

IT 資本投資と日本産業の生産性

新 庄 浩 二 (関西学院大学)
張 星 源 (岡山大学)

要 約

本研究では、まず、日米の産業別の IT 投資構造を比較分析し、日本産業を IT 生産・使用セクター及び非 IT セクターに分類した。そのうえで、こうしたセクターの間、及び日米間の労働生産性の差異を検討した。それと同時に、セクター毎に VAR モデルを用いて、IT 投資の日本産業への生産効果に関する因果関係を分析した。主な結果は以下のように要約できる。日米の比較では、米国の IT セクター部門シェアは日本を大きく上回り、且つ労働生産性の成長率も90年代後半に目立って上昇している。日本の労働生産性成長率では、IT 製造業と IT サービス業が非 IT の両部門を上回る傾向にある。IT 投資の生産性成長に対する因果関係は検証されなかったが、労働生産性の上昇が IT 投資を促進するという関係が認められた。また、サービス業における IT 投資成長率は、IT 部門と非 IT 部門ともに製造業での IT 投資成長率によってプラスの影響を受けることが示された。

1 節 はじめに

1990年代後半から米国において見られた旺盛な IT 投資が米国経済の構造変化、及びこれに伴う労働生産性上昇率の高まりをもたらしたというニュー・エコノミー派の主張は大きな論争を招いた。同論争における最大の焦点は、IT 投資の労働生産性上昇率に対する長期の構造的影響が存在するかどうかということである。

マクロ経済レベルでは、Oliner and Sichel (2000) などによって、1990年代後半以降の米国の労働生産性の大幅な上昇は情報化投資によって説明される部分が相当あるということが示された。日本においても、新庄・張 (1998) は、日本のマクロ経済成長に対する影響度に関しては、情報化関連ストックの寄与度が統計的に認められることを確認した。そして、元橋 (2002) は、全要素生産性 (TFP) に対する情報化関連ストックの寄与度が最近になる程大きくなっており、1990年代後半の伸びは米国と比べても遜色ないレベルに達していることを明らかにした。

他方、Jorgenson and Stiroh (2000) 及び Stiroh (2001) は米国産業レベルのデータを用いて、IT 投資と生産性成長との関係を検討した。これらの研究は、IT 関連設備及び IT 関連サービスを生産・提供する産業を「IT 生産セクター (IT-producing sector)」, より多くの IT 投資を行い、IT 関連設備を頻繁に使用する産業を「IT 使用セクター (IT-using sector)」, そして上記のいずれのセクターにも属し

ていない産業を「非 IT セクター (non-IT sector)」に分類した。この分類にもとづくセクター別の計測結果から1990年代後半に観測された顕著な生産性の改善は、主に「IT 生産セクター」と「IT 使用セクター」によるものであり、全雇用の半数以上を占める「非 IT セクター」にはこのような生産性の改善が観測されないことがわかった。

van Ark (2001) は、このような分類方法に基づき、OECD10ヶ国、特に米国とヨーロッパ諸国を対象とする国際比較研究を行った。「IT 生産セクター」においては、1995から1999年にかけて、米国とヨーロッパ諸国がともに高い労働生産性成長を達成したことが確認されたが、「IT 使用セクター」の労働生産性に関しては、ヨーロッパ諸国の劣勢が目立っていることが明らかにされた。さらに、van Ark (2002) は、このような劣勢は主に「IT 使用セクター」に属しているサービス業で生じていることを示した¹。即ち、米国に比べると、ヨーロッパの卸売業、小売業や証券取引業などの IT 関連設備をよく使用する産業においては生産性パフォーマンスがかなり劣っていると指摘した。これは IT 投資が生産性向上をもたらすかどうかに関する論争でも波紋を呼んだ。

Gordon (2003) は、米国の小売業で観測される生産性の優れたパフォーマンスは、米国全土に広がっている大規模なスーパーストアによって生み出された規模の経済性によるものである。これに対して、ヨーロッパの小売業は基本的に小規模であり、同様な規模の経済性を引き出すことができないと指摘した。そして、米国とヨーロッパの小売業の間に見られる生産性パフォーマンスの差異は、IT 関連設備を使用することが必ずしも直ちに生産性向上に繋がらないことを裏付ける証拠であると主張した。さらに、Gordon (2003) は、前述の Oliner and Sichel (2000) の研究結果には大きな問題があると指摘した。即ち、これまでの分析アプローチでは、IT 関連設備の投資をその投資時点から直ちに産出効果をもたらされるものとして取り扱ってきたが、実際には新しいハードウェア及びソフトウェアを導入し、それに企業が組織的に適応できるまでには相当な時間を要するのが一般的である。こうしたことから IT 投資と生産性の改善との間には、時間の遅れ (time lag) の問題を含め、どのような因果関係が存在するかを究明する必要があると思われる。

最近、Beil et al.(2003) は、過去50年の米国の国内総生産 (GDP) と電気通信産業の設備投資との間の Granger 因果関係をテストした。その結果によると、GDP から電子通信設備投資への因果関係は確認されるものの、電子通信設備投資から GDP への因果関係は統計的に認められないことが明らかにされた。

