



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학 석사학위 논문

기업의 기술역량을 고려한 연구개발투자
지속성과 변동성에 대한 연구

Revisiting the persistency and volatility of the firm's R&D
investment based on its technological capabilities

2014 년 2 월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

강 태 원

기업의 기술역량을 고려한 연구개발투자
지속성과 변동성에 대한 연구

Revisiting of the persistency and volatility of the firm's
R&D investment based on its technological capabilities

지도교수 이정동

이 논문을 경제학석사학위 논문으로 제출함

2014 년 2 월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
강 태 원

강태원의 경제학석사학위 논문을 인준함

2014 년 2 월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

그 동안 정태적 관점에서 연구개발투자 최적 투자량, 결정요인에 분석이 많이 이루어지고 졌지만, 동태적 관점에서 연구개발투자에 대한 분석은 상대적으로 미미하다. 연구개발투자는 그 동안의 활동 경험, 이전 기의 투자 정도에 영향을 많이 받기 때문에 동태적 관점에서 분석하는 것이 중요하다.

동태적 관점에서 진행된 선행연구에 의하면, 연구개발투자는 지속성을 보인다. 즉, 금기의 연구개발투자는 전기의 투자 정도를 유지하려고 한다. 지속성을 보이는 이유는 연구개발투자의 높은 조정비용과 매몰비용적인 성격 때문이다. 이러한 비용을 최소화하기 위해 기업은 보유현금을 투입하여서 연구개발투자 변동을 줄이고 지속하려고 노력한다. 하지만 이런 배경에도 불구하고 몇몇 실증연구에서 연구개발투자는 매년 변동성을 보인다고 보았다. 그 이유는 연구개발투자는 내부현금흐름 변동에 따라 민감하게 반응하기 때문이다.

동태적 관점에서 연구개발투자에 관한 선행연구들의 논의가 서로 일치되지 않고 있다. 본 연구에서는 선행연구에서 서로 상반된 논의를 보이는 이유를 실증적으로 분석하였다. 변동 충격이 주어진다면, 기업간 서로 동일하게 반응하고 양, 음 충격 변동에 대칭적으로 반응한다는 전제하에서 이루어진 선행연구의 한계를 보완하여 분석하였다. 이를 위해 기업 고유의 연구개발활동을 결정 짓는 기술역량을 통해 기업간 이질성을 고려하였으며, 양의 변동과 음의

변동에 따라 기술역량의 역할 차이가 다를 것이라는 가설 하에서 실증분석을 시행하였다.

실증분석을 시행한 결과, 기업 매출액이 전년대비 증가하는 양의 충격 하에는 기술역량은 현금흐름효과를 증폭시켜 연구개발투자를 변동하도록 하였다. 이에 반해 매출액이 전년대비 감소하는 음의 충격 하에는 기술역량은 현금흐름효과를 상쇄시켜 연구개발투자를 지속하도록 하였다. 이러한 결과는 기존 연구들처럼 지속성과 변동성이 이분법적으로 대립되는 것이 아닌 특정 상황에서 둘 다 나타나는 것을 확인했다는 점에서 의의가 있다. 또한 음의 충격 하에서 자생적으로 투자를 유지할 수 있게 하는 기술역량을 강화시키게 하는 정책적 지원이 필요하다는 시사점을 도출할 수 있다.

주요어 : 연구개발투자, 지속성, 변동성, 기술역량

학 번 : 2012-21025

목 차

초 록	iii
목 차	v
표 목차	vii
그림 목차.....	viii
1. 서론.....	1
1.1 연구배경 및 목적.....	1
2. 이론적 배경	5
2.1 연구개발투자 지속성	5
2.1.1 연구개발투자 지속성 이론적 근거.....	5
2.1.2 R&D smoothing: 연구개발투자를 지속하기 위한 노력	7
2.1.3 연구개발투자 지속성 유인 차이.....	9
2.2 연구개발투자의 변동성.....	10
2.2.1 R&D financing: 연구개발투자와 내부현금흐름	11
2.2.2 Financial constraints: 연구개발투자와 현금제약	14
2.3 연구개발투자 지속성과 변동성.....	21
2.4 기술역량	23
2.4.1 기술역량 정의 및 범주.....	24
2.4.2 기술역량이 연구개발투자 활동에 미치는 영향.....	25
2.4.3 기술역량이 연구개발투자 학습에 미치는 영향.....	28

3. 연구모형 및 연구방법	31
3.1 연구가설	31
3.2 연구모형	33
3.3 자료	39
3.4 변수선정	39
3.4.1 독립변수: 기술역량 측정.....	39
3.4.2 통제변수.....	42
4. 분석결과.....	45
4.1 기초분석	45
4.2 분석결과	48
4.3 분석결과 고찰.....	55
5. 결론 및 시사점.....	58
참 고 문 헌.....	60
부록 1: 연구개발투자 변동 정도 측정방법.....	68
부록 2: 이분산성을 고려한 고정효과모형 결과.....	70
Abstract.....	72

