

ENERGY STAR®プログラム要件 大型ネットワーク機器の 製品基準

エネルギー消費効率判断方法の 素案 2012年10月改定

1 概要

大型ネットワーク機器（LNE）のENERGY STAR適合基準における要件への製品準拠を判断する際には、以下の試験方法を使用すること。

注記：本書では関連する業界の試験方法と整合する方法案を説明している。本書には、DOEが意見を求める具体的な課題を明記した注記枠が含まれている。DOEは、本試験方法案の不明確な点、修正案、または懸念に関する関係者の意見も歓迎する。本取り組みと同時に、DOEは、製造事業者と共にLNE試験の実施方法について調査を行い、また試験方法についてより詳細に意見交換を行うために、すべての関係者に連絡を取る予定である。

2 適用範囲

本試験方法案を使用して、大型ネットワーク機器のENERGY STAR製品基準の対象となるすべての製品のエネルギー消費効率を判断すること。大型ネットワーク機器は試験方法の第3.B) 4) 項において定義されている。

注記：EPAおよびDOEは、LNE基準の草案については、LNE試験方法の確定が間近になったときに策定することを決めた。そのため、試験方法と基準の両方の適用範囲（対象製品）が試験方法の策定において協議される予定である。

DOEは、検討のためにLNE定義の素案を策定し、第3.B) 4) 項に示している。DOEは、ネットワーク機器の特定の種類を、適切に大型ネットワーク機器として（すなわち、小型ネットワーク機器と対照的に）明確に示す方法について、意見を求めている。

3 定義

特段の規定がない限り、本書に使用されるすべての用語は、大型ネットワーク機器のENERGY STAR適合要件バージョン1.0の第1草案における定義と一致する。

注記：初期検討用として、以下の頭字語と定義が試験方法に含まれている。定義の章はすべて、バージョン1.0基準の第1草案を策定する際に適合基準に移される予定である。

DOEは、LNEに関するATISおよびECR構想の試験方法を検討し、これら文書の適用可能な部分を本素案に利用することを暫定的に決定した。DOEは、参照文献に記載されている定義に整合性があると判断し、ATISおよびECR構想の定義を本章に取り入れた。

DOEは、これら定義案の適用性、整合性、および明確性について意見を求める。

A) 頭字語と機器：

- 1) ac：交流（Alternate Current）

- 2) ATIS : 米国電気通信産業連盟 (Alliance for Telecommunications Industry Solutions)
- 3) bps : ビット毎秒 (Bits per second)
- 4) C : セ氏
- 5) dc : 直流 (Direct Current)
- 6) DOE : 米国エネルギー省 (U.S. Department of Energy)
- 7) ECR : エネルギー消費比率 (Energy Consumption Rating)
- 8) EPA : 米国環境保護庁 (U.S. Environmental Protection Agency)
- 9) Gbps : ギガビット毎秒 (Gigabits per second)
- 10) Hz : ヘルツ
- 11) IMIX : インターネットミックス (Internet Mix)
- 12) NDR : 無拒否率 (Non-Drop Rate)
- 13) OSI : 開放型システム間相互接続 (Open Systems Interconnection)
- 14) PDU : 電力配分装置 (Power Distribution Unit)
- 15) PSU : 電源装置 (Power Supply Unit)
- 16) RMS : 二乗平均平方根 (Root Mean Square)
- 17) TEER : 通信エネルギー消費効率比 (Telecommunications Energy Efficiency Ratio)
- 18) UPS : 無停電電源装置 (Uninterruptible Power Supply)
- 19) UUT : 被試験機器 (Unit Under Test)
- 20) V : 電圧
- 21) W : ワット

B) 定義 :

