



Title	企業の短期動学モデルと最適在庫調整
Author(s)	加藤, 睦洋
Citation	北海道大學 經濟學研究, 27(4), 19-48
Issue Date	1977-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/31399
Type	departmental bulletin paper
File Information	27(4)_P19-48.pdf



企業の短期動学モデルと最適在庫調整

加 藤 睦 洋¹⁾

固定資本の存在量は不変であるが、流動資本なかんづく完成財の在庫水準は可変的であるという意味における企業の短期動学モデルが提示される。競争的及び独占的双方の場合について、時間を通じての合理的企業行動が分析される。この問題は、数学的には簡単な変分法の問題に帰着する。在庫が高水準のときほど、最適な生産量及び独占価格は低いことが確認される。次に将来の価格、貸銀率及び社会の所得水準が不確実な状況における最適政策が検討される。将来所得の Rothschild-Stiglitz の意味における可変的不確実性のみが、最適生産政策に影響を与えることが示される。最後に、集計的在庫変動のモデルが分析され、金利政策によって誘発された在庫投資循環の可能性が考察される。

1. 序

今はもう古典的となったと言ってもよい Metzler の先駆的な在庫変動のマクロ動学的分析 ([5]) 以来、この分野の研究は計量経済学的な実証分析が主で、理論的な分析は不活発であった事実はいなめない。しかし最近に至ってようやく新たな分析用具をもって在庫調整の過程を、企業家の合理的決定から説明しようとする一群の試みが登場し始めたことは、注目に値する。宇沢 [11], Maccini [4], 鴫田 [10] などは、はじめに企業の最適在庫調整過程を分析し、しかる後これを基礎にして、集計的な経済分析を行っている。また鴫田 [9] は、主体的基礎の分析は省略して、マクロ水準での在庫変動についての議論を行っている。更に伴 [1] は、専ら主体的な企業行動の見地から、特に不確実性に焦点を当ててモデルを組み立てている。マクロ理論の内容を豊かにするためにも、これらの研究が一層進展することが望ましいことは、今更論を待たない。このような動向を踏まえた上で、我々は先ず deterministic な企業のモデルを分析し、引き続いて stochastic なモデルへこれを発展させ

たいと思う。最後に、以上の主体的分析を参考にして一つの集計的な動学モデルを構築し、在庫循環とりわけ金利政策によって誘発された循環現象を考察する所存である。なお一言付け加えておくが、標題の短期動学という言葉であるが、これは長期動学という言葉を意識して用いているものであって、後者が固定資本設備の変化に専ら焦点を合わせるのに対して、在庫の如き流動資本の変化しか考慮しない分析枠組みを指している。それ故に、企業の長期動学モデルとしては、具体的には例えば Lucas, Gould, Treadway 達の最適投資理論のことを意味しているものと了解せられたい。

さて我々の問題とする企業は、大略次の如きものである。企業家が最大化せんとする目的関数即ち評価関数は、将来収益の現在価値であるが、この場合、経常的収益は、売り上げ収入から賃銀費用と在庫保有に関連する諸費用を控除した残額である。売り上げは、価格と当該企業の産出物に対する注文量との積であるが、注文水準は、産出物価格と人々の所得水準の双方に依存するものと考えられる。賃銀費用は、賃銀率と雇用量の積であるが、雇用水準は、生産関数を通じて産出水準と連動する。在庫保有費用は、在庫水準に関しては下に凸な関数を形成する。何故ならば、在庫保有量が大となればなるほど、倉敷料・損害保険料・金利費用等がかさむようになり、また逆に在庫保有量が小となればなるほど（在庫水準は負でも構わない。これを backlog と言う）、所謂 penalty cost すなわち品切れ、またはその危険により需要者に迷惑をかけ、のれんに傷がついて、将来の売り上げに悪影響を与えることに基づく収益に対する負の効果が大きくなるからである。この在庫保有費用は、社会の所得水準が高まるほど高くつくようになる。というのは、経済活動が活発になれば貯蔵・保険・金利等の費用は騰貴するし、また注文水準が高まるから、在庫枯渇の危険性や配給上の困難が増大し、更に backlog が存在する場合には、引き渡し期日が先に延びることによる penalty cost の増大があるからである。企業の在庫水準の増加は、勿論産出水準と注文水準の差に等しい。競争的企業の場合、企業家の手中にある制御手段は生産量のみであるが、独占的企業の場合には、このほかに価格がいま一つの制御手段となる（独

占企業が設定する産出物価格を、以後、独占価格と呼ぶことがある)。

2. 競争的企業の最適在庫調整

我々が関心の対象とする競争的企業の行動は、次の如く定式化される。変数はすべて時間に関して連続であるものとする。

$$(2-1) \quad \underset{y(t)}{Max} J_c[z(t), y(t)] = \int_0^{\infty} [px - w\ell(t) - \alpha(q)c(z(t))]e^{-it} dt,$$

$$(2-2) \quad s.t. Dz(t) = y(t) - x, z(0) = z_0 = \text{given},$$

$$(2-3) \quad x = x(p, q),$$

$$(2-4) \quad \ell(t) = g[y(t)].$$

ここに記号の意味は次の如くである。

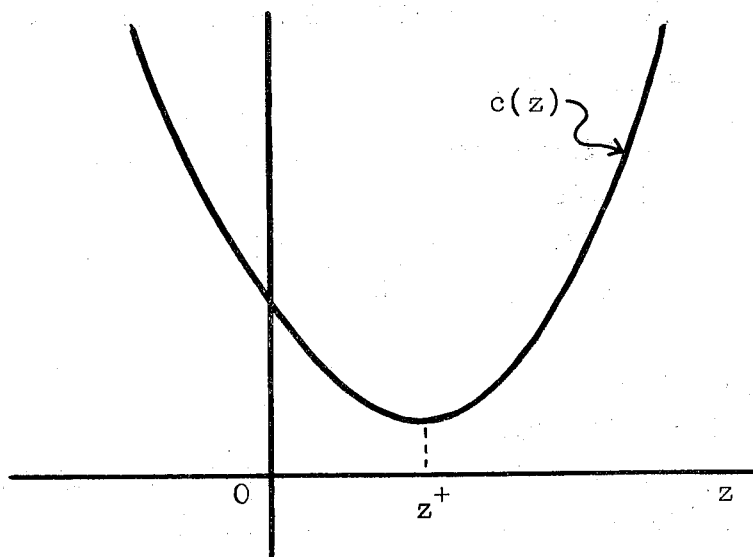
p = 産出物価格, x = 注文の流入水準, w = 貨幣賃銀率, ℓ = 雇用量, q = 社会の所得水準, z = 在庫量, i = 企業家の主観的割引率, D = 時間に関する微分演算子, y = 生産量 (産出物は一種類とする)。

(2-1)は、期待収益の現在価値を表わす評価関数 J_c の生産量 y の操作を通じての最大化を表わす。 $\alpha(q)c(z)$ が在庫保有費用を表わし、 $c(z)$ は下に強く凸で、 $\alpha(q)$ は所得水準 q の在庫保有費用への影響を表わす関数で、勿論 $\alpha(q) > 0$, $\alpha'(q) > 0$ である。 $\alpha''(q)$ の符号は、不確実性の議論の際重要な役割を果たすことになる。 $c(z)$ の形状は第1図に示されている。 $z^+ > 0$ に対して、 $c(z) = c(z^+)$ は最小となるものとする。 $c''(z) > 0$ は明らかである。状態方程式(2-2)は在庫蓄積方程式である。 z_0 は $z(t)$ の初期値であって所与とする。(2-3)は、注文流入量が産出製品の市場価格と人々の所得水準の双方に依存していることを表す関数であって、 $x_p (= \partial x / \partial p) < 0$, $x_q (= \partial x / \partial q) > 0$ とする。今、この企業の生産関数を

