

2009 年度
グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会 報告書概要

～低炭素社会に向けたグリーン IT の貢献～

2010 年 6 月

グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会

はじめに

グリーン IT 推進協議会調査分析委員会の活動は、2008 年 2 月のスタートから 2010 年 4 月で約 2 年が経ちました。2008 年の 2 月に協議会が設立され、同時に具体的なグリーン IT の貢献量や省エネ評価の指標、さらに海外のグリーン IT 活動の調査を行うために、本委員会が設置されました。今日まで、グリーン IT に関する多くの方々、多くの関係団体の方々に支えられ、先進的な取り組みと研究成果を世に問うことができるところまで成長することができました。支えて頂いた皆様に感謝を申し上げます。

今回、2008 年度の成果をもとにさらに活動の内容を拡充させ、2009 年度に調査検討を進めてきました内容がまとまりましたので、2009 年度調査分析委員会報告書として提供いたします。

世界全体の温暖化防止の動きは、この 1 年で大きく進展をしたと考えています。2007 年に日本政府が提案した「2050 年までに世界全体の温暖化ガス排出量を現状から半減させる」という長期目標は、世界全体の目標となりました。また、2009 年 12 月にコペンハーゲンにおいて開催されました COP15 の会議では、ポスト京都議定書の枠組みの議論が行われました。残念ながら全体の枠組みの合意や新たな議定書の合意までは、到達できませんでしたが、世界の多くの国が温暖化ガス排出削減への取り組むべき目標を掲げるためのコペンハーゲン・アコードが提案され、日本、米国、EU などの先進国に加え、多くの新興国や途上国が自国の温暖化ガス排出に関する定量的な目標を宣言するところまで来ています。世界全体で経済活動を健全に保ちながら、温暖化ガスの削減を実現するという目標は大変に厳しいものですが、革新的・先進的な技術の開発、社会の新たな仕組みや制度の設計、さらには新しい市場メカニズムなど各種のイノベーションにより、実現可能であると考えています。そして、社会全体で、ライフスタイルやワークスタイル、移動のスタイル、資源の使い方、ものの作り方などを大きく変えていく必要があるとともに、社会の価値観を変えることが重要です。この価値観や社会の変革を実現するために、グリーン IT は大きく貢献することが期待されています。

グリーン IT 推進協議会調査分析委員会では、2008 年度の調査から、一貫して、このグリーン IT の貢献量の定量的な評価にスポットを当てて、検討を進めてきました。温暖化対策において、より重要になるのが『世界が、どのようにして具体的に温暖化ガスを削減していくのか』、『世界の技術・資金・人材をどこに投入して、この目標を達成していくのか』を明確にすることです。この議論を進める上で、IT がもたらす効果を抜きにしては、本質的な検討が進まないと考え、『このグリーン IT が低炭素社会の実現に向けて何ができるか』、『そしてその貢献はどのくらいか』というグリーン IT に関する施策の持つ貢献量、ポテンシャル量を定量的に調査研究してきました。

低炭素社会の実現に向けた IT 産業の貢献には、まず IT 企業自身の生産活動・事業活動に伴う排出削減が挙げられます。これは最も基盤となる活動ですので、継続的な削減努力が

必要ですが、日本全体の CO2 排出量に占める IT 産業の割合は 1.5%程度とその規模は限定的であるといわれています。一方、社会に広く普及するさまざまな IT・エレクトロニクス機器や家電製品の低消費電力化、さらに IT ソリューションの活用によって社会全般のエネルギー利用や資源の利用の効率化を促すことには非常に大きな波及力があると考えられます。この「IT 機器自身の省エネ (of IT)」と「IT による社会全体の省エネ (by IT)」の二つが、グリーン IT の貢献の大きな柱となっています。調査分析委員会では、各分野におけるグリーン IT の効果を定量的に計測する「ものさし (評価手法)」の策定と、そのものさしを使って『いつまでにどれだけの CO2 削減に貢献できるか』を明らかにすることが重要であるとの考えから、グリーン IT の貢献量の定量的検討を進めてきました。

2009 年度は、委員会の活動として課題別に 3 つのワーキンググループ (WG) を設置し、5 つのテーマにフォーカスし、検討を進めてきました。WG 1 は、2008 年度に複数の WG で検討してきた『IT 機器自身の省エネ』、『IT ソリューションの活用による社会全体の省エネ』さらに『海外のグリーン IT の調査・分析』の 3 つをテーマに、検討を進めました。現在、グリーン IT に関する活動は、全世界に広がりつつあります。米国では、グリーン・グリッド、米国エネルギー省 (DOE)、米国環境保護庁 (EPA) などが先進的な活動を行っています。また、欧州でもグリーン IT に関する活動が、EU 委員会などで活発化しています。そして、アジアでは、韓国、中国などを中心にグリーン IT が議論され始めています。このような、世界の活動の状況を調査分析し、日本の活動をより活性化するとともに、グローバルな連携の強化につなげていくことを考え、調査検討を進めました。

WG2 は、2008 年度にサブワーキンググループとして検討を進めてきた、『データセンタに関する省エネ』をさらに強化し、2008 年度に新規に提案した『DPPE (Datacenter Performance Per Energy)』を集中的に調査検討する WG として独立したグループとしました。

WG3 では、2008 年度に継続して『グリーン IT の機器やソリューションを開発・提供している企業の貢献量』に関する調査分析をテーマとしました。IT ベンダーなどの提供者がグリーン IT を社会に提供することで、IT 機器やデータセンタの使用時にエネルギー削減が実現し、また、IT ソリューションの導入により、社会のいろいろな領域でエネルギー削減が実現できると考えられます。このグリーン IT のサプライチェーン全体において、グリーン IT による省エネへの貢献者の寄与を可視化することは、グリーン IT の開発・製造・販売・消費といったサイクルが正のスパイラルとして健全に回るためには必要だと考えています。

グリーン IT 推進協議会の調査分析委員会は、グリーン IT をさまざまな視点で調査分析し、グリーン IT の効果を共通のものさしで評価できるようにし、そのものさしを使って、定量的に貢献量を明確にすることを目的に活動をしてきました。また、この貢献量については、将来の貢献量の予測を行ってきましたが、2008 年度に実施しました 2025 年および 2050 年における貢献量に続いて、重要な目標年度である 2020 年度についても、2025 年度及び 2050 年度のデータを元に、補間的に推定を行いました。今回の調査分析委員会 2009 年度報告書は、これらの検討結果を前記 5 つのテーマを中心にまとめたものですが、グリーン IT に関する全体の流れおよび評価手法に関する定義の理解を深めるために、グリーン IT に関する

多くの定義、評価手法、データ、評価事例、そして予測結果などの 2008 年度の検討結果および試算結果についても、各章に継続して掲載しています。2009 年度版の報告書のみをご覧になる方にも、グリーン IT に関する検討内容が、体系的にすぐに理解できるように配慮したものにいたしました。

