

MySQL データベースにおける
Fusion-io 社 ioDrive 使用時の優位性について

株式会社スマートスタイル



目次

1. はじめに.....	2
2. 検証システム構成.....	2
3. 測定概要.....	3
4. 測定結果.....	4
4.1 クエリ処理量の優位性.....	5
4.2 起動直後の優位性.....	8
4.3 測定結果まとめ.....	10
5 計測値詳細.....	11
5.1 HDD 使用時の QPS 推移.....	11
5.2 HDD 使用時のバッファプールヒット率推移.....	11
5.3 HDD 使用時の単位時間 Read 数.....	12
5.4 HDD 使用時の単位時間 Write 数.....	12
5.5 ioDrive 使用時の QPS 推移.....	13
5.6 ioDrive 使用時のバッファプールヒット率推移.....	13
5.7 ioDrive 使用時の単位時間 Read 数.....	14
5.8 ioDrive 使用時の単位時間 Write 数.....	14

1. はじめに

本書はMySQLデータベースにおけるパフォーマンス向上の手段として、ストレージ媒体をハードディスクドライブ(以下 HDD)から Fusion-io 株式会社 ioDrive(以下 ioDrive)に変更する選択肢に関して、株式会社スマートスタイルがその有効性を検証した過程を記載したものです。

本書に記載された測定記録は、同様の構成を取った場合でも同じ結果を保証するものではありません。

本書の執筆に際し全面的なご協力をいただきました GMO インターネット株式会社様、Fusion-io 株式会社様に、この場を借りて御礼申し上げます。

2. 検証システム構成

今回の検証で対象とした DB サーバのスペックは次の通りです。

【HDD 使用サーバ】

CPU	Intel Xeon CPU E5620 * 2
RAM	64GB
OS	Red Hat Enterprise Linux 5(2.6.18)
DBMS	5.5.25-log MySQL Community Server (GPL)
HDD	SAS 146GB 6 台(Hardware RAID1+0)
負荷テストツール	percona-tools tpcc-mysql

【ioDrive 使用サーバ】

CPU	Intel Xeon CPU E5620 * 2
RAM	64GB
OS	Red Hat Enterprise Linux 5(2.6.18)
DBMS	5.5.25-log MySQL Community Server (GPL)
ioDrive	ioDrive Duo 320SLC 2 台(Software RAID)
負荷テストツール	percona-tools tpcc-mysql

※これに加え、my.cnf に I/O 関連のチューニングを施してあります。

3. 測定概要

バリエーションとして以下の 12 パターンを測定しました。

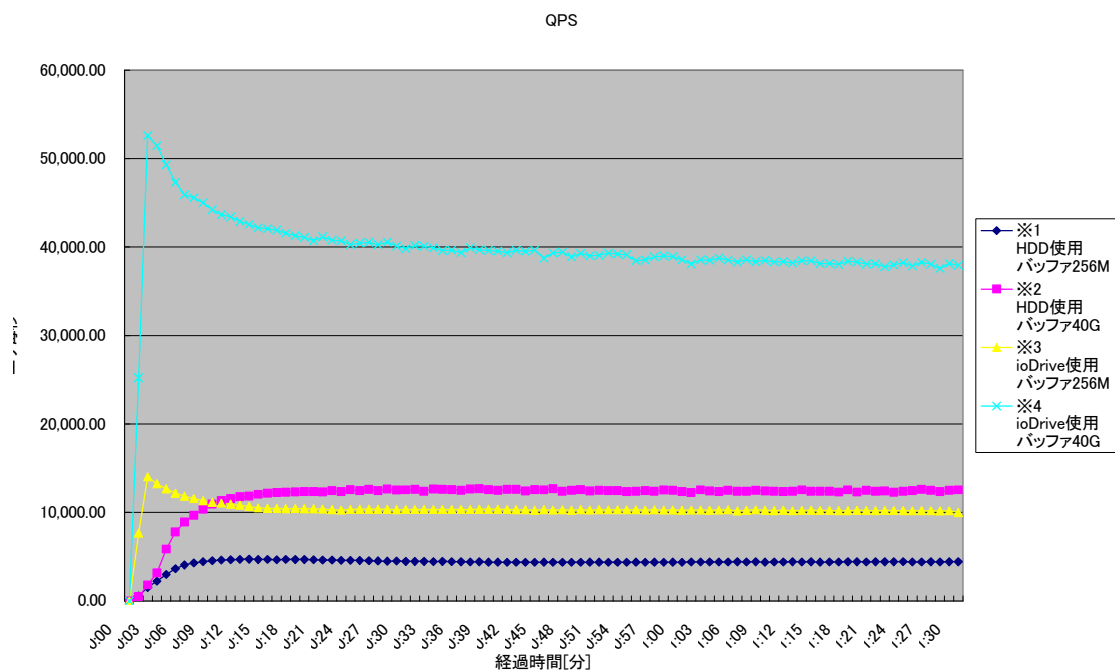
ストレージ	innodb_buffer_pool_size	DB サイズ	記号
HDD	256M	約 8GB	※1
		約 16GB	
		約 24GB	
	40G	約 8GB	※2
		約 16GB	
		約 24GB	
ioDrive	256M	約 8GB	※3
		約 16GB	
		約 24GB	
	40G	約 8GB	※4
		約 16GB	
		約 24GB	

