

脫추격 단계에서 기술·경제적 불확실성과 대응

송위진(과학기술정책연구원), 이준석(서울대)

1. 문제의 제기

과거 외국의 기술을 도입하여 기술혁신을 추진하던 추격 시기와는 달리 스스로 새로운 궤적을 형성해나가는 탈추격형(post catch-up) 혁신 활동이 몇몇 분야에서 나타나면서 기술혁신과 관련된 불확실성과 리스크의 가능성이 높아지고 있다.

추격형 기술개발과정에서는 개발해야 할 기술이 이미 존재하고 있기 때문에 기술개발의 불확실성은 상대적으로 낮다고 할 수 있다. 그 기술이 개발가능하다는 것 그리고 특정의 설계 방식을 갖추어야 한다는 것을 알 수 있었기 때문이다. 그러나 탈추격 단계에서의 기술혁신은 많은 경우 모방할 대상이 없으며, 또 그 기술이 개발 가능한 것 인지도 사전적으로 알기 어렵다. 따라서 탈추격 단계에서 기술혁신을 성공적으로 수행하기 위해서는 불확실성에 대한 새로운 접근 방식이 필요하다.

이 글에서는 탈추격단계에서 나타나는 기술·경제적 불확실성 관리의 핵심을 기술적 불확실성에 대한 대응과 정당성 확보라는 요소로 정리하고, 대응방안을 모색하는 기초 작업을 수행하고자 한다. 새로운 궤적을 형성하는 기술혁신의 경우 그것과 관련된 기술지식이 확보되어야 하고, 또 사회에서 수용될 수 있는 정당성이 확보되어야만 기술 혁신활동이 성공적으로 지속될 수 있기 때문이다.

한편 본 글에서 기술·경제적 불확실성의 관리의 주체는 사익을 추구하는 민간부문과 공익을 추구하는 공공부문이 모두 포함될 수 있다. 전자의 경우에는 경쟁관계에 있는 다른 기업이나 기술에 대응하기 위한 방안의 측면에서 논의될 것이고 후자의 경우에는 공익적 차원에서 사회적으로 유용한 신기술을 도입하고 확산시키는 데 필요한 방안들의 측면에서 논의가 이루어질 것이다.

논의의 구성은 다음과 같다. 우선 II장에서는 신기술의 등장에 따라 산업이 형성되고 진화하는 패턴에 대해서 정리하면서 산업의 진화과정에서 조직과 기술과 제도의 공진화 과정을 살펴본다. 이를 통해 조직공동체의 기술학습 활동과 정당성 획득 활동의

중요성을 논의할 것이다. III장에서는 산업형성 초기에 초점을 맞추어 기술적 불확실성과 정당성과 관련된 불확실성에 대한 대응 방식을 살펴볼 것이다. 이는 탈추격형 혁신 활동 과정에서 대응방안을 살펴보는 준거점이 될 것이다. IV장에서는 한국 혁신체제의 독특한 조건 속에서 기술적 불확실성과 정당성을 관리하기 위한 방향에 대해 정리한다. 마지막장에서 향후의 연구 방향에 대해 다룰 것이다.

2. 산업진화의 과정: 조직과 기술·제도의 공진화

새로운 기술이 등장하고 산업이 형성·진화하는 과정은 기술만의 진화과정이다. 기술의 진화와 함께 그것과 관련된 조직과 제도도 공진화하게 된다.

조직의 진화를 다루어온 논의들은 이러한 관점을 반영하여 산업에서 다양한 기술들의 경쟁을 통해 특정 기술이 '지배적 설계(dominant design)'로 등장하는 과정에 대한 논의에 초점을 맞추고 있다. 여기서 지배적 설계란 시장에서 소비자들이 가장 선호하는 제품으로 경쟁기업이나 다른 혁신기업들이 시장에서 점유율을 확보하기 위해서는 반드시 따라야만 하는 기본적인 디자인으로 정의된다. 지배적 설계는 대개 이전에 있었던 기술로부터 도입된 기술혁신들을 종합한 새로운 하나의 제품으로서 등장하게 된다(Utterback 1994:52-53). 영문타자기의 QWERTY자판, PC운영체제의 Windows 등이 이에 해당한다.

이들의 분석은 주로 조직공동체(organization community) 수준에서 이루어진다. 조직공동체는 동일영역에서 기술을 개발하며 활동하는 경쟁기업들 뿐만 아니라, 기술개발과 상업화하는 데 일정 기능을 담당하는 여러 다른 주체들 즉 공급자, 사용자, 대학이나 정부와 같은 자원 공급자, 협회 등을 포괄한다. 소위 기술개발과 관련된 하부구조라고 이야기되는 조직들까지도 포괄된다. 이들은 기술개발과 관련된 조직공동체라고 할 수 있다.

산업이 진화하는 과정에서 이 조직공동체는 기술정치 활동과 기술학습 활동을 수행한다. 즉 자신들이 개발하는 기술이 사회 속에서 수용되도록 하는 활동과 기술지식을 창출하고 확산하는 활동을 수행하면서 산업을 진화시키게 된다.

'기술정치'는 서로 다른 기술을 지지하는 기술공동체가 자신들이 지원하는 기술이 지배적 설계로 자리잡을 수 있도록 상대편 기술공동체에 직·간접적으로 영향력을 행사하는 과정이라고 파악할 수 있다(Bijker and Pinch, 1987; Astley and Fombrun, 1983).

