

ENERGY STAR® プログラム要件
データセンター用ストレージの製品基準
適合基準
バージョン 2.1 草案

本書はデータセンター用ストレージの ENERGY STAR 製品基準バージョン 2.1 草案である。製品を ENERGY STAR に適合させる場合には、当該基準の全てを満たすこと。

1 定義

A. 製品機種：

- 1) ストレージ製品：直接接続あるいはネットワークを介して接続されているクライアントや装置に対して、データ格納サービスを提供する完全機能型 (fully-functional) ストレージシステム。ストレージ製品のアーキテクチャ (基本設計：architecture) において必須部分である (例えば、コントローラとディスク間の内部通信を提供するための) 構成要素およびサブシステムは、ストレージ製品の一部と見なす。反対に、データセンター級 (level) のストレージ環境と通常関連のある構成要素 (例：外部 SAN の動作に必要な装置) は、ストレージ製品の一部とは見なさない。ストレージ製品は、一体型ストレージコントローラ、ストレージ媒体、内蔵型ネットワーク要素、ソフトウェア、および他の装置で構成している可能性がある。本基準の目的のため、ストレージ製品とは、最終ユーザーへの販売用及び市場用に用意した、1つ以上のSKUによる固有の構成である。
- 2) ストレージ装置：不揮発性データ保存を提供する、ディスクドライブ(HDD)、半導体ドライブ(SSD)、テープカートリッジ、及びその他全てのメカニズム (機構) に対する総称。本定義では、集積型ストレージ要素、例えばRAID配分サブシステム、ロボットのテープ・ライブラリー、ファイラー、及びファイルサービスを除外することを明確に意図している。最終ユーザーのアプリケーションプログラムからは直接利用できないが、代わりに内部キャッシュ(cache)の一形態として利用するストレージ装置も除外する。
- 3) ストレージコントローラ：ストレージ装置に対するI/O要求の大部分を自立的に(autonomously)処理するようにプログラムしているプロセッサまたは動作順序制御装置 (シーケンサ：Sequence r) を介して、ストレージ要求に対処するための装置 (例：RAIDコントローラおよびファイラー)。

B. ストレージ製品の接続性

- 1) 直接接続型ストレージ (DAS : Direct-attached Storage)：1つ以上のサーバに物理的に接続された1つ以上の専用(dedicated)ストレージ装置。
- 2) ネットワーク接続型ストレージ (NAS : Network Attached Storage)：ネットワークに接続し、遠隔コンピュータシステムにファイル利用サービスを提供する、1つ以上の専用ストレージ装置。
- 3) ストレージエリアネットワーク (SAN : Storage Area Network)：コンピュータシステムとストレージ

ジ製品間において、データを転送することが主な目的のネットワーク。SANは、物理的接続を提供する情報通信基盤（communication infrastructure）と、データ転送が確実かつ確固であるように、接続部、ストレージコントローラ／装置、およびコンピュータシステムをまとめる管理階層（management layer）で構成される。SANという呼称は通常は（しかし必ずしもそうではないが）ファイルアクセスサービスというよりもブロックI/Oサービスである。

C. 容量最適化手法 (COM : Capacity Optimizing Methods) ¹: ハードウェア及び/もしくはソフトウェアの組合せを通してストレージ装置に格納する実際のデータを削減する手法。共通COMには下記が含まれる:

- 1) シンプロビジョニング (Thin Provisioning) : プロビジョニングの際に全ての物理的容量を再配分するのではなく、アプリケーションがデータを書き込む時に、ボリュームまたはファイルシステムの物理的容量を配分する技術。
- 2) データ重複排除 (データデデュプリケーション : Data Deduplication) : 格納領域および/または帯域幅 (bandwidth) を節約するため、様々な粒度 (granularity) 水準における複数のデータ複写物 (copies of data) を、共用複写物 (shared copy) への参照にして交換すること。
- 3) 圧縮 : 大きさを縮小するためのデータ暗号化 (encoding) 処理。本基準の目的のため、可逆圧縮 (lossless compression) (すなわち、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) のみが認識される。
- 4) デルタ・スナップショット (Delta Snapshots) : 既存データの完全な複写物とは異なるブロックのみを格納することによって、短時間でデータの状態を保存するポイントインタイムコピー (point-in-time copy) の一種。

D. ストレージ分類¹ : 最終用途および主要製品特性によってデータセンター用ストレージ市場を区分する際に使用する区分手法。本書において参照している分類の主な区分は以下のとおり。

- 1) ディスクセットオンライン・ストレージ : 短い応答時間で混在するランダム(無作為)およびシーケンシャル(順次)のI/O要求に対応することを意図しているストレージ製品。ディスクセットオンライン・ストレージに格納されているデータは全て、ストレージ製品がディープアイドル状態 (Deep Idle state) でない限りは、MaxTTFD ≤ 80 msで利用可能でなければならない。ディスクセットオンライン・ストレージは、一般的に1つ以上のHDDとストレージコントローラで構成されており、コンピュータサーバの内部メモリを補完するための主要データ記憶を提供する。
- 2) ディスクセットニア(近似)オンライン・ストレージ : 短～中程度の応答時間で混在するランダム(無作為)およびシーケンシャル(順次)のI/O要求に対応することを意図しているストレージ製品。ディスクセットニアオンライン・ストレージ製品は、データの一部がMaxTTFD ≤ 80 msで利用可能であるが、そ