本稿では、以上の議論を踏まえて、1975~2002年の日本各産業のデータに基づき、「IT 生産・使用セクター」と「非 IT セクター」への分類を検討し、セクター毎の労働生産性の日米の比較分析を行う。そして、VAR モデルを用いて、IT 投資と労働生産性との間の Granger 因果関係をテストする。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第2節では、産業別の IT 投資の現状を確認するとともに、各セクターへの分類方法を検討する。そして日米における各セクターの実質付加価値及び就業者シェアの推移を比較分析する。第3節では、各セクターの労働生産性の成長率を求め、セクター間および日米間を比較考察する。第4節では、VAR モデルを用いて、セクター毎の Granger 因果関係テ

1 但し、ここではサービス業を非製造業という広義の意味で用いている。以下同じ。

ストを行う。最後の第5節は、得られた結果の要約と残された問題点を指摘する結びとする。

2 節 日米の産業別の IT 投資：1975～2002年

(i) 産業別 IT 投資データの作成

米国の産業別 IT 投資データでは、Bureau of Economic Analysis (BEA) によって1901年から2001年にかけて産業別に計62種の品目の固定資本形成が公表されている。本稿で利用する IT 関連投資のデータとして次の諸品目が選ばれた。

品	目
Mainframe computers	Office and accounting equipment
Personal computers	Computer storage devices
Direct access storage devices	Integrated systems
Computer printers	Communication equipment
Computer terminals	Instruments
Computer tape drives	Photocopy and related equipment

米国の62種の品目別固定資本形成にはソフトウェアも含まれているが、次に説明する日本の IT 投資データの作成はハードウェアに限られているので、日本との比較のために、ここではそれを除外した。

日本の産業別 IT 投資データの作成については、これまでにも若干の研究者による試みがあったが²、公的なデータソースは存在していない。そこで本研究では、まず総固定資本形成の品目別内訳を『産業連関表（延長表）』により求め、これをもとに情報関連の項目を割り出して情報関連投資を計算することにする。具体的に、92年の『産業連関表（延長表）』の分類コードを用いると、国内総固定資本形成（民間）の中から情報関連投資として選んだ品目は次の通りである。

分類コード	商品名
3111-012	複写機
3111-013	ワードプロセッサ
3111-019	その他の事務用機械
3311-011	電子計算機本体
3311-012	電子計算機付属装置
3321-011	有線電気通信機器
3321-021	無線電気通信機器
3321-099	その他の電気通信機器
3331-011	電子応用装置
4132-031	電気通信施設建設

次に、産業連関表の固定資本形成マトリックスを用いて、各産業の上記品目の全固定資本形成に占

2 例えば、宮川他（2003）がある。

める割合を計算する。固定資本形成マトリックスの公表は5年毎なので、各期内の割合は内挿法で計算する。最後に、この割合に基づき、求められた全産業のIT投資の名目値を各産業に配分する。但し、“電気通信施設建設”は全額を通信産業に配分することにする。

以上の手続きを経て、日本の産業別IT投資の名目値を測定したが、実質投資を求める際、上記品目のうち、“複写機”、“ワードプロセッサ”と“その他の事務用機械”を「事務機器」に、“電子計算機本体”と“電子計算機付属装置”を「電子計算機」に、そして残る品目を「電子・通信機器」と「電気通信施設」にまとめ、実質化を行う³。

(ii) IT関連セクターの分類

「IT生産セクター」は上記の品目を生産する産業を指すことができるが、van Ark (2001) が指摘したように、「IT使用セクター」については、分類基準自身があいまいであることを否定できない。IT資本ストックの全資本ストックに占める割合で各産業を「IT使用セクター」に分類する方法がある一方で、IT投資の全産出量に占める割合を利用する方法もある。IT資本ストックの作成では、いろいろな問題が生じやすいために、本稿では名目IT投資対全名目設備投資の比率を基準として、IT関連の各セクターの分類を検討する。

表1は、日米の各産業における名目IT投資対全名目設備投資の比率の計算結果を示している。全般的にみると、米国に比べ、日本の各産業、特に軽工業や素材産業などにおけるIT投資対全設備投資比率はやや低いことが見て取れる。ただ、幾つかのITと密接な関連があるサービス産業、例えば、金融・保険や通信業においては、その比率が米国の同種の産業に負けない勢いで伸びていることがわかる。

データの制約のために、日米のそれぞれ産業間で一対一に対応することは求められていない。しかし、1995年時点で見ると、IT投資対全設備投資の比率の平均値(0.097)を上回っている日本の産業には、印刷・出版、一般機械、電気機械と精密機械といった製造業、そして商業、金融・保険と通信業といったサービス業があるのに対して、米国では、こうした産業のIT投資対全設備投資の比率が高くなっていることがわかる。諸先行研究では、化学産業を、「IT使用セクター」として取り扱っているが、日本においてはその比率は意外に低いことが見て取れる。

