

## IT化のマクロ的インパクトの論点整理と実証

第三経営経済研究部 主任研究官 佐々木文之

### キーワード

生産性パラドックス、コンセプチュアライゼーション、ニューエコノミー、価格決定、収穫逡増、情報資本ストック、生産関数、産業連関表、全要素生産性、部分要素生産性、家電普及率、ロジスティック関数

### 【要約】

- (1) IT化のマクロ的経済効果については、米国では90年代後半に入ってから労働生産性に寄与しているとの実証研究が相次ぎコンセンサスが形成されつつある。その背景には、IT効果が発現するまでには時間的経過を要すること、IT関連統計の整備、などの要因がある。我が国においても、今後更にIT化が進行し、関連統計が整備されれば、本格的な実証段階を迎えるものと思われる。その意味で、IT経済化の分析における技術的側面も含めて現段階で論点を整理しておくことにはそれなりの意義が認められる。
- (2) そこで、本稿ではIT化のマクロ的インパクト分析における論点整理と、我が国におけるマクロ的インパクトの実証分析を行った。理論的側面における論点として重要なものは、1．労働生産性への寄与、2．情報関連財の収穫逡増現象、3．オークションにおける価格決定構造の変化、4．労働と資本の代替、である。実証分析面における主な論点は、1．情報財の定義、2．統計自体の限界、3．計測上の問題、である。
- (3) 上記理論的論点の実証分析に供するため、我が国の情報資本ストック系列を作成した。その結果、99年末の実質情報資本ストックは約79兆円、全資本ストックに占めるシェアは7.6%となった。これに基づいて生産関数を推計した結果、トランス・ログタイプによる推計が最も妥当であり、情報資本ストックは実質成長率へ有意に寄与していることが実証された。
- (4) 産業連関表分析によれば、IT財供給産業におけるTPF（全要素生産性）、PFP（部分要素生産性）の上昇は機械製造系、サービス系を中心に相当程度の価格低下効果を伴うことがわかった。また、労働と情報財の代替関係については概ね有意な結果が得られた。ダイヤモンドサイドへのインパクトとして、耐久財家電としてのパソコンの普及率を推計した結果、2015年前後に普及率が90%を超えることが示唆された。こうした情報財の開発と普及は相当程度需要を底上げすることが期待される。

## はじめに

IT (information technology) を巡ってここ15年程多面的に議論がなされていることは周知の通りである。多くは、「生産性パラドックス」<sup>1)</sup>、「コンセプチュアライゼーション」<sup>2)</sup>、「ニューエコノミー」<sup>3)</sup>といったキーワードで、いわばサプライサイドに起因する経済構造変化として捉えられている。

その一方で、短期的な景気変動に対しても、IT関連財の需要動向が与える影響が益々大きくなってきている。昨年来IT需要の後退を一因に米国経済をはじめとして世界経済が後退局面入りしたが、今年に入ってから半導体などの素材の在庫調整が進展したために、景気底入れ時期を迎える可能性が出てきている。

言うまでもなく、こうしたサプライサイド、ディマンドサイドの変化を予見し、その妥当性を検証するのは極めて実証論的、技術論的である。事実、90年代前半には、米国における生産性へのITが寄与する部分は大きくないとの検証結果が概ね得られていたが、その後の研究によりIT化の進展は生産性上昇へかなりの程度寄与しているとの報告がなされ、コンセンサスが形成されつつある(勿論、いわゆるニューエコノミー論については引き続き賛否両論有り)。

この背景には、IT化の効果が浸透するためには相応の時間的経過が必要であること、IT関連統計が整備されてきたこと、などの要因がある。95~96年頃から急速にパソコン、インターネットが普及し始めた我が国においても、今後更にIT

化が進行し、関連統計が整備されれば、本格的な実証段階を迎えるものと思われる。その意味で、IT経済化の分析における技術的側面も含めて現段階で論点を整理しておくことにはそれなりの意義が認められよう。

そこで本稿では、第 節においてIT化のマクロ的インパクト分析における論点整理を行い、第 節では、我が国におけるマクロ的インパクトの実証分析を行う。

## IT化のマクロ的インパクト分析の論点整理

ここでは、IT経済化分析に関して、理論的側面と実証的側面の主な論点を整理してみる。

### (1) 理論的側面

理論的側面におけるIT経済化のマクロ的インパクトに関する論点はこれまで様々に指摘されてきているが、概ね以下の視点が重要であろう。

- ①労働生産性への寄与
- ②情報関連財の収穫逓増現象
- ③オークションにおける価格決定構造の変化
- ④労働と資本の代替

上記①については、ソローの成長モデルを前提とすれば、ハロッド中立的技術進歩(=労働節約型)の下では、労働生産性の成長率は技術進歩の成長率に等しくなる。従って、理論的にはIT化を技術進歩と捉えれば、IT化の進展は労働生産性を高めることになるはずである。尚、ソローの成長モデルにおいては、技術進歩が全く無くなれば、経済成長率自体は人口成長率に等しくなるが、労働生産性の伸びはゼロとなってしまう。

1)「コンピュータ時代という言葉をあらゆるところで目にするが、生産性統計のなかには見いだせない」(Robert Solow "We'd Better Watch Out" New York Times Book Review, July 1987)

2)知識集約化。(Alan Greenspan "Remarks before The Economic Club of Chicago", Oct 1995)

3)必ずしも一意で用いられないが、飛躍的な生産性の上昇、従来型景気循環が弱まった、との意味で使われることが多い。例えば、情報技術革新、経済のグローバル化、規制緩和による企業間競争、労働市場の柔軟性などによって生産性が上昇した、あるいはコンピュータによって在庫管理技術が高まるため、需要と供給のギャップによる変動が小さくなる、など。

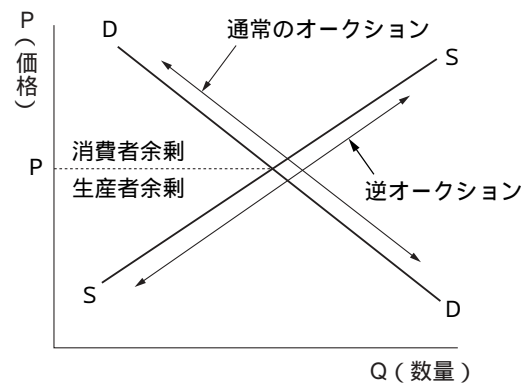
従って、我が国のように今後高齢化社会を迎え、生産年齢人口の減少が予想される経済では、技術進歩に成長の源泉を求めざるを得ない（もっとも、定年延長や高齢者を活用する、女性の労働参加率を高めるなどの措置によって労働投入量を維持することは可能である）。

