

# SSDs and 4D v11 SQL

---

By Josh Fletcher, Technical Services Team Member, 4D Inc.

Technical Note 10-09

## 概要

---

4D ディスクに大量にアクセスするアプリケーションです。もちろんデータはディスク上 (データファイル) に存在しますが、それ以外にも以下のディスクに関連する機能を考慮する必要があります: インデックス、データログファイル、シーケンシャル処理、そしてテクニカルノート 09-43 で説明した 4D v11 SQL データファイルキャッシュです。キャッシュも大量のディスクアクセスを起こします。これはすべてを網羅したリストではありません。

また一般的に磁気ハードディスクドライブ (HDD) はフラッシュメモリや RAM に比べ低速であることが知られています。ソリッドステートドライブ (SSD) を計算のメインストリームとして使用すると、ここに光が当たることになりません。しかしメインストリーム SSD の値打ちは HDD をボトルネックとして指摘するだけでなく、ソリューションを提供することにもあります。それでは単純に HDD を SSD に置き換えればよいのでしょうか。

このテクニカルノートでは 4D の視点からこの質問を検証していこうと思います。

## はじめに

---

4D は重度にディスクに依存しています。例えばストラクチャーやデータファイル、およびデータログファイルやその他のログファイルがディスク上に置かれています。データファイルキャッシュもディスクを使用します。インデックスもディスク上に構築されます。

私たちは常に速いストレージを推奨してきました。しかしそれがなぜであるかをお考えになったことはないかもしれません。

## なぜストレージのスピードが重要なのか

SSD を 4D で使用することのインパクトを考える前に、4D によってストレージがどれだけ重要であるかを知ることが重要です。

他のデータベースと同様、4D はディスクに大量にアクセスするアプリケーションです。もちろんデータはディスク上に存在するのですが、それ以外にもディスクに関連する重要な機能があります:

- データとインデックスはディスク上に存在します。検索スピードを最大化させるために、インデックスが可能な限り素早くロードされなければなりません。
- テクニカルノート 09-43、4D v11 SQL データファイルキャッシュで 4D がどのようにキャッシュ関連でディスクを使用しているか説明したとおり、ストレージスピードはキャッシュの速度にも重要です。
- インデックスはディスクを使用して構築されます (インデックス構築中"temporary files"フォルダーに一時的なファイルが作成されます)。
- 速いディスクアクセスはデータログファイルにも重要です。すべてのケースで、データログファイルは 4D アプリケーションにとって最重要であると扱われるべきです。データ破壊があった時、ログファイルがあ

れば (起動時から直近までの変更を統合することで) 素早くデータを復旧でき、4D Backup をより強固なものにできます。

- キャッシュのフラッシュ速度は直接ディスクスピードの影響を受けます。

これらはディスクに依存する 4D の重要な機能の一部であり、すなわちディスクのパフォーマンスに影響されます。

速いデータアクセスは重要ですが、いくつかの理由で、データベースの設計に依存する傾向があります。

- まず 4D はすでに、多くの領域で、必要なデータをだけをロードするようにデータアクセスが最適化されています。
- 次に 4D はディスクを使用することによるパフォーマンスの問題を緩和するために、RAM のデータキャッシュを使用します。もっとも使用されるデータが常にキャッシュにとどまるようデータベースが設計されていれば、ディスクアクセスのスピードの影響はより少なくなります。

それにしても、おそらく 4D にとって重要なのは、読み書き両方のランダムアクセス速度です。データベースである 4D は相対的に小さなディスク領域 (レコード) にアクセスし、そして変更を行う傾向があります。特に 4D は数ギガバイトもあるようなファイルを移動するためには使用されません。そのためシーケンシャルなディスクスピードの重要性は低くなります。ランダムなアクセスの速度が鍵となります。

## 必要なものは

これは相対的に明白なことのように見えるかもしれませんが、ディスクが速ければ、4D も速くなる。なぜこの点について新しいテクニカルノートを書く必要があったのでしょうか。

ここで述べなければならないことは、4D にとってディスクのボトルネックがどれほど重要なファクターであるかが必ずしも理解されていないということです。これは本当に速い HDD よりもさらに速いアクセスを試すことが難しかったからでした。典型的な 4D アプリケーションにとって RAM ディスクや SSD は、そのコストのためになかなか使用できるものではありませんでした。

ここ数年で、SSD の値段はコンピューティングのメインストリームとなりうるくらいまで下落してきました。4D にとって最も重要なハードウェアは何か、そして最も大きなボトルネックはどこかを検証する 때가来たのです。

SSD を使用することで得られるパフォーマンスの向上はショックなほどです。

*Note: 他のすべてのハードウェアを考慮しても、データベースパフォーマンスはそれでもデータベース設計に依存します。あなたの 4D アプリケーションでは、ディスクアクセスはボトルネックでないかもしれません。SSD が廉価になり、試すことができるようになったというのが異なる点です。*

## SSD を選択する

正しい SSD を選択することが重要です。このテクノロジーのマーケットはまだ若く、いまだ発展途上です。このテクニカルノートでは 4D デベロッパーの皆さんに一般的な SSD に関する知識を得ていただき、そのうえで 4D に関連する要素を指摘します。最後にはいくつかのベンチマークを示します。

## SSD を理解する

---

この節では SSD に関するテクノロジーの概要を説明します。SSD についてより詳しく知りたい方は、Web で情報を集めることができます。

### SSD の内部構造

SSD は基本的に HDD と同じ部品で構成されています:

- コントローラー
- キャッシュ RAM
- ストレージメディア

SSD と HDD で主に異なる点はストレージメディアです。ハードドライブは磁気でコーティングされた回転する金属のプレートと、データを読み込むアームを使用します。SSD はフラッシュメモリを使用します。

### SSD の利点

パフォーマンスという観点から SSD で重要なことは:

- 移動する部品が無い (もっとも重要な点です)
- フラグメントの影響が無い
- コントローラー (これは少々トリッキーであり、後で説明します)

SSD には移動する部品 (回転する円盤も読み込みヘッド) がなく、これは多くの利点をもたらします:

- 使用するパワーが少ない
- より低温で動作する
- より高速に動作する (特にシークタイムとランダムアクセス)

HDD におけるファイルフラグメンテーションの影響は直接、移動する部品に影響します。読み込みヘッドはファイルの異なる部分を取得するために、適切な位置に移動しなければなりません。SSD は読み込みヘッドがないので、フラグメンテーションの影響を受けません。

*Note:* フラグメンテーションの影響を受けないことはとても重要なことなので、後ほど改めて説明します。

## SSD の欠点

SSD にはいくつかの欠点もあります:

- コスト
- サイズ
- 寿命\*
- 使用するに従い遅くなる

SSD は HDD と比べるととても高価です。4D を実行するためには \$400-\$800 程度の適切な SSD が必要です。それでも ~100GB 程度の容量しかありません。フラッシュの技術はストレージの容量を拡大するよう大きく進化してはいますが、今日の HDD (1-2TB) と同容量で考えると、SSD のコストは何千ドルにもなります。

寿命についていえば、HDD で使用される磁気ディスクに比べフラッシュメモリはだいぶ短い寿命しかありません。実際ひとつのフラッシュセル (1 または 2bit、後述) は有限回の書き込みしかサポートしません。

*Note:* この点について\* マークを付けました。フラッシュメモリは有限回の寿命を持っていますが、SSD のメーカーはこの点について明示しているからです。この点についてはより詳細に説明しますが、その時には SSD の寿命は問題ではないという理解を持ってもらうつもりです。

次の節ではパフォーマンスが下がる点について説明します。

## SSD の詳細

前の節で重要な詳細点を後で説明すると言いましたが、本節でこれらの点について扱います。

しかしこれらのトピック (フラグメンテーションやコントローラー等) はすべてひとつの主な問題に結び付けられています。それは SSD は使用されるにつれ遅くなるという事実です。この点についてまず説明しましょう。

### SSD のパフォーマンス低下について理解する

すべての SSD は使用 (書き込み処理を意味します) するに従いパフォーマンスが悪くなります。これは SSD がフラッシュからファイルを削除したり書き込んだりする方法に起因します。これは構造上の制限である点に留意してください。これは他のメディアを使用しない限り修正することのできない問題です。

*Note:* みなさんを怖がらせないように申し上げますが、ほとんどの SSD メーカーはすでにこの問題に取り組んでいて、効率的に問題を回避する方法を提供しています。

モダンな OS においてファイルを削除するとき、ハードドライブレベルでは何も発生しません。ドライブは何も行わないのです。OS は File Allocation Table (FAT) を更新し、その領域が空いたことを示しますが、データ自身はまだドライブ上にあります。もちろん新しいファイルが保存されるときには、古いデータが上書きされることになります。

*Note:* これが、ファイル復旧ソフトウェアが動作する理由です。これらのソフトウェアはドライブ上に存在するデータを復旧させているだけです。

SSD はページ単位で書き込むことができますが、削除はブロック単位で行われます。ここで重要なことは、ブロックはページよりも大きいということです。つまりブロックには複数のページが含まれます。

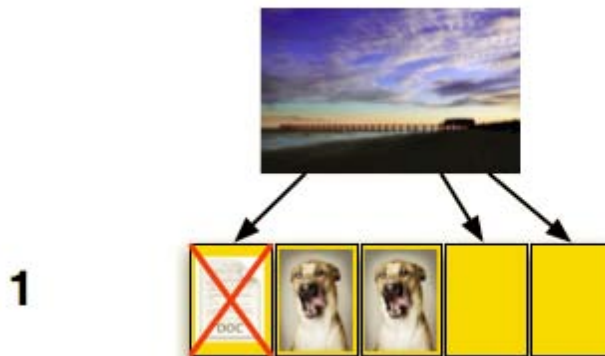
そのため SSD はどのファイル (ページ) が削除されたか知ることができず (問題 1)、ファイルを書き込みに行くたびに、ブロック単位で削除することのみが可能です (問題 2)。

時間がたつにつれ、それぞれのブロックに使用中のページと削除されたことを示すページが含まれるようになり、すべての書き込み処理は読み込みとなります。

### なぜすべての書き込みが読み込みになるのか

ファイルの一つ保存したいとします。この例では 1 つのブロックに 5 ページあります。

このシナリオでは 1 ページを埋めるドキュメントファイルが既に書き込まれていて、それは SSD から削除されています。犬の画像は 2 ページを埋めていて、これもすでにディスク上に存在します。ここで 3 ページを必要とするビーチの写真を書き込みます。