표 목차

[표 1] 연구개발투자 지속성, 변동성 정리	22
[표 2] 기술역량 대리변수	41
[표 3] 변수명, 정의 및 측정	44
[표 4] 기초 통계량.....	45
[표 5] 주요변수간 상관관계	47
[표 6] 자기상관, 이분산성 검정 결과	48
[표 7] 고정효과 모형 실증분석 결과	50
[표 8] GMM과 고정효과 모형 실증분석결과	54
[표 9] 실증분석결과 요약 정리	57

그림 목차

[그림 1] 현금제약하에 있지 않는 기업의 연구개발투자 변동.....	16
[그림 2] 현금제약하에 있는 기업 기업의 연구개발투자 변동.....	16
[그림 3] 현금제약하에 있는 기업의 장기균형 상태	19
[그림 4] 현금제약하에 있는 기업의 단기균형 상태	20
[그림 5] 연구모형 도식화.....	33

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

오늘날 경쟁이 치열해지고, 빠른 기술변화 환경 속에서 지속 가능한 성장을 하기 위해서는 기술혁신을 통한 가치를 창출하고 경쟁우위를 확보하는 것이 무엇보다 중요하다. 이에 국가, 기업은 혁신역량 강화를 위해 연구개발활동에 대한 관심이 나날이 증가하고 있다. 하지만 역량과 자원이 한정되어 있기 때문에 무작정 연구개발투자를 늘릴 수 없다. 그렇기 때문에 기업 내·외부 상황에 맞는 최적 연구개발투자를 통해 최대한의 효율을 달성하는 것이 무엇보다 중요하다. 최적 투자 정도, 투자량 결정요인에 관해서 많은 연구가 진행되는 이유이다.

그 동안 정태적(static)인 관점에서 최적 연구개발투자 정도를 분석하는 연구가 많이 진행되어왔다. 금기의 최적 투자량은 금기의 기업 내·외부 상황에 의해서 결정되는 것으로 보았다. 하지만 연구개발투자는 그 동안의 활동 경험, 이전 기의 투자 정도에 영향을 많이 받기 때문에 동태적(dynamics)인 관점에서 연구개발투자를 분석하는 것이 필요하다.

동태적(dynamics)인 관점에서 연구개발투자 정도에 있어 주요하게 논의되고 있는 것은 연구개발투자가 지속성을 보이느냐, 변동성을 보이느냐 하는 것이다. 연구개발투자가 지속성을 보인다고 하면, 금기의 연구개발투자는 전기

의 투자 정도를 유지하려고 하는 것을 말한다. 지속성을 보이는 이유는 높은 조정비용(adjustment cost)과 매몰비용(sunk cost)적인 성격을 가지는 연구개발투자의 특성 때문이다. 조정비용과 매몰비용으로 인해 변동에 따른 많은 비용이 초래되기 때문에 일시적으로 변동 충격이 주어지더라도 기업은 보유현금(cash holdings)을 사용하여서 연구개발투자를 지속하려고 노력한다(R&D smoothing; Himmelberg & Peterson, 1994; Shin & Kim, 2011; Brown & Petersen, 2011).

이런 배경에도 불구하고 몇몇 실증연구에서는 연구개발투자는 매년 변동성을 보인다고 보았다(Guellec & Ioannidis, 1997; DITR, 2007; Mudambi & Swift, 2011). DITR (2007)에 의하면, 국가, 산업 단위(level)의 총량적(aggregate)연구개발투자의 경우에는 매년 지속하려는 경향이 있지만, 기업 단위(level)로 보았을 때는 동일 기업 내에서 매년 연구개발투자가 변동성을 보였다. 기업 규모와 상관없이 전체기업 중 약 75%가 연구개발투자 지출 패턴이 변동성을 보였다. 연구개발투자가 변동을 보이는 이유는 연구개발투자는 투자 재원으로 내부현금흐름에 의존하는 경향이 크기 때문이다. 연구개발투자는 불확실성이 높고, 기술정보 누출을 꺼림에 의해서 투자자는 추가적인 프리미엄을 요구하기 때문에 외부조달비용이 높다. 이에 연구개발투자 재원으로 상대적으로 저렴한 내부현금에 의존할 수밖에 없기 때문에, 내부현금흐름 변화에 연구개발투자가 민감하게 반응할 수 밖에 없는 것이다.

앞서 살펴 보았듯이 기존 선행연구들에 의하면, 연구개발투자가 매년 지속

성을 가지는가, 변동성을 가지는가에 대해 대립되는 논쟁이 있다. 본 연구에서는 그 동안의 선행연구에서 연구개발투자에 관해서 서로 다른 논의를 보이는 이유를 실증적으로 밝혀내고자 한다. 기존 선행연구에서는 연구개발투자 변동이 주어졌을 때 1)기업간 서로 동일(homogeneous)하게 반응한다는 것 2)그 반응 정도가 양의 변동(기회)과 음의 변동(위협)에 따라 대칭적(symmetry)으로 반응한다는 전제하에서 분석이 이루어졌다는 한계를 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 기존 선행연구의 한계 보완을 통해서 연구개발투자 정도가 상황에 따라 지속성과 변동성을 보인다는 것을 실증적으로 밝혀내고자 한다.