②はいわば従来から経済理論上の最も主要な争点のひとつである。情報関連財、例えば、汎用ソフトの場合、利用者が増えれば増えるほど外部経済が働き費用が逡減する効果が大きい。その際に収穫逡増現象が想定される。これは分配理論上（資本分配率、労働分配率）収穫逡増が見込まれる場合、生産物以上に分配されることとなり理論上想定しがたいケースとなる。この場合、不完全競争を想定することになる。

③は、未だごくわずかなケースではあるが、ネットオークションにおける価格決定プロセスが従来の価格決定パターンと異なっているという点である。通常、財の価格は図表2の通り、需要曲線（DD曲線）と供給曲線（SS）の交点Pに決定される。

しかし、インターネットでみられる（通常の）オークションでは、購入者の提示した価格のうち最も高い価格で決まるために、価格が需要曲線に沿ったかたちで決定される。この場合、いわゆる消費者余剰が無くなり、余剰は生産者やオーク

図表2 オークションの価格決定



ションに財を提供した者に帰属することになる。

一方、逆オークションにおいては、購入者側が価格など購入の条件を提示して、売り手は高い価格から売却していくが、売却する量が多い場合には売却価格が順次低下せざるを得ない。従って、この場合価格は供給曲線に沿ったかたちで決定されるため、生産者や財の提供者の余剰が無くなることになる。

こうした事例は現在のところごく限られているが、今後オークション取引が増加すれば、生産者行動、消費者行動に影響を与えることも予想される。

④は、短期的、中期的インパクトと考えられるが、IT化の進展によって、労働が情報財に代替される影響である。これまで労働力を介して行われてきた業務がパソコンを中核としたネットワー

図表1 IT経済化分析の主な論点

<p>(1) 想定されるマクロ的变化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①労働生産性への寄与 <ul style="list-style-type: none"> <li>・技術進歩としてのIT化</li> </ul> </li> <li>②情報関連材の収穫逡増現象 <ul style="list-style-type: none"> <li>・限界費用逡減</li> </ul> </li> <li>③オークションにおける価格決定構造 <ul style="list-style-type: none"> <li>・消費者余剰、生産者余剰の減少</li> </ul> </li> <li>④労働と資本の代替 <ul style="list-style-type: none"> <li>・中間管理職の削減</li> </ul> </li> </ul>	<p>(2) 実証分析面での論点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①情報財の定義</li> <li>②統計自体の限界 <ul style="list-style-type: none"> <li>・資本ストックベース（SNA）でのIT財時系列が無い</li> <li>・ソフトウェア投資額が遡及困難である</li> <li>・内製化されたIT財をどう抽出するか</li> <li>・卸売物価統計が遡及困難である</li> <li>・要素所得統計が年ベースである</li> <li>・IT財の稼働率をどう捉えるか</li> </ul> </li> <li>③計測上の問題 <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産関数タイプの選択</li> </ul> </li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

クに代替されれば、その分余剰労働力を抱えることになる。

その余剰労働力を成長性を見込める他の産業に配分すればマクロ経済としてはマイナスの要因とはならないが、その調整には相応の時間がかかる。従って、その期間失業率が上昇する可能性がある。勿論、IT化の効果を高めるためには、組織のフラット化、意思決定プロセスの迅速化・簡略化、労働者個々のIT技能向上などの条件が前提となる。内閣府（旧経済企画庁2000）における企業へのアンケート調査でもその点を指摘している。

## （2）実証的側面

次に、実証的側面の論点を提示する。前記の理論的に想定されるインパクトを検証するうえでの論点を整理する。主なポイントは次の通りである。

### ①情報財の定義

### ②統計自体の限界

### ③計測上の問題

先ず情報財の「定義」であるが、特に国際比較する際に定義を統一することが重要である。一般的には、

- 1．コンピュータ関連設備（電子計算機本体、付属装置、ソフトウェア）
- 2．通信関連設備（有線電気通信機器、無線電気通信機器、その他の電気通信機器、電気通信施設）
- 3．その他の情報関連機器（ワープロ、複写機など事務用機器）

の範囲で捉えて良いと思われる。

次に統計自体存在するかという点である。米国の場合、商務省がSNAベースでの資本ストック統計のなかに「情報財」として内訳が掲載されているために利便性が高い。

翻って我が国の場合、93SNAに移行して、従来中間財として計上されていた受注ソフトウェア

が最終需要項目である民間企業設備投資に組み替えられるなど改善されているが、資本ストックとしての内訳が公表されていない。従って、産業連関表、生産動態統計など個別の経済統計から積み上げることになる。

また、各情報財を実質化する際に用いる物価統計も過去への遡及が困難である。近年情報財に占めるソフトウェアの重要性が増しているが、ソフトウェア統計を過去に遡及することも難しい。

技術的な面では、先ず内製化された情報財をどうカウントするかという点である。井上（1997）はこの点を指摘しており、特にソフトウェアの場合、多くが企業内で内製化されたものである、としている。

また、マクロ統計として生産性への寄与を計測する際に技術的に問題となるのが、情報資本の稼働率をどう設定するかという点である。稼働率で資本ストック投入量を調整しないと、例えばTFP（全要素生産性）にバイアスがかかってしまう。資本ストックの実際の投入量を計算する際には、製造業の設備稼働率等で調整するが、情報財の場合、特に問題となるのが情報サービス業における稼働率をどうみなすかという点である。

同時に計測上の制約となるのが、要素所得（分配率）である。要素所得統計は年次統計であるために、計測上は年ベースとならざるを得ないが、一方で情報財を遡及する場合、遡及年数に限界があるため推計の対象となるサンプル数が少なくなってしまう。

上記制約と相まって、生産関数タイプを選択する際、コブ・ダグラス型よりは、CES型（Constant Elasticity）、CES型よりはトランス・ログ型の方が制約条件が少なくより一般的であるが、その分自由度の点からサンプル数をより多く必要とする。

## 実証分析

ここでは、我が国におけるIT化のマクロ的インパクトの実証分析を行う。分析項目は以下の通りである。

- ①生産関数の推計（理論的論点①に対応）
- ②産業連関表に基づく情報財投入の波及効果分析（上記①に同じ）
- ③労働需要関数の推計（理論的論点④に対応）
- ④パソコン普及率の推計（需要的側面に対応）

### （1）情報資本ストック系列の作成

前述の通り我が国ではSNAベースでの情報資本ストックの時系列データが無いため、ここでは先ず以下の手順で資本ストック系列を作成する。この手順は概ね篠崎（1999）によっているが、情報資本ストックにソフトウェアを加えているなど多少異なるプロセスを踏んでいる。尚、情報財の定義は前述の通りである。

