



テクノロジー・ペーパー

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、フラッシュSSDの比較

バックグラウンド

ほとんどのビジネス・コンピュータは、最近までサーバ・ルームやオフィスの限られた場所での使用に制限されていました。しかし、手頃な価格のノートPCが簡単に入手できるようになり、いつでもどこでもワイヤレス・ネットワークへアクセスできるようになったことで、ポータブルなコンピューティング性能が求められるようになってきました。

最初にこの転換が最も顕著に見られたのは、デスクトップPCを使用せずにノートPCを好んで使用するようになった多くのビジネス・ユーザたちの間でした。それにより、自分の仕事を行うのに、屋内環境（オフィスの机、ホーム・オフィス、空港ラウンジなど）から別の環境へと移動できるようになりました。ポータブル・コンピューティングが備える優れた機能と柔軟性が一層明らかになると、そのメリットを屋外向けモバイル・アプリケーションへと広げて適用することは当然であると思われました。

現実には、この結果、コンピュータ・ケース、ディスプレイ、特にハードディスク・ドライブに対して耐久性という課題が出てきました。ノートPCは持ち運びが多い一方、通常持ち運ぶには十分な動作モードではないことを認識しておくことが重要です（ユーザは、スリープ・モードにするか、またはすべてを終了するかのいずれかにします）。これにより、ノートPC向けドライブへの負荷は軽減されますが、ノートPC向けドライブはデスクトップに比べ高い耐衝撃性を備えているとしても、移動時の絶え間ない負荷に対応できるように設計されていません。

過酷な環境におけるストレージのプロファイル

一方、屋外向けモバイル・アプリケーションの特徴である過酷な動作環境では、ハードディスク・ドライブに対する要件が格段に厳しくなります。ドライブは、常に使用（多くは24時間通電）されるばかりでなく、同時に、厳しい温度（氷点下の極寒から灼熱の環境まで）、大きな振動や衝撃、極端な湿度や高度といった、さまざまな物理的に困難な状況にさらされます。

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、フラッシュSSDの比較



次のような多岐にわたるストレージ・アプリケーションでは、このような困難な状況に直面する可能性があります。

- 車載用エンターテインメント、ナビゲーション、データ配信システム
- プロセスのモニタリングとデータ取得に使用される産業用PC
- 過酷な環境下でのフィールド画像情報システム
- デジタル・サイネージおよび広告ディスプレイ

困難を伴うこれらのアプリケーションの導入に耐久性を持たせるため、屋外向けモバイル・ストレージ・デバイスは、堅牢性、耐久性、そして厳しい諸要素から保護されることは必要条件であり、実現できなければなりません。その上、これらのデバイスは、ハイパフォーマンス、大容量、優れたコスト効率などの一般的な要件を満たすことも必要です。

以下の競合分析では、現在、屋外向けモバイル・ストレージ・アプリケーションに使用されている複数のストレージ・デバイスについて、その相対的なメリットとデメリットを示しています。この分析を見るとわかるように、優れた堅牢性を持つシーゲイトEE25シリーズ・ハードディスク・ドライブの基本的な優位性が示されています。これらのドライブは、過酷なストレージ環境特有の課題に効率的に対応するために開発されています。

シーゲイトEE25シリーズ・ドライブと標準2.5インチ・ドライブの比較

オフィスのプロフェッショナル・ユーザもコンシューマ・ユーザも、ノートPCの柔軟性やモバイル性に頼るようになりました。従来のノートPC向け2.5インチ・ドライブは、このようなユーザが求める容量、耐久性、低消費電力を実現するよう設計されています。

屋外向けモバイル・アプリケーションは、これと同様の機能を必要としているように見えますが、ノートPC向けハードディスク・ドライブの導入につながる機会になる可能性があります。残念なことに、そのようなアプリケーションに特有とされる過酷な環境条件によって、ノートPC向けの標準的なドライブの設計概要の範疇にはない課題が突きつけられるということが、間もなく判明します。

