

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・
立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト

4. 温暖化対策のための、技術、ライフスタイル、社会システムの統合的対策の研究
—IT社会のエコデザイン— (ITの産業構造に与える影響に関する研究)

(4) ITによる産業の効率化における環境影響調査 (平成16～20年度)

産業におけるIT活用による環境影響評価に関する研究 (平成19～20年度)

日本電信電話株式会社

情報流通基盤総合研究所

西史郎・中村二郎・折口壮志・津田昌幸・原美永子

平成16～20年度合計予算額 15,507千円

(うち、平成20年度予算額 1,900千円)

※ 上記合計予算額には、間接経費 3,580千円を含む。

[要旨] 本プロジェクトでは、第Ⅰ期3ヵ年(平成16年度～平成18年度)で、SCM(Supply Chain Management)等のITシステムの活用による製造業におけるCO₂削減量(無駄排除)の推計方法を設計し、この評価方法を製造業だけでなく流通業まで拡張し、も在庫圧縮によるCO₂排出削減の影響を検討した。またデル・モデルを代表とする製造直販化やBTO(Build To Order)による影響や、物流の情報化による影響の検討ならびにCO₂削減効果の推計方法の設計と試算を行った。結果、SCM、製造直販化やBTO、物流の情報化によって、2050年で間接効果を含めて約11,700万t-CO₂の削減ポテンシャルがあることを明らかにした。第Ⅱ期2年間では、第Ⅰ期3ヵ年で検討した研究成果を実現化するための施策パッケージ(policy package)を提言としてとりまとめた。さらにICTを活用した「サービサイジング(servicizing)」の実現可能性と環境影響を検討し、2050年IT社会における機器消費電力量を、この間の技術進歩を考慮して試算した。

[キーワード] 二酸化炭素、IT、サプライチェーンマネジメント、製造直販化、物流

1. はじめに

ITの進展が、社会に大きな変革をもたらし、さらにその変革は産業部門の環境負荷にも大きな影響をもたらす。NTTの既存研究に「IT活用によるエネルギー消費影響評価」がある¹⁾⁻⁴⁾。この評価では、ITの活用によって、2010年には2000年の日本の全エネルギー消費量の3.9%に相当するエネルギーの削減効果があることを試算した。その中でも法人向け電子商取引によるエネルギー消費削減効果が日本の全エネルギー消費量の2.5%であり、その約半分がSCMを中心とした生産流通管理システムである。エネルギー消費量の削減はすなわちCO₂排出量の削減を意味するため、ITによる産業の効率化は将来のCO₂排出量の削減に大きく寄与することが期待できる。

ITは、時間や空間の制約を解消するだけでなく、需要と供給の同期化(パーフェクトマッチング)を可能とするため、情報技術とネットワークを基礎とした新しい企業形態によって提供される機会が増大している。その中で主に製造業や流通業において、原材料や部品の調達から製造、流通、販売という、生産から最終需要(消費)にいたる商品供給の流れを「供給の鎖」(サプラ

イチェーン) ととらえ、それに参加する部門・企業間で、ITを活用して情報を相互に共有・管理することで、ビジネスプロセスの全体最適化を目指す戦略的な経営手法であるSCM(Supply Chain Management)が着目されている。SCMを導入する目的として、納期短縮・欠品防止による顧客満足度の向上、流通在庫を含む在庫・仕掛品の削減によるキャッシュフローの最大化などが挙げられる。SCMの本質は、サプライチェーンの鎖の1つ1つ(サプライヤ)の部分最適化ではなく、全体最適化を図ることである。最終需要や販売力が弱いのに、製造単価を下げるためとって生産量を増やしても不良在庫を増やすことになり、逆に強力な販売網を構築しても、部品不足や生産計画の不備により商品供給ができなければ販売機会を喪失することになる。この無駄を解消し、産業に効率化をもたらすのがSCMである。

本研究では、「IT普及と産業」に焦点を当て、高度SCMの普及によるCO₂削減効果、ITを活用した「サービサイジング(servicizing)」の実現可能性と環境への影響を検討した。さらに2050年IT社会におけるIT機器自身の消費電力量を、この間の技術進歩を考慮して試算した。

2. 研究目的

本研究では、エネルギー消費削減効果が大きいと考えられるSCMを中心として、実証的な調査をベースに、産業部門において大きなCO₂削減効果を得るためのITの活用方法や、その実現のための課題を明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

(1) SCMの活用による産業の効率化

製造業は、産業細分類で分類される25業種を対象とし、工業統計から各業種の棚卸資産と事業所延建築面積等を求めた。中間流通と小売業は、商業統計等で整理し、製造業25業種の分類と合致させた。このようにして様々な統計資料を整理し、25業種の製造業に付随して卸売業と小売業が、サプライチェーンで結ばれているというモデルを設計した。このサプライチェーンの中で、2050年までに各業界が在庫を圧縮し効率化された企業のレベルに推移していくという平成17年度に設計したベンチマーク的な考え方で、ITを活用することによって得られる効果のCO₂排出削減量をそれぞれ推計した。以下の項目に関する影響を、国立環境研究所3EID(2000年)⁵⁾を用いて分析した。なお、在庫の改善率は、平成17年度に設計したベンチマークによる在庫改善率で推移すると想定し、不必要生産の割合は、平成16年度の実態調査から棚卸資産を廃棄する割合(20%)を採用した。また小売業のバックスペースの割合は、平成16年度の実態調査から食品スーパーの倉庫・荷捌き場・事務所等のある事例が約20%であったものを採用し、中間流通(卸売)のバックスペースはその約2倍と想定した。

