

# 技術・經濟・歷史 研究序說

梁 東 傑

이 글은 기술진보가 어떻게 생성되고 새로운 기술이 어떤 과정을 거쳐 경제행위에 도입되는가를 역사적으로 관찰함에 있어 염두에 두어야 할 사항들을 부각시킨다. 마르크스와 슈페터의 고전적 견해를 재검토함으로써 최근까지의 기술경제사 분석틀을 살펴본다. 미시발명과 거시발명, 國家 技術革新 體制, 經路從屬, 一般目的技術, 技術經濟 패러다임 등의 개념들을 검토하고 과학과 기술의 상호관계를 고찰한다. '開放科學'의 공동대리계약을 포함한 지식생산의 산업조직을 살펴본다. 내생적 기술진보를 상정한 새 成長理論에 대해 약술하고 영국 산업혁명의 사례를 들어 이들 모형의 유용성 검증을 시도한다. 마지막으로 최근 정보기술의 발달과 新經濟의 향방을 가늠함으로써 글을 맺는다.

## 1. 머리 말

기술혁신은 20세기말의 산업적 종교가 되었다. 기업은 이노베이션을 이윤과 시장점유율 증가의 관건으로 간주하며 정부는 국가경쟁력 제고의 최우선 방도로 파악한다. 세계각국에서 기술혁신의 修辭가 戰後에 풍미하던 후생경제학이라는 용어를 대체한 것이다. 이는 "정치에서의 左派와 右派를 통합시키는 새로운 神學이다" (*The Economist*(1999), p. 58 다음, p. 5).

技術革新, 온건하게 말하여 技術進步는 여러 가지 개념정의와 계측방법으로 접근할 수 있겠으나 경제학에서는 단순화하여 생산성 성장과 연결시키고 있다. 收穫遞減의 법칙을 가정하면 생산의 크기와 함께 생산성이 하락할 것이며 기술진보가 이를 보전하기 위해 필요하다. 그러므로 경제성장과 생산성의 궤적을 살펴봄으로써 시기별 기술혁신의 정도를 파악할 수 있고 특정기술진보의 배경과 전과과정을 검토할 수 있다. 물론 경제규모가 커지고 교역이 발달함에 따라 규모의 경제, 교환의 이득, 분업 및 특화, 거래비용의 절감 등으로 경제성장이 촉진된다. 그러나 장기적으로 제약을 극복하는 지식과 기술의 축적이거나 제도변화가 갖는 의미가 더 큰 것이다.

기술혁신이나 경제성장, 또 다른 지표, 즉 물가, 임금, 이자율 등은 역사적으로 長期波動(Kondratieff long wave)을 보인다. 장기파동은 기점을 통계적으로 확정짓기도 힘들 뿐만 아니라 특정 기술의 급진적 발달과 연결시키기도, 이론적 의미를 부여하기도 어려운

가운데 아직 여러 학자들이 그 성격에 대해 모색하고 있다. 더욱이 관측된 장기파동 중 3개(정점이 1760년대, 1870년대, 1970년대)는 工程革新(process innovation)이며 2개(1820년대, 1920년대)는 製品革新(product innovation)이어서 일관성있는 분석틀을 귀납해내기 위해 아직 관측치수가 부족한 듯하다.<sup>(1)</sup>

그러나 역사적 경험을 무시하고 기술과 경제와의 관계를 연구하는 것은 한계가 있게 마련이다. 예를 들어 기술수준은 모든 나라에 동일하다고 가정하는 新古典派 成長理論에 따라 저축률과 교육에 의해 소득수준과 성장률의 차이를 설명하려는 것은 무리이다. 19세기 말 20세기초 미국이 영국보다 훨씬 높은 성장률을 기록한 것은 저축과 교육 때문이 아니다. 1870-1929년간 노동자 1인당 교육년수는 영국 2.2배, 미국 2.3배로 비슷하게 증가하였다. 또한 투자율과 저축률은 매우 다른 것이어서 1913년까지의 10년간 영국저축의 절반은 미국을 비롯한 해외에 투자되었던 것이다[Romer(1996, p. 202)].

이론은 역사적 사실을 단순화하고 각 추상수준으로 구분하여 재종합함으로써 (hierarchical reductionism) [ibid.(p. 203)] 이해를 돕는다. 다만, 기술혁신을 결정론적이지 아니라 '組合的(combinatoric)'으로 접근한다면 역사가 중요하며("history matters") 여기에 "經路從屬(path dependence)"의 정도가 시간이 갈수록 증가한다고 생각하면 역사는 더욱 중요하다("history matters more") [Weitzman(1996, p. 212)].

이 글은 기술진보가 어떻게 생성되고 새로운 기술이 어떤 과정을 거쳐 경제행위에 도입되는가를 역사적으로 관찰함에 있어 염두에 두어야 할 사항들을 부각시킨다. 첨단기술의 발전속도도 빠르고 새로운 경제성장이론도 급속도로 변모해 가는 시점에서 경제사학도의 접근방법을 다듬을 필요가 있는 것이다. 글은 마르크스와 슈페터의 고전적 견해를 재검토함으로써 시작한다. 3장과 4장에서는 최근까지의 기술경제사 분석틀을 살펴보는데 4장에서는 특히 國家 技術革新 體制(national system of innovation), 經路從屬(path dependence)과 歷史的 技術經濟學, 一般目的技術(general purpose technology) 등에 중점을 둔다. 5장은 과학과 기술의 관계를, 6장은 내생적 기술진보와 새 成長理論(new growth theory)을 비판적으로 검토한다. 7장에서는 영국의 산업혁명에 관한 사례연구를 시도하며 마지막으로 맺음말에 대신하여 최근 정보통신혁명과 新經濟(new economy)에 대해 언급하고자 한다.

(1) 이와같이 공정혁신과 제품혁신의 교대는 요즈음 정보통신기술, 생명공학 및 신소재 등 공정혁신의 대두에 연장된다고 할 수 있다. 장기파동의 주기가 조금씩 짧아지고 있는 점도 주목할 필요가 있다(von Tunzelmann(2000, pp. 124-126)).

## 2. 마르크스와 슈페터

기술진보는 기본적으로 경제학에서 주로 사용하는 靜態均衡分析으로 설명할 수가 없다. 진화론적 또는 변증법적 방법을 원용한 動態分析으로 접근해야 할 터인데 여기서 마르크스와 슈페터의 고전을 돌아보는 것이 필수적이다.<sup>(2)</sup>

마르크스는 개인간의 적대보다 사회적 계급과 제도의 상호작용과 적대를 중시하였으며 발명과 기술혁신을 개인의 문제가 아닌 사회적 과정으로 파악하였다. 사회진화의 불연속적 속성을 동태적으로 이해하고 변증법적 방법을 가장 중시한 것이다. 즉 그의 私的唯物論은 일방적인 技術決定論이 아니고 경제와 기술의 상호작용과 피드백을 강조하였던 것이다.<sup>(3)</sup> 예를 들어 『자본론』 1권 14장, 15장을 보아도 시장확대의 중요성을 강조하고 생산규모의 확대에 따라 생산기술의 변화가 없었다는 점을 지적한다. 새로운 기술은 갑자기 나오는 것이 아니라 이전의 생산력과 생산관계의 辨證法的 상호작용의 결과라는 것이다. 분업의 촉진이나 과학의 응용 등도 이와 같다. 여기서 더욱 돋보이는 것은 기계에 의한 기계생산에 관한 분석으로서 마르크스는 자본재 부문의 중요하고 유일한 역할을 부각시킨 2부문 모형의 선구자였던 것이다. 이를 이용하여 기술의 전파과정과 기계의 라이프 사이클을 분석하였다(Marx([1867] 1967, Vol. I, chs. 14, 15), Rosenberg(1982, ch. 2)).

정태균형분석을 맹렬히 비판함은 슈페터에서 더욱 뚜렷하다. 기술혁신이란 새로운 균형으로 급격히 옮겨가는 과정이므로 定常(stationary)상태나 均齊狀態(steady state)라기보다 외부적 충격에 의한 불연속과 부조화에 의해 특징 지워진다는 것이다. 따라서 이노베이션을 담당하는 企業家(entrepreneur)는 합리적 행동이나 위험부담의 주체가 아니고 여태까지 시도하지 않았던 방식으로 신상품을 생산하거나 기존상품 생산비를 절감하는 전략가이며 그의 이윤은 경영이나 위험부담에 대한 보수가 아니다(Schumpeter(1939, ch. 3)). “創造的破壞”는 소비자의 기호를 주어진 것으로 받아들이는 것이 아니며, 신고전파에서 가정하는 바와는 달리 수요도 생산기술도 주어진 외생변수가 아니다.<sup>(4)</sup>

(2) 자본주의 발달 분석의 중심에 기술진보를 위치시키는 ‘경제동학’의 고전 Marx는 이데올로기 때문에, Schumpeter(1911)는 한계혁명과 신고전파 전통에, Schumpeter(1939)는 케인즈주의에, Schumpeter(1942)는 2차대전에 묻혀 버렸다(Rosenberg(1976, ch. 4, 특히 p. 82 참조)).

(3) 기술 뿐 아니라 과학의 발달도 “생산에 의해 결정”되는 면이 큼을 누차 지적하고 있다(Rosenberg(1976, ch. 7)).

