

머 리 말

技術擴散 (Technological Diffusion) 이란, 技術의 공간적 이동이라고 말할 수 있다. 이것은 다시 企業間(혹은 産業內) 擴散과 産業間 擴散으로 나누어진다.

그동안 우리나라는 낮은 技術水準 및 自體技術開發能力으로 인하여 많은 技術을 外國으로부터 도입하여 왔으며, 이러한 導入技術은 輸入代替와 輸出增大를 통하여 産業構造의 高度化에 중요한 역할을 수행해 왔다고 할 수 있다. 최근들어 선진국들의 기술이전회피와 기술보호주의가 강화되고 있고, 製品壽命週期가 단축되고 있는 추세이다.

따라서 그동안 적극적인 기술도입정책에 힘입어 상대적으로 技術優位를 점유할 수 있었던 大企業의 技術을 상대적으로 技術劣位에 놓여있는 中小企業에 효과적으로 擴散시키는 문제는 技術導入이나 技術開發의 문제에 못지 않게 중요하고도 긴요한 과제가 아닐 수 없다.

技術擴散의 중요성을 지적한 예로서 R.R.Nelson(1968)의 연구를 들 수 있다. 즉, Nelson의 연구결과에 의하면, 미국 제조업부문의 생산성 수준이 콜롬비아의 제조업부문의 생산성 수준보다 높게 나타나고 있는데, 그 요인으로서 미국의 技術擴散速度가 콜롬비아의 그것보다 더욱 빨랐다는 점을 지적하고 있다. 따라서 産業內 및 産業間 技術擴散速度가 생산성 수준의 차이를 야기시키는 결정적 요인이라는 것을 규명하고 있다.

우리나라의 경우 技術擴散을 추진함에 있어서 1차적인 원천은 절대규모에 있어서나 상대적인 비중에 있어서나 優位에 있는 大企業의 도입기술 및 보유기술이다. 따라서 大企業을 중심으로하여 産業內 또는 産業間 技術擴散速度를 가속화시킴으로써 生産性 향상 및 國際競爭力 강화를 추진하기 위해서는 大企業과 中小企業 간의 효율적 기술확산채널이 마련되어야 하며, 이러한 정책수립의 방향을 제시해 줄 수 있는 技術擴散에 대한 實證的 分析은

불가결의 선행조건인 것이다.

이와 같이 技術政策의 수립에 있어서 技術擴散의 중요성이 큼에도 불구하고 學界에서나 業界에서도 技術擴散에 관한 研究가 거의 全無하였던 상황에서 本 研究가 발표된 것이다. 따라서 本 研究는 우리나라 企業의 技術擴散에 관한 最初의 研究라는 점에서 학문적 의의와 그 가치를 높이 평가할 수 있으며, 國內 技術擴散速度的 加速化를 위한 技術政策方案을 수립하는데 있어서 귀중한 참고자료가 될 것으로 믿는다.

1988 年 4 月

韓國經濟研究院

院長 崔 鍾 賢

目 次

I. 序 論	1
1. 分析目標	1
2. 理論的 背景	3
II. 技術擴散模型	6
1. 產業內 技術擴散	6
2. 產業間 技術擴散	14
III. 產業內 技術擴散速度的 實證的 分析	16
1. E. Mansfield(1961) 의 分析	16
2. S. Globerman(1975) 의 分析	18
3. 本 研究의 分析 I	18
IV. 產業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 實證的 分析	36
1. E. Mansfield 模型의 경우	36
2. A. Romeo 模型의 경우	36
3. 本 研究의 分析 II	45
V. 要約 및 結論	70
<附 錄>	77
< 參考文獻 >	87

I. 序 論

1. 分析目標

本 研究의 分析目標은 3 가지, 즉 (1)技術擴散模型을 기초로 하여 産業內 技術擴散函數를 推定함으로써 産業別 및 企業規模別 技術擴散速度를 분석하고, (2)産業間 技術擴散速度의 決定要因을 推定하고, (3)上記의 分析結果를 토대로 하여 國內技術擴散의 促進을 위한 技術政策方向을 제시하는 것이다.

産業內 技術擴散函數 및 産業別 技術擴散速度의 推定은 根本的으로 E. Mansfield(1961)의 模型을 韓國의 機械工業部門에 대하여 適用해 보는 時系列分析(time series analysis)이며, 産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 分析은 3 가지, 즉 ①E.Mansfield(1961)의 模型, ②A. Romeo (1975, 1977)의 模型, ③本 研究의 模型을 모두 韓國의 機械工業部門에 대하여 適用해 보는 橫斷面 分析(cross section analysis)이다.

本 研究의 産業內 技術擴散의 分析結果는 캐나다의 경우에 대한 S.Globberman(1975)의 分析結果와, 本 研究의 産業間 技術擴散의 分析結果는 美國의 경우에 대한 A.Romeo(1975)의 分析結果와 캐나다의 경우에 대한 A.Romeo(1977)의 分析結果와 각각 國際적으로 비교될 것이다.

上記의 모든 研究들은 모두 新技術로서 NC(numerical control)로 假定하였다는 점에서 共通的이다. 그러나 本 研究는 각 機械工業部門에 속해 있는 全體企業의 數중에서 NC를 導入할 企業의 數의 比率을 6 가지, 즉 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%로 각각 나누어서 각 경우에 대한 産業內 및 産業間 技術擴散을 實證적으로 分析하였다.

産業內 및 産業間 技術擴散의 實證的 分析에 필요한 統計資料를 얻기 위하여 本 研究는 「機械工業部門의 技術發展 및 國産化 方案을 위한 設問調査」를 全數調査의 形態로 실시하였다. 그 對象은 韓國機械工業振興會

에 登錄된 全體企業(2,051 個)중에서 精密機械部門(140 個)과 電氣機械部門(241 個)에 해당하는 企業을 除外한 나머지 部門의 企業(1,670 個)이었다.

國內 技術擴散의 實證的 分析對象으로서 機械工業部門을 선택한 理由는, 우리나라 貿易收支赤字의 根源은 對日貿易收支赤字이며 對日貿易收支赤字의 主要因이 機械工業部門의 對日貿易收支赤字이기 때문이며, 機械工業部門은 韓日水平分業의 促進을 위한 3가지 要件, 즉 技術發展, 市場(需要) 擴大, 機種의 多樣化를 充足시키기 때문이다.

한편, 國內 技術擴散의 實證的 研究을 위한 分析對象의 新技術로서 NC (numerical control)가 選定되었다. 그 理由는 科學技術處가 「2,000年代를 向한 科學技術發展 長期計劃」과 관련하여 産業要素技術分野에 있어서 機械自動化技術의 하나로서 數值制御機械技術(NC)의 開發을 計劃하고 있듯이,¹⁾ NC는 機械工業發展과 가장 밀접한 技術일 뿐만 아니라 國內産業의 自動化促進으로 産業의 生産性を 높힘으로써 國際競爭力의 提高에 크게 기여할 수 있는 技術이기 때문이다. 그리고 NC는 컴퓨터利用設計 및 製造(CAD/CAM)나 柔軟生産體制(FMS)와 같은 技術에 비하여 우리나라 産業에서도 이미 많이 보급되어 있으므로 보다 有意성이 높은 國內 技術擴散의 計量的 推定結果를 效果的으로 얻을 수 있기 때문이다.

上記의 分析目標을 위하여 韓國機械工業振興會에 登錄되어 있는 企業들을 對象으로 하여 全數調査를 실시한 결과, 大企業과 中小企業으로 나눈 企業規模別 技術擴散速度를 추정하고자 하는 本 研究의 分析目標에 부합되는 産業部門은 3가지, 즉 (1)機械製造業(電氣제외)(2)電氣 및 電子機器製造業 (3)運送裝備製造業으로서 해당 企業의 數는 709 個이었으며, 각 産業部門에 있어서 企業規模別 技術擴散速度를 분석할 수 있는 企業의 數는 98 個이었다. NC導入業體의 NC種類別 現況을 産業部門別 및 企業規模別로

註 1) 科學技術處 (1986)

정돈하면 <附表 1>과 같으며, NC 導入業體數의 年度別 分布를 産業部門別 및 企業規模別로 정돈하면 <附表 2-1>~<附表 2-3>과 같다.²⁾ 그리고 産業間 技術擴散速度의 決定要因分析에 필요한 NC 導入業體의 企業現況을 總資産, 自己資本, 有形固定資本, 賣出額, 賣出總利益, 經常利益, 減價償却, 生産額, 出何額, 輸出額, 總雇傭者, 技術者, 技術工, 機能工, R&D 支出額, 資本金, NC 導入費用, NC 의 收益性, 技術導入比率로 각각 要約 및 整理하면 附錄의 <附表 3>과 같다.³⁾

2. 理論的 背景

技術擴散에 의한 技術進步와 技術擴散의 決定要因에 관한 分析은 最初로 Edwin Mansfield(1961, 1963, 1964, 1968, 1971, 1973)에 의하여 시도되었다.

E. Mansfield는 企業의 技術擴散率(the rate of technology diffusion) 혹은 新技術의 模倣率(the rate of adoption of new technique)은 一般的으로 4가지 要因, 즉 ①新技術을 이미 導入한 企業의 數가 該當産業部門에 속해 있는 企業의 總數에서 차지하는 比率, ②新技術을 導入함으로써 얻을 수 있는 平均收益率, ③新技術을 처음으로 導入하는데 소요되는 投資의 크기, ④技術革新에 대한 産業 혹은 企業의 性向에 의하여 決定된다는 假說을 세우고 美國의 4가지 産業部門, 즉 ①石炭 ②鐵鋼 ③鐵道 ④釀造에

註 2) 여기서 유의할 점은 NC가 우리나라에 最初로 導入된 年度는 1973年으로 나타났기 때문에 年度別 分類가 同年度부터 시작되고 있다는 점이다. 이 事實은 下記의 研究에서도 나타나 있다.

産業研究院(1984).

3) NC의 最近動向에 관한 것은 本 研究의 分析對象에서 제외시켰다. 이에 관하여 상세한 것을 알기 위해서는 下記의 內容을 參照할 수 있다.

機械情報社(1985) 및 起術情報社(1986).

있어서 技術擴散率을 分析하였으며 各 産業에 있어서 技術革新에 대한 性
向을 推定하였다.

上記의 E.Mansfield의 分析方法에 관한 것은 本 研究의 技術擴散
模型을 세울 때 상세히 논하기로 하고 여기서는 技術擴散과 관련된
主要 研究들의 脈絡을 연결 및 정돈함으로써 本 研究의 學間的 位
置을 명확히 하고자 한다.

技術擴散模型으로서 B. Ryan 및 N. Gross(1943), B. Ryan(1948), J.
Coleman와 E. Katz 그리고 H. Menzel (1957), Z. Griliches(1957), E.
Rogers(1962), R.R. Nelson(1968), F.M. Bass(1969), G.F. Ray(1969),
J.S. Metcalfe(1970), A.W. Blackman(1971, 1972, 1973, 1974), J.C.
Fisher 및 R.H. Pry(1971), R.A. Peterson, W. Rudelius 및 G.T.
Wood(1972), L. Nabseth(1973), M. Bundgaard Nielsen 및 P. Fiehn
(1974), S. Gliberman(1975), A.A. Romeo(1975, 1977), D. Sahal(1977),
A.M. Benuignati(1982), 著者(1987 b)을 들 수 있다.

技術擴散模型에 관해 前述한 論文들 중에서 本 研究의 技術擴散模型과
關聯성이 가장 높은 研究는 앞서 말한 바와 같이 역시 E.Mansfield의 分
析이지만 이에 못지않게 많은 영향을 미친 것은 A.W. Blackman의 分析
이다. A.W. Blackman(1971)은 Z. Griliches(1957), J.C. Fisher 및
R.H. Pry(1971), E. Mansfield(1961, 1968) 등과 같이 技術擴散은 “S”
字의 動態的 模型이라는 假定에 基礎를 두고, 특히 E.Mansfield의 模型
을 擴大 및 改良하여 商業用 航空機 제트엔진市場의 경우에 대한 技術擴
散의 動態的 過程을 分析하였다. 여기서 유의할 것은 技術擴散의 水準을
E.Mansfield는 新技術을 導入한 企業의 累積數로서 測定하였던 반면에
A.W. Blackman은 新技術의 市場占有率(market share)로서 測定하였다는
점이다. 이 결과 A.W. Blackman의 模型은 E.Mansfield의 模型에서 보
다 計算上의 利點을 가질 수 있다. 그리고 A.W. Blackman(1972)은 E.

Mansfield가 分析한 바와 같이 자신의 模型을 電力部門과 自動車部門에 적용하여 이 두 部門에 있어서 技術革新에 대한 性向을 分析하였다. 한편 A.W. Blackman(1973)은 그의 共同研究者와 함께 要因分析(factor analysis)에 의거하여 販賣額, 附加價值, 資本支出, R&D 支出, 販賣額에 대한 新規製品의 比率등의 變數들을 기초하여 複合技術指數(composite innovation index)를 구하였으며 이 指數를 이용하여 各 産業의 技術革新에 대한 性向을 回歸分析하였다. 마지막으로 A.W. Blackman은 前述한 자신의 研究結果를 美國의 4가지 市場(船舶部品市場, 自動車部品市場, 電氣部品市場, 航空機엔진部品市場)에 있어서 技術擴散率을 推定하였다.

여기서 E. Mansfield 및 A.W. Blackman에 대한 本 研究의 共通點 및 相異點을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 本 研究은 E. Mansfield의 模型과 A.W. Blackman의 模型과 마찬가지로 技術擴散이 “S”字의 動態的 形態를 갖는다는 基本假定에 기초를 두고 주어진 産業部門에 있어서 技術擴散速度를 推定하고 나아가 産業間 技術擴散速度의 決定要因을 分析하고자 한다.

둘째, 本 研究은 E. Mansfield가 分析한 바와 같이 技術擴散速度를 推定하는 基本變數로서 新技術을 導入한 企業의 累積數를 採擇하고자 한다. 이것은 A.W. Blackman이 新技術, 즉 新規製品이 갖는 市場占有率(market share)을 技術擴散速度의 推定變數로 삼은 것과는 대조가 된다. 本 研究가 E. Mansfield의 接近方法을 선택한 理由는 本 研究가 分析하고자 하는 技術이 自動數值製御裝置(numerical control, NC로 略稱)인데 이 技術에 의하여 생산되는 製品이 수없이 많기 때문에 이와 관련된 모든 製品의 市場占有率에 관하여 統計調査를 할 수 없었을 뿐만 아니라 이에 관한 統計資料가 있다고 하더라도 技術擴散을 製品中心으로 分析하는 것보다는 技術을 中心으로 分析하는 것이 보다 分析目的에 合당하기 때문이다.

II . 技術擴散模型

本 研究의 分析目的과 직접적으로 관련되어 있는 E. Mansfield의 模型을 2가지, 즉 (1)産業內 技術擴散速度의 推定 (2)産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 分析으로 나누어 소개하고자 한다.

1. 産業內 技術擴散

E. Mansfield는 어떤 企業이 技術革新을 받아들였다면 同一한 産業內에 속해 있는 다른 企業들이 얼마만큼 신속하게 그 技術革新을 導入(혹은 模倣) 할 것인가를 分析하기 위한 理論的 模型을 제시하였다.

Mansfield의 模型은 다음과 같다. 즉, t時點에 이르기까지 新技術을 導入하지 않고 있는 企業의 數, $n_{ij} - m_{ij}(t)$ 중에서 t時點과 (t+1) 時點의 期間에 新技術을 導入한 企業의 數의 增加分, $m_{ij}(t+1) - m_{ij}(t)$ 이 차지하는 比率, $\lambda_{ij}(t)$ 은 다음과 같이 定義할 수 있다.⁴⁾

$$\lambda_{ij}(t) = \frac{m_{ij}(t+1) - m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} \dots\dots\dots (1)$$

여기서,

n_{ij} = 新技術과 相關된 産業部門 i에 있어서 新技術 j를 長期的으로 導入할 企業의 總數

$m_{ij}(t)$ = t時點에 이르기까지 新技術을 導入해온 企業數의 累計

上記의 技術擴散率 $\lambda_{ij}(t)$ 는 다음과 같이 函數化할 수 있다.

$$\lambda_{ij}(t) = f_i \left(\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}}, \pi_{ij}, S_{ij} \right) \dots\dots\dots (2)$$

⊕ ⊕ ⊕ ⊖

여기서,

註 4) 여기서부터 本 研究는 $\lambda_{ij}(t)$ 를 t時點에서의 技術擴散率이라고 명명하고자 한다. 여기서 留意할 點은 이 技術擴散率은 E. Mansfield가 명명한 技術模倣率 $m_{ij}(t)/n_{ij}$ 와 다르다는 點이다.

$\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}}$ = t 時點에 이르기까지 新技術을 이미 導入한 企業의 數가 該當産業部門에 속해 있는 企業의 總數에서 차지하는 比率 5)

π_{ij} = 新技術을 導入함으로써 얻을수 있는 平均收益率

S_{ij} = 新技術을 처음으로 導入하는데 소요되는 平均投資額이 該當 企業들의 平均總資産에서 차지하는 比率

Mansfield는 下記와 같은 5 가지의 假定을 세웠다. 즉,

(1) n_{ij} , π_{ij} , 그리고 S_{ij} 는 常數이다.

(2) $m_{ij}(t)$ 와 $\lambda_{ij}(t)$ 는 正의 關係를 갖는다. 왜냐하면 新技術에 대한 情報과 新技術과 관련된 經驗이 축적됨에 따라 新技術을 導入 및 使用하는 위험부담이 減少됨으로써 新技術의 導入이 增加하기 때문이다.

(3) π_{ij} 와 λ_{ij} 는 正의 關係를 갖는다. 왜냐하면 다른 投資의 平均收益率에 비하여 新技術의 平均收益率が 相對적으로 높을수록 新技術의 擴散率 이 높아지기 때문이다.

(4) S_{ij} 와 π_{ij} 는 負의 關係를 갖는다. 왜냐하면 新技術의 平均收益率 π_{ij} 가 同一한 경우, 新技術의 初期 平均投資額比率 S_{ij} 가 높을수록 新技術의 擴散率 λ_{ij} 가 낮을 것이기 때문이다.

(5) 新技術을 導入하는 企業의 數는 單調增加의 이다.

한편 Mansfield는 2次 Taylor 展開方式에 의하여 式(2)의 $\lambda_{ij}(t)$ 에 대한 近似值를 다음과 같이 구하였다.⁶⁾

註 5) Mansfield는 이것을 模倣率(the rate of imitation.)이라고 명명하였다.

6) Taylor 展開式은 一般的으로 다음과 같다.

$$f(c) = f(x) + \frac{1}{0!} + \frac{f'(c)}{1!}(c-x) + \frac{f''(c)}{2!}(c-x)^2$$

여기서, c : 상수

x : 分析對象의 變數

f(x) : 本 研究에서의 $\lambda_{ij}(t)$

$$\lambda_{ij}(t) = a_{i1} + a_{i2} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i3}\pi_{ij} + a_{i4}S_{ij} + a_{i5}\pi_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i6}S_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i7}\pi_{ij}S_{ij} + a_{i8}\pi_{ij}^2 + a_{i9}S_{ij}^2 \dots\dots\dots(3\gamma)$$

上記의 式(3)에 式(1)의 $\lambda_{ij}(t)$ 를 대입하여 정돈하면 다음과 같다.

$$m_{ij}(t+1) - m_{ij}(t) = [n_{ij} - m_{ij}(t)] \left\{ a_{i1} + a_{i2} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i3}\pi_{ij} + a_{i4}S_{ij} + a_{i5}\pi_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i6}S_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i7}\pi_{ij}S_{ij} + a_{i8}\pi_{ij}^2 + a_{i9}S_{ij}^2 + \dots \right\} \dots\dots\dots(4)$$

여기서 時間은 連續的이고 모든 項이 微分可能하다면, 式(4)는 다음과 같은 과정에 의하여 微分方程式으로 變換할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{dm_{ij}(t)}{dt} &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{m_{ij}(t+1) - m_{ij}(t)}{(t+1) - t} \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} [m_{ij}(t+1) - m_{ij}(t)] \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} [n_{ij} - m_{ij}(t)] \left\{ a_{i1} + a_{i2} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i3}\pi_{ij} + a_{i4}S_{ij} + a_{i5}\pi_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i6}S_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} + a_{i7}\pi_{ij}S_{ij} + a_{i8}\pi_{ij}^2 + a_{i9}S_{ij}^2 + \dots \right\} \\ \frac{dm_{ij}(t)}{dt} &= [n_{ij} - m_{ij}(t)] [Q_{ij} + \phi_{ij} \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}}] \dots\dots\dots(5\delta) \end{aligned}$$

註7) Mansfield는 Taylor 展開過程에서 $[m_{ij}(t)/n_{ij}]^2$ 의 係數는 “0” 으로 假定하였다. 그리고 式(3)의 未定된 部分은 式(2) 생략된 變數들을 나타낸 것이다.

8) 式(5)에 있어서 유의할 것은 t는 차후에 條件으로서 주어지기 때문에 極限 $\lim_{t \rightarrow \infty}$ 가 생략되었다는 것이다.