- 1) コンピュータネットワーク : データ通信を目的に相互接続されている、データ処理ノードのネットワーク。
- 2) アイドル状態 : 製品は電源オン状態であり、いつでもトラフィックを通過させる準備ができているが、実際にはトラフィックを通過させていないという動作状態。
- 3) インターネットミックス (IMIX) トラフィック : インターネットにおいて見られる構成と統計的に類似する様々なフレームサイズの組み合わせを含む、内部状態を持たない (ステートレス) トラフィック仕様 (プロファイル)¹。
- 4) 大型ネットワーク機器 : ラック搭載されており、標準的な機器用ラックにおける使用が意図されている、あるいは無線ネットワーク用ポートを12ポート以上有するネットワーク機器。
- 5) 最大証明スループット : 無拒否率 (Non-Drop Rate) において達成可能な最高システムスループットであり、ビット毎秒 (bps) で測定される。
- 6) ネットワーク装置 : ネットワーク機器の単機能装置。
- 7) ネットワーク機器 : 単一あるいは2つ以上のコンピュータネットワーク間において、統合的なデータ伝送を計画し予定する、電子的に給電されている装置の区分。
- 8) 無拒否率 (NDR : Non-Drop Rate) : パケット拒否 (ドロップ) が記録されていない、観測されたシステムスループット。
- 9) ポートスループット : 最低限必要な回線オーバーヘッドを含めた、いずれかの方向のポートを通過するトラフィック維持率 (pbs) 。
- 10) ポート利用度 : 理論上の最大ポートスループットの割合として表されるポートスループット。

¹ IMIXに関する追加情報については、Spirent Communications – Test Methodology Journal: IMIX (Internet Mix) Journal, March 2006 を参照する。

- 11) ルーター：主機能として、ネットワークトラフィックを転送するための最適経路を判断するネットワーク装置。ルーターは、ネットワーク層の情報に基づき、1つのネットワークから他のネットワークにパケットを転送する。
- 12) スイッチ：主機能として、各フレームの宛先アドレスに基づき、フレームにフィルターをかけ、転送し、氾濫させるネットワーク装置。スイッチは、開放型システム間相互接続（OSI）モデルのデータリンク層において動作する。
- 13) システムスループット：すべてのプロトコルオーバーヘッドを含めて、退出方向のすべてのシステムポートにおけるリンク速度スループットの合計（bps）。
- 14) システム利用度：当該システムの理論上の最大スループットの割合として表されるシステムスループット。
- 15) トラフィック仕様（プロファイル）：被試験機器を通じて送信されるデータパケット負荷の大きさ／種類に関する統計的分布。
- 16) 被試験機器（UUT）：試験されるネットワーク機器装置。

4 試験設定

- A) 入力電力：入力電力は、表1および表2に規定されるとおりにすること。入力電力の周波数は表3に規定されているとおりにすること。

表1： 銘板定格電力が1500W以下の製品に対する入力電力要件

製品機種／市場	供給電圧	電圧許容範囲	最大全高調波歪み
北米、台湾、欧州、豪州、ニュージーランド	230 V acおよび／または 115 V ac	+/- 1.0 %	2.0%
交流・直流の日本市場に対する任意の試験条件	100 V ac		
直流システム*	48 V dc	+/- 1.0 V	
	380 V dc	+/- 4.0 V	

表2: 銘板定格電力が1500W超の製品に対する入力電力要件

製品機種／市場	供給電圧	電圧許容範囲	最大全高調波歪み
北米、台湾、欧州、豪州、ニュージーランド	230 V acおよび／または 115 V ac	+/- 4.0 %	5.0%
交流・直流の日本市場に対する任意の試験条件	100 V ac		
直流システム*	48 V dc	+/- 1.0 V	
	380 V dc	+/- 4.0 V	

*注記：直流システムに対する電圧要件は、正極および負極の両方の接地システムを対象にしている。

表3: すべての製品に対する入力周波数要件

供給電圧	周波数	周波数許容範囲
100 V ac	50 Hzまたは60 Hz	+/- 1.0 %
115 V ac	60 Hz	
230 V ac	50 Hzまたは 60 Hz	

