

개도국의 기술경쟁력 발전을 위한 국가 연구개발사업의 역할 National R&D for the Development of Technological Capabilities in Developing Countries

이태준, 1) 양맹호

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

R&D를 기술학습과정에서의 문제해결활동으로 개념화 할 때, 국가 연구개발 활동은 특히 핵연료와 같은 과학기술 집약적 산업의 기술발전 및 산업 경쟁력을 보 육 또는 발전시키는 중추적인 역할을 할 수 있다. 이러한 역할은 기업과 정부출연 연구소를 포함한 국가차원의 기술능력을 향상시키는 데 기여할 수록 강화 될 수 있 다. 또한 개도국의 기술능력 발전과정에서 국가 연구개발 활동은 기술학습의 혁신 단계뿐 아니라 초기의 흡수, 적응단계부터 전략적으로 중요한 역할을 가질 수 있다. 이 과정에서 국가연구개발 활동은 외국기술을 효과적으로 흡수하고 고유기술능력을 지속적으로 축적·발전시키면서 세계적 기술혁신을 성취하는 데 요구되는 과학 지식 및 핵심 기술을 제공할 수 있어야 한다.

Abstract

In viewing R&D as a series of activities of problem solving in the course of technological learning in developing countries, national R&D is very likely to play an pivotal role in incubating and improving industrial technology and competitiveness, especially for S&T-intensive industries, such as nuclear fuel industry. To this end, the national R&D needs to be primarily designed to reinforce technological capabilities of the country including government research institutes (GRIs), industrial firms, etc., from the initial stage of absorption as well as at the innovation stage. Based on this strategic role, national R&D performed by GRIs should provide scientific knowledge and core technologies which are required for the absorption of foreign technology and development of indigenous technological capabilities with which domestic technological efforts are made to successfully achieve not only technological imitation but also innovation in global sense.

키워드: 국가연구개발 사업, 기술학습, 원자력 정책

1) 전화) 042-868-2149; e-mail) tjlee@kaeri.re.kr

1. 서론

Abramovitz (1956)와 Solow (1957)의 연구 이래로 기술진보는 자본과 노동의 생산성 향상, 새로운 상품 및 서비스 창출을 통해서 산업발전 및 국가 경제성장의 중추동력으로 인정되어 왔다. Abramovitz (1956)와 Solow (1957)는 기술진보가 미국경제의 장기적 성장에 미친 영향을 연구하면서, 경제 산출의 증가는 자원의 양적인 투자보다는 자원의 생산성에 훨씬 크게 의존한다고 강조하였다. Solow (1957)의 연구는 1910년경부터 1949년까지 약 40년동안 미국 경제발전의 약 90 퍼센트가 기술진보 덕택이었음을 밝혀내었다.²⁾ 또한 Mitchell (1999)에 따르면, 20세기 후반 약 50년 동안 국가 경제에 대한 기술발전의 기여도는 미국에서 약 50 % 이었으며, 프랑스에서는 76 %, 서독 78 %, 영국 73 % 그리고 일본에서는 경제성장의 55 %에 달한 것으로 분석되었다.

1970년 후반부터 이루어지고 있는 개발도상국의 기술발전과 경제성장에 대한 연구에서도, 특히 20세기 후반 한국을 비롯한 신흥공업국의 경제성장에 관한 연구에서, 기술능력의 발전은 선진국의 외생적 기술을 흡수하고 내생적 기술변화를 통해서 경제성장을 달성하는 핵심동력으로 밝혀지고 있다. Amsden (1989)은 한국의 산업화의 성공을 기술자립을 위한 기술능력의 발전에 기인함을, Lall (1998)은 개도국이 지속적인 경제성장과 기술발전을 이루기 위해서는 고유기술능력 발전이 필수적임을 밝힌바 있다.