이와 같은 기술정치과정으로는 특정기술과 그 기술을 지원하는 조직들이 '사회정치적 정당성'(sociopolitical legitimacy)을 확보하는 과정과 '인지적 정당성'(cognitive legitimacy)을 확보하는 과정을 들 수 있다(Aldrich and Fiol, 1994). 사회정치적 정당성이란 그 기술과 관련된 핵심 이해당사자, 일반 공중, 핵심적인 여론 주도 집단, 정부관료 등이 그 기술이 이미 존재하고 있는 규범과 법규에 비추어볼 때 올바르게 정당하다고 받아들이는 것을 의미한다. 인지적 정당성이란 새로운 기술에 대한 지식이 확산되고 그 기술이 잘 알려지면서 당연한 것으로 인지되는 것을 의미한다. 인지적 정당화가 이루어지면 새롭게 특정 산업에 참여하는 기업들의 경우 그 기술을 모방을 통해 받아들일게 된다. 이렇게 사회정치적, 인지적 정당성을 확보하게 되면 특정 기술은 그 사회에서 당연한 것으로 받아들여져 제도화된다. 이러한 그리고 정당성을 확보한 기술을 지지·개발하는 기술공동체는 경쟁하는 다른 기술을 그 산업에서 배제하며 우위를 확보할 수 있게 된다.

'기술학습'은 개별조직의 입장에서 보았을 때, 조직 내·외부에 축적된 지식기반을 활용하여 기술·경제적 문제를 해결하고 기술을 개발하는 과정이다(Dosi et al, 1998). 그리고 기술학습과정을 통해 조직의 지식기반을 더욱 확장이 된다. 이는 조직학습론에서 파악하는 조직학습의 개념, 즉 환경의 변화에 따라 조직의 반응이 달라지면서 조직내의 반응 레퍼토리(repertoires)가 증대하게 되고 이로 인해 조직내의 지식이 증가하는 과정(Huber, 1992)이라는 개념과 동일한 것이다. 이러한 성격을 갖는 기술학습은 사전에 축적한 지식기반이 존재할 때 활발히 전개된다(Cohen and Levinthal, 1990; Dosi et al, 1988).

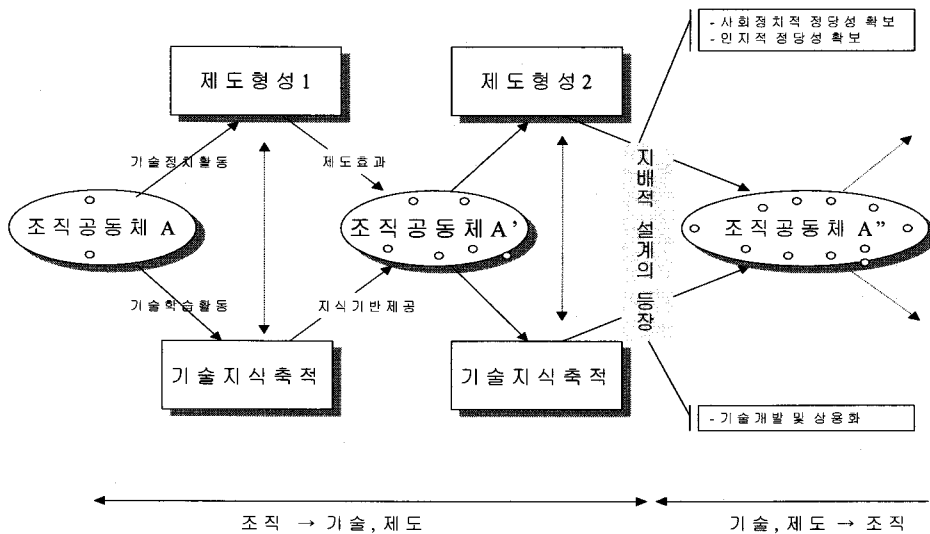
조직공동체는 기술학습의 주체들이면서 동시에 정당성 확보를 통해 자신들의 이해를 관철시키기 위해 활동하는 기술정치활동의 주체들이다. 계속 이어지는 기술정치활동과 기술학습과정을 통해 제도들이 형성되고 기술지식이 축적된다. 그리하여 어느 순간에 특정 기술이 전사회적인 차원에서 사회정치적 정당성과 인지적 정당성을 확보함과 동시에 축적된 기술지식에 바탕해서 광범위하게 상용화되는 상황이 전개된다.¹⁾ 즉 지배적 설계가 등장하게 되는 것이다. 이 지배적 설계가 등장하게 되면 그 이후 특정분야에서의 기술개발활동은 그 지배적 설계를 중심으로 이루어지게 된다. 즉 제도효과(institutional effects)가 작용하는 조건에서 이미 형성된 지배적 설계를 따라 조직들의

1) 특정 기술이 정당성을 확보했다고 하더라도 그것이 상용화되지 않는다면 지배적 설계가 될 수 없으며 또 역으로 특정 기술이 상용화되었다 하더라도 정당성을 확보하지 못하면 지배적 설계가 될 수 없다.

기술개발활동이 이루어지게 된다. 조직공동체가 기술의 학습과 제도형성에 영향력을 행사해오던 상황에서 기술과 제도가 조직의 기술개발활동을 규정하게 되는 상황으로 전환되는 것이다(Rosenkopf and Tushman, 1994).

따라서 산업형성 초기 단계에는 정당성을 확보하려는 노력과 기술학습을 통해 기술적 불확실성을 낮추려는 활동이 강도 높게 전개된다. 신기술에 기반해서 산업이 형성되는 초기 단계에는 기술의 정당성 확보도 충분하지 않고, 관련 기술을 개발하는 데 필요한 지식도 충분히 축적되어 있지 않다. 또한 정당성 확보와 기술학습을 수행하는 데 중추적인 역할을 수행하는 기술공동체의 규모와 영향력도 낮은 상태에 있다. 정당성 확보와 관련된 불확실성과 기술지식 창출과 관련된 불확실성이 공존하는 것이다. 그렇지만 산업이 성숙기에 이르면 기술적 문제도 상당부분 해결되어 기술적 불확실성도 낮아지고, 관련 기술을 지원하는 제도들도 안정화되면서 기술학습과 기술정치 활동이 약화된다.

