

Articles

論文

日本の IT 革新と労働市場*

主任研究員

峰 滝 和 典



目次

はじめに	・ IT 先進国の経験
・ IT 革新と労働	1 . 米国の経験
1 . IT 資本と労働の代替・補完関係	2 . 欧州（北欧並びにアイルランド）の経験
2 . IT 並びに労働の熟年と全要素生産性	・ 日本への教訓

要旨

- 1 . 1980・1990年代、日本の製造業において IT 資本と生産労働は概ね代替関係にある。その傾向は特に、IT 投資が進んでいる化学、電気機械産業、精密機器産業で顕著である。製造業全体では、生産労働は企業の生産活動にとって変動要素であるが、非生産労働は短期固定要素という傾向があることがわかった。
- 2 . 一般資本（機械・設備等）も生産労働に対して代替的である。生産労働に対する代替の弾性値は、IT 投資が進んでいる化学、電気機械産業、精密機器産業では、IT 資本の方が高く、その他の製造業では、逆に一般資本（機械・設備等）の方が高いという対照的な結果となった。
- 3 . IT 供給セクターである電気機械産業だけを取り出して実証すると、IT 資本は生産労働に対しては代替的であり、非生産労働に対しては80年代前半は補完的であったものの、90年代に入って、代替的な関係に替わってきている。この結果から、非生産労働のなかでも事務・管理労働の部分に対する代替関係が高まってきていることが推察される。
- 4 . 日本の製造業の全要素生産性に対しては、80年代は非生産労働における熟年比率（40歳以上の労働人口の割合）がプラスに寄与していたものの、90年代に入ってその効果は消滅してきている。それに対して IT 資本比率は、通期で全要素生産性に対してプラスの寄与となっている。これは日本のこれまでの年功序列的な雇用システムが崩れてきていることを裏付けるとともに、IT 革新の進展が日本の中長期の成長率を上昇させる可能性があることを示唆している。
- 5 . 米国や北欧諸国などの IT 先進国の事例より、IT 革新が進展すれば IT を用いたサービス分野（ホーム・ヘルス・ケアや IT サービス等）の雇用の増加が期待できる。また、IT 革新の進展はこれらの国で雇用形態の変化をもたらしており、テレ・ワーカーの増加をもたらしている。
- 6 . 労働に関してより重要なことは IT 革新の進展とともに教育投資の重要性が高まるということである。これは IT 先進国の共通の現象である。特に日本ではこれまで社内教育が充実していたものの、雇用システムの変貌を受けて、今後国の政策として社会人教育に取り組むことが急務であろう。

* 本研究の理論及び実証部分は、東京大学経済学部大学院 西村清彦教授、並びに白井誠人氏、黒川太氏との共同研究の成果の一部である。

The Effects of IT Innovation on the Labor Market in Japan

Research Fellow **Kazunori Minetaki**

CONTENTS

Introduction

- . The effects of IT innovation on labor
- . The case studies of high IT - intensity countries
- . The suggestion to Japan

SUMMARY

1. We find there is substitutability between IT capital and production workers in most manufacturing industries in 1980's and 1990's. Our estimation results show production workers are likely to be variable inputs and non-production workers are generally quasi-fixed in the total manufacturing.
2. The equipment capital stock excluding IT substitutes production worker. The magnitude of Allen's elasticity between IT capital and production workers is larger than that between Equipment capital and production workers in Chemical, Electronic machinery, and Instrument in which the ratio of IT to total capital is high.
3. In the case of estimating Electronic machinery separately, we find that IT capital substitutes production worker in the all period, but it has a tendency of complementarity to non-production workers in early 1980's, and substitutability in 1990's.
4. We find that the ratio of old non-production worker's labor inputs (above 40 years old) to total contributes positively to TFP growth rate in 1980's, but there is no such effect in 1990's. On the other side of IT factor, the ratio of IT capital stock to total contributes positively to TFP growth rate in the all period, and its magnitude is so large. Those estimation results can explain the structural change of Japanese labor market, and imply the possibility of increasing of potential growth rate by IT innovation.
5. The case studies of the U.S. and Nordic countries which are high IT-intensity countries show that the employment will grow in the service sector (home health care service and IT service) and teleworker is increasing.
6. The most important concerning of labor in the era of IT innovation is the investment of "human capital" which the case studies of high IT-intensity countries show. Japanese government should rebuild the education program for workers as soon as possible.

はじめに

現在、世界の幾つかの国や地域で産業革命の新しい潮流、すなわち IT (情報通信技術: Information Technology) による変革の波が起きている。1990年代、米国は IT 革命によってインフレなき持続的な経済成長を実現できたと言っても過言ではないであろう。パソコンやインターネットの普及は経済活動のみならず、国民の生活様式にも多大な影響を及ぼしている。米国経済を再生させるエンジンとなった IT 革命は米国のみならず世界的な広がりを見せつつある。その特徴は何といってもこれまでの技術革新と比べて普及が速いことである。IT の世界では、比喩的にドッグイヤーという短い時間の単位で状況が変化していると言われるが、技術進歩が起きるテンポは驚異的な速さであり、新しい技術に基づいた製品やシステムが数年のうちに陳腐化する世界である。インターネットが日本に上陸したのが1993年であるが、2000年2月には普及率が2割を突破している。またデジタル方式携帯電話サービスが開始されたのが1993年であり、需要面では設備投資回復の動きが電気機械等の IT 関連産業で見られ、それが周辺産業、特に電子部品に使う素材を扱う産業に波及している。95年以降、資本ストック全体に占める IT 資本ストックのシェアは上昇を続けている。設備投資と並んで民間消費の分野においても IT 関連の消費財が堅調である。消費不況と言われるなか、IT 関連消費だけが突出した動きを示している。パソコン・ワープロ・携帯電話・デジタルカメラなどの IT 消費が95年以降大きく伸びている。それに加えて家庭用ゲーム機やケーブルテレビにインターネットアクセス機能が加わることで、IT 関連の消費需要は今後も伸びることが予想される。インターネットの普及は日本固有の現象ではないが、携帯電話の普及とiモードに見られるような携帯端末の高度利用は日本の IT 革新の大

きな特徴と言えよう。全体の消費支出に占める IT 関連支出のシェアは1995年を境に上昇トレンドに入っている。投資や消費といった需要面における IT 革新の効果はある程度確認できている。しかし、IT が技術進歩を促し経済の長期トレンドを上向かせるためには需要効果だけでは不十分である。需要誘発効果の点では、IT 関連産業は、従来の鉄鋼や自動車産業などに比べて効果は劣る。また、需要効果は景気サイクルに大きく左右され、景気後退局面においては消滅してしまう。長期的な潜在成長率を上昇させるためには技術進歩率が向上しなければならない。

日本経済がかかえる重要なテーマの1つに高齢化社会の到来がある。少子化と高齢化の進展により、21世紀初頭には労働力人口が減少に転じることは確実である。労働省の推計では2000年から2020年にかけて440万人の労働力人口の減少があるとされている。この数字は労働人口の減少幅の推計では小さい方であり、八代他(1997)では同941万人の減少となっている。労働力人口の減少がどの程度起きるかについては見解の分かれるところではあるが、労働力人口の減少はサプライ・サイドからみた日本の長期的経済成長率を押し下げる方向に働くことは間違いない。労働投入要因のマイナスの影響を相殺する要因として、技術進歩率の上昇が望まれるわけである。昨年来、政府が IT 革新に対して期待を高めている背景にはこうした事情もある。労働省の「賃金構造基本統計調査」には、産業別の生産労働と管理・事務・技術労働(以降、非生産労働と呼ぶ)の平均年齢が掲載されている。それによると製造業の場合1999年時点で、生産労働の平均年齢の高い業種は、繊維業・窯業土石業・食品業・一次金属・金属製品となっており、非生産労働の場合、窯業土石・化学・繊維業・一次金属・金属製品となっている。時系列で見ると1980年と比べて、生産労働では繊維業の高齢化が急速に進んでおり、非生産労働で

は、化学と繊維業で高齢化の進展が顕著である。高齢化の進んでいる産業では、生産性はどのようになっているのか。ここでは景気変動に比較的左右されやすい労働生産性ではなく、全要素生産性を基準にすると、1990 - 1997年では繊維業や化学は製造業平均と比べて遜色のない水準となっている。今後の日本の技術進歩率に大きな影響を及ぼすと思われる、IT 資本の寄与を見ると電気機械・精密機械・化学・一次金属といった業種で高い寄与となっている¹⁾。また、IT 革新の進展は在宅ワークを可能とし、専業主婦なども労働市場に取り込むことが可能となり、高齢化による労働人口の減少を補う方向に働くであろう²⁾。このように雇用者の平均年齢が高い業種だからといって、今後停滞するとはいえないのではないかと。他のOECD 諸国を見ても、高齢化が進んでいる国で必ずしも生産性が低下していることは観測されていない。高齢化と高福祉が経済の停滞を招くのではないかと懸念されていた北欧諸国（特にフィンランド・ノルウェー・スウェーデン）の生産性は、OECD の統計によると全要素生産性ベースで、米国より高い水準となっていることは注目に値する。これらの諸国は IT 革新が生産性の向上に結びついた成功事例である。高齢化社会の到来を迎えた日本経済にとって、IT 革新の持つ意味は大きい。

