

IT機器のトレンド、エネルギー効率等の現状と今後 磁気ディスク装置の記憶容量、 消費電力の推移と省エネ技術動向

2016年7月4日

一般社団法人 電子情報技術産業協会
磁気記憶装置専門委員会省エネ分科会

本日お話しすること

1.省エネ法

2.省エネ規制動向

3.省エネ取組状況

4.エネルギー使用量の推移

5.省エネ技術の推移

A background image showing several wind turbines in a field during a sunset or sunrise. The sky is a mix of orange, yellow, and light blue. The turbines are silhouetted against the bright sky. The largest turbine is on the right side of the frame, with two smaller ones to its left and another one further back on the left.

1. 省工ネ法

省エネ法とは

エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）は、石油危機を契機として昭和54年（1979年）に制定された法律であり、同年10月から施行された。

平成10年（1998年）の改正省エネ法に基づき、機械器具等についてトップランナー方式による省エネ基準が導入された。現在、31品目が対象となっている。

目的

内外におけるエネルギーをめぐる経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保に資するため、工場等、輸送、建築物及び機械器具等についてのエネルギーの使用の合理化に関する所要の措置、電気の需要の平準化に関する所要の措置、その他エネルギーの使用の合理化等を総合的に進めるために必要な措置を講ずることとし、もって国民経済の健全な発展に寄与することを目的としている。

内容

省エネ法が直接規制する事業分野としては、“工場等（工場又は事務所その他の事業場）”、“輸送”、“住宅・建築物”、“機械器具等（エネルギー消費機器等又は熱損失防止建築材料）”の4つがあり、エネルギー消費機器等においては、製造又は輸入業者が規制の対象となる。

省エネ法 (2/3)

磁気ディスク装置 (トプラナー制度の対象) 日本標準商品分類の磁気ディスク装置 (52131)

サブシステム (2区分)



メインフレーム向け
ストレージシステム
約120台



ディスクストレージシステム
(HDD 12台以上)
約1.5万台



ディスクストレージシステム
(HDD 2-3台)
約9.7万台



ディスクストレージシステム
(HDD 4-11台)
約3.0万台

単体ディスク (12区分)



外付けハードディスク
(3.5型)
約148万台



ポータブルディスク
(2.5型)
約81万台

(台数は、JEITA統計参加会社分)

磁気ディスク装置以外の補助記憶装置



仮想テープ装置



バックアップ装置



オールフラッシュ装置

ディスクドライブ (HDD) が搭載されている製品

CE市場



STB (セットトップボックス)
BDレコーダー



デジタル
フォトアルバム



テレビ用HDD



HDDカーナビ



ゲーム機



WiFi ストレージ

サーバ市場



メインフレーム



UNIXサーバ



IAサーバ



ワークステーション

PC市場



デスクトップ PC



ノートブックPC



ディスクドライブ (HDD)
日本標準商品分類のハードディスクユニット (559183)

磁気ディスク装置

対象範囲

日本標準商品分類に定める磁気ディスク装置 (52131)

エネルギー消費効率 (E)

消費電力 (W) を記憶容量 (GB) で除した数値

注. 記憶容量は、ユーザが記憶用に使用できる物理容量

$$E = \frac{W}{GB}$$

区分・目標基準値

単体ディスク (12区分)、サブシステム (2区分)

目標基準値の例 (N区分)

$$E = \exp(1.56 \times \ln(N) - 17.7)$$

E: 基準エネルギー消費効率

N: ディスクドライブの回転数 (単位 回毎分)

ln: ln は底を e とする対数

目標年度

2011年度以降の各年度

表示

①品名及び形名 ②区分名 ③エネルギー消費効率

④製造事業者等の氏名又は名称 ⑤エネルギー消費効率の説明

表示は、機器の選定にあたり製造事業者等により提示されるカタログ等

勧告・命令の対象

生産量又は輸入量 (国内向け出荷) が5000台以上の製造事業者等

A background image showing several wind turbines silhouetted against a bright, hazy sunset sky. The sun is low on the horizon, creating a warm orange and yellow glow. The turbines are of varying sizes and are positioned across the landscape.

2. 省エネ規制動向

省エネ基準の国際化

- **SNIA Emerald**

SNIA (Storage Networking Industry Association) において、ストレージシステムのベンダーと顧客が、エネルギー消費効率の評価を高信頼で一貫性を持って実施できるように作成された測定仕様。現在の電力測定仕様の実質的な標準となっている。

- **ENERGY STAR Data Center Storage**

SNIA Emerald をリファレンスとして、データセンター用ストレージ向け ENERGY STAR プログラムの要求仕様V1.0が作成された。業務用のオンラインストレージの一部から適用を開始しているが、適合基準値は未だ無く、各種ストレージシステムのデータを収集している段階である。今後、V1.1で適用範囲等が拡大される予定である。適合要件としては、省エネ法と同様のアイドル時の性能指標に加えて、稼働時の性能指標、電源装置の効率や装備すべき機能要件などがある。

- **エコデザイン指令 (ErP指令)**

EUのエコデザイン要求に関するフレームワーク。エネルギー関連製品のライフサイクルを通じた環境性能を改善するため、環境配慮設計に関する規制を定めた実施措置令である。Enterprise servers and data equipment (サーバ、ストレージ) に関する新たな実施措置令が検討されており、市場製品や技術などの予備調査が終了し、次のステップの準備をしている。

省エネ規制動向 (2/2)

省エネ法とENERGY STARの比較 (規制内容)

		省エネ法	ENERGY STAR	
エネルギー消費効率 アイドル時 (記憶容量基準)		W / GB	GB / W	
エネルギー消費効率 稼働時 (アクセス性能基準)		—	IOPS / W (ランダムアクセス) MBPS / W (シーケンシャルアクセス)	
電源効率		—	85%(20%負荷時)、89%(50%負荷時)、85%(100%負荷時)	
容量最適化機能		—	区分により機能のサポート要求有り	
電力消費量報告機能		—	必要	
測定条件	電圧	定格電圧 ±10%	1500W以下	100/115/200/208/230/400V ±1% 高調波歪み 2.0%以下
			1500W以上	100/115/200/208/230/400V ±5% 高調波歪み 5.0%以下
	周波数	定格周波数	50Hz or 60Hz ±1%	
	温度	16℃～32℃	18℃～28℃ ±0.5℃	
	湿度	—	15%～80%	
第三者認証		—	EPAに承認されたISO17025認定試験所の認証が必要	