以上のことを踏まえ、本稿では、印刷・出版、一般機械、電気機械と精密機械を「IT生産・使用(製造業)セクター」、商業、金融・保険と通信業を「IT生産・使用(サービス)セクター」、そして残る製造業とサービス業を「非IT(製造業)セクター」と「非IT(サービス業)セクター」に分類した。なお、日本と比較するために、米国にも日本と同様な分類方法が適用される。

(iii) 各セクターの概観

表2は、日米の各セクターの実質付加価値(又はGDP)のシェア及び就業者シェアの推移を示すものである⁴。これを全体的にみると、「IT生産・使用セクター」において日米ともにシェアの伸びて

3 デフレータの作成については、Shinjo and Zhang (2003) を参照せよ。

表1 日米の産業別 IT 投資対総設備投資の比率

	1975	1985	1995	2000	1975	1985	1995	2001
	日 本				米 国			
食料品とタバコ	0.011	0.030	0.030	0.034				
内：食料品					0.116	0.150	0.128	0.103
内：タバコ					0.091	0.162	0.254	0.184
繊維製品と身廻り品	0.017	0.022	0.031	0.030				
内：繊維製品					0.035	0.115	0.087	0.058
内：身廻り品					0.059	0.178	0.175	0.122
製材木製品	0.007	0.011	0.008	0.013	0.015	0.078	0.095	0.073
家具装備品		0.024	0.021	0.029	0.045	0.120	0.117	0.087
パルプ・紙・紙製品	0.050	0.026	0.038	0.064	0.027	0.123	0.116	0.093
印刷・出版	0.047	0.092	0.136	0.168	0.082	0.290	0.316	0.216
皮革・皮革製品	0.000	0.006	0.013	0.015	0.137	0.128	0.178	0.140
化学製品	0.018	0.047	0.048	0.055	0.272	0.234	0.291	0.233
内：医薬品		0.094	0.047	0.055				
石油・石炭製品	0.011	0.068	0.024	0.041	0.090	0.112	0.279	0.241
ゴムとプラスチック製品					0.046	0.077	0.065	0.050
内：プラスチック製品		0.005	0.027	0.027				
内：ゴム製品	0.001	0.024	0.031	0.034				
窯業・土石製品	0.009	0.015	0.038	0.043	0.084	0.164	0.087	0.063
1次金属					0.117	0.137	0.074	0.060
内：鉄鋼	0.026	0.047	0.041	0.047				
内：非鉄製品	0.017	0.037	0.037	0.059				
金属製品	0.004	0.022	0.027	0.029	0.026	0.120	0.119	0.094
一般機械	0.052	0.207	0.102	0.095	0.189	0.287	0.216	0.158
電気機械	0.183	0.182	0.140	0.138	0.200	0.309	0.171	0.115
内：民生用電気機械		0.114	0.192	0.198				
内：電子・通信機器		0.342	0.142	0.233				
内：半導体素子・集積回路		0.318	0.043	0.045				
内：重電機器		0.056	0.081	0.072				
輸送機械	0.024	0.030	0.055	0.061				
内：自動車	0.008	0.021	0.035	0.040	0.025	0.070	0.095	0.080
内：その他の輸送機械					0.107	0.290	0.238	0.189
精密機械	0.005	0.161	0.140	0.108	0.052	0.330	0.352	0.266
建設	0.039	0.041	0.081	0.094	0.010	0.015	0.083	0.056
電力	0.040	0.022	0.027	0.034	0.054	0.182	0.105	0.084
都市ガス	0.011	0.036	0.024	0.021	0.034	0.182	0.200	0.138
水道	0.000	0.011	0.077	0.094	0.051	0.058	0.199	0.170
商業	0.027	0.114	0.107	0.125				
内：卸売		0.136	0.072	0.098	0.171	0.321	0.288	0.221
内：小売		0.093	0.139	0.143	0.071	0.131	0.125	0.100
金融・保険	0.332	0.421	0.230	0.463	0.205	0.272	0.287	0.231
不動産	0.009	0.002	0.001	0.002	0.180	0.091	0.155	0.141
運輸	0.053	0.019	0.048	0.069	0.013	0.114	0.161	0.170
通信	0.380	0.603	0.517	0.569	0.623	0.566	0.555	0.450
その他のサービス	0.133							
対事業所サービス		0.117	0.356	0.405	0.156	0.434	0.314	0.240
内：調査・情報サービス		0.260	0.191	0.408				
内：物品賃貸サービス			0.452	0.480				
対個人サービス		0.013	0.023	0.026	0.273	0.159	0.276	0.143
平均	0.054	0.100	0.097	0.119	0.114	0.187	0.194	0.149

