

## 기술혁신전략과 한국의 항공기 산업(2)



황진영<sup>1)</sup>

### 후발공업국의 기술혁신과 한국의 산업화

후발산업화(Late industrialisation)에 대한 경제학자들의 견해는, 크게 신고전 경제학파이론, 기술종속이론, 네오슈뎀페테리안(Neo-schumpeterian)이론으로 설명할 수 있을 것이다. 우선 주류경제학에 해당되는 신고전 경제학자들의 전통적인 성장이론(Growth theory)에서는 경제성장을 주로 자본과 노동의 문제로 파악하고, 기술은 단지 부차적인 요소로 처리한다. 즉, 기술을 자유재(free good)로 인식해 어디에서나

누구나 아무비용없이 획득될 수 있는 것으로 가정하고, 이를 전세계적으로 적용하여 모든나라가 동일한 기술을 공유하는 것으로 가정한다. 그들의 모델에 따르면, 경제성장(1인당 GDP)은 궁극적으로 외생적(exogenous)으로 결정된 기술진보율만큼 모든 나라가 동일하게 증가하게 된다. 다만, 각국마다 초기조건이 다르기 때문에 각국은 장기균형상태에 도달하기까지 일시적으로 서로 다른 성장률을 나타낼 뿐이다(Fagerberg, 1994 참조). 이때 가난한 나라는 노동에 비해 자본이 부족하고 이로인해 자본에 대한 이익률이 높게 되고, 이 때 자본의 이동이 자유롭다면, 이익률이 높은 나라로 자본이 이동하게 되어 가난한 나라와 부유한 나라간의 소득격차는 감소하게 된다. 따라서, 이들 신고전경제학자들에게 있어 기술의 변화과정은 그저 '암흑상자'(Black Box)로 남게된다. 즉, 기술에 대한 정보는 누구에게나 개방되어 있는 동시에, 마치 기계나 설비처럼 그 자체로 아무런

노력없이도 다른 환경에 이식될 수 있기 때문에, 후발국은 아무런 연구개발 투자나 위험부담없이 선진국의 기술을 선택적으로 활용할 수 있는 '후발자 이익'을 향유하게 된다. 다만, 80년대 후반들어 주류경제학내에서도 기술을 내생화(endogenous)하려는 노력(New growth theory)들이 일부 진행되고 있다.

한편 기술종속이론에 따르면, 후발공업국은 그 사회에서 필요로 하는 기술의 공급을 외국(주로 선진국)에 의존하고, 이를 대체할 내부의 기술능력이 결여되어 있어 항구적으로 선진기술국에 종속된다고 주장한다. 즉, 저개발국은 소비재생산에 주력하고 그에 필요한 자본재나 기술을 선진국으로부터 구입하는 즉, 선진국은 고수준 및 핵심기술을 보유하는 반면, 후발국은 저수준 및 부차적기술을 보유하게되는 기술의 독점구조가 형성되고, 이러한 '기술의 독점적 구조' 하에서는 토착적 기술능력의 발전이 저해된다는 것이다. 따라서 저개발국이 공

1) 한국 항공우주 연구소 정책연구실 선임연구원. 현재 휴직후 영국 Sussex대학 SPRU(Science Policy Reserch Unit)에서 기술정책 분야의 박사학위 과정중에 있음.

업화될수록 필요기술이 많아지고, 점점 더 고급기술이 요구되기 때문에 기술도입비용이 누적적으로 증가할뿐 아니라 불평등한 계약관계로 인해 실질적 잉여가 해외로 유출되어 후발국의 자본축적이 불가능하다고 주장한다(장영배, 송위진, 1990 참조). 그러나, 이러한 기술 종속이론은 80년대들어 급성장한 한국, 대만 등 동아시아 NICs국에 의해 그 한계를 드러내게 되었다.

