

經濟論叢

第139卷 第1号

菱山 泉 教授 記念 號

献 辞	池 上 惇	
經濟表のプロブレマティーク	平 田 清 明	1
ロックにおける貨幣数量説のミクロ的基礎	根 岸 隆	22
関係レントとその分配交渉	浅 沼 萬 里	39
消費者余剰とローザンヌ学派	山 下 博	61
均斉成長の不均衡動学分析	山 谷 恵 俊	82
機械化と労働雇用	塩 沢 由 典	109
1930年代の経済学再考	伊 東 光 晴	130
資本の限界効率と使用者費用	瀬地山 敏	156

菱山 泉 教授 略歴・著作目録

昭和62年1月

京 都 大 學 經 濟 學 會

機械化と労働雇用

——リカードウ、ヒックス、フォン・ノイマン——

塩 沢 由 典

I

機械化とその影響は古典派の時代には大きな関心を集めた理論的問題であった。しかし、今では機械化の進行とその結果としての失業が論じられることはきわめて稀である。第II節で検討されるヒックスの貢献を除けば、この五十年間に実質的な議論がなされたことはないに等しい。もちろん、学説史的興味からの検討はさまざまになされており、たとえばリカードウが機械に関するかれの意見をいつ変えたかについて詳細な研究がある¹⁾。歴史的研究ないしは現状分析においても機械化の進行はますます重要な問題として注目され、失業との関連もそこでは少なからず言及されている。しかし、理論の問題として機械と失業が論じられることは、すでに述べたように、きわめて稀である。現在ではそれは偽問題でなければ非問題として扱われている。

機械化による失業という問題は、シュンペーターが主張するように²⁾、「よりよい手法が一般に浸透していくとともに場面から消えさる」主題なのであろうか。本論文におけるわたしの試みはシュンペーターとは正反対の理解に立っている。機械化による失業は現実存在しうる重要な経済的・社会的問題であるばかりでなく、現在われわれが持ちあわせている諸理論を検査するにもそれは重要な理論問題である。新古典派経済学の興隆とともにこの古典的問題が消

1) Meacci (1985) の文献目録を参照せよ。なお新マルクス派およびスラフフィアンも新古典派とおなじくリカードウにおける機械論の位置を取りちがえているとの Berg (1980) の指摘を参照せよ (pp. 4-5)。

2) Schumpeter (1954), p 684. Beach (1971) に引用されている。

えていったのは、たしかにそれが均衡論というその枠組みにおいて、扱えない偽問題だったからである。そのことはしかし問題それ自体が誤っていたことを意味しない。誤っていたのは、反対に、問題を扱うべき枠組みの方なのである。均衡の条件として（それがどのように定義されるものであれ）労働の需要と供給の一致を仮定する理論に、どうして失業の発生と持続の問題が扱えるだろう。新古典派の時代における機械の問題の消滅は、経済学というひとつの学問において理論の自己防御作用がいかに働くかという観点からみてひじょうにおもしろい事例であるにちがいない。

二十世紀における失業の理論としては、もちろんケインズの理論を落すわけにはいかない。新古典派の時代にケインズの『一般理論』があれほどの成功を収めたのは時代の要請があったからであろう。成功が大きければ大きいだけ、それは他の失業理論にとって不幸な条件であった。原理的には失業のありえない新古典派の世界観のなかで「唯一の例外」の地位を求める競争が始まるからである。しかし、失業は有効需要の不足のみから発生するわけではない。産業構造の転換は労働力の地理的および職能的移転の困難とあいまって長期的な失業を生み出す。機械化の進展は同一資本量³⁾における雇用可能労働量を減小させ、大量解雇を余儀なくさせる。古典派の時代を通して議論の中心にあり、リカードウが理論的解明の第一歩を記したのは、この最後の場合であった。この失業は有効需要の不足によるものとも、産業構造の転換にともなうものとも異なる状況と理由とにより発生し、持続し、消滅する。ケインズの考えた失業は資本家の投資意欲を回復させることで解決可能なものであった。リカードウが問題にした失業は、これに対し、蓄積原資の不足により十分急速な投資が不可能なために起こる。機械化と産業構造の転換とはしばしばたがいに結びついており、それぞれの原因による失業を分離・定量することは多くの場合むずかしいが、第Ⅲ節に示すように構造転換がいかに急速に進んでも解明されない場合

3) ここで使われている「資本量」概念については第Ⅲ節を参照。これはある特定の利潤率を想定した概念である。

としてリカードウの失業を考えることができる。

次の第Ⅱ節では、リカードウの議論を現代に復活させることを試みたジョン・ヒックスの分析が検討される。ヒックスがこの問題に接近することになるのはひとつの偶然が働いたと思われる。『経済史の理論』（1969）を書いたとき、かれはイギリスの産業革命期に実質賃金の上昇がなぜ長い間みられなかったかの説明を与えようとして、リカードウの機械論に思いいたったのであった⁴⁾。この問題には、もちろん、別の説明を与えることも可能である。たとえばアーサー・ルイス（1954）の無制限労働供給論は、ルイス自身がイギリス産業革命をかれのモデルの典型例と考えているように、そのひとつの解答である。ルイスの議論は、その状況設定が「古典的」である点をのぞけば、理論的にはまったく新古典派的であり、労働が制約的となるやいなや実質賃金とその限界生産性により決定される構造になっている。この方が『賃金の理論』（初版1932）以来のヒックスの考え方に近いにちがいない⁵⁾。しかし、かれは、ルイスの論文を知ってか知らずか（知っていたにちがいない）、そのような説明に満足することなく⁶⁾、リカードウに走るのである。これはリカードウがかれの主著の第3版（1821）の第31章で告白しているように劇的でないにしても、ヒックスにとってはひとつの回心であり、かれ個人の理論史を考えるにあたって興味深い一論点を提起するものといえよう。『経済史の理論』に「機械に関するリカードウ」という付録をつけたことが、のちにかれが「新オーストリー理論」と名付ける方法を再発見ないし再認識するきっかけとなったのではないかと疑がわれまでするので⁷⁾、この点の追究は「資本」三部作の最後のひとつへ

