

# 生産平準化、品切れ回避と在庫投資

## The Production Smoothing, Stock-out Avoidance and the Inventory Investment

村 田 治

The purpose of this paper is to clarify the motive of taking stock in the Lovell type inventory investment function. To do this, first we distinguish between the production smoothing motive and the buffer-stock motive, and then investigate the formation of production adjustment which exists behind the Lovell type inventory investment function.

Furthermore, we derive the Lovell type inventory investment function from the profit maximization behavior of the representative firm. As a result, we show whether target inventory level increase or decrease in response to increase of the demand depends on the relative strength of the production smoothing motive and the stock-out avoidance motive.

Osamu Murata

JEL : E22, E32

キーワード：生産平準化動機、品切れ回避動機、バッファーストック動機、目標在庫水準、在庫投資、在庫調整、生産調整

Keywords : Production smoothing motive, Stock-out avoidance motive, Buffer-stock motive, Target inventory level, Inventory investment, Inventory adjustment, Production adjustment

### 序

在庫投資の代表的なモデルである Lovell(1961) 型在庫調整モデルは、従来、目標在庫水準と生産平準化による在庫調整モデルと考えられてきた。しかしながら、わが国に関する実証結果においてもアメリカの実証研究の結果と同様に、必ずしも在庫投資の動きを十分に説明できていないとの指摘がある<sup>1)</sup>。他方、アメリカに関する実証研究においては、生産平準化仮説が成立していない可能

1) 日本開発銀行調査 (1993) などのわが国に関する実証結果においても、Feldstein and Auer-

性が指摘され<sup>2)</sup>、Lovell(1961) 型在庫調整モデルの根拠に疑問が向けられるようになってきた<sup>3)</sup>。この生産平準化仮説に対する実証分析の結果は、まさに、Lovell(1961) 型在庫調整モデルの理論的根拠が問われていることを意味する。

本稿の目的は、Lovell(1961) 型在庫調整モデルの基礎にある在庫の保有動機を明らかにし、理論的根拠を与えることである。在庫の保有動機は大きく分けて、バッファーストック動機、生産平準化動機と品切れ回避動機の 3 つが考えられるが、Lovell(1961) 型在庫調整モデルとこれらの在庫の保有動機との関係は必ずしも明らかではない<sup>4)</sup>。また、従来、生産平準化動機とバッファーストック動機は同じものとししばしば混同されてきたが、両者は明確に異なるものである。実は、Lovell(1961) 型在庫調整モデルにおいて前提とされているのも生産平準化動機ではなく、バッファーストック動機である。

まず、第 1 節では、Lovell(1961) 型在庫調整モデルにおいて前提とされている在庫の保有動機を明らかにするとともに、背後にある生産調整についても考察する。第 2 節では、Lovell(1961) 型在庫調整モデルのミクロ的基礎付けを行うために、在庫の保有費用と生産調整費用について考察する。第 3 節は、企業の最適化行動を定式化し、主体均衡の条件を導く。最後の第 4 節では、主体均衡条件から Lovell(1961) 型在庫調整モデルを導き、在庫の保有動機と生産平準化との関係を理論的に導出する。

## 1. バッファーストック動機と生産平準化動機

本節では、Lovell(1961) の在庫調整モデルにおける在庫の保有動機と、在庫調整の裏で働いている生産調整について考察する。

---

bach(1976) や Blinder and Holtz-Eakin(1986) などのアメリカでの実証結果と同様に、ストック調整モデルの調整速度が非常に遅いという問題点が指摘されている。

- 2) 例えば、Blinder(1986)、Blanchard(1983)、West(1986)、Blinder and Maccini(1991a)(1991b) などがある。
- 3) わが国に関する生産平準化の実証分析に関しては、マクロデータを用いたものとしては Hukuda and Teruyama(1988) があり、マイクロデータを用いた研究としては、小塩(1995)、飯田(2001) などがある。
- 4) 本稿と同様に、製品在庫の在庫投資関数に理論的根拠を与えたものとしては Blinder(1982)、Blanchard(1983)、Eichenbaum(1984)、Kahn(1987) などがあり、Kahn(1987) においては、品切れ回避動機から生産の集積が導かれている。さらに、秋山・奥野・松山(1984, pp39~43)、日本開発銀行調査(1993, pp37~39)、宮川(1988, pp.193~96)なども参照されたい。

**(1) Lovell(1961) における在庫調整と生産調整**

Lovell(1961) の在庫調整の検討に入る前に、まず、生産、出荷、および在庫ストックに関する恒等関係について見ておく。いま、 $Y_t$  を  $t$  期の生産量、 $D_t$  を  $t$  期の出荷量、 $Z_t$  を  $t$  期末の在庫ストックとすると、次のような恒等式が成立している。

$$Z_t - Z_{t-1} \equiv Y_t - D_t \quad (1)$$

上式は、生産と出荷の差は在庫の蓄積、あるいは在庫の切り崩しになることを意味している。さらに、 $Z_t^*$  を  $t$  期の目標在庫水準、 $D_t^e$  を  $t$  期の予想出荷量とすると、Lovell(1961) の在庫調整モデルは次式のように表される。

$$Z_t - Z_{t-1} = \lambda(Z_t^* - Z_{t-1}) + D_t^e - D_t \quad (2)$$

上式の右辺第 1 項は、目標在庫水準と現実の在庫ストックの差の調整を表しており、 $\lambda$  はその調整係数である。その意味で、第 1 項は意図した在庫投資を表していると考えられる。また、第 2 項は、現実の出荷量が予想出荷量を上回る（下回る）場合、在庫の切り崩し（積み増し）が生じることを表しており、バッファーストック動機に基づく意図せざる在庫投資を意味している<sup>5)</sup>。Lovell(1961) によると、目標在庫水準は予想出荷量に依存しており、次式のように表される。

$$Z_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 D_t^e \quad (3)$$

ここで、(3) 式を (2) 式に代入し整理すると次式を得る<sup>6)</sup>。

$$Z_t = \lambda(\alpha_0 + \alpha_1 D_t^e) + (1 - \lambda)Z_{t-1} + D_t^e - D_t \quad (4)$$

以下では、この (4) 式、あるいは (2) 式で示される Lovell 型の在庫調整の背後にある生産調整について考察する。まず、 $t$  期の生産物に対する需要量を  $Y_{dt}$ 、予想需要量を  $Y_d^e$ 、また、意図した在庫投資を  $I_t^i$  とすると、

