

情報技術革新による経済へのインパクトと 金融政策のあり方について

(第8回国際コンファランス・バックグラウンドペーパー)

井上哲也

キーワード：情報技術革新、情報化パラドックス、経済統計の計測誤差、
スイッチングコスト、ネットワーク外部性、調整コスト、
相対価格、金融政策のコミットメント

要旨

本稿の目的は、第8回国際コンファランス「知識集約化と金融政策」における論点整理を行うことにある。

前半では、情報技術革新が経済に与えるインパクトについて、既存の経済理論モデルおよび実証分析を用いて整理する。すなわち、個別企業のレベルでの新技術の波及においては、既存技術からのスイッチングコストやネットワーク外部性が重要な役割を果たす。また、マクロレベルでは、こうした特性の集計的效果のみならず、資本の産業間での再配分や労働力の再教育などのコストのため、新技術の導入時期には一時的に経済パフォーマンスが悪化する可能性がある。加えて、物価等の主要経済統計における計測誤差は、経済主体による最適化行動を困難化しているが、その対応策には限界がある。

後半においては、経済全般で上記のような変化が進行している下での金融政策のあり方について、物価の動きに注目しながら議論を整理する。すなわち、物価指数の計測誤差は、金融政策のコミットメント達成に関する観測を困難化するため、中央銀行に対する信認を損なう可能性がある。また、情報技術革新に伴う生産力の向上と関連物価の下落は望ましいサプライショックとして捉えることが可能であり、アコモデートしないことが望ましい金融政策運営であるとの結論が導かれる一方、名目価格の硬直性や相対価格と一般物価の連動性が存在する可能性がある場合はこうした結論には慎重である必要がある。

1. イントロダクション

現在の経済社会においては、知識や情報といった無形で知的な価値が経済活動に占めるウエイトが高まっている。こうした動きは、CADやCAMなどの導入が進んでいる生産現場のみならず、在庫管理や人事など幅広い面でコンピュータ化が進むオフィスや、インターネット、携帯電話が急速に普及している家庭でも見出すことができる。このように、経済社会のあらゆる領域で進行する変化であるという特徴を踏まえると、われわれは、蒸気機関による機械生産が開始された第1次産業革命、電力や化学が出現した第2次産業革命に次ぐ第3次産業革命の中にあると捉えることもできよう。

こうした動きを推進している力は、コンピュータや通信ネットワークなどに代表される情報技術革新である。もとより、技術革新が経済成長の原動力であることは、経済成長論や経済史の分野では従来から認められてきた事実である。今回の情報技術革新も、蒸気機関や電力などと同様に、生産や雇用のみならず消費や投資を含めた経済活動全般を大きく変化させ、経済パフォーマンスを向上させることが期待される。すなわち、新技術を導入した企業には、生産コストの低下や意思決定の迅速化・正確化といったメリットが生ずることとなる。そして、こうしたメリットを目指してますます多くの企業が新技術を導入していくことによって、これらの企業のアウトプットを資本や中間投入として使用する企業にも効率性の向上が波及していくことになる。また、新技術の波及においては、ネットワーク外部性や産業としての費用逡減などの経路を通じた効果が生ずることも期待される。そして、これらの動きは、資源配分の効率化や人的資本の蓄積などを通じて、新たな産業を勃興させ、マクロ経済の成長を加速することが期待される。

しかし我々は、これまでのところ、こうした成果を十分には手にしていないのではないかという疑念が学界、政策当局の双方に根強く存在する。このような疑念は、70年代以降先進国に共通して発生した生産性上昇率の低下を受けて生み出され、以来、経済学者の幅広い関心を集めてきた。関連する多くの分析は、以下の2つの仮説に大別することができるであろう。第一の仮説は、価格と数量の両面における経済統計の計測誤差の存在にその原因を求める議論である。つまり、現在の経済統計が、技術革新によって出現した新たな財・サービスをそもそもカバーしていないということのみならず、無形の品質変化を適切に数量化することができないため、生産、投入や消費などを正確に計測できていないのではないかとの考え方である。他方、第二の仮説は、新技術が経済に導入される際における各種の調整コストの存在にその原因を求める議論である。ここでの調整コストとは、新技術を体化した資本設備を具体的な生産現場に適應させるための補完的な技術革新や、労働者に新技術に即した技能を身につけるための訓練、さらには、勃興する新産業に対して他の産業から資本を再配分するためのコストなども含まれる。以下に見るように、両者は相互に矛盾する仮説ではなく、われわれは両者ともに支持する材料を指摘すること

ができる。

そこで本稿では、これら両仮説を踏まえつつ、既存の理論モデルや実証結果を使用しながら、情報技術革新が経済へ影響を及ぼすメカニズムについて、ミクロ、マクロの両面から整理する。すなわち、ミクロのレベルでは、既存の技術からの転換に係るスイッチングコストや新技術の有するネットワーク外部性などの要素が、個別の経済主体による最適化行動に影響を与えることによって、時間的ラグを生み出す可能性を示す。また、マクロのレベルでは、個別の経済主体において生じた各種の調整コストや補完的資源投入の集計的効果に加え、新技術の導入に伴う収益率の格差によって生ずる資本の移動や労働の再教育において生ずるコストのため、新技術の波及プロセスにおいては、マクロ経済のパフォーマンスが停滞ないしは低下する可能性を示す。さらに、経済統計の計測誤差が、相対価格変動の正確な観測を困難化することを通じて、企業や家計による最適化行動を妨げる可能性も提示する。

このように情報技術革新がマクロ経済に何らかのインパクトを有する以上、金融政策のあり方に対しても何らかの影響を与えることが考えられる。こうした議論に直接に応用しうる理論モデルや実証分析は多くないため、本稿では、情報技術革新が価格メカニズムに与える影響に着目しながら、今後の議論の方向づけのための試論として、金融政策のあり方に関する論点を整理することとしたい。

2. 情報化パラドックスとその説明仮説

A. 生産性パラドックスと情報化パラドックス

第2次世界大戦後の米国においては、戦争終了による需要不足の懸念を払拭する形で経済成長率が大きく上昇した。こうした中で注目すべき動きは、全要素生産性や労働生産性が急上昇したことである。Abramovitz and David [1996] や Freeman and Soete [1997] といった経済史家の分析によれば、このような生産性上昇は第1次産業革命以降の産業社会にとって体験したことのない事態であった。しかも、こうした生産性の向上が、米国だけでなく欧州諸国や日本にも共通して見られた点も特徴的であった。しかし生産性の上昇トレンドは、70年代入り後、特に第1次オイルショック以後に急速に減速し、米国においてはそれまで3%台であった上昇率が1%を割り込む水準にまで低下した(図表1)。最初にこの問題を体系的に扱ったのは Nordhaus [1972] であり、米国経済が生産性の低いサービス産業へシフトしていることをその主因として指摘した。その後80年代になっても、生産性上昇率は幾分改善したものの、その停滞は引き続き大きな問題であり続けてきた。

こうした状況に新たな問題意識と実証分析を持ち込んだのが Baily and Gordon [1988] である。彼らは、すでに増大を見せていた情報化関連投資と生産性上昇率の停滞とを結びつけ、「情報化パラドックス」という新たな問題を提示した。すなわち、各企業が種々のメリットを目指して情報化投資に積極的に取り組んでいるにもかかわらず、マクロ経済パフォーマンス - 特に生産性 - には目立った改善が見ら

れないという問題である。後にGriliches [1994] やVan Ark and Pilat [1993] が明らかにしたように、生産性上昇率の低下も先進諸国に共通して見られる事象となったことに注意しておきたい(図表 1)。そして、米国を含めた先進諸国では、その後情報化投資が急増したにもかかわらず、生産性上昇率はわずかに改善する兆しは見られるが、60年代の水準にははるかに及ばないという意味で、「情報化パラドックス」は今日までカレントな問題となっている¹。この間、「情報化パラドックス」を対象とする多くの研究論文が提示されたが、これらの議論は、経済統計に関する議論と新技術の導入に関する調整コストに関する議論の2つに大別することができる。以下では、そのそれぞれについて詳細に検討していくこととする²。

B. 経済統計の問題

最初に、経済統計の問題に関する仮説を検討する。この仮説は、情報技術革新の成果として生じた財やサービスの価値が正しく経済統計に反映されていないために、GDPが過小推計されていたり、こうした財・サービスを資本や中間投入として使用する産業の付加価値が正しく評価されていないとの考え方である。この仮説は、経済統計の対象にはなっているが経済価値が正しく捕捉されていない領域が存在すること、そもそも経済統計の対象となっていない領域が存在すること、の2点を指摘していると考えることができる。以下では、そのそれぞれについて詳しく検討する。

図表 1 OECD主要国の全要素生産性伸び率 (Summary from Diewert and Fox [1997])

Year/Country	(Average Annual Growth Rate)						
	USA	JPN	CAN	CHE	DEU	FRA	GBR
1961-65	2.25%	6.21%	2.56%	2.72%	3.21%	3.64%	1.85%
1966-70	1.01%	6.85%	1.85%	2.64%	2.67%	3.26%	3.00%
1971-75	0.50%	2.05%	1.59%	0.30%	2.48%	2.39%	2.02%
1976-80	0.41%	1.11%	0.76%	1.32%	1.56%	2.19%	0.90%
1981-85	0.62%	1.53%	1.18%	0.41%	1.38%	1.91%	1.75%
1986-90	0.52%	2.11%	0.15%	1.91%	2.10%	1.46%	1.06%
1991-92	0.56%	1.54%	-0.29%	0.25%	2.11%	-0.02%	0.58%

CAN: Canada, CHE: Switzerland, DEU: West Germany, GBR: Great Britain

1 Morrison and Berndt [1991] やMorrison [1997] といった実証研究は、個別企業レベルでは収穫逓増が存在することを示している。これらの結果が正しいとすれば、「情報化パラドックス」の原因はマクロのレベルに存在することとなる。

2 Brynjorffsson [1993] やSichel [1997] は仮説を以下のように類型化している： 1) ミスマネジメント (過剰な情報化投資) 2) 再分配 (情報化投資は私企業に利潤をもたらすが、社会的コストも発生) 3) 学習効果 (情報化投資の学習効果の途上) 4) 情報化関連資本ストックの過小 (資本ストックに占める情報化関連部分の小ささ) 5) 計測誤差。このうち、 1) から 3) までは新技術の導入における調整コストに係る議論であり、 4) と 5) は経済統計に関する議論であることに注意されたい。

B-1. 価格指数の問題

経済統計の問題に着目するこの仮説に関して、最も重要なのは価格の計測誤差であろう。すなわち、情報技術革新によって、既存の財やサービスであっても品質が改善したり機能が向上したりしており、また、これを映じた需要の代替も生じているが、これらが物価指数の算出の際に十分に考慮されない結果、最終需要や中間投入の価値を正しく把握していない可能性があるわけである。そして、このことが事実であれば、GDPや付加価値の過小推計という問題をもたらすことは明らかであろう。

先にあげたNordhaus [1972] 以来、価格指数の問題を扱った実証分析は数多く存在する。例えば、Gordon [1990] は耐久消費財の価格指数が年率3%もの過大推計となっていることを示しているほか、白塚 [1995] による我が国の自動車価格、Berndt and Griliches [1993] によるパーソナルコンピュータ価格、Dulburger [1993] による半導体価格、Brown and Greenstein [1995] によるメインフレームコンピュータ価格など多くの実証分析は、多くの耐久消費財や資本財の価格が品質調整の不十分さのために過大推計となっていることを示している。さらに、Gordon and Griliches [1997] やKozicki [1997] は不完全競争や財のライフサイクルの存在がこうした誤差をより大きくしている可能性を指摘している。

しかし、問題がより深刻なのはサービス産業の領域であろう。つまり、情報技術革新が生産活動に与える影響の多くは、対事業所サービスでの領域で生ずるものと考えられる。こうしたサービスは品質調整が困難であることに加えて、そもそもサービスの利用量に応じた価格付けやクロス・ライセンスのように多種多様な取引形態に応じた価格体系を設定することが可能であるため、「代表的」な取引価格を観測することすら困難であるケースも多い。このような問題の深刻さは、情報化パラドックスに関する分析の嚆矢となったBaily and Gordon [1988] によって確認された。すなわち、彼らの分析において計測誤差が最も重大な業種として掲げられた金融保険、建設、小売、運輸のうち3つがサービス産業に属している。また、消費者物価指数の計測誤差問題を扱ったBoskin [1996] に引用された多くの実証例もサービス産業を扱っている。加えて、Slifman and Corrado [1996] は90年代に入って企業が注力したアウトソーシングの結果として、従来は比較的正しく捕捉されていたサービスの産出が捕捉されにくくなった可能性があることを指摘している。こうしたサービスにおける経済統計の問題と、GDPなどのマクロ指標で見たサービス産業のウエイトの増大とを考え合わせれば、情報化パラドックスに対する一つの説明仮説となりうる。実際、Darby [1992]、Griliches [1994]、Kozicki [1997]、Nordhaus [1997]、Nakamura [1997] らは、こうした切り口によって、「情報化パラドックス」に対する一つの説明仮説を提示している³。こうしたサービス化は最終需要レベルに限ったものではなく、生産における中間投入でも急速に進行している。例えば、