1．産業連関表の固定資本マトリックスから情報資本財を抽出する。各年次の連鎖は接続表で行う。75年から95年までの5年ごとのフローの情報資本投資額がここから得られる（尚、電気通信施設については旧電電公社からNTTへの民営化の切断があるため、85年以前については公的固定資本形成も加えた）。90年以前のソフトウェアについては、情報通信業の民間企業設備投資への投入量を用いた。

2．産業連関表は5年毎に作成されているため各年の情報資本投資額を算出する必要がある。経済産業省の生産動態統計（機械統計）の各年の生産実績を抽出し、そこから財務省の貿易統計の輸出額を控除し、輸入額を加えることによって内需を算出する。尚、電気通信施設については財務省の法人企業統計における電気通信業の建設仮勘定を用いた。尚、ソフトウェアについては、90年以前

は年次統計が無いため、上記産業連関表の5年間の伸びを5年で均等に分割し、91年以降については、経済産業省の特定サービス産業動態統計の受注ソフトウェアに基づいた。

3．上記で算出した年次統計の伸び率を5年間伸ばしても、1．の産業連関表の5年間の伸び率に合致しないため変動係数で調整した。

4．以上の各年次統計を日本銀行の各種物価統計で実質化する。基準時は95年とした。国内生産額については、国内卸売物価指数、輸出入については輸出入物価指数を用いた。但し、95年以前においては情報資本財の財毎に過去に遡及できないため、コンピュータ関連設備、電気通信機器については電気機器、ソフトウェアについては情報サービス、事務用機器については一般機器の価格でそれぞれ代替した。電気通信設備は国土交通省の非住宅建設デフレータを用いた。

5．以上のプロセスで各情報資本財投資額の年次時系列データが作成された。これをストックベースに転換するために以下のプロセスを用いる。

K：資本ストック　I：投資額  
：償却率

$$K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$$

t期以前の毎年の情報財投資額と償却率が一定比率で継続すると仮定すると、

$$K_{t-1} = (1 - \delta)^{t-1} \times I_t / (1 + g) + (1 - \delta)^{t-2} \times I_{t-1} / (1 + g) + \dots + I_1 / (1 + g)$$

g：情報財投資の伸び率

$$= (1 - \delta) / (1 + g) \text{とすると、}$$

$$\begin{aligned} K_{t-1} &= I_t \left( \delta + \delta^2 + \dots + \delta^{t-1} \right) / (1 - \delta) \\ &= I_t \times \delta \left[ (1 - \delta^{t-1}) / (1 - \delta) \right] \times \\ &\quad \left[ 1 / (1 - \delta) \right] \\ &= I_t / (g + \delta) \end{aligned}$$

尚、ここでは75年以前の伸び率は75～80年の伸び率で代替している。また償却率は米国商務省BEAが発表している財別の償却率を用いた。

図表3 情報資本ストックの推計

(億円)

	実 質 価 額						(参考) 93SNAベース
	コンピュータ 関 連	通 信 機 器 関 連	事務用機器 関 連	通 信 施 設	計	対資本ストック 比 率 ( % )	
1975	10,022	15,500	11,170	79,865	116,557	4.8	N.A.
1976	12,846	16,820	10,998	85,979	126,643	4.9	N.A.
1977	17,474	20,761	10,938	91,899	141,073	5.1	N.A.
1978	23,338	21,085	11,124	97,631	153,178	5.2	N.A.
1979	30,058	18,366	11,237	103,178	162,839	5.2	N.A.
1980	37,419	18,357	11,349	108,546	175,671	5.2	N.A.
1981	44,307	18,525	11,349	113,866	188,046	5.3	N.A.
1982	50,110	19,411	11,561	119,138	200,221	5.3	N.A.
1983	55,941	21,164	12,831	124,366	214,302	5.3	N.A.
1984	67,428	24,323	14,670	129,551	235,973	5.6	N.A.
1985	82,662	28,715	16,732	134,695	262,804	5.6	N.A.
1986	99,647	33,398	17,763	138,817	289,624	5.8	N.A.
1987	118,616	39,691	19,225	142,040	319,572	5.9	N.A.
1988	141,059	46,193	22,304	144,473	354,029	6.1	N.A.
1989	165,809	53,645	26,097	146,212	391,763	6.3	N.A.
1990	188,949	62,911	28,560	147,345	427,765	6.5	6.2
1991	211,834	71,026	30,359	148,950	462,168	6.5	6.2
1992	222,829	75,937	30,699	150,998	480,463	6.2	5.9
1993	223,223	80,760	30,296	153,495	487,775	6.0	5.8
1994	232,624	86,605	29,151	156,645	505,025	6.0	5.7
1995	247,225	100,129	28,384	160,741	536,479	6.1	5.9
1996	286,193	125,960	27,507	166,210	605,870	6.7	6.4
1997	331,633	151,489	26,797	172,077	681,997	7.1	6.9
1998	366,487	168,578	25,086	177,268	737,418	7.4	7.2
1999	396,799	185,665	21,577	182,834	786,875	7.6	7.4
2000	436,476	206,298	19,372	187,299	849,445	N.A.	7.8
2001	468,282	227,895	17,171	190,588	903,936	N.A.	N.A.
	名 目 価 額						(参考) 93SNAベース
	コンピュータ 関 連	通 信 機 器 関 連	事務用機器 関 連	通 信 施 設	計	対資本ストック 比 率 ( % )	
1975	13,581	21,759	9,045	34,864	79,249	4.0	N.A.
1976	17,194	23,710	8,982	39,028	88,915	4.0	N.A.
1977	23,163	29,460	9,203	43,415	105,241	4.2	N.A.
1978	30,405	28,683	9,881	48,041	117,010	4.3	N.A.
1979	38,730	24,826	10,158	52,922	126,635	4.2	N.A.
1980	48,209	26,345	10,469	58,074	143,097	4.2	N.A.
1981	56,926	26,657	10,611	63,225	157,420	4.3	N.A.
1982	63,598	27,878	10,573	68,376	170,426	4.3	N.A.
1983	68,870	30,265	12,064	73,530	184,729	4.5	N.A.
1984	82,090	34,548	13,934	78,690	209,261	4.8	N.A.
1985	100,723	40,724	16,146	83,856	241,450	5.0	N.A.
1986	120,409	47,020	18,098	88,272	273,800	5.3	N.A.
1987	140,955	54,512	20,280	92,012	307,760	5.6	N.A.
1988	164,797	61,365	23,879	95,142	345,184	5.9	N.A.
1989	190,932	68,965	27,856	97,724	385,477	6.2	N.A.
1990	214,632	78,449	29,885	99,813	422,778	6.2	6.1
1991	238,163	86,169	31,743	102,452	458,527	6.1	6.0
1992	247,802	89,884	32,084	105,569	475,340	5.8	5.7
1993	245,499	93,763	31,616	109,125	480,003	5.7	5.6
1994	250,825	98,338	30,224	113,306	492,693	5.7	5.7
1995	259,665	110,102	29,122	118,429	517,318	5.9	5.9
1996	282,888	131,316	27,672	124,919	566,795	6.5	6.5
1997	307,303	150,608	26,489	131,873	616,273	6.8	6.9
1998	323,311	161,683	24,578	137,951	647,524	6.9	7.0
1999	338,696	172,523	22,899	144,274	678,391	7.2	7.3
2000	360,952	185,666	20,911	149,512	717,041	N.A.	7.7
2001	375,541	198,213	18,406	153,573	745,733	N.A.	N.A.