車載用ストレージや産業用ストレージのいずれかで使用する場合も、設計時に考慮していない故障を引き起こすようなストレスがドライブにかかります。

- 夏には、駐車中の車に搭載されているGPSシステムは65°Cを超える車内温度にさらされ、冬には、同じ車で、車内温度が-20°C以下に達する可能性があります。さらに、路面のくぼみを進む車に搭載されたドライブが受ける衝撃など、持続時間(11ms)の長い衝撃は、ハードディスク・ドライブが設計される目的(たとえば、オフィスの机から床に落下するノートPCが受ける2msの衝撃)のものとは異なる波形の衝撃を発生させます。
- 工場などの環境では、産業プロセス制御装置は24時間稼働している場合が多く、通常、強力な機械ツール、金型、溶接装置などの近くに置かれています。そのような設置における過剰な熱や振動によって、ノートPC向けドライブは直ちに誤作動となる可能性があります。
- 予想されるように、過酷な環境におけるアプリケーションは、灼熱の砂漠の高温から極端な高度での氷点下の極寒まで、ハードディスク・ドライブに対して厳しい環境負荷をかけることになります。また、そのような条件下で走る車は、一般の道路や高速道路に比べてはるかに大きな衝撃と振動を引き起こす、荒涼とした地形を進まなければなりません。

ノートPC向けの標準的な2.5インチ・ドライブがこのような状況に適していないのは、設計が不十分であるためではなく、このような環境で使用することを設計時に考慮していないためです。

それに対し、シーゲイトEE25シリーズ・ハードディスク・ドライブは、温度、振動、衝撃、高度、湿度などの、屋外向けモバイル・ストレージ・アプリケーションに特有とされる過酷な環境に対して耐久性を持つという明確な目的によって設計されています。厳しい環境で信頼性の高いパフォーマンスを実現する広範な機能を持つシーゲイトRunOn™テクノロジーを搭載するため、EE25シリーズ・ドライブは従来のノートPC向けドライブと比較すると、別のクラスに分類されます(優れている仕様は太字で表示しています)。

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、
フラッシュSSDの比較



要約：シーゲイトEE25シリーズ・ドライブと標準2.5インチ・ドライブの比較		
	EE25シリーズ5400.2ドライブ	標準的な2.5インチ・ドライブ*
動作時の温度 (°C)	-30~+85	0~+60
動作時の耐衝撃性、2ms/11ms (G)	300/150	350/テスト不合格
耐振動性 (5~500Hz、G)	2	1
高度 (m)	-300/+5000	-300/+3048
回転速度 (RPM)	5400	5400

*シーゲイトMomentus® 5400.3ハードディスク・ドライブのメーカー仕様

シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとToshiba MK8050GACドライブの比較

当然ながら、従来のノートPC向けドライブに対してEE25シリーズ・ドライブが明らかに技術的な優位性を持つことについて、大きな違いはないと異論を述べるユーザもいるかと思われます。より適切に分析するために、過酷なストレージ環境向けに特別に開発された、競合ベンダーの2.5インチ・ドライブとの比較を行います。以下の表は、Toshiba社の車載用ハードディスク・ドライブとEE25シリーズ・ドライブの比較をまとめたものです（優れている仕様は太字で表示しています）。

要約：シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとToshiba MK8050GACドライブの比較		
	EE25シリーズ5400.2ドライブ	MK8050GACドライブ*
動作時の耐衝撃性、2ms/11ms (G)	300/150	300/NA
非動作時の耐衝撃性、1ms (G)	900	800
平均シーク時間 (ms)	11	16
回転速度 (RPM)	5400	4200
インターフェイス	ATA、SATA	ATAのみ

*Toshiba MK8050GACドライブのメーカー仕様

これらの仕様は、ドライブが本質的に競合他社の製品とほとんど変わらないという認識に対する反証となっています。EE25シリーズとMK8050GACドライブにはいくつかの類似点がありますが（同一の動作温度範囲-30~+85°Cなど）、さらに調べると、EE25シリーズ・ドライブは、過酷な環境向けのさらに広範な機能を備えていることがわかります。