- B) 周囲温度：周囲温度は、試験の間にわたり23℃±5℃の範囲内であること。
- C) 相対湿度：相対湿度は、15%～80%の範囲内であること。
- D) 電力測定器：電力測定器は、有効実効（RMS）電力と、電圧、電流、力率の測定単位のうちの2つ以上を報告すること。電力測定器は、以下の特性を有すること。
- 1) 校正：計測器は、米国標準技術局（National Institute of Standards and Technology (USA)）または他国における同等の計測研究所に由来する規格により、試験日までの1年間に校正されていること。
 - 2) 波高率：定格範囲値における有効電流の波高率が3以上。電流波高率を指定していない計測器については、1秒のサンプル時間において、最大アンペア測定値の少なくとも3倍のアンペアスパイク値を測定する能力がなければならない。
 - 3) 最低周波数応答：3.0 kHz
 - 4) 最低分解能：
 - a) 10W未満の測定値に対して0.01W。

b) 10W～100Wの測定値に対して0.1W。および、

c) 100Wを超える測定値に対して1.0W。

5) 記録 (ロギング) : 計測器は、少なくとも1秒あたり消費電力測定1回の読み取りおよび記録 (ロギング) を行う能力がなければならず、各測定値はワットで記録されること。記録される各データは、順次実施する各消費電力測定の時間と等しいデータ平均化間隔を用いた、消費電力測定値の平均値であること。

6) 測定精度 : あらゆる外部分流器 (シャント) を含め、被試験製品に供給される入力電力を測定する計測装置がもたらす測定の不確実性は、以下の基準を遵守すること。

a) 0.5W以上の数値を伴う消費電力は、95%の信頼水準において、2%以下の不確実性で測定されていること。

b) 0.5W未満の数値を伴う消費電力は、95%の信頼水準において、0.01W以下の不確実性で測定されていること。

E) トラフィック生成器/測定器 : UUTにおけるすべてのデータポートは、試験時間の全体にわたりトラフィック生成器/測定器に接続されていること。

注記 : 本試験方法の第4.E) 項、5.1.F) 項、および5.2.D) 項には、UUTにおけるすべてのデータポートは、試験の間にわたりトラフィック生成器/測定器に接続されていなければならないと記載されている。DOEは、本構成が通常動作におけるLNEの代表的な接続方法ではない可能性があることと認識しており、試験において使用されるUUTデータポート数について関係者の意見を求めている。具体的な質問内容は次のとおり。試験の間はポートをいくつ接続状態にすべきか。接続ポート数はLNEの性能と消費電力にどのように影響するか。

1) ポート数 : トラフィック生成器/測定器において適切に機能するポートの総数は、UUTの総データポート数以上であること。

2) データ形式 : トラフィック生成器/測定器には、UUTによる処理のために正しく形式調整された試験データを生成する能力があること。

a) 利用可能なパケットサイズ : トラフィック生成器/測定器には、28バイトから1500バイトの範囲におけるパケットサイズの試験データを生成する能力があること。

b) 生成パケットサイズの統計的分布 : トラフィック生成器/測定器には、表4に定められている、正確なIMIX分布によって統計的に表されている発生周波数のパケットサイズで構成された試験データを生成する能力があること。

i. パケットサイズの範囲 : 当該表の下方3行はパケットサイズの範囲を表している。指示された範囲内のサイズは、あるパケットがこれら行のうちの1つに基づいて生成される場合において、同一 (一定) の確率で生成されること。

例 : あるパケットが40～80バイト範囲のサイズで生成される可能性は10.8%である。この範囲に入るサイズのパケットが生成される場合には、40～80バイト範囲のすべてのサイズに対して、平等な生成の機会が与えられる。そのため、55バイトのパケットが生成される包括的確率は、 $(10.8\% / 41) \approx 0.26\%$ である。

注記 : DOEは、全能力試験に対応する十分なポートを有しており、正確なIMIXトラフィックを生成することができるトラフィック生成器/測定器を入手するためには、多くの費用が必要になる可能性があることを理解している。DOEは、通常動作を代表するネットワークトラフィックの生成方法に関する別の可能性について、関係者の意見を得たいと考えている。またDOEは、単一トラフィック生成器/測定器の他に全能力試験に対応可能な試験設定についても、意見を得たいと考えている。

表4: 正確なIMIXパケット分布²

パケットサイズ (バイト)	総生成パケットの割合	総生成帯域幅の割合
28	1.20%	0.08%
40	35.50%	3.51%
44	2.00%	0.22%
48	2.00%	0.24%
52	3.50%	0.45%
552	0.80%	1.10%
576	11.50%	16.40%
628	1.00%	1.50%
1420	3.00%	10.50%
1500	10.00%	37.10%
40～80 (範囲)	10.80%	1.60%
80～576 (範囲)	11.80%	9.60%
576～1500 (範囲)	6.90%	17.70%