4) Hicks (1969), p. 148. Beach (1971) に言及あり。

5) Hicks (1963) 第Ⅲ部に解説されているように、『賃金の理論』（1932）に対するヒックスの考えにはすでに早い時期から移動があるが、不満の主なもの第Ⅸ、第Ⅹ章に対するものであり、限界生産力説そのものは放棄されていない。

6) Hicks (1969), p. 149 には Lewis (1954) と基本的におなじ説明がある。

7) Hicks (1970) および Hicks (1973) には、批判者としての C. M. Kennedy およびヒックスと同方向への試みとして D. M. Nuti, A. Bhaduri に対する謝辞があるが、ヒックス自身の内部での転換については明言はない。しかし、Hicks (1971) には「かれ [Beach] が言及している書き物 [Hicks (1969)] 以来、この問題にかんする私の考えには、かなり長い道程というべき進歩があった」とある。

のヒックスの思考の歩みをさぐる上でも重要である。

機械化による失業の発生機構そのものの（部分的）解明を目的とする本論文においては、しかし、このような学説史的考察は放棄される。第II節で試みられるのは、かわりに『資本と時間』（1973）第8章に整理されたリカードウ機械論のヒックス版に対する評価である。それは驚くべき単純さと説得力とをもっているけれども、その結論を一般化して推論するのはきわめて危険である。そこで得られた結論、とくに機械化による失業が起るために「必須の要件は新機械が、その取って代るべき機械に比べて、労働においてより高価であること」⁸⁾ という結論は商品による商品の生産が行なわれる事態においては正しくないことが例証される。われわれはリカードウの機械論をフォン・ノイマン＝スラフファの方法によって展開しなければならない。第III節で試みられるのはこの方向への第一歩である。

II

ヒックスの解釈するリカードウの機械論はかれが「単純な輪郭」(simple profile) と呼ぶ場合に与えられている。機械は、この場合、一様に労働の投入される m 期間の建設期間と、一様の労働投入によって最終財である生産物の得られる n 期間の使用期間とをもつことになる。規模にかんする収穫一定を仮定し、機械の単位を1期間に1単位の生産物のえられる量と決めれば、ひとつの機械の技術的仕様は建設期間 m とその間の労働投入係数 a_0 、使用期間 n とその間の労働投入係数 a_1 とで与えられる。考察されるかぎりですべての機械が同一の建設期間と使用期間とをもつ場合には、期間の単位を共通の建設期間にとりかえれば、 m はつねに1と仮定することができる⁹⁾。

単純な輪郭が技術の一般的形であるとも、すべての技術が基本的にこの形に

8) Hicks (1970) p. 275.

9) このとき n が整数でなくなる可能性があり、その場合、期間を追う分析は不可能となる。ヒックスの定式化は連続時間の上でなされるので、この困難は回避可能である。しかし、本節では、次節との関連から m はつねに整数と仮定し、期間ごとの分析を行う。

還元されるともヒックスは主張しない。かれが強調するのは、この形の技術に注目することによって、ワルラス型の横断的な分析に対し、時間の流れを追う分析が可能になり、そのことにより資本の別の側面が明らかになってくるといふことである。この主張は正しい。しかし、そのことでこの形の技術がきわめて特殊な想定にもとづいていることを忘れてよいわけではない。ある最終財たとえば綿布を考えよう。綿布を直接生産する機械すなわち1台の力織機を想定するとき、単純な輪郭という仮定はそれほど特殊とはいえない。なるほど機械が老朽化するにつれて、修理・点検のための労働は増加するであろう。その意味では耐用期間中労働投入係数が変らないという仮定は精密ではない。しかし、経常的な労働投入にくらべて、このような労働の必要量は多くの場合そう大きくない。その変化を無視しても、実質的な正確さは失われない。単純な輪郭という仮定が特殊なのは直接の労働投入についてではなく、原材料など中間投入物の過去労働への還元において、この仮定がもはや維持されないことにある。もっとも分りやすいのは耐用期間の末期の様相である。各期の直接労働投入と原材料投入が一定であるとしても、還元された労働投入は直接労働と未来の各期の中間投入を準備する現在労働の和であるから、もはや準備の必要のない最末期とその数期間前とは還元された労働投入の量には必然的な差異が生れる。これは実質的な変化であり、すでに予告したとおり、結論に重要な改定を要求することになる。しかし、まずヒックスにしたがって、単純な輪郭の場合を考察することにしよう。

