

NAS HDD 性能評価

(第二版)

レディバグシステムズ

2016/2/16

協力 (有)オリオスペック

<http://www.oliospec.com/>

はじめに

本報告は NAS (Network Attached Storage) HDD の性能をリアルタイム HDD テスターで計測した結果を掲げたものです。

近年、SATA HDD の分野でも、SAS HDD と同様に 24 時間、365 日の連続運転を前提にした HDD がメーカー各社から相次ぎリリースされています。

また、HDD の応用分野も多岐に亘り、複数のユーザからのデータをやり取りするサーバー用途、各種計測機器からの実測データを欠落なく記録するリアルタイム・レコーディング用途、さらに半導体製造装置にリアルタイムに製造データを供給するリアルタイム・プレイバック用途、動画・音声のストリーミング用途など、求められる仕様に応じた選定が重要となってきました。

本書では、複数のユーザがアクセスし、且つ常時運転を前提に信頼性を向上させた NAS HDD を対象に、データ Read/Write 性能に加え、リアルタイム・レコーディング及びプレイバック用途や動画・音声のストリーミングに重要なアクセス応答時間の分布(応答時間分布特性)についても記します。

本計測には、有限会社オリオスペック様から計測に使用する NAS 用 HDD をご提供頂きました。ご協力に感謝申し上げます。

1. HDD 計測結果の概要

HGST, Seagate, Western Digital の NAS 用としてリリースされている HDD で、いずれも記録容量が 3.0TByte の 3.5 インチ HDD を評価対象としています。型番と計測結果の概要を以下の表にまとめました。

		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Manufacturer		HGST (Western Digital)	Seagate	Seagate	Western Digital	Western Digital
Family		Deskstar NAS	NAS	Enterprise NAS	WD Red	WD Red Pro
Model		HDN724030	ST3000VN000	ST3000VN0001	WD30EFRX	WD3001FFSX
最外周 Read 性能	[MB/Sec]	182-148	193-178	225-201	165-151	192-164
最外周 Write 性能	[MB/Sec]	182-139	193-178	225-201	165-146	192-164
最内周 Read 性能	[MB/Sec]	93-82	85-75	106-85	79-72	116-112
最内周 Write 性能	[MB/Sec]	93-82	85-67	106-94	79-71	116-99
Read アクセス 応答分布	[mSec]	10.7-0.3	182.6-0.2	95.6-0.2	132.2-0.3	9.9-0.3
Write アクセス 応答分布	[mSec]	17.4-0.2	198.1-0.2	69.2-0.2	143.3-0.3	22.3-0.3
総合判断		応答性能 良		Read/Write 性能 良		内周域での Read/Write 性能 良

※ 上の表中の数字に関して、青色は 5 機種の中で最も性能が良いもの、橙色は最も性能の低かったものを表しています。

2. 計測結果

■Read/Write 性能

Read/Write 性能が最も高い HDD は Seagate, Enterprise NAS HDD で、最外周域で Read、Write 共に最大 225MB/Sec の性能を得ています。最内周域でも Read、Write 共に最大 100MB/Sec 超の性能です。

同一メーカーでのハイエンド版 NAS HDD と通常 NAS HDD を比較した Seagate と Western Digital 製品では、共にハイエンド版 NAS HDD の方がより高い Read/Write 性能であることが分かりました（性能差は 20-40MB/Sec 程度）。

■応答性能

シーケンシャルアクセス時の応答時間分布特性（フルスキャン）では、最も高い Read/Write 性能を示した Seagate, Enterprise NAS HDD は、20mSec を超える応答時間領域でもそれなりのカウント数が見られます。この傾向は同じ Seagate の通常 NAS HDD でも確認できます。

Western Digital の WD Red では 20mSec 超の応答時間領域で若干のカウント数がありますが、WD Red Pro では計測されませんでした。10mSec-20mSec の時間域に Read のカウント数はなく、Write のカウント数が見られるのは、Write 時にはデータ書込みに際し、より慎重に位置決めをしていると思われる。

今回評価した中で最も応答時間分布特性が良い NAS HDD は、HGST Deskstar NAS HDD で 10mSec 超の時間域には Read、Write 共にほとんど応答時間を観測したアクセスはありませんでした。

ヘッドシークを伴う高速モードアクセス（クイックスキャン）では、前述のシーケンシャルアクセス時の応答時間分布特性の傾向を踏襲していると思われる。このことは、全ての HDD が新品と言うこともあり、シーク動作が性能低下につながる様な HDD はなかったと言えらる。