2050 年の世界全体の温暖化ガスを現在の 50 %にするため、またそこに行き着くために 2020 年、2025 年までに、世界全体、社会全体、そして個々の企業や一人ひとりが何をすればよいか。そして、具体的に、何をすればどのくらいの効果が期待できるのかをより明確にするために、定量化に拘り、調査結果をまとめました。また、グリーン IT の貢献の実現には、IT 産業・IT 企業だけでなく、他の産業、他の分野の方々と一体となった施策の策定、運用が必要であることは言うまでもありません。2008 年度そして 2009 年度の検討結果は、社会のいろいろな分野の方に、『何をすればどのくらいのエネルギー削減や CO2 削減につながるか』、『何を実施するのがより効果的か』を理解していただくための 1 つの助けになると考えています。

調査分析委員会の活動を推進する上で、経済産業省商務情報局情報通信課、(社) 電子情報技術産業協会 (JEITA) ならびにグリーン IT 推進協議会の会員企業・団体の方々には、2008 年度に引き続き、2009 年度も継続的なご支援を賜りました。また、調査分析委員会の委員の方々、3 つのワーキンググループの主査およびメンバーの方々には、調査・検討のために多くの時間を捻出していただき、有益で、活発な議論を行っていただきました。また、定量的検討を進めるに当たり、グリーン IT に関する多くの先人の調査研究の成果を参照させていただくとともに、関係団体・関係機関の方々とは適宜意見交換をさせていただきました。特に、経済産業省資源エネルギー庁、電機・電子温暖化対策連絡会、国立環境研究所、産業環境管理協会の方々からは、直接的な知見を多く頂きました。あらためて、深く感謝いたします。

今後、本調査分析委員会は、グリーン IT のもつ大きなポテンシャルについて定量的な調査を継続するとともに、これらを現実の世界に提供・普及させるための仕組み作りにも貢献していきたいと思っております。本報告書の内容が、低炭素社会の実現に向けて各分野で日々努力されている多くの方々の活動に、少しでもお役に立てればと思っております。

2010 年 6 月

グリーン IT 推進協議会調査分析委員長

朽網道徳

全体の要旨

1. 調査の背景（第1部）

2050年までに世界全体の温暖化ガス排出量を現状から半減させるという日本から提案された目標を達成するためには、先進国は60～80%もの温室効果ガスの排出削減が必要とも言われている。そのために必要なイノベーションに、ITは大きく貢献すると期待されている。

IT産業に可能な貢献には、まず自社の生産活動に伴う排出削減が挙げられる。これはあらゆる産業領域で取り組まれているが、日本の総排出量に占めるIT産業の割合は1.5%程度であり、その規模は限定的ともいえる。一方、社会に広く普及するさまざまなIT・エレクトロニクス機器や家電製品の低消費電力化（「IT機器自体の省エネ（of IT）」）、さらにITソリューションの活用によって社会全般のエネルギー利用の効率化を促すこと（「ITによる（社会の）省エネ（by IT）」）は非常に大きな波及力がある。

日本では、21世紀型の「環境と経済が両立する社会」の構築に向けて、生産・社会・国民生活等広範な対象の変革を促進していくため、グリーンITイニシアティブが展開されている。その中で、特に産学官の連携の強化を図るため、グリーンIT推進協議会が設立された。

グリーンIT推進協議会では、2050年という長期的将来のあるべき姿を見据えた上で、2020～2025年までに何をなすべきかという中期の議論が特に重要との認識から活動を行っている。具体的には、グリーンITに関する普及啓発、国際連携、国際シンポジウムの開催、そしてグリーンIT技術の抽出・ロードマップの作成、さらにグリーンITの効果の定量的調査・分析、将来の貢献量の予測などを進めている。

2008～2009年度の調査分析委員会は、グリーンITの効果・貢献量を定量的に把握することで、CO2削減に対してどのような施策が効果的かを明らかにし、現在行うべき取り組みを明確にすることをミッションとし、「グリーンITの評価手法（ものさし）の確立、グリーンIT効果（貢献量）の見える化、定量化」「グリーンIT効果（CO2削減効果）の中長期的予測」をおこなってきた。具体的には、以下の5つの活動を進めてきた：

1. IT機器自身の省エネの定量化及び中長期予測
2. データセンタの省エネの定量化及び中長期予測
3. ITによる社会の省エネの定量化及び中長期予測
4. グリーンITを開発し、提供している企業の、他産業・部門への貢献量の可視化の検討
5. 世界におけるグリーンITへの取り組みについての情報収集

本報告書は、グリーンIT推進協議会調査分析委員会の2009年度の調査・研究結果を取りまとめたものである。

2. IT 自身の省エネ効果計測・予測（第2部）

これまで、家庭・業務部門のエネルギー使用量は継続的に増加トレンドを続けてきた。IT・エレクトロニクス機器はこれらの部門のエネルギー消費量の相当の割合を占めており、家庭・業務部門の省エネルギーを加速する上で、IT・エレクトロニクス機器の省エネ性能向上に向けた技術開発に対する期待は大きい。

第2部では、IT・エレクトロニクス機器のうち使用時のエネルギー消費量が多い10品目について、2050年までのエネルギー消費量の推移と技術革新によるエネルギー消費量の削減効果（以下、エネルギー削減効果）の定量的な予測を試みた。また、その前提として、これらの機器におけるエネルギー利用効率の考え方を整理した。対象となる10品目は、IT機器がPC、サーバ、ストレージ、ルータ・スイッチ、ディスプレイの5品目であり、エレクトロニクス機器がテレビ、家庭用録画再生機器（DVD等）、冷蔵庫、照明機器、エアコンの5品目である。

将来におけるIT・エレクトロニクス機器のエネルギー削減効果は、技術革新が進む場合（以下、技術革新時）と技術革新が進まない場合（以下、ベースライン）の電力消費量の差と定義することができる。但し、技術革新が進んだ場合と進まない場合の各機器の電力消費量を比較する際には、性能が同じ機器の差をとることに留意する必要がある。例えば、テレビであれば画面サイズ（性能の一つの指標）が同じテレビの比較を行う必要があるということである。現実には、機器の性能は様々な特性で表現されるが、そのうち最も重要な特性を選択し、それを揃えて削減効果を計算した（図0-1）。それ以外の特性のうち必要なものは、分類に用いるなどして追加で考慮した。ここで、機器の単位能力あたりの電力消費量がエネルギー効率と考えられることから、「性能」と消費電力の比をエネルギー効率指標として併せて示した。

		エネルギー効率指標		予測においてまず考慮する項目		追加して考慮する項目	
		消費電力	性能	消費電力	電力		
IT 機器	PC	消費電力 CPU処理能力	CPU処理能力	消費電力	年間電力 消費量	ノート/デスクトップの分類	
	サーバ	消費電力 CPU処理能力	CPU処理能力			ハイエンド/ミッドレンジ/ボリュームの分類	
	ストレージ	消費電力 記憶容量	記憶容量			転送速度、サーバー用/PC用の分類	
	ルータ	消費電力 スループット性能	スループット性能			企業向け(3+2分類)/家庭向けの分類	
	ディスプレイ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ			解像度	
エレクトロニクス 機器	テレビ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ	消費電力	年間電力 消費量	解像度	
	家庭用録画再生機器	消費電力 記録時間	記録時間			記録情報量、解像度	
	冷蔵庫	消費電力 容積	容積				
	照明機器	消費電力 照度	部屋の床面積、照度			ランプ種別	
	エアコン	消費電力 冷房能力	$\left(\frac{COP}{AFP} \right)$ 冷房能力(床面積)			企業向け/家庭向けの分類	