(出所) 内閣府「産業連関表」「接続産業連関表」「国民経済計算」、経済産業省「機械統計」  
「特定サービス産業動態統計」、財務省「貿易統計」、「法人企業統計年報」、  
日本銀行「国内卸売物価指数」「輸出入物価指数」、国土交通省「建設デフレータ」、  
米国商務省「Fixed Reproducible Tangible Wealth, 1925-94」より郵政研究所作成。

推計結果は前ページ図表3の通りである。

これによれば、99年末の実質情報資本ストックは約79兆円となっている。内訳は、コンピュータ関連が最も多く39.6兆円、通信施設が18.2兆円、通信機器関連が18.5兆円、事務用機器が2.1兆円となっている。同年の全資本ストックに占めるシェアは7.6%となっている。

(2) 生産関数の推計

上記情報資本ストック統計をもとに先ず生産関数を推計し、IT資本ストックの生産性への寄与を推計する。

尚、ここでの産出量は、現行93SNAでは80年以前について遡及できないため、68SNAベースの実質GDPとした。

関数タイプはコブ・ダグラス型、CES型（Constant Elasticity）、トランス・ログ型の3タイプである。推計期間はいずれも75～98年である。

先ず、操作性の利便性から最も多く利用されているコブ・ダグラス型であるが、その一般的な関数は次の通りである。

$$Y = AL^{\alpha} K^{\beta}$$

Y：産出量、K：資本ストック、L：労働投入（就業者数×労働時間）、 $\alpha$ 、 $\beta$ はそれぞれ、労働、資本の生産弾力性で $\alpha + \beta = 1$ 。

ここでは、情報資本ストックを明示的に説明変数に加える。

$$Y = Ae^{\gamma t} L^{\alpha} K_1^{\beta_1} K_2^{\beta_2}$$

K<sub>1</sub>：非情報資本ストック、K<sub>2</sub>：情報資本ストック

上記式を下記の通り変形して推計した。

$$\ln(Y/L) = \ln A + \beta_1 \ln(K_1/L) + \beta_2 \ln(K_2/L) + \gamma t$$

推計結果は図表4の通りとなった。IT資本ストックは生産性へ有意に寄与していないことになる。

次にCES型関数で推計してみる。

推計式は以下の通りである。

：代用パラメータ

$$Y = A_0 e^{\gamma t} \left[ \frac{\alpha_1 K_1^{\rho} + \alpha_2 K_2^{\rho}}{\alpha_1 + \alpha_2} \right]^{1/\rho}$$

推計結果は次頁図表5の通りであり、ここでもやはりIT資本ストックは有意に寄与していない。

最後にトランス・ログ型関数をみってみる。推計式は次の通りである。

$$\begin{aligned} \ln Y = & \alpha_0 + \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \alpha_L L + \alpha_T T \\ & + \frac{1}{2} \alpha_{K1K1} (\ln K_1)^2 + \alpha_{K1K2} \ln K_1 \ln K_2 \\ & + \alpha_{K1L} \ln K_1 \ln L + \frac{1}{2} \alpha_{K2K2} (\ln K_2)^2 \\ & + \alpha_{K2L} \ln K_2 \ln L + \frac{1}{2} \alpha_L (\ln L)^2 \end{aligned}$$

（尚、サンプル数が少ない点を加味して各生産要素の弾力性（＝価値シェア）についてSUR（seemingly unrelated regression）による同時推定を施している。）

推計結果は次頁図表6の通りとなった。情報資本ストックのパラメータは有意な結果となっており、相当程度寄与していることになる。但し、労働と情報資本ストック、及び非情報資本ストックの交差項（ $\alpha_{K1L}$ 、 $\alpha_{K2L}$ ）はプラスとなっており、代替関係については有意な結果が得られなかった。

図表4 コブ・ダグラス型の推計結果

	パラメータ	t 値	生 産 要 素
$\alpha_1$	0.389	2.93	非IT資本ストック
$\alpha_2$	-0.147	-1.66	IT資本ストック
$\alpha_L$	0.759	9.88	労働
$\alpha_T$	0.017	3.95	
$\alpha_0$	1.871	4.70	

adjR<sup>2</sup> = 0.993  
（出所）各種統計より郵政研究所作成。

図表5 CES型の推計結果

	パラメータ	t 値	生 産 要 素
$\alpha_1$	0.014	1.18	非IT資本ストック
$\alpha_2$	-0.086	-2.99	IT資本ストック
$\alpha_L$	1.072	1.75	労働
$\alpha_T$	0.008	2.29	
$\alpha_0$	2.762	24.15	
	-1.121	-4.95	

adjR<sup>2</sup> = 0.870

(出所) 各種統計より郵政研究所作成。

図表6 トランス・ログ型の推計結果

	パラメータ	t 値	生産要素及び代替関係
$\alpha_1$	0.901	3.17	非IT資本ストック
$\alpha_{1\alpha_1}$	-0.218	-2.30	
$\alpha_{1\alpha_2}$	-0.029	-5.09	
$\alpha_2$	0.099	5.80	IT資本ストック
$\alpha_{2\alpha_2}$	0.024	5.53	
$\alpha_L$	0.001	1.24	労働
$\alpha_{1L}$	0.247	2.46	非IT資本ストックと労働
$\alpha_{2L}$	0.005	3.44	IT資本ストックと労働
$\alpha_{LL}$	-0.251	2.45	
$\alpha_0$	1.274	112.89	
$\alpha_T$	0.023	30.45	

(出所) 各種統計より郵政研究所作成。

図表7 米国における労働生産性上昇へのITの寄与

	労働者1人当たりIT資本の増加 percentage point a	IT製造部門要素生産性の上昇 percentage point b	ITの寄与度 percentage point c = a + b	生産性の加速 percentage point d	ITの寄与率 percent e = c/d
Oliner and Sichel (1996-1999年と1991-1995年の差)	0.45	0.26	0.71	1.04	68.3%
Congressional Budget Office (1996-1999年と1974-1999年の差)	0.40	0.20	0.60	1.10	54.5%
Economic Report of the President (1995-1999年と1973-1995年の差)	0.47	0.23	0.70	1.47	47.6%
Jorgenson and Stiroh (1995-1998年と1990-1995年の差)	0.31	0.19	0.50	1.00	50.0%
Whelan (1996-1998年と1974-1995年の差)	0.46	0.27	0.73	0.99	73.7%