주류경제학이나 종속이론의 동질성은 양자 모두가 이전된 기술의 적용과 관련된 기술도입측의 주체적 노력의 필요성과 중요성을 간과하고 있다는 점이다(김 건, 1994). 이에 대해 Neo-Schumpeterian 들은 경제성장의 가장 중요한 요인의 하나로 기술의 변화를 지적한다. 이들은 점진적 기술혁신의 중요성을 강조하는 동시에, 후발공업국은 초기기술을 외국으로부터 도입하되 도입기술을 소화적용하는 과정에서 자체적 기술능력이 점진적으로 배양되고 이를 통해 성공적 자본축적과 생산성향상을 이루게 됨을 지적한다. 즉, 기존의 이론들이 후발공업국을 단지, 수동적인 기술의 傳受者(recipient)로 간주함에 비해 이들은 후발국의 자체적 노력에 따라 기술능력의 향상을 달

성할 수 있으며 이러한 과정을 통해 항구적 기술종속의 악순환을 단절할 수 있는 가능성을 제시해 주고 있다. 특히 Perez와 Soete(1988)는 새로운 기술 패러다임이 등장하는 시기에는 후발국이 새로운 산업에 효과적으로 진입할 수 있는 기회의 창(Windows of opportunity)이 열린다고 까지 주장한다.

따라서 후발공업국의 기술능력(Technological capability)이 어떻게 이루어지는 지를 이해하는 것이 매우 중요해진다. 후발국의 기술개발단계에 대해 Enos(1962)는 Alpha단계와 Beta단계로 구분하고 Alpha단계는 새로운 기술의 도입단계로, 그리고 Beta단계는 도입된 기술의 적용(adapt)과 변용(Modify)을 통한 기술개선단계로 구분한다. 또한 Lall(1980)은 기술개발단계를 초기(Elementary), 중기(Intermediate), 선진(advanced)의 3단계로 구분하고, 초기단계를 실행을 통한 학습(Learning by doing), 적용(adapting)을 통한 학습으로, 그리고 중기단계의 특징으로 디자인, 보다 향상된 디자인을 통한 학습으로, 마지막 선진단계를 완전한 생산시스템의 건설을 통한 학습과 기

술혁신을 통한 학습으로 구분하여 설명한다. 또한 Fransman(1984)은 1) 가용한 기술의 탐색(Search)과 그 중 가장 적절한 기술의 선택 2) 선택한 기술의 완전한 습득 3) 도입기술을 특정생산환경에 적용시키기 위한 기술의 적용(adaptation) 4) 점진적 기술혁신을 통한 도입기술의 개선 5) 연구개발 설비(facility)의 개발과 병행하여 보다 중요한 기술혁신을 제도적으로 탐색 6) 기초연구의 수행이라는 진화적과정을 제시한다. 이들 기술발전단계에 대한 구분은 대체적으로 초기 외국기술의 도입으로부터 점진적 자체기술능력의 배양 그리고 궁극적으로는 선진기술에 대한 도전으로 나타난다. 그러나 이러한 기술발전단계는 결코 기계적으로 이루어지는 것이 아니고 또한 자동적이지도 않다. 이 과정에서 해당 기업이나 국가의 의식적인 노력과 흡수능력(Absorptive capability; Cohen and Levinthal, 1990)에 따라 국가간 경제성장과 기술발전의 차이가 존재함을 설명한다.

후발국의 공업화 과정은 Vernon(1966)과 Hirsch(1965)의 무역이론으로 설명되기도 한다. 즉, 제품의 초기단계에는 처음 기

2) 이들은 지금의 상황을 기존의 기술경제 패러다임이 정보집약적이고, 유연(flexible)하며, 시스템적인, 마이크로-일렉트로닉스산업에 기초한 새로운 패러다임으로 전환되는 과정이라고 주장한다.

술을 개발하여 제품을 생산한 선진국이 독점적지위를 누리며 그 신제품에 대한 수요가 발생하기 시작하는 서구유럽등으로 그 제품을 수출하게 된다. 그 후 과도기에 접어들어 제품기술이 어느정도 정착되면 타선진국인 유럽등으로 기술이 이전되고, 마지막 단계에 이르면 표준화된 기술은 저임노동력이 풍부한 후발공업국으로 이전되고 개발도상국에서 선진국으로의 수출이 이루어지게 된다.

이를 Utterback-Abernathy (1975, 1978)는 기술혁신이론에 적용하여 설명하고 있다.

즉, 기술혁신은 제품의 수명주기를 따라 1)流動的(Fluid)패턴, 2)過渡的 遷移(Transition)패턴, 3)特定的(Specific)패턴으로 달리 나타난다. 제품의 초기단계에는 제품이 표준화되어 있지 않고, 제품에 대한 시장도 제대로 형성되어 있지 않다. 이 단계에서의 기술혁신은 제품혁신(Product innovation)이 주도하며, 제품혁신은 주로 새로운 필요성과 기회에 의해 촉발된다. 제품에 대한 개념이 정립되어 있지 못한 관계로 다양한 형태의 시도들이 빈번하게 일어나고, 기업의 전략도 제품의 가격보다는 성능에 초점을 맞추게 된다. 제품에 대한 불확실성이 높은 반면 역으로 높은

이윤을 기대할 수도 있다.