<그림 1> 기술공동체의 기술정치, 기술학습



3. 기술적 불확실성과 정당성 관련 불확실서에 대한 대응

그렇다면 신기술에 기반해서 산업이 형성되는 초기에 나타나는 기술학습 활동과 범 제정이나 표준 설정 등과 같은 정당성 확보 활동의 특성과 주요 이슈는 무엇인가. 이와 관련되어 시사점을 제시해 줄 수 있는 논의들은 '돌파적 혁신(breakthrough innovation)'이나 기존 기술체계에서 새로운 기술체계로 전환할 때 그것을 어떻게 관리(transition management)할 것인가와 관련된 것들이라고 할 수 있다.

이하에서는 새로운 시스템을 구축하는 급진적인 변화 과정에서 프로젝트를 추진하는 팀이나 공공사업을 추진하는 조직이 기술학습과 정당성 확보과정에서 어떤 문제점에 접하고 그 문제를 해결하기 위해 사용하는 방법에 대한 논의들을 살펴볼 것이다.

이러한 논의들은 탈추격단계에 진입한 우리나라의 기술공동체가 기술학습과 정당성 획득 활동을 수행할 때 고려해야할 요인들과 관리 방안을 제공해준다는 측면에서 시사점이 있다. 우리나라의 기술적 기반과 사회제도의 정비 수준이 선진국에 미치지 못하거나 다른 특성을 가지고 있기 때문에 이러한 논의들이 직접적으로 우리에게 적용될 수는 없다. 그렇지만 우리가 고려해야할 주제를 파악하고, 우리 상황을 반영한 관리 방안을 제시하는 데 이러한 논의들이 출발점이 될 수 있을 것이다.

3-1. 기술적 불확실성에 대한 대응

1) 복수의 미래를 탐색하는 접근

신기술에 기반해서 새로운 산업이 형성될 때, 기술궤적이 진행방향에 대한 불확실성이 매우 높아진다. 궤적을 유추해볼 수 있는 유사한 제품도 존재하지 않고, 사용자들도 자신들이 원하는 바를 잘 모르기 때문이다. 그러므로 궤적을 따라 기술이 발전할 때, 사용자의 변화를 예측하는 전통적인 기법들은 별로 도움이 되지 않는다.

이러한 상황에서 기술혁신 주체들이 활용하는 방법이 시나리오식 분석이다. 앞으로 기술발전과 관련된 미래가 어떻게 전개될 것인가에 대한 복수의 시나리오를 작성하고 각 시나리오 별로 환경분석과 대응방안을 강구하는 것이다. 이것은 하나의 발전 궤적을 설정하고 기존 경험과 데이터를 바탕으로 예측하는 전통적인 접근과는 다른 방식을 필요로 한다.

기업이나 프로젝트팀 수준에서 보면 돌파적 혁신을 위한 관리방법론으로서 복수의 발전궤적을 탐색하는 시나리오 기법들이 다양한 형태로 사용되고 있다. 소비자들도 불명확하고 그들 자신도 자신들이 무엇을 원하는지 모르는 상황에서 앞으로 몇 년후 인

2007년 한국과학기술학회 전기 학술대회

구분포, 소득분포, 정치적 환경 변화 등의 변화들을 고려하면서 복수의 기술궤적을 선택하고 시간이 지나면서 발생하는 정보를 반영해나가는 다양한 접근들이 활용되고 있다(Noori, 1999).

국가적 수준에서 보면 영국과 독일 등 선진국에서 이루어지는 포사이트(foresight) 프로그램들은 바로 이런 시나리오 접근 방식을 채택하고 있다(서지영, 2005; 권기석, 2006). 일본에서 시작된 기술예측(technological forecasting) 방식들이 주로 전문가 인터뷰를 통해 구조화되고 명확한 로드맵을 제시하는 형태로 미래를 전망하지만, 포사이트에서는 복수의 궤적을 수용하고 각각의 궤적에 대한 대응방식을 논의한다. 독일의 포사이트 프로그램인 FUTUR에서는 '미래설계작업(Zukunftswerkstatt)'과 시나리오 워크숍(Szenario Workshop)'을 개최하여 전문가와 비전문가를 참여시켜 공동 작업을 통해 미래의 발전궤적을 토의하고 문제설정에 합의를 이끌어가는 방식을 취하고 있다.

특히 2000년대에 들어서서는 포사이트의 과정에서 기술적·경제적 요인들만이 아니라 사회적, 환경적 요인들까지도 고려하면서 미래의 발전 궤적을 탐구하는 모습들이 강화되고 있다. 이와 함께 전문가들만이 아니라 다양한 분야의 비전문가들을 참여시키고, 의견을 교환하여 사회적 차원의 토론을 조직하려는 모습들도 감지되고 있다. 기술 궤적의 진화에 영향을 미치는 다양한 요소들과 다양한 참여자들을 고려하며, 복수의 발전궤적을 탐색하는 활동들이 이루어지고 있는 것이다. 이것은 전문가 위주, 기술적·경제적 요인 위주, 명확한 방향성 제시 등을 특성으로 하는 기술예측 중심의 포사이트와는 상당히 다른 접근을 하고 있다.

2) 실험을 통한 학습

불확실성이 매우 높은 상황에서 '실험을 통한 학습(learning-by-experiment)'을 수행하면서 불확실성을 낮추어나가는 전략도 많이 활용하는 방식이다. 상황에 대한 정보가 부족한 상태에서 실험을 해보고 그 과정에서 발생한 정보를 바탕으로 새로운 선택을 하는 것이다.

불확실성이 높은 기술을 개발할 때, 다양한 기술적 대안들을 선택하여 복수 병렬개발 방식을 택해 가장 좋은 결과를 산출하는 기술을 개발하는 것 등이 이에 해당하는 전략이라고 할 수 있다. 최근에는 정보기술의 발달에 힘입어 이러한 실험을 적은 비용으로 시뮬레이션 할 수 있게 되면서 사전적으로 복수의 대안을 탐색하는 비용을 상당히 줄일 수 있었다 (Thomke, 2003; Dodgson et al, 2005).