여기서,

$$Q_{ij} = a_{i1} + a_{i3} \pi_{ij} + a_{i4} S_{ij} + a_{i7} \pi_{ij} S_{ij} + a_{i8} \pi_{ij}^2 + a_{i9} S_{ij}^2 \dots (6)$$

$$\phi_{ij} = a_{i2} + a_{i5} \pi_{ij} + a_{i6} S_{ij} \dots (7)$$

그런데, n_{ij} , π_{ij} , 그리고 S_{ij} 는 Mansfield의 假定에 의하여 常數이므로 Q_{ij} 와 ϕ_{ij} 는 常數이다. 따라서 式(5)는 下記와 같이 변형시킬 수 있다.

$$\frac{dm_{ij}(t)}{dt} = \frac{\phi_{ij}}{n_{ij}} [n_{ij} - m_{ij}(t)] \left[\frac{Q_{ij} n_{ij}}{\phi_{ij}} + m_{ij}(t) \right] \dots (8)$$

上記의 式(8)의 $dm_{ij}(t)/dt$ 를 $m_{ij}(t)$ 의 一般解의 形態로 변환시키고자 한다.

$$m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(t_{ij} + \phi_{ij} t)}} \dots (9)$$

여기서 유의할 것은 上記의 式(9)는 하나의 logistic function을 나타낸다는 점이다.⁹⁾ 즉, 時間(t)이 경과함에 따라 新技術을 導入하는 企業의 數, $m_{ij}(t)$ 의 動態的 模型은 “S”字形態의 成長曲線을 이룬다는 것이다.

本 研究는 式(9)의 $m_{ij}(t)$ 를 技術擴散函數라고 부르하고자 한다.

上記의 式(9)의 函數的 特性을 파악함으로써 技術擴散函數의 形態를 구체화 하기 위하여 $m_{ij}(t)$ 의 時間當 變化率 $m_{ij}(t)/dt$ 와 時間當 變化率의 變化率, 즉 加速度 $d^2m_{ij}(t)/dt^2$ 를 각각 구하고자 한다. 우선, $m_{ij}(t)$ 의 時間當 變化率은 다음과 같다.

$$\frac{dm_{ij}(t)}{dt} = \frac{n_{ij} \phi_{ij} e^{-(t_{ij} + \phi_{ij} t)}}{[1 + e^{-(t_{ij} + \phi_{ij} t)}]^2} > 0 \dots (10)$$

왜냐하면,

$$(1) n_{ij} > 0$$

註9) Logistic function은 Raymond Pearl 과 L.J.Reed가 그들의 인구성장 에 관한 研究에서 처음으로 사용하였는데 이들의 模型은 다음과 같다.

$$T(t) = \frac{k}{1 + e^{a+bt}}$$

여기서, k, a, b : 常數

$$(2) \phi_{ij} > 0$$

$$(3) e^{-(li+j+\phi_{ij}t)} > 0$$

따라서 $m_{ij}(t)$ 는 時間 t 가 경과함에 따라 增加한다는 것을 알 수 있다.
한편 $m_{ij}(t)$ 의 加速度는 다음과 같다.

$$\frac{d^2 m_{ij}(t)}{dt^2} = \frac{n_{ij}(\phi_{ij})^2 e^{-(li+j+\phi_{ij}t)} [1 - e^{-(li+j+\phi_{ij}t)}]}{[1 + e^{-(li+j+\phi_{ij}t)}]^3} \dots\dots\dots (11)$$

따라서 $d^2 m_{ij}(t)/dt^2 = 0$ 가 되기 위해서는 下記의 條件이 成립되어야 한다.

$$1 = e^{-(li+j+\phi_{ij}t)} \dots\dots\dots (12)$$

왜냐하면,

$$(1) e^{-(li+j+\phi_{ij}t)} > 0$$

$$(2) [1 + e^{-(li+j+\phi_{ij}t)}]^3 > 0$$

$$(3) n_{ij} > 0$$

$$(4) (\phi_{ij})^2 > 0$$

따라서 이 경우의 時間 t 는 다음과 같이 計算할 수 있다.

$$t = -\frac{li+j}{\phi_{ij}} \dots\dots\dots (13)^{10)}$$

이 時點에서의 技術擴散函數 $m_{ij}(t)$ 는 다음과 같다.

$$m_{ij}(t = \frac{-l}{\phi_{ij}}) = \frac{n_{ij}}{2} \dots\dots\dots (14)$$

그러므로 技術擴散函數 $m_{ij}(t)$ 는 다음과 같이 3가지 경우로 나눌 수 있다.

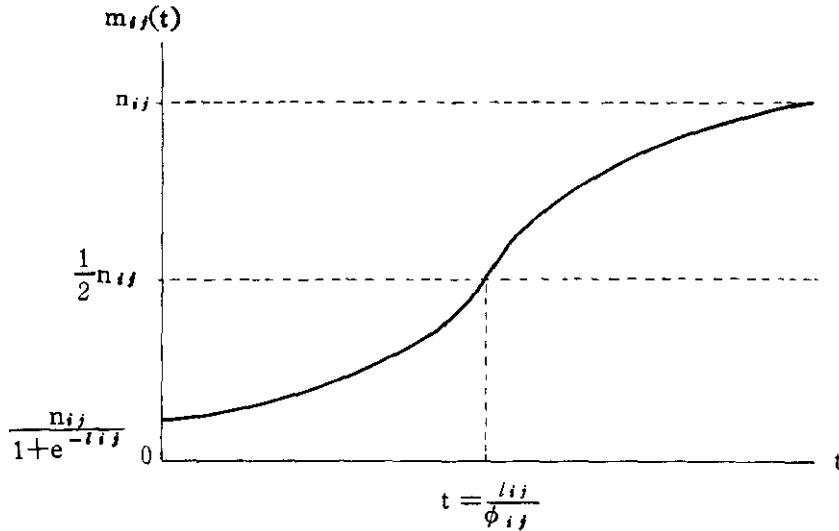
$$(1) m_{ij}(t) < \frac{1}{2} n_{ij}, \quad d^2 m_{ij}(t)/dt^2 > 0$$

$$(2) m_{ij}(t) = \frac{1}{2} n_{ij}, \quad d^2 m_{ij}(t)/dt^2 = 0$$

註 10) 變曲點을 이루는 時間 t 는 $t > 0$ 이고 技術擴散速度의 ϕ_{ij} 는 항상 $\phi_{ij} > 0$ 이므로 $li+j$ 는 음의 積分常數라는 것을 알 수 있다.

$$(3) m_{ij}(t) > \frac{1}{2}n_{ij}, \quad d^2 m_{ij}(t)/dt^2 < 0$$

[圖 1] 産業內 技術擴散函數의 圖解



그리고 $t=0$ 와 $t=\infty$ 일 경우의 技術擴散函數 $m_{ij}(t)$ 는 각각 다음과 같다.

$$(1) m_{ij}(t=0) = \frac{n_{ij}}{1+e^{-1/\phi_{ij}}}$$

$$(2) m_{ij}(t=\infty) = n_{ij}$$

따라서 技術擴散函數의 成長曲線은 [圖 1] 과 같이 logistic function 의 S字形態가 된다.

여기서 産業內 技術擴散曲線이 시사하는 意味를 다음과 같이 整理할 수 있다.

(1) $t=\infty$, 즉 時間 t 가 無限히 경과함에 따라 新技術을 導入 및 模倣하는 企業의 數, $m_{ij}(t=\infty)$ 는 常數 n_{ij} 個이다. 즉, 技術擴散의 上限値는 n_{ij} 個이라는 것이다.

(2) 初期 ($t=0$) 의 技術擴散 $m_{ij}(t=0)$, 즉 新技術을 模倣하는 企業

의 數는, “0”個가 아니라, 0個보다 많고 技術擴散의 上限值 n_{ij} 의 $1/(1+e^{-t_{ij}})$ %個이다. 왜냐하면 技術擴散이란 주어진 産業에 있어서 該當 技術이 어떤 企業에 의하여 導入된 후 나머지 다른 企業들이 얼마나 신속하게 그 技術을 사용하는가 하는 問題와 관련된 것이므로 技術擴散의 概念自體가 이미 어떤 企業(들)이 該當 技術을 導入 및 使用하고 있다는 前提條件하에 成立되는 것이기 때문이다.

(3) $0 < t < -l_{ij}/\phi_{ij}$ 의 期間에 있어서 技術擴散速度는 加速化되는 반면에 $-l_{ij}/\phi_{ij} < t < \infty$ 의 期間에 있어서 同 速度는 減速化된다.

(4) $t = -l_{ij}/\phi_{ij}$ 의 時點에서 技術擴散 $m_{ij}(t = -l_{ij}/\phi_{ij})$, 즉 新技術을 模倣한 企業의 數는 上限值 n_{ij} 의 50 %個이다.

한편, 技術擴散函數의 parameter ϕ_{ij} 의 역할을 分析하기 위하여 式 (9)를 下記와 같이 變形시킬 수 있다.

$$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = l_{ij} + \phi_{ij}t \dots\dots\dots (15)$$

따라서

$$\phi_{ij} = \frac{d \ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)}}{dt} \dots\dots\dots (16)$$

여기서,

$$\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = \frac{t \text{時點에서 新技術을 導入해온 企業數의 累計}}{t \text{時點에 이르기까지 新技術을 導入하지 못한 企業의 數}}$$

그러므로 本 研究는 新技術의 擴散率의 時間當 變化率, ϕ_{ij} 를 新技術의 擴散速度라고 명명하고자 한다.¹¹⁾

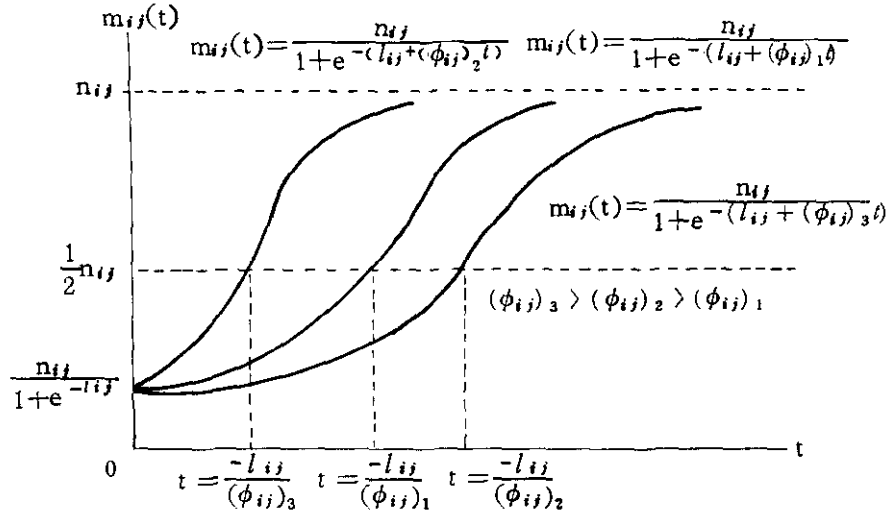
한편, l_{ij} 와 ϕ_{ij} 의 크기에 따라 다음과 같은 2가지의 경우를 分析해 볼 수 있다.

(1) l_{ij} 는 同一하지만 $(\phi_{ij})_3 > (\phi_{ij})_2 > (\phi_{ij})_1$ 인 경우

이 경우, 初期($t=0$)에 있어서 新技術을 導入 및 模倣한 企業의 數가

註 11) 이것을 E. Mansfield는 新技術에 대한 企業의 反應速度 혹은 模倣速度라고 불렀다.

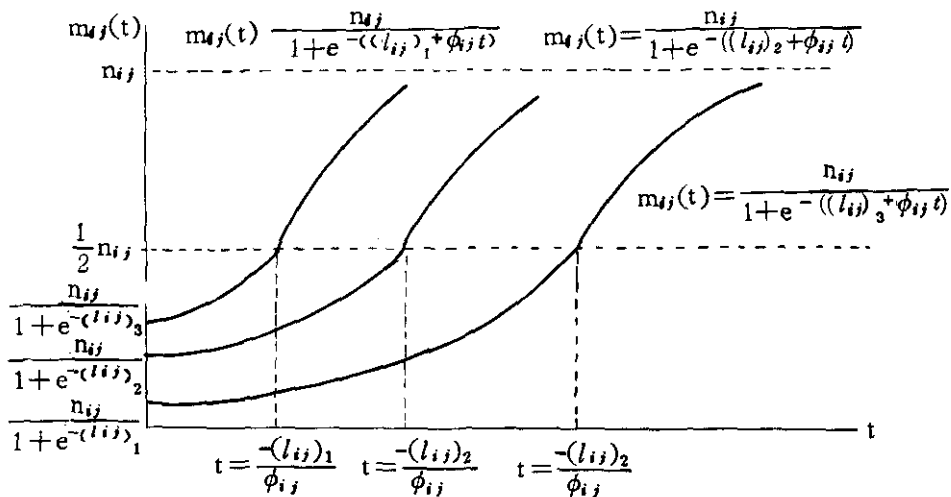
[圖 2] l_{ij} 是 同一하되 ϕ_{ij} 가 相異한 경우 産業內 技術擴散函數



$n_{ij} / (1 + e^{-l_{ij}})$ 이라고 할때, 技術擴散速度 ϕ_{ij} 가 $(\phi_{ij})_1 \rightarrow (\phi_{ij})_2 \rightarrow (\phi_{ij})_3$ 으로 높아짐에 따라 주어진 모든 企業이 新技術을 導入 및 模倣한다고 假定한 狀態인 技術擴散의 上限值 n_{ij} 에 보다 빠르게 도달하게 된다.

(2) ϕ_{ij} 是 同一하지만 $|l_{ij}|_1 > |l_{ij}|_2 > |l_{ij}|_3$ 인 경우

[圖 3] ϕ_{ij} 是 同一하되 l_{ij} 가 相異한 경우 産業內 技術擴散函數



이 경우, 新技術의 擴散速度가 ϕ_{ij} 로서 固定되어 있을때, 初期 ($t=0$) 에 있어서 新技術을 導入 및 模倣한 企業의 數가 $\frac{n_{ij}}{1+e^{-(l_{ij})t_1}} \rightarrow \frac{n_{ij}}{1+e^{-(l_{ij})t_2}} \rightarrow \frac{n_{ij}}{1+e^{-(l_{ij})t_3}}$ 로 增加함에 따라 (즉, 陰의 積分常數 l_{ij} 의 絶對值가 작아짐에 따라) 技術擴散速度 ϕ_{ij} 一定하더라도 技術擴散의 上限值 n_{ij} 에 보다 빠르게 도달하게 된다.

2. 産業間 技術擴散

前節에서의 式(9)는 주어진 어떤 産業內에서 新技術을 導入하는 企業의 數, 즉 産業內 技術擴散을 時系列(time series)로 分析하는데 사용될 수 있는 것이다. 여기서 留意할 것은 n_{ij} 와 l_{ij} 가 常數이므로 新技術의 模倣比率(the rate of imitation), $m_{ij}(t)/n_{ij}$ 는 오직 技術擴散速度, ϕ_{ij} 의 函數라는 점이다. 즉,

$$\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} = \frac{1}{1+e^{-(l_{ij}+\phi_{ij}t)}} \dots\dots\dots (17)$$

따라서,

$$\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}} = f(\phi_{ij}) \dots\dots\dots (18)$$

여기서,

$$\phi_{ij} = a_{i2} + a_{i5} \pi_{ij} + a_{i6} S_{ij}$$

한편, Mansfield는 ϕ_{ij} 를 新技術模倣比率의 測定值로서 간주하였고, ϕ_{ij} 가 어떤 要因에 의하여 決定되는가, 즉 産業間 技術擴散의 決定要因을 下記의 推定模型에 의거하여 橫斷面(cross section)으로 分析하였다. 즉,

$$\phi_{ij} = b_i + a_{i5} \pi_{ij} + a_{i6} S_{ij} + Z_{ij} \dots\dots\dots (19)$$

여기서,

$$b_i = a_{i2} + \text{未定項의 期待值}$$

$$Z_{ij} = \text{교란항}$$

上記의 式(19)에서 교란항의 期待値는 $E(Z_{ij})=0$ 이고 式(7)의 ϕ_{ij} 의 未定項이 π_{ij} 와 S_{ij} 사이에 相關關係가 존재하지 않는다고 假定함으로써 下記와 같은 線型回歸方程式을 세울 수 있다.

$$E(\phi_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \pi_{ij} + \beta_2 S_{ij} \dots\dots\dots (20)$$

따라서, Mansfield模型에 의하면 어떤 産業內의 技術擴散速度, ϕ_{ij} 의 期待値는 新技術의 收益率 π_{ij} 와 新技術의 投資比率 S_{ij} 의 線型函數라는 것을 알 수 있다. 즉 新技術의 擴散速度(혹은 模倣速度)는 新技術의 收益率이 높을수록, 그리고 新技術(新規 資本財)에 대한 投資가 總投資에서 차지하는 比率이 낮을수록 높아진다는 것이다.

Ⅲ. 産業間 技術擴散速度的 實證的 分析

本章에서는 E. Mansfield(1961)의 模型 및 分析結果와 S. Globerman (1975)의 模型 및 分析結果를 간략히 소개한 후, 本 研究의 模型과 分析 結果를 제시하고자 한다.

1. E. Mansfield(1961)의 分析

本 研究의 産業內 技術擴散模型이 기초를 두고 있는 E. Mansfield (1961)¹²⁾의 模型은 다음과 같다.

$$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = l_{ij} + \phi_{ij} t \quad (\text{式 15 로 부터})$$

여기서,

n_{ij} = 産業部門 i (本 研究에서는 機械工業部門)에 있어서 新技術 j (本 研究에서는 NC)를 長期的으로 導入할 企業의 總數

$m_{ij}(t)$ = t 時點에 이르기까지 新技術 (NC)을 導入해 온 企業 數의 累計

$$\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = \frac{\text{처음에서 } t\text{時點까지 新技術을 導入해온 企業數의 累計}}{t\text{時點에 이르기까지 新技術을 導入하지 않은 企業數}}$$

$$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = t\text{時點에 있어서 新技術의 擴散率}$$

註 12) 이 模型은 本 研究와 直接的으로 관련되어 있는 E. Mansfield(1961)의 deterministic model 이다.

$$\phi_{ij} \equiv \frac{d \ln \left(\frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} \right)}{dt} = t \text{ 時點에 있어서 擴散速度(本 研究에서)}$$

新技術 擴散率의 時間當 變化率, 즉 新技術의 擴散速度(本 研究에서) 혹은 新技術에 대한 企業의 模倣速度(E. Mansfield의 研究에서)

l_{ij} = 陰의 常數¹³⁾

E. Mansfield(1961)의 推定結果는 <表 1>에 要約되어 있다.

<表 1> E. Mansfield의 產業內 技術擴散에 관한 實證的 分析結果

Innovation	Parameter			Estimates	
	n_{ij}	π_{ij}	s_{ij}	l_{ij}	ϕ_{ij}
(1) Diesel locomotive	25	1.59	0.015	-6.64	0.20
(2) Centralized traffic control	24	1.48	0.024	-7.13	0.19
(3) Car retarders	25	1.25	0.785	-3.95	0.11
(4) Continuous wide-strip mill	12	1.87	4.908	-10.47	0.34
(5) By-product coke oven	12	1.47	2.083	-1.47	0.17
(6) Continuous annealing	9	1.25	0.554	-8.51	0.17
(7) Shuttle car	15	1.74	0.013	-13.48	0.32
(8) Trackless mobile loader	15	1.65	0.019	-13.03	0.32
(9) Continuous mining machine	17	2.00	0.301	-24.96	0.49
(10) Tin container	22	5.07	0.267	-84.35	2.40
(11) High-speed bottle filter	16	1.20	0.575	-20.58	0.36
(12) Pallet-loading machine	19	1.67	0.115	-29.07	0.55

註 13) $l_{ij} < 0$ 인 理由는 ϕ_{ij} 가 技術擴散速度로서 항상 $\phi_{ij} > 0$ 이고 技術擴散函數에 있어서 變曲點 $t = -l_{ij} / \phi_{ij} > 0$ 이기 때문이다.

2. S. Globerman(1975)의 分析

한편, Steven Globerman(1975)은 E.Mansfield의 産業內 技術擴散模型에 기초를 두고 캐나다의 경우 NC(numerical control)의 技術擴散을 推定하였는데, S. Globerman의 模型은 다음과 같다. 즉,

$$P(t) = \frac{K}{1 + e^{-(\alpha + \phi t)}} \dots\dots\dots (21)$$

여기서,

$P(t)$ = 時間 t 에서 NC를 導入 및 使用한 企業의 比率

K = NC를 導入 및 使用할 수 있는 潛在企業의 最大比率

α, ϕ = 파라미터

S. Globerman의 推定式 및 推定結果는 다음과 같다.¹⁴⁾

$$\ln \frac{P(t)}{K - P(t)} = \alpha + \phi t \dots\dots\dots (22)$$

(i) $K = 50\%$ 인 경우

$$\ln \frac{P(t)}{0.50 - P(t)} = -1.766 + 0.1303t \quad (R^2 = 0.840) \quad (6.14)$$

(ii) $K = 80\%$ 인 경우

$$\ln \frac{P(t)}{0.80 - P(t)} = -1.966 + 0.1263t \quad (R^2 = 0.842) \quad (6.19)$$

3. 本 研究의 分析 I

産業內 技術擴散의 實證的 分析을 위한 本 研究의 推定式은 前述한 式 (15)의 E.Mansfield模型이며, 분석 대상은 앞서 밝힌 바와 같이 一般

註 14) Globerman은 E. Mansfield(1971, p196)가 많은 美國企業들과의 인터뷰 조사 결과에 의거하여 추천한 “樂觀的”인 경우인 $K = 80\%$ 와 “悲觀的”인 경우인 $K = 50\%$ 를 그의 推定模型에 적용하였다.