그러나 이들 개도국의 기술능력과 경제 발전에 대한 연구는 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 개도국에서 기술변화의 초점을 기업의 생산활동에 두면서 기술능력 획득의 초기단계에서 연구개발에 의한 기술학습 (Learning by R&D)에 대한 역할을 경시하였다. 기술학습에 대한 기존연구에서 R&D는 일반적으로 '세계적 관점에서 새로운 과학지식과 기술을 창출하기 위한 일련의 활동 (a course of activities for the generation of new scientific knowledge and technology)'으로 정의되고 있다.³⁾ 이러한 선진국 개념의 R&D가 개도국의 기술학습에 적용될 때, 이는 일반적으로 기술학습과정의 흡수 및 적용단계와 혁신단계를 구별하는 기준이 되면서, 초기 단계보다는 후기 단계에 적용될 수 있는 개념으로 인정되어 왔다. 대신에 이들 기존연구들은 기술학습의 출발점으로서 생산공정에서 외국기술의 실행 경험이 축적되는 과정 (Learning by doing)을 강조하였다 (Dahlman and Fonseca, 1987; Hobday, 1997; Gonsen, 1998).

둘째, 기술학습에서 정부의 직접적인 기술적 활동의 역할에 대한 연구가 부족하였다. 이들 기업중심의 기존연구에서는, 정부는 간접적으로 기술학습과정에 연관되었다. 즉 기술학습과정에서 정부는 기업활동에 호의적인 환경을 제공하여 기업의 기술학습의 성과를 촉진시키는 간접적인 역할이 강조되었다. 정부는 기술 및 산업

2. Rosenberg (1982)와 Patel (1995)에서 인용함.

3. Rosenberg (1982)의 개념을 참고로 함.

인프라를 제공함으로써 기업의 기술활동을 도와 주고, 정책 및 제도를 개발하여 기업의 기술개발 투자를 유인하며, 기술 교육과 훈련을 장려하여 기술인력 개발을 지원함으로써 기업의 기술능력 획득과 발전에 기여하는 것으로 분석되었다. 또한 국가연구개발 사업은 기업의 기술경쟁력의 발전을 위한 보조적인 역할로 인식되었다 (Kim, 1997; Kim and Yi, 1997). 그러나 Abernathy and Chakravarthy (1979)가 미국의 기술혁신을 대상으로 지적한 것처럼, 정부는 기술변화에 직접적으로 개입함으로써 국가차원의 기술변화의 중요한 역할을 담당할 수 있다. 즉 기술활동에 대한 직접투자, 제품 및 공정의 표준 설정 및 시장 통제 등을 통해서 정부가 국가의 기술변화 성과에 크게 영향을 미칠 수 있다. 특히 그들은 임무 지향적 R&D에 대한 정부의 직접 투자는 과학적 지식의 창출과 상업적 기술의 개발 등을 통해서 기업의 기술활동과 나아가 국가경쟁력을 선도하여 왔음을 지적하고 있다.

따라서 본 논문의 목적은 기술능력을 획득·개발하는 기술학습과정에서 개도국의 국가 연구개발 활동의 역할을 분석하는 것이다. 즉 국가연구개발사업이 주도하는 개도국의 기술학습과정을 분석하면서, 특히 기술경로관점에서 기존의 기업중심의 기술학습연구와 비교하고자 한다. 이 과정에서 기술학습의 성과와 국가 연구개발사업의 관계는 실증적 사례연구를 바탕으로 분석된다. 사례연구는 국가연구개발사업으로서 선진국의 기술을 모방에 성공한 후에 혁신단계까지 성공적으로 기술학습이 수행된 캔두형 핵연료 기술개발사업을 대상으로 하였다.

2. 개발도상국의 기술변화과정

개도국의 기술발전과 산업 및 경제 성장에 대한 연구에서 기술변화과정은 기술능력을 획득, 축적 및 발전시키는 과정으로 인식되고 있다. 이러한 개념하에서 기술능력 (technological capabilities)은 '외부기술을 흡수, 적응하고 신 기술을 창출할 때 해당기술을 효과적으로 사용하는 조직의 능력'으로 정의된다 (Fransman, 1984; Dahlman and Fonseca, 1987; OECD, 1992; Lall, 1998; Kim, 1999). 특히 기술학습 (technological learning)이 '변화하는 환경에 시기적절하게 대응하면서 개발도상국의 기술능력을 발전시키는 내생적 과정'으로 정의되면서 이러한 개도국의 기술학습은 선진국의 기술혁신과정과 대비되었다.