例として、以下の1)に関する推計方法を図1に、2050年に関する推計結果を表1に示す。

1) 製造業における在庫圧縮による不必要生産の抑制

メーカーにおいて、在庫が圧縮され、過剰在庫の一部が不必要生産に結びついていたものが抑制される。不必要生産のために使用されていた環境負荷が削減される。

2) 製造業における不必要生産抑制による工場建物の削減

メーカーにおいて、在庫が圧縮され、過剰在庫の一部が不必要生産に結びついていたものが抑制

される。不必要生産のために使用されていた工場建物が削減される。

3) 中間流通における在庫圧縮によるバックスペースの削減

中間流通において、在庫が圧縮され、在庫のためのバックスペースに関わる環境負荷が削減される。

4) 中間流通における在庫圧縮による不必要生産の抑制

中間流通において、在庫が圧縮され、過剰在庫の一部が不必要生産に結びついていたものが抑制される。不必要生産に関わる中間流通分の環境負荷が削減される。

5) メーカーと小売販売の直接取引による中間流通の中抜き

メーカーと小売販売の直接取引、あるいは中間流通の多段階が短縮化することによって、中間流通分の環境負荷が削減される。なお、中間流通の減少の推移は、商業統計表の卸売業従業者数削減（1999年4,496,210人→2004年3,803,652人）のトレンドを延長し、年率減少分3.1%であると想定した。

6) 小売業における在庫圧縮によるバックスペースの削減

小売販売において、在庫が圧縮され、在庫のためのバックスペースに関わる環境負荷が削減される。

7) 小売業における在庫圧縮による不必要生産の抑制

小売販売において、在庫が圧縮され、過剰在庫の一部が不必要生産に結びついていたものが抑制される。不必要生産に関わる小売販売分の環境負荷が削減される。

8) 在庫圧縮による倉庫建物の削減

在庫が圧縮されることによって、倉庫業に関わる環境負荷が削減される。

9) 返品削減による物流の削減

SCM等の企業連携によって、需要情報が川上側にリアルタイムで伝達されることによって、返品が削減される。返品物流に関わる環境負荷が削減される。

10) 会計事務の効率化

企業間の情報化の進展によって、会計の効率化等が進み、業務部門の環境負荷が削減される。会計の効率化は、BtoB (Business to Business) の電子商取引の進展によって改善される。本評価では、BtoBの普及割合が2010年で30%、2020年で50%、2030年で70%、2050年で100%になると想定した。

(2) 製造直販化やBTOによる産業の効率化

デル・モデルに代表されるように、製造直販とBTO (build to order : 受注生産) を組み合わせたビジネスモデルが台頭している。顧客が必要とする機能や仕様に合わせて製品を生産することにより、インターネットから顧客のオーダーを受け、その要望に合わせてサプライヤから部品を調達し、カスタマイズした製品を生産、中間流通や小売業者を介さずに直接販売することで、卸や小売を不要化させることができる。顧客にとっては、自分が望む仕様の製品を手に入れることができ、流通業者の排除により中間マージンがなくなることで価格低減が期待できる。さらにメーカーにとっても流通在庫や完成品在庫がゼロになり、売れない不良在庫を抱えるリスクをなくすることができるというメリットがある。これらのことはITを活用することにより可能とする。これらによるCO₂排出への影響を考察するために、以下に示す項目の産業の効率化を考慮した。製

製造直販化やBtoCにより、中間流通や小売販売は不要となり、製造業は不良在庫がなくなるため不必要な生産は抑制される。また不必要生産が抑制されることにより返品物流は削減される。さらに購買者はネットで購入するため、購買者の交通機関を利用した店舗への移動はなくなる。一方で、製造メーカーが購買者個々に配達するため、小口配送などの宅配物流が増加する。またネット販売業者関連の在庫が増加する可能性がある。これらのことを、BtoC (Business to Consumer) の電子商取引の普及割合が、2010年で5%、2020年で7.5%、2030年で10%、2050年で15%と想定して評価した。

例として、以下の1)と2)に関する推計方法を図2に示す。

1) 製造直販化による中間流通の不要化

製造直販化の進展によって、メーカーと消費者が直接取引する。中間流通が不要になることにより、中間流通分の環境負荷が削減される。

2) 製造直販化による小売販売の不要化

製造直販化の進展によって、メーカーと消費者が直接取引する。小売販売が不要になることにより、小売販売分の環境負荷が削減される。

3) ネット販売業者関連の在庫スペースの増加

BtoCの進展によって、ネット販売業者関連の在庫は増加する。倉庫業に関わる環境負荷が増加する。

4) 不必要生産の抑制

BtoCの進展によって、消費動向がわからず生産していた不必要生産が抑制される。不必要生産のために使用されていた環境負荷が削減される。

5) 宅配物流の増加

BtoCの進展によって、消費者宅に直接配送されることによって、小口配送等の宅配物流に関わる環境負荷が増加する。

6) 返品物流の削減

BtoCの進展によって、需要情報が川上側にリアルタイムで伝達されることによって、返品が削減される。返品物流に関わる環境負荷が削減される。

7) 店舗への移動不要化による人流の削減

BtoCの進展によって、消費者が店舗に行く必要がなくなる。人流に関わる環境負荷が削減される。

(3) 物流の情報化による効率化

1) 走行管理システムによるエコドライブ化

アイドリングストップ、急ブレーキ、急発進などを無くし、エコドライブを徹底することによって、環境負荷を削減しようとする試みは、多くの企業で運転手に義務付け実施している。あるスーパーでは、アイドリングストップの実施でCO₂排出量が2%削減したとしている。走行管理システムは、アイドリングストップ等の状況を定量的に把握し、徹底化するものとして、導入されている。あるコンビニエンスストアでは、車載端末とGPSを活用することによって、物流センターから店舗への商品の配送状況をリアルタイムで把握している。また各貨物車のアイドリング状況や

