2014 OEGセミナー

# 不揮発性メモリの信頼性評価事例

2014年7月8日

沖エンジニアリング株式会社

デバイス評価事業部

長野真人

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 目次

1. はじめに
　・不揮発性メモリの動向と問題点
2. OEGの評価サービスと特徴
　・従来サービスと新サービス
3. 事例紹介
　・事例1. 不揮発性メモリ　AEC-Q100 評価事例ご紹介
　・事例2.　eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介
4. まとめ

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

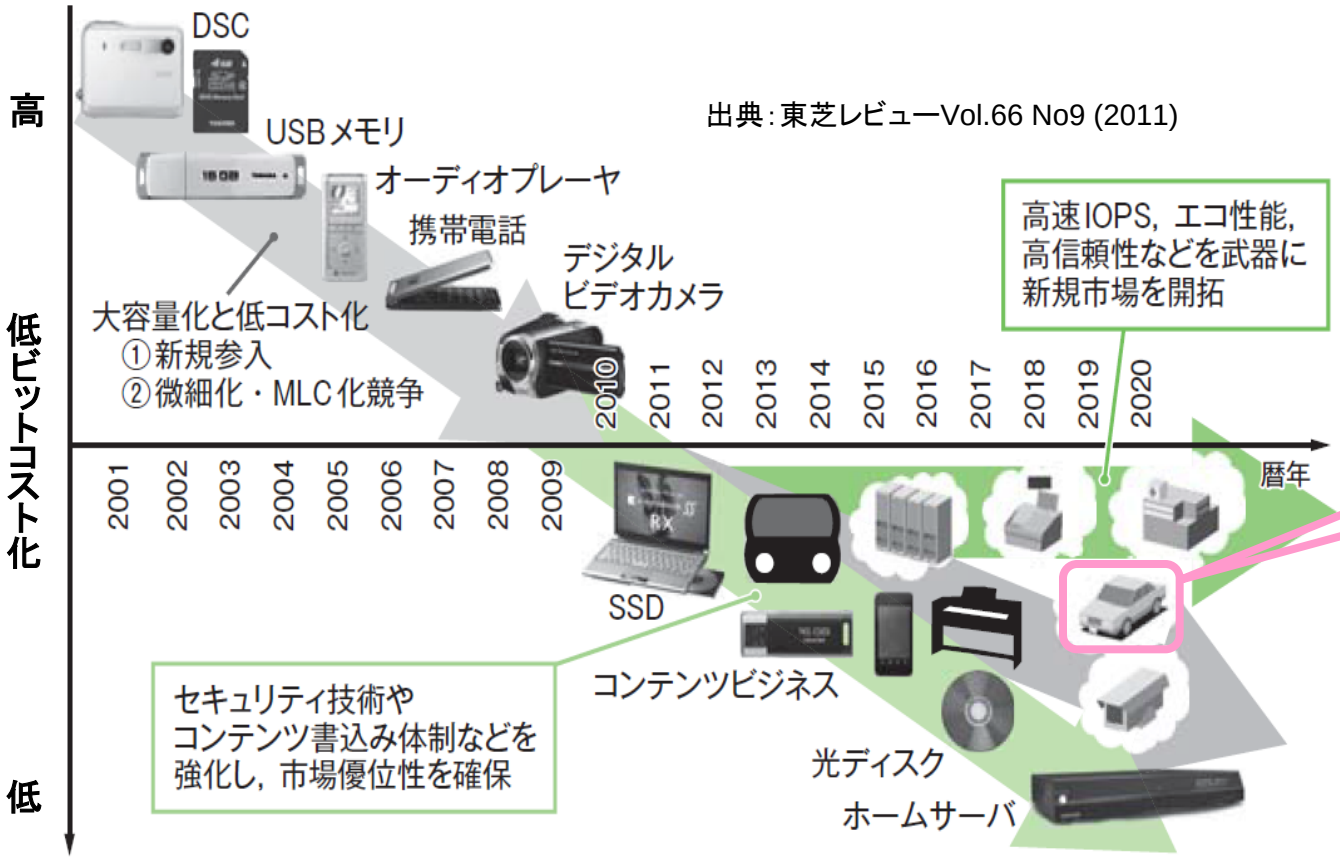
# 1．はじめに（事業環境、技術の変化・動向、課題、etc）

## (1)不揮発性メモリの動向

不揮発性メモリを使用したストレージデバイスの特長は、騒音がない、PCの起動時間が短い、読み書きが速い、衝撃に強い等である。大容量化、多品種化により不揮発性メモリが広範な装置で使用され、急速に市場が拡大している。

・大容量化　HDDをSSD(Flash）への置き換え

・多品種化　NAND Flash/NOR Flash/FeRAM/MRAM/EEPROM/etc




出典：東芝レビューVol.66 No9 (2011)

NAND Flashのビットコストと応用製品の推移

※1： AEC-Q100

オートモーティブ集積回路（IC）のための各種信頼性試験の基準。

車載で不揮発性メモリの需要増加

AEC-Q100 ※1で品質確保

USB：Universal Serial Bus

MLC：Multi Level Cell

IOPS：Input/Output per Second

SSD：Solid State Drive

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

## (2)不揮発性メモリ　信頼性の問題点

- ・エンデュランス（書換え回数）
- ・データリテンション（データ保持）
- ・ディスターブ（読出し、周辺部への書き込みによるデータ抜け）
- ・その他（IOPS性能※2、etc)

<u>データシートから読取れないため、実力評価が重要</u>

## (3)不揮発性メモリ信頼性評価への要求

<u>多量デバイスへの高いスループット動作、長期間の試験</u>

## (4)OEGの評価実績、依頼案件

市場動向に伴って、評価実績（eMMC, NOR Flash, FeRAM, EEPROM ）
問い合わせ案件（SSD）も増加

※2 :IOPS【 Input/Output Per Second 】ハードディスクなどの記憶装置の性能指標の一つで、ある条件の元で1秒間に読み込み・書き込みできる回数のこと。

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 目次

1. はじめに
・不揮発性メモリの動向と問題点
2. OEGの評価サービスと特徴
・従来サービスと新サービス
3. 事例紹介
・事例1. 不揮発性メモリ　AEC-Q100 評価事例ご紹介
・事例2.　eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介
4. まとめ

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2. OEGの評価サービスとその特長

## 従来の評価サービス

・評価環境:　半導体テスタによる評価

・長所:①AC/DC特性の評価が容易。②プログラムは自社開発、きめ細かい測定が可能。

・短所:①機器使用料が高価　②長時間の試験に不向き

課題への対応

## 新たな評価サービス

・評価環境:　内製　システムによる評価

・長所:①機器使用料が安価。 ②長時間の試験に有効。 ③実運用に近い試験が可能。
④システムは自社開発であるためきめ細かい評価が可能。

評価サービス強化

・評価環境構築 →信頼性評価実施→不具合解析(物理解析etc)までワンストップで提供。

新評価サービス　事例ご紹介

事例1”AEC-Q100”　事例2 “eMMC総合評価”