시간의 경과와 더불어, 시장의 불확실성이 점차 감소하고 생산자뿐 아니라 소비자도 제품에 대한 경험을 공유하게 된다. 시장에 대한 불확실성이 감소됨에 따라 다수의 기업이 시장에 신규진입하게 되고 아울러 조직적 연구개발투자가 잇따르게 된다.

이 단계에서 '대표적 제품'(Dominant design)이 등장하게 되고, 시장은 대표적 제품을 중심으로 제품다양화가 진행된다. 항공기산업의 경우 민간여객기인 DC-3가 대표적인 예에 해당된다.<sup>3)</sup> DC-3 시리즈는 당시로서는 가장 큰 비행기도, 가장 빠른 비행기도 아니었으며, 그렇다고 항속거리가 가장 긴 비행기도 아니었다. 그럼에도 불구하고 DC-3는 기존 기술들을 가장 적합하게 조합함으로써, 그 후 제트추진 비행기가 등장하게 되는 1950년대까지 15년간 여객기시장을 주도하는 제품이 되었다. 그 동안의 제품은 DC-3의 개념을 중심으로 확장 혹은 일부 성능의 향상이 대부분이었는데, 이러한 점진적 기술혁신을 통해서도 초기모델에 비해 여객-마일당 운용비용(Operating cost)을 50%까지 절감할 수 있었다.

이때부터 수요가 증대됨에 따라

점차 대량생산을 위한 표준화의 필요성으로 인해 제품기술혁신은 줄어들어 드는 반면 공정 기술혁신(Process innovation)이 증대되고 생산의 효율성이 중요한 이슈로 대두된다. 생산시스템은 점차 경직화(rigid)되어가고 자동화가 도입되기 시작한다.

마지막으로 기술이 성숙해지고, 생산물량이 증가되면, 제품은 표준화되고 시장은 가격경쟁이 주도하게 된다. 이때에는 이미 제품 생산공정이 자본집약적인 효율적 체제를 확립하고 있어, 제품이나 공정의 변화는 시스템 전체적 차원에서 다루어지게 되고 아울러 많은 비용을 수반하게 된다. 따라서 급진적 기술혁신은 거의 일어나지 않고 기술혁신은 점진적혁신에 의해 이루어진다. 아울러 제품혁신이나 공정혁신 모두 점차 감소하게 되고 제품은 사양화단계로 들어서게 된다.

후 발국의 기술발전은 Utterback-Abernathy Model의 마지막단계에서부터 역의 순서로 기술을 발전시켜나 가게 된다. 즉, 제품이 표준화된 시점에서 외국의 기술을 일괄도입방식으로 구입하여 생산운용하는 과정에서 기술을 적용, 소화하고 나아가 제품에 대한 모방과 변화(Modify), 그리고 개량 및 자체개발단계로 이전 발전

3) 이러한 예는 자동차의 경우 1910년대 포드사의 Model T와 컴퓨터의 IBM 360시리즈등을 들 수 있다.

해 나간다. 이 단계에서는 급진적 제품혁신보다는 점진적 기술혁신이 중요하고 이러한 기술혁신의 특성은 기초과학기술이 부족한 후발국이 추구하기에 보다 용이한 조건을 갖추고 있다.

이러한 과정은 (그림1)의 김인수(1997)<sup>4)</sup>의 모델이 잘 설명해 주고 있다. 김인수

(1980)는 후발국의 기술발전 단계를 獲得(acquisition) → 同化(assimilation) → 性能改良(improvement)의 3단계로 구분 설정한 바 있다. 그는 공업화의 초

기단계에서는 현지기업이 조립라인, 제품규격, 생산 노우하우, 부품 등을 모두 포함하는 “packaged”된 형태로 기술을 도입하여 생산활동을 수행하는 데 주력한다. 따라서 이 단계의 기술활동은 연구(R), 개발(D) 및 엔지니어링(E) 중, 주로 엔지니어링(R)에 한정된다.