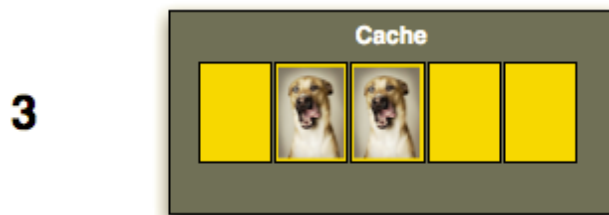
すべての他のブロックも既に満杯のページが含まれているとします (そうでなければビーチの画像は単に空いているブロックに保存されてしまうからです)。

SSD はこのブロックが使用中であることを知っていますが、先に説明したとおり、ドキュメントファイルが削除されていることを知ることはできません。SSD はブロック全体を削除することしかできず、それは明白に安全ではありません。

せん (既存のデータが失われてしまいます)。ではどうやって新しいファイルを保存するのでしょうか。まず SSD はブロックをキャッシュ/バッファーに読み込みます。



そして空きスペースを識別し、削除されたファイルをクリアします (ディスク上ではなくキャッシュ上で)。



そしてファイルをキャッシュに書き込みます。



最後に、ブロック全体をディスクに書き込みます (以前のブロック全体を上書きします)。



すべてのブロックが使用中のページで埋められると (これは相対的に速い時期に発生します。次の節を参照)、すべての書き込み処理は読み込み/更新/書き込みになります。

これは最低の状態になった時のことである点に留意してください。つまりパフォーマンスは(すべてのブロックが使用された時点で) 特定のポイントまで低下しますが、それ以上に悪くなることはありません。

Note: 2009年時点で利用可能なSSDの典型的なパフォーマンス低下は25-35%です。

## SSD メモリ: フラッシュセル

先に示した通り、SSD フラッシュセルには書き込み処理の寿命があります。メインストリーム SSD の典型的なフラッシュの利用方法には以下の2つがあります:

- Multi Level Cell (MLC)
- Single Level Cell (SLC)

違いはそれぞれのセルが表現するビットの数です。SLC フラッシュは1セル当たり1ビットを表現します。MLC フラッシュは1セルで複数ビットを表現します。これはなにを意味するのでしょうか。

MLC フラッシュは SLC にくらべ集積密度が高いため生産コストが安くなります。

他方 SLC は寿命が長くなります。MLC フラッシュにはセルあたり複数 bit を表すため、セルへの書き込み回数が増加します。

これは微妙な違いかもしれませんが、あなたが IT 管理者であれば大きな違いかもしれません。寿命に関するこれらの話で SSD を使用することが心配になってしまうかもしれません。

そんなに心配する必要はありません。次の節を見てください。

## コントローラー

SSD コントローラーは SSD のパフォーマンスにおいて重要な役割を担っていますと先ほど申し上げました。

実際 SSD コントローラーはさまざまな SSD メーカーの特徴を表現するものとなっています。ほとんどのメーカーは RAM を同じ所から購入しており、メモリのスピードは重要ではありません。コントローラーこそがメーカーの腕の見せ所となるのです。

コントローラーの主な機能は以下の2つです:

- 寿命管理
- パフォーマンス管理



## 寿命管理

すでに私たちはフラッシュセルに書き込み/消去の寿命があることを見てきました。そこでコントローラーはドライブが使用できなくなることを避けるためのすべての制御を行います。すべての SSD コントローラーはこのためにウェアレベリングと呼ばれる簡潔なスキームを実装しています。

100MB のファイルを保存したいとします。HDD はディスクの端から空いている場所を探して、シーケンシャルにファイルを書き込みます。読み込みが速くなるように、ファイルは連続した領域に書き込むよう試みられます (実際デフラグはこれを行います)。

SSD コントローラーはファイルを分散し、SSD 内の利用可能なブロック全域を使用しようとします。ファイルがシーケンシャルに保存されたり、あるいはもっと悪いことに連続して書き込まれたりすると、それはファイルが更新されるたびに同じフラッシュセルが消去され、書き込まれることを意味します。ファイルデータをドライブ全体に分散することで、SSD コントローラーは各セルへの書き込み数を制限しようと試みます。

先に示したパフォーマンス低下の問題について考えると、このソリューションは我々が知っている SSD パフォーマンスの問題のすべてにおいて反対に見えます。ブロックのページが埋まっていると、まず読み込みがあり、更新され、そしてドライブに書き込まれます。まったくそのとおりです。

## パフォーマンス管理

ドライブコントローラーの重要なパフォーマンス機能は以下の通りです:

- ウェアレベリング (前述)
- ガーベージコレクション
- キューデプスの最適化

初期のころ (2008 年)、メインストリーム SSD にとってこれは重要な関心ごとでした。ほとんどすべての SSD にこの問題があり、パフォーマンスの低下を解消する唯一の方法はドライブを再フォーマットすることでした (念のためクイックフォーマットではありません、なぜならこの場合埋められたページがそのまま残るからです)。実際 JMicron のコントローラーを使用するすべての世代の SSD でこの問題への解決法がありませんでした。JMicron ベースのドライブを購入すると、初期に比べ 25-35% のパフォーマンスの低下が発生し、ドライブをフォーマットする以外これに対処できることはありません。

いくつかの SSD メーカーは SSD をクリーンにするためのツールをリリースしています。このツールは SSD に削除されたページを通知するものですが、手動で動作させる必要があります。

他の SSD メーカーは個別に "ガーベージコレクション" を実装してこれらの問題に対応しています。アイデアは一緒に、コントローラーが削除されたファイルを追跡するというものです。

