

White paper

処理時間が予測しやすい高速フラッシュストレージ

フラッシュストレージは限界性能まで一定のレスポンスを維持できるため、データベースのSQL処理時間を予測することができます。

本書では、フラッシュストレージの特性と、データベースのSQL処理時間を予測する考え方について説明します。



目次	
はじめに	4
1 コンピュータシステム高速化の考え方	5
1.1 動作回数の比較	5
1.2 データ転送量の比較	6
1.3 コンピュータシステム高速化に有効なフラッシュ	7
2 ストレージシステムの性能値(HDD)	8
2.1 アクセスパターンとブロックサイズ	8
2.1.1 アクセスパターン	8
2.1.2 ブロックサイズ	8
2.1.3 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能値	8
2.2 HDD ストレージシステムの性能傾向	9
2.2.1 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向	9
2.2.2 HDD デバイス応答時間の傾向	10
3 ストレージシステムのフラッシュ改革	11
3.1 フラッシュストレージシステムの性能傾向	11
3.1.1 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向	11
3.1.2 デバイス応答時間の傾向	12
3.1.3 安定した性能が出やすいフラッシュストレージシステム	13
3.2 フラッシュストレージに向くシステム	14
4 フラッシュで SQL 処理時間予測	15
4.1 SQL 実行時間の検証例	15
4.2 SQL 処理時間の予測と検証結果	16
5 まとめ	16

図目次

図 1-1	1 秒当たりの動作回数の比較	5
図 1-2	1 秒当たりのデータ転送量の比較	6
図 1-3	デバイス階層図	7
図 1-4	メモリとフラッシュの価格と容量の比較	7
図 2-1	デバイス応答時間の振れ幅(HDD)	10
図 3-1	デバイス応答時間の振れ幅(フラッシュ)	12
図 3-2	デバイス応答時間の振れ幅(フラッシュと HDD の比較)	12
図 3-3	HDD とフラッシュの比較(スループット)	13
図 3-4	HDD とフラッシュの比較(デバイス応答性能)	13
図 4-1	I/O コストの確認	15

表目次

表 2-1	ある HDD のストレージシステムの性能値	9
表 2-2	デバイス応答時間と処理時間(HDD)	10
表 3-1	あるフラッシュストレージシステムの性能値	11
表 3-2	デバイス応答時間と処理時間(フラッシュ)	12
表 4-1	テーブルの構成	15

はじめに

最近のストレージシステムは、HDD(Hard Disk Drive)に加えて、フラッシュメモリを用いた SSD(Solid State Drive) (以降フラッシュ)が採用されています。フラッシュは HDD との価格差が縮まってきており、大量データを対象とする DWH(データウェアハウス)にも徐々に導入され始めています。

本書では、フラッシュの特性とデータベースの SQL 処理時間を予測する考え方について解説します。

本書は、2019 年 11 月時点の製品ラインナップ・製品情報で記載しています。

■対象読者

本書は、以下のような方を対象として記載しています。

- ・データベース(特に DWH)において、ストレージシステムの導入・リプレースを検討される方、またはその提案をされる方

■前提知識

本書は、以下のスキルを前提に記載しています。

- ・ファイルシステム、ストレージシステムの一般概要
- ・データベースの一般概要

■対象機種

本書は、以下の ETERNUS AF series オールフラッシュアレイを対象に記載しています。

- ・FUJITSU Storage ETERNUS AF150 S3,AF250 S3/S2,AF650 S3/S2 (オールフラッシュアレイ)

■略称

本書では、以下の略称を用いて記載しています。

- ・FUJITSU Storage ETERNUS AF150 S3,AF250 S3/S2,AF650 S3/S2 (オールフラッシュアレイ).....ETERNUS AF series

■用語

本書では、以下の用語を用いて記載しています。

- ・ストレージデバイス.....HDD、フラッシュ、磁気テープ、光ディスクなどデータを保管する機器
- ・ストレージシステム.....HDD やフラッシュで構成されたストレージ装置
- ・フラッシュストレージ.....ETERNUS オールフラッシュアレイなど、フラッシュで構成されたストレージ装置
- ・データベースバッファキャッシュ.....サーバのメモリのうち、データベース用に個々に割り当てるメモリ領域
- ・キャッシュヒット.....データベース処理に必要なデータがデータベースバッファキャッシュに存在し、データベースバッファキャッシュからデータを即座に読み込むことができること
- ・キャッシュミス.....データベース処理に必要なデータがデータベースバッファキャッシュに存在しないため、HDD やフラッシュなどのストレージデバイスにアクセスすること

■単位

本書では、以下の単位を用いて記載しています。

- ・IOPs.....1 秒当たりのストレージデバイスへの I/O 数
- ・MB/s.....1 秒当たりのデータ転送量(MB) 1,000,000Byte/s を 1MB/s として表記しています。

