

후발국의 보조금정책은 외국기업의 선도자의 이익을 극복하는가?*

김리

충북대학교 국제경영학과 석사과정

김상기

충북대학교 국제경영학과 부교수

Does the R&D Subsidy of Developing Countries Overcome the First Mover Advantage of Foreign Firm?

Li Kim^a, Sang-kee Kim^b

^aDepartment of International Business, Chungbuk National University, South Korea

^bDepartment of International Business, Chungbuk National University, South Korea

Received 10 October 2022, Revised 27 October 2022, Accepted 30 October 2022

Abstract

The Chinese government has been promoting core industries in accordance with the ‘Made in China 2025’. As a result of injecting huge subsidies to develop core industries, a great success has been achieved in the electric vehicle and battery industry, however, the semiconductor industry has almost no performance. This study aims to examine whether the subsidy policy of a developing country helps their own domestic firm to overcome the first mover advantage of an advanced country’s firm. From the game theoretical analysis, the results have shown that the subsidy policy of the developing country’s government creates the profits shifting effect which arises from the developed country’s firm to the developing country’s firm. When there exists R&D efficiency gap between the two firms, however, most of these profit shifting effects are offset, which implies that the subsidy policy of developing countries is likely to fail.

Keywords: R&D Subsidy, Made in China 2025, Industrial Policy, International Rivalry

JEL Classifications: F11, F12, L13

* 본 연구는 2022 무역학자 전국대회에서 발표된 논문입니다. 또한 본 연구는 김리의 석사학위논문을 수정보완하여 작성된 논문입니다.

^a First Author, E-mail: pisces-h@naver.com

^b Corresponding Author, E-mail: abekim@chungbuk.ac.kr

© 2022 The Korea Trade Research Institute. All rights reserved.

I. 서론

미중무역분쟁은 세계의 교역상황 전반을 보호무역주의화 되도록 했던 가장 큰 사건이었고 현재까지 해결되지 않은 상태로 진행 되어 오고 있다. 그 계기는 중국의 불공정한 무역관행에 대한 트럼프 행정부의 전방위적인 대중관세에 부과였고 그 규모에 상응하는 중국의 대미 관세부과는 악순환의 고리를 만들었다. 바이든 행정부는 한발 더 나아가 트럼프 행정부의 '까마귀 대 까마귀' 전략보다 더 강력한 '독수리 대 까마귀' 전략을 구사하고 있다. 그렇다면 미국이 중국에 대해 지적하고 있는 불공정한 무역관행이 무엇인지 파악할 필요가 있다. 국제무역과 관련하여 중국은 크게 두 가지 점에서 미국을 비롯한 EU 등의 국가로부터 불공정관행의 개선을 요구 받고 있는데 첫번째가 지식재산권의 침해 문제이고 두번째가 중앙정부와 지방정부가 중국 기업들을 대상으로 무차별적으로 지원하고 있는 보조금의 문제이다. 본 연구에서는 중국의 보조금문제를 다루어 보고자 한다¹⁾.

그렇다면 중국은 왜 기업 보조금을 과도하게 사용하고 있는가? 이는 수십년간 중국경제의 성장과 발전 그리고 고용에 있어 보조금의 역할이 매우 컸기 때문이다. 최근까지도 반도체 굴기 등을 포함한 각종 첨단산업의 굴기를 위한 산업보조금과 R&D 보조금을 투입하는 것으로 부터 시작되었다²⁾. 아래 표는 중국의 첨단

사업 육성과 관련한 가장 이슈가 되어 온 두 기업의 보조금에 대한 자료이다. CATL은 전기차 동차 배터리 생산 1위 기업이고 SMIC는 중국의 반도체 굴기를 실현시킬 파운드리 산업의 핵심 기업이다. CATL의 공시자료 등을 통해 파악된 최근 7년간의 보조금은 1조원 수준이다. 그런데 최근 12년간 중국의 전기차 산업보조금 1478억위안(28조)정도가 지급되었고 전기차 배터리 시장점유율 1위 기업인 CATL이 받은 보조금 수혜는 상당할 것으로 예상된다. CATL의 경우 보조금 수혜금액과 함께 전세계시장점유율이 최근 7년간 급상승한 것을 확인할 수 있다. 2016년 및 2020년 CATL 기업 연차보고서를 활용하여 순이익에서 보조금이 차지하는 비중을 직접 계산해보면 각각 10%와 18.61%로 확인할 수 있었다. 한편 중국의 반도체굴기 전략을 대표하는 SMIC가 최근 5년간 지원받은 보조금 규모는 2조원 수준이다. SMIC의 기업연차보고서 및 주식모집설명서 등을 통해 직접 계산해 본 기업 순이익에서 정부 보조금 비중은 2017년 113%, 2019년에는 161%, 2020년에는 42% 등으로 확인되었다. 즉 보조금 수입이 SMIC 기업의 순이익에서 매우 큰 비중을 차지한다.

흥미로운 것은 SMIC는 CATL에 비해 단기간 더 높은 수준의 보조금을 지급 받았음에도 불구하고 전세계시장점유율은 5~6% 수준으로 거의 변동이 없는 것으로 확인된다. 미국의 중국 제재 등의 효과에 기인한 측면도 있겠으나 본질적으로 이런 차이는 산업적 특성으로도 이해될 수 있다. 반도체 산업에 비해 전기차 배터리 산업은 변동비(재료비)비중이 매우 높아서 매출이 증가하더라도 변동비가 함께 증가하므로 원가경쟁력에 의해 이윤율이 좌지우지되며 기업간 기술력격차는 큰 의미를 갖지 못한다.³⁾ 반면 반도체 산업은 회로직접도 등의 기술력 바탕으로 한 대표적인 장치산업으로 고정투자

- 1) 보조금(subsidy)은 정책당국이 특정 정책목표를 달성하기 위하여 산업 및 기업활동에 제공하는 금융.조세상의 각종 지원을 의미한다. 특정 요소에 대한 보조금 지급은 해당요소의 고용을 증가시키게 되며, 연구개발과 같은 특정 활동에 대한 보조금도 자원배분을 해당부문에 집중시키는 효과를 가져온다. 경제적 논리대로라면 보조금은 시장실패로 인하여 바람직한 지원배분이 이루어지지 않을 때 정당화될 수 있다.
- 2) 중국은 "제12차5개년 계획", "제13차5개년 계획", "제14차5개년 계획"에 각각 '국가전략적 신흥산업', '국가정보화', '디지털경제'를 키워드로 국가발전계획 및 지도사상, 기본원칙, 발전목표, 중점업무와 보장조치가 명시되어 있다. 중국의 기업 세제 혜택은 지속적으로 증가하고, 연구개발비에 대한 가산 공제율도 50%에서 75%로, 제조업 기업은 100%로 더 높아졌다. 제조업 기업의 실제 R&D비용에 대한 법인 소득세의 세전공제 금액을 증가 시킴으로써 기업의 당기 소득세 과세표준을 축소하고 과세 금액이 감소하며 법인

소득세가 부과되는 것인데, 기업소득세 부담을 줄여 주기 때문에 더 큰 세 후 이익을 얻을 수 있으므로 채투자 또는 수익성 증가와 같은 목표를 달성하고 제조업 발전을 돕는다.

