

IT 革命が地球温暖化問題に及ぼす  
影響調査研究報告書（要約）

平成13年4月

委託元：財団法人 国際経済交流財団

委託先：財団法人 地球産業文化研究所

## 第1章 序文にかえて：本研究会の意義

1. 米国で90年代後半に従来にないエネルギー消費と経済成長の逆転現象が観測され、その原因として急速に普及したITの影響が挙げられている。
2. 日本は温室効果ガスの排出を2010年前後に1990年比マイナス6%にする必要があり、90年代の状況が続けば、2%の経済成長を維持しながらこれを達成することはまず不可能な状況にある。しかし日本でも米国と同じような現象が起これば話は異なり、環境と経済の両立ができるかもしれない。
3. こういう期待を込めて本研究を開始したが、まだ基礎データを集めた段階で、この期待が、幻想なのか事実なのか明確ではない。今後更なる努力で上記期待の可能性を明確にしたい。

## 第2章 1990年代の情報メディアの推移

1. 90年代はパソコン、インターネット、携帯電話が驚異的に伸び社会のインフラ機能を担う。
2. これらの情報メディアは多様化し、利用時間も余暇時間の70%を占める。これに対する家計支出は6%を越え、特に電話はその40%を占める。
3. 情報産業は基盤産業かつ、数少ない成長産業と位置付けられる。
4. IT産業や社会経済のIT化は基本的には省エネルギーに寄与すると考えられるが、それを把握するには雇用動向、人々の情報行動、産業連関分析などの詳細なデータ分析が必要。

## 第3章 IT革命と新しいエネルギー消費構造

1. IT革命は非物質化経済を通してエネルギー利用の効率化をもたらし、エネルギー集約的経済から情報集約的経済へ転換する可能性がある。単位GDP当たりのエネルギー消費量は低下してゆくと思われ、これは世界がめざしてゆくべき望ましい姿である。
2. IT革命の問題としては、待機電力増大、小口輸送化の増大、必要限度を越えた情報のやりとりの可能性、高速度の経済、ネットワーク犯罪の増加の恐れがある。IT革命を慎重に推進することによりエネルギー・資源効率の高い社会を造ることは可能。

## 第4章 IT化進展の日米比較と価値観動向

1. 日本におけるIT産業の将来動向予測
  - ・IT産業の分類は日米で異なる。1990年代半ばにIT革命が米国で進展し、米国では標準産業分類コードで分類されているが、日本ではそれに該当する分類コードが無い。
  - ・IT産業が名目経済に占めるシェアを1990年で日米各々比較すると、規模では日米の差はみられない。但し、ハードでは日本が勝り、通信サービス・ソフトウェア分野では米国が勝る。しかし日米国際産業連関表の延長推計を行ったところでは、2005年には狭義のIT産業（コンピューター分野）で1.2%、広義のIT産業（半導体を中心とする部品産業）で5.2%も日本が米国を上回ると予想される。
  - ・設備投資に占める狭義のIT投資の比率は90年に対し2005年では日米共に高まる。

- ・経済全体に占める IT 投資の今後のシェアは、日本では低下するが米国では上昇する（日本は 1.7%（1990 年）から 0.9%（2005 年）に下がるが、米国は 1.2%から 2.9%に上昇）。
  - ・米国の IT 投資の自国生産比率は 90 年の 90.2%が 2005 年には 85.1%に低下するが、その大半は日本からの輸入。一方日本の自国調達率は 95.3%が 95.1%と殆ど変化しない。
  - ・多くの人々が 1990 年代後半の IT 革命と生産性に正の関連を認めはじめている。
  - ・IT 産業、IT 投資の規模では日米遜色ないが、日本では生産性の向上が認められていない。
  - ・その理由は下記 2 点ある。(1)日本では雇用の流動性がなく、組織、産業構造、企業経営の硬直化のため全体として効果が相殺されているのではないか。(2)日本の IT 投資はハードに偏り、ソフトが結びついていないのではないか。
  - ・IT 投資が今後日本が低下することを考慮すると、日米の生産性格差は広がる可能性がある。
  - ・今後の日本の IT 産業の成長分野はエネルギー消費の高いハードの分野であり、米国で観測された経済成長とエネルギー消費の逆転関係は日本では観測されないと考えられる。
  - ・米国の経済成長はエネルギーをあまり必要としないソフト中心で、エネルギー消費の高いハードは輸入であることから、地球規模での温暖化防止につながるとはいえない。
2. 日本社会の IT 化（デジタルネットワーク化）の進展予想
- ・コンテンツの創出と伝達で急成長したのが各々「情報サービス」、「移動体通信」であり、ともに情報メディア産業と IT 産業の重なる分野である。
  - ・1990 年～2000 年初頭にかけて進展しているのは、デジタルネットワーク（IT インフラ）サービスの生活者レベルでの展開である。
  - ・今後 2010 年に向けデジタルネットワーク化が進展するが、ブロードバンドの常時接続が実現すれば消費エネルギーは増大する。
  - ・情報リテラシーの低い層も WEB 携帯は取り込んでいる。日本のデジタルネットワークはパソコンに限らないので広がりがある。
  - ・ゲーム機がインターネットに繋がれば子供がデジタルワールドに参加してくるし、デジタル TV の利用希望者は高齢者が多いことから、日本では子供から老人までデジタルネットワークへのゲートは開かれていることになる。
  - ・エネルギー消費の少ないライフスタイルになるかそうでないかは日本人の価値観の問題。
3. IT 効果と関連する価値観の動向
- ・IT 革命の進展が地球温暖化に抑制的な効果をもたらすのは次の 3 ケース：①IT 技術革新によるエネルギー効率改善②IT 革命による低エネルギーライフスタイルへの転換③デジタルネットワーク化の進展による地球温暖化防止の合意形成。
  - ・IT 効果のパラドックスの可能性がある。IT 化によるエネルギー消費増大やリバウンド