耐衝撃性（動作時および非動作時の両方）、シーク時間、回転速度（および接続の柔軟性）はすべて、シーゲイトEE25ハードディスク・ドライブの優位性をはっきりと示しています。Toshiba MK8050GACドライブと異なり、EE25シリーズ・ドライブは、厳しいストレージ・アプリケーション向けに耐久性の強化を実現するために、従来のノートPC向けドライブ（Toshiba社の標準以下のシーク時間および4200RPM回転速度）と比較してパフォーマンスの低下はありません。

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、フラッシュSSDの比較



シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとHitachi Endurastar J4K50の比較

別の競合他社の堅牢な2.5インチ・ドライブと比較した場合でも、非常に類似した結果が得られました。EE25シリーズ・ドライブは、高度な技術を取り入れた機能セットの面でもそのメリットを示しています。以下の表は、Hitachi Endurastar J4K50ドライブとEE25シリーズ・ドライブの比較をまとめたものです（優れている仕様は太字で表示しています）。

要約：シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとHitachi Endurastar J4K50ドライブの比較		
	EE25シリーズ5400.2ドライブ	MK8050GACドライブ*
動作時の耐衝撃性、2ms/11ms (G)	300/150	250/NA
非動作時の耐衝撃性、1ms (G)	900	800
平均シーク時間 (ms)	11	13
回転速度 (RPM)	5400	4260
インターフェイス	ATA, SATA	ATAのみ

*Hitachi Endurastar J4K50ドライブのメーカー仕様

簡単にまとめると、シーゲイトEE25シリーズ・ドライブは、全体的に優れた結果を示しており、比較したすべてのカテゴリでHitachi Endurastar J4K50よりも優れています。EE25シリーズ・ドライブは、競合他社よりも（動作時および非動作時の両方で）耐衝撃性に優れているだけでなく、シーク時間と回転速度でも優位性を実現しています。ATAまたはSATAのいずれかのインターフェイスを選択できる点も、他社製品にはないEE25シリーズ・ドライブの利点をはっきりと示しています。

おそらく、Endurastar J4K50ドライブに関するHGST社の以下のような説明は、EE25シリーズ・ドライブの優位性をさらに明らかにしているといえます。「デューティ・サイクルが20%未満の産業用アプリケーションやミッション・クリティカルでないアプリケーションでの使用を目的としている。」シーゲイトは、EE25シリーズ・ドライブに関してこのような説明はしません。実際、EE25シリーズ・ドライブは、HGST社のドライブでは除外されるような、あらゆる種類の厳しい環境向けに設計されています。

しかし、EE25シリーズ・ドライブがどの競合他社の製品よりも明らかに優れているのであれば、耐久性が強調されているフラッシュSSDストレージと比較しても同じことが証明されるのでしょうか。この2つのストレージ・デバイスの耐久性に関しては、現実的な別の分析結果があります。

EE25シリーズ・ハードディスク・ドライブとフラッシュSSDの比較

一見すると、フラッシュSSDには、軽量性、低消費電力、優れた耐久性、高性能など、EE25シリーズ・ハードディスク・ドライブでは超えられない利点があるように思われます。しかし、実際の実用性に注目すると、フラッシュSSDの理論上の利点はそれほど優れているわけではありません。実際の検討項目となるコスト面で比較した場合、多くのユーザにとってフラッシュSSDの魅力は半減します。フラッシュSSDは、同じ容量のEE25シリーズ・ハードディスク・ドライブに比べて500~1200ドル (USドル) ほど高くなります。

フラッシュSSDの高速なランダム読取り、低電力消費、および優れた耐衝撃性が、容量、読取り/書き込みパフォーマンス、およびコストの要件よりも優先されるストレージ環境は非常に限られています。しかし、屋外向けモバイル・アプリケーションの大部分において、フラッシュSSDは認識されているような万能なストレージとは単純にはいえません。

以下に説明するように、フラッシュSSDの重量、消費電力、耐久性、パフォーマンスのメリットは、実際のストレージ・アプリケーションに対して非常に実用性から離れていることがわかります。

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、フラッシュSSDの比較



重量

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブの重量は、Samsung 2.5インチPATA SSDよりもわずかに25g (約1オンス) だけ重くなります。ただし、これらの数値を単独で比較しただけでは十分な説明ではありません。たとえば、Panasonic Toughbook-30ノートPCの重量は8.4ポンドですが、その場合、EE25.2シリーズ・ドライブとSamsung SSDの1オンスの違いはシステムの重量の1%未満となり、その差はごくわずかになります。