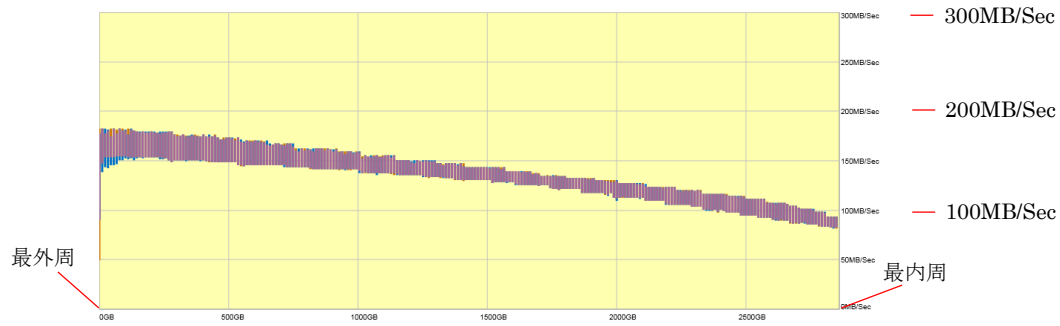
■所感

Read/Write 性能特性と応答時間分布特性の結果から、各 NAS HDD でそれぞれの特徴が異なり、一概に特定の NAS HDD が高性能であるとは言い難い。サーバーシステム、リアルタイム特性を要求されるシステム等、用途に応じた選定を行うべきであると考えます。

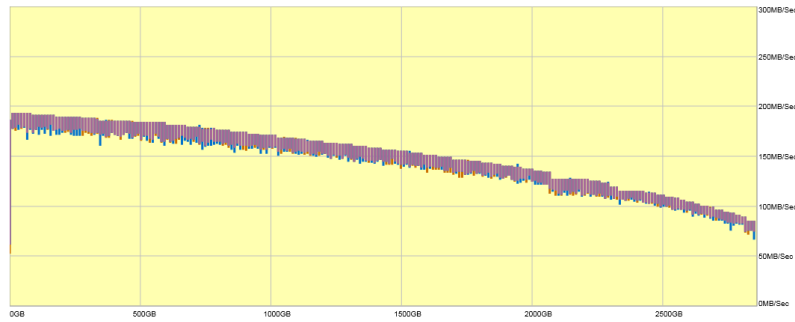
評価した NAS HDD、5 機種 of 計測結果を次頁以降に掲げます。

2.1 Read/Write 性能の計測結果 (グラフ縦軸は 0-300MB/Sec を表示. 横軸の左端は最外周、右端は最内周)

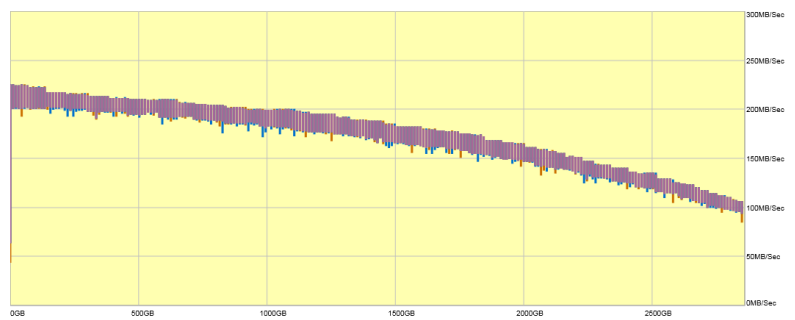
2.1 (a) HGST, Deskstar NAS HDD :



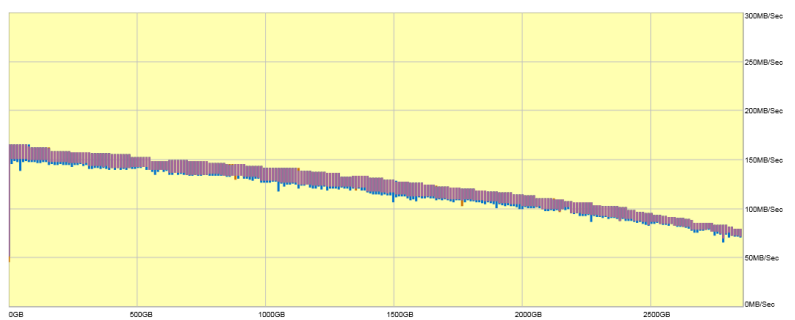
2.1 (b) Seagate, NAS HDD :



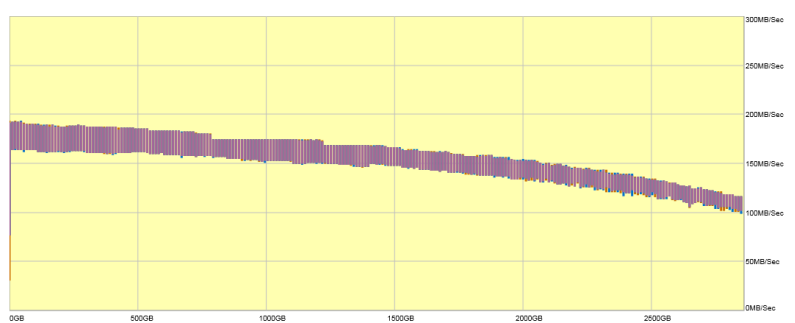
2.1 (c) Seagate, Enterprise NAS HDD :



2.1 (d) Western Digital, WD Red :



