

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

平成16年3月

社団法人産業環境管理協会

JEMAI の事前の書面による承諾を受けた場合を除き、本報告書の一部又は全部を複製、転載、転用することを禁止いたします。

はじめに

情報通信技術（Information Communication Technology、以降 ICT）の発展に伴い情報のみならずヒト・モノの動きが活発化し、現在、社会システムが大きく変化しようとしている。同時にインターネット常時接続等によるエネルギー消費量の増加、インフラ構築に伴う資源消費量の増加等、地球温暖化、オゾン層破壊、廃棄物の増加など環境影響への懸念という観点からも ICT に対する社会的関心が高まっているところである。

このため、ICT サービスの社会的影響に関して、もたらされる付加価値とその環境負荷の把握を行うとともに、今後の課題等について分析を行うべく、「ICT サービスの環境効率に関するワーキンググループ」（委員長：松野泰也東京大学助教授）を開催し、調査研究を行った。調査研究にあたり、ICT サービスの付加価値・環境負荷が様々な定義のもとで議論されていることに鑑み、まず、その類型についての整理を行った上、参加企業の事例を基に環境効率の算出を試みた。

本書を、今後わが国における ICT サービスの環境効率に関する評価の発展に利用していただければ当協会の幸甚とするところである。

本調査では、短期間ながら、メンバー各位の活発な議論と報告がなされて、実りある成果が得られた。松野泰也委員長（東京大学大学院工学系研究科助教授）をはじめ、ワーキンググループにご参画いただいた各メンバーのご協力に謝意を評するものである。

平成 16 年 3 月

社団法人産業環境管理協会
会長 南 直 哉

ICT の環境効率に関する調査ワーキンググループメンバー名簿（敬称略）

	氏名	所属・役職
委員長	松野 泰也	東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻助教授
	西 史郎	NTT 情報流通基盤総合研究所環境経営推進プロジェクトプロジェクトリーダー
	田中 融	NTT 環境エネルギー研究所環境情報流通プロジェクト環境アセスメントシステムグループリーダー
	中村 二郎	NTT 情報流通基盤総合研究所環境経営推進プロジェクト主幹研究員
	立道 英俊	NTT 環境エネルギー研究所環境情報流通プロジェクト環境アセスメントグループ主任研究員
	宮本 重幸	日本電気(株)基礎・環境研究所 主任研究員
	須田 政弘	日本電気(株)環境推進部エキスパート
	松本 光崇	日本電気(株)基礎・環境研究所
	西 隆之	(株)日立製作所基礎研究所人間・情報システムラボ主任研究員
	柄崎 晃一	(株)日立製作所情報事業統括本部環境推進センター長
	江島 新吉	(株)日立製作所ソフトウェア事業部環境整備推進室長
	濱塚 康宏	(株)日立製作所基礎研究所人間・情報システムラボ主任研究員
	端谷 隆文	(株)富士通研究所材料・環境技術研究所環境材料ステーション主任研究員
	後藤 典孝	富士通(株)SS 業務統括部 PROPOSE 推進室担当部長
	青江多恵子	松下電器産業(株)環境本部環境企画グループ主事

目 次

はじめに	
委員名簿	
目次	

第1章 調査の目的・概要

1.1 調査の目的及び範囲	1
1.2 経緯	2
1.3 ICT サービス普及動向	2
1.4 ICT と環境効率	12

第2章 ICT サービスの環境効率とファクター

2.1 検討の概要	16
2.2 ICT サービスの環境効率とファクターの基本的考え方	16
2.2.1 ICT サービスの概要把握と体系化	16
2.2.2 マクロ的解析とミクロ的解析の必要性	19
2.2.3 ICT サービスの環境負荷算出にあたり留意すべき点 (アロケーション、原単位)	20
2.2.4 ICT による便益の考え方	21

第3章 ICT の環境効率～個別事例の検討

3.1 検討の枠組み	25
3.2 マクロ事例	27
3.2.1 検討事例①ICT サービスの社会全体の環境負荷削減効果の定量化 (日本電信電話株)	27
3.2.2 検討事例②応用一般均衡モデルを用いた ICT の環境影響評価 (日本電気株)	33
3.3 ミクロ事例	41
3.3.1 SI-LCA による行政機関用電子申請システムの環境影響評価 (株日立製作所)	41
3.3.2 TV会議 (日本電信電話株)	49
3.3.3 企業用人事・総務申請・決裁システム (株富士通研究所)	50
3.3.4 インターネットショッピングシステムの環境負荷評価 (日本電気株)	55
3.3.5 ファクターX2001 の電子書籍 (Σブック) への適用事例 (松下電器産業株)	62
3.4 まとめと今後の課題	69

第4章 平成 15 年度調査研究の成果と今後の課題

資料編 IT の活用によるエネルギー消費削減効果 (日本電信電話株)	73
------------------------------------	----

資料編目次

ITの活用によるエネルギー消費削減効果（日本電信電話株）	75
《総括表》	
【1】 BtoC 電子商取引によるエネルギー消費削減効果	77
【2】 BtoB 電子商取引によるエネルギー消費削減効果	78
【3】 GtoB によるエネルギー消費削減効果	79
【4】 ITS によるエネルギー消費量削減効果	79
【5】 電子情報化によるエネルギー消費削減効果	80
【6】 人の移動の代替によるエネルギー消費削減効果	81
《内訳》	
環境庁国立環境研究所「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」	82
【1】 BtoC 電子商取引によるエネルギー消費削減効果	83
(1) BtoC 物販によるエネルギー消費削減効果	83
(2) ネットでの旅券予約によるエネルギー消費削減効果（窓口購入の交通エネルギー削減）	92
(3) コンビニ店（発券場所）での旅券購入におけるネットサービス利用による エネルギー消費削減効果	95
(4) CD・ATM 設置によるエネルギー消費削減効果	98
【2】 BtoB 電子商取引によるエネルギー消費削減効果	103
(1) BtoB（情報交流化による効率化）によるエネルギー消費削減効果	103
(2) 生産流通の管理（SCM）によるエネルギー消費削減効果－返品削減による効果	111
(3) IT を利用したリユースによるエネルギー消費量削減効果	122
【3】 GtoB 電子商取引によるエネルギー消費削減効果	127
【4】 ITS によるエネルギー消費量削減効果	128
【5】 電子情報化によるエネルギー消費削減効果	132
(2) 音楽系コンテンツ用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果	132
(3) 映像系コンテンツ用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果	137
(4) PC ソフト用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果	142
【6】 人の移動の代替によるエネルギー消費量差削減効果	147
(1) 在宅勤務によるエネルギー消費量削減効果	148
(2) 遠隔会議によるエネルギー消費削減効果（飛行機利用の代替）	151
(3) 自動販売機遠隔管理によるエネルギー消費削減効果	152
参考資料	153

第1章 調査の目的・概要

1.1 調査の目的及び範囲

持続可能な開発に向けての取り組みが世界各国でなされているが、目標達成への道のりは遠い。持続可能な開発に向けて、経済、環境、社会の全ての側面から調和のとれたアプローチが望まれている。持続可能な開発が望むのはサービスを向上させながら資源消費・環境負荷を減少させる分離(decoupling)の状態、すなわち環境効率の向上であり、これに対する挑戦は始まったばかりである。技術開発の果たす役割は未知数であり、殊に情報通信技術 (=Information Communication Technology, 以下 ICT) への期待は大きい。

今日、社会のあらゆる場面に ICT が進展している。ICT インフラストラクチャ (通信ネットワーク+端末機器)の構築・運用で従来以上にエネルギー消費量が増大するなど地球温暖化への影響等が懸念されているが、一方で ICT 導入による生活・産業活動の効率化により温暖化ガス削減効果に寄与するとの評価があり、ICT 導入による環境負荷削減の定量化を様々な企業が試み始めている。同様に、ICT のもたらす利便性は人々のライフスタイル、ひいては社会構造を大きく変え、その可能性は無限大に広がっている。この利便性を向上させつつも、環境負荷を下げることが、持続可能な社会のあるべき姿である。本 WG では ICT ソリューションによる持続可能な社会への貢献度を環境負荷削減と利便性向上という両側面から評価する。環境負荷低減度及び ICT のもたらす便益向上度を定量的に把握するための評価手法の構築を最終目的とする。本年度は現在の ICT 評価事例を収集し、算出方法の問題点・課題を抽出して ICT 分野の環境効率評価の基盤を構築する。

上記の目的を達成するため、本調査では次の項目を検討した。

- 1) ICT の環境負荷の基本的考え方を整理する
- 2) ICT の環境効率の基本的考え方(環境負荷=分母、サービス価値=分子)を整理する
- 3) ICT による社会全体の環境効率を検討する
(エネルギー消費を主としたマクロレベルの環境効率指標の検討)
- 4) ICT サービスの形態別に環境効率の定式化を試みる
(個別事例に基づく算出法 [モデル、計算式等]) (ミクロレベルの環境効率指標の検討)
- 5) ICT の環境効率向上への取組みを社会へ広く周知する方策を検討する
- 6) 年度末に本年度調査研究成果の発表の場を設け、関連企業・業界、研究者らの幅広い意見を求める場を設ける
- 7) 上記活動を踏まえ、ICT の持続可能な社会への貢献を示唆することができるようなガイド策定の枠組みを構築する

1.2 経緯

持続可能な発展の進捗を評価するための指標構築の動きがここ数年わが国でも顕著となっている。欧米を中心として、資源生産性・環境効率の概念が精力的に研究、試行がなされてきたが、企業経営、製造プロセス、製品パフォーマンスといった様々なステージで具体的な指標を実践活用する動きがわが国の多くの産業界でみられるようになってきた。まだ試行的側面が強いものの、この指標構築の動きは指標を内部管理に用いるにとどまらず、環境負荷削減の成果を迅速かつ効果的に対外的に示すためにも有効とみなす社会状況を形成してきている。その1指標として環境効率指標は関心が高まっている。

これまで当協会では企業の方々・大学・研究者らの多大なる協力を得て環境効率の指標構築に関する様々な活動を行ってきた。製造業全般を中心とした検討で、環境効率指標を構築し活用する際の基本的課題を抽出した。しかしより実践的な指標を策定するには、業界ごと、ひいては製品群ごとに環境負荷（分母）と価値（分子）の算出ルール等を討議する必要がでてきた。各業種に落とし込んで判断指標を構築する方が、各業種・製品の特性を的確に掴めるためである。

本調査で取り上げたICTサービスは、製品の場合と異なり、環境負荷の特定、すなわち算出に含むべき項目とそうでない項目の峻別がとりわけ難しい。したがって定量的評価手法を開発していくためには解決すべき課題が多く、有益な指標を構築するためにもオープンな議論が望まれる。

指標は、企業が取り組む施策の的確性を監視し、その結果を照合して修正し、より適切なものにしていく仕組みづくりにマクロ・ミクロ両レベルで効果的であることが期待される。ICTサービスは良きにつけ悪きにつけその影響が広範囲でかつ社会システムの根幹から変えてしまう要素を孕むだけに、指標は一貫性と透明性を保証するものでなければならない。本WGはその有益なツールとなる指標開発と研究の推進に挑む第一歩である。

1.3 ICT サービス普及動向

本題に入る前に、ここではICTサービスの現状について概説する。

(1) 市場規模の拡大、成長の要因

ICTは時間と距離のギャップという従来の通信技術の障壁を低くする革新的な技術である。ICTは社会構造に大きな変化をもたらすものとしての認識が浸透し、ビジネスにおける効率化、ライフスタイルの向上等大きな期待が寄せられている。ICTサービスの普及の牽引役となっているのがインターネットである。さまざまなICTの中でもとりわけインターネットを通じてわれわれは膨大な情報を伝達及びアクセスできるようになった。総務省が行っている通信利用動向調査によれば、平成12年11月におけるインターネットの世帯普及率は34.0%、事業所普及率は44.8%、企業普及率では95.8%となっている（図1.3.1）

[1]。インターネット上の膨大な情報にアクセスすることにより多種多様な便益を享受できる社会ができつつある。

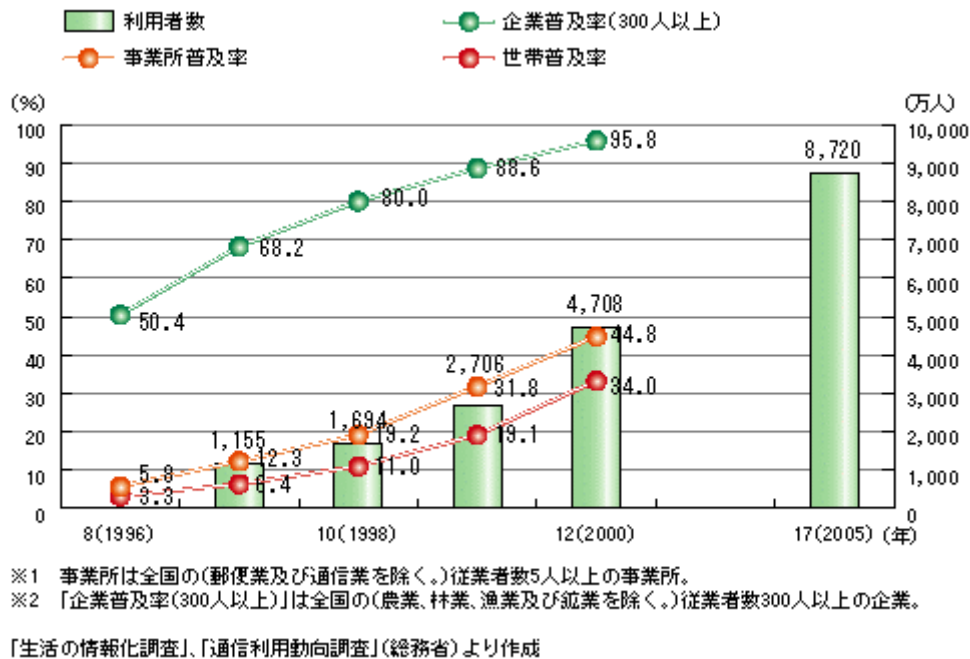


図 1.3.1 わが国のインターネット普及状況

【企業における ICT の活用】

インターネットの発展は、情報化社会により効率的なビジネス手段を提供し、利用者の利便性の向上に貢献するものであることから、特に、今後、ICTの進展を背景として、電子商取引及び企業内のICT化の一層の拡大が期待される。

■ 電子商取引の発展

高度情報通信社会推進本部電子商取引等検討部会中間とりまとめ(平成10年5月11日)[2]によれば、電子商取引等を推進することによってもたらされる効用は次のとおりとされている。

<社会的効果>

- ・ 様々な社会コストの低減を通じ、国民生活全般にわたり、高コスト構造の是正、生活の利便性の向上や余暇の創出等がもたらされる。また、通信ネットワークの拡大等による新たな人間関係の形成等を通じ、国民生活の多様化がもたらされる。
- ・ 「大量生産・大量消費」から「情報資源の蓄積・流通」への価値のパラダイムシフトがもたらされ、ひいては環境・資源等社会的な問題への取組みにつながる。
- ・ ネットワークを通じ、国境を越えた取引等が瞬時に行われることとなり、従来の社会・経済構造が大きく変貌を遂げ、また、様々な局面における国際的な関係が進展し、国際化の動きが一層促進される。

<経済的効果>

- ・ネットワークを通じた、グローバルでボーダーレスな最適化を目指す経済活動が発展することにより、全世界的な競争が促進され、地球規模での経済構造の変革をもたらされる。
- ・企業の生産性の向上や企業組織の改革及び流通の合理化、仲介業務の効率化等がもたらされ、我が国経済の構造改革を推進するための原動力となる。
- ・電子商取引等への取組のための各産業界による投資が、景気の拡大を牽引し、最近足踏み状態にある我が国経済情勢の打開にもつながる。
- ・電子商取引等の進展により、情報通信関連技術の開発が促進され、それらを活用した様々な分野におけるニュービジネスが創出されるとともに、雇用の拡大につながる。

「大量生産・大量消費」から「情報資源の蓄積・流通」への価値のパラダイムシフトがもたらされ、ひいては環境・資源等社会的な問題への取組みにつながる、と言及している点に注目すべきである。

①企業間（BtoB）電子商取引の現状

インターネットを利用すれば距離・時間を気にせずいつでも取引できることから、企業間電子商取引の市場規模はここ数年、年平均 50～60%程度の成長率で著しく拡大している（表 1.3.1） [3]。

表 1.3.1 国内市場規模、年間成長率及び電子商取引化率

	2001年
国内市場規模	34.03兆円
年間成長率	約58%
電子商取引化率	5.0%

第1回調査からのBtoB市場規模の推移

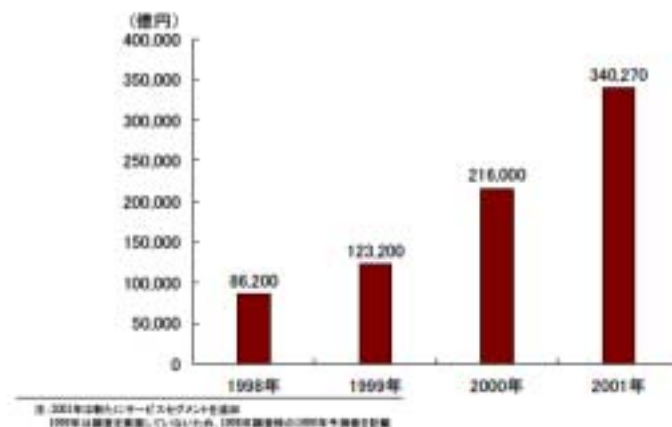


図 1.3.2 電子商取引に関する市場規模の推移[3]

ただし、セグメント別に見ると（表 1.3.2）[3]、自動車及び電子・情報関連機器が全体の半数以上を占めており、他業界との格差が大きい。

表 1.3.2 セグメント別電子商取引市場規模及び電子商取引化率（EC 化率）

品目	2001 年	
	市場規模（億円）	EC 化率（％）
自動車	135,190	30.52%
電子・情報関連機器製品	150,840	24.19%
情報処理・ソフトウェア関連サービス	3,840	4.04%
鉄・非鉄・原材料	8,750	2.32%
繊維・日用品	8,250	2.21%
運輸・旅行サービス	5,500	2.14%
産業関連機械・精密機械	9,650	1.77%
食品	8,170	1.34%
化学	4,570	0.78%
紙・事務用品	1,340	0.75%
建設	3,770	0.39%
通信・放送サービス	130	0.11%
金融・保険サービス	10	0.003%
電力・ガス・水道関連サービス	-	0%
その他サービス	260	0.02%
合計	340,270	5.04%

②消費者向け（BtoC）電子商取引の現状

電子商取引は消費者向けにも拡大の一途をたどっている。2001 年は市場規模 1 兆 4 千億円程度、電子商取引率は 0.55%（表 1.3.3）[3]であった。ここでもセグメント別にその普及度に格差が見られる。今後 5 年間で旅行・サービス等の品目の拡大が見込まれ、その市場規模は 16 兆円を超え、電子商取引化率も 2006 年には 5%を超えると推計されている（図 1.3.4）[3]。

表 1.3.3 国内市場規模、年間成長率及び電子商取引化率

	2001 年
国内市場規模	14,840 億円
年間成長率	約 80%
電子商取引化率	0.55%

第1回調査からの BtoC 市場規模の推移

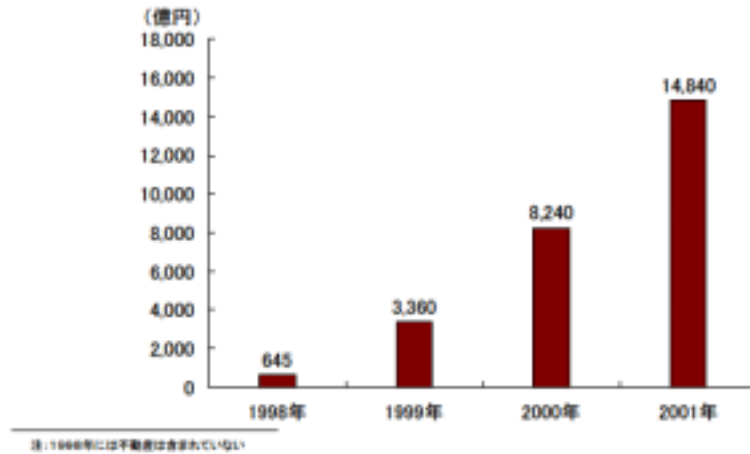


図 1.3.3 電子商取引に関する市場規模の推移[3]

表 1.3.4 セグメント別電子商取引市場及び電子商取引化率 (EC 化率)

品目	2001 年	
	市場規模 (億円)	EC 化率 (%)
PC 及び関連製品	1,480	12.20%
自動車	3,470	2.80%
書籍・音楽	340	1.07%
エンタテインメント	1,090	0.92%
旅行	1,190	0.79%
不動産	3,260	0.74%
金融	630	0.63%
その他物品販売	980	0.47%
趣味・雑貨・家具	490	0.38%
衣類・アクセサリ	580	0.37%
ギフト商品	70	0.14%
食料品	560	0.13%
サービス	700	0.09%
合計	14,840	0.55%

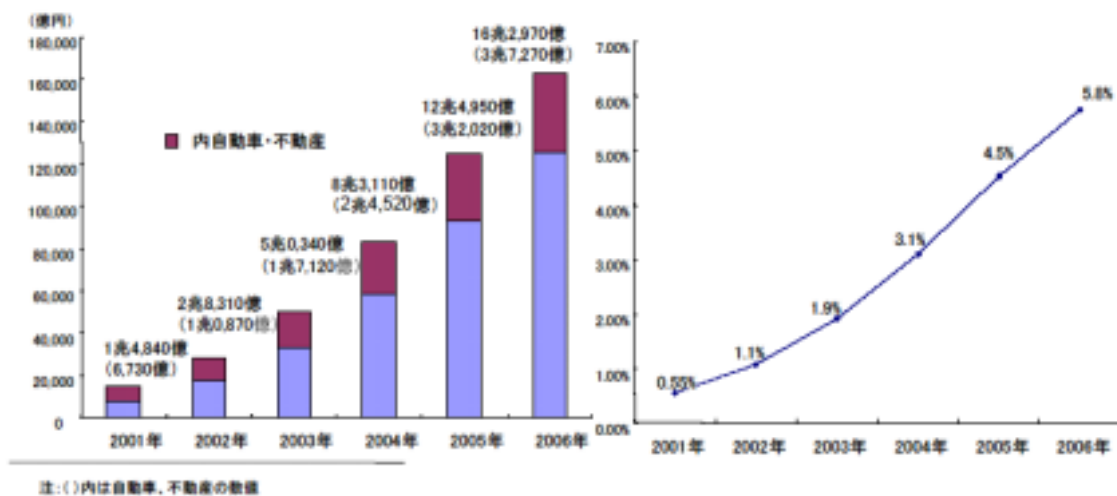


図 1.3.4 B to C 電子商取引市場規模及び電子商取引化率推移

消費者向け (BtoC) 電子商取引拡大の背景には、インターネット高速接続、ブロードバンド普及、接続料金の低減などが貢献している。総務省が発表した 2002 年 12 月に実施した通信・放送サービスについての調査に関する結果によればインターネットの人口普及率は初めて 50%を突破した(図 1.3.5)[5]。

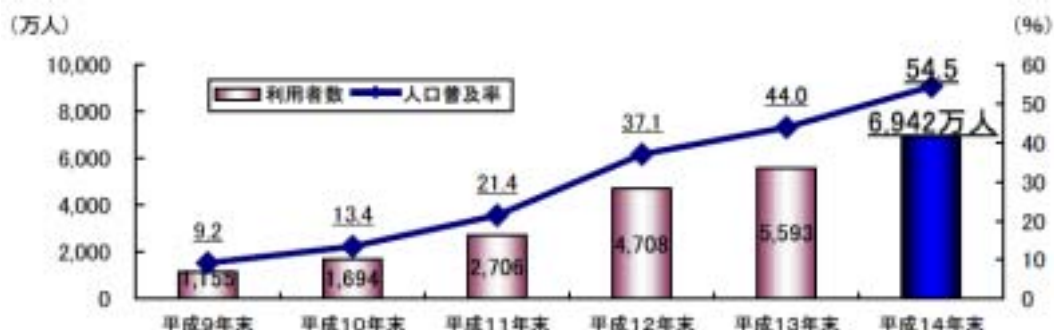


図 1.3.5 わが国のインターネット普及状況

またブロードバンド利用率が依然として高い伸び率を示していることに留意すべきである。一方、一般電話回線でのインターネット接続(ダイヤルアップ接続)は過去 3 年間で連続して低下しており、家庭においてダイヤルアップから ADSL への 乗り換えが進む現状であることがうかがえる(図 1.3.6)[5]。ブロードバンドユーザはダイヤルアップユーザに比較して、常時接続の可否が影響して、視聴 web ページ数・アクセス時間が多くなることが推測される。

世帯(自宅)におけるインターネット接続回線の割合の推移(複数回答) (「自宅」の「パソコン」からのインターネット利用世帯のうち)

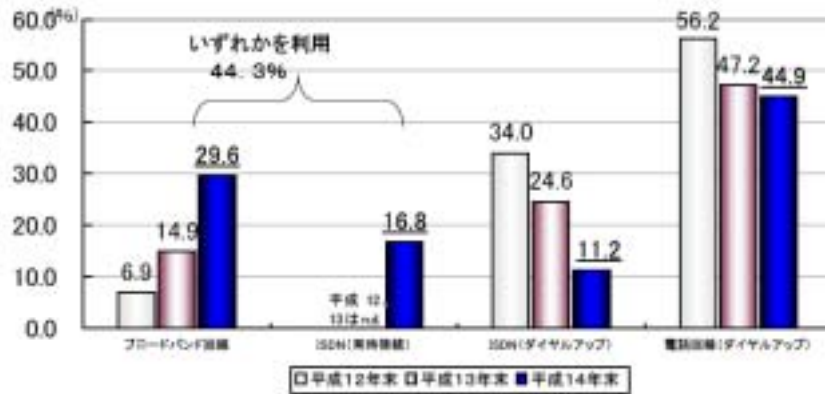


図 1.3.6 わが国のインターネット普及状況

■ 企業内 ICT 化の状況

企業内部においても ICT 化が進展し、LAN やイントラネットを構築している。平成 14 年末には 9 割以上の企業が LAN を構築しこれらを活用して、企業内の情報通信基盤の整備に活用している(図 1.3.7)[5]。

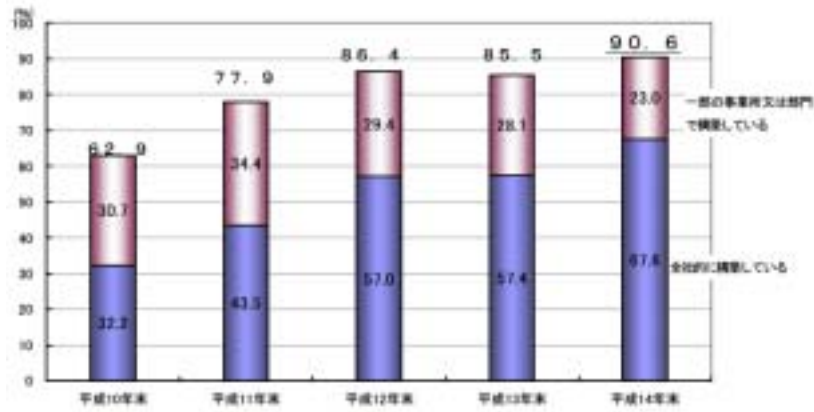


図 1.3.7 LAN構築状況

【行政における ICT の活用】

商取引のみならず、行政機関における ICT 化も拡大している。「e-Japan 重点計画」を始めとした ICT を活用した電子政府の実現に向けた取り組みがその一例である。行政機関内部のみならず、行政サービスを受ける際の利便性向上という視点から、申請・届出手続きのオンライン化も推進されている(表 1.3.5,1.3.6)[6]。

表 1.3.5 申請・届出等手続きのオンライン化手続数

2000 年度末まで	2001年10月末まで	2002 年 3 月末まで	2002 年 9 月末まで
124	133	590	612

内閣官房、総務省「電子政府・電子自治体の推進について」(2001 年 6 月)

内閣官房『「e-Japan 重点計画」の施策の推進状況調査』(2001 年 10 月、2002 年 4 月)

内閣官房『「e-Japan 重点計画・2002」の施策の推進状況調査』(2002 年 9 月)

表 1.3.6 申請・届出等手続き以外のオンライン化手続数

2002 年 9 月末まで
479

出典：内閣官房『「e-Japan 重点計画・2002」の施策の推進状況調査』(2002 年 9 月)

(2) 市場規模と市場構造

パソコンの出荷は景気低迷の影響を受けつつも、少しずつ拡大しており(表 1.3.8)、ことに価格低下(図 1.3.9)[4]は企業のみならず、世帯保有率を増加させる一因にもなっている。保有率の増加は主にインターネット利用を主な目的としている(図 1.3.10)[5]。

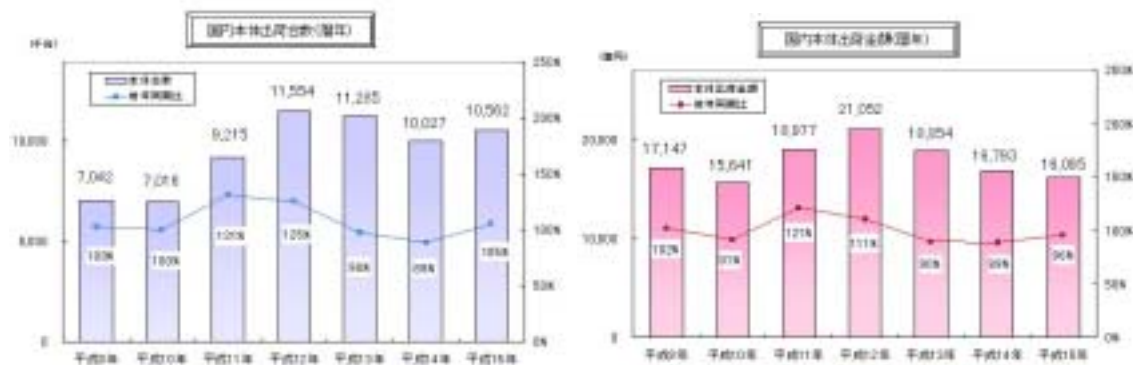


表 1.3.8 パソコンの国内出荷台数・出荷金額推移

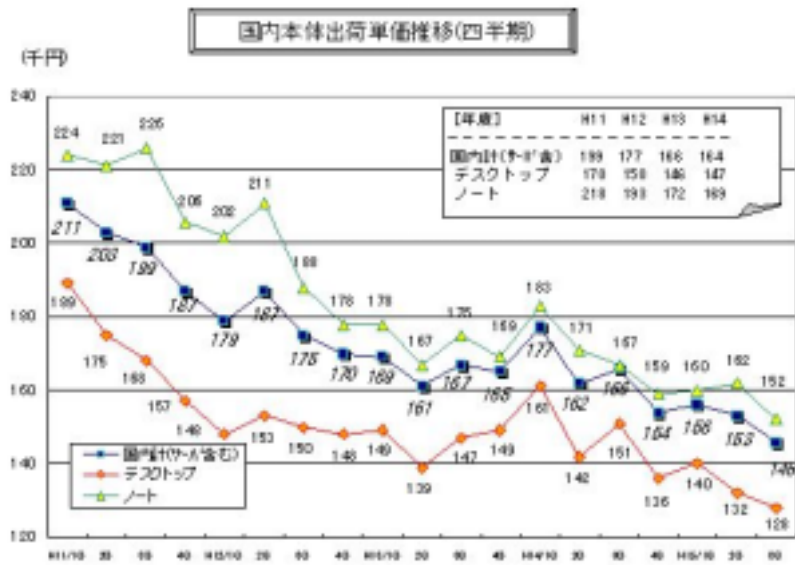


図 1.3.9 パソコン国内出荷単価推移

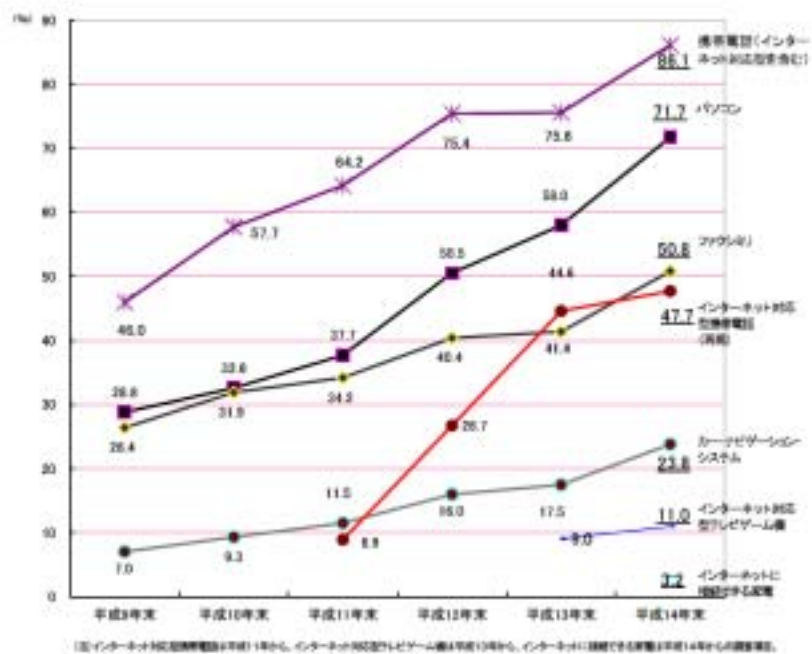


図 1.3.10 世帯における情報通信機器の保有状況

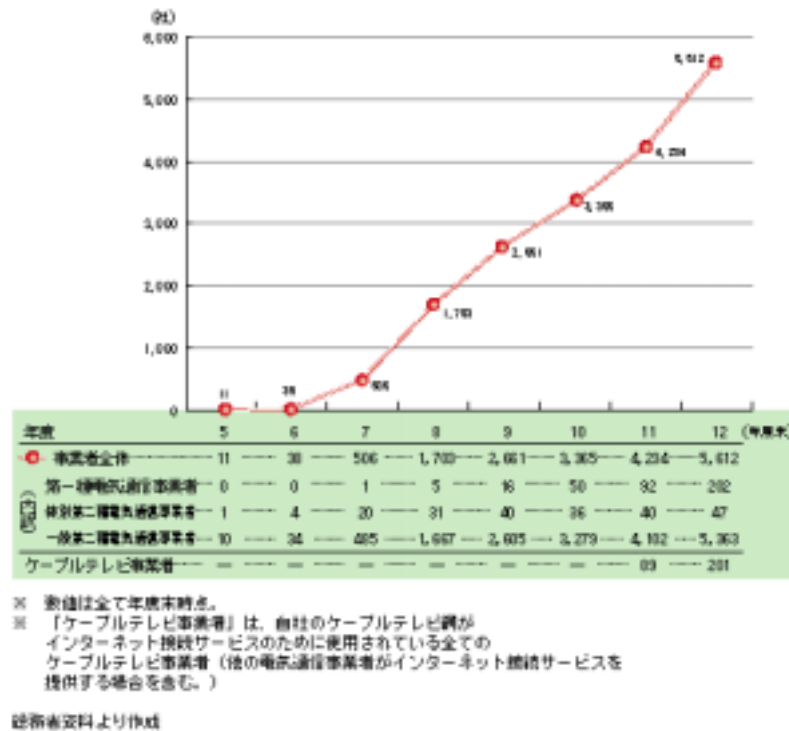


図 1.3.11 インターネット接続サービス提供事業者数の推移

パソコンによるインターネット利用者数は 3,723 万人（総務省平成 13 年通信利用動向調査）であり、携帯電話・PHS からの利用者数は 2,364 万人となっている。パソコンの出荷台数の増加に伴い、パソコンからのインターネット利用者数は順調に増加しているが、それに加えて、平成 11 年 2 月より開始された携帯電話・PHS からの利用者数の急激な伸びがインターネット利用者の増加に与える押し上げ要因となっている。

個人のインターネット利用の現況について、その利用の態様別に分析すると、図 1.3.12 のとおりである[1]。以上、総括するとインターネットは職場のみならず、着実に生活のあらゆるシーンに浸透してきているのである。

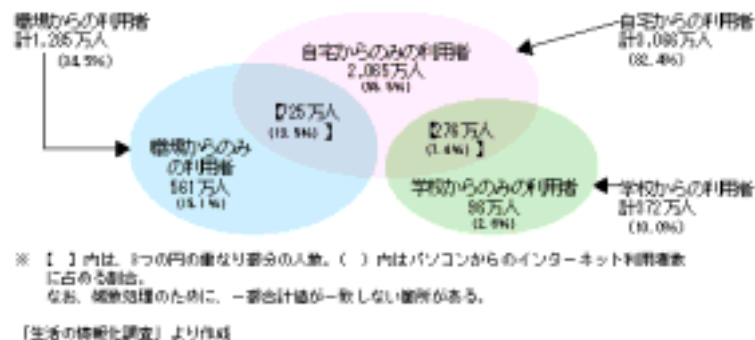


図 1.3.12 利用場所別にみたパソコンからのインターネット利用者数

普及率が 50%を超えた今、ICT のためのインフラと並んで運用・ソフト面での向上と積極的な活用の検討が必要とされる。

1.4 ICTと環境効率

最初に環境効率(eco-efficiency)が提唱されたのは、1992年リオデジャネイロで開かれた環境と開発に関する国連会議(地球サミット)の中である。その後持続可能な開発のための経済人会議(WBCSD)が次のように定義づけた、「環境効率は、生態系への影響や資源集約度を漸進的に減少させながら、人間の要求を充たし、生活の質を向上させることのできる価格競争力をもつ製品・サービスを供給することにより達成される。製品・サービスの供給はライフサイクルの視点から考慮されるべきである。その影響度は少なくとも地球の推定容量のレベルまで引き下げられなければならない」。WBCSDは環境効率を改善するために以下の7要素を提案している[7]。

1. 製品及びサービスの物質集約度を最小化
2. 製品及びサービスのエネルギー集約度を最小化
3. 有害物質の拡散を極小化
4. 物質のリサイクルを推進
5. 天然資源の再生利用を最大化
6. 製品の寿命期間を長期化
7. 製品及びサービスのサービス集約度を増大化

上記の達成度を測定するために WBCSD は環境効率指標の適用を推奨している。

ICT 機器及びサービスにおける環境効率改善の要素としては次のものが一例として挙げられる。ここでは WBCSD の分類に沿っているが、ICT サービス固有の分類については 2.2.1 ICT サービスの概要把握と体系化を参考にしていきたい。

1) 物質集約度 (material intensity) の最小化

ICT サービスのコアとなるパソコンについて、その 1 台あたりの小型・軽量化はこの 10 年間程でめざましい進歩を遂げている。1989 年に東芝から発売されたノート型パソコン「ダイナブック」は、当時 A4 サイズで厚さ 44mm、重量 2.7Kg であった。NEC の 98 ノートシリーズなど性能の飛躍的向上とともに軽量化が図られてきた。最新型のノート型パソコンは重量 1kg 台までになっている。筐体と液晶ディスプレイが軽量化の主なターゲットとされてきた。軽量な材料でも機器内側の部品を保護できるだけの耐衝撃性を確保することが開発の課題であった。

その他 ICT がもたらすソリューションにより資源消費の削減が期待できる。例えば、従来の紙媒体で情報を提供していたサービスを電子媒体に代替させることで、紙を消費せずに済む。ICT サービスがもたらす物質集約度の最小化に関しては第 3 章の検討事例で具体的に述べられる。

2) エネルギー集約度 (energy intensity) の最小化

パソコン本体（モニター除く）の低電力時の消費電力に関して 1998 年にはエネルギースターに適合していない製品が多く見られた。しかし低電力時の消費電力は削減され、2000 年時点ではほぼ全ての製品がエナジースター（2000 年 6 月以前基準）に適合している。

ただしパソコンの省エネルギーを考えた場合、消費電力量の割合が大きいのは稼働時であり、その消費電力を削減することがパソコン全体の消費電力量の削減に与える影響が大きい。稼働時の消費電力の一層の削減に関する研究が今後も求められる。

ICT がもたらすソリューションとしてエネルギーが削減される事例は、テレビ会議等の例がある。テレビ会議によりエネルギーを消費する交通機関を使わずにお互いが移動せずに会議を済ませることが可能となる。これについても 3 章で分析結果が紹介されている。

3) 有害物質拡散の最小化(toxic dispersion)

パソコンには、カドミウムや鉛がプラスチックの安定剤に、水銀がスイッチやセンサー、難燃剤がプリント基板などに使われている。EU は鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、2 種類の臭素系難燃剤の 6 品目を 2006 年 7 月以降、電気・電子機器に使用することを禁止するが、国内パソコンメーカーの中にはその規制実施に備えて前倒しして対象有害物質の使用廃止に踏み切り、有害物質拡散防止に貢献するところもある。

ICT ソリューションという視点から考えた場合、車両位置や所要時間、道路交通情報などをインターネット経由で地図を含めてドライバーに提供し、自動車が効率的な運行ルートをとることも可能になる。効率的な運転により大気汚染防止に寄与することが期待される。

4) 物質のリサイクルを推進 (material recyclability)

2001 年 4 月から施行された「資源の有効な利用の促進に関する法律」（改正リサイクル法）に基づき、事業系（法人ユーザ）から排出される使用済みパソコンの回収・再資源化がパソコンメーカーに義務づけられた。また、省令改正により、2003 年 10 月からは個人・家庭からの使用済みパソコンも回収・再資源化が始まった。

表 1.4.1 平成14年度「資源の有効な利用の促進に関する法律」に基づく
事業系使用済みパソコンの自主回収・再資源化に関する実績
(JEITA パソコン3R推進事業に参加する企業(21社))

	回収量 (kg)	回収台数 (台)	資源再利用量 (kg)	資源再利用率 (%)
デスクトップ型PC本体	2,053,534	175,894	1,563,843	76.2%
ノートブック型PC	244,668	70,421	109,139	44.6%
CRT ディスプレイ装置	3,359,893	214,309	2,293,020	68.2%
液晶ディスプレイ装置	54,399	7,879	31,936	58.7%

社団法人 電子情報技術産業協会(JEITA)は「PC グリーンラベル制度」を策定している。ユーザが環境に配慮したパソコンを購入する際、商品選択を容易にするために、基準をクリアしたパソコンに「PC グリーンラベルロゴマーク」(図 1.4.1)を表示する制度で、以下の3つの項目が対象となっている。

- 環境(3R)に配慮した設計・製造がなされている。
- 使用済み後も、引取り・リユース/リサイクル・適性処理がなされている。
- 環境に関する適切な情報開示がなされている。

Reduce (リデュース=廃棄物の発生抑制)

省エネ、省資源、長寿命化、有害物質削減、適正処理等

Reuse (リユース=部品等の再利用)

製品・部品再使用、梱包材再使用等

Recycle (リサイクル=使用済製品等の原材料としての再利用)

再資源化等



図 1.4.1
PC グリーン ラベル
ロゴマーク

ICT の発展により削減される物質・エネルギーがある一方で、従来発生しなかった環境負荷、とりわけ短い製品サイクルで次々と新しい製品が市場に投入され廃棄されるパソコンが増加している。貴重な金属類も多く含まれており、リサイクルは重要な課題である。

5) 資源の再利用(use of renewable resources)

新製品開発にあたって製品の機能を損なわない範囲で、リサイクル材が採用されることが望ましい。従来、パソコンに用いられる材料(資源)はリサイクル品の品質のバラツキなどにより、バージン資源と同等の品質を求めることはできなかった。そのまま新しいパソコンの筐体に再利用(クローズドリサイクル)することはできなかった。やむなく、再利用資源は、他業界で日用雑貨などに再生するか、もしくはサーマルリサイクルを行うしか手だてがなかった。

富士通(株)は新たな試みとして、バージン資源とリサイクル材を混ぜ合わせることにより、新製品にも耐えうる材料性能を確保するリサイクルシステムを構築し、資源再利用の拡大に努めている。

6) 製品の寿命の長期化 (product durability)

近年のパソコンの機能・性能の「進化」はとても早く、3 か月程度毎に新製品が提供されるような状況にある。性能の進歩が激しいため、新機種を購入してもすぐに陳腐化する。そのため頻繁な買い替えで実質的な製品寿命は短くなる傾向にある。そのような状況下、長期使用を見越して、将来機能を拡張できるような配慮がなされているパソコンもある。例えばメモリ増設スロット、機能拡張ボードスロット、PC カードスロット、USB コネクタ等を搭載している。その他修理が容易な設計にしたり、部品を5年間保証したり製品寿命の長期化の対策が講じられている。

7) 製品・サービス（利便性）の最大化(service intensity)

ICT サービスがもたらす価値は無限といってもよい。ICT サービスのもたらす価値は、ネットワーク通信がもたらすサービス(利便性)の向上である。例えば在宅勤務・TV 会議では、どの場所においても仕事ができると、生産性が向上する等の効果とメリットが期待できる。殊に音声ネットワークとデータネットワークに関するインターネット技術の発展により、「いつでも、どこでも、だれとでも」必要な情報を入手・活用・伝達できる状態が可能となった。この音声ネットワークとデータネットワークの一体化は様々な新たなビジネススタイルとライフスタイルを生み出している。サービス（利便性）の最大化についても第3章の事例で各々触れられている。

以上、本章では、ICT サービスの環境効率の検討を始める前に ICT を取り巻く状況について概説した。ここで少し触れたように「ICT と環境」の社会への影響を考える際、環境負荷におけるメリット・デメリット、ICT が供与する利便性の向上、と多角的に評価する必要がある。現在、ICT 関連企業は、環境への影響をプラス面・マイナス面、利便性をどのように伝えていくか、模索し始めている。環境効率は環境負荷の削減と生活のレベル向上という両側面を扱う概念であることから ICT の評価に最適な概念であろう。次章から、本題に入り、ICT の環境効率について述べていく。

【参考文献】

- [1] 情報通信白書平成 13 年版 <http://www.soumu.go.jp/hakusyo/tsushin/h13/html/D1111000.htm>
- [2] 高度情報通信社会推進本部電子商取引等検討部会中間とりまとめ(平成 10 年 5 月 11 日)
<http://www.kaigisho.ne.jp/IICTeracy/midic/data/k19/k19573.htm>
- [3] (株) NTT データ経営研究所・経済産業省・ECOM 共同調査「平成 13 年度電子商取引に関する市場規模・実態調査(平成 14 年 2 月)」
- [4] 社団法人 電子情報技術産業協会 資料 http://it.jeita.or.jp/statistics/pc/h15_3q/graph2.html
- [5] 平成 14 年度通信利用動向調査 http://www.soumu.go.jp/s-news/2003/pdf/030307_1a2.pdf
- [6] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部ベンチマーク集 2002 年秋改訂版
- [7] Measuring eco-efficiency a guide to reporting company performance”

World Business Council for Sustainable Development

第2章 ICT サービスの環境効率とファクター

2.1 検討の概要

前章で触れられたように、近年の我が国では、情報化技術（Information & Communication Technology, ICT）が急速に発展し普及してきている。ICTにより、社会の仕組みが大きく変わり、個人の生活にも大きな影響を与えるようになってきた。ICTは、産業・生活を効率化させるとともに、人や物の移動を削減する様々なサービスを提供する。それにより、ICTは環境負荷を削減する要因を有している。しかしながら、ICTに必要なインフラの製造と運用において、資源やエネルギーが消費されるために、ICT環境負荷を増大させる側面も有している。こうした中で、ICTによりもたらされるサービス（便益）と地球環境に与える影響を対比し、持続可能な社会の構築を目指す必要性が認識されている。

持続可能な社会のために目指すべき、豊かさや環境負荷のレベルを表す指標として、「環境効率」及び「ファクター」が提案されている。我が国では、家電製品を主として、各種製品の環境効率及びファクターの指標の開発と実践が盛んに行われている。

環境効率及びファクターは、概ね以下のように定義することができる。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{（製品システムのライフサイクルにおいて提供されるサービス）}}{\text{（製品システムのライフサイクルにおいて誘発される環境負荷）}} \quad (1)$$

$$\text{ファクター} = \frac{\text{（対象とするサービスの環境効率）}}{\text{（基準となるサービスの環境効率）}} \quad (2)$$

この定義は、製品システムにより提供されるサービスの全てに適用することは可能と考えられるが、ICTの導入によりもたらされるサービス（以下、ICTサービス）への環境効率及びファクターの適用は、極めて少ないのが現状である。そこで、本WGは、ICTサービスの環境効率及びファクターを導出することを目的として発足した。初年度である本年度では、ICTサービスの概要把握と体系化、環境効率及びファクターの導出方法と留意すべき点の検討、各種事例研究を行った。

2.2 ICT サービスの環境効率とファクターの基本的考え方

2.2.1 ICT サービスの概要把握と体系化

ICTサービスの環境効率及びファクターを導出するにあたり、ICTサービスの概要を把握する必要がある。ここでは、ICTサービスの基盤となっているインフラの構造、そして各種ICTサービスを分類（体系化）することで、概要を把握する。

