

연속적 혁신, 특허 체제와 특허 경쟁*

박 종 국**

논문초록

본 논문은 연속적 혁신이 있는 경우 세 가지 특허 체제를 상정하여 기업들의 특허 경쟁 양상과 선행 발명에 대한 보호수준의 효과를 분석한다. 제 1단계에서 자유 진입이 허용되며, 혁신에 성공한 기업은 제 2단계에서 특허를 얻는다. 제 2단계에서도 자유 진입이 허용되며, 진입 기업은 제 1단계에서 특허 보유 기업과 경쟁을 한다. 특허 체제 별로 각 단계에서 개별 기업과 산업의 연구개발 투자, 기업 수, 그리고 이윤을 도출하고, 선행 기술에 대한 보호수준의 변화에 따른 효과를 분석한다. 또한 각 체제에서 달성하는 사회후생을 비교한다. 제 1단계의 모든 기업의 특허침해 체제에서 산업과 개별기업의 연구개발 투자는 모든 기업의 특허불침해 체제에서 산업과 개별기업의 연구개발 투자보다 더 크고, 제 2 단계에서는 그 반대이다. 그러나, 각 단계에서 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자가 가장 크다. 본 논문은 추종기업의 특허침해 체제에서 사회후생이 가장 크며, 모든 기업의 특허불침해 체제에서 가장 낮은 결과를 도출하였다. 이는 선행 혁신을 광범위하게 보호하는 추종기업의 특허침해 체제가 특허를 좁게 허용하는 모든 기업의 특허불침해 체제보다 사회적으로 더 바람직한 체제라고 해석할 수 있다.

핵심 주제어: 연속적 혁신, 특허 체제, 특허 경쟁

경제학문헌목록 주제분류: L1, D4

투고 일자: 2010. 4. 15. 심사 및 수정 일자: 2010. 8. 30. 게재 확정 일자: 2010. 12. 6.

* 이 연구는 2007년도 경희대학교 연구비 지원에 의한 결과임(KHU-20080387). 본 논문의 발전과 질적인 향상을 가능하게 해 주신 익명의 세 분의 심사위원들과, 경희대학교 경제학과 세미나와 WEAI (2010년 7 월, 미국) 참석자들의 논평에 감사드린다. 모든 책임은 저자에게 있다.

** 경희대학교 경제학과 교수, e-mail: ckp@khu.ac.kr

I. 서 론

혁신(innovation)은 새로운 생산 과정, 새로운 제품, 새로운 조직구조 등을 탐색하고 개발하여 상업화하는 과정을 지칭하며, 협의로는 발명이라 할 수 있다. 어떤 혁신(발명)이 이전의 혁신을 이용하지도 않을 뿐 더러, 이후의 다른 혁신이 이 혁신을 기초하지도 않는 경우에 혁신을 독립적이라고 한다. 최근에 연속적인 혁신과 이와 관련된 특허 체제와 특허 경쟁에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 이전에 이루어진 혁신(들)에 기초하여 새로운 혁신을 달성하는 경우에 두 개(또는 그 이상)의 혁신을 연속적 혁신(sequential or cumulative innovation)이라 한다. 예를 들어 CD(compact disc)기기는 레이저 기술을 이용하여 카세트 테이프 레코더를 혁신하였는데, CD기기는 레이저 기술에 대한 연속적 혁신이라 할 수 있다. 이 경우에 CD기기를 후행 기술(발명), 레이저 기술을 선행 기술(발명)이라 할 수 있다(Scotchmer, 2004, Ch. 5).

연속적 혁신은 선행 발명자와 후행 발명자 사이에 특허 범위를 규정하는 문제가 첨예하게 대립한다. 선행 발명에 대한 특허 권리가 인정되지 않거나 특허 범위를 너무 좁게 해석하면 모방 제품이나 이에 기반한 혁신 제품은 특허에 위배되지 않게 되어 선행 기술 보유 기업의 이윤이 감소하거나 마이너스가 될 수 있어 혁신할 유인을 낮출 수 있다. 이 경우에 선행 발명뿐 만 아니라 후행 발명을 포함한 전반적인 기술이 시장에 출현하지 못할 수도 있다(Green and Scotchmer, 1995). 그러나, 이러한 우려를 해소하기 위해서 선행 발명의 특허 범위를 넓게 하는 경우에 후행 발명은 봉쇄되거나 미진하여 응용 제품의 출현이 제한될 수 있다. 특히, 생명공학 분야에서 새로운 약품이나 치료 기술은 이전에 개발된 다양하고 많은 발견과 발명을 기초로 하여 개발되는데, 지나치게 많은 특허와 넓은 특허 범위는 의약품 개발에 저해 요인으로 작용할 수 있다(Heller and Eisenberg, 1998).

혁신에 대한 경제학적 효과는 특허제도와 밀접한 연관 관계를 가지고 있다. 특허는 발명자에게 독점권을 부여하는 제도로써, 발명을 장려하는¹⁾ 동시에 모방으로부터 발명자를 보호하고 특허료 수입을 통해 발명에 대한 유인을 증진하려는 목적을 가지고 있다. 그러나, 특허는 이와 같이 연구 개발을 장려하지만 다른 측면에서는

1) 우리 나라의 특허법 제 1조는 “특허는 발명을 보호장려하고 그 이용을 도모함으로써 기술의 발전을 촉진하고 산업발전에 이바지”함을 목적으로 하고 있다.

독점의 비효율이 발생하고 더 좋은 발명의 기회를 봉쇄하여 오히려 혁신을 저해하는 양면성을 가지고 있다.

본 논문은 2단계 하의 연속적 혁신에서 선행 발명에 대한 보호수준이 최적 연구개발 투자, 기업수, 이윤 등에 미치는 효과를 분석한다. 각 단계에서 연구개발 투자를 하고자 하는 기업의 자유진입이 허용되며 1단계에서 발명을 한 기업은 2단계에서 새로운 경쟁자들을 만나서 경쟁한다는 면에서 Denicolò (2000) 와 유사하다. 그러나, 혁신에 성공하는 확률은 오목한 위험(hazard) 함수이며, 연구개발 투자는 고정비용뿐 만 아니라 가변비용을 고려한다는 면에서 Denicolò와 다르다.

본 논문은 제 2단계에서 성공한 기업의 발명이 선행 발명 기업의 특허를 침해하는지 여부와 시장구조에 따라서 세 가지 특허 체제를 상정한다. 각 특허체제에서 선행 발명에 대한 보호는 후행 혁신 기업에 지급하는 특허료를 그 대리변수(proxy)로 고려한다. 모든 기업의 특허불침해 체제, 모든 기업의 특허침해 체제, 그리고 한 기업(선도기업)의 특허는 다른 모든 기업(추종기업)의 특허를 침해하지 않지만, 추종 기업들의 특허는 선도기업의 특허를 침해하는 추종기업의 특허침해 체제이다. 모든 기업의 특허불침해 체제는 아스피린, 타이레놀, 애드빌 등이 경쟁하는 진통제 시장에서처럼 나중에 나온 진통제(예, 타이레놀)가 그 전에 나온 진통제(예, 아스피린)의 특허를 침해하지 않고 또한 후자가 전자의 특허를 침해하지 않는 특허체제이다. 제 1단계는 물론 제 2단계에서 혁신기업이 획득한 특허 범위가 좁거나, 특이성(specificity)으로 하여 선행 발명의 특허를 침해하지 않는 경우이다.

모든 기업의 특허침해 체제는 생명공학분야나 첨단 IT 산업분야를 예로 들 수 있다. 생명공학 분야에서 수많은 기초연구와 개발 연구 결과들이 특허를 받고 있는데, 후행 혁신 기업(의약품회사 포함)들은 이러한 선행 기술을 이용하기 위하여 특허료를 지급하며, 또한, 선행 혁신 기업들도 후행 혁신 기업과 경쟁하기 위하여 후행 기술에 특허료를 지급하는 경우를 고려할 수 있다. Hewlett-Packard(HP)사가 데이터 보관 회사인 EMC를 특허 침해로 고소하자 EMC는 HP를 자사의 특허 침해로 맞고소한(Choi, 2010) 이후 교차 라이선싱(cross-licensing)으로 합의한 사건은 경쟁 기업간 특허 침해로 인해서 상대방에게 특허료를 지불하는 모든 기업의 특허침해 체제와 유사하다고 볼 수 있다.

추종기업의 특허침해 체제는 1986년 1월 Texas Instrument(TI)사의 특허 소송 사건으로부터 이해할 수 있다. TI는 한국과 일본의 9개 전자회사가 자사의 마이크

로칩 특허를 침해했다고 소송한 후 승소하여 1987년에 약 2억 달러(1990년에 약 1억 달러)의 특허료 수입을 올렸다(Pollack, 1988).²⁾ 이 판결로부터 한국과 일본의 반도체 기업들은 후행 혁신 기업으로서 선행 혁신 기업인 TI의 특허를 침해하나, TI는 후행 기업의 특허를 침해하지 않았다고 볼 수 있다. 당시의 마이크로칩 기술 시장은 TI가 특허를 보유한 선행 기술 기업으로 법원은 TI의 특허 범위를 넓게 해석했으며, 이는 제 2단계에 9개의 후행 기술 기업들은 TI(선행 기술 기업)의 특허를 침해하나 TI는 이들의 특허를 침해하지 않는 추종 기업의 특허침해 체제라고 볼 수 있다. 추종 기업의 특허침해 체제는 혁신 기업(선도 기업)이 획기적인(pass-breaking) 기술을 선보이는 경우 광범위한 특허 보호를 하는 체제라고 해석할 수 있다.

Denicolò가 분석한 특허 체제는 특허 가능하고 특허 불침해 체제(PN), 특허 가능하고 특허 침해체제(PI), 그리고 특허 불가능하고 특허 침해 체제(UI) 등 세 가지이다. 본 논문의 모든 기업의 특허불침해 체제와 모든 기업의 특허침해 체제는 각각 Denicolò의 PN과 PI와 유사한 특허체제이다. UI는 어떤 다른 기업이 발명을 하던 특허를 받을 수 없고(Un-patentable) 또한 그 발명이 선행 발명 특허를 침해(Infringing)하기 때문에 선행 발명 기업만이 2단계에서 혁신을 위한 투자 유인이 있는 특허체제의 독점기업이다. 본 논문은 제 2단계에서 많은 기업들의 자유진입과 그 기업들이 혁신에 성공하기 위한 연구개발 투자를 수행한다는 점에서 UI체제보다 추종기업의 특허침해 체제가 더 현실적이고 판단한다. 그러나, UI체제는 시점간 외부성을 내부화하는 특징을 가지고 있기 때문에 본 논문은 UI의 최적 연구개발 투자를 구하고 매우 간략히 소개한다.

본 논문은 특허 체제 별로 각 단계에서 개별 기업과 산업의 연구개발 투자, 기업 수, 그리고 개별 기업의 이윤을 도출하고, 선행 발명에 대한 보호수준의 효과를 분석한다. 또한 각 체제에서 달성하는 사회후생을 비교한다. 제 1단계에서 모든 기업의 특허침해 체제의 산업과 개별기업의 연구개발 투자는 모든 기업의 특허불침해 체제의 산업과 개별기업의 연구개발 투자보다 더 크고, 제 2 단계에서는 그 반대이다. 그러나, 각 단계에서 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자가 가장 크다. 본 논문은 추종기업의 특허침해 체제에서 사회후생이 가장 크며, 모든 기업

2) 이 기사는 Choi(2004)의 출판되지 않은 논문("Patent pools and cross-licensing in the shadow of litigation")에서 인용된 기사(Pollack, 1988)이다.

의 특허불침해 체제에서 가장 낮은 결과를 도출하였다. 이는 선행 혁신을 광범위하게 보호하는 추종기업의 특허침해 체제가 특허를 좁게 허용하는 모든 기업의 특허침해 체제나 모든 기업의 특허불침해 체제보다 사회적으로 더 바람직한 체제라고 해석할 수 있다. 이는 Green and Scotchmer를 지지하는 반면에 Denicolò와는 반대이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장은 문헌연구로서 본 논문과 연관된 주요 논문의 가정과 결과를 위주로 정리한다. 제Ⅲ장은 본 논문이 이용할 기본모형으로 ‘혁신의 도입 시점’과 관련된 Lee and Wilde(1980)와 Reinganum(1989)을 이용한다. 제Ⅳ장은 제 1단계와 2단계의 특허 체제에서 특허 경쟁을 분석한다. 여기에서 세 가지 특허 체제를 소개하며, 기업들의 특허 경쟁으로 인한 균형을 도출하고 비교정태 분석을 시도한다. 제Ⅴ장은 제Ⅳ장에서 도출한 특허 체제간 개별 기업과 산업 연구개발 투자를 비교한다. 제Ⅵ장은 세 가지 체제하의 사회후생을 도출하여 비교한다. 결론은 제Ⅶ장에 있으며, 본 논문의 주요 명제에 대한 증명은 부록에 있다.

