

総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループ
取りまとめ（磁気ディスク装置判断基準等）
（案）

令和2年6月29日

総合資源エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準
ワーキンググループ

総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループでは、磁気ディスク装置のエネルギー消費性能の向上に関し、製造事業者等の判断の基準となるべき事項等について審議し、以下のとおりとりまとめた。

1. 現行基準の評価【別添1】

現行基準の磁気ディスク装置のエネルギー消費効率については、2011年度目標基準値の達成により2007年度比で75.8%改善見通しであったが、2011年度実績では75.9%改善と見通しを上回っており、記録密度の向上とともにエネルギー消費効率の向上が図られている。

表1. エネルギー消費効率の実績
(2007年度及び2011年度)

	2007年度実績	2011年度目標基準値	2011年度実績
エネルギー消費効率	0.019	0.00460 (75.8%)	0.00457 (75.9%)

(出所) 経済産業省調べ

(説明) 単位はW/GB、エネルギー消費効率は対象機器のエネルギー消費効率を出荷台数で加重平均した値。

現行基準の目標年度(2011年度)以降はエネルギー消費効率の改善は鈍化傾向にあるものの、ディスク搭載枚数の増加等の記憶密度の増加技術や、CPU・メモリ等の半導体の微細化による消費電力の低減技術等により更なる効率向上が期待されている。このため、新たな基準の策定により一層のエネルギー消費性能の向上を促進する必要がある。

2. 基準見直しにあたっての基本的な考え方【別添2】

インターネットの普及によりビジネスだけではなく広く社会全体のデジタル化・ネットワーク化が進展し通信量が増加している。ストレージの種類も多様化する中で、磁気ディスク装置はデータセンター等での大量の情報や長期保存のストレージとしての需要も高まっている。磁気ディスク装置のうち、データセンター等で使用されるようなディスクドライブ数が12台以上搭載可能な磁気ディスク装置は、磁気ディスク装置全体の9割以上のエネルギー消費量を占めている。こうしたことから、データセンター等で使用されるようなディスクドライブ数が12台以上搭載可能な磁気ディスク装置について、一層のエネルギー消費性能の向上を促進する必要がある。

また、磁気ディスク装置のエネルギー消費効率においては、ISO/IEC規格が制定されており、国際基準を踏まえた磁気ディスク装置のエネルギー消費効率の測定方法等について検討する必要がある。

3. 製造事業者等の判断の基準となるべき事項等

(1) 対象範囲【別添3】

磁気ディスク装置のうち、以下のものについては、対象から除外する。

- ①市場での使用割合が極度に小さいもの
記憶容量が1ギガバイト以下のもの。
- ②測定方法が確立しておらず目標基準値を定めること自体が困難なもの
交流電源から給電を受けずUSBケーブル等直流電源の給電のみで動くもの。

(2) エネルギー消費効率及びその測定方法【別添4】

①エネルギー消費効率

測定した消費電力をワット単位で表した数値を、記憶容量をギガバイト単位で表した数値で除した数値とする。記憶容量は、物理的に記憶できる最大の記憶容量であり、磁気ディスク装置に搭載するデータ記憶に使用するディスクドライブ毎の記憶容量の合計とする。ディスクアレイの冗長部分やミラーリングのミラー部分の記憶容量が含まれ、容量最適化技術による論理容量は含まない。

②エネルギー消費効率の測定方法

国際規格（ISO/IEC 24091：2019 情報技術—データセンターストレージの電力効率測定の様式 Information technology—Power efficiency measurement specification for data center storage）に準じ、下記の測定条件とする。

- (ア) 周囲温度は18～28℃、周囲湿度は15～80%とすること。
- (イ) 電源電圧は定格消費電力が1500W以下では電源電圧の±1%、1500W超では±5%の範囲とすること。
- (ウ) 電源周波数は定格周波数とすること。
- (エ) ディスクドライブが12台以上搭載可能な磁気ディスク装置については、必要な電源、バッファ用のキャッシュメモリ、制御装置を搭載し、制御装置に接続可能な記憶容量が最大となる構成（以降、「最大構成」という）で測定すること。最大構成で実測が困難な場合には計算式によって算出することを可能とする¹。この場合には、製造事業者等はエネルギー消費効率の算出過程を明らかにすることが必要である。なお、3.5インチのディスクドライブを含む構成（区分V）と2.5インチのディスクドライブのみで構成（区分VI）の双方の構成が取り得る磁気ディスク装置である場合は、それぞれの最大構成で測定すること。

¹ 制御装置をもつ筐体（以降、「基本筐体」という）と制御装置を持たない筐体（以降、「拡張筐体」という）からなる構成の消費電力から基本筐体の消費電力を差し引くことにより、拡張筐体の消費電力を求め、最大構成時の拡張筐体の個数との積に基本筐体の消費電力を加算することで、最大構成の消費電力とすることができる。

(オ) 電源を入力し、ディスクドライブが回転している状態で、直ちにデータの書き込み及び読み取りをすることが可能な状態（以降、「レディアイドルモード」という）で、5秒以下の測定間隔で消費電力を7200秒間測定し、平均消費電力を算出すること。ただし、区分ⅠからⅣの単一の電子計算機等に接続して用いる磁気ディスク装置については、出荷段階で設定されたレディアイドルモードからスリープモードやスピンドアウンモードへの移行時間が試験時に解除できない場合がある。ISOで規定された7200秒間の測定時間中、レディアイドルモードを保持できない場合には、例えば電源入力直後の消費電力の変動が解消し、変動率が10%以内となってから測定を開始し、測定時間を60秒間としてもよい。この場合には、製造事業者等はエネルギー消費効率の測定過程を明らかにすることが必要である。

(3) 目標年度【別添5】

エネルギー消費効率の改善に向けた開発の時間を十分に確保する等の観点から、2023年度（令和5年度）とする。

(4) 区分と目標基準値【別添6】

ディスクドライブが単一のもの（以下「単体ディスク」という。）については、2.5インチ製品のバスパワー化により、対象の大層が3.5インチディスクドライブであるため、ディスクサイズによる区分は行わず、ディスクドライブ内のディスク枚数の違いにより1枚、2枚又は3枚、4枚以上の3つの区分（区分ⅠからⅢ）とする。ディスクドライブを2～11台搭載可能な磁気ディスク装置については現行のサブシステムの2区分を統合する（区分Ⅳ）。データセンター等で用いられる様なディスクドライブを12台以上搭載可能な磁気ディスク装置については、ディスクドライブの外形寸法により2つに区分（区分Ⅴ及びⅥ）する。

ディスクドライブ台数が1～11台以下の区分Ⅰ～Ⅳの目標基準値については、当該区分に含まれる現行基準の各区分のうち、最も出荷台数の多い区分（現行区分A, B, C, N）の目標基準値に据え置くこととする。

ディスクドライブ台数が12台以上であって、3.5インチのディスクドライブ²を含んで構成される区分Ⅴについては、大層を占める7200回転の磁気ディスク装置のエネルギー消費効率が0.0019W/GBと最も高く、この値をベースにディスク枚数の増加の技術開発による向上を考慮して、0.0017 W/GBを目標基準値とする。

2.5インチディスクドライブ³のみから構成される区分Ⅵについては、複数の回転数のディスクドライブが使用されているため、ディスクドライブの回転数（N）を変数とし7200回転と15000回転のトップ値の接線を目標基準値の関係式とする。

² ディスクドライブの直方体の最も辺が長い長辺、最も短い短辺、中間の中辺のうち中辺が75mm超のものとする。

³ ディスクドライブの直方体の中辺が75mm未満のものとする。

表2. 磁気ディスク装置の目標基準値

ディスクドライブ 搭載可能数	ディスクドライブの形状及び性能		区分名	基準エネルギー消費効率の 算定式
	ディスクドライブ 外形寸法	ディスク枚 数		
1台	—	1枚	I	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.8)$
		2枚又は3枚	II	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.2)$
		4枚以上	III	$E = \exp(2.11 \times \ln(N) - 23.5)$
2-11台	—	—	IV	$E = \exp(1.56 \times \ln(N) - 17.7)$
12台以上	3.5インチを含む構成 (幅75mm超)	—	V	0.0017
	2.5インチのみの構成 (幅75mm以下)	—	VI	$E = \exp(0.965 \times \ln(N) - 14.3)$

備考1：目標基準値のE及びNは次の数値を表すものとする。

E：基準エネルギー消費効率（単位：ワット/ギガバイト）

N：ディスクドライブの定常回転数（単位：回毎分）

備考2：lnは底をeとする対数を表す。

備考3：回転数の異なるディスクドライブが混載される場合にあつては、回転数（N）は、各ディスクドライブの回転数を搭載台数で加重平均した値とする。

（5）達成判定方法

各製造事業者等は、目標年度以降の各年度において国内向けに出荷する磁気ディスク装置において、区分毎に出荷した磁気ディスク装置の数（ディスクドライブを複数有するものにおいては基本筐体の数）により加重平均した値が基準エネルギー消費効率を当該機器の出荷台数により加重平均した数値を上回らないようにする。

単体ディスクも対象としてエネルギー消費性能の向上を求めていることを踏まえ、ディスクドライブが12台以上搭載可能な磁気ディスク装置については、報告徴収時に出荷した磁気ディスク装置毎に構成する筐体数（基本筐体と拡張筐体の数）の報告を求める。

なお、現行と同様に、既に販売ピークを過ぎた製品を除外すべく、目標年度以降の各年度における出荷台数が過去の1年度の最高出荷台数の10%以下である機種については基準の達成判定において除外することとする。

（6）表示事項等

①表示事項

エネルギー消費効率に関し製造事業者等は、次の事項を表示すること。

(ア) 品名又は形名

(イ) 区分名

(ウ) 装置の最大記憶容量、ディスクドライブの種類、回転数、

最大構成時のディスクドライブ搭載台数（区分Ⅴ及びⅥに限る。）

(エ) エネルギー消費効率

(オ) 製造事業者等の氏名又は名称

(カ) エネルギー消費効率とは、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（昭和54年法律第49号。以下「省エネルギー法」という。）で定める測定方法により測定した消費電力を省エネルギー法で定める記憶容量で除したものである旨

②遵守事項

エネルギー消費効率に関する表示に際して製造事業者等が遵守すべき事項は、以下のとおりとする。

(ア) エネルギー消費効率は、有効数字3桁以上で表示すること。

(イ) 表示事項の表示は、性能に関する表示のあるカタログ及び機器の選定にあたり製造事業者等により提示される資料に記載すること。

(ウ) 装置の最大記憶容量、ディスクドライブの種類、回転数、最大構成時のディスクドライブ搭載台数は、磁気ディスク装置の最大構成時である旨を付記すること。

(エ) 区分Ⅴ及びⅥのエネルギー消費効率は、最大構成時のものとし、その旨を追記すること。

V. 省エネルギーに向けた提言

(1) 使用者の取組

① エネルギー消費効率の良い磁気ディスク装置の選択に努めること。

② データセンターにおける磁気ディスク装置の使用に当たっては、機器構成、機器の高温での稼働性能、ソフトウェアによる省エネモードの使用も含めて適切かつ効率的な使用により省エネルギーを図るよう努めること。