(1) ICT サービスの階層構造

ICT サービスは、一般に図 2.2.1.1 に示す階層構造のもと提供されている。

アプリケーション
情報流通プラットフォーム※
ネットワーク／端末機器

※あらゆるアプリケーションに共通な各種ミドルウェアからなるレイヤ

図 2.2.1.1 ICT サービスの階層構造

ここで、「ネットワーク／端末機器」は、ICT インフラの基盤であり、日本では「e-Japan 戦略」に基づき今後急速な整備がなされる予定となっている。「情報流通プラットフォーム」は、ネットワーク／端末機器とアプリケーションを結ぶミドルレイヤーであり、「アプリケーション」は ICT サービスの個別事例となる。アプリケーションは、基盤となる下層レイヤの貢献により成り立っている。ICT サービスによる環境負荷削減効果は、個別事例（アプリケーション）により既存のサービスを代替されることにより得られるが、下層レイヤ（ネットワーク／端末機器及び情報流通プラットフォーム）の製造と運用は、資源とエネルギーを消費するので、環境負荷を増大させることを認識する必要がある。

(2) ICT サービスの分類(体系化)

ICT サービスには様々なものがある。それらを、最上位レイヤであるアプリケーションに着目し分類することで、各種アプリケーションの特長を把握するのが効果的である。

ここでは、アプリケーションレイヤでの分類を前提に、ICT サービスがその属性として備える環境的效果、即ち、物質的価値または情報価値の創造とその流通における環境負荷（人または物質の移動（または製造））の削減または効率化の面から、以下の 6 項目に大分類した。

- ① 物質的価値の創造とその流通である商取引行為（BtoC）における情報通信による効率化（個人向け EC）
- ② 物質的価値の創造とその流通である商取引行為（BtoB）における情報通信による効率化（法人向け EC）
- ③ 行政事務の効率化（GtoB 等）
- ④ 自動車交通流の効率化（ITS）
- ⑤ 情報価値の創造とその流通（情報流通）における電子情報化（情報の電子化）
- ⑥ 情報流通と等価とみなせる人の移動の情報通信による代替（テレワーク、TV 会議）

概して述べると、分類⑤、⑥は、情報の電子化による物質や人の移動の代替、①－④は、ICTの活用によるワークスタイル、ビジネスモデル及びライフスタイルの効率化に関するものである。シーンに応じて、①－③に分類するとともに、自動車に関するものを④とした。

さらに、上述した6大分類に対して、これまで環境負荷低減効果の検討が行われてきた個別アプリケーションを当てはめたものが表2.2.1.1である。既存の個別アプリケーションの検討事例は、6つの大分類に包含できることが確認できた。

表 2.2.1.1 ICT サービスの大分類と個別アプリケーションとの関係

	マクロの分類	マイクロ事例	評価組織（出展）
1	BtoC/CtoC 電子商取引による削減効果	オンラインショッピング	NEC（2001年度環境報告書）
		オンライン予約	郵政省（※1）
		オンライン株式、バンキング	—————
		中古部品マーケット	NEC
2	BtoB 電子商取引による削減効果	共同輸配送システム	郵政省
		中古部品マーケット	NEC（2001年度環境報告書）
		エネルギー需給管理システム	郵政省
		インターネットによる資材調達	NEC（2001年度環境報告書）
		データセンタ利用によるアウトソーシング	富士通（エコデザイン2002 ジャパンシンポジウム）
		文章管理電子化システム（統合文書管理システム）	日立グループ
		診察記録電子化システム（電子カルテシステム）	日立グループ
3	GtoB による削減効果	電子窓口	郵政省
		パスポート申請の電子化	富士通（エコデザイン2002 ジャパンシンポジウム）
		転入・転出の電子申請	富士通（エコデザイン2002 ジャパンシンポジウム）
		図書館電子化システム（図書館情報総合システム）	日立グループ（HPより）
		電子申請システム（電子申請/窓口基盤ソフト）	日立グループ（HPより）
4	ITS による削減効果	VICSS	—————
		信号制御	—————
		ETC	—————
5	情報伝達の電子情報化による削減効果	診察記録電子化システム（電子カルテシステム）	日立グループ（HPより）
		ネットワーク音楽配信	NTTグループ（環境報告書2002）
		ビリングサービス（電子請求書授受システム）	NTTグループ（環境報告書2003）

マクロの分類	マイクロ事例	評価組織（出展）
	電子カタログ	NTT グループ(環境報告書 2003)
	PC ソフト電子配信	NEC (第 2 回エコデザイン国際会議)
	電子ブック	松下グループ (本調査報告書)
	電子マネー	—————
6 人の移動の代替による削減効果	TV 会議、Web 会議	NEC (環境報告書 2003)
		NTT グループ (NTT 東日本環境報告書 2002)
		(財)国際経済交流センター・(財)地球産業文化研究所
	E-ラーニング (遠隔研修)	NEC (エコジャパンシンポジウム 2002)
		NTT グループ (NTT 東日本環境報告書 2002)
	テレワーク (在宅勤務)	NTT グループ (環境報告書 2003)
	遠隔医療・在宅医療	郵政省
遠隔教育・在宅教育	郵政省	

※1 電気通信審議会「情報通信を活用した地球環境問題への対応」答申（平成 9 年諮問 38 号）、1998.5

※2 分類 1～3 については社内、自治体内のイントラ NW による情報共有化、効率化も含む。

2.2.2 マクロ的解析とミクロ的解析の必要性

中央環境審議会地球環境部会「目標達成シナリオ小委員会」中間報告（平成 13 年 6 月）[1]には、分野横断的な温暖化対策として ICT の活用について述べられている。ICT が具体的にどれだけ環境負荷の低減に寄与するかを定量的に評価するには、各種統計データや経済分析手法等に基づき我が国全体での削減効果を定量化するマクロ的解析と、個々の ICT サービス事例に関して LCA により削減効果を定量化するミクロ的解析がある。

マクロ的解析においては、応用一般均衡モデル分析のようなマクロ経済分析手法を用いたり、表 2.2.1.1 に示した大分類項目毎にエネルギーの削減効果を求めることにより、我が国全体での環境負荷排出削減効果を定量化することができる。詳細は、「3.2 マクロ事例」に記述する。

一方、ミクロ的解析では、個別の ICT サービスと既存のサービスを LCA により比較評価し、機能単位当たりの環境負荷削減量を算出することが主目的になる。ミクロ的解析では、個別 ICT サービスの特長を反映させた詳細な解析が可能である。詳細は、「3.3 ミクロ事例」に記述する。

理論上は、ミクロ的解析により求めた個別 ICT サービスの環境負荷削減の原単位と導入規模から、ICT サービス毎の環境負荷削減量を求め、それらを積み上げれば、我が国全体

での ICT サービス導入による環境負荷削減量を得ることができる。しかしながら、実際には、全ての個別 ICT サービスを網羅したミクロ的解析は実施不可能である。

したがって、マクロ的解析及びミクロ的解析の双方からの視点で、ICT サービスによる環境負荷削減量に関する精度の高い評価を行っていく必要がある。

2.2.3 ICT サービスの環境負荷算出にあたり留意すべき点(アロケーション、原単位)

(1) 下層レイヤにより誘発される環境負荷のアロケーション

ICT サービスが、階層構造のもとに提供されていることは、前述した。下層レイヤであるネットワーク/端末機器及び情報流通プラットフォームの、製造、運用により誘発される環境負荷増大分は、マクロ的解析においてはもれなく検討される。一方、ミクロ的解析による個別アプリケーションの環境負荷削減効果を検討する際には、下層レイヤは個別アプリケーションにより共有されるため、下層レイヤにより誘発される環境負荷の配分(アロケーション)が必要になる。配分には、情報量、経済価値等、様々な基準を用いることができる。ここではその一例として、情報量を基準にした、下層レイヤにより誘発される環境負荷の配分方法を示す。

(2) ICT インフラの基盤を流通する情報の総量

(株) 情報通信総合研究所による、1998-2003 年度における通信ネットワークでの情報流通量の推計結果を、図 2.2.3.1 に示す[2]。

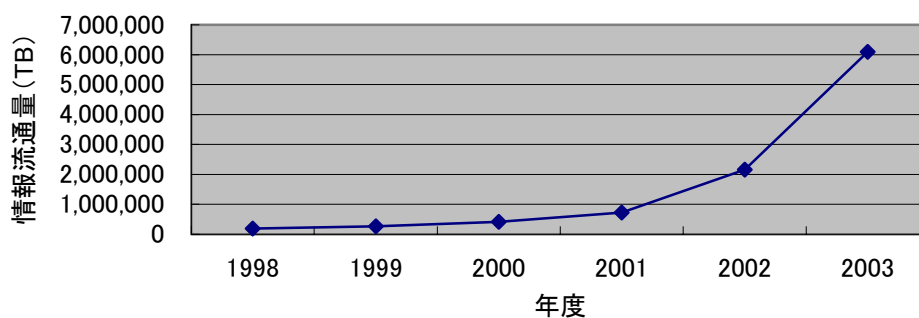


図 2.2.3.1 通信ネットワークでの情報流通量の推移

1998 年度では、約 20 万テラバイトだった情報流通量は、2000 年度には約 2 倍の 42 万テラバイトとなっており、さらに 3 年後の 2003 年度には、その約 15 倍の 610 万テラバイトへと急増することが予測されている。ブロードバンド化の進展が情報流通量の急速な増大に大きな影響を与えており、2003 年度にはブロードバンドによる情報流通量が全体の約 82%を占めるとされている。

(3) 情報流通の CO₂ 誘発原単位

ICT インフラの基盤の消費電力量から算出した CO₂ 誘発量 (3.2.1 参照) を、上記の情報流通量で除することにより、情報流通に伴う CO₂ 誘発原単位を算出すると、以下のような結果となる。

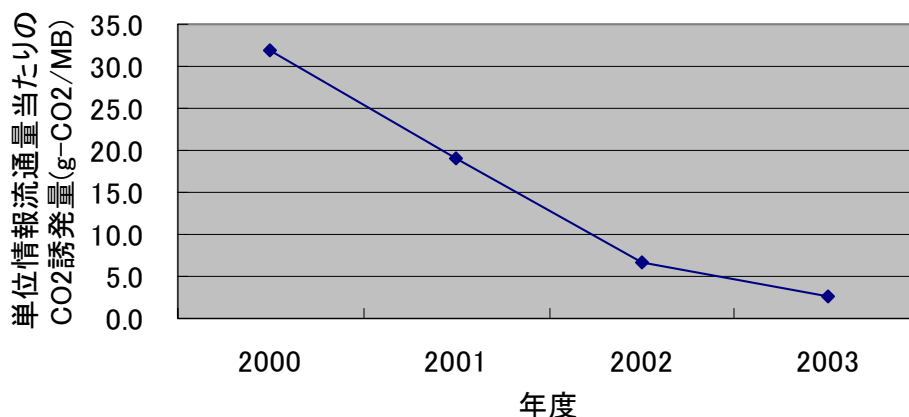


図 2.2.3.2 単位情報流通量当たりの CO₂ 誘発量の経年変化

図 2.2.3.2 に示されるように、単位情報流通量当たりの CO₂ 誘発量(g-CO₂/MB)は、経年的に減少する。これは、情報流通量が年々著しく増大するに対して、ICT インフラ基盤の消費電力量の増大はそれほど大きくないことに起因している。このように、同一基準の配分方法であっても、CO₂ 誘発原単位が経年的に大きく変化することに、ICT サービスのミクロ的解析の特異性がある。2003 年度における、情報流通に伴う CO₂ 誘発原単位は、2.5 g-CO₂/MB となる。

ミクロ的解析により個別アプリケーションの環境負荷削減効果を検討する際には、上記のように配分した情報流通に伴う CO₂ 誘発原単位と、個別アプリケーションにより流通する情報量を基に、下層レイヤにより誘発される環境負荷の配分量を計上すべきである。

2.2.4 ICT による便益の考え方

ICT の環境効率の分子である便益 (サービス) の基本的考え方について述べる。

一般に、何をもって ICT の便益とみなすか、さらにその大小を表す指標を何にするかについては、二つの異なる捉え方がある。一方は、ICT がもたらすいかなる便益も何らかの価値を創出することであるから、最終的にこれは「価格」という一元的な指標に転化されると捉えることである。即ち経済的な視点で便益を捉え、価格という尺度をその指標とすることである。ネットワークによる音楽配信について見ると、1 楽曲聴取するという便益は、それをどのような ICT (手段) で提供したか (リアルタイム配信、一括ファイル転送など) によって付加価値の差が生じる。この差が最終的に価格に転化されれば価格を ICT の便益の大小を表す指標とすることができる。

他方は、いわゆる ICT の物理的な機能についていわゆる「機能単位」を設定し、その機能を表す物理量の効率性を便益の指標とすることである。この場合、経済的な価値尺度の観点は考慮しないで、便益を一つの物理的な事象と捉える。例えば、TV 会議の場合、その技術は本質的には異なる 2 地点間のリアルタイム双方向映像通信技術であるから、配信情報量に、通信品質及び臨場感で決まる因子（リアリティ度）、及び映像伝達による移動時間短縮率を乗じた値を指標とすることができる。

2.2.1 でみたように、ICT は 3 層からなる階層構造でトータルの機能を捉えることができるが、ICT は、本質的に、ICT 機器（ハードウェア）及びそれらからなる情報システム（ハードウェア群）の利用技術（＝ソフトウェア）である。一つの情報システムに特定の ICT（＝アプリケーション）をインストールすることによってハードウェア群の利用価値、即ち便益が特定される。異なるアプリケーションをインストールすれば異なる便益が実現する。したがって ICT の便益は、ICT 機器自身の機能レイヤだけではなく、アプリケーションの機能レイヤまでを併せて考える必要がある。

コンピュータシステムを例にとると（図 2.2.4.1）、コンピュータシステムでは、最下位のいわゆるコンピュータ自体が有する機能レイヤ（デジタル情報入出力、処理、記憶等）の上に、この最下層レイヤを管理し、さらに上位レイヤとのインタフェース機能を担う中間レイヤであるいわゆるオペレーティングシステム（OS）、さらにその上位にアプリケーションレイヤ（文章作成、表計算など）がある。このアプリケーションレイヤが下位レイヤの利用方法を規定することによってコンピュータシステムの特定の利用価値、即ち便益を実現している。例えば、このコンピュータシステムに文章作成ソフトをインストールしてワードプロセッサとして利用する場合、その便益の大きさには、最下位レイヤの情報処理速度も、中間レイヤ（OS）の機能も、アプリケーションレイヤのヒューマンインタフェース（使い勝手）もともに寄与している。したがって、ICT の便益の大小を定量化するにあたっては、全てのレイヤの機能を包括的に表すことができる指標を用いることが必要である。いま、OS が同一で CPU の処理能力が異なる 2 つのコンピュータ（PC）に同じ文章作成ソフトをインストールした場合を比較すると、CPU の処理能力が高い PC の方が文字変換性能は大きいであろうが、人の文章作成能力を上回る性能は意味がない。また、アプリケーションを高機能化しても OS がこれをサポートしなければその機能は実行できない。このように、単に単一レイヤの機能の高さを示す指標ではアプリケーションを含めたトータルの便益を表す指標とすることはできない。この例の場合は、どのレイヤの機能の寄与も加味できる「一定量の文章を完成させるまでの単位時間あたりの文章作成量」を指標として用いるのが適当であろう。

複数の IT 機器がネットワークで繋がれた情報流通インフラストラクチャ上で様々なネットワークアプリケーションを利用する場合も同様な考え方ができる（図 2.2.4.1）。図 2.2.4.1 において最下位レイヤはネットワーク機器と端末機器の機能レイヤであり、中間レイヤは、その上位レイヤである様々なアプリケーションに共通するミドルウェア機能を提

供する情報流通プラットフォームである。この場合も、最下位のインフラストラクチャレイヤから最上位のアプリケーションレイヤまでの機能を包括的に表すことができる指標を便益として用いる必要がある。具体例として ICT による映画鑑賞の場合を考えると、これは自宅にいながらにして好きな映画を好きな時間にネットワークにより配信して鑑賞できる技術（Video On Demand 技術）であるが、1 タイトルをサーバからダウンロードを完了した後に視聴し始める場合と、サーバから配信されるのとはほぼ同時に（リアルタイムで）視聴し始める場合とでは、視聴者が体感する便益の差はあるタイトルを選択して視聴するまでの時間の長短であるが、両者を実現するためのネットワークに要求される技術は大きく異なる。この場合の便益は「単位コストあたりのタイトル数」を取るものが適当であろう。

表 2.2.4.1 には、「機能単位」の考え方で、代表的な ICT サービスの便益指標として考えられるものを示した。ただし、実際に各便益指標を数値化することが困難なためにある条件のもとで便宜的な便益指標で議論すべき場合もある。表 2.2.4.1 では各々の ICT について、効率を 1 とした場合の便宜指標の例を併記した。

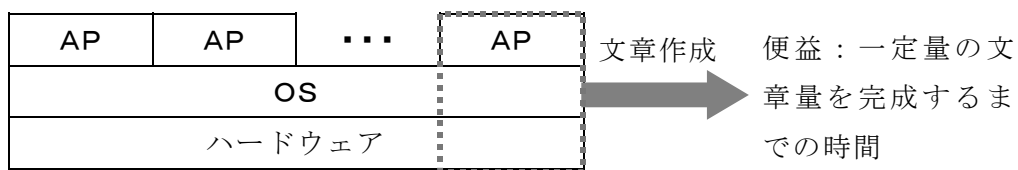


図 2.2.4.1 コンピュータシステムの機能構造と便益の考え方

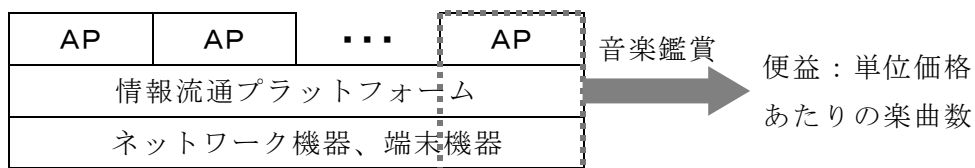


図 2.2.4.2 ネットワークアプリケーションの機能構造と便益の考え方

表 2.2.4.1 ICT サービスとその便益指標の例

ICT サービス例	便益の指標（＝機能単位）	
	基本となる指標	便宜的な指標
電子カタログシステム	商品理解度	入手する情報量
ネットワーク音楽配信	単位コスト当たりの 配信楽曲数	—
電子請求書授受システム	単位コスト当たりの 配信情報量	料金明細情報量
TV会議	配信情報量×リアリティに関 する因子×移動時間短縮率	配信情報量
Eラーニング（遠隔研修）	学習効率（理解度）	学習量
テレワーク （コラボレーション）	労働生産性	成果物量
デジタルテストイング システム	採点事務の労働効率	採点事務の労働量
自動販売機オンライン 管理	在庫確認における労働効率	在庫確認における 労働量
車両運行情報提供	同一出発地から目的地まで の移動時間の短縮	配送量
電子入札システム	入札事務の労働効率	入札事務の労働量
電子投票システム	開票事務の労働効率	開票事務の労働量

【参考文献】

- [1] 中央環境審議会地球環境部会「目標達成シナリオ小委員会」中間報告、2001
- [2] （株）情報通信総合研究所、通信ネットワークにおける情報流通量・蓄積量の推計結果について、2002

第3章 ICT の環境効率～個別事例の検討

3.1 検討の枠組み

「ICT の環境効率」といっても、その定義がようやく模索されはじめた段階である。「環境効率(eco-efficiency)」は、日本では「環境負荷」を削減することに捉えられがちであるが、本来は生活の質の向上、利便性の向上も含む意味の言葉である。本調査では ICT を環境負荷削減と便益の追求という両側面からの検討を試みる。2.2.2 でマクロ的解析とミクロ的解析の必要性を述べたが、本調査では、以下の視点から成るアプローチを用いた。

(1) マクロレベルの分析

マクロレベルで、ICT がわが国の経済活動、国民生活の向上において果たす役割とエネルギー消費、二酸化炭素排出量削減において貢献する役割に注目して分析を行った。いずれも 2010 年の予測を試みた。具体的には

- ①ICT に関する有用な知見を活用し、かつ将来社会の多様性を考慮して、実効的な対策や適応策を具体的に検討するために単一の将来像についてのシミュレーションでなく複数のシナリオアプローチに基づく検討を行った。
- ②環境と経済の整合的な姿を把握するという観点から、マクロ経済分析の多様な手法の一つとして応用一般均衡モデルを活用して検討を行った。

(2) ミクロレベルの分析

次に、ICT による環境影響をミクロレベルで検討するために、ICT サービス毎に事例を取り上げ、環境影響についてプラス面とマイナス面を詳細にみていった。個別事例は、ICT の環境効率評価の複雑さに伴う課題を具体的に示してくれる。環境影響に関しては定量的評価を行い、便益の定量的評価は困難なため、定性的に考察するにとどめた。ここでは次の事例を取り上げた。

(NTT の提案する分類による)

	分類	取り上げた事例
1	BtoC、CtoC 電子商取引による削減効果	インターネットショッピング (NEC)
2	BtoB 電子商取引による削減効果	企業用人事・決裁システム (富士通)
3	GtoB による削減効果	電子申請システム (日立)
4	ITS による削減効果	—
5	情報伝達の電子情報化による削減効果	電子書籍 (松下電器)
6	人の移動の代替による削減効果	TV 会議 (NTT)

■ ミクロレベルの事例についての算出時留意事項

- 評価範囲は必ずしもライフサイクルステージを全て含まない。またシステム境界は任意に設定できるが、IT 導入前と導入後について、比較が妥当である境界を設定し、解説を添える。
- 様々な環境負荷が考えられるが本調査で算出する環境負荷は CO₂ をベースとした。

■ ミクロレベルの事例検討が目指すところ

● ICT サービスの各形態にあった算出方法(指標)を作成

ICT サービスに用いられる環境負荷は一般性が高い指標として開発される必要がある。一方で、製品に比べてそのシステム境界が広範な ICT サービスは多様性が尊重されるべきで一般規則をあてはめようとする自体論外なのかもしれない。しかし、ここで試みるのは、このような多様である対象に対して共通の方法を探りつつ、個別の事情を配慮すべき点を確認し、その境界線の認識を行うことである。したがって各事例は、システム境界、原単位などの設定を各ケース任意で行った。

● ICT の環境効率算出に際する課題の指摘

各事例の報告では、算出根拠を開示するのにあわせて、指標算出の過程で、問題・課題・難題と思われた事項も挙げている。それらの課題の解決が今後の指標構築に活用されることが望まれる。

■ ミクロレベルの検討項目

3.3 以降に詳しい報告がある。各事例では以下の点について明示的に検討する。

- ① 選定した ICT サービス
- ② 指標の定義（計算式）及び設定理由
- ③ 仮定した階層・境界と及び設定理由
- ④ 計算に用いたデータ
- ⑤ 計算結果
- ⑥ 指標計算方法論上の課題

次節から、マクロ・ミクロの両レベルについて ICT ソリューションの持続可能な社会における効果と有効性についての評価を記述する。将来的にはマイクロベースの検討がより広範な社会システムへの展開について枠組み提示をも可能とし、マクロレベルの分析と双方向的な解釈のアプローチによる分析枠組みが構築されることを期待する。

3.2 マクロ事例

3.2.1 検討事例① ICT サービスの社会全体の環境負荷削減効果の定量化(日本電信電話株)

温暖化問題は、京都議定書をはじめとして 21 世紀の地球規模での重要な問題となっている。温暖化を引き起こす二酸化炭素排出の原因となるエネルギー消費量をいかに削減するか課題である。省エネへの取り組みは、各企業、家庭において、これまでも様々な形でなされてきている。一方、情報通信技術 (ICT) は従来のエネルギー消費削減と違った効果をもたらすことが想定される。ICT による情報流通の進歩は、人やモノの不必要な移動をなくすこと、あるいは空間を効率的に利用できることなどにより、エネルギー消費量や二酸化炭素(CO₂)排出量を減らして、環境に対する負荷を小さくできる可能性を秘めている(参考文献[1]–[4])。ここでは、ICT の普及による社会全体の環境負荷削減効果を定量化する手法の開発と試算結果について紹介する。また、ICT 社会におけるエネルギー消費予測についての検討についても併せて紹介する。

3.2.1.1 ICT と地球環境

1980 年代から 1990 年代にかけての ICT の導入により社会や企業のシステム化が推進され、人々の生活の中でパソコン、インターネットあるいは携帯電話が急速に普及した。これにより、社会の仕組みが大きく変わり、個人の生活にも大きな影響を与えるようになってきた。こうした中で、ICT が地球環境に与える影響について注目されるようになってきている(図 3.2.1.1.1)。従来の情報通信ネットワーク自体の環境負荷を評価することにとどまらず、ICT 普及による社会全体への環境影響について評価をすることへの関心が高まってきている。

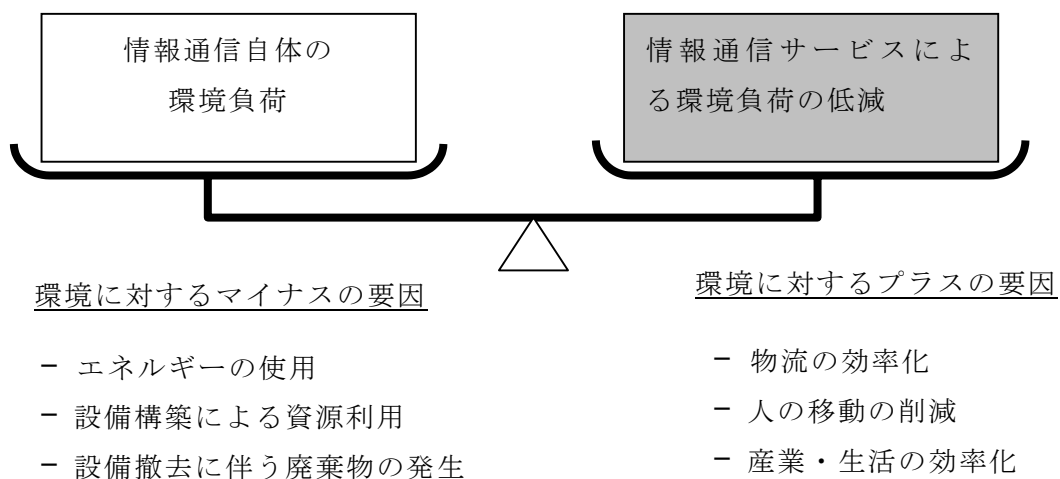


図3.2.1.1.1 情報通信と地球環境とのかかわり

3.2.1.2 ICT 社会のエネルギー消費予測

最初に ICT 社会にエネルギー消費予測について述べる。利用ニーズや技術開発状況などにより、多様な展開が予想される ICT 社会の進展について、三つのシナリオを作成し、2010 年までの日本全体での情報通信サービスや民生系通信関連機器の電力消費量を検討した [5]。

① シナリオ 1 (ICT 社会への進展が著しい)

超高速アクセス(光)：6000 万、第 3 世代移動体：7000 万、従来型移動体：1300 万、SI 系サーバー：130 万台、など

② シナリオ 2 (①と③の中間)

超高速アクセス(光など)：4000 万、高速アクセス (ADSL など)：1000 万、第 3 世代移動体：7000 万、従来型移動体：1100 万、SI 系サーバー：100 万台など

③ シナリオ 3 (ICT 社会への進展が緩やかな場合)

超高速アクセス(光など)：2000 万、高速アクセス (ADSL など)：2000 万、第 3 世代移動体：4050 万、従来型移動体：4050 万、SI 系サーバー：70 万台など

ここでは、シナリオ 2 について説明する。

通信事業者関連の電力消費予測は、想定したサービスユーザの見通しに、ユーザあたりの電力消費量を乗じることにより電力消費量を積算した。ここでは、情報処理機器などのトップランナー相当の効率改善を想定している(参考文献[6]–[10])。通信事業者関連装置としては、交換機、伝送装置、TA (ターミナルアダプター)、ONU、ADSL、CATV モデルなどを想定し、算定している。また、電話、FAX、PC などはユーザ側装置として積算している。上記のような仮定に基づき、試算結果を図 3.2.1.2.1 に示す。通信事業者関連のエネルギー消費量は、約 90 PJ(ペタジュール)、ユーザ端末の消費量は約 70 PJであった。エネルギー消費量の合計は、2000 年の消費量に比べて約 50%増加し、160 PJとなる。この値は、日本全体のエネルギー消費量の約 1.1%となった。

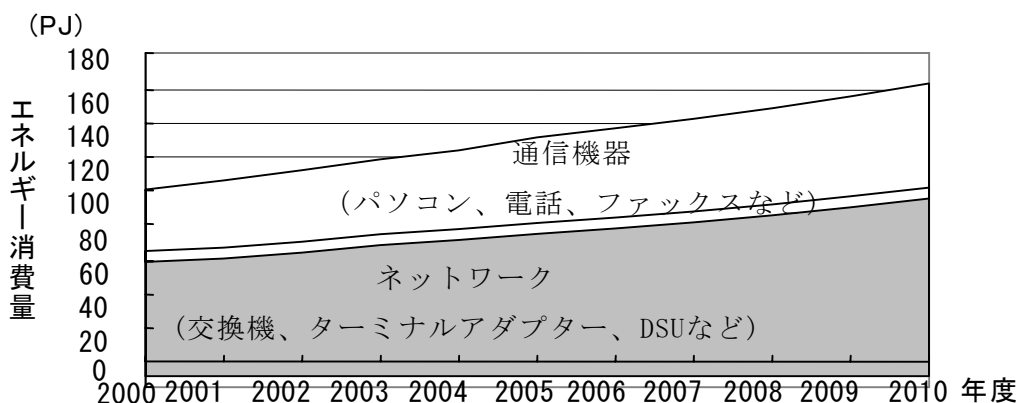


図 3.2.1.2.1 情報通信関連のエネルギー消費の推移

3.2.1.3 ICT サービスの社会全体の環境負荷削減効果の定量化

NTT では、これまでに TV 会議や遠隔研修などの個別の ICT システムについて環境負荷の削減量を定量化する手法の開発を行ってきた（参考文献[11]－[13]）。システムの使用条件により大きく依存するが、最大で 90%以上のエネルギー消費量や二酸化炭素排出量を削減できるという試算結果を得ている。

さらに、NTT では ICT の普及が日本全体の二酸化炭素排出量にどのような影響を及ぼすかについての検討を行っている。このようなマクロな定量化においては、社会全体の情報通信にかかわる事象をどのようにセグメントとして分類するかがアプローチの第一歩となる。（参照：2.2.1 ICT サービスの分類（体系化））

ここでは、情報通信がその属性として備える環境的效果、即ち、物質的価値または情報価値の創造とその流通における環境負荷（人または物質の移動（または製造））の削減または効率化の面から、

- ① 物質的価値の創造とその流通である商取引行為（BtoC 及び CtoC）における情報通信による効率化（個人向け EC）
- ② 物質的価値の創造とその流通である商取引行為（BtoB）における情報通信による効率化（法人向け EC）
- ③ 行政事務の効率化（GtoB 等）
- ④ 自動車交通流の効率化（ITS）
- ⑤ 情報価値の創造とその流通（情報流通）における電子情報化（情報の電子化）
- ⑥ 情報流通と等価とみなせる人の移動の情報通信による代替（テレワーク、TV 会議）

にカテゴリー分けした。なお、今後大きな発展が予想される CtoC 型商取引における効率化は未検討である。一般に、ICT により、ある環境負荷系で環境負荷が低減されるに伴って、時間、エネルギー使用の効率化、経済化がもたらされる場合、効率化・経済化が誘因となって、余剰となった時間、エネルギー、或いはコスト低減による消費意欲増幅によって新たな環境負荷の発生を誘発する場合、いわゆるリバウンド効果がある。リバウンド効果の分析は重要な問題であるが、現状では定量的な分析は困難であるために、今回の試算では考慮していない。今後の検討課題である。上記の 6 分類について、2001 年度の実績値の推計と 2010 年の予測値を試算した。

①に挙げられている電子商取引は、インターネットを利用して、消費者と法人を結んで取引を行うことである。このような電子商取引がエネルギー消費量削減にどのような効果があるのかについて、我々の生活で身近である書籍を例にとり説明する。書籍のネット販売の多くは、消費者がインターネットのサイト上で欲しい書籍を申し込み、在庫センターに在庫がある場合には 2～3 日で自宅に宅配便で書籍が送付されてくる。このようなネット販売は、従来のように消費者需要がわからない状態で出版印刷することを削減し、消費者需要に合った出版印刷、在庫の圧縮を可能とする。書籍は返本率が高く、約 40%の書籍は返本・廃棄されているのが現状であるが、これらの一部を減らすことにより、出版印刷

にかかるエネルギー消費、あるいは返本のための輸送にかかわるエネルギー消費量の削減につながる。また、書店や中間流通を削減・効率化させ、エネルギー消費量を削減する。さらに、消費者においても、わざわざ書店に行く必要がなくなる。例えば自動車で行くことによるエネルギー消費量を減らすことが可能となる。一方で、書籍の多くは宅配便で家庭まで届けられるようになると、これら小口の輸送に伴う貨物車の交通によるエネルギー消費の増加をもたらす。さらに、書店をもたない代わりに在庫しておくための大規模な倉庫を保有するために、エネルギー消費を増加させる。電子商取引導入に伴うこれらのエネルギー消費量の増減を計算することにより、エネルギー消費量変化を求めた。他の個人向け電子商取引についても類似の変化がみられる。ここでは、2010年における個人向け全商取引における電子商取引の比率を5%と仮定している（参考：電子商取引推進協議会資料）。これらについて、産業連関表の卸売業のエネルギー消費量、全取引に対する電子商取引との比率及び自家用車のエネルギー消費量などを基に推計した。2001年の推計値は約28ペタジュール（PJ）、2010年の予測値は100PJである。

②の法人向けの電子商取引では、直接人が会う商談などの削減、会計業務の効率化、中間流通の効率化、物流情報活用による効率化が進むと想定される。さらに、ICTを活用したサプライチェーンマネジメント（SCM）などの生産流通管理の進展は、従来の生産者が見込み生産し、流通段階を通して、消費者に商品を届けるというものから、消費需要に合わせて生産、流通させることにより全体として効率よく管理されたシステムに変わる。これらは、返品削減や在庫の圧縮につながる。2010年における法人向け全商取引の電子商取引の比率を30%と仮定し（参考：電子商取引推進協議会資料）、積算すると2001年の推計値は約59PJ、2010年の予測値は394PJとなる。これは、6項目の中での最大であり、2010年の予測値は、日本全体のエネルギー消費量の約1.6%に相当する。

③は電子政府や電子自治体に関するものである。電子入札や電子投票などによる行政業務の効率化などによるエネルギー消費の削減である。今後、大幅な削減が期待される分野である。この項目での2010年の予測値は0.3PJになると予測している。

④は自動車の利用に関するもので、ITSの導入による渋滞解消の効果などである。情報通信を活用しナビゲーションの高度化により、ドライバーは最適な経路情報を得ることが可能になる。その結果、従来の渋滞によるエネルギー消費を削減することができる。また、貨物輸送に関しては、荷物の積載に関する情報を流通させることにより、貨物車の積載率を向上させることが可能となり、燃料消費の削減につながる。この項目での2001年の推計値は5PJ、2010年は21PJになると予測している。

⑤の情報伝達の電子化は、音楽や映画を記録媒体（CDやDVD）による販売ではなく、インターネットを使ってデータをそのまま配信するサービスである。すでに、書籍、新聞、CD、DVD、PCソフトなどは、物品として購入せずに、電子配信によって購入するサービスが実施されている。さらに今後は、これらの電子配信の比率が高まると考えられる。これらの電子配信によって、書籍、新聞の出版印刷、CD、ビデオ、PCソフトの物品の製造、

さらに在庫、物品輸送、返品関連の輸送も不必要となる。さらに、生産、在庫、輸送にかかわるエネルギー消費も削減されることになりうる。これらを積算すると、2001年の推計値は約0.2PJ、2010年の予測値は39PJとなる。

⑥は、TV会議やテレワークについてである。テレワークの進展により、職場に通勤することなく、自宅等で勤務する形態が増加すると想定される。職場に通勤するための交通関連のエネルギー消費が削減されると同時に、オフィスでのエネルギー消費が削減される。TV会議の進展により、遠隔地に出張することなく、会議する形態が増加すると想定される。ここでは、出張を伴う会議のうち20%がTV会議で代替されると仮定している。この項目でのエネルギー消費削減量は2001年の推計値は約14PJ、2010年の予測値は約57PJである。

以上、6つの分野におけるエネルギー消費削減量をまとめると表3.2.1.4.1のようになる。2001年の推計値は約106PJ、2010年の予測値は611PJとなる。2010年の削減量は日本全体のエネルギー消費量の約3.9%に相当する。この数字は、また、東京、神奈川、千葉、埼玉の全世帯で消費される1年間のエネルギー量と同じくらいになる。

一方、環境負荷削減効果の観点から以下の3つに分類した結果を表3.2.1.4.1に併せて示す。

- ① 物流や流通の効率化
- ② 人の移動の削減
- ③ 生産の効率化

2001年の削減量は3分類とも、ほぼ同じ程度(35-36PJ)である。2010年では生産の効率化と物流と流通の効率化によるエネルギー削減が大きくなることが推測される。

3.2.1.4 ICTサービスの光と影

情報通信技術の地球環境への影響について、正負の両面からマクロ分析した結果について述べてきた。負の側面として、日本全体の情報通信業及びユーザからのエネルギー消費量の推移を調べた。表3.2.1.4.1の示すように2010年では、現在より0.4%増加し、日本全体のエネルギー消費量の1.1%が情報通信関連で消費されることが予測される。一方で、ICT活用によるビジネスモデルやライフスタイルの変化によりエネルギー消費を3.9%(2001年は0.7%)削減できると予測される。情報通信自体のエネルギー消費量は、ブロードバンドの進展度や電子計算機関連の省エネ動向によって大きく変動し、エネルギー削減量については前提条件に関して不透明な部分が多く、さらに経済成長等の外部状況変化やリバウンド効果について考慮していない。そのため、両者を一概には比較できないものの、今回の調査結果で見る限り、IT進展にエネルギー消費が増加することを割り引いても、2010年では、2000年に比べて2.5%(削減量の増加分3.2%(3.9%-0.7%) -消費量の増加分(1.1%-0.7%))の削減が期待できる。

表 3.2.1.4.1 IT エネルギー消費及び IT の活用によるエネルギー消費削減試算結果のまとめ

	サービス分類	定式化項目	エネルギー消費削減量 (PJ)	
			2001年 推計値	2010年 予測値
IT活用によるエネルギー消費削減	1 個人向けEC (BtoC) (オンライン販売、コンビニでのネットサービスなど)	中間流通の不要化/小売販売の不要化/在庫スペースの削減/販売物流の削減/返品物流の削減/過剰生産の抑制/消費者移動の削減/コンビニ利用者の移動手段の削減	28	100
	2 法人向けEC (BtoB) (サプライチェーンマネジメント、リユース市場のIT化など)	人・鉄道移動・自動車移動の削減/卸売り中抜き/会計効率化/物流効率化/不必要生産の抑制/中間流通の効率化/小売流通の効率化/建物の削減/倉庫建物の削減/販売・返品物流の削減/自動車部品・産業機械・建設機械・電子機器の削減	59	394
	3 官庁向け(GtoB) (電子入札)	自動車移動の削減	0.0	0.3
	4 高度道路交通システム(ITS) (VICSシステム)	渋滞削減/インフラ整備/車載電子機器	5	21
	5 情報伝達の電子化 (書籍、音楽系、映像系、PCソフト)	中間流通の不要化/小売販売の不要化/在庫スペースの不要化/小売店舗の不要化/販売物流の削減/返品物流の削減/媒体生産の削減	0.2	39
	6 テレワーク・遠隔会議・遠隔管理	テレワークによる通勤・オフィス利用の削減/遠隔会議による交通手段の削減/自販機遠隔管理	14	57
	合 計			106
		内 訳		
		物流・流通の効率化	35	232
		人の流れの削減	36	100
		生産の効率化	36	279
ITのエネルギー消費	分類	定式化項目	エネルギー消費量(PJ)	
			2000	2010
	情報通信ネットワーク	交換機、ターミナルアダプター、DSUなど	67	101
	情報通信端末	電話、FAX、PCなど	39	62
	情報通信端末 合計		106	163
総合評価	項目		変化量 (PJ)	
	IT活用によるエネルギー削減量変化(2010年-2001年)		505	
	ITのエネルギー消費量変化量(2010年-2000年)		57	
	社会のエネルギー削減量=IT活用によるエネルギー削減量変化-ITのエネルギー消費量変化量		448	

*) 算出方法の詳細について別紙を参照

3.2.1.5 まとめ

今後、ICT 進展のエネルギー消費に与える影響のさらなる検討並びに ICT の省エネ効果を実証するような検討が不可欠である。勿論、今回述べたような省エネ効果やさらなる効果を導き出すためには、環境負荷の少ない情報通信ネットワークや情報端末の開発と、社会の環境負荷削減につながるライフスタイルやビジネスモデルを可能にする新規 ICT サ

ービスの創生が鍵となる。

【参考文献】

- [1] 電気通信審議会「情報通信を活用した地球環境問題への対応」答申（平成9年諮問38号）、1998.5
- [2] J. Romm et al, “The Internet Economy and Global Warming”, The Center for Energy and Climate Solutions, 1999.
- [3] Matsumoto et al. Proceedings of EcoDesign Symposium, pp. x x , 2003
- [4] J. Nakamura et al., “Evaluation of Environmental Impact of the Spread of the Information Communications Service in Japan” SETAC Meeting (2003. 12)
- [5] 郵政省「次世代ネットワーク構想に関する懇談会報告書、(財)エネルギー総合工学研究所「産業構造変化が電力需要に及ぼす影響分析（2000.3）」などを参考にした。
- [6] (社)日本電子機会工業会「ミッドレンジコンピュータ・ワークステーション技術動向調査報告書（1999）」
- [7] (社)日本電子機会工業会「コンピュータの省エネ技術動向に関する調査研究報告書（1999）」
- [8] (社)日本電子機会工業会「電子計算機及び磁気ディスク装置のエネルギー消費と性能指標に関する調査研究報告書（1999）」
- [9] 省エネルギーセンター「家庭における待機時消費電力調査報告書（2000.3）」
- [10] 住環境計画研究所「将来の暮らしとエネルギー報告書（1999.9）」
- [11] M. Nakamura, et al.: Proceedings of The Fourth International Conference on EcoBalance, pp. 529-532, 2000
- [12] K. Takahashi, et al.: Proceedings of EcoDesign Japan Symposium, pp. 10-11, 2002
- [13] J. Nakamura, et al.: Proceeding of Going Green CARE INNVOTION 2002, 16.1, 2002

3.2.2 検討事例② 応用一般均衡モデルを用いたICTの環境影響評価(日本電気株)

(1) 概要

ICTの普及は、一方で端末機器の製造と使用の増加や、インフラの需要の増加をもたらし、それに伴う日本の二酸化炭素排出の増加が懸念されている。その一方で、ICTは生産や生活の効率を高め、経済のサービス化や脱物質化を促し、経済全体のエネルギー効率を高めることも期待されている。このような環境へのプラスとマイナスの影響を総合したトータルでの影響について、応用一般均衡モデルと呼ばれるマクロ経済分析手法を用いて試算を行った。この分析手法と試算結果を紹介する。

(2) ICT 普及のマクロ影響

ICT の普及が今後日本の二酸化炭素排出量にどのような影響をもたらすかを考えるときに、まず考えられることは、ICT の利用機会の増加による電力需要の増加と、それによってもたらされる二酸化炭素排出量の増加の影響である。ICT に由来する二酸化炭素排出は、現在日本全体の二酸化炭素排出量の 1%から 2%であると言われる^{1),2)}。今後この割合は、最も悲観的な推定で 2010 年に 10%近くに上昇すると予測され¹⁾、それ以外のいくつかの推定でも 2010 年時点で 3%前後に達すると予測されている²⁾。

その一方、ICT 普及のプラスの影響も予測されている。ICT の普及は生産や生活の効率を高め、経済のサービス化や脱物質化を促し、経済全体のエネルギー効率を高める効果を持つ。ICT 普及のマクロ的なプラス影響の可能性を示すために、日本の 1966 年から 2001 年までのエネルギー原単位の変化率の推移を見る。図 3.2.2.1 は日本の「一次エネルギー総供給量（原油換算トン）／GDP（1995 年基準）」の前年比の推移を示す。オイルショックの間、日本経済のエネルギー原単位は低下した。その後 1986 年以降は原油価格が低下し、原単位の低下傾向は鈍化した。その後 90 年代後半から再び低下傾向が見られる。この原因については諸説あるが、アメリカでも類似の傾向が見られ、90 年代後半以降のアメリカのエネルギー原単位低下に ICT 普及が大きく寄与しているとする報告もなされている³⁾。

このようなプラスとマイナスの影響を総合した、ICT 普及のマクロの環境影響を評価するためには、応用一般均衡モデル分析のようなマクロ経済分析手法を用いることが有効である。

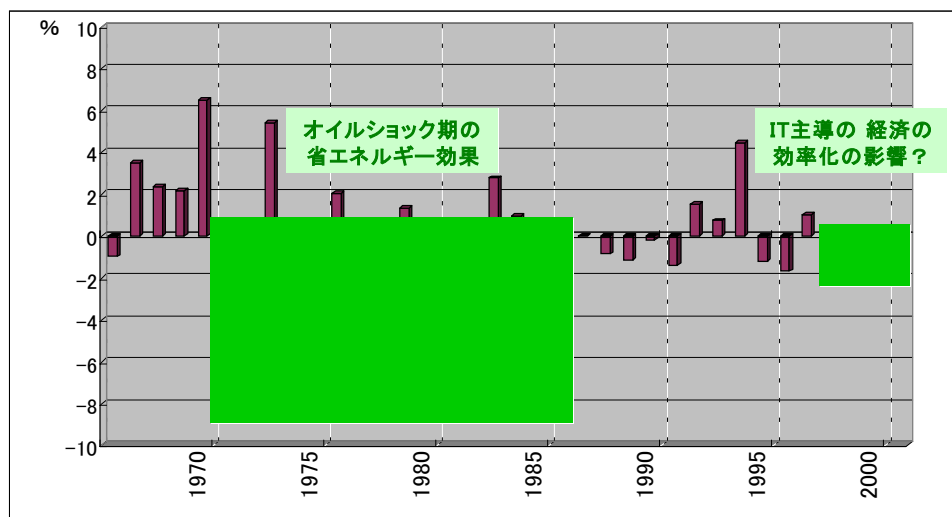


図 3.2.2.1 日本の「GDP あたりの一次エネルギー総供給（原油換算トン／1995 年基準 円）」の前年比 (%) の推移 (出所: 経済産業省 / EDMC「総合エネルギー統計」)

(3) 応用一般均衡モデルによる分析方法

・応用一般均衡モデルの特徴

マクロ経済分析手法には、マクロ計量モデル、技術選択経済モデル、動的最適化モデル、応用一般均衡モデル等を用いた分析手法がある。この中で応用一般均衡モデル分析は、国内税や関税の影響や、技術革新の影響の分析に用いられる⁴⁾。応用一般均衡モデル分析の特徴は、一つは経済の構造的な変化を分析することができることである。このモデルでは経済の大きさ（GDP）を外生的に与え、一部の産業部門が拡大するときには、他の産業部門が相対的に縮小するという操作がモデル内生的になされる。したがって ICT 普及がもたらす「経済構造の変化」の影響を分析するためには有効な手段である。もう一つの特徴は、「生産関数」と「需要関数」をモデル設定者が定義することが必要であることである。これらの関数を正確に定義することは難しいが、ある程度の想定を入れて定義することで、技術波及の影響による生産効率や消費効率の変化の影響を分析することができる。これらの特徴から、ICT 普及の影響を分析する手段として応用一般均衡モデル分析を用いることが適当であると判断し、同手法を用いた。

・応用一般均衡モデルを用いた ICT 普及の環境影響の分析方法

図 3.2.2.2 に応用一般均衡モデルを用いた ICT 普及の影響分析手順を示す。

最初に上で触れた「生産関数」と「需要関数」の定義を行い、これらの関数に日本産業連関表の数値を初期値として与えることで、現状の経済に相当する経済モデルを定式化することができる。この経済モデルを「現状経済モデル」と呼ぶ（図 3.2.2.2 の①）。

この「現状経済モデル」に、分析者が想定する「ICT 普及シナリオ」を加える（図 3.2.2.2 の②）。ICT 普及シナリオとは、ICT が高度に進展したときに予想される経済の直接的な影響を、産業連関表上で表したものである。この影響によって日本の二酸化炭素排出量がどのように変化するかを分析することで ICT 普及の影響を評価する。