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 目次

1. はじめに
・不揮発性メモリの動向と問題点
2. OEGの評価サービスと特徴
・従来サービスと新サービス
3. 事例紹介
・事例1. 不揮発性メモリ　AEC-Q100 評価事例ご紹介
・事例2. eMMCデバイスの信頼性総合　評価　ご紹介
4. まとめ

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

## 3. 事例紹介

# 事例1. 不揮発性メモリ　AEC-Q100 評価事例ご紹介

### エンデュランス・リテンション試験

**お客様御要求：多量デバイス、高スループットで試験を実施したい**

**⇒全試料へ　同時書込み/同時読出し/同時コンペアチェック　可能とした**

●対象試料　　不揮発性メモリ

●評価条件

・試料数量：77個×3ロット（計231個）

・write/read耐性試験：＋85℃／92時間

・データ保持試験： write/read確認後、＋150℃／1．23時間　高温放置

最終読み出し確認にて合否判定。

自社開発したメモリのread/write耐性試験
制御部ボード

●御要求に対する対応

・専用のメモリバーンインシステムを自社開発することによって、231個の不揮発性メモリへ同時処理可能。

●特徴

全試料へ個別に同時アクセスで最大約30倍　効率化。

固有の初期化シーケンスにも対応。

●評価結果　　エンデュランス　、リテンション　両者ともエラー発生せず、試験に合格。

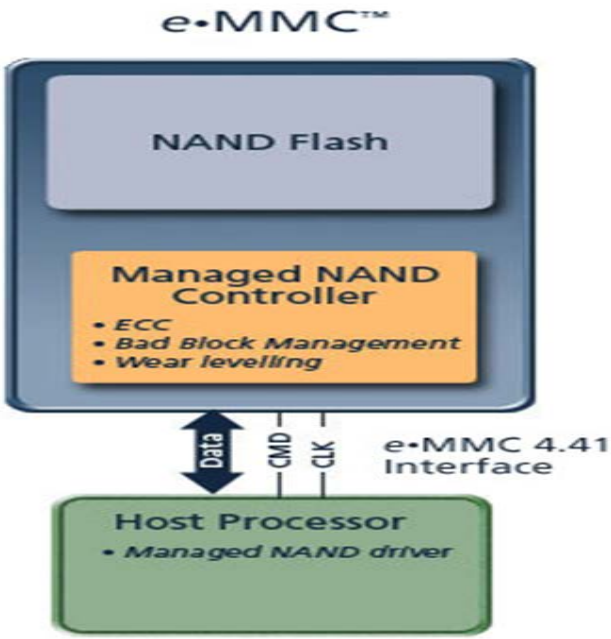
© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2. eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

## eMMCデバイスとは

【 embedded MultiMediaCard 】NANDフラッシュメモリとコントローラ回路を一つのパッケージにまとめたメモリカードの規格の一つ。SSDに比べ、転送速度は遅いが消費電力が低く、装置も小さいため、スマートフォン等に普及している。

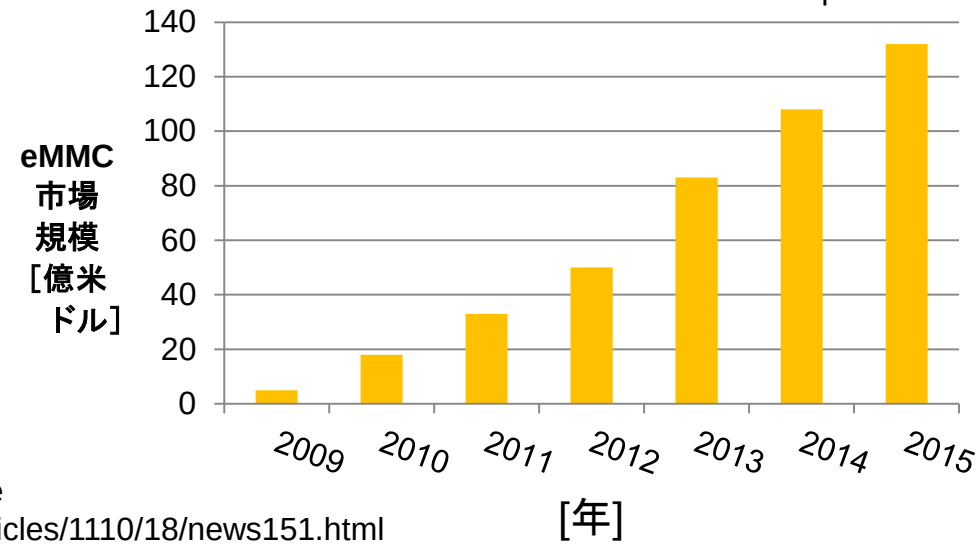
装置設計者はNAND Flash 特有の、エラー訂正、ウエアレベリング※4、バッドブロック管理※5 等の制御部開発から解放され、システム開発負荷の低減、開発期間の短縮が可能になる。




出典：Micron.　Web site

http://www.micron.com/products/managed-nand/e-mmc

NAND Flash からeMMCへの置き換えが進んでいる。




出典：EDN Japan.　Web site
http://ednjapan.com/edn/articles/1110/18/news151.html

※4：ウェアレベリング

フラッシュメモリの書き換え回数には上限があるため、特定のブロックに書き換えが集中しないように分散化を図ること。

※5：バッドブロック管理

エラーが発生してWrite/Readできなくなったブロックを登録し、使わないようにする機能。

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2. eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