急ブレーキ・急発進状況の定量的把握を実施している。これによってドライバーごとに管理し、個人指導を実施している。その結果、貨物車の燃料あたりの走行距離が約5%改善した企業もある。また車両メーカーが、運行状況を管理するシステムを提供する事例も出てきている。最近のIT対応車では、CAN(Controller Area Network)を利用して、車両を制御しているコンピュータから直接データを取り込むことによって、燃料消費量、アクセルの踏み方、ギア段の使い方、ブレーキ操作状況など詳細な運転操作データを収集することが可能となっている。運転日報には、速度超過、急加速、急減速、アイドリング、エンジン回転が表示されるほか、細かな運行区間ごとの燃費も把握できる。そのため、運送事業者と運転手が、一緒に運転状況を把握でき、どこが問題か、どこを改善すれば良いかの詳細な情報に基づいて、改善することが可能となっている。このように走行管理システムの普及によって、エコドライブを促進させて燃費を向上させることが可能となる。

2) 求車求荷システムによる積載率の向上

近年、求車求荷システムにITを活用して空車情報と貨物情報をマッチングさせ、特に帰り便が低積載で運行している貨物車を有効に利用しようとする企業が増えている。IT活用による情報化が進展することにより、求車求荷情報をマッチングし、積載効率を上げることが可能となる。求車求荷システムによる積載率向上におけるCO₂削減効果の推計方法を図3に示す。求車求荷システムの普及率が2010年20%、2020年50%、2030年80%、2050年100%と想定して試算した。