IT 革新は長期的には日本の生産性を向上させ、労働力人口減少のマイナスの影響を緩和する可能性がある。しかし、短期的には IT 革新によって労働市場も大きな影響を受けることになる。企業の再編・淘汰の影響など今後労働市場を取り巻く環境がますます厳しさを増すことが予想されるが、IT 革新は労働市場の変革を加速する方向に働く。IT の雇用に対する影響としては、雇用削減効果と雇用創出効果があると言われている。前者は IT 資本が労働に対して代替的に働くことから生じる現象である。後者は IT 資本が労働に対して補完的な関係があるときにもたらされるか、あるいは

IT 革新の進展が新たな需要を生み出し雇用の増加をもたらすことによって生じる。日本において IT 資本が労働と代替的な関係にあるのか、補完的な関係にあるのかについて、本論において実証分析を試みる。

・ IT 革新と労働

1. IT 資本と労働の代替・補完関係

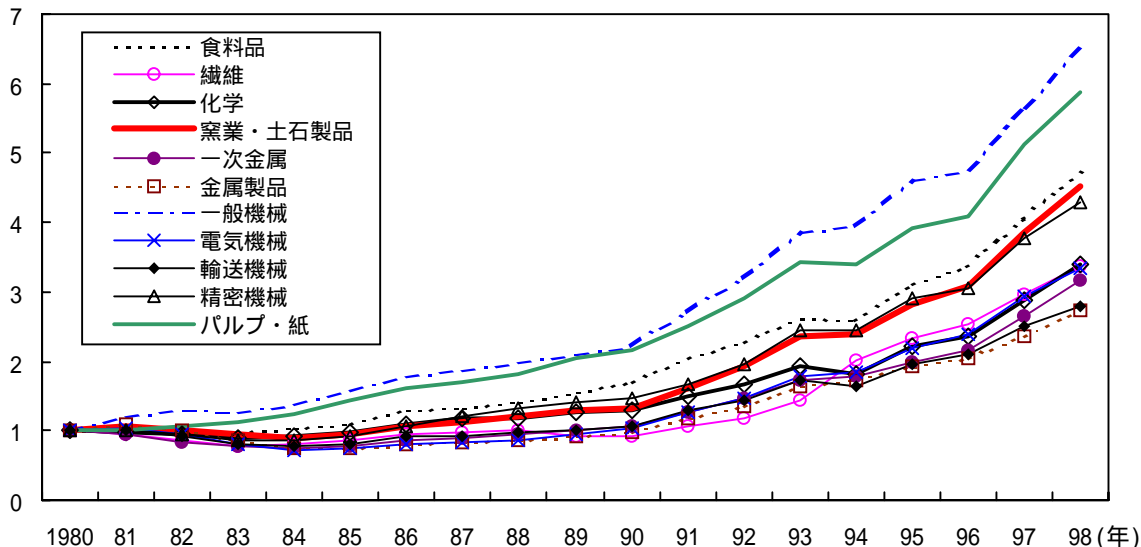
IT 革新の大きな特徴は、IT 財の価格を大幅に低下させたことである。図表 1 は、IT 資本財の価格の低下が、労働投入など他の生産要素の相対価格を割高にしていることを示している。IT 資本に対する相対価格の上昇が、IT が他の生産要素を代替することを促しているのである。以下ではこのメカニズムを理論かつ実証的に検証する。

実証分析に際して、まず本論で用いる理論の特徴を述べる。通常、生産投入間の代替の弾性値を計測するには、トランス = ログ型の費用関数に基づいてシェア関数の推計を行う。本論でも同様の方法を取るが、元となる企業の生産関数に生産投入要素の一部が短期固定であるという特徴がある。つまり、企業は生産投入要素の一部は変動コストと見なしてコスト最小化という最適行動を取るが、生産投入の一部は短期的には固定（長期には変動コストと見なす）と見なすものとするわけである。今回、生産投入要素は、生産労働、非生産労働、IT 以外の一般資本（Structure）、IT 以外の一般資本（Equipment）、IT 資本の 5 つである。前者 2 つが労働投入、後者 3 つが資本投入である。

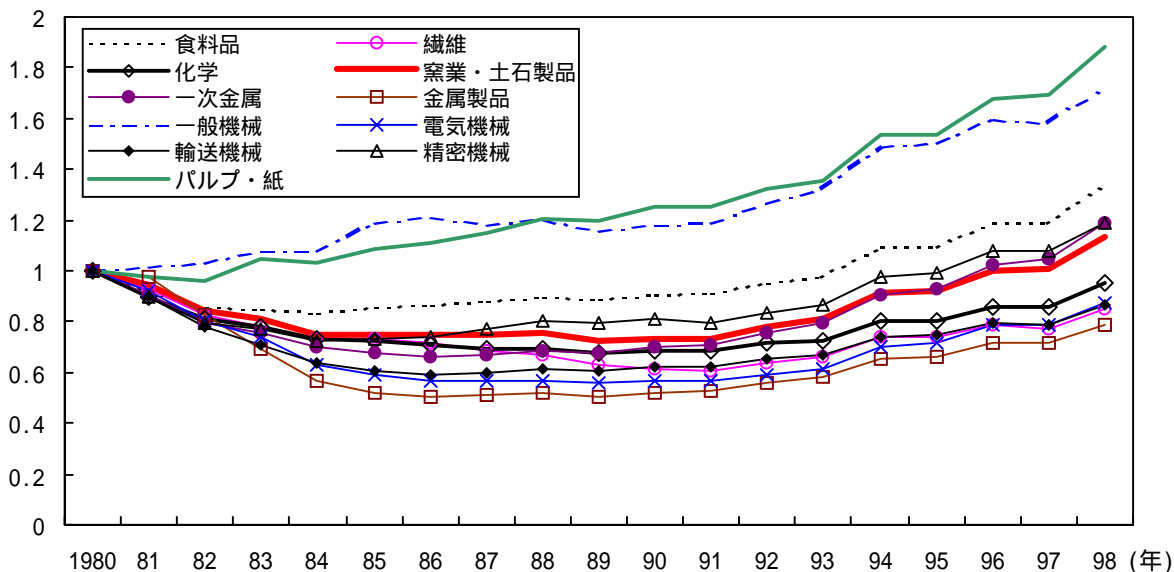
詳細は補論 1 に譲るが、本論で用いる生産関数は、変動要素を含む稼働率関数の部分と短期固定要素を含む短期固定要素を含む生産キャパシティ関数の部分の積で定義されており、コスト最小化により得られるシェア関数に短期固定要素は入っていないという特徴がある³⁾。この特徴が、トランス = ログ型の費用関数の推計をかなり容易なも

図表 1 IT 資本とその他の生産要素の相対価格

IT 資本の価格に対する生産労働の相対価格 (80年 = 1)



IT 資本の価格に対する一般資本 (Equipment) の相対価格 (80年 = 1)



のにしている。また、短期的には規模に関して必ずしも収穫一定であるという必要がないということも特徴である。この特徴は、常に規模に関して収穫一定が成立する必要があるという仮定よりは現実の経済に合ったモデルとなっている。費用関数の推計を行うことで、企業はどの生産要素が変動要素で、どの要素が短期固定要素であると見な

しているかということがわかるのである。

推計期間は1980年～1998年であり、対象となる産業は、食品産業、繊維産業、化学、窯業・土石、一次金属、金属製品、一般機械、電気機械産業、輸送機械産業、精密機械産業、紙・パルプの11産業である。データとしては、19年11産業のプーリング・データである。

推計式は以下の式であり、産業毎の違いは定数項と係数にダミー変数 (IND_l) で表している。また、 D_{90} は1980年～1989年までが0で1990年～1998年までが1である期間ダミー変数である。推計方法は完全情報最尤法⁴⁾を用いている。

$$\frac{P_i X_i}{C_V} = \beta_i + \sum_l \beta_{il} IND_l + \beta_{i90} D_{90} + \sum_j \gamma_{ij} \log \frac{P_i}{P_{IT}}$$

$$+ \sum_l \gamma_{il} IND_l \log \frac{P_i}{P_{IT}} + \sum_l \gamma_{il90} IND_l D_{90} \log \frac{P_i}{P_{IT}}$$

$$+ \gamma_{i90} D_{90} \log \frac{P_i}{P_{IT}}$$

推計の結果、費用関数の凹性を検定すると、変動要素が5つのケース (IT 資本 , 一般資本 (Equipment) , 一般資本 (Structure) , 生産労働 , 非生産労働) はすべての産業で費用関数の凹性が満たされず、変動要素が4つのケース (IT 資本 , 一般資本 (Equipment) , 生産労働 , 非生産労働) は多くの産業で費用関数の凹性が満たされなかった (推計結果の詳細は Nishimura, Kiyohiko G., M.Shirai, K.Minetaki, and F.Kurokawa (2001) を参照のこと) 。変動要素が3変数のケース (IT 資本 , 一般資本 (Equipment) , 生産労働) では概ね費用

図表2 主要製造業のコストシェア関数の推計結果

変動要素3つのケース (IT, Equipment, 生産労働)

