

기술개발의 난이도와 누출정도가 기업의 공동연구개발 선호에 미치는 영향

유평일* · 최상채** · 임광선***

〈 目 次 〉

1. 서 문
2. 모 델
3. 기업의 공동연구개발 선호조건
4. 결 론

1. 서 문

기술개발에 직면한 기업은 경영과정에서 기술개발 여부와 함께 기술개발을 한다면 어떤 형태로 할 것인가를 결정해야 한다. 기술개발을 실시하는 것이 그렇지 않는 경우보다 바람직한 상황에서 기업이 경쟁적 연구개발(Competitive R&D)보다 협력적 연구개발 혹은 공동연구개발(Cooperative R&D 혹은 Research Joint Venture)을 선호하는 때는 어떠한 경우인가.

이러한 문제에 대하여 Marjit(1991)은 기술개발의 난이도(Technological Difficulty)에 따라 기업의 선호가 달라질 수 있음을 논증한 바 있는데, 그에 따르면 기업의 공동연구개발에 대한 선호는 경쟁적 연구개발의 선호와 역관계에 놓여 있으므로 전자에

† 본 연구는 기술경영경제학회에서 발표한 내용을 수정 보완한 것이다.

*, ** 한국과학기술원

*** 전자통신연구소

대한 선호를 이해하기 위해선 후자에 대한 기업의 선호조건에 대한 이해가 필요하다.¹⁾ 기업이 기술개발을 놓고 경쟁하는 것은 개발경쟁에서 경쟁기업을 제치고 개발에 성공할 때 얻게 되는 독점적 이익에 달려있다. 그런데 그러한 독점이 될 가능성은 기술개발의 수준에 따라 달라지며 이때 기술개발이 너무 어려우면 경쟁하는 기업 모두가 개발에 실패할 가능성이 높고 역으로 기술개발이 너무 쉬우면 경쟁기업도 개발에 성공할 가능성이 높아지게 되어, 두 경우 모두 어느 일방만이 성공하는 독점적 상황이 허용될 여지가 작아지게 된다. 따라서 기업은 기술개발 경쟁에서 승리하여 독점기업이 될 가능성이 작을 때(기술개발이 상대적으로 너무 어렵거나 혹은 쉬운 경우) 공동연구개발을 선호하게 된다.

한편 Combs(1992, 1993)는 Marjit의 이러한 결과가 비용분담형(Cost-Sharing Type) 공동연구개발에 국한된 것임을 논증한다. 다시 말해 Marjit의 결과는 공동연구개발에 관한 일반적인 시각인 “투입최소화(Input Minimization)”의 경우에만 적용된다는 것이다.²⁾ 공동연구개발의 목적이 Marjit이 설정한 개발비용 분담과 달리 기술개발의 성공확률 배가(倍加) 쪽에 주어지는 병행연구형 공동연구개발의 경우 Marjit과는 다른 결론이 도출됨을 Combs는 보이고 있다: 병행연구형(Pararell-Research or Multiple-Research Type) 공동연구개발은 Marjit의 비용분담형 공동연구개발과 달리 기술개발이 상대적으로 쉬운 경우에만 기업에 의해 선호된다는 것이다.³⁾

공동연구개발의 유형에 따른 기업 선호조건에의 이질성을 규명한 Combs의 결과는, 기업이 공동연구개발을 통해 기술혁신을 제고시키는 것이 사회적으로 바람직하다는 것

1) 기술개발의 난이도는 특정 기술의 속성이나 산업적 경향(Propensity of Industry)을 나타내는 것으로 특허활동을 통해 기업의 기술개발 활동을 관찰한 Mansfield(1986)는 기술개발 활동이 산업마다 차이가 있음을 보인 바 있다.

2) 기업은 공동연구개발 조성을 통해 연구비용과 투자위험, 시간 등 기술개발에 소요되는 제반 투입요소의 부담을 경감할 수 있다. 중복투자 배제가 공동연구개발에서 중요시되는 논리는 공동연구개발의 이같은 점을 강조한다(김갑수 외, 1996).

3) 기업은 공동연구개발 조성을 통해 기술개발 사전(Ex Ante)에 기술개발 투자내용에 대한 협의를 통해 기술개발의 내용에 있어 중복을 회피할 수 있다. 김갑수·유태수·황용수(1996)의 연구에 따르면 병행연구개발이란 참가기업이 복수의 연구팀을 편성하여 동일 연구과제에 대하여 복수의 연구절근을 시도하는 공동연구개발 방식을 의미한다. 그들에 의하면 “병행연구개발은 각 연구대안을 시계열적으로 차례로 시도해 보기보다는 연구개발의 초기 단계에서 복수의 연구대안을 병행적으로 추진하는 방식”으로 대표적인 사례로 일본 NEC의 슈퍼컴퓨터 개발 사례를 꼽고 있다.

