

# ホワイトペーパー

## Fujitsu PRIMERGY サーバ

### SSD 書き込み耐久性のソリューション別評価

本書では、現在のディスクドライブのワークロードに基づいて、適切な SSD 品質クラスを判断する方法について説明します。

#### バージョン

1.1a

2014-12-18



## 目次

ドキュメントの履歴 .....	2
概要 .....	3
ディスクの書き込み負荷の測定方法 .....	4
Windows の測定 .....	4
Linux の測定 .....	5
ESX サーバの測定 .....	6
正規化 .....	8
ターゲットアーキテクチャーへのマッピング .....	9
非 RAID .....	9
RAID .....	9
RAID 0 (ストライピング) .....	9
RAID 1 (ミラーリング) .....	10
RAID 5 (分散パリティでブロックレベルのストライピング) .....	10
RAID 6 (2つの分散パリティでブロックレベルのストライピング) .....	11
RAID 10 (ストライピングアレイのミラーリング) .....	11
RAID 1E (ストライプミラーリング) .....	12
RAID 50 (RAID 5 全体でストライプされたストライプアレイ) .....	12
RAID 60 (ストライプ RAID 6 セット) .....	13
必要な書き込み耐久性の予測 .....	14
論理ドライブの寄与の累積 .....	14
DWPD (1日当たりのデバイス書き込み) への変換 .....	15
関連資料 .....	18
お問い合わせ先 .....	18

## ドキュメントの履歴

### バージョン 1.0

初版

### バージョン 1.0a

軽微な訂正

### バージョン 1.1

- 耐久性クラス表の更新
- SSD モデルの表の更新

### バージョン 1.1a

Windows 測定ツール fsutil.exe (予期しない値) を  
WMI クラス Win32\_PerfRawData\_PerfDisk\_PhysicalDisk に変更

## 概要

ソリッドステートドライブは、その高い（ランダム）I/O パフォーマンス、低消費電力、ゼロノイズ放出、機械的堅牢性、およびエンタープライズクラスの信頼性のため、サーバでの使用においてますます魅力的になっています。さらに、その価格は低下し続けています。

理論上無制限の書き込みサイクルが可能な回転磁気メディアが搭載された従来のハードディスクドライブとは対照的に、フラッシュコンポーネントベンダーが指定する制限付きのプログラム／消去（PE）サイクルを持つフラッシュメモリデバイスに基づいているため、SSD は「消耗」します。NAND ベンダーにより指定される PE サイクル数は、シリコン製造工程、NAND リソグラフィ、シングルフラッシュセルに格納されたビット数などのパラメーターにより異なります。

SSD の耐久性を向上させる最も重要なものは、「ダイナミックウェアレベリング」という SSD のファームウェア機能です。この機能により、アレイ内の個別の NAND フラッシュチップの劣化が、SSD 全体の容量に対してバランス調整されます。

所定のアプリケーションに適切な SSD テクノロジーを選択する場合の重要な基準は「書き込み耐久性」で、通常、特定の保証期間中の DWPD（1 日当たりのデバイス書き込み）単位で指定されます。

適切な SSD テクノロジーを決定するには、アプリケーションワークロードに SSD デバイスの指定された耐久性を適合させることが最も重要です。

以下の表は、富士通テクノロジー・ソリューションズ（FTS）によって定義された、さまざまな耐久性クラスの標準的な DWPD 値を示しています。

DWPD	耐久性クラス	アプリケーション
> 約 15 多くの場合、約 50	高耐久性	高い書き込み負荷時の最高ワークロード
約 5～約 15 通常、約 10	主流の耐久性	OLTP タイプの IO 負荷／混合ワークロード
< 約 5 通常、< 0.3	バリュー耐久性	読み取り集中／ブートアプリケーション

本書では、SSD で必要な「書き込み耐久性」の評価に使用できる現在のディスクの書き込み負荷を決定する方法を説明します。

## ディスクの書き込み負荷の測定方法

ほとんどのオペレーティングシステムでは、書き込みアクセス数およびディスクボリュームに書き込まれるデータの量を決定するために使用できるパフォーマンスカウンタが、すでに提供されています。この章では、論理ドライブの書き込み負荷を決定する方法を説明します。

**注:** ソリッドステートメディアのアクセス速度は著しく異なり、回転式メディアをソリッドステートメディアに置換すると、システム内の負荷分散が常に変化するため、測定値の単純な見積もりでは、正確な結果を出すことができません。このため、提案された方法は「現在の」ワークロードの概算を示すにすぎません。

### Windows の測定

Windows Management Instrumentation (WMI) クラス *Win32\_PerfRawData\_PerfDisk\_PhysicalDisk* を使用してディスク書き込みカウンタを監視します。

Win32\_PerfRawData\_PerfDisk\_PhysicalDisk クラスの構成要素のタイプは以下です :

フィールド名	単位	説明
AvgDiskBytesPerRead	uint64	読み取り操作中にディスクから転送された平均バイト数。
AvgDiskBytesPerRead_Base	uint32	AvgDiskBytesPerRead の基準値。この値は、発生した操作の回数を合計したものです。
...	...	
AvgDiskBytesPerWrite	uint64	書き込み操作中にディスクから転送された平均バイト数。
AvgDiskBytesPerWrite_Base	uint64	AvgDiskBytesPerTransfer の基準値。この値は、発生した操作の回数を合計したものです。
...	...	

