいボリュームオプションが導入されました。

`files-set-maximum` ボリュームの値を「true」に設定すると、ONTAP は、最大可能値になるよう `maxfiles` を自動的に調整します。この値を「true」に設定するだけで、設定後に設定を解除することはできません。`maxfiles` を最大の値に設定する場合にのみ、値を「true」に設定します。

```
[-files-set-maximum {true|false}] - Set Total Files (for user-visible data) to the Highest Value  
that the Volume can Hold (privilege: advanced)  
This optionally specifies whether the volume's total number of files will be set to the highest  
possible value. If true, the volume's total number of files is set to the highest value that the  
volume can hold. Only <true> is a valid input. <false> is not permitted. To modify the total  
number of files to a specific value, use option files.
```

最大ファイル値の設定の意味については、「最大ファイル数の増加：考慮事項」を参照してください。

デフォルトと最大 inode 数- FlexGroup ボリュームに関する考慮事項

デフォルトのボリューム inode 数が 21、251、126 に達すると、FlexVol ボリュームのサイズに関係なく、そのデフォルト値のままになります。この機能は潜在的なパフォーマンスの問題を軽減しますが、新しい FlexGroup を設計する場合は考慮する必要があります。FlexGroup ボリュームでは最大 4,000 億個のファイル（20 億個のファイル × 200 個の FlexVol メンバー ボリューム）を処理できますが、FlexGroup ボリューム内の 200 個の FlexVol メンバーのデフォルトの inode 数は 4,250、225、200 個です。

この数は次の式に基づいています。

```
200 member volumes * 21,251,126 default inodes per member = 4,250,225,200 total default inodes
```

FlexGroup ボリュームでデフォルト値よりも多く volume modify -files の inode が必要な場合は、コマンドを使用して inode を増やす必要があります。前述のように、この値は、必要に応じて絶対最大値まで増やすことができますが、「最大ファイル数の増加：考慮事項」の項のガイダンスに従う必要があります。

ベストプラクティス 15 : FlexGroup ボリュームの inode 数 (ONTAP 9.3 より前)

ファイルの配置場所を決定する際、9.3 より前のバージョンの ONTAP では、FlexGroup ボリュームに書き込まれるデータの取り込み計算で inode 数は考慮されませんでした。このため、メンバー FlexVol ボリューム out of inodes の inode が不足して他のメンバーの inode が不足することがあり、その場合は FlexGroup ボリューム全体で全体的なエラーが発生します。ONTAP 9.3 では、ファイルの取り込みに関する inode 数に関する考慮事項が導入され、inode の早期不足を回避できるようになりました。ONTAP 9.2 以前を実行している場合は、FlexGroup ボリュームでデフォルトの inode 数を増やしてから本番環境で使用することを強く推奨します。推奨値はワークロードによって異なりますが、最初に設定するときは最大値に設定しないでください。その場合は、メンバーボリュームを追加しなくても後で拡張できる余地はありません。可能であれば、ONTAP 9.3 以降にアップグレードして、ファイル数の多い環境での新しい取り込み計算方法を利用できます。

FlexGroup ボリュームを使用する場合のデフォルトの inode の合計数は、FlexVol メンバーの合計サイズと FlexGroup ボリュームの FlexVol メンバー数の両方によって異なります。

表 19 に、FlexGroup 構成のさまざまな例と、生成されるデフォルトの inode 数を示します。

表 19) FlexGroup メンバーサイズとメンバーボリューム数に起因する inode のデフォルト値

| メンバーボリュームサイズ | メンバーボリューム数 | デフォルトの inode 数 (FlexGroup) |
|--------------|------------|----------------------------|
| 100GB | 8 | 24,903,672 |
| 100GB | 16 | 49,807,344 |
| 1TB | 8 | 170,009,008 |
| 1TB | 16 | 340,018,016 |
| 100TB | 8 | 170,009,008 |
| 100TB | 16 | 340,018,016 |

ファイル数が多く、必要な容量も少なくて済みます

前述したように、ONTAP では、ボリュームの容量に基づいてデフォルトの inode 数と最大 inode 数が割り当てられます。表 20 では、7.8TB 未満のメンバー ボリュームで最大 20 億個の inode を達成することはできません。メンバー ボリュームあたり 20 億個の inode を取得するには、メンバー ボリュームの容量を 7.8TB 以上にする必要があります。8 個のメンバー ボリュームとスペース ギャランティを有効にした FlexGroup は、最大 16 億個のファイルをサポートしますが、最大 62.4TB のリザーブストレージもプロビジョニングします。

データセットが非常に小さいファイルで構成されていると、そのリザーブ容量に近づき、他のワークロードに使用できるスペースを無駄にしてしまう可能性があります。たとえば、ワークロード内のすべてのファイルのサイズが 288 バイトである場合、16 億個のファイルが消費する容量は最大 4.6TB にすぎず、これは 16 億個のファイルを取得するのに必要な容量をかなり下回っています。

使用容量が少ないファイル数の多い FlexGroup を導入する場合、主に 2 つの方法で ボリュームを導入できます。

- シンプロビジョニングを使用して、**7.8TB** 以上のメンバー ボリュームで **FlexGroup** ボリュームを導入する。シンプロビジョニングとは、ボリュームのサイズが一定であることを **ONTAP** に伝えるだけで、ファイルシステムではそのサイズが保証されないことを意味します。これにより、ファイルシステムで柔軟にストレージ割り当てを物理スペースに制限できます。ただし、アグリゲート内の他のボリュームは、使用済みスペースの空き容量に影響したり、スペースギャランティが有効になっている場合は、シンプロビジョニングを使用するときに利用可能なアグリゲートスペースを監視することが重要です。詳細については、「**FlexGroup** ボリュームでのオーバーブロビジョニングまたはシンプロビジョニング」を参照してください。
- デフォルトよりも多くのメンバー ボリュームを含む **FlexGroup** ボリュームを手動で作成する。**FlexGroup** ボリュームのスペースギャランティを維持したい場合、ファイル数や容量の多い環境で **FlexGroup** ボリュームにメンバー ボリュームを追加で作成する方法もあります。

inode の数は容量によって **FlexVol** メンバー ボリュームごとに制限されるため、より小さなメンバー ボリュームを追加すると、同じ容量でファイル数を増やすことができます。次の表に、可能な設定を示します。**FlexGroup** ボリュームを手動で作成する方法の詳細については、「**FlexGroup** ボリュームを手動で作成する必要があるのはいつですか？」のセクションを参照してください。」

表 20) ファイル数や容量が大きいため、メンバー ボリューム数が増える。

| 合計 FlexGroup サイズ | メンバー ボリューム数（サイズ） | 最大 inode 数（ FlexGroup 全体） |
|-------------------------|------------------|---|
| 80TB（スペースギャランティなし） | 8 (10TB) | 16,320,875,608 |
| 64TB（スペースギャランティ有効） | 32 (2TB) | 16,320,875,608 |
| 64TB（スペースギャランティ有効） | 64 (1TB) | 16,320,875,608 |

ONTAP でのファイル数の多いファイル数の計画

NetApp XCP（スキャン機能を使用）などのユーティリティを使用すると、ファイル数の使用状況やその他のファイル統計を評価して、新しい **FlexGroup** ボリュームでの **inode** 数のサイズ設定について十分な情報に基づいて判断することができます。ファイルのスキャンに **XCP** を使用する方法の詳細については、ng-XCP-support@netapp.com までお問い合わせください。

使用済み **inode** と合計 **inode** の表示

ONTAP では、**advanced** 権限で次のコマンドを使用して、ボリュームあたりの **inode** 数を表示できます。

```
cluster:::> volume show -volume flexgroup -fields files,files-used
vserver volume   files   files-used
-----
SVM      flexgroup 170009008 823
```

クラシック **df -i** コマンドを使用することもできます。すべてのメンバー ボリュームを表示するには、**diagnostic** 権限でボリューム名にアスタリスクを使用します。

| Filesystem | iused | ifree | %iused | Mounted on | Vserver |
|-----------------------|-------|-----------|--------|------------|---------|
| /vol/Tech_ONTAP/ | 10193 | 169998815 | 0% | /techontap | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0001/ | 923 | 21250203 | 0% | /techontap | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0002/ | 4177 | 21246949 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0003/ | 878 | 21250248 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0004/ | 848 | 21250278 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0005/ | 750 | 21250376 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0006/ | 972 | 21250154 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0007/ | 879 | 21250247 | 0% | --- | DEMO |
| /vol/Tech_ONTAP_0008/ | 766 | 21250360 | 0% | --- | DEMO |

inode が不足した場合の動作

ボリュームの **inode** が不足 `callhome.no.inodes` した場合は、**inode** の数が増えたり既存の **inode** が解放されてクラスタが EMS イベント () をトリガーするまで、そのボリュームにこれ以上ファイルを作成できません。さらに、NetApp AutoSupport® メッセージがトリガーされます。ONTAP 9.3 以降では、FlexGroup ボリュームでデータの取り込みに最適なメンバー ボリュームを決定する際に、メンバーごとの **inode** 番号が考慮されます。例については、「**inode** 関連の EMS の例」を参照してください。」

EMS メッセージは、監視や、**inode** 数を自動的に増やすスクリプトのトリガーに使用できます。これにより、本番環境のワークロードで問題が発生する前にスペースエラーを回避できます。

最大ファイル数の増加については、「最大ファイル数の増加：考慮事項」を参照してください。

非同期削除

ONTAP 9.8 では、NAS クライアントから削除を実行する代わりに、ストレージ管理者がクラスタ CLI からディレクトリ全体を削除できる新機能が導入されています。これにより、NAS プロトコルよりもはるかに高速にファイル数の多いフォルダを削除し、ネットワークとクライアントのパフォーマンスの競合を解消できます。このコマンドは、FlexVol と FlexGroup の両方のボリュームに対して機能します。

テストでは、非同期削除の実行速度はシングルスレッドの `rm` コマンドの約 10 倍、FlexVol ボリュームの方がやや高速です。

表 21) 非同期でのパフォーマンス削除

| A300 (24,000 ファイル/フォルダ) | RM-RF * 秒 | async - 削除秒数 | スピードの向上 |
|-------------------------|-----------|--------------|---------|
| FlexVol | 18.3 | 2 | 9.1x |
| FlexGroup | 32.1 | 3 | 10.7 倍 |

非同期削除でディレクトリの削除が行われると、ジョブが実行され、ディレクトリを削除するために並行して実行される複数のタスクが作成されます。デフォルトでは、ジョブは 5,000 の同時タスクに調整されますが、その量を 50 以上に減らすか、最大値である 100,000 に増やすことができます。

`DELETE` コマンドを実行すると、ONTAP は指定されたディレクトリをスキヤンします。サブディレクトリが見つかった場合は、それらのディレクトリの内容が最初に削除されます。

次の注意事項が適用されます。

- **CLI only**
- SVM とボリュームが有効である必要があります
- ボリュームは、オンラインでマウントされている必要があります。
- ディレクトリパスが有効である必要があります
- 一度に実行できる非同期削除は 1 つだけです
- ディレクトリで実行する必要があります。单一のファイルで実行して削除ジョブを実行することはできません。

```
cluster::*> async-delete start -vserver DEMO -volume FlexGroup1 -path /files  
[Job 34214] Job is queued: Asynchronous directory delete job.
```

進捗状況を確認するには：

```
cluster::*> async-delete show -vserver DEMO -instance
```

64ビットのファイルID

デフォルトでは、ONTAP の NFS は 32 ビットのファイル ID を使用します。ファイル ID は、ONTAP がファイルシステム内の一意の識別子で、ファイルの種類を追跡することを可能にします。32 ビットのファイル ID の最大署名整数数は 2,147,483,647 です。これは、FlexVol の inode 数が 20 億個に制限されているためです。

FlexGroup は、複数のメンバー ボリュームを 1 つのネーム スペースでリンクすることで数百億個のファイルをサポートできますが、32 ビットの符号付き整数値である 20 億個を超えるためには（[ファイル ID](#) の競合が発生する可能性を排除）、64 ビットのファイル ID を有効にする必要があります。

ファイル ID の競合が保証される前に 32 ビットのファイル ID が使用されている場合、ONTAP は FlexGroup ボリュームに最大 4,294,967,295 のファイル ID（32 ビット 符号なし 整数）を提供できます。ファイル ID の競合は、2,147,483,647 個のファイルが存在する場合、数学的に不可能です。そのため、32 ビットのファイル ID で使用するのが最も安全なファイル数です。この値を超えると、ファイル ID が競合する可能性が高くなり、ファイル数が符号なしの 32 ビット 整数値の 4,294,967,295 に近づくことになります。FlexGroup では、maxfiles 値をより高い値に設定する場合、ONTAP に 20 億を超えるファイルを作成することはできません。ファイル ID の競合の詳細については、「[ファイル ID の競合の影響](#)」セクションを参照してください。

64 ビットのファイル ID を使用した場合、ONTAP はファイルに最大 9,223,372,036,854,775,807 の一意のファイル ID を割り当てることができます。FlexGroup ボリュームでサポートされる最大ファイル数の上限は 4,000 億です。

デフォルトでは、64 ビットのファイル ID オプションは off または disabled に設定されています。これは、管理者が環境を適切に評価する前に、32 ビットのファイル ID を必要とするレガシーアプリケーションやオペレーティングシステムが ONTAP の変更によって予期せぬ影響を受けないようにするためにでした。

注 : 64 ビットのファイル ID を有効にする前に、アプリケーションやオペレーティングシステムのベンダーに問い合わせて 64 ビットのファイル ID をサポートしているかどうかを確認し、テスト用 SVM を作成して、アプリケーションやクライアントが 64 ビットのファイル ID でどのように対応するかを確認してください。最新のアプリケーションやオペレーティングシステムのほとんどは、問題を使用せずに 64 ビットのファイル ID を処理できます。

このオプションは、次の advanced 権限レベルのコマンドで有効にできます。NFSv3 と NFSv4 のオプションがあります。

```
cluster::> set advanced  
cluster::*> nfs modify -vserver SVM -v3-64bit-identifiers enabled -v4-64bit-identifiers enabled
```

または、[ONTAP System Manager](#) を使用して有効または無効にすることもできます。

このオプションを変更するとどうなりますか？

このオプションを有効または無効にしたら、すべてのクライアントを再マウントする必要があります。そうしないと、ファイルシステム ID が変わるために、クライアントが既存のマウントで NFS 処理を試みたときに stale file handle メッセージが表示される可能性があります。FSID 変更オプションを有効または無効にして、ファイル数の多い環境で SVM に影響を及ぼす可能性がある場合の詳細については、「[ファイル数の多い環境での SVM での FSID の動作](#)」を参照してください。

64 ビットのファイル ID を有効にする必要がありますか。

64 ビットのファイル ID が有効になっていない SVM で新しい FlexGroup ボリュームを作成するときに、オプションを有効にするように求める警告が表示されることがあります。ただし、このオプションを有効にすると、ボリュームが強制的に再マウントされ（停止が発生する）ため、アプリケーションによっては 64 ビットのファイル ID がサポートされない場合があるため、このオプションを有効にしないことをお勧めします。

FlexGroup ボリュームのファイル数が 20 億を超える場合、この値は変更しないでください。ただし、ファイル ID の競合を防ぐために、FlexGroup ボリュームの inode の最大数も 2, 147, 483,647 以下に増やす必要があります。

```
cluster::>*> vol show -vserver SVM -volume flexgroup -fields files
```

注：このオプションは SMB の処理には影響しないため、SMB のみを使用するボリュームでは不要です。

32 ビットボリュームやその他の 20 億ファイルを必要とするボリュームが環境内にある場合は、別々の SVM を使用してそれらのボリュームをホストし、必要に応じて 64 ビットのファイル ID を有効または無効にすることができます。

ベストプラクティス 16 : 64 ビットファイル ID

-v3-64bit-identifiers FlexGroup ボリュームを作成する前に、advanced 権限レベルで NFS サーバオプションを有効にすることを強く推奨します。特に、ファイルシステムが 20 億の inode のしきい値を超えた場合や超えた場合には有効にすることを強く推奨します。

NFSv3 と NFSv4.x の比較：ファイル ID

NFSv3 と NFSv4.x で使用されるファイル ID のセマンティクスが異なります。FlexGroup ボリュームで NFSv4.x がサポートされるようになったため、ONTAP 9.7 では 64 ビットのファイル ID を有効または無効にするための 2 つのオプションが提供されています。

SVM で NFSv3 と NFSv4.x の両方を使用していて、64 ビット ID オプションを両方のプロトコルに適用する場合は、両方のオプションを設定する必要があります。

1 つのオプションのみが設定されていて、両方のプロトコルからボリュームにアクセスする場合、プロトコル間の望ましくない動作が発生する可能性があります。たとえば、NFSv3 では 20 億を超えるファイルを作成して表示できても、NFSv4.x ではファイル ID の競合が発生した場合にエラーが送信されることがあります。

オプションは次のとおりです。

```
-v3-64bit-identifiers [enabled/disabled]  
-v4-64bit-identifiers [enabled/disabled]
```

メモ : ONTAP 9.7 (FlexGroup ボリュームで NFSv4.x をサポートする最初のリリース) にアップグレードする場合は、バグ [1336512](#) の影響を回避するために 9.7P7 以降にアップグレードしてください。

クオータ適用を使用したファイル数の制限

ONTAP 9.5 以降では、クオータポリシーを設定して、32 ビットのファイルハンドルをクオータの適用で使用している場合に、FlexGroup ボリュームが引き続き 20 億を超えるファイルを使用できないようにすることができます。

クオータ適用ポリシーは親ボリュームより下に作成されたファイルには適用されないため（監視とレポートのポリシーのみ）、FlexGroup ボリューム内に qtree を作成します。次に、ユーザが 32 ビットのファイル ID 制限を超過するリスクを軽減するために、上限として 20 億ファイルを含むこの qtree のクオータツリールールを作成します。または、ボリュームでファイルを作成するユーザ名とグループ名を確認した場合は、特定のユーザクオータルールまたはグループクオータルールを作成することもできます。

```
cluster:::> qtree create -vserver DEMO -volume FG4 -qtree twobillionfiles -security-style unix -oplock-mode enable -unix-permissions 777
cluster:::> quota policy rule create -vserver DEMO -policy-name files -volume FG4 -type tree -target "" -file-limit 2000000000
cluster:::> quota on -vserver DEMO -volume FG4
[Job 15906] Job is queued: "quota on" performed for quota policy "tree" on volume "FG4" in Vserver "DEMO".
cluster:::> quota resize -vserver DEMO -volume FG4
[Job 15907] Job is queued: "quota resize" performed for quota policy "tree" on volume "FG4" in Vserver "DEMO".
cluster:::> quota report -vserver DEMO -volume FG4
Vserver: DEMO

-----Disk----- -----Files-----
Volume Tree Type ID Used Limit Used Limit Quota Specifier
----- ----- -----
FG4 twobillionfiles
          tree 1 0B - 1
          tree * 0B - 20000000000 twobillionfiles
FG4           tree * 0B - 0
          tree * 20000000000 *
2 entries were displayed.
```

完了したら、ファイル権限やエクスポートポリシールールを使用してアクセスを制限し、ユーザがボリュームレベルでファイルを作成できないようにします。ボリュームではなく qtree に SMB 共有を適用し、NFS マウントは qtree レベルで実行します。

その後、qtree にファイルが作成されると、制限に照らしてファイルがカウントされます。

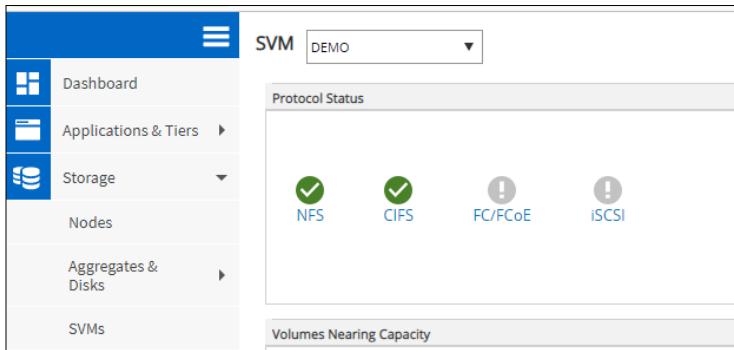
```
[root@centos7 home]# cd /FG4/twobillionfiles/
[root@centos7 twobillionfiles]# ls
[root@centos7 twobillionfiles]# touch new1
[root@centos7 twobillionfiles]# touch new2
[root@centos7 twobillionfiles]# touch new3
[root@centos7 twobillionfiles]# ls
new1 new2 new3
cluster:::> quota report -vserver DEMO -volume FG4
Vserver: DEMO

-----Disk----- -----Files-----
Volume Tree Type ID Used Limit Used Limit Quota Specifier
----- ----- -----
FG4 twobillionfiles
          tree 1 0B - 4
          tree * 0B - 20000000000 twobillionfiles
FG4           tree * 0B - 0
          tree * 20000000000 *
```

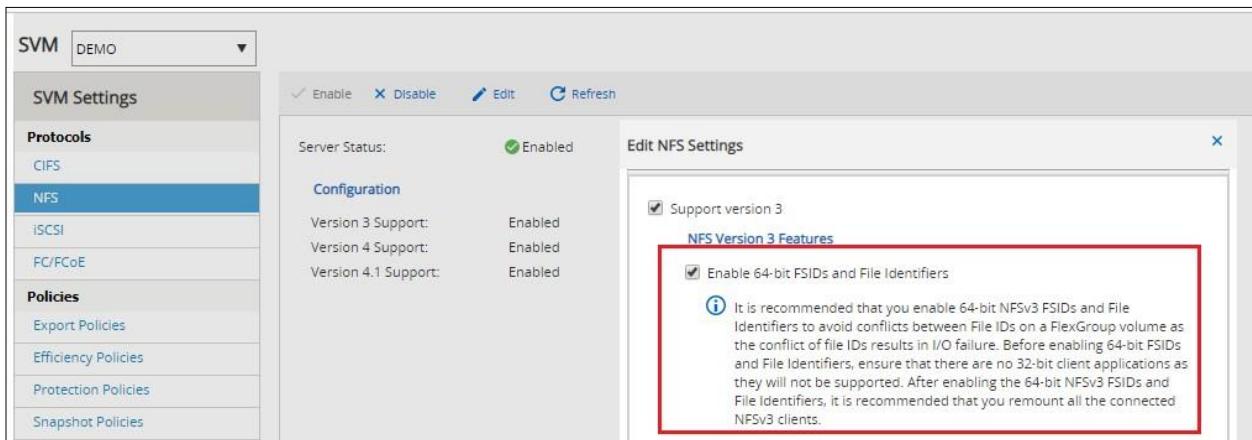
64 ビットのファイル ID オプションの System Manager サポート（クラシックビュー）

ONTAP 9.2 以降では、ONTAP System Manager から NFS サーバオプションを有効または無効にすることもできます。

1. Storage > SVMs の順に選択します。目的の SVM を選択し、NFS をクリックします。



2. [編集]をクリックします。表示されるダイアログボックスには、64 ビットのファイル ID を有効または無効にするために使用できるチェックボックスが含まれています。



このオプションを有効または無効にしたあと、ファイルシステム ID が変わるために、すべてのクライアントを再マウントする必要があります。また、NFS 処理を試みたときに、クライアントが古いファイルハンドルのメッセージを受け取る場合があります。

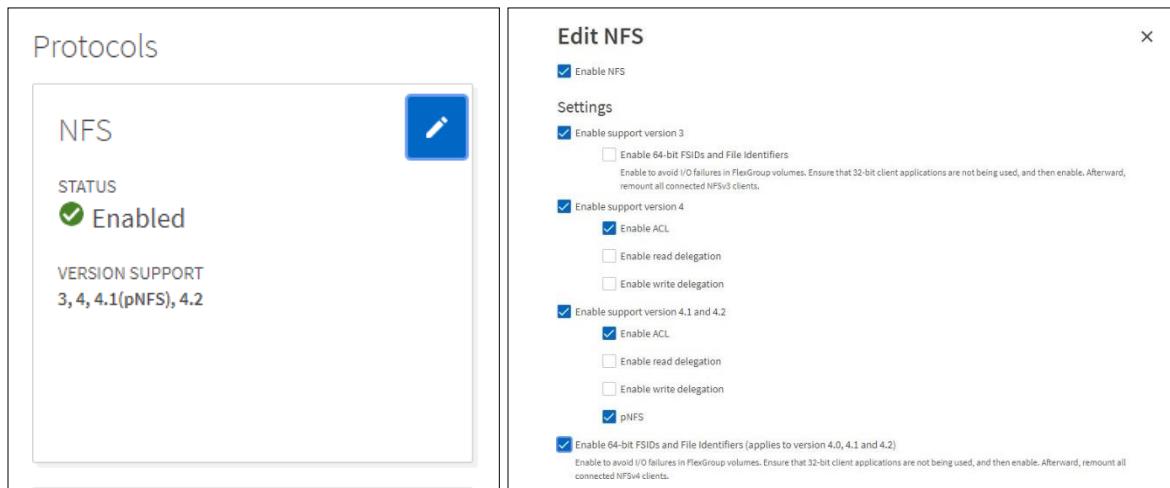
ONTAP System Manager 9.7

ONTAP 9.7 では、REST API 機能をベースとする新しい System Manager インターフェイスが導入されました。現在のところ、64 ビットのファイル ID オプションは REST API にはないため、System Manager で変更するにはクラシックビューを使用するしかありません。または、CLI を使用してください。

ONTAP System Manager (9.7以降)

ONTAP System Manager 9.8 以降には、[Storage] > [Storage VMs] メニュー・オプションから、64 ビットのファイル ID 値を有効または無効にする GUI 方式が含まれています。目的の SVM をクリックし、NFS プロトコルのメニューから Edit を選択します。

図 83) ONTAP System Manager 9.8 の 64 ビットファイル ID



ファイルIDの競合の影響

64ビットのファイルIDが有効になっていない場合、ファイルIDが競合するリスクが高くなります。ファイルIDの競合が発生すると、クライアントでの古いファイルハンドルエラーから、ディレクトリおよびファイルのリスト表示の失敗、アプリケーションの全体的な障害まで、さまざまな影響があります。通常、FlexGroupボリュームを使用するときは、64ビットのファイルIDオプションを有効にすることが必須です。

クライアント stat ls -i からファイルの ID を確認するには、コマンドまたはコマンドを使用します。inode またはファイル ID の競合が発生した場合は、次のようにになります。inode 3509598283 は両方のファイルに対応しています。

```
# stat libs/
  File: `libs/'
    Size: 12288          Blocks: 24          IO Block: 65536 directory
Device: 4ch/76d Inode: 3509598283 Links: 3
Access: (0755/drwxr-xr-x)Uid: (60317/ user1)   Gid: (10115/      group1)
Access: 2017-01-06 16:00:28.207087000 -0700
Modify: 2017-01-06 15:46:50.608126000 -0700
Change: 2017-01-06 15:46:50.608126000 -0700

# stat iterable/
  File: `iterable/'
    Size: 4096          Blocks: 24          IO Block: 65536 directory
Device: 4ch/76d Inode: 3509598283 Links: 2
Access: (0755/drwxr-xr-x)Uid: (60317/ user1)   Gid: (10115/      group1)
Access: 2017-01-06 16:00:44.079145000 -0700
Modify: 2016-05-05 15:12:11.000000000 -0600
Change: 2017-01-06 15:23:58.527329000 -0700

# ls -i libs
3509598283 libs

# ls -i iterable
3509598283 iterable
```

コリジョン find rm は、Linux クライアントでのコマンドまたはコマンドの実行中にディレクトリ構造の循環エラーや、ファイルを削除できないなどの問題を引き起こす可能性があります。stale file handle 場合によっては、エラーが表示されることもあります。

```
rm: WARNING: Circular directory structure.
This almost certainly means that you have a corrupted file system.
NOTIFY YOUR SYSTEM MANAGER.
The following directory is part of the cycle:
  '/directory/iterable'
```

```
| rm: cannot remove '/directory': Directory not empty
```

注： ファイル ID の競合は NFS のみに影響します。SMB では、同じファイル ID 構造が使用されません。

ONTAPでのファイルシステムID（FSID）変更の影響

NFSは、クライアントとサーバの間のやり取りでファイルシステムID（FSID）を使用します。NFSクライアントは、このFSIDによって、NFSサーバのファイルシステムのどこにデータがあるかを認識します。ONTAPでは、ジャンクションパスを使用することで複数のファイルシステムが複数のノードにまたがることが可能なため、データの場所に応じてFSIDが変わる可能性があります。古いバージョンのLinuxクライアントでは、このFSIDの変更を認識できないため、基本的な属性処理（chownやchmodなど）が失敗する場合があります。

この問題の一例が[バグ671319](#)です。FSID 変更オプション（NFSv3 または NFSv4 の場合）を無効にする場合は、NFS サーバで 64 ビットのファイル ID オプションを有効にしてください（「64 ビットのファイル ID」のセクションを参照）。これは、SVM 内のボリューム間でファイル ID が共有されているため、ファイル ID の競合が発生するリスクが早期に発生するためです。

FSID 変更オプションは、32 ビットのファイル ID を必要とする古いアプリケーションにも影響する可能性があります。FSID の変更を切り替える前に、別の SVM にあるアプリケーションで適切なテストを実行します。

ファイル数の多い環境で SVM を使用した FSID の動作

NFSv3 および NFSv4.x の FSID 変更オプションは、FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームに独自のファイルシステムを提供します。つまり、SVM で許可されるファイル数はボリューム数によって決まります。ただし、FSID 変更オプション原因を無効にすると、32 ビットまたは 64 ビットのファイル ID が SVM 自体に適用されるため、32 ビットのファイル ID を持つファイルの制限がすべてのボリュームに適用されます。

たとえば、SVM 内の 10 個のボリュームに 10 億個のファイルがある場合、FSID 変更オプションを有効にしたままにすると、各ボリュームに一意のファイル ID を独自に設定できます。FSID 変更オプションを無効にすると、10 億個すべてのファイルが SVM 内のファイル ID のプールを共有します。32 ビットのファイル ID を使用すると、ファイルが競合する可能性があります。

ファイル ID の競合を防ぐために、FlexGroup ボリュームでは FSID 変更オプションを有効のままにしておくことを推奨します。

SnapshotコピーでのFSIDの動作

ボリュームのSnapshotコピーを作成すると、あとでアクセスできるようにファイルのinodeのコピーがファイルシステムに保存されます。理論上は、ファイルが2箇所に存在することになります。

NFSv3では、実質的に同じファイルに2つのコピーが存在しても、それらのファイルのFSIDは同一となりません。ファイルのFSIDは、NetApp WAFLのinode番号、ボリュームID、Snapshot IDを組み合わせて構成されます。Snapshotコピーにはすべて固有なIDが付けられるため、NFSv3では、-v3-fsid-changeオプションの設定にかかわらず、同じファイルのすべてのSnapshotコピーに別々のFSIDが割り当てられています。NFS RFC仕様では、同じファイルのFSIDをすべてのファイルバージョンで同じにすることを求めていません。

注 -v4-fsid-change : このオプションは、ONTAP 9.7 より前のリリースの FlexGroup ボリュームには適用されません。これは、これらのリリースでは、FlexGroup ボリュームで NFSv4 がサポートされないためです。

ディレクトリサイズに関する考慮事項 : maxdirsize

ONTAPでは、ディスク上の最大ディレクトリサイズに制限があります。これを[maxdirsize](#)と呼びます。maxdirsize ボリュームの値は、プラットフォームに関係なく 320MB に制限されています。つまり、ディレクトリサイズに対するメモリ割り当ては、最大で 320MB に達すると、ディレクトリのサイズが大きくなりません。ディレクトリサイズは、1つのディレクトリ内のファイル数が増えると大きくなります。ディレクトリ内の各ファイルエントリは、ディレクトリに割り当てられたスペースにカウントされます。1つのディレクトリに格納できるファイルの数については、「デフォルトの maxdirsize を使用して1つのディレクトリに格納できるファイルの数」を参照してください。

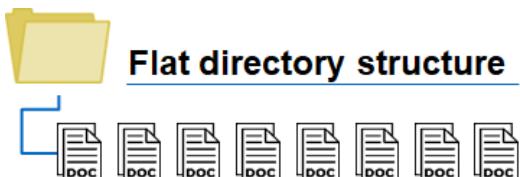
ベストプラクティス 17：ファイル数の多い環境に推奨される ONTAP バージョン

ファイル数の多い環境では、最新の ONTAP リリースを使用して、FlexGroup 機能の拡張、WAFL の拡張、およびファイル数の多いワークロードに対するパフォーマンスの向上を実現できます。

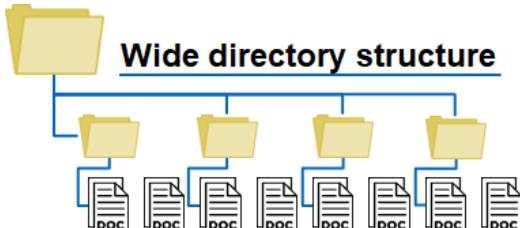
maxdirsize に影響を与えるディレクトリ構造はどれですか。

maxdirsize この値は、フラットディレクトリ構造を使用している場合に問題になることがあります。1つのフォルダには、1つのレベルで数百万個のファイルが含まれています。ファイル、フォルダ maxdirsize、およびサブフォルダが混在するフォルダ構造は、影響が小さくなります。ディレクトリ構造には、いくつかの方法論があります。

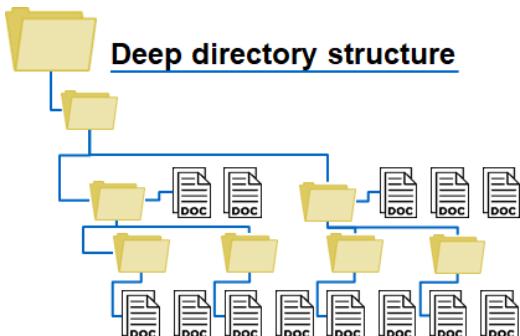
- **フラットディレクトリ構造。** 多数のファイルを含む単一のディレクトリ。



- **ワイドディレクトリ構造。** 多くのトップレベルディレクトリでは、ファイルはディレクトリに分散しています。



- **深いディレクトリ構造。** 最上位ディレクトリの数は少なくなりますが、多くのサブフォルダがあり、ファイルはディレクトリ間に分散されます。



フラットディレクトリ構造が **FlexGroup** ボリュームに与える影響

フラットディレクトリ構造（1つまたは少数のディレクトリ内の多数のファイル）は、ネットアップシステムであるかどうかに関係なく、さまざまなファイルシステムに悪影響を及ぼします。潜在的な問題としては、次のようなものが考えられます。

- メモリ圧力
- CPU利用率
- ネットワークのパフォーマンス / レイテンシ（特にファイル、GETATTR 処理、REaddir 処理などの大量照会時）

FlexGroup ボリュームは、さらに影響を受けることもあります。**FlexVol** ボリュームとは異なり、**FlexGroup** ボリュームは ONTAP 内のリモートハードリンクを使用してトライックをリダイレクトします。これらのリモートハードリンクによって、**FlexGroup** ボリュームは、クラスタ内でパフォーマンスと容量のスケールアウトを実現できます。

ただし、フラットディレクトリでは、ローカルファイルへのリモートハードリンクの比率が高くなります。このリモートハードリンク maxdirsize は合計値にカウント maxdirsize されるため、**FlexGroup** ボリュームは **FlexVol** よりも速く制限値に近づくことがあります。

たとえば、ディレクトリに数百万のファイル maxdirsize があり、ファイルシステムのリモートハードリンクが約 85% 生成される場合、**FlexVol** の約 2 倍の量でスペースが不足すると予想されます。

ベストプラクティス 18 : ディレクトリ構造の推奨事項

- 最高のパフォーマンスを得るためにには、ONTAP でフラットなディレクトリ構造ができるだけ使用しないようしてください。ファイルまたはフォルダのパス長が NAS プロトコル標準を超えない限り、ワイドまたはディープディレクトリ構造が最適に機能します。
- フラットディレクトリ構造が避けられない場合は maxdirsize、ボリュームの値に細心の注意を払って、ネットアップサポートのガイダンスに従って必要に応じて値を増やしてください。
- NFS パスの長さはクライアント OS によって定義されます。
- SMB パスの長さについては、この [Microsoft Dev Center リンク](#) を参照してください。

使用済みの maxdirsize の値を照会しています

maxdirsize ONTAP で割り当てを監視および評価することが重要です。ただし、ONTAP 固有のコマンドはありません。この機能を追加するようにバグ 1336142 がファイルされています。この機能を ONTAP に追加する必要がある場合は、サポートケースを開いてバグに添付してください。

maxdirsize 代わりに、割り当てをクライアントから照会する必要があります。

NFS クライアントから次のコマンドを実行すると、特定のマウントポイントにある最大 10 個のディレクトリについて、**FlexGroup** ボリューム内のフォルダのディレクトリサイズ情報を取得できます。検索では Snapshot コピーが省略されます。

```
# find /mountpoint -name .snapshot -prune -o -type d -ls -links 2 -prune | sort -rn -k 7 | head
```

次の例では、数百万のファイルを含むフォルダ内のデータセットを 1 秒未満で処理しています。

```
[root@centos7 /]# time find /flexgroup/manyfiles/ -name .snapshot -prune -o -type d -ls -links 2 -prune | sort -rn -k 7 | head
787227871 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 21:23
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_8/subdir_0
384566806 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 13:14
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_9/subdir_0
3605793347 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 21:23
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_0/subdir_0
3471151639 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 13:45
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_4/subdir_0
2532103978 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 14:16
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_2/subdir_0
2397949155 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 14:15
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_1/subdir_0
1994984460 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 13:43
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_6/subdir_0
1860674357 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 13:18
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_5/subdir_0
1458235096 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 14:25
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_3/subdir_0
1325327652 328976 drwxr-xr-x 2 root root 335544320 May 29 14:25
/flexgroup/manyfiles/folder3/topdir_7/subdir_0

real    0m0.055s
user    0m0.002s
sys     0m0.035s
```

XCP を使用して maxdirlsize を確認します

NetApp XCP は、主に高速データムーバーとみなされていますが、[堅牢なファイルスキャン機能](#)によって価値を得られます。XCP find はコマンドを並行して実行できるため、前述の例はストレージシステムでさらに高速に実行でき、ファイル数を指定したディレクトリで結果をフィルタリングできます。

find 次の XCP コマンド例では、2,000 を超えるエントリを持つディレクトリでのみ実行できます。

```
# xcp diag find --branch-match True -fmt "'{size} {name}'.format(size=x.digest, name=x)"
localhost:/usr 2>/dev/null | awk '{if ($1 > 2000) print $1 " " $2}'
```

次の XCP コマンドは、ディレクトリサイズの値の検索に役立ちます。

```
# xcp -match "type == d" -fmt "'{} {}'.format(used, x)" localhost:/usr | awk '{if ($1 > 100000)
print}' | sort -nr
```

XCP は、ディレクトリサイズ値を検索するときに、まずファイルシステムをスキャンします。次に例を示します。

```
[root@XCP flexgroup]# xcp -match "type == d" -fmt "'{} {}'.format(used, x)"
10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles | awk '{if ($1 > 100000) print}' | sort -nr

660,693 scanned, 54 matched, 123 MiB in (24.6 MiB/s), 614 KiB out (122 KiB/s), 5s
1.25M scanned, 58 matched, 234 MiB in (22.1 MiB/s), 1.13 MiB out (109 KiB/s), 10s
...
31.8M scanned, 66 matched, 5.83 GiB in (4.63 MiB/s), 28.8 MiB out (22.8 KiB/s), 7m52s

Filtered: 31816172 did not match
31.8M scanned, 66 matched, 5.83 GiB in (12.6 MiB/s), 28.8 MiB out (62.4 KiB/s), 7m53s.
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_9/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_8/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_7/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_6/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_5/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_4/subdir_0
336871424 10.193.67.219:/flexgroup_16/manyfiles/folder3/topdir_3/subdir_0
```

デフォルトの maxdirlsize で单一のディレクトリに格納できるファイルの数

デフォルト maxdirlsize 設定で1つのディレクトリに格納できるファイル数を決定するには、次の式を使用します。

- メモリ (KB) * 53 * 25%

`maxdirsize` 大規模なシステムではデフォルトで 320MB に設定されているため、1つのディレクトリに格納できるファイルの最大数は、FlexVol ボリュームの SMB および NFS では 4、341、760 です。

FlexGroup ボリュームは、リモートハードリンクを使用してメンバーボリュームに I/O をリダイレクトします。これらのハードリンクは合計ディレクトリサイズにカウントされるため、320MB の `maxdirsize` で許可されるファイルの最大数は、作成されたハードリンクの数によって決まります。FlexGroup ボリュームのディレクトリのファイル数は、2~260 万です。

`maxdirsize` この値はデフォルト値のままにしておくことを強く推奨します。

maxdirsize を超過したときに送信されるイベント管理システムメッセージ

`maxdirsize` が超過したとき、または超過した近くになったときに、次の Event Management System (EMS ; イベント管理システム) メッセージがトリガーされます。警告 `maxdirsize event log show` は値の 90% に送信され、コマンドまたは ONTAP System Manager イベントセクションで確認できます。Active IQ Unified Manager `maxdirsize` を使用すると、アラームの監視、トリガー、90% のしきい値の前に通知を送信できます（「容量の監視と警告」の項を参照）。これらのイベント管理システムメッセージは SNMP トラップもサポートしています。

```
waf1.dir.size.max
waf1.dir.size.max.warning
waf1.dir.size.warning
```

maxdirsize 値の増加の影響

1つのディレクトリに多数のファイルが含まれている場合、検索（検索操作など）は大量の CPU とメモリを消費する可能性があります。ONTAP 9.2 以降では、ディレクトリインデックス作成によって 2MB を超えるディレクトリサイズのインデックスファイルが作成されるため、多数のルックアップを実行したりキャッシュミスを回避したりする必要がありません。通常、これは大きなディレクトリのパフォーマンスを向上させるのに役立ちます。ただし、ワイルドカード検索および操作 `readdir` の場合、インデックス付けはあまり使用されません。可能であれば、ファイル数の多い環境で最新バージョンの ONTAP を使用することで、WAFL の機能強化を活用できます。

ベストプラクティス 19 : maxdirsize の最大値

`maxdirsize` の値は、4GB を超えることができないようにハードコードされています。パフォーマンス `maxdirsize` の問題を回避するために、1GB 以下の値を設定することを推奨します。

FlexGroup ボリュームでは maxdirsize の制限はバイパスされますか。

FlexGroup ボリュームで `maxdirsize` は、各メンバーボリュームに同じ設定（FlexGroup レベルで設定）が適用されます。ディレクトリ内のファイルが複数の FlexVol メンバー ボリュームおよびノードにまたがる場合もありますが、そのディレクトリ自体は单一のメンバー ボリューム上に存在します。そのため `maxdirsize`、FlexVol ボリュームに表示される制限は、FlexGroup でもそのまま適用されます。これは、ボリュームではなく、ディレクトリサイズがキーコンポーネントであるためです。FlexGroup ボリュームでは、1つ `maxdirsize` のディレクトリを 1つの FlexVol メンバー ボリュームに配置するため、環境が抱える制限はありません。

ベストプラクティス 20 : maxdirsize の問題を回避する

新しいプラットフォームではより多くのメモリと CPU 容量が提供され、AFF システムではファイル数の多い環境でパフォーマンスを向上できます。ただし、ファイル数が多いディレクトリのパフォーマンスへの影響を軽減する最善の方法は、ファイルシステム内に多くのディレクトリにファイルを分散することです。

maxdirsize を超過した場合の影響

maxdirsize ONTAP でこの値を超える out of space ENOSPC と、エラー () がクライアントに発行され、イベント管理システムのメッセージがトリガーされます。このエラーは、ファイル数に問題がある場合に実際の容量問題を示していることを示すため、ストレージ管理者には誤解を招く可能性があります。クライアントから容量の問題が報告されたときに問題を絞り込むには、必ず ONTAP イベントログを確認してください。

ディレクトリサイズ問題を修正するに maxdirsize は、ストレージ管理者が設定を増やすか、ディレクトリからファイルを移動する必要があります。解決方法の詳細については、ネットアップ サポートサイトの[KB 000002080](#)を参照してください。maxdirsize イベント管理システムイベントの例については、「[maxdirsize メッセージの例](#)」を参照してください。

ファイルシステム分析

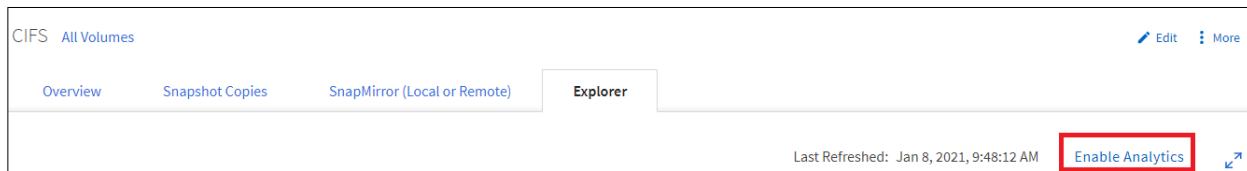
ONTAP 9.8 では、ONTAP システムマネージャからファイルおよびディレクトリ情報に瞬時にアクセスできるように、ストレージ管理者向けのファイルシステム分析と呼ばれる新しい機能が導入されました。