機械製造業(電氣除外), 電氣電子機器製造業, 運送裝備製造業의 각 産業部門을 大企業 및 中小企業으로 각각 나누는 6가지의 경우이다.

本 研究의 분석에 있어서 “n”(新技術, 즉 NC를 長期的으로 導入할 企業의 累積數)에 관한 假定으로서 本 研究는 S.Globerman(1975)과 같이 E.Mansfield(1971)가 추천한 “悲觀的 경우”로서 50%와 “樂觀的 경우”로서 80%를 모두 포함시켰을 뿐만 아니라 나머지 경우인 60%, 70%, 90%, 100%도 포함시켰다.

本 研究의 産業內 技術擴散函數의 産業別 및 企業規模別 推定結果는 NC의 長期的 導入企業의 比率에 따라 要約되어 있는데, 同 比率이 100%인 경우는 <表 2-1>에, 90%인 경우는 <表 2-2>에, 80%인 경우는 <表 2-3>에, 70%인 경우는 <表 2-4>에, 60%인 경우는 <表 2-5>에, 50%인 경우는 <表 2-6>에 각각 수록되어 있다. 그리고 NC의 長期的 導入企業의 比率이 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%인 경우에 있어서 産業內 技術擴散函數를 上記의 推定結果에 기초를 두고 그래프화하면, 一般機械製造業部門의 경우 大企業의 産業內 技術擴散曲線은 [圖 4]에, 中小企業의 同 曲線은 [圖 5]에 電氣 및 電子機器製造業部門의 경우 大企業의 産業內 技術擴散曲線은 [圖 6]에, 中小企業의 同 曲線은 [圖 7]에, 運送裝備製造業部門의 경우 大企業의 産業內 技術擴散曲線은 [圖 8]에, 中小企業의 同 曲線은 [圖 9]에 각각 나타나 있다.

<表 2-1> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

NC의 長期的 導入企業의 比率=100%인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)} = \theta_{ij} + \phi_{ij} t$	R ²	$t = -\frac{\theta_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1)一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	$= -1.8389 + 0.2093t$ (-6.4554) (4.3469)	0.6774	8.78595
	中小企業	$= -4.0621 + 0.1947 t$ (-61.5660) (19.1560)	0.9735	20.8634
(2)電氣및 電子機器 製造業	大企業	$= -2.3846 + 0.2961 t$ (-13.1321) (7.7623)	0.8959	8.0534
	中小企業	$= -4.2443 + 0.1730 t$ (-17.0133) (3.3022)	0.6090	24.5335
(3)運送裝備 製造業	大企業	$= -2.9295 + 0.2330 t$ (-25.7875) (10.9493)	0.9374	12.5730
	中小企業	$= -5.0977 + 0.3622 t$ (-16.2785) (5.5068)	0.8125	14.0743

註 1) ()內의 數値는 모두 統計量 t 값을 나타냄.

2) $t = -\theta_{ij} / \phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

<表 2-2> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

NC의 長期的 導入企業의 比率 = 90%인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}-m_{ij}(t)} = \theta_{ij} + \phi_{ij}t$	R ²	$t = -\frac{\theta_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1) 一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	$= -1.7120 + 0.2180t$ (-5.855) (0.6838)	0.6838	7.8532
	中小企業	$= -3.9567 + 0.1960t$ (-59.5627) (19.1592)	0.9735	20.1872
(2) 電氣 및 電子機器 製造業	大企業	$= -2.2760 + 0.3064t$ (-12.5470) (8.0414)	0.9023	7.4282
	中小企業	$= -4.1372 + 0.1735t$ (-16.5366) (3.3019)	0.6090	23.8455
(3) 運送裝備 製造業	大企業	$= -2.8214 + 0.2371t$ (-24.7515) (11.1033)	0.9391	11.9110
	中小企業	$= -4.9946 + 0.3641t$ (-15.8539) (5.5019)	0.8122	13.7177

註 1) ()內의 數値는 모두 統計量 t 값을 나타냄.

2) $t = -\theta_{ij}/\phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

<表 2-3> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

NC 의 長期的 導入企業의 比率 = 80 %인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}-m_{ij}(t)} = \theta_{ij} + \phi_{ij}t$	R ²	$t = -\frac{\theta_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1) 一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	= -1.5670 + 0.2305t (-5.1798) (4.5085)	0.6931	6.7983
	中小企業	= -3.8390 + 0.1976t (-57.2847) (19.1480)	0.9734	19.4281
(2) 電氣 및 電子機器 製造業	大企業	= -2.1561 + 0.3208t (-11.9295) (8.4507)	0.9107	6.7210
	中小企業	= -4.0172 + 0.1741t (-15.9996) (3.3015)	0.6089	23.0741
(3) 運送 裝備 製造業	大企業	= -2.7006 + 0.2425t (-23.5929) (11.3077)	0.9411	11.1365
	中小企業	= -4.8797 + 0.3664t (-15.3719) (5.4956)	0.8118	13.3180

註 1) () 內의 數値는 모두 統計量 t 값을 나타냄.

2) $t = -\theta_{ij} / \phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

<表 2-4> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

NC 의 長期的導入企業의 比率 = 70 %인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}-m_{ij}(t)} = \theta_{ij} + \phi_{ij}t$	R ²	$t = -\frac{\theta_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1) 一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	$= -1.3986 + 0.2501t$ (-4.4127) (4.6673)	0.7076	5.5922
	中小企業	$= -3.7055 + 0.1997t$ (-54.6464) (19.1273)	0.9734	18.5553
(2) 電氣및 電子機器 製造業	大企業	$= -2.0239 + 0.3425t$ (-11.3079) (9.1097)	0.9222	5.9092
	中小企業	$= -3.88087 + 0.1749t$ (-15.3850) (3.3010)	0.6089	22.1891
(3) 運 送 裝 備 製造業	大企業	$= -2.5637 + 0.2498t$ (-22.2818) (11.5917)	0.9438	10.2630
	中小企業	$= -4.7500 + 0.3695t$ (-14.8153) (5.4873)	0.8114	12.8552

註1) ()內的 數値는 모두 統計量 t 값을 나타냄.

2) $t = -\theta_{ij} / \phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

<表 2-5> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

NC 의 長期的 導入企業의 比率 = 60 %인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}-m_{ij}(t)} = \ell_{ij} + \phi_{ij}t$	R^2	$t = -\frac{\ell_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1) 一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	$= -1.2027 + 0.2859t$ (-3.5476) (4.9894)	0.7345	4.2067
	中小企業	$= -3.5517 + 0.2027t$ (-51.5147) (19.0875)	0.9733	17.5220
(2) 電氣 및 電子機器 製造業	大企業	$= -1.8832 + 0.3793t$ (-10.7816) (10.3388)	0.9385	4.9649
	中小企業	$= -3.7229 + 0.1760t$ (-14.6673) (3.3003)	0.6088	21.1528
(3) 運 送 裝 備 製造業	大企業	$= -2.4064 + 0.2606t$ (-20.7775) (12.0130)	0.9475	9.2341
	中小企業	$= -4.6012 + 0.3738t$ (-14.1578) (5.4758)	0.8107	12.3093

註 1) () 內의 數値는 모두 統計量 t 값을 나타냄.

2) $t = -\ell_{ij}/\phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

<表 2-6> 産業內 技術擴散函數의 推定結果

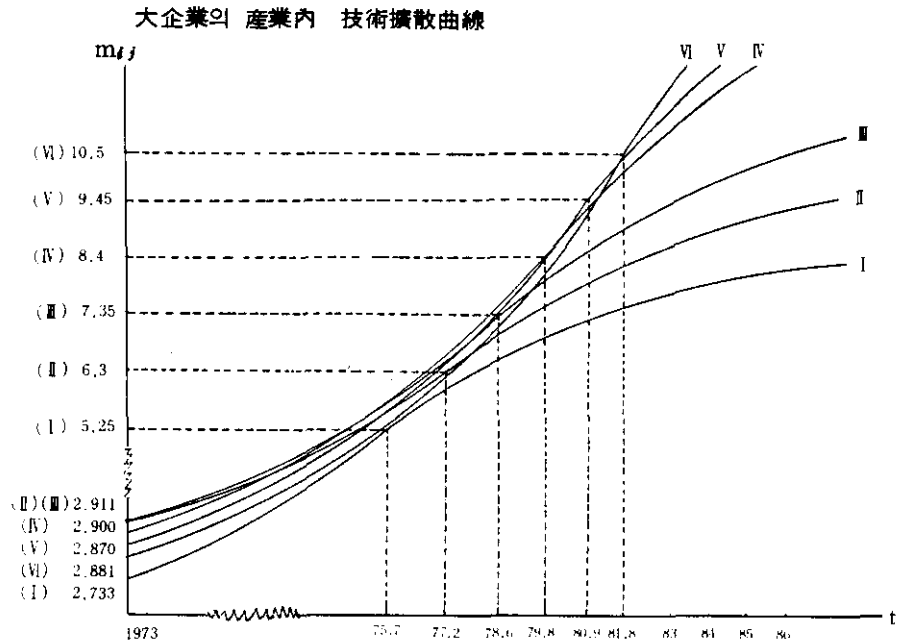
NC의 長期的 導入企業의 比率 = 50%인 경우

部 門		$\ln \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij}-m_{ij}(t)} = \ell_{ij} + \phi_{ij}t$	R ²	$t = -\frac{\ell_{ij}}{\phi_{ij}}$
(1)一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	$= -1.0445 + 0.3929t$ (-2.7491) (6.1186)	0.8062	2.6584
	中小企業	$= -3.37032 + 0.2070t$ (-47.6668) (19.0061)	0.9731	16.2817
(2)電氣및 電子機器 製造業	大企業	$= -1.7710 + 0.4614t$ (-10.5095) (13.0352)	0.9604	3.8383
	中小企業	$= -3.5353 + 0.1775t$ (-13.8060) (3.2993)	0.6086	19.9172
(3)運 送 裝 備 製造業	大企業	$= -2.2228 + 0.2780t$ (-19.0255) (12.7012)	0.9528	7.9957
	中小企業	$= -4.4270 + 0.3800t$ (13.3565) (5.4588)	0.8098	11.6500

註1) ()內의 數値는 모두 統計量 t값을 나타냄.

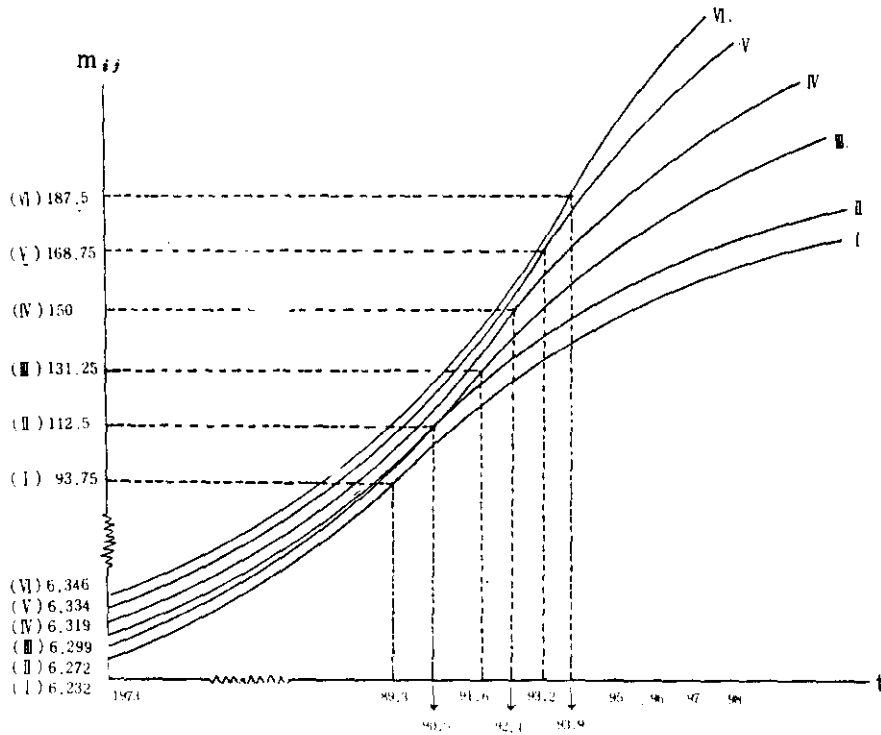
2) $t = -\ell_{ij}/\phi_{ij}$ 는 技術擴散速度가 처음의 加速化 趨勢에서 나중의 感速化 趨勢로 전환하는 變曲點을 의미함.

[圖 4] 一般機械製造業部門의 경우



$$\begin{aligned}
 \text{I} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.0446 + 0.3929t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 50\% = 10.5 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 2.6584, 1975.7 \text{年}) \\
 \text{II} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.2027 + 0.2859t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 60\% = 12.6 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 4.2067, 1977.2 \text{年}) \\
 \text{III} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.3986 + 0.2501t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 70\% = 14.7 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 5.5922, 1978.6 \text{年}) \\
 \text{IV} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.5670 + 0.2305t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 80\% = 16.8 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 6.7983, 1979.8 \text{年}) \\
 \text{V} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.7020 + 0.2180t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 90\% = 18.9 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 7.8532, 1980.9 \text{年}) \\
 \text{VI} : m_{ij}(t) &= \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.8389 + 0.2093t)}} \quad (n_{ij} = 21 \times 100\% = 21 \\
 &\quad t = -l_{ij} / \phi_{ij} = 8.7860, 1981.8 \text{年})
 \end{aligned}$$

[圖5] 一般機械製造業部門의 경우,
中小企業의 産業內 技術擴散曲線



$$I : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.37032 + 0.2070t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 50\% = 187.5 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 16.2817, 1989.3 \text{年} \end{array} \right)$$

$$II : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.5517 + 0.2027t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 60\% = 225 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 17.5220, 1990.5 \text{年} \end{array} \right)$$

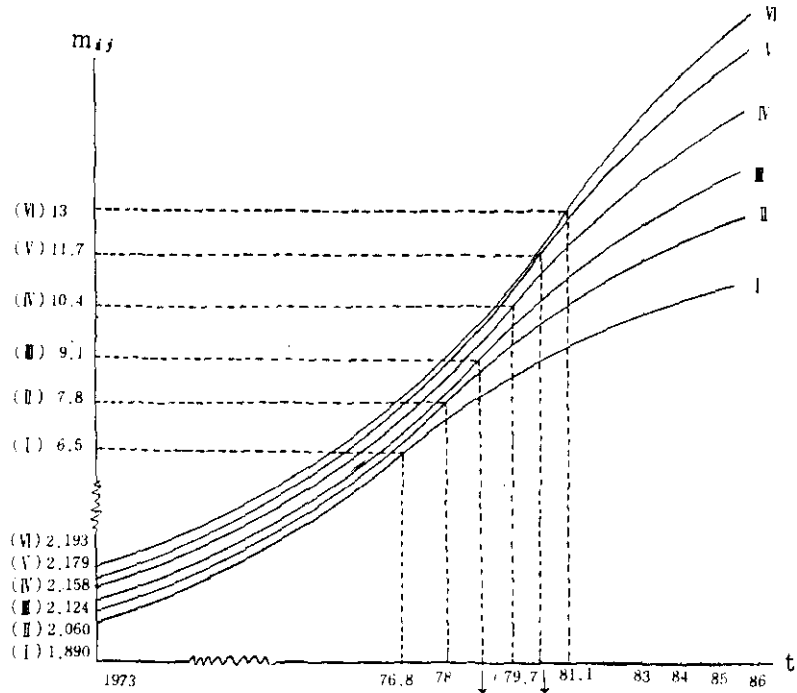
$$III : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.7055 + 0.1997t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 70\% = 262.5 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 18.5553, 1991.6 \text{年} \end{array} \right)$$

$$IV : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.8390 + 0.1997t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 80\% = 300 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 19.4281, 1992.4 \text{年} \end{array} \right)$$

$$V : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.9567 + 0.1960t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 90\% = 337.5 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 20.1872, 1993.2 \text{年} \end{array} \right)$$

$$VI : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.0621 + 0.1947t)}} \quad \left(\begin{array}{l} n_{ij} = 375 \times 100\% = 375 \\ t = -\theta_{ij} / \phi_{ij} = 20.8634, 1993.9 \text{年} \end{array} \right)$$

[圖6] 電氣 및 電子機器製造業 部門의 경우,
大企業의 産業內 技術擴散曲線



$$I: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.7710 + 0.4614t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 50\% = 13, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 3.8383, 1976.8 \text{年})$$

$$II: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-1.8832 + 0.3793t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 60\% = 15.6, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 4.9649, 1978 \text{年})$$

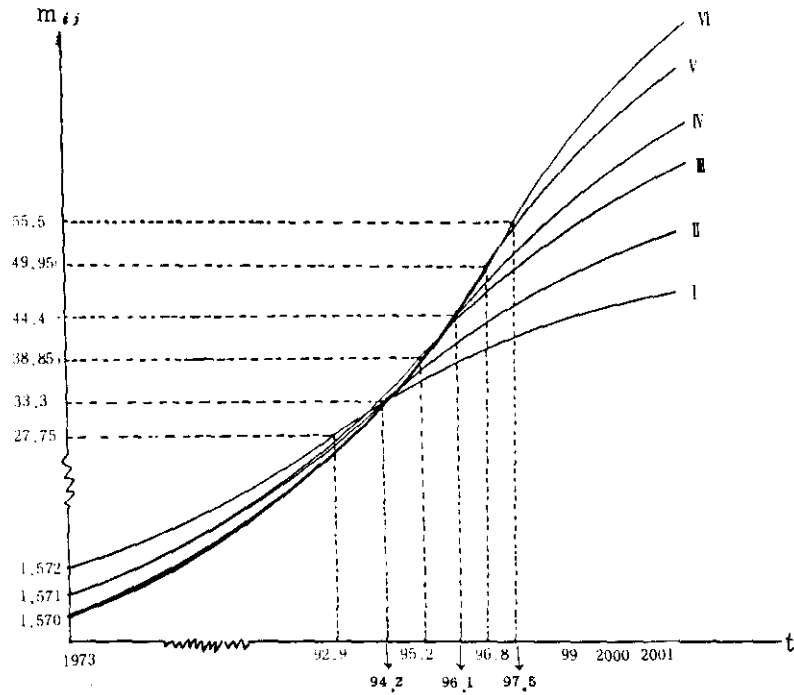
$$III: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.0239 + 0.3425t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 70\% = 18.2, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 5.9092, 1978.9 \text{年})$$

$$IV: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.1561 + 0.3208t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 80\% = 20.8, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 6.7210, 1979.7 \text{年})$$

$$V: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.2760 + 0.3064t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 90\% = 23.4, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 7.4282, 1980.4 \text{年})$$

$$VI: m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.3846 + 0.2961t)}} \quad (n_{ij} = 26 \times 100\% = 26, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 8.0534, 1981.1 \text{年})$$

[圖7] 電氣 및 電子機器製造業部門의 경우,
中小企業의 産業內 技術擴散曲線



$$I : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.5353 + 0.1775t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 50\% = 55.5, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 19.9172, 1992.9\text{年})$$

$$II : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.7229 + 0.1760t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 60\% = 66.6, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 21.1528, 1994.2\text{年})$$

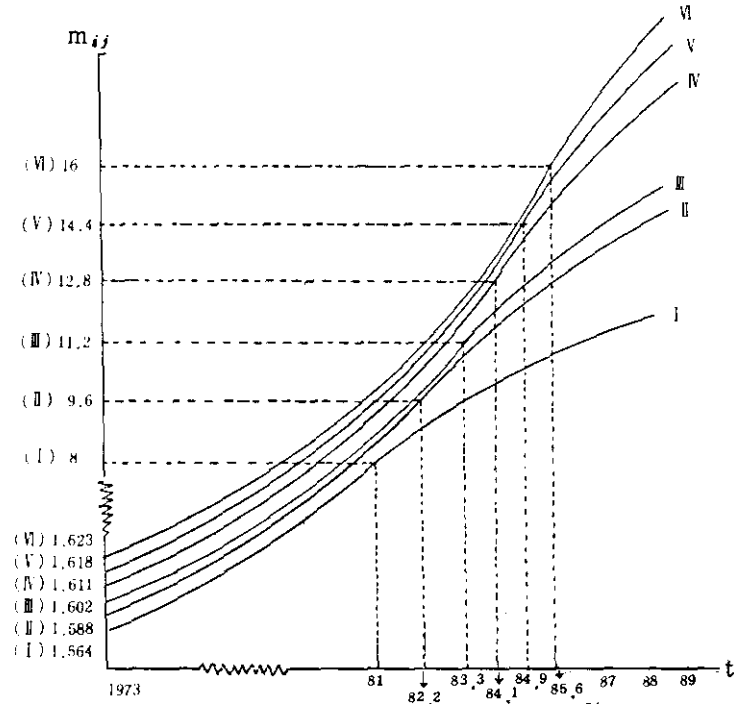
$$III : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-3.88087 + 0.1749t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 70\% = 77.7, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 22.1891, 1995.2\text{年})$$

$$IV : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.0172 + 0.1741t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 80\% = 88.8, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 23.0741, 1996.1\text{年})$$

$$V : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.1372 + 0.1735t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 90\% = 99.9, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 23.8455, 1996.8\text{年})$$

$$VI : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.2443 + 0.1730t)}} \quad (n_{ij} = 111 \times 100\% = 111, t = -\ell_{ij}/\phi_{ij} = 24.5335, 1997.5\text{年})$$