2.1 (e) Western Digital, WD Red Pro :

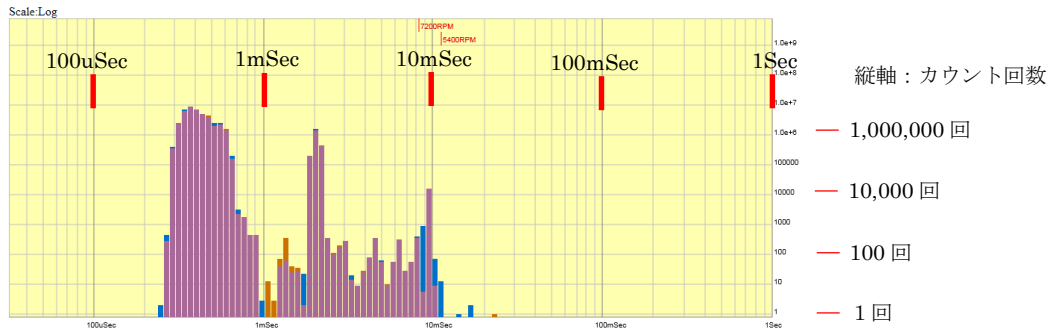


■Read/Write 性能に関するコメント

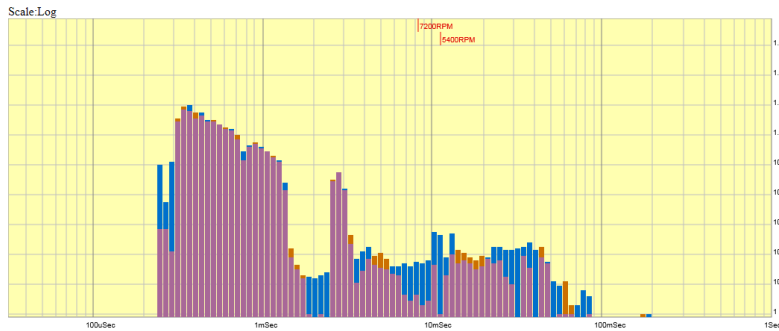
- (1) 最外周で Read/Write 共に 200MB/Sec を超えているのは(c)Seagate Enterprise NAS HDD のみです (225MB/Sec)。
- (2) 最内周域でも 100MB/Sec を超える性能を維持しているのは(c)Seagate Enterprise NAS HDD と(e)Western Digital WD Red Pro の 2 機種でした。
- (3) 上記の(1)(2)から考えると(c)Seagate Enterprise NAS HDD が最も性能が良い HDD と思われます。
- (4) 今回の評価において、同一メーカーでのハイエンド版 NAS HDD と通常 NAS HDD を比較した Seagate 製品と Western Digital 製品では、共にハイエンド版 NAS HDD の方がより高い Read/Write 性能であることが分かりました (性能差は 20-40MB/Sec 程度)。

2.2 全領域応答時間分布特性の計測結果

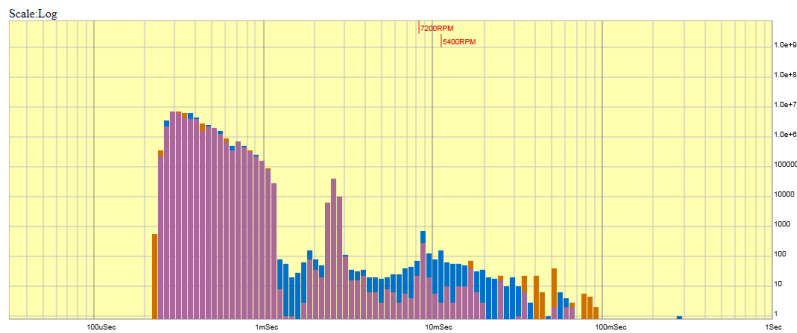
2.2 (a) HGST, Deskstar NAS HDD :



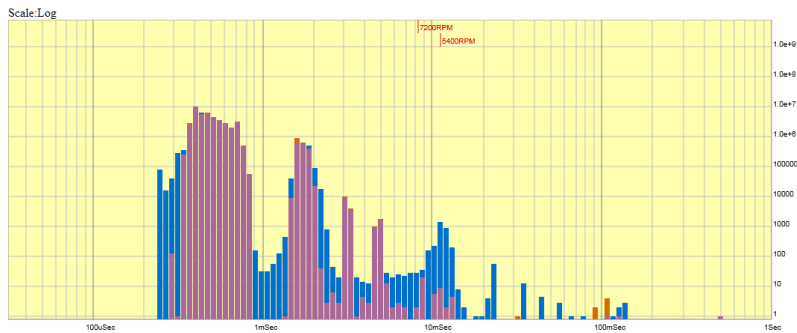
2.2 (b) Seagate, NAS HDD :



