

CDMA와 WIPI 기술정책의 성과요인 비교분석 : 혁신시스템, 거버넌스구조, 경로의존성을 중심으로

이 효 진*

A Comparative Analysis on the Performance Factors of CDMA and WIPI Technology Policies : Focusing on System of Innovation, Governance Structure, and Path Dependence

Hyo Jin Lee*

■ Abstract ■

This study comparatively analyzes the cases of CDMA (Code Division Multiple Access) and WIPI (Wireless Internet Platform for Interoperability) to find out the success and failure factors of technology policies in the field of mobile communication industry. For this purpose, the two cases are analyzed through a new analysis framework, which is made by combining System of Innovation with a range of variables derived from precedent studies, such as external environment, institutions, technological system, governance structure, and interactions of actors. The results of analysis show that in the CDMA case, the following factors led to success ; Korea made good use of the external opportunities in the early stage of digital communication technology and adopted a suitable governance structure for the technological system. Main actors in Innovation System had strong will for success and engaged in cooperative interaction. For the WIPI, however, the timing of technology policy was inappropriate and a unsuitable governance structure for technological system was chosen because of path dependence. The Innovation System failed to respond efficiently to the situation where conflicts among actors had intensified, US trade pressure had increased and innovative smartphones emerged. The results of this study provide the practical implications for the success of technology policy; namely it is important to choose a governance structure that suits the external environment and characteristics of technology and to activate cooperative interactions among actors in Innovation System.

Keyword : CDMA, WIPI, System of Innovation, Path Dependence, Governance Structure

1. 서 론

20세기 후반이후 정보통신기술(Information and Communication Technologies)이 급속히 발전함에 따라 통신시장에는 CDMA(Code Division Multiple Access), TDX(Time Division Exchange), 발신용 휴대전화(CT-2), DMB(Digital Multimedia Broadcasting), WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability) 등 많은 정보통신기술이 개발되고 산업화되었다. 이러한 신기술의 등장배경에는 새로운 정보통신기술을 조기에 개발하고 관련 산업의 경쟁력을 강화하려는 정부의 기술정책이 있었다. 그러나 정부의 모든 기술정책이 소기의 성과를 이룬 것은 아니었다. CDMA는 세계 최초 상용화, 국내 이동통신 산업의 획기적인 발전에 기여 등으로 기술혁신의 성공모델로 평가되고 있다(송위진, 1999; 오길환, 설성수, 2001; 권남훈, 2006). 하지만 CT-2는 기술적 성과에도 불구하고 상업적 성공을 이르지 못하였으며, WIPI는 상용화 이후 탑재의무화가 폐지되는 등 실패 사례로 거론되고 있다(이경애, 2008; 이승주, 박현, 2010; 신상일, 2011).

이 연구는 정보통신 기술정책들이 어떤 경우에는 성공을 하고 실패하는지에 대해 비교분석하고 이를 바탕으로 최근 인공지능, IoT 등 수많은 신기술이 등장하고 있는 4차 산업혁명이 진행되는 환경 하에서 기술혁신을 효과적으로 창출하는 기술정책을 수립하는 데 유용한 정책적 함의를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그간의 연구는 주로 성공사례와 실패 사례를 구분하여 분석하고 있다. CDMA, TDX 등 성공사례에 초점을 맞추고 실패사례는 의도적 외면하거나, 반대로 2000년 이후의 몇몇 실패사례를 근거로 1990년대 방식에 의한 IT산업 성공모델이 한계에 봉착했다는 이분법적 시각에서 벗어나지 못하고 있다(이승주, 박현, 2010). 또한 성과요인에 대해서도 혁신시스템, 제도적 요인, 외부환경, 기술적 특성 등 여러 가지 요인들을 제시하였다(송위진, 1999;

오길환, 설성수, 2001; 이승주, 박현, 2010; 신상일, 2011). Kitchelt(1991)는 기술특성에 적합한 혁신시스템의 거버넌스구조가 기술정책의 성공요인이라고 밝혔으며, Woolthuis et al.(2005)는 시스템실패가 혁신시스템의 성과창출을 제약한다고 하였다. 따라서 성공사례와 실패사례에 대해 다양한 성과요인들을 체계화한 후 서로 대비하여 분석하면 개별 성과요인들과 함께 요인들 간의 인과관계를 파악하고, 어떤 요인들이 더 많은 영향을 주었는지 등에 대한 복합적이며 심층적인 연구가 가능할 것으로 본다.

분석대상으로는 성공과 실패사례에 대한 개별연구들과 성공판단기준¹⁾을 정한 선행연구를 바탕으로 성공사례는 CDMA,²⁾ 실패는 WIPI로 각각 정하였다. 두 사례를 비교분석하기 위해 외부환경, 혁신 행위자, 네트워크 등으로 구성되어 있는 혁신시스템(System of Innovation)과 선행연구에서 제시된 제도, 거버넌스구조, 시스템 실패 등 성과요인들을 체계적으로 결합하여 분석틀을 만들었다.

이 연구는 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 혁신시스템이론, 혁신행위자의 상호작용, 기술체계와 거버넌스구조, 성공·실패 요인, 제도의 경로의 존성 등에 대한 이론과 선행연구를 비판적으로 검토하여 새로운 분석틀을 제시한다. 제 3장에서는 CDMA와 WIPI 기술정책을 설명한다. 제 4장에서는 외부환경, 제도·기술, 혁신시스템 등 기술정책의 성과요인별로 두 사례를 비교 분석한다. 마지막으로 제 5장에서는 이 연구의 분석으로부터 도출되는 이론적·정책적 함의를 논의한다.

- 1) 오길환, 설성수(2001)는 기술개발과 상용화에 성공하고 이를 바탕으로 관련 산업의 경쟁력을 확보하였는지를 성공판단기준으로 제시하였다.
- 2) CDMA에 대해 2세대 이동전화 서비스에는 기술이 채택되었지만, 3세대 이동전화 서비스에서는 우리나라의 CDMA가 진화한 동기식(CDMA 2000)이 아니라 비동기식(W-CDMA)가 채택되어 장기적으로는 실패한 것이라는 견해도 있다. 따라서 이 연구의 분석대상은 2세대 이동통신으로 제한한다.

2. 이론적 배경 및 분석

2.1 혁신시스템이론(System of Innovation)

혁신시스템(System of Innovation) 개념은 Freeman(1987)이 사용하기 시작했으며, 새로운 기술을 창출·흡수·개발하고, 확산시키기 위한 활동과 상호작용을 수행하는 공공과 민간부문 조직들 간의 네트워크로 정의했다. Edquist(2005)는 혁신시스템이란 상품(product)과 과정(process)의 혁신을 개발하고 확산·활용하는 정치·경제적, 사회·제도적인 기제를 의미한다고 했다. 혁신시스템이론은 혁신활동을 장기적 경제성장의 근원으로 보는 슈페터로부터 크게 영향을 받은 연구자들이 주류경제학의 거시경제정책에 대한 대안으로서 국가를 분석단위로 하는 국가혁신시스템(National System of Innovation)이론을 만들었다(구영우 외, 2012). 구성요소로서는 혁신의 행위자와 이들 간의 연계를 촉진하는 네트워크, 인프라 구조, 거버넌스 등이며 경제, 규제, 시장 환경 등 국가차원의 제도적 환경이 포함된다. Edquist(2005)에 의하면 혁신시스템이론은 혁신과 학습과정을 분석의 중심에 두며, 혁신과정의 제반 요인들을 고려하고 학제적인 관점을 가진다. 또한 혁신활동의 상호의존성과 비선형성, 제도의 역할을 강조한다. 그러나 국가혁신시스템이론은 혁신활동의 중요성을 강조해왔음에도 불구하고 혁신활동의 세계화, 지역화가 급진전함에 따라 국가를 분석단위로 하는 것은 적절치 않다는 지적과 국가 간 혁신체제 비교 등 정태적 분석에 머무르고 있다는 비판을 받았다(구영우 외, 2012). 이러한 비판에 대한 대응으로 1990년대 기술혁신시스템 이론(Technological Innovation System), 지역혁신시스템 이론(Regional Innovation System)이 등장하고, 2000년대는 산업혁신시스템 이론(Sectoral Innovation System)이 대두되었다.

Carlsson(1997)은 기술혁신시스템을 기술의 발생, 확산, 사용을 목적으로 상호작용하는 행위자들의 네트워크로 정의했으며, 특정기술이 형성단계를

거쳐 어떤 과정을 통해 시장확산 단계에 진입하는지 동태적으로 분석하는데 집중하였다. 지역혁신시스템은 국가혁신시스템이 기술혁신의 지역적 차원을 간과한다는 점에 착안하여 Cooke 외(1998)에 의해 제안되었으며 미국의 실리콘밸리나 루트128처럼 지역의 문화적·제도적 특성과 산업구조와 기업조직의 특성이 연계되어 일정지역에서만 나타나는 지역적 특수성을 중요시 하였다(성태경, 2005). 한편 Malerba 외(2004)는 산업혁신시스템이론을 통해 산업 간에 상이하게 나타나는 혁신과정을 연구하고, 산업을 중심으로 봄으로서 지역적, 국가적, 국제적 범위의 분석이 가능하다고 하였다. 다양한 기술적 기회, 낮은 혁신 전유성, 낮은 혁신 누적성을 가진 산업은 Schumpeter Mark I(진입용이, 신기업의 중요성 등)을 가져오고 반대의 경우는 Schumpeter Mark II(진입장벽, 기존 대기업의 우월성)을 가져온다(Malerba 외, 2004; 구영우 외, 2012 재인용).

이동통신산업은 그 특성으로 인해 타 산업과 다른 산업혁신시스템을 형성하였다(엄창욱, 이종용, 2004). 이동통신 산업은 대규모 투자가 요구되는 장치산업이며 IT기술과 인터넷 등 정보통신 기술발달 속도가 빨라 효율적인 기술개발의 필요성이 강조되는 부문이다. 기술발전에 대응하지 못하면 대규모 투자로 만들어진 통신망은 경쟁력을 상실할 수 있으며 교환기, 기지국 등 장비산업과 단말기 제조업에도 지대한 영향을 미치게 된다(오길환, 설성수, 2001; 양유석, 김영곤, 2005). 또한, 망외부성(Network Externality)³⁾과 기술발전 속도의 가속화, 대규모 투자비용 등의 이동통신의 특성으로 기술표준⁴⁾의 필요성이 어느 산업보다도 크다(송경재, 2009). 장기간 기술개발이 필요한 통신산업에서 표준은 정보 취득 시간을 절감시키고, 제품을 신속하게 출시하도록 한다. 표준경쟁에서 뒤처지게 되면 추가 비용이

3) 망외부성(Network Externality)이란 이동통신 가입자가 많을수록 효용이 증가하는 현상을 말한다.

