

IT革命による米国の労働生産性の上昇加速について

広島大学経済学部教授 松水征夫

はじめに

アメリカ経済は、第二次大戦後の景気循環過程において、好況期にはインフレ、不況期には高失業に常に悩まされてきたが、1991年3月以降2002年3月まで10年間景気拡大が続く中で失業率が低下したにもかかわらず、物価が安定していたことから、景気循環の波が消滅して新たな経済時代に突入したのではないかという「ニューエコノミー論」が登場することになった。¹⁾

アメリカ経済が「ニューエコノミー」に突入したという所説では、1980年代後半からの情報処理及び関連設備投資（いわゆるIT投資）の増大により労働生産性が上昇したことが主たる要因とみなされていたが、R.M. ソロー²⁾によって指摘されたように、情報化が進んでも生産性の上昇は実現されないと言う「生産性パラドックス」の存在が確認され、IT革命の進展による情報関連の資本ストックの増大が労働生産性の上昇にいかなる影響を与えているかについての論争が展開されることになった。³⁾

ソローの生産性パラドックスを巡る議論の中で、情報関連の資本ストックのデータに関して、ソフトウェアを資産として扱うための統計的整備が必要と考えられるようになったが、アメリカでは、国連統計委員会が1993年に各国に勧告した

国民経済計算の国際基準である93SNAに沿って、1999年にGDP統計が改訂された。これに伴い、外注ソフトウェアが開発企業の設備投資として加算されることになり、GDP統計が上方修正されたことから、労働生産性の伸びが1990年代後半には年平均で2.5%に上昇していることが確認された。こうした労働生産性の上昇加速について、大統領経済諮問委員会の年次報告の中でも分析結果が示され、コンピュータとソフトウェア等の情報関連の資本ストックが増大したことによるものであることが示されている。⁴⁾

筆者もすでにIT革命の進展による情報関連の資本ストックの増大が、労働生産性の上昇加速をもたらした主要な要因であることを実証的に確認している⁵⁾が、本稿ではその際に使用した推計モデルを修正して、新たな労働生産性の上昇加速の要因を見いだすことを目的としている。

労働生産性の決定式

IT投資の増大が、労働生産性に与える影響を計測するために、資本ストックを情報処理機器やソフトウェアに関連した「情報関連資本ストック」と、「その他の一般資本ストック」に分けて、次のようなコブ＝ダグラス型の生産関数を考える。

$$Y = AK_1 K_2 L \quad (1)$$

ただし、Yは実質生産高、Aは技術水準を示す

-
- 1) ニューエコノミー論の登場の背景については、拙稿「アメリカにおけるニューエコノミー論の検証」『経済論叢』（広島大学）1998年11月を参照されたい。
- 2) Cf. Solow, R.M., "We'd Better Watch Out," *New York Times Book Review*, July 12, 1987.
- 3) アメリカにおけるソローの生産性パラドックスを巡る論争については、篠崎彰彦『情報技術革新の経済効果』日本評論社、2003年、第3章、31-51頁を参照されたい。

-
- 4) Cf. Council of Economic Advisers, "The Annual Report of the Council of Economic Advisers," *Economic Report of the President*, February 2000, pp.80-83, and January 2001, pp.26-30.
- なお、ソローの生産性パラドックスが解消したことを示す最近のアメリカにおける実証分析については、篠崎彰彦、前掲書、第3章、51-56頁を参照されたい。
- 5) 拙稿「アメリカにおけるIT革命の労働生産性への影響」『経済論叢』（広島大学）2002年10月を参照されたい。