(2) 製造事業者等の取組

① 磁気ディスク装置の省エネルギー化のための技術開発を推進し、エネルギー消費効率の良い磁気ディスク装置の普及に努めること。

② エネルギー消費効率の良い磁気ディスク装置の普及を図る観点から、「省エネルギーラベル」の速やかな導入を図り、使用者がエネルギー消費効率の良い磁気ディスク装置の選択に資するよう情報の提供に努めること。

③ 実際に使用される磁気ディスク装置は、その型式での最大構成とは異なる構成で使用されるケースも多いため、使用実態に基づくエネルギー消費効率の情報提供に努めること。

④ エネルギー消費効率を計算式によって算出した場合や測定時間を短縮した場合にはその過程を明らかにすること。

⑤ 国際的な基準、測定方法等の改正動向について情報収集を行い、その妥当性について検討を行うこと。

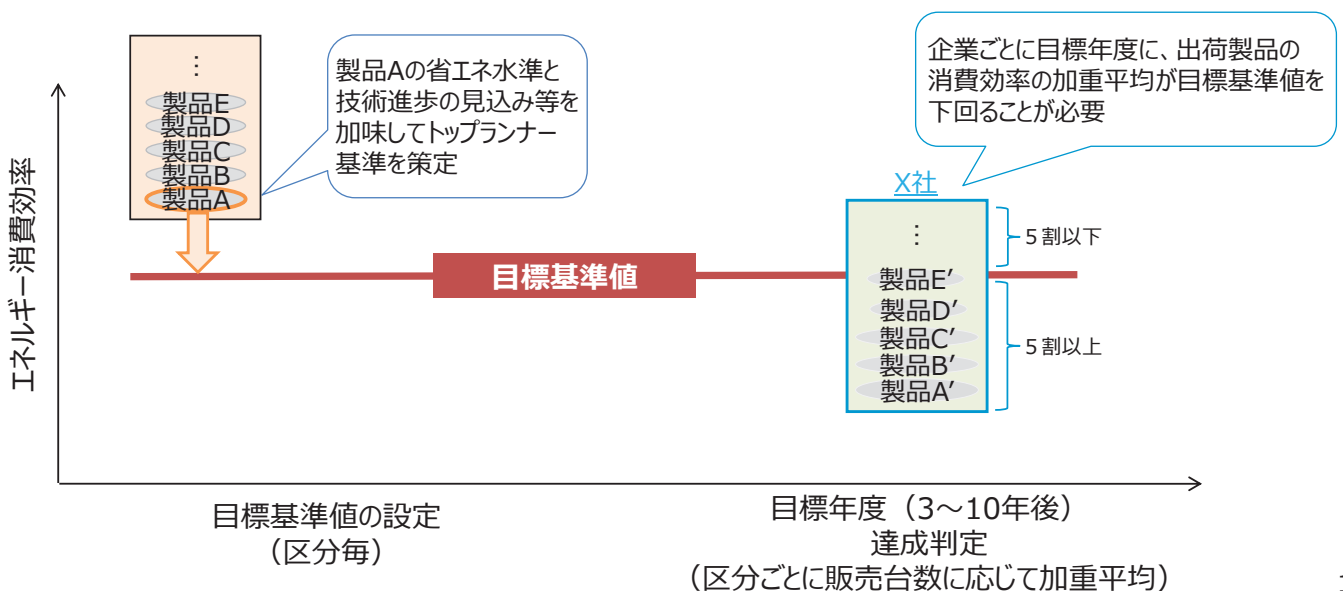
(3) 政府の取組

- ①エネルギー消費効率の良い磁気ディスク装置の普及を図る観点から、使用者及び製造事業者等の取組を促進すべく、必要な措置を講ずるよう努めること。
- ②製造事業者等の表示の実施状況を定期的・継続的に把握し、使用者に対してエネルギー消費効率等に関する正しく、分かり易い情報の提供がなされるよう適切な法運用に努めること。
- ③単体ディスクも対象としてエネルギー消費性能の向上を求めていることを踏まえ、ディスクドライブが12台以上搭載可能な磁気ディスク装置について、エネルギー消費の実態を把握するため磁気ディスク装置毎の筐体数(基本筐体及び拡張筐体)の把握に努めること。
- ④SSD (Solid State Drive) 等半導体ディスクは新基準の対象ではないが、その普及状況を注視する。

現行基準の評価

1. トップランナー制度による規制の概要

- エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）に基づき、これまで2005年度、2007年度、2011年度を目標年度とする基準を設定。製造事業者や輸入事業者に対して、目標年度までにエネルギー消費効率の目標達成を求めている。
- 未達成の製造事業者等には、相当程度のエネルギー消費効率の改善を行う必要がある場合に勧告、公表、命令、罰則（100万円以下）の措置がとられる。



2. 磁気ディスク装置の対象範囲（現行）

- 磁気ディスクをデータ記憶の媒体として使用するハードディスクドライブ（HDD）を搭載し、電子計算機と直接またはネットワーク接続し、ランダムアクセス※により、データの書き込み・読み出しを行う補助記憶装置をいう。

※ランダムアクセス：記憶されている場所や書き込みの順序に関係なく、必要なデータに直接アクセスできること。

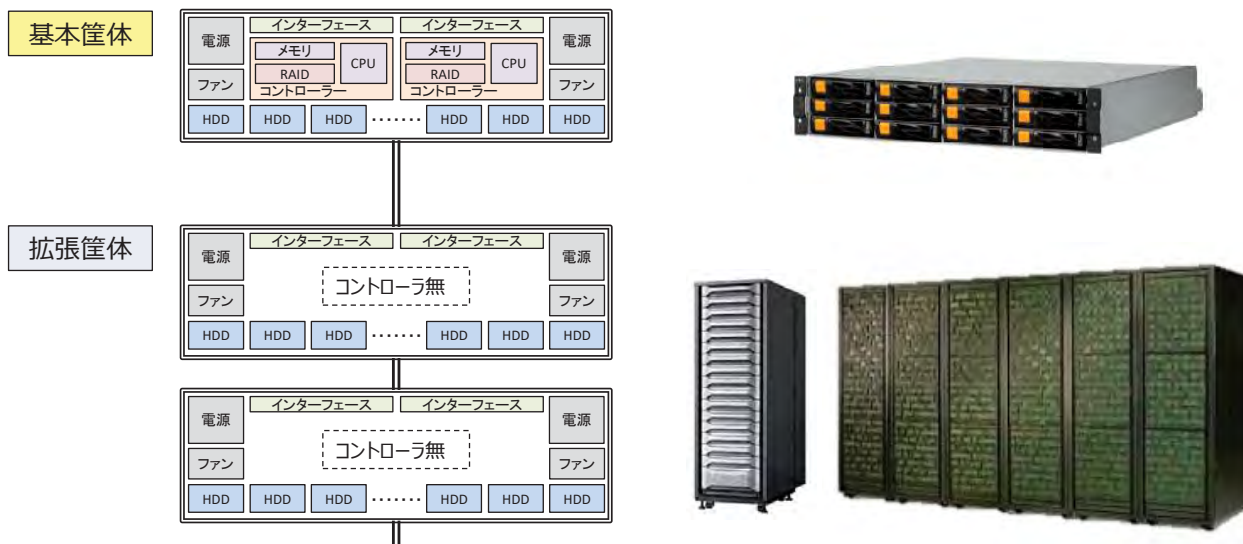


出所 電子情報技術産業協会

2

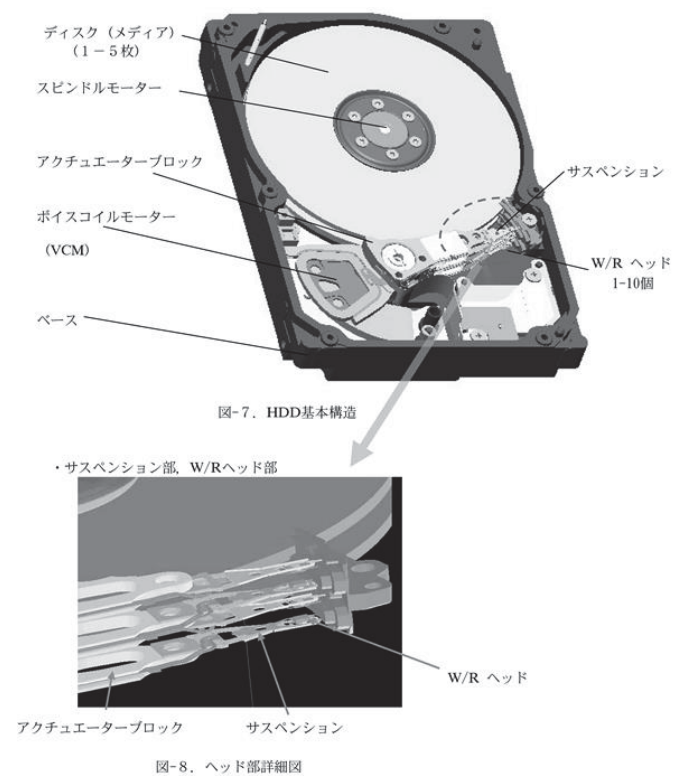
（参考）サブシステム磁気ディスク装置のイメージ

- データセンター等に用いられる磁気ディスク装置は、複数のディスクドライブを制御するRAID（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）機能等に必要なコントローラ（CPU・メモリ等）、電源及び冷却ファンを搭載している「基本筐体」と、コントローラ部以外のディスクドライブ等が搭載された「拡張筐体」から構成される。



3

(参考) ディスクドライブ (HDD) の構造



出所 電子情報技術産業協会 (JEITA)「磁気記憶装置に関する調査報告書」(2010年6月) 図-7、図-8

4

3. エネルギー消費効率 (現行)

- 磁気ディスクのエネルギー消費効率は、消費電力をワット単位で表した数値を記憶容量をギガバイト単位で表した数値で除した数値としている。

$$\text{エネルギー消費効率 (E)} = \frac{\text{消費電力 (P)}}{\text{記憶容量 (C)}}$$

エネルギー消費効率 (E) : 単位 (ワット/ギガバイト)

消費電力 (P) : 単位 (ワット)

ディスクが回転している状態で、直ちにデータの書き込み又は読み取りすることが可能な状態 (レディアイドルモード) の消費電力。

記憶容量 (C) : 単位 (ギガバイト)

記憶容量は、物理的に記憶できる最大の記憶容量であり、磁気ディスク装置に搭載するデータ記憶に使用するディスクドライブ毎の記憶容量の合計とする。ディスクアレイの冗長部分やミラーリングのミラー部分の記憶容量が含まれ、容量最適化技術による論理容量は含まない。