4) 기술표준이란 통신망으로 연결되어 있는 각종 통신시스템이 다양한 형태의 통신 서비스를 제공하거나 이용하는데 필요한 통신주체간 합의된 규약(Protocol)을 의미한다(박기식, 2002).

증가하고 국제경쟁에서 열위에 놓이게 된다. 이에 따라 이동통신 혁신시스템 내에서는 표준화를 둘러싸고 다양한 이해관계집단 사이에 갈등과 조정이 일어나게 된다(송경재, 2009). 이러한 기술표준 경쟁은 CDMA, WIPI 등 개별 기술별 하위 혁신시스템 내에서 일어난다.

2.2 성과에 영향을 미치는 요인

2.2.1 혁신행위자(Triple Helix)의 상호작용

혁신시스템이론에서는 혁신행위자들(Triple Helix) 간의 네트워크와 상호작용이 혁신의 추동력이라고 보고 있다. 혁신행위자에 대해서는 다양한 견해가 존재하나 성태경(2005)은 우리나라의 과학기술정책 환경을 감안하여 기업, 연구기관, 정부를 Triple Helix로 제시하였다. 첫 번째 행위자인 기업은 경제활동 주체로서 새로운 기술을 적용한 제품을 생산하는 주체이다. 기업들은 시장에서 다른 기업들과 협력과 경쟁을 하며, 연구기관과 공동연구, 세미나, 회의 등 비공식적 네트워크를 통해 상호작용을 한다. 두 번째 행위자는 연구기관이다. 대학 등 교육기관, 공공 및 민간 연구소를 포함한다. 이들은 새로운 기술이나 제품을 개발하거나 확산을 지원하는 기능을 담당한다. 우리나라와 같이 정부주도의 연구개발이 활성화된 체제에서는 정부출연연구소가 중요한 역할을 담당한다. 세 번째 행위자는 정부이다. 기업, 연구기관 등 다른 행위자에게 직접적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라 이들 간의 연관성(connectivity)을 촉진시킨다. 더 나아가 정보통신기술이나 생명공학기술, 신소재 기술과 같은 새로운 기술 패러다임이 등장하거나 경제 환경의 단절적 변화에 대응해서 기존 혁신시스템을 새로운 구조로 전환시키기도 한다. 혁신시스템의 전환과정에서 정부는 새로운 혁신시스템에 필요한 기술을 공급하기도 하고 표준제정 등을 통해 기업들이 신기술을 채택하도록 하는 정책을 취하기도 한다(성태경, 2005; 송위진, 2004). 우리나라는 이동통신의 발전이 늦었던 만큼 이를 만회하기 위해 정

부주도로 기술개발과 표준화 등 기술채택정책을 추진하여왔다(송위진, 1999; 류중익, 홍형득, 2003).

혁신행위자들 간의 협력적 상호작용은 이들 간에 지식의 흐름을 원활하게 하고 혁신역량을 강화시킨다. OECD(1997)는 혁신행위자들 간의 상호작용을 4가지로 구분하였다. 첫째는 공동 기업 활동(Joint Industry Activities)이다. 기업 간 공동 연구개발 활동, 기술제휴 등 기업 간 지식 흐름과 관련된 활동을 말하며 기술협력과 같은 공식 활동과 겹으로 드러나지 않는 비공식적 활동을 포함한다. 둘째는 공공·민간 상호작용(Public/Private Interaction)이다. 여기에는 기업-대학, 기업-정부 연구소간 공동연구, 기술이전 등이 포함된다. 공공 부문의 연구역량과 기반시설, 그리고 산업과의 연계정도가 혁신역량에 큰 영향을 미치며, 기업이 공공부문에서 창출된 지식에 대한 접근성도 중요하다. 셋째는 기술확산(Technology Diffusion)으로 특정 행위자에 의해 개발된 기술이 얼마나 효과적으로 다른 혁신행위자에게 확산될 수 있느냐가 중요하다. 개발된 신기술은 혁신행위자 간 다양한 협력 활동을 통해 확산될 수 있다. 넷째는 인력이동성(Personnel mobility)이며 혁신행위자간 공식적인 제휴활동이나 협력활동을 통해 전달되는 표출지식(explicit knowledge) 외에도 혁신행위자간 인력이동을 통한 암묵지식(tacit knowledge)의 흐름도 중요하다.

그러나 혁신행위자의 상호작용은 상호간의 신념, 욕구, 자원, 전략에 따라 협력적 활동뿐만 아니라 갈등적 관계도 나타나며 상호작용이 협력적인지, 갈등적인지에 따라 기술정책의 결과가 달라진다(송미원, 2002).

2.2.2 기술체계와 혁신시스템 거버넌스구조

기술체계(technological systems)⁵⁾는 그에 적합한 혁신시스템 거버넌스구조(governance structures)가

5) 기술체계(technological systems)는 특정 상품이나 서비스를 생산하는 데 연관된 설계, 생산, 공급, 외부환경 등 구성요소들 간의 관계를 나타내는 네트워크이다(Perrow, 1986).

있으며, 기술정책의 성공은 거버넌스구조에 영향을 받는다(Kitchelt, 1991; Perrow, 1986; Williamson, 1985). Kitchelt(1991)는 기술체계내의 구성 요소간의 결합도(degree of coupling)⁶⁾와 이들 간 상호작용의 복잡도(complexity of casual interaction)⁷⁾에 따라 4가지 유형으로 기술체계를 나누고 이들과 기술혁신에 적합한 거버넌스구조를 제시하였다. 첫째, 결합도가 낮고 단순한 기술체계는 시장기제를 통해 개별기업의 자율성을 최대한 보장해주는 개별 기업중심 분산형 거버넌스구조(Individual Inventors and R&D Entrepreneurs)가 적합하다. 해당 산업으로는 산업화 초기의 영국에서처럼 섬유산업, 경공업이 해당한다. 둘째, 결합도가 높고 단순한 기술체계는 규모의 경제가 작용하고 대규모 투자가 필요하므로 정부가 일부 개입하되 자본력 있는 소수의 대기업이 중요한 역할을 하는 대기업주도 집중형 거버넌스구조(R&D in Networks of Corporate Laboratories)가 효율적이다. 해당 산업으로는 철강, 철도산업 등이며 후발 산업국인 일본, 독일 등이 채택했던 거버넌스구조이다. 셋째, 결합도가 높고 복잡한 기술체계는 불확실성이 높고 투자규모도 커 정부가 기술개발의 부담을 지고 계획과 실행을 하는 정부주도 집중형 거버넌스구조(State Planning of R&D Activities)가 적합하다. 컴퓨터산업, 통신산업, 항공기 산업, 핵에너지 산업 등이 해당된다. 넷째, 결합도가 낮고 복잡한 기술체계는 규모의 경제나 투자비용이 많지 않지만 기술경쟁이 치열하고 불확실성이 크다. 이러한 기술체계에는 동등한 관계에서 활발한 상호교환활동을 하는 혁신집단이

중심이 되고 공공부문에서는 R&D 지원 인프라를 구축해 주는 혁신집단중심 분산형 거버넌스구조(Innovation Club and Public R&D Infrastructure)가 효율적이다. S/W, AI, 주문형 반도체, 생의학 산업 등이 해당 된다.

Kitchelt(1991)는 거버넌스구조가 기술체계에 적합한 규범적인 모델과 맞지 않으면 산업은 장단기적으로 비효율적인 결과를 산출한다고 하였다. 또한, 산업에 적합한 거버넌스구조를 만드는 역량은 나라마다 차이가 나며 각 국가가 보유하고 있는 제도적 유산(institutional legacies)이 새로운 거버넌스구조를 만드는데 제약이 되기도 하고 도움을 주기도 한다고 밝혔다. 국가의 제도적 유산이 기술특성에 맞는 거버넌스구조를 만들도록 효율적으로 기능을 하는 경우 해당 국가는 새로운 산업에서 성공을 거둘 수 있다.

〈표 1〉 기술체계와 거버넌스구조 유형

| 기술체계 | | 결 합 도 | |
|-------------|--------|---|---|
| | | 강 | 약 |
| 복 잡 도 | 복 잡 | 정부주도 집중형 (컴퓨터, 통신, 항공기, 핵에너지) | 혁신집단 중심 분산형 (S/W, AI, 주문형 반도체, 생의학) |
| | 단 순 | 대기업주도 집중형 (철강, 철도) | 개별기업 중심 분산형 (섬유, 경공업) |

출처 : Kitchelt(1991)에서 재작성.

2.2.3 기술정책의 성공·실패 요인

혁신시스템은 시스템실패로 인하여 혁신의 창출·확산 등의 성과가 제약된다(송위진 외, 2004). Woolthuis et al.(2005)은 시스템실패에 관한 이론들을 연구하여 IT, 통신 등 물리적 하부구조와 대학, 공공연구기관 등 과학기술관련 하부구조가 미흡한 인프라 구축의 실패(Smith, 1999; Edquist et al., 1998), 규제체제, 정치적 문화, 사회가치 등 제도의 실패(Smith, 1999; Carlsson and Jacobsson, 1997), 행위자의 상호작용 실패(Carlsson and Jacobsson, 1997; Malerba, 1996), 자원·인력·학습능력 부족 등 역량의 실패(Smith, 1999; Malerba, 1996) 등으로 시스템 실패유형을 제시하였다.

- 6) 결합도(degree of coupling)는 구성요소 간 시간적·공간적 연결정도를 의미하며 느슨하게(loosely) 결합되어있는 기술체계는 구성요소들이 시간적으로 공간적으로 분리되어있다. 반면, 강하게(tightly) 결합된 기술체계는 장소와 시간이 밀접하게 연계되어 있다.
- 7) 복잡도(complexity of casual interaction)는 구성요소간의 상호작용의 성격과 정도를 말하며, 복잡한(complex) 체계는 요소들 간 빈번한 피드백이 많이 일어나지만 단순한(linear) 체계는 일방향으로 영향을 준다. 이러한 복잡도는 기술의 불확실성, 기술학습의 용이성 등에 따라 달라진다.