[圖 8] 運送裝備製造業 部門의 경우,
大企業의 産業內 技術擴散曲線



$$I : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.2228 + 0.2780t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 50\% = 16, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 7.9957, 1981 \text{年})$$

$$II : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.4064 + 0.2606t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 60\% = 19.2, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 9.2341, 1982.2 \text{年})$$

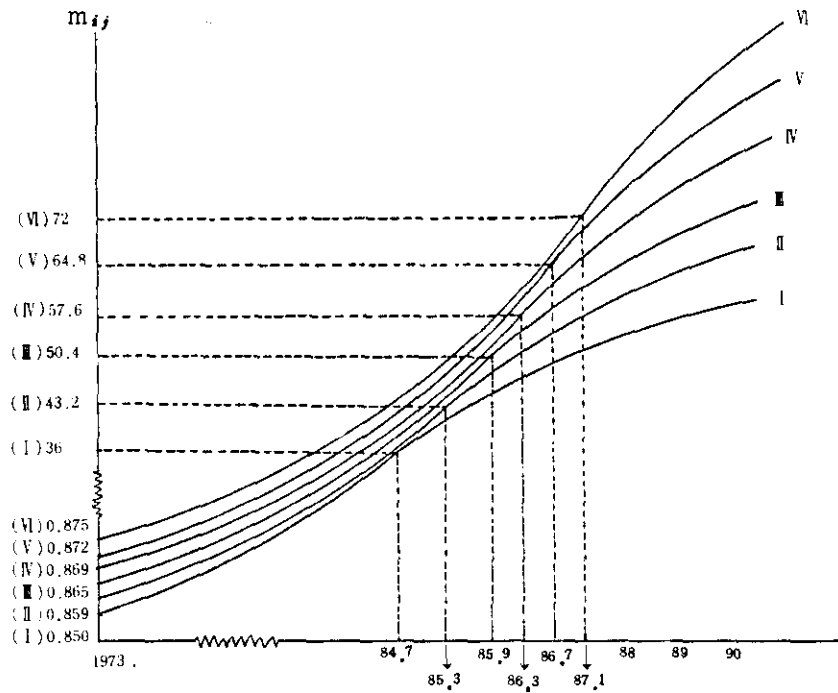
$$III : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.5637 + 0.2498t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 70\% = 22.4, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 10.2630, 1983.3 \text{年})$$

$$IV : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.7006 + 0.2425t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 80\% = 25.6, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 11.1365, 1984.1 \text{年})$$

$$V : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.8214 + 0.2371t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 90\% = 28.8, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 11.9110, 1984.9 \text{年})$$

$$VI : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-2.9295 + 0.2330t)}} \quad (n_{ij} = 32 \times 100\% = 32, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 12.5730, 1985.6 \text{年})$$

[圖9] 運送裝備製造業 部門의 경우,
中小企業의 産業內 技術擴散曲線



$$I : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.4270 + 0.38800t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 50\% = 72, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 11.6500, 1984.7\text{年})$$

$$II : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.7500 + 0.3695t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 60\% = 86.4, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 12.3093, 1985.3\text{年})$$

$$III : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.6012 + 0.3738t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 70\% = 100.8, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 12.8552, 1985.9\text{年})$$

$$IV : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.8797 + 0.3664t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 80\% = 115.2, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 13.3180, 1986.3\text{年})$$

$$V : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-4.9946 + 0.3641t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 90\% = 129.6, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 13.7177, 1986.7\text{年})$$

$$VI : m_{ij}(t) = \frac{n_{ij}}{1 + e^{-(-5.0977 + 0.3622t)}} \quad (n_{ij} = 144 \times 100\% = 144, t = -l_{ij}/\phi_{ij} = 14.0743, 1987.1\text{年})$$

上記의 추정 결과를 産業內 技術擴散速度의 측면에서 産業別 및 企業規模別로 정돈하면 <表 3>과 같다.

<表 3> 産業內 技術擴散速度(ϕ_{ij})의 推定值

産業部門	企業規模	産業內 技術擴散速度							
		100%	90%	80%	70%	60%	50%		
(1) 一般機械製造業 (電氣제외)	大企業	0.2093	0.2180	0.2305	0.2501	0.2859	0.3929		
	中小企業	0.1947	0.1960	0.1976	0.1997	0.2027	0.2070		
(2) 電氣및 電子機器 製造業	大企業	0.2961	0.3064	0.3208	0.3425	0.3793	0.4614		
	中小企業	0.1730	0.1735	0.1741	0.1749	0.1760	0.1775		
(3) 運送裝備製造業	大企業	0.2330	0.2371	0.2425	0.2498	0.2606	0.2780		
	中小企業	0.3622	0.3641	0.3664	0.3695	0.3738	0.3800		

註:上記의 각 퍼센테이지(%)는 해당 企業의 舍體數에 대하여 NC를 長期的으로 導入할 것으로 예상되는 企業 累積數의 比率을 나타냄.

여기서 다음과 같은 分析結果를 얻을 수 있다.

첫째, 産業內 技術擴散速度를 나타내는 推定值 $\hat{\phi}_{ij}$ 에 대한 信賴度를 檢證해 보면 NC의 長期的 導入企業의 比率이 90 %인 경우에 있어서 機械製造業部門(電氣제외)의 大企業에 대한 産業內 技術擴散速度(0.2180)은 統計的으로 有意性이 없었으나 나머지 모든 경우의 産業內 技術擴散速度의 推定值는 統計的으로 매우 有意的이었다. 즉, 技術擴散速度 ϕ_{ij} 가 “0”이라는 歸無假說 ($H_0: \phi_{ij} = 0$)에 대하여 右側檢定($H_1: \phi_{ij} > 0$)을 실시한 결과, 36가지의 분석대상에서 단 한가지의 경우를 제외한 나머지 35가지의 경우에 있어서 上記의 歸無假說은 有意水準 $\alpha = 0.05$ 는 물론 $\alpha = 0.005$ 에서도 모두 棄却되었다. 따라서 前述한 35가지의 경우의 新技術擴散函數에 있어서 推定值 ϕ_{ij} 는 有意水準 0.5 %에서 統計的으로 有意하였다.¹⁵⁾

둘째, NC의 長期的 導入企業의 比率과 관련된 6가지 경우에 대하여 一般機械(電氣제외)製造業·電氣 및 電子機器製造業, 運送裝備製造業에 있어서 産業內 技術擴散速度 ϕ 의 크기는 “0”에서 “1” 사이에 존재한다. 이것은 大企業과 中小企業을 구분하지 않고 15가지의 機械工業部門에 대한 技術擴散速度를 推定한 著者의 1987년도 1月 및 5月の 分析結果¹⁶⁾와 一致한다. 그리고 新技術로서 NC의 産業內 技術擴散을 캐나다의 경우에 대하여 분석한 S. Globerman (1975)의 분석결과와 新技術로서 12가지 技術의 産業內 技術擴散을 美國의 경우에 대하여 분석한 E. Mansfield(1961)의 대부분의 분석결과(Tin Container의 경우, $\phi = 2.40$ 을 제외 한)와도 一致한다.

註 15) 참고로, 自由度 (degree of freedom) 가 11인 경우 $t_{0.90} = 1.363$,
 $t_{0.95} = 1.7959$, $t_{0.975} = 2.2010$, $t_{0.99} = 2.718$,
 $t_{0.995} = 3.1058$.

16) 林陽澤 (1987.6)

세째, 3가지의 각 産業에 대한 企業規模別로 분석된 6가지의 모든 경우에 있어서 共通의인 現象은 NC의 長期的 導入企業의 比率이 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%로 상승함에 따라 각 경우의 産業內 技術擴散速度 ϕ 는 一貫性있게 減少한다는 점이다. 이 理由는 NC의 長期的인 導入企業의 比率이 上昇함에 따라 産業內 技術擴散速度 ϕ 와 관련된 從屬變數 $ln = \frac{m_{ij}(t)}{n_{ij} - m_{ij}(t)}$ 에 있어서 分母의 n_{ij} 가 커지기 때문이다.

네째, 각 産業의 企業規模別 分析結果를 비교해 보면 一般機械製造業(電氣제외)의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 약간 빠르게 나타났으며, 電氣 및 電子機器製造業의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 훨씬 빠르게 나타났으며, 運送裝備製造業의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 오히려 느리게 나타났다.

다섯째, 技術擴散速度의 加速化趨勢에서 減速化趨勢로의 轉換을 나타내는 變曲點을 중심으로 上記의 推定結果를 분석하면 다음과 같다. [圖 1] ~ [圖 9]에서 보듯이 一般機械製造業部內의 경우 大企業의 技術擴散速度는 NC가 최초로 도입되었던 1973年 이후 1975年 8月~1981年 10月の 기간까지는 加速化되었다가 同 期間 이후부터는 이미 減速化되었던 반면에 中小企業의 技術擴散速度는 1973年 이후 1989年 4月~1993年 11月の 기간까지 加速化될 것이며 同 期間 이후부터는 減速化 될 것이다. 電氣 및 電子機器製造業 部門의 경우 大企業의 技術擴散速度는 1973年 이후 1976年 10月~1981年 1月の 기간까지는 加速化되었다가 同 期間 이후부터는 이미 減速化되었던 반면에 中小企業의 技術擴散速度는 1973年 이후 1992年 11月~1997年 6月の 기간까지는 加速化될 것이나 同 期間 이후부터는 減速化될 것이다. 運送裝備製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度는 1973年 이후 1981年~1985年 7月の 기간까지는 加速化되었다가 同 期間 이후부터는 이미 減速化되었다. 반면에 中小企業의 技術擴散

速度는 1973年 이후 1984年 8月~1987年 1月の 기간까지에는 加速化되었다가 同 期間 이후부터는 이미 減速化되었다.

여섯째, 上記의 分析에 있어서 共通的인 現象은 一般機械製造業部內, 電氣 및 電子機器製造業部門, 運送裝備製造業部門에 있어서 大企業의 技術擴散速度는 이미 減速化 趨勢로 전환되었다는 점이다. 이와 반면에, 一般機械製造業部門의 경우 中小企業의 技術擴散速度는 2年~6年 이후에, 電氣 및 電子機器製造業部門의 경우 中小企業의 同速度는 5年~10年 이후에 각각 減速化 趨勢로 전환될 것이다. 運送裝備製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度 뿐만 아니라 中小企業의 技術擴散速度도 이미 減速化 趨勢를 보이고 있다.

IV. 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 實證的 分析

本章에서는 美國의 경우 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 研究로서 E. Mansfield(1961)의 분석결과, 美國의 경우 NC의 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 研究로서 A. Romeo(1975)의 분석결과, 캐나다의 경우 NC의 産業面 技術擴散速度的 決定要因에 관한 研究로서 A. Romeo(1977)의 분석결과를 각각 간략히 소개하고자 한다.

그리고 韓國의 경우 NC의 産業間 技術擴散速度에 관하여 E. Mansfield(1961)의 模型과 A. Romeo(1975, 1977)의 模型을 적용해 봄으로써 이들의 模型에 대한 有用性を 檢定하고자 한다.

마지막으로, 韓國의 경우 NC의 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 本 研究의 模型 및 分析結果를 제시하고자 한다.

1. E. Mansfield 模型의 경우

技術擴散速度的 決定要因에 관한 E. Mansfield(1961)의 模型은 다음과 같다.

$$\phi_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \pi_{ij} + \beta_2 S_{ij} \quad (\text{式 20으로 부터})$$

여기서,

ϕ_{ij} = 産業間 技術擴散速度

π_{ij} = 新技術의 平均收益率

S_i = 平均總資産에 대한 新技術의 初期
 平均投資額의 比率

E. Mansfield는 上記의 推定模型을 美國의 産業部門에 적용한 결과, 다음과 같은 産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 분석결과를 얻었다.

$$\phi_i = -0.29 + 0.530\pi_i - 0.027S_i$$

(0.015) (0.014)

여기서,

相關係數 $r = 0.997$

() 内の 數值 = 해당 係數의 標準誤差

上記와 같은 E.Mansfield의 模型을 韓國의 機械 工業部門의 企業 規模別 産業間 技術擴散速度의 決定要因分析에 적용한 결과, <表 4>와 같은 推定結果를 얻었으며 여기서 다음과 같은 分析結果를 얻을 수 있다.¹⁷⁾

NC의 長期的 導入企業의 比率이 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%의 6가지 경우에 있어서 新技術(NC)를 도입함으로써 얻을 수 있는 平均收益率 π_i 의 推定係數 β_1 과, 新技術(NC)를 처음으로 도입하는데 소요되는 平均投資額이 해당 企業들의 平均總資産에서 차지하는 比率 S_i 의 推定係數 β_2 에 대하여 對立假說, $H_1: \beta_1 > 0$ 의 右側檢定과 $\beta_2 < 0$ 의 右側檢定을 각각 실시하였다. 이 결과, 上記의 比率이 100%, 90%, 80%인 경우에서 π_1 의 推定係數에 대한 歸無假說, $H_0: \beta_1 = 0$ 은 有意水準 $\alpha =$

註17) 이 推定에 있어서 π_{ij} 와 s_{ij} 를 위한 代用變數로서 <附表 3>에 의거하여 NC 收益率과 總資産에 대한 NC 導入費用의 比率을 각각 계산하여 사용하였다.

<表 4> 韓國의 機械工業部門의 경우, NC 의 産業間 技術擴散速度에 관한 E. Mansfield 模型의 推定結果

NC의 長期的 導入 企業의 比	$\phi_i = \beta_0 + \beta_1 \pi_i + \beta_2 S_i$	R ²
100 %	$\phi_i = -3.5475 + 20.2102\pi_i - 2.3682 S_i$ (8.34) ^e (5.49) ^d	0.9619
90 %	$\phi_i = -3.5291 + 20.1510\pi_i - 2.5212 S_i$ (7.84) ^e (5.51) ^d	0.9582
80 %	$\phi_i = -3.4993 + 20.0455\pi_i - 2.7365 S_i$ (6.95) ^e (5.33) ^d	0.9496
70 %	$\phi_i = -3.4491 + 19.8585\pi_i - 3.0660 S_i$ (5.62) ^d (4.87) ^d	0.9304
60 %	$\phi_i = -3.1754 + 18.5496\pi_i - 3.4636 S_i$ (4.18) ^c (4.38) ^c	0.8984
50 %	$\phi_i = -2.9408 + 17.6324\pi_i - 5.0702 S_i$ (1.79) ^a (2.89) ^b	0.7474

註：1) ()內的 數値는 統計量 t 값을 나타냄

2) a, b, c, d, e = 10%, 5%, 2.5%, 1%, 0.5%의 수준에서 각각 統計的으로 有意的임.

0.005 에서 모두 棄却되었으며 또한 S_i 의 推定係數에 대한 歸無假說, $H_0: \beta_1 = 0$ 은 有意水準 $\alpha = 0.01$ 에서 모두 棄却되었다. 따라서 이 3가지의 경우에 있어서 π_i 와 S_i 는 ϕ_i 를 豫測하는데 있어서 매우 有意的인 變數임을 알 수 있다. 한편 NC의 長期的 導入企業의 比率이 70%인 경우, π_i 와 S_i 의 推定係數인 β_1 과 β_2 는 有意水準 $\alpha = 0.01$ 에서 각각 有意的이었으며, 同比率이 60%인 경우 두 推定係數는 有意水準 $\alpha = 0.025$ 에서 각각 有意的이었다. 同比率이 50%인 경우 β_1 은 有意水準 $\alpha = 0.1$ 에서, β_2 는 有意水準 $\alpha = 0.05$ 에서 각각 有意的이었다. 그리고 β_1 과 β_2 의 부호는, E.Mansfield가 假定한 바와 같이, $\beta_1 > 0$ 와 $\beta_2 < 0$ 으로 각각 一貫性있게 나타났다. 따라서 韓國의 機械工業部內의 企業規模別 産業間 技術擴散速度를 豫測하고 그 決定要因을 설명하는데 있어서 E.Mansfield(1961)의 模型은 매우 信賴度가 높다고 말할 수 있다.

2. A. Romeo 模型의 경우

A. Romeo는 E. Mansfield(1961)의 模型을 확대하여 美國의 경우와 캐나다의 경우에 대하여 각각 NC의 産業間 技術擴散速度의 決定要因을 분석하였다. 그의 첫번째 1975年度の 模型과 두번째 1977年度の 模型을 각각 제시하면 다음과 같다.

<A. Romeo(1975)의 模型 I >

$$\phi_i = \beta_0 \pi_i^{B^1} N_i^{B^2} V_i^{B^3} G_i^{B^4} R_i^{B^5} E_i \dots \dots \dots (23)$$

또는

$$\ln \phi_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln \pi_i + \beta_2 \ln N_i + \beta_3 \ln V_i + \beta_4 \ln G_i + \beta_5 \ln R_i \dots \dots \dots (24)$$

여기서,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: 파라미터

$\beta_1, \beta_2, \beta_5 > 0$ (A. Romeo의 假說에 의하여)

$\beta_3, \beta_4 < 0$ (A. Romeo의 假說에 의하여)

ϕ_i = 産業 i 에 있어서 新技術 (NC) 차 擴散速度

π_i = 産業 i 에 있어서 新技術 (NC) 의 설치에 따른 初期投資의
平均投資의 平均收益率

N_i = 産業 i 에 속해 있는 企業의 數

V_i = 産業 i 에 속해 있는 從業員 數¹⁸⁾

G_i = 産業 i 에 의하여 구입된 모든 新規機械의 總價値.

R_i = 産業 i 의 賣出額에 대한 平均 R & D 支出의 比率

E_i = 攪亂項

<A. Romeo(1977)의 模型 II >

$$\phi_i = \beta_0 \pi_i^{\beta_1} I_i^{\beta_2} N_i^{\beta_3} V_i^{\beta_4} R_i^{\beta_5} F_i^{\beta_6} \dots \dots \dots (25)$$

또는

$$\ln \phi_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln \pi_i + \beta_2 \ln I_i + \beta_3 \ln N_i + \beta_4 \ln V_i \\ + \beta_5 \ln R_i + \beta_6 \ln F_i \dots \dots \dots (26)$$

여기서,

$\phi_i, \pi_i, N_i, V_i, R_i$ = A. Romeo (1975)의 模型 I에서의 定義와 각각
同一함.

註 18) A. Romeo는 V_i 를 産業 i 에 속해 있는 從業員의 數를 自然로그(natural logarithm)의 값으로 변환하여 正規分布化한 후 그 分散으로 定義하였다. 그러나 本 研究에서는 V_i 를 産業 i 에 속해 있는 從業員의 數로 定義함으로써 技術擴散速度와 從業員數 사이의 관계를 파악해 보고자 한다.

$\beta_1, \beta_3, \beta_5, \beta_6 > 0$ (A. Romeo의 假說에 의하여)

$\beta_2, \beta_4 < 0$ (A. Romeo의 假說에 의하여)

I_i = 産業 i 에 있어서 企業의 資産에 대한 NC의 最初購入價格의 比率

F_i = 産業 i 에 NC가 最初로 導入되었던 年度에 대하여, 해당 企業이 NC를 導入한 年度 사이의 時差

上記와 같은 A. Romeo의 模型Ⅰ과 模型Ⅱ를 각각 韓國의 機械工業部門의 企業規模別 産業間 技術擴散速度的 決定要因分析에 적용한 결과, <表 5>와 <表 6>과 같은 推定結果를 얻었다.¹⁹⁾ 각 推定結果에 대한 分析結果는 다음과 같다.

<A. Romeo의 模型Ⅰ의 경우>

NC의 長期的 導入企業의 比率에 대한 6가지의 모든 경우에 있어서 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ 에 대한 각 推定値가 모두 統計적으로 有意성을 갖는 경우는 하나도 없었다. 따라서 韓國의 機械工業部內의 企業規模別 技術擴散速도를 豫測하고 그 決定要因을 설명하는데 있어서 A. Romeo의 模型Ⅰ은 有用하지 못하다는 것을 알 수 있다.

<A. Romeo의 模型Ⅱ의 경우>

NC의 長期的 導入企業의 比率이 50%인 경우를 제외한 나머지인 100%, 90%, 80%, 70%, 60%인 경우에 있어서 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ 에 대한 각 推定値가 모두 統計的 有意성을 갖지 못하였다. 오직 同 比率이 “悲

註 19) A. Romeo의 두 推定式에 있어서 사용된 각 變數에 대한 代用變數를 위해서 <附表 3>의 資料를 이용하여 계산 및 적용하였다.