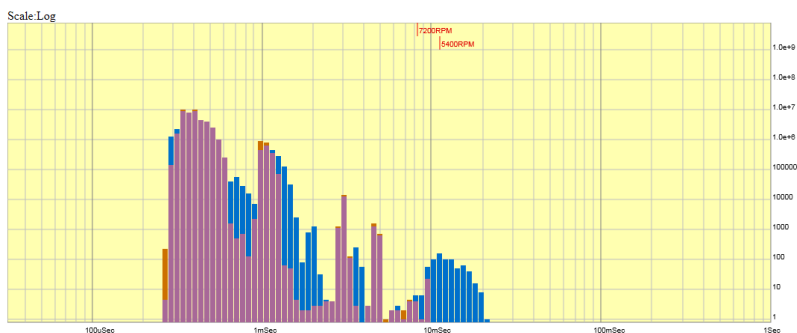
2.2 (c) Seagate, Enterprise NAS HDD :



2.2 (d) Western Digital, WD Red :



2.2 (e) Western Digital, WD Red Pro :



■応答時間分布特性(フルスキャン)に関するコメント

フルスキャンの応答時間の計測は、HDD の全領域をシーケンシャルにアクセスした場合の応答時間分布特性です。

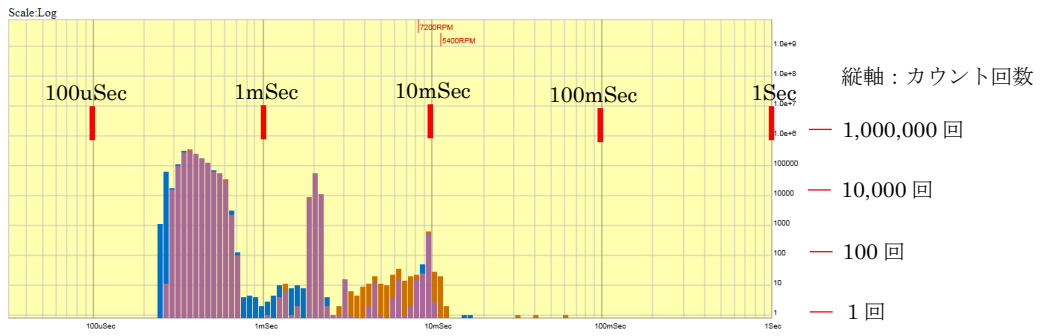
(1) HGST Deskstar NAS HDD は Read、Write 共にほとんどの応答時間が 10mS 以内に収まっています。今回評価した中で最も応答時間分布特性が良い NAS HDD と言えます。

(2) Seagate の通常 NAS HDD、及び Enterprise NAS HDD は 20mS を超えて 90mS 付近まで分布しています。この Seagate 2 機種を比べると Enterprise NAS HDD の方が良い特性を示しています。

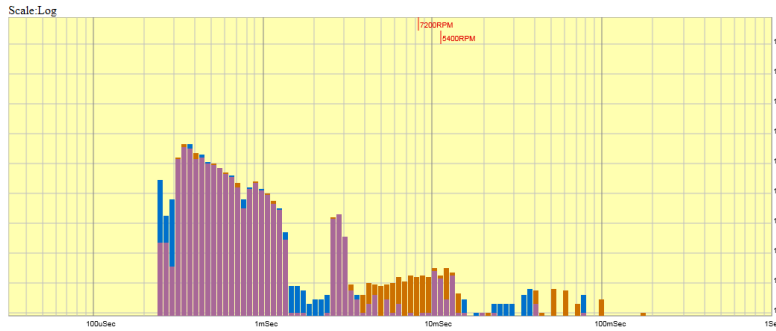
(3) Western Digital では、WD Red Pro では 20mS を超える応答はほとんどありません。Pro でない方は、20mS を超えて 140mS 程度まで、それほど多くはありませんが応答時間の分布が見られます。この Western Digital 2 機種を比べると、WD Red Pro の方がとても良い特性を示していると思われれます。

2.3 高速モード応答時間分布特性の計測結果

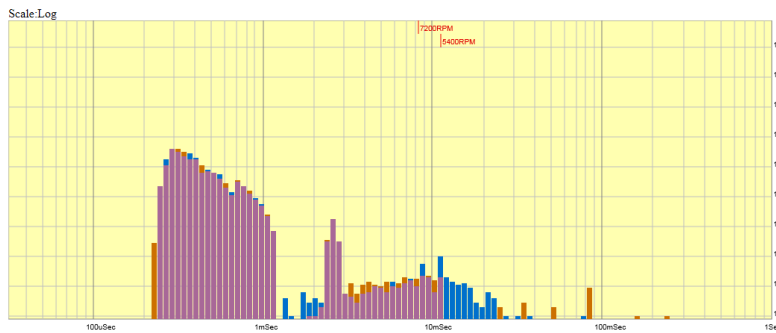
2.3 (a) HGST, Deskstar NAS HDD :