●評価環境

eMMCと制御部は1対1接続

全ての評価に於いて、構成は同一

eMMC制御部の機能

(1)eMMCへの書込み/読出し制御

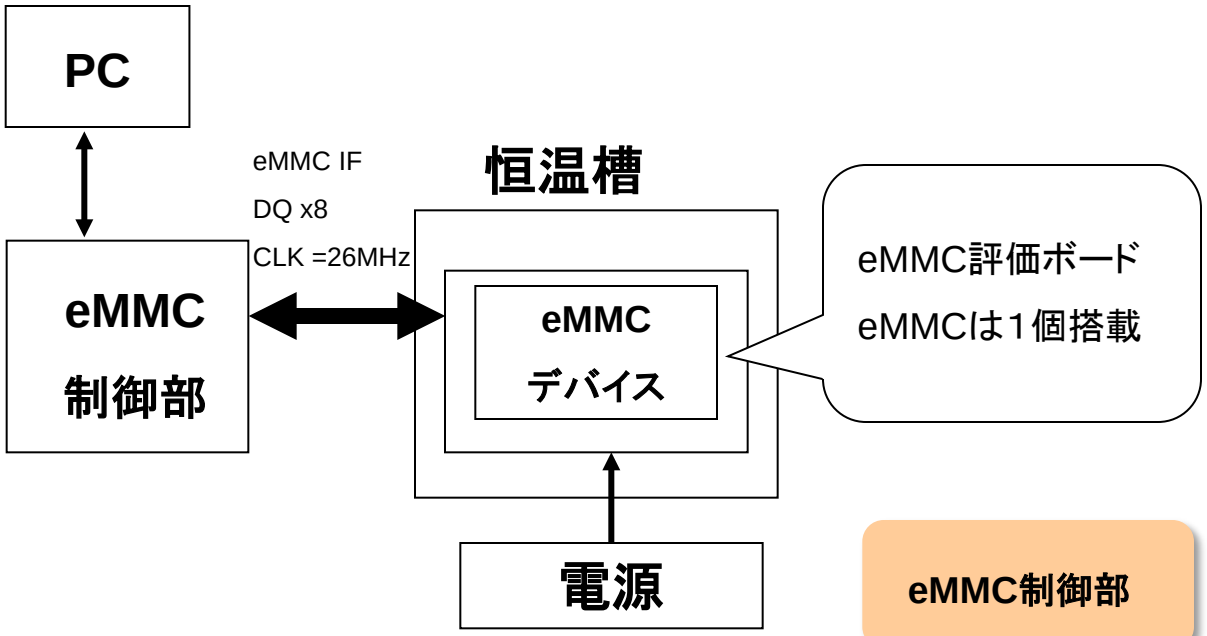
(2)読出し時は期待値チェックを実施

(3)読出し、書込み時間を計測可

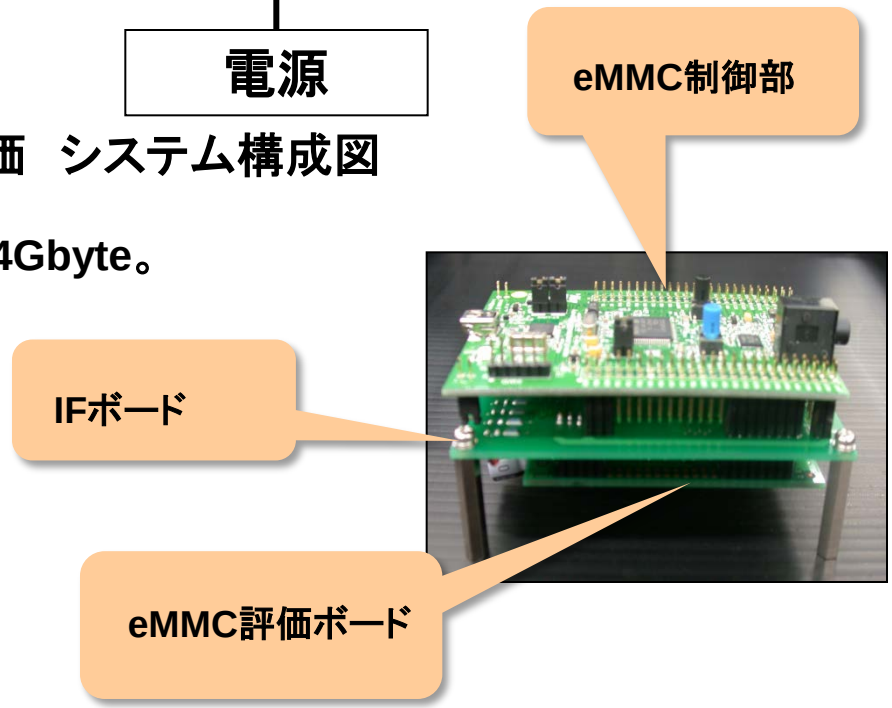
(4)PCとの通信

・PCから動作パラメータを受信して、eMMCへのアクセスを開始

・各種結果をPCへ送信（表示）




eMMC評価　システム構成図




●対象試料　5社　各1品種 各3個、　容量は全品種　4Gbyte。

●評価内容

下記(1)～(4)を実施、相対比較し優劣を確認する。

(1) 高温/常温エンデュランス（書換え）評価

(2) 高温リテンション（データ保持）評価

(3) 常温ランダムライトIOPS評価

(4) 常温シーケンシャルライト評価

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

## ●評価の方法と結果

### (1)高温/常温エンデュランス（書換え）評価

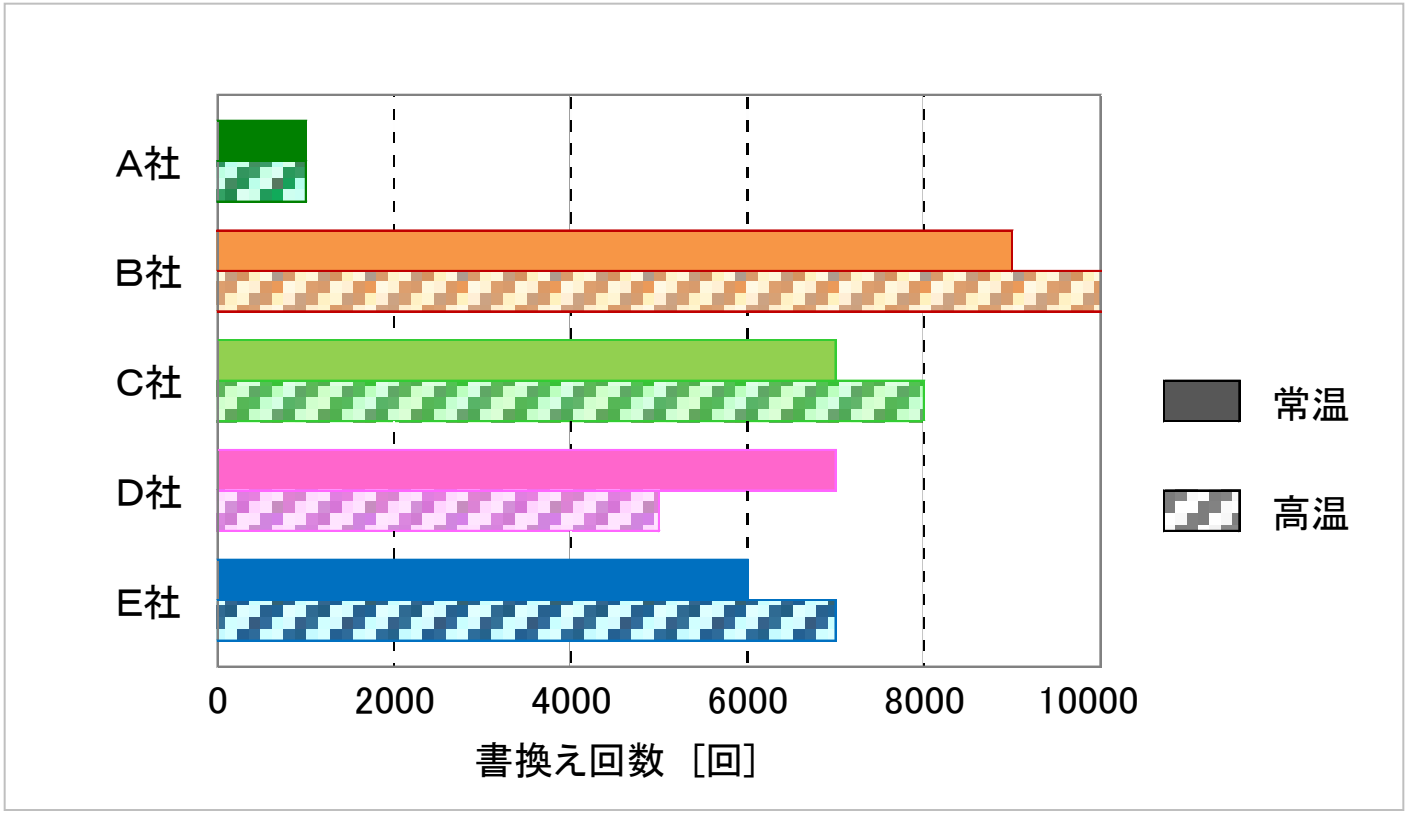
