Product Life Cycle에 따른 設備投資行爲 決定 Process

邢　　湜　　宇

<目　次>

1. 序　　言
2. Model-Building
3. 設備投資行爲分析에의 適用
4. 結　　言

1. 序　　言

本 論文에 있어서 Model-Building의 「idea」는 Herbert A. Simon의 *Models of man*에서 얻었다. 特히 Chapter 6, A Formal Theory of Interaction in Social Groups와 Chapter 7, Mechanisms Involved in Pressures toward Uniformity in Groups, Chapter 8, Mechanisms Involved in Group Pressures on Deviate-Members에서 利用한 Mathematical and theoretical systems와 Direction Field Method를 引用하였으며 Behavior of facility Investment와 Behavior Human Groups의 性格의 差로 因하여 여기에서 利用하는 各種 Variables는 特別히 定하여 定義하였다. 또한 本論文에서는 {Proposition / Hypotheses}는 傳通的인 經營問題에서와 같이 Empirical Assumption에 따른다.

一般的으로 投資問題라면은 定性的인 槪念으로서 投資의 利益性·經濟性이 그 核心을 이루고 있다. 따라서 短期的인 利益이 强調되어 온 것이다. 그러나 投資問題에서 보다더 重要한 것은 戰略的인 側面에서의 投資問題인 것이다. 戰略的인 投資問題란 바로 靜態的인 企業活動(企業의 日常的인 業務 즉 日常的인 生産 販賣業務等)과 動態的인 活動(즉 設備投資 및 補助投資 등)의 調和를 意味하며 이러한 兩活動의 잘 調和된 狀態가 企業目標로서 나타남이 一般的이다.

筆者：全北大學校 商科大學 經營學科 助敎授

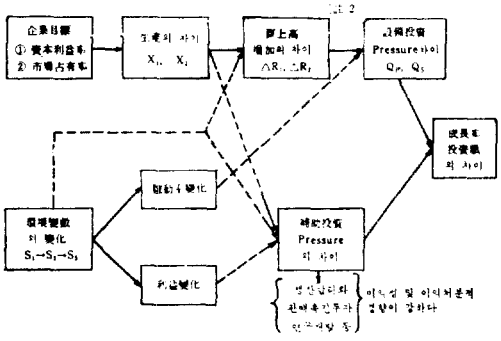
이러한 戰略的인 側面에서의 企業의 投資行動은 現行의 靜態的인 活動成果를 나타내 주는 各種 Data, 市場需要의 動向, 企業目標等에 基礎하여 決定될 것이다. 本 論文에서는 設備投資行動決定의 Process를 分析·檢討하여 靜態的인 活動을 動態的인 活動에 有機的으로 結合시키는 것이 目的이며 이때 「投資 pressure」라는 Parameter를 使用한다.[1]

따라서 本論文에서 投資行動決定 process는 ① 現行의 活動成果에 의하여 投資 pressure를 決定한다. ② 投資 pressure를 基礎하여 動態的 活動으로서의 代替案을 作成한다로 된다.

Model-Building은 上記의 process를 따라서 行하고 具體的으로 企業目標로서 決定된 資本利益率增大目標와 市場占有率增大目標에 따라서 企業이 갖는 製品市場의 動向으로 product life cycle의 各期別 投資 pressure를 檢討하므로서 投資行動에 나타난 差異를 檢討한다.

2. Model-Building

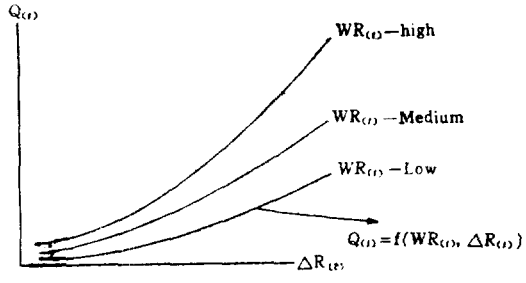
1) Decision-Process-Flow-Diagram



2) Model-building 〔註2〕

a) 設備投資 pressure를 表示하는 式

위의 flow-diagram 에서와 같이 設備投資를 誘發하는 큰 要因으로서는 設備稼動率과 賣上高의 增加로 한다.[2]



1) 投資 Pressure란 The magnitude of the pressure upon business managers to invest in plant facilities를 意味한다.