表2 日本とアメリカにおける各セクターの実質付加価値シェアと就業者シェアの推移

日本	1975	1980	1985	1990	1995	2002
実質付加価値シェア						
IT生産・使用（製造業）	6.6	7.8	8.4	9.0	9.8	8.5
非IT（製造業）	21.0	21.1	22.0	21.8	20.6	17.4
IT生産・使用（サービス業）	26.4	27.0	26.5	26.0	27.9	32.7
非IT（サービス業）	44.0	42.3	40.8	40.5	39.0	39.8
就業者シェア						
IT生産・使用（製造業）	7.5	7.5	7.8	7.6	6.8	6.2
非IT（製造業）	25.0	22.6	22.9	22.3	20.4	17.9
IT生産・使用（サービス業）	37.9	39.3	40.3	39.3	39.3	41.0
非IT（サービス業）	28.1	29.4	27.8	29.6	32.4	33.7
米国			1987	1990	1995	2001
実質付加価値シェア						
IT生産・使用（製造業）			7.6	8.1	8.4	11.0
非IT（製造業）			20.6	18.8	18.5	13.7
IT生産・使用（サービス業）			38.1	38.6	39.5	45.5
非IT（サービス業）			33.7	34.5	33.6	29.8
就業者（フルタイム）シェア						
IT生産・使用（製造業）			11.0	10.7	10.0	9.1
非IT（製造業）			21.8	21.1	20.0	17.3
IT生産・使用（サービス業）			49.2	50.0	51.4	52.9
非IT（サービス業）			17.9	18.2	18.6	20.7

いることがわかる。しかし、注意深く見ると、日米の間で産業構造の変化の様子がやや異なっていることが、この表から見て取れる。即ち、実質付加価値のシェアが徐々に「IT生産・使用（製造業）セクター」と「IT生産・使用（サービス業）セクター」にシフトしている日本に比べ、米国ではそれらのシェアの伸びは急激であり、しかもそれが主に1990年代後半に生じていることが明らかである。この事実から1990年代後半に米国で見られたITブームは、産業構造にも大きな変化をもたらしたと判断できる。米国の「IT生産・使用セクター」における実質付加価値シェアは、2001年の時点では56.6（製造業の11.0+サービス業の45.5）となり、2002年の日本の同シェア（41.2）を大きく上回っており、就業者シェアについても、米国の62.0に対して、日本の47.2と14.8ポイントの差が見られ、それだけ米国の産業構造の調整が進んでいると判断できる。

3節 日米セクター別の労働生産性：1975～2002年

van Ark (2001) と同じように、本稿では各セクターの労働生産性成長率を次のように求める。

Y_i を i 産業の実質付加価値、 L_i を i 産業の就業者数、そして L を同セクターにおける就業者総数とすると、労働生産性は

4 データに制約があったため、シェアの計算にあたり、対事業所サービスと対個人サービスを除外することにした。

$$(1) \quad P = \frac{Y}{L} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_i}{L_i} \right) \left(\frac{L_i}{L} \right) = \sum_{i=1}^n (P_i S_i)$$

から得られる。労働生産性の成長率は

$$(2) \quad \Delta \log P = \frac{\Delta P}{P}$$

となり、 $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ は

$$(3) \quad \Delta P_t = \sum_{i=1}^n (\Delta P_{it} S_{it-1}) + \sum_{i=1}^n (P_{it-1} \Delta S_{it}) + \sum_{i=1}^n (\Delta P_{it} \Delta S_{it})$$

より求められる⁵。(3)式の右辺のうち、第1項は“within”又は“intra”効果を示すものであり、個別産業における労働生産性成長率のセクター全体の成長率への貢献率を表すものであるとされる。第2項は労働シェアの変化による効果(“static”効果)を示しており、より高い労働生産性を持つ産業への労働力のシフトがあれば、この“static”効果が正の値をとると考えられる。そして第3項は“dynamic”効果といわれ、プラスの成長率をもつ産業への労働力のシフトがあれば、正の“dynamic”効果が示される。

表3は日本の各セクターにおける労働生産性変化の内訳を示している。労働生産性の変化を“total”でみると、「IT生産・使用(製造業)セクター」の値は最も大きく、1996-2001年においては0.429に達していることがわかる。「IT生産・使用(サービス業)セクター」がその次に大きな値を示しており、「非IT(サービス業)セクター」にも近年になって、プラスの変化が見られるようになる。他方、「非IT(製造業)セクター」の様子は他のセクターとは異なっており、労働生産性成長の低迷が目立っている。

労働生産性変化の内訳を見ると、「非ITセクター」において労働力が生産性の高い産業にシフトしていることが“static”の値から伺われる。例えば、「非IT(製造業)セクター」の値は1975-1987年では、-0.015であったが、その後プラスに転じており、1990年代では、平均で0.04に達していることがわかる。これは「非IT(製造業)セクター」の内部では労働構造に関する調整が進んでいることを意味する。しかし、全般的には「非IT(製造業)セクター」の労働生産性が改善していないことは明らかである。

日米の労働生産性成長率に関する計測結果は表4にまとめられている。米国については、多くの先行研究が指摘したように、「非ITセクター」における労働生産性成長の低迷に対して、「IT生産・使用セクター」では高い成長率が達成され、1990年代後半に入ってからそれを加速させる勢いのあることが注目される。

90年以降のバブル経済の崩壊が日本の労働生産性成長に大きなマイナス影響を与えたことは、表4から見て取れる。1990年代後半に入っても「IT生産・使用(製造業)セクター」には、それが持ち直した様子は見られていない。しかし、「IT生産・使用(サービス業)セクター」においては、1996-2001年では労働生産性パフォーマンスがかなり改善されていることが明らかであり、その

