

EqualLogic SAN に適した RAID の選択方法

新しいストレージソリューションを導入する際に最も重要な決定事項の1つとなるのが、使用する RAID タイプの選択です。いずれの RAID タイプにも、通常の動作と再構築時間の両方における保護、効率性（有効ストレージ）、およびパフォーマンスの面で、それぞれ長所と短所があります。ストレージソリューションの購入元にかかわらず、RAID は一連の同じ基準に基づいて決定されます。まず最初に、アプリケーションのパフォーマンスニーズを満たす必要があります。これは、RAID ポリシーを選択する際の主な決定要因となります。アプリケーションのニーズが満たされる場合、RAID ポリシーの選択は、コストと保護レベルの2つの要因に絞り込まれます。この場合のコストは、容量の使用効率におけるコストです。

このホワイトペーパーでは、Dell EqualLogic™ ストレージエリアネットワーク (SAN) アレイに適した RAID ポリシーを選択する方法について説明します。最初に、EqualLogic アレイで使用可能な各 RAID タイプについて、パフォーマンス、保護、および効率の観点で検証します。次に、パフォーマンス要件と保護要件を満たすための、EqualLogic SAN アーキテクチャにおける RAID ポリシーの選択について説明します。

EQUALLOGIC SAN で使用可能な RAID タイプの概要

EqualLogic PS シリーズアレイでは、いくつかの RAID タイプがサポートされています。各タイプとも、EqualLogic アーキテクチャ内で最大限にパフォーマンスを発揮できるように最適化されています。このアーキテクチャでは、アレイごとに RAID タイプが選択され、各アレイは単一の RAID ポリシーで構成されます。デフォルトでは、この RAID ポリシーは、アレイの RAID タイプとホットスペアとして予約されるディスク数の2つの要因に特化します。各 EqualLogic アレイ内で使用可能な RAID タイプは、RAID 10、RAID 50、RAID 5、および RAID 6 です。これらの RAID タイプは、アレイモデルに応じてタイプごとに実装方法が異なり、各モデルで使用可能なドライブ数に基づいて、データ、パリティ、ミラーリング、およびホットスペア専用割り当てられるドライブ数が異なります。表 1 に、各 RAID タイプの一般的な定義を示します。



EQUALLOGIC

注意: EqualLogic PS シリーズアレイでは、アレイモデル内のディスク数に基づいて、サポートされる各 RAID タイプが実装されます。表 1 の図は、各 RAID タイプの基本的な定義を示すためにのみ使用されており、PS シリーズアレイの実際の RAID 実装を表すものではありません。

表 1: RAID の定義

RAID	説明	例
10	<p>RAID 10 (ストライピングセットのミラーセット) では、高パフォーマンスの 2 つの RAID タイプ (RAID 0 と RAID 1) の長所を組み合わせています。RAID 10 では、まず 2 台 1 組のディスクによる RAID 1 ミラーリングディスクを構築し、これらのミラー上にデータを分散させます。1 TB のディスクが 16 台ある場合、RAID 10 実装では、8 TB のデータをホストできることになります。</p> <p>RAID 10 実装では、RAID 1 (ミラー) セットの両方のドライブに損失が発生しない限り、複数のドライブで損失が発生してもデータを維持できます。</p>	
50	<p>RAID 50 (ストライピングセットの RAID 5 セット) は、まず 2 つ以上の RAID 5 セットを作成し、次にこれらの RAID 5 セット上にデータをストライピングすることによって作成されます。1 TB のディスクが 16 台ある場合、RAID 50 実装では、2 TB の容量がパリティ用として予約されることから、14 TB のデータをホストできることになります。</p> <p>RAID 50 実装では、RAID 5 セットあたり 1 つのドライブ障害に耐えることができます。</p>	
5	<p>RAID 5 (分散パリティを持つストライピングディスク) では、3 台以上のディスクを組み合わせ、各ストライプが N 個のデータブロックと 1 個のパリティブロックで構成されるように配置されます (多くの場合 N + 1 と呼ばれます)。1 TB のディスクが 16 台ある場合、RAID 5 実装では、1 TB の容量がパリティ用として予約されることから、15 TB のデータをホストできることになります。</p> <p>RAID 5 実装では、データ損失を伴わずに 1 つのドライブ障害に耐えることができます。</p>	
6	<p>RAID 6 (二重分散パリティを持つストライピングセット) では、RAID 5 の概念を拡張してストライプあたり 2 個のパリティブロックを使用します (N + 2 と呼ばれます)。1 TB のディスクが 16 台ある場合、RAID 6 実装では、2 TB の容量がパリティ用として予約されることから、14 TB のデータをホストできることになります。</p> <p>RAID 6 実装では、データ損失を伴わずに同時に 2 つまでのドライブ障害に耐えることができます。</p>	