5) 次節で明らかになるように、生産平準化動機とバッファーストック動機とは異なるものである。

Lovell(1961, pp.303-307) において前提とされていたのは、生産平準化動機ではなくバッファーストック動機である。

6) この (4) 式は Lovell(1961, p304) の (3.4) 式と同一のものである。

$$Y_{dt} = D_t + I_t^i \quad (5)$$

および、

$$Y_{d^e t} = D_t^e + I_t^i \quad (6)$$

が成立する。いま、意図した在庫投資は Lovell 型のストック調整型であるとすると

$$I_t^i = \lambda(Z_t^* - Z_{t-1}) \quad (7)$$

となる。さらに、(2)(5)~(7) 式を考慮すると、Lovell(1961) の在庫調整モデルは

$$Z_t - Z_{t-1} = I_t^i + (Y_{d^e t} - Y_{dt}) \quad (8)$$

と表される。上式から、在庫ストックの変動は意図した在庫投資と、現実の需要量と予想需要量との乖離の和として示されることがわかる。さらに、(8) 式と (1)(5) 式を考慮するなら、

$$Y_t = Y_{d^e t} \quad (9)$$

を得る。上式は、生産量はその予想需要量に等しいこと、言い換えれば、予想された需要量に等しい生産量が産出されることを意味している。以上のことから、Lovell(1961) の在庫調整の背後には、毎期の予想需要量に等しい生産量が生み出されることがその前提にあると理解できる。

## (2) 生産平準化動機とバッファーストック動機

次に、在庫の生産平準化動機とバッファーストック動機について検討しよう。Blinder and Maccini(1991b) が示したように、両者は同じものではなく、生産平準化動機とバッファーストック動機はそれぞれ次のように表すことができる<sup>7)</sup>。

### (P) 生産平準化動機 (Production smoothing motive)

生産決定を行う時点で予想される需要変動に対して、企業が生産の変動を抑えるために、一部を在庫の調整によって対応しようとする動機

7) Blinder and Maccini(1991b, p.79) を参照のこと。その他、Blinder(1986, pp.440~441) をも参照されたい。

## (B) バッファーストック動機 (Buffer stock motive)

企業にとって予想できない需要変動に対しては、全て在庫の変動によって対応する動機

したがって、生産平準化とは、 $t$ 期の期首で予想される $t$ 期の需要に対して一部を生産調整で、残りを在庫調整によって処理しようとする企業の対応と考えることができる。このことを考慮すると、 $t$ 期の生産調整は次のように定式化できる。

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta(Y_d^e_t - Y_{t-1}), \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (10)$$

上式は、期首に予想された今期の需要量と前期の生産量の乖離の一定割合を前期の生産量に対して調整し、今期の生産量を決定することを意味している。ここで、 $\beta$ がゼロの場合は予想需要量に関係なく生産量の変更をしない完全な生産平準化の場合であり、逆に、 $\beta$ が1の場合は予想需要量に見合った量を生産するケースであり、生産平準化が全く働いていない場合である<sup>8)</sup>。

また、(B) からわかるように、バッファーストック動機は予想できない需要の変動に対応するものであり、予想需要量と現実の需要量の乖離に対して全て在庫の調整で対応することを意味している。したがって、バッファーストック動機による在庫投資を  $I_t^B$  で表すと、

$$I_t^B = Y_d^e_t - Y_{dt} \quad (11)$$

と定義できる。ところで、Lovellの在庫調整モデル(8)式は、(11)式を考慮するなら、

$$Z_t - Z_{t-1} = I_t^i + I_t^B \quad (12)$$

となる。まさに、Lovell(1961)において述べられているように、Lovel型在庫調整モデルは意図した在庫投資とバッファーストック動機による在庫調整から構成されていることがわかる<sup>9)</sup>。言い換えれば、生産平準化動機による在庫の調整は存在しないことになる。このことは、(9)式で表されているように、

8) 実際、(10)式は、 $\beta = 0$ の場合には  $Y_t = Y_{t-1}$  となり、 $\beta = 1$ の場合には  $Y_t = Y_d^e_t$  となる。

9) Lovell(1961, pp.303-307) 参照されたい。

Lovell(1961) においては、予想需要量に見合った生産が行われ、生産平準化がまったく行われていないことを意味する。換言すると、Lovell(1961) における生産調整 (9) 式は一般的な生産調整 (10) 式における  $\beta = 1$  の場合であり、上で見たように、生産平準化が全く働いていない場合に当たる。このように、Lovell(1961) における在庫投資関数 (2) 式は生産平準化動機を考慮しておらず、バッファーストック動機のみを定式化したものとなっている<sup>10)</sup>。

Lovell(1961) 以降、生産平準化動機とバッファーストック動機の区別がしばしば曖昧になってきたが、上でも見たように、両者は明確に異なるものである。そこで、以下では、生産平準化動機に基づく在庫調整の理論的な定式化を行い両者の違いを明確にしたい。ところで、在庫ストックの変動は意図した在庫投資と意図せざる在庫投資からなり、さらに、意図せざる在庫投資は生産平準化動機に基づく在庫調整とバッファーストック動機に基づく在庫調整からなると考えられる<sup>11)</sup>。したがって、意図せざる在庫投資を  $I_t^u$ 、生産平準化動機に基づく在庫調整を  $I_t^P$  とすると、在庫ストックの調整は次式のように表される。

$$Z_t - Z_{t-1} = I_t^i + I_t^u = I_t^i + I_t^B + I_t^P \quad (13)$$

他方、(1)(5)(11) 式より、在庫ストックの調整は

$$Z_t - Z_{t-1} = Y_t - Y_{dt}^e + I_t^i + I_t^B \quad (14)$$

と表される<sup>12)</sup>。この (14) 式と (13) 式から

$$I_t^P = Y_t - Y_{dt}^e \quad (15)$$

を得る。上式は、生産決定がなされる時点での予想需要量と実際の生産量との乖離が生産平準化動機に基づく在庫投資であることを表している。つまり、生

10) 実際、Lovell(1961, pp303-307) の第 3 節のタイトルも Inventories of Finished Goods: The Buffer Stock Motive となっている。

11) Blinder and Maccini(1991b, p.79) においても、予想されない在庫調整は生産平準化とバッファーストック動機の 2 つから構成されるとの指摘がある。

12) (5) 式を考慮して (1) 式を展開すると、

$$\begin{aligned} Z_t - Z_{t-1} &= Y_t - D_t = Y_t - Y_{dt} + I_t^i \\ &= Y_t - Y_{dt}^e + Y_{dt}^e - Y_{dt} + I_t^i \end{aligned}$$

となり、(11) 式を代入すると (14) 式が得られる。

産の調整式 (10) 式からわかるように、企業は生産決定時点で予想される需要変動の一部は生産調整によって対応し、この生産調整によって対応できなかった需要変動の残りを在庫調整によって対応し、これが生産平準化に基づく在庫投資となる<sup>13)</sup>。

### (3) 連続モデルにおける生産調整

以下では、次節のモデル分析の準備として、連続モデルにおける生産調整と在庫調整について見ておく。まず、生産平準化に基づく企業の実生産調整を次式のように仮定しよう。

$$\frac{Y(s+h) - Y(s)}{h} = \beta[Y_d^e(s+h) - Y(s)], \quad \beta \geq 0 \quad (16)$$