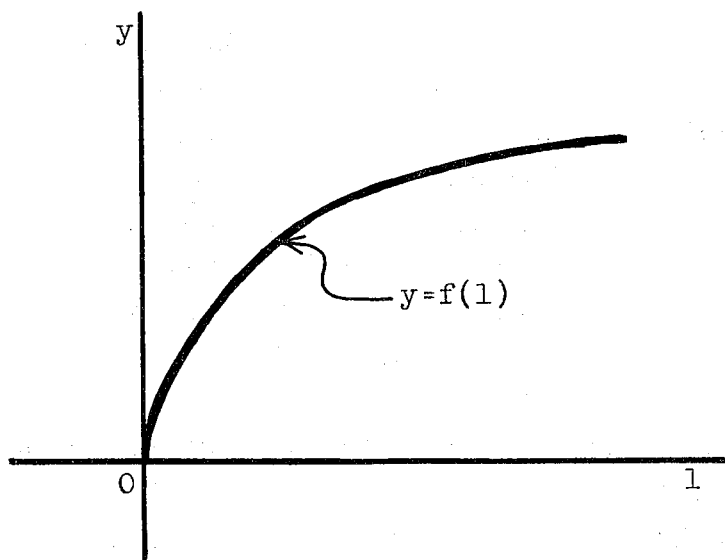
$$(2-5) \quad y = f(\ell)$$

とおこう。ここで $f(\)$ は、成長理論でいう稻田の微係数に関する有名な条件を満たすものとする。第2図に $f(\)$ が描かれている。

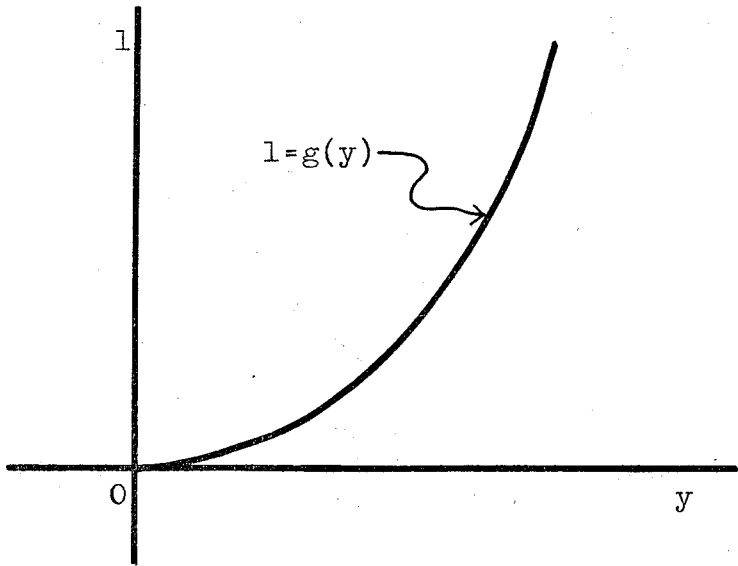
$y = f(\ell)$ の逆関数が(2-4)にはかならない。 $\ell = g(y)$ の形状は第3図に示されている。 $g'(y) \geq 0$, $g''(y) > 0$ である。企業家は、価格 p ・ 賃銀率 w



第1圖



第2圖



第3図

及び所得水準 q に関しては、静的な期待を持つものとする。すなわち、現在時点 ($t = 0$) に観察される p , w , q の値が、そのまま将来に渡って維持されるという最も単純な形の期待形成仮説を採用する。

かくして改めて書き直せば J_c は、

$$(2-6) \quad J_c[z, y] = \int_0^{\infty} [px(p, q) - wg(y) - \alpha(q)c(z)] e^{-it} dt$$

となる。我々の問題は、広義積分 (2-6) を最大化する産出量 y の時間径路を見い出すことである。最適制御 (以下これを $\hat{y} = \hat{y}(t)$ とおく) を発見するには、Pontryagin の制御理論を適用すればよい。Hamilton 関数を

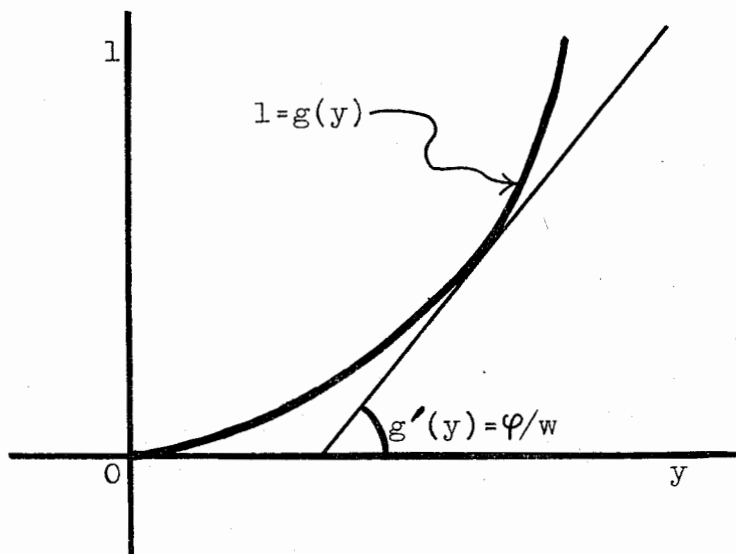
$$(2-7) \quad H[z, y, \varphi] = e^{-it} [px(p, q) - wg(y) - \alpha(q)c(z) + \varphi(y - x(p, q))]$$

とおく。ここに $\varphi(t)$ は、割引関数によって正規化された補助変数である。Hamilton 関数が最大となるための一階の条件は、

$$(2-8) \quad \varphi = wg'(y)$$

である (第4図参照)。二階の条件は、

$$(2-9) \quad \partial^2 H / \partial y^2 = e^{-it} [-wg''(y)] < 0$$



第4図

で満たされている。 φ の時間的運動は、正準方程式

$$(2-10) \quad D\varphi = i\varphi + \alpha(q)c'(z)$$

によって記述される。横断性の条件は、

$$(2-11) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} e^{-it} \varphi(t) = 0$$

で示される。最大原理 (Maximum Principle) によって、(2-2), (2-8), (2-10) 及び (2-11) を満たす 0 でない連続関数 $\varphi(t)$ が存在しなければならない。

最適計画は、位相図第5図によって視覚的に理解されよう。まず、 $Dz = 0$ 曲線の形状を調べよう。(2-2) で $Dz = 0$ とおくと $y = x(p, q)$ である。依って、 $y = \text{const.}$ である。(2-8) によって、これは $\varphi = \text{const.}$ を意味する。この φ を φ^* とおく。次に、 $D\varphi = 0$ 曲線の形状を調べよう。(2-10) で $D\varphi = 0$ とおいて、

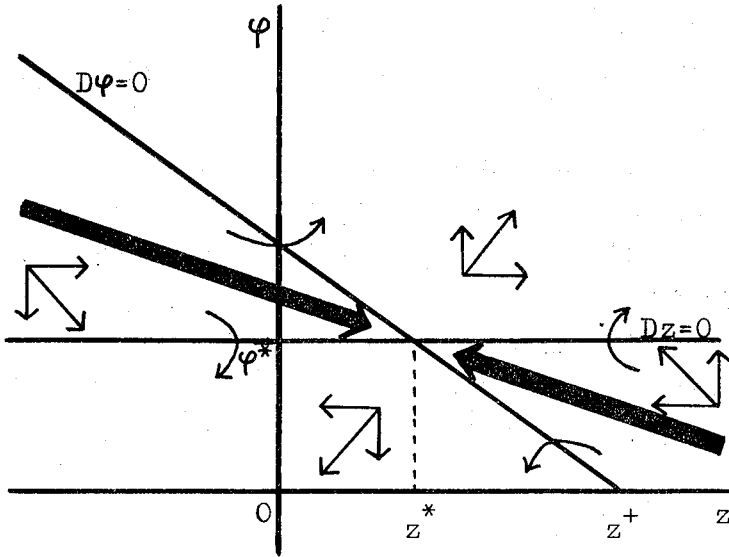
$$(2-12) \quad \varphi = -\alpha(q)c'(z)/i$$

を得る。 φ は負であってはならないから、 $z \leq z^+$ で考えねばならない。この

傾きは,

$$(2-13) \quad \frac{d\varphi}{dz} = -\frac{\alpha(q) c''(z)}{i} < 0$$

である。故に, $D\varphi = 0$ 曲線は (z, φ) 平面で右下りである。



第5図

$Dz = 0$ 曲線と $D\varphi = 0$ 曲線の交点を (z^*, φ^*) としよう。次に, $Dz > 0$ ならば $y > x(p, q)$ すなわち $\varphi > \varphi^*$ だから, $Dz = 0$ 曲線の上方領域では z は時間の経過と共に大きくなる。 $Dz = 0$ 曲線の下方領域では z は逆に小さくなる。 $D\varphi > 0$ のとき $\varphi > -\alpha(q) c'(z)/i$ であるから, $D\varphi = 0$ 曲線の上方領域では φ は時間の経過と共に大きくなる。逆に下方領域では φ は小さくなる。図では最適在庫蓄積径路は, 矢印のついた太い曲線で示されている。明らかに (z^*, φ^*) は鞍点となっている。

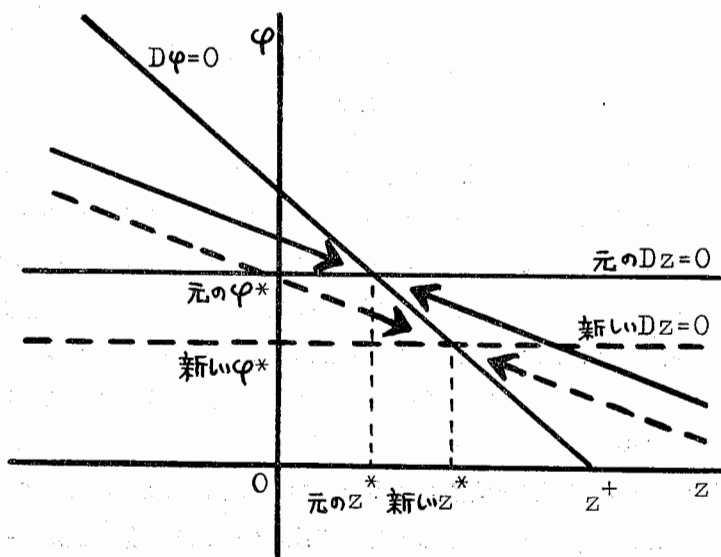
以後 (z^*, φ^*) を企業の短期動学均衡点と呼ぶことにしよう。ここでは無論生産量と注文量は等しく, それ故在庫は不変に保たれる。第4図から一目瞭然の如く, y と φ は同一方向に動くから, 在庫水準が高いときには最適生産