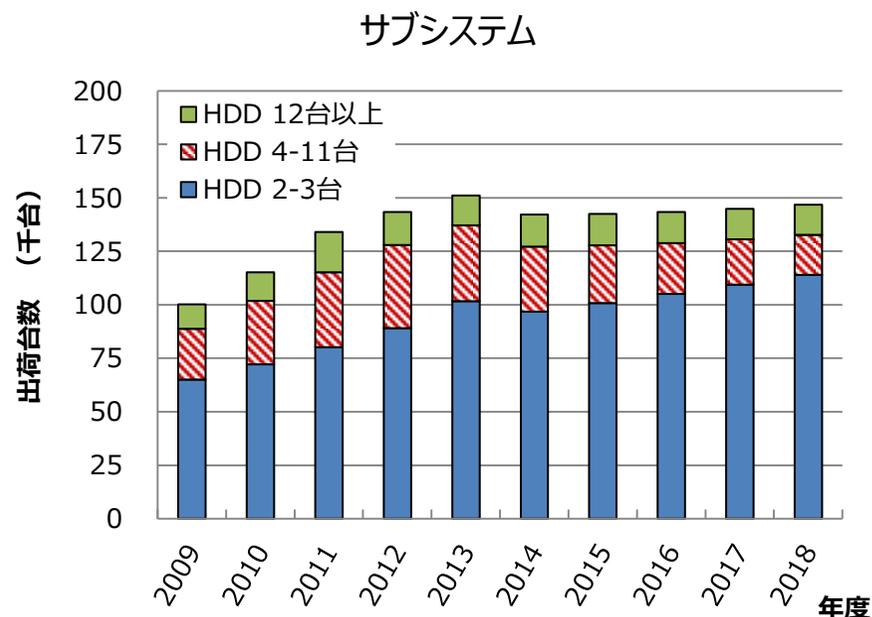
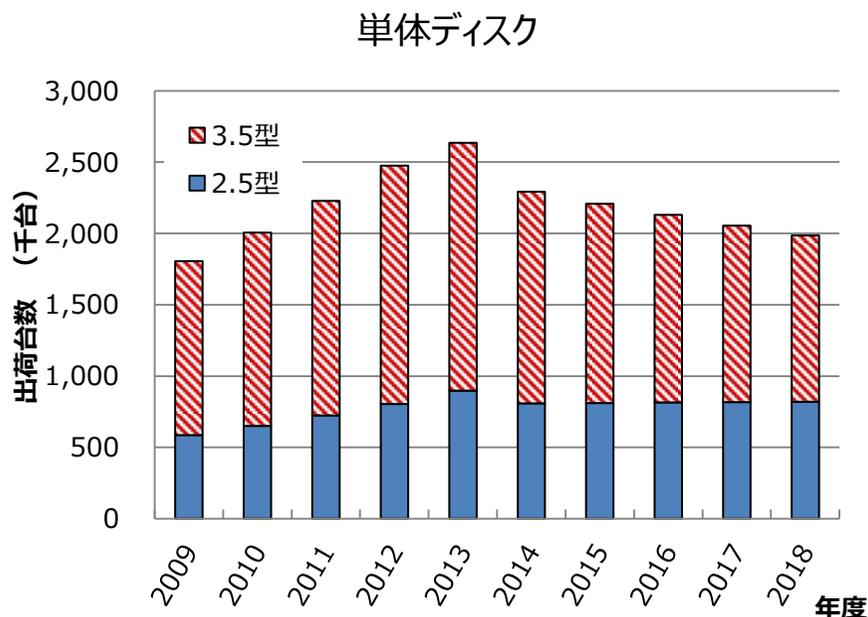
A background image showing several wind turbines silhouetted against a bright, hazy sunset sky. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. The turbines are of varying sizes and are positioned across the landscape.

3. 省エネ取り組み状況

省エネ取り組み状況 (1/5)

磁気ディスク装置の市場動向

磁気ディスク装置の国内市場動向：国内出荷台数推移 (JEITA統計参加会社分)

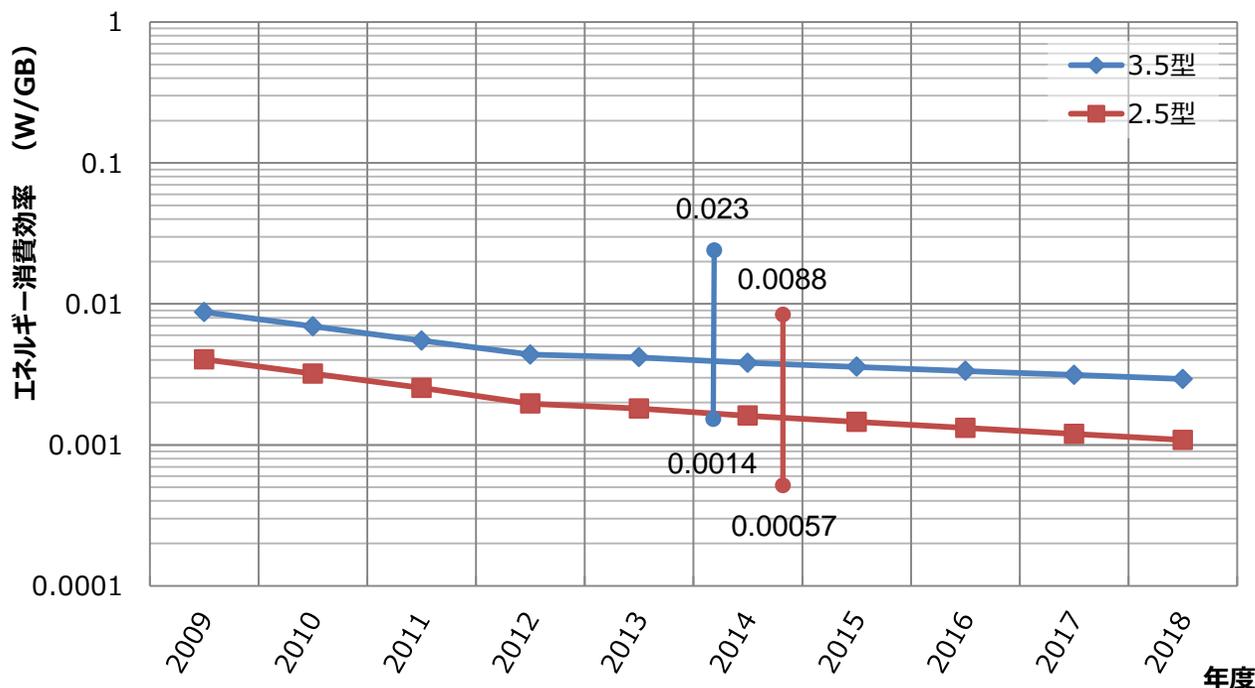


- JEITA統計参加事業者：富士通、東芝、東芝ソリューション、日本アイ・ビー・エム、日本電気、日立製作所、HGST、ジャパン、アイ・オ・データ機器、バッファロー
- 2015年度以降は、JEITA推定値
- ハイパーコンバードインフラや汎用サーバー上でソフトウェアによりストレージ機能を実現しているものは含まない

省エネ取り組み状況 (2/5)