- 3) CATL 기업공시에서 원가대비 재료비중이 약80%대로 확인되었다.(부록의 Table 1 참조)

Table 1. Subsidization on CATL and SMIC and the Global Market Share

(Unit: 10000 yuan, percentage)

Year	CATL Subsidy List	Amount(¥)	Global M/S ⁴⁾
15		6,900	9%
17	- Ningde시 자오청구 재정국의 CATL 보조금	44,442	17%
18	- 동교구 경제기술개발구 경제발전국의 CATL에 보조금 - 국가중점연구개발계획: 신에너지자동차 중점 특별 프로젝트	50,778	23%
19	- 강소시(CATL 강소)에 대한 재정 보조금	64,637	28%
20	- 동력배터리 자원화 재활용기지 프로젝트 보조프로젝트 EV 산업 보조금 : 12년간 1489억 위안	113,594	24%
21		167,345	33%
Total		458,905 (1Trillion₩)	

Year	SMIC Subsidy List	Amount(¥)	Global M/S
17		102,370	5.4%
18	- 국가직접회로산업투자펀드 1기	110,665	6%
19	- 국가직접회로산업투자펀드 2기	203,927	5%
20	- 198.5억위안 융자 등	248,902	5.9%
21		244,052	6.1%
Total		909,916 (2Trillion₩)	

Sources: CATL and SMIC annual reports and investment prospectus (2015~2021).

비용이 매우 높지만 변동비는 낮은 산업으로 국가 간 격차가 매우 크다. 따라서 매출이 증가 하더라도 변동비가 낮기 때문에 매출액 증가는 이윤증가로 연결된다. 삼성전자나 SK 하이닉스 혹은 대만의 TSMC의 경우 영업이익율이 높을 때는 50% 수준에 육박하고 낮더라도 10%~20% 수준을 상회한다. 반면 CATL 뿐만 아니라 한국의 전기차 배터리 생산기업들의 3년치 영업이익율은 10%를 넘는 경우가 드물다. 즉 기업을 지원하려는 정부의 노력에도 불구하고 보조금의 정책적 효과가 산업별로 상당히 차이날 것으로 예상해 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 산업간 기술력 격차이나 연구개발투자효율성 등을 고려하여 정부의 연구개발보조금의 경제적 효과를 분석해 보고자 한다. 추종국의 보조금 전략이 기술력격차가 존재하는 산업과 기술력격차가 작은 산업에 대해 각각 어떠한 정책적 결과를 초래하는지를 파악해 보고자 한다. 구체적으로 모든 R&D 보조금이 경쟁 열위에

있는 후발국의 기업을 국제시장에서 선도자로 만들거나 혹은 선진국의 기업과 대등한 경쟁자로 만들어 줄 수 있는지를 분석할 것이다.

II. 문헌연구

본 연구는 Pires(2015)를 기초로 하고 있다. Pires(2015)는 R&D 선도기업(선진국기업)과 후발주자(개도국기업)이 존재할 때 후발국의 보조금 정책이 국제시장경쟁에서 선도기업과 후발기업의 경쟁관계에 영향을 미쳐 이 둘의 관계를 역전시킬 수 있다고 주장하였다. Pires(2015)에 따르면 정부는 수출보조금을 사용하여 외국 경쟁사의 선도자우위를 줄이거나 심지어 역전시킬 수 있다는 것을 보여준다. 특히, 추종자들(followers)이 선도자에 비해 상대

4) 세계시장점유율 관련 자료는 부록의 Table B, C를 참조하라.

적으로 비용상 불이익(cost disadvantage)이 크지 않다면 수출보조금으로 인해 전자가 후자보다 더 많이 생산된다. 사회후생은 추종자가 있는 국가와 소비 국가에서 분명히 증가하지만 선도자가 있는 국가에서는 감소한다. 흥미로운 주장임에도 불구하고 분석결과 일반함수(general function)에서 특정함수(specific function)으로 넘어가는 과정에서 연립방정식풀이에 있어 오류가 있는 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 Pires(2015)의 주장과 달리 양국의 기술력 격차(R&D 투자효율성)를 고려하면 선도기업과 후발기업간의 경쟁시 이윤이 역전되는 현상은 발생하지 않다는 점을 제시한다. 생산경험이 증가함에 따라 비용이 감소하는 학습효과가 있는 경우, 즉 동태적인 효율성 증가가 예상되는 경우에는 보조금 지급은 정당화될 수 있다. 전략 무역 문헌의 중심 결과 중 하나는 정부가 수출 보조금을 사용하여 외국 기업에서 국내 기업으로 "이윤 이전" 효과를 촉진할 수 있다는 것이다 (Brander and Spencer, 1985). 이런 결과는 국내외 기업들이 한계비용이 동일하고 선도적 우위 측면에서 업계 선도자가 없는 상황에서 발생한다. 수출보조금은 외국기업으로부터 국내기업으로의 이윤전환효과를 촉진할 수 있지만 수출보조금은 외국기업의 이윤(국외사회후생)을 희생시키면서 국내기업의 이윤(국내사회후생)을 증가시킨다는 것과 외국기업이 보복할 때 양국은 개입하지 않도록 담합하는 것이 더 유리하다 것이 Brander & Spencer(1985)의 전략적 무역 정책에 대한 두 가지 주요 예측이다.

Leahy and Neary(1997)에 의하면 일반 과점모델에서 대부분 기업들은 자유시장과 사회의 최우선의 선택으로 먼저 연구개발에 참여한다. 다음 생산량 또는 가격에서 경쟁한다. 기업의 전략적 행동은 생산량, R&D 및 사회후생을 감소시키는 경향이 있으므로 R&D 파급효과가 낮고 기업의 행동이 전략적 대안인 경우를 제외하고 더 높은 보조금을 정당화한다. 이는 또한 R&D담합의 이점도 감소하고, 담합을 장려하는 정책은 중복될 가능성이 높고 경쟁정책을 완화하는 사회후생 비용이 매우 높다는 것을 모의적으로 보여준다. Mayer and Riezman(1988)에

서 두 국가의 정부는 불완전경쟁의 국내 기업에 유리하게 이윤을 이전시키려는 시도로 직접적인 수량 통제와 보조금 사이에서 선택한다. 이 양자간 정책 게임의 균형은 환경의 가변성에 결정적으로 의존한다. 확실한 세계에서 두 정부는 직접적인 수량 통제를 통해 기업의 행동을 규제하기로 선택하지만 불확실성이 충분히 있는 상황에서 두 정부는 보조금을 통해 기업을 규제한다. 이 결과는 직접적인 수량 통제의 전략적 이점과 보조금 사용으로 얻은 유연성 사이의 중요한 균형을 반영한다. 이 논문에서는 전략적 무역 문헌의 표준설정에 따라, 외생적 생산비용과 선도자이익이 없는 복점산업(하나는 국내 및 하나는 해외)으로 간주하고 아래와 같이 설정 분석한다. Leahy and Neary (1997)에서와 같이 기업이 한계비용을 줄이지만 고정비용을 증가시키는 비용절감 R&D에 투자하는 생산의 내생 비용을 고려한다. Pires (2009)와 유사하게 외국 기업은 R&D에서 선도자우위를 가지고 있다고 설정한다. 본 연구는 Haaland and Kind(2008)에서와 같이 이 논문의 초점이 연구개발이라는 점을 감안하여 수출 보조금이 아닌 허용가능보조금인 연구개발보조금을 가정하고 분석한다. 본 연구와 관련한 국내연구로는 Lee, Sung-Kyu (2010)과 Lee, Jong-Min (2014)을 소개할 수 있는데 특히 Lee, Sung-Kyu (2010)가 지적하고 있는 비용 비효율적 기업에 대한 보조금 수준이 높다는 지적은 본 연구에서 도출되는 결과와 유사한 측면을 지닌다. 즉 모든 시나리오에서 개도국의 보조금 수준이 더 높게 나타나기 때문이다.