¹ ENERGY STAR ストレージ分類 (taxonomy) は、「SNIA Emerald™ 電力効率測定仕様」バージョン 4.0.0 で定義しているように、ストレージネットワーク工業会のグリーンストレージ構想が策定した分類基準と一致している。更なる詳細は、www.snia.org/green を参照すること。

の一方で他のデータはMaxTTFD > 80 msで利用可能であるというように、非対称な (asymmetrical) 応答を提供する。

- 3) リムーバブルと仮想メディアライブラリ(RVML: Removable and Virtual Media Library)セット仮想メディア(媒体)ライブラリ：短い応答時間で主にシーケンシャル(順次)I/Oに対応することを意図しているストレージ製品。仮想メディアライブラリの媒体(例：HDD、光ディスク)は、システムから物理的に取り外せるようには設計していない。仮想メディアライブラリに格納されているデータは全て、ストレージ製品がディープアイドル状態でない限りは、MaxTTFD ≤ 80 msで利用可能でなければならない。仮想メディアライブラリは、主に中期および長期のデータ保存(storage)を目的としている。
- 4) RVMLセットリムーバブルメディア(着脱式媒体)ライブラリ：中～長程度の応答時間で主にシーケンシャル(順次)I/Oに対応することを意図しているストレージ製品。リムーバブルメディアライブラリの媒体(例：テープカートリッジ、光ディスク)は、ストレージ製品から物理的に取り外しできるように設計している。リムーバブルメディアライブラリは、主に長期のデータ保管(archiving)を目的としている。
- 5) 不揮発性半導体(NVSS: Non-volatile Solid State)セットディスクアクセスストレージ：短い応答時間で混在するランダム(無作為)およびシーケンシャル(順次)のI/O要求に対応することを意図しているストレージ製品。NVSSセットディスクアクセスオンライン・ストレージに格納されているデータは全て、ストレージ製品がディープアイドル状態でない限りは、MaxTTFD ≤ 80 msで利用可能でなければならない。NVSSセットディスクアクセスオンライン・ストレージは、一般的に1つ以上のSSDとストレージコントローラで構成されており、コンピュータサーバの内部メモリを補完するための主要データ記憶を提供する。
- 6) NVSSセットメモリアccessストレージ：短い応答時間で混在するランダム(無作為)およびシーケンシャル(順次)のI/O要求に対応することを意図しているストレージ製品。NVSSセットメモリアccessオンライン・ストレージに格納されているデータは全て、ストレージ製品がディープアイドル状態でない限りは、MaxTTFD ≤ 80 msで利用可能でなければならない。NVSSセットメモリアccessオンライン・ストレージは、一般的に半導体ストレージ装置の1つ以上のバンクとストレージコントローラで構成されており、コンピュータサーバの内部メモリを補完するための主要データ記憶を提供する。

E. 他のデータセンター用機器：

- 1) コンピュータサーバ：クライアント装置(例：デスクトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、シンクライアント(thin clients)、無線装置、PDA、IP電話、他のコンピュータサーバ、および他のネットワーク装置)のためにサービスを提供し、ネットワーク化された資源(リソース)を管理するコンピュータ。コンピュータサーバは、データセンターやオフィス/企業環境において使用するため、企業等の物品調達経路を介して販売する。コンピュータサーバは、キーボードやマウス等のような直接接続した使用者の入力装置ではなく、主にネットワーク接続を介して利用(アクセス)する。本基準の目的のため、製品をコンピュータサーバと考えるには、以下の基準をすべて満たすこと。

- i.) コンピュータサーバとして販売する。
- ii.) コンピュータサーバのオペレーティングシステム (OS) および/またはハイパーバイザー対応として設計し公表している。
- iii.) 一般的には使用者がインストールしたアプリケーションの運用を目的としているが、これに限定されるものではなく、現実には企業向けを目的としている。
- iv.) 誤り訂正符号 (ECC : error-correcting code) および/またはバッファ付きメモリ (バッファ付き DIMMとバッファ付きオンボード (BOB : buffered on board) 構成の両方を含む) に対応する。
- v.) 1つ以上の交流-直流または直流-直流電源装置と共に一括販売する。および、
- vi.) 全てのプロセッサは共用システムメモリの利用が可能であり、1つのOSまたはハイパーバイザーから個別に認識できるように設計している。

2) ネットワーク機器 : 自身のポートに接続している装置の任意の組合せの中で、データ接続性を提供することが主な機能である装置。データ接続性は、インターネットプロトコル、ファイバーチャネル、インフィニバンド (Infini Band) または他の標準的プロトコルに従いカプセル化したデータパケットを伝送することで達成される。データセンターにおいて一般的に見られるネットワーク機器の例は、ルーターとスイッチである。

3) ブレード・ストレージ : ブレード筐体の中で使用するよう設計したストレージ製品。ブレード・ストレージ製品は運転用の共用ブレード筐体の資源 (例えば、供給電源、冷却) に依存する。

