

공공연구기관의 기술라이센싱 모형 연구

: 방법론과 합의를 중심으로

박종복* · 류태규** · 이정동*** · 김태유****

〈 목 차 〉

1. 서 론
2. 공공연구기관의 기술라이센싱 모형
3. 토론 및 합의
4. 결론 및 향후과제

Summary: All over the world, the attention on the exploitation of public research, which is mainly implemented by technology transfer, has increased in recent years. Licensing, which is one of representative mechanisms for public-to-private technology transfer, is accompanied by the frequent conflicts in negotiating a license payment between public research institutes (PRIs) and private firms. In spite of the body of literature on technology transfer in a licensing context, it focuses on contracts between private firms. Even the existing literature, which addresses public-to-private technology transfer through licensing, to our knowledge, has not yet formalized an established licensing model.

This paper develops a mathematical model of public-to-private licensing, not hitherto tried by academics. The model addresses important issues to be applied comprehensively in licensing practice, such as determining a royalty rate, balancing between an initial payment and a running royalty, designing an inventor's incentive system, and setting a

본 논문은 제21회 기술경영경제학회 하계 학술발표회 (2002년 6월)에서 발표한 논문을 더욱 발전시킨 것임.

* 박종복 한국과학기술연구원 기술이전사업센터 연구원 (e-mail: jxpark@kist.re.kr)

** 류태규 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 협동과정 박사과정 (e-mail: tkryoo30@snu.ac.kr)

*** 이정동 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 협동과정 조교수 (e-mail: leejd@snu.ac.kr)

**** 김태유 서울대학교 공과대학 기술정책대학원 협동과정 교수 (e-mail: tykim@snu.ac.kr)

minimum payment as a screening criterion.

The paper also provides reasonable management implications to controversial issues in technology transfer from PRIs to private firms, partly employing the comparative analysis between current stylized licensing practice and the one suggested in the model. We hope that study contributes to providing the foundation on which the theory on public-to-private licensing would extend to an in-depth level.

키워드 : 기술라이센싱, 공공연구기관, 기술료체계, 기술이전, 보상체계

1. 서론

전 세계적으로 공공연구기관 (Public Research Institute, PRI)¹⁾이 보유한 연구성과의 민간이전에 대한 관심이 고조되고 있다 (Chiesa and Piccaluga, 2000; Liu and Jiang, 2001; Jaffe and Lerner, 2001; Kumar and Jain, 2001; Choi and Lee, 2000; Fujisue, 1998; Grady and Pratt, 2000). 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전은 대부분 라이선싱 (licensing), 분사 (spin-off), 공동연구개발 (cooperative research and development) 등의 메커니즘을 통해서 이루어지고 있으나 (Rogers et al., 2001), 이러한 메커니즘들은 직접적으로나 간접적으로 라이선싱 메커니즘을 포함하고 있다. Rorke et al. (1992)에 따르면, 혁신과정 (innovation process)에서 라이선싱은 발명단계 (inventive stage)와 사업화단계 (entrepreneurial stage) 또는 사업화단계와 경영단계 (managerial stage)를 연결해 주는 역할을 한다. 현실적으로도 공공연구기관이 발명단계 또는 초기 사업화단계에서는 주도적인 역할을 할 수 있으나, 사업화단계 또는 경영단계에서는 견고한 시장 및 사업기반을 갖춘 민간기업들이 공공연구기관으로부터 기술도입 (licensing-in)을 하여 상업화하는 것이 바람직하다. 이러한 일련의 혁신과정에서 라이선싱은 공공기관과 민간기업이 각각 주된 역할을 하는 선행단계와 후행단계의 가교역할을 하고 있다.

공공연구기관에서 민간부문으로의 기술이전에 관한 연구들은 오래 전부터 계속되어 왔다. 특히, Bozeman (2000)은 미국 내의 공공연구기관에서 민간부문으로의 기술이전에 초점을 맞추어 다양한 문헌들을 분석·종합하였는데, 그 중에서 라이선싱을 분석한 연구는 많지 않다. 또한 라이선싱을 통한 기술이전을 연구한 몇몇 연구 (Rorke et al., 1992; Stevens and Bagby, 1999; Thursby et al., 2001)가 있으나, 이 연구들은 정량적이고 수학적인 라이선싱

1) 본 논문에서는 공공연구기관을 대학, 국립연구기관, 정부출연연구기관, 그리고 비영리 민간연구기관 등으로 정의한다.

모형을 다루고 있지는 않다. 즉 대부분의 연구들이 사례연구 (case study) 또는 개괄적인 연구 (survey study) 이거나 실증연구와 같은 접근방법을 통해서 공공연구기관에서 민간부문의 기술이전을 분석하고 있다 (Ham and Mowery, 1998; Rogers et al., 1998; Berman, 1994; Roessner, 1993; Katrak, 1997). 따라서 라이선싱을 통한 공공연구기관에서 민간부문의 기술이전을 정량적이고 수학적 접근방법으로 분석한 연구는 없다고 해도 과언이 아니다.

반면에, 라이선싱을 통한 민간부문간의 기술이전을 이론적으로 접근한 연구는 많이 있다. 다수의 기술도입자가 존재하는 기술시장에서 전략적 행위에 기반한 최적 계약형태 (Kamien and Schwartz, 1982; Katz and Shapiro, 1984; Shapiro, 1985; Kamien and Tauman, 1986), 효율적인 위험분산을 위한 최적 기술료 형태 (Bousquet et al., 1998), 기술이전 과정에서의 도덕적 해이문제 (Macho-Stadler et al., 1996; Choi, 2001), 정보의 비대칭 문제 (Gallini and Wright, 1990; Macho-Stadler and Pérez-Castrillo, 1991; Kamien, 1992; Beggs, 1992)²⁾ 등 대부분 기술시장의 불완전성 (market imperfection)에서 기인하는 주제들을 다루고 있다. 그러나 기존의 연구들은 특정한 주제를 중심으로 다루고 있고 더욱이 그 연구 대상을 민간부문간의 기술이전으로 한정하고 있으므로, 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전에 수정 없이 적용하는 것은 적절하지 못하다.

일반적으로 라이선싱을 통한 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전은 민간기업간의 기술이전과는 구별되는 특징들을 가지고 있다. 첫째, 민간기업간의 기술이전이 각기 자신의 이윤극대화 목적에 있다면, 공공연구기관은 민간기업으로의 기술이전 및 상업화 과정에서 사회이익의 증진에 목적을 두고 있다. 둘째, 공공연구기관에서의 기술이전은 그 특성으로 인하여 두 종류의 도덕적 해이가 존재한다. 하나는 기술개발자의 숨겨진 행동 (hidden action) 즉, 기술개발자의 기술전수 노력에 대한 공공연구기관의 관찰이 불가능함으로써 발생하며, 다른 하나는 기술도입자의 숨겨진 유형 (hidden type) 즉, 기술도입자가 기술상업화를 진정으로 추진할 의도가 있는 지에 대한 관찰이 불가능하기 때문에 발생한다. 셋째, 공공연구기관의 기술이전 목적이 이윤극대화보다는 기술상업화의 성공에 있으므로, 적절한 기술대가의 한도 내에서 선불금의 비율을 줄이고 상대적으로 경상기술료의 비율을 높임으로써 상업화 위험의 분담과 함께 기술이전 초기 기술도입자의 부담을 경감시키고자 한다.

본 연구의 목적은 현재까지 시도되지 않은 공공연구기관에서 민간기업으로의 라이선싱을 정량적이고도 수학적 접근방법을 통해 모형을 개발하고 이를 바탕으로 현실의 기술이전과

2) Gallini and Wright (1990), Macho-Stadler and Pérez-Castrillo (1991), Kamien (1992), and Beggs (1992)들은 비대칭 정보 하에서 기술제공자 자신의 기술에 대한 정보를 계약형태를 통해 신호 (signaling)를 보낼 수 있도록 하는 모델을 제안하였다.

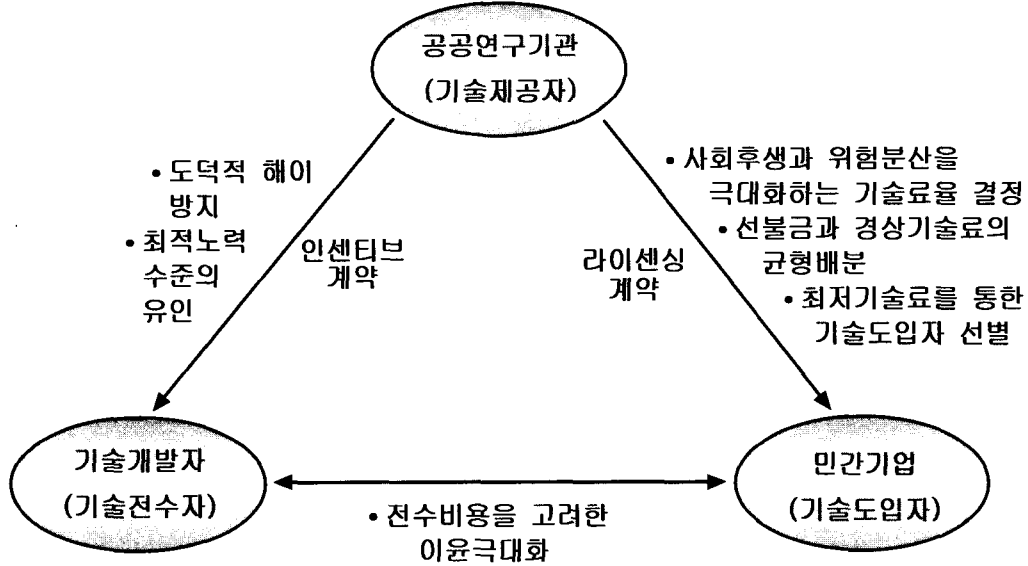
정에 적용할 수 있는 시사점을 도출하는 것이다. 보다 상세히 기술하면 본 연구는 기술료율 (royalty rate)의 결정, 기술대가에서 선불금 (initial payment)과 경상기술료 (running royalty, RR)간의 배분, 기술개발자의 최적 노력을 위한 유인체계 설계, 최저기술료 도입을 통한 기술도입자의 선별 (screening) 등을 포함한다. 본 연구의 수행을 위해서 민간부문간의 기술라이센싱을 이론적으로 연구한 기존 연구에서의 방법론을 부분적으로 응용하였으나, 모형의 개념과 구성은 공공연구기관에서 민간기업으로의 이전 특성에 기초하고 있으며 다양한 현안을 포괄적으로 다루었다.