(4) Schumpeter([1911] 1934)에서는 발명은 외생, 이노베이션은 내생으로 처리하고 있으나 Schumpeter(1942)에서는 양자 공히 내생으로 다루고 있다. Rosenberg(1994) ch. 3 참조. 기술진보 및 경제현상을 역사적 맥락에서 연구해야 한다는 것은 슈페터의 공개된 주장이다

슈페터의 견해는 초기와 후기에 약간 변화하고 있다. 초기(Schumpeter([1911] 1934))에는 19세기말 다수의 소기업에서 경험했던 진입의 자유와 새 벤처기업의 혁신성을 주로 강조하였으나 후기(Schumpeter(1942, chs. 7-9))에는 20세기초 미국 대기업의 역사를 주로 분석하여 연구개발투자와 축적된 지식, 진입장벽, 규모의 경제, 學習效果(learning curve), 금융자원 등에 주목하였다. 독점이윤이 창조적 파괴에 도움을 준다는 것이다. 완전경쟁기업은 내부적으로 기술적 효율이 떨어지며 기회를 놓치고 자본을 낭비하여 시대에 뒤지게 마련이다. 대기업이 제약적으로 보이는 전략을 통해 장기성장의 동력으로 작용한다. 따라서 獨占禁止政策 등은 바람직하지 않다. 또한 특히 대공황시기 産業復興法(NIRA)을 비난해서는 안 된다(Schumpeter(1942, ch. 8)).

후기 견해를 흔히 슈페터 가설이라 하여 시장구조와 기술혁신의 상관관계를 구명하려는 연구의 화두가 되어 왔다(Kamien and Schwartz(1982)). 필자는 19세기말 영국, 미국, 독일 철강공업의 사례연구에서 技術進歩와 産業組織은 시기에 따라 독특한 상호작용을 하는 유기적 관계에 있으며 독점자본 형성기의 철강공업에서는 기술선택, 산업조직, 기술진보의 연쇄반응이 독과점적 산업조직을 갖는 경제에 이로운 쪽으로 작용하였다고 결론 지은 적이 있다(양동휴(1994, 제6장)). 최근 독일, 프랑스, 영국, 이탈리아의 특허자료 분석에 의하면 초기 슈페터와 후기 슈페터 가설이 산업별로 일관성있게 구분 적용된다. 기계산업과 '전통적'인 부문 등은 기업집중도가 낮고 불안정하며 새로 진입한 기업이 많고 기업규모가 작은 곳에 기술혁신의 기회가 많았다. 반면 화학이나 전기 전자산업에서는 집중도가 높고 안정적이며 진입이 힘들고 기업규모가 큰 곳에 기술혁신이 축적되어 신기술의 과실을 專有(appropriate)하는 경우가 많았다. 연구가 더 진전되어야 하겠지만 이는 중요한 정책적 함의를 갖는 것으로 판단된다(Archibugi and Michie(1997, ch. 9)).

### 3. 分析틀을 찾아

기술과 생산성의 역사적 조망은 산업혁명 이후 유럽의 경험을 중심으로 한 진화론적 접근의 형태를 종종 띤다. 內生的 技術進歩論이나 經路從屬(path dependence)을 막론하고 신고전파식의 생산함수 방식과는 다른 점이 많다. 전통적인 신고전파에서는 기술진보를 단순히 생산함수의 이동으로 파악하는 반면 역사적 접근에서는 시장실패, 성장 등보다 기술진보로의 피드백, 자본형성과 기술혁신의 구분모호, 顯示 技術優位(RTA, revealed

[Schumpeter(1954, pp. 12-13)].

technological advantage)의 지속과 이동 등을 주로 언급한다(Broadberry and de Jong(2000, pp. 115-119)).

신고전과 생산이론에 접목된 技術革新의 개념화에는 사실 문제점이 없지 않다.<sup>(5)</sup> 우선 등량곡선(isoquant)을 따라 움직이는 요소대체 자체가 생산함수의 이동을 포함하는 경우가 많다. 등량곡선은 이론적으로 선택할 수 있는 점들의 집합일지는 모르나 엔지니어링 기술에 의해 실제로 단기간 내에 도달하기 불가능한 부분이 많으며 따라서 요소대체 자체가 기술진보일 수 있다.

발명과 이노베이션도 뚜렷하게 구분되지 않는다. 슈페터는 기술혁신의 不連續性을 강조하고 同時多發性(cluster)을 설명하기 위해 이를 구분하여 그 경계에 企業家(entrepreneur)를 위치시켰다. 그러나 그의 논의는 중요한 기술혁신에만 적용가능한 것이다. 이와같이 발명과 혁신의 시차를 따지기도 어려울 뿐더러 무의미하다. “이노베이션은 불연속적이면서 동시에 연속적이기도 해야 하는 것이다”[Rosenberg(1976, p. 75)]. 기술의 擴散(diffusion)이라는 것도 명확히 구분되지 않는 면이 있다. 기술이전, 기술전파 과정에서 일어나는 무수한 개선과 현지적응이 생산성 향상에 매우 중요하며, 같은 맥락에서 연구개발투자 중 개발투자액이 순수 연구비를 상회하는 것이다.

다시말하여 전통적 경제학의 개념화에서는 주요 기술혁신, 불연속성, 과학적 지식, 발명초기과정 등을 지나치게 강조하는 면이 있다. 일반적이고 보편적인 문제보다 “낮은 수준”의, 즉 구체적이고 특수한 문제를 잘 살펴보아야 할 것이다.

제품혁신이나 공정혁신을 막론하고 ‘필요는 발명의 어머니’인가. 기술시장에서 수요과 공급이 기술적 창조성의 수준과 속도를 결정하는가. 아니다. 필요나 수요는 항상 존재하며 또한 외생적인 것도 아니다. 다만 선호의 구조가 기술진보의 방향에 영향(focusing device)을 줄 수는 있다(Rosenberg(1976, ch. 6)).<sup>(6)</sup>

한 사회가 기술혁신을 촉진하는 요인은 어떤 것들이 있는가. “낮은 수준”의 문제들을 살펴본다면 다음과 같은 목록을 점점할 수 있다(Mokyr(1990, ch. 7)).

- (1) 평균수명: 별 것 아니다. 평균개념이다. 경험적 상관도 없다.
- (2) 영양상태: 생후 18-24개월이 특히 중요하다. 양질의 노동력이 농업, 광업, 해운, 제조업 및 서비스의 대량생산에 중요하다.

(5) 이 부분은 Rosenberg(1976), ch. 4의 논의를 따랐다.

(6) 상대적 요소가격이 기술진보의 요소절약 바이어스를 가져 올 것이다. 예를 들어 19세기 미국의 노동력 부족이 공업화 형태에 갖는 의미에 대해 많은 논쟁이 있다(David(1975, ch. 1), Temin(2000, ch. 3) 등 참조).

(3) 위험부담에 대한 태도: 사회안전망, 소득수준과 분배, 가족규모, 다각화 기회 등과 연관된다.

(4) 지리적 환경: 자원이 풍부한가 부족한가는 '焦點裝置(focusing device)' 일 뿐이지 기술진보의 동력이 되지는 못한다. 대체자원 모색의 성패에 따라 달라진다.

(5) 경로종속(path dependence): 광업, 해운에서 연쇄효과가 크다. 학습은 '지방적'으로 이루어진다. 진보의 '초점' 장치, 強制的 進行(compulsive sequence),<sup>(7)</sup> 자원배분의 이동성 문제, 기술공급의 탄력성 문제 등이 있다. 기술선택의 역설과 監禁(lock-in) 효과가 있다.

(6) 노동비용: 노동 뿐 아니라 모든 비용이 문제이다.

(7) 과학과 기술: 17세기 과학혁명 이후, 특히 개발단계에서, 1850년 이후 밀월이 점점 하였다.

(8) 종교: 자연과 사물을 지배하려는 '파우스트적' 윤리(Landes(1969, pp. 21-32))가 기독교의 인류중심적 철학에서 나오는가. 초기에는 매우 보수적이었다. 그러나 힌두교 등은 더 보수적이다.

(9) 가치체계: 富 이외에 위신의 원천이 여러 가지이다. 즉 군사, 예술, 신앙, 스포츠, 행정, 학문, 교육 등이 있다. 생산, 물질적 부의 축적에 가치가 주어지지 않으면 기술진보가 늦다. 가치의 위계 질서에서 아름다움, 착함보다 쓸모 있다. 미적, 도덕적인 것보다 기능적인 것을 중시할수록 기술이 발달한다.

(10) 제도와 재산권: 재산권 보장이 경제를 육성한다. 신기술 보상책으로서 특허, 독점, 보조금, 연금, 상금, 메달 등의 誘因이 있다.

(11) 기술혁신에 대한 저항: 기술변화의 결과로 노동시장에 충격, 경쟁자 손실, 환경변화, 인적·물적 자본 폐물화 등이 예상된다. 기득권자들의 집단행동 사례가 많다.

(12) 정치와 국가: 정치적 안정이 중요하나 장기적으로는 해롭다. 권력의 분산, 지방자치, NGO, 약한 정부가 안정을 추구하는 독재(明, 德川, 로마)보다 나은가. 개발독재(피터大帝, 明治, 나폴레옹)는 어떠한가. 신기술은 공공재이므로 정부가 시장실패를 보완해야 하는가. 정치를 검토할 때 염두에 두어야 할 사항들로 제로섬 게임, 지대추구, 부패, 매관매직, 국방비, 이교도에 대한 태도 등이 있다.

(13) 전쟁: 군사기술의 민간이전이 자연스러운가.

(14) 새 정보에 대한 개방도: 개척정신, 사해동포주의, 배우려는 자세가 중요하다.

(15) 인구적 요인: 크기, 밀도, 도시인구비율 등을 구분하여 검토할 필요가 있다.

(7) Landes(1969, p. 87)에서는 도전과 응전(challenge and response)이라고 표현하고 있다.