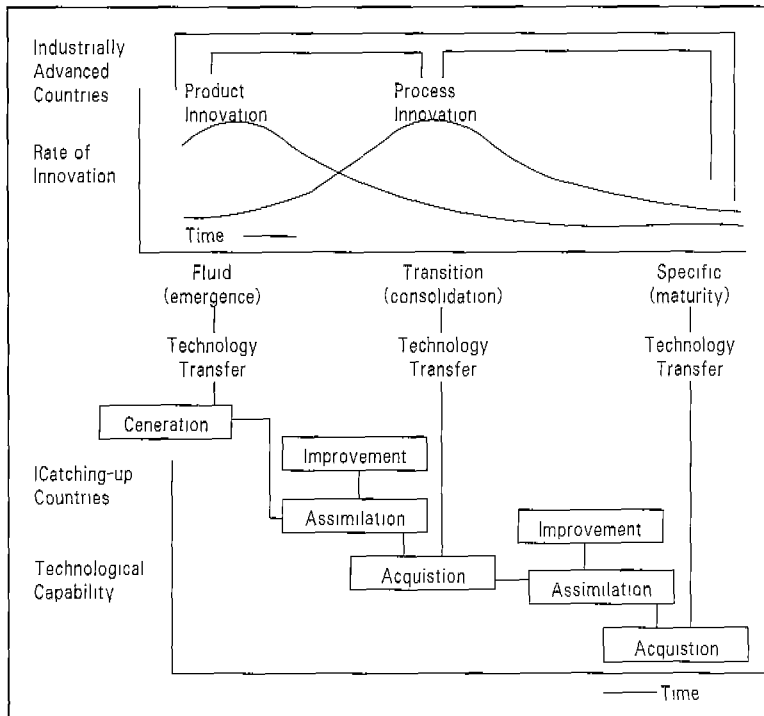
도입된 기술이 몇몇 현지기업에 성공적으로 이식되면, 기술은 급속히 다른 기업으로 파급된다. 신규 참여 기업이 늘어남에 따라 경쟁도 증가되며 기업은 차별화된 제품을

생산하기 위해 기도입된 기술의 자체적 동화노력을 경주하게 된다. 이 단계에서 생산장비등이 점차 수입 대체되고 국산부품이 조립공정에 투입된다. 비록 제한적이긴 하나 엔지니어링(E)과 개발(D)의 기술활동이 이루어진다.

외국기술의 성공적 동화가 이루어지면, 기업은 독자적 과학 기술 능력을 통해 기존의 표준화되고 성숙한 제품을 성능개량시키는데 주력한다. 이 단계에서는 외국의 기술을 그대로 받아들이는 것이 아니라 역설계방식을 통해 보다 복잡한 제품을 개발하게 된다. 이를 위해 연구(R), 개발(D), 엔지니어링(E)의 모든 기술행위가 동원된다. 그는 이 진주(1988)<sup>5)</sup>등의 후발국의 기술향상은 표준화되고 성숙된 제품단계인 特定期 뿐만 아니라 過渡期와 流動期로 발전해 나갈수 있다는 가정을 인용하고 현재 한국이나 대만은 流動的 遷移段階의 산업에서 선진국과 경쟁하고 있다고 분석한다. 그리고 일본과 같이 상당수의 산업이 새로운 기술을 개발하는 유행기에 이르면 선진국이라고 부를수 있다고 주장한다.

그렇다고 이러한 후발국의 기술발전과정이 기계적이고 자동적으로 이루어지는 것은 결코 아니고

후발국의 기술 발전 모델



자료 : 김인수(1997)

3) 고려대학교 교수, 현재 과학기술정책관리연구소(STEPI)소장.  
4) 과학기술원교수, 현재 생산기술연구원장

기업의 자체적노력, 정부정책, 그리고 그 나라의 교육수준, 문화 및 국민성등 제반 요소가 복합적으로 작용하게 된다. 이에 대해서는 한 때 중진국 수준에 있었던 중남미국가와 한국, 대만등 동아시아NICs의 대조적인 경제성장을 통해 설명될 수 있다. 특히 World Bank(1993)는 한국의 경제발전과정을 '아시아의 기적'이라고 설명하고 있다.