2) 企業의 장기 경영계획은 ①매상고(89.9%) ②이익액(70.5%)의 순서로 되어 있다. 298社 sample에서 賣上高目標 268社, 利益額目標 210社. 「경영학사전」, 東洋經濟新聞社刊pp. 261~264.

變數의 定義

WR_t; 設備稼動率

R_t; 賣上高

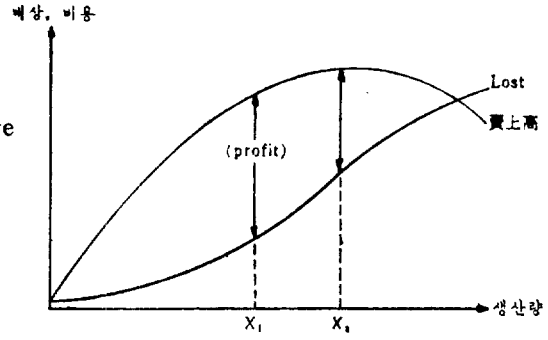
Q_t; 設備投資 pressure

$Q_t=f\{WR_t, (R_t-R_{t-1})\}$

$Q_t=f(WR_t, \Delta R_t)$

We assert thet

$\frac{\partial Q_t}{\partial \Delta R_t}>0, \quad \frac{\partial Q_t}{\partial WR_t}>0.$



왜냐하면 賣上高와 稼動率이 증가하면 設備投資 pressure도 增加하기 때문이다.

b) 利益極大行動과 賣上高極大行動

利益極大行動과 賣上高極大行動을 取할 때는 生產量에 차이(X_1, X_2)가 나타난다. (註 2)의 Graph에서와 같이 R=Max 경우의 X_2와 P=Max인 경우의 X_1 사이에는 $X_R \neq X_P$인 關係가 있다. 따라서 그 結果 賣上高도 다르게 된다고 假定한다.

즉 $\Delta R_t=f_2(G_t, E_t)$

단, G_t: 企業目標, E_t=環境變數(External System)(given parameter)

c) 投資 pressure와 投資額과 成長率과의 關係(Leon Festinger's Model을 中心으로)

導入變數의 定義

〈Variables〉

$GR_{(t)}$: 企業成長率

$I_{(t)}$: 投資額

$S_{(t)}$: 外生變數

$Q_{(t)}$: 設備投資 pressure

이들의 mechanisms를 다음과 같이 한다.[3]

〈Postulates〉

$GR_{(t)}=F_1(I_{(t)}, S_{(t)})$

$I_{(t)}=F_2(GR_{(t)}, S_{(t)}, Q_{(t)})$

이의 Dynamic Model(2sets of Dynamic Relations among the Variables)은

$$\frac{dGR_{(t)}}{dt}=\phi(GR_{(t)}, I_{(t)}, S_{(t)}) \quad \cdots\cdots ①$$

$$\frac{dI_{(t)}}{dt}=\varphi(I_{(t)}, GR_{(t)}, S_{(t)}, Q_{(t)}) \quad \cdots\cdots ②$$

Existing Amount

3) H.A. Simon, *Models of Man.* pp.(138/107) 참조.

이 方程式은 投資 pressure와 投資額과 成長과의 關係를 규명함이 目的이므로 다른 變數에 對하여는 考慮하지 않았고 $S_{(t)}$에 모두 포함시켰다. 즉 $S_{(t)}$=given parameter·