기술정책의 성공요인을 연구한 사례를 살펴보면 Pinto and Slevin(1989)은 연구 인력의 역량, 기술확보, 최고 관리자의 지원, 정치적 역학관계, 환경요인, 위기관리능력 등이라고 밝혔다. 류중익, 홍형득(2003)은 CDMA 성공 요인에 대해 정부와 혁신주체간의 강한 동기, 강한 네트워크 활동, 명확한 목표설정, 상용화 단계의 구매자 참여 등을 제시하였다. 엄창욱 외(2004)는 기존 연구들을 종합하여 CDMA 성공요인으로 아날로그에서 디지털로 통신방식으로 변화될 시점이 주요했다는 점, CDMA란 우수한 기술등장의 기회를 포착했다는 점, 수요주체가 기술개발을 주도 했다는 점, 기술개발조직이 설치운용 되었다는 점, 글로벌 공동연구 형태로 진행되었다는 점 등을 제시하였다. 이러한 연구는 기술개발의 성과요인에 초점이 맞추어져 있으며 산업화의 성공요인까지 포괄하지 못하고 있다.

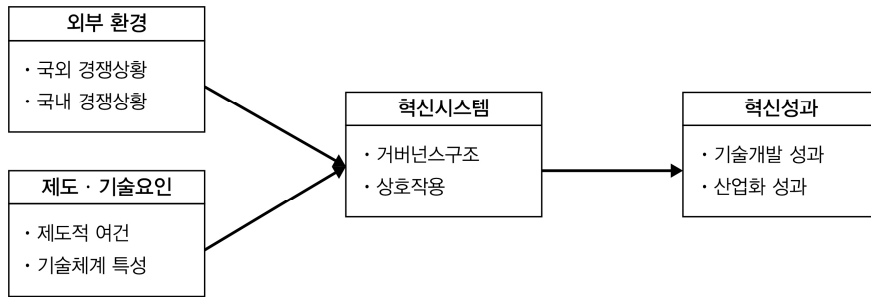
Poter(1990)는 다이아몬드 모형을 통해 산업이 경쟁력을 확보할 수 있는 네 가지 요인을 제시하였다. 요소조건(기존 산업경쟁에 필요한 생산요소에 대한 국가의 포지션), 수요조건(해당 산업이 만든 제품의 수요특성), 연관·지원산업(특정산업에 혁신을 가져올 수 있는 수평적, 수직적 산업), 기업전략·조직구조·경쟁양상(혁신을 유발케 하는 국가적 여건) 등이며 외생변수로 정부의 역할과 국내외 사업기회 등 이다. Copper(1979)는 기술과 생산의 숙달, 시장지식과 마케팅, 시장의 역동성, 성장속도, 시장경쟁도와 소비자 만족, 아이디어 등을 주요 성공요인으로 제시하였다. 오길환, 설성수(2001)는 CDMA의 기술개발과 산업화 성공요인을 통합하여 산업의 경쟁력 확보요인으로 정책요인, 기술요인, 시장요인, 기업요인을 도출하였다. 정책요인은 정부의 기술개발·표준화·산업 정책 등을 포함하며, 기술요인은 기술보유수준, 기술혁신 패턴, 외국과 공동개발, 경쟁기술, 국제기술표준 동향, 외국 기술수준 등을 말한다. 시장요인은 국내시장과 해외시장의 경쟁과 산업수준 등으로 구성되며, 기업요인은 기업가의 혁신의지, 제휴·협력 등 기업전략 등이다.

선행연구를 살펴본 결과 기술정책의 성과에 영향을 주는 요인은 정부, 기업, 연구기관 등 혁신행위자(Triple Helix)들의 의지, 역량, 상호작용의 성격, 거버넌스구조 등 혁신시스템과 국내외 시장 여건 등 외부환경요인, 제도·정치적 여건, 기술의 특성과 발전단계와 같은 기술적 요인 등으로 다양함을 알 수 있다.

2.3 제도와 기술의 경로의존성(Path Dependency)

경로의존성이란 역사적 제도주의에 의해 도입된 개념으로서 특정시점에서의 선택이 미래의 선택을 지속적으로 제약한다는 것을 강조한다(하연섭, 2011). 즉 특정시점에 필요에 의해 제도가 성립되었지만 이렇게 형성된 제도는 사회적 환경이 변화하고 전혀 새로운 기능적 요구가 제기된다 할지라도 그 자체를 지속하는 경향을 보인다는 것이다(Hall and Taylor, 1996, 엄재호·홍성만·왕재선, 2004). 제도는 환경변화에 빠르고 유연하게 적응하고 변화해 나가는 것이 아니라 역사적 전환점(historical junctures)을 통해 매우 급격하게 간헐적(episodic)으로 일어난다(하연섭, 2011).

경로의존성은 법, 조직과 같은 제도뿐만 아니라 기술발전에서도 나타난다. 새로운 기술이 성공하여 널리 사용되게 되면 그 기술의 초기개발에 대한 이윤들이 사라져도 그 기술이 시장에서 계속적으로 지배적인 위치를 유지한다. 이러한 예는 David(1985)가 밝힌 타자기 자판배열의 사례에서 잘 나타난다. 19세기에 고안된 QWERTY의 자판위치가 보다 효율적인 자판배열이 개발된 후에도 유지되고 있다. 이는 이용자들이 새로운 자판배열을 배우기 위한 추가적인 노력에 대한 저항과 무관심의 결과로 해석되어 진다(David, 1985). 경로의존성은 기술진보의 경로인 기술궤적(technological trajectory)에서도 나타난다. 이는 기술진보가 이전 기술개발에 제약되어 완전히 새로운 기술을 개발하기보다 이전기술에서 수정·보완된 형태로 기술발전이 이루어진다는 것이다. 기술이 경로의존성을 따르는 이유는 기존 지



[그림 1] 연구의 분석틀

식활용의 편의성, 전환비용부담, 성공의 불확실성 등에 기인한다(David, 1985; 하연섭, 2011). 한편, 제도는 자기강화의 과정을 통해 지속되기도 하지만 우연한 사건 등 외부적 충격, 내부적 모순 등에 의해 변화되기도 한다(하연섭, 2011).

2.5 연구의 분석틀

CDMA와 WIPI 기술정책의 성과요인과 인과관계를 비교분석하기 위해 혁신시스템을 바탕으로 성과에 영향을 주는 요인들을 결합하여 분석틀을 구성하였다. 혁신시스템에 영향을 주는 요인은 외부환경, 제도와 기술요인이며 이를 모형에 구조화하였다. 외부환경요인에서는 국외경쟁상황, 국내경쟁상황을 분석하며 제도·기술요인에서는 제도와 정치적 여건, 기술체계의 특성들을 살펴본다. 혁신시스템에서는 거버넌스구조의 유형과 혁신행위자들(Triple Helix)간의 상호작용(협력관계, 갈등관계)을 분석한다. 마지막으로 이러한 성과요인들의 산출물인 혁신성과를 살펴본다.

이 연구의 분석대상은 성공사례로서 제2세대 CDMA 기술정책으로 하며 기간은 기술개발계획을 추진한 1989년부터 2002년 제3세대 서비스가 제공되기 직전까지 2세대 이동통신서비스가 개발되고 주로 제공된 기간으로 한다. 그리고 실패사례는 WIPI 기술정책이며 기술개발과 표준화에 착수한 2001년부터 WIPI가 공식적으로 폐지된 2009년 4월까지 기간을 대상으로 분석한다.

3. 이동통신 기술정책 추진 개관

3.1 CDMA 기술정책

CDMA(Code Division Multiple Access)는 한정된 대역폭의 전파를 이용하여 다수의 이용자가 동시에 통신하는 디지털 이동통신 기술의 하나이다. 디지털방식의 이동통신 기술개발은 1980년대 중반부터 논의가 있었으나 1989년 정부(당시 체신부)의 “디지털 이동통신 시스템개발 사업”으로 획기적인 전환을 이루었다(류중익, 홍형득, 2003). 정부는 1990년 1월 CDMA 기술개발을 국책과제로 선정하고 1996년 초까지 상용화하겠다고 밝혔다. 한국전자통신연구원(ETRI)⁸⁾이 연구개발의 중심이 되고 삼성전자, 현대전자, LGIC, 맥슨전자 등 민간기업이 참여하여 시스템장비와 단말기를 개발하였다. CDMA 원천기술 확보를 위해 ETRI는 미국의 퀄컴(Qualcomm)과 공동개발협약을 맺었다. TDMA⁹⁾와 통신 표준 갈등에도 불구하고 체신부는 1993년 CDMA를 디지털 이동통신의 단일표준으로 채택하고 1995년

8) 한국전자통신연구원(ETRI, Electronics and Telecommunications Research Institute) : 1985년 특정연구기관육성법에 의해 통신사업, 전자정보산업 분야 연구개발의 발전을 도모하기위하여 설립된 정부출연연구기관이다.

9) TDMA(Time Division Multiple Access) 디지털 이동통신 기술의 하나로서 동일 주파수대를 시간적으로 분할하여 상호접속하는 방식이다. 유럽에서 디지털 통신방식으로 TDMA를 표준규격으로 정했다.

에는 새로 서비스할 PCS 사업자의 기술방식도 CDMA로 단일 표준화하였다. 1995년 10월 한국이동통신(현 SK텔레콤)은 상용화 실험에 성공하고, 1996년 1월에는 세계최초로 CDMA 방식의 디지털 이동전화 상용서비스를 제공하였다. 1997년 10월에는 PCS사업자인 한국통신프리텔, LG텔레콤, 한솔PCS 등 3개사가 동시에 CDMA방식으로 서비스를 실시하였다. CDMA 기술은 인터넷과 데이터 콘텐츠의 발전으로 무선 인터넷 수요가 증가함에 따라 IS-95A/B, CDMA2000 1X 등으로 네트워크를 고도화하였다(양유석, 김영곤, 2005).

3.2 WIPI 기술정책

WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability)는 무선인터넷 표준 플랫폼 규격으로 무선인터넷을 통해 다운로드한 응용프로그램(application)을 실행하기 위한 환경을 제공하는 표준규격이다(배석희, 2002; 김홍남, 2005). 무선인터넷 초기 이동통신사업자들은 각기 다른 플랫폼을 제공함에 따라 호환성 부족과 중복투자문제를 야기하였다. 이에 정부는 2001년 5월 이동통신 3사, 한국전자통신연구원, 정보통신기술협회 등과 함께 “한국무선인터넷 플랫폼 표준화포럼(KWISF)”을 창립하고 무선인터넷 표준규격과 기술개발을 추진하였다. 2002년 3월 표준화포럼은 WIPI를 모바일 플랫폼 규격으로 채택하였으며, 정보통신부는 WIPI를 ‘전기통신설비의 상호접속기준(정보통신부 고시)에 담자 국가표준으로 정할 계획이었다. 그러나 미 무역대표부(USTR)은 인터넷 플랫폼 표준화는 세계무역기구(WTO) 협정에 반하는 기술장벽이라고 문제를 제기하였다. 이로 인해 WIPI 표준화는 계속 지연되다가 2004년 7월 상호접속기준을 개정하여 WIPI를 기술표준으로 정하고 2005년 4월부터 출시되는 단말기에 적용키로 하였다. 이후 WIPI는 급속히 변화하는 모바일 인터넷 환경에 대응하여 프로그램을 개선하는 노력을 경주했지만 애플의 iOS를 사용하는 아이폰 출시 등 스마트폰의 등장, 미국의 통상압박

등으로 효용성 논란을 겪어오다가 결국 2009년 4월 폐지되지 되었다.