指標、 K_1 は情報関連資本ストックの実質投入量、 K_2 は一般資本ストックの実質投入量、 L は労働投入量である。⁶⁾

ここで、 Y は K_1 、 K_2 、 L に関して1次同次の関数であると仮定し、次のような条件を満足しているものとする。

$$a + b + g = 1 \quad (2)$$

【A】モデル1

通常の計測例では、生産関数が(1)式のように与えられて、(2)式のような条件が与えられているとき、労働生産性は次式で示される。

$$Y/L = A K_1^a K_2^b L^{g-1} \\ = A (K_2/L)^{a+b} (K_1/K_2)^a \quad (3)$$

両辺の自然対数をとると、

$$\ln(Y/L) = \ln A + (a+b) \ln(K_2/L) \\ + a \ln(K_1/K_2) \quad (4)$$

で示される労働生産性の決定式が導出される。

ここで、技術水準を示す指標は、企業部門の実質GDP(F)に占める企業の実質研究開発支出(RD)の割合によって説明されると仮定し、次のような技術進歩関数を想定する。

$$\ln A = a_0 + a_1 \ln(RD/F)_{-1} \\ + a_2 \ln(RD/F)_{-2} \quad (5)$$

すなわち、今期の技術進歩率は、1年前及び2年前の企業部門のGDPに占める企業の研究開発支出の割合によって説明されると仮定した。

(5)式を(4)式に代入すると、労働生産性決定式は次のように表されることになる。

$$\ln(Y/L) = a_0 + a_1 \ln(RD/F)_{-1} + a_2 \ln(RD/F)_{-2} \\ + (a+b) \ln(K_2/L) + a \ln(K_1/K_2) \quad (6)$$

【B】モデル2

生産関数が(1)式で与えられて、(2)式のような条件が与えられているとき、労働生産性は次式のように示すこともできる。

$$Y/L = A K_1^a K_2^b L^{g-1} \\ = A K_1^a K_2^b L^{(1-a-b)-1} \\ = A (K_1/L)^a (K_2/L)^b \quad (7)$$

両辺の自然対数をとると、

$$\ln(Y/L) = \ln A + a \ln(K_1/L) \\ + b \ln(K_2/L) \quad (8)$$

で示される労働生産性の決定式を導出することができる。労働生産性は、情報関連の資本ストックと労働投入の比率、一般資本ストックと労働投入の比率にも依存していることがわかる。

ここで、(5)式と同様な技術進歩関数を仮定すると、労働生産性の決定式は、次のように表すことができる。

$$\ln(Y/L) = a_0 + a_1 \ln(RD/F)_{-1} + a_2 \ln(RD/F)_{-2} \\ + a \ln(K_1/L) + b \ln(K_2/L) \quad (9)$$

使用データ

モデル1で得られた(6)式と、モデル2で得られた(9)式の推計にあたって、われわれが使用したデータは次のとおりである。

Y/L : 民間非農林水産業雇用者一人時あたりの実質GDP (民間非農林水産業の実質GDPは、U. S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, *Real Gross Domestic by Industry Data*、民間非農林水産業の雇用者の総労働時間数は、U. S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, *Hours Worked by Full-Time and Part-Time Employees by Industry Group*)

RD/F : 企業における実質R&Dの対民間非農家企業の実質付加価値比 (企業における実質R&Dは、National Science Foundation, *Research and Development in Industry: 2000*、民間非農家企業の実質付加価値は、U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, *Private Business and Private Nonfarm Business MFP Tables*)

K_1/L : 民間非農家企業における雇用者一人時あたりの情報機器・ソフトウェア関連の実質資本ストック (民間非農家企業における情報機器・ソフトウェア関連の実質資本ストックは、U. S.

6) IT革命の進展による労働生産性への影響を計量的に計測する際に、このような生産関数を使用することが定着している。篠崎彰彦「米国における情報関連投資の要因・経済効果分析と日本の動向」『調査』(日本開発銀行) 1996年3月、及び斎藤克仁「情報化関連投資を背景とした米国での生産性上昇」『日本銀行調査月報』2002年2月を参照されたい。

Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, *Capital Services by Asset Type for Major Sectors*, 民間非農林水産業の雇用者の総労働時間数は、前掲資料と同じ)

K_2/L : 民間非農家企業における雇用者一人あたりの情報機器・ソフトウェア関連以外の実質資本ストック (民間非農家企業における情報機器・ソフトウェア関連以外の実質資本ストックは、U. S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, *Capital Services by Asset Type for Major Sectors*のデータに基づき計算、民間非農林水産業の雇用者の総労働時間数は、前掲資料と同じ)