연구개발투자 변동이 주어졌을 때 기업간 동일하게 반응한다는 기존 선행연구에서의 전제 대신에 기술역량(technological capability)을 고려하여 기업간 반응 정도가 다르다는 것을 살펴 볼 것이다. 연구개발투자 수준은 기술역량 유·무와 기술역량의 수준에 따라 결정(권명중 & 하태정, 2008)되므로, 동일한 기회가 주어지더라도 기술역량에 따라 기업간 연구개발투자 반응 정도에 차이가 존재할 것이기 때문이다. 그리고 이러한 반응 정도가 양, 음 충격에 따라 각각 다를 것(asymmetry)이라는 전제하에서 실증분석을 시행 하였다.

이처럼 본 연구에서는 기술역량과 변동 충격 방향을 동시에 고려하여 연구개발투자가 매년 어떻게 결정되는지를 분석해보고자 한다. 이를 통해 기존 선행연구들 사이에서 연구개발투자 지속성 또는 변동성 한 쪽만을 볼 수 밖에 없었던 이유를 살펴보고, 대립 논의를 종결 짓는 시사점을 도출할 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 이어지는 2장은 지속성, 변동성의 대립 논쟁 및 기술역량에 관한 기존 선행연구들을 살펴볼 것이다. 3장에서는 본 연구에서 실증 분석에 사용할 자료, 모형 및 변수를 소개할 것이다. 4장에서는 실증분석 결과를 정리할 것이다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결과, 시사점 및 한계점에 대해 서술 할 것이다.

2. 이론적 배경

2장에서는 연구개발투자 패턴에 관한 대립되는 논쟁인 지속성, 변동성에 대한 선행연구를 살펴 보고 기존 연구의 한계점을 고찰한다. 그리고 기존 연구의 한계를 보완하기 위해 기업 고유의 연구개발 활동을 결정 짓는 기술역량에 대한 기존 연구를 살펴 보고자 한다.

2.1 연구개발투자 지속성

2.1.1 연구개발투자 지속성 이론적 근거

연구개발투자는 매년 변동을 최소화하고 일정량을 지속하려고 한다. 자본투자처럼 매년 급격한 축소, 확대가 어렵다(Harhoff, 2000; Lach & Schankerman, 1989).

연구개발투자가 지속성을 보이는 첫 번째 주요한 이유는 높은 조정비용 (adjustment cost) 때문이다(Twiss, 1986; Himmelberg & Peterson, 1994; Bernstein, 1986; Bernstein & Nadiri, 1988; Lach & Shankerman, 1989; Hall, 2002). 연구개발 인력의 고용, 해고에 있어 많은 비용이 초래되기 때문이다(Himmelberg & Peterson, 1994). 기업의 기술적 지식은 기업 고유 특성 (firm-specific)이 강하여 고용된 인력이 기업의 지식을 학습하는데 시간, 비용이 많이 들기 때문에 인력을 고용하는데 많은 비용이 든다. 그리고 연구

개발을 통해 창출된 지식 대부분은 연구개발 인력에 채화된(embedded) 암묵적 지식(tacit knowledge)으로 존재하기 때문에 연구개발 인력의 해고는 곧 기업이 그 동안 축적한 기술적 역량을 잃는 것을 의미한다. 또한 해고된 인력이 경쟁사로 가게 된다면, 지식, 기업 영업비밀이 경쟁사로 이전 되는 것과 같기 때문에 인력의 해고는 직·간접적으로 기업에 많은 비용을 초래한다(Pakes & Nitzan, 1983). 몇몇 연구에서 연구개발투자의 조정비용을 투입의 한계조정비용을 통해 실증적으로 분석하였다(Bernstein, 1986; Bernstein & Nadiri, 1988, 1989). Bernstein and Nadiri (1989)은 연구개발투자와 자본투자의 한계조정비용을 추정된 결과 연구개발투자의 한계조정 비용이 매우 높게 나타났다. 연구개발투자의 한계조정 비용이 자본투자 한계조정비용과 가장 크게 차이가 나는 산업의 경우에는 약 2배 가량 차이가 나타났다.

연구개발투자가 지속성을 보이는 두 번째 이유는 연구개발투자의 매몰비용(sunk cost)적인 성격 때문이다(Manez, 2009). 연구개발 프로젝트는 성과가 나타나기 전에 중단되게 된다면, 그 동안의 투자한 것은 회수할 수 없는 비용이 된다(Guellec & Loannidis, 1997). 그렇기 때문에 진행 중인 프로젝트를 중단하는 것은 기업 입장에서는 높은 비용을 초래하게 되는 것이다.