4) キャッシュ(Cache) : 一時的なデータを透明的に格納するために使用する暫定的なストレージで、最終使用者のアプリケーションでは直接には対応できないもの。(一般には) より低速度の装置へ、または装置からのアクセス (利用) を早めるために主として使用する。

F. 容量 : 容量はバイナリー (2進法) バイト(1 MB = 1,048,576 Byte)もしくはデシマル (10進法) バイト (1 MB = 1,000,000 Byte)のどちらかの単位で報告する。

1) 割り当て容量(Assigned Capacity) : 最終使用者またはアプリケーションによる書き込み用に割り当てられているシステムまたはデータコンテナにおける容量。(注 : シンプロビジョニング(thin provisioning)システムの場合、割り当て容量はその容量を要求に応じて提供するという見込みを表しており、コンテナに書き込む際にも利用可能な容量を割り当てる。完全プロビジョニング済み(fully-provisioned)システムの場合は、コンテナの割り当てと同時に、利用可能な容量を定めなければならない。)

2) 有効容量(Effective Capacity) : ストレージ製品に格納しているデータ量、およびそのシステムにおける未使用の初期化 (フォーマット済み : formatted) 容量。

3) 初期化済み(使用可能)(Formatted (Usable))容量 : システムまたは装置が使用できるように初期化(フォーマット)した後に (例えば、オブジェクトストア、ファイルシステム、あるいはブロックサービスマネージャにより) 書き込み可能な総バイト容量。初期化済み容量は、未加工の容量以下である。システム利用領域、予備領域、RAIDパリティ領域、チェックサム範囲、ホストまたはファイルシステム類

の再配置、ディスクの「サイズ最適化」、ディスクのラベル表示等のために確保した領域は含めない。なお、スナップショット確保(snapshot set-asides)のような通常確保している領域は、一般的なデータ格納用に構成している場合において、初期化(フォーマット)済み容量に含める可能性がある。

- 4) 空き領域(Free Space) : ストレージ製品により報告されるように未使用の初期化済み容量。
- 5) 未加工(利用可能な)(Raw (Addressable))容量 : ストレージ製品における記憶装置の利用可能な総容量。記憶装置の未加工容量は、一般にSCSIまたは同等の通信規約を介して書き込み可能なバイト数と理解される。この容量には、利用不可領域、ECC (誤り訂正符号 : Error Correcting Code) データ、再配置領域(remap areas)、領域間のギャップ等は含めない。

G. 動作状態 :

- 1) 稼働状態 : ストレージ製品が外部からのI/O要求を処理している状態。
- 2) アイドル状態 : ストレージ製品はI/O処理(トランザクション : transactions)を完了することが可能であるが、いかなる稼働I/Oも要求または保留していない動作状態。しかしこのシステムは、背景データの保護とクレンジング(cleansing)によって自発的に起動するI/Oに、および使用者によって始められていない他の動作に対応することができる。
 - i) レディ(稼働準備)アイドル(Ready Idle) : ストレージ製品がその分類区分における最大TTFD制限値内において任意のI/O要求に応答できる状態であるが、外部からのI/O要求を受け取っていない状態。ストレージ製品は、レディアイドルの間は通常の維持管理(ハウスキーピング : housekeeping)タスクを実行することができるが、それはこの操作が当該製品の最大TTFD要件を満たす能力を損なわない場合においてである。
 - ii) ディープアイドル(Deep Idle) : 1つ以上のストレージ製品構成要素またはサブシステムが、省エネルギーの目的のために低電力状態に移行している状態。ディープアイドルにあるストレージ製品は、その分類区分について最大TTFD制限値内でI/O要求に応答できない可能性があり、またレディ (稼働準備) アイドルまたは稼働状態に戻るためには、管理された「復帰(ウェイクアップ : wake-up)」機能の実行が必要となる可能性がある。ディープアイドル能力は、ストレージ製品において使用者が選択できる任意の機能であること。

H. 電源装置(PSU : Power Supply Unit) : ストレージ製品に給電する目的のため、交流または直流の入力電力を、1つ以上の直流電力出力に変換する装置。ストレージのPSUは、自立型であり、システムから物理的に分離可能でなければならない、取外し可能または固定の配線による電氣的接続によりシステムに接続しなければならない。

- 1) 交流-直流電源装置 : 線間電圧交流入力電力を、1つ以上の直流電力出力に変換するPSU。
- 2) 直流-直流電源装置 : 線間電圧直流入力電力を、1つ以上の直流電力出力に変換するPSU。本基準の目的のため、ストレージ製品に内蔵されており、低電圧直流 (例 : 12V DC) をストレージ製品の構成要素が使用する他の直流電力出力に変換するために用いる直流-直流変換器 (別名、電圧調整器) は、直流-直流電源装置とは見なさない。