要約: シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとSamsung Flash SSDの比較		
	EE25シリーズ5400.2ドライブ	Samsung 2.5インチSSD*
重量 (g)	102	77
システムの合計重量 (Panasonic Toughbookにストレージ・デバイスの重量 (g) を加算)	3516以下	3491以下

*Samsung 2.5インチPATA SSDのメーカー仕様

消費電力

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブの消費電力は、2.5インチ・フラッシュSSDよりもわずかに多くなっています。しかし、シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブが備える低電力消費機能により、その差はわずかです。さらに重要なのは、ストレージ・デバイス (ハードディスク・ドライブまたはSSDのいずれの場合も) の消費電力は、システムの合計消費電力の10%未満であるということです。システムのビデオ・ディスプレイやASICにはより多くの電力が必要となるため、実際のシステムのバッテリー持続時間は主にこれらの要因によって決まります。

消費電力: シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとSamsung Flash SSDの比較		
	EE25 2.5インチ・ドライブ (80GB) *	Samsung 2.5インチSSD (16GB) *
MobileMarkでのバッテリー持続時間	PATA: 328分 SATA: 316分	PATA: 324分

*数値はコロラド州ロングモントにあるシーゲイトのテスト・ラボで計測

耐久性

両社のドライブは優れた耐衝撃性と耐振動性を備えていますが、EE25.2シリーズ・ドライブは、より広い温度範囲での動作が可能です。確かにSamsung SSDの耐衝撃性と耐振動性は非常に優れていますが、このような高い値が実際に必要になることはありません。実際には、Samsung SSDの耐衝撃性と耐振動性の限度に達するよりもかなり前に、他の多くのコンポーネントが故障してしまいます。つまり、このような性能は過剰ともいえません。

耐久性: シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとSamsung Flash SSDの比較		
	EE25 2.5インチ・ドライブ	Samsung 2.5インチSSD
動作時の温度 (°C)	-30~+85	0~+70
振動 (G)	2 (5~500Hz)	20 (10~2000Hz)
動作時の衝撃 (G)	300 (2ms) /150 (11ms)	1500 (0.5ms)

*数値はコロラド州ロングモントにあるシーゲイトのテスト・ラボで計測

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、フラッシュSSDの比較



パフォーマンス

データをランダムに読み取る場合、フラッシュSSDはハードディスク・ドライブよりも非常に高速ですが、このパフォーマンスが適用されるのは非現実的な限られたアプリケーション・モデルになります。ランダム処理によるパフォーマンスでは、シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブのデータ書込みの方がSSDよりも高速です。ただし、実際には極端なストレージ・アプリケーション（レーダ・データの更新や建築現場での耐久性の強いノートPCなど）でない限り、このようにデータのランダムな読み取りや書込みが頻繁に行われることはありません。そのような環境（読み取り：80%、書込み：20%）を設定してラボでテストを行ったところ、EE25シリーズ・ドライブはフラッシュSSDのパフォーマンスと実質的に同等であることがわかりました。

パフォーマンス：シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとSamsung Flash SSDの比較

ベンチマーク	EE25シリーズ2.5インチ・ドライブ (80GB) *	Samsung 2.5インチSSD (16GB) *	優位性
PCMark04	3460	4800	SSD (+38%)
シーケンシャル読み取り	59MB/秒	50MB/秒	ハードディスク・ドライブ (+18%)
シーケンシャル書込み	52MB/秒	29MB/秒	ハードディスク・ドライブ (+79%)
ランダム読み取り (8KB)	70 IOPS	2450 IOPS	SSD (+3500%)
ランダム書込み (8KB)	112 IOPS	23 IOPS	ハードディスク・ドライブ (+487%)
ランダム読み取りおよび書込み (読み取り：80%、書込み：20%)	79 IOPS	80 IOPS	なし