If $S_{(t)}, Q_{(t)}$ are the given parameters, Equilibrium point는 $\frac{dGR}{dt}=\frac{dI}{dt}$ $=0$인 交點이다. ①式과 ②式의 Equilibrium Point[4]는 $\frac{dGR_{(t)}}{dt}=\frac{dI_{(t)}}{dt}=0$ 交點이다. 즉 $\phi=0$, $\varphi=0$인 경우에는 항상 Equilibrium point가 存在한다. ①식과 ②식의 움직임을 보기 위하여 $\phi(GR_{(t)}, I_{(t)}S_{(t)})=0$, $\varphi(I_{(t)}, GR_{(t)}, S_{(t)}, Q_{(t)})=0$인 두식을 GR, I로 偏微分하면은

$$\frac{\partial\phi}{\partial GR_{(t)}}+\frac{\partial\phi}{\partial I_{(t)}}\cdot\frac{\partial I_{(t)}}{\partial GR_{(t)}}=0 \quad \cdots\cdots③$$

$$\frac{\partial\varphi}{\partial I_{(t)}}+\frac{\partial\varphi}{\partial GR_{(t)}}\cdot\frac{\partial GR_{(t)}}{\partial I_{(t)}}=0 \quad \cdots\cdots④$$

③式과 ④式에 따라서

$$\frac{\partial I_{(t)}}{\partial GR_t}\Big|_{\phi=0}=-\frac{\phi_I}{\phi_{GR}} \quad \cdots\cdots⑤$$

$$\frac{\partial I_{(t)}}{\partial GR_{(t)}}\Big|_{\varphi=0}=-\frac{\varphi_{GR}}{\varphi_I} \quad \cdots\cdots⑥$$

그런데 投資額과 成長率에 關한 曲線은 右上曲線이므로

$$\phi_I=\frac{\partial\phi}{\partial I_{(t)}}>0, \qquad \varphi_{GR}=\frac{\partial\varphi}{\partial GR_{(t)}}>0,$$

따라서

$$\phi_{GR}=\frac{\partial\phi}{\partial GR_{(t)}}<0, \qquad \varphi_I=\frac{\partial\varphi}{\partial I_{(t)}}<0 \text{ 이다.}$$

또한 $\phi=0$, $\varphi=0$의 兩曲線의 槪略的인 움직임은 다음중 어느 한 形態를 취하게 된다.[5]

「Dirction Field Method」[6]에 依한 이들 曲線의 點의 움직임을 보면 화살表示와 같다.

"Direction Field Method"에 관한 설명은 〔註6〕을 참고하도록 한다.

---

4) Iquilibrium point는 Paul A. Samuelson, *Foundation of Economic Analysis*, 1947, pp. 265~272,

5) N.Kaldor or Kalecki는 이 두 곡선의 움직임과 그 형태에 대하여 非線型 S字型을 가정하고 있다. 단, 兩曲線은 반대의 S字型을 그린다고 가정함. 김민채 저, 경제변동론 pp. 367

6) "Geometrical Consideration" Advanced Exgineering Mathematics By Erwin Kreyszig(3th ED) "1972" first-order-differential Equation 경우를 例로 Direction-Field Methods를 설명하면

(1) First-order-differential Equation의 implicit form

$$F(x, y, \frac{dy}{dx})=0$$

(2) 〃 Explicit form

$$\frac{dy}{dx}=f(x, y)$$

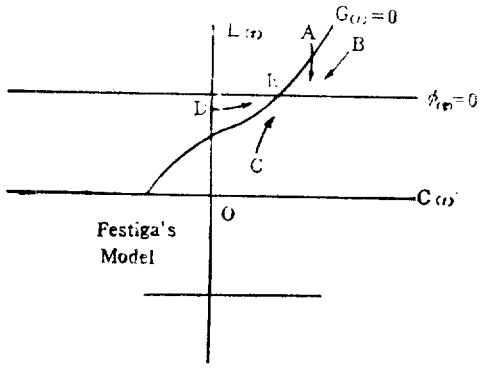
(2)식을 푸는데 여러가지 "Standard Methods"를 생각하기 전에 (2)式은 very simple Geometric interpretation을 갖는다. 이 方法은 실제로 方程式을 푸는 대신 (2)式의 特殊解에 대한 rough picture를 그리므로서 可能해진다.