### 例 : 物理ドライブへの「WrittenBytes」を測定する PowerShell スクリプト

```
function GetBytesWritten ($DriveLetter) {
    $BytesWritten = 0
    $WMIObjects = Get-WmiObject -namespace root\cimv2 -class `
        Win32_PerfRawData_PerfDisk_PhysicalDisk -computername .
    foreach ($obj in $WMIObjects) {
        if ($obj.Name -match $DriveLetter) {
            $BytesWritten = $obj.AvgDiskBytesPerWrite
            break
        }
    }
    $BytesWritten
}

$StartMeasure = GetBytesWritten ("D:")
Start-Sleep -Seconds 86400 # Measure one day / 24 hours
$EndMeasure = GetBytesWritten ("D:")
write-host WrittenBytes: ($EndMeasure - $StartMeasure)
```

ブート時間など、ボリュームがシステムに追加されるたびに、これらのカウンタはリセットされることに注意してください。

## Linux の測定

疑似ファイル `/sys/block/<dev>/stat` を読み取ると、以下の 11 の値を示す 1 行が返されます。

フィールド名	単位	説明
read I/Os	リクエスト	処理された読み取り I/O 数
read merges	リクエスト	キュー内の I/O と結合した読み取り I/O 数
read sectors	セクター	読み取られたセクター数
read ticks	ミリ秒	読み取りリクエストの合計待機時間
write I/Os	リクエスト	処理された書き込み I/O 数
write merges	リクエスト	キュー内の I/O と結合した書き込み I/O 数
<b>write sectors</b>	セクター	書き込まれたセクター数
write ticks	ミリ秒	書き込みリクエストの合計待機時間
in_flight	リクエスト	現在フライトにある I/O 数
io_ticks	ミリ秒	このブロックデバイスがアクティブであった合計時間
time_in_queue	ミリ秒	すべてのリクエストの合計待機時間

7 番目の値 `write sectors` フィールドはここで重要です。この値をディスクのセクターサイズ (`/sys/block/<dev>/queue/hw_sector_size` を読み取って取得) で乗算し、書き込まれたバイト数を決定します。

$$\text{WrittenBytes} = \text{write sectors} \times \text{hw\_sector\_size}$$

ブート時間など、デバイスがシステムに追加されるたびに、これらのカウンタはリセットされることに注意してください。

例 :

コマンド `cat /sys/block/sdb/stat` は以下のデータを返します。

```
> cat /sys/block/sdb/stat
9217626 172227 1456405218 18255726 263808 8011394 66312632 29393723
0 8772930 47653606
```

7番目のフィールド (66312632) は書き込まれたセクター数となります。

$$\text{write sectors} = 66312632$$

対応する `hw_sector_size` を取得します。

```
> cat /sys/block/sdb/queue/hw_sector_size
512
```

`hw_sector_size` は以下のとおりです。

$$\text{hw\_sector\_size} = 512$$

したがって、書き込みバイト数は以下のとおりです。

$$\text{WrittenBytes} = 66312632 \times 512 = 33,952,067,584$$

## ESX サーバの測定

コマンドラインツール *esxcli* を使用します。

コマンド *esxcli storage core device stats get -d < device name >* は以下の 7 つのフィールドを返します。

フィールド名	説明
Device	デバイス名
Successful Commands	成功したコマンド数
Blocks Read	読み取られたブロック数
<b>Blocks Written</b>	書き込まれたブロック数
Read Operations	読み取り操作数
Write Operations	書き込み操作数
Reserve Operations	リザーブ操作数

フィールド *Blocks Written* は書き込まれたブロック数を示します。

$$\text{WrittenBytes} = \text{BlocksWritten} \times \text{<blocksize>}$$

512 バイトの標準的なブロックサイズでは以下ようになります。

$$\text{WrittenBytes} = \text{BlocksWritten} \times 512$$

ブート時間など、デバイスがシステムに追加されるたびに、これらのカウンタはリセットされることに注意してください。

デバイス名は *esxcli storage core path list* によって取得できます。このコマンドは、すべてのディスクデバイスのリストを返します。

例 :

