

企業에 있어서 技術革新의 動態的 模型 (Models of Technological Innovation at a Project and a Firm Level)

李 軫 周*

Abstract

This paper reviews various models of technological innovations at different levels: project level and productive segment level. Firstly, it examines a number of significant factors influencing the success and failure of technological innovation at project level. Specifically, the role and characteristics of technical information for the success of innovation is analyzed.

Secondly, the paper discusses in detail the relationship between technological innovation and the evolution of a firm. Product and process innovations are analyzed in accordance with a three stage model; the stages are performance maximizing (uncoordinated), sales maximizing (segmental) and cost minimizing (systemic). Various implications of the model are presented in terms of the business policy variables such as diversification, standardization, productivity improvement, marketing, etc. The applicability of the model to a developing country is sought and a few suggestions to develop new model of technological innovations in LDC are discussed.

1. 序 論

技術發展이 경제적 발전이나 국가발전에 끼친 영향에 대해서는 여러 角度에서 논의되어 왔다. Schumpeter가 技術革新이 경제발전에 필수적 요소이라는 점을 喝破한 이래 科學技術을 위한 것은 社會를 위한 것(what is good for science is good for society)이라는 견해가 지배적이다. 이에 반해 Salomon (1971)은 科學技術界가 누려왔던 政府와의 蜜月은 최소한도 선진국에서는 2次大戰 이후 끝났다고 단언하고 있다. 다시말해서 政府나 국민은 果實없는 과학기술에의 投資에 대해서 상당히 비판적이며 과학기술발전에 따른 副作用이나 逆機能에 대해 심각한 우려를 나타내고 있다. 그러나 아직도 대부분의 전문가들은 급속한 경제발전을 위해 기술발전이 核心要素이며 개발도상국에 경우에는 더욱 더 필요한 發展要素라는 점을 注目하고 있다.

지금까지의 연구결과로는 巨視的으로 研究開發이나

技術革新이 경제성장에 큰 기여를 하고 있다는 것이 명백하다(Stewart, 1971; Mansfield, 1971). 微視的으로도 기술혁신이 企業成長에 아주 큰 영향을 주고 있음이 여러 문헌에서 밝혀지고 있다. (Jewkes, et al., 1969; Langrish, et al., 1972) 최근에는 經營의 관점에서, 企業戰略의 측면에서, 產業政策의 입장에서 技術開發이나 技術革新이 효율적으로 달성되기 위해 어떻게 대처해나가야 될 것인가에 대한 연구와 논의가 활발하다. 대개의 경우 지금까지는 기술혁신을 個個의 연구과제나 프로젝트 單位에서 여하히 성공적으로 이끌었느냐 하는 成敗要因을 중점적으로 분석해왔다고 볼 수 있다. 그러나 요즘 技術革新을 프로젝트단위보다는 生産單位(Productive unit)나 기업단위에서 고찰하고자 하는 움직임이 활발해지고 있으며 그러한 연구결과를 산업정책이나 과학기술정책의 차원에서 이용하고자 노력하고 있다. 따라서 이 글에서는 프로젝트단위의 技術革新분석이 어떻게 이뤄져 왔는가를 간략히 살피고 이어서 생산단위에서의 기술혁신이 企業의 發展過程과 어떻게 연관되는가 하는 技術革新의 動態的

*韓國科學院 産業工學科

模型을 증명적으로 검토하여 그 분석결과를 기업전략이나 산업 및 과학기술정책에 직접적으로 응용될 수 있도록 하겠다.

2. 프로젝트單位的 技術革新에 대한 연구

技術革新은 단순한 發明과는 성격을 달리한다. 發明은 어떤 아이디어의 技術的, 科學的 성공으로 가능한 것이나 기술혁신의 경우 技術的 성공은 오직 필요조건에 불과하고 기술적 성공이 實際로 活用되는 商業的 성공내지는 實用化與否로서 최종적인 成敗를 가름하게 된다. 또한 발명의 경우 그 내용이 客觀的으로, 絕對的으로 새로운 것이어야 하나 技術革新의 경우는 主觀的으로, 相對的으로 새로운 내용이면 된다. 따라서 기술혁신은 첫째, 自體研究에 의한, 발명등을 포함한 주어진 기술문제의 해결을 통해서 이뤄질 수도 있으며 둘째, 國內外的의 외부기술을 導入하여 이룩될 수도 있다. 선진국의 경우 대부분의 기술혁신이 自體研究에 의해서 이루어지고 있으나 우리나라와 같은 開發途上國의 경우 자체연구보다는 技術導入이 主宗을 이룬다. 대부분의 「研究開發에 대한 研究」(Research on research; R²)는 자체연구에 의한 기술혁신의 成敗에 관한 것이며 개발도상국의 기술개발 및 革新의 主源泉인 기술도입에 관한 것은 그다지 많지 않다. 이 論文도 前者의 것을 중심으로 技術革新을 고찰하기로 한다.

기술혁신의 過程을 여러 단계로 나누는 것은 필연적이다. Havelock(1969)은 기술혁신의 過程을 變化(Change)의 過程으로 폭넓게 생각하였고 이에 관련된 4,000여건의 연구논문 및 보고서를 검토한 끝에 관련 연구를 社會的 相互作用(Social Interaction)의 立場, 研究開發 및 擴散(R&D and Diffusion)의 立場, 問題解決者(Problem-Solver)의 立場등 3개學派로 구분하였다. 社會的 相互作用의 立場에서 Rogers(1962)는 農業의 기술혁신과정을 認識(awareness), 關心(Interest), 試圖(Trial), 評價(Evaluation), 採擇(Adoption)의 5단계를 설정하였다. 이러한 구분은 工業分野의 기술혁신으로는 적합치 않은 것으로 인정되고 있다. 대신에 Myers and Marquis(1969)와 Gruber and Marquis(1969)가 처음 제창하고 후에 Utteback(1971)이 수정할 3단계 구분이 좀더 포괄적이고 합리적으로 생각되고 있다. 이들에 의하면 工業分野의 기술혁신과정은 아이디어 形成(Idea Generation), 問題解決(Problem-Solving) 및 活用 擴散利用(Implementation and Diffusion)의 3단계를 거친다. 이러한 단계들은 어느정도 서로 중복되며 반복적 성격을 갖고 있을뿐 아니라 技術革新의 成敗要因들이 각각의 단계에서 그 중요도를 달리하게 된다.

기술혁신과정에서 우선 技術情報의 중요성이 문제가 된다. 기술혁신에 필요한 대부분의 과학기술정보는 처음 2개단계에서 사용되는 바 Rothweel(1975)은 기술혁신에 필요한 技術情報管理에 관련된 사항으로 다음 4가지를 결론으로 제시하고 있다.