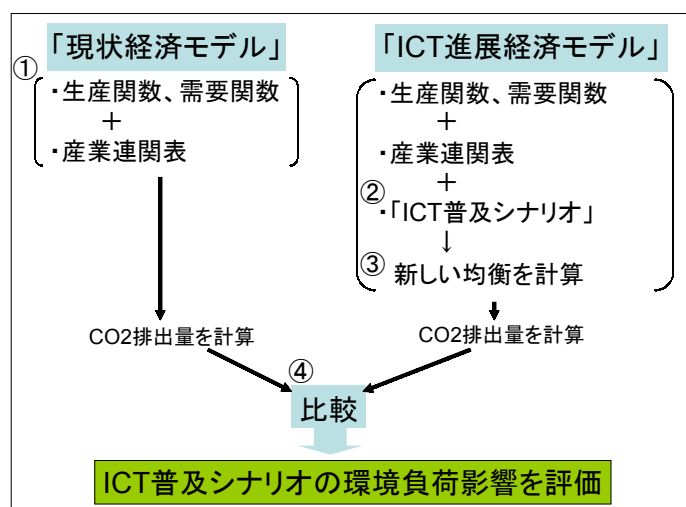


図 3.2.2.2 応用一般均衡モデルを用いた IT 普及の環境影響の分析手法

この「ICT 普及シナリオ」を機械的に「現状経済モデル」に加えるだけでは、産業連関表は辻褃の合わないものになる。すなわち一般均衡が満たされない。そこでマクロ経済計算ツールを利用して新たな均衡を計算で求める。算出される新しい均衡は、ICT 普及シナリオの影響を含めた経済の状態に対応するモデルであり、この経済モデルを「ICT 進展経済モデル」と呼ぶ（図 3.2.2.2 の③）。

「現状経済モデル」と「ICT 進展経済モデル」の二酸化炭素排出量を求め、両者を比較することによって、「ICT 普及シナリオ」で想定した変化が、日本全体の二酸化炭素排出量に与える影響を評価することができる（図 3.2.2.2 の④）。

以上の手順をまとめると次のとおりである。

- ① 「現状経済モデル」の定式化（生産関数と需要関数の設定）
- ② 「ICT 普及シナリオ」の作成
- ③ 「ICT 進展経済モデル」の計算
- ④ 両経済モデルの二酸化炭素排出量の算出と比較

ここで特に鍵になるのは、①の生産関数と需要関数の設定と、②の ICT 普及シナリオの作成である。

以下では、これらの設定と試算結果の例を示すために、NEC 基礎・環境研究所で行った試算における設定と計算結果を示す⁵⁾。

(4) 生産関数と需要関数の設定と ICT 普及シナリオの作成⁵⁾

・生産関数と需要関数の設定

生産関数は CES 型関数（Constant Elasticity of Substitution Function）で定義し、エネルギー財以外の中間投入財間の代替弾力性は 0、エネルギー財の代替弾力性は 1、生産要素の代替弾力性は 1、とした。需要関数はコブ・ダグラス型関数、すなわち代替弾力性 1 の CES 型関数とした。

・「ICT 普及シナリオ」の概略

「ICT 普及シナリオ」、すなわち本試算で想定した ICT 普及の直接的影響は次の三項目である。

- (1) ICT 普及に伴う電力需要の増加
- (2) ICT 関連産業部門の拡大（経済構造の変化）
- (3) ICT アプリケーションの社会普及

このうち第三の項目については次の六つの ICT アプリケーションの普及の影響を想定した。

- ① BtoC E コマース
- ② SCM（サプライ・チェーン・マネジメント）
- ③ 物流の効率化
- ④ オフィス業務の効率化による紙削減

⑤ 情報の電子化

⑥ テレワークシステム

それぞれの影響の範囲と大きさについては、2010年レベルの普及の影響を想定し、「現状経済モデル」（産業連関表が1995年のものであるため、1995年時点）からの変化分としてICT普及シナリオを作成した。以下にその詳細を記す。

・ICT普及シナリオ(1) 電力需要の増加

次項に示すICT関連機器の需要の増加分の予測をもとに、次のように算定した。

- ・ 電力需要の増加 6.4%増

これは1995年の全電力需要量の6.4%に相当する量の電力需要の増加が、ICT普及の結果起きるとする想定を意味する。

・ICT普及シナリオ(2) ICT関連産業部門の拡大

ICTの普及に伴い以下の産業部門が拡大することを想定した。拡大の大きさ（率）は、各部門の製品やサービスの売上げの増加に対応する。過去5～10年のICT関連財の売上げのトレンドをもとに2010年における売上げを推定した。推定の結果（1995年からの増加分）は次のとおりである。

- ・ 電子計算機部門 44%増
- ・ 通信機器部門 54%増
- ・ 情報サービス部門 140%増
- ・ 国内通信サービス 66%増
- ・ 移動通信 640%増

これらの変化の間接的な影響については、シナリオ付加後に「ICT進展経済モデル」を算出する段階で評価される。

・ICT普及シナリオ(3) ICTアプリケーションの社会普及

上述の通り、BtoC E コマース等六つのICTアプリケーションの影響を推定してシナリオとした。これらの影響のあり方や大きさを推定することは容易ではないが、例えばBtoC E コマースについて、次のような形でシナリオを作成した。

まずBtoC E コマースによる影響としては次のような事柄が考えられる。

- ・ 買物のための自家用車交通の減少
- ・ 家庭への商品配送のための小口輸送の増加
- ・ 卸売りマージンの減少（中抜き）
- ・ 在庫の保管のための倉庫の減少
- ・ 小売のための建設需要の減少

2001年度の段階では、日本の小売り総額に占めるBtoC E コマースの割合は0.5%から1.0%であると言われる。総務省や民間シンクタンクの予測によれば、この割合は2005年度には2.5%～4.0%程度に上昇する。これより筆者らは、2010年ではこの割合が5%に上昇するとして想定した。次に、別の統計によると、日本の自家用車利用のうち約30%が買

物のための利用である（国土交通省「交通センサス」）。これら二つの数字から、30%×5%で約1.5%の自家用車利用が、2010年レベルのBtoC Eコマース普及で削減されると想定することができる。一部仮定も加えながらこのような推定を積み重ねて、以下のようなシナリオとした。

1. BtoC Eコマースの影響

家計のガソリン需要 1.5%減	道路貨物輸送のガソリン需要 0.68%増
卸売り需要 2.5%減	倉庫需要 1.0%減
建設需要 4.1%減	

2. SCM（サプライ・チェーン・マネジメント）

一部製造業における中間投入 10%減

3. 物流の効率化

道路貨物輸送需要 10%減

4. オフィス業務の効率化による紙削減

紙製品の需要 5.0%減

5. 情報の電子化

印刷・出版の需要 5.0%減	情報記録物媒体の需要 26%減
----------------	-----------------

6. テレワークシステム

家計のガソリン需要 2.6%減	産業部門の旅客輸送需要 0.91%減
-----------------	--------------------

(5) 計算結果⁵⁾

以上の「ICT普及シナリオ」を、「現状経済モデル」に組み入れ、新たな一般均衡点を求めることで「ICT進展経済モデル」を算出した。この計算にはマクロ経済計算ツールを用いることができる。二つの経済モデルの二酸化炭素排出量を計算して比較した結果を表3.2.2.1に示す。表の値は「ICT進展経済モデル」の二酸化炭素排出量の、「現状経済モデル」の排出量（12.1億トン-CO₂）からの変化分を表す。

表 3.2.2.1. ICT普及の環境影響評価の結果(有効数字2桁)

	CO ₂ 増減 (万トン-CO ₂)	増減割合 (%)
電力需要の増加	+1,800	+1.5
経済構造の変化 (ICT関連産業の拡大)	-3,400	-2.9
ICTアプリケーション の社会普及	-2,000	-1.7
合計	-3,600	-3.1

計算の結果、ICT普及によって日本の二酸化炭素排出量は約3,600万トン削減されるという結果が得られた。これは「現状経済モデル」の総排出量の3.1%に相当する。内訳は、まずIT機器の普及増加による電力使用の増大によって二酸化炭素排出量は約1,800万トン(1.5%)増加した。その一方、ICT関連産業の拡大に伴う経済構造の変化によって二酸化炭素排出量は約3,400万トン(2.9%)減少した。さらにICTアプリケーションの社会普及によって約2,000万トン減少した。ICTアプリケーションの影響の詳細を表3.2.2.2に示す。

表 3.2.2.2 ITシステムの社会普及の環境影響評価結果(有効数字2桁)

	CO ₂ 増減 (万トン・CO ₂)	増減割合 (%)
BtoC E コマース	-4.0	-0.0
SCM	-1,200	-1.1
物流効率化	-440	-0.36
業務効率化による紙削減	-29	-0.03
情報電子化	+3	+0.0
テレワーク	-290	-0.25
合計	-2,000	-1.7

(6) まとめ

以上、応用一般均衡モデル分析を用いたマクロ経済分析手法の考え方と、同手法を用いてICT普及の環境影響評価を行った事例について記述した。応用一般均衡モデル分析は、産業連関分析と同様、直接的变化がもたらす波及効果を分析することができる。同手法はそれだけでなく、「ある産業部門が拡大するときには、他の産業部門は相対的に縮小する」という「経済構造の変化」の影響を分析することができる。このことが応用一般均衡モデル分析の特長であると言ってよい。ただし応用一般均衡モデル分析では「生産関数」と「需要関数」を設定することが必要である。これらの関数の設定の仕方についてはいくつかの考え方があり、統一見解は得られておらず、ある程度の想定を入れて設定せざるを得ない⁴⁾。このことは同手法の難点である。

同手法を用いた分析で重要なことは、傾向としてどのような結果が得られたか、またその結果をもたらした因果関係がどのようなものであるかを把握することにある。そのような分析を可能にするマクロ経済手法として、応用一般均衡モデル分析は有効な手段である。

【参考文献】

- [1] 総務省；「IT が地球環境に与える影響の評価に関する調査」、2002.
- [2] (財) 国際超電導産業技術研究センター；「超電導応用技術の省エネルギー効果に関する調査」、2001.
- [3] J.Romm, A.Rosenfeld and S.Herrmann；「インターネット経済・エネルギー・環境」、流通経済大学出版社、2000.
- [4] J.Shoven and J. Whalley；「応用一般均衡分析」、東洋経済新報社、1993.
- [5] 松本光崇、入江康子、藤本淳；「IT 社会のエコデザイン：応用一般均衡モデルを用いた IT 化進展の環境負荷影響評価」、エコデザイン 2002 ジャパンシンポジウム、pp.30-33、2002.

3.3 ミクロ事例

3.3.1 SI-LCAによる行政機関用電子申請システムの環境影響評価－(株)日立製作所

(1) はじめに

日立製作所（以下、日立と称する）は、システムインテグレーション（System Integration ; SI）サービスの環境影響を、CO₂排出に換算して評価するSI-LCA（シルカ）と、SI-LCA[1] [2]による愛知県電子申請システム評価内容を事例として報告する。

(2) SI-LCAの概要

(ア) 評価対象ステージ

システム製品は、PC やサーバ等の機器とソフトウェア製品の組み合わせで構成されることから、評価対象ステージは機器とソフトウェアの製造から使用・リサイクルまでを同時に評価できるように、図 3.3.1.1 に示す 10 のステージとした。以下に各ステージの内容を示すとともに、図 3.3.1.2 に SI-LCA の入力インターフェースの一例を示す。

- 1) 調達ステージ：PC やサーバ等のシステム構成機器の調達
- 2) ソフトウェアの設計開発ステージ：ソフトウェアの設計開発
- 3) 出荷ステージ：プログラム格納 CD やドキュメントの作成
- 4) 輸送ステージ：構成機器とソフトウェアの顧客先への輸送
- 5) 設置ステージ：システム構成機器の設置や配線作業
- 6) 立ち上げ作業ステージ：顧客先でのシステム立ち上げ（稼動）作業
- 7) 使用ステージ：顧客先でのシステム運用
- 8) 保守ステージ：システム運用期間における構成機器及びソフトウェアの保守、バージョンアップ作業
- 9) 回収ステージ：使用済み機器のリサイクル工場までの輸送
- 10) リサイクルステージ：回収した機器のリサイクル作業

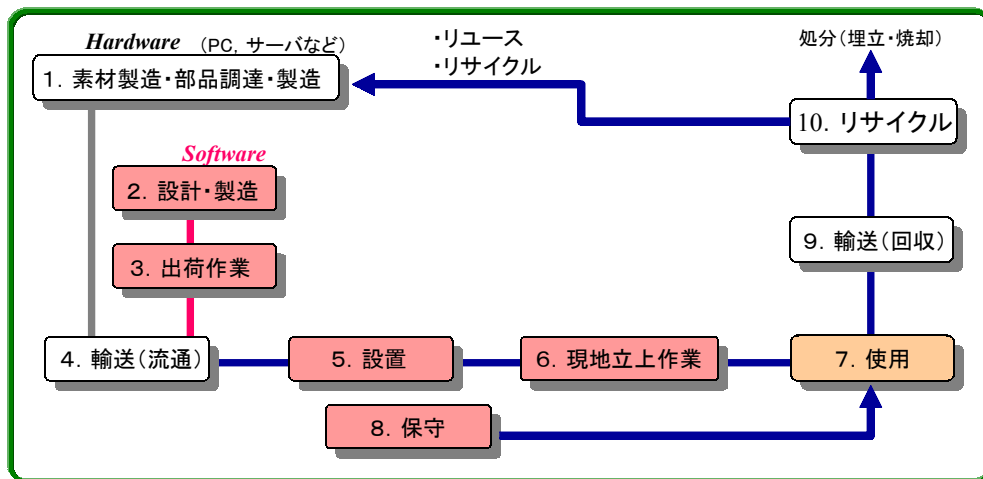


図 3.3.1.1 SI-LCA の評価対象ステージ

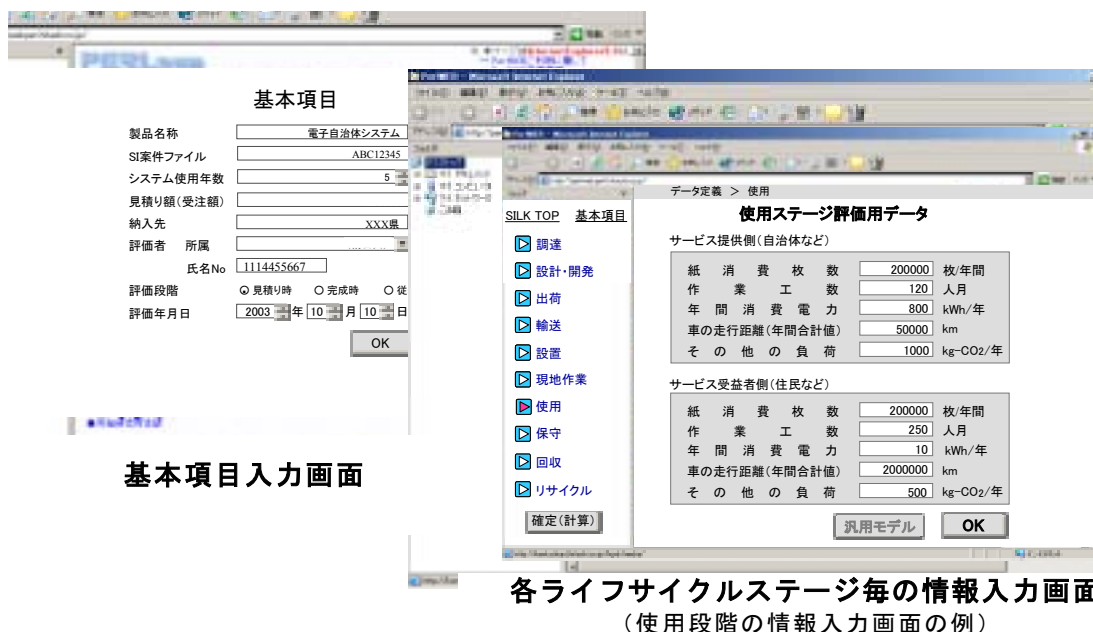


図 3.3.1.2 SI-LCA の入力インターフェース(一例)

(イ) 評価対象ステージ毎の環境負荷評価方法

各ステージにおける環境負荷は CO₂ 排出量で求める方式とした。以下に、主なステージの CO₂ 排出量算出方法について述べる。

① 調達ステージ

使用機器類を製造するための、「素材製造」「加工」「組立」時に発生する CO₂ の量を、日立の環境適合製品認定に使用する製品アセスメントツールに組み込まれた LCA で計算し、SI-LCA はその結果を調達ステージ（機器製造）における CO₂ 排出量としている。

② ソフトウェアの設計開発ステージ

ソフトウェア製品の開発に関しては、ハードウェア製品のように投入材料やエネルギー

を製品単位に定義することは不可能である。そこで、事業所の売上高を事業所の全環境負荷で割った「事業所環境効率指標」を基に、製品毎の CO₂ 排出量を求めることにした。事業所環境負荷は、電気・水・車の使用や廃棄物処理時の環境負荷を CO₂ 排出量に換算した。

なお、「設置」「立ち上げ作業」「保守」ステージにおける CO₂ 排出量も同じ方式で算出した。

③ 出荷ステージ

ソフトウェアを収めた CD、設計書などのドキュメント類、梱包用のダンボールの数量に、それぞれの製造時の CO₂ 排出原単位を乗じて算出した。

④ 輸送ステージ

機器類を輸送するトラックの積載重量（4t、10t）、輸送する機器の総質量、機器製造工場から顧客設置場所までの輸送距離から算出する。

⑤ 使用ステージ

システム製品を導入してサービスを提供する側（電子申請システムでは行政側）と、受ける側（電子申請システムでは住民側）の環境負荷別々に評価することとした。以下に対象とした要因とその CO₂ 排出量算出方法を示す。なお、ここで原単位と称するのは、それぞれの環境負荷要因と CO₂ 排出量の換算値のことである。

(a)作業工数：作業者が作業を行うことによる負荷を、作業工数に1ヶ月作業行ったときの CO₂ 排出量原単位を乗じて算出する。

(b)車の走行：走行距離に普通乗用車の走行原単位を乗じて算出する。なお、今回評価を行った、行政機関向け電子申請システムでは、申請者の50%が公共の交通機関を使用し、50%が自家用車を使用すると仮定して、自家用車分の CO₂ 排出量のみを評価対象とした。

(c)機器使用による電力消費：システム構成機器全体の消費電力に、電力原単位を乗じて算出する。

(d)紙の消費量：紙の消費枚数に紙の製造時の原単位を乗じて算出する。

⑥ 回収ステージ

機器類を輸送するトラックの積載重量（4t、10t）、輸送する機器の総質量、設置場所から最寄のリサイクル工場までの輸送距離から算出する。

⑦ リサイクルステージ

使用機器類をリサイクルするときに発生する CO₂ 排出量を、日立の環境適合製品認定に使用する製品アセスメントツールに組み込まれた LCA で計算し、SI-LCA はその結果をリサイクルステージにおける CO₂ 排出量としている。なお、システム製品のマニュアルやプログラムを格納した CD、及び申請等に使用した紙をリサイクルする時の CO₂ 排出は考慮していない。

(ウ) 評価結果の表示

算出した CO₂ 排出量をステージ毎に数値で表示するとともに、ステージ毎の値を積み上

げた棒グラフで表示する。また、システム導入前後や新旧システムの比較が可能なように、複数の評価結果を並べて表示することができる。

(3) SI-LCA による愛知県電子申請システムの環境影響評価

今回の評価では電子申請システム導入による CO₂ 排出量削減効果を把握するために、システム導入前と導入後の比較を行った。

(ア) 行政機関用電子申請システムの概要

電子申請システムは、税証明書などの発行申請や受領を自宅のパソコンからインターネットを利用して行うシステムである。図 3.3.1.3 に、電子申請システム導入前後の申請方法と評価に用いた主な前提条件を示す。

今回は愛知県の電子申請システムの評価事例を報告する。

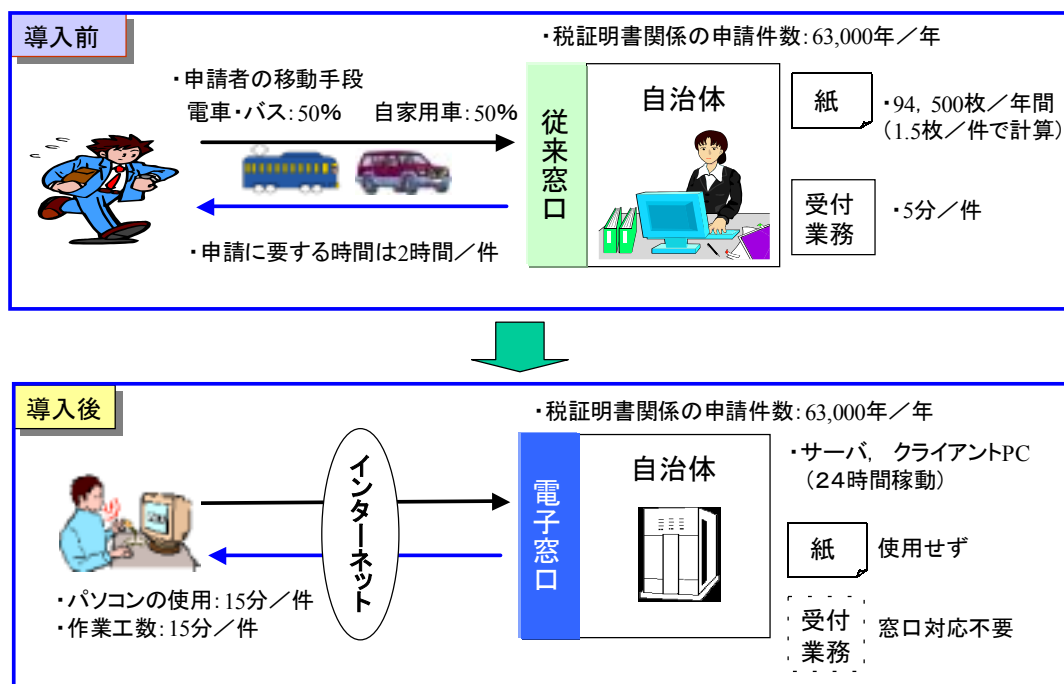


図 3.3.1.3 電子申請システム導入前後の申請方法と評価に用いた主な前提条件

(イ) 評価にあたっての前提条件

愛知県電子申請システムの評価を行うにあたり、前提とした評価条件を表 3.3.1.1 に示す。

なお、電子申請システムの稼働期間は5年間とし、システム導入前後とも5年間での環境負荷を算出して比較することにした。

表 3.3.1.1 愛知県電子申請システムの評価における主な前提条件

区分 対象	電子申請システム導入前		電子申請システム導入後		
	住民側	行政側	住民側	行政側	
共通仮定内容	<ul style="list-style-type: none"> ・申請件数：63,000 件／年間 ・1ヶ月の作業時間：165 時間 ・評価対象（システム稼動）期間：5 年間 				
個別仮定内容	<ul style="list-style-type: none"> ・自宅を出てから帰宅までの時間：2 時間 ・車の利用：50% が車を利用。 ・車の走行距離は「本庁」「保健所」などまでの距離と、申請件数から算出。 	<ul style="list-style-type: none"> ・紙の使用枚数 1.5 枚/件 (A4 サイズ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての申請者が自宅からパソコンで申請すると仮定。 ・PC による申請作業時間：15 分/件 	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象範囲：行政機関が住民からの申請をインターネットで受付け、申請書を審査後、該当部署へ送付するまで。 ・エネルギー使用：行政機関のサーバ、PC は 24 時間稼動 	
評価に使用した値 (注)	紙使用枚数 (枚/5 年間)	無し	472,500 枚 (63,000 × 1.5 枚/年 × 5 年間)	無し	無し
	作業工数 (人月/5 年間)	3,819 人月	159 人月	477 人月	無し
	年間消費電力	無し	無し	5512.5kWh	125,994kWh
	車の走行距離	2,294,038km	無し	無し	無し

(注)表中の値は、共通・個別仮定内容欄に示した値から算出したものである。

(ウ) 評価に利用した主な CO₂ 排出原単位

評価に使用した主な CO₂ 排出原単位とその出展を表 3.3.1.2 に示す。

表 3.3.1.2 評価に使用した CO₂ 排出原単位の一例

項目	原単位	出展
作業－電力換算係数	2.36kWh/人・時間	日立の事業所の実績値
電力 1kWh 当たりの CO ₂ 排出量	0.509kg-CO ₂	中部電力の 2002 年度実績値
自家用自動車で一人を 1km 運ぶのに排出する CO ₂	0.188kg-CO ₂	2002 年国土交通白書 (国土交通省)
1kg の荷物を 4 トントラック (燃料経由) で 1 km 運ぶのに排出する CO ₂	0.0001042kg-CO ₂	プラスチック処理促進協会

(エ) 評価結果

表 3.3.1.3 に評価結果を、図 3.3.1.4 に算出値のグラフ表示を示す。なお、グラフ表示において、下のブロックがライフサイクル全体、上のブロックが使用段階のみの評価結果である。

評価の結果、電子申請システムを導入することにより、CO₂ 排出量を 87%削減できることがわかった。

表 3.3.1.3 評価結果

ライフサイクル ステージ	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	
	システム導入前	システム導入後
調達	0	1,438
設計・開発	0	4,968
出荷	0	45
輸送	0	3
設置	0	2,476
立ち上げ	0	373
使用	1,353,542	155,534
保守	0	6,830
回収	0	3
リサイクル	0	60
合計(kg- CO ₂)	1,353,542	171,729
(申請 1 件あたりの CO ₂ 排出量 : kg-CO ₂)	4.30	0.55
システム導入による CO ₂ 排出量削減率		87%

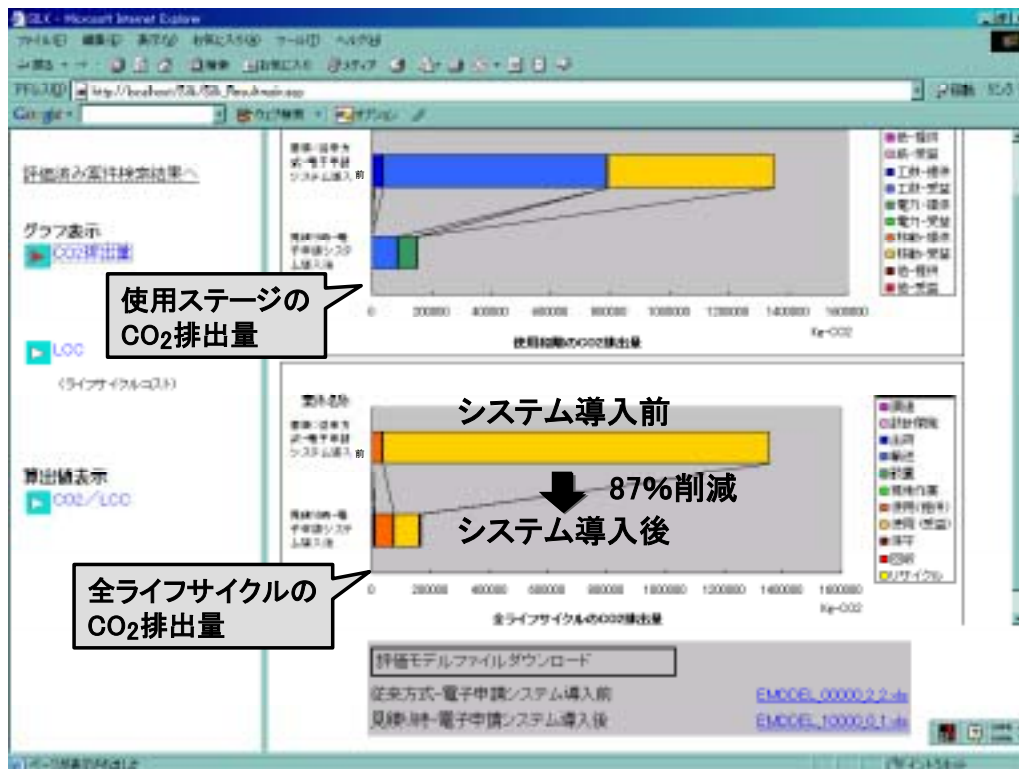


図 3.3.1.4 評価結果(グラフ表示)

(オ) データ伝送に伴うインターネットインフラへの環境負荷

今回の電子申請システムの環境影響評価では、使用段階でのデータ伝送に伴うインターネットインフラへの環境負荷は評価対象にはしなかった。なお、電子申請システムを利用した申請のためのデータ通信量は約 5KB/件であり、マクロ事例の「ICT サービスの環境効率とファクター」の項で報告されている、情報流通の CO₂ 誘発原単位 (2003 年の値: 2.5g-CO₂/MB) を使用して算出すると、5 年間の CO₂ 排出量は約 4 kg と計算される。

$$63,000 \text{ 件} \times 5 \text{ 年間} \times 5\text{KB} \times 2.5\text{g-CO}_2 \times 10^{-3} \div 1000 = 4\text{kg-CO}_2 / 5 \text{ 年間}$$

このインターネットインフラへの環境負荷は、データ送信件数が増加した場合や、画像等の容量が大きいデータの送信を行うシステムでは、無視できないものとなるので、システム製品の環境負荷要因に加えることを検討する。

3.3.1.4 環境効率の検討

日立は 2003 年 5 月に環境効率指標として、温暖化防止ファクターと資源ファクターを発表した[3]。これは、製品のライフサイクル全体での CO₂ 排出量及び利用資源量の削減量と製品性能の向上度合いを評価するもので、以下の計算式で評価する。

(1) 温暖化防止ファクター＝新製品の温暖化防止効率／旧製品の温暖化防止効率

(注) 温暖化防止効率＝製品性能／ライフサイクルでの温暖化ガス排出量

(2) 資源ファクター＝新製品の資源効率／旧製品の資源効率

(注) 資源効率＝製品性能／新規に使用する資源量＋廃棄される資源量

この環境効率指標の算出手法は現在のところハードウェア製品を対象にしているが、今回評価を行った愛知県電子申請システムの温暖化防止ファクターを参考までに計算すると、「ファクター7.9」（製品性能は「1」として計算）となる。なお、システム・サービス製品の環境効率評価手法については検討が必要と考えている。

3.3.1.5 おわりに

今回、愛知県の協力を得て「愛知県電子申請システム」による CO₂ 排出量削減効果を、日立で開発した SI-LCA により評価した。その結果、システムを導入することにより、機器の調達、輸送、回収、リサイクル、及び機器使用による電力使用など、環境負荷が増加する要因があるが、使用段階における申請のための車の使用（走行距離）削減や、行政機関側の紙使用削減や直接作業低減などによる環境負荷低減効果が大きく、導入前に比べ CO₂ 排出量を 87%削減できるとの結論を得た。

なお、以下に述べる事項が今後の課題と考えている。

(1) SI-LCA の評価対象ステージと環境負荷要因の見直し

特に、使用段階でのデータ伝送に伴うインターネットインフラへの環境負荷については更に検討を行う必要があると考えている。

(2) 各ステージにおける CO₂ 排出量算出原単位と算出式の検証

(3) 愛知県における実データ収集継続による効果の継続的把握

【参考文献】

[1] 日本工業新聞、2003/10/30（11面）

[2] 日本工業新聞、2003/11/24（7面）

[3] 山本良一・小田克郎編著、環境技術革新の最前線、日科技連、pp.145～150、2003/10

3.3.2 TV 会議—日本電信電話株

実際に行われたテレビ会議（1657 回分、全 29 拠点）について、接続地点間を会議参加者が移動（出張）したと想定した場合の仮想的な対比モデルを設定し、テレビ会議システムと通信設備の運用時と出張に利用した交通（往復）の CO₂ 排出量を比較・評価し、両者の環境効率とファクターを算出した。簡易化のため、TV 会議と出張会議における便益は等しいとみなし（リアリティに関する因子、時間短縮率は 1）、共に P とした。両者の評価システムの境界は図 3.3.2.1 のとおりである。

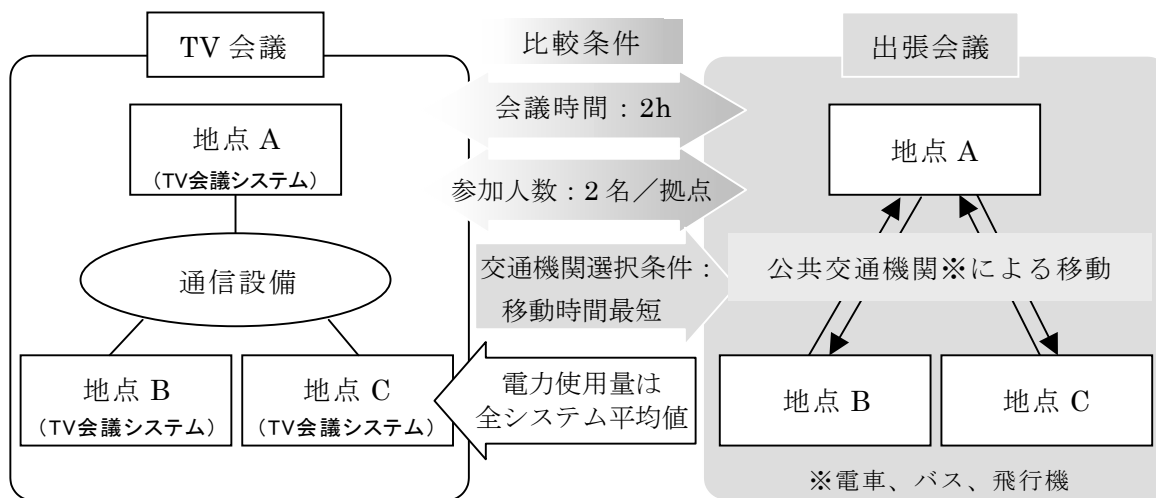


図3.3.2.1 TV会議と出張会議の環境効率の評価システム境界

表 3.3.2.1 環境負荷量の計算方法

環境負荷量（CO ₂ 排出量）の計算方法	ファクターの算出式
<ul style="list-style-type: none"> 通信システムはNWと端末分を合算 NW：以下の計算式により算出 NTT通信設備のCO₂排出量 / NTTの売上高 × 通話料金 端末：消費電力より算出 交通機関については90年産業連関表 	<p>TV 会議と出張会議の価値を同等と見なした。</p> $\frac{\text{通信システム運用によるCO}_2\text{排出量}}{\text{交通輸送におけるCO}_2\text{排出量}}$

表 3.3.2.2 計算結果

	CO ₂ 排出量	環境効率	ファクター
TV 会議	8.5 kg	P / 8.5	6.8
出張会議	58 kg	P / 58	

3.3.3 企業用人事・総務申請・決裁システム—(株)富士通研究所

(1) はじめに

国際社会における温暖化対策への取組みは、温暖化ガスの排出権取引等が活発に進められており、国内でも1998年に「地球温暖化対策推進大綱」が発表され、温暖化ガスの削減目標（2008～2012年に1990年比で6%減）を施策として、産業、民生、運輸部門において様々な取組みが提案されている。特に、IT（Information Technology：情報技術）を導入することによる二酸化炭素（CO₂）排出削減の可能性が各部門において見込まれており、交通システム、音楽配信、電子商取引、中間物流の簡素化等の取組みが検討されている。しかし一方で、IT化によりパーソナルコンピュータやサーバ等の情報機器における総電力消費量の増加も予想され、それによるCO₂排出量の増大も推察される。したがって、IT化によるCO₂排出量の増減は、それに係わる製品・サービスの環境負荷をライフサイクル全体（原材料採掘から製造、使用、廃棄・リサイクルまで）について分析し、IT化による直接的な影響と、社会全体に及ぼす間接的な影響も含めて総合的に評価する必要がある。

本節では、まずIT化（特にソフト・サービス）を導入することによる環境負荷の評価手法を提示した上で、(株)富士通研究所（以降(株)富士通と記す）において実施されてきた「人事・総務への申請・決裁システム」の事例を取り上げ、資源・エネルギー消費に起因するCO₂排出について分析し、IT化による影響を環境的観点から定量的に評価した。

(2) 環境負荷の評価手法の確立

あるシステムへのソフト・サービス導入による環境負荷の算出手法として、IT化の導入前後に影響を受けると考えられる環境要因を特定し、それらの環境負荷を定量的に分析する必要がある。本事例では、物の消費量、人の移動量、物の移動量、オフィススペース、倉庫スペース、IT・ネットワーク機器電力消費量、ネットワークデータ通信量、廃棄物量の8つに分類し、これらを環境影響要因として評価した。

表 3.3.3.1 環境影響 8 要因の分類

環境影響要因分類の考え方			考慮すべき環境影響要因	
直接	有形	導入機器	IT・NW機器の使用	IT・NW機器電力消費量
			IT機器の設置スペース	オフィススペース
	無形	データ	情報通信量	NWデータ通信量
間接	有形	脱物質化	紙記録媒体	物の使用量
			倉庫スペース	倉庫スペース
			廃棄物量	廃棄物量
	無形	無駄削減	人の移動	人の移動量
			物の移動	物の移動量
	処理効率化	工数削減→占有面積削減	オフィススペース	

具体的な環境影響要因の分類方法を表 3.3.3.1 に示したが、まず、ソフト・サービスの導入による環境影響を直接的と間接的とに大別し、さらに各項目に対して該当する要因を抽出して、IT 化の導入による環境影響 8 要因を設定した。

ここでの直接的な環境影響とは、「ソフト・サービスの導入」においてどのような行動を起こしたかということで定義される（それによる効果は考慮しない）。つまり、「IT 機器を導入し、システムを稼働させ、電子的あるいはネットワーク上で情報伝達する」までを直接的な環境影響として考えた。それに対して、間接的な環境影響では「ソフト・サービスの導入により、もたらされた効果・影響」として定義できる。

また、その中で環境影響項目を有形であるか、無形であるかを分類する。有形とは IT 機器やネットワーク機器、紙・記録媒体等の物質的に捉えられる環境影響であり、無形とはネットワーク上を流れる情報量、人・物移動における無駄の排除、処理効率化による工数削減等の視覚的に把握できない環境影響である。この中で処理効率化については、業務効率化によって工数が削減できることから、関連する業務の占有面積（オフィススペース）を削減できるものと考えられる。つまり、処理効率化はオフィススペース削減につながるという考えに基づき評価した。オフィススペース単位面積当たりのエネルギー消費量の算出には、ビルで消費されるエネルギー種別（ $87.7\text{kg}\cdot\text{CO}_2/\text{m}^2$ ）と¹⁾、1 人当たりのワークスペース（ $13.1\text{m}^2/\text{人}$ ）のデータを引用した²⁾。しかし、ここで設定した原単位は、ビル建設数や賃貸ビル契約数の増減によって年々変動することが推測されることから、電力原単位と同様の取扱いが必要であると考えられる。

(3) 「人事・総務への申請・決裁システム」の環境的評価

1) インターネットを利用した人事・総務への申請・決裁システム

企業における人事・総務に係わる様々な申請や決裁は、申請者が既に用意されている伝票や書類に必要事項を記入し、承認を得た後、担当部署において処理される。(株)富士通では、インターネットを利用した「人事・総務への申請・決裁システム」を新たに構築し、1995 年から段階的に導入してきた。このシステムでは、これまで必要とされていた申請・決裁に係わる情報を電子化し、伝票・書類回送経路をオンラインで扱うもので、これにより事務手続きの簡素化、事務処理の迅速化が促進される。図 3.3.3.1 に、「人事総務への申請・決裁システム」の導入前後の手続き方法の概略図を示した。

このシステムの導入により、これまで伝票や書類に記入していた情報はインターネットで伝達されるため、紙媒体の使用量が削減され、これによって各担当部署において必要とされていた伝票・書類の保管スペースも削減できるものと考えられる。また、決裁担当部署では電子化された情報が自動的に回送されるため、事務工数の削減や決裁処理の高速化ができる他、データの一括管理が可能になる等、これまでと比較すると事務処理のために占められていたオフィススペースが大幅に削減できると推察される。さらに、これに付随してオフィスの空調・照明等で消費されてきた燃料や電力も抑制されることから、「人事・総務への申請・

「決裁システム」の導入は環境負荷の低減に極めて効果があるものと予想される。

その一方で、「人事・総務への申請・決裁システム」の導入には、伝票・書類情報を管理するメインフレーム・コンピュータ、テンプレートを送信する Web サーバ、アプリケーションサーバ (UNIX サーバ、IA サーバ)、さらにクライアント・パーソナルコンピュータ等が必要となる。上述したように、これらの IT・ネットワーク機器の電力消費に起因して、CO₂ 排出量が必然的に増加することになる。また、情報伝達にはインターネットが利用されることになり、インターネットインフラの維持に投入される資源・エネルギー消費も増加することが予想される。

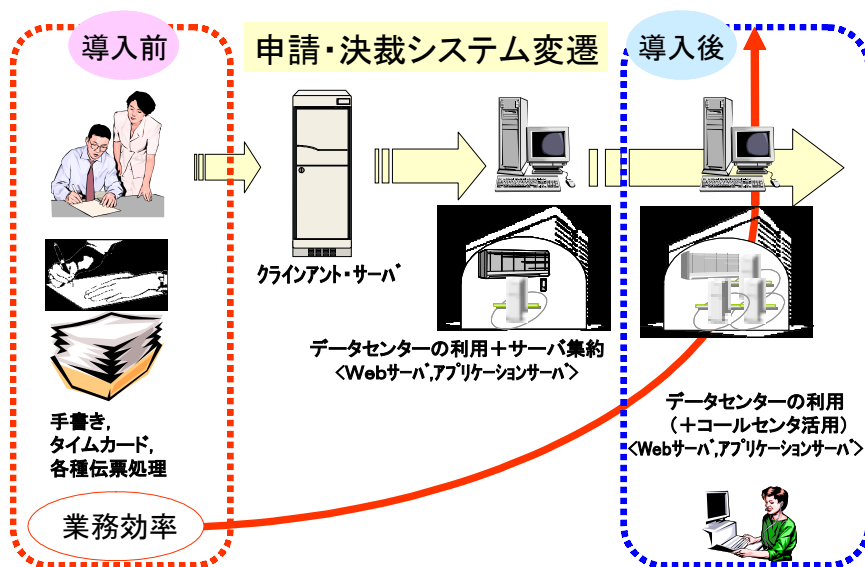


図 3.3.3.1 「人事・総務への申請・決裁システム」導入前後の手続き方法

2) 「人事・総務への申請・決裁システム」の設定条件

上記の環境負荷の評価手法に基づいて「人事・総務への申請・決裁システム」の導入効果を定量的に把握するために、以下のような設定条件で検討を行った。

① 機能単位 (サービス)

2002年8月から2003年7月までの1年間における(株)富士通での人事・総務への総申請・決裁数 (約700万件) を対象とした。

② 物の使用量

人事・総務への申請及び決裁に必要なとされる伝票・書類等の紙使用量 (システム導入前: 39,300kg、システム導入後: 2,900kg) を対象とした。紙の消費に伴うCO₂排出量については、産業連関表データ (1.163kg-CO₂/kg) より算出した³⁾。

③ オフィススペース

システム導入によって、これまで申請・決裁業務に従事していた人事・総務部門及び現場部門の従業員が別作業に移行でき (システム導入前: 3,550人、システム導入後: 2,450人)

人)、伝票・書類の保管場所（システム導入前：88m²、システム導入後：6m²）も減少できる。したがって、このオフィススペースの効率化に伴い、これまで事務所で空調・電灯等として使用されていたエネルギー（電力）が削減できることから、1人当たりのワークスペース及び事務所用ビルエネルギー原単位を用いて、そのCO₂排出量の減少分を算出した。逆に、システム導入により、サーバ設置によるオフィス占有スペースの増大（27m²）も考えられることから、これについてはCO₂排出量の増加分として同様に算出した。

④ IT・ネットワーク機器電力消費量

IT及びネットワーク機器としては、Webサーバ、アプリケーションサーバ、クライアント・コンピュータを対象とした。サーバは全26台で1年間当たりの総電力消費量が211,000kWhとなる。パーソナルコンピュータの電力量は、179W（デスクトップPC＋ディスプレイ含む）で、人事・総務への申請・決裁に1件当たり5分間費やしたと仮定すると、1年間での総電力消費量は103,000kWhとなる。なお、電力消費によるCO₂排出原単位は、産業連関表データ（0.44kg-CO₂/kWh）を引用した³⁾。

⑤ ネットワークデータ通信量

本報告書中の「2. ICTサービスの環境効率とファクター」に基づき、ネットワークデータ通信に係わるCO₂排出原単位を2.5g-CO₂/MBとした。

「人事・総務への申請・決裁システム」の導入効果として、以上のような環境影響要因について評価を行った（表3.3.3.2参照）。なお、人の移動量、物の移動量、倉庫スペースに関しては、システム導入前後で著しく大きな変化はないものと考えられることから、ここでは評価は行っていない。また、廃棄物量についても、システム導入により紙使用量削減による大幅な減少が推察されるが、本事例では評価項目としてCO₂排出量だけを取り扱うため、ここでは対象外とした。

表 3.3.3.2 「人事・総務への申請・決裁システム」において考慮される環境影響要因とその算出データ
(CO₂ 排出原単位)

環境影響要因	対象項目	導入前	導入後	CO ₂ 排出原単位	出典
物の使用量	紙(伝票・書類)	39,300 (kg)	2,900 (kg)	1.163 (kg-CO ₂ /kg)	産業連関表(1995)
オフィススペース	工数(処理に係わる人数)	3,550 (人)	2,450 (人)	13.1 (m ² /人)	日本ビルディング協会連合会 民生部門エネルギー消費実態調査
	伝票・書類保管場所	88 (m ²)	6 (m ²)	87.7 (kg-CO ₂ /m ²)	
	サーバ占有面積	0 (m ²)	27 (m ²)		
IT・ネットワーク機器 電力消費量	サーバ消費電力量	0 (kWh)	211,000 (kWh)	0.44 (kg-CO ₂ /kWh)	産業連関表(1995)
	クライアントPC消費電力量	0 (kWh)	103,000 (kWh)		
ネットワークデータ通信量	データ通信量	0 (MB)	3,400 (GB)	2.5 (g-CO ₂ /MB)	本報告書

3) 「人事・総務への申請・決裁システム」導入によるCO₂排出量の削減効果

上述した環境影響要因を対象として、「人事・総務への申請・決裁システム」導入前後の1年間当たりのCO₂排出量の比較を行った。この結果を図3.3.3.2に示したが、事務処理のIT導入により、IT・ネットワーク機器等の電力消費量が増加し、これに起因してCO₂排出量も増加する結果が確認された。ネットワークデータ通信によるCO₂排出量について

も若干の増加が認められ、将来的に動画配信等の大容量通信が進んだ場合、さらに相対的に占める割合が大きくなる可能性が示唆された。逆に、事務処理に必要なとされるオフィススペースが減少することから CO₂ 排出量は大幅に削減され、紙の使用量の減少も示された。最終的に、各環境影響要因からの CO₂ 排出量を合計すると、「人事・総務への申請・決裁システム」導入前と比較して、導入後は CO₂ 排出量を年間約 1,164t（28%）削減できることが明らかとなった。

なお、この結果は、富士通関連会社における従業員約 10 万人規模で実施された事例に基づく試算であり、従業員規模や事務手続き方法等により、「人事・総務への申請・決裁システム」の導入効果は異なることを補足しておく。

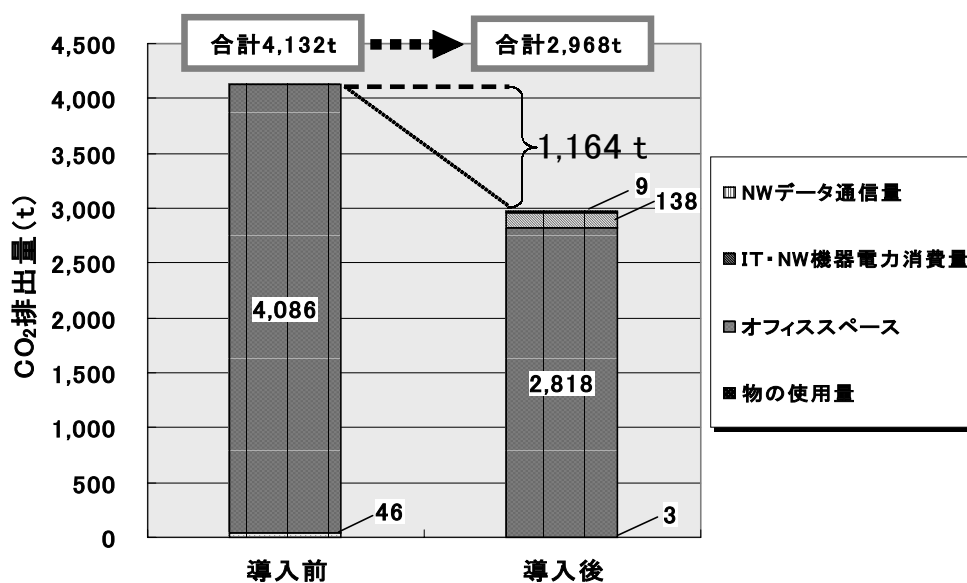


図 3.3.3.2 「人事・総務への申請・決裁システム」導入前後の CO₂ 排出量の比較

(4) まとめ

ADSL や光ファイバー通信等の高速ブロードバンドの急速な普及により、インターネット経済やその利便性は今後ますます発展していくものと予想される。本節では、IT 化による地球環境への貢献という観点から、企業において従来の業務形態により発生していた環境負荷を、IT の導入によって飛躍的に低減させるシステム（ソフト・サービス）事例を紹介した。そして、この中で 8 つの考慮すべき環境影響要因を設定し、IT 化による環境負荷の評価手法を確立した。未だ、インターネットでの情報通信に係わる環境負荷や IT・ネットワーク機器製造に係わる環境負荷等の検討すべき項目もある。これらの検討をさらに進めた上で、IT 導入による環境負荷の評価事例を数多く公表していくことを考えている。特に、ソフト・サービスを提供する際に、その導入効果をコスト・パフォーマンスの評価だけに限らず、地球環境への貢献を視野に入れ、環境負荷の低減効果を定量的に分析・調査し、明確な結果として提示していくことが重要と思われる。

【参考文献】

- [1] 民生部門エネルギー消費実態調査, NEDO.
- [2] 日本ビルディング協会連合会ホームページ, <http://www.birukyo.or.jp/>
- [3] 平成 7 年産業連関表, 総務省, 1999.