注記: DOEは、大型ネットワーク機器の試験にIMIXトラフィックモデルの使用を提案している。IMIXトラフィックモデルは、試験において生成されるバイトによるパケットサイズの統計的な見本である。各IMIXトラフィックモデルは、任意の時点において特定のバイト長の1パケットが1ポートにおいて生成される確率を示している。

DOEは現在、ATIS-0600015.03.200の付属資料C「IMIXトラフィック」の使用を検討している。本書には3つの表が含まれており、各表には異なる粒度水準で測定されたインターネットパケットサイズの統計的な見本が示されている。3つの表は、「単純IMIX」、「完全IMIX (参考情報)」、および「正確IMIX (参考情報)」を表しており、実際のインターネットトラフィックと比較した場合、相関値はそれぞれ0.892、0.985、0.999となる。DOEは、実際のインターネットプロトコルとの相関が高いことから正確IMIXの使用を現在検討しているが、これが大型ネットワーク機器の「通常使用」に相当するかどうかについて、関係者からの意見を求めている。

表4の下方3段は、生成される可能性のある見込まれるパケットサイズの範囲を規定している。ATISに現在記載されているように、これら範囲は、40～80、80～576、576～1500となっている。これは、80および576のパケットサイズが2回考慮されることを示している。正確IMIXトラフィックモデルを使用する場合、DOEは、これら範囲を40～79、80～575、576～1500に書き替えることを提案する。この微修正により、パケットサイズは3つの重複しない範囲に分類されることになる。DOEは、本提案に対する意見を求める。

- 3) スループット: トラフィック生成器/測定器には、UUTの最大定格スループットを超える速度において、全接続ポートに対してトラフィックを生成および送信し、全接続ポートからのトラフィックを受信し、また全接続ポートにおける試験データを分析する能力があること。
 - a) スループット追加粒度: トラフィック生成器/測定器には、UUTの最大定格スループットの1%以下である増加量に応じて、UUTの全接続ポートに送信されるデータスループットを増加および減少させる能力があること。

² ATIS-0600015.03.2009 IMIXトラフィック 付属資料C 「表C.3: 正確なIMIX (参考情報)」

注記：DOEは、最大定格スループットの1%が試験に適した負荷増分要件であるかについて、関係者の意見を求めている。

- 4) データの記録：トラフィック生成器／測定器には、正しく規定された試験データスループットが試験の間にわたり各ポートに対して常に提供されていることを確認するために、UUTの各ポートにおける試験データスループットを正確に測定し記録する能力があること。

5 試験の実施

5.1 稼働モード効率試験構成

試験される大型ネットワーク機器について消費電力および効率を試験し報告すること。試験は以下のとおりに実施すること。

- A) 出荷時の状態：本試験方法において特段の規定が無い限り、製品は、ハードウェア構成およびシステム設定の両方を含め「出荷時」の構成で試験すること。

注記：DOEは、多くのLNEが初回使用の前に設定を必要とする可能性があることを認識している。そのためDOEは、製造事業者が機器を「すぐに機能できる」状態で出荷していることと見込むことは妥当であるかについて、関係者の意見を求める。具体的には、様々な種類のLNE製品の初期構成設定に関する情報をDOEは求めている。

- B) 測定位置：すべての消費電力測定は、交流または直流電力源とUUTの間で行うこと。

- C) 気流管理：試験においてUUTを直接的に取り囲む気流はすべて、UUTの標準構成要素である送風機または冷却装置により発生したもののみであること。試験の間、UUTに対して意図的に気流を向ける、あるいは向けないようにするための外部送風機または冷却装置の使用は禁止される。

注記：UUTに向けられている局所的な送風機等の外部冷却機器は認められないことを明確にするために、気流管理要件が追加されている。しかしDOEは、大型のデータセンター用機器が構成装置やデータセンター内の過熱を回避するために、通常冷却されていることを理解している。