図 0-1：対象機器とエネルギー効率指標

次に、対象 10 品目の機器について、ベースラインのエネルギー消費量（ここでは電力消費量）と技術革新によるエネルギー削減効果を予測した。

エネルギー消費量は、機器普及数と 1 台あたりの電力消費量の積から予測した。機器普及率は、GDP と機器普及率に正の相関があることを利用して予測した。一方、1 台あたりの電力消費量は、技術革新が進む場合については技術検討委員会の技術ロードマップなどを参考に設定し、技術革新が進まない場合については 2005 年時点の機器の電力消費量（IT 機器では、これまでの性能・消費電力のトレンドが今後も継続した場合の電力消費量）とした。

図 0-2 は 2005 年から 2050 年の 10 品目合計のエネルギー（電力）消費量とエネルギー削減効果の推移である。2020 年のエネルギー消費量は、2005 年・2025 年・2050 年のエネルギー消費量からの推定値である。業務用途が多いサーバ・ストレージ・ルータについては、ファシリティの寄与も考慮している¹。日本においては、10 品目の機器による 2005 年時点のエネルギー消費量は約 3,300 億 kWh/年だが、このままの状態では、2025 年には約 4,500～5,000 億 kWh/年（約 4,900 億 kWh/年）に増加する。それが、技術革新によって 2025 年時点で約 1,200～1,700 億 kWh/年（約 1,400 億 kWh/年）が削減されると予想される。世界全体ではエネルギー消費量の増加はさらに速く、2005 年時点で約 3.1～4.2 兆 kWh/年（約 3.7 兆 kWh/年）、2025 年時点では約 6.0～8.5 兆 kWh/年（約 7.1 兆 kWh/年）となる。これが、技術革新によって、2025 年時点で約 1.8～2.9 兆 kWh/年（約 2.4 兆 kWh/年）が抑制されると予想される。（不確実性による予測の幅を考慮し、シナリオ A～C の 3 つの結果を示した。各シナリオは、機器 1 台あたりのエネルギー消費量と普及率に大小の幅を考慮して作成した（表 0-1）。括弧内はシナリオ B。）

以上を CO₂ 排出量に換算²すると、日本では 2025 年時点で 0.9～2.0 億 t-CO₂ に増加するところ 0.2～0.7 億 t-CO₂ の削減が期待され、世界全体では 12.0～34.0 億 t-CO₂ のうち 3.6～11.6 億 t-CO₂ の排出抑制が期待される。

図 0-2 において日本のエネルギー消費量の増加速度が世界より遅いのは、普及が飽和に近いエアコン、照明などの比率が高いためである。しかし、IT 機器 5 品目とテレビに限定すると、エネルギー消費量の伸び率は高く、2025 年には 2005 年の約 3～5 倍となる（図 0-3）。さらに 2025 年時点でエネルギー消費量に占める IT 機器等 6 品目の割合は 38%であるのに対し、削減効果に占める 6 品目の割合は約 50%を占め、削減の余地も大きいことがわかる。

表 0-1：検討した 3 つのシナリオ（詳細は表 2.5-1 参照）

シナリオ A	普及率高・IT 機器の電力増加率高
シナリオ B	普及率中・IT 機器の電力増加率中
シナリオ C	普及率低・IT 機器の電力増加率低

¹ ファシリティの効果は、各年の標準的な Power Usage Effectiveness (PUE; 第 3 部 2 章参照)を用いて試算した。用いた PUE の値は、2005 年、2025 年、2050 年で、それぞれ 1.9、1.8、1.7 である。

² 将来の不確実性を考慮し、換算係数を 0.2～0.4 [kgCO₂/kWh] とした。0.4 は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合、0.2 は比率・効率が今後向上すると仮定した場合である。

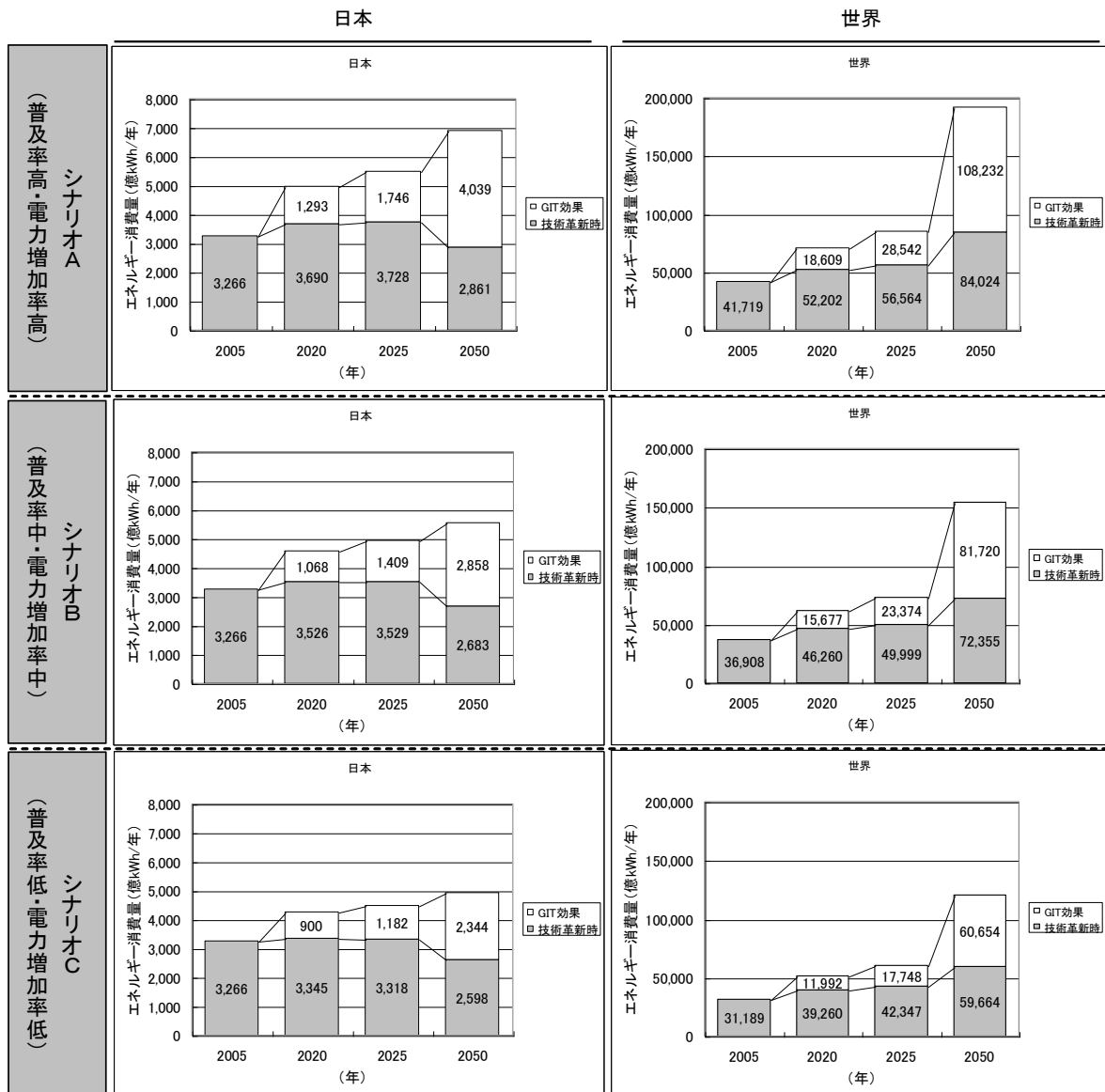


図 0-2 : 10 品目のエネルギー消費量とエネルギー削減効果推移予測³ (左 : 日本、右 : 世界)