3.3.4 インターネットショッピングシステムの環境負荷評価—日本電気株

(1) 方法

評価対象製品は、インターネットショッピングシステムの書籍販売と、ソフトウェアのダウンロード販売である。これらは、NEC が提案するソリューション分類[1-4]のうち、無駄排除システムと完全脱物質化システムの代表として選定した。なお、無駄排除システムとは、余分な人の移動、物の使用、物の移動を減らすようにそれらを適切に管理するシステムであり、完全脱物質化システムとは、全ての情報を電子に置きかえ、人の移動、物の使用、物の移動を不要にできるシステムである。

比較対象として、インターネットを利用しない従来の書籍販売とソフトウェア販売を選択した。

これら、書籍販売(インターネット)、ソフトウェア販売(インターネット)、書籍販売(従来)、ソフトウェア販売(従来)の 4 つのシステムをモデル化した。日本の標準的な状況を想定して、システムへの材料やエネルギーの入力や出力を記述することによってモデル化を行った。モデルの機能単位は、1 年間のシステム運用とした。1 年間の販売個数は、書籍販売(インターネット)と書籍販売(従来)が 3000 件、ソフトウェア販売(インターネット)とソフトウェア販売(従来)が 42000 件である。評価は、システムの運用段階を対象とし、その他の段階、例えばインターネット店舗にあるサーバや従来書店の建物の設計、製造、処分は考慮しなかった。運用段階のみを対象とした理由は、IT システムのライフサイクル CO₂ 排出量の大部分は、その運用段階から発生するためである。例えば、e ラーニングシステムの運用段階の CO₂ 排出量は、システムのライフサイクル CO₂ 排出量の 99%以上の割合を占める[2]。

図 3.3.4.1 に、各モデルを図示する。これらモデルの詳細な条件は以下の通りである。

A) 書籍販売(従来)

a) 書籍製造

売れなかった書籍を考慮して、1.4 冊の書籍が作られると考えた。この値は、書籍返品率約 40%から推定した[5]。書籍の寸法は、幅 14 cm、高さ 20 cm、厚さ 2 cm とした。紙製造、インク製造、印刷及び製本により発生する CO₂ を評価した。

b) 書籍の書店への輸送

1.4 冊の書籍が、2 トンと 10 トンのトラックで 640 km 輸送されるとした。燃料の製造と消費による CO₂ 排出量を評価した。書籍が書店に陳列された時の照明と空調

は無視した。

c) 書籍の顧客への輸送

顧客は、自動車で家から 4km 離れたところにある書店を往復すると考えた。

d) 売れ残り書籍の輸送

0.4 冊の売れ残った書籍は、2 トンと 10 トンのトラックで 640 km 輸送されるとした。

e) 不要書籍のリサイクル

0.4 冊の売れ残った書籍のうち、0.1 冊の不要な書籍は処分されると考えた。この値は、書籍の廃棄率から推定した。2 トントラックで 150 km 輸送され、パルプにリサイクルされるとした。

B) 書籍販売(インターネット)

a) サーバ管理

サーバは、インターネットプロトコル(IP)網を經由して接続されるパソコンを 1 日当たり 8 時間利用することによって管理されるとし、パソコンと IP 網によって消費された電気の製造による CO₂ 排出量を評価した。

b) 顧客注文

顧客は、56kbps のダイヤルアップ IP 接続でサーバに接続されたパソコンを 30 分操作して 1 冊の書籍を注文するとした。サーバは、ファイアウォールを含む Web サーバ 1 台、SSL アクセラレータ 1 台、ルータ 1 台から構成される。パソコン、IP 網とサーバによって消費された電気の製造による CO₂ 排出量を評価した。

c) 書籍製造

売れ残りはないと考え、1 冊の書籍製造を行ったとした。

d) 梱包材製造

書籍は、宅配のため 83g の段ボールで包装されるとした。段ボール製造による CO₂ 排出量を評価した。梱包工程は無視した。

e) 書籍の書店への輸送

1 冊の書籍は、2 トントラックで 20 km 輸送されるとした。

f) 書籍の顧客への輸送

書籍は、宅配便、つまり、2 トンと 10 トンのトラックで 620 km 輸送され、巡回配送で顧客に輸送されると考えた。巡回配送は、90 km² の面積を 70 台のトラックが担当し、1 台のトラックが 80 人の顧客を訪問する場合についてモデルを立てて評価した。

g) 梱包材のリサイクル

使用された梱包材は、2 トントラックで 20 km 輸送され、パルプにリサイクルされるとした。

C) ソフトウェア販売(従来)

a) ソフトウェアパッケージ製造

売れなかったソフトウェアパッケージを考慮して、1.1 個のソフトウェアパッケージが作られると考えた。CD-ROM とケースの製造による CO₂ 排出量を評価した。

b) ソフトウェアパッケージの店舗への輸送

1.1 個のソフトウェアパッケージが、2 トンと 10 トンのトラックで 640 km 輸送されるとした。ソフトウェアパッケージが店舗に陳列された時の照明と空調は無視した。

c) ソフトウェアパッケージの顧客への輸送

顧客は、自動車で家から 4km 離れたところにある店舗を往復すると考えた。

d) 不要ソフトウェアパッケージのリサイクル

0.1 個の不要なソフトウェアパッケージは処分されると考えた。2 トントラックで 20 km 輸送され、粉碎され、再び 2 トントラックで 10 km 輸送され、埋め立てられるとした。

D) ソフトウェア販売(インターネット)

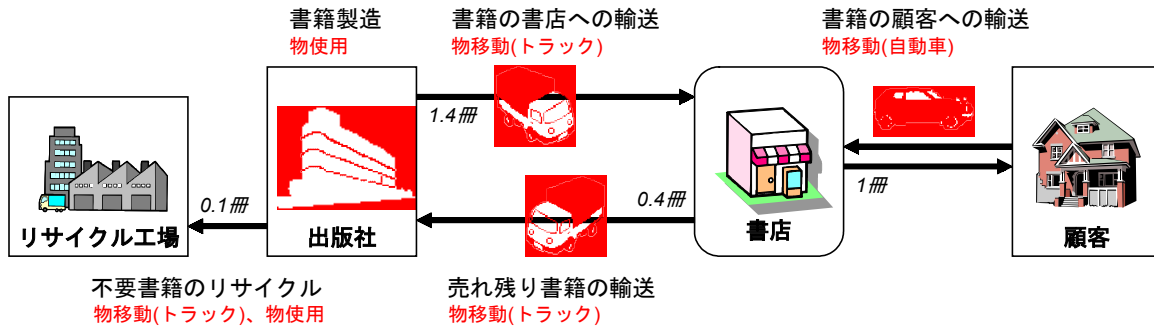
a) サーバ管理

サーバは、IP 網を経由して接続されるパソコンを 1 日当たり 8 時間利用することによって管理されるとした。

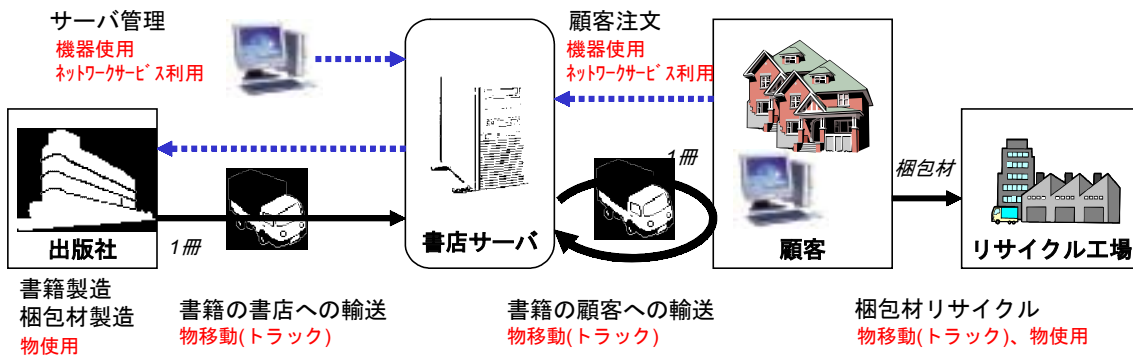
b) 顧客購入

顧客は、56kbps のダイヤルアップ IP 接続サービス、または 1.5Mbps の IP 常時接続サービスでサーバに接続されたパソコンを操作して、1.5 MB のソフトウェア製品をダウンロードするとした。サーバは、Web サーバ、アプリケーションサーバ、ログサーバ、データベースサーバ、ファイアウォールなどの 7 台の装置から構成され、SSL アクセラレータ、ロードバランサ、ルータも含む。

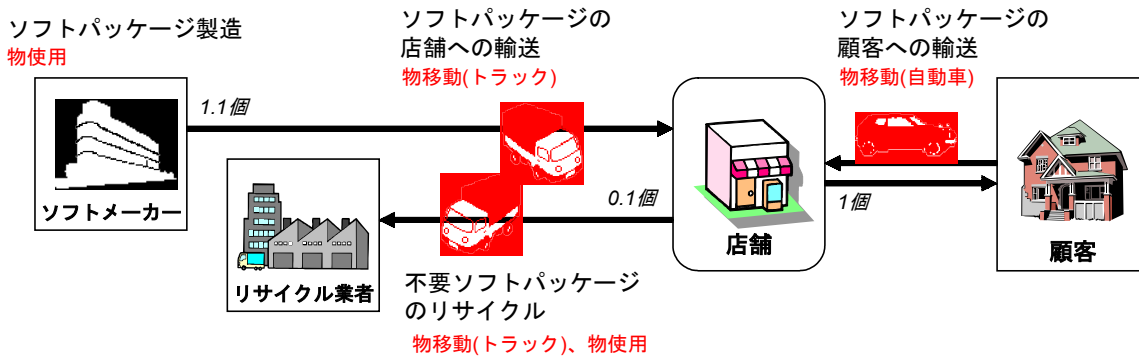
a) 書籍販売(従来)



b) 書籍販売(インターネット)



c) ソフトウェア販売(従来)



d) ソフトウェア販売(インターネット)

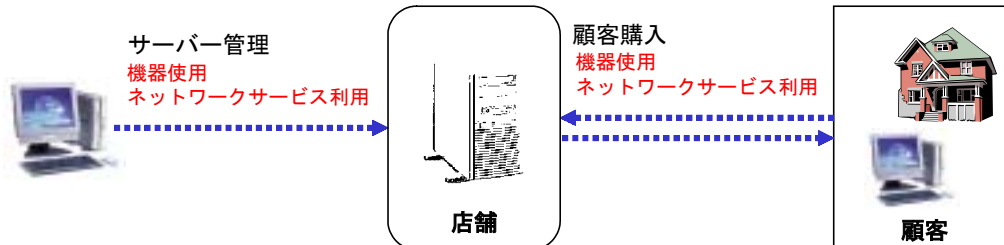


図 3.3.4.1 インターネットショッピングの環境負荷評価モデル

これらのモデルの環境負荷評価は、文献[4]に記載の業務改善評価手法に基づいて実施し、CO₂削減量、CO₂削減率を指標として算出した。まず、各モデルが直接、間接に排出するCO₂排出量を評価し、従来モデル(書籍販売(従来)、ソフトウェア販売(従来))とインターネットモデル(書籍販売(インターネット)及びソフトウェア販売(インターネット))のCO₂排出量の差、つまりCO₂削減量を求めた。次に、CO₂削減量を従来モデルのCO₂排出量で除してCO₂削減率を求めた。

このような環境負荷評価は、我々が以前開発したソフトウェアツールによって計算した[2]。電力のCO₂排出原単位を含む主なインベントリデータは、「LCASUPPORT データベース日本」を利用した。また、「LCASUPOPORT データベース'95年度版産業連関表」も一部利用した。

IP網は、56kbpsのダイヤルアップIP接続サービスと、1.5MbpsのIP常時接続サービスについて評価した。ダイヤルアップIP接続サービスのCO₂排出原単位は、固定電話サービス(市内通話)、アクセスポイント、バックボーンIP網のCO₂排出量の総和により算出した値、0.14 kg-CO₂/hを用いた。なお、固定電話サービス(市内通話)のCO₂排出量は文献[6]より、アクセスポイント、バックボーンIP網のCO₂排出量はNEC内部で調査し試算した。IP常時接続サービスは、第2章で示された情報量当たりのCO₂排出原単位2.5 g-CO₂/Mbyteを使用した。

(2) 結果と考察

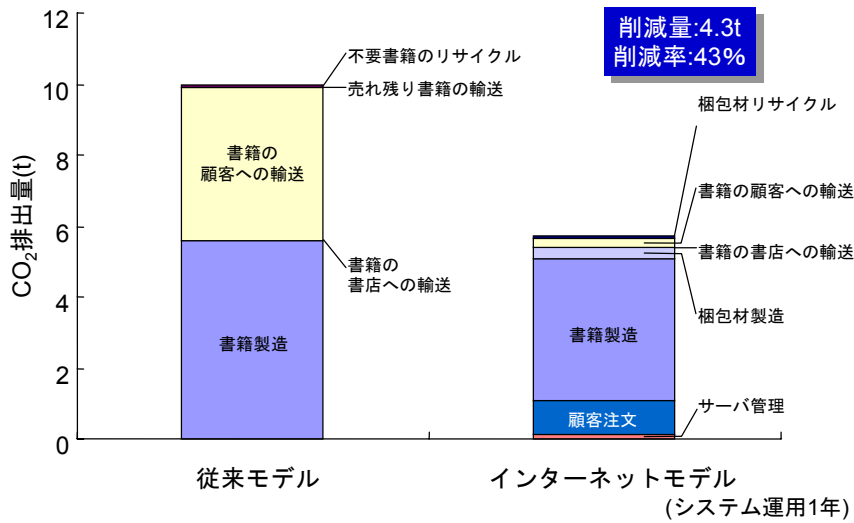
図3.3.4.2 a)に、書籍販売(従来)と書籍販売(インターネット)のCO₂排出量を示す。書籍販売(インターネット)は、書籍販売(従来)よりもCO₂排出量が削減され、CO₂削減量は約4.3t、CO₂削減率は約43%であった。ITが導入された場合、CO₂削減に大きな効果がある工程は、「書籍の顧客による輸送」と「書籍製造」であった。「書籍の顧客への輸送」の工程においては、IT導入により顧客への輸送を自動車から巡回配送に変えることで、大幅に効率化した。「書籍製造」の工程においては、IT導入により、売れないで返品された本の生産の負荷が下がった。「顧客注文」、「梱包材製造」、「梱包材のリサイクル」の工程は、IT導入後のみにある工程であり、CO₂を増加させた。このうち、「梱包材製造」及び「梱包材リサイクル」は、書籍の宅配に由来するものである。

図3.3.4.2 b)に、ダイヤルアップIP接続サービスを利用した場合のソフトウェア販売(従来)とソフトウェア販売(インターネット)のCO₂排出量を示す。ソフトウェア販売(インターネット)は、ソフトウェア販売(従来)よりもCO₂排出量が削減され、CO₂削減量は約57t、CO₂削減率は約83%であった。ソフトウェア販売の場合のCO₂削減率は、書店の場合よりも大きかった。ITが導入された場合、CO₂削減に大きな効果がある工程は、「ソフトウェアパッケージの顧客への輸送」と「ソフトウェアパッケージ製造」であった。IT導入によりソフトウェア製品はダウンロードを通じて提供されるため、ソフトウェアパッケージを不要にする。このような脱物質化のため、ソフトウェア販売の場合のCO₂削減率は書店の

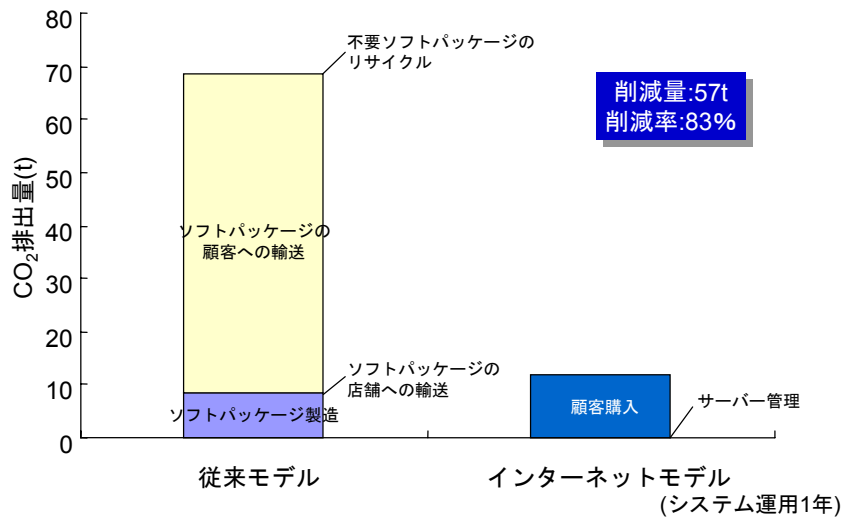
場合よりも大きくなったと考えられる。また、「顧客購入」の工程は、IT 導入後のみにある工程であり、CO₂を増加させた。

図 3.3.4.2 c)に、IP 常時接続サービスを利用した場合のソフトウェア販売(従来)とソフトウェア販売(インターネット)の CO₂ 排出量を示す。IT 導入による CO₂ 削減量は約 60t、CO₂ 削減率は約 87%であり、ダイヤルアップ IP 接続サービスを利用した場合よりも増加した。その主な理由は、IP 網への接続速度の増加によりダウンロード時間が短くなり、顧客購入における IP 網由来の電気使用量が減少したためである。

a) 書籍販売



b) ソフトウェア販売、ダイヤルアップ IP 接続



c) ソフトウェア販売、IP 常時接続

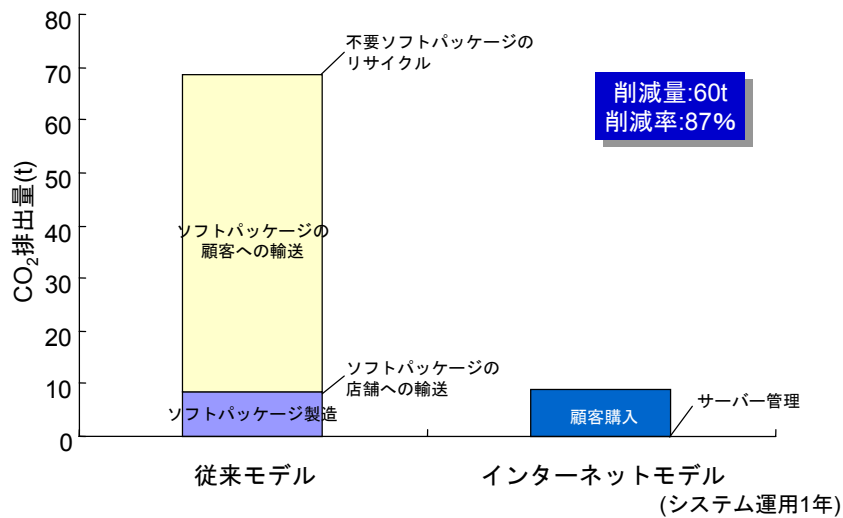


図 3.3.4.2. インターネットショッピング導入の CO₂ 削減効果

【参考文献】

- [1] S. Miyamoto, H. Harada and J. Fujimoto, “Environmental Impact Assessment for Various Information Technology Systems and Classification by Their Environmental Aspects”, EcoDesign 2001: Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, pp. 785-790 (2001).
- [2] S. Miyamoto, H. Harada and J. Fujimoto, “Approach to Ecodesign for Information Technology Systems”, Proceedings of the Fifth International Conference on EcoBalance, pp. 483-486 (2002).
- [3] 宮本 重幸、原田 大生、「IT システムの環境側面を評価する業務改善分析手法の開発」、エコデザイン 2002 ジャパンシンポジウム, pp. 12-13 (2002).
- [4] Shigeyuki Miyamoto, Yasuko Irie and Hiroo Harada, “Factor Analysis of Environmental Load Reduction Induced for Various Information Technology Systems”, The 11th SETAC LCA Case Studies Symposium, pp. 126-129 (2003).
- [5] 全国出版協会 出版科学研究所、「出版指標・年報」(2000).
- [6] H. Harada, S. Miyamoto, J. Fujimoto, K. Takahashi, J. Nakamura, T. Kunioka, “Life Cycle Assessment of Telecommunication Networks for Electronic Appliance Design”, The Fifth International Conference on EcoBalance, pp. 549-552 (2002).

3.3.5 ファクターX 2001 の電子書籍(ΣBook(シグマブック))への適用事例

— 電子書籍と書籍の温室効果ガス排出量の比較評価 — 松下電器産業(株)

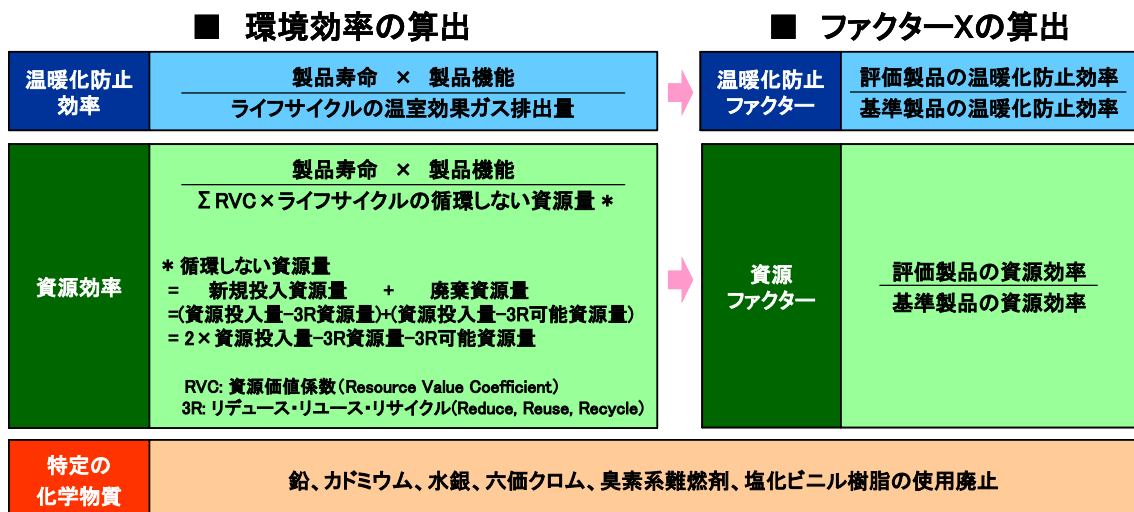
(1) はじめに

科学技術の進歩は、私達に福祉の向上や生活の便利さをもたらした。一方、それらは、直接または間接的に地球温暖化や資源枯渇、環境汚染といった地球環境問題を引き起こす元ともなった。持続可能な社会を構築するためには、環境影響を減らしながら、生活の質を向上させる「新しい豊かさ」を実現しなければならない。表 3.3.5.1 に示すのは、「新しい豊かさ」をはかる「ものさし(基準)」として、「地球温暖化防止」「資源の有効活用」「無害物質の使用」の3つの観点から独自に開発した指標「ファクターX 2001 (Factor X Tool 2001)」である。2001年に「パナソニック環境フォーラム」で初めて発表され、2002年度よりグリーンプロダクツの基準として松下電器グループで活用されている。2003年には、日立グループが本指標を、三菱電機は「資源効率」を導入した[1~4]。

情報技術(IT: Information Technology)は、これまでの科学技術と同様に生活の便利さや快適さをもたらしながらも、同時に環境影響を減らすことができる技術として期待が大きい。このことから、松下グループで製造/販売する電子書籍である ΣBook(シグマブック)に「ファクターX 2001 (Factor X Tool 2001)」を適用し、その可能性を検証する。

本稿では、第 1 ステップとして、「地球温暖化防止」の観点から電子書籍と書籍の温室効果ガス排出量の比較評価を行う。

表 3.3.5.1 「新しい豊かさ」をはかる「ものさし」、ファクターX 2001 (Factor X Tool 2001)



(2) ΣBook(シグマブック)について

表 3.3.5.2 に ΣBook(シグマブック)の仕様を、図 3.3.5.1 に ΣBook(シグマブック)の写真を、図 3.3.5.2 に ΣBook(シグマブック)を用いた情報配信システムを紹介する。コンテンツは、図 3.3.5.2 に示すように、インターネットの配信サイトから個人の PC もしくは書店に設置されたダウンロード BOX にて、SD メモリーカードにダウンロードすることにより購入する。

表 3.3.5.2 ΣBook(シグマブック)の仕様

LCD 表示装置	7.2 インチ 記憶型液晶*) x 2 枚
表示解像度/表示色	XGA(1024 x 768 ドット)/16 階調グレースケール
インターフェース	SD メモリーカード
外形寸法(開けた時)	A4 サイズ: 292mm(W) x 205mm(H) x 12.7mm(D)
(閉じた時)	A5 サイズ: 154.5mm(W) x 205mm(H) x 25.4mm(D)
質量	520 g (電池含まず)
電源	DC3.0V(8000 ページ閲覧/単 3 型アルカリ乾電池 2 個)
動作温度/湿度	5℃~35℃/10%-90% (ただし結露しないこと)

*)記憶型液晶[5]: 液晶素子自体にメモリ性があるため、一度描画された画像は再度描画するまで電池を消費せずに表示し続ける特性をもつ。反射型でありバックライトは使用しない。



http://www.sigmapbook.jp/ebookjapan_org/

図 3.3.5.1 ΣBook(シグマブック)の写真

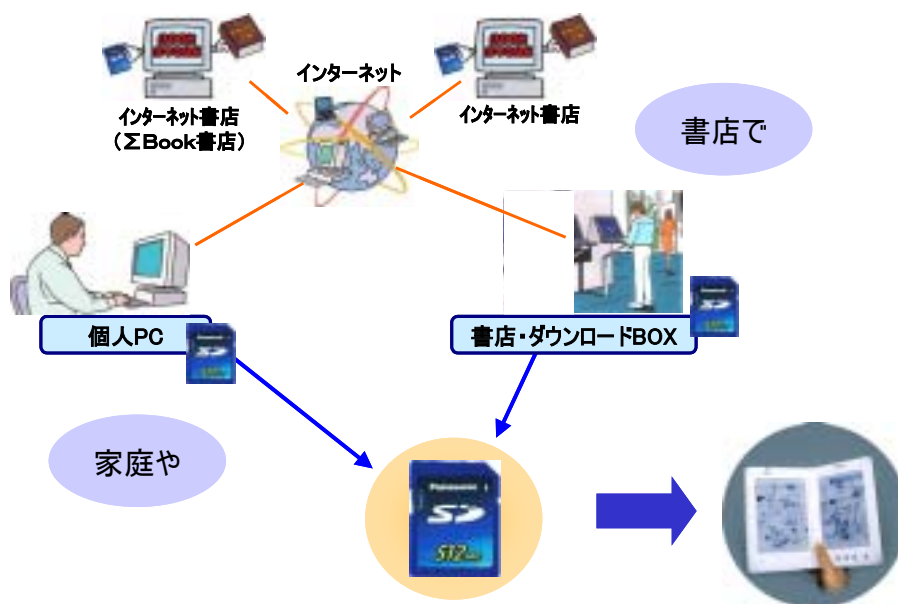


図 3.3.5.2 ΣBook(シグマブック)を用いた情報配信システム

(3) 温室効果ガス排出量の算出

一般的な書籍を 200 ページ、平均読書冊数を「情報白書メディア 2003 年[6]」より、18 冊/年(単行本 9.6 冊/年、文庫新書 8.4 冊/年)とし、3 年間の使用で評価する。

1) 電子書籍(ΣBook(シグマブック))を用いた情報配信サービスの場合

① ΣBook(シグマブック)

閲覧機器である ΣBook (シグマブック) における温室効果ガス排出量は、素材製造、電子部品製造、組み立て、製品輸送、使用、リサイクル/廃棄の全ライフサイクルを対象として、JEMAI-LCA ソフトウェア[7]の LCA 原単位データを主に用い、電子部品製造に関しては当社にて開発した原単位データ[8]を用いて、「松下製品アセスメント支援システム[9]」により算出した。インターフェースである SD メモリーカードは、512MB を想定し、電子部品製造に含めている。組み立て段階での使用エネルギーは、工場におけるエネルギーの総使用量を台数で割ることにより簡易的に算出した。輸送段階は、4t トラック、積載効率 75%で東京と大阪間の往復(帰路は空輸送)と仮定した。使用段階は、使用時の消費電力として、8000 ページ閲覧/単 3 型アルカリ乾電池 2 個を 1 ページあたりに換算して算出した。リサイクル/廃棄段階は、埋め立てられるとして算出した。

② 情報の配信

1 冊分の情報をダウンロードする際の温室効果ガス排出量は、下記より算出した。

- 1) コンテンツを管理する機器の製造時の温室効果ガス排出量
- 2) コンテンツを管理する機器の使用時の温室効果ガス排出量
- 3) ダウンロード時のネットワークの温室効果ガス排出量
- 4) ダウンロードに使用する端末機器の製造時の温室効果ガス排出量
- 5) ダウンロードに使用する端末機器のダウンロード時の温室効果ガス排出量

a) コンテンツを管理する機器の製造時の温室効果ガス排出量

コンテンツを管理する機器をデスクトップ PC 3 台と仮定した。デスクトップ PC の製造時の温室効果ガス排出量を 128g[10]とし、置き換えを 3 年間と想定して、3 年間の予想ダウンロード冊数で配分することにより算出した。3 年間の予想ダウンロード冊数は、利用者数を 10 万人と仮定し、18 冊/1 年 x 3 年 x 10 万人 = 540 万冊 と算出した。

b) コンテンツを管理する機器の使用時の温室効果ガス排出量

コンテンツを管理する機器をデスクトップ PC 3 台と仮定した。デスクトップ PC の使用時の消費電力を、本体 100W、置き換えを 3 年間と想定して、3 年間の予想ダウンロード冊数で配分することにより算出した。3 年間の予想ダウンロード冊数は a) に同じである。

c) ダウンロード時のネットワークの温室効果ガス排出量

情報量にネットワークの温室効果ガス排出原単位を乗じることにより算出した。一般的な漫画(1冊 200 ページ)の情報量はイメージデータで 20MB、一般的な小説、ビジネス書(1冊 200 ページ)の情報量は、イメージデータの場合は 10MB、テキストデータの場合は 0.5MB である。ネットワークの温室効果ガス排出原単位として、2.5 g-CO₂/MB を用いた [11]。

d) ダウンロードに使用する端末機器の製造時の温室効果ガス排出量

ダウンロードに使用する端末機器をデスクトップ PC と仮定した。デスクトップ PC の製造時の温室効果ガス排出量を 128g とし、平均使用時間を 1 日 2 時間で、置き換えを 2 年間と想定して [10]、ダウンロード所要時間で配分することにより算出した。

1 冊のダウンロード所要時間は、ネットワーク回線能力を 8Mbps(実効 6.4Mbps)とし、一般的な漫画(1冊 200 ページ)の情報量が、イメージデータで 20MB、一般的な小説、ビジネス書(1冊 200 ページ)の情報量が、イメージデータの場合は 10MB、テキストデータの場合は 0.5MB であることから算出した。コミック誌の場合 25 秒、一般的な小説、ビジネス書の場合、イメージデータで 12.5 秒、テキストデータで 0.625 秒である。なお、本評価では、ダウンロードに要する時間は実効速度を公開速度の 8 割と仮定して算出した。

e) ダウンロードに使用する端末機器のダウンロード時の温室効果ガス排出量

ダウンロードに使用する端末機器をデスクトップ PC と仮定し、デスクトップ PC の使用時、つまり、1 冊の情報のダウンロード所要時間におけるデスクトップ PC の消費電力より算出した。1 冊のダウンロード所要時間は、4)に同じである。デスクトップ PC の消費電力は、本体 100W とモニタ 100W の合計 200W として算出した。

2) 書籍を媒体とした情報配信サービスの場合

書籍における温室効果ガス排出量は、素材製造(紙、インク)と書籍の製造(印刷、製本)を対象とし、JEMAI-LCA ソフトウェア [8] の LCA 原単位データを用い、当社にて開発した「松下製品アセスメント支援システム [9]」により算出した。インクの使用量と、書籍の製造(印刷・製本プロセス)は、「家庭生活のライフサイクルエネルギー [10]」にもとづいて算出した。出荷形態はさまざまであるが、輸送は、2tトラック、積載効率 100%で 190km を輸送される(帰路は空輸送)と仮定した。

本稿では、書籍の購入行為に伴う GHG 排出量、書籍の保管場所、販売場所とそれらの照明や空調などに伴う GHG 排出量を評価に含めていない。

書籍購入だけを目的に書店に行くこともあれば、他の用事で出かけた機会に購入する場合もある。更に、その移動手段も、徒歩、自転車、車など様々であり、モデル作成には詳細な調査、検討を要する。書籍の保管場所、販売場所とそれらの照明や空調などに伴う

GHG 排出量についても 3.4.2 でも述べられるように、更なる議論を必要とする。このことから、これらは今後の検討課題としたい。

(4) 結果

図 3.3.5.3 に電子書籍(Σ Book(シグマブック))と書籍の温室効果ガス排出量比較を示す。

「地球温暖化防止」の観点からは、電子書籍(Σ Book(シグマブック))を導入することにより、温室効果ガス排出量を削減できる可能性が大きいことが確認できた。

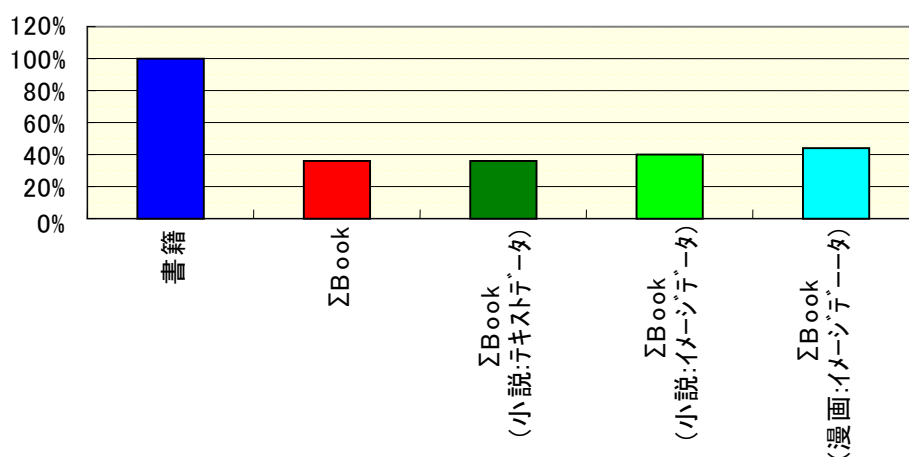


図 3.3.5.3 電子書籍(Σ Book(シグマブック))と書籍の温室効果ガス排出量比較
(平均読書冊数 18 冊/年と仮定し、3 年間の使用で比較)

(5) 今後の展開

本稿では、第 1 ステップとして、「地球温暖化防止」の観点から電子書籍と書籍の温室効果ガス排出量の比較評価を行ったが、今後は「資源の有効活用」「無害物質の使用」へと広げていく。更に、分子となる電子書籍(Σ Book(シグマブック))の使用により得られるベネフィットの評価にも取り組み、「ファクター X 2001 (Factor X Tool 2001)」の適用を図りたい。

【参考文献】

- [1] T. Aoe, "Green Products Indicators in Matsushita Electric Group", Proceedings of The Fifth International Conference on EcoBalance, November 2002
- [2] 青江多恵子 「松下電器グループにおけるファクター向上への取り組み」 エコデザイン 2002 ジャパンシンポジウム論文集, 2002 年 12 月
- [3] T. Aoe, "Introduction and Development of a Factor X Tool," Proceedings of 2003 IEEE International Symposium, May 2003
- [4] 松下電器グループ 「ファクター X 冊子」, 2003 年 4 月

http://matsushita.co.jp/environment/factor_x/

- [5] 日経エレクトロニクス 2003年5月26日号
- [6] 電通総研編 「情報白書メディア白書2003」 ダイヤモンド社
- [7] JEMAI-LCAVer.1.01 社団法人 産業環境管理協会
- [8] J Material Cycles Waste Management (1999), 25-32[9] 青江多恵子 「インターネットを活用した環境配慮設計システムの構築」 エコデザイン 2000 ジャパンシンポジウム論文集、2000年12月
- [10] 社団法人 資源協会編 「家庭生活のライフサイクルエネルギー」

3.4 まとめと今後の課題

本節において、第3章で述べられた、本年度の成果を概括する。

3.4.1 マクロ的解析

3.2節においては、ICTの普及による社会全体の環境負荷削減効果を、マクロ的解析により定量化した結果が示されている。

3.2.1のNTTの試算では、ICT社会のエネルギー消費量の増大を予測すると共に、各カテゴリにおける効率化によるエネルギー消費の削減量を求め、それらを積算することで2010年における我が国のICT導入によるエネルギー消費削減量を求めている。その結果、2010年では2000年に比べて、我が国全体のエネルギー消費量の2.5%が削減できることが示されている。

3.2.2のNECの試算では、応用一般均衡モデル分析を適用し、ICTが普及したシナリオにおける我が国のCO₂排出量を現状と比較することで、CO₂排出量削減量を求めている。その結果、我が国全体のCO₂排出量の3.1%が削減できることが示されている。

両者の用いた手法は異なっているが、ネットワーク等のICTインフラによる環境負荷の増大分と、各セクターにおける効率化による環境負荷低減量の両側面を検討している。その上で、ICT普及により社会全体の環境負荷量は、我が国全体の3%程度であることで一致している。しかしながら、両者とも、ICT普及による消費意欲増大により発生する新たな環境負荷、つまりリバウンド効果は考慮されていない。従って、ICTが普及した場合に、我が国全体での環境負荷誘発量が低減されることを、必ずしも立証するものではないことに留意する必要がある。

3.4.2 ミクロ的解析

3.3.1では、日立による行政機関用電子申請システムの環境効率の試算結果が示されている。検討したシステムを既存システムと比較した結果、ファクター7.9の改善が見られる結果となっている。3.3.2のNTTによる、テレビ会議と出張会議（既存システム）の比較では、テレビ会議はファクター6.8の改善が見られることが示されている。3.3.3の富士通による企業用人事・総務申請・決裁システムの検討では、同システムを10万人規模の会社において導入した場合、CO₂の排出量を28%削減できる（ファクターに換算して1.4改善される）ことが示されている。3.3.4のNECによるインターネットショッピングシステムの検討では、インターネットの活用による書籍とソフトウェア販売の販売を、既存システムと比較している。インターネットの活用による書籍販売では、CO₂の排出量は43%削減（ファクターに換算して1.8改善）され、ソフトウェア販売ではCO₂の排出量は83-87%削減（ファクターに換算して5.9-7.7改善）されることが示されている。3.3.5の松下電器による電子書籍への適用事例では、電子書籍は既存システムと比較して、概ねファクター

2.5の改善効果が見られることが示されている。

今回検討されたマイクロ解析事例においては、ICTの導入による、紙媒体の使用量の削減や返品不要等の脱物質化による環境負荷の削減、人・物の移動の回避による環境負荷の削減、そしてオフィス（保管）スペース削減による環境負荷の削減効果を検討している。また、全事例とも、マイクロ的解析事例において必須となる、ICTインフラによる環境負荷増大量の計上（配分）を行っている。日立、富士通、松下は、ICTインフラの環境負荷増大分に関して、2章で述べた情報量を基準に配分を行った原単位：2.5 g-CO₂/MBを用いて計上している。NECは、常時接続に関してはその原単位を、ダイアルアップに関しては独自の原単位を用いている。NTTは売上高を基準とした配分原単位を用いている。それらICTインフラの環境負荷増大分を計上してもなお、各システムとも既存システムと比較してファクターの改善が見られることが示されている。

また、今回検討された全ての事例において、対象とするシステムを利用する者が受け取る情報量（便益）は、既存システムと同じという前提のもとに検討を行っている。ICTサービスの導入では、業務効率の改善や、人・物の移動の高速化や回避により、利用者に余剰時間が生じるという別側面の効果を生む。これらの効果を便益として捉えた、環境効率の試算には至っていない。

3.4.3 今後の課題

本年度検討を行った、ICTサービスの環境効率／ファクターでは、ICTサービスの環境負荷をライフサイクル的考え方に基づき定量化し、既存システムと比較することによりファクターを算出するに留まった。そこでは、ICTサービスと既存システムによりもたらされる便益は同じという前提条件に成り立っている。前述したように、ICTサービスの導入では、利用者に余剰時間が生じるという効果を生み、これらの効果を便益として捉えた上で、既存システムとの比較が必要である。また、その一方で、eラーニングやテレビ会議のように、既存システムと比較してICTサービスの方が、臨場感に欠けるゆえ、情報の伝達効果（便益）が減少すると考えられる事例もある。

これらは、まさに環境効率の計算式の分子に示される、「製品システムのライフサイクルにおいて提供されるサービス」の定量化の必要性であり、他の製品での環境効率の試算方法と併せて検討していく必要があると考えられる。

第4章 平成15年度調査研究の成果と今後の課題

環境効率の概念はおおよそ確立されてきたと考えられる。本WG以外にも国内外の機関、企業などにおいて様々な試行がなされている段階であり、環境効率を算出するための具体的手法に関しての合意に至ったとはいえない。

これまで当協会は経済産業省の支援により環境効率調査を実施してきた。より実務に則した形で、環境効率の概念の適用について検討したいという産業界の要望で本年度初めて特定産業に的を絞った活動を行った。活動はWGをベースとして、ITサービスに固有な分子・分母項目の一般的原則を見出すことを第一のねらいとした。比較可能性を考慮しつつも、各企業の優位性、独自性を残す柔軟性に配慮して、活発な意見交換を行えたことは非常に有意義な試みであったといえる。明確な定義を持った環境効率指標作りを念頭に置きつつ、ICTの優位性をアピールできるよう、WGでの討議を重ねて、各ICTサービスの環境効率向上に関する説明をより強固なものとすることに成功したのではないかといえる。また、我々も環境効率の概念の採用により、ICTサービスの導入を効率的に進めることができた。もし、協力する場を持たずに、各社が単独でICTサービスの環境効率を説明していたら、環境効率の選択や導入により多くのコストと手間がかかっていただろう。もちろん、今回ここに挙げた事例には、3.4で延べられている通り課題を残しており、それらの課題を今後解決していかなければならない。

本調査を実施するにあたり、ご多忙の折、委員皆様に快くご協力いただきましたこと御礼申し上げます。委員長の松野泰也東京大学助教授におかれましては重責を果たされました。ここに改めて厚く御礼申し上げます次第です。末筆ではございますが、本調査実施のきっかけとなりましたのは、わが国の環境効率に関する調査研究の権威であります山本良一東京大学教授のご助言によるものです。御礼申し上げます。

資料編

IT の活用によるエネルギー消費削減効果

日本電信電話(株)

【総括表】
①BtoC 電子商取引によるエネルギー消費削減効果
②BtoB 電子商取引によるエネルギー消費削減効果
③GtoB によるエネルギー消費量削減効果
④ITS によるエネルギー消費量削減効果
⑤電子情報化によるエネルギー消費削減効果
⑥人の移動の代替によるエネルギー消費削減効果

【総括表】

	2010年		エネルギー消費削減率 %	2001年		2001年/2010年 %
	万t-CO2	10 ¹⁰ kcal		万t-CO2	10 ¹⁰ kcal	
【1】BtoC電子商取引によるエネルギー消費削減効果	550.9	2,382.7	0.6	153.7	664.6	27.9
【2】BtoB電子商取引によるエネルギー消費削減効果	2,180.5	9,431.4	2.5	326.1	1,410.3	15.0
【3】GtoBによるエネルギー消費削減効果	1.5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
【4】ITSによるエネルギー消費削減効果	114.3	494.4	0.1	28.4	122.7	24.8
【5】電子情報化によるエネルギー消費削減効果	215.2	930.9	0.2	1.3	5.8	0.6
【6】人の移動の代替によるエネルギー消費削減効果	314.1	1,358.5	0.4	78.2	338.1	24.9
合計	2,847.2	12,314.8	3.3	508.1	2,197.6	17.8

【1】 BtoC電子商取引によるエネルギー消費削減効果

(1) BtoC(物販)によるエネルギー消費削減効果

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
①中間流通の削減	934.1	削減	108.6	削減	11.6
②小売販売の削減	863.5	削減	104.5	削減	12.1
③BtoC型在庫スペースのエネルギー消費	219.7	増加	29.0	増加	13.2
④販売物流の増加	277.4	増加	30.2	増加	10.9
⑤返品物流の削減	12.4	削減	1.3	削減	10.9
⑥不必要生産の抑制	93.0	削減	7.7	削減	8.3
⑦消費者移動の削減	141.5	削減	15.4	削減	10.9
合計	1,547.5	削減	178.4	削減	11.5

(2) ネットでの旅券予約によるエネルギー消費削減効果(窓口購入の交通エネルギー削減)

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
鉄道	0.1		0.0		30.5
自動車	12.8		3.9		30.5
合計	12.9		3.9		30.5

(3) コンビニ店(発券場所)での旅券購入におけるネットサービス利用によるエネルギー消費削減効果

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
鉄道	3.8		2.3		60.7
自動車	377.9		229.3		60.7
合計	381.7		231.6		60.7

(4) CD・ATM設置によるエネルギー消費削減効果

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
①利用者移動の消費削減効果	354.0		237.6		67.1
②店舗数削減	86.6		13.1		15.1
合計	440.6		250.7		56.9

【2】 BtoB電子商取引によるエネルギー消費削減効果

(1) BtoB(情報交流化による効率化)によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 [^] 10kcal	2001年 10 [^] 10kcal	2001年/2010年 %
②商談等の人流削減			
鉄道移動削減	1.1	0.2	17.0
自動車移動削減	136.0	23.1	17.0
②卸売中抜き	1,002.7	121.5	12.1
③経理業務用オフィスエネルギーの削減	436.5	105.2	24.1
④物流の効率化	457.3	93.4	20.4
合計	2,033.5	343.4	16.9

(2) 生産流通の管理(SCM)によるエネルギー消費削減効果総括表－返品削減による効果

	2010年 10 [^] 10kcal	2001年 10 [^] 10kcal	2001年/2010年 %
①不必要生産の抑制	3,289.0	422.5	12.85
②中間流通の効率化	488.7	61.8	12.65
③小売流通の効率化	296.1	39.0	13.17
④工場建物の削減	30.0	3.6	11.97
⑤倉庫建物の削減	18.3	2.3	12.64
⑥販売・返品物流の削減	660.7	82.1	12.43
合計	4,782.7	611.3	12.78

(3) ITを利用したリユースによるエネルギー消費量削減効果

	2010年 10 [^] 10kcal	2001年 10 [^] 10kcal	2001年/2010年 %
自動車部品	295.9	63.1	21.33
産業機械	921.5	123.8	13.43
建設機械	125.9	17.2	13.62
電子機器	1,271.8	251.6	19.78
合計	2,615.2	455.7	17.42

※産業機械は2001ではなく2000年

【3】GtoBによるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
電子入札	6.3	0.00004	0.0

【4】ITSによるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal		2001年 10 ¹⁰ kcal		2001年/2010年 %
VICSによる渋滞減	568.46	削減	144.0	削減	25.33
VICSインフラ整備	5.20	増加	3.6	増加	70.01
VICS車載器	68.9	増加	17.7	増加	25.65
合計	494.38		122.7		24.81

【5】電子情報化によるエネルギー消費削減効果

(1) 新聞・書籍(郵政省資料等を基に推計)

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
合計	387.60	削減	0.6137	削減	0.16

(2) 音楽系コンテンツ(レコード・CD)

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
①中間流通の削減	16.42	削減	0.1878	削減	1.14
②小売販売の削減	15.18	削減	0.1807	削減	1.19
③在庫スペースの削減	3.86	削減	0.0501	削減	1.30
④小売店舗の削減	24.46	削減	0.2656	削減	1.09
⑤販売物流の削減	0.87	削減	0.0096	削減	1.10
⑥返品物流の削減	0.26	削減	0.0029	削減	1.10
⑦生産の削減	262.90	削減	2.8545	削減	1.09
合計	323.96	削減	3.5512	削減	1.10

(3) 映像系コンテンツ(ビデオソフト)