	Coefficient	t-Statistic	Prob.
1	0.254162	29.91000	0.0000
11 for industry dummy 1	-0.089767	-2.512734	0.0124
17 for industry dummy 7	-0.163845	-2.959143	0.0033
19 for industry dummy 9	-0.133962	-4.274423	0.0000
111 for industry dummy 11	0.090085	2.426683	0.0157
1(90) for 90's dummy	-0.117820	-7.045339	0.0000
EE	-0.079741	-9.249374	0.0000
EB	0.085056	13.35323	0.0000
EE3 for industry dummy 3	0.081914	4.889429	0.0000
EE8 for industry dummy 8	0.161210	23.62385	0.0000
EE10 for industry dummy 10	0.111046	8.224363	0.0000
EE (90) for 90's dummy	-0.038617	-5.476398	0.0000
3	0.728667	95.19742	0.0000
31 for industry dummy 1	0.163233	8.755118	0.0000
33 for industry dummy 3	0.009893	4.097604	0.0001
34 for industry dummy 4	0.162732	2.870670	0.0043
37 for industry dummy 7	0.070242	10.62478	0.0000
38 for industry dummy 8	0.123731	3.922856	0.0001
39 for industry dummy 9	0.100823	7.647653	0.0000
310 for industry dummy 10	-0.088368	-2.292880	0.0224
3(90) for 90's dummy	0.085999	5.014459	0.0000
BB	-0.080090	-12.30651	0.0000
BB3 for industry dummy 3	-0.085473	-15.29256	0.0000
BB8 for industry dummy 8	-0.068750	-27.01605	0.0000
BB10 for industry dummy 10	-0.061238	-14.65970	0.0000
対数尤度		1007.091	
自由度修正済決定係数 (一般資本 , Equipment)		0.407779	
自由度修正済決定係数 (生産労働)		0.365242	

E : 一般資本 (Equipment) , S : 一般資本 (Structure) , W : 非生産労働 , B : 生産労働

推計方法 : 完全情報最尤法

推計期間 : 1980年～1998年

対象産業 : 1.食品産業 , 2.繊維産業 , 3.化学 , 4.窯業・土石 , 5.一次金属 , 6.金属製品 , 7.一般機械 , 8.電気機械産業 , 9.輸送機械産業 , 10.精密機械産業 , 11.紙・パルプ

関数の凹性が満たされたのでこの3変数のケースを採用することにした⁵⁾。

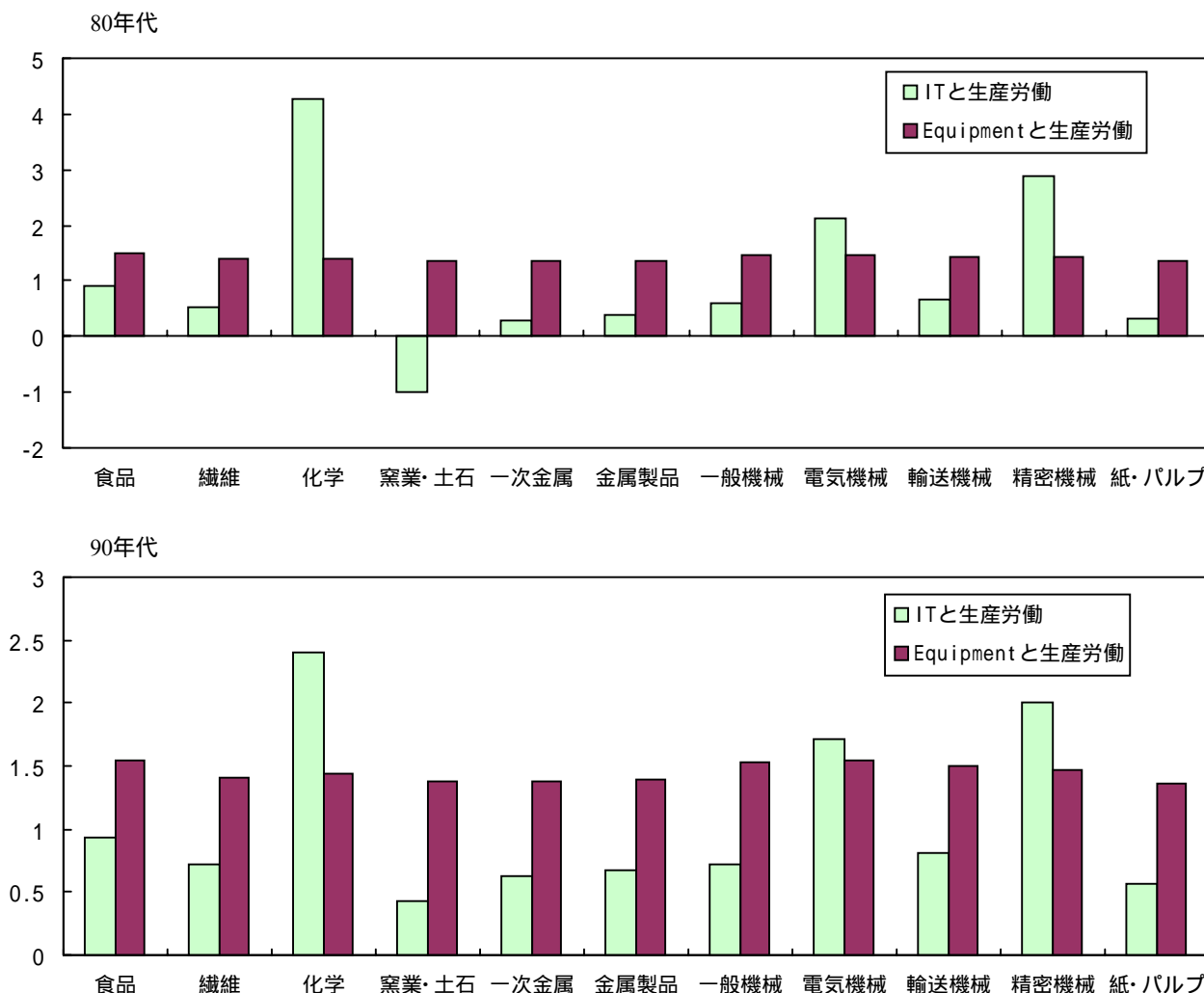
つまり最初に5つすべての生産投入要素を変動要素として扱い推計結果を見て条件を満たしていない変数を変動要素から外していったわけである。図表3にある代替の弾性値が正であれば、各生産要素の関係が代替的で、逆に負であれば補完的な関係である。また、その値の絶対値が大きければ、代替または補完の関係がより強いということである。実証分析の結果、注目すべき点は以下の3点である。

IT 資本と生産労働の関係は、ここで取上げているすべての産業で、代替的な関係にあるという結果になった。

化学、電気機械産業、精密機械産業で、IT 資本と生産労働の間の代替の弾性値がより大きくなった。これらの産業は IT 投資を積極的に行ってきた産業である。

一般資本の Equipment と生産労働の間にも代替的な関係があることがわかった。より特徴的なことは、IT 投資が進んでいる化学・電気機械産業・精密機械産業では IT 資本の

図表3 代替の弾性値の比較



(注) 代替の弾性値は、平均価格で評価したアレンの代替の弾性値を用いている。

方が一般資本 (Equipment) と比べて生産労働に対してより代替的な関係にある一方、これらの産業以外では逆に一般資本 (Equipment) の方が IT 資本よりも生産労働に対して、代替的な関係にあるということである。

以上まとめると、IT 資本は生産労働に対して代替的であるが、その傾向は化学・電気機械産業・精密機械産業といった IT 投資を積極的に行ってきた産業で顕著であるということである。

次に、産業ごとにコストシェア関数を推計したが、電気機械産業以外は統計的に有意な結果は得

られなかった⁶⁾。電気機械産業は、いわば IT 財の供給セクターであり、IT 資本による労働生産性押し上げ効果がもっとも顕著に表れている産業である⁷⁾。先と同様最初に5つすべての生産投入要素を変動要素として扱い、推計結果を見て費用関数の凹性の条件を満たしていない変数を変動要素から外していった。

推計結果は、図表4にまとめている。生産投入要素のなかで生産労働・非生産労働・IT 資本の3つを変動要素とみなし、残りの一般資本の2つを短期固定要素とみなした。図表4の に、生産投入要素間の代替の弾性値をまとめている。順

図表4 電気機械産業における IT 資本と各労働投入の代替・補完関係の実証

推計期間：1980年～1998年
 推計方法：完全情報最尤法
 変動要素：生産労働、非生産労働、IT 資本
 短期固定要素：一般資本 (Structure)、一般資本 (Equipment)

	Coefficient	t-Statistic	Prob.
w	0.574794	16.85419	0.0000
ww	-0.162257	-2.380483	0.0236
wl	-0.029949	-7.191515	0.0000
w dummy variable after 1985	-0.010456	-2.352568	0.0252
I	0.031070	3.601185	0.0011
II	-0.015407	-2.178669	0.0371
I dummy variable after 1985	0.048316	9.568233	0.0000
対数尤度	129.1355		

w：非生産労働，I：IT 資本
 dummy variable after 1985：1984年まで0 1985年以降1

シェア関数 (非生産労働)

自由度修正済み決定係数	0.791498
D.W.比	2.559201

シェア関数 (IT 資本)

自由度修正済み決定係数	0.858217
D.W.比	1.390684

各生産要素間の代替・補完関係 (電気機械産業)

	1980-1984	1985-1989	1990-1998
生産労働と非生産労働	1.83	1.93	1.98
生産労働と IT 資本	4.05	2.38	2.33
非生産労働と IT 資本	-0.66	0.29	0.42