첫째, 技術革新業體의 기술정보 探索行態는 기술혁신의 過程별로 차이가 나며 아이디어 形成단계에서는 주로 外部指向의인데 반해 問題解決단계에서는 주로 內部探索의이다.

둘째, 科學者와 技術者간의 기술정보 탐색행위는 크게 차이가 있다. 과학자들은 組織外部의 情報源에 크게 의존하며 一次的 문헌을 주로 이용하는 반면 기술자들은 주로 內部情報源을 이용하며 二次的文獻을 주로 이용한다. 셋째, 조직의 기술정보탐색 및 檢索행위는 회사규모와 밀접한 관련이 있다. 大企業은 중소기업에 비해 外部와 보다 빈번한 접촉을 갖는 경향이 있다.

넷째, 기술정보의 제공은 정보탐색자에게 쉽사리 제공되도록 배려되어야 할뿐 아니라 그 水準이 探索者의 能力에 맞게 이해될 수 있도록 처리되어 제공되어야 한다.

成功的인 기술혁신에 대한 연구는 美國科學財團(NSF)의 후원으로 1963년에서 1968년까지 5년에 걸친 Myers and Marquis(1969)의 報告가 있다. 이는 鐵道, 鐵道用品, 住宅用品, 컴퓨터 및 컴퓨터用品의 5개분야에서 이룩된 567件的 “成功的技術”革新사례만을 서술적으로 분석한 것인 바 다음과 같은 결론을 내리고 있다.

(1) 기술혁신은 대개 소규모의 점증적인 기술개발이 오랜 기간동안 累積된 결과이다. 산업계의 技術革新이 대부분의 경우는 획기적인 單一回의 革新行爲에 의한 것이 아니라는 것이다. 革命的 Xerox複寫機의 경우 20년에 가까운 기간동안 200건의 특허를 통해 최초의 商業모델이 등장했던 것이다.

(2) 新技術의 활용가능성에 대한 인식보다는 수요 또는 必要性的인 인식이 기술혁신 아이디어形成의 主源泉이다. 따라서 마케팅부서, 공업부서, 생산부서, 연구개발부서의 효과적인 연결과 원활한 意思疎通이 요망된다.

(3) 기술혁신의 商業的 성공은 自體開發뿐만 아니라 外部技術을 적절하게 採擇·導入하여 달성할 수도 있다. 우리나라와 같은 개발도상국에서의 기술도입은 전형적인 예라 할 수 있을 것이다.

(4) 새로운 技術情報의 入力은 그 자체만으로 기술혁신을 유도한 경우가 많다. 따라서 情報의 受容態勢

나 분위기가 아주 중요하다.

(5) 기술혁신의 問題解決에 기여한 주요정보는 대부분 特殊情報가 아닌 一般情報였다.

(6) 개인적 經驗이나 접촉이 성공적인 기술혁신의 主情報源이다. 이의 중요성은 2가지이다. 하나는 組織體의 구성원체가 주요 정보원이며 다른 하나는 Allen and Cohen(1969)이 보고한 바와 같이 科學者는 주로 눈으로 읽어서 情報를 얻고 技術者는 귀로 들어서 情報로 얻는다는 점이다. 따라서 기업의 종업원이나 기술자들의 개인적 力量이나 行態가 아주중요함을 알 수 있을 것이다.

(7) 기술혁신은 研究開發部署나 기술부서의 노력만으로 달성되는 것이 아니라 全社의인 接近으로 다뤄질 때 効果적으로 성취되는 것이다.

이상의 연구결과는 5년에 걸친 세월동안 567건의 방대한 技術革新事例를 대상으로 精密考察한 것임에도 불구하고 2가지 약점을 지니고 있다. 하나는 敘述的인 分析중심이 되어 因果關係의 밝힘이 없었다는 점이며 또 하나는 成功의 例만을 대상으로 하여 기술혁신 成敗의 필요조건이나 충분조건 등이 가려지지 못했다는 점이다. 그러나 英國의 Sussex(1972) 大學은 技術革新을 각각 成功 및 失敗의 事例를 짝으로 찾아내어 비교 분석하였다. 이연구에서 밝혀진 成敗要因을 살펴보면 마케팅能力, 사용자의 必要性認識, 研究開發能力, 경영능력, 意思疎通등에서는 기술혁신을 성공적으로 이끈 企業體들이 압도적으로 우수한 것으로 나타났고 기술혁신의 危險性, 연구개발관리기법, 경쟁압력, 기술혁신의 연관성, 조직구조등은 실패한 회사와 성공한 社社사이에 큰 差異가 없는 것으로 나타났다.

종합적으로 技術革新의 成敗要因은 크게 環境的 要因, 해당기술의 特性的 要因, 기술혁신 담당자 및 조직에 관련된 行態的 要因으로 나눌 수 있다. 환경적요인은 Farmer and Richman(1965)이 제시한 政治的/法律的 要因, 社會文化的요인, 教育的요인, 경제적요인등 해당 조직체가 처해 있는 환경요소중에서 기술혁신의 成敗에 영향을 주는 變數를 뜻한다. 해당기술의 特性的 要因은 Rogers and Shoemaker(1971)가 분류한 바와 같이 해당된 技術革新이 相對的 利點, 複雜性, 기존기술과의 兩立性, 試圖可能性, 結果의 觀測性등으로 파악할 수 있다. 行態的 要因은 Rubenstein et al.(1974)이 밝힌 바와 같이 기술혁신에 대한 최고경영층의 관심및 支援, 담당자의 熱意 및 추진력, 조직 및 구성원의 변화에 대한 태도등이다.

技術革新의 成敗要因은 기술혁신을 위한 研究開發課題의 選定基準이 된다. 개발해야 될 기술, 성취시켜야

될 기술혁신의 과제를 自體研究로 해결하든 외부의 기술을 導入해서 해결하든 하나의 프로젝트로서 평가하여 그 추진여부를 결정짓기 위해서는 해당과제를 일정한 選定基準으로 분석평가하여 選定模型에 의해 選別해야 할 것이다. 이러한 경우에 흔히 研究課題, 기술개발과제의 선정기준으로 經濟的요인, 技術的요인, 生産的요인, 市場的요인, 조직적요인, 政府의 장려책 및 規制的요인등으로 세분하여 變數분석하게 된다.

지금까지 考察한 바와 같이 프로젝트單位의 技術革新의 過程이나 模型을 중심으로 기술혁신의 성패를 分析해 온 연구결과는 다음과 같은 몇가지 약점을 지니고 있다. (Lee, 1977)

첫째 대부분의 技術革新연구가 기술혁신과정의 어느 한 단계만을 대상으로 하여 전체적으로 畧을 파악하기가 힘들다.

