

Title	ヨハンセンの多部門経済成長模型
Sub Title	Professor Johansen's Multi-Sectoral Growth Model
Author	西川, 俊作(Nishikawa, Shunsaku)
Publisher	
Publication year	1961
Jtitle	三田商学研究 (Mita business review). Vol.4, No.1 (1961. 4) ,p.76- 87
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234698-19610425-04044624

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

ヨハンセンの多部門経済成長模型*

西川 俊 作

七六

1 まえがき

経済成長理論はハロッドの先駆的業績^{*}を契期として近年著しく発展し、経済分析における重要な分野となった。このような理論の展開は、一方において先進資本主義国の経済停滞(stagnation)、他方において後進国発展の開始(take-off)といった現実的な問題を解決しようという実践的志向に支えられていることはまちがいのないところである。しかしながら、経済成長分析はふつうの場合きわめて集約^{フリーズ}された次元でおこなわれ、これを複雑な経済的現実に適用しようとするとき、われわれは著しい困難に遭遇する。むしろ、国民経済をひとつとして巨視的にその成長過程を分析することはそれなりに有用である。だがわれわれの検討すべき問題の性質いかによっては、もっと非集約^{ディスフリーズ}的で、詳細な分析が必要であろう。経済成長の過程で産業構造がどのような径路をたどって変化するかは、巨視的な成長分析によって十分に説明しつくせない。ヨハンセンの多

部門経済成長模型は、まず経済成長論の多部門化として重要である。

第二にかれの研究では投入・産出分析が換骨奪胎されて、経済成長分析に結合されている。労働と資本の代替可能性、価格体系の内生化などによってレオンチェフ体系の拡張が試みられ、しかもその各パラメタは具体的に充填されている。投入・産出分析の動学化は純粋に理論的な観点から推進されて、すでに久しい。けれども、いまひとつの流れとして、静学的と云われる投入・産出分析の手法を(ほぼ、そのまま)経験的に経済発展の分析に利用する試みがある^{***}。ヨハンセンの模型はこのようなアプローチに属する。アプローチの論理的矛盾を言あげるのは易い。われわれはかれの分析が、現存の統計資料を前提とした実行可能な範囲で、比較的良好な近似的結果を得ている点で、高く評価しなくてはならない。

最後に、ヨハンセンの模型が、師フリッツシュによって雄大な構想のもとに進められているオスロ決定模型^{***}(Oslo Decision Models)

の一環をなしている点に、留意したい。フリッシュの模型は、経済循環を可能な限り多部門的にかつ多側面的に図式化し、これを線型、非線型の計画法と結合して、経済計画の最適化を計りうる構成をもっている。したがって、一方では産業連関表、金融連関表、国民所得分析等が包括的に結合され、他方では計画立案者（ないしそれによって代表された国民）の選好函数が計測されている。しかし、オスロ決定模型をフル・サイズで数值的に充填することは、経済統計の整備状況からみて相当な難事業であるが、部分的にもせよ具体化しうるならば、それが経済分析、経済計画の分野で有力な武器となることは、あらためて多言を要すまい。ヨハンセンの模型は、このようなオスロ決定模型の縮刷版として理解できる。産業連関分析による計画模型がややもすると生産構造中心のものであるのに反し、（ヨハンセンの模型も含めて）オスロ決定模型では消費・分配機構が加えられ、国民の経済的厚生に関する計画が明示的に処理しうるものとなっている。

「貿易自由化」の影響は、わが国産業構造の成長過程のなかで討議されなくてはならないし、「所得倍増計画」の帰趨は、さらに民生への真剣な配慮なしには論じえない。そしていずれもとくに妥当な定量的分析、数値的結果を欠いては無意味であろう。ヨハンセンによって提示された多部門経済成長模型は、わが国の既存統計によっても十分充填しうる。われわれの統計資源はヨリ包括的かつ細密な模型をさへ具体化するに充分であるように思われる。

* Leif Johansen, *A Multi-sectoral Study of Economic Growth*, Amsterdam, 1960. 同かたがれの論文“Substitution versus Fixed Production Coefficient in the Theory of Economic Growth,” *Econometrica*, vol. 27, no. 2—April, 1959, 並びに “Rules of Thumb for the Expansion of Industries in a Process of Economic Growth,” *Econometrica* vol. 28, no. 2—April, 1960 も基本的には同様のモデルを扱っている。

** R. F. Harrod, *Towards a Dynamic Economics*, 1950

*** H. B. Chenery, T. Watanabe and S. Shishido, “The Pattern of Japanese Growth, 1914—1954,” [preliminary version, stenciled]

**** R. Frisch, “Oslo Decision Models,” *Memorandum of the University Institute of Economics*, Oslo, June, 1957

2 基本前提

ヨハンセンの模型における基本的な仮定の第一は、労働および資本設備が完全雇用状態にあるというものである。^{*}資本制生産の下で一国が長期間にわたり、他の資本主義国と多量の外国貿易を維持しながら、完全雇用のまま成長を続けるということは、たしかにきわめて困難な問題であろう。しかし、労働と資本設備の完全雇用を伴