建設期間を1、使用期間を10として、賃金率は1単位の労働で1単位の生産物が得られる水準にあるものとしよう。機械の単位としては、以下の数値をみやすくするために、1期間に1単位の生産物のえられる量というヒックスの規約にこだわらないことにして、慣用の1台という単位を用いることにする。出発点として、10単位の労働で1台の機械が生産され、その機械1台と3.5単位の労働によって5単位の生産物が産出される技術状態を考えよう¹⁰⁾。機械の使

10) ヒックスの規約に従うには、1/5台を1単位とすればよい。したがって、考えられているの

用期間が1期間だけであるならば、このような技術によって所定の賃金率を維持することはできない。しかし、仮定により機械は10期間使用可能であるから、労働を適当に配分すれば、この経済は剰余を生むことができる。たとえば、毎期おなじ事態の繰返される、つぎのような単純再生産が考えられる。まず機械の生産に20単位の労働が投入され、毎期2台の機械が生産される。社会には今期生産された2台にあわせて、9期間まえまでに生産された機械18台があり、全部で20台の機械と70単位の労働により、100単位の生産物が産出される。生産物のうち90単位は賃金として支払われるが、10単位が剰余として残る。われわれの考えているのが資本主義社会であるとすれば、これが利潤として資本家の所得となる。

さて、ここできわめて兩期的な技術革新が起り、機械1台あたり2単位の労働が節約可能になったとしよう。いまや機械1台と1.5単位の労働により、生産物5単位がえられる。同一の生産量をうるのに必要な労働が半分以下に減ったのであるから、失業が必然的となるであろうか。ヒックスがみごとに分析した

設例 I

	旧 機 械			新 機 械		
	労働投入	機械投入	産出	労働投入	機械投入	産出
機 械 生 産	10	0	1	7.5	0	1
最 終 財 生 産	3.5	1	5	1.5	1	5

(機械の建設期間は1, 使用期間10)

ように¹¹⁾、単純な輪郭という仮定のもとにリカードウの機械化効果が起るためには、ひとつの条件が必要である。それは新しい機械を建設するのにより多くの労働が必要であるという条件であった。もしこの条件が満たされないならば、生産物に対する直接必要労働がどんなに減少しても、雇用労働量の減少しない経路が存在する。

たとえば、上の技術革新において機械の建設労働じしんが10単位から7.5単

¹¹⁾ は $a_0=2$, $a_1=0.7$ という技術にあたる。

11) Hicks (1970), § 18 および Hicks (1974) 第四章。

1

	0			1			2		
	労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
機 械 建 設 ⁽¹⁾	20		2	20		2.66	23		3.07
旧機械による生産	70	20	100	70	20	100	63	18	90
新機械による生産							4	2.66	13.3
労働物および 生産物 ⁽²⁾	90		100	90		100	90		103.3
	3			4			5		
	労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
28.7			3.83	35.4		4.72	44.4		5.92
56	16		80	49	14	70	42	12	60
8.6	5.73		28.7	14.3	9.56	47.8	21.4	14.28	71.4
93.3			108.7	98.7		117.8	107.8		131.4
							121.4		151

(2) 生産物計は機械をふくまない。

位に減少してしまったでしょう。このとき、第1表のような経過が可能である。この過程は労働供給に制約のないかぎりいくらでも延長可能であり、雇用労働量を減らすことなく、必要なだけの機械台数をもつ単純再生産状態に移行可能である。たとえば、技術革新以前の定常状態においてすでに社会に余剰労働力のない場合には、総労働が90単位を超えることができないので、第1表において第3期の生産以降に修正が起り、資本家は10単位以上の生産物消費を「強制」され、機械の蓄積速度はやや落ちるが、最終的には、機械生産に30単位、生産物（最終財）生産に60単位の労働が投入される定常状態に到達する¹²⁾。このとき、生産物は200単位産出されるので、賃金水準に変化がないならば、資本家は每期110単位の生産物を手に入れることになる。

新しい機械の生産により多くの労働が必要な場合には、以上とはややことなる経過が生じる。新しい機械の生産により多くの労働を割かねばならないが、資本家が古い定常状態での消費水準を維持するなら、最終財の生産そのものを

12) 新機械への移行にとよまない、機械の年齢構成が不整となるが、やがて各年齢千台という状態に近づく。Hicks (1974), Appendix 7 & 9 参照。もちろん、すべてが新機械になったのちの年齢構成の漸化式を書くことで直証証明できる。

も一時的に減少させなければならない。ところがこれは賃金財でもあるから、最終生産物の減少は賃金に振り向ける生産物の減少を意味し、賃金水準を維持するなら雇用可能量が全体として縮小せざるを得ない。

ヒックスは以上の対比から、機械の導入ないし改良による失業がおこるためには、技術革新が「強い後期偏倚」(strong forward bias)を持つこと¹³⁾、すなわち新型機械の生産に旧来以上の労働投入が必要になるようなものであることが必須の要件であると考えた。これは単純な輪郭という仮定のもとにおいて、はたしかに正しい。しかし、より一般的な枠組みにおいてはどうかであろうか。つぎの例が示すように、機械の生産に機械が必要であるという修正を行うだけで、事情が大きく変わってくる。

定常状態における労働投入を考えるだけでは上に与えたと設例とおなじになる、つぎの技術変化を考えよう。まず、古い技術においては、10単位の労働と

設例 II

	旧 機 械			新 機 械		
	労働投入	機械投入	産出	労働投入	機械投入	産出
旧機械生産	10	5	1			
新機械生産	10	5	1	7.5	5	1
最終財生産	7	1	10	3	1	10