觀的”인 50%인 경우 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 에 대한 각 推定値는 有意水準 $\alpha = 0.025$ 에서, β_4 에 대한 推定値는 有意水準 $\alpha = 0.1$ 에서 각각 統計적으로 有意的이었다. 이 경우 ϕ 에 대한 π 의 偏彈力度를 나타내는 β_1 의 推定値는 A. Romeo의 假說대로 “+”의 부호를, ϕ 에 대한 I의 偏彈力度를 나타내는 β_2 의 推定値는 A. Romeo의 假說대로 “-”의 부호를, ϕ 에 대한 R의 偏彈力度를 나타내는 β_3 의 推定値는 A. Romeo의 假說과는 反對로 “-”의 부호를, ϕ 에 대한 F의 偏彈力度를 나타내는 β_4 의 推定値는 A. Romeo의 假說대로 “+”의 부호를 각각 나타내었다. 여기서 유의할 것은 β_3 의 推定値가 A. Romeo의 假說과는 달리 “-”의 부호를 보였다는 점인데, 이것은 産業 i 의 賣出에 대한 平均 R&D 支出의 比率 R_i 이 높을수록 해당 産業의 技術擴散速度 ϕ 는 減少한다는 것을 의미한다. 이것은 著者가 大企業과 中小企業으로 구분하지 않는 15가지의 韓國 機械工業部門에 대한 NC의 産業間 技術擴散速度의 決定要因 分析에도 共通적으로 나타난 결과이기도 하다. 이러한 推定結果는 賣出額에 대한 平均 R & D 支出의 比率이 높은 企業(혹은 産業)일수록 NC와 같은 新技術을 오히려 낮은 速度로 導入한다는 것을 시사해 주는 것이라고 볼 수 있는데, 그 理由는 2가지로 설명될 수 있다. 첫째는 賣出額에 대한 R & D 支出의 比率이 높은 만큼 企業의 資金負擔이 크므로 新技術이 體化되어 있는 新規, 資本財의 購入이 상대적으로 어려워지기 때문이고, 둘째는 R & D 活動이 활발한 企業일수록 자체내의 研究所에서 新技術의 性能에 관하여 우선 檢證해 보고자 하는 시도가 있을 수 있으며 혹은 新技術을 이미 도입한 企業의 生産活動에 있어서 新技術의 效率를 일단 주시하는 경향이 있기 때문이다.

A. Romeo의 模型 II에 의하여 推定된 韓國 機械工業部內의 技術擴散速度의 決定模型은, NC의 長期的 導入企業의 比率이 50%이라고 假定되었을 경우, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\phi_i = 62183484.49\pi_i^{(12.93)} I_i^{(-0.126)} R_i^{(-0.361)} F^{(0.094)}$$

〈表 5〉 韓國의 機械工業部門의 경우, NC의 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 관한 A. Romeo 模型 I의 推定結果

NC의 長期 的 導入企業 의 比率	$l_n\phi = l_n\beta_0 + \beta_1 l_n\pi_i + \beta_2 l_n N_i + \beta_3 l_n V_i + \beta_4 l_n R_i$	R ²
100 %	$l_n\phi = 27.2934 + 17.8004 l_n\pi_i + 0.0183 l_n N_i + 0.1850 l_n V_i + 0.0563 l_n R_i$ (7.940) ^b (0.165) (2.196) (0.701)	0.9859
90 %	$l_n\phi = 26.9306 + 17.6288 l_n\pi_i + 0.0163 l_n N_i + 0.1869 l_n V_i + 0.0352 l_n R_i$ (7.903) ^b (0.147) (2.230) (0.441)	0.9863
80 %	$l_n\phi = 26.4388 + 17.3935 l_n\pi_i + 0.0128 l_n N_i + 0.1890 l_n V_i + 0.0063 l_n R_i$ (7.825) ^b (0.116) (2.263) (0.080)	0.9868
70 %	$l_n\phi = 25.7132 + 17.0353 l_n\pi_i + 0.0050 l_n N_i + 0.1895 l_n V_i + (-0.0376) l_n R_i$ (7.828) ^b (0.046) (2.317) (-0.483)	0.9881
60 %	$l_n\phi = 23.9465 + 15.4158 l_n\pi_i + (-0.1123) l_n N_i + 0.1016 l_n V_i + (-0.0673) l_n R_i$ (6.030) ^a (-0.885) (1.057) (-0.736)	0.9829
50 %	$l_n\phi = 21.3251 + 14.6558 l_n\pi_i + (-0.0748) l_n N_i + 0.1498 l_n V_i + (-0.2974) l_n R_i$ (19.427) ^c (-1.996) (5.283) ^a (-11.017) ^b	0.9992

註1) () 内の 數値는 統計量 t 값을 나타냄.

2) a, b, c, d, e = 10 %, 2.5 %, 1 %, 0.5 %의 水準에서 各各 統計的으로 有意의임.

3) 産業 i 에 의하여 구입된 莫은 新規模機械의 總價値를 나타내는 G_i 에 대한 統計資料는 本 研究의 設問調査를 통하여 구할 수가 없었기 때문에 A. Romeo 模型 I 의 推定에서 G_i 는 삭제되었음.

〈表 6〉 韓國의 機械工業部門의 경우, NC의 産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 A. Romeo 模型 II의 推定結果

NC 長期的 導入企業의 比	$\ln \phi = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln \pi_i + \beta_2 \ln I_i + \beta_3 \ln R_i + \beta_4 \ln F_i + \beta_5 \ln N_i + \beta_6 \ln V_i$	R ²
100 %	$\ln \phi = 26.2937 + 16.9928 \ln \pi_i + (-0.1137) \ln I_i + 0.0302 \ln R_i + 0.0539 \ln F_i$ (5.543) ^a (-3.062) (0.282) (0.617)	0.9802
90 %	$\ln \phi = 25.8597 + 16.7880 \ln \pi_i + (-0.1158) \ln I_i + 0.0079 \ln R_i + 0.0556 \ln F_i$ (5.514) ^a (-3.141) ^a (0.074) (0.641)	0.9807
80 %	$\ln \phi = 25.2450 + 16.4964 \ln \pi_i + (-0.1184) \ln I_i + (-0.0231) \ln R_i + 0.0584 \ln F_i$ (5.470) ^a (-3.243) ^a (-0.219) (0.680)	0.9817
70 %	$\ln \phi = 24.2721 + 16.0314 \ln \pi_i + (-0.1215) \ln I_i + (-0.0712) \ln R_i + 0.0635 \ln F_i$ (5.513) ^a (-3.449) ^a (-0.700) (0.767)	0.9840
60 %	$\ln \phi = 18.4371 + 12.6997 \ln \pi_i + (-0.0963) \ln I_i + (-0.1673) \ln R_i + 0.1372 \ln F_i$ (6.065) ^a (-3.799) ^a (-2.284) (2.301)	0.9913
50 %	$\ln \phi = 17.9456 + 12.9331 \ln \pi_i + (-0.1258) \ln I_i + (-0.3007) \ln R_i + 0.0937 \ln F_i$ (19.066) ^a (-15.307) ^c (-15.200) (4.852) ^a	0.9995

註1) ()內的 數値는 統計量 t 값을 나타냄.

2) $\ln N_i$ 와 $\ln V_i$ 에 대한 推定係數는 全體變量에 대한 說明力이 매우 낮아 Tolerance = 0.01 의 이하가 됨으로써 컴퓨터의 계산과상에서 제외되었음.

3. 本 研究의 分析Ⅱ

앞에서는 3 가지 機械工業部內 즉, 電氣를 제외한 一般機械製造業部內, 電氣 및 電子機器製造業部內, 運送裝備製造業部門에 대하여 企業規模別로 분석한 6 가지의 경우에 있어서 E.Mansfield(1961)의 模型, A.Romeo(1975)의 模型Ⅰ, A.Romeo(1977)의 模型Ⅱ를 각각 기초로 하여 産業間 技術擴散速度의 決定要因을 推定해 보았다.

E. Mansfield의 模型은 機械工業部門의 産業間 技術擴散速度를 豫測하고 그 決定要因을 분석하는데 있어서 매우 信賴度가 높은 模型인 것으로 判明되었으나 A. Romeo의 模型Ⅰ은 統計的 有意性を 보이지 않았다. A. Romeo의 模型Ⅰ은 統計的 有意性を 보이지 않았다. A. Romeo의 模型Ⅱ는 오직 NC의 長期的 導入企業의 比率이 50%인 경우에서만 有用한 模型으로 判明되었다.

이제 本 研究는, 非로그形態의 線型回歸模型인 E. Mansfield의 推定模型은 매우 有用한 模型으로 인정하지만, 로그形態의 線型回歸模型인 A. Romeo의 模型을 보다 改善함으로써 機械工業部門에 대한 産業間 技術擴散速度의 決定模型을 제시하고자 한다. 이 분석작업이 갖는 의의는 E. Mansfield의 模型에 대응한 彈力度 形態의 産業間 技術擴散模型을 제시한다는 점도 있지만 A. Romeo 뿐만 아니라 E. Mansfield도 고려하지 않은 중요한 變數들의 도입을 시도한다는 점을 들 수 있다. 예로서 企業의 規模와 技術人力의 數는 技術擴散速度의 決定에 있어서 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있는데 上記의 研究들은 이 변수를 同 速度의 決定要因으로서의 도입을 시도하지 않았다.

따라서 本 研究는 E.Mansfield(1961), A. Romeo(1975, 1977)가 技術擴散速度의 決定模型에서 도입한 모든 變數들 뿐만 아니라 企業의 規模를 나타내는 從業員의 數, 技術人力의 平均資産額, 自己資本比率, 賣出額

에 대한 輸出額의 比率, 全體企業數에 대한 新技術導入企業數의 相對的 比率를 도입함으로써 韓國의 機械工業部門의 경우 技術擴散速度的 決定要因을 분석하고자 한다. 이를 위하여, 우선 本 研究의 變數들을 下記와 같이 定義해 두고자 한다.

< 本 研究의 說明變數 >

π_i = 産業 i 에서 NC의 平均 收益率

I_i = 産業 i 에서 NC를 最初로 導入하는데 必要된 平均 投資額이 同産業의 平均 資産에서 차지하는 比率

A_i = 産業 i 의 平均 資産額

K_i = 産業 i 의 平均 自己資本比率

D_i = 産業 i 의 平均 減價償却率

E_i = 産業 i 의 平均 從業員 數

TE1 _{i} = 産業 i 에서 全體 從業員 數에 대한 技術者數의 比率

TE2 _{i} = 産業 i 에서 全體 從業員 數에 대한 技術工數의 比率

TE3 _{i} = 産業 i 에서 全體 從業員 數에 대한 技能工數의 比率

R_i = 産業 i 에서 賣出額에 대한 平均 R & D 支出의 比率

X_i = 産業 i 에서 賣出額에 대한 平均 輸出額의 比率

N_i = 産業 i 에 속해 있는 全體 企業의 數

NT _{i} = 産業 i 에 속해 있는 全體 企業 數에 대한 先進技術導入企業 數의 比率

F_i = 最初의 NC 導入時期(韓國의 경우 1973年)에 대한 각 産業의 NC 導入의 時差

上記와 같은 14 가지의 說明變數중에서 NC의 平均收益率을 제외한 나머지 13 가지 變數들은 각각 定義한 바와 같다. 그러나 本 研究에서 新技術의 收益率을 나타내는 NC의 平均收益率에 관하여서는 說明해 들 必要가 있는데, 우선 그 理論的 근거를 밝히면 다음과 같다. E.Mansfield

는 新技術의 收益率 π 를 新技術(NC)의 설치에 대한 初期投資額의 相對的 收益率로서 定義하면서 新技術의 도입에 소요되는 投資額의 平均 回收期間(average pay-out period required for the innovation)에 대한, 해당 기업이 新技術의 投資額을 다른 投資機會를 통하여 回收할 수 있는 平均 回收期間(average pay-out period required by the firms)의 比率도 계산하였다. 여기서 유의할 것은 投資의 平均 回收期間의 逆數는 平均 收益率(average rate of return)을 나타낸다는 점이다.²⁰⁾ 즉, 1億원의 投資의 回收期間이 10年이라면 年平均 收益率은 10%가 된다. 그러므로 上記한 Mansfield의 定義는 다른 投資機會를 통하여 企業이 얻을 수 있는 最低 平均 收益率에 대한 新技術에의 投資를 통하여 얻을 수 있는 平均 收益率의 相對的 比率를 의미한다. 따라서 이 比率가 “1”보다 크면 新技術은 收益的(profitable)이라고, 만약 同 比率가 “1”보다 작으면 新技術은 非收益的(unprofitable)이라고 각각 말할 수 있다.

한편 A. Romeo(1977)는 NC의 投資에 대한 平均 收益率을 NC 投資額의 回收期間의 逆數에 100을 곱한 것 즉, NC 投資의 平均 收益率로서 계산하였다.

本 研究는 다른 投資機會의 平均 收益率에 대한 NC 投資의 平均 收益率의 相對的 比率(E. Mansfield의 定義) 대신에 NC 投資의 平均 收益率(A. Romeo의 定義)을 新技術(NC)의 平均 收益率로서 계산하고자 한다. 즉, 本 研究는 設問 調査를 통하여 얻은, NC 工作機械에 대한 初期 投資額을 回收하는데 소요되는 年數 혹은 장치 回收하고자 하는 目標 年數를 逆數로 변환한 結果치를 각 産業部門別로 平均하였으며, 이와 같이 계산한 NC 收益率은 <附表 3>에 기록되어 있다.

上記한 14가지의 說明變數를 대상으로 産業間 技術擴散速度의 決定要

註 20) M. Gordon(1955) 및 R. Swalm(1958)을 참조할 수 있다.

因을 분석하고자 하는데, 분석방법상에 있어서 上記의 14 가지 說明變數들을 동시에 모두 사용하는 多重回歸分析을 적용할 수 없다는 문제점이 있다. 왜냐하면 本 研究의 分析對象은 産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 것인데 本 研究의 分析對象인 産業部門은 一般機械製造業(電氣제외), 電氣 및 電子機器製造業, 運送裝備製造業으로서의 3 가지이고 각 産業部內에서 大企業 및 中小企業으로 나누어 企業規模別로 분석하고자 하므로 標本의 數는 모두 6 개이기 때문이다. 따라서 多重回歸分析模型에 있어서 常數項을 제외한 4 개의 說明變數에 대해서만 주어진 模型의 係數에 대한 推定이 가능하기 때문이다. 그러므로 本 研究는 多重共線性(multicollinearity)의 問題를 해결하기 위한 Frisch의 合流分析(confluence analysis)에 기초를 두고 다음과 같은 4 가지의 段階的 方法을 통하여 가장 影響力이 높은 4 개의 說明變數를 설정하고자 한다.

<第1段階>

從屬變數인 技術擴散速度 ϕ 를 前述한 14 가지의 說明變數의 하나 하나에 대하여 개별적으로 單純回歸分析한 다음, 14 가지의 說明變數 중에서 가장 說明力이 높은 變數를 하나 選定한다.

<第2段階>

第1段階에서 選定된 1 개의 說明變數에 나머지 13 개의 說明變數를 각각 첨가하여 係數, 標準誤差, 決定係數(R^2)에 미치는 影響을 조사한다. 이때, 第1段階에서 選定된 說明變數의 부호에 影響을 미치지 않으면서 決定係數 R^2 값을 가장 크게 증가시키는 새로운 說明變數를 추가로 選定한다.

<第3段階>

第1段階와 第2段階에서 選定된 2 개의 說明變數에 나머지 12 개의 說明變數를 각각 첨가하여 前述한 第2段階에서와 同一한 方法으로 새로운 說明變數를 추가로 選定한다.

<第4段階>

前述한 第1段階, 第2段階, 第3段階에서 선정된 3개의 說明變數에 나머지 11개의 說明變數를 각각 添加하여 가장 說明力이 높은 回歸方程式을 最終적으로 선택한다.

上記와 같은 推定方法은 다음과 같은 長點을 갖는다.

첫째, 說明變數들간의 相關關係에 의하여 야기되는 多重共線性的 문제를 最大限으로 감소시킬 수 있다.

둘째, 標本의 數가 6개로 제약되어 있기 때문에 하나의 方程式에 동시에 도입될 수 있는 說明變數의 數가 4개로 제약된다는 문제점을 最大限으로 극복할 수 있다.

이제 前述한 각 段階에 따라 産業間 技術擴散速度의 決定要因을 분석하고자 한다.

<第1段階>

NC의 長期的 渡入企業의 比率을 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%로 각각 가정하였을 때 각 경우에 대하여 주어진 14개의 說明變數를 각각 單純回歸分析한 결과는 <表7>과 같다. 이 분석결과를 통하여 NC의 長期的 導入企業의 比率이 100%, 90%, 80%, 70%인 경우에는 從屬變數인 技術擴散速度 ϕ 에 대한 說明變數 π 의 單純回歸方程式이 가장 높은 決定係數 R^2 의 값을 나타내고 있는 반면에 同 比率이 60%, 50%인 경우에는 ϕ 에 대한 R의 單純回歸方程式이 가장 높은 決定係數 R^2 의 값을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 技術擴散速度 ϕ 에 대한 說明力이 가장 높은 說明變數는 新技術(NC)의 收益率 π 라는 것을 알 수 있다. 그러므로 第1段階에서 선택될 說明變數는 π 이다.

<第2段階>

第1段階에서 선정된 π_i 의 변수에 나머지 13개의 변수를 각각 첨가하여 回歸分析한 결과는 <表8>과 같다. <表8>에서 보는 바와 같이,

NC의 長期的 導入企業의 比率이 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%인 6가지 경우에 있어서 決定係數 R^2 의 값이 0.9를 넘는 경우는 π_i 에 I_i, A_i, E_i, N_i, NT_i 를 각각 추가로 첨가한 5가지의 경우이다. 이 5가지의 경우에 있어서 π_i 에 E_i 가 添加된 回歸方程式이 가장 높은 決定係數 R^2 의 값을 나타냈을 뿐만 아니라 π_i 의 標準誤差도 크게 변화시키지 않았다. 따라서 E_i 는 π_i 와 多重共線性的의 문제를 야기시키지 않으면서 동시에 産業間 技術擴散速度 ϕ_i 의 변동성분을 가장 잘 설명하는 變數라고 말할 수 있다.

<第3段階>

第1段階에서 선정된 π_i 와 第2段階에서 선정된 E_i 에 다시 추가적으로 나머지 12개의 說明變數를 각각 도입하여 回歸分析한 결과는 <表9>와 같다.

우선, I_i 를 추가로 도입하여 回歸分析한 경우 I_i 의 Tolerance가 0.01보다 작아 컴퓨터의 계산과정에서 자동적으로 제외되었다. Tolerance란 어떤 변수와 이미 回歸方程式에 도입된 獨立變數들 사이의 多重相關係數를 제곱한 값을 1에서 차감한 나머지이다. 즉, Tolerance가 0.01이라는 것을 추가로 도입하고자 하는 어떤 변수가 이미 회귀방정식에 도입된 독립변수들과 0.99이상의 多重相關係數를 갖는다는 것을 의미한다. 따라서 Tolerance가 작다는 것은 回歸方程式에 추가로 도입하고자 하는 새로운 변수가 이미 도입된 독립변수들과 높은 相關關係를 갖는다는 것을 의미하며, 따라서 Tolerance가 작을 수록 多重共線性的의 문제가 크게 발생하고 있다는 것을 의미한다.

한편, D_i 를 추가로 도입하는 것은 π_i 와 E_i 의 標準誤差에 크게 영향을 미치지 않으므로 π_i, E_i 와 D_i 사이의 多重共線性的의 문제가 크지 않다고 볼 수 있다. 그러나 추가로 도입된 D_i 의 係數에 대한 t값이, NC의 長期的 導入企業의 比率이 60%인 경우를 제외한 나머지 5가지(100

(%, 90%, 80%, 70%, 50%)의 경우에는, 모두 1보다 작고 決定係數 R^2 의 값에 대한 기여도도 매우 작으므로 D_i 는 만족할 만한 추가적인 說明變數가 되지 못함을 알 수 있다.

그리고 $F_i, TE1_i, TE2_i, TE3_i, R_i, K_i, X_i, N_i, NT_i$ 를 각각 추가적으로 도입한 각 경우에 있어서도 새로 도입된 변수에 대한 係數의 t 값이 매우 낮아 有意水準 $\alpha = 0.1$ 에서도 統計적으로 有意的이지 못한 것으로 나타났다. 단지 自由度가 1일때 t 값이 $t_{0.90} = 3.078$ 을 초과하는 경우는 2가지 즉, NC의 長期的 導入企業의 比率이 60%일 때 $TE3_i$ 를 추가로 도입한 경우와 同 比率이 50%일 때 R_i 를 추가로 도입한 경우 뿐이다.

그러므로 韓國의 機械工業部門의 경우 NC의 産業間 技術擴散速度 ϕ_i 의 변동성분을 가장 잘 설명해 주는 變數는 2가지, 즉 新技術 (NC)의 收益率 π_i 와 從業員 數 E_i 이라고 결론지을 수 있다. 이 두 變數를 技術擴散速度의 說明變數로 한 回歸分析의 결과는 <表 10>과 같다. 그리고 이 分析結果를 다시 彈力度의 形態로 변환하면 <表 11>과 같다.