大きな前進は TRIM と呼ばれる新しい ATA コマンドによってもたらされました。TRIM は標準に基づいた SSD ガーベージコレクションのサポートです。

オペレーティングシステムがこの命令をサポートしていれば、SSD から削除されたファイルを OS が追跡し、ドライブコントローラーに通知します。それでドライブコントローラーはどのページがもう使われていないかを知ることができるので、ファイルの保存やウェアレベリングをどのように処理するかをよりスマートに制御できます。しかしながらこのテクニカルノートの執筆時点で、Windows 7 と Linux だけが TRIM をサポートし、ごく一部の SSD だけが TRIM をサポートしています。

SSD は前進しているので、すべての主要な OS やドライブが TRIM をサポートすることが期待されます。これは留意すべき重要な機能です。

異なる SSD を比較する際、キューデプスは重要なトピックです。キューデプスという用語は単にドライブが一度に受け取れる命令の数を表します。より多くのアプリケーションやスレッドがドライブへの同時リクエストを実行すると、キューデプスはより高くなります。キューという単語がキーです。SATA ドライブには実際並行アクセスはありません。つまりリクエストはキューされます。

キューデプスが増加すると、SSD パフォーマンスは分岐するようになります。高キューデプスに最適化された SSD (例: Intel) では引き続き大量の同時リクエストに対しよいパフォーマンスを出します。他方、他のドライブ (例: Intel 以外) はパフォーマンスが目に見えて落ちます。Intel X25 ドライブはこの点においてとても強力です。

異なる SSD を比較する際にキューデプスのパフォーマンスはとても重要な要素ですが、それでもすべてのメインストリーム SSD は HDD より速いです。

## フラグメンテーション

SSD はなぜフラグメンテーションの影響を受けないのでしょうか。

SSD に画像を保存する例を思い出してください。すべてのブロックに使用済みのページが含まれていて、ウェアレベリングにより、SSD は内部的に自身でフラグメントを発生させると考えるかもしれません。全くその通りです。フラグメンテーションによりフラッシュセルが長生きできるのです。フラグメンテーションが SSD のパフォーマンスに影響を与えない理由は簡単です。移動する部品が無いからです。HDD のようなシークタイムはありません。データを探すためにヘッドがディスク上を前後することはありません。SSD にとってフラグメントしたデータの読み込みと連続したデータの読み込みの間に異なる部分はないのです。

## 正しい SSD を購入する

---

SSD で最も重要な機能は:

- TRIM のサポート (現時点でこれには Windows 7 が必要です)。
  - または少なくとも適切な方法でドライブをクリーンにする能力。ドライブ全体を消去することなしに最高のパフォーマンスを復旧させる能力が必要となるでしょう。
- 平均故障間隔 (MTBF)。
  - 文字通りドライブが故障するまでの時間。通常時間で表現されます。
  - また保証期間についても考慮すべきでしょう。
- SATA 6GB/秒の接続。
  - この点については次で説明します。

生のスループット (特にシーケンシャル) についていえば、現在のほとんどの SSD において、SATA3 接続のものを購入すべきです。ドライブはより速くなる能力を持っていますが、マザーボードはそうではありません。業界は SATA 6GB の接続へと動き始めているので、将来のためにそれを心に留めておきましょう。

4D にとって最も重要な仕様は以下の通りです:

- ランダムな読み書きの速度。
- キューデプスのパフォーマンス。

ランダムアクセスは SSD にとって基本的なことなので、特段言及する必要もありません。Intel の SSD は控えめなランダムアクセススピードを公表していますが、、、

Intel だけが、受け入れ可能なコントローラーパフォーマンスを持つ、コンシューマーレベルのドライブを提供しています。特に Intel のキューデプス最適化は他を凌駕します。Intel の読み書き速度が公表値で他のドライブに劣っていたとしても、テストを行うと Intel は常に他のドライブよりよい成績を出します。キューデプスが増加する場合はその傾向が顕著です。SSD のベンチマークを検証する際は、テスターがキューデプスを考慮に入れているかどうかをチェックすべきです。

これは無条件に Intel のドライブを保証するものではありません。実際特定のハードウェアを保証するのは適切ではありません。なぜなら 4D データベースのパフォーマンスは実装に依存するからです。

しかしあなたがオンライン上のベンチマークを検証する機会がある場合、メインストリームのセグメントにおいて、Intel がキューデプスのパフォーマンスについて言及している唯一の SSD ベンダーであることが明らかになるでしょう。実際は他にもありますが、とても高価なものです。よいキューデプスパフォーマンスを持つ SSD はエンタープライズモデルとなります。

現時点で Intel だけがメインストリームエリアでこれを提供しています。しかしこのテクニカルノートを書いている間にも、新しい Sandforce SSD コントローラーの登場で状況が変わってきています。

このテクニカルノートのごゴールは、あなたに特定の SSD を購入させることではありませんが、どの SSD を購入すべきかを決定するための判断材料を提供するものです。