연구개발투자가 지속성을 보이는 마지막 이유는 시작한 프로젝트를 지속하려는 유인이 강하기 때문이다(Bernardo, Cai & Luo, 2001). 연구 프로젝트를 수행하는 있는 연구원들은 자신이 수행하고 있는 프로젝트의 성과가 나타날 때까지 연구를 계속 진행하고 싶어한다. 연구 도중에 프로젝트를 그만두는 것은 연구원 개인의 성과에 좋지 않은 영향을 미치기 때문이다. 이것은 기업

차원에서도 연구원의 사기를 저하시킬 수 있기 때문에 한번 시작한 프로젝트를 지속하려는 유인이 크다. 특히, 기업 연구개발투자에 큰 비중을 차지하는 프로젝트 일수록 지속하려는 유인이 더욱 커진다.

이처럼 연구개발투자의 높은 조정비용, 매몰비용 및 프로젝트 중단에 따른 연구원의 사기 저하 초래로 인해 연구개발투자가 매년 변동하게 된다면 많은 비용을 초래하기 때문에 기업은 연구개발투자를 매년 일정량 유지하려고 노력한다.

2.1.2 R&D smoothing: 연구개발투자를 지속하기 위한 노력

내·외부환경의 끊임없는 변화는 연구개발투자를 지속하는데 방해요인으로 작용한다. 내·외부환경 변화에 맞춘 연구개발투자 변동은 앞 절에서 살펴본 것처럼 많은 비용을 초래하기 된다. 이 때문에 의사결정자 입장에서는 내·외부환경변화에 의한 변동을 최소화하고 연구개발투자를 지속하려는 유인이 강하다. 예상치 못한 변화 충격이 주어지더라도 기업은 목표 연구개발투자(target R&D investment)를 달성하기 위해, 즉 변동성을 최소화하기 위해, 노력한다(Himmelberg & Peterson, 1994; Shin & Kim, 2011; Brown & Petersen, 2011). 이를 연구개발투자 스무딩(R&D smoothing)이라 한다. 기업들이 연구개발투자 스무딩을 위해 대표적으로 보유현금(cash holding)을 이용한다. 연구개발투자 여력이 좋은 호황기 때는 보유현금을 늘리고, 연구개발투자를 위한 재무적 여력이 부족한 불황기 때에는 그 동안 축적한 보유현금을

투입하여 연구개발투자를 지속하려는 것이다. Brown and Petersen(2011)은 신생기업의 경우 성숙기업보다 보유현금을 이용한 연구개발투자 스무딩 노력을 더 많이 한다는 분석을 하였다. 특히, 1998년에서 2002년 사이 주식시장 하락기 동안에 신생기업의 약 75%가 보유현금을 이용하여 연구개발투자 스무딩을 하였다. 신생기업의 경우 내부현금이 부족한 불황기에 연구개발투자의 여력이 성숙기업도 부족하기 때문에 미리 준비해두지 못하면 속수무책으로 당할 수 밖에 없기 때문이다. Shin and Kim(2011)은 한국 상장기업의 대상으로 실증분석을 한 결과 동일한 결과가 도출되었다. 앞선 연구와 차별점은 연구개발 투자 항목을 자산처리 연구개발투자(asset-counted R&D)와 비용처리 연구개발투자(cost-counted R&D)로 구분하였다. 자산처리 투자는 비용처리 투자보다 조정비용이 더 높기 때문에 기업들은 자산처리 투자 변동을 최소화하기 위하여 보유현금을 더 많이 사용한다는 결과를 도출하였다.

보유현금을 통해 연구개발투자를 지속하려는 노력에도 불구하고 실제 연구개발 투자(real R&D investment)가 목표 연구개발투자와 차이를 보이게 된다면, 이 이탈 차이를 부분적으로 조정하려고 한다. 부분적 조정 정도를 실증적으로 파악하기 위해 오차수정모형(Error Correction Model; ECM)을 이용한 분석이 많이 이루어졌다(Harhoff, 1997; Bond et al, 2003; 이병기, 2006). ECM은 변동요인이 주어졌을 때, 지속성을 벗어난 단기변동(실제연구개발투자 \neq 목표연구개발투자)이 어느 정도 일어나고 이 변동이 원래 추세(실제연구개발투자=목표연구개발투자)로 조정되는 기간, 정도(오차수정)를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 ECM을 통한 조정되는 기간을 파악하는 것은 이

론적인 토대에서의 분석에 불과할 뿐 현실을 정확하게 파악함에 있어 한계를 가지고 있다.

2.1.3 연구개발투자 지속성 유인 차이

연구개발투자가 변동됨에 따라 높은 비용이 초래되지만, 이 비용을 모든 기업이 동일한 정도로 느끼지 않는다. 기업이 처해있는 내·외부 상황에 따라 연구개발투자의 조정비용이 다르기 때문에 연구개발투자를 유지하려는 유인 정도에 있어 차이가 난다.