한국의 경제발전은 일반적으로 크게 3가지로 설명하고 있는데, 그중 하나는 기술도입초기에 기술에 대한 통제권을 스스로 확보했다는 점이다. 즉, 외국기업에 의한 국내 직접투자보다는 국내기업과의 합작투자를 권장하고, 다소 어려움이 있더라도 가급적 국내 기업에 의한 직접운영을 추구했으며, 부족한 기술은 해외 기업에 인력을 파견해 배워오는 적극적인 형태의 노력을 기울여 왔다.

두 번째로는 중남미국가와는 달리 수입대체보다는 수출드라이브정책을 선택했다는 점이다. 물론 초창기에는 제한적으로 수입대체정책을 중시하기도 하였으나 이 경우에도 국산화목표등을 설정해 이에 부응하는 기업에 한해 정부의 지원을 선택적으로 적용함으로써 기업의 기술확보 노력을 촉구해왔다. 특히 수출드라이브정책은 해외의 기술정보를 보다 용이하게 획득할 수 있으

며, 또 효율적인 생산체제를 통해 가격경쟁력을 실현시킬 것을 요구받게 된다. Hobday(1995)는 이러한 한국의 발전패턴을 OEM(생산자 주문방식) → ODM(자체디자인 및 생산) → OBM(자체 브랜드생산) Model로 설명하고 있다. OEM생산과정을 통해 주문자의 기술을 습득하고 또한 원청업체의 경우에도 적정 품질수준 유지를 위해 기술이전에 협조하게 된다. 이 단계에서 수많은 시행착오등을 통해 기술수준을 향상시켜 자체 상품개발이 가능해 지면, 해외의 판매망에 대한 별도의 투자 없이도 자체 디자인상품을 보다 개선된 조건으로 해외 기업의 마케팅망을 통해 수출하게 된다. 그리고 마지막으로 자체 상표를 육성하고 연구개발활동을 강화하는 동시에 독자마케팅망을 통해 선진국과 경쟁하게 된다.

세 번째 특징으로는 높은 교육수준과 근면한 국민성을 지적하고 있다. 그 외에도 Hikino와 Amsden(1994)등은 기술이 부족한 후발기업이 선진국과 경쟁하기 위해서는 가격경쟁을 실현시킬 수 있는 설비 투자능력이 필수적이고 이를 위해 상대적인 자본의 축적이 불가피함을 설명함으로써 재벌중심의 경제구조가 부정적이지만은 않았다고 주장한다. 그러나 한국 재벌의 사업다각화(Diversification)는 핵심기술(Core technology)의 부족

으로 인해 선진국의 다각화와는 달리 방어적 형태의 비관련분야(unrelated industries)로의 다각화라고 지적한다.

전반적으로 해외 학자들의 한국의 경제발전과 기술발전에 대한 평가는 국내에서의 자체평가에 비해서는 비교할 수 없을 만큼 긍정적이다. 그러나 주요 핵심부품의 해외의존, 생산설비등 자본재산업의 낙후, 기초과학기술의 빈약, 지나친 수직계열화에 기인한 중소기업의 기반취약, 대형화와 이로 인해 점차 관료화되어 가는 재벌등에 대한 지적은 귀담아 들어야 할 부분이다.

요약하면, 우리나라의 발전과정은 외국으로 부터의 기술도입(어느 정도 성숙된 기술)에 이어, 수입금지나 관세부과등과 같은 정부의 시장개입을 통한 최소 경제생산규모의 제공, 그리고 이러한 내수시장을 바탕으로한 실행을 통한 학습(Learning by doing) 및 'trial and error'을 통한 기술능력(Technological capability)향상을 이루어 왔고 종국적으로는 세계시장으로 진출하는 형태였다고 정의할 수 있다. 하지만, 그동안의 국내산업 발전은 대부분 대량생산에 기초한 표준화된 제품군에 집중되어 있으며, 과학기술능력을 요구하는 산업군에 있어서는 매우 취약한 실정이다. 그러나 한국의 산업은

항공기산업등 보다 연구개발 집약적이고 고부가가치인 산업군으로 옮겨가야 하는 당면과제를 지니고 있다. 이를 위해서는 산업의 고도화와 병행하는 산업기술정책의 수립과 적용이 당연히 요구된다고 하겠다.