기술진보를 生物學的 進化論과 비유하여 분석들을 모색해 볼 수 있다.<sup>(8)</sup> 기술을 種이라고 하고 돌연변이, 자연선택, 적응, 유전자형(genotype), 표현형(phenotype) 등의 개념을 원용할 수 있다. 즉 점진적 진화, 경로 종속, 미시돌연변이, 거시돌연변이 등에 의해 種이 태어나듯이 微視發明(microinvention)과 巨視發明(macroeinvention)에 의해 신기술이 출현한다고 상정한다. 농업, 광업, 건설, 해운, 등에 주로 보이는 미시발명은 수요공급의 가격메카니즘, 연구개발투자, 직업훈련, 습득효과 등을 통해 지역특수성을 가진 기술진보에 주로 나타나며 이들이 보완적 기능을 수행해 줄 때 거시발명이 성공한다. 또한 거시발명 없이 미시발명만 축적되면 수확체감으로 귀결될 것이다. 제도적 사회적 환경의 외생적 변화에 의해 미시발명축적이 거시발명의 동시다발(cluster)로 이어진다면 이는 臨界量模型(critical-mass model)의 원용 대상이다. 나아가서, 거시발명끼리 상호모방 및 학습을 통해 유럽에서는 중세와 산업혁명기에 기술혁신의 꽃을 피웠던 것이다.<sup>(9)</sup>

#### 4. 技術經濟學의 面貌

기술경제학은 집계 생산함수를 이용한 성장이론에서 다루는 분야(6장 참조)와 기업 또는 산업수준의 특정 기술혁신과 확산을 설명하려는 접근으로 나눌 수 있다. 최근 빠른 속도로 축적되어 온 기술경제학 문헌은 이미 좋은 서베이가 있고(Dosi(1988), Freeman(1994)) 여러 다른 경제현안과의 관계를 섭렵한 편람도 출간되었다(Stoneman(1995)).

개별 기술의 발달은 산업마다 다르기 때문에 일반화가 어려울지 모른다. 그러나 이노베이션이 需要牽引(demand pull)과 技術爆發(technology push)에 의해 수행되고 전파된다고 접근한 것이 1960년대의 학계였다. 특허등록의 순환적 변동이 설비투자의 변동을 일정 시차를 두고 따라간다거나 하는 자료가 수요견인설을 뒷받침하였다. 1970년대 이후 이들은 크게 비판되었는데 ‘필요’가 있어도 ‘유효수요’인지 불확실하다는 점, 또 특수한 기술혁신이 특정 시간에 나타나는 것을 설명하지 못하는 점을 지적하였다. 또한 수요견인은 대개 부차적 기술진보에 설명력이 있고 주요 이노베이션은 기술폭발에 의하였다. 그러나 건인이건 폭발이건 단선적인 관계는 아니고 잠재적 사용자와 과학기술 발전의 복합적 상호작용의 결과로서 피드백이 항상 존재한다. 기술확산 과정에서도 제품과 공정이 계속 변화

(8) 이 부분은 Mokyr(1990, ch. 11)을 주로 참조하였다.

(9) 거시발명에는 중세의 풍차, 안경, 시계, 활자, 주철, 18세기말의 가스조명, 브레스트 휠, 자까르 직포기, 염소표백, 벌룬(氣球), 화학농약, 화학비료, 스크루 프로펠러, 광산에 압축공기를 동력으로 사용 등이 있다(Mokyr(1990)).

하는 것이 보통이며 생산성은 주로 이러한 학습과정에서 사용자와 공급자, 또 제3자까지 포함한 '네트워크 구조'를 통해 향상된다.

기술혁신이 조직 및 제도혁신과 밀접한 관련을 가지고 상호작용을 한다는 주장이 계속 되는 가운데 기술은 기술특유의 '自然的 軌道(natural trajectories)'를 가지고 초기의 다양한 형태에서 패러다임으로 수렴해 간다는 가설이 제시되었다. 연결성, 소비자의 적응, 학습효과, 규모의 경제 등은 기술의 표준화를 초래한다. 이러한 과정은 최적결과가 아닌 형태의 기술에 잠금(lock-in)되는 불가역적 경로종속(path-dependence)을 강제하며, 이들의 불일치, 구조조정 등이 순환적 안정성 문제와 연결되어 소위 '技術-經濟 패러다임(techno-economic paradigm)'에 도달한다는 설명이다(Freeman(1994, sec. 7)).

세계화의 진전과 다국적 기업의 만발에도 불구하고 모든 기술이 국제적으로 수렴하지는 않는다. 나라마다 성장률에 차이가 있고 앞서가기, 뒤처지기, 따라잡기가 있으며 국가내부의 기업간 네트워크나 사용자-생산자 관계의 특수성이 있어서 '국가 기술혁신 체제(national system of innovation)'를 분석대상으로 삼아야 한다는 것이다. 이하 1절에서는 국가 기술혁신 체제를, 2절에서는 경로종속(path-dependence)을, 3절에서는 최근 독립적 연구대상으로 부상한 일반목적기술(general purpose technology)을 살펴본다.

#### 4.1. 國家 技術革新 體制(national system of innovation)

특정 국가에 고유한(nation-specific) 요인들이 기술혁신에 갖는 중요성은 160년도 더 전에 리스트(Friedrich List)에 의해 강조되었다. 그는 영국이 자유무역을 주장하면서도 지식이나 전략적 기계의 유출을 강력히 억제하고 있음을 비난하고, 후발국이 선진국을 따라잡기 위해서 훈련된 노동인구 육성을 위한 교육투자, 지식전파에 필요한 인프라스트럭처 구축, 국가간에 관세동맹 같은 경제협력의 모색, 유치산업의 보호 등 적극적 정책을 시행할 것을 주장하였다. 이들 중 처음 두 가지 처방은 1980년대 후반부터 '國家 技術革新 體制'(NSI)의 개념으로 기술경제학계를 풍미하고 있다. 한 나라의 기업들의 기술적 능력은 그들의 경쟁력을 결정하는데, 이 능력은 국가적인 것이며 국가의 행동에 의해 배양할 수 있다는 믿음 즉 다분히 '技術 民族主義(technonationalism)'적인 함의를 가진 분석틀이라 할 수 있다. 국가 특유요인들이란 교육, 기술혁신에 대한 공적 지원, 국방과 관련된 기술산업 등 제도적인 것과 문화, 국토면적, 언어, 주요산업 등 역사적인 것을 포함한다. 여기서 NSI는 기업, 공공부문, 금융기관 등의 역할을 통하여 그 구체적 내용을 드러낸다는 것이다.

경제적·사회적 세계화와 밀접한 연관하에 신기술이 등장하고 과학과 기술에서의 국가간 경쟁, 국가간 협조, 다국적 기업, 해외직접투자 등이 점차 국경을 혼란케 하고 있는데, 다음과 같은 요인들의 차이에 따라 NSI의 성패가 갈린다고 한다(Archibugi and



Michie(1997, ch. 1 특히 pp. 8-10)].

- (1) 교육과 훈련: 국가별로 수행된다. 분야별 학생분포도 다르다.
- (2) 과학과 기술 잠재력: 연구개발에 투하되는 재원의 크기, 공공과 민간부문간의 배분
- (3) 산업구조: 기업의 크기와 시장에서의 경쟁정도
- (4) 과학기술의 강건함과 취약함: 산업별 특화의 문제
- (5) 기술혁신체제 내부에서의 상호작용: 정부와 대기업 관계, 중소기업 상호간 협조여부
- (6) 해외로부터의 흡수: 기술이전 협약 등

단기간에 NSI의 특징이 변화하거나 국경을 넘어 이동하는 경우가 드물므로 이에 따라 경제성과가 다를 것이지만 성공적 결과에 이르는 단일한 모형이 존재한다고 하기는 힘들다. 또한 제품의 공학적 특징에 따라 NSI의 규정성이 달라질 것이다. 세계화와 함께 기술 전파 및 이전이 가속되어 나라마다 NSI의 특성이 비슷해지면 NSI의 중요성은 줄어들 것으로 보인다. 그러나 다국적 기업 등에 의해 기술의 표준화와 수렴이 일어나는 속도는 재화용역의 성격에 따라 다를 것이며 불확실성, 學習의 局地化(localized learning), 合理性의 制限(bounded rationality)을 감안하면 수렴보다 오히려 다양화로 귀결될지 모른다. 연구개발-생산-기술도입의 통합조정, 사용자-생산자의 연계 등도 점점 중요해지고 있다 [Archibugi and Michie(1997, ch. 2)].

#### 4.2. 經路從屬(path-dependence)

흔히 “역사가 중요하다(history matters)”라고 말할 때 經路從屬(path-dependence)의 개념을 의미하는 수가 많다. 경로종속이란 “進化的(evolutionary)”이라고 표현할 수 있는 여러 과정을 포함하여 우연하고 불가역적인 동태적 과정의 한 가지 성질을 지칭한다. 經路獨立的 자원배분과정은 단일하고 총체적으로 안정적인 균형으로 수렴한다. 이것이 확률적 과정일 경우라면 가능한 모든 결과공간에서 연속적인 점근적 정상확률분포를 갖는다(ergodic). 그렇지 않은 경우가(non-ergodic) 경로종속적 과정인 것이다(David(2000, p. 5)). 이러한 성질을 가진 시스템은 과거 사건들의 효과를 털어 버릴 수 없으며 상태공간 전체에 걸쳐 연속적인 정상극한 확률분포(limiting, invariant probability distribution)를 갖지 못한다. 陽의 국지적 피드백 메카니즘과 그에 따른 다수균형이 점차 기술경제학 모델에 등장하고 있다. 여기서는 우연하고도 작은 사건들, 특히 과정의 초기에 생긴 사건들이 시스템으로 하여금 확률적 과정을 통해 다수의 국지적으로 안정적인 균형들 중 하나를 ‘선택’하게 하는데 큰 역할을 한다. 경로종속적 상황하에서는 결과의 사전적(ex ante) 예측이 불가능하다. 그러나 초기조건을 알면 시스템이 어떤 상태에 도달할 확률이 어느 정도인지를 유추해 낼 수 있는 확률적 경로종속 과정이 존재한다(Foray and Freeman(1993,

ch. 10)].