った、継続的な均衡成長過程を確保するに足る制度的条件を作り上げるべき可能性は、残されている。ソ同盟の経済組織の下でおこなわれている実験はこのような成長過程の可能性を立証するものと云ってよからう。したがって、完全雇用を前提することはあながち妥当性に乏しいものではない。

第二に、労働と資本は部門間で完全移動し、その配分は限界（価値）生産物と報酬との均等式にもとづいて定まるものと仮定する。このとき、限界原理を乱すような時差ないしは摩擦は一切ないものとする。労働への報酬（賃金）は部門間で一定の比率を保つが、しかしかならずしも均等でなければならぬとは考えない。このような産業間格差は、作業条件、熟練度、社会的地位などを反映している。資本の報酬についてもおなじで、この場合格差は慣習的な必要利潤額、投資危険、平均規模等の大小に依存しているものとする。これらは独占度の部門差をある程度反映するであろうが、この種の関係は利潤極大化行動をもとにした定式化のなかには含めないものとする。

第三に消費需要は価格と可処分所得の函数であって、規則的な趣好の変化、所得分布の時間的変動、人口構成の変化などは無視する。ただ「外生的な需要」——主として政府公共需要および純輸出の影響をあらわす——の変動を許しているので、うえのような無視した諸要因の影響もここに含ませうであろう。

第四に総投資は外生的に決定されるものとする。これには二通

りの説明がなしうる。(1)信頼するにたる投資理論を欠いている、(2)総投資は直接、間接に経済政策によって規制されている。ヨハンセン自身は、「主に後の方の説明を考えている」(P. 21)と述べている。

さらに（総）人口の変動も外生的に決定されると仮定する。比較的高度の生活水準に達した経済に対しては、この第五の仮定は現実的なものである（なお、総人口と労働力人口とは区別しておくべきであろう）。

第六に、そして最後に、生産函数の変位という意味での生産性の変動は外生的に決定されるものとする。これに代るアプローチはいまのところ確定的なものがない、というのがヨハンセンの見解である。

以上を要約すると、（ヨハンセンの）成長過程は、外生的に決定される諸要因（(a)総投資、(b)人口増加、(c)生産性の向上、(d)外生需要の変化）によって、産み出されることになる。そしてこれらの外生要因によって説明される内生変数は、(a')各部門の投資、(b')各部門の雇用変動、(c')各部門の総生産量（および、最終需要と中間需要）、(d')部門間の相対価格ないし交易条件の変動、これである。

なお、経済政策の問題は陽表的には扱われない。もし扱ふとすれば、租税その他の政策パラメタを導入する必要があるだろう。

* この仮定の経験的な基礎として、かれの指摘するところでは、分析の基準年次となる一九五〇年前後にノルウェーはほぼ

完全雇用状態にあった。

** 一九四九〜五一年に、消費財の配給制がほとんど解消されたが、中央統計局 (the Central Bureau of Statistics) の推計によると、一九五〇年の粗投資の七〇パーセントは (輸入ライセンス、建設資材およびその他の生産手段の割当によって) 政府の直接的な統制下にあったという。(ただし、一九四九年、一九五一年には建設ライセンスはやや緩和されていた) cf. P. J. Bjerve, *Planning in Norway, 1947-1956*, 1959, pp. 13-15

*** オスロ決定模型の体系には、数多くの政策パラメタが含まれている。経済政策論の見地に立てば、このような操作は必要不可欠であろう。cf. R. Frisch, "Price-wage-tax-subsidy Policies as Instruments in Maintaining Optimal Investment"; and "A Method of Working out a Macro-economic Plan Frame with Particular Reference to the Evaluation of Development Projects, Foreign Trade and Employment"; both are the above mentioned Memorandum, Feb., 1953 and Oct. 1958, respectively.

3 多部門成長模型の構成

3・0 部門分類と記号

部門分類表と記号リストは、(折込の)表1、2にまとめてある。

ヨハンセンの多部門経済成長模型

部門20および21は、労働および資本の投入はなく、これらの部門は他部門で生産された (投資) 財を集配する部門である。

このほか、任意の変量 Y_i の時間変化率を y_i とあらわすものと約束する。すなわち、

$$y_i = (Y_i/Y_i) = (1/Y_i)(dY_i/dt)$$

3・1 生産構造と企業行動

すでに述べたように、労働と資本とは代替的な生産要素と仮定し、生産函数はコブ=ダグラス型で近似されるものとするが、原資材ないし中間財についてはふつうの投入・産出分析そのままに固定係数の仮定を採用する。

$$(1.1) \quad X_i = A_i N_i^{\alpha} K_i^{\beta} e^{i\gamma} \quad (i=1, \dots, 20)$$

$$(1.2) \quad X_{ij} = \alpha_{ij} X_j \quad (i, j=1, \dots, 22)$$

$$(1.3) \quad M_i = \mu_i X_i$$

α_{ij} , β_i , γ_i , e_i , μ_i および A_i は定数だが、 α_{ij} は投入係数にほかならない。 $i=20, 21$ は仮設の土木部門および投資材部門なので、 X_{ij} および μ_i はゼロである。また部門内取引は無視する ($X_{ii} = \alpha_{ii} = 0$)。建物・プラントなどへの投資 K_{B_i} とその他の固定資本 K_{M_i} との比率 k_i は部門毎に一定で、部門間では相異なるものとする。

$$(1.4) \quad K_{B_i} = k_i K_i, \quad K_{M_i} = (1-k_i) K_i$$

償却 D_{B_i} , D_{M_i} についても、次のような関係があるものとする。

$$(1.5) \quad D_{B_i} = \delta_{B_i} K_{B_i}, \quad D_{M_i} = \delta_{M_i} K_{M_i}$$