メモ: Dx = データブロック、Mx = 重複データ、Px = 「垂直」パリティブロック、Qx = 「斜め」パリティブロック

RAID の選択基準

RAID タイプを比較する場合、パフォーマンス、ストレージ効率、およびデータ保護の 3 つの具体的な特性を考慮する必要があります。これらの特性によって、アプリケーション、ビジネス、および管理上のニーズを満たす RAID タイプが決まります。ストレージ管理者は、アプリケーション所有者と共同でこれらの特性のうち、より重要な特性を見極める必要があります。さらに理解を深めるために、それぞれの特性を詳細に検討します。

パフォーマンス

アプリケーションやそのアプリケーションをサポートするストレージソリューションにおける最も重要な要件の 1 つは、スピードと応答性に対するエンドユーザの期待に応えることです。ストレージソリューションの RAID タイプのパフォーマンス特性は、このアプリケーションの要件に直接影響を与えます。ストレージソリューションの要求に対する応答とデータ提供のスピードが速くなるほど、アプリケーションの速度と応答性が向上します。RAID のパフォーマンスは、次の複数の要因が組み合わされて形成されます。

• データの読み取りおよび書き込み専用のディスク数

データ処理専用によくのディスクが割り当てられる RAID タイプでは、パフォーマンスが向上します。これはストレージ要求に対する応答に使用できるディスク数に重点を置くストレージ効率とは異なります。RAID 10 アレイでは、ディスクの 50% を、ミラーによるデータ保護用に割り当てる必要があるため、ストレージ効率は低くなりますが、ミラー内のデータの両方のコピーを使用して、ストレージ要求に応答することが可能です。これにより、すべてのディスク (100%) をデータ要求の処理に使用できます。これとは対照的に、RAID 5 アレイでは、ディスク 1 台分のストレージで残りのディスクが保護されるため、高いストレージ効率特性が発揮されますが、この高いストレージ効率を備えるために、追加の処理能力が必要となり、ストレージ要求を処理するための処理能力が奪われてしまいます。

• データ保護を提供するために必要な処理量

この要因は、RAID 5 や RAID 6 アレイなどのパリティ計算を必要とする RAID タイプで重視されます。パリティ計算は非常に作業負荷の大きいプロセスであるため、ストレージアレイは、単にアプリケーションに対してデータの送受信を行うだけでなく、その処理能力の一部をパリティ計算の実行に割り当てる必要があります。RAID 5 アレイでは、データ書き込み要求をディスクにコミットする前に、書き込み操作ごとにパリティを計算する処理と追加の読み取り操作が必要になります。RAID 6 アレイは、2 つの異なるパリティ値を計算する必要があるため、この操作を 2 回実行する必要があります。また、RAID 6 アレイでは、2 番目のパリティのプロセスに 1 番目のパリティ計算を含める必要があるため、これらのパリティ計算を順に実行する必要があります。

• 障害からの復旧後の再構築時間

ディスク障害の発生後、ホットスペア (使用可能な場合) により、自動的に障害が発生したディスクが交換され、そのアレイは再構築状態に入ります。この状態では、RAID アレイ内の残りのディスクのデータを使用して、障害が発生したディスクのデータが再構築されます。RAID タイプによっては、この再構築が完了するまで、再構築を完了するために必要な時間と処理能力が、アレイのパフォーマンスに大きく影響する可能性があります。RAID 10 アレイなどのミラーセットが含まれる RAID タイプでは、ミラーペアの残ったディスクのデータをコピーするだけで済みます。RAID 10 アレイの再構築では、計算を実行する必要がないため、RAID 10 セット内の他のミラーセットは再構築による影響を受けません。RAID 5、RAID 50、RAID 6 などのパリティ計算を必要とする RAID タイプでは、アレイパフォーマンスが低下することがあります。これは、再構築プロセスの一環として、障害が発生した RAID セット内の残ったすべてのディスクからデータを読み取り、パリティ情報を再計算して失われたデータの値を特定する必要があるためです。