둘째 기술혁신의 成敗에 관련된 수 많은 要因중 한정된 變數만이 대상이었다.

셋째 주로 成功的인 기술혁신만을 대상으로 하여 연구하였기 때문에 成敗의 필요조건이나 충분조건, 나아가서는 필요충분조건에 대한 決定的 解答를 제시하지 못했다.

넷째 무수히 많은 成敗要因들이 기술혁신의 成敗에 어떠한 相互影響을 주고 받고 있는지에 대한 充足分析이 없었다.

마지막으로 가장 중요한 弱點은 대부분의 技術革新에 대한 고찰을 프로젝트單位로 分析하였기 때문에 기술혁신연구에 관한 剋衡的 結果등을 闡明할 수 있도록 설명할 수 없었을 뿐만 아니라 企業의 차원에서 技術革新의 戰略을 수립하거나 국가적인 차원에서 기술개발정책을 수행해 나아가는 데에 직접적인 기여를 하기 어려웠다는 점이다. 따라서 다음에 企業의 發展段階別로 新製品革新이나 工程革新이 動態的 立場에서 어떻게 이룩되는가를 살피도록 한다.

3. 生産單位에서의 動態的 技術革新

技術革新에 대한 고찰을 프로젝트單位를 떠나서 企業의 발전과정과 더불어 어떻게 그 특성이 달라지는가를 살펴보는 것은 큰 의미를 지닌다. 이때 企業單位로 기술혁신을 분석하는 데에는 어려움과 문제점이 따른다. 經營多角化의 추세때문에 대부분의 경우 기업은 수십 또는 수백가지의 제품을 동시에 생산한다. 따라서 技術革新을 제품별로, 동시에 제품의 生産工程別로 고찰하는 것이 일차적으로는 더 바람직하다. 기술혁신의 動態的 分析은 이와 같은 生産單位(Productive unit)를 중심으로 실시하게 되는 데 구체적으로 생산단위는 단

일종목을 생산하는 기업체에서는 그 회사 자체가 될 것이며 複合企業(Conglomerate)의 경우에는 특정의 1개 품목을 전담해서 생산하는 부서를 지칭하게 된다.

여기서 기술혁신의 對象技術은 크게 2가지로 나누어진다. 하나는 製品革新(Product Innovation)이며 다른 하나는 제품생산을 위한 工程革新(Process Innovation)이다. 제품혁신은 사용자 또는 市場需要를 충족시키기 위해 商業的으로 소개된 새로운 技術이나 複合된 기술을 뜻한다. Utterback(1974)에 의하면 생산단위에 발전에 따라 제품혁신은 대체적으로 3단계를 거친다. 즉 性能極大化(Performance-maximizing), 販賣極大化(Sales-maximizing) 및 費用極小化(Cost-minimizign)의 수명주기를 일관성있게 밟는다는 것이다. 제품수명 주기의 초기에서는 기술적으로 진보된 新製品이 같은 기능의 기존제품보다 훨씬 향상된 性能으로 등장되어 빈번하고 급속한 製品改良을 통해 높은 판매이윤을 목적으로 기존상품과 경쟁을 한다. 제품의 性能極大化를 목적으로 등장한 기업은 불확정적 시장조건아래에서 지금까지 기존業體가 찾아내지 못한 市場需要를 목표로 혁신활동을 하게 된다. 그러다가 最適設計製品(Dominant Product Design)의 위치를 점거하게 되면 市場의 불확실성은 감소되어 販賣極大化의 단계로 넘어간다. 이때에는 性能向上보다는 소비자의 기호에 맞춘 제품모형의 多樣化를 꾀하게 된다. 마지막으로 판매규모확대를 통해 市場이 어느정도 포화단계에 다다르면 제품의 다양화는 한계에 이르고 費用極小化를 위한 標準化에 초점이 맞춰진다. 이때 경쟁기준은 製品價格이 되어 판매 이윤은 급격히 줄어들어 바리다메나 生産基盤을 海外로 옮겨 낮은 勞動費를 목표로 하게 된다. 생산동정은 資本集約化하게 되고 동시에 規模利益을 도모하게 된다.

이상의 製品革新과정은 工程革新과 보조를 같이 하게 된다. Abernathy and Townsend(1975)에 의하면 生産工程이란 어떠한 製品이나 用役을 생산 하기위해 사용되는 생산설비, 人力, 업무구분, 투입원료, 업무 및 情報의 흐름등을 集合한 하나의 시스템을 뜻한다. 工程革新도 製品革新과 마찬가지로 3단계를 거치는 바 非調整期(Uncoordinated)로 시작되어 斷片的(Segmental) 自動化期를 거쳐 체계적(Systemic) 自動化期에 다다른다. 이들은 생산단위보다는 生産部門(Productive sigment) 혹은 工程部門(Precess segment)이라는 用語를 사용하였는 바 제품과 工程革新의 초기에는 시장확대와 시장수요에 대한 再定立때문에 빈번한 경쟁적 改良이 불가피하여 工程차체도 非標準化되어있을 뿐 아니라 수동작업을 많이 사용하게 된다. 생산설비도

專用機器보다는 汎用機器에 주로 의존하게 된다. 工程은 流動的이며 조직은 有機的 성격을 띤다. 이단계는 製品革新의 性能極大化단계와 일치한다. 제품의 발전이 성숙되어 價格競爭이 시작되면 효율증대를 위해 공정은 기계화되어 감으로써 斷片的 自動化가 시도된다. 공정의 일부는 工程特有的의 기술로 자동화되며 일부는 아직도 汎用機器를 사용한다. 제품혁신단계상 이 때는 販賣極大化시기와 일치하며 어느 정도의 대량생산이 전제가 되어야 한다. 工程革新의 마지막은 體系的 自動化의 단계이다. 이단계에서 생산공정은 극도로 종합화되고 설비투자는 거대해지며 공정개선은 점점 어려워진다. 공정이 완전히 自動化되고 체계화됨에 따라 공정의 사소한 변경도 큰 費用을 수반하게 된다. 이시기는 제품단위당 費用極小化의 단계에 일치되어 제품단가는 초기에 비해 획기적으로 인하된다. 이 단계에서 技術變化에 대한 저항은 아주 크기 때문에 궁극적으로 經濟的 頹落이나 새로운 技術革新이 잠재적으로 불가피해지게 된다.