을 전제로 한 정부의 공동연구개발 조성을 위한 유인설계시 유용하게 사용될 수 있다. 왜냐하면 공동연구개발에 대한 유인설계를 위해서는 현실적으로 기업이 어떠한 상황에서 특정 유형의 공동연구개발을 선호하는가에 대한 동기분석에 대한 이해를 선행적으로 요구하기 때문이다.

한편 본고는 기술개발의 난이도 외에 기술개발의 누출정도(Technological Leakage)가 기업의 공동연구개발 선호에 미치는 영향력을 분석하고자 한다. 여기서 기술개발의 누출이란 개발된 기술이 경쟁기업에게 거의 무상으로 모방될 수 있는 기술의 특성을 나타내는 것으로 개발된 기술을 보호하는 특허제도의 강도와 역관계에 놓여 있다. 특허제도가 이미 개발된 기술에 대해 현실적으로 완벽한 보호를 하지 못한다는 사실과 기술적 지식이 완전히 전유될 수 없다는 것을 함께 고려하면 기술개발 성공시 일정부분의 기술개발 누출은 일정 정도 불가피한 측면이 있다.⁴⁾

공동연구개발의 기회비용에 해당하는 경쟁적 연구개발 선택에 따른 기대이익은 다름아닌 독점적 이익에 대한 기대치로, 이것은 다시 독점이 될 가능성(Possibility for Monopoly)와 기술독점시 얻는 이익전유성(Proprietary Profit)에 의존한다. 전자가 기술개발의 난이도에 의해 영향을 받는 반면 후자는 기술개발의 누출정도에 따라 달라지게 되는데 본고는 이러한 효과를 동시에 고려하면서 기업의 공동연구개발 선호를 살펴보고자 한다. 나아가 기술누출과 기술개발의 난이도를 동시에 고려할 때 공동연구개발 유형에 따라 기업의 선호조건이 어떻게 달라질 수 있는지도 분석하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 분석을 위한 모델을 제시하였고 3절에서는 기업의 공동연구개발 선호의 조건을 비용분담형과 병행연구형으로 구분하여 분석하였으며 4절에서 끝맺음하였다.

4) 본고의 기술누출은 일종의 기술적 과급효과로 공동연구개발과 관련하여 d'Aspremont and Jacquemin (1988)과 Kamien et. al. (1992)에 의해 연구된 바 있고, 외생변수가 아닌 내생변수로 취급한 연구로는 Fraja (1993)가 있다. 기술개발의 난이도와 기술누출외에도 기업의 공동연구개발 선호에 영향을 주는 변수는 다양하다. 이들에 대한 자세한 내용은 이철원(1995)의 연구를 참고할 것.

2. 모델

산업내 두 기업이 기술개발을 위해 경쟁하는 상황을 상정하고 기술개발 단계에서 기업이 서로 협력/경쟁할 수 있으며 연구결과와 생산물시장 진출단계에서는 반트러스트법(Anti-Trust Law)에 의해 담합이 금지된다고 가정하자.⁵⁾ 모델 구성에 필요한 기호를 정의하면 다음과 같다.

F = 연구개발 고정비용

P = F 만큼 연구개발을 투자할 때 기술개발에 성공할 확률

δ = 두 기업중 한 기업만이 연구개발에 투자하고 또한 성공할 경우 기술적 누출정도의 크기

ρ = 두 기업 모두 연구개발에 투자하고 그 중 한 기업만이 기술개발에 성공한 경우 기술적 누출정도의 크기

π = 두 기업이 모두 연구개발 투자 하지 않거나 하더라도 모두 실패할 경우 기대이익⁴⁾

π^{SS} = 두 기업 모두 연구개발에 성공한 경우 기대이익

π^{SF} = 두 기업 모두 투자하고 경쟁기업이 기술개발에 실패할 때 성공한 기업의 기대이익

π^{FS} = 두 기업 모두 투자하고 경쟁기업이 기술개발에 성공할 때 실패한 기업의 기대이익

경쟁적 연구개발시 기업의 기술개발 성공여부에 따른 각 기업의 성과변수 π^{SF} 와 π^{FS} 는 기술적 누출정도에 따라 변하게 된다. 기술적 누출정도는 이미 개발된 기술의 모방에 있어 학습효과(Learning Effects)를 반영하기 위해 두 가지를 도입하였다. 즉 경쟁 기업이 기술개발에 성공하고 개발에 실패한 기업이 이를 모방할 경우, 모방기업의 기술실패 경험 유무에 따라 기술모방 비용이 달라질 수 있음을 나타내고 있다.

특정 기업만이 기술개발에 성공한 경우 두 기업의 이익의 합은 $\Sigma(\delta)=\pi^{SF}(\delta)+\pi^{FS}(\delta)$ 와

5) 연구개발 단계와 연구결과물 생산단계로 구성된 공동연구개발 모형에서 생산물시장에서의 기업간 담합의 경우는 사회적 효율성 평가를 위한 벤치마크(Benchmark) 기능을 필요로 할 때이다. 본고는 공동연구개발의 사적 효율성 추구라는 기업의 의사결정에 관련되어 있기 때문에 사회적 효율성에 기반한 벤치마크와는 직접적인 연관이 없다.