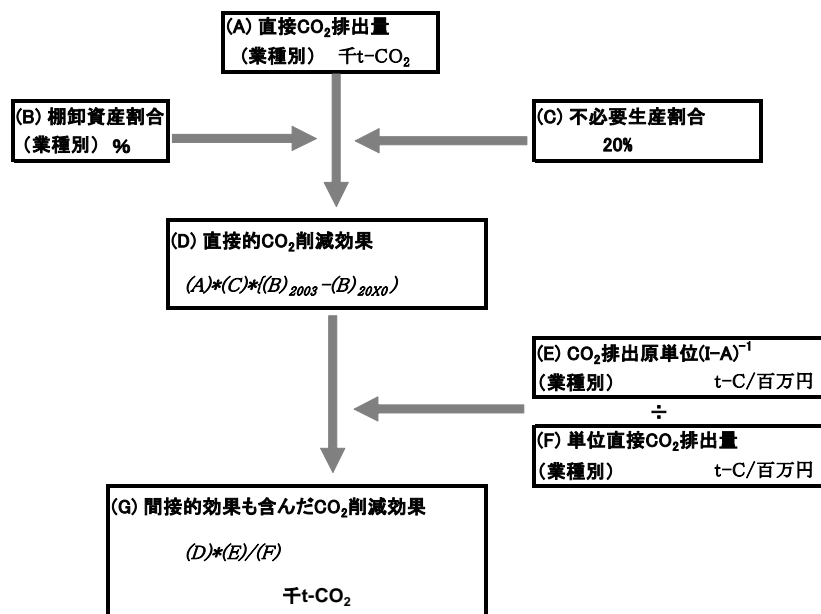


図1 製造業における在庫圧縮による不必要生産抑制のCO₂削減効果の推計方法

表1 製造業における在庫圧縮による不必要生産抑制のCO₂削減効果に関する2050年の推計結果

2050年	直接CO ₂ 排出量 (t-C)	棚卸資産割合		不必要生産割合 (想定)	不必要生産改善率 2050年	直接CO ₂ 排出削減量 (t-C)	単位直接CO ₂ 排出量 (t-C/百万円)	CO ₂ 排出原単位(I-A) ⁻¹ (t-C/百万円)	CO ₂ 排出削減量 (千t-C)	CO ₂ 排出削減量 (千t-CO ₂)
	①	2003年 ②	2050年 ②'	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑧'
					(②-②')*③	①*④			⑤*(⑦/⑥)	⑧*(44/12)
1 食料品	3,129,136	7.48%	0.36%	20%	1.42%	44,555.5	0.1203	0.5086	188.31	690.46
2 飲料・たばこ・飼料	223,122	7.48%	0.36%	20%	1.42%	3,177.0	0.0832	0.5128	19.58	71.79
3 繊維工業 (衣服、その他の繊維製品を除く)	854,992	15.87%	0.77%	20%	3.02%	25,827.8	0.2994	0.6914	59.64	218.68
4 衣服・その他の繊維製品	113,330	15.87%	0.77%	20%	3.02%	3,423.5	0.0267	0.5662	72.49	265.80
5 木材・木製品(家具を除く)	164,523	10.65%	0.51%	20%	2.03%	3,334.0	0.0520	1.3508	86.53	317.29
6 家具・装備品	122,816	10.65%	0.51%	20%	2.03%	2,488.9	0.0412	1.8077	109.13	400.16
7 パルプ・紙・紙加工品	4,956,161	10.65%	0.51%	20%	2.03%	100,436.2	0.9236	2.8292	307.67	1,128.12
8 印刷・同関連業	482,506	8.87%	0.43%	20%	1.69%	8,149.3	0.0401	1.7917	363.90	1,334.30
9 化学工業(除医薬品)	13,782,497	12.64%	0.61%	20%	2.41%	331,664.4	0.5280	1.4457	908.09	3,329.68
10 医薬品	349,858	12.45%	0.60%	20%	2.37%	8,291.1	0.0540	0.7407	113.64	416.67
11 石油製品・石炭製品	11,106,876	10.20%	0.49%	20%	1.94%	215,615.9	0.8555	1.4649	369.22	1,353.82
12 プラスチック製品	886,904	8.87%	0.43%	20%	1.69%	14,979.4	0.0865	3.2142	556.32	2,039.83
13 ゴム製品	467,188	8.87%	0.43%	20%	1.69%	7,890.6	0.1561	1.8157	91.77	336.50
14 なめし革・同製品・毛皮	37,316	8.87%	0.43%	20%	1.69%	630.3	0.0562	8.9837	100.83	369.70
15 窯業・土石製品	18,588,882	13.62%	0.66%	20%	2.59%	481,875.6	2.2211	3.1215	677.20	2,483.08
16 鉄鋼	44,829,461	19.28%	0.93%	20%	3.67%	1,645,227.3	2.6125	5.5893	3,519.87	12,906.19
17 非鉄金属	1,496,721	14.36%	0.69%	20%	2.73%	40,920.0	0.2439	1.0303	172.89	633.93
18 金属製品	1,390,443	11.95%	0.58%	20%	2.27%	31,631.1	0.1034	1.4802	452.98	1,660.92
19 一般機械器具	1,052,786	22.99%	1.11%	20%	4.38%	46,071.1	0.0368	0.8673	1,084.96	3,978.18
20 電気機械器具	588,591	12.38%	0.60%	20%	2.36%	13,864.7	0.0109	0.6355	808.01	2,962.71
21 情報通信機械器具	211,224	12.38%	0.60%	20%	2.36%	4,975.6	0.0205	0.6332	153.85	564.10
22 電子部品・デバイス	807,201	12.38%	0.60%	20%	2.36%	19,014.3	0.0301	0.5008	316.18	1,159.33
23 輸送用機械器具	1,877,948	8.25%	0.40%	20%	1.57%	29,480.1	0.0440	0.9320	624.28	2,289.02
24 精密機械器具	145,391	20.94%	1.01%	20%	3.99%	5,794.9	0.0369	0.5445	85.48	313.43
25 その他の製品	201,697	8.87%	0.43%	20%	1.69%	3,406.6	0.0392	0.7462	64.83	237.70
製造業 合計	107,867,570					3,092,725			11,307.65	41,461.40

①⑥⑦は環境省国立環境研究所「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」(2000年)による
 ②②'はベンチマーク法による想定