4. 성과요인 비교분석

4.1 외부환경

4.1.1 국외 경쟁 상황

디지털 이동통신 기술의 초창기 단계였던 1980년대는 TDMA를 기반으로 하는 GSM 방식이 노키아, 에릭슨, 모토로라, 지멘스 등을 중심으로 개발되어 이미 유럽에서 상용화단계에 있었다(권남훈, 2006; 양유석, 김영곤, 2005). 일본은 PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handphone System)를 독자적으로 개발하여 서비스를 개시하였다(오길환, 2002). CDMA는 원래 종업원 15명 규모의 벤처기업이었던 켈컴이 개발한 기술로서 상용화가 불확실하였다. 그러나 우리나라가 켈컴과 공동으로 CDMA 개발을 본격화하자 1993년 미국산업협회(TIA)는 CDMA를 표준으로 채택하여 TDMA와 복수표준체제를 도입하였다(삼성연구소, 2001; 오길환, 2002). CDMA를 채택한 나라들은 지속적으로 증가하였으며 2000년 당시 이미 47개국이 CDMA 방식의 이동전화서비스를 하고 있었으며 2001년에는 중국, 베트남도 시작하였다(오길환, 2000). 2000년 세계 이동전화 단말기 시장에서 CDMA는 판매대수(66백만 대)와 매출액(14,034백만 불)은 GSM보다 적었지만 성장률은 훨씬 높았다. 이러한 국외이동통신 시장환경은 우리나라 CDMA 기술개발과 산업화에 긍정적인 요인으로 작용하였다.

〈표 2〉 세계이동전화 단말기 시장 현황(2000년)

(단위 : 백만 대, 백만US\$)

| 구 분 | 2000 | | 2000 | |
|------|-------|-------|--------|-------|
| | 판매대수 | 성장률 | 매출액 | 성장률 |
| CDMA | 66.1 | 92.1% | 14,034 | 80.5% |
| GSM | 221.1 | 62.3% | 36,651 | 40.5% |

출처 : Cahners In-Stat Group, 2000.

2000년 초기 세계 무선인터넷 플랫폼 시장은 SUN Microsystem의 J2ME이 세계시장을 70% 점유하는 가운데 켈컴의 BREW가 2001년 뛰어들어 세력을 확대하고 있었고 켈컴의 BREW는 중국의 China unicom, 브라질의 Telesp Celular, 미국의 Alltel, 한국의 KTF 등을 통해 서비스하고 있었다(이상우, 2001; 신상일, 2011). 무선인터넷 플랫폼 경쟁이 치열해 지면서 해외사업자들은 자국의 정부를 통해 우리나라에 통상압력을 가하였다. 우리나라가 WIPI를 표준으로 정하려는 움직임이 가시화되자 미국 무역대표부는 WIPI 의무화로 인해 자국 기업인 켈컴사의 한국내 사업기반이 와해될 것을 우려하여 불필요한 무역장벽이라고 주장하면서 통상마찰을 이슈화 하였으며 불공정행위로 WTO에 제소할 것임을 밝혔다(이한영, 2003). SUN사는 2003년에 WIPI가 자사 Mobile Java의 라이선스를 침해했다고 미국 무역대표부에 통상법 301조상의 지적재산권 우선감시 대상국으로 지정해달고 요청하였다.¹⁰⁾ 2000년 후반기로 접어들면서 세계 무선인터넷 플랫폼시장의 경쟁은 더욱 치열해졌다. 구글의 안드로이드, 애플 아이폰의 iOS, 마이크로소프트의 윈도우 모바일 전략, 블랙베리의 RIM, 노키아의 심비안 등 다양한 플랫폼들이 각축을 벌였다. 2008년 7월 출시된 3세대 아이폰은 국제적으로 선풍적 인기를 끌었다.¹¹⁾ WIPI 탑재를 거부한 아이폰은 정부와 마찰을 일으켰으며 미국은 또다시 WIPI 의무화가 무역장벽으로 작용할 수 있다고 주장하여 갈등이 증폭되었다(서재민, 2017).

4.1.2 국내 경쟁 상황

CDMA를 디지털 이동통신 방식으로 정하기전 우리나라는 기술역량 부족과 기술종속에 대한 우

려가 컸다(송위진, 1999; 오길환, 2002; 양유석, 김영곤; 2005). 우리나라는 1984년 한국통신의 자회사인 한국이동통신(현 SK텔레콤)을 통해 제1세대 아날로그 방식의 이동통신 서비스를 제공하였다. 이후 1988년까지 이동전화 가입자 수가 연 60~100%씩 급증하며 이동전화시장이 급격히 확대되었다. 이로 인해 아날로그 방식으로는 가입자를 수용할 수 없어 새로운 기술방식의 필요성이 높아졌다. 그러나 당시 아날로그 방식은 교환기, 단말기 등을 미국의 AT&T와 모토로라에 의존하고 있었으며, 우리나라의 이동통신 기술은 전무한 상황이었다(송위진, 1999). 국산단말기가 삼성전자, 현대전자, 금성전자에서 공급되고 있었으나 국내시장의 점유율은 40%에 미치지 못했으며, 1995년에는 모토로라 제품이 전체시장의 약 52%까지 차지하였다. 국내생산 단말기도 핵심부품은 해외수입에 의존하여 1991년 이동전화기의 경우 외국기술 도입으로 지출한 금액이 약 540억 원에 육박하였다. 이에 따라 제2세대 이동통신사업자를 선정하더라도 이동통신기술을 보유하고 있지 않으면 시장의 이익을 고스란히 외국기업에 내주며 국내이동통신산업의 발전을 담보하지 못할 것이라는 우려가 확산되었다. 정부는 1993년 CDMA를 2세대 이동통신 단일 표준으로 정했으며, 1997년 10월부터는 새로 선정된 한국통신프리텔, LG텔레콤, 한솔PCS 3개의 PCS사업자가 CDMA방식으로 서비스를 개시하여 한국이동통신과 신세기통신과 함께 5개 사업자가 경쟁하는 다자 경쟁체제가 본격화되었다.¹²⁾ 이동통신사업자들의 단말기 보조금 지급 등 공격적인 마케팅, 서비스 경쟁 등으로 1996년부터 2000년 기간 동안 가입자 수가 8.3배가 증가하였으며, 보급률도 7.1%에서 58.3%로 상승하는 등 이동통신시장이 급격히 커졌다(권남훈, 2006; 오길환 외, 2002).

10) SUN사는 2003년 4월 한국무선인터넷 표준화포럼과 독자기술 상호라이선싱, 세계시장 공조 등의 내용으로 양해각서 체결하고 미무역대표부에 제출했던 지적재산권 우선감시 대상국 지정요청을 철회하였다(김준석, 2005).

11) 2008년 7월 미국, 일본 등 전 세계 21개국에서 동시 출시된 아이폰은 3일 만에 100만대 판매고를 기록한 데 이어 한 달 만에 300만대를 판매하는 등 전세계시장에 돌풍을 일으켰다.

12) 1999년말 SK텔레콤(한국이동통신)이 신세기통신을 인수·합병하고 한국통신프리텔이 한솔PCS를 인수하여 SK텔레콤, 한국통신프리텔, LG텔레콤 등 3사 경쟁체제로 개편되었다.

2001년 WIPI 표준화 논의를 본격화 할 당시 이동통신 사업자는 이미 각자의 무선인터넷 플랫폼기술을 구현하여 서비스하고 있었다(한국전자통신연구원, 2009; 신상일, 2011; 서재민, 2017). SK텔레콤은 Java를 기반으로 하는 SK-VM과 C언어를 기반으로 하는 GVM을 사용하고 있었고, KTF는 BREW(Binary Runtime Environment for Wireless), LG 텔레콤은 Java를 이용한 Java Station을 제공하였다. 각 사업자마다 서로 다른 무선플랫폼을 사용함에 따라 애플리케이션, 콘텐츠를 개발하는 업체와 제조업체는 각 무선플랫폼에 실행되도록 콘텐츠를 개발해야 하므로 중복투자과 단말기 가격 상승 등 문제점들이 제기되었다(신상일, 2001). 이용자들도 이동통신사업자별로 이용할 수 있는 콘텐츠가 제한됨에 따라 불편을 호소하였다. 무선인터넷 서비스 초기 콘텐츠 개발 비용 증가와 이용자 불만은 결국 콘텐츠 소비를 막는 현상도 벌어졌다(박정우, 류석진, 2014). 그럼에도 불구하고 이동통신사업자들은 향후 무선인터넷 이용증가에 따라 콘텐츠 이용이 주 수익원이 될 것으로 예측하고 무선인터넷 플랫폼 경쟁에서 우위를 잃지 않기 위해 기득권을 놓지 않으려고 했다(신상일, 2001). 당시 이동통신업계에서는 CDMA가 한국시장에 성공하면서 시장이 확대되었음에도 불구하고 로열티 조정을 하지 않고 한국시장으로부터 막대한 이익을 챙겨가는 켈컴에 비판적이었다. 그런데 무선인터넷 플랫폼에 있어서도 켈컴이 제작한 BREW를 채택할 경우 대당 3달러의 기술 사용료를 추가로 지불해야 함에 따라 외국산 무선인터넷 플랫폼에 대한 부정적인 분위기가 팽배했다(박정우, 류석진, 2014). 2005년 WIPI 표준화 시행이후 이동통신사업자들은 WIPI를 탑재한 단말기로 무선인터넷 서비스를 하였으나 지속적인 업그레이드가 어렵고 상이한 버전의 WIPI 단말기간 호환이 안되는 문제도 나타났다. 소비자들은 자신들의 의사와 무관하게 WIPI를 탑재한 값비싼 단말기를 사용하는 데 대한 불만이 커져갔다. 이런 상황에서 이용자들은 WIPI 표준화로 인해 블랙베리 등 값싼 외국산 단말기 구매가

어렵고 소비자들의 수요가 많은 아이폰의 구매가 곤란하게 됨에 따라 소비자 선택권 침해 문제를 제기하였다(서재민, 2017).