測定の条件として、以下の通り行っています。

- ・負荷計測の直前に OS を再起動し、バッファ・キャッシュの内容をクリアする
- ・データベーステーブル数 9(tpcc-mysql による作成)
- ・負荷クライアントからの同時実行スレッド 20(tpcc-mysql による実行)
- ・データベース起動直後から計測を行う
- ・tpcc-mysql の算出する tpmC の値ではなく毎分の Com_query の増分を計測し、QPS(Query Per Second)の推移を記録する
- ・測定は 90 分間を 3 回行い、値は記録された数値の平均を採用する
- ・メモリ関連の MySQL パラメータは HDD 使用時、ioDrive 使用時で同じものを使用するが、I/O 関連のパラメータに関してはそれぞれの特性が出る様チューニングを実施する

4. 測定結果

3. 測定概要 に示した 12 のパターン測定を行い、測定開始からの経過時間[分]と MySQL の処理した毎秒のクエリ数[Query/sec]をストレージと innodb_buffer_pool_size ごとにグルーピングして(3. 測定概要 表内の※1～※4 に該当)プロットしたグラフが以下になります。



このグラフから、HDD を使用する場合に比べた ioDrive の優位性が 2 つ見受けられます。

1 つめとしては黄色のラインと水色のラインがそれぞれ ioDrive を使用しバッファサイズ (innodb_buffer_pool_size)を 256M、40G に設定した際の QPS を示していますが、これらは同じバッファサイズで HDD を使用した場合(黄色に対して紺色の、水色に対してピンクのラインがそれに相当)で、2 倍以上の QPS が示されました。4.1 クエリ処理量の優位性 にて詳説します。

2 つめとしては MySQL 起動直後の QPS の増加傾向に大きな違いがあります。HDD 使用時の QPS の伸び上がりに比べて ioDrive 使用時では瞬間的に最大値まで到達していることが示されています。4.2 起動直後の優位性 にて詳説します。

4.1 クエリ処理量の優位性

データベースサイズごとの HDD 使用時と ioDrive 使用時の 90 分間の平均 QPS を比較し、傾向を確認します。

【表 1 ※データベースサイズ 8GB の場合】

ストレージ	innodb_buffer_pool_size	平均 QPS	QPS 増加率
HDD	256M	4,897	100.0%
	40G	16,231	331.5%
ioDrive	256M	10,915	222.9%
	40G	46,353	946.6%

データベースがそれほど大きくない場合、HDD を ioDrive に変更した場合の効果よりもバッファサイズ (物理メモリ) を拡大した場合の方がより大きな効果が見られます。

ioDrive の使用とバッファサイズの拡大を同時に行った場合の QPS 増加率が相乗以上の数値を示しています。

【表 2 ※データベースサイズ 16GB の場合】

ストレージ	innodb_buffer_pool_size	平均 QPS	QPS 増加率
HDD	256M	4,163	100.0%
	40G	10,640	255.5%
ioDrive	256M	10,253	246.3%
	40G	38,359	921.3%

表 1 と比べて、バッファサイズを拡大した場合の効果と HDD を ioDrive に変更した場合の効果が近い数字になっています。バッファサイズを拡大した場合の効果は表 1 と比べて増加率が下がっていることが判りますが、HDD を ioDrive に変更した場合の増加率は表 1 よりも上がっています。

ioDrive の使用とバッファサイズの拡大を同時に行った場合の QPS 増加率は非常に高い値を保っています。

【表 3 ※データベースサイズ 24GB の場合】

ストレージ	innodb_buffer_pool_size	平均 QPS	QPS 増加率
HDD	256M	3,803	100.0%
	40G	8,245	216.8%
ioDrive	256M	9,899	260.3%
	40G	34,017	894.6%

バッファサイズを拡大した場合の効果を HDD を ioDrive に変更した場合の効果が上回りました。データベースサイズを大きくすれば大きくするほどバッファサイズ拡大の効果は小さくなっていきますが、HDD を ioDrive に変更した場合の効果はむしろ大きくなっていきます。