Ex: Models of Man. pp .136

Receptivity(Listening)와 Cohesiveness와의 Direction field

Stability: E

initial position: A, B, C, D



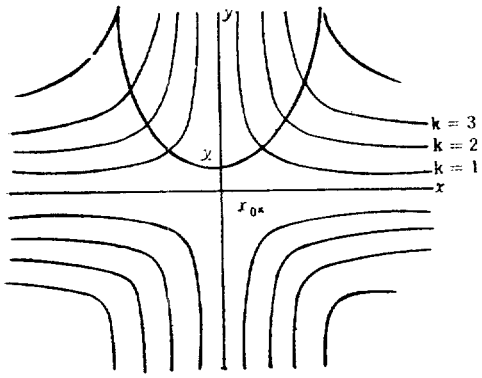
즉 $\frac{dL_{(t)}}{at}=\phi(D_{(t)}\ L_{(t)})$ ……①

$\frac{dC}{at}=g(D_{(t)}\ U(C_{(t)}R_{(t)}C_{(t)})$

$C_{(t)}L_{(t)})$……②

일 때

②식은 group의 cohesiveness의 變化를 表示하고 있다. 이 Mechanism은 Saturation에 Subject한다. 즉 $C_{(t)}$가→ very high levels일 때 $L_{(t)}$의 감소에 의하여 더 높아지지 않을 것이다.



마찬가지로 $C_{(t)}$→very low levels이면 $L_{(t)}$의 증가로 $C_{(t)}$가 더 낮아지지 않게 될 것이다. 고로 위 그림과 같은 D.field를 갖는다.

이에 대한 法的은 Schacter's Experiment의 Data와 一致함이 증명되었다.

"Saturation Hypotheses" ⑤式과 ⑥式에서

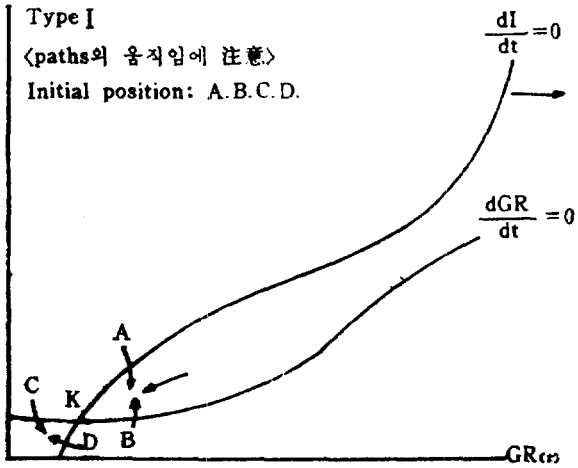
① GR→very Small or large value이면 $\frac{dI}{dt}=0$ 곡선의 slope은 zero에

② I→very smull or large value면 $\frac{dGR}{dt}=0$ 〃 zero에 approach

"따라서 Saturation Hypothesis에 의하여 曲線의 形態는 三種이다."

---

(2)式의 解는 $x-y$ plane에 plot될 수 있다. 우리는 이 방정식의 解는 모르나 (2)식에서 $(x_0\ y_0)$를 지나는 한 解는 이 점에서는 반드시 The Slope $f(x_0\ y_0)$를 갖는다고 할 수 있다. 이는 다음의 Method를 Suggest한다. 즉 처음 $x-y$ plane에 $f(x, y)$=constant의 曲線을 몇개든지 그릴 수 있다. 이 曲線을 우리는 "Curves of constant slopes" or Isoclines of (2)라 부른다. 이를 isocline lineal Element"을 따라 $f(x,\ y)=K$=const인 여러 곡선은 "*Parallel short line segments* with slope K를 갖는다(각 곡선의 解曲線의 slope). 이러한 방법으로 우리는 a field of lineal elements를 얻게 되는데 이를 Direction Field라 한다. ;with the help of the lineal elements we can now easily graph Approximation curves to the (unknown) solution curves of the given equation(2)>



Direction Field Method는 다음에도 잘 설명되어 있다.

Lester R. Ford. Differential Equations. New York. McGraw-Hill, pp. 9~11

H.A. Simon. *Models of Man*. pp. 107~112. 참고.