この (16) 式は、生産平準化を行っている企業は、 $h$  期先の予想需要量と今期の生産量の差の  $\beta$  の割合を毎期に生産調整を行っていることを意味している<sup>14)</sup>。さらに、企業が完全な生産平準化を行っている場合は

$$\beta = 0 \quad (17)$$

であり、(16) 式より

$$Y(s+h) = Y(s) \quad (18)$$

を得る。つまり、企業の実生産量は予想需要量に関わらず一定となる。

他方、企業が生産平準化を全く行っていない場合、(9) 式の一般形として

$$Y(s+h) = Y_d^e(s+h) \quad (19)$$

が成立している。言い換えれば、 $h$  期先の予想需要量に見合った生産量が  $s+h$  期において行われるのである。この (19) 式を (16) 式に代入すると、

$$\beta = 1/h \quad (20)$$

13) 実際、(15) 式に生産調整 (10) 式を代入すると、

$$I_t^p = (1 - \beta)(Y_{t-1} - Y_d^e)$$

が得られ、予想需要の変動のうち生産調整によって対応できなかった残りが生産平準化による在庫投資となっていることがわかる。

14) (16) 式の左辺の分子は、 $s$  期から  $s+h$  期にかけての生産調整を表しており、これを期間の長さ  $h$  で除している左辺の分数は、1 期間あたりの生産調整を示している。

を得る。

ここで、(16) 式において、 $h = 1$  に特定化し、さらに、 $s = t - 1$  において整理すると

$$Y(t) - Y(t - 1) = \beta[Y_d^e(t) - Y(t - 1)] \quad (21)$$

を得る。この (21) 式は (10) 式と全く同一の式であり、完全な生産平準化の場合は  $\beta = 0$  であり、生産平準化が全くなされていない場合は  $h = 1$  を考慮するなら  $\beta = 1$  となる<sup>15)</sup>。このように、(10) 式は生産平準化による在庫調整と整合的な生産調整の定式化の一つと考えることができる。

さらに、(16) 式の両辺において  $h$  を 0 に近づけるなら、左辺は  $Y(s)$  の  $s$  に関する微分を表しているので、

$$\dot{Y}(s) = \beta[Y_d^e(s) - Y(s)] \quad (22)$$

となる。離散型の場合と同様に、完全な生産平準化の場合は  $\beta = 0$  のケースであり、逆に、生産平準化が全く行われていない場合は (20) 式において  $h$  が 0 に近づくため、 $\beta = \infty$  となる。

## 2. 在庫の保有費用と生産の調整費用

本節では、企業の在庫保有と生産調整に伴う費用について考察する。以下のモデルで用いられる記号は次の通りである<sup>16)</sup>。

$Y$  : 生産量、 $N$  : 労働投入量、 $Z$  : 企業の在庫ストック、 $I^i$  : 意図した在庫投資、 $I^u$  : 意図せざる在庫投資、 $\pi$  : 実質利潤、 $D$  : 出荷量 (外生変数)、 $D^e$  : 予想出荷量、 $w$  : 実質賃金 (外生変数)、 $r$  : 実質利子率 (外生変数)、 $q$  : 在庫の実質スクラップ価格 (外生変数)。

### (1) 在庫の保有費用

まず、在庫の保有費用は、在庫管理に関わる費用と品切れリスクに関わる費用からなると考えられ<sup>17)</sup>、前者は在庫ストックの大きさに依存し、後者は予想

15) (20) 式に  $h = 1$  を代入すると、 $\beta = 1$  を得る。

16) とくに断りがない限り、前節と同じ記号が用いられている。

17) 実際、品切れが生じた場合は利潤機会の喪失を招くので、一種の機会費用と考えられる。

出荷量に依存すると考えられる。したがって、在庫の保有費用  $C_Z$  は在庫量と予想出荷量に依存し、

$$C_Z = \phi(Z, D^e) \quad (23)$$

と仮定しよう。ただし、予想出荷量は企業にとって外生的なパラメータである。さらに、この在庫の保有費用と在庫量に関して次のような仮定をおこう。

$$\phi_Z > 0, \phi_{ZZ} > 0 \quad (24)$$

まず、1番目の仮定は在庫量が増加すれば、倉庫の賃貸料などの在庫の保有費用が増加することを意味しており、在庫保有の限界費用がプラスであることを表している。2番目の仮定は、在庫の増加に対して、この在庫保有の限界費用が逓増的であることを意味している<sup>18)</sup>。

次に、在庫の保有費用と予想出荷量の関係について次のように仮定しよう。

$$\phi_D > 0, \phi_{DD} > 0 \quad (25)$$

まず、 $\phi_D$  がプラスであるのは、予想出荷量の増加が品切れリスクを高めるために、在庫保有の機会費用を高めると考えられる。次に、 $\phi_{DD}$  がプラスと仮定しているのは、予想出荷量の増加に伴い品切れリスクに対する心理的な負担が大きくなることを意味している<sup>19)</sup>。最後に、予想出荷量の増加に伴う在庫の保有費用の増加と在庫ストックの関係に関して、次のように仮定しよう。

$$\phi_{DZ} < 0 \quad (26)$$

上式は、予想出荷量が増加するにつれて品切れに対する不安から在庫保有の機会費用が増加するが、その増加の程度は在庫残高が大きいほど小さくなることを意味している。つまり、たとえ予想出荷量が増加しても十分な在庫残高を保有している場合には、在庫保有の費用はそれほど上昇しないことを意味している。まさに、品切れ回避動機 (Stock-out avoidance motive) を意味している。ところで、 $\phi$  関数が連続微分可能な場合には  $\phi_{DZ} = \phi_{ZD}$  であるので、次式も

18) 倉庫の賃貸料など在庫量に比例する費用とは別に、在庫管理費用など在庫量に対して逓増的な費用が存在すると考える。

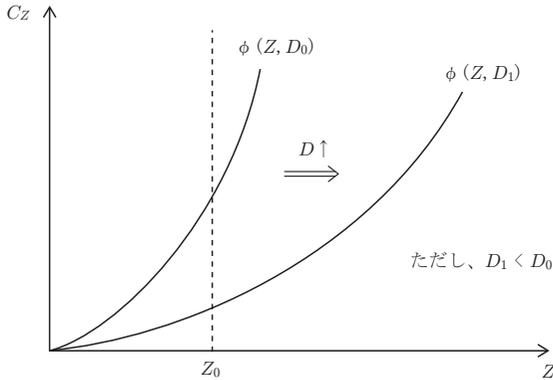
19) この符号が  $\phi_{DD} \leq 0$  であったとしても、以下の分析に定性的な影響はない。