（方法）

・512byte x 64 のマルチブロック転送 32Kbyte単位で全領域へ連続書込みを実施。

・全域へ1000回書込みごとにデータを読み出して不良の有無を確認する。

・高温：85℃、 常温：25℃ それぞれで実施。

（結果） 多数回書込みを実施し書換え回数の実力を確認。




© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

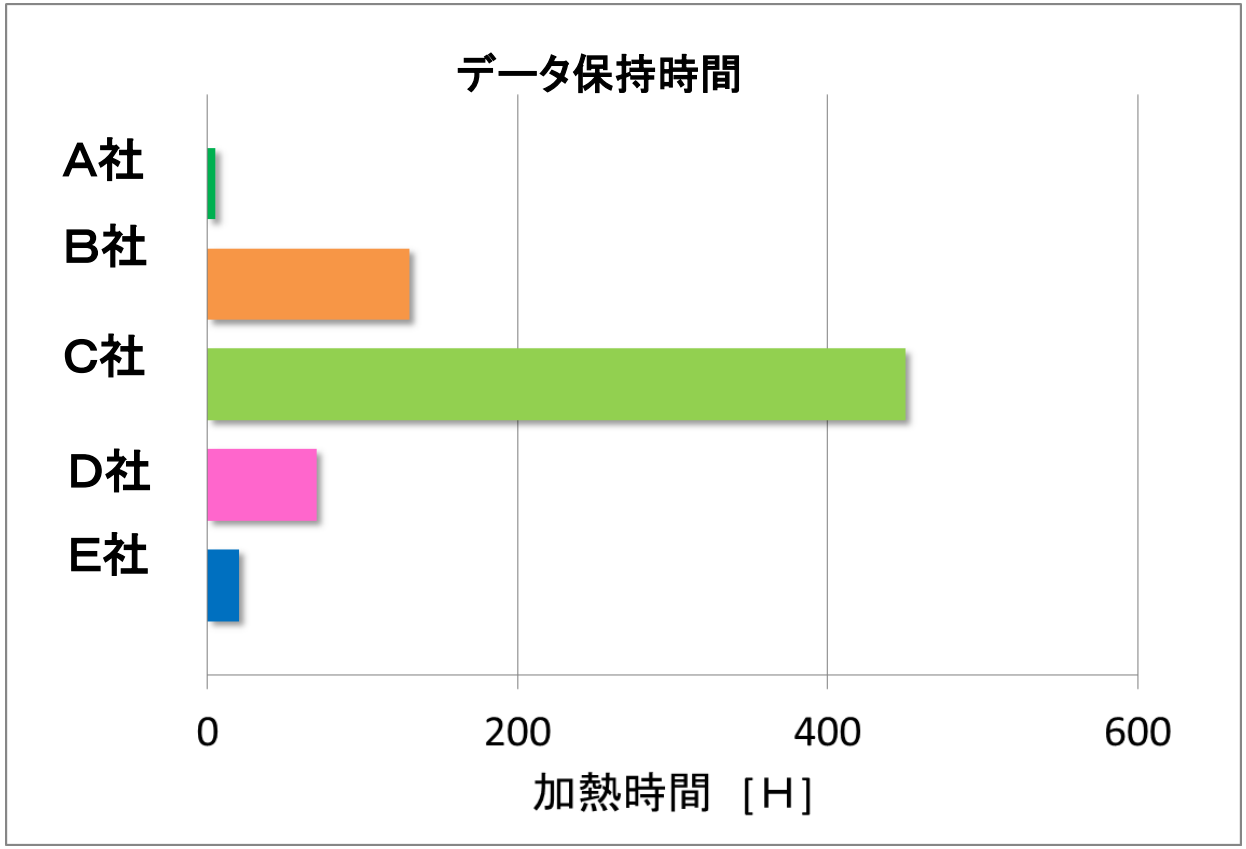
## ●評価の方法と結果

### (2)高温リテンション評価（1／2）

（方法）

・eMMC全領域へ1000回書込み後、通電無し125℃環境下で放置。途中加熱によるエラー（データ抜け）が発生しないか確認する。データ保持、読出しエラーが発生した累積加熱時間、読出し時間、エラー数を計測する。

（結果）　データ保持時間　の結果




メーカ間で実力差有り。

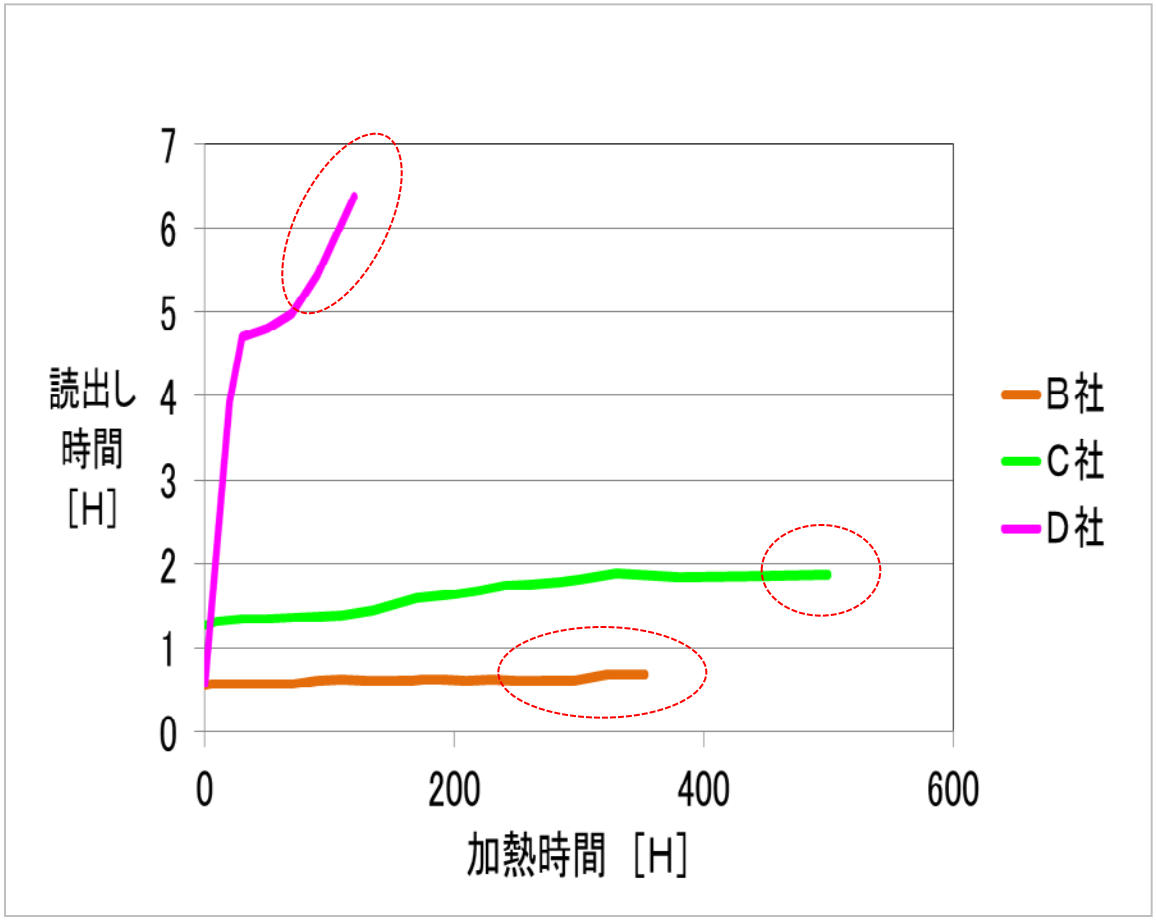
# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