FSA の初回リリースには、次のような情報が含まれています

- ファイル サイズ
- フォルダ サイズ
- atime ヒストグラムと mtime ヒストグラム
- ファイルおよびフォルダの一覧
- Inactive Data Reporting の実行
- ファイルとディレクトリの数

この情報は ONTAP によって収集されます。この情報は、初回スキャンの実行後にファイルシステムが更新され、使用するシステムリソースが最小限で済むためです。ファイルシステム分析はデフォルトでオフになっており、使用中の NAS プロトコルに関係なく、FlexVol ボリュームと FlexGroup ボリュームのボリュームページの新しいエクスプローラタブから ONTAP システムマネージャを介して有効（または無効）にできます。

図 84) File System Analytics - 有効



分析を有効にして最初のスキャンが完了したら（完了時間はファイルとフォルダの数によって異なります）、ONTAP システムマネージャのエクスプローラタブでディレクトリツリーをクリックして、ディレクトリ構造全体を参照できます。

図 85) File System Analytics - ディレクトリおよびファイルの情報

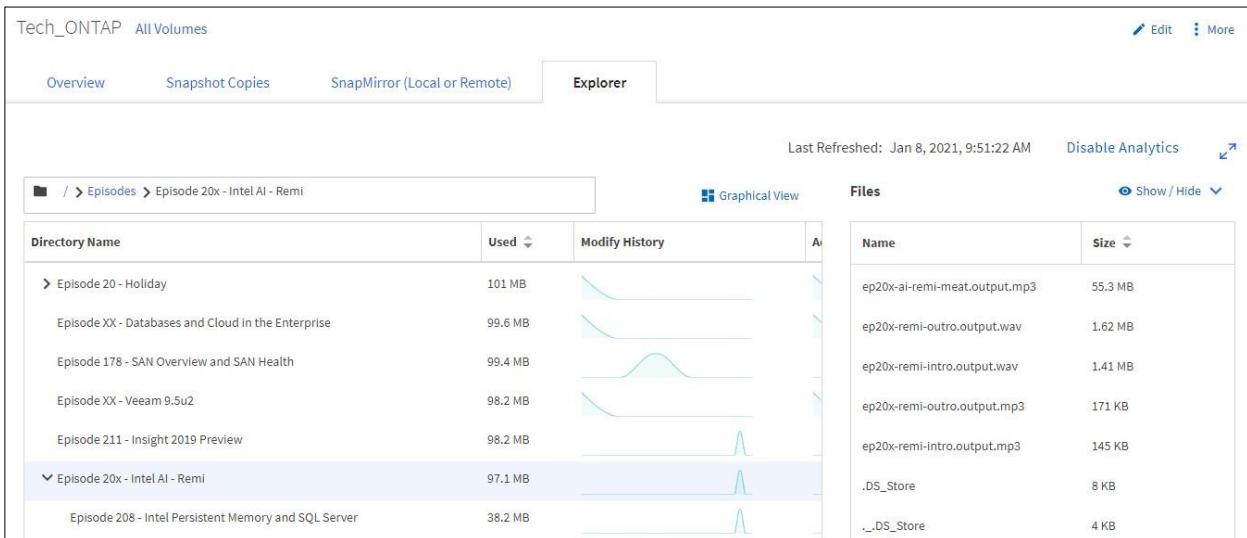
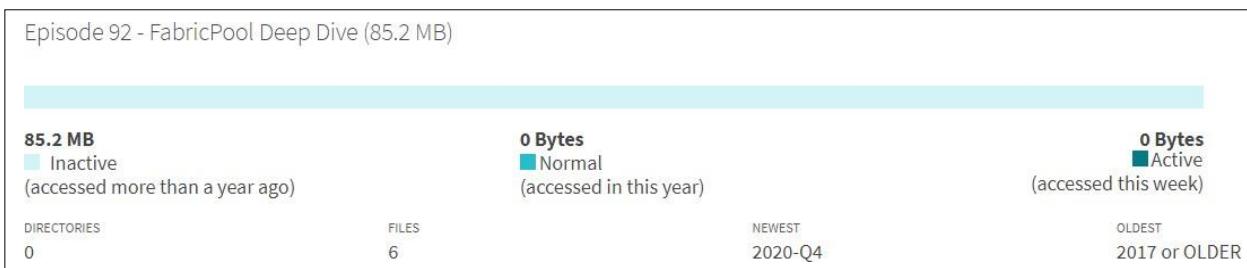


図 86) ファイルシステム分析-アクセス頻度の低いアクティブなデータ



ファイルとフォルダが作成または削除されると、File System Analytics は、新しい情報でツリーを数秒で更新します。ファイルシステム分析を使用 `dufind ls` すると、ストレージ管理者は、ファイルやフォルダの情報を取得できます。ファイル数の多い環境では、などの外部ユーティリティやコマンドを使用する必要はありません。また、ファイル数の多い環境では、時間がかかる場合があります。

ベストプラクティスや REST API の例など、ファイルシステム分析の詳細については、次のリソースを参照してください。

- [ONTAP ファイルシステム分析 : 可視性が向上し、管理性が向上します](#)
- [File System Analytics の概要](#)
- [TR-4667 : 『Best Practice Guide for File System Analytics』](#)
- [TR-4863 : XCP のベストプラクティスガイドライン](#)
- [Tech OnTap ポッドキャストエピソード 270 : 「NetApp ONTAP File System Analytics \(オーディオポッドキャスト\)」](#)

特殊文字に関する考慮事項

Unicode のほとんどの一般的なテキスト文字 (UTF-8 形式でエンコードされている場合) は、3 バイト以下のエンコードを使用します。この共通テキストには、中国語、日本語、ドイツ語など、最新のすべての言語が含まれます。しかし、絵文字などの特殊文字が人気を集めているため、UTF-8 文字のサイズの中には 3 バイトを超えるものがあります。たとえば、[トロフィー記号](#)は、UTF-8 エンコーディングで 4 バイト必要な文字です。

特殊文字には、次の文字が含まれますが、これらに限定されません。

- 絵文字
- 音楽シンボル
- 数学記号

FlexGroup ボリュームに特殊文字が書き込まれると、次のような動作が発生します。

```
# mkdir /flexgroup4TB/ 𩫔
mkdir: cannot create directory '/flexgroup4TB/\360\237\217\206': Permission denied
```

上の例 \360\237\217\206 0xF0 0x9F 0x8F 0x86 では、は UTF-8 の 16 進数で、これはトロフィーのシンボルです。

ONTAP ソフトウェアでは、[バグ 229629](#) に示すように、NFS で 3 バイトを超える UTF-8 サイズがネイティブでサポートされていませんでした。3 バイトを超える文字サイズを処理 bagofbits するためには、ONTAP では、追加のバイトがと呼ばれるオペレーティングシステム内の領域に配置されます。これらのビットは、クライアントが要求するまで格納されます。次にクライアントは、raw ビットの文字を解釈します。FlexVol bagofbitsbagofbits 9.2 では、FlexGroup がサポートされ、ONTAP ボリュームがサポートされるようになりました。

ベストプラクティス 21 : FlexGroup での特殊文字の処理

FlexGroup で最適な特殊文字の処理を行うには、ONTAP 9.5 以降および utf8mb4 ボリューム言語を使用します。

また、ONTAP に bagofbits は、処理に関する問題を通知するイベント管理システムメッセージがあります。このメッセージには、問題のファイル ID を特定する方法が含まれます。

```
Message Name: wafl.bagofbits.name
Severity: ERROR

Corrective Action: Use the "volume file show-inode" command with the file ID and volume name information to find the file path. Access the parent directory from an NFSv3 client and rename the entry using Unicode characters.

Description: This message occurs when a read directory request from an NFSv4 client is made to a Unicode-based directory in which directory entries with no NFS alternate name contain non-Unicode characters.
```

bagofbits FlexGroup で機能をテストするには、次のコマンドを使用します。

```
# touch "$(echo -e "file\xFC")"
```

ONTAP 9.1 では、次のエラーが発生します。

```
# touch "$(echo -e "file\xFC")"
touch: cannot touch `file\374': Permission denied
```

ONTAP 9.2 以降では、このコマンドは正常に実行されます。

```
# touch "$(echo -e "file\xFC")"
# ls -la
-rw-r--r--. 1 root root      0 May  9 2017 file?
```

utf8mb4 ボリューム言語をサポート

前述したように、特殊文字は、標準でサポートされている 3 バイトの UTF-8 エンコーディングを超える可能性があります。ONTAP bagofbits では、この機能を使用してこれらの文字を使用できます。

この方法による inode 情報の格納は理想的ではないため、ONTAP 9.5 以降では utf8mb4 ボリューム言語のサポートが追加されました。ボリュームでこの言語 bagofbits を使用している場合は、サイズが 4 バイトの特殊文字がではなく適切に格納されます。

ボリューム言語は、NFSv3 クライアントから送信される名前を **Unicode** に変換し、オンディスクの **Unicode** 名を NFSv3 クライアントで想定されるエンコードに変換するために使用されます。NFS ホストで **UTF-8** 以外のエンコーディングを使用するように設定されている従来の状況では、対応するボリューム言語を使用する必要があります。最近では **UTF-8** の使用がほぼ普遍的なものになっているため、ボリュームの言語は **UTF-8** である可能性があります。

NFSv4 では **UTF-8** を使用する必要があるため、NFSv4 ホストで **UTF-8** 以外のエンコードを使用する必要はありません。同様に、CIFS では **Unicode** がネイティブで使用されるため、任意のボリューム言語でも機能します。ただし、基本面より上に **Unicode** 名を持つファイルは **utf8mb4** 以外のボリュームでは適切に変換されないため、**utf8mb4** を使用することを推奨します。

ボリュームの言語は **-language**、ボリュームの作成時にオプションを使用してのみ設定できます。ボリュームの言語を変換することはできません。新しいボリューム言語のファイルを使用するには、ボリュームを作成し、[NetApp XCP](#) などのユーティリティを使用してファイルを移行します。

ベストプラクティス 22 : UTF-8 または utf8mb4 ?

ONTAP 9.5 以降を実行している場合は、クライアントが言語をサポートできない場合を除き、**utf8mb4** ボリューム言語を使用してファイル名の変換に関する問題を回避することをお勧めします。

ファイル数の多い環境で NFS を使用して低速なディレクトリのリストを管理する

ファイル数の多い環境の一部 `findls` のワークフローには、既存のデータセットでの実行、またはその他の読み取りメタデータの負荷の高い処理が含まれます。このタイプのワークロードは非効率的であり、完了までに時間がかかることがあります。これらの処理を実行する必要がある場合は、処理の高速化に役立ついくつかの条件があります。

一般的には、これらのタイプの操作を行う問題は、クライアント、プロトコル、またはネットワークに関連します。ストレージがメタデータの読み取り速度低下のボトルネックになることはまれです。

ONTAP は、マルチスレッドでのメタデータ読み取り処理に対応しています。`ls` 処理の場合 `getattr` `getattr`、要求は一度に 1 つずつ送信されます。つまり、数百万の処理に対応するために、ストレージに対して何百万ものネットワーク要求が発生する可能性があります。ネットワーク要求ごとに **n** ミリ秒のレイテンシが発生するため、時間が経過すると超過します。

そのため、これらを高速化する方法はいくつかあります。

- 属性取得 **要求を一度に追加で送信します**。単独で `ls` は、は要求を並行して送信できません。ただし、[XCP](#) などのユーティリティを使用 `ls` すると、ネットワーク経由で複数のスレッドを送信して、処理速度を大幅に向上させることができます。[XCP](#) スキャンは `ls`、あとでどのような出力を使用するかによって、速度の向上に役立ちます。たとえば、ファイル `ls` のユーザ権限や所有者が必要な場合、単独でを使用する方が適している可能性があります。ただし、ファイル名を大量に記載する場合は、[XCP](#) スキャンを推奨します。
- ネットワークハードウェア (10GB ではなく 100GB) を追加してラウンドトリップ時間 (RTT) を短縮します**。大規模なネットワークパイプでは、ネットワーク上にさらに多くのトラフィックをプッシュできるため、負荷が軽減され、全体的な RTT が減少する可能性があります。数百万回の運用では、1 ミリ秒のレイテンシをシェービングすることでも、ワークロードの時間を大幅に節約できます。
- ハイライト / カラーなど、不要なオプションを指定せずに ls を実行します**。実行時 `ls` のデフォルトの動作は、ソート、色、および強調表示をわかりやすくするために追加することです。これらの追加作業 `ls -f` は処理に使用されるため、必要になる可能性のある機能を実行する場合は、オプションを指定して実行することを推奨します。
- クライアントでのキャッシュ属性取得操作の方が積極的です**。属性をクライアント側でキャッシュすると、処理のためのネットワークトラフィックを削減できるだけでなく、処理のためにクライアントに対してローカルな属性を設定することもできます。クライアント `noac` による NFS

キャッシングの管理方法は異なりますが、一般に、ファイル数の多い環境では NFS マウントでの設定は避けてください。actimeo また、30 秒以内にレベルを維持します。

- FlexCacheを作成するNetApp FlexCache では、読み取り負荷の高いワークロード用のインスタンスキャッシュを作成できます。などの大量の読み取りメタデータ処理を実行するワークロードに対して FlexCache ボリュームを作成 1sすると、次のようなメリットがあります。
 - ローカルクラスタの場合、読み取りメタデータ処理を元のボリュームからキャッシュボリュームにオフロードし、結果として元のボリュームが通常の読み取りと書き込み用に解放されます。
 - FlexCache ボリュームはクラスタ内の任意のノードに配置できるため、FlexCache ボリュームを作成すると、読み取りメタデータ処理を元のノードから移動するだけでなく、複数のノードがこれらの処理に参加できるようになりますため、クラスタノードの効率が向上します。
 - WAN を介したリモートクラスタの場合、FlexCache ボリュームにローカライズされた NFS キャッシュを提供することで WAN のレイテンシを低減でき、メタデータが大量に発生するワークロードのパフォーマンスを大幅に向上できます。

メタデータワークロードの読み取りに FlexCache ボリューム fastreaddir を使用する場合は、FlexCache を使用するノードで無効にする必要があります。

```
cluster::> node run "priv set diag; flexgroup set fastreaddir=false persist"
```

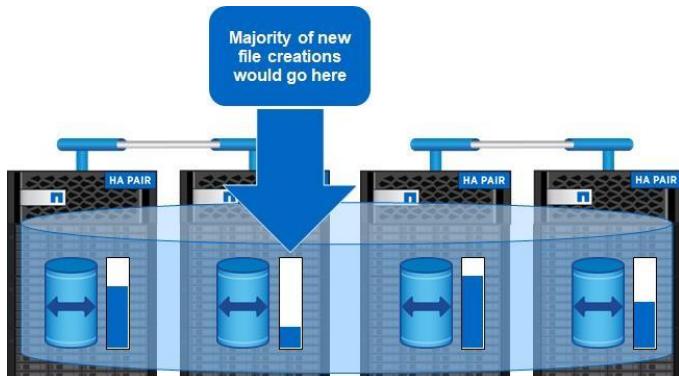
注： 有効にするには、リブートまたはストレージフェイルオーバーが必要です。

注： ONTAP 9.7 以降 FlexCache では、FlexGroup ボリュームの元のボリュームを使用できます。FlexCache ボリュームの詳細については、[TR-4743 : 『FlexCache in NetApp ONTAP』](#) を参照してください。

ファイルの削除と FlexGroup メンバー ボリュームの分散

FlexGroup ボリュームは、データの取り込み時に、複数のメンバー ボリュームにデータを比較的均等に分散します。このデータレイアウトを使用すると、ファイルの削除処理を FlexVol ボリュームと比べて FlexGroup ボリュームでより効率的に実行できます。システムでは、ハードウェアと WAFL のアフィニティを使用して削除の負荷をより効率的に分散し、各ノードの CPU 使用率を削減できるため、

図 87) 大容量ファイルの削除後の容量の不均衡



ただし、FlexGroup ボリューム間でのリモートアクセスが FlexVol ボリュームに比べているため、ファイル削除の全体的なパフォーマンスが低下する場合があります。まれに、ファイル（特に大容量ファイルのセット）を削除した場合、容量の不均衡によって FlexGroup ボリュームに人為的なホットスポットが発生することがあります。

FlexGroup ボリュームのワークロードバランスを表示する diag-privilege-level には、次のコマンドを使用します。

```
cluster::*> set diag  
cluster::*> node run * flexgroup show [flexgroup name]
```

次の出力が表示されます。

- メンバー ボリューム データ セット ID (dsid)
- メンバー ボリューム の 容量 (使用済み容量と使用可能容量、ブロック単位)
- メンバー ボリューム の 使用率
- 緊急度、目標、確率の割合 (取り込み計算で使用) の 詳細については、

「FlexGroup show」の項を参照してください。」

FlexGroup ボリューム内のデータのリバランシング

ONTAP 9.10.1 以降では、ONTAP CLI を使用して FlexGroup メンバー ボリューム 内のより大きなファイルを同じ FlexGroup 構成内の別のメンバー ボリュームに移動し、データのバランスを向上できるようにするための新機能が追加されています。この新しいコマンドは、`diagnostic` 権限モードで使用でき、システムを停止します。コマンドとその使用方法の詳細については、ネットアップサポートにお問い合わせください。ほとんどの場合、データのリバランシングは必要ありませんが、ONTAP では取り込み負荷の分散が適切に行われるため、新しい書き込みはより少ないメンバー ボリュームにリダイレクトされます。また、ONTAP 9.8 の [プロアクティブなサイズ変更](#) 機能を使用すると、ONTAP は必要に応じてメンバー ボリュームのサイズを拡張および縮小するため、利用可能な空きスペースを均等に維持する必要がありません。データの不均衡は、メンバー ボリュームがいっぱいになって不均衡が解消されないかぎり、パフォーマンス問題がバランスよく発生することを意味するものではありません。この場合、パフォーマンスの問題が発生するのは新しいファイルの作成時のみです。

まれに、メンバー ボリュームが他のメンバー ボリュームよりも大幅に大きくなれた場合は、ワーカロードを分析して、変化がないかどうかを確認する必要があります（たとえば、ワーカロードが 1MB ファイルを 100GB ファイルに作成した場合など）。XCP ソフトウェアを使用してフォルダやファイルをスキヤンし、ファイルのサイズや異常を特定することができます。エンドユーザが FlexGroup に大量のデータを zip で展開する場合、1 つのメンバー ボリュームをオーバーで割り当てることができる一般的なシナリオが 1 つあります。この zip ファイルはサイズが非常に大きくなり、メンバー ボリュームをいっぱいにする可能性があります。

XCP でファイルをスキヤンする例については、「移行前にファイルをスキヤンするための XCP の使用」を参照してください。

ファイルを特定したら、そのファイルを削除して他のボリュームに移動するか、メンバー ボリュームにスペースを追加するか、FlexGroup ボリュームでの取り込み負荷を分散できるように新しいメンバー ボリュームを追加します。クラスタを ONTAP 9.8 にアップグレードすると、プロアクティブなサイズ変更が可能になるため、メンバー ボリューム 容量の管理オーバーヘッドが削減されます。

FlexGroup ボリュームが既存データの自動リバランシングを行わないのはなぜですか。

FlexGroup はデータを取り込んだときの目標を 3 つ設定します。

- このボリュームは、そのすべてのメンバー FlexVol に、ワーカロードを並行してホストすることを推奨します。一部のメンバー ボリュームのみがアクティブな場合、FlexGroup ボリュームは、新しいデータをよりアクティブでないメンバーに分散する必要があります。
- FlexGroup ボリュームでは、他のすべてのメンバーに空きスペースがなくなるまで、メンバー FlexVol ボリュームの空きスペースが不足しないようにしてください。あるメンバーのデータ量が他のメンバーよりも多い場合、FlexGroup ボリュームは、新しいデータを平均よりも多くのレートで配置することで、使用率の低いメンバーにアライメントされるようにします。
- FlexGroup ボリュームは、前述の 2 つの目標を達成することで生じるパフォーマンス低下を最小限に抑える必要があります。FlexGroup ボリュームが新しいファイルを最も有益な場所に慎重かつ正

確に配置する必要がある場合は、以前の 2 つの目標を簡単に達成できます。ただし、慎重な配置を行うと、サービスのレイテンシが増大しているように見えます。理想的な **FlexGroup** ボリュームは、パフォーマンスと容量のバランスを両立させますが、パフォーマンスは向上します。

これらの目標の一部は矛盾しているため、**ONTAP** では高度なアルゴリズムとヒューリスティックを使用して **FlexGroup** ボリュームのバランスを維持しています。ただし、一部のシナリオでは、次のような不均衡が発生する場合があります。

- 時間の経過に伴って拡張される大容量ファイルは、**FlexVol** メンバーボリュームに存在する場合があります。
- ワークロードは、小さなファイルから大きなファイルに変わります（ビデオ監視カメラで 4K の解像度から 8K の解像度に記録される方法の変更など）。
- 多くのファイルは、ファイル自体と同じ **FlexGroup** ボリューム内の 1 つのファイルに **zip** または **tar** で圧縮されることがあります。
- 大量のデータが削除される可能性があり、そのほとんどのデータは同じメンバーボリュームから削除される可能性があります（まれ）。

FlexGroup メンバーボリュームの容量やファイルの不均衡が解消されるシナリオでは、**ONTAP** は、割り当てが少ないメンバーボリュームがいっぱいになったメンバーに追いつくのに役立つ追加の手段を適用します。その結果、新しいファイルの作成時にパフォーマンスに影響することがあります。既存のデータには、ほとんど、またはまったく影響がありません。

メンバーボリュームの使用容量が 80% に達したときのパフォーマンスの問題

ONTAP 9.5P4 より前問題のバージョンでは、取り込みのヒューリスティックを使用して、メンバーボリュームの容量が 80% に達するとパフォーマンスの問題につながる可能性があります。可能であれば、**FlexGroup** ボリュームを使用して、**ONTAP 9.5P4** 以降にアップグレードします。問題の詳細については、[バグ 1231125](#) を確認してください。

ONTAP 9.8 とプロアクティブなサイズ変更により、メンバーボリュームが容量のしきい値に達し、**FlexGroup** ボリュームに推奨される **ONTAP** バージョンである場合のパフォーマンスへの影響がさらに緩和されます。

メンバーボリュームのスペースが不足している場合のファイルのリスト表示

FlexGroup メンバーボリュームのスペースが不足すると、**FlexGroup** ボリューム全体でスペース不足が報告されます。**FlexGroup** メンバーのスペースが不足している場合でも、フォルダの内容のリスト表示などの読み取り処理は失敗する可能性があります。

`ls` は読み取り専用の処理ですが、**FlexGroup** ボリュームが正常に動作するためには、書き込み可能なスペースが少量必要です。**ONTAP** は、そのストレージを使用してメタデータキャッシュを確立します。たとえば `foo`、名前が X プロパティを持つ `inode` を指し `bar`、名前が Y プロパティを持つ `inode` を指しているとします。使用される容量はごくわずかで、数 KB、または大規模システムでは数メガバイトです。この容量は、繰り返し使用および解放されます。内部的には、このスペースは RAL リザーブと呼ばれています。

メンバーボリュームがいっぱい `ls` になっても、通常は **FlexGroup** ボリュームがなどの読み取り専用処理を実行するときに使用するスペースが少し確保されます。ただし、**ONTAP** は RAL 予約よりも他の処理の優先順位を付けます。たとえば、メンバーボリュームが 100% フルの場合、**Snapshot** コピーを作成してからボリュームの使用を継続すると、**WAFL Snapshot** リザーブがブロックの上書きに使用され、その結果、消費スペースが増大します。**ONTAP** は **Snapshot** スペースに優先順位を付け、RAL リザーブなどのスペースを取得します。このよう `ls` な状況はめったに発生しませんが、その理由について説明します。

ファイル名変更に関する考慮事項

FlexGroup ボリュームは、ほとんどのメタデータ比率の高いワークロードにも十分に対応します。ただし、大量のファイル名を一度に変更するワークロード（数百、000など）では、**FlexVol** ボリュームに比べてパフォーマンスが低下します。これは、ファイル名の変更ではファイルシステム内のファイルは移動されず、単にファイル名が新しい場所に移動されるからです。**FlexGroup** ボリュームでは、この名前を移動するとリモート処理として実行され、リモートハードリンクが作成される可能性があります。その後、ファイルの名前を変更すると、ファイルの場所へのリモートハードリンクが追加され、そのファイルで発生する操作に遅延が生じくなります。アプリケーションのワークフローがファイル名の変更になる場合は、**FlexGroup** ボリュームではなく **FlexVol** ボリュームを使用することを検討してください。名前の変更後に最終的に必要なランディング・スポットが **FlexGroup** ボリュームである場合は、名前変更プロセス後に **FlexVol** ボリュームから **FlexGroup** ボリュームにファイルを移動することを検討してください。

シンボリックリンクに関する考慮事項

ワークロードに多数のシンボリックリンクが含まれている場合（つまり、シンボリックリンク数に数百万）、1つの **FlexGroup** ボリュームでシンボリックリンクが含まれていると、その数のシンボリックリンクを解決しようとするとパフォーマンスが低下する可能性があります。負の効果は、**ONTAP** が作成するリモートハードリンクに加えて、リモートハードリンクの作成によって人為的に発生します。

ベストプラクティス 23 : FlexGroup ボリュームにシンボリックリンクを作成する

可能であれば、**FlexGroup**あたり数千未満のシンボリックリンクを作成してみてください。

NFS のバージョンに関する考慮事項

NFS を使用 -o nfsvers=3するクライアントが、**NFS** のバージョンを指定せずに **ONTAP** 内のボリュームをマウントしようとすると（など）、クライアントとサーバ間でプロトコルバージョンのネゴシエーションが行われます。クライアントは、サーバでサポートされている最も高いバージョンの **NFS** を要求します。サーバ（**ONTAP** の場合は **NFS** を提供する **SVM**）で **NFSv4.x** が有効になっている場合は、クライアントはそのバージョンでマウントを試みます。

ONTAP 9.6 以前では、**FlexGroup** ボリュームで **NFSv4.x** がサポートされていなかったため、それらのリリースでマウント要求が失敗します。通常、このエラーは access denied次のように表示されます。つまり、環境内の実際の問題を隠すことができます。

```
# mount demo:/flexgroup /flexgroup
mount.nfs: access denied by server while mounting demo:/flexgroup
```

ONTAP 9.7 以降では、**NFSv4.x** がサポートされています。ただし、これによって異なる問題セットが作成される場合もあります。クライアントは、**NFS** サーバ（この場合は **ONTAP SVM**）から通知された最新の **NFS** バージョンをマウントします。**NFSv4.x** バージョンが有効になっていると、**NFSv3** が必要または想定どおりに機能している場合にクライアントが **NFSv4.x** 経由でマウントする可能性があります。**NFSv4.x** マウントの場合のパフォーマンスとアクセス権限の動作は **NFSv3** と異なります。

ネットワーク接続の同時実行数 : NFSv3

前述の考慮事項に加えて、**ONTAP** での **NFSv3** 处理では、TCP 接続あたりの同時処理数が最大 128 であることに注意してください。つまり、すべての IP アドレスについて、システムが同時に処理できる処理は最大 128 件になります。そのため、**NFSv3** クライアントがストレージシステムをハードにプッシュできず、**FlexGroup** テクノロジの可能性をフルに引き出せません。クライアントは、**NFSv3** 経由で送信される同時処理数（RPC スロットテーブルを使用）を制御するように設定できます。これにより、パフォーマンスの問題を追跡するのが困難になります。

RPC スロットテーブルの潜在的な問題を特定する

最新の NFSv3 クライアントの多くは、RPC スロットテーブルに動的な値を使用します。つまり、クライアントは 1 つの TCP スレッドでできるだけ多くの同時処理を送信します。最大 65、336。ただし、ONTAP では、TCP 接続ごとに 128 の同時処理しか許可されないため、クライアントが 128 を超える数のフロー制御を送信した場合、ONTAP は ONTAP 処理で NFS 処理（の EXEC コンテキスト）をブロックすることで、過負荷のクライアントによるストレージシステムの実行をリソースが解放されるまで阻止します。このフロー制御により、原因のレイテンシが増大し、ジョブの完了時間が長くなると、ストレージシステムの一般的な統計からはすぐには明らかでないパフォーマンスの問題が明らかになることがあります。これらの問題はネットワーク関連の問題である可能性があり、ストレージ管理者が誤ったトラブルシューティングパスで送信する可能性があります。

RPC スロットテーブルが含まれているかどうかを調べるには、ONTAP パフォーマンスカウンタを使用します。オーバーランしている接続によってブロックされた EXEC コンテキストの数が増加しているかどうかを確認できます。

これらの統計を収集するには、次のコマンドを実行します。

```
statistics start -object cid -instance cid
```

次に、一定期間の統計を確認して、統計が増加しているかどうかを確認します。

```
statistics show -object cid -instance cid -counter execs_blocked_on_cid
```

ONTAP 9.8 以降 nblade.execsOverLimit では、RPC スロットテーブルの問題を特定するための新しい EMS メッセージ () が追加されています。この EMS は 'execs_blocked_on_cid' カウンタが設定された期間に一定の量を超えた場合にトリガーされます。このメッセージがイベントに表示される場合は、ネットアップサポートに問い合わせるか、NFSv3 クライアントで使用されるスロットテーブルの数を減らすことを検討してください。

NFS の同時ネットワーク接続の詳細については、[TR-4067 『NFS Best Practices and Implementation Guide』](#) および [TR-4617 『EDA Best Practice Guide』](#) を参照してください。

NFS 書き込みが追加されます

以前のリリースの ONTAP では、ファイル書き込み時に NFS 経由で追加されたファイルのサイズによっては、パフォーマンス上の問題が発生することがあります。ONTAP の今後のリリースでは、これらの書き込みの並列処理機能が提供され、関係するファイルサイズに関係なく、書き込み時のパフォーマンスが向上します。

この問題を解決した ONTAP の各リリースの詳細とガイダンスについては、[バグ 1256520](#) を参照してください。

n 接続します

nConnect は、一部の Linux ディストリビューションで使用できるマウントオプションです。このオプションは、マウントごとに使用する TCP 接続の数を指定し、一部のワークロードでパフォーマンス上の大きなメリットをもたらします。通常は、ワークロードでネットワークスレッドがボトルネックになっている場合にのみこのオプションが有効です。また、クライアントがマウントごとにより多くの RPC スロットテーブルを利用できるようにすることで、ONTAP にもメリットがあります。RPC スロットテーブルの詳細については、「Network connection concurrency : NFSv3」を参照してください。

ONTAP 9.8 では、NFS クライアントでも nConnect がサポートされていれば、NFS マウントでの nConnect の使用がサポートされます。nConnect を使用する場合は、クライアントバージョンが提供しているかどうかを確認し、ONTAP 9.8 以降を使用してください。

表 22 に、異なる nConnect スレッド値を使用している単一の Ubuntu クライアントからの結果を示します。

表 22) nConnect のパフォーマンス結果

| nConnect 値 | プロセスあたりのスレッド数 | スループット | 差異 |
|------------|---------------|-----------|-------|
| 1 | 128 | 1.45GB/ 秒 | - |
| 2 | 128 | 2.4GB/ 秒 | +66% |
| 4 | 128 | 3.9GB/ 秒 | +169% |
| 8 | 256 | 4.07GB/ 秒 | +181% |

nConnect の詳細については、[TR-4067 『Best Practices and Implementation Guide』](#) および [TR-4617 『EDA Best Practice Guide』](#) を参照してください。

NFS で接続されているクライアントをボリューム名にマッピングする

クラスタからマウントされている NFS のバージョンを確認するには nfs connected-clients show、ONTAP 9.7 で利用可能なコマンドを使用します。

| cluster::> nfs connected-clients show -node * -vserver DEMO | | | | | | |
|---|-------------------|----------|-------------|------------|-------------|--|
| Client-Ip | Volume-Name | Protocol | Idle-Time | Local-Reqs | Remote-Reqs | |
| 10.x.x.x | CIFS | nfs4.1 | 2d 0h 9m 3s | 153 | 0 | |
| 10.x.x.x | vsroot | nfs4.1 | 2d 0h 9m 3s | 0 | 72 | |
| 10.x.x.x | flexgroup_16_0001 | nfs3 | 0s | 0 | 212087 | |
| 10.x.x.x | flexgroup_16_0002 | nfs3 | 0s | 0 | 192339 | |
| 10.x.x.x | flexgroup_16_0003 | nfs3 | 0s | 0 | 212491 | |
| 10.x.x.x | flexgroup_16_0004 | nfs3 | 0s | 0 | 192345 | |
| 10.x.x.x | flexgroup_16_0005 | nfs3 | 0s | 212289 | 0 | |

NFSv4.x が有効 fstab になっている環境での FlexGroup ボリュームのマウントに関する問題を回避するには、マウント時にデフォルトのマウントバージョンの NFSv3 を使用するようにクライアントを設定するか、または明示的に NFS バージョンを指定します。

例：

```
# mount -o nfsvers=3 demo:/flexgroup /flexgroup
# mount | grep flexgroup
demo:/flexgroup on /flexgroup type nfs (rw,nfsvers=3,addr=10.193.67.237)
```

また、NFSv4.x を使用するクライアントにマウントされた親ボリュームに FlexGroup ボリュームがジャンクションされていて、ONTAP 9.6 以前では FlexGroup ボリュームへのトラバースが失敗します。これは、FlexGroup ボリュームに対する NFSv4.x 処理が許可されていないためです。

たとえば、FlexGroup ボリュームは常に vsroot (vserver root) にマウントされ、NFS エクスポートパスはのように動作します。クライアントが vsroot を NFSv4.x でマウントすると、ONTAP 9.6 以前のバージョンで NFSv4.x マウントから FlexGroup ボリュームにアクセスしようとしても失敗します。ls -la これ GETATTR には、NFSv4.x の処理を実行する機能が必要になるためです。

次の例では、NFSv4.x がサポートされていないことが原因で FlexGroup ボリュームの情報が正しくありません。

```
# mount demo:/ /mnt
# mount | grep mnt
```

```

demo:/ on /mnt type nfs (rw,vers=4,addr=10.193.67.237,clientaddr=10.193.67.211)
# cd /mnt/flexgroup
-bash: cd: /mnt/flexgroup: Permission denied
# ls -la
ls: cannot access flexgroup_4: Permission denied
ls: cannot access flexgroup_local: Permission denied
ls: cannot access flexgroup_8: Permission denied
ls: cannot access flexgroup_16: Permission denied
drwx--x--x. 12 root root 4096 Mar 30 21:47 .
dr-xr-xr-x. 36 root root 4096 Apr 7 10:30 ..
d?????????? ? ? ? ? flexgroup_16
d?????????? ? ? ? ? flexgroup_4
d?????????? ? ? ? ? flexgroup_8

```

NFSv3 のマウントと比較します。

```

# ls -la
drwx--x--x. 12 root root 4096 Mar 30 21:47 .
dr-xr-xr-x. 36 root root 4096 Apr 7 10:30 ..
drwxr-xr-x. 6 root root 4096 May 9 15:56 flexgroup_16
drwxr-xr-x. 5 root root 4096 Mar 30 21:42 flexgroup_4
drwxr-xr-x. 6 root root 4096 May 8 12:11 flexgroup_8

```

そのため、FlexGroup ボリュームが ONTAP 9.6 以前に配置されているパスには NFSv4.x が使用されないようにしてください。NFSv4.x が必要な場合は、ONTAP を 9.7 以降にアップグレードします。

FlexGroup ボリュームでの NFSv4.x の有効化と使用

FlexVol ボリュームは、NFSv4.x を設定する際に FlexGroup ボリュームと同じように機能します。[TR-4067 : 『NFS Best Practice and Implementation Guide』](#) では、ONTAP ボリュームと環境 FlexGroup ボリュームでの使用方法についても詳しく説明されています。NFSv4.x をワーカロードに使用することで、パフォーマンスに焦点を絞るよりも、次のようなメリットがあります。

- セキュリティ : NFSv4.x は補助プロトコル (NLM、NSM、mountd、portmapper など) を 2049 経由で 1 つのポートに統合することで、NFS によるセキュリティを大幅に向上します。開いているファイアウォールポートが少なくなると、使用可能な脅威ベクトルが減少します。

さらに、NFSv4.x には [RFC 要件](#) の一部として Kerberos 暗号化 (krb5、krb5i、および krb5p) が含まれており、クライアント / サーバは Kerberos のサポートを除き、RFC に準拠していません。

また、NFSv4.x ではクライアント ID とサーバ照合のドメイン ID を設定に指定することで UID / GID 情報をよりマスキングできるため、特に Kerberos 暗号化を使用する場合にスプーフィングユーザが難しくなります。

最後に、NFSv4.x では Windows NTFS ACL の機能を模倣したきめ細かい ACL サポートを提供します。これにより、モードビットで提供される NFSv3 よりも多くのユーザとグループを ACL に追加でき、基本的な読み取り / 書き込み / 実行 (rwx) よりも多くの ACL 機能を使用できます。[NFSv4.x ACL](#) を、[NFSv3 だけをマウント](#) するデータセットに適用することもできます。これにより、NFSv4.x が使用されていない場合でもファイルやフォルダのセキュリティをさらに強化できます。

- ロック機能の向上。NFSv3 のロックは、NSM や NLM などの補助プロトコルを使用して NFS プロトコルの外部で実行されています。その結果、クライアントまたはサーバが停止して、古いロックが解除されるまでファイルにアクセスできなくなることがよくあります。

NFSv4.x では、指定した時間リースを保持し、クライアント / サーバ間の通信に損傷がない場合にリースを維持するリースメカニズムを使用してロックの強化が行われています。その通信に問題がある場合（ネットワークまたはサーバが停止した場合）は、リースが期限切れになり、再確立されるまでロックが解除されます。

また、NFSv4.x でのロックも NFS パケットに統合されているため、NFSv3 よりも信頼性と効率性に優れたロックの概念が実現します。

- データの局所性と並行アクセス。 NFSv4.x は、 NFSv4.x リファーラルなどのスケールアウト NAS 環境にデータ局所性機能を提供します。 NFSv4.x リファーラルは、マウント要求をノードの場所に応じて ONTAP 内のボリュームにリダイレクトし、マウントへのローカルアクセスを確保します。
- NFSv4.1 では NFS も並行してサポートされており、マウント時にメタデータサーバが確立され、ネームスペース全体でデータ I/O がリダイレクトされます。そのためには、ノードやデータ LIF の場所に応じてデータを追跡するクライアント / サーバ通信を使用します。この概念は、SAN の Asymmetric Logical Unit Access (ALUA ; 非対称論理ユニットアクセス) と似ています。 詳細については、[FlexGroup を備えた pNFS のセクション](#)を参照してください。

ONTAP の NFSv4.x パフォーマンスの強化

一般に、 NFSv4.x はステートフルなため、 NFSv3 よりもパフォーマンスが低くなります。 NFSv4.x のプロトコル処理ごとに行う処理も少なくて済みます。 NFSv4.x のオーバーヘッドは、ロックとリース、 ACL、複合呼び出し、クライアントとサーバ間の状態 ID の通信、および各パケットの処理の形で発生します。

ONTAP 9.2 以降では、 SAP HANA やデータベースなどのストリーミング I/O ワークロードで、 NFSv4.x のパフォーマンスが NFSv3 のパフォーマンスに多少近くなっています。 ONTAP 9.6 以降では、 NFSv4.x で強化されたメタデータワークロードのパフォーマンスが追加されています。これにより、 EDA ベンチマークの結果が NFSv3 に合わせて向上しています。

NFSv4.x のパフォーマンスの弱点の 1 つに、メタデータの取り込みが多いワークロードがあります。 FlexGroup ボリュームはこれらのワークロードに最も適しています。したがって、これらのワークロードで NFSv4.x を使用することを検討する場合は、 FlexGroup ボリュームの使用を強く推奨します。

NFSv4.x を使用する利点の 1 つは、その処理に RPC スロットテーブルを使用しないことです。[RPC スロットの枯渀](#)が発生する可能性がありません。

NFS で Kerberos を使用している場合は、暗号化されたパケットのオーバーヘッドを処理するためのパフォーマンスへの影響もわずかです。影響は、次のようないくつかの要因によって異なります。

- ONTAPバージョン
- 使用しているハードウェア
- ネットワークレイテンシ、WAN レイテンシ、クラウドリージョン
- クラスタのパフォーマンスヘッドルーム
- 使用する Kerberos 暗号化 (krb5、krb5i、または krb5p)
- ONTAP 9.2 以降のバージョンでは、 NFS Kerberos パケットの AES-NI オフロードが提供されています。Kerberos に対応した NFS を検討している場合、ONTAP 9.2 は最小推奨バージョンです。 NFS での Kerberos の設定と管理の詳細については、[TR-4616 : 『ONTAP における NFS Kerberos』](#) を参照してください。

FlexGroup ボリュームの pNFS

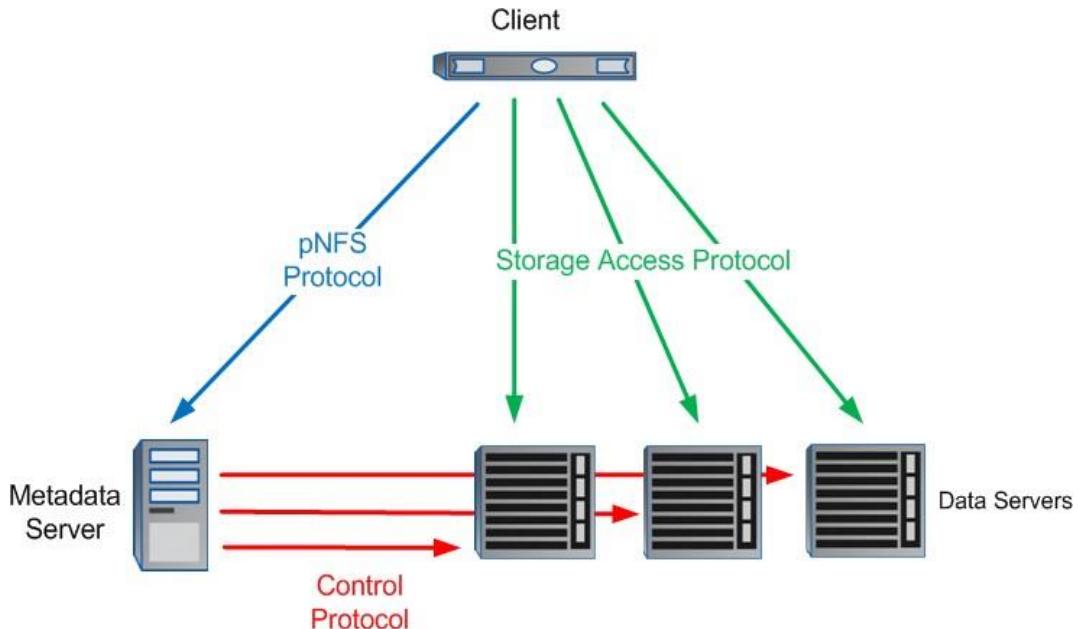
ONTAP 9.7 では、 NFSv4.1 と RFC の必須機能を含む NFSv4.x がサポートされます。この機能には [Parallel NFS \(pNFS ; パラレル NFS\)](#) が含まれ、クラスタ内の複数のボリュームとノード間での読み取りと書き込みを処理します。ONTAP は、 pNFS のファイルバージョンを提供し、ストライピングまたはブロックバージョンを使用しません。

データ圧縮と重複排除

SVM 内の NFS サーバで pNFS が有効になっている場合、 NFSv4.1 を使用して pNFS とマウントをサポートするクライアントは、まずメタデータサーバとして機能する単一の TCP 接続を使用して、クラスタ内の特定のノードに接続します。この接続は、データレイアウト用のクライアント / サーバ通信、 LIF の場所、 pNFS マッピングなどの pNFS 処理に対応し、 I/O トラフィックをクラスタ内のローカルボリューム

ュームやデータ LIF にリダイレクトします。メタデータサーバ getattr setattr は、処理や処理などの NFS メタデータ処理にも対応します。

図 88) pNFS の図



pNFS アーキテクチャは、次の 3 つの主要コンポーネントで構成されています。

データ以外のすべての I/O トラフィックを処理するメタデータサーバ。GETATTRSETATTR、LOOKUP、ACCESS、REMOVE、など、すべてのメタデータ処理を実行します。運用 RENAME のメタデータサーバは、ファイルのレイアウトに関する情報も提供します。

- ファイルデータを格納し、クライアントの読み取りおよび書き込み要求に直接応答するデータサーバ。データサーバは、純粋な READ WRITE I/O と I/O を処理します
- データサーバに直接アクセスできる 1 つ以上のクライアント。このアクセスは、メタデータサーバから受信したメタデータに基づいて行われます。