エネルギー消費効率の推移 (単体ディスク)

JEITA独自サンプル調査より



3.5型は、
3.5型のディスクドライブ (HDD) を1台内蔵した単体ディスク区分の磁気ディスク装置

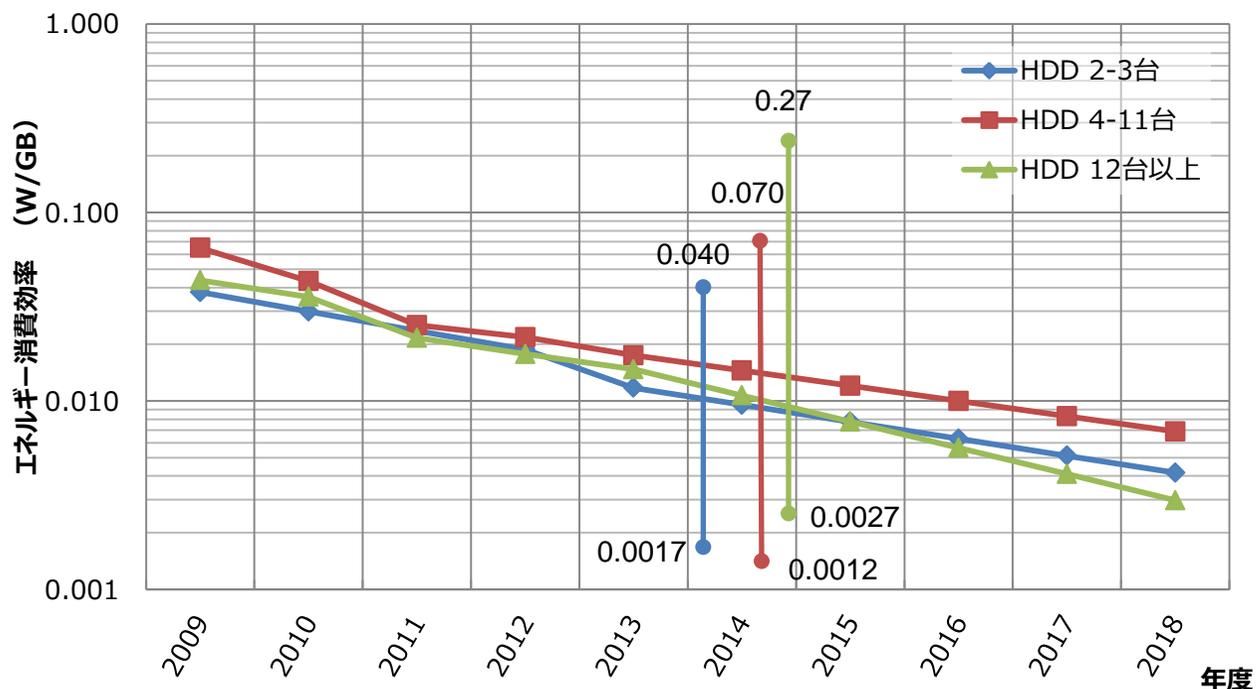
2.5型は、
2.5型のディスクドライブ (HDD) を1台内蔵した単体ディスク区分の磁気ディスク装置

- 2009年度から2014年度までの5年間の改善率は、3.5型が56%、2.5型が60%
- 2014年度の省エネ基準をクリアした製品は、3.5型が出荷台数ベースで84%、機種数ベースでは76%、2.5型が出荷台数ベースで78%、機種数ベースでは70%
- 2014年度のトップランナーのエネルギー消費効率は、3.5型が0.0014W/GB、2.5型が0.00057W/GB

省エネ取り組み状況 (3/5)

エネルギー消費効率の推移 (サブシステム)

JEITA独自サンプル調査より



HDD 2-3台は、
2台または3台のディスクドライブ (HDD) を内蔵した磁気ディスク装置

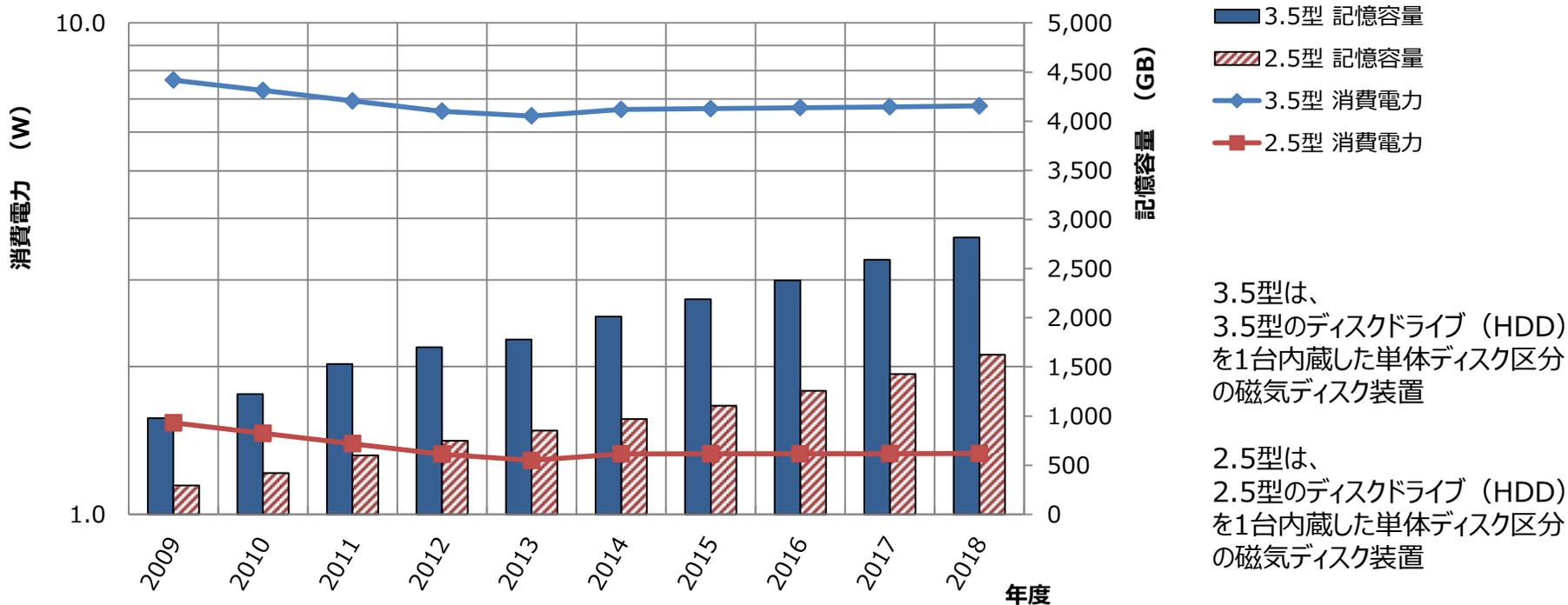
HDD 4-11台は、
4台から11台までのディスクドライブ (HDD) を内蔵した磁気ディスク装置