量は少なく、逆に在庫水準が低いときには最適生産量は多い。すなわちこの場合、周知のストック調整原理が働いている。均衡在庫水準 z^* が、 $c(z)$ を最小ならしめる z たる z^+ より小さいことは興味深い。最適生産量 $\hat{y}$ は在庫量 z の減少関数となるから、

$$(2-14) \quad \hat{y}(t) = \hat{y}(z(t); p, w, q, i), \quad \partial \hat{y} / \partial z < 0$$

と一般に書ける。 $z_0 > z^*$ ならば終始生産 $\hat{y}$ は注文 $x(\quad)$ を下回り、在庫投資 Dz は負でなければならず、逆に $z_0 < z^*$ ならば生産は注文を上回り、正の在庫投資が行われねばならない。このような最適化のための在庫の調整は、 z が z^* に達するまで続く。かくて、次の我々の仕事は、 p, w, q 及び i の変化の $\hat{y}, y^*$ (これは $\varphi^* = w g'(y^*)$ から得られる)及び z^* に与える効果を調べることである。

最初に、価格 p の変化の効果について、 p の上昇は注文 x を減少させる。 $Dz = 0$ のとき $y^* = x(\quad)$ だから、 y^* は小さくならねばならない。それ故 φ^* は小さくなる、換言すれば $Dz = 0$ 曲線はこのとき下にシフトする。これに



第6図

対して $D\varphi = 0$ 曲線は p の変化に感応しないことは、(2-12) から明らか。 p が大きくなったときの位相図を第 6 図に示す。図中では p が大きくなった後の $Dz = 0$ 曲線及び最適径路は破線で示されている。(以下、パラメータが変化したときの効果を図で論ずる場合にはこの方法を踏襲する。)

見ての通り最適径路は下にシフトし、これに応じて均衡点も右下方向にシフトする。故に

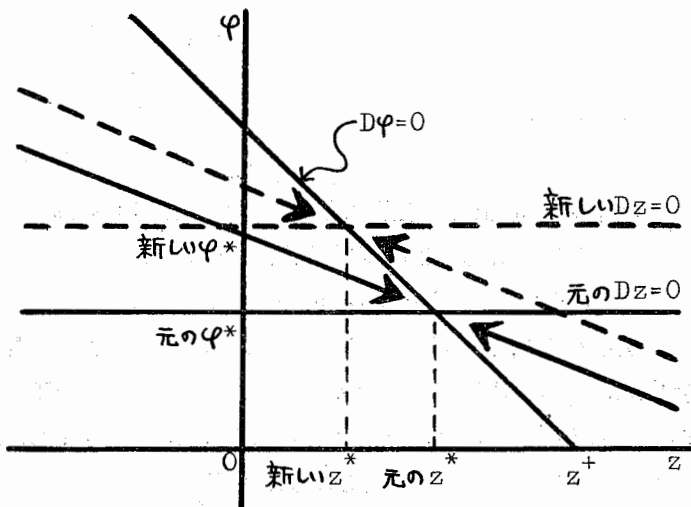
$$(2-15) \quad \partial \hat{y} / \partial p < 0,$$

$$(2-16) \quad \partial y^* / \partial p < 0,$$

$$(2-17) \quad \partial z^* / \partial p > 0,$$

である。(2-15)は市場価格の騰貴が注文水準を低下させ、これが産出水準を低下させることを示す。(2-16)は価格上昇が均衡生産量を減少させ、(2-17)は均衡在庫水準を上昇させることを示している。

次に、賃銀率 w の変化の効果。 $Dz = 0$ のとき w が騰貴しても $x(\)$ は一定であるから、 y^* は一定である。しかし $g'(y^*) = \varphi^* / w$ の関係から、 φ^* は w の増加と同率で大きくならねばならない。故に $Dz = 0$ 曲線は上にシフトす



第 7 図

る。 $D\varphi=0$ のとき w が変化しても φ は不変であるから、 $D\varphi=0$ 曲線は不動である。かくてこの場合、我々は第7図を得る。均衡点は左上方向にシフトすることが分る。最適径路は上にシフトする。最適径路上の φ の増加率は w のそれに及ばないことが図から着取されるから、

$$(2-18) \quad \partial \hat{y} / \partial w < 0,$$

すなわち賃銀率の上昇は生産意欲をにぶらせる。また、

$$(2-19) \quad \partial y^* / \partial w = 0,$$

$$(2-20) \quad \partial z^* / \partial w < 0,$$

となって賃金率の上昇は、均衡生産量には影響を与えないけれども、均衡在庫量を小さくさせる効果を持つ。

第3番目に、所得水準 q の変化の効果。 $Dz=0$ のとき q の上昇は $x(\quad)$ の上昇を導き、 y^* を大きくさせる。かくて φ^* は大きくなり $Dz=0$ 曲線は上にシフトする。次に $D\varphi=0$ のとき q の上昇は $\alpha(q)$ の上昇を導き、これは φ を大きくさせる。依って $D\varphi=0$ 曲線は上にシフトする。この場合の位相図は幾分かこみ入るので描かないが、次の結果を得る。(均衡点は右上方向にシフトするか、それとも左上方向にシフトするか一概に言えない。最適径路は上にシフトする。)

$$(2-21) \quad \partial \hat{y} / \partial q > 0,$$

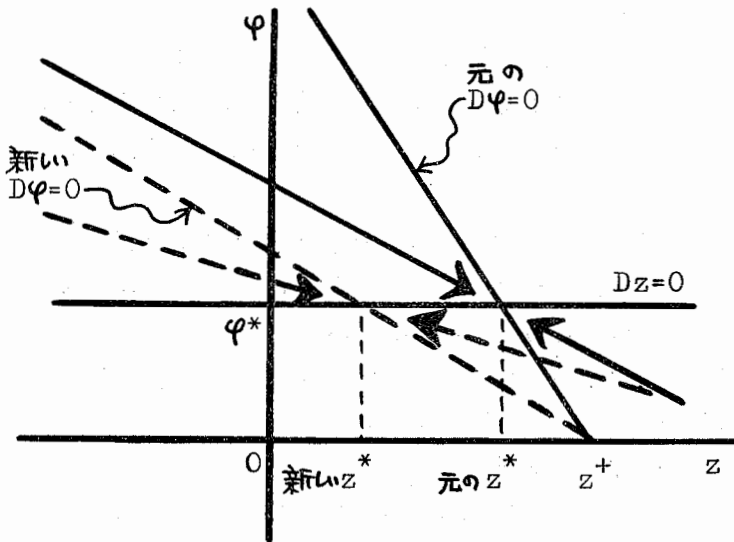
$$(2-22) \quad \partial y^* / \partial q > 0,$$

$$(2-23) \quad \partial z^* / \partial q \geq 0.$$

つまり人々の所得水準の上昇は企業の最適生産量を大きくさせ((2-21)), 均衡生産量をも大きくさせるが((2-22)), 均衡在庫量については大きくなることもあり得るし、小さくなることもあり得る((2-23))。

最後に、割引率 i の変化の効果。 i が変化しても $Dz=0$ 曲線は動かないことは明らか。 $D\varphi=0$ 曲線は (2-12) から見て、 i の上昇に伴い下にシフトする。かくて位相図は第8図の如くとなる。均衡点は左にシフトし、最適径路は下にシフトする。明らかに次の結果が成立する。

$$(2-24) \quad \partial \hat{y} / \partial i < 0,$$



第8図

$$(2-25) \quad \partial y^*/\partial i = 0,$$

$$(2-26) \quad \partial z^*/\partial i < 0.$$

企業家が将来の利潤を大きく割引するようになればなるほど、経常的な最適産出水準は小さくなることが分る((2-24))。しかし均衡生産量は i の変化に感応せず((2-25))、均衡在庫水準のみが i の上昇によって小さくなる((2-26))。

3. 独占的企業の最適在庫調整

今までの分析では産出物の価格は競争市場で決定されるものとして取り扱われてきたが、独占企業にとってはこれはもはや所与のパラメータではなく、一つの有力な政策遂行手段となる。それ故に独占企業にとっての最適化戦略の分析においては、生産水準ばかりでなく価格水準がどのようにして決定されるかが、いま一つの焦点となる。

独占企業の行動は次の如く定式化される。

$$(3-1) \quad \underset{y, p}{Max} J_m[z, y, p] = \int_0^{\infty} [px(p, q) - wg(y) - \alpha(q)c(z)] e^{-it} dt,$$

$$(3-2) \quad s. t. Dz = y - x(p, q), \quad z(0) = z_0 = \text{given}.$$

ここで独占企業は、価格政策によって注文の流入水準を制御出来ることは言うまでもない。我々はここで新たに $x_{pp} = \partial^2 x / \partial p^2 \leq 0$ を仮定する。