1 コンピュータシステム高速化の考え方

コンピュータシステムは、常に「より高速に」「より多く」処理できることを要求されています。

この要求に対し、コンピュータシステムは大きく「動作回数向上」「並列化向上」の2つのアプローチで具現化しています。

「動作回数向上」は、高速化する対象機材によって単位は異なりますが、単位時間当たりの動作回数を増やし、より多くの動作を実現する手法です。よくある例として、クロック性能の高いCPUの選択、回転速度の高いHDDの選択などがあります。

「並列化向上」は、1回の動作で取り扱うデータ量を増やす手法です。よくある例として、CPUのコア数追加、メモリ容量追加、HDD数の追加などがあります。1コアを10コアにすれば、論理的に能力が10倍増しになります。

コンピュータシステム全体の高速化を考えると、CPU、メモリに加えて、データを保管するストレージデバイス(フラッシュやHDDなど)も重要な要素になります。データの単位が小さい、またはデータ量が少ない場合はCPUやメモリで性能を賄えますが、大量データを対象とするDWHなどでは、ストレージデバイスの性能を十分考慮する必要があります。

コンピュータシステムを構成するCPU、メモリ、フラッシュ、HDDそれぞれについて、どの程度の性能差があるか、1秒当たりの動作回数を比較します。さらに、1秒当たりの動作回数の値から1秒当たりのデータ転送量を計算し、比較します。

1.1 動作回数の比較

CPUとメモリで表されるHz(ヘルツ)は、動作周波数(回数)の単位です。1秒当たり1回動作することを1Hzと表現します。

最近のコンピュータシステムの多くは、CPUは2GHz以上、メモリは300MHz程度で動作します。

一方HDDは、1回のアクセス時間としてms(ミリ秒)で表されます。HDDは20ms程度です。

CPU、メモリ、フラッシュ、HDDそれぞれ、1秒当たりの動作回数に換算し、比較します。

CPUとメモリはHzで表されているため、そのまま回数に置き換えます。CPUは2GHzで2,000,000,000回、メモリは300MHzで300,000,000回となります。

フラッシュの場合、1秒当たりの処理回数は50,000回程度の動作が見込めます。

HDDの場合、「1回当たりのアクセス時間が20ms」なので、1秒当たり50回です。

CPUとメモリでは6.7倍、メモリとフラッシュでは6,000倍、フラッシュとHDDでは1,000倍の差があることがわかります。特に、メモリとフラッシュの差は桁違いです。

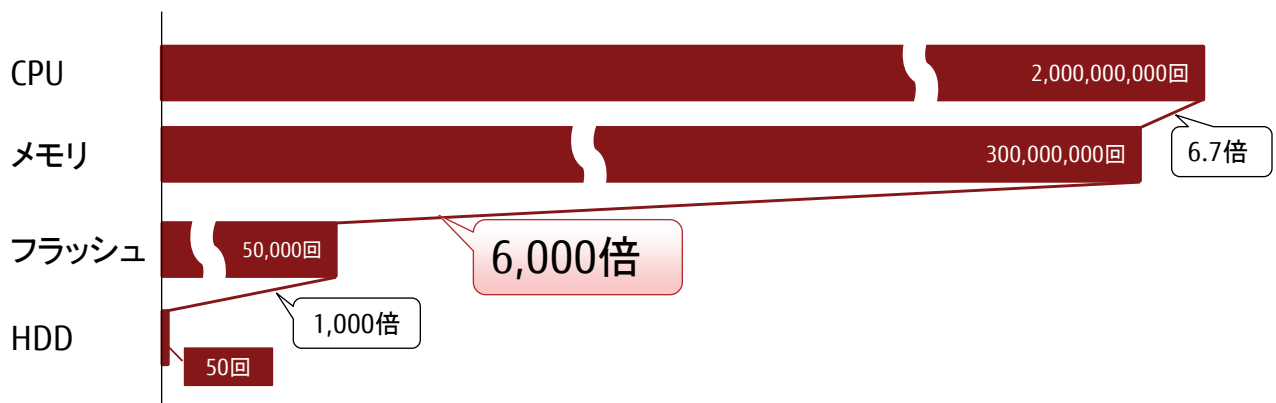


図 1-1 1秒当たりの動作回数の比較

1.2 データ転送量の比較

次に、1秒当たりのデータ転送量を比較します。

1秒当たりのデータ転送量は、1回当たりのデータ転送量と、1秒当たりの動作回数に乗じて算出します。

1回当たりのデータ転送量は、メモリ 64bit(8Byte)、フラッシュとHDDは 4KByte程度が一般的です。

1秒当たりの動作回数は、「1.1 動作回数の比較」の値を用います。

$$1 \text{ 回当たりのデータ転送量} \times 1 \text{ 秒当たりの動作回数} = 1 \text{ 秒当たりのデータ転送量}$$

メモリ:	8Byte(64bit)	×	300,000,000 回	=	2,400,000,000 Byte (2.2GByte)
フラッシュ:	4KByte	×	50,000 回	=	204,800,000 Byte (195MByte)
HDD:	4KByte	×	50回	=	204,800Byte (200KByte)