HDD 12台以上は、
12台以上のディスクドライブ (HDD) を内蔵した磁気ディスク装置

- 2009年度から2014年度までの5年間の改善率は、HDD 2-3台が75%、HDD 4-11台が78%、HDD 12台以上が76%
- 2014年度の省エネ基準をクリアした製品は、HDD 2-3台が出荷台数ベースで96%、機種ベースでは90%、HDD 4-11台が出荷台数ベースで80%、機種ベースでは87%、HDD 12台以上が出荷台数ベース、機種ベース共に99%
- 2014年度のトップランナーのエネルギー消費効率は、HDD 2-3台が0.0017W/GB、HDD4-11台が0.0012W/GB、HDD 12台以上が0.0027W/GB

消費電力と記憶容量の推移 (単体ディスク)

JEITA独自サンプル調査より



3.5型は、
3.5型のディスクドライブ (HDD)
を1台内蔵した単体ディスク区分
の磁気ディスク装置

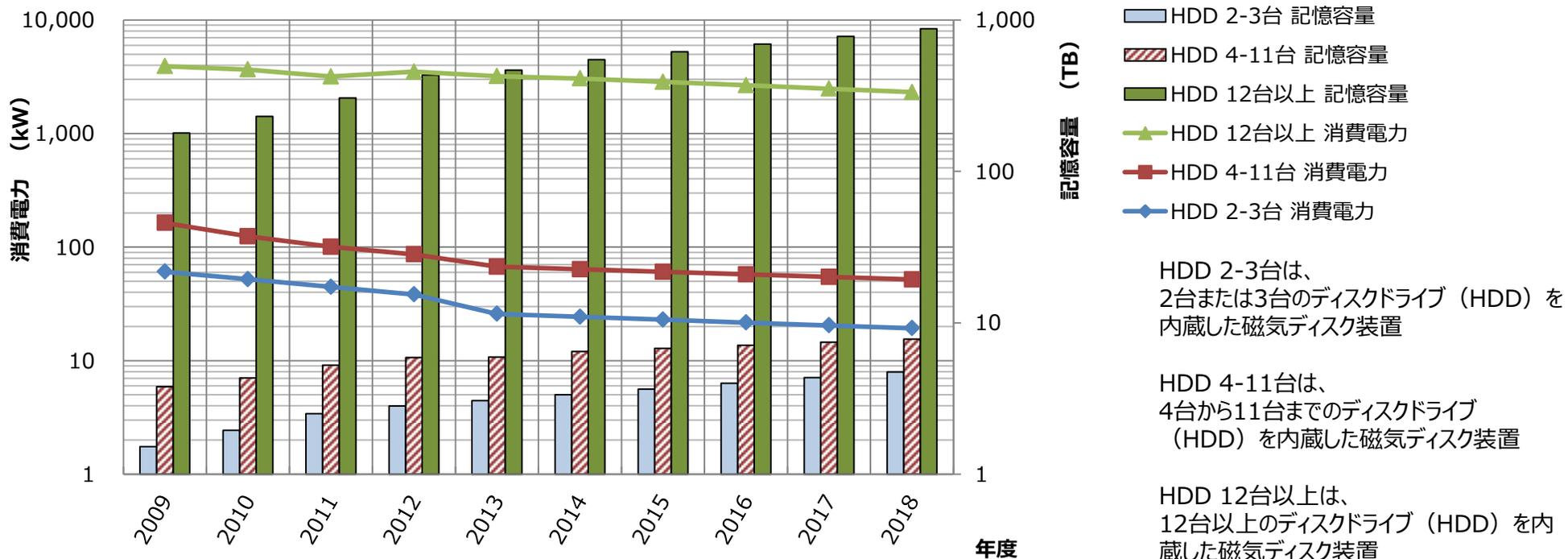
2.5型は、
2.5型のディスクドライブ (HDD)
を1台内蔵した単体ディスク区分
の磁気ディスク装置

- 2009年度から2014年度までの5年間の記憶容量の改善率は、3.5型が105%、2.5型が230%
- 2009年度から2014年度までの5年間の消費電力の改善率は、3.5型が13%、2.5型が14%

省エネ取り組み状況 (5/5)

消費電力と記憶容量の推移 (サブシステム)

JEITA独自サンプル調査より



HDD 2-3台は、
2台または3台のディスクドライブ (HDD) を
内蔵した磁気ディスク装置

HDD 4-11台は、
4台から11台までのディスクドライブ
(HDD) を内蔵した磁気ディスク装置

HDD 12台以上は、
12台以上のディスクドライブ (HDD) を内
蔵した磁気ディスク装置

- 2009年度から2014年度までの5年間の記憶容量の改善率は、HDD 2-3台が121%、HDD 4-11台が71%、HDD 12台以上が206%
- 2009年度から2014年度までの5年間の消費電力の改善率は、HDD 2-3台が60%、HDD 4-11台が61%、HDD 12台以上が22%