경로종속성이 外部效果와 불가분성을 통해 양의 국지적 피드백과 적응적 선택의 결합을 초래할 수 있다. 무제한적 수익체증의 조건하에서라면 이러한 과정은 결국 단일한 기술체제에 의한 市場獨占으로 귀결될 것이다. 핵발전이 重水爐에 기반한 '미국식' 기술에 잠금(lock-in)된 예를 보자. 불행히도 요즈음 전문가들은 이 기술이 다른 대안에 비해 '열등'하다고 판단한다. 이 '역사적 事故'는 戰後 미군이 웨스팅 하우스와 제네랄 일렉트릭에 잠수함용 원자로를 주문한 데서 비롯되었다. 그 이후 민간 핵프로그램을 급히 개발할 필요가 있을 때 군사용 기술이 다른 곳에서도 성공적으로 이전되리라는 보장이 없이 익숙한 기술을 선택했던 것이다. 이 결정은 동태적 과정에서 보면 '사고' 일지 모르나 역사적으로 조망하면 일관성이 있는 것이었다(Foray and Freeman(1993, p. 5)).

경로종속적 과정이 그 결과를 전혀 예측할 수 없는 것은 아니라고 앞에서 말한 바와 같다. 또한 경로종속의 결과가 항상 위의 예처럼 비효율적인 필요도 없다. 또한 '市場失敗'도 아니다. 시장실패는 정태적, 결정론적 모델의 개념이므로 동태적, 확률적 과정에 원용할 수 없다. 경로종속 과정의 결과가 비효율적인 사례에서만 흥미를 갖는 일도 조심해야 한다. 과정 중에서의 衡平性 문제 등도 중요하다. 요체는 경로종속과정의 귀착점이 국지적으로 안정적이라는 데 있으며 이곳이 최적일 수도 있고 비효율적임에도 정보부족 때문에 또는 조정비용 때문에 내쉬均衡(Nash equilibrium)으로 존재할 수도 있는 것이다. 이윤극대화를 위한 합리적 선택에도 때로는 근시안적 서두름 때문에, 또 네트워크 외부효과 때문에 최적균형이 아닌 쪽으로 수렴하도록 履歷效果(hysteresis effect)가 작용한다(David (2000, 특히 pp. 8-15)).

최근 재검토되고 있는 기술변화들에서 의사결정주체들의 행위가 일관성있게 의도적이고 이윤동기에 부합하였다는 사실을 상기할 필요가 있다. QWERTY 배열을 선택한 레밍톤 타자기 회사의 엔지니어들은 접촉자판을 꿈도 꾸지 못했을 것이다. 에디슨은 直流 전기공급장치를 多相交流 네트워크를 통해 원격지의 사용자에게 연결하는 효율적이고 경제적인 변류기가 개발되리라고 예상하지 못했다. 마찬가지로 초기 VCR 시장의 경쟁자였던 Sony Betamax와 VHS는 공히 녹화된 영화와 비디오 대여점의 상업적 중요성을 인식하지 못했다. 그러나 이후 확대된 시스템의 형태는 이들의 선택에 의해 결정되었던 것이다.

#### 4.3. 一般目的技術(general purpose technology)

일반목적기술(GPT)이란 특정한 신제품이나 특정제품을 만들기 위한 신공정이 아니라 경제의 다양한 분야에 적용되어 새로운 기회를 제공하는 기술을 말한다. 다시말하여 GPT는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- (1) 개량과 정교화의 여지가 크다.
- (2) 넓은 범위의 사용처에 응용할 수 있다.
- (3) 다양한 제품과 공정에 잠재적 실용성이 있다.
- (4) 기존 기술 또는 가능한 신기술과 강한 보완성이 있다.

이와같은 평가기준을 가지고 GPT의 목록을 만든다면 水車, 증기, 전기, 내연기관 같은 동력전달시스템, 철도, 자동차 등 교통혁신, 또 레이저, 인터넷 등이 포함될 것이다. 이 개념을 더 확대해석하여 공장제도, 대량생산, 유연전문화 등 '組織技術'이나 화학공학 같은 지식의 제도적 구조에도 적용가능하다(Helpman(1998, pp. 38-43, 167-192)).

GPT의 한 예로 20세기초 미국의 공장전기화를 살펴보자. 소위 電動機 革命(dynamo revolution)으로 1920년대에 제조업 동력 중 전기가 차지하는 비중은 50%에서 80%로 급증했으며 수력이나 증기력을 이용하는 공장들은 쇠퇴하였다. 1910년대에 이미 발전과 송전이 집중화·대규모화하여 규모의 경제를 누림과 동시에 지방정부 규제에서 벗어났으며 전기요금을 인하할 수 있었던 것이다. 공장내부의 동력전달도 굴대나 피대를 이용하여 몇몇 연관된 기계들을 돌리는 방식(group drive)에서 서로 다른 크기의 모든 기계 및 기구에 각각 전기 모터가 하나씩 장착되는 형태(unit drive)로 변화하였다. 이는 연료나 에너지 효율 향상 뿐만 아니라 공장을 단층, 선형으로 설계할 수 있게 함으로써 자재의 흐름을 한결 신속하게 한 잇점을 가져왔다. 공장디자인의 변화, 굴대, 피대 등의 전선으로의 대체 등은 資本產出比(capital-output ratio)의 하락을 가져와 이것이 勞動效率과 결합하여 제조업 부문의 총요소생산성이 1919-1929년간 연율 5% 이상 성장하도록 하였다(David and Wright(1999, pp. 1-5)).

GPT는 몇 개의 서로 다른 기술들이 융합하여 더 큰 결과를 가져오는 예가 많은데 '전동기 혁명'의 경우 '電氣化'라는 GPT와 다음 세가지 다른 GPT 즉, 첫째, 조립공정에서 교환가능 부품의 운반장치를 이용한 대량생산, 둘째, 자재취급의 자동화, 셋째, 연속공정 화학기술 등이 합류한 것으로 보인다(David and Wright(1999, pp. 6-7)). 복잡한 GPT는 산업연관효과, 연구개발 투자, 규모의 경제, 조정문제, 외부효과, 기타 구조적 측면 등으로 다양하게 특징 지을 수 있다. 그리고 잠재력을 완전히 발휘하는 과정에서 지연과 불연속이 있을 수 있다. 구조조정과 적용에 시간과 비용이 드는 만큼 초기에는 오히려 생산, 생산성, 고용이 하락하여 '슈페터 파동'을 설명한다는 것이다(Aghion and Howitt(1998, pp. 243-252)).

1920년대 1930년대 영국에서도 공장전기화는 제조업부문 총요소생산성 상승의 주요인이었다. 미국보다 늦게 시작했으나 일단 시작한 이후 전기화의 속도는 더 빨랐다. 이는

따라잡기 (catch up) 현상으로 보이는데 노동효율의 정체로 총요소 생산성 상승폭은 미국보다 작았다. 여기서 얻는 결론은 공장전기화가 진정한 GPT였다는 것, GPT 전파의 속도는 선발국과 후발국에 다르다는 것, 어떤 특정 GPT 전파의 효과는 보완적 생산요소투입에 영향을 주는 주위상황에 따라 좌우된다는 것이다(David and Wright(1999, pp. 8-12)).

요컨대 GPT에 주목하는 까닭은 긍정적인 기술진보가 측정된 생산성 향상으로 직접 연결되지 않을 가능성 (productivity puzzle)을 설명하기 위함이고 나아가서는 장기파동의 이론적 배경이 될지 모른다는 희망에서이다. 마지막 장에서 情報通信技術(ICT)과 관련하여 다시 언급하기로 한다(Gordon(2000a, 2000b)).

## 5. 科學과 技術

쿠즈네츠(Kuznets(1966, ch. 1))는 과학적 연구에서 비롯된 체계적 지식을 경제문제에 성공적으로 적용하는 것이 근대산업사회의 특징이라고 설명한다. 이는 과학에서 기술로 기술에서 경제로의 일방적인 인과관계를 의미한다고 하기 보다 이들의 상호작용과 연관성을 강조하는 것으로 해석해야 할 것이다. 근대에 들어 기초과학과 산업기술의 관계가 점점 밀접해지고 과학과 기술의 共有領域(접촉영역, interface)이 커지며 産學協同이 늘어나고 있다. 그러나 기술이 기존 과학적 지식의 응용이라고 말하기는 곤란하다. 기술자체가 지식의 한 형태인 것이다. 역사적으로 기술적 지식이 중요했으며 요즈음 점차 과학적 지식의 중요성이 커지고 있다. 물론 이것은 산업에 따라 다르며 요즈음 정보기술, 바이오 기술, 신소재 산업 등에서는 과학과 기술이 밀월을 하고 있다고 해도 과언이 아니다.<sup>(10)</sup>

인과관계에 있어서도 技術進歩가 科學發達을 촉진한 예가 많다. 토리첼리의 대기압 측정은 그의 펌프 개량노력의 결과이며 열역학이 학문으로 정착한 것은 증기기관의 효율을 연구하는 과정에서였다. 파스퇴르의 세균학은 포도주 산업에서 발효와 정제과정에서의 문제점을 해결하기 위해 등장하였다. 이와같은 사소한 일화뿐이 아니고 일반적으로 기술적 지식이 과학적 이해를 선행한 예는 많이 들 수 있다. 이런 경우 산업기술의 경험적 지식

(10) 여러 가지 정의가 있을 수 있겠으나 이 글의 성격상 과학은 주로 공적재원으로 공적지식을 제공하기 위해 대학교나 공공연구기관에서 수행하는 연구 또는 관련된 교육행위, 기술은 사적재원으로 사적이윤을 추구하기 위해 기업에서 수행하는 개발 및 관련된 연구학습행위를 지칭한다. 사회조직의 규범에 의해 구분하면 과학의 경우 정보의 발표가 필수적이나 기술적 정보는 발표가 억제된다. 복잡성의 분석과정에서도 차이가 있어 과학은 추상적 복잡성('다른 것들이 같을 때' *ceteris paribus*의 세계)을, 기술은 구체적 복잡성을 취급한다(Foray and Freeman(1993, p. 29, p. 11)).