선진국의 기술혁신과정은 Utterback과 Abernathy (1975)가 Vernon (1966)의 모형에 기술혁신 경로, 산업의 경쟁과 산업의 구조를 반영한 제품수명주기 (Product Life Cycle, PLC) 모형으로 대표적으로 설명되고 있다. 이러한 PLC모형에 따르면, 선진국의 기술혁신은 세 단계를 거치게 된다. 먼저 최초의 유동기 (Fluid Stage)에서는 근본적 제품혁신이 일어나서 기술패러다임상에서 새로운 제품이 탄생하며 관련산업이 형성된다. 제품의 성능을 바탕으로 시장을 지배하는 제품(dominant design of product)이 결정되면서 전이기 (Transitional stage)가 시작되며 공정혁신이 도입된다. 마지막 단계 성숙기 (Specific stage)에서는 매우 표준화된 제품의 가격경쟁력을 높이기 위한 공정혁신이 기술발전의 주 관심사가 된다.

일반적으로 개도국의 경우에는 선진국 PLC 모형을 거슬러 올라가는 소위 'Reverse-Product Life Cycle (R-PLC)'을 따르는 것으로 연구되고 있다. 즉 개도국의 기술학습은 국제기술확산에 의해서 촉발되어, 점진적인 기술능력 획득 및 축적 과정으로 이루어진다. 또한 이러한 과정에서 기술의 비기호화 (tacitness of technology) 때문에서 기술학습의 성과는 기술적 노력의 몰입정도에 크게 의존한다는 것이다. 다시 말하면, 개도국은 선진국의 성숙기 단계에 있는 기술을 도입해서 흡수 및 적응 과정을 거치면서 고유 기술을 축적하고 이를 바탕으로 신 기술을 창출하는 기술혁신을 이루게 된다는 것이다. 또한 이 과정에서 근본적 기술혁신 (radical innovation) 보다는 점진적 기술혁신 (incremental)이 실질적인 기술적 노력에 의해서 달성된다는 것이다.

이러한 개도국의 기술학습과정은 일반적으로 단계모형(Stage model)에 의해서 설명되며, 본 논문에서는 기술학습경로를 다음과 같이 세 단계로 구분한다. 첫째, 흡수단계 (Absorption stage)는 선진국으로부터 기술을 도입하여 이해하는 단계이다. 이 단계에서는 주로 선진국에서 성숙되고 표준화된 기술이 도입되어 생산공정의 제작기술능력이 축적된다. 둘째, 적응단계 (Adaptation stage)에서는 도입된 기술을 국내 수요와 환경에 맞추어 수정 또는 개선하는 단계이다. 이러한 과정에서 공정기술을 중심으로 설계능력이 개발되는 등 고유기술능력을 개발되기 시작한다. 마지막으로 혁신단계 (Innovation Stage)에서는 새로운 제품과 공정기술이 개발되면서 고유의 기술혁신능력이 발전된다. 이를 바탕으로 세계적으로 혁신적인 유동기 기술 개발을 수행하면서 선진국과 경쟁하게 된다.

3. CANDU형 핵연료 기술개발 과정

캔두형 핵연료의 기술능력은 두 개의 연속적인 국가연구개발 사업들을 통해서 축적 개발되어 왔다. 재래식 캔두 핵연료의 국산화 사업 (이하 '국산화 사업'이라고 함)이 1979년부터 1987년까지 완료되었고, 2001년 말 현재 혁신적인 캔두형 핵연료 개발 사업 (이하 'CANFLEX 사업'이라고 함)의 상용화가 추진되고 있다. 이들 연구개발 사업들은 정부의 직접적인 투자에 함께 정부출연연구기관인 한국원자력연구소 (이하 한원(연))이라고 함)가 주도적으로 수행해 왔다.