(注) 平均価格で評価したアレンの代替の弾力性

に見ていくと、生産労働と非生産労働については、対象となる全期間を通して代替的という結果になり、その値も安定している。生産労働と IT 資本については、全期間代替的という結果になった。ただその値は、80年代前半とそれ以降では大きさが異なり、前者の方が大きい値であった。つまり、80年代前半はかなり強い代替関係にあったことになる。ここまでは先の主要製造業をプーリングしたケースと同じ結論である。もっとも注目すべき点である非生産労働と IT 資本の関係についてであるが、期間によって異なる結果となった。80年代前半、両者は補完関係にあったものが、80年代後半から代替関係に変わっている。そして代替の弾性値は80年代後半に比べて90年代は上昇しているという結果になった。IT 資本が非生産労働に対して補完関係から代替関係に変わっていることは重要な点である。これに関しては今後更に深く分析していく必要がある。非生産労働は定義上、管理・事務・技術労働であるが、管理・事務労働と技術労働は全く性質の異なるものである。米国で起きた IT によるホワイト・カラーの削減とは、管理・事務労働に関することである。技術労働はむしろ IT の知識が必要であり、IT 資本と補完的な関係にあるであろう。「賃金構造基本統計調査」の性格上、産業毎に両者を分離することはできないので工夫の余地があるものの、推計結果より IT 資本と非生産労働が代替的な関係になってきているということは、電気機械産業において管理・事務労働が削減されてきている可能性が指摘できる。

これまでの技術革新と比較して IT 革新の特徴の1つを述べると、IT 資本の価格の低下が著しいということである。コンピューターの計算速度は18ヵ月ごとに倍増し、約5年で10倍の速度になるといわれている。それを反映してコンピューターの価格は他の財に比べて低下が著しい。米国では95年以降、コンピューターの価格低下が加速し

ている。日本でも IT 資本のなかでも電子計算機関連の価格の低下が著しい。理論的には、企業はコスト最小化を行うために相対的に安価となった IT 資本を増加させ、その他の生産投入（例えば労働投入やその他の一般資本）を減少させるといった行動を取るものと考えられる。今回の実証結果より、日本の製造業においても IT 資本の増加は生産労働を減少させる方向に働いてきたことがわかった。90年代に米国では、IT 資本による労働の代替が、資本装備率を上昇させ（資本深化ともいう）それがもととなって労働生産性が上昇した。ちなみに米国では全要素生産性において大きな変化はみられず、労働生産性の上昇は主に資本装備率の上昇によってもたらされている。つまり IT 資本が労働を代替したということである。IT 投資が進んでいる産業で IT 資本が生産労働に対して代替的であるという実証結果は、今後日本において IT 投資が進むと少なくとも製造業において生産労働に対して雇用削減効果をもたらす可能性があるということを示唆する。IT 化が進展すれば、IT 資本は一般資本よりも雇用削減効果をより多くもつ傾向にあるということである。

2. IT 並びに労働の熟年と全要素生産性

IT 革新が労働生産性を上昇させるには2つのルートがあると言われている。短期的には資本装備率の上昇、長期的には全要素生産性の上昇である。IT 資本と労働の代替・補完性の分析は前者に関するものであった。それに対して技術進歩や外部性効果が全要素生産性を上昇させる。本稿では、特に年功型のスキルと IT 投資のいずれが製造業の全要素生産性の上昇に寄与してきたかという視点をもとに実証分析を行った。年功型のスキルとは、企業に長く属することで蓄積されるもので、企業が年功序列の組織形態を採ることの経済的裏付けの1つである。年功序列型の組織形態を採ることの経済的合理性を示すためには、それが

全要素生産性にプラスに寄与していることを実証することが1つの手段である。

実証分析に際して、製造業における1980年から1998年までのデータを用いて、パネル分析の変量効果モデルを採用した。被説明変数は全要素生産性、説明変数は生産労働における熟年比率（全生産労働に占める40歳以上の割合）、非生産労働における熟年比率（全非生産労働に占める40歳以上の割合）、総費用に対する純利益の比率、IT投資比率（IT資本が全資本に占める比率）、一般資本（Equipment）比率（一般資本のEquipmentが全資本に占める比率）である。また、80年代と90年代で構造変化があったかどうかを見るために生産労働における熟年比率と非生産労働における熟年比率に90年代係数ダミー（80年代が0，90年代が1である変数）を入れている。年功型のスキルの代理変数には生産労働・非生産労働ともに40歳以上の割合を用いている。データとしては30歳以上・50歳以上もあるのであるが、40歳以上のものについてより良い結果が得られた。

実証結果は図表5にまとめてある。モデル全体としての説明力はある程度確保できたが、個々の説明変数の説明力はまちまちである。順に見ていくと、生産労働における熟年比率は80年代、90年代ともに説明力に乏しい。説明変数に用いることが統計的に有意ではないという結果である。年功要因は生産労働に関しては、全要素生産性に対して影響していないということである。ちなみに労働のデータとして用いている「賃金構造基本調査」では、生産現場における管理労働（例えば現場監督）は生産労働ではなく非生産労働に分類されている。40歳以上ということであれば、生産労働のスキルをもった労働者が管理部門にまわっていることも考慮して結果を見たほうがよいであろう。次に非生産労働の熟年比率についてであるが、t値を見る限り統計的に有意な結果となっている。80年代と90年代に分けて見ると、推計値は80年代

0.494と大きい値となっておりこの間、非生産労働において熟年比率の効果が全要素生産性の上昇に寄与していると考えてよいであろう。つまり、80年代において年功型のスキルの重要性が確認できたということである。しかし、90年代にその効果は消滅している。非生産労働における熟年比率の90年代ダミーは、t値は非常に高いが推計値は-0.463とマイナスになっている。その結果、非生産労働における熟年比率の変化が全要素生産性の伸び率に与える影響はほぼ0になっていることがわかる（図表5）。つまり、非生産労働における熟年要因は80年代には全要素生産性にプラスに寄与していたのが、90年代ではほとんど寄与していないという結果となった。日本の年功序列型の雇用システムが変容を迫られていることを示唆しているのではないだろうか。少なくとも生産性という観点からは、年功型スキルの効果はあまり評価できない。さて資本に眼を向けると、IT投資比率の説明力はかなり高いことがわかる。推計値を比較すると説明変数のなかで、80年代では非生産労働における熟年比率に次いで高い値となっており、90年代では全要素生産性に対してもっともプラスの効果をもたらしているということがわかる。それに対して、一般資本比率はまず符号がマイナスであり、統計的にも有意ではないということである。日本のIT革新の効果は長期の効果である全要素生産性においても確認できた。それに対して年功要因は80年代には一部効果があったものの、90年代には全要素生産性に対して寄与していないということがわかった。

以上実証分析より、IT革新は長期的には日本の労働生産性を引き上げ、潜在成長率の向上をもたらす可能性があるにしても、それは決して平坦なプロセスではなく労働市場における調整が不可避であることが伺える。

具体的な事例を挙げると製造開発プロセスにおけるIT革新の代表例である3次元CADの普及

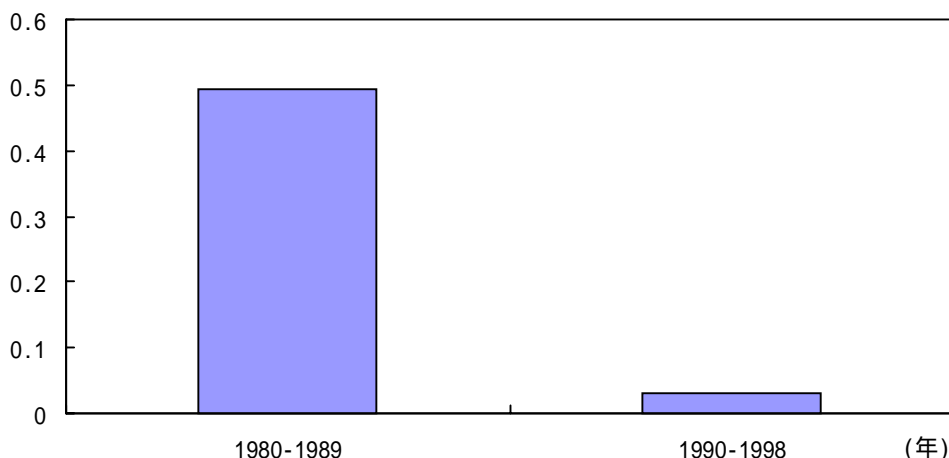
図表5 ITと労働要因が全要素生産性の伸び率に与える影響

推計期間：1980年～1998年
 推計方法：パネル分析の変量効果モデル

	Estimate	t-statistic
定数項	-2.335	-0.672
生産労働における熟年比率	0.079	1.270
生産労働における熟年比率（90年代係数ダミー）	0.053	1.265
非生産労働における熟年比率	0.494	3.507
非生産労働における熟年比率（90年代係数ダミー）	-0.463	-5.280
総費用に対する純利益の比率	-1.768	-0.845
IT投資比率	0.358	4.032
一般資本（機械・設備）比率	-0.083	-1.369