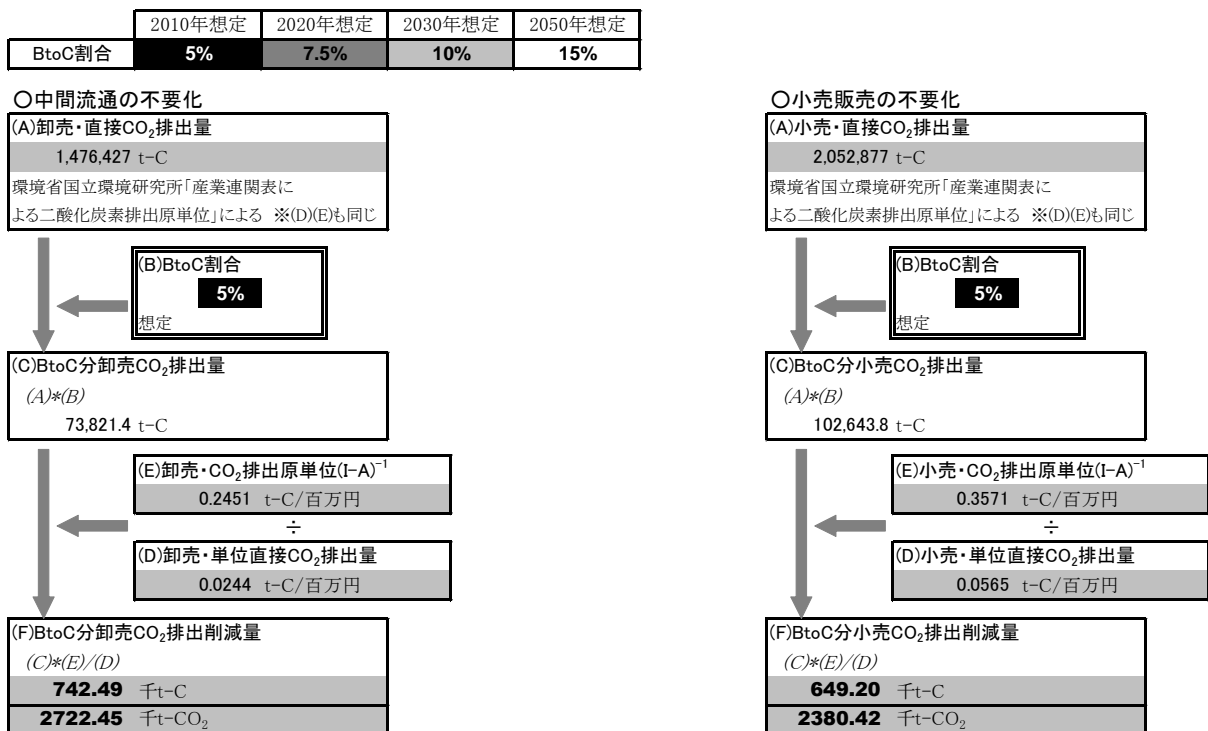
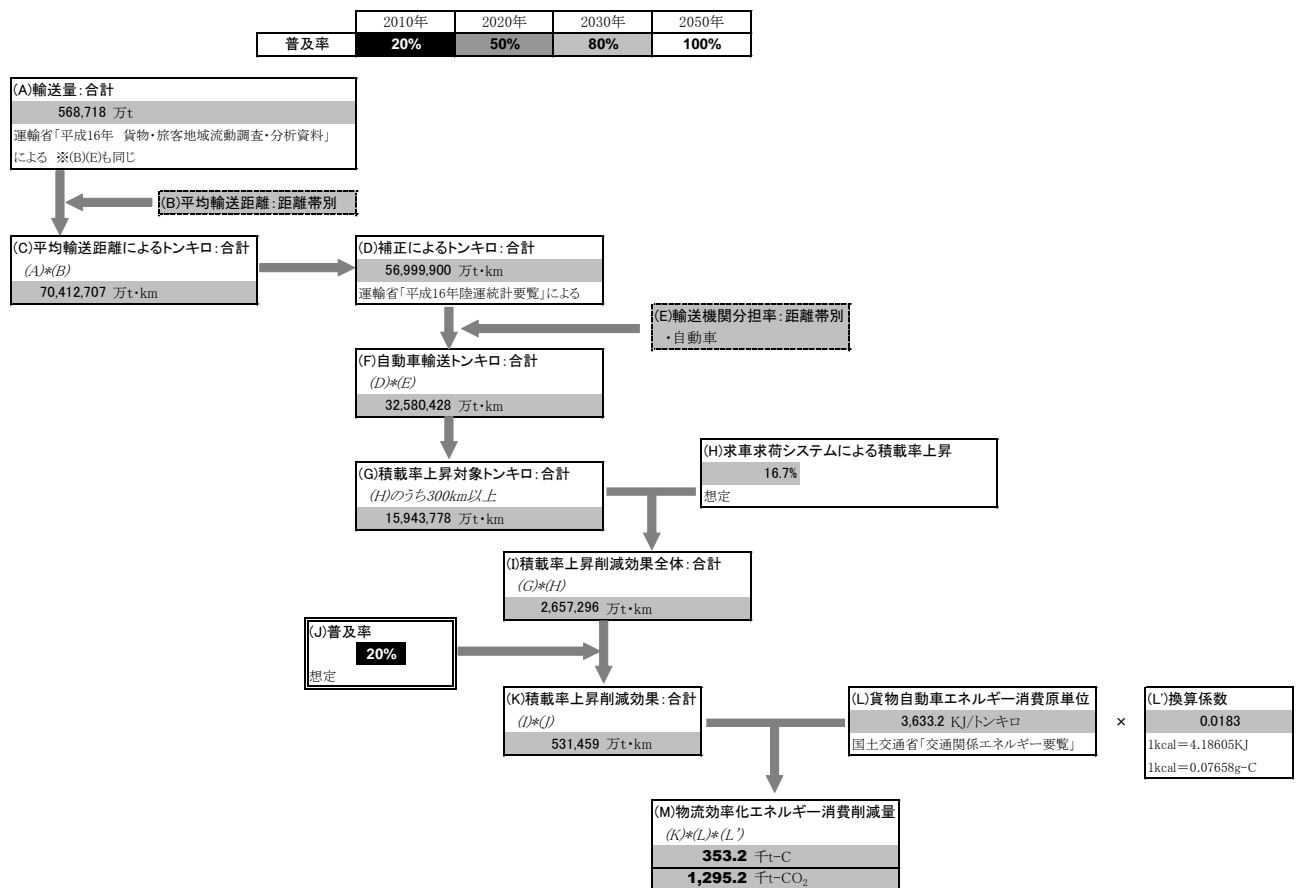


図2 製造直販化による中間流通と小売販売の不要化におけるCO₂削減効果の推計方法

図3 求車求荷システムによる積載率向上におけるCO₂削減効果の推計方法

(4) サービサイジングに関する海外動向調査とCO₂削減ポテンシャル量の推計

サービサイジングという概念は欧米から発信（ヨーロッパでは、サービサイジングPSS (product service system) と呼ばれている）され、欧米や国際機関で研究されている。そこで、最新動向を調査するため、海外有識者にヒアリングを実施した。

「サービサイジング」という、これまで製品として販売していたものをサービス化して提供することにより、製品の利用効率の向上、寿命までの製品利用、脱製品化などの効果が期待できる。今年度は、サービサイジングの以下の事例に関してCO₂排出削減ポテンシャル量を推計した。

- カーシェアリングおよびカープール
- 電子図書サービス
- 電子ニュース配信
- 音楽配信サービス
- 二次電池のトータルマネジメント・サービス

各種統計資料や経済産業省「グリーン・サービサイジング事業」の実施例などから、上記の事例に関して、日本全体に浸透した場合の最大CO₂排出削減量を推計した。

(5) 2050年IT機器消費電力量の推計

評価対象であるICT機器は下記の9種類とした。

・サーバ/ストレージ/スイッチ/ルータ/PC（シンククライアント端末）/無線端末（アクティブセンサ、携帯電話、携帯音楽プレーヤー）/基地局/伝送装置/ディスプレイ