成立する<sup>20)</sup>。

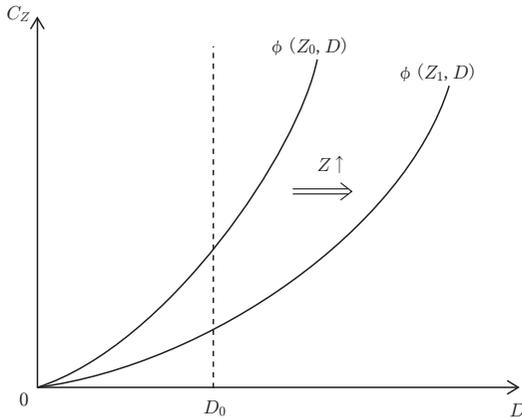
$$\phi_{ZD} < 0 \quad (27)$$

これら在庫の保有費用と在庫ストック、予想出荷量の間を関係を図示したのが第 1 図と第 2 図である。

第 1 図 在庫ストックと在庫の保有費用



第 2 図 出荷量と在庫の保有費用



20) 秋山・奥野・松山 (1984, p.35) の (A-4) 式においても同様の仮定がなされている。ただし、秋山・奥野・松山 (1984) においては、生産平準化動機や品切れ回避動機と結びつけた定式化はされていない。

## (2) 生産の調整費用

生産の調整費用について考える前に生産関数について見てみよう。まず、労働投入量の関数として、短期の生産関数を考えると

$$Y = F(N), F' > 0, F'' < 0 \quad (28)$$

と表される<sup>21)</sup>。ここで、短期の可変費用は労働費用だけであるので、生産費用  $C$  は

$$C = wN \quad (29)$$

と表され、さらに、生産関数 (28) 式から

$$C = c(Y), c'(Y) > 0, c''(Y) > 0 \quad (30)$$

を得る<sup>22)</sup>。上式は、企業が生産平準化を行う前提条件である限界費用通増を表している。ここで、生産調整の費用を生産の変化量の関数と考えると、生産の調整関数は

$$C_Y = g(\dot{Y}), g(0) = \gamma \text{ (ただし, } \gamma \geq 0 \text{ の定数)}, g'(0) = 0, g'' > 0 \quad (31)$$

と仮定できる<sup>23)</sup>。上式は、生産の調整が無い場合は調整の限界費用がゼロであり<sup>24)</sup>、さらに、 $g'' > 0$  は、生産の調整幅に応じてこの限界費用が通増していくことを意味している。この通増的な調整費用の存在によって企業には生産平準化動機が生じると考えられる。これを図示したのが第 3 図である<sup>25)</sup>。

以上のことから、在庫保有の費用関数に関する仮定  $\phi_{ZD} < 0$  は品切れ回避動機を表しており、生産調整に関する仮定  $g'' > 0$  が生産平準化動機を表していることになる。

21) 限界生産力は通減すると仮定している。

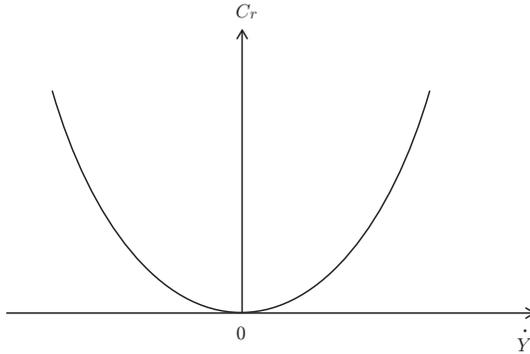
22) (28)(29) 式より、 $c'(Y) = w/F' > 0$ 、 $c''(Y) = -wF''/(F')^3 > 0$  と計算される。

23) ここでは、生産の変化は労働投入量の変化によって生じると考え、さらに、労働投入量の変化は短期的には労働時間の変化によって調整されよう。わが国の場合、生産調整に際しては時間外労働時間の調整によってなされることが、秋山・奥野・松山 (1984)、木村・足立 (1998) 等によって実証的に明らかにされている。

24) 生産の調整が無い場合の調整費用はゼロでもプラスでも、以下の分析に影響は無い。

25) 第 3 図では、 $\gamma = 0$  の場合が描かれている。

第 3 図 生産調整と調整費用



### 3. 企業の最適化行動と主体均衡

本節では、企業の在庫調整と生産調整を定式化し、企業の最適化行動を示そう。

#### (1) 企業の最適化行動

企業の最適化行動を定式化するために、生産調整と意図した在庫投資について考える。まず、企業の生産調整は (6)(22) 式より

$$\dot{Y} = \beta(D^e + I^i - Y) \quad (32)$$

と表される。次に、意図した在庫投資について考えよう。われわれの分析目的は、企業の最適化行動から在庫投資関数を導くことにあるので、意図した在庫投資が在庫ストックのどのような関数であるかはアドホックに特定化できない。しかしながら、在庫保有の費用関数からもわかるように、企業は在庫ストックの大きさによって在庫保有の費用変動を被っており、その意味で、企業の最適化行動にとって在庫ストックの役割は大きいと考えられるので<sup>26)</sup>、

$$I^i = I(Z) \quad (33)$$

と仮定しよう。

以下では、これらの定式化を前提に企業の最適化行動を考える。いま、費用

26) 実際、在庫ストックは次節の最適化問題の分析における唯一の状態変数である。

が生産費用である賃金支払い、在庫の保有費用、生産の調整費用から構成されるとすると、企業の  $t$  期の実質利潤  $\pi(t)$  とスクラップ価値  $qZ(t)$  の合計は次のように表すことができる<sup>27)</sup>。

$$\pi + qZ = D^e - wN - C_Z - C_Y + qZ \quad (34)$$

さらに、

$$q > \phi_Z \quad (35)$$

を仮定しよう。これは、在庫のスクラップ価格が在庫保有の限界費用より大きいことを意味している<sup>28)</sup>。よって、(1) 式と同様の在庫ストックの変化を制約とする異時点間にわたる企業の最適化行動は次のように定式化できる<sup>29)</sup>。

$$\text{Max } V = \int_0^{\infty} (\pi(t) + qZ(t))e^{-rt} dt \quad (36)$$

$$\text{s.t. } \dot{Z} = Y(t) - D(t) \quad (37)$$

言い換えれば、企業は在庫ストックの変化を制約としながら、実質利潤と在庫のスクラップ価値の和の現在価値を最大にするように、生産量（したがって、労働投入量）を決定するのである。数学的には (36) 式の最適化問題において、 $N$  が制御変数、 $Z$  が状態変数となっている。

## (2) 企業の最大化問題

まず、(23)(31)(34) 式を考慮して、(36) 式の当期価値 (current value) ハミルトニアンを定式化すると

$$H = e^{-rt} [D^e - wN - \phi(Z, D^e) - g(Y) + qZ + \mu(Y - D)] \quad (38)$$

となる。ここで、 $\mu$  は動学的ラグランジュ乗数であり、経済学的には在庫のシャドープライス、言い換えれば、在庫の資産価格を表している<sup>30)</sup>。さらに、

27) ここで、在庫のスクラップ価格  $q$  は生産物価格で測った実質価値である。また、このスクラップ価格  $q$  は企業にとって外生的なパラメータである。