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
①中間流通の削減	6.72	削減	0.2522	削減	3.75
②小売販売の削減	6.21	削減	0.2427	削減	3.91
③在庫スペースの削減	1.58	削減	0.0673	削減	4.26
④小売店舗の削減	9.67	削減	0.2023	削減	2.09
⑤販売物流の削減	0.34	削減	0.0051	削減	1.48
⑥返品物流の削減	0.10	削減	0.0015	削減	1.48
⑦生産の削減	41.85	削減	0.7667	削減	1.83
合計	66.47	削減	1.5379	削減	2.31

(4) PCソフト

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
中間流通の削減	22.75	削減	0.0098	削減	0.04
小売販売の削減	21.03	削減	0.0094	削減	0.04
在庫スペースの削減	5.35	削減	0.0026	削減	0.05
小売店舗の削減	42.66	削減	0.0143	削減	0.03
販売物流の削減	4.05	削減	0.0016	削減	0.04
返品物流の削減	1.22	削減	0.0005	削減	0.04
生産の削減	55.83	削減	0.0221	削減	0.04
合計	152.90	削減	0.0604	削減	0.04

【6】人の移動の代替によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①在宅勤務	820.2	338.1	41.22
②遠隔会議(航空・新幹線移動の代替)	524.0		
③遠隔管理	14.3		
合計	1,358.5	338.1	24.89

環境庁国立環境研究所「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」

1990年	卸売	2,052.0
1995年	(2001年)	2,076.7

【1】BtoC電子商取引によるエネルギー消費削減効果

(1) BtoC物販によるエネルギー消費削減効果

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal		10 ¹⁰ kcal		
①中間流通の削減	934.1	削減	108.6	削減	11.6
②小売販売の削減	863.5	削減	104.5	削減	12.1
③BtoC型在庫スペースのエネルギー消費	219.7	増加	29.0	増加	13.2
④小売経由物流の直接物流への転化	277.4	増加	30.2	増加	10.9
⑤返品物流の削減	12.4	削減	1.3	削減	10.9
⑥不必要生産の抑制	93.0	削減	7.7	削減	8.3
⑦消費者移動の削減	141.5	削減	15.4	削減	10.9
合計	1,547.5	削減	178.4	削減	11.5

BtoC割合 5% 2010年の想定

0.55% 2001年の想定

①中間流通の削減

(A)卸売直接エネルギー消費量
2,052.0 10¹⁰kcal (1995年値)
資料1 「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」
※(D)(E)も同じ

(B)BtoC割合
5%
文献2 電子商取引推進協議会資料

(C)BtoC分卸売エネルギー消費量
(A)*(B)
102.6 10¹⁰kcal

(D)卸売・エネルギー原単位(I-A)⁻¹
0.2956 10⁷kcal/百万円

÷
(E)卸売・単位直接エネルギー消費
0.0325 10⁷kcal/百万円

(F)BtoC分卸売エネルギー消費削減量(I-A)⁻¹
(C)*(D)/(E)
934.1 10¹⁰kcal

②小売販売の削減

(A)小売直接エネルギー消費量
2,914.4 10¹⁰kcal (1995年値)
資料1 「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」
※(D)(E)も同じ

(B)BtoC割合
5%
資料2 電子商取引推進協議会資料

(C)BtoC分小売エネルギー消費量
(A)*(B)
145.7 10¹⁰kcal

(D)小売・エネルギー原単位(I-A)⁻¹
0.4415 10⁷kcal/百万円

÷
(E)小売・単位直接エネルギー消費
0.0745 10⁷kcal/百万円

(F)BtoC分小売エネルギー消費削減量(I-A)⁻¹
(C)*(D)/(E)
863.5 10¹⁰kcal

③へ

	直接エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	BtoC割合 %	BtoC分エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
卸売	2,052.0	5%	102.6	934.1	0.0325	0.2956
(2001年)	2,076.7	0.55%	11.4	108.6	0.0329	0.3128
小売	2,914.4	5%	145.7	863.5	0.0745	0.4415
(2001年)	2,973.1	0.55%	16.4	104.5	0.0760	0.4857
合計	4,966.4	5%	248.3	1,797.7		
(2001年)	5,049.9	0.55%	27.8	213.1		

③BtoC型在庫スペースのエネルギー消費 (BtoCによる受注から商品到着までに輸送バッファがあることを想定)

(A)BtoC分卸売/小売エネルギー消費量の和(①C+②C)
248.3 10¹⁰kcal

(B)BtoC分倉庫エネルギー消費削減割合
1/16
書籍1冊あたりの店舗消費エネルギーはインターネット販売では店頭販売の1/16
資料3:ジョセフ・ロム「インターネット経済・エネルギー・環境」による

(C)BtoC分倉庫エネルギー消費量
(A)*(B)
9.1 10¹⁰kcal

(D)倉庫・エネルギー原単位(I-A)⁻¹
0.5006 10⁷kcal/百万円

(E)倉庫・単位直接エネルギー消費
0.0208 10⁷kcal/百万円

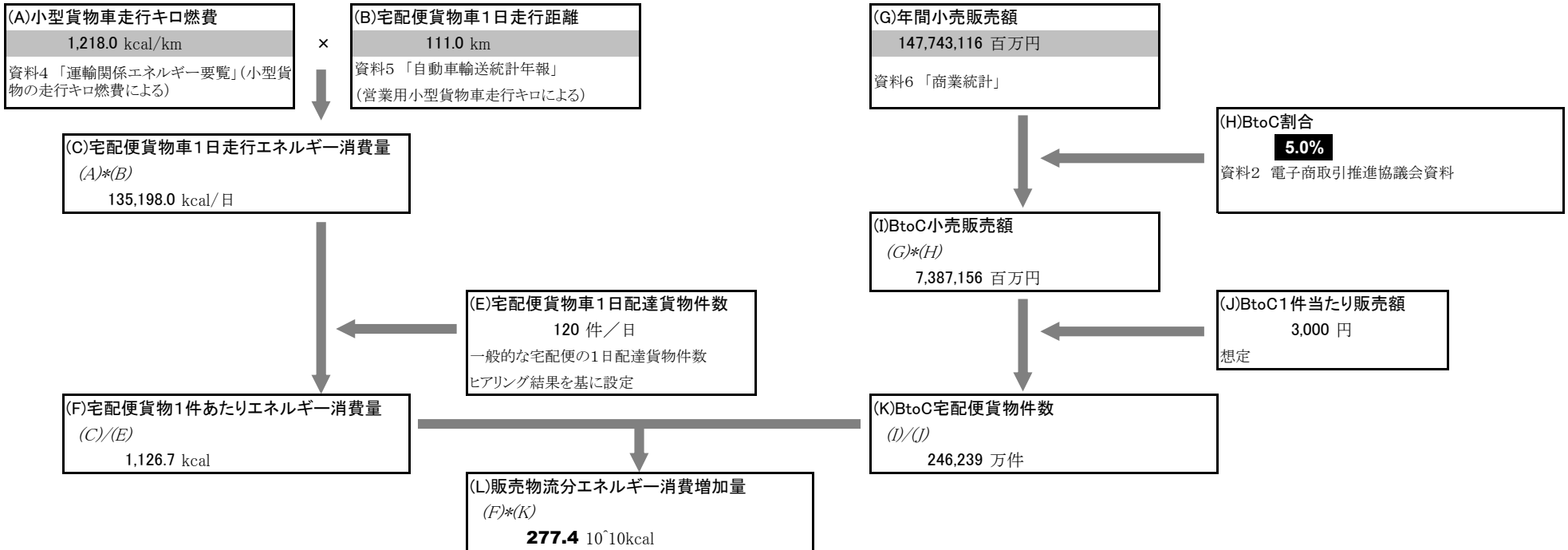
(F)BtoC分倉庫エネルギー消費増加量(I-A)⁻¹
(C)*(D)/(E)
219.7 10¹⁰kcal

	BtoC割合	BtoC分倉庫 エネルギー消費量	エネルギー消費 増加量(I-A) ⁻¹	単位直接 エネルギー消費	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹
	%	10 ¹⁰ kcal	10 ¹⁰ kcal	10 ⁷ kcal/百万円	10 ⁷ kcal/百万円
倉庫	5%	9.1	219.7	0.0208	0.5006
(2001年)	0.55%	1.0	29.0	0.0212	0.6011

④小売經由物流の直接物流への転化

(注1) 販売物流関連エネルギー消費量は、個人宅等にターミナルから配送する際のエネルギーのみを算出した。

(注2) 他に幹線輸送分、集荷分のエネルギーもあるが大ロットで輸送されることから、1件あたりのエネルギー消費は小さいと考えられる。



	小型貨物車 走行キロ燃費 kcal/km	宅配便貨物車 1日走行距離 km	宅配便貨物車1日走行 エネルギー消費量 kcal	宅配便貨物車 1日配達貨物件数 件	宅配便貨物1件あたり エネルギー消費量 kcal
販売物流	1,218.0	111.0	135,198.0	120	1,126.7
(2001年)	1,165.8	117.7	137,211.9	120	1,143.4

	年間小売販売額 百万円	BtoC割合 %	BtoC小売販売額 百万円	BtoC1件あたり 販売額 円	宅配便配達 貨物件数 万件	販売物流分 エネルギー消費増加量 10 ¹⁰ kcal
販売物流	147,743,116	5%	7,387,156	3,000	246,239	277.4
(2001年)	143,832,551	0.55%	791,079	3,000	26,369	30.2

⑤返品物流の削減

(A)BtoC宅配便貨物件数(④K)
246,239 万件

(B)返品率
4.47%
資料7 日本ロジスティクスシステム協会資料
食品・繊維のリバース物流率による

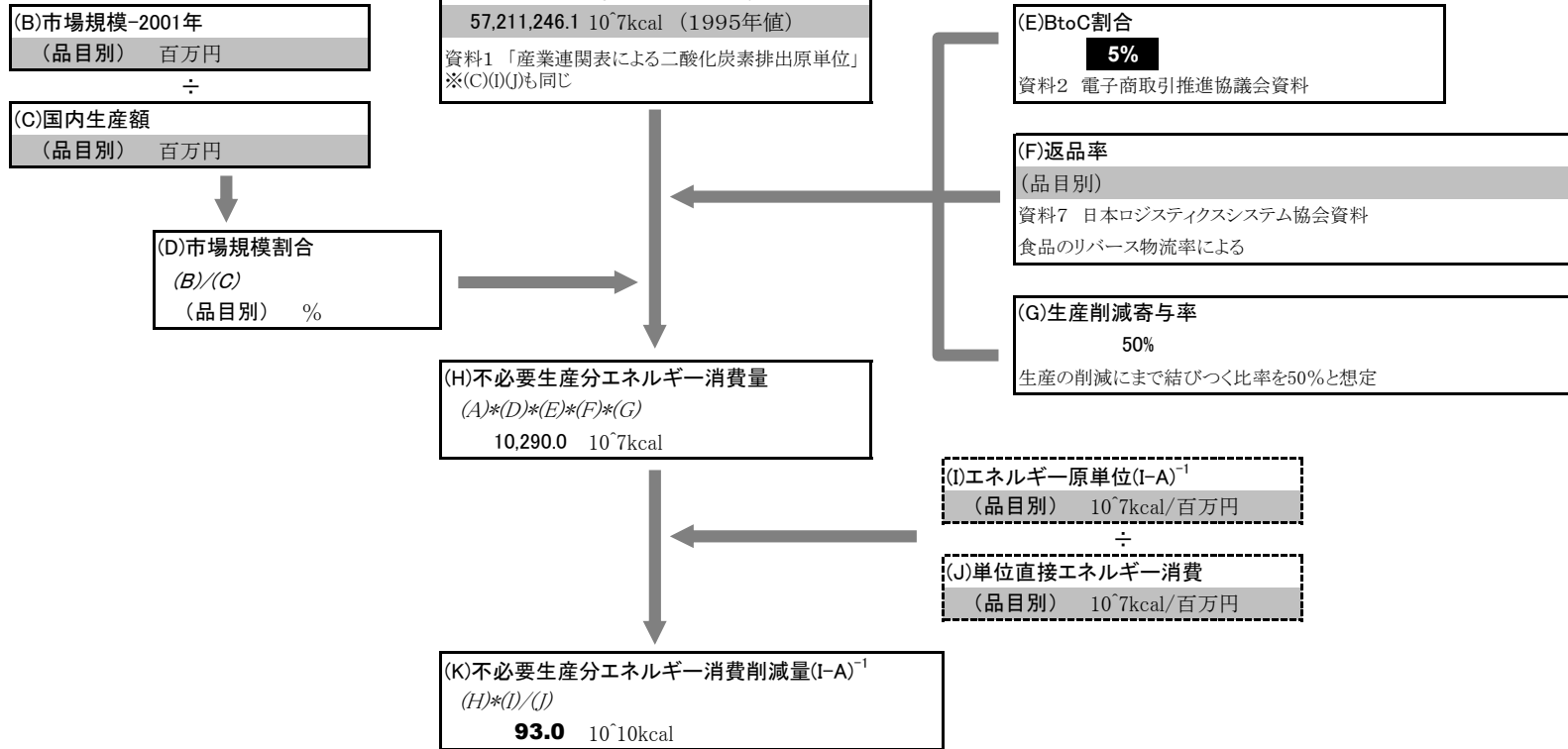
(C)BtoC分返品件数
(A)*(B)
11,011 万件

(D)宅配便貨物1件当たりエネルギー消費量
1,126.7 kcal

(E)返品物流分エネルギー消費削減量
(C)*(D)
12.41 10¹⁰kcal

	BtoC割合	返品率	BtoC分返品件数	宅配便貨物1件あたり エネルギー消費量	返品物流分 エネルギー消費削減量
	%		万件	kcal	10 ¹⁰ kcal
返品物流	5%	4.47%	11,011	1,126.7	12.41
(2001年)	0.55%	4.47%	1,179	1,143.4	1.35

⑥不必要生産の抑制



不必要生産の抑制-表(2010年)

(2010年)	直接エネルギー消費量 10 ⁷ kcal	2001年 市場規模 百万円	国内生産額 百万円	市場規模 割合 %	BtoC 割合 %	返品率 %	生産削減 寄与率 50%	不必要生産分 エネルギー消費量 10 ⁷ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
PC及び関連製品	882,382.2	1,213,100	29,655,974	4.1%	5%	3.339%	50%	30.13	0.70		
電子・通信機器	882,382.2		29,655,974					30.13	0.70	0.0298	0.6902
書籍・音楽	6,235,553.8	3,177,600	14,897,924	21.3%	5%	4.389%	50%	1459.33	5.70		
出版・印刷	493,852.9		12,200,105					115.58	2.66	0.0405	0.9317
洋紙・和紙	5,726,304.9		2,405,809					1340.15	2.98	2.3802	5.2873
情報記録物	15,396.0		292,010					3.60	0.07	0.0527	0.9622
衣類・アクセサリ	371,782.5	15,675,700	7,095,344	220.9%	5%	3.112%	50%	639.03	10.98		
衣服・その他の繊維製品	371,782.5		7,095,344					639.03	10.98	0.0524	0.9001
ギフト商品	5,746,223.1	5,000,000	43,613,890	11.5%	5%	3.282%	50%	540.51	3.84		
食料品	4,076,033.0		26,443,521					383.41	2.51	0.1541	1.0096
飲料	1,163,324.1		8,515,733					109.43	0.62	0.1366	0.7682
医薬品	281,046.4		6,288,330					26.44	0.47	0.0447	0.7955
石けん・界面活性剤・化粧品	225,819.6		2,366,306					21.24	0.24	0.0954	1.0865
食料品	43,076,900.0	43,076,900	34,959,254	123.2%	5%	3.840%	50%	6197.71	39.32		
食料品	4,076,033.0		26,443,521					4821.60	31.58	0.1541	1.0096
飲料	1,163,324.1		8,515,733					1376.11	7.74	0.1366	0.7682
趣味・雑貨・家具	292,703.6	12,894,700	6,572,202	196.2%	5%	4.389%	50%	630.14	13.67		
玩具	8,028.0		783,421					17.28	1.35	0.0102	0.7995
運動用品	36,115.0		528,326					77.75	1.25	0.0684	1.0950
楽器	9,418.9		331,024					20.28	0.50	0.0285	0.7024
筆記具・文具	13,727.0		347,338					29.55	0.67	0.0395	0.8899
身辺細貨品	27,714.7		667,758					59.66	1.68	0.0415	1.1665
家具・装備品	197,700.0		3,914,335					425.61	8.23	0.0505	0.9768
その他物品販売	605,700.8	20,851,100	17,472,974	119.3%	5%	4.389%	50%	793.10	18.80		
医薬品	281,046.4		6,288,330					368.00	6.55	0.0447	0.7955
石けん・界面活性剤・化粧品	225,819.6		2,366,306					295.69	3.37	0.0954	1.0865
電気音響機器	35,515.0		2,192,762					46.50	2.07	0.0162	0.7210
ラジオ・テレビ受信機	10,057.2		945,007					13.17	0.88	0.0106	0.7074
ビデオ機器	4,527.7		1,258,789					5.93	1.12	0.0036	0.6771
民生用電気機器	48,734.9		4,421,780					63.81	4.82	0.0110	0.8326
合計	57,211,246.1	101,889,100	154,267,562					10289.95	93.00		

○不必要生産の抑制-表(2001年)

(2001年)	直接エネルギー消費量 10 ⁷ kcal	2001年 市場規模 百万円	国内生産額 百万円	市場規模 割合 %	BtoC 割合	返品率 %	生産削減 寄与率 50%	不必要生産分 エネルギー消費量 10 ⁷ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
PC及び関連製品	882,382.2	1,213,100	29,655,974	4.1%	12.20%	3.339%	50%	73.52	1.71		
電子・通信機器	882,382.2		29,655,974					73.52	1.71	0.0298	0.6902
書籍・音楽	6,235,553.8	3,177,600	14,897,924	21.3%	1.07%	4.389%	50%	312.30	1.22		
出版・印刷	493,852.9		12,200,105					24.73	0.57	0.0405	0.9317
洋紙・和紙	5,726,304.9		2,405,809					286.79	0.64	2.3802	5.2873
情報記録物	15,396.0		292,010					0.77	0.01	0.0527	0.9622
衣類・アクセサリ	371,782.5	15,675,700	7,095,344	220.9%	0.37%	3.112%	50%	47.29	0.81		
衣服・その他の繊維製品	371,782.5		7,095,344					47.29	0.81	0.0524	0.9001
ギフト商品	5,746,223.1	5,000,000	43,613,890	11.5%	0.14%	3.282%	50%	15.13	0.11		
食料品	4,076,033.0		26,443,521					10.74	0.07	0.1541	1.0096
飲料	1,163,324.1		8,515,733					3.06	0.02	0.1366	0.7682
医薬品	281,046.4		6,288,330					0.74	0.01	0.0447	0.7955
石けん・界面活性剤・化粧品	225,819.6		2,366,306					0.59	0.01	0.0954	1.0865
食料品	43,076,900.0	43,076,900	34,959,254	123.2%	0.13%	3.840%	50%	161.14	1.02		
食料品	4,076,033.0		26,443,521					125.36	0.82	0.1541	1.0096
飲料	1,163,324.1		8,515,733					35.78	0.20	0.1366	0.7682
趣味・雑貨・家具	292,703.6	12,894,700	6,572,202	196.2%	0.38%	4.389%	50%	47.89	1.04		
玩具	8,028.0		783,421					1.31	0.10	0.0102	0.7995
運動用品	36,115.0		528,326					5.91	0.09	0.0684	1.0950
楽器	9,418.9		331,024					1.54	0.04	0.0285	0.7024
筆記具・文具	13,727.0		347,338					2.25	0.05	0.0395	0.8899
身辺細貨品	27,714.7		667,758					4.53	0.13	0.0415	1.1665
家具・装備品	197,700.0		3,914,335					32.35	0.63	0.0505	0.9768
その他物品販売	605,700.8	20,851,100	17,472,974	119.3%	0.47%	4.389%	50%	74.55	1.77		
医薬品	281,046.4		6,288,330					34.59	0.62	0.0447	0.7955
石けん・界面活性剤・化粧品	225,819.6		2,366,306					27.79	0.32	0.0954	1.0865
電気音響機器	35,515.0		2,192,762					4.37	0.19	0.0162	0.7210
ラジオ・テレビ受信機	10,057.2		945,007					1.24	0.08	0.0106	0.7074
ビデオ機器	4,527.7		1,258,789					0.56	0.10	0.0036	0.6771
民生用電気機器	48,734.9		4,421,780					6.00	0.45	0.0110	0.8326
合計	57,211,246.1	101,889,100	154,267,562					731.82	7.67		

⑦消費者移動の削減

(A)自家用乗用車エネルギー消費量
 50,140.0 10¹⁰kcal (1999年値)
 資料8 「エネルギー経済統計要覧2003」

(B)買物トリップ割合
 11.29%
 資料9 「全国都市パーソントリップ調査」
 資料10 「東京都市圏パーソントリップ調査」

(C)買物自家用乗用車エネルギー消費量
 (A)*(B)
 5,664.9 10¹⁰kcal

(D)BtoC割合
 5%
 資料2 電子商取引推進協議会資料

(E)移動削減寄与率
 50%
 移動の削減にまで結びつく比率を50%
 と想定(富士総研設定)

(F)BtoC分買物自家用乗用車エネルギー消費削減量
 (C)*(D)/(E)
 141.62 10¹⁰kcal

	日	トリップ数	私用割合	うち買物割合
平日	248	2.31	26.2	34.7%
休日	117	1.84	52.2	34.7%

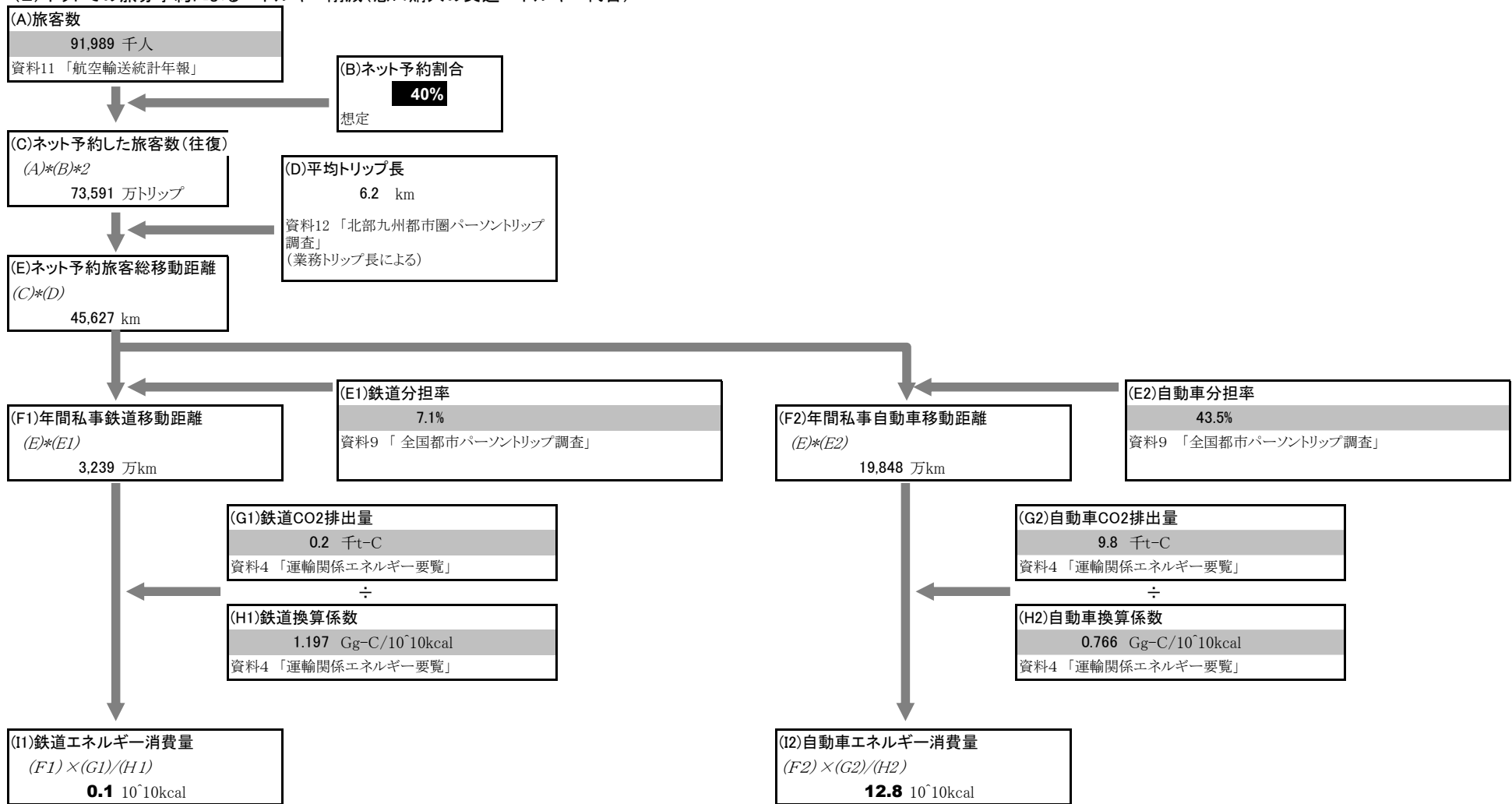
	自家用乗用車 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	買物トリップ割合 %	買物自家用乗用車 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	BtoC割合 %	移動削減 寄与率 %	BtoC分買物自家用乗用車 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
消費者移動	50,176.0	11.29%	5,664.9	5%	50.0%	141.62
(2001年)	49,575.0	11.29%	5,597.0	0.55%	50.0%	15.39

(2) ネットでの旅券予約によるエネルギー消費削減効果(窓口購入の交通エネルギー削減)

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
鉄道	0.1	0.040	30.5
自動車	12.8	3.896	30.5
合計	12.9	3.936	30.5

ネット予約割合 **40%** 2010年の想定

(2) ネットでの旅券予約によるエネルギー削減(窓口購入の交通エネルギー代替)



ネット予約による人流削減-表

(2010年)	旅客数 千人	ネット予約 割合想定 %	ネット予約した 旅客数 千人
全日空	39,408	40%	15,763
日本航空	20,215	40%	8,086
日本エアシステム	20,322	40%	8,129
上記以外	12,044	40%	4,818
日本トランスオーシャン航空	2,265		
エアーニッポン	6,075		
日本エアコミューター	1,356		
ジャルエクスプレス	843		
スカイマークエアラインズ	860		
北海道国際航空	645		
合計	91,989	40%	36,796

(2001年)	旅客数 千人	ネット予約 割合 %	ネット予約した 旅客数 千人
全日空	39,408	10%	3,941
日本航空	20,215	20%	4,043
日本エアシステム	20,322	10%	2,032
上記以外	12,044	10%	1,204
日本トランスオーシャン航空	2,265		
エアーニッポン	6,075		
日本エアコミューター	1,356		
ジャルエクスプレス	843		
スカイマークエアラインズ	860		
北海道国際航空	645		
合計	91,989		11,220

ネット予約割合の全日空と日本航空は2002/4/11日経MJ記事による

	ネット予約 旅客数(往復) 千人	平均トリップ長 km	ネット予約旅客 移動距離 万km
	73,591	6.2	45,627
(2001年)	22,441	6.2	13,913

私事 利用機関	私事分担率 %	ネット予約旅客 鉄道移動距離 万km	鉄道CO2排出量 千t-C	鉄道換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	鉄道エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
鉄道	7.1%	3,239	0.2	1.197	0.1
(2001年)	7.1%	988	0.0	1.197	0.040

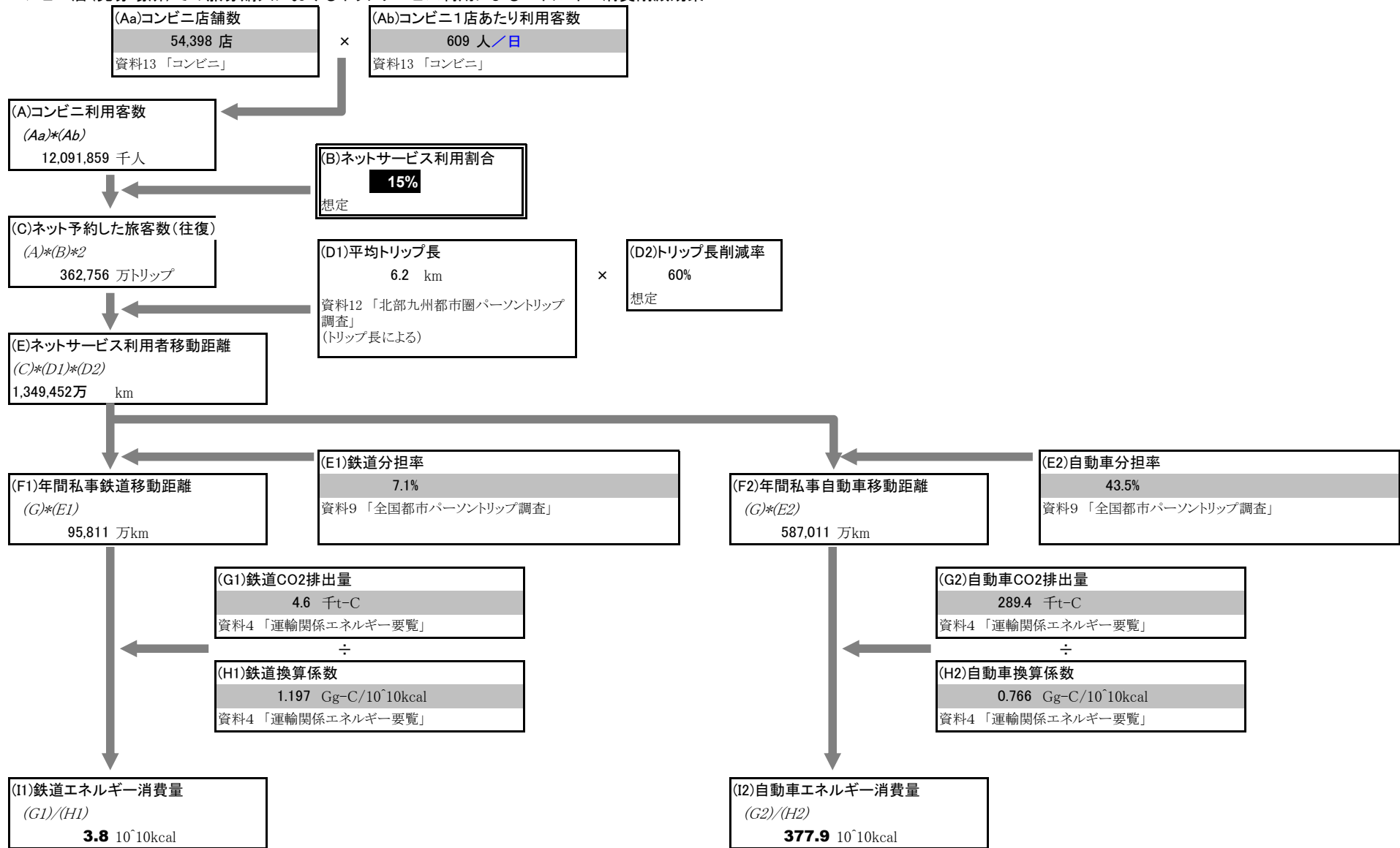
私事 利用機関	私事分担率 %	ネット予約旅客 自動車移動距離 万km	自動車CO2排出量 千t-C	自動車換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	自動車エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
自動車	43.5%	19,848	9.8	0.766	12.8
(2001年)	43.5%	6,052	3.0	0.766	3.896

(3)コンビニ店(発券場所)での旅券購入におけるネットサービス利用によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
鉄道	3.8	2.331	60.7
自動車	377.9	229.260	60.7
合計	381.7	231.591	60.7

ネットサービス利用割合 **15%** 2010年の想定

コンビニ店(発券場所)での旅券購入におけるネットサービス利用によるエネルギー消費削減効果



	コンビニ店舗数 店	コンビニ1店あたり 利用客数 人/日	コンビニ利用客数 千人	ネットサービス 利用割合 %	コンビニ利用 利用客数(往復) 万トリップ	平均トリップ長 km	平均トリップ長 削減率 %	ネット予約利用者 移動距離 万km
	54,398	609	12,091,859	15%	362,755.8	6.2	60%	1,349,451.5
(2001年)	54,398	609	12,091,859	9.1%	220,072	6.2	60%	818,667.3

私事 利用機関	私事分担率 %	ネット予約旅客 鉄道移動距離 万km	鉄道CO2排出量 千t-C	鉄道換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	鉄道エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
鉄道	7.1%	95,811	4.6	1.197	3.8
(2001年)	7.1%	58,125	2.8	1.197	2.331

私事 利用機関	私事分担率 %	ネット予約旅客 自動車移動距離 万km	自動車CO2排出量 千t-C	自動車換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	自動車エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
自動車	43.5%	587,011	289.4	0.766	377.9
(2001年)	43.5%	356,120	175.6	0.766	229.260

(4) CD・ATM設置によるエネルギー消費削減効果

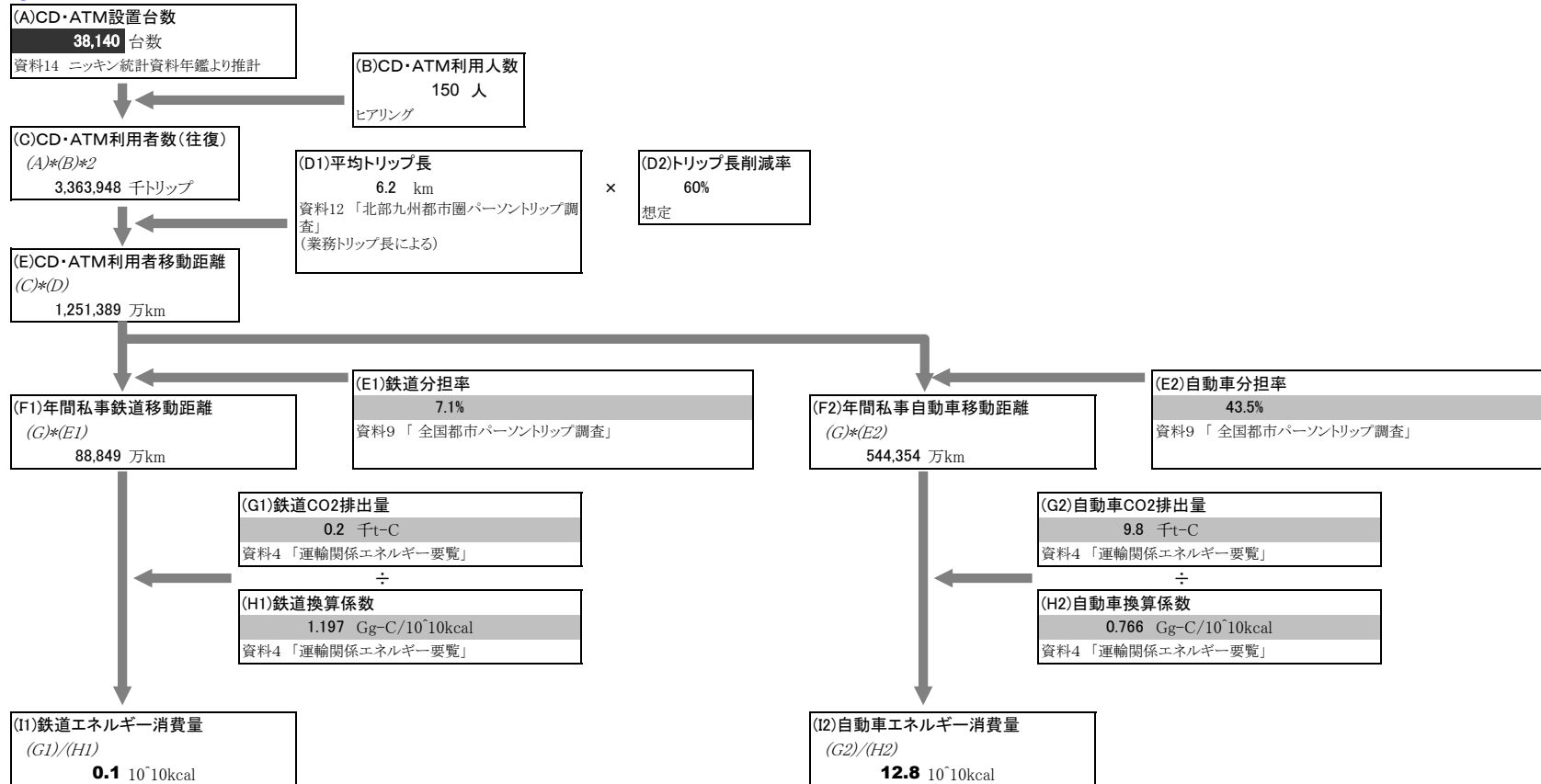
○CD・ATM設置によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①利用者移動の消費削減効果	354.0	237.6	67.1
②店舗数削減			
合計	354.0	237.6	67.1

○CD・ATM設置による利用者移動の消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
鉄道	3.6	2.392	67.1
自動車	350.4	235.256	67.1
合計	354.0	237.648	67.1

①CD・ATM設置による利用者移動の削減(銀行窓口までの交通エネルギー代替)



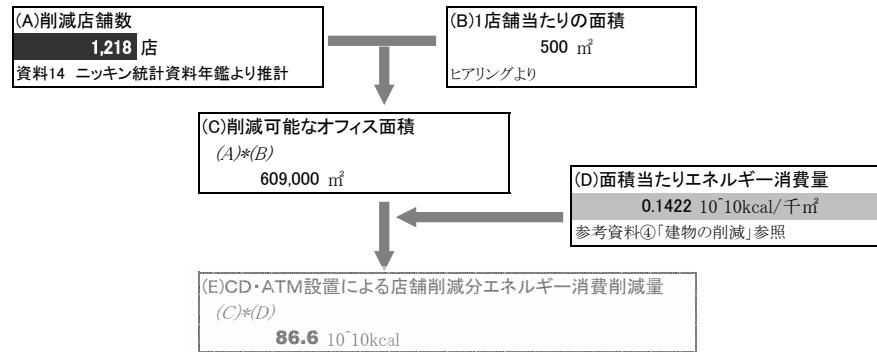
	CD・ATM利用者数 (往復) 千人	平均トリップ長 km	平均トリップ長 削減率 %	CD・ATM利用者 移動距離 万km
	3,363,948	6.2	60%	1,251,389
(2001年)	2,258,273	6.2	60%	840,077

私事 利用機関	私事分担率 %	CD・ATM利用者 鉄道移動距離 万km	鉄道CO2排出量 千t-C	鉄道換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	鉄道エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
鉄道	7.1%	88,849	4.3	1.197	3.6
(2001年)	7.1%	59,646	2.9	1.197	2.392

私事 利用機関	私事分担率 %	CD・ATM利用者 自動車移動距離 万km	自動車CO2排出量 千t-C	自動車換算係数 Gg-C/10 ¹⁰ kcal	自動車エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
自動車	43.5%	544,354	268.4	0.766	350.4
(2001年)	43.5%	365,434	180.2	0.766	235.256

②CD・ATM設置による店舗数削減

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
	86.6	13.1	15.1



	店舗数削減 店数	1店舗当たりの 面積 m ²	削減可能な 店舗面積 m ²	面積当たり エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal/千m ²	CD・ATM設置による 店舗削減分 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
2010年	1,218	500	609,000	0.1422	86.6
(2001年)	128	500	64,000	0.2041	13.1

OCD・ATMの試算について

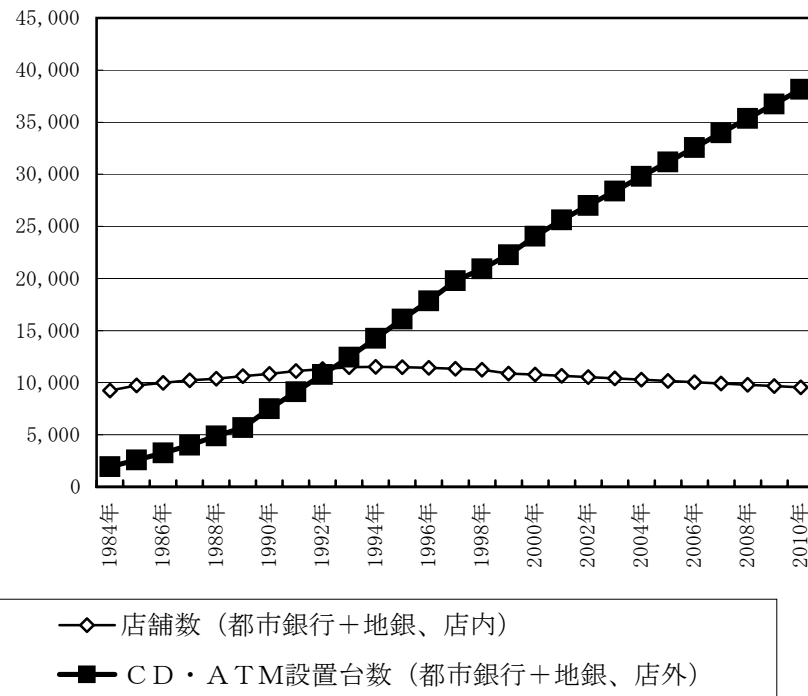
CD・ATM設置台数

	都市銀行+地銀			都市銀行			地方銀行		
	店内	店外	合計	店内	店外	合計	店内	店外	合計
1984年	20,348	1,924	22,272	10,740	412	11,152	9,608	1,512	11,120
1985年	22,278	2,580	24,858	11,629	574	12,203	10,649	2,006	12,655
1986年	22,443	3,266	25,709	11,124	794	11,918	11,319	2,472	13,791
1987年	25,673	3,988	29,661	13,376	1,012	14,388	12,297	2,976	15,273
1988年	28,255	4,880	33,135	14,998	1,353	16,351	13,257	3,527	16,784
1989年	30,642	5,683	36,325	16,256	1,532	17,788	14,386	4,151	18,537
1990年	32,519	7,510	40,029	16,981	2,367	19,348	15,538	5,143	20,681
1991年	37,225	9,119	46,344	19,582	3,123	22,705	17,643	5,996	23,639
1992年	40,018	10,795	50,813	21,183	3,806	24,989	18,835	6,989	25,824
1993年	42,838	12,447	55,285	22,653	4,740	27,393	20,185	7,707	27,892
1994年	44,280	14,249	58,529	23,179	5,596	28,775	21,101	8,653	29,754
1995年	45,530	16,088	61,618	23,417	6,466	29,883	22,113	9,622	31,735
1996年	46,478	17,852	64,330	23,664	7,219	30,883	22,814	10,633	33,447
1997年	48,400	19,777	68,177	25,106	8,154	33,260	23,294	11,623	34,917
1998年	47,424	20,924	68,348	23,255	8,328	31,583	24,169	12,596	36,765
1999年	45,562	22,275	67,837	21,635	8,939	30,574	23,927	13,336	37,263
2000年	44,992	24,052	69,044	20,733	9,981	30,714	24,259	14,071	38,330
2001年	47,148	25,604	72,752	23,012	9,973	32,985	24,136	15,631	39,767

店舗数

	都市銀行+地銀		都市銀行		地方銀行	
	店内	店外	支店	店外	店内	店外
1984年	9,239		2,941			6,298
1985年	9,733		3,006			6,727
1986年	9,973		3,060			6,913
1987年	10,239		3,212			7,027
1988年	10,397		3,245			7,152
1989年	10,614		3,324			7,290
1990年	10,851		3,420			7,431
1991年	11,115		3,493			7,622
1992年	11,314		3,563			7,751
1993年	11,489		3,568			7,921
1994年	11,504		3,530			7,974
1995年	11,499		3,516			7,983
1996年	11,440	13,697	3,459	4,298	7,981	9,399
1997年	11,337	14,921	3,389	4,794	7,948	10,127
1998年	11,249	15,641	3,347	4,734	7,902	10,907
1999年	10,867	16,473	2,996	4,977	7,871	11,496
2000年	10,784	17,335	2,854	5,277	7,930	12,058
2001年	10,656	17,134	2,751	3,706	7,905	13,428

	店舗数（都市銀行＋地銀、店内）	CD・ATM設置台数（都市銀行＋地銀、店外）
1984年	9,239	1,924
1985年	9,733	2,580
1986年	9,973	3,266
1987年	10,239	3,988
1988年	10,397	4,880
1989年	10,614	5,683
1990年	10,851	7,510
1991年	11,115	9,119
1992年	11,314	10,795
1993年	11,489	12,447
1994年	11,504	14,249
1995年	11,499	16,088
1996年	11,440	17,852
1997年	11,337	19,777
1998年	11,249	20,924
1999年	10,867	22,275
2000年	10,784	24,052
2001年	10,656	25,604
2002年	10,535	26,997
2003年	10,414	28,390
2004年	10,293	29,783
2005年	10,171	31,176
2006年	10,050	32,569
2007年	9,929	33,962
2008年	9,808	35,355
2009年	9,687	36,748
2010年	9,566	38,140



店舗数は1994年から2001年の推移を伸ばした
CD・ATM設置台数は1984年から2001年の推移を伸ばした

その結果店舗数は2000年から2010年で1218店削減

【2】BtoB電子商取引によるエネルギー消費削減効果

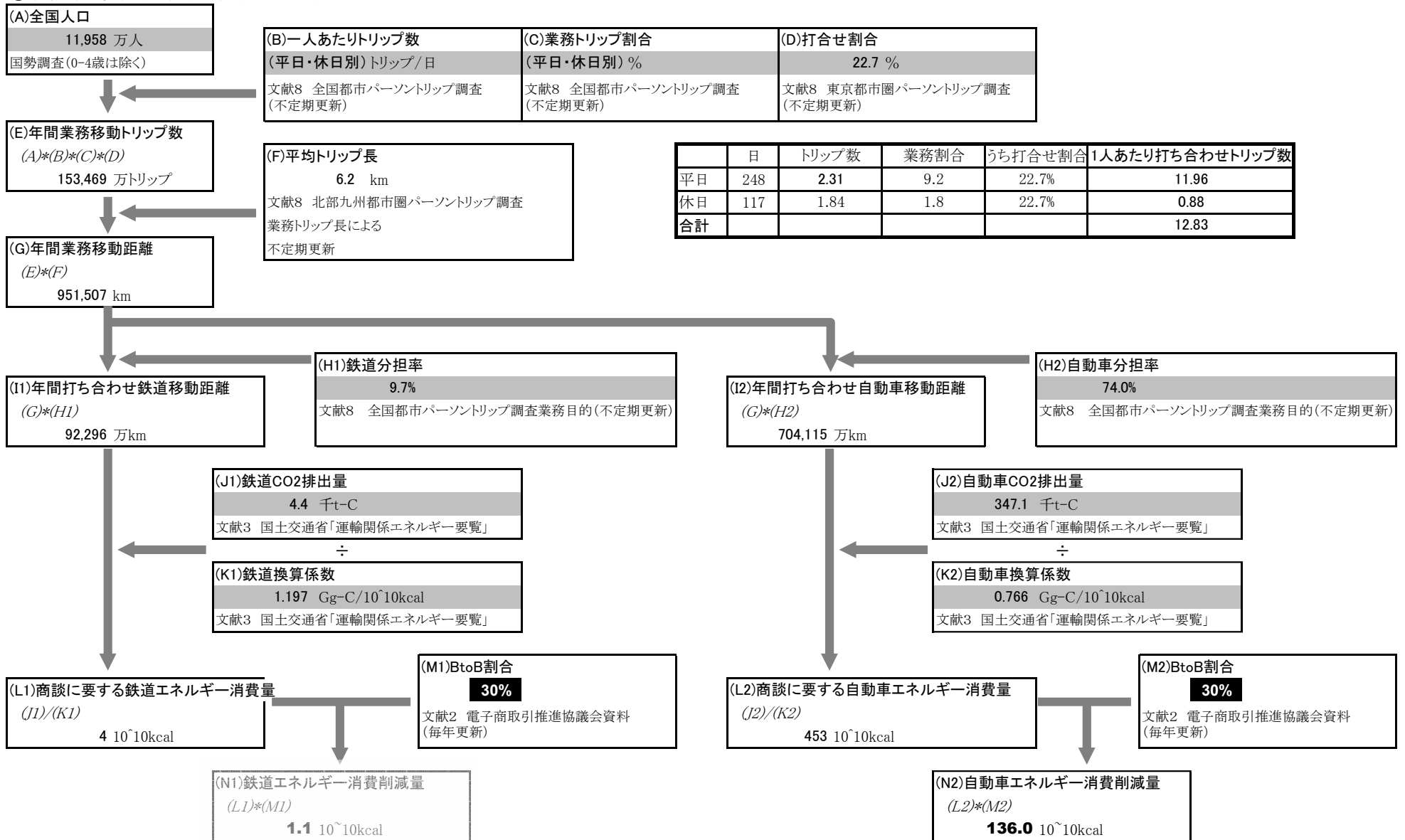
(1) BtoB(情報交流化による効率化)によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①商談等業務移動の 人流削減			
鉄道移動削減	1.1	0.2	17.0
自動車移動削減	136.0	23.1	17.0
②卸売削減	1,002.7	121.5	12.1
③経理業務用オフィス エネルギーの削減	436.5	105.2	24.1
④物流の効率化	457.3	93.4	20.4
合計	2,033.5	343.4	16.9