(機械の建設期間1, 使用期間10)

5 台の機械を使って1 期間に1 台の機械が生産され、こうして生産された機械1 台と7 単位の労働により10単位の最終財が産出されていたとしよう。機械の使用期間を前とおなじく10とすれば、この技術のもとにおいても、毎期90単位の労働を投入することにより、生産物100単位を得ることができる。じっさい、20単位の労働と10台の機械を使って、毎期2 台の機械を生産すれば、使用可能な機械がつねに20台あることになるので、残りの10台と70単位の労働によって100単位の生産物を得ることができる。つぎに、技術革新によって、新しい型の機械が生れ、その機械1 台と3 単位の労働により10単位の生産物が産出され

13) Hicks (1973) 根岸隆訳による。

第2表

			0			1		
労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
旧型機械による機械製作			20	10	2	22	11	2.2
新型機械による機械製作								
旧型機械による最終財生産			70	10	100	63	9	90
新型機械による最終財生産								
労働および純剰余 ⁽¹⁾			90		15	85		10.7
労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
20	10	2.44	18	9	2.70	14	7	3.15
3.3	2.2		6.81	4.54		13.14	8.76	
56	8		49	7		35	5	
		80	0.3	0.1	71	4.5	1.5	65
79.3		5.89	74.11		0.94	70.06		0.36
						66.64		1.74
労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
12	6	3.46	10	5	3.79	8	4	4.17
16.96	11.31		20.95	13.97		25.29	16.86	
28	4		21	3		14	2	
6.3	2.1	61	8.7	2.9	59	11.4	3.8	58
63.26		0.35	60.65		0.31	58.69		0.26
						57.74		
労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
4	2	4.97	0	0	5.27	33.64	22.43	4.48
34.33	22.89		39.54	26.36		30.70	20.47	
0	0							
19.5	6.5	65	24	8	80	45	15	150
57.83		1.46	63.54		1.36	78.64		62.3
						87.7		98.71
労働	機械	産出	労働	機械	産出	労働	機械	産出
31.29	20.86	4.17	33.16	22.11	4.42			
60	20	200	60	20	200			
91.29		106.84	93.16					

注 (1) 生産物から次期貸金を控除した残り。

(2) 第0期の機械産出は旧型、第1期以降は新型。

のようになると考えよう。新型機械もまた機械と労働とにより生産されるが、このとき使用される機械が新型であるか旧来の型のものであるかによって必要とされる労働量がちがってくるにちがいない。ここでは旧式の機械により新型の機械を作るには、旧式の機械の生産に必要な労働とおなじと考えておく。新型機械により新型機械を生産するには労働係数に節約がおり、機械5台と7.5単位の労働により機械1台が産出されると仮定する。なお、技術進歩はすべて機械に体化されるものと考え、旧式機械による最終財の生産も旧来の係数のままとする。新型機械への移行が完全に進んだとすれば、ここでも90単位の労働投入により200単位の生産物がえられる定常状態が存在し、移行の前後のふたつの定常状態を比べるだけではこの技術革新は上に考察した単純な輪郭の場合とまったく同一の効果をもっている。しかし、機械の生産に機械が必要であるという関係から、移行の過程はたとえば第2表に示されるようなものとなる。

移行の経路は第2表以外にもいろいろありうるが、いま考えている技術革新の場合には、雇用労働量を減少させることなく、新技術に移行するような経路は存在しない。しかし、雇用労働量が減少せざるを得ない理由は、「強い後期偏倚」の場合とはやや異なる。「強い後期偏倚」の場合、新しい機械の生産により多くの労働を割かなければならないため最終財の産出量が減少し、資本家に労働者を雇う原資がなくなるのであった。いまの場合、新しい機械の生産のために最終財の生産が減少することは同様であるが、それによって賃金財が不足し雇用量が減少するのではない。第2表とちがって、每期2台の機械を生産し、それらを1台ずつ機械生産と最終財生産とに振り向けるとすれば、最終財の産出量を100に維持しながら、第11期目にはすべての機械が新型となる。しかし、この経路においても雇用量は減少する。90単位の労働を有効に使いこなすだけの機械の台数がないからである。すなわち、この場合、隘路となるのは、賃金原資ではなく、機械（の増産）である。