コマンド *esxcli storage core path list* はすべてのディスクデバイスのリストを返します。

```
> esxcli storage core path list
...
hostname.vmhba1-hostname.2:0-naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
  UID: unknown.vmhba1-unknown.2:0-naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
  Runtime Name: vmhba1:C2:T0:L0
  Device: naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
  Device Display Name: Local LSI Disk (naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7)
...
```

適切なディスクデバイスを選択して、デバイス名を取得します。

(例 : naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7)

`esxcli storage core device stats get -d naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7` は以下のデータを返します。

```
> esxcli storage core device stats get -d naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
Device: naa.6003005700ebd3f016bc34ab0d2446b7
Successful Commands: 3921233
Blocks Read: 438196025
Blocks Written: 47685869
Read Operations: 3485300
Write Operations: 402863
Reserve Operations: 7740
...
```

フィールド *Blocks Written* は最後の再起動以降に書き込まれたブロック数を示します。この値を標準的なブロックサイズ 512 バイトで乗算して、書き込まれたバイト数を求めます。

$$\text{WrittenBytes} = 47685869 \times 512 = 24,415,164,928$$

## 正規化

Windows や Linux、ESX では、最後の再起動以降に書き込まれたバイト数がレポートされます。そのため、2 つの測定を行う必要があります。目的のサンプリング期間の開始時と終了時の測定です。以下の手順で行います。

1. 書き込み負荷テストを開始します。
2. 書き込みバイト数を読み込み（「count1」）、開始時間を記録します。
3. 指定した時間（「測定時間」）、テストを実行します。
4. 書き込みバイト数を読み込み（「count2」）、終了時間を記録します。
5. 書き込み負荷テストを終了します。

測定時間内の書き込みバイト数は、count2 から count1 を引いた値です。

$$\text{WrittenBytes} = \text{count2} - \text{count1}$$

秒当たりの平均 WriteLoad は以下のように求めます。

$$\text{WriteLoad} [\text{バイト}/\text{s}] = \text{WrittenBytes} / \langle \text{測定時間} \rangle$$

期間	秒
1 時間	3,600
1 日	86,400
1 週間	604,800
1 ヶ月 (1/12 年)	2,628,000
1 年 (365 日)	31,536,000

例 :

1.5 時間 (= 5400 秒) のテスト結果は以下のようになります。

count1 : 103,952,067,584

count2 : 127,845,953,412

WrittenBytes = count2 - count1  
23,893,885,828

WriteLoad = WrittenBytes / <測定時間>  
= 23893885828 / 5400  
= 4,424,794 [バイト/s]  
= ~4.4 [MB/s]

以降のすべての例では、4.4 MB/s の書き込み負荷であると仮定します。

## ターゲットアーキテクチャーへのマッピング

SSD のターゲットアーキテクチャーに応じて、「論理」ドライブの書き込み負荷を「物理」ドライブの予測書き込み負荷にマッピングする必要があります。この章では、例えば RAID ボリュームの一部である物理ディスクの書き込み負荷を導き出す方法について説明します。

### 非 RAID

論理ドライブが非 RAID ドライブを参照している場合は、前の章で計算した値を直接使用できます。

$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDrv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDrv}}$$

例 :

論理ドライブの *WriteLoad* 4.4 MB/s は以下のように測定されました。

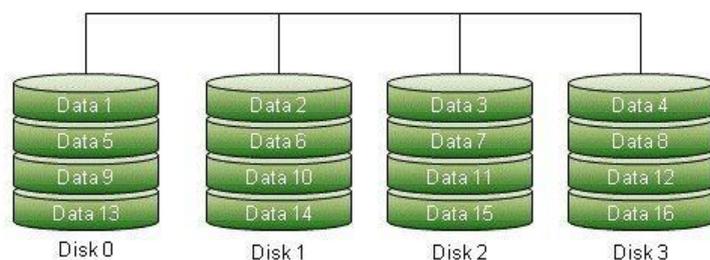
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDrv}} = 4.4 \quad [\text{MB/s}]$$

### RAID

RAID コントローラーを使用している場合、これらの値は、論理ディスクを提供する RAID コントローラーによって定義された論理ディスクを参照します。RAID コントローラー内の論理ディスクに対する物理ディスクの構成がわかっている場合、物理ディスクへの書き込みアクセスは、RAID の仕様を考慮することで概算できます。物理ドライブは複数の論理ドライブに属し、論理ドライブはいくつかの物理ドライブに分散されている可能性があるため、各物理ドライブについて（累積）書き込みアクセス数を計算する必要があります。以降のリストは以下の仮定に基づいています。

- 論理ディスクは物理ディスク上に均一に分散されます。つまり、統計的に論理ディスクへの各書き込みアクセスが物理ディスクの 1 つに書き込みアクセスを発生させる可能性は等しくなります。
- 書き込みアクセスは論理ディスク上に均一に分散されます。つまり、論理ディスクの各ブロックが書き込まれる可能性は等しくなります。