5 但し、van Ark (2001) においては、 $\Delta \log P$ ではなく、 ΔP についてしか議論されていない。

表 3 日本の各セクターの労働生産性の変化

	1975-1987	1988-1991	1992-1995	1996-2001
労働生産性変化の内訳 (ΔP)				
IT 生産・使用 (製造業)				
Intra	0.363	0.638	0.706	0.542
Static	-0.004	-0.003	-0.038	-0.103
Dynamic	-0.003	-0.001	-0.013	-0.010
Total	0.356	0.633	0.654	0.429
非 IT (製造業)				
Intra	0.361	0.302	0.100	-0.052
Static	-0.015	0.009	0.041	0.039
Dynamic	-0.003	-0.002	0.001	-0.001
Total	0.343	0.309	0.143	-0.014
IT 生産・使用 (サービス業)				
Intra	0.149	0.164	0.167	0.286
Static	0.006	0.017	0.007	0.007
Dynamic	0.000	-0.001	0.000	-0.005
Total	0.156	0.180	0.174	0.288
非 IT (サービス業)				
Intra	0.213	0.072	-0.174	0.122
Static	0.133	0.044	-0.016	0.051
Dynamic	-0.001	-0.003	-0.002	0.000
Total	0.345	0.112	-0.193	0.173
全産業				
Intra	1.087	1.175	0.798	0.899
Static	0.120	0.067	-0.005	-0.006
Dynamic	-0.006	-0.008	-0.014	-0.017
Total	1.201	1.234	0.779	0.876

表 4 日本と米国の労働生産性成長率の推移

	1975-1987	1988-1991	1992-1995	1996-2001
日 本				
労働生産性成長率 ($\Delta P/P$)				
IT 使用・生産 (製造業)	0.058	0.063	0.051	0.027
非 IT (製造業)	0.054	0.033	0.014	-0.001
IT 使用・生産 (サービス業)	0.035	0.031	0.025	0.036
非 IT (サービス業)	0.033	0.005	-0.017	0.014
IT 関連投資の成長率 ($\Delta I/I$)				
IT 使用・生産 (製造業)	0.173	0.065	0.022	0.216
非 IT (製造業)	0.147	0.187	-0.001	0.226
IT 使用・生産 (サービス業)	0.025	0.055	0.042	0.149
非 IT (サービス業)	0.058	0.164	0.012	0.191
米 国				
労働生産性成長率 ($\Delta P/P$)				
IT 使用・生産 (製造業)		0.032	0.049	0.089
非 IT (製造業)		-0.006	0.034	0.008
IT 使用・生産 (サービス業)		0.022	0.011	0.052
非 IT (サービス業)		0.022	0.003	-0.005

勢いが「非 IT（サービス業）セクター」にも拡大してきていることが確認できる。

本稿では、(1)式と同様に日本の各セクターの IT 投資成長率を求めた。その結果は表 4 に示されている。バブル経済崩壊後、各セクターの IT 投資が一旦急減したが、1990年代後半では、すべてのセクターにおいて IT 投資ブームが見られるようになり、IT 生産・使用セクターに比べ、IT 非使用セクターの方が IT 投資を一層加速させていることが確認できる。

4 節 IT 投資と労働生産性成長の因果分析

(i) Granger 因果関係テスト

本稿で用いられる Granger 因果関係の定式は以下の VAR モデルである。

$$(4) \quad Pc_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Pc_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i Ic_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j x_{t-j}$$

$$(5) \quad Ic_t = \sum_{k=1}^s \gamma_k Pc_{t-k} + \sum_{k=1}^s \theta_k Ic_{t-k} + \sum_{l=1}^p \eta_l x_{t-l}$$

ここでは、 Pc は労働生産性成長率、 Ic は就業者一人当たり IT 投資の成長率である。 x は外生変数であり、本稿では、異なるセクターの IT 投資の成長率を当該セクターにとっての外生変数とする。IT 投資のセクター間のスピルオーバー効果を計測する。

(4)式について、帰無仮説

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$$

が棄却された場合は、IT 投資から労働生産性への影響があると考えられる。同様に(5)式については、帰無仮説

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_s = 0$$

が棄却されると、労働生産性から IT 投資への影響が認められると考えられる。

(4)式と(5)式で表されるラグ次数 n と s が、Granger 因果関係テストの結果に影響を及ぼすことがあるといわれる。そのために、本稿では赤池情報量 (AIC) に基づき、それぞれのラグ次数を決定することにした。

(ii) 単位根検定

まず、各セクターの IT 投資成長率 (Ic) と労働生産性成長率 (Pc) について、単位根検定を行う。各時系列変数に対して、Augmented Dickey-Fuller テスト、Phillips-Perron テストと Weighted Symmetric テストをそれぞれ実施する。検定結果は表 5 に示されている。

Phillips-Perron テストでは、すべての変数に関して単位根が存在するという帰無仮説が棄却された。Dickey-Fuller テストと Weighted Symmetric テストでは、一部の変数については帰無仮説が棄却できていないものの、全体的に見ると、各時系列変数は定常性を持つことが確認できる。