Ⅲ. 연구모형

1. 기본모형

본 모형은 Pires(2015)를 기초로 한다. H국과 F국에는 기업 H와 F가 존재하고 이 기업은 제3국 시장에서 경쟁하며 제 3국은 생산이 없는 소비시장이다. 두 기업은 동질적 제품을 생산한다. 기업 F가 연구개발투자에 있어서 우위를 갖는다고 가정한다. 연구개발투자에서의 우

위는 기업 F가 먼저 연구개발투자를 수행하고 나면 그것을 관찰한 후 기업 H가 연구개발투자에 참여한다는 의미이다. 즉 연구개발투자(이하 R&D로 표시)에 있어 기업 F가 R&D 선도자이고 기업 H가 R&D 추종자이다. 본 분석모형에서 기업 F가 R&D를 수행 후 기업 F의 생산량 결정, 기업 H의 R&D와 생산량 결정은 동시에 이루어지는 것으로 가정하였다.⁵⁾ 한편 H국 정부와 F국 정부는 자국기업의 R&D 보조금 지급 여부를 선택한다. 따라서 네 가지 경우로 구분할 수 있다. 즉 H국과 F국 모두 자국 기업을 지원하는 경우, H국만 지원하는 경우, F국만 지원하는 경우, 마지막으로 H국과 F국 모두 지원하지 않는 경우로 나눈다. 기업 H가 생산한 q 와 기업 F가 생산한 제품 q^* 를 구매하는 제3국은 소비자들은 동일한 선호체계 아래에서 최적 소비를 통해 효용을 달성한다. 대표소비자의 효용함수는 다음과 같다.

$$U = aq + aq^* - b\left(\frac{q^2}{2} + \frac{q^{*2}}{2} + qq^*\right) \quad (1)$$

효용극대화 과정을 도출된 제3국에서 선형의 수요함수는 다음과 같고 여기에서 b 는 탄력성 계수로서 양수이다.

$$P = a - b(q + q^*) \quad (2)$$

기업 H와 F의 이윤함수 π 와 π^* 는 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} \pi &= (P - (c - k) - t)q - \gamma \frac{k^2}{2} + sk \\ \pi^* &= (P - (c - k^*) - t^*)q^* - \frac{1}{2}\gamma k^{*2} + s^*k^* \end{aligned} \quad (3)$$

5) Brander & Spencer(1984)에서는 R&D와 생산량 결정이 동시에 이루어지는 모형과 R&D 결정 후 생산량을 선택하는 두 가지 모형을 제시하면서 전자를 비전략적모형(non-strategic model) 후자를 전략적모형(strategic model)로 제시하였다. 전략적 모형에서는 R&D에 대한 의사결정이 생산량 결정에 직접적으로 미치기 때문이다.

여기에서 c 는 한계 비용, 기업들에 의해 수행된 R&D 수준 즉 k 만큼 한계비용 c 는 $c - k$ 로 감소한다. k 는 기업 H가 선택하는 R&D 수준이다. 또한 H국 기업은 연구개발투자 수준인 k 를 선택할 때 $\gamma \frac{k^2}{2}$ 비용이 발생한다. s 는 정부가 자국 기업에 제공하는 R&D 보조금이다. t 는 관세 및 운송비용 등의 무역비용을 의미하며 두 기업의 무역비용은 같다. γ 는 연구개발효율성 변수이고 이 값이 낮을수록 효율적이다. * 표시의 계수와 변수들은 F국을 지칭한다.

H국과 F국이 모두 제3의 시장에서 경쟁한다는 가정하에 H국 정부와 F국 정부는 R&D 보조금을 사용하여 자국기업 수출품의 경쟁력을 확보하도록 돕는다. 각 국 정부는 R&D 보조금을 지불하기 때문에 H국과 F국의 사회후생함수는 각국의 기업이윤에서 각국 정부의 R&D 보조금을 제외한 값으로 정의될 것이다. H국과 F국 정부는 각 국의 사회후생을 극대화하는 보조금 수준을 설정한다. 기업 F가 R&D를 먼저 수행하는 것을 제외한 기업 간 모든 조건은 동일하다. 따라서 도출된 균형값에서 발생될 수 있는 비대칭적인 결과들은 F국의 시점상 R&D를 먼저 선택하는 전략적 선택에 의한 결과로 이해할 수 있다.

H국과 F국이 모두 제3의 시장에서 경쟁한다는 가정하에 H국 정부와 F국 정부는 R&D 보조금을 사용하여 자국기업이 수출하는 수출품의 경쟁력을 유지할 수 있도록 돕는다. 각국 정부는 R&D 보조금 s 와 s^* 를 자국기업에게 지불하므로 H국과 F국의 사회후생함수는 각국의 기업이윤에서 각국 정부의 R&D 보조금을 제외한 차이로 정의한다. H국과 F국 정부는 자국의 사회후생을 극대화하는 보조금 수준을 설정한다.

$$\begin{aligned} SW &= \pi - sk \\ SW^* &= \pi^* - s^*k^* \end{aligned} \quad (4)$$

한편 두 국가는 항상 보조금을 지급하는 것이 아니라 앞에서 언급하였듯 네 가지 시나리오를 고려해 볼 수 있고 이를 통해 내생적으로 R&D 보조금 지불 여부를 선택하는 모형으로

확장해 갈 것이다. 시나리오는 다음과 같다: (1) $s = s^* = 0$, 두 국가가 모두 개입하지 않는다; (2) $s = s_{op}, s^* = 0$, H국만 최적보조금 s_{op} 를 설정한다; (3) $s = 0, s^* = s_{op}^*$, F국만 최적보조금 s_{op}^* 로 시장에 개입한다; (4) $s = s_{op}, s^* = s_{op}^*$, 두 국가 모두 개입한다. 이를 통해 향후 2X2 형식의 게임매트릭스를 설정할 수 있고 자국의 후생에 기초하여 양국은 R&D 보조금을 지원할지 말지 여부를 선택하는 내생적 게임으로 확장해 볼 수 있을 것이다. 이상에서 각 경제 주체의 목적함수를 정의하였다. 지금부터는 양국의 행위를 시나리오별로 분석하고 이해하고자 한다.

양국은 상황에 맞추어 즉각적으로 자국기업에 대한 지원책을 마련하는 시나리오를 살펴보기 위하여 다음의 4기 게임을 구성한다.

1기에서 정부는 각 시나리오의 사회후생을 비교하여 개입 여부를 결정한다.

2기에서 각국 정부는 1기에서 선택된 개입 여부에 기초하여 연구·개발 보조금을 선택한다.

3기에서 기업 F는 k^* 를 설정한다

4기에서 기업 F는 q^* 를 선택, 기업 H의 q 와 k 선택이 동시에 이루어진다.

본 모형은 불완비정보가 존재하지 않는 동태 모형이므로 본 게임은 역진귀납법을 통해 게임의 균형을 도출한다.

1) 시나리오 1: 두 국가가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우

H국과 F국 모두 R&D 보조금을 지급하지 않는 상황을 먼저 고려하자. 이 경우 2기에서 H국과 F국은 최적보조금을 설정하지 않는다. 그러면 게임은 3기에서 기업 F는 R&D를 결정하고 마지막으로 4기에서 기업 F는 이윤극대화 생산량을 선택하고 기업 H는 이윤극대화를 위한 R&D와 최적생산량을 결정한다.

먼저 4기의 문제를 살펴보기로 한다. 식(3)으로부터 H국과 F국의 기업이 제3의 시장에서

이윤을 극대화하는 1계 조건을 도출할 수 있다. 이때 기업 F의 생산량과 기업 H는 생산량과 R&D를 동시에 결정하기 때문에 1계 조건으로부터 내쉬균형 생산량 및 기업 H의 R&D 수준을 유도할 수 있다.

$$q(k^*) = \frac{D\gamma - \gamma k^* + 2s}{3b\gamma - 2} \tag{5}$$

$$q^*(k^*) = \frac{D(b\gamma - 1) + (2b\gamma - 1)k^* - bs}{3b\gamma - 2}$$

$$k(k^*) = \frac{D - k^* + 3bs}{3b\gamma - 2} \quad \text{여기에서}$$

$D = a - c - t > 0$ 로 정의한다.