メモリ、フラッシュ、HDDを比較してみます。

メモリとフラッシュは、「1秒当たりの動作回数」では6,000倍の開きがありましたが、データ転送量で比べると12倍となり、差が大きく縮まることがわかります。

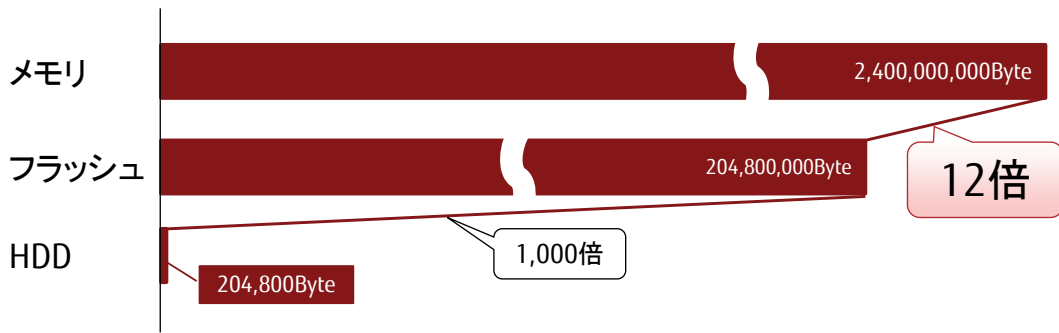


図 1-2 1秒当たりのデータ転送量の比較

1.3 コンピュータシステム高速化に有効なフラッシュ

高速化には、「クロック性能の高いCPUを選択する」、「CPUのコア数を増やす」、「メモリ容量を増やす」なども有効ですが、高価であり、搭載数にも上限があることから、際限なく増やすことは現実的には難しいものです。

フラッシュは1秒当たり多くのデータ転送を行うシステムでメモリ性能に近づけることができます。拡張性では、フラッシュはCPUやメモリより優位です。

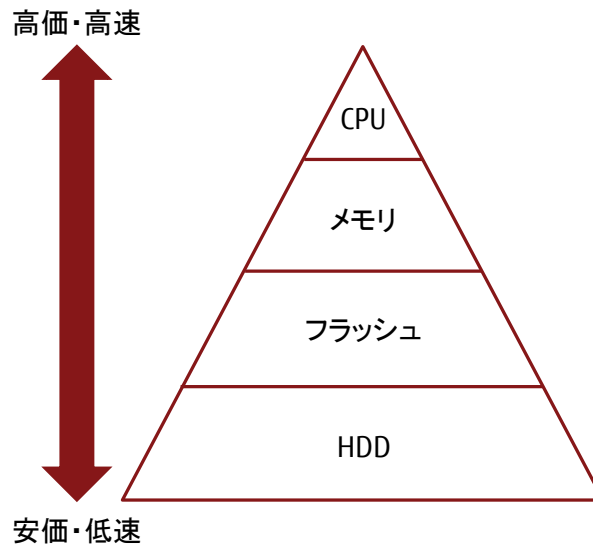


図 1-3 デバイス階層図

容量 2TB でメモリとフラッシュの価格を比較すると、フラッシュの価格はメモリの 1/48 と、とても低価格です。

また同一価格で実現できる容量を比べると、フラッシュはメモリの 62 倍大きな容量を確保できます。

フラッシュはメモリに比べて、大容量で低価格なので、コンピュータシステムの高速化と、高いコストパフォーマンスが得られます。

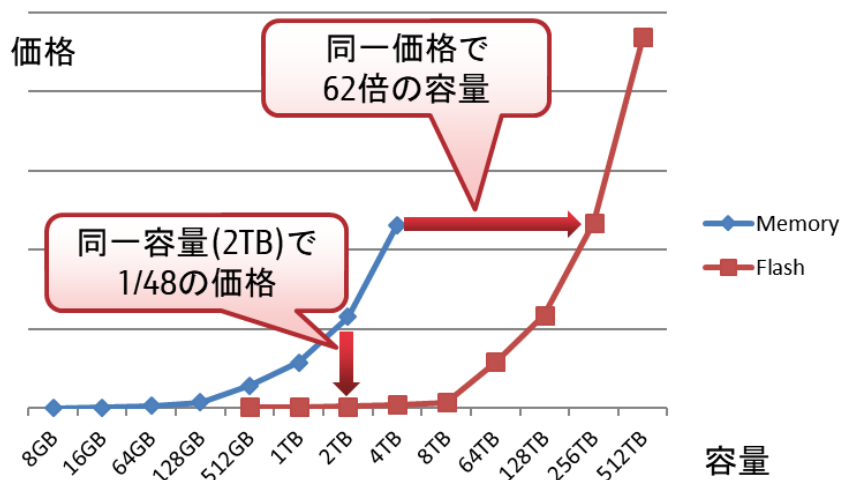


図 1-4 メモリとフラッシュの価格と容量の比較

2 ストレージシステムの性能値(HDD)