(出所) U.S. Department of Commerce, "Digital Economy 2000"

前述の通り、以上3タイプの関数のなかではトランス・ログ型が最も一般性を有しているために、トランス・ログ型に基づく推計結果を採用するのが妥当であろう。勿論、以上の推計は、前述の通り統計上の様々な制約を受けているため、結果についてはその分を差し引く必要があることは言うまでもない。

一方、冒頭で触れたように、米国においては90年代後半に入ってから、IT化の生産性への寄与度が相当程度にあることが実証されつつある。図

表7の通り、概ね生産性上昇率の加速分の半分程度がIT化によるもの、との結果が得られている。

### (3) 産業連関表による波及効果分析

次に一般均衡論的アプローチに基づいて、産業連関表を用いて分析する。

ここでは、TFP(全要素生産性)、PFP(部分要素生産性)の変化を通じた各産業の価格変化を分析する。ここにおける全要素生産性の価格波及効果とは、例えば、運輸業におけるすべての投入



要素を変化させた場合に、各産業の価格がどう変化するかということである。言い換えれば、投入係数表の列方向の係数が定率で変化したケースの価格変化である。ここではIT財を供給（＝製造）する産業自体の生産性が向上した場合に、他の産業がどの程度価格低下効果を受けるのかという視点である。

一方、部分要素生産性の価格波及効果とは、行方向の投入係数が定率で変化したケースの価格変化である。各産業で投入するIT関連財の価格低下がその産業の供給する財価格へ及ぼす効果をみるものである。

産業連関表は平成11年版87部門の95年価格実質ベースを用いる。IT産業としては、コンピュータの製造業（産業連関表ではその他の電気機械器具製造業）電気通信業（産業連関表も同じ）ソフトウェア等（産業連関表では他の対事業所サービス）とする。ここでは、各IT産業のTFP、PFPがともに10%上昇した場合の効果をみてみる。

計測結果は次頁図表8の通りである。

まず、TFP波及効果についてみると、その他電気機械自体の価格低下効果が12.1%で最も大きいことはいうまでもないが、次いで民生用電気機械の1.9%、産業用電気機械の1.3%、自動車の0.9%、精密機械の0.8%の順で大きいものとなっている。いわゆる機械製造系の価格低下効果が大きいことがわかる。

次に、電信・電話業の波及効果をみると、電信・電話業の10.1%に次いで、放送業の0.8%、広告業の0.5%、他の対事業所サービスの0.4%という順で大きいものとなっている。他の対事業所サービスにおいては、他の対事業所サービス自体の10.1%に次いで、放送業の1.3%、その他の運輸業の1.0%、広告業、建築業の0.9%、の順で大きいものとなっている。

次にPFPの価格波及効果についてみる。先

ずその他の電気機械自体の9.2%に次いで、民生用電気機械の2.7%、産業用電気機械の1.9%、自動車の1.3%、精密機械の1.2%と機械製造系が続く。電信・電話業では、電信・電話業の8.1%に次いで、放送業の1.3%、広告業の0.8%、他の対事業所サービスの0.6%が大きいものとなっている。他の対事業所サービスにおいては、他の事業所サービス自体の7.7%に次いで、放送業の2.0%、その他の運輸業、金融業の1.6%、広告業の1.4%と大きいものとなっている。

図表8をみればわかる通り、概ねPFPの価格効果がTFPよりも大きくなっている。これは、PFPとしてのIT財そのものの投入価格が低下した場合、直接的にその他産業に与える影響が大きいためである。

以上みてきたように、IT関連財の10%の価格低下効果は相当程度大きいものである。今後、更にIT化が進めば、経済全体の生産性を高める効果が期待できる。

#### (4) 労働需要関数の推計

ここでは、労働需要関数を推計し、想定される労働とIT資本財の代替関係をみてみる。

推計式は以下の通りである。

$$\ln(L) = \ln(W/PNIT) + \ln(W/PIT) + \ln(Y) + C$$

W：雇用所得デフレータ、PNIT：非IT資本財価格 PIT：IT資本財価格

推計結果は図表9の通りとなった。IT資本財と労働の代替パラメータはマイナスとなっており、有意な結果が得られている。ただし、前述の通り、トランス・ログ型生産関数の推計においては、労働とITストックの代替関係は有意な結果となっていないため、ここからただちに労働力とIT資本財の代替関係が検証されたわけではない。