- 3) 単一出力電源装置：定格出力電力の大部分を1つの主要直流出力に供給するように設計している PSU。単一出力 PSU は、入力電源に接続しているときにはいつでも稼働状態を維持する、1つ以上の待機時（スタンバイ）出力を提供することができる。本基準の目的のため、主要もしくは待機時（スタンバイ）ではない出力による全ての追加 PSU 出力からの総定格電力出力は、20W 以下であること。主要出力と同じ電圧の出力を複数提供する PSU は、これら出力が（1）別の変換器から生成されている、あるいは別の出力調整段階がある場合、または（2）独立した電流制限値がある場合を除き、単一出力 PSU と見なす。
- 4) 複数(マルチ)出力電源装置：ストレージ製品に給電する目的のため、定格出力電力の大部分を2つ以上の主要直流出力に供給するように設計している PSU。複数出力 PSU は、入力電源に接続しているときはいつでも稼働状態を維持する、1つ以上の待機時（スタンバイ）出力を提供することができる。本基準の目的のため、主要かつ待機時（スタンバイ）ではない出力による全ての追加 PSU 出力からの総定格電力出力は、20W 以上でなければならない。
- 5) 冗長型電源装置：1つの PSU に不具合が生じた際に、出力負荷を連続して維持するように構成されている2つ以上の PSU。

I. 製品群：基本設計に関する変形であり、一連の共通特性を共有するモデル/構成の一団

- 1) 共通製品群特性：製品群内のすべてのモデル/構成に共通の特性一式であり、共通の基本設計を形成する。製品群内のすべてのモデル/構成は、以下を共有すること：
 - i) 同じ製造事業者が製造している。
 - ii) 同じモデルラインから、もしくは同じマシンタイプで製造している。
 - iii) 同じモデルのストレージコントローラを利用する。
 - iv) 同じ分類区分に該当する。および
 - v) 相当する適合構成と等しいか、それ以上の量のキャッシュ(cache)を含んでいる。
- 2) 最適構成：特定の作業負荷タイプについて、製品の最大ピークエネルギー効率性能（性能/ワット）を代表する製品構成である。この構成は、指定された関連の作業負荷タイプにおいて、製品群内で適合の全ての製品を代表する。この構成は製造事業者が提供し、以下の作業負荷タイプについて最適化することができる。
 - i) トランザクション(処理)（ブロック I/O 製品のみ）：ランダム（無作為）I/O 使用に最適化した作業負荷であり、1ワットあたり1秒あたりの I/O で測定する。
 - ii) ストリーミング(流入)（ブロック I/O 製品のみ）：主としてシーケンシャル（順次）I/O 使用に最適化した作業負荷であり、1ワットあたり1秒あたりの MiB で測定する。
 - iii) コンポジット(混合)（ファイル I/O 製品のみ）：コンポジット(混合) I/O 使用に最適化した作業負荷であり、1ワットあたり1秒あたりの MiB で測定する。

J. 他の定義：

- 1) スケールアップストレージ：1つの独立のストレージコントローラ（冗長性の有無にかかわらず）で構成するストレージ製品であり、ストレージ製品内のすべてのストレージ装置の全体を把握できるものである。ストレージ容量の増分は、既存のストレージコントローラの制御下にあるストレージ装置の追加

により増加する。

- 2) スケールアウトストレージ：2 つ以上の独立のストレージコントローラ（冗長性の有無にかかわらず）で構成するストレージ製品であり、ストレージ製品内のすべてのストレージ装置の全体を把握できるものである。全体的な統合または集約機能と組み合わせて、接続されたサーバの単一のストレージ製品表示を実現できるものである。多くの場合、それぞれの独立のストレージコントローラは、システム全体のストレージ装置のパーティション（区画）を部分的に表示するが、これは固定要件ではない。ストレージ容量の増分は、既存のストレージコントローラの制御下でストレージ装置の追加、また／もしくは追加コントローラを併せた追加ストレージ装置の追加により増加する。
- 3) 現場交換可能なユニット(FRU : Field-replaceable Unit)：「現地で」交換されるように設計されたユニットまたはシステムの構成要素で、すなわちシステムを工場や修理場に戻す必要はないもの。現場交換可能なユニットは、顧客が交換できる場合もあれば、交換には訓練を受けた修理担当者が必要な場合もある。
- 4) 高可用性(HA : High-availability)：個々の構成要素の信頼性が示唆するよりもはるかに長い期間、その機能を継続的に（中断なく）実行するシステムの能力。高可用性は、耐障害性によってほとんどの場合達成される。
- 5) 最初のデータ利用までの最大時間(Max TTFD : Maximum Time to First Data)：任意データのリード要求を満たすために、ストレージ製品からのデータ受信を開始するまでに必要とする最大時間。
- 6) RAS機能：信頼性 (reliability)、可用性(availability)、および保守性 (serviceability) の頭字語。RASは、「管理性 (Manageability)」基準を追加して、RASMに拡大することもある。ストレージ製品に関するRASの3つの主要要素は、以下のように定義される。
 - i) 信頼性特性：構成要素の不具合による中断なく、目的の機能を実行するストレージ製品の能力を支援する特性。信頼性の増大に適用する技術には、構成要素の選択 (MTBF : Mean Time between Failure:故障発生時刻間の平均時間)、(マイクロおよびマクロ段階の両方での) 冗長性、温度および／または電圧の出力低減、誤りの検出と補正技術がある。
 - ii) 可用性特性：通常動作時間を最大化し、計画的および計画外の休止時間を最小化するストレージ製品の能力を支援する特性。
 - iii) 保守性特性：保守を受けることができるストレージ製品の能力を支援する特性（例：ホットプラグング : hot-plugging）
 - iv) 高度なデータ回復能力：本基準で使用される総称で、RAID、ミラーリング／グリッド技術、またはその他の同等な高度なエラー検出及び回復システムなどのエラー検出および修復機能のことを指す。
 - v) 無停止の保守性(Non-disruptive Serviceability)：故障／修理、コードパッチ(code patches)、ソフトウェア／ファームウェア更新、設定変更、データ移行、およびシステム拡張を含むすべてのFRUおよび保守作業中において、継続的なデータの可用性と応答時間に対し支援すること。
- 7) ブロックI/O負荷：
 - i) ランダムリード(無作為読み込み)：連続して出されたリード要求が、隣接してアドレス指定されたデ