28) この仮定によって、在庫のシャドープライス（資産価格）が均衡においてプラスであることが保証される。

29) 以下では、特に必要でない限り時間を表す添え字  $t$  を省略する。

30) 当然のことながら、この在庫の資産価格（シャドープライス）は在庫のスクラップ価格とは異なる。在庫の資産価格は正常な経営状態の下での在庫の売却価格を表しているが、他方、在庫のスクラップ価格は企業が倒産した場合の売却価格である。したがって、一般的には、 $\mu > q$  であると考えられる。

予想出荷量に関する完全予見を仮定するなら

$$D^e = D \quad (39)$$

となり、上式を考慮して、(38) 式に (28) 式および (32) 式を代入すると

$$H = e^{-rt} [D - wN - \phi(Z, D) - g(\beta(D + I(Z) - F(N))) + qZ + \mu(F(N) - D)] \quad (40)$$

を得る。この (40) 式において、状態変数は  $Z$ 、制御変数は  $N$  であるので最大化の条件は以下のように表される<sup>31)</sup>。

$$-w + \beta F'(N)g' + \mu F'(N) = 0 \quad (41)$$

$$\dot{\mu} = r\mu + \phi_Z + \beta I_Z g' - q \quad (42)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)e^{-rt} Z(t) = 0 \quad (43)$$

ここで、(41) 式を全微分して  $N$  について解くと

$$N = N(Z, \mu, D, w, \beta) \quad (44)$$

$$N_Z = -\beta^2 F' g'' I_Z / A \quad (45)$$

$$N_\mu = -F' / A > 0 \quad (46)$$

$$N_D = -\beta^2 F' g'' / A > 0 \quad (47)$$

$$N_w = 1/A < 0 \quad (48)$$

$$N_\beta = -\{F' g' + \beta F' g'' (D + I(Z) - F(N))\} / A \quad (49)$$

$$\text{ただし、} A = (\beta g' + \mu) F'' - (\beta F')^2 g'' < 0 \quad (50)$$

を得る。(28)(44)~(50) 式を考慮すると、(37)(42) 式は

$$\dot{Z} = F(N(Z, \mu, D, w, \beta)) - D \quad (51)$$

$$\begin{aligned} \dot{\mu} = r\mu + \phi_Z(Z, D) \\ + \beta I_Z g' [\beta \{D + I(Z) - F(N(Z, \mu, D, w, \beta))\}] - q \end{aligned} \quad (52)$$

と書ける。

---

31) (43) 式は横断条件である。

**(3) 企業の主体均衡**

以下では、企業の主体均衡について考える。(51)(52)式において、 $\dot{Z} = \dot{\mu} = 0$ とおくと、

$$F(N(Z, \mu, D, w, \beta)) = D \quad (53)$$

$$r\mu + \phi_Z(Z, D)$$

$$+ \beta I_Z g'[\beta\{D + I(Z) - F(N(Z, \mu, D, w, \beta))\}] = q \quad (54)$$

を得る。(53)式は、均衡においては生産量と出荷量が等しくなることを意味している。ここで、生産関数(28)式を時間 $t$ で微分すると

$$\dot{Y} = F'(N)(N_Z \dot{Z} + N_\mu \dot{\mu}) \quad (55)$$

となるので<sup>32)</sup>、 $\dot{Z} = \dot{\mu} = 0$ を考慮すると、主体均衡が成立している場合、

$$\dot{Y} = 0 \quad (56)$$

となり生産量も一定となることがわかる。上式と(32)(33)(39)式より、均衡においては

$$D + I(Z^*) - F(N^*) = 0 \quad (57)$$

が成立していることがわかる<sup>33)</sup>。また、(53)式を考慮すると、(57)式より

$$I(Z^*) = 0 \quad (58)$$

を得、均衡では意図した在庫投資はゼロになることがわかる。また、(31)(57)式を考慮すると、(41)式より

$$w/F'(N^*) = \mu^* \quad (59)$$

が成立する<sup>34)</sup>。上式は、均衡において、生産の限界費用と在庫の資産価格が等しいことを意味している<sup>35)</sup>。さらに、 $\dot{\mu} = 0$ と(42)式より

$$\mu^* = (q - \phi_Z)/r > 0 \quad (60)$$

32)  $D, w, \beta$  は外生変数であるので一定である。

33) \*印は均衡解を示している。

34) (31)式より  $g'(0) = 0$  であるので、(41)式より(59)式を得る。

35) 限界費用については、脚注23)を参照されたい。

を得る<sup>36)</sup>。以上のことから、最適な在庫水準が達成されている主体均衡では、生産量は出荷量に等しくなり、生産の限界費用と在庫の資産価格が等しくなり、さらに、企業の意図した在庫投資はゼロとなることがわかる。

#### (4) 最適経路の位相図

次に、在庫ストックと在庫の資産価格（シャドープライス）の動きを見てみよう。

(51)(52) 式を均衡点の近傍で線型化すると

$$\begin{pmatrix} \dot{Z} \\ \dot{\mu} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F'N_Z & F'N_{\mu} \\ \phi_{ZZ} + \beta^2 I_Z g''(I_Z - F'N_Z) & r - \beta^2 I_Z g'' F'N_{\mu} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z - Z^* \\ \mu - \mu^* \end{pmatrix} \quad (61)$$

となり、上式の係数行列を  $J$  とすると、

$$\text{Det.}J = \{\phi_{ZZ} + (\beta I_Z)^2 g'' - r\beta^2 I_Z g''\}(F')^2 / (\mu F'' - (\beta F')^2 g'') \quad (62)$$

を得る。われわれは出荷量に関する完全予見を仮定しているので、 $Z$  と  $\mu$  は一意の鞍点経路をもたねばならず、そのための必要十分条件は  $\text{Det.}J < 0$  である。(62) 式より、 $\text{Det.}J < 0$  であるための十分条件として

$$I_Z(Z^*) < 0 \quad (63)$$

を得る。上式は、均衡においては、在庫投資と在庫ストックの間に負の関係が成立していることを意味している。

ここで、位相図を描くために、 $\dot{Z} = 0$  線と  $\dot{\mu} = 0$  線の傾きを求めよう。まず、(51) 式より  $\dot{Z} = 0$  線の傾きを求め、(63) 式を考慮すると (45)(46) 式より

$$\left. \frac{d\mu}{dZ} \right|_{\dot{Z}=0} = -\frac{N_Z}{N_{\mu}} > 0 \quad (64)$$

を得る。また、(52) 式より  $\dot{\mu} = 0$  線の傾きを求め、(24)(28)(31)(45)(46)(50)(63) 式を考慮すると、

$$\left. \frac{d\mu}{dZ} \right|_{\dot{\mu}=0} = -\frac{\phi_{ZZ} + \beta^2 I_Z g''(I_Z - F'N_Z)}{r - \beta^2 I_Z g'' F'N_{\mu}} < 0 \quad (65)$$