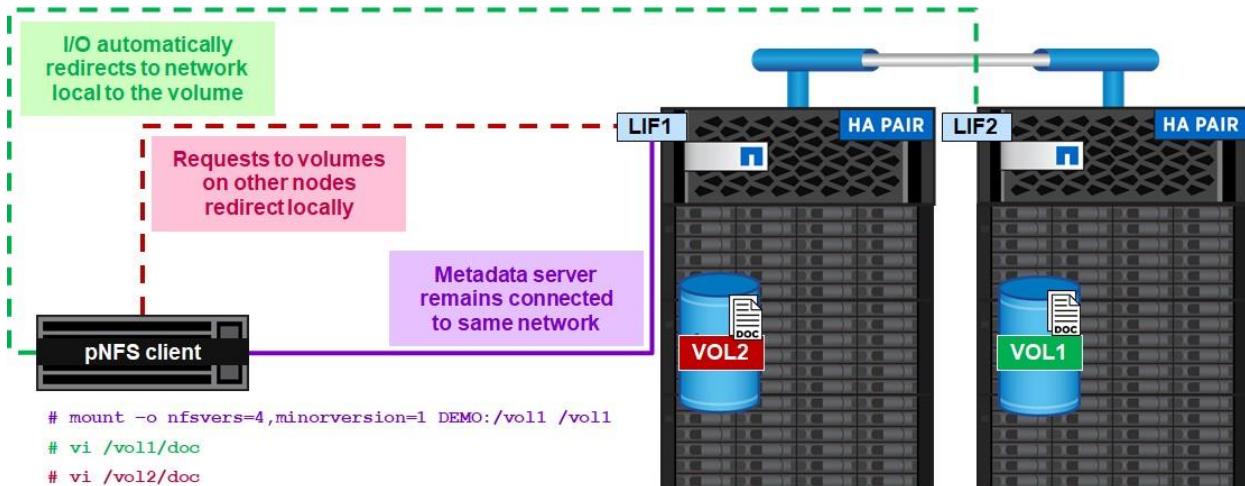
クライアント、メタデータサーバ、およびデータサーバの間で使用されるプロトコルには、次の 3 種類があります。

- メタデータサーバとデータサーバの間で使用される制御プロトコル。このプロトコルは、ファイルシステムデータを同期します。
- **pNFS** プロトコルは、クライアントとメタデータサーバの間で使用されます。これは、実質的には、いくつかの pNFS 固有の拡張子を持つ NFSv4.1 プロトコルです。多数のデータサーバに格納されたファイルにアクセスするために必要な場所とストレージアクセスプロトコルを記述したメタデータを含むレイアウトを取得して操作するために使用されます。
- クライアントがデータサーバに直接アクセスするために使用する一連のストレージアクセスプロトコル。pNFS 仕様には、現在、ファイルベース、ブロックベース、オブジェクトベースの 3 つのカテゴリのストレージプロトコルがあります。Data ONTAP 8.1 以降では、ファイルベースのストレージプロトコルと NFSv4.1 経由のデータサーバへのアクセスがサポートされます。

クライアントによる pNFS を使用した読み取り / 書き込み要求が実行されると、クライアントとサーバは、データレイアウトのマッピングを使用して要求の送信先をネゴシエートします。たとえば、ファイルがクラスタ内の (node1 にある) ボリューム 1 にあるものの、メタデータサーバが node2 に接続されている場合、データレイアウトマッピングによって、クライアントに、node1 のローカルネットワーク接続経由で読み取り / 書き込みを実行するように通知されます。

ボリュームを移動すると（無停止ボリューム移動処理などの）データレイアウトテーブルが更新され、ONTAPは次の要求でローカルトラフィックをボリュームにリダイレクトします。このプロセスは、ブロックデバイスがローカルかどうかに基づいてパスを切り替えることができる [SAN環境でのALUAの動作](#)と似ています。

図 89) pNFS の動作図



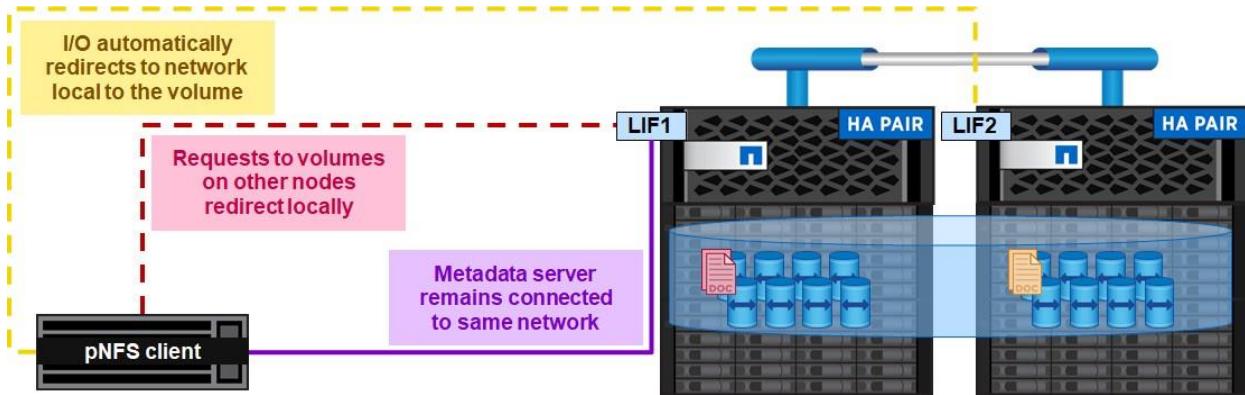
pNFS は FlexGroup ボリュームに対してどのように機能しますか？

FlexGroup ボリュームは単一のエンティティとして機能しますが、複数の FlexVol メンバーボリュームで構成されます。各メンバーボリュームには、ボリューム全体にストライピングされない固有のファイルが含まれています。NFS 処理が FlexGroup ボリュームに接続すると、クラスタネットワーク経由での処理のリダイレクトが ONTAP によって処理されます。

pNFS では、データレイアウトマッピングによってメンバーボリュームの場所とローカルネットワークインターフェイスが追跡されるため、これらのリモート処理が削減されます。また、クライアントにはネームスペースが 1 つしかないにもかかわらず、FlexGroup ボリューム内のローカルメンバーボリュームへの読み取り / 書き込みもリダイレクトされます。このアプローチにより、よりシームレスで管理しやすいスケールアウト NFS 解決策が実現します。また、クラスタネットワークのトラフィックが削減され、データネットワークのトラフィックがノード間で均等に分散されます。

FlexGroup pNFS は、FlexVol pNFS とは少し異なります。ファイルを格納するメタデータサーバ間で FlexGroup の負荷分散が行われる場合でも、pNFS では別のアルゴリズムが使用されます。pNFS は、ターゲットファイルが配置されているノードへのトラフィックの転送を試行します。ノードごとに複数のデータ LIF を設定した場合は、各 LIF に接続を確立できますが、ネットワークインターフェイスごとにボリュームにトラフィックを転送するために使用される LIF はセットの 1 つだけです。

図 90) pNFS 处理の図 - FlexGroup ボリューム



pNFS のベストプラクティス

ONTAP の pNFS のベストプラクティスには、通常の NAS のベストプラクティスとはそれほど違いはありませんが、ここではいくつかの点に注意してください。一般的に：

- サポートされている最新のクライアント OS バージョンを使用してください。
- サポートされている最新の ONTAP パッチャリリースを使用します。
- SVM ごとにノードごとにデータ LIF を作成して、すべてのノードのデータの局所性を確保します。
- メタデータサーバのデータ LIF では LIF の移行を使用しないでください。 NFSv4.1 はステートフルなプロトコルであり、原因の状態が再確立されると LIF の移行が短時間停止する可能性があるためです。
- 複数の NFSv4.1 クライアントがマウントする環境では、単一のノードまたはネットワークインターフェイスでのメタデータ処理の **piling up** を避けるために、メタデータサーバの接続を複数のノードに分散します。
- 可能であれば、SVM 内の同じノードで複数のデータ LIF を使用することは避けてください。
- 一般に、NFSv3 と NFSv4.x は同じデータセットにマウントしないでください。これを避けることができない場合は、アプリケーションベンダーに問い合わせて、ロックを適切に管理できることを確認してください。
- pNFS で NFS リファーラルを使用している場合は、リファーラルによってローカルメタデータサーバが確立されることに注意してくださいが、データ I/O は引き続きリダイレクトされます。 FlexGroup ボリュームでは、メンバー ボリュームが複数のノードに存在する可能性があるため、NFS リファーラルはあまり使用されません。代わりに、DNS ロードバランシングを使用して接続を分散します。

NFSv4.x の一般的な考慮事項

SVM の NFSv4.x を検討する際には、導入前にパフォーマンス、クライアントとアプリケーションのサポート、ネームサービスインフラ、ロックメカニズムを考慮するようにしてください。また、同じデータセットで NFSv3 と NFSv4.x の両方をアプリケーションで使用できるかどうかも考慮します。たとえば、[VMware](#) では、両方のプロトコルバージョンでデータストアを提供することは推奨していません。

可能であれば、本番環境に導入する前に、機能やパフォーマンスのテストを実施するために別の SVM をセットアップします。

NFSv4.x の設定が適切に機能するためには、一般に次のことが必要です。

- NFSv4.x をサポートする NFS クライアント
- NFSv4.x を指定する NFS マウント

- NFS サーバの設定 (NFSv4.x、リファーラル、pNFS、ACL のサポート、クライアントと NFS サーバで同一に設定された NFSv4 ID ドメインなど)
- クライアントとサーバ上の一致するユーザ名とグループ（大文字と小文字が区別されます。たとえば、[user1@domain.com](#) はサーバとクライアントの両方に存在する必要があります。USER1 と user1 は一致するとはみなされません）。
- オプション：NIS や LDAP など、UNIX ID 用のネームサービスを使用すると、NFSv4.x の実装と機能が大幅に簡易化されます。

詳細については、[TR-4067 : 『NFS Best Practice and Implementation Guide』](#) を参照してください。

NFS マウントに関する考慮事項 : REaddir (REaddir +)

9.1P4 より前 REaddir+ のバージョンの ONTAP を実行していて NFS で機能を使用している場合は、名前変更処理でレイテンシが発生する可能性があります。これは[バグ 1061496](#) が原因で発生し、9.1P4 以降では修正されています。このバグの影響を受けやすく、レイテンシが発生 -nordirplus REaddir+ している ONTAP のリリースを実行している場合は、機能を無効にするオプションを使用して FlexGroup ボリュームをマウントすることを検討してください。

NAS メタデータが FlexGroup ボリュームに及ぼす影響

メタデータ処理のオーバーヘッドは、ワークロードのパフォーマンスに影響します。これは、リモート処理に対するパフォーマンスの低下率が 10~30% を超えることがあります。メタデータ効果のほとんどは、書き込みメタデータに関連しています。ほとんどの読み取りメタデータはほとんど効果がありません。

- setattr, access, statfs, lock, unlock. FlexGroup のオーバーヘッドがほとんどないか、まったくない。
- Readdirplus. ONTAP 9.3 よりも前はほぼリモートで、9.3 以降はリモートのオーバーヘッドはほとんど発生しません。
- nfs create, unlink, lookup. 負荷の高い環境で FlexGroup のオーバーヘッドがほとんど、またはまったく発生しません。
- nfs mkdir, rmdir, lookup dir. リモートアクセスが 50~100% であるため、オーバーヘッドが高くなります。
- CIFS open/close. オーバーヘッドが大きい。

CIFS / SMB に関する考慮事項

FlexGroup ボリュームは、NFS ワークロードと SMB ワークロードの両方をサポートします。ONTAP SMB サーバには、FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームの両方で SMB ワークロードの全体的なパフォーマンス向上に役立つ機能がいくつかあります。次のセクションでは、これらの機能の一部について説明します。また、FlexGroup やファイル数の多い環境に関する注意事項についても説明します。

SMB のバージョンに関する考慮事項

FlexGroup ボリュームでサポートされるのは、SMB 2.x と SMB 3.x のバージョンのみです。SMB 1 のバージョンは、FlexGroup を参照する CIFS / SMB 共有にアクセスできません。SMB 1 は Microsoft から廃止されたため、FlexGroup ボリュームに SMB 1 のサポートを追加する予定はありません。SMB のサポート情報については、「[FlexGroup 機能のサポートと最大数](#)」を参照してください。

CIFS / SMB ワークロードを FlexGroup に移行する前に、既存のワークロードに接続されている SMB 1 クライアントがないことを確認する必要があります。ONTAP では、次のコマンドを使用してこの操作を実行できます。

```
cluster::> cifs session show -protocol-version SMB1
```

FlexGroup ボリュームへの SMB 1 アクセスが試行 `Nblade.flexgroupStatefulProtocolAccess` されると、EMS イベントが記録されます。

SMB での変更通知の使用

SMB 変更通知とは、SMB クライアントが、セッションを閉じたりウィンドウを更新したりしなくとも（F5 キーを押すなどして）、SMB 共有内にファイルが存在することを通知する方法です。SMB クライアントは SMB セッション中も SMB サーバと常に通信しており、共有内でのファイルの変更に関する更新が SMB サーバからクライアントに定期的に送信されます。この機能は、ファイルを書き込む必要があり、SMB 共有内のファイルをすぐに読み取ることができるアプリケーションで最も役立ちます。変更通知は `changenotify` 共有プロパティで制御されます。ONTAP 9.4 以降のバージョンでは、変更通知が不要な場合でも、新しい SMB 共有でこの共有プロパティが自動的に設定されます。

FlexGroup 9.2 では、ONTAP ボリュームの SMB 変更通知のサポートが追加されています。ONTAP 9.5 では、ボリューム全体ではなくフォルダごとに変更通知を実行する、継承された変更通知が導入されました。

ONTAP 9.7 より前のバージョンの ONTAP では、シリアルで実行される変更通知プロセスがあります。つまり、次の処理を実行する前に完了できる変更通知処理は一度に 1 つだけです。その結果、クラスタ全体のパフォーマンスに影響が及び、SMB 処理のレイテンシが高くなる可能性があります。

この問題の詳細については、KB 記事「[High FlexGroup latency due to CIFS changenotify](#)」を参照してください。

ベストプラクティス 24 : SMB 変更通知の推奨事項

- ONTAP 9.6 以前では、CIFS 共有が不要な場合は SMB 変更通知を無効にします。これ `cifs share properties remove` は、System Manager または CLI のコマンドを使用して実行できます。
- SMB 変更通知を使用する必要がある場合は、ONTAP 9.7 以降を使用してください。

Large MTU

ONTAP 9.0 で大容量 MTU が導入され、SMB の最大伝送ユニット（MTU）を 64 KB から 1 MB に増やすことが可能になりました。これにより、処理する必要のあるパケットの数を減らすことができるため、大容量ファイル転送の速度と効率が大幅に向上します。`advanced` 権限のコマンドを使用 `cifs options modify -is-large-mtu-enabled true` して、大容量の MTU を有効にできます。

ONTAP の CIFS / SMB サーバで有効にすると、クライアントと SMB プロトコルのバージョンがこの機能をサポートしている場合（SMB 2.1 以降）、MTU サイズのネゴシエーションが自動的に行われます。

次のコマンドを使用すると、ONTAP SVM が大きな MTU を使用しているかどうかを確認できます。

```
cluster::> cifs session show -is-large-mtu-enabled true
```

注 : MTU サイズが大きいと、SMB 2.1 以降のサーバで許可されている大規模な読み取り / 書き込みのことです。ネットワークレイヤの MTU サイズではありません。

SMB マルチチャネル

ONTAP 9.4 以降では、SMB マルチチャネルのサポートが提供されています。SMB 3.0 プロトコルの機能で、SMB 3.x クライアントで单一のネットワークインターフェイスカード（NIC）または複数の NIC を使用して接続のプールを確立し、それらの NIC を使用して单一の SMB セッションの要求を送信できます。これは、NFS の [nConnect](#) 機能に似ています。

これにより、この機能を利用してないクライアントに比べて、单一クライアントのパフォーマンスが大幅に向上する可能性があります。SMB マルチチャネルの詳細については、[TR-4740 : 『SMB 3.0 Multichannel』](#) で説明されています。これには、設定方法、フェイルオーバーの動作、想定され

るパフォーマンスなどが含まれます。

SMB マルチチャネルは、次の **advanced** 権限のコマンドで有効にすことができ、新しい SMB セッションに適用されます。

```
cluster::*> cifs options modify -is-multichannel-enabled true
```

ONTAP SVM の CIFS / SMB セッションで SMB マルチチャネルが使用されているかどうかを確認するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::> cifs session show -connection-count >1
```

Windows クライアントでは、マルチチャネルが [Get-SmbMultichannelConnection PowerShell](#) コマンドレットで使用されているかどうかを確認できます。

継続的可用性を備えた共有 (CA 共有)

CA 共有を使用すると、スケールアウト、永続的ハンドル、監視、透過的フェイルオーバーなどの SMB 3.x 機能を使用して、ストレージのフェイルオーバーを中断なく実行できるようになります。CA 共有は ONTAP 8.2 で最初にサポートされ、SQL ワークロードと Hyper-V ワークロードに対してのみ正式にサポートされています。

CA 共有は、次のコマンドを使用して CIFS / SMB 共有レベルで設定します。

```
cluster::*> cifs share properties add -share-name SQL -share-properties continuously-available
```

FlexGroup ボリュームは、ONTAP 9.6 で初めて CA 共有のサポートを提供しました。この機能は、Hyper-V および SQL のワークロードに対してのみ正式に認定されています。ただし、このサポートについては警告があります。

- FlexGroup ボリュームに適していない SQL Server ワークロードがあるのは、大規模なデータベースファイルが少数しかない場合です。ただし、FlexGroup ボリュームと CA 共有を使用する場合は、多数のファイル（ログまたはデータベース）を含む SQL Server ワークロードが適しています。「FlexGroup ボリューム上のデータベース」も参照してください。
- Hyper-V のワークロードは、CA 共有で正式にサポートされていると記載されていますが、ONTAP 9.8 では、FlexGroup ボリュームで正式にサポートされるのは VMware 仮想化ワークロードのみです。Hyper-V ワークロードは、CA 共有の FlexGroup で使用できますが、VMware ワークロードと同じテストおよび認定は受けていません。
- 仮想ハードディスクのワークロード (FSLogix VHDx プロファイルなど) は FlexGroup ボリュームで使用でき、CA 共有で機能しますが、正式にテストまたは認定されていません。これらのワークロードをホストするために CA 共有が必要ない場合もあるため、本番環境に導入する前にテストを実行する必要があります。

一般に、原因のパフォーマンスに問題が生じる可能性があるため、メタデータを大量に消費する SMB ワークロード（ホームディレクトリなど）で CA 共有を使用することは推奨されません。CA 共有を使用している場合は、homodirectory、BranchCache、アクセスベースの列举、属性のキャッシュなど、他の共有プロパティを設定しないでください。

CA 共有を使用している CIFS / SMB セッションを確認するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::*> cifs session show -continuously-available Yes|Partial
```

その他の考慮事項

SMB 8.3 の短縮名または CIFS のシンボリックリンクを使用した名前の変更など、特定のタスクを実行する場合には、他にもいくつかの潜在的な問題が発生する可能性があります。これらの問題の一覧を次に示します。リンクからは、これらの問題が解決された ONTAP がリリースされています。一般的には、最適な結果を得るために、ONTAP の最新のパッチリリースを実行することを推奨します。

表 23) その他の SMB の潜在的な問題

SMB に関するその他の潜在的な問題

- [1143151 - FlexGroup ディレクトリのリストまたは読み取り中に SMB クライアント原因がコントローラを停止する可能性があります](#)
- [1187162 - SMB から FlexGroup 内の壊れたシンボリックリンクで動作しているときにメモリリークが発生する](#)
- [1219744 - FlexGroup ボリュームでの SMB の名前変更処理で原因ストレージコントローラが停止することがある](#)
- [1236696 - シンボリックリンクを持つ FlexGroup パスを使用して存在しないファイルにアクセスすると、ステータスコードが正しくありません](#)
- [1278427 - FlexGroup ボリュームでの短いファイル名（8.3 形式のファイル名）を使用した SMB プロトコルでのファイル名変更で、原因コントローラが停止する可能性があります](#)

仮想化ワークロードの考慮事項

ONTAP 9.8 は、VMware の仮想化ワークロードを公式にサポートする最初のリリースです。つまり、FlexGroup ボリュームを使用して VMware NFS データストアをプロビジョニングし、クラスタ内の複数のノードに拡張したり、仮想マシン用に 100TB を超える容量を提供できます。

FlexGroup ボリュームを使用する拡張可能な VMware データストアには、FlexVol よりもいくつかの利点があります。

- 1 つの NFS データストアで最大 20PB、4,000 億個のファイルに対応（VMware の上限により、この容量が削減される場合があります）
 - NetApp ONTAP sis クローンおよびテンプレートキャッシュを使用した高速 VM クローニング
- ただし、FlexGroup ボリューム上の VMware データストアは、現在のところ、VMware VVOL および VMFS ファイルシステムをサポートしていません（FlexGroup ボリュームは NAS 専用です）。FlexGroup 上の VMware ワークロードの詳細については、次のリソースを参照してください。
- [TR-4597 : 『VMware vSphere on ONTAP - Best Practices for VMware vSphere and NetApp ONTAP \(Insight のビデオプレゼンテーション\)](#)

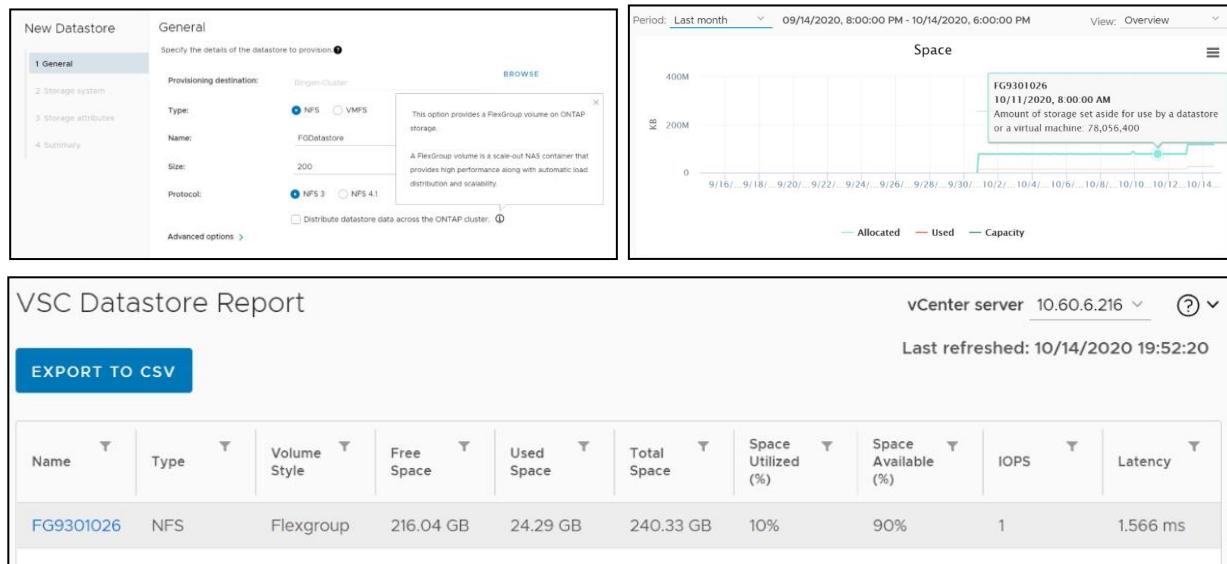
VMware vSphere サポート用の ONTAP ツール（旧 Virtual Storage Console）

VMware vSphere 用の新しい ONTAP ツールには、データストアのプロビジョニングと管理の方法も用意されています。この機能には次のものがあります。

- FlexGroup または FlexVol としてプロビジョニングするデータストア
- QoS ポリシーは VM レベルまで管理される
- VM レベルのパフォーマンス指標
- SnapCenter for vSphere のサポート

次の図は、使用可能な機能の一部を示しています。

図 91) VMware vSphere サポート用の ONTAP ツール- FlexGroup データストア



コピー オフロード

ONTAP 9.8 では、クローニングを高速化するために最適化されたコピー オフロード (VAAI) がサポートされますが、いくつかの制限事項と考慮事項に留意する必要があります。

ONTAP でのコピー オフロードの詳細については、「[When does the NetApp NFS Plugin for VMware VAAI prove clone performance ?](#)」を参照してください。

- ネットアップのスピンドルエンジンを使用して **FlexGroup** ボリュームでフルコピー オフロード機能を有効にするには、診断権限で次のコマンドを実行します。

```
::> set diag
::*> vserver copy-offload modify -vserver SVM -flexgroup-optimized-copy enabled -nfs enabled
```

- FlexGroup** ボリュームの最初の数個のクローンは、最初はテンプレートであるため、**FlexVol** よりも低速ですキャッシュがすぐに読み込まれない。以降のクローンは、**FlexVol** ボリュームのデータストアと同等のパフォーマンスを実現します。クローンの数が多いほど、パフォーマンスは少なくなります。メンバー ボリュームが多い **FlexGroup** では、コピー オフロードが適切に機能するためには各メンバー ボリュームがクローン テンプレートにファイル コピーを読み込む必要があるため、一般的にクローンのパフォーマンスが低下します。メンバー ボリュームが多いほど、追加するキャッシュ（およびファイル コピーが多い）が多くなります。
- コピー オフロード処理には、さまざまな時間がかかります（ファイル サイズに比例）。
- 並列 オンデマンド ジョブのノードあたりの最大数は 50 です。ジョブがこの制限を超えると、キューに入れられます。
- テンプレート ファイルを各メンバーにコピーする必要があるため、追加のスペース 使用 オーバーヘッドがあります。そのため、十分な空きスペースがない **FlexGroup** ボリュームでのオフロード処理が失敗する可能性があります。
- データ プルス キャンが完了するまで、レプリケーションは許可されません。
- ONTAP VMware Tools からコピー オフロード処理が実行されると、ファイルが VMDK であることを ONTAP に通知するために特別な NFS RPC がトリガーされ、**FlexGroup** ボリュームがすべてのメンバー ボリュームに均等に分散されるようになります。

VAAI のクローンパフォーマンス - FlexVol と FlexGroup の比較

FlexVol データストアのクローニング時間を、対応する FlexGroup に対して測定するために、いくつかのテストを実行しました。次の VM タイプは、100% のデータが入力されたソーステンプレートとして使用されました。FlexGroup ボリュームでは、ONTAP VMware Tools のデフォルト設定（2つのノードに 16 のメンバー ボリュームがある）を使用しました。

Windows テンプレート : 40GB メインディスク、追加ディスク : 25GB、50GB、25GB

UNIX テンプレート : 20GB のメインディスク、追加ディスク : 25GB、50aGB、25GB

表 24) FlexVol と FlexGroup の VAAI の比較

| VM タイプ | FlexGroup NFSv3 | FlexGroup (NFSv4.1) | FlexVol / NFSv3 | FlexVol (NFSv4.1) |
|---------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| Windows | 39M 9s | 38 m 49 秒 | 3M 25 秒 | 5m 27 秒 |
| Linux | 17m 7 秒 | 30 秒 | 3 万 27 秒 | 4M 52S |

前述したように、キャッシングがすでに格納されている（初期クローンは実際のファイルコピーである）ため、FlexGroup NFS データストアの初期クローニング時間は FlexVol よりも長くなります。これらのキャッシングは、FlexGroup 内の各メンバー ボリューム上に存在し、テンプレートのプロパティが受信クローン要求と一致する場合に使用されます。メンバー ボリュームにエントリが含まれていない場合は、新しいローカルソース コピーが使用されます。多数のメンバー ボリュームを含む FlexGroup では、各メンバー ボリュームのキャッシングへの格納に時間がかかることがあります。そのため、すべてのメンバー ボリュームのコピー オフロード キャッシュを完全に格納するために、クローニング処理の所要時間が長くなる可能性があります。クローニング時間を短縮するために、FlexGroup VMware Tools で設定されているデフォルト値よりも少ないメンバー ボリュームで ONTAP を作成することもできます。

たとえば、ONTAP VMware Tools は、データストアのプロビジョニング時に 2 ノードクラスタに 16 個のメンバー ボリュームを作成します。代わりに、CLI を使用 FlexGroup して合計 4~8 個のメンバー ボリュームを作成し、クローニング作成時間を短縮します。その後、ONTAP VMware Tools を使用して、FlexGroup をデータストアとして管理およびマウントできます。CLI からの FlexGroup の作成の詳細については、「FlexGroup の手動作成 - CLI」を参照してください。

FlexGroup ボリューム内の VM クローンのパフォーマンスを測定するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::> set diag; statistics start -object vol_remote_clone
```

(クローニング処理を実行)

```
cluster::> statistics show -object vol_remote_clone
```

仮想化ワーク ロードに関するその他の考慮事項

ONTAP では、仮想化ワーク ロードをテストし、条件を満たしていますが、ONTAP 9.8 では、この種のデータセットに適した[プロアクティブなサイズ変更](#)などの機能を利用できます。ただし、いくつかの考慮事項について留意する必要があります。

- FlexGroup データストアは、VMware vSphere 用の ONTAP ツールを使用してプロビジョニングするか（推奨）、CLI / ONTAP System Manager を使用して手動で作成し、VMware vSphere を使用してマウントできます。
- 仮想マシンと Snapshot コピーは、小規模ファイルとして開始され、時間の経過とともに拡張されます。ONTAP は、容量のしきい値に達したときに個々のメンバー ボリュームのサイズを変更し、利用可能な空きスペースの均等なバランスを自動的に維持します。その結果、一部のメンバー ボリュームが他のメンバー ボリュームよりも大きく、正常な状態になります。
- 認定テストは、FlexGroup データストアあたり最大 1500 台の VM を対象に実施されました。これはハードリミットではなく、テストした制限を超えると、予期しない結果になる可能性があります。

- **FlexGroup** データストアのサイジングを行う場合、**FlexVol** は、より大容量のネームスペースを作成する複数の小さい **FlexGroup** で構成されることに注意してください。そのため、最大の仮想マシンの 8 倍以上のサイズのデータストアに設定してください。たとえば、使用している環境に 6TB の VM がある場合、**FlexGroup** データストアのサイズは 48TB 以上にする必要があります。
- **FlexGroup** ボリュームでは、ONTAP 9.7 以降で VAAI がサポートされます。VAAI は、vSphere からストレージにコピー処理をオフロードするために使用します。コピーオフロードは、ホストのコピーよりも常に高速であるとは限らず、vSphere が NFS ストレージ用のコールド VM のみをオフロードします。
- 仮想化ワークロードの場合、同じ **FlexGroup** データストア内の VMDK ファイルを、クラスタ内の複数の **FlexVol** メンバーボリュームに配置することができます。そのため、**SnapCenter for vSphere** を使用して **Snapshot** とレプリケーションを調整します。
- **FlexGroup** ボリュームは、Veeam や Rubrik などの仮想化バックアップ製品と組み合わせて使用できます。これらのベンダーと協力して、NetApp SnapDiff 2.0 以降のサポートレベルとサポート内容を確認してください。
- **FlexGroup** ボリュームは、VMware データストアに対してのみテストおよび認定されています。Hyper-V、Citrix Xen、RedHat KVM などはテストも認定もされておらず、正式にはサポートされません。
- 仮想化プロバイダに関係なく、**FlexGroup** ボリュームへの仮想ハードディスク (VHD) ファイルの配置がサポートされます。
- SIS クローンのサポートは ONTAP 9.8 で追加されました。VMware vSphere API からのみ使用できます。
- VMware では、制限が適用されます (pNFS はサポートされません)。
- VMware とネットアップは、現在、一般的なマルチパスネットワークアプローチをサポートしていません。NFSv4.1 では、ネットアップは pNFS をサポートしていますが、VMware はセッショントランкиングをサポートしています。NFSv3 は、ボリュームへの複数の物理パスをサポートしていません。ONTAP 9.8 を使用した **FlexGroup** の場合、VMware vSphere 用の ONTAP ツールを 1 つのマウントにすることを推奨します。これは、間接アクセスによる影響が通常は最小限 (マイクロ秒) であるためです。ラウンドロビン DNS を使用して、**FlexGroup** 内の異なるノード上の LIF に ESXi ホストを分散することはできますが、その場合、VMware vSphere 用の ONTAP ツールを使用せずに **FlexGroup** を作成してマウントする必要があります。その場合、パフォーマンス管理機能は使用できません。
- VMware vSphere 9.8 用の ONTAP ツールを使用すると、ONTAP メトリック (ダッシュボードと VM レポート) を使用して **FlexGroup** VM のパフォーマンスを監視し、個々の VM の QoS を管理できます。現時点では、これらの指標は ONTAP コマンドや API では使用できません。
- **SnapCenter for vSphere** リリース 4.4 では、プライマリストレージシステム上の **FlexGroup** データストア内の VM のバックアップとリカバリがサポートされています。SnapMirror を手動で使用して **FlexGroup** をセカンダリシステムにレプリケートできますが、SCV 4.4 ではセカンダリコピーが管理されません。

FlexGroup 上のデータベース

通常、データベース (Oracle など) は、導入時に小さなファイルをいくつか作成します。**FlexGroup** ボリュームでは、少数の小さなファイルで親フォルダへのローカル配置が優先される傾向があります。つまり、8 つのデータベースから構成される Oracle 環境は、すべて同じ **FlexGroup** メンバーボリューム内に配置される可能性があります。これにより、クラスタ内のノード間での負荷分散がメリットとなるだけでなく、時間の経過とともにファイルが大きくなつた場合にも問題となる場合があります。最終的には、メンバーボリュームの容量がフルに近くなり、データを移動する修正手順が必要になります。

理論的には、データベースワークロードは、1 つのクラスタにまたがる单一のネームスペースで十分に機能します。ただし、ファイルは時間の経過とともに拡張され、レイテンシの影響を受けやすいデータ

ベースはクラスタネットワークを経由するボリュームで実行される可能性があるため、ネットアップでは現在、FlexVol ボリュームにデータベースファイルを配置することを推奨しています。

注 : ONTAP 9.8 ではプロアクティブなサイズ変更が可能なため、大容量のファイルやファイルをホストする場合でも、問題が少なくなるため、FlexGroup ボリュームのデータベースワークロードをより現実的に処理できます。

FlexCache ボリュームに関する考慮事項

ONTAP 9.5 で、NetApp FlexCache のサポートが追加されました。この機能はスペースボリュームを提供し、NAS ワークロードのパフォーマンスを向上させ、クラスタ内または WAN 経由のボリュームのホットスポットを防止します。FlexCache キャッシュボリュームは FlexGroup ボリュームを備えており、ポイントとブロックをリダイレクトする基盤プロトコルはリモートアクセスレイヤ (RAL) です。RAL は、FlexGroup ボリュームを FlexGroup ボリュームにするものでもあります。ONTAP 9.6 では、ノードあたりの最大キャッシュボリューム数が 100 に増えたため、FlexCache の現在のリリースでは拡張性が向上しています。ONTAP 9.7 では、FlexCache の FlexGroup 元ボリュームがサポートされるようになりました。

ONTAP 9.8 では、FlexCache ボリュームに次のような機能が追加されています。

- SMB と NAS を同時にサポート
- キャッシュに対する元の比率は 1 : 100
- SnapMirror セカンダリの元のボリューム
- ブロックレベルで無効化されます
- FlexCache の事前取り込み

FlexCache の詳細については、[TR-4743 : 『FlexCache in NetApp ONTAP』](#) を参照してください。

FlexClone

ONTAP 9.7 以降では、NetApp FlexClone を FlexGroup ボリュームで使用できます。この機能により、ストレージ管理者は、Snapshot テクノロジを使用して、テスト、開発、バックアップ検証など、さまざまな用途に使用できるスペース効率に優れたコピーを瞬時に作成できます。FlexGroup ボリュームを使用する場合に特に考慮すべき点はありません。ただし、FlexGroup ボリュームの FlexClone コピーは、FlexGroup の親ボリュームと同じ数のメンバーボリュームを使用する点が異なります。その結果、FlexClone コピーの作成時にノード上のボリューム数の合計を上げることができます。

たとえば、FlexGroup ボリュームに 16 個のメンバーボリュームが含まれている場合に、その FlexGroup ボリュームの FlexClone コピーを作成すると、システム内で 32 個のボリュームが使用されるようになります。ボリュームの新しいクローンは、それぞれ 16 個のメンバー FlexVol ボリュームを使用します。

```

cluster::*> volume clone create -vserver DEMO -flexclone FGclone -type RW -parent-vserver DEMO -
parent-volume flexgroup_16

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume flexgroup_16*,FGclone* -fields name -sort-by name
vserver volume          name-ordinal
-----
DEMO    FGclone           -
DEMO    flexgroup_16       -
DEMO    FGclone_0001      base
DEMO    FGclone_0002      base
DEMO    FGclone_0003      base
DEMO    FGclone_0004      base
DEMO    FGclone_0005      base
DEMO    FGclone_0006      base
DEMO    FGclone_0007      base
DEMO    FGclone_0008      base
DEMO    FGclone_0009      base
DEMO    FGclone_0010      base
DEMO    FGclone_0011      base
DEMO    FGclone_0012      base
DEMO    FGclone_0013      base
DEMO    FGclone_0014      base
DEMO    FGclone_0015      base
DEMO    FGclone_0016      base
DEMO    flexgroup_16_0001  base
DEMO    flexgroup_16_0002  base
DEMO    flexgroup_16_0003  base
DEMO    flexgroup_16_0004  base
DEMO    flexgroup_16_0005  base
DEMO    flexgroup_16_0006  base
DEMO    flexgroup_16_0007  base
DEMO    flexgroup_16_0008  base
DEMO    flexgroup_16_0009  base
DEMO    flexgroup_16_0010  base
DEMO    flexgroup_16_0011  base
DEMO    flexgroup_16_0012  base
DEMO    flexgroup_16_0013  base
DEMO    flexgroup_16_0014  base
DEMO    flexgroup_16_0015  base
DEMO    flexgroup_16_0016  base

```

別の Storage Virtual Machine (SVM) への FlexClone の適用

ONTAP を使用すると、親ボリュームとは異なる SVM にまたがる FlexClone ボリュームを作成できます。-vserver -parent-vserver これを行うには、コマンドオプションとコマンドオプションを使用します。これにより、マウントパスを維持する必要がある場合に、クライアントに対して同じエクスポートパスを使用できます。

例：

```

cluster::> vol clone create -vserver NFS -flexclone clone -type RW -parent-vserver DEMO -parent-
volume flexgroup -junction-path /flexgroup

cluster::> vol show -junction-path /flexgroup -fields junction-path,volume,size
vserver volume          size junction-path
-----
DEMO    flexgroup        1PB /flexgroup
NFS     clone            1PB /flexgroup

```

volume rehost

ONTAP では、volume rehost コマンドを使用して、ボリュームの所有権を持つ SVM を迅速に変更できます。これは現在、FlexGroup ボリュームではサポートされていません。

FlexClone の削除

FlexGroup でもある FlexClone を削除すると、複数のボリュームが同時に削除されます。ほとんどの場合、これは問題ではありませんが、バグ [1368356](#) は、状況が解消されるまで新しいボリュームの作成を失敗させる問題を作成する可能性があります。この場合、データの停止やアクセスに関する問題は発生しませんが、FlexClone ボリュームを FlexGroup で使用する際には、どの ONTAP リリースでバグが修正され、そのリリースを使用するのが最善の結果となるように、このリリースを確認してください。それは[バグ 1368356](#) レポートで確認できます。

保存中のデータの暗号化

ONTAP 9.2 では、FlexGroup ボリュームでの [NetApp Volume Encryption \(NVE\)](#) のサポートが導入されています。FlexGroup ボリュームにこの機能を実装する際には、FlexVol ボリュームに関する推奨事項とベストプラクティスが適用されます。ONTAP 9.5 以降では、既存の FlexGroup ボリュームのキーの変更が可能です。詳細については、「FlexGroup ボリュームのキー変更または既存の FlexGroup ボリュームの暗号化」を参照してください。

一般的に、NVE には次のものが必要です。

- 有効なNVEライセンス
- キー管理サーバ (ONTAP 9.3 以降の搭載時または外部接続時)
- クラスタ全体のパスフレーズ (32 ~ 256 文字)
- AES-NI オフロードをサポートする AFF または FAS ハードウェア

FlexGroup ボリュームと FlexVol ボリュームを使用した NVE の実装と管理については、[ONTAP のリリースに対応したサポートサイト](#)で、ネットアップ暗号化パワーガイドおよび [FlexGroup Volume](#) を使用した拡張性とパフォーマンスパワーガイドを参照してください。

ONTAP 9.6 では、アグリゲートレベルで暗号化できる [NetApp Aggregate Encryption \(NAE\)](#) が追加されました。FlexGroup ボリュームは NAE を使用できます。ただし、同じ FlexGroup ボリュームに属するメンバーボリュームを含むすべてのアグリゲートが暗号化されている必要があります。

FlexGroup ボリュームのキーの変更または既存の FlexGroup ボリュームの暗号化

ONTAP 9.5 では、FlexGroup のキー変更と、暗号化されていない暗号化 FlexGroup ボリュームの両方がサポートされるようになりました。このプロセスは、FlexVol ボリュームの場合と同じです。詳細については、[ネットアップの暗号化の管理に関するドキュメント](#)を参照してください。

ドライブレベルの暗号化 (NSE および SED)

FlexGroup ボリュームが暗号化されたドライブのみにまたがっている場合は、FlexGroup ボリュームで NSE ディスクと SED ディスクを使用できます。

MetroClusterに関する考慮事項

「NetApp MetroCluster」の項で説明されているように、MetroCluster で NVE または NAE を使用する場合は、NVE または NAE を設定する前に MetroCluster の設定を完了する必要があります。詳細については、バグ [1360199](#) および [1360229](#) を参照してください。

FlexGroup のサンプル設計

NetApp ONTAP FlexGroup にはさまざまなメリットがあり、通常の NetApp FlexVol ボリュームのように管理できます。FlexGroup ボリュームで許可される設計例を次に示します。

FlexGroup ボリュームには次の機能があります

- SVM を FlexVol ボリュームとして共有
- FlexVol ボリュームと同じ物理ディスクおよびアグリゲートを共有します
- 他の FlexGroup または FlexVol ボリュームにマウントされている
- FlexVol と同様に、FlexGroup レベルより下にマウントします
- エクスポートポリシーおよびルールを FlexVol ボリュームと共有する
- クオータ (ONTAP 9.5 以降) を適用する

る FlexGroup ボリュームには、以下の制

限は適用しないでください。

- ディスクタイプまたはアグリゲートタイプが混在する構成 (SATA と SSD に同じ FlexGroup のメンバー ボリュームなど)
- ハードウェアタイプの異なる複数のノードにまたがる
- 空き容量が不均一なアグリゲートをスパンニングする

ボリュームのアフィニティと CPU の飽和状態

ONTAP は、同時処理をサポートするために、起動時に使用可能なハードウェアを評価し、アグリゲートとボリュームをアフィニティという別のクラスに分割します。一般に、アフィニティに属するボリュームは、他のアフィニティにあるボリュームと並行して処理できます。対照的に、アフィニティ内の 2 つのボリュームでは、ノードの CPU でスケジューリング時間 (シリアル処理) が発生するのを待たなければならないことがあります。

ノードのアフィニティは、advanced 権限ノードシェルコマンドで表示 waffinity_stats -gされます。

ONTAP 9.3 以前では、ノードには最大 8 個のアフィニティが割り当てられていました (アグリゲートあたり 4 個)。

```
cluster::> set -privilege advanced
cluster::*> node run * waffinity_stats -g
Waffinity configured with:
# AGGR affinities : 2
# AGGR VBN RANGE affinities / AGGR VBN affinity : 4
# VOL affinities / AGGR affinity : 4
# VOL_VBN_RANGE affinities / VOL_VBN affinity : 4
# STRIPE affinities / STRIPEGROUP affinity : 9
# STRIPEGROUP affinities / VOL affinity : 1
# total AGGR_VBN_RANGE affinities : 8
# total VOL affinities : 8
# total VOL_VBN_RANGE affinities : 32
# total STRIPE affinities : 72
# total affinities : 149
# threads : 19
```

上記の NetApp FAS8080 EX ノードの例では、8 つの個別ボリュームを完全に同時に実行することが可能であると報告されています。また、この最大容量に達するためには、コンステイチュエントをそれぞれ 4 つずつホストするアグリゲートを少なくとも 2 つ使用することが推奨されます。そのため、このノードで使用する新しい FlexGroup ボリュームを作成する場合、新しい FlexGroup ボリュームには 8 つのコンステイチュエントが含まれ、2 つのローカルアグリゲートに均等に分散されている必要があります。

FlexGroup System ManagerなどのプロビジョニングツールONTAPでは、使用可能なアフィニティをスパンして、100GBメンバーの最小ボリュームサイズを超えている場合、新しいFlexGroupボリュームの作成時にこれらのアフィニティが考慮されます。

ONTAP 9.4以降では、AFF A700やAFF A800などのハイエンドプラットフォームで使用するアフィニティがアグリゲートあたり8個（アグリゲート2個、ノードあたり16個）に増えました。