$\Sigma(\rho) = \pi^{SF}(\rho) + \pi^{FS}(\rho)$ 이 되는데 기술적 누출정도에 대해 다음과 같이 변화한다고 가정하자.

가정 1 :

$$\begin{aligned} d\pi^{SF}(x)/dx &\leq 0, d\pi^{FS}(x)/dx \geq 0, x = \delta \text{ or } \rho \\ d\Sigma(x)/dx &= d[\pi^{SF}(x) + \pi^{FS}(x)]/dx \leq 0, x = \delta \text{ or } \rho \\ \pi^{SF}(1) &= \pi^{FS}(1) = \pi^{SS}, \pi^{FS}(0) = 0, \\ 0 \leq \delta \leq \rho \leq 1 &\rightarrow \pi^{SF}(0) \geq \Sigma(\delta) \geq \Sigma(\rho) \geq 2\pi^{SS} \end{aligned}$$

가정 1은 무상으로 이전되는 기술적 누출정도가 클수록 기술개발 성공기업의 이익이 감소한다는 것과 개발에 실패한 기업의 이익은 역으로 증가한다는 것을 나타낸다. 중요한 것은 기술누출의 존재가 성공한 기업에 대해 미치는 부정적인 영향과 모방하려는 기업에 대한 긍정적인 효과를 합친 산업전체 이익에 대한 효과가 마이너스라는 것으로, 이에 대해 Choi(1993)는 기술개발의 누출정도가 커서 개발기술을 공유할수록 기업간 경쟁이 심화되기 때문으로 그 이유를 설명한다. 이러한 논리는 개발된 기술의 대한 인지비용(Monitoring Cost)이 커서 개발된 기술의 라이선싱으로 고정분담형 라이선싱(Fixed-Fee Licensing)만 허용되는 경우 타당성이 확보될 수 있다.⁶⁾ 가정 1의 마지막 항은 기술적 누출정도가 기업의 기술개발 실패경험 유무에 따라 달라질 수 있음을 보이고 있다.

3. 기업의 공동연구개발 선호조건

3.1 비용분담형 공동연구개발(Cooperative R&D for Cost-Sharing)의 경우

기술개발을 할 경우 기술개발 유형의 선택에 직면한 기업의 의사결정모형은 Marjit

6) Choi (1993) 참조. 기술개발의 성공으로부터 얻는 수익이 기업간 공유하는 경우보다 독점기업에 의해 전유될 때 커진다는 생각은 박병형(1992)의 연구에서도 지적되고 있다. 박병형의 논문 p.38 참고

(1991)을 따라 다음과 같이 구성하자.

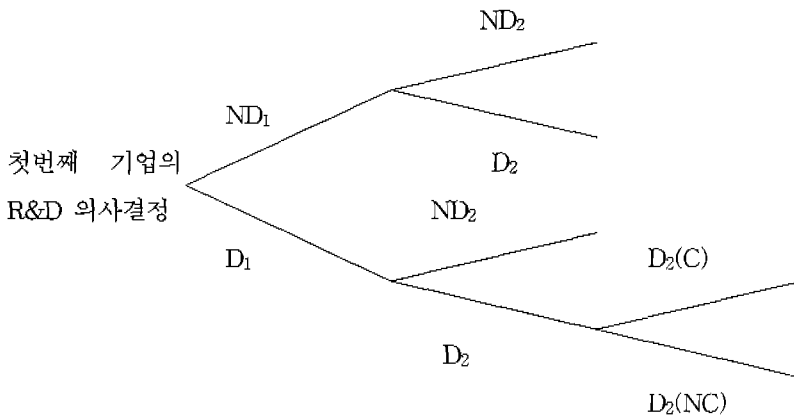
D_j : j 번째 기업이 연구개발 투자를 실시하는 경우, $j = 1, 2$

ND_j : j 번째 기업이 연구개발 투자 자체를 하지 않는 경우, $j = 1, 2$

C : 기업이 공동연구개발을 선택하는 경우

NC : 기업이 독자적 연구개발 (혹은 경쟁적 연구개발)을 선택하는 경우

<그림 1> 독점경쟁에서 기술개발에 직면한 기업의 의사결정 모형



기업이 기술개발 비용을 균등하게 부담하는 공동연구개발 체계를 형성하는 경우, 앞서 본 기업의 의사결정 모형에서 각 기업의 전략에 상응하는 성과구조는 다음과 같다.

$$(ND_1, D_2) \rightarrow [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi, P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F],$$

$$(ND_1, ND_2) \rightarrow [\pi, \pi],$$

$$(D_1, D_2(C)) \rightarrow [P\pi^{SS} + (1-P)\pi - F/2, P\pi^{SS} + (1-P)\pi - F/2],$$

$$(D_1, D_2(NC)) \rightarrow [P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2\pi - F,$$