3 Goldfinger [1997] は、米国経済において正確に産出が計測されている領域のシェアが、1947年50%から1990年には30%まで低下したとのR.Gordonの推計を引用している。

Stewart [1997] は自動車生産における投入の約 7 割がコンピュータによるサービスなどの無形のインプットであるとの推計を示しているほか、Wynne and Sigalla [1996] も中間投入価格における代替効果による上方バイアスが0.3%あるとの推計結果を提示している。このように、価格指数の計測誤差の問題は中間投入を通じて付加価値の正確な推計にも影響を及ぼしているわけである⁴。

B-2. 新たな財・サービスの捕捉の問題

経済統計に関するもう一つの大きな問題は、情報技術革新によって新たに出現した財やサービスがそもそも捕捉されていない可能性である。先に見たSlifman [1996] の論文は、アウトソーシングを引き受けた対事業所サービス業の生産が経済統計によって捕捉されていないことを主張している点でこの問題も合わせて議論している。また、Meltzer [1997] はコンピュータソフトウェアの生産がハードウェアの1.5倍にも達しているとの推計を示し、情報技術革新によるキープロダクトともいべきソフトウェアの生産すら正確な捕捉からは程遠い状態にあることを指摘している。こうした問題は先進国に共通しており、溝口 [1996] は1974年から93年における我が国での情報化関連サービスの生産額は公式な統計が示す値の1.2倍から1.7倍にも達していたことを示している。

この問題に関連して、新たな財・サービスがその経済的な性格を正しく反映したカテゴリーによって捕捉されていない可能性があることにも注意する必要がある。その代表例がコンピュータソフトウェアである。ソフトウェアは、製品の設計や経理などのために継続して使用される場合、工作機械やトラックなどと同様に資本としての性格を有することは明らかである。しかし、これまで先進諸国で使用されてきたSNAにおいては、ソフトウェアは中間投入として扱われてきた。このことは、ソフトウェアの使用期間におけるGDPの計測を歪めることとなる。すなわち、ソフトウェアの導入の際には、本来は投資であるにもかかわらず中間投入として扱われるため、GDPは過小評価される。他方、ソフトウェアの使用期間においては、本来は減価償却を計上すべきところが計上されないため、GDPを過大評価することとなる。このようなフローの効果に加えて、ソフトウェアを正しく資本として扱わないことは、資本ストックを過小推計していることにも注意する必要がある。

B-3. 計測誤差への対応策

「情報化パラドックス」を経済統計の計測誤差から論じた実証研究は本稿に挙げた代表例を含めて数多く存在するが、具体的で現実的な対応策については、多くの国の物価指数において、代替効果の調整を企図して幾何平均が使用されている以外にはあまり多くないのが実情である。

4 サービス産業の付加価値が正しく計測できないことはGDPの計測に重要な問題をもたらすこととなる。その理由は、サービス産業の場合、投入要素の多くの部分を労働が占めているため、粗生産に対する付加価値の比率が高いからである。

物価指数にとって最も大きな問題である品質調整に関してはヘドニック・アプローチが存在する。Boskin [1996] をはじめとする多くの研究論文が、ヘドニック・アプローチに対し、経済理論に裏打ちされたほとんど唯一の対応策としてポジティブな評価を与えているが、日米両国で実際に適用されている財は限定的である⁵。その理由としては、特性の選択における恣意性の排除やヘドニック・アプローチの基盤となるランカスター理論と指数理論との関係の明確化といった理論的な課題が残っていることが挙げられるほか、多くの統計作成機関は、特性に関するデータの収集に大きなコストがかかることを問題視している。他方、代替効果に関しては、幾何平均の使用が有効であることが明らかになっている（白塚 [1995] 等）。しかし、Wynne and Sigalla [1996] が指摘するように、消費における代替効果の相対的なウエイトは品質変化に比べて大きくない可能性も高い。このように、残念ながら、価格指数の計測誤差に関して決定的に有効な対応策を挙げることは難しいように思われる。

他方、新たな財・サービスの捕捉に関しては、Boskin [1996] が消費財に関して指摘したように、新たな財・サービスの産出や中間投入をいち早く経済統計に取り込みうように努力すること以外には対応策が存在しない。このような対応は、統計作成部署への資源投入を増大させることが必要であるほか、調査報告者の負担を増加させることを考慮すると、実際には採用することが難しい可能性もあることに注意する必要がある。なお、資本と中間投入との正しい区分に関しては、先に発表された93SNAを各国政府が採用していくことで対応は進展する。しかし、93SNAが有効に機能するためにはソフトウェアの生産や取引の正確な捕捉が必要となるが、小規模業者の存在やネットを通じた販売、さらには多種多様な価格設定などを考慮すれば、大きな困難を伴うことが明らかである。こうして、新たな財・サービスの捕捉に関しても、決定的に有効な対応策は見当たらないのが実情である。

C. 調整コストを巡る議論 - 経済史からの教訓

「情報化パラドックス」に対するもう一つの説明仮説は、新技術の導入に伴う各種の調整コストにその原因を求めるものである。ここでの調整コストとは、新技術を体化した資本設備の設置に係る費用のみならず、コンピュータソフトウェアの開発や労働者の再教育のような補完的な投資に係るコストに加え、物的資本や人的資本を成長する新規産業へ再配分するためのコストまでを含むものである。そこで、以下ではまず、過去の産業革命に関する経済史家による分析の中から、今次局面を考える際に有用と思われる議論をレビューすることとする。

C-1. 時間的ラグの存在

Crafts、David、Mokyr、Freemanといった多くの経済史家は、今次局面を過去の

.....
5 米国と日本においてはコンピュータ関連品目に適用されたものの、その後適用範囲の拡大は生じていない。

産業革命と明示的に比較した上で、過去の産業革命から得られるインプリケーションを整理して示している。彼らが最も強調している点は、産業革命を特徴づける基幹技術の導入からその成果がマクロ経済にインパクトを生ずるまでにかなりの時間を要したという点である。David [1994] やFreeman and Soete [1997] は第2次産業革命における基幹技術であった電力について、ニューヨークに本格的な発電所が初めて開設されたのが1881年であったのに対し、約10年を経た1889年にも工場の電化率はわずか5%に止まっており、これが過半数に達したのはさらに約20年を要したことを示している。このように考えると、情報化投資が本格化した時点をいつとして捉えるかという問題はあるにせよ、我々が情報処理や通信に関する近年の急速な技術革新の成果を手にするまでにはまだ時間が必要であるとの推論が成り立つこととなる(図表2)。このような推論に対しては、「電力が導入された当時に比べて、現在の技術革新ははるかに急速であるから、こうしたラグはより短期に終わるはずである」との反論も可能であろう⁶。そこで、このような時間的ラグがどうして生じたのかを含めて、過去の産業革命における新技術の導入や波及の特徴についてより詳しく見ることとする。

C-2. 新技術の導入や波及における特徴

C-2-1. 市場メカニズムによる新技術の波及

第一に注目すべきポイントは、新技術の導入や波及が市場経済の力によって達成されている点である。確かに、第2次産業革命における化学や今回のスーパーコンピュータなどに代表されるように、軍事や宇宙開発に関連する基幹技術の開発においては、国家が重要な貢献をしていることは事実である。しかし、それらを含めて新技術を商業化して市場に送り出したのはいうまでもなく利潤最大化を目指す私企業であり、それを私企業や家計が利潤や効用の最大化の下で購入することこそ、新技術を経済全体へと波及させていった原動力である。そして、こうした市場メカニズムに注目することで、さらに以下のような特徴を指摘することができる。

まず、研究開発の商業化を挙げることができる。こうした動きは第2次産業革命の時期における電機産業や化学産業に既に見られていたが、今次局面ではほとんどの産業においてより大規模に展開されている(図表3)。Crafts [1996] やFreeman and Soete [1997] は、第1次産業革命の時期と第2次産業革命の時期との経済成長率の差異の原因の一つとして、研究開発活動が後者の時期に初めて組織的に行われたことを指摘している。研究開発によって得られる新技術には、非競合性や非排除性といった外部性が存在することから、多くの国では、知的所有権制度を導入することで研究開発のインセンティブ確保を図っている。Klenow [1996] らが強調するように、先進国では基盤的な研究は国家や大学が行い、企業はそれを商業化するための応用研究を行うという形での住み分けが成立していると考えることができる。

6 Mokyr [1997] は逆に、コンピュータは過去の産業革命における技術とは異なり、人間との微妙なインターフェイスに関わるものであることを理由に、過去の産業革命よりも波及が容易ではないと主張している。

図表2 電力に関する主要な発明と動力源としてのシェア(Summary from Devine[1983])

	1870	1875	1880	1885	1890	1895	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930
a	Steam 52% Water 48%	Steam 64% Water 36%		Steam 78% Water 21% Electricity <1%	Steam 81% Water 13% Electricity 5%			Steam 65% Electricity 25% Water 7%		Electricity 53% Steam 39% Water 3%			Electricity 78% Steam 16% Water 1%
b	1870 DC electric-generator (hand-driven)	1873 Motor driven by a generator	1878 Electricity generated using steam engine	1879 Practical incandescent light	1882 Electricity marketed as a commodity	1883 Motors used in manufacturing	1886 Westinghouse markets AC polyphase induction motor; General Electric Company formed by merger	1893 Samuel Insull becomes President of Chicago Edison Company	1895 AC generator at Niagara Falls	1900 Central Station steam turbine and AC generator	1907 State-regulated territorial monopolies	1917 Primary motors predominate; capacity and generation of utilities exceeds that of industrial establishments	

a Share of power for mechanical drive provided by steam, water and electricity

b Key technical and entrepreneurial developments

図表3 半導体に関する主要な発明 (Summary from Dosi [1981])

<Innovations>	<Firm>	<Year>
Single crystal growing	Western Electric	1950
Integrated circuit (IC)	Signetics	1962
Light-emitting diodes	Texas Instruments	1964
Beam lead	Western Electric	1964
CCD	Fairchild	1969
SRAM	Intel	1969
DRAM	Intel	1971
Microprocessor	Intel	1972

他方、技術革新に伴うリスクとしては、技術的なリスクに加えて、その研究開発の成果が商業的に成功するかというリスクが存在することにも注意する必要がある。企業の研究開発が商業化部分を主体にしている以上、商業的リスクは大きなウエイトを占める一方、そのコントロールは容易ではないように思われる。例えば、Freeman and Soete [1997] は、米国のBell研究所において研究者がレーザーを発明した際に、同研究所の法務セクションが、本業である通信の改善に貢献するはずがないとして特許の申請すら拒否しようとしたとの実話を報告している。また、Rosenberg [1996] も、1950年代初頭にはIBMの幹部が世界のコンピュータ需要はわずか数台に止まるとの悲観的な予想を持っていたことや、19世紀末に電話の特許がわずか10万ドルで売りに出されたものの買い手がつかなかったことを報告している。これらの興味深い実例は、研究開発の成果として得られた新技術を波及させる上で、商業化に伴うリスクのコントロールが困難であることが大きな障害となりうることを示している。

商業化に伴うリスクは、各種の外部性や不完全競争の存在のためにそのコントロールが一層困難となる。新技術は特定の企業の中で生まれ、差別化された財やサービスの形で商業化されるわけであるから、知的所有権制度が存在しなくとも、研究開発は不完全競争の形で進行する。その結果、個別企業による戦略的な行動がマクロレベルでのパフォーマンスに大きな影響を及ぼすこととなる。以下に見るように、新技術の非排除性や非競争性と不完全競争の下における個別企業の行動こそが、新技術の導入自体やその波及を遅らせたりする可能性が存在するわけである。

C-2-2. システムとしての技術

次に強調すべき点は、過去の産業革命においてマクロ経済にインパクトをもたらしたのは単発の新技術ではなく、新技術のシステムであったという点である。例えば、第2次産業革命における新技術は電力であるが、これは発電機の発明のみによって経済全体へ波及したわけではない。David [1994] が明らかにしたように、電球の発明に始まり、電動機を使用した各種の工作機械や電話や無線の発明によってこそ、電力は次第に各種の工場や家計に浸透していったのである。さらに、電動機を最も効率よく使用するための工場建屋の構造変化についても新技術のシステムに含まれるべきであろう⁷。Freeman and Soete [1997] も、電話や鉄筋の高層建築、そして官僚的な会社組織の利用によって出現した鉄道業や製鉄業の大企業も、第2次産業革命にとっての新技術のシステムであることを強調している。このように、新技術の波及にとっては、そのシステムの構成要素を生み出すための補完的な研究