これは HDD で大きなデータベースを扱う場合には大きく QPS が低下していきますが(表 4,表 5 参照)、ioDrive では大きなデータベースになっても QPS の低下率は非常に低いことが判ります。

ioDrive の使用とバッファサイズの拡大を同時に行った場合の増加率は依然として高く、データベースサイズが大きくなった場合でもその選択肢が有効であることが判ります。

【表 4 ※バッファサイズ 256M の場合】

ストレージ	データベース容量	平均 QPS	データベース容量 8GB との QPS 比較率
HDD	8GB	4,897	100.0%
	16GB	4,163	85.0%
	24GB	3,803	77.7%
ioDrive	8GB	10,915	100.0%
	16GB	10,253	93.9%
	24GB	9,899	90.7%

【表 5 ※バッファサイズ 40G の場合】

ストレージ	データベース容量	平均 QPS	データベース容量 8GB との QPS 比較率
HDD	8GB	16,231	100.0%
	16GB	10,640	65.6%
	24GB	8,245	50.8%
ioDrive	8GB	46,353	100.0%
	16GB	38,359	82.8%
	24GB	34,017	73.4%

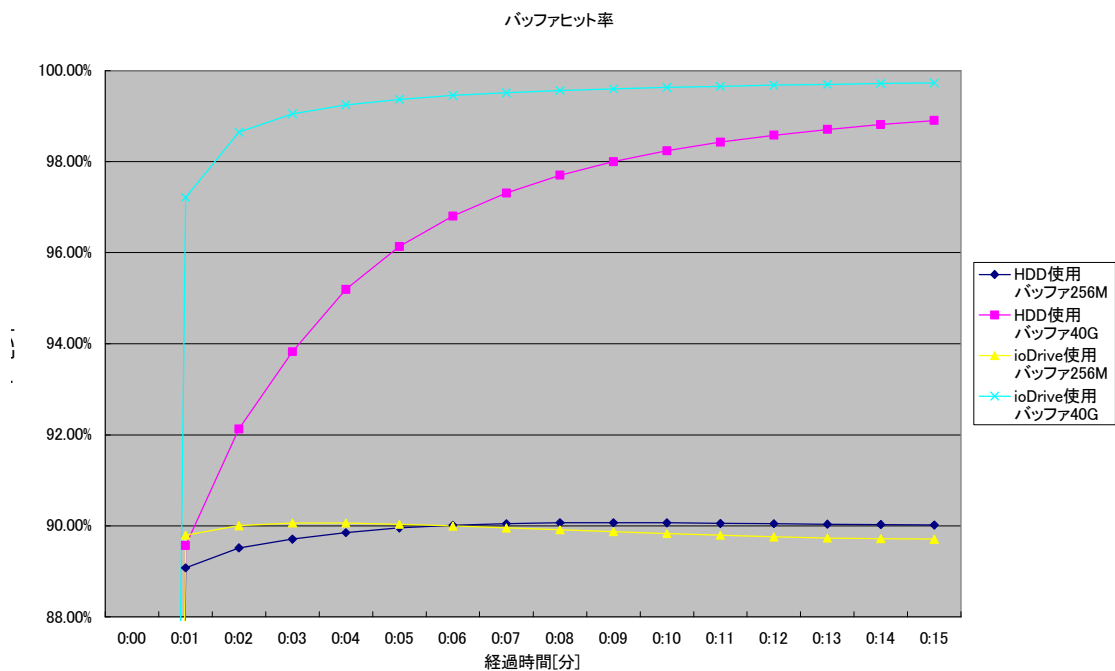
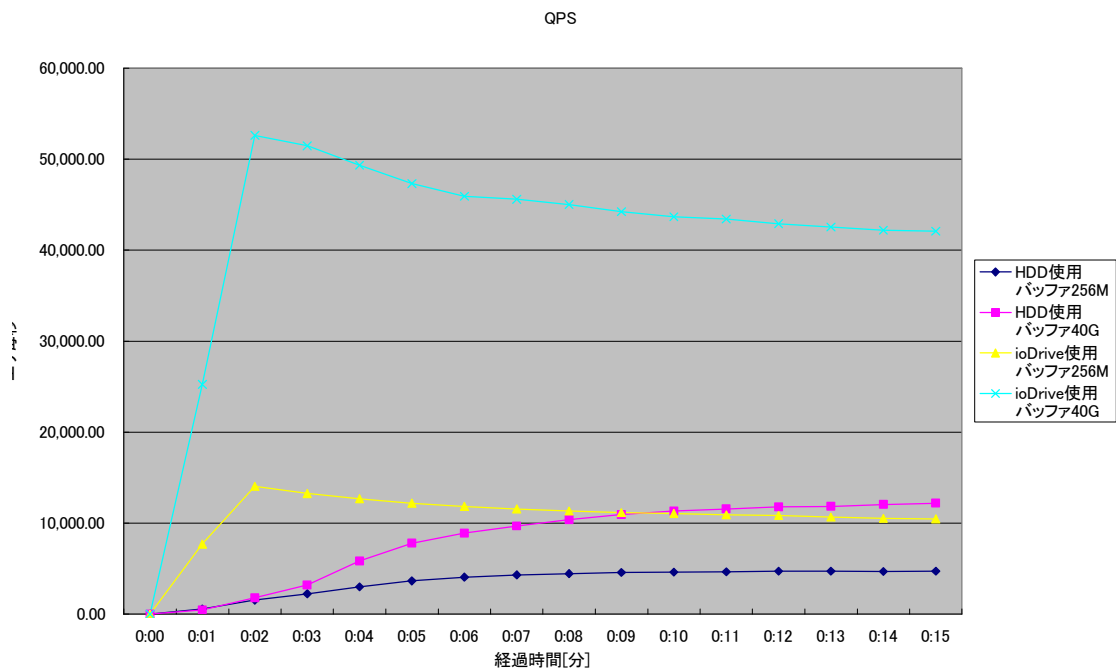
以上より、