推計にあたっては、『2050年のICTに関わる電力推計方法』（NTT）を基本としており、ここにその主な方針を記載する。

- ・2050年のトラフィック量の推計は行わない（トラフィック量からの外挿はしないものとする）
- ・スイッチ、ルータは全て光化される
- ・PCは全てシンククライアント化される
- ・サーバ、ストレージはデータセンタに集約設置される
- ・機器のハードディスクは全て不揮発性メモリに置き換わる

また、2050年の人口や就業者数、世帯数は『脱温暖化2050プロジェクト・シナリオチームからの2050年予測基礎データ』⁶⁾の2種類のシナリオのうち、シナリオA（いわゆるドラえもん型）を採用した。

4. 結果・考察

(1) IT活用による産業効率化

表2に、前記(1)～(3)の方法により求めた産業でのITシステム活用による効率化の効果を示す。最もCO₂排出削減効果の大きい要素は、SCMの活用による製造業における在庫圧縮に伴う不必要生産の抑制である。製造業を直接効率化させることがCO₂排出削減に大きく影響することが分かる。次に大きいのが、SCMの活用による中間流通における在庫圧縮に伴うバックスペースの削減である。中間流通（卸売業）は、その性格上在庫がたまりやすく、ここの在庫の圧縮がCO₂排出削減に効果的である。このようにしてSCM、製造直販化やBTO、物流の情報化によって、2050年で間接効果を含めて約11,600万t-CO₂の削減効果があると試算した。これは1990年における日本全体のCO₂排出量の約10%に相当する。（各項目を合計しての数値であり、それぞれの効果に重なりが多少あることに留意が必要である。）

表2 ITの活用によるCO₂削減効果の推計結果

(千t-CO₂)

		2010	2020	2030	2050	
(1) SCM	製造業	1) 不必要生産抑制	16,221	16,221	35,960	41,461
		2) 工場建物削減	84	124	178	202
	中間流通	3) バックスペース	7,777	11,497	16,140	17,875
		4) 不必要生産抑制	443	660	943	1,065
		5) 卸売中抜き	2,274	4,724	6,477	8,630
	小売販売	6) バックスペース	3,326	4,830	6,848	7,382
		7) 不必要生産抑制	329	480	692	755
		8) 倉庫建物削減	2,275	3,308	4,496	4,933
		9) 返品物流削減	1,943	2,819	3,541	4,600
		10) 会計事務の効率化	1,429	2,382	3,334	4,763
小計		36,100	47,044	78,609	91,665	
(2) 製造直販化・BTO	1) 中間流通の不要化	2,722	4,084	5,445	8,167	
	2) 小売販売の不要化	2,380	3,571	4,761	7,141	
	3) 在庫スペースの増加	▲ 1,328	▲ 1,992	▲ 2,657	▲ 3,985	
	4) 不必要生産抑制	215	323	431	646	
	5) 販売物流の増加	▲ 808	▲ 1,211	▲ 1,615	▲ 2,423	
	6) 返品物流の削減	28	42	56	84	
	7) 購買者店舗移動の不要化	426	639	852	1,278	
小計		3,636	5,455	7,273	10,909	
(3) 物流のICT活用	1) 走行管理システム	1,588	3,970	6,352	7,940	
	2) 求車求荷システム	1,295	3,238	5,181	6,476	
小計		2,883	7,208	11,533	14,416	
合計		42,619	59,707	97,415	116,991	

(2) サービサイジングの動向とCO₂削減ポテンシャル量の推計

TV会議としては、携帯電話を利用したTV会議を扱っている。その結果、携帯電話による一人当たりのTV会議の環境負荷(出張会議の値)は、二酸化炭素1.3kg(608kg)、メタン0.01g(0.75g)、二酸化硫黄9g(254g)、窒素酸化物3g(2460g)となった。出張会議と比較した場合、数十分の一から数百分の一となり、大幅な環境負荷削減のポテンシャルがあることが判った。例えば、ある企業が一か月に100回の出張会議に代わりTV会議を実施した場合、年間720トンの二酸化炭素排出を削減することが可能となる。国土の大きさや移動手段の違いにより、日本より大きな削減ポテンシャル有している国もある。

もうひとつの事例は、電子新聞である。携帯情報端末(PDA)を使って新聞内容を読むことと新聞を読む伝統的な方法とを比較した。米国では、約5600万部の新聞が販売されている。それに伴う二酸化炭素排出量を推計すると、2300-5600万トンに相当する。今回は、発行部数が一番多いニューヨークタイムズを事例とした。発行部数は、平日が120万部、日曜日が170万部であった。一部当たり、平均で2.6人が読んでいるとの仮定のもとで、PDAとの比較評価をした。伝統的な方法で新聞を読むのと比べて、PDAを使ってニュースを受け取ると、二酸化炭素(1/32-1/140)、窒素酸化物、二酸化硫黄、水(1/26-1/67)などの排出量は減少するという結果を得た。この結果を用いて、全米で5600万部の新聞を平均2.2人が読んでいると仮定し、その25%の人々が、紙ベースの新聞からPDAベースの新聞に変更した場合の効果を評価した。その結果、新聞の電子配信によって、50-1400万トンの二酸化炭素排出量の削減が期待されることが分かった。

表3にサービサイジングのCO₂削減ポテンシャル量の推計結果を示す。

表3 サービサイジングによる最大CO₂排出削減量

サービサイジング	効果	最大CO ₂ 排出削減量(万t-CO ₂)
カーシェアリング/ カープール	車両削減	4,420
	車利用削減	121
電子図書	書籍、書店・図書館削減	2,800
電子ニュース	新聞、配達、店舗削減	25
音楽配信	CD、販売店削減	25
二次電池	リサイクル・リユース による有効利用	22