7 David [1990] は工場建屋の変化の重要性について以下のように議論している。すなわち、蒸気機関は非常に大きくかつ高価であったため、工場に1台のみ据え付けられ、ベルトやシャフトによって動力を共用するのが一般的であった。効率的な動力の伝達のために、建屋は垂直的に多層構造となっていた。これに対し、電動機は小型であるため工場内に分散配置されるようになり、建屋は多層構造化する必要がなくなったため、建築コストが大きく低下した。

開発が極めて重要であることがわかる。そして、こうした補完的な研究開発自体も、商業的なリスクの下にある個別企業の手によってなされなければならないのであるから、このことにかかる時間やコストも新技術の波及に係る時間的ラグの原因である可能性がある。David [1990] や北村 [1997] が強調するように、今次局面においても、コンピュータの技術革新だけでなく、コンピュータを活用するための新たな会社組織のあり方や消費者の行動の変化までを考慮すべきであろう。

一連の議論から得られるもう一つのポイントとして、スイッチングコストの影響を挙げることができる。すなわち、産業革命といっても、経済に存在する資本や会社組織が一気に更新されてしまうわけではなく、個別企業が既存の資本や労働に関するスイッチングコストを考慮しつつ、そのメリットを推定した上で新技術の導入を決断するわけである。従って、スイッチングコストの存在が新技術の波及を遅らせる可能性があることは明らかであろう。David [1990] は、第2次産業革命において早期に電力を導入した産業は、石油化学や特殊鋼のように既存の資本設備からのスイッチングコストのない新興産業であったことを報告しており、ここでの議論を裏付けている。そして、多くの企業が次第に新技術への転換を進めていく局面においては、後に見るように、経済パフォーマンスは種々の興味深い動きを示すこととなる。

C-2-3. 相対価格の変化

最後に強調しておきたいポイントは、過去2回の産業革命の双方において相対価格の大きな変化が生じたことである。このような変化は、第1次産業革命における繊維産業や第2次産業革命における鉄鋼、化学、機械の各産業に特徴的に見られるように、規模の経済性の結果として生じている。例えば、Freeman and Soete [1997] は、第2次産業革命の時期における鋼鉄の相対価格の大きな下落こそが、高層ビルや鉄道ネットワークの構築、さらには自動車生産を商業化することを可能にしたことを強調している(図表4)。また今次局面に関して Sichel [1997] は、コンピュータサービスの価格が適切な品質調整を行うと年率7%程度の割合で下落していることを示し、これはGordon [1990] が示した鉄道や電話の普及時期における価格下落率と同水準であることに注意を促している(図表5)。

相対価格の変動は、企業や家計の消費の代替を通じて企業間や産業間の利潤や限界生産力のバランスを変化させ、物的資本や人的資本の企業間や産業間での再配分を促すこととなる。しかし、A. AbelやV. Rameyによる「投資の不可逆性」に関する議論からも明らかのように、こうした資本の再配分には、既存の資本設備をスクラップしたり、労働を再教育するための時間やコストを要することに注意が必要がある⁸。そして、これらも新技術の導入から経済全体の波及までの時間的ラグの要因となっている可能性があるわけである。

8 例えばRamey and Shapiro [1997] は、投資の不可逆性を仮定した下で、需要ショックによる物的資本の再配分に伴うマクロ経済パフォーマンスの変化をシミュレートしている。

図表4 米国における鋼製レールの相対価格 (Freeman and Soete [1997])

Year	Steel rails, \$ per ton	Consumer price index
1870	107	38
1875	69	33
1880	68	29
1885	29	27
1890	32	27
1893	28	27
1895	24	25
1898	18	25
1910	28	28
1920	54	60
1930	43	50

図表5 コンピュータサービス、電話、交通の価格 (Sichel [1997])

Item	Period of coverage	Observed price change (percent, annual rate)	GDP or GNP deflator (percent, annual rate)	Real price change (percent, annual rate)
Computing services	1987-1993	-4.4	3.5	-7.9
Electricity	1899-1948	-4.5	2.5	-7.0
Rail transit	1850-1890	-2.7	0.0	-2.7
Airline transit	1935-1948	0.2	5.0	-4.8

Source: Computing services prices from table 3-4. Electricity prices from Gordon (1992). Airline transit prices from Gordon (1991). Rail transit prices from Fishlow (1966, p. 585); the figures in the table aggregate Fishlow's prices for freight and passenger rates using a Tornquist index. Real price changes equal nominal price changes less change in GNP or GDP deflator. For 1850-1890, the GNP price deflator is from Gallman (1966). For 1899-1929, the GNP price deflator is from Balke and Gordon (1989), and for 1929-1993, the GDP price deflator is from U.S. Department of Commerce (1992) and *Survey of Current Business*.

相対価格変動の影響については「情報化パラドックス」との関係についても付言しておきたい。Greenwood, Hercowitz and Krusell [1997] は、品質変化を適切に調整すると、1954年から90年の間に資本設備の価格が年率3%で下落し続けたとの実証結果を提示した。この結果が正しければ、従来の実証研究は物的資本の投入を過小評価し、その結果として全要素生産性の伸びを過大評価していることとなる。すなわち、「情報化パラドックス」の真の姿はより深刻なものであるとの結論が導かれる。

3. 新技術の導入・波及とそのインパクト

「情報化パラドックス」に対する上記の2つの説明仮説 - 経済統計の計測誤差に原因を求める議論と種々の調整コストの存在に原因を求める議論 - とは相互に両立可能な議論である。そこで、これら両者の議論を踏まえながら、既存の理論モデルや実証結果を使って、新技術が経済に与える影響について整理することとする。

A. 新技術の導入・波及が経済に効果を生ずる経路

本節ではまず、新技術の導入・波及の効果を標準的な枠組みで整理する。各企業は、生産コストの低下や意思決定の効率化といった効率性向上を目指して新技術を導入する。こうした目的が実現すれば、既存の財・サービスがより低い相対価格やより高い品質で供給されるようになったり、新たな財・サービスが提供されるようになるであろう。このため、こうした財・サービスを資本や中間投入として使用する企業にも効率性の向上が波及していくことになる。さらに、情報関連技術の波及においては、ネットワーク外部性や産業としての費用逓減などの経路を通じた効果が生ずることも期待できる。これらによるマクロ的な効果は、総供給曲線の右方シフトと捉えることができる。同時に、企業や家計による投資や消費の需要増大によって、総需要曲線も右方シフトするものと捉えることができる。こうして、新技術の導入や波及はインフレ率の上昇を伴わずに経済成長を加速しうる可能性があるわけであり、この間、マクロレベルでの資源配分の効率性上昇や人的資本の蓄積の加速といった望ましい動きを伴う可能性が高いことにも注目する必要がある。

もっとも、技術には非排除性や非競争性といった特性が存在することに注目すると、新技術の導入・波及のメカニズムにはより興味深い特徴が加わることになる。こうした外部性の存在による影響は、New Growth Theoryのモデルを用いて検討することができる。例えば、Romer [1986] やBarro [1990] は新古典派成長モデルに外部性を有する政府支出を考慮することで、内生的成長や収穫逓増といった特徴的な結論を得ているが、この政府支出を経済全体で共通して使用される新技術と読み替えることは容易である。実際、Romer [1990] やMuniagurria [1995] は技術を物的資本や人的資本と並ぶ生産要素として集計的生産関数に導入する一方、技術については減耗がないといった仮定を追加することで、マクロレベルでの収益逓増モデルを提示している。

収穫逓増が実際に生じているとすれば、福田 [1997] が整理しているように、複数均衡が存在するために各国間での経済成長率格差の拡大などのように注目すべき効果が生ずる可能性がある。しかし、収穫逓増に関する実証結果を見ると、マクロレベルではコンセンサスが得られていないのが実情である⁹。すなわち、リアル・

9 ミクロのレベルでも、収穫逓増に関する実証結果は必ずしも一致していない。Morrison [1997] は企業レベルでの収穫逓増を示唆している一方、リアル・ビジネス・サイクル学派による多くの分析は、企業レベルでの収穫逓減を主張している。

ビジネス・サイクル・モデルを巡る議論の中で、当初、Hall [1988] らは収穫逓増を検出したと主張したが、その後提示されたAiyagari [1994]、Burnside [1996]、Basu and Fernald [1997a]、同 [1997b] など一連の分析は、不完全競争によるマークアップや資本の稼働率の変動を考慮したり、中間投入の計測をより正確なものとする、収穫逓増は検出されなくなるとの反論を展開している。これらの分析の多くは、同じ前提での比較を行う観点などもあり、D.Jorgensonによる1980年代中盤までのデータセットを用いているため、その後における情報化投資の増加が反映されていない点には留意することが必要であるが、本稿の議論にとって2つの重要なインプリケーションを与えているように思われる。すなわち、第一に、マクロ経済のパフォーマンスを考える際には、物的資本や人的資本のみならず中間投入も正確に捉える必要があり、ここに価格指数の計測誤差が存在した場合には結論を大きく左右してしまう可能性がある点である。また、第二にはAiyagariらの反論が正しいとすれば、少なくともTFPのレベルは一般に計測されているよりも低いことである。彼らの議論からは、TFPの伸び率自体がどのような影響を受けるのかは必ずしも明らかではないが、「情報化パラドックス」はこれまで議論されてきたよりも一層深刻である可能性があるわけである¹⁰。

新技術の有するネットワーク外部性も、その導入や波及のメカニズムに影響を及ぼすことが考えられる。しかし、Greenstein, Lizardo and Spiller [1997] によるデジタル通信ネットワークの外部性に関する実証分析に見られるように、ミクロレベルでの価格などへの効果を議論することは比較的容易であるが、マクロレベルでの実証は、上に見たような経済成長論などの理論モデルの存在にもかかわらず、実証分析は数少ないのが実情である。その理由の一つは、新技術のマクロ的な波及メカニズムがうまく捉えられていないことに求めることができる。この点に関し米国の一部の経済学者は、特許の取得や引用に関する膨大なデータを利用した実証研究を試み始めている。その結果、例えば、Eaton and Kortum [1996] は米国以外のOECD諸国では特許情報による技術移転が経済成長に大きく貢献しており、こうした効果は受け入れ国側の人的資本のレベルに依存することを示しているほか、Jaffe and Trajtenberg [1996] は特許の申請数では国家や大学が上回っているものの、引用数では企業が申請した特許が上回るといった事実を報告している。しかし、Griliches [1994] が指摘するように、これらの分析から新技術の波及に関する推論を進めるためには、特許と実用化される技術との関係やその関係の安定性をより明確化することが必要である。すなわち、これらのような特許を用いた実証は、stylized factを積み上げていく段階にあるものと捉えるべきであろう¹¹。

10 全要素生産性を測定する際に、粗生産を使用すべきか付加価値を使用すべきかも難しい問題である。例えば、経済統計の計測誤差の存在を考慮しても、いずれの方法とも品質調整に関する問題を内包していることがわかる。すなわち、粗生産を用いても集計の問題が存在する一方、付加価値を用いても人的資本や物的資本の投入の実質化の問題が存在する。

11 Cabarellero and Jaffe [1993] は、米国では研究開発費用に対する特許登録件数の比が低下していることも示している。これは非常に興味深い事実であるが、研究開発自体の生産性が低下しているとの結論を下すためには、特許1件当たりに含まれる技術内容の推移をチェックする必要がある。

B. 新技術の導入や波及における調整コスト

さて、このように新技術の導入は多様なルートを通じて経済全般のパフォーマンスを向上させる可能性を有するわけであるが、過去の産業革命の経験が示すように、こうした成果は短時間のうちに手にしうるものではなく、種々の調整コストの存在によって影響を受けることが考えられる。従って、本節においては、既存の理論モデルと実証研究の成果を用いることでこうした調整コストの効果について整理することとしよう。

B-1. 個別企業のレベルで作用する調整コスト

市場経済の下では、新技術の導入・波及によるマクロ的な効果は分権的な個別企業による意思決定の集計として現れることとなるから、個別の企業にとっては、技術進歩の動向の予測に不確実性を伴うこととなる。これに加えて、既に見たような組織的な研究開発の展開によって、市場の標準的な技術自体がめまぐるしく変化することが考えられる。このため、個別企業にとっては、既存の技術からの最適な転換時点を決定するに際して、技術のスイッチングコストの存在が大きな影響を及ぼすこととなる。Bresnahan and Greenstein [1996] は企業内のコンピュータシステムにおけるスイッチングコストが、単にハードウェアの購入コストのみならず、適合するソフトウェアの開発や情報システム部局のスタッフの再教育、さらにはエンドユーザーにおけるコンピュータの使用方法の変更に至るまで極めて多様な内容を含むことを示している。