自由度修正済決定係数	D.W.比
0.717	1.780

非生産労働における熟年比率が1ポイント変化したとき、全要素生産性の伸び率は何ポイント変化するか



(注) 1. 非生産労働における熟年比率：非生産労働全体に占める40歳以上の割合
 2. 1990-1998年の係数は、推計結果より非生産労働における熟年比率の推計値の0.494と90年代係数ダミーの推計値の-0.463を合計することより求めている

である。3次元CADは、製品設計・デザインをより速くより効率的に行い、製品開発期間の大幅短縮と開発コスト削減を可能にする。更に形状データの入力後、寸法値を変更して自動的に類似形状を生成することが可能であることも、製品開発プロセスを数段効率的にしている。3次元CADを用いて製品開発プロセスを大きく変えたボーイング777の開発は、その典型的な事例として有名である。他に90年代半ば以降、日本の自動車メー

カーの製品開発期間が大幅に短縮された背景にも、3次元CADの導入があると言われている。こうした3次元CADの普及によって、製品の設計開発分野に携わっていた労働者は大きな影響を受けるであろう。

更にIT革新と経済のグローバル化が結びつくと共に大きな影響を労働にもたらす。日本IBM社ではオーストラリアのブリスベンにコール・センターを置き、顧客からの問い合わせに応じて

いる。日本の顧客がパソコンの使い方を質問しようと電話をすると自動的にこのコール・センターにつながり、現地採用の日本人スタッフが回答するというシステムである。オーストラリアの賃金相場は安く、日本の半分から3分の1程度で雇えるので日本人が多く住んでいるブリスベーンが選ばれたと言う。通信分野の技術革新とそれに伴う通信コストの低下によってこうした現象が可能になったのである。インターネットを始めとするIT革新は世界中で進展しているために、日本の労働者は今後世界の労働者と競争していかねばならなくなるであろう。

・ IT 先進国の経験

1. 米国の経験

日本のIT革新と労働市場の今後を考えるために、IT先進国の事例を紹介しよう。IT革新発祥の地は米国である。90年代前半米国では、ジョブレス・リカバリーということがよく言われていた。景気が回復しても、雇用の増加をあまり伴わなかったからである。米国では従来からブルー・カラーのレイオフは珍しいことではないが、90年代はホワイト・カラーも削減された。IT革新の効果を十分に引き出すためには、企業は組織形態をスリム化・フラット化する必要があるからである。IT投資をしても企業組織の変換を伴わない企業は生産性が向上しないということもよくいわれる。米国では秘書、コンピューター・オペレーター、

タイピスト、組立工等といった職種で雇用が減少し、また中間管理職も減った。業種別には1989年から1999年にかけて製造業では雇用が4.4%も減少した。もっとも落ち込みが激しかったのが精密機械関連であり、-16.5%であった。電気機械産業も-4.3%とマイナスとなった。特に電気機械はIT財の供給産業であるにもかかわらず、雇用面では減少していた。IT財供給産業では技術進歩が著しく、労働生産性上昇率が相対的に高いことから、生産が増えても雇用が増加しにくい状態にある。米国の労働市場を対象にした実証研究では、IT資本と労働投入は代替関係にあるという結果が発表されている⁸⁾。

それではどのような分野が雇用を増加させたのか。図表6は1989年から1999年にかけて雇用の増加率が高かった産業のトップ3を紹介している。ホーム・ヘルス・ケア・サービス、コンピューター・データ処理サービス、人材派遣サービスの順となっている。いずれもサービス関連の産業であることが第1の特徴である。第2の特徴は、いずれもIT革新の進展と深い関係があるということである。コンピューター・データ処理サービスは取りたてて説明する必要もないが、ホーム・ヘルス・ケア・サービスと人材派遣については興味深い傾向である。ヘルス・ケアは今後IT革新の効果がもっとも表れる分野の1つである。電子カルテは一例である。在宅医療の水準の向上には医療機関と家庭、医療機関同士がネット・ワークで結ばれていることが必要である。米国では93年頃か

図表6 米国における雇用増加率の高い産業のトップ3 (1989 - 1999)

	産業	雇用増加率 (%)	雇用増加人数 (千人単位)
1	ホーム・ヘルス・ケア・サービス	160.8	391.9
2	コンピューター・データ処理サービス	148.6	1094.5
3	人材派遣サービス	147.6	2146.2

ら大学病院等の専門病院とクリニック、一般病院、在宅サービス拠点が一体となり、医療介護の効率化と質的向上を図るヘルス・ケア・モデルが登場した。自宅に居ながら高度な医療サービスを受けることが可能となる。通院が困難な在宅高齢者や過疎地の人々にとって、インターネットによって映像をやり取りし、高度な医療を受けることが可能になるわけである。ヘルス・ケア分野において IT 革新が進展するためには、医療と IT の双方に精通した人材が不可欠となる。人材派遣サービスにおける最近の傾向は、単純労働に対する需要よりは、高度な技術をもった人材に対する需要が大きくなってきていることである。特に金融サービス、医療サービス、通信の分野においてその需要が高まってきている。これらの分野では各々の専門知識だけではなく、通信ネット・ワークや専門のソフトウェアを利用できることが求められる。企業は必要な人材を必要なときに雇用するために、こうした人材派遣の会社を利用するのである。自動車産業で “Just-in-time production” ということがよくいわれていたが、現在の米国の企業が必要としているのは “Just in time labor” というコンセプトである。

以上のように米国では IT 革新が労働市場に大きな影響を及ぼしているのである。重要なことは労働市場の構造的変化である。特に製造業とサービス・セクターを比較して、雇用吸収面で対照的

な動きをしていることは、日本の今後を考える上で参考になる。いずれにしても日本においても IT 革新が進展するにつれて、労働市場が大きく変化することになるであろう。

2 . 欧州（北欧並びにアイルランド）の経験

欧州の IT 先進国の事例に眼を向けよう。日本経済再生と労働市場を考える上で、IT 主導の経済再生に成功した北欧のフィンランドの事例も参考になると思う。フィンランド経済は日本と同様、1990年代初頭バブル崩壊を経験している。90年にはゼロ成長を記録し、失業率も15%を超えた。戦後最悪の経済状況であった。当時の政権が採った政策は、教育投資と研究開発を重視したということである。フィンランド政府は緊縮財政のなかでも人材育成と研究開発には予算を確保した。公共投資や減税に頼った経済運営を行ってきた日本政府とは対照的である。また、金融機関の統廃合を一気に進め不良債権処理を数年で完了した点も日本と大きく異なる。

研究開発ということ言えば、フィンランドにはテケスと呼ばれる技術開発センターがあり、産官学を結び民間セクターの研究開発を支援している。不況期にも資金を惜しまず提供して民間企業をサポートした。図表7はフィンランドにおける研究開発の公的支援の機関別シェアがどのように推移しているかを示している。テケスが最大のシ

図表7 フィンランドにおける研究開発の公的支援：機関別のシェアの推移

(単位：%)

	1997年	1998年	1999年
大 学	25.8	25.3	25.3
大学病院	5.1	4.9	4.7
アカデミー・オブ・フィンランド	11.7	11.5	12.2
テケス	27.6	29.4	32.2
政府研究機関	16.6	16.4	16.5
その他	13.2	12.4	9.1

(出所) TEKES Technology Review 106/2001 “Research and Technology Programme Activities in Finland” p.5

エアとなっており、またそのシェアも拡大基調にあることがわかる。

フィンランドの研究開発は IT 分野に集中している。IT セクターの企業の研究開発費が全体に占める割合は1997年に61%となっている⁹⁾。また、教育について言えば、早い時期からの IT 教育の徹底と技術者養成である。フィンランド教育省は、IT 社会における教育・研究開発に関する国家戦略を打ち出している¹⁰⁾。これによれば、1998年から2002年の間に IT 分野を専攻する学生を2万人規模増加させるという。また IT に関する専門技術学校も同様に生徒を増加させるという。フィンランドにはノキアという携帯電話のトップ企業がある。このノキアも90年代初頭、経営の危機に立たされ、大幅な経営改革を行っている。携帯電話以外の分野からの完全撤退と IT 分野の研究開発・人材育成に集中的に資金を投下するという戦略である。80年代のノキアは、木材や製紙なども扱う総合メーカーであったが、経営の危機に際して業務の絞りこみを行い今日の世界的企業に成長している。成功した今日でもノキアは研究開発と人材育成を重視する姿勢を採り続けている。フィンランド政府やノキアが行ったことは要するに、今後どの分野を重視していくかということを明確にし、そこに資金を集中投下するというごく当然の戦略である。余剰資金を作るためには、できるだけ早く採算のとれない部門から撤退しなければならない。不良債権処理もこうしたスタンスで一気に行ったわけである。構造調整の期間は企業倒産や緊縮財政に伴う社会給付の減額、失業の増加など国民生活にとって厳しい状況にもなったが、今や IT 主導で経済の再生を実現している。

フィンランドでは60歳以上の高齢者の携帯電話普及率が70%を超えている。若者の携帯電話の普及率が突出している日本では信じられない現象であるが、この普及率は米国に比べても高い。フィンランドでは、この携帯電話によって高齢者が IT