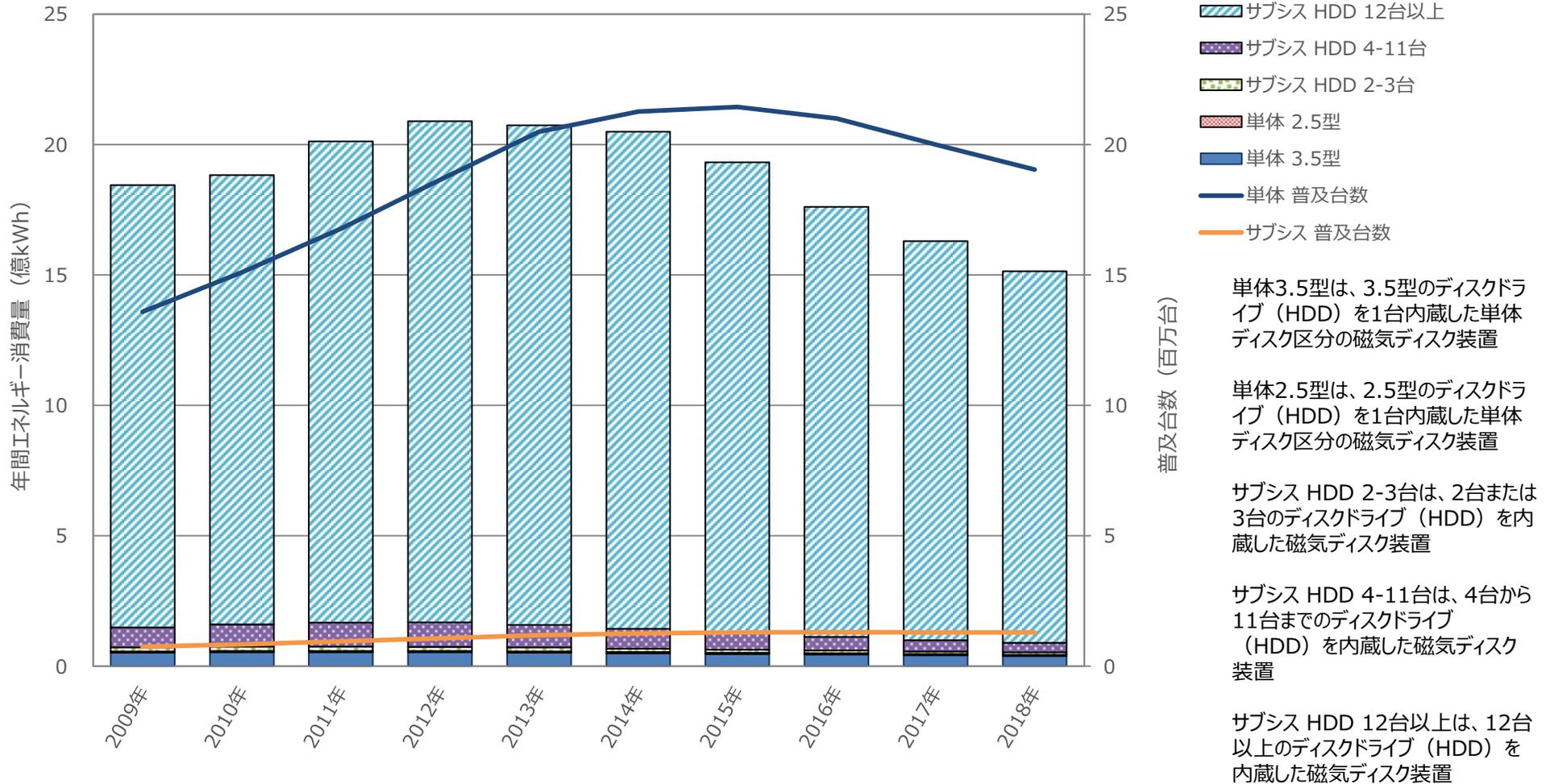
A background image showing several wind turbines silhouetted against a bright, hazy sunset sky. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. The turbines are of varying sizes and are positioned across the landscape.

4. エネルギー使用量の推移

エネルギー使用量の推移 (1/3)

年間消費電力量と普及台数の推移

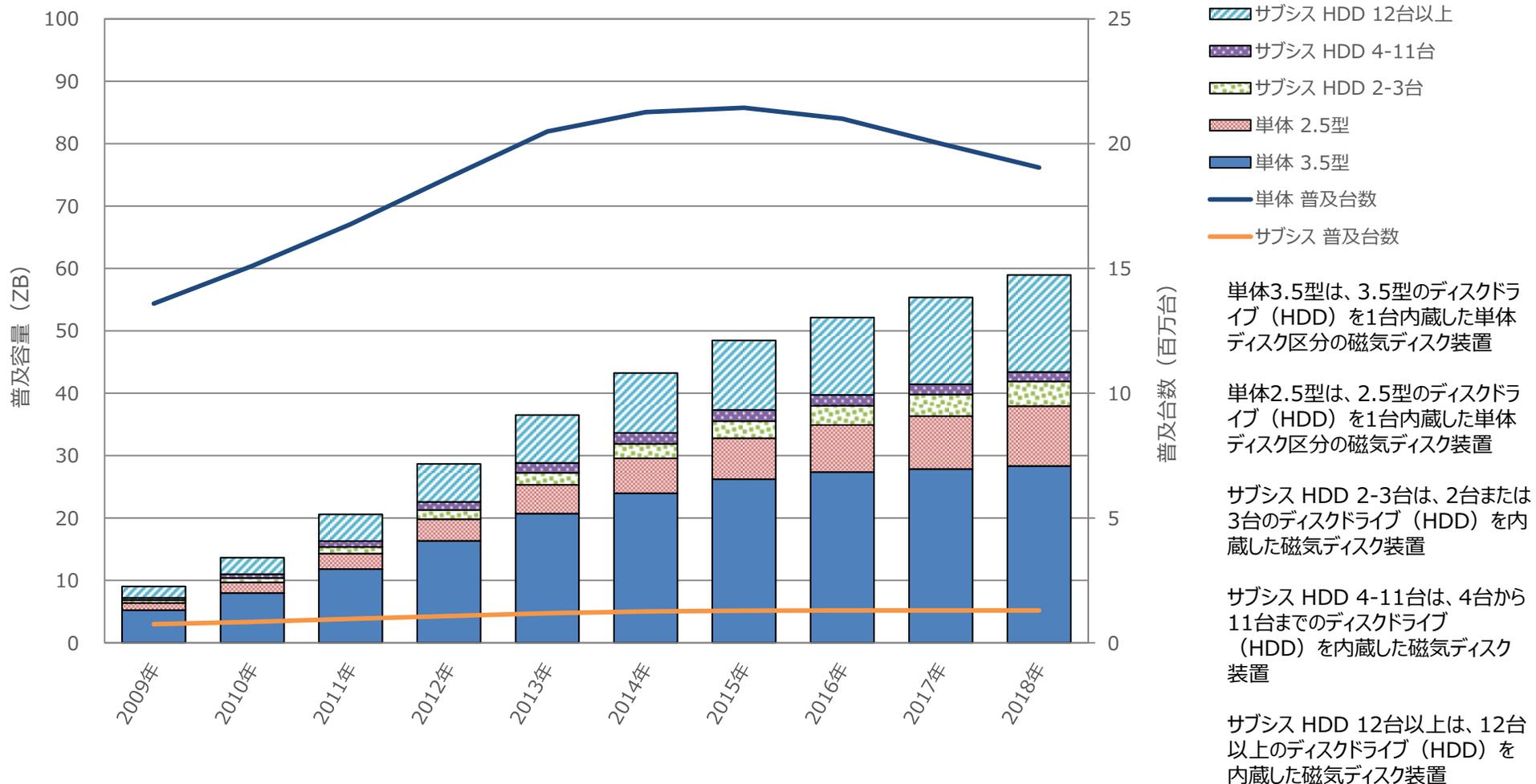
JEITA独自サンプル調査より



エネルギー使用量の推移 (2/3)

普及記憶容量と普及台数の推移

JEITA独自サンプル調査より



エネルギー使用量の推移 (3/3)

推計方法

- 普及台数は、JEITA統計よりカバー率、残存率、増減率、各区分毎の装置構成を考慮して推計した。
 - JEITA統計のカバー率は、約50%
 - 残存率は、1年目～4年目までは100%、5年目は50%、6年目は0%
 - 2015年以降の増減率は、2012年～2014年のCAGR（年平均成長率）より推定
- 消費電力は、JEITA統計より増減率、各区分毎の装置構成を考慮して推計した。
 - 2015年以降の増減率は、2012年～2014年のCAGR（年平均成長率）より推定
- 年間消費電力量は、磁気ディスク装置の分類毎に稼働時間を考慮して推計した。
 - 主に家庭向けの「単体 2.5型、単体 3.5型、サブシス HDD2-3台」の年間稼働時間は490時間
 - 主にSOHO向けの「サブシス HDD4-11台」の年間稼働時間は2920時間（365日×8時間）
 - 主に業務向けの「サブシス HDD 12台以上」の年間稼働時間は8322時間（365日×24時間×95%）
- 記憶容量は、JEITA統計よりカバー率、残存率、増減率、各分類毎の装置構成を考慮して推計した。
 - 2015年以降の増減率は、2012年～2014年のCAGR（年平均成長率）より推定

A background image showing several wind turbines in a field during a sunset or sunrise. The sky is a mix of orange, yellow, and light blue, with the sun low on the horizon. The turbines are silhouetted against the bright sky.