지금까지 설명한 生産單位를 중심으로 한 製品및 工程의 革新에 대한 動態的模型은 <그림 1>에 나타나 있다. 또한 Abernathy and Utterback(1975)은 기술혁신의 수명주기에 따른 3단계중 제 1단계의 革新初期상상은 流動的(Fluid)이라고 命名하고 제 2단계는 過渡的 變遷기(Transition), 그리고 革新의 最終狀況을 特定的(Specific)이라고 하였다. <그림 1>에 보인 기술혁신의 動態的 模型을 통해 기술혁신의 主源泉(locus), 단계별로 적절한 기술혁신의 종류 및 기술혁신의 障礙要因등이 다음과 같이 좀 더 체계적으로 파악될 수 있다

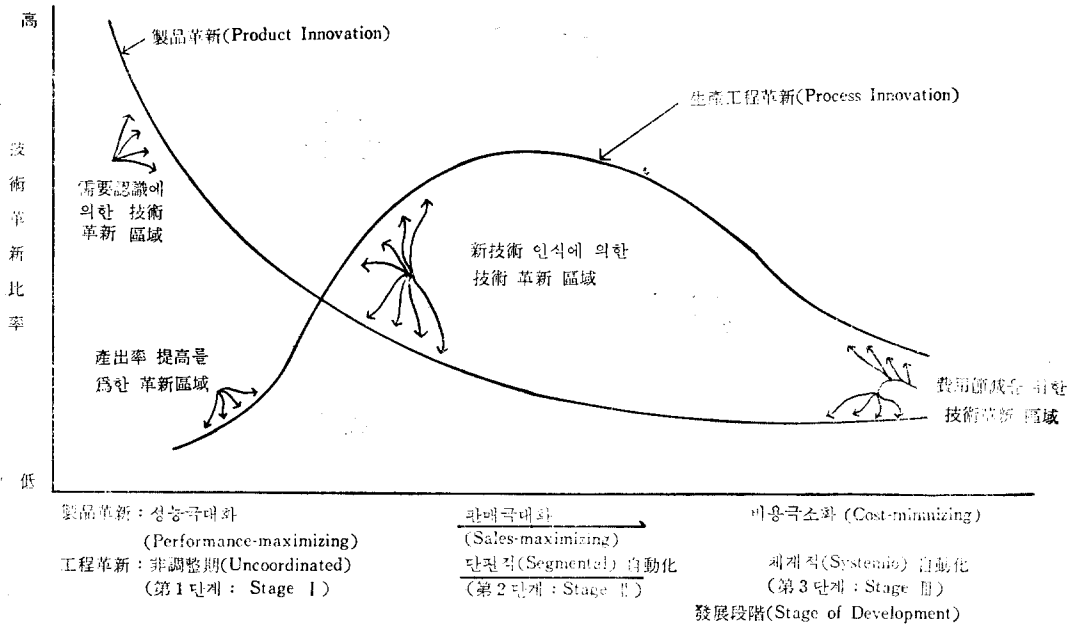
첫째, 발전단계별로 기술혁신의 主源泉이 달라지는 바 제 1단계에서는 시장수요의 趨移에 밝은 사람이나 사용자의 필요성을 잘 인식하고 있는 조직등이 革新을 시작한다. 후기에는 필요성이나 혁신에 대한 需要가 체계적으로 파악될 수 있게 된다.

둘째, 초기에는 工程革新보다는 제품혁신이 주로 이뤄지나 제 3단계에서는 그 반대이다.

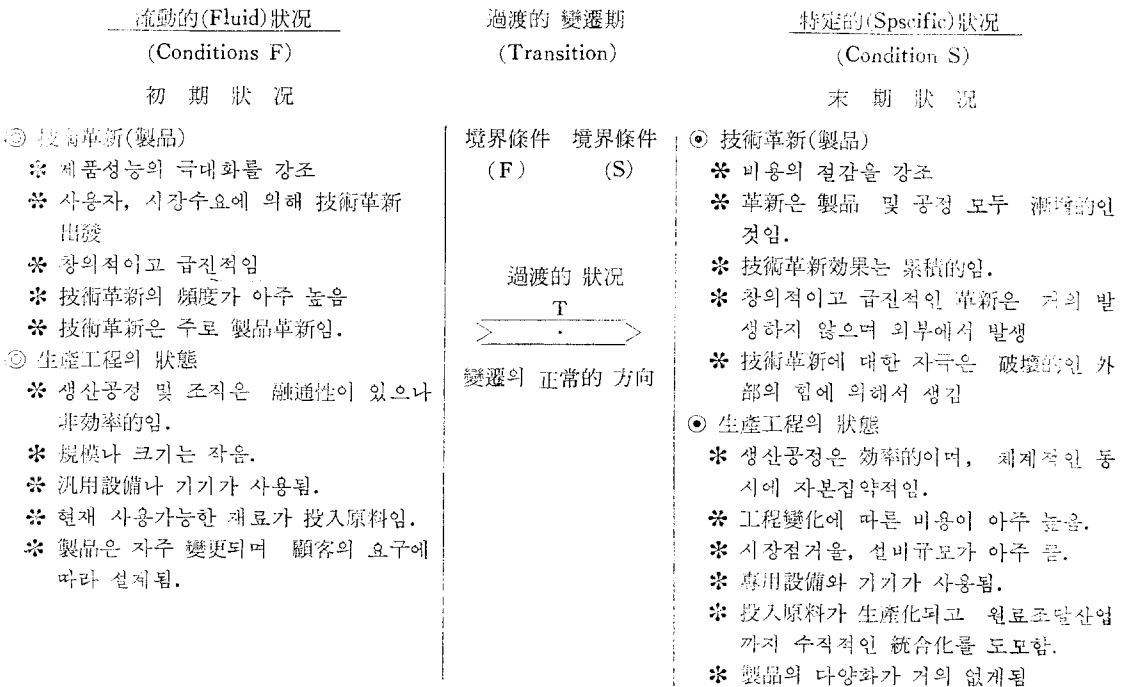
셋째, 기술혁신의 장애요인이 단계별로 변화한다. 초기의 제품혁신의 단계에서는 需要의 새로운 인식에 대한 適合性(relevance)여부가 큰 문제가 되나 후기에서는 工程變化에 대한 저항등이 더 큰 문제가 된다.

Utterback and Abernathy(1975)는 Myers and Marquis(1969)의 567件的 成功的 技術革新事例의 데이터를 이용하여 지금까지 설명한 기술혁신의 動態的 模型에 대한 實證的인 검정을 실시하여 다음과 같은 7가지 법칙을 찾아내었다.