위 생산량과 R&D 수준은 k^* 의 함수로 정의된다. 3기에서 기업F는 R&D k^* 를 선택한다. 4기에 도출된 균형값 식(7)의 값들을 기업 F의 이윤함수에 대입하면 다음과 같다.

$$\pi^* = \frac{(D(2b\gamma - 1) + (2b\gamma - 1)k^* - bs)^2}{b(3b\gamma - 2)^2} - \frac{1}{2}\gamma k^{*2} + k^* s^*$$

위 식으로부터 기업 F의 이윤을 극대화하는 R&D수준을 도출할 수 있다.

$$k^* = \frac{2D(2b^2\gamma^2 - 3b\gamma + 1) - 2b(2b\gamma - 1)s + b(3b\gamma - 2)^2 s^*}{9b^3\gamma^3 - 20b^2\gamma^2 + 12b\gamma - 2} \tag{6}$$

이 값을 식 (7)의 $k(k^*)$ 에 대입하여 k^n 로 정리한다.

$$k^n = \frac{b(9b^2\gamma^2 - 14b\gamma + 4)s + D(3b^2\gamma^2 - 6b\gamma + 2) - b(3b\gamma - 2)s^*}{9b^3\gamma^3 - 20b^2\gamma^2 + 12b\gamma - 2} \tag{7}$$

2기에서 양국 모두 R&D 보조금을 지원하지

않기 때문에 $s = s^* = 0$ 이며 식 (5), (6), (7)를 식 (4)에 대입하여 양국 기업의 이윤 및 사회후생을 아래와 같이 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned}\pi_{c1} &= \frac{D^2\gamma(2b\gamma-1)(2-6b\gamma+3b^2\gamma^2)^2}{2(2-12b\gamma+20b^2\gamma^2-9b^3\gamma^3)^2} \\ \pi_{c1}^* &= \frac{D^2\gamma(b\gamma-1)^2}{-2+12b\gamma-20b^2\gamma^2+9b^3\gamma^3} \\ SW_{c1} &= \frac{D^2\gamma(2b\gamma-1)(3b^2\gamma^2-6b\gamma+2)^2}{2(9b^3\gamma^3-20b^2\gamma^2+12b\gamma-2)^2}, \\ SW_{c1}^* &= \frac{D^2\gamma(b\gamma-1)^2}{9b^3\gamma^3-20b^2\gamma^2+12b\gamma-2}\end{aligned}\quad (1)$$

둘의 크기를 비교하면 양국 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우 기업의 이윤은 $\pi_{c1} < \pi_{c1}^*$ 이고 사회후생은 $SW_{c1} < SW_{c1}^*$ 로서 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높다는 사실을 알 수 있다. 즉 국가의 정책 개입이 배제된 상황에서는 R&D 투자를 선도적으로 수행하는 기업을 보유한 국가의 사회후생수준이 더 높다는 사실을 알 수 있다.

보조정리 1. 양국의 사회후생의 정책 개입이 없는 경우 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높다.

2) 시나리오 2: H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 지원하지 않는 경우

여기에서는 H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 R&D 보조금을 지원하지 않는 상황을 고려한다. 이 경우 2기에서 H국은 최적 보조금을 설정한다. 이를 관찰한 후 3기에서 기업 F는 R&D수준을 결정하고 마지막으로 4기에서 이윤극대화를 위해 기업 F가 생산량, H가 R&D와 생산량을 결정한다.

4기에서 기업 F는 생산량, 기업 H는 생산량과 R&D 수준을 결정한다. 식 (3)으로부터 각 기업은 이윤을 극대화하는 생산량과 R&D를 선택하는데 그 결과는 시나리오 1의 경우와 동일하므로 식(5)가 동일하다. 3기에서 기업 F는 최

적 R&D수준 k^* 를 결정하는데 이 값도 식 (6)과 동일하다.

이제 2기 문제를 살펴보기로 하자. 2기에서는 각 정부는 사회후생을 극대화하는 최적보조금을 선택하는데 국가 F는 개입하지 $s_{c2}^* = s^* = 0$ 으로 가정한 후 국가 H만 개입하는 경우이므로 최적보조금 s_{op} 을 선택한다. 식 (4)의 H국의 사회후생함수로부터 이를 극대화하는 최적보조금을 1계 조건을 통해 유도하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}s_{c2} &= s_{op} \\ &= \frac{bD\gamma^2(9b^3\gamma^3-24b^2\gamma^2+18b\gamma-4)}{81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2+80b\gamma-8}\end{aligned}\quad (9)$$

다음으로 1기의 문제를 파악해 보기로 한다. 식(9)와 $s^* = 0$ 를 식(5), (6), (7)에 대입한 후 식 (3)과 (4)에 대입하면 양국 기업의 이윤과 사회후생을 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned}\pi_{c2} &= \frac{D^2\gamma\left(\frac{2-6b\gamma}{+3b^2\gamma^2}\right)^2\left(\frac{-8+72b\gamma-244b^2\gamma^2}{+388b^3\gamma^3-288b^4\gamma^4}\right)}{\left(\frac{+81b^5\gamma^5}{+324b^4\gamma^4-81b^5\gamma^5}\right)^2} \\ \pi_{c2}^* &= \frac{D^2\gamma\left(\frac{4-20b\gamma}{+26b^2\gamma^2}\right)^2\left(\frac{-2+12b\gamma}{-20b^2\gamma^2}\right)}{\left(\frac{8-80b\gamma+288b^2\gamma^2}{-460b^3\gamma^3+324b^4\gamma^4}\right)^2} \\ &\quad \left(\frac{-81b^5\gamma^5}{-81b^5\gamma^5}\right)^2\end{aligned}\quad (10)$$

$$\begin{aligned}SW_{c2} &= \frac{D^2\gamma(3b^2\gamma^2-6b\gamma+2)^2}{81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2+80b\gamma-8} \\ SW_{c2}^* &= \frac{D^2\gamma\left(\frac{9b^3\gamma^3}{-26b^2\gamma^2}\right)^2\left(\frac{9b^3\gamma^3}{+12b\gamma-2}\right)}{\left(\frac{81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4}{+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2}\right)^2} \\ &\quad \left(\frac{-81b^5\gamma^5}{+80b\gamma-8}\right)^2\end{aligned}$$

H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우 기업의 이윤은 $\pi_{c2} > \pi_{c2}^*$ 이고 양국의 사회후생을 비교해보면 $SW_{c2} > SW_{c2}^*$ 을 도출할 수 있고, 정책 개입을 했던 H국의 기업이윤과 사회후생이 F국의 기업이윤과 사회후생보다 높다는 사실을 알 수 있다.

보조정리 2. H국만 정책 개입을 하는 경우 기업 H의 이윤이 기업 F보다 높고, H국의 사회후생이 F국의 사회후생보다 높다.

3) 시나리오 3: H국은 R&D 보조금을 지원하지 않고 F국은 지원하는 경우

여기에서는 H국은 R&D 보조금을 지원하지 않고 F국은 R&D 보조금을 지원하는 상황이다. 이 경우 2기에서 F국은 최적 보조금을 설정한다. 이를 관찰한 후 3기에서 기업 F는 R&D수준을 결정하고 마지막으로 4기에서 이윤극대화를 위해 기업 F가 생산량, H가 R&D와 생산량을 결정한다.

4기에서 기업 F는 생산량, 기업 H는 생산량과 R&D 수준을 결정한다. 식 (3)으로부터 각 기업은 이윤을 극대화하는 생산량과 R&D를 선택하는데 그 결과는 시나리오 1의 경우와 동일하므로 식(5)가 동일하다. 3기에서 기업 F는 최적 R&D수준 k^* 를 결정하는데 이 값도 식 (6)과 동일하다.