ケインズの強調した失業とちがってリカードウが分析しようとしたのは資本不足による失業であった。機械も資本の一種であるという意味では、第2表に

みるような失業（すなわち雇用労働量の減少）も資本不足による失業にちがいない。しかし、リカードウが念頭においた資本はもっぱら貸金財であった。リカードウにとって、貸金原資に余裕があるにもかかわらず雇用が増加しない事態は考えにくかったにちがいない。被雇用者の生活を保証する以外になんの資本も必要としない職域が広範に存在し、かつその増大が求められている状態では、貸金原資の多少のみが雇用量を決定する条件でありうる。機械による機械の生産が仮定される技術系においても、機械を使用せず労働だけでなにかを生産する技術が存在する場合、もし貸金財の産出が落ちないならば、過剰の貸金原資をこの技術による生産に振り向けることによって雇用総量を維持することができる。ただし、このような雇用維持にはいろいろな制約があることを認識しておかねばならない。労働のみで生産されるものが機械を用いる他の技術によってすでに生産されているものともし同一であるならば、ふたつの生産技術に競合が起り、所与の賃金率のもとでより競争的なものはどちらか一方（たぶん機械を用いる技術）に限定されるのが通常である。このとき、利潤率の低い技術による雇用の維持を計るには、個別資本間の競争を越えるなんらかの政策が必要となる。労働のみで生産されるものが他の生産物とは異なる場合でも、経済全体の生産や分配の状態に依存してこの商品に対する有効需要が一定限度におさえられるので、労働のみを投入する技術による雇用にはおのずと制約がある。現在でもほとんど労働のみの投入により生産しうるのがあがるが、それらが産業的に利用される可能性は以上の二重の理由により小さい。そこで、もしこのことを認めるならば、機械化による失業という事態が起る理由として、貸金原資の減少という事情ばかりでなく、より一般に資本の雇用容量が減少するという事情を考えるべきこととなる。

新オーストリー理論という形でヒックスが機械問題に取り組んだとき見落したのもこれであった。オーストリー理論の伝統は機械その他の資本財を過去に投入された労働とみて、商品による商品の生産をその固有の相においてみようとしない¹⁴⁾。この立場からは、機械生産のもっとも単純な定式化は、単純な輪

郭という仮定でヒックス自身が行なったように、労働のみによる生産であった。こうすることでヒックスは、古典経済学とはからずもおなじ賃金基金説に立つことになる。なぜなら、このとき労働需要を制約するものは賃金原資以外にないからである。賃金原資は固定賃金のもとではたしかに労働需要の上界を画するひとつの要因である。しかし、賃金原資以外にも上界を画するものは存在する。資本の不足という点からいえば、それは機械の存在台数かもしれないし、ある種の原材料（たとえば燃料）かもしれない。上界の最小を与えるものが何であるかは、移行にあたって増産の隘路がいかに現われるかに依るのである。

ヒックスが「強い後期偏倚」をもつ技術革新を労働雇用の減少をひきおこす技術変化として指摘したのは重要な貢献であった。これはリカードウがその機械章で与えた説明をみごとに解明するものであったけれども、「弱い偏倚」の場合に雇用の減少が起らないとしたのは、単純な輪郭という架空の設定を離れてみれば誤りであり¹⁵⁾、機械化による失業の現実的可能性を必要以上に制限するものといえる。

III

前節でみたのは商品による商品の生産という事情が介在するとき、ヒックスがかれの分類において予定しなかった型の機械化による失業があるということだった。本節ではそのような失業がより一般的な文脈のなかで発生しうること示す。

分析の枠組みとしてはフォン・ノイマンとスラッファによって採用された固定資本の定式化を用いる。これはヒックス(1973)によって新オーストリー資本理論とは「反対の極にある」とされた資本の取扱い方であるが、私見によれ

14) オーストリーの資本理論のなかに von Neumann (1945/46) を位置づけてみると、ベーム・バヴェルク以来の伝統とされるものが、じつはオーストリー学派のひとつの方向にすぎなくなるかもしれない。Faber (1979) 第3章に「伝統」的な立場からの位置づけがある。

15) 単純な輪郭という設定の外では、「強い偏倚」、「弱い偏倚」の定義はじつは与えられていないが、財の投入係数が不変に保たれているので、労働投入係数の変化だけを形式的に拡大した定義が可能である。

ば機械化による失業というリカードウ的主題を扱うのにより適した枠組みである。たしかにこの枠組みは illustrative ではない。枠組みの一般性を保持しながら、その分析の骨子を分りやすく模型化するのは容易ではない。しかし、ある事態の生起をいったんその枠組みに乗せることに成功するならば、例示的な方法では決して到達することのできない一般性を得ることができ、そのためかえってこの本質に触れた直観的理解が可能になる。以下の展開がそのささやかな例証であることを期待したい。

フォン・ノイマン＝スラフファの方法はたいへん有名なものであるから、その詳細には立ち入らない。後の行論に必要なかぎりて定式化しておこう。

経済には一般に n 種類の財があるとし、これらの財の一定量を投入して 1 期間後に一定量の産出を得る技術が多数知られているとする。収穫一定を仮定するので、ひとつの技術はひとつの生産 (a, b) により代表される。いま、このような技術が m 個あるとすれば、この技術状態において可能な生産はそれらの非負結合として表現される。資本財の寿命と生産の期間とは一致するとはかぎらないが、寿命が 1 期間以上にわたるものについてはその財の「年齢」を考えて、おなじ名前でもことなる年齢をもつものは別の種類の財と考えれば、残存する資本財は 1 期古い財の産出として取扱うことができる。これらは主製品以外に副産されるものであるので、資本のこのような取扱いが許されるためには一般に結合生産が仮定されなければならない。