## ●評価の方法と結果

### (2)高温リテンション評価（2／2）

（結果）　加熱(＊)による読出し時間増加

エラーが発生した領域




加熱による読出し時間の推移

D社の読出し時間急激に増大

(＊)通電無し125℃環境下で高温放置

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

●評価の方法と結果

(3)常温ランダムライト IOPS評価（1／3）

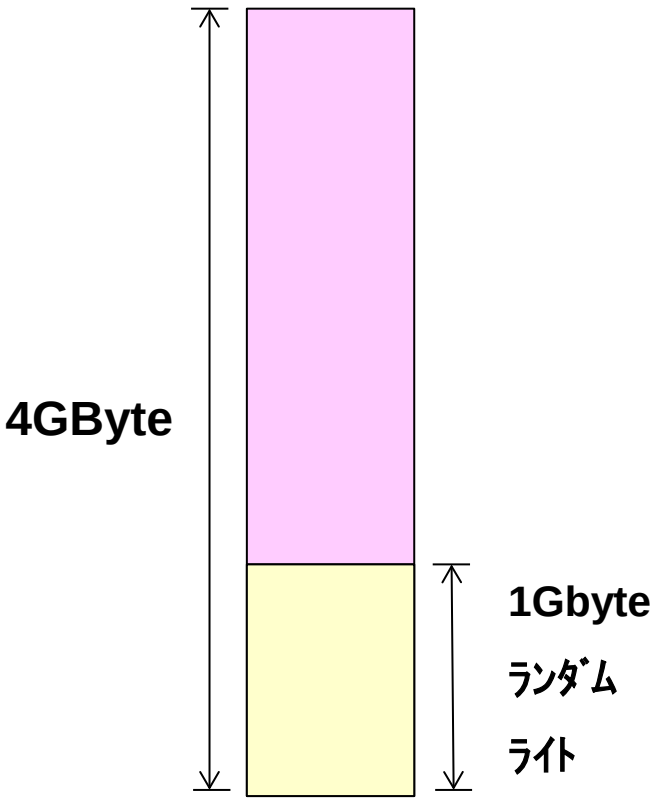
ランダムライトIOPS：【 Input/Output Per Second 】ハードディスクなどの記憶装置の性能指標の一つで、ある条件の元で1秒間にランダム書き込みできる回数のこと。