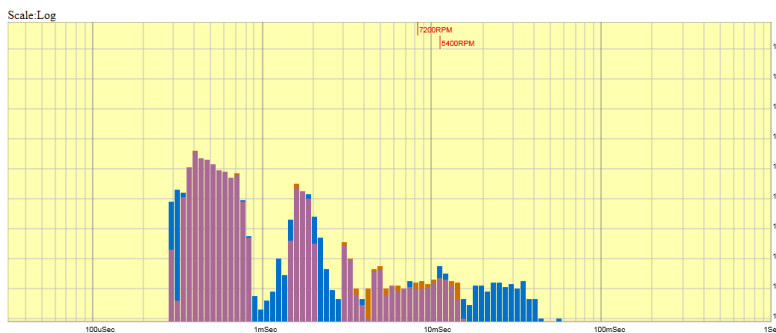
2.3 (b) Seagate, NAS HDD :



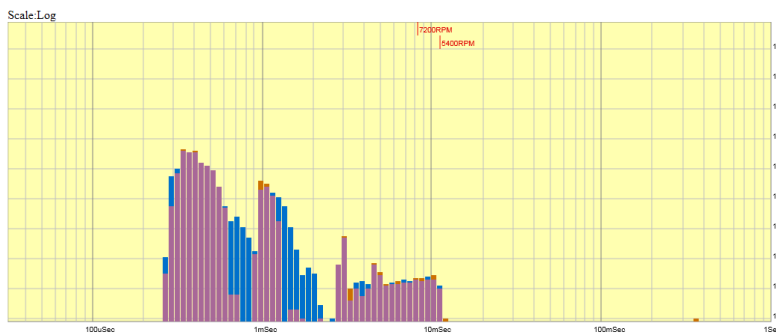
2.3 (c) Seagate, Enterprise NAS HDD :



2.3 (d) Western Digital, WD Red :



2.3 (e) Western Digital, WD Red Pro :



■応答時間分布特性(高速モード)に関するコメント

フルスキャンでの計測はヘッドシークが最小限であるテストであるのに対し、高速モードアクセス(クイックスキャン)での計測は、ヘッドシークを伴うテストです。

- (1) HGST Deskstar NAS HDD はほとんどの応答時間が 12mS 以内に収まっています。フルスキャンと比べると僅かに低下している程度だと思われます。
- (2) Seagate の NAS HDD、及び Enterprise NAS HDD に関しては、フルスキャンと高速モードアクセスでほとんど差はないと思われます。
- (3) Western Digital の WD Red と ED Red Pro もフルスキャンと高速モードアクセスでほとんど差はないと思われます。
- (4) ヘッドシークを伴う高速モードアクセスでは、前述のシーケンシャルアクセス時の応答時間分布特性の傾向を踏襲していると思われます。このことは、全ての HDD が新品と言うこともあり、シーク動作が性能低下につながる様な HDD はなかったと言えます。

Appendix-1 : 評価した HDD と計測機器

A1.1. 評価対象 HDD

HGST, Seagate, Western Digital 各社の NAS 用 HDD としてリリースされている HDD で、条件を同じにするため、記録容量が 3.0TB の 3.5 インチ HDD を評価対象としています。型番は以下の通り :

- (a) HDN724030 3.0TB : HGST, Deskstar NAS HDD
- (b) ST3000VN000 3.0TB : Seagate, NAS HDD
- (c) ST3000VN0001 3.0TB : Seagate, Enterprise NAS HDD
- (d) WD30EFRX 3.0TB : Western Digital, WD Red HDD
- (e) WD3001FFSX 3.0TB : Western Digital, WD Red Pro HDD

A1.2. 計測機器

リアルタイム HDD テスターは、応答時間の分解能が 1 μ S~1000mS まで計測・表示可能な、HDT-201A を使用しました。



HDT-201A 外観

【製品概要】

- ・ HDT-201A は高信頼 HDD やリアルタイム記録再生性能を要求される HDD の選別を行なう業務用 HDD テスターです。また、HDD のスクリーニング用途、経年劣化等による信頼性の低下が疑われる場合の HDD の各種特性を計測することが出来、故障診断や故障予測に役立ちます。
- ・ 汎用 SATA コントローラチップをベースにした従来型 HDD テスターでは不可能であった高精度 (1 μ S オーダー) のアクセス応答特性をリアルタイムに計測することが出来ます。FPGA とマイクロプロセッサの組み合わせで、柔軟で且つ厳密な計測を可能にしました。
- ・ 完全ハードウェアロジック計測機能。従来の一般的な Read/Write 性能計測 (READ/WRITE 時の平均転送性能 : MB/s) に加え、ATA コマンド発行から完了までの応答時間を FPGA に実装したハードウェアロジックで計測します。
- ・ 応答時間分布特性計測機能リアルタイム計測された応答時間をヒストグラムとしてプロファイル表示することで、HDD のアクセス応答時間分布特性を把握することが可能です。プロファイル表示される応答時間分布特性は信頼性判断や HDD の選別を行うことが可能です。

A1.3. 性能評価項目

今回の評価では以下の3項目を計測し評価しました。

- ・全領域転送速度性能 (フルスキャン)
- ・全領域応答時間分布特性 (フルスキャン)
- ・高速モード応答時間分布特性 (クイックスキャン)