2기 문제를 살펴보기로 하자. 2기에서는 국가 H는 개입하지 $s = 0$ 으로 가정할 후 국가 F만 개입하는 경우이므로 최적보조금 $s_{c3}^* = s_{op}^*$ 을 선택한다. 식 (4)의 F국의 사회후생함수로부터 이를 극대화하는 최적보조금을 1계 조건을 통해 유도하면 다음과 같다. F국의 사회후생을 극대화하는 1계 조건을 통해 최적보조금을 도출하면 다음과 같다.⁶⁾

6) 위 식의 이윤극대화를 위한 2계 조건은 γ 가 너무 작지 않은 모든 경우에서 $-\frac{(2-3\gamma)^2}{-2+12\gamma-20\gamma^2+9\gamma^3} < 0$ 으로 성립된다.

$$s_{c3}^* = 0$$

즉 F국의 사회후생을 극대화하는 최적보조금을 도출해 보면 F국 정부는 보조금을 수준을 0으로 설정한다. 바꾸어 말하면 내생적으로 개입하지 않는 것이 최적이다. 한편 H국은 원래 보조금 수준을 0으로 설정하는 상황을 설정하였기에 결론적으로 시나리오 3에서 양국은 개입하지 않는다. 이는 시나리오 1과 동일한 상황으로 귀결된다. 따라서 양국 기업의 이윤 및 사회후생을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\pi_{c3} = \frac{D^2\gamma(2b\gamma-1)(2-6b\gamma+3b^2\gamma^2)^2}{2(2-12b\gamma+20b^2\gamma^2-9b^3\gamma^3)^2}$$

$$\pi_{c3}^* = \frac{D^2\gamma(b\gamma-1)^2}{-2+12b\gamma-20b^2\gamma^2+9b^3\gamma^3} \tag{11}$$

$$SW_{c3} = \frac{D^2\gamma(2b\gamma-1)(3b^2\gamma^2-6b\gamma+2)^2}{2(9b^3\gamma^3-20b^2\gamma^2+12b\gamma-2)^2},$$

$$SW_{c3}^* = \frac{D^2\gamma(b\gamma-1)^2}{9b^3\gamma^3-20b^2\gamma^2+12b\gamma-2}$$

H국은 R&D 보조금을 지원하지 않고 F국은 R&D 보조금을 지원하는 경우 기업의 이윤은 $\pi_{c3} < \pi_{c3}^*$ 이고 사회후생은 $SW_{c3} < SW_{c3}^*$ 으로 시나리오 1과 같이 F국 기업의 이윤과 F국의 후생이 H국의 사회후생보다 높다는 것을 알 수 있다.

보조정리 3. F국의 최적보조금 정책 수준은 0이 되므로 시나리오 3은 시나리오 1과 동일한 결과를 얻는다.

4) 시나리오 4: 두 국가 모두 보조금을 지원하는 경우

두 국가 모두 R&D 보조금을 지급하는 시나리오를 고려한다. 따라서 게임에서는 2기에서는 두 국가 모두 최적보조금을 설정한다. 이를 관찰한 후 기업 F는 3기에서 R&D수준을 결정

하고 마지막으로 4기에서 기업 H가 이윤극대화를 위한 R&D와 생산량을 선택하고, 기업 F가 이윤극대화 생산량을 선택한다.

시나리오 1, 2, 3과 동일하게 4기에서 기업 F는 생산량, 기업 H는 생산량과 R&D 수준을 결정한다. 식 (3)으로부터 각 기업은 이윤을 극대화하는 생산량과 R&D를 선택하는데 그 결과는 시나리오 1의 경우와 동일하므로 식(5)가 동일하다. 3기에서 기업 F는 최적 R&D수준 k^* 를 결정하는데 이 값도 식 (6)과 동일하다.

2기 문제를 살펴보기로 하자. 2기에서는 두 국가 모두 개입하므로 최적보조금 $s_{c4}^* = s_{op}^*$ $s_{c4} = s_{op}$ 를 선택한다. 식 (4)의 F국의 사회후생함수로부터 이를 극대화하는 최적보조금을 1계 조건을 통해 유도하면 다음과 같다. F국의 사회후생을 극대화하는 1계 조건을 통해 최적보조금을 도출하면 다음과 같다.⁷⁾ 사회후생을 극대화하는 R&D 보조금 s_{c4} 와 s_{c4}^* 을 구하면 다음과 같다.

$$\pi_{c4} = \frac{D^2\gamma(2-6b\gamma)^2 \begin{pmatrix} -8+72b\gamma \\ -244b^2\gamma^2+388b^3\gamma^3 \\ -288b^4\gamma^4+81b^5\gamma^5 \end{pmatrix}}{(8-80b\gamma+288b^2\gamma^2-460b^3\gamma^3+324b^4\gamma^4-81b^5\gamma^5)^2}$$

$$\pi_{c4}^* = \frac{D^2\gamma \begin{pmatrix} 4-20b\gamma \\ +26b^2\gamma^2 \\ -9b^3\gamma^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -2+12b\gamma \\ -20b^2\gamma^2 \\ +9b^3\gamma^3 \end{pmatrix}}{(8-80b\gamma+288b^2\gamma^2-460b^3\gamma^3+324b^4\gamma^4-81b^5\gamma^5)^2} \quad (12)$$

$$s_{c4} = \frac{bD\gamma^2 \begin{pmatrix} 9b^3\gamma^3-24b^2\gamma^2 \\ +18b\gamma-4 \end{pmatrix}}{81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2+80b\gamma-8}$$

$$s_{c4}^* = 0$$

7) 위 식의 이윤극대화를 위한 2계 조건은 γ 가 너무 작지 않은 모든 경우에서 $-\frac{(2-3\gamma)^2}{-2+12\gamma-20\gamma^2+9\gamma^3} < 0$ 으로 성립된다.

위에서 도출한 값을 사회후생에 대입함으로써 1기에 대한 논의를 시작한다. 1기에서 식 (13)의 사회후생함수는 아래와 같이 정의된다.

$$SW_{c4} = \frac{D\gamma(3b^2\gamma^2-6b\gamma+2)^2}{81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2+80b\gamma-8}$$

$$SW_{c4}^* = \frac{D^2\gamma \begin{pmatrix} 9b^3\gamma^3 \\ -26b^2\gamma^2 \\ +20b\gamma-4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 9b^3\gamma^3 \\ -20b^2\gamma^2 \\ +12b\gamma-2 \end{pmatrix}}{(81b^5\gamma^5-324b^4\gamma^4+460b^3\gamma^3-288b^2\gamma^2+80b\gamma-8)^2} \quad (13)$$

두 국가 모두 R&D 보조금을 지원한다고 했을 때 F국은 최적에서 0의 보조금을 지불하기 때문에 실제로는 보조금을 지급하지 않는 것이 최적이다. 결과적으로 시나리오 4는 시나리오 2의 결론과 같아진다. 즉 F국이 최적보조금을 선택하는 상황을 가정하더라도 실제로 F는 보조금을 지급하지 않는 것이 최적이 되고 H국만 보조금을 지급한 결과 사회후생 측면에서 H국이 F국보다 더 높은 사회후생을 달성한다.

보조정리 4. F국의 최적보조금 수준은 0이 되므로 시나리오 4의 균형은 시나리오 2의 균형과 동일하다.

앞의 네 가지 시나리오를 살펴본 결과 시나리오 3과 시나리오 1이 같고 시나리오 4와 시나리오 2가 동일한 결과를 가진다. 그 이유는 R&D 선도자인 기업 F에 대해 F국은 보조금 수준을 0으로 설정하는 것이 최적으로 도출된다. 이런 맥락에서 F국은 최적 보조금을 0으로 설정하는데 이는 결론적으로 보조금을 주지 않는 것이 우월전략이 된다.