몇몇 선행연구에서 연구개발투자 지속성과 외부환경간의 관계에 대해 관계를 규명하였다(Woerter, 2011; Bloom, 2007). Woerter (2011)의 경우 기업이 처한 경쟁상황에 따라 연구개발투자를 지속하려는 정도가 달라진다는 것을 실증적으로 분석하였다. 주요 경쟁자가 6-10개 상황하에서 연구개발투자를 지속하려는 유인이 상대적으로 가장 강하게 나타났으며, 이후에는 지속성 유인이 줄어들면서 경쟁자가 50개 이상의 기업이 있을 경우 연구개발투자를 지속하려는 정도가 상대적으로 가장 약하게 나타났다. 즉, 지속성 정도가 경쟁자 수에 따라 역 U자형(inverted-U shape)이 보였다.

Bloom (2007)은 지속성과 기업이 처한 불확실성(uncertainty)간의 관계를 분석하였다. 기업이 처한 내·외부 환경의 불확실성이 높으면 높을 수록 연구개발투자를 지속하려는 유인이 가장 강하게 나타났다. 이는 불확실성 하에서 기업은 선부른 판단을 할 확률이 커지기 때문에 상황을 지켜보고 연구개

발투자를 조절하기 위해서 투자를 유지하려 하는 경향(caution effect)이 더욱 강하게 나타나기 때문이다.

2.2 연구개발투자의 변동성

높은 조정비용과 매몰비용적인 성격 때문에 연구개발투자 정도가 지속성을 이룬다는 이론적 배경에도 불구하고 현실에서 기업마다 연구개발투자는 매년 변동을 보인다(Guellec & Ioannidis, 1997; DITR, 2007; Mudambi & Swift, 2011). DITR (2007)에 의하면, 국가, 산업 단위(level)의 총량적(aggregate) 연구개발투자 정도의 경우에는 매년 지속성을 보이는 경향이 있지만, 기업 단위(level)로 보았을 때는 기업마다 매년 연구개발투자가 변동을 보였다. 기업 규모와 상관없이 전체 기업 중 약 75%가 매년 연구개발투자가 변동성을 보였다. 약 25% 정도만이 지속성을 보인 것이다. 그리고 연구개발 인력의 고용, 해고에 있어 많은 비용이 초래됨에도 불구하고 대부분의 기업에서 매년 연구개발 인력 수가 변동하였다. 연구개발투자를 변동하는 기업들을 상대로 설문조사를 한 결과 연구개발투자가 변동을 보이는 주요한 이유로 기업이 처한 내·외부 환경 변화, 특히 내부자금 변동,에 의한 것으로 밝혀냈다.

연구개발투자가 내부자금의 변화에 민감하게 반응한다는 연구가 이론, 실증적으로 많이 진행되었다. 이에 본 장에서는 내부현금이 연구개발투자의 변동

을 초래하는 이유, 이로 인한 연구개발투자 변동 정도를 분석한 선행연구에 대해 살펴 볼 것이다.

2.2.1 R&D financing: 연구개발투자와 내부현금흐름

Schumpeter(1942)는 연구개발투자에 있어서 내부현금이 중요한 결정요소이므로 대기업 일수록 더 많은 내부현금을 보유하기 때문에 연구개발활동을 하는데 유리하다고 주장하였다. 이러한 주장은 정보경제학의 등장과 함께 이론적인 토대를 만들게 되면서(최규완, 2007), 연구개발 활동의 주요한 자금원천으로 내부현금의 중요성이 꾸준히 부각되고 있다.

기존의 투자이론은 완전자본시장(perfect capital market)을 가정하고 있다. Modigliani and Miller (1958)는 자본시장이 완전하다면, 기업의 투자는 자본구조나 금융정책과 독립적이고, 그 결과 투자의 양은 내부현금흐름과 관련이 없다고 보았다. 즉, 기업 투자결정은 투자 수익성에 의해서만 영향을 받으며, 자금을 어디에서 조달하는지에 대해서는 고려대상이 되지 않는다. 하지만 현실에서의 자본시장은 내부자금과 외부자금이 완전하게 대체되지 않으며, 불완전한 상태이다(신선우, 2003). 그 결과 자금을 조달함에 있어 비용이 발생하게 되고 투자결정과 자본조달결정 간에는 상관성을 가지게 된다. 어디서 자금을 조달할지에 대한 결정은 투자결정에 있어서 주요한 고려사항이 되는 것이다.

자본시장이 불완전한 현실에서는 기업이 연구개발 활동에 필요한 자금을 외

부에서 조달함에 있어서 자본투자에 비해 많이 비용이 든다. 그 이유 첫 번째로는 연구개발투자의 특성 때문이다. 연구개발투자는 본질적으로 불확실성(uncertainty)이 높은 투자이다. 연구의 실패, 특히 획득 실패 또는 상용화 실패 등 다양한 원인으로 인해서 연구개발투자는 불확실성이 높다. 또한 연구개발투자의 결과가 무형적(intangible)이기 때문에 투자자의 입장에서는 투자를 통한 성과를 파악하기가 힘들다. 이러한 연구개발투자의 특성 때문에 투자자의 입장에서는 연구개발에 투자하기에 앞서 재산과 관련된 담보를 많이 요구하게 되면서 조달비용이 높아지게 되는 것이다.