Hamilton 関数は、

$$(3-3) \quad H(z, y, p, \varphi) = e^{-it} [px(p, q) - wg(y) - \alpha(q)c(z) + \varphi(y - x(p, q))]$$

である。 $H(\quad)$ 最大の一階ならびに二階の条件は次の如くである。

$$(3-4) \quad \varphi = wg'(y), \text{ for } \partial H / \partial y = 0,$$

$$(3-5) \quad \partial^2 H / \partial y^2 = e^{-it} [-wg''(y)] < 0,$$

$$(3-6) \quad \varphi = p + x(\quad) / x_p, \text{ for } \partial H / \partial p = 0,$$

$$(3-7) \quad \partial^2 H / \partial p^2 = e^{-it} \left[2x_p - \frac{x_{pp}}{x_p} x(\quad) \right] < 0.$$

二階の条件はいずれも満たされる。(3-6) で φ は負にならないものとする。

φ の時間的変動は補助微分方程式

$$(3-8) \quad D\varphi = i\varphi + \alpha(q)c'(z)$$

に従う。

前節同様位相図を用いて解の構造を調べる。位相図はやはり (z, φ) 平面に描かれる。先ず $D\varphi = 0$ 曲線の形状は、前節と同じであることが直ちに分る。次に $Dz = 0$ 曲線であるが、 $Dz = 0$ のとき $y = x(p, q)$ である。これを z で微分して

$$(3-9) \quad \frac{\partial y}{\partial z} = x_p \frac{\partial p}{\partial z}$$

を得る。次に、(3-4) 及び (3-6) を夫々 z で微分して

$$(3-10) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} = wg''(y) \frac{\partial y}{\partial z},$$

$$(3-11) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right] \frac{\partial p}{\partial z}$$

を得る。これらを(3-9)に代入して $\partial y / \partial z$ と $\partial p / \partial z$ を消去すると

$$(3-12) \quad \frac{1}{wg''(y)} \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{x_p}{\left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right]} \frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

となるが、LHSの係数は正であり、RHSのそれは負であり、それ故に(3-12)

を成立せしめるためには $\partial\varphi/\partial z = 0$ でなければならない。すなわち、 $Dz = 0$ 曲線の傾きは水平である。かくして独占企業の場合の位相図も競争企業の場合と類同的である。因に時間の変化に伴う z の変化方向は次のようにして知り得る。(3-2) を φ で微分して

$$(3-13) \quad \frac{\partial Dz}{\partial \varphi} = \frac{\partial y}{\partial \varphi} - x_p \frac{\partial p}{\partial \varphi}$$

を得る。(3-4) 及び (3-6) を夫々 φ で微分して

$$(3-14) \quad 1 = w g''(y) \frac{\partial y}{\partial \varphi},$$

$$(3-15) \quad 1 = \left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right] \frac{\partial p}{\partial \varphi}$$

となる。これらを (3-13) に代入して

$$(3-16) \quad \frac{\partial Dz}{\partial \varphi} = \frac{1}{w g''(y)} - \frac{x_p}{\left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right]} > 0$$

を得る。それ故 $\varphi > \varphi^*$ では $Dz > 0$, $\varphi < \varphi^*$ では $Dz < 0$ であることが分る。

この結果は前節のそれと同じである。

かくして独占企業についても競争企業の場合と同様に、動学的最適化のための戦略が一意的に存在することが分った。動学的見地からする独占企業の最適価格を $\hat{p}$ とすると、これは

$$(3-17) \quad \hat{p}(t) = \hat{p}(z(t); w, q, i)$$

と書ける。(3-15) より

$$(3-18) \quad \frac{\partial p}{\partial \varphi} = \frac{1}{\left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right]} > 0$$

となって p と φ とは同一の方向に動くが、最適径路上では $\partial\varphi/\partial z < 0$ であるから

$$(3-19) \quad \partial \hat{p} / \partial z < 0$$

である。すなわち、在庫水準が均衡値 z^* よりも大きくなればなるほど、企業家は製品価格を低く設定して、より大なる注文の獲得に努めねばならないわけである。しかも最適生産量に関しては

$$(3-20) \quad \hat{y} = \hat{y}(z; w, q, i), \quad \partial \hat{y} / \partial z < 0$$

であるから (φ と y とが同一方向に動くことは (3-14) から明らか), 保有在庫

水準が高いほど生産を落とさねばならず、在庫減らしに一層拍車がかえられるわけである。逆の場合には逆の議論が成り立つ。これが最適在庫調整の機構である。以後 φ^* に応ずる p を p^* とおこう。

次の我々の任務は、 $\hat{y}$, $\hat{p}$, y^* , p^* 及び z^* が、賃銀率 w , 所得水準 q ならびに割引率 i の変化に対してどう感応するかを見究めることである。

まず最初に、 w の変化の効果から調べよう。 $D\varphi = 0$ 曲線は不動であることは明白である。

次に $Dz = 0$ 曲線に対する効果であるが、 $Dz = 0$ のとき $y = x(p, q)$ であるから、これを w で微分して

$$(3-21) \quad \frac{\partial y}{\partial w} = x_p \frac{\partial p}{\partial w}$$

を得る。(3-4) 及び (3-6) を夫々 w で微分して

$$(3-22) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial w} = g'(y) + w g''(y) \frac{\partial y}{\partial w},$$

$$(3-23) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial w} = \left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right] \frac{\partial p}{\partial w}$$

を得るから、これらを (3-21) に代入して $\partial y / \partial w$ と $\partial p / \partial w$ を消去することによって

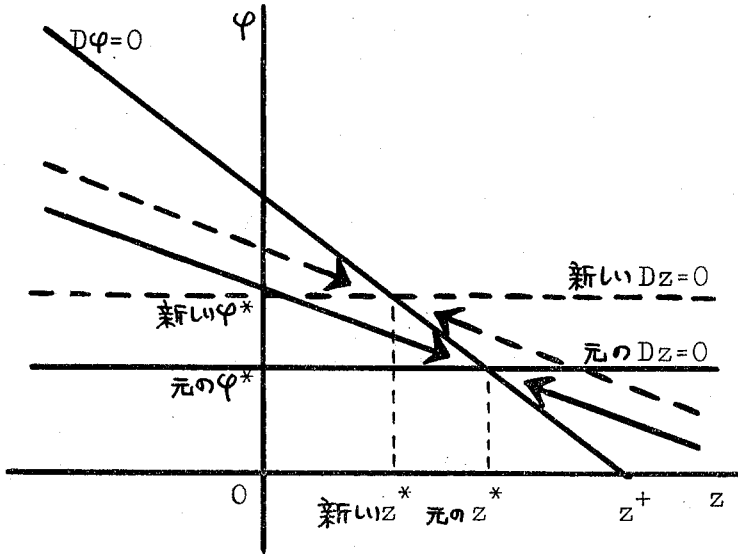
$$(3-24) \quad \frac{\partial \varphi^*}{\partial w} = \frac{g'(y) \left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right]}{\left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) - w g''(y) x_p \right]} > 0$$

を得る。依って $Dz = 0$ 曲線は、 w の上昇に伴い上にシフトする。かくて w が上昇したときの位相図を描くと、第9図の如くとなろう。均衡点は左上方向にシフトし、最適径路は上にシフトすることが分る。この場合、原因となった w の騰貴率よりも最適径路上の φ それが大きければ、 $\hat{y}$ は大きくなるが、 φ の騰貴率が w のそれに及ばなければ、 $\hat{y}$ は小さくなる。それ故、 w の増加の $\hat{y}$ に与える効果は確定しない。すなわち、

$$(3-25) \quad \partial \hat{y} / \partial w \cong 0$$

である。次に $\hat{p}$ に対する効果であるが、(3-18) より p と φ は同一方向に動くから

$$(3-26) \quad \partial \hat{p} / \partial w > 0$$



第9図

となり、質銀率が騰貴すれば値上げが行なわれる。また前述の理由から

$$(3-27) \quad \partial y^* / \partial w \geq 0$$

であって、質銀騰貴の均衡生産量に与える効果は確定せず、更に

$$(3-28) \quad \partial p^* / \partial w > 0,$$

$$(3-29) \quad \partial z^* / \partial w < 0$$

が成立することも直ちに判明する。(3-28)は質銀騰貴が均衡独占価格の上昇を喚起し、(3-29)は質銀騰貴が均衡在庫水準を低下させることを示している。

第2は、 q の変化の効果である。 $D\varphi = 0$ のとき $\varphi = -\alpha(q) c'(z)/i$ であるから、これを q で微分して

$$(3-30) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial q} = -\frac{\alpha'(q) c'(z)}{i} > 0, \text{ for } z < z^+$$