図表 8 IT財のTFP及びPFP波及効果

	全要素生産性（10%上昇）			部分要素生産性（10%上昇）		
	その他の電気 機械器具製造業	電信・電話業	他の対事業所 サービス	その他の電気 機械器具製造業	電信・電話業	他の対事業所 サービス
米の他の耕種農	-0.02	-0.06	-0.14	-0.03	-0.09	-0.22
畜産・養蚕	-0.03	-0.07	-0.15	-0.04	-0.11	-0.24
農産物	-0.04	-0.11	-0.31	-0.06	-0.18	-0.49
農業サービス	-0.03	-0.09	-0.18	-0.04	-0.15	-0.29
林業	-0.03	-0.09	-0.21	-0.04	-0.15	-0.34
漁業	-0.05	-0.09	-0.16	-0.07	-0.15	-0.26
石油・天然ガス	-0.07	-0.13	-0.20	-0.10	-0.21	-0.33
炭素・亜鉛	-0.05	-0.35	-0.40	-0.07	-0.57	-0.64
金属・鉱石	-0.12	-0.17	-0.39	-0.18	-0.27	-0.63
石油・天然ガス	-0.05	-0.27	-0.51	-0.07	-0.43	-0.81
石油・天然ガス	-0.09	-0.12	-0.35	-0.13	-0.20	-0.55
石油・天然ガス	-0.13	-0.16	-0.37	-0.19	-0.26	-0.59
石油・天然ガス	-0.04	-0.14	-0.39	-0.05	-0.23	-0.63
石油・天然ガス	-0.04	-0.17	-0.30	-0.06	-0.27	-0.47
石油・天然ガス	-0.03	-0.10	-0.22	-0.04	-0.17	-0.34
石油・天然ガス	-0.03	-0.15	-0.35	-0.05	-0.24	-0.55
石油・天然ガス	-0.03	-0.13	-0.27	-0.05	-0.21	-0.42
石油・天然ガス	-0.01	-0.03	-0.21	-0.02	-0.04	-0.33
石油・天然ガス	-0.02	-0.14	-0.42	-0.03	-0.23	-0.67
石油・天然ガス	-0.03	-0.14	-0.33	-0.05	-0.23	-0.53
石油・天然ガス	-0.03	-0.14	-0.36	-0.05	-0.23	-0.57
石油・天然ガス	-0.03	-0.18	-0.48	-0.05	-0.29	-0.77
石油・天然ガス	-0.04	-0.11	-0.21	-0.06	-0.18	-0.33
石油・天然ガス	-0.05	-0.16	-0.37	-0.07	-0.26	-0.58
石油・天然ガス	-0.03	-0.13	-0.35	-0.04	-0.21	-0.56
石油・天然ガス	-0.05	-0.16	-0.53	-0.07	-0.26	-0.84
石油・天然ガス	-0.04	-0.12	-0.35	-0.05	-0.20	-0.56
石油・天然ガス	-0.04	-0.15	-0.37	-0.06	-0.25	-0.59
石油・天然ガス	-0.04	-0.11	-0.34	-0.05	-0.17	-0.54
石油・天然ガス	-0.05	-0.12	-0.31	-0.07	-0.19	-0.50
石油・天然ガス	-0.03	-0.23	-0.42	-0.04	-0.37	-0.66
石油・天然ガス	-0.01	-0.03	-0.07	-0.01	-0.06	-0.11
石油・天然ガス	-0.03	-0.08	-0.18	-0.04	-0.14	-0.29
石油・天然ガス	-0.05	-0.12	-0.33	-0.07	-0.20	-0.53
石油・天然ガス	-0.05	-0.11	-0.33	-0.07	-0.18	-0.52
石油・天然ガス	-0.03	-0.11	-0.29	-0.05	-0.17	-0.46
石油・天然ガス	-0.06	-0.12	-0.25	-0.09	-0.19	-0.39
石油・天然ガス	-0.09	-0.15	-0.35	-0.13	-0.24	-0.56
石油・天然ガス	-0.04	-0.14	-0.39	-0.04	-0.23	-0.62
石油・天然ガス	-1.29	-0.15	-0.37	-1.86	-0.24	-0.58
石油・天然ガス	-1.87	-0.12	-0.29	-2.70	-0.20	-0.46
その他の電気機械	-12.10	-0.11	-0.31	-9.19	-0.18	-0.49
自動車	-0.91	-0.13	-0.39	-1.31	-0.21	-0.62
船舶	-0.59	-0.16	-0.39	-0.85	-0.27	-0.62
その他の輸送用機械	-0.49	-0.14	-0.36	-0.71	-0.22	-0.58
精密機械	-0.80	-0.16	-0.37	-1.15	-0.26	-0.59
その他の製造	-0.15	-0.15	-0.34	-0.22	-0.24	-0.54
建設	-0.18	-0.18	-0.92	-0.25	-0.29	-1.47
土木	-0.11	-0.22	-0.83	-0.16	-0.35	-1.32
電力	-0.05	-0.07	-0.35	-0.07	-0.12	-0.55
ガス	-0.03	-0.10	-0.40	-0.04	-0.15	-0.64
熱供給	-0.03	-0.09	-0.40	-0.05	-0.15	-0.64
水道	-0.05	-0.06	-0.31	-0.07	-0.10	-0.50
上水道	-0.04	-0.22	-0.64	-0.06	-0.36	-1.01
下水道	-0.02	-0.35	-0.49	-0.03	-0.56	-0.78
廃棄物処理	-0.02	-0.24	-0.49	-0.03	-0.39	-0.78
小売	-0.02	-0.33	-0.99	-0.03	-0.54	-1.58
金融	-0.01	-0.21	-0.65	-0.02	-0.34	-1.03
不動産	-0.01	-0.11	-0.39	-0.02	-0.18	-0.62
住宅	-0.01	-0.03	-0.17	-0.01	-0.05	-0.27
自動車	-0.01	-0.05	-0.39	-0.02	-0.08	-0.62
道路	-0.06	-0.18	-0.59	-0.09	-0.29	-0.93
水路	-0.05	-0.23	-0.25	-0.08	-0.38	-0.40
航空	-0.04	-0.24	-0.41	-0.05	-0.39	-0.60
その他の運輸	-0.07	-0.23	-0.58	-0.10	-0.38	-0.93
その他の運輸	-0.03	-0.23	-0.98	-0.04	-0.37	-1.56
電信・電話	-0.02	-10.13	-0.76	-0.03	-8.06	-1.21
郵便	-0.02	-0.23	-0.26	-0.02	-0.37	-0.41
教育	-0.04	-0.13	-0.28	-0.06	-0.22	-0.45
研究	-0.03	-0.17	-0.25	-0.04	-0.28	-0.40
療・保健衛生	-0.02	-0.14	-0.52	-0.03	-0.22	-0.83
その他公共サービス	-0.02	-0.28	-0.72	-0.03	-0.45	-1.15
広告	-0.07	-0.50	-0.86	-0.10	-0.82	-1.37
業務用物品賃貸業	-0.06	-0.11	-0.36	-0.08	-0.18	-0.58
他の事業所サービス	-0.04	-0.38	-10.12	-0.05	-0.62	-7.74
娯楽	-0.04	-0.11	-0.38	-0.06	-0.18	-0.61
放送	-0.18	-0.80	-1.28	-0.26	-1.30	-2.04
飲食	-0.02	-0.15	-0.28	-0.03	-0.24	-0.44
旅館	-0.03	-0.22	-0.40	-0.04	-0.35	-0.63
宿泊	-0.03	-0.18	-0.37	-0.04	-0.29	-0.59
濯・個人サービス	-0.03	-0.13	-0.34	-0.04	-0.21	-0.54
洗車・機械修理	-0.89	-0.21	-0.34	-1.28	-0.34	-0.54
自分	-0.05	-0.13	-0.53	-0.07	-0.20	-0.84
行政	-0.01	-0.03	-0.16	-0.02	-0.06	-0.25
府・市・町の教育	-0.13	-0.15	-0.47	-0.18	-0.25	-0.75
府・市・町の教育	-0.02	-0.10	-0.27	-0.03	-0.16	-0.44
非営利・その他の教育	-0.02	-0.17	-0.48	-0.03	-0.27	-0.77