<그림 1>은 본 연구에서 제안하는 라이선싱을 통한 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술라이선싱 모형의 개념적 틀을 보여주고 있다. 본 연구에서 제안된 기술라이선싱 모형의 개념적 틀은 몇 가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 기술이전의 참여자를 현실상황에 맞도록 기술 제공자 (licensor)인 공공연구기관, 기술전수자인 기술개발자 (inventor), 그리고 기술도입자 (licensee)인 민간기업의 세 부분으로 나누었다. 이는 기술이전과정에서 공공연구기관과 기술개발자의 목표가 각각 공익추구와 사익추구로 상이하므로 민간기업간의 기술이전과 달리 기술개발자를 별도로 고려해야 하기 때문이다. 둘째, 라이선싱 계약은 선불금과 기술료율, 그리고 최저기술료를 포함한다. 먼저, 기술료율은 기술이전 참여자들의 결합이윤을 극대화할 수 있도록 정해진다. 이는 공익추구를 목적으로 하는 공공연구기관에 의해 라이선싱계약이 설계되기 때문이다. 또한 선불금과 경상기술료는 민간기업의 상업화 위험을 최대한 경감시키도록 균형있게 배분되고, 최저보장생산량 (required minimum production level)에 기초한 최저기술료 (minimum payment)는 이전된 기술의 상업화를 사후적으로 실행하는 잠재적 기술도입자를 선별하도록 설계된다. 셋째, 공공연구기관은 기술개발자의 도덕적 해이를 방지할 수 있도록 효과적인 인센티브계약을 맺음으로써, 기술개발자로부터 보다 높은 노력 수준을 이끌어 내어 성공적인 기술이전이 이루어지도록 한다. 마지막으로 기술개발자와 민간기업은 전수비용 (transfer cost)을 고려하여 자신의 이윤극대화라는 목적을 달성하는 최적 수준의 노력을 기울이게 된다.

현실에서 공공연구기관과 민간기업이 선불금과 기술료율을 협상할 때 잦은 갈등이 일어나고, 그로 인하여 라이선싱계약이 지연되거나 심지어 결렬되기도 한다. 예를 들어, 창업 초기 단계에 있는 기업이 자금력의 부족으로 인하여 기술대가로서 선불금 없이 경상기술료만을 요청하는 경우에, 공공연구기관은 이를 수용하지 않는 경우가 자주 발생한다. 이와 같은 갈등상황에 대해서 본 연구는 공공연구기관의 의사결정을 위한 이론적 근거를 제공해 줄 수 있을 것이다.

이 연구는 네 부분으로 이루어져 있다. 서론에서는 본 연구의 배경 및 필요성에 대한 개괄적인 소개와 함께 본 연구에서 제시한 기술라이선싱 모형의 특징을 서술하였으며, 제 2장에

서는 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술라이센싱 모형을 제시한다. 제 3장에서는 본 연



<그림 1> 공공연구기관의 기술라이센싱 모형의 개념도

구에서 제시된 기술라이센싱 모형과 공공연구기관의 라이선싱 관행 (stylized licensing practices) 간에 비교방식을 부분적으로 도입하여 공공연구기관의 기술라이센싱 정책에 관한 시사점들을 도출하였고, 마지막 장에서는 결론 및 향후 과제를 담았다.

2. 공공연구기관의 기술라이센싱 모형

2.1 가정과 정의

본 연구에서는 공공연구기관이 국내 (domestic)의 독점 민간기업에게 전용실시권 (exclusive license)을 허용하는 경우를 모형화 대상으로 한다.³⁾ 특히, 비밀유지계약 (Non-Disclosure Agreement, NDA)의 체결 하에 공공연구기관은 이전을 희망하는 민간기업에게 관심 대상기술에 대한 충분한 기술정보를 제공함으로써, 라이선싱 계약시 기술의 시장가치에 대한 비대칭성은 상호간에 존재하지 않는다고 가정한다. 또한 기술을 이전 받은 민간기

3) 한국의 경우, 1992~2001년의 기간 동안 15개 정부출연연구기관에서 체결된 472건의 기술라이센싱 계약 중 320건 (67.8%)이 전용실시권을 허용하고 있다 (한국과학기술연구원, 2001).

업은 계약기간까지는 파산하지 않고 계속해서 기업활동을 하는 계속기업이며, 공공연구기관과 기술개발자는 위험 중립적 (risk neutral)이라고 가정한다. 이전대상기술은 비혁신적 공정기술 (non-drastic process technology)⁴⁾로 한정하고, 이에 대한 기술료 형태 (royalty scheme)는 선불금과 생산단위당 정액기술료 (per unit royalty)를 도입하였다.⁵⁾

본 연구에서 제시하는 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술라이센싱 모형에서는 다음과 같은 기호와 정의들이 사용된다. 우선, 라이선싱계약은 선불금(I), 생산단위당 정액기술료(γ), 최저기술료(η)의 3가지 요소로 구성되며, 이러한 계약요소들은 공공연구기관과 민간기업의 양측 모두가 관찰 가능하다. 선불금(I)는 공공연구기관이 받는 정액의 기술료로서, 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$I = (1 - S(\gamma))V_T \quad (1)$$

식 (1)에서 V_T 는 이전 대상기술의 가치평가에 근거하여 공공연구기관에서 징수하고자 하는 총 기술대가이고, $S(\gamma)$ 는 생산단위당 정액기술료 γ 에 따라 총 기술대가 중 경상기술료의 비율을 결정하는 함수라고 정의한다. 이 때 $S(0) = 0$ 이고, 일반적으로 선불금과 경상기술료는 반비례관계에 있기 때문에 $dS/d\gamma > 0$ 를 만족시켜야 한다 (Megantz, 1996).⁶⁾

최저기술료(η)는 기술이전 시, 공공연구기관이 상업화를 성실히 추진할 의지가 있는 민간기업을 선별하기 위한 기준 (screening criterion)을 의미한다. 생산량이 최저보장생산량 (q_m)을 넘기지 못할 경우라도 식 (2)와 같이 최저보장 생산량에 해당하는 경상기술료를 지불해야 한다.

$$\eta = \gamma q_m \quad (2)$$

4) 공정기술 (또는 공정혁신)은 기존제품의 생산비용을 감소시키는 기술로, 혁신적 (drastic) 기술과 비혁신적 (non-drastic) 기술의 정의는 다음과 같다. p_m 을 새로운 공정기술로 생산된 제품의 독점가격이라 하고 c 를 경쟁가격이라고 하자. 만일 새로운 공정기술을 제품생산에 도입한 결과 독점가격이 $p_m < c < p_m > c$ 라면, 혁신적 기술 (비혁신적 기술)이다 (Arrow, 1962).

5) Bousquet et al. (1998)는 수요불확실성과 비용불확실성의 두 가지 불확실성 하에서 위험을 분산하기 위한 최적 기술료 체계를 제안하였다. 즉, 수요불확실성 하에서는 정액기술료와 함께 매출액 기반 경상기술료 (*ad valorem royalty*), 그리고 비용불확실성 하에서는 일반적으로 정액기술료와 함께 매출액 기반 경상기술료와 생산단위당 정액기술료 (per unit royalty)의 조합이 최적 기술료 체계임을 증명하였다. 특히, 기술이 비혁신적인 공정기술일 경우에는 정액기술료와 생산단위당 정액기술료의 조합이 최적 기술료 체계임을 보여주었다.

6) 일반적으로 $\frac{dI}{d(RR)/d\gamma} = \frac{dI/d\gamma}{d(RR)/d\gamma} < 0$ 이 성립한다. $d(RR)/d\gamma > 0$ 인 범주에서 라이선싱은 경제적 합리성을 가지므로 $dI/d\gamma < 0$ 이어야 한다. $dI/d\gamma = -V_T(dS/d\gamma)$ 이므로 $\frac{dI/d\gamma}{d(RR)/d\gamma} < 0 \Leftrightarrow dS/d\gamma > 0$ 이다.