5) 내생적 균형 도출

본 절에서 각국은 보조금을 지불 여부를 선택을 결정한다. H국은 보조금을 지원하는 전략 S와 지원하지 않는 전략 NS을 선택하지만, 보조정리 3과 4로부터 F국은 보조금을 지원하지

Fig. 1. Normal Form Game

	F	S	NS
H			
S		SW_{c4}, SW_{c4}^*	SW_{c2}, SW_{c2}^*
NS		SW_{c3}, SW_{c3}^*	SW_{c1}, SW_{c1}^*

않는 것이 우월전략으로 NS만을 선택한다. 내생적 선택과정은 다음의 게임 매트릭스로 묘사된다.

위의 게임 매트릭스로부터 F국의 우월전략이 보조금을 지급하지 않는 NS인 상황에서 H국은 SW_{c2} 과 SW_{c1} 를 비교함으로써 우월전략을 파악할 수 있다. $SW_{c1} < SW_{c2}$ 이므로 H국은 보조금을 지불하는 전략을 선택한다.

정리 1. 내생적 게임의 균형에서 H국은 R&D 보조금을 지급하고 F국은 R&D 보조금을 지급하지 않는다.

F국이 연구개발투자 보조금을 지급하지 않는 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 기업 F는 R&D를 먼저 선택하는 선도자이므로 기업 H에 비해 선도자 이익을 누리고 있는 상황에 처해 있다. 이러한 상황에서 F국이 R&D 보조금을 지급했을 때의 기업의 이윤을 증가시킬 수 있는 한계적 효과보다 보조금을 지급하는 한계 비용이 더 높기 때문에 F국은 보조금을 지급할 유인을 갖지 못하고 보조금을 지급하지 않는 것이 최적이 된다.

IV. 확장모형

확장모형의 모든 가정 및 분석시나리오 등은 기본모형과 동일하다. 다만 R&D 선도기업과 R&D 후발기업 간의 R&D 기술력 격차가 존재한다는 현실적 상황을 반영한다. 이를 고려한 H기업과 F기업의 이윤은 다음과 같다. 기업 H의 이윤함수에서 R&D 투자비용은 $\alpha\gamma k^2/2$ 이

고, 기업 F의 R&D 투자비용은 $\gamma k^2/2$ 이다. 기술력 격차를 반영하기 위해 $\alpha > 1$ 로 가정하였다. 또한 $b = 1$ 로 가정한다. 확장모형의 모든 분석시나리오는 동일하다. 즉 시나리오 1: 두 국가가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우, 시나리오 2: H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 지원하지 않는 경우, 시나리오 3: H국은 R&D 보조금을 지원하지 않고 F국은 지원하는 경우, 시나리오 4: 두 국가 모두 보조금을 지원하는 경우를 분석한다. 각 시나리오의 균형들은 역진귀납법이라는 동일한 도출 과정을 통해 파악할 수 있다. 따라서 시나리오 간 중복되는 도출과정들은 최대한 생략하고 핵심적인 균형값들을 파악하는데 초점을 두기로 한다.

$$\begin{aligned} \pi &= (a - bq - bq^* - (c - k) - t)q \\ &\quad - \frac{1}{2}\alpha\gamma k^2 + sk \\ \pi^* &= (a - bq - bq^* - (c - k^*) - t^*)q^* \\ &\quad - \frac{1}{2}\gamma k^{*2} + s^*k^* \end{aligned} \quad (14)$$

식 (14)에서 기업 F는 이윤을 극대화하는 생산량을 선택하고 기업 H는 이윤을 극대화하는 생산량과 연구개발투자 수준을 선택하므로 이윤극대화 1계 조건을 연립해서 도출한 내쉬 균형 값들은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} q &= \frac{D\alpha\gamma - \alpha\gamma k^* + 2s}{3b\alpha\gamma - 2} \\ q^* &= \frac{D(b\alpha\gamma - 1) + (2b\alpha\gamma - 1)k^* - bs}{3b\alpha\gamma - 2} \quad (15) \\ k &= \frac{D - k^* + 3bs}{3b\alpha\gamma - 2} \end{aligned}$$

위 생산량과 R&D 수준은 k^* 의 함수로 정의된다. 3기에서 기업F는 R&D k^* 를 선택한다. 4기에 도출된 균형값 식(15)의 값들을 기업 F의 이윤함수에 대입 후 기업 F의 이윤을 극대화하는 R&D수준을 도출할 수 있다.

$$k^* = \frac{2D(2b^2\alpha^2\gamma^2 - 3b\alpha\gamma + 1) - 2b(2b\alpha\gamma - 1)s + b(3b\alpha\gamma - 2)^2s^*}{9b^3\alpha^2\gamma^3 - 4b^2\alpha(3 + 2\alpha)\gamma^2 + 4b(1 + 2\alpha)\gamma - 2} \quad (16)$$

1) 시나리오 1: 두 국가가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우

2기에서 양국 모두 R&D 보조금을 지원하지 않기 때문에 $s = s^* = 0$ 이며 식 (15), (16), (17)를 식 (14)에 대입하여 양국 기업의 이윤 및 사회후생을 아래와 같이 도출할 수 있다.

$$\pi_{c1} = \frac{D^2\alpha\gamma(2 - 2(1 + 2\alpha)\gamma + 3\alpha\gamma^2)^2 \times \left(\begin{array}{l} -8 + 24(1 + 2\alpha)\gamma \\ -4(4 + 33\alpha + 24\alpha^2)\gamma^2 \\ + 4\alpha(21 + 60\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ - 144\alpha^2(1 + \alpha)\gamma^4 + 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} 8 - 16(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 \\ - 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ + 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)^2}$$

$$\pi_{c1}^* = \frac{D^2\gamma \left(\begin{array}{l} 4 - 4(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 2\alpha(9 + 4\alpha)\gamma^2 - 9\alpha^2\gamma^3 \end{array} \right)^2 \times \left(\begin{array}{l} -2 + (4 + 8\alpha)\gamma \\ - 4\alpha(3 + 2\alpha)\gamma^2 + 9\alpha^2\gamma^3 \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} 8 - 16(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 \\ - 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ + 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)^2}$$

$$SW_{c1} = \frac{D^2\alpha\gamma \left(\begin{array}{l} 2 - 2(1 + 2\alpha)\gamma \\ + 3\alpha\gamma^2 \end{array} \right)^2}{-8 + 16(2 + 3\alpha)\gamma - 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 + 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 - 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 + 81\alpha^3\gamma^5}$$

$$SW_{c1}^* = \frac{D^2\gamma \left(\begin{array}{l} 4 - 4(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 2\alpha(9 + 4\alpha)\gamma^2 \\ - 9\alpha^2\gamma^3 \end{array} \right)^2 \times \left(\begin{array}{l} -2 + (4 + 8\alpha)\gamma \\ - 4\alpha(3 + 2\alpha)\gamma^2 \\ + 9\alpha^2\gamma^3 \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} 8 - 16(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 \\ - 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ + 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)^2}$$

둘의 크기를 비교하면 양국 모두 R&D 보조금을 지원하지 않으면서 기술력 격차가 존재하는 경우 기업의 이윤은 $\pi_{c1} < \pi_{c1}^*$ 이고 사회후생은 $SW_{c1} < SW_{c1}^*$ 로서 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높다.

보조정리 5. 양국 간 기술력 격차가 존재하며, 양국 정부의 정책 개입이 존재하지 않는 경우 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높다.