7) 기술개발 능력이 P 로 같을 때 두 기업이 공동연구개발을 조성하더라도 기술개발의 성공확률은 P 로 같다고 가정하고 있다. 이 경우 기업이 공동연구개발을 결성할 유인이 있는가 의문스러울수 있지만, 기업 입장에서는 동일한 성과를 달성하기 위해 경쟁적 연구개발시 드는 비용의 절반만 투자하는 잇점이 있다. 한편 공동연구개발의 성과가 경쟁적 연구개발보다 효율적인 것인지는 평가하기 어렵다. 왜냐하면 연구개발을 내생적으로 취급한 연구에서 제시하고 있듯이 공동연구개발은 무임승차(Free-Rider) 문제와 도덕적 해이(Moral Hazards) 문제에 직면하기 때문이다. 이 부분에 대한 보다 자세한 내용은 Kamien et. al.(1992)과 Choi(1992)의 연구를 참조할 것.

$$P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2\pi - F],$$

$$(D_1, ND_2) \rightarrow [P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F, P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi]$$

기업 2가 D_2 전략을 선택할 때, 기업 1이 경쟁적 연구개발 $D_2(NC)$ 전략을 선택한다면 그 순이익은

$$(1) \Pi^N = P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2\pi - F - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi]$$

이고, 기업 1이 비용분담형 공동연구개발인 $D_2(C)$ 전략을 선택한다면 순이익은

$$(2) \Pi_1^C = P\pi^{SS} + (1-P)\pi - F/2 - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi]$$

이 된다. 분석의 초점이 기업의 기술개발 형태에 놓여 있기 때문에, 다시 말해 경쟁적 연구개발과 공동연구개발의 상대적 수익성 비교에 있기 때문에 Π^N 과 Π_1^C 모두 비음조건(Non-negative Condition)을 만족한다고 가정하자. 또한 의미있는 분석을 위해 기업 쌍방이 기술개발에 성공할 경우 얻는 복점적 이익인 π^{SS} 가 기술개발 이전의 이익인 π 보다 크거나 같다고 가정하자.⁸⁾

가정 2 :

$$P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2 - F - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi] > 0$$

$$P\pi^{SS} + (1-P)\pi - F/2 - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi] > 0, \pi \leq \pi^{SS}$$

가정 2에 따라 (ND_1, ND_2) 전략은 이제 균형해가 될 수 없다. 식 (1)의 우변을 정리하면

$$(3) \text{식 (1)의 우변} = P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2\pi - F - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi]$$

8) 이 π 값은 기술개발 자체에 대한 일종의 기회비용으로 기술개발의 Reservation Value 역할을 하며 기술개발 이전의 생산물 시장에서 얻고 있는 이익으로 간주될 수 있다. 기업이 기술개발과 관련한 <그림 1>과 같은 선택에 있어, 이 값은 모든 전략에 포함되어 있기 때문에 몇 가지 조작에 의해 분석에서 생략(Normalize)할 수도 있다.

$$\begin{aligned}
&= P^2\pi^{SS} + P(1-P)\Sigma(\rho) + (1-P)^2\pi - F - [P\pi^{IS}(\delta) + (1-P)\pi] \\
&+ P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F - \pi - [P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F - \pi] \\
&= P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F - \pi - P\{\Sigma(\delta) - \Sigma(\rho) + P[\Sigma(\rho) - \pi^{SS} - \pi]\}
\end{aligned}$$

인데, 가정 1에 의해 $\Sigma(\delta) - \Sigma(\rho) \geq 0$ 이고 다시 가정 2에 의해 $\Sigma(\rho) - \pi^{SS} - \pi \geq \Sigma(\rho) - 2\pi^{SS} \geq 0$ 이므로 $P\pi^{SF}(\delta) + (1-P)\pi - F > \pi$ 이 성립하여, Marjit(1991)의 논증과 동일하게, (ND₁, ND₂) 전략은 균형에서 제외된다(Dominated).

이제 기술개발을 할 경우 경쟁적으로 할 것인가, 협력적으로 할 것인가를 선택하는 의사결정문제를 살펴보자. 공동연구개발과 경쟁적 연구개발간의 성과차이를 다음과 같이 정의하면,

$$\begin{aligned}
(4) \quad \Delta\Pi_1(P, \rho) &= \Pi_1^C - \Pi^N = F/2 - P(1-P)[\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}] \\
\partial\Delta\Pi_1/\partial\rho &= -P(1-P) \cdot d\Sigma(\rho)/d\rho \geq 0 \\
\partial\Delta\Pi_1/\partial P &= (2P-1)[\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}] \geq 0, \text{ if } P \geq 1/2 \\
\therefore dp/dP &\geq 0 \text{ if } P \leq 1/2
\end{aligned}$$

이 값은 다음의 추론을 만족한다.