국산화 사업은 캔두형 원자로의 도입과 함께 추진되었다. 1983년에 가동을 목표로 한 최초의 캔두형 원자로 (이하 월성 1호기라고 함)를 운전하는 데 연간 약 100 톤의 핵연료가 소요될 것으로 예상되면서, 재래식 선진기술의 소화 흡수를 통한 설계·제작기술의 국산화를 목표로 한 연구개발 사업이 1979년 수립되었다. 1982년에 과학기술부과 주관하는 '특정연구개발사업'에 포함되면서 국산화사업은 정부의 직접적인 지원을 받게 되었다. 1985년까지 한원(연)은, 해외 정보 수집, 해외 시설 견학 및 전문가 상담을 통한 기술정보 수집을 바탕으로 외국기술을 모방·복사하면서, 재래식 캔두형 핵연료의 시제품 개발과 관련 제작기술을 흡수하였다. 실험실 수준에서 시제품의 설계·제작 능력을 획득한 후에는 생산 공정기술에 대한

기술학습이 이루어 졌다. 1985년부터 10톤 규모의 실험실 수준의 생산공정 기술을 100톤 규모의 상업용 생산시설로 확장하면서 외국기술의 국내 적응을 이룩하였다. 부품과 공정의 국산화를 달성하면서 도입된 외국기술이 수정되었으며, 이 과정에서 생산성 향상을 도모하면서 공정기술을 중심으로 한 설계 기술도 개선되었다. 이렇게 축적된 기술능력을 바탕으로 1987년 후반기까지 월성 1호기에 필요한 핵연료 전량을 공급하면서 재래식 캔두형핵연료의 설계·제작기술의 국산화를 달성하였다.

실험실 수준에서 시제품의 설계·제작 능력을 획득한 후에 생산 공정 기술개발이 수행되는 동안, 캔두형 원전과 그 핵연료의 원천기술을 보유하고 있는 캐나다 AECL이 캔두형 원전의 노후화에 따른 안전성과 경제성을 향상시키기 위한 연구개발 사업을 1986년 초에 착수하였다. 이미 월성 1호기가 가동중인 상태에서, 한원(연)은 미래에 닥칠 동일한 위험을 사전에 대비하기 위하여 CANFLEX 사업을 1986년 5월에 착수하였다. 축적된 재래식 제품기술능력을 바탕으로, CANFLEX 사업의 목적은, 캐나다와 동일하게, 캔두형 원전의 안전성과 경제성을 향상시킬 수 있는 선진화된 캔두형 핵연료, 즉 CANFLEX를 개발하는 것으로 설정되었다. 1989년까지 3년 동안 한원(연)은 자체 연구개발을 통한 CANFLEX 핵연료의 개념설계를 완료하였다. 캔두형 핵연료의 제품과 공정에 관한 모든 과학적 지식과 기술을 이해한 후에 한원(연)은 CANFLEX 핵연료의 설계 기준을 규명하고 43개의 핵연료 봉으로 이루어진 CANFLEX 핵연료의 설계 개념을 확립하였다. 37개의 핵연료 봉으로 이루어진 재래식 핵연료에 비해서 CANFLEX 핵연료는 핵연료 봉 한 개가 담당해야 하는 출력을 20 퍼센트 낮춤으로서 원자로의 안전성을, 연소도를 증가시킴으로써 핵연료의 경제성을 크게 향상시킬 수 있도록 설계되었다. 개념설계 완료후 1992년 한원(연)과 캐나다의 AECL은 CANFLEX 핵연료의 상업적 기술개발을 위한 국제 공동연구에 합의하였다. 1996년에 한원(연)은 CANFLEX 핵연료 가공기술과 약 100개의 시험용 핵연료를 생산하였으며 핵연료 다발의 내구성, 강도 등에 대한 수력학적 검증시험을 수행하였다. AECL은 핵연료 노물리 특성 및 조사 시험과 월성원전에 대한 핵연료 다발 양립성 시험 등을 수행하였다. 2001년 말 현재 CANFLEX 핵연료 기술은 상용화가 추진되고 있으며, 한원(연)은 AECL과 함께 캔두형 핵연료의 제품혁신을 이룩해 가면서 세계적인 기술변화를 선도하고 있다.

4. 국가연구개발 사업 주도의 기술학습의 주요 특징

한국의 캔두형 핵연료의 기술능력발전 과정에 대한 사례연구를 통해서 본 논문에서는 국가연구개발 사업을 통한 기술학습이 기존의 기업중심의 기술학습 단계 모델과 다음과 같은 차이점이 있음을 발견하였다. 첫째, 비록 캔두형 핵연료의 기술능력발전 과정이 국제적 기술확산을 통한 개도국 국내의 소화흡수과정을 거치는 R-PLC 모델을 따르기는 했지만, 기술능력 발전단계에 걸쳐서 기술적 내용의 변화 경로는 전통적인 단계모델을 따르지 않았다. 즉 캔두형 핵연료의 기술학습은 PLC 모델을 역행하면서 선진국에서는 이미 성숙단계에 있는 덜 복잡한 기술을 흡수한

후에 이를 국산화하면서 적용단계를 거친다. 재래식 기술의 국산화한 경험과 그 과정에서 축적된 기술 능력을 바탕으로 한원(연)은 세계적으로 새롭게 출현하고 있는 선진기술개발을 성공적으로 추진해 가면서 혁신단계에 도달하였다.