```
cluster::*> node run * waffinity_stats -g

Waffinity configured with:
# AGGR affinities : 2
# AGGR_VBN_RANGE affinities / AGGR_VBN affinity : 8
# VOL affinities / AGGR affinity : 8
# VOL_VBN_RANGE affinities / VOL_VBN affinity : 4
# STRIPE affinities / STRIPEGROUP affinity : 3
# STRIPEGROUP affinities / VOL affinity : 3
# total AGGR_VBN RANGE affinities : 16
# total VOL affinities : 16
# total VOL_VBN_RANGE affinities : 64
# total STRIPE affinities : 144
# total affinities : 325
# threads : 18
# pinned : 0
# leaf sched pools : 18
# sched pools : 21
```

ただし、ONTAPでは、ほとんどのユースケースのベストプラクティスに従ってFlexGroupボリュームを導入するため、ボリュームのアフィニティを考慮する必要は通常ありません。FlexGroupボリュームの手動作成が必要になる状況については、[前述](#)のセクションを参照してください。

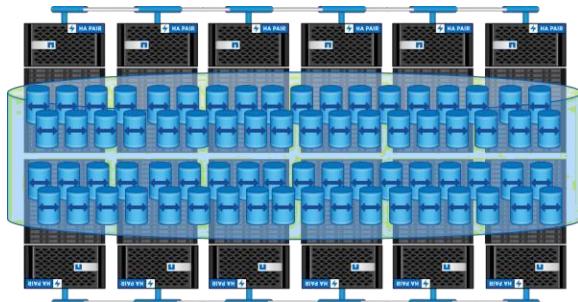
操作を簡易 vol create -auto-provision-as flexgroup flexgroup deploy 化するために、コマンド（ONTAP 9.2で導入）、コマンド、およびONTAP System ManagerのGUIでストレージ管理者がこのセットアップを処理します。

ボリュームアフィニティの詳細については、「[ボリュームアフィニティ：ONTAPとCPUの利用率の進化](#)」を参照してください。

FlexGroupのサンプル設計1：FlexGroupボリューム、クラスタ全体（24ノード）

FlexGroupボリュームは24ノードクラスタ全体にまたがることができるため、1つの分散ネームスペースでクラスタ内の利用可能なすべてのハードウェアを活用できます。使用可能なすべてのハードウェアを使用するだけでなく、ワークロードで容量とボリュームのアフィニティをさらに高めることができます

図92) FlexGroupボリューム、クラスタ全体（24ノード）



考慮事項

クラスタ全体を使用してFlexGroupボリュームをホストする場合は、「クラスタに関する考慮事項」の項の情報に注意してください。

ユースケース

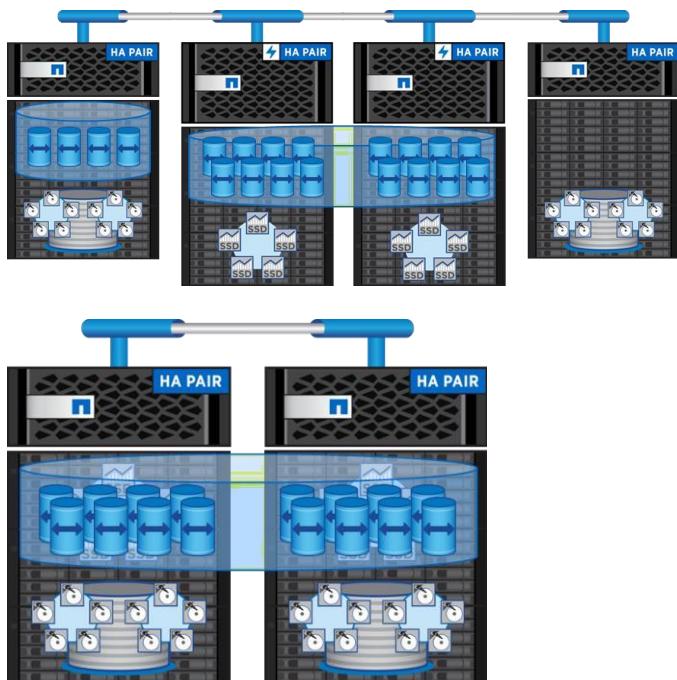
- 膨大な容量（アーカイブ、スクラッチスペース、メディアリポジトリ）
- ストレージ（EDA）に加えて、膨大なコンピューティング能力を必要とするワークロード

FlexGroup のサンプル設計 2：複数のノード、アグリゲート、クラスタの一部

ストレージ管理者が、クラスタ全体で 1 つの FlexGroup を複数のノードにまたがって使用したくない場合があります。以下は、影響を受けるコマンドの一部です。

- ハードウェアと FAS が混在している（一部のノードが AFF）
- アグリゲートとディスクが混在している（同じノード上にハイブリッドアグリゲートがある）
- ノードを特定のタスク、ストレージ階層、テナント専用にする必要がある
- このような場合、FlexGroup ボリュームを作成して、同じノード上または複数のノード上のいずれのアグリゲートを使用しても、特定のアグリゲートのみを使用できます。FlexGroup ボリュームがすでに作成されている場合は、メンバー FlexVol を無停止で目的のノードおよびアグリゲートに移動できます。詳細については、「無停止のボリューム移動を使用する場合」を参照してください。

図 93) 複数ノード、クラスタの一部



考慮事項

ノードとアグリゲートが混在した環境に FlexGroup ボリュームを作成しようとしても、自動化されたコマンドはありません。代わりに `volume create` に、または GUI を使用して、FlexGroup 作成時にアグリゲートを指定できます。すでに作成されている FlexGroup の場合は、コマンドラインのみが選択できます。

ユースケース

- 混在ワークロード（高パフォーマンスとアーカイブ）
- バージョンが混在したクラスタハードウェア
- ハイブリッドアグリゲートを持つノード

FlexGroup の設計例 3 : FlexGroup、シングルノード

ONTAP クラスタは、堅牢なバックエンドクラスタネットワークを使用して、データ LIF 上の I/O 要求を受信したノードから物理データを所有するノードに読み取りおよび書き込みを渡します。トライフィックがリモートである場合、これらのパケットが処理されるため、リモート I/O にわずかな遅延ペナルティ（約 5~10%）が発生します。データを所有するノードに対してすべてのトライフィックがローカルである場合、クラスタのバックエンドは使用されません。また、NAS の処理については、ディスクへの要求をさらに高速に転送するために、特別なバイパス考慮事項が設けられているため、ローカルからノードにデータを転送するメリットもあります。

FlexGroup では、データ要求が格納される場所を手動で制御する必要はありません。ONTAP では、その部分をシンプルに制御します。このため、FlexGroup ボリュームがクラスタ内の複数のノードにまたがっている場合は、クラスタインターコネクト経由で間接トライフィックが発生します。

FlexGroup の同時実行数は、リモートトライフィックのパフォーマンスペナルティを上回ることはよくありますが、FlexGroup ボリュームを單一ノードに分離することで、パフォーマンスを向上させることができます。さらに、單一のノードに対していくつかの導入を実行して、クラスタの全体的な障害ドメインを減らします。

図 94 では、單一の FlexVol ボリュームに AFF A700 ノードからローカルに 100% アクセスし、單一の FlexGroup ボリュームに 8 つの FlexVol メンバーを配置してローカルに 100% アクセスしています。使用したテストは、GCC ライブラリのコンパイル時に Git クローンでした。セクション 7.3 の [AFF A700 テスト](#) で説明したものと同じテスト用の機器とデータを使用しました。

このテストでは、クラスタ全体の FlexGroup ボリュームの場合、使用可能なハードウェアが増えるため、完了時間がわずかに長くなることがわかります。ローカル FlexGroup ボリュームにスレッドが追加されると、ハードウェアも動作しなくなるため、完了時間が長くなります。ただし、どちらの FlexGroup ボリュームもローカルの FlexVol ボリュームの 2~3 倍の速度であり、パフォーマンス曲線が徐々に作成されるようになっています。

図 94) Git のクローン作成完了時間の比較

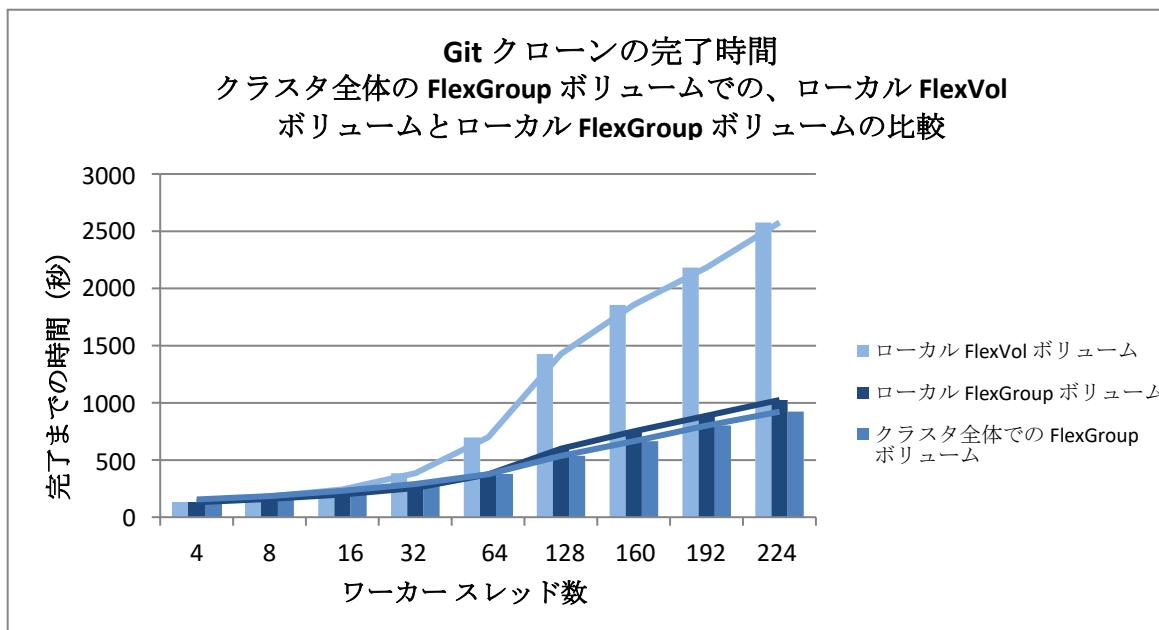


図 95 は、ローカル FlexVol ボリュームとローカル FlexGroup ボリュームの平均スループットと最大スループットを示しています。適切な比較のために、クラスタ全体の FlexGroup ボリュームも追加されました。ローカル FlexGroup ボリュームの全体的なスループットは、スレッド数が 16 に達するま

での間、クラスタ全体の FlexGroup ボリュームよりも高くなります。追加のハードウェアによってワーカーロードが単一のノードの制限を超えてしまうため、オールローカル FlexGroup ボリュームでは遅延がわずかに発生し始めます。

図 95) 平均スループットと最大スループットの比較

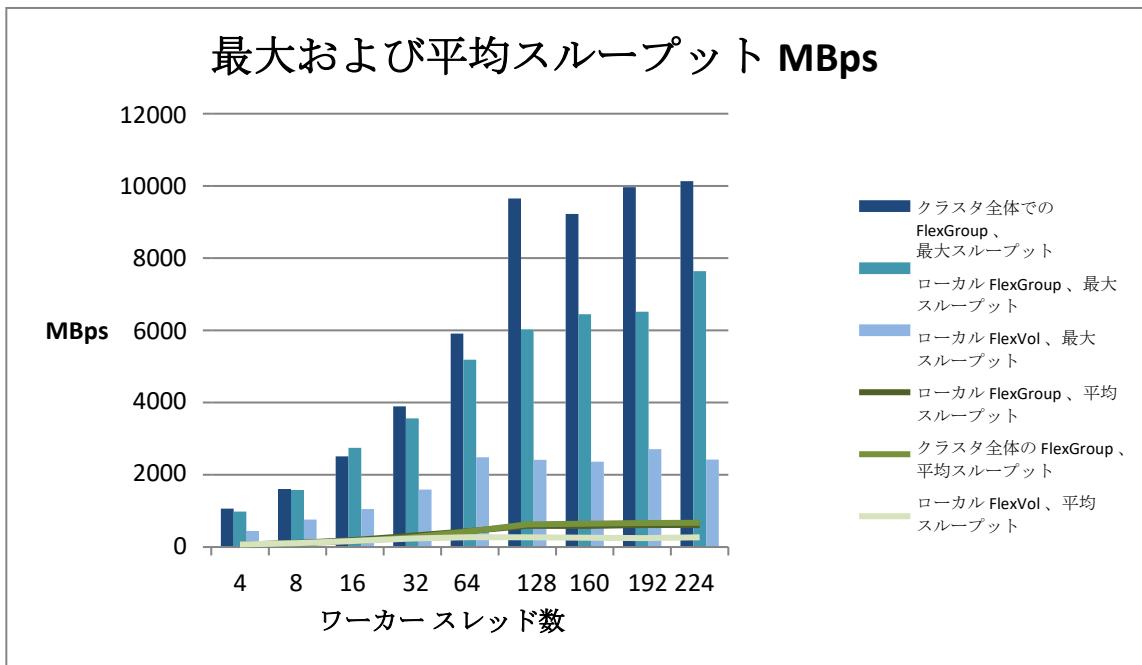


図 96 および図 97 では、読み取りスループットと書き込みスループットを、それぞれローカルおよびクラスタ全体の FlexGroup ボリュームと比較しています。64 スレッドのチップポイントで、ローカル FlexGroup ボリュームがシフトを示し始めます。読み取りスループットは向上しますが、書き込みスループットは低下します。クラスタ全体の FlexGroup ボリュームについては、この傾向が逆になります。

図 96) 最大読み取りスループットの比較

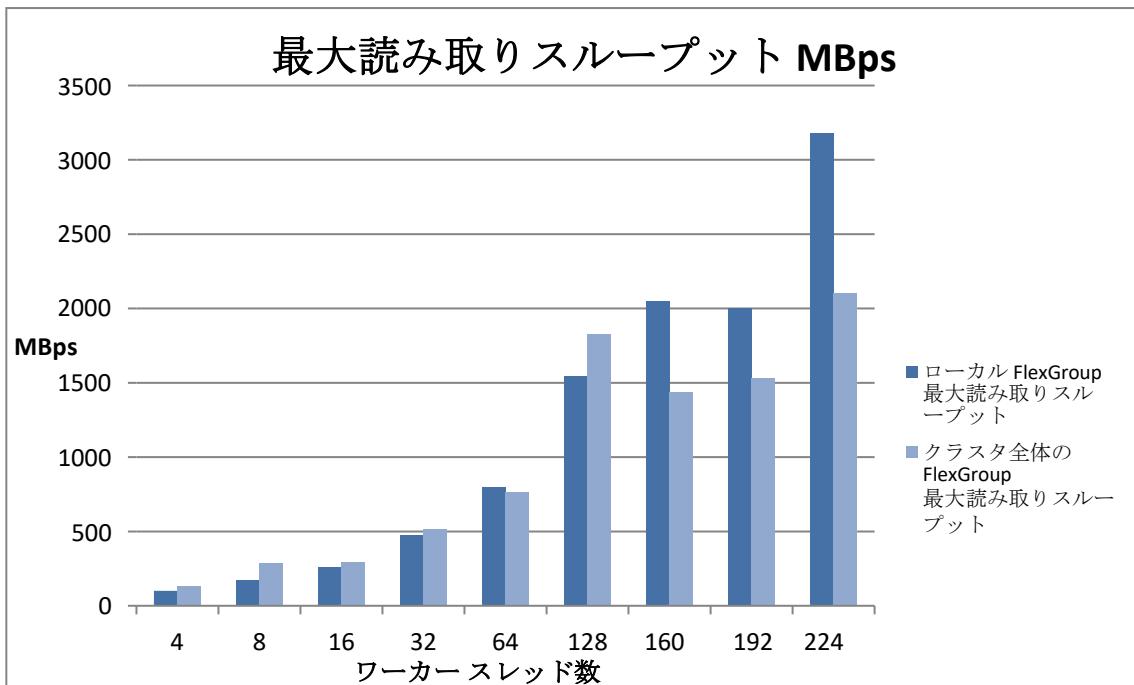


図 97) 最大書き込みスループットの比較

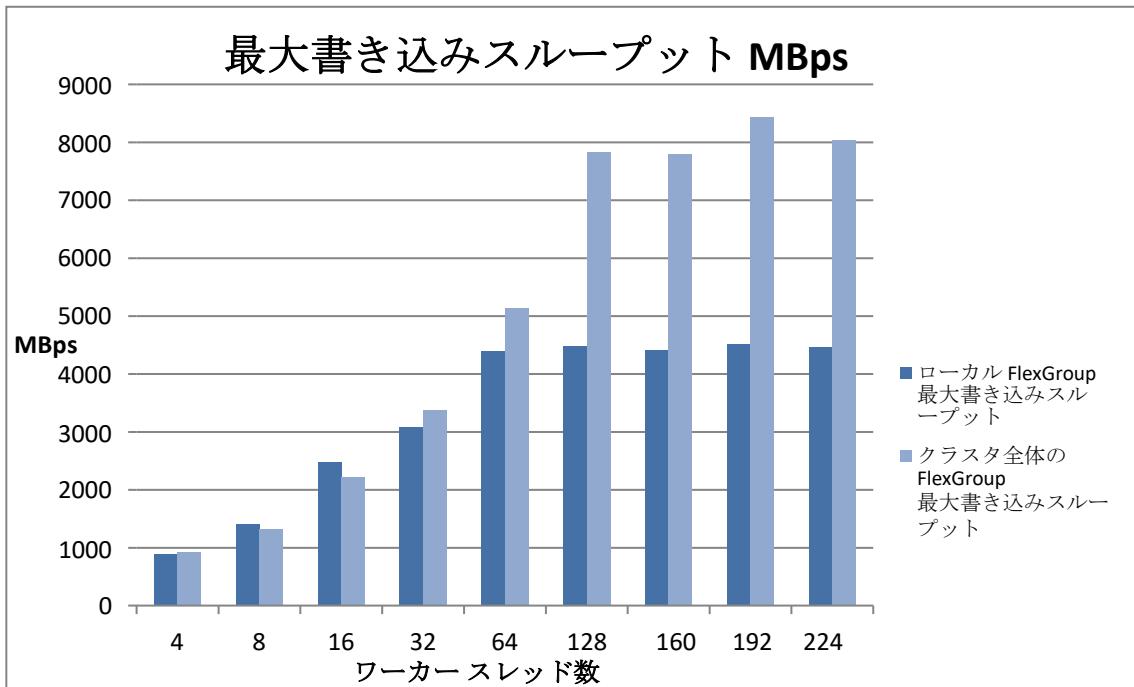
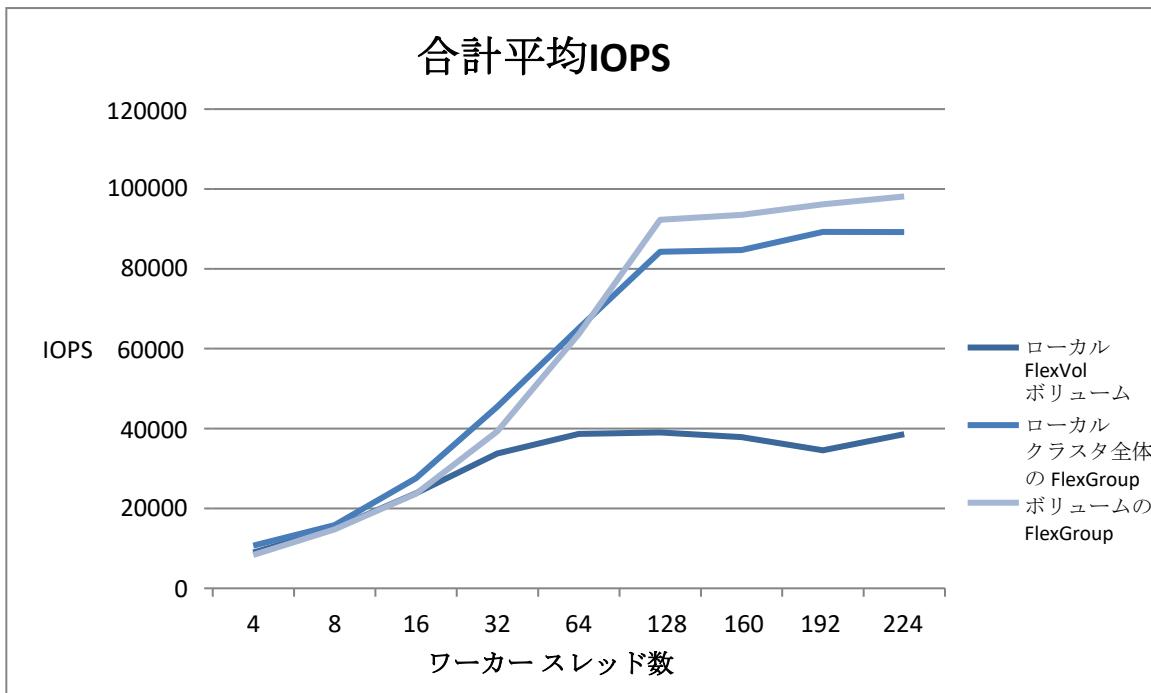


図 98 は、ローカル FlexVol 構成とクラスタ全体の FlexGroup 構成との比較における、ローカル IOPS の合計平均値を示しています。FlexGroup 構成では、FlexVol ボリュームの 2 倍の IOPS が生成されます。ローカル FlexGroup ボリュームは、64 スレッドのチップポイントまでクラスタ全体の FlexGroup ボリュームよりもパフォーマンスに優れています。

図 98) 合計平均 IOPS の比較



このテストでは、64 個のワーカースレッドがスイートスポットとして表示されます。では、シングルノード FlexGroup ボリュームの平均 CPU 利用率と、64 スレッドのすぐ上にある HA ペア全体の FlexGroup ボリュームを比較してみましょう。CPU の使用率が高いことは重要です。つまり、処理が実行されていることを意味します。つまり、FlexGroup ボリュームが同じワークロードの複数のノードにまたがっている場合は、IOPS の数が多く、スループットが高くなることがわかります。

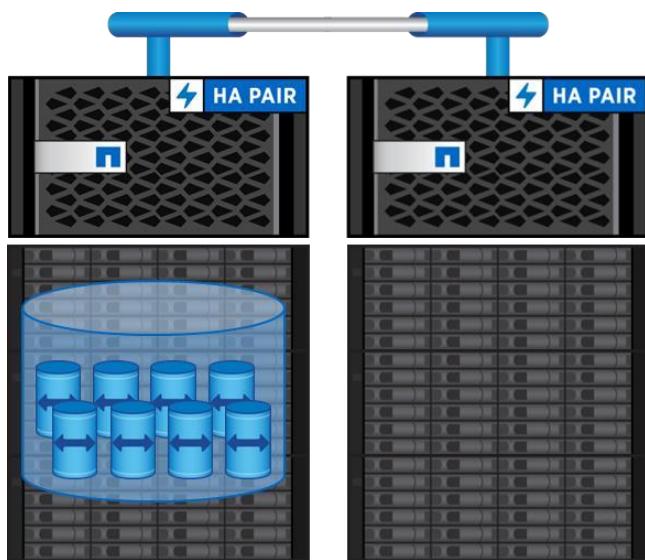
図 99) FlexGroup ボリュームの平均 CPU 利用率、スループット、IOPS - AFF A700 HA ペア、スレッド数 128



図 100) FlexGroup ボリュームの平均 CPU 利用率、スループット、IOPS - シングルノード AFF A700、128 スレッド



図 101) FlexGroup ボリューム、シングルノード



考慮事項

FlexGroup ボリュームに単一のノードを使用すると、クラスタインターコネクトのトラバーサルを削除することで得られる結果は比較的短時間で消えます。ノードに負荷が追加されると消灯し、CPU、RAM、ネットワーク帯域幅、ディスク利用率が問題になります。通常は、クラスタインターコネクトの帯域幅を最小限に抑えるのではなく、複数のノードに FlexGroup ボリュームを分散させる方が効果的です。

ユースケース

- 高い読み取りワークロード
- ワークロードをノードに分離する必要がある
- クラスタネットワークからトライフィックを分離する必要がある

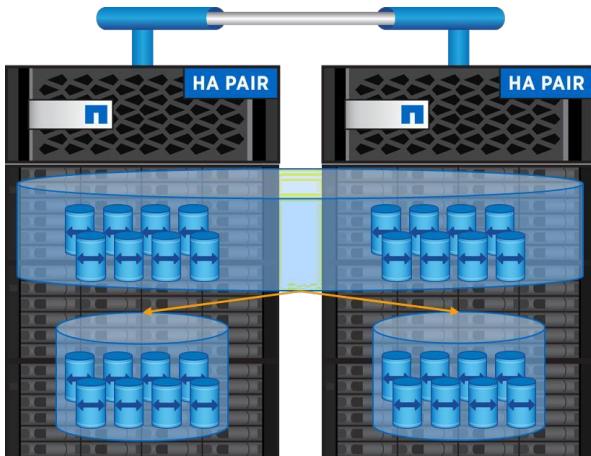
FlexGroup のサンプル設計 4 : FlexGroup ボリュームにマウントされた FlexGroup ボリューム

ONTAP の FlexVol を使用すると、複数のボリュームにマウントして複数のクラスタにまたがることができ、容量が 100TB を超えることがあります。これは、1 つの FlexVol ボリュームでは不可能です。このファイルシステムの設計方法は、パフォーマンスの点で FlexGroup と比べて優れています。ただし、複数のノードに複数の FlexVol ボリュームを作成してネームスペース内で相互にマウントするという管理上

のオーバーヘッドは、貴重な担当者時間を要します。また、容量とパフォーマンスのスケールアウトにも、同様の管理上の問題が発生する可能性があります。

FlexGroup ボリュームは、FlexGroup と同じように別の FlexGroup に FlexVol をマウントして、より詳細なデータ管理が可能なフォルダ構造を作成することで管理できます。

図 102) FlexGroup ボリュームにマウントされた FlexGroup ボリューム



考慮事項

FlexGroup ボリュームを他の FlexGroup ボリュームにマウントすると、柔軟性が得られますが、管理オーバーヘッドとメンバー ボリューム数を増やす必要があります。

ユースケース

- エクスポートポリシーとルールをより細かく制御できます
- データの物理的な場所をより細かく制御できます
- 小容量のデータセットについては、ボリュームレベルで詳細な SnapMirror を使用できます

FlexGroup ボリュームにマウントされた FlexVol ボリューム

NetApp FlexVol ボリュームは、FlexGroup ボリュームにマウントすることもできます。逆にマウントすることもできます。この設定も FlexGroup 解決策で可能です。

ユースケース

- エクスポートポリシーとルールをより細かく制御できます
- データの物理的な場所をより細かく制御できます
- FlexVol でサポートされていない機能 FlexGroup の使用例では、ワークロードが時々大きなファイルや小さなファイルを作成し、時間の経過とともに大きくなることがあります（たとえば、一連のファイルがより大きな zip ファイルに圧縮された場合）。

一般的なトラブルシューティングと修正

障害時

このセクションでは、いくつかの障害シナリオと FlexGroup の動作について説明します。

ストレージフェイルオーバー

FlexGroup ボリュームは **FlexVol** 上に構築されるため、ストレージフェイルオーバー処理は **FlexVol** の場合と同様に機能します。テイクオーバーは特にシステム停止は発生しません。無停止アップグレード、ヘッドの交換、ローリングアップグレードなどがすべて正常に実行されます。**SMB** などのステートフルプロトコルのギブバックは、ロック状態が移行されるため、やや停止が必要になります。

注意すべき点は、アグリゲートがホームにない（部分的なギブバック状態やアグリゲートの再配置など、アグリゲートを所有するノード上にない）場合は、アグリゲートがホームになるまで **FlexGroup** ボリュームを作成できないことです。

注： まれに、4つ以上のノードを含むクラスタでノードの電源がオフになっている（ダーティーシャットダウン）場合、その結果、**FlexGroup** ボリュームをホストしている他のノード上のメンバー ボリュームのキャッシュエントリが適切にフラッシュされず、稼働しているノードが他のメンバー ボリュームの場所が変わったことを認識しないために **FlexGroup** が停止したように見えます。この問題は、フェイルオーバーや耐障害性テストで最も一般的に使用されます。[バグ 1358906](#)では、この問題と回避策が取り上げられています。この問題は、**ONTAP 9.7P9** 以降で修正されています。

ネットワーク障害

FlexGroup ボリュームにアクセスしているネットワーク接続に中断や障害が発生した場合、**FlexGroup** の動作は **FlexVol** ボリュームの動作をミラーリングします。クラスタは、ネットワークに正常にアクセスできるポートまたはノードへのデータ LIF の移行を試みます。ネットワークの問題および使用しているプロトコルのバージョンによっては、クライアントが想定どおりに短時間中断する可能性があります。

Snapshot エラーです

FlexGroup の **Snapshot** コピーで障害が発生した場合、**ONTAP** はその **Snapshot** コピーを部分的なものとみなし、**SnapRestore** の処理で無効にします。**Snapshot** セットは **ONTAP** によってクリーンアップされ、`mgmtgwd.snapshot.partCreate` イベントがログに記録されます ()。

ハードウェアの障害

FlexGroup ボリュームをホストするアグリゲートでのディスク障害は、**FlexVol** と同じように処理されます。**ONTAP** でディスク障害が発生すると、再構築処理に使用するスペアが選択されます。RAID 構成で使用できるディスク数よりも多くのディスクで障害が発生した場合、アグリゲートはオフラインとみなされ、オフラインアグリゲートにあるメンバー ボリュームにはアクセスできません。

FlexVol と **FlexGroup** の主な違いは、複数のアグリゲートにまたがる **FlexGroup** ボリュームでは、ハードウェア問題が対処されて他のメンバー ボリュームがオンラインに戻るまでの間のデータの不整合を防止するために、他のメンバー ボリュームへのアクセスが遮断されることです。

ノード障害が発生すると、そのノードが所有するアグリゲートが HA パートナーノードに所有権を移動できず、**FlexGroup** ボリュームも正常に動作を続行します。同じ HA ペアの 2つのノードで障害が発生した場合、**FlexGroup** ボリュームにオフラインとみなされるメンバー ボリュームがあり、ノードが修復されて正常に稼働している状態に戻るまでデータアクセスが遮断されます。

時刻の同期

NetApp ONTAP FlexGroup のメンバーをホストするノード間で時間差が生じると、**FlexGroup** ボリュームでシステムが停止する可能性があります。時刻のずれは、**FlexGroup** をホストするノード間のローカル時間における相対的な時差です。

ディレクトリの名前変更、シンボリックリンクのシンボリックリンクの解除、内部キャッシュの無効化などの **SMB / NFS** プロトコルの処理を実行すると、ノード間で時間ベースの計算が行われます。時

間差が十分に大きいと、キャッシング無効化処理が誤って繰り返しトリガーされる可能性があります。キャッシングの繰り返し無効化処理では、名前変更処理とリンク解除処理が完了しません。このメッセージは引き続き再試行され、FlexGroup および原因全体の処理に影響を及ぼす可能性があります。

この問題は[バグ 1252998](#)で対応しており、ONTAP 9.8 で修正されています。ONTAP 9.8 より前のリリースのONTAPを実行している場合は、クラスタノードの時刻が[ネットワークタイムプロトコル\(NTP\)構成](#)と同期していることを確認してください。ONTAP 9.6P10 およびONTAP 9.7P6 では、この問題が発生した場合にストレージ管理者に警告するEMS通知が導入されます。ONTAP リリース入手するには、[ONTAP 9 のダウンロードページ](#)を使用します。

ファイルおよびフォルダの mtime 値が正しくありません

まれに、FlexGroup ボリュームで作成されたファイルまたはフォルダの mtime の値が、ファイルが変更された実際の時間（数秒かかることがあります）と一致しない場合があります。ただし、ノードの時刻はすべて同期されています。この問題は、同一ボリュームで CIFS / SMB および NFS を使用する環境ではさらに悪化します。この問題の内容は[バグ 1380552](#)で説明されています。このバグは、バグのパブリックレポートページに記載されているONTAP リリースで修正されています。

容量の監視とアラート

このセクションでは、Storage Efficiency による総削減量の表示など、FlexGroup ボリュームの容量を監視するさまざまな方法について説明します。FlexGroup の容量監視は、ONTAP 9.4 で導入されたネットアップ FPolicy のサポートによっても実行できます。

ONTAP 9.8 の[プロアクティブなサイズ変更](#)機能では、容量の監視と警告が問題になることはありません。これは、FlexGroup の空きスペースの合計が、個々のメンバー ボリュームの空きスペースをより密接にミラーリングする必要があるためです。

コマンドラインを使用した容量の監視とアラート

シンプロビジョニングを使用 storage aggregate show-space volume show -is-constituent truevolume show-spacestorage aggregate show する場合は、およびを指定してコマンドを実行すると、FlexGroup ボリューム全体のスペース使用量がより正確に表示されます。コマンドライン -sort-by では、オプションを使用してリストを整理することもできます。

注 Physical Used volume show-space : 使用しているスペースを正確に描写するには、コマンドの部分に注意してください。例については、「コマンド例」を参照してください。

イベント管理システムのメッセージ

イベント管理システムのメッセージは、ONTAP のボリュームの容量についてストレージ管理者に通知します。このセクションにメッセージを示します。コマンド event route show -messagename [message] -instance ラインで、コマンドを使用して確認できます。これらのメッセージの例については、「容量関連のイベント管理システムメッセージの例」を参照してください。

- 変更不可の値：
 - 重大度レベル
 - 対処方法
 - 説明
 - SNMPサポート
- 変更可能な値：
 - 送信先
 - 許可された破棄または送信間隔

SNMP サポートを含むイベント管理システムメッセージがトリガーされると、設定された SNMP サーバに対して SNMP トランプが発動します。このアクション destinations は、の値を使用して指定します。イベント管理システムの送信先の設定の詳細については、使用している [ONTAP のバージョンに対応したエクスプレスガイド](#) を参照してください。

「ほぼフル」（警告）と「フル」（エラー）のデフォルト値は次のとおりです。

```
cluster::*#> vol show -vserver SVM -volume flexgroup -fields space-nearly-full-threshold-percent,space-full-threshold-percent
vserver volume          space-nearly-full-threshold-percent space-full-threshold-percent
-----
SVM      flexgroup      95%                                98%
```

イベント管理システムのメッセージは次 volume.full のようになります。

```
11/28/2016 18:26:34 cluster-01
DEBUG      monitor.volume.full: Volume flexgroup@vserver:05e7ab78-2d84-11e6-a796-00a098696ec7
is full (using or reserving 99% of space and 0% of inodes).
```

上記の例では、次の値が指定されています。

- オブジェクトのタイプ
- ボリュームの名前です。
- SVM (vserver CLI で呼び出されます) の Universal Unique Identifier (UUID)
- 使用済みスペース (%)
- 使用済み inode の割合

これらの値は、イベント管理システムのメッセージをテストするときに使用できます。エラーの影響を受けている SVM を特定するには、advanced 権限レベルで UUID 文字列を使用します。

```
cluster::*#> vserver show -uuid 05e7ab78-2d84-11e6-a796-00a098696ec7
Vserver      Type      Subtype      Admin State      Operational State      Volume      Root      Aggregate
-----
SVM          data       default     running      running      vsroot      aggr1_
node1
```

イベント管理システムメッセージをテストしています

イベント管理システムのメッセージ event generate をテストするには、コマンドを使用します (diagnostic 権限レベルで使用可能)。各メッセージには、一意の値文字列があります。volume.full およびの値 volume.nearlyFull は、前のセクションに記載します。volume.nearlyFull 次の例は、イベントおよび生成されるイベント管理システムメッセージのテストメッセージを作成する方法を示しています。

```
cluster::*#> event generate -message-name monitor.volume.nearlyFull -values Volume flexgroup
@vserver:05e7ab78-2d84-11e6-a796-00a098696ec7 95 0

cluster::*#> event log show -message-name monitor.volume.nearlyFull
Time          Node          Severity      Event
-----
11/28/2016 18:36:35 cluster-01          ALERT        monitor.volume.nearlyFull: Volume
flexgroup@vserver:05e7ab78-2d84-11e6-a796-00a098696ec7 is nearly full (using or reserving 95% of
space and 0% of inodes).
```

「ボリュームがフル」および「ほぼフル」のしきい値を変更する

FlexVol ボリュームは full nearlyFull 単一のコンテナに分離されているため、とのデフォルト値は問題ありません。FlexGroup では、メンバー FlexVol がフルまたはほぼフルのしきい値に達するまでに、アプリケーションまたはエンドユーザがすでにパフォーマンスが低下している可能性があります。このようにパフォーマンスが低下するのは、リモートファイル割り当てる増加、またはメンバーボリュームがフルまたはほぼフルであるためにスペース不足になっている FlexGroup ボリュームが原因です。

ONTAP 9.3 FlexGroup より前のバージョンでは、[ボリュームの自動拡張](#)機能を ONTAP 9.3 まで使用できなかったため、アグレッシブな容量監視が必要です。ONTAP の最新バージョン、特に ONTAP 9.8 以降では、[プロアクティブなサイズ変更](#)などの機能を使用しても、推測に頼ることなく容量管理を行うことができます。

これらの状況を監視するために、ボリュームがフルおよびほぼフルのしきい値を調整して、ボリュームがいっぱいになる前に警告やエラーを生成することが必要になる場合があります。ボリュームには、これらのしきい値を管理者権限レベルで調整するオプションがあります。

```
-space-nearly-full-threshold-percent  
-space-full-threshold-percent
```

volume modify これらのしきい値を調整するには、コマンドを使用します。

ベストプラクティス 25 : FlexGroup ボリュームのボリュームスペースのしきい値に関する推奨事項

通常は、FlexGroup ボリュームの「ほぼフル」のしきい値を 80% に設定し、「フル」のしきい値を 90% に設定します。これら FlexGroup の設定を使用すれば、[ボリュームのサイズを拡張](#)するか、ボリュームの拡張を通じてメンバー ボリュームを追加する形で容量を追加することで、スペースの問題を解決するための十分な時間を確保できます。これらの値は、ファイルの平均サイズと FlexGroup メンバー ボリュームのサイズによって異なります。

たとえば、1TB の FlexGroup メンバーは、平均ファイルサイズが 800GB の 80% に達することがあります。100TB の FlexGroup メンバーはこのしきい値に達するまでに時間がかかります。大規模なファイルワークフロードに関するガイダンスについては、「理想的でないワークフロード - 大容量ファイル」の項を参照してください。

Active IQ を使用して容量と inode を監視してアラートを生成する例については、[Active IQ Unified Manager の容量の監視とアラートの例](#)を参照してください。

シンプロビジョニングを使用する場合のクライアント側の容量に関する考慮事項

FlexGroup ボリュームを使用している場合、クライアントから報告されるのは、通常、ストレージ管理者がプロビジョニングしたスペースや使用済みスペースなどです。volume このレポートは、ボリュームのスペースギャランティが設定されている場合に特に当てはまります。これは、ONTAP がクライアントに想定される容量を返すためです。

ただし、物理ストレージにシンプロビジョニングとオーバープロビジョニングを使用する場合、クライアントには FlexGroup ボリュームの想定される使用容量が反映されません。代わりに、物理アグリゲートの使用済み容量が表示されます。この方法は FlexVol ボリュームの動作と同じです。

次の例では、3 つの FlexGroup ボリュームがあります。

- flexgroup 80TB が割り当てられており、2 つのアグリゲート間でシンプロビジョニングされていて、約 10TB の容量があります。
- flexgroup4TB 4TB を割り当て、スペースギャランティはです volume。
- flexgroup4TB_thin 4TB を割り当て、2 つのアグリゲート間でシンプロビジョニングし、約 4TB を提供

次の出力は、クラスタにボリューム内の適切な使用済みスペースが表示されていることを示しています。

```
cluster::> vol show -fields size,used,percent-used,space-guarantee,available -vserver SVM  
-volume flexgroup*,!*_0* -sort-by size  
vserver volume           size available used   percent-used space-guarantee  
-----  
SVM    flexgroup4TB      4TB  3.77TB   30.65GB  5%          volume  
SVM    flexgroup4TB_thin 4TB  3.80TB   457.8MB  5%          none  
SVM    flexgroup         80TB 10.13TB  5.08GB  87%          none  
3 entries were displayed.
```

ただし、オーバープロビジョニングさ flexgroup れた **FlexGroup** ボリュームの使用済み容量は、クラスタに表示される 5GB ではなく、**66TB** と表示されます。これには、物理アグリゲートの使用可能な合計サイズ (**5.05TB + 5.08TB = ~10TB**) と、その合計サイズから減算されます。

オーバープロビジョニングされていないボリュームは、通常どおりスペースを報告します。

```
# df -h
Filesystem          Size  Used Avail Use% Mounted on
10.193.67.220:/flexgroup    76T   66T   11T  87% /flexgroup
10.193.67.220:/flexgroup4TB 3.9T   31G  3.8T     1% /flexgroup4TB
10.193.67.220:/flexgroup4TB_thin 3.9T  230M 3.8T     1% /flexgroup4TB_thin

cluster::*> aggr show -aggregate aggr1* -fields usedsize,availsize,percent-used,size
aggregate  availsize percent-used size   usedsize
-----
aggr1_node1 5.05TB   36%      7.86TB 2.80TB
aggr1_node2 5.08TB   35%      7.86TB 2.78TB
2 entries were displayed.
```

使用可能なスペースは、Linux クライアントでのスペースの計算方法によって最大 **11TB** になります。このクライアントは **1K** のブロックを処理するため、番号 **10881745216** は 1,000 の要素に分割されます。ONTAP では、**1、024** の要素を使用してスペースが計算されます

```
# df | grep flexg
10.193.67.220:/flexgroup      85899345920 75017600704 10881745216 88% /flexgroup
10.193.67.220:/flexgroup4TB    4080218944   32143296 4048075648   1% /flexgroup4TB
10.193.67.220:/flexgroup4TB_thin 4080218944   468736 4079750208   1% /flexgroup4TB_thin
```

また size、出力の一部では、Snapshot スペースに割り当てられているデフォルトの **5%** が考慮されます。その df ため、上記の出力では 80TB が 76TB になります。

```
cluster::> vol show -fields size,percent-snapshot-space -vserver SVM -volume flexgroup*,!*_0*
-sort-by size
vserver volume           size percent-snapshot-space
-----
SVM      flexgroup4TB      4TB  5%
SVM      flexgroup4TB_thin 4TB  5%
SVM      flexgroup         80TB 5%
3 entries were displayed.
```

Snapshot スペースの割り当てを **0** に減らす df used と、は、実際のサイズをより正規化したバージョンで報告します（ただし、まだスペースの異常はあります）。

```
cluster::*> vol modify -vserver SVM -volume flexgroup -percent-snapshot-space 0
[Job 2502] Job succeeded: volume modify succeeded