정책적 차원에서 이루어지는 시범사업(demonstration project)들의 경우도 사전적으로 특정 기술에 대한 실험을 함으로써 지식과 정보를 창출해서 불확실성을 축소해나가는 전략이라고 할 수 있다. 또 새로운 기술시스템으로 전환을 촉진하기 위해 사용되는 전략적 니치 관리(strategic niche management)도 이런 맥락에서 이해할 수 있다. 대체 에너지 중심형 시스템으로 전환하기 위해 사전적으로 니치영역에서 기술개발과 경제·사회적 문제해결을 수행하고 그 과정에서 축적된 지식과 정당성을 가지고 새로운 시스템으로 전환을 전략적으로 수행하는 것도 실험을 통한 학습방식이라고 할 수 있다

또한 실패도 실험을 통한 학습의 측면에서 본다면 새로운 의미를 부여할 수 있다. 일반적인 기술개발과정에서 실패는 적극적으로 회피되어야 하는 것이었다. 그러나 막대한 자금이 투입되는 프로젝트가 수행되기 전에 사전적으로 작은 규모의 실패가 이루어진다면 그것은 성공으로 가는 지름길이 될 수도 있다. 실패를 용인하고 그로부터 창출된 지식을 효과적으로 활용하는 것도 불확실성에 대응하는 훌륭한 방법이 될 수 있다(Sitkin, 1996).

3) 개방형 혁신과 사용자 참여

개방형 혁신(open innovation)은 외부의 다양한 혁신주체들의 참여를 통해 불확실성에 대응하는데 필요한 정보와 지식을 활용하는 것이다. 불확실성이 높아지면 그에 대응하기 위해 필요한 정보의 양도 급격히 증가하는데 자원이 제약된 상황에서 이에 대응하는 데에는 한계가 있다. 이 때 외부의 공급자, 연구소, 사용자 등과 네트워크를 형성된 관련된 지식을 획득하여 활용하는 것은 불확실성을 낮출 수 있는 효과적인 방안이 될 수 있다(Chesbrough, 2003).

또한 돌파적 혁신의 경우도 완전히 새로운 지식에 기반해서 이루어지는 것이 아니라 기존에 있는 다양한 지식들의 새로운 결합을 통해 이루어지게 된다. 이 때 조직내에서 또 조직간에서 폐쇄적인 접근이 이루어지면 기존 지식들의 새로운 재결합이 이루어질 수 없다. 따라서 개방형 전략을 취하면서 여러 곳에 흩어져 있는 다양한 지식들을 방향성을 가지고 재조합할 수 있는 능력이 중요해진다(Hargadon, 2003). 기존의 기술들을 새롭게 재결합하는 아키텍처 혁신, 기술 컨버전스에 대응하기 위한 기술융합을 위해서도 개방형 혁신은 그 전제조건이 된다.

한편 개방형 혁신에서 중요한 것은 선도 사용자(lead user)의 참여이다. 기술을 수용해서 활용하는 사용자들이 직접 기술기획 과정에 참여하고 실험을 하도록 함으로써

사용자들이 활용하는 환경에 적합한 기술을 개발할 수 있게 된다(von Hippel, 1988). 이는 사용자들로부터 관련 지식을 확보해서 불확실성을 감소시키는 메커니즘인 동시에 그 기술에 대한 정당성을 향상시킬 수 있는 방안이 될 수 있다. 다양한 사용자들의 참여를 통해 이루어지는 포사이트 활동이나, 기술영향평가 등의 활동들은 지식의 활용이라는 측면에서도 불확실성을 감소시킬 수 있는 상당히 좋은 도구가 될 수 있다.

3-2 정당성 관련 불확실성에 대한 대응

1) 기술-사회 시스템에 대한 담론 형성

개발하는 기술이 사회 내에 강건하게(robust) 지배적인 설계로 자리잡게 하기 위해서는 정당성을 획득하여 경제사회와 시민사회에게 기술의 수용도를 높이는 활동이 매우 중요하다(EU, 2002).

프로젝트를 추진하는 혁신주체의 입장에서 볼 때 정당성을 획득하는 데 중요한 것은 담론형성과정에서 기존의 지배적 기술이나 새로운 경쟁관계에 있는 기술에 대한 우위를 확보하는 것이다. 자신이 개발하는 기술이 사회적·정치적·경제적 규범에 부합된다는 것을 보여서 정당성 확보경쟁에서 우위를 확보하는 것이다. 이 때 논의되는 내용은 단순히 기술적 내용만이 아니다. 그 기술을 생산하고 활용하는 주체들이 살고 있는 사회에 대한 설계도 동시에 제시된다. 기술-사회시스템에 대한 담론들이 제시되고 서로 경쟁이 이루어지는 것이다.

한편 공공적 관점에서 보았을 때, 사회적으로 유용한 기술이 개발되기 위해서는 다양한 관점에 서있는 혁신주체들이 자신들이 설정하고 있는 미래의 시나리오에 대한 담론들을 토론할 수 있는 장을 형성하는 것이 중요하다.

다양한 시나리오들이 작성될 때, 각 혁신주체들이 지니고 있는 미래에 대한 비전 그리고 그것을 달성하기 위한 수단들을 둘러싼 시각들이 공론의 장에서 논의되는 것이 중요하다. 이를 통해 기술만이 아니라 사회도 구성되는 것이다.

2) 관련 법 및 정책의 형성

담론 형성이 주로 인지적 정당성과 관련된 것이라면 관련 법 및 규범의 형성은 사회·정치적 정당성과 관련된 활동이다. 자신들이 지지하는 기술을 지원하는 법 및 규범을 제정하고 정책을 형성하는 활동은 관련 기술의 사회적 제도화에서 결정적으로 중요

하다.