위 圖 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ은 Equilibrium point가 存在하는 形態를 表示해 준다. Ⅰ, Ⅲ圖는 각각 1個씩이며 Ⅱ圖는 2個인 경우다.

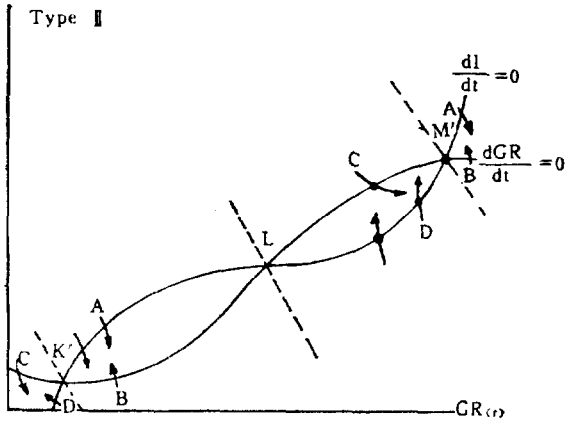
Equilibrium point가 안정이 되기 위한 條件

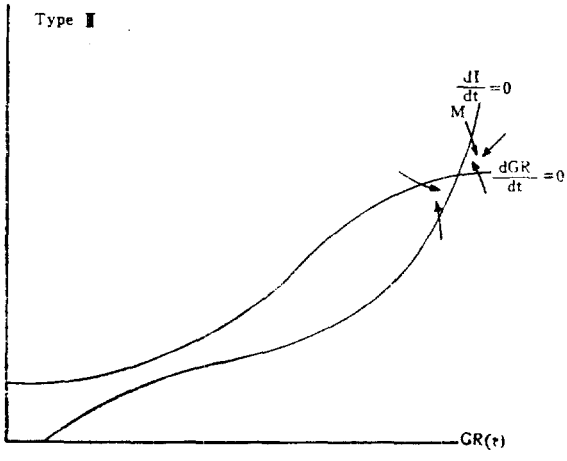
$$\frac{\sigma}{\rho} < 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots 7)$$

단, σ : $\frac{dGR}{dt}=0$인 曲線의 slope

ρ : $\frac{dI}{dt}=0$인 曲線의 slope

따라서 Equilibrium point는 K,K', M,M'이며 L點은 安定이 되지 못한다.





特히 M'와 M의 點을 擴大成長均衡點이라 부른다. 즉, M'와 M點에 이르러서는 적극적인 투자행위를 要求하게 되는데 投資增價에 比하여 成長이 지극히 낮기 때문이다. 따라서 積極的인 投資에 依한 成長率을 높이는 活動에 들어가게 된다.

Human Group에 있어서는 이러한 Graph의 균형점에

7) *Models of Man*, pp. 128 참고(Stability Condition)
Foundation of Economic Analysis, pp. 265 참고.

도달하는 Process에 대한 Empirical Confirmation은 Festiger, Schachter, Bade's study에 依하여 實證的 Data로 檢證했다.

3. 設備投資行爲分析에의 適用

一般的으로 製品 Life Cycle은 ① Introduction Period ② Growth period ③ Maturity period ④ Decline period로 區分한다. 이러한 product life cycle에 따라서 利益, 設備稼動率, 賣上高는 다음과 같이 變한다고 假定한다. (Empirical Assumption).

Ppoduct Life cycle과 利益, 設備稼動率, 賣上高와의 關係

PLC	利 益	設備稼動率	賣 上 高
Introduction P.	낮 다	낮 다	낮 다
Growth P.	증가속도가 빠르다.	높 다	높 다
Maturity P.	증가속도가 떨어진다.	높 다	높다(떨어지기 시작한다)
Decline P.	크게 떨어진다.	크게 떨어진다.	크게 떨어진다.

投資 Pressure가 利益 設備稼動率, 賣上高의 變化에 依하여 決定된다면 企業投資行爲도 이들에 依하여 決定된다고 생각할 수 있다. 따라서 Product Life Cycle에 따라서 設備投資行爲는 變한다고 할 수 있으므로 이에 對한 檢討를 하여 본다.