DOEは、試験における周囲温度要件を規定した（第4.B）項）。DOEは、第4.B）項における規定が十分なものであるか、あるいは追加の気流規定が必要であるかについて、意見を求めている。追加規定が必要な場合において、DOEは、参考文献により裏付けられた詳細情報を求める。

- D) 電源装置：すべての電源装置（PSU：power supply unit）は、接続され動作可能な状態でなければならない。

- 1) 複数のPSUを有するUUT：すべての電源装置は、交流または直流の電力源に接続されており、試験の間にわたり動作可能な状態でなければならない。必要な場合には、複数の電源装置を単一電力源に接続するために、電力配分装置（PDU：Power Distribution Unit）を使用することができる。PDUを使用する場合、PDUによる付帯的な消費電力をUUTの消費電力に含めること。UUTがモジュール式（またはラック搭載式）システムにおける特定のモジュールの場合には、使用していない電源装置の接続をすべて解除すること。

- E) 電力管理：UUTにおいて利用可能なすべての電力管理および／または省電力特性は、試験の間にわたり無効にすること。

- 1) 電力管理および／または省電力特性を有効にして、大型ネットワーク機器試験方法のすべてを自主的に再度実行することができる。

注記：DOEは、LNEが一般的に、任意の電力管理および／または省電力特性と共に設計されている可能性があることを認識している。これら特性は、有効にされた場合において、消費電力量が少ないモードで動作するようにシステムを設定することができる。省電力特性を有する設計のLNEは、使用可能となる前に事前の設定を必要とする可能性がある。また各LNEにおいて利用可能な省電力モードには、多くの有効な組み合わせがある可能性がある。より整合性のある試験方法を提供するために、DOEは、省電力の選択肢を試験の間にわたり無効にすることを提案している。これは、すべてのLNEが同一の基本動作モードにおいて比較されることを確実にする。DOEは、電力管理および／または省電力特性がLNEにおいて一般的に利用可能であるか、これら特性はどのような機能を実行するのか、出荷時においてこれら特性は初期設定により有効にされているのかについて、関係者の意見を求める。

DOEは、電力管理および／または省電力特性が利用可能な場合には、これら特性を有効にして本試験方法を自主的に再度実行できることを提案している。

- F) **I/Oおよびネットワーク接続：**すべてのUUTポートは、稼働状態であり、トラフィックを通過させる、あるいは通過させる準備ができていないこと。すべてのポートは、試験全体にわたりトラフィック生成器／測定器に接続されていること。
- 1) システム構成ポート：低頻度の装置構成のみを対象とするUUTのポートは、試験の間にわたり未接続のままにしておくことができる。
- G) **作業負荷の生成：**第4.E) 項に示されている要件に準拠するトラフィック生成器／測定器を、試験条件に応じたトラフィックの模擬と性能に関連する結果の収集に使用すること。表4のデータに基づいた正確なトラフィック作業負荷とトラフィック仕様（プロファイル）に合わせて、トラフィック生成器／測定器を設定する。

5.1 UUTの準備

- A) UUTの製造事業者、モデル名、および構成の詳細を記録する。構成の詳細には、ポート数、ポートスルーポート、追加の内蔵インターフェースポート、および送風機数を含むが、これらに限定されない。
- B) UUTがラック搭載装置である場合には、試験用ラックに設置する。UUTがラック搭載機器ではない場合には、阻害されることのない安定した位置に設置すること。設定後は、試験が完了するまでUUTを物理的に移動させないこと。
- 1) UUTがブレードスイッチである場合は、ブレード筐体の最初のスロット（すなわち、スロット番号1）にUUTを接続し、試験が完了するまで物理的に移動させないこと。

注記：DOEは、ブレードスイッチの試験構成案について関係者の意見を得たいと考えている。またDOEは、ブレードフォームファクターを使用する市販の大型ネットワーク機器について見込まれる、その他の種類についても情報を得たいと考えている。標準的なラック搭載型機器とは対照的であるブレードを基本とする機器を試験する際には、他にどのような要因を考慮する必要があるか。