## SSD を使用する

---

SSD を使用する際の、一般のおよび 4D のコンテキストにおける重要なチップスについて述べます。

- SSD を絶対にデフラグしてはいけません。それを行ってもパフォーマンスの改善が無いばかりか、ドライブの寿命を縮めます。
- インデックスの無効化を考慮してください。SSD のパフォーマンスはファイルのインデックスが無くても十分であり、ドライブをインデックスすると不必要にドライブの寿命を縮めます。
- SSD 上で 4D データベースを圧縮しないでください。データファイル上の空き領域を取り除きたい場合は、HDD 上で圧縮して、データファイルを SSD に移動します。しかし改めて指摘しますが、データファイルの内容が SSD 上で連続していなければならない理由はありません。フラグメントはパフォーマンスに影響を与えません。
- 同じ理由で、修復も HDD 上で行ってください。
- バックアップは異なるドライブに保持してください。これはセキュリティのために常にそうすべきですが、SSD の場合不必要な書き込みを行わないためにも重要です。

## 良い結果が期待できる環境

SSD の利用を考慮する際に、ディスク I/O をモニターすることは重要であり興味深いことです。例えば Windows 上でリソースモニターを使用してディスクアクティビティを観察できます。スループットが 50 MB/秒以下であれば、おそらく SSD は HDD と比較してシーケンシャル処理は速くならないでしょう。100 MB/秒になってくれば SSD が引き離し始めます。これは実際のボトルネックがどこにあるかという点に立ち返るものです。しばしばそれはデータベースの設計にあります。

他方ランダム処理においては、スループットの計測は重要ではありません。ここではパフォーマンスの違いを検証するためにベンチマークを行うべきです。

キャッシュのフラッシュは重要で大きく異なる点です。キャッシュ中のオブジェクトは通常ディスク上で連続していませんが SSD には関係のないことです。4D, Inc.でのテストにおいて、キャッシュフラッシュが 15-30 秒から計測できなくなるほどになるのを見ました。またキャッシュのフラッシュはユーザーアクションにも影響を与える点に留意してください。フラッシュがより早く完了すれば、ユーザーはよりハッピーになります。

SSD を考慮する際、現実的になることも重要です。SSD は特効薬ではありません。SSD が磁気ディスクより速いとは言っても、CPU/キャッシュ/RAM の速度には及びません。他のリソース (ネットワーク、RAM、CPU) と比べた時、ディスクは依然としてボトルネックとなりえます。SSD は確かによりパフォーマンスを出しますが、無条件にディス

クアクセスをボトルネックから取り除くものではありません。あなたが今までに行ってきた、ディスクアクセスを避けるための対策はまだ有効です。

## ベンチマーク

あらゆるベンチマークは"模造"テストであることに留意してください。ここにあげる数値は実世界のすべてのケースを表すというわけではありません。しかしそれでもなお、それらは説得力があります。

## テストの環境

テストに関する重要な詳細は以下の通りです:

- すべてのテストは Windows 7 で行いました (それが TRIM をサポートする唯一の OS だからです)。
- SSD 上にオペレーティングシステムはインストールしていません。これはすべてのドライブで公平な比較結果を得るためです。実際 SSD 上に OS を置くと、より速い結果が得られることになります。
- テストは明示しない限りコールドキャッシュで行いました。一度キャッシュにとられると、データは RAM 中に存在し、ディスクは関係なくなってしまうからです。
- すべてのコードはクライアント/サーバー通信の影響を排除するために、サーバー上で実行しました。

## マシンのスペック

テストマシン環境は以下の通りです:

CPU	Intel Core 2 Quad Q6600, 2.40 GHz
RAM	8192 MB
OS	Windows 7 Home Premium (64-bit)
4D バージョン	4D Server v11 SQL 11.6 build 72398

## テストしたドライブ

以下のドライブをこのテクニカルノートのテストで使用しました (略号は後のテスト結果で使用します):

ドライブ	略号
Western Digital Raptor 150 GB	HDD
Intel X25-M 80 GB	Intel
OCZ Colossus 120 GB	OCZ

ドライブに関する詳細は以下の通りです:

## Western Digital Raptor

Raptor は 10,000 RPM のハードドライブで、大きなキャッシュと、速いシークタイムを含む素晴らしい HDD パフォーマンスとを持っています。この速いドライブは HDD のテストにおけるベストケースのシナリオを作成するために使用しました。多くの HDD は Raptor よりもかなり遅くなる点に留意してください。

## Intel X25-M

既に示した通り、Intel の SSD はメインストリームレベルで最も良い例となります。

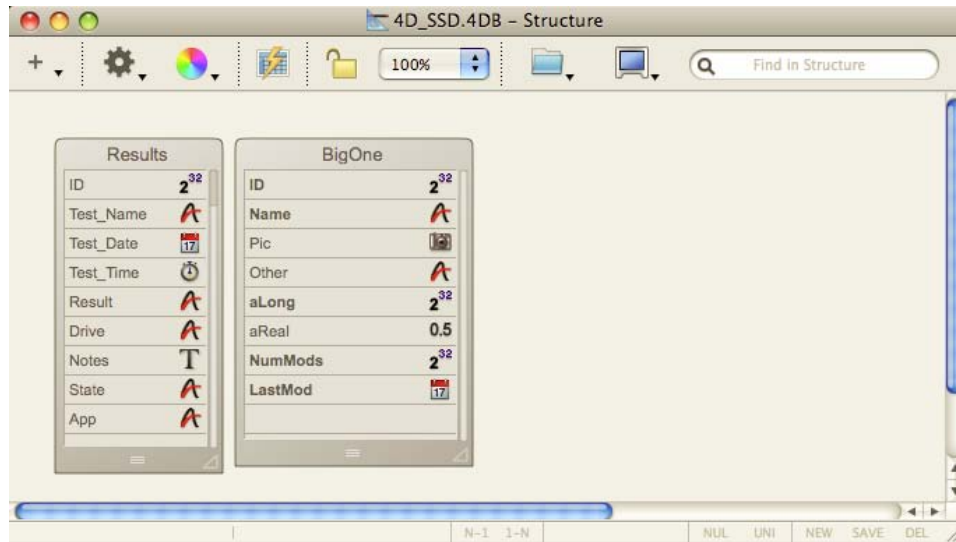
## OCZ Colossus

OCZ ドライブはいくつかの興味深い理由で選択しました:

- Colossus は TRIM をサポートしません。その代わりにユニークな内部 RAID 設定を持っていて、個別の 2 つの SSD をペアにできます。この RAID コントローラーは TRIM と同様のガーベージコレクション技術の特徴としていて、同じ動作を実行します。主な違いはおそらく、OCZ のガーベージコレクターは、TRIM と異なり、OS から要求されるものではないということです。これはバックグラウンドで独自に動作します。
  - OCZ のガーベージコレクターが動作するためにはドライブがアイドルでなければならないという事実留意してください。
- Colossus は 3.5 インチのフォームファクターで販売されています。これは SSD をシステムにインストールする際に優位な点です。なぜならその他のケースではほとんどの場合アダプターが必要となるからです (ほとんどの SSD は 2.5 または 1.8 インチです)。Colossus は標準の 3.5 インチ SATA HDD と置き換えが可能です。
  - この状況は最近の Mac や多くのラックマウントサーバーでより優位となります。なぜなら SATA コネクタはフレキシブルなケーブルでなく、ハードマウントされているからです。ドライブ (またはアダプター) は正しく設置するために 3.5 インチフォームファクターに沿っていない限りなりません。
- Colossus は特にシーケンシャルアクセスにおいて Intel ドライブに対しよい成績を出しますが、キューデプスが増加すると揺らぎが出ます。そこで比較のためにこれを選択しました。

## テストデータベース

テストデータベースには一つのテーブルがあり、600 万レコードが登録されています。もう一つのテーブルにはテスト結果が格納されます。ストラクチャーは以下の通りです:



[BigOne]テーブルに 6,000,000 レコードが格納されています。このテーブルのデータはピクチャーフィールドを除きランダムになっています。すべてのレコードに 5K の同じピクチャーが保存されています。データファイルのサイズは 32GB、インデックスファイルのサイズは 413MB になります。

より現実的なシナリオを表現するためにいくつかのフィールドにインデックスを設定しています。テスト中インデックスが削除されたり追加されたりすることはありません。インデックス設定に変更はなく、4D はインデックスを通常通り更新、管理します。

*Note:* データベース自身は何も興味をひくものが無く、データファイルが極めて巨大なため、このテクニカルノートにデータベースは含まれていません。テストに使用したコードは後で示します。

### Test 1: 500,000 レコードの更新

このテストはデータ変更の目的で乱打句にレコードにアクセスする状況をシミュレートするために設計しました。テストではループ中でランダムにレコードをクエリし、データを更新します。このテストでは 6,000,000 レコード中 500,000 レコードを更新します。インデックスが設定されたフィールドも更新するので、4D はインデックスを管理しなければなりません。

### テストコード

コードは以下の通りです:

```
C_LONGINT($numberOfMods_)
C_LONGINT($rangeOfRecords_)
C_LONGINT($i;$id)
```

```
`更新するレコード数
```

```

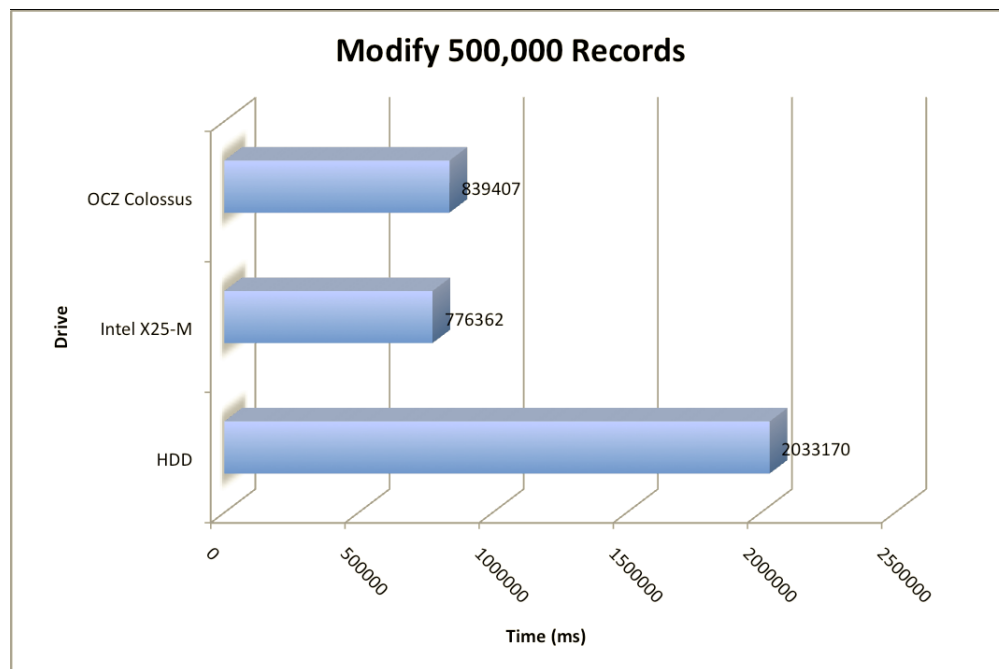
$numberOfMods_:=500000
レコード ID の範囲
$rangeOfRecords_:=6000000

For ($i;1;$numberOfMods_)
  $id:=(Random%($rangeOfRecords_))+1
  QUERY([BigOne];[BigOne]ID=$id)
  [BigOne]Name:="name"+String(Random)+"x"
  [BigOne]aLong:=Random
  [BigOne]aReal:=Random
  [BigOne]NumMods:=[BigOne]NumMods+1
  [BigOne]LastMod:=Current date(*)
  SAVE RECORD([BigOne])
End for