フラッシュ登場以前のストレージデバイスは、磁性体の移動が前提になる HDD や TAPE が主流でした。

ストレージシステムの性能値は、アクセスパターンやブロックサイズの違いにより指標とする性能値が異なるため、判断が難しいものです。性能値がどのような観点で表されるか説明し、HDD の性能傾向について説明します。

2.1 アクセスパターンとブロックサイズ

ストレージシステムの性能値を表す場合に、アクセスパターンとブロックサイズは大きな要素です。

アクセスパターンとブロックサイズについて説明します。

2.1.1 アクセスパターン

アクセスパターンとしてシーケンシャルアクセスとランダムアクセスが用いられます。

・シーケンシャルアクセス

シーケンシャルアクセスは、磁性体のシーク時間や回転待ち時間がほとんどなく、磁性体へアクセスする時間が大半のケースを想定したアクセスです。

シーケンシャルアクセスは、どれだけ多くのデータを転送するかが指標で、

単位として、スループット(MB/s)(1秒当たりのデータ転送量(MB))を使用します。

スループットの値が高いことを「シーケンシャルアクセス性能が良い」と表現することがあります。

・ランダムアクセス

ランダムアクセスは、分断された格納や連続した複数回の I/O アクセス要求により、磁性体の移動が多く、シーク時間や回転待ち時間が多く発生するケースを想定したアクセスです。

ランダムアクセスは、どれだけ多くの I/O アクセス要求に回答するかを指標としており、

単位として、IOPs(1秒当たりの I/O アクセス回数)を使用します。

IOPs の値が高いことを「ランダムアクセス性能が良い」と表現することがあります。

2.1.2 ブロックサイズ

ブロックサイズは、ストレージデバイスへアクセスする際の 1 回当たりのデータ転送サイズです。

ストレージデバイスへのアクセスは、常にブロック単位で行われます。ブロック単位のデータ転送はストレージデバイスに限らず、コンピュータ内の一般的な伝送手法、用語ですが、本書で記載するブロックサイズは、ユーザーアプリケーションから 1 回の I/O アクセス時に要求される長さ(サイズ)、またはその平均長を指します。

ブロックサイズは、オペレーティングシステムやユーザーアプリケーションによって決まっており、基本的にユーザーは意識することなく使用しています。

ブロックサイズの違いは、HDD のアクセス性能に大きく影響します。

・ブロックサイズが長い場合

- シーク時間や回転待ち時間の割合が少なく、データを連続して読み込めるため、スループットは上がる
- データ転送に時間がかかるため、IOPs は下がる

・ブロックサイズが短い場合

- シーク時間や回転待ち時間の割合が多くなるため、スループットは下がる
- データ転送が短い時間で完了するため、IOPs は上がる

2.1.3 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能値

一般的に、ランダムアクセスでブロックサイズが短い場合に IOPs が高く、シーケンシャルアクセスでブロックサイズが長い場合にスループットが高くなります。

2.2 HDD ストレージシステムの性能傾向

HDD を使ったストレージシステムは、以下 2 つの傾向があります。

- ・アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向
- ・デバイス応答時間の傾向

2.2.1 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向

ある HDD ストレージシステムの性能を測定したところ、

シーケンシャルアクセスを想定したブロックサイズ 256KByte(以降、256KB シーケンシャル)では、スループットが 294.0MB/s でした。同じ構成でランダムアクセスを想定したブロックサイズ 8KByte(以降、8KB ランダム)では、500 IOPs でした。

8KB ランダムのケースをスループットで表すと、500 IOPs より、3.9MB/s(8KB × 500 IOPs)です。

アクセス方法とブロックサイズ	IOPs	スループット
256KB シーケンシャル		294.0 MB/s
8KB ランダム	500 IOPs	3.9MB/s (8KB × 500 IOPs)

表 2-1 ある HDD のストレージシステムの性能値

スループットで考えると、256KB シーケンシャルと 8KB ランダムが同じ値となるのが理想ですが、

8KB ランダムは、256KB シーケンシャルの 1 / 75(3.9 MB/s / 294.0 MB/s)です。同じ時間で、1 / 75 の量しかデータ転送できません。

これは、HDD ではアクセスパターンとブロックサイズの違いにより、ランダムアクセス性能に大きな差が出ることを示しています。

これらの傾向は HDD の性質で普遍的であり、ベンダー、機種、RAID を構成する HDD が異なっても変わりません。

2.2.2 HDD デバイス応答時間の傾向

HDD は、磁気ヘッドなどの物理的な動作が、いつも最短とは限らないので、デバイスの応答時間に大きな差が出ます。理論上の最短アクセス時間はあるものの、現実には 20ms 近辺に分布が多く、200ms 程度まで緩やかに分布が減ります。デバイス応答時間の平均速度は求められますが、振れ幅が大きいので絶対速度の予測は困難でした。