(3) 2050年IT機器消費電力量の推計⁷⁾⁻¹⁷⁾

今回対象とした9種類のICT機器の2050年における消費電力量は、286億kWhとなった。表4と図4にその結果を示す。この数値は、現状(2007年時点)のIT機器消費電力約4~500億kWhよりも少ない。この評価には、ルータ等における技術革新を考慮しているが、現状はIT機器の発展段階にあり、消費電力は機器台数の増加も相まって増加のフェーズにある。2050年までのどこかでIT社会も成熟し、消費電力は減少に向かうと考えた(逆U字曲線)。

表4 推計結果内訳

	2050年における電力消費量 【億kWh】	割合
サーバ	155	54%
ストレージ	1.78	1%
スイッチ	32.1	11%
ルータ	19.4	7%
PC	19.6	7%
アクティブセンサ	0.0000298	0.00001%
携帯電話	0.605	0.2%
基地局	44.7	16%
ディスプレイ	12.6	4%
合計	286	100%

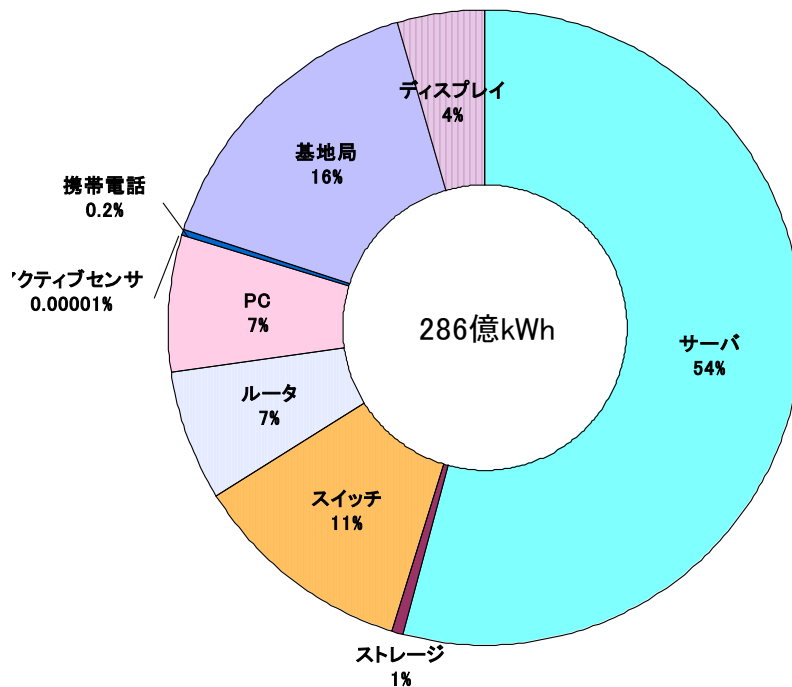


図4 2050年ICT電力消費の推計結果

今回の推計から、最も消費電力量の多いICT機器はサーバであり、全体の54%を占めることが分かった。今回の推計にあたっては、国民10人あたり1台という設定になっており、その中にはシンクライアント用のサーバも含まれているが、今後の仮想化技術等の発展により、より多くの集約化を実現させ、サーバの台数の削減が求められる。また同時に、サーバ自体の低消費電力化のため、CPUの電力消費量の低減化技術も必要である。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

ITは、近年の携帯電話の爆発的な普及に代表されるように人々のライフスタイルの変革だけでなく、ビジネスにおいても生産・流通・販売など全てのバリューチェーンで活用され、その環境影響は、多岐の部門や様々な業界に横断的であり、定量的に評価することが困難である。またITの普及や発展のスピードは凄まじく、ITの未来像を予測することは難しい。本研究では、これらの困難さを伴うIT普及による環境影響に関して、IT活用によるビジネス変化と経営手法の変革に着目し、日本全体のマクロ的な視点で、ITを活用することによる二酸化炭素排出削減のポテンシャルを定量的に明確にした。本研究で得られた知見は、脱温暖化社会の構築に向けて、ITを有効的に活用するための政策立案に有用であると考えられる。

(2) 地球環境政策への貢献

本研究を通して、ITによる二酸化炭素排出削減効果を有効に引き出すためのITの活用方法に関する知見を深めてきた。今後は、脱温暖化社会のためにITが果たす役割や効果を提言し、中長期的な脱温暖化政策の立案に寄与する。また今後、学会発表や政策検討フォーラム等を通じ、成果の広報・普及に努める。具体的な貢献の例を以下に示す。

- 1) 総務省、ユビキタスネットワーク社会の進展と環境に関する調査研究会に情報の提供を行った
- 2) 中国国家発展改革委員会エネルギー研究所に、エネルギー需要におけるIT普及の影響について、情報提供を行った
- 3) 本研究で検討提言した「ITを活用した低炭素型産業実現のための施策パッケージ」の内容は、2008年5月22日に環境省が報道発表した「低炭素社会に向けた12の方策」の中の「滑らかで無駄のないロジスティックス」に貢献した。
- 4) ITU-T国際電気通信連合 電気通信標準化部門 (*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector*)で“ICTの地球温暖化へ与える影響”の評価手法について、標準化の検討が昨年度より始まっている。そこで中心となり、標準化に向けての活動を行っている。