*数値はコロラド州ロングモントにあるシーゲイトのテスト・ラボで計測

コスト

簡単にまとめると、すべての容量でシーゲイトEE25シリーズ・ドライブは、32GBまたは64GBのいずれの2.5インチ・フラッシュSSDと比較しても1GBあたりのコストが非常に安くなります。具体的には、EE25シリーズ・ドライブとフラッシュSSDを市販価格で比較した場合、その価格差は500ドルから1200ドル (USドル) 以上にまで及びます。SSDが高価なのは、十分なパフォーマンスと読み取り/書込み回数の要件を満たすために、高価なシングルレベルセル (SLC) のフラッシュ・メモリを使用する必要があるからです。

コスト：シーゲイトEE25シリーズ・ドライブとSamsung Flash SSDの比較

	EE25 2.5インチ・ドライブ	Samsung 2.5インチSSD
容量 (GB)	80	64
市販価格* (USドル)	204.99	1296.99
1GBあたりのコスト (USドル)	2.57	20.27

*シーゲイトのモデル番号ST980818AMとSamsungのモデル番号MCCOE64GEMPPの価格は、www.CDW.com (2008年6月27日現在) に掲載されていた価格です。

フラッシュSSDのコストを別の視点から見ると、その価格がハードディスク・ドライブに対抗するには、シーゲイトの見解では、2011年までに毎年50%ずつ低下する必要があります。また、フラッシュSSDが高価なSLCメモリに依存している以上、この大きな目標は達成しにくいと思われる。

過酷な環境下でのストレージの使用

シーゲイトEE25.2シリーズ・ドライブと他のドライブ、 フラッシュSSDの比較



まとめ

耐久性に優れたハードディスク・ドライブであるシーゲイトEE25シリーズは、ハードディスク・ドライブの耐久性と柔軟性の面で非常に多くのメリットを備えており、さまざまな極限環境でのハードディスク・ドライブの使用を可能にします。ノートPC向け標準2.5インチ・ドライブおよび競合他社の耐久性に優れた2.5インチ・ハードディスク・ドライブの両方とEE25シリーズ・ドライブの比較により、EE25シリーズ・ドライブの非常に優れたパフォーマンスの他に、1GBあたりのコストが極めて低く、高度な機能を兼ね備えたハードディスク・ドライブであることがわかりました。

フラッシュSSDは、重量、消費電力、耐久性、パフォーマンスの点で理論上の利点があります。しかし実際にはこれらの利点は、大部分が非実用的であり、フラッシュSSDの高額なコストによって影が薄くなっています。実際のアプリケーションにおいて、シーゲイトEE25シリーズ・ドライブは同等の機能を非常に低コストで実現します。

南北アメリカ Seagate Technology LLC 920 Disc Drive, Scotts Valley, California 95066, United States, 831-438-6550
アジア/太平洋 Seagate Technology International Ltd. 7000 Ang Mo Kio Avenue 5, Singapore 569877, 65-6485-3888
ヨーロッパ、中近東、およびアフリカ Seagate Technology SAS 130-136, rue de Sully, 92773 Boulogne-Billancourt Cedex, France, 33 1-4186 10 00

Copyright © 2008 Seagate Technology LLC. All rights reserved. Printed in USA. Seagate, Seagate Technology, およびWaveのロゴは、米国およびその他の国々におけるSeagate Technology LLCの登録商標です。EE25 Series, Momentus, およびRunOnは、米国およびその他の国々におけるSeagate Technology LLCまたはその関連会社の商標または登録商標です。その他の商標または登録商標は各社の所有物です。ハードディスク・ドライブの容量を示す場合、1ギガバイト (GB) は10億バイトに、1テラバイト (TB) は1兆バイトに相当します。コンピュータのオペレーティング・システムでは異なる測定基準が使用されている場合があり、容量が低く表示されることがあります。また、容量の一部はフォーマットやその他の機能に使用されるため、データの保存用には使用できません。例として引用されている数量は説明のための数値です。実際の数値は、ファイル・サイズ、ファイル形式、機能、アプリケーション・ソフトウェアなどさまざまな要因によって異なります。製品内容または仕様は、予告なく変更される場合があります。予めご了承ください。 TP594.1-0808JP, 2008年8月