〈표 3〉 외부환경요인 비교분석

| 구분 | CDMA | WIPI |
|----------|---|---|
| 국외 경쟁 상황 | <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 이동통신 기술의 초창기 - 미국이 CDMA를 복수 표준으로 채택 - CDMA 채택 국가의 지속적인 증가 | <ul style="list-style-type: none"> - 무선인터넷 플랫폼 간 치열한 경쟁 - 경쟁력 우위의 아이폰 등장 - 미국 등과 갈등 심화 |
| 국내 경쟁 상황 | <ul style="list-style-type: none"> - 이동전화 기술역량 부족 및 기술종속 우려 - 다자경쟁체제 구축 - 단말기 보조금 등 마케팅 경쟁 강화 | <ul style="list-style-type: none"> - 사업자별 별도 플랫폼 구현·운영 - WIPI 업그레이드, 호환곤란 - 외국 단말기 유입 |

4.2 제도·기술 요인

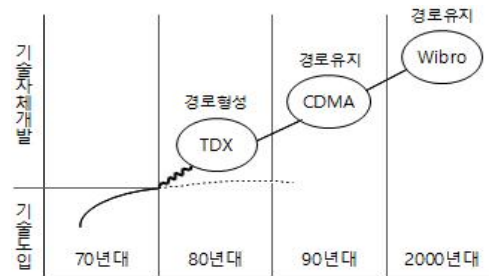
4.2.1 제도적 여건

우리나라는 대규모의 초기투자가 필요한 장치산업인 통신산업이 급속히 변화하는 기술환경에 효율적으로 대응할 수 있도록 정부주도의 기술정책을 추진해 왔다(이정훈 외 1992; 송경재, 2009). 정부주도의 기술정책은 80년대 디지털 기술발달과 통신서비스 공급의 획기적 확충을 위해 정부가 추진한 전전자교환기(TDX) 개발을 위한 기술정책으로 부처 시작되었다. TDX개발은 1980년대 초 신군부의 등장이라는 외부로 부터의 충격으로 정치지배구조가 바뀌면서 그간 기술도입후 국산화라는 기존의 경로를 이탈하여 자체기술개발과 보급이라는 새로운 기술정책경로를 형성하였다(차양신, 2012). 80년대 정보통신 기술 발달과 통신시장 개방압력이 증가함에 따라 통신산업의 경쟁력 확보가 절실하였으나 민간의 통신기술개발 경험이 전무하고 재정적 여력도 열악하였다(이승주, 박현, 2010). 정부는 전기통신기본법을 제정하여 국가차원에서 통신기술과 산업전반에 걸친 종합적인 육성정책을 수립·집행할 수 있도록 제도적 기반을 마련했다. 또한, 정부출연 연구기관이 통신기술개발의 주도적인 역할을 하도록 통신관련 연구기관을 통폐합하여 ETRI를 설립하고,

이를 중심으로 금성반도체, 대우통신, 동양전자통신, 삼성반도체통신 등 4개 생산업체와 혁신시스템을 구축하여 기술개발을 추진토록 하였다. 이렇게 정부가 주도적으로 기술개발 계획을 기획하고 실행하는 기술정책 추진방식은 Kitchelt(1991)가 제시한 정부주도 집중형 거버넌스구조에 해당한다. 1986년 TDX 상용화에 성공하였으며 이를 활용하여 유선 통신회선을 대폭 확장 하였다. TDX 성공사례는 향후 우리나라 통신산업의 기술정책 경로로 자리 잡았다(차양신, 2012). 정부주도 집중형 거버넌스구조는 김영삼 정부에서도 이어졌으며 1994년 주무부처인 체신부를 정보통신부로 확대 개편하여 정부의 역할을 더욱 강화하였다(이승주·박현, 2010).

WIPI 표준화가 논의되던 2000년대에도 CDMA 기술개발 성공 등으로 국가정보화 추진, 와이브로(Wibro)¹³⁾ 개발 등에서 정부주도 기술정책이 지속적으로 추진되었다(김미나, 2002; 차양신, 2012). 이는 TDX에서 형성된 정부주도 집중형 거버넌스구조의 경로가 유지된 것을 의미한다. Wibro는 국가주도의 IT산업육성 전략인 IT839 정책¹⁴⁾의 일환으로 본격화되었다. 정보통신부는 Wibro 기술개발과 표준화를 추진하고 초기에 Wibro 서비스를 개시할 수 있도록 KT 등 사업자를 선정하였다. 기술개발은 ETRI가 주관하고 삼성전자, KT, SK텔레콤, 하나로통신, KTF, LG전자, 포스테이더 등이 함께 혁신시스템을 구축하였다. 그러나 정부주도의 집중형 거버넌스구조는 통신기술발전 등 환경변화로 성과를 내지 못했다. Wibro는 2006년 6월 상용화 이후 이동통신과 와이파이 등 기존 서비스에 비해 경쟁력 부족과 사업자의 소극적 대응 등으로 좀처럼 활성화되지 못했다. Wibro의 사업성과 저조는 기존 정부주도의 기술정책을 변경하고 새로운 틀을 마련하는 것이 필요하다는 논의가 일어나게

했다(차양신, 2012). 한편, 2008년 노무현 정부에서 Business Friendly를 표방한 보수적인 이명박 정부로 교체됨에 따라 정책기조가 규제완화로 변화하고, 정부조직 개편으로 WIPI 전담부서의 변화(정통부 → 방통위), 이원화(방통위, 지경부) 등 정치적 여건에서 변화가 있었다. 정부의 교체와 주관부처의 변경은 WIPI 기술정책에 변화를 주는 정치적으로 요인이었다(서재민, 2017).



출처 : 차양신(2012)을 바탕으로 재작성.

[그림 2] 통신기술정책의 경로의존성

4.2.2. 기술체계의 특성

CDMA 기술체계는 이동통신 인프라를 구성하는 기지국, 교환기 등 네트워크 설비와 단말기 등이 시스템적으로 복잡하게 연계·통합되어 있다. 다양한 종류의 부품과 S/W, H/W가 긴밀히 결합되어 있어 각 기기와 시스템간의 호환성과 상호접속성의 확보가 중요하며 이를 보장해 주기 위해 표준이 설정되어야 한다(오길환, 설성수, 2001). 또한, 통신산업의 특성상 초기 기술개발비용과 설비투자비용이 큰 반면 기술경쟁이 치열하고 기술개발 성공의 불확실성도 크다. 이러한 특성으로 CDMA는 Kitchelt(1991)의 분류에 의하면 결합도가 높고 복잡한 기술체계에 해당한다. CDMA 개발 논의 당시 세계적으로 기술개발 초기 단계였으나, 우리나라는 국내 제조업체의 기술개발 역량은 열악하고 자원조달도 어려웠다(차양신, 2012). 통신산업, 항공기산업 등은 결합도가 높고 복잡한 기술체계의 특성을 가지고 있고 투자규모가 커 민간의 역량이 부족할 경우 정부가 연구개발을 주도하는 정부주도의 집중형 거버넌스구조가 적합하다(Kitchelt, 1991).

13) 2.3GHz 주파수 대역을 이용하여 시속 60km 이상의 속도로 이동할 경우에도 끊임없이 인터넷 등 무선데이터를 접속할 수 있는 서비스이다.
 14) 와이브로 등 8대 신규서비스, 광대역 통합망 등 3대 인프라, 차세대 이동통신 등 9대 신성장 동력을 정부가 집중적으로 육성하는 전략이다.

WIPI는 이용자들이 이동통신사업자와 상관없이 무선으로 인터넷을 사용할 수 있도록 단말기에 구현된 미들웨어로서 S/W의 일종이다. 이동전화 단말기의 소프트웨어 계층구조상 계층 315)에 해당하며 H/W 계층과 무관하게 게임, 동영상 등 다양한 콘텐츠를 이용할 수 있도록 한다. WIPI는 C언어와 Java언어를 모두 지원하는 것을 목표로 개발되었으며 플랫폼 구현 측면에서 C언어와 Java언어에 각각 API를 제공하고, 이를 다시 추상화 계층인 HAL을 통해서 서비스하는 디자인을 사용하였다(이하늘 외, 2015).

| | |
|------|----------------------------|
| 계층 4 | 게임, 동영상 등 콘텐츠, 어플리케이션 |
| 계층 3 | HAL, 기본 API |
| 계층 2 | 시스템 S/W(운영체제, 디바이스 드라이버 등) |
| 계층 1 | H/W(CPU, 메모리, 저장장치 등) |

출처 : 배석희(2002)를 바탕으로 재작성.

[그림 3] 이동전화 단말기 계층구조

S/W 기술체계는 규모의 경제나 투자비용이 많지 않지만 기술경쟁이 치열하고 불확실성이 크며 결합도가 낮고 복잡한 기술체계이다. WIPI 표준화 논의 당시 국외적으로 SUN(J2ME), 쉐콤(BREW) 등에서 다수의 혁신기업에서 무선인터넷 플랫폼 기술을 만들어 치열하게 경쟁하는 상황이었으며, SK텔레콤(SK-VM, GVM), KTF(BREW), LG텔레콤(Java Station) 등 국내 이동통신사업자들도 각각 플랫폼을 구현하여 서비스하고 있었다. 블랙베리(RIM), 노키아(Symbian) 등도 각기 자체 플랫폼 기술을 개발하여 경쟁이 더욱 치열해 지고 있었으며 아이폰16)과 같은 혁신적인 기술개발 제품이 시장에

15) WIPI의 표준화대상이며 하드웨어의 독립성을 유지하면서 하드웨어와 무관하게 상위계층이 동작하도록 하는 HAL(Handset Adaption Layer)와 응용프로그램개발자를 지원하기 위한 기본 API로 구성된다(이상윤 외, 2006).

16) 기존 무선인터넷 플랫폼 기술은 이용자들이 이동통신사업자를 통해서만(lock-in) 콘텐츠를 이용할 수 있었으나, 아이폰 iOS는 이용자들이 이동통신사업자와 상관없이 접속하여 아이폰이 제공하는 콘텐츠를 이용할 수 있게 함으로써 이동통신사업간 상호운용을 위해 만들어진 WIPI의 필요성은 적어졌다.