```

## 結果

この最初の例題で SSD を使用することによるパフォーマンスの向上が示されています。(時間はミリ秒単位)



50-60%の向上は馬鹿にできません。

このテストではループやデータを作成するコードにより、プロセッサが集中的に使用されます。このテストで興味深いことは、HDD のテスト中ディスクへのアクセスが行われる間プロセッサのアクティビティが上下する傾向が



あり、SSD のテストではプロセッサ (4D ランゲージなので 1 コア) アクティビティが最高のものである傾向があったということです。

ここでは Intel SSD が OCZ に対し一分の差をつけていることも見るすることができます。

## Test 2: 100,000 レコードのランダムなロード

このテストでは可能な限りクリーンにランダムなアクセスを行うよう設計しました。前のテストと比較すると、このテストではプロセッサをさほど使用せず、ディスクの能力が試されます。

テストではループ中で GOTO RECORD を使用しランダムにレコードをロードします。このテストでは 6,000,000 レコード中 100,000 レコードをロードします。

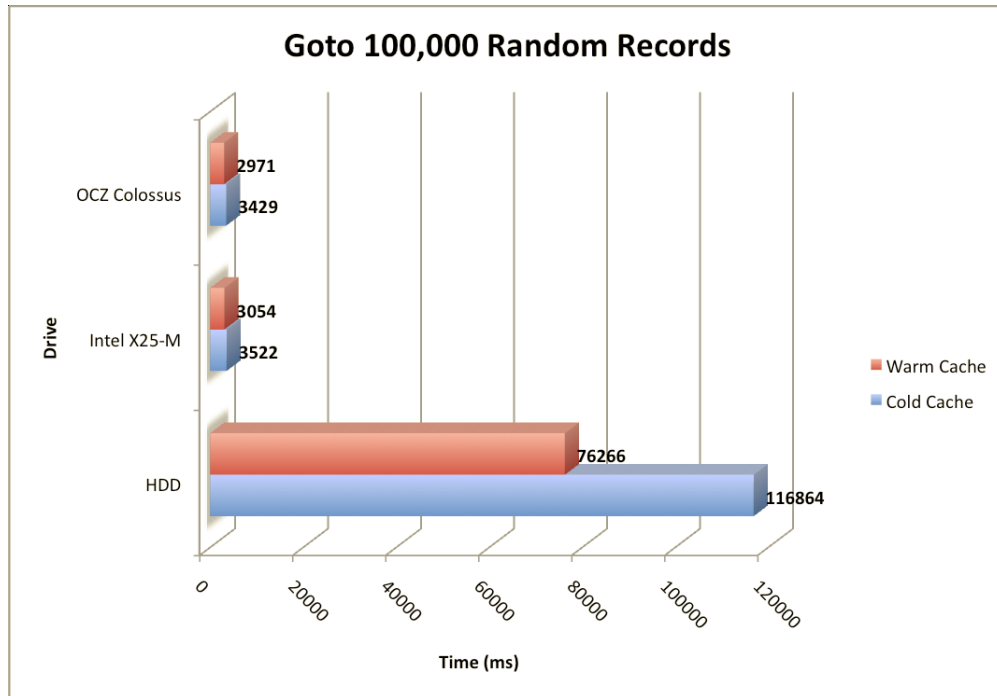
## テストコード

テストコードは以下の通りです:

```
C_LONGINT($numberOfMods_)
C_LONGINT($rangeOfRecords_)
C_LONGINT($i;$id)
` ロードするレコード数.
$numRecsToGoto_:=100000
` レコード ID の範囲
$rangeOfRecords_:=6000000
For ($i;1;$numRecsToGoto_)
    GOTO RECORD([BigOne];(Random*Random)%$rangeOfRecords_)
End for
```

## 結果

ここで SSD を使用することによる、ショッキングな結果を目にすることができます:



HDD は全く勝負になっていません。SSD が完全に HDD のパフォーマンスに勝っています。

コールドキャッシュはデータベースを起動した直後のテスト結果を表しています。次にもう一回、データがキャッシュにとられた状況でテストを繰り返し、よりリアルな状況と比較しています。どちらにしても HDD のパフォーマンスは全く勝負になりません。