5

4. 現行基準の区分及び目標基準値

磁気ディスク装置の種類	磁気ディスク装置の形状及び性能		区分			基準エネルギー消費効率の算定式	
	ディスクサイズ	ディスク枚数	回転数	用途	区分名		
単体ディスク	75mm超	1枚			A	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.8)$	
		2枚又は3枚			B	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.2)$	
		4枚以上			C	$E = \exp(2.11 \times \ln(N) - 23.5)$	
	50mm超 75mm以下	1枚	5000回毎分以下			D	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 29.8)$
			5000回毎分超 6000回毎分以下			E	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.2)$
			6000回毎超			F	$E = \exp(4.30 \times \ln(N) - 43.5)$
		2枚又は3枚	5000回毎分以下			G	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.5)$
			5000回毎分超 6000回毎分以下			H	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 32.2)$
			6000回毎分超			I	$E = \exp(4.58 \times \ln(N) - 46.8)$
		4枚以上			J	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.9)$	
		40mm超 50mm以下	1枚			K	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.2)$
			2枚以上			L	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.9)$
サブシステム				メインフレームサーバ用のもの	M	$E = \exp(1.85 \times \ln(N) - 18.8)$	
				区分名がM以外のもの	N	$E = \exp(1.56 \times \ln(N) - 17.7)$	

- 備考 1. 「メインフレームサーバ」とは、専用CISC（ビット数の異なる複数の命令を実行できるように設計されたCPUのうち、電子計算機ごとに専用に設計されたものをいう。）が搭載されたサーバ型電子計算機（ネットワークを介してサービス等を提供するために設計された電子計算機をいう。）をいう。
 2. E及びNは次の数値を表すものとする。 E：基準エネルギー消費効率 N：回転数（単位 回毎分）
 3. lnは底をeとする対数を表す。

6

5. 現行基準の目標基準達成（2011年度）の状況

- 磁気ディスク装置の2011年度の出荷構成で加重平均したエネルギー消費効率は、2007年度比75.9%改善している（2007年度の基準策定時は75.8%の改善を見込んでいた）。
- 記録密度の向上とともにエネルギー消費効率の向上が図られている。現行基準の目標年度（2011年度）以降は鈍化傾向にある。

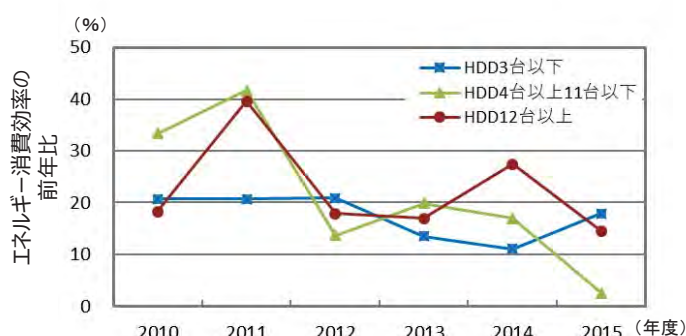
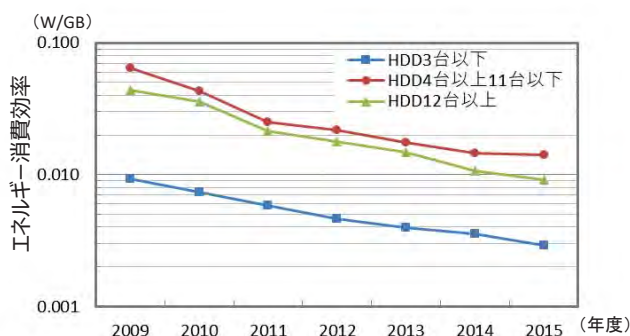
	2007年度実績	2011年度実績
磁気ディスク装置全体のエネルギー消費効率（W/GB）	0.019	0.00457(75.9%)

注1：括弧内は、2007年度実績からの改善率
 注2：エネルギー消費効率とは、対象製品のエネルギー消費効率を出荷台数で加重平均した製品1台当たりの効率
 出所 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会（第9回）資料4 p.17

磁気ディスク装置のエネルギー消費効率の推移

エネルギー消費効率の推移

前年比



出所 電子情報技術産業協会

7

6. 今後期待される省エネ技術①（消費電力の低減）

- 磁気ディスク装置のエネルギー消費効率を改善するには、磁気ディスク装置の消費電力を低減する技術と記憶容量を増加させる技術がある。
- 消費電力低減技術は、電子計算機等と共通技術が多い。

対象部品	技術概要
CPU、メモリ等	半導体の微細化による高集積化・低電圧化。
電源	交流入力から直流入力への変換効率の向上。 (例えば80Plus規格のゴールドランクの採用)
冷却ファン	周囲温度に合わせて効率的に冷却。
3.5型から2.5型への移行	サイズの小さいディスクを採用。
回路部品数の削減	MPU/メモリ/制御回路を1チップ化。

出所 電子情報技術産業協会

8

7. 今後期待される省エネ技術②（記憶密度の増加技術）

技術の種類	技術の種類	技術概要
データ記録方式	SMR（瓦書き記録方式）	トラックをずらしながら重ね書きすることによりトラック幅を狭めトラック数を増し、記録密度を向上。
読み込み技術	TDMR(Two Dimensional Magnetic Recording：二次元記録技術)	リーダー素子を2つに増やし、隣接する記録トラックにもまたがるように配置し、記録トラック間の干渉具合も読み取り、補正することで読み取り精度を高める技術。記録トラック間の間隔を狭め記録密度を高めることが可能。
書き込み技術	EAMR（エネルギーアシスト記録）	書き込みビットサイズをより小さくするため、書き込み素子を小型化する必要があるが、書き込み(磁化反転)力が弱くなる。これに対して記録時にディスクの磁性層にエネルギーを付加し保磁力を下げることで、磁化反転を補助する。エネルギー付加方法としてMAMRとHAMRの2つの方式(下記)がある。
	MAMR（マイクロ波アシスト記録）	高周波を印加し記録層の保磁力を下げ、書き込み時の磁化反転を補助、記録密度を向上
	HAMR（レーザー波アシスト記録）	レーザーで加熱し記録層の保磁力を下げ、書き込み時の磁化反転を補助、記録密度を向上。
ヘッド位置決め精度向上	TFC（Thermal Flying-height Control Slider：熱式浮上量調整スライダ） （マイクロ熱アクチュエータ）	熱によりヘッド素子の膨張をコントロールし、ヘッド・媒体間浮上すきまを3nm程度まで低減、安定化させることにより記録密度向上を実現。
ディスク搭載数の増加	He充填HDD	空気より密度が薄いHeをHDD内に充填し、フラッタを低減し、ディスクを薄くすることができ、ディスクドライブへの搭載枚数を増加。

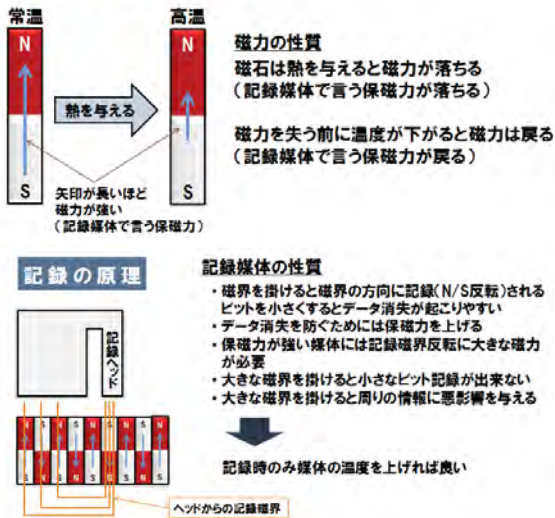
出所 電子情報技術産業協会

9

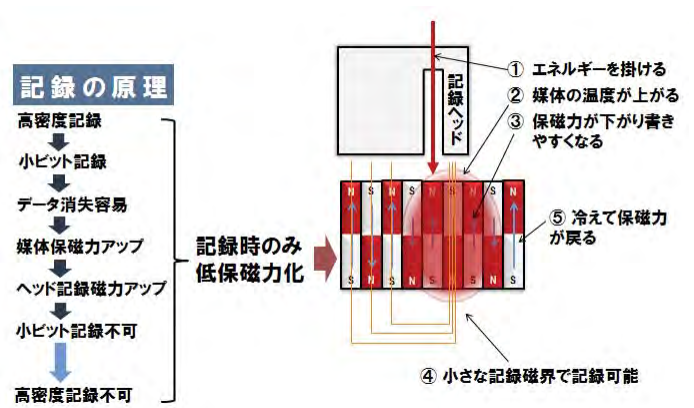
(参考) エネルギーアシスト技術

- 高密度記録を実現させるためには記録媒体の保磁力を高めることが必要だが、保磁力を高め過ぎると高磁界となり高密度な記録が不可。
- エネルギーアシスト技術は、記録時のみ、エネルギーを記録媒体に与えて加熱し、一時的に保磁力を弱め低磁界で記録することにより、高密度記録を実現する技術。

磁気ディスクの記録の原理



エネルギーアシスト技術の原理



出所 電子情報技術産業協会

10

(参考) データ記録方式及びヘッドの位置決め精度向上技術

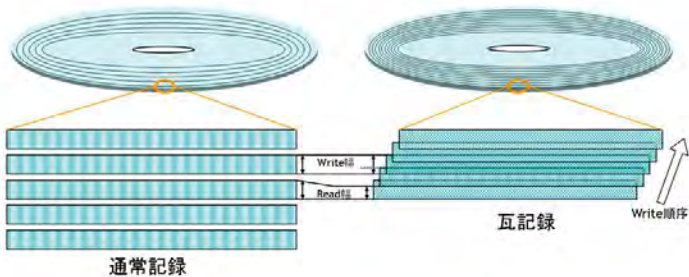
データ記録方式 (瓦書き記録方式)

ヘッド位置決め精度向上技術

◆ 瓦記録:

→ データを瓦のようにずらして書込むことにより、ヘッドのライト素子の幅を狭くすることなく、書込データの幅を狭くし、大容量化を実現する技術。

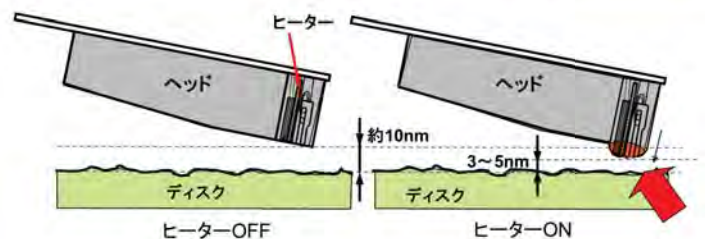
- ・トラック方向の記録密度を上げることができる。(書込幅 > 読出幅)
- ・ディスクへのデータ書き込みは、シーケンシャルのみ。
 - アーカイブ用途のHDDに適していると考えられる。



◆ DFH / TFHC; (Dynamic Fly Height Control/Thermal Flying-height Control)

HDDの高密度化 → ヘッド - ディスク間の距離を近づける必要があり、ヘッドの浮上高さの安定化制御技術。

ヘッドの素子部にヒーターを搭載し、ヒーターで熱を加えヘッドを膨張させることで、ヘッド-ディスク間の距離を調整し最適な位置に制御する。ヘッド浮上高は、空気密度に左右されるため、より高精度に浮上高さを制御するため温度センサー、気圧センサーを用いてヒーター電流を制御する方法。