資本主義ないしは社会主義においては、(それらは奴隷制を取らないので) 産出側に現われないひとつの重要な投入成分がある。それが労働である。簡単のために、すべての労働力は均質なものとし、労働量はただひとつの指標(労働時間)によって測られるとしよう。財に 1 から n までの番号をつけ、労働投入には番号 0 を確保すれば、ひとつの技術の投入係数ベクトル a は労働投入係数 a_0 と財の投入係数部分

$$a_+ = (a_1, a_2, \dots, a_n)$$

のふたつの部分に分けられる。産出係数ベクトル

$$b=(b_1, b_2, \dots, b_n)$$

は、 a ではなく a_+ とおなじ次元をもつ。

ある知られた技術集合 F において、すべての技術を適当に並べて番号をつけ、その各ひとつを (a^j, b^j) と書くことにしよう。そして、

$$a_0 = \begin{bmatrix} a^1_0 \\ a^2_0 \\ \vdots \\ a^m_0 \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} a^1_+ \\ a^2_+ \\ \vdots \\ a^m_+ \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} b^1 \\ b^2 \\ \vdots \\ b^m \end{bmatrix}$$

と置く。 a_0 は m 次元の縦ベクトル、 A および B は m 行 n 列の行列である。技術進歩により技術集合が変化すれば、 a_0, A, B は当然ながら変化する。公害等の規制により既存の技術が使えなくなる場合をのぞけば、技術進歩は一般に技術集合の拡大を意味するので、技術の個数 m はしだいに増大する¹⁶⁾。

ひとつの技術集合を固定するとき、非常に一般的な仮定のもとに、適当な非負数 ρ と 0 でない n 次元の非負縦ベクトル u とがあって、系のすべての技術 (a^j, b^j) につき不等式

$$\rho \cdot \{a^j_0 + \langle a^j, u \rangle\} \geq \langle b^j, u \rangle \quad (1)$$

あるいはおなじことで

$$\rho \cdot \{a_0 + Au\} \geq Bu \quad (1')$$

が成立する¹⁷⁾。たとえば平坦な経済と呼ばれる技術集合の場合には、これは正しい¹⁸⁾。とくに技術集合が生産的な系を含む場合には、 ρ は 1 以上に、 u は正のベクトルとすることができる。このような ρ と u とは、もちろん、一意的とは限らない。じっさい、平坦な経済の場合、ある正の数 ρ について不等式 (1) を満たす正ベクトル u が存在すれば、 ρ 以下の任意の正の数 ρ' についても同

16) ここではある技術による生産が採算にのるかどうかは考えない。したがって、多くの技術の生産率は 0 となる。

17) 横ベクトル a と縦ベクトル u のスカラー積 $\sum_{i=1}^n a_i \cdot u_i$ を $\langle a, u \rangle$ と書く。

18) 塩沢 (1981) 第30節。なお、Kemenny, Morgenstein and Thompson (1956) は von Neumann (1945/46) を拡張してより一般的な存在定理を示しているが、そこでは貸金財がすべて自由財になる可能性がある。

様の正ベクトルが存在する。同一の ρ についても、ことなる非負ベクトル u が条件(1)を満足することが十分ありうる。しかし、当面、いかなる ρ と u とを選ぶかにかかわらず、次のことが成立する。

いま、 $x(0), x(1), \dots, x(T)$ を生産水準ベクトルの任意の系列としよう。整数 t を 0 から T までの任意のものとするとき、 $x(t)A$ はこの水準の生産を行うに必要な $t-1$ 時点の財の投入ベクトルを、 $x(t)B$ はその生産から得られる t 時点の産出ベクトルを表わす。各時点での財の消費を $c(t)$ とするとき、この系列が閉じた経済として可能であるためには、

$$x(0)B \geq x(1)A + c(1), \dots, x(T-1)B \geq x(T)A + c(T)$$

が成立しなければならない。この不等式を縦ベクトル u で評価してみよう。1 から T までの任意の t につき、

$$\langle x(t-1)B, u \rangle \geq \langle x(t)A + c(t), u \rangle.$$

そこで、もしすべての t につき

$$\langle c(t), u \rangle \geq \langle x(t), a_0 \rangle \quad (2)$$

がなりたつ場合には、不等式(1)から

$$\rho \cdot \langle x(t-1)B, u \rangle \geq \langle x(t)B, u \rangle$$

が成立する。この関係を 1 から T までつなげて評価すると、

$$\langle x(T)B, u \rangle \leq \rho^T \cdot \langle x(0)B, u \rangle \quad (3)$$

が得られる。

評価式(3)は産出ベクトルの増大に上から制約を与える非常に一般的な式である。この式の成立の条件は、閉じた経済においては条件式(2)だけであるから、(2)式が成り立つ範囲で ρ と u とをいろいろに取り換えることで、評価式(3)の効果を變えることができる。増大の位という点からいえば ρ が小さいほど強い評価が得られるが、そのとき u も一般に小さくなるので条件式(2)が成立しにくくなる¹⁹⁾。おなじ ρ について考察するときには、 u は大きければ大きいほど(2)が成立しやすい。

19) 次の注21)参照。

平坦な経済の場合、ある ρ につき(1)を満たす非負ベクトル u がもし存在するならば、新品の財の上で比較して(1)を満たすどのベクトルよりも大きなベクトルが存在する²⁰⁾。また、そのような最大ベクトルは存在するかぎりにおいて ρ にかんして単調増大である²¹⁾。したがって、(3)式においてなるべく強い評価を得るには、最大ベクトルが(2)を満足するもっとも小さい ρ を求めればよいことが分る。平坦とは限らない一般の技術集合においては、おなじ ρ について(1)を満たす最大の u が存在するとはかぎらず、(3)式による評価は可能であるものの、その限界を知るのはきわめてむずかしくなる。