연구개발투자를 함에 있어 외부자금 조달비용이 높은 또 다른 이유는 정보 비대칭 문제(asymmetric information problem)¹ 때문이다. 일반적으로 경영자의 경우에는 투자자보다 연구개발 프로젝트의 성질 및 성공가능성에 관한 정보를 더 많이 가지고 있다(Hall & Lerner, 2010). 즉, 연구개발을 외부에서 조달함에 있어서 투자자와 경영자 사이에서 정보를 비대칭적으로 공유하게 되는 것이다. Arrow(1962)는 정보비대칭성으로 인해서 기업 연구개발 활동에 대한 자금을 외부로부터 차입하는 것을 어렵게 한다는 것을 처음으로 논의하였다. 정보 비대칭으로 인해서 투자자는 좋고, 나쁜 프로젝트를 구분할 수 있는 정보가 부족하기 때문에 추가적인 프리미엄을 요구하게 되고, 이로 인해서

¹ 시장에서 각 주체들 사이에서 보유한 정보가 서로 차이가 있을 때, 정보 비대칭이 발생하였다고 한다. Arrow(1963)가 환자, 의사 사이의 정보차이로 인해 의료보험의 효율성이 저해된다는 점을 설명하면서 처음으로 정보비대칭에 대해 지적되었으며, Akerlof(1970)에 의해서 정보비대칭이라는 용어가 처음 사용되었다. 경제학에서는 정보비대칭 상황에서 시장 행태에 어떤 영향을 미치는지에 관한 실증분석과 정보를 갖지 못한 측이 문제를 극복하기 위해 어떤 노력을 하고 있는지에 대해 분석하는 것이 주요 관심사이다(이준구, 2008).

기업은 외부에서 자금을 조달하는데 비용이 높아 질 수밖에 없다는 것이다.

정보비대칭이 발생하는 가장 큰 이유는 경영자가 프로젝트에 관한 정보를 외부에 노출하는 것을 꺼리기 때문이다. 연구개발 활동은 기업의 경쟁우위를 유지함에 있어서 주요할 뿐 아니라 향후 기업이 나아가야 할 방향을 제시해 준다는 점에서 기업의 중요한 정보 원천이다. 이것이 외부로 알려지게 된다면, 경쟁사로 전략 노출 및 모방의 기회를 제공 할 수 있기 때문에 최대한 정보를 숨기려고 한다. 이 때문에 투자자와 경영자간의 정보 비대칭의 문제가 크게 발생할 수밖에 없다. 정보비대칭이 발생할 수 있는 또 다른 이유는 도덕적 해이 문제(morale hazard problem) 때문이다. 경영자의 경우 대리인문제로 인해 자신의 이익을 위한 투자 의사결정을 할 가능성이 높다. 앞서 서술하였듯이 연구개발투자의 경우에는 정보비대칭으로 인해서 프로젝트에 대한 성격 및 진행상황이 투자자에게 제대로 전달 되지 못할 수가 있다. 이러한 상황에서 경영자가 자신의 이익을 위한 의사결정을 할 수 있는 여지가 존재한다. 이처럼 도덕적 해이 문제가 발생할 수 있기 때문에 연구개발에 투자할 때 투자자는 추가적인 프리미엄을 요구하게 된다.

요약하면, 연구개발투자의 높은 불확실성, 무형적 성과 측정의 어려움 그리고 투자자-경영자간의 정보 비대칭 문제로 인해 투자자가 연구개발활동에 투자할 때 높은 담보 및 추가적인 프리미엄을 요구하게 된다. 이로 인해 연구개발투자 재원으로 외부에서 자금을 조달 할 때 비용이 높아 지게 된다.

외부자금의 높은 조달비용으로 인해 자금 조달의 위계(Financing hierarchy)가 발생한다(Fazzari, Hubbard & Peterson, 1988; 조현대 & 정성