出所 電子情報技術産業協会

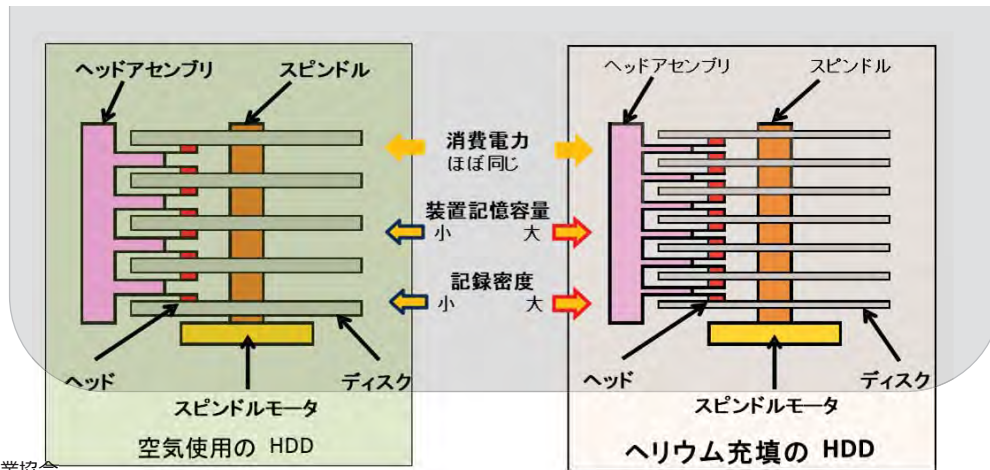
11

(参考) ディスク枚数の増加

ディスクドライブへのヘリウムガス充填技術

ディスクドライブ内部に空気より気体抵抗の低いヘリウムガスを充填し密閉することで、ディスク枚数の増加による大容量化及びモータの消費電力の低減を図る

- 省電力化 → 気体と機構部との摩擦抵抗でスピンドルモータの電力消費が発生する。気体の分子サイズを小さくすると消費電力が低減する。
- 高記録密度化 → 気体の分子サイズを小さくすると気体と機構部との摩擦を下げフラッター等が低減し記録用ヘッドの位置決め精度が向上する。
- 高記憶容量 → フラッターの低減で記録ディスクやヘッドアームを薄くできディスク枚数が増やせる。



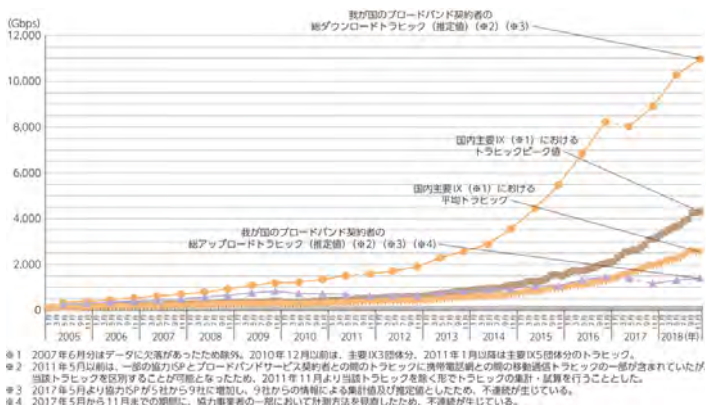
出所 電子情報技術産業協会

基準見直しにあたっての基本的な考え方

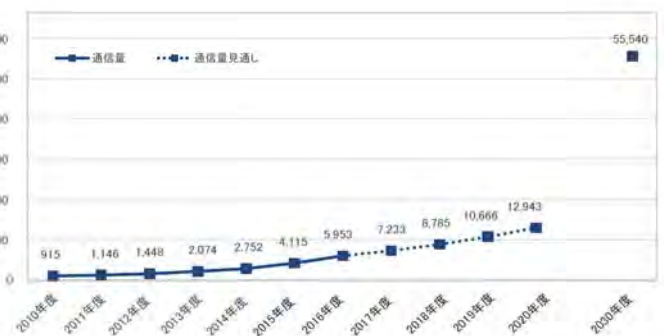
1. 通信量の需要の増大

- インターネットの普及によりビジネスだけではなく広く社会全体のデジタル化・ネットワーク化が進展するなかで通信量が増加している。
- ストレージの種類も多様化する中で、磁気ディスク装置はデータセンター等での大量の情報や長期保存のストレージとしての需要も高まっていると考えられる。

我が国のインターネット上を流通するトラヒックの推移



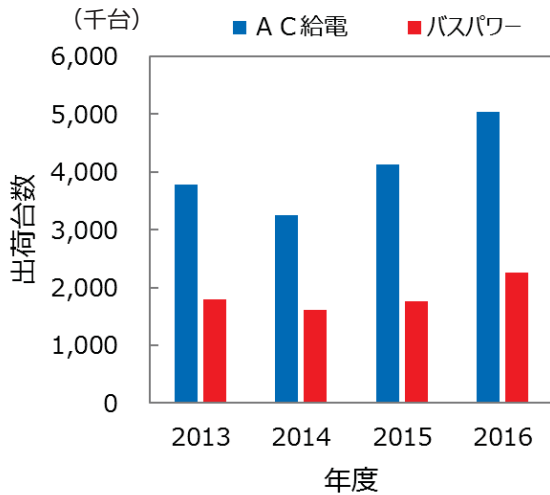
通信量（生産活動量）の推移と見直し



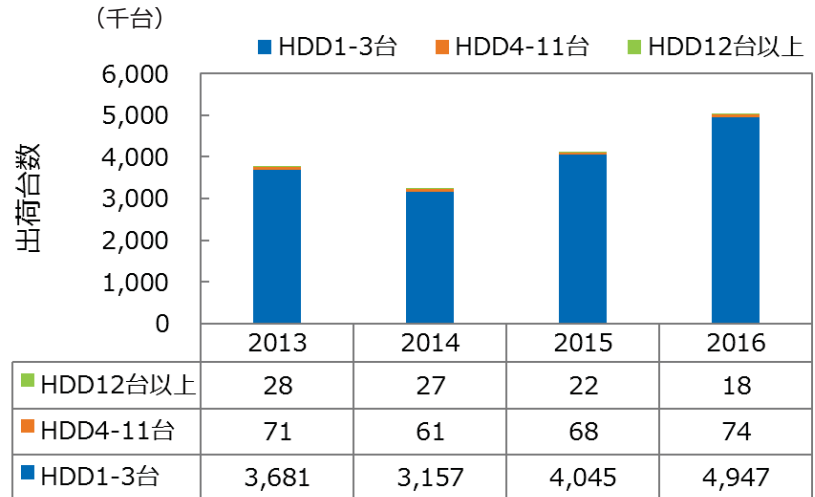
2. 磁気ディスクの国内出荷数量（推計）

- JEITA統計（カバレッジ50%程度）における磁気ディスク装置の2016年度の国内出荷数量は729万台。USBケーブル給電型（バスパワー）は、31%を占める。
- バスパワーを除く磁気ディスク装置について、搭載されるディスクドライブの台数により3つに区分した場合、ディスクドライブ3台以下が出荷台数の98%を占める。

交流電源給電型及びUSBケーブル給電型（バスパワー）の出荷台数推移



ディスクドライブ（HDD）台数別の磁気ディスク装置出荷台数推移（バスパワーを除く）



出所 電子情報技術産業協会

2

（参考）磁気ディスク装置のデバイス搭載数別のエネルギー消費量

- データセンター等で用いられるディスクドライブ12台以上を搭載する磁気ディスク装置の出荷シェアは0.5%に留まるが、搭載デバイス数や稼働時間を考慮するとエネルギー消費量は99.7%を占める。

デバイス搭載数別のエネルギー消費量（推計）

ディスクドライブ搭載数	ディスクサイズ	消費電力 (W)	年間稼働時間(h)	1台あたりの年間消費電力量 (kWh/台)	出荷シェア (2016年度)	総エネルギー消費量シェア
1～3台	2.5インチ	9	490 (一日80分程度)	4	97.8%	0.03%
	3.5インチ	29		15		
4～11台	3.5インチ	71	2920 (一日8時間)	210	1.6%	0.32%
12台以上	2.5インチ	1631	8322 (一日24時間) ※メンテナンス考慮	13,600	0.5%	99.7%
	3.5インチ	6280		52,000		

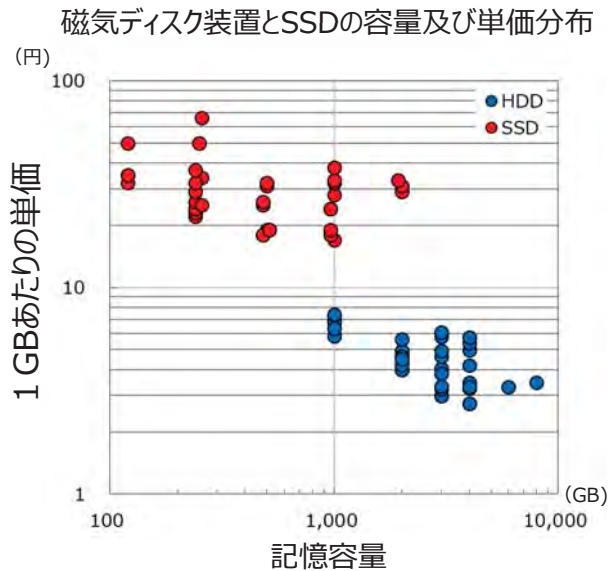
出所 電子情報技術産業協会

説明：2015年度出荷における平均的な磁気ディスク装置から推計。12台以上の磁気ディスク装置は2.5インチでは100台以上、3.5インチでは300台以上搭載されているものから試算。

3

(参考) 磁気ディスク装置とSSDの単価比較

- SSDは、HDD（ディスクドライブ）と比較して、低消費電力、応答速度が速いなどの特徴がある。下図では磁気ディスク装置の平均単価は5円程度、SSDの平均単価は30円程度で価格差は6倍。
- SSDは用途に応じた使い分けや混載などが進められている。



出所 価格.com (2019年2月6日時点)

説明 外付けタイプのハードディスクやSSDについて、当該サイトにおいて売れ筋製品から40製品を選択。最安の容量あたりの単価と記憶容量をプロット

製造事業者等の判断の基準となるべき事項等

1. 対象範囲

- 現行規制の対象範囲は、磁気ディスク装置のうち、以下を適用除外としている。
 - 記憶容量が1ギガバイト以下のもの（政令第18条第7項）
 - ディスクの直径が40ミリメートル以下のもの（省令第92条第6項第1号）
特殊な用途：小型
 - 最大データ転送速度が1秒につき270ギガバイトを超えるもの（省令第48条第6項第2号）
特殊な用途：スーパーコンピュータのような高度な処理能力を有する電子計算機の補助記憶装置
 - 既に販売ピークを過ぎた製品を除外すべく、目標年度以降の各年度における出荷台数が過去の1年度の最高出荷台数の10%以下である機種については、基準の達成判定において除外。（告示第269号第1項）