그러나 국가연구개발사업이 기업의 상업적 생산을 통한 단기적 이익을 추구보다는 장기적 관점에서 국내산업의 기술자립을 위한 고유기술능력 획득을 목적으로 할 때, 국가연구개발사업의 기술내용의 진화 경로는 단계모델에서 제시된 기업중심의 경로와 다르게 나타났다. 즉, 단계 모델에서 개도국의 기술학습 내용의 변화는 상업적 공정기술의 흡수부터 시작해서, 보다 복잡한 기술능력을 획득하는 방향으로 진화되어 혁신단계에서는 제품기술에 초점을 둔 R&D가 강조된다. 이에 반하여, 캔두형 핵연료 기술학습에서는 기술도입 초기부터 도입기술의 국산화 및 고유기술능력 발전을 염두에 두면서, 실험실 규모의 R&D를 수행하면서 우선 제품기술을 소화, 모방한 후에 생산시설의 규모를 단계별로 확장하는 선진국형의 기술혁신경로를 보였다.

둘째, R&D를 보다 넓은 의미에서 '기술변화에 있어서 문제해결과정으로 정의할 때 (Cohen and Levinthal, 1990), R&D 활동은 기술학습의 초기단계에서부터 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 분석되었다. 캔두형 핵연료의 국산화사업에서 국가 R&D는 외국기술을 효과적으로 흡수하고 이를 상업적으로 활용하는 과정에서 기술적 문제를 해결하며 국내에 기술능력을 받아 육성시키는 역할을 하였다.

사례연구에서는 특히 핵연료와 같이 매우 복잡한 기술특성과 함께 높은 투자위험을 수반하는 과학기술 집약적 산업의 경우에 국가차원의 기술능력을 획득하고 발전시키는 데 있어서 국가연구개발 사업에 의한 기술학습이 국내 기술능력을 축적시키는 데 효과적일 수 있음을 보여주고 있다. 다시 말해서 과학기술집약 산업의 경우에 단기적으로 기술활동의 경제적 효과를 추구하고 장기적으로도 국가의 혜택보다는 기업의 생존을 보다 강조하는 민간 기업에 의존하기보다는, 국가의 장기 경제 발전계획과 연계하여 국가연구개발사업을 추진하는 것이 기업의 기술활동을 선도하면서 관련 산업의 단,중기 및 장기적 핵심 기술능력을 개발하는 데 있어서 국가차원에서 볼 때 더욱 효과적인 수단이 될 수 있다.

5. 결론 및 시사점

R&D를 보다 넓은 의미에서 '기술변화에 있어서 문제해결과정'으로 정의할 때, 개도국도 R&D를 통한 기술능력 및 산업 경쟁력을 발전시킬 수 있다는 논리를 마련하게 된다. 캔두형 핵연료의 기술학습과정에 대한 실증연구는 국가연구개발사업이 기술학습의 후기 혁신단계 뿐 아니라 초기 흡수단계부터 기술학습 성과에 중요한 역할을 담당할 수 있음을 보여주고 있다. 개도국은 국가연구개발사업을 통해서 선진국의 기술을 선택하고, 이를 도입, 흡수, 적용하는 문제해결과정에서 국내차원의 새로운 지식과 기술이 발생되면서 내재화 될 때, 국가연구개발 사업은 개도국의 기술능력 및 산업경쟁력 발전을 보육 또는 주도하는 역할을 할 수 있다. 특히 장기

적으로 대규모 투자가 요구되는 과학기술집약적 산업에서, 기술능력 개발에 대한 높은 투자 위험 때문에 기업주도의 국내 산업이 형성되지 않은 상황에서, 국가 R&D는 국내 기술능력을 축적시키는 데 매우 효과적인 수단이 될 수 있다.