社会に参加することが可能になっているのである。銀行の決済や遠隔地医療にもこの携帯電話が役に立っているのである。フィンランドの通信機器メーカーのノキア社が現在構築中の次世代の携帯端末は、すべてのデジタル機器を無線で結ぶ「モバイル情報社会」を可能にすると言われている。デジタル・デバイドという言葉が米国における IT 革命の負の側面として語られることが多いが、フィンランドの IT 革命は生活者重視の IT 革命ではないだろうか。IT 分野の雇用環境についてもすぐにレイオフを行い短期の効率性を追及する米国とは異なり、フィンランドでは人的資本（ヒューマン・キャピタル）を大切に育成する。

北欧のスウェーデンも IT 先進国として有名である。スウェーデン政府は「世界最強の IT 国家」を目指し、教育投資に力点を置いている。福祉国家としての側面が日本では有名であるが、スウェーデンは「知識社会」の到来を早くから予見して、特に IT 教育を重視してきたことも大きな特徴である。IT と労働市場という観点から北欧諸国をみるとフィンランド、ノルウェー、スウェーデンでは、IT セクターの雇用の伸びが高かった。IT セクターがビジネスセクターに占める雇用のシェアは、米国よりもフィンランド、スウェーデンが高くなっている¹¹⁾。

また「IT 革命」は北欧諸国の就業形態を変革した¹²⁾。テレワークと呼ばれる就業形態である。テレワークは働く場所と時間が自由裁量で選択できる就業形態である。日本では SOHO (Small Office Home Office) が有名であるが、他に自宅を中心に仕事を行う Home based telework や、テレワークセンターで仕事を行う形態 Centre based telework、Mobile telework などがある。これらは企業に所属するが、SOHO は基本的には特定の企業に所属しない自営業である点が異なる。

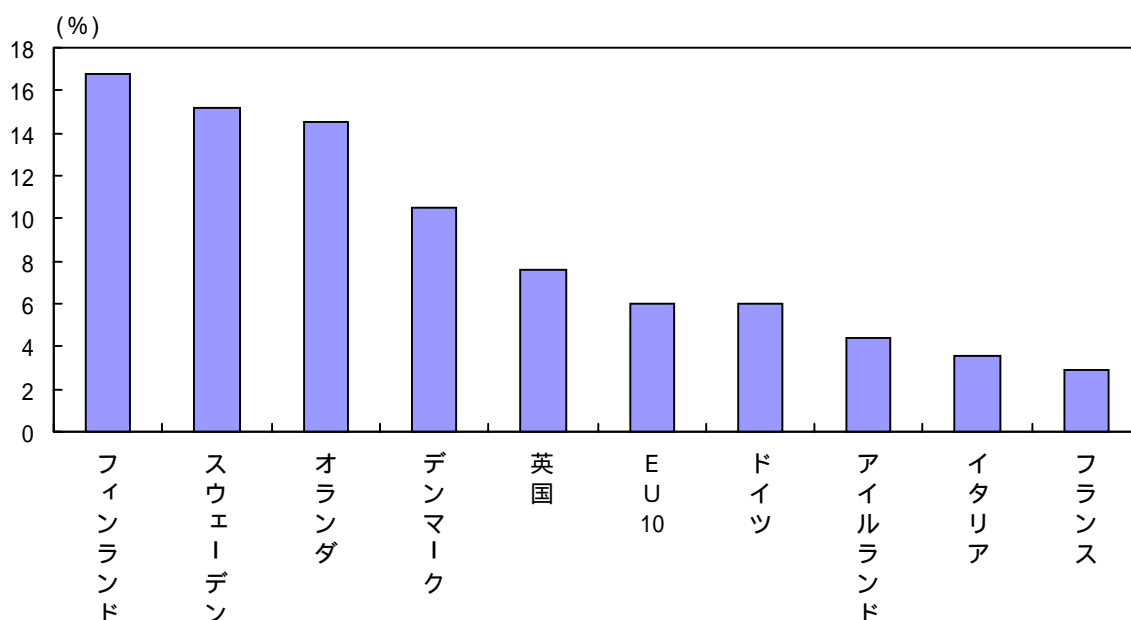
99年時点で、EU10カ国で全労働人口の6%がテレワーカーであるのに対して、フィンランドで

は16.8%、スウェーデンでは15.2%という高い浸透度になっている（図表8）。テレワークによって労働者が生活者としての時間を豊かに過ごすことができるのである。特に IT 分野の企業でテレワークが浸透している。IT のように専門性が求められる分野で働く労働者には、テレワークという自己裁量の効く就業形態が合っているのではないかと見られる。IT 先進国の特徴として、IT による雇用削減効果よりも雇用創出効果が上回ってきていることと、雇用形態に変化が見られるということが言えるであろう。

IT について欧州で他に注目に値する国がアイルランドである。日本ではあまり知られていないがアイルランドは世界で最もデジタル化が進んだ国の1つである。アイルランドの GDP 成長率は95年～99年の平均で9%を超え、欧州で最も高い水準となっている。伝統的にアイルランドは教育重視の国柄であり、特にコンピューター関連、ソフトウェア開発の学科に優秀な学生が集まってい

る。アイルランドは年齢別人口構成で見ても欧州ではもっとも若い（25歳以下40%、他の欧州諸国は27～32%）ことも特徴である。アイルランドのITを支えているのは、高い技術力の割には賃金の安い労働力の存在である。新卒レベルのプログラマーの平均給与は、アイルランドを1としたとき、ドイツは1.6弱、英国は1.2程度と割安である¹³⁾。アイルランドに進出した企業の外資系企業のほとんどが、進出した理由として「労働力の質」を第1に挙げている。IMD が毎年発表する世界競争力報告書でも、技能労働者の採用がもっとも容易な国として評価している。アイルランドでは通信施設が整備されていて通信コストも安価で、また数カ国語を自由に操る労働者が他の欧州諸国より低賃金に得られることが、外資系企業のバック・オフィス機能のサポートを容易にした点も見逃せない。半導体ではインテル、通信関連ではエリクソン、モトローラ、ルーセント、インターネット・eコマース関連では AOL、マイクロソフトが欧州における開発拠点をアイルランドに置いている。

図表8 全労働人口に対するテレワーカーの比率（1999年）



(出所) Ecatt Final Report (2000) p.25

他方、IT に関しては欧州の中核であるドイツは遅れをとっている。しかしながら教育投資の重要性はドイツの事例からも伺える。

図表 9 はドイツのサービス・セクターにおける IT 投資と教育投資の状況を示している。教育投資を行っている企業の割合の高い通信や銀行・保険といった業種は、IT 投資も行っているということがわかる。ドイツの通信分野は、1990年代半ばに規制緩和を行い競争市場となったセクターである。イノベーションを行っている企業の割合がもっとも高いセクターである。IT 革新の進展度合いという視点で見ると、ドイツは後進国である。その遅れを取り戻そうとドイツ政府は様々な政策を打ち出している。通信分野の規制緩和や IT 技術者を大量に海外から呼び寄せるといった政策である。ドイツ政府が1999年に発表した「情報社会における革新と雇用のためのアクションプログラム」によると、短期的には IT 産業の人材不足が生じるため、最大2万人の海外専門家を期限付きで滞在・労働許可を付与するという。ドイツも日本と同様に市場には規制が多く、労働市場も硬直的だと言われてきた。そのドイツも IT 革新の波に乗り遅れないためには規制を緩和し、市場を競

争的なものにしようと努力している。

．日本への教訓

日本が IT 革新について欧米から学ぶことは大きい。それは単に IT 技術の観点だけではない。IT 革新が産業革命と並ぶインパクトがあるならば、それは社会構造にも少なからず影響を与えることになる。日本も短期的には構造調整によって失業率が上昇することもあるであろう。しかし、中長期の視点に立ってみれば、IT 革新によって新しい産業が誕生したり、従来の産業の競争力が向上することで、雇用にとってもプラスの効果生まれるに相違ない。また雇用形態の変化も予想される。

そこで政策として行うべきことは、第1に今後の戦略分野における研究開発体制のサポートである。フィンランドは戦略分野として、通信分野に照準を絞っている。ただし、国の政策として戦略分野を選定しても、決して保護育成するのではなく徹底した規制緩和によって競争市場を作りだしている。国の役割は人材面・資金面で研究開発をサポートすることである。この点、日本も

図表 9 ドイツのサービス業における IT 投資・イノベーション・教育支出 (1996年)

(単位：%)

	イノベーションを行っている企業の割合	IT 投資を行っている企業の割合	職能訓練や教育に支出している企業の割合
卸売業	54	79	62
小売業	60	82	73
輸 送	50	74	51
通 信	100	100	100
銀行・保険	74	89	90
ソフト、IT サービス	83	97	88
エンジニア	67	98	81
その他 ビジネス・サービス	61	88	76