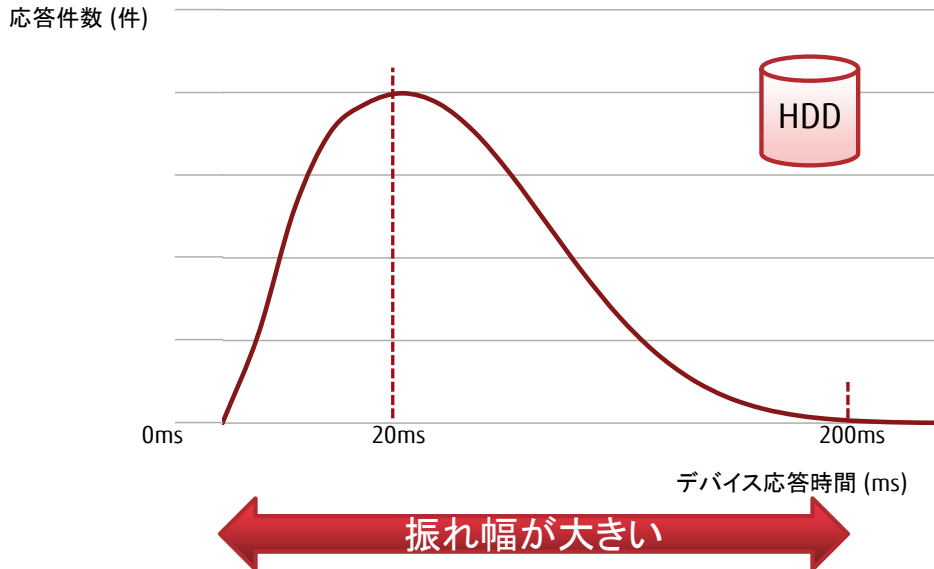


図 2-1 デバイス応答時間の振れ幅(HDD)

デバイス応答時間の振れ幅が大きい場合、データベースの SQL 処理など、アプリケーションの処理時間に影響を与えます。デバイス応答時間が分布が多いケース 20ms、ワーストケース 200ms として、I/O が 10,000 回繰り返された場合を例に、処理時間を算出します。

算出した結果、200 秒(3 分 20 秒)と 2000 秒(33 分 20 秒)で、処理時間としては大きな差になります。

デバイス応答時間(ms)	I/O が 10,000 回繰り返された場合の処理時間(秒) (デバイス応答時間 / 1,000 × 10,000 回)
分布が多いケース 20ms	200 秒(3 分 20 秒)
ワーストケース 200ms	2000 秒(33 分 20 秒)

表 2-2 デバイス応答時間と処理時間(HDD)

HDD ストレージシステムを使用したアプリケーションの処理時間は、分布が多いケースとワーストケースの処理時間が違い過ぎ、予測が困難でした。

3 ストレージシステムのフラッシュ改革

HDD を使ったストレージシステムの性能が予測しにくいという問題を、フラッシュが根本的に解決しました。

フラッシュを使ったストレージシステムは、HDD に比べて 1,000 倍単位で性能が高いことに加え、ユーザーアプリケーションのアクセスパターンやアクセス負荷による性能変化が起きにくい特徴があります。

また、フラッシュはメモリデバイスで物理的な動作がなく、ブロックサイズの違いが性能にあまり影響しない特徴もあります。

本章では、これらの特徴について説明します。

3.1 フラッシュストレージシステムの性能傾向

フラッシュを使ったストレージシステムは、以下 2 つの予測しやすい特性があります。

- ・アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向
- ・デバイス応答時間の傾向

3.1.1 アクセスパターンとブロックサイズの組み合わせによる性能傾向

あるフラッシュストレージシステムの性能を測定したところ、256KB シーケンシャルでは、スループットが 490MB/s でした。

同じ構成で 8KB ランダムでは、27,765 IOPs でした。

8KB ランダムのケースをスループットで表すと、27,765 IOPs より、216.9MB/s(8KB × 27,765 IOPs)です。

アクセス方法とブロックサイズ	IOPs	スループット	[参考]HDD のスループット
256KB シーケンシャル		490.0 MB/s	294.0 MB/s
8KB ランダム	27,765 IOPs	216.9 MB/s (8KB × 27,765 IOPs)	3.9MB/s (8KB × 500 IOPs)