K_1/K_2 : 民間非農家企業における情報機器・ソフトウェア関連の実質資本ストックとそれ以外の実質資本ストックとの比率 (K_1 、 K_2 はそれぞれ前掲資料と同じ)

推計結果

[A] モデル 1

第 1 表は、節の労働生産性決定式 (6) を、1987年から2000年までの期間について節のデータを用いて重回帰分析により推計した結果である。

推定式 [1] は、(6) 式の説明変数の全てを用いて推計したパラメーターの推計結果である。説明変数のうち、 $\ln(RD/F)_{-2}$ の t 値が小さいため、これを除いて推計した結果が推定式 [2] に示されている。[2] では、 $\ln(RD/F)_{-1}$ の t 値が同じく十分な大きさでないため、これを除いて推計した結果が [3] に示されている。[3] から、労働生産性は、 K_2/L 及び K_1/K_2 に依存していることを確認できる。次節で、労働生産性が1990年代後半に上昇加速した要因を探る際には、労働生産性の推計式として [2] を使用することにする。

[B] モデル 2

第 2 表は、節の労働生産性決定式 (9) を、1987年から2000年までの期間について

第 1 表 労働生産性の決定式のパラメーター推定値 (モデル 1)

推定式の番号	説 明 変 数					決定係数、ダービン・ワトソン比
	定数	$\ln(RD/F)_{-1}$	$\ln(RD/F)_{-2}$	$\ln(K_2/L)$	$\ln(K_1/K_2)$	
1	3.740 (5.495)	0.032 (0.310)	0.001 (0.012)	0.267 (1.297)	0.222 (7.497)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.976$ $d = 1.047$
2	3.739 (5.832)	0.032 (0.363)		0.267 (1.368)	0.222 (7.974)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.978$ $d = 1.046$
3	3.526 (14.063)			0.320 (2.586)	0.231 (24.798)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.980$ $d = 1.108$

第 2 表 労働生産性の決定式のパラメーター推定値 (モデル 2)

推定式の番号	説 明 変 数					決定係数、ダービン・ワトソン比
	定数	$\ln(RD/F)_{-1}$	$\ln(RD/F)_{-2}$	$\ln(K_1/L)$	$\ln(K_2/L)$	
1	3.740 (5.495)	0.032 (0.310)	0.001 (0.012)	0.222 (7.497)	0.046 (0.247)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.976$ $d = 1.047$
2	3.739 (5.832)	0.032 (0.363)		0.222 (7.974)	0.045 (0.260)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.978$ $d = 1.046$
3	3.526 (14.063)			0.231 (24.798)	0.089 (0.733)	$R^2 = 0.983$ $R^2 = 0.980$ $d = 1.108$

節のデータを用いて、モデル1と同様に推計した結果である。モデル2では、推計式〔3〕から労働生産性が K_1/L 及び K_2/L に依存していることを確認することが出来る。次節で、1990年代後半の労働生産性の上昇加速要因を探る際には、労働生産性の推計式として〔2〕を使用することにする。

労働生産性の上昇要因について

本節では、節の推計結果を用いて、アメリカにおけるIT革命の進展が労働生産性にいかなる影響を与えているかを検証する。

第3表は、モデル1の労働生産性推計式〔2〕を利用して、労働生産性の説明変数の寄与率を、1987-95年及び1995-2000年の各期間について計算したものである。第3表の(A)欄には、1987年から2000年までの年次データに適用して推計された第1表の推定式〔2〕の説明変数のパラメーター推定値が示されている。

(B)、(D)欄には、各期間における説明変数の年平均値が示されている。さらに、(C)、(E)欄には、各期間における説明変数のパラメーターの推定値と年平均値との積によって示される寄与率が計算されている。(C)及び(E)欄に示されている各説明変数の寄与率と定数項を加えることによって労働生産性の各期間における推計値が計算されている。参考のために、各期間における労働生産性の現実値が第3表の最下欄に示されている。