学すべきだと思う。第2に研究開発費用をどうするかである。米国では、ベンチャー企業もナスダック市場から資金を調達したり、株式公開以前はベンチャー・キャピタルから資金提供を受けることが可能である。フィンランドにもこうしたベンチャー・キャピタルも存在するが何と云っても、テクスという産官学を結ぶ資金提供センターの役割が非常に大きい。テクスは中小企業だけでなく、スタート・アップ期のベンチャー企業の研究開発をサポートする。日本の場合は、米国型で行くのか、フィンランド型で行くのか、まだ混迷している状況である。第3に、これがもっとも重要なことであるが、人材育成及び教育投資である。IT社会においては、知識の持つ役割が増す。工業化のプロセスでは物的資本の持つ役割が極めて大きかったのに対して、IT革新のプロセスでは人的資本の役割が非常に大きい。そのためには教育投資が非常に重要である。これまでの日本型の経営システムにおいては、長期雇用を前提としていたので社内教育・社内のジョブ・トレーニングが大きな役割を果たしていたが、日本型の雇用システムの変化に際して政策として考えなければならないことは、人材の教育をどうするかということである。厚生労働省(2001)によると、今後のホワイト・カラー正社員に対する採用・育成方針は、中途採用や選抜投資を重視する企業が増加するという。特に教育方針については、「全員に投資する」という企業が減少して、「選抜して投資する」という企業が主流になると述べている。今後は、社会人向けの教育プログラムが各分野で必要となる。例えば、大学に社会人教育を行う機能をより強化させることなど、教育政策を充実することが急務である。また厚生労働省(2001)はIT化の進んだ企業ほど非生産比率や外部委託利用が増えており、IT化が進むほど会社の付加価値を支えるのは人間にしかないアナログ・スキルであり、IT化は正社員の「コア人材」(会社の競争力の源

を担い外注や非正社員では決して置きかえることのできない重要な人材)化を促すと述べている。ここでいうアナログとは、コンピューター等の機械で置きかえることのできない、またマニュアル化の困難なものを指す。つまり、IT化が進んだ社会ではこれまで正社員が行っていた業務のなかで、他者で担えるものとそうでないものが峻別されることになる。

IT戦略本部の発表した「e-Japan 重点計画」においても、ITが雇用面に与える影響とその対策について触れられている。IT関連分野における雇用機会創出と、それらの分野への円滑な労働移動を促進する施策が掲げられている点は評価できるものの、ITに関する職業能力の開発に焦点が当てられすぎている点が気掛かりである。というのも、厚生労働省(2001)の言う「アナログ・スキル」はITリテラシーの向上だけでは身につかないからである。IT以外にどのような能力が必要なのかを考えなくてはならない。

本論の実証分析の結果が示すように生産プロセスにおけるIT化の進展は、労働を代替していく。ホワイト・カラーも企業の競争力の向上に寄与できるものは残り、そうでないものは代替されていく方向にあるであろう。グローバル化の進展はこうした流れを加速させる。日本経済の再生には、企業が活力を戻し競争力を取り戻すことが肝要である。米国や欧州もかつては競争力の低下という問題に悩まされた時期もある。今度は日本がこの問題に取り組むときである。日本の産業の競争力が回復することなくしては、雇用問題は解決しないのである。

補論1 本論の実証分析のもととなっている生産関数について¹⁴⁾

本論の実証分析を行う上で重要となる点は、変動要素と短期固定要素を分けていることである。

この点に留意して、理論展開を行う。

本論では、次のような生産関数を考えている。

$$Y = F(x_1, x_2, x_3, z_1, z_2) \dots \dots \dots (1)$$

【仮定 1】 z_1, z_2 は短期固定要素である。

【仮定 2】 生産関数 F は、変動要素 (x_1, x_2, x_3) と短期固定要素 (z_1, z_2) に分離可能である。

$$Y = F(x_1, x_2, x_3, z_1, z_2) = G(x_1, x_2, x_3)S(z_1, z_2) \dots \dots \dots (2)$$

S は生産キャパシティ関数であり、 G は稼働率関数である。生産レベルを S で除することで稼働率 G が得られる。【仮定 1】と【仮定 2】は、本論の理論の中核をなす前提条件である。短期固定要素 (z_1, z_2, z_3) は生産キャパシティを形成する要素である。この生産キャパシティのもとで、現実の生産は変動要素 (x_1, x_2, x_3) を使用して行われる。石油精製業を例にとって説明しよう。ある石油精製会社の生産キャパシティは S である。このキャパシティを満たすために、この会社はタンクやその他の精製設備など短期的に固定である生産設備をもっている。製油精製会社はこれらの短期固定である生産設備のもとで、生産労働やその他の機械・設備等の変動要素を用いて生産を行う。 S ガロンのキャパシティの100%を生産するために、 $G = G(x_1, x_2, x_3)$ で決定されるこれらの変動要素を組み合わせる。

【仮定 3】 関数 G は変動要素 (x_1, x_2, x_3) に関して k 次同次であり、関数 S は短期固定要素 (z_1, z_2) に関して $(1 - k)$ 次同次である。

【仮定 3】の意味するところは、生産関数 F は、長期的には規模に関して収穫一定であるということである。この仮定は短期においても収穫一定とする仮定よりも現実的である。

費用関数の最小化の結果得られるシェア関数の意味することは、コストシェアが生産水準 Y と生産キャパシティ S の水準と独立であるということ

とである。推計においてこのことは極めて重要である。次章で実際に推計する式には生産キャパシティ関数の短期固定要素が入ってこないで、変動要素のみが関係するからである。より具体的には、トランス = ログ型の費用関数を用いるので、推計式の説明変数は変動要素の価格であり、被説明変数は変動要素のコストシェアとなる。

トランス = ログ型の費用関数の推計にあたって、費用関数の最小化の必要条件である凹性を満たす実証結果を得ることが一般には難しい。これまでの実証研究では、凹性を満たさない場合に費用関数の係数に制約を置き推計を行うことが多い。今回、そうした恣意的な操作をしないで、凹性を満たすように生産要素の組み替えを行っている。その際、変動要素と短期固定要素に生産要素に分ける生産関数が極めて有効である。

補論 2 産業別の IT 資本ストックと資本のユーザー・コストの作成

産業別の IT 資本ストック系列の作成を簡単に紹介する。IT 資本の定義は、電子計算機・同付属品、電子通信機器、電気通信施設建設、ソフトウェアである。財別・産業別の固定資本のデータは産業連関表の固定資本マトリックスだけが日本では有効なデータである。しかしながら固定資本マトリックスは投入・産出表と異なり延長表がないので、5 年毎の系列しか利用可能ではない。また、産業分類の統合の影響で、実際に使用可能なものは1995-90-85-80年の4 年間の固定資本マトリックスである。そこで以下の手順で産業別の IT 資本ストック系列の作成した。

ステップ 1

1995-90-85-80年の4 年間の固定資本マトリックスを利用して、製造業に対する個々の産業の、各々の IT 資本の比率を計算する(ただし、ソフトウェアについては1995年のみ)。

生産者価格ベースの値を使用（マージン率や輸送コストを含む）。

ステップ2

「情報処理の実態調査」を用いて、上記と同様に製造業に対する個々の産業の、各々のIT資本の比率を計算する。産業連関表の固定資本マトリックスから得られた対製造業比率と「情報処理実態調査」から得られた比率を1995-90-85-80年の4ヵ年においてリンクさせることを通して、各々の産業において産業連関表固定資本マトリックスベースの対製造業比率を同期で計算する。

ステップ3

各年のIT資本比率を用いて、産業別のIT投資（電子計算機・同付属品、電子通信機器、電気通信施設建設、ソフトウェア）の名目の系列を作成。

ステップ4

各々のデフレータを用いて、実質IT投資の系列の作成。電子計算機関連と通信関連については、Scheyer（2000）に基づいたものを使用。

ステップ5

恒久棚卸法（Perpetual Inventory Method）を用いて、実質IT資本ストックの系列（電子計算機関連、通信機器関連、ソフトウェア）を作成。通信施設に関しては、製造業には含まれなかった。

ステップ5について補足説明を加えると、恒久棚卸法（Perpetual Inventory Method）に従いベンチマークとなる1980年のIT資本ストックを、

$$K_{80} = I_{81} / (g + \delta)$$

（ K_{80} ：80年の実質IT資本ストック， I_{81} ：80年の実質IT投資額， g ：実質IT投資の伸び率の平均， δ ：資本減耗率）

と計算した。ここで重要なのは資本減耗率にどのような値を用いるのかということである。残念な

がら日本においては、財別の資本減耗率のデータは公表されていない。そこで「経済白書」に従い、米国商務省「Survey of Current Business」1997年5月号記載の「BEA Depreciation Rates」から得られる財別の資本減耗率を用いた。具体的には、事務用機器と電子計算機関連については77年までは0.2729でそれ以降は0.3119とし、電子通信機は0.11、電気通信施設は0.0237とした。ソフトウェアについてはBEAの統計より小さい値の0.2とした。その理由は米国のソフトウェアは受注開発分だけでなくパッケージ・ソフトと社内開発部分も含まれるが、日本の場合受注開発分だけだからである。また、実質IT投資の伸び率の平均 g については、様々な見解がある。「平成12年版 経済白書」では3年間の平均を用いる。今回の研究では、1980-1998年の平均を取った。

次にIT資本のユーザー・コストを産業別に計測する。資本のユーザー・コストは以下のように計算する。

$$UCC_{it} = \frac{1 - u_t z_{it}}{1 - u_t} \left(r_t + \delta_{it} - \frac{q_{it} - q_{i,t-1}}{q_{it}} \right) q_{it}$$

- r_t 要求利回り（長期プライム・レートを使用）資本減耗率
- q_t 投資財価格（各々のIT資本財価格）
- u_t 法人税の実効税率
- z_t 現在の1単位の投資に対する将来の減価償却の割引現在価値