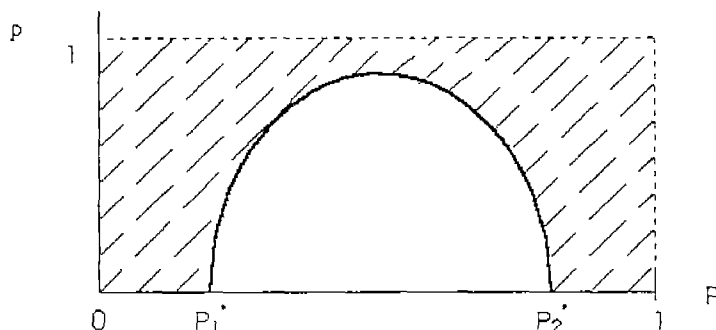
명제 1. $P_1(\rho)$ 과 $P_2(\rho)$ ($P_1 < P_2$)를 $\Delta\Pi_1(P, \rho) = 0$ 의 해라 하고 P_1^ 과 P_2^* ($P_1^* < P_2^*$)를 $\Delta\Pi_1(P, 0) = 0$ 의 해라 할 때, $\{P | P \in (0, P_1(\rho)) \text{ or } \forall P \in (P_2(\rho), 1)\}$ 를 만족하는 P 의 영역과 $\{\rho | \forall \rho \in (\rho^{-1}(P_1), 1] \text{ or } \forall \rho \in (\rho_1^{-1}(P_2), 1] \text{ or } \rho \in [0, 1] \text{ for } P \leq P_1^* \text{ and } P \geq P_2^*\}$ 를 만족하는 ρ 의 영역에서 기업은 비용분담형 공동연구개발을 경쟁적 연구개발보다 선호하게 된다.⁹⁾*

9) <그림 1>의 의사결정 모형에서 기업이 공동연구개발을 선택할 경우 얻는 기대이익은 $P\pi^{SS} + (1-P)\pi - F/2$ 인데 $\pi = 0$ 이라고 가정하면 이 기대치는 $P\pi^{SS} - F/2$ 가 된다. 기업이 공동연구개발을 선호할 수 있으려면 기대이익이 최대가 되는 극단적으로 쉬운 기술개발의 경우($P=1$) 기대이익이 비음조건을 만족해야 한다. 즉 $\pi^{SS} - F/2 \geq 0$ 혹은 $\pi^{SS} \geq F/2$ 을 만족해야 한다.

한편 비용분담형 공동연구개발과 경쟁적 연구개발간의 기대이익의 차는 $\Delta\Pi_1(P, \rho=1) = F/2 - P(1-P)(\pi^{SS} - \pi)$ 가 되는데 이 값은 다시 $P=1/2$ 일 때 최소값 $\Delta\Pi_1(P=1/2, \rho=1) = F/2 - 1/4(\pi^{SS} - \pi) = 1/4(2F - \pi^{SS} + \pi)$ 이 된다. 이때 앞서와 같이 $\pi = 0$ 이라고 가정하면 $\Delta\Pi_1(1/2, 1) = 1/4(2F - \pi^{SS}) \leq 1/4(2F - F/2) = (3/8)F$ 가 성립한다. 이러

증명. $P(1-P)$ 는 $P=1/2$ 에서 최대값을 갖기 때문에 부등식 $P(1-P)[\Sigma(\rho)-\pi^{SS}] \geq F/2$ 의 해집합 $\{P \mid P_1(\rho) \leq P \leq P_2(\rho)\}$ 에서 $P_1(\rho)$ 과 $P_2(\rho)$ 는 $P_1(\rho) < 1/2 < P_2(\rho)$ 를 만족한다. 이때 $P \in (1/2, 1)$ 에서 $\partial \Delta \Pi_1 / \partial P > 0$ 이므로, 임의의 ρ 와 $\forall P \in (P_2(\rho), 1)$ 의 영역에서 $\Delta \Pi_1(\cdot) > 0$ 이 성립한다. 이는 $\forall \rho \in (\rho^{-1}(P_1), 1)$ 혹은 $\forall \rho \in (\rho_1^{-1}(P_2), 1)$ 영역에서 $\Delta \Pi_1(\cdot) > 0$ 이 성립하는 형태로도 표시 가능하다. 반면 $P \in (0, 1/2)$ 에서 $\partial \Delta \Pi_1 / \partial P < 0$ 이므로 임의의 ρ 와 $\forall P \in (0, P_1(\rho))$ 의 영역에서 $\Delta \Pi_1(\cdot) > 0$ 이 성립하며 이는 $\forall \rho \in (\rho^{-1}(P_1), 1]$ 혹은 $\forall \rho \in (\rho_1^{-1}(P_2), 1]$ 의 영역에서 $\Delta \Pi_1(\cdot) > 0$ 이 성립하는 꼴로 표현 될 수 있다.

<그림 2> 기업이 비용분담형 공동연구개발을 선호하는 조건¹⁰⁾



<그림 2>는 Marjit[1991]의 결과를 P 와 ρ 차원으로 확장한 것이다. Marjit의 연구는 기술적 누출정도가 0인 경우에 해당하므로 $(0, P_1^*]$ 과 $[P_2^*, 1)$ 구간에서 기업이 비용분담형 공동연구개발을 선호하는 것에 해당한다.