- ・データベースが大規模であればあるほど ioDrive の費用対効果が高くなっていくこと
- ・ioDrive を選択する際には合わせて十分な量のバッファサイズ(物理メモリ)の拡張も行うことでよりパフォーマンス効果が得られること

この 2 点が確認できます。

4.2 起動直後の優位性

QPS とバッファヒット率の間には強い相関関係があります。バッファヒット率が十分確保できない間は QPS は大きく低下します。ioDrive の使用時にはバッファヒット率が低い状態でも HDD 使用時に比べて性能が出るのが以下のグラフから読み取れます。



バッファサイズが十分確保されている40Gのケースでは、バッファヒット率の上昇がHDD(ピンクのライン)と比較して ioDrive(水色のライン)が格段に突出していることが見て取れます。バッファサイズが足りず90%程度で頭打ちになってしまうケースでも、HDD(青のライン)に比べて ioDrive(黄色のライン)の方がバッファの充填速度は数十倍速くなっています。

また、バッファヒット率が低い場合でも、ioDrive は比較的高い QPS を示しています。バッファサイズが十分ある状態でバッファにデータが揃い QPS が上がってきたピンクのラインとバッファが足りずバッファヒット率が頭打ちになった黄色のラインを同じ時点(0:08)で比較すると、HDD では 97.7%程度のバッファヒット率に対して ioDrive は 89.9%程度のバッファヒット率を示しています。

バッファの充填速度が速いという特性は、メンテナンスなどで MySQL の停止・起動が発生した場合に起動直後(バッファ上のデータゼロ)から安定稼働状態(バッファヒット率の安定)までの所要時間が少なく済むというメリットに結びつきます。

バッファヒット率が低い場合でも比較的高い QPS を示せるということは、データベースサイズの増大によりどうしてもそれ以上のバッファが確保できない場合や、MySQL の停止・起動が発生しバッファ上にデータが載っていない段階でも性能の劣化が少ないということに結びつきます。

4.3 測定結果まとめ

4.1.4.2 の内容から、以下のケースに該当する場合に ioDrive の使用はより効果を発揮するといえます。

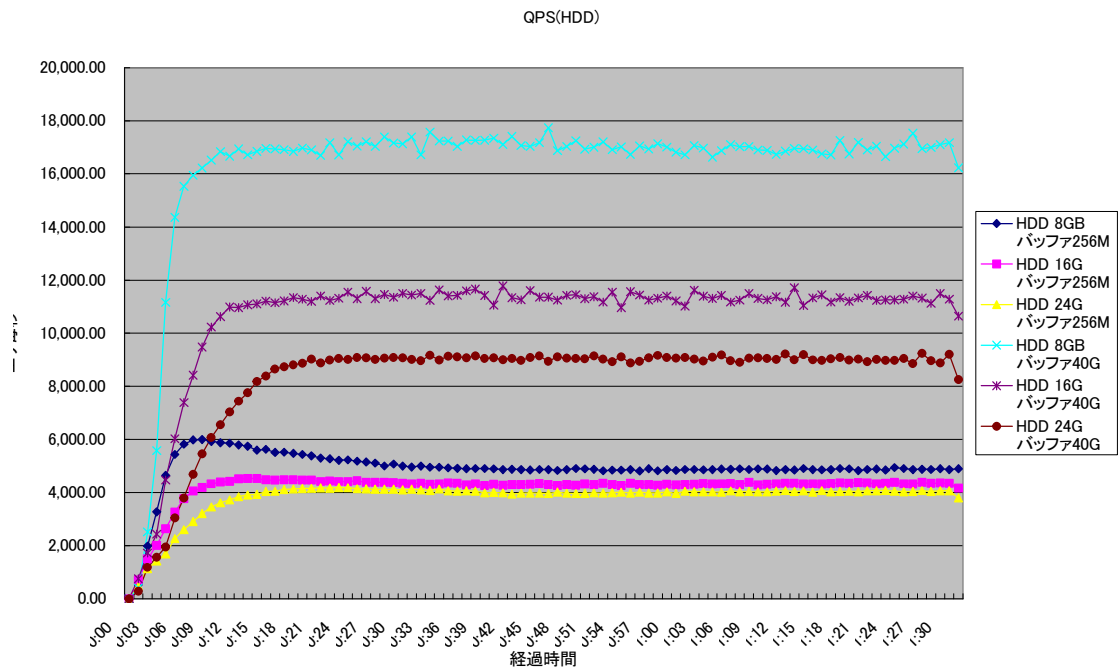
- ・データベースサイズが大きい場合
- ・メンテナンス直後などからトラフィックが集中する場合
- ・バッファサイズが既に十分確保されており、更なる性能が必要な場合
- ・ハードウェアの限界などでバッファサイズをこれ以上拡張できない場合