- C) 第4.E) 項に説明されているとおりに、正確なトラフィック作業負荷および仕様（プロファイル）に合わせて、トラフィック生成器／測定器を設定する。
- D) 表5または表6におけるUUTの製品分類に基づき、完全なメッシュトポロジー（full mesh topology）または双対群の部分的メッシュトポロジー（dual-group partial mesh topology）のいずれかの方法により、UUTのすべてのポートをトラフィック生成器／測定器に接続する。
- 1) 完全なメッシュトポロジーは、UUTの各ポートが同等の役割を実行し、同一のトラフィック帯域幅に対応できるように設計されているときに使用すること。試験の間、トラフィックはUUTのすべてのポート間において許可される。当該トポロジーを使用して試験される機器の例には、コアルーターおよびキャリアイーサネットスイッチが含まれる。
注記：完全なメッシュトポロジーは、エネルギーおよび性能の評価 第3.0.1草案（2010年12月14日）におけるネットワークおよび電気通信機器に対するECR構想の付属資料C（Appendix C of ECR Initiative - Network and Telecom Equipment - Energy and Performance Assessment Draft 3.0.1, December 14, 2010）において「T1（完全メッシュ）」と定義されている。
 - 2) 双対群の部分的メッシュトポロジーは、UUTのポートを機能的に2つの群に区分することが可能であり、いずれの群においてもすべてのポートが同等の役割を実行し、同一のトラフィック帯域幅に対応可能であるときに使用すること。試験の間、トラフィックは、同一の機能的に区分された群におけるUUTのポート間において許可されない。当該トポロジーを使用して試験される機器の例には、エッジルーターおよびアクセスルーターが含まれる。

注記：双対群の部分的メッシュトポロジーは、エネルギーおよび性能の評価 第3.0.1草案（2010年12月14日）におけるネットワークおよび電気通信機器に対するECR構想の付属資料C（Appendix C of ECR Initiative - Network and Telecom Equipment - Energy and Performance Assessment Draft 3.0.1, December 14, 2010）において「T2（双対群の部分的メッシュ）」と定義されている。

表5： ルーターの分類定義と接続形態³

分類	形態
アクセスルーター	未定
エッジルーター	双対群の部分的メッシュ
コアルーター	完全メッシュ

表6： イーサネットスイッチの分類定義と接続形態³

分類	形態
アクセスまたは高速アクセススイッチ	未定
分配/集約スイッチ	双対群の部分的メッシュ
コアスイッチ	完全メッシュ
データセンタースイッチ	完全メッシュ

注記：DOEは、提案されている形態が通常動作におけるLNE接続の代表的なものであるかについて、関係者の意見を得たいと考えている。また関係者は、UUTをトラフィック生成器/計測器に接続するために使用される可能性のある他の形態について、意見を提出することが奨励される。なお、ECR構想に説明されている適合は、任意のUUTを試験する際にどの接続形態を使用すべきかを判断する目的において十分に明確であるか。

DOEは、表5および表6における未定という用語は、そのアクセスルーター/スイッチ分類に対して現在指定されている接続形態がないことを表していることに注目してもらいたいと考えている。DOEは、アクセスルーターおよびアクセススイッチの試験にはどのような種類の接続形態が適切であるかについて、意見を入手したいと考えている。

E) 以下の指針に従って、UUTを適切な交流または直流電圧源に接続する。

- 1) 無停電電源装置（UPS）を電力計測器とUUTの間に接続してはならない。
- 2) 電力測定器はすべての試験が完了するまで接続した状態にしておくこと。
- 3) 消費電力値は、本書の第4.D) 5) 項における要件に一致する方法で、電力測定器から記録すること。

F) UUTが出荷時の構成に設定されていることを確認する。

G) 入力実効（rms：二乗平均平方根）電圧および入力周波数を記録する。

³ エネルギーおよび性能の評価 第3.0.1草案（2010年12月14日）におけるネットワークおよび電気通信機器に対するECR構想の付属資料C（Appendix C of ECR Initiative - Network and Telecom Equipment - Energy and Performance Assessment Draft 3.0.1, December 14, 2010）