2) 시나리오 2: H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 지원하지 않는 경우

2기에서는 각 정부는 사회후생을 극대화하는 최적보조금을 선택하는데 국가 F는 개입하지 $s_{c2}^* = s^* = 0$ 으로 가정할 후 국가 H만 개입하는 경우이므로 최적보조금 s_{c2} 을 선택한다.

$$s_{c2} = \frac{(a - c)\alpha\gamma^2 \left(\begin{array}{l} -2 \\ + 3\alpha\gamma \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} 2 - 2(1 + 2\alpha)\gamma \\ + 3\alpha\gamma^2 \end{array} \right)}{-8 + 16(2 + 3\alpha)\gamma - 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 + 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 - 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 + 81\alpha^3\gamma^5}$$

$$\pi_{c2} = \frac{D^2\alpha\gamma(2 - 2(1 + 2\alpha)\gamma + 3\alpha\gamma^2)^2 \times \left(\begin{array}{l} -8 + 24(1 + 2\alpha)\gamma \\ -4(4 + 33\alpha + 24\alpha^2)\gamma^2 \\ + 4\alpha(21 + 60\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ - 144\alpha^2(1 + \alpha)\gamma^4 + 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} 8 - 16(2 + 3\alpha)\gamma \\ + 32(1 + 5\alpha + 3\alpha^2)\gamma^2 \\ - 4\alpha(33 + 66\alpha + 16\alpha^2)\gamma^3 \\ + 36\alpha^2(5 + 4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \end{array} \right)^2}$$

$$\pi_{e2}^* = \frac{D^2\gamma \left(4 - 4(2+3\alpha)\gamma + 2\alpha(9+4\alpha)\gamma^2 - 9\alpha^2\gamma^3 \right)^2 \times \left(-2 + (4+8\alpha)\gamma - 4\alpha(3+2\alpha)\gamma^2 + 9\alpha^2\gamma^3 \right)}{\left(8 - 16(2+3\alpha)\gamma + 32(1+5\alpha+3\alpha^2)\gamma^2 - 4\alpha(33+66\alpha+16\alpha^2)\gamma^3 + 36\alpha^2(5+4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \right)^2}$$

$$SW_{e2} = \frac{D^2\alpha\gamma(2 - 2(1+2\alpha)\gamma + 3\alpha\gamma^2)^2}{-8 + 16(2+3\alpha)\gamma - 32(1+5\alpha+3\alpha^2)\gamma^2 + 4\alpha(33+66\alpha+16\alpha^2)\gamma^3 - 36\alpha^2(5+4\alpha)\gamma^4 + 81\alpha^3\gamma^5}$$

$$SW_{e2}^* = \frac{D^2\gamma \left(4 - 4(2+3\alpha)\gamma + 2\alpha(9+4\alpha)\gamma^2 - 9\alpha^2\gamma^3 \right)^2 \times \left(-2 + (4+8\alpha)\gamma - 4\alpha(3+2\alpha)\gamma^2 + 9\alpha^2\gamma^3 \right)}{\left(8 - 16(2+3\alpha)\gamma + 32(1+5\alpha+3\alpha^2)\gamma^2 - 4\alpha(33+66\alpha+16\alpha^2)\gamma^3 + 36\alpha^2(5+4\alpha)\gamma^4 - 81\alpha^3\gamma^5 \right)^2}$$

H국은 R&D 보조금을 지원하고 F국은 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우, 그리고 기업 F의 R&D 기술력이 기업 H의 R&D 기술력보다 큰 경우 기업의 이윤은 $\pi_{e2} < \pi_{e2}^*$ 이고 양국의 사회후생을 비교해보면 $SW_{e2} < SW_{e2}^*$ 이 성립하지만, 기업 F의 R&D 기술력이 기업 H의 R&D 기술력과 거의 근사한 경우 기업의 이윤은 $\pi_{e2} > \pi_{e2}^*$ 이고 양국의 사회후생을 비교해보면 $SW_{e2} > SW_{e2}^*$ 이 성립한다. H국만 정책 개입을 하더라도 양국 기업 간 기술력 격차에 따라 F국 기업이윤과 사회후생이 H국의 기업 이윤과 사회후생보다 높을 수도 있고 낮을 수도 있다.

보조정리 6. H국만 정책 개입을 하더라도 기술력 격차가 일정수준 이상인 경우라면 기업 H를 선도자로 만들 수 없을 뿐만 아니라 사회후생도 H국이 F국보다 높지 않다.

기본모형에서처럼 확장모형에서도 시나리오

3은 시나리오 1과 같고 시나리오 4는 시나리오 2와 동일한 결론이 도출된다. F국만 정책 개입을 가정한 시나리오 3의 경우 H국은 R&D 보조금을 지원하지 않고 F국은 R&D 보조금을 지원하는 경우 기업의 이윤은 $\pi_{e3} < \pi_{e3}^*$ 이고 사회후생은 $SW_{e3} < SW_{e3}^*$ 으로 시나리오 1과 같이 F국 기업의 이윤과 F국의 후생이 H국의 사회후생보다 높다는 결론이 도출된다. 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하는 확장모형의 시나리오 4의 경우 F국은 최적에서 0의 보조금을 지불하기 때문에 실제로 보조금을 지급하지 않는 것이 최적이다. 결과적으로 시나리오 4는 시나리오 2의 결론과 같아진다. 즉 F국이 최적보조금을 선택하는 상황을 가정하더라도 실제로 F는 보조금을 지급하지 않는 것이 최적이 되고 H국만 보조금을 지급한 결과 사회후생 측면에서 H국이 F국보다 더 높은 사회후생을 달성한다. 앞의 네 가지 시나리오를 살펴본 결과 시나리오 3과 시나리오 1이 같고 시나리오 4와 시나리오 2가 동일한 결과를 가진다. 그 이유는 R&D 선도자인 기업 F에 대해 F국은 보조금 수준을 0으로 설정하는 것이 최적으로 도출된다. 이런 맥락에서 F국은 최적 보조금을 0으로 설정하는데 이는 결론적으로 보조금을 주지 않는 것이 우월전략이 된다. (Figure 1)과 같이 내생적 균형을 도출해 보면 H국은 보조금개입을 하고 F국은 보조금 개입을 하지 않는다. 따라서 내생적 균형은 정리 1과 동일하다. 양국간 R&D 기술력 격차가 존재하면 H의 R&D 보조금으로 자국기업을 지원하더라도 R&D수준, 생산량, 사회후생 등에 대해 H국의 균형값보다 F국의 균형값이 더 높았다.

정리 2. 내생적 균형에서 R&D 기술력이 뒤처지는 경우 후발국의 R&D투자가 후발국 기업을 시장의 선도자로 만들지 못한다.

정리 2를 다음과 같이 설명할 수 있다. 기업 F는 R&D에 있어 선도자 우위로 인해 R&D 수행에 대한 실행력(Commitment power)이 존재하여 기업 F에 F국이 경쟁력 전환 효과를 촉발

할 필요가 없고, 또한 기술력 차이의 존재로 H국만 R&D 보조금을 지원하더라도 F국의 사회후생이 더 높기 때문이다. 반면 H국은 R&D 기술력이 낮은 자국기업을 지원할 유인이 감소하기 때문이다. F국은 R&D 보조금 경쟁으로 인한 후생 감소를 피하기 위하여 보조금을 지원하지 않게 되지만 H국이 R&D 보조금 수준을 설정하더라도 기술력격차 때문에 R&D를 통한 선도적 지위를 확보하지 못한다. H국은 F국에 비해 보조금 지불로 인해 높은 수준의 정부잉여의 손실을 발생시킴에도 불구하고 기술력 열위의 기업 H가 연구개발투자 수준이 결과적으로 낮아져서 기업 F로부터의 이윤을 빼앗아 오는 이전효과를 누리지 못하게 되기 때문이다.