<표 4> 제도·기술요인 비교분석

| 구분 | CDMA | WIPI |
|-----------------|---|---|
| 제도적 여건 | - TDX 개발 등으로 정부주도 혁신정책추진 경로 형성 - 정권차원의 노력과 관심 강화 | - CDMA, Wibro 기술 정책 경로 유지 - Wibro 상용화 저조 - 정권변화 및 전담부처 변경 및 이원화 |
| 기술 체계의 특성 | - 복잡하고 결합도가 높은 기술체계(통신 산업) - 디지털 기술개발 초기단계 - 기업의 기술개발 역량이 낮고 재원 조달 곤란 | - 복잡하나 결합도가 낮은 기술체계(S/W) - 다수 상품 경쟁상황, 빠른 기술발달속도 - 기업의 기술개발 역량과 재원 보유 |

출현하면서 시장에 충격을 주었다. Kitselt(1991)는 S/W 기술체계에서 혁신이 성공하기 위해서는 혁신집단이 중심이 되어 기술개발과 경쟁이 일어난다고 하고 정부 등 공공부문은 R&D를 간접적으로 지원해 주는 혁신집단중심 분산형 거버넌스구조가 효율적이라고 하였다.

4.3 혁신시스템

4.3.1 거버넌스구조

CDMA 혁신시스템에서는 정부가 선도적으로 기술개발과 표준화 정책을 추진하는 등 정부주도 집중형 거버넌스구조가 채택되었다. 정부는 1989년 디지털 이동통신시스템 개발사업에 착수하였다. 또한 1991년 CDMA와 TDMA 간 기술방식에 대해 논란에도 불구하고 CDMA 개발을 진행하였으며 1993년에는 CDMA를 이동통신의 단일 표준으로 채택하고 1995년 PCS의 기술방식도 CDMA로 정하였다(권남훈, 2006). 기술개발을 위해 ETRI가 중심으로 하여 삼성전자, 현대전자, LGIC, 맥스전자 등 민간 기업이 참여하는 혁신시스템을 구축하였다. 안정적인 연구개발비 조달을 위해 정부는 한국전기통신공사 법령을 개정하여 한국통신이 매출액의 1~5%를 연구개발에 투자토록 하고, 1992년에는 정보통신진흥기금을 설치하고 1995년 정보화기본법 제정으로 정보화 촉진기금으로 확대 개편하였다. CDMA 연구개발비 996억 원 중 543억 원을 정부가 출연함으로써 생산업체와 통신사업자의 적극적인 참여를 이끌어 내었다(한기철, 1997). 또한 이동통신시장에 경쟁체제를

구축하여 CDMA 산업의 수요기반을 마련하였다. CDMA 개발초기에 세계에서 거의 유일한 시장이었던 국내 이동통신시장의 성장이 지연되었다면 급속히 진화하는 이동통신 기술의 추세를 감안할 때 비록 막대한 투자를 통해 개발된 기술이었다고 하여도 사양화의 길을 걸을 수 밖에 없었을 것이다(권남훈, 2006; 오길환, 설성수, 2001). 정부가 기술개발을 주도하고 시장 활성화를 촉진하도록 한 CDMA 혁신시스템은 TDX 기술개발시 형성된 정부주도 혁신시스템 경로를 따른 것이다(차양신, 2012).

WIPI의 경우도 정부주도로 2001년 5월 정부, 이동통신 3사, ETRI, 정보통신기술협회 등은 표준화포럼을 창립하는 등 무선 인터넷 표준화 추진체제를 구축하였다. 비록 플랫폼 포럼의 대표가 이동통신 3사 대표로 참여자의 협의로 운영되는 틀을 갖추었지만 WIPI 개발과 관련하여 논란이 일거나 주요 결정은 정부가 조정하고 결정하였다. 플랫폼 포럼에서 정한 WIPI 규격이 논란을 빚자 '전기통신설비의 상호접속기준(정보통신부 고시)를 개정하여 국가표준화를 추진하였다. WIPI 혁신시스템의 거버넌스구조는 80년대 이후 우리나라 통신 기술정책이 추진해오던 정부주도 집중형 거버넌스구조의 제도적 유산(institutional legacies)에서 벗어나지 못했다(신상일, 2011). 이는 기존 지식활용의 편의성, 전환비용부담, 성공의 불확실성 등의 요인이 작용한 것으로 판단된다. 앞서 살펴본 바와 같이 WIPI는 복잡성은 높으나 결합도가 낮은 기술체계이며 기존의 정부주도 집중형 거버넌스구조는 적합하지 않다. WIPI와 같은 기술체계에는 혁신집단이 중심이 되고 정부 등 공공부문은 R&D 지원체제를 만들어 주는 혁신집단중심 분산형 거버넌스구조가 효율적이며, 이러한 거버넌스구조의 부적합은 혁신시스템내 행위자들의 상호작용에도 부정적 영향을 미친다(Kitchelt, 1991; 신상일, 2011).

4.3.2 혁신행위자간 상호작용

CDMA 혁신시스템에서는 정부가 통신방식, 기술개발 가능성¹⁷⁾ 참여업체간 주도권 경쟁 등에 대한 갈등을 적극 조정하고 조기 기술개발과 세계 시장

선점 등의 비전 공유를 통해 ETRI, 참여업체 등 혁신행위자간에 협력관계가 유지되도록 하였다(오길환, 설성수, 2001; 권남훈, 2006; 류중익, 홍형득, 2003; 송기진, 2005). 기술개발과정에서 혁신행위자의 협력적 상호작용은 다음과 같이 정리될 수 있다. 첫째, CDMA 원천기술 확보를 위해 ETRI는 외국기업인 쉘컴과 공동기술개발 계약을 통한 국제공동기술개발(공공/해외민간 상호작용)을 추진하였다. 이 공동연구의 추진을 위해 ETRI는 인력을 미국의 쉘컴사에 파견하였다. 인력이동성(Personnel mobility) 상호작용이 이루어졌으며 쉘컴의 표출지식(explicit knowledge)외에도 CDMA기술에 대한 암묵지식(tacit knowledge)도 확보할 수 있었다. 둘째는 기술 확산을 위해 국내기업인 삼성전자, 현대전자 등 4개 기업이 ETRI와 협력(국내민간/공공 상호작용)하였다. ETRI는 상용시스템 설계를 담당하고, 국내 제조업체는 설계를 바탕으로 상용제품을 만들도록 역할을 분담하였다. 이 경우에도 참여기업은 개발 인력을 ETRI와 쉘컴에 파견해 기술 학습을 위한 인력이동성 상호작용이 이루어지도록 했다. 셋째는 기업 간 공동 연구개발 활동, 기업 간 기술 제휴 등 기업 간 지식 흐름과 관련된 활동(공동 기업 활동)도 진행되었다. CDMA 기술 확산을 위하여 어필텔레콤, 펜택, 맥슨전자 등 단말기 부품제조업체들을 중심으로 CDMA 전문 제조업체 협의회가 구성되었었다. LG 정보통신의 경우 CDMA 제품의 국산화율을 높이기 위해 협력회사와 부품 공동개발체제를 구축하였으며 자금지원도 이루어졌다. 이는 핵심집이 국산화되었다 하더라도 기본 부품들이 국산화되지 않으면 완전한 기술독립을 할 수 없다는 점을 인식하고 하위조직과의 관계를 강화하여 혁신역량을 제고하기 위함으로 해석된다(엄창우 등, 2004). 넷째 정부는 기술개발 재원지원, 기업·ETRI 등 다른

17) 당시 쉘컴은 전체 시스템에 대한 개념 설계와 무선접속 부문에 대한 시제품 개발 능력을 보유하고 있었지만 시스템의 개념설계가 일관성이 없었으며, 한국전자통신연구원도 CDMA기술에 대해 충분히 이해하지 못했기 때문에 본격적인 기술개발을 수행할 수 없었다.

행위자간 갈등조정 및 협력유도 등 기술공급정책과 CDMA 표준제정, 사업자 선정시기 확정 등 기술채택 정책을 통해 타행위자와 직접적으로 상호작용하였다. 한편, 산업화 과정에서 이동통신사업자간에는 단말기 보조금 경쟁, 요금 경쟁 등으로 갈등관계였으나 이동통신 시장 확대에 기여하였으며 이동통신 단말기와 장비제조업체가 사업성을 확보하고 해외시장으로 나아갈 수 있는 발판을 마련해 주는 긍정적 요인으로 작용하였다(권남훈, 2006).

WIPI 혁신시스템의 혁신행위자인 정부, ETRI, 이동통신사업자, 제조업체, 콘텐츠사업자 등 기업들의 상호작용은 표준화포럼을 중심으로 전개되었다. WIPI는 이미 다양한 무선인터넷플랫폼기술이 개발되어 있어 표준화를 위한 다른 모듈만 개발하는 성격으로 기술개발 측면에서 정부와 ETRI의 역할은 제한적이었고 표준화정책에 초점이 맞추어 졌다. 반면, 기업들 간의 상호작용은 활발하였다. 표준화 논의과정에서 기업들은 표준화포럼을 통해 협력적 상호작용의 필요성을 인식하면서도 자사의 이해관계에 따른 갈등적 상호작용을 보였다. 이동통신사업자간에는 콘텐츠와 부가서비스에서 시장주도권을 획득하기 위해 SK텔레콤과 KTF, LG텔레콤 간에 자사에 유리한 규격을 개발하려는 갈등으로 호환성 문제를 발생시키고 표준화시기를 지연시켰다(신상일, 2011). 콘텐츠업체는 WIPI의 표준화 일정이 불확실하고 당장 수익을 얻기가 어려워 WIPI를 기반으로 한 콘텐츠 개발에 미온적이었다. 이동통신사와 단말기 제조업체간에도 WIPI 코드공개를 두고 갈등을 빚었다. 제조업체는 단말기 개발시 이동통신사의 검증이 필요 없도록 공개를 요구한 반면 이동통신사는 이에 반대했다. 미국의 SUN와도 지적재산권 문제로 갈등이 노정되었으며 BREW와 관련하여 미 무역대표부와 갈등 관계에 있었다. 표준화가 시행된 이후에는 이동통신사는 WIPI 활성화를 위해 콘텐츠 공모전, 기존 콘텐츠의 WIPI 버전으로 개발 등으로 협력적 상호작용을 보이기도 했다(송경제, 2009). 그러나 이동통신사업자들은 자사 서비스의 이용을 높이도록 개별적으로 업그레이드

를 하여 상이한 버전끼리는 호환이 되지 않도록 하고, 타사 자사 플랫폼에서 타사의 응용프로그램을 구동시키기 위해 필요한 API코드를 공개하지 않는 등 호환성 강화보다는 자사의 서비스 이용을 높여 주는 방향으로 우회하였다(박정우 외, 2014). 또한 단말기 가격경쟁력을 제고하기 위해 이동통신사업자들은 WIPI 없는 단말기 출시, 윈도우모바일과 노키아 심비안을 탑재한 WIPI 단말기 개발 등으로 기업 간 갈등을 심화시켰다. 공동 기업 활동(Joint Industry Activities)은 표면적으로만 나타나고 기업 간 갈등적 상호작용이 확산되었다. 이에 더하여 노키아, 블랙베리 등 다양한 외국 단말기와 WIPI타재를 거부한 아이폰의 등장과 미국, 캐나다 등 이 통상문제를 제기함에 따라 WIPI를 둘러싼 갈등을 더욱 고조되었다(박정우외, 2014; 송경제, 2009).