資本のユーザー・コストの計測について、特に説明が必要なことは実質金利の作成、税制要因である。

実質金利の作成について

期待インフレをどう測定するかについては、様々な見解がある。この問題を回避するために、実質金利に株式の配当利回りを代用するのも1つの方策である。しかしながら、今回対象にしているIT資本は資本財価格の低下が1つの特徴であ

るので、あえて配当利回りを用いなかった。IT 資本の各々の資本財価格の伸び率の3年の移動平均を期待インフレの変数とした。

税制要因

日本の場合、資本のユーザー・コストを計測する上で税制要因として重要な事柄は、法人税の実効税率と現在の1単位の投資に対する将来の減価償却による法人税の節約部分の割引現在価値である。

法人税の実効税率は、企業の租税負担額を企業の税引き前所得で割ったものである。企業の租税負担額は国税の法人税以外に、地方税としての法人事業税及び都道府県・市町村税も含まれる。税引き前の所得としては、『法人企業の実態調査』の課税標準とな所得額を用いた。問題なのは地方税としての法人事業税及び都道府県・市町村税は産業別のデータがないことである。そこで次のように求めた。

(産業別の法人事業税)

$$= (\text{全産業の法人事業税}) * (\text{『法人企業の実態調査』ベースの産業別課税標準}) / (\text{『法人企業の実態調査』ベースの全産業の課税標準})$$

(産業別の都道府県・市町村税)

$$= (\text{全産業の都道府県・市町村税}) * (\text{産業別の算出法人税}) / (\text{全産業の算出法人税})$$

また、法人事業税は、前年度のものが今年度の課税標準に損金算入されていることを考慮して、今年度の税引き前所得は、今年度の課税標準額に前年度の法人事業税を加算しなければならない。

以上のことより、法人税の実効税率 u_t は以下のように計算される。

$$u_t = (\text{法人税} + \text{法人事業税} + \text{都道府県・市町村税}) / (\text{課税標準} + \text{前年度の法人事業税})$$

次に現在の1単位の投資に対する将来の減価償却による法人税の節約部分の割引現在価値を求める。各々のIT資本財の現在の1単位の投資に対

する将来の減価償却の割引現在価値は以下のとおりである。

$$Z_0 = \sum_{t=0}^{\infty} (\omega D_1(t,s) + (1-\omega)D_2(t,s)) \frac{1-SP(s)}{(1+r)^t} + SP(s)$$

$D_1(t,s)$ s 年に取得した資産に対する $(s+t)$ 年における資産価額1円当たりの定額法による償却額である。

$D_2(t,s)$ 同、定率法による償却額

$SP(s)$ 『法人企業統計年報』における特別償却額を名目投資額で除したものである。定額償却部分 $D_1(t,s)$ と定率償却部分 $D_2(t,s)$ のウェイト

また、特別償却制度の存在を考慮して、 $Z_0(s)$ は通常の償却部分(左辺第一項)と特別償却の部分(左辺第二項)の2つから構成されている。

【注】

- 1) 峰滝(2001)の図1を参照。
- 2) 熊坂・峰滝(2000)ではまた米国におけるIT革新の進展を考える際に女性労働の重要性が強調されている。女性のコンピューター利用率が急速に伸びてきておりヒューマン・キャピタルとしての女性労働を活用することの必要性が指摘されている。
- 3) 以下の式(1)式の $c_v(p_1, \dots, p_n)$ は変動要素の価格からなるコスト関数である。関数形は一般的なトランス=ログ型である。

$$\log c_v(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \beta_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \log p_i \log p_j \dots \dots \dots (1)$$

費用関数の推計を行う上でよく用いるインプット価格に関する制約条件、symmetry、liner homogeneityを仮定すると

$$\frac{p_i x_i}{C_v} = \beta_i + \sum_{j=2}^n \gamma_{ij} (\log p_j - \log p_1) \dots \dots \dots (2)$$

(2)式が推計のもととなるコストシェアの式である。見ればわかるようにこのコストシェアの説明変

数には、変動要因の価格のみで短期固定要素が入っていない。本論においてインプットは5要素であり、である。補論1で述べたように、コストシェアを推計しその結果コスト関数が凹性を満たしていないならば、そこで採用した説明変数が変動要素ではなく短期固定要素というように考える。つまり、推計結果から、インプットのどの組み合わせが変動要素であり、どの組み合わせが短期固定要素であるかということを判断するわけである。

4) 推計方法に完全情報最尤法を用いたのは、シェア関数の連立体系を推計するとき、シェア関数の1本は恒等式から決定されるわけであるがどのシェア関数がそれに該当するのかを選ぶときに恣意性が入らないようにするためである。また、3SLS (iterative three-stage least squares) を用いなかった理由は、操作変数を選ぶ際に恣意性が入る危険性があること、今回のプーリング・データに対して適当な操作変数が見つからなかったことである。

5) 説明変数のうち5%水準で有意でないものは、採用しなかった。

6) 峰滝(2001)dを参照。IT資本をコンピューター関連とソフトウェアに限定した場合、ITと生産労働と非生産労働(40歳以上)の3生産要素を用いた場合、産業別の推計が可能となっていることがわかる。IT資本と非生産労働の関係については、化学の90年代以外はすべて補完的な関係となっており、その補完度合いが80年代に比べて90年代は弱まってきているという結果になっている。化学については80年代に補完的な関係にあったものが90年代に代替的な関係に変わってきていることは興味深い結果である。

7) 峰滝(2001)の図1を参照。

8) 熊坂・峰滝(2000)ではIT資本とホワイト・カラーの労働投入の関係と、IT資本とブルー・カラーの労働投入の関係が実証されており、いずれも代替的という結果になっている。

9) OECD(1999)を参照。

10) OECD(1999)を参照。

11) Nordic Council of Ministers(1998)を参照。

12) Ecatt Final Report(2000)を参照。

13) アイルランド大使館の提供してくれた資料 “Software Roadshow 2000”による。

14) 詳細は Nishimura, Kiyohiko G., M. Shirai, K. Minetaki, and F. Kurokawa(2001)を参照のこと。

【参考文献】

熊坂・峰滝(2000),「情報技術革新とアメリカ経済 情報技術革新の労働市場への影響」(経済セミナー 2000年8月)

熊坂・峰滝(2001),『ITエコノミー』(日本評論社)
厚生労働省(2001),「IT革新」がわが国の労働に与える影響についての調査研究報告書

篠崎(1999),『情報革命の構図』(東洋経済新報社)

中西・篠崎(1998),「情報化の実証分析」『情報化の経済効果に関する実証的研究』国民経済研究協会

峰滝・熊坂(2000),「情報技術革新とアメリカ経済 内生的成長モデルを用いた分析」(経済セミナー 2000年4月)

峰滝(2001)a,「ITは日本の生産性を上げるか」(経済セミナー2001年3月)

峰滝(2001)b,「北欧諸国の情報化事情」(東洋経済統計月報 2001年2月)

峰滝(2001)c,「日本のIT革新と労働市場 前編」(東洋経済統計月報 2001年5月)

峰滝(2001)d,「日本のIT革新と労働市場 後編」(東洋経済統計月報 2001年6月)

八代他(1997),「高齢化の経済分析」『経済分析』第151号

IT戦略本部(2001),『e-Japan 重点計画』

Black S.E., and L.M.Lynch(2000), “What’s Driving the New Economy: The Benefits of Workplace Innovation”, *Discussion Paper Federal Reserve Bank of New York*

Delong, J.Brandford and L..Summers(1992), “Equipment Investment and Economic Growth: How Strong Is the

- Nexus?", *Brooking Papers on Economic Activity*
- Ecatt Final Report (2000), "Benchmarking Progress on New ways of Working and New Forms of Business across Europe"
- Gordon, Robert J. (1990), The Measurement of Durable Goods Prices, *A National Bureau of Economic Research Monograph series*, Chicago: University of Chicago Press
- Hatch, Julie and A.Clinton (2000), "Job Growth in the 1990s: A Retrospect", *Monthly Labor Review December 2000*
- Jorgenson, Dale W. and Kevin J. Stiroh (1999), "Information Technology and Growth," *American Economic Review 89*, pp.109-115
- Jorgenson, Dale W. and Kevin J. Stiroh (2000), "Raising the Speed Limit: US Economic Growth In the Information Age", *Discussion Paper No.261*, OECD, also in *Brookings Papers on Economic Activity*
- Kuroda, M., K..Sinpo, K..Nomura and N.Kobayashi (1997), KEO Data Base - *The Measurement of Output, Capital and Labor* - , Tokyo: Keio Economic Observatory
- Mothe, John de la, and Paquet, Gilles (2000) : *Information , Innovation and Impacts*, Kluwer Academic Publishers
- Nishimura, Kiyohiko G., M..Shirai, K..Minetaki, and F. Kurokawa (2001), "The Effects of Information Technology on Demand for labor and Technological Progress in Japanese Manufacturing: 1980-1998", mimeo
- Nordic Council of Ministers (1998), *The Information and Communication Technology Sector in the Nordic Countries: A First Statistical Description*
- OECD (1999), "Mobilising Human Resources for Innovation Proceedings from the OECD Workshop on Science and Technology Labor Market"
- OECD (2001), "The New Economy: Beyond The Hype Final Report on the OECD Growth Project"
- Schreyer, Paul (2000), "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries", *STI Working Paper 2000/2*, OECD
- TEKES (2001), "Research and Technology Programme Activities in Finland" *Technology Review 106/2001*