となる<sup>37)</sup>。この (64)(65) 式から、第 4 図のような位相図が描ける。

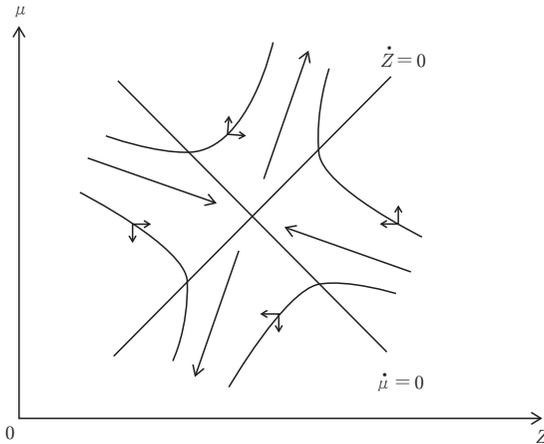
36) (35) 式より、 $\mu^* > 0$  を得る。

37) (65) 式における右辺の分子第 2 項の  $I_Z - F'N_Z$  は、(45)(50) 式から、

$$I_Z - F'N_Z = \mu F'' I_Z / (\mu F'' - (\beta F')^2 g'') < 0$$

となるので、(24)(46)(63) 式を考慮すると (65) 式を得る。

第4図 Z と  $\mu$  の動き



#### 4. 企業の在庫投資関数

本節では、前節までの分析結果を踏まえ、出荷量に変化した場合に企業の目標在庫水準（最適在庫水準）がどのように変化するかを分析する。

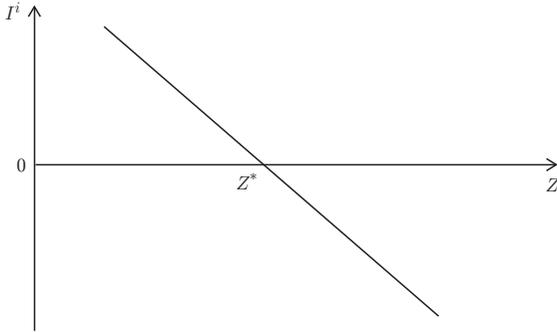
##### (1) 在庫ストックと在庫投資

前節の (63) 式から明らかなように、意図した在庫投資は在庫ストックの減少関数であることが示された。また、(58) 式から分かるように最適在庫水準の下では意図した在庫投資がゼロであることも明らかにした。したがって、企業の在庫投資関数は次式のように表せ、在庫ストックと意図した在庫投資の関係は第5図のように描ける。

$$I^i = I(Z), I(Z^*) = 0, I_Z(Z^*) < 0 \quad (66)$$

第5図からも明らかなように、企業の在庫投資は最適在庫水準の下ではゼロとなるが、在庫ストックがこの水準より小さくなるとプラスの在庫投資が、逆に在庫ストックが最適水準より大きくなるとマイナスの在庫投資が行われ、在庫水準は最適水準へと調整されるのである。したがって、この最適在庫水準は企業の目標在庫水準と考えることができる。さらに、(66) 式の在庫投資関

第 5 図 在庫ストックと意図した在庫投資



数を線形式で特定化すると

$$I(Z) = \lambda(Z^* - Z), \quad 0 < \lambda < 1 \quad (67)$$

と表すことができる<sup>38)</sup>。上式は、いわば、目標在庫水準に対するストック調整型の在庫投資関数を表している。

次に、われわれは、出荷量、賃金率、利子率などのパラメータの変化によって、この目標在庫水準  $Z^*$  がどのように影響を受けるかを示そう<sup>39)</sup>。これを(53)(54)式から求めると、

$$Z^* = z(D, w, r) \quad (68)$$

$$\frac{dZ^*}{dD} = \frac{1}{\text{Det.}J} \{r(1 - F'N_D) + \phi_{ZD}F'N_\mu\} \quad (69)$$

$$\frac{dZ^*}{dw} = -\frac{1}{\text{Det.}J} rF'N_w < 0 \quad (70)$$

$$\frac{dZ^*}{dr} = \frac{1}{\text{Det.}J} \mu F'N_\mu < 0 \quad (71)$$

を得る。これより、実質賃金と実質利子率の目標在庫水準への影響は確定するが、(68)式からもわかるように、出荷量の変化の目標在庫水準に対する影響は確定しない。この点については在庫の保有動機との関係から以下で詳しく見ていく。

38) この(67)式の在庫投資関数は、(66)式の  $I(Z^*) = 0$ 、 $I_Z(Z^*) < 0$  を満たしている。

39) とくに、本稿の分析目的から言うと、出荷量  $D$  の変化に対する目標在庫水準の変化が問題となる。

(2)  $\dot{\mu} = 0$  線と  $\dot{Z} = 0$  線のシフト

以下では、出荷量  $D$  が増加した場合の  $\dot{Z} = 0$  線と  $\dot{\mu} = 0$  線のシフトについて考察する。まず、 $\dot{\mu} = 0$  線のシフトについては (61) 式より

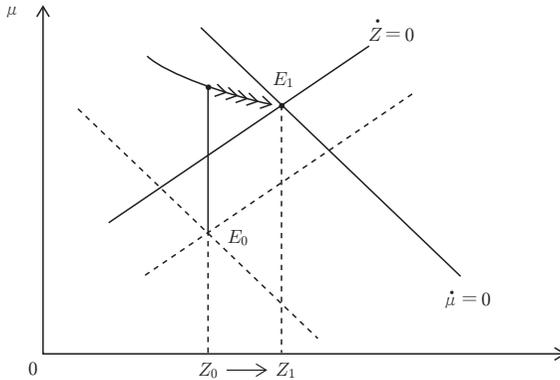
$$\left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{\mu}=0} = -\frac{\phi_{ZD} + \beta^2 I_Z g'' (1 - F' N_D)}{r - \beta^2 I_Z g'' F' N_\mu} > 0 \quad (72)$$

となり、(27)(28)(31)(46)(47)(63) 式を考慮すると上方にシフトすることがわかる<sup>40)</sup>。この  $\dot{\mu} = 0$  線の上へのシフトは、 $\phi_{ZD} < 0$  と  $g'' > 0$ 、言い換えれば、品切れ防止動機と生産調整費用の通増から生じていると考えられる。さらに、 $\dot{Z} = 0$  線のシフトについては (61) 式より、

$$\left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{Z}=0} = \frac{1 - F' N_D}{F' N_\mu} > 0 \quad (73)$$

を得る<sup>41)</sup>。したがって、 $\dot{Z} = 0$  線も上方にシフトすることがわかる。これらを位相図とともに図示したのが第 6 図と第 7 図である<sup>42)</sup>。