# df -h | grep flexgroup
Filesystem          Size  Used Avail Use% Mounted on
10.193.67.220:/flexgroup    80T   70T   11T  88% /flexgroup
```

Windows 容量レポート

Windows では、Linux クライアントとほとんど同じようにレポートされます。違いは、Windows では **1、024** の要素が使用されるため、数値が ONTAP 値に近いことです。

ONTAP コマンドラインを使用した FlexVol メンバー容量の表示

FlexGroup ボリュームが作成されると、各メンバーは、合計容量と FlexVol メンバー数に応じて均等に分割されます。たとえば、**80TB** の **FlexGroup** ボリュームの場合、FlexVol メンバーは容量が **10TB** になります。メンバー ボリュームの容量を表示 volume show volume show -is-constituent true volume show- space するには、**diagnostic** 権限レベルでコマンドを使用します。admin 権限レベルでコマンドを使用することもできます。

FlexVol メンバーの容量を表示すると、FlexGroup ボリューム内で実際に利用可能なスペースを判断するときに役立ちます。FlexGroup ボリュームが使用可能な合計スペースをレポートする場合、すべてのメ

ンバーボリュームで使用可能な合計スペースが考慮されます。ただし、個々のメンバーボリュームの容量がいっぱいになると、他のメンバーボリュームに利用可能なスペースが表示されていても、**FlexGroup** ボリューム全体からスペース不足として報告されます。この状況を軽減するために、**FlexGroup** 取り込みアルゴリズムは、他のボリュームよりも使用頻度の高いボリュームからトラフィックを分離しようとします。

FlexGroup 容量ビューア

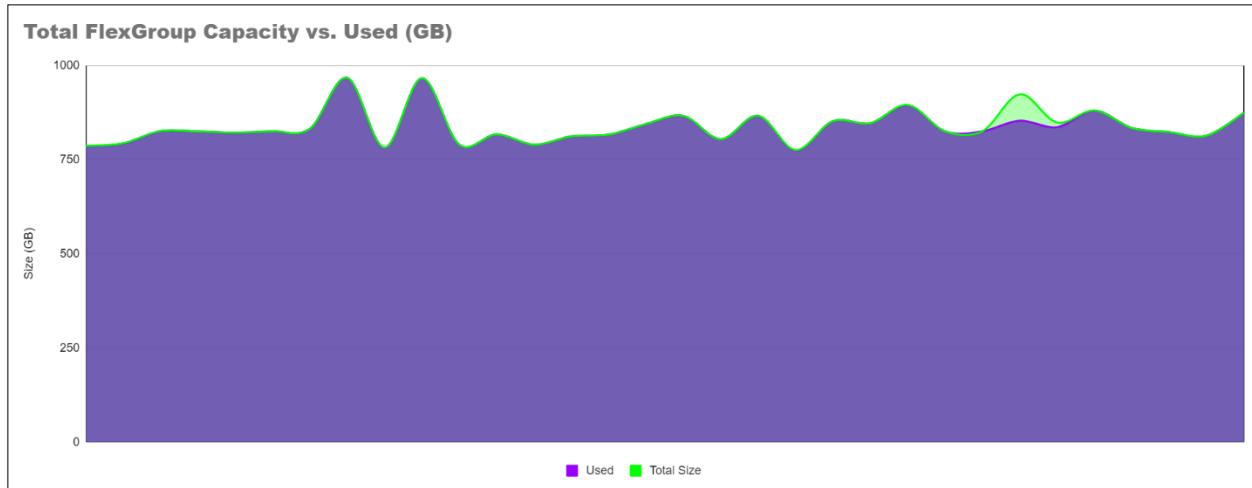
カスタムの **FlexGroup** シートを使用して、ボリュームの容量と **inode** の使用量を確認することもできます。flexgroups-info@netapp.com まで E メールでお送りする、ご自分のコピーへのアクセス権をリクエストできます。クラスタのシリアル番号とグラフで確認する **FlexGroup** ボリュームの名前も記載しています。

Google シートのグラフには、次のものがあります

- **FlexGroup** の使用済みスペースと総スペースを包括的に表示します
- **Snapshot** リザーブと使用済みのグラフ
- メンバーボリュームレベルに表示される、使用容量と合計容量のビュー
- **inode** および使用済み容量のトレンドライン

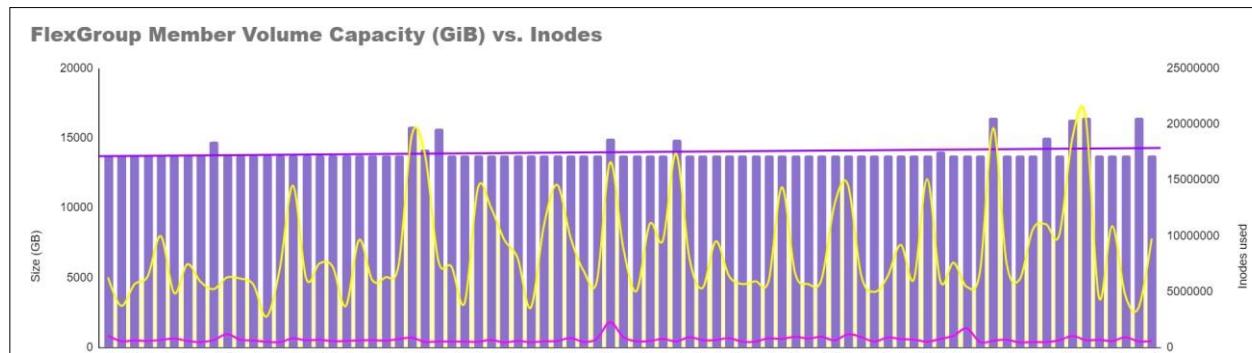
ここでは、容量の使用率が不均一で、実際に使用している **FlexGroup** ボリュームの柔軟なサイズ変更を示します。この場合、**FlexGroup** を拡張するには合計容量が必要です。

図 103) Google Sheet – FlexGroup capacity view (英語)



このビューには、メンバーボリュームレベルの **FlexGroup** ボリューム容量と、使用済み **inode** のトレンドラインが表示されます。使用済み容量と並行して使用済み **inode** の傾向を確認するのが理想的です。この場合、メンバーボリュームあたりの容量の急増が「使用済み **inode** の数」に対応していないことがわかります。つまり、一部のメンバーボリュームのファイル数が他のメンバーボリュームよりも多い場合があります。

図 104) Google Sheet – FlexGroup メンバー容量ビュー

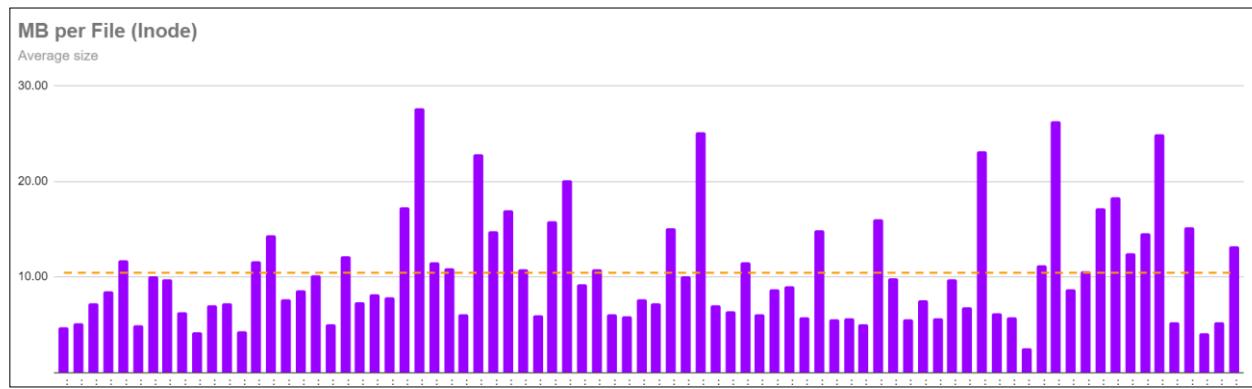


また、合計使用容量を取得し、使用済み inode で除算して、平均ファイルサイズを表示しようとするグラフもあります。正確な科学ではなく、かなり近いものになります。

次の例では、紫の棒グラフの値が大きく異なっていることがわかります。つまり、平均ファイルサイズの範囲が広いことを意味します。オレンジの線は、FlexGroup ボリューム全体の平均 inode サイズです。この FlexGroup では、平均 inode サイズが非常に広範に存在する理由を調査するために、さらに調査が必要になる場合があります。

注： ファイル・サイズの不一致と容量の不均衡は、必ずしも問題を示しているわけではありませんが、問題が発生しており、特定が必要な場合は、これらのグラフを使用できます。詳細については、「FlexGroup ボリュームのデータの不均衡」の項を参照してください。

図 105) Google Sheet - 平均 inode サイズ



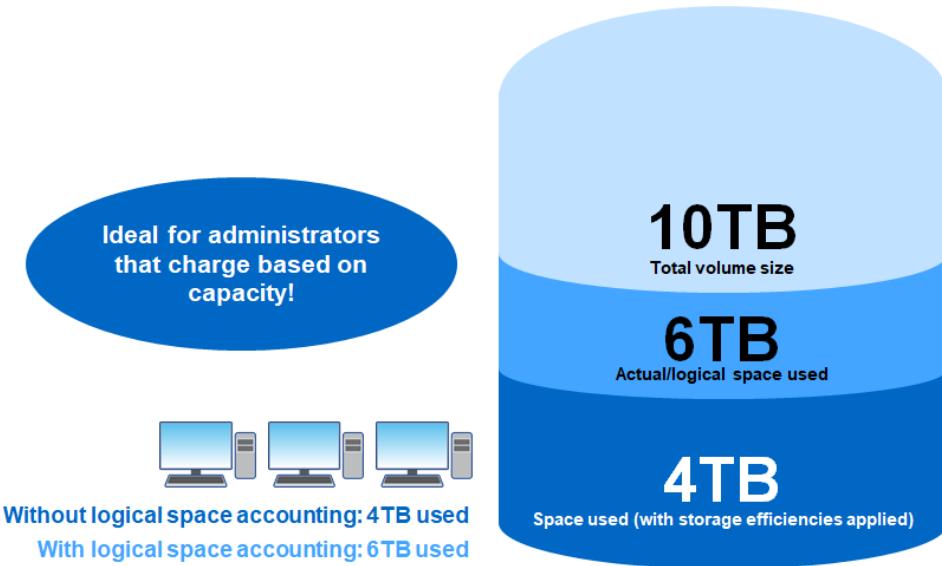
メモ : FlexGroup 容量ビューアのコピーをリクエストするには、flexgroups-info@netapp.com にクラスタのシリアル番号と FlexGroup ボリューム名を送信します。

論理スペースの計算

FlexVol 9.4 では、ONTAP ボリュームの論理スペースが計算されるようになりました。ストレージ管理者は、このツールを使用してストレージ効率化による削減効果をマスキングし、エンドユーザが指定のストレージクォータを過剰に割り当てないようにすることができます。

たとえば、6TB のデータを 10TB ボリュームに書き込み、ストレージ効率が 2TB を超える場合、論理スペースを計算することで、ユーザが 6TB または 4TB を確認できるかどうかを制御できます。

図 106) 論理スペースの算出方法



ONTAP 9.5 では、この機能が強化され、クオータの適用サポートが追加されました。このサポートでは、論理スペースに従って新しい書き込みを実行できないようにすることで、ストレージ管理者の制御が強化されています

ONTAP 9.9.1 以降では、論理スペースのレポートと適用がサポートされるようになりました。

FlexGroupのパフォーマンスの監視

FlexGroup のパフォーマンスは、通常の FlexVol ボリュームのパフォーマンスを監視するのと同じ方法で監視できます。CPU 利用率、ディスク飽和、NVRAM のボトルネック、および NetApp WAFL に関する他のパフォーマンス特性についても、同じ概念が適用されます。また、NAS パフォーマンスの監視も変わりません。常に使用されている基本的な CIFS / SMB 統計と NFS 統計を使用します。

FlexGroup のパフォーマンス監視の主な違いは、複数のノード、アグリゲート、メンバーの FlexVol コンステイチュエントボリューム、およびファイルやフォルダのリモート配置という概念を考慮する必要がある点です。これらの要素は、パフォーマンスの問題を監視して特定する場合に考慮する別のレイヤを追加します。

コマンドラインを使用したパフォーマンスの監視

コマンドラインからパフォーマンス統計を表示するには、いくつかの方法があります。

リアルタイムのパフォーマンス監視

システムパフォーマンスをリアルタイムで監視 `statistics show-periodic` するには、コマンドを使用します。

```
cluster:::> statistics show-periodic ?
[[-object] <text>] *Object
[-instance <text>] *Instance
[-counter <text>] *Counter
[-preset <text>] *Preset
[-node <nodename>] *Node
[-vserver <vserver name>] *Vserver
[-interval <integer>] *Interval in Seconds (default: 2)
[-iterations <integer>] *Number of Iterations (default: 0)
[-summary {true|false}] *Print Summary (default: true)
[-filter <text>] *Filter Data
```

このコマンドにより、システムパフォーマンスを最新の状態に一目で確認できます。デフォルト値をそのまま使用すると、クラスタ全体が表示されます。SVM を指定すると、CPU やディスクではなく、NAS のカウンタなど、SVM に固有のカウンタを主に確認することができます。SVM 固有の統計を使用する場合、オブジェクトに提供するカウンタを定義すると、CLI のノイズを軽減できます。また、リモートの最上位ディレクトリに対するローカルの比率 (tld) hld、上位レベルのディレクトリ ()、通常のディレクトリ、およびファイルに関する FlexGroup 統計情報をリアルタイムで取得できます。

これらのコマンドの例については、「コマンド例」を参照してください。

FlexGroup 統計に statistics start -object flexgroup はその他のさまざまな情報も表示でき、コマンドを開始した場合は一定期間にわたって収集できます。このコマンドは、[Perfstat](#) や [perfarchives](#) などの自動ツールを使用して、繰り返し取得できる統計を収集します。

```
cluster::*> statistics start -object flexgroup
Statistics collection is being started for sample-id: sample_69197
```

統計を表示するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::*> statistics show -object flexgroup -instance 0

Object: flexgroup
Instance: 0
Start-time: 11/30/2016 16:44:42
End-time: 11/30/2016 17:42:57
Elapsed-time: 3495s
Scope: cluster-01

Counter                                Value
-----
cat1_tld_remote                         2
cat2_hld_local                           180
cat2_hld_remote                          1292
cat3_dir_local                           146804
cat3_dir_remote                          283
cat4_fil_local                           734252
cat4_fil_remote                          1124
groupstate_analyze                       12232
groupstate_update                         86242
instance_name                            0
node_name                                 cluster-01
process_name                             -
refreshclient_create                     5241
refreshclient_delete                     5241
refreshserver_create                     5244
refreshserver_delete                     5244
```

統計の取得により、FlexGroup ボリュームが複数のノードにまたがっている場合に、そのボリューム内でのリモートファイルおよびディレクトリの配置の割合を適切にサマリできます。次の例では、リモートディレクトリは 14%、リモートファイルは 1% です。

```
remote_dirs
remote_files
```

プロトコル統計情報

また、個々の NAS プロトコルがパフォーマンスにどのように影響しているかを一目で把握することもできます。statistics start コマンドを使用して、NFS または SMB のパフォーマンスカウンタをキャプチャに追加するだけです。診断権限を持つその他のオプションがあります。

```
cluster::*> statistics start -object nfs
nfs_credstore                           nfs_exports_access_cache
nfs_exports_cache                        nfs_exports_match
nfs_file_session_cache                  nfs_file_session_cache:constituent
nfs_generic                            nfs_idle_conn
```

```

nfs_idle_total_conn          nfs_qtree_export
nfs_server_byname           nfserr
nfsv3                         nfsv3:constituent
nfsv3:cpu                     nfsv3:node
nfsv4                         nfsv4:constituent
nfsv4:cpu                     nfsv4:node
nfsv4_1                       nfsv4_1:constituent
nfsv4_1:cpu                   nfsv4_1:node
nfsv4_1_diag                 nfsv4_1_error
nfsv4_diag                   nfsv4_error
nfsv4_spinnp_errors

cluster::*> statistics start -object smb
  smb1      smb1:node    smb1:vserver smb1_ctx      smb1_ctx:node
  smb2      smb2:node    smb2:vserver smb2_ctx      smb2_ctx:node

cluster::*> statistics start -object cifs
  cifs                  cifs:node
  cifs:vserver          cifs_cap
  cifs_cap:constituent   cifs_client
  cifs_client:constituent cifs_ctx
  cifs_ctx:node          cifs_shadowcopy
  cifs_unsupp_ioctl     cifs_unsupp_ioctl:constituent
  cifs_watch

```

FlexGroup のショーをご覧ください

FlexGroup I/O の実行中 `flexgroup show` は、ノードシェルコマンドを使用して、メンバーコンステイチュエントの使用状況と負荷を分散することもできます。また、メンバー ボリュームを新しいファイルで回避できる頻度など、役立つその他の情報も提供されます。FlexGroup 問題でを実行してサポートケースをオープンする必要がある場合は、必ずこのコマンドの出力をキャプチャしてください。

| Idx | Member | L | Used | Avail | Urgc | Target | Probabilities | | | | D-Ingest | Alloc |
|-----|--------|---|---------|-------|-----------|--------|---------------|---------------------|----|---|----------|-------|
| | | | | | | | F-Ingest | Alloc | | | | |
| 1 | 4503 | L | 2238647 | 0% | 318698244 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 2 | 4369 | R | 3239783 | 1% | 318638088 | 0% | 12.49% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 3 | 4674 | L | 2011415 | 0% | 318697586 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 4 | 4477 | R | 2334885 | 0% | 318694396 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 5 | 4329 | L | 2250619 | 0% | 318697596 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 6 | 4370 | R | 2255368 | 0% | 318697148 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 7 | 4675 | L | 2252390 | 0% | 318697125 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 8 | 4478 | R | 2201995 | 0% | 318698611 | 0% | 12.50% | [100% 100% 87% 87%] | 0+ | 0 | 0 | |
| 0+ | 0 | 0 | | | | | | | | | | |

FlexGroup show コマンドの出力内訳

`flexgroup show` コマンドには、わかりやすい一連の値が表示されない可能性があります。表25に、これらの値とその解釈方法を示します。

表 25) **flexgroup show** 出力列の定義

| 列 | 定義 |
|---------------|--|
| Idx | メンバー ボリュームのインデックス番号。 |
| Member | FlexGroup メンバーの DSID。 |
| L | ノードに対してローカルまたはリモート。 |
| Used | 使用されている 4K ブロックの数と全体の割合。 |
| Urgc | 緊急性 : ENOSPC メンバー ボリュームでの早期割り当てを回避するために、ファイルまたはディレクトリの作成がリモートのメンバー ボリュームに割り当てられる可能性があります。この値は、ボリュームの容量が 100% 近く使用されているかどうかに応じて増加します。 |
| Targ | Target : メンバー ボリュームに新しいコンテンツを配置する必要があるピアに対する割合。すべてのターゲット割合の合計は約 100% です。 |
| Probabilities | メンバー ボリュームが使用されない可能性。この数は、メンバー ボリュームが他のメンバー ボリュームとどの程度使用されるかに応じて増加します（許容値）。 |
| 右記の | ディレクトリの取り込みとディレクトリの割り当て。ローカル メンバー ボリュームに割り当てられているディレクトリ数です。 |
| 右記の | ローカル メンバー ボリュームに割り当てられているファイル数に、それぞれファイルの取り込みとファイルの割り当てを行います。 |

flexgroup show このコマンドは、FlexGroup ボリュームでの I/O アクティビティ中に実行する必要があります。このコマンドの有用な情報は次のとおりです。

- メンバー間でトラフィックが均等に分散される方法
- メンバー上にスペースを均等に分散する方法
- メンバー ボリュームを取り込みに使用する可能性
- ワーカロード内のファイル作成に対するディレクトリの比率
- メンバー ボリュームのノードの局所性

perfstat を使用したパフォーマンスの監視 (ONTAP 9.4 以前)

perfstat とは、[ネットアップのサポートサイト](#)上のツールです。ベンチマーク測定や現在のパフォーマンス問題のトラブルシューティングに使用できるリアルタイムのパフォーマンス統計情報を取得できます。これらの統計は指定した間隔で収集されるため、ネットアップサポートがパフォーマンスケースを解決するには不可欠です。

ONTAP 9.1 以降の perfstat では、FlexGroup 統計のキャプチャがサポートされます。perfstat を実行すると、生テキスト形式のデータが収集され、任意のテキスト編集ソフトウェアで確認できます。perfstat には、ダウンロード可能な Windows GUI [バージョン](#)もあります。

perfstat の実行が完了すると、ネットアップサポートへの送信用にコンテンツが zip で処理されます。また、テキストエディタで読み取ることのできる出力ファイルを含むフォルダも作成されます。ただし、このバージョンはプレーンテキストであり、読むのが簡単ではありません。ネットアップの OEM パートナーや社内の従業員は、[LaTeX ツール](#)を使ってこれらのファイルを見るすることができます。

詳細については、[Perfstat の使用方法に関する技術情報アーティクル](#)を参照してください。

メモ : perfstat は、ONTAP 9.5 以降では廃止されています。それ以降のバージョンの ONTAP では、Active IQ、[NetApp Harvest](#)、または Performance Archiver からご確認ください。

Performance Archiver

ONTAP 9.5 以降では、パフォーマンスデータがパフォーマンスアーカイブによってキャプチャされるため、ONTAP ではデフォルトで実行されます。これらの統計は常時有効 autosupport invoke-

`performance-archive` で、コマンドを使用してネットアップに送信できます。このコマンドでは日付範囲を指定できるため、実際に問題が発生してもよいと考えておく必要はありません。

パフォーマンスの監視（Active IQ Unified Manager）

FlexGroup ボリュームのパフォーマンス監視に使用できるツールは、さらに移動が容易で広く利用されている Active IQ Unified Manager です。このツールは、サポートサイトの[ネットアップのダウンロードページ](#)から、無償の .ova ファイルまたは Linux インストールとして入手できます。

Active IQ Unified Manager は、リアルタイムと履歴の両方のパフォーマンス情報を提供し、単一の監視ポイントを提供します。Active IQ Unified Manager では、FlexGroup ボリューム全体または個々のメンバーコンステイチュエント FlexVol ボリュームについて、パフォーマンスをきめ細かく表示できます。

図 107 は単一の Linux VM 上での単純なファイル作成スクリプトのキャプチャであるため、FlexGroup のパフォーマンス上のメリットはここでは確認できません。ただし、この図は Unified Manager が提供できる機能を表しています。

図 107) Active IQ Performance Manager のグラフ



データ保護のベストプラクティス

FlexGroup データ保護のベストプラクティスについては、[TR-4678 『Data Protection and Backup : NetApp FlexGroup Volumes』](#) を参照してください。

NetApp ONTAP FlexGroup への移行

ファイル数や容量が多いという課題の 1 つに、システムを停止することなくデータをすばやく効率的に移動する方法があります。この課題は、ファイル数が多く、メタデータも大量に処理されるワークフローで最大の課題です。ファイルレベルのデータのコピーでは、ファイルシステムが属性とファイルリストをクロールする必要があります。これにより、ファイルをある場所から別の場所にコピーする時間に大きな影響が及びます。この時間は、ネットワーク遅延、WAN、システムパフォーマンスのボトルネック、データ移行の負担となるその他の要因などについては考慮されていません。

ネットアップの ONTAP FlexGroup なら、パフォーマンス、拡張性、管理性のメリットが明白です。

データ移行では、FlexGroup を処理する際に次の 3 つの一般的な形式を使用できます。

- 他社（サードパーティ）ストレージから FlexGroup への移行
- Data FlexGroup 7-Mode から clustered Data ONTAP への移行
- ONTAP 内の NetApp FlexVol ボリューム、SAN LUN、または Infinite Volume から FlexGroup に移行する

FlexGroup ボリュームへのデータ移行は、マイグレートするのに最適な方法です。現在、次の方法で FlexGroup ボリュームの移行を実行することはできません。

- FlexVol から FlexGroup へのボリューム移動
- FlexVol と FlexGroup 間の NetApp SnapMirror または SnapVault
- 7-Mode Transition Tool (CBT および CFT)

以降のセクションでは、さまざまな移行のユースケースとそのアプローチについて説明します。

NDMP を使用した移行

ONTAP 9.7 以降では、FlexGroup ボリュームで NDMP 処理がサポートされるようになりました。これ ndmpcopy には、FlexVol から FlexGroup ボリュームにデータを移行するためのコマンドも含まれます。セットアップ ndmpcopy の詳細については、「[clustered Data ONTAP での ndmpcopy の実行方法](#)」を参照してください。

次 ndmpcopy の例では、約 500 万個のフォルダとファイルを FlexVol から FlexGroup ボリュームに移行します。このプロセスには約 51 分かかります。

```
cluster::*# system node run -node ontap9-tme-8040-01 ndmpcopy -sa ndmpuser:AcDjtsU827tpujN -da
ndmpuser:AcDjtsU827tpujN 10.x.x.x:/DEMO/flexvol/nfs 10.x.x.x:/DEMO/flexgroup_16/ndmpcopy
Ndmpcopy: Starting copy [ 2 ] ...
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Notify: Connection established
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Notify: Connection established
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Connect: Authentication successful
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Connect: Authentication successful
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: Session identifier: 12584
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: Session identifier: 12589
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: Session identifier for Restore : 12589
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: Session identifier for Backup : 12584
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: creating "/DEMO/flexvol/..../snapshot_for_backup.1" snapshot.
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: Using subtree dump
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: Using snapshot_for_backup.1 snapshot
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: Date of this level 0 dump snapshot: Thu Jan 9 11:53:18 2020.
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: Date of last level 0 dump: the epoch.
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: DUMP: Dumping /DEMO/flexvol/nfs to NDMP connection
... (output omitted for length)
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Notify: dump successful
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Log: RESTORE: RESTORE IS DONE
Ndmpcopy: 10.x.x.x: Notify: restore successful
Ndmpcopy: Transfer successful [ 0 hours, 50 minutes, 53 seconds ]
Ndmpcopy: Done
```

cp NFS 経由で同じデータセットを使用した場合、316 分かかります ndmpcopy。ただし、次の時間が 6 回必要です。

```
# time cp -R /flexvol/nfs/* /flexgroup/nfscp/
real    316m26.531s
user     0m35.327s
sys      14m8.927s
```

NetApp XCP を使用する場合、このデータセットの所要時間は 20 分以内、ndmpcopy または次の処理速度の約 60% 短縮されます。

```
# xcp copy 10.193.67.219:/flexvol/nfs 10.193.67.219:/flexgroup_16/xcp
Sending statistics...
5.49M scanned, 5.49M copied, 5.49M indexed, 5.60 GiB in (4.81 MiB/s), 4.55 GiB out (3.91 MiB/s),
19m52s.
```

注 この XCP コピーは、RAM や CPU の搭載が 1GB の VM で実行されました。より堅牢なサーバ構成は、さらにパフォーマンスが向上します。

FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換

ONTAP 9.7 以降では、単一の FlexVol ボリュームを、単一のメンバー ボリュームを含む FlexGroup に変換し、そのボリュームに 40 秒未満の中止でアクセスできます。これは、ボリューム内のデータ容量やファイル数に関係なく行われます。メンテナンス時間を作成するために、クライアントを再マウントしたり、データをコピーしたり、その他の変更を行う必要はありません。FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換したら、変換した FlexGroup ボリュームに新しいメンバー ボリュームを追加して容量を拡張できます。

FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換するのはなぜですか。

FlexGroup ボリュームには、次のような FlexVol よりも優れた点がいくつかあります。

- 1 つのボリュームで 100TB 以上のファイルを 20 億個まで拡張可能
- 容量やパフォーマンスを無停止でスケールアウトできます
- 取り込み負荷の高いワークロード向けのマルチスレッドパフォーマンス
- ボリュームの管理と導入が簡易化されます

たとえば、ワークロードが急速に拡大している場合に、データの移行は不要で、容量を増やしたいと考えているときなどです。また、ワークロードのパフォーマンスが FlexVol ボリュームで十分でない場合もあるため、FlexGroup ボリュームのパフォーマンス処理を改善したいと考えています。この場合、FlexGroup ボリュームへの変換が役立ちます。

FlexVol ボリュームを変換しない場合

FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換することが必ずしも最適なオプションとは限りません。FlexGroup ボリュームで使用できない FlexVol 機能が必要な場合は、その機能をオフにしておいてください。たとえば、FlexGroup ボリュームでは NetApp SnapLock® と SnapMirror Synchronous は現在サポートされていないため、必要な場合は FlexVol を使用したままにしておく必要があります。

また、すでに非常に大容量 (80~100TB) で、すでに容量が非常にフル (80~90%) の FlexVol ボリュームがある場合は、変換した FlexGroup ボリュームのサイズが非常に大きく、メンバー ボリュームがいっぱいになっているため、変換ではなくコピーしてください。これにより、パフォーマンスの問題が発生したり、容量の問題を完全に解決できない場合があります。特に、そのデータセットに時間が経過してもファイルが増えている場合は顕著です。

図 108) ほぼフルで最大容量の FlexVol ボリュームの変換



この 90% のフルボリュームを FlexGroup ボリュームに変換すると、90% のメンバー ボリュームが使用されます。新しいメンバー ボリュームを追加した場合、それぞれ 100TB であり、0% です。そのため、新しいワークロードの大部分に対応できます。データのリバランスは自動では行われず、元のファイルが徐々に拡大しても、100TB がメンバー ボリュームの最大サイズであるために、どこにもないスペースが残ってしまうことがあります。

変換をブロックすることができます

ONTAP で FlexVol ボリュームの変換がブロックされる理由は次のとおりです。

- ONTAP のバージョンが 9.7 以降でないノードがあります。
- ONTAP のアップグレードの問題が原因で変換できません。
- 7MTT (ONTAP 9.7) を使用して FlexVol ボリュームを 7-Mode から移行しました。
 - 移行したボリュームは ONTAP 9.8 で変換できます。
- FlexGroup でまだサポート vmalign されていないボリュームで何かが有効になっています (SAN LUN、Windows NFS、SMB1、Snapshot の命名 / 自動削除、設定、SnapLock、スペース SLO、論理スペースの適用 / レポートなど)。
- 変換する FlexVol ボリュームが配置されている SVM は、現在 SVM DR を使用しています。
- NetApp FlexClone ボリュームが存在し、FlexVol ボリュームが親ボリュームである (変換対象のボリュームを親またはクローンにすることはできない)。
- ボリュームが NetApp FlexCache の元のボリュームである。
- Snapshot コピーとスナップ ID が 255 より大きい NetApp Snapshot コピー (ONTAP 9.7)
 - ONTAP 9.8 では 1023 個の Snapshot がサポートされるようになったため、この制限はそのリリースでは適用されません。
- Storage Efficiency が有効になっています (完了後に再度有効にすることができます)。
- ボリュームが SnapMirror 関係のソースであり、デスティネーションはまだ変換されていません。
- ボリュームはアクティブな (休止されていない) SnapMirror 関係の一部です。
- クオータは有効になっています (最初に無効にしてから再度有効にする必要があります)。
- ボリューム名が 197 文字を超えてます。
- ボリュームがアプリケーションに関連付けられている。
 - ONTAP 9.7 のみ。ONTAP 9.8 では、この制限が解除されています。
- ONTAP プロセスが実行中 (ミラー、ジョブ、wafiron、NDMP バックアップ、プロセス中の inode 変換など)。
- SVM のルート ボリューム
- ボリュームがいっぱいです。

次のコマンドでアップグレードの問題を確認できます。

```
cluster::*# upgrade-revert show  
cluster::*# system node image show-update-progress -node *
```

移行したボリュームを確認するには、次のコマンドを使用します。

```
cluster::*# volume show -is-transitioned true  
There are no entries matching your query.
```

次のコマンドを使用すると、Snap ID が 255 より大きい Snapshot コピーをチェックできます。

```
cluster::*# volume snapshot show -vserver DEMO -volume testvol -logical-snap-id >255 -fields logical-snap-id
```

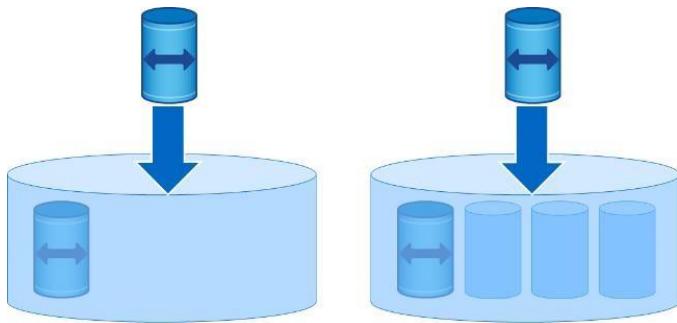
仕組み

ONTAP 9.7 以降で FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換するには、advanced 権限レベルで 1 つのシンプルなコマンドを実行します。

```
cluster::*# volume conversion start ?  
-vserver <vserver name> *Vserver Name  
[-volume] <volume name> *Volume Name  
[ -check-only [true] ] *Validate the Conversion Only  
[ -foreground [true] ] *Foreground Process (default: true)
```

このコマンドを実行すると、ONTAP は単一の FlexVol を、1 つのメンバーで構成される FlexGroup に変換します。実際の作業を行う前に、変換の検証を実行することもできます。

図 109) FlexVol から FlexGroup への変換とメンバー ボリュームの追加



このプロセスは 1 : 1 であるため、複数の FlexVol ボリュームを 1 つの FlexGroup に変換することはできません。変換が完了すると、単一メンバーの FlexGroup ボリュームがあり、そのボリュームに同じサイズのメンバー ボリュームを追加することで容量とパフォーマンスを向上できます。

その他の考慮事項および注意事項

実際の変換プロセスは簡単ですが、変換前に考慮すべき事項がいくつかあります。これらの考慮事項のほとんどは、機能のサポートが追加されたときに ONTAP の今後のリリースで廃止される予定ですが、ここで機能を確認することは引き続き慎重です。

初回の変換が実行されたら、ONTAP はボリュームを内部でアンマウントし、再マウントして新しい FlexGroup 情報を適切な場所に取得します。クライアントを再マウントまたは再接続する必要はありませんが、処理の中断は 1 分未満になります。例について は、「FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換の例」を参照してください。データはまったく変更されず、ファイルハンドルはすべて同じままです。

- FabricPool には何も必要ありません。そのまま機能します。データをオンプレミスに戻す必要はありません。
- クライアント snaprestore は Snapshot コピーを使用してからデータにアクセスできますが、コマンドではリストアできません。変換前とマークされます。
- ソースとデスティネーションのボリュームが両方とも変換されていれば、SnapMirror 関係はベースラインを再設定せずに残ります。ただし、クライアントからのファイル取得だけでなく、ボリュームの SnapMirror リストアも行われません。SnapMirror デスティネーションを最初に変換する必要があります。
- FlexClone ボリュームを変換するには、ボリュームから削除またはスプリットする必要があります。
- 変換中は Storage Efficiency を無効にする必要があります。ただし、変換後もスペース削減効果は維持されます。
- 元のボリュームを変換している FlexCache インスタンスを削除する必要があります。
- スペースギャランティは、FlexGroup がボリュームギャランティである場合、そのサイズがどの程度大きくなるかに影響することがあります。新しいメンバー ボリュームのサイズは既存のメンバーと同じにする必要があるため、メンバー ボリュームに対応するための十分なスペースが必要です。
- クオータは FlexGroup ボリュームでサポートされますが、FlexVol ボリュームとは少し異なります。そのため、変換の実行中 quota offquota on はクオータを無効にし () 、あとで再度有効にする必要があります () 。

FlexGroup ボリュームへの変換は、ボリュームを拡張した後の一方向のストリートなので、ジャンプする準備ができているかどうかを確認してください。変換プロセスで何か問題が発生した場合は、問題に移行してもデータを安全に保護できるように、ネットアップサポートが支援するレスキュー方法があります。

FlexGroup ボリュームを拡張して新しいメンバー ボリュームを追加する場合、サイズは変換されたメンバー ボリュームと同じになるため、利用可能なスペースが十分にあることを確認してください。また、元のボリュームにある既存のデータは、そのメンバー ボリュームに残ります。データは再配置されません。代わりに、**FlexGroup** ボリュームは新規ファイル用に新しく追加されたメンバー ボリュームを優先します。

変換に不安はありますか？

本番環境の **FlexVol** ボリュームをすぐに **FlexGroup** ボリュームに変換できると判断できない場合は、オプションを選択できます。

まず、`ONTAP -check-only true` を使用して変換コマンドのチェックを実行し、不足している前提条件を確認します。

例：

```
cluster::*# volume conversion start -vserver DEMO -volume flexvol -foreground true -check-only true
Error: command failed: Cannot convert volume "flexvol" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup. Correct the following issues and retry the command:
* The volume has Snapshot copies with IDs greater than 255. Use the (privilege: advanced) "volume snapshot show -vserver DEMO -volume flexvol -logical-snap-id >255 -fields logical-snap-id" command to list the Snapshot copies with IDs greater than 255 then delete them using the "snapshot delete -vserver DEMO -volume flexvol" command.
* Quotas are enabled. Use the 'volume quota off -vserver DEMO -volume flexvol' command to disable quotas.
* Cannot convert because the source "flexvol" of a SnapMirror relationship is source to more than one SnapMirror relationship. Delete other Snapmirror relationships, and then try the conversion of the source "flexvol" volume.
* Only volumes with logical space reporting disabled can be converted. Use the 'volume modify -vserver DEMO -volume flexvol -is-space-reporting-logical false' command to disable logical space reporting.
```

FlexVol から **FlexGroup** へのボリューム変換の例については、「[FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換の例](#)」を参照してください。

変換サンドボックスの作成-データの移行

ONTAP では複数の SVM を作成でき、その SVM をネットワークアクセスからフェンシングできます。このアプローチを使用すると、ボリューム変換などのテストを実行できます。唯一のトリックは、そのデータのコピーを手にすることです。しかし、それはそれほど難しいことではありません。

オプション 1 : **SnapMirror**

SnapMirror を使用して、変換後のボリュームを同じ SVM または新しい SVM にレプリケートできます。次に、ミラーを解除して関係を削除します。次に、ボリュームのサンドボックスコピーを作成し、Snapshot コピーを作成して、変換、拡張、パフォーマンスをテストします。

オプション 2 : **FlexClone** とボリュームのリホスト

SnapMirror volume rehost を使用していない場合や、ネットワークへの負荷が軽減された方法を試す場合は、**FlexClone** (**Snapshot** コピーによってサポートされているボリュームのインスタントコピー) と (SVM 間でのボリュームの瞬時の移動) を組み合わせて使用できます。**FlexClone** コピーはリホストできないことに注意してください。ただし、クローンをスプリットしてからリホストすることは可能です。

全体的なプロセスは次のとおりです。

1. Use `flexclone create`
2. Use `flexclone split`
3. 問題 `volume rehost` を新しい SVM に追加（または既存の SVM に変換）

メモ : または、ソース SVM からデスティネーション SVM に FlexClone ボリュームを作成し、「FlexClone を別々の Storage Virtual Machine (SVM) に分割する」のセクションの説明に従って FlexClone をスプリットすることもできます。

SnapMirror 関係にある FlexVol ボリュームの変換

既存の SnapMirror 関係の一部である FlexVol ボリュームを無停止で変換することもできます。

基本的な手順は次のとおりです。

1. SnapMirror 関係を解除
2. SnapMirror デスティネーション FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換します。
3. ソースの SnapMirror FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換します。
4. SnapMirror を再同期します。

変換した FlexGroup を拡張してメンバー ボリュームを追加した場合、ONTAP は、SnapMirror 関係のベースラインに戻ることなくデスティネーション ボリュームを自動的に拡張します。

このプロセスの例については、「既存の SnapMirror 関係での FlexVol ボリュームの変換：例」を参照してください。

ファイル数が多いと変換プロセスに影響しますか？

ショート回答：いいえ

「サンプル FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換」のセクションに示すサンプル変換では、30 万個のファイルを含むボリュームが変換されます。しかし、ボリュームに 30 万個のファイルがあるからとすると、ファイル数が実際には多くなりません。5 億個のファイルを含む FlexVol ボリュームを変換する例については、「サンプル FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換- 5 億個のファイル」を参照してください。

メモ : ビデオの例については、「[FlexVol - FlexGroup 変換中の統計情報の定期的な表示](#)」を参照してください。

サードパーティ製ストレージから FlexGroup ボリュームへの移行

ネットアップ以外のストレージ (SAN または NAS) から移行する場合、移行パスはファイルベースのコピーです。この移行にはさまざまな方法があります。一部の方法は無償で、一部はサードパーティベンダーから提供されています。

NFSv3 のみのデータの場合、[NetApp XCP](#) を推奨します。XCP はライセンスベースの無償ツールで、ファイル数の多い環境でのデータ移行を大幅に高速化できます。XCP は、堅牢なレポート機能も備えています。XCP 1.5 以降では、NFSv4.x と NFSv4.x の ACL もサポートしており、ネットアップが正式にサポートしています。

注 : XCP は、ネットアップストレージシステムへの移行でのみサポートされます。

CIFS / SMB データの場合は、XCP for SMB が利用可能です。Robocopy はフリーソフトですが、転送速度は[マルチスレッド機能](#)の使用によって異なります。サードパーティプロバイダも、このタイプのデータ転送を実行できます。

Data ONTAP 7-Modeからの移行

次のいずれかの方法で、Data ONTAP 7-Mode から FlexGroup にデータを移行します。

- Copy-Based Transition または Copy-Free Transition の方法論を使用して、7-Mode システムを ONTAP システムに完全に移行する。コピーフリーの移行を使用する場合は、FlexVol ボリューム内のデータを FlexGroup ボリュームにコピーベースで移行するプロセスを実行します。
- ネットアップ以外のストレージから FlexGroup に移行する場合は、前述のツールを使用して、FlexVol またはホストベースのコピーからコピーベースの移行を実行します。

FlexVol から FlexGroup ボリュームに移行する場合は、[FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換](#)を使用できます。ONTAP 9.8 以降では、7-Mode システムから移行したボリュームでこの処理が可能です。

ONTAP の SAN LUN または Infinite Volume から移行します

SAN ベースの LUN や Infinite Volume などの既存の ONTAP オブジェクトから移行する場合、現在の移行パスはコピーベースです。ネットアップ以外のストレージから FlexGroup に移行する場合も、前述のツールを使用して ONTAP オブジェクトから移行できます。

Infinite Volume の廃止

ONTAP 9.4 以降では、管理者権限を持つ Infinite Volume を作成できなくなりました。この手順は、ONTAP 9.5 以降で Infinite Volume のサポートを最終的に削除するための準備をしています。ONTAP 9.5 以降では、Infinite Volume の作成や変更ができなくなりました。また、Infinite Volume でプロトコルアクセスを設定することはできません。

ONTAP クラスタに Infinite Volume がある場合にアップグレードを試みると、ONTAP 互換性チェック一覧はアップグレードが完了しないようにし、既存の Infinite Volume に関する警告を表示します。ONTAP のアップグレードを計画するときは、必ず [NetApp Upgrade Advisor](#) を使用してください。

NetApp XCP

[NetApp XCP](#) は無償で提供されており、大規模な非構造化 NAS データの範囲設定、移行、管理を行うために設計されています。最初のバージョンは NFSv3 のみでしたが、CIFS のバージョンが提供されるようになりました。このツールを使用するには、ツールをダウンロードして無料ライセンスをリクエストしてください（ソフトウェア追跡目的のみ）。

マルチコアのマルチチャネル I/O ストリーミングエンジンを使用して、多数の要求を並行して処理できるため、ファイル数の多い環境でメタデータの操作やデータ移行のパフォーマンスが得られるという課題に対処できます。

これらの機能は、次のとおりです。

- データ移行
- ファイルまたはディレクトリのリスト表示（ハイパフォーマンスで柔軟な代替）ls
- スペースレポート（高性能で柔軟性に優れた代替ソリューション）du

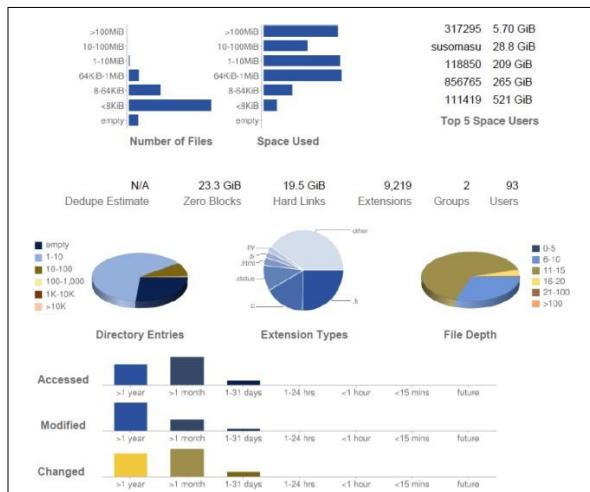
ファイル数の多い環境では、XCP によってデータ移行の長さが 20~30 倍に短縮されることがあります。さらに、ファイルリストの所要時間が 1 億 5,600 万ファイルに短縮されました。競合他社のシステムで 9 日間だったファイルの処理時間は、ネットアップのテクノロジーで 30 分に短縮されました。これにより、パフォーマンスが 400 倍向上しました。XCP 1.5 以降、このツールはネットアップサポートによって正式にサポートされています。

XCP 1.6 では、File Systems Analytics 機能も追加されています。これは ONTAP 9.8 に[追加された機能](#)と似ていますが、ONTAP を実行していないシステムもスキャンできます。

注： 最適な結果を得るには、入手可能な最新の XCP リリースを使用してください。

XCP には、図 110 に示す便利なレポートグラフもあります。

図 110) XCP レポートグラフ



詳細については、<http://xcp.netapp.com> で公式の XCP の Web サイトを参照してください。

移行前に XCP を使用してファイルをスキャンする

FlexGroup ボリュームを導入する際には、ファイルシステムと構造を評価して、初期サイジングに関する考慮事項と、メンバー ボリュームのレイアウト方法を決定するのに役立ちます。ファイル数の多い環境では、時間がかかり、面倒な作業になります。ファイルをスキャンし、CSV または XML 形式でエクスポートして、ファイルシステムを簡単に確認できます。

次の例は、100 万を超えるファイルを含む FlexGroup ボリュームを示しています。理想的には、これらのファイルの分析にあまり時間をかけたくありません。

```
Cluster::> vol show -vserver DEMO -fields files,files-used -volume flexgroup_16
vserver volume      files      files-used
-----
DEMO    flexgroup_16 318766960 1103355
```

xcp scan このプロセスを効率化するには、を使用してファイル情報を取得します。コマンドの例を次に示します。

```
C:\> xcp scan -stats \\demo\flexgroup > C:\destination.csv
```

これを行うと、クライアントはファイルをスキャンし、CSV（カンマ区切り値）ドキュメントに情報を作加します。このドキュメントには、次のような情報が記載されています。

- サイズ、ディレクトリの深さ、および **dirsize** の最大値と平均値

```
Maximum Values ==
  Size      Depth     Namelen     Dirsize
  340MiB       9          86        500

Average Values ==
  Size      Depth     Namelen     Dirsize
  1.61KiB      4          6         11
```

- 上位のファイル拡張子

```
== Top File Extensions ==
               .docx      .png      .pptx      .pdf      .css      other
  1000038      260      175      128      91       33      219
```

- サイズの範囲別に分割されたファイルの数

```
== Number of files ==
empty      <8KiB    8-64KiB 64KiB-1MiB   1-10MiB 10-100MiB >100MiB
     8       1000215      156      288      265      10        2
```

- サイズの範囲によって使用されているスペース

```
== Space used ==
empty      <8KiB    8-64KiB 64KiB-1MiB   1-10MiB 10-100MiB >100MiB
     0       28.7MiB   3.94MiB 124MiB      695MiB 272MiB   453MiB
```

- ディレクトリエントリ。ファイル数別に分類されます

```
== Directory entries ==
empty      1-10    10-100   100-1K   1K-10K    >10k
     7       100118      30       200
```

- ディレクトリの深さの範囲

```
== Depth ==
0-5      6-10    11-15   16-20    21-100   >100
1100966 333
```

- 日付範囲を変更および作成しました

```
== Modified ==
>1 year   >1 month 1-31 days   1-24 hrs   <1 hour   <15 mins   future
      579      1100559          11           150

== Created ==
>1 year   >1 month 1-31 days   1-24 hrs   <1 hour   <15 mins   future
      1100210                      1089
```