을 과학자들이 추후에 음미하고 평가하는 것이다. 과학적 연구에 기반을 둔 전기전자 산업의 경우까지 그러하며 제강이나 알루미늄 합금에 연관된 금속공학 같은 경우는 시차가 더 크다. 정유나 트랜지스터의 예에서도 비근한 모습을 볼 수 있다[Rosenberg(1982, ch. 7)].

기술진보는 또한 과학연구의 과제를 제시해 줌으로써 과학발달의 방향결정에 영향을 준다. 과학적 연구결과 다시 기술이 진보되며 이와같은 상호작용의 축적이 더욱 큰 혁신을 가져오는 것이다. 1850년대의 철강기술, 20세기의 기타 금속학, 항공, 전신전화 등이 쉽게 찾아 볼 수 있는 예이며, 트랜지스터 기술이 고체물리학에 준 영향이나 레이저 기술이 광섬유제조를 통해 光學발달을 촉진한 사실 등은 괄목할 만하다[Rosenberg(1994, ch. 1)].

기술진보와 과학발달을 연결해 주는 또 하나의 고리는 觀察 및 測定器具(scientific instrument)이다. 망원경, X선 촬영 등 기구사용이 학문간에, 연구실험실과 산업계간에 전파되어 과학발달과 기술진보의 속도와 방향에 영향을 미친다. 물리학에 기반을 둔 MRI, CT, 초음파 등이 생물학, 의학, 의료에 이용됨이 좋은 예이다.<sup>(11)</sup>

과학, 특히 산업기술과 관련된 과학적 지식의 생산은 어떻게 조직되는가. 전통적인 해석에 의하면 기초적 연구에는 결과가 불확실하고 수익을 전유하기 힘들며 기간이 길다는 이유로 투자를 하지 않을 것이므로, 시장실패를 보완하기 위해 대학이나 연구소에 지원을 할 필요가 있다. 과학적 지식은 非排除性(non-excludability)과 非競合性(nonrivalness)을 가진 公共財라는 것이다. 新畧페터적 견해에 의하면 지식은 특히 局地的(localized) 지식은 누적적이고 경로종속적이므로 準公共財의 성질을 띠어 부분적으로 배제가능하고 경합적이다. 지식생산의 투입요소는 정보, 기업의 능력, 기술적 외부효과이며 다시 기업의 능력은 학습, 경험의 사회화, 연구개발, 정보의 재결합에 의해 결정된다. 지식생산에서 결과물에 대한 재산권이 한편으로는 이노베이션을 추진하는 유인으로 작용하면서 다른 한편으로는 정보의 전파를 억제하는 양면적 효과(knowledge tradeoff)를 가지고 있음을 유념하면서 생산조직의 변모와 다양성을 살펴보자[Antonelli(1999, 특히 pp. 244-247)].

산업혁명기의 지식(주로 국지적 기술)은 혁신적 個人企業家(entrepreneur)에 의해 생산되었다. 과학적 발견과 기술적 응용으로 특허를 획득하여 자유시장에 새로운 기업으로 진입한 이들은 주로 개인이었다. 19세기말에 이르면 지식생산은 주로 대학교 등 制度的 組織이 담당하게 되었다. 이들의 생산물은 준공공재에 해당하며 긍정적 외부효과를 가진다

(11) Rosenberg(1994, ch. 3)를 참조. 이것은 Rosenberg가 machine tool 산업이 직물, 기관차, 총포에서 재봉틀, 자전거, 타자기, 자동차로 영항의 범위를 넓혀가는 과정을 설명하면서 정착시킨 technological convergence 개념과 약간 비슷해 보인다(Rosenberg(1976, ch. 1)).

고 할 수 있다. 20세기초에는 수직결합에 의해 기업들이 내부에 연구개발부서를 두어 지식생산을 담당하였는데 이들은 범위의 경제를 보였다. 최근 지식의 생산조직은 협조의 형태로 변하고 있다. 규모의 경제를 실현하고 개별 사용자의 부담을 줄이는 것이다. 지식생산의 산업조직이 이와같이 변모함에 따라 기술혁신을 위한 유인은 줄어들었으나 연구자급이나 개별적 효율성은 증가하였다(Antonelli(1999, pp. 247-252)).

정보통신기술의 발달과 함께 수직결합의 해체, 전문화 등이 진행되면서 사용자, 생산자 간 상호작용이 더욱 밀접해졌다. 지식집약적 서비스 시장이 형성되었으며 知識集約的 서비스 기업이 지식경제의 중요부분으로 등장하였다. 이와함께 지식생산이 효율화되고 전파 가능성이 제고되었다(knowledge tradeoff가 줄어들었다) [Antonelli(1999, pp. 252-257)].

협조형태의 생산조직 중 흥미있는 형태로 共同代理契約(common agency contracting)이라는 것이 있다. '開放科學(open science)'이란 국가 또는 재단의 지원으로 대학이나 비영리 연구소에서 믿을만한 사람들이 자유로이 참석하여 생산하는 공공지식을 말함인데, 이의 생산을 위해 다수의 후원자가 소수의 연구자와 공개적으로 계약을 맺는 것이다. 이는 비밀유지의 중세적 에토스에서 벗어난 근대적 현상으로서 중복투자 회피, 지식축적 및 전파 가속이 가능하면서도 이노베이션의 유인을 유지할 수 있는 잇점을 가진다. 즉 대학이나 연구자들이 명성유지를 위해 성실한 노력을 경주한다는 것이다. 이와같이 정보비대칭성에 따른 주인-대리인 문제를 해결하는 방식은 서유럽 봉건제의 중복층성의 유산 비슷한 의미가 있으며, 후원과 보호의 체계가 사라지면 매우 취약하게 될 우려가 있다(David(1998)).

## 6. 內生的 技術進步와 새 成長理論(New Growth Theory)

4장에서 언급한 바와 같이 성장이론에서 기술진보는 집계 생산함수의 독립변수로 취급되어 왔다. 솔로우의 신고전파 성장모형에 입각한 성장회계분석에서는 경제성장이 노동과 자본의 투입량 증가에 의해서 설명되는 부분과 요소투입의 증가에 의해 설명되지 못하고 남는 잔여항(residuals)의 두 부분으로 나뉜다. 이를 總要素生産性(TFP: Total Factor Productivity)이라고 부르는데 生産性의 증가가 技術進步와 일치하는 것이 아님은 앞에서 설명한 바와 같으나 양자가 일정한 상호 관련을 갖고 있음은 분명하다. <表 1>과 <表 2>는 각각 신흥공업국(1966-1991)과 선진국 경제(1950-1973, 1973-1984)에서 TFP가 성장에 기여한 정도를 보여 준다. 여기서 알 수 있는 것은 첫째, 1973년을 기점으로 한 선진국 경제성장률의 하락은 TFP 증가율의 감소에 기인한다는 것이다. 둘째, 선진국

〈表 1〉 新興工業國 經濟에서 TFP의 成長寄與度

(단위: %)

국 가	기 간	GDP 성장률	TFP 증가율	TFP의 성장기여도
한 국	1966-1990	10.3	1.7	16.5
대 만	1966-1990	9.4	2.6	27.7
홍 콩	1966-1991	7.3	2.3	31.5
싱가포르	1966-1990	8.7	0.2	2.30
4개국 평균		8.9	1.7	19.0

資料: 김신행 (1999, p. 179).

경제에서 TFP의 기여도가 신흥공업국 경제에서보다 높다는 것이다. 즉, 선진국 경제성장에 있어서는 생산성 증가가 성장을 주도해 온 것에 비해서 신흥공업국의 경제성장에 있어서는 투입요소의 증가가 성장에 더 큰 기여를 한 것으로 나타난다(김신행(1999, 8장)).

신고전파 성장이론에서 기술수준(여기서는 잔여향, TFP)은 외생이고 모든 나라에 같다. 그러나 위에서 본 바와 같이 TFP(여기서는 TFP 증가율)가 나라마다 차이를 설명해야 할 것이다. 기술수준이 동일하다면 솔로우 모델에서 1인당소득수준이 수렴(혹은 인구증가 속도에 따른 '條件附 收斂') 경향을 보여야 하지만 이것이 잘 나타나지 않는 사실('收斂 論爭')이 1980년대부터 성장이론에서 '內生的 技術進步' 모델을 구상하게 했다고 설명되기도 한다.<sup>(12)</sup>

TFP 증가율이 낮으면 요소투입이 증가하더라도 수확체감의 경향 때문에 성장이 소진되기 마련이다. 그러나 TFP 증가율이 내생적이고 연구개발노력에 의해 '組合的(combinatoric)'으로<sup>(13)</sup> 정해진다면 수확체감은 장기적으로 극복된다고 할 수 있다. 왜냐

(12) 수렴논쟁이란 인적자본 변수를 포함한 augmented Solow model로 미수렴을 설명할 수 있는가 하는 것인데, 성장회귀분석 문헌을 검토한 Pack(1994)을 참조할 것. 그러나 내생적 성장 모형의 등장에서 수렴 논쟁의 역할은 부분적일 뿐이다. 완전경쟁 가정을 풀려는 노력에서 기술의 내생성을 모형 내부에 들여오게 되었으며, neo-Schumpeterian models, spillover models, linear models 등이 만발하고 있다[Romer(1994)].