기술이전에서 전수비용 (transfer cost)은 거의 무시할 수 있다는 것이 보편적인 믿음이었지만, 기술이전의 성공을 위해서는 전수비용이 매우 중요한 비중을 차지한다. Teece (1977)는 26건의 국제기술이전사례를 통해서 전수비용이 전체 기술이전 비용의 2~59%에 걸쳐 분포되어 있으며, 평균적으로 19%에 이른다는 사실을 발견하였다. 따라서 본 연구에서도 두 종류의 전수비용을 도입하였다.⁷⁾ 즉 기술전수 시, 기술개발자와 민간기업이 효과적인 기술이전을 위해 투입하는 노력수준을 각각 θ , σ 로 나타내며, θ 에는 주로 훈련 (training) 및 기술지도 (advisory services) 비용이 포함되고, σ 에는 민간기업이 이전기술을 습득하는데 필요한 모든 비용이 포함된다. θ , σ 는 상대측에서 서로 관측이 불가능하므로 계약에 명시되거나 포함될 수 없다. 또한 각각의 노력수준 θ , σ 에 의해서 절감되는 한계생산비용 C_θ , C_σ 는 식 (3)과 같은 관계를 가진다고 가정한다.⁸⁾

$$\theta = kC_\theta^2 / 2, \quad \sigma = kC_\sigma^2 / 2 \quad (3)$$

식 (3)에서 k ⁹⁾는 기술전수과정의 효율성과 관계되는 확률모수 (random parameter or coefficient)로서 기술이전 참여자들의 특성, 이전대상기술의 특성, 수요환경 (demand environment) 등에 영향을 받는다.¹⁰⁾ 다시 말하면, 기술개발자의 전수능력, 민간기업의 기술습득능력, 기술의 난이도 및 know-how의 중요도¹¹⁾, 기술이전의 주변 환경요인으로 기업 문화, 지적재산권 관리전략 등에 의해 영향을 받을 수 있다. 이 때, k 의 값이 클수록 기술전수에의 투입비용 당 한계생산비용의 절감효과가 감소됨으로써 기술이전의 효율성이 작아진다. 아울러, 공공연구기관은 사전에 k 의 확률분포를 알고 있다고 가정한다.

본 연구는 모형전개의 간편성과 명료한 함의를 얻어내기 위하여 다음과 같은 역수요함수와 한계생산비용함수¹²⁾를 각각 식 (4), (5)와 같이 가정한다.

7) Choi (2001)는 기술이전에 상당한 전수비용이 수반된다는 현실에 기초하여 관측할 수 없는 전수비용을 모형에 도입하여 도덕적 해이에 민감한 라이선싱 모형을 설계하고 간단한 예를 통해 정당성을 입증하였다.

8) 식 (3)의 관계식은 Choi (2001)에서 제시된 것으로, 식의 간결함과 함께 노력 및 비용투입으로 인한 한계생산비용의 절감정도가 체감함을 만족하고 있다.

9) 식 (3)에서 현실적으로 k 의 확률분포는 기술전수자와 기술도입자 간에 따라 서로 다름에도 불구하고 k 의 확률분포 차이가 본 연구에서 제시한 모형의 결과에 큰 영향을 주지 못한다.

10) Bozeman (2000)은 기술이전의 효율성을 결정하는 요인으로서 기술제공자 (transfer agent), 이전대상기술 (transfer object), 이전매개체 (transfer media), 기술도입자 (transfer recipient), 수요환경 (demand environment)을 제시하고 있다.

11) Macho-Stadler et al. (1996)는 특히 노하우 (know-how)를 포함하는 기술이전에서 기술제공자의 도덕적 해이가 매우 중요한 문제임을 실증자료를 통해 제시하였으며, 노하우를 포함하는 계약에서는 정액기술료보다 경상기술료의 중요성이 상대적으로 증가함을 보여 주었다.

12) 한계생산비용함수는 제품의 생산량에 관계없이 일정함을 가정한다.

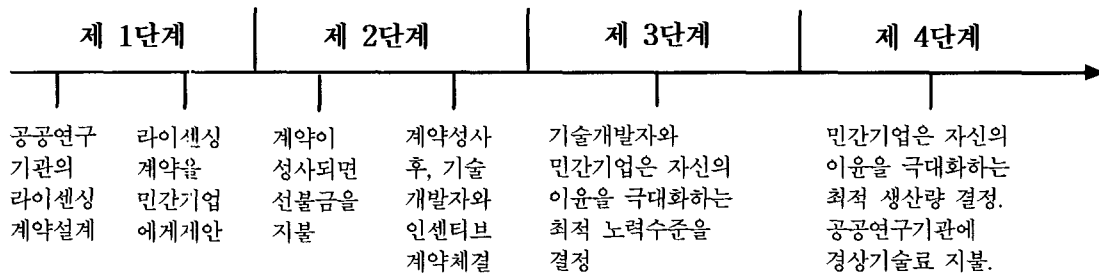
$$P = M - q \tag{4}$$

$$C(C_\theta, C_\sigma) = \bar{C} - C_\theta - C_\sigma \tag{5}$$

식 (4)에서 P 와 q 는 각각 이전된 기술이 적용된 제품의 독점가격과 생산량, 그리고 M 은 그 제품의 시장규모 (market size)를 나타낸다. 또한 식 (5)의 \bar{C} 는 기술개발자와 민간기업이 기술이전 시, 전혀 노력을 투입하지 않았을 때 즉, $\theta = \sigma = 0$ 일 때의 한계생산비용을 나타내며, 한계생산비용함수는 $\partial C(C_\theta, C_\sigma) / \partial \theta < 0$ 와 $\partial C(C_\theta, C_\sigma) / \partial \sigma < 0$ 를 만족함을 확인할 수 있다.

2.2 기술라이센싱 계약절차

본 연구는 공공연구기관과 기술개발자 그리고 민간기업이 참여하는 기술이전계약이 다음과 같은 4단계의 절차에 의해서 이루어진다고 가정한다. <그림 2>는 4단계 순차적 라이선싱 게임의 행동순서를 나타낸다.



<그림 2> 4단계 순차적 라이선싱 게임의 행동순서

제 1단계: 공공연구기관은 기술라이선싱 계약을 설계하고 take-it-or-leave-it 방식으로 기술라이선싱 계약 (I, γ, η) 을 민간기업에게 제안한다.

제 2단계: 민간기업은 이전 받을 기술로 인한 수익으로부터 발생하는 효용과 유보효용을 비교하여 계약의 수락 여부를 결정한다. 계약을 하게 된다면 공공연구기관은 미리 설계한 보상 체계에 의한 인센티브계약을 기술개발자와 맺고, 계약이 성사되지 않으면 게임은 끝난다.¹³⁾

13) 대부분의 공공연구기관은 직무발명의 인센티브지급 규정을 사전에 마련하고 있으므로, 본 연구는 기술라이선싱 계약이 성사되면 상기 규정에 따라 공공연구기관과 기술개발자간에 인센티브 계약을 체결한 것으로 간주한다.

제 3단계: 계약이 성사된 후, 기술전수과정에서 모수 k 의 불확실성은 사라지게 되며, 기술개발자와 민간기업은 관찰되는 k 에 따라 자신의 이윤을 극대화하는 노력수준을 결정한다. 단, 공공연구기관은 모수 k 의 값을 관찰하지 못한다.

제 4단계: 민간기업은 이전 받은 기술로 생산활동을 하고 공공연구기관에 경상기술료를 지불한다. 공공연구기관은 인센티브계약에 따라 징수한 기술료로 기술개발자에게 보상한다.

2.3 기술개발자의 도덕적 해이

일반적으로 경상기술료는 기술전수자의 도덕적 해이¹⁴⁾를 방지하는 기능을 한다. 그러나 기술제공자인 공공연구기관의 보상체계는 대부분의 경우, 총 기술대가 중 일정비율을 기술개발자에게 지급하고 더욱이 그 비율이 충분히 크지 않기 때문에, 경상기술료가 기술개발자의 도덕적 해이를 방지할 만큼 충분한 기능을 발휘하지 못하고 있다. 따라서 성실한 기술전수가 이루어지기 위해서는 보다 효율적인 보상체계의 도입이 필요하다.

공공연구기관과 기술개발자가 모두 위험 중립적이라고 가정하였으므로, 기술개발자의 도덕적 해이를 막기 위한 최적 인센티브계약은 공공연구기관이 예상되는 총 기술대가에서 일정한 지대 (rent)를 받고 나머지 모두를 기술개발자에게 지급하는 것이다 (Tirole, 1995; 김영세, 2000). 공공연구기관이 받는 일정한 지대 ρ_A ¹⁵⁾는 이론적으로 기술개발자가 최적의 노력을 투입하였을 때의 기술대가에서 기술개발자의 기술전수 노력과 유보효용을 제외한 값이다. 계약을 맺는 시점에서 공공연구기관은 모수 k 의 확률분포만 알고 있으며 유보효용 $\bar{u}_B = 0$ 이라 가정하면, 공공연구기관에 귀속되는 일정한 지대 ρ_A 및 기술개발자의 보상 R_B 와 기술개발자의 이윤 π_B 는 각각 식 (6), (7)과 같다.

$$\rho_A = E(I + \gamma q^* | \theta^*) - E(\theta^*) \quad , \quad R_B = I + \gamma q^* - \rho_A \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \pi_B &= I + \gamma q^* - \rho_A - \theta^* \\ &= [\gamma q^* - E(\gamma q^* | \theta^*)] + [E(\theta^*) - \theta^*] \end{aligned} \quad (7)$$

14) 기술전수자의 도덕적 해이는 기술이전 시, 특허권 등의 사용권리만 허락하고 기술을 구현하는 데 필요한 노하우를 전수하지 않거나 기술지도를 소홀히 하는 것이다. 만약, 기술대가가 일시불이나 정액기술료 형태라면 기술전수자의 도덕적 해이를 막기는 어렵다. 그러나 경상기술료의 경우에는 기술상업화 성공의 정도에 따라 그 규모가 변하게 되므로, 많은 경상기술료를 징수하기 위하여 기술전수자는 노하우 전수와 기술지도를 충실히 하게 된다.

15) 이후로 하첨자 A, B, C는 각각 공공연구기관, 기술개발자, 민간기업을 나타내기로 한다.