（方法）

・全領域4Gbyte 中1Gbyte空間へランダム(*)ライト。
書込みデータの単位は4Kbyte。
(*)1Gbyte空間へランダムアドレスでライト。

・4Kbyte のデータを10,000回書き込んで、
時間を計測。
10,000/計測時間　→ ランダムライトIOPS算出

・複数回IOPSの計測を繰り返し、IOPS値の推移を確認する。

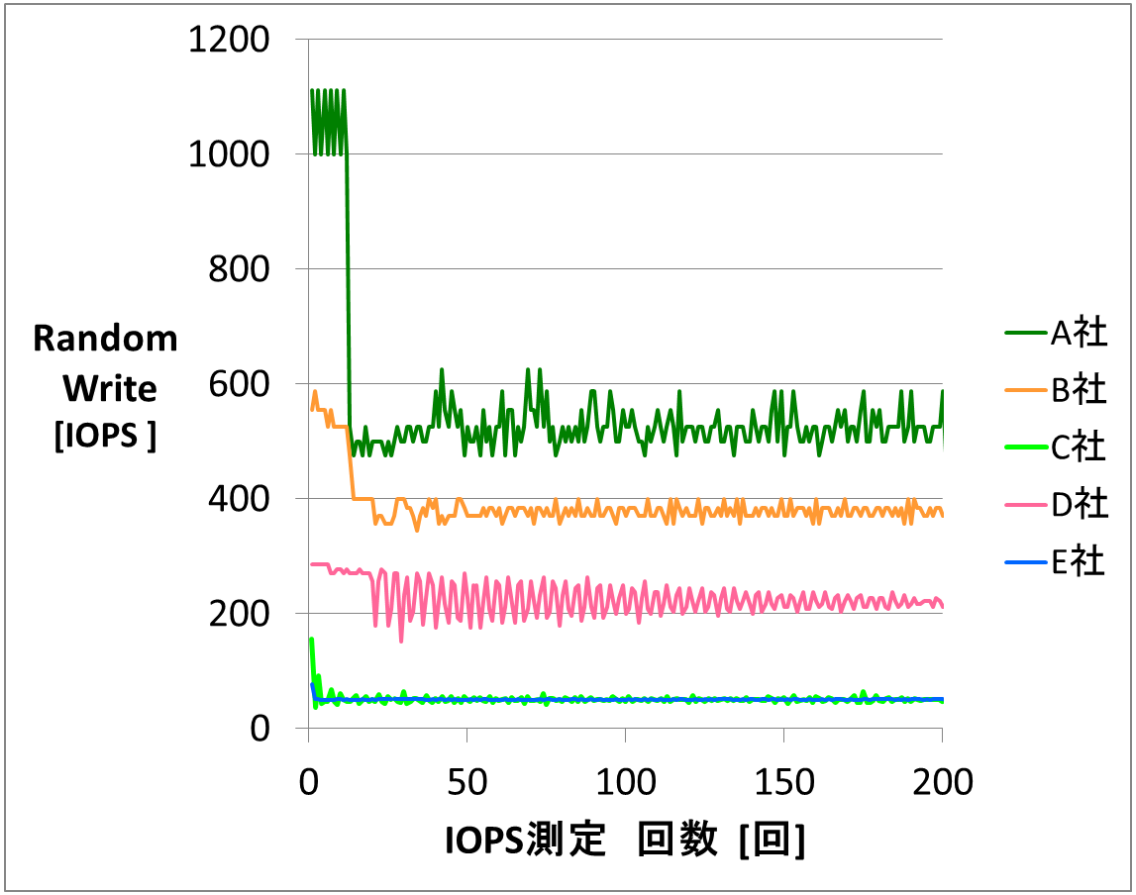


# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

●評価の方法と結果

(3)常温ランダムライト IOPS評価（2／3）

（結果）ランダムライト　IOPS　200回測定までの結果※6




ランダムライト　IOPS　200回測定までの推移

メーカ間で

実力差有り。

※6　一般的な参考値

（15000rpm SAS HDD、SLC SAS SSDを想定）

HDD　Random Writes : 360 IOPS
SSD　Random Writes : 14,500 IOPS

出典　HP　web site

http://h50146.www5.hp.com/products/servers/proliant/storage/sata_sas.html

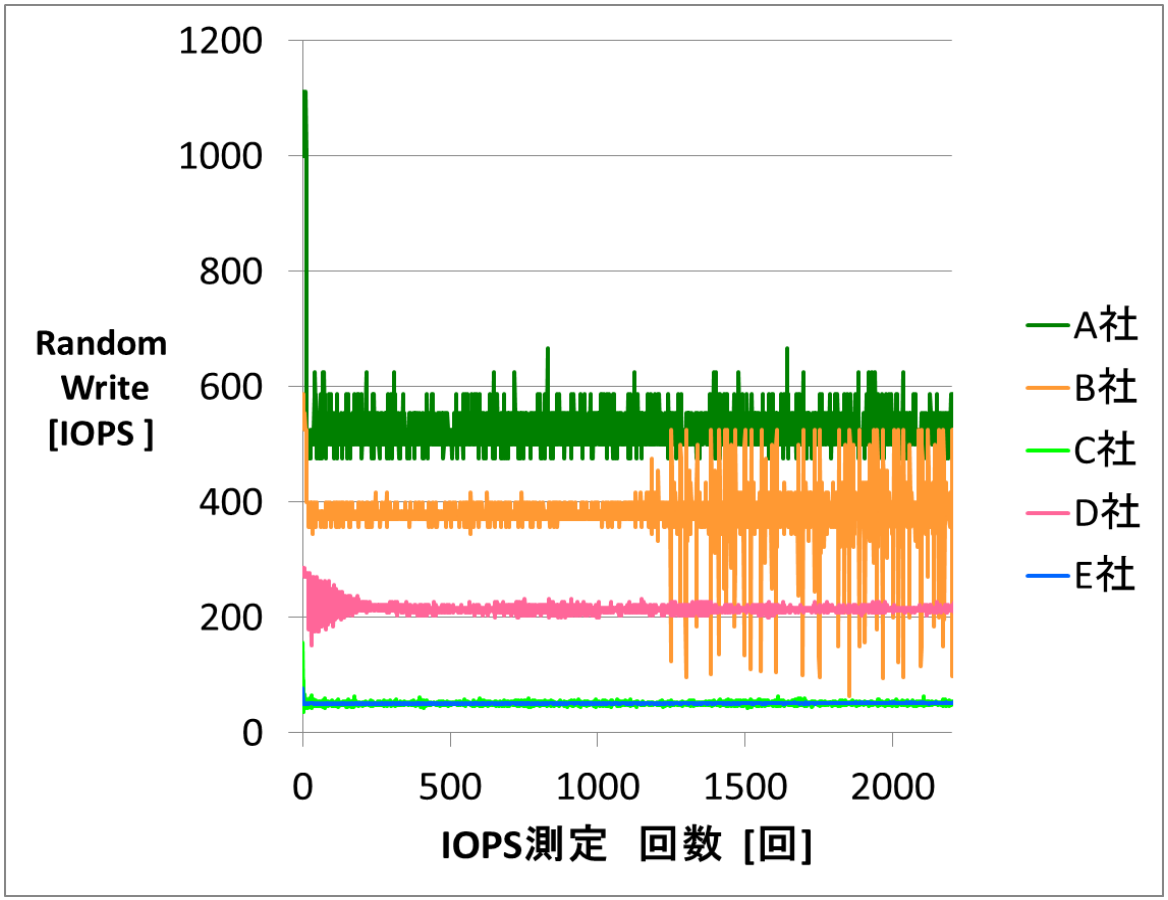
© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