今回の測定では ioDrive 使用サーバの my.cnf に I/O 関連のチューニングを施してあります。ioDrive 利用時には、I/O が遅い HDD 使用時とは違うアプローチでのパラメータ設定が有効です。最適な I/O 関連パラメータのチューニングを行う事により、ioDrive をより効果的に使用する事が可能です。

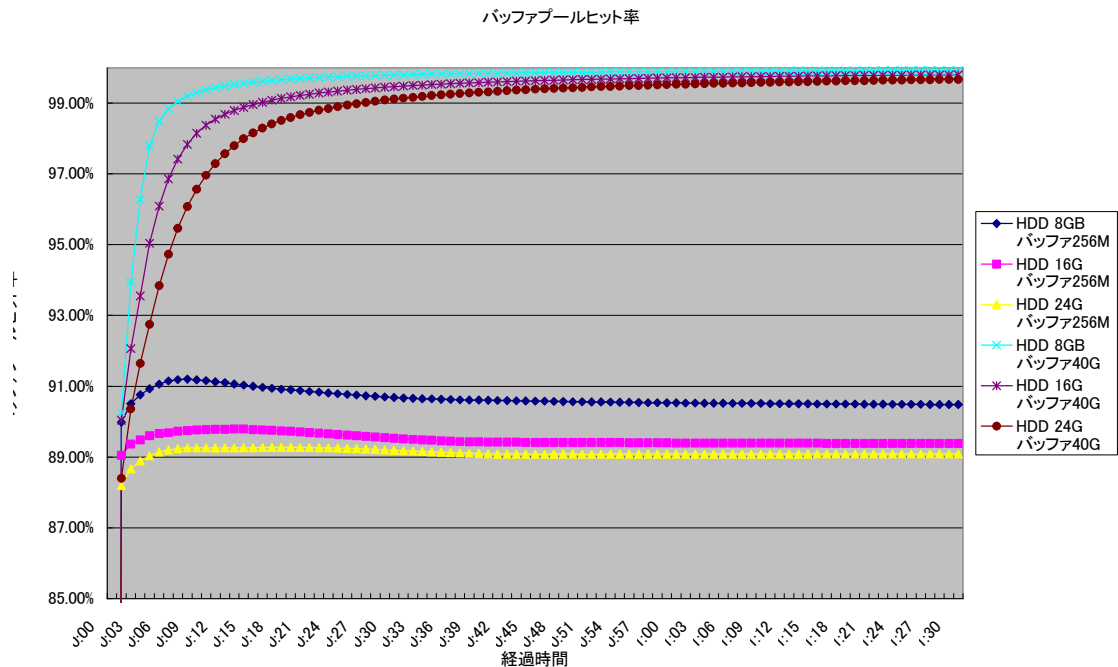
ご導入時は、設定ノウハウがある弊社もしくは、GMO インターネット株式会社様にご相談下さい。