スイッチングコストが存在する場合、Farrel and Saloner [1986]、Klemperer [1987a]、[1987b] といったモデルが示すように、デファクト・スタンダードのロックイン効果が生ずる可能性がある。もっともスイッチングコストは、新技術の導入にとって常に支障となるわけではないことに注意する必要がある。例えば Stein [1997] は、スイッチングコストを「創造的破壊」 - J.Schumpeterが提示した概念であり、新たな財・サービスや新技術の内生的な導入が既存の財・サービスや技術を駆逐していく動き - の枠組みで議論している。このモデルにおいては、需要者に生ずるスイッチングコストが学習効果などのために増加する一方、進行する技術革新が潜在的な参入を促進するという相反する効果が仮定されている。このため、ある技術が市場を支配する期間が長くなればなるほど継続して市場を支配する確率が上昇する一方、新規参入による新技術への転換がいったん生ずると次々に転換が繰り返される確率が上昇するという興味深い結果が得られている^{12 13}。

さて、過去の産業革命においても単発の技術でなくシステムが大きな役割を果た

12 しかし、Aghion and Howitt [1992] は、技術革新の加速化自体が研究開発のインセンティブを損なう可能性を指摘している。なぜなら、こうした状況下では、潜在的な参入者は短い期間しか市場を支配しえないと予想してしまうからである。

13 創造的破壊に関連する議論として、不況期は非効率的な企業を一掃するという意義を有するとの考え方（クレンジング効果）も存在するが、実証的には否定的な結果が目立つ（例えば、Cabarelló and Hammour [1994] を参照）。

したことを考慮すると、今次局面においてはコンピュータと通信ネットワークが結合したシステムがこうした役割を担うであろうと考えることができよう。Milgrom and Roberts [1990] は、生産現場に導入されたコンピュータが、CADやFMSのような高度な利用形態に移行したり、外部とネットワーク化されることで在庫管理や資金決済にも使用されるようになっていくことで、企業の生産活動全般を大きく効率化していくことを示している。近年、先進諸国では、コンピュータハードウェアの生産の伸びと同様に通信関連の投資が急増していることからみても（図表6）、こうしたシステムの拡大によるマクロ経済へのインパクトは極めて大きなものとなることが予想できる。

Katz, Shapiro, Bergらによって経済学に導入されたネットワーク外部性の議論は、一言で言えば、需要者が増加すること自体によって需要から得られる効用が増加するメリットを指している。このメリットを、企業の生産活動における当該生産要素の限界生産性の向上と読み替えることによって、ネットワーク外部性の議論を企業活動に応用することは容易である。そして、ネットワーク外部性は、システムのユーザーにおける完全な互換性が達成されれば、経済パフォーマンスにとって望ましい特徴であることは明らかであろう。Milgrom and Roberts [1990] は、小売店や銀行がより多く接続することによって、メーカーにとってのコンピュータネットワークの価値が高まることを示している。

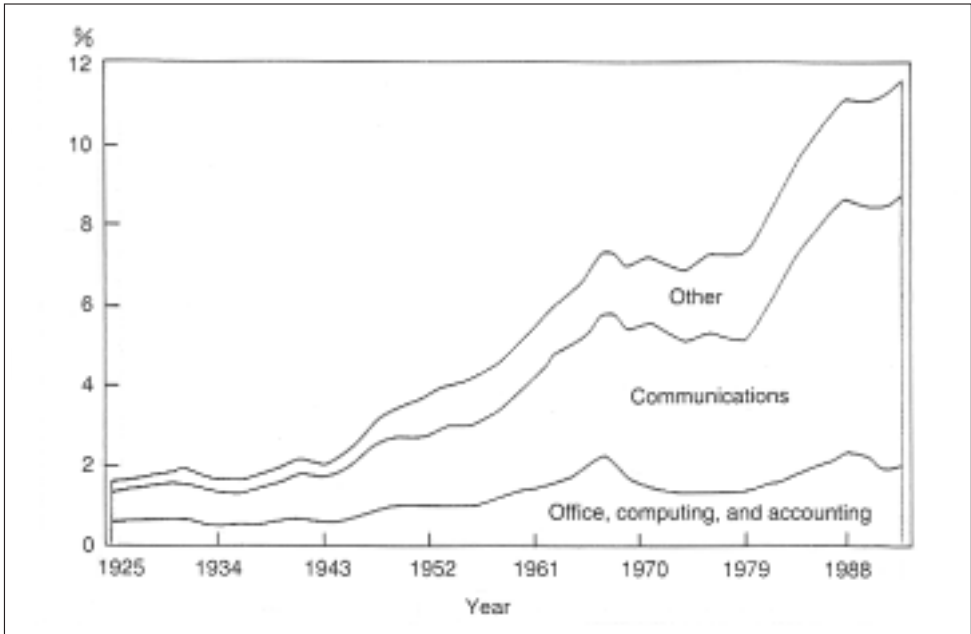
しかし、より現実的な状況として、こうしたネットワークが統一されていない場合には、完全な互換性という最適性を達成するには困難が伴う。例えば、Katz and Shapiro [1985] やMatutes and Regibeau [1988] がモデル化したように、個別企業にとって生産する財・サービスに互換性を付与するためにコストが生じる場合には、ネットワーク外部性によって互換性上昇の対価が他企業にリークする可能性があるために、当該企業は意図的に非互換的な財・サービスを提供する可能性もある。また、急速な技術革新が進行する下では、将来どのような技術内容が標準の地位を占めるかを予想することが困難となるが、加えてネットワーク外部性が存在した場合には、個別企業による新技術の導入はより慎重化する可能性があり、結果としてその波及を遅らせることも考えられる。

B-2. マクロレベルで作用する調整コスト

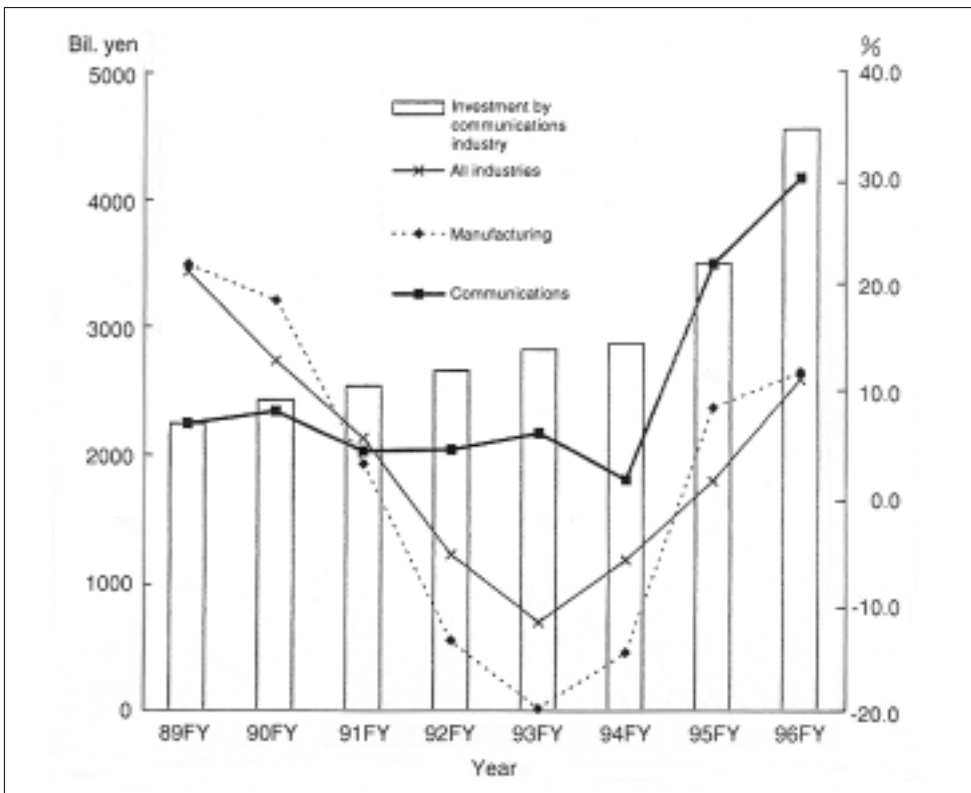
次にマクロのレベルにおける調整コストの効果についてみていくこととする。まず、ミクロレベルでの調整コストによる集計的な効果の存在を指摘することができる。既に見たように、今次局面では、コンピュータと通信のシステムの導入に際して、ソフトウェアの開発や人的資本の再教育などに係る調整コストが個別企業のレベルで生ずることとなるが、これらは、マクロのレベルでは新技術の導入に係る補完的資源投入として捉えることができる。Helpman and Trajtenberg [1994]、同 [1996] は、こうした考え方に立ち、研究開発活動と中間投入財の市場における不完全競争を仮定した一般均衡モデルを提示した。彼らのモデルによれば、新技術の導入・波及によって一つの均衡から他の均衡へと移る過程において、マクロ経済は

図表6 日米の通信関連投資 (Sichel (1997), Ministry of Posts and Telecommunications [1997])

純資本ストックに占める通信関連機器のシェア 米国：1925～93年



通信業の設備投資とその成長率 日本：1989～96年度



極めて興味深い動きを示すこととなる。すなわち、技術革新の最初の段階（彼らは「種まきの時期」と称している）には、生産要素の多くの部分を研究開発活動に投入しなければならないため、マクロ経済パフォーマンスが停滞するだけでなく、むしろ悪化する可能性も存在する。そして、第2段階になって初めて技術革新の成果が実現し、経済成長が加速することとなる。このように、本モデルは調整コストの存在によって、新技術が開発されてから実際にその効果を顕現化させるまでに時間的ラグが存在する可能性を理論的に示している。また、本稿の後の章で議論する物価変動との関係で見れば、本モデルは、物的資本や人的資本の再配分や人的資本の中での熟練労働力と非熟練労働力との再配分に際して、これらの相対価格の変動が重要な役割を果たしていることを併せて示している。

マクロレベルの調整コストとしてもう一つ重要と考えられるのは、このような生産要素の再配分に必要なコストである。先に見たように、新技術へ転換した企業では、生産の効率化によって生産要素の限界生産性が上昇するため、当該生産要素への報酬が増加することが期待される。新古典派の一般均衡モデルの下では、こうした状況が生ずると、物的資本や人的資本が他の企業から移動する結果、収益率の格差が消滅して新たな均衡に達することとなる。しかし、現実の経済においては、物的資本や人的資本は各企業の生産に対して特化して使用されているわけであるから、これらの移動にはコストがかかるはずである。Abel and Eberly [1995]、同 [1996] に代表されるいわゆる「投資の不可逆性」のモデルは、物的資本の再配分のコストがもたらす効果を分析している。彼らの分析による最も重要な結論は、ある産業に超過利潤が存在してもそれがなかなか消滅しない可能性があることである。なぜなら、他の産業における超過利潤が観測されたとしても、物的資本の再配分に大きなコストが存在する場合には、投資家は何もしない方が効率的である場合が存在するからである。また、Aghion and Howitt [1992] や Cabarellero and Hammour [1994] らは、旧技術を体化した資本設備を除去するためのコストに着目することで、先に見た「創造的破壊」の効果が強まる可能性を示している。

生産活動において、人的資本は物的資本と並んで重要な生産要素であり、非常に多くの分析が提示されている。物的資本の再配分コストに関する議論に対応するものとして、人的資本の再配分コストを考慮したモデルを考える前に、まず、今次局面の技術革新が人的資本の収益率自身にどのような影響を与えているのかを整理しておきたい。この点に関する初期の代表的な分析は Krueger [1993] であり、コンピュータを使用する労働者の賃金プレミアムが10%にも達しているとの結果を示した。しかし、その後の Goldin and Katz [1996]、Entorf and Guellec [1997]、DiNardo and Pischke [1997] らの論文によって、Kruegerの分析結果は「コンピュータを使用する労働者は企業内で相対的に高い地位にある労働者である」ことを示しているのみに過ぎず、実証における回帰式に問題があることが指摘された¹⁴。他方、

14 例えば DiNardo and Pischke [1997] は、Krueger [1993] と同じ枠組みによる分析を行うと、電話を使用する労働者に9～14%もの賃金プレミアムが推計されることを示した。

Kremer and Maskin [1996] や Agénor and Aizenman [1997] らはより精緻なモデルを用いることで、熟練労働力の賃金プレミアムを見出している^{15 16}。また、Wolff [1996] や Doms, Dunne and Troske [1997] による米国に関する分析のみならず、Motohashi [1996] によるOECD諸国に対する実証も含め、情報化投資と人的資本のスキルのレベルとの間に正の相関が存在することを示している。これらの結果を総合すれば、Lichtenberg [1993] が議論しているように、情報化投資の進展が、熟練労働力の需給を相対的に逼迫させることを通じて熟練労働力の相対賃金を上昇させるという効果の存在が推測される。

このように熟練労働力への賃金プレミアムが存在する場合に、熟練労働力の再配分がどのように進行するかについては、上記の「投資の不可逆性」モデルを応用して分析することも可能であろう。しかし、人的資本の場合には、相対賃金の変化に対して「内生的」に反応し、非熟練労働力がトレーニングを受けて熟練労働力に変化する動きが生ずることに注意する必要がある。このような人的資本への投資は、H.UzawaやR.Lucasによる2部門成長モデルのほか、Grossman and Helpman [1991, ch3] や Cabarelo and Hammour [1994] のようなレオンチェフ生産関数を用いたモデルによってより簡単に分析することが可能である。これらのモデルは、熟練労働力になるためのトレーニングのコストが低下すると、熟練労働力の供給が増加するために、情報化投資の効果が上昇する可能性を示している。