(13) 이것은 수학의 분야인 "조합"에서 유추한 표현인데 이전에 서로 조합된 적이 없던 기존의 아이디어들을 성공적으로 재배열함으로써 새로운 아이디어가 형성되는 패턴으로 아이디어가 축적된다고 상정한다. 쉬운 예로 1935년에 "발명"된 '야간 야구경기'를 들어 보자. 이것은 '야구'라는 아이디어와 '대량 조명의 홍수'라는 아이디어의 조합에 의해 빛을 본 것이다. 차례로 '대량 조명의 홍수'는 '전기조명'과 '전기생산 및 분배 네트워크'의 결합에서, 다시 '전기조명'은 '전기'와 '인공조명'의 조합에서 생성되었다. 이와같이 전화, 핵잠수함, 정보고속도로 등, 거의 모든 "새로운" 아이디어에 가족제보를 형성할 수 있는 것이다(Weitzman (1996, pp. 209-210)).

하면 조합적 성장과정은 기하급수적 성장과정을 압도하기 때문이다(Weitzman(1996)). 기술진보가 조합적으로 이루어지지 않더라도 학습효과에서와 같이 外部性이 발휘하여 한계수확이 체감하지 않고 경제내에 스펀오버 효과(spillover effects)가 발생하면 생산성이 계속해서 향상되고 지속성장이 가능해진다. 어느 쪽이든 이윤동기에 의한 기술적 지식에의 투자가 중요함은 말할 필요가 없다. 이와같이 표준적인 신 스펀터 모델은 불완전경쟁하에서 연구개발부문에 투여되는 자원의 규모가 시장의 크기, 인적자본의 공급가격, 수익의 전유 가능성 등에 의존한다고 보는 것이다.<sup>(14)</sup>

지속성장을 설명하는 내생적 기술진보 모형의 한 가지 함의는 獨占利潤 때문에 가격이 한계비용과 일치하지 않으며 지식의 스펀오버 때문에 투자수익이 전유되지 못하여 경제성

〈表 2〉 先進 6個國 經濟의 1950-1973年과 1973-1984年의 두 期間에 걸친 成長要因分析의 比較 (단위: %)

국가	1950-1973			1973-1984			성장요인의 변화		
	GDP 성장률 (A)	요소투입 증가율 (B)	TFP 증가율 (C)	GDP 성장률 (D)	요소투입 증가율 (E)	TFP 증가율 (F)	(G) (D-A)	(H) (F-C)	(I) (H/G)
프랑스	5.13	2.02 (39.4)	3.11 (60.6)	2.18	1.25 (57.3)	0.93 (42.7)	-2.95	-2.1	73.9
독일	5.92	2.31 (39.0)	3.61 (61.0)	1.68	0.55 (32.7)	1.13 (67.3)	-4.24	-2.48	58.5
일본	9.37	4.68 (49.9)	4.69 (50.1)	3.78	3.35 (88.6)	0.43 (11.4)	-5.59	-4.26	76.2
네덜란드	4.70	2.32 (49.4)	2.38 (50.6)	1.58	1.44 (91.9)	0.14 (8.9)	-3.12	-2.24	71.8
영국	3.02	1.49 (49.3)	1.53 (50.7)	1.06	0.42 (39.6)	0.64 (60.4)	-1.96	-0.89	45.4
미국	3.72	2.67 (71.8)	1.05 (28.2)	2.32	2.59 (111.6)	-0.27 (-11.6)	-1.40	-1.32	94.3
6개국 평균치	5.31	2.58 (48.6)	2.73 (51.4)	2.1	1.60 (76.2)	0.50 (23.8)	-3.21	-2.23	69.42

註: ( )은 투입요소 및 TFP의 성장기여도를 나타냄.

資料: 김신행 (1999, p. 180).

(14) 신기술에의 투자를 모형에 넣기 위해 불완전 경쟁도입이 필요하다. 최근의 모형들은 생산함수에 품질조정된 중간재를 넣는 방식으로 연구개발투자가 기술혁신의 기회를 높인다고 하는 가설을 반영하고 있다. variety growth model과 quality ladder model의 설명은 김신행 (1999, 9장 및 10장)을 참조.



이 사회적으로 '效率的' 이지 못하다는 것이다. 즉 지식에 대한 투자가 부족할 것이므로 각종 정책으로 보조할 필요가 있다는 말이다. 그러나 연구개발투자가 과잉일 경우도 얼마든지 있으므로 일방적 정책결정에는 위험이 따른다. 즉 새로운 기술이 기존기술을 대체함에 있어 새 기업이 얻는 이윤의 대부분은 다른 기업의 손실을 의미하므로 경제전체로서의 장기적 비용효과를 분석할 필요가 있다.<sup>(15)</sup>

## 7. 事例 研究: 英國의 産業革命

산업혁명이 어떤 의미에서 '革命'이었는지에 대해서는 학자에 따라 강조하는 바가 다르고 이에 따라 다양한 연구주체가 결정될 것이다(양동휴(1996)). 란데스(Landes, 1969)를 중심으로 하는 '技術進歩說'은 석탄을 비롯한 에너지 사용에서의 혁신, 각종 기계의 발달, 합성 원자재의 등장, 그리고 공장생산을 포함한 넓은 의미의 복잡한 기술진보를 산업혁명의 본질로 파악하고 있다. "산업혁명이란 技術的 創造性(technological creativity)에 의해 추진된 생산기술의 급속한 변화를 의미한다." "산업혁명은 巨視發明(macroinventions)의 동시다발적 집중(cluster)과 이의 개선과 조정을 위한 강렬한 노력, 이를 뒤따르는 微視發明(microinventions)의 보완적 흐름"이라는 것이다(Mokyr(1993, p. 17, p. 22)).

산업혁명기의 구체적인 기술진보의 내용을 증기기관, 철강, 직물 등을 필두로 간결하게 서술한 문헌이 많다(예를 들어 Landes(1969, ch. 2), Mokyr(1990, ch. 5)). 여기서는 여태껏 검토해 온 분석들과 관련하여 새로 생각해야 할 점은 무엇인지 살펴보자. <表 3>은 전통적 성장회계와 人的資本變數를 추가한 확대된 솔로우 모형(augmented-Solow growth model)에 입각한 성장회계를 통해 산업혁명기와 빅토리아 왕조말부터 에드워드 왕조초침체기까지의 성장요인을 보여 준다. 우선 성장률과 TFP 증가율이 매우 낮고 19세기 중엽까지는 완만하게 가속되다가 그 이후 감속됨을 알 수 있다. 저성장과 낮은 TFP 증가율은 부족한 설비투자, 작은 시장, 과학 및 공적 교육 미비, 특허제의 비효율성, 지대추구 행위, 노사관계, 정부정책의 부적절함 및 기타 제도적 요인 등으로 설명할 수 있겠으나(Crafts(1996)) 거의 모든 면에서 영국이 유럽대륙보다 상대적으로 좋은 조건이었음을 상

(15) Grossman and Helpman(1994, 특히 pp. 36-38)를 참조. 내생적 성장모형은 지식집약부문과 전통적 소비재 부문, 그리고 생산요소로 인적자본과 미숙련 노동을 둔 국제모형으로 확대되어 Heckscher-Ohlin 정리와 유사한 것을 얻을 수 있다. 그러나 무역의 확대가 오히려 장기적 기술진보와 성장에 해로운 경우가 가능함을 보일 수도 있다(Grossman and Helpman(1991, chs. 7-9), Aghion and Howitt(1998, ch. 11)).

〈表 3〉英國 産業革命 前後의 成長要因分析

(단위: %)

	GDP성장률	자본의 기여	노동의 기여	인적자본의 기여	TFP증가율
전통적 성장회계					
1760-1780	0.6	0.25	0.35		0.00
1780-1831	1.7	0.60	0.80		0.30
1831-1873	2.4	0.90	0.75		0.75
1873-1899	2.1	0.80	0.55		0.75
1899-1913	1.4	0.80	0.55		0.05
확대된 솔로우 성장회계					
1760-1780	0.6	0.25	0.20	0.10	0.05
1780-1831	1.7	0.60	0.45	0.45	0.20
1831-1873	2.4	0.90	0.45	0.70	0.35
1873-1899	2.1	0.80	0.30	0.50	0.50
1899-1913	1.4	0.80	0.30	0.50	-0.20

資料: Crafts(1995, p. 752).

기해야 할 것이다. 성장이 가속되다가 멈추는 것은 집중된 거시발명의 영향이 학습효과에 의해 오랫동안 누적적으로 나타나다가 소진되는 과정으로 볼 수 있다. 즉 산업혁명은 “기술적 충격과 제한적 학습과정으로 설명함이 적절하다” [Crafts(1995, p. 759)].

그러면 6장에서 언급한 새 성장이론으로 영국의 산업혁명을 접근한다면 얻는 점은 무엇인가. 내생적 기술진보는 경제성장을 가져오며 연구개발투자에 의해 결정된다. 따라서 지식에의 투자유인이 되는 변수들 즉 인구, 연구부문의 노동생산성, 성공적인 기술혁신자들의 독점력, 時選好(time preference)를 살펴보아야 한다. 이에 부가하여 인적자본의 상태(교육정도 또는 숙련임금), 학습과정과 시장의 크기, 노사관계 등도 고려해야 할 것이다. 문제는 이들이 거의 전부 수량화하기 어렵다는 데 있다.