ここで δ_{B_i} , δ_{M_i} は償却率で、定数である。

企業利潤は次式であらわされる。

$$(1.6) \quad \Pi_i = P_i X_i - \sum_j P_j X_{ji} - P_0 M_i - W_i N_i - P_{20} D_{Bi} \\ - P_{21} D_{Mi} - R_i (P_{20} K_{Bi} + P_{21} K_{Mi}) - \theta_i X_i$$

「純価格」 P_i および「資本の使用コスト」 Q_i を(1.7)(1.8)のように定め、(1.6)に代入すれば(1.9)が得られる。

$$(1.7) \quad P_i = P_i - \sum_j P_j a_{ji} - P_0 \mu_i - \theta_i$$

$$(1.8) \quad Q_i = P_{20} (\delta B_i + R_i) K_i + P_{21} (\delta M_i + R_i) (1 - K_i)$$

$$(1.9) \quad \Pi_i = P_i X_i - W_i N_i - Q_i K_i$$

間接税率 $\theta_i = 0$ ならば、 P_i は付加価値とおなじものである。 Q_i は利子負担および償却額である。($P_{21} = P_{20} = 0$)

(1.9) をもとに利潤を極大化すると、次の均衡条件が成立するであらう。

$$(1.10) \quad r_i P_i X_i = W_i N_i$$

$$(1.11) \quad \beta_i P_i X_i = Q_i K_i$$

農業、漁業においては、一般に業主の所得（純粋な利潤）とその労働賃金の評価額とも呼ぶべきものは区別し得ない。そこで、

$$(1.12) \quad P_i X_i - Q_i K_i = N_i W_i$$

つまり、農業等の所有者は、純粋な利潤を含めてその労働報酬が農業賃金より低くならないかぎり、農場で働くことを選ぶものとする。したがって N_i は雇用労働と業主（および家族）労働を含む。限界原理によって (1.11) と (1.12) から (1.10) のような条件が導かれる。

$$(1.10') \quad (1 - \beta_i) P_i X_i = W_i N_i$$

収益（または収獲）不変、 $r + \beta = 1$ であれば、(1.10) と (1.10') との差は消滅する。

3・2 消費と需要構造

購入価格 (P_i) による体系を設定し、改めてのちに販売価格 (P_i) へと変換する。したがって、さしあたりは商業部門 ($i=14$) は除外される。

収支均等式 (2.1) と効用函数 (2.2) から限界効用 (2.3) およびその導函数 (2.4) が導かれる。

$$(2.1) \quad Y = \sum_{i \neq 14} P_i Y_i$$

$$(2.2) \quad U = \sum_{i \neq 14} U_i(Y_i)$$

$$(2.3) \quad (\partial U / \partial Y_i) = (\partial U / \partial Y_i) = u_i(Y_i)$$

$$(2.4) \quad \partial^2 U / Y_i^2 = (\partial^2 U_i / \partial Y_i^2) = u_i'(Y_i)$$

云々もどもなく、ここでは効用の独立性が仮定され、(2.4) においてクロス項が含まれていない。収支均等式 (2.1) に従って、効用 (2.2) を極大化する条件は、次のようになる。

$$(2.5) \quad u_i(Y_i) - \lambda P_i = 0$$

ラグランジュ乗数 λ は貨幣の限界効用として説明される。(2.5) と (2.1) から、

$$(2.6) \quad Y_i = h_i(P_i, P_1, \dots, P_{13}, Y)$$

$$(2.7) \quad \lambda = \lambda(P_i, P_1, \dots, P_{13}, Y)$$

必要とされるものは、各財の需要函数 h_i (2.6) である。「需要係

表 1 部門分類

- 0 非競争輸入 (海外)
- 1 農業
- 2 林業、狩猟業
- 3 漁業、捕鯨業
- 4 鉱業
- 5 食品、煙草、清涼飲料
- 6 繊維、被服、皮革、ゴム製品
- 7 木竹、パルプ、紙、紙製品
- 8 印刷、出版、その他製造業
- 9 化学製品
- 10 ガラス、陶器
- 11 基礎金属製品
- 12 金属製品
- 13 電力、ガス、水道
- 14 卸売、小売業
- 15 商業用建物および住宅
- 16 海運業
- 17 交通業 (陸上、航空)
- 18 通信業
- 19 銀行、保険、その他のサービス業
- 20 土木建設業
- 21 その他の投資財産業
- 22 分類不能