2. 次期基準の適用除外

- 交流電源から給電を受けず、USBケーブル等直流電源の給電のみで動く磁気ディスク装置（いわゆるバスパワー）は、消費電力が比較的小さく、国際規格において測定方法が明らかとなっていないため、新たに除外する。
- 市場に存在していないもの、特殊性が失われたものについては現行規制の除外から外す。

新たに除外するもの

- 交流電源から給電を受けず、USBケーブル等直流電源の給電のみで動く磁気ディスク装置（いわゆるバスパワー製品）。

現行規制の除外から外すもの

- ディスク直径が40ミリメートル以下のもの。
- 最大データ転送速度が1秒につき270ギガバイトを超えるもの。

エネルギー消費効率とその測定方法

1. エネルギー消費効率（現行）（再掲）

- 磁気ディスク装置のエネルギー消費効率は、消費電力をワット単位で表した数値を記憶容量をギガバイト単位で表した数値で除した数値としている。

$$\text{エネルギー消費効率 (E)} = \frac{\text{消費電力 (P)}}{\text{記憶容量 (C)}}$$

エネルギー消費効率 (E) : 単位 (ワット/ギガバイト)

消費電力 (P) : 単位 (ワット)

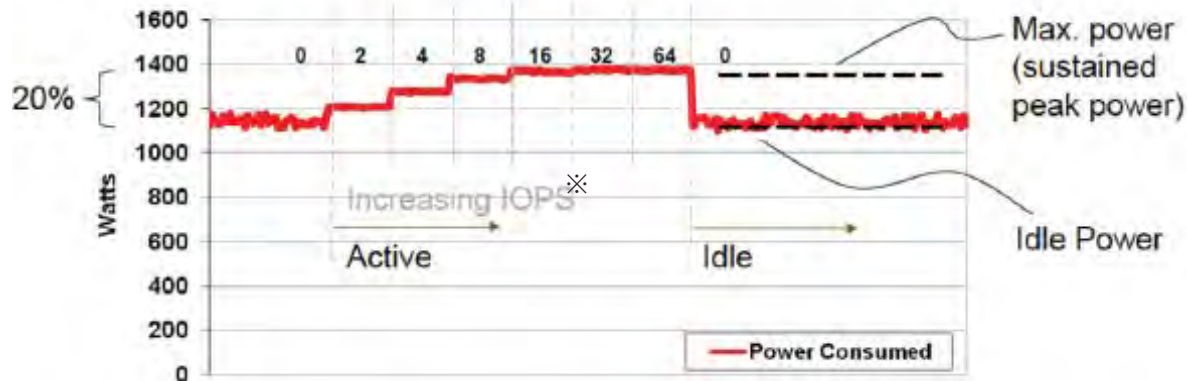
ディスクが回転している状態で、直ちにデータの書き込み又は読み取りすることが可能な状態 (レディアイドルモード) の消費電力。

記憶容量 (C) : 単位 (ギガバイト)

記憶容量は、物理的に記憶できる最大の記憶容量であり、磁気ディスク装置に搭載するデータ記憶に使用するディスクドライブ毎の記憶容量の合計とする。ディスクアレイの冗長部分やミラーリングのミラー部分の記憶容量が含まれ、容量最適化技術による論理容量は含まない。

(参考) アイドル状態の消費電力

- 磁気ディスク装置の消費電力は、一般的には書き込み時に最も大きくなるが、稼働時の書き込み時間の頻度は非常に限られた時間となる。また、消費電力とワークロード量とは線形比例しないことが報告されている。



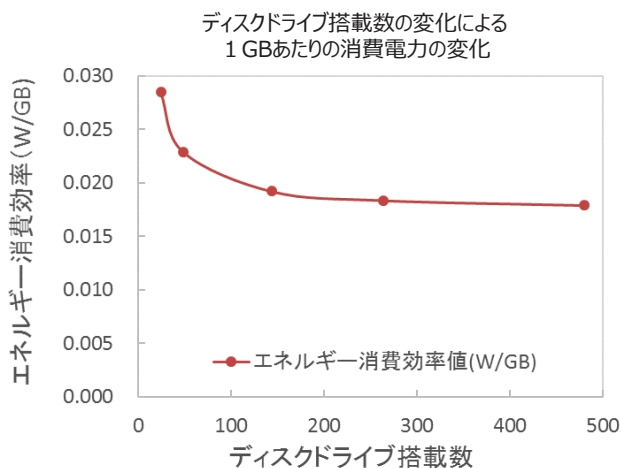
※IOPS (Input/Output Per Second) : ディスクが1秒間に処理できるI/Oアクセス数

出所 SNIA Green Storage Initiative <https://www.slideshare.net/TomHammondDoel/hammonddoeltuesday1045snws11>

2

(参考) 最大構成でのエネルギー消費効率

- サブシステム（ディスクドライブ2台以上）のエネルギー消費効率の測定については、制御装置、バッファ用のキャッシュメモリ、磁気ディスク装置を動作させるために必要な電源及び制御装置に接続可能な最大数のディスクドライブ及び最大数の入出力信号伝送路の範囲で測定するとしている。
- ディスクドライブ搭載数の増加に伴い、基本筐体及び拡張筐体の消費電力を拡張筐体を含む記憶容量で除するため、エネルギー消費効率は拡張筐体の1GBあたりの消費電力に近似することとなる。



	消費電力(W)	ディスクドライブ搭載数	HDD容量(GB)	エネルギー消費効率値(W/GB)
基本筐体	410	24	600	0.0285
拡張筐体	250	24	600	0.0174

	消費電力(W)	ディスクドライブ搭載数	記憶容量(GB)	エネルギー消費効率値(W/GB)
基本筐体+拡張筐体1台	660	48	28,800	0.0229
基本筐体+拡張筐体5台	1660	144	86,400	0.0192
基本筐体+拡張筐体10台	2910	264	158,400	0.0184
基本筐体+拡張筐体19台	5160	480	288,000	0.0179

出所 電子情報技術産業協会
(基本筐体 + 拡張筐体 (最大19台) の例。HDD : 2.5型、15krpm、600GB)

3

2. エネルギー消費効率の定義及び測定条件①

- エネルギー消費効率は、現行と同様に消費電力をワット単位で表した数値を記憶容量をギガバイト単位で表した数値で除した数値とする。
- 記憶容量及び平均消費電力の算定式については、国際規格（ISO/IEC 24091:2019 情報技術－データセンターストレージの電力効率測定の仕様 Information Technology - Power efficiency measurement specification for data center storage）に規定されているため、ISOの規定に準じて、測定条件を変更する。
- ただし、区分ⅠからⅣの単一の電子計算機等に接続して用いる磁気ディスク装置については、出荷段階で設定されたレディアイドルモードからスリープモードやスピンドアウンモードへの移行時間が、試験時には解除できない場合がある。
- 例えば、ISOで規定された7200秒間の測定時間中、レディアイドルモードを保持できない場合には、電源入力直後の消費電力の変動が解消し、変動率が10%以内となってから測定を開始し、測定時間を60秒間としてもよい。ただし、この場合には、製造事業者等は報告徴収等において、エネルギー消費効率の測定過程を明らかにすることが必要である。

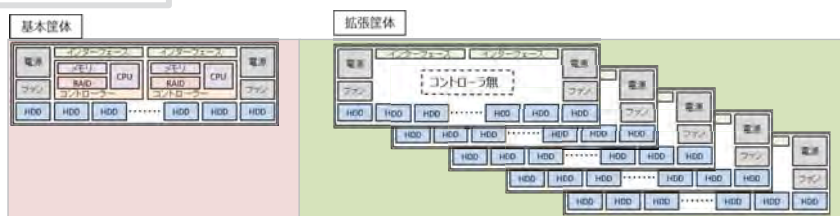
	改正案（ISO/IEC 24091準拠）	現行告示
周囲温湿度	18℃～28℃、15%～80%	16℃～32℃
電源電圧	1500W以下の銘板定格出力時：定格電源電圧±1% 1500W超の銘板定格出力時：定格電源電圧±5%の範囲	定格入力電圧±10%
平均消費電力	$P = \sum Ws / n$ P：測定時間中（7200秒間）の平均消費電力（単位：W） Ws：7200秒間に5秒以下の間隔でデータ収集したワットでの消費電力（単位：W） n：7200秒間に電力計によって収集されたデータ数	規定無し

4

2. エネルギー消費効率の定義及び測定条件②

- 現行規制では、ディスクドライブを複数搭載される磁気ディスク装置のエネルギー消費効率の測定は、制御装置、バッファ用のキャッシュメモリ、磁気ディスク装置を動作させるために必要な電源及び制御装置に接続可能な最大数のディスクドライブ及び最大数の入出力用信号伝送路を接続して測定するとされている。
- 次期基準では、ディスクドライブ数が12台以上搭載可能な磁気ディスク装置については、必要な電源、バッファ用のキャッシュメモリ、制御装置を搭載し、制御装置に接続可能な記憶容量が最大となる構成で測定すること。
- 3.5インチのディスクドライブを含む構成（区分Ⅴ）と2.5インチのディスクドライブのみで構成（区分Ⅵ）の双方の構成が取り得る磁気ディスク装置である場合は、それぞれの最大構成で測定する。

磁気ディスク装置



5

2. エネルギー消費効率の定義及び測定条件③

- エネルギー消費効率の測定にあたって実測が困難な場合は計算式により算出することも可能とする。この場合には、製造事業者等は報告徴収等において、エネルギー消費効率の算出過程を明らかにすることが必要である。

エネルギー消費効率の算定式

$$E = P_T / C_T$$

E (単位：W/GB)：エネルギー消費効率 =

P_T (単位：W)：平均消費電力

$$P_T = P_A + P_B \times N$$

P_A (単位：W)：基本筐体の平均消費電力

P_B (単位：W)：拡張筐体の平均消費電力

N：拡張筐体の台数

C_T (単位：GB)：製品の物理的記憶容量

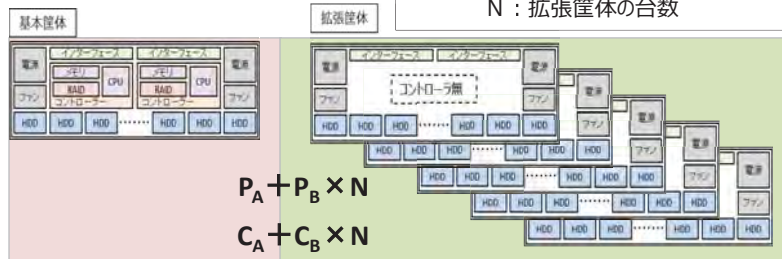
$$C_T = C_A + C_B \times N$$

C_A (単位：GB)：基本筐体の物理的記憶容量

C_B (単位：GB)：拡張筐体の物理的記憶容量

N：拡張筐体の台数

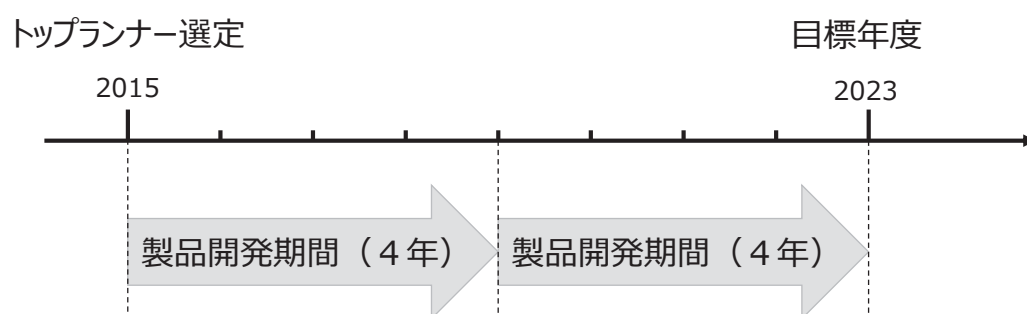
磁気ディスク装置



目標年度

目標基準値の設定 区分V（目標年度）

- 製造事業者によると効率に影響を与える仕様の見直しは製品開発サイクルは4年程度。
- 2015年度のトップランナーを選定し目標基準値の検討を行っているため、少なくとも2回の仕様見直しが可能となる8年を経た2023年度を目標年度とする。（区分VIも同様）