2.4 기술료 체계: 최적 생산단위당 정액기술료와 선불금

여기서는 먼저 4단계 순차적 라이선싱 게임에서 부분게임완전균형 (subgame perfect equilibrium)을 구함으로써 최적의 생산단위당 정액기술료를 도출하고, 다음으로는 선불금과 경상기술료 비율함수 $S(\gamma)$ 를 구함으로써 최적의 기술료 체계를 설계하고자 한다. 먼저 역진귀납법 (backward induction)의 방법을 사용하여 부분게임완전균형을 구해보자. 제 4단계에서 민간기업은 식 (8)과 같이 자신의 이윤을 극대화하는 생산량을 결정하며 식 (9)는 민간기업의 최적 생산량 q^* 와 그 때의 이윤 π_c 를 나타낸다.

$$\begin{aligned} \text{Max}_q \quad \pi_c &= Pq - (C(C_\theta^*, C_\sigma^*) + \gamma)q - I - \sigma^* \\ &= (M - q)q - (\bar{C} - C_\theta^* - C_\sigma^* + \gamma)q - I - \frac{k(C_\sigma^*)^2}{2} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{cases} q^*(C_\theta^*, C_\sigma^*, \gamma) = \frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^* - \gamma}{2} & (\text{단, } a = M - \bar{C}) \\ \pi_c(C_\theta^*, C_\sigma^*, \gamma) = \left[\frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^* - \gamma}{2} \right]^2 - I - \frac{k(C_\sigma^*)^2}{2} \end{cases} \quad (9)$$

제 3단계에서는 모수 k 가 실현되며, 기술개발자와 민간기업은 상대방의 최적노력수준 σ^* , θ^* 이 주어졌다고 생각하고 식 (10), (11)과 같이 각각 자신의 이윤 π_B , π_c 를 극대화하는 노력수준 θ^* , σ^* 를 결정한다.¹⁶⁾

$$\begin{aligned} \text{Max}_{C_\theta} \quad \pi_B &= [\gamma q^* - E(\gamma q^* | \theta^*)] + [E(\theta^*) - \theta] \\ &= \gamma \frac{a + C_\theta + C_\sigma^* - \gamma}{2} - E(\gamma q^* | \theta^*) + E(\theta^*) - \frac{k(C_\sigma^*)^2}{2} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{Max}_{C_\sigma} \quad \pi_c = \left[\frac{a + C_\theta^* + C_\sigma - \gamma}{2} \right]^2 - I - \frac{k(C_\sigma)^2}{2} \quad (11)$$

이 때, 식 (10)에서 $E(\gamma q^* | \theta^*) - E(\theta^*)$ 는 상수이다.¹⁷⁾ 식 (10)과 (11)을 풀어서 나온 C_θ^* , C_σ^* 를 연립하면 최적 노력수준에 따른 한계생산비용의 절감액이 식 (12)와 같이 도출

16) 수식전개의 간결함을 위하여 θ 와 σ 대신 각각 C_θ , C_σ 에 관한 최적화문제로 변형시켰다.

17) 공공연구기관이 인센티브계약의 설계시, 즉 게임의 제 1단계에서 추정된 값 $E(\gamma q^* | \theta^*)$, $E(\theta^*)$ 에 의해 일정한 지대 ρ_A 가 결정되므로, 제 3단계에서는 $E(\gamma q^* | \theta^*) - E(\theta^*) = \rho_A - I$ 로서 상수로 간주된다.

된다. 또한 식 (12)와 (9)로부터 최적 생산량 q^* 는 식 (13)으로 다시 쓸 수 있다.

$$C_\theta^* = \frac{\gamma}{2k}, \quad C_\sigma^* = \frac{a}{2k-1} - \frac{\gamma}{2k} \quad (12)$$

$$q^*(C_\theta^*, C_\sigma^*, \gamma) = \frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^* - \gamma}{2} = \frac{ak}{2k-1} - \frac{\gamma}{2} \quad (13)$$

이 때, $C_\sigma^* |_{\gamma=0} > 0$ 이므로 식 (12)에서 $k > 1/2$ 임을 알 수 있다. 이는 식 (11)의 이제조건 (second order condition)과도 일치한다. 이에 더하여 $C(C_\theta^*, C_\sigma^*) > 0$ 이므로, 식 (14)를 만족해야 한다.

$$C(C_\theta^*, C_\sigma^*) = \bar{C} - C_\theta^* - C_\sigma^* = \frac{2k\bar{C} - M}{2k-1} > 0 \Leftrightarrow k > \frac{M}{2\bar{C}} \quad (\because k > 1/2) \quad (14)$$

일반적으로 어떤 제품의 시장규모 M 은 평균 생산원가 \bar{C} 에 비하여 매우 크다.¹⁸⁾ 따라서, 식 (14)에서 적어도 $k > 1$ 라고 볼 수 있다.

제 2단계에서 민간기업은 공공연구기관의 라이선싱 계약의 제안에 대하여 수락여부를 결정한다. 즉 민간기업의 유보효용 (reservation utility)이 0이라 가정하면 식 (15)와 같이 이윤에 따른 기대효용이 유보효용보다 클 때 제안을 수락한다.

$$E(U[\pi_C^*(C_\theta^*, C_\sigma^*; I, \gamma, \eta)]) > 0 \quad (15)$$

제 1단계에서 공공연구기관은 식 (16)과 같이 기술이전에 참여하는 공공연구기관, 기술개발자, 민간기업의 결합이윤의 극대화를 추구한다고 가정하면, 이때 도출되는 최적 생산단위당 정액기술료 γ^* 는 식 (17)과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{Max}_\gamma E[\pi_A + \pi_B + \pi_C] \quad (16) \\ & \Leftrightarrow \text{Max}_\gamma E[I + \gamma q^* - \theta^* + Pq^* - (\bar{C} - C_\theta^* - C_\sigma^* + \gamma)q^* - I - \sigma^*] \\ & \Leftrightarrow \text{Max}_\gamma E\left[\left(\frac{ak}{2k-1} - \frac{\gamma}{2}\right)^2 + \gamma\left(\frac{ak}{2k-1} - \frac{\gamma}{2}\right) - \frac{k}{2}\left(\frac{\gamma}{2k}\right)^2 - \frac{k}{2}\left(\frac{a}{2k-1} - \frac{\gamma}{2k}\right)^2\right] \end{aligned}$$

$$\gamma^* = \frac{E[1/(2k-1)]}{1 + E[1/k]} a \quad (\text{단, } a = M - \bar{C}) \quad (17)$$

18) Bousquet et al. (1998)은 본 연구와 동일한 형태의 역수요함수를 채택하였으며, 수리모형에서 하나의 예로 $M=3.05$, $\bar{C}=0.9$ (or 0.3)의 값을 사용한 바 있다.

식 (17)의 최적 생산단위당 정액기술료 γ^* 는 추정된 시장규모 및 한계생산비용과 함께 모수 k 의 확률분포로부터 구할 수 있다.

다음으로는 공공연구기관이 징수해야 하는 총 기술대가 V_T 하에서 최적의 선불금 (I)를 결정한다. 우선 식 (18)은 공공연구기관의 기대 기술대가 $E[I + \gamma q^*]$ 가 징수해야 하는 총 기술대가 V_T 보다 커야 함을 나타내고 있다. 이때 생산단위당 정액기술료 γ 는 사전에 결정 되었으며, 생산량 q^* 는 확률변수가 된다.

$$E[I + \gamma q^* | C_\theta^*, C_\sigma^*] \geq V_T \quad (18)$$

서론에서 언급한 공공연구기관의 기술료 결정원칙 (policy)을 상기한다면, 선불금을 최대한 작게 책정하고 경상기술료의 비율을 상대적으로 높임으로써 기술이전 초기의 민간기업의 부담을 낮추고 상업화단계에서의 위험분산을 높인다.¹⁹⁾ 식 (18)에서 선불금 I 를 받지 않는다면, 총 기술대가 V_T 는 곧 경상기술료 $E[\gamma q^*]$ 와 동일하게 된다. 또한 이전대상기술의 개발과 관련된 연구개발사업 운영규정 등에 따라 최소한 징수해야 하는 금액을 $V_{T, \min}$ 이라고 한다면,²⁰⁾ V_T 는 항상 $V_{T, \min}$ 이상이어야 한다. 그러나 $V_{T, \min} > E[\gamma q^*]$ 의 경우에는 경상기술료 뿐만아니라 그 차이만큼 선불금을 받지 않을 수 없게 된다. 따라서 최소의 선불금 책정을 위한 V_T 는 식 (19)와 같이 결정된다.

$$V_T = \text{Max} \{ E[\gamma q^*], V_{T, \min} \} \quad (19)$$

식 (19)를 식 (18)에 대입하면 식 (20)이 되며, 이 때 최소의 선불금 I 는 식 (21)과 같이 결정된다. 또한 경상기술료 비율함수 $S(\gamma)$ 는 식 (13)을 이용하면, 식 (22)와 같이 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} I + E[\gamma q^*] &\geq \text{Max} \{ E[\gamma q^*], V_{T, \min} \} \\ \Leftrightarrow I &\geq \text{Max} \{ 0, V_{T, \min} - E[\gamma q^*] \} \end{aligned} \quad (20)$$

$$I = \text{Max} \{ 0, V_{T, \min} - E[\gamma q^*] \} \quad (21)$$

19) 다른 계약조건이 동일한 때, 선불금 I 가 작을수록 식 (15)의 조건을 충족시킬 가능성이 높아진다.