ベクトル u が賃金単位で測った財の価格であるとき、条件(2)式の成立はきわめて見やすいものとなる。じっさい、労働者が貯蓄せず、先払いされた賃金をすべて消費するならば(2)式が自動的に成立する。このとき、 $\rho-1$ はこの経済の利潤率であり²²⁾、経済の成長も $\rho-1$ 以下におさえられる。しかし、(3)式の成立のために u が市場価格である必要はない。たとえば、経済では別の価格 p が支配しており、その価格のもとに労働者は賃金によって財を買うが、賃金の一定率は消費せずなんらかの経路を通して投資するとしよう。このとき、 p が利潤率 r の最小生産価格であるとしても、 ρ として $1+r$ を取ることはできない。それでは条件(1)が成立しない。そこで、 ρ を $1+r$ より大きくとり、対応の u が(2)を満たすようにしなければならない。逆に労働者が貯蓄せず資本家が利潤の一定率を消費するときには、 ρ を $1+r$ より小さくとることができる。以下では簡単のために(2)はつねに等号でなりたつとし、賃金からの購入財の構成は一定と仮定する。

準備は以上にして、機械問題に進むことにしよう。まず、技術知識としてふたつの状態を区別しよう。 Γ^* は革新前に知られていた技術の集合であり、 Γ を革新後の技術集合とする。革新により古い知識がすぐには忘れられることは

20) 塩沢(1986), p. 35.

21) 塩沢(1981)第30節。

22) くわしくいえば、(1)式が等号で成立する技術のみが利用され、それらの利潤率が $\rho-1$ となる。

ないから、一般に Γ^* は Γ の部分集合である。通常ひとつの革新と認識されるものが、実はいくつかの技術の同時的発現でありうることに注意しよう。たとえば新しい型の機械の発明は、さいていその機械の製造技術とその機械の利用技術とをともなっている。それはまたときに古い型の機械を新しい型のものに改造する技術とをともなっているかもしれない。

資本財であれ消費財であれ、新しい財が発見ないし発明されるときには、技術変化はじつは財空間の拡大をともなっている。そこで Γ^* と Γ とは形式的には異なる次数の投入ベクトルと産出ベクトルとを持つことになるが、そのような不都合を避けるために、 Γ^* の技術じしんも技術革新により拡大された財空間のなかで記述されていたと考えることにしよう。集合 Γ^* が Γ の部分集合であるとは正確にはこの意味においていえることである。このような約束でただひとつ困ることは、しばしばわれわれが Γ^* についてそれが生産的な部分技術系を含むと仮定することである。新しい機械は技術革新によって知られるようになるのであるから、 Γ^* には当然それを産出する技術は存在しない。しかし、いちいちこの例外に言及するのは繁雑であるので、 Γ^* にも新しい機械を生産する技術が存在したが、それは禁止的に高い労働投入を必要として生産されていなかったと仮定しておこう。

技術状態 Γ^* から Γ への変化にあたって、生産の変化が起る。そのすべての可能性を解析するのは困難であるので、ヒックスにならって出発点と到達点とは定常状態とする。ことに出発点の定常状態は成長率 0 の単純再生産を考え、そこにおける生産水準ベクトルを $x(0)$ とし、その状態での労働雇用量 $\langle x(0), a_0 \rangle$ を L とおこう。到達目標である定常状態は成長率 $\rho-1$ をもち、すべての剰余が再投資されるものとする。最初の定常状態からつぎの定常状態までが移行期間であるが、その中味についてはふれないことにする。

産出ベクトル $x(0)B$ と労働とをもちいて、定常的な生産 $x(T)$ にまで到達したと考えよう。このとき、(3)式から、

$$\langle x(T)B, u \rangle \leq \rho^T \cdot \langle x(0)B, u \rangle$$

という評価がえられる。しかし、これはこの場合、最良の評価ではない。上の式が等号でなりたつためには、 $x(1)$ から $x(T)$ への系列において、不等式(1)を等式でみたとす技術のみが用いられ、かついかなる剰余をも出していないことが必要である²³⁾。ところで、 $x(1)$ 、 $x(2)$ などは当然古い機械による生産を含まざるをえないので、上の条件を満たしえない。そこで、つぎのような係数 δ を導入しよう。産出 $x(0)B$ から出発する閉じた生産系列で T 期の産出が u ではかつて最大になるようなものを取り、それと $\rho^T \langle x(0)B, u \rangle$ との比を δ とするのである。これを最少損失係数という。最少損失係数は、出発点の財ベクトルの方向および期間数 T に依存する。期間数 T が増大すると δ は一般に上昇するが、十分大きな T に対しては一定となり、特別な出発点をのぞいて1より小さい。

つぎに、 $x(0)$ と $x(T)$ における資本労働比率を問題にしよう。ここで、生産水準 x における資本量は

$$\langle x, a_0 \rangle + \langle xA, u \rangle$$

で測ることにし、これと労働量

$$\langle x, a_0 \rangle$$

との比を取るのである。いま $x(0)$ 、 $x(T)$ の資本労働比率をそれぞれ η_0 、 η としよう。われわれの基本的仮定として

$$\eta_0 < \eta$$

とする。すなわち、技術系 I' における最大率成長経路では1単位の労働を雇用するのに必要な資本量が I^* における定常経路のそれより大きいものとする。そして、

$$c = \eta_0 / \eta$$

とおこう。第II節で問題にした労働投入係数の減少にあたるものが、ここでは ϵ により総合的に測られることになる。

さて、 T を適当に取るとき

23) $u > 0$ を仮定している。塩沢 (1986) p. 21 参照。

$$\rho^T \cdot \delta \cdot \varepsilon = \rho^T \cdot \delta \cdot (\eta_0 / \eta) < 1 \quad (4)$$