5 計測値詳細

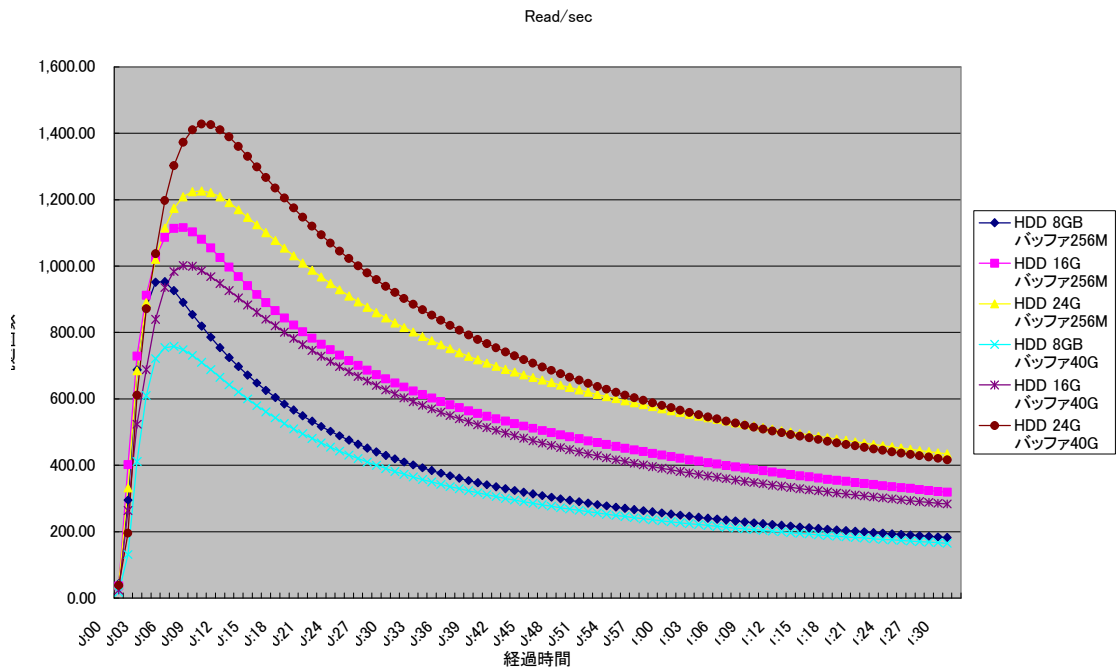
5.1 HDD 使用時の QPS 推移



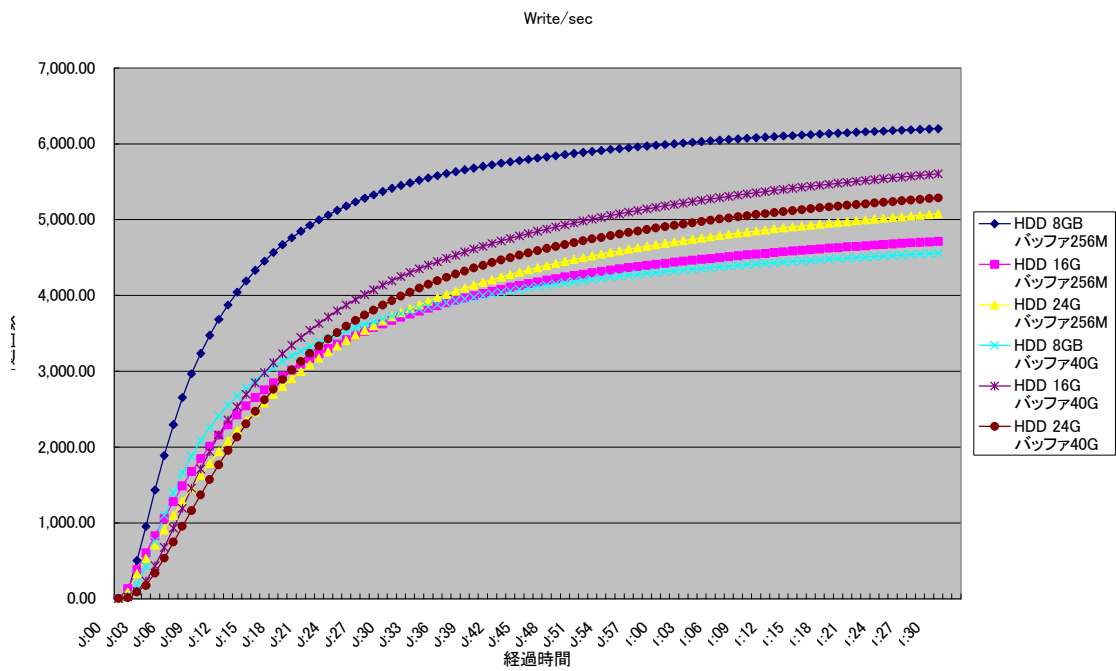
5.2 HDD 使用時のバッファプールヒット率推移