특히 항공기산업은 앞서의 산업과 구별되는 많은 산업적 특성을 가지고 있다. 즉, 기존의 대량생산 산업과는 달리 성숙된 기술(Matured, and standardised technology등)을 정의하기가 수월치 않고, 기술도입조건이 크게 제한(예를 들어 Licensed 항공기의 재수출 불허 및 항공기의 OEM수출 역시 존재하지 않는등)되어 있

는 동시에, 정부의 시장 보호 역시 한계(산업 초창기에 일시적이라고 할지라도 구매자인 항공사와 군에 Low quality의 제품을 강요할 수 없는.....)를 가질 수밖에 없어 가장 기초적 학습에 해당하는 실행을 통한 학습(Learning by doing)마저도 수월치 않다. 경제적 측면에서도 대규모 자본에, 자금회수기간 역시 장기간이 소요되는 등 민간기업에게 전적인 위험을 부담지우기 어려운 한계를 함께 가지고 있어 기존의 산업발전 pattern을 그대로 적용하기 어려운 산업적 특성을 지니고 있다고 할 수 있다.

아울러, 그동안 국내의 산업발전이 상당부분 과거 일본의 발전분야

를 뒤따르고 있고, 또한 그들의 성공적이었던 산업정책 모델을 원용한 부분이 적지 않다. 그러나 항공기산업에 있어서는 일본의 경우도 2차대전 패전국으로써 타산업에 비해서는 여러 가지 육성의 제약이 있었던 것이 사실이다. 따라서 이러한 부분을 감안한 국내산업정책의 수립과 적용이 요구된다.

다음편에서는 산업에 따라 기술혁신패턴이 어떻게 다르고, 이에 적합한 기업전략은 어떠해야 하는지를 Pavitt(1984)의 Taxonomy를 중심으로 살펴보고, 새롭게 개념화해 가고 있는 Complex Product System산업의 특성을 소개하고자 한다.

[참고문헌]

1. 김 건(1994), 1980년대 한국의 기술능력발전과정에 관한 연구, 기업내 혁신체제의 발전을 중심으로, 서울대학교 경제학과 박사학위논문.
2. 장 영배, 송위진(1990), 신동공업국 기술발전론의 비판적 검토, <사회와 사상>, 제19권, 사회와 사상사.
3. Abernathy, W. and Utterback, M. (1978), Patterns of Industrial Innovation, Technology Review, June/July.
4. Cohen, W. and Levinthal, D. (1990), Absorptive Capacity: A new perspective on learning and innovation. Administrative Science Quarterly, 35, pp128-152.
5. Enos, J. (1962), Petroleum Progress and Profits, Cambridge: MIT press.
6. Fagerberg, J.(1994), Technology and International Differences in Growth Rates, Journal of Economic Literature, Vol. XXXII, pp 1147-1175.
7. Fransman, M (1984), Technological capability in the third world,
8. Hikino, . Amsden, .(1994) Staying Behind, Stumbling Back, Sneaking Up,

- Soaring Ahead: Late Industrialisation in Historical Perspective, pp 285-315 in Convergence of Productivity: Cross National Studies and Historical Evidence, Baumal, R, Nelson, R. and Wolff, E. (eds.), Oxford Univ. Press
9. Hirsch, S (1965), The United States Electronics Industry in International Trade, pp92-97 in National Institute Economic Review, No. 34.
10. Hobday, M. (1995), Innovation in East Asia, Edward Elgar.
11. Kim, Linsu(1980), Stages of development of industrial technology in a developing country. a model, pp254-277, Research Policy 9
12. Kim, Linsu(1997), Imitation to innovation. The dynamics of Korean technological learning, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
13. Lee, Jinjoo, Bae, Zong-tae and Choi, Dong-kyu(1988), Technology development processes: A model for a developing country with a global perspective, R&D Management 18, 3

14. Pavitt, K (1984), Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, pp343-373 in Research Policy 13.
15. Perez, C and Soete, L (1988), Catching up in Technology Entry Barriers and Windows of Opportunity, pp 458-479 in Technical Change and Economic Theory, G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. silverberg and L. Soete(eds.), London, Frances Pinter.
16. Utterback, M and Abernathy, W. (1975), A Dynamic Model of Process and Product Innovation, OMEGA, The International Journal of Management Science Vol. 3, No. 6.
17. Vernon, R (1966), International Investment and International Trade in the Product Cycle, pp190-207 in Quarterly Journal of Economics, Vol. 80, No. 2.
18. World Bank(1993), The East Asian Miracle Economic Growth and Public Policy, (New York: Oxford University Press.).