ータを指定しないあらゆるI/O負荷。ランダムI/Oという用語は、データ位置の分布が実際に無作為であるかどうかに関係なく、シーケンシャル(順次)ではないすべてのI/O負荷を示すために一般的に使用される。

- ii) ランダムライト(無作為書き込み)：連続して出されたライト要求が、隣接してアドレス指定されたデータを指定しないあらゆるI/O負荷。ランダムI/Oという用語は、データ位置の分布が実際に無作為であるかどうかに関係なく、シーケンシャル(順次)ではないすべてのI/O負荷を示すために一般的に使用される。
 - iii) シーケンシャルリード(順次読み込み)：隣接してアドレス指定されたデータに対し連続して出されたリード要求で構成されるI/O負荷。
 - iv) シーケンシャルライト(順次書き込み)：隣接してアドレス指定されたデータに対し連続して出されたライト要求で構成されるI/O負荷。
 - v) ホットバンド：アドレス指定されたデータに対するより高い頻度のI/O作業をモデル化する読み取りおよび書き込み要求の集積で構成されるI/O負荷。
- 8) ファイルI/O負荷：
- i) データベース：OLTPデータベースの表とログファイルシナリオ(OLTP database Table and Log file scenario)をシミュレートするI/O負荷。
 - ii) ソフトウェア(SW)ビルド：EDAワークフローの大規模なソフトウェアプロジェクトの編纂またはビルドフェーズをシミュレートするI/O負荷。
 - iii) ビデオデータ収集(VDA: Video Data Acquisition)：検査やビッグデータの取り込みなど、一時的に変動するソースからのデータの収集をシミュレートするI/O負荷。
 - iv) 仮想デスクトップ基盤(VDI: Virtual Desktop Infrastructure)：重い定常状態のナレッジワーカーワークロード(knowledge worker workload)をサポートするためのハイパーバイザーによって生成されたワークロードをシミュレートするI/O負荷。
- 9) 応答時間：UUTがI/O要求を完了するために必要な時間。
- 10) 被試験機器 (UUT : Unit Under Test)：試験されるストレージ製品。

2 適合製品

2.1 対象製品

2.1.1 下記の条件の全てを満たす製品は、第2.2節に挙げる製品を除き、ENERGY STAR適合の対象となる。

- i. 本書の第1節に述べたストレージ製品の定義を満たすこと；
- ii. 1つ以上のSKUから構成され、ストレージ製品販売業者から単一注文の購入が可能であること；
- iii. ディスクセットオンライン区分2、3、4およびNVSSセットディスクアクセス区分オンライン2、3、および4に特徴付けられ、下記の追加基準があること；
 - a) 高度なデータ修復能力のあるコントローラを含むこと；
 - b) ブロックI/OとファイルI/Oのストレージ機能をサポートすること、そして

- c) スケールアップもしくはスケールアウトを実行すること。

2.2 対象外製品

- 2.2.1 他のENERGY STAR製品基準の対象である製品は、ENERGY STARデータセンター用ストレージ基準の適合の対象にならない。現在有効な基準の一覧は、www.energystar.gov/specificationsで見ることができる。
- 2.2.2 以下の製品は、本基準においては適合から特に除外されている：
- i. 個人用／携帯用データストレージ製品；
 - ii. コンピュータサーバ；
 - iii. ブレード・ストレージ製品；
 - iv. 直接接続型ストレージ製品；
 - v. オブジェクトベースのストレージのみが可能なストレージ製品；
 - vi. 次の分類区分のストレージ装置：ディスクセットニアオンライン、RVMLセットリムーバブルメディアライブラリ、RVMLセット仮想メディアライブラリ、及びNVSSセットメモリアクセス。

3 適合基準

3.1 有効桁数と端数処理

- 3.1.1 すべての計算は、直接的に測定した（端数処理をしていない）数値を用いて行うこと。
- 3.1.2 特段の規定がない限り、基準値への準拠は、いかなる端数処理を行わずに、直接的に測定または算出した値を用いて評価すること。
- 3.1.3 ENERGY STAR ウェブサイトへの報告用に届出するために直接的に測定または算出した数値は、対応する基準値に表されている最も近い有効桁数に四捨五入すること。