C. 生産要素としての情報

情報技術革新の中で情報自体が果たす役割は2つに大別することが可能であろう。第一には、既に見たように、新技術自体または資本設備や中間投入に体化された情報がある。そして第二には、それ自体が投資や消費の対象となるような情報である。例えば、企業はより効率的なマーケティングのために市場調査データを購入し、家計はインターネットや衛星通信で提供されるエンターテインメントを消費する。そこで本章の最終節である本節において、この第二の役割に関するインプリケーションに簡単に触れておくこととする。

投資や消費の対象となる情報といえども、情報一般が有する外部性 - 非排除性や非競合性 - を有することについては何ら変わらない。標準的なミクロ経済学の議論を用いれば、こうした外部性が存在すると、供給者に対して適切な報酬が確保されないために過小供給が発生する可能性が導かれる。しかし、情報技術革新によって、フリーライダーを有効に排除する暗号技術が利用可能となってきたことや、対価を回収するコストが低下していることは、こうした問題を緩和する可能性がある。むしろ、情報技術革新によって情報の収集や蓄積、配信のコストが大きく低下していることを考慮すると、情報の過大供給が生ずることも考えられる。

15 Agénor and Aizenman [1997] は、賃金プレミアム発生の原因として、スキル指向の技術革新の進行に加え、熟練労働力に対する「効率賃金」の存在や非熟練労働力を集約的に使用する産業における国際競争の激化などを指摘している。

16 米国では、労働省やセンサス局などによって「スキル」に対して詳細な定義が付与されている。

これらはほぼ自明の推論であるが、我々にとってより興味深い問題は、情報技術革新が「情報の非対称性」や経済主体による期待形成をどのように変化させるかという問題である¹⁷。この問題は、市場参加者が意思決定の際に各種の情報を消費するような金融市場の分析において重要なインプリケーションを有する。情報技術革新によって、市場参加者は資産価格のヒストリカル・データなどを、より簡単かつ安価に収集することが可能になった。しかし、他方で、ある市場参加者がほかの市場参加者の信用リスクに関する情報をより簡単に収集しうるようになるか否かは明確ではない。情報技術革新と情報の非対称性や期待形成との関係は、これまで十分な分析が行われていない分野であり、理論モデルの構築や実証研究の面で今後の成果が期待される。

4. 価格メカニズムへの影響と政策の対応

最終の本章においては、情報技術革新がマクロ経済に与える変化によって金融政策のあり方に生ずるインプリケーションについて検討する。このように特定化された問題意識にそのまま適合する分析は必ずしも数多くはないことから、ここでの議論は、既存の種々の分析をつなぎ合わせた試論の形とせざるをえないが、今後の研究に対する一里塚となることを期待したい。

以下では、価格メカニズムへの着目という切り口から議論することとする。既に見てきたように、情報技術革新は種々の経路で相対価格に影響を及ぼすこととなる。例えば、産業間における限界生産性の格差や、品質変化、代替効果などの影響によって、生産要素や財・サービスの相対価格が変化し、このことは全要素生産性の成長に影響する。相対価格の変化自体は、企業や家計による最適化行動のためのガイドポストの役割を果たすため、望ましい動きであると捉えられる。そして、フィリップスカーブやNAIRUに関する標準的な議論の枠組みの下では、既に見たように、情報技術革新は望ましい「サプライショック」 - 物価水準やインフレ率を上昇させずに経済成長を加速する効果をもたらす望ましいショック - であると捉えられる。

こうした物価変動は金融政策の運営にいくつかの重要なインプリケーションをもたらす。2章で見たように、情報技術革新に伴う価格指数の計測誤差は経済のあらゆる領域に存在している可能性がある。また、金融政策にとって最も深刻な問題は、中央銀行の信認を低下させる可能性である。望ましいサプライショックに関しても、標準的な議論によれば金融政策はアコモデートすべきでないとの結論となるが、もし相対価格がインフレ率や一般物価水準に影響を与えているとすれば、最適な政策を巡る議論は再検討が必要となろう。すなわち、一般物価水準に不確実性が存在す

17 情報の非対称性は、一方の主体が正しい情報を有し、他方の主体がそれを持たない状況に適合する概念であることに注意することが必要である。他方、われわれにとっては、いずれの主体も正しい情報を持ち得ない状況を分析することも必要である。

る下では、われわれは相対価格を正確に捕捉できないために、経済全体の効率性が低下することとなるほか、経済のどこかに名目硬直性が存在する場合にも、予想された一般物価水準の変動であっても経済全体の効率性が失われることとなる。以下では、こうした問題を順次検討していくこととしよう。

A．物価統計の計測誤差と金融政策

金融政策のあり方に関する議論において、近年、中心的な位置を占めているのは、Kydland and Prescott [1977] を嚆矢とする中央銀行の信認であることは明らかであろう。すなわち、マクロ経済の効率化のためには、金融政策に対する信認を高めることによって民間経済主体のインフレ予想を安定化させることが不可欠であるという考え方である。このような議論を実際の政策運営に反映させる一つの方法がいわゆるターゲティングである。J.Taylorが強調するように、こうしたターゲティングはマネーサプライ等に関する政策ルールとは異なり、政策のシステムまたは政策のコミットメントであることに注意する必要がある。すなわち、ターゲティングの場合には最終目標さえ達成すれば、政策手段の選択や操作方法には制約が設けられないことが大きな特徴である。具体的なターゲット対象としては、インフレ率と名目GDP成長率のそれぞれを支持する意見が存在する。前者を支持する意見は、Mishkin [1997] に代表されるように、物価統計がGDP統計より正確かつ迅速に得られることやターゲットレベルに関してコンセンサスが得やすいことを論拠としている。他方、後者を支持する意見は、Taylor [1985] やHall and Mankiw [1994] に代表されるように、インフレターゲティングの持つ「デフレバイアス」の回避やサプライショックへの自動的な対応能力などを論拠としている。

情報技術革新が進行する下でどちらがより適切であるかを考える際には、経済統計 - 特に物価指数の計測誤差の影響 - を考慮することが重要である。物価指数の計測誤差が存在するために物価水準を正しく観測できなくなると、インフレターゲットであれば目標の達成状況自体が把握できなくなることは当然であるほか、名目GDPターゲットの場合でもインフレ率と実質GDP成長率への正確な分解ができなくなるため、ターゲットの適切さに関する評価を下しえないこととなり、いずれも金融政策の信認を損なう可能性があるからである。

この問題をより詳しく検討するためには、情報技術革新の下での物価指数の計測誤差の性格について議論することが必要となる。例えば、計測誤差が存在したとしても、それが時系列的に定常であれば問題は少ない。なぜなら、ターゲットの設定に際して、インフレ率の平均的な計測誤差を織り込めばよいからである。もちろん、こうした状況でも計測誤差の分散があまりにも大きい場合には、ターゲットレンジを大きく設定せざるをえないために金融政策に対する信認の低下を招く可能性があるほか、計測誤差の構造を把握するためのラグも存在するため、必ずしも満足すべき状況とはならないことも考えられる。しかし、より深刻な問題が生ずるのは、計測誤差が非定常となった場合であることは明らかであろう。なぜなら、インフレ率も名目GDPも計測誤差によって不安定に変動することになるからであり、政策当局

がターゲットの達成状況を確認したり、政策で対応することは極めて困難となるからである。

計測誤差の定常性如何は極めて重要なポイントであるにもかかわらず、計測誤差をデータから抽出することが困難であるため、この問題を直接に扱った理論的研究や実証分析はほとんど存在していない。それでも、白塚 [1995] によるヘドニックアプローチの研究やBoskin [1996] に引用された多数の実証結果を見ると、品質変化や代替効果に基づく計測誤差が同一市場であっても計測時期によって不安定であることを示唆しているように窺われる。Gordon [1992] が指摘するように、こうした計測誤差のほとんどはサンプルの入れ替えなどが行われる物価指数の改訂時点には消滅する可能性が高いものの、急速な情報技術革新によって相対価格の変動が生じている状況では、改訂までの5年とか10年のラグは長すぎると言わざるをえないであろう。こうして、物価の計測誤差はここでも大きな問題を招くことが明らかになった。そして、物価指数の計測誤差自体を大きく減少させることは難しいことを考え合わせると、金融政策の運営のために使用する物価指数自体を従来とは違った方法で作成したものに切り替えるという対応も検討に値することが明らかであろう。

B. サプライショックと金融政策

B-1. Phillips Curve / NAIRUによる議論

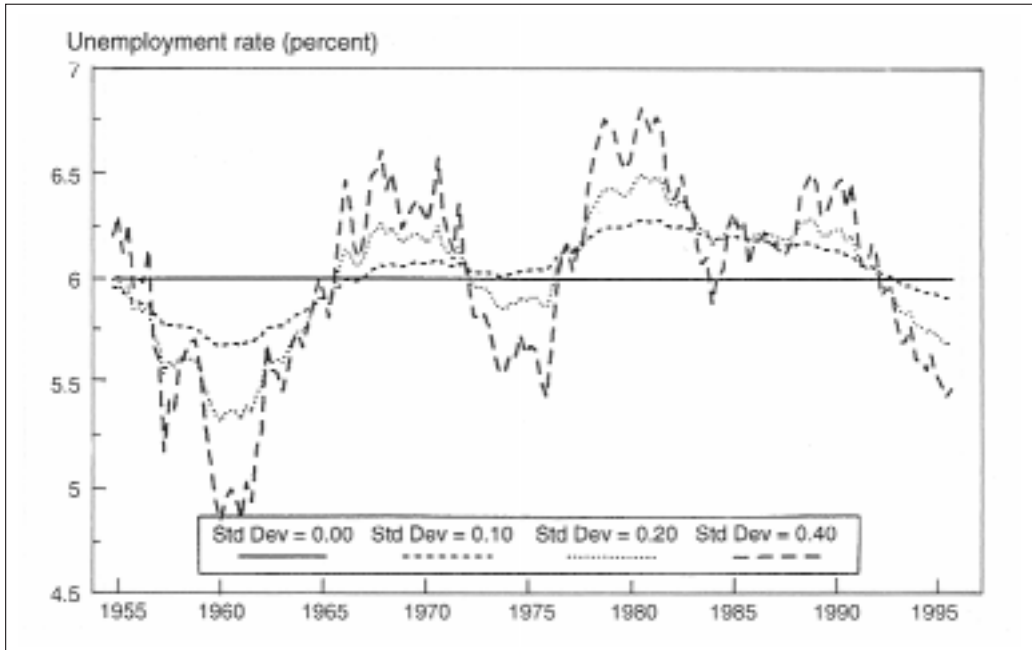
情報技術革新がマクロ経済に与える影響を検討するための標準的な枠組みは、フィリップスカーブまたはNAIRUによる議論であろう。これらの枠組みの下では、情報技術革新の影響は「望ましいサプライショック」として捉えることが可能であり、フィリップスカーブの左方へのシフトまたはNAIRUの低下によって、より高い経済成長とより低い失業がインフレ率の加速を伴わずに実現されることとなる。米国経済の近年の状況はこうした仮説による結論と一致した動きとなっている。すなわち、Stiglitz [1997]、Gordon [1997]、Lown and Rich [1997] といった最近の代表的な実証研究は、米国のNAIRUが80年代の7%近い水準から大きく低下して、現在は5%台半ばとなっていることを示している(図表7)¹⁸。なお日本に関しては、従来からNAIRUの存在自体に対して否定的な見解が強いが¹⁹、その理由としては、予想インフレ率が(実際のインフレ率の変動に対する感応度が低く)安定的であるために、1973年のオイルショック以降は加速的なインフレが発生していないことが挙げられている。

さて、米国におけるNAIRU低下の理由について、StiglitzやGordonは、多くの財・サービスにおける世界的な競争激化が企業のマークアップを縮小させていることや労働供給が弾力化したことに加えて、情報化投資による生産性の向上が「望ま

18 他方、Chang [1997] のように、NAIRUを取り巻くマクロ経済環境はその時生じているショックの内容に応じて異なることを理由に、NAIRUの有用性自体を否定する議論も存在する。

19 その一方で、Nishizaki [1997] のようにNAIRUの存在を推定し、1990年代には上昇しているとの推計を提示する分析も存在する。

図表7 連鎖GDPデフレーターによるNAIRUの推計 (Gordon [1997])



しいサプライショック」として作用した可能性を指摘している。他方、Blanchard and Katz [1997] が論じているように、情報技術革新が熟練労働力に対する需要を増加させた結果、その需給のミスマッチを生じた場合にはNAIRUに対する上昇圧力が作用するはずであるが、Tootell [1994] はこうしたミスマッチが生じている領域が少ないことをもって、この可能性を否定する実証結果を提示している。