〈表 7〉 第 1 段階에 의한 推定結果

	π_i		I_i		A_i		E_i	
	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²
100 %	10.3637 (1.981)	0.4953	-0.0221 (-0.326)	0.0259	0.0170 (0.257)	0.0162	0.0329 (0.360)	0.0313
90 %	9.9632 (1.812)	0.4508	-0.0288 (-0.426)	0.0434	0.0235 (0.354)	0.0304	0.0420 (0.460)	0.0502
80 %	9.4191 (1.601)	0.3906	-0.0380 (-0.562)	0.0731	0.0323 (0.486)	0.0556	0.0544 (0.596)	0.0815
70 %	8.6309 (1.334)	0.3078	-0.0512 (-0.755)	0.1247	0.0449 (0.672)	0.1014	0.0722 (0.790)	0.1349
60 %	6.8293 (1.003)	0.2011	-0.0632 (-0.995)	0.1985	0.0570 (0.907)	0.1705	0.0893 (1.048)	0.2153
50 %	4.4328 (0.446)	0.0474	-0.1186 (-1.599)	0.3900	0.1094 (1.468)	0.3502	0.1625 (1.629)	0.3988

<第7> 第1段階에 의한 推定結果

	D _i		F _i		TE _{1i}		TE _{2i}	
	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²	係數 (t 値)	R ²
100 %	0.4197 (0.648)	0.0951	0.2329 (1.061)	0.2197	-0.3303 (-0.662)	0.0986	0.1977 (1.584)	0.3855
90 %	0.4613 (0.714)	0.1132	0.2327 (1.050)	0.2160	-0.3758 (-0.758)	0.1257	0.1904 (1.475)	0.3522
80 %	0.5189 (0.803)	0.1388	0.2326 (1.028)	0.2091	-0.4372 (-0.889)	0.1650	0.1805 (1.331)	0.3069
70 %	0.6065 (0.931)	0.1780	0.2321 (0.986)	0.1955	-0.5254 (-1.073)	0.2236	0.1665 (1.140)	0.2451
60 %	0.7954 (1.370)	0.3193	0.2576 (1.159)	0.2514	-0.5558 (-1.189)	0.2611	0.1378 (0.921)	0.1749
50 %	1.1051 (1.450)	0.3446	0.2162 (0.363)	0.099	-0.9687 (-1.785)	0.4433	0.1012 (0.472)	0.0528

<表7>의 계속

	TE3 _i		R _i		K _i		X _i	
	係數 (t값)	R ²	係數 (t값)	R ²	係數 (t값)	R ²	係數 (t값)	R ²
100 %	0.9404 (0.705)	0.1105	-0.1408 (-0.568)	0.0748	-0.3466 (-0.596)	0.0817	-0.0195 (-0.076)	0.0015
90 %	1.0313 (0.776)	0.1309	-0.1683 (-0.686)	0.1052	-0.3805 (-0.655)	0.0969	-0.0074 (-0.029)	0.0002
80 %	1.1531 (0.869)	0.1587	-0.2059 (-0.849)	0.1526	-0.4258 (-0.730)	0.1177	-0.0094 (0.036)	0.0003
70 %	1.3261 (0.991)	0.1970	-0.2617 (-1.098)	0.2315	-0.4916 (-0.831)	0.1472	-0.0349 (0.130)	0.0042
60 %	1.3062 (0.998)	0.1994	-0.3074 (-1.413)	0.3331	-0.4809 (-0.830)	0.1470	-0.0756 (0.289)	0.0204
50 %	2.1842 (1.346)	0.3116	-0.5694 (-2.660)	0.6389	-0.8534 (-1.182)	0.2588	-0.1742 (0.508)	0.0607

<表7>의 계속

	N _i		NT _i	
	係數 (t 益)	R ²	係數 (t 益)	R ²
100 %	-0.0344 (-0.288)	0.0204	0.0482 (0.350)	0.0297
90 %	-0.0464 (-0.389)	0.0364	0.0614 (0.447)	0.0475
80 %	-0.0626 (-0.525)	0.0644	0.0793 (0.577)	0.0769
70 %	-0.0864 (-0.721)	0.1150	0.1052 (0.763)	0.1271
60 %	-0.1169 (-1.062)	0.2199	0.1257 (0.966)	0.1893
50 %	-0.2104 (-1.626)	0.3981	0.2386 (1.569)	0.3811

〈表 8〉 第 2 段階에 의한 推定結果

	I _i 를 추가한 경우		A _i 를 추가한 경우		E _i 를 추가한 경우		
	π_i 의係數 (t 값)	I _i 의係數 (t 값)	π_i 의係數 (t 값)	A _i 의係數 (t 값)	π_i 의係數 (t 값)	E _i 의係數 (t 값)	R ²
100 %	17.3639 (8.828)	-0.1144 (-6.240)	18.0148 (9.913)	0.1153 (6.997)	17.3400 (11.222)	0.1564 (8.011)	0.9775
90 %	17.3823 (9.479)	-0.1212 (-7.093)	18.0602 (10.703)	0.1221 (7.975)	17.3473 (12.726)	0.1656 (9.612)	0.9827
80 %	17.4054 (9.978)	-0.1305 (-8.027)	18.1200 (11.152)	0.1312 (8.899)	17.3560 (14.148)	0.1779 (11.480)	0.9864
70 %	17.4367 (9.586)	-0.1439 (-8.487)	18.2029 (10.209)	0.1443 (8.922)	17.3661 (13.165)	0.1958 (11.751)	0.9853
60 %	15.8591 (5.598)	-0.1475 (-5.588)	16.6380 (5.784)	0.1479 (5.667)	15.8449 (6.930)	0.2021 (6.997)	0.9539
50 %	17.3253 (3.465)	-0.2106 (-4.521)	18.3205 (4.402)	0.2093 (4.286)	17.1196 (3.482)	0.2844 (4.579)	0.8808

〈表 8〉의 계속

	D _t 를 추가한 경우		F _t 를 추가한 경우		TE1 _t 를 추가한 경우		
	π_t 의係數 (t 값)	D _t 의係數 (t 값)	π_t 의係數 (t 값)	F _t 의係數 (t 값)	π_t 의係數 (t 값)	TE1 _t 의係數 (t 값)	R ²
100 %	10.2643 (1.864)	0.3979 (0.782)	9.5701 (1.840)	0.1866 (1.063)	14.1025 (4.547)	-0.7094 (-3.202)	0.8858
90 %	9.8532 (1.721)	0.4403 (0.832)	9.1621 (1.651)	0.1883 (1.006)	13.9154 (4.352)	-0.7499 (-3.284)	0.8805
80 %	9.2945 (1.540)	0.4990 (0.894)	8.6072 (1.426)	0.1909 (0.937)	13.6587 (4.032)	-0.8044 (-3.325)	0.8699
70 %	8.4840 (1.304)	0.5884 (0.978)	7.8044 (1.151)	0.1943 (0.849)	13.2818 (3.530)	-0.8825 (-3.283)	0.8493
60 %	6.6343 (1.076)	0.7812 (1.372)	5.8543 (0.848)	0.2292 (0.984)	11.3695 (2.346)	-0.8615 (-2.489)	0.7393
50 %	4.1591 (0.451)	1.0962 (1.287)	3.5870 (0.323)	0.1988 (0.531)	11.1127 (1.595)	-1.2675 (-2.547)	0.6988

<表 8>의 계속

	TE2; 를 추가한 경우			TE3; 를 추가한 경우			R; 를 추가한 경우		
	π_i 의 계數 (t 값)	TE2;의 계數 (t 값)	R ²	π_i 의 계數 (t 값)	TE3;의 계數 (t 값)	R ²	π_i 의 계數 (t 값)	R;의 계數 (t 값)	R ²
100 %	10.2855 (0.808)	0.0019 (0.007)	0.4953	12.6910 (3.179)	1.6151 (2.106)	0.7964	10.9824 (2.090)	-0.1856 (-1.010)	0.6234
90 %	9.8235 (0.734)	0.0034 (0.012)	0.4508	12.3991 (2.935)	1.6905 (2.084)	0.7756	10.6694 (1.994)	-0.2118 (-1.132)	0.6151
80 %	9.1974 (0.642)	0.0055 (0.018)	0.3907	12.0000 (2.619)	1.7911 (2.035)	0.7441	10.2447 (1.868)	-0.2476 (-1.291)	0.6083
70 %	8.2261 (0.522)	0.0099 (0.029)	0.3080	11.4164 (2.209)	1.9331 (1.948)	0.6943	9.6345 (1.706)	-0.3010 (-1.524)	0.6098
60 %	5.4283 (0.328)	0.0344 (0.096)	0.2035	9.4343 (1.543)	1.8078 (1.539)	0.5537	7.9625 (1.427)	-0.3398 (-1.741)	0.6027
50 %	1.3932 (0.058)	0.0747 (0.143)	0.0538	8.2090 (0.914)	2.6206 (1.519)	0.4616	6.4184 (1.057)	-0.5955 (-2.803)	0.7368

<表8>의 계속

	K _i 를 추가한 경우			X _i 를 추가한 경우			N _i 를 추가한 경우		
	π_i 의 係數 (t값)	K _i 의 係數 (t값)	R ²	π_i 의 係數 (t값)	X _i 의 係數 (t값)	R ²	π_i 의 係數 (t값)	N _i 의 係數 (t값)	R ²
100 %	11.3088 (2.242)	-0.4935 (-1.188)	0.6568	10.3628 (1.718)	-0.0189 (-0.090)	0.4967	16.7708 (5.537)	-0.1878 (-3.787)	0.9127
90 %	10.9646 (2.075)	-0.5229 (-1.202)	0.6293	9.9629 (1.569)	-0.0068 (-0.031)	0.4509	16.7814 (5.613)	-0.1998 (-4.083)	0.9162
80 %	10.4956 (1.862)	-0.5621 (-1.211)	0.5906	9.4196 (1.387)	0.0099 (0.042)	0.3910	16.7971 (5.626)	-0.2162 (-4.424)	0.9190
70 %	9.8165 (1.584)	-0.6191 (-1.213)	0.5555	8.6326 (1.159)	0.0355 (0.137)	0.3121	16.8290 (5.503)	-0.2402 (-4.799)	0.9202
60 %	7.9480 (1.165)	-0.5841 (-1.039)	0.4125	6.8330 (0.881)	0.0760 (0.282)	0.2217	15.7253 (6.863)	-0.2607 (-6.951)	0.9533
50 %	6.2219 (0.648)	-0.9342 (-1.181)	0.3498	4.4411 (0.400)	0.1744 (0.452)	0.1082	16.8779 (3.307)	-0.36468 (-4.365)	0.8704

<表8>의 계속

	NT; 를 추가한 경우		
	π_i 의 係數 (t 값)	NT _i 의 係數 (t 값)	R ²
100 %	16.4357 (5.707)	0.2151 (3.9317)	0.9182
90 %	16.3981 (5.660)	0.2280 (4.148)	0.9185
80 %	16.3443 (5.465)	0.2454 (4.324)	0.9157
70 %	16.2648 (5.010)	0.2705 (4.391)	0.9068
60 %	14.5505 (3.497)	0.2736 (3.465)	0.8403
50 %	15.6562 (2.529)	0.3976 (3.386)	0.8024

〈表 9〉 第 3 段階에 의한 推定結果

	I _i 를 추가한 경우				D _i 를 추가한 경우			
	π_i 의 係數 (t 값)	E _i 의 係數 (t 값)	I _i 의 係數 (t 값)	R ²	π_i 의 係數 (t 값)	E _i 의 係數 (t 값)	D _i 의 係數 (t 값)	R ²
100 %	17.33995 (11.222)	0.15641 (8.011)	()	0.97746	17.47991 (8.957)	0.15933 (6.026)	-0.03891 (-0.243)	0.97811
90 %	17.34730 (12.726)	0.16555 (9.612)	()	0.98273	17.40849 (10.000)	0.16683 (7.073)	-0.01701 (-0.119)	0.98285
80 %	17.35603 (14.148)	0.17794 (11.480)	()	0.98644	17.30514 (11.041)	0.17688 (8.329)	0.01415 (0.110)	0.98652
70 %	17.36609 (13.165)	0.19584 (11.751)	()	0.98528	17.13268 (10.742)	0.19097 (8.838)	0.06489 (0.497)	0.98690
60 %	15.84490 (6.930)	0.20213 (6.977)	()	0.95387	14.81614 (9.396)	0.18066 (8.457)	0.28600 (2.215)	0.98664
50 %	17.11958 (3.482)	0.28444 (4.579)	()	0.88077	15.68619 (2.972)	0.25453 (3.560)	0.39848 (0.922)	0.91634

註 : I_i의 係數에 대한 t 값이 없는 이유는 이 경우 min Tolerance = 0.00415 로서 0.01 보다 작아 컴퓨터의 계산 과정에서 자동적으로 제외되었기 때문이다.

<表9>의 계속

	F _i 를 추가한 경우				TEI _i 를 추가한 경우			
	π_i 의 係數 (t 값)	E _i 의 係數 (t 값)	F _i 의 係數 (t 값)	R ²	π_i 의 係數 (t 값)	E _i 의 係數 (t 값)	TEI _i 의 係數 (t 값)	R ²
100 %	16.80269 (9.427)	0.14829 (6.390)	0.04114 (0.795)	0.98288	17.76818 (8.894)	0.18330 (3.053)	0.14632 (0.484)	0.97982
90 %	16.92681 (10.420)	0.15920 (7.526)	0.03220 (0.683)	0.98599	17.82073 (10.467)	0.19528 (3.816)	0.16176 (0.627)	0.98557
80 %	17.09096 (11.053)	0.17394 (8.639)	0.02030 (0.452)	0.98770	17.89840 (12.467)	0.21200 (4.914)	0.18531 (0.852)	0.99005
70 %	17.32991 (9.934)	0.19530 (8.598)	0.00277 (0.055)	0.98530	18.02168 (12.277)	0.23701 (5.372)	0.22400 (1.007)	0.99024
60 %	15.34278 (5.333)	0.19454 (5.193)	0.03845 (0.461)	0.95829	17.53865 (11.180)	0.30848 (6.543)	0.57871 (2.435)	0.98837
50 %	18.41652 (3.049)	0.30404 (3.866)	-0.09932 (-0.567)	0.89726	18.36521 (2.862)	0.36265 (1.881)	0.42560 (0.438)	0.89120

<表9>의 계속

	TE2:를 추가한 경우				TE3: 추가한 경우			
	π_i 의 계數 (t 값)	E_i 의 계數 (t 값)	TE2:의 계數 (t 값)	R ²	π_i 의 계數 (t 값)	E_i 의 계數 (t 값)	TE3:의 계數 (t 값)	R ²
100 %	20.15791 (7.297)	0.15955 (8.652)	-0.06577 (-1.197)	0.98687	17.61326 (8.958)	0.16901 (4.167)	-0.20031 (-0.378)	0.97896
90 %	20.26890 (9.754)	0.16881 (12.169)	-0.06819 (-1.649)	0.99268	17.71685 (10.745)	0.18259 (5.368)	-0.27083 (-0.609)	0.98543
80 %	20.41943 (15.235)	0.18136 (20.272)	-0.07150 (-2.682)	0.99705	17.86248 (13.852)	0.20129 (7.567)	-0.37116 (-1.068)	0.99136
70 %	20.56493 (13.000)	0.19941 (18.884)	-0.07466 (-2.372)	0.99614	18.08387 (17.128)	0.22893 (10.510)	-0.52604 (-1.848)	0.99456
60 %	18.09034 (3.603)	0.20463 (6.106)	-0.05241 (-0.525)	0.95945	17.37382 (26.461)	0.27261 (20.125)	-1.12051 (-6.330)	0.99781
50 %	19.13214 (1.679)	0.28668 (3.770)	-0.04698 (-0.207)	0.88327	18.94850 (3.485)	0.36874 (3.287)	-1.34037 (-0.904)	0.91592

<表 9>의 계속

	D _i 를 추가한 경우				K _i 를 추가한 경우			
	π_i 의 계數 (t 값)	E _i 의 계數 (t 값)	D _i 의 계數 (t 값)	R ²	π_i 의 계數 (t 값)	E _i 의 계數 (t 값)	K _i 의 계數 (t 값)	R ²
100 %	17.85018 (11.213)	0.17227 (7.073)	0.05917 (1.055)	0.98552	17.91013 (11.486)	0.17593 (6.933)	0.15699 (1.135)	0.98629
90 %	17.67293 (11.187)	0.17567 (7.268)	0.03776 (0.679)	0.98596	17.94732 (15.293)	0.18610 (9.744)	0.16520 (1.586)	0.99235
80 %	17.42821 (11.115)	0.18019 (7.511)	0.00837 (0.152)	0.98659	18.00040 (24.956)	0.20001 (17.039)	0.17741 (2.772)	0.99720
70 %	17.04893 (11.169)	0.18598 (7.964)	-0.03678 (-0.648)	0.98807	18.07227 (25.256)	0.22002 (18.893)	0.19443 (3.062)	0.99741
60 %	15.11102 (6.319)	0.17931 (4.901)	-0.08510 (-1.010)	0.96946	16.94235 (9.860)	0.23971 (8.572)	0.30216 (1.982)	0.98443
50 %	14.45294 (12.250)	0.20154 (11.165)	-0.30922 (-7.442)	0.99584	17.90930 (2.927)	0.31148 (3.127)	0.21743 (0.400)	0.88961

<表9>의 계속

	X _t 를 추가한 경우				N _t 를 추가한 경우			
	π_t 의 계數 (t 값)	E _t 의 계數 (t 값)	X _t 의 계數 (t 값)	R ²	π_t 의 계數 (t 값)	E _t 의 계數 (t 값)	N _t 의 계數 (t 값)	R ²
100 %	17.33872 (9.159)	0.15638 (6.533)	-0.00119 (-0.022)	0.97747	17.29213 (9.437)	0.18253 (2.511)	0.03554 (0.379)	0.97897
90 %	17.35965 (10.560)	0.16582 (7.977)	0.01199 (0.254)	0.98327	17.31093 (10.621)	0.18542 (2.865)	0.02703 (0.324)	0.98359
80 %	17.38716 (13.318)	0.17861 (10.819)	0.03024 (0.807)	0.98977	17.33622 (11.618)	0.18877 (3.188)	0.01472 (0.193)	0.98668
70 %	17.42560 (22.799)	0.19712 (20.394)	0.05781 (2.635)	0.99671	17.37479 (10.746)	0.19109 (2.979)	-0.00646 (-0.078)	0.98533
60 %	15.94697 (11.627)	0.20431 (11.780)	0.09916 (2.519)	0.98894	16.02368 (7.545)	0.10448 (1.240)	-0.13287 (-1.222)	0.97359
50 %	17.33288 (5.420)	0.28900 (7.146)	0.20721 (2.257)	0.96639	17.34251 (3.106)	0.16268 (0.734)	-0.16567 (-0.580)	0.89791

<表 9의 계속>

	N _t 를 추가한 경우				R ²
	π_t 의 계數 (t 값)	E _t 의 계數 (t 값)	NT _t 의 계數 (t 값)		
100 %	17.50029 (11.944)	0.24234 (3.197)	-0.13010 (-1.169)		0.98661
90 %	17.51121 (15.478)	0.25339 (4.329)	-0.13299 (-1.547)		0.99214
80 %	17.52588 (22.044)	0.26897 (6.539)	-0.13782 (-2.282)		0.99624
70 %	17.54400 (19.279)	0.29118 (6.185)	-0.14435 (-2.088)		0.99537
60 %	16.14504 (9.695)	0.36297 (4.213)	-0.24354 (-1.925)		0.98383
50 %	17.27748 (2.914)	0.36906 (1.203)	-0.12812 (-0.284)		0.88540

〈表 10〉의 NC의 産業間 技術擴散速度的 決定要因에 대한 本 研究의 推定結果

NC의 長期的 導入企業의 比率	$l_n \phi_i = l_n \beta_0 + \beta_1 l_n \pi_i + \beta_2 l_n E_i$	R ²
100 %	$l_n \phi_i = 26.51664 + 17.33995 l_n \pi_i + 0.15641 l_n E_i$ (11.222) ^e (8.011) ^e	0.97746
90 %	$l_n \phi_i = 26.49570 + 17.34730 l_n \pi_i + 0.16555 l_n E_i$ (12.726) ^e (9.612) ^e	0.98273
80 %	$l_n \phi_i = 26.46455 + 17.35603 l_n \pi_i + 0.17794 l_n E_i$ (14.148) ^e (11.480) ^e	0.98644
70 %	$l_n \phi_i = 26.41462 + 17.36609 l_n \pi_i + 0.19584 l_n E_i$ (13.165) ^e (11.751) ^e	0.98528
60 %	$l_n \phi_i = 23.91992 + 15.84490 l_n \pi_i + 0.20213 l_n E_i$ (6.930) ^e (6.997) ^e	0.95387
50 %	$l_n \phi_i = 25.66545 + 17.11958 l_n \pi_i + 0.28444 l_n E_i$ (3.482) ^e (4.579) ^e	0.88077

註1) ()內的 數値는 統計量 t 값을 나타냄.

2) a,b,c,d,e = 10 %, 5 %, 2.5 %, 1 %, 0.5 %의 水準에서 各 統計的으로 有意的인을 나타냄.

<表 11> 機械工業部門의 産業間 技術擴産速度的 決定要因

NC의 長期的 導入企業의 比率	$\phi_i = \beta_0 \pi_i^{\beta_1} E_i^{\beta_2}$	R ²
100 %	$\phi_i = 3.28 \times 10^{11} \pi_i^{17.34} E_i^{0.16}$	0.9775
90 %	$\phi_i = 3.21 \times 10^{11} \pi_i^{17.35} E_i^{0.17}$	0.9827
80 %	$\phi_i = 3.11 \times 10^{11} \pi_i^{17.36} E_i^{0.18}$	0.9864
70 %	$\phi_i = 2.96 \times 10^{11} \pi_i^{17.37} E_i^{0.20}$	0.9853
60 %	$\phi_i = 2.45 \times 10^{10} \pi_i^{15.84} E_i^{0.20}$	0.9539
50 %	$\phi_i = 1.40 \times 10^{11} \pi_i^{17.12} E_i^{0.28}$	0.8808

上記의 推定結果를 통하여 다음과 같은 分析結果를 얻을 수 있다.