³ 2005 年の世界の普及数は予測式を用いて推定しているため、エネルギー消費量がシナリオにより異なる。

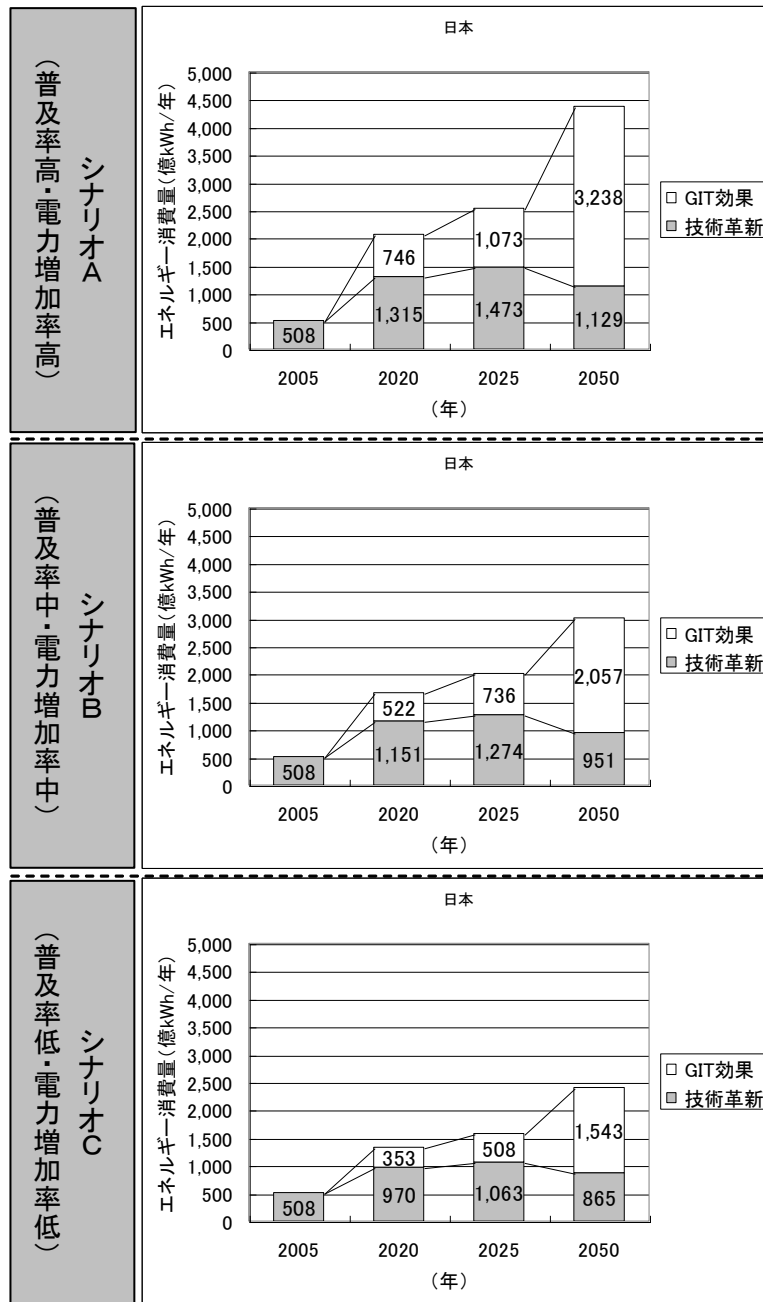


図 0-3 : 日本における IT 機器のエネルギー消費量とエネルギー削減効果予測

3. データセンタの省エネ効果計測・予測（第3部）

データセンタのエネルギー消費量は、情報爆発に伴い世界的に急速に増加しており、そのエネルギー効率向上は喫緊の課題である。ここでは、データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果について予測を試みた。また、本予測のグリーン IT 効果達成を促す指標として、独自のデータセンタエネルギー効率指標を検討してきた。ここでは、これまでの検討状況をとりまとめた。

データセンタのエネルギー消費量予測結果

データセンタの消費電力は、IT 機器によるものと建物などファシリティ部分によるものに分かれる。データセンタの予測にあたっては、ファシリティ部分については Power Usage Effectiveness (PUE)⁴を用い、IT 機器についてはサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の消費電力と能力を考慮した。

IT 機器の電力消費量は、第2部で検討したサーバ、ストレージ、ネットワーク機器のうち、データセンタに含まれるものについて推定した。一方、ファシリティ部分の電力消費量予測には、PUE を用いた。ベースラインでは 2005 年時点で PUE を 1.9、2025 年と 2050 年にはそれぞれ約 1.8、1.7 とした。技術革新時には、2005 年時点で PUE=1.9 が、2025 年、2050 年にはそれぞれ約 1.28、1.14 となると想定した。2020 年の電力消費量は、2005 年・2025 年・2050 年の電力消費量から推定した。

図 0-4 は、データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の推移である。データセンタのエネルギー消費量は、2025 年・2050 年に大きく増加するが、技術革新の効果によって伸びは相当抑えられる。日本では、2005 年時点のエネルギー消費量は約 150 億 kWh/年だが、このままの状態では 2025 年に約 600 億 kWh/年に増加する。それが、技術革新によって、2025 年には約 440 億 kWh/年削減されると期待される。技術革新の努力を進めた場合でも、IT 機器電力消費量は 2025 年に 2005 年の約 1.5 倍となるが、ファシリティ効率化により PUE の値が下がることで、全体のエネルギー消費量は微増にとどまっている。

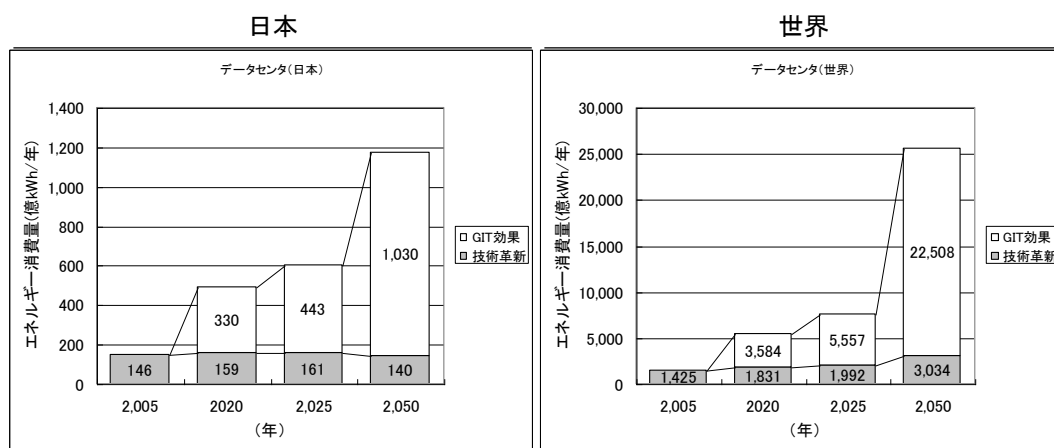


図 0-4 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果

⁴ PUE は米国グリーン・グリッドから提案されている指標で、(データセンタ全体の電力消費量) / (IT 機器の電力消費量) と定義され、データセンタのファシリティ部分のエネルギー効率を表す。