表 5 単位根検定

	Augmented Dickey- Fuller	Phillips- Perron	Weighted Symmetric
労働生産性成長率			
IT 生産・使用（製造業）	+	++	
非 IT（製造業）	+++	++	
IT 生産・使用（サービス業）	+	+++	+++
非 IT（サービス業）	+++	+++	+++
IT 固定資本投資成長率			
IT 生産・使用（製造業）		+++	++
非 IT（製造業）	+	+++	
IT 生産・使用（サービス業）	++	+++	+++
非 IT（サービス業）	+	+++	+++

注：“+++”，“++”と“+”は1%，5%と10%の各有意水準を表す。

表 6 IT 生産・使用（製造業）セクターに関する Granger 検定
（帰無仮説に関する F 統計値と t 検定値）

被説明変数	説明変数（ラグ次数）		
	$Pc(-1)$	$Ic(-1)$	$x_2(-1)$
Pc		1.399	
Pc		1.255	0.466
Ic	1.288		
Ic	1.735		-0.721

注：(1) Pc と Ic に関する検定値は Granger 因果関係のないという帰無仮説に関する F 検定値であり， x に関する検定値は t 検定値である。

(2) 括弧内の値は検定式のラグ次数を表す。

(3) x_1 と x_2 はそれぞれ IT 生産・使用（製造業），（サービス業）の IT 投資成長率である。

(4) “+++”，“++”と“+”は1%，5%と10%の各有意水準を表す。

(iii) Granger 因果関係テストの結果分析

表 6～9 は(4)式と(5)式で定式化された VAR モデルの検定結果である。Granger 因果検定は F 統計値によって行われる。そして外生的な変数である IT 生産・使用セクターの IT 投資成長率について， t 検定値も表の中に示されている。

1975年から2002年にかけて各セクターのサンプルをもとにして行われた Granger 因果検定では全般的に有意な結果が示されていない。特に，IT 生産・使用（製造業）セクターでは，IT 投資と労働生産性とは互いに影響を及ぼさないという結果が表 6 により表されている。同時に，IT 生産・使用（サービス業）セクターの IT 投資も製造業セクターに有意な影響を与えていない。表 8 では，IT 投資という説明変数の有意水準が辛うじて10%に達しているが，製造業セクターの IT 投資変数を加えると，その有意性がなくなることを示している。そして非 IT（サービス業）セクターにおいても，自らの IT 投資と労働生産性の間は独立であることが見て取れる。

非 IT（製造業）セクターにおいては（表 7），IT 投資から労働生産性への Granger 因果関係が認められていないものの，労働生産性から IT 投資への Granger 因果関係が統計的にもかなり有意である

表7 非IT（製造業）セクターに関する Granger 検定
 （帰無仮説に関する F 統計値と t 検定値）

被説明変数	説明変数（ラグ次数）			
	Pc （-2）	Ic （-2）	$x1$ （-2）	$x2$ （-1）
Pc		1.794		
Pc		1.973	1.098	
Pc		2.320		-1.019
Ic	7.460 ⁽⁺⁺⁺⁾			
Ic	9.598 ⁽⁺⁺⁺⁾		2.256 ⁽⁺⁺⁾	
Ic	7.367 ⁽⁺⁺⁺⁾			0.706

- 注：(1) Pc と Ic に関する検定値は Granger 因果関係のないという帰無仮説に関する F 検定値であり、 x に関する検定値は t 検定値である。
 (2) 括弧内の値は検定式のラグ次数を表す。
 (3) $x1$ と $x2$ はそれぞれ IT 生産・使用（製造業）と（サービス業）の IT 投資成長率である。
 (4) “+++”, “++” と “+” はそれぞれ 1%, 5% と 10% の有意水準を表す。

表8 IT 生産・使用（サービス業）セクターに関する Granger 検定
 （帰無仮説に関する F 統計値と t 検定値）

被説明変数	説明変数（ラグ次数）		
	Pc （-1）	Ic （-1）	$x1$ （-1）
Pc		3.113 ⁽⁺⁾	
Pc		2.402	1.060
Ic	0.603		
Ic	0.193		1.697 ⁽⁺⁾

- 注：(1) Pc と Ic に関する検定値は Granger 因果関係のないという帰無仮説に関する F 検定値であり、 x に関する検定値は t 検定値である。
 (2) 括弧内の値は検定式のラグ次数を表す。
 (3) $x1$ と $x2$ はそれぞれ IT 生産・使用（製造業）と（サービス業）の IT 投資成長率である。
 (4) “+++”, “++” と “+” はそれぞれ 1%, 5% と 10% の有意水準を表す。

表9 非IT（サービス業）セクターに関する Granger 検定
 （帰無仮説に関する F 統計値と t 検定値）

被説明変数	説明変数（ラグ次数）			
	Pc （-3）	Ic （-3）	$x1$ （-1）	$x2$ （-2）
Pc		0.008		
Pc		1.469	0.288	
Pc		0.961		0.918
Ic	1.648			
Ic	1.027		-0.496	
Ic	0.654			1.754 ⁽⁺⁾