첫째, NC의 長期的 導入企業의 比率이 100 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 %인 경우에서 ϕ 에 대한 π 의 彈力度를 나타내는 β_1 의 推定値와 ϕ 에 대한 E의 彈力度를 나타내는 β_2 의 推定値는 有意水準 $\alpha=0.005$ 에서 모두 統計적으로 有意하였다. 同 比率이 50 %인 경우에는 β_1 의 推定値는 有意水準 $\alpha=0.025$ 에서, β_2 의 推定値는 有意水準 $\alpha=0.01$ 에서 각각 有意的이었다. 따라서 機械工業部門의 産業間 技術擴散速도를 豫測하고 그 決定要因을 分析하는데 있어서 本 研究의 模型은 매우 信賴度가 높은 模型이라고 말할 수 있다.

둘째, 機械工業部門의 産業間 技術擴散速度的 決定要因 分析模型으로서, 上記한 本 研究의 模型은 <表 4>의 E.Mansfield 模型에 비하여 보다 높은 信賴度를 보이고 있다. 이것은 각 推定値의 t 값이나 決定係數 R²의 값을 비교해 보면 알 수 있다.

셋째, 本 研究의 模型과 E.Mansfield의 模型사이의 共通點은 新技術 (NC)의 平均收益率 π 가 매우 중요한 決定要因이라는 점이다. 이들의 相異點은 前者의 경우 해당 産業의 平均 從業員 數 E가 중요한 決定要因인

반면에 後者의 경우 해당 産業의 平均總資産에 대한 新技術(NC)의 初期 平均投資額의 比率 S가 중요한 決定要因인 점이다. E.Mansfield의 模型에서는 新技術(NC)의 導入費用이 반영된 반면에 本 研究의 模型에서는 從業員 數에 의하여 나타낸 産業 혹은 企業의 規模가 반영되었다.

네째, 本 研究의 模型에 있어서, NC의 長期的 導入企業의 比率에 관계 없이 技術擴散速度 ϕ 에 대하여 新技術(NC)의 平均收益率 π 는 매우 彈力的인 반면에 平均 從業員 數 E는 非彈力的임을 알 수 있다. 예를 들어, NC의 長期的 導入企業의 比率이 “樂觀的인” 80%의 경우, E의 값이 固定되어 있을 때 π 의 1% 增加는 약 1,700%나 産業間 技術擴散速度 ϕ 를 加速化시키는 반면에, π 의 값이 固定되어 있을 때 E의 1% 增加는 同 速度를 약 18% 加速化시키는 것으로 나타났다. 그러므로 從業員 數 즉 企業規模는 産業間 技術擴散速度를 加速化시키는데 있어서 분명히 기여 하지만 그 寄與度는 非彈力的인 반면에 新技術의 收益性은 同 速度를 加速化시키는데 있어서 그 寄與度는 彈力的임과 동시에 거의 決定的임을 알 수 있다.

다섯째, 機械工業의 發展을 技術의 측면에서 보다 촉진시키기 위해서는 産業間 技術擴散速度를 加速化시켜야 될 것인데, 이를 위해서는 무엇보다도 新技術의 收益性을 보장 및 증대시켜 주어야 될 것이다. 이를 供給側面에서 보면 新技術의 도입과 관련된 資金 및 金利支援制度나 稅制支援制度를 보다 적극적으로 개선할 필요가 있으며, 이를 需要側面에서 보면 新技術의 활용에 의한 製品의 市場性을 어떤 한도내에서 制度的으로 보장해 줄 필요가 있다.

V . 要約 및 結論

技術擴散(Technological Diffusion)이란 技術의 空間的 移動으로서 주어진 產業內的 企業間 技術擴散과 어떤 產業과 다른 產業사이의 產業間 技術擴散으로 나누어 볼 수 있으며 國家間的 技術移轉도 포함할 수 있다.

技術擴散의 중요성에 대한 예로서 R.R.Nelson (1968)의 연구에 의하면, 美國 製造業部門의 生産性 水準이 콜롬비아 製造業部門의 生産性 水準보다 높은 理由는 美國의 技術擴散速度가 콜롬비아의 同 速度보다 훨씬 빠르기 때문이라고 한다. 따라서 技術擴散은, 自體技術開發과 先進技術導入과 더불어, 生産性向上 및 技術發展의 要因이라고 말할 수 있다.

그동안 우리나라는 낮은 技術水準 및 自體技術開發能力으로 인하여 先進技術導入에 의존해 왔으며, 이러한 導入技術은 輸入代替와 輸出增大를 통하여 우리나라 產業構造의 高度化에 크게 기여해 왔다. 그러나 최근에 들어서서는 우리나라도 어느 정도의 技術開發力을 보유하게 되었지만 先進國의 技術保護主義 強化 및 核心技術移轉 回避와 製品壽命週期の 短縮化에 의하여 自體技術開發과 國內 技術擴散의 필요성이 절실하게 대두되고 있다.

自體技術開發과 관련된 것으로서는 企業과 政府의 역할분담에 관한 문제, 大企業과 中小企業의 技術革新性向에 관한 문제, 研究開發의 財源確保에 관한 문제, 科學技術人力的 確保 및 開發에 관한 문제 등을 들 수 있다. 그러나 本 研究는 上記의 問題들은 다음의 연구기회로 미루기로 하고 國內 技術擴散을 분석대상으로 하여 大企業 및 中小企業의 技術擴散速度와 同 速度의 決定要因에 분석의 초점을 두었다. 이 이유는 새로운 時代에로의 轉換點에서 가장 중요한 문제 중의 하나는 不均衡的이고 非效率的인 產業組織에 있으며 이의 改善方案은 大企業과 中小企業의 相互補完的 產業 및 技術協力關係의 確立속에서 모색해야 된다고 本 研究者는 믿기 때문이다. 技術水準에서나 技術開發力에 있어서 絶對的으로나 相對的으로 優位에 있는 大企業을

중심으로 하여 産業內 및 産業間 技術擴散速度를 加速化시킴으로써 産業전반의 生産性 向上 및 國際競爭力 強化를 추진해야 될 것인데, 이를 위해서는 무엇보다도 大企業의 高度技術이 中小企業의 生産工程으로 擴散될 수 있도록 할 수 있는 制度的 裝置가 필요할 것이다.

上記와 같은 研究目的을 위한 政策方案을 모색 및 제시하고자 하는 작업의 일환으로서, 本 研究의 分析目標은 E.Mansfield의 技術擴散模型을 기초로 하여 우리나라 機械工業의 3가지 部門 즉, 一般機械製造業, 電氣 및 電子機器製造業, 運送裝備製造業에 대한 企業規模別로 産業內 技術擴散速度를 추정하고 또한 産業間 技術擴散速度의 決定要因을 분석함으로써 國內 技術擴散速度의 促進을 위한 技術政策方向을 제시하는 것이다.

上記의 分析目標을 위한 分析對象의 技術로서 NC (數值自動制御裝置)를 선택하였다. NC를 선정한 理由는 NC가 機械工業發展과 가장 밀접한 技術일 뿐만 아니라 國內生産의 自動化 促進에 의하여 産業의 生産性を 높임으로써 國際競爭力의 提高에 크게 기여할 수 있는 技術이기 때문이다. NC의 중요성은 科學技術處가 「2000年代를 向한 科學技術發展 長期計劃」과 관련하여 産業要素技術分野에 있어서 機械自動化 技術인 NC의 開發을 重點推進課題의 하나로서 계획하고 있다는 점에서도 인식될 수 있다.

本 研究의 分析結果를 要約하면 다음과 같다.

첫째, 一般機械製造業部門, 電氣 및 電子機器製造業部門, 運送裝備製造業部門에 있어서 企業規模別로 推定한 産業內 技術擴散速度는 거의 모든 경우에 있어서 매우 높은 統計的 有意성을 보였다.

둘째, S.Globerman (1975) 에 의하면 NC의 長期的 導入企業의 比率이 50%인 경우에 대한 캐나다의 新技術(NC)의 擴散速度는 0.1303 으로 추정되었는데, 이를 우리나라의 측정치와 비교해 보면 다음과 같다. 一般機械製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度 0.3929는 캐나다의 0.1303보다 3 배, 中小企業의 同 速度 0.2070은 1.6 배나 각각 더 빠르다. 電氣 및

電子機器製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度 0.4614 는 3.5 倍, 中小企業의 同 速度 0.1775 는 1.4 倍나 각각 더 빠르다. 運送裝備製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度 0.2780 은 2.1 倍, 中小企業의 同 速度 0.3800 은 2.9 倍나 각각 더 빠르다. 따라서 大企業의 경우이든 혹은 中小企業의 경우이든 간에, 우리나라의 主要 機械工業部門에 있어서 NC의 技術擴散速度는 캐나다의 同 速度보다 최저 1.4 倍에서 최고 3.5 倍까지 빠르다는 것을 알 수 있다.

세제, 産業內 技術擴散速度에 관한 분석에 있어서 주목할 만한 점은 一般機械製造業의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 약간 빠르게 나타났으며, 電氣 및 電子機器製造業의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 훨씬 빠르게 나타났으며, 運送裝備製造業의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 오히려 느리게 나타났다는 점이다. 이 추정결과는 新技術(本 研究의 예로서 NC)을 長期的으로 도입하게 될 企業의 累積 數가 해당 産業部門에 속해 있는 企業의 總數에서 차지하는 比率이 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%인 모든 경우에 있어서 一律의이었다. 따라서 대부분의 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 빠르다는 것을 알 수 있으나 해당 産業部門과 製品의 특성에 따라 이와 반대로 나타날 수 있다는 것을 알 수 있다.

여기서 유의할 것은 運送裝備製造業部門의 경우 大企業의 技術擴散速度가 中小企業의 同 速度보다 느리게 나타났다는 점은 大企業이 中小企業에 비하여 技術을 늦게 採擇하는 성향을 갖고 있다는 것으로 해석할 수 없다는 점이다. 왜냐하면 本 研究의 분석대상인 技術은 NC(數值自動制御裝置)라는 특정한 기술에 국한되어 있기 때문에 上記의 분석결과를 다른 技術에까지 一般化시킬 수 없기 때문이며, 또한 運送裝備製造業部門에서의 大企業은 自動車 및 船舶 등과 같은 製造業分野에 종사하는 것이 대부분인데 이러한 업종은 固有의 特性으로 인하여 NC라는 技術과의 相關성이 상대적으로 결

여되어 있기 때문이다. 즉, 上記의 분석결과는 技術擴散에 대한 大企業의 性向을 반영한다기 보다는 運送裝備製造業의 特性을 나타내는 것이라고 해석해야 될 것이다.

네째, 産業間 技術擴散速度의 決定要因에 관한 本 研究의 推定結果에 있어서 특기할 만한 점은, 企業의 規模를 나타내는 從業員의 數는 同 速度를 豫測 및 그 決定要因을 분석하는데 있어서 매우 높은 信賴度를 보인 有意的 變數이었지만 同 速度에 대한 波及效果에 있어서는 “非彈力的”인 것으로 나타났다는 점이다.

여기서 유의할 것은 從業員數로 나타난 企業規模가 技術擴散速度의 主要 결정요인이라는 점은 企業規模와 技術革新活動水準의 관계에 대한 슈페터 (Schumpeterian)假說의 檢定結果와 一致한다는 점이다. 企業의 規模를 從業員數, 賣出額, 有形固定資産額으로 각각 나타낼 수 있겠으나 技術革新이나 技術擴散과 관련된 企業規模의 適合한 代用變數는 從業員數로 나타난 이유는 賣出額이 短期의 景氣變動에 민감하고 有形固定資産額은 社內的 資産 管理政策에 의하여 크게 영향을 받기 때문이라고 생각할 수 있다. 한편 企業規模가 技術擴散速度의 決定要因으로서 有意的이되 非彈力的으로 나타난 것은 企業이 新技術을 채택하고자 할 때 企業規模의 經濟性보다는 新技術의 收益性(profitability)을 더욱 더 중요시한다는 것을 의미한다. 만약 新技術의 收益性を 배제시키고 企業規模에 대한 技術擴散速度의 單純彈性值를 계산해 본다면 企業規模는 매우 영향력이 큰 결정변수로서 나타났을 것이다. 이와 같은 근거는 本 研究의 合流分析(confluence analysis)에서도 나타나 있지만 技術革新과 企業規模의 관계에 대한 슈페터(Schumpeterian)假說의 檢定에서도 立證되었다. 예를 들어 電氣 및 電子機器와 運送裝備의 製造業 部門에 있어서 企業의 研究開發活動을 加速化시키는데 있어서 보다 效果的인 變數는 企業規模이라는 것이 産業內 分析과 産業間 分析에서도 나타났다.

다섯째, 産業間 技術擴散速度의 決定要因分析을 위한 本 研究의 推定結果

는 同 速度의 加速化를 위해서 新技術(本 研究의 예로서 NC)의 收益性を 提高해야 된다는 것을 말해 준다. 왜냐하면 新技術의 收益性は 産業間 技術 擴散速度를 決定하는데 있어서 매우 높은 信賴度를 가진 有意的 變數이었을 뿐만 아니라 同 速度를 加速化시키는데 있어서 매우 “彈力的”으로 나타났기 때문이다. 그러므로 技術이 資本財에 體化(embodied)되어 있는 경우, 新技術의 도입과 관련된 資金(및 金利)支援制度나 稅制支援制度를 보다 적극적으로 개선할 필요가 있으며 新技術의 활용에 의한 製品의 市場性을 어떤 한도내에서 制度的으로 보장해 줄 필요가 있다는 것이다. 즉, 技術發展은 新技術의 開發에 의해서 뿐만 아니라 新技術 혹은 既存技術의 擴散에 의해서도 促進될 수 있기 때문에, 新技術의 擴散은 企業이 주체가 되는 것이고 企業의 의사결정인자는 利潤이기 때문에, 新技術의 擴散에 의한 製品의 收益性を 提高시키기 위해서는 新技術獎勵制度를 제정 및 실시하든지 혹은 技術開發의 측면에만 초점을 두고 있는 現行의 新技術保護制度를 보다 實利的인 측면에서 보완해야 될 것이다. 現行의 新技術保護制度는 國內적으로 開發된 新技術 製品의 製造企業을 위해서 일정한 기간동안 해당 市場을 보호해 주며, 消費者保護를 위한 品質安全基準을 적용하고, 標準價格 品質認證 및 工業所有權制度를 실시하는 것으로 요약될 수 있다. 이와 같이 同 制度는 新技術의 擴散보다는 開發에 역점을 두고 있는데, 機械自動化 技術의 擴散에 의한 機械工業의 生産性を 획기적으로 提高함으로써 對日 貿易收支赤字의 根源이 되고 있는 機械工業 製品의 國際競爭力을 強化시키기 위해서 假稱 “新技術獎勵制度”를 제정 및 실시하는 것이 바람직할 것이다.

여섯째, 大企業의 技術擴散速度에 비하여 상대적으로 저조한 中小企業의 技術擴散速度를 加速化시켜야 될 것인데, 技術自立을 위한 中小企業의 興件이 아직 미비한 상황을 고려해 볼때, 中小企業의 技術擴散速度의 加速化를 도모할 수 있는 보다 效果的인 技術指導가 필요할 것이다. 왜냐하면 技術指導는 궁극적으로 技術擴散을 목표로 하여 해당 産業의 品質管理를 도모하는

것이기 때문이다. 즉, 技術指導는 다른 어떤 技術振興政策보다는 積極的이며, 具體的이며 동시에 資源配分의 歪曲을 야기시키지 않는 中立的(neutral)인 政策이라고 말할 수 있다. 이러한 技術指導의 “投入”(input)은 社會적으로 보면 技術擴散이란 “産出”(output)을 야기시키게 되는 것이다. 더우기 國際收支에 있어서나 成長 및 雇傭에서도 매우 중요한 위치를 점하고 있는 機械工業部門에 있어서 中小企業의 역할은 매우 중요한 것이고 이 역할의 效率的 遂行을 위해서 技術擴散의 加速化를 위한 技術指導는 아무리 강조해도 지나침이 없을 것이다.

일곱째, 中小企業에 대한 大企業의 技術擴散을 促進하기 위해서는 大企業과 中小企業의 生産系列化를 한층 더 발전시켜 企業集團主導의 技術系列化의 시스템과 技術開發分業을 위한 内部組織의 구축이 필요할 것이다. 그리고 企業集團主導的인 對中小企業 技術擴散을 추진하기 위해서는 우선 企業集團의 技術革新機能이 강화되어야 할 것이고 동시에 企業集團內에서 개발된 技術은 系列企業을 중심으로 擴散될 수 있게 하는 시스템을 企業集團 스스로가 해결 및 정착시켜야 할 것이다.

여덟째, 政府는 大企業(母企業)과 中小企業(子會社) 사이의 技術系列化를 지원해야 할 것이고, 日本의 國立中央工業試驗所와 같이 國內 技術去來市場을 설치하여 技術情報의 판매자나 구입자로 하여금 적극적으로 활용토록 해야 할 것이다. 또한 1986年 5월에 産業技術研究組合育成法은 제정되었으나 시행령이 아직 마련되지 않아 현재 실시되지 못하고 있는데 同育成法의 시행령을 시급히 마련함으로써 産業內 및 産業間 技術擴散을 制度的으로 뒷받침해야 될 것이다.

마지막으로 밝혀 두고자 하는 것은 本 研究는 機械工業部門의 代表的 技術인 NC(數値自動制御裝置)를 중심으로 同 製造業部門의 技術擴散速度 및 그 決定要因을 분석한 制約條件을 갖고 있다는 점이다. 사실, 製品 또는 産業部門의 특성에 따라 代表的 技術은 달라질 수 있기 때문에 本 研究의 分

析結果를 一般化시켜 우리나라 産業部門의 技術擴散類型이라고 말할 수 없을 것이다. 따라서 向後의 研究課題로서, 石油化學製造業部門, 自動車製造業部門, 製藥産業部門 등과 같은 주요 제조업부문에 있어서 각 부문의 代表的 技術을 선정하여 각 경우에 대한 技術擴散類型을 推定해 봄으로써 産業部門別 및 製品別 技術擴散速度 및 그 決定要因을 분석해 보아야 될 것이다.

《附 錄》



〈附表 1〉 NC 導入의 NC 種類別 現況

産 業 部 門	企 業 規 模	該 當 部 門 的 全 體 企 業 的 數	NC 線 間	NC 드릴링기	NC 보링기	NC 밀링기	NC 금속가공기	NC 머니싱 센터	기타 NC	NC를 導 入한 企 業 數의 累 計
一 般 機 械 製 造 業 (電 氣 系 外)	大 企 業	21	5			1		3	1	10
	中 小 企 業	375	29	1	2	3	1	8	2	46
電 氣 及 電 子 機 器 製 造 業	大 企 業	26	5			1	1	4		11
	中 小 企 業	111	2				1	2		5
輸 送 裝 備 製 造 業	大 企 業	32	3				1	4		8
	中 小 企 業	144	14			3		1		18

註 1) NC를 導 入한 企 業 數 的 累 計 是 1973 年 中 從 事 始 於 1985 年 以 來 累 積 度 數 (NC 를

導 入한 企 業 的 數) 를 示 意 함.

2) 上 記 的 表 是 各 部 門 別 로 NC를 導 入한 企 業 的 數 及 此 等 企 業 的 最 初 導 入한 NC의 種 類 에 對 한 分 布 狀 況 이 므로 機 械 工 業 全 體 的 的 NC 保 有 現 況 과 是 無 關 係 함.

<附表 2-1> NC 導入業體 數의 年度別 分布：一般機械製造業의 경우

	一般機械製造業 (電氣제외)							
	大 企 業				中 小 企 業			
	設立業體數		NC導入業體數		設立業體數		NC 導入業體數	
		累計		累計		累計		累計
1973	0	12	0	0	23	127	0	0
1974	1	13	0	0	23	150	3	3
1975	1	14	1	1	23	173	0	3
1976	2	16	1	2	21	194	2	5
1977	1	17	2	4	36	230	1	6
1978	1	18	4	8	28	258	4	10
1979	2	20	0	8	27	285	4	14
1980	0	20	0	8	23	308	1	15
1981	1	21	0	8	16	324	4	19
1982	0	21	1	9	10	334	4	23
1983	0	21	0	9	20	354	13	36
1984	0	21	0	9	11	365	6	42
1985	0	21	1	10	10	375	4	46

<附表 2 - 2> NC導入業體 數의 年度別 分布: 電氣및 電子機器製造業의 경우

	電氣및 電子機器 製造業							
	大 企 業				中 小 企 業			
	設立業體數		NC 導入業體數		設立業體數		NC 導入業體數	
		累計		累計		累計		累計
1973	1	16	0	0	8	50	0	0
1974	3	19	0	0	5	55	0	0
1975	1	20	0	0	4	59	0	0
1976	0	20	0	0	6	65	0	0
1977	0	20	1	1	7	72	1	1
1978	1	21	2	3	6	78	0	1
1979	0	21	0	3	9	87	0	1
1980	1	22	2	5	2	89	3	4
1981	1	23	1	6	5	94	0	4
1982	2	25	2	8	7	101	0	4
1983	1	26	1	9	4	105	0	4
1984	0	26	2	11	4	109	0	4
1985	0	26	0	11	2	111	1	5

<附表 2 - 2> NC導入業體 數의 年度別 分布：運送裝備 製造業의 경우

	運 送 裝 備 製 造 業							
	大 企 業				中 小 企 業			
	設立業體數		NC 導入業體數		設立業體數		NC 導入業體數	
		累計		累計		累計		累計
1973	0	24	0	0	5	45	0	0
1974	1	25	0	0	9	54	0	0
1975	2	27	0	0	7	61	0	0
1976	0	27	1	1	10	71	0	0
1977	3	30	1	2	15	86	1	1
1978	2	32	1	3	18	104	0	1
1979	0	32	0	3	14	118	0	1
1980	0	32	1	4	1	119	1	2
1981	0	32	1	5	1	120	0	2
1982	0	32	2	7	4	124	0	2
1983	0	32	0	7	9	133	6	8
1984	0	32	1	8	7	140	8	16
1985	0	32	0	8	4	144	2	18

〈附表 3〉 NC 導入業體의 企業現況

産業部門	企業規模	(1) 總資產	(2) 自己資本	(3) 有形固定資產	(4) 賣出額	(5) 賣出總利益
(1) 一般機械製造業 (電氣계외)	大企業	61,108.360	11,106.362	26,017.105	47,138.266	7,839.520
	中小企業	899.353	249.181	372.642	194.566	188.203
(2) 電氣 및 電子機器製造業	大企業	43,998.366	11,751.974	17,011.596	45,328.733	7,562.094
	中小企業	1,846.845	574.399	722.947	2,648.917	471.541
(3) 運送裝備製造業	大企業	84,700.193	15,402.679	42,720.726	72,610.067	12,139.776
	中小企業	1,881.869	407.754	929.290	1,951.189	370.615

註 1) 總資產, 自己資本, 有形固定資產, 賣出額, 賣出總利益의 單位는 100 萬원임.