エネルギー効率指標についての検討状況

データセンタのエネルギー効率を表わす指標として、グリーングリッドが開発した Power Usage Effectiveness (PUE) が広く認知されつつある。しかし、データセンタのエネルギー消費量を改善するには、エネルギー消費量予測で示すとおりファシリティ電力の改善を促す PUE 指標のみでは不十分である。そこで、グリーン IT 推進協議会ではデータセンタ全体のエネルギー効率を表わす新しい指標として、データセンタ電力効率 (Datacenter Performance Per Energy; DPPE) を検討している。DPPE の計算方法を定義し、実際のデータセンタを事例に計算を行った。

新指標の基本的な考え方

基本的には、データセンタの消費電力あたりの生産性を表す指標を目指して検討を進めている。検討の出発点は、 $DPPE = (\text{データセンタの生産量}) / (\text{消費電力})$ である。DPPE を定義するにあたり、生産性の定義方法、消費電力の範囲等を決める必要があるが、これらは、データセンタの省エネ取り組み施策の効果と連動すべきである。そこで、データセンタの4つの省エネ取り組み施策に着目して、サブ指標を定義した。

サブ指標名	算出式	対応する取り組み
ITEU (IT Equipment Utilization)	=データセンタの IT 機器利用率	・ IT 機器の有効利用
ITEE (IT Equipment Energy Efficiency)	=IT 機器の総定格能力 /IT 機器の総定格消費電力	・省エネ型 IT 機器の導入
PUE (Power Usage Effectiveness)	=データセンタの総消費電力 /IT 機器の総消費電力	・ファシリティの電力削減
GEC (Green Energy Coefficient)	=グリーン (自然エネルギー) 電力/ データセンタの総消費電力	・グリーン電力利用

これらのサブ指標を使用して、DPPE は、

$$DPPE = f (ITEU, ITEE, PUE, GEC)$$

と表すことができる。今回定義したサブ指標を適用すると、

$$DPPE = ITEU \times ITEE \times 1/PUE \times 1/(1-GEC)$$

で表わすことができ、

$$DPPE = (\text{IT 機器利用率} \times \text{IT 機器の総能力}) / (\text{DC 総消費電力} - \text{グリーン電力})$$

となる。

新指標の計算例

実際のデータセンタ例で DPPE を計算した。ITEU=0.36、ITEE=3.9、PUE=1.6、GEC=0.062、DPPE の値は 0.936 となり、実際のデータセンタで計算可能な指標であることを示した。

世界への普及

DPPE の開発について、日米欧ワークショップで議論をおこない、データセンタのエネルギー効率指標検討の方向性について合意すると共に、今後も議論を続けていくことで合意した。また、欧州・アジア諸国での普及活動を実施した。2010 年 2 月には、ベルギー・ブリュッセルの ICT4EE 会合において、DPPE の紹介を行った。また、同じ 2 月にシンガポールとタイ・バンコクでおこなわれたグリーン IT セミナーにおいても DPPE の紹介を行った。

4. ITによる省エネ効果計測・予測（第4部）

ITを用いることで、社会における無駄やムラを排除し、エネルギー削減効果（CO2削減効果）を生み出すことが期待される。第4部では、「ITによる省エネ」ソリューションについて、その効果の見積り方法を検討すると共に、実際のソリューション事例を紹介する。

ITソリューションの分類

IT機器を利活用することで環境負荷を軽減するソリューションは、以下の通り、幅広い分野（カテゴリー）で普及が期待されている。

カテゴリー	サブカテゴリー	ITソリューション
産業	生産プロセス	FEMS、照明/空調/モーター/発電機の高効率化、生産プロセスの効率化
業務	建物、屋内	BEMS、電子タグ・物流システム、ペーパーレスオフィス、業務へのITの導入、テレワーク、TV会議、遠隔医療・電子カルテ、電子入札・電子申請
家庭	建物、屋内	HEMS、電子マネー、電子出版・電子ペーパー、音楽配信・ソフト配信、オンラインショッピング、
運輸	インフラ、アクティビティ	信号機のLED化、自動車の燃費改善、輸送手段（鉄道、航空、海運）の効率向上、ITS、エコドライブ、SCM

ITソリューションによるエネルギー消費削減効果の計算方法

ITソリューションの効果を推計する際、まず最初にどのような要素から効果が構成されているかを把握しなければならない。ITソリューションを導入することにより得られる効果は、主として以下の8つをあげることができる。

構成要素	構成要素の対象	要素の算定式
① 物の消費量	紙、CD、書籍など	(物の消費の削減量) × (物の消費の原単位)
② 人の移動量	航空機、自動車、電車など	(人の移動距離削減量) × (移動の原単位)
③ 物の移動量	トラック、鉄道、貨物等	(物の移動距離削減量) × (移動の原単位)
④ オフィススペース	人の占有スペース（作業効率含む）、IT機器等の占有スペースなど	(削減スペース量) × (スペース当りエネルギー消費原単位)
⑤ 倉庫スペース	倉庫、冷蔵倉庫など	(削減スペース量) × (スペース当りエネルギー消費原単位)
⑥ 電力・エネルギー消費量 (IT・ネットワーク (NW) 機器)	サーバ、PC等の電力消費量	(電力消費変化量) × (系統電力の原単位)
⑦ NWデータ通信量	NWデータ通信量	(データ通信変化量) × (通信に係る原単位)
⑧ その他	上記以外の活動	(活動による変化量) × (変化量に対する原単位)

注：上記要素では、即効性はないものの長期的に消費エネルギー削減が期待される分を含めたITソリューションの貢献（期待）量を考慮している。

また、ITソリューションの効果を計算する際、以下の点を考慮することが必要である。

- ・ 予め入力するデータとデータの収集可否を考慮して効果の算定式を構築する。
- ・ ITソリューションの効果を計算する際、エネルギー消費軽減が実現するプラス効果を検討するだけでなく、マイナスの効果として使用するIT機器や使用する情報通信インフラに係るエネルギー消費の増加等を考慮する。
- ・ ITソリューションの導入により、一般的にはIT機器の消費電力は増加する傾向にあるが、サーバーの統合化などによりIT機器の消費電力が減少する場合もある。