한편 법 및 규범과 정책의 형성과정에서 중요한 것은 의사결정이 이루어지는 구조이다. 법규범과 표준 등을 정부가 하향식으로 결정하는가 아니면 상향식으로 네트워크형 거버넌스에 따라 의사결정이 이루어지는가 등에 대한 논의는 정당성 확보를 둘러싼 기술공동체의 전략에 상당한 영향을 미치게 된다.

앞서 논의한 산업형성 초기에 나타나는 기술적 불확실성과 정당성 관련 불확실성에 대한 대응방안을 요약하면 다음과 같다.

<표 1> 산업형성 초기의 불확실성 대응 방안

	주요 주제	세부 주제
기술적 불확실성 대응방안	복수의 미래를 탐색하는 관점의 도입	- 시나리오 접근법 등 새로운 복수의 미래를 탐색하는 기획활동
	실험을 통한 학습	- 복수·병렬 개발방식의 도입 - 시범사업의 효과적 활용 - 실패로부터의 학습
	개방형 혁신과 사용자 참여	- 다양한 혁신주체의 참여를 통한 기술융합 - 선도 사용자의 참여를 통한 불확실성 감소
정당성 관련 불확실성 대응방안	기술-사회시스템에 대한 담론 형성	- 담론들간의 경쟁 - 경쟁을 통해 공론이 형성될 수 있는 장의 형성
	관련 법 및 정책의 형성	- 법 및 정책과정에의 참여 - 정책결정 구조의 특성

4. 탈추격형 기술혁신과 불확실성에 대한 대응

김인수(1997)는 후발국의 기술혁신과정에 대한 분석을 통해 후발국에서 이루어지는 기술의 진화과정은 선진국의 역방향으로 이루어진다고 주장하고 있다. 즉 선진국의 경우 유동기 → 이행기 → 경화기의 과정을 거쳐 기술의 진화가 이루어지지만, 후발국은 그 반대 방향으로 경화기 → 이행기 → 유동기의 과정을 거쳐 발전한다는 것이다.

이러한 관점에서 본다면 후발국의 기술혁신은 기술혁신의 초기에는 선진국에 의해 결정된 지배적 설계에 기반해서 제품의 요소기술 개선과 혁신이 이루어지고 이 과정에서 어느 정도의 혁신능력이 축적되면 기존 요소기술들의 새로운 결합하는 아키텍처 혁

2007년 한국과학기술학회 전기 학술대회

신을 수행하는 단계로 발전하며 더 나아가 원천기술을 창출(신기술에 기반한 신산업의 창출)할 수 있는 단계로 발전하게 된다. 선진국의 궤적을 따라가는 추격형 혁신활동에서 새로운 궤적을 창출하는 탈추격형 기술혁신활동을 수행하게 되는 것이다.²⁾

추격단계에서의 기술혁신의 불확실성과 그 대응 방식은 탈추격 단계에서의 그것과 다르다. 다음에서는 그 내용을 좀 더 구체적으로 살펴보기로 한다.

4.1. 추격형 혁신과 탈추격형 기술혁신

우리나라는 외국 기술의 모방을 통해 선진국의 기술궤적을 따라가는 추격형 기술혁신활동을 수행해왔다. 선진국에서 지배적 설계로 존재하고 있는 기술을 도입하고 개선해서 국내의 시장에 판매하는 기술혁신활동이 이루어진 것이다. 따라서 개발하고자 하는 기술의 개념은 명확하게 정의되어 있었으며, 기술개선과정에서 발생하는 문제에 대해서도 명확한 해결책이 존재하는 경우가 많았다. 이 기술을 흡수할 수 있는 능력이 부족했기 때문에 도입된 기술을 소화하는 데 상당한 자원투입과 시간이 걸렸지만, 이때의 혁신활동은 작동이 된다는 것을 알고 있는 기술을 개발하고, 개선하는 것이었다.

또 도입된 기술은 이미 선진국에서 받아들여지고 널리 사용되던 기술이었기 때문에, 그 기술을 둘러싼 관련 규범과 표준 방식 등은 이미 선진국에 존재하고 있었다. 그 기술의 정당성을 뒷받침해주는 제도들이 개발되어 있었던 것이다. 외국에서 기술이 도입되는 경우 이 제도들도 같이 도입되는 경우가 많았다. 안전 기준과 수칙, 표준 방식 등도 기술도입과 함께 같이 들어왔던 것이다.³⁾

그리고 기술공동체도 존재하지 않는 경우가 많기 때문에 정부가 주도해서 기술공동체를 형성하는 활동이 이루어지거나 기술도입을 한 기업들을 중심으로 기술공동체가 형성된다. 그렇지만 이들 공동체가 따라야 할 지배적 설계와 지배적 규범·제도는 이미 존재하고 있기 때문에 이들 기술공동체는 지배적 설계와 규범을 따라 기술혁신을 수행하게 된다.

그러나 탈추격단계에 들어서면서 정당성 관리와 기술 불확실성 관리에서 새로운 문제가 발생하고 있다. 과거와 같이 모방해야 할 기술이 존재하지 않기 때문에 새로운 기

2) 물론 이 과정은 자동적으로 이루어지는 것이 아니다. 독특한 제도적 환경과 혁신주체들의 노력을 통해 이러한 전환과정이 이루어지는 것이다.

3) 제도의 도입이 그대로 이루어진 것은 아니다. 도입되는 과정에서 비용 요인들이 고려되면서 안전 기준이나 운영 기준이 약화되거나 제대로 지켜지지 않은 경우가 많았다. 이로 인해 산재나 안전 사고 등과 같은 후진국형 사고들이 많이 발생하게 되었다.

술궤적을 창출하는 기술혁신활동을 수행해야 한다. 따라서 개발하고자 하는 기술의 개념은 명확하지 않으며 기술혁신 과정에서 발생하는 문제에 대해서도 명확한 해결책이 존재하지 않는다.