경쟁적 연구개발 혹은 독자적인 연구개발(Go-Along R&D)의 유인은 경쟁기업을 배제하고 기술성과의 이익을 독차지할 가능성 즉 독점가능성에 크게 의존한다. 기술개발시 사후적 독점의 가능성(Possibility for Monopoly)은 Marjit의 지적대로 기술개발의 난이도가 상대적으로 매우 쉽거나 매우 어려운 경우에 작아진다.¹¹⁾ 반면 기술적

한 결과는 개발된 기술이 완전히 경쟁기업에 무상으로 누출된다 하더라도 기업이 공동연구개발을 선호할 유인이 존재할 가능성을 제공해 주며 이러한 결과가 <그림 2>에 반영되어 있다.

10) <그림 2>에서와 같이 기술적 파급효과의 크기가 1일 때 기업이 항상 공동연구개발을 선호하기 위한 조건은 쌍방이 기술개발 성공시 얻는 복점적 이익이 다음의 조건, $\pi^{SS} \leq \pi + 2F$ 을 만족할 때이다.

11) 기술개발이 매우 쉽다면 이것은 대칭적 기업환경하에서 경쟁기업에게도 매우 쉬운 기술이 된다. 따라서 이러한

누출정도는 기술개발시 독점가능성보다는 독점적 이익성(Monopoly Payoff in R&D Races)에 영향을 미친다. 무상의 기술누출이 커지면 기술개발에 성공한 기업이 얻을 독점적 이익은 감소하게 되므로 위의 <그림 2>와 같은 결과를 얻게 된다.

명제 1로부터 다음의 부가적인 보조정리를 얻을 수 있다.

보조정리 1. P_1^ 과 P_2^* ($P_1^* < P_2^*$)를 $\Delta\Pi_1(P,0) = 0$ 의 두 근이라 할 때 $\forall P \in (0, P_1^*]$ 혹은 $\forall P \in [P_2^*, 1)$ 를 만족하는 기술개발의 범위에서 기업은 기술적 누출정도에 관계없이 경쟁적 연구개발형태보다 비용분담형 공동연구개발을 선호한다(증명 생략).*

이 보조정리는 기술적 누출정도의 정도에 관계없이 기술개발의 난이도가 특정수준(매우 어렵거나 매우 쉬운 영역)을 넘어서게 되면 공동연구개발은 독자적인 연구개발보다 항상 선호된다는 것을 보여준다.

3.2 병행연구형 공동연구개발 (Cooperative R&D for Prarell Research)의 경우

한편 공동연구개발의 목적이 기술개발 과정의 투입측면보다는 산출측면에 초점이 맞춰질 경우도 있다. 동일한 기술개발에 대해 여러가지 기술적 대안들이 있는 경우 기업은 공동연구개발 조성을 통해 기술개발 이전에 정보를 공유함으로써 기술개발의 중복투자를 회피할 수 있다. Combs는 기업이 선택할 수 있는 기술개발 프로젝트가 다수이고 기업의 기술개발 능력이 단일 프로젝트로 한정될 때 이같은 상황분석이 가능함을 보이고 있는데 본 연구에서도 기업의 능력이 한정적임을 묵시적으로 가정하였다. 이 경우 독자적 연구개발의 성공확률이 P이면 공동연구개발의 성공확률은 2배 증가하여 2P로 만들 수 있다.

기술의 경우 기술개발시 경쟁기업을 배제하고 독자적으로 개발에 성공할 가능성이 적어진다. 매우 어려운 기술의 경우는 경쟁기업 또한 같은 정도의 난이도에 직면하기 때문에 같은 논리가 성립한다(Marjit [1991]). 따라서 개발된 기술이 경쟁기업에 완전히 누출되는 극단적인 경우 기업은 경쟁적 연구개발의 유인을 잃게 된다. 왜냐하면 경쟁적 연구개발은 본문에서 지적하고 있듯이 경쟁에서 이겨 독점이 될 유인에 의해 유도되기 때문이다. 완전한 기술누출이 되면($\rho = 1$) 독점의 가능성이 사라지므로 오히려 개발비용의 분담이라는 인센티브가 상대적으로 커져 공동연구개발을 선호하게 된다. |

비용분담형 공동연구개발과 유사한 논리를 적용할 때 기업이 병행연구형 공동연구개발을 선택한다면 기술개발에 실패할 확률은 $1-2P$ 이므로 기대이익은 다음과 같다.

$$(D_1, D_2(C)) \rightarrow [2P\pi^{SS} + (1-2P)\pi - F, 2P\pi^{SS} + (1-2P)\pi - F],$$

따라서 앞서와 동일한 논리로 기업 2가 D_2 전략을 선택할 때 기업 1이 비용분담형 공동연구개발인 $D_2(C)$ 전략을 선택한다면 순이익은

$$(5) \quad \Pi_2^C = 2P\pi^{SS} + (1-2P)\pi - F - [P\pi^{FS}(\delta) + (1-P)\pi]$$