1) 企業目標値不變의 경우

a) 企業目標는 資本利益率(Return on Investment)과 市場占有率(Market Share)로 한다. 大部分 企業은 이 두 가지를 同時的으로 考慮하면서 設備投資行爲를 하려고 한다. 그러나 이들의 性格을 分明히 하기 위하여 資本利益率을 目標로 하는 企業과 市場占有率을 目標로 하는 企業을 區分하여 兩者 共히 目標値가 不變인 경우로 假定한다. 즉 $(t-1)$期의 目標値와 t期의 目標値는 같다고 하고 이 경우에 資本利益率目標와 市場占有率目標의 賣上高에 미치는 영향을 函數化하면 다음과 같은 式을 成立시킬 수 있다.

b) 資本利益率目標의 경우

$P_{(t)}$: t期에 있어서 利益

$K_{(t)}$: t期에 있어서 投下資本

$R_{1(t)}$: 〃 〃 賣上高

$C_{1(t)}$: 〃 〃 費用

라고 하면 資本利益率目標($G_{p(t)}$)는

$$G_{p(t)}=\frac{P_{(t)}}{K_{(t)}}=\frac{R_{1(t)}-C_{1(t)}}{K_{(t)}}$$

$t-1$期와 t期의 賣上高增分 $\Delta R_{1(t)}$는

$$\Delta R_{1(t)}=G_{p(t)}\cdot K_{(t)}+C_{1(t)}-G_{p(t-1)}\cdot K_{(t-1)}-C_{1(t-1)}$$

그런데

$G_{p(t)}=G_{p(t-1)}$ (왜냐면 目標値不變인 때문에)

$$\therefore\ \Delta R_{1(t)}=G_{p(t)}\cdot \Delta K_{(t)}+{}_{t}\Delta C_{1(t)} \quad \cdots\cdots ⑦$$

로 된다.

c) 市場占有率目標인 경우

$D_{(t)}$: 市場의 全體賣上高

$R_{2(t)}$: 市場占有率目標의 t期의 賣上高

$G_{s(t)}=\dfrac{R_{2(t)}}{D_{(t)}}$ (Market Share)

$R_{2(t)}=G_{s(t)}\cdot D_{(t)}$

$\Delta R_{2(t)}=R_{2(t)}-R_{2(t-1)}=G_{s(t)}\cdot D_{(t)}-G_{s(t-1)}\cdot D_{(t-1)}$

그런데 $D_{(t)}=D_{(t-1)}$이므로

$$\Delta R_{2(t)}=G_{s(t)}\cdot \Delta D_{(t)} \quad \cdots\cdots ⑧$$

⑦式과 ⑧式을 比較하면 短期에 있어서는 $\Delta K_{(t)}$의 變化는 $\Delta K_{(t)}$가 固定的 性格으로 그 變化가 완만함에 비하여 $\Delta C_{1(t)}$와 $\Delta D_{(t)}$는 그 움직임(增加)이 크게 나타난다고 할 수 있다. 그런데 두 式 ⑦,⑧은 目標値가 不變인고로 資本利益率 目標와 市場占有率目標는 各各 費用의 增分 $\Delta C_{1(t)}$와 全體市場賣上高, $\Delta D_{(t)}$의 영향을 크게 받게 된다고 하겠다. 特히 Product Life Cycle에 따른 $\Delta C_{1(t)}$와 $\Delta D_{(t)}$가 각각 資本利益率과 市場占有率目標에 주는 關係를 보기 위하여 ⑦式과 ⑧式을 投資 pressure를 表示하는 $Q_{(t)}=f(WR_{(t)},\ \Delta R_{(t)})$과 比較·代入한다. Product Life Cycle에 따라서 Introduction Period에 있어서는 利益水準, 設備稼動率, 賣上高가 前述한 바와 같이 낮은 狀態이고 $\Delta C_{1(t)}$와 $\Delta D_{(t)}$의 增加도 낮은 狀態이기 때문에 投資 pressure의 値도 兩者 다 낮은 狀態이며 그 差도 거의 없다. 또한 Growth Period에 있어서는 $\Delta D_{(t)}$의 增加가 $\Delta C_{1(t)}$의 增加보다 훨씬 크게 나타난다. 왜냐하면 賣上高 및 利益의 增加가 크기 때문이다. 그러나 Maturity Period에서는 利益의 增加率이 下落하면서 $\Delta C_{1(t)}$의 增加는 커진다. 이러한 結果를 投資 pressure를 表示하는 式에 넣어 보면 Introduction period에 있어서는 資本利益率目標나 市場占有率目標가 다 같이 낮은 投資 Pressure値를 나타 내지만 Growth Period에 있어서는 市場占有率目標의 投資 Pressure 値가 급격히 커진다. 또한 Maturity Period에 있어서는 設備稼動率($WR(t)$)이 낮아지 고 $\Delta R_{(t)}$가 Growth Period에 比하여 낮아서 資本利益率目標의 投資 Pressure値가 크게 된다. Decline period에 있어서는 設備投資는 하지 않게 되므로 考慮하지 않았다.