ITソリューションの効果を計算する際、収集が必要となる情報には、(a) 活動量算定のための情報 (ITソリューションを利用することで生じる変化量のこと)、及び (b) 原単位情報 (ITソリューションを利用することで生じる変化量をCO2排出量に換算するもの) の2種類がある。前者について、精緻なITソリューションの結果を求めるのであれば、入力情報はITソリューションから実際に収集できる実測データを利用することが望ましい。また、後者は社会状況や自然状況に従い、数値 (測定データ) が更新されることがあるため、計算結果の利用目的を勘案して、適切な原単位を選択することが望ましい。

ITソリューションによる将来予測結果

ITソリューションの導入効果については、いくつかの事例について導入時の効果を上記評価方法を用いて試算した。効果の大きさはそれぞれのITソリューションによって異なる。下表に示す将来の貢献量は、主として、今回試算した一部のソリューション事例を普及率を考慮して引き伸ばすことで見積もったものである⁵。対象としたソリューションが限定されるため、by ITによる貢献量の一部を表していることになる。

[単位：万 t-CO2/年]

ITソリューション	日本				世界			
	2005年	2020年	2025年	2050年	2005年	2020年	2025年	2050年
BEMS	57	546	650	630	549	6524	8,631	20,218
ペーパーレスオフィス	1	14	17	14	10	179	224	340
TV会議	140	250	270	220	1,357	4928	5,913	8,970
SCM (共同配送)	34	178	222	410	188	1060	1,400	3,555
HEMS	—	157	189	164	—	719	935	1,798
ITS (デジタコ)	200	730	842	821	1,102	7510	9,491	17,989
テレワーク	19	92	110	142	71	645	924	3,110
電子カルテ	22	27	28	28	124	392	457	556

※この表の値は、各社の事例を元に作成したものであるため、原単位は現在の値に近い

⁵ 2020年の貢献量値は、2005年・2025年・2050年の値からの推定値

5. 2020年におけるグリーンIT効果のまとめ

今回の報告は、2008年度にまとめたグリーンITの省エネ効果のものと2025年、2050年の予測の分析結果をもとに、2020年におけるグリーンITの定量的効果について新たにまとめたものである。2020年におけるグリーンITの効果に関する検討結果を以下に示す。

本検討は、電機電子業界の最新の検討データ、さらに調査分析委員会の各委員の知見、各企業の分析をもとに総合的に検討した。また、グリーンITに関しては、各製品の省エネ性能の推移と予測、普及率や社会行動変化の予測を一定のシナリオのもとに算出したものである。しかし、限られたデータからの試算の結果であり、より確かな予測にするためには、今後さらに詳細の検討が必要であることに注意いただきたい。また、今回のグリーンITがCO₂削減に貢献する部門については、以下の注意が必要である。

- ・ オフィスにおけるワークスタイルを変えるソリューションなどの効果では、その業務改善による電力消費の削減だけでなく、ペーパーレス化による紙の使用量の削減の効果があり、これが産業部門のCO₂削減に貢献すること、あるいは人の無駄な移動の削減による運輸部門のCO₂削減に貢献することなど、施策を実施する分野と直接CO₂削減の効果が発生する分野が異なる例がある。

今回の2020年におけるグリーンITのCO₂削減貢献量の試算の結果、日本ではof ITに関して、IT機器の省エネでは5.7～11.3百万t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは11.9～23.8百万t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられる。一方、世界全体では、of ITに関して、IT機器の省エネでは機器単体では87～171百万t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは293～576百万t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられる。

ITを活用し、社会のいろいろな分野で広くワークスタイル、ライフスタイル、ものの作り方や資源の利用のスタイルを変えることによって、さらにIT技術が様々な先端機器に組み込まれることによって直接・間接的にCO₂削減に貢献するby ITについては、2020年の日本においては全体で68～137百万t-CO₂/年の削減に貢献できるポテンシャルを持っている。この中で、産業は7～14百万t-CO₂/年、業務は9～18百万t-CO₂/年、家庭は16～32百万t-CO₂/年、運輸は36～73百万t-CO₂/年の削減ポテンシャルをもっている。一方、世界全体でみると、日本の約28倍の2041～4009百万t-CO₂/年の削減に貢献する。この中で、産業は140～276百万t-CO₂/年、業務は122～239百万t-CO₂/年、家庭は200～393百万t-CO₂/年、運輸は1578～3101百万t-CO₂/年の削減の可能性をもっている。削減に貢献するITソリューションは、業務部門では、BEMS、テレワーク、TV会議など、家庭部門では、HEMS、オンラインショッピングなど、運輸部門では、ITS、エコドライブ、サプライチェーンマネジメントなどが上げられる。

【試算結果】

(1) グリーン IT (of IT 関連) の貢献量の試算

グリーン IT の貢献量の予測 (IT 関連、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU ⁶	2020 年 GIT 導入後	削減効果	備考
IT 機器関係 5 品目 (機器単体)	21.6～43.3	13.4～26.8	8.2～16.5	シナリオ A
	17.2～34.3	11.5～23.0	5.7～11.3	シナリオ B
	12.9～25.8	9.4～18.7	3.5～7.1	シナリオ C
(ファシリティへの 寄与分 ¹⁾)	15.9～31.7	10.1～20.2	5.7～11.5	シナリオ A
	12.5～25.1	8.7～17.4	3.8～7.7	シナリオ B
	9.8～19.6	7.2～14.5	2.6～5.1	シナリオ C
合計	29.7～59.4	20.2～40.4	9.5～19.0	シナリオ B

- ・ 電力 CO2 排出係数を 0.2～0.4 kg-CO2/kWh と幅を持たせて、試算したもの。
- ・ IT 機器関係 5 品目：PC、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器、ディスプレイ
- ・ ファシリティ：データセンタおよびサーバールームの空調、照明、電源装置等の電力

グリーン IT の貢献量の予測 (IT 関連、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果	備考
IT 機器関係 5 品目 (機器単体)	373～733	257～505	116～228	シナリオ A
	308～604	221～434	87～171	シナリオ B
	243～477	182～357	61～120	シナリオ C
(ファシリティへの 寄与分 ¹⁾)	273～36	194～381	79～155	シナリオ A
	226～443	167～328	59～115	シナリオ B
	185～363	141～276	44～87	シナリオ C
合計	533～1048	388～762	146～286	シナリオ B

- ・ 電力 CO2 排出係数を 0.28～0.55 kg-CO2/kWh と幅を持たせて、試算したもの。

⁶Business As Usual (BAU)は第 2 部の「ベースライン」と同義である。

グリーン IT の貢献量の予測 (エレクトロニクス関連、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
エレクトロニクス 5 品目	62.2~124.4 (家庭 : 24.5~49.1) (業務 : 37.7~75.3)	50.3~100.6 (家庭 : 20.2~40.3) (業務 : 30.1~60.3)	11.9~23.8 (家庭 : 4.4~8.9) (業務 : 7.5~14.9)

・エレクトロニクス 5 品目 : 民生家庭・業務のテレビ, DVD, 照明機器, 冷蔵庫, 空調

グリーン IT の貢献量の予測 (エレクトロニクス関連、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
エレクトロニクス 5 品目	1201~2359	907~1782	293~576