表 3-1 あるフラッシュストレージシステムの性能値

スループットで考えると、8KB ランダムは、256KB シーケンシャルの約 1/2 (216.9 MB/s / 490.0 MB/s)で、

HDD の 1/75(3.9 MB/s / 294.0 MB/s)に比べ、小さい差です。

フラッシュは、HDD に比べてアクセスパターンとブロックサイズの違いがあっても、性能に大きな差が出ないことを示しています。

3.1.2 デバイス応答時間の傾向

フラッシュは、デバイスの応答時間の振れ幅も小さくなります。

ブロックサイズの短いランダムアクセスの場合で、仮に 0.5ms 近辺に集中しているものとして分布を示します。

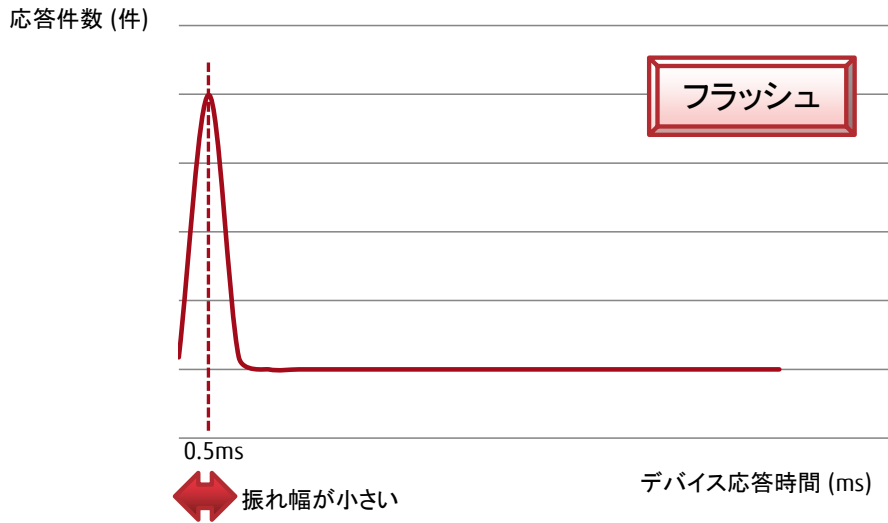


図 3-1 デバイス応答時間の振れ幅(フラッシュ)

フラッシュと HDD で、デバイス応答時間の振れ幅を比較します。

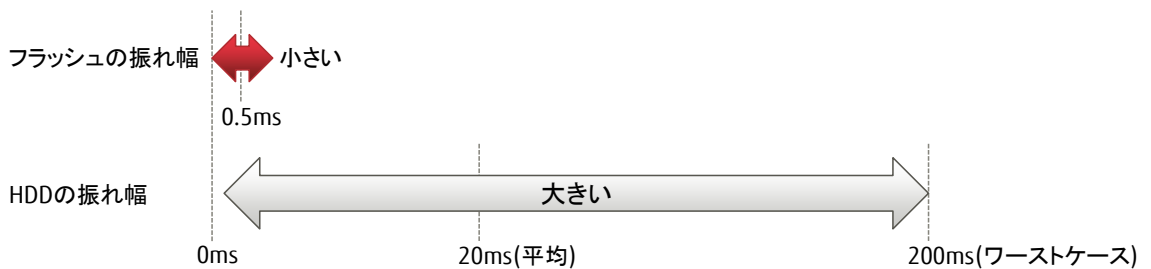


図 3-2 デバイス応答時間の振れ幅(フラッシュと HDD の比較)

フラッシュのデバイス応答時間は振れ幅が小さく、HDD は大きいことがわかります。

次に、デバイス応答時間が 0.5ms のケースで、I/O が 10,000 回繰り返された場合を例に、処理時間を算出します。

振れ幅が小さく、処理時間が速いため、処理時間は 5 秒辺りに収束します。

デバイス応答時間(ms)	I/O が 10,000 回繰り返された場合の処理時間(秒) (デバイス応答時間 / 1,000 × 10,000 回)
0.5ms	5 秒
[参考]HDD 20ms~200ms	200 秒(3分 20秒) ~ 2000 秒(33分 20秒)

表 3-2 デバイス応答時間と処理時間(フラッシュ)

フラッシュは、デバイス応答時間の振れ幅が小さいため、処理時間が予測できると言えます。

3.1.3 安定した性能が出やすいフラッシュストレージシステム

以上のように、フラッシュは HDD に比べて、アクセス方法・ブロックサイズなどの条件によらず、安定的で速い性能が出ます。スループットで比較すると、フラッシュは HDD に比べて、256K シーケンシャルでは 1.7 倍、8K ランダムでは 55.6 倍です。

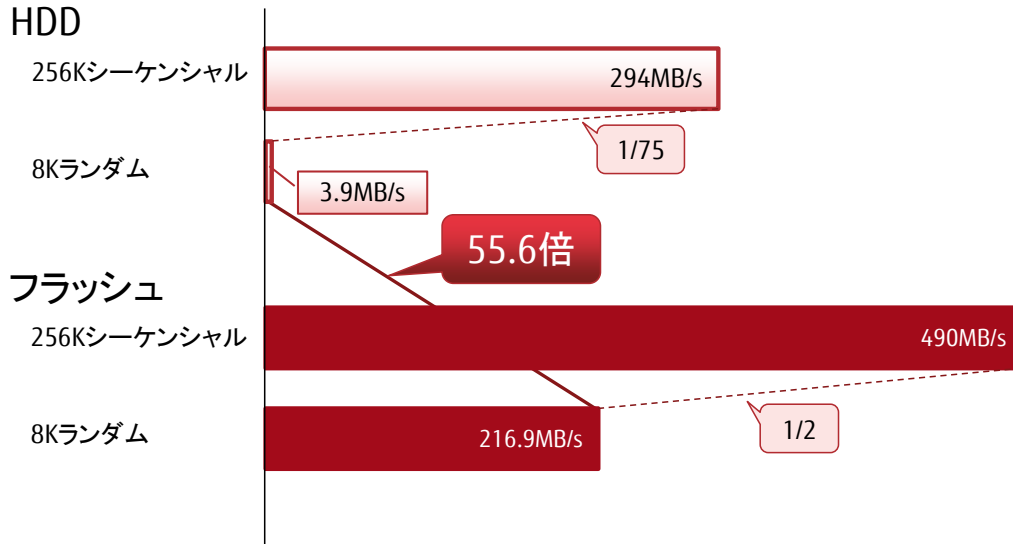


図 3-3 HDD とフラッシュの比較(スループット)