効果の大的可能性である。

- ・人々が地球温暖化問題への危機感を共有し、ITによる効率化やライフスタイルの変換を省エネルギーに活用する意志を持ち、社会全体をその方向に進める合意により、IT効果は実行性を持つ。但しデジタルネットワークへの参加者の拡大が結論を出せないカオスを生むというパラドックスにも直面する。
- ・ITによって仕事が効率化する、経済が活性化する、eコマースで便利になる等への期待が外国に比べ日本は低い。ITの利用に関して、方向性もなく確信も持てていない。
- ・環境を守るためには「家計負担が増えてもいい」「利便性・快適性を犠牲にする」「規制も受け入れる」が全世界的に過半数の支持あり、これを実行に結びつける方策が求められる。国境を越えたITネットワークの役割も期待される。日本企業が努力すべき点の筆頭に上げられるのは「環境保護の推進」。環境保護に関しては国内的にも国際的にも優先度が極めて高い。意識を実践に結びつける情報の提供が求められる。
- ・日本人は趣味・遊びに時間をかけたいと思い、具体的には旅行を望んでいる。IT革命が日本人に収入増と余暇時間増をもたらせば、「旅行増」＝「エネルギー増」になる可能性大。

## 第5章 IT革命とエネルギー環境問題

- ・パソコンとインターネットの発達によりIT革命が実現した。
- ・1970年代にパソコンのハード・ソフトの原形が出現。1980年代にはIBM互換機が業界標準となる。1990年代にはパソコンの高性能化が進むと同時に低価格化も進み、パソコンの普及に拍車を掛けた。
- ・インターネットは1960年代にMITのリックライダーが考案。その後データ転送技術(パケット交換方式、TCP/IP)が開発され、1990年代には広域情報検索システム(WWWとモザイク)が開発され、インターネットの大衆化が進んだ。2000年11月にはインターネットユーザーが4億人に達した。
- ・米国商務省報告では、1995年をIT革命が離陸開始した時期としている。この年を境に生産性の伸びやコンピューターの価格低下が加速した。
- ・IT革命によって経済が新次元(ニューエコノミー)に入ったと考える人は、まず現場サイドのIT企業経営者、証券業者、ジャーナリスト等に多かったが、最近ではデータが出揃うにつれエコノミストも追認した。
- ・IT産業は95年から99年の米国の経済成長率の1/3に寄与。米国のインフレ率はIT産業の価格低下により、95年から98年にかけて年率平均0.5%低下した。
- ・IT革命の影響により米国の生産性は1995年を境にして1.4%から2.8%へ倍増。
- ・温暖化ガス原単位(GDP当たりのGHG発生量)は1996年頃から減少率が拡大。IT革命がエネルギー原単位を減らした可能性が高い。CECSがその理由として個別に挙げているのは、①アマゾンドットコム等の仮想書店のエネルギー消費は在来書店の1/6。②IT技術を使うと業務用ビル面積は2割削減可能。等である。

- ・また、米国の産業構造が重化学工業からサービス産業主体に変化したことによる影響も大きい。これは経済発展に伴う脱物質化の動きと考えるのが良い。クズネッツ曲線の右端への動きを加速するのが IT 革命。