또 새롭게 개발되는 기술은 사회에 처음 등장하는 것이기 때문에 그것과 관련된 제도나 규범, 표준 등도 존재하지 않으며 그것들도 기술개발과 함께 같이 구성되어야 한다. 기술의 구성과 함께 사회의 구성도 동시에 이루어지는 상황이 전개되는 것이다.

한편 탈추격형 혁신이 접하게 되는 기술적 불확실성과 정당성 확보의 불확실성의 정도에는 차이가 있다. 탈추격형 혁신은 크게 3가지 유형으로 구분해볼 수 있다. 기존 기술을 심화해서 새로운 궤적을 개척하는 기술심화형 혁신, 원천기술은 해외에 의존하지만 새로운 아키텍처나 응용방안을 찾아 새로운 궤적을 개척하는 제품차별화형 혁신, BT, NT 등 신기술에 기반해서 산업을 형성하는 신기술기반형 혁신이 그 유형들이다

<표 2> 탈추격형 기술혁신의 유형

구분	분야 및 사례	진입시기 및 혁신의 원천
기술심화형 혁신	철강, 조선, 반도체	- 성숙 단계의 산업에 시장 진입 - 외국기술의 모방을 통한 누적적 기술축적이 이루어진 후, 제품의 재활성화를 이뤄 새로운 궤적을 형성
제품차별화형 혁신	휴대폰 Wibro, DMB, IPTV 시스템	- 지배적 설계 등장 전후 산업에 시장 진입 - 선진기업으로 획득한 원천기술을 재빨리 응용하거나 아키텍처 혁신을 이룩하여 새로운 궤적을 개척
신기술기반형 혁신	줄기세포 관련 재생의료 기술	- 지배적 설계가 등장하기 전 산업에 시장 진입 - 자체 개발한 원천기술을 토대로 니치시장에 진입

자료: 송위진 외(2007)에서 일부 수정

여기서 기술심화형 혁신은 기존에 축적한 기술능력을 심화시키는 활동이기 때문에 새로운 궤적을 개척하는 기술혁신이라고 하더라도 기술적 불확실성의 정도가 상대적으로 낮다. 또한 이미 관련 기술에 부합되는 사회제도들도 구성되어 있기 때문에 정당성 확보의 불확실성도 상대적으로 낮다. 제품차별화형 혁신은 기존의 설계방식을 바꿔 새로운 아키텍처를 창출하는 혁신활동이기 때문에 기술적 불확실성이 높다. 또한 새로운 사용방식이나 기능이 제공되면서 그와 관련된 제도형성이 필요하게 된다.⁴⁾ 원천 기술

4) 카메라 폰은 휴대폰의 아키텍처 혁신이라고 할 수 있다. 카메라 폰이 등장하면서 휴대폰은 기능이 전화에서 멀티미디어 기기로 변화되었고, 부품들간의 결합방식도 변화하였다. 이와 함께 프라이버시를 침해할 수 있는 사진촬영이 가능해져 이에 대한 문제제기들이 이루어졌고 이를 규제하기 위한 조치들이 도입되었다.

에 기반한 신기술기반형 혁신은 새로운 기술의 개발과 정당성 확보의 불확실성이 가장 높은 유형이다. 신기술을 착근시키기 위해 기술학습과 사회적 정당성 확보 활동이 무엇보다 중요하다.⁵⁾

4.2 탈추격단계에서 불확실성의 관리와 정당성 관리

다음에서는 탈추격단계의 불확실성 관리와 정당성 관리 방향을 살펴보기로 한다. 이를 위해 앞서 살펴본 신산업이 형성될 때 나타나는 주요 주제들을 중심으로 추격형 발전과정에서 형성된 우리나라 혁신체제의 특성을 정리하고 앞으로 나아가야 할 방향에 대해 토의한다.

1) 복수의 미래를 탐색하는 접근

우리나라 정부부처에서 신기술개발 관련 과학기술계획이나 전략기획 활동들이 많이 이루어지고 있다. 거시적인 사회전체의 발전계획부터 시작해서 구체적인 기술분야의 로드맵까지 매우 다양한 형태의 기획 작업이 여러 부처에서 거의 매년 이루어지고 있다. 그러나 대다수의 계획이나 로드맵이 시나리오 접근보다는 단선적인 발전과정에서 시기별로 수행해야 할 사업이나 개발해야 할 기술들이 배열되는 형태로 서술되어 있다.

이는 과거 추격시기의 기획 방식과 크게 다르지 않다. 추격단계에서는 선진 기업가는 궤적을 왜 따라가야 하는지에 대한 문제를 제기하지 않는다. 다만 어떻게 추격할 것인지, 또 어떻게 추월할 것인지가 중요한 과제가 되었던 것이다. 이런 상황에서 새로운 궤적의 시나리오를 탐색하는 활동은 매우 제한적으로 이루어질 수밖에 없었다. 기술궤적은 복수로 존재하는 것이 아니라 이미 주어진 것으로 파악되었던 것이다.

향후 복수의 궤적을 탐색하는 관점들이 기술기획 등에서 활용되기 위해서는 현재의 궤적이 당연한 것이 아니며 다양한 진화적 발전 궤적이 존재한다는 관점에서 접근할 필요가 있다.

이런 관점은 선진국을 벤치마킹하면서 선진국이 취한 궤적이 옳은 궤적이고 우리가

5) 휴 커트니(2004)의 불확실성 단계 구분에 따르면 심화형 유형은 2단계, 제품차별화 유형은 2-3단계 불확실성, 신기술기반 유형은 3-4단계의 불확실성에 접하게 된다고 할 수 있다. 커트니에 따르면 1단계 불확실성은 궤적이 이미 정해져 있는 상황에서 나타나는 불확실성이다. 2단계는 수개의 발전궤적에서 하나의 궤적을 선택해야 하는 불확실성 상황을 지칭한다. 3단계는 발전궤적이 나타날 수 있는 영역만 알 수 있을 뿐 몇 개의 발전 궤적이 존재하는지는 알 수 없는 불확실성을 말한다. 4단계는 발전궤적이 나타나는 영역조차도 알 수 없는 불확실성을 지칭한다.