20) 한국의 경우, '국가연구개발사업의관리등에관한규정 (2001)'의 기술료 징수 규정을 살펴보면, 공공연구기관은 기술개발에 투입된 정부출연금 이상의 기술료를 징수하는 것을 원칙으로 하고 있다.

$$S(\gamma) = \frac{E[\gamma q^*]}{V_T} = \frac{E[\gamma q^*]}{\text{Max}\{E[\gamma q^*], V_{T, \min}\}} \quad (22)$$

$$= \text{Min}\left\{\frac{1}{V_{T, \min}} \left(-\frac{\gamma^2}{2} + a\gamma E\left[\frac{k}{2k-1}\right]\right), 1\right\}$$

이 때, $S(0)=0$, $dS/d\gamma > 0$ 을 만족해야 하므로 식 (23)에서 도출한 γ 의 범위에서 $S(\gamma)$ 가 유효하다.²¹⁾

$$\frac{dS}{d\gamma} = \frac{1}{V_{T, \min}} \{-\gamma + aE[k/2k-1]\} > 0 \quad (23)$$

$$\Leftrightarrow 0 < \gamma < aE[k/2k-1]$$

또한 식 (17)의 분모, 분자 모두 양수이므로 최적 생산단위당 정액기술료 $\gamma^* > 0$ 이며, 식 (14)를 통해 $k > 1$ 임을 이용하면 식 (23)의 범위 내에 항상 존재함을 식 (24)에서 증명할 수 있다.

$$0 < \gamma^* = \frac{E[1/(2k-1)]}{1 + E[1/k]} a < aE[1/(2k-1)] < aE[k/(2k-1)] \quad (24)$$

2.5 최저기술료

여기서는 기술도입자의 도덕적 해이를 방지하기 위한 선별기준 (screening criterion)으로서의 최저기술료를 결정한다. 민간기업의 도덕적 해이는 기술을 이전 받은 후, 생산활동에 사용하지 않는 경우이다. 민간기업간의 기술이전과는 달리 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전이라는 특수한 상황이 단지 이전 받은 기술을 보유하고 있는 것만으로도 어떤 부수적인 이득과 기회를²²⁾ 제공할 수 있기 때문이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 적합한 기술도입자를 선별하기 위한 최저기술료가 라이선싱 계약에 포함되어야 한다.

기술을 이전 받은 후 생산에 이용하지 않고 단지 보유할 때, 민간기업의 기대수입 (expected revenue)을 $E(R_{keep})$ 이라고 하자. 공공연구기관은 어떤 확률변수가 실현되었을 때, 기술개발자와 민간기업들의 최적반응들을 알고 있다. 최저보장생산량 q_m 은 식 (25)와

21) $E[\gamma q^*] \geq V_{T, \min}$ 인 경우는 $S(\gamma)=1$ 이므로 $dS/d\gamma > 0$ 을 만족하는 γ 는 없다.

22) 한국의 경우, 공공연구기관의 기술을 이전 받은 민간기업은 정책자금의 지원이나 세제혜택, 정부가 발주하는 특수한 사업에 입찰할 수가 있다. 한편으로는 경쟁기업의 시장진입을 막기 위해서 기술을 사전에 확보하려는 전략적 이유에서 기술을 이전 받기도 한다.

같이 이전 받은 기술을 생산에 사용하지 않을 경우의 이익보다 생산할 때의 이익이 더 크도록 함으로써 식 (26)과 같이 구할 수 있다.

$$E[R_{keep} - (I + \gamma q_m)] \leq E\left[Pq_m - (\bar{C} - C_\theta^* - C_\sigma^* + \gamma)q_m - I - \frac{k(C_\sigma^*)^2}{2}\right] \quad (25)$$

$$\Leftrightarrow q_m^2 - a\left[1 + E\left(\frac{1}{2k-1}\right)\right]q_m + E\left[\frac{k}{2}\left(\frac{a}{2k-1} - \frac{\gamma}{2k}\right)^2\right] + E(R_{keep}) \leq 0$$

$$q_m = q_m^- = \frac{a}{2} - \sqrt{\frac{a^2}{4} - \beta - E(R_{keep})} \quad (26)$$

$$\text{단, } \alpha = a\left[1 + E\left(\frac{1}{2k-1}\right)\right], \quad \beta = E\left[\frac{k}{2}\left(\frac{a}{2k-1} - \frac{\gamma}{2k}\right)^2\right]$$

식 (2)에 따라 생산단위당 정액기술료 γ 와 최저보장생산량 q_m ²³⁾의 곱으로 정의되는 최저기술료 η 를 라이선싱 계약에 삽입함으로써, 민간기업의 도덕적 해이를 사전에 방지할 수 있다. 그러나, 식 (26)에서 구한 최저보장생산량 q_m 이 존재하기 위해서는 식 (27)과 같이 근호 안의 값이 비음 (nonnegative)이어야 한다.

$$\alpha^2/4 - \beta - E(R_{keep}) \geq 0 \quad (27)$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{a + E[C_\theta^* + C_\sigma^*]}{2}\right)^2 - E\left[\frac{k(C_\sigma^*)^2}{2}\right] - E[R_{keep}] \geq 0$$

동시에 최저보장생산량 q_m 이 합리적인 값을 가지려면 최적생산량 q^* 보다 평균적으로 작아야 하며, 이를 위하여 식 (28)의 제약조건을 만족시켜야 한다. 식 (27)과 식 (28)을 비교해보면, 식 (28)이 보다 강한 제약조건임을 알 수 있다. 식 (28)을 현실의 경제활동과 연관하여 설명한다면, 이는 생산활동을 하는 경우와 생산활동을 하지 않고 보유하는 경우 간의 민간기업의 기대이윤 차이가 시장수요 변화로 인한 수익의 불확실성보다 커야 한다는 것을 의미한다.²⁴⁾

23) 또 다른 하나의 근 $q_m^+ = \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - \beta - E(\pi_R)}$ 은 $q_m > q^*$ 로 만든다. 여기서 q^* 는 합리적인 경제활동을 통한 최적 생산량이므로 공공연구기관이 이보다 큰 최저보장생산량을 원한다는 것은 불합리하므로 해에서 제외하였다.

24) 이전된 기술을 사용하여 생산한 제품시장에서 민간기업은 독점적 위치를 점하고 있다고 가정된다. 따라서, 최적 생산량은 시장수요와 같으므로 최적 생산량의 분산은 시장수요의 불확실성으로 인한 위험으로 볼 수 있다. 또한 수익은 최적 생산량의 제곱에 비례하므로 시장수요의 불확실성은 중극적으로 민간기업 수익의 불확실성으로 작용한다.

$$\begin{aligned}
& E(q^* - q_m | C_\theta^*, C_\sigma^*) > 0 \tag{28} \\
& \Leftrightarrow \left(\frac{a + E[C_\theta^* + C_\sigma^*]}{2} \right)^2 - E\left[\frac{k(C_\sigma^*)^2}{2} \right] - E[R_{keep}] - \gamma^2/4 > 0 \\
& \Leftrightarrow E\left[q^{*2} - \frac{k(C_\sigma^*)^2}{2} - I \right] - Cov[q^*, q^* + \gamma] - E[R_{keep} - I - \gamma q^*] > 0 \\
& \Leftrightarrow E[\pi_C - (R_{keep} - I - \gamma q^*) | C_\theta^*, C_\sigma^*] > Var[q^*]
\end{aligned}$$

결국, 식 (28)이 만족된다면 합리적인 값을 갖는 최저보장생산량 q_m 이 존재하게 되므로 공공연구기관으로부터 기술을 이전 받고자 하는 민간기업의 도덕적 해이 유무를 선별할 수 있게 된다.

3. 토론 및 함의

라이선싱을 통한 공공연구기관의 기술이전 정책과 관련하여 상반되는 쟁점들- 선불금의 존재, 기술도입자별 기술료의 차별, 유인체계로서의 보상체계, 최저기술료 등-이 활발히 논의되고 있다. 본 연구는 이러한 쟁점들에 대한 설명과 이론적 근거를 제공함으로써, 본 연구에서 제시한 모형의 유용성을 보이고자 한다.

3.1 선불금의 존재

2.4절에서 제시한 기술료 체계를 식 (29)와 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$\begin{cases} \gamma^* = \frac{E[1/(2k-1)]}{1 + E[1/k]} a, & I = (1 - S(\gamma)) V_T, \quad RR = S(\gamma) V_T \\ S(\gamma) = \frac{E[\gamma q^*]}{V_T} = \text{Min} \left\{ \frac{1}{V_{T, \min}} \left(-\frac{\gamma^2}{2} + a \gamma E\left[\frac{k}{2k-1} \right] \right), 1 \right\} \end{cases} \tag{29}$$

$E[\gamma q^*] = V_{T, \min}$ 을 만족시키는 생산단위당 정액기술료를 γ_D 라고 정의하자.²⁵⁾ 식 (29)에서 $E[\gamma q^*] \geq V_{T, \min}$ 인 경우를 A유형으로 정하면, 식 (30)과 같이 최적 선불금과 경상기술

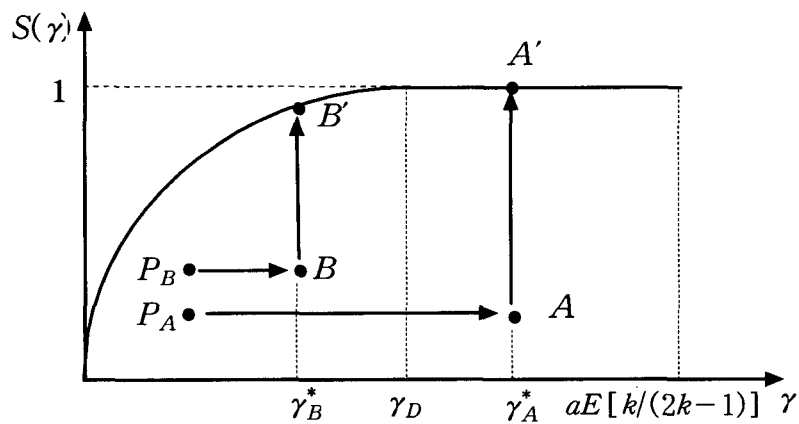
25) 또 다른 하나의 근인 $\gamma_D^* > aE[k/(2k-1)]$ 이므로 해로부터 제외하였다.