※データセンタの省エネにおいては、本来ファシリティの効率向上も重要である。ファシリティの効率向上効果も含めたデータセンタの省エネは、2020 年の日本で 13.2 百万 t-CO2/年トン、世界で 143.4 百万 t-CO2/年と予測される。

グリーン IT の貢献量の予測 (データセンタ、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
データセンタ (ファシリティの改善効果も含む)	9.8~19.6	3.2~6.4	6.6~13.2

グリーン IT の貢献量の予測 (データセンタ、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
データセンタ (ファシリティの改善効果も含む)	152~298	51~101	100~197

(2) グリーン IT (by IT) の貢献量の試算

グリーン IT の貢献量の予測 (by IT、日本および世界)

(百万 t-CO₂/年)

施策 対策部門	主なソリューション	2020 年 GIT 導入効果 (日本)	2020 年 GIT 導入効果 (世界)
産業部門	・高性能ボイラー、省エネ設備 ・エネルギー管理、省エネ事業など	7～14	140～276
業務部門	・BEMS (ビル・エネルギー管理システム) ・テレワーク、TV 会議、ペーパーレスオフィス	9～18 含む他部門	122～239
家庭部門	・HEMS (住宅のエネルギー管理システム、含むデ ジタル家電など) ・オンラインショッピング、コンテンツの電子化 ・再生可能エネルギーの導入、スマートグリッド	16～32 含む他部門	200～393
運輸部門	・自動車の燃費向上 ・ITS (ETC、VICS)、エコドライブ ・流通の効率化 (SCM・積載率の向上など)	36～73 含む他部門	1578～ 3101
合計		68～137	2041～ 4009

各ソリューションの普及による効果の試算

(万 t-CO₂/年)

	2020 年 GIT 導入効果 (日本)	2020 年 GIT 導入効果 (世界)
BEMS	546	6524
ペーパーレスオフィス	14	179
TV 会議	250	4928
SCM (共同配送・積載効率 の向上)	178	1060
HEMS	157	719
ITS (デジタコ)	730	7510
テレワーク	92	645
電子カルテ	27	392

・本表は、第 4 部の結果から 2020 年の値を抜粋したものである。

(3) 2020年におけるグリーンITによるCO2削減貢献の割合（日本）

グリーンITの貢献（百万t-CO2/年）

	グリーンIT (of IT)	グリーンIT (BY IT)
産業部門		7～14
家庭部門	4.4～8.9	16～32 (含む産業部門)
業務部門	17.0～33.9*	9～18 (含む産業部門)
運輸部門		36～73 (含む産業部門)
合計	21.4～42.8	68～137

*IT用ファシリティの省エネ効果を含む

【試算に当たっての注意書き】

1. IT機器の省エネがファシリティの負荷削減につながり、結果としてファシリティのエネルギー消費量も削減される点を考慮した値。ファシリティ（空調）自体のエネルギー効率向上効果は含まない。
 2. 削減量の幅は2020年の電力排出係数について0.2～0.4 kg-CO2/kWhの幅とする想定を仮定しおたものである。0.4は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合。0.2は比率・効率が2020年までに向上するものと仮定した場合。また、by ITの試算結果における下限値は、電力以外のby ITの試算に必要な原単位（紙、資源、移動、スペース、通信など）も2020年に電力CO2排出係数と同程度の改善が進むと仮定した場合に相当する。
-

6. 企業環境貢献度評価手法検討（第5部）

地球温暖化対策として、省エネ型製品・サービスの普及・促進がますます重要になる中、部品・素材メーカーを含め、それらを供給する企業の製造時のCO2排出量は増加する傾向にある。このような現状に対して、使用時の省エネ化に対する製造に係る企業の貢献度を定量的に評価する手法は、ほとんど検討されていない。ここでは、部品・素材メーカーを含めた製造に係る企業の、使用時の省エネ効果に対する貢献度を明らかにする手法の開発を行った。

省エネ貢献度定量評価手法の検討状況

省エネ効果には、of IT（製品・サービス自体の省エネ化）と by IT（製品・サービスの利用による省エネ化）の2種類が挙げられる。

ここでは、前者の of IT に関する企業の貢献度を定量的に評価する手法の開発を行った。本年度は、電球、液晶テレビ、データセンタ、サーバを例にケーススタディを行うことで、貢献度の推定を行った。

評価手法の考え方

新旧の製品・サービスを比較することで、省エネ効果を決定し、評価手法として、以下の2案を検討した。

（評価手法Ⅰ）

広義に低炭素社会への貢献を考えた場合

（評価手法Ⅱ）

狭義に直接的な省エネへの貢献を考えた場合

前者における省エネ効果に対する貢献度の配分の観点は、「方式開発」、「改善」、「全構成要素」であり、後者においては「方式開発」、「改善」と定義した。

用語	定義	評価手法Ⅰ	評価手法Ⅱ
方式開発	省エネ達成に方式の変更など大きな技術革新を伴う製品開発	○	○
改善	省エネ達成に係わる通常の製品改良	○	○
全構成要素	製品を形作るのに必要な全要素	○	×

なお、省エネ効果の算出方法が新旧比較により決定されることから、全構成要素、すなわち製品に係る全企業に対して貢献度を配分することは、理論的に矛盾した点も含んでいる。しかし、各社へアンケートやヒアリングを行った結果、使用時の省エネ効果に対する貢献は全企業にあるとの考えも少なからずあり、全企業に貢献度を配分する手法の検討が求められている。

ケーススタディの例

評価手法Ⅱで行った電球形蛍光ランプの例では、省エネ効果に対する貢献度はセットメーカー 40%、部品メーカー 21%、製造設備メーカー 14%、素材メーカー 13%、パテント保有者 12% という推定結果となり、本評価手法の一つの目的である「部品・素材メーカー等を含めた企業の貢献度を定量的に評価すること」を達成した。

今後への提言

本年度は評価手法として 2 手法の検討を行った。この背景としては、製造によって必ず排出される CO2 に対する説明責任が今後問われるといった意識が挙げられる。今後は、必ず排出される CO2 に対する考え方などを整理していくことが必要である。そのことにより、より関係主体の同意が得られる評価手法の確立が可能になると考える。

7. 海外のグリーン IT 関連政策等調査（第6部）

インターネットの爆発的な普及とそれを支える IT（情報技術）の進歩には目を見張るものがある。現在の社会生活においても、また企業活動においても IT の活用は不可欠のものとなっている。一方で、それらの IT 機器が消費する電力はうなぎ上りの増加を示している。

こうした中、世界各国において「グリーン IT」という言葉の元、IT 機器およびそれを大量に有するデータセンタの省電力化、省エネルギー化の取り組みが数多く報告されるようになってきている。

グリーン IT 推進協議会・調査分析委員会では、世界におけるグリーン IT への取り組みの調査のため、2008 年度の調査に引き続き、2009 年 9 月～11 月にかけて米国、EU、シンガポール、韓国等における政府、民間レベルのグリーン IT に関する取り組みの調査を行い、その方向性について検討、分析を行った。

調査を行ったのは以下の取り組みである。

(1) 米国における取り組み

- エネルギー省(DOE)
- 環境保護庁(EPA)
- The Green Grid
- Climate Savers Computing Initiative
- Digital Energy Solutions Campaign