BtoB割合 **30%** 2010年の想定

5.04% 2001年想定

① 商談等業務移動に要する移動手段(自動車)のエネルギー削減



	全国人口	人口あたりトリップ数	全国トリップ数	1人あたり打合せ トリップ数	打ち合わせ トリップ数	年間打ち合わせ トリップ数	平均トリップ長	年間打ち合わせ 距離
	万人	トリップ	万トリップ	トリップ	万トリップ	万トリップ	km	万km
人流	11,958	2,284	27,315	12.8	153,469	153,469	6.2	951,507
(2001年)	12,102	2,284	29,239	12.8	375,270	155,326	6.2	963,021

打ち合わせ 利用機関	分担率	年間打ち合わせ 鉄道移動距離	鉄道CO2排出量	鉄道換算係数	鉄道エネルギー 消費量	BtoB割合 削減率	鉄道エネルギー 消費削減量
	%	万km	千t-C	Gg-C/10 ¹⁰ kcal	10 ¹⁰ kcal	%	10 ¹⁰ kcal
鉄道	9.7%	92,296	4.4	1.197	3.7	30%	1.1
(2001年)	9.7%	93,413	4.5	1.197	3.7	5.04%	0.2

打ち合わせ 利用機関	分担率	年間打ち合わせ 自動車移動距離	自動車CO2排出量	自動車換算係数	自動車エネルギー 消費量	BtoB割合 削減率	自動車エネルギー 消費削減量
	%	万km	千t-C	Gg-C/10 ¹⁰ kcal	10 ¹⁰ kcal	%	10 ¹⁰ kcal
自動車	74.0%	704,115	347.1	0.766	453.3	30%	136.0
(2001年)	74.0%	712,636	351.3	0.766	458.8	5.04%	23.1

②卸売中抜き

(A)1999年卸売従業者数
4,496,210 人
文献5 経済産業省「商業統計」

(B)1994年卸売従業者数
4,581,372 人
文献5 経済産業省「商業統計」

(C)卸売従業者変化割合
$(A)/(B)$
85.5%

(D)年率減少分
$1-(C)^{0.2}$
3.1%

(E)2010年減少分
$1-(1-(D))^9$
26.8%
減少トレンドを延長した場合

(F)BtoBによる減少分比率
20.0%
卸売減少のうちBtoB進展によるものを20%分と想定

(H)卸売直接エネルギー消費量
2052.0 10^{10} kcal
文献1 「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」
※(J)(K)も同じ

(G)BtoBによる減少分
$(E)*(F)$
5.4%

(I)BtoBで削減される卸売エネルギー消費量
$(H)*(G)$
110.1 10^{10} kcal

(J)卸売・エネルギー原単位 $(I-A)^{-1}$
0.2956 10^7 kcal/百万円

(K)卸売・単位直接エネルギー消費
0.0325 10^7 kcal/百万円

(L)BtoB分卸売エネルギー消費削減量 $(I-A)^{-1}$
$(I)*(J)/(K)$
1002.7 10^{10} kcal

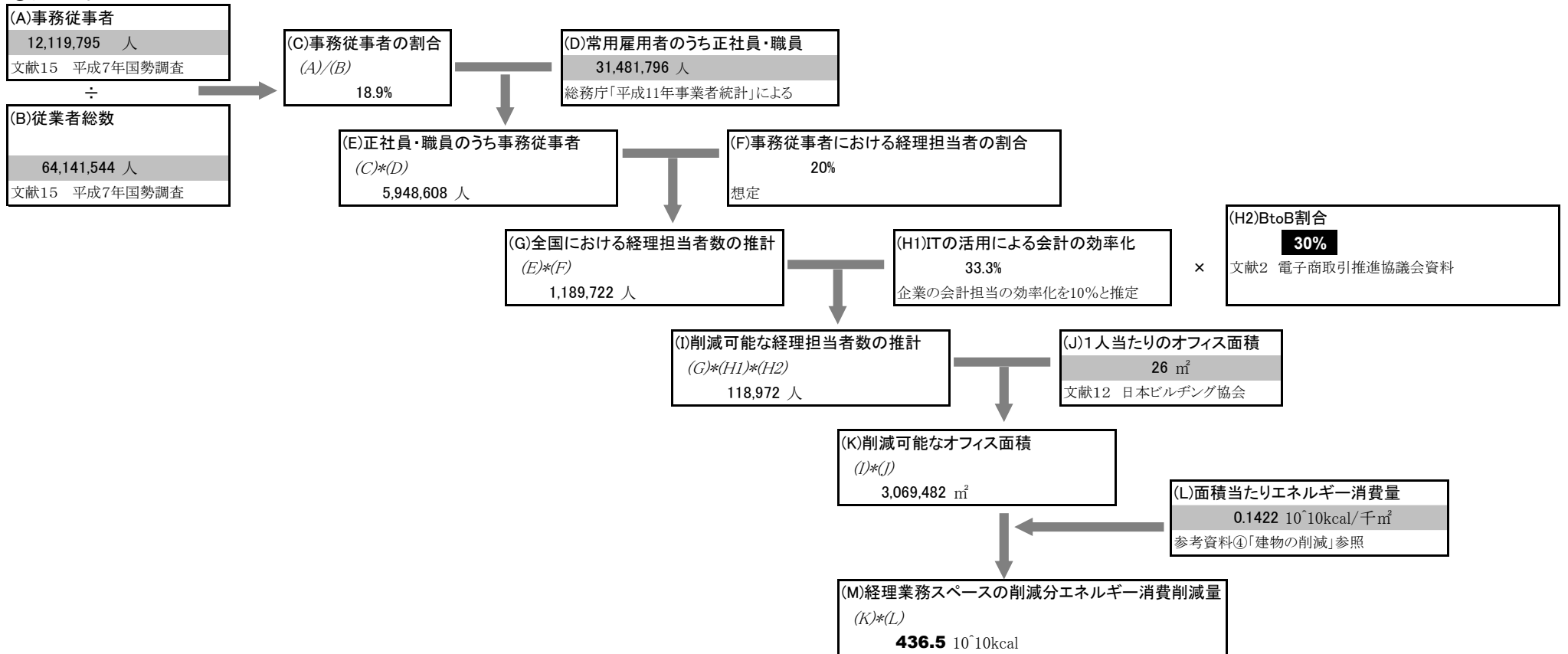
	卸売従業者数	増減率
1991年	4,709,009	
1994年	4,581,372	-2.7%
1997年	4,164,685	-9.1%
1999年	4,496,210	-5.9%

通産省「商業統計」

	99年の94年に 対する割合	年率減少分	2010年減少分	BtoBによる 減少分比率	BtoBによる 減少分
	85.5%	3.1%	26.8%	20%	5.4%
(前回分)		2.0%	16.8%	20%	3.36%

	直接エネルギー 消費量 10^{10} kcal	BtoB による減少分 %	BtoB分 エネルギー消費量 10^{10} kcal	エネルギー消費 削減量 $(I-A)^{-1}$ 10^{10} kcal	単位直接 エネルギー消費 10^7 kcal/百万円	エネルギー 原単位 $(I-A)^{-1}$ 10^7 kcal/百万円
卸売		5.4%	110.1	1,002.7	0.0325	0.2956
(2001年)		0.6%	12.8	121.5	0.0329	0.3128

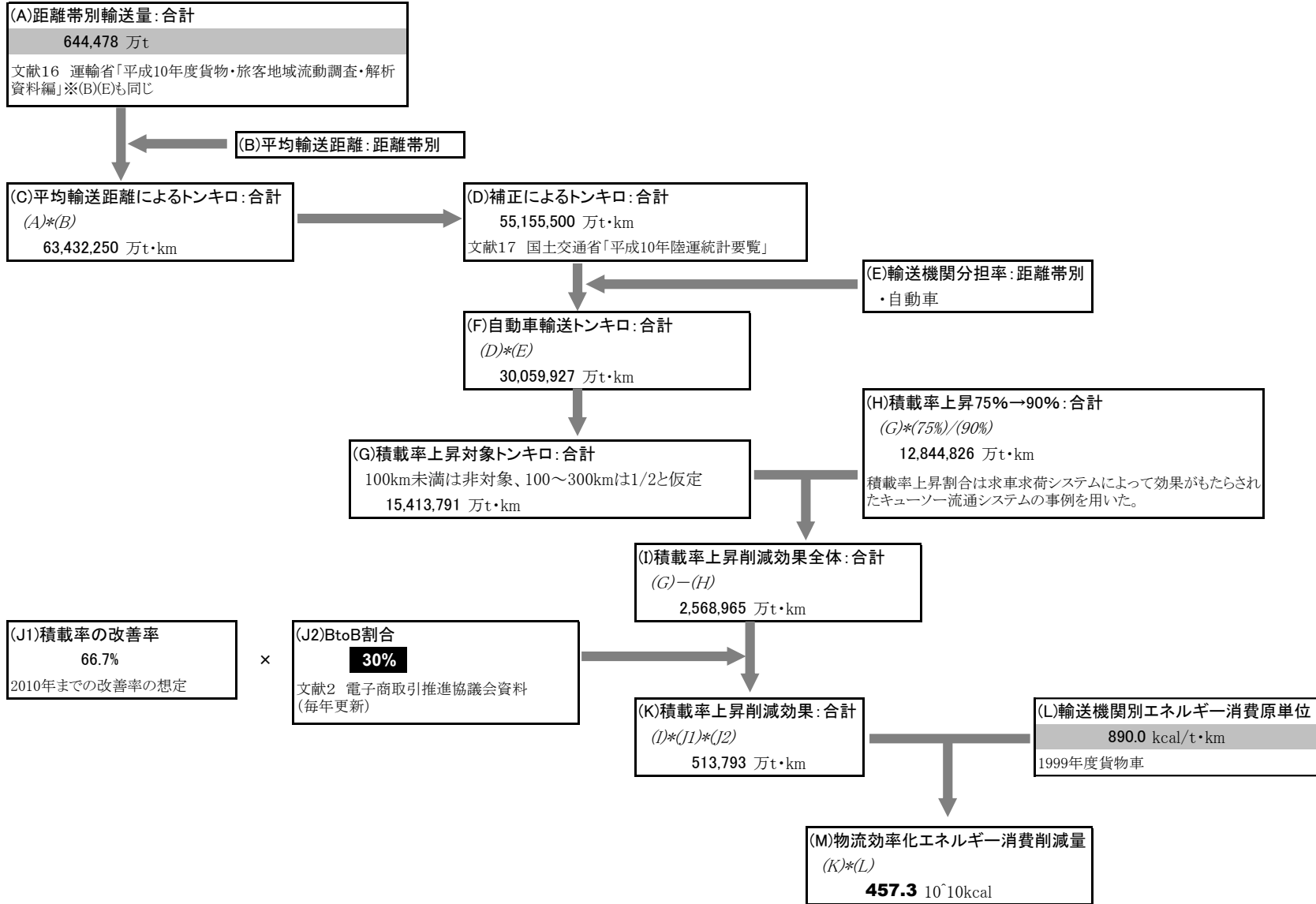
③経理業務用オフィスエネルギーの削減



	従業者総数	事務従事者	事務従事者の割合	常用雇用者	うち正社員・職員	事務従事者における 経理担当者の割合
	人	人	%	人	人	%
会計	64,141,544	12,119,795	18.9%	44,025,819	31,481,796	20%
(2001年)	64,141,544	12,119,795	18.9%	44,025,819	31,481,796	20%

	正社員・職員のうち 事務従事者	全国における 経理担当者数の推計	ITの活用による 会計の効率化	BtoB割合	削減可能な 経理担当者数の推計	1人当たりの オフィス面積	削減可能な オフィス面積	面積当たり エネルギー消費量	会計効率化分 エネルギー消費削減量
	人	人	%	%	人	m ²	m ²	10 ¹⁰ kcal/千m ²	10 ¹⁰ kcal
会計	5,948,608	1,189,722	33.3%	30%	118,972	25.8	3,069,482	0.1422	436.5
(2001年)	5,948,608	1,189,722	33.3%	5.04%	19,987	25.8	515,673	0.2041	105.2

④物流の効率化(2010年)



(2010年)

2010年 距離帯別	輸送量 1998年 万t	平均輸送距離 km	平均輸送距離 によるトンキロ 1998年 万t・km	補正によるトンキロ 1998年 万t・km	輸送機関分担率			自動車輸送 トンキロ 1998年 万t・km
					鉄道 1998年 %	海運 1998年 %	自動車 1998年 %	
100km未満	534,457	25	13,361,425	11,618,003	0.2	2.6	97.3	11,304,317
100～300km	51,381	200	10,276,200	8,935,344	2.0	23.2	74.8	6,683,637
300～500km	23,457	400	9,382,800	8,158,516	2.1	46.3	51.6	4,209,794
500～750km	15,541	625	9,713,125	8,445,740	3.0	50.7	46.3	3,910,377
750～1000km	8,836	875	7,731,500	6,722,680	4.7	65.6	29.6	1,989,913
1000km以上	10,806	1,200	12,967,200	11,275,217	7.0	75.6	17.4	1,961,888
合計	644,478		63,432,250	55,155,500				30,059,927

距離帯別	積載率上昇 対象トンキロ 万t・km	積載率上昇 ↓75% 90% 万t・km	積載率上昇 削減効果 全体 万t・km	積載率の 改善率 66.7%	BtoB割合 30%	積載率上昇 削減効果 万t・km	輸送機関別エネルギー 消費原単位 (1999年度貨物車) kcal/t・km	物流効率化 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
100km未満	0	0	0	66.7%	30%	0		
100～300km	3,341,819	2,784,849	556,970	66.7%	30%	111,394		
300～500km	4,209,794	3,508,162	701,632	66.7%	30%	140,326		
500～750km	3,910,377	3,258,648	651,730	66.7%	30%	130,346		
750～1000km	1,989,913	1,658,261	331,652	66.7%	30%	66,330		
1000km以上	1,961,888	1,634,907	326,981	66.7%	30%	65,396		
合計	15,413,791	12,844,826	2,568,965	66.7%	30%	513,793	890.0	457.3

求車求荷システム、輸送機関のシフトは近距離では難しいことから100km未満は対象とせず、100～300kmも半分と仮定した積載率上昇割合は求車求荷システムによって効果がもたらされたキューソー流通システムの事例を用いたキューソー流通システムでは積載率7～8割が9割以上に改善したとされている。

(2001年)

2001年 距離帯別	輸送量 2000年 万t	平均輸送距離 km	平均輸送距離 によるトンキロ 2000年 万t・km	補正によるトンキロ 2000年 万t・km	輸送機関分担率			自動車輸送 トンキロ 2000年 万t・km
					鉄道 2000年 %	海運 2000年 %	自動車 2000年 %	
100km未満	520,741	25	13,018,535	10,863,365	0.2	3.1	96.8	10,515,738
100～300km	55,940	200	11,188,080	9,335,935	1.7	21.0	77.3	7,216,678
300～500km	26,239	400	10,495,520	8,758,026	1.9	42.4	55.7	4,878,221
500～750km	17,288	625	10,804,813	9,016,116	2.7	43.8	53.5	4,823,622
750～1000km	10,248	875	8,966,563	7,482,182	4.0	61.2	34.7	2,596,317
1000km以上	12,328	1,200	14,793,360	12,344,375	5.8	71.3	22.9	2,826,862
合計	642,784		69,266,870	57,800,000				32,857,438

距離帯別	積載率上昇 対象トンキロ 万t・km	積載率上昇 ↓75% 90% 万t・km	積載率上昇 削減効果 全体 万t・km	積載率の 改善率 66.7%	BtoB割合 5.04%	積載率上昇 削減効果 万t・km	輸送機関別エネルギー 消費原単位 (1999年度貨物車) kcal/t・km	物流効率化 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
100km未満	0	0	0	66.7%	5.04%	0		
100～300km	3,608,339	3,006,949	601,390	66.7%	5.04%	20,207		
300～500km	4,878,221	4,065,184	813,037	66.7%	5.04%	27,318		
500～750km	4,823,622	4,019,685	803,937	66.7%	5.04%	27,012		
750～1000km	2,596,317	2,163,598	432,720	66.7%	5.04%	14,539		
1000km以上	2,826,862	2,355,718	471,144	66.7%	5.04%	15,830		
合計	18,733,361	15,611,134	3,122,227	66.7%	5.04%	104,907	890.0	934

求車求荷システム、輸送機関のシフトは近距離では難しいことから100km未満は対象とせず、100～300kmも半分と仮定した積載率上昇割合は求車求荷システムによって効果もたらされたキューソー流通システムの事例を用いたキューソー流通システムでは積載率7～8割が9割以上に改善したとされている。

(2) 生産流通の管理(SCM)によるエネルギー消費削減効果－返品削減による効果

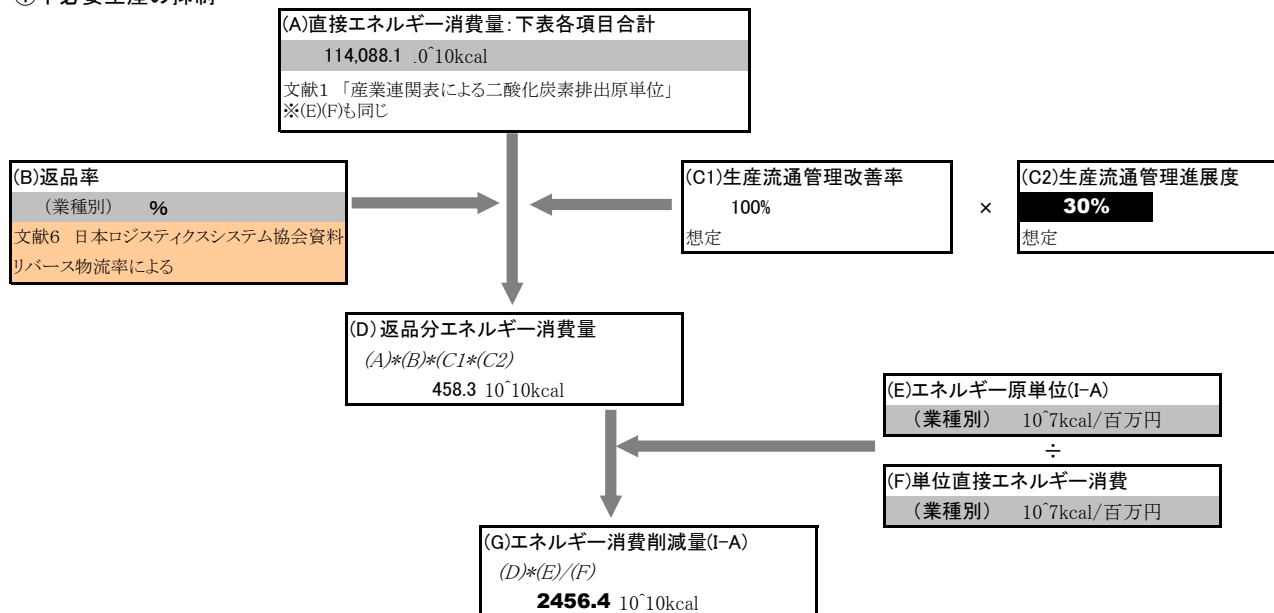
	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①不必要生産の抑制	2,456.4	422.5	17.20
②中間流通の効率化	488.7	61.8	12.65
③小売流通の効率化	296.1	39.0	13.17
④工場建物の削減	22.5	3.6	15.96
⑤倉庫建物の削減	13.7	2.3	16.85
⑥販売・返品物流の削減	495.5	82.1	16.57
合計	3,772.9	611.3	16.20

生産流通管理	改善率	進展度
2010年	50%	80%
(2001年)	25%	19.2%

年間事業収入規模	集計企業数	生産・在庫 管理	販売・在庫管理 取り組み企業数	取組割合 平均	階層別売上	取り組み済み 売上	進展度
10億円未満	384	3	7	1.3	192,925	2,512	
10億円以上100億円未満	1,856	46	75	3.3	8,112,851	264,454	
100億円以上1000億円未満	1,826	95	202	8.1	61,173,109	4,974,922	
1000億円以上	555	95	147	21.8	304,097,523	66,298,739	
合計	4,621	239	431	7.2	373,576,408	71,540,627	19.2%

経済産業省「平成13年情報処理実態調査」

①不必要生産の抑制



(2010年)	エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		返品分エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費削減量(I-A) 10 ¹⁰ kcal	単位直接エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー原単位(I-A) 10 ⁷ kcal/百万円
			改善率 %	進展度 %				
食料品	5,448.7	3.720	100%	30%	60.8	335.9	0.1402	0.7748
繊維製品	1,835.8	3.112	100%	30%	17.1	83.6	0.1644	0.8019
パルプ・紙・木製品	11,035.8	0.491	100%	30%	16.3	41.2	0.6200	1.5716
化学製品	20,976.7	2.730	100%	30%	171.8	393.8	0.8137	1.8653
石油・石炭製品	19,110.4	0.000	100%	30%	0.0	0.0	1.8213	2.4176
窯業・土石製品	12,143.0	1.569	100%	30%	57.2	100.8	1.2524	2.2084
鉄鋼	33,819.1	0.318	100%	30%	32.3	78.0	1.6831	4.0665
非鉄金属	1,565.2	5.214	100%	30%	24.5	111.9	0.2468	1.1283
金属製品	1,443.3	0.307	100%	30%	1.3	19.5	0.0919	1.3454
一般機械	1,123.7	1.168	100%	30%	3.9	85.0	0.0395	0.8522
電気機械	1,476.7	5.354	100%	30%	23.7	483.1	0.0293	0.5970
輸送機械	1,707.7	3.557	100%	30%	18.2	372.9	0.0408	0.8349
精密機械	150.8	3.339	100%	30%	1.5	21.4	0.0396	0.5606
その他の製造工業製品	2,251.1	4.389	100%	30%	29.6	329.2	0.0702	0.7797
合計	114,088.1		100%	30%	458.3	2456.4		

(2001年)	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		返品分エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) 10 ⁷ kcal/百万円
			改善率 %	進展度 %				
食料品	5,403.4	3.834	25%	19.2%	9.9	58.5	0.1391	0.8198
繊維製品	1,814.1	3.112	25%	19.2%	2.7	14.4	0.1625	0.8628
パルプ・紙・木製品	10,997.2	0.491	25%	19.2%	2.6	6.9	0.6178	1.6465
化学製品	21,647.1	2.730	25%	19.2%	28.3	67.3	0.8397	1.9987
石油・石炭製品	17,949.4	0.000	25%	19.2%	0.0	0.0	1.7106	2.3475
窯業・土石製品	12,478.8	1.569	25%	19.2%	9.4	17.0	1.2870	2.3383
鉄鋼	33,237.4	0.318	25%	19.2%	5.1	12.7	1.6542	4.1370
非鉄金属	1,594.3	5.214	25%	19.2%	4.0	19.6	0.2513	1.2380
金属製品	1,444.5	0.307	25%	19.2%	0.2	3.3	0.0920	1.4101
一般機械	1,136.7	1.168	25%	19.2%	0.6	14.3	0.0399	0.9003
電気機械	1,483.9	5.354	25%	19.2%	3.8	84.0	0.0295	0.6506
輸送機械	1,711.2	3.557	25%	19.2%	2.9	63.7	0.0409	0.8940
精密機械	151.5	3.339	25%	19.2%	0.2	3.7	0.0398	0.6105
その他の製造工業製品	2,265.9	4.389	25%	19.2%	4.8	57.1	0.0707	0.8471
合計	113,315.5		25%	19.2%	74.5	422.5		

②中間流通の効率化

(A)卸売エネルギー消費量【1】(1)①の再掲
2,052.0 10¹⁰kcal
文献1「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」
※(E)(F)も同じ

(B)返品率
6.539 %
文献6 日本ロジスティクスシステム協会資料
リバース物流率による

(C1)生産流通管理改善率
100%
想定

(C2)生産流通管理進展度
30%
想定

(D)卸売エネルギー消費量
(A)*(B)*(C1)*(C2)
53.7 10¹⁰kcal

(E)卸売・エネルギー原単位(I-A)⁻¹
0.2956 10⁷kcal/百万円

(F)卸売・単位直接エネルギー消費
0.0325 10⁷kcal/百万円

(G)卸売エネルギー消費削減量(I-A)⁻¹
(D)*(E)/(F)
488.7 10¹⁰kcal

③小売販売の効率化

(A)小売エネルギー消費量【1】(1)②の再掲
2,914.4 10¹⁰kcal
文献1「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」
※(E)(F)も同じ

(B)返品率
4.286 %
文献6 日本ロジスティクスシステム協会資料
リバース物流率による

(C1)生産流通管理改善率
100%
想定

(C2)生産流通管理進展度
30%
想定

(D)小売エネルギー消費量
(A)*(B)*(C1)*(C2)
50.0 10¹⁰kcal

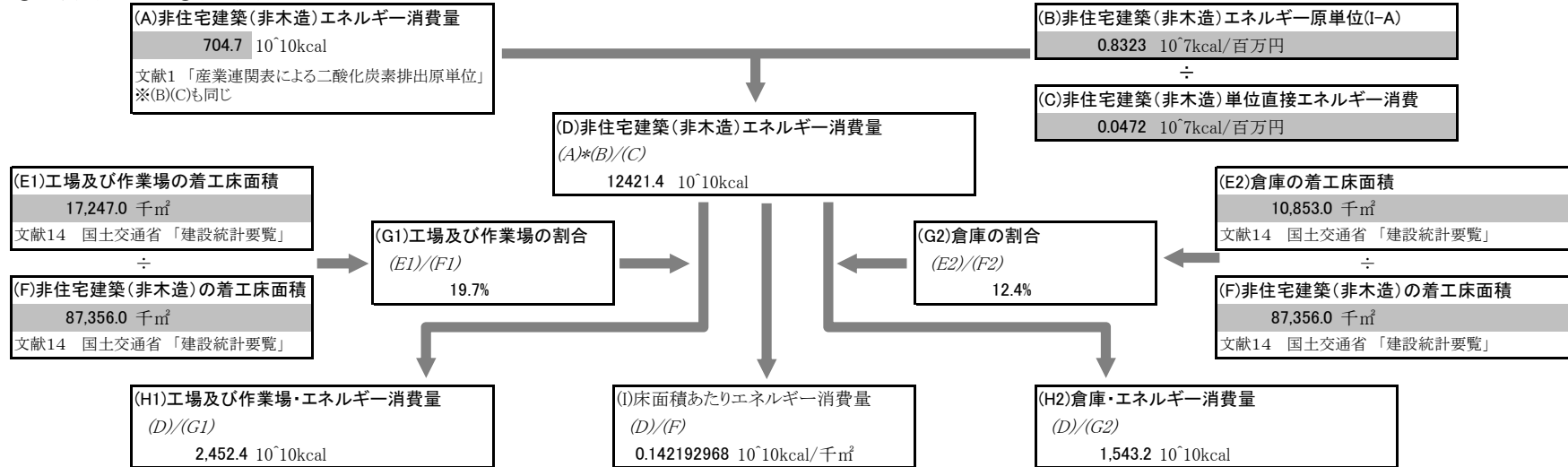
(E)小売・エネルギー原単位(I-A)⁻¹
0.4415 10⁷kcal/百万円

(F)小売・単位直接エネルギー消費
0.0745 10⁷kcal/百万円

(G)小売エネルギー消費削減量(I-A)⁻¹
(D)*(E)/(F)
296.1 10¹⁰kcal

	エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		BtoC分 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
			改善率 %	進展度 %				
卸売	2,052.0	6.539	100%	30%	53.7	488.7	0.0325	0.2956
(2001年)	2,076.7	6.539	25%	19.2%	6.5	61.8	0.0329	0.3128
小売	2,914.4	4.286	100%	30%	50.0	296.1	0.0745	0.4415
(2001年)	2,973.1	4.286	25%	19.2%	6.1	39.0	0.0760	0.4857
合計	4,966.4				103.6	784.7		
(2001年)	5,049.9				12.6	100.8		

④工場建設の削減⑤倉庫建設の削減



(2010年)	国内生産額 百万円	直接エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー 消費量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
住宅建築(木造)	13,594,837	181.2	8,069.7	0.0133	0.5936
住宅建築(非木造)	12,485,298	572.0	10,119.4	0.0458	0.8105
非住宅建築(木造)	925,037	12.0	562.5	0.0129	0.6081
非住宅建築(非木造)	14,923,716	704.7	12,421.4	0.0472	0.8323
建設補修	8,119,751	436.7	6,455.3	0.0538	0.7950
道路関係公共事業	10,022,133	1,360.5	9,527.5	0.1358	0.9506
河川・下水道・その他の公共事業	10,647,336	806.2	9,242.6	0.0757	0.8681
合計	70,718,108	4,073.4	56,398.4		

非住宅建築(非木造)

建物用途	着工床面積 千m ²	着工床面積 %	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	床面積あたり エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal/千m ²
事務所	11,192	12.8%	1,591.4	0.142192968
店舗	14,663	16.8%	2,085.0	0.142192968
工場及び作業場	17,247	19.7%	2,452.4	0.142192968
倉庫	10,853	12.4%	1,543.2	0.142192968
学校の校舎	4,819	5.5%	685.2	0.142192968
病院・診療所	4,301	4.9%	611.6	0.142192968
その他	24,281	27.8%	3,452.6	0.142192968
合計	87,356	100.0%	12,421.4	0.142192968

④工場建物の削減

(A)工場建設エネルギー消費量
2,452.4 10¹⁰kcal

(B)返品率
(品目別) %
文献6 日本ロジスティクスシステム協会資料
リバース物流率による

(C1)生産流通管理改善率
50%
想定

(C2)生産流通管理進展度
80%
想定

(D)工場建設エネルギー消費削減量
(A)*(B)*(C1)*(C2)
22.5 10¹⁰kcal

(2010年)	工場面積割合 %	工場建設 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	産業分類内訳
				改善率 %	進展度 %		
鉄鋼	8.9%	217.2	0.318	100%	30%	0.2	鉄鋼業
化学	14.9%	364.8	2.411	100%	30%	2.6	化学工業、石油製品・石炭製品製造業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業、なめし革・同製品・毛皮製造業
窯業土石	5.4%	131.4	1.569	100%	30%	0.6	窯業・土石製品製造業、
紙・パルプ	6.7%	165.1	0.491	100%	30%	0.2	パルプ・紙・紙加工品製造業、出版・印刷・同関連産業
食品	10.0%	245.2	3.834	100%	30%	2.8	食料品製造業、飲料・たばこ・飼料製造業、
繊維	4.7%	115.0	5.109	100%	30%	1.8	繊維工業、衣服・その他の繊維製品製造業、
非鉄金属	2.6%	64.7	5.214	100%	30%	1.0	非鉄金属製造業、
金属機械	42.6%	1045.4	3.779	100%	30%	11.9	金属製品製造業、一般機械器具製造業、電気機械器具製造業、輸送用機械器具製造業、精密機械器具製造業
その他	4.2%	103.6	4.389	100%	30%	1.4	上記以外
合計	100.0%	2452.4		50%	80%	22.5	

※工場延建築面積

産業分類別	事業所延建築面積		産業分類別	事業所延建築面積		産業分類別	事業所延建築面積	
	m ²	%		m ²	%		m ²	%
食料品製造業	379,642	7.3%	化学工業	423,404	8.2%	金属製品製造業	357,533	6.9%
飲料・たばこ・飼料製造業	138,870	2.7%	石油製品・石炭製品製造業	23,187	0.4%	一般機械器具製造業	532,580	10.3%
繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く)	162,588	3.1%	プラスチック製品製造業(別掲を除く)	233,003	4.5%	電気機械器具製造業	645,635	12.4%
衣服・その他の繊維製品製造業	80,534	1.6%	ゴム製品製造業	83,932	1.6%	輸送用機械器具製造業	611,644	11.8%
木材・木製品製造業(家具を除く)	71,200	1.4%	なめし革・同製品・毛皮製造業	8,048	0.2%	精密機械器具製造業	63,570	1.2%
家具・装備品製造業	82,105	1.6%	窯業・土石製品製造業	277,936	5.4%	武器製造業	3,840	0.1%
パルプ・紙・紙加工品製造業	229,258	4.4%	鉄鋼業	459,295	8.9%	その他の製造業	62,008	1.2%
出版・印刷・同関連産業	119,892	2.3%	非鉄金属製造業	136,772	2.6%	合計	5,186,475	100.0%

通産省「工業統計表」による

⑤倉庫建物の削減

(A)倉庫建設エネルギー消費量
1,543.2 10¹⁰kcal

(B)返品率
(品目別) %
文献6 日本ロジスティクスシステム協会資料
リバース物流率による

(C1)生産流通管理改善率
50%
想定

(C2)生産流通管理進展度
80%
想定

(D)倉庫建設エネルギー消費削減量
(A)*(B)*(C1)*(C2)
13.7 10¹⁰kcal

(2010年)	倉庫面積割合 %	倉庫建設 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	品目内訳
				改善率 %	進展度 %		
鉄鋼	13.4%	206.8	0.318	100%	30%	0.2	鉄鋼
化学	14.0%	216.1	2.411	100%	30%	1.6	化学工業品
窯業土石	1.7%	26.2	1.569	100%	30%	0.1	窯業品
紙・パルプ	10.3%	159.0	0.491	100%	30%	0.2	紙・パルプ
食品	14.2%	219.1	3.834	100%	30%	2.5	食料工業品
繊維	3.4%	52.5	5.109	100%	30%	0.8	繊維工業品
非鉄金属	1.6%	24.7	5.214	100%	30%	0.4	金属-鉄鋼以外
金属機械	18.6%	287.0	3.779	100%	30%	3.3	金属製品・機械
その他	22.8%	351.9	4.389	100%	30%	4.6	雑工業品、農水産品、雑品
合計	100.0%	1543.2		50%	80%	13.7	

※倉庫入庫量

品目別	割合
金属製品・機械	18.6%
鉄鋼	13.4%
金属-鉄鋼以外	1.6%
食料工業品	14.2%
化学工業品	14.0%
紙・パルプ	10.3%
雑工業品	8.2%
農水産品	4.2%
繊維工業品	3.4%
窯業品	1.7%
雑品	10.4%
合計	100.0%

(2001年分)

○建物の削減

(2010年) 建物形態	国内生産額 百万円	直接エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー 消費量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
住宅建築(木造)	13,594,837	186.1	8,562.3	0.0137	0.6298
住宅建築(非木造)	12,485,298	578.9	10,658.4	0.0464	0.8537
非住宅建築(木造)	925,037	12.3	597.0	0.0132	0.6454
非住宅建築(非木造)	14,923,716	720.7	13,093.1	0.0483	0.8773
建設補修	8,119,751	443.4	6,845.4	0.0546	0.8431
道路関係公共事業	10,022,133	1,384.4	9,956.3	0.1381	0.9934
河川・下水道・その他の公共事業	10,647,336	819.0	9,728.6	0.0769	0.9137
合計	70,718,108	4,144.7	59,441.1		

非住宅建築(非木造)

建物用途	着工床面積 千m ²	着工床面積 %	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	床面積あたり エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal/千m ²
事務所	8,496	13.2%	1,733.8	0.20406903
店舗	8,107	12.6%	1,654.4	0.20406903
工場及び作業場	11,877	18.5%	2,423.6	0.20406903
倉庫	7,292	11.4%	1,488.1	0.20406903
学校の校舎	4,770	7.4%	973.5	0.20406903
病院・診療所	3,485	5.4%	711.1	0.20406903
その他	20,133	31.4%	4,108.6	0.20406903
合計	64,160	100.0%	13,093.1	0.20406903

(2001年分)

○工場建物の削減

(2001年)	工場面積割合 %	工場建設 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	産業分類内訳
				改善率 %	進展度 %		
鉄鋼	8.9%	217.2	0.318	25%	19.2%	0.0	鉄鋼業
化学	14.9%	364.8	2.411	25%	19.2%	0.4	化学工業、石油製品・石炭製品製造業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業、なめし革・同製品・毛皮製造業
窯業土石	5.4%	131.4	1.569	25%	19.2%	0.1	窯業・土石製品製造業、
紙・パルプ	6.7%	165.1	0.491	25%	19.2%	0.0	パルプ・紙・紙加工品製造業、出版・印刷・同関連産業
食品	10.0%	245.2	3.834	25%	19.2%	0.5	食料品製造業、飲料・たばこ・飼料製造業、
繊維	4.7%	115.0	5.109	25%	19.2%	0.3	繊維工業、衣服・その他の繊維製品製造業、
非鉄金属	2.6%	64.7	5.214	25%	19.2%	0.2	非鉄金属製造業、
金属機械	42.6%	1045.4	3.779	25%	19.2%	1.9	金属製品製造業、一般機械器具製造業、電気機械器具製造業、輸送用機械器具製造業、精密機械器具製造業
その他	4.2%	103.6	4.389	25%	19.2%	0.2	上記以外
合計	100.0%	2452.4		25%	19.2%	3.6	

※工場延建築面積

産業分類別	事業所延建築面積		産業分類別	事業所延建築面積		産業分類別	事業所延建築面積	
	m ²	%		m ²	%		m ²	%
食料品製造業	379,642	7.3%	化学工業	423,404	8.2%	金属製品製造業	357,533	6.9%
飲料・たばこ・飼料製造業	138,870	2.7%	石油製品・石炭製品製造業	23,187	0.4%	一般機械器具製造業	532,580	10.3%
繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く)	162,588	3.1%	プラスチック製品製造業(別掲を除く)	233,003	4.5%	電気機械器具製造業	645,635	12.4%
衣服・その他の繊維製品製造業	80,534	1.6%	ゴム製品製造業	83,932	1.6%	輸送用機械器具製造業	611,644	11.8%
木材・木製品製造業(家具を除く)	71,200	1.4%	なめし革・同製品・毛皮製造業	8,048	0.2%	精密機械器具製造業	63,570	1.2%
家具・装備品製造業	82,105	1.6%	窯業・土石製品製造業	277,936	5.4%	武器製造業	3,840	0.1%
パルプ・紙・紙加工品製造業	229,258	4.4%	鉄鋼業	459,295	8.9%	その他の製造業	62,008	1.2%
出版・印刷・同関連産業	119,892	2.3%	非鉄金属製造業	136,772	2.6%	合計	5,186,475	100.0%

通産省「工業統計表」による

○倉庫建物の削減

(2001年)	倉庫面積割合 %	倉庫建設 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	品目内訳
				改善率 %	進展度 %		
鉄鋼	8.8%	135.6	0.318	25%	19.2%	0.0	鉄鋼
化学	13.8%	213.0	2.411	25%	19.2%	0.2	化学工業品
窯業土石	1.3%	20.1	1.569	25%	19.2%	0.0	窯業品
紙・パルプ	11.1%	171.3	0.491	25%	19.2%	0.0	紙・パルプ
食品	18.3%	282.4	3.834	25%	19.2%	0.5	食料工業品
繊維	2.5%	38.6	5.109	25%	19.2%	0.1	繊維工業品
非鉄金属	2.6%	40.4	5.214	25%	19.2%	0.1	金属-鉄鋼以外
金属機械	16.3%	251.5	3.779	25%	19.2%	0.5	金属製品・機械
その他	25.3%	390.4	4.389	25%	19.2%	0.8	雑工業品、農水産品、雑品
合計	100.0%	1543.2		25%	19.2%	2.3	

品目別	割合
金属製品・機械	16.3%
鉄鋼	8.8%
金属-鉄鋼以外	2.6%
食料工業品	18.3%
化学工業品	13.8%
紙・パルプ	11.1%
雑工業品	9.2%
農水産品	4.4%
繊維工業品	2.5%
窯業品	1.3%
雑品	11.7%
合計	100.0%

⑥販売・返品物流の削減

(A)貨物自動車エネルギー消費量:合計
27,220.0 10¹⁰kcal
文献7 エネルギー・経済統計要覧2003

(B)返品率
(業種別) %
日文献6 日本ロジスティクスシステム協会資料
リバース物流率による

(C1)生産流通管理改善率
50%
想定

(C2)生産流通管理進展度
80%
想定

(D)販売・返品物流エネルギー消費削減量(往復)
 $(A) \times (B) \times (C1) \times (C2) \times 2$
495.5 10¹⁰kcal
削減量は往復に効くため2倍とした

(2010年) 業種別	エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量往復 10 ¹¹ kcal	品目内訳
			改善率 %	進展度 %			
鉄鋼	838.8	0.318	100%	30%	0.8	1.6	鉄鋼
化学	1,286.7	2.411	100%	30%	9.3	18.6	石油製品、化学薬品、化学肥料
窯業土石	9,462.1	1.569	100%	30%	44.5	89.1	砂利・砂・石材、窯業品
紙・パルプ	439.1	0.491	100%	30%	0.6	1.3	紙・パルプ
食品	1,948.0	3.834	100%	30%	22.4	44.8	食料工業品
繊維	131.9	5.109	100%	30%	2.0	4.0	繊維工業品
非鉄金属	123.0	5.214	100%	30%	1.9	3.8	金属-鉄鋼以外
金属機械	2,697.5	3.779	100%	30%	30.6	61.2	金属製品、機械
その他	10,293.0	4.389	100%	30%	135.5	271.1	上記以外
合計	27,220.0		50%	80%	247.8	495.5	

(2010年) 品目別	貨物自動車輸送量			品目別 割合	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	品目別	貨物自動車輸送量			品目別 割合	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
	合計 千t	営業用 千t	自家用 千t				合計 千t	営業用 千t	自家用 千t		
穀物	46,114	24,279	21,835	0.9%	235.2	薬業品	576,480	232,399	344,081	10.8%	2,939.8
木材	159,218	54,190	105,028	3.0%	812.0	石油製品	194,141	81,980	112,161	3.6%	990.0
石炭	16,295	15,038	1,257	0.3%	83.1	化学薬品	44,118	37,029	7,089	0.8%	225.0
金属鉱	4,470	2,700	1,770	0.1%	22.8	化学肥料	14,048	8,035	6,013	0.3%	71.6
砂利・砂・石材	1,278,966	388,357	890,609	24.0%	6,522.2	紙・パルプ	86,110	72,585	13,525	1.6%	439.1
工業用非金属鉱物	313,197	97,607	215,590	5.9%	1,597.2	繊維工業品	25,856	13,646	12,210	0.5%	131.9
金属-鉄鋼以外	24,120	13,288	10,832	0.5%	123.0	食料工業品	381,993	212,884	169,109	7.2%	1,948.0
鉄鋼	164,482	105,428	59,054	3.1%	838.8	日用品	207,547	144,218	63,329	3.9%	1,058.4
金属製品	135,710	55,387	80,323	2.5%	692.1	特種品	1,271,535	493,967	777,568	23.8%	6,484.3
機械	393,252	224,277	168,975	7.4%	2,005.4	合計	5,337,652	2,277,294	3,060,358	100.0%	27,220.0

輸送量は運輸省「貨物地域流動調査」による

(2001年) 業種別	エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	生産流通管理		エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量往復 10 ¹¹ kcal	品目内訳
			改善率 %	進展度 %			
鉄鋼	431.0	0.318	25%	19.2%	0.1	0.1	鉄鋼
化学	1,176.6	2.411	25%	19.2%	1.4	2.7	石油製品、化学薬品、化学肥料
窯業土石	8,277.4	1.569	25%	19.2%	6.2	12.4	砂利・砂・石材、窯業品
紙・パルプ	466.1	0.491	25%	19.2%	0.1	0.2	紙・パルプ
食品	1,978.5	3.834	25%	19.2%	3.6	7.3	食料工業品
繊維	74.7	5.109	25%	19.2%	0.2	0.4	繊維工業品
非鉄金属	154.8	5.214	25%	19.2%	0.4	0.8	金属－鉄鋼以外
金属機械	2,610.8	3.779	25%	19.2%	4.7	9.4	金属製品、機械
その他	11,601.1	4.389	25%	19.2%	24.4	48.8	上記以外
合計	26,771.0		25%	19.2%	41.1	82.1	

(2001年) 品目別	貨物自動車輸送量			品目別 割合	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal	品目別	貨物自動車輸送量			品目別 割合	エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
	合計 千t	営業用 千t	自家用 千t				合計 千t	営業用 千t	自家用 千t		
穀物	39,297	21,132	18,165	0.7%	182.2	窯業品	405,008	202,850	202,158	7.0%	1,877.9
木材	191,032	90,795	100,237	3.3%	885.8	石油製品	211,961	96,085	115,876	3.7%	982.8
石炭	18,617	16,213	2,404	0.3%	86.3	化学薬品	40,268	36,012	4,256	0.7%	186.7
金属鉱	425	308	117	0.0%	2.0	化学肥料	1,533	1,411	122	0.0%	7.1
砂利・砂・石材	1,380,158	528,297	851,861	23.9%	6,399.5	紙・パルプ	100,516	81,785	18,731	1.7%	466.1
工業用非金属鉱物	239,563	141,480	98,083	4.1%	1,110.8	繊維工業品	16,106	9,085	7,021	0.3%	74.7
金属－鉄鋼以外	33,386	16,870	16,516	0.6%	154.8	食料工業品	426,695	265,256	161,439	7.4%	1,978.5
鉄鋼	92,956	55,100	37,856	1.6%	431.0	日用品	263,310	186,858	76,452	4.6%	1,220.9
金属製品	146,331	59,477	86,854	2.5%	678.5	特種品	1,749,726	867,431	882,295	30.3%	8,113.1
機械	416,731	256,251	160,480	7.2%	1,932.3	合計	5,773,619	2,932,696	2,840,923	100.0%	26,771.0

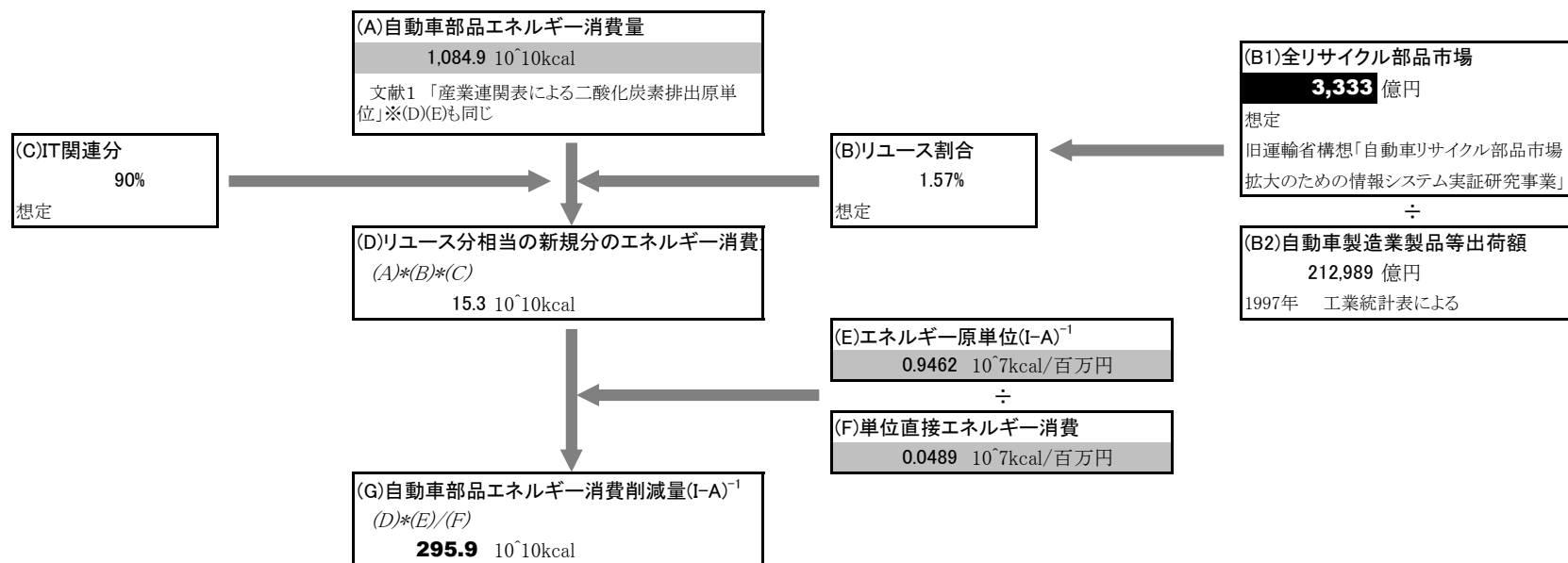
輸送量は運輸省「貨物地域流動調査」による

(3) ITを利用したリユースによるエネルギー消費量削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①自動車部品	295.9	63.1	21.33
②産業機械	921.5	123.8	13.43
③建設機械	125.9	17.2	13.62
④電子機器	1,271.8	251.6	19.78
合計	2,615.2	455.7	17.42

(注) 産業機械は2001ではなく2000年

①ITを利用したリユースによるエネルギー消費削減効果(中古自動車部品)



	自動車部品 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	リサイクル 割合	IT関連分 %	リユース分 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
中古自動車	1,084.9	1.57%	90%	15.3	295.9	0.0489	0.9462
(2001年)	1,090.3	0.43%	65%	3.0	63.1	0.0491	1.0286