となる。すなわち、 $D\varphi = 0$ 曲線は q の上昇に伴い上にシフトする。 $Dz = 0$ のときは $y = x(p, q)$ であるから、これを q で微分して

$$(3-31) \quad \frac{\partial y}{\partial q} = x_p \frac{\partial p}{\partial q} + x_q$$

を得る。更に、(3-4)と(3-6)を夫々 q で微分して

$$(3-32) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial q} = w g''(y) \frac{\partial y}{\partial q},$$

$$(3-33) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial q} = \left[2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad) \right] \frac{\partial p}{\partial q} + \frac{x_p x_q - x_{pq} x(\quad)}{x_p^2}$$

を得る。これらを(3-31)に代入して

$$(3-34) \quad \frac{\partial \varphi^*}{\partial q} = \frac{x_p x_q + \left(x_{pq} - \frac{x_q}{x_p} x_{pp} \right) x(\quad)}{\left[2x_p - \frac{x_{pp}}{x_p} x(\quad) \right] \left[\frac{1}{w g''(y)} - \frac{x_p}{2 - \frac{x_{pp}}{x_p^2} x(\quad)} \right]}$$

を得るが、分母は負であるのに対して、分子の符号は必ずしも判然としない。(ここで x_{pq} の符号について断言することはさし控えたい。) しかしながら、ここで我々は $\partial \varphi^* / \partial q > 0$ と仮定する。すると $Dz = 0$ 曲線は q の上昇に伴い上にシフトすることになる。この場合の位相図は省略するが、次の結果を得る。

$$(3-35) \quad \partial \hat{y} / \partial q > 0,$$

$$(3-36) \quad \partial \hat{p} / \partial q > 0,$$

$$(3-37) \quad \partial y^* / \partial q > 0,$$

$$(3-38) \quad \partial p^* / \partial q > 0,$$

$$(3-39) \quad \partial z^* / \partial q \geq 0.$$

すなわち、所得水準の上昇は、最適径路及び均衡上の価格と生産量を共に増加させる。しかし均衡在庫量に対する効果は確定しない。

最後に、 i の変化の効果。 $D\varphi = 0$ 曲線は $D\varphi = 0$ を微分して

$$(3-40) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial i} = \frac{\alpha(q) c'(z)}{i^2} < 0, \text{ for } z < z^+$$

であるから、 i の上昇により下にシフトする。他方、 $Dz = 0$ すなわち $y = x(p, q)$ を i で微分して

$$(3-41) \quad \frac{\partial y}{\partial i} = x_p \frac{\partial p}{\partial i}$$

を得る。次に(3-4)と(3-6)を夫々 i で微分して

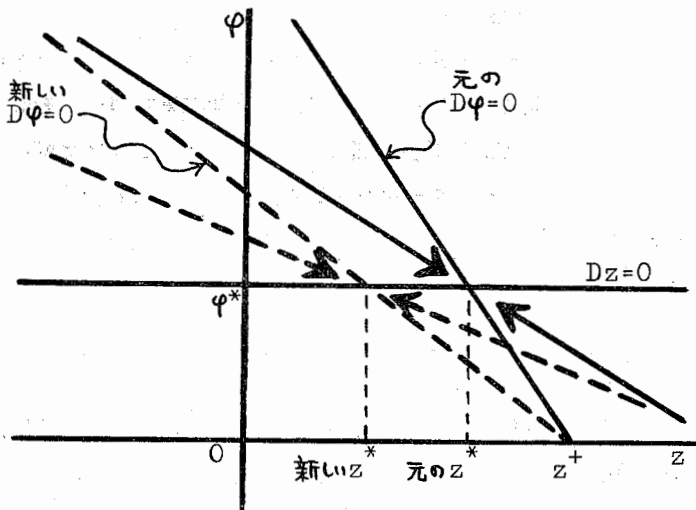
$$(3-42) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial i} = w g''(y) \frac{\partial y}{\partial i},$$

$$(3-43) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial i} = \left[2 - \frac{x_{py}}{x_p^2} x(\cdot) \right] \frac{\partial p}{\partial i}$$

を得る。これらを(3-41)に代入して

$$(3-44) \quad \frac{\partial \varphi^*}{\partial i} = 0$$

を得る。依って、 $Dz=0$ 曲線は i が変化しても動かない。このことを位相図で表現してみると、第10図の如くとなろう。最適径路は、 i の上昇によっ



第10図

て下にシフトすることが分る。また、均衡点は左にシフトする。それ故、

$$(3-45) \quad \partial \hat{y} / \partial i < 0,$$

$$(3-46) \quad \partial \hat{p} / \partial i < 0,$$

$$(3-47) \quad \partial y^* / \partial i = 0,$$

$$(3-48) \quad \partial p^* / \partial i = 0,$$

$$(3-49) \quad \partial z^* / \partial i < 0.$$

となる。すなわち割引率の上昇は、最適な産出水準及び価格を引き下げるが、均衡産出量及び均衡価格の水準には影響を与えない。均衡在庫水準は、割引率が高まるほど低下する。

最後に、競争企業と独占企業の合理的行動を比較してみよう。今までに得られた比較動学及び比較静学分析の結果を一覧表にしてみると、次のようになる（第1表参照）。

第1表

	競争企業			独占企業				
	$\hat{y}$	y^*	z^*	$\hat{y}$	$\hat{p}$	y^*	p^*	z^*
p	-	-	+	/	/	/	/	/
w	-	0	-	±	+	±	+	-
q	+	+	±	+	+	+	+	±
i	-	0	-	-	-	0	0	-

（符号は、微係数のそれを意味する。）

この表を見てみると、比較可能な箇所に関する限りは、行動パターンは両者共にほぼ同じであると言って

よからう。ただ賃銀率変化の効果については、均衡在庫水準への影響を除いては、独占的な場合の方が多様性に富んでいる。（このような比較について一言注意しておくが、これは同一商品を競争的に生産した場合と独占的に生産した場合とを比較しているのではない。そのような比較ならば、経済学的な意義はあまりないであろう。）

4. 不確実性の下での企業の最適在庫調整

今までは価格、賃銀率及び社会の所得水準が、企業家によって確定的にすなわち単一の数値をもって予想される場合を分析してきたが、本節ではこれらが確率変数として把握されるより一般的な場合を取り扱う。（一言注意しておくが deterministic なモデルというのは何も期待がその通りに実現されることを想定しているのではない。期待がはずれた場合には計画を改訂すればよいのである。）数学的困難を回避するため、本節では変数はすべて離散的であり、確率分布は異時的に独立かつ同一（identical）である場合を考える。

在庫蓄積方程式は

$$(4-1) \quad z_{t+1} = z_t + y_t - x(p_t, q_t)$$

となる。ここで z_t は t 期の期首における在庫水準を表わす。また t 期の注文 x_t を越える生産、すなわち $y_t - x_t$ は、 $t+1$ 期の期首までは在庫水準に影響を与えないものとする。

本節では競争的企業の不確実性の下での合理的決定を考察する。企業の目的は、将来の収益の現在価値の期待値、すなわち

$$(4-2) \quad \sum_{t=0}^{\infty} R^t [p_t x(p_t, q_t) - w_t g(y_t) - \alpha(q_t) c(z_t)]$$

の期待値を最大化するように、各期の産出水準を決定することである。このような生産系列を最適生産政策と呼び、 $\{\hat{y}_0, \hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_t, \dots\}$ で表記する。初期値 z_0 は所与であり、 R は割引因子である ($0 < R < 1$)。勿論 p_t, w_t, q_t は確率変数であって、その確率分布は企業家にとっては既知である。

この問題は、Dynamic Programmingにおける無限段階確率制御問題である。今後、ベクトル (p_t, w_t, q_t) を簡単のために θ_t と書く。 θ の分布関数を $F(\theta)$ と書くことにする。今、 $V(z_t)$ を最適生産政策が実行されているときのこの企業の将来の全収益の現在価値の期待値とする。Bellman の最適性原理 (Principle of Optimality) によって、我々は次の関数再帰方程式 (Functional Recursion Equation) を得る。

$$(4-3) \quad V(z_t) = \max_{y_t} [p_t x(p_t, q_t) - w_t g(y_t) - \alpha(q_t) c(z_t) + R \int_{\Omega} V(z_t + y_t - x(p_t, q_t)) dF(\theta)]$$

ここで Ω は θ の存在し得る範囲で有界である。一階の条件を求めるため、(4-3) の RHS を y_t で微分して 0 とおくと

$$(4-4) \quad w_t g'(y_t) = R \int_{\Omega} V' dF(\theta)$$

である。(4-4) に対する解を $\hat{y}_t = \hat{y}(z_t)$ とおく。 $\hat{y}$ を (4-3) に代入して

$$(4-5) \quad V(z_t) = p_t x(p_t, q_t) - w_t g[\hat{y}(z_t)] - \alpha(q_t) c(z_t) + R \int_{\Omega} V[z_t + \hat{y}(z_t) - x(p_t, q_t)] dF(\theta)$$