デバイス応答時間で比較すると、フラッシュは、HDD の分布が多い 20ms の 1/40 の時間(0.5ms)で安定しています。

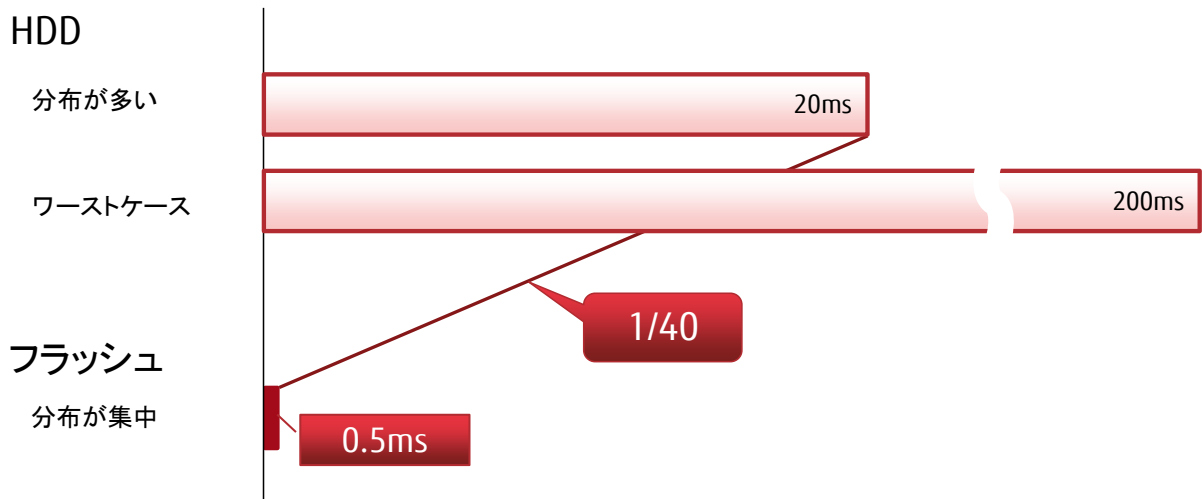


図 3-4 HDD とフラッシュの比較(デバイス応答性能)

アクセス性能が変わりにくい特徴を活かして、処理時間を予測できます。

あるアプリケーションの 100 件処理時間が 0.1 秒だった場合、100 万件では 1,000 秒(16.7 分)、1,000 万件では 100,000 秒(27.8 時間)と、ストレージデバイスへのアクセス数に比例した予測ができます。

3.2 フラッシュストレージに向くシステム

フラッシュはアクセス性能の限界近くまで応答時間が変わらないという特徴もあり、大量データを対象にする DWH に特に有効です。

DWH は、企業が意思決定のため、様々なデータベースを目的別に過去から時系列に統合し直した、分析用のデータベースです。並べ替えや抽出パターンを変えるなど、蓄積したデータを使って操作するもので、主に参照用として使用します。

DWH では、大量のデータを処理することが最優先課題であり、OLTP のようにすべてのデータがデータベースキャッシュされることは現実的ではありません。もちろん、できるだけデータベースキャッシュヒットするようチューニングしますが、大量のデータを対象とする DWH の場合、すべてをキャッシュヒットさせることは難しくなります。

データベースのキャッシュミスはストレージシステムへダイレクトなアクセスとなり、データベースの性能に大きく影響します。

データ量は DWH サーバのメモリ容量に関係なく存在するので、多くの DWH では、データベースのキャッシュミスが発生し、レスポンス悪化、処理の遅延、対象データ量の制約など、DWH の最優先課題への制約となります。

HDD ストレージを使用する場合、CPU、メモリと HDD 間の性能差が大きいため、キャッシュミス分のアクセスに、とても時間がかかります。これを改善するために、複雑で難しい厳密なデータベースチューニングを、データ増大に合わせて何度も見直す必要がありました。

フラッシュストレージは DWH に多く発生するダイレクトなストレージアクセスをととても短い時間で応答することで、CPU の I/O アクセス待ち時間も短縮でき、CPU やメモリなどのシステム全体のリソースを、より効率よく使用できます。