	リサイクル部品 市場 億円	自動車製造業 製品等出荷額 億円	リサイクル 割合
1997年		212,989	
1998年	500	210,537	
1999年		200,159	
2000年		199,921	
2001年	850	199,921	0.43%
2003年	1,000		
2010年	3,333		1.57%
2015年	5,000		

※ リサイクル部品市場は旧運輸省「自動車リサイクル部品市場拡大のための情報システム実証研究事業」による。
2001年の値(850億円)は矢野経済研究所「自動車リサイクル部品流通総覧2002年版」による

※ 自動車製造業製品等出荷額は工業統計表による。

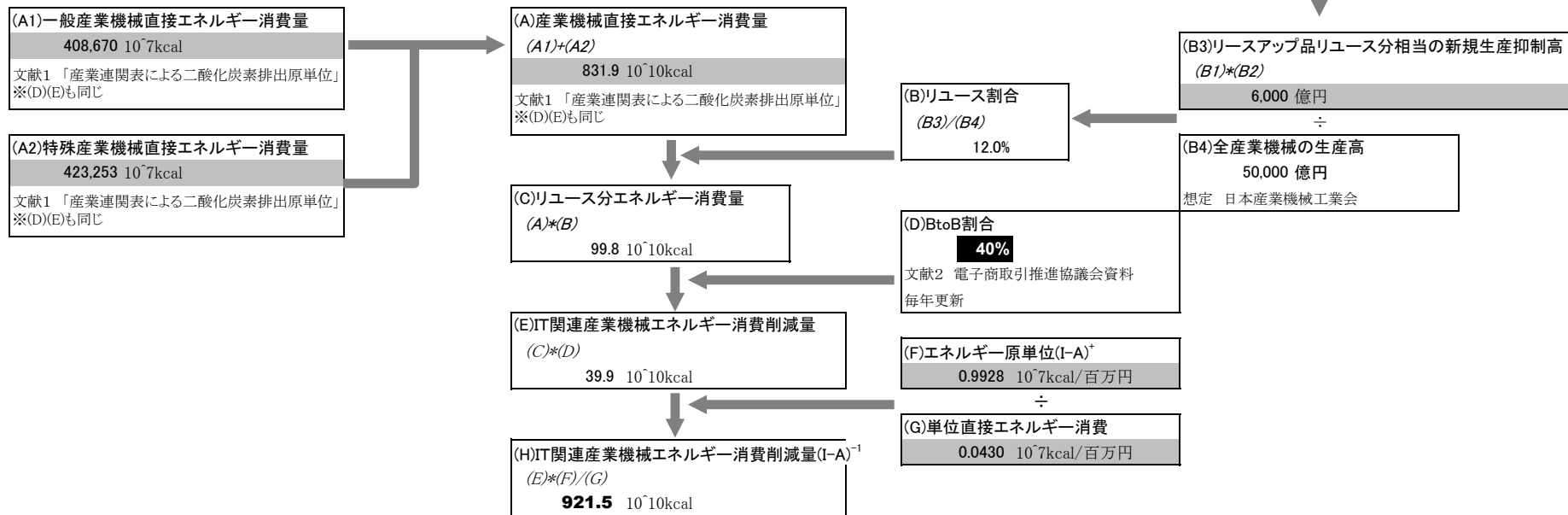
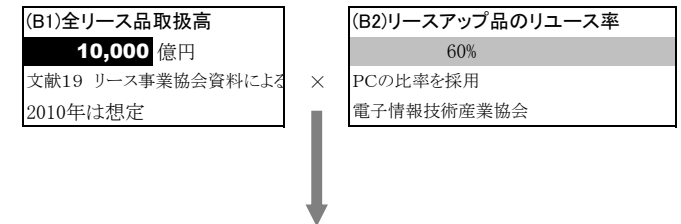
②ITを利用したリユースによるエネルギー消費量削減効果(産業機械)

(注1)産業機械のリユースはリースアップ品のみが用いられると仮定した。

(注2)リースアップ品のうちリユースされる比率は電子情報技術産業協会のPCの事例(リースアップ品1.1t/年。うち中古市場へ0.7tで約60%)を参考

(注3)上記から算出したリユース量と全生産額との比率を算出し、それをエネルギー消費に当てはめて「リユースによる削減効果」を算

	リース品扱い高 億円	生産高 億円	リースアップ品の リユースの率 %	リースアップ品 リユース分生産高 億円	生産高に対する リユース分比率 %
1996	10,442				
1997	10,702				
1998	8,651				
1999	9,820	45,665			
2000	10,314	52,651	60%	6,188	11.8%
2010予測	10,000	50,000	60%	6,000	12.0%
事由	一定水準と仮定		PCの比率を採用		
出典	実績はリース事業協会資料	日本産業機械工業会	電子情報技術産業協会		



	産業機械直接エネルギー消費量			リサイクル 割合 %	リユース分 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	BtoB割合 40.0%	IT関連産業機械 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	IT関連エネルギー 消費削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
	一般産業機械 10 ⁷ kcal	特殊産業機械 10 ⁷ kcal	10 ¹⁰ kcal							
	408,670	423,253	831.9	12.0%	99.8	40.0%	39.9	921.5	0.0430	0.9928
(2000年)	413,866	427,785	841.7	11.8%	98.9	5.04%	5.0	123.8	0.0436 一般 0.0376 特殊	1.0593 一般 0.9521 特殊

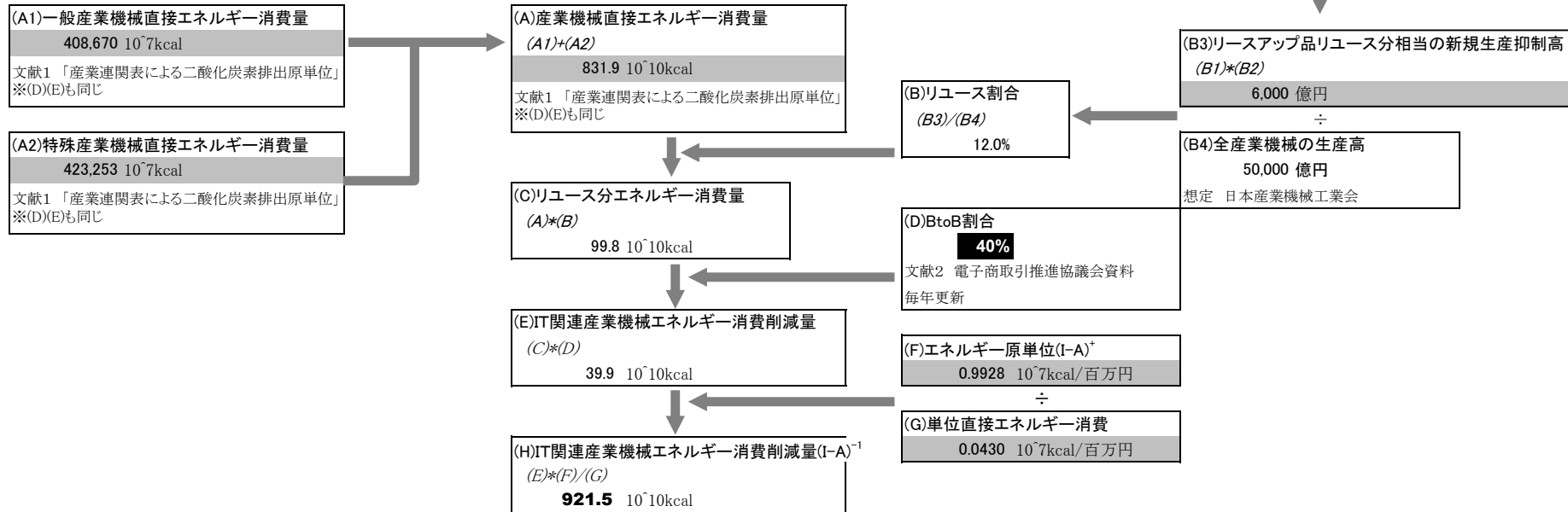
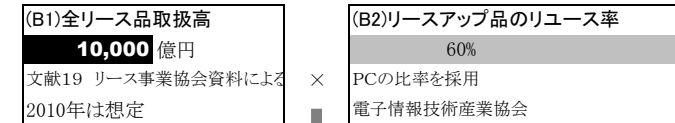
②ITを利用したリユースによるエネルギー消費削減効果(産業機械)

(注1)産業機械のリユースはリースアップ品のみが用いられると仮定した。

(注2)リースアップ品のうちリユースされる比率は電子情報技術産業協会のPCの事例(リースアップ品1.1t/年。うち中古市場へ0.7tで約60%)を参考

(注3)上記から算出したリユース量と全生産額との比率を算出し、それをエネルギー消費に当てはめて「リユースによる削減効果」を算

	リース品扱い高 億円	生産高 億円	リースアップ品の リユースの率 %	リースアップ品 リユース分生産高 億円	生産高に対する リユース分比率 %
1996	10,442				
1997	10,702				
1998	8,651				
1999	9,820	45,665			
2000	10,314	52,651	60%	6,188	11.8%
2010予測	10,000	50,000	60%	6,000	12.0%
事由	一定水準と仮定		PCの比率を採用		
出典	実績はリース事業協会資料	日本産業機械工業会	電子情報技術産業協会		



	産業機械直接エネルギー消費量			リサイクル 割合 %	リユース分 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	BtoB割合 %	IT関連産業機械 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	IT関連エネルギー 消費削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
	一般産業機械 10 ⁷ kcal	特殊産業機械 10 ⁷ kcal	10 ¹⁰ kcal							
	408,670	423,253	831.9	12.0%	99.8	40.0%	39.9	921.5	0.0430	0.9928
(2000年)	413,866	427,785	841.7	11.8%	98.9	5.04%	5.0	123.8	0.0436 一般 0.0376 特殊	1.0593 一般 0.9521 特殊

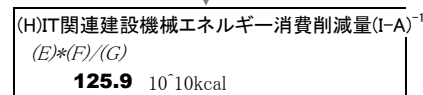
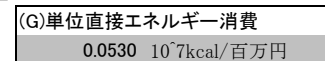
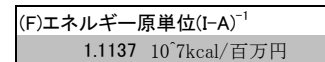
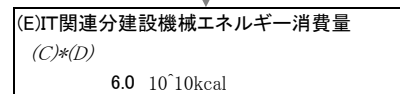
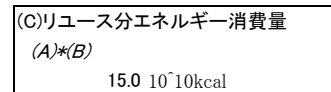
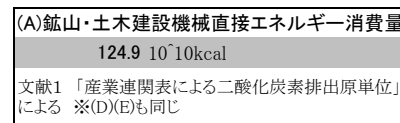
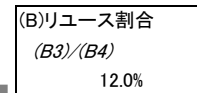
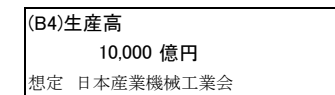
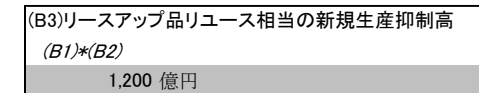
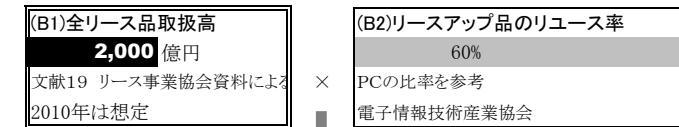
③ITを利用したリユースによるエネルギー消費量削減効果(建設機械)

(注1)建設機械のリユースはリースアップ品のみが用いられると仮定した。

(注2)リースアップ品のうちリユースされる比率は電子情報技術産業協会のPCの事例(リースアップ品1.1t/年。うち中古市場へ0.7tで約60%)を参考

(注3)上記から算出したリユース量と全生産額との比率を算出し、それをエネルギー消費に当てはめて「リユースによる削減効果」を算出した。

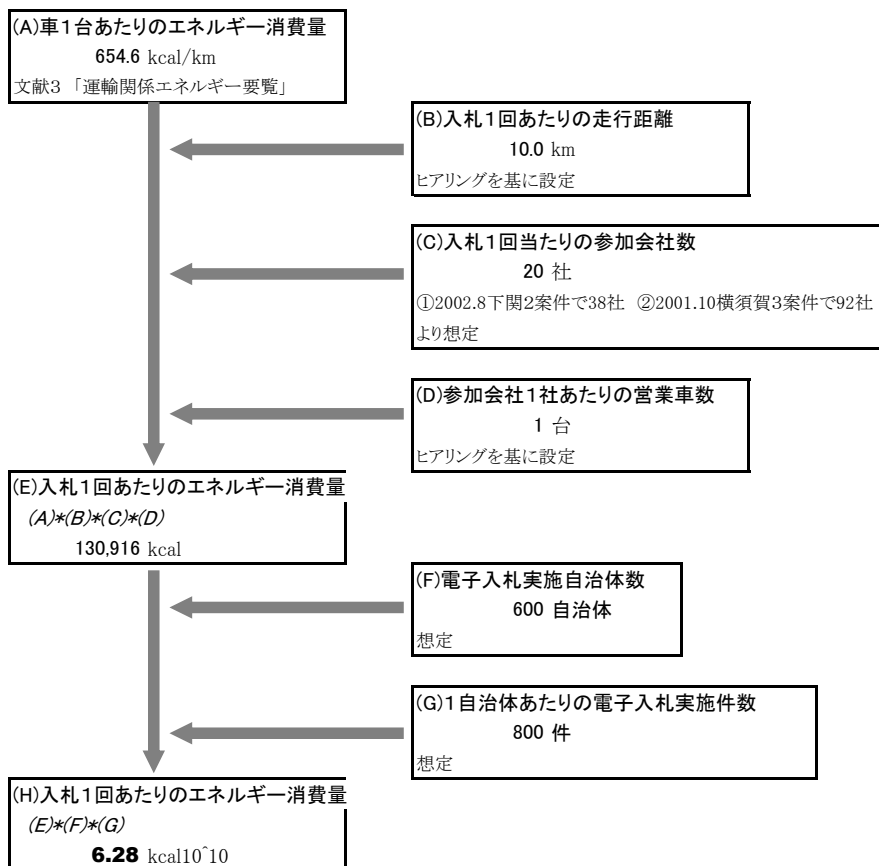
	リース品扱い高 億円	生産高 億円	リースアップ品の リユースの率 %	リースアップ品 リユース分生産高 億円	生産高に対する リユース分比率 %
1996	1,665	15,420			
1997	1,541	14,738			
1998	1,552	10,644			
1999	1,957	10,007			
2000	2,172	10,713	60%	1,303	12.2%
2010予測	2,000	10,000	60%	1,200	12.0%
事由	一定水準と仮定	98年以降一定水準と仮定	PCの比率を参考		
出典	実績はリース事業協会資料	団法人日本建設機械工業	電子情報技術産業協会		



	建設機械直接 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	リサイクル 割合 %	リユース分 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	BtoB割合	IT関連建設機械 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	IT関連エネルギー 消費削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
	124.9	12.0%	15.0	40.0%	6.0	125.9	0.0530	1.1137
(2001年)	126.2	12.2%	15.4	5.04%	0.8	17.2	0.0536	1.1876

【3】GtoB電子商取引によるエネルギー消費削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %	可能性	毎年の進捗度指標
電子入札	6.3	0.00004			

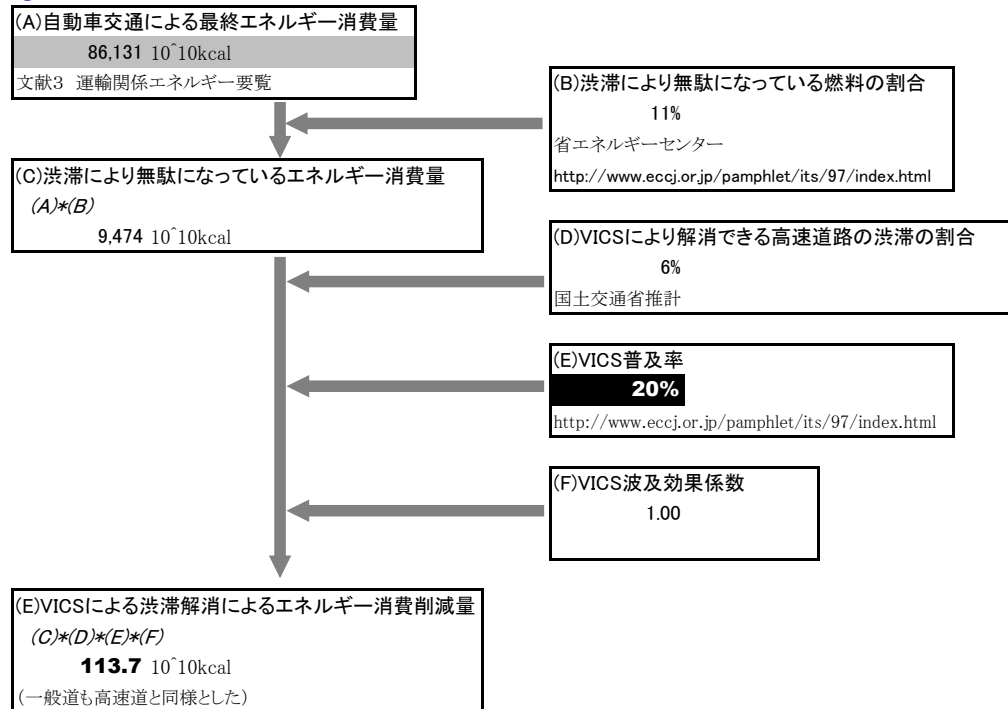


	車1台あたりの エネルギー消費量 kcal/km	入札1回あたりの 走行距離 km	入札1回あたりの 参加会社数 社	参加会社1社 あたりの営業車数 台	入札1回あたりの エネルギー消費量 kcal	電子入札 実施自治体数 自治体	1自治体あたりの 電子入札実施件数 件	電子入札による自動車 エネルギー削減量 kcal10 ¹⁰
	654.6	10	20	1	130,916	600	800	6.284
(2001年)	665.1	10	20	1	133,028	1	3	0.00004

【4】ITSによるエネルギー消費量削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①VICSによる渋滞減	113.69 削減	144.0 削減	126.65
②VICSインフラ整備	5.20 増加	3.64 増加	70.01
③VICS車載器	68.9 増加	17.7 増加	25.65
④ETC、AHSによる渋滞解消	6,632.1 削減		
合計	39.61	122.7	309.70

①渋滞減によるエネルギー削減



	自動車交通による最終エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	渋滞によりむだになっている燃料の割合 %	渋滞によりむだになっているエネルギー消費 10 ¹⁰ kcal	VICSにより解消できる 高速道路の渋滞の割合 %	VICS普及率 %	VICS効果波及係数	VICSによる渋滞解消により 削減できるエネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal
自動車計	86,131	11%	9,474	6%	20%	1.00	113.7
(2000年)	88,158	11%	9,697	6%	7.4%	3.33	144.0

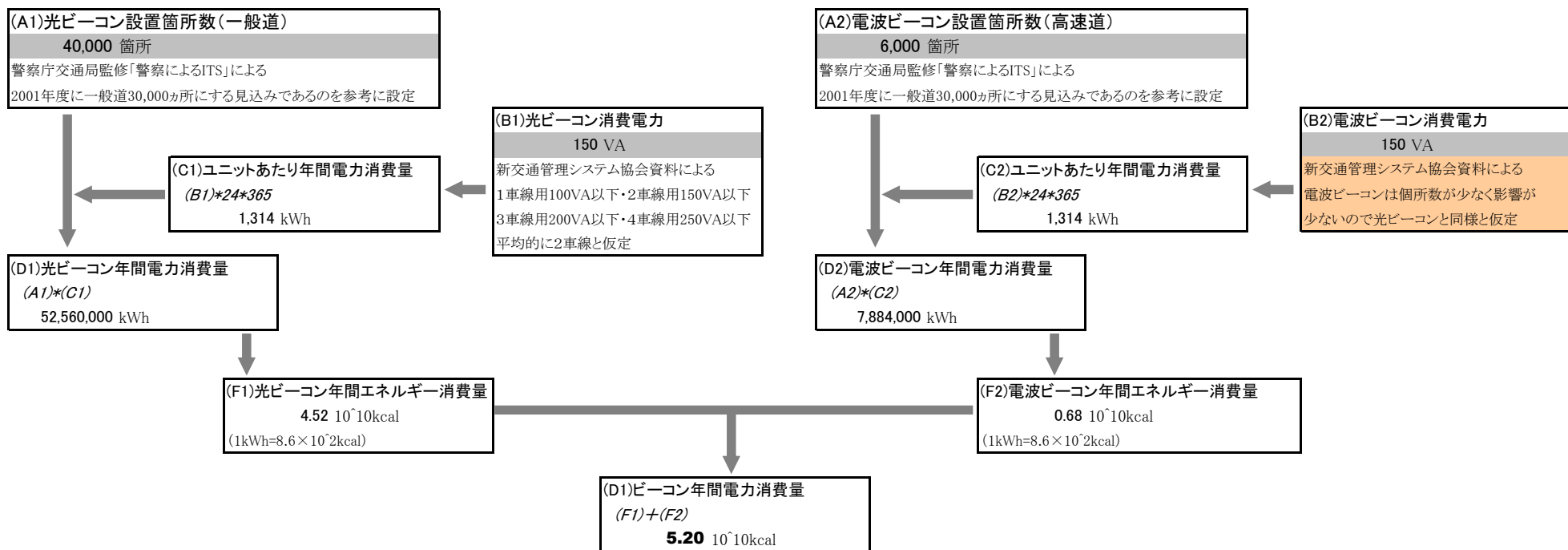
	自動車交通による最終エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	2000年	自動車交通による最終エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	乗用	54,040,611	(財)自動車検査 登録協力会発行 「自動車保有車両数」
自家用自動車	45,396	自家用自動車	47,322	貨物用	17,668,879	
営業用自動車	1,981	営業用自動車	1,974	乗合用	233,618	
バス	1,705	バス	1,690	特種用途用	1,741,776	
貨物自動車	37,049	貨物自動車	37,171	計	73,684,884	
自動車計	86,131	自動車計	88,158	VICS出荷台数累計	5,470,390	(VICSセンター発表)
				VICS普及率	7.4%	

参考:ETC, AHSのエネルギー削減効果

今回の推計には含めなかったがITSのインパクトを概観する意味で参考までに示す。

	自動車交通による最終エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	渋滞によりむだになっている燃料の割合 %	渋滞によりむだになっているエネルギー消費 10 ¹⁰ kcal	ETC、AHSにより解消できる 高速道路の渋滞の割合 %	ETC、AHSによる渋滞解消により 削減できるエネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal
自動車計	86,131	11%	9,474	70%	6,632.1

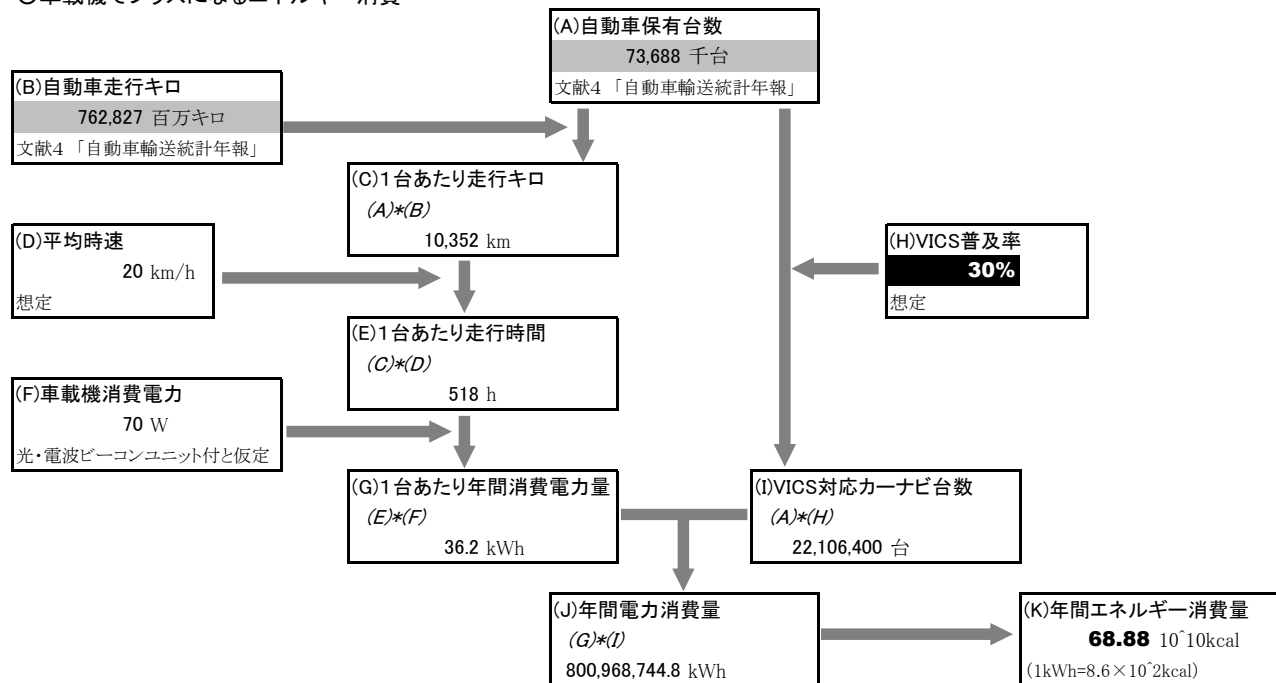
○インフラ(路側)でプラスになるエネルギー消費



	設置場所	設置個所数 箇所	消費電力 VA	ユニットあたり 年間電力消費量 kWh	年間電力消費量 kWh	年間エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
光ビーコン	一般道	40,000	150	1,314	52,560,000	4.52
電波ビーコン	高速道	6,000	150	1,314	7,884,000	0.68
合計					60,444,000	5.20

(2002年)	設置場所	設置個所数 箇所	消費電力 VA	ユニットあたり 年間電力消費量 kWh	年間電力消費量 kWh	年間エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
光ビーコン	一般道	29,205	150	1,314	38,375,370	3.30
電波ビーコン	高速道	3,000	150	1,314	3,942,000	0.34
合計					42,317,370	3.64

○車載機でプラスになるエネルギー消費



※自動車走行キロ

	百万キロ	(2001年)
自家用自動車	482,551	510,331
営業用乗用車	16,773	16,091
バス	6,520	6,762
貨物自動車	256,983	257,636
自動車計	762,827	790,820

運輸省「自動車輸送統計年報」

(将来)	自動車 走行キロ 百万キロ	自動車 保有台数 千台	1台あたり 走行キロ km	平均時速 km/h	1台あたり 走行時間 h	車載機 消費電力 W	1台あたり 年間消費電力量 kWh	普及率 %	VICS対応カーナビ 台数(将来) 台	年間電力消費量 kWh	年間エネルギー 消費量 10^10kcal
	762,827	73,688	10,352	20	518	70	36.2	30%	22,106,400	800,968,745	68.88
(2000年)	790,820	73,685	10,732	20	537	70	37.6	7.4%	5,470,390	205,487,701	17.67

【5】電子情報化によるエネルギー消費削減効果

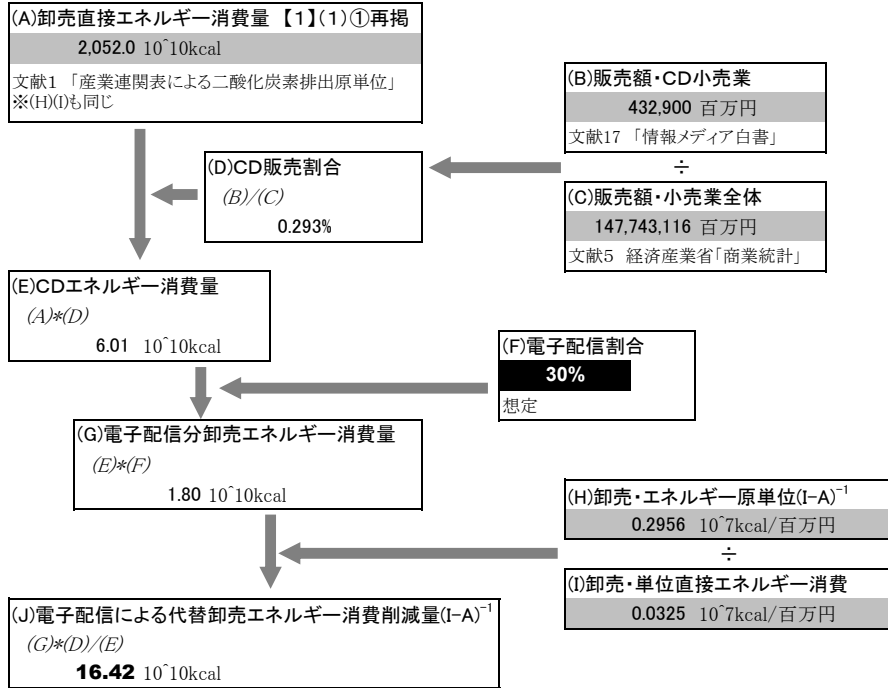
(2) 音楽系コンテンツ用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果

※音楽系コンテンツ=レコード・CD・通信カラオケ 等

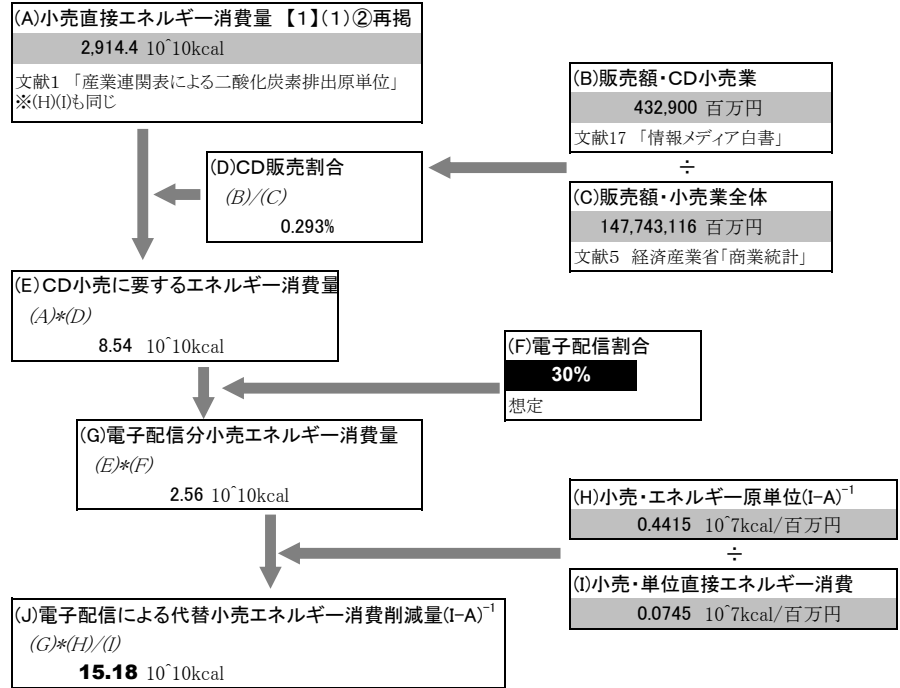
	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 ¹⁰ kcal	削減	10 ¹⁰ kcal	削減	
①中間流通の削減	16.42	削減	0.1878	削減	1.14
②小売販売の削減	15.18	削減	0.1807	削減	1.19
③在庫スペースの削減	3.86	削減	0.0501	削減	1.30
④小売店舗の削減	24.46	削減	0.2656	削減	1.09
⑤販売物流の削減	0.87	削減	0.0096	削減	1.10
⑥返品物流の削減	0.26	削減	0.0029	削減	1.10
⑦生産の削減	262.90	削減	2.8545	削減	1.09
合計	323.96	削減	3.5512	削減	1.10

	電子配信割合	デジタルコンテンツ白書より	
		レコード市場 億円	電子配信市場 億円
2010年の想定	30%		
(2001年)	0.326%	4912	16

①中間流通の削減



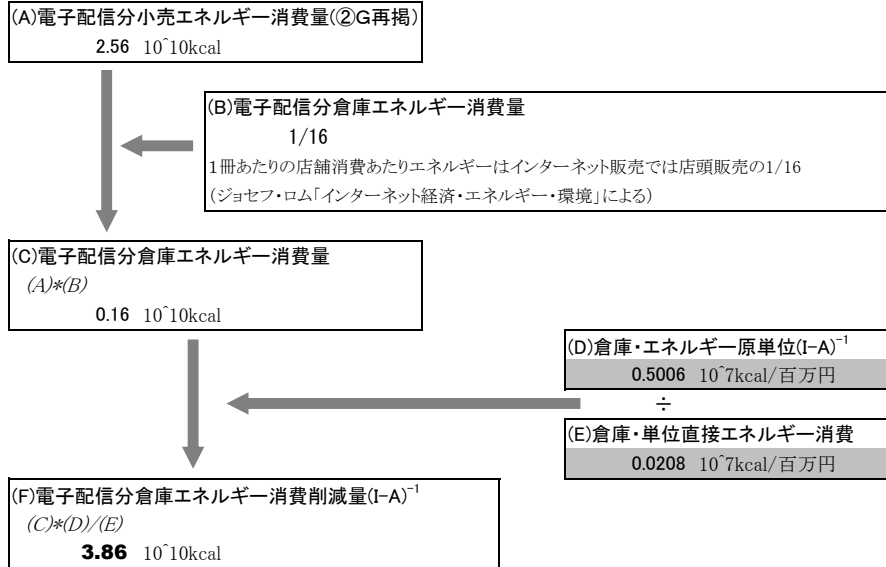
②小売販売の削減



	小売業全体 百万円	販売額		レコード販売割合 %
		レコード小売業 百万円	それ以外 百万円	
(2001年)	147,743,116	432,900	147,310,216	0.293%
	143,832,551	420,010	143,412,541	0.292%

	直接エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	レコード販売割合 %	レコードエネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	電子配信割合 %	電子配信分エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
卸売	2,052.0	0.293%	6.01	30%	1.80	16.42	0.0325	0.2956
(2001年)	2,076.7	0.292%	6.06	0.326%	0.0198	0.1878	0.0329	0.3128
小売	2,914.4	0.293%	8.54	30%	2.56	15.18	0.0745	0.4415
(2001年)	2,973.1	0.292%	8.68	0.326%	0.0283	0.1807	0.0760	0.4857
合計	4,966.4		14.55		4.37	31.60		
(2001年)	5,049.9		14.75		0.0480	0.3685		

③在庫スペースの削減

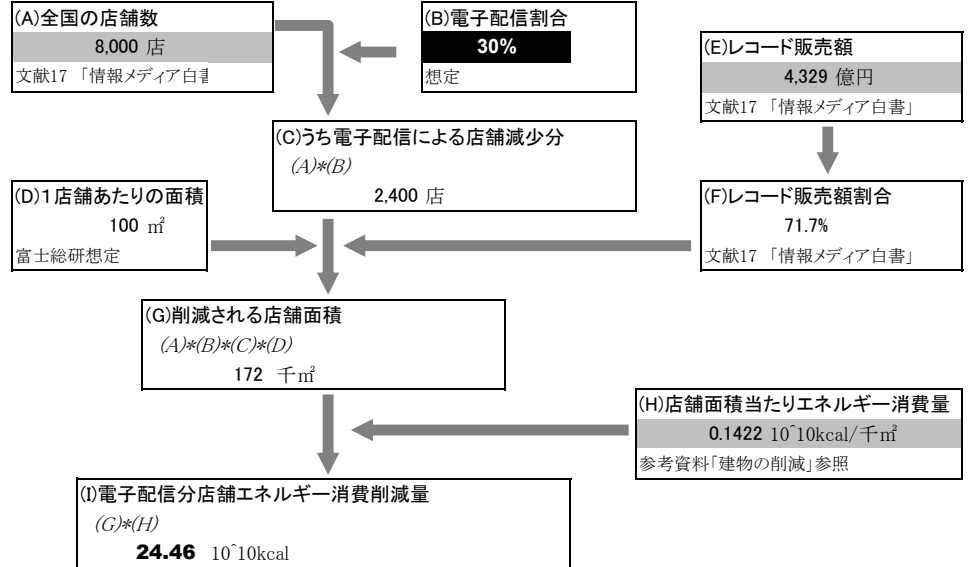


	電子配信分小売 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	電子配信割合 %	電子配信分倉庫 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	倉庫単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	倉庫エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
倉庫	2.56	30%	0.16	3.86	0.0208	0.5006
(2001年)	0.028	0.326%	0.0018	0.0501	0.0212	0.6011

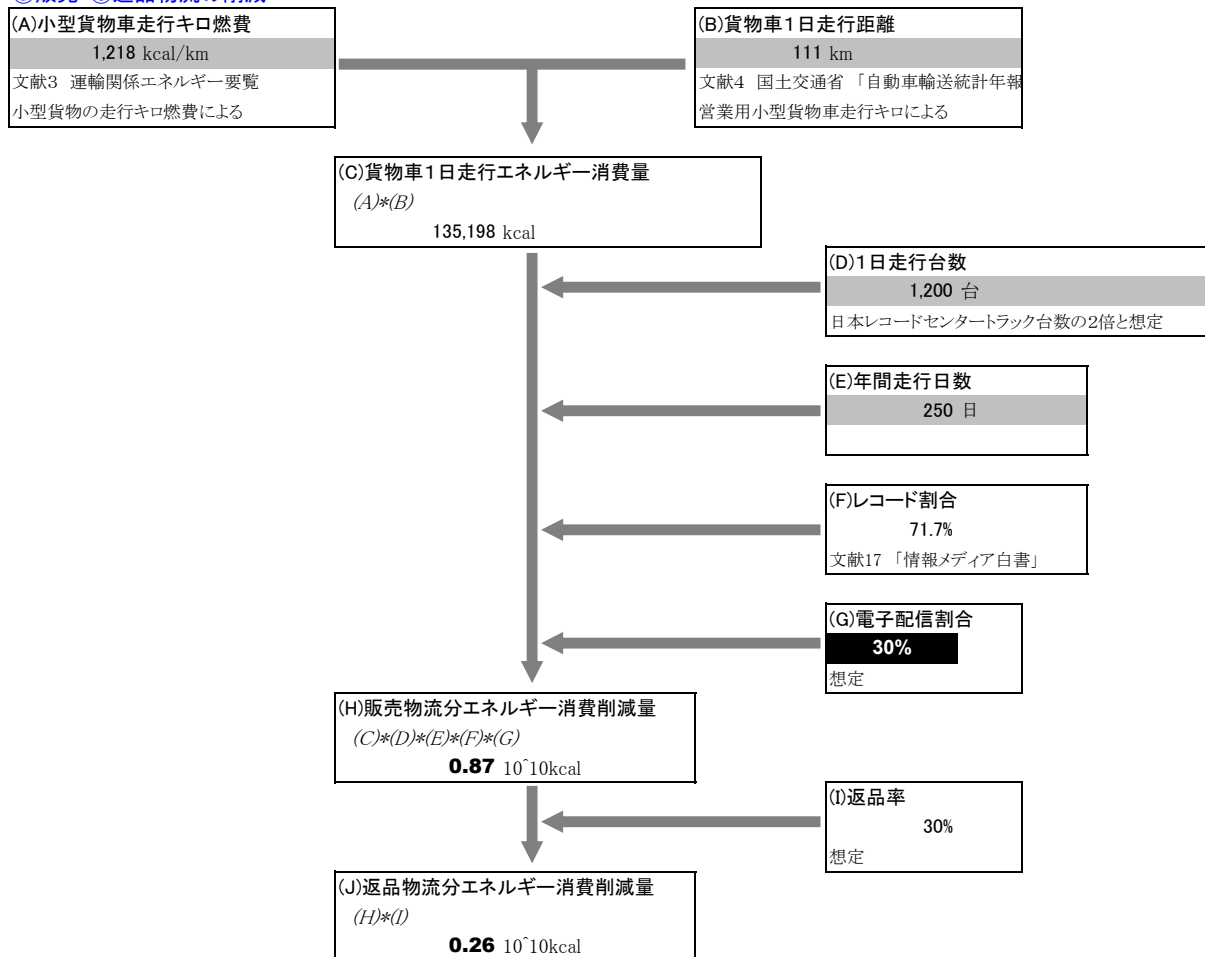
	販売額		レコード販売額割合 %
	レコード 億円	ビデオソフト 億円	
(2001年)	4,329	1,711	71.7%

	全国の店舗数	電子配信割合	うち電子配信による 減少分	1店舗あたりの面積	レコード販売額割合	削減される店舗面積	店舗面積当たり エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal/千m ²	エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal
	店	%	店	m ²	%	千m ²		
店舗	8,000	30%	2,400	100	71.7%	172	0.1422	24.46
(2001年)	8,000	0.326%	26	100	71.7%	1.8677	0.1422	0.2656

④小売店舗の削減

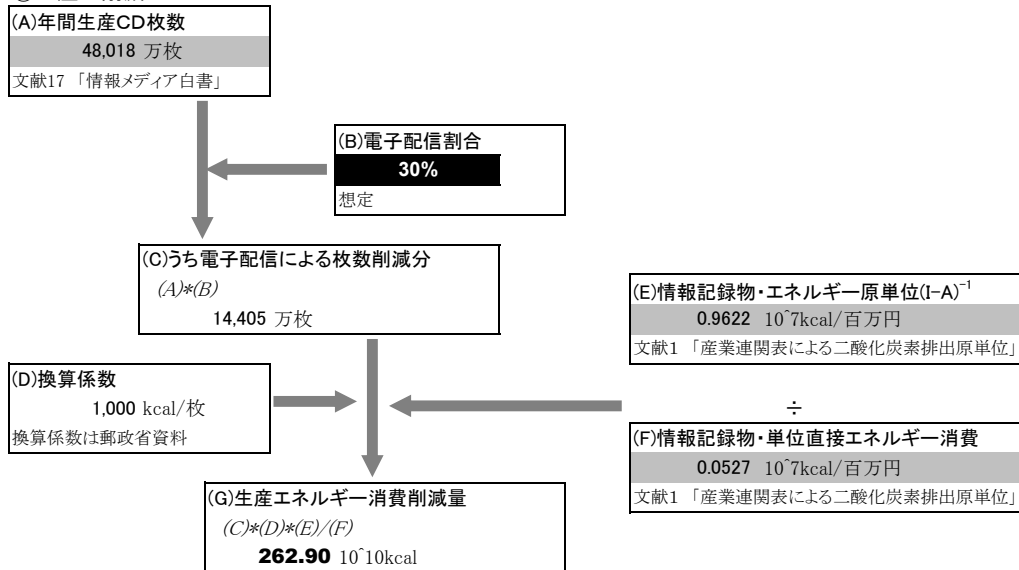


⑤販売・⑥返品物流の削減



	小型貨物車 走行キロ燃費 kcal/km	貨物車 1日走行距離 km	貨物車1日 走行エネルギー消費量 kcal	1日走行台数 台	年間走行日数 日	レコード 販売額割合 %	電子配信割合 %	販売物流分 エネルギー消費削減量 10^{10} kcal	返品率 %	返品物流分 エネルギー消費削減量 10^{10} kcal
販売・返品	1,218	111	135,198	1,200	250	71.7%	30%	0.87	30%	0.26
(2001年)	1165.8	117.7	137,215	1,200	250	71.7%	0.326%	0.0096	30%	0.0029

⑦生産の削減



	年間生産枚数	電子配信割合	うち電子配信分	換算係数	エネルギー消費削減量	情報記録物単位直接 エネルギー消費	情報記録物エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹
	万枚	%	万枚	kcal/枚	10 ¹⁰ kcal	10 ⁷ kcal/百万円	10 ⁷ kcal/百万円
生産	48,018	30%	14,405	1,000	262.90	0.0527	0.9622
(2001年)	48,018	0.326%	156.4	1,000	2.8545	0.0527	0.9622

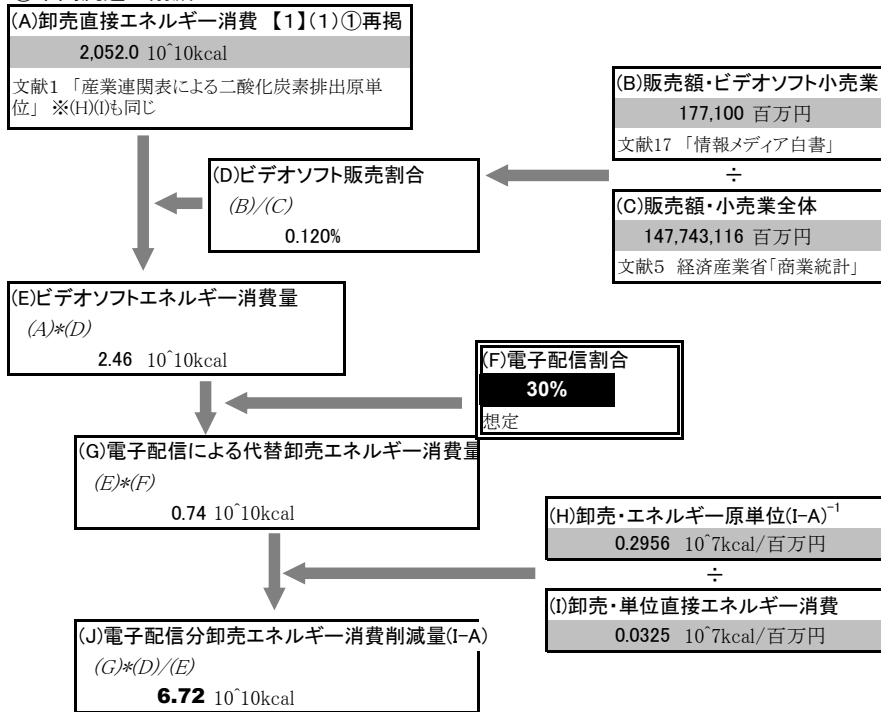
(3)映像系コンテンツ用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果

※映像系コンテンツ=ビデオ・DVD

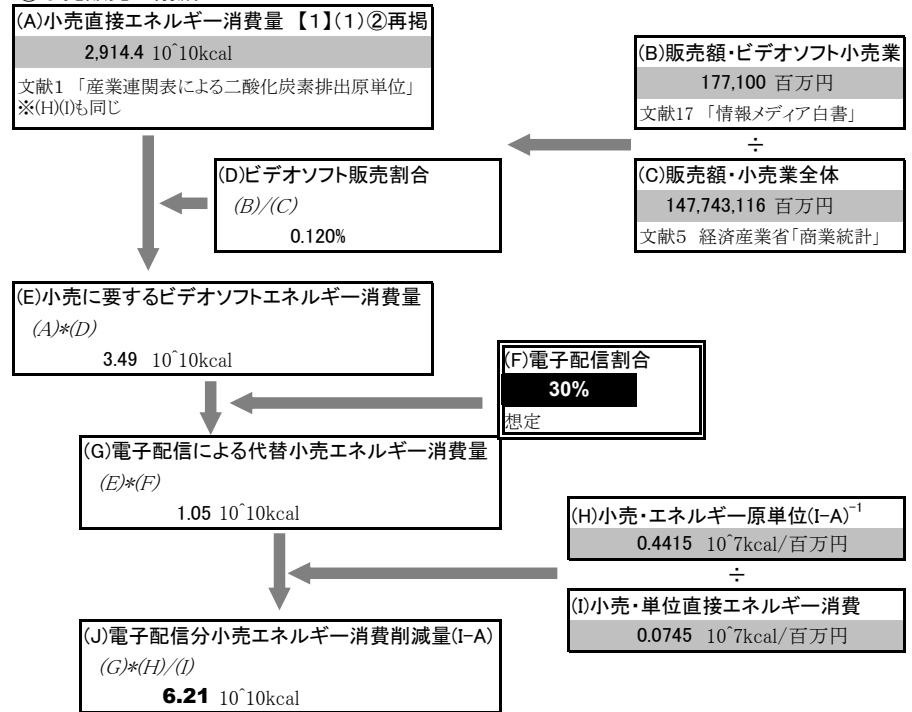
	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 [^] 10kcal		10 [^] 10kcal		
①中間流通の削減	6.72	削減	0.2522	削減	3.75
②小売販売の削減	6.21	削減	0.2427	削減	3.91
③在庫スペースの削減	1.58	削減	0.0673	削減	4.26
④小売店舗の削減	9.67	削減	0.2023	削減	2.09
⑤販売物流の削減	0.34	削減	0.0051	削減	1.48
⑥返品物流の削減	0.10	削減	0.0015	削減	1.48
⑦生産の削減	41.85	削減	0.7667	削減	1.83
合計	66.47	削減	1.5379	削減	2.31

	電子配信割合	デジタルコンテンツ白書より	
		ビデオソフト市場 億円	電子配信市場 億円
2010年の想定	30%		
(2001年)	0.437%	2286	10