료가 도출된다. 또한 $E[\gamma q^*] < V_{T,\min}$ 인 경우를 B유형이라고 하면, 식 (29)로부터 식 (31)의 최적 선불금과 경상기술료가 도출된다.

$$\begin{cases} V_T = E[\gamma q^*] \text{ where } \gamma_D \leq \gamma < aE[k/(2k-1)] \\ I = 0, \quad RR = V_T = E[\gamma q^*], \quad S(\gamma) = 1 \end{cases} \quad (30)$$

$$\begin{cases} V_T = V_{T,\min} \text{ where } 0 < \gamma \leq \gamma_D \\ I = (1 - S(\gamma)) V_{T,\min}, \quad RR = S(\gamma) V_{T,\min} \\ S(\gamma) = \frac{1}{V_{T,\min}} \left\{ -\frac{1}{2} \gamma^2 + aE[k/(2k-1)] \gamma \right\} \end{cases} \quad (31)$$

본 연구에서 제시된 모형에 기초한 최적 기술료 체계의 의사결정과정은 <그림 3>에 잘 표현되어 있다. <그림 3>의 가로축은 생산단위당 정액기술료 γ 를, 세로축은 총 기술대가 중에서 경상기술료가 차지하는 비율 $S(\gamma)$ 를 나타내고 있으며, 위험분산의 정도를 시각적으로 파악할 수 있게끔 되어 있다. 먼저 불합리한 기술료 체계에 의한 기술료 조건이 초기에 점 P(하첨자 무시)에 있다는 가상의 상황을 설정한다. 식 (17)에 의하여 기술이전 참여자의 결합이윤을 극대화시키는 생산단위당 정액기술료 γ^* 를 구하여 초기의 기술료 조건을 일차적으로 조정한다. 이 때, γ^* 는 A유형과 B유형에 따라 각각 γ_A^* 와 γ_B^* 로서 γ_D 를 사이에 두고 양쪽으로 나뉘어 진다. 일차적으로 조정된 기술료 조건은 참여자의 결합이윤을 극대화시켜 주지만 경상기술료 비율이 너무 낮아 기술이전 시, 민간기업의 초기부담이 크고 위험분담이 잘 이루어지고 있지 않다. 따라서 각각의 γ^* 를 고정시킨 상태에서 선불금의 비율을 최



<그림 3> 최적 기술료 체계의 의사결정과정

소화 즉, 경상기술료 비율의 최대값 $S(\gamma)$ 를 취하면, 상기의 두 가지 목적-결합이윤과 위험 분산 극대화-을 달성하게 된다. 최적 기술료 체계의 유형별 의사결정과정은 A유형의 경우 $P_A - A - A'$ 이고, B유형의 경우는 $P_B - B - B'$ 이 된다.

본 연구에서 제시한 모형은 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전 시 선불금의 포함 여부에 관한 의사결정의 이론적 근거를 제공해 준다. 먼저, 식 (30)과 같은 A유형의 기술료 체계는 상업화의 초기단계에 있는 기업이 시장가치가 높은 기술을 도입하면서 선불금 없이 경상기술료만을 지불하려는 요청의 정당성을 뒷받침해 준다. 즉, 공공연구기관은 최저 기술대가 $V_{T,\min}$ 이상의 경상기술료 징수가 충분히 예상된다면 기술도입자 측의 상업화 위험의 경감을 위하여 선불금을 요구하지 않는 것이 바람직할 수 있음을 시사한다.

뿐만 아니라 여러 실증연구들이 기술대가로서 선불금 없이 경상기술료만 포함하는 기술이전계약의 존재를 보여주고 있다. 한국과학기술연구원 (2001)에 따르면, 국내 주요 정부출연 연구기관이 체결한 472건의 계약 중 122건 (26%)이 경상기술료만을 포함하고 있다. Macho-Stadler et al. (1996)의 연구에 따르면, 총 241건의 연구대상 계약 중 143건 (59.3%)이 선불금 없이 경상로열티만 포함하고 있다. 또한 Razgaitis (1998)에 따르면, 1975년 일본 정부가 체결한 1,356건의 계약 중 628건 (46.3%)의 계약이 선불금 없이 경상기술료만 기술대가에 포함시키고 있다.

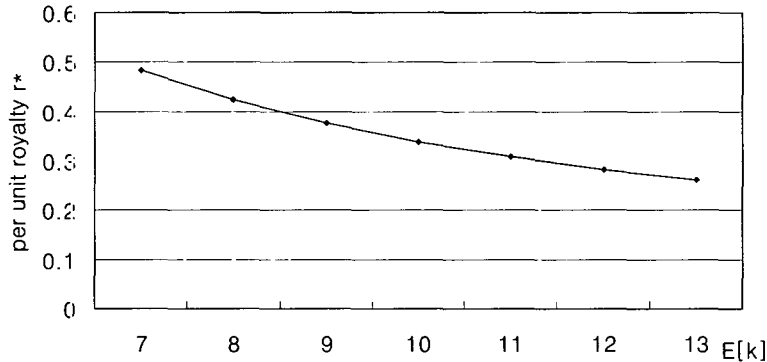
또한 식 (31)과 같은 B유형의 최적 기술료 체계는 공공연구기관이 최저 기술대가 $V_{T,\min}$ 를 징수하기 위하여 경상기술료 뿐만 아니라, 추가적으로 선불금을 요구하고 있는 주장의 정당성을 뒷받침할 수 있다. 이 때의 최저 기술대가는 비용접근법을 토대로 산정하는 경우가 일반적이다. 다만, 이 경우에도 선불금과 경상기술료간의 배분 비율이 민간기업의 상업화 위험을 최소화하도록 조정하는 주의가 요구된다.

3.2 기술이전 환경과 기술료

Megantz (1996)에 따르면, 동일한 기술을 이전하는 경우에도 기술도입자에 따라 서로 다른 기술이전 대가로 계약하는 사례가 발생한다. 이는 일반적으로 기술도입자별로 기술제공자와의 협상과정에서 상이한 기술료가 산정될 수 있기 때문이라고 설명되어 왔다.

본 연구는 공공연구기관이 기술도입자별로 차별화된 기술료를 징수하는 현상에 관하여 이론적인 설명을 제공할 수 있다. 식 (17)의 최적 생산단위당 정액기술료 γ^* 는 두 부분으로 나누어 설명할 수 있다. 먼저, 후반부인 $a = M - \bar{C}$ 는 이전 받은 기술과 시장상황이 동일하다면 기술도입자에 관계없이 일정하다고 볼 수 있다. 식 (17)의 전반부인 $E[1/2k - 1] / (1 + E[1/k])$ 는 기술이전 참여자의 특성, 이전대상기술의 특성, 기술이전 매개

체, 기술수요환경에 따라 영향을 받는 모수 k 가 포함되어 있다. 다른 모든 요소가 동일하다고 할지라도 기술도입자가 달라질 경우, 기술도입자의 기술습득능력, 기업문화, 기업의 지적재산권 전략 등의 차이로 인해 모수 k 의 확률분포가 달라질 수 있다.



<그림 4> $E[k]$ 에 따른 최적 생산단위당 정액기술료의 변화

이를 간단히 설명하기 위해서 <그림 4>과 같이 식 (17)에 간단한 k 의 확률분포를 대입하여 예시 (numerical example)를 들었다. 식 (3)에서 추론할 수 있듯이 $E[k]$ 가 작아질수록 기술전수에의 투입 비용당 한계생산비용의 절감효과가 증가함으로써 보다 효율적인 기술이전이 가능하게 되어 생산단위당 정액기술료가 높아지게 된다. 이에 따라 반대로 $E[k]$ 가 커질수록 최적 생산단위당 정액기술료는 점점 작아지는 것을 볼 수 있다.²⁶⁾

3.3 선별기준

기술도입자의 도덕적 해이는 민간부문간의 기술이전보다는 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술이전에서 더욱 빈번하게 관찰된다. 따라서 공공연구기관은 실질적인 기술이전을 위해서 이전대상기술의 상업화에 의지를 가지고 있는 민간기업을 선별하려고 노력하고 있다. 그러나, 유효한 선별기준을 결정하기 위한 이론적 근거 마련이 미흡한 상황에 처해 있다.

본 모형에서는 최저보장생산량을 토대로 하는 최저기술료가 잠재적 기술도입자를 선별하는 기능을 할 수 있도록 합리적인 기준을 도출하였다. 현재 공공연구기관에서 따르고 있는 관행에 의하면 최저기술료 (stylized minimum payment) $MP_{stylized}$ 는 식 (32)와 같이 결정된다.

26) r^* 의 전분부 a 의 값과 모수 k 의 분산을 일정하게 유지하였으므로 $E[k]$ 의 변화에 따른 r^* 의 비교가 가능하다.

$$MP_{stylized} = V_{T, \min} - I \quad (32)$$

즉, 현재 공공연구기관에서 사용되는 최저기술료는 최소한의 기술대가를 징수하기 위한 보수적인 수단으로 활용되고 있다. 식 (32)와 같은 최저기술료가 기술도입자의 도덕적 해이를 방지하기 위해서는 식 (33)에서와 같이 2.5절에서 도출한 최저기술료 (혹은 최저보장생산량) 보다 작지 않아야 한다.

$$MP_{stylized} \geq \eta \Leftrightarrow q_{m, stylized} \geq q_m \quad (33)$$

그러나 공공연구기관의 관행에 따라 정하는 최저기술료는 식 (33)을 항상 만족하지는 못한다.²⁷⁾ 식 (33)을 만족하는 경우에는 현재의 관행으로 책정된 최저기술료가 잠재적 기술도입자의 선별기능을 발휘하지만, 일반적으로 선별능력을 가지고 있다고 보기는 힘들다. 따라서 본 모형에서 제시한 최저보장생산량을 기반으로 하는 최저기술료를 책정하여 라이선싱 계약에 삽입함으로써, 기술도입자의 도덕적 해이를 효과적으로 사전에 예방할 수 있다.