表 2 記号リスト

- 収入量と産出量
- X_i ... i 部門の総生産量 ($i=1, \dots, 22$)
 - Z_i ... i 部門の雇用量 ($i=1, \dots, 20$)
 - K_i ... i 部門の固定資本存在量 ($i=1, \dots, 20$)
 - X_{ij} ... i 部門から j 部門への中間財流量 ($i, j=1, \dots, 22$)
 - M_i ... i 部門で消費される生産財非競争輸入量 ($i=1, \dots, 22$)
- 資本形成と減価償却
- K_{B_i} ... i 部門の建物・プラント存在量 ($i=1, \dots, 20$)

- K_{M_i} ... i 部門のその他の (機械設備等) 資本存在量 ($i=1, \dots, 20$)
 - D_{B_i} ... i 部門 K_{B_i} の償却額 ($i=1, \dots, 20$)
 - $K_i = K_{B_i} + K_{M_i}$
 - D_{M_i} ... i 部門 K_{M_i} の償却額 ($i=1, \dots, 20$)
 - D_i ... i 部門の総償却額 $D_i = D_{B_i} + D_{M_i}$
- 消費と需要
- C_0 ... 消費財の非競争輸入量
 - C_i ... i 部門からの消費財差向量 ($i=1, \dots, 19$)
 - N_i ... i 部門製品への純外生需要 \equiv 政府需要プラス輸出マイナス競争輸入
- 価格と資金
- P_0 ... 非競争財輸入品価格
 - P_i ... i 部門製品国内販売価格 ($i=1, \dots, 22$)
 - W_i ... i 部門の支払資金率 ($i=1, \dots, 20$)
- その他の変数
- R_i ... i 部門の資本回収率 ($i=1, \dots, 20$)
 - Π_i ... i 部門の純利潤 ($i=1, \dots, 20$)
 - θ_i ... i 部門製品の間接税率 ($i=1, \dots, 22$)
 - ϵ_i ... i 部門の生産性向上率 ($i=1, \dots, 20$)
- 全経路に関する総計量
- $Z = \sum_{i=1}^{20} Z_i$... 製造部門総雇用量
 - $K_B = \sum_{i=1}^{20} K_{B_i}$... 製造部門の建物・プラント総存在量
 - $K_M = \sum_{i=1}^{20} K_{M_i}$... 製造部門のその他の資本総存在量
 - $K = \sum_{i=1}^{20} K_i$... 製造部門の資本総設備量
 - $M = C_0 + \sum_{i=1}^{19} M_i$... 総非競争輸入量
 - V ... 総人口、基準時点との比率
 - N ... 基準時点における総消費者数
 - Y ... 消費者 (の人数) 当りの消費支出 (VY ... 総消費支出)
 - Y_i ... i 部門製品への消費支出 ($i=1, \dots, 20$)

数」すなわち需要の価格および支出に対する微係数を決定しなくてはならぬ。

$$(2.8) \quad h_{ij} = \partial h_i / \partial P'_j, \quad H_i = \partial h_i / \partial Y$$

(2.1) と (2.5) を価格 P'_j に関して微分すれば、

$$(2.9) \quad \sum_{i=1}^n h_{ij} + Y_i = 0$$

$$(2.10) \quad w'_i h_{ij} - \lambda e_{ij} - (\partial \lambda / \partial P'_j) = 0$$

λ 及び e_{ij} $i=j$ のとき $e_{ij}=1$, $i \neq j$ のとき $e_{ij}=0$ である。

よって支出 Y について微分すると、

$$(2.11) \quad \sum_{i=1}^n H_i = 1$$

$$(2.12) \quad w'_i H_i - (\partial \lambda / \partial Y) = 0$$

効用函数の測定尺度は任意なので、(2.13) のように w'_0, w'_1, \dots を標準化できる。

$$(2.13) \quad \sum_{i=1}^n (1/w'_i) = -1$$

これにより、定式を単純化できる。

すなわち (2.12) を $H_i = (\partial \lambda / \partial Y) (1/w'_i)$ と書きかえ、これについて合計して (2.11) を代入すれば、

$$(2.14) \quad (\partial \lambda / \partial Y) = -1$$

$$(2.15) \quad H_i = -(1/w'_i)$$

これを (2.10) に代入すると、

$$(2.17) \quad h_{ij} = -H_i (\lambda e_{ij} + (\partial \lambda / \partial P'_j))$$