관찰가능한, 그리고 산업혁명 관련문헌에 지적된 단편적 경향들을 찾아보자 [Crafts(1995, pp. 761-767), Mokyr(1990, ch. 10)]. 부실하지만 특허자료에 의하면 산업혁명 전야에 등록건수가 급격히 늘어나서 기술활동의 활성화를 보여 준다. 물론 20세기에 비하면 特許權의 가치가 물적 투자에 비해 미미하였고 진입장벽은 높은 모방비용에서 나왔다. 또한 ‘集團의 이노베이션’이 많아 특허출원이 불가능한 경우도 있었으므로 결국 이윤추구를 위한 연구개발 행위보다 학습이 중요했을 것이다. 이런 의미에서 시장크기의 영향도 작았으리라 판단된다. 기술혁신에 의한 ‘準地代’의 전유가능성은 노사관계와도 관련이 있을 터인데 산업혁명기의 영국에서 신기술의 희생자(기존 기업 및 숙련공)들은 저항운동에 성

공적이지 못하였다. 고급인력들의 배분은 관료, 법조계, 교회, 군대 우선이었고 다음에 상업 및 금융계였으며 제조업은 등한시되었다. 인적자본의 축적, 특히 학교교육은 빈약하였다. 그럼에도 불구하고 학습능력은 상당했다고 여겨지는데 도제제도나 현장실습 등을 통해 두터운 숙련공층을 형성하고 있었다는 것이다. 다시 말해 영국은 미시발명에 비교우위가 있었던 것이다. 미시발명에 관하여는 내생적 성장모형의 설명력이 크다고 생각된다.

위에 지적한 요인들, 또 도시화의 정도, 금융발달, 재산권 보장, 국제무역의 개방도 등이 유럽대륙, 예를 들어 프랑스보다 영국이 기술진보에 앞설 확률을 높게 했다는 지적이 전통적이다. 그러나 이들의 영향이 거시발명을 내생적으로 설명해줄 만큼 강력했는지는 의문이다. 특히 내생적 성장모형이 거시발명의 동시다발적 집중과, 거시 이노베이션의 時點을 설명할 수 없다는 사실을 감안하면 산업혁명의 원동력이 된 주요 기술혁신은 외생적 요인에 의해 도래되었으리라 판단된다. 다시 말하여 산업혁명은 外生的 巨視發明과 內生的 微視發明(학습과정과 스피로버)으로 이해함이 적당할 것이다.<sup>(16)</sup> 내생적 기술혁신모형과 새 성장이론은 20세기의 경험을 설명하는 데 더 유용하다고 할 수 있다.

## 8. IT革命과 新經濟(new economy)의 向方: 맺음말에 代身하여

본문에서 주마간산격으로 검토한 ‘技術進步의 經濟史’ 또는 ‘歷史的 技術經濟學’ 이라거나 불리울 분석들은 아직 단편적이고 모호하다. 또한 전문적 史學徒들은 역사를 미래예측의 도구로 삼으려 하지 않는다. 그러나 과거의 이해에 더불어 현실적 함의와 정책 시사점을 제공하려는 유혹은 상존한다고 할 수 있다. 마지막으로 최근 情報技術(IT)의 발달을 토대로 한 ‘新經濟(new economy)’의 추이를 간단히 살펴봄으로써 글의 맺음에 대신하고자 한다.

신경제 옹호론자들의 주장에 따르면 1970년대부터 가속된 정보통신기술의 혁신은 19세기말 20세기초 전기, 화학, 자동차 산업이 주도한 ‘제2차 산업혁명’을 능가할 만큼 새로운 것이며 이에 따른 생산성의 지속적 상승이 ‘새로운 경제’로의 관문을 열었다는 것이다. IT혁명은 IT산업 뿐아니라 구산업 및 서비스에도 시장효율과 이노베이션을 전파하고 세계화의 선봉이 된다. 투자와 이윤이 높은 수준으로 유지되고 재고량이 감소하며 경기변

(16) 산업혁명기 기술혁신 전체를 내생적으로 설명하는 것이 가능하다는 반론도 제기되었다 (Greasley and Oxley(1997)). 시계열 통계분석의 기법, 성장회계의 기술적 사안 등에서 이견을 보이는 이들의 논란은 문제의 본질을 벗어난 것이 아닌가 하는 의구심마저 든다. 결국 모형 구성함에 있어 변수를 내생으로 설정하느냐 외생으로 두느냐의 논쟁은 ‘시스템’을 어디까지 확장하느냐하는 것으로 귀결되므로 자칫 공허해질 우려가 있다.

동의 악몽에서 벗어날 수 있다는 것이다. 그러나 정보통신분야(컴퓨터, 소프트웨어, 텔레콤, 인터넷)에의 투자가 기하급수적으로 증가함에도 불구하고 경제 전체의 생산성 상승기록으로 반영되지 않아 몇 년 전까지만 해도 이를 '生産性的 逆說'이라 칭하기도 하였다. 1990년대 후반부터 미국의 생산성(노동생산성과 TFP)이 급격히 상승하였고 이것이 신경제 장기파동의 효과가 가시적으로 나타나기 시작했음을 알린 것인가에 대해 논의가 진행 중이다.<sup>(17)</sup>

〈表 4〉는 1995-1999의 4년간 미국경제가 달성한 총생산, 투입 및 생산성 증가율을 1870-1913, 1913-1972, 1972-1995 기간과 대비시킨 것이다. 여기서 構成調整이란 노동 투입에 연령, 성별, 교육정도의 변화를, 자본투입에서 구조물과 설비의 구성변화를 감안함을 말한다. 어느 쪽을 보아도 노동생산성과 TFP 공히 1870-1995 기간은 저속-고속-저속의 長波("one big wave") [Gordon(1999)]를 그리고 있으며 1990년대 후반에 생산성 향상의 새로운 황금기가 시작하는 것처럼 보인다.

'생산성 역설'은 일반목적기술(GPT)의 경우 잠재력이 실현되기 전에 즉 체제전환을 위해 구조조정과 적응기간이 필요하다는 가설로 설명할 수 있다(David(1990)). 전동기 혁명과 IT혁신을 유추하는 한 시도에 의하면 정보통신기술은 아직도 초기단계라는 것이다. PC의 계산능력 증가속도는 천문학적이지만 업무조직의 구조가 거의 변화하지 않고 있으며, GPT의 특징적 경로를 답습하느라 과업별 생산성이 높아질 기회가 늦어졌다. 부분적으로 네트워크를 이룬 PC로서는 조직들의 정보처리 행위를 전반적으로 재건축하기 힘들었다. 이제야 특수과업 전문 IT가 등장하기 시작했고 network server 역할이 가능한 PC가 개발되었다. 공장전기화에서 unit-drive system의 도입으로 공장설계의 혁신을 이루었듯이 IT의 발달은 결국 새로운 형태의 업무조직, 범조직적 자료처리의 방향으로 폭발할 것이며 그때에야 TFP가 가속적으로 증가할 전망이라는 것이다(David and Wright(1999, 4절, 5절)).

그러면 1995-1999 기간의 생산성 증가율은 새로운 황금기의 시작을 알리는 길조이며 유지가능한(sustainable) 수준인가. 신경제 회의론자들은 절대 그렇지 않다고 주장한다. 최근 한 추계에 따르면 비농업 민간부문의 노동생산성 증가율이 1972-1995 기간에 연평균 1.47%이고, 이것이 1995-1999년에 2.82%로 높아졌다. 그 차이 1.35포인트 중 0.54포

(17) 이 글을 쓰고 있는 시점에서 IT기업들의 도산이나 투자감축 등이 만연하는 가운데 미국 비농업 민간 부문의 노동생산성이 2001년 1사분기부터 하락세로 돌아섰고(-1.2%, 2001. 8. 7에 발표한 수정치는 +0.1%) (BLS) 산업생산은 9개월째 하락하고 있으므로(FRB) 이하의 논의에 偏倚가 있을 수 있다.

〈表 4〉美國의 GDP, 勞動 및 資本投入, 生産性 成長率

(단위: %)

	1870-1913	1913-1972	1972-1995	1995-1999
GDP	4.42	3.14	2.75	4.90
구성조정 이전				
노동	3.24	1.28	1.71	2.25
자본	4.16	2.07	2.98	4.87
자본 장비율	0.92	0.79	1.27	2.62
노동 생산성	1.18	1.86	1.04	2.65
TFP	0.77	1.60	0.62	1.79
구성조정치				
노동	3.73	1.72	2.09	2.71
자본	4.22	2.76	4.04	5.58
자본 장비율	0.49	1.04	1.95	2.87
노동 생산성	0.69	1.42	0.66	2.19
TFP	0.47	1.08	0.02	1.25

註: 2000년의 비농업 민간부문 노동생산성 증가율은 4.3%로 기록되었으나 올해 8월 7일 BLS의 수정치는 3.0%로 낮아졌고 2001년 1사분기 0.1%, 2사분기 2.5%(거의 전부가 노동투입 감소에 기인함)를 나타냈다.

資料: Gordon(2000a, p. 53).

인트는 경기순환적 요인에 의한 것이며, 나머지 0.81포인트에서 노동의 질적 변화(0.05)와 물가측정 방법의 변화(0.14)를 감안하면 0.62% 포인트만 남게 된다. 이 중 자본장비율 증가, 즉 IT에의 투자의 효과가 0.33포인트이며(이것이 의미하는 바는 투자가 감소하면 생산성도 떨어진다는 것이다. 2001년의 경험을 염두에 두자.) 나머지 0.29포인트가 TFP 성장가속의 효과이다. 그러나 이것은 컴퓨터 및 컴퓨터 관련 반도체 제조업을 비롯한 내구재 산업에 집중되었으며 경제의 88%를 차지하는 비농업 내구재 부문에서는 오히려 TFP 성장속도가 상당한 정도로 떨어진 것으로 나타났다(Gordon(2000a, p. 55, Table 2)). IT의 공헌이 '구경제'의 생산성을 높이는 방향으로 확산되지 못하였던 것이다.