선두주자가 되기 위해서는 그 길을 따라가야 한다는 '모방형 선도전략'의 문제점을 시정하는 데에도 도움이 될 수 있다.

2) 실험을 통한 학습

실험을 통한 학습은 한 문제를 해결하기 위해 복수·병렬적 접근을 취하거나, 성실한 실패를 용인하는 것에서 시작한다. 다양한 실험을 통해 지식을 축적하고 그것에 바탕해서 선택하는 것이 불확실성을 낮출 수 있는 방법이기 때문이다.

그 동안 우리는 선진국에 의해 주어진 궤적을 따라가면서 답이 있는 문제들을 해결해왔기 때문에 문제의 대한 복수의 대안을 택하는 접근은 채택하지 않았다. 또 답이 있는 문제이기 때문에 실패의 사례도 많지 않았거나 있어도 인정되지 않았다. 그것의 자원의 낭비이며 일을 잘못했기 때문에 나타난 결과로 파악했기 때문이다.

이렇게 병렬·복수 기술대안과 실패를 회피하는 경향은 기술개발활동에도 그대로 반영되어 있다. 국가연구개발사업의 성과를 보았을 때, 매우 높은 수준의 성공률을 보여주고 있다. 그리고 이렇게 높은 수준의 성공률이 당연한 것으로 받아들여지고 있고, 일정 수준의 성공률이 달성되지 않으면 문제가 있는 것으로 파악되고 있다. 이런 상황에서는 과감한 실험을 통한 학습은 이루어지기 어렵고 대부분의 기술개발은 기존 기술의 개선에 머무르는 양상을 띠게 된다. 더 나아가 실패의 사례는 유용한 학습의 기회로 파악되기 보다는 회피되어야 할 것으로 받아들여진다. 따라서 자세한 분석을 통해 새로운 지식을 학습하고 차후에 그런 실수를 회피할 수 있는 지식창출 및 확산의 계기로 파악되지 않는다. 빨리 덮여져야 할 사건으로 나타날 뿐이다.

또한 많은 기술개발 관련 시범사업들의 경우도 사업의 진행과정에서 발생하는 문제점과 개선방안들에 대한 면밀한 검토와 학습이 부족하다. 이로 인해 관련 사업을 확대하거나 축소할 때 시범사업 결과의 피드백이 충분히 이루어지지 않는다. 실험은 있었지만 효과적인 학습이 이루어지지 않는 것이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 복수·병렬 개발의 필요성을 인지하여 불확실성이 높은 기술개발사업에 반영하고 성실한 실패를 인정하고 학습할 수 있는 계기가 필요하다. 일본이 실패학이라는 새로운 학문 분과를 만들고 실패 DB를 만들어 실패로부터 학습을 촉진하려는 노력은 여러 가지 면에서 시사하는 바가 많다.

3) 개방형 혁신과 사용자 참여

전통적으로 우리나라 혁신체제는 폐쇄적인 특성을 지니고 있다. 기업들간에, 기업과 대학·연구소들에 밀접한 교류가 없이 각개약진식으로 발전해왔다. 이는 대기업을 중심으로 외국기술에 의존해서 기술개발이 이루어졌기 때문에 나타난 결과이다. 필요한 기술이 있으면 국내 대학이나 연구소와 공동으로 개발하는 것보다는 외국으로부터 도입하는 것이 선호되었고, 또 기술의 운영과정에서 문제가 발생해도 실무 경험이 취약한 국내 대학이나 출연연구소보다는 외국의 업체나 전문가를 문제를 해결했다. 또 부품업체들의 경우도 일정 수준의 능력을 가지고 기술개발에 참여하는 주체라기보다는 하청업체나 협력업체의 형태로 주어진 일들을 수행하는 활동들을 수행했던 것이다. 또 사용자들로부터의 피드백이나 사용자 참여를 통해 수요를 명확히 하는 활동도 매우 취약할 수밖에 없었다. 이미 존재하고 있는 외국의 기술을 발전시키는 것이었기 때문에 사용자들의 니즈에 대한 분석보다는 기술도입선으로부터의 정보 확보가 더욱 중요했던 것이다.

근래에 와서 변화가 나타나고는 있지만 이와 같은 일하는 방식은 아직도 많은 혁신주체들의 행동들을 규정하고 있다. 이를 넘어서기 위해서는, 새로운 협력을 위한 플랫폼 구축이 필요하다. 개방과 협력은 그냥 이루어지는 것이 아니라 사전적으로 축적된 공통의 지식기반과 사회적 신뢰를 바탕으로 이루어지기 때문이다. EU에서 신기술개발과정에서 발생하는 불확실성에 대응하기 위해 역내 대기업과 중소기업, 연구소와 대학, 사용자들이 참여하여 공통의 전략적 비전과 협력하에 기술개발 프로그램을 수행하는 Technology Platform 프로그램은 이런 측면에서 시사하는 바가 많다(송위진, 2005).

4) 기술·사회시스템에 대한 담론 형성

현재 우리나라에서 기술발전에 따른 사회의 모습에 대한 담론형성 능력은 취약하다. 특정 기술이 널리 사회에 자리잡게 되면서 경제, 사회, 문화적으로 어떤 변화가 이루어질 것인가에 대한 탐구 능력이 충분히 발전하지 못했기 때문이다. 외국에서 기술을 도입하는 과정에서 기술과 동시에 구성되는 사회에 전망에 대해서도 외국에서 제시된 논의들을 그대로 수용했기 때문에 이런 결과가 나타난 것이다. 또한 제시되는 사회·기술시스템에 대한 담론도 과학기술중심으로 해석되는 경우가 많아 타 분야에서의 수용성이 떨어지는 경우가 많다. 세계적인 기술혁신을 이룩하기 위해서는 기술만이 아니라 사회에 대한 구상능력도 이제는 필요하게 되고 있다. 기술간의 경쟁이 각자가 제시하는 기술·사회시스템에 대한 담론 경쟁이 되기도 하기 때문이다.