### RAID 0 (ストライピング)



論理ドライブの *WriteLoad* を物理ドライブの数 (#Drives) で割った値を各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

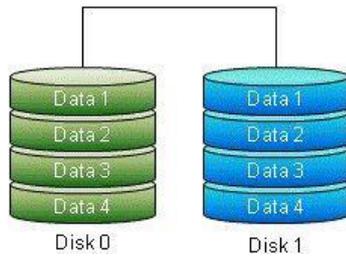
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDrv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDrv}} / \# \text{Drives}$$

例 :

4 台のドライブで構成される RAID 0 ( #Drives = 4 ) :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..3} &= 4.4 / 4 && [\text{MB}/\text{s}] \\ &= 1.1 && [\text{MB}/\text{s}] \end{aligned}$$

### RAID 1 (ミラーリング)



すべてのデータがどちらのディスクにもコピーされるため、論理ドライブの *WriteLoad* は各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算されます。

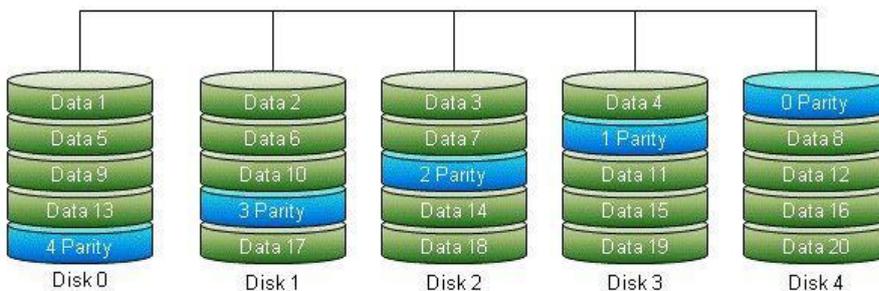
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDriv}}$$

例 :

2 台のドライブで構成される RAID 1 :

$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0,1} = 4.4 \quad [\text{MB}/\text{s}]$$

### RAID 5 (分散パリティでブロックレベルのストライピング)



論理ドライブの *WriteLoad* に 2 (1 つはデータブロックの書き込みアクセス、もう 1 つはパリティブロックの書き込みアクセス) を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

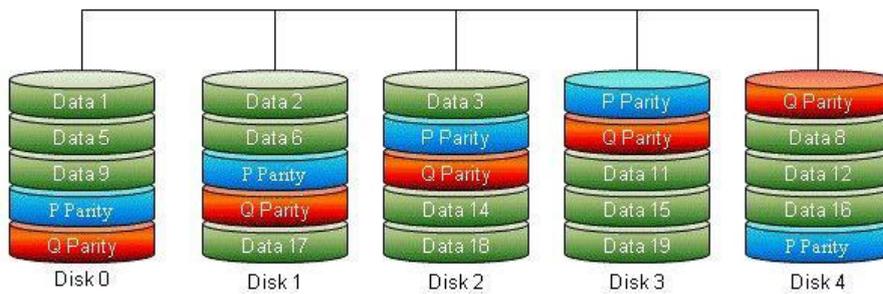
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDriv}} \times 2 / \#\text{Drives}$$

例 :

5 台のドライブで構成される RAID 5 :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..4} &= 4.4 \times 2 / 5 && [\text{MB}/\text{s}] \\ &= 1.76 && [\text{MB}/\text{s}] \end{aligned}$$

## RAID 6 (2つの分散パリティでブロックレベルのストライピング)



この RAID レベルは RAID 5 と類似していますが、2つの分散パリティブロックがあります。論理ドライブの *WriteLoad* に 3 (1つはデータブロックの書き込みアクセス、他の2つはパリティブロックの書き込みアクセス) を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

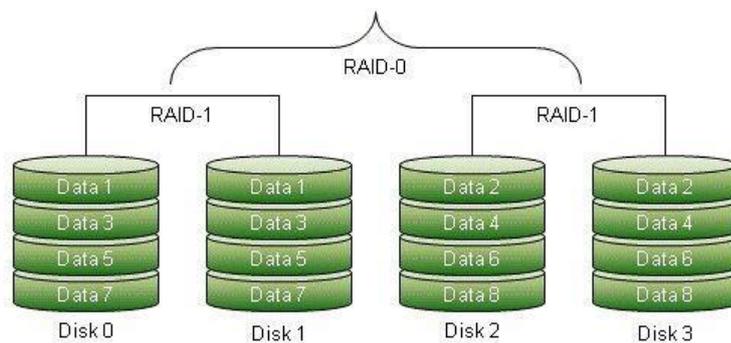
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDriv}} \times 3 / \#\text{Drives}$$

例 :

5台のドライブで構成される RAID 6 :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..4} &= 4.4 \times 3 / 5 \quad [\text{MB}/\text{s}] \\ &= 2.64 \quad [\text{MB}/\text{s}] \end{aligned}$$