Ⅱ. 문헌 연구

본 논문은 확률적 경쟁 모형을 이용한 2단계 연속적 혁신의 효과를 분석한다. 연속적 혁신에 대해서는 Green and Scotchmer를 중심으로 이에 대한 지지와 비판을 하는 논문들을 소개하며, 확률적 경쟁 모형에 관련해서는 Loury(1979)와 Lee and Wilde 논문을 위주로 소개한다.

Green and Scotchmer논문은 연속적 혁신을 분석한 영향력 있는 논문이다. 연속적 혁신이 2단계로 발생할 때, 제 1단계의 혁신 기업(제 1기업)은 제 2단계에서 다른 기업(제 2기업)이 품질이 개선된 제품이나 다른 시장에서 판매할 수 있는 응용 제품을 출시한다면 이윤이 저감하여 투자 유인이 낮아지기 때문에 제 1, 2단계의 전체 기술 개발이 좌절될 수 있음을 지적했다. 제 1 기업은 자신의 제품을 시장에 팔거나, 제 2기업에 특허를 팔거나, 또는 후행 기술을 개발하기 위한 사전적(*ex ante*) 합의를 통하여 이윤을 분할하는 모형을 개발하였다. 제 2단계의 혁신이 제 1기업이 아니라 제 2기업에 의해서 수행될 때 특허 기간을 더 길게 해야 제 1기업을 보호할 수 있다고 주장했다. 또한 제 2기업이 특허를 침해한다면, 제 1기업은 사전

적 합의를 유도하는 것이 이윤을 증진시킬 수 있음을 보이면서, 이 경우에 특허 범위를 넓게(이론상으로 무한대) 할 것을 제시했다. 그러나, 매우 넓은 특허 범위는 제 2기업이 진입하지 못하게 하는 신뢰성있는 위협(제 2기업은 사후적으로 라이선싱을 하여 이윤이 감소하므로)으로 작용하기 때문에 제 2기업으로 하여금 제 2단계에서 혁신으로 인해 발생할 이윤을 서로 (반씩) 분할하는 사전적 협상을 하도록 한다.

이 논문이 두 기업간의 이윤 분할이 특허에 어떤 영향을 미치는지 분석한 것이라면, Scotchmer(1996)는 제 2단계의 혁신 제품이 선행 발명 특허를 침해하는 경우에 두 기업간의 이윤 분할이 어떻게 후행 혁신 제품의 특허에 의해서 영향을 미치는지를 분석한다. 이 논문은 후행 혁신 제품에 대한 특허는 후행 혁신을 위해서는 필요치 않으며, 선행 기술의 특허 보유자는 후행 제품이나 응용이 특허 가능하지 않다면 더 큰 이윤을 얻을 수 있다고 주장한다.

Chang(1995)은 Green and Scotchmer 모형을 보완하는 분석을 하고 있다. 연속적 혁신이 있는 경우에 선행 발명 기업과 후행 발명 기업 사이의 특허 범위를 판정하는 기준을 제시하고 있다. Green and Scotchmer가 제 2 단계에서 제 1기업 또는 제 2기업 둘 중의 하나가 성공하는 것을 가정한데 비해서, 이 논문은 제 1기업이 발명에 성공한 경우에 한해서 제 2기업은 제 2단계에 향상된 제품을 발명하고 특허권을 갖는 모형을 가정한다. 이 논문은 법원은 선행 발명이 비록 가치가 없다 하더라도, 이 발명을 기초로 하여 훨씬 가치가 큰 후행 기술이 출현했다면, 선행 발명에 매우 광범위한 보호를 제공해야 한다고 주장한다. 특허 보호의 범위는 선행 발명 제품의 가치만을 가지고 평가해서는 안되는데 그 이유는 비록 기초 발명의 가치가 미미하다 하더라도, 이보다 훨씬 더 큰 양의 외부성을 통한 후행 기술혁신을 초래할 가능성이 있기 때문이다.

Matutes, Regibeau, and Rockett(1996)는 Green and Scotchmer와 Chang의 논문과 같이 연속적 혁신에서 응용제품이나 후행 혁신에 이용할 수 있는 기초 기술(예, 레이저 기술, TI의 마이크로 칩)이 어떻게 특허법에 의해서 보호되어야 하는지에 분석하고 있다. 특허 보호가 없는 경우에 획기적 기술을 개발한 혁신 기업은 제품을 상업화 하고 모방되기 이전에 그 기술의 응용 제품을 개발하려고 노력하는 것을 볼 수 있다. 그러나, 이러한 응용 제품 출시에 따른 시간 지연으로 응용 제품이 시장에 늦게 출시되고 기술의 전파가 연기되는 결과를 가져오기 때문에 사회적으로 바람직하지 않다. 이 논문은 이러한 시간 지연과 연속적 혁신이 어떻게 두 가지 특

허 제도 (기간보호 제도와 범위보호 제도)에 의해서 영향을 받는지 분석한다. 만약에 특허 기간이 충분히 길면, 기초 기술 발명가는 시간을 가지고 모든 응용제품을 만들 것이며, 특허 기간이 짧아 질수록 특허권 보유자는 더 적은 응용 제품을 시장에 내놓을 것이다. 범위는 기초 기술을 조기에 개방하도록 유인하는 정도로 정의하면서,³⁾ 어떤 보호가 없는 경우나 또는 최적 기간 보호가 있는 경우 보다 최적 추가 범위가 있는 경우에 후생이 더 높아진다. 추가 범위 보호는 기간과 추가 범위 보호의 어떤 다른 조합보다 후생이 더 높다.

O'Donoghue (1998)는 (미국) 특허법과 법원 판례와 연계하여 두 가지 특허 디자인 도구를 개발했다. 특허법은 언제 특허를 부여할지에 대해서 규정하므로 특허 디자인의 한 가지 도구는 특허를 받기 위한 최소 혁신 규모인 특허요건이다. 이는 특허법의 신규성, 효용성, 진보성을 대표한다. 특허법은 어떤 제품이 특허를 침해하는지 규정하므로 다른 특허디자인 도구는 특허 범주이다. 범위는 다양한 용어로 그리고 다양한 정의로 사용되는데, 여기서는 법원이 특허 침해라고 판정하는 일단의 특허 침해 제품군이다. 이 논문은 특허제도가 없는 경우에 기업들이 연구개발에 과소투자 하는데 반해서 특허요건이 부과되면 연구개발 투자와 사회적 후생이 증가하는 것을 보인다.

위에서 소개한 논문들과는 반대로 Merges and Nelson (1994)는 선행 발명에 대한 광범위한 보호는 후행 기술 진보를 저해할 수 있다고 주장했다.⁴⁾ 많은 산업과 기술 분야에서 기술의 진보는 연속적이고 연결된 과정임에도 불구하고 최적 특허 기간이나 최적 특허 범위를 논의하는 이전의 논문들은 연속적 발명의 특징을 고려하지 않았다고 지적했다. 연속적 혁신에 대한 실증적 사례와 특허법과 판례를 중심으로 저자들이 제시한 몇 가지 예는 다음과 같다: 미국에서 경량 휘발유 자동차 엔진을 발명한 Seldon의 특허나 비행기를 발명한 라이트 형제의 특허 등은 상당한 정도 후속 기술 개발을 저지한 반면에, ATT는 자신들이 발명한 트랜지스터를 다른 기업들이 혁신할 수 있도록 매우 낮은 특허료를 부과한 사례 등을 들었다.

Heller and Eisenberg (1998)도 Merges and Nelson (1994)처럼 경제학적 모형을

3) 범위 (scope)는 일반적으로 신규성 (novelty)으로 정의할 수 있지만 저자마다 다 다르다. 예를 들어 Green and Scotchmer (1995)는 품질의 향상 정도로 정의하여 모형에 이용하였다.

4) Merges and Nelson (1990)은 사례연구를 통해서 법원은 선행 발명의 가치가 후행 발명의 가치보다 상대적으로 더 적은 경우에 특허 침해를 인정하지 말 것을 제안하고 있다.

이용하지 않고 사례 연구라는 같은 방법론을 이용하여 선행발명에 대한 과도한 특허 보호는 후행 발명을 저해할 수 있다고 주장한다. 과거에 의생명과학 분야에서 연구(논문) 결과들은 공공재로 이용되었으나 미국 정부는 사적 영역이라 할 수 있는 특허제를 도입하였다. 어떤 한 가지 결과(약품이나 치료기술)를 얻기 위해서는 그 이전에 나온 세분화된 여러 연구를 집약하여야 가능한데, 각 세분화된 연구에 대한 특허로 인해서 한 가지 결과를 도출하기가 용이하지 않는 현상이 나타나고 있다. 즉, 여러 세분화된 연구 결과를 집약하여 사회에 유익한 결과를 얻기가 어려운 모순이 발생하는데, 이를 공유지의 비극(the tragedy of commons)에 대칭되는 개념으로 ‘반공유지의 비극’(the tragedy of anti-commons)이라고 했다. 반 공유지의 비극을 줄이기 위해서는 상류 기업(연구소, 대학교)의 특허를 유사한 범주로 묶어서 하류 기업의 제품 개발을 제약하는 라이선싱을 최소화할 것을 제안하고 있다.

Denicolò(2000)는 2 단계 특허 경쟁을 이용하여 세 가지 특허 체제에서 선행 발명에 대한 보호 효과를 분석했다. 특허 제도는 특허의 요건으로 출원발명이 신규성(non-obviousness)과 진보성(leading breath)을 보유해야 하는데 이 두 가지 요건은 특허가능성과 침해 여부를 결정하므로 이에 따라서 세 가지 특허 체제를 상정했다: 1) 제 2 단계에서 특허가 불가능하고 특허를 침해하는 체제(UI), 2) 제 2단계에서 특허가 가능하고 특허를 침해하는 체제(PI), 3) 제 2단계에서 특허가 가능하고 특허를 침해하지 않는 체제(PN). Denicolò는 Loury의 모형을 따라서 연구개발 비용은 고정비용만 고려하고, 위험 함수는 선형을 가정한다. 주요 결과는 다음과 같다. 제 1단계(2단계) 연구개발 투자는 선행 발명 보호 정도에 증가(감소) 함수이다. 제 2단계의 후행 발명의 비전유적(non-appropriable) 가치가 제 1단계의 혁신보다 크다면, 선행 혁신에 대한 보호를 줄일 것과, 그 반대의 경우에는 선행 혁신에 대한 사적인 투자가 증가할 것이므로 선행 혁신에 지대를 이전하는 것은 덜 매력적이라고 주장했다. 즉, 제 1단계의 혁신이 명백할수록 선행 기술에 대한 보호는 바람직하지 않음을 보이고 있다.

Bessen and Maskin(2009)는 혁신이 연속적이며 보완적인 경우에 기업의 연구개발 결정을 분석했다.⁵⁾ 산업에는 사전적으로 동질의 두 개의 기업이 존재하며, 발명에 대한 보상은 일정한 액수로서 모두에게 알려진 확률 분포를 가진다. 연구개발

5) 보완적인 혁신이란 한 기업이 어떤 혁신 목표를 추구하여 성공할 확률보다 여러 기업들이 이와 동일한 기술 목표를 추구할 때 이 중에서 어떤 기업의 성공 가능성이 더 높아지는 경우이다.

비용에 대한 정보는 사적이다. 혁신이 연속적이지 않은 정태적 분석에서 세 가지 체제(사회계획가(social planner), 특허체제, 특허가 없는 체제⁶⁾)의 균형에 따르면 특허가 없는 체제에서 균형 연구개발 투자는 과소투자되며, 특허가 허용되는 체제에서는 그 반대로 과잉투자가 발생하는 결과를 보인다. 이는 Loury와 Dasgupta and Stiglitz (1980)와 기본적으로 동일하다. 혁신이 연속적인⁷⁾ 동태적 분석의 경우에 특허가 없는 체제에서 연구개발 투자는 과소투자가 발생하며, 특허가 있는 체제에서 사회적 후생과 개별 이윤은 체제특허가 없는 체제에서보다 각각 더 높다. 또 다른 중요한 결과는 특허 보호가 있던 없던 상관없이 경쟁자와 모방을 허용하면 개별 기업의 이윤은 증가하고, 미래 혁신 가능성은 증진한다는 것이다. 이는 ‘경쟁이 시장을 확장한다’는 말을 뒷받침하는 것이다.