これより合計して (2.9) と (2.11) をつかうと、

$$(2.18) \quad (\partial \lambda / \partial P'_i) = Y_j - \lambda H_j$$

ミルンセンの多部門経済成長模型

最後にこれを (2.17) に代入して

$$(2.19) \quad h_{ij} = -H_i [Y_j + \lambda(e_{ij} - H_j)]$$

こうして価格弾力性 h_{ij} が、所得弾力性 H_i 、 h_j および基準年の消費数量 Y_j 、貨幣の限界効用 λ の函数としてあらわされた。

h_{ii} ($i=1, \dots, 19$) のうち任意の値を知れば、次式から λ が求められる。

$$(2.20) \quad \lambda = -[(h_{ii}/Y_i) + H_i] Y_i / H_i (1 - H_i)$$

ところで以上ではすべて購入価格 P によっていたが、販売価格 P への変換をおこなう。これまでには除外されていた商業部門を加え、商業マージン ω_i を導入する。 ω_i は i 財の商業マージンで、その購入価格 P に比例するものとする。 G_i をもって、固定された販売価格表示の消費者 (v 人) 当りの i 財の消費量をあらわすと、

$$(2.21) \quad G_i = (1 - \omega_i) Y_i \quad (i \neq 14)$$

$$(2.22) \quad P'_i = (1 - \omega_i) P_i + \omega_i P_{14} \quad (i \neq 14)$$

そして、需要係数を g_{ij} 、 G_i とあらわせば、

$$(2.23) \quad g_{ij} = (\partial g_i / \partial P'_j), \quad G_i = (\partial g_i / \partial Y) \quad (i, j = 0, \dots, 19)$$

これらの h_{ij} 、 H_i との関係は次のようになる。

$$(2.24) \quad G_i = (1 - \omega_i) H_i, \quad G_{14} = \sum_{i \neq 14} \omega_i H_i$$

$$(2.25) \quad g_{ij} = (1 - \omega_j) (1 - \omega_j) h_{ij}, \quad g_{i,14} = (1 - \omega_i) \sum_{j \neq 14} h_{ij} \omega_j$$

$$g_{14,j} = (1 - \omega_j) \sum_{i \neq 14} h_{ij} \omega_i$$

$$g_{14,14} = \sum_{i,j \neq 14} h_{ij} \omega_i \omega_j$$

$$(2.26) \quad \sum_{i=0}^{19} G_i = 1, \quad \sum_{i=0}^{19} g_{ij} = -G_j$$

3・3 全体系の形式的整理

生産構造と企業行動、需要構造と消費行動の定式化はすべて完了したから、若干の定義的な関係を補うと、表3に見るような成長模様が構成できる。表の縦列左側には内生変数群、右側には外生変数群が配列されている。表の横行には3.2、3.3に展開された諸方程式が配置されている。その順序は次のとおりである。

1～20行。これらの方程式は均衡条件(1.10)から導かれる。

W_i 、 θ_i を定数とみなし、 P_i^* 、 X_i 、 N_i を時間 t の函数と考えて、 t について(1.10)を微分すれば、(小文字記号は3.0の定義に従っている)

$$(3.1) \quad p_i^* + \alpha_i = n_i$$

(1.1)から

$$(3.2) \quad p_i^* = (P_i - \sum_j P_j d_{ij} - P_0 \mu_i) / P_i^*$$

価格は基準時で1に等しくおかれているので、基準時で微分すれば、

$$P_i = p_i, \quad \forall i \in I$$

$$(3.3) \quad A_{ij} = e_{ij} - \alpha_{ij}; \quad e_{ij} = 1 \text{ or } 0$$

for $i = j, i \neq j$ respectively

こうして1～20行を構成する各式がえられる。

$$(3.4) \quad -n_i + \alpha_i + \sum_j (A_{ij}/P_i^*) p_i = (\mu_i/P_i^*) p_0$$

なお(1.11)についても、同様の手続でおなじ結果がえられるだろう。

22、23行。次式を微分すればいい。

$$(3.5) \quad P_i^* = P_i - \sum_j P_j a_{ji} - P_0 \mu_i - \theta_i = 0 \quad (i=21, 22)$$

つまり、投資財部門、分類不能部門では、労働、資本の投入はゼロであるから、「純価格」もゼロである。

23～42行。均衡条件(1.11)を微分して、

$$(3.6) \quad p_i^* + \alpha_i = q_i + k_i$$

(3.2)を代入すると

$$(3.7) \quad n_i - k_i - q_i = 0$$

q_i を除去するために、まず(1.8)を微分すれば、

$$(3.8) \quad q_i = (\delta_{B_i} + R_i) \kappa_i P_{20} + (\delta_{M_i} + R_i) (1 - \kappa_i) P_{21} + [P_{20} \kappa_i + P_{21} (1 - \kappa_i)] R_i / Q_i$$

ここで次のような仮定を導入する。

$$(3.9) \quad R_i = \rho_i R \quad (\text{基準時において } R=1)$$

$$(3.10) \quad R_i = \rho_{iT}$$

基準時では、 $P_{20} = P_{21} = 0$ 。したがって、(3.8)で

$$[P_{20} \kappa_i + P_{21} (1 - \kappa_i)] = 1 \text{ となる。} \quad \text{ここで}$$

$$(3.11) \quad Q_{B_i} = (\delta_{B_i} + \rho_i) \kappa_i / Q_i,$$

$$Q_{M_i} = (\delta_{M_i} + \rho_i) (1 - \kappa_i) / Q_i, \quad Q_{i,r} = \rho_i / Q_i$$