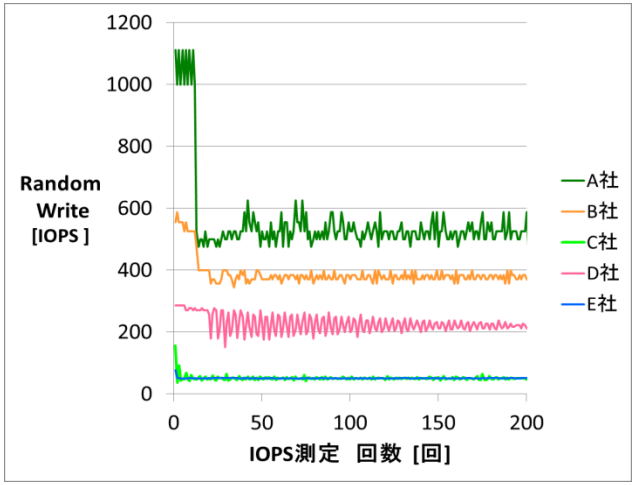
●評価の方法と結果

(3)常温ランダムライト IOPS評価（3／3）

（結果）ランダムライト　IOPS　2000回測定までの結果




ランダムライト　IOPS　2000回測定までの推移




ランダムライト　IOPS
200回測定までの推移

B社　のIOPSが1000回以上で　大きな変化を示した。

長期間の試験　重要！

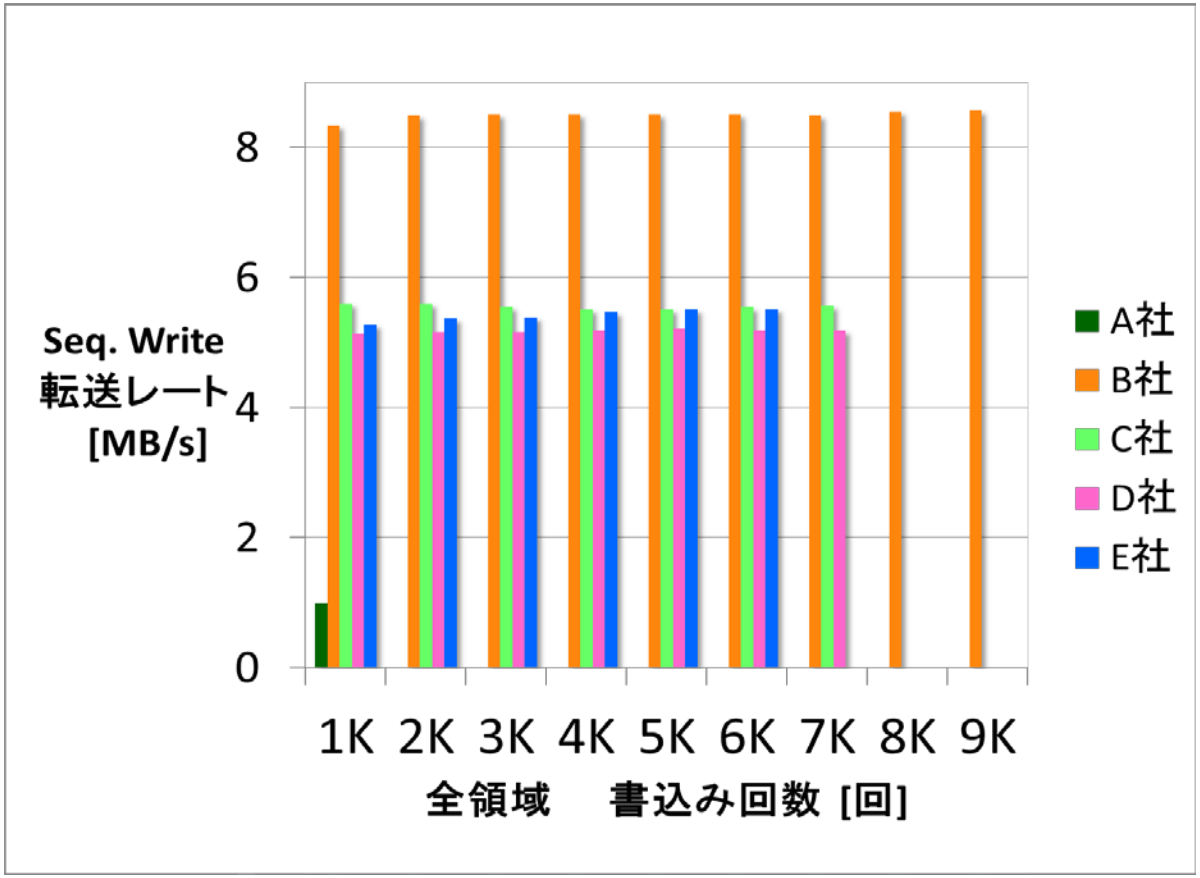
# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

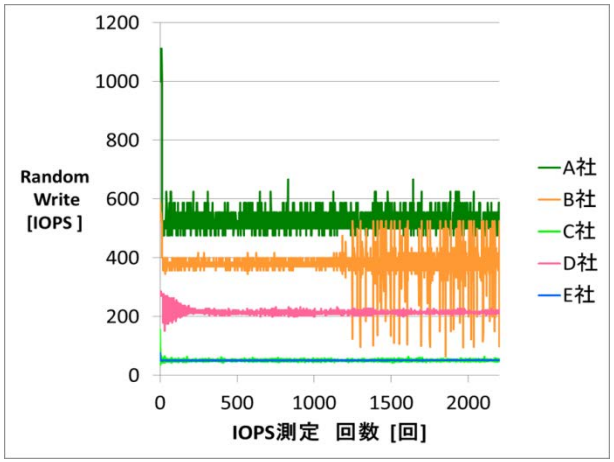
●評価の方法と結果

(4)常温シーケンシャルライト評価

（方法） エンデュランス評価に於いて全域4Gbyte 1000回書込み　ごとに、シーケンシャルライト時間を計測し転送レートを算出する。

（結果） シーケンシャルライト評価結果



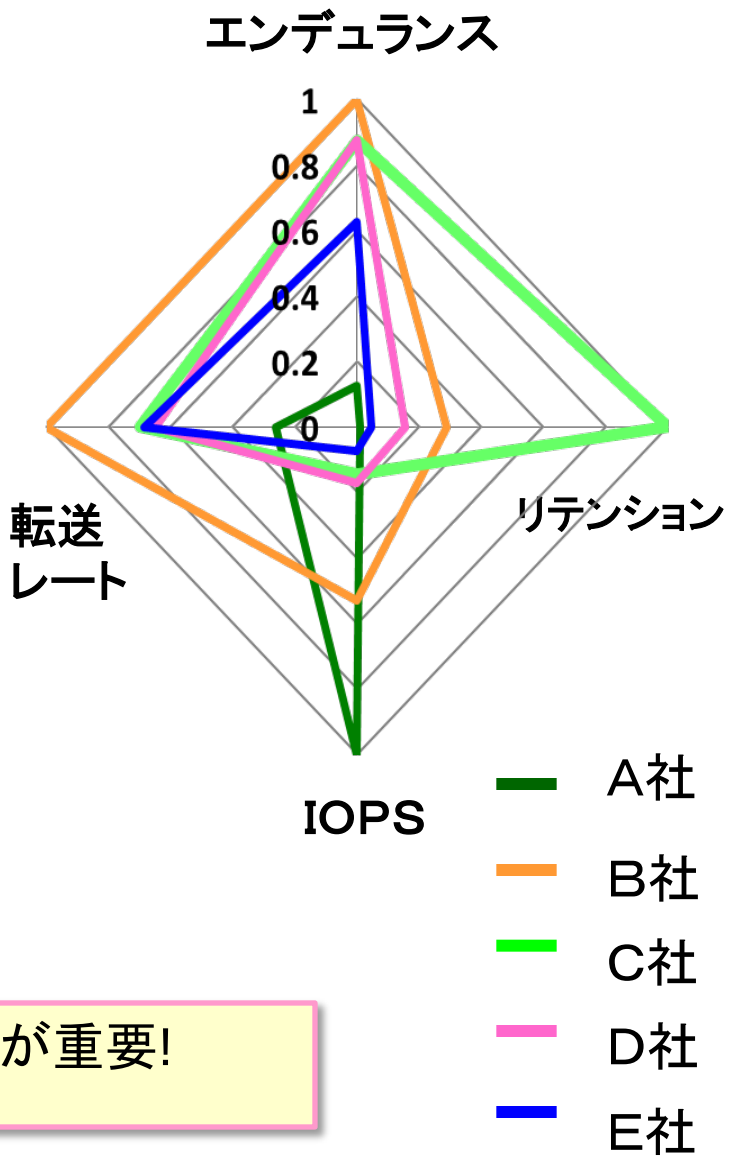

ランダムライトIOPS

条件が異なると性能が大きく変わる

# 事例2．eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介

## ●eMMC 評価結果のまとめ

| | エンデュランス（書換え） | リテンション（データ保持） | IOPS（ランダムライト） | 転送レート（シーケンシャルライト） |
|---|---|---|---|---|
| A社 | 1000回程度 | 5時間 以下 | 1110～480 IOPS | 2.1MB/s |
| B社 | 8000回以上 | 130時間以上 | 590～60 IOPS | 8MB/s以上 |
| C社 | 7000回以上 | 450時間以上 | 160～40 IOPS | 5.6～5.5MB/s |
| D社 | 7000回以上 | 70時間以上 | 190～150 IOPS | 5.2～5.1MB/s |
| E社 | 5000回以上 | 20時間以下 | 80～50 IOPS | 5.5～5.3MB/s |




評価結果より装置の要求に応じた適切な部品選定が重要!