혁신의 타이밍에 대한 연구 분야의 하나는 확률적 경쟁모형으로서 본 논문은 Lee and Wilde를 이용한다. 이와 같은 분석 방법을 이용한 Loury를 먼저 소개한다. Loury는 Sherer (1967)와 Kamien and Schwartz (1976)의 모형을 응용하여 시장과 기술의 불확실성 하에서 각 기업의 균형 연구개발 투자를 도출하였다. Loury는 복수의 기업들이 매 기간 일정한 보상을 얻기 위해서 경쟁하고 가장 먼저 발명(혁신)에 성공한 기업만이 그 보상을 차지하고 나머지 기업들은 연구개발 투자 비용 조차 없는 Sherer의 비협조적 게임 모형하의 시장 불확실성을 이용하였다. Kamien and Schwartz는 혁신의 도입을 고려하는 한 기업의 최적 타이밍 결정에서 연구개발 투자에 따른 기술 불확실성을 위해서 일반적인 확률분포함수를 소개하였으나, Loury는 더 구체적으로 다음과 같이 지수분포 함수를 가정하였다. 먼저, 발명에 성공하는 시점은 연구개발 투자에 확률적으로 연계되어 있다고 가정한다.⁸⁾ Loury는 각 기업이 초기에 연구개발 비용을 지출하여 발명 성공 시기를 구입한다고 가정하였으므로 이 모형에서 연구개발 지출은 고정비용으로 간주된다. 균형은 다른 모든 기업의 연구개발 투자 전략이 주어졌다는 가정하에 각 기업의 투자결정이 기대 할인 이윤을 극대화할 때 얻을 수 있다. 이 논문의 주요 결과는 다음과 같다. 기업 수가 증가하면, 기업의 균형 연구개발 투자는 감소한다. 장기 산업 균형은 연구개발 기술에 ‘초과 용량’을 가져오며, 주어진 정해진 시장구조 하에서 개별기업은 과잉투자

6) 특허가 없는 체제란 한 기업의 발명에 대해서 다른 기업의 모방이 허용되는 체제를 말한다.

7) 이 논문은 혁신이 무한대로 연속적이라 가정한다.

8) 이 가정에 대한 자세한 수학적 표시는 Loury (1979) 참조.

를 하게 된다.

Lee and Wilde는 연구개발 수행 초기에 지출한 비용은 고정비용뿐이라고 가정하고 Loury의 모형을 비판하면서 확률 변수인 발명 성공 시기를 구입하기 위해서는 고정 비용을 지불하는 동시에 매기에 가변비용(flow cost)이 발생한다고 가정했다. 이 가변비용은 해당 기업이나 다른 기업 중 하나가 혁신을 성공할 때까지 지불할 것이라고 가정했다. 따라서, Loury모형의 고정비용은 연구개발을 위한 실험실 등의 ‘규모’를, Lee and Wilde의 모형에서 가변비용은 연구개발 집중도를 나타낸다고 볼 수 있다. 두 모형에서 성공 시기에 대한 확률은 모두 지수분포를 따른다. Lee and Wilde 모형의 기대 이윤은 제Ⅲ장에서 조금 더 자세히 볼 수 있다. Lee and Wilde의 일부 결과(기업 수가 증가한다면 기업의 균형 투자(율)는 증가)는 Loury와는 반대인데 이는 연구개발 비용 구조에서 가변비용을 추가했기 때문이다.

Reinganum(1989)에 따르면 두 결과는 직접적으로 상충되지 않지만, Lee and Wilde 모형의 총 투자와 Loury 모형의 총 투자를 비교하는 것이 중요하다고 주장했다. 어느 것이 더 큰지에 대한 일반적인 결과는 존재하지 않지만, 총투자는 기업 수에 따라서 감소하는 예가 있을 수 있으므로, 두 모형의 결과는 일관성이 있다고 평가하고 있다.

Ⅲ. 기본 모형

본 논문에서 이용하는 ‘혁신의 도입 시점’에 대한 모형은 Loury, Lee and Wilde, 그리고 Reinganum(1989)의 이론에 기초한다. 우리는 n 개의 경쟁 기업이 첫 번째 발명자가 되기 위해서 경쟁하며, 첫 번째 발명 기업만이 V_i ($i = 1, 2, \dots, n$; 단계)의 보수(여기서 $V_i = \frac{v_i}{r}$; v_i 는 보수 흐름(a flow of payoff), r 은 이자율)를 받으며, 나머지 기업들은 보수를 얻지 못하여 연구개발 투자를 모두 상실하게 된다고 가정한다. 특히 기간은 무한대로 가정한다. i 단계에서 한 기업의 연구개발 투자는 y_i , 다른 모든 기업(j)의 투자는 x_{ij} ($j = 1, \dots, n-1$)라 하자. $h(z)$ ($z = y_i$, 또는 $z = x_{ij}$)는 위험 함수로서 연구 개발 노력이 이용 가능한 새로운 발명을 할 수 있는 확률이다.⁹⁾ 연구개발 투자에 대한 (기대) 수입은 다음과 같다.

9) 시간 t 에 어떤 기업이 발명에 성공할 확률은 $\Pr(\tau \leq t) = 1 - e^{-h(x)t}$ 이며, 여기서 $h(x)$ 는

$$EB = \int_0^{\infty} V_i e^{-rt} h(y_i) \exp\{-(H(X_i) + h(y_i))t\} dt = \frac{V_i h(y_i)}{r + H(X_i) + h(y_i)},$$
 여기서 $H(X_i) = \sum_{j=1}^{n-1} h(x_{ij})$ 는 i 단계의 다른 모든 기업의 위험 함수의 합, $V_i e^{-rt} h(y_i)$ 는 V_i 의 기대값에 대한 현재가치이며, 이의 실현가능성은 해당 기업이 처음으로 발명하기 때문이므로 $\exp\{-(H(X_i) + h(y_i))t\}$ 를 곱한다.

Denicolò는 Loury와 Dasgupta and Stiglitz를 따라서 $t=0$ 에 y_i (또는 x_{ij})의 연구개발 투자를 지출하여 발명 시간($\tau(y_i)$)을 구입한다고 가정하였으나, 본 논문은 Lee and Wilde를 따라서 연구개발 투자 시 기업은 고정 비용 F 와 가변비용 y_i 를 지불하여 발명 시간을 구입한다고 가정한다. 이에 따라서 (기대) 비용함수는 다음과 같다.¹⁰⁾

$$EC = \int_0^{\infty} y_i e^{-rt} \exp\{-(H(X_i) + h(y_i))t\} dt + F = \frac{y_i}{r + H(X_i) + h(y_i)} + F.$$
 여기서 EB 와 다르게 $h(y_i)$ 를 곱하지 않은 이유는 혁신 성공 확률 ($h(y_i)$)과 상관없이 연구개발 비용 y_i 를 지출하기 때문이다. 다른 기업들의 경우는 $EC = \frac{x_{ij}}{r + H(X_{-i}) + h(x_{ij})} + F$ 이다. (여기서 $H(X_{-i}) = h(y_i) + \sum_{k \neq j}^{n-1} h(x_{ik})$ 이다). (기대) 이윤($= EB - EC$)은 다음과 같다: $\pi_i = \frac{V_i h(y_i) - y_i}{r + H(X_i) + h(y_i)} - F$ (y_i 를 투자하는 기업), 또는 $\pi_i = \frac{V_i h(x_{ij}) - x_{ij}}{r + H(X_{-i}) + h(x_{ij})} - F$ (x_{ij} 를 투자하는 다른 모든 기업). 한 기업이 다른 기업에게 일정액의 특허료(royalty) (α)를 지급한다면 이 기업의 수입은 $\frac{\alpha h(y_i)}{r + H(X_i) + h(y_i)}$ 만큼 감소하며, 특허 수입이 있는 기업의 수입은 $\frac{\alpha H(X_i)}{r + H(X_i) + h(y_i)}$ 만큼 증가한다.

본 논문은 $h(y_i) = \sqrt{y_i}$ 와 $H(X_i) = \sum_{j=1}^{n-1} \sqrt{x_{ij}}$ 를 상정하며, $\alpha < F < V_i - 2F < V_i$ 를 가정한다. 즉, 특허료(α)는 고정비용(F)보다 적고, 각 단계의 보수(V_i)는 고정비용의 3배보다 크다 ($F < V_i - 2F \rightarrow 3F < V_i$)고 가정한다. 발명에

시간에 대해 일정하고 순간적인(a constant and instantaneous) 확률이며, τ 는 발명시간이다 (Reinganum, 1983, 1989).

10) EC 와 EB 계산에서 시간을 영에서 무한대까지 하는 이유는 이 분야의 논문들은 연구개발 투자 이후 수익이 이루어질 때까지 시차가 없다고 가정하기 때문이다.

성공한 기업이 얻는 보수는 모두 같으며, (각 단계의 보수는 반드시 동일하지 않음)
모든 단계에 고정비용은 모든 기업에 동일하다.

IV. 특허 체제와 특허 경쟁

본 논문은 하부게임 완전 내쉬 균형을 구하기 위해서 역행귀납법을 이용한다. 따라서, 제 2단계 특허 경쟁의 균형을 먼저 도출하고, 제 1단계 균형을 나중에 고려한다.

1. 제 2단계 특허 경쟁

1) 모든 기업의 특허불침해 체제

모든 기업의 특허불침해 체제는 제 2단계에 자유 진입하는 기업들이 제 1 단계의 발명 특허를 침해하지 않는 새로운 발명을 성공한 경우에 자신의 발명을 이용하여 경쟁하는 특허 체제이다. 어떤 대표 기업의 연구 개발 투자를 y_2 라 하고, 다른 개별 기업 j ($j = 1, 2, \dots, n-1$)의 투자를 x_{2j} 라 하면 대표 기업의 이윤은 다음과 같다.¹¹⁾

$$\pi_{2y} = \frac{V_2 \sqrt{y_2 - y_2}}{A} - F, \text{ 여기서 } A \equiv r + \sqrt{y_2} + H(X_2). \quad (1)$$

이 기업의 연구개발 투자는 1) (영의 이윤 조건식) 자유진입으로 인해서 영의 이윤을 얻는 조건과, 2) (이윤극대화 조건) 연구개발 투자에 대한 이윤극대화에 의해서 결정된다. 영의 이윤($\pi_{2y} = 0$)은 다음과 같이 표현할 수 있다: $A = (V_2 \sqrt{y_2 - y_2})/F$. 이윤 극대화에 따른 FOC는 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_{2y}}{\partial y_2} = \frac{(V_2 - 2\sqrt{y_2})A - (V_2 \sqrt{y_2 - y_2})}{2\sqrt{y_2} A^2} = 0. \quad (2)$$

11) 대칭적 내쉬 균형을 고려하므로 사실은 어느 기업(y_2 또는 x_{2j} 투자)을 고려해도 무방하다.

대칭적 내쉬 균형($x_{2j} = x_2 = y_2$, $j = 1, \dots, n-1$)을 가정하고, $A = (V_2 \sqrt{y_2} - y_2)/F$ 를 대입하면 균형 투자($y_2^{NF} = x_2^{NF}$)는 다음과 같다.¹²⁾

$$y_2^{NF} = x_2^{NF} = \frac{(V_2 - F)^2}{4}. \quad (3)$$

시장에서 활동중인 기업의 수는 식 (3)을 영의 이윤 조건식($\pi_{2y} = 0$)에 대입하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$n_2^{NF} = \frac{(V_2 - F)(V_2 + F) - 4rF}{2F(V_2 - F)}. \quad (4)$$

산업의 연구개발 투자지출(I_2^{NF})은 다음과 같다.

$$I_2^{NF} = n_2^{NF} y_2^{NF} = \left(\frac{(V_2 - F)(V_2 + F) - 4rF}{8F} \right) (V_2 - F). \quad (5)$$

Lee and Wilde가 제시한 바와 같이 H 를 경쟁도(degree of rivalry)로 해석한다면 경쟁도가 증가될수록 개별기업의 연구 개발 투자는 더 심화 된다는 것을 알 수 있다 ($\frac{dy_2}{dH} > 0$).

2) 모든 기업의 특허침해 체제

이 체제는 제 2단계에서 성공한 기업들의 발명이 제 1단계에 발명에 성공한 기업의 특허를 침해하며, 동시에 제 1단계에서 발명에 성공한 기업은 제 2단계에 성공한 기업의 특허를 이용해야 제 2단계 연구개발을 수행할 수 있는 체제로서 모든 기업이 서로의 특허를 침해하는 체제이다. 기술 개발에 성공한 기업들은 경쟁자가 연구개발을 수행하는 것을 저지할 수도 있기 때문에, 연구개발 수행을 위해서는 상대

12) 상점자는 각 체제에서의 최적을 상징하며, NF는 모든 기업의 특허불침해 체제, IN은 모든 기업의 특허침해 체제, 그리고 ST는 중소기업의 특허침해 체제를 나타낸다.

방의 특허를 이용해야 한다. 제 1단계에 성공한 기업은 제 2단계의 연구개발 수행 기업으로부터 특허료를 받으며, 동시에 제 2단계에서 혁신에 성공한 기업은 제 1단계에서 혁신에 성공한 기업으로부터 특허료를 받는다고 가정한다.