第 6 図 品切れ回避動機が強い場合



40) (72) 式における右辺の分子第 2 項の  $1 - F' N_D$  は、(47)(50) 式から、

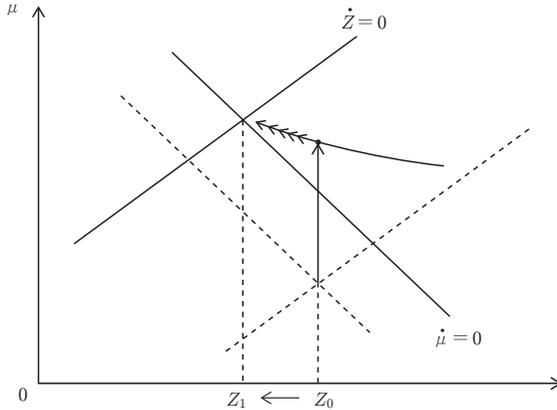
$$1 - F' N_D = \mu F'' / (\mu F'' - (\beta F')^2 g'') > 0$$

となるので、(27)(28)(31)(46)(63) 式を考慮すると (72) 式を得る。

41) 脚注 40) と同様に、 $1 - F' N_D = \mu F'' / (\mu F'' - (\beta F')^2 g'')$  が得られるので、(46) 式を考慮すると (73) 式が成立する。

42) 第 6 図には  $\dot{\mu} = 0$  線のシフト幅が  $\dot{Z} = 0$  線のシフト幅より大きい場合を描いてあり、逆に、第 7 図は  $\dot{Z} = 0$  線のシフト幅が  $\dot{\mu} = 0$  線のシフト幅より大きい場合を描いている。

第 7 図 品切れ回避動機が弱い場合



(3) 品切れ回避動機と出荷変動の影響

ここで、 $\dot{\mu} = 0$  線と  $\dot{Z} = 0$  線のシフト幅を比較すると

$$\left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{\mu}=0} - \left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{Z}=0} = -\frac{r(1 - F'N_D) + \phi_{ZD}F'N_{\mu}}{F'N_{\mu}(r - \beta^2 I_Z g''F'N_{\mu})} \quad (74)$$

となる。さらに、(69)(74) 式を考慮するなら、 $\dot{\mu} = 0$  線、 $\dot{Z} = 0$  線の相対的なシフト幅と  $dZ^*/dD$  の符号が対応し、

$$\begin{aligned} \left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{\mu}=0} \geq \left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{Z}=0} &\Leftrightarrow r(1 - F'N_D) + \phi_{ZD}F'N_{\mu} \leq 0 \\ &\Leftrightarrow \frac{dZ^*}{dD} \geq 0 \end{aligned} \quad (75)$$

が成立していることがわかる<sup>43)</sup>。さらに、(46)(47) 式より

$$r(1 - F'N_D) + \phi_{ZD}F'N_{\mu} = (r\mu F'' - (F')^2\phi_{ZD})/A \quad (76)$$

となり、(50)(59) 式、および  $c''(Y) = -wF''/(F')^3$  を考慮すると<sup>44)</sup>、

$$\begin{aligned} \left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{\mu}=0} \geq \left. \frac{d\mu}{dD} \right|_{\dot{Z}=0} &\Leftrightarrow -\phi_{ZD}/r \geq c'' \\ &\Leftrightarrow \frac{dZ^*}{dD} \geq 0 \end{aligned} \quad (77)$$

43) (69) 式の分母が負であること、(74) 式の分母が正であることを考慮すると、(75) 式を得る。

44) (28)(29) 式より、 $c'' = -wF''/(F')^3$  を得る。これに関しては脚注 22) を参照のこと。

を得る。この (77) 式より、品切れ回避動機 ( $-\phi_{ZD}$ ) と限界費用逡増 ( $c''$ ) の相対的な大きさに依存して、 $\dot{\mu} = 0$  線と  $\dot{Z} = 0$  線の相対的なシフト幅と  $dZ^*/dD$  の符号が決まることがわかる<sup>45)</sup>。つまり、品切れ回避動機が生産平準化動機に比べて相対的に大きい<sup>46)</sup> (小さい) ならば、 $\dot{\mu} = 0$  線のシフト幅は  $\dot{Z} = 0$  線のシフト幅よりも大きく (小さく) なり  $dZ^*/dD$  はプラス (マイナス) となる。

#### (4) 出荷と生産の変動と在庫ストックの変化

最後に、出荷の変動と生産の変動の相対的な大きさ、言い換えれば、生産の平準化と集積化について検討する。品切れ回避動機が生産平準化動機より相対的に強い場合、出荷の増加に伴う在庫の資産価格と在庫ストックは第 6 図に描かれているような動きになる。この図からもわかるように、出荷の増加と同時に在庫の資産価格  $\mu$  が大きくジャンプしているが、これは (28)(46) 式より、労働投入量  $N$  と生産量  $Y$  がジャンプしていることを意味する<sup>47)</sup>。他方、在庫ストック  $Z$  は出荷の変動と同時に変化せず、 $\mu$  のジャンプの後に動学方程式 (51) 式にしたがって変化する。また、第 6 図の位相図からわかるように、出荷の増加の後、在庫ストックは時間の経過とともに単調に増加していく。このことは、出荷変動と同時に生じる生産の増加が出荷の増加に比べて大きくないことを意味している<sup>48)</sup>。言い換えれば、生産の変動が出荷の変動を上回っており、生産の集積が生じていると考えられる。

逆に、品切れ回避動機が生産平準化動機より相対的に弱い第 7 図の場合<sup>49)</sup>、出荷の増加と同時に生じる在庫の資産価格  $\mu$  のジャンプは比較的小さくなる。言い換えれば、労働投入量  $N$  と生産量  $Y$  のジャンプも小さいことを意味している。第 6 図の場合と同様に、在庫ストック  $Z$  は出荷の変動と同時に変化せ

45)  $-\phi_{ZD}$  は品切れ回避動機の大きさの絶対値を示している。他方、 $c''$  は限界費用の逡増度合いを表しており、この値が大きければ大きいほど生産平準化動機が強くなると考えられる。

46)  $-\phi_{ZD}/r > c''$  の場合である。

47) 脚注 23) でも述べたように、労働投入量のジャンプは労働時間のすばやい調整によって生じていると考えられる。

48)  $\dot{Z} > 0$  となるためには、(51) 式から出荷の変動と同時に  $\Delta Y > \Delta D$  が成立していなければならないことがわかる。

49)  $-\phi_{ZD}/r < c''$  の場合である。

ず  $\mu$  のジャンプの後に動学方程式 (51) 式にしたがって変化する。第 7 図の位相図においては、出荷の増加の後、在庫ストックは単調に減少していく。このことは、出荷変動と同時に生じる生産の増加が出荷の増加に比べて小さいことを意味しており<sup>50)</sup>、生産平準化が生じていると考えられる。