〈표 5〉 혁신시스템 비교분석

| 구분 | CDMA | WIPI |
|---------|--|--|
| 거버넌스 구조 | <ul style="list-style-type: none"> - 정부가 기술개발, 혁신 시스템 주도 - 정부주도 기술정책 경로 유지 - 기술체계와 거버넌스 구조 적합 | <ul style="list-style-type: none"> - 포럼을 통해 조정토록 하였으나 정부가 주도하고 중요사항 결정 - 정부주도 집중형 거버넌스 구조 답습 - 기술체계와 거버넌스 구조 부조화 |
| 상호작용 | <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발과정 혁신 행위자간 협력적 상호작용 강화 - 기술개발 의지 및 이해관계 합치 - 보조금 경쟁 등 통신사업자간 갈등은 제조업의 수요확대에 기여 | <ul style="list-style-type: none"> - 표준화 포럼 등 통해 협력적 상호작용을 위해 노력 - 실제로는 이해관계에 따라 갈등 확산 - 외국 단말기 등장, 외국과 통상문제 등으로 갈등이 심화 |

4.4 혁신성과

우리나라는 1996년 CDMA를 세계 최초로 상용화하였으며 이를 통해 이동통신 기술을 단기간에 선진국 수준으로 격상시켰다. CDMA 기술개발 역량을 바탕으로 그 다음단계인 동기식, 비동기식 IMT-2000 시스템 기술개발을 세계 선진국과 거의 동시에 성공하는 등 기술 확산과 축적효과를 거둘 수 있었다. 산업화 측면에서는 생산, 고용, 세계시장

점유율 등에서 획기적인 발전을 하였다. 임창욱 등(2004)은 1996년~2001년까지의 생산유발 효과는 125.2조 원, 고용유발 효과는 142.2만 명의 국민경제적 파급효과를 달성한 것으로 추계되고 있다. 시장 확대 측면에서는 국내시장 100%, 세계시장은 69%의 점유율을 보였으며 기기는 100% 국산화하였으며 부품은 70%의 수준을 도달하였다고 분석하였다. 이러한 성과에도 불구하고, 원천기술을 보유하지 못한 태생적 한계로 켈컴에 상당한 규모의 기술료¹⁸⁾를 지불함에 따라 기술중속에서 완전히 탈피하지 못했다는 점이 제기되고 있다.

WIPI는 2004년 WIPI 2.0을 개발하고 공식 표준 규격으로 채택하였으며 버전도 지속적으로 업그레이드 하였다. BREW 등 다른 플랫폼과 동시 이용을 위해 BREW in WIPI 등을 구현하기도 하였다. 표준화이후 WIPI 플랫폼을 탑재한 단말기는 2006년 1,000만대, 2007년 1,700만대 등으로 증가 하였으나, WIPI용 콘텐츠에서 발생하는 매출이 미미¹⁹⁾하였다. 콘텐츠 업체들의 WIPI 사용 회피, WIPI 단말기간 호환성 부족, 아이폰 등 WIPI를 탑재하지 않은 외국산 단말기의 등장 등으로 시장이 활성화되지 못했다. 또한, 표준화 포럼은 중국시장 진출로 국제표준화를 추진하였으나 WIPI에 관심을 보이던 차이나유니콤이 2002년 BREW를 채택함에 따라 해외진출도 성취하지 못했다(서재민, 2017).

〈표 6〉 혁신성과 비교분석

| 구분 | CDMA | WIPI |
|-------|--|---|
| 기술 개발 | - 세계 최초 상용서비스 제공('96) - 기술축적과 확산효과 성취 | - 공식 표준화 규격 채택 - 단말기간 호환성 부족 등 문제 야기 |
| 산업화 | - 생산, 고용, 세계시장 점유율 등 획기적 발전 - 켈컴 등에 기술중속 논란 | - 콘텐츠 사업자 사용 회피 등 국내시장 활성화 미흡 - 중국시장 진출 실패 |

18) 국내 CDMA업체는 2001년까지 약 11억 3천만 달러의 기술료를 켈컴에 지불한 것으로 추정되고 있다.
19) 당시 플랫폼별 콘텐츠 다운로드 비율은 SKT의 경우 SK-VM 콘텐츠가 약 60%, GVM 및 GNEX가 35%, WIPI는 5%로 추정된다(서재민, 2012).

5. 논의 및 결론

CDMA와 WIPI의 성과요인 비교분석을 통해 외부환경, 제도와 기술체계, 혁신시스템 등 성과에 영향을 미친 다양한 요인들을 알 수 있었고, 요인간의 인과관계도 살펴볼 수 있었다. 첫째, CDMA의 경우 아날로그에서 디지털로 전환이라는 외부환경을 맞이하여 기술체계에 적합한 정부주도 집중형 거버넌스구조를 통해 새로운 CDMA 기술 채택과 자체 기술개발 정책 추진과 혁신시스템 행위자간의 강한 의지와 협력적 상호작용으로 기술개발과 산업화에 성공할 수 있었다. 그러나 WIPI는 국내외 무선인터넷 플랫폼 경쟁이 치열한 외부환경하에서 기술체계와 적합성이 부족한 정부주도 집중형 거버넌스구조를 채택하여 혁신행위자간 갈등이 심화되었고 미국의 통상압력, 아이폰 등 혁신상품 등장과 같은 혁신시스템 외부요인의 영향으로 표준화 정책이 폐지되고 산업적 성과를 거두지 못했다.

둘째, 기술정책의 경로의존성이 강하게 작용함을 알 수 있었다. 1980년대 TDX 기술정책에서 형성된 정부주도 집중형 거버넌스구조는 1990년대 CDMA에도 적용되었으며, 성공사례와 후호적인 정치적 환경 등으로 2000년대에도 지속되었다. 이에 따라 WIPI는 기술체계의 특성과 발전단계, 국내외 경쟁 환경이 달라 새로운 기능적 요구가 필요함에도 제도적 제약으로 정부주도 집중형 거버넌스구조를 채택하였다.

셋째, 기존 개별연구에서는 주로 혁신시스템의 성공적 작동여부를 중요시 하였으나, 비교분석으로 대외경쟁 상황요인의 중요성이 부각되었다. WIPI의 경우 혁신시스템이 잘 작동했었다면 그 환경하에서 성공할 수 있었을지, CDMA가 WIPI와 유사한 대외환경이었더라도 성공했는지 의문이다. 이는 정보통신 기술이 발달됨에 따라 대외 경쟁이 가속화되고 좁은 국내시장으로 인해 세계시장에서의 경쟁력확보가 더욱 중요해지고 있기 때문에 대외경쟁요인이 강하게 작용하는 것으로 판단된다.

이상의 CDMA와 WIPI의 성과요인 비교분석과

논의를 바탕으로 도출한 정책적 함의는 다음과 같다. 첫째, 기술정책의 성과제고를 위해서는 대외경쟁환경, 기술의 특성과 발전단계를 종합적으로 고려하여 기술정책의 대상을 어떤 기술로 선정할 것인지에 대한 전략적 선택이 중요해지고 있다. 4차 산업혁명이 진행되면서 다양한 기술들이 새롭게 등장하고 있다. 제한된 자원, 연구역량 등으로 효율적으로 성공을 거두기 위해서는 선택과 집중이 필요하다. CDMA와 같이 대외적으로 시장확보 등 유리한 여건이 조성되고 기술발달 단계도 초기인 기술에 집중하는 것이 바람직하다.

둘째, 기술혁신의 성공을 위해 기술체계에 적합한 혁신시스템의 거버넌스구조를 구현하여야 한다. 정보통신 기술이 발전하면서 S/W, 인공지능(AI) 등 결합도는 낮지만 복잡한 기술체계를 가진 기술들이 출현하고 있다. 이러한 기술체계는 혁신집단이 중심이 되어 창의성과 의지를 갖고 기술개발을 추진하고 정부나 공공부문은 지원인프라를 구축해주는 혁신집단중심 분산형 거버넌스구조가 어울린다(Kitchelt, 1991). 반면 기술의 불확실성이 높고, 투자규모가 커 민간기업이 부담하기 어려운 기술인 경우는 정부주도 집중형이 여전히 유효하다. 그러나 그동안 통신기업의 역량과 시장의 규모가 커져서 이러한 유형의 거버넌스구조는 그 필요성이 낮아지고 있다.

셋째, 기술과 제도의 경로의존성이 강하여 이를 탈피하기 위한 적극적인 노력이 필요하다. 앞서 비교분석에서도 보았듯이 WIPI는 기술체계가 다름에도 경로의존성으로 적합성이 부족한 거버넌스구조를 답습하였고, 표준화 정책도 대외경쟁요인과 내부모순에도 불구하고 자기강화의 경로를 가다가 대외 무역압력, 혁신제품 등의 출현 등 강한 외부적 충격으로 인해 폐지되는 급격한 정책변동을 맞이하였다. 적합하지 않은 거버넌스구조의 채택은 혁신시스템의 효율성을 떨어뜨리는 것은 물론 기술정책의 성패에 영향을 미치는 중요한 요인이다. 따라서 정부는 대상기술별로 외부환경, 기술의 특성, 기존 혁신시스템의 성과 등을 종합적으

로 검토하여 맞춤형 기술정책 대안을 모색하는 의도적이고 체계적인 노력을 지속하여야 한다.

넷째, 혁신행위자들의 협력적 상호작용이 활성화 되도록 혁신행위자간의 이해관계를 면밀히 살펴 갈등을 줄일 수 있는 대안 발굴과 조정 노력을 강화하여야 한다. CDMA사례에서 보았듯이 혁신행위자간의 밀도 있는 협력적 상호작용이 기술개발을 성공하는데 중요한 요인이 되었다. 그러나 WIPI 사례에서는 명목적으로는 표준화플랫폼을 통해 협력적 상호작용을 하였으나 실제로는 서로 다른 이해관계로 갈등적 상호작용이 심각하였다. CDMA의 경우 개발초기에 나타난 기술개발 가능성에 대한 의구심, 행위자간 주도권 경쟁을 적극 조정하고, 조기 개발과 시장선점을 통한 이익창출이라는 비전을 공유하여 혁신행위자간 이해관계의 방향을 일치 시킴으로서 협력적 관계를 강화할 수 있었다.