ストレージ効率

ストレージ効率の観点から見た場合、各 RAID タイプのストレージ効率のレベルは異なります。ストレージ効率とは、RAID タイプの要件をディスクセットに適用した後で利用できる「有効ストレージ」の容量を示します。ほとんどの RAID タイプで、ディスク数が増加するにつれて、ストレージ効率も向上します。それ以外のタイプでは、RAID セット内のディスク数にかかわらず、ロー (raw) ディスク容量の割合における効率は一定です。例えば、RAID 10 アレイでは、常に 50% のディスクを使用して残り 50% のディスクのデータをミラーリングする必要があります。これに対して RAID 50、RAID 5、および RAID 6 アレイのストレージ効率は、データを保管する RAID セット内のディスク数によって異なります。これらのアレイでは、RAID セット内の残りのディスクを保護するための必要なディスク数が少なく済むためです。

データ保護

最後は、RAID タイプごとに保護レベルが異なるという点です。おそらくこれが最も明確な差が出る要因です。RAID タイプには、1つのディスク障害から保護するものと、複数のディスク障害から RAID セットを保護できるものがあります。RAID 10 では、複数のディスク障害から復旧することができます。この場合、復旧できるのは、ミラーセットにつき1つのディスクです。そのため、14 台のディスクが RAID セット用に、2 台のディスクがホットスペア用に割り当てられている 16 台のディスクを備えた EqualLogic PS アレイは、アレイあたり 7 つのミラーセットで構成されており、7 台のディスクに障害が発生しても稼働し続けることができます。これとは対照的に、RAID 5 (およびその他のシングルパリティ RAID タイプ) アレイは、1つのディスク障害にしか対処できません。RAID 6 および RAID 50 は、RAID 10 と RAID 5 の中間の保護を提供し、アレイが使用不能の状態になるまでに、複数のディスク障害 (RAID 6 の場合、アレイあたり 2 台のディスク障害、RAID 50 の場合、アレイ内の RAID 5 セットあたり 1 台のディスク障害) に耐えることができます。表 2 に、これらの 3 つの特性から見た、EqualLogic でサポートされる各 RAID タイプの相対的なランキングを示します。

表 2: RAID の比較

RAID	読み取り (ランダム/ シーケンシャル)	書き込み (ランダム/ シーケンシャル)	相対コスト	相対的 保護	再構築の パフォー マンス
10	★★★★★★	★★★★★★	\$ \$ \$ \$	★★★★	★★★★
50	★★★★★★	★★★/★★★	\$ \$ \$	★★★	★★★
5	★★★★★★	★★/★★★	\$	★★	★★
6	★★★★★★	★/★★	\$ \$	★★★★	★

適切な RAID ポリシーの選択

SAN に対する一連の RAID ポリシーの選択は、SAN をプライマリストレージとして使用する各アプリケーションの実際のパフォーマンスと感覚的なパフォーマンスの両方に直接影響を与えます。すでに説明したように、RAID タイプごとに、パフォーマンス、コスト、および保護のレベルが異なります。十分な情報に基づいた決定を行うために、新しい SAN を導入する理由を理解することで、期待値をいくつか設定することができます。まず、ほとんどの SAN はストレージを単一のストレージのプールに統合するために導入されており、その目的は管理の改善、分離した未使用のストレージ容量の削減、および (おそらくは規制上の要件による) 保管されているデータの保護の強化です。統合とは、複数のアプリケーションが SAN 内のストレージリソースを利用することを意味します。したがって、各アプリケーションのデータアクセスプロファイルを理解することが重要です。この情報を使って、各アプリケーションのデータがホストされる SAN 内の場所を定義することにより、セキュリティの危険性を最小限に抑えながらアプリケーションのすべての要件を満たすように EqualLogic SAN を設計することができます。これにより、アプリケーションの要件に焦点を合わせた RAID タイプを定義し、これらのアプリケーションのデータを、類似の RAID ポリシーを必要とするリソースプールにグループ化することができます。