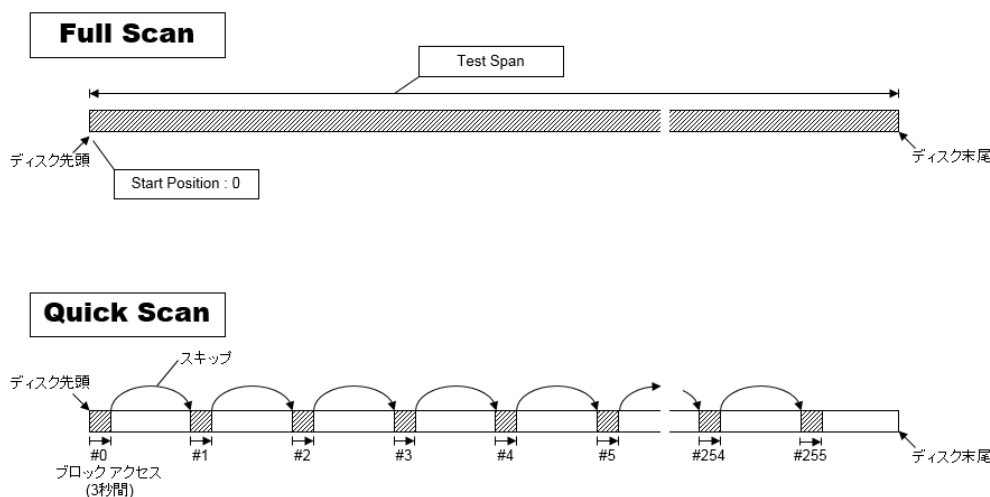
(計測条件)

転送サイズ	: 128 Sector 単位 (64KB 単位)
SATA コマンド発行間隔	: 0uSec (ノーウェイト)
Write Cache	: イネーブル
Read Cache	: イネーブル

※フルスキャンとクイックスキャン(高速モードアクセス)

フルスキャンは全領域をシーケンシャルにアクセスする試験です。

クイックスキャンはテスト領域を 256 領域に分割して、各分割領域のその先頭部分を約 3 秒間アクセスして計測を行います。クイックスキャンは、シーケンシャルアクセスでの応答時間特性・Read/Write 性能と、分割領域を移動する際のヘッドシークを伴う応答時間を反映した 応答時間特性・Read/Write 性能の結果を表示します。