を導入すれば、(3.9)は(3.12)に書き改められる。

$$(3.12) \quad q_i = Q_{iB} P_{20} + Q_{iM} P_{21} + Q_{i,r,r}$$

(3.8)を代入すれば、

$$(3.13) \quad n_i - k_i - Q_{iB} P_{20} - Q_{iM} P_{21} - Q_{i,r,r} = 0$$

これが方程式23～42を構成する。

43 ~ 61行。次のような定義的恒等式が成立している。

$$(3.14) \quad X_i = \sum_j X_{ij} + C_i + Z_i \quad (i=1, \dots, 19)$$

また、 $X_i = \sum_j \alpha_{ij} X_j + C_i + Z_i$

$$X_i = X_i x_i \quad \forall i \quad z_i = Z_i = (dZ_i/dt) \quad \forall i$$

$$(3.15) \quad X_i x_i = \sum_j \alpha_{ij} X_j x_j + C_i + z_i$$

または、 $X_i x_i = \sum_j X_{ij} x_j + C_i + z_i$

$$(3.16) \quad g_{ij} = \partial g_i(P_0, \dots, P_{19}, Y) / \partial P_j$$

$$G_j = \partial g_i(P_0, \dots, P_{19}, Y) / \partial Y$$

だから、 $[C_i = V g_i(P_0, \dots, P_{19}, Y)]$

$$(3.17) \quad C_i = \sum_j g_{ij} p_j + G_i Y + C_{iw}$$

これを(3.15)に代入すれば、方程式43 ~ 61を構成する次式がえられる。

$$(3.18) \quad X_i x_i - \sum_j x_j x_j - \sum_j g_{ij} p_j - G_i Y + C_{iw} + z_i + g_{i0} p_0$$

云うまでもなく、43 ~ 61列と41 ~ 59行の形成する正方行列は、ほぼ産業連関表(の成長率変換式)に相当する。注意すべきは取引数量 X_{ij} そのものがパラメタとして扱われ、かつ主対角要素は X_i となっている点であろう。

62、63行。 $i=20, 21$ の両部門に関しては、次の定義式が成り立つ。

$$(3.19) \quad X_i = \sum D_{Bi} + K_B + Z_i$$

(1.4) ~ (1.5) から

$$X_i = \sum \delta_{Bi} k_i K_i + K_B + Z_i$$

ヨハンセンの多部門経済成長模型

微分して、

$$(3.20) \quad X_i x_i - \sum D_{Bij} k_j = z_i$$

64行。方程式

$$(3.21) \quad X_{22} x_{22} - \sum_j x_{22} j x_j = z_{22}$$

は、(3.14)と類似の式から導かれる。($C_{22} = 0$)

65 ~ 84行。生産函数(1.1)を微分して、

$$(3.22) \quad r_i n_i + \beta_i k_i - x_i = -e_i$$

これが方程式65 ~ 84を構成する。

85行。定義によって、 $\sum_j N_j = N$ 、これを微分すると、 $\sum_j \dot{N}_j = \dot{N}$ 、書き直して、

$$(3.23) \quad \sum (N_j / N) n_j = n$$

86行。おなじようにして、資本についても、

$$(3.24) \quad \sum (K_j / K) k_j = k$$

3・4 模型の解(行列)

全体系は次のように書ける。

$$(4.1) \quad B \dot{x} = L x$$

列ベクトル x は内生変数、列ベクトル y は外生変数で、 B は表3の左側の係数行列(86 × 86)、 L は右側の係数行列(86 × 46)である。解行列 T は次のとおりになる。

$$(4.2) \quad \xi = T \eta, \quad T = B^{-1} L$$

係数行列 B は多数の空欄をもち、かつ対角の部分行列から成り立っている。そこで、その逆行列は(4.3)のような分割によって、(4.4)

によってあらわされるから、結局 $(B_2B_1+B_3)$ の逆転させおこなえば、あとは行列乗算のみで求められる。

$$(4.3) \quad B = \begin{bmatrix} -1 & B_1 \\ B_2 & B_3 \end{bmatrix}$$

$$(4.4) \quad B^{-1} = \begin{bmatrix} B_1(B_2B_1+B_3)^{-1}-1 & B_1(B_2B_1+B_3)^{-1} \\ (B_2B_1+B_3)^{-1}B_2 & (B_2B_1+B_3)^{-1} \end{bmatrix}$$

4 パラメタ群の推定

模型のパラメタの推定は、現存の諸資料、既存の諸研究によりながら、大胆かつ巧妙におこなわれている。係数行列 B および L は表 3 にもあきらかなとおり、ゼロまたは 1 の要素が多いので、推定すべきパラメタの数は行および列の数に比して割合少ない。

X_{ij} は一九五〇年投入産出表を若干組みかえればそのまま利用できる。さらに付随的に A_{ij} 、 P^*_{ij} を求めるため、 α_{ij} を X_{ij}/X_j によって算出すればいい。

生産函数のパラメタ r_i 、 β_i は、限界生産力命題から (1.9) ~ (1.10) を利用して、

$$(5.1) \quad r_i = (W_i N_i / P^* X_i) = [W_i N_i / (W_i N_i + \pi_i + Q_i K_i)]$$