アプリケーション要件の理解

アプリケーションのデータ要件を理解することは、適切なアレイモデルおよび RAID ポリシーを選択するための第一歩となります。アプリケーションのデータへのアクセス方式がランダムアクセスであるか、シーケンシャルアクセスであるか。アプリケーションがエンドユーザの要求にどの程度迅速に応答する必要があるか。データの変更頻度（書き込みと読み取りの回数）はどれぐらいか。これらは、導入する必要がある RAID ポリシーの数と共に、SAN 設計および RAID ポリシーを選択する際に影響する問題の一部に過ぎません。

一般的なアプリケーション環境は本質的にランダムアクセスであり、IOPS および遅延による制約を受けます。このようなタイプのアプリケーションの例として、トランザクション指向のデータベースアプリケーション、POS アプリケーション、大規模な E-メールソリューションなどが挙げられます。このタイプのアプリケーションでは、遅延を最小限に抑えながら高い I/O を実現するストレージソリューションが必要となることから、多数の高速ディスクドライブで作成可能な RAID タイプをサポートするストレージソリューションが必要です。EqualLogic PS シリーズアレイでサポートされるいずれの RAID タイプもこのタイプのアクセスモデルに適していますが、ここでは RAID 10 と RAID 50 が最適だと思われる。これは、高い読み取り I/O と比較的良好な書き込み I/O をサポートするために多数のスピンダルを提供しながら、データ書き込みの割合を高める必要がある場合に、これらの RAID タイプがより良好に機能するためです。

それほど一般的ではないアプリケーションとして、データウェアハウス、ビデオ処理、およびその他の大規模な意思決定支援アプリケーションのようにデータに順次アクセスするアプリケーションがあります。これらのアプリケーションでは、大量のデータを迅速に転送する機能（通常書き込みではなく読み取り）が備わっているストレージソリューションが必要となり、全体のスループットを満たすための非常に大規模なネットワークとストレージ構成が必要となります。ストレージアレイが 1 つである場合は、データに順次アクセスするアプリケーションで必要となる高スループットが不足することがありますが、ホストからの I/O パスやイニシエータの数を増やすと共に、他の EqualLogic アレイを追加して SAN を適切に拡張することで、このボトルネックを除去できます。これ

らのタイプのアプリケーションに最適な RAID タイプは、通常 RAID 5、RAID 6、RAID 50 などの、読み取りアクセスが行いやすく、かつスペースを最も効率的に活用できるタイプです。

このセクションの冒頭で述べたように、アプリケーション要件は、RAID ポリシーを選択するプロセスの中で重要な役割を果たします。実際のテストに勝るものはありませんが、各種アプリケーションの一般特性をいくつか確認することで、指針を立てることができます。表 3 に、考慮する必要がある、主なアプリケーションタイプと推奨する RAID ポリシーをいくつか示します。

表 3: アプリケーションタイプおよび考慮する RAID

アプリケーションタイプ		RAID ポリシーの候補
File/NAS サービス		5、6、50
メッセージング		10、50
データベース	ランダム、トランザクション (OLTP)	10、50
	シーケンシャル (> 75% 読み取り)、DSS/データウェアハウス	6、5、50
	シーケンシャル (> 25% 書き込み)	50、6、5

RAID の選択に与える仮想化ピラストレージアーキテクチャの影響

EqualLogic SAN は、1 つ以上の PS シリーズアレイで構成されており、これらのアレイが連携して負荷分散を行うことで、アプリケーションに最適なパフォーマンスと保護が提供されます。各アレイには専用の RAID ポリシーが割り当てられており、アレイはその RAID タイプの特性に基づいてパフォーマンスを自動的に最適化できるため、サポートされるすべての RAID ポリシーで最大限のパフォーマンスが実現されます。各 RAID ポリシーは、1 つの RAID タイプと、ホットスペアとして指定されている定められた数のディスクで構成されます。デフォルトでは、EqualLogic は RAID 5 と RAID 6 の場合、ホットスペアとして 1 つのドライブを予約し、RAID 10 と RAID 50 の場合、ホットスペアとして 2 つのドライブを予約します。ホットスペアとして予約されているディスク数を減らすことはできますが、この操作はコマンドラインインターフェイス (CLI) を使用してのみ実行することができます。デルでは、ホットスペアの数をデフォルトの数から減らすことは推奨していません。