제 1단계에서 혁신에 성공한 기업(이를 K 기업)의 연구개발 투자를 y_2 라 하고, 2단계에 성공한 기업(j 기업)들의 투자를 $x_{2j}(j = 1, \dots, n-1)$ 라 하고, 연구 개발에 성공한 기업은 다른 모든 기업으로부터 α 의 특허료를 받는다. 따라서 α 는 연속적 혁신의 과정에서 특허 발명에 대한 선행 기술을 보호하는 정도를 나타낸다고 해석할 수 있다. 여기서는 K 기업을 대표기업으로 하여 분석을 한다.¹³⁾

제 2단계에서는 K 기업을 포함하여 자유진입이 허용되므로 특허료를 지불한 K 기업의 사전적(*ex ante*) 이윤은 다음과 같이 영이 된다.

$$\pi_{2K} = \frac{(V_2 - \alpha)\sqrt{y_2} - y_2}{A} - F = 0. \quad (6)$$

제 2 단계에서 다른 모든 기업으로 특허료를 받으므로 K 기업의 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{2K} = \frac{V_2\sqrt{y_2} + \alpha H(X_2) - y_2}{A} - F. \quad (7)$$

이윤극대화에 따라서 한계이윤은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_{2K}}{\partial y_2} = \frac{1}{2\sqrt{y_2}A^2} \{ (V_2 - 2\sqrt{y_2})A - (V_2\sqrt{y_2} + \alpha H(X_2) - y_2) \}. \quad (8)$$

대칭적 내쉬 균형 (즉, $x_{2j} = x_2 = y_2$ 와 $H(X_2) = (n-1)\sqrt{y_2}$)과 영의 이윤 조건식(식 (6))을 한계 이윤(식 (8))에 대입하여 정리하면 다음과 같이 이윤극대화를 위한 FOC를 구할 수 있다.

13) 이 특허체제에서 K 기업은 다른 기업들과 동질적이므로, j 기업을 분석하는 것과 동일하다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_{2K}}{\partial y_2} = & \frac{1}{2\sqrt{y_2} A^2 F} \{ (2y_2 - (3V_2 - F)\sqrt{y_2} + V_2(V_2 - F))\sqrt{y_2} \\ & - \alpha(-3y_2 + (2V_2 - \alpha - F)\sqrt{y_2} - Fr) \} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

상기 FOC는 $\alpha = 0$ 에서 모든 기업의 특허불침해 체제의 FOC와 동일하다는 것을 알 수 있다. 이 식은 $\sqrt{y_2}$ 에 대해서 3차 방정식이므로 y_2 에 대한 해를 도출하기 어려운 형태이기 때문에 여기서는 보고를 하지 않는다. 그러나, 이윤함수는 연구개발 투자 변수(y_2)에 대해서 오목하므로 연구개발 투자에 대한 내부해가 존재하며 이를 y_2^{IN} 라 한다.¹⁴⁾ 이를 영의 이윤 조건식(식 (6))에 대입하면 이 산업에 참여하는 기업의 최적 숫자를 얻을 수 있으며, n_2^{IN} 라 한다. 비록 y_2^{IN} 과 n_2^{IN} 의 복잡성으로 인해서 명시적인 형태를 보고할 수는 없으나, 식 (9)를 이용하여 선행 기술의 보호 정도(α)의 변화에 따른 y_2^{IN} 과 n_2^{IN} 에 대한 효과를 분석할 수 있다. 이 특허 체제에서 산업 연구개발 투자(I_2^{IN})와 최대화된 이윤(식 (7))은 각각 다음과 같이 표시한다:

$$I_2^{IN} = n_2^{IN} y_2^{IN} = I_2^{IN}(\alpha). \quad (10)$$

$$\pi_2^{IN} = \pi_{2K}(y_2^{IN}(\alpha), n_2^{IN}(\alpha), \alpha). \quad (11)$$

명제 1: 선행 발명 특허에 대한 보호수준(α)을 증가시키면, 제 2단계의 개별 기업의 연구개발 투자(y_2^{IN})와 최적 기업 숫자(n_2^{IN})는 감소하나, 개별기업의 이윤(π_2^{IN})은 증가한다.

증명: 부록 A.

선행 발명에 대한 보호 수준(α)의 증가로 개별 기업의 연구개발 투자(y_2^{IN})가 감소하는 것은 보호 수준의 증가가 개별 기업의 한계 이윤을 감소시키기 때문이다. 기업 숫자는 사전적 이윤이 영인 이윤 조건식에서 결정되는데, 이 식에서 α 의 변화로 인한 기업 수는 연구개발 투자의 변화에 달려 있으므로, 기업 숫자는 감소하게

14) 시뮬레이션을 통하여 내부해의 존재를 보인 경희대학교 경제학과 전택승교수에게 감사 드린다.

된다. 개별 기업의 이윤은 α 의 변화로 직접적인 영향과 간접적인 영향을 받는다. α 의 증가는 다른 기업으로부터 특허료 수입의 증가를 가져와서 직접적으로 이윤의 증가에 영향을 미친다. α 의 증가는 y_2^{IN} 와 n_2^{IN} 을 감소시키는데, 이들의 감소는 각각 경쟁 기업의 경쟁도를 감소시키므로 간접적으로 이윤에 양의 효과를 가져온다. 결과적으로 제 2 단계에서 선행 발명 특허에 대한 보호수준의 증가는 이윤을 증가시키는 효과를 가져온다.

3) 추종기업의 특허침해 체제

우리는 어떤 기업이 제 1단계에 연구 개발한 발명(품)의 응용범위가 넓은 기초 기술(획기적인 이론 또는 기술)이거나, 다른 유망한 응용 제품을 생산하는데 광범위하게 이용할 수 있는 발명인 경우에, 제 1단계에 연구 개발에 성공한 기업의 특허의 범위를 매우 넓게 지정하는 특허 체제를 고려할 수 있다. 즉, 서론에서 소개한 TI의 예에서와 같이 제 2 단계에 진입하여 이 기초 기술을 응용하여 새로운 발명에 성공한 다른 기업(들)의 모든 발명은 제 1단계의 특허 발명을 침해하는 특허 체제로 이를 추종기업의 특허침해 체제라 부른다. 그러나, 정부는¹⁵⁾ 제 1단계에서 발명에 성공한 기업이 제 2단계에서 다른 기업들의 발명을 이용할 경우에 제 1단계에 성공한 기업들의 특허가 광범위하기 때문에 제 2단계에서 성공한 기업들의 특허를 침해하지 않는 것으로 유권해석을 내릴 수 있다. 이 특허 체제에서는 제 2단계에 진입하여 발명에 성공하는 다른 모든 기업은 제 1단계의 기업에게 특허료를 지불해야 하나, 제 1단계의 선행기술을 보유한 기업은 특허료를 지불할 필요가 없다. 이 경우에 제 1단계의 기업을 연구개발 선도기업, 제 2단계에 진입한 기업을 연구개발 추종기업이라 부를 수 있으며, 스택클버그(Stackelberg) 선도자-추종자 모형을 이용하여 연구개발 투자 균형을 구할 수 있다. 이 모형에서 선도기업은 추종기업(들)의 행동을 알고 있다고 가정하므로 추종기업의 이윤극대화로부터 반응함수를 먼저 도출한다. 추종기업 $j(j = 1, 2, \dots, n-1)$ 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{2j} = \frac{(V_2 - \alpha)\sqrt{x_{2j} - x_{2j}} - F}{A} \quad (12)$$

15) 우리나라에서 특허 효력범위 분쟁 등은 특허심판원, 특허 침해 금지 및 손해배상 등은 일반 법원 등에서 결정하므로 여기서 정부란 이 두 기관을 말한다.

추종기업의 이윤극대화는 다음의 두 가지 조건을 충족하여 결정된다. 첫째로, 자유진입을 허용하기 때문에 사전적(ex ante)으로 이윤은 영이다. 대칭적인 내쉬 균형을 위해서 모든 추종기업들이 동일하다고 가정하면, $x_{2j} = x_2$ 과 $H(X_2) = (n-1)\sqrt{x_2}$ 가 되며 영의 이윤식을 $A = \frac{(V_2 - \alpha)\sqrt{x_2} - x_2}{F}$ 로 전환할 수 있다. 추종기업의 이윤극대화를 위한 두 번째 조건은 각각의 추종기업이 위의 이윤을 극대화하는 것으로 한계 이윤($\frac{\partial \pi_{2j}}{\partial x_{2j}}$)에 영의 이윤식을 대입하면 FOC는 다음과 같다.

$$\frac{\partial \pi_{2j}}{\partial x_{2j}} = \frac{(V_2 - \alpha - F - 2\sqrt{x_2})((V_2 - \alpha)\sqrt{x_2} - x_2)}{2\sqrt{x_2}AF} = 0. \quad (13)$$

식 (13)에서 $(V_2 - \alpha)\sqrt{x_2} - x_2 > 0$ 이어야 하므로, 추종기업의 균형 연구개발 투자는 다음과 같다.

$$x_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha - F)^2}{4}. \quad (14)$$

이 균형 연구개발 투자로부터 알 수 있는 것은 추종기업의 연구개발 투자(x_2)는 일반적으로 스택클버그 모형에서 나타나는 결과와는 다르게 선도기업의 연구개발 투자(y_2)에 의존하지 않는다. 그러나, $A = \frac{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F)}{4F}$ (=상수)에서 $A = r + \sqrt{y_2} + (n-1)h(x_2^{ST})$ 이므로 추종기업의 수($n-1$)는 선도기업의 투자(y_2)에 영향을 받는다. 이 식으로부터 선도기업의 위험(hazard)은 추종기업의 집합적 위험함수($= H(X_2)$)와 기울기가 -1임을 알 수 있으며, 이는 선도기업의 연구개발 투자가 증가한다면, 추종기업의 집합적 위험은 선도기업의 위험의 증가분만큼 감소한다는 것을 말한다.

선도기업의 이윤은 $\pi_{2L} = \frac{V_2\sqrt{y_2} + \alpha H(X_2) - y_2}{A} - F$ 이며, $H(X_2) = A_2 - r - \sqrt{y_2}$ 와 $A =$ 상수를 대입하면, 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{2L} = \frac{V_2 \sqrt{y_2} + \alpha(A_2 - r - \sqrt{y_2}) - y_2}{A_2} - F. \quad (15)$$

이에 따른 FOC에서 제 2단계 선도기업의 최적 연구개발 투자는 다음과 같다.

$$y_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha)^2}{4}. \quad (16)$$

시장에서 활동중인 추종기업의 숫자는 추종기업의 영의 이윤 조건에 선도기업과 추종기업의 최적 투자를 대입하여 다음과 같이 결정한다.

$$n_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F) - 2F(F + 2r)}{2F(V_2 - \alpha - F)}, \quad (17)$$

산업의 연구개발 투자(I_2^{ST})는 다음과 같다:

$$\begin{aligned} I_2^{ST} &= y_2^{ST} + (n_2^{ST} - 1)x_2^{ST} \\ &= \frac{(V_2 - \alpha)^2}{4} + \frac{(V_2 - \alpha - F)\{(V_2 - \alpha - F)^2 - 2F(F + 2r)\}}{8F}. \end{aligned} \quad (18)$$

제 2단계의 선도기업의 최대화된 이윤은 다음과 같이 표현된다.

$$\pi_{2L}^{ST} = \frac{F^3 + \alpha\{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F) - 4Fr\}}{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F)}. \quad (19)$$

한편, $H(X_2^{ST}) = (n_2^{ST} - 1)\sqrt{x_2^{ST}} = \frac{(V_2 - \alpha - F)^2 - 2F(F + 2r)}{4F}$ 이므로, $\frac{dH}{d\alpha} < 0$ 임을 알 수 있다. 즉, 이전 단계의 발명을 보호하는 정도가 증가하면, 추종기업들의 경쟁 정도는 감소함을 알 수 있다.

명제 2:

1) 혁신에 성공한 기업을 보호하는 수준(α)이 증가하면, 추종기업과 선도기업의

연구개발 투자는 감소한다.

2) α 가 증가하면 추종기업의 숫자는 감소한다.

3) α 가 증가하면, 추종기업의 이윤은 영으로 일정하나, 선도기업의 이윤은 증가한다.

증명: 부록 B.

제 1단계에서 성공한 발명을 보호하기 위하여 α 가 증가하면, 이는 추종기업의 기대 수입을 감소시키며 혁신의 성공 가능성을 낮추는 요인이 되어, 연구개발 투자 집약도를 감소하게 된다. 추종기업의 연구개발 투자의 감소는 선도기업의 성공 가능성을 높여 주므로, 선도기업은 연구개발 투자를 감소시킨다. α 의 증가로 인한 추종기업 수의 감소는 앞의 모든 기업의 특허침해 체제에서의 설명과 동일하다. α 의 증가로 인한 선도기업의 이윤의 증가는 앞의 모든 기업의 특허침해 체제와 동일하나, 그 과정이 다르다. 즉, 여기에서 α 의 증가는 모든 기업의 특허침해 체제에서처럼 간접적인 효과는 없으며¹⁶⁾ 양의 직접적인 효과만이 존재한다. 양의 직접적인 효과는 두 가지로 구분할 수 있는데, α 의 변화로 인한 H 의 변화와 A 의 변화에 의한 효과이다.

관심있는 독자들을 위해서 Denicolò에서 소개한 UI체제(제 2단계의 발명이 특허 불가능하고 기존 특허를 침해하는 특허체제로서, 실제로 제 1단계에 발명한 기업만이 제 2단계에 투자 유인을 가지는 독점 체제)를 본 모형에 적용하여 최적 연구개발 투자 수준과 이윤을 도출한다. 이 결과는 본 논문의 다른 결과와 비교하지는 않는다.¹⁷⁾

UI체제에서 제 2단계의 독점기업의 이윤은 다음과 같다. $\pi_{2m} = \frac{V_2 \sqrt{y_2} - y_2}{r + \sqrt{y_2}} - F$.