にしたがって推定される。(5.1)の右辺分母は純付加価値に相当し、結局分配率によって r_i を推計している。ただし実際には分配率の推計の都合上次式によっている。利潤を拡張して $F_i = \pi_i + R_i K_i$ とし、 α_{ij} を $Q_{ij} K_i = R_i K_i + D_i$ とすれば、

$$(5.2) \quad r_i = [W_i N_i / (W_i N_i + F_i + D_i)]$$

製造工業等についてはすべて $\pi_i + \beta_i = 1$ とア・プリオリに仮定するので、 r_i が求められれば、 β_i は直ちに与えられる。農業と漁業については、

$$(5.3) \quad 1 - \beta_i = [W_i N_i / (W_i N_i + F_i + D_i)]$$

によって β_i を求める。しかし、一般に採取産業では収穫逓減が常識的なので、 $(r_i + \beta_i)$ は農業については* 0.66、漁業については 0.80、鉱業および(水力)発電については 0.90 と仮定して、 β_i から r_i を求めている。

おなじようにして、 K_{Bi} 、 K_{Mi} 、 x_i 、 δ_{Bi} 、 δ_{Mi} などの資本構造の数値も生産・国富統計から導出し、それに準じて Q_{iB} 、 Q_{iM} 、 Q_{iF} 、 ρ_i を計算する。 ρ_i の算式は次のとおりである。

$$(5.4) \quad \rho_i = (F_i - H_i) / K_i$$

または、 $\rho_i = F_i / K_i$ ($i=1, 3$ only)

需要函数のパラメタは、オスロ決定模型の作業の一部としておこなわれた結果を中心に推定されている*。まず支出係数 H_i および支出弾力性 $H_i(Y/X_i)$ を計算する。価格係数 h_{ij} は、(2.19) によって与えられる。ところで、 λ は (2.20) にみるとおり、任意の財の当該価格係数 h_{ii} を知れば計算される。農作物 ($i=1$)、食品 ($i=5$)、ガラス・陶器製品 ($i=10$)、交通料金 ($i=17$) の h_{ii} から λ をそれぞれ計算すると、5.31, 4.90, 10.91, 5.64 となる。10部門製品が消費に占める比率は僅少なので、これを無視して

$$(5.5) \quad \lambda = 5.500$$

と定める。すでに H_i , H_j , Y_j , および λ が与えられたから、これより h_{ij} がすべて計算される。 ω_i による変換を通じて、(2.24)~(2.25) から g_{ij} , G_i も計算される。

最後に $N=1,295$, $K=43,813$ から、 (N_i/N) , (K_i/K) が容易に計算される。

* ノルウェー農業の生産函数に関する計測結果が参照されている。他の産業についてはまったく、ア・プリオリに $\gamma_i + \beta_i = 1$ と定められている。

** 中央統計局のアムンゼンの計測結果がベンチ・マークとして参照されている。

5 測定結果と基本前提の吟味

ここに測定結果というのは、計算された解行列と外生変数を代入して得られた若干の予測結果である。解行列 T は (86×86) の矩形行列であって、その数値をまえにしないかぎり、具体的な論議は不可能である。また、一九五〇年前後の外生変数の観測値 γ を代入して得られる内生変数の推定値 $\omega = T\gamma$ についても事情はほぼおなじである。ここでは、ヨハンセンに従いつつ、二、三の問題点に触れるに止めよう。

資本蓄積の効果に関して。総資本蓄積率 λ が雇用・投資・生産・価格等に及ぼす効果は、解行列の第1列に示されている。注意すべき点は、 λ をのぞく外生変数 n , v , z_i , e_i , p_0 については任意

ヨハンセンの多部門経済成長模型

の値を内挿しようが、 λ に関しては基準時の λ ($= 0.0496$) 以外を用いることが許されない、ということである。なぜなら (3.20) から、 λ を変更すれば係数行列 B が変動することになるからである。

したがって、解行列の第1列は λ の値の変化が諸変数に与える効果を意味するものと考えるはならない。一九五〇年の観測値をこれに乗ずれば、資本蓄積による変動傾向をあらわすことになる。総蓄積率 λ が外生化されていることは、この多部門成長模型にとって決定的な問題を残している。なぜなら模型は経済成長という本来動態的な過程を説明しようとするものだから、少なからぬ異論の提出されることはむしろ理の当然であろう。しかしスウェーデンとの君主連合制の下で高度の計画経済体制が敷かれ、とくに一九五〇年前後には粗投資の七割が中央政府の統制下にあったことを思えば、ヨハンセンのリアリズムも意味なしとはしない。^{*} 技術進歩の効果に関連して (中立的な) 技術進歩 e_i の効果を検討すると、漁業、建設業などで若干のバイアスが生じているので、中立的というよりは労働節約的な技術進歩が実現したのではないかと思われる。非中立的な技術進歩の導入は形式的には容易だが、その係数を知ることがはむづかしい。かれ自身は別に生産係数の固定性を前提とした (一部門) 成長模型を作成して、^{*} 資本蓄積に技術進歩が依存する機構的関連をあきらかにしたが、その数値的な充填は困難であろう。他方、長期的な研究では固定係数に代えて、労働と資本との代替性を仮定する方が一層現実的であるので (代替可能性はア・プリオリに、つまり