①中間流通の削減



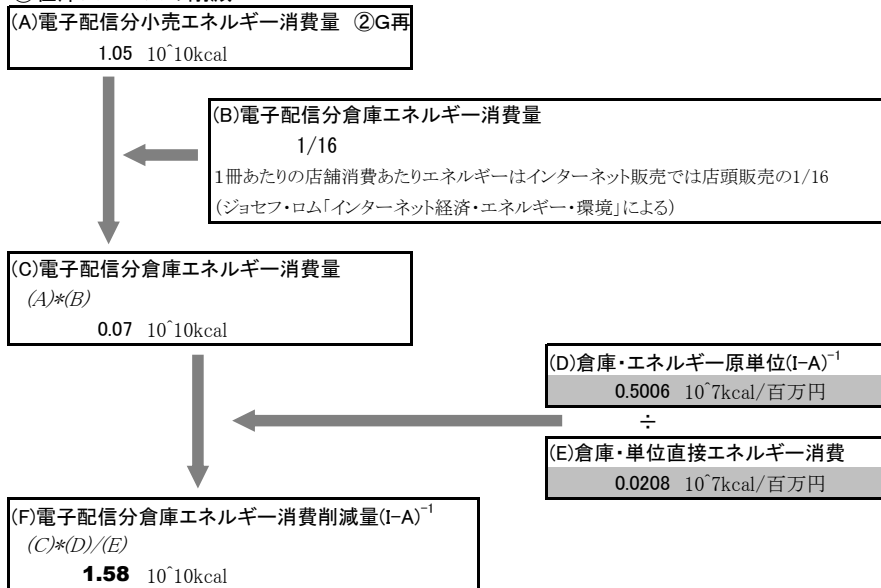
②小売販売の削減



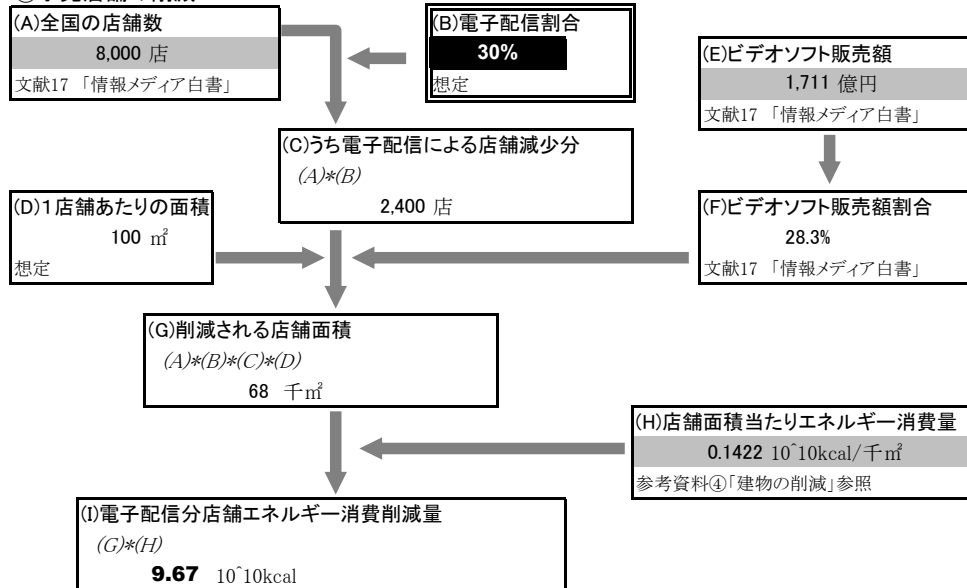
	販売額			ビデオソフト 販売割合 %
	小売業全体 百万円	ビデオソフト 百万円	それ以外 百万円	
(2001年)	147,743,116	177,100	147,566,016	0.120%
	143,832,551	420,010	143,412,541	0.292%

	直接エネルギー 消費量 10^10kcal	ビデオソフト販売 割合 %	ビデオソフト エネルギー消費量 10^10kcal	電子配信割合 %	電子配信分 エネルギー消費量 10^10kcal	エネルギー消費 削減量(I-A)^-1 10^10kcal	単位直接 エネルギー消費 10^7kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A)^-1 10^7kcal/百万円
卸売	2,052.0	0.120%	2.46	30%	0.74	6.72	0.0325	0.2956
(2001年)	2,076.7	0.292%	6.06	0.437%	0.0265	0.2522	0.0329	0.3128
小売	2,914.4	0.120%	3.49	30%	1.05	6.21	0.0745	0.4415
(2001年)	2,973.1	0.292%	8.68	0.437%	0.0380	0.2427	0.0760	0.4857
合計	4,966.4		5.95		1.79	12.93		
(2001年)	5,049.9		14.75		0.0645	0.4949		

③在庫スペースの削減



④小売店舗の削減

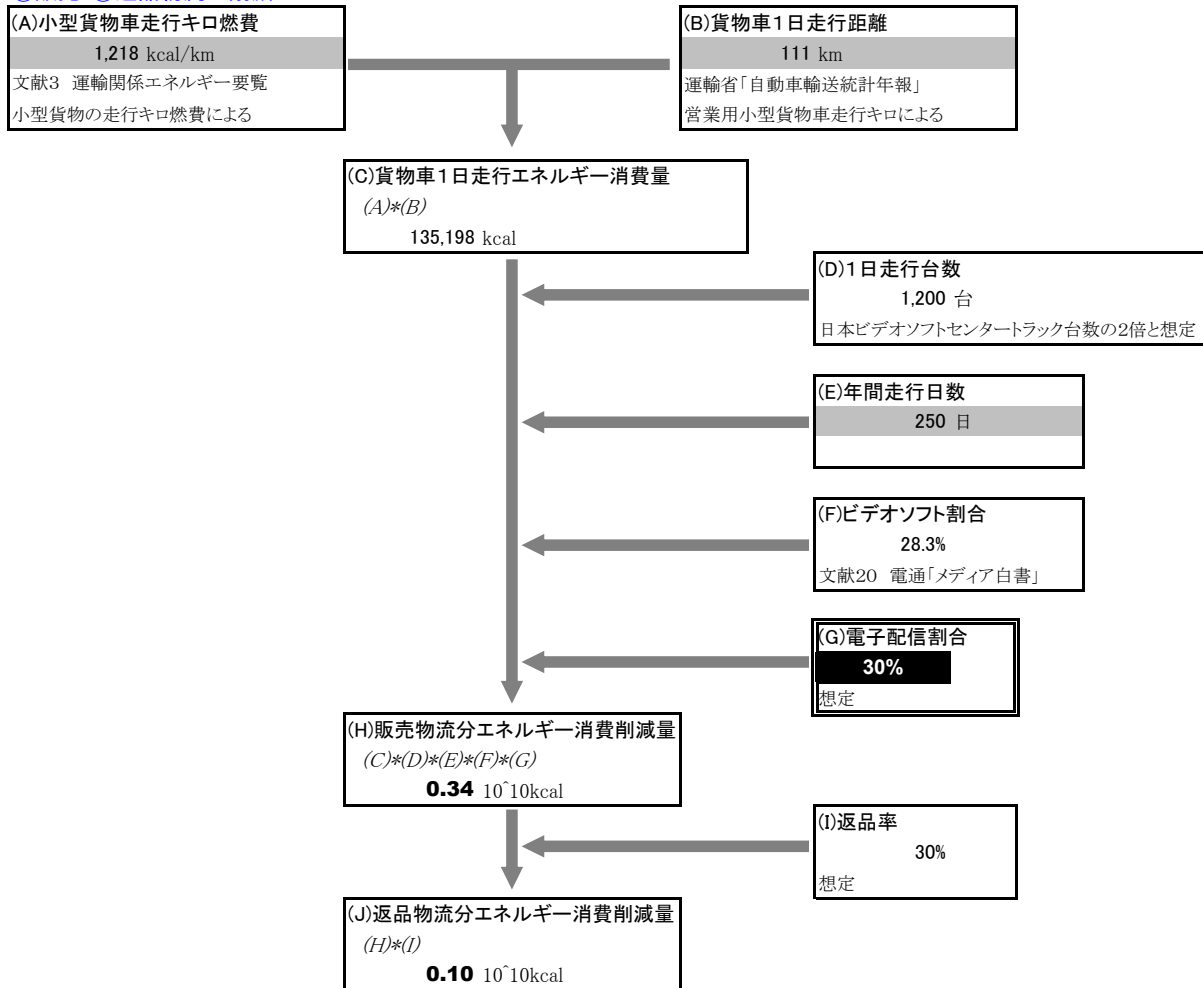


	電子配信分小売 エネルギー消費量 10^10kcal	電子配信割合 %	電子配信分倉庫 エネルギー消費量 10^10kcal	エネルギー消費 削減量(I-A)^-1 10^10kcal	単位直接 エネルギー消費 10^7kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A)^-1 10^7kcal/百万円
倉庫	1.05	30%	0.07	1.58	0.0208	0.5006
(2001年)	0.038	0.437%	0.0024	0.0673	0.0212	0.6011

	販売額		ビデオソフト 販売額割合 %
	ビデオソフト 億円	レコード 億円	
(2001年)	1,711	4,329	28.3%

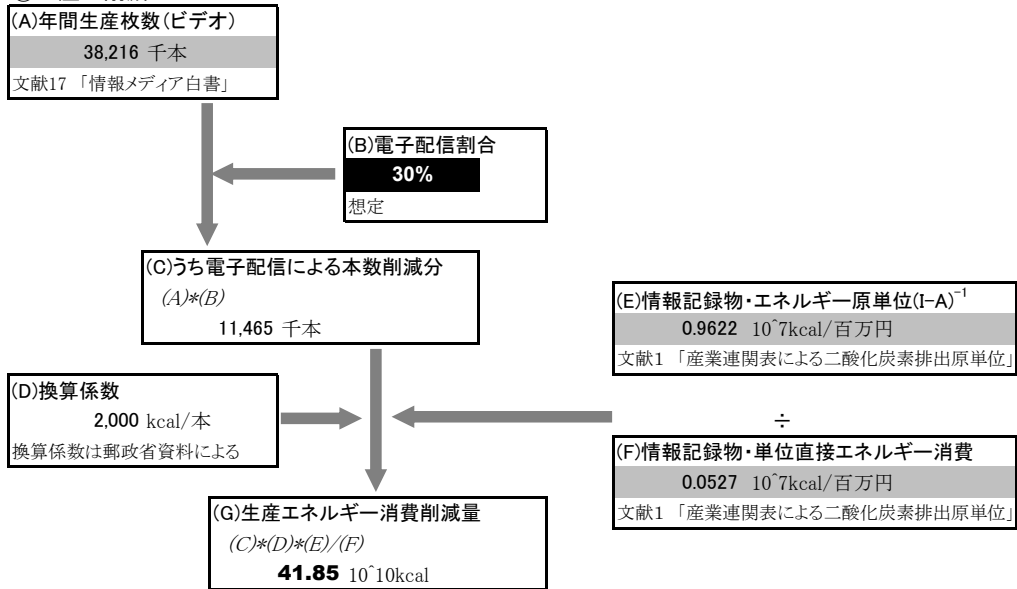
	全国の店舗数	電子配信割合	うち電子配信による 減少分	1店舗当たりの面積	ビデオソフト 販売額割合	削減される店舗面積	店舗面積当たり エネルギー消費量	エネルギー消費 削減量
	店	%	店	m^2	%	千m^2	10^10kcal/千m^2	10^10kcal
店舗	8,000	30%	2,400	100	28.3%	68	0.1422	9.67
(2001年)	8,000	0.437%	35	100	28.3%	0.9913	0.2041	0.2023

⑤販売・⑥返品物流の削減



	小型貨物車 走行キロ燃費 kcal/km	貨物車 1日走行距離 km	貨物車1日 走行エネルギー消費量 kcal	1日走行台数 台	年間走行日数 日	ビデオソフト 販売額割合 %	電子配信割合 %	販売物流分 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal	返品率 %	返品物流分 エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
販売・返品	1,218	111	135,198	1,200	250	28.3%	30%	0.34	30%	0.10
(2001年)	1165.8	117.7	137,215	1,200	250	28.3%	0.437%	0.0051	30%	0.0015

⑦生産の削減



	年間生産枚数	電子配信割合	うち電子配信分	換算係数	エネルギー消費削減量	情報記録物単位直接 エネルギー消費	情報記録物エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹
	千本	%	千本	kcal/本	10 ¹⁰ kcal	10 ⁷ kcal/百万円	10 ⁷ kcal/百万円
生産	38,216	30%	11,465	2,000	41.85	0.0527	0.9622
(2001年)	48,018	0.437%	210.1	2,000	0.7667	0.0527	0.9622

(4) PCソフト用メディア輸送の代替によるエネルギー消費削減効果

	2010年		2001年		2001年/2010年 %
	10 [^] 10kcal		10 [^] 10kcal		
①中間流通の削減	22.75	削減	0.0098	削減	0.04
②小売販売の削減	21.03	削減	0.0094	削減	0.04
③在庫スペースの削減	5.35	削減	0.0026	削減	0.05
④小売店舗の削減	42.66	削減	0.0143	削減	0.03
⑤販売物流の削減	4.05	削減	0.0016	削減	0.04
⑥返品物流の削減	1.22	削減	0.0005	削減	0.04
⑦生産の削減	55.83	削減	0.0221	削減	0.04
合計	152.90	削減	0.0604	削減	0.04

ASP進展度		
2010年の想定	30%	※ASP市場規模×換算係数
(2001年)	0.010%	※ASP市場規模÷小売業(PCソフト)販売額

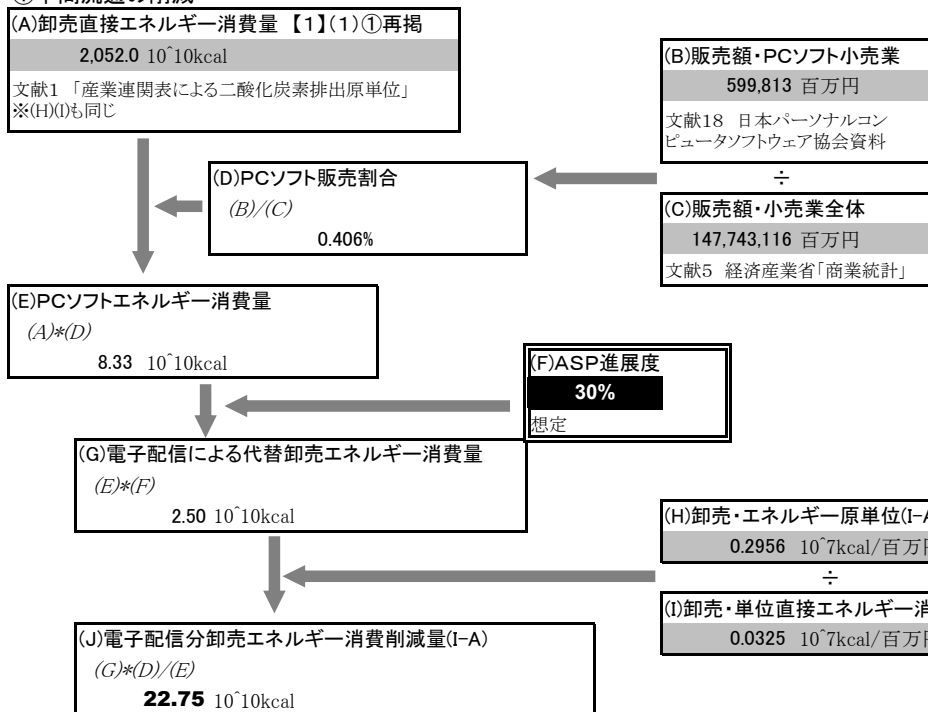
単位:億円

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
ASP市場規模	60.3	106.5	202.8	367.1	620.9	1076.5	1,279.7	1,483.0	1,686.2	1,889.5
増加額		46.2	96.3	164.3	253.8	455.6				
年平均増加額	203.24									

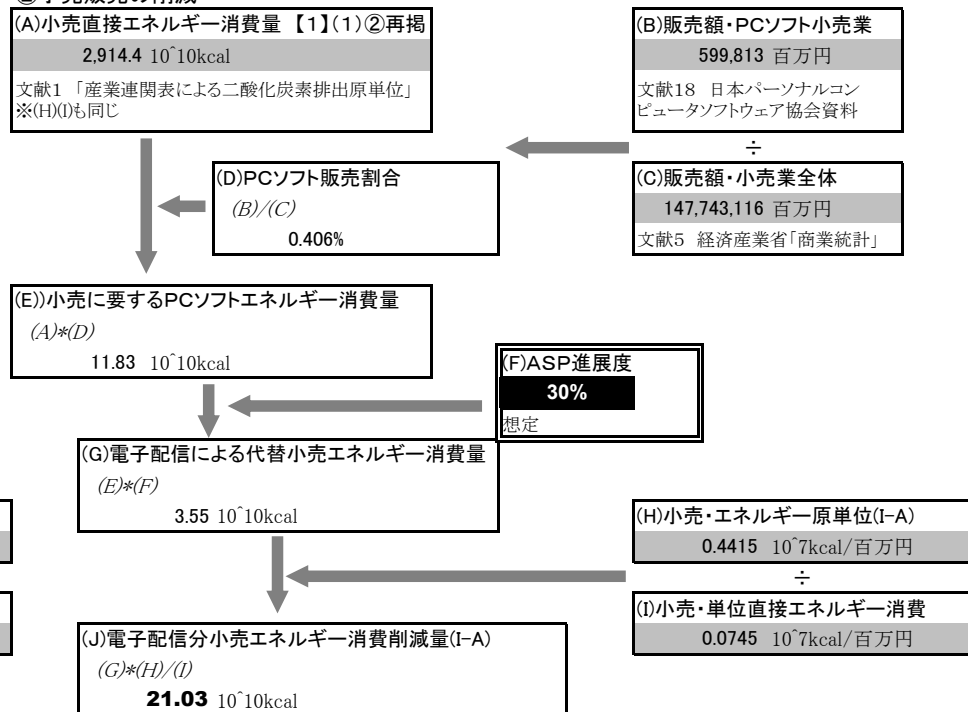
0.0002 換算係数

総務省「情報通信白書」より

①中間流通の削減



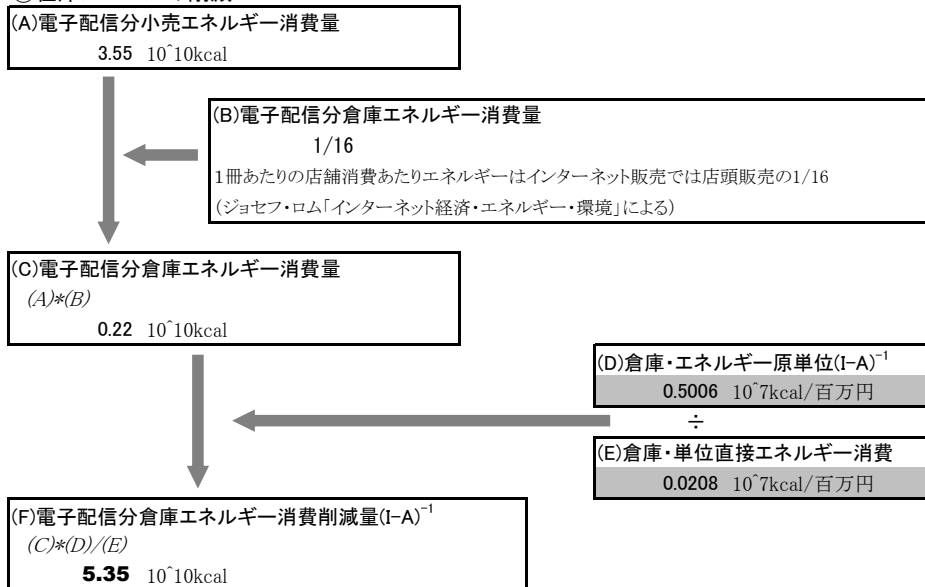
②小売販売の削減



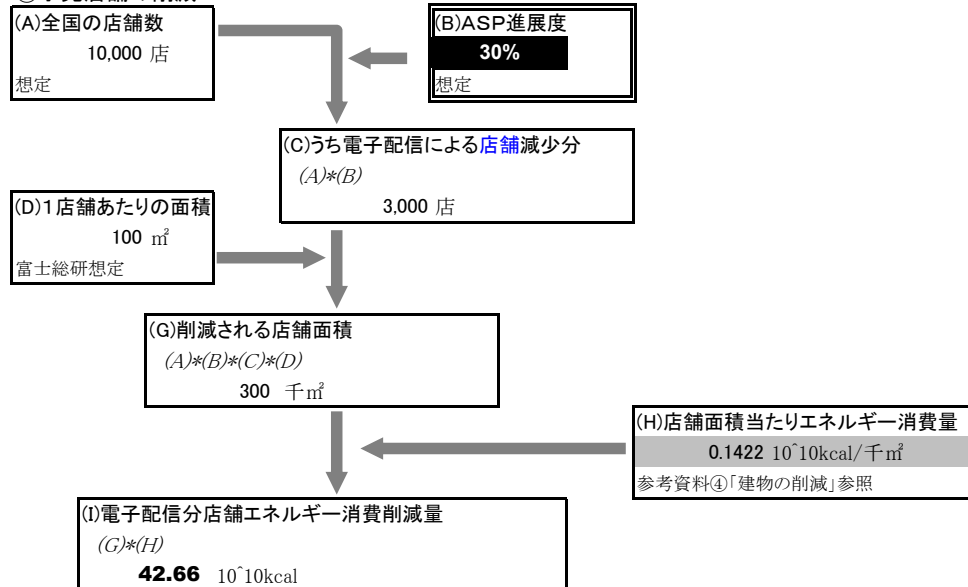
	小売業全体 百万円	販売額		PCソフト 販売割合 %
		PCソフト 百万円	それ以外 百万円	
(2001年)	147,743,116	599,813	147,143,303	0.406%
	143,832,551	710,100	143,122,451	0.494%

	直接エネルギー 消費量 10^10kcal	PCソフト販売 割合 %	PCソフト エネルギー消費量 10^10kcal	ASP進展度 %	電子配信分 エネルギー消費量 10^10kcal	エネルギー消費 削減量(I-A)^-1 10^10kcal	単位直接 エネルギー消費 10^7kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A)^-1 10^7kcal/百万円
卸売	2,052.0	0.406%	8.33	30%	2.50	22.75	0.0325	0.2956
(2001年)	2,076.7	0.494%	10.25	0.010%	0.0010	0.0098	0.0329	0.3128
小売	2,914.4	0.406%	11.83	30%	3.55	21.03	0.0745	0.4415
(2001年)	2,973.1	0.494%	14.68	0.010%	0.0015	0.0094	0.0760	0.4857
合計	4,966.4		20.16		6.05	43.79		
(2001年)	5,049.9		24.93		0.0025	0.0192		

③在庫スペースの削減



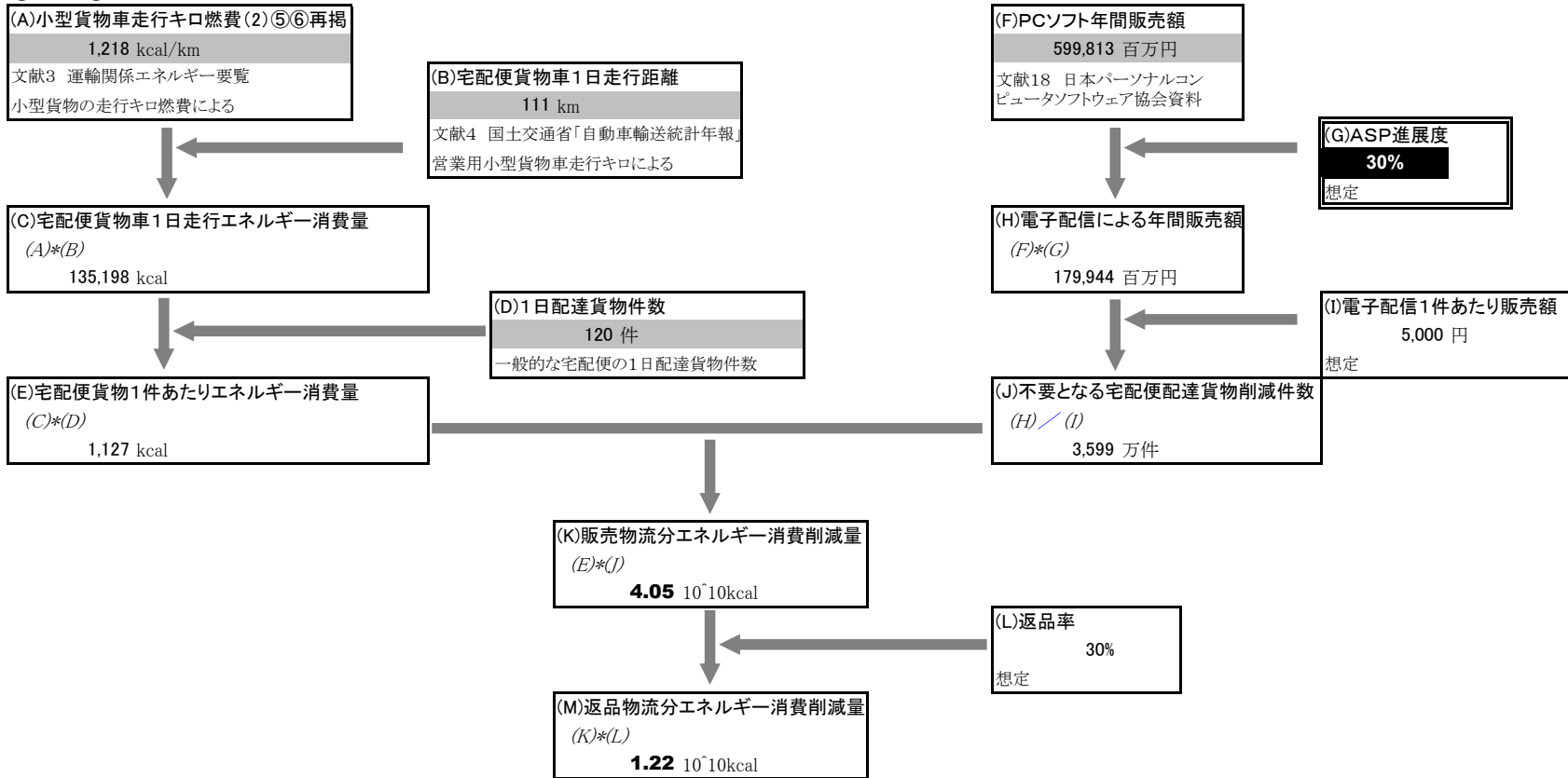
④小売店舗の削減



	電子配信分小売 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	ASP進展度 %	電子配信分倉庫 エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal	エネルギー消費 削減量(I-A) ⁻¹ 10 ¹⁰ kcal	単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
倉庫 (2001年)	3.55 0.001	30% 0.010%	0.22 0.0001	5.35 0.0026	0.0208 0.0212	0.5006 0.6011

	全国の店舗数 店	ASP進展度 %	うち電子配信による 減少分 店	1店舗あたりの面積 m ²	削減される店舗面積 千m ²	店舗面積当たり エネルギー消費量 10 ¹⁰ kcal/千m ²	エネルギー消費 削減量 10 ¹⁰ kcal
店舗 (2001年)	10,000 10,000	30% 0.010%	3,000 1	100 100	300 0.1005	0.1422 0.1422	42.66 0.0143

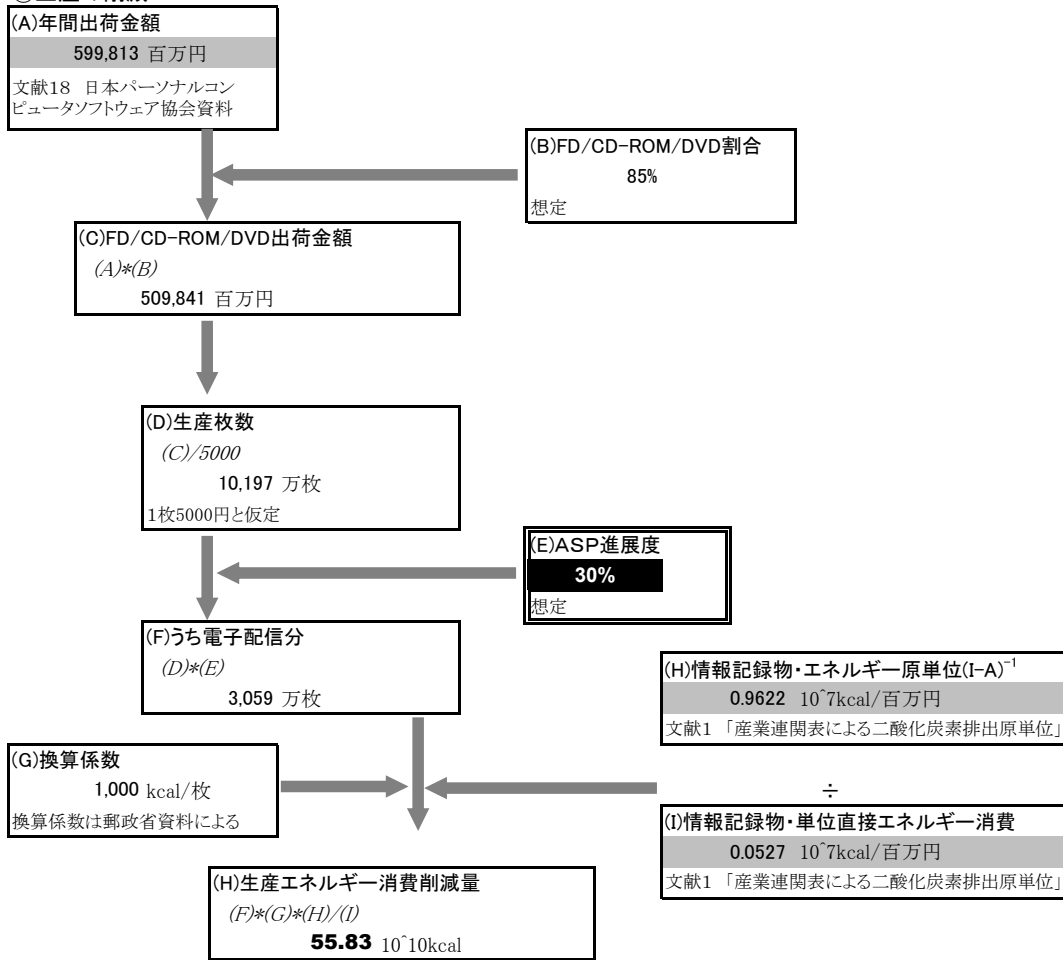
⑤販売・⑥返品物流の削減



	小型貨物車 走行キロ燃費 kcal/km	宅配便貨物車 1日走行距離 km	宅配便貨物車1日 走行エネルギー消費量 kcal	宅配便貨物車 1日配達貨物件数 件	宅配便貨物1件あたり エネルギー消費量 kcal	PCソフト 年間販売額 百万円	ASP進展度 %	電子配信 年間販売額 百万円
販売・返品	1,218	111	135,198	120	1,127	599,813	30%	179,944
(2001年)	1165.8	117.7	137,215	120	1,143	710,100	0.010%	71

	電子配信 1件あたり販売額 円	宅配便配達 貨物件数 万件	販売物流分 エネルギー消費削減量 10^10kcal	返品率 %	返品物流分 エネルギー消費削減量 10^10kcal
販売・返品	5,000	3599	4.05	30%	1.22
(2001年)	5,000	1.427745981	0.0016	30%	0.0005

⑦生産の削減



情報記録物単位直接 エネルギー消費 10 ⁷ kcal/百万円	情報記録物エネルギー 原単位(I-A) ⁻¹ 10 ⁷ kcal/百万円
0.0527	0.9622
0.0527	0.9622

	出荷金額 百万円	FD/CD-ROM/DVD 割合 %	FD/CD-ROM/DVD 出荷金額 百万円	生産枚数 (5000円/枚と仮定) 万枚	ASP進展度 %	うち電子配信分 万枚	換算係数 kcal/枚	エネルギー消費削減量 10 ¹⁰ kcal
生産	599,813	85%	509,841	10,197	30%	3,059	1,000	55.83
(2001年)	710,100	85%	603,585	12,072	0.010%	1.2	1,000	0.0221

【6】人の移動の代替によるエネルギー消費量削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2001年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
在宅勤務	1,728.7	338.1	19.56
遠隔会議(航空・新幹線移動の代替)	524.0		0.00
遠隔管理	14.3		0.00
合計	2,267.0	338.1	14.91

(1)在宅勤務によるエネルギー消費量削減効果

	2010年 10 ¹⁰ kcal	2002年 10 ¹⁰ kcal	2001年/2010年 %
①通勤削減	345.3	149.4	43.26
②オフィスの利用削減	1,383.4	188.7	13.64
合計	1,728.7	338.1	19.56

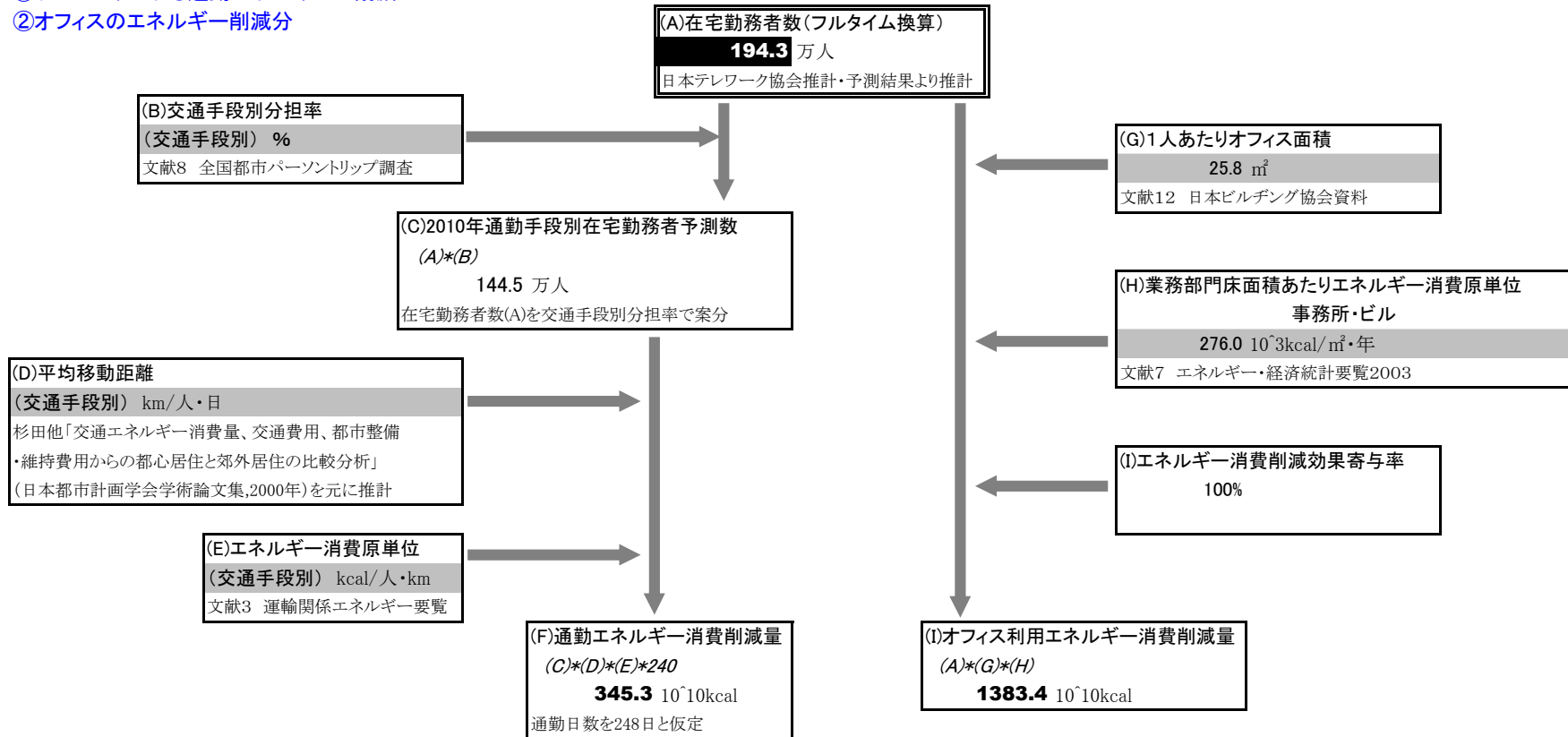
テレワーク人口推計・予測

	テレワーク人口 万人	(1年当たり増分) 万人	在宅勤務者数 (フルタイム換算) 万人
1996年	80.9		
2000年	246.4	41.4	74.2
2002年	285.7	19.7	86.0
2005年	445.2	39.8	134.1
2010年	645.2	40.0	194.3

日本テレワーク協会推計・予測。2010年はトレンドが続くと仮定。

在宅勤務者数は上記結果より推計。

①テレワークによる通勤エネルギーの削減
②オフィスのエネルギー削減分



	交通手段別分担率	平均移動距離	2010年の削減通勤 手段別在宅勤務者数	エネルギー消費 原単位	削減エネルギー 消費量
	%	km/人・日	万人	kcal/人・km	10 ¹⁰ kcal
鉄道	23.2%	31.8	45.1	108.3	38.5
バス	1.5%	7.0	2.9	196.2	1.0
自動車	49.7%	19.5	96.6	654.6	305.8
			144.5		345.3

(注)「交通手段別分担率」は徒歩・自転車分が含まれないので合計100%にならない。

	2010年の 在宅勤務者数	1人あたり オフィス面積	業務部門床面積あたり エネルギー消費原単位 事務所・ビル	エネルギー消費削減 効果寄与率	削減エネルギー 消費量
	万人	m ²	10 ³ kcal/m ² ・年	%	10 ¹⁰ kcal
オフィス	194.3	25.8	276.0	100%	1383.4

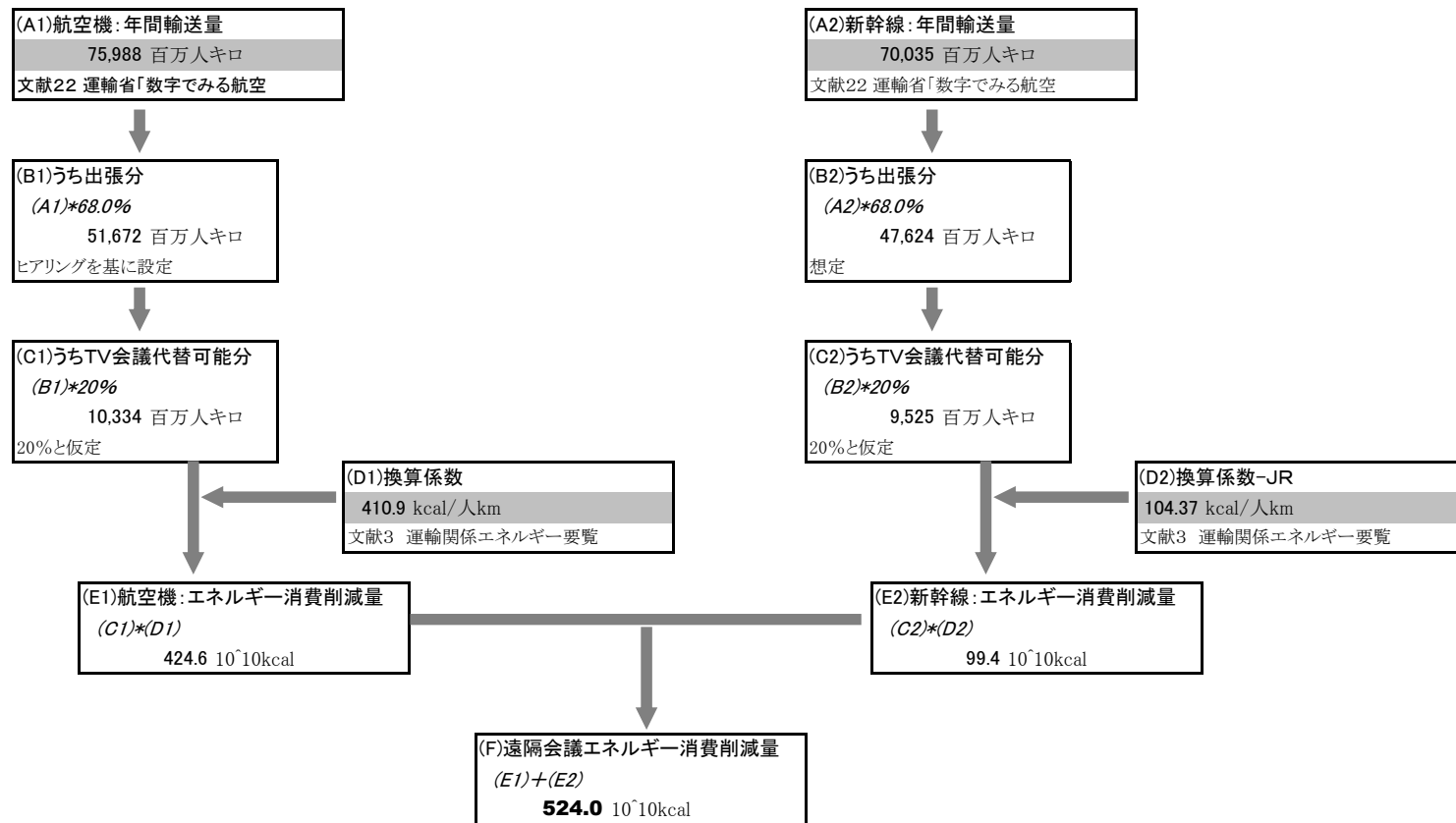
(2002年)

(2002年)	交通手段別分担率 %	平均移動距離 km/人・日	2002年の削減通勤 手段別在宅勤務者数 万人	エネルギー消費 原単位 kcal/人・km	削減エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
鉄道	23.2%	31.8	20.0	103.8	15.8
バス	1.5%	7.0	1.3	193.6	0.4
自動車	49.7%	19.5	42.8	665.1	133.2
			64.0		149.4

「交通手段別分担率」は徒歩・自転車分が含まれないので合計100%にならない。

	2002年の 在宅勤務者数 万人	1人あたり オフィス面積 m ²	業務部門床面積あたり エネルギー消費原単位 事務所・ビル 10 ³ kcal/m ² ・年	エネルギー消費削減 効果寄与率 %	削減エネルギー 消費量 10 ¹⁰ kcal
オフィス	86.0	23.5	186.7	50%	188.7

(2) 遠隔会議によるエネルギー消費削減効果(飛行機利用の代替)

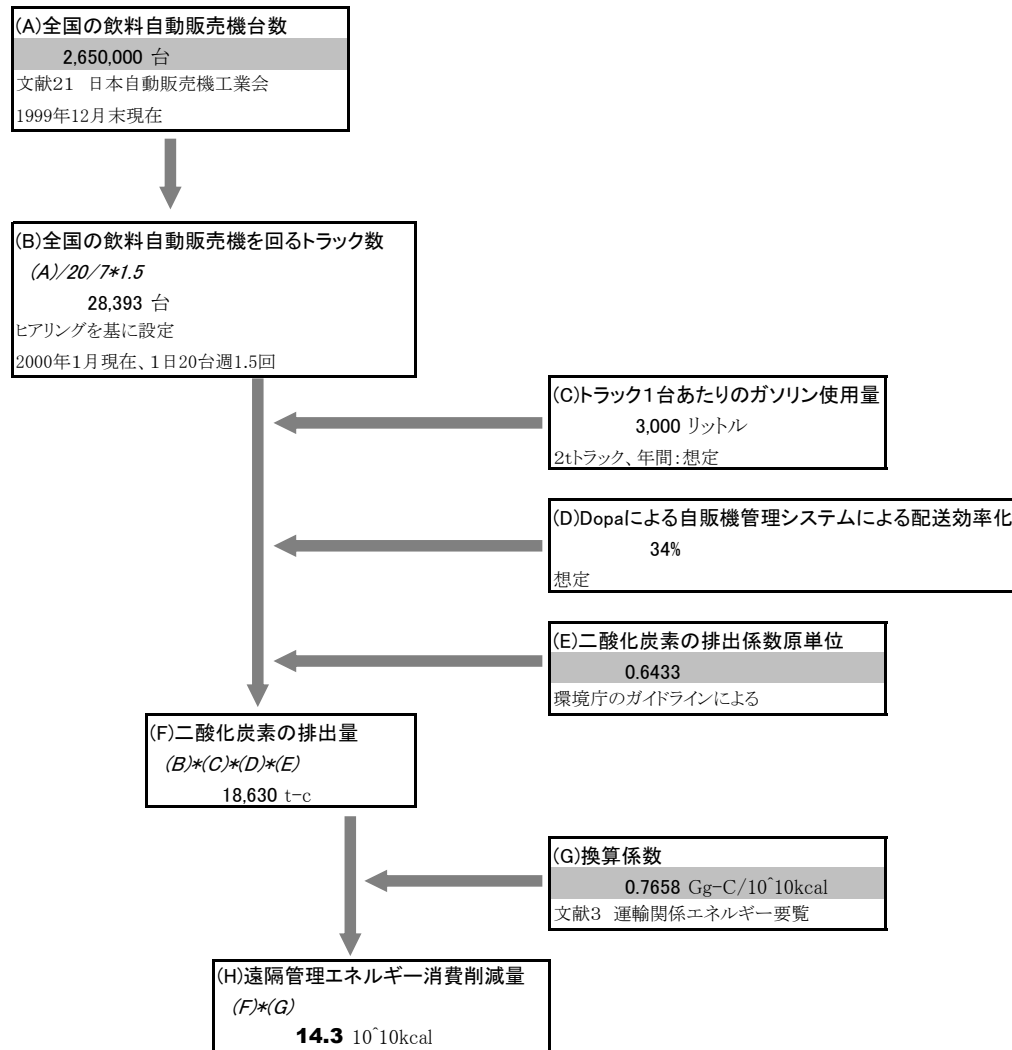


	年間輸送量 百万人キロ	うち出張分 (50%と仮定) 百万人キロ	出張分のうちTV会議 代替可能分(20%と仮定) 百万人キロ	換算係数 kcal/人km	エネルギー消費 削減量 10^10kcal
航空機	75,988	51,672	10,334	410.9	424.6
新幹線	70,035	47,624	9,525	104.4	99.4
					524.0

2000年

	年間輸送量 百万人キロ	輸送人員 千人	1人あたり平均距離 km	遠隔会議利用人数 人	換算係数 kcal/人km	エネルギー消費 削減量 10^10kcal
航空機	79,437	91,989	864		395.6	0.0
新幹線	71,153	280,607	254		98.7	0.0
						0.0

(3) 自動販売機遠隔管理によるエネルギー消費削減効果



	全国の飲料自動販売機台数	全国の飲料自動販売機を回るトラック数 (20台/日、週1.5回)	トラック1台あたりのガソリン使用量 (2tトラック、年間)	Dopaによる自販機管理システムによる配送効率化	二酸化炭素の排出係数原単位	二酸化炭素の排出量	換算係数	エネルギー消費削減量
	台	台	リットル	%		t-c	Gg-C/10 ¹⁰ kcal	10 ¹⁰ kcal
	2,650,000	28,393	3,000	34%	0.6433	18,630	0.7658	14.3

参考資料

- 1) 「産業連関表による二酸化炭素排出源単位」、国立環境研究所
- 2) 電子商取引推進協議会資料より
- 3) 「インターネット経済・エネルギー・環境」、ジョセフ・フォーム
- 4) 「運輸関係エネルギー要覧」、国土交通省
- 5) 「自動車輸送統計年報」、国土交通省
- 6) 「商業統計」、経済産業省
- 7) 日本ロジスティクスシステム協会資料（食品・繊維のリバース物流率）
- 8) 「エネルギー経済統計要覧 2003」、日本エネルギー経済研究所
- 9) 「全国都市パーソントリップ調査」、都市計画中央センタ
- 10) 「東京都市圏パーソントリップ調査」、東京都市圏交通計画協議会
- 11) 「航空輸送統計年報」、国土交通省
- 12) 「北九州市都市圏パーソントリップ調査」
- 13) 「コンビニ」、商業界
- 14) ニッキン統計資料年鑑より
- 15) 「平成 7 年国勢調査」、総務省
- 16) 「平成 11 年事業者統計」、総務省
- 17) 日本ビルヂング協会資料より
- 18) 「平成 10 年度貨物・旅客地域流動調査・解析資料編」、運輸省
- 19) 「平成 10 年度陸運統計要覧」、国土交通省
- 20) 「建設統計要覧」、国土交通省
- 21) リース事業協会資料より
- 22) 電子情報技術産業協会資料より
- 23) 日本産業機械工業会資料より
- 24) 省エネルギーセンタ、<http://www.eccj.or.jp/pamphlet/its/97/index.html>
- 25) 「警察による ITS」、警察庁交通局
- 26) 新交通管理システム協会資料より
- 27) 「情報メディア白書」、電通総研
- 28) 日本パーソナルコンピュータソフトウェア協会資料
- 29) 日本テレワーク協会推計・予測より
- 30) 「交通エネルギー消費量、交通費用、都市整備・維持費用からの都心居住と郊外居住の比較分析」、杉田他、日本都市計画学会学術論文集、2000
- 31) 「数字で見る航空」、運輸省
- 32) 日本自動販売機工業会資料より