(2) EU における取り組み

- Code of Conduct on Data Centres
- Code of Conduct on Broadband equipment
- Code of Conduct on External power supply
- Global e-Sustainability Initiative
- ICT4EE
- BITKOM
- Grid Computing Now KTN/BCS/INTELLECT

(3) シンガポールにおける取り組み

- Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF)

(4) 韓国における取り組み

- 韓国グリーンビジネス IT 協議会

(5) その他アジア諸国の取り組み

(6) ITU における取り組み

おわりに

今回の報告書では、調査分析委員会の 2009 年度の研究成果を中心にとりまとめました。今年度の活動はグリーン IT の評価手法の検討と評価手法を用いた中長期的な動向予測について、2008 年度の検討結果を基盤に、3 つの WG において分担して、さらに検討を進めたものです。検討したテーマは、IT 自身の省エネ (of IT)、データセンタの新しい省エネ指標、IT による社会の省エネ (by IT)、グリーン IT 企業の貢献、海外のグリーン IT に関する活動という 5 つのテーマを調査の柱としました。

IT 自身の省エネでは、調査対象として、使用時の電力消費量の大きな 10 品目を選択し、2025 年及び 2050 年の予測を元に、2020 年の of IT の貢献量を調査しました。今回、2020 年におけるグリーン IT の CO₂ 削減貢献量の試算を行った結果、日本では of IT に関して、IT 機器の省エネでは 5.7～11.3 百万 t-CO₂/年の削減 (数字のはシナリオ B における試算値、数字の幅は電力 CO₂ 排出係数を 0.2～0.4 kg-CO₂/kWh と幅を持たせて、試算したもの)、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは 11.9～23.8 百万 t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられます。一方、世界全体では、of IT に関して、IT 機器の省エネでは機器単体では 87～171 百万 t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは 293～576 百万 t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられます。

データセンタの省エネでは、データセンタの省エネによる貢献量とデータセンタ全体の省エネ努力を表すことができる新たな省エネ指標の検討を進めました。その結果、データセンタによるエネルギー消費量は 2020 年、2025 年、2050 年には大きく増加するが、技術革新の効果によって、その伸びは相当抑えられることがわかりました。データセンタの省エネにおいては、ファシリティの効率向上も重要になります。ファシリティの効率向上効果も含めたデータセンタ全体の省エネは、2020 年の日本で 13.2 百万 t-CO₂/年、世界で 143.4 百万 t-CO₂/年と予測されます。

また、新たな省エネ指標として、2008 年度から引き続き検討を進めましたデータセンタ電力効率 (Datacenter Performance Per Energy; DPPE) につきましても、4 つの要素である、ITEU、ITEE、PUE、GEC について詳細の検討を進めました。この DPPE につきましても、日米欧の官民によるワークショップなどで、世界へ提案し、日米欧の主要な団体である DOE、EPA、Green Grid、Code of Conduct、METI グリーン IT イニシアチブ及び GIPC の 6 者間で『新しいデータセンタの省エネ指標の関する指針』という形で合意にこぎつけました。

また、IT 自身の省エネ効果に比べて、社会全体において大きな CO₂ 削減の貢献が期待できる『IT による省エネ (by IT)』については、IT ソリューションの活用による CO₂ 削減効果の評価方法の検討、さらにその評価方法を用いて 2025 年および 2050 年における貢献量をもとに 2020 年の貢献量の予測をしました。IT ソリューションによる効果の評価については、2008 年度にまとめた物の消費量、人・物の移動量、スペース、IT 機器の電力などの変化量で CO₂ 削減量を評価する方法に基づき、新たな IT ソリューションの事例についても追加的に試算を行いました。

IT を活用し、社会のいろいろな分野で広くワークスタイル、ライフスタイル、ものの作り方や資源の利用のスタイルを変えることによって、さらに IT 技術が様々な先端機器に組み込まれることによって直接・間接的に CO2 削減に貢献する by IT については、2020 年の日本では全体で 68~137 百万 t-CO2/年の削減に貢献できるポテンシャルを持っていると予測されます。この中で、産業は 7~14 百万 t-CO2/年、業務は 9~18 百万 t-CO2/年、家庭は 16~32 百万 t-CO2/年、運輸は 36~73 百万 t-CO2/年の削減ポテンシャルをもっていると評価できます。一方、世界全体でみると、日本の約 28 倍の 2041~4009 百万 t-CO2/年の削減に貢献すると予測されます。この中で、産業は 140~276 百万 t-CO2/年、業務は 122~264 百万 t-CO2/年、家庭は 200~416 百万 t-CO2/年、運輸は 1578~3117 百万 t-CO2/年の削減の可能性をもっています。削減に貢献する IT ソリューションは、業務部門では、BEMS、テレワーク、TV 会議など、家庭部門では、HEMS、オンラインショッピングなど、運輸部門では、ITS、エコドライブ、サプライチェーンマネジメントなどが上げられます。

グリーン IT 企業の『IT による省エネの効果に対する寄与度』を可視化するテーマについては、今年度は基本的な寄与度の考え方をまとめることができました。特に of IT では、4 つの具体的な対象製品（照明、液晶テレビ、サーバ、データセンター）について、製品の素材、部品、装置、さらにソフトウェアまでサプライチェーン全体における寄与度を評価するための評価方法を明らかにしました。

また、海外のグリーン IT 関連政策等の調査分析につきましては、2008 年度に調査しました米国の米国エネルギー省、環境保護庁、グリーン・グリッド、Climate Savers Computing Initiative、欧州の Code of Conduct の活動内容に加えて、今年度は、米国 Digital Energy Solutions Campaign、韓国グリーンビジネス IT 協議会、ドイツ BITKOM、欧州 Global e-Sustainability Initiative、ICT4EE、シンガポール SiTF などの活動を調査・紹介しました。

グリーン IT は、日本で進化し、of IT と by IT の 2 つの柱を中心に、現在、世界全体で低炭素社会を実現するための重要な施策として、具体的な検討および実施が広がっています。また、日本国内でも、2020 年に温室効果ガスを 25%削減するという日本全体の目標を達成するための重要な施策の 1 つとして検討が進んでいます。このような施策を検討する上で、グリーン IT の具体的な評価指標を明らかにし、またそれを用いて定量的な貢献量を明らかにすることが重要です。その意味で、調査分析委員会の役割および取り組んでいる各テーマは、今後ますます重要になってくると思います。

グリーン IT は、世界全体の CO2 削減に大きく貢献するポテンシャルをもっていることは、社会全体の共通の認識になっていますが、グリーン IT の効果を着実に現実のものにしていくためには、産・官・学を中心とした社会全体の連携が必要であり、また、日本、アジア、EU/米国を中心とする世界全体の連携が必要になります。グリーン IT 推進協議会調査分析委員会は、このような活動がより具体的で、実りのある活動になるよう、今後も経済産業省、グリーン IT 推進協議会の会員各位、関係団体、関係部門のご支援、ご指導のもと、継続した努力と活発な活動を進めていきます。今後とも、グリーン IT 推進協議会調査分析委員会の活動に、ご理解、ご支援をいただければと思います。