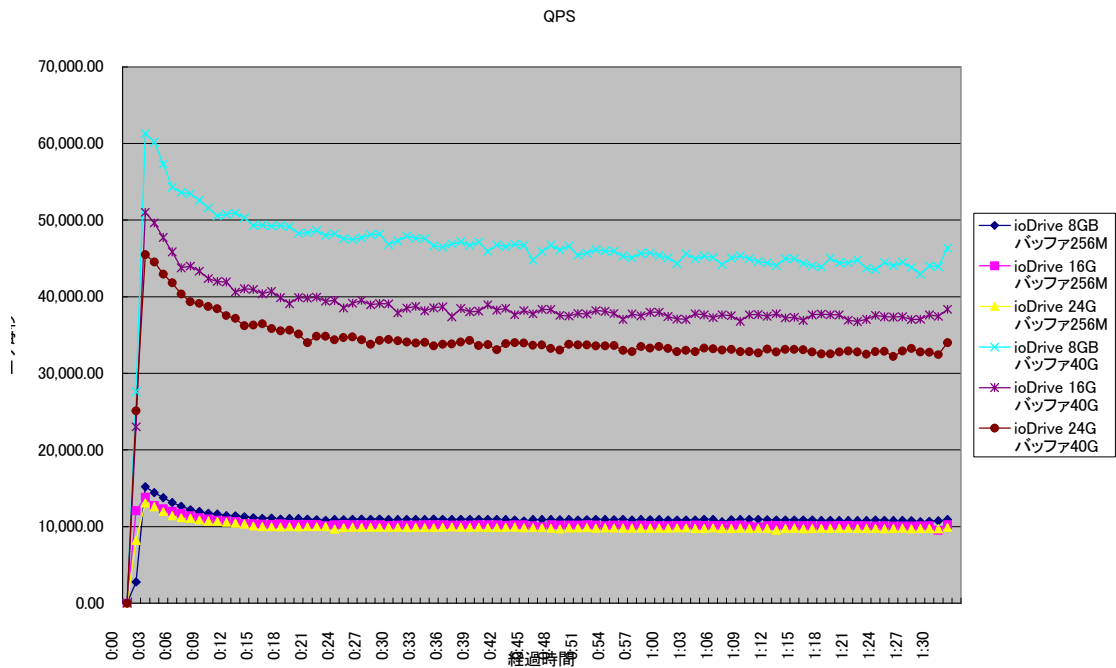
5.3 HDD 使用時の単位時間 Read 数



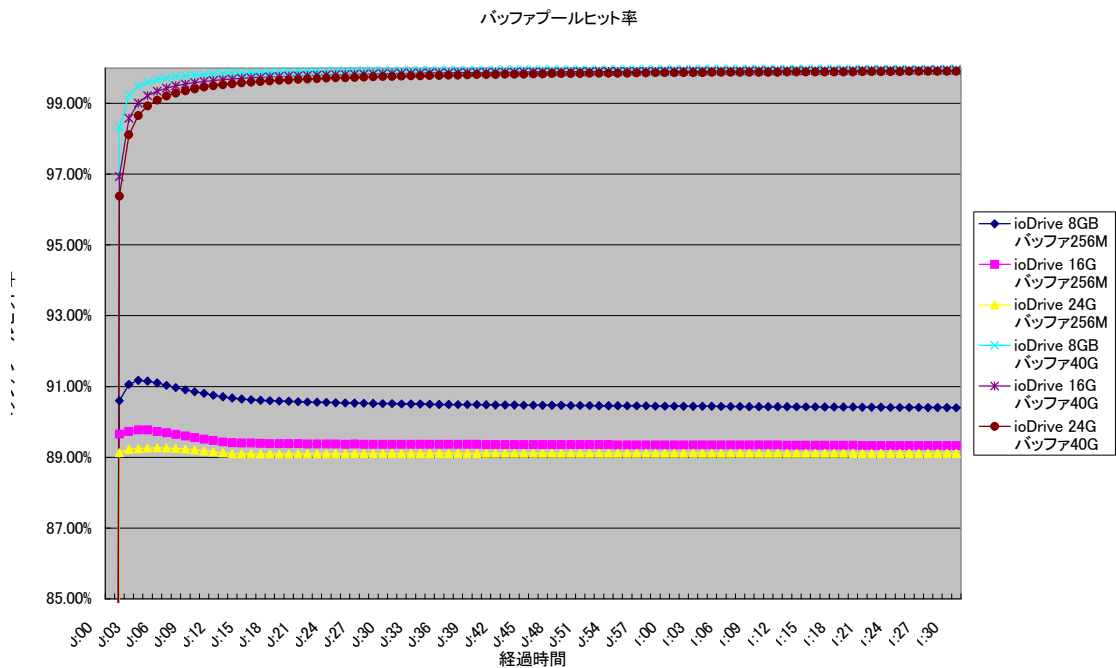
5.4 HDD 使用時の単位時間 Write 数



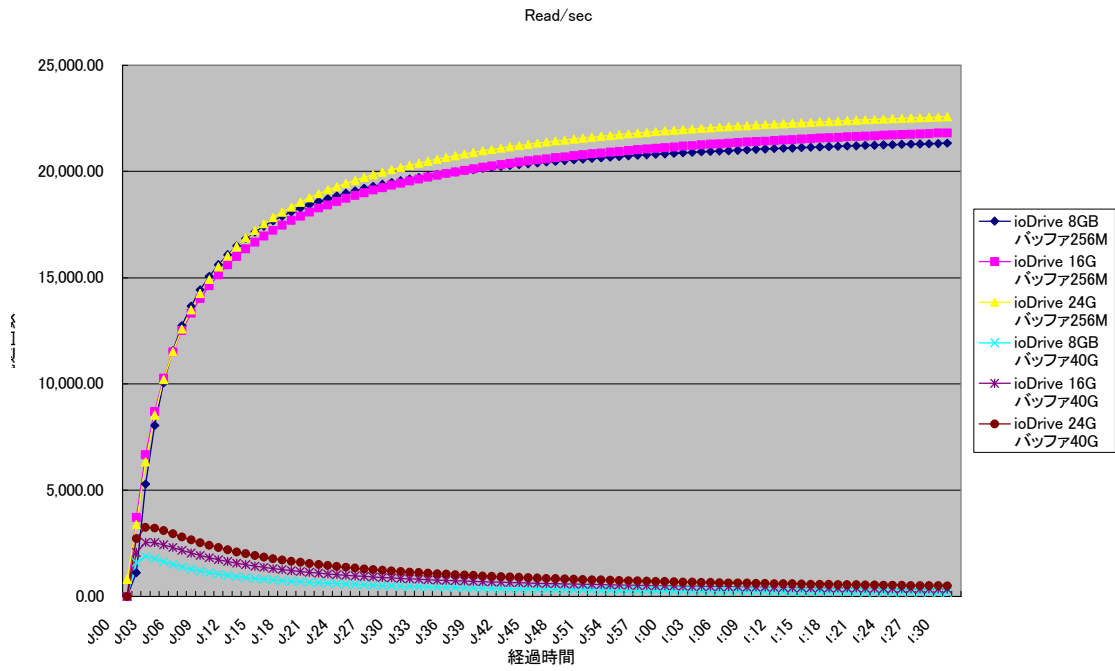