6 すべての製品に対する試験手順

6.1 消費電力と効率の試験

- A) スイッチを操作するか、あるいは幹線電力に接続するいずれかの方法によって、UUTの電源を入れる。
- B) UUTを15分間安定させる。

注記： ATISは、最低15分のUUT暖機運転／安定化時間を求めているが、その一方でECR構想では、潜在的な温度と湿度における差を解消するために少なくとも4時間を求めている。DOEは、15分間の安定化要件と比較して、4時間の安定化要件がもたらす利点について、関係者の意見を得たいと考えている。

総試験時間を最小限に抑えるために、DOEは、ATIS試験方法に基づき15分間の安定化時間を提案している。DOEは、この15分間が、大部分のLNEにとって、電源オンの状態になり、すべての起動（ブート）／試験シーケンスを完了し、平衡温度に達するために必要とする適切な長さの時間であるかについて、意見を得たいと考えている。

- C) 適合：無拒否率（NDR：Non-Drop Rate）において維持可能な最大負荷（ L_{max} ）を判断する。この数値を得るためにどのような方法も使用することができるが、使用した方法を報告すること。本動作については時間の制限はない。なお本動作は、 L_{max} が判断された後に完了する。 L_{max} を記録する。
- D) 以下の試験は指定の順番で実施し、各試験の間には300秒以下のアイドル時間があること。
- 1) 全負荷：
 - a) 第6.1C) 項において得られた L_{max} を15分間にわたりUUTに適用する。
 - b) 15分間の試験時間全体にわたり消費電力値を記録する。
 - c) 平均消費電力値（ P_{100} ）を算出し報告する。
 - 2) 低利用度：
 - a) ルーターの場合には表5、およびスイッチの場合には表6に定められているとおりに、UUTに対する低利用度（U%）を判断する。U%の判断は、UUTの製品機種と分類によって決まる。

注記： ATIS試験方法は現在、主に製品の用途／最終使用に基づいて、LNEの性質的な分類を定義している。

試験に関して、DOEは、より整合性のある定量的な方法を使用してLNEを分類することに関心を持っている。DOEは、試験のために様々な種類のLNEを分類できるようにする、別の定量的な方法について、関係者の意見を求めている。

- b) L_{max} とU%を乗算することにより、低利用度スループット（ L_u ）を算出して報告する（ $L_u = U\% * L_{max}$ ）。
- c) 15分間にわたり試験を実行する。
- d) 15分間全体にわたる消費電力値を記録する。
- e) 平均値（ P_u ）を算出して報告する。

表7: ルーターの分類定義、TEER計算変数、および負荷変数⁴

分類	部分的利用度 (U%)	荷重乗数 ⁵ a, b, c
アクセスルーター	10	a = 0.10、b = 0.80、c = 0.10
エッジルーター	10	a = 0.15、b = 0.75、c = 0.10
コアルーター	30	a = 0.10、b = 0.80、c = 0.10

表8: イーサネットスイッチの分類定義、TEER計算変数、および負荷変数⁶

分類	部分的利用度 (U%)	荷重乗数 ⁵ a, b, c
アクセスまたは高速アクセススイッチ	10	a = 0.10、b = 0.80、c = 0.10
分配/集約スイッチ	10	a = 0.15、b = 0.75、c = 0.10
コアスイッチ	30	a = 0.15、b = 0.75、c = 0.10
データセンタースイッチ	30	a = 0.10、b = 0.80、c = 0.10

注記: DOEは、表7および表8に規定されている利用度が通常動作を代表しているかどうかについて、関係者の意見を得たいと考えている。またDOEは、試験すべきその他の利用度についても意見を得たいと考えている。

3) アイドル:

- a) すべての設定したポートにおけるパケット率をアイドル状態にすることにより負荷を取り除き、15分間にわたり消費電力値を記録する。負荷の低減は、ポートの接続を解除する、あるいは停止することによって達成してはならない。
- b) 平均値 (P_{idle}) を算出して報告する。