## RAID 10 (ストライピングアレイのミラーリング)



すべてのストライプセットのデータが2つのディスクにコピーされるため、まず各論理ドライブの *WriteLoad* を2倍にする必要があります。論理ドライブの *WriteLoad* にまず2を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を RAID 10 セット全体で各ドライブに加算します。

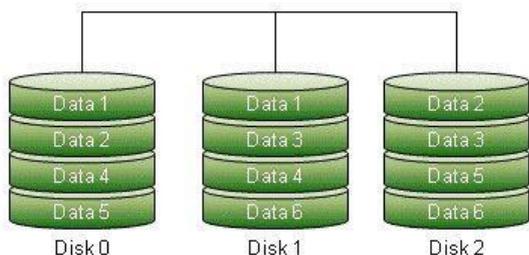
$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDriv}} \times 2 / \#\text{Drives}$$

例 :

それぞれディスクが2つある2つの RAID 1 セットで構成される RAID 10 (合計4ディスク)

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..1,2..3} &= 4.4 \times 2 / 4 \quad [\text{MB}/\text{s}] \\ &= 2.2 \quad [\text{MB}/\text{s}] \end{aligned}$$

## RAID 1E (ストライプミラーリング)



すべてのストライプセットのデータが 2 つのディスクにコピーされるため、まず各論理ドライブの *WriteLoad* を 2 倍にする必要があります。 *WriteLoad* にまず 2 を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を RAID 1E セット全体で各ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

$$WriteLoad_{PhyDriv} = WriteLoad_{LogDriv} \times 2 / \#Drives$$

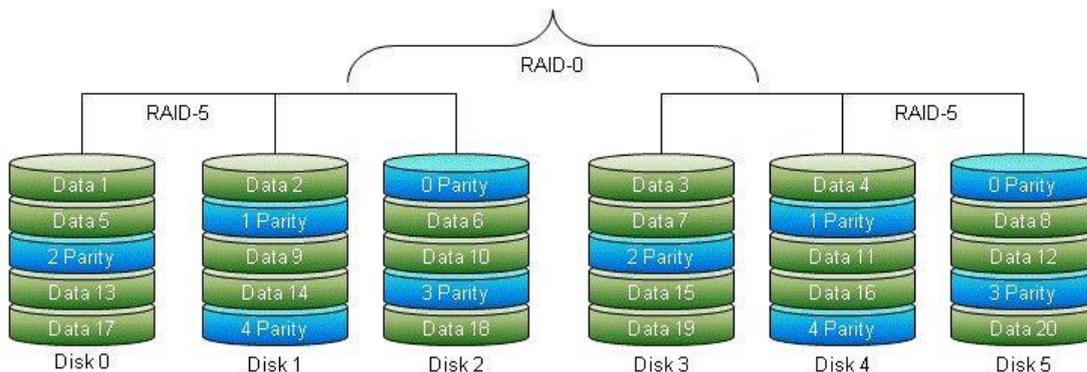
例 :

3 台のドライブで構成される RAID 1E :

$$WriteLoad_{PhyDriv0..2} = 4.4 \times 2 / 3 \quad [MB/s]$$

$$= \sim 2.93 \quad [MB/s]$$

## RAID 50 (RAID 5 全体でストライプされたストライプアレイ)



この RAID レベルは RAID 5 と RAID 0 を組み合わせたものです。論理ドライブの *WriteLoad* に 2 (1 つはデータブロックの書き込みアクセス、もう 1 つはパリティブロックの書き込みアクセス) を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

$$WriteLoad_{PhyDriv} = WriteLoad_{LogDriv} \times 2 / \#Drives$$

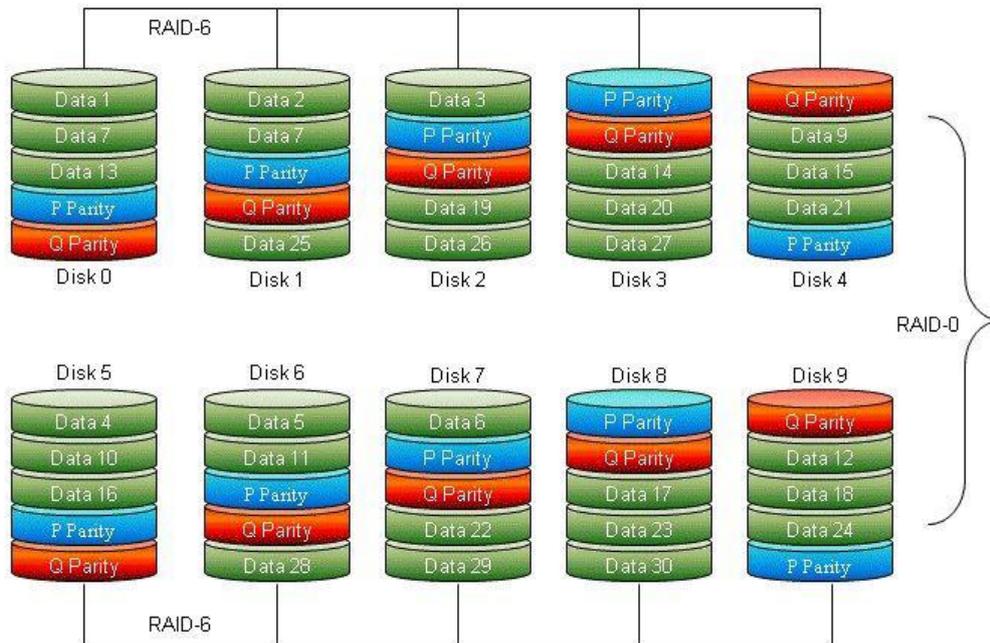
例 :