3.2 電源装置要件

- 3.2.1 電源装置(PSU): 本基準で対象となるストレージ製品で使用される PSU は、*EPRI 一般用内部電源装置効率試験規約 6.7.1 改定版 (EPRI Generalized Internal Power Supply Efficiency Test Protocol, Rev. 6.7.1)* (http://www.plugloadolutions.com/docs/collatrl/print/Generalized_Internal_Power_Supply_Efficiency_Test_Protocol_R6.7.1.pdf で入手可能) を使用して試験した場合、以下の要件を満たすこと。
- 3.2.2 主要な組込み機器の効率及び力率: コントローラおよびドロワーを含むストレージ製品の主要構成要素に給電する組込み PSU は、表 1 及び表 2 の要件を満たすこと。
- i. 効率: ストレージ製品 PSU は、表 1 に示す効率要件を満たすこと。

表 1 PSUの効率要件

PSUタイプ	定格出力	20%負荷	50%負荷	100%負荷
マルチ（複数）出力 (AC-DC)	全ての出力レベル	88%	92%	88%

単一出力 (AC-DC)	全ての出力レベル	90%	94%	91%
-----------------	----------	-----	-----	-----

ii. 力率：ストレージ製品PSUは、表2に示す力率要件を満たすこと。

表2：PSUの力率要件

PSUタイプ	定格出力	20% 負荷	50% 負荷	100% 負荷
単一およびマルチ出力PSU	全ての出力レベル	0.80	0.90	0.95

iii. ストレージ製品の主要構成要素に給電しない組込みPSUは、PSU要件の対象ではない。

3.3 ブロックI/Oの稼働状態エネルギー効率要件

3.3.1 ENERGY STAR適合のため、ブロックI/Oストレージ製品またはストレージ製品群について提出される各最適構成点は、適合する各作業負荷タイプについて、表3にある次の該当する稼働状態要件を満たすこと。

表3 ブロックI/Oストレージ製品の稼働状態要件

作業負荷タイプ	特定の作業負荷試験	最少性能/ワット比	該当する比率の単位
トランザクション（処理）	ホットバンド	28.0	IOPS/ワット
ストリーミング（流入）	シーケンシャルリード	2.3	MiBS/ワット
ストリーミング（流入）	シーケンシャルライト	1.5	MiBS/ワット

3.3.2 ストリーミング作業負荷について提出された最適構成点は、上記表3のシーケンシャルリードまたはシーケンシャルライトの要件を満たす必要があるが、両方の作業負荷試験でその値を満たす必要はない。両方の試験の値は、表3の基準を満たしているかどうかに関係なく、報告され公開掲載される。

3.4 エネルギー効率特性要件

3.4.1 ENERGY STAR適合のために、ストレージ製品は以下の特性を含むこと、また指定通りに実装すること。：

- i. 適応型稼働冷却(*Adaptive Active Cooling*)：ストレージ製品の主要要素は、ストレージ製品の現在の冷却必要性に比例して、冷却技術による消費エネルギーを減らす適応型冷却技術を利用すること（例えば、より低い周囲空気温度での可変速ファンもしくはブLOWER速度の低下）。この要件は受動的(パッシブ)冷却を採用する装置には適用しない。

3.4.2 ストレージ製品は、表5に示したものの以上の数量で、表4に示した構成可能/選定可能な特性を最終使用者が利用できるようにすること。

表4 承認された容量最適化法(COM : Capacity Optimizing Method)特性

特性	検証要件
COM : シンプロビジョニング	SNIA検証試験
COM : データ重複排除	SNIA検証試験

COM：圧縮	SNIA検証試験
COM：差分(デルタ)スナップショット	SNIA検証試験

表5 ディスクセットとNVSSディスクセットアクセスオンライン2、3、及び4システムのCOM要件

ストレージ製品区分	利用可能にするために必要なCOMの最少数
オンライン2	1
オンライン3	2
オンライン4	3

3.5 情報報告要件

3.5.1 稼働状態及びアイドル状態効率の公開：ENERGY STARに適合するためには、表6または表7に掲げた作業負荷試験に基づく全ての稼働状態及びアイドル状態の試験結果を報告すること。

表6 全てのブロックI/O構成に必要な作業負荷試験

作業負荷試験
ホットバンド
ランダムリード
ランダムライト
シーケンシャルリード
シーケンシャルライト
レディ（稼働準備） アイドル ²

表7 全てのファイルI/O構成に必要な作業負荷試験

作業負荷試験
データベース
SWビルド
VDA
VDI
レディ（稼働準備） アイドル ²

3.5.2 作業負荷の重み付け要件：表8および表9に示す重み付けした比率は、定められたストレージ製品について適切な最適構成点を計算するために使用すること。

表8 全てのブロックI/Oシステムの作業負荷重み付け要件

作業負荷試験	トランザクション (処理)最適化	ストリーミング (流入)最適化
ホットバンド	100%	0%
シーケンシャルリード	0%	50%

² 表6、表7および本文書のこれ以降におけるSNIAが定義した作業負荷試験については「SNIA Emerald™ 電力効率測定仕様」バージョン4.0.0を参照のこと。更なる詳細は、www.snia.org/greenを参照のこと。

シーケンシャルライト	0%	50%
レディアイドル	0%	0%

例：ストリーミング作業負荷を最適化するために、製造事業者はシーケンシャルリードおよびシーケンシャルライトの結果の重み付け合計値(表8による)が最大化されるシステム構成およびストレージ装置総数を特定すること。結果としてのストレージ装置総数は、ENERGY STAR試験および適合のストリーミング最適化点として使用すること。