## 第6章 IT化進展に伴う情報通信に関わるエネルギー消費と環境影響

- ・我が国の情報通信に関わるエネルギー消費量は2010年には、現状の1.5倍の3,900×10<sup>10</sup> kcalになる。
- ・一方、ITの活用によるエネルギー消費量の削減効果は、①個人向けEC②法人向けEC③物質の電子情報化④生産流通管理⑤テレワーク・遠隔会議・遠隔管理⑥リサイクルにおける情報通信技術の活用⑦高度道路交通システム等で見込まれ、日本全体では2010年において△13,250×10<sup>10</sup> kcalの削減と見積もられる。
- ・結局ITの進展によって、情報通信に関わるエネルギー消費量は今後も増加するが、ITの活用によるエネルギー消費量の削減効果の方が圧倒的に大きく、差引のエネルギー消費量の削減効果は、2010年において、日本のエネルギー消費量の△2.5%に相当する。
- ・20～30%と言われる誘発効果（リバウンド効果）を考慮しても、ITの活用によるエネルギー消費の削減効果は、情報通信に関わるエネルギー消費の増加を十分に補える。

## 第7章 経済のIT化と地球環境問題について

- ・IT産業はサービス1単位あたりの誘発CO<sub>2</sub>排出量が少ない。
- ・しかし現状のITはサービスを増加させ地球環境にネガティブに作用している印象。
- ・IT化を地球環境保全に能動的に作用させることが求められる。
  - ① IT素材リサイクルの充実
  - ② ITS（高度輸送システム）により道路輸送のCO<sub>2</sub>排出は1割減る
  - ③ IT技術の進展によりセンサー、アクチュエーターの技術革新が進展。エネルギー多消費産業のマネジメントの強化、事故防止に繋がる。
  - ④ IT技術の進展により太陽宇宙発電衛星が進展（①も寄与）
- ・今後はITを推進して環境改善をという考え方を広める必要がある。

## 第8章 e経済の驚異：IT、燃料電池、ハイパーカーから気候変動への良いニュース

- ・米国のインターネットユーザーは1999年半ばで1億人。ラジオやテレビの普及に比べてその速度は大変速い。
- ・米国の個人消費の60%以上を占める家庭は、インターネットを介して20億件の注文を出しており、1998年の企業間の取引高は430億ドルであった。
- ・eコマースは「摩擦の無い」取引である。シエル社によれば世界の総生産は2060年まで、年率3%で成長する可能性があり現在の6倍に相当すると予測しているが、一方エネルギー消費はエネルギー原単位の向上と経済の脱物質化の影響で30%の伸びに留まるとしている。
- ・RommはITはエネルギー原単位を向上させるだけでなく、経済全体の電力依存度も減少させると主張。この証拠は96年から99年の一次エネルギー消費は実質GDPドルあた

り年平均 3.2%の減少。この間に電力需要と GDP の間の分離を初めて観測でき、電力原単位は年率 2%で改善している。

- ・環境保護庁と国立アルゴンヌ研究所の分析によればエネルギー原単位の 1/3 近くは IT 関連の構造変化から来ている可能性がある。
- ・米国の企業はエネルギー削減の直接的効果よりもそれに伴う副次的効果の方がはるかに価値があることを認識し、エネルギー効率化を加速化させた。
- ・例えば Dupont 社は今後 10 年間で収益が 6%伸びるがエネルギーは伸びないと発表。しかも 2010 年には温室効果ガス排出を 1990 年比で 65%下回る方針であるとも。
- ・米国では民間企業の方が気候システムの保護について政府よりも先を行っている。この 2 年間では小規模の企業はあたかも上院が京都議定書を批准したかのような行動をとっている。この理由は燃料を購入するよりも節約する方がコストがかからないため。
- ・インターネット経済がエネルギーを節約する理由は、①小売店がヴァーチャルなものに変化し商店の床面積の約 5%の節約につながり、小売店の建設、運用、物資の入出の減少につながる②倉庫の方が小売店の 1/16 のエネルギーで済むこと③紙の代わりに IT を使用することで、2008 年までに全米の 0.5%以上のエネルギーを削減できること④ネットに費やす時間は、それよりも多くのエネルギーを使うことに消費されないこと⑤ネットはエネルギー管理、モニタリング、ビデオ会議、電子カタログなどエネルギーの消費削減に貢献することなどである。
- ・e コマースと IT は無駄を生み出さない、需要が引っ張る経済を大変やりやすくする強力な方法である。ホテルの部屋の占有率を最大にしたり、航空機の搭乗率を向上させたりすることに役立つ。
- ・運輸部門での IT の効果はかなり複雑で、輸送エネルギーを削減する場合と、増加させる場合があるが全体がマイナスになる強力な証拠はない。
- ・2050 年までに、豊かな国は炭素削減目標の 3～4 倍、またそれ以上を達成することが可能
- ・設計の仕方によっては、大きな削減をする方が小さな場合に比べてコストを小さくできる。  
(例：①炭素繊維で作った燃料電池車②レコードに対する CD、DVD)
- ・ハイパーカーのような車によって最終的には OPEC が販売している量と同じ油の量を削減することができる。車を鉄の時代から情報の時代へ進化させるものである。