이러한 국가차원의 기술능력을 발전하기 위한 개도국의 국가 R&D의 역할은, 장기적 국가 경제 발전의 관점에서, 국가의 산업기술경쟁력을 확보 또는 향상시키는 데 초점이 두어져야 한다. Laia와 Apen(1996)이 주장한 것처럼, 국제시장에서 국가의 산업경쟁력을 획득 또는 향상시키기 위한 총체적인 국가의 기술학습전략에 의해서 국가 R&D 역할이 설정되어야 한다. 즉 국가 R&D의 역할은, 첫째로, 장기적이던 단 중기적이던, 계획된 또는 요구되는 시점에서 국내 기업 및 산업이 제품과 서비스를 생산하여 국내 및 세계시장에서 경쟁하는 데 요구되는 근본적인 과학적 지식과 핵심기술을 개발하여 제공하여야 한다. 이러한 국가 R&D 역할은 특히 관련 국내 기업 또는 산업이 세계시장에서 경쟁우위를 확보하지 못하였을 경우에 절실히 요구된다. 두 번째, 국가 경제성장을 선도하고 지속적 발전을 위해서, 국가 R&D는 국내 기업 및 산업 경쟁력 획득 및 발전을 위한 국가 고유기술능력 개발에 진력해야 할 필요가 있다. 국가 R&D는 선진국의 기술을 흡수하여 국내 여건에 맞게 개량하면서 국내 기술과 경제활동의 대외의존도를 줄일 수 있도록 고유기술능력을 확보에 우선적으로 집중해야 한다. 또한 국내 수요를 충족시킬 수 있는 기술과 산업을 육성하되 핵심기술의 자립을 선도하고 나아가 세계시장에서의 경쟁력 있는 기술혁신을 창출할 수 있는 고유 기술능력 발전을 위한 지속적인 노력이 유지될 필요가 있다.

참고문헌

- Abernathy W. J. and Chakravarthy B. S., 1979 Government Intervention and Innovation in Industry: A Policy Framework, *Sloan Management Review*, 28 (3), 3-18.
- Amsden, A. H. (1989), *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A., 1990, Absorptive Capacity: A new Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Dahlman, C. and Fonseca, F. V. (1987) 'From Technological dependence to Technological Development: the Case of the Usiminas Steel plant in Brazil,' in J. M. Katz (eds) *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, MacMillan Press: Hong Kong, 154-182.
- Fransman, M. (1985) 'Conceptualising Technical Change in the Third World in

- the 1980s: An interpretive Survey,' *Journal of Development Studies*, July, 572-652.
- Gonsen, R., 1998, *Technological capabilities in Developing Countries: Industrial Biotechnology in Mexico*, MacMillan, London.
- Hobday, M. (1997), *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Cheltenham & Lyme: Edward Elgar.
- Kim, L., 1997, *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Harvard Business School Press.
- Kim, L. (1999) 'Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and Korea's Experience,' *Industrial and Corporate Change*, 8(1), 111-136.
- Kim, L. and Yi, G. (1997) The Dynamics of R&D in Industrial Development: Lessons from the Korean Experience, *Industry and Innovation*, 4(2), 167-182.
- Lall, S. (1998) 'Technological Capabilities in Emerging Asia,' *Oxford Development Studies*, 26(2), 213- 243.
- Laia J. R. and Apen P. G. (1996), Sustainable Competitive Participation: A Role for the Federal Government and the National Laboratories, *Technology in Society*, 18(4), 467-476.
- Mitchell, G. R. (1999) 'Global Technology Policies for Economic Growth,' *Technological Forecasting and Social Change*, 60(3), 205-214.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (1992), *Technology and The Economy: The Key Relationships*, Paris: OECD.
- Patel, S. J. (1995), *Technological Transformation - Volume V: The Historic Process*, United Nations University, Avebury.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Utterback, J. M. and Abernathy, W. J. (1975) A Dynamic Model of Process and Product Innovation, *OMEGA, The Intl. J. of Mgmt Sci.*, 3(6), 639-656;
- Vernon, R. (1966) International Investment and International Trade in the Product Cycle, *Quarterly Journal of Economics*, 80, May, 190-207.