3.4 보상체계

일반적으로 공공연구기관들은 기술개발자에게는 총 기술대가의 일정비율을 인센티브로 지급하고 있다.²⁸⁾ 공공연구기관이 개발한 기술이 이전되는 경우, 총 기술대가 중에서 기술개발자에게 지급되는 인센티브의 비율을 α ($0 \leq \alpha \leq 1$)라고 하자. 현재의 인센티브 관행에 의하면 기술개발자가 지급 받는 인센티브 $R_{B, stylized}$ 과 그 결과 기술개발자의 이익 $\pi_{B, stylized}$ 는 식 (34)와 같이 나타내며, 기술개발자의 최적 노력수준은 식 (35)의 최적화 과정을 거쳐 식 (36)과 같이 도출된다.

$$R_{B, stylized} = \alpha(I + \gamma q^*) \quad (34)$$

$$\pi_{B, stylized} = \alpha(I + \gamma q^*) - \theta^* = \alpha I + \alpha \gamma \frac{a + C_\theta + C_\sigma - \gamma}{2} - \frac{k(C_\theta)^2}{2}$$

$$\text{Max}_{C_\theta} \pi_{B, stylized} = \alpha I + \alpha \gamma \frac{a + C_\theta + C_\sigma - \gamma}{2} - \frac{k(C_\theta)^2}{2} \quad (35)$$

27) 부록에서 식 (33)의 반례를 제시하고 있다.

28) 실제로는 보다 복잡한 인센티브 규정을 두고 있는 경우도 있다. 예를 들어, 기술대가의 금액 구간별로 차등화된 비율을 사용한다든지 혹은 상한선을 두고 있는 경우 등을 볼 수 있다.

$$C_{\theta, stylized}^* = \frac{\alpha \gamma}{2k}, \quad \theta_{stylized}^* = \frac{\alpha^2 \gamma^2}{8k} \quad (36)$$

기술개발자가 기술전수과정에서 투입하는 노력 수준을 본 모형에서 제시된 보상체계와 현재의 보상체계 관행간에 비교해 보면 식 (37)과 같이 본 모형에서 제시된 보상체계 하에서 더욱 높음을 알 수 있다.

$$\frac{\theta_{stylized}^*}{\theta^*} = \frac{\alpha^2 \gamma^2 / 8k}{\gamma^2 / 8k} = \alpha^2 < 1 \quad (37)$$

기술개발자의 도덕적 해이를 방지하기 위한 방안을 모색해 본다면, 첫째, 기술개발자에게 공공연구기관이 지출하는 거래비용을 제외하고 모든 기술대가를 인센티브로 지불함으로써 α^2 의 값을 1에 근접시키는 것이다. 그러나, 이것은 현실적으로 실행하기 어려운 접근방법이다.²⁹⁾ 둘째, 본 연구에서 제시하는 보상체계를 도입하는 것이다. 새로운 시스템의 도입은 공공연구기관이 식 (6)의 지대 ρ_A 를 확보하면서도 모든 기술대가를 기술개발자에 주는 것과 같은 효과 즉, $\theta'' = \theta_{stylized, \alpha=1}^*$ 의 효과를 나타낸다. 그러나, 이를 채택하기 위해서는 공공연구기관이 받게 되는 최적의 지대 ρ_A 를 신뢰성 있게 추정하는 것이 선결과제가 된다.

4. 결론 및 향후과제

기술이전은 크게 국내 기술이전과 국가간 기술이전으로 대분할 수 있으며, 국내 기술이전은 참여자에 따라 공공부문에서 민간부문, 민간부문간 기술이전으로 나누어 볼 수 있다. 그동안 기술이전에 관한 많은 연구들이 수행되었으나, 공공부문에서 민간부문으로의 라이선싱을 통한 기술이전에 관한 연구는 그다지 많이 이루어지지 않았으며, 특히 수학적 모델링 연구는 우리가 아는 범위 내에서는 수행된 바 없다.

또한 일반적으로 기술이전에는 도덕적 해이, 위험분산, 정보의 비대칭성 등의 주제들이 논의되고 있으며, 이러한 쟁점들은 모두 기술시장의 불완전성에서 기인한다.³⁰⁾ 특히, 공공부문

29) 한국의 경우 '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 (2001)'에 의하면, 국가연구개발사업에서 개발된 기술을 이전하는 경우, 총 기술대가 중에서 정부가 출연한 기술개발 비용의 일정 비율 (현행 30% 이상)을 정부에 우선 반납하고, 나머지는 연구개발 재투자, 산업재산권 출원 및 관리 등의 여러 용도에 사용해야 하므로 공공연구기관의 입장에서 첫째 방안은 현실적으로 실행하기 어렵다고 판단된다.

30) Caves et al. (1983)은 기술시장에 있어서 '불완전성'의 근본 원인을 small-numbers bargaining, impacted

에서 민간부문으로의 기술이전에서는 민간기업간 기술이전에서는 볼 수 없는 차별화된 특징이 나타나고 있으며, 대표적으로 사회후생의 극대화, 위험분산의 극대화, 기술개발자 및 기술도입자의 도덕적 해이 등을 지적할 수 있다.

기술이전 메커니즘으로는 대표적으로 양도 (assignment), 라이선싱 (licensing), 분사 (spin-off), 인수합병 (M&A), 전략적 제휴 (strategic alliance), 공동연구(research collaboration) 등을 나열할 수 있다. 그러나, 공공연구기관에서 가장 보편적으로 활용되는 메커니즘은 라이선싱이라고 할 수 있다 (허재관, 2000).

따라서 본 연구는 공공연구기관에서 민간기업으로의 기술 라이선싱을 수학적 접근방법을 통해 모델링 하였다. 이를 위해서 기술이전의 참여자에 기술개발자를 포함시켰으며, 이들의 결합이윤을 극대화하는 방법을 적용하여 최적의 생산단위당 정액기술료를 도출해 내었다.³¹⁾ 동시에 민간기업의 기술상업화 위험을 최소화시키기 위한 선불금을 결정하기 위한 경상기술료 비율함수 $S(\gamma)$ 를 이론적으로 제시하였다. 또한, 기술개발자 및 기술도입자의 도덕적 해이를 방지하기 위하여 개선된 보상체계와 함께 최저보장생산량에 기초한 최저기술료를 제안하였다. 또한 현실에서 벌어지는 기술이전의 특징적 현상들을 보다 이론적으로 설명하려고 시도하였다.

본 연구에서 제시한 라이선싱을 통한 공공부문에서 민간부문으로의 기술이전모형은 일반적으로 적용 가능한 모형이라기 보다는 특수한 형태의 모형 (an exemplary model)임을 강조하며, 향후에 다양한 후속 연구를 시도하는 출발점이 될 수 있을 것으로 기대한다. 대표적인 후속 연구로서, 기술료 체계에 매출액 기반 기술료를 도입하여 모형을 전개하는 것을 들 수 있다. 왜냐하면, 보편적으로 업계에서는 매출액을 기준으로 기술료를 산출하고 있으며, 특히 제품기술 (product technology)이나 혁신적인 공정기술 (drastic process technology)의 경우에는 매출액 기준의 기술료 체계를 사용하는 것이 위험분산을 위하여 바람직하기 때문이다 (Bousquet et al., 1998). 아울러, 기술이전에 관계하는 모수들 (k, M, \bar{C})의 실증자료를 토대로 본 연구에서 제시한 모형의 모의실험 (simulation)을 통해 기술 라이선싱의 계약협상을 위한 유용한 정보를 계산해 보는 것도 의미 있는 시도가 될 것이다.

information and opportunism, uncertainty, risk aversion, transaction costs 등으로 파악하였다.

31) Choi (2000)는 민간부문간 기술이전에서 최적 기술료를 구하는 데 결합이윤극대화를 적용하였다. 이는 기술제공자가 기술이전으로부터 발생하는 모든 이윤을 기술도입자로부터 정액기술료 형태 (lump-sum fee)로 회수할 수 있다고 보았기 때문이다. 그러나 현실적으로 정보의 비대칭은 항상 존재하여 모든 이윤을 회수한다는 것은 불가능하며 (Gallini and Wright, 1990), 현실에 있어서도 기술이전으로 인한 상업화 이윤을 정액기술료로 모두 회수하는 기술이전계약을 수락하는 기술도입자는 없기 때문이다. 따라서 결합이윤극대화라는 목적함수는 민간부문간의 기술이전보다는 공공부문에서 민간부문으로의 기술이전을 표현하는 데 더욱 적합하다고 볼 수 있다.