(1) 製品革新은 주로 제 1 단계에서 이뤄지며 2,3단



<그림 1> 技術革新과 發展段階



<자료원 : Utterback and Abernathy, 1975; Abernathy and Utterback, 1975>

2,3단계에서는 자주 일어나지 않는다. 반면 工程革新은 1단계에서는 드물게, 2,3단계에서는 자주 발생된다.

(2) 제 1 단계에서는 技術革新의 企業의 競爭戰略으로 강조되어 우선순위가 가장 높은 반면 2,3단계에서는 우선순위가 훨씬 떨어진다.

(3) 제 1 단계에서 企業이 소개한 技術革新의 대부분도 他用途로부터의 移轉을 통한 기존기술을 활용한 것이 아니라 발명에 가까울만큼 새로운 技術을 통합한 것이다. 제 1 단계에서의 기술은 기술적으로 더 복잡하거나 精巧한 것은 아닐지라도 상대적으로 좀더 創意的인 것이다. 이러한 創意는 기존의 기술정보를 새로운 개념이나 發明으로 종합화한 것일 때가 많다.

(4) 제 1 단계의 技術革新은 대부분 獨創의인 반면 2,3단계의 것은 설비공급자, 원료공급자, 복사, 면허 생산등을 통하여 외부로부터 導入 採擇된 것이다.

(5) 제 1 단계의 技術革新은 工程技術에 대한 변경이 그다지 요구되지 않는 것인 반면 제 2 단계에서는 가장 큰 工程變更이 요구된다. 제 3 단계에서는 오직 漸增의인 工程變更만이 요구되거나 외부공정의 도입채택을 많이 도모한다.

(6) 제 1 단계에서의 기술혁신비용이 가장 많고 2,3로 갈수록 점점 적어진다.

(7) 제 1 단계에서의 技術革新業體의 규모는 비교적 작으나 2,3단계에서는 그 규모가 비교적 크다.

이상의 技術革新에 대한 動態的 模型은 企業규모, 市場構造, 제품비용, 價格彈性性, 무역등의 경제적 側面과 기술혁신의 종류, 生産工程에 대한 영향, 기술변화의 정도등 기술적 側面과 企業構造, 계획과정, 의사소통등이 조직적 側面등에서 종합적으로 기술혁신에 대한 고찰을 가능하게 한다. 다시 말해서 技術革新을 하나의 企業戰略이나 政策의 차원에서 다루 나가고자 할 때 이러한 技術政策이 제품의 多樣化, 표준화, 생산성 향상, 투입원료까지의 前方統合化(backward integration), 생산공정의 개발등 다른 기업정책과 전체적인 代替效果의 관점에서 다루져야 됨을 示唆하는 것이다. (Abernathy, 1976) 다음에 구체적인 기술혁신의 事例를 통하여 지금까지 설명한 기술혁신의 동태적 모형을 검토하기로 한다.

技術革新의 첫 단계인 流動的(Fluid)상황에서 가장 중요한 것은 性能極大化의 제품에 대한 인식이나 아이디어가 어떻게 비롯되느냐이다. 대개의 경우 改善의이며 漸增의 기술혁신은 企業內部에서 시작되나 創意的인 아이디어는 外部에서, 특히 使用者나 수요자로부터 나온다. Knight(1963)에 의하면 1944~1950년 사이에 개발된 컴퓨터중 76%는 생산자가 아닌 사용자에 의해

고안된 것이다. 이 비율이 1951~55년에는 44%로 '54~56년에는 20%로, '57~59년에는 16%로 '60~62년에는 불과 5%로 감소되었다. 이는 製品의 性能평가에 대한 기준이 모호하고 잘 알려져 있지 않음 초기에는 수요자가 제품혁신을 主導하다가 차츰 그 기준이 명확해짐에 따라 製作者가 제품혁신의 주도권을 갖게됨을 시사하는 것이다. 제품혁신을 위한 수요인식은 풍요한 市場이나 科學技術의 첨단적 발전중심지, 또는 이러한 제품혁신을 과감히 재정적으로 지원할 수 있는 금융중심지에서 자주 이뤄진다. 그러나 수요인식에 따른 製品革新을 추진하려는 결단은 오직 企業家精神의 산이라는 점을 看過해서는 아니될 것이다. 또 하나 재미난 사실은 既存의 규모 큰 企業들은 새로운 제품혁신에 매우 소극적이며 受動的이라는 사실이다. Tilton(1971)의 연구에 의하면 眞空管제조업체의 3大業體였던 G.E., Philco, RCA는 대체상품인 트랜지스터의 제품혁신에는 매우 소극적이어서 後發 新規業體인 Texas Instrument나 Fairchild會社에 주도권을 넘겨주어 후자의 회사가 제품혁신의 46%를 차지한 반면 전자의 기존업체들은 오직 25%의 제품혁신에 기여하였다. 반대로 공정혁신에서는 기존업체가 33%, 신규업체가 11%의 기여를 하였다. 또 트랜지스터에 관한 주요 製品革新은 총 판매고(1950~68년사이)의 5%가 이뤄지기 전인 첫 7년동안 13개 주요혁신중 8가지가 이룩되었다.

이러한 현상을 다른 각도에서 설명한다면 新規의 소규모업체는 경쟁에 뛰어내기 위해 性能이 훨씬 뛰어난 製品革新을 적극적으로 추진하는 데 비해 既存의 대규모 업체는 기존상품의 생산공정의 합리화를 통해 價格競爭으로 맞서려는 경향이 강할 뿐, 大勢의 흐름인 性能極大化의 신제품이 기존제품을 궁극적으로 완전히 대체해버릴지도 모른다는 사실을 깊이 인식하지 못하는 탓이라고 볼 수 있다. 또 다른 생생한 예로서 19세기의 美國의 採水業界가 암모니아 냉동법에 의한 製氷 기술이 개발되었을 때 採氷工程을 性能極大化기술인 製氷工程으로 代替하겠다는 의사결정이나 정책은 한 회사도 택하지 않고 오직 採氷工程의 합리화와 개량을 통해 競爭을 시도했으나 製氷業界에 의해 압도되어 한 회사도 存續되지 못했다는 사실이다. 한편 발전단계의 초기에 製品革新을 통해 신규시장에 뛰어들은 소규모업체는 시간이 흐름에 따라 규모가 커지면 제품혁신보다는 工程革新에 주력하는 것이 자연적인 추세이다. 예를들어 제품혁신을 통해 半導體業界에 참여한 Texas Instrument社의 경우 후기에는 주로 공정혁신에 힘을 쏟아 1973년에는 世界全需要의 4%를 생산할 수 있는 專用設備를 개발하여 설치하였다.