이 이윤함수의 FOC를 통해서 다음과 같이 최적 연구개발을 얻을 수 있다.

$y_2^{UI} = r(2r + V_2 - 2\sqrt{r^2 + V_2 r})$. 극대화된 이윤은 다음과 같다: $\pi_{2m}^{UI} = 2r + V_2$

16) 모든 기업의 특허침해 체제에서 간접적인 효과는 $A = r + n\sqrt{y_2}$ 에서 n 과 y_2 로부터 발생하는데, 추종기업의 특허침해 체제에서 A 는 상수이므로 이와 같이 간접적인 효과가 발생하지 않는다. 그러나, 추종기업의 특허침해 체제의 π_{2L}^{ST} 은 α 의 함수이므로 이로 인한 직접적인 영향을 미친다.

17) 익명의 심사위원은 제 1단계 혁신 기업이 특허를 통해 혁신 기술을 공표하는 대신에 비밀전략(secretcy)을 선택할 가능성을 들어 UI체제의 유용성을 지적했다. 그러나, 본 논문은 각 단계에서 수많은 기업이 발명을 위한 경쟁을 하는 체제를 고려하므로 어떤 영업비밀(trade secret)도 다른 기업에 의해서 밝혀질 가능성이 높고 다른 기업이 특허를 출원할 수도 있으므로, 비밀전략에 대해서 심도 있는 분석을 하지 않는다.

$$-2\sqrt{r^2 + V_2 r} - F.$$

2. 제 1단계 특허 경쟁¹⁸⁾

제 1 단계에서 각 기업은 하부게임 완전균형을 고려하기 때문에 제 1단계의 보수 (V_1) 뿐 만 아니라, 제 2단계에서 얻을 수 있는 이윤을 합산하여 이윤 극대화 연구개발 투자를 결정한다. 제 1단계에서 자유 진입을 가정하므로 세 가지 특허 체제하에서 모든 기업(선도기업 제외)의 이윤은 영이 된다. 즉, 선도 기업을 제외하고 모든 개별 기업의 연구개발 투자는 영의 이윤 조건과 이윤극대화를 만족해야 한다. 제 1단계에서 모든 기업들의 연구개발은 처음 시작하는 것이므로 특허료 α 가 존재하지 않는다. 그럼에도 불구하고 제 2단계의 이윤이 양인 경우에는 α 에 영향을 받는 제 2단계의 이윤이 제 1단계에 반영되기 때문에 제 1단계의 이윤과 균형 연구개발 투자, 기업 숫자 등은 선행 발명의 보호수준에 영향을 받는다.

1) 모든 기업의 특허불침해 체제

이 특허 체제에서 제 2단계의 모든 기업의 이윤이 영이므로 제 1단계에서 혁신의 성공에 따른 보수는 단순히 V_1 이다. 제 1단계의 어떤 기업 (이 기업의 연구개발 투자 변수를 y_1 라고 한다.)의 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{1y} = \frac{V_1 \sqrt{y_1} - y_1}{A_1} - F, \text{ 여기서 } A_1 = r + \sqrt{y_1} + H(X_1).$$

이 기업은 자유진입으로 인해서 영의 이윤($\pi_{1y} = 0$)을 달성하는 동시에, 이윤극대화 연구개발 투자를 달성한다. 대칭적 내쉬 균형을 가정하면 이윤극대화 균형 투자는 다음과 같다.

$$y_1^{NF} = x_1^{NF} = \frac{(V_1 - F)^2}{4}. \quad (20)$$

18) 이 장은 제Ⅳ장 1절과 유사하기 때문에 최적 값의 도출 과정을 단순화하고 설명을 최소화한다.

이 시장에서 활동중인 기업의 수는 영의 이윤 식에서 다음과 같이 구할 수 있다.

$$n_1^{NF} = \frac{(V_1 - F)(V_1 + F) - 4rF}{2F(V_1 - F)}. \quad (21)$$

산업의 연구개발 투자(I_1^{NF})는 다음과 같다:

$$I_1^{NF} = n_1^{NF} y_1^{NF} = \left(\frac{(V_1 - F)(V_1 + F) - 4rF}{8F} \right) (V_1 - F). \quad (22)$$

이 특허 체제에서 제 1단계의 이윤은 제 2단계와 마찬가지로 영($\pi_1^{NF} = 0$)이며, 제 1단계와 2단계의 보수가 동일(즉, $V_1 = V_2$)하다면, 연구개발 투자와 기업 숫자는 각 단계에서 동일하다. 이 특허 체제에서는 어떤 단계이던 α 에 영향을 받지 않는다.

2) 모든 기업의 특허침해 체제

이 특허 체제에서 제 1단계의 기업 K 의 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{1K} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN})\sqrt{y_1} - y_1}{A_1} - F, \text{ 여기서 } \pi_2^{IN} \text{은 식 (11) 임.} \quad (23)$$

자유진입의 허용으로 이윤은 영($\pi_{1K} = 0$)이 되어, $A_1 = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN})\sqrt{y_1} - y_1}{F}$ 이 성립하며, 우리는 대칭적 내쉬 균형에 관심이 있으므로 $x_{1j} = y_1 (j = 1 \dots n-1)$ 을 가정한다. 따라서 $A_1 = r + n\sqrt{y_1}$ 이다. 이윤극대화 FOC에 영의 이윤식을 대입하면 다음과 같이 최적 연구개발을 구할 수 있다.

$$y_1^{IN} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)^2}{4}. \quad (24)$$

기업의 숫자는 식 (24)를 영의 이윤식에 대입하여 구한다. 따라서 최적 기업 규

모는 다음과 같다.

$$n_1^{IN} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)(V_1 + \pi_2^{IN} + F) - 4Fr}{2F(V_1 + \pi_2^{IN} - F)}. \quad (25)$$

산업의 연구개발 투자(I_1^{IN})는 다음과 같다:

$$I_1^{IN} = n_1^{IN} y_1^{IN} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)(V_1 + \pi_2^{IN} + F) - 4Fr}{8F} (V_1 + \pi_2^{IN} - F). \quad (26)$$

명제 3: α 가 증가하면, 모든 기업의 특허침해 체제의 기업 연구개발 투자와 기업 수는 증가한다: $\frac{dy_1^{IN}}{d\alpha} > 0$; $\frac{dn_1^{IN}}{d\alpha} > 0$.

증명: 생략함.

제 1단계에서 α 의 증가로 투자가 증가(명제 3) 하는 것과 제 2단계에서 α 의 증가로 투자가 감소(명제 1) 하는 것은 직관적으로 명백하다. 제 1단계에 연구개발 경쟁에 참여하는 기업의 입장에서 제 1단계에 발명에 성공하면, 비록 제 1단계의 이윤은 영이 되지만 제 2단계에서 자신의 발명을 보호받는 특허 수입으로 인해서 양의 이윤을 기대할 수가 있고, 이윤은 α 의 증가함수이기 때문에 연구개발 투자를 늘리게 된다. 즉, 시점간 외부성으로 인해서 제 1단계에 과잉투자를 하게 된다. 그러나, 제 2단계의 모든 기업의 특허침해 체제에서 비록 제 1단계에 발명을 한 기업이라 하더라도, 제 2단계에 새로 진입한 기업의 특허발명을 이용해야 생존할 수 있으므로 특허료 지급을 해야 하고 이로 인해 연구개발 투자를 줄이게 된다.

3) 추종기업의 특허침해 체제

이 특허 체제에서 제 2단계의 추종기업의 이윤이 영이었으므로, 제 1단계의 이윤은 $\pi_{1i} = \frac{V_1 \sqrt{x_i} - x_i}{A_1} - F$ 이며, 사전적으로 영이다. 모든 추종기업이 동질적임을 가정하며, 추종기업의 이윤극대화 연구개발 투자는 다음과 같다.

$$x_1^{ST} = \frac{(V_1 - F)^2}{4}. \quad (27)$$

영의 이윤식에 식 (27)을 대입하면, $A_1 = \frac{V_1^2 - F^2}{4F}$ 로서 A_1 은 상수이다. 또한 선도기업은 제 2단계에 양의 이윤을 얻는다는 것을 알고 있으므로 제 1단계의 이윤은 다음과 같다.

$$\pi_{1L} = \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})\sqrt{y_1 - y_1} - F}{A_1}, \text{ 여기서 } \pi_{2L}^{ST} \text{은 식 (19)임.} \quad (28)$$

제 1단계의 선도기업의 이윤극대화 연구개발 투자는 $y_1^{ST} = \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4}$ 이다. x_1^{ST} 와 y_1^{ST} 를 추종기업의 이윤식 ($\pi_{1j} = 0$)에 대입하여 다음과 같이 추종기업의 숫자를 구할 수 있다.

$$n_1^{ST} = \frac{(V_1 - F)(V_1 + 3F) - 4Fr - 2(V_1 + \pi_{2L}^{ST})}{2F(V_1 - F)}. \quad (29)$$

제 1단계의 산업 연구개발 투자는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} I_1^{ST} &= y_1^{ST} + (n_1^{ST} - 1)x_1^{ST} \\ &= \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4} + \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr - 2F(V_1 + \pi_{2L}^{ST}))(V_1 - F)}{8F}. \end{aligned} \quad (30)$$

극대화된 이윤은 다음과 같다: $\pi_{1L}^{ST} = \frac{F(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{V_1^2 - F^2} - F$

명제 4: α 가 증가하면, 추종기업의 연구개발 투자와 이윤에는 변화가 없으나, 추종기업의 숫자, 선도기업의 연구개발 투자와 이윤은 증가한다: $\frac{dn_1^{ST}}{d\alpha} > 0$, $\frac{dy_1^{ST}}{d\alpha} > 0$, $\frac{d\pi_{1L}^{ST}}{d\alpha} > 0$.

증명: 생략함.

제 2단계의 ST체제에서 α 의 증가는 추종기업의 연구개발 투자(x_2^{ST})를 감소시

키나, 제 1단계의 추종기업의 투자(x_1^{ST})는 변화가 없다. 이는 제 2단계에서 얻을 이윤이 영이기 때문에 α 의 변화는 제 1단계에서 추종기업의 투자에 영향을 미치지 못한다. α 의 증가는 제 2단계의 선도기업의 투자를 감소시키나, 제 1단계에서는 반대로 증가하는데 이는 앞의 모든 기업의 특허침해 체제와 같은 결과이다.

제 1단계에서 UI체제의 최적은 다음과 같이 도출한다. 제 1단계의 독점기업의 이윤($\pi_{1m} = \frac{(V_1 + \pi_{2m}^{UI})\sqrt{y_1 - y_1}}{r + \sqrt{y_1}} - F$)에서 최적 연구개발 투자는 다음과 같다:
 $y_1^{UI} = 2r^2 + (V_1 + \pi_{2m}^{UI})r - 2r\sqrt{r^2 + (V_1 + \pi_{2m}^{UI})r}$. 극대화된 이윤은 다음과 같다:
 $\pi_{1m}^{UI} = 2r + V_1 + \pi_{2m}^{UI} - 2\sqrt{r^2 + (V_1 + \pi_{2m}^{UI})r} - F$.

다음의 <표 1>은 지금까지 계산한 2단계 하의 세 가지 체제에서 도출한 주요 변수를 정리한 것이다.

V. 비교정태분석: 연구개발 투자 비교

이 절에서는 각 단계별 특허 체제에서 도출된 개별 기업과 산업의 연구개발 투자를 비교한다. 각 특허 체제에서 산업 연구개발 투자는 개별기업의 투자와 기업 수에 의해서 결정된다. 이 두 변수는 세 가지 특허 체제에서 서로 다르므로 산업의 연구개발 투자는 개별 기업의 연구개발 투자와 반드시 일치하지 않는다. 즉, 각 체제별 산업 연구개발 투자의 크기 순서는 개별 기업의 그것과 다를 수 있다.