表9 全てのファイルI/Oシステムの作業負荷重み付け要件

作業負荷試験	トランザクション (処理)最適化	ストリーミング (流入)最適化	コンポジット (混合)最適化
データベース	50%	0%	0%
SWビルド	0%	0%	100%
VDA	0%	100%	0%
VDI	50%	0%	0%

3.5.3 全てのスケールアップストレージ製品の試験データ要件：ENERGY STAR 適合のために提出される各構成には以下の試験データが必要である。：

- i. 製造事業者は、1.I.2.から試験用の作業負荷タイプを選択すること。
- ii. 製造事業者は、その作業負荷タイプで最高のワーク/ワットが得られる、単一タイプのものまたは（ハイブリッドハードディスク/半導体ストレージ装置の製品の場合に）ハードディスクストレージ装置および/または半導体ストレージ装置の組み合わせのものを選択する必要がある。ハイブリッドハードディスク/半導体ストレージ装置製品群の試験構成の内、半導体ストレージ装置のアドレス可能なストレージは、30%を超えることはできない。選択した作業負荷タイプについて、表 6 または表 7 に示したすべての測定値の物理的データを、製造事業者が決定した最適構成点として提出すること。加えて、
- iii. 追加の作業負荷タイプの適合には、異なる作業負荷については上記の第 3.5.3.i 節以降を繰り返すこと。
- iv. 下記の規則は、上記の試験すべてに適用する。
 - a) ストレージ製品によって指定された COM 特性(表 4)の検証試験は、販売業者の選択したストレージ装置を使用して少なくとも 1 回実行すること。検証後は、異なるストレージ装置で COM 検証試験手順を再実行する必要はない。

3.5.4 全てのスケールアウトストレージ製品の試験データ要件：下記の試験データは ENERGY STAR 適合のために提出される各構成に必要なものである。

- i. 第 3.5.3 節の試験およびデータ要件に全て従うこと。
- ii. 試験時には、ストレージコントローラ/ノードの最少の市販量を試験すること。
- iii. より大量のストレージコントローラを有する追加システムは、任意で提出可能である。

3.5.5 ENERGY STAR ウェブサイトに掲載するデータは、それぞれの ENERGY STAR 適合ストレージ製

品もしくはストレージ製品群について提出すること。

- i. 可能ならいつでも、パートナーは詳細な消費電力計算に関するハイパーリンクもウェブサイト上に提供すること。購入者は、これを用いて製品群内の特有の構成について消費電力および性能のデータを理解することができる。

3.5.6 下記の情報は、ENERGY STARウェブサイトに掲載される：

- i. 製品モデル名、モデル番号、およびSKUもしくは他の構成特定番号
- ii. 重要な製品特性の一覧には、以下の項目を含む：
 - (a) システム構成および試験したI/Oタイプ；
 - (b) ストレージコントローラの詳細（例えば、モデル名および番号）；
 - (c) ソフトウェア構成および試験に使用の転送プロトコル；
 - (d) ストレージコントローラの電源情報；
 - (e) ストレージ装置ドロワーの電源情報；
 - (f) 最適化点に使用するストレージ装置；
 - (g) 試験中の入力電力および環境特性；
 - (h) システム消費電力の最適化能力；
 - (i) 吸気温度及び電力消費量の報告能力。
- iii. 適合製品群の最適構成の一覧；およびデータ平均化に使用される期間の公開。
- iv. 利用可能かつ初期設定により有効である消費電力管理および他の消費電力節減特性の一覧。
- v. 試験中に行った特定の熱的測定値。
- vi. 製品群については、群内の適合ストレージ製品の一覧。および
- vii. 下記の表 10 および表 11 で特定した、必要な稼働およびアイドル状態試験報告のためのエネルギー効率性能データ（性能/ワット）

表 10:掲載の稼働およびアイドル状態効率ブロック I/O 試験結果

作業負荷試験	トランザクション (処理) 最適化	ストリーミング (流入) 最適化	容量最適化
ホットバンド	Yes	No	No
ランダムリード	Yes	No	No
ランダムライト	Yes	No	No
シーケンシャルリード	No	Yes	No
シーケンシャルライト	No	Yes	No
レディアイドル	Yes	Yes	Yes

表 11:掲載の稼働およびアイドル状態効率ファイル I/O 試験結果

作業負荷試験	トランザクション (処理) 最適化	ストリーミング (流入) 最適化	コンポジット (混合) 最適化
データベース	Yes	No	No
SWビルド	No	No	Yes

VDA	No	Yes	No
VDI	Yes	No	No
レディアイドル	Yes	Yes	Yes

3.5.7 下記の試験情報は、適合プロセスの一部として提出すること、しかし、ENERGY STAR ウェブサイトには掲載されない。

- i. 全ての試験構成について独立の電力および性能データ

3.5.8 パートナーのプライマリーマーケティングおよび/または製品概要ウェブサイトにて下記製品情報を明確に表示してあるウェブリンクを報告すること。

- i. ENERGY STAR 適合製品群に含まれるモデルライン内での構成の識別；
- ii. その製品に利用可能な COM（容量最適化手法）；
- iii. 製品群内で提供される最小電源効率（できれば 80 Plus 同等のステートメント）。