2) 有形固定資產은 轉매를 目的으로 하지 않고 經營수단으로서 반복사용되고 長期間 그 使用形態의 變化를 가져오지 않는 資產으로서 土地와 같은 일부 非常却資產을 제외하고는 대부분이 減價償却이라는 結果를 통해 長期間에 걸쳐 費用化되는 資產임.

〈附表3〉의 계속

産業部門	企業規模	(6) 經常利益	(7) 減價償却	(8) 生産額	(9) 出荷額	(10) 輸出額
(1) 一般機械 製造業 (電氣제외)	大企業	2,071.895	2,269.179	39,669.476	35,084.953	4,838.810
	中小企業	38.357	20.664	1,376.715	1,011.114	194.566
(2) 電氣 및 電子機器 製造業	大企業	1,826.719	1,569.990	45,411.115	47,044.154	10,460.192
	中小企業	126.608	58.585	2,709.532	2,745.027	281.180
(3) 運送 裝備 製造業	大企業	3,160.988	2,614.194	45,149.970	45,534.719	2,152.469
	中小企業	68.109	73.219	1,804.146	1,819.250	135.000

註1) : 經常利益, 減價償却, 生産額, 出荷額, 輸出額의 單位는 100 萬원임.

〈附表 3〉의 계속

産 業 部 門	企業規模	(11)總願備者數	(12)技術者	(13)技術工	(14)技能工	(15) R & D 支出額
(1) 一般機械 製造業 (電氣계 외)	大企業	971	41	80	664	272.412
	中小企業	45	3	3	26	14.628
(2) 電氣 및 電子機器 製造業	大企業	924	43	47	588	310.828
	中小企業	83	6	6	46	59.822
(3) 運送裝備 製造業	大企業	1,176	45	61	864	1,272.096
	中小企業	93	5	48	60	27.537

註 1) 總願備者數, 技術者, 技術工, 技能工의 單位는 1 名이며, R & D 支出額의 單位는 100 萬원임.

2) 技術者는 工學士의 學位를 所有하거나 그와 동등한 資格을 가진 자임.

3) 技術工은 工業系의 專門大學 卒業者 및 技士 2 級, 技能長, 技能士 資格을 소지 한 者로서 이와 同等한 資格을 갖춘 者, 技術者의 直接的인 指揮監督下에 期初科學技術 또는 設計等의 原理를 實際面에서 活用할 수 있는 者임.

4) 技能工은 工業系의 高等學校 卒業者, 혹은 同種의 技術部門에 繼續해서 1 年以上 勤務하여 生産製品의 製作, 組作, 整備, 修理等의 業務에 直接 參與할 수 있는 者임.

〈附表 3〉의 계속

産 業 部 門	企業規模	(16) 資本金	(17) 技術導入 比 率	(18) NC 收 益 率	(19) NC 導 入 費 用	(20) NC 導 入 年 度
(1) 一般機械 製 造 業 (電氣계 외)	大 企 業	8,500.165	0.714	0.1869	48.000	2
	中 小 企 業	198.235	0.088	0.1906	45.086	1
(2) 電 氣 및 電 子 機 器 製 造 業	大 企 業	7,274.337	0.423	0.1895	49.731	4
	中 小 企 業	272.806	0.099	0.1880	53.113	4
(3) 運 送 裝 備 製 造 業	大 企 業	12,390.225	0.781	0.1866	54.855	3
	中 小 企 業	329.836	0.146	0.1963	40.699	4

註 1) 資本金의 單位는 100 萬 원 임.

2) 技術導入比率은 각 部門에 속해있는 企業의 總數에 對한 技術導入을 한 企業數의 比率 임. 여기서 技術導入이란 모
든 種類의 技術을 導入한 것을 의미하는 것이지 어떤 特定技術만을 導入한 것을 의미하지 않음.

3) NC 의 收益率이란 NC 를 導入함으로써 얻을 수 있는 平均收益率을 말함.

4) NC 導入費用은 NC 를 처음으로 導入하는 單位에 對한 平均費用(單位: 100 萬 원)을 말하는데, 本 研究는 各 部門
別로 導入된 NC 의 種類와 각 NC 種類別 NC 價格을 加重平均하였음.

5) NC 導入年度는 1973 年을 基準으로 하여 各 部門別로 NC 가 導入되기 까지에 所要된 期間 임.

《參考文獻》



文 文 文 文

〈 國內 參考文獻 〉

科學技術處, 「2,000 年代를 向한 科學技術發展長期計劃: 1987 年~ 2001年」, 1986.

_____, 「科學技術年鑑」, 各 年度.

科學技術部門計劃委員會, 「第6次 經濟社會發展 5 個年計劃 科學技術部門計劃(案)」, 1986.

機械情報社, 「最近의 NC工作機械」, 「機械技術」, 1985 年 9 月號.

技術情報社, 「NC 旋盤의 새로운 潮流」, 「機械情報」, 1986 年 2 月號.

產業研究院, 「NC工作機械產業의 現況과 展望」, 1984.

李元暎, 鄭鎮勝, 「市場構造와 技術革新」, 技術經濟研究會, 1986.

林陽澤, 「우리나라 產業構造의 變動推移와 問題點 및 改善方向」, 韓國經濟學會, 1985a.

_____, 「外債危機의 克服과 自立經濟의 挑戰」, 한말出版社, 1985b.

_____, 「成長 및 雇傭增大를 위한 技術政策方向」, 韓國經濟學會, 1985c.

_____, 「우리나라 技術進步의 特性 및 類型과 要因別 成長寄與度에 관한 研究: 製造業 部門을 中心으로」, 韓國國際經濟學會, 1985d.

_____, 「適正技術의 選擇 및 開發方向에 관한 研究: 우리나라 製造業部門을 中心으로」, 韓國經濟學會, 1986a.

_____, 「機械類, 部品 및 素材의 國產化 외 필요한가」, 大韓商工會議所, 1986b.

_____, 「對日本技術依存의 縮小方案에 관한 研究」, 科學技術處, 1986c.

_____, 「韓日間 技術移轉模型에 관한 研究: 韓國의 技術發展速度와 日本 技術模倣速度를 중심으로」, 韓國國際經濟學會, 第18次 學術發表大會, 1986d.

林陽澤, 「産業內 및 産業間 技術擴散速度에 관한 研究: 韓國의 機械工業
部門을 중심으로」, 技術經濟研究會, 1987a.

_____, 「우리나라 技術擴散速度에 관한 研究: 機械工業部門을 중심으로」,
經濟研究, 漢陽大學校 經濟研究所, 1987b.

韓國機械工業振興會, 「機械工業貿易動向」, 1986.6.

〈 國外 參考文獻 〉

- Bass, F.M., "A New Product Growth Model for Consumer Durables," *Management Science*, Vol. 15, No. 5, January 1969.
- Benuignati, Anita M., "The Relationship between the Origin and Diffusion of Industrial Innovation," *Economica*, Vol. 49, No. 193, August 1982.
- Blackman, A. Wade, "The rate of Innovation in the Aircraft Jet Engine Market" *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 2, 1971.
- _____ , "A Mathematical Model for Trend Forecasts," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 3, 1972.
- _____ , "The Market Dynamics of Technological Substitutions," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 6, 1974.
- _____ , E.J. Seligman and G.C. Sogliero, "An Innovation Index Based on Factor Analysis," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 4, 1973.
- Coleman, J., E. Katz and H. Menzel, "The Diffusion of an Innovation among Physicians," *Sociometry*, December 1957.
- Fellner, William, "Specific Interpretations of Learning by Doing," *Journal of Economic Theory*, Vol. 1, 1969, pp. 119-140.
- Fisher, J.C. and R.H. Pry, "A Simple Substitution Model of Technological Change," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 3, No. 1, 1971, pp. 75-88
- Globerman, S., "Technological Diffusion in the Canadian Tool and Die Industry," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 57, 1975, pp. 428-434.
- Gordon, M., "The Payoff Period and the Rate of Profit," *Journal of Business*, October 1955, pp. 253-260.
- Griliches, Zvi, "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change," *Econometrica*, Vol. 25, October 1957, pp. 501-522.
- Jones, Ronald W., "The Role of Technology in the Theory of International Trade," in *Technology Factor in International Trade*, Raymond Vernon (ed.), New York: National Bureau of Economic Research, Inc., 1970, pp. 73-94.
- Mansfield, E., "Technical Change and the Rate of Imitation," *Economica*, October 1961.
- _____ , "The Speed of Response of Firms to New Techniques," *Quarterly Journal of Economics*, May 1963a.
- _____ , "Intrafirm Rates of Diffusion of an Innovation," *Review of Economics and Statistics*, November 1963b.

- Mansfield, E., "Size of Firm, Market Structure and Innovation," *Journal of Political Economy*, December 1963c.
- _____, "Industrial Research and Development Expenditures: Reterminants, Prospects and Relation to Size of Firm and Inventive Activity," *Journal of Political Economy*, August 1964.
- _____, *Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis*, New York: W.W. Norton, 1968.
- _____, "Determinants of the Rate of Application of New Technology," in *Science and Technology in Economic Growth*, B.R. Williams (ed.), New York: John Wiley & Sons, 1973.
- _____, J. Rapoport, J. Schnee, S. Wagner, M. Hamburger, "The Diffusion of a Major Manufacturing Innovation," in *Research and Innovation in the Modern Corporation*, New York: W.W. Norton and Company, Inc., 1971, pp. 186-206.
- Metcalfe, J.S., "Diffusion of Innovation in the Lancashire Textile Industry," *The Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 38, June 1970, pp. 145-162.
- Nabseth, L., "The Diffusion of Innovations in Swedish Industry," in *Science and Technology in Economic Growth*, B.R. Williams (ed.), New York; Wiley, 1973, pp. 256-280.
- Nelson, Richard R., "A Diffusion Model of International Productivity Differences in Manufacturing Industry," *American Economic Review*, Vol. VVIII, No. 1, March 1968, pp. 1219-1248.
- _____ and Victor D. Norman, "Technological Change and Factor Mix over the product Cycle: A Model of Dynamic Comparative Advantage," *Journal of Development Economics*, Vol. 4, 1977, pp. 3-24.
- Nielsen, M.B., "The International Diffusion of New Technology," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 8, 1976, pp. 363-370.
- _____ and Peter Fiehn, "The Diffusion of New Technology in the U.S. Petroleum Refining Industry," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 6, 1974, pp. 53-89.
- Peterson, R.A., W. Rudelius and G.T. Wood, "Spread of Marketing Innovations in a Service Industry," *Journal of Business*, October 1972, pp. 485-496.
- Posner, M.V., "International Trade and Technical Change," *Oxford Economic Papers*, Vol. 13, October 1961, pp. 323-341.
- Ray, G.F., "The Diffusion of New Technology: A Study of Ten Processes in Nine Industries," *National Institute Economic Review*, May 1969, pp. 40-83.

- Ray, G.F., "The Diffusion of New Technology," National Institute Economic Review, 1973, pp. 40-83.
- Rogers, E., The Diffusion of Innovations, New York: The Free Press of Glencoe, 1962.
- Romeo, A.A., "Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation," Review of Economics and Statistics, Vol. 57, 1975, pp. 311-319.
- _____, "The Rate of Imitation of A Capital-Embodied Process Innovation," *Economica*, Vol. 44, 1977, pp. 63-69.
- Ryan, B., "A Study of Technological Diffusion," Rural Sociology, Vol. VIII, March 1948, pp. 15-24.
- _____ and N. Gross, "The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities," Rural Sociology, Vol. VIII, March 1943, pp. 15-24.
- Sahal, D., "The Multidimensional Diffusion of Technology," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 10, 1977, pp. 277-298.
- Schumpeter, J.A., The Theory of Economic Development, New York: Oxford University Press, 1961.
- _____, Business Cycle, New York: McGraw-Hill, 1964.
- _____, Capitalism, Socialism and Democracy, New York: Harper & Row, Harper Colophon (ed.), 1975.
- Swalm, R., "On Calculating the Rate of Return of an Investment," Journal of Industrial Engineering, March 1958, pp. 99-103.
- Vernon, R., "International Investment and International Trade in the Product Cycle," Quarterly Journal of Economics, May 1966, pp. 190-207.

韓經研 主要 發刊圖書 案內

研究叢書

研 究 叢 書	研 究 責 任 者	發 行 年 月
1. 現行稅制의 綜合評價와 1982 年度 稅法 改正方向研究	車 軼 權 金 鎮 炫 外	1981. 8
2. 韓國經濟 短期豫測模型	韓 成 信 田 大 洲	1981. 9
3. 우리나라 企業의 人件費支拂能力評價와 賃金對策	崔 棟 圭	1982. 2
4. 韓國企業의 成長 및 財務行態	具 石 謨	1982. 4
5. 租稅負擔의 測定과 適正負擔率에 관한 研究	韓 昇 洙	1982. 6
6. 韓國의 私金融市場에 관한 研究	具 石 謨	1982. 7
7. 稅法體系의 整備와 改善에 관한 研究	全 綰 九 李 泰 魯 外	1982. 9
8. 所得稅體系 合理化를 위한 基礎研究	李 亨 純	1982. 10
9. 財政機能의 再調整과 行政機能 官僚制度의 改編方案 研究	姜 信 澤 韓 昇 洙	1982. 10
10. 韓國租稅文化의 反省과 稅制의 綜合改善 方向	黃 一 清 金 鎮 炫 外	1982. 10
11. 稅收推計模型의 精密化와 中長期 稅收 展望	車 軼 權	1983. 5
12. 韓國企業의 準租稅負擔에 관한 理論的 考察과 負擔水準의 實證的 分析	林 陽 澤 崔 明 根	1983. 6
13. 段階的 貿易自由化에 對應한 關稅率과 關稅行政의 改編方向	崔 日 煥 崔 明 根	1983. 7
14. 80 年代 産業構造 高度化를 위한 輸入自 由化와 關稅政策의 方向	安 忠 榮 金 大 植	1983. 8
15. 法人所得과 配當所得의 二重課稅調整에 관한 研究	張 在 植	1983. 9

研 究 叢 書	研 究 責 任 者	發 行 年 月
16. 韓國의 貿易發展과 綜合貿易商社의 役割	李 鍾 允	1984. 3
17. 韓國의 赤字財政 研究	韓 昇 洙	1984. 7
18. 韓國의 土地稅制 改編方向 研究	曹 圭 昌 金 政 鎬 外	1984.10
19. 臺灣의 産業政策	金 迪 教	1984.12
20. 韓國의 地方財政 研究	金 安 濟 吳 然 天 外	1985. 2
21. 纖維産業의 構造調整에 관한 實證研究	尹 暢 皓	1985. 6
22. 稅法上 實質課稅에 관한 研究	李 泰 魯 李 哲 松	1985. 7
23. 金融費用增加와 物價上昇에 관한 微視的 分析	金 大 植	1985. 8
24. 經濟體質強化를 위한 租稅政策方向	崔 明 根 李 俊 求 外	1985. 9
25. 韓國貿易構造의 決定要因과 變化推移에 관한 研究	金 勝 鎭	1985. 9
26. 韓國企業의 經營特性要因에 관한 研究(I)	崔 棟 圭	1985.10
27. 半導體産業의 現況과 育成政策	尹 暢 皓	1986. 3 <改訂版>
28. 信用配分과 金融自律化의 方向	金 寬 洙	1985.12
29. 우리나라 通貨의 役割과 産業別 資金配分の 效率性 分析	李 相 萬	1986. 4
30. 市場經濟體制의 高度化와 公正去來秩序	李 成 舜	1986. 4
31. 産業別 技術革新過程과 政策課題	李 軫 周 崔 棟 圭	1986. 4
32. 製造業部門 比較優位構造의 變化推移에 관한 研究	金 勝 鎭	1986. 5

研 究 叢 書	研 究 責 任 者	發 行 年 月
33. 非上場株式 課稅評價方法의 合理化方案	崔 明 根	1986. 8
34. 韓國과 臺灣의 通貨政策 및 物價	金 大 植	1986. 9
35. 企業의 準租稅負擔에 관한 實證的 研究	崔 棟 圭	1986.11
36. 韓國經濟學 研究序說	朴 宇 熙	1986.11
37. 韓國의 中小企業과 系列化	丁 炳 然 尹 暢 皓	1986.12
38. 海外轉換社債發行과 企業財務戰略	李 商 彬 梁 浩 澈	1987. 1
39. 政府와 市場	尹 暢 皓 李 奎 億 李 成 舜	1987. 1
40. 開放經濟下的 貨金政策	朴 世 逸	1987. 1
41. 換率變動에 따른 韓·日의 産業 및 貿易 構造의 變化	李 榮 善	1987. 3
42. 韓國의 地下經濟에 관한 研究	崔 洸	1987. 4
43. 企業集團의 形成에카니즘과 評價	李 鍾 允	1987. 5
44. 韓國 企業그룹의 多角化戰略 研究	趙 一 欽 李 成 圭	1987. 5
45. 換率變動에 따른 國際競爭力과 産業內 貿易의 變化推移	金 勝 鎮	1987. 6
46. 中小企業의 知識集約化에 관한 研究	趙 觀 行	1987.11
47. 우리나라 相續課稅制度의 改編方案 研究	崔 明 根	1987.12
48. 技術革新의 産業組織的 特性에 관한 研究	林 陽 澤	1988. 4
49. 企業의 技術擴散에 관한 研究	林 陽 澤	1988. 4

研究調查資料

研 究 調 查 資 料	研 究 責 任 者	發 行 年 月
1. 아시아·太平洋地域의 貿易 및 産業調整	篠原三代平	1981. 9
2. 現行 租稅의 問題點	吳 正 根 金 祥 九	1981.10
3. 民主資本主義의 將來	마이클노박 著 金 鎮 炫 譯	1982. 2
4. 地方歲入의 地域的 不均衡에 관한 經驗的 研究	吳 然 天	1982.11
5. 政府規制 緩和方向과 美國經濟 展望	마빈코스터즈外	1983. 4
6. 韓國經濟學의 摸索	申 泰 煥 趙 淳	1983. 5
7. 資本主義와 社會主義	마이클노박 著 金 鎮 炫 譯	1983. 8
8. 民主資本主義와 企業의 成長	마이클노박 著 金 鎮 炫 譯	1983. 8
9. 民主主義와 民間調整機構	마이클노박 著 金 鎮 炫 譯	1983. 8
10. 韓國과 第4次 産業革命 : 1960 ~ 2000	W.W.로스토우	1983.10
11. 企業稅制 合理化의 基礎研究	尹 桂 燮	1983.10
12. 民主資本主義와 韓國의 發展	마이클노박	1983.11
13. 國民租稅意識의 調查研究	金 鎮 炫 崔 明 根 外	1983.12
14. 成長經濟에 있어서의 資本所得에 관한 適正稅率과 歸着分析	李 萬 雨	1984. 4
15. 資本主義精神과 反資本主義心理	L.V.미제스 著 金 鎮 炫 譯	1984. 5

研究調查資料	研究責任者	發行年月
16. 美·日의 産業政策과 韓國의 對應	찰머스 존슨	1984. 6
17. 企業의 社會奉仕	本院研究部 編	1984.10
18. 中共의 經濟法令 解說	朴 椿 浩	1985. 1
19. 우리나라 通貨의 役割과 通貨信用政策의 方向	金 大 植	1985. 3
20. 家計貯蓄增大을 위한 租稅政策方向	本院研究部 編	1985. 8
21. 轉換期の 勞使問題와 對應方向(I)	崔 鍾 泰 外	1988. 4

研究報告

研 究 報 告	研究責任者	發行年月
1. 金融革新과 通貨金融政策 改編方向	金 廣 斗 鄭 雲 燦 外	1985. 3
2. 金融自率化 및 銀行與信管理 改善方案	李 滿 基	1985.12
3. 現行經濟法の 問題點 및 改善方向	姜 明 憲	1986. 2
4. 우리나라에 있어서 金利가 貯蓄, 投資에 미치는 影響	李 相 萬	1987. 1
5. 日本의 貿易·資本自由化와 그 對應政策	金 經 斗	1987. 4

政策研究

政 策 研 究	研究責任者	發行年月
1. 經濟民主化의 基本構想	鄭 暢 泳 外	1988. 4