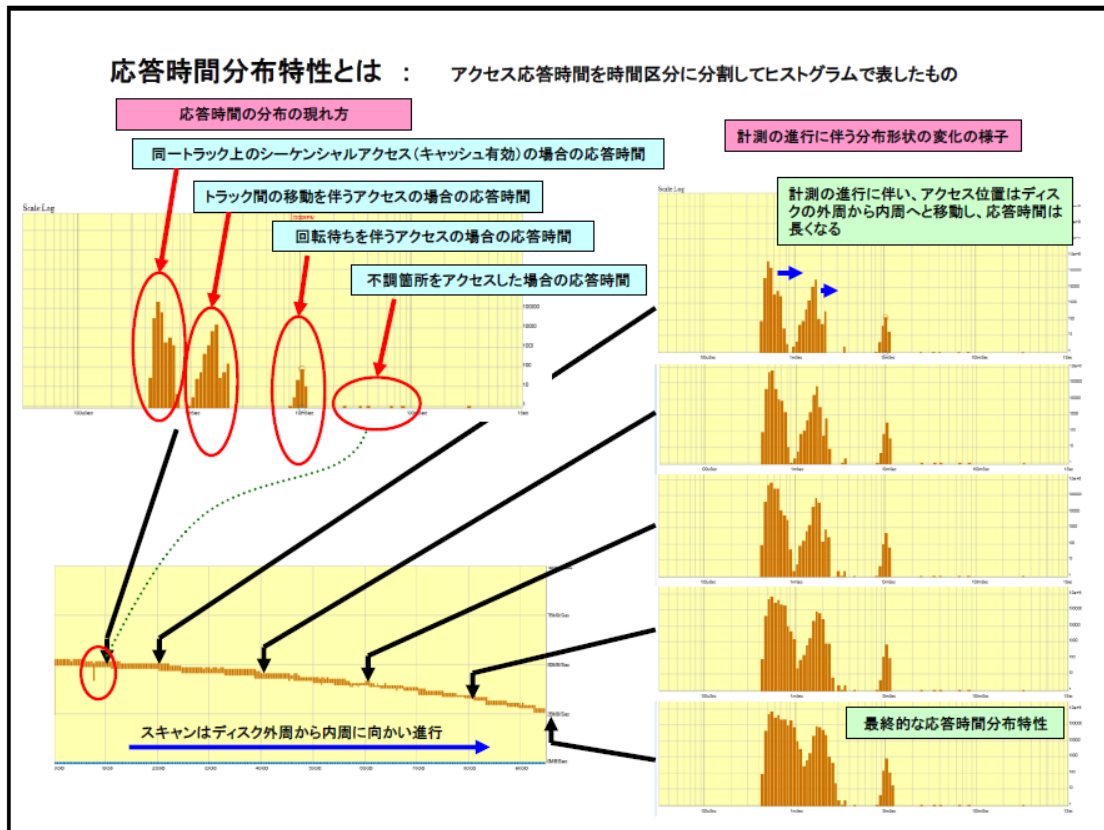
※Read/Write 性能とは

HDD の性能を現す指標です。HDD の書き込み若しくは読出しアクセスの能力をデータ転送能力(一般的には MB/Sec で表示)で表し、グラフ上の縦軸に割当てます。横軸は HDD 記録ディスクの論理的な記録位置です。一般的には、HDD の全領域若しくは一部の領域をシーケンシャルにアクセスしながらその記録位置のアクセス性能をプロットしてグラフを作成します。

※応答時間分布特性とは

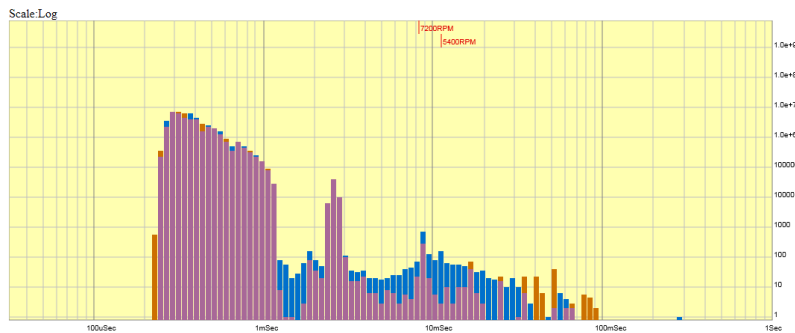
HDD の性能及び信頼性を把握する指標です。 試験対象である HDD に対し、書込み若しくは読出しの処理要求信号の発行から処理完了通知の受信までの時間を応答時間として測定します。次に得られた応答時間を幾つかの時間区分に分類して該当する区分の回数を更新して蓄積します。この蓄積されたデータを分布解析（ヒストグラム解析）したものを HDD の応答時間分布特性と定義します。

正確な応答時間分布特性を得るには、十分な分解能を有した時間計測機能と計測された時間を基に複数の時間区分に選別し、該当する時間区分の回数を計測し蓄積します。この蓄積されたデータを分布解析(ヒストグラム解析)したものを応答時間分布特性(※)と呼んでいます。



※グラフの色

グラフ中の色は、青が書込み(Write)、橙が読出し(Read)、紫が Write と Read の重なっている箇所を表します (HDDRead/Write 性能と応答時間分布特性共に同じ)。



Read と Write のグラフ内での表示

Appendix-2 : Seagate EnterpriseNAS HDD(ST3000VN0001)の電源投入直後の挙動 (低温起動時)

Seagate の HDD では HGST や Wester Digital にはない挙動が見られましたので、ここで記します。起動時の環境温度が低温の場合、一定時間(約 10 分間程度)、転送速度が定常時と異なる挙動を示すようです。ここで言う低温とは凡そ 10°C以下で、上記の現象が確認が確認できており、それ以上の温度では確認できていません。

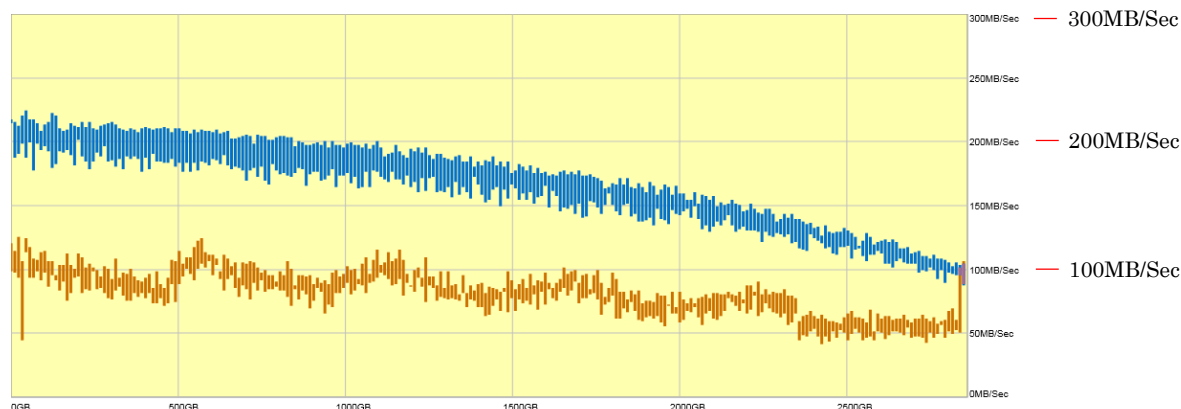
以下に、顕著だった Seagate EnterpriseNAS HDD の低温時の計測結果を記します。高速モードアクセス (クイックスキャン) の最初の 10 分間程とそれ以降の性能は明らかに違っています。