が満たされるならば、 $T-1$ 時点での労働需要 $L(T-1)$ は L 以下に減少している。これを証明しよう。まず、 η の定義から

$$L(T-1) = \eta^{-1} \cdot \{ \langle x(T), a_0 \rangle + \langle x(T)A, u \rangle \}$$

ここで、 $x(T)$ は倍率 ρ の比例的成長経路にあるから、

$$L(T-1) = \eta^{-1} \cdot \rho^{-1} \cdot \langle x(0)B, u \rangle。$$

最大損失係数 δ の定義から

$$L(T-1) \leq \eta^{-1} \cdot \rho^{-1} \cdot \delta \cdot \rho^T \cdot \langle x(0)B, u \rangle。$$

ところで、

$$L = \eta_0^{-1} \cdot \{ \langle x(0), a_0 \rangle + \langle x(0)A, u \rangle \}$$

かつ

$$\langle x(0)B, u \rangle \leq \rho \cdot \{ \langle x(0), a_0 \rangle + \langle x(0)A, u \rangle \}$$

から、

$$L(T-1) \leq \rho^T \cdot \delta \cdot (\eta_0 / \eta) \cdot L。$$

よって、仮定(4)から、 $L(T-1)$ は L より小さくなる。

条件(4)において ρ と ε とは T および労働者の消費バスケットによって定まっている。最小損失係数 δ は T の非減少函数であるから、条件(4)をみたすようにするには、移行期間 T をなるべく小さくすることが望まれる。しかし、 T をむやみに小さくすることは、定理が正しいとしても、その経済的な意義を失なわせる。たとえば $T=1$ とおくと、 ρ^T は小さくなり、(4)の成立する可能性は大きい、耐久資本財をもつ経済が1期間で移行を完了するという仮定したいが現実的なものといえなくなる。いま、旧式の機械の最大の耐用期間を h とするとき、 T として $2h$ を取るならば、 δ は十分大きな T のそれにほぼ近いと考えられ、移行は妥当なものといえよう。しかし、耐用期間の2倍というと ρ^T が大きくなりすぎるかもしれない。正確な定常経路に乗っていることは望めないが、 T を耐用期間の最大 h に等しくとれば、近似的な評価になるが、(4)はもっと成立しやすくなる。

もちろん、移行の終わった段階でも労働雇用がなお出発点より減少しているという状態は特別なものであろう。より一般には移行の過程でのみ労働雇用の減少がみられるにちがいないが、その分析にはより詳細な評価が必要となる。

本節で示したのは、資本構成の深化(資本労働比率が増大)する場合に労働雇用が減少する可能性である。これはかならずしも機械化によるものとは限らず、その意味ではリカードウの意図からはみだしているが、技術革新が雇用減少という労働者階級にとって不利な状況を作りだすかもしれないという認識の再確認においてはリカードウを継承するものである。

参考文献

- Beach, E. F. (1971), "Hicks on Ricardo on Machinery", *Economic Journal*, 916-22. Rep. in Wood (1985).
- Berg, M. (1980), *The Machinery Question and the Making of Political Economy 1815-1848*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Caravele, G. A.(ed.), (1985), *The Legacy of Ricardo*, Basil Blackwell, Oxford & New York.
- Faber, M. (1979), *Introduction to Modern Austrian Capital Theory*, Sprilinger-Verlag, Berlin.
- Hicks, J. R. (1963), *Theory of Wages*, 2nd edition, Macmillan, London. First edition 1932.
- Hicks, J. R. (1969), *A Theory of Economic History*, Clarendon Press, Oxford.
- Hicks, J. R. (1970), "A Neo-Austrian Growth Theory", *Economic Journal*, 257-81. Rep. in Wood (1985), II.
- Hicks, J. R. (1973), *Capital and Time, A Neo-Austrian Theory*, Clarendon Press, Oxford. 根岸隆訳『資本と時間』東洋経済新報社, 1974.
- Kemeny, J. G., O. Morgenstein and G. L. Thompson(1956), "A Generalization of the von Neuman Model of an Expanding Economy", *Econometrica*, 24, 115-135.
- Lewis, W. A. (1954), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour", *Manchester School*.
- Meacci, F. (1985), "Ricardo's Chapter on Machinery and the Theory of Capital", in Caravele (1985).
- Neumann, J. von, (1945/46), "A Model of General Economic Equilibrium," *The*

Review of Economic Studies, 13, 1-9. First presented at the University of Princeton in 1932, published in German in 1936.

Ricardo, D. (1821), *On the Principles of Political Economy and Taxation*, Sraffa's Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1951.

Schumpeter, J. (1954), *History of Economic Analysis*, Oxford University Press, New York & Oxford.

塩沢由典 (1981) 『数理経済学の基礎』朝倉書店。

塩沢由典 (1986) 「計画経済における価格形成と技術選択」『経済学雑誌』第86巻第6号。

Wood, J. C. (ed.), (1985), *David Ricardo, Critical Assesment*, Croom Helm, London.