- ファイル構造の概要。ファイルの総数、ディレクトリの合計、シンボリックリンク、ジャンクション、使用済みスペースの合計などが含まれます

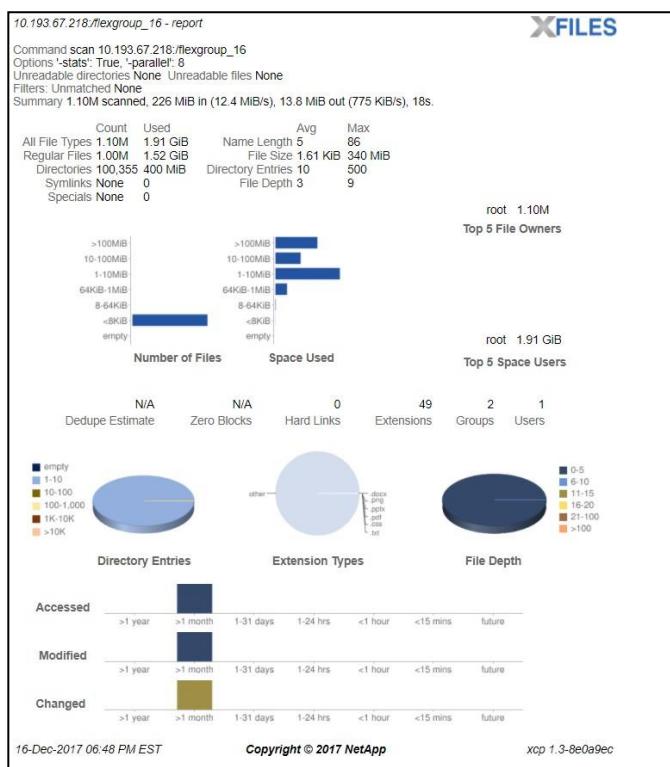
```
Total count: 1101299
Directories: 100355
Regular files: 1000944
Symbolic links:
Junctions:
Special files:
Total space for regular files: 1.54GiB
Total space for directories: 0
Total space used: 1.54GiB
1,101,299 scanned, 0 errors, 26m34s
```

NFS で XCP を使用して CIFS ボリュームをスキャンし、より堅牢なレポートを作成して、データをグラフィカル形式で HTML にエクスポートすることもできます。

たとえば、次のコマンドを実行すると、図 111 に示すレポートが作成されます。

```
xcp scan -stats -html demo:/flexgroup_16 > /flexgroup.html
```

図 111) XCP レポート



ファイルシステムのスキャンに XCP を使用すると、上位 5 つのファイル所有者について、平均ファイルサイズ情報、最大ファイルサイズ、容量、ファイル数などを確認できます。これらの統計は NFS バージョンの XCP でのみ使用できますが、NFS を使用できる仮想マシンをセットアップすることで、SMB トラフィックのみを実行するデータセットに対して NFS スキャンを実行できます。

XCP を使用したディスク使用状況 (DU) スキャンの実行

一般 du 的な不満の 1 つは、ファイル数の多い環境で、のようなコマンドを実行すると、非常に長い時間がかかることがあるということです。たとえば、du このコマンドは 1、101、002 個のファイルとフォルダを含む FlexGroup で実行され、21 分 22、600 秒かかりました。

XCP では、このコマンドは同じクライアントで 22.852 秒以内に同じデータセットをスキャンしました。

```
[root@centos7 ~]# xcp -duk DEMO:/FGlocal 2>/dev/null | egrep -v '.*?/.*/|'
```

XCP を使用してメンバー ボリュームにファイルをマッピングする

また、ファイルの場所をメンバー ボリュームにマッピングし、特定のメンバー ボリューム内のすべてのファイルをリスト表示することも、XCP (Python プラグインのヘルプを使用) を使用して、サイズでファイルをフィルタリングして大容量のファイルを検出することもできます。

ほとんどの場合、クラスタ内で特定のファイルがどこにあるかを気にする必要はありませんが、場合によっては、ファイルがあるノードまたはメンバー ボリュームを特定したり、特定のノード、アグリゲート、容量が著しく不均衡な状態になり、修復措置が必要な場合は、ボリュームを追加する必要があります。

XCP を使用してファイルをメンバー ボリュームにマッピングするには、次のものが必要です。

- XCP がインストールされたホスト (最新バージョンを推奨)
- クライアントに Python3 がインストールされています
- XCP ホストと ONTAP SVM 間のネットワーク接続

- NFS サーバが実行されており、データボリュームへのアクセスを許可するために XCP ホストがエクスポートされている
- [C:\Users\taiga\Documents\Projects\TR\FY22 Q2\02 Deliverables\GPSO-9849_0104\Graphana_\(https://github.com/plz/NetAppFlexGroup/blob/master\fg-file-map-xcp\).py](C:\Users\taiga\Documents\Projects\TR\FY22 Q2\02 Deliverables\GPSO-9849_0104\Graphana_(https://github.com/plz/NetAppFlexGroup/blob/master\fg-file-map-xcp).py) XCP ホストにコピーされた [Python プラグイン](#)

FlexGroup ボリューム内のすべてのファイルやフォルダをスキャンして、それらをメンバー ボリュームにマッピングします

この例では、XCP は FlexGroup ボリューム内のすべてのファイルとフォルダをスキャンし、プラグインは、収集するファイルハンドル情報を使用して、ファイルが存在するメンバー ボリュームを識別します。

次の XCP コマンドを使用します。

```
xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' ONTAPNFS:/exportname
```

注：この例では、**fgid.py** はコマンドを実行するディレクトリにあります。プラグインが別のフォルダに存在する場合は、絶対パスを使用するか、PATH 環境変数を設定してプラグインが検出されるようにします。

長いコンソール出力を回避するには、次のコマンドを使用してテキストファイルにリダイレクトします。

```
xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' ONTAPNFS:/exportname > file.txt
```

200 万個のファイルやフォルダを含むボリュームに対してこの処理を実行した場合、37 秒で完了します。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' ONTAPNFS:/FGNFS > FGNFS.txt
Xcp command : xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' ONTAPNFS:/FGNFS
Stats : 2.00M scanned
Speed : 351 MiB in (9.49 MiB/s), 1.79 MiB out (49.5 KiB/s)
Total Time : 37s.
STATUS : PASSED
```

生成されるテキストファイルは 120MB です。

```
-rw-r--r--. 1 root root 120M Apr 27 15:28 FGNFS.txt
```

それを解析するには、**awk**、**sed**、**grep**、または任意の他のツールを使用します。

または、**スキャン -name** して結果を絞り込む特定のフォルダまたはファイル名がわかっている場合は、フラグを使用できます。次の例では、「dir_33」という名前のすべてのディレクトリを検索します。これは完全に一致するクエリであり、対象となるファイルまたはフォルダ名がわかつていて、FlexGroup ボリューム内のメンバー ボリュームをすばやく検索する場合に役立ちます。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' -match "name=='dir_33'"
ONTAPNFS:/FGNFS > dir_33_FGNFS.txt
```

検索では、メンバー ボリューム #3 に 1 つとメンバー ボリューム #4 に 1 つずつ、2 つの異なるエントリが検出されます。

```
# cat dir_33_FGNFS.txt
x.x.x.x:/FGNFS/files/client1/dir_33 3
x.x.x.x:/FGNFS/files/client2/dir_33 4
```

パターンマッチング検索を実行する場合（たとえば、名前に「moarfiles3」を含むすべてのファイルが必要）、正規表現やワイルドカードを利用できます。このファイルの例は XCP のマニュアルに記載されていますが、次のプラグインを使用して実行できます。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x))' -match "fnm('moarfiles3*')"
ONTAPNFS:/FGNFS > moarfiles3_FGNFS.txt
```

検索では、名前に「moarfiles3」というパターンを持つ 44 万のファイルが検索され、検索には 27 秒しか

かかりません。

```
Filtered: 444400 matched, 1556004 did not match

Xcp command : xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x)) -match
fnm('moarfiles3*') 10.10.10.10:/FGNFS
Stats : 2.00M scanned, 444,400 matched
Speed : 351 MiB in (12.6 MiB/s), 1.79 MiB out (65.7 KiB/s)
Total Time : 27s.
```

次に、一部のファイルの出力例を示します。この場合、ファイルはボリューム #3 のメンバーになります。

```
x.x.x.x:/FGNFS/files/client1/dir_45/moarfiles3158.txt 3
x.x.x.x:/FGNFS/files/client1/dir_45/moarfiles3159.txt 3
```

ファイルをフィルタするもう 1 つの方法は、特定のサイズ以上のファイルのみを検索することです。これにより、ボリューム内の大容量ファイルを特定しながら、小さなファイルをフィルタで除外できます。この場合 -match、正規表現やワイルドカードなどを使用します。

この例では、100 MB を超える TechONTAP ポッドキャストボリューム内のすべてのファイルを検索します。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x)) -match "fnm('.wav') and size >
100*M" ONTAPNFS:/techontap > TechONTAP_ep.txt
```

検出されるファイルの例を次に示します。

```
ONTAPNFS:/techontap/Episodes/Episode 20x - Genomics Architecture/ep20x-genomics-meat.wav 4
ONTAPNFS:/techontap/archive/combine.band/Media/Audio Files/ep104-webex.output.wav 5
ONTAPNFS:/techontap/archive/combine.band/Media/Audio Files/ep104-mics.output.wav 3
ONTAPNFS:/techontap/archive/Episode 181 - Networking Deep Dive/ep181-networking-deep-dive-
meat.output.wav 6
ONTAPNFS:/techontap/archive/Episode 181 - Networking Deep Dive/ep181-networking-deep-dive-
meat.wav 2

Filtered: 16 matched, 7687 did not match

xcp command : xcp diag -run fgid.py scan -fmt "{} {}".format(x, fgid(x)) -match fnm('.wav') and
size > 100M ONTAPNFS:/techontap
Stats : 7,703 scanned, 16 matched
Speed : 1.81 MiB in (1.44 MiB/s), 129 KiB out (102 KiB/s)
Total Time : 1s.
STATUS : PASSED
```

FlexGroup メンバーボリューム番号を使用して、そのメンバーボリューム内のすべてのファイルを検索します

特定のメンバーボリュームにあるすべてのファイルを検索したい場合があります。最も一般的なユースケースは、1 つのメンバーボリュームが他のメンバーボリュームよりもはるかに大きい場合や、そのメンバーボリュームが使用可能容量の上限に近づいている場合に、ボリュームを拡張せずにスペースを解放したい場合です。

プラグインを使用した XCP も同様に可能です。

プラグインを使用する XCP 出力に表示される番号は、メンバーボリューム番号に対応するインデックス番号です。index (または idx) 列に 6 が表示されている場合は、FGVol 0006 になります。そのため、メンバーボリューム 6 の使用率が高いことがわかつ -match ている場合は、次の XCP コマンドを実行し、fgid を使用してそのメンバーボリューム内のすべてのファイルを検索できます。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -match 'fgid(x)==6' -parallel 10 -1 ONTAPNFS:/FGNFS > member6.txt
```

メンバーボリューム内のファイルがダンプされますが、ファイルサイズもダンプされます。

```
rw-r--r--- root root 4KiB 4KiB 18h22m FGNFS/files/client2/dir_143/moarfiles1232.txt
rw-r--r--- root root 4KiB 4KiB 18h22m FGNFS/files/client2/dir_143/moarfiles1233.txt
rw-r--r--- root root 4KiB 4KiB 18h22m FGNFS/files/client2/dir_143/moarfiles1234.txt
```

サイズでファイルをfiltratingすることもできます。この場合、サイズが 500MB 以上で、メンバー ボリューム #6 のみのファイルに対してfiltratingを行います。

```
# xcp diag -run fgid.py scan -match 'fgid(x)==6 and size > 500*M' -parallel 10 -l  
ONTAPNFS:/techontap  
  
rw-r--r-- 501 games 596MiB 598MiB 3y219d techontap/Episodess/Episode 1/Epidose 1  
GBF.band/Media/Audio Files/Tech ONTAP Podcast - Episode 1 - AFF with Dan Isaacs v3_1.aif  
rw-r--r-- 501 games 885MiB 888MiB 3y219d techontap/archive/Prod - old MacBook/Insight  
2016_Day2_TechOnTap_JParisi_ASullivan_GDekhayser.mp4  
rw-r--r-- 501 games 787MiB 790MiB 1y220d techontap/archive/Episode 181 - Networking Deep  
Dive/ep181-networking-deep-dive-meat.output.wav  
  
Filtered: 3 matched, 7700 did not match  
  
Xcp command : xcp diag -run fgid.py scan -match fgid(x)==6 and size > 500*M -parallel 10 -l  
10.10.10.11:/techontap  
Stats : 7,703 scanned, 3 matched  
Speed : 1.81 MiB in (1.53 MiB/s), 129 KiB out (109 KiB/s)  
Total Time : 1s.  
STATUS : PASSED
```

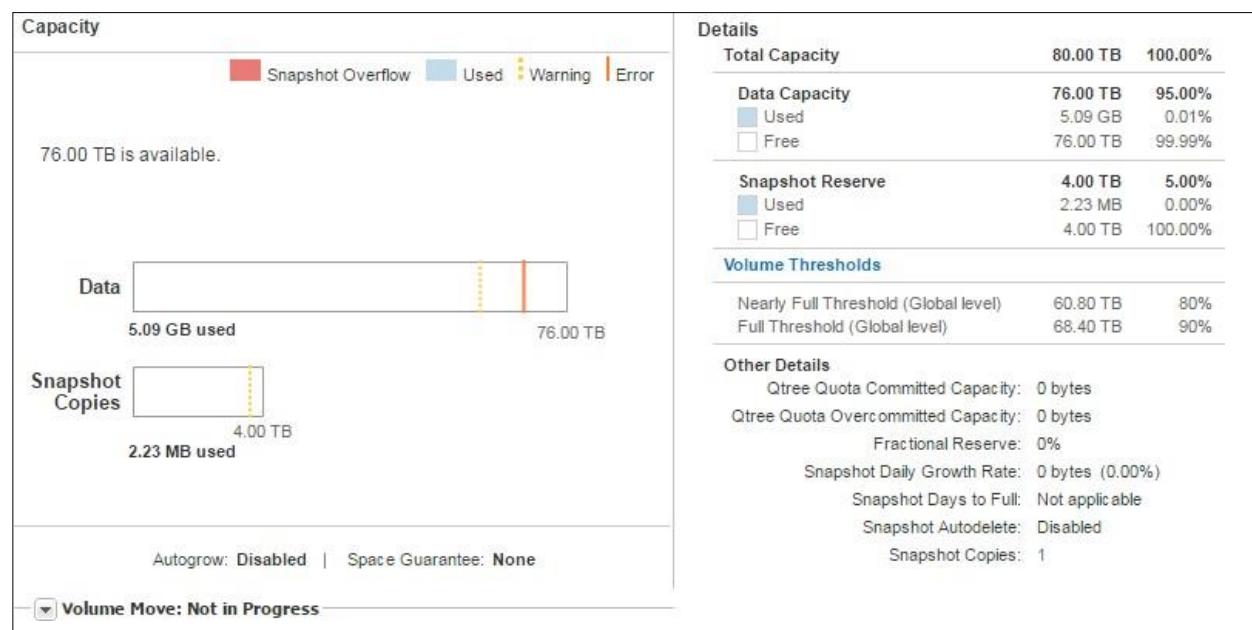
この情報を取得したら、FlexGroup ボリュームのメンバー ボリュームのスペースを解放するために、ファイルを正確に移動または削除できます。

例

シンプロビジョニングの例

次の図は、FlexGroup ボリュームの合計容量が 80TB で使用容量が 5GB であることを示しています。4TB は Snapshot コピー用にリザーブ (5%) されています。使用可能なスペースは 76TB です。

図 112) FlexGroup 容量の内訳 - Active IQ Unified Manager



ただし、次の CLI 出力では、いくつかの異常が目立つことがあります。

- Active IQ Unified Manager では、FlexGroup ボリュームに 76TB の可用性があると表示されますが、CLI では 11.64TB しか使用できません。
- FlexGroup ボリュームには 11.64TB が使用されていますが、メンバー FlexVol ボリュームには

約 5.8TB の使用可能容量が表示されます。

- FlexGroup ボリュームに使用されている割合は 85% です。ただし、使用されているスペースは 5GB のみで、80TB (81920GB の 5GB は 1% 未満) よりもごくわずかです。
- FlexGroup ボリュームの使用率は 85% ですが、各 FlexVol メンバーにスペースが異なるにもかかわらず、メンバーである FlexVol ボリュームの使用率は 41% となっています。

例：

```
cluster::> volume show -is-constituent true -fields size,used,percent-used,available -vserver SVM -volume flexgroup* -sort-by volume
vserver volume           size available used      percent-used
-----
SVM    flexgroup 80TB 11.64TB 5.08GB 85% flexgroup
SVM    0001 10TB 5.81TB 147.5MB 41% flexgroup_0002
SVM    10TB 5.83TB 145.2MB 41% flexgroup_0003 10TB
SVM    5.81TB 144.9MB 41% flexgroup_0004      10TB
SVM    5.83TB 148.0MB 41%
SVM    flexgroup_0005 10TB 5.81TB 4.08GB 41% flexgroup
SVM    0006 10TB 5.83TB 147.6MB 41% flexgroup_0007
SVM    10TB 5.81TB 145.3MB 41% flexgroup_0008 10TB
SVM    5.83TB 146.5MB 41%
9 entries were displayed.
```

異常は、ONTAP がアグリゲートの使用可能な容量を計算することによるものです。FlexVol メンバーボリュームには、配置されているアグリゲートに応じて、同等の使用可能な値が表示されます。

```
cluster::> volume show -is-constituent true -fields available,aggregate -vserver SVM -volume flexgroup* -sort-by aggregate
vserver volume           aggregate   available
-----
SVM    flexgroup_0001    aggr1_node1 5.81TB
SVM    flexgroup_0003    aggr1_node1 5.81TB
SVM    flexgroup_0005    aggr1_node1 5.81TB
SVM    flexgroup_0007    aggr1_node1 5.81TB
SVM    flexgroup_0002    aggr1_node2 5.83TB
SVM    flexgroup_0004    aggr1_node2 5.83TB
SVM    flexgroup_0006    aggr1_node2 5.83TB
SVM    flexgroup_0008    aggr1_node2 5.83TB

cluster::> storage aggregate show -aggregate aggr1* -fields availsize
aggregate   availsize
-----
aggr1_node1 5.81TB
aggr1_node2 5.83TB
2 entries were displayed.
```

シンプロビジョニングを使用すると、スペースを監視するときにアグリゲートの容量とボリュームの占有量を考慮する必要があります。

ボリュームのオートサイズの例

次の例は、メンバーボリュームが容量のしきい値に達した場合のボリュームのオートサイズの動作を示しています。

この場合、メンバーボリュームはすべて 1GB です（非推奨）。これは、ボリュームに 1 つのファイルを簡単に入力できるようにするために行われました。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume fgautogrow* -sort-by used -fields available
vserver volume           size
-----
DEMO fgautogrow_0001 1GB DEMO
fgautogrow_0002 1GB DEMO
fgautogrow_0003 1GB DEMO
fgautogrow_0004 1GB DEMO
fgautogrow_0005 1GB DEMO
fgautogrow_0006 1GB DEMO
fgautogrow_0007 1GB DEMO
fgautogrow_0008 1GB DEMO
```

注 : 1GB はメンバー ボリュームに推奨されるサイズではありません。最小メンバー ボリューム サイズは 100GB 以下にする必要があります。ONTAP で FlexGroup は、プログラムによって、REST API を使用する 100GB 未満のメンバー ボリュームを ONTAP System Manager で作成することは禁止され、CLI で警告が表示されます。

で volume autosize は、書き込みが成功するのは、書き込みが格納されているメンバー ボリュームが、書き込みに対応するために適切なサイズに拡張されたためです。この場合、ファイル fgautogrow_0003 はメンバー ボリュームに書き込まれています。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume fgautogrow* -sort-by used -fields available,size
vserver volume          size   available used
-----
DEMO    fgautogrow_0004 1GB      915.6MB  57.23MB
DEMO    fgautogrow_0005 1GB      915.6MB  57.23MB
DEMO    fgautogrow_0006 1GB      915.6MB  57.23MB
DEMO    fgautogrow_0007 1GB      915.6MB  57.23MB
DEMO    fgautogrow_0008 1GB      915.6MB  57.23MB
DEMO    fgautogrow_0002 1GB      915.5MB  57.26MB
DEMO    fgautogrow_0001 1GB      915.5MB  57.27MB
DEMO    fgautogrow_0003 1.60GB  498.7MB  1.03GB
```

この場合、イベントはイベント管理システムでトリガー event log show され、に表示できます。

```
INFORMATIONAL wafl.vol.autoSize.done: Volume Autosize: Automatic grow of volume
'fgautogrow_0003@vserver:7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210' by 611MB complete.
```

このイベントは、SNMP で監視することもできます。イベントの送信先または Active IQ Unified Manager でアラートを送信することもできます。

```
cluster::> event route show -message-name wafl.vol.autoSize.done -instance
Message Name: wafl.vol.autoSize.done
Severity: INFORMATIONAL
Corrective Action: (NONE)
Description: This message occurs on successful autosize of volume.
Supports SNMP trap: true
Destinations: -
Number of Drops Between Transmissions: 0
Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0
```

Snapshot オーバーフローの例

たとえば、400GB FlexGroup ボリュームでスナップリザーブを 5% に設定すると、合計で 20GB の Snapshot リザーブが設定されます。メンバー ボリュームが 4 つある場合、各メンバー ボリュームの Snapshot リザーブは最大 5GB です。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields size,used,size-used-by-
snapshots,snapshot-reserve-available
vserver volume          size   used   size-used-by-snapshots snapshot-reserve-available
-----
DEMO    FG_SM_400G 420.9GB 2.01GB 3.16MB           21.04GB
DEMO    FG_SM_400G_0001
                  105.2GB 513.7MB
                           860KB           5.26GB
DEMO    FG_SM_400G_0002
                  105.2GB 513.8MB
                           432KB           5.26GB
DEMO    FG_SM_400G_0003
                  105.2GB 513.8MB
                           828KB           5.26GB
DEMO    FG_SM_400G_0004
                  105.2GB 513.7MB
                           1.09MB           5.26GB
```

4GB のファイルをそのボリュームに書き込んだ場合、Snapshot には何も使用されません。これは、上書きされたブロックがないためです。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields size,used,size-used-by-snapshots,snapshot-reserve-available
vserver volume      size      used      size-used-by-snapshots snapshot-reserve-available
-----
DEMO   FG_SM_400G 420.9GB 6.70GB 3.17MB          21.04GB
DEMO   FG_SM_400G_0001
           105.2GB 5.19GB 868KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0002
           105.2GB 513.9MB          432KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0003
           105.2GB 513.9MB          828KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0004
           105.2GB 513.8MB          1.09MB          5.26GB
```

Snapshot を今作成すると、あとで上書きが発生した場合に既存のブロックがロックされます。ただし、この時点ではまだスペースは使用されていません。

```
cluster::*> snapshot create -vserver DEMO -volume FG_SM_400G -snapshot file1
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields size,used,size-used-by-snapshots,snapshot-reserve-available
vserver volume      size      used      size-used-by-snapshots snapshot-reserve-available
-----
DEMO   FG_SM_400G 420.9GB 6.69GB 3.78MB          21.04GB
DEMO   FG_SM_400G_0001
           105.2GB 5.18GB 1.02MB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0002
           105.2GB 514.0MB          580KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0003
           105.2GB 514.0MB          976KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0004
           105.2GB 513.9MB          1.25MB          5.26GB
```

スペースはデータを上書きするときに使用されます。これは、削除時や、ファイルをコピーしたとき、または単にファイルデータを変更したときに発生します。ただし、スペースの変更は、ファイルが存在するメンバー ボリュームでのみ発生します。これは FlexGroup 自体に反映されますが、実際に使用されている Snapshot スペースは組み込まれません。これは、リザーブ容量を下回っているためです。次の例では、ファイルを削除すると、Snapshot で 4.4GB のスペースがすべて使用されるため、ボリューム内で使用されるスペースが同じ量減ります。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields size,used,size-used-by-snapshots,snapshot-reserve-available
vserver volume      size      used      size-used-by-snapshots snapshot-reserve-available
-----
DEMO   FG_SM_400G 420.9GB 772.7MB 4.41GB          16.63GB
DEMO   FG_SM_400G_0001
           105.2GB 596.7MB 4.41GB          874.4MB
DEMO   FG_SM_400G_0002
           105.2GB 58.65MB 624KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0003
           105.2GB 58.69MB 1012KB          5.26GB
DEMO   FG_SM_400G_0004
           105.2GB 58.71MB 1.29MB          5.26GB
```

使用可能なスナップショット予約の超過を開始すると、使用済みスナップショット容量は AFS にオーバーフローし始めます。たとえば、スナップリザーブを 1% に減らすと、既存のボリュームで発生していることがわかります。

```
cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields size,used,size-used-by-snapshots,snapshot-reserve-available
```

| vserver | volume | size | used | size-used-by-snapshots | snapshot-reserve-available |
|---------|-----------------|---------|---------|------------------------|----------------------------|
| DEMO | FG_SM_400G | 420.9GB | 3.86GB | 4.64GB | 3.15GB |
| DEMO | FG_SM_400G_0001 | 105.2GB | 3.69GB | 4.64GB | 0B |
| DEMO | FG_SM_400G_0002 | 105.2GB | 58.72MB | 624KB | 1.05GB |
| DEMO | FG_SM_400G_0003 | 105.2GB | 58.84MB | 1012KB | 1.05GB |
| DEMO | FG_SM_400G_0004 | 105.2GB | 58.71MB | 1.29MB | 1.05GB |

これで、ほぼすべての Snapshot スペースが使用済みと反映されていることがわかります。Snapshot リザーブが 0 個ある場合も、df の出力に表示されるスナップリザーブの使用率に影響します。

| cluster::* | df -g FG_SM_400G | Filesystem | total | used | avail | capacity | Mounted on | Vserver |
|------------|------------------|---------------------------|-------|------|-------|----------|-----------------------|---------|
| | | /vol/FG_SM_400G/ | 416GB | 3GB | 412GB | 0% | /FG_SM_400G | DEMO |
| | | /vol/FG_SM_400G/.snapshot | 4GB | 4GB | 0GB | 110% | /FG_SM_400G/.snapshot | DEMO |

ここでは、スナップショット予約の 110 % を使用しています。このスペースはどこかに移動する必要があるため、AFS 内に入り、3GB を使用しています。スナップショット予約の調整前に使用した容量は最大 597MB です。これ原因は Snapshot オーバーフローと呼ばれ、現在使用可能な空きスペースを報告している場合でも、容量レポートに悪影響を及ぼし、FlexGroup ボリュームのスペースが不足する可能性がある問題を否定できます。

Snapshot オーバーフロー量は volume show-space、次のコマンドで確認できます。

| cluster::* | volume show-space -vserver DEMO -volume FG_SM_400G* -fields snapshot-spill |
|------------|--|
| vserver | volume |
| | snapshot-spill |
| ----- | ----- |
| DEMO | FG_SM_400G_0001 3.58GB |
| DEMO | FG_SM_400G_0002 - |
| DEMO | FG_SM_400G_0003 - |
| DEMO | FG_SM_400G_0004 - |

Active IQ Unified Manager での容量の監視とアラートの例

Active IQ Unified Manager には、使用容量や空き容量など、ストレージシステムのさまざまな機能を監視してアラートを生成する方法があります。

Active IQ Unified Manager のメインの健全性ページには、アクティブな警告と容量に関するエラーが表示されます。

図 113) Active IQ Unified Manager の容量の表示



また、Active IQ Unified Manager では、容量関連イベントの詳細が表示されます。

図 114) Active IQ Unified Manager の容量関連イベント

| Triggered Time | Status | Impact Level | Impact Area | Name | Source | Source Type |
|------------------|---|--------------|-------------|---|-------------------------------|-------------|
| 06:29 PM, 28 Nov | ! New | Risk | Capacity | Volume Snapshot Reserve Space Full | SVM1:/nfs | Volume |
| 06:29 PM, 28 Nov | ! New | Risk | Capacity | Volume Space Full | SVM1:/nfs | Volume |
| 06:29 PM, 28 Nov | ! New | Risk | Capacity | Volume Snapshot Reserve Days Until Full | SVM1:/nfs | Volume |
| 10:59 AM, 03 Nov | ! New | Risk | Capacity | Aggregate Space Full | ontap9tme-8040-01.aggr0 | Aggregate |
| 10:14 AM, 01 Nov | ! New | Risk | Capacity | Aggregate Overcommitted | ontap9tme-8040-02.aggr1_node2 | Aggregate |

いずれかのイベントをクリックすると、問題の完全なレポートが表示されます。

図 115) イベントの詳細と容量 - Active IQ Unified Manager

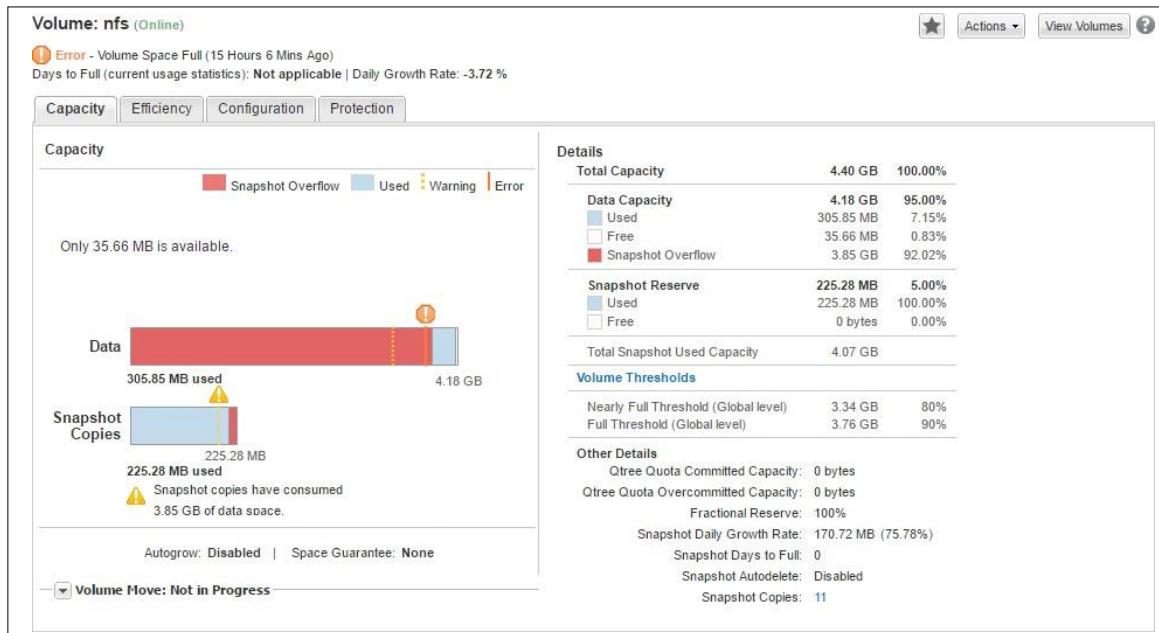
The screenshot shows the 'Event: Volume Space Full' details. It includes sections for Summary (Severity: Error, State: New, Impact Level: Risk, Impact Area: Capacity, Source: SVM1:/nfs), Source Annotations (Source Groups: None, Source Type: Volume), and Suggested Corrective Actions (Enable autogrow on this volume, Resize this volume, Enable and run deduplication on this volume, Enable and run compression on this volume, Delete old Snapshot copies in this volume). A red box highlights the 'Alert Settings' link under Trigger Condition.

この詳細表示では、アラートを設定することもできます。

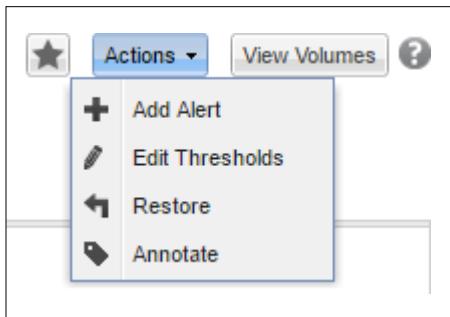
- アラートを設定するには、[アラート設定] の横にある [追加] をクリックします。

The screenshot shows the 'Event: Volume Space Full' details with the 'Alert Settings' link highlighted by a red box. The 'Alert Settings' link is located in the 'Trigger Condition' section, which states: 'The full threshold set at 90% is breached. 4.14 GB (99.07%) of 4.18 GB is used.'

- ボリュームの容量は、ボリューム画面でも確認できます。これを行うには、Storage → Volumes (ストレージボリューム) をクリックし、ボリュームを選択します。



3. ボリューム固有のアラートを作成 →するには、アクションアラートの追加をクリックします。



4. アラートを使用して、さまざまなイベントに 1 つ以上のボリュームを追加（または除外）します。

Include **Exclude**

Select the resources to be included in the alert.

Volume Name contains Begin typing to find by name

| Available Resources: | | Selected Resources: | |
|--|--|--|--|
| << All Volumes >> | | SVM1:/nfs SVM1:/flexgroup | |
| SVM1:/data_nfsconnector SVM1:/flexgroup4TB SVM1:/mixed SVM1:/nfs4 SVM1:/vsroot | | | |

イベントは重大度別に分類され、「重大」、「エラー」、「警告」の各レベルが含まれます。ボリュームスペースがフルはエラーレベルに、ボリュームスペースがほぼフルは警告レベルにあります。

イベントがトリガーされると、Active IQ Unified Manager のアラートメカニズムで次の処理を実行できます。

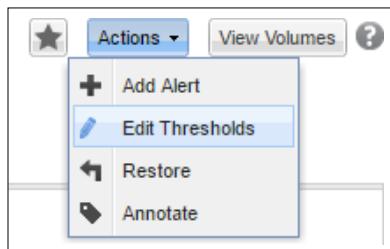
- ユーザー、ユーザーのリスト、および配布リストに電子メールを送信します
- SNMP トラップをトリガーします
- リマインダーを送信する
- スクリプトの実行 ([自動ボリューム拡張スクリプト](#)など)

Active IQ Unified Manager でのボリュームしきい値の編集

「ボリュームがほぼフル」のしきい値と「ボリュームがフル」のしきい値は、クラスタによってイベント管理システムイベントがトリガーされたときに制御されます。この制御により、ストレージ管理者はボリュームの容量を常に把握して、ボリュームのスペース不足を防止できます。FlexGroup では、ボリュームがフルに近くなると取り込みが自動的に行われるため、このアプローチではファイルやフォルダのリモート割り当ても行われます。前述したように、FlexGroup ボリュームの「ボリュームがほぼフル」しきい値と「ボリュームがフル」しきい値を変更して、デフォルトよりも前の容量の問題がストレージ管理者に通知されるようにする必要があります。詳細については、「[FlexGroup ボリュームのベストプラクティス 25：ボリューム容量のしきい値に関する推奨事項](#)」を参照してください。

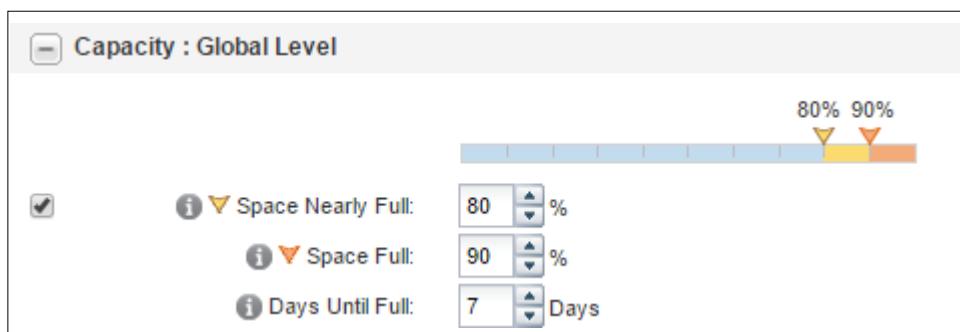
ONTAP System Manager と同様に、しきい値はコマンドラインを使用して変更できます。ボリューム詳細の Actions (アクション) ボタンで Edit Thresholds (しきい値の編集) を選択して、ボリュームごとにボリュームしきい値を変更します。FlexGroup ボリュームでは、この設定が FlexGroup ボリューム全体に適用され、各メンバーボリュームではしきい値が個別に設定されます。

図 116) ボリュームしきい値の編集



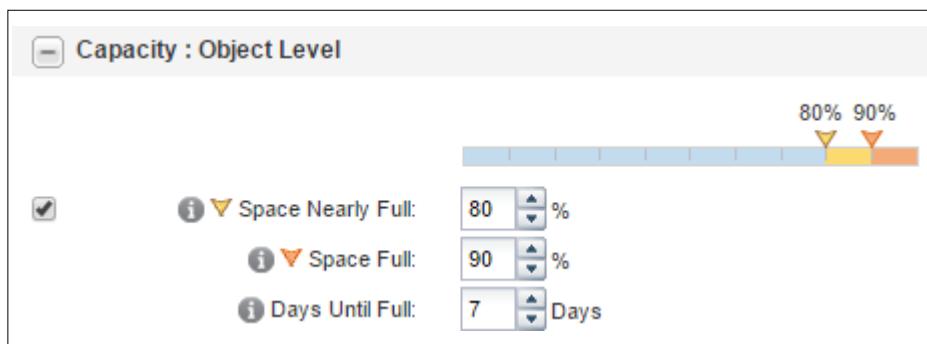
Capacity : Global Level の下のチェックボックスを最初に選択すると、次のようにデフォルトが表示されます。これらのデフォルト値は、ONTAP イベント管理システムのボリュームしきい値とは関係ありません。Active IQ Unified Manager に固有です。

図 117) 容量：グローバルレベルのデフォルト設定



値を変更すると、しきい値がオブジェクトレベルに変更されます。

図 118) 容量：オブジェクトレベル



クラスタでは、ボリュームレベルのしきい値オプションは変更されていません。

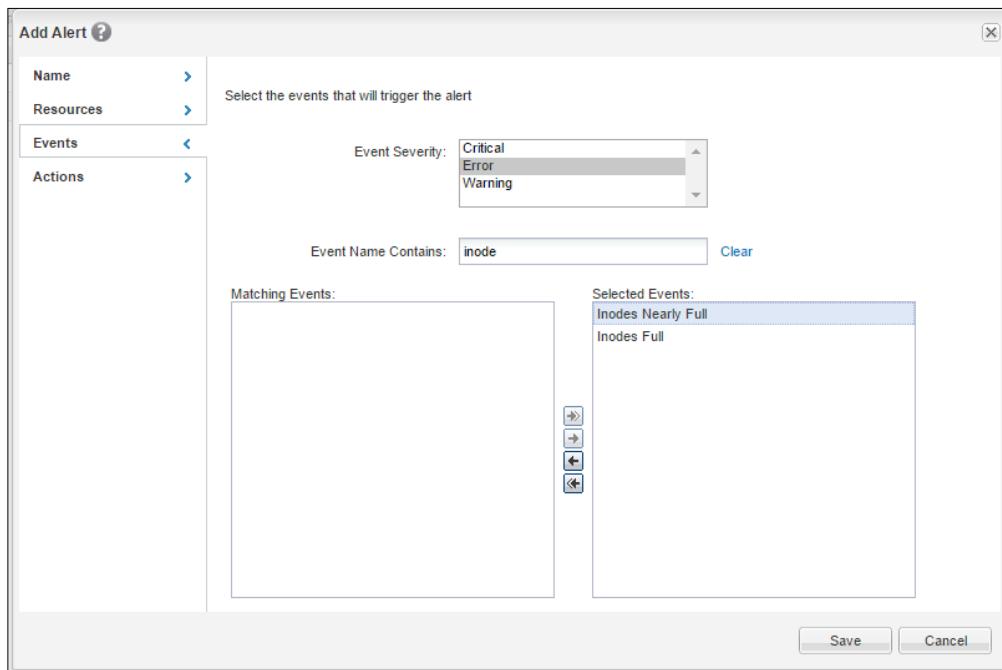
```
cluster::*> vol show -fields space-nearly-full-threshold-percent,space-full-threshold-percent -sort-by space-nearly-full-threshold-percent -volume flexgroup  
vserver volume      space-nearly-full-threshold-percent space-full-threshold-percent  
-----  
SVM      flexgroup 95%                                98%
```

Active IQ Unified Manager アラート機能は、クラスタのイベント管理システムアラートおよびイベント送信先ロジックと併用することも、このロジックとは無関係に使用することもできます。

inode の監視

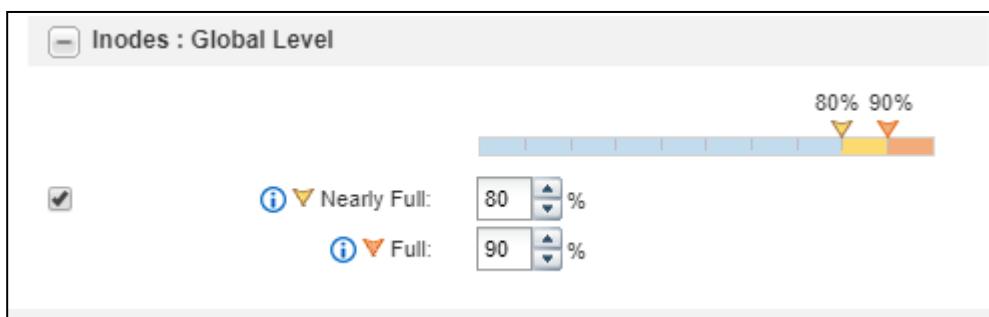
また、FlexGroup では、inode がほぼフル（警告）および inode がフル（エラー）のイベントがある Active IQ Unified Manager ボリュームの inode 数についてアラートを送信できます。inode のアラートは、容量のアラートと同様に設定されます。

図 119) Add Alert: inode 監視



また、[しきい値の編集] ウィンドウから inode しきい値を編集して、アラートをより細かく制御することもできます。

図 120) しきい値の編集 : inode



Active IQ の「修正」

Active IQ Unified Manager 9.8 以降では、ストレージ管理者がワンクリックで一連の問題を解決できる「修正」機能が導入されています。この問題の 1 つは、ボリュームが inode のしきい値に達したときです。これらの管理操作は、Active IQ Unified Manager にログインしたときにダッシュボードに表示されます。次の例では、使用済み inode のしきい値を超えたボリュームがあります。

図 121) Active IQ Unified Manager – inode が不足した場合の修正

The screenshot shows the Active IQ Unified Manager interface. On the left, there's a sidebar with various management tabs like Dashboard, Provisioning, Workload Analysis, Event Management, Inventory, Storage, Network, and Protection. The Storage tab is selected. In the main area, under 'Management Actions', there's a list of items with 'Fix All' buttons. One item, 'Increase number of inodes on volume (1)', has a red box around it. A modal window titled 'Confirm Fix' is open, stating: 'This volume has run out of inodes and cannot accept any new files. You will need to increase the number of inodes before you can add more files to the volume. Increase the number of inodes on the volume by 2 percent using the ONTAP command 'volume modify -vserver vserver_name -volume volume_name -files new_number_of_inodes''. It has 'Cancel' and 'Fix It' buttons.