最初の 10 分間ほど(橙色のグラフ)は Read 性能で通常の約半分程度に低下しています(図 A2.1(a))。

応答時間も Read/Write 性能に応じて低下していることが確認できます(図 A2.2 (a))。

念のために、1 回目の計測直後に 2 回目の計測を行なった結果も掲げます(図 A2.1(b) 及び A2.2 (b))。2 回目以降は Read/Write 共に通常の転送速度が得られています。

A2.1 (a) 電源投入直後の高速モードアクセスの Read/Write 性能



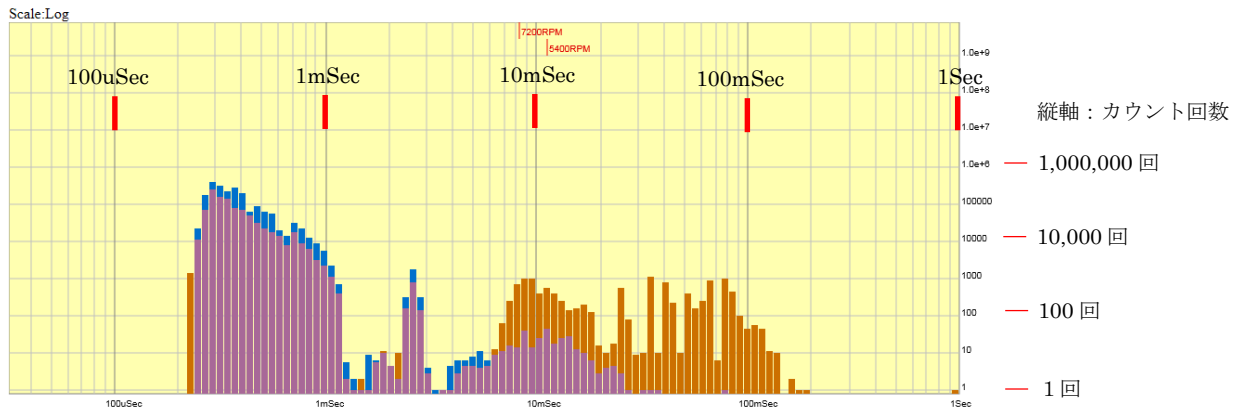
A2.1 (b) 2 回目以降の高速モードアクセスの Read/Write 性能



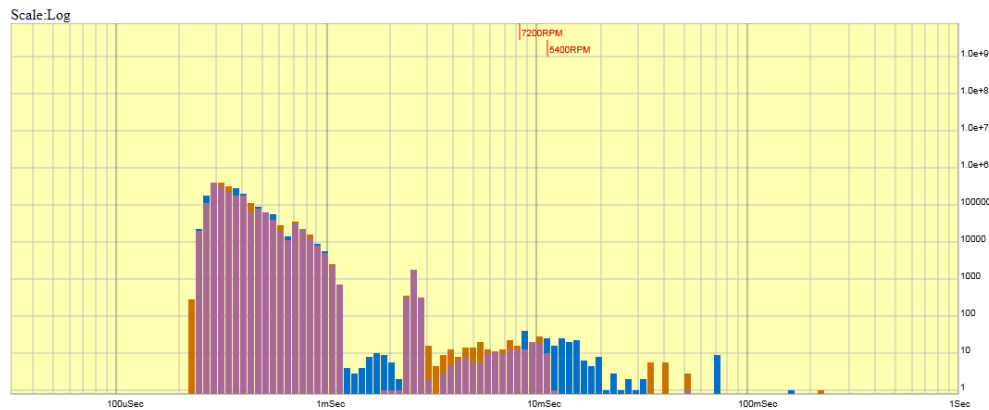
上図では Read 性能が低下しているのが観測されていますが、それは電源投入後に Read 性能を計測し、その後、Write 性能を計測したためです。

電源投入直後に Write 性能の計測を先に行えば、Write 性能が約 10 分間ほど低下することを確認しました。

A2.2 (a) 電源投入直後の高速モードアクセスの応答時間分布特性



A2.2 (b) 2回目以降の高速モードアクセスの応答時間分布特性



本件は、後日、オリオスペック様から HDD メーカーに確認してもらったところ、TCLPM (Temperature Controlled Low Power Mode) と呼ばれる、低温時にはシークロスを低減させるための機能を有しており、TCLPM 動作中はシーク性能が低下することが分かりました。尚、この機能は、温度閾値：10℃以下で動作するとのこと。

以上

改定履歴：TRP-LBS-1602-NAS-B-R02

- ・ 2016年1月18日 初版
- ・ 2016年2月16日 第2版：Seagate Enterprise NAS HDD 低温時挙動のメーカー回答を追加

2016年2月16日

レディバグシステムズ

<http://www.ladybugsystems.com/>