それぞれディスクが 3 つある 2 つの RAID 5 セットで構成される RAID 50 (合計 6 ディスク)

$$WriteLoad_{PhyDriv0..2,3..5} = 4.4 \times 2 / 6 \quad [MB/s]$$

$$= \sim 1.47 \quad [MB/s]$$

## RAID 60 (ストライプ RAID 6 セット)



この RAID レベルは RAID 6 と RAID 0 を組み合わせたものです。論理ドライブの *WriteLoad* に 3 (1 つはデータブロックの書き込みアクセス、他の 2 つはパリティブロックの書き込みアクセス) を掛けて、次にドライブ数で割ります。この結果を各物理ドライブの合計 *WriteLoad* に加算します。

$$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}} = \text{WriteLoad}_{\text{LogDriv}} \times 3 / \#\text{Drives}$$

例 :

それぞれディスクが 5 つある 2 つの RAID 6 セットで構成される RAID 60 (合計 10 ディスク) :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..4,5..9} &= 4.4 \times 3 / 10 \quad [\text{MB}/\text{s}] \\ &= 1.32 \quad [\text{MB}/\text{s}] \end{aligned}$$

## 必要な書き込み耐久性の予測

所定のアプリケーションに適切な SSD テクノロジーを選択する場合の重要な基準は「書き込み耐久性」で、通常、特定の保証期間中の DWPD (1 日当たりのデバイス書き込み) 単位で指定されます。この章では、測定された *WriteLoads* から予測される *WriteEndurance* の計算方法について説明します。

### 論理ドライブの寄与の累積

物理ドライブは複数の論理ドライブに属している可能性があるため、各物理ドライブに対して (累積) 書き込みアクセス数を計算する必要があります。各論理ドライブから受け取る書き込み負荷の分担をこれらの数に加算する必要があります。

物理ドライブの合計 *WriteLoad* を取得するには、すべての論理ドライブの寄与を合計します。

$$\text{WriteLoad}_{\text{total}} = \sum \text{WriteLoad}_{\text{contribution1..N}}$$

例 :

3 台の論理ドライブ (diskA, diskB, diskC) が、それぞれ RAID 5 として構成され、同じ 5 台の物理ドライブを共有します。対応する *WriteLoads* は以下のように予測されます。

ディスク A :	$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv0..4}}$	= 4.4 [MB/s]
ディスク B :	$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv0..4}}$	= 0.7 [MB/s]
ディスク C :	$\text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv0..4}}$	= 1.2 [MB/s]

これらの値を合計すると、累積 *WriteLoad* は以下ようになります。

$$\begin{aligned} \text{合計 : } \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv0..4}} &= 4.4 + 0.7 + 1.2 && \text{[MB/s]} \\ &= 6.3 && \text{[MB/s]} \end{aligned}$$

## DWPD (1日当たりのデバイス書き込み) への変換

通常、*WriteEndurance* は、DWPD (1日当たりのデバイス書き込み) 単位で指定されます。これは製品の寿命期間 (*DaysPerLife*) 内を通じて維持可能な書き込み量 (*PetaBytesWritten*) をドライブの容量 (*Capacity*) に正規化したものです。

$$\text{DWPD} = (\text{PetaBytesWritten} / \text{DaysPerLife}) / \text{Capacity}$$

### 背景 :

*WriteEndurance* (DWPD) は、所定のフラッシュデバイスの耐久性 (*FlashEndurance*、プログラム/消去のサイクル数) と製品の寿命 *DaysPerLife* により、次の計算式で算出できます。

$$\text{DWPD} = \text{FlashEndurance} \times (1 + \text{OP}) / (\text{DaysPerLife} \times \text{WA})$$

ここで、

OP (オーバープロビジョニング) :

予備セルの量で、宣言された論理容量から 1 を引いた値に対する、フラッシュの物理容量の比率を表したものです。通常は、30%~150%の範囲です。

WA (ライトアンプリフィケーション) :