を得る。

この両辺を z_t で微分して

$$(4-6) \quad V' = -w_t g'(\hat{y}_t) \hat{y}'(z_t) - \alpha(q_t) c'(z_t) + R \int_{\Omega} V'(1 + \hat{y}'(z_t)) dF(\theta)$$

を得る。(4-4)を(4-6)に代入して

$$(4-7) \quad V' = w_t g'(\hat{y}_t) - \alpha(q_t) c'(z_t)$$

を得る。(4-4)に(4-7)を代入して、一階の確率差分方程式

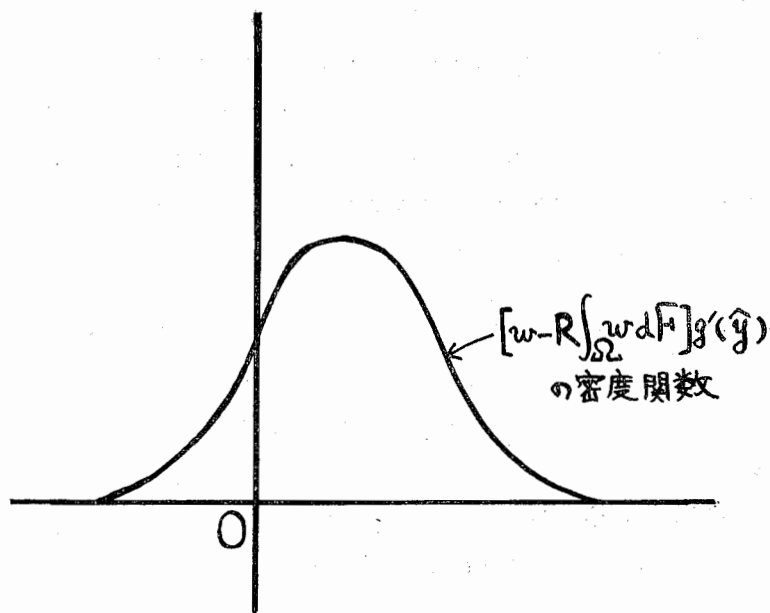
$$(4-8) \quad w g'(\hat{y}_t) = R \left[\int_{\Omega} g'(\hat{y}_{t+1}) w dF(\theta) - \int_{\Omega} c'(z_{t+1}) \alpha(q) dF(\theta) \right]$$

を得る。特に最適政策が定常的である均衡では

$$(4-9) \quad \left[w - R \int_{\Omega} w dF(\theta) \right] g'(\hat{y}) = -R \int_{\Omega} c'(z) \alpha(q) dF(\theta)$$

を得る。

ここで(4-9)のLHSについて説明をしておく。議論をなるべく単純化して問題の本質を見易くするため、 w の確率分布の形は対称的であり、かつ在庫水準は z^+ より小さい範囲にあるものとしよう。対称分布の仮定から、定常的 $\hat{y}$ に対する(4-9)のLHSの分布の最頻値は正となる。また $\hat{y}$ が大きくなるほど $g'(\hat{y})$ は大きくなるから、(4-9)のLHSの最頻値は大きくなり、かつその密度関数の形はつぶれて裾が広がるようになる。第11図に(4-9)のLHS



第11図

の確率密度関数を図示しておく。

さて、ここで我々にとっては p 、 w 及び q の不確実性のうち、 w と q のそれが当面の問題であることを知るに至った。我々がこれから問題にしようとすることは、 w と q の不確実さの程度が変化したときに、 $\hat{y}$ にいかなる影響があるかである。この目的のためには、Rothschild と Stiglitz の研究によって有名になった “Mean Preserving Spread” (以下 MPS と略す) の概念を採用するのが効果的である²⁾。ここで次の補題が必要である。

補 題

確率変数の強く凸な(強く凹な、線型の)実関数の期待値は、その確率変数の分布に MPS で表現される不確実性の増大が起ったとき、増加する(減少する、不変である)。

この証明は、確率論における Jensen の定理を用いてなされている³⁾。MPS の定義から、賃銀率 w の分布が MPS だけより不確実になったとしても、 w の期待値は不変である。所得水準 q の分布が、MPS だけ変化することによってより不確実になった場合、 $\alpha(q)$ が強く凸な関数であるなら $\alpha(q)$ の期待値は増加し、 $\alpha(q)$ が線型な関数であるなら $\alpha(q)$ の期待値は不変であり、 $\alpha(q)$ が強く凹な関数であるなら $\alpha(q)$ の期待値は減少する。それ故に、 $\alpha(q)$ が強く凸である。すなわち、所得水準が上昇するとき逡増的に在庫保有費用が上昇するなら、所得 q の確率分布が MPS で表現されるような不確実性の増大をみた場合、企業の最適生産量 $\hat{y}$ は元の確率分布の下におけるよりも増大する。なぜならば、このとき(4-9)の RHS が増大するから、第11図から明らかなように以前と同じ $\hat{y}$ を維持していたのでは(4-9)が成立する確率は以前より低下するので、 $\hat{y}$ を増大させることによって(4-9)の LHS の最頻値を増大させ、これによって再び最大の確率で(4-9)の成立を図らねばならないからである。しかしながら、この場合、所得の不確実性の程度が増大するにつれて最適条件(4-9)が満たされる確率はだんだん低下することが分る。価格 p と賃銀率 w の確率分布が、MPS による変化を被ったとしても最適政策は影響を受けないことは明らかである。 $\alpha(q)$ が線型または強く凹であるときの結果も、い

ちいち書かずとも直ちに理解し得よう。

可変的不確実性と独占的企業の最適政策（価格政策と生産政策）の間の関係についても計算してみたが、残念ながら意味のあるような結論を導出することは出来なかった。

5. 集計的在庫変動のモデル

前節までの分析は、企業の主体的最適化に関連したものであった。本節では今までの結果を一つの手がかりとして、マクロ・レベルの議論をしてみたい。在庫投資の周期的変動は、現実の経済においても特に重要な意味を持っているが、この所謂小循環 (Minor Cycles) の理論的分析例が以外に乏しいのは残念なことである。我々は、Maccini が特に価格期待に焦点を合せて組み立てたモデルを、所得期待というもっと実物的な側面に注意を向けたモデルに造り変え、在庫と所得の変動を考察してみたい。分析を複雑化させないために、価格や労働市場を明示的に扱うこと及び財政々策の効果を吟味することは断念する。

集計的在庫量を Z ，集計的産出量を Y ，集計的注文量を X ，集計的期待所得を Q ，利子率を i とおこう。集計的在庫蓄積方程式を

$$(5-1) \quad DZ = Y(Z, Q, i) - X(Q), \quad Z(0) = Z_0 = \text{given}$$

とおこう。ここに $\partial Y / \partial Z = Y_Z < 0$ ， $\partial Y / \partial Q = Y_Q > 0$ ， $\partial Y / \partial i = Y_i < 0$ ， $X'(Q) > 0$ である。次に所得に関する期待は適応的に形成されるものとして

$$(5-2) \quad DQ = \beta[Y(Z, Q, i) - Q], \quad Q(0) = Q_0 = \text{given}$$

とおく。すなわち、現実の産出水準が期待所得を上回っている場合には、期待所得はその差に比例して増加する。ここに β は期待調整速度である。

上の二本の微分方程式体系に均衡解の存在を仮定し、それを Z^* ， Q^* とおき、これらを短期動学的マクロ均衡と呼ぶ。この均衡の近傍で (5-1) と (5-2) を線型近似すると

$$(5-3) \quad \begin{pmatrix} DZ \\ DQ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z - Z^* \\ Q - Q^* \end{pmatrix}$$

となる。ここに

$$(5-4) \quad A_{11} = Y_Z < 0,$$

$$(5-5) \quad A_{12} = Y_Q - X'(Q),$$

$$(5-6) \quad A_{21} = \beta Y_Z < 0,$$

$$(5-7) \quad A_{22} = \beta(Y_Q - 1)$$

である。 A_{12} の符号は判然としない。 A_{22} に関しては、我々は $A_{22} < 0$ を仮定する。

(5-3)に対する解を

$$(5-8) \quad \begin{pmatrix} Z \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z^* \\ Q^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{\lambda_1 t} \\ e^{\lambda_2 t} \end{pmatrix}$$

と書くことにする。ここに λ_1, λ_2 は次の特性方程式の根である。

$$(5-9) \quad \lambda^2 - (A_{11} + A_{22})\lambda + A_{11}A_{22} - A_{12}A_{21} = 0$$

この方程式の判別式は

$$(5-10) \quad (A_{11} - A_{22})^2 + 4A_{12}A_{21}$$

である。これがもし負で λ_1, λ_2 が虚数であれば、体系は渦巻運動をすることになろうし、もし正で λ_1, λ_2 が実数であれば、体系は渦巻運動をしないであろう。 $A_{12} > 0$ の場合、判別式は正にも負にもなり得るが、 $A_{12} < 0$ の場合判別式は正であって振動解が発生することはない。