[修正] をクリックすると、Active IQ Unified Manager によってファイルの合計が 2% 増加します。

FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換の例

このサンプル変換では、ボリュームを変換する前に約 30 万個のファイルを追加し、ファイル数が多い場合のプロセスの所要時間を算出しています。

```
cluster::*# df -i lotsafiles
Filesystem iused ifree %iused Mounted on Vserver
/vol/lotsafiles/ 330197 20920929 1% /lotsafiles DEMO

cluster::*# volume show lots*
Vserver   Volume      Aggregate     State       Type      Size Available Used%
-----  -----
DEMO     lotsafiles    aggr1_node1  online      RW        10TB     7.33TB    0%
```

まず、検証を実行します。

```
cluster::*# volume conversion start -vserver DEMO -volume lotsafiles -foreground true -check-only
true
Error: command failed: Cannot convert volume "lotsafiles" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup.
Correct the following issues and retry the command:
* SMB1 is enabled on Vserver "DEMO". Use the 'vserver cifs options modify -smb1-enabled false -vserver DEMO' command to disable SMB1.
* The volume contains LUNs. Use the "lun delete -vserver DEMO -volume lotsafiles -lun *" command to remove the LUNs, or use the "lun move start" command to relocate the LUNs to other FlexVols.
* NFSv3 MS-DOS client support is enabled on Vserver "DEMO". Use the "vserver nfs modify -vserver DEMO -v3-ms-dos-client disabled" command to disable NFSv3 MS-DOS client support on the Vserver. Note that disabling this support will disable access for all NFSv3 MS-DOS clients connected to Vserver "DEMO".
```

このように、SMB1 や作成した LUN（意図的にブレーク変換を行うため）など、一部のブロックがあります。そのため、これらの推奨事項をクリアして、検証を再度実行します。注意事項がいくつかあります。

```
cluster::*# volume conversion start -vserver DEMO -volume lotsafiles -foreground true -check-only
true
Conversion of volume "lotsafiles" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup can proceed with the following
warnings:
* After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back to a
flexible volume.
* Converting flexible volume "lotsafiles" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup will cause the
state of all Snapshot copies from the volume to be set to "pre-conversion". Pre-conversion
Snapshot copies cannot be restored.
```

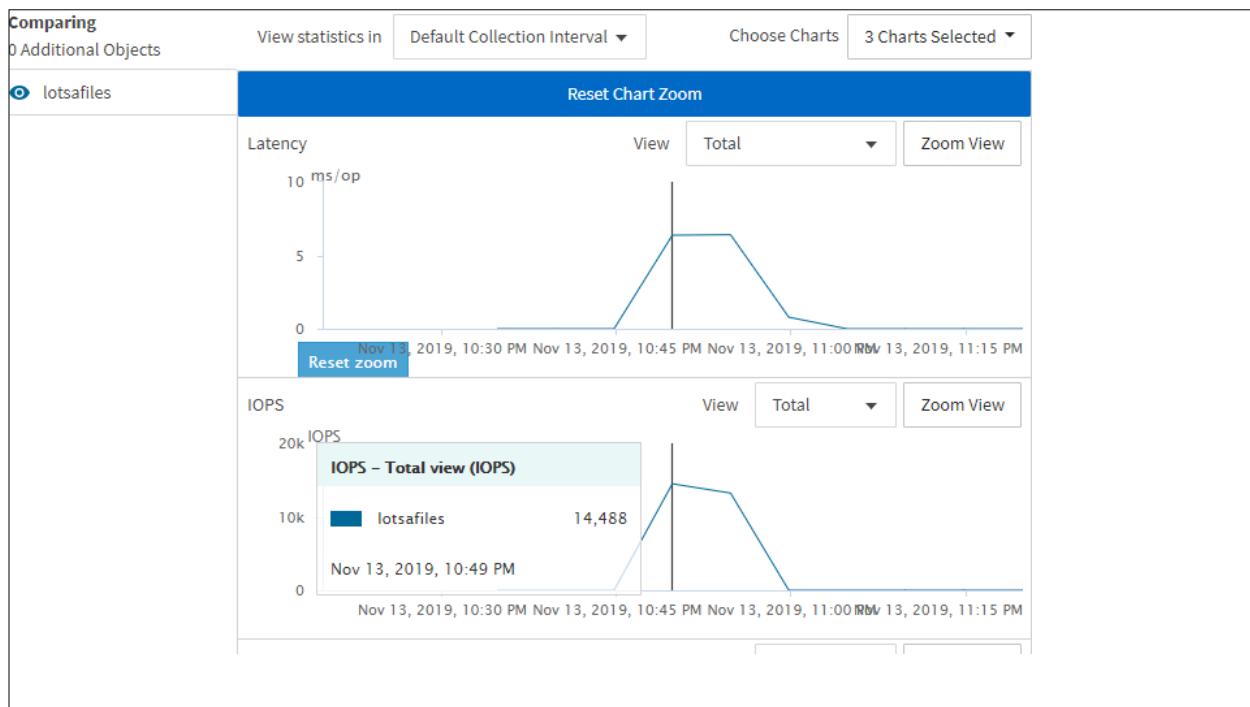
では、変換しましょう。まず、処理に時間がかかるスクリプトを作成し、NetApp Active IQ Performance Manager を使用して変換中のパフォーマンスを監視します。

ボリュームの変換にかかる時間は 1 分未満です。IOPS がわずかに低下するのは、システム停止だけです。

```
cluster::*> volume conversion start -vserver DEMO -volume lotsafiles -foreground true
Warning: After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back to a flexible volume.
Do you want to continue? {y|n}: y
Warning: Converting flexible volume "lotsafiles" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup will cause the state of all Snapshot copies from the volume to be set to "pre-conversion". Pre-conversion Snapshot copies cannot be restored.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 23671] Job succeeded: success
cluster::*> statistics show-periodic
cpu cpu total fcache total total data data data cluster cluster cluster disk disk pkts pkts
avg busy ops nfs-ops cifs-ops ops spin-ops recv sent busy recv sent busy recv sent read write
recv sent
-----
34% 44% 14978 14968 10 0 14978 14.7MB 15.4MB 0% 3.21MB 3.84MB 0% 11.5MB 11.6MB 4.43MB 1.50MB
49208 55026
40% 45% 14929 14929 0 0 14929 15.2MB 15.7MB 0% 3.21MB 3.84MB 0% 12.0MB 11.9MB 3.93MB 641KB 49983
55712
36% 44% 15020 15020 0 0 15019 14.8MB 15.4MB 0% 3.24MB 3.87MB 0% 11.5MB 11.5MB 3.91MB 23.9KB 49838
55806
30% 39% 15704 15694 10 0 15704 15.0MB 15.7MB 0% 3.29MB 3.95MB 0% 11.8MB 11.8MB 2.12MB 4.99MB
50936 57112
32% 43% 14352 14352 0 0 14352 14.7MB 15.3MB 0% 3.33MB 3.97MB 0% 11.3MB 11.3MB 4.19MB 27.3MB 49736
55707
37% 44% 14807 14797 10 0 14807 14.5MB 15.0MB 0% 3.09MB 3.68MB 0% 11.4MB 11.4MB 4.34MB 2.79MB
48352 53616
39% 43% 15075 15075 0 0 15076 14.9MB 15.6MB 0% 3.24MB 3.86MB 0% 11.7MB 11.7MB 3.48MB 696KB 50124
55971
32% 42% 14998 14998 0 0 14997 15.1MB 15.8MB 0% 3.23MB 3.87MB 0% 11.9MB 11.9MB 3.68MB 815KB 49606
55692
38% 43% 15038 15025 13 0 15036 14.7MB 15.2MB 0% 3.27MB 3.92MB 0% 11.4MB 11.3MB 3.46MB 15.8KB
50256 56150
43% 44% 15132 15132 0 0 15133 15.0MB 15.7MB 0% 3.22MB 3.87MB 0% 11.8MB 11.8MB 1.93MB 15.9KB 50030
55938
34% 42% 15828 15817 10 0 15827 15.8MB 16.5MB 0% 3.39MB 4.10MB 0% 12.4MB 12.3MB 4.02MB 21.6MB
52142 58771
28% 39% 11807 11807 0 0 11807 12.3MB 13.1MB 0% 2.55MB 3.07MB 0% 9.80MB 9.99MB 6.76MB 27.9MB 38752
43748
33% 42% 15108 15108 0 0 15107 15.1MB 15.5MB 0% 3.32MB 3.91MB 0% 11.7MB 11.6MB 3.50MB 1.17MB 50903
56143
32% 42% 16143 16133 10 0 16143 15.1MB 15.8MB 0% 3.28MB 3.95MB 0% 11.8MB 11.8MB 3.78MB 9.00MB
50922 57403
24% 34% 8843 8843 0 0 8861 14.2MB 14.9MB 0% 3.70MB 4.44MB 0% 10.5MB 10.5MB 8.46MB 10.7MB 46174
53157
27% 37% 10949 10949 0 0 11177 9.91MB 10.2MB 0% 2.45MB 2.84MB 0% 7.46MB 7.40MB 5.55MB 1.67MB 31764
35032
28% 38% 12580 12567 13 0 12579 13.3MB 13.8MB 0% 2.76MB 3.26MB 0% 10.5MB 10.6MB 3.92MB 19.9KB
44119 48488
30% 40% 14300 14300 0 0 14298 14.2MB 14.7MB 0% 3.09MB 3.68MB 0% 11.1MB 11.1MB 2.66MB 600KB 47282
52789
31% 41% 14514 14503 10 0 14514 14.3MB 14.9MB 0% 3.15MB 3.75MB 0% 11.2MB 11.2MB 3.65MB 728KB 48093
53532
31% 42% 14626 14626 0 0 14626 14.3MB 14.9MB 0% 3.16MB 3.77MB 0% 11.1MB 11.1MB 4.84MB 1.14MB 47936
53645
cluster: cluster.cluster: 11/13/2019 22:44:39
cpu cpu total fcache total total data data data cluster cluster cluster disk disk pkts pkts
avg busy ops nfs-ops cifs-ops ops spin-ops recv sent busy recv sent busy recv sent read write
recv sent
-----
30% 39% 15356 15349 7 0 15370 15.3MB 15.8MB 0% 3.29MB 3.94MB 0% 12.0MB 11.8MB 3.18MB 6.90MB 50493
56425
```

```
32% 42% 14156 14146 10 0 14156 14.6MB 15.3MB 0% 3.09MB 3.68MB 0% 11.5MB 11.7MB 5.49MB 16.3MB
48159 53678
```

Active IQ のパフォーマンスは次のようにになります。



これで、1 個のメンバー FlexGroup が作成されました。

```
cluster::*> volume show lots*
Vserver Volume Aggregate State Type Size Available Used%
-----
DEMO lotsafiles - online RW 10TB 7.33TB 0%
DEMO lotsafiles_0001 aggr1_nodel online RW 10TB 7.33TB 0%
2 entries were displayed.
```

Snapshot コピーはまだ存在 pre-conversionしますが、としてマークされます。

```
cluster::> set diag
cluster::*> snapshot show -vserver DEMO -volume lotsafiles -fields is-convert-recovery,state
vserver volume snapshot state is-convert-recovery
-----
DEMO lotsafiles base pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_1705
pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_1805
pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_1905
pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_2005
pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_2105
pre-conversion false
DEMO lotsafiles hourly.2019-11-13_2205
pre-conversion false
DEMO lotsafiles clone_clone.2019-11-13_223144.0
pre-conversion false
DEMO lotsafiles convert.2019-11-13_224411
pre-conversion true
9 entries were displayed.
```

変換前の状態の Snapshot コピーでは、SnapRestore 处理に Snapshot コピーを使用すると失敗します。

```
cluster::*> snapshot restore -vserver DEMO -volume lotsafiles -snapshot convert.2019-11-13_224411
Error: command failed: Promoting a pre-conversion Snapshot copy is not supported.
```

ただし、Snapshot コピーを使用してクライアントからファイルを取得することは可能です。

```
[root@centos7 scripts]# cd /lotsafiles/.snapshot/convert.2019-11-13_224411/pre-convert/
[root@centos7 pre-convert]# ls
topdir_0 topdir_14 topdir_2 topdir_25 topdir_30 topdir_36 topdir_41 topdir_47 topdir_52 topdir_58
topdir_63 topdir_69 topdir_74 topdir_8 topdir_85 topdir_90 topdir_96
topdir_1 topdir_15 topdir_20 topdir_26 topdir_31 topdir_37 topdir_42 topdir_48 topdir_53
topdir_59 topdir_64 topdir_7 topdir_75 topdir_80 topdir_86 topdir_91 topdir_97
topdir_10 topdir_16 topdir_21 topdir_27 topdir_32 topdir_38 topdir_43 topdir_49 topdir_54
topdir_6 topdir_65 topdir_70 topdir_76 topdir_81 topdir_87 topdir_92 topdir_98
topdir_11 topdir_17 topdir_22 topdir_28 topdir_33 topdir_39 topdir_44 topdir_5 topdir_55
topdir_60 topdir_66 topdir_71 topdir_77 topdir_82 topdir_88 topdir_93 topdir_99
topdir_12 topdir_18 topdir_23 topdir_29 topdir_34 topdir_4 topdir_45 topdir_50 topdir_56
topdir_61 topdir_67 topdir_72 topdir_78 topdir_83 topdir_89 topdir_94
topdir_13 topdir_19 topdir_24 topdir_3 topdir_35 topdir_40 topdir_46 topdir_51 topdir_57
topdir_62 topdir_68 topdir_73 topdir_79 topdir_84 topdir_9 topdir_95
```

変換した FlexGroup ボリュームは簡単に拡張できます。volume expandを使用して、メンバーボリュームを追加できます。

```
cluster::*> volume expand -vserver DEMO -volume lotsafiles -aggr-list aggr1_node1,aggr1_node2 -
aggr-list-multiplier 2

Warning: The following number of constituents of size 10TB will be added to FlexGroup
"lotsafiles": 4. Expanding the FlexGroup will cause the state of all Snapshot copies to be set to
"partial".
Partial Snapshot copies cannot be restored.
Do you want to continue? {y|n}: y

Warning: FlexGroup "lotsafiles" is a converted flexible volume. If this volume is expanded, it
will no longer be able to be converted back to being a flexible volume.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 23676] Job succeeded: Successful
```

しかし、データは再配布されないことに注意してください。元のメンバーボリュームには、ファイルが格納されています。

```
cluster::*> df -i lots*
Filesystem iused ifree %iused Mounted on Vserver
/vol/lotsafiles/ 3630682 102624948 3% /lotsafiles DEMO
/vol/lotsafiles_0001/ 3630298 17620828 17% /lotsafiles DEMO
/vol/lotsafiles_0002/ 96 21251030 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0003/ 96 21251030 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0004/ 96 21251030 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0005/ 96 21251030 0% --- DEMO
6 entries were displayed.

cluster::*> df -h lots*
Filesystem total used avail capacity Mounted on Vserver
/vol/lotsafiles/ 47TB 2735MB 14TB 0% /lotsafiles DEMO
/vol/lotsafiles/.snapshot
2560GB 49MB 2559GB 0% /lotsafiles/.snapshot DEMO
/vol/lotsafiles_0001/ 9728GB 2505MB 7505GB 0% /lotsafiles DEMO
/vol/lotsafiles_0001/.snapshot
512GB 49MB 511GB 0% /lotsafiles/.snapshot DEMO
/vol/lotsafiles_0002/ 9728GB 57MB 7505GB 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0002/.snapshot
512GB 0B 512GB 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0003/ 9728GB 57MB 7766GB 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0003/.snapshot
512GB 0B 512GB 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0004/ 9728GB 57MB 7505GB 0% --- DEMO
/vol/lotsafiles_0004/.snapshot
512GB 0B 512GB 0% --- DEMO
```

```
/vol/lotsafiles_0005/ 9728GB 57MB 7766GB 0% --- DEMO  
/vol/lotsafiles_0005/.snapshot  
512GB 0B 512GB 0% --- DEMO  
12 entries were displayed.
```

既存の SnapMirror 関係にある FlexVol ボリュームを変換する：例

既存の SnapMirror 関係が設定されている FlexVol ボリュームを変換する方法 これは SnapMirror 関係のボリュームです。

```
cluster::*> snapmirror show -destination-path data_dst -fields state  
source-path destination-path state  
-----  
DEMO:data    DEMO:data_dst    Snapmirrored
```

ソースを変換しようとすると、次のエラーが表示されます。

```
cluster::*> vol conversion start -vserver DEMO -volume data -check-only true  
  
Error: command failed: Cannot convert volume "data" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup. Correct the  
following issues and retry the command:  
* Cannot convert source volume "data" because destination volume "data_dst" of the  
SnapMirror relationship with "data" as the source is not converted. First check if the source  
can be converted to a FlexGroup volume using "vol conversion start -volume data -convert-to  
flexgroup -check-only true". If the conversion of the source can proceed then first convert the  
destination and then convert the source.
```

そのため、先に変換先を変換する必要があります。

1. デスティネーションを変換するには、SnapMirror 関係を休止します。

```
cluster::*> vol conversion start -vserver DEMO -volume data_dst -check-only true  
  
Error: command failed: Cannot convert volume "data_dst" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup. Correct  
the following issues and retry the command:  
* The relationship was not quiesced. Quiesce SnapMirror relationship using "snapmirror quiesce -  
destination-path data_dst" and then try the conversion.
```

2. 次に、ボリュームを変換します。

```
cluster::*> snapmirror quiesce -destination-path DEMO:data_dst  
Operation succeeded: snapmirror quiesce for destination "DEMO:data_dst".  
  
cluster::*> vol conversion start -vserver DEMO -volume data_dst -check-only true  
Conversion of volume "data_dst" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup can proceed with the following  
warnings:  
* After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back to a  
flexible volume.  
* Converting flexible volume "data_dst" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup will cause the state of  
all Snapshot copies from the volume to be set to "pre-conversion". Pre-conversion Snapshot copies  
cannot be restored.
```

ボリュームを変換すると、次の手順が表示されます。

```
cluster::*> vol conversion start -vserver DEMO -volume data_dst  
  
Warning: After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back  
to a flexible volume.  
Do you want to continue? {y|n}: y  
Warning: Converting flexible volume "data_dst" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup will cause the  
state of all Snapshot copies from the volume to be set to "pre-conversion". Pre-conversion  
Snapshot copies cannot be restored.  
Do you want to continue? {y|n}: y  
[Job 23710] Job succeeded: SnapMirror destination volume "data_dst" has been successfully  
converted to a FlexGroup volume. You must now convert the relationship's source volume,  
"DEMO:data", to a FlexGroup. Then, re-establish the SnapMirror relationship using the "snapmirror  
resync" command.
```

3. ソースボリュームを変換します。

```

cluster::*> vol conversion start -vserver DEMO -volume data
Warning: After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back
to a flexible volume.
Do you want to continue? {y|n}: y
Warning: Converting flexible volume "data" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup will cause the state
of all Snapshot copies from the volume to be set to "pre-conversion". Pre-conversion Snapshot
copies cannot be restored.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 23712] Job succeeded: success

```

4. ミラーを再同期します。

```

cluster::*> snapmirror resync -destination-path DEMO:data_dst
Operation is queued: snapmirror resync to destination "DEMO:data_dst".
cluster::*> snapmirror show -destination-path DEMO:data_dst -fields state
source-path destination-path state
-----
DEMO:data DEMO:data_dst Snapmirrored

```

変換は機能しますが、**SnapMirror** 関係の最も重要な部分はリストア処理です。そのため、デスティネーションボリュームの **Snapshot** コピーからファイルにアクセスできるかどうかを確認する必要があります。

5. ソースとデスティネーションをマウント ls し、出力を比較します。

```
# mount -o nfsvers=3 DEMO:/data_dst /dst
# mount -o nfsvers=3 DEMO:/data /data
```

次の出力は、ソースボリュームの内容を示しています。

```

# ls -lah /data
total 14G
drwxrwxrwx 6 root root 4.0K Nov 14 11:57 .
dr-xr-xr-x. 54 root root 4.0K Nov 15 10:08 ..
drwxrwxrwx 2 root root 4.0K Sep 14 2018 cifalink
drwxr-xr-x 12 root root 4.0K Nov 16 2018 nas
-rwxrwxrwx 1 prof1 ProfGroup 0 Oct 3 14:32 newfile
drwxrwxrwx 5 root root 4.0K Nov 15 10:06 .snapshot
lrwxrwxrwx 1 root root 23 Sep 14 2018 symlink -> /shared/unix/linkedfile
drwxrwxrwx 2 root bin 4.0K Jan 31 2019 test
drwxrwxrwx 3 root root 4.0K Sep 14 2018 unix
-rwxrwxrwx 1 newuser1 ProfGroup 0 Jan 14 2019 userfile
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:58 Windows2.iso
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:37 Windows.iso

```

デスティネーションボリュームは、本来まったく同じように一致します。

```

# ls -lah /dst
total 14G
drwxrwxrwx 6 root root 4.0K Nov 14 11:57 .
dr-xr-xr-x. 54 root root 4.0K Nov 15 10:08 ..
drwxrwxrwx 2 root root 4.0K Sep 14 2018 cifalink
dr-xr-xr-x 2 root root 0 Nov 15 2018 nas
-rwxrwxrwx 1 prof1 ProfGroup 0 Oct 3 14:32 newfile
drwxrwxrwx 4 root root 4.0K Nov 15 10:05 .snapshot
lrwxrwxrwx 1 root root 23 Sep 14 2018 symlink -> /shared/unix/linkedfile
drwxrwxrwx 2 root bin 4.0K Jan 31 2019 test
drwxrwxrwx 3 root root 4.0K Sep 14 2018 unix
-rwxrwxrwx 1 newuser1 ProfGroup 0 Jan 14 2019 userfile
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:58 Windows2.iso
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:37 Windows.iso

```

ls デスティネーションボリューム内の **Snapshot** コピーに対してと入力すると、想定されるファイルが表示されます。

```

# ls -lah /dst/.snapshot/snapmirror.7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210_2163227795.2019-11-
15_100555/
total 14G
drwxrwxrwx 6 root root 4.0K Nov 14 11:57 .
drwxrwxrwx 4 root root 4.0K Nov 15 10:05 ..

```

```

drwxrwxrwx 2 root root 4.0K Sep 14 2018 cifslink
dr-xr-xr-x 2 root root 0 Nov 15 2018 nas
-rwxrwxrwx 1 prof1 ProfGroup 0 Oct 3 14:32 newfile
lrwxrwxrwx 1 root root 23 Sep 14 2018 symlink -> /shared/unix/linkedfile
drwxrwxrwx 2 root bin 4.0K Jan 31 2019 test
drwxrwxrwx 3 root root 4.0K Sep 14 2018 unix
-rwxrwxrwx 1 newuser1 ProfGroup 0 Jan 14 2019 userfile
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:58 Windows2.iso
-rwxrwxrwx 1 root root 6.7G Nov 14 11:37 Windows.iso

```

6. 次に、FlexGroup ソースを拡張して容量を増やします。

```

cluster::*> volume expand -vserver DEMO -volume data -aggr-list aggr1_node1,aggr1_node2 -aggr-list-multiplier

Warning: The following number of constituents of size 30TB will be added to FlexGroup "data": 4.
Expanding the FlexGroup will cause the state of all Snapshot copies to be set to "partial".
Partial Snapshot copies cannot be restored.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 23720] Job succeeded: Successful

```

ソースボリュームに 5 つのメンバー ボリュームが作成されます。デスティネーション ボリュームは 1 つだけです。

```

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume data*
Vserver Volume Aggregate State Type Size Available Used%
-----
DEMO data - online RW 150TB 14.89TB 0%
DEMO data_0001 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%
DEMO data_0002 aggr1_node1 online RW 30TB 7.32TB 0%
DEMO data_0003 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%
DEMO data_0004 aggr1_node1 online RW 30TB 7.32TB 0%
DEMO data_0005 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%
DEMO data_dst - online DP 30TB 7.32TB 0%
DEMO data_dst_0001
aggr1_node1 online DP 30TB 7.32TB 0%
8 entries were displayed.

```

7. ミラーを更新すると、ONTAP によって修正されます。

```

cluster::*> snapmirror update -destination-path DEMO:data_dst
Operation is queued: snapmirror update of destination "DEMO:data_dst".

```

更新は最初に失敗し、次のエラーメッセージが表示されます。

```

Last Transfer Error: A SnapMirror transfer for the relationship with destination FlexGroup "DEMO:data_dst" was aborted because the source FlexGroup was expanded. A SnapMirror AutoExpand job with id "23727" was created to expand the destination FlexGroup and to trigger a SnapMirror transfer for the SnapMirror relationship. After the SnapMirror transfer is successful, the "healthy" field of the SnapMirror relationship will be set to "true". The job can be monitored using either the "job show -id 23727" or "job history show -id 23727" commands.

```

ジョブでボリュームが展開され、もう一度更新することができます。

```

cluster::*> job show -id 23727
Owning
Job ID Name Vserver Node State
-----
23727 Snapmirror Expand cluster
node1
Success
Description: SnapMirror FG Expand data_dst

cluster::*> snapmirror show -destination-path DEMO:data_dst -fields state
source-path destination-path state-----
DEMO:data DEMO:data_dst Snapmirrored

```

これで、両方の FlexGroup ボリュームで同じ数のメンバー ボリュームが作成されます。

```

cluster::*> vol show -vserver DEMO -volume data*
Vserver Volume Aggregate State Type Size Available Used%

```

```

-----  

DEMO data - online RW 150TB 14.88TB 0%  

DEMO data_0001 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%  

DEMO data_0002 aggr1_node1 online RW 30TB 7.32TB 0%  

DEMO data_0003 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%  

DEMO data_0004 aggr1_node1 online RW 30TB 7.32TB 0%  

DEMO data_0005 aggr1_node2 online RW 30TB 7.57TB 0%  

DEMO data_dst - online DP 150TB 14.88TB 0%  

DEMO data_dst_0001  
    aggr1_node1 online DP 30TB 7.32TB 0%  

DEMO data_dst_0002  
    aggr1_node1 online DP 30TB 7.32TB 0%  

DEMO data_dst_0003  
    aggr1_node2 online DP 30TB 7.57TB 0%  

DEMO data_dst_0004  
    aggr1_node1 online DP 30TB 7.32TB 0%  

DEMO data_dst_0005  
    aggr1_node2 online DP 30TB 7.57TB 0%  

12 entries were displayed.

```

FlexVol から FlexGroup へのボリューム変換の例：5 億個のファイル

次の例では、5 億個のファイルを含む FlexVol ボリュームを FlexGroup ボリュームに変換します。

```

cluster::>*> vol show -vserver DEMO -volume fvconvert -fields files,files-used,is-flexgroup
vserver volume      files      files-used is-flexgroup
-----
DEMO      fvconvert 2040109451 502631608 false

```

作成するファイルの数が非常に多いため、[FlexClone ボリューム](#)を作成してスプリットしました。このアプローチにより、元のボリュームをそのまま維持し、リスクなしでテストを実行できます。

この例では、クローニングプロセスに約 30 分かかります。

```

cluster::>*> vol clone split start -vserver DEMO -flexclone fvconvert -foreground true
Warning: Are you sure you want to split clone volume fvconvert in Vserver DEMO ? {y|n}: y
[Job 24230] 0% inodes processed.

cluster::>*> job history show -id 24230 -fields starttime,endtime
node          record vserver           endtime        starttime
-----
node1         2832338 cluster        12/09 10:27:08 12/09 09:58:16

```

クローンスプリットのあとにチェックを実行します。volume clone sharing-by-split undo FlexClone の共有ブロックを削除するにはを実行する必要がありますが、削除には時間がかかります。その場合、次のような出力が生成されます。

```

cluster::>*> volume conversion start -vserver DEMO -volume fvconvert -foreground true -check-only
true
Conversion of volume "fvconvert" in Vserver "DEMO" to a FlexGroup can proceed with the following
warnings:
* After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back to a
flexible volume.

```

次に、前の手順で実行したスクリプトを実行して負荷を生成し、クラスタの統計を監視して、停止期間が発生したかどうかを確認します。この場合も、変換には数秒（ファイル数 5 億個）かかりますが、遅延はごくわずかで、わずかしか認識されません。

```

cluster::>*> volume conversion start -vserver DEMO -volume fvconvert -foreground true
Warning: After the volume is converted to a FlexGroup, it will not be possible to change it back
to a flexible volume.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 24259] Job succeeded: success

```

図 122) 変換プロセスの統計例

| cpu | cpu | total | fcache | total | total | data | data | cluster | cluster | cluster | disk | disk | pkts | pkts | | | | |
|--|------|-------|---------|----------|-------|----------|--------|---------|---------|---------|--------|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| avg | busy | ops | nfs-ops | cifs-ops | ops | spin-ops | recv | sent | busy | recv | sent | read | write | recv | sent | | | |
| 12% | 21% | 150 | 140 | 9 | 0 | 145 | 2.22MB | 2.48MB | 0% | 50.9KB | 315KB | 0% | 2.17MB | 16.1MB | 5.62MB | 820 | 810 | |
| 7% | 13% | 46 | 46 | 0 | 0 | 46 | 1.36MB | 1.46MB | 0% | 24.0KB | 123KB | 0% | 1.34MB | 11.0MB | 19.9KB | 452 | 446 | |
| 14% | 24% | 1721 | 1721 | 0 | 0 | 1721 | 2.25MB | 2.48MB | 0% | 197KB | 439KB | 0% | 2.06MB | 2.05MB | 24.3MB | 9.55MB | 2814 | 2917 |
| 15% | 25% | 3576 | 3573 | 2 | 0 | 3575 | 5.49MB | 5.77MB | 0% | 985KB | 1.23MB | 0% | 4.53MB | 4.53MB | 18.1MB | 1.22MB | 14847 | 15681 |
| 16% | 21% | 1211 | 1180 | 30 | 0 | 1209 | 2.41MB | 2.68MB | 0% | 275KB | 559KB | 0% | 2.14MB | 2.14MB | 16.9MB | 2.35MB | 4249 | 4751 |
| 27% | 34% | 1979 | 1968 | 10 | 0 | 1978 | 39.4MB | 22.2MB | 1% | 19.0MB | 1.69MB | 0% | 20.4MB | 20.5MB | 14.3MB | 1.14MB | 21043 | 9869 |
| 18% | 23% | 2666 | 2664 | 1 | 0 | 2665 | 3.43MB | 4.54MB | 0% | 583KB | 1.79MB | 0% | 2.86MB | 2.75MB | 14.6MB | 19.9KB | 7686 | 8755 |
| 23% | 34% | 1917 | 1917 | 0 | 0 | 1917 | 2.88MB | 4.22MB | 0% | 563KB | 1.89MB | 0% | 2.33MB | 2.33MB | 19.7MB | 19.1MB | 7352 | 8323 |
| 36% | 58% | 2264 | 2260 | 4 | 0 | 2264 | 3.25MB | 4.40MB | 0% | 474KB | 1.61MB | 0% | 2.79MB | 2.79MB | 34.2MB | 19.0MB | 5763 | 6342 |
| 26% | 45% | 1351 | 1303 | 47 | 0 | 1350 | 7.98MB | 5.64MB | 0% | 2.95MB | 595KB | 0% | 9.05MB | 9.05MB | 34.4MB | 19.7KB | 8267 | 7036 |
| 28% | 45% | 2032 | 2002 | 29 | 0 | 2031 | 24.9MB | 13.9MB | 0% | 11.7MB | 597KB | 0% | 13.2MB | 13.3MB | 33.5MB | 1.66MB | 15344 | 8798 |
| 26% | 49% | 1813 | 1745 | 67 | 0 | 1812 | 28.6MB | 16.5MB | 1% | 13.7MB | 728KB | 0% | 14.9MB | 15.8MB | 36.7MB | 19.8KB | 17761 | 9963 |
| 27% | 50% | 2438 | 2416 | 22 | 0 | 2437 | 18.6MB | 10.3MB | 0% | 8.0MB | 860KB | 0% | 10.5MB | 9.48MB | 37.8MB | 11.9KB | 13884 | 9831 |
| 31% | 58% | 2043 | 2002 | 40 | 0 | 2043 | 18.8MB | 12.6MB | 0% | 8.3MB | 726KB | 0% | 10.4MB | 11.9MB | 64.3MB | 150MB | 13331 | 9469 |
| 35% | 67% | 1475 | 1413 | 62 | 0 | 1474 | 22.8MB | 13.1MB | 0% | 10.4MB | 812KB | 0% | 12.3MB | 12.3MB | 86.6MB | 53.7MB | 14723 | 9296 |
| 35% | 66% | 2028 | 1961 | 66 | 0 | 2022 | 29.3MB | 15.9MB | 1% | 13.5MB | 612KB | 0% | 15.8MB | 15.3MB | 86.3MB | 2.84MB | 16522 | 8716 |
| 38% | 71% | 2446 | 2413 | 32 | 0 | 2444 | 13.6MB | 9.10MB | 0% | 5.90MB | 911KB | 0% | 7.70MB | 8.21MB | 78.9MB | 19.8KB | 13169 | 10819 |
| 19% | 34% | 1771 | 1727 | 43 | 0 | 1770 | 34.0MB | 17.9MB | 1% | 15.3MB | 699KB | 0% | 18.7MB | 17.2MB | 11.0MB | 11.9KB | 19605 | 10707 |
| 17% | 30% | 749 | 696 | 53 | 0 | 748 | 34.3MB | 18.6MB | 1% | 17.5MB | 419KB | 0% | 16.8MB | 18.2MB | 11.3MB | 5.32MB | 18226 | 7898 |
| 19% | 35% | 1194 | 1137 | 56 | 0 | 1194 | 16.4MB | 8.62MB | 0% | 6.54MB | 261KB | 0% | 9.87MB | 8.97MB | 12.0MB | 55.4MB | 7586 | 3595 |
| ntap9-tme-8040: cluster.cluster: 12/10/2019 11:03:06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cpu | cpu | total | fcache | total | total | data | data | cluster | cluster | cluster | disk | disk | pkts | pkts | | | | |
| avg | busy | ops | nfs-ops | cifs-ops | ops | spin-ops | recv | sent | busy | recv | sent | read | write | recv | sent | | | |
| 25% | 41% | 2954 | 2915 | 38 | 0 | 2953 | 35.2MB | 20.5MB | 1% | 16.9MB | 814KB | 0% | 18.2MB | 19.7MB | 9.84MB | 110MB | 22564 | 13299 |
| 23% | 41% | 2292 | 2250 | 41 | 0 | 2291 | 17.7MB | 10.3MB | 0% | 6.7MB | 866KB | 0% | 10.9MB | 9.44MB | 11.6MB | 109MB | 15241 | 12193 |
| 25% | 43% | 2415 | 2369 | 46 | 0 | 2414 | 52.8MB | 19.5MB | 1% | 16.6MB | 909KB | 1% | 36.1MB | 18.6MB | 11.5MB | 26.7MB | 25076 | 13688 |
| 29% | 40% | 2821 | 2792 | 29 | 0 | 2820 | 48.8MB | 25.5MB | 1% | 22.6MB | 852KB | 1% | 26.2MB | 24.7MB | 11.2MB | 5.45MB | 26766 | 13167 |
| 26% | 41% | 2584 | 2550 | 33 | 0 | 2582 | 66.3MB | 38.1MB | 2% | 35.1MB | 1.13MB | 1% | 31.2MB | 37.0MB | 9.87MB | 11.7KB | 37901 | 17822 |
| 34% | 61% | 3438 | 3397 | 40 | 0 | 3437 | 92.6MB | 55.4MB | 4% | 51.7MB | 1.65MB | 2% | 40.9MB | 53.7MB | 9.35MB | 1.04MB | 54703 | 25093 |
| 25% | 41% | 5686 | 5664 | 22 | 0 | 5684 | 40.8MB | 24.0MB | 1% | 18.9MB | 1.63MB | 0% | 21.9MB | 22.4MB | 11.0MB | 15.5MB | 34334 | 25357 |
| 19% | 31% | 4678 | 4650 | 28 | 0 | 4678 | 52.0MB | 28.9MB | 2% | 25.1MB | 1.51MB | 1% | 26.9MB | 27.4MB | 13.8MB | 109MB | 35020 | 21615 |
| 18% | 29% | 3812 | 3794 | 18 | 0 | 3810 | 32.4MB | 18.4MB | 1% | 14.1MB | 1.13MB | 0% | 18.3MB | 17.3MB | 13.4MB | 89.7MB | 24517 | 17097 |
| 20% | 27% | 4599 | 4564 | 35 | 0 | 4599 | 64.8MB | 35.9MB | 2% | 31.4MB | 1.53MB | 1% | 33.4MB | 34.3MB | 14.8MB | 43.8MB | 40398 | 22083 |
| 13% | 21% | 3221 | 3180 | 41 | 0 | 3215 | 56.3MB | 32.0MB | 2% | 28.6MB | 1.31MB | 1% | 30.7MB | 14.1MB | 54.4MB | 35120 | 18328 | |
| 12% | 20% | 661 | 633 | 27 | 0 | 661 | 42.3MB | 22.9MB | 1% | 21.0MB | 459KB | 0% | 20.5MB | 22.5MB | 19.3MB | 63.7MB | 18672 | 4920 |
| 19% | 29% | 4644 | 4622 | 21 | 0 | 4642 | 47.7MB | 25.1MB | 1% | 21.1MB | 1.51MB | 1% | 26.6MB | 6.85MB | 19.9KB | 32420 | 21523 | |
| 21% | 34% | 6205 | 6185 | 19 | 0 | 6205 | 44.2MB | 26.5MB | 1% | 20.5MB | 1.82MB | 1% | 23.7MB | 24.7MB | 8.10MB | 2.64MB | 37075 | 28031 |
| 20% | 33% | 5652 | 5636 | 16 | 0 | 5651 | 34.5MB | 20.0MB | 1% | 15.0MB | 1.46MB | 0% | 19.5MB | 18.5MB | 5.43MB | 19.8KB | 27591 | 20579 |
| 20% | 29% | 6400 | 6376 | 23 | 0 | 6399 | 40.7MB | 24.7MB | 1% | 18.1MB | 2.11MB | 0% | 22.6MB | 5.79MB | 1.10MB | 37445 | 29159 | |
| 26% | 41% | 6493 | 6469 | 24 | 0 | 6492 | 49.6MB | 28.3MB | 1% | 23.1MB | 1.82MB | 1% | 26.5MB | 26.5MB | 9.06MB | 61.3MB | 39040 | 27688 |
| 27% | 40% | 7860 | 7847 | 12 | 0 | 7860 | 30.3MB | 19.9MB | 1% | 12.6MB | 2.17MB | 0% | 17.7MB | 17.7MB | 8.96MB | 94.1MB | 35235 | 31193 |
| 22% | 34% | 7093 | 7073 | 20 | 0 | 7092 | 41.0MB | 24.9MB | 1% | 18.1MB | 2.03MB | 0% | 22.9MB | 22.9MB | 7.22MB | 1.10MB | 38476 | 31338 |

次に、スクリプトの実行中に、新しいメンバー ボリュームを FlexGroup ボリュームに追加します。繰り返しますが、システム停止はありません。

```
cluster:::> volume expand -vserver DEMO -volume fvconvert -aggr-list aggr1_node1 -aggr-list-
multiplier 3 -foreground true
```

Warning: The following number of constituents of size 40TB will be added to FlexGroup
"fvconvert": 3.

Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 24261] Job succeeded: Successful

次に、4つのメンバー ボリュームを追加します。

```
cluster:::> volume expand -vserver DEMO -volume fvconvert -aggr-list aggr1_node2 -aggr-list-
multiplier 4
```

Warning: The following number of constituents of size 40TB will be added to FlexGroup
"fvconvert": 4.

Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 24264] Job succeeded: Successful

さらに、ワークロードの総 IOPS が増えています。FlexVol ボリュームの並列取り込みはスクリプトの実行時間の短縮に役立つため、ジョブ自体の所要時間は FlexGroup ボリュームで実行した場合よりもはるかに短くなります。

図 123) 変換プロセス中の統計の例-メンバーボリュームの追加

| 23% 33% | 7111 | 7121 | 9 | 0 | 7126 | 0.16MB | 7.15MB | 0% | 1.79MB | 2.77MB | 0% | 1.00MB | 0.33MB | 0.09MB | 0.71KB | 17005 | 19695 | |
|--|-------|-------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 23% 37% | 8121 | 8121 | 0 | 0 | 8120 | 8.66MB | 10.5MB | 0% | 1.82MB | 3.41MB | 0% | 6.82MB | 6.82MB | 8.41MB | 999KB | 25436 | 28458 | |
| 27% 40% | 8484 | 8484 | 0 | 0 | 8484 | 8.49MB | 10.1MB | 0% | 1.83MB | 3.39MB | 0% | 6.66MB | 6.66MB | 9.65MB | 17.0MB | 25528 | 28668 | |
| 29% 45% | 7959 | 7959 | 0 | 0 | 7959 | 9.05MB | 10.8MB | 0% | 1.83MB | 3.40MB | 0% | 7.22MB | 7.42MB | 9.22MB | 3.19MB | 26265 | 29159 | |
| 26% 46% | 7807 | 7807 | 0 | 0 | 7807 | 10.7MB | 11.7MB | 0% | 1.59MB | 3.22MB | 0% | 9.12MB | 8.45MB | 12.9MB | 8.52MB | 27012 | 28484 | |
| 32% 46% | 7807 | 7807 | 0 | 0 | 7807 | 10.7MB | 11.7MB | 0% | 1.59MB | 3.22MB | 0% | 9.12MB | 8.45MB | 12.9MB | 8.52MB | 27012 | 28484 | |
| 30% 55% | 11506 | 11506 | 0 | 0 | 11506 | 13.4MB | 14.7MB | 0% | 2.25MB | 3.80MB | 0% | 11.2MB | 10.9MB | 14.8MB | 9.61MB | 34364 | 37793 | |
| 24% 30% | 7100 | 7100 | 0 | 0 | 7100 | 7.89MB | 10.5MB | 0% | 1.73MB | 3.40MB | 0% | 6.16MB | 7.07MB | 11.6MB | 29.7MB | 20088 | 23817 | |
| 28% 28% | 9791 | 9791 | 0 | 0 | 9791 | 5.27MB | 6.93MB | 0% | 2.11MB | 3.74MB | 0% | 3.16MB | 3.19MB | 5.50MB | 2.12MB | 14271 | 16913 | |
| 18% 18% | 6086 | 6086 | 0 | 0 | 6085 | 3.67MB | 4.90MB | 0% | 1.52MB | 2.76MB | 0% | 2.14MB | 2.13MB | 9.34MB | 11.9KB | 8681 | 11684 | |
| 16% 15% | 7452 | 7452 | 0 | 0 | 7452 | 4.46MB | 6.08MB | 0% | 1.85MB | 3.47MB | 0% | 2.61MB | 2.60MB | 5.60MB | 2.44MB | 11521 | 13652 | |
| 16% 21% | 7188 | 7188 | 0 | 0 | 7187 | 3.91MB | 5.43MB | 0% | 1.63MB | 3.17MB | 0% | 2.27MB | 2.26MB | 7.65MB | 10.8MB | 9702 | 12233 | |
| 18% 21% | 7786 | 7786 | 0 | 0 | 7787 | 4.84MB | 6.54MB | 0% | 1.74MB | 3.44MB | 0% | 3.05MB | 3.10MB | 12.1MB | 11.3MB | 10390 | 13281 | |
| 18% 22% | 7938 | 7938 | 0 | 0 | 7938 | 3.97MB | 5.25MB | 0% | 1.62MB | 2.91MB | 0% | 2.34MB | 2.34MB | 8.13MB | 1.63MB | 9590 | 12489 | |
| 18% 21% | 7971 | 7971 | 0 | 0 | 7971 | 4.56MB | 6.20MB | 0% | 1.89MB | 3.54MB | 0% | 2.67MB | 2.66MB | 6.46MB | 11.9KB | 10817 | 14407 | |
| 15% 16% | 5583 | 5573 | 9 | 0 | 5578 | 4.20MB | 5.75MB | 0% | 1.86MB | 3.43MB | 0% | 2.33MB | 2.32MB | 5.36MB | 904KB | 11396 | 12956 | |
| ntap9-tme-8040: cluster.cluster: 12/10/2019 11:06:28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cpu | cpu | total | fcache | total | total | data | data | data | cluster | cluster | cluster | disk | disk | ppts | ppts | | | |
| avg | busy | ops | nfs-ops | cifs-ops | ops | recv | recv | sent | busy | recv | sent | read | write | recv | sent | | | |
| 17% | 21% | 7321 | 7321 | 0 | 0 | 7321 | 3.83MB | 5.83MB | 0% | 1.67MB | 3.38MB | 0% | 2.16MB | 2.45MB | 9.50MB | 6.07MB | 9707 | 12093 |
| 20% | 21% | 6746 | 6746 | 0 | 0 | 6746 | 3.87MB | 5.08MB | 0% | 1.52MB | 3.02MB | 0% | 2.35MB | 2.06MB | 16.1MB | 14.2MB | 8918 | 11285 |
| 18% 20% | 6747 | 6744 | 2 | 0 | 6745 | 3.70MB | 5.07MB | 0% | 1.57MB | 2.94MB | 0% | 2.13MB | 2.13MB | 9.23MB | 899KB | 9968 | 11563 | |
| 19% 22% | 8140 | 8140 | 0 | 0 | 8140 | 4.34MB | 6.03MB | 0% | 1.80MB | 3.49MB | 0% | 2.54MB | 2.54MB | 8.08MB | 11.9KB | 10437 | 13132 | |
| 26% 30% | 7517 | 7517 | 0 | 0 | 7516 | 3.83MB | 5.55MB | 0% | 1.69MB | 3.40MB | 0% | 2.14MB | 2.14MB | 8.47MB | 1.01MB | 9978 | 12652 | |
| 24% 25% | 8820 | 8820 | 0 | 0 | 8819 | 4.32MB | 6.06MB | 0% | 1.94MB | 3.69MB | 0% | 2.37MB | 2.37MB | 9.98MB | 19.9KB | 10781 | 14381 | |
| 23% 26% | 7112 | 7105 | 6 | 0 | 7131 | 4.11MB | 5.42MB | 0% | 1.48MB | 2.80MB | 0% | 2.62MB | 2.62MB | 20.3MB | 21.9MB | 8485 | 11614 | |
| 23% 23% | 8454 | 8454 | 0 | 0 | 8454 | 4.37MB | 6.09MB | 0% | 1.89MB | 3.62MB | 0% | 2.47MB | 2.47MB | 6.75MB | 2.02MB | 10508 | 13894 | |
| 19% 23% | 7920 | 7920 | 0 | 0 | 7920 | 4.21MB | 5.87MB | 0% | 1.67MB | 3.33MB | 0% | 2.54MB | 2.54MB | 5.82MB | 19.9KB | 9329 | 12523 | |
| 18% 22% | 7042 | 7042 | 0 | 0 | 7047 | 3.81MB | 5.46MB | 0% | 1.53MB | 3.18MB | 0% | 2.28MB | 2.28MB | 6.06MB | 625KB | 9750 | 11008 | |
| 20% 24% | 7616 | 7616 | 0 | 0 | 7616 | 3.82MB | 5.13MB | 0% | 1.83MB | 3.14MB | 0% | 1.99MB | 1.99MB | 11.0MB | 19.9KB | 10289 | 13747 | |
| 28% 31% | 7375 | 7375 | 0 | 0 | 7380 | 4.18MB | 5.86MB | 0% | 1.70MB | 3.38MB | 0% | 2.49MB | 2.48MB | 15.0MB | 23.0MB | 10752 | 12486 | |
| 23% 28% | 8314 | 8314 | 0 | 0 | 8314 | 4.47MB | 6.25MB | 0% | 1.83MB | 3.61MB | 0% | 2.64MB | 2.64MB | 5.85MB | 1022KB | 10857 | 14271 | |
| 20% 25% | 8258 | 8257 | 0 | 0 | 8256 | 4.34MB | 6.15MB | 0% | 1.76MB | 3.57MB | 0% | 2.58MB | 2.58MB | 6.44MB | 23.8KB | 10233 | 13177 | |
| 21% 25% | 7831 | 7820 | 10 | 0 | 7831 | 3.93MB | 5.25MB | 0% | 1.73MB | 3.05MB | 0% | 2.19MB | 2.20MB | 10.8MB | 780KB | 9500 | 13304 | |
| 18% 23% | 7665 | 7665 | 0 | 0 | 7664 | 3.66MB | 5.32MB | 0% | 1.65MB | 3.31MB | 0% | 2.01MB | 2.01MB | 6.79MB | 19.9KB | 10425 | 12094 | |
| 24% 25% | 8258 | 8258 | 0 | 0 | 8258 | 4.30MB | 6.08MB | 0% | 1.87MB | 3.65MB | 0% | 2.43MB | 2.43MB | 15.7MB | 23.4MB | 10744 | 13966 | |
| 22% 25% | 8178 | 8178 | 0 | 0 | 8183 | 4.29MB | 6.07MB | 0% | 1.75MB | 3.52MB | 0% | 2.54MB | 2.55MB | 5.87MB | 2.34MB | 9990 | 12995 | |
| 21% 25% | 7921 | 7921 | 0 | 0 | 7921 | 4.35MB | 5.74MB | 0% | 1.77MB | 3.16MB | 0% | 2.58MB | 2.58MB | 12.1MB | 11.9KB | 9557 | 13344 | |
| ntap9-tme-8040: cluster.cluster: 12/10/2019 11:07:05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