5. 省エネ技術の推移

エネルギー消費効率を改善するには、

磁気ディスク装置そのものの消費電力を下げるか、
記憶容量を上げる。

$$E = \frac{W}{GB}$$

磁気ディスク装置の消費電力を下げる技術

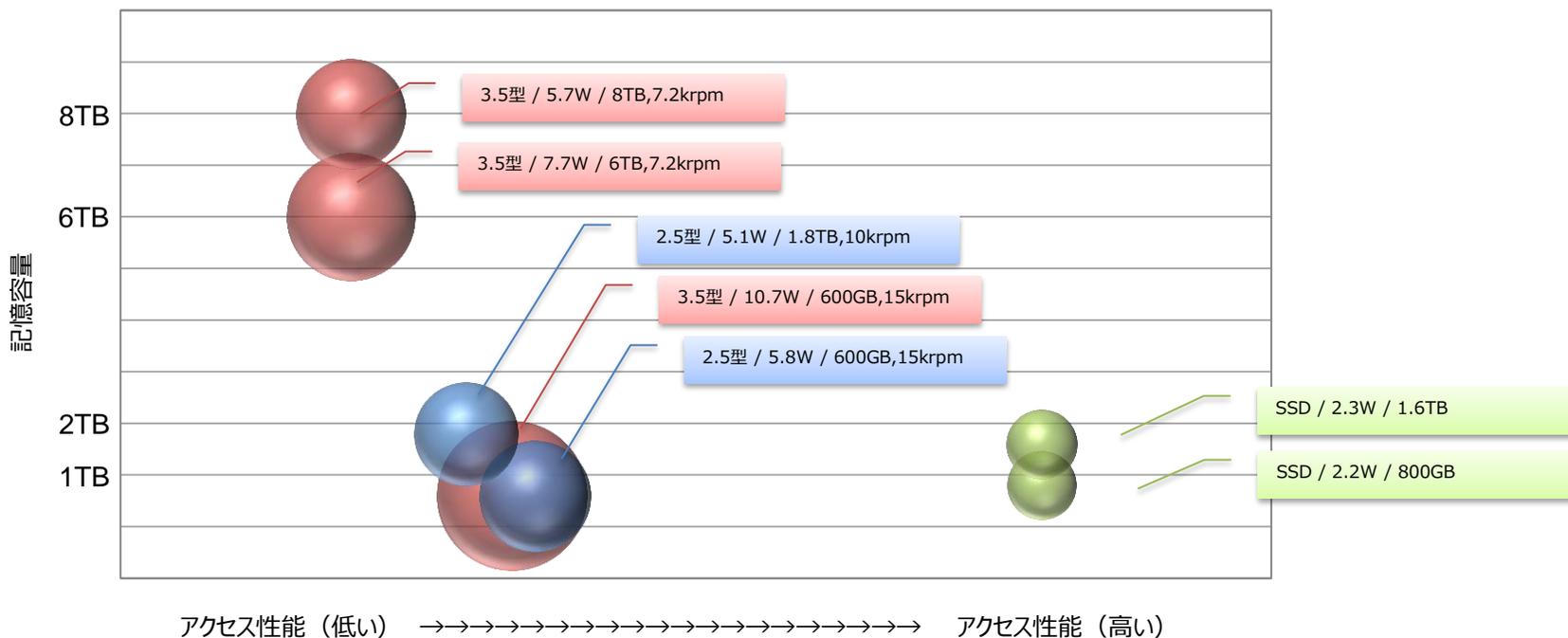
- **高集積化と低電圧化による省電力** (CPU、メモリ、その他の制御回路)
今までは省電力化に貢献してきたが限界に近づいている。
- **電力マネジメント技術の改善による省電力化**
代表的な電力マネジメント技術にMAID (Massive Array of Idle Disks) がある。MAIDとは、アクセス待機時には磁気ディスク装置内のディスクドライブ (HDD) を停止させ、アクセスが必要になったときにのみHDDを回転させる技術。
- **電源の高効率化**
おもにAC-DC電源の効率を上げて省電力化を図っている。
ENERGY STAR Data Center Storageには電源効率の要求事項があり、PCやサーバの電源ユニットの電力変換効率の規格である80 PLUSのシルバー相当の基準となっている。
- **ファン制御の効率化**
ファンの回転速度を装置の周囲温度に応じてきめ細かく制御することによって、過剰な冷却を抑制し、ファンの消費電力を削減する技術。

省エネ技術の推移 (2/7)

磁気ディスク装置の消費電力を下げる技術

- **3.5型HDDから2.5型HDDへの移行による省電力化**
性能を重視する3.5型の15000回転のディスクドライブ（HDD）は、より消費電力の少ない2.5型のHDDへ移行が進んでいる。また、記憶容量を重視する3.5型の7200回転以下のHDDについては、今後より大容量の3.5型のHDDが使用される。
- **ソリッドステートドライブ（SSD）の採用**（省エネ法では、SSDのみを搭載したストレージ製品は対象外）