기술개발을 수행하기로 결정한 후 경쟁적으로 할 것인가, 협력적으로 할 것인가를 선택하는 의사결정문제를 살펴보면, 병행연구형 공동연구개발과 경쟁적 연구개발간의 성과차이는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} (6) \quad \Delta\Pi_2(P, \rho) &= \Pi_2^C - \Pi^N \\ &= 2P\pi^{SS} + (1-2P)\pi - F - [P^2\pi^{SS} + P(1-P)\pi^{SF}(\rho) + (1-P)P\pi^{FS}(\rho) + (1-P)^2\pi - F] \\ &= P\{2\pi^{SS} - \Sigma(\rho) + P\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}\} \end{aligned}$$

$$\partial\Delta\Pi_2/\partial\rho = -P(1-P) \times d\Sigma(\rho)/d\rho \geq 0$$

$$\partial\Delta\Pi_2/\partial P = 2\pi^{SS} - \Sigma(\rho) + 2P[\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}] \geq 0 \text{ if } P \geq [\Sigma(\rho) - 2\pi^{SS}] / 2[\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}]$$

$$\therefore \text{sign}(d\rho/dP) = -\text{sign}(\partial\Delta\Pi_2/\partial P) \geq 0 \text{ if } P \leq [\Sigma(\rho) - 2\pi^{SS}] / 2[\Sigma(\rho) - \pi - \pi^{SS}]$$

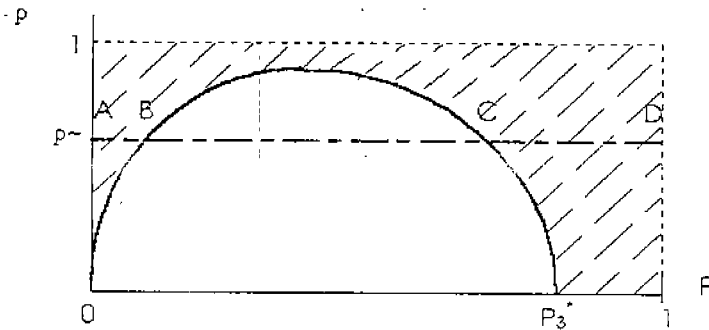
이 결과는 다음의 추론을 만족한다.

명제 2. $P_3(\rho)$ 를 $\Delta\Pi_2(P, \rho)=0$ 의 해라 하고 P_3^* 를 $\Delta\Pi_2(P, 0)=0$ 의 해라 할 때, $\{P \mid \forall P \in (P_3(\rho), 1)\}$ 를 만족하는 P 의 영역과 $\{\rho \mid \forall \rho \in (\rho^{-1}(P_3), 1) \text{ or } \rho \in [0, 1] \text{ for } P \geq P_3^*\}$ 를 만족하는 ρ 의 영역에서 기업은 병행연구형 공동연구개발을 경쟁적 연구개발보다 선호하게 된다(증명 생략).

명제 2의 내용을 그림으로 표현하면 <그림 3>과 같다. 먼저 <그림 2>와 <그림 3>

의 결과를 기술적 누출정도가 없는 경우의 연구인 Marjit과 Combs의 결과와 비교해 보면 <그림 2>의 결과가 사실상 Marjit 연구의 확장이라는 사실을 알 수 있다. 기술 수준이 상대적으로 매우 어렵거나 매우 쉬운 양 부문에서 기업이 공동연구개발을 선호한다는 결과는 <그림 2>에서도 동일하게 나타나고 있으며 기술적 누출정도가 커지면서 단지 그 영역이 확대되고 있을 뿐이다.

<그림 3> 기업이 병행연구형 공동연구개발을 선호하는 조건



반면 <그림 3>은 Combs의 연구결과와 대조해 볼 때 흥미로운 결과를 얻을 수 있다. 병행연구형 공동연구개발의 경우 기술개발이 상대적으로 쉬운 $P \geq P_3^*$ 의 영역에서 기업에 의해 선호된다는 Combs의 결과는 기술적 누출정도가 없는 상태의 특수한 해에 불과하며 기술적 누출정도가 조금만 있더라도 그 결과는 달라지게 된다. <그림 3>에서 기술적 누출정도가 p 일 경우 기술개발이 상대적으로 쉬운 CD 영역외에 기술개발이 상대적으로 어려운 AB 부분에서도 병행연구형 공동연구개발은 기업에 의해 선호된다. 비록 <그림 3>이 좌편향적이어서 <그림 2>와 같이 $P=1/2$ 을 중심으로 한 대칭형은 아니지만 <그림 2>에서와 같이 기술개발이 상대적으로 매우 쉽거나 어려운 부문 모두에서 기업이 병행연구형 공동연구개발을 선호하는 것은 분명하다.

한편 정리 2로부터 다음의 보조정리를 얻을 수 있다.