以上의 內容을 다음과 같이 表示할 수 있다.

設備投資 Pressur의 比較率

Objectives / Product Life Cycle	資本利益率目標	市場占有率目標
Introduction Period	$\Delta C_{1(t)}$ 낮다	$\left.\begin{matrix}\Delta D_{(t)}\\ \Delta R_{2(t)}\end{matrix}\right\}$ 낮다 $Q_{p(t)} \fallingdotseq Q_{s(t)}$
Growth Period	$\left.\begin{matrix}\Delta C_{1(t)}\\ \Delta R_{1(t)}\end{matrix}\right\}$ 높다 그런데 $\Delta C_{1(t)}$와 $\Delta D_{(t)}$의 關係는 $\frac{\Delta C_{1(t)}}{\Delta t} < \frac{\Delta D_{(t)}}{\Delta t}$ $\therefore Q_{p(t)} < Q_{s(t)}$	$\left.\begin{matrix}\Delta D_{(t)}\\ \Delta R_{2(t)}\end{matrix}\right\}$ 높다
Maturity Period	$\Delta C_{1(t)}\}$ 높다 $\Delta R_{2(t)}$는 Growth Period에 비하면 낮다. $\therefore \frac{\Delta C_{1(t)}}{\Delta t} > \frac{\Delta D_{(t)}}{\Delta t}$ $Q_p > Q_s$	
Decline Period	고려하지 않음	

2) 企業目標가 變動할 경우의 設備投資의 Pressure의 Sensitivity Analysis

目標가 變動할 경우 設備投資 Pressure와 企業目標와의 Sensitivity는 다음 式으로 表示할 수 있다.

즉 企業目標와 設備投資 Pressure의 關係에서

$$\frac{\partial Q_{i(t)}}{\partial G_{i(t)}} = \frac{\partial Q_{i(t)}}{\partial \Delta R_{j(t)}} \times \frac{\partial \Delta R_{j(t)}}{\partial G_{i(t)}} \quad \cdots⑨$$