製品혁신의 단계인 流動의狀況에서는 어디까지나 제품의 “性能”이 경쟁의 기반이며 조직은 융통성있는 有機的 조직이며, 생산설비의 規模利益은 거의 없는 상태이며, 汎用설비나 기기가 주로 사용된다. 그러나 제품 및 원료가 單一化되고, 생산의 흐름이 규칙화되고, 기밀 및 담당업무가 定規化되고, 지속적인 工程혁신이 累積化됨에 따라 工程의 自動化가 체계적으로 발전되어 간다. 초기단계에 性能極大化의 製品革新이 여러가지의 製品模型으로 등장하나 適者生存의 원리에 의해 그중 한 두 가지만이 最適設計製品(Dominant Product Design)으로 남게 되는 바 例로서 자동차에서는 1910년대의 Ford社의 T-型, 비행기에서는 1936년부터 제트機가 나올 때까지 30여년을 석권한 DC-3機, 컴퓨터에서는 IBM의 360시리즈중이다.

性能極大化에서 출발하여 販賣極大化의 시기를 거쳐 費用極小化의 特定的(Specific) 상황에 다다르면 판매이윤은 극히 적어지고, 工程技術은 효율화되고, 생산설비는 자본집약적이 되어 工程變更에 큰 비용이 필요하게 된다. 流動의 상황의 앞 단계에서는 “性能”이 경쟁의 기반이었으나 特定的 상황에서는 경쟁의 기반이 “價格”이다. 이때에는 주로 工程革新이 漸增的으로 누적되어 오랜 시일이 지나면 대폭적인 原價節減을 이룩하게 된다. Hollander(1965)가 연구한 바에 의하면 Du Pont社의 레이온生産費 절감의 반이상이 공식적인 프로젝트나 공정변경없이 이룩된 工程改良의 결과라는 것이다. 그결과 Du Pont社는 20년 미만에 레이온가격을 經常價格으로 53¢/lb에서 17¢/lb로 인하하였다. 비슷한 예로 精油工程의 생산성 향상도 대부분 독창적인 아이디어에 의한 것보다는 사소한 工程改善의 결과로 얻어졌다(Enos, 1967), 또 다른 예로 컴퓨터의 경우에도 사소한 製品改良이나 시스템성능향상이 빈번한 횡수를 통해 누적효과를 가져오므로써 전체적인 經濟的 性能向上의 반이상에 기여를 하였다(Knight, 1963). Clarke(1968)은 液體燃料분사식 로켓엔진의 성능향상에서도 같은 현상을 발견하였다. 다시 말해서 사소한 改良이라도 빈번히 발생되면 그 효과가 最適設計製品의 주요모형이 소개됨으로써 오는 生産性向上보다도 크다는 것인데 Ford 의 예를 들면 단일차종으로 1,500만대 이상 기록적으로 판매된 有名한 model-T의 자동차가 1908년 처음 소개될 때 Ford의 자동차 가격이 \$5,000에서 \$3,000로 파격적인 대폭인하가 있었지만 15년후인 1923년도에는 경험축적과 누적적 공정개선을 통해 그 가격을 \$900이하로 引下시킬 수 있었다(Abernathy, 1977). 여기에서 가격은 1958년도 不變價格으로 환산된 것이다. 學習曲線(Learning curve), 經驗

曲線(Experience curve) 혹은 製造進步函數(Manufacturing Progress Function) 등으로 불리우는 이 현상은 二원인이 뚜렷하지는 않지만(Abernathy and Wayne, 1974) 다른 製品에서도 자주 발견된다. 半導體體품가격은 累積生産량이 2배가 될 때마다 제품가격이 20%~30%인하되고 있으며 白熱電球의 경우 개당 \$1.60씩 하던 제품가격이 \$0.20인 $\frac{1}{8}$ 정도로 떨어졌을 뿐만 아니라 照明度도 175%증가하였다. 직접적으로는 잘 설명되지 않는 이러한 生産性的의 增進현상은 제품의 표준화, 공정의 자동화, 종업원에 대한 자극효과 및 專用設備의 활용등에 기인한다고 보겠다.

이러한 生産性向上의 不斷한 노력은 마침내 한계에 다다르게 되며 費用節減을 위해 원료조달까지 企業은 垂直的으로 統合하려는 시도가 행해지기도 하고, 立地條件의 분석을 통한 수송비의 절감이나 勞動費의 절감을 꾀하기도 한다. 또 政策的으로 이와 같은 제품의 技術을 海外로 이전하여 技術輸出을 통한 이익과 노동비절감의 一石二鳥를 도모하기도 한다.

組織構造도 발전의 단계에 따라 초기에는 융통성있는 有機的 체계로 움직이다가 나중에는 경직된 機械的 체계로 바뀌어 가며 통제기능이 점점 강화되어 간다. 또 企業의 기획기능이나 수요예측 및 기술예측등의 기능이 강화되어 가며 생산설비의 자동화에 따라 資本集約 형태로 바뀌어 간다. 구체적인 예로 Ford社의 자동차제조공정의 경우 초기에 150개 공정을 거치던 작업이 한대의 專用機에 의해 처리될만큼 설비가 자동화되었고 電球제조시 초기에는 11명의 작업자를 거치던 것이 한 공정으로 처리되기도 하였다(Bright, 1958).

技術革新의 자극요인도 초기에는 市場수요나 사용자 필요성의 인식에서 비롯되나 후기에는 費用節減을 위한 會社內部로부터의 공정개선을 위한 노력에서 발생되며 중간단계인 變遷期 혹은 판매극대화시기에서는 新技術의 인식을 통한 技術革新이 자주 성취된다. 따라서 이때에 研究開發이 가장 왕성하게 일어나며 企業의 自體研究活動이 가장 좋은 결실을 맺는 시기이기도 하다. 지금까지의 내용을 여러가지 차원에서 정리한 내용이 <表 1>에 정리되었다. 또 이상에서 설명한 技術革新의 動態的 模型을 미국의 各產業界를 대상으로 하여 MIT정책연구소에서 2차문헌을 중심으로 하여 정밀분석한 결과는 이 模型이 비교적 잘 맞고 있음을 보여주고 있다(Lee, 1978). 최근에는 이 모형의 逆方向 進行(Reversals)을 보여준 예들을 분석하여 기술정책이나 기업전략에 示唆되는 바를 찾기위한 研究를 계속하고 있다.