注記：EPAは、この独特で複雑な製品タイプの適合確認手順に関して関係者と協力した。オペレーターは各製品から報告されるリアルタイムな電力および温度データにアクセスできるため、すべてのITハードウェアを管理して個々のユニットが予定の作動範囲から外れた時に監視することが可能となる。このDCIMソフトウェアの存在と適合データとの組み合わせにより、性能に関して高水準の透明性を提供する。EPAは顧客に彼らのENERGY STAR 製品に関する追加情報を提供することで、関係者とプログラムにとって追加の利点になることを確認した。従って、EPAはモデルラインのどの構成がENERGY STAR適合を受けているか、その製品はどのようなCOM（容量最適化手法）を利用可能か、また製品群内で提供される最小電源効率を明確にすることを製造事業者に要求する。

3.6 標準性能データ測定及び出力要件

3.6.1 データ要素：ディスクセット及びNVSSディスクセットアクセスオンライン3及びオンライン4のストレージ製品は、ストレージ製品レベルで、以下のデータ要素を測定し報告できるようにすること：

- i. 入力電力（ワット表示）。入力電力測定値は、動作の全範囲を通し、200ワットを超える測定値については、実際の値の±5%以内の精度で報告すること。200ワット以下の測定値については、精度は設置したPSUの数に10ワットを掛けた値以下であること。および
- ii. 吸気温度、摂氏、精度± 2°C

3.6.2 報告の実施：

- i. データは、第三者である非独占的管理システムで読み取り可能な、公開された形式または使用者がアクセス可能な形式で利用可能にすること。
- ii. データは、標準ネットワーク接続を介して最終ユーザ及び第三者の管理システムで利用可能にすること。
- iii. データは、ストレージ製品に同梱された組み込み構成要素またはアドイン装置（サービスプロセッサ、組み込まれた電力または温度計またはその他の帯域外の技術、または予めインストールされたOSなど）を介して利用可能にすること。
- iv. 公開かつ普遍的に利用可能なデータ収集及び報告標準が利用可能になった時、製造事業者は、その製品に普遍的な標準を組み込む必要がある。

- v. 吸気温度データは、コントローラ筐体についてのみ報告すること。

3.6.3 サンプルング要件：

- i. 入力電力：入力電力測定値は、連続する10秒間に1測定以上の速度で、ストレージ製品の内部でサンプルングすること。
- ii. 吸気温度：吸気温度測定値は、10秒毎に1測定以上の速度で、ストレージ製品の内部でサンプルングすること。
- iii. タイムスタンプ：環境データのタイムスタンプを実施するシステムは、30秒毎に1測定以上の速度で、ストレージ製品データの内部でサンプルングすること。
- iv. 管理ソフトウェア：全てのサンプルングされた測定値は、オンデマンド型引き込み法(on-demand pull method)、または調整型押し出し法(coordinated push method)のいずれかを介して外部管理ソフトウェアで利用可能にすること。いずれの場合も、システムの管理ソフトウェアは、データ配信時間スケールを確立する責任があり、同時にストレージ製品は配信されるデータが上記のサンプルングと流通する要件を満たすことを確実にする責任がある。

3.6.4 文書化要件：以下の情報を提出データに含めること：

- i. 電力および任意温度測定について保証された精度レベル、および
- ii. (もしあれば) データの平均化に使用される期間。

4 試験

4.1 試験方法

- 4.1.1 ストレージ製品の稼働及びアイドル状態のエネルギー効率を評価するために、表12に表示する試験方法を用いること。

表12 ENERGY STAR適合に関する試験方法

製品機種	試験方法
すべて	データセンター用ストレージ機器のENERGY STAR試験方法、2020年5月改定版

4.2 試験に必要な台数

- 4.2.1 以下の要件に従い、代表モデルを試験用に選択すること。
 - i. 個別の製品構成の適合については、ENERGY STARとして販売されラベル表示される予定の固有の構成が、代表モデルとみなされる。
 - ii. 製品群を適合するには、1つ以上の最適化構成を試験し届出ること。1つ以上の最適化構成を含む製品群の範囲内では、製造事業者は、試験していない又はデータを報告していない製品も含めた自社製品の効率に関する要求に対して引き続き説明義務を負う。

5 発効日

- 5.1.1 発効日：ENERGY STAR データセンター用ストレージ基準バージョン 2.0 は、2021 年 3 月 15 日に発効する。ENERGY STAR に適合するためには、製品モデルは、製造日の時点で有効な ENERGY STAR 基準を満たしていること。製造日とは、各機器に固有であり、機器が完全に組み立てられたと見なされる年月日である。
- 5.1.2 将来の基準改定：技術および／または市場の変化が消費者、業界、あるいは環境に対する本基準の有用性に影響を及ぼす場合に、EPAは本基準を改定する権利を有する。現行方針を遵守しながら、基準の改定は、関係者との協議を通じて行われる。基準が改定される場合には、ENERGY STAR適合が製品モデルの廃止まで自動的に認められないことに注意すること。

6 将来の改定に対する検討

- 6.1 ファイル I / O 製品の稼働状態効率基準：EPA は、製品を適切に区別するのに十分なデータがあるすべてのファイル I/O ストレージ製品に対してバージョン 3.0 で稼働状態効率基準を設定する予定である。