$$\begin{pmatrix} i=p, & s \\ j=1, & 2 \end{pmatrix}$$

⑦式에 依하여

$$\frac{\partial \Delta R_{1(t)}}{\partial G_{p(t)}} = \Delta K_{(t)}$$

⑧式에 依하여

$$\frac{\partial \Delta R_{2(t)}}{\partial G_{s(t)}} = \Delta D_{(t)}$$

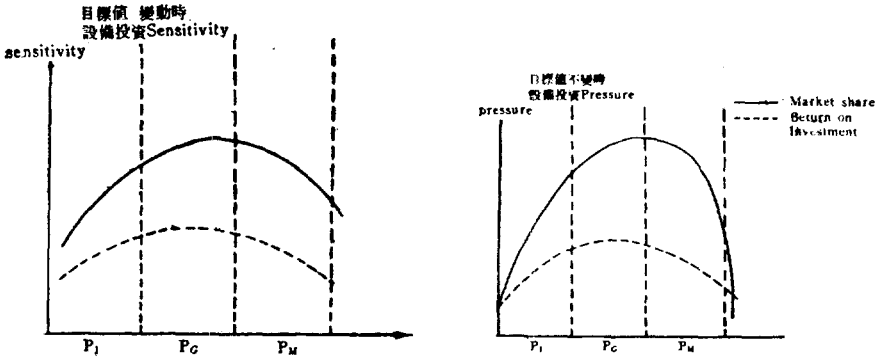
따라서 ⑨식에 依하여 $Q_{(t)} = f(WR_{(t)}, \ \Delta R_{1(t)})$이므로

$$\frac{\partial Q_{p(t)}}{\partial G_{p(t)}} = \frac{\partial f(WR_{(t)}, \ \Delta R_{1(t)})}{\partial \Delta R_{1(t)}} \times \Delta K_{(t)} \quad \cdots⑩$$

$$\frac{\partial Q_{s(t)}}{\partial G_{s(t)}} = \frac{\partial f(WR_{t}, \ \Delta R_{2(t)})}{\partial \Delta R_{2(t)}} \times \Delta D_{(t)} \quad \cdots⑪$$

⑩式과 ⑪式으로부터 만약 同一한 $WR_{(t)}$에서 $\Delta R_{1(t)}$와 $\Delta R_{2(t)}$가 크게 增加하지 않는다면 두 식 ⑩, ⑪은 $\Delta K_{(t)}$와 $\Delta D_{(t)}$의 增加에 따라 右邊의 크기가 決定된다고 할 수 있다. 그런데 $\Delta K(t)$ 의 움직임은 固定的인 性格이나 增資, 기타로 인하여 變動이 있을 때는 資本利益率目標値를 약간만 증가시켜도 投資 pressure는 급격히 變動(增大)하게 된다. 市場占有率目標下에서는 特히 Growth Period에 있어서 $\Delta D_{(t)}$의 增加가 크므로 높은 Sensitivity를 나타낸다.

지금까지의 結果를 Graph化하여 보면 다음 圖 3과 같이 表示할 수 있다.



4. 結　　言

지금까지 設備投資行爲決定의 Process를 中心으로 Herbert A. Simon의 Model을 引用 새로운 投資 Model를 檢討하였다. 또한 이를 利用하여 實際 企業의 投資行爲決定 timing에 對한 情報를 얻기 위하여 첫째 企業目標와 둘째 企業의 靜態的인 活動狀況을 考慮하였다. 이 結果 1) 投資 Pressure, 2) 投資額과 成長率과의 關係를 규명하므로서 다음과 같은 몇가지 結果를 얻을 수 있었다.

첫째, 製品需要가 急激히 增加하는 時期에서는 市場占有率目標는 資本利益率目標에 比하여 投資 pressure가 높다. 따라서 前〔圖 2〕의 擴大均衡成長點에 到達할 時間이 빠르다.

두째, 資本利益率目標下에서는 市場占有率目標下에서보다 設備投資의 timing이 늦을 可能性이 크다(設備投資 pressure가 낮으니까).

셋째, 製品壽命이 짧은 製品의 경우 市場占有率目標를 세우면 過大設備投資를 할 危險性이 크다(市場占有率目標下에서는 設備投資 Pressure가 크기 때문에).

넉째, 資本利益率目標下에서는 設備投資 Pressure가 急激히 높아지지 않으므로 주로 靜態的인 M점→K점→M점의 순환운동이 늦게 나타나 過大設備投資를 할 危險性이 相對的으로 낮다.

다섯째, 資本利益率 目標下에서는 目標値의 增加에 依한 設備投資 pressure는 活動에 依하여 영향을 받는다(ΔC의 움직임이 ΔD의 움직임에 비하여 늦게 나타난다. 이러한 늦음은 곳 정태적인 활동의 영향을 더 많이 받게 됨을 意味한다.)

여섯째, 擴大的인 成長을 目的하는 企業은 資本利益率보다 市場占有率目標에 重點을 두게 된다.