4. 技術革新과 企業戰略 및 產策術技政策

〈표 1〉 企業生産部門의 발전단계와 技術革新의 關係 要約

發展段階	技術革新	製	工		組織의 統制	規模 및 設備容量
			工程技術	勞動力		
I 性能極大化 (Performancemaximizing) 非調整期 (Uncoordinated)	市場要因에 對한 技術革新의 發生 ○ 市場要因에 對한 技術革新의 發生 ○ 市場要因에 對한 技術革新의 發生	製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生	勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成	原料의 供給 ○ 原料의 供給 ○ 原料의 供給	組織의 統制 ○ 組織의 統制 ○ 組織의 統制	規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量
II 販賣極大化 (Sales-maximizing) 斷片的 自動化期 (Segmental)	技術革新의 發生 ○ 技術革新의 發生 ○ 技術革新의 發生	製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生	勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成	原料의 供給 ○ 原料의 供給 ○ 原料의 供給	組織의 統制 ○ 組織의 統制 ○ 組織의 統制	規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量
III 費用極小化 (Cost-minimizing) 體系的 自動化期 (Systemic)	技術革新의 發生 ○ 技術革新의 發生 ○ 技術革新의 發生	製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生 ○ 製品의 多樣化에 對한 技術革新의 發生	勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成 ○ 勞動의 網의 形成	原料의 供給 ○ 原料의 供給 ○ 原料의 供給	組織의 統制 ○ 組織의 統制 ○ 組織의 統制	規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量 ○ 規模 및 設備容量

境界 的(Specific) 上 境 界

<시보권 : Abernathy and Utterback, 1975 : Abernathy and Townsend, 1975>

技術革新은 기업발전에 큰 영향을 미치며 발전의 단계에 따라 기술혁신의 樣相은 크게 달라진다. 企業戰略으로서 기술혁신에 관한 政策을 全社의인 입장에서 볼때 여러 次元에서의 代替의(trade-off)효과를 나타내게 된다. 구체적으로 볼 때 代替効果의 기준을 融通性(flexibility)을 택하느냐 效率(eficiency)을 택하느냐에 달려있다. 기술혁신정책과 동시에 고려해야 할 것으로 製品多樣化, 표준화등의 政策정책이 있는가 하면 前方統合(backward integration), 생산성향상, 공정개선등의 生産政策도 있다. 이들 기업정책들은 흔히 각각 독립된 것으로 간주되지만 실제로는 서로의 관련성이 아주 높은 것이다. 예를 들어 한 기업내에서 費用極少化의 공정혁신과 性能極大化의 제품혁신의 政策을 동시에 수행해 나갈 수 있느냐하는 문제를 검토할 때 動態的 기술혁신의 模型에서 미루어 볼때 일차적인 答辯은 부정적이다. 왜냐하면 비유극소화단계의 공정혁신은 대규모생산단위 또는 대기업의 行態이고 성능극대화단계의 製品革新은 소규모 기업혹은 생산단위의 行態이기 때문에 동시에 이뤄지기 힘든 것이기 때문이다. 그러나 肯定的인 방안도 가능한 것이다. 기업전략으로써 한 企業內的 성숙단계에 있는 대규모설비의 생산부서에게는 工程革新만을 전담시키고 별도로 신제품개발 전담부서(Task Force)를 소규모로 두어 製品革新만을 담당하게 한다면 갈등적 요인은 충분히 제거될 것이다. 研究開發활동은 臨界質量(critical mass)의인 최소규모가 요구되어 그 규모이하에서는 투자효과가 零에 가까우므로 연구투자활동은 中小企業이 감당하기는 어려운 점이 있다. 그러나 소규모업체가 大企業과 경쟁을 할 수 있는 가장 확실한 방법은 性能極大化의 製品革新이 거의 유일한 것이다. 실제로 大企業은 工程革新에 주력하며 새로운 변화에 대단히 抵抗的이기 때문에 오히려 중소기업이 機動性있게 대처할 수 있다는 有利한 面도 있다.

Ansoff and Stewart(1967)에 의하면 技術에 기반을 둔 企業의 전략은 技術프로파일에 따라 달라지게 마련이다. 기술프로 파일이란 i) 연구집약적이나 開發集約的의이나, ii) 연구부서, 영업부서 생산부서 영업부서간의 結合度는 어느 정도인가, iii) 생산제품의 壽命週期는 장기인가 단기인가, iv) 연구개발의 投資比率이 높은가 낮은가, v) 최신 기술에 얼마나 近接해 있는가로 결정되는 것으로 이에따라 企業戰略이 변화하게 된다. 가장 중요한 戰略의 하나가 마케팅전략인데 4가지 기본전략이 있다.

첫째, 新製品 最初出荷(First to market)전략으로 강력한 기초연구능력과 技術的 主導性을 갖춰야 되며

危險負擔을 두려워하지 않는 것이다.

둘째, 先發業體 追從(Follow the leader)전략으로 강력한 開發能力을 지니고 있어 선발업체의 신제품수요가 성장시작시기에 신속히 유사제품을 개발하는 것이다.

셋째, 應用엔지니어링(application engineering)전략으로 제품의 市場수요가 성숙기에 달했을 때 그중 특정 需要家の 口味에 맞게 修正製品을 만들어 내는 것이다.

넷째, 模倣(Me-too)전략으로 연구개발활동은 전혀 하지 않으나 생산능력이 우수하고 價格 및 配達能力이 뛰어나고 他製品을 신속히 모방하여 生産費를 낮추어 제품을 만드는 것이다.

우리나라와 같은 開發途上國은 선진국으로부터의 技術導入이라는 技術開發의 主要方案이 있기 때문에 기술혁신에 대한 기업전략의 수립이 더욱 복잡하고 어렵다. 기술혁신의 2가지 주요 접근방식인 自體研究와 技術導入이 적절히 조화되어야 할 것인 바 각기업의 既存生産製品에 관련된 연구를 위해서나, 導入된 기술의 消化改良이나, 技術導入의 유리한 商談을 위해서라도 기업자내의 研究能力이나 技術力量의 培養이 절대적으로 필요하다고 믿어진다.

政府의 技術革新에 관한 정책은 여러각도에서 검토되어 많말은 원칙적 방안이 제시되어 있다(Rossini and Bozeman, 1977; Crane, 1977). 국제간의 技術移轉이나 導入이 선진국과 개발도상국에 서로 유리할 수도 있다는 보고도 있다(Stobaugh, 1972). 정부시책은 국가전체의 경제발전이나 技術水準향상이 장기적인 안목에서 가장 효과적으로 이뤄지도록 수립되어 집행되어야 할 것이다. 따라서 技術導入政策과 국내연구역량과 기술개발의 고취를 調和있게 균형을 이루도록 정책목적을 설정해야 할 것이다. 이러한 관점에서 行態的으로 製品革新에 능동적인 소규모 기업을 적극적으로 지원하도록 하여 “작은 것이 아름다운 것”(Small is beautiful)이라는 취지를 살림과 동시에 無條件의 大型化爲主의 發想을 경계해야 할 것이다. 大企業의 덩핑이 적절히 통제될 수 있다면 기술도입의 自由化는 기술혁신의 촉진제가 될 것이나, 長期的인 기술발전을 위해 선진국에서 이미 개발된 것이라도 國內開發技術에 대해 단기간의 準特許的인 보호방안도 검토하여야 할 것이다.