1. 제 2단계 연구개발 투자 비교

1) 개별 기업 연구개발 투자

제IV장 1절에서 얻은 모든 기업의 특허불침해 체제와 모든 기업의 특허침해 체제에서 개별 기업의 연구개발 투자를 비교하면 다음이 성립한다: $x_2^{ST} < y_2^{NF} < y_2^{ST}$. 특허 침해시 투자는 명시적인 값을 보고하지 못하기 때문에 비교 정태 분석을 이용하여 모든 기업의 특허불침해 체제와 추종기업의 특허침해 체제의 투자를 모든 기업의 특허침해 체제와 비교한다. 식 (8)을 $y_2 = y_2^{ST}$ 에서 평가하면 $\frac{d\pi_{2K}}{dy_2}|_{y_2 = y_2^{ST}} < 0$ 이다. 이윤 함수는 오목하므로 $y_2^{IN} < y_2^{ST}$ 이 된다. 또한, 식 (8)을 $y_2 = y_2^{NF}$ 에

〈표 1〉 단계별 주요 최적 해

	제 2단계	제 1단계
<i>NF</i> 체제	$y_2^{NF} = x_2^{NF} = \frac{(V_2 - F)^2}{4}$ $n_2^{NF} = \frac{(V_2 - F)(V_2 + F) - 4rF}{2F(V_2 - F)}$ $I_2^{NF} = \left(\frac{(V_2 - F)(V_2 + F) - 4rF}{8F} \right) (V_2 - F)$ $\pi_2^{NF} = 0$	$y_1^{NF} = x_1^{NF} = \frac{(V_1 - F)^2}{4}$ $n_1^{NF} = \frac{(V_1 - F)(V_1 + F) - 4rF}{2F(V_1 - F)}$ $I_1^{NF} = \left(\frac{(V_1 - F)(V_1 + F) - 4rF}{8F} \right) (V_1 - F)$ $\pi_1^{NF} = 0$
<i>IN</i> 체제	$y_2^{IN} = y_2^{IN}(\alpha)$ $n_2^{IN} = n_2^{IN}(\alpha)$ $I_2^{IN} = I_2^{IN}(\alpha)$ $\pi_2^{IN} = \pi_{2k}(y_2^{IN}(\alpha), n_2^{IN}(\alpha), \alpha)$	$y_1^{IN} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)^2}{4}$ $n_1^{IN} = \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)(V_1 + \pi_2^{IN} + F) - 4Fr}{2F(V_1 + \pi_2^{IN} - F)}$ $I_1^{IN} = \left\{ \frac{(V_1 + \pi_2^{IN} - F)(V_1 + \pi_2^{IN} + F) - 4Fr}{8F} \right\} (V_1 + \pi_2^{IN} - F)$ $\pi_1^{IN} = 0$
<i>ST</i> 체제	$x_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha - F)^2}{4}$ $y_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha)^2}{4}$ $n_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F) - 2F(F + 2r)}{2F(V_2 - \alpha - F)}$ $I_2^{ST} = \frac{(V_2 - \alpha)^2}{4} + \frac{(V_2 - \alpha - F)\{(V_2 - \alpha - F)^2 - 2F(F + 2r)\}}{8F}$ $\pi_{2L}^{ST} = \frac{F^3 + \alpha\{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F) - 4Fr\}}{(V_2 - \alpha - F)(V_2 - \alpha + F)}$ $\pi_{2i}^{ST} = 0$	$x_1^{ST} = \frac{(V_1 - F)^2}{4}$ $y_1^{ST} = \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4}$ $n_1^{ST} = \frac{(V_1 - F)(V_1 + 3F) - 4Fr - 2(V_1 + \pi_{2L}^{ST})}{2F(V_1 - F)}$ $I_1^{ST} = \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4} + \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr - 2F(V_1 + \pi_{2L}^{ST}))(V_1 - F)}{8F}$ $\pi_{1L}^{ST} = \frac{F(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{V_1^2 - F^2} - F$ $\pi_{1i}^{ST} = 0$

주: 여기서 NF체제는 모든 기업의 특허불침해 체제, IN체제는 모든 기업의 특허침해 체제, 그리고 ST체제는 추종기업의 특허침해 체제임.

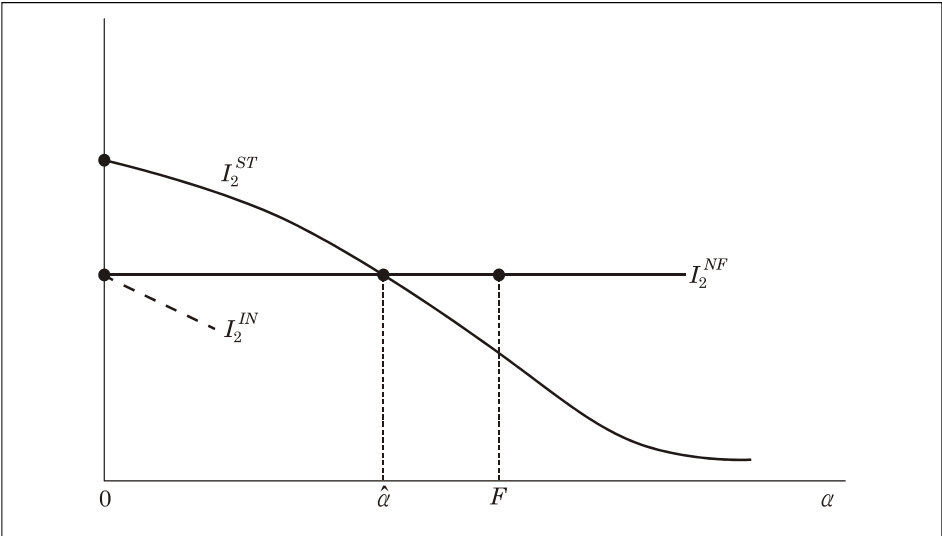
서 평가하면, $\frac{d\pi_{2K}}{dy_2}|_{y_2=y_2^{NF}} < 0$. 따라서, $y_2^{IN} < y_2^{NF}$ 이 된다. 식 (8)을 $y_2 = x_2^{ST}$ 에서 평가하면 $\frac{d\pi_{2K}}{dy_2}|_{y_2=x_2^{ST}} = \frac{\alpha r}{2\sqrt{y_2}A^2} > 0$ 이므로, $y_2^{IN} > x_2^{ST}$ 이다. 제 2단계 개별 기업의 연구개발 투자는 α 에 상관없이 다음의 크기를 보인다: $x_2^{ST} < y_2^{IN} < y_2^{NF} < y_2^{ST}$. 즉, 추종기업의 특허침해 체제의 선도기업의 연구개발 투자가 가장 크며 모든 기업의 특허불침해 체제, 모든 기업의 특허침해 체제하의 개별기업의 투자 순으로 크다. 추종기업의 연구개발 투자가 가장 작다.

2) 산업 연구개발 투자

제 2 단계에서 각 특허 체제에 따른 산업의 연구개발 투자는 다음과 같다. 제Ⅲ 장 1절에서 도출한 바와 같이 모든 기업의 특허불침해 체제에서 산업 연구개발 투자(식 (5))와 추종기업의 특허침해 체제에서 산업 연구개발 투자(식 (18))의 차이는 다음과 같다.

$$I_2^{ST} - I_2^{NF} = \frac{1}{8F} [2F^2 V_2 - \alpha \{ \alpha^2 - \alpha (3 V_2 - F) + 3 (V_2 - F)^2 + 4 V_2 F - 2 F (F + 2r) \}]. \tag{31}$$

〈그림 1〉 제 2단계의 산업 연구개발 투자 비교



I_2^{NF} 는 α 는 대해서 일정한 반면에 $\frac{dI_2^{ST}}{d\alpha} = - \left\{ \frac{V_2 - \alpha}{2} + \frac{3(V_2 - \alpha - F)^2 - 2F(F + 2r)}{8F} \right\} < 0$ 이다. $\alpha = 0$ 에서 $I_2^{ST} - I_2^{NF} = \frac{V_2 F}{4} > 0$, $\alpha = F$ 에서 $I_2^{ST} - I_2^{NF} = -\frac{1}{8}(3(V_2 - F)^2 - V_2 F - 4Fr) = -\frac{1}{8}(3V_2(V_2 - \frac{7}{3}F) + F(3F - 4r)) < 0$ 이다. ($V_2 - \frac{7}{3}F > 0$ 가정함.) 따라서, $I_2^{ST} - I_2^{NF} = 0$ 을 만족하는 $\hat{\alpha}$ 이 존재하며, $0 < \hat{\alpha} < F$ 이다. 이는 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다. 따라서, 모든 기업의 특허 불침해(I_2^{NF})와 추종기업의 특허 침해 체제(I_2^{ST})의 산업 연구개발 투자는 다음과 같이 정리된다.

$0 < \alpha \leq \hat{\alpha}$ 구간에서 $I_2^{ST} \geq I_2^{NF}$, 그리고 $\hat{\alpha} \leq \alpha \leq F$ 구간에서 $I_2^{ST} \leq I_2^{NF}$ 이다.

모든 기업의 특허침해 체제에서 개별 기업의 연구개발 투자와 기업 숫자를 명시적으로 나타내지 못함을 밝힌 바 있다. 따라서 모든 기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자를 모든 기업의 특허불침해 체제와 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자와 비교하는데 무리가 있으므로, $\alpha = 0$ 에서 세 가지 특허 체제를 비교하고자 한다. $\alpha = 0$ 에서 $I_2^{IN} = I_2^{NF}$ 임을 알 수 있으며, 또한 $\frac{dI_2^{IN}}{d\alpha} = n_2 \frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} + y_2^{IN} \frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 이다. (명제1에서 $\frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 과 $\frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 을 보인 바 있다.) 따라서, 모든 기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자(I_2^{IN})는 그림에서 보듯이 $\alpha = 0$ 에서 I_2^{NF} 와 같은 크기이며, α 가 증가함에 따라 $\alpha = 0$ 부근에서 감소한다.

명제 5: 각 특허 체제에서 산업 연구개발 투자는 다음과 같은 순서를 보인다.

$0 < \alpha \leq \hat{\alpha}$ 에서 $I_2^{IN} < I_2^{NF} \leq I_2^{ST}$, 그리고 $\hat{\alpha} \leq \alpha \leq F$ 에서 $I_2^{IN} < I_2^{ST} \leq I_2^{NF}$. (I_2^{IN} 은 모두 $\alpha = 0$ 에서 비교한 것임.)

증명: 생략함.

보호수준이 낮은 범위에서, 각 특허 체제하의 개별기업의 투자와 산업의 투자는 동일한 순서를 보이나, 보호 수준이 높은 범위에서 모든 기업의 특허불침해 체제의 산업 투자는 추종기업의 특허침해 체제보다 더 적다. 보호 수준의 증가는 개별 기업의 투자와 기업 수를 감소시키지만, 기업 수를 더 많이 감소시켜서 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자가 모든 기업의 특허불침해 체제보다 더 적게

된다. 보호 수준은 모든 기업의 특허불침해 체제의 산업 연구개발 투자에 아무 영향을 미치지 못하나, 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자는 보호 수준이 낮은 경우에 매우 높으나, 일정한 범위를 넘어서면 모든 기업의 특허불침해 체제하의 산업 연구개발 투자보다 낮게 되기 때문이다.

제 2단계에서 α 의 크기와 상관없이 $I_2^{IN} < I_2^{NF}$ 인데 이는 Denicolò의 명제 1 (Proposition 1)과 같은 결과이다. 그러나, 본 논문에서 보인 개별 기업의 투자의 크기 비교 ($y_2^{IN} < y_2^{NF}$)는 Denicolò에서는 도출하지 못한 결과이다.

2. 제 1단계 연구개발 투자 비교

1) 개별 기업 연구개발 투자

제Ⅳ장 2절에서 제 1단계 개별 기업의 연구개발 투자를 도출한 바 있다. 이를 정리하면 다음과 같다: $x_1^{ST} = y_1^{NF} < y_1^{IN} < y_1^{ST}$. 즉, 추종기업의 특허침해 체제의 선도기업의 연구개발 투자가 가장 크며, 모든 기업의 특허침해 체제의 개별 기업의 투자가 그 다음으로 크다. 추종기업의 특허침해 체제의 추종기업과 모든 기업의 특허불침해 체제의 개별 기업의 투자는 동일하며, 가장 적다. 모든 기업의 특허침해 체제의 개별 기업의 연구개발 투자는 모든 기업의 특허불침해 체제보다 더 큰데 ($y_1^{NF} < y_1^{IN}$) 이는 제 2단계의 순서와 반대이다.

추종기업의 특허침해 체제하의 선도 기업의 연구개발 투자는 제 1단계와 2단계에서 모두 가장 크다. 추종기업의 특허침해 체제는 정부가 선도기업의 특허 범위를 넓게 해석하여 추종기업에 의한 연속적 혁신은 모두 이 특허를 침해하는 것으로 간주하는 제도이므로, 선도기업의 이윤은 항상 양으로 연구개발 투자 유인이 매우 강한데 기인한다고 볼 수 있다. 이 체제는 저개발국가에서 연구개발 시장을 활성화하고, 자국 기업이 기술의 우위를 점하게 하는데 사용할 수 있는 정책적 함축성을 가지고 있다.

2) 산업 연구개발 투자

모든 기업의 특허불침해 체제, 모든 기업의 특허침해 체제, 그리고 추종기업의 특허침해 체제의 산업 투자는 각각 식 (22), (26), (30)이다. 세 가지 체제의 산업

연구개발 투자를 비교하면 다음을 알 수 있다.

명제 6: 제 1단계에서 세 체제의 산업 연구개발 투자는 다음의 크기를 보인다:

$$I_1^{NF} < I_1^{IN} \leq I_1^{ST}.$$

증명: 부록 C.