(注) 93SNA、平成7年基準実質ベース。平成11年実績。  
(出所) 内閣府「国民経済計算：産業連関表平成11年」より郵政研究所作成。

図表9 労働と資本財の代替関係推計

	パラメータ	t値	生産要素代替関係
C	0.167	1.32	非IT資本財と労働
	-0.466	-6.55	IT資本財と労働
	0.543	8.73	生産水準
	5.504	4.44	

adjR<sup>2</sup> = 0.878

(出所) 各種統計より郵政研究所作成。

##### (5) パソコン普及率の推計

次に需要サイドへの影響を推計してみる。ここでは、「耐久財家電」としてのパソコンの普及率がどう推移するか検証する。

通常、家電の普及率はロジスティック関数に近似されると言われるが、パソコンの普及率についても同関数に近似するとの仮定をおいてみる。関数式は以下の通りである。

$$Y(t) = 100 / (1 + e^{-t})$$

Y(t): 普及率 t: タイムトレンド

まず、これまで普及してきた家電について推計してみる。対象とする家電は、カラーテレビ、冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、エアコン、掃除機、VTR、それに家電ではないが普及している乗用車を加えた。

推計結果は図表10、次頁図表11の通りとなる。時間に対してよくフィットした推計結果となって

いる。例えば、カラーテレビの場合、概ね10年程度で普及率が90%、冷蔵庫は14年程度で90%に達している。

こうした家電は、需要がロジスティックカーブを描き、急速に普及する傾向がある。一旦普及した後は買い換えサイクルに移行し、新たな需要が生まれる。従って、新しい家電が発明され、その利便性が世間一般に認識されると、相当程度の需要喚起効果が見込まれる。パソコンの場合はどうであろうか。図表10、12に推計結果を示してある。

パソコンの場合、普及し始めて日が浅くサンプル数が少ないという問題はあるものの、こちらも時間へのフィットは良好である。パソコンは95～96年頃から急速に普及し始め、2001年時点で50.1%となっている。このペースでいくと2015年には90%を超えることが見込まれる。

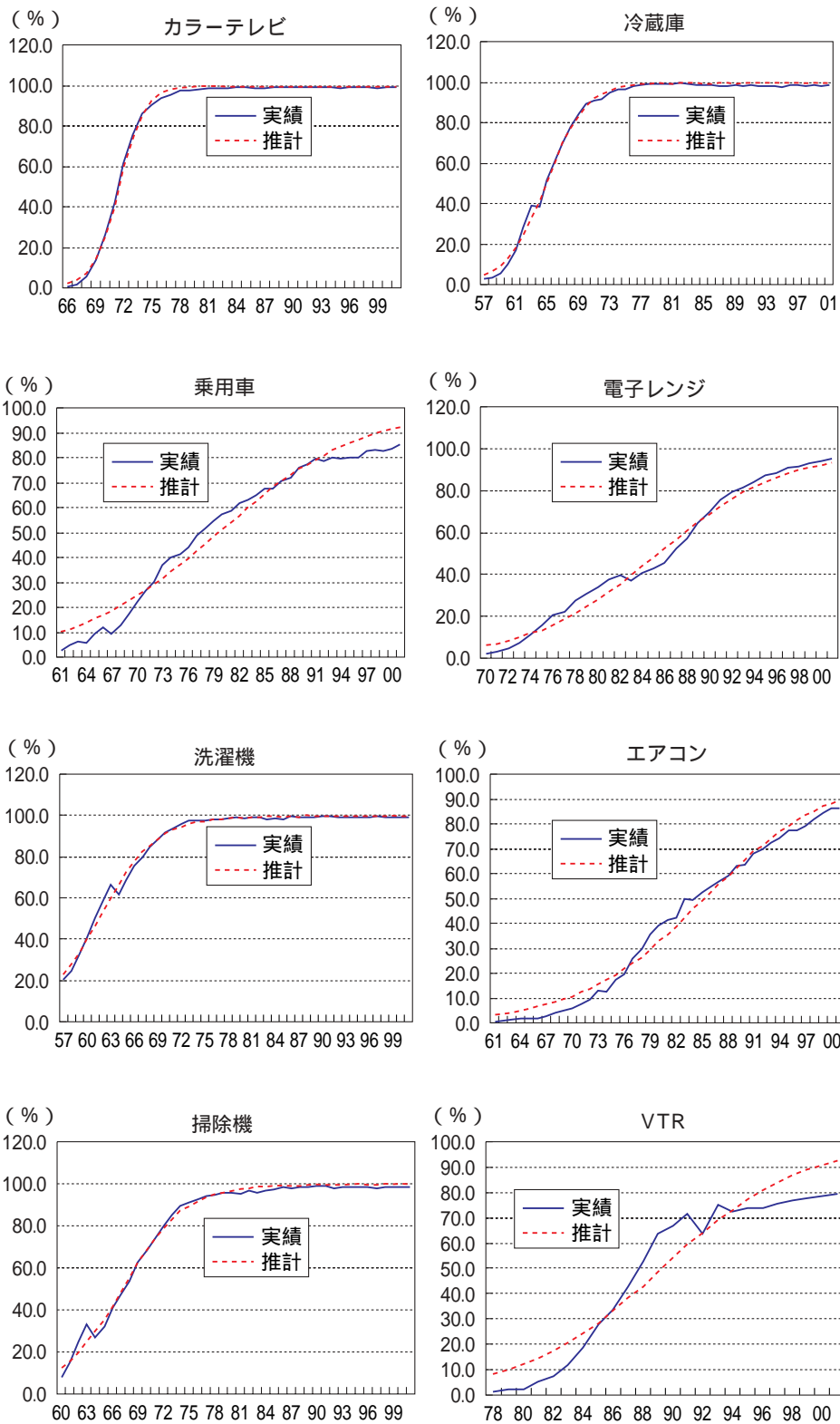
今後、パソコンの更なる普及と買い換えによる需要は相当程度見込まれ、需要創出効果が期待できる。加えて、我が国の場合、携帯電話の需要も期待できよう。既に契約数は6800万件を越え(平成14年2月現在:電気通信事業者協会調べ)普及率の速度は落ちることも考えられるが、次世代型に対する新たな需要が見込まれ、IT財への需要を底上げすることになるだろう。

図表10 家電普及率の推計

	(t 値)		(t 値)		adjR <sup>2</sup>
カラーテレビ	-4.645	(-38.32)	0.719	(39.46)	0.998
冷蔵庫	-3.480	(-34.40)	0.394	(36.25)	0.996
洗濯機	-1.489	(-27.11)	0.271	(35.80)	0.992
エアコン	-3.484	(-28.72)	0.138	(29.45)	0.985
乗用車	-2.283	(-19.52)	0.117	(21.50)	0.964
電子レンジ	-2.873	(-24.69)	0.175	(26.34)	0.985
掃除機	-2.226	(-28.85)	0.273	(32.90)	0.992
VTR	-2.632	(-8.87)	0.215	(9.53)	0.906
パソコン	-3.190	(-11.97)	0.190	(8.46)	0.870