- 注：(1) Pc と Ic に関する検定値は Granger 因果関係のないという帰無仮説に関する F 検定値であり、 x に関する検定値は t 検定値である。
 (2) 括弧内の値は検定式のラグ次数を表す。
 (3) $x1$ と $x2$ はそれぞれ IT 生産・使用（製造業）と（サービス業）の IT 投資成長率である。
 (4) “+++”, “++” と “+” はそれぞれ 1%, 5% と 10% の有意水準を表す。

表10 最小自乗推定法による推定値と t 検定値

被説明変数	Pc (-1)	Pc (-2)	説 明 変 数 Pc (-3)	Ic (-1)	Ic (-2)	Ic (-3)
IT 生産・使用 (製造業) セクター						
Pc	0.505 ⁽⁺⁺⁺⁾ (2.891)			0.057 (1.183)		
Ic		1.292 ⁽⁺⁾ (1.732)		0.208 (1.016)		
非 IT (製造業) セクター						
Pc	0.549 ⁽⁺⁺⁺⁾ (3.700)			0.053 (1.520)		
Ic		2.894 ⁽⁺⁺⁺⁾ (3.935)		0.056 (0.325)		
IT 生産・使用 (サービス業) セクター						
Pc	0.042 (0.223)			0.099 ⁽⁺⁾ (1.764)		
Ic	0.575 (0.777)			-0.089 (-0.401)		
非 IT (サービス業) セクター						
Pc	-0.190 (-0.978)					0.0813 ⁽⁺⁾ (1.821)
Ic		1.212 ⁽⁺⁾ (1.681)		-0.026 (-0.128)		

注：(1) 括弧内は t 検定値である。

(2) 説明変数のラグ次数は AIC 統計量により決められる。

(3) “+++”, “++” と “+” はそれぞれ 1%, 5% と 10% の有意水準を表す。

ことが明らかにされた。表 7 は、2 期のラグを持つ労働生産性成長率は IT 投資成長率にプラスの影響を与えていることを示している。同時に IT 生産・使用 (製造業) セクターの IT 投資は非 IT 製造業セクターの IT 投資活動を促す効果があることも確認されている。また、表 10 では非 IT サービス業の投資が IT サービス部門の IT 投資活動によって弱いながらも有意な影響を受けていることが示されている。

本稿でサンプルとして使われたデータの期間は時系列分析としては相対的に短い。従って、上記の Granger 因果検定の結果についてさらなる検証を行うために、ここでは上記の結果に対する補足として、次のような簡単な回帰分析を行った。

それぞれのセクターについて、労働生産性成長率の変数を被説明変数とするとき、自由度を節約するために、説明変数にはその 1 次ラグと一つの IT 投資変数が用いられる。但し、その場合の IT 投資変数のラグ次数は赤池情報量により決定する。同様に、IT 投資成長率が被説明変数とされる場合は、説明変数にはその 1 次ラグと一つの労働生産性成長率変数を加える。ラグ次数の決め方は上と同じである。

表 10 は、このような回帰分析の結果のまとめである。IT 生産・使用 (サービス業) セクターを除くと、すべてのセクターでは労働生産性から IT 投資への有意なプラス影響が検出された。他方、IT 投資から労働生産性成長への影響について確認できたのはサービス業だけである。この回帰分析の結果は Granger 因果検定の結果と大筋で一致していることがわかった。

Beil et al. (2003) では、1947 年から 1996 年にかけての米国電気通信産業で行われた設備投資とマクロ GDP データを取り上げ、両者の関係について Granger 因果検定を行った。その結果は GDP から電

気通信設備投資への影響がプラス、且つ有意であるのに対して、電気通信設備投資から GDP への Granger 因果関係が認められていないことを示した。この結果を踏まえて、過去50年において需要の増加に満たすために、米国の電気通信産業では投資活動が行われてきたと Beil et al.(2003) が主張した。

本稿で得られた結果はあくまで暫定的なものであるが、労働生産性成長率から IT 投資成長率に対する影響が有意に計測され、その反対方向には有意な関係が見られなかった、という点では上記の研究と共通した方向の因果関係を検出したということができたことは興味深い。

5 節 結 び

本稿では、まず、日米産業別の IT 投資構造を比較分析し、日本の産業を IT 生産・使用セクター及び非 IT セクターに分類した。そのうえで、こうしたセクターの間及び日米間の労働生産性の差異を検討した。結論から言うと、1990年代後半では、米国と同様に、IT 投資ブームが日本でも確認されたが、IT 生産・使用セクターにおける労働生産性の成長率では、米国の同セクターに比べ、伸び悩んでいることが明らかにされた。

同時に、セクター毎に、VAR モデルを用いて、IT 投資の日本の産業への生産効果に関する因果関係を分析した。その補足として、IT 投資と労働生産性との関係についてセクター毎の回帰分析も行った。これらの分析結果は、労働生産性から IT 投資活動への因果関係を認めているものの、IT 投資活動の労働生産性成長を促す効果が確認されていないことを示した。米国の電気通信産業における投資活動とマクロ経済成長についての先行研究でも同様な結果が示されている。