このキャプチャのビデオを表示できます。

各ジョブの完了時間も記録します。

```
This was the job on the FlexVol before it was converted:
# python file-create.py /fvconvert/files
Starting overall work: 2019-12-09 10:32:21.966337
End overall work: 2019-12-09 12:11:15.990707
total time: 5934.024611
```

FlexVol ボリュームを（メンバーボリュームを追加して）FlexGroup ボリュームに変換することで、時間を節約できます。

次の出力は、スクリプト実行前のファイル配布を示しています。最初のメンバーボリュームには、以前は FlexVol ボリュームだったファイルがほとんど存在することに注意してください。

```
cluster:::> volume show -vserver DEMO -volume fvconvert* -fields files,files-used
```

```
vserver volume      files      files-used
-----
DEMO    fvconvert_0001 2040109451 502848737
DEMO    fvconvert_0002 2040109451 12747
DEMO    fvconvert_0003 2040109451 12749
DEMO    fvconvert_0004 2040109451 12751
```

ジョブの最後に、ファイルが均等に分散されていることがわかります。

```
cluster:::> volume show -vserver DEMO -volume fvconvert* -fields files,files-used
```

```
vserver volume      files      files-used
-----
DEMO    fvconvert_0001 2040109451 506770209
DEMO    fvconvert_0002 2040109451 3345330
DEMO    fvconvert_0003 2040109451 3345330
DEMO    fvconvert_0004 2040109451 3345319
DEMO    fvconvert_0005 2040109451 3331657
```

```

DEMO    fvconvert_0006 2040109451 3331635
DEMO    fvconvert_0007 2040109451 3331657
DEMO    fvconvert_0008 2040109451 3331657

```

新しく変換した **FlexGroup** ボリュームでスクリプトを再度実行します。今回は、ジョブの実行速度と、ファイルがどのようにしてエンプティア **FlexVol** メンバーボリュームに分散されるかを確認したいと思います。

新しいメンバーボリュームの使用量は、最初はすべてファイル使用量の 1% 未満でした（330 万個の 20 億個のファイルのうち、330 万個）。**FlexVol** から変換されたメンバーボリュームでは、合計ファイルの 25%（500 万の 20 億個）が使用されていました。

ジョブの実行後、元のメンバーボリュームのファイル数の差は約 320 万、その他のすべてのメンバーのファイル数は約 3.58 万です。この場合も、すべてのメンバーボリューム間でバランスを取りますが、新しいファイルやフォルダを作成する際には、容量が少なくて済みます。

```

cluster::*# volume show -vserver DEMO -volume fvconvert* -fields files,files-used
vserver volume      files      files-used
----- -----
DEMO  fvconvert_0001 2040109451 509958440
DEMO  fvconvert_0002 2040109451 6808792
DEMO  fvconvert_0003 2040109451 6809225
DEMO  fvconvert_0004 2040109451 6806843
DEMO  fvconvert_0005 2040109451 6798959
DEMO  fvconvert_0006 2040109451 6800054
DEMO  fvconvert_0007 2040109451 6849375
DEMO  fvconvert_0008 2040109451 6801600

```

新しい **FlexGroup** ボリュームが **FlexVol** ボリュームから変換されている場合、ジョブ時間は 5900 秒から 4656 秒に短縮されます。また、IOPS の 2 倍の量をプッシュすることもできます。

```

# python file-create.py /fvconvert/files3
Starting overall work: 2019-12-10 13:14:26.816860
End overall work: 2019-12-10 14:32:03.565705
total time: 4656.76723099

```

図 124) 変換プロセスの統計例：2 倍のパフォーマンス

| cpu | cpu | total | fcache | total | total | data | data | cluster | cluster | disk | disk | pkts | pkts |
|-----|------|-------|---------|----------|-------|----------|--------|---------|---------|--------|--------|------|--------|
| avg | busy | ops | nfs-ops | cifs-ops | ops | spin-ops | recv | sent | busy | recv | sent | recv | sent |
| 26% | 29% | 10403 | 10403 | 0 | 0 | 10403 | 7.55MB | 8.31MB | 0% | 2.25MB | 3.00MB | 0% | 5.30MB |
| 27% | 31% | 9262 | 9262 | 0 | 0 | 9262 | 6.93MB | 7.82MB | 0% | 2.05MB | 2.56MB | 0% | 4.87MB |
| 25% | 29% | 8773 | 8773 | 0 | 0 | 8773 | 7.47MB | 7.68MB | 0% | 2.39MB | 3.01MB | 0% | 5.08MB |
| 18% | 22% | 6592 | 6592 | 0 | 0 | 6591 | 4.21MB | 4.57MB | 0% | 1021KB | 1.34MB | 0% | 3.21MB |
| 20% | 21% | 9400 | 9400 | 0 | 0 | 9399 | 6.72MB | 7.32MB | 0% | 2.26MB | 2.87MB | 0% | 4.46MB |
| 25% | 26% | 12010 | 12010 | 0 | 0 | 12010 | 7.25MB | 8.00MB | 0% | 2.18MB | 2.93MB | 0% | 5.07MB |
| 22% | 23% | 11266 | 11266 | 0 | 0 | 11266 | 8.23MB | 9.06MB | 0% | 2.49MB | 3.31MB | 0% | 5.73MB |
| 25% | 26% | 12445 | 12445 | 0 | 0 | 12445 | 11.0MB | 12.0MB | 0% | 3.82MB | 4.84MB | 0% | 7.18MB |
| 25% | 26% | 12253 | 12253 | 0 | 0 | 12253 | 8.04MB | 8.77MB | 0% | 2.53MB | 3.26MB | 0% | 5.51MB |
| 29% | 34% | 12699 | 12699 | 0 | 0 | 12699 | 8.42MB | 9.29MB | 0% | 2.65MB | 3.52MB | 0% | 5.77MB |
| 28% | 30% | 12599 | 12599 | 0 | 0 | 12599 | 8.34MB | 9.09MB | 0% | 2.62MB | 3.38MB | 0% | 5.71MB |
| 30% | 34% | 13929 | 13919 | 9 | 0 | 13924 | 9.41MB | 10.5MB | 0% | 3.00MB | 4.11MB | 0% | 6.41MB |
| 26% | 28% | 14499 | 14499 | 0 | 0 | 14499 | 9.68MB | 10.6MB | 0% | 3.08MB | 4.00MB | 0% | 6.60MB |
| 29% | 34% | 13231 | 13231 | 0 | 0 | 13230 | 8.44MB | 9.46MB | 0% | 2.75MB | 3.78MB | 0% | 5.69MB |
| 26% | 28% | 13505 | 13502 | 2 | 0 | 13503 | 9.10MB | 10.3MB | 0% | 3.01MB | 4.19MB | 0% | 6.09MB |
| 25% | 29% | 13553 | 13553 | 0 | 0 | 13553 | 8.94MB | 9.86MB | 0% | 2.82MB | 3.73MB | 0% | 6.12MB |

2x!

ご覧のように、このメンバーボリューム内のファイルやデータの不均衡（元の **FlexVol** ボリュームの分以上）はありますが、複数のノードでの作業の方が効率的なため、パフォーマンスは以前の **FlexVol** よりもはるかに優れています。これが **FlexGroup** ボリュームのパワーです。

イベント管理システムの例 **inode** 関連の **EMS** の例

Message Name: callhome.no.inodes
Severity: ERROR

Corrective Action: Modify the volume's maxfiles (maximum number of files) to increase the inodes on the affected volume. If you need assistance, contact NetApp technical support.

Description: This message occurs when a volume is out of inodes, which refer to individual files, other types of files, and directories. If your system is configured to do so, it generates and

transmits an AutoSupport (or 'call home') message to NetApp technical support and to the configured destinations. Successful delivery of an AutoSupport message significantly improves problem determination and resolution.

Message Name: fg.inodes.member.nearlyFull
Severity: ALERT

Corrective Action: Adding capacity to the FlexGroup by using the "volume modify -files +X" command is the best way to solve this problem. Alternatively, deleting files from the FlexGroup might work, although it can be difficult to determine which files have landed on which constituent.

Description: This message occurs when a constituent within a FlexGroup is almost out of inodes. This constituent will receive far fewer new create requests than average, which might impact the FlexGroup's overall performance, because those requests are routed to constituents with more inodes.

Message Name: fg.inodes.member.full
Severity: ALERT

Corrective Action: Adding capacity to the FlexGroup by using the "volume modify -files +X" command is the best way to solve this problem. Alternatively, deleting files from the FlexGroup may work, but it is difficult to determine which files have landed on which constituent.

Description: This message occurs when a constituent with a FlexGroup has run out of inodes. New files cannot be created on this constituent. This might lead to an overall imbalanced distribution of content across the FlexGroup.

Message Name: fg.inodes.member.allOK
Severity: NOTICE

Corrective Action: (NONE)

Description: This message occurs when conditions that led to previous "fg.inodes.member.nearlyFull" and "fg.inodes.member.full" events no longer apply for any constituent in this FlexGroup. All constituents within this FlexGroup have sufficient inodes for normal operation.

maxdirsize メッセージの例

Message Name: wafl.dir.size.max
Severity: ERROR

Corrective Action: Use the "volume file show-inode" command with the file ID and volume name information to find the file path. Reduce the number of files in the directory. If not possible, use the (privilege:advanced) option "volume modify -volume vol_name -maxdir-size new_value" to increase the maximum number of files per directory. However, doing so could impact system performance. If you need to increase the maximum directory size, work with technical support.

Description: This message occurs after a directory has reached its maximum directory size (maxdirsize) limit.

Supports SNMP trap: true

Destinations: -

Number of Drops Between Transmissions: 0

Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: wafl.dir.size.max.warning
Severity: ERROR

Corrective Action: Use the "volume file show-inode" command with the file ID and volume name information to find the file path. Reduce the number of files in the directory. If not possible, use the (privilege:advanced) option "volume modify -volume vol_name -maxdir-size new_value" to

increase the maximum number of files per directory. However, doing so could impact system performance. If you need to increase the maximum directory size, work with technical support.

Description: This message occurs when a directory has reached or surpassed 90% of its current maximum directory size (maxdirsize) limit, and the current maxdirsize is less than the default maxdirsize, which is 1% of total system memory.

Supports SNMP trap: true

Destinations: -

Number of Drops Between Transmissions: 0

Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: wafl.dir.size.warning

Severity: ERROR

Corrective Action: Use the "volume file show-inode" command with the file ID and volume name information to find the file path. Reduce the number of files in the directory. If not possible, use the (privilege:advanced) option "volume modify -volume vol_name -maxdir-size new_value" to increase the maximum number of files per directory. However, doing so could impact system performance. If you need to increase the maximum directory size, work with technical support.

Description: This message occurs when a directory surpasses 90% of its current maximum directory size (maxdirsize) limit.

Supports SNMP trap: true

Destinations: -

Number of Drops Between Transmissions: 0

Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

容量関連のイベント管理システムメッセージの例

Message Name: monitor.volume.full

Severity: DEBUG

Corrective Action: (NONE)

Description: This message occurs when one or more file systems are full, typically indicating at least 98% full. This event is accompanied by global health monitoring messages for the customer. The space usage is computed based on the active file system size and is computed by subtracting the value of the "Snapshot Reserve" field from the value of the "Used" field of the "volume show-space" command. The volume/aggregate can be over 100% full due to space used or reserved by metadata. A value greater than 100% might cause Snapshot(tm) copy space to become unavailable or cause the volume to become logically overallocated. See the "vol.log.overalloc" EMS message for more information.

Supports SNMP trap: true

Destinations: -

Number of Drops Between Transmissions: 0

Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: monitor.volume.nearlyFull

Severity: ALERT

Corrective Action: Create space by increasing the volume or aggregate sizes, or by deleting data or deleting Snapshot(R) copies. To increase a volume's size, use the "volume size" command. To delete a volume's Snapshot(R) copies, use the "volume snapshot delete" command. To increase an aggregate's size, add disks by using the "storage aggregate add-disks" command. Aggregate Snapshot(R) copies are deleted automatically when the aggregate is full.

Description: This message occurs when one or more file systems are nearly full, typically indicating at least 95% full. This event is accompanied by global health monitoring messages for the customer. The space usage is computed based on the active file system size and is computed by subtracting the value of the "Snapshot Reserve" field from the value of the "Used" field of the "volume show-space" command.

Supports SNMP trap: true

Destinations: -

Number of Drops Between Transmissions: 0

Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: monitor.volume.ok
Severity: DEBUG
Corrective Action: (UNKNOWN)

Description: The previously-reported volume full condition is fixed. * We log this event, as well as the other monitor.volume events, at LOG_DEBUG level to avoid spamming the messages file with events which are already being reported as part of the global health messages.

Supports SNMP trap: true
Destinations: -
Number of Drops Between Transmissions: 0
Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: monitor.volumes.one.ok
Severity: DEBUG
Corrective Action: (NONE)

Description: This message occurs when one file system that was nearly full (usually this means >= 95% full) is now OK. This event and other "monitor.volume" events are logged at LOG_DEBUG level to avoid spamming the messages file with events that are already being reported as part of the global health messages. The space usage is computed based on the active file system size and is computed by subtracting the value of the "Snapshot Reserve" field from the value of the "Used" field of the "volume show-space" command.

Supports SNMP trap: true
Destinations: -
Number of Drops Between Transmissions: 0
Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: vol.log.overalloc
Severity: ALERT
Corrective Action: Create space by increasing the volume or aggregate size, deleting data, deleting Snapshot(R) copies, or changing the provisioning from thick to thin. To increase a volume's size, use the "volume size" command. To delete a volume's Snapshot(R) copies, use the "volume snapshot delete" command. To change provisioning in a volume, reserved files can be unreserved by using the "volume file reservation" command. To increase an aggregate's size, add disks by using the "storage aggregate add-disks" command. Aggregate Snapshot(R) copies are deleted automatically when the aggregate is full. To change provisioning of a volume in an aggregate, change the volume guarantee from "volume" to "none" by using the "space-guarantee" field of the "volume modify" command.

Description: This message occurs when the volume or aggregate allocates more space than it can honor by way of reservations, or the aggregate has allocated more space than it can honor by way of guarantees. If the reserved or guaranteed space is consumed, there is insufficient physical space, which can cause the volume or aggregate to be taken offline.

Supports SNMP trap: true
Destinations: -
Number of Drops Between Transmissions: 0
Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

Message Name: fg.member.elastic.sizing
Severity: NOTICE
Corrective Action: (NONE)

Description: This message occurs when a FlexGroup constituent undergoes elastic sizing, either to restore balance among constituents or to resize constituents to accommodate space needs.

Supports SNMP trap: false
Destinations: -
Number of Drops Between Transmissions: 0
Dropping Interval (Seconds) Between Transmissions: 0

コマンド例

FlexGroup 容量コマンド

```
cluster::*> aggr show-space -instance -aggregate aggr1_node1

          Aggregate Name: aggr1_node1
          Volume Footprints: 2.05TB
          Volume Footprints Percent: 26%
Total Space for Snapshot Copies in Bytes: 0B
Space Reserved for Snapshot Copies: 0%
          Aggregate Metadata: 15.20MB
          Aggregate Metadata Percent: 0%
          Total Used: 2.05TB
          Total Used Percent: 26%
          Size: 7.86TB
Snapshot Reserve Unusable: -
Snapshot Reserve Unusable Percent: -
          Total Physical Used Size: 143.7GB
          Physical Used Percentage: 2%

          Aggregate Name: aggr1_node2
          Volume Footprints: 2.02TB
          Volume Footprints Percent: 26%
Total Space for Snapshot Copies in Bytes: 0B
Space Reserved for Snapshot Copies: 0%
          Aggregate Metadata: 8.63MB
          Aggregate Metadata Percent: 0%
          Total Used: 2.02TB
          Total Used Percent: 26%
          Size: 7.86TB
Snapshot Reserve Unusable: -
Snapshot Reserve Unusable Percent: -
          Total Physical Used Size: 69.71GB
          Physical Used Percentage: 1%
2 entries were displayed.
```

```
cluster::*> volume show-space -vserver SVM -volume flexgroup_*
Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0001

Feature           Used      Used%
-----
User Data         57.06MB   0%
Filesystem Metadata    3.51MB   0%
Inodes            87.26MB   0%
Snapshot Reserve     512GB    5%
Deduplication      12KB    0%
Performance Metadata 48KB    0%

Total Used        512.1GB   5%
Total Physical Used 148.3MB   0%


Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0002

Feature           Used      Used%
-----
User Data         57.03MB   0%
Filesystem Metadata    4.66MB   0%
Inodes            83.66MB   0%
Snapshot Reserve     512GB    5%
Deduplication      20KB    0%
Performance Metadata 44KB    0%

Total Used        512.1GB   5%
```

| | | |
|---------------------|---------|----|
| Total Physical Used | 145.7MB | 0% |
|---------------------|---------|----|

Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0003

| Feature | Used | Used% |
|----------------------|---------|-------|
| User Data | 57.02MB | 0% |
| Filesystem Metadata | 3.66MB | 0% |
| Inodes | 84.55MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 44KB | 0% |
| Total Used | 512.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 145.6MB | 0% |

Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0004

| Feature | Used | Used% |
|----------------------|---------|-------|
| User Data | 57.19MB | 0% |
| Filesystem Metadata | 8.93MB | 0% |
| Inodes | 82.09MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 44KB | 0% |
| Total Used | 512.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 148.5MB | 0% |

Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0005

| Feature | Used | Used% |
|----------------------|---------|-------|
| User Data | 3.99GB | 0% |
| Filesystem Metadata | 4.88MB | 0% |
| Inodes | 83.54MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 52KB | 0% |
| Total Used | 516.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 4.08GB | 0% |

Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0006

| Feature | Used | Used% |
|----------------------|---------|-------|
| User Data | 57.04MB | 0% |
| Filesystem Metadata | 3.50MB | 0% |
| Inodes | 87.26MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 44KB | 0% |
| Total Used | 512.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 148.2MB | 0% |

Vserver : SVM
Volume : flexgroup_0007

| Feature | Used | Used% |
|---------|------|-------|
|---------|------|-------|

| ----- | | |
|-------------------------|---------|-------|
| User Data | 57.02MB | 0% |
| Filesystem Metadata | 3.50MB | 0% |
| Inodes | 85.03MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 44KB | 0% |
| Total Used | 512.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 145.9MB | 0% |
| Vserver : SVM | | |
| Volume : flexgroup_0008 | | |
| Feature | Used | Used% |
| User Data | 57.03MB | 0% |
| Filesystem Metadata | 3.52MB | 0% |
| Inodes | 86.12MB | 0% |
| Snapshot Reserve | 512GB | 5% |
| Deduplication | 12KB | 0% |
| Performance Metadata | 44KB | 0% |
| Total Used | 512.1GB | 5% |
| Total Physical Used | 147.0MB | 0% |

| cluster::> vol show -is-constituent true -volume flexgroup_* | | | | | | | |
|---|----------------|-------------|----------|------|------|-----------|-------|
| Vserver | Volume | Aggregate | State | Type | Size | Available | Used% |
| SVM | flexgroup_0001 | aggr1_node1 | online | RW | 10TB | 5.05TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0002 | aggr1_node2 | online | RW | 10TB | 5.08TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0003 | aggr1_node1 | online | RW | 10TB | 5.05TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0004 | aggr1_node2 | online | RW | 10TB | 5.08TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0005 | aggr1_node1 | online | RW | 10TB | 5.05TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0006 | aggr1_node2 | online | RW | 10TB | 5.08TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0007 | aggr1_node1 | online | RW | 10TB | 5.05TB | 49% |
| SVM | flexgroup_0008 | aggr1_node2 | online | RW | 10TB | 5.08TB | 49% |
| 8 entries were displayed. | | | | | | | |
| cluster::*> storage aggregate show -aggregate aggr1* -fields usedsize,size,percent-used -sort-by percent-used | | | | | | | |
| aggregate | percent-used | size | usedsize | | | | |
| aggr1_node1 | 26% | 7.86TB | 2.05TB | | | | |
| aggr1_node2 | 26% | 7.86TB | 2.02TB | | | | |
| 2 entries were displayed. | | | | | | | |

クラスタ全体に対する statistics show-periodic コマンドの例

| cluster::*> statistics show-periodic | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|----------|------|----------|------|--------|--------|------------|--------|--------|------|
| cluster: cluster.cluster: 11/30/2016 11:49:46 | | | | | | | | | | | | | |
| cpu | | cpu | | total | | fcache | | total | | total data | | data | data |
| cluster | cluster | cluster | cluster | disk | disk | pkts | pkts | total | total | data | data | | |
| avg | busy | ops | nfs-ops | cifs-ops | ops | spin-ops | recv | recv | sent | busy | recv | recv | sent |
| busy | recv | sent | read | write | recv | recv | sent | 0 | 0 | 0% | 2.22KB | 1.13KB | |
| 5% | 5% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65.3KB | 64.4KB | 0% | 2.22KB | 1.13KB | |
| 0% | 62.7KB | 63.2KB | 489KB | 407KB | 91 | 83 | | | | | | | |

```

      5%   5%     0     0     0     0     0     0    62.5KB   61.6KB  0%   1.28KB   767B
0% 61.0KB 60.9KB 23.8KB 23.8KB 64    60    62.3KB   61.3KB  0%   1.43KB   708B
4%   5%     0     0     0     0     0     0    62.3KB   61.3KB  0%   1.43KB   708B
0% 60.7KB 60.7KB 15.8KB 15.8KB 69    58
cluster: cluster.cluster: 11/30/2016 11:49:53
cpu   cpu   total          fcache          total          total  data   data
cluster cluster cluster      disk      disk  pkts  pkts
avg  busy   ops nfs-ops cifs-ops      ops spin-ops  recv
busy   recv   sent  read   write  recv   sent
----- ----- -----
Minumums:
4%   5%     0     0     0     0     0     0    62.3KB   61.3KB  0%   1.28KB   708B
0% 60.7KB 60.7KB 15.8KB 15.8KB 64
Averages for 3 samples:
4%   5%     0     0     0     0     0     0    63.4KB   62.4KB  0%   1.64KB   877B
0% 61.5KB 61.6KB 176KB 149KB 74    67
Maximums:
5%   5%     0     0     0     0     0     0    65.3KB   64.4KB  0%   2.22KB   1.13KB
       63.2KB 489KB 407KB 91

```

リアルタイムの SVM レベル統計情報は、NFSv3 の読み取り処理と書き込み処理に対して show-periodic です

```

cluster::*> statistics show-periodic -instance SVM -interval 2 -iterations 0 -summary true -
vserver SVM -object nfsv3 -counter nfsv3_ops|nfsv3_read_ops|nfsv3_write_ops
cluster: nfsv3.SVM: 11/30/2016 13:29:57
      nfsv3      nfsv3
nfsv3      read      write      Complete      Number of
      ops      ops      ops Aggregation Constituents
-----
2360      0        697      Yes        16
2245      0        652      Yes        16
2126      0        629      Yes        16
cluster: nfsv3.SVM: 11/30/2016 13:30:04
      nfsv3      nfsv3
nfsv3      read      write      Complete      Number of
      ops      ops      ops Aggregation Constituents
-----
Minumums:
2126      0        629      -         -
Averages for 3 samples:
2243      0        659      -         -
Maximums:
2360      0        697      -         -

```

リアルタイムの FlexGroup ローカルおよびリモート統計

```

cluster::*> statistics show-periodic -instance 0 -interval 2 -iterations 0 -summary true -object
flexgroup -counter
cat1_tld_local|cat1_tld_remote|cat2_hld_local|cat2_hld_remote|cat3_dir_local|cat3_dir_remote|cat4
_fil_local|cat4_fil_remote
cluster: flexgroup.0: 11/30/2016 13:34:55
      cat1      cat1      cat2      cat2      cat3      cat3      cat4      cat4
      tld       tld       hld       hld       dir       dir       fil       fil      Complete      Number of
      local     remote    local     remote    local     remote    local     remote Aggregation Constituents
-----
      1        0        17       113       0        0        619       0        n/a        n/a
      0        1        17       114       0        0        654       0        n/a        n/a
      0        2        17       112       0        0        647       0        n/a        n/a
cluster: flexgroup.0: 11/30/2016 13:35:02
      cat1      cat1      cat2      cat2      cat3      cat3      cat4      cat4
      tld       tld       hld       hld       dir       dir       fil       fil      Complete      Number of
      local     remote    local     remote    local     remote    local     remote Aggregation Constituents
-----
Minumums:
0        0        17       112       0        0        619       0        -         -
Averages for 3 samples:
0        1        17       113       0        0        640       0        -         -
Maximums:

```

| | | | | | | | | | |
|---|---|----|-----|---|---|-----|---|---|---|
| 1 | 2 | 17 | 114 | 0 | 0 | 654 | 0 | - | - |
|---|---|----|-----|---|---|-----|---|---|---|

FlexGroup ボリュームを作成し、デフォルト値よりも少ない数のメンバー ボリュームを指定する例

このコマンドは、2つの5TBのメンバー ボリュームを含む10TBのFlexGroup ボリュームを2つのノードに作成します。

```
cluster::> volume create -vserver DEMO -volume flexgroup -aggr-list aggr1_node1,aggr1_node2 -aggr-list-multiplier 1 -junction-path /flexgroup -size 10t
```

```
Warning: The FlexGroup "flexgroup" will be created with the following number of constituents of size 5TB: 2.
```

```
Do you want to continue? {y|n}: y
```

メモ -aggr-list: フラグを使用して、ボリュームがFlexGroup ボリュームであることを確認してください。

FlexGroup ボリュームを作成するための REST API の例

次のREST APIの例は、1つのアグリゲートに2TB、8メンバーのシンプロビジョニングFlexGroup ボリュームを作成します。

```
{  
    "aggregates": [  
        {  
            "name": "aggr1_node1"  
        }  
    ],  
    "constituents_per_aggregate": 8,  
    "efficiency": {  
        "compaction": "inline",  
        "compression": "inline",  
        "cross_volume_dedupe": "inline",  
        "dedupe": "inline"  
    },  
    "guarantee": {  
        "type": "none"  
    },  
    "name": "RESTAPI_FG",  
    "nas": {  
        "export_policy": {  
            "id": 42949672961,  
            "name": "default"  
        },  
        "gid": 0,  
        "path": "/RESTAPI_FG",  
        "security_style": "unix",  
        "uid": 0,  
        "unix_permissions": 755  
    },  
    "size": "2T",  
    "style": "flexgroup",  
    "svm": {  
        "name": "DEMO",  
        "uuid": "7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210"  
    }  
}
```

FlexGroupは、作成後に次のように表示されます。

```
cluster::*-> vol show -vserver DEMO -volume REST*  
Vserver      Volume      Aggregate      State      Type      Size Available Used%  
-----  
DEMO        RESTAPI_FG      -          online     RW       2TB      1.90TB   0%  
DEMO        RESTAPI_FG_0001      aggr1_node1  online     RW      256GB    243.1GB   0%  
DEMO        RESTAPI_FG_0002
```

| | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------|--------|----|-------|---------|----|
| DEMO | RESTAPI_FG_0003 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG_0004 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG_0005 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG_0006 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG_0007 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG_0008 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| 9 entries were displayed. | | | | | | | |

複数のアグリゲートをリストに含めるには、次の REST API を例として使用します。

```
{
  "aggregates": [
    { "name": "aggr1_node1" }, { "name": "aggr1_node2" }
  ],
  "efficiency": {
    "compaction": "inline",
    "compression": "inline",
    "cross_volume_dedupe": "inline",
    "dedupe": "inline"
  },
  "guarantee": {
    "type": "none"
  },
  "name": "RESTAPI_FG3",
  "nas": {
    "export_policy": {
      "id": 42949672961,
      "name": "default"
    },
    "gid": 0,
    "path": "/RESTAPI_FG3",
    "security_style": "unix",
    "uid": 0,
    "unix_permissions": 755
  },
  "size": "2T",
  "style": "flexgroup",
  "svm": {
    "name": "DEMO",
    "uuid": "7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210"
  }
}
```

その仕組みは次のとおりです。

| Vserver | Volume | Aggregate | State | Type | Size | Available | Used% |
|---------|------------------|-------------|--------|------|-------|-----------|-------|
| DEMO | RESTAPI_FG3 | - | online | RW | 2TB | 1.90TB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0001 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0002 | aggr1_node2 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0003 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0004 | aggr1_node2 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0005 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0006 | aggr1_node2 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |
| DEMO | RESTAPI_FG3_0007 | aggr1_node1 | online | RW | 256GB | 243.1GB | 0% |

```

DEMO      RESTAPI_FG3_0008
          aggr1_node2 online     RW      256GB    243.1GB   0%
9 entries were displayed.

```

この REST API style constituents_per_aggregate は、オプションを使用して 4 メンバーの FlexGroup ボリューム y を作成し、オプションは指定しません。

```
{
  "aggregates": [
    {
      "name": "aggr1_node1"
    }
  ],
  "efficiency": {
    "compaction": "inline",
    "compression": "inline",
    "cross_volume_dedupe": "inline",
    "dedupe": "inline"
  },
  "guarantee": {
    "type": "none"
  },
  "name": "RESTAPI_FG2",
  "nas": {
    "export_policy": {
      "id": 42949672961,
      "name": "default"
    },
    "gid": 0,
    "path": "/RESTAPI_FG2",
    "security_style": "unix",
    "uid": 0,
    "unix_permissions": 755
  },
  "size": "2T",
  "style": "flexgroup",
  "svm": {
    "name": "DEMO",
    "uuid": "7e3cc08e-d9b3-11e6-85e2-00a0986b1210"
  }
}
```

次に、作成される FlexGroup ボリュームを示します。

```

cluster::*#> vol show -vserver DEMO -volume RESTAPI_FG2*
Vserver  Volume      Aggregate  State   Type    Size Available Used%
-----  -----
DEMO     RESTAPI_FG2  -          online  RW      2TB    1.90TB   0%
DEMO     RESTAPI_FG2_0001  aggr1_node1  online  RW      512GB  486.3GB   0%
DEMO     RESTAPI_FG2_0002  aggr1_node1  online  RW      512GB  486.3GB   0%
DEMO     RESTAPI_FG2_0003  aggr1_node1  online  RW      512GB  486.3GB   0%
DEMO     RESTAPI_FG2_0004  aggr1_node1  online  RW      512GB  486.3GB   0%
5 entries were displayed.

```

FlexGroup ボリュームのサイズを増やす例

```

cluster::*#> volume show -vserver SVM -volume flexgroup*
SVM      flexgroup  -          online  RW      70.20TB  10.14TB  85%
SVM      flexgroup_0001  aggr1_node1  online  RW      10TB    5.06TB   49%
SVM      flexgroup_0002  aggr1_node2  online  RW      10TB    5.08TB   49%
SVM      flexgroup_0003  aggr1_node1  online  RW      10TB    5.06TB   49%
SVM      flexgroup_0004

```

```

SVM          aggr1_node2  online   RW      10TB    5.08TB  49%
SVM          flexgroup_0005
SVM          aggr1_node1  online   RW      10TB    5.06TB  49%
SVM          flexgroup_0006
SVM          aggr1_node2  online   RW      10TB    5.08TB  49%
SVM          flexgroup_0007
SVM          aggr1_node1  online   RW      10TB    5.06TB  49%
SVM          flexgroup_0008
SVM          aggr1_node2  online   RW      10TB    5.08TB  49%

cluster::*> vol size -vserver SVM -volume flexgroup -new-size 100t
vol size: Volume "SVM:flexgroup" size set to 100t.

cluster::*> volume show -vserver SVM -volume flexgroup*
Vserver     Volume      Aggregate  State     Type      Size  Available Used%
-----  -----
SVM        flexgroup   -          online   RW      100TB  10.14TB  89%
SVM        flexgroup_0001
SVM        aggr1_node1  online   RW      12.50TB 5.06TB  59%
SVM        flexgroup_0002
SVM        aggr1_node2  online   RW      12.50TB 5.08TB  59%
SVM        flexgroup_0003
SVM        aggr1_node1  online   RW      12.50TB 5.06TB  59%
SVM        flexgroup_0004
SVM        aggr1_node2  online   RW      12.50TB 5.08TB  59%
SVM        flexgroup_0005
SVM        aggr1_node1  online   RW      12.50TB 5.06TB  59%
SVM        flexgroup_0006
SVM        aggr1_node2  online   RW      12.50TB 5.08TB  59%
SVM        flexgroup_0007
SVM        aggr1_node1  online   RW      12.50TB 5.06TB  59%
SVM        flexgroup_0008
SVM        aggr1_node2  online   RW      12.50TB 5.08TB  59%

```

FlexGroup ボリュームの拡張例

```

cluster::*> volume show -vserver SVM -volume flexgroup4*
Vserver     Volume      Aggregate  State     Type      Size  Available Used%
-----  -----
SVM        flexgroup4TB -          online   RW      4TB    3.78TB  5%
SVM        flexgroup4TB _0001
SVM        aggr1_node1  online   RW      512GB  485.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0002
SVM        aggr1_node2  online   RW      512GB  481.2GB 6%
SVM        flexgroup4TB _0003
SVM        aggr1_node1  online   RW      512GB  481.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0004
SVM        aggr1_node2  online   RW      512GB  485.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0005
SVM        aggr1_node1  online   RW      512GB  485.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0006
SVM        aggr1_node2  online   RW      512GB  485.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0007
SVM        aggr1_node1  online   RW      512GB  485.5GB 5%
SVM        flexgroup4TB _0008
SVM        aggr1_node2  online   RW      512GB  485.5GB 5%

cluster::*> volume expand -vserver SVM -volume flexgroup4TB -aggr-list aggr1_node1,aggr1_node2 -
aggr-list-multiplier 4

cluster::*> volume show -vserver SVM -volume flexgroup4*
Vserver     Volume      Aggregate  State     Type      Size  Available Used%
-----  -----
SVM        flexgroup4TB -          online   RW      8TB    7.78TB  1%
SVM        flexgroup4TB _0001
SVM        aggr1_node1  online   RW      512GB  485.5GB 1%
SVM        flexgroup4TB _0002
SVM        aggr1_node2  online   RW      512GB  481.2GB 1%

```

| | | | | | | | |
|-----|-------------------|-------------|--------|----|-------|---------|----|
| SVM | flexgroup4TB_0003 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 481.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0004 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0005 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0006 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0007 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0008 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0009 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0010 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 481.2GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0011 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 481.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0012 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0013 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0014 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0015 | aggr1_node1 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |
| SVM | flexgroup4TB_0016 | aggr1_node2 | online | RW | 512GB | 485.5GB | 1% |

その他のコマンドラインの例

次のコマンドを使用して **FlexGroup** ボリュームを作成 `flexgroup deploy` します。

```
cluster::> flexgroup deploy -size 20PB -space-guarantee volume -vserver SVM -volume flexgroup
```

ONTAP 9.2 `auto-provision-as` オプションを使用します。

```
cluster::> vol create -auto-provision-as flexgroup -vserver SVM -volume flexgroup92
-junction-path /flexgroup92 -size 100t -space-guarantee none -security-style unix
```

を使用して、複数のノードにまたがる **FlexGroup** ボリュームを作成します `volume create`:

```
cluster::> volume create -vserver SVM -volume flexgroup -aggr-list aggr1_node1,aggr1_node2 -
policy default -security-style unix -size 20PB -space-guarantee none -junction-path /flexgroup
```

FlexGroup Snapshotポリシーの変更

```
cluster::> volume modify -vserver SVM -volume flexgroup -snapshot-policy [policyname|none]
```

ストレージ QoS の適用 :

```
cluster::> volume modify -vserver DEMO -volume flexgroup -qos-policy-group FlexGroupQoS
```

ボリュームの自動拡張を適用します。

```
cluster::> volume autosize -vserver DEMO -volume Tech_ONTAP -mode grow -maximum-size 20t -grow-
threshold-percent 80

cluster::> volume autosize -vserver DEMO -volume Tech_ONTAP
Volume autosize is currently ON for volume "DEMO:Tech_ONTAP".
The volume is set to grow to a maximum of 20t when the volume-used space is above 80%.
Volume autosize for volume 'DEMO:Tech_ONTAP' is currently in mode grow.
```

詳細情報の入手方法

このドキュメントに記載されている情報の詳細については、以下のWebサイトを参照してください。

テクニカル レポート

- TR-4067 NFS Best Practices and Implementation Guide
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4067.pdf>
- TR-4100 : 『Nondisruptive Operations with SMB File Shares』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4100.pdf>
- ネットアップのデータ圧縮、重複排除、データ コンパクション
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4476.pdf>
- TR-4523 : 『ONTAP における DNS ロードバランシング』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4598.pdf>
- TR-4568 : 『FabricPool Best Practices』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4598.pdf>
- TR-4570 : 『NetApp Storage Solutions for Apache Spark』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4570.pdf>
- TR-4571-a : NetApp ONTAP FlexGroupボリューム：ベストプラクティス
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4571-a.pdf>
- TR-4597 : 『VMware vSphere on ONTAP -』
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4597.pdf>
- TR-4616 : 『NFS Kerberos in ONTAP』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4598.pdf>
- TR-4617 : 『Electronic Design Automation Best Practices』
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4598.pdf>
- TR-4668 : 『Name Services Best Practices Guide』 (ONTAP 9.3 以降)
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4598.pdf>
- TR-4678 : 『Data Protection Best Practices with FlexGroup Volumes』
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4678.pdf>
- TR-4705 : NetApp MetroCluster 解決策の設計とアーキテクチャ
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4647.pdf>
- TR-4740 SMB 3.0
<https://www.netapp.com/media/17136-tr4740.pdf>
- TR-4743 : 『NetApp FlexCache Volumes in ONTAP 9.7』
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4647.pdf>
- TR-4808: NetApp Environment Best Practices
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4647.pdf>
- TR-4835 : 『How to Configure LDAP in ONTAP』
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4647.pdf>
- TR-4667 : 『Best Practice Guide for File System Analytics』
<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/20030-tr-4866.pdf>
- TR-4863 : XCP のベストプラクティスガイドライン
<https://www.netapp.com/media/17115-tr-4810.pdf>

その他のコンテンツ

- Tech OnTap ポッドキャストのエピソード 46 : FlexGroup
https://soundcloud.com/techontap_podcast/episode-46-flexgroups-1

- Tech OnTap ポッドキャスト・エピソード 188 : FlexGroup の最新情報
https://soundcloud.com/techontap_podcast/episode-188-flexgroup-update
- Tech OnTap ポッドキャスト・エピソード 219 : FlexVol から FlexGroup への変換
https://soundcloud.com/techontap_podcast/episode-219-flexvol-to-flexgroup-conversion
- Tech OnTap ポッドキャストエピソード 270 : ファイルシステム分析
https://soundcloud.com/techontap_podcast/episode-270-netapp-ontap-file-systems-analytics
- ONTAP 9.3 の FlexGroup Volume の新機能
<https://blog.netapp.com/whats-new-for-netapp-flexgroup-volumes-in-ontap-9-3/>
- NetApp FlexGroup : NASの進化
<https://blog.netapp.com/blogs/netapp-flexgroup-volumes-an-evolution-of-nas/>
- NetApp ONTAP FlexGroup Volume の 7 つの俗説
<https://blog.netapp.com/blogs/seven-myths-about-netapp-ontap-flexgroup-volumes/>
- ボリュームのアフィニティ : ONTAP と CPU の利用率の進化
<https://blog.netapp.com/volume-affinities-how-ontap-and-cpu-utilization-has-evolved/>
- FlexGroup のライトボードビデオ
<https://www.youtube.com/watch?v=Wp6jEd4VkgI&t=4s>

バージョン履歴

| バージョン | 日付 | ドキュメントバージョン履歴 |
|------------|----------|-----------------|
| バージョン1.0 | 2017年1月 | 初版リリース |
| バージョン1.0.1 | 2017年2月 | 軽微な修正を行いました。 |
| バージョン1.1 | 2017年5月 | ONTAP 9.2RC1 の略 |
| バージョン1.2 | 2017年12月 | ONTAP 9.3GA |
| バージョン1.3 | 2018年5月 | ONTAP 9.4 RC1 |
| バージョン1.4 | 2018年11月 | ONTAP 9.5 |
| バージョン1.5 | 2019年6月 | ONTAP 9.6 |
| バージョン1.6 | 2020年1月 | ONTAP 9.7 |
| バージョン1.7 | 2021年1月 | ONTAP 9.8 |
| バージョン1.8 | 2021年5月 | ONTAP 9、9.1 |
| バージョン1.9 | 2021年10月 | ONTAP 9、10.1 |

謝辞

チャド Morgenstern、リチャード Jernigan、ダン Tenant、ケン Cantrell、スニヤ Rao、この報告書の作成方法については、Shriya Paramkusam、Mrinal Devadas を参照してください。

に関するネットアップのドキュメントを参照してください。

本ドキュメントに記載されている、特定バージョンの製品と機能がお客様の環境でサポートされるかどうかは、ネットアップ サポートサイトにある [Interoperability Matrix Tool \(IMT\)](#) で確認してください。NetApp IMTには、ネットアップがサポートする構成を構築するために使用できる製品コンポーネントやバージョンが定義されています。サポートの可否は、お客様の実際のインストール環境が公表されている仕様に従っているかどうかによって異なります。

機械翻訳に関する免責事項

原文は英語で作成されました。英語と日本語訳の間に不一致がある場合には、英語の内容が優先されます。公式な情報については、本資料の英語版を参照してください。翻訳によって生じた矛盾や不一致は、法令の順守や施行に対していかなる拘束力も法的な効力も持ちません。

著作権に関する情報

Copyright © 2022 NetApp, Inc. All Rights Reserved. Printed in the U.S. このドキュメントは著作権によって保護されています。著作権所有者の書面による事前承諾がある場合を除き、画像媒体、電子媒体、および写真複写、記録媒体、テープ媒体、電子検索システムへの組み込みを含む機械媒体など、いかなる形式および方法による複製も禁止します。

ネットアップの著作物から派生したソフトウェアは、次に示す使用許諾条項および免責条項の対象となります。

このソフトウェアは、ネットアップによって「現状のまま」提供されています。ネットアップは明示的な保証、または商品性および特定目的に対する適合性の暗示的保証を含み、かつこれに限定されないいかなる暗示的な保証も行いません。ネットアップは、代替品または代替サービスの調達、使用不能、データ損失、利益損失、業務中断を含み、かつこれに限定されない、このソフトウェアの使用により生じたすべての直接的損害、間接的損害、偶発的損害、特別損害、懲罰的損害、必然的損害の発生に対して、損失の発生の可能性が通知されていたとしても、その発生理由、根拠とする責任論、契約の有無、厳格責任、不法行為（過失またはそうでない場合を含む）にかかわらず、一切の責任を負いません。

ネットアップは、ここに記載されているすべての製品に対する変更を隨時、予告なく行う権利を保有します。ネットアップによる明示的な書面による合意がある場合を除き、ここに記載されている製品の使用により生じる責任および義務に対して、ネットアップは責任を負いません。この製品の使用または購入は、ネットアップの特許権、商標権、または他の知的所有権に基づくライセンスの供与とはみなされません。

このマニュアルに記載されている製品は、1つ以上の米国特許、その他の国の特許、および出願中の特許により保護されている場合があります。

本書に含まれるデータは市販品（FAR 2.101の定義に基づく）に関係し、データの所有権はNetApp, Inc.にあります。米国政府は本データに対し、非独占的かつ移転およびサブライセンス不可で、全世界を対象とする取り消し不能の制限付き使用権を有し、本データの提供の根拠となった米国政府契約に関連し、当該契約の裏付けとする場合にのみ本データを使用できます。前述の場合を除き、NetApp, Inc.の書面による許可を事前に得ることなく、本データを使用、開示、転載、改変するほか、上演または展示することはできません。国防総省にかかる米国政府のデータ使用権については、DFARS 252.227-7015(b)項で定められた権利のみが認められます。

商標に関する情報

NetApp、NetAppのロゴ、<https://www.netapp.com/company/legal/trademarks>に記載されているマークは、NetApp, Inc.の商標です。その他の会社名と製品名は、それを所有する各社の商標である場合があります。

TR-4571-1021-JP