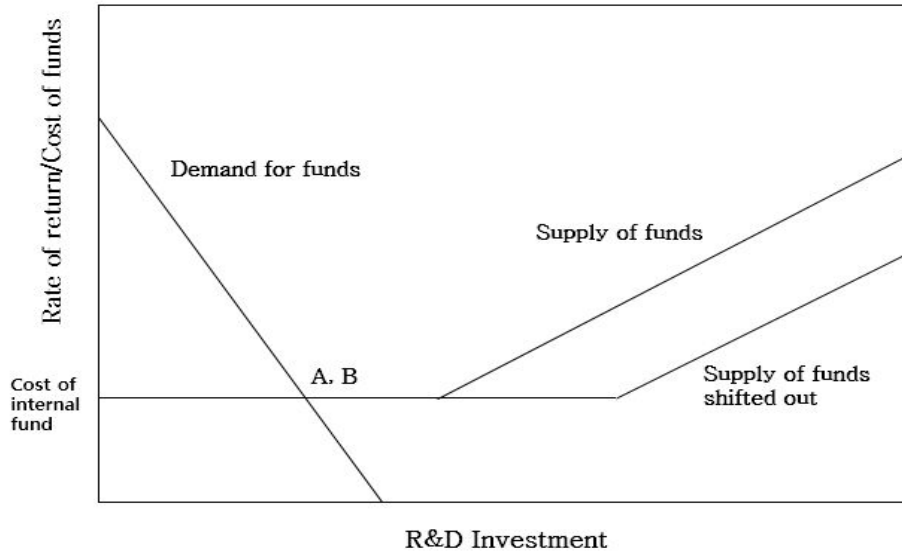
철, 2001). 자금 조달의 위계를 바탕으로 Myers(1977)와 Myers & Majluf(1984)는 조달순위이론(pecking order theory)를 주장하였다. 조달순위이론은 자본 조달비용의 차이로 인해서 자금 조달 의사결정에 있어서 일정한 순서가 있다는 이론을 말한다. 이는 기업은 연구개발 활동 자원의 원천으로 상대적으로 저렴하고 조달이 용이한 사내유보, 자기자금과 같은 내부자금을 선호한다는 것이다.

이 때문에 연구개발 활동을 함에 있어서 기업은 내부자금에 의존하는 경향이 크며, 연구개발투자는 내부자금에 민감하게 반응한다. 내부현금이 변화한다면, 연구개발투자를 변동 할 수밖에 없는 것이다. 특히 외부자금을 조달할 여력이 부족하거나 내·외부 조달 비용차이가 클수록 내부현금에 의존하는 경향이 증가하기 때문에 연구개발투자도 내부현금에 변화에 따라 더욱 민감하게 반응한다.

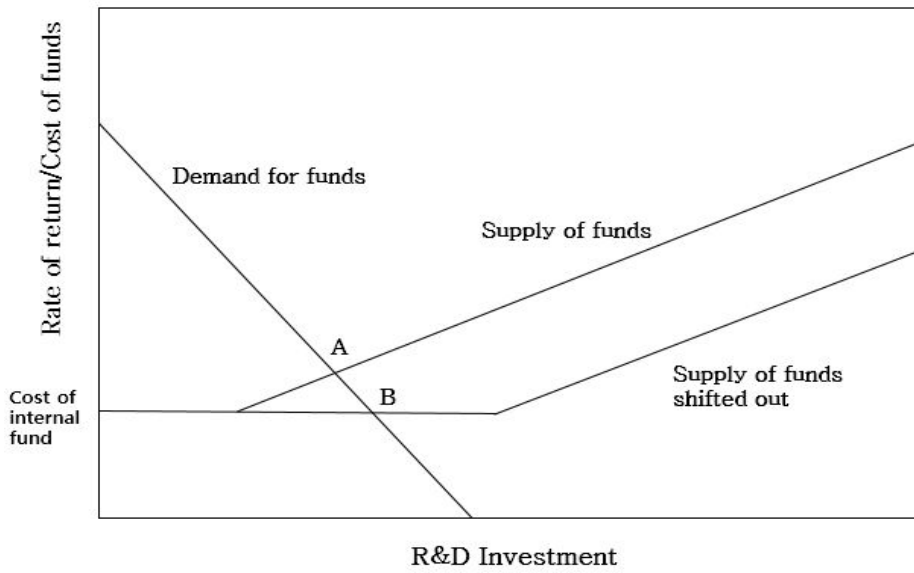
2.2.2 Financial constraints: 연구개발투자와 현금제약

내부현금에 따른 연구개발투자 변동 정도를 분석하는 연구는 많이 진행되어 왔다. 연구개발투자를 더 하려고 하는 유인이 있지만, 유용 가능한 내부자금이 없고 외부자금 조달비용이 높은 경우 기업들은 최적 연구개발투자를 달성하지 못한다. 이를 현금제약(financial constraints)이 발생했다고 말한다. 현금제약을 어떻게 측정하고, 현금제약하에 있는 기업을 구분하는 것은 실증분석에 있어 큰 도전 과제이다(Czarnitzki & Hottenrott, 2010).

Fazzari et al(1988)은 내부자금과 연구개발투자 사이에 양의 관계가 존재하면, 현금제약이 존재한다고 보았다. 이는 간접적으로 현금제약을 측정하는 방법이다. [그림1]과 [그림2]은 각각 현금제약하에 있지 않은 기업과 현금제약하의 기업을 이론적으로 이론적으로 분석한 것이다 (Hall & Lerner, 2010). 우하향 하는 그래프는 연구개발 활동의 자금 수요(demand)를 나타내고, 우상향 하는 그래프는 연구개발 활동의 자금 공급(supply)을 나타낸다. 자금 공급 그래프에서 평평한 부분은 연구개발투자에 있어서 유용 가능한 내부자금비용을 의미하는데, 이 비용은 일정량까지 일정하다. 만약에 유용 가능한 내부자금이 늘어나게 된다면, 공급 그래프는 오른쪽으로 이동하게 된다. 현금제약하에 있지 않은 기업의 경우에는 ([그림1]) 내부자금이 추가적으로 주어지더라도 연구개발투자정도는 변화하지 않고 유지하려고 한다($A=B$). 하지만 현금제약하의 기업은 ([그림2]) 내부자금이 추가적으로 주어지면, 연구개발투자를 늘린다($A \rightarrow B$).