우리는 제 1 단계에서 하부게임 완전 균형을 고려하므로 개별 기업은 제 1단계의 발명이 가져올 제 2단계의 이윤을 합산하여 최적 행동을 한다고 가정했다. 따라서, 제 1단계에서 발명에 대한 특허료 수입은 없으나, 제 2단계에서 이 선행 기술에 대한 특허료 수입이 있는 경우에는 (즉, 제 2단계의 이윤이 양인 경우에는) 선행 기술에 대한 보호 수준은 제 1단계의 행동에 영향을 미친다. 모든 기업의 특허불침해 체제에서 산업 연구개발 투자는 제 1단계와 2단계의 이윤이 영이므로 가장 적다. 추종 기업의 특허침해 체제에서 제 2단계의 이윤은 가장 크므로 제 1단계의 산업 연구개발 투자는 모든 기업의 특허침해 체제보다 더 크다. 제 2단계에서 모든 기업의 특허침해 체제는 양의 이윤을 구가하므로 제 1단계에서 모든 기업의 특허침해 체제하의 산업 연구개발 투자는 모든 기업의 특허불침해 체제하의 산업 연구개발 투자보다 더 크다. 이는 Denicolò의 명제 1과 같은 결과이다.

VI. 후생분석

Green and Scotchmer(1995)와 Denicolò(2000)는 혁신으로부터 얻을 수 있는 사회후생은 혁신의 사회적 가치 ($V_i + S_i$, $i = 1, 2$)에 대한 옵션(option)가치로 나타낼 수 있다고 했다. V_i 는 사적 보상이고 S_i 는 각 단계의 혁신으로 인한 ‘비전유적’ 가치로서 소비자잉여와 유사하다고 볼 수 있다. 시장균형에서 사적 보상은 모든 비용으로 지출되고, 기대 이윤은 제 1단계 경쟁의 초기에 영이 되어 각 특허체제의 사회후생은 다음과 같다:

$$W = P(I_1)\{S_1 + P(I_2)S_2\}.$$

여기서 $P(I_i)$ 는 $I_i/(I_i + r)$ 로서 혁신에 대한 ‘조정된 확률’(adjusted probabilities)

로서 지연된 혁신은 할인되어야 하므로 순간적인 성공 (즉, $h(z)$) 보다 가치가 낮아진다는 점을 반영한다.

세 가지 특허 체제의 후생을 비교하기 위한 기준으로서 $S_1 = S_2 = S$ 와 $V_1 = V_2$ 를 가정하여 다음의 결과를 도출한다.¹⁹⁾

명제 7: 대칭적인 상황에서 ST체제하의 기대후생은 항상 가장 크며 NF체제하의 기대 후생은 가장 작다. IN체제하의 기대 후생은 그 중간이다: $W^{NF} < W^{IN} < W^{ST}$.
증명: 부록 D

이 결과는 연구개발 경쟁에서 선행 기술을 넓게 보호해 주는 정책이 후생을 증진시킬 수 있음을 보여주고 있다. 즉, 연구개발 경쟁에서 특허 범위를 매우 좁게 하여 특허권을 인정하지 않는 경우에 얻을 수 있는 후생수준 (W^{NF}) 보다 선도 기업의 특허를 광범위 하게 인정하고 추종기업이 혁신을 하게 하는 것이 사회적으로 더 큰 후생 (W^{ST})을 얻을 수 있다는 점이다. 따라서, 본 논문은 세 가지 특허 체제 중에서 추종기업의 특허침해 체제가 가장 선호되는 결과를 보여준다. 서론에서 소개한 바와 같이 획기적인 선도 기술을 보유한 기업을 위한 광범위한 특허 보호는 사회 후생을 가장 많이 증가시키기 때문이다.

이 결과는 선행 기술을 광범위하게 보호해 주어야 한다는 Green and Scotchmer 등의 주장을 지지한다. Denicolò결과와는 반대인데, Denicolò와 본 논문의 연구개발 투자 비용구조와 위험 함수의 차이에서 기인된다고 볼 수 있다.

VII. 결론 및 논의

본 논문은 2단계 연속적 혁신이 있는 경우에 연구개발 투자의 고정비용과 가변비용을 동시에 고려하고 있다. 오목 위험 함수를 이용하여 세 가지 특허 체제에서 선행 발명에 대한 보호 수준이 개별 기업과 산업 연구개발 투자, 기업 수, 이윤 등에 미치는 효과와 사회후생을 분석했다. 본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다. 제 2단계에서 모든 기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자는 가장 적으며, 보호

19) 본 논문의 모형상 사회후생함수에서 사회적 최적 투자를 도출한다는 것은 매우 복잡하기 때문에 사회적 최적 투자와 세 가지 체제의 산업투자를 직접적으로 비교하지 않는다. 그러나, 세 가지 체제하의 사회후생 수준을 비교함으로써 그와 유사한 목적을 달성할 수 있을 것이다.

수준이 낮은 범위에서 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자는 모든 기업의 특허불침해 체제보다 큰 반면에, 보호수준이 어느 정도 높은 범위에서 그 반대이다. 선행 기술에 대한 보호 수준의 증가는 모든 기업의 특허침해 체제와 추종기업의 특허침해 체제하의 개별 기업의 연구개발 투자와 기업 수를 감소시키나, 개별 기업 (추종기업의 특허침해 체제에서는 선도기업)의 이윤은 증가한다.

제 1단계에서 모든 기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자는 가장 작고, 추종기업의 특허침해 체제의 산업 연구개발 투자가 가장 크다. 선행기술 보호수준의 증가는 모든 기업의 특허침해 체제에서 개별기업의 연구개발 투자와 기업 수를 증가시키고, 추종기업의 특허침해 체제에서는 추종기업의 연구개발 투자에는 변화가 없으나, 기업 수를 감소시키고, 선도기업의 연구개발 투자와 이윤을 증가시킨다.

제 2단계에서 모든 기업의 특허불침해 체제하의 산업 연구개발 투자는 모든 기업의 특허침해 체제보다 더 크고, 제 1단계에서는 그 반대의 결과를 보이는데 이는 Denicolò의 명제 1과 동일하다. 추종기업의 특허침해 체제에서 선도기업의 연구개발 투자는 제 1 단계와 2단계에서 다른 개별 기업의 연구개발 투자보다 더 크다. 이는 추종기업의 특허침해 체제는 정부가 선도 기업의 발명의 범위를 넓게 해석하여 추종 기업이 이 발명에 기초한 연속적 혁신을 모두 특허 침해하는 것으로 간주하는 제도이므로 선도 기업의 연구개발 투자 유인이 매우 강하기 때문이다.

본 논문은 각 특허체제에서 최적 기업수를 도출하였는데 이는 선형 위험 함수를 가정한 Denicolò에서는 얻지 못한 결과이다. 최적 기업수의 도출은 각 특허체제에서 얼마나 많은 기업이 경쟁하는 것이 적절한 지 알 수 있게 하는 것으로 기업이나 정책입안자 모두에게 적절한 기준을 제시한다고 볼 수 있다.

대칭적인 상황에서 추종기업의 특허침해 체제하의 사회후생은 항상 가장 크며 모든 기업의 특허불침해 체제하의 사회 후생은 가장 작다. 모든 기업의 특허침해 체제하의 사회 후생은 그 중간이다. 즉, 연구개발 경쟁에서 특허 범위를 매우 좁게 하여 특허권을 인정하지 않는 경우에 얻을 수 있는 후생 (W^{NF})보다 선도 기업의 특허를 광범위 하게 인정하고 추종기업도 혁신을 하게 하는 것이 사회적으로 더 큰 후생 (W^{ST})을 얻을 수 있다. 따라서, 본 논문은 자유로운 모방이나 특허 범위의 협소화 등을 통해서 사회후생을 증진하기 보다는 획기적인 기술 혁신을 광범위하게 보호해주되 추종 기업의 진입을 충분히 허용하는 전략이 사회후생을 더 증가시킬

수 있음을 보이고 있다.

Denicolò는 연구개발 투자시 고정비용만 고려했으며 선형 위험 함수를 가정한 데 비해서, 본 논문은 고정비용뿐 만 아니라 가변비용을 고려하고 오목 위험 함수를 가정했다. 이러한 모형상 차이로 본 논문은 개별 기업의 연구개발 투자와 함께 산업 연구개발 투자를 도출하여 다른 논문들이 이 중의 한 가지만 도출하는 단점을 보완할 수 있었다. Reinganum(1989, p. 859)은 고정비용만 고려한 Loury와 고정비용과 가변비용을 같이 고려한 Lee and Wilde에서 개별기업의 투자 행동은 각자의 논문을 통하여 부분적으로 서로 다른 점을 밝혔지만, 산업투자의 차이점은 보이지 못한 채 일관성이 있을 것이라고 했다. 고정비용과 가변비용을 같이 고려한 본 논문의 모든 기업의 특허침해 체제와 모든 기업의 특허불침해 체제하의 산업 연구개발 투자 크기는 고정비용만 고려한 Denicolò와 같으므로 Reinganum(1989)이 제기한 일관성에 대한 한 가지 예로 적합할 것이다. 이 결과는 본 논문의 연속적 혁신에 대한 결과만큼이나 의미가 있다고 할 수 있다.

본 논문은 서론에서 현실적인 예를 들어가면서 세 가지 특허체제를 설명했다. 이 설명이 합당하다면, 생명과학이나 첨단 IT 분야와 같은 첨단 산업에서 추종기업의 특허침해 체제와 같은 선행 발명에 대한 보호는 기업의 투자 유인뿐만 아니라 사회 후생 측면에서 긍정적 효과를 얻을 수 있다는 정책적 함의를 제시하고 있다.

■ 참 고 문 헌

1. Bessen, J. and E. Maskin, "Sequential Innovation, Patents, and Imitation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 40, No. 4, 2009, pp.611-635.
2. Chang, H.F., "Patent Scope, Antitrust Policy, and Cumulative Innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 26, No. 1, 1995, pp.34-57.
3. Choi, J.P., "Patent Pools and Cross-Licensing in the Shadow of Patent Litigation," *International Economic Review*, Vol. 51, No. 2, May 2010, pp.441-460.
4. Dasgupta, P. and J. Stiglitz, "Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R and D," *Bell Journal of Economics*, 1980, pp.1-28.
5. Denicolò, V., "Two-stage Patent Races and Patent Policy," *RAND Journal of Economics*,

- Vol. 31, No. 3, 2000, pp.488-501.
6. Heller, M.A. and Eisenberg, "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research," *Science*, Vol. 280, 1998, pp.698-701.
7. Green, J. and S. Scotchmer, "On the Division of Profit in Sequential Innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 26, No. 1, 1995, pp.20-33.
8. Kamien M., and N. Schwartz, "Timing of Innovation under Rivalry," *Econometrica*, XL, 1976, pp.43-59.
9. Lee, T. and L. Wilde, "Market Structure and Innovation: A Reformulation," *Quarterly Journal of Economics*, 1980, pp.429-436.
10. Loury, G., "Market Structure and Innovation," *Quarterly Journal of Economics*, 1979, pp.395-410.
11. Matutes, C., P. Regibeau and K. Rockett, "Optimal Patent Protection and the Diffusion of Innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 27, No. 1, 1996, pp.60-83.
12. Merges, R.P. and R. Nelson, "The Complex Economics of Patent Scope," *Columbia Law Review*, Vol. 90, 1990, pp.839-916.
13. _____, "On Limiting or Encouraging Rivalry in Technical Progress: The Effect of Patent Scope Decisions," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 25, No. 1, 1994, pp.1-24.
14. O'Donohue, T. "A Patentability Requirement for Sequential Innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 29, No. 4, 1998, pp.654-679.
15. Pollack, Andrew, "The New High-Tech Battleground," *The New York Times*, Section 3, Sunday, July 3, 1988.
16. Reinganum, J., "Uncertain Innovation and the Persistence of Monopoly," *American Economic Review*, Vol. 73, No. 4, 1983, pp.741-748.
17. _____, "The Timing of Innovation: Research, Development, and Diffusion," (Ch. 14) in eds. Schmalensee, R. and Willig, R.D., *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1, Elsevier Science Publishers B.V., 1989.
18. Scotchmer, S., "Protecting Early Innovators: Should Second-Generation Products Be Patentable?" *RAND Journal of Economics*, Vol. 27, No. 2, 1996, pp.322-331.
19. _____, *Innovation and Incentives*, The MIT Press, 2004.
20. Sherer, F.M., "Research and Development Resources Allocation under Rivalry," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 81, 1967, pp.359-94.

〈부 록〉

A. 명제 1 증명

1) α 의 증가는 y_2^{IN} 를 감소시킨다: 즉, $\frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 을 보인다. 식 (9)의 SOC는 다음과 같다.

$$\frac{\partial^2 \pi_{2K}}{\partial y_2^2} = \frac{[6y_2 - 3(3V_2 - F)\sqrt{y_2} + V_2(V_2 - F) - \alpha(-6\sqrt{y_2} + 2V_2 - \alpha - F)]/2\sqrt{y_2}}{2\sqrt{y_2}A^2F} - \frac{\left\{ \frac{d(2\sqrt{y_2}A^2F)}{dy_2} \right\} Q}{(2\sqrt{y_2}A^2F)^2} < 0,$$

여기서 $Q = \{(2y_2 - (3V_2 - F)\sqrt{y_2} + V_2(V_2 - F))\sqrt{y_2} - \alpha(-3y_2 + (2V_2 - \alpha - F)\sqrt{y_2} - Fr)\}$.