ガベージコレクションなどのフラッシュ管理機能に必要な余剰書き込み量で、ホストによるデータ書き込み量に対する、フラッシュへのデータ書き込み量の比率を表したものです。通常は、1.1 (シーケンシャル書き込み) ~3.3 (ランダム書き込み) の範囲です。

パラメーター *WriteEndurance* (DWPD) は、これらのテクノロジー依存の値を単一のデバイス固有の値に統合します。

所定の *WriteLoad* およびデバイスの *Capacity* で、必要な *WriteEndurance* は以下のとおりです。

$$\text{WriteEndurance} = \text{WriteLoad} \times \langle \text{1日当たりの秒数} \rangle / \text{Capacity}$$

この結果を使用するアプリケーションに適した耐久性クラスを選択するために使用できます。

### 例 :

100 GB の SSD を物理ドライブとして使用します。累積 *WriteLoad* の予測は 6.3 MB/s です。

$$\begin{aligned} \text{WriteEndurance} &= 6.3 \text{ [MB/s]} \times 86400 \text{ [s]} / 100 \text{ [GB]} \\ &= 6.3 \text{ [MB/s]} \times 86400 \text{ [s]} / (100 \times 1000 \text{ [MB]}) \\ &= \sim 5.4 \text{ [DWPD]} \end{aligned}$$

## 富士通テクノロジー・ソリューションズによる耐久性クラスの定義

耐久性クラス	DWPD	説明/適合性
バリュー耐久性 (読み取り集中)	< 約 5 通常、< 0.3	主に MLC フラッシュメモリを使用した低価格カテゴリーの SSD。 通常、平均 3 MiB/s 未満の書き込み負荷を 5 年以上維持可能です。 これは、低い書き込み強度が特徴の負荷状況に適しています。 例：システムドライブ、ストリーミングサービス
主流の耐久性	約 5~約 15 通常、約 10	主に MLC フラッシュメモリを使用した、中間価格カテゴリーの SSD と、優れたパフォーマンスのために高価格の PCIe-SSD、そして DOM。 通常、平均 2 桁の MiB/s 範囲にある書き込み負荷を 5 年以上維持可能です。 これは、中程度の書き込み強度が特徴の負荷状況に適しています。 例 (SSD) : ファイルサーバ、Web サーバ 例 (PCIe-SSD) : 仮想サーバ、データベース、メールサーバ 例 (DOM) : システムドライブ
高耐久性	> 約 15 多くの場合、約 50	主に SLC フラッシュメモリを使用した高価格カテゴリーの SSD。 通常、平均 2~3 桁の MiB/s 範囲にある書き込み負荷を 5 年以上維持可能です。 これは、高い書き込み強度が特徴の負荷状況に適しています。 例：仮想サーバ、データベース、メールサーバ

「主流の耐久性」クラスの SSD で十分な耐久性があると言えます。

## ヒント :

必要な WriteEndurance の値は、物理ドライブの WriteLoad によって異なります。RAID システムでは、このドライブ負荷は、物理ドライブのサイズを小さくして数を増やすことで減らせます。

## 例 :

3 つのドライブからなる RAID 5 の負荷 :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..2} &= 4.4 \times 2 / 3 && [\text{MB/s}] \\ &= \sim 2.9 && [\text{MB/s}] \end{aligned}$$

(サイズを半分にした) 5 つのドライブの負荷 :

$$\begin{aligned} \text{WriteLoad}_{\text{PhyDriv}0..4} &= 4.4 \times 2 / 5 && [\text{MB/s}] \\ &= 1.76 && [\text{MB/s}] \end{aligned}$$