区分と目標基準値

1. 次期基準の区分

- 単体ディスクについては、バスパワー化により99.6%が3.5インチディスクドライブであるため、ディスクサイズによる区分は行わず、ディスクドライブ 1 台あたりのディスク枚数の違いにより区分する。
- サブシステムについては、ディスクドライブ台数が2～11台搭載可能な磁気ディスク装置については、現行 2 区分を統合する。データセンター等で用いられる様な12台以上搭載可能な磁気ディスク装置については、構成するディスクドライブのサイズによりエネルギー消費性能が異なるため、ディスクドライブの外形寸法により2つに区分する。

磁気ディスク装置 1 台あたりのディスクドライブ台数	ディスクドライブ 1 台あたりのディスク枚数	ディスクドライブの外形寸法	区分名 ※括弧内は現行区分の名称
1台	1枚	(規定無)	I (A, D, E, F, K)
	2枚又は3枚		II (B, G, H, I, L)
	4枚以上		III (C, J, L)
2～11台搭載可能なもの (以降「2～11台」という)	(規定無)	(規定無)	IV (N, M)
12台以上搭載可能なもの (以降「12台以上」という)	(規定無)	75mm超を含むもの (下記以外)	V (IV以外のN, M)
	(規定無)	75mm以下のみから 構成されるもの	VI (IV以外のN, M)

(参考) 単体ディスクの出荷推移

- 単体ディスクについては、ディスクサイズ1.8インチの製品（区分K, L）の出荷が確認できず、また2.5インチの製品（区分D～J）は適用除外のバスパワーの製品が99%を占めている。

磁気ディスク装置のディスクサイズ別・給電方式別出荷台数（ディスクドライブ搭載台数1～3台）（千台）

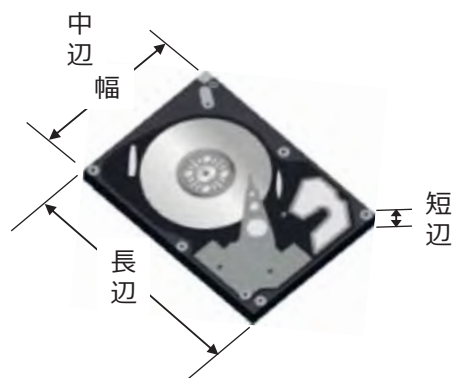
	給電方式	2013	2014	2015	2016
2.5インチ (ディスクサイズ: 50~75mm)	バスパワー	1793	1614	1754	2250
	AC給電	8.0	8.5	10.9	22.2
3.5インチ (ディスクサイズ: 75mm超)	バスパワー	0	3.1	0.4	0.6
	AC給電	3673	3149	4034	4925

出所 電子情報技術産業協会
説明 JEITA会員のケーブルを50%として推計

2

(参考) ディスクサイズの考え方

- 現行の基準では2.5型（63.5mm）と3.5型（88.9mm）のディスクサイズについては、ディスクサイズが75mm以下か、75mm超かで区分している。
- 他方で、ディスクドライブの製造事業者から提供されるディスクサイズの情報非開示になる場合があり、ディスク直径の代理変数として、ディスクドライブの外形寸法を用いる。
- 具体的には、ディスクドライブの幅（直方体の長辺、中辺、短辺のうち中辺）が75mm超、75mm以下の別に区分を設けることとする。



外形寸法75mmでの区分について

- ◆ ディスクドライブの寸法、形状、ネジ穴の位置等は、アメリカ合衆国のストレージベンダーを中心とした国際的な非営利団体であるSNIAが作成した規格に準拠している。
- ◆ 2.5型ディスクドライブ寸法 $69.85 \pm 0.25 \text{ mm}$ (中辺) \times $5 \sim 19 \pm 0.5 \text{ mm}$ \times 100.45 mm (SFF-8201 Specification for 2.5" Form Factor Drive Dimensions Rev3.4)
- ◆ 3.5型ディスクドライブ寸法 $101.6 \pm 0.25 \text{ mm}$ (中辺) \times $17.8 \sim 42 \text{ mm}$ \times 147 mm (SFF-8301 Specification for 3.5" Form Factor Drive Dimensions Rev1.9)
- ◆ $69.85 \pm 0.25 < \text{width} < 101.6 \pm 0.25$ よりディスク外形寸法の中辺75mmを区分の境界値とした。

3

2. 目標基準値の設定

- 次期基準については、エネルギー消費量の99.7%を占めるデータセンター等において用いられるサブシステムについては新たな目標基準値の設定を行う。
- 単体ディスクについては、2.5インチ製品のバスパワー化により、対象の99.6%が3.5インチディスクドライブであるため、ディスクサイズによる区分は行わず、ディスクドライブ1台あたりのディスク枚数の違いにより1枚、2枚又は3枚、4枚以上の3つの区分（区分ⅠからⅢ）とする。
- サブシステムについては、ディスクドライブの台数が2～11台搭載可能な磁気ディスク装置については現行2区分を統合する（区分Ⅳ）。
- ディスクドライブ台数が1～11台以下の新区分Ⅰ～Ⅳの目標基準値については、それぞれの区分に統合した現行区分のうち、最も出荷台数の多い区分（A,B,C,N）の目標基準値に据え置くこととする。

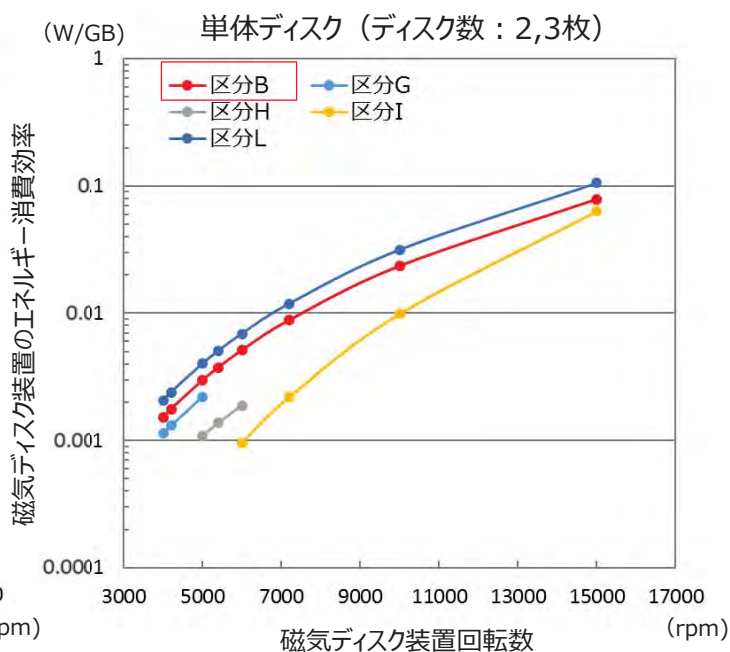
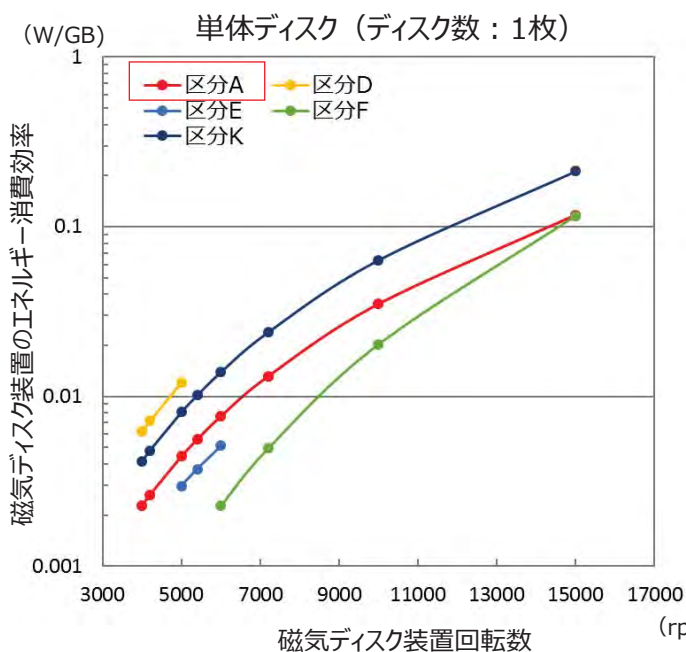
新区分	磁気ディスク装置1台あたりのディスクドライブ台数	ディスクドライブ1台あたりのディスク枚数 もしくはディスクドライブ外形寸法	目標基準値	現行区分
Ⅰ	1台	1枚	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.8)$	A, D, E, F, K
Ⅱ		2枚又は3枚	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.2)$	B, G, H, I, L
Ⅲ		4枚以上	$E = \exp(2.11 \times \ln(N) - 23.5)$	C, J, L
Ⅳ	2～11台		$E = \exp(1.56 \times \ln(N) - 17.7)$	N, M
Ⅴ	12台以上	外形寸法の中辺75mm超の ディスクドライブを含む構成	新規	N, M
Ⅵ		外形寸法の中辺75mm以下の ディスクドライブのみの構成	新規	N, M