Test 3: 6,000,000 レコードのシーケンシャルソート

このテストでは単純に [BigOne] テーブルに対するシーケンシャルなソートを行います。

### テストコード

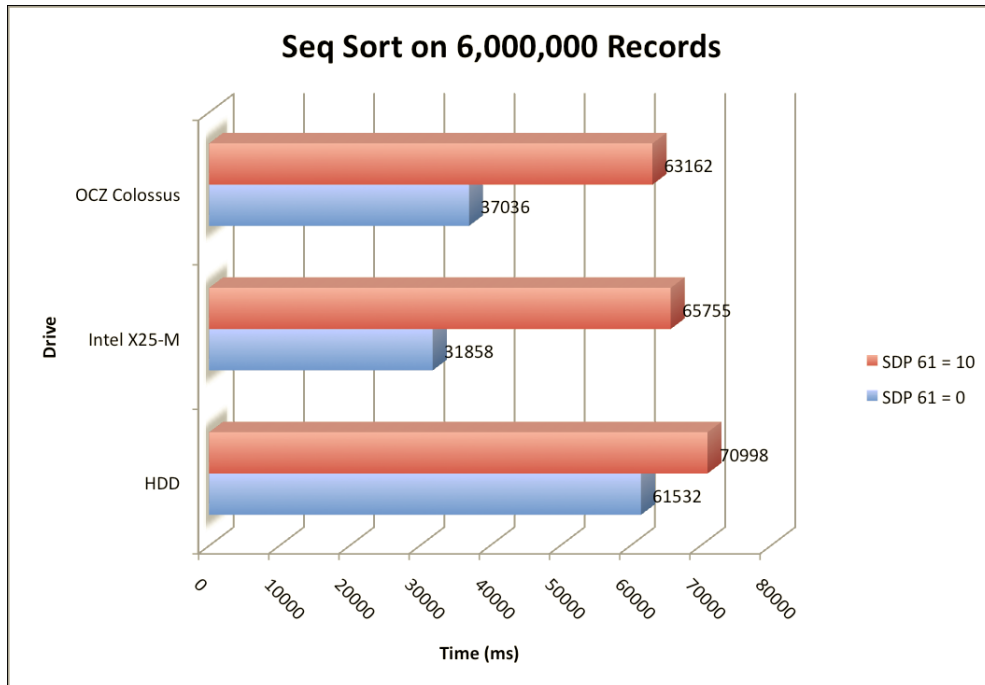
コードは以下の通りです:

```
ORDER BY([BigOne]aReal)
```

aReal にインデックスは設定されていません。

### 結果

これは SSD が万能薬でないことを示す、冷静なテストとなります。



テストは以下の異なる条件で2回行いました:

4D v11 SQL Release 5 (11.5) より、SET DATABASE PARAMETER (SDP) の新しいセクター (61) が追加され、シーケンシャルソートを行う際に 4D が使用するキャッシュメモリの量を制限できるようになりました (デフォルトでシーケンシャルソートはキャッシュ中で実行されます)。デフォルトは 0 で、無制限を意味します (もちろんキャッシュサイズに影響されます)。このテストではデフォルト設定と値 10 (ソートのために 4D は 10MB のみを使用する) を使用しました。この上限に達すると、カレントバッファがディスクにフラッシュされ、動作が続行されます。

デフォルトの状態では、SSD はまだ HDD に勝っています。しかし 4D がソートに使用するメモリ量が制限されると、結果はそれほど劇的でなくなります。なぜでしょう? 根本的な原因はシーケンシャルディスク I/O にあります。このテストで、シーケンシャル処理が大きくなるほど、4D は多くの 10MB のファイルをディスクに書き込みます。しかし SSD は速いではなかったでしょうか?

- SSD はシーケンシャルなディスク処理が本質的に速くありません。Intel ドライブは相対的にシーケンシャルな書き込みパフォーマンスが貧弱です (他の SSD と相対的に、しかし依然として速いです)。
- 2 つめの問題はおそらくよりとらえにくいものです。先に示した通り、現行のシステム上のすべてのドライブは約 250-280MB/秒のシーケンシャルスループットが上限となります。これは SATA 3 接続の制限です。この壁を破るには SATA 6 接続が必要となります。
  - 現在この壁を超える能力のある SSD と HDD がありますが、SATA 6 接続が普通になれば SSD が HDD を突き放すことになるでしょう。

## まとめ

---

4D 社はいかなる SSD (あるいはその他のハードウェアや OS) に対しても、公式な保証を行うことはありません。しかしながらパフォーマンスの違いについてお伝えする必要があるかと思えます。

すべての新しいハードウェアと同様、その利用価値は状況により変動します。すべての新しいハードウェア設定において、全体的なテストが行われるべきです。顧客に最速のアプリケーションを提供するために利用できる技術のツールの一つとして、SSD を選択肢に入れることができるでしょう。

## 関連する情報

---

テクニカルノート 09-43, 4D v11 SQL データファイルキャッシュ:

- <http://tech.4d-japan.com/TechNote/420/>

SSD の資料 (ベンチマーク等):

- <http://www.anandtech.com/storage/showdoc.aspx?i=3531>
- <http://www.anandtech.com/storage/showdoc.aspx?i=3631>

CrystalDiskInfo – (TRIM サポートのような) ドライブの機能をチェックできるツール:

- <http://crystalmark.info/software/CrystalDiskInfo/index-e.html>

Windows 7 パフォーマンス調整 (SSD 関連の調整も含む):

- [http://www.ocztechnologyforum.com/forum/showthread.php?63273-\\*Windows-7-Ultimate-Tweaks-amp-Utilities-\\*](http://www.ocztechnologyforum.com/forum/showthread.php?63273-*Windows-7-Ultimate-Tweaks-amp-Utilities-*)