このように、情報技術革新によるマクロ経済へのインパクトをフィリップスカーブやNAIRUの枠組みで議論する場合には、これらはマクロ経済パフォーマンスを好転させるわけであり、金融政策には何ら対応の必要はないという標準的な結論が導かれることとなる。しかし、ここで注意しなければならないのは、サプライショックのプロセスにおいて、一般物価また一部の財・サービスの価格が下落することがマクロ経済に対してコストをもたらしている可能性があることである。このような議論は、ゼロインフレに近い状態にある我が国にとって重要な議論であるということもできる。そこで、次節以下では、相対価格と一般物価との関係に関する議論をレビューするとともに、物価下落のコストを検討することで、上記のような標準的な結論について再検討することとする。

B-2. 相対価格変動と一般物価水準

既に見てきたように、多くの理論モデルや実証研究は、情報技術革新に関連する財やサービスの相対価格が低下していることを示している（例えば図表5を参照）。このような相対価格の下落が一般物価水準の変動と何らかの安定的な関係を有して

いるのではないかとの考え方は一見自然ではあるが、経済学においては、これら両者の間にどのような力がどちらの因果関係によって働いているのかに関するコンセンサスは存在しないのが実情である。

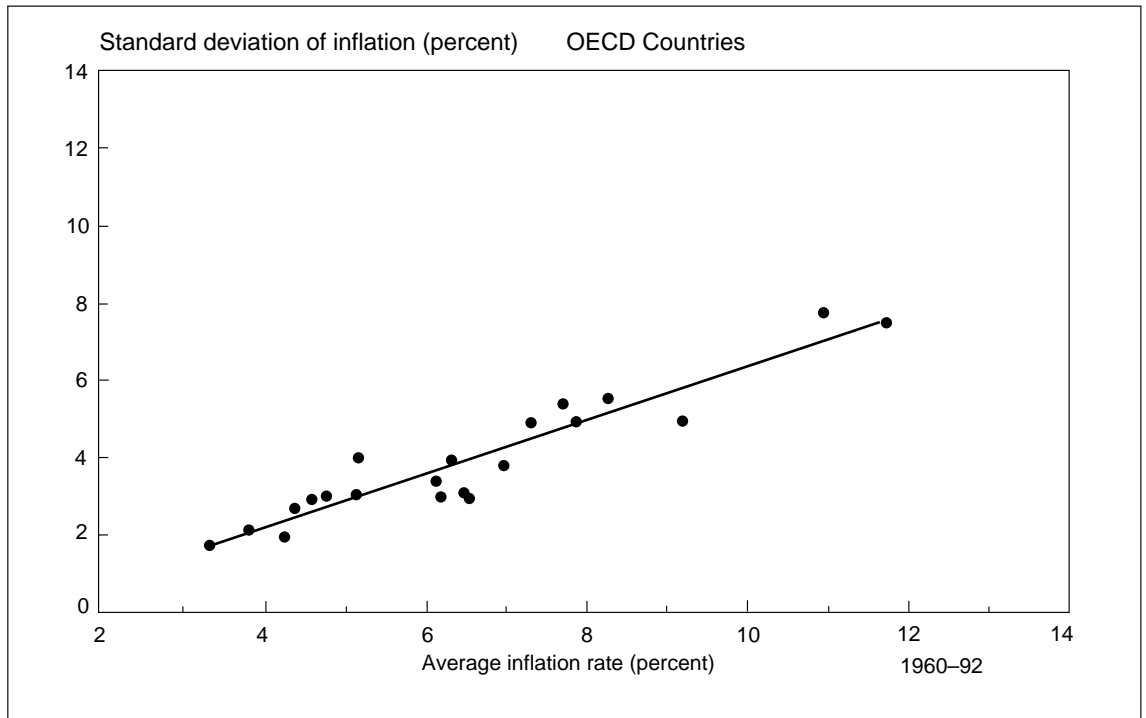
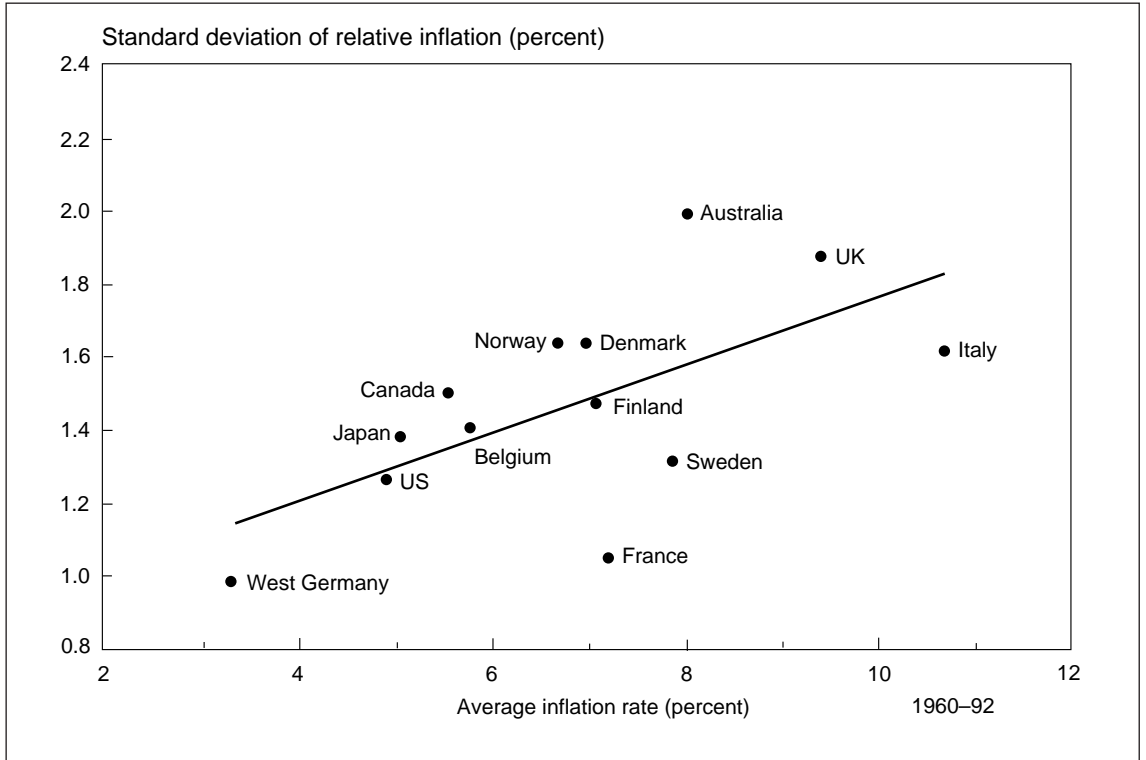
相対価格変動と一般物価水準との関係に関する分析の嚆矢となったVinning and Elwertowski [1976] 以降、Parks [1978]、Domberger [1987]、Ball and Mankiw [1992] らによる実証研究は、いずれも両者に正の相関が存在することを示した。加えて、Taylor [1981] やHess and Morris [1996] は、こうした正の相関が米国に限らずOECD加盟国のうちでインフレ率の比較的高い国において存在することを示している(図表8)。他方、その理由については、Fischer [1981] がまとめて示したように多種多様な仮説が提示されている(図表9)。例えば、Mussa [1977] やBall and Mankiw [1992] は、メニューコストによる名目価格の硬直性と外生的ショックの分布の偏りにその原因を求めている。また、Taylor [1981] やPlosser [1997] らは、金融政策が相対価格変動に対して内生的に反応することが一般物価水準の変動を作り出していることを強調している。一方、Domberger [1987] やDeBelle and Lamont [1997] は、同一財の市場や同一都市内でもこうした相関が観測されることを根拠に、マクロ的な要因が正の相関の原因であるとの仮説に否定的な見解を提示している。このように、相対価格と一般物価水準に見られる正の相関の原因に関する論争には決着がついていないため、その因果の方向性についても不明確なままとなっている。さらに、インフレ率が低い国においては、こうした正の相関自体が弱いとの実証結果も見られることに注意する必要がある(我が国のデータは図表10参照)。

このような状況ではあるが、上記の議論からは少なくとも以下のインプリケーションが得られるであろう。すなわち、情報技術革新に関連する財・サービスの相対価格が下落していることは事実であるから、正の相関自体に対しては異論が少なくとすれば、同時に一般物価水準において下落圧力が存在している可能性があるということである。以下に見るように、一般物価水準の下落はマクロ経済に無視しえないコストを生ずる可能性があるのであるから、このいささか大胆な仮説にも検討の余地があるものと考えられる。

B-3. 一般物価下落のコスト - 相対価格変動へのノイズ

一般物価の下落によるマクロ経済へのコストを検討するためには、物価上昇のコストに関する議論を逆にして検討することが有用であろう。物価上昇のコストとして必ず指摘されるものとして、いわゆるシューレザー・コストと税による投資の歪みが挙げられる。しかし前者は、物価下落のもとではコストではなくなるだけでなく、Aiyagari [1990] やWolman [1997] が指摘するように、金融革新の結果として取引手段にも付利されるようになってきているためにほとんど無視しうると考えられる。また後者も、物価下落のもとでは企業にとってはコストではない。そこで残っているものは、一般物価変動に伴う価格の持つ情報機能低下によるコストである。すなわち、一般物価の変動が激しくなると、個別の価格変化から相対価格の変化を正しく観測することが困難となるため、経済主体の最適化行動が困難になり、マク

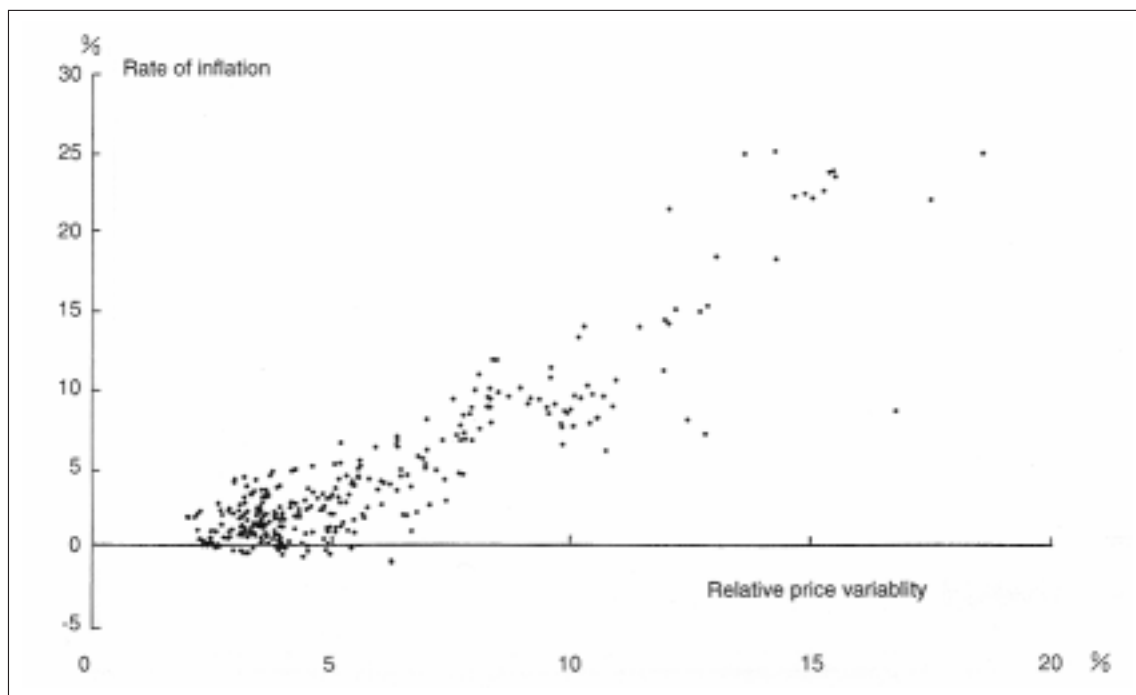
図表8 インフレ率および相対価格/インフレ率 (Hess and Morris [1996])



図表9 相対価格変化と一般物価水準の変動に関する仮説 (Fischer [1981])

<i>Approach</i>	<i>Exogenous factors</i>	<i>Function of inflation associated with relative price variability</i>	<i>Welfare implications</i>
1. Market clearing with imperfect information	Policy disturbances	Unanticipated inflation or deflation	Misperceived aggregate disturbances produce resource misallocations
2. Menu costs	Inflation rate	Inflation or deflation	Inflation or deflation creates resource misallocations and generates unnecessary transaction costs
3. Asymmetric price response	Relative disturbances	Either inflation rate or inflation in excess of base rate	Price inflexibility leads to resource misallocations: there is too little relative price variability
4. Relative shocks same as aggregate shocks	Real disturbances	Deviations of inflation from underlying rate in either direction depending on type of shock	Relative prices should vary for efficient allocation
5. Allocative effects of macro policy	Changes in policy	Changes in inflation rate	Given the changes in policy, relative prices should vary for efficient allocation
6. Endogenous policy	Real disturbances	Same as 3	Policy may offset welfare loss associated with relative shocks by making appropriate price adjustments possible