体系が安定であるための条件は、次の Routh-Hurwitz の条件である。

$$(5-11) \quad A_{11} + A_{22} < 0,$$

$$(5-12) \quad A_{11}A_{22} - A_{12}A_{21} > 0$$

これら二つの不等式が同時に満たされるとき、体系の安定性が保証される。我々の仮定の下では(5-11)は満たされるが、(5-12)は常に満たされるとは限らない。もし $A_{12} > 0$ ならば、体系は安定である。これに対して $A_{12} < 0$ ならば、体系は安定にも不安定にもなり得る。

次に、我々の体系の解の構造を位相図を用いて調べてみよう。 $DZ = 0$ のとき $A_{11}(Z - Z^*) + A_{12}(Q - Q^*) = 0$ であるから、これを Z で微分して

$$(5-13) \quad \frac{dQ}{dZ} = -\frac{A_{11}}{A_{12}}$$

を得る。依って、 $A_{12} > 0$ ならば $DZ = 0$ 曲線は (Z, Q) 平面で右上りであり、 $A_{12} < 0$ ならば右下りである。 $DQ = 0$ のとき $A_{21}(Z - Z^*) + A_{22}(Q - Q^*) = 0$

= 0 であるから、これを Z で微分して

$$(5-14) \quad \frac{dQ}{dZ} = -\frac{A_{21}}{A_{22}} < 0$$

を得る。明らかに $DQ=0$ 曲線は右下りである。更に (5-3) より

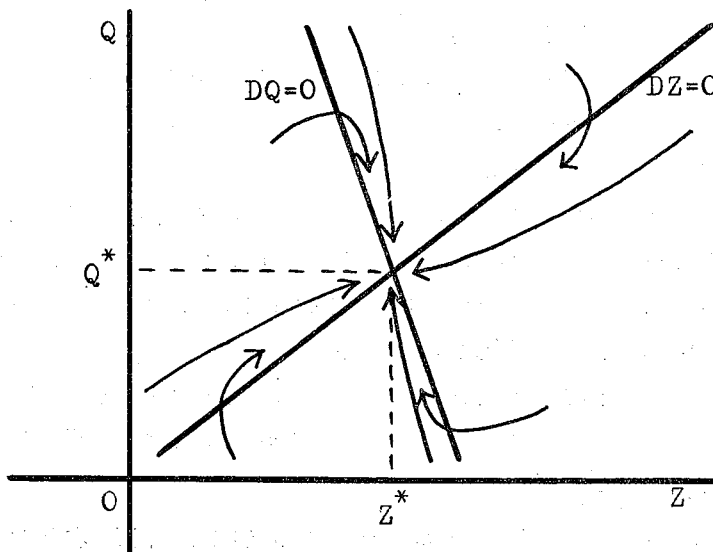
$$(5-15) \quad \frac{\partial DZ}{\partial Z} = A_{11} < 0$$

となるから、 $DZ=0$ 曲線の右側では Z は時間の経過と共に小さくなるのに対して、左側では大きくなる。同じく (5-3) より

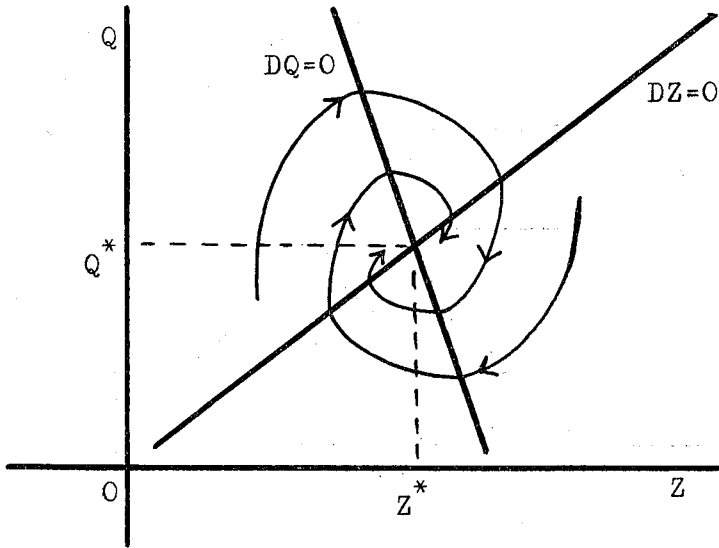
$$(5-16) \quad \frac{\partial DQ}{\partial Q} = A_{22} < 0$$

となるから、 $DQ=0$ 曲線の上方では Q は時間経過と共に小さくなるのに対して、下方では大きくなる。

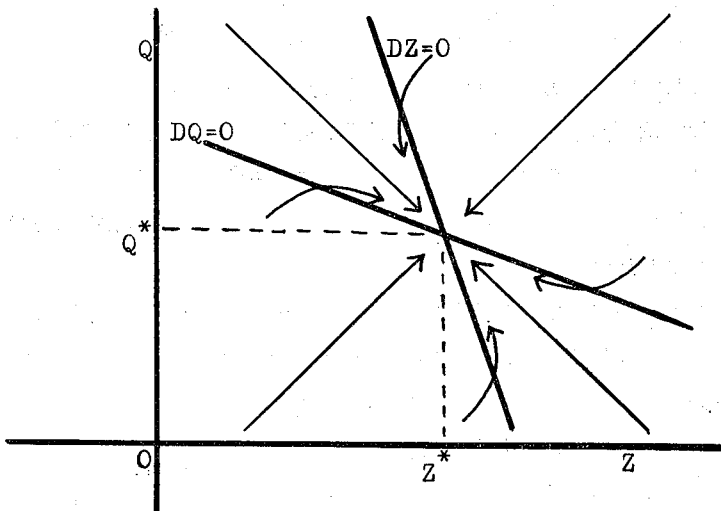
以上の準備の下に我々は位相図を描くことが出来る。 $A_{12} > 0$ であつ λ_1, λ_2 が実数のときの位相図が第12図であり、 $A_{12} > 0$ であつ λ_1, λ_2 が虚数のときのそれが第13図である。 $A_{12} < 0$ であつ Routh-Hurwitz の条件が満たされるとき位相図が第14図であり、 $A_{12} < 0$ であつ Routh-Hurwitz の条件が満たされないときのそれが第15図である。



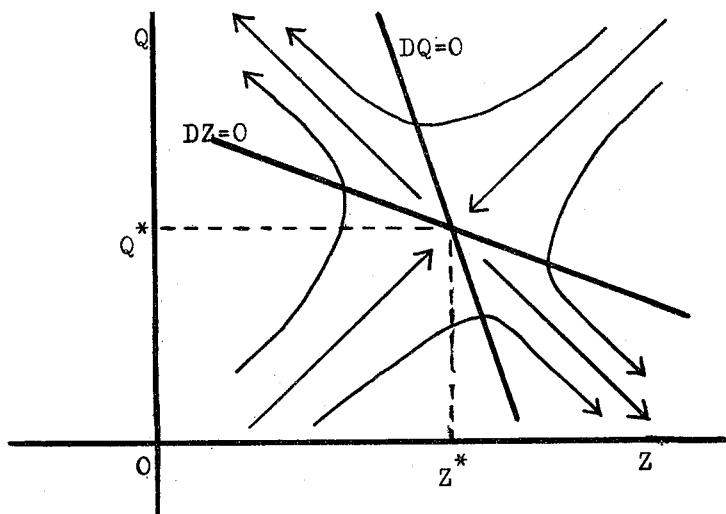
第12図



第13図



第14図



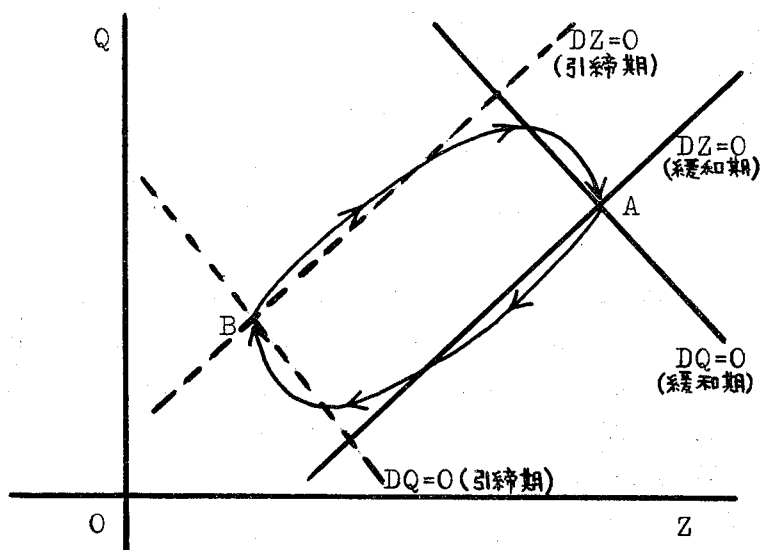
第15図

第12図、第13図及び第14図においては体系は安定であって、初期点 (Z_0, Q_0) から出発した運動は均衡 (Z^*, Q^*) に収束する。(第12図及び第14図では $\lambda_1, \lambda_2 < 0$ であり、第13図では λ_1, λ_2 の実部が負である。) 第13図は振動解を表わしている。第15図では体系は不安定であり、均衡点は鞍点となっている。(この場合 λ_1, λ_2 のうち一方が正であり、他方が負である。) $A_{12} < 0$ のときには、 $DZ=0$ 曲線が $DQ=0$ 曲線よりも急勾配であることが安定のための条件であることが、図から看取される。我々は今後安定な場合を想定することにした。