한편 공공적 측면에서 보았을 때, 다양한 기술·사회시스템에 대한 담론들이 토의되면서 공론이 형성되는 장이 필요하다. 그 동안 정부주도의 발전 과정에서 기술·사회시스템에 대한 담론은 정부에 의해 형성되는 경우가 많았다. 추격단계에서 이러한 접근이 가능했는지 모르지만 발전케적이 열려있는 탈추격 단계에서는 새로운 형태의 공론 형성의 장이 필요하다. 이러한 과정을 통해 기술·사회시스템의 사회적 수용도가 높아지기 때문이다.

5) 관련 법 및 정책 형성

법이나 정책의 형성과정도 외국에 것들을 모방하는 경우가 많았다. 외국에 관련 정책이 시행되고 있는지의 여부가 그 정책의 타당성을 검증하는 첫 번째 요건이 되는 경우가 많았다. 한편 법이나 정책형성 과정은 정부에 의해 주도되었다. 제시된 정책은 하향식 방식으로 수용되었다.

그러나 관련 기술의 수용도를 높이고 사회적 강건성을 높이기 위해서는 그 기술과 관련된 다양한 주체들이 참여하고 투명한 정책과정을 통해 공통의 인식을 이끌어낼 수 있는 접근이 필요해지고 있다.

5. 향후 연구 방향

이상의 논의에서 탈추격단계에서 접하게 되는 기술경제적 불확실성과 대응방안을 살펴보았다. 기술적 불확실성과 정당성 확보의 불확실성을 중심으로 불확실성에 대응하는 기본 방향을 제시하였다.

향후 연구는 탈추격형 연구를 수행하는 구체적인 사례연구를 통해 이들 방향성들이 어떻게 구현되고 있는가를 살펴보고자 한다. 특히 탈추격형 혁신의 3가지 유형에 해당되는 사례를 선정해서 각 유형별로 탈추격형 혁신이 보여주는 특성들을 검토하고 이것이 앞서 제시한 방향성과 어떻게 연관되어 있는가를 살펴보게 될 것이다. 기술심화형 혁신의 사례로서는 반도체 기술을, 제품차별화형 혁신의 경우에는 Wibro의 사례를, 신기술기반형 혁신은 줄기세포와 관련된 사례를 다룰 계획이다.

그리고 이들 사례와 대비하기 위해 선진국에서 이루어진 기술불확실성과 정당성 관리와 관련된 사례와 논의들을 정리하여 구체적인 이슈를 중심으로 한국의 사례와 비교하는 작업을 수행할 것이다.

□ 참고문헌

- 권기석(2006), 영국 포사이트 프로그램의 특징과 시사점, 산업기술재단.
서지영(2005), 과학기술정책, 함께 준비하는 미래, 과학기술정책연구원.
송위진(2006), *European Technology Platform*, 산업기술재단.
송위진·성지은·김연철·황혜란·정재용(2007), 탈추격형 기술혁신체제의 모색, 과학기술정책
연구원.
휴 커트니(2004), 20/20 예측 경영, 세종서적.
- Aldrich, H. and Fiol, M.(1994), "Fools Rush in?: The Institutional Context of Industry
Creation", *Academy of Management Review*, Vol. 19, No. 4.
Astley, G. and Fombrun, C.(1983), "Collective Strategy: Social Ecology of Organizational
Environments", *Academy of Management Review*, Vol. 8, No. 4.
Baum, J. and Singh, J.(eds.)(1994), *Evolutionary Dynamics of Organization*, Oxford
University Press, New York.
Bijker, W., Hughes, T and Pinch, T.(eds)(1987), *The Social Construction of Technological
Systems*, MIT Press, Cambridge, MA.
Chesbrough, H.(2003), *Open Innovation*, Harvard Business Press.
Cohen, M. and Sproull, L(1996), *Organizational Learning*, Sage Publications.
Cohen, W. and Levinthal, D.(1990), "Absorptive capacity: A New Perspective on
Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 128-52.
Dodgson, M. Gann, D, and Salter, A.(2005), *Think, Play, Do*, Oxford University Press.
Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg and G., Soete, L.(eds)(1988), *Technical
Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London.
EU, SOCROBUST Final Report (2002), [http://www.createacceptance.net/fileadmin/
create-acceptance/user/docs/Socrobust_final_report.pdf](http://www.createacceptance.net/fileadmin/create-acceptance/user/docs/Socrobust_final_report.pdf) (2007.5.28. 방문)
Hargadon, A. (2003), *How Breakthroughs Happen*, Harvard Business School.
Huber, G.(1991), Organizational Learning: The Contributing Process and the Literature.
Organizational Science. Vol. 2, 88-115.
Noori, H. et al. (1999), "Developing the right breakthrough product/service: an
umbrella methodology - Part A & B", *Int. J. Technology Management*, Vol. 17,
No. 5.

- Rosenkopf, L. and Tushman, M.(1994), "The Coevolution of Technology and Organization", in Baum and Singh(eds.)(1994), 379-402.
- Sitkin, S.(1996), "Learning Through Failure: The Strategy of Small Losses", in Cohen and Sproull(1996).
- Thomke, S. (2003), *Experimentation Matters: Unlocking the Potential of New Technologies for Innovation*, Harvard Business School Press.
- Utterback, J.(1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*, 국역, 김인수·김영배·서의호 역, 『기술변화와 혁신전략』, 경문사.
- von Hippel, E.(1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.