図表10 相対価格変動とインフレ率 日本：1971年第1四半期～97年第3四半期



口経済の非効率化が生ずるというものである。この効果は、クロスセクションの相対価格だけでなく、異時点間の相対価格（実質金利）にも影響を及ぼすため、投資や異時点間での消費の配分も非効率化することに注意する必要がある。Fischer [1993] による先進国でのインフレ率と投資との関係についての実証分析はこうした議論を強く支持している。これは、一般的には高いインフレ率の下にある経済を想定した議論であるが、物価が下落している状況にもそのまま妥当することは明らかであろう。すなわち、Hess and Morris [1996] が論じているように、物価水準のボラティリティーと上昇率や下落率との関係が一定の比率である場合には、物価が上昇しているか下落しているかにかかわらず、上記のような議論が妥当する状況が発生しうることとなる。

情報技術革新と相対価格の観測に対するノイズとの関係については、少なくとも以下の2点を指摘することができる。まず第一に、情報技術革新の影響は多様な方向性を有している可能性がある。情報技術革新によって、経済主体にとっては価格に関する情報収集が容易になるため、相対価格を観測する際のノイズは減少するとの見方は十分妥当であろう。他方で、品質変化などによる物価指数の計測誤差は、相対価格の正確な観測を困難化することも事実である²⁰。また、技術革新が進む下では不完全競争が不可避であるとすれば、このことも相対価格変動の観測を困難にするであろう²¹。第二に指摘しうる点は、一般物価水準が変動した場合のコストに関する議論と、情報技術革新に伴う物価変動に関する議論とでは因果の方向が異なっていることである。すなわち、前者の議論では、一般物価水準の変動が外生的に生ずる結果として相対価格変動の観測を困難化するというルートが、暗黙のうちに想定されている。他方、後者の議論では、情報技術革新によって生ずる相対価格変動と同時に何らかの理由で一般物価水準が変動し、そのことが翻って相対価格変動を正しく観測することを妨げる可能性があるとの議論である。しかし、一見矛盾しているように見える後者の議論も、個々の企業や家計にとっては、市場に存在する財・サービスのうちで一部分だけしか価格を正確に観測できないという仮定を追加すれば、十分検討に値する議論であるように思われる。

B-4. 物価下落のコスト - 名目価格の固定性によるコスト

さらに、一般物価下落のコストは、一般物価上昇の際の議論を逆にすることですべてカバーしうるわけではない。すなわち、一般物価上昇にはパラレルな議論がない問題として、名目価格の硬直性によるコストが存在する。Blinder [1997] は、企業に対するアンケート調査結果から名目価格の硬直性の存在を確認するとともに、その原因が協調の失敗やマークアップ、暗黙の契約などに存在することを示した。Aiyagari [1990] やBernanke and Mishkin [1996] らの分析結果を引用するまでもな

20 価格変更の効果が不明確化するため、供給者の価格変更のインセンティブも失われる。

21 Baba [1997] によれば、マークアップの変動を考慮すると、日本のインフレによるコストは1974年から92年の間にGDPの約1%も増加する。

く、このような名目硬直性が一部の価格に存在するだけで、一般物価の下落は生産要素の遊休化などを通じてマクロ経済にコストを生じさせることとなる。Akerlof, Dickens and Perry [1996] は、インフレ率が3%からゼロへと低下することによって2.6%もの失業率の上昇が発生するというシミュレーション結果を提示している。また、Fuhrei [1994] や Friedman and Kuttner [1996] による分析も、名目硬直性の存在する下でディスインフレ政策を実施することのコストについて注意を喚起している。

他方、こうした議論に対して否定的な分析や見解も数多く存在する。例えば R.Gordon は、Akerlof, Dickens and Perry [1996] の分析は、高インフレの時期には名目賃金の引き下げがまれであったことを示しているにすぎず、一種のルーカス批判を免れないとコメントしている。また、G.Mankiw も、低インフレの時期には労働者が名目賃金引き下げを受け入れる可能性を指摘し、名目硬直性の存在が限定的な事象であることを示唆している。我が国に関しては、Sachs [1979] や Gordon [1982] に代表されるように、他の先進諸国に比べて名目賃金が伸縮的であるとの分析が多く提示されてきた。Ueda and Kimura [1997] は、こうした伸縮性をさらに詳しく検討し、時間外手当やボーナスによる調整によって総報酬ベースの名目賃金の伸縮性が支えられていることを実証的に示した²²。このように、名目硬直性の存在 特に低インフレの時期において に関しても、学界にはコンセンサスが存在しないのが実情である。従って、現時点で指摘しうることは、もしも、コンピュータや通信といった情報技術革新に関連する財・サービスの相対価格の下落と同時に一般物価水準の下落が生じ、さらに、非熟練労働力の賃金のような一部の価格に名目硬直性が存在した場合には、マクロ経済に少なからぬコストが生ずる可能性があるということである。

本章の議論をまとめると以下ようになる。情報技術革新によるマクロ経済の変動を、フィリップスカーブやNAIRUの枠組みにおいて望ましいサプライショックと捉えることが可能であれば、放置することが金融政策の最適な対応であるという標準的な結論が得られる。他方、情報技術革新による相対価格の下落が一般物価水準の下落と正の相関を有しており、かつ、一般物価水準がボラタイルであったり、名目硬直性が存在したりする場合には、マクロ経済には資源配分の非効率化の形でコストが生ずることとなる²³。こうしてみると、相対価格変動が一般物価に与える影響や、一般物価水準の不安定化や名目硬直性の存在する下での金融政策のあり方を明らかにすることはとりわけ重要であり、今後、理論および実証の両面から取り組むべき課題であると思われる。

22 同時に彼らは、所定内賃金は非伸縮的であることを示した。このことは、長引く景気低迷のためにボーナスと時間外賃金による調整部分がなくなってしまった場合には、雇用が伸縮的となる可能性を示唆している。

23 加えて、「フィッシャー効果」を考慮することも重要であろう。すなわち、期待インフレ率が非常に低水準になっている状況では、中央銀行がいくら名目金利を低下させても実質金利が十分低下しない状況である。

5. 終わりに

本稿は、第8回国際コンファランスにおける論点を最大限広範囲に提示することを試みた。コンファランスの最も重要な課題は、情報技術革新の進行によって変化しつつある経済において、最適な金融政策運営のあり方を明らかにすることにある。情報技術革新によるマクロ経済への影響は「望ましいサプライショック」として捉えることもできる。しかし、情報技術革新自体が経済統計の計測誤差を増大させる結果、経済パフォーマンスを正確に観測することが困難となるため、金融政策の信認が損なわれる可能性も存在する。また、情報技術革新による相対価格の下落が一般物価の下落を招いた場合、名目硬直性などを通じてマクロ経済に大きなコストをもたらす可能性もある。

本稿の議論より明らかなように、既存の理論モデルや実証分析は種々の興味深いインプリケーションを提示しているが、残念ながら、情報技術革新がわれわれの経済に与える影響を考えるためにはカバレッジが低いように思われる。変化しつつある経済の現状を理解するとともに、金融政策の効率性を維持していくためには、本稿で議論したような課題に一つ一つ取り組んでいくことが求められている。

参考文献

- Abel, Andrew and Janice Eberly [1995], "The Effects of Irreversibility and Uncertainty on Capital Accumulation," *NBER Working Paper* No.5363
- Abel, Andrew and Janice Eberly, [1996], "Optimal Investment with Costly Reversibility," *Review of Economic Studies*, 63, pp.581-593
- Abramovitz, Moses and Paul David [1996], "Convergence and Deferred Catch-up: Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism," in "*The Mosaic of Economic Growth*," edited by R.Landau, T.Taylor, and G.Wright, Stanford University Press, pp.21-62
- Agénor, Pierre-Richard and Joshua Aizenman [1997], "Technological Change, Relative Wages, and Unemployment," *European Economic Review*, 41, pp.187-205
- Aghion, Phillippe and Peter Howitt [1992], "A Model of Growth through Creative Destruction," *Econometrica*, 60 (2), pp.323-351
- Aiyagari, Rao [1990], "Deflating the Case for Zero Inflation," *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, pp.2-11
- Aiyagari, Rao, [1994], "On the Contribution of Technology Shocks to Business Cycles," *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Winter, pp.22-34
- Akerlof, George, William Dickens and George Perry [1996], "The Macroeconomics of Low Inflation," *Brookings Paper on Economic Activity*, 1, pp.1-76
- Baba, Naohiko [1997], "Markup Pricing and Monetary Policy: A Reexamination of the Effectiveness of Monetary Policy Under Imperfect Competition," *IMES Discussion Paper Series* No.97-E-2, Bank of Japan
- Baily, Martin and Robert Gordon [1988], "The Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power," *Brookings Paper on Economic Activity*, (2), pp.347-431
- Ball, Lawrence and Gregory Mankiw [1992], "Relative-Price Changes as Aggregate Supply Shocks," *NBER Working Paper* No.4168
- Barro, Robert [1990], "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy*, Vol.98 No.2, pp.s103-s125
- Basu, Susanto and John Fernald [1997a], "Returns to Scale in U.S. Production: Estimates and Implications," *Journal of Political Economy*, Vol.105 No.2, pp.249-283
- Basu, Susanto and John Fernald [1997b], "Aggregate Productivity and Aggregate Technology," *International Finance Discussion Papers*, Board of Governors of the Federal Reserve System
- Bernanke, Ben and Frederic Mishkin [1996], "Inflation Targeting: A New Framework for Monetary Policy," *NBER Working Paper* No. 5893
- Berndt, Ernst and Zvi Griliches [1993], "Price Indexes for Microcomputers: An Explanatory Study," in "Price Measurements and Their Uses" edited by Murrey Foss, Marilyn Manser, and Allan Young, *NBER Studies in Income and Wealth*, Vol.57, pp.63-95
- Blanchard, Oliver and Lawrence Katz [1997], "What We Know and Do Not Know about The Natural Rate of Unemployment," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.11 No.1, pp.3-10

- Blinder, Alan [1997], "On Sticky Prices: Academic Theories Meet the Real World," in "*Monetary Policy*" edited by Gregory Mankiw, University of Chicago Press
- Boskin, Michael [1996], "Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living: Final Report to the Senate Finance Committee from the Advisory Commission to Study the Consumer Price Index"
- Bresnahan, Timothy and Manuel Trajtenberg [1995], "Is General Purpose Technologies 'Engines of Growth' ?," *Journal of Econometrics*, 65, pp.83-108
- Bresnahan, Timothy and Shane Greenstein [1996], "Technical Progress and Co-Invention in Computing and in the Uses of Computers," *Brookings Paper on Microeconomics*, pp.1-83
- Brown, Kenneth and Shane Greenstein [1995], "How Much Better is Bigger, Faster, and Cheaper? Buyer Benefits from Innovation in Mainframe Computers in the 1980's," *NBER Working Paper* No.5138
- Brynjorffsson, Erik [1993], "The Productivity Paradox of Information Technology," *Communications of the Association for Computing Machinery*, December, pp.66-77
- Burnside, Craig [1996], "Production Function Regressions, Return to Scale, and Externalities," *Journal of Monetary Economics*, 37, pp.177-201
- Caballero, Ricardo and Richard Lyons [1992], "External Effects in U.S. Procyclical Productivity," *Journal of Monetary Economics*, 29, pp.209-226
- Caballero, Ricardo and Adam Jaffe [1993], "How High are the Giants' Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth," *NBER Macroeconomic Annual*, pp.15-74
- Caballero, Ricardo and Mohamad Hammour [1994], "The Cleansing Effect of Recessions," *American Economic Review*, 84 (5), pp.1350-1368
- Chang, Roberto [1997], "Is Low Unemployment Inflationary?," *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Atlanta, First Quarter, pp.4-13
- Crafts, Nicholas [1996], "The First Industrial Revolution: A Guided Tour for Growth Economists," *AEA Papers and Proceedings*, Vol.86 No.2, pp.197-201
- Darby, Michael [1992], "Causes of Declining Growth," presented at International Symposium held by the Federal Bank of Kansas City
- David, Paul [1990], "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox," *AEA Papers and Proceedings*, Vol.80 No.2, pp.355-361
- David, Paul [1994], "Positive Feedbacks and Research Productivity in Science: Reopening Another Black Box," in "*Economics of Technology*" edited by O. Grandstrand, Elsevier Science, pp.65-89
- Debelle, Guy and Owen Lamont [1997], "Relative Price Variability and Inflation: Evidence from U.S. Cities," *Journal of Political Economy*, Vol.105 No.11, pp.132-152
- Devine, W [1983], "From Shafts to Wires: Historical Perspectives on Electrification," *Journal of Economic History*, Vol.43 No.2
- Diewert, Erwin and Kevin Fox [1997], "Can Measurement Error Explain the Productivity Paradox," University of New South Wales, mimeo