4

（参考）新区分での現行目標基準値の比較

新区分Ⅰ

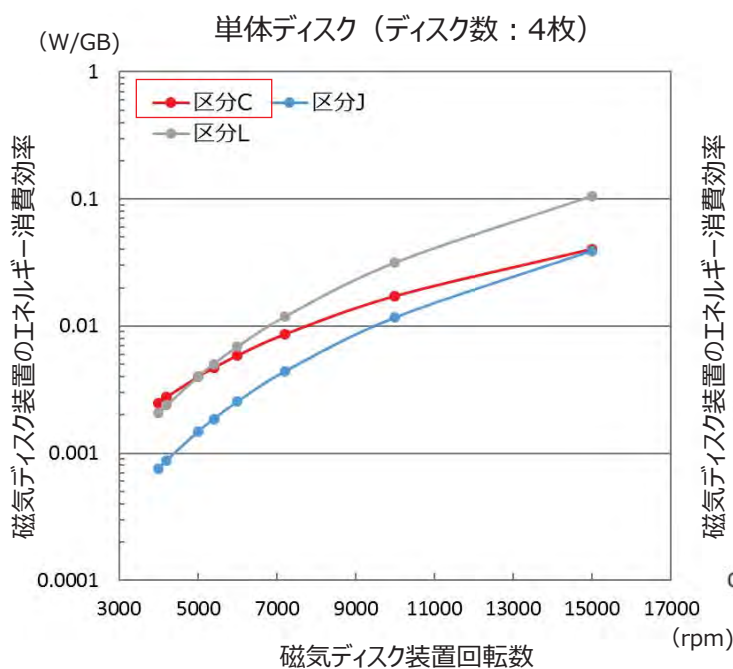
新区分Ⅱ



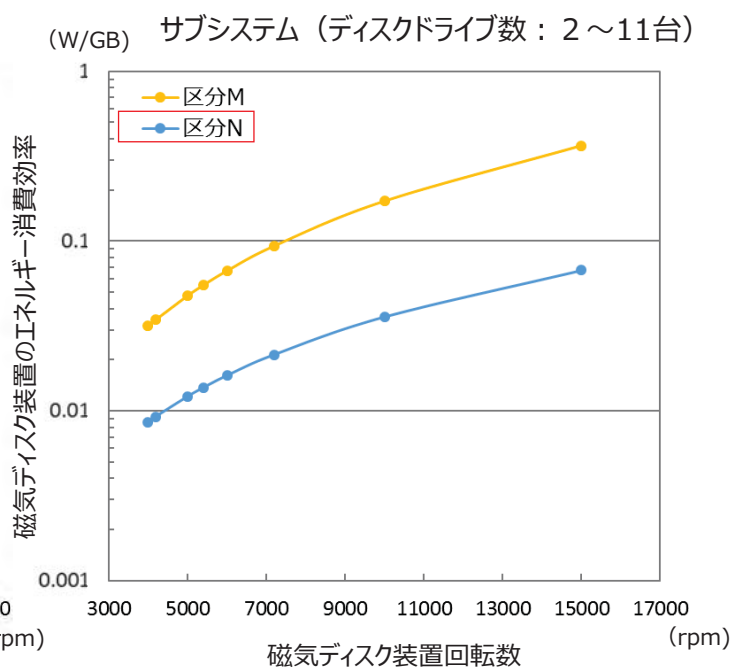
5

(参考) 新区分での現行目標基準値の比較

新区分Ⅲ



新区分Ⅳ



6

(参考) 現行区分の出荷台数

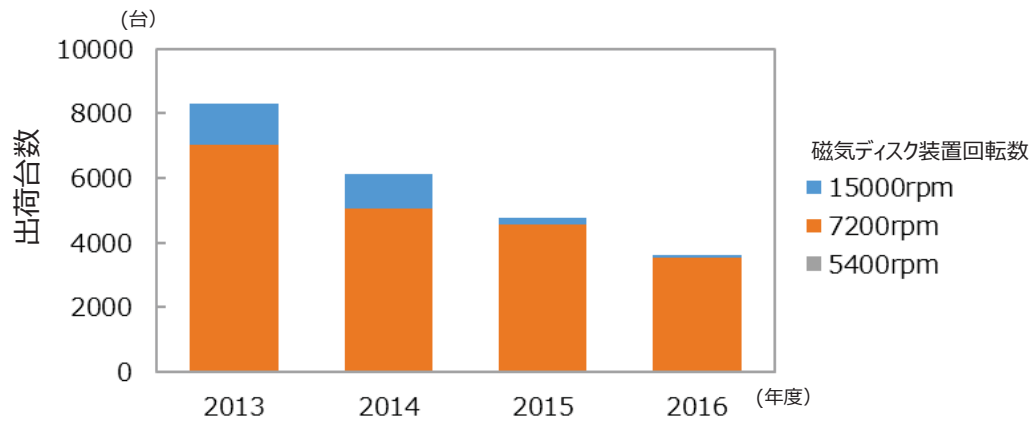
新区分	現行区分	出荷台数 (2016年度)
I	A	362,188
	D	0
	E	1,440
	F	0
	K	0
II	B	1,774,746
	G	0
	H	6,602
	I	0
	L	0
III	C	203,661
	J	0
	L	0
IV	M (HDD 2-11台)	0
	N (HDD 2-11台)	159,068
V及びVI	M (HDD 12台以上)	333
	N (HDD 12台以上)	12,737

7

3. 目標基準値の設定 区分V①（ディスクドライブ12台以上、3.5インチ含む構成）

- 3.5インチのディスクドライブには、5,400回転、7,200回転、15,000回転のディスクドライブがある。
- データセンター等で用いられる磁気ディスク装置については、今後大容量化を実現するため、15,000回転のディスクドライブは低下傾向。

区分Vにおける磁気ディスク装置の出荷台数の年次推移

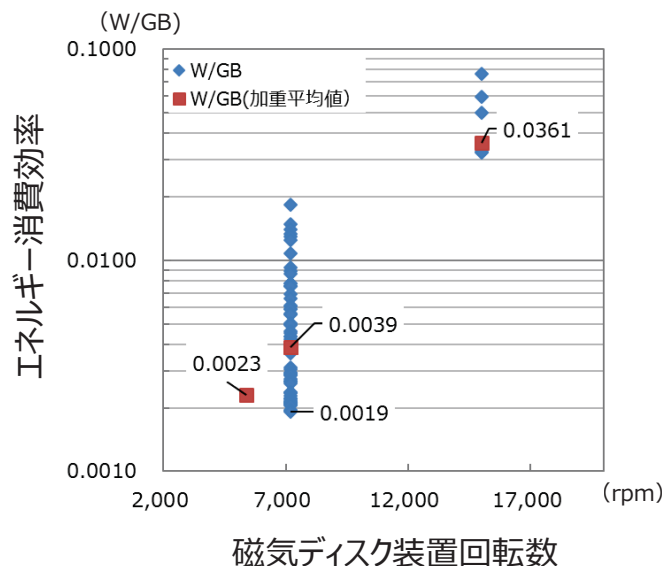


出所 電子情報技術産業協会

4. 目標基準値の設定 区分V②（トップランナー）

- 2015年度のエネルギー消費性能を磁気ディスク装置の回転数毎に見ると、大層を占めている7,200回転の磁気ディスク装置のエネルギー消費効率が0.0019W/GBと最も高く、この値をベースに目標基準値を検討する。

区分Vにおけるエネルギー消費効率の分布（2015年度）



出所 電子情報技術産業協会

5. 目標基準値の設定 区分V③（効率向上見通し）

- 「記憶容量」の増加と「消費電力量」の低下に影響する技術の開発に伴い、エネルギー消費効率の向上効果を検討するため、2023年における「効率向上効果」と「搭載状況」の見通しについて、工業会においてアンケート調査を実施。
- 2015年度の加重平均値に対して68%向上、トップランナーに対して11%向上の0.0017W/GBと見通した。

			ヘッド位置決めコントロール	瓦記録	He充填	9ディスク搭載	エネルギーアシストによる書き込み技術	低回転化	CPU	メモリ	RAID	インターフェース	電源	冷却ファン	エネルギー消費効率	2015年度トップ製品からの改善率	
区分V 12台以上	容量改善効果		5%	20%	5%	29%	20%	300%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	消費電力改善効果		0%	0%	20%	0%	0%	50%	10%	0%	0%	0%	5%	0%			
3.5インチを含む構成	エネルギー消費効率の改善効果		5%	17%	24%	22%	17%	88%	10%	0%	0%	0%	5%	0%			
	搭載状況	足元（基準年度：2015年度）	トップ製品	○	-	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	0.0019	
		将来見込み（目標年度案：2023年度）	汎用製品	○	-	○	□	-	○	○	○	○	○	○	○	0.0017	
	搭載状況を考慮したエネルギー消費効率の改善効果（2015 -> 2023）	トップ製品→汎用製品		0%	0%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		11%	

出所 電子情報技術産業協会

説明 エネルギー消費効率の改善効果の算出式 $100\% - (100\% - \text{消費電力改善効果}) \div (100\% + \text{容量改善効果})$

搭載状況：搭載の程度を○（搭載）、□（搭載可能性有り）、△（搭載可能性低）、-（搭載なし）で表示。

搭載状況を考慮したエネルギー消費効率の改善効果

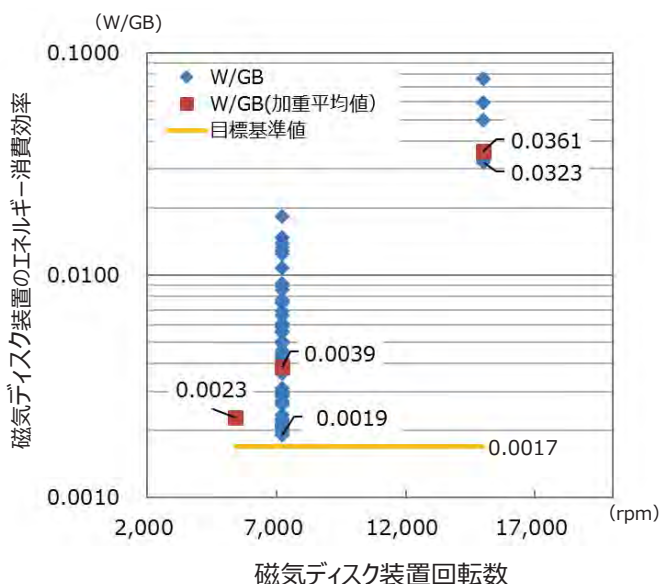
○;100% □;50% △;20% -;0%として搭載状況を見込み、各技術のエネルギー消費効率の改善効果を乗じたものの和