다섯째, 기술정책의 주요수단인 단일표준정책은 대내외 환경, 기술체계의 특성을 고려하여 전략적으로 추진되어야 한다. CDMA 단일표준정책은 국내시장에서 규모의 경제를 용이하게 달성토록 해 주고 단말기 보조금 경쟁과 연결되어 제조업체의 수요기반을 마련해주어 산업화 성공에 주요요인이 되었다. 그러나 WIPI의 경우 단일표준은 혁신행위자간 갈등을 유발하는 요인이었고 대외 통상압력을 초래하여 산업화의 성과를 내지 못하게 하는 요인으로 나타났다. 또한 국내 무선인터넷 플랫폼 시장에서 아이폰의 iOS와 같이 이동통신사업자의 네트워크와 상관없이 인터넷서비스에 접속 가능한 혁신 플랫폼을 창출하는 데도 기여하지 못했다.

이 연구의 한계는 이동통신 분야에서 두 개의 기술정책 사례에 대한 비교분석으로서 결과를 일반화하기 어렵다는 것이다. 보다 많은 사례의 연구가 이어져야 할 것이다. 또한 하나의 기술혁신 시스템을 시계열적이고 동태적인 측면을 보지 못했다. CDMA의 경우 제3세대 이동통신으로 이어지지 못했는데 이와 같이 장기간에 걸친 이동통신 기술정책의 변동에 대한 분석을 하는 것도 유의성이 있을 것으로 생각한다. 다만 이 연구를 통해 혁신

시스템에서 정부의 역할과 바람직한 기술정책 수립과 혁신시스템 구현에 대해서는 정책적 함의를 제공할 수 있을 것으로 판단되며 향후 이 연구를 토대로 추가적인 분석적 연구가 가능할 것으로 기대한다.

참고문헌

- 구영우, 조성복, 민완기, “혁신체제론의 진화 및 주요 논점”, *기술혁신학회지*, 제15권, 제2호, 2012, 225-241.
- 권남훈, “한국 이동통신 기기 산업 발전의 이론적 분석 : CDMA표준화 및 단말기 보조금 효과를 중심으로”, *정보통신정책연구*, 제13권, 제3호, 2006, 91-119.
- 김미나, “한국 게임산업 정책의 제도적 지체와 경로의존적 변화”, *한국정책학회보*, 제12권, 제2호, 2002, 143-170.
- 김준석, “통신산업에서의 기술표준과 국가역할 : 무선인터넷 플랫폼 채택 과정을 중심으로”, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2005.
- 김홍남, “무선인터넷표준플랫폼 발전 방향”, *한국정보처리학회지* 제12권, 제1호, 2005, 20-24.
- 류중익, 홍형득, “국가연구개발사업을 통한 기술추격과정(Technology Catching-Up)에서의 성공요인에 관한 사례연구 : CDMA 기술개발 사업을 중심으로”, *한국행정논집*, 제15권, 제3호, 2003, 687-708.
- 박정우, 류석진, “이행기의 정보통신기술 산업 거버넌스 : 한국의 기술표준 정책 사례(WIPI)를 중심으로”, *사이버커뮤니케이션학보*, 제31권, 제2호, 2014, 85-127.
- 배석희, “모바일 플랫폼 표준화 동향 및 향후 발전방향”, *TTA 저널*, 제82권, 2002, 20-30.
- 삼성연구소, “CDMA 상용화 런칭 성공사례”, 2001.
- 서재민, “위피(WIPI) 기술표준정책의 변동과정 연구 : Kingdon의 다중흐름모형을 중심으로”, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2017.
- 성태경, “혁신시스템 이론의 비교분석과 정책적 시사점”, 과학기술정책연구원, 2005.
- 송미원, “이동통신 정책네트워크가 사업자 선정에 미치는 영향에 관한 연구 : 제2이동통신·PC S·IMT-2000사업의 비교를 중심으로”, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문, 2002.
- 송위진 외, “새로운 국가혁신체제 구축방안에 관한 연구”, 과학기술정책연구원, 2004.
- 송위진, “국가혁신체제에서 정부의 역할과 기능 : 혁신체제론적 접근”, 과학기술정책연구원, 2004.
- 송위진, “이동통신 기술개발과정에 관한 연구 : 기술정치와 기술학습의 상호작용”, 과학기술정책연구원, 1999.
- 송위진, “한국의 이동통신, 추격에서 선도의 시대로”, 삼성경제연구소, 2005.
- 신상일, “ICT 산업에서의 기술표준정책에 대한 제도적 분석 : WIPI 사례를 중심으로”, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 석사학위논문, 2011.
- 양유석, 김영곤, “신기술 개발과 통신 서비스 진화 : CDMA와 무선통신 인터넷을 중심으로”, *Korea Business Review*, 제9권, 제1호, 2005, 197-223.
- 엄창욱, 이종용, “한국 이동통신산업의 기술혁신전략 : CDMA 기술개발 사례를 중심으로”, 과학기술정책연구원, 2004.
- 엄재호, 홍성만, 왕재선, “정부관료제의 역사적 형성과 제도변화 : 중앙 행정기관 조직시스템 변화에 대한 역사적 제도주의 접근을 중심으로”, *정부학 연구*, 제10권, 제1호, 2004, 370-380.
- 오길환, “CDMA 기술개발과 산업 성공요인 분석”, 한남대학교 대학원 박사학위논문, 2002.
- 오길환, 설성수, “새로운 모형에 의한 CDMA산업의 성공요인 분석”, *기술혁신학회지*, 제4권, 제3호, 2001, 291-310.
- 이경애, “무선인터넷서비스 산업혁신시스템 실패 메커니즘의 분석”, *기술혁신학회지*, 제11권, 제1호, 2008, 46-71.

- 이상오, “무선인터넷 플랫폼을 둘러싼 경쟁현황 분석”, *KISDI IT FOCUS*, 2001년 7월호.
- 이상윤, 이환구, 최병욱, “정보처리응용 : 모바일 표준 플랫폼(WIFI) 검증 도구 설계 및 개발”, *정보처리학회논문지*, 제13권, 제5호, 2006, 731-740.
- 이승주, 박 현, “한국 IT산업 정책 네트워크의 지속성 : 자기강화 메커니즘의 작용을 중심으로”, *한국정치연구*, 제19권, 제3호, 2010, 77-104.
- 이정훈, 이진주, “한국통신산업의 기술발전과정과 기술혁신전략 : 전자교환기 개발사례를 중심으로”, *Telcommunications Review*, 제2권, 제11호, 1992, 18-43.
- 이하늘, 김대희, 강지석, 이동환, 김운배, “Bass 모델을 통한 WIPI 정책의 영향 분석 : 스마트폰 시장을 중심으로”, *정보통신정책연구*, 제22권, 제4호, 2015, 1-18.
- 이한영, “IT분야 최근 통상현안과 정책과제”, *KISDI 이슈리포트 03-24(2003)*, 17-18.
- 차양신, “한국 디지털 통신기술 발전 정책들에 관한 연구 : 역사적 제도주의 시각에서”, 경기대학교 대학원 박사학위논문, 2012.
- 하연섭, “제도분석 : 이론과 쟁점”, 다산출판사, 2011.
- 한국전자통신연구원, “WIPI, USIM Lock 등이 통신 시장에 미치는 영향 분석 및 대외경쟁력 강화 연구 방안 등 연구”, 2009.
- Carlsson, B. and S. Jacobsson, “In Search of Useful Public Policies : Key Lessons and Issues for Policy Makers”, in Carlsson, B., (eds), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997.
- Cooke et al., “Regional Innovation Systems : Institutional and Organizational Dimensions”, *Research Policy*, Vol.26, 1998, 475-491.
- Copper, R., “The Dimensions of Industrial New product Success and Failure”, *Journal of Marketing*, Vol.43, 1979, 96-103.
- David, P., “Clio and the Economy of QWERTY”, *The American Economic Review*, Vol.75, No.29, 1985, 332-337.
- Edquist, C., “Systems of Innovation : Perspectives and Challenges”, *The Oxford Handbook of Innovation*, 2005.
- Edquist, C., L. Hommen, B. Johnson, T. Lemola, F. Malerba, T. Reiss, and K. Smith, “The ISE Policy Statement, the Innovation Policy Implication of the Innovations Systems and European Integration”, Research project Funded by the TSER Programme (DG XII) : Linko ping University, 1998.
- Freeman, C., “Technology Policy and Economic Performance : Lesson from Japan”, Frances Pinter, 1987.
- Hall, A.P. and C.R. Taylor, “Political Science and Three New Institutionism”, *Political Studies*, Vol.44, 1996, 936-957.
- Kitshelt, H., “Industrial governance structures, innovation strategies, and the case of Japan : sectoral or cross-national comparative analysis?”, *International Analysis*, Vol.45, No.4, 1991, 453-493.
- Malerba, F., “Public Policy and Industrial Dynamics : an Evolutionary Perspective”, Final Draft of System Theories of Innovation : Policy Implication, Sub-project of Innovation Systems and European Integration, 1996.
- OECD, “National Innovation System”, 1997.
- Perrow, C., “Complex Organizations : A Critical Essay”, 3d ed., New York : Randon House, 1986.
- Pinto, J. and D. Slevin, “Critical Success Factors in R&D Projects”, *Research-Technology Management*, Vol.32, No.1, 1989, 31-35.
- Poter, M., *The “Competitive Advantage of Nations”*, The Free Press, 1990.

- Smith, K., "Innovation as a Systemic Phenomenon : Rethinking the Role of Policy", in Bryant, K., Wells, A. (eds), *A New Economic Paradigm? Innovation-Based Evolutionary Systems*, Commonwealth of Australia, Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch, Canberra, 1999.
- Williamson, O., "The Economic Institutions of Capitalism", New York Free Press, 1985.
- Woolthuis, R., M. Lankhuizen, and V. Gilsing, "A System Failure Framework for Innovation Policy Design", *Technovation*, Vol.25, No.6, 2005, 609-619.

◆ About the Authors ◆



이 호 진 (myidleehj@hanmail.net)

연세대학교 대학원 행정학과에서 박사과정을 수료하였다. 1992년부터 정보통신부, 방송통신위원회에서 근무하였으며 2009년에 국무총리실로 옮겨 규제개혁업무, 산업정책, 경제정책을 담당하였다. 현재는 민정민원업무를 총괄하고 있다. 주요 관심분야는 규제개혁, 정보통신정책, 4차 산업혁명, 혁신정책, 정책변동 등이다.