90年代後半の労働生産性の上昇要因を探るためには、第3表の(E)欄と(C)欄との差を示す(F)欄を見れば良い。(F)欄から、労働生産性が90年代後半に上昇したのは、資本ストックの情報化により、 K_1/K_2 が増加したことによるものであることを確認することが出来る。

第4表は、モデル2の労働生産性の推定式〔2〕を利用して、労働生産性の説明変数の寄与率を、第3表と同様にして、1987-95年及び1995-2000年の各期間について計算したもの

第3表 労働生産性の決定要因の寄与率（モデル1）

説明変数	(A) パラメーター 推定値	1987-1995年		1995-2000年		(F) =(E - C)
		(B) 年平均値	(C) =(A × B)	(D) 年平均値	(E) =(A × D)	
$\ln(RD/F)_{-1}$	0.032	- 3.952	- 0.126	- 3.864	- 0.124	0.002
$\ln(K_2/L)$	0.267	2.078	0.555	2.062	0.551	- 0.004
$\ln(K_1/K_2)$	0.222	- 2.715	- 0.603	- 2.322	- 0.515	0.088
定数項			3.739		3.739	0
$\ln(Y/L)$	推 計 値	3.562		3.651		0.089
	現 実 値	3.563		3.651		0.088

第4表 労働生産性の決定要因の寄与率（モデル2）

説明変数	(A) パラメーター 推定値	1987-1995年		1995-2000年		(F) =(E - C)
		(B) 年平均値	(C) =(A × B)	(D) 年平均値	(E) =(A × D)	
$\ln(RD/F)_{-1}$	0.032	- 3.952	- 0.126	- 3.864	- 0.124	0.002
$\ln(K_1/L)$	0.222	- 0.637	- 0.141	- 0.260	- 0.058	0.083
$\ln(K_2/L)$	0.045	2.078	0.094	2.062	0.093	- 0.001
定数項			3.739		3.739	0
$\ln(Y/L)$	推 計 値	3.567		3.650		0.084
	現 実 値	3.563		3.651		0.088

である。第4表の(F)欄からも、労働生産性が90年代後半に上昇したのは、資本ストックの情報化により、 K_t/L が増加したことによるものであることを確認することが出来る。

おわりに

本稿において、われわれはIT革命の進展によりアメリカの労働生産性がいかなる影響を受けているかを実証的に明らかにするために、情報関連の資本ストックを明示的に導入したコブ=ダグラス型の生産関数を用いて、異なる2種類の方法で労働生産性の決定式の推計を行い、IT革命による資本ストックの情報化が、労働生産性の上昇に有意な影響を与えているという推計結果を得ることが出来た。

これらの推計結果を用いて、労働生産性の決定要因として、資本ストックに占める情報関連の資本ストックとそれ以外の一般的な資本ストックの割合、及び情報関連の資本ストックと労働投入との割合が重要な役割を示しており、90年代後半の労働生産性の上昇加速は、これらの要因による

ものであることを確認することが出来た。

しかしながら、労働生産性の決定式の推計において採用した技術進歩率関数におけるパラメーターの推計値が十分な有意性を持たなかったことから、新たな技術進歩関数の検討が残されているが、今後の課題にしたい。

アメリカでは、2001年9月11日の同時多発テロ以来、景気が下方に向かい、2002年にはIT不況と言われるような事態が進行しており、ITバブルの崩壊による株価の下落によって、設備投資や消費の減退が心配され、ニューエコノミー論が揺らいでいるように思われた。しかしながら、2003年には再び景気回復が鮮明になり、企業の設備投資も力強く回復していることから、ITバブルの後遺症から脱しつつあるように思われる。90年代後半における労働生産性の上昇加速によって、ソローの生産性パラドックスが解消されたかに見えるが、これが景気循環の影響によるものであるとする説もあることから、近時のデータを含めて再確認する必要があるが、詳細なデータが利用可能となる今後の課題としたい。