5. 結 言

지금까지 生産單位중심의 動態的 技術革新模型을 고찰하여 기업전략적인, 산업기술의 국가정책적인 意義

를 분석하였다. 그러나 이 模型은 선진국의 自由競争의 技術혁신을 대상으로 한 것이기 때문에 개발도상국의 技術革新에 그대로 적용시키는 데에는 無理와 限界가 뒤따른다. 개발도상국의 技術혁신중에서도 自體研究에 의한 技術혁신은 그대로 적용이 가능할 것이나 技術導入을 통한 技術혁신의 模型은 새로이 연구되어야 할 것이다. 일차적으로 그러한 模型의 하나로 學習理論的 견해에서 無修正 採擇, 修正, 改善 및 改良, 本格開發등의 단계를 밟는 과정을 생각할 수 있을 것이다. 이러한 模型의 구상은 제한된 事例나마 實證的으로 분석함으로써 큰 진전을 보게 될 것이다.

參 考 文 獻

- (1) Abernathy, W.J., "Production Process Structure and Technological Change," *Decision Science*, Vol.7, 1976, pp.607~619
- (2) Abernathy, W.J., *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry*, Harvard Business School, 1977
- (3) Abernathy, W.J. and P.L. Townsend, "Technology, Productivity and Process Change" *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 7, 1975 pp.397~366
- (4) Abernathy, W.J. and J.M. Utterback, "Innovation and the Evolving Structure of the Firm," Harvard Business School, Working Paper 75-18 June, 1975 (Forthcoming in *Management Science*)
- (5) Abernathy, W.J. and Wayne, "Limits of the Learning Curve," *Harvard Business Review*, Vol. 52, No. 5, Sept. -Oct., 1974
- (6) Allen, T.J. and S.I. Cohen, "Information Flow in Research and Development Laboratories," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 14, No.1, March, 1969
- (7) Ansoff, H.I. and J.M. Stewart, "Strategies for a Technology-Based Business," *Harvard Business Review*, Vol. 45, No. 6, Nov-Dec., 1967
- (8) Bright, J.R., *Automation and Management*, Division of Research, Harvard Business School, 1958.
- (9) Clarke, R., "Innovation in Liquid Propelled Rocket Engines," Doctoral Dissertation, Stanford University, 1968
- (10) Crane, D., "Technological Innovation in developing Countries: A Review of the Literature," *Research Policy* Vol. 6, 1977, pp.374~495
- (11) Enos, J., *Petroleum Progress and Profits*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1967
- (12) Farmer, R.N. and B.M. Richman, *Comparative Management and Economic Progress*, Homewood, Ill.: Irwin, 1965
- (13) Gruber, W.H. and D.G. Marquis, "Research on the Human Factors in the Transfer of Technology" *Factors in the Transfer of Technology*, Gruber Marquis (eds), Cambridge, Mass.: MIT Press, 1969
- (14) Havelock, R.G., *Planning for Innovation*, Ann Arbor, Michigan: Institute for Social Science, University of Michigan, July, 1969
- (15) Hollander, S., *The Sources of Increased Efficiency*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1965
- (16) Jewkes, John, et al., *The sources of Invention*, 2nd eds., New York: Norton, 1969
- (17) Knight, K.E., "A Study of Technological Innovation; The Evolution of Digital Computers," Doctoral Dissertation, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, 1963
- (18) Langrish, J., et al., *Wealth from Knowledge; A Study of Innovation in Industry*, New York: Halsted Press Div., Wiley, 1972
- (19) Lee, Jinjoo, *The Evolution of Technological Innovation in the Carpet Industry*, Center for Policy Alternatives, M.I.T., CPA/WP-78-5, Cambridge, Mass., January, 1978
- (20) Lee, J., and A.H. Rubenstein, "An Analysis of Factors Influencing the Utilization of Contract Research Results in a Developing Country Korea," Working Paper 75/63, Dept. of IE/MS, Northwestern University, Evanston, Ill., September, 1977.
- (21) Mansfield, Edwin, "The Contribution of Research and Development to Economic Growth in the United States," *Proceeding of a Colloquium*, NSF 72-303, National Science Foundation, 1971.
- (22) Myers, S. and D.G. Marquis, *Successful Industrial Innovation*, Washington D.C.: National Science Foundation, NSF 69-17, 1969

- (23) Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*, New York; The Free Press, 1962
- (24) Rogers, E.M. and F.F. Shoemaker, *Communications of Innovation; A Cross Cultural Approach*, New York: The Free Press, 1971
- (25) Rossini, F. and B. Bozeman, "National Strategies for Technological Innovation," *Administration and Society*. Vol. 9 No. 1, May, 1977.
- (26) Rothwell, Roy, Patterns of Information Flow during the Innovation Process," *Aslib Proceedings*, Vol. 27, No. 5, 1975
- (27) Rubenstein, A.H. et al., *Final Report on Field Studies of the Technological Innovation Process*, Dept. of Industrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Evanston, Illinois, 1974
- (28) Salomon, J.J., "Science Policy in Perspective," *Studium Generale*, Vol. 24, 1971, pp. 1027~1037
- (29) Science Policy Research Unit, University of Sussex, *Success and Failure in Industrial Innovation*, London, Center for the Study of Industrial Innovation, 1972.
- (30) Stewart, Charles, T. "A Summary of State-of-the-Art on the Relationship between R&D and Economic Growth/Productivity." *Proceeding of a Colloquium*, NSF 72-303, National Science Foundation, 1971.
- (31) Stobaugh, R.B., "How Investment Abroad Creates Jobs at Home," *Harvard Business Review*, Vol. 50, No. 5, Sept-Oct., 1972.
- (32) Tilton, J.E., *International Diffusion; The Case of Semiconductors*, The Brookings Institution, Washington D.C., 1971.
- (33) Utterback, James M., "Innovation in Industry and the Diffusion of Technology," *Science*. Vol. 183 1974 pp. 620~626
- (34) Utterback, J.M. and Abernathy, W.J., "A Dynamic Model of Process and Product Innovation," *Omega, The Journal of Management Science*, Vol. 3, No. 6, 1975.