V. 결론

본 연구는 R&D 경쟁에서 R&D 추종자의 보조금 전략의 경제적 효과를 살펴보고자 하였다. 특히 R&D 선도자는 R&D 추종자가 R&D 보조금을 결정하는 시점을 관찰한 후 보조금 지원 여부를 결정하는 대응전략을 선택할 수 있다. 본 연구에서는 기본모형과 확장모형으로 나누어, 두 개의 국가: H국과 F국이 존재한다는 설정 하에서 두 나라 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우, H국만 R&D 보조금을 지원하는 경우, F국만 R&D 보조금을 지원하는 경우, 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하는 경우로 구분하여 분석을 시도하였다. 그리고 내생적 차원에서 R&D 추종자의 최적대응전략이 무엇 인지를 살펴보고자 하였다. 도출된 몇 가지 결론 중 흥미로운 부분을 정책적 시사점과 함께 소개하면 다음과 같다. 각 모형의 게임을 총 4가지로 경우로 구분하였으나 실제 분석과정에서 결과적으로 두 가지 경우만 남게 된다는 점을 관찰할 수 있었다. 즉 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않는 경우와 H국만 보조금을 지원하는 경우이다. 기본모형에서 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않을 때 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높았다. H국만 R&D 보조금을 지원할 때 H국의 사회후생이 더 높았으나 H국의 R&D 보조금 또한 F국보다 높

았다. 그러나 이 두가지 경우 F국의 R&D 보조금은 모두 "0"이었다. 때문에 F국은 항상 R&D 보조금을 지원하지 않는 것이 더 유리하다. 반면 H국의 경우 H국만 R&D 보조금을 지원할 때 F국의 사회후생보다 높았고 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않을 경우의 사회후생보다도 높았지만 R&D 보조금 또한 F국보다 높았다. 확장모형에서 두 국가 모두 R&D 보조금을 지원하지 않을 때 F국의 사회후생이 H국의 사회후생보다 높았고, H국만 R&D 보조금을 지원할 때도 H국의 R&D 보조금이 F국보다 높았지만 F국의 사회후생이 더 높았다. 이 두가지 경우 F국의 R&D 보조금은 모두 "0"이었다. 때문에 F국은 항상 R&D 보조금을 지원하지 않는 것이 더 유리하다. 반면 H국만 R&D 보조금을 지원할 경우도 F국의 사회후생이 더 높았다. 이로써 두 국가간 R&D 기술력 차이가 존재하지 않을 때, R&D 추종자를 유치한 국가는 R&D 보조금을 지원함으로써 R&D 선도자로부터 이윤을 이전하여 경쟁력전환효과를 촉발하게 되어 보조금을 지원할 인센티브가 크다. 그러나 두 국가 간 R&D 기술력 차이가 존재할 때, R&D 추종자를 유치한 국가는 보조금을 지원하더라도 R&D 선도자를 유치한 국가의 사회후생을 뛰어넘을 수 없다는 것을 보여준다. 한편 몇몇 산업에서 한국기업이 시장선도자임을 감안할 때 결국 연구개발에 대한 격차 수준을 유지해야만 중국과 같은 개도국의 추격에 대응할 수 있고 기업이윤의 이전을 방지하고 국가 간 사회후생의 추월당하는 현상 등을 막을 수 있다. 그러나 본 연구에 비추어 보았을 때 선도기업들에게 연구개발투자 보조금을 경쟁우위 수단으로 활용하는 것은 한계가 있었다. 보다 근본적으로 경쟁우위를 유지하려는 목적의 연구개발투자 효율성을 극대화하는 정책수단이 강구되어야 할 것이다. 본 연구는 Pires(2015)의 계산 오류로 인한 연구결과 신뢰도를 보장받을 수 없게 되었는데 본 연구에서의 올바른 계산을 수행하였다. 한편 기존 연구에서 언급한 죄수의 딜레마 상황은 전혀 발생하지 않았다. 본 연구는 R&D 기술력 차이가 국제 R&D 보조금 경쟁에서 경쟁력전환효과 촉발의 중요한 요소 중 하나임을 명시한다. 한편 본 모형이 갖는 한

계점으로는 먼저 양국 시장의 기업의 존재하지 않고 그 기업들과의 경쟁을 고려하지 않았다는 점을 들 수 있다. 또한 국가 간 기술력 격차가 존재하더라도 H국의 보조금이 지원된 t기 이후에 정책효과가 나타날 수 있다. 즉 보조금 지급

되어 특정 시간 경과 후 보조금 지급에 따른 기술격차 감소효과를 고려해야 보조금 지급의 효과를 바르게 평가할 수 있을 것이다. 이는 동태 분석모형 등을 통해 향후 추가적으로 연구할 가치가 있는 주제일 것이다.

References

- Lee, Sung-Kyu (2010), "Optimal Trade Policy in Export Subsidy under Learning-by-Doing and Concave Cost", *Korea Trade Review*, 35(3), 313-338.
- Lee, Jong-Min (2014), "Optimal Export Subsidy under Lobbying - Strategic Subsidy Policy Revisited", *Korea Trade Review*, 39(1), 265-292.
- Brander, J. A., and B. J. Spencer (1985), "Export Subsidies and International Market Share Rivalry", *Journal of International Economics*, 18(1-2), 83-100.
- Cooper, R., and R. Riezman (1989), "Uncertainty and the Choice of Trade Policy in Oligopolistic Industries", *The Review of Economic Studies*, 56(1), 129-140.
- Haaland, J. I., and H. J. Kind (2008), "R&D Policies, Trade and Process Innovation", *Journal of International Economics*, 74(1), 170-187.
- Leahy, D., and J. P. Neary, (1997), "Public Policy towards R&D in Oligopolistic Industries", *The American Economic Review*, 642-662.
- Mayer, W., and R. G. Riezman (1987), "Endogenous Choice of Trade Policy Instruments", *Journal of International Economics*, 23(3-4), 377-381.
- Pires, A. J. G. (2009), "R&D and Endogenous Asymmetries between Firms", *Economics Letters*, 103(3), 153-156.
- Pires, A. J. G. (2015), "Competitiveness-shifting Effects and the Prisoner's Dilemma in International R&D Subsidy Wars", *International Economics*, 142, 32-49.

Appendix

Table A. Direct Material Cost Share

(Unit: CNY)

Year	Direct Material Cost	Total Cost	영업원가에서 차지하는 비율
2017	10,555,572,546	12,740,187,149	84%
2018	16,114,720,574	19,902,284,153	84%
2019	25,413,906,103	32,482,760,513	81%
2020	25,738,634,700	36,349,153,592	78%
2021	77,875,311,300	96,093,722,300	84%

Source: Calculated by the Authors based on CATL annual report(2017-2022)

Table B. Global Market Share of EV Battery Market

(Unit: %)

2015		2018		2020		2021	
Company	Market Share						
Panasonic	18.40%	CATL	23.40%	CATL	24.60%	CATL	32.60%
BYD	11.89%	Panasonic	21.30%	LGES	23.40%	LGES	20.30%
CATL	9.04%	BYD	11.80%	Panasonic	18.40%	Panasonic	12.20%
LG Chem	6.82%	LG Chem	7.50%	BYD	6.70%	BYD	8.80%

Source: SNE research

Table C. Global Market Share of Semiconductor Foundry

(Unit: %)

2015		2017		2018		2021	
Company	Market Share						
TSMC	54.3%	TSMC	55.9%	TSMC	50.7%	TSMC	52.9%
삼성전자	5.3%	삼성전자	7.7%	삼성전자	19.2%	삼성전자	17.3%
UMC	9.3%	UMC	8.5%	UMC	7.7%	UMC	7.2%
글로벌 파운드리	9.6%	글로벌 파운드리	9.4%	글로벌 파운드리	9.5%	글로벌 파운드리	6.1%
SMIC	4.6%	SMIC	5.4%	SMIC	5%	SMIC	5.3%