生産拡張の計画段階で存在するが、他方、既設生産設備は所定量の労働しか必要としない)、この多部門模型では伝統的な生産函数が採用されている。総じて、生産要素の代替可能性、技術進歩の中立性、それと関連して総蓄積率の外生化などの諸仮定の可否は、模型の適用さるべき問題に依存している。ここでは、現象分析的な模型としてよりも、むしろ計画模型という意図が以上の諸仮定を採択させたわけである。

労働投入の効果に関連して。農業から工業への労働移動はこの模型では捨象されているが、観測値 n の内挿結果によると農業では投資について過大、商業では労働について過小な推定結果がもたらされているので、外生的に移動労働率を導入する必要があるかもしれない。経験的な調査にもとづいて、産業間賃金格差の変動を外生的に導入するのも有効であろう。^{***} いずれの代案も、外生的な追加変数によっている点は留意しておくべきである。なぜなら、ヨハンセンの模型で賃金率 W_t はニューメレルとして扱われ〔cf. (3.1) 等〕、体系の解において内生的には積極的な機能を果してはいない。云いかえると労働市場が外生化されているわけで、右の修正でもこの基本線を崩さずに、模型をリファインしようとする意図はあきらかである。ノルウェーでは第二次大戦を境として不完全雇用から完全雇用へと推移した事実を考えれば、もしもさらに長期の完全雇用状態のもとでは、外生的要因を追加しなくとも、測定結果が改善される可能性は残っている。また、一九五〇年当時から賃金水準は、

政府提案にもとづき労使間で生計費指数の変動に半自動的に調整されるシステムを締結しているので、これを捨象することもノルウェー経済の素描としては適當していると思われる。

国民所得の成長率および産業別生産の成長率について。産業別生産の成長率は、製造業で過小、サービス業で過大となっているが、これは新製品の導入効果を見視したためと思われる。この要因が需要構成に及ぼす効果を予測できれば、外生需要 n によってこの欠点は補えよう。(しかしそうした予測はきわめて困難である。)最後に計算された付加価値の成長率は年率で三・八パーセントだが、これに対し粗国民生産の対前年増加率は一九五〇年四・五パーセント、一九五一年三・八パーセント、一九五二年一・二パーセントと観測されている。結果は比較的良好と云えるだろう。

* フリッシュはオスロ決定模型に関連して、既存の投資理論を包括する投資決定モデルを示唆している。cf. R. Frish, "Oslo Decision Models" Chapt. 10, (op. cit.)

** L. Johansen, "Substitution versus Fixed Production Coefficient in the Theory of Economic Growth," (op. cit.)

*** L. Johansen, "A Note on the Theory of Inter-industrial Wage Differentials," Særtrykk Nr. 8, the University Institute of Economics, Oslo, 1958.

6 むすび

全体としてみれば、ヨハンセンの多部門成長模型は予測を目的とした模型と云うよりは、計画模型としての性格が色濃い。総投資の外生化、中立的な技術進歩等は、計画経済機構のもとで、ヨリ有効な機能を發揮するものである。総蓄積量は中央計画体によって統制されるし、その場合「技術進歩」項のメリットは拡大されるはずである。

この模型の計画経済に應用する問題に関連して、きわめて重要な問題が発生する。すなわち外生変数（の変動）を与えれば、内生変数について確定的な解が産み出されるが、この解は「最適解」だろうか、という問題である。ここで厚生経済学の論議をふたたび繰りかえす必要はない。肝心なことは、この模型は完全競争下における厚生経済学の解と形式的に類似しており、結局のところ周知の最適条件をいくつか導出しうるから、模型は規範的（normative）なモデルであると理解しうる。しかし、それは形式的な議論であって、現実には限界原理による適応過程をもっているけれども、なお模型に合致する成長解はかならずしも最適であるとは云えない。

「最適」とここに云う意味はむしろ「所定の外生変数値に対する最適」ということだが、これらの外生変数が経済政策によって完全に統制しうるならば、次いでその最適値の決定が問題になる。そして、決定模型理論が要請されることになる。オスロ決定模型はこの

ような要請に応じて設定されたものと理解できる。ヨハンセンの模型は従来の予測模型から決定模型へ至る中間的な存在——計画模型と考えることができる。

* 係数推定は広い意味での回帰分析、統計的手続によってなされてはいない。そこで、推定値の安定性に関して問題が残る。さらに有効な推定手続が追求されるべきである。全体系を確率的に構成することは、ふつう「計量経済学模型」で採用されているが、この分野でもたとえばクライン等によって数部門の模型も計測されはじめている。The Institute of Social and Economic Research, Osaka Univ., An Econometric Model of The Japanese Economy 1951, 1—1958, W, 1960.

産業連関模型。その拡張模型の確率化も徐々にこなされるだろう。ふたつのアプローチを有効に結合することの必要性はあきらかである。むしろ、さしあたりこの結合は長期計画模型と短期予測模型の合成という観点からおこなわれるべきで、両者の混合は将来の問題に属する。