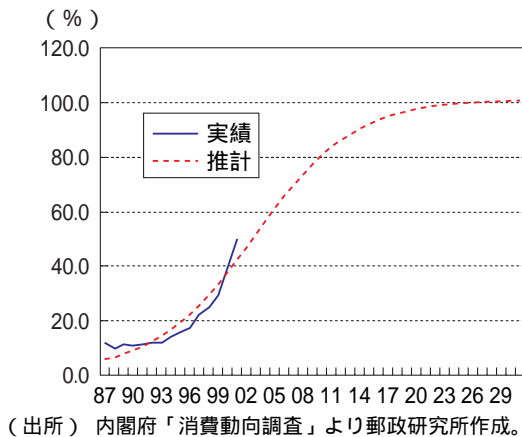
(出所) 内閣府「消費動向調査」より郵政研究所作成。

図表11 家電普及率の推移



(出所) 内閣府「消費動向調査」より郵政研究所作成。

図表12 パソコンの普及率の推移



### 最後に

以上、IT化のマクロ的インパクトの論点整理、及び実証分析を行ってきた。

冒頭で触れたように、IT化の経済効果が発現するまでには相当程度の時間的経過が必要であるため、現段階において実証的にマクロ的效果を計測するにはサンプル数などの点で限界があることは事実である。

しかし、本稿中で行った実証分析のなかには既にインプリケーションを示唆するものもあり、

IT化が更に進展すればより明瞭に検証されていくものと考えられる。

経済企画庁（当時：現内閣府）が97年6月に実施した「規制緩和などの経済構造改革が経済に与える影響について」をみると、全要素生産性が上昇する要因として、情報通信ストックの外部性効果や労働規制緩和の生産性向上効果、人的資本に対する投資促進効果等が主たるものとして挙げられている。成長に寄与する主たる効果は最終的に全要素生産性を0.95%上乘せするという結果になっている。IT化によって全要素生産性上昇率が体现されとしている。

一方、国立社会保障・人口問題研究所「将来推計人口」によれば、日本の人口は僅かながらも2007年までは増加する見込みである。しかし、趨勢的に低下する出生率を背景として生産年齢人口（15歳から64歳）は1995年をピークに低下していく。

今後、我が国の成長力を維持、高めるためのtacticsとしてIT化の一層の推進も一つの可能性をもっている。今後もIT関連統計の整備を見据えながら継続的にIT化効果を分析していきたい。

### 【参考文献】

- Paul A. David (1990) “The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox”, American Economic Review, Papers and Proceedings, 1990 (2)
- Erik Brynjolfsson (1998) “The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment”, Communications of the ACM, 1998.
- Stephen D. Oliver and Daniel E. Sichel (1994) “Computers and Output Growth Revisited: How Big Is the Puzzle?”, Brookings Papers on Economic Activity 2: 1994.
- Erik Brynjolfsson and Shinkyu Yang (1996) “Information Technology and Productivity: A Review of the Literature”, Academic Press Vol. 43, 1996.
- Sandra E. Black and Lisa M. Lynch (1997) “How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity”, NBER Working Paper 6120, 1997.
- William D. Nordhaus (1997) “Traditional Productivity Estimates are Asleep at the (Technological) Switch”, Economic Journal, 1997.

- Jorgenson, D.W. and K. J. Stiroh ( 1999 ) “ Information Technology and Growth ”, American Economic Review, Papers and Proceedings 1999 ( 2 )
- Eric Brynjolfsson and Shinkyu Yang ( 1999 ) “ The Intangible Costs and Benefits of Computer Investments: Evidence from the Financial Markets ”, Proceedings of the International Conference on Information Systems, Atlanta, Georgia, December, 1999.
- Jorgenson, D.W. and K.J. Stiroh ( 2000 ) “ Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age ”, Brookings Papers on Economic Activity, 1 : 2000.
- U.S. Department of Commerce ( 2000 ) “ The Digital Economy 2000 ”.
- Dale W. Jorgenson and Kevin Stiroh ( 2000 ) “ U.S. Economic Growth at the industry Level ”, American Economic Review, Papers and Proceedings, 2000 ( 2 )
- Eric Brynjolfsson and Lorin M. Hitt ( 2000 ) “ Computing Productivity: Firm Level Evidence ”, Working Paper 2000
- Erik Brynjolfsson and Lorin M. Hitt ( 2000 ) “ Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance ”, Journal of Economic Perspectives, Fall, 2000.
- 北村行伸 ( 1997 ) 「 コンセプトチュアライゼーションが経済に与える影響のメカニズムに関する展望 経済史および経済学からの論点整理 」 日本銀行金融研究所 金融研究1997 .12
- 黒田昌裕・野村浩二 ( 1997 ) 「 生産性パラドックスへの一つの解釈 Static and Dynamic Unit TFPの提案 」 日本銀行金融研究所 金融研究1997 .12
- 國領二郎 ( 1999 ) 「 オープン・アーキテクチャ戦略 」 ダイアモンド社
- 土志田征一・日本経済研究センター ( 2000 ) 「 どうなる日本のIT改革 」 日本経済新聞社
- 井上哲也 ( 1997 ) 「 情報化関連産業の成長とその捕捉における問題について 」 日本銀行金融研究所 金融研究1997 .12
- 香西泰・伊藤由樹子 ( 2000 ) 「 日本経済の再出発 IT確信の衝撃とその評価 」 日本経済研究センター
- 宮川努・白石小百合 ( 2000 ) 「 なぜ日本の経済成長は低下したか 新しい資産別資本ストック系列を用いた分析 」 日本経済研究センター
- 経済企画庁調査局 ( 2000 ) 「 ITが生産性に与える効果について 日本版ニューエコノミーの可能性を探る 」 経済企画庁調査局
- 齊藤克仁 ( 2000 ) 「 ITの生産性上昇効果についての国際比較 」 日本銀行 International Department Working Paper Series
- 山澤成康 ( 2001 ) 「 IT GDPの開発 」 日本経済研究センター
- 日本経済研究センター ( 2001 ) 「 情報化と企業行動 」 日本経済研究センター
- 宮川努・伊藤由樹子・川田豊 ( 2001 ) 「 IT投資の回復に向けて 」 日本経済研究センター
- 森本喜和 ( 2001 ) 「 世界的なIT産業の変調の背景と先行きの見通し 」 日本銀行International Department Working Paper Series
- 篠崎彰彦 ( 2001 ) 「 IT経済入門 」 日本経済新聞社

篠崎彰彦（1999）「情報革命の構図」東洋経済

富士通総研経済研究所（2001）「IT革命のミクロとマクロ」研究レポートNo. 102

経済企画庁調査局（2000）「IT化が生産に与える影響について」政策効果分析レポートNo. 4