## 米国調査報告 エネルギー消費に及ぼす IT の影響について～米国研究機関における研究動向

- ・米国では 90 年代の後半に経済成長とエネルギー消費の逆転関係が観測された、その主原因は、急速に進展した IT にあると推定され、その後エネルギー消費に及ぼす IT の影響について様々な研究がなされている。

- ・今回の米国の調査先は、これらの分野で先端的な研究をおこなっている研究機関であり、日本の2010年の温室効果ガス排出目標値への応用も視野に入れながら、ITとエネルギーの関係について、リバウンド効果も含め調査した。

調査先1：CECS (Center for Energy and Climate Solutions) : 環境シンクタンク  
エネルギー・気候変動解決センター (非営利機関)

- ① 米国で観測された経済成長とエネルギー消費の乖離現象は、製造部門を海外にシフトしたためではないかとの指摘もあるが、海外シフトは昔から少しずつ行われており、今回観測された急激なエネルギー原単位の変化は説明がつかない。
- ② 米国の温暖化ガス原単位 (温暖化ガス発生量をGDPで割った値) は1996頃から減少率カーブが変化している。パソコンとインターネットの発展によるIT革命が、経済全体にわたってエネルギー原単位を減らしたことによるものである。
- ③ 注目すべき動向は、ITとインターネット経済のもたらす影響・エネルギー節約・環境保全効果である。多くの識者がITとインターネット経済による「新経済」が実在すると仮定するように、「新エネルギー経済」も実在すると考える。

調査先2：ローレンス・バークレー国立研究所 (LBNL)

- ① 米国ではマーク・ミルズとピーター・フーバーが1997年の米国の電力の8%がインターネットに消費されており、2010年には50%になると警告した。
- ② これに対して当研究所のエネルギー解析部は1999年度の米国におけるIT機器の電力消費は74TWh/年で全体のわずか2%と算出。IT機器はエネルギー多消費でないとした。
- ③ 今後ネットワーク化の進展によりコードレスの近距離通信技術 (ブルートゥース) の普及が予想されるが、その待機電力は大きいことが判明した。ブルートゥースの開発メーカーであるエリクソン社に対して、設計段階における助言をおこなっていく方針。
- ④ IT機器の電力消費は全国で74TWh/年だが、電力管理による省エネルギー効果は23TWh/年と見込まれる。IT機器の電力管理をさらに有効活用すれば、ポテンシャルとして17TWh/年の省エネルギー効果がある。しかし実際はソフトウェアがネットワーク内で両立しなかったり、一貫性に欠けていたり、使用者とのインターフェースが適切でなかったりして、電力管理が不十分であることが判明した。この問題は、技術的にはほとんどすでに解決済みであるが、ネットワーク化を今後機能させていくには、メーカー、政府、標準作成機構による優先的な取り組みが必要。

調査先3：オークリッジ国立研究所

- ① エネルギー消費においては、人々の潜在的欲求等に起因するリバウンド効果を考慮する必要がある。リバウンド効果は、技術革新、制度設計、環境政策による温暖化ガス発生抑制に大きな影響がある。
- ② リバウンド効果には、次の3つの種類がある。  
第1：誘発効果による「直接リバウンド効果」。省エネルギー車の開発や、ITSによる効

率化が、自動車の利用率や走行距離を拡大すること。

第2：間接的あるいは二次的リバウンド効果。省エネルギー効果で得られた所得や時間等を、他のエネルギー消費活動に活用すること。

第3：燃料費の変動にともなう需要と供給のバランス調整。経済的平衡状態への回帰によるリバウンド効果。

- ③ オークリッジ国立研究所では、「低燃費の自動車に換えた場合、走行距離がどれくらい増大するか」という「直接リバウンド効果」を、過去15年間に3年毎または6年毎に時系列的に世帯調査と、実際に測定機を用いた軽自動車に関する多様なデータベースに基づく、統計学的な時系列的調査を行った。この調査から「直接リバウンド効果」は10～20%位と算出。短期の場合約10%で、長期の場合で約20%である。各世帯の持つ自動車所有台数が1台の場合約28%、3台以上の場合約17%である。