Gordon (2000) と (2003) では、IT ブームに乗じた IT 関連製造業では、供給能力の拡大や生産効率を高めるといった供給面の効果が確かに存在するが、需要を引き出す効果を持たないと強調された。本稿で得られた日本の産業に関する結果は Gordon の指摘したことをより一層検証することが必要であることを示唆するものといえる。

しかしながら、本稿で行われた Granger 因果検定はその方法論に関してはさらなる検討が必要である。近年では、産業レベルの Granger 因果検定については、パネル検定方法が注目されてきている。サンプルの期間が短い場合は、パネルデータを利用する方がより有効であることは多くの研究により示されている⁶。さらに、産業間及び国際間の IT 投資のスピルオーバー効果を検証することもこの種の Granger 因果検定において重要な課題となるであろう。

6 Nair-Reichert and Weinhold (2000) や Rouvien (2002) などを参照せよ。

付録 1. 日米の産業別の付加価値 (GDP) と就業者のデータについて

米国：

米国の Bureau of Economic Analysis (BEA) は 2 桁産業データファイル “GPO87SIC” を公表している。そこで本稿では、そのうちの名目 Gross Domestic Product (GDP), Implicit Price Deflator for Gross Domestic Product (GPIPD), Full-Time Equivalent Employees (FTE) をそれぞれ付加価値 (又は GDP) の名目値, デフレーター及び就業者数にあたるものとする。

日本：

日本の内閣府経済社会総合研究所では、各年の『国民経済計算年報』を提供している。その中に、産業別の名目と実質 GDP、及び就業者数が含まれている。しかし、『国民経済計算年報』の産業分類は 2 桁産業をさらに集計するものであり、国際比較にはより細かい産業分類が望まれるところがある。そして『国民経済計算年報』においては、68SNA をベースにしたデータは 2000 年以降に提供されていないと、近年で作成された 93SNA データは 1990 年までしか遡らないことがある。そこで本稿では、経済産業省により提供された『工業統計表』及び『産業連関表 (延長表)』をベースにし、製造業産業別の名目付加価値, デフレーター, 及び就業者数を求めた。サービス業については、基本的に『国民経済計算年報』を利用しているが、通信産業のデータ作成にあたり、『産業連関表 (延長表)』と『産業連関表』の雇用表を利用した。

参 考 文 献

- 新庄浩二・張星源 (1998) “情報化資本ストックの生産性効果の分析：日米比較” Discussion Paper 9811, 神戸大学経済学部
- 宮川努・浜渦純大・中田一良・奥村直紀 (2003) “IT 投資は日本経済を活性化させるか” ESRI Discussion Paper Series No. 41
- 元橋一之 (2003) “日本経済の情報化と生産性に関する米国との比較分析” RIETI Discussion Paper Series 02-J-018
- Beil, Richard O., George S. Ford and John D. Jackson (2003) “On the Relationship between Telecommunications Investment and Economic Growth in the United States,” SSRN Working Paper Series
- Gordon, Robert J. “Does the New Economy Measure Up to the Great Inventions of the Past ?” *Journal of Economic Perspectives* 14 (4), pp.49–74
- Gordon, Robert J. (2003) “Hi-Tech Innovation and Productivity Growth does Supply Create Its Own Demand?” NBER Working Paper 9437
- 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* 31 (1), pp. 125–211
- Nair-Reichert, Usha and Diana Weihold (1999) “Causality Tests for Cross-Country Panels : New Look at FDI and Economic Growth in Developing Countries,” mimeo
- Oliner, S. D. and D. E. Sichel (2000) “The Resurgence of Growth in the Late 1990s : Is Information Technology in Story?” *Journal of Economic Perspectives* 14(Fall), pp. 3–22
- Rouvinen, Petri (2002) “R&D-Productivity Dynamics : Causality, Lags, and ‘Dry Holes’,” *Journal of Applied Economics*, Vol. V. No. 1, pp. 123–156
- Shinjo, Koji and Xingyuan Zhang (2003) “Productivity Analysis of IT Capital Stock : The USA-Japan Comparison,” *Journal of Japanese and International Economics* 17, pp.81–100
- van Ark, Bart (2001) “The Renewal of the Old Economy : An International Comparative Perspective,” STI Working Papers 2001 / 5
- van Ark, Bart, R. Inklaar and R. H. McGuckin (2002) “Changing Gear : Productivity, ICT and Services Industries : Europe and the United States,” Paper presented to Brookings Workshop on Services Industry Productivity

IT Investment and Labor Productivity in Japanese Industries

Koji SHINJO (Kwansai Gakuin University)

and

Xingyuan ZHANG (Okayama University)

In this paper, we present comparisons of labor productivity growth between the IT sector and Non-IT sector in Japanese industries, and investigate the causal relationships between IT investment growth and labor productivity growth in both sectors. Based on VAR approach, our findings indicate that IT investment is not causing, but being caused by labor productivity growth, and show that the causality relationship exists from the IT investment in manufacturing industries to that in service industries.