SOC를 $y_2 = y_2^{IN}$ 에서 평가하면, $Q = 0$ (FOC) 이므로,

$$\frac{\partial^2 \pi_{2K}}{\partial y_2^2} \equiv S = \frac{[6y_2 - 3(3V_2 - F)\sqrt{y_2} + V_2(V_2 - F) - \alpha(-6\sqrt{y_2} + 2V_2 - \alpha - F)]/2\sqrt{y_2}}{(2\sqrt{y_2}A^2F)^2} < 0.$$

$\frac{\partial \pi_{2K}}{\partial y_2} = 0$ 를 y_2 와 α 에 대해서 전미분하면 다음과 같다: $Sdy_2 + Td\alpha = 0$. 여기서

$$T \equiv \frac{\partial^2 \pi_{2K}}{\partial \alpha \partial y_2} = 3y_2 - (2V_2 - 2\alpha - F)\sqrt{y_2} + Fr = -[2\{(V_2 - \alpha - F)\sqrt{y_2} - y_2\} + F\sqrt{y_2} - y_2 + Fr] < 0 \text{ 이므로, } \frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} = -\frac{T}{S} < 0 \text{ 이다.}$$

2) α 의 증가는 n_2^{IN} 를 감소시킨다: 즉, $\frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 를 보인다.

영의 이윤 조건식 $((V_2 - \alpha)\sqrt{y_2(\alpha)} - y_2(\alpha) - F(r + ny_2(\alpha)) = 0)$ 을 α 와 n 에 대해서 전미분하면 다음과 같다.

$$\frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} \Bigg\} d\alpha = 0. \text{ 따라서, } \frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} = - \frac{2\sqrt{y_2} - (V_2 - \alpha - n - 2\sqrt{y_2}) \frac{dy_2^{IN}}{d\alpha}}{2Fy_2}. \text{ 여기서}$$

$$V_2 - \alpha - n - 2\sqrt{y_2} > 0 \text{이고 } \frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} < 0 \text{이므로 } \frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} < 0 \text{이다.}$$

3) α 의 증가는 π_2^{IN} 를 증가시킨다: 즉, $\frac{d\pi_2^{IN}}{d\alpha} > 0$ 를 보인다.

$$\frac{d\pi_2^{IN}}{d\alpha} = \frac{\partial \pi_{2K}}{\partial y_2} \frac{dy_2}{d\alpha} + \frac{\partial \pi_{2K}}{\partial \alpha} + \frac{\partial \pi_{2K}}{\partial H} \left(\frac{\partial H}{\partial n_2} \frac{dn_2}{d\alpha} + \frac{\partial H}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial y_2} \frac{dy_2}{d\alpha} \right).$$

FOC에서 $\frac{\partial \pi_{2K}}{\partial y_2} = 0$ 이므로 다음과 같이 정리할 수 있다.²⁰⁾

$$\begin{aligned} \frac{d\pi_2^{IN}}{d\alpha} &= \frac{1}{(r+n)^2} \left[\left\{ (n-1)(r+ny)\sqrt{y} + \alpha\sqrt{y} \frac{dn}{d\alpha} + \frac{\alpha(n-1)}{2\sqrt{y}} \frac{dy}{d\alpha} \right\} (r+ny) \right. \\ &\quad \left. - \left\{ \sqrt{y} \frac{dn}{d\alpha} + \frac{n-1}{2\sqrt{y}} \frac{dy}{d\alpha} \right\} (V\sqrt{y} + \alpha(n-1)\sqrt{y} - y) \right] \\ &= \frac{1}{(r+n)^2} \left\{ (n-1)(r+ny)\sqrt{y} - ((V-\alpha)\sqrt{y} - y - \alpha r)(\sqrt{y} \frac{dn}{d\alpha} \right. \\ &\quad \left. + \frac{n-1}{2\sqrt{y}} \frac{dy}{d\alpha}) \right\}. \end{aligned}$$

앞에서 보인 바와 같이 $\frac{dn_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 과 $\frac{dy_2^{IN}}{d\alpha} < 0$ 이고, $(V-\alpha)\sqrt{y} - y - \alpha r > (V-\alpha)\sqrt{y} - y - Fr = Fn\sqrt{y} > 0$ 이다. (앞의 부등호는 $F > \alpha$ 의 가정에 의한 것

20) 편리성을 위해서 식을 전개하는 과정에서 변수의 하첨자 2와 상첨자 IN을 생략한다.

이고 뒤의 등호는 영의 이윤식 $\frac{(V-\alpha)\sqrt{y}-y}{r+n\sqrt{y}}-F=0$ 을 이용한 것이다.) 따라서 $\frac{d\pi_2^{IN}}{d\alpha} > 0$ 임을 알 수 있다.

B. 명제 2 증명

명제 2의 1) 과 2) 는 각 기업의 균형 투자를 α 에 대해서 미분하면 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{dx_2^{ST}}{d\alpha} &= \frac{-(V_2 - \alpha - F)}{2} < 0, \quad \text{그리고} \quad \frac{dy_2^{ST}}{d\alpha} = \frac{-(V_2 - \alpha)}{2} < 0. \quad \frac{d(n_2^{ST} - 1)}{d\alpha} = \\ &= -\frac{(V_2 - \alpha - F)^2 + 2F(F + 2r)}{2F(V_2 - \alpha - F)^2} < 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \quad \frac{d\pi_{2L}^{ST}}{d\alpha} &= \frac{\partial \pi_{2L}}{\partial y_2} \frac{dy_2^{ST}}{d\alpha} + \frac{\partial \pi_{2L}^{ST}}{\partial \alpha} \\ &= \frac{1}{A_2} ((V_2 - \alpha)\sqrt{y_2} - 1) \frac{dy_2^{ST}}{d\alpha} + \frac{1}{A_2^2} \left\{ (A_2 - r - \sqrt{y_2})A_2 \right. \\ &\quad \left. - \frac{dA_2}{d\alpha} ((V_2 - \alpha)\sqrt{y_2} - y_2 - \alpha r) \right\} > 0 \end{aligned}$$

여기서 $\frac{\partial \pi_{2L}}{\partial y_2}$ 는 FOC에 의해서 영이고, $A_2 - r - \sqrt{y_2} = H(X_2^{ST}) > 0$, $(V_2 - \alpha)\sqrt{y_2} - y_2 - \alpha r = (\pi_{2L}^{ST} + F - \alpha)A_2 > 0$, 그리고 $\frac{dA_2}{d\alpha} < 0$ 을 이용함.

C. 명제 6 증명

$$\begin{aligned} 1) \quad I_1^{ST} - I_1^{NF} &= \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4} + \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr - 2F(V_1 + \pi_{2L}^{ST}))(V_1 - F)}{8F} \\ &\quad - \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr)(V_1 - F)}{8F} \\ &= \frac{1}{4}(\pi_{2L}^{ST} + V_1)(\pi_{2L}^{ST} + F) > 0 \quad \text{이다.} \end{aligned}$$

2) $I_1^{NF} - I_1^{NF} > 0$ 을 보인다.

$$\begin{aligned} I_1^{IN} - I_1^{NF} &= \frac{((V_1 + \pi_2^{IN})^2 - F^2 - 4Fr)(V_1 - F + \pi_2^{IN})}{8F} - \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr)(V_1 - F)}{8F} \\ &= \frac{\pi_2^{IN}}{8} \{ (V_1 - F)(2V_1 + \pi_2^{IN}) + (V_1 + \pi_2^{IN})^2 - F(F + 4r) \} > 0. \\ (n_1^{IN} \geq 1 \text{의 가정에 의해서 } (V_1 + \pi_2^{IN})^2 - F(F + 4r) > 0 \text{이다.}) \end{aligned}$$

3) 마지막으로 $I_1^{ST} - I_1^{IN}$ 의 부호를 결정한다. 식 (26)과 식 (30)에 따라서, 다음을 알 수 있다.

$$\begin{aligned} I_1^{ST} - I_1^{IN} &= \frac{(V_1 + \pi_{2L}^{ST})^2}{4} + \frac{(V_1^2 - F^2 - 4Fr - 2F(V_1 + \pi_{2L}^{ST}))(V_1 - F)}{8F} \\ &\quad - \frac{((V_1 + \pi_2^{IN})^2 - F^2 - 4Fr)(V_1 - F + \pi_2^{IN})}{8F} \\ &= \frac{1}{8F} \{ 2F(V_1 + \pi_{2L}^{ST})(V_1 + \pi_{2L}^{ST} - (V_1 - F)) \\ &\quad + (V_1^2 - F^2 - 4Fr - (V_1 + \pi_2^{IN})^2 + F^2 + 4Fr)(V_1 - F) \\ &\quad - ((V_1 + \pi_2^{IN})^2 - F^2 - 4Fr)\pi_2^{IN} \}. \\ &= \frac{1}{8F} \{ 2F(\pi_{2L}^{ST} + V_1)(\pi_{2L}^{ST} + F) \\ &\quad - \pi_2^{IN}((\pi_2^{IN})^2 + (3V_1 - F)\pi_2^{IN} + (3V_1 + F)(V_1 - F) - 4Fr) \} \end{aligned}$$

π_2^{IN} 를 구체적인 형태로 표시하지 못하므로 이 부호를 결정하기는 쉽지 않으므로 부분적인 해를 구한다. 즉, $\alpha = 0$ 에서 $\pi_2^{IN} = 0$ 이고 $\pi_{2L}^{ST} = \frac{F^3}{V_2^2 - F^2}$ 이고, 둘은 모두 증가함수이므로 α 의 낮은 구간에서 $I_1^{IN} \leq I_1^{ST}$ 이다. 1), 2), 그리고 3)을 종합하면, 명제 6을 얻을 수 있다.

D. 명제 7 증명

1) $P(I)$ 는 증가함수이고, (낮은 α 에서) $I_i^{ST} > I_i^{IN}$ 이므로, $W^{ST} - W^{NF} =$

$$S\{P(I_1^{ST})(1+P(I_2^{ST}))-P(I_1^{NF})(1+P(I_2^{NF}))\}>0\text{이다.}$$

$$2) \quad I_i^{ST} > I_i^{IN} \text{이므로 } W^{ST} - W^{IN} > 0 \text{이다.}$$

$$3) \quad I_1^{NF} < I_1^{IN} \quad \text{이고} \quad I_2^{NF} > I_2^{IN} \text{인데, } V_1 = V_2 \text{에서 } I_1^{NF} = I_2^{NF} = I^{NF} \text{이므로}$$

$$I_2^{IN} < I^{NF} < I_1^{IN} \text{이다. 따라서, } W^{IN} - W^{NF} = S\left(\frac{I_1^{IN}}{I_1^{IN}+r} + \frac{I_1^{IN}}{I_1^{IN}+r} \frac{I_2^{IN}}{I_2^{IN}+r} - \right.$$

$$\left. \frac{I_1^{NF}}{I_1^{NF}+r} - \frac{I_1^{NF}}{I_1^{NF}+r} \frac{I_2^{NF}}{I_2^{NF}+r}\right) = \frac{rS}{G} \{I^{NF}(3I_1^{IN}I_2^{IN} - I_1^{IN} - I_2^{IN}) + r(I_2^{IN} + 2I^{NF} + r)$$

$$(I_1^{IN} - I^{NF})\}.$$

$$\text{여기서 } G = (I_1^{IN}+r)(I_2^{IN}+r)(I_1^{NF}+r)(I_2^{NF}+r) \text{이고, } 3I_1^{IN}I_2^{IN} - I_1^{IN} - I_2^{IN} > 0,$$

$$I_1^{IN} - I_1^{NF} > 0 \text{이므로 } W^{IN} - W^{NF} > 0 \text{이다. 1), 2), 3) 에 따라서, } W^{NF} < W^{IN}$$

$$< W^{ST} \text{이다.}$$

Sequential Innovation, Patent Regimes, and Patent Race

Chong-Kook Park*

Abstract

This paper analyzes the effect of forward patent protection in a two-stage race when innovation is sequential. Free entry is allowed in each stage. A firm which is successful in innovation in the first stage competes with new firms in the second stage. Under three patent regimes, this paper derives to compare the equilibrium level of R&D investment not only by the industry level, but by the firm level. The ST regime (Satckelberg competition) entails higher social welfare than the other patent regimes. This result supports the strong forward protection for the first-generation innovator as Green and Scotchmer(1995).

Key Words: sequential innovation, patent regime, patent race

Received: April 15, 2010. Revised: Aug. 30, 2010. Accepted: Dec. 6, 2010.

* Professor, Department of Economics, Kyung Hee University, Hoegi-dong 1, Dongdaemoon-gu, Seoul 130-701, Korea, Phone: +82-2-961-0442, e-mail: ckp@khu.ac.kr