E) 第6.1E)、F)、G) 項に指定されているいずれかの試験においてパケット損失が発生する場合は、UUTを第6.1C) 項から再試験しなければならない。

⁴ ATIS-0600015.03.2009 規格の第 5.2 節における表 1

⁵ 第 7.A) 項の計算式 1 において使用される加重乗数

⁶ ATIS-0600015.03.2009 規格の第 5.2 節における表 2

7 測定基準

A) 通信エネルギー消費効率比は、以下のとおりに算出して報告すること。

計算式1: TEER測定基準の計算

$$TEER = \frac{L_{\max}}{a * P_{idle} + b * P_u + c * P_{100}}$$

上記の式において、

- a、b、cは、 $a + b + c = 1$ となるように選択された重み係数である。
 - 適切な数値は、表5および表6に規定されている。
- L_{\max} は、UUTの最大スループット (Gbps) である。
 - 第6.1.C) 項に定められている。
- P_{100} は、全負荷時試験における消費電力 (W) である。
 - 第6.1.D) 1) 項に定められている。
- P_u は、低利用度試験における消費電力 (W) である。
 - 第6.1.D) 2) 項に定められている。
- P_{idle} は、アイドル試験における消費電力 (W) である。
 - 第6.1.D) 3) 項に定められている。

注記：TEER計算とa、b、cに関する追加情報は、ATIS-0600015.03.2009規格の第5.2節「TEER測定基準の定義（TEER Metric Definition）」で見ることができる。

ECR構想も、消費電力量評価（ECR：Energy Consumption Rating）と呼ばれる同様の測定基準、ならびにECR-変数負荷（ECR-VL）とECR-延長アイドル（ECR-EX）という当該測定基準における2つ変数を提案している。計算式2に示されているECRの変数はTEERに酷似している。TEERとECR-VL測定基準の比較が表9に示されている。

計算式2： ECR-VL測定基準の計算

$$ECR - VL = \frac{a * P_{100} + b * P_{50} + c * P_{30} + d * P_{10} + e * P_{idle}}{a * L_{max} + b * L_{50} + c * L_{30} + d * L_{10}}$$

表9： TEERおよびECR-VL測定基準の比較

測定基準	TEER	ECR-VL
測定基準に使用した機器	ワットあたりのギガビット毎秒 (Gbps/W)	ギガビット毎秒あたりのワット数 (W/Gbps)
測定基準に含まれている、消費電力測定値に対応する利用率	100%、[10%または30%]、0%	100%、50%、30%、10%、0%
測定基準の計算に使用された消費電力測定値に適用される荷重	すべての消費電力測定値は、製品分類に基づいて荷重される。 (a、b、c)	すべての消費電力測定値は、製品分類に基づいて荷重される。 (a、b、c、d、e)
測定基準に含まれている、スループットに対応する利用率	100%	100%、50%、30%、10%
測定基準の計算に使用された利用率測定値に適用される荷重	スループットに適用される荷重はない。	すべてのスループットは製品分類に基づいて荷重される。 (a、b、c、d)

DOEは、TEERの方が所要の荷重定数の個数が少ないうえに、より明確に各製品分類の利用率に重点を置いていることから、本素案ではTEERの使用を提案している。この方法により、所要の荷重定数の判断が単純化され、各製品分類における試験の整合性が促進され、総試験時間が削減される。DOEは、TEER測定基準案に対する関係者の意見を求める。具体的な質問として、TEERはECR-VLよりも代表的な効率測定基準を提供するか。

8 参考文献

- A) 米国電気通信産業連盟 (ATIS) -- 0600015.03.2009 通信機器のエネルギー消費効率：ルーターおよびイーサネットスイッチ製品に関する測定と報告の方法 (0600015.03.2009 Energy Efficiency for Telecommunication Equipment: Methodology for Measurement and Reporting for Router and Ethernet Switch Products)
- B) ECR構想 – ネットワークおよび通信機器 – エネルギーと性能の評価 第3.0.1草案 2010年12月14日 (ECR Initiative – Network and Telecom Equipment – Energy Performance Assessment Draft 3.0.1, December 14, 2010)
- C) スパイレント コミュニケーションズ – 試験方法ジャーナル：IMIX (インターネットミックス) ジャーナル 2006年3月 (Spirent Communications – Test Methodology Journal: IMIX (Internet Mix) Journal, March 2006)