フラッシュストレージは、DWH サーバのメモリ容量制約や煩わしいデータベースチューニングが大幅に減り、DWH の設計や運用の制約や手間を大幅に軽減します。

4 フラッシュで SQL 処理時間予測

大量のデータを対象とするデータベースでは、すべてのデータがメモリに載りきらず、SQL 処理時間が大きくなります。何時間という単位で時間がかかることもあります。SQL 処理時間がどの程度か予測できることにより、作業効率の向上につながります。

本章では、フラッシュで SQL 処理時間を予測する考え方について説明します。

フラッシュは、デバイス応答速度の振れ幅が小さいことから、検証済み SQL と予測したい SQL の I/O 回数(以降 I/O コスト)を元に、検証済み SQL の処理時間から相対的に SQL 処理時間を予測することができます。

SQL 処理時間は、I/O コストに比例するので、以下の式が成り立ちます。

$$(予測したい SQL の I/O コスト) \times (検証済み SQL 処理時間) \div (検証済み SQL の I/O コスト) = (予測したい SQL 処理時間)$$

4.1 SQL 実行時間の検証例

以下に、あるテーブルの格納レコード数が増えた想定で、データベースに Microsoft SQL Server、管理ソフトに Microsoft SQL Server Management Studio を使用して、SQL 処理時間を予測する例を示します。

レコード長 11,240Byte、レコード件数 9,452,142 件のテーブルに、ある SQL を実行すると、処理時間は 9 秒でした。

この SQL 文を検証済み SQL、および検証済み SQL 処理時間とします。

このテーブルにレコードを約 12.28 倍増やし、レコード件数を 116,099,340 件としたときに、同じ処理を行う SQL 文の実行時間を予測します。

なお、SQL でテーブルから抽出される確率を変えないため、データの分布を変えないようにします。

	レコード件数	件数比
SQL を検証した構成	9,452,142 件	1
レコードを増やした予測したい構成	116,099,340 件	12.28

表 4-1 テーブルの構成

Microsoft SQL Server Management Studio を使って、検証済み SQL ファイルと、予測したい SQL ファイルから、I/O コストを確認します。

I/O コストは、確認したい表の「Display Estimated Execution Plan(Ctrl+L)」の詳細画面で表示される「Estimated I/O Cost」です。実際に確認すると、検証済み SQL の I/O コストは「196.568」、予測したい SQL の I/O コストは、約 12 倍増えた「2383.8」でした。

検証済みSQLのI/O コスト

Estimated I/O Cost 「196.568」を確認

Property	Value
Estimated I/O Cost	196.568
Estimated Operator Cost	196.301 (100%)
Estimated CPU Cost	1.73291
Estimated Subtree Cost	196.301
Estimated Number of Executions	1
Estimated Number of Rows	9452140
Estimated Number of Rows to be Read	9452140
Estimated Row Size	9 B
Ordered	False
Node ID	5

予測したいSQLのI/O コスト

Estimated I/O Cost 「2383.8」を確認

Property	Value
Estimated I/O Cost	2383.8
Estimated Operator Cost	2383.01 (100%)
Estimated CPU Cost	21.2849
Estimated Subtree Cost	2405.08
Estimated Number of Executions	1
Estimated Number of Rows	116099300
Estimated Number of Rows to be Read	116099300
Estimated Row Size	9 B
Ordered	False
Node ID	5

図 4-1 I/O コストの確認

4.2 SQL 処理時間の予測と検証結果

予測したい SQL の I/O コストが 2383.8、検証済みの SQL 処理時間が 9 秒、検証済み SQL の I/O コストが 196.568 より、 $2383.8 \times 9 \div 196.568 = 109.14$
SQL 処理時間は 109.14 秒以下と予測できます。

実際に SQL 文を動作させると、処理時間は 32 秒で、予測どおり 109.14 秒以下でした。

5 まとめ

DWH に代表される大量データを扱うことの多いコンピュータシステムで、ストレージデバイスにフラッシュを用いると、「処理時間の短縮」と、「確度の高い処理時間の見積もりが可能」という効果があります。今までよりも広範囲の情報を対象に、より計画的に、より短時間で早く引き出すことができるようになります。

ETERNUS AF series オールフラッシュアレイは、コンピュータシステムの性能課題を解決し、新たなシステムへの可能性を広げます。ぜひご検討ください。

Contact

インターネット情報ページ

<https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/Storage/>

製品・サービスについてのお問い合わせは

富士通コンタクトライン 0120-933-200

受付時間 9:00～17:30 (土・日・祝・年末年始を除く)

富士通株式会社

〒105-7123

東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター

■商標登記について

Microsoft®、Windows、およびその他のマイクロソフト製品の名称および製品名は、米国 Microsoft Corporation の、米国およびその他の国における商標または登録商標です。Red Hat に関連する商標およびロゴは、Red Hat, Inc. の米国およびその他の国における商標です。記載の会社名、製品名、名称等の固有名詞は各社の商標または登録商標です。

その他、本書に記載されている名称には必ずしも商標表示をしておりません。

■免責事項について

富士通株式会社は、本書の内容に関して、いかなる保証もしません。また、本書の内容に関連したいかなる損害についてもその責任は負いません。