PRIMERGY サーバで利用可能な SSD モデルとその DWPD 値

名前	インターフェース	容量 [GB]	書き込み耐久性 [PBW] <sup>1)</sup>	DWPD (四捨五入)	PBW <sup>1)</sup> に達するまでの MiB/s	形状
PCIe-SSD 1.2TB MLC	PCIe Gen2 x4	1200	17	7	103	ロープロファイル
PCIe-SSD 785GB MLC	PCIe Gen2 x4	785	11	7	67	ロープロファイル
<i>PCIe-SSD 640GB MLC<sup>2)</sup></i>	<i>PCIe Gen1 x4</i>	<i>640</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>60</i>	<i>ロープロファイル</i>
PCIe-SSD 365GB MLC	PCIe Gen2 x4	365	4	6	24	ロープロファイル
<i>PCIe-SSD 320GB MLC<sup>2)</sup></i>	<i>PCIe Gen1 x4</i>	<i>320</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>24</i>	<i>ロープロファイル</i>
SSD SAS 12G 1.6TB Main 2.5" H-P EP	SAS 12G	1600	29.2	10	176	2.5"
SSD SAS 12G 800GB Main 2.5" H-P EP	SAS 12G	800	14.6	10	88	2.5"
SSD SAS 12G 400GB Main 2.5" H-P EP	SAS 12G	400	7.3	10	44	2.5"
SSD SAS 12G 200GB Main 2.5" H-P EP	SAS 12G	200	3.65	10	22	2.5"
<i>SSD SAS 6G 400GB SLC HOT P 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>400</i>	<i>35</i>	<i>47</i>	<i>212</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SAS 6G 400GB MLC HOT PL 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>400</i>	<i>7.5</i>	<i>10</i>	<i>45</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SAS 6G 200GB SLC HOT P 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>200</i>	<i>18</i>	<i>49</i>	<i>109</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SAS 6G 200GB MLC HOT PL 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>200</i>	<i>3.75</i>	<i>10</i>	<i>23</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SAS 6G 100GB SLC HOT P 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>100</i>	<i>9</i>	<i>49</i>	<i>54</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SAS 6G 100GB MLC HOT PL 2.5" EP PERF<sup>2)</sup></i>	<i>SAS 6G</i>	<i>100</i>	<i>1.875</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>2.5"</i>
SSD SATA 6G 800GB Main 2.5" H-P EP	SATA 6G	800	14.6	10	88	2.5"
SSD SATA 6G 400GB Main 2.5" H-P EP	SATA 6G	400	7.3	10	44	2.5"
<i>SSD SATA 6G 400GB MLC HOT P 2.5" EP MAIN<sup>2)</sup></i>	<i>SATA 6G</i>	<i>400</i>	<i>7.5</i>	<i>10</i>	<i>45</i>	<i>2.5"</i>
SSD SATA 6G 200GB Main 2.5" H-P EP	SATA 6G	200	3.65	10	22	2.5"
<i>SSD SATA 6G 200GB MLC HOT P 2.5" EP MAIN<sup>2)</sup></i>	<i>SATA 6G</i>	<i>200</i>	<i>3.75</i>	<i>10</i>	<i>23</i>	<i>2.5"</i>
SSD SATA 6G 100GB Main 2.5" H-P EP	SATA 6G	100	1.825	10	11	2.5"
<i>SSD SATA 6G 100GB MLC HOT P 2.5" EP MAIN<sup>2)</sup></i>	<i>SATA 6G</i>	<i>100</i>	<i>1.875</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SATA 3G 64GB SLC HOT P 2.5" EP MAIN<sup>2)</sup></i>	<i>SATA 3G</i>	<i>64</i>	<i>2</i>	<i>17</i>	<i>12</i>	<i>2.5"</i>
<i>SSD SATA 3G 32GB SLC HOT P 2.5" EP MAIN<sup>2)</sup></i>	<i>SATA 3G</i>	<i>32</i>	<i>1</i>	<i>17</i>	<i>6</i>	<i>2.5"</i>
DOM SATA 3G 64GB Main N H-P	SATA 3G	64	1.6425	14	9	DOM <sup>3)</sup>

1) PBW = 書き込みペタバイト

2) EOL

3) DOM : ディスクオンモジュール

## 関連資料

### PRIMERGY システム

<http://jp.fujitsu.com/primergy>

### PRIMERGY コンポーネント

このホワイトペーパー :

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=3c0db973-3406-476c-a301-1b1ed3b1a9ad>

 <http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=8325f1fc-f98c-4467-a3aa-98f6c633143f>

ソリッドステートドライブ – FAQ :

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=1d8b7d65-e5f4-4a99-8e7b-f47c74ccc85e>

RAID コントローラーのパフォーマンス

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=e34159fa-0196-4a01-99ff-8792b5f644eb>

### PRIMERGY のパフォーマンス

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/performance/>

### PRIMERGY とオペレーティングシステム

<http://docs.ts.fujitsu.com/dl.aspx?id=d4ebd846-aa0c-478b-8f58-4cfbf3230473>

## お問い合わせ先

### 富士通

Web サイト : <http://jp.fujitsu.com/>

### PRIMERGY Product Marketing

<mailto:Primergy-PM@ts.fujitsu.com>

© Copyright 2013-2014 Fujitsu Technology Solutions。Fujitsu と Fujitsu ロゴは、富士通株式会社の日本およびその他の国における登録商標または商標です。その他の会社名、製品名、サービス名は、それぞれ各社の登録商標または商標です。知的所有権を含むすべての権利は弊社に帰属します。製品データは変更される場合があります。納品までの時間は在庫状況によって異なります。データおよび図の完全性、事実性、または正確性について、弊社は一切の責任を負いません。本書に記載されているハードウェアおよびソフトウェアの名称は、それぞれのメーカーの商標等である場合があります。第三者が各自の目的でこれらを使用した場合、当該所有者の権利を侵害することがあります。

詳細については、<http://www.fujitsu.com/fts/resources/navigation/terms-of-use.html> を参照してください。

2014-12-18 WW JA