3.5型、2.5型、SSDの消費電力の比較例（バブルの大きさが消費電力を示す）



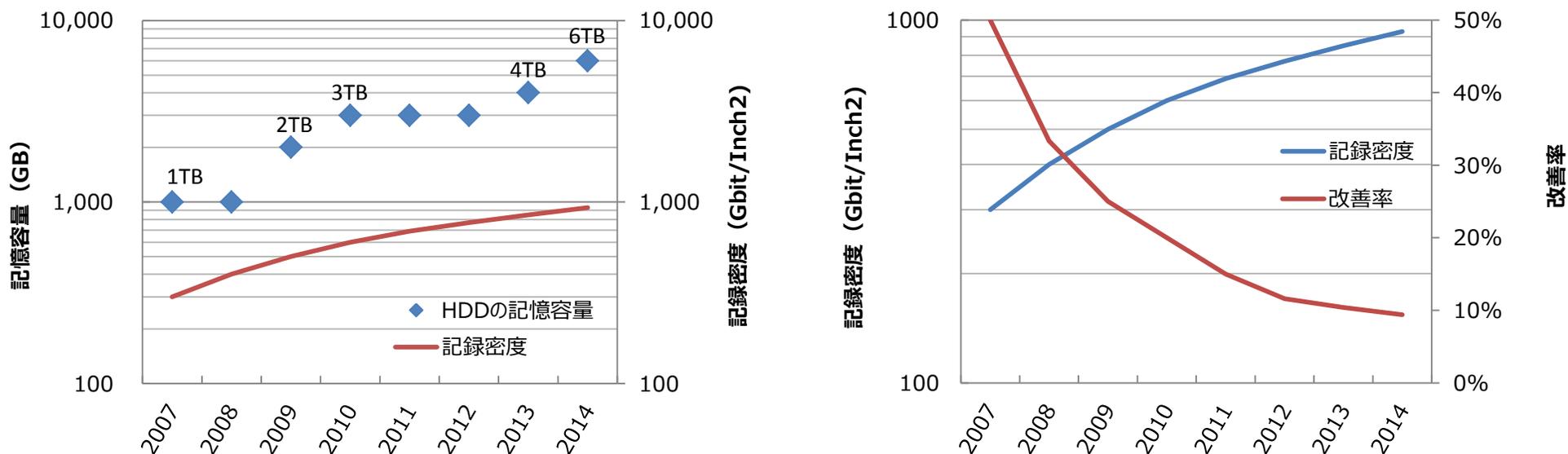
省エネ技術の推移 (3/7)

磁気ディスク装置の記憶容量を上げる技術

● ディスクドライブ (HDD) の記録密度の限界

以下のグラフは3.5型 (7200回転) HDDの2007年～2014年の記憶容量推移と記録密度の推移を示している。 現行技術による記録密度の限界は1テラビット/平方インチ (1000ギガビット/平方インチ) と言われており、HDDの記憶容量を上げるためにはディスク枚数を増加せざるを得ない状況で有り、高密度実装の構造技術が求められている。

3.5型、7200回転のHDDの記憶容量と記録密度の推移例



注. HDDの記憶容量は、JEITA独自サンプル調査の磁気ディスク装置に搭載されているHDDの最大記憶容量

磁気ディスク装置の記憶容量を上げる技術

● 容量最適化技術

ディスクドライブ（HDD）の記録密度が限界に達している現在、見かけ上の記憶容量（論理容量）を増加させる技術が注目されている。ただし、現行省エネ法では物理容量に基づいてエネルギー消費効率を規定しているためこれらの技術は貢献しないが、ENERGY STAR Data Center Storage ではこれらの技術のサポートを要求仕様に取り入れている。

➤ デルタ・スナップショット

ある時点のデータのバックアップやコピーを作成する場合に、既存データの完全なコピーと、そこから異なるブロックのみを格納することでコピー先の容量を削減する技術

➤ シン・プロビジョニング

ストレージの記憶容量を割り当てるときに全ての物理容量を事前に割り当てるのではなく、アプリケーションがデータを書き込むときにそのデータの物理的容量を割り当てることで、未使用領域の記憶容量を削減する技術

➤ データ重複排除

データのバックアップやコピーを作成する場合に、データの複数のコピーを、様々な粒度で共有コピーへの参照に置き換えることで、コピー先の容量を削減する技術

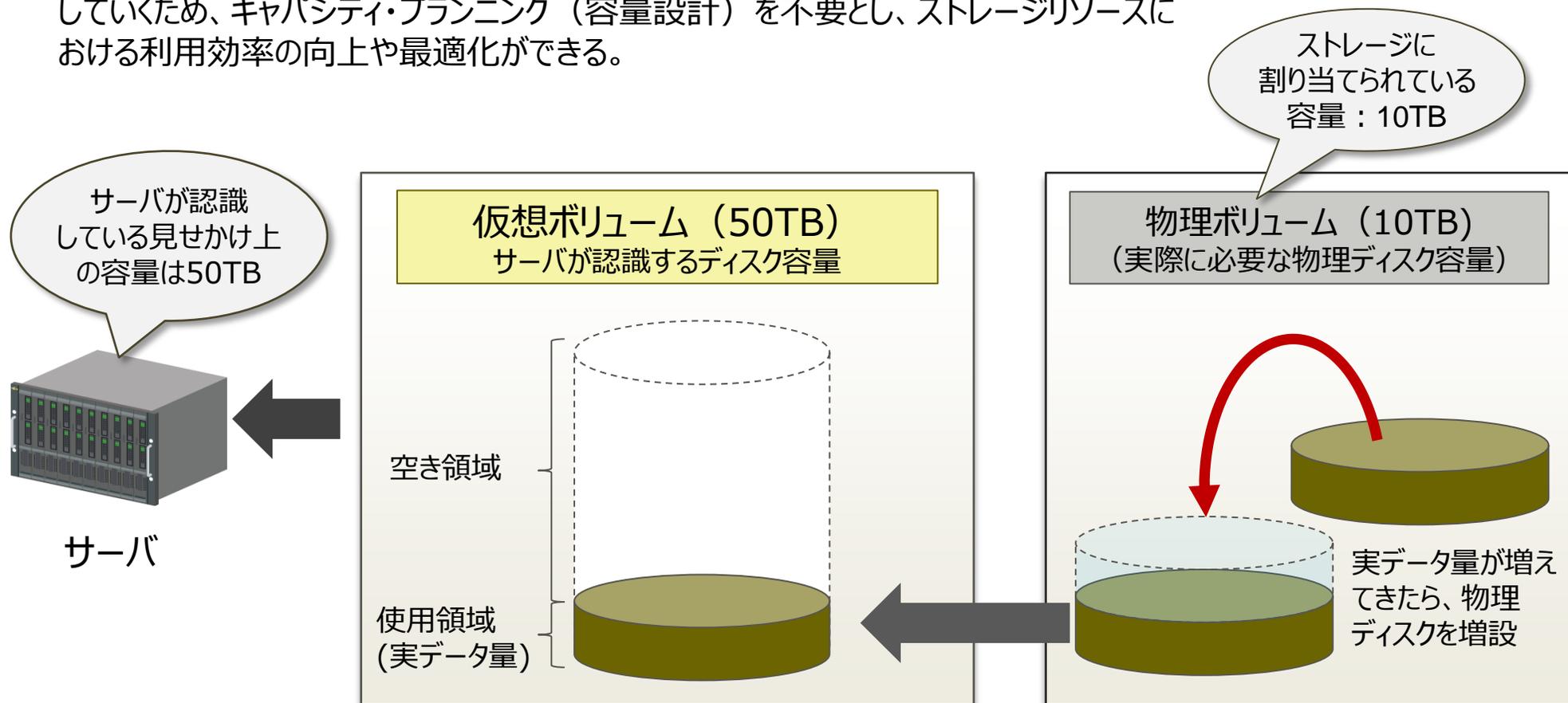
➤ 圧縮

データを符号化することでデータのサイズを小さくする技術で、ほとんどのITアプリはデータ損失が許されないため、可逆圧縮（lossless compression）（元データの内容全てを保存する技術を使用する圧縮であり、元データを正確に復元することができる）を採用