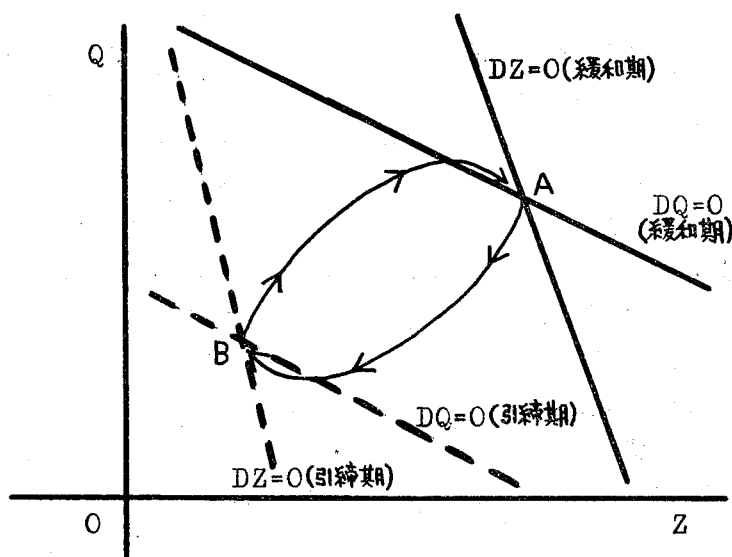
ところで利子率 i は政策変数と考えられるから、 i が常に一定のままであるということは勿論考えられない。もし i が変化すれば、マクロ均衡もその位置を変える。今度はこのことを調べてみよう。 $DZ=0$ のとき $Y(Z, Q, i) = X(Q)$ であるから、これを i で微分して

$$(5-17) \quad \frac{\partial Q}{\partial i} = -\frac{Y_i}{Y_Q - X'(Q)} = -\frac{Y_i}{A_{12}}$$

を得る。依って $A_{12} > 0$ ならば、 i の騰貴によって $DZ=0$ 曲線は上にシフ



第16図



第17図

とし、 $A_{12} < 0$ ならば下にシフトする。次に、 $DQ = 0$ のとき $Y(Z, Q, i) = Q$ であるから、これを i で微分して

$$(5-18) \quad \frac{\partial Q}{\partial i} = -\frac{Y_i}{Y_Q - 1} = -\frac{\beta Y_i}{A_{22}} < 0$$

を得る。すなわち、 $DQ = 0$ 曲線は i が騰貴したとき下にシフトする。

i が変化したときの比較静学分析の結果が、第16図及び第17図に図示されている。

第16図は第12図または第13図の場合に対応しており、第17図は第14図の場合に対応している。A点は金融緩和期のマクロ均衡であり、B点は引締期のそれである。B点がA点の左上方に位置する可能性もあり得るが、今はその場合を除外して考える。すなわち我々は金融引締めによって、均衡在庫水準及び均衡期待所得水準の双方は低下するものとする。第16図及び第17図は次のようなことを意味している。例えば今経済がA点に位置していたものとして、このとき貨幣当局が何らかの理由に基づいて金利を引き上げれば在庫減らしが行われ、体系は新しい均衡点Bに向って矢印のついた曲線に沿って移動し、結局は収束するに至る。

もしこれに要する調整時間がむやみに長くないとすれば、体系がB点の近傍に到達した後当局は所期の目的は果たされたとして政策を転換し、金利を引き下げるであろう。すると今度は体系は新しい均衡点Aを目指して新たな運動を開始する。以下同じことが反復すれば、在庫投資の周期的かつ持続的な循環をみることになるわけである。第12図や第14図の如き場合には明らかに循環現象が見られなく、またたとえ第13図の如く循環現象が見られても、特性根の絶対値が比較的小さくて減衰度の強い場合にはやはり現実的な在庫循環と言えるほどの振動解は生まれないということになってしまい、しかもこのような事態が発生する可能性はかなり高いとも考えられるが、この場合上述のような貨幣当局の自由裁量的金利政策を考慮すると、やはり持続的な循環運動を避けることはかなり困難であるように思われる。当局の政策変更の動機としては、許容限度を越えた国際収支や物価の変動などが考えられよう。

6. 要 約

我々は、この論文で、無限の視野を持つ企業の短期動学的観点からの最適化戦略を分析した。競争的及び独占的企業のいずれの場合においても、一意的な最適政策が存在し、特に生産政策はストック調整原理に従うようなものとなることが分った。また独占価格（独占企業の製品価格）は保有在庫が均衡水準に比して過剰なときほど低く設定される（逆に過少なときほど高く設定される）という結果を得た。パラメータの変化に対する比較動学及び比較静学分析の立ち入った結果は、第1表に要約されている通りである。以上の分析においては、在庫保有によって企業が負担しなければならない諸費用が、在庫水準の厳密な凸関数として表現されるという仮定が大変重要な役割を果たしている。

次に、我々は企業が不確実な環境の中で最適計画を立てなければならない場合を分析した。このようなとき、企業家は将来の価格、賃銀、所得の水準に対して、予め主観的な確率分布を想定しなければならない。本稿では、特に Rothschild-Stiglitz の意味における可変的不確実性の最適生産政策に対する効果を調べたが、その結果、所得水準の確率分布が所謂 Mean Reserve-ing Spread によるウェイトの移動を被った場合のみ、最適政策が変更されることを見出した。しかし我々は、確率分布が時間を通じて独立かつ同一に (identically) 分布している場合のみを分析した。それ故に、我々の結果は、はなはだ限定的なものであり、将来の方向としては確率変数が Markov 過程に従うモデルを開発する必要がある。

最後に、我々は極めて簡単な集計的在庫変動分析を行い、体系が金利政策による攪乱を受けることによって、在庫投資が周期的かつ持続的な変動をすることを確認した。しかしながら、もっと本格的なマクロ動学的不均衡分析は依然としてやり残されたままであると言ってよく、筆者としても今後はこの方面にも切り込んでゆきたい。

- 1) 私は小論を作成する過程で、内田助教授と有益な討論を行うことが出来た。ここ

に謝意を表する次第である。勿論、残存しているかもしれない誤りや不明確さは、筆者のみに帰すべきものである。

- 2) MPSについては、Rothschild-Stiglitz [7], [8] 及び Diamond-Stiglitz [2] を見られたい。
- 3) Hartman [3] を見られたい。
- 4) 日本経済の在庫循環の性格は、自生的・内在的なものではなく、むしろ国際収支の均衡を維持するために発動された当局の自由裁量的な金利政策によって誘発されたものであるとする有力な見解もある。この点に関連して、森ロー—土志田—中沢 [6] の計量分析結果は極めて注目に値する。彼らは、昭和30年代の日本における在庫循環は、実物体系に内在的な循環的変動ではなく、国際収支変動に対応して発動された当局の自由裁量的な金利政策によって引き起こされたものであることを主張している。

引用文献

- [1] 伴 金美：「企業の生産・価格・在庫の最適決定ルールについて」，季刊理論経済学，27 (1976)，pp. 201-206.
- [2] Diamond, P. A. and Stiglitz, J. E. : "Increases in Risk and in Risk Aversion", *Journal of Economic Theory*, 8 (1974), pp. 337-360.
- [3] Hartman, R. : "The Effects of Price and Cost Uncertainty on Investment", *Journal of Economic Theory*, 5 (1972), pp. 258-266.
- [4] Maccini, L. J. : "An Aggregate Dynamic Model of Short-Run Price and Output Behavior", *Quarterly Journal of Economics*, 90 (1976), pp. 177-196.
- [5] Metzler, L. A. : "The Nature and Stability of Inventory Cycles", *Review of Economic Statistics*, 23 (1941), pp. 113-129.
- [6] 森口親司，土志田征一，中沢拓生：「マクロ・モデルの動学的性質」，経済分析（経済企画庁経済研究所），第24号（1967），pp. 1-30.
- [7] Rothschild, M. and Stiglitz, J. E. : "Increasing Risk : I, A Definition", *Journal of Economic Theory*, 2 (1970), pp. 225-243.
- [8] Rothschild, M. and Stiglitz, J. E. : "Increasing Risk : II, Its Economic Consequences", *Journal of Economic Theory*, 3 (1971), pp. 66-84.
- [9] 鵜田忠彦：「短期における所得と物価の決定—不均衡動学の—試論—」，鵜田忠彦「マクロ・ダイナミックス」，東洋経済新報社，1976，第10章所収論文
- [10] 鵜田忠彦：「完全雇用政策とインフレーション」，鵜田前掲書，第11章所収論文
- [11] 宇沢弘文：「在庫調節とインフレーションの安定性」，季刊経済学論集（東京大学），39 (1973)，第3号，pp. 2-12.