5.5 ioDrive 使用時の QPS 推移



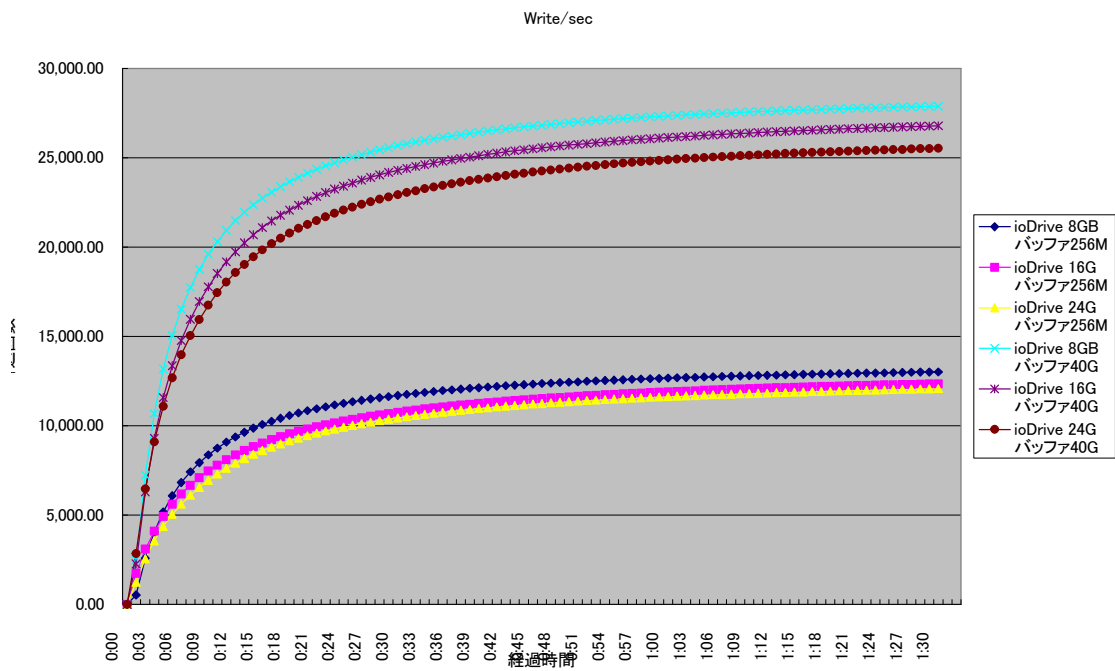
5.6 ioDrive 使用時のバッファプールヒット率推移



5.7 ioDrive 使用時の単位時間 Read 数



5.8 ioDrive 使用時の単位時間 Write 数



以上