결국 IT혁신은 대략 1860-1900년 사이에 유럽과 미국에서 일어났던 그리고 20세기에 생산성 성장 황금시기의 도래를 가능케 했던 '2次 産業革命'에 비하면 부차적인 듯(아직까지는) 보인다. 2차 산업혁명기의 소위 5개 발명 群集은 (1) 전기: 전기모터, 전기조명, 가전제품, (2) 내연기관: 자동차, 항공기, 부수적으로 고속도로, 슈퍼마켓, 郊外, (3) 분자재배열: 석유화학, 합성수지, 의약품, (4) 정보, 통신, 오락: 전화, 라디오, 영화, TV, (5) 室内配管과 공공인프라: 상하수도, 오물처리 등인데 이들은 19세기와 20세기 인류의

생활을 근본적으로 바꾸었다. IT에 기반을 둔 신경제는 아직은, 또 앞으로도, 덜 혁신적이라는 것이다(Gordon(2000b)).

IT혁신에 대한 유보적 견해는 이외에도 많다. 즉 한계효용이 체감한다, 시간의 공급이 한정되어 있으므로 컴퓨터의 힘이 수확체감에 봉착할 것이다, 컴퓨터에 대한 수요는 단위 탄력적이며 우향이동하지 않는다, 기존활동을 대체하거나 기존기업의 시장점유율을 수취함으로써 수익을 얻으므로 사회적으로 바람직한 수준 이상으로 과잉투자 또는 중복투자를 행할 우려가 있다 등등이 있다(Gordon(2000a)).

IT에 기반을 둔 新經濟가 언제, 어떤 형태로, 어느 정도나 꽃을 피울지는 단정하기 힘들다. “기술진보의 요체는 그 예측불가능성이다.” 그러나 “과거의 진보에 관심을 두지 않는 사회는 미래의 진보 능력에 대한 믿음을 곧 잃게 된다” (Mokyr(1990, p. 301, p. 304)). 기술변화의 經濟史를 연구할 필요가 여기에 있다.

서울大學校 經濟學部 教授

151-742 서울특별시 관악구 신림동 산56-1

전화: (02)880-6375

팩시: (02)886-4231

E-mail: dyang@plaza.snu.ac.kr

## 參 考 文 獻

金世源(2000): “新經濟(new economy)를 둘러싼 論爭과 情報通信産業,” 서울大學校 經濟研究所, 『經濟論集』, 39.3·4, 235-260.

김신행(1999): 『경제성장론』, 서울, 경문사.

박우희 외(2001): 『기술경제학 개론』, 서울, 서울대학교 출판부.

양동휴(1994): 『미국경제사 탐구』, 서울, 서울대학교 출판부.

\_\_\_\_\_ (1996): “영국 산업혁명과 신경제사,” 김종현 편저, 『工業化的 諸類型 I: 東西洋의 歷史的 經驗』, 서울, 經文社.

Aghion, P., and P. Howitt(1998): *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MIT Press.

Antonelli, C.(1999): “The Evolution of the Industrial Organisation of the Production of Knowledge,” *Cambridge Journal of Economics*, 23, 2, March, 243-260.

Archibugi, D., and J. Michie(eds.)(1997): *Technology, Globalisation and Economic*

- Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Broadberry, S., and H. de Jong(2000): "Technology and Productivity in Historical Perspective: Introduction," *Cambridge Journal of Economics*, **4**, 2, August, 115-120.
- Crafts, N.F.R.(1995): "Exogenous or Endogenous Growth? The Industrial Revolution Reconsidered," *Journal of Economic History*, **55**, 4, December, 745-772.
- \_\_\_\_\_ (1996): "The First Industrial Revolution: A Guided Tour for Growth Economists," *American Economic Association Papers and Proceedings*, **86**, 2, May, 197-201.
- David, P.A.(1975): *Technical Choice, Innovation and Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1990): "The Dynamo and the Computer: A Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox," *American Economic Association Papers and Proceedings*, **80**, 2, May, 355-361.
- \_\_\_\_\_ (1993): "Path-Dependence and Predictability in Dynamic Systems with Local Network Externalities: A Paradigm for Historical Economics," in D. Foray, and C. Freeman(eds.), *Technology and the Wealth of Nations*, Paris, OECD.
- \_\_\_\_\_ (1998): "Common Agency Contracting and the Emergence of 'Open Science' Institutions," *American Economic Association Papers and Proceedings*, **88**, 2, May, 15-22.
- \_\_\_\_\_ (2000): "Path Dependence, its Critics and the Quest for 'Historical Economics' ," Stanford University Department of Economics Working Paper **00-011**, June.
- David, P., and G. Wright(1999): "General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution," Stanford University Department of Economics Working Paper **99-026**, July.
- Dosi, G.(1988): "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation," *Journal of Economic Literature*, **26**, 3, September, 1120-1171.
- The Economist*(1999): "A Survey of Innovation in Industry," February, 20.
- \_\_\_\_\_ (2000): "A Survey of the New Economy," September, 23.
- \_\_\_\_\_ (2001): "The New Economy: What's Left?," May, 12.
- Foray, D., and C. Freeman(eds.)(1993): *Technology and the Wealth of Nations*, Paris, OECD.
- Freeman, C.(1994): "The Economics of Technical Change," *Cambridge Journal of Economics*, **18**, 3, 463-514.
- Gordon, R.J.(1999): "U.S. Economic Growth Since 1870: One Big Wave?," *American*

- Economic Association Papers and Proceedings*, **89**, 2, May, 123-128.
- \_\_\_\_\_ (2000a): "Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past?," *Journal of Economic Perspectives*, **14**, 4, 49-74.
- \_\_\_\_\_ (2000b): "Interpreting the 'One Big Wave' in U.S. Long-term Productivity Growth," NBER Working Paper **7752**, June.
- Greasley, D., and L. Oxley(1997): "Endogenous Growth or 'Big Bang' : Two Views of the First Industrial Revolution," *Journal of Economic History*, **57**, 4, December, 935-949.
- Grossman, M., and E. Helpman(1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MIT Press.
- \_\_\_\_\_ (1994): "Endogenous Innovation in the Theory of Growth," *Journal of Economic Perspectives*, **8**, 1, Winter, 23-44.
- Helpman, E.(ed.)(1998): *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, MIT Press.
- Higonnet, P., D. Landes, and H. Rosovsky(eds.)(1991): *Favorites of Fortune*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Kamien, M., and N. Schwartz(1982): *Market Structure and Innovation*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Kuznets, S.(1966): *Modern Economic Growth*, New Haven, Yale University Press.
- Landes, D.(1969): *Unbound Prometheus*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1998): *The Wealth and Poverty of Nations*, New York, Norton.
- Liebowitz S.J., and S.E. Margolis: "Path Dependence, Lock-In, and History," *Journal of Law, Economics, and Organization*, **11**, 1, April, 205-226.
- Marx, K.([1867] 1967): *Capital*, Vol. 1, New York, International Publishers.
- Mokyr, J.(1990): *The Lever of Riches*, Oxford, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (ed.)(1993): *The British Industrial Revolution: An Economic Perspective*, Boulder, Westview Press.
- Musson, A.E., and E. Robinson(1969): *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester, Manchester University Press.
- Oliner, S.D., and D.E. Sichel(2000): "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Informaton Technology the Story?," *Journal of Economic Perspectives*, **14**, 4, Fall, 3-22.
- Pack, H.(1994): "Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical



- Shortcomings," *Journal of Economic Perspectives*, **8**, **1**, Winter, 55-72.
- Price, L.(2000): "What is New in 'the New Economy' ?," in U.S. Department of Commerce, *Digital Economy 2000*, ch. 7, 59-70.
- Puffert, D.J.(2000): "The Standardization of Track Gauge on North American Railways, 1830-1890," *Journal of Economic History*, **60**, **4**, 933-960.
- Romer, P.M.(1994): "The Origins of Endogenous Growth," *Journal of Economic Perspectives*, **8**, **1**, Winter, 3-22.
- \_\_\_\_\_ (1996): "Why, Indeed, in America? Theory, History, and the Origins of Modern Economic Growth," *American Economic Association Papers and Proceedings*, **86**, **2**, May, 202-206.
- Rosenberg, N.(1976): *Perspectives on Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1982): *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1994): *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N., and L.E. Birdzell Jr.(1986): *How the West Grew Rich*, Basic Books.
- Scherer, F.M.(1999): *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*, Washington, D.C., Brookings Institution.
- Schumpeter, J.A.([1911] 1934): *The Theory of Economic Development*, Oxford, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York, McGraw-Hill.
- \_\_\_\_\_ (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, Harper & Row.
- \_\_\_\_\_ (1954): *History of Economic Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Solow, R.M.(1994): "Perspectives on Growth Theory," *Journal of Economic Perspectives*, **8**, **1**, Winter, 45-54.
- Stoneman, P.(ed.)(1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, New York, Blackwell.
- Temin, P.(ed.)(2000): *Engines of Enterprise: An Economic History of New England*, Cambridge, Harvard University Press.
- von Tunzelmann, G.N.(2000): "Technology Generation, Technology Use and Economic

Growth,” *European Review of Economic History*, **4**, **2**, 121-146.

Weitzman, M.L.(1996): “Hybridizing Growth Theory,” *American Economic Association Papers and Proceedings*, **86**, **2**, May, 207-212.