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 目次

1. はじめに
・不揮発性メモリの動向と問題点
2. OEGの評価サービスと特徴
・従来サービスと新サービス
3. 事例紹介
・事例1. 不揮発性メモリ　AEC-Q100 評価事例ご紹介
・事例2. eMMCデバイスの信頼性　総合評価ご紹介
4. まとめ

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 4. まとめ

・自動車等　高信頼性が要求される装置に於いて、デバイスの信頼性評価、実力評価は極めて重要。

・複数メーカーを共通試験条件にて公平に評価することが重要。

・評価環境構築 →信頼性評価実施→不具合解析までワンストップで対応するため、きめの細かい評価をスピーディーに実施可能。

・今後は、SSD総合評価（信頼性試験＋プロセス診断等※7）へ展開。

・モジュール（SSD,電源ユニット,LED照明機器、etc)の物理的、電気的な品質評価が重要。

※7　プロセス診断（OEG独自サービス）
電気的に良品であるデバイスの内部構造を観察し、将来、故障の要因となりうる不具合要素の有無や構造のばらつき等から故障にいたる危険性や品質を推測・評価・選別を行う手法です。

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# ご清聴いただき、ありがとうございました

》お問合せ先

沖エンジニアリング株式会社

デバイス評価事業部

- TEL：03-5920-2366
- 担当：岩井泰之
- URL： http://www.oeg.co.jp/

*Open up your dreams*

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

# 補足1 JEDEC による SSD エンデュランス 試験方法

**JESD 218**

**Solid-State Drive(SSD) Requirements and Endurance Test Method**

温度条件、サンプル数、試験期間等を定義

書込みパターンはJESD 219で定義

**JESD 219**

**Solid-State Drive(SSD)Endurance Workloads --- 書込みパターンの定義**

(1)書込みサイズと割合 0.5K (4%),1K(1%),1.5K(1%),…..,3.5K(1%),4K(67%),8K(10%),32K(3%),64K(3%)

(2)LBA 全空間 最初の5% ⇒ 50% アクセス、次の15% ⇒ 30%アクセス、残り80% ⇒ 20%アクセス

(3)データはランダム

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.

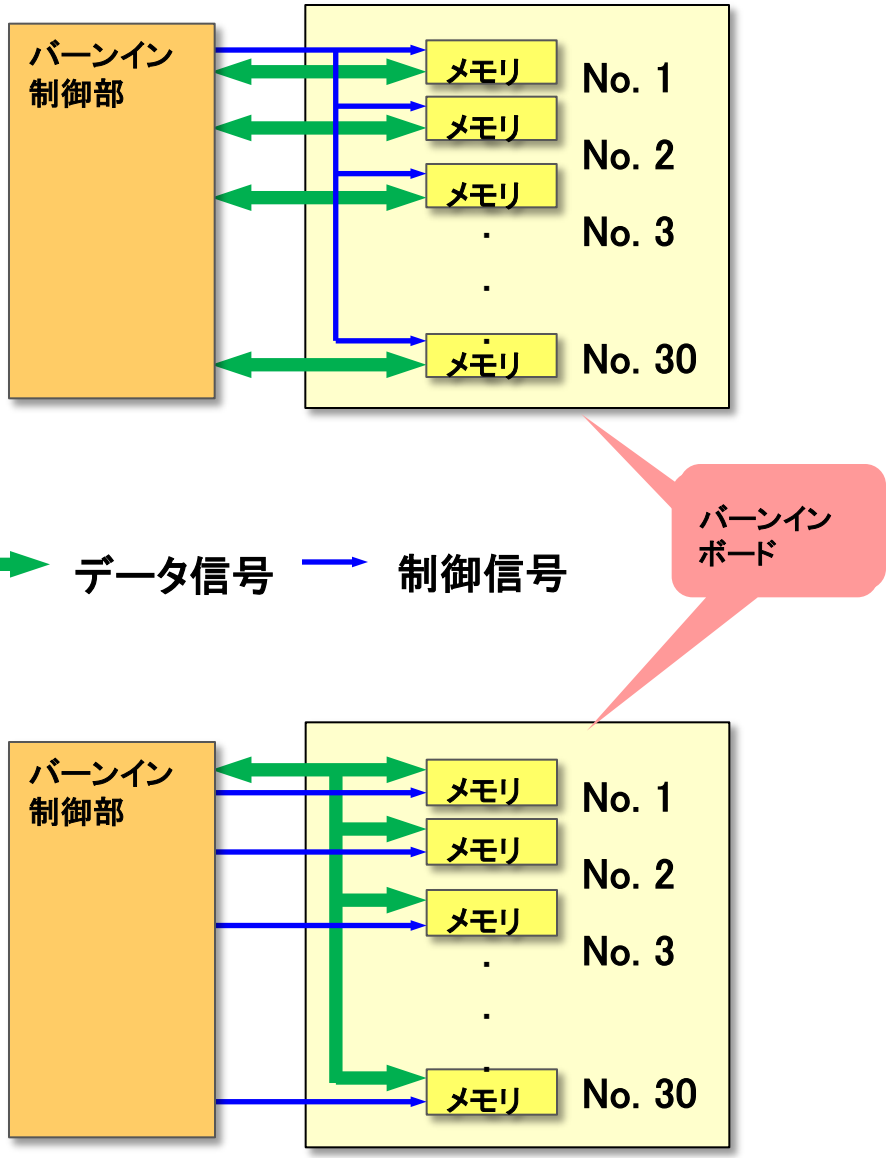
# 補足2 モニタバーンイン システム ソリューション

## ●ソリューション 1 （事例1 の構成）

・バーンイン時の動作は

メモリNo1～30 個別 同時にW/R/C を繰り返す

・ソリューション2 と比較して 30倍 のスループット




## ●ソリューション 2

・バーンイン時の動作は(1) ->(2)-> ・・・->(30) を繰り返す。

(1) メモリNo1 W/R/C （No1以外のメモリはアイドル）

(2) メモリNo2 W/R/C （No2以外のメモリはアイドル）

・

・

・

(30) .メモリNo30 W/R/C （No30以外のメモリはアイドル）

・スループットが低いため、同一タイミングで、同一回数の

アクセスを発生させるためには ソリューション1の30倍の

バーンイン時間が必要！

© Copyright 2014 Oki Engineering Co., Ltd.