〈참 고 문 헌〉

- 김영세 (2000), 「게임이론 : 전략과 정보의 경제학」, 서울: 박영사.
- 한국과학기술연구원 (2001), 「정부출연연구기관의 통합 기술이전시스템 구축에 관한 연구」, 서울: 한국과학기술연구원.
- 허재관 (2000), 「기술거래 실무 가이드」, 서울: 새로운 제안.
- Arrow, K. J. (1962), "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention", In: R. R. Nelson, ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton: Princeton University Press, pp. 609-625.
- Beggs, A. W. (1992), "The Licensing of Patents under Asymmetric Information", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 10, pp. 171-191.
- Berman, E. M. (1994), "Technology-transfer and the Federal Laboratories -A Midterm Assessment of Cooperative Research", *Policy Studies Journal*, Vol. 22, No. 2, pp. 338-348.
- Bousquet, A., H. Cremer, M. Ivaldi, and M. Wolkowicz (1998), "Risk Sharing in Licensing", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 16, pp. 535-554.
- Bozeman, B. (2000), "Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory", *Research Policy*, Vol. 29, pp. 627-655.
- Caves, R. E., H. Crookell, and J. P. Killing (1983), "The Imperfect Market for Technology Licenses", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 45, No. 3, August, pp. 249-267.
- Chiesa, V. and A. Piccaluga (2000), "Exploitation and Diffusion of Public Research: the Case of Academic Spin-off Companies in Italy", *R&D Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 329-339.
- Choi, J. P. (2001), "Technology Transfer with Moral Hazard", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 19, pp. 249-266.
- Choi, Y. and J. Lee (2000), "Success Factors for Transferring Technology to Spin-off Applications: The Case of the Technology Property Rights Concession Program in Korea", *Journal of Technology Transfer*, Vol. 25, pp. 237-246.
- Fujisue, K. (1998), "Promotion of Academia-industry Cooperation in Japan-

- Establishing the Law of Promoting Technology Transfer from University to Industry in Japan”, *Technovation*, Vol. 18, pp. 371-381.
- Gallini, N. T. and B. D. Wright (1990), “Technology Transfer under Asymmetric Information”, *Rand Journal of Economics*, Vol. 21, pp. 147-160.
- Grady, R., and J. Pratt (2000), “The UK Technology Transfer System: Calls for Stronger Links Between Higher Education and Industry”, *Journal of Technology Transfer*, Vol. 25, pp. 205-211.
- Ham, R. M. and D. Mowery (1998), “Improving the Effectiveness of Public-private R&D Collaboration: Case Studies at a US Weapons Laboratory”, *Research Policy*, Vol. 26, pp. 661-675.
- Jaffe, A. B. and J. Lerner (2001), “Reinventing Public R&D: Patent Policy and the Commercialization of National Laboratory Technologies”, *Rand Journal of Economics*, Vol. 32, No. 1, pp. 167-198.
- Kamien, M. I. (1992), *Handbook of Game Theory*, Vol. 1, Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- Kamien, M. I. and N. L. Schwartz (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kamien, M. I. and Y. Tauman (1986), “Fees vs. Royalties and the Private Value of a Patent”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, pp. 471-491.
- Katrak, H. (1997), “The Private Use of Publicly Funded Industrial Technologies in Developing Countries: Empirical Tests for an Industrial Research Institute in India”, *World Development*, Vol. 25, No. 9, pp. 1541-1550.
- Katz, M. L. and C. Shapiro (1984), “How to License a Patent”, *Woodrow Wilson School Working Paper* No. 84, Princeton University.
- Kumar, V. and P. K. Jain (2001), “Commercialization of New Technologies in India: An Empirical Study of Perceptions of Technology Institutions”, *Technovation*, Forthcoming.
- Liu, H. and Y. Jiang (2001), “Technology Transfer from Higher Education Institutions to Industry in China: Nature and Implications”, *Technovation*, Vol. 21, pp. 175-188.
- Macho-Stadler, I., X. Martinez-Giralt, and J. D. Pèrez-Castrillo (1996), “The Role of Information in Licensing Contract Design”, *Research Policy*, Vol. 25, pp. 43-57.

- Macho-Stadler, I. and J. D. Pérez-Castrillo (1991), "Contracts de Licence et Asymétrie D'information", *Annales d'Economie et de Statistique*, Vol. 24, pp. 189-208.
- Megantz, R. C. (1996), *How to License Technology*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Razgaitis, R. (1999), *Early-Stage Technologies: Valuation and Pricing*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Rogers, E. M., E. Carayannis, K. Kurihara, and M. Allbritton (1998), "Cooperative Research and Development Agreements (CRADAs) as Technology Transfer Mechanisms", *R&D management*, Vol. 28, No. 2, pp. 79-88.
- Rogers, E. M., S. Takegami, and J. Yin (2001), "Lessons Learned about Technology Transfer", *Technovation*, Vol. 21, pp. 253-261.
- Rood, S. A. (2000), *Government Laboratory Technology Transfer: Progress and Impact*, Burlington: Ashgate Publishing Company.
- Rorke, M., E. Asolfi, and B. I. Friedlander (1992), *Licensing in the Federal Laboratory: A Discussion of the Main Subjects in Licensing as It Relates to the Transfer of Technology from the Federal Lab*, The Association of University Technology Managers.
- Roessner, J. D. (1993), "What Companies Want from the Federal Labs", *Issues in Science and Technology*, Vol. 10, No. 1, pp. 37-42.
- Shapiro, C. (1985), "Patent Licensing and R&D Rivalry", *American Economic Review*, Vol. 75, No. 2, pp. 23-30.
- Stevens, J. M. and J. W. Bagby (1999), "Intellectual Property Transfer from Universities to Business: Requisite for Sustained Competitive Advantages", *International Journal of Technology Management*, Vol. 18, pp. 688-705.
- Teece, D. (1977), "Technology Transfer by Multinational Firms: The Resource Cost of Transferring Technological Know-how", *The Economic Journal*, Vol. 87, pp. 242-261.
- Thursby, J. G., R. Jensen, and M. C. Thursby (2001), "Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities", *Journal of Technology Transfer*, Vol. 26, pp. 59-72.
- Tirole, J. (1995), *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge: The MIT Press.

부록: 식 (33)의 반례

본 연구에서 제안된 기술라이센싱 모형 하에서 식 (A1), (A2)와 같이 현재 관행에 따른 최저기술료와 본 연구에서 제안된 최저기술료가 선별기준으로 각각 포함된 두 라이선싱 계약을 가정해 보자.

$$(A1) \quad MP_{stylized} = V_{T, \min} - I$$

$$(A2) \quad \eta = \gamma q_m \quad (\text{단, } q_m \text{ 은 최저보장생산량})$$

또한 식의 전개를 간편하게 하기 위해서 계약체결 사후(ex-post) 시점을 기준으로 검토하기로 하자. 이 때, 모수 k 는 실현되어 어떤 불확실성도 가지고 있지 않다고 볼 수 있다. 따라서 식 (26)의 최저보장생산량 q_m 은 식 (A3)과 같이 수정될 수 있다.

$$(A3) \quad q_m = q_{\gamma=0}^* - \sqrt{\pi_{C, m} - R_{keep}}$$

$$\text{단, } q_{\gamma=0}^* = \frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^*}{2}, \quad \pi_{C, m} = \left(\frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^*}{2} \right)^2 - \sigma^*$$

다음으로 $q_{m, stylized}$ (이하로는 $q_{m, s}$)는 2.5절에서 유도된 방법과 같이 식 (A4)를 통해서 식 (A5)와 같이 도출된다.

$$(A4) \quad R_{keep} - (I + MP_{stylized}) \leq P \cdot q_{m, s} - (\bar{C} - C_\theta^* - C_\sigma^* + \gamma) \cdot q_{m, s} - \sigma^* - I$$

$$(A5) \quad q_{m, s} = q^* - \sqrt{\pi_{C, m, s} + V_{T, \min} - R_{keep}}$$

$$\text{단, } q^* = \frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^* - \gamma}{2}, \quad \pi_{C, m, s} = \left(\frac{a + C_\theta^* + C_\sigma^* - \gamma}{2} \right)^2 - \sigma^* - I$$

식 (33)의 반례는 결과적으로 현재 공공연구기관에서 관행으로 정하고 있는 최저기술료 $MP_{stylized} (= V_{T, \min} - I)$ 가 본 모형에서 제안된 최저보장생산량 q_m 에 기초한 최저기술료 η 보다 작은 경우를 보이는 것이며, 이는 $q_m > q_{m, s}$ 임을 보이는 것과 동치이다. 따라서 q_m 과

$q_{m,s}$ 의 차를 구해보면 식 (A6)과 같다.

$$(A6) \quad q_m - q_{m,s} = \{q_{\gamma=0}^* - \sqrt{\pi_{C,m} - R_{keep}}\} - \{q^* - \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}}\} \\ = \frac{\gamma}{2} + \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}} - \sqrt{\pi_{C,m} - R_{keep}}$$

만약, $\frac{\gamma}{2} + \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}} > \sqrt{\pi_{C,m} - R_{keep}}$ 이라면 $q_m > q_{m,s}$ 이므로 현재의 최저기술료가 선별기준의 역할을 하지 못함을 의미한다. 즉, $q_m - q_{m,s} > 0$ 이 만족되려면 식 (A7)이 성립해야 한다.

$$(A7) \quad \frac{\gamma}{2} + \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}} - \sqrt{\pi_{C,m} - R_{keep}} > 0 \\ \Leftrightarrow \left\{ \frac{\gamma}{2} + \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}} \right\}^2 > \left\{ \sqrt{\pi_{C,m} - R_{keep}} \right\}^2 \\ \Leftrightarrow \gamma \sqrt{\pi_{C,m,s} + V_{T,\min} - R_{keep}} - \gamma q^* + (V_{T,\min} - I) > 0$$

식 (31)에서와 같이 B유형의 경우에는 $\gamma q^* = V_{T,\min} - I$ 이므로 식 (A7) 마지막 줄의 후반부가 상쇄되어 식 (A7)을 만족시킨다. 결론적으로 현재의 관행에 따른 최저기술료는 항상 선별기준의 역할을 하지는 못함을 증명할 수 있다 (Q.E.D).