以上の分析から、品切れ回避動機が生産平準化動機に比べ強く働く場合には、出荷の増加に対して目標在庫水準を増加させるために生産の集積化が生じることになり、逆に、品切れ回避動機よりも生産平準化動機が強く働く場合は生産の平準化が生じ、結果として目標在庫水準は低下すると考えられる。さらに、(67)～(71) 式を考慮すると、在庫投資関数は

$$I(Z) = \lambda(Z^*(D, w, r) - Z), \quad 0 < \lambda < 1$$

- ① 品切れ回避動機が強い場合

$$Z_D^* > 0$$

- ② 品切れ回避動機が弱い場合

$$Z_D^* < 0$$

と表される<sup>51)</sup>。したがって、Lovell 型在庫調整モデルは①の品切れ回避動機が強い場合にあたり、その場合は、生産平準化は成立せず生産の集積が生じていると考えられる。このことは、Lovell 型在庫調整モデルがわが国の経済に当てはまっているのであれば、わが国においては品切れ回避動機が相対的に強く、生産の集積化が生じていることを示唆するものである。

## 結 語

本稿の分析を整理すると次のようになろう。まず、Lovell(1961) の在庫調整モデルは目標在庫水準モデルとバッファーストック動機による意図せざる在庫の調整から構成されていることを明らかにした。さらに、生産平準化動機とバッファーストック動機の違いを明確にし、Lovell(1961) の在庫調整モデルの背後にある生産調整においては生産平準化が全く行われていないことを示した。

50)  $\dot{Z} < 0$  となるためには、(51) 式から出荷変動と同時に  $\Delta Y < \Delta D$  が成立していることがわかる。

51)  $Z_D^*$  は目標在庫水準  $Z^*$  を出荷量  $D$  で偏微分した微係数を示している。

次に、Lovell 型在庫調整モデルが、生産平準化動機と品切れ回避動機の 2 つの在庫の保有動機から導出できることを示した。また、生産平準化と生産集積化のどちらが成立するかは、品切れ回避動機と限界費用の逡増度の相対的大きさに依存していることを明らかにし、さらに、この品切れ回避動機と限界費用の逡増度の相対的大きさに依存して、出荷量の変動に対する目標在庫水準の変動の比率である限界在庫率の符号が決まることも示した。

このことから、現実の経済において Lovell(1961) 型在庫調整モデルが成立しているのであれば、品切れ回避動機が相対的に強いことを意味しており、生産平準化よりもむしろ生産の集積が生じていると考えられる。

#### 参考文献

- Abel, A.(1985), "Inventories, Stock-Out and Production Smoothing," *Review of Economic Studies*, vol.52, pp.283-93.
- Blanchard, O.(1980), "The Production and Inventory Behavior of the American Automobile Industry, *Journal of Political Economy*, vol.91, pp.365-400.
- Blanchard, O., and Fischer, S.(1995), *Lecture on Macroeconomics*, chap.6.
- Blinder, A.S.(1980), "Inventories in the Keynesian Macro Model," *Kyklos*, vol.33, pp.585-614.
- Blinder, A.S.(1982), "Inventories and Sticky Prices : More on the Microfoundations of Macroeconomics," *American Economic Review*, vol.72, pp.334-348.
- Blinder, A.S.(1981), "Inventories and the Structure of Macro Models," *AEA Papers and Proceedings*, pp.11-16.
- Blinder, A.S.(1986), "Can the Production Smoothing Model of Inventory Behavior be Saved?" *Quarterly Journal of Economics*, vol.101, pp.431-53.
- Blinder, A.S. and D. Holtz-Eakin(1986), "Inventory Fluctuation in the United States since 1929," R.J. Gordon ed., *The American Business Cycle*, The University of Chicago Press.
- Blinder, A.S. and L. J. Maccini(1991a), "The Resurgence of Inventory Research: What Have We Learned ?" *Journal of Economic Surveys*, vol.5, no.4, pp.291-328.

- Blinder, A.S. and L. J. Maccini(1991b), "Taking Stocks : A Critical Assessment of Recent Research on Inventories," *Journal of Economic Perspective*, vol.5, pp.73-96.
- Darren,F. and L. Phillip(1995), "Inventory and Business Cycle," *Economic Record*, vol.71, pp27-39.
- Eichenbaum, M.S.(1984), "Rational Expectations and the Smoothing Properties of Inventory of Finished Goods," *Journal of Monetary Economics*, vol.14, pp.71-96.
- Feldstein,M. and A. Auerbach(1976), "Inventory Behavior in Durable Goods Manufacturing : The Target Adjustment Model," *Brookings Paper on Economic Activity*, vol.2.
- Gandolfo, G(1993), *Economic Dynamics : Methods and Models*, North-Holland Academic Press.
- Franke, R. and T.Lux(1993), "Adaptive Expectation and Perfect Foresight in Nonlinear Metzlerian Model of Inventory Cycle," *Scandinavian Journal of Economics*, vol.95, pp.355-363.
- Fukuda,S.and H.Teruyama(1988), " Some International Evidence on Inventory Fluctuations," *Economic Letters*, vol.28, pp.225-30.
- Kahn, J.A.(1997), " Inventories and the Volatility of Production," *American Economic Review*, vol.77.
- Kahn, J.A.(1992), "Why is Production More Volatile than Sales? : Theory and Evidence on the Stockout-Avoidance Motive for Inventory Holding," *Quarterly Journal of Economics*, vol.57, pp.113-29.
- Lovell, M.(1961), "Manufacturers' Inventories,Sales Expectations, and the Acceleration Principle," *Econometrica*, Vol.29, pp.293~314.
- Metzler,L.A.(1941), "The Nature and Stability of Inventory Cycles," *Review of Economic Studies*, vol.23, pp.113-129.
- Topel,R.H.(1982), "Inventories , Layoffs, and the Short-Run Demand for Labor," *American Economic Review*.
- West, K. D.(1986), "A Variance Bounds Test of the Linear Quadratic Inventory Model," *Journal of Political Economy*, vol.94, no.2, pp.374-401.
- Yoshikawa, H.(1984), "Demand-Supply Constraints and Inventory Stock in Macroeconomics Analysis," *The Economic Studies Quarterly*, vol.35.
- 秋山太郎・奥野正寛・松山公紀 (1984)、「在庫変動と雇用調整」、『金融研究』第 3 卷、第 2 号。
- 足立英之 (1994)、「在庫投資と経済変動」、『マクロ動学の理論』第 8 章、有斐閣。

飯田泰之 (2001)、「在庫の生産平準化機能 —不確実性に注目した検証—」、『日本経済研究』、第 43 号、pp.46-62。

小塩隆士 (1989)、「在庫の保有動機と景気変動」、『ESP』、経済企画庁。

小塩隆士 (1995)、「製品在庫と生産行動：日本の自動車産業の場合」、『日本経済研究』、第 28 号、pp.76-90。

宮川 努 (1988)、「わが国における在庫投資の決定要因」、『現代経済学研究』、東大出版会。

日本開発銀行調査 (1993)、「近年の在庫投資と景気変動」、日本開発銀行。

日本銀行調査月報 (1990)、「在庫投資の構造変化を巡って —生産・在庫管理技術の発達とその影響—」、日本開発銀行。