- DiNardo, John and Jorn-Steffen Pischke [1997], "The Returns to Computer Use Revised: Have Pencils changed the Wage Structure too?," *Quarterly Journal of Economics*, February, pp.291-303
- Domberger, Simon [1987], "Relative Price Variability and Inflation: A Disaggregated Analysis," *Journal of Political Economy*, Vol.95 No.3, pp.547-566
- Doms, Mark, Timothy Dunne, and Kenneth Troske [1997], "Workers, Wages, and Technology," *Quarterly Journal of Economics*, February, pp.253-290
- Dosi, G [1981], "Technical Change, Industrial Transformation, and Public Policies: The Case of the Semi-Conductor Industry," Sussex European Research Center, University of Sussex
- Dulburger, R [1993], "Sources of Price Decline in Computer Processors: Selected Electronic Component," in "Price Measurements and Their Uses" edited by Murrey Foss, Marilyn Manser, and Allan Young, *NBER Studies in Income and Wealth*, Vol.57, pp.103-124
- Eaton, Jonathan and Samuel Kortum [1996], "Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD," *Journal of International Economics*, 40, pp.251-278
- Entorf, Horst and Michel Guellec [1997], "New Technologies, Wages and Worker Selection," *CEPR Discussion Paper* No.1761
- Farrel, Joseph and Garth Saloner [1986], "Standardization and Variety," *Economic Letters*, 20, pp.71-74
- Farrel, Joseph and Carl Shapiro [1988], "Dynamic Competition with Switching Costs," *Rand Journal of Economics*, 19 (1), pp.123-137
- Fischer, Stanley [1981], "Relative Shocks, Relative Price Variability, and Inflation," *Brookings Paper on Economic Activity*, 2, pp.381-441
- Fischer, Stanley [1993], "The Role of Macroeconomic Factors In Growth," *NBER Working Paper* No.4565
- Friedman, Benjamin and Kenneth Kuttner [1996], "A Price Target for U.S. Monetary Policy?: Lessons from the Experience with Money Growth Targets," *Brookings Paper on Economic Activity*, 1, pp.77-146
- Freeman, Chris and Lue Soete [1997], "The Economics of Industrial Revolution: Third Edition," MIT Press
- Fuhrer, Jefferrey [1994], "Goals, Guidelines, and Constraints Facing Monetary Policymakers: An Overview," *New England Economic Review*, September/October, pp.3-15
- Fukuda, Shin'ichi [1997], "Kibono Keizaiseito Kaheikeizainiokeru Keizaiseichou (Increasing Return to Scale and Growth of Monetary Economy)," in "*Gendai Makuro Keizaidougaku* (Modern Macroeconomic Dynamics)" edited by Kazumi Asako and Masayuki Ohtaki, University of Tokyo Press
- Goldfinger, Charles [1997], "Understanding and Measuring the Intangible Economy: Current Status and Suggestions for Further Research," presented at 23rd conference of Center for International Research on Economic Tendency Surveys, Helsinki
- Goldin, Claudia and Lawrence Katz [1996], "Technology, Skill, and the Wage Structure: Insights from the Past," *AEA Papers and Proceedings*, Vol.86 No.2, pp.252-267

- Gordon, Robert [1982], "Why US Wage and Employment Behavior Differs from that in Britain and Japan," *Economic Journal*, Vol.92
- Gordon, Robert [1990], "The Measurement of Durable Goods Prices," University of Chicago Press
- Gordon, Robert [1992], "Measuring the Aggregate Price Level: Implications for Economic Performance and Policy," *CEPR Discussion Paper* No. 663
- Gordon, Robert [1997], "The Time-Varying NAIRU and its Implications for Economic Policy," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.11 No.1, pp.3-10
- Gordon, Robert and Zvi Griliches [1997], "Quality Change and New Products," *AEA Papers and Proceedings*, Vol.87 No.2, pp.84-98
- Greenstein, Shane, Mercedes Lizardo and Pablo Spiller [1997], "The Evolution of Advanced Large Scale Information Infrastructure in the United States," *NBER Working Paper* No.5929
- Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, and Per Krusell [1997], "Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change," *American Economic Review*, Vol.87 No.3, pp.342-362
- Griliches, Zvi [1994], "Productivity, R&D, and the Data Constraint," *American Economic Review*, 84 (1), pp.1-23
- Grossman, Gene and Elhanan Helpman [1991], "Innovation and Growth," MIT Press
- Hall, Robert [1988], "The Relation between Price and Marginal Cost in U.S. Industry," *Journal of Political Economy*, 96, pp.921-947
- Hall, Robert and Gregory Mankiw [1994], "Nominal Income Targeting," in "*Monetary Policy*" edited by Gregory Mankiw, University of Chicago Press
- Helpman, Elhanan and Manuel Trajtenberg [1994], "A Time to Sow and A Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies," *NBER Working Paper* No.4854
- Helpman, Elhanan and Manuel Trajtenberg [1996], "Diffusion of General Purpose Technologies," *NBER Working Paper* No.5773
- Hess, Gregory and Charles Morris [1996], "The Long-Run Costs of Moderate Inflation," *Economic Review*, Vol.81 No2, pp.71-88, Federal Reserve Bank of Kansas City
- Jaffe, Adam and Manuel Trajtenberg [1996], "Flows of Knowledge from Universities and Federal Labs: Modeling the Flow of Patent Citations over Time and across Institutional and Geographic Boundaries," *NBER Working Paper* No.5712
- Katz, Michael and Carl Shapiro [1985], "Network Externarities, Competition and Compatibility," *American Economic Review*, 75 (3), pp.424-440
- Kitamura, Yukinobu [1997], "Conceptualization ni kansuru keizaisi oyobi keizairiron karano tenbou (A Survey on Conceptualization in the fields of Economic History and Economics)," *Bank of Japan, mimeo*
- Klemperer, Paul [1987a], "The Competitiveness of Markets with Switching Costs," *Rand Journal of Economics*, 18 (1), pp.138-150

- Klemperer, Paul [1987b], "Competition when Consumers have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade," *Review of Economic Studies*, 62, pp.515-539
- Klenow, Peter [1996], "Industry Innovation: where and why?," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 44, pp.125-150
- Kozicki, Sharon [1997], "The Productivity Growth Slowdown: Diverging Trends in the Manufacturing and Service Sectors," *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Kansas City, First Quarter, pp.31-46
- Kremer, Michael and Eric Maskin [1996], "Wage Inequality and Segregation by Skill," *NBER Working Paper No.5718*
- Krueger, Alan [1993], "How Computers have changed the Wage Structure: Evidence from Microdata, 1984-1989," *Quarterly Journal of Economics*, February, pp.33-60
- Kydland, Finn and Edward Prescott [1977], "Rules rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans," *Journal of Political Economy*, 85, pp.473-491
- Lichtenberg, Frank [1993], "The Output Contribution of Computer Equipment and Personnel: A Firm-Level Analysis," *NBER Working Paper No.4540*
- Lown, Cara and Robert Rich [1997], "Is There an Inflation Puzzle?," *Federal Reserve Bank of New York Research Paper No.9723*
- Matutes, Carmen and Pierre Regibeau [1988], "Mix and Match: Product Compatibility without Network Externalities," *Rand Journal of Economics*, 19 (2), pp.221-234
- Meltzer, Allan [1997], "Investment and GDP are Understated," mimeo.
- Milgrom, Paul and John Roberts [1990], "The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization," *American Economic Review*, 80 (3), pp.511-528
- Mishkin, Frederic [1997], "Strategies for Controlling Inflation," *NBER Working Paper No.6122*
- Mizoguchi, Toshiyuki [1996], "Zyousangyouno Hattento Mienikui Zyouseisan Souryouno Henka (Evolution of Information Service Industry and Quantity Change in Intangible Information)," in "Keizaitoukeini Miru Kigyoushoukoukouzo (Information and Economy)," Fujitsu Institute for Corporate Management, pp.111-129
- Mokyr, Joel [1997], "Are We Living in the Middle of an Industrial Revolution?," *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Vol.82 No.2, pp.31-43
- Morrison, Catherine and Ernst Berndt [1991], "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries," *NBER Working Paper No.3582*
- Morrison, Catherine [1997], "Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries," *The Review of Economics and Statistics*, pp.471-481
- Motohashi, Kazuyuki [1996], "ICT Diffusion and its Economic Impact in OECD Countries," in "Special Issue on Technology, Productivity, and Employment," *Science Technology Industry*, OECD, No.18, pp.13-45
- Muniagurria, Maria [1995], "Growth and Research and Development," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 15, pp.207-235

- Mussa, Michael [1977], "The Welfare Cost of Inflation and the Role of Money as a Unit of Account," *Journal of Money, Credit and Banking*, May, pp.276-286
- Nakamura, Leonard [1997], "Is the U.S. Economy Really Growing too Slowly? Maybe We're Measuring Growth Wrong," *Business Review*, Federal Reserve Bank of Philadelphia, March/April, pp.3-14
- Nishizaki, Fumihira [1997], "The NAIRU in Japan: Measurement and its Implications," *Economic Department Working Papers* No.173, OECD
- Nordhaus, William [1972], "The Recent Productivity Slowdown," *Brookings Papers on Economic Activity*, (3), pp.493-536
- Nordhaus, William [1997], "Traditional Productivity Estimates are Asleep at the Technological Switch," *Economic Journal*, 107, pp.1548-1559
- Parks, Richard [1978], "Inflation and Relative Price Variability," *Journal of Political Economy*, Vol.86 No.1, pp.79-95
- Plosser, Charles [1997], "Global Glut, Deflation and Other Nonsens," presented at Economic Outlook Seminar in December at Rochester, N.Y.
- Ramey, Valerie and Matthew Shapiro [1997], "Costly Capital Reallocation and the Effects of Government Spending," presented at Carnegie Rochester Public Policy Conference, Rochester, N.Y.
- Romer, Paul [1986], "Increasing Returns and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy*, Vol.94 No.5, pp.1002-1037
- Romer, Paul [1990], "Endogenous Technical Change," *Journal of Political Economy*, Vol.98 No.5, pp.s71-102
- Rosenberg, Nathan [1996], "Uncertainty and Technological Change," in "*The Mosaic of Economic Growth*" edited by R.Landau, T.Taylor, and G.Wright, Stanford University Press, pp.334-353
- Sachs, Jeffrey [1979], "Wages, Profits and Macroeconomic Adjustment: A Comparative Study," *Brookings Paper on Economic Activity*, No.2
- Shiratsuka, Shigenori [1995], "Zyo'yosha kakakuno hendouto hinsitsuhenka (Variation of Automobile Price and the Effect of Quality Changes)," *Kin'yu Kenkyu*, Vol.14 No.3, pp.77-120
- Sichel, Daniel [1997], "The Computer Revolution—An Economic Perspectiv," Brookings Institution Press
- Slifman, L and Corrado [1996], "Decomposition of Productivity and Unit Costs," Board of Governors of the Federal Reserve System
- Stein, Jeremy [1997], "Waves of Creative Destruction: Firm-Specific Learning-by-Doing and the Dynamics of Innovation," *Review of Economic Studies*, 64, pp.265-288
- Stewart, T [1997], "Intellectual Capital," Currency Doubleday
- Stiglitz, Joseph [1997], "Reflections on the Natural Rate Hypothesis," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.11 No.1, pp.3-10
- Taylor, John [1981], "On the Relation between the Variability of Inflation and the Average Inflation Rate," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 15, pp.57-86

- Taylor, John [1985], "What would Nominal GNP Targeting do to the Business Cycle?," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 22, pp.61-84
- Tootel, Geoffrey [1994], "Restructuring, the NAIRU, and the Phillips Curve," *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, September/October, pp.31-44
- Ueda, Kazuo and Takeshi Kimura [1997], "Downward Nominal Wage Rigidity in Japan: Is Price Stability Costly?," Research and Statistics Department, Bank of Japan, mimeo.
- Van Ark, Bart and Dirk Pilat [1993], "Productivity Levels in Germany, Japan, and the United States: Differences and Causes," *Brookings Paper on Microeconomics*, (2), pp.1-48
- Vinning, Daniel and Thomas Elwertowski [1976], "The Relationship between Relative Prices and General Price Level," *American Economic Review*, Vol.66 No.4, pp.699-708
- Wynne, Mark and Fiora Sigalla [1996], "A Survey of Measurement Biases in Price Indexes," *Journal of Economic Surveys*, Vol.10 No.1, 55-89
- Wolff, Edward [1996], "Technology and the Demand for Skills," in "Special Issue on Technology, Productivity, and Employment," *Science Technology Industry*, OECD, No.18, pp.95-123
- Wolman, Alexander [1997], "Zero Inflation and the Friedman Rule: A Welfare Comparison," *Economic Quarterly*, Federal Reserve Bank of Richmond, Vol.83 No.4, pp.1-21