10

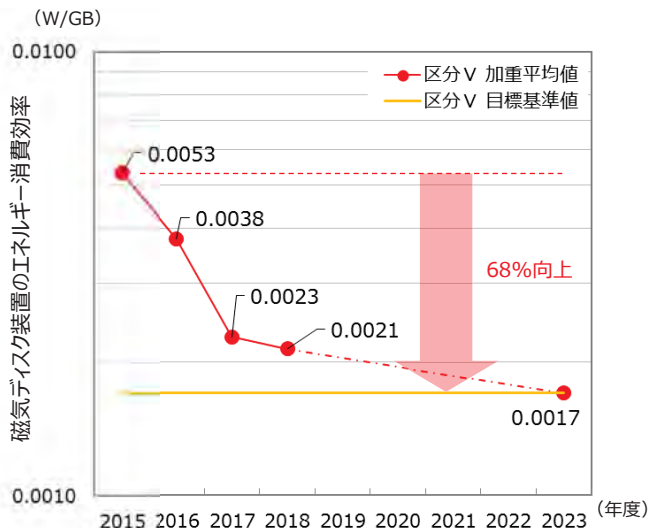
6. 目標基準値の設定 区分V④

- 「効率向上効果」と「搭載状況」の見通しを踏まえ、区分Vの目標基準値は0.0017W/GBとする。

区分Vにおける目標基準値



エネルギー消費効率の年次推移予測



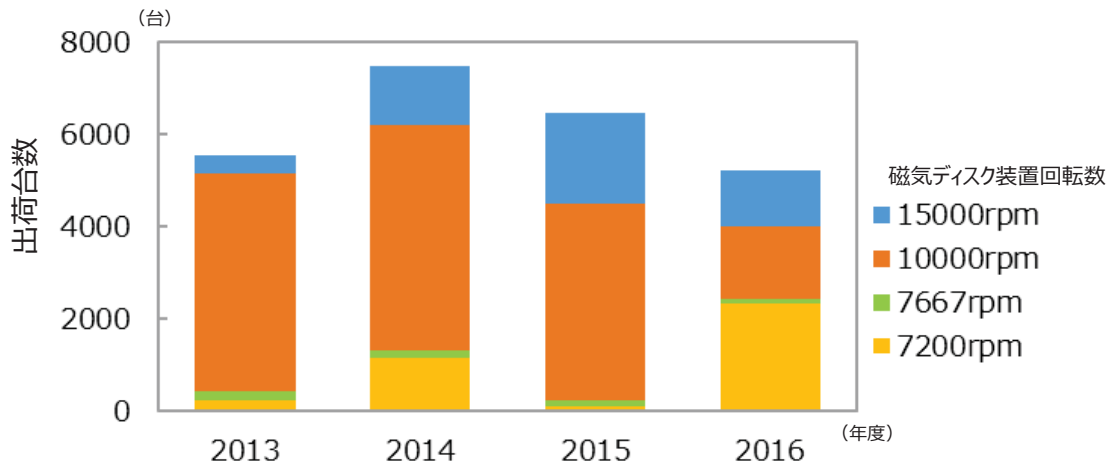
出所 電子情報技術産業協会

11

7. 目標基準値の設定 区分VI① (HDD12台以上、2.5インチのみから構成)

- 2.5インチのディスクドライブは、7200回転、7667回転、10000回転、15000回転のディスクドライブがある。
- 2.5インチディスクドライブでは、複数の回転数のディスクドライブが使用されている。

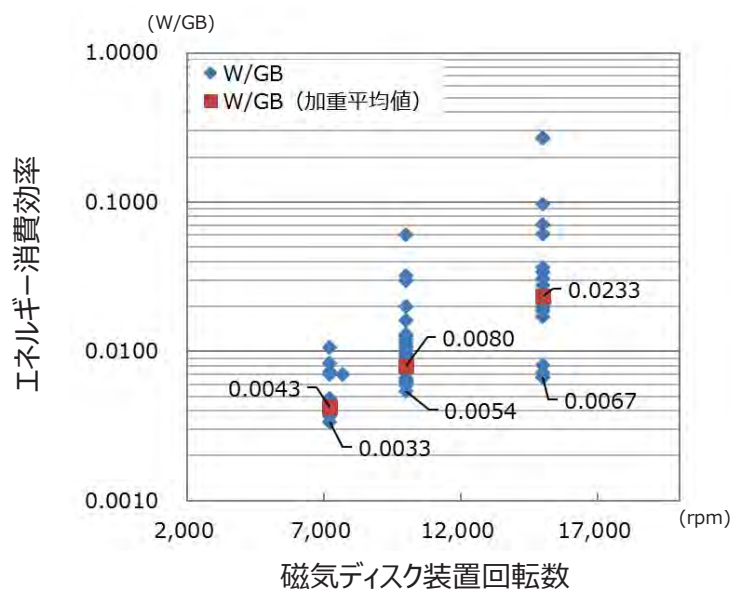
区分VIにおける磁気ディスク装置の出荷台数



8. 目標基準値の設定 区分VI② (トップランナー)

- データセンター用の磁気ディスク装置に搭載される2.5インチのディスクドライブについては、複数種類の回転数を持つディスクドライブが使用されている。

区分VIにおけるエネルギー消費効率の分布



9. 目標基準値の設定 区分VI③（効率向上見通し）

- 2015年度のトップランナーに導入されている技術以外には、新たな技術の導入見込みはないものの、2015年度の加重平均値に対して60%向上の0.0051W/GBと見通した。

			ヘッド位置決めコントロール	瓦記録	He充填	9ディスク搭載	エネルギーアシストによる書き込み技術	低回転化	CPU	メモリ	RAID	インターフェース	電源	冷却ファン	エネルギー消費効率	2015年度トップ製品からの改善率
区分VI 12台以上	容量改善効果		5%	20%	5%	29%	20%	200%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
	消費電力改善効果		0%	0%	20%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	0%	0%	5%	0%	
2.5インチ のみの構成	エネルギー消費効率の改善効果		5%	17%	24%	22%	17%	70%	10%	0%	0%	0%	5%	0%		
	搭載状況	足元（基準年度：2015年度）	トップ製品	○	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	0.0051	
		将来見込み（目標年度案：2023年度）	汎用製品	○	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	0.0051	
搭載状況を考慮したエネルギー消費効率の改善効果（2015 -> 2023）		トップ製品→汎用製品		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%

出所 電子情報技術産業協会

説明 エネルギー消費効率の改善効果の算出式 $100\% - (100\% - \text{消費電力改善効果}) \div (100\% + \text{容量改善効果})$

搭載状況 搭載の程度を○（搭載）、□（搭載可能性有り）、△（搭載可能性低）、-（搭載なし）で表示。

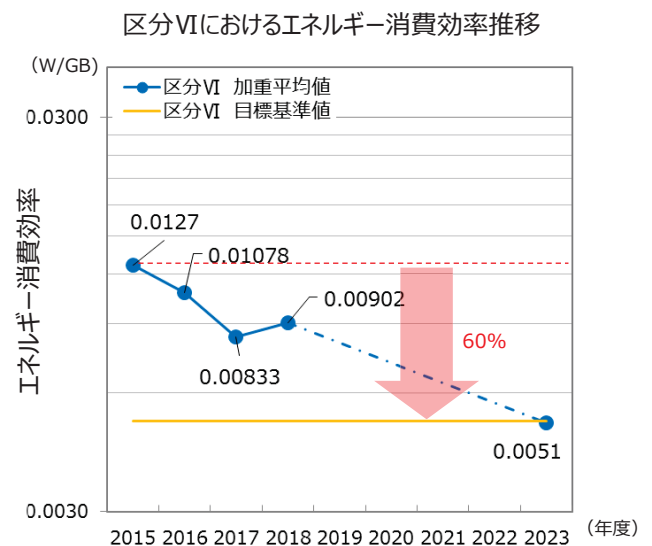
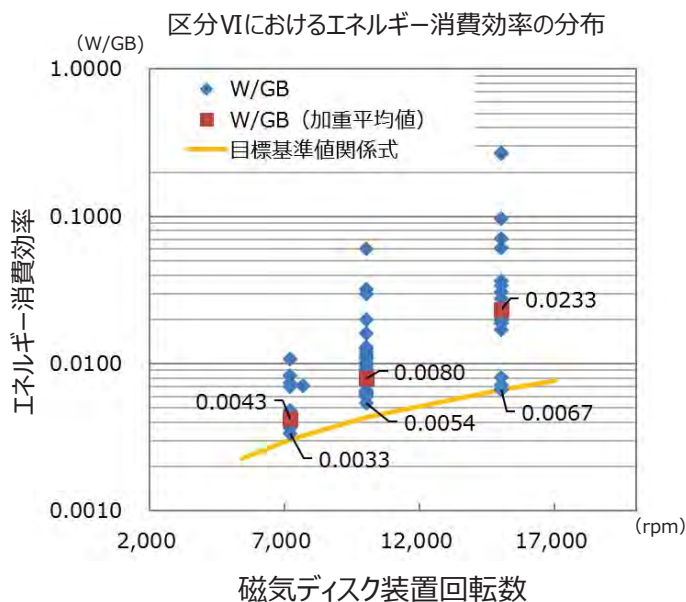
搭載状況を考慮したエネルギー消費効率の改善効果

○;100% □;50% △;20% -;0%として搭載状況を見込み、各技術のエネルギー消費効率の改善効果に乗じたものの和

14

10. 目標基準値の設定 区分VI④

- 区分VIの目標基準値関係式は、回転数（N）を変数とした2015年度の7200回転のトップランナー値と15000回転のトップランナー値の接線である $E = \exp(0.965 * \ln(N) - 14.3)$ とする。



出所 電子情報技術産業協会

15

1.1. 目標基準値まとめ

- 次期基準の基準エネルギー消費効率（目標基準値）は以下のとおり。

ディスクドライブ 搭載可能数	ディスクドライブの形状及び性能		区分名	基準エネルギー消費効率の算定式
	ディスクドライブ 外形寸法	ディスク枚数		
1台		1枚	I	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 30.8)$
		2枚又は3枚	II	$E = \exp(2.98 \times \ln(N) - 31.2)$
		4枚以上	III	$E = \exp(2.11 \times \ln(N) - 23.5)$
2から11台	—	—	IV	$E = \exp(1.56 \times \ln(N) - 17.7)$
12台以上	3.5型を含む構成（幅75mm超）	—	V	0.0017
	2.5型のみ構成（幅75mm以下）	—	VI	$E = \exp(0.965 \times \ln(N) - 14.3)$

備考1：目標基準値のE及びNは次の数値を表すものとする。

E：基準エネルギー消費効率（単位 ワット/ギガバイト）

N：磁気ディスク装置の定常回転数（単位 回毎分）

備考2：lnは底をeとする対数を表す。

備考3：回転数の異なるディスクドライブが混載される場合には、
磁気ディスク装置回転数(N)は、ディスクドライブ毎の回転数を搭載台数で加重平均した値とする。

総合エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループ

開催経緯

第3回WG（令和2年6月29日）

- ・ 議事取扱い等について
- ・ 磁気ディスク装置の現状について
- ・ 対象範囲及び区分について
- ・ エネルギー消費効率及びその測定方法について
- ・ 目標年度及び目標基準値について
- ・ 表示事項について
- ・ 取りまとめ案について

総合エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループ

委員名簿

(座長)

金山 敏彦 国立研究開発法人産業技術総合研究所 特別顧問

(委員)

天野 英晴 慶應義塾大学理工学部 教授
澤田 佳奈子 一般財団法人省エネルギーセンター
省エネ支援サービス本部調査部 主幹
新 誠一 電気通信大学情報理工学研究科機械知能システム学専攻
元教授
土井 菜保子 一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 環境ユニット
省エネルギーグループ マネージャー
中田 登志之 東京大学大学院情報理工学系研究科
ソーシャルICT研究センター 教授
中野 幸夫 関東学院大学理工学部 教授
村上 千里 公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント
相談員 協会理事 環境委員会 委員長