보조정리 2. F_3^* 를 $\Delta \Pi_3(P, 0) = 0$ 의 근이라 할 때 $\forall P \in [P_3^*, 1]$ 를 만족하는 기술개발의 범위에서 기업은 기술적 누출정도에 관계없이 경쟁적 연구개발형태보다 병행연구형 공동연구개발을 선호한다(증명 생략).

4. 결 론

지금까지 기술개발의 누출이 있는 경우 기술개발의 난이도 영향과 함께 기업의 공동연구개발에 대한 선호가 어떻게 되는지 살펴보았다.

기업의 공동연구개발에 대한 선호는 경쟁적 연구개발에 대한 선호와 역관계에 놓여 있는데, 기업이 경쟁적 연구개발을 선택할 때는 경쟁에서 승리하여 독점이 되는 상황에 크게 의존한다. 그런데 이러한 기술개발의 독점이 가져다 주는 기대이익은 ‘독점이 일어날 확률’과 ‘독점시 얻는 기술개발에 따른 전유이익’으로 다시 구분될 수 있다. 기술개발의 난이도가 ‘독점이 일어날 확률’에 미치는 영향은 Marjit에 의해, 그리고 그러한 영향력이 공동연구개발 유형에 따라 기업의 공동연구개발 선호에까지 영향력을 행사할 수 있다는 것은 Combs에 의해 규명되었다.

반면에 본고는 ‘독점시 얻는 기술개발에 따른 전유이익’에 변화를 가져올 수 있는 기술개발의 누출효과를 살펴보았다. 연구결과에 따르면 기술개발의 누출이 대가없이 이뤄지는 상황하에서는 독점기업의 전유이익이 작아지기 때문에 기업의 기술개발 경쟁에 대한 유인이 작아지게 되며 이는 역으로 공동연구개발을 선호하게끔 작용한다. 이러한 현상은 비용분담형과 병행연구형 공동연구개발에 공히 나타나고 있는 것으로 기술개발 누출이 크면 클수록 기업은 독자적인 연구개발을 기피하게 된다.

한정된 기술개발 자원으로 경쟁력을 제고해야 하는 국내 경쟁여건하에서 기업간 공동연구개발지원에 대한 논의가 많은 것을 감안할 때, 공동연구개발의 유형에 따라 기업의 선호조건이 달라질 수 있음은 기업간 공동연구개발에 대한 정부의 정책이 신중히 이뤄져야 할 것을 시사한다. 산업의 특성 혹은 기술적 특성에 따라 기술개발의 난이도가 달라지고 특허제도 등 제도적 측면에 의해 기술적 누출정도가 영향을 받을 것을 고려하면 기술과 제도 양 부문에 대한 기술정책 집행자의 포괄적인 인식이 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

끝으로 공동연구개발 선호에 대한 사적 유인분석을 시도한 본 연구는 대칭적 기업에서 비대칭적 기업으로, 기술개발에 대한 완전정보에서 불완전정보로, 기술개발 과정을 내생화하는 방향으로 그리고 기술개발과정에 대한 동적모형화 등으로 확대될 수 있다.

참 고 문 헌

1. 김갑수, 유태수, 황용수, 「일본 공동연구개발시스템의 구조와 발전메카니즘」, 과학기술정책관리연구소, 1996.7.
2. 박병형, “연구개발합작사업과 경쟁정책”, 「과학기술정책」, 제 6권, 제 1호, 1993. pp. 21-46.
3. 이철원, 「기업간 공동연구과제의 전략적 기획·관리 방안 - 연구조합 공동연구과제를 중심으로」, 과학기술정책관리연구소, 1995. 8.
4. Choi, J.P., “Cooperative R&D with Product Market Competition”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 11, 1993, pp. 553-571.
5. Combs, K.L., “Cost Sharing vs. Multiple Research Projects in Cooperative R&D”, *Economic Letters*, Vol. 39, 1992, pp. 353-357.
6. Combs, K.L., “The Role of Information Sharing in Cooperative Research and Development”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 11, 1993, pp. 553-571.
7. d’Aspremont, C. and A. Jacquemin, “Cooperative and Non-cooperative R&D in Duopoly with Spillovers”, *American Economic Review*, Vol. 78, 1988, pp. 1133-1137.
8. De Fraja, G., “Strategic Spillovers in Patent Races”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 11, 1993, pp. 139-146.
9. Jaffe, Adam B., “Technological Opportunity and Spillovers of R&D : Evidence from Firm’s Patents, Profits, and Market Value”, *American Economic Review*, Vol. 76, 1986, pp. 984-1001.
10. Kamien, M.I., E. Muller, and I. Zang, “Research Joint Venture and R&D Cartels”, *American Economic Review*, Vol. 82, 1992, pp. 1293-1306.
11. Mansfield. E., “Patents and Innovation : An Empirical Study”, *Management Science*, Vol. 32, 1986, pp. 173-181.
12. Marjit, S., “Incentives for Cooperative and Non-cooperative R&D in Duopoly”, *Economic Letters*, Vol. 37, 1991, pp. 187-191.