省エネ技術の推移 (5/7)

シン・プロビジョニング

実際に登録されている物理容量にかかわらず、仮想的に利用可能な容量を設定できる。下図のように10TBで運用し、実データ量が増えてきたら物理ディスクを追加し対応していくため、キャパシティ・プランニング（容量設計）を不要とし、ストレージリソースにおける利用効率の向上や最適化ができる。



省エネ技術の推移 (6/7)

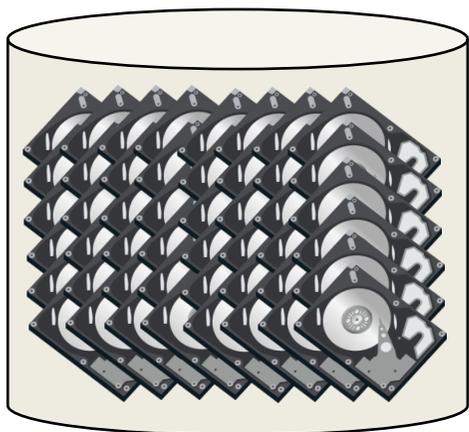
その他の省エネ技術 (自動ストレージ階層化)

データの特徴に合わせてストレージの利用効率を最適化するための技術。SSDのような性能コストパフォーマンスの良いデバイスと、ニアオンライン・ディスクドライブのように容量コストパフォーマンスの良いデバイスを組合せ、データの利用特性に合わせてデータを自動的にデバイス間で移動させることで、ストレージ全体のパフォーマンスを最適化し、性能・容量のコストパフォーマンスの最適化および省エネを実現する。

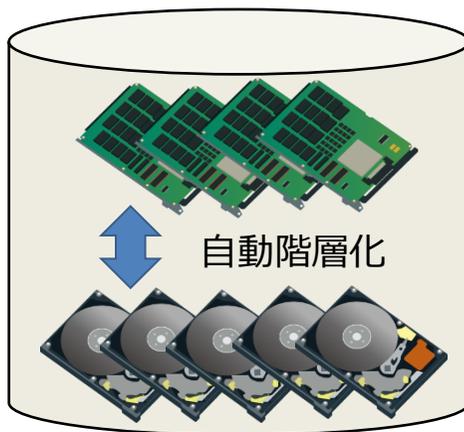
構成例：

構成Aは、600GB (2.5型15krpm) の高速ディスクドライブのみで構成、構成Bは、SSDと6TB (3.5型7.2krpm) の大容量ディスクドライブを組合せ、自動階層化を適用することで、構成Bは構成Aと同等の容量と性能をより少ないコストと消費電力で実現している。

構成Aのボリューム構成
600GB (2.5型15Krpm) ×48台



構成Bのボリューム構成
800GB (SSD) ×4台
6TB (3.5型7.2Krpm) ×5台



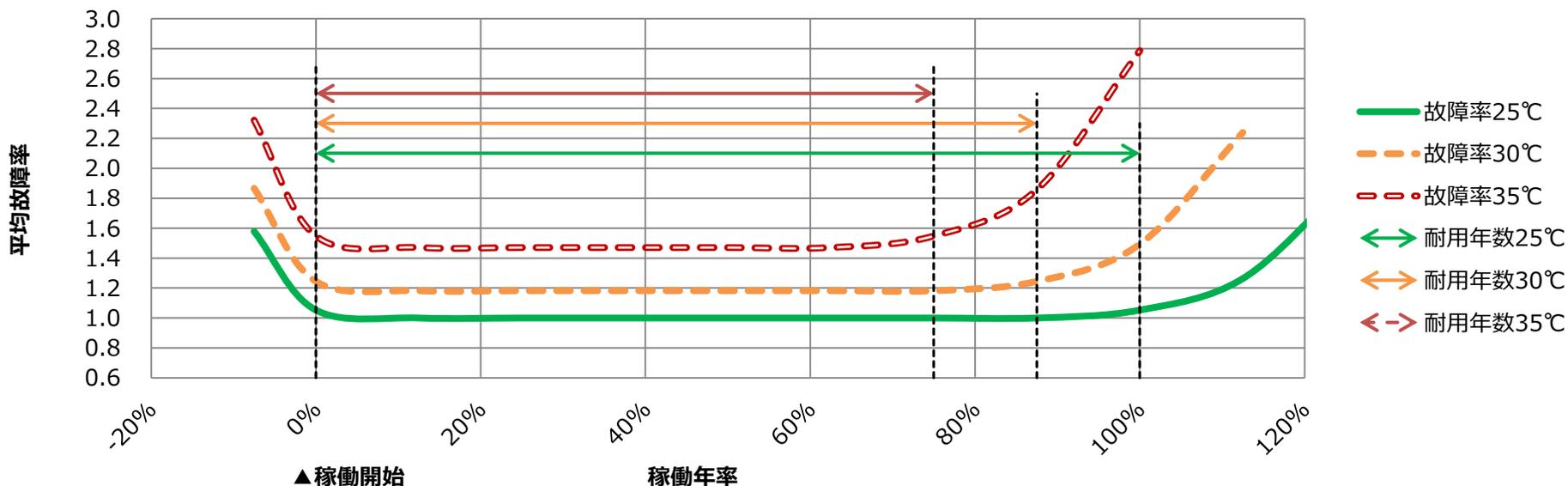
構成例	構成A	構成B
容量 (TB)	28.8	33.2
性能 (相対)	100	100 (同等)
コスト (相対)	100	90 (10%ダウン)
消費電力 (相対)	100	20 (80%ダウン)

省エネ技術の推移 (7/7)

その他 (環境温度を上げることへのリスクの一般的な考え方)

- 温度上昇による消費電力増加
冷却ファンの回転速度を装置の周囲温度に応じてきめ細かく制御する機器においては、周囲温度が上昇すると、冷却ファンが加速し、その結果冷却ファンの消費電力が上昇する。
- 温度上昇に伴うディスクドライブ (HDD) の故障率への影響
周囲温度が上昇すると故障率は上昇し、耐用年数は短縮する。
例えば、HDDの周囲温度を10℃上げると、平均故障率は1.5倍となる。また、耐用年数は25%程度短くなる。

平均故障率と耐用年数 (JEITA推定による)



JEITA 社団法人 電子情報技術産業協会
Japan Electronics and Information Technology Industries Association