6. 引用文献

- 1) J. Nakamura, K. Honjo, H. Tatemichi, T. Tanaka, Y. Ibata and S. Nishi, “Evaluation of Environmental Impact of the Spread of the Information Communications Service in Japan”, Proceedings of 11th SETAC Symposium, pp. 73-74, 2003.
- 2) 石川篤, 折口壮志, 西史郎, 中村二郎, “ITの社会効果マクロ評価”, エコデザイン2004ジャパンシンポジウム, A2-3, 2004.
- 3) 社団法人産業環境管理協会, 「情報通信技術 (ICT) サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」, pp. 28-33, 2004.
http://www.jemai.or.jp/CACHE/eco-efficiency_details_detailobj906.cfm
- 4) (株)ぎょうせい「環境白書(平成18年版)」環境省編, pp. 29-30, 2006.
- 5) 国立環境研究所地球環境研究センター: “産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)”, 2006, <http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/index.html6>

- 6) 脱温暖化2050プロジェクト・シナリオチームからの2050年予測基礎データ
- 7) 総務省『環境負荷低減に資するICTシステム及びネットワークの調査研究会 報告書』
- 8) 総務省 統計局 『平成18年事業所・企業統計調査 第5表 経営組織（2区分）別全事業所数及び男女別従業者数－全国，都道府県，16大都市，14大都市圏（平成18年・13年）』
- 9) EXP Critical Facilities, Intel
- 10) 総務省『地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会』報告書
第4章 p.109
- 11) ノートPC型シンククライアント端末を調査（下記4社）し，最も低消費電力の製品（NEC製）を採用。
i) NECホームページ VersaProシンククライアント US60 <14W>
http://www.express.nec.co.jp/thinclient/products/us60/spec/0805thin_60.pdf
ii) 富士通（株）ホームページ FMV-TC8360 <23W>
<http://www.fmworld.net/biz/thinclient/0810/8360/spec.html>
iii) HPホームページ HP Compaq 6720t Mobile Thin Client <25W>
http://h50146.www5.hp.com/products/desktops/thinclient/6720t/specs/cm423_15w_1024_1024_d_d_xpe.html
iv) Sunホームページ Sun Ray 2N Virtual Display Client <36W>
<http://jp.sun.com/company/Press/release/2006/1221.html>
- 12) 東芝ホームページ
<http://www.toshiba.co.jp/living/webcata/lamp/lr43ec.htm>
- 13) 総務省 情報通信統計データベース 『H19 用途・局種別無線局数』より，「IMT-2000/携帯併設」，「IMT-2000」，「携帯電話」の基地局数の合計
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/field/denpa02.html>
- 14) NTTドコモグループ CSR報告書2006 p.49
- 15) NEDO 次世代大型有機ELディスプレイ基盤技術の開発（グリーンITプロジェクト）平成20年度実施方針NEDO 次世代大型有機ELディスプレイ基盤技術の開発（グリーンITプロジェクト）研究開発項目④「大型ディスプレイ製造に向けた検証」
- 16) <http://www.nedo.go.jp/activities/portal/gaiyou/p08011/h20jisshi.pdf>
- 17) 日本電信電話株式会社 情報流通基盤総合研究所『脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト（その2）2008年3月25日』（環推P様からご提供）で採用されているデスクトップ型シンククライアント端末（Sun社のSun Ray2）の値

7. 国際共同研究等の状況

特に記載することはない

8. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

- 1) 藤本淳、松本光崇、折口壮士、西史郎、植田秀文、端谷隆文、「エコデザインによる情報技

術の低炭素化実現への貢献」,地球環境、Vol. 12、No. 2、209-218, 2007

<査読付論文に準ずる成果発表> (社会科学系の課題のみ記載可)

- 1) 東京大学RCAST脱温暖化IT社会チーム, 電通 消費者研究センター編: 2050年脱温暖化社会のライフスタイル — IT社会のエコデザイン、電通出版、(2007)
- 2) 西岡秀三編著: 日本低炭素社会のシナリオ — 二酸化炭素70%削減の道筋、日刊工業新聞社、(2008)「第8章 情報化は低炭素社会の潤滑油」

<その他誌上発表(査読なし)>

なし

(2) 口頭発表(学会)

- 1) J. Nakamura, K. Honjo, H. Tatemichi, T. Tanaka, Y. Ibata, and S. Nishi, "Evaluation of Environmental Impact of the Spread of the Information Communications Service in Japan", Proceedings of 11th SETAC Symposium, pp.73-74, Lausanne, Switzerland, Dec.2003.
- 2) 石川篤、折口壮志、西史郎、中村二郎, 「ITの社会効果マクロ評価」,エコデザイン2004ジャパンシンポジウム(2004)
- 3) T. Origuchi, A. Ishikawa, S. Nishi, and J. Fujimoto, "Environmental Impact of using ICT in Industrial Sector", EcoDesign2005, 2A-2-3S(2005)
- 4) T. Origuchi, A. Ishikawa, S. Nishi and J. Fujimoto, "Environmental Impact of using ICT in Industrial Sector -Effect of Environmental Load Reduction by using SCM techniques-," Proceedings of Eco Design 2006 Asia Pacific Symposium, SJ-3, pp. 269-272, Tokyo, Japan, Dec. 2006.
- 5) T. Origuchi, S. Nishi, and J. Fujimoto, "Estimations of Reducing CO2 Emissions through Introduction of ICT in Manufacturing and Distribution Sectors", Proceedings of EcoDesign 2007 5th International Symposium, B1-5-1S, Tokyo, Japan, Dec. 2007

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

なし