EqualLogic SAN 設計の能力は、複数のアレイを結合することによって発揮されます。SAN グループ内の各アレイは、異なる RAID ポリシーで構成することができます。アレイを異なるリソースプールに編成することで、階層型ストレージ機能が実現し、全体のパフォーマンスの向上につながります。リソースプールは、RAID ポリシーが同じアレイも、RAID ポリシーが異なるアレイもホストすることができます。各リソースプールでは、アプリケーションのパフォーマンスニーズに基づいて、プール内の複数のアレイ間でボリュームの負荷分散を実行できます。

リソースプールに含まれるすべてのアレイの RAID ポリシーが同じ場合、このプールにアレイを追加すると、プールの容量が増えるだけでなく、プール内の各ボリュームをホストするために追加された処理能力、ネットワーク接続、およびスピンドルによってパフォーマンスも向上します。リソースプールに異なる RAID ポリシーのアレイが複数含まれる場合、SAN は、ボリュームが長時間アクセスされたときの使用パターンに応じて、ボリューム（およびこれらのボリュームに含まれているデータ）を別の RAID タイプに自動的に移動して異なる RAID タイプを利用することができます。このプロセスは、そのボリュームを使用しているアプリケーションで認識されることなく、デフォルトで自動的に実行されます。

EqualLogic ファミリの仮想化ピアストレージアーキテクチャのもう 1 つの機能として、アレイの RAID ポリシーを変更する機能がありますが、これにはいくつかの制約があります。そのため、最初にアプリケーションに適した RAID ポリシーを選択しなかった場合、またはアプリケーションの要件が変わった場合でも、現在の RAID ポリシーをさらに適した RAID ポリシーに変更できる場合があります。これはすべて、移行が行われている間の一時的なパフォーマンスの変化を除いて、アプリケーションで認識されることなく実行されます。少数のアレイだけで構成されている小規模の SAN の場合、この RAID ポリシーの変換機能は、利用価値のある優れた機能です。表 4 に、可能な RAID ポリシー移行オプションを示します。

表 4: RAID 移行オプション

現在の RAID ポリシー	変換可能なポリシー
10	5、50、6
5	なし
50	5、6
6	5、50

結論

RAID の選択は、すべての高度な統合ストレージエリアネットワークソリューションで必要となる重要な決定事項です。RAID ポリシーを選択する前に、各 RAID タイプの内容、パフォーマンス、コスト、および各 RAID タイプで実現できる保護レベルに関する長所と短所を理解し、アプリケーションのストレージパフォーマンス要件を考慮する必要があります。ストレージ設計の計画段階のこの時点でようやく、十分な情報に基づいて選択を行うことができます。

RAID は、EqualLogic アーキテクチャ内で、最大限のパフォーマンスを実現するストレージソリューションを確保するとともに、コスト効果の高いデータ保護と、仮想化ストレージソリューションでのみ使用できる高度な機能を提供するという重要な役割を果たしています。この仮想ピアストレージモデルでは、ニーズの変化に対応して SAN の容量を拡張できるだけでなく、さらに高度な機能を実装し、柔軟性の高い機能を提供することも可能です。このような機能として、自動ボリューム移行、同じ RAID ポリシーを持つ複数のアレイ間でのボリュームの自動分散、リソースプールへのストレージの編成などがあります。これらの機能はすべて、ホストアプリケーションの動作に悪影響を及ぼしたり、メンテナンスのためにストレージを停止することなく実装できます。

<http://AP.DELL.COM/EqualLogic> でストレージをシンプルに



EQUALLOGIC

このホワイトペーパーは情報提供のみを目的として作成されたものであり、誤字脱字や不正確な技術情報が含まれている場合があります。本書は現状のまま提供され、記載されている内容について明示または黙示にかかわらずデルはいかなる責任も負いません。