[그림 1] 현금제약하에 있지 않는 기업의 연구개발투자 변동
출처: Hall & Lerner(2010)



[그림 2] 현금제약하에 있는 기업의 연구개발투자 변동
출처: Hall & Lerner(2010)

Fazzri et al(1988)의 연구 이후에 이러한 간접적인 방법을 가지고 연구개발투자의 변동 정도를 실증분석 하는 연구가 많이 진행되었다. 기업 크기에 따르면, 작은 기업 일수록 큰 기업에 비해서 담보를 제공할 여력이 부족하기 때문에 현금제약이 발생한다. 이는 내부현금에 연구개발투자가 민감하게 반응함을 의미한다(최규완, 2007). 신생기업일수록 외부 투자자가 투자를 꺼려하기 때문에 조달비용이 더 높기 때문에 현금제약이 더 자주 발생한다. 그리고 최규완(2007)에 의하면, 첨단 산업(high tech)에 속한 기업이 비첨단산업(low tech)에 속한 기업에 비해 내부현금에 연구개발투자가 민감하게 반응했다. 이는 혁신활동이 활발한 기업 일수록 현금제약이 발생 가능성이 높다는 것을 말한다.

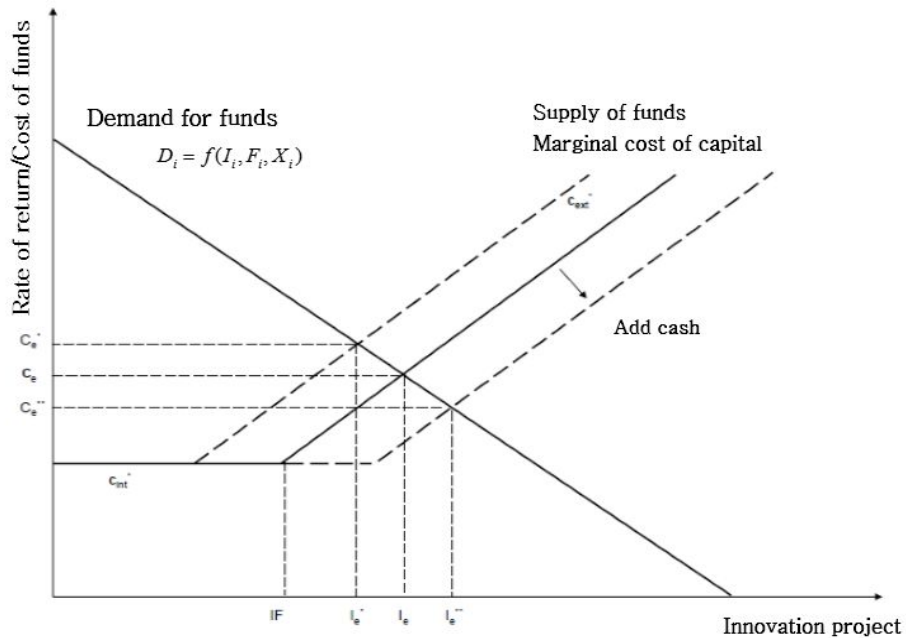
Czarnitzki et al (2009)은 연구개발투자별(type of R&D)에 따른 연구개발투자 변동성 정도를 분석하였다. 연구(research)투자의 경우에는 개발(development)투자보다 장기적(long-term)이고 불확실성이 높다. 그렇기 때문에 투자자가 연구 활동에 투자할 때 입장에서 개발 활동에 투자할 때보다 추가적인 프리미엄을 요구하게 됨에 따라 기업입장에서는 조달비용이 더 높다. 그렇기 때문에 연구투자는 개발투자보다 내부자금에 따라 민감하게 반응한다(Czarnitzki et al, 2009). 대부분의 연구는 크기별, 산업별에 따른 반응성을 분석을 하고 있다. 이는 같은 그룹 내에 있는 기업은 동일하게 반응한다는 전제하에서 논의가 이루어지는 것이다. 하지만 동일 기업 내에서도 기업 간 이질성(heterogeneity), 특히 기술활동에 영향을 미치는 요인에 대한 고려를 하지 못했다는 한계가 있다.

최근에는 기업차원(firm level) 설문 데이터가 많이 축적되면서 직접적인 방법으로 현금제약을 측정하고, 연구개발투자 반응 정도를 파악하는 실증분석이 이루어지고 있다 (Hall, 2008; Hottenrott & Peters, 2009). Hottenrott & Peters (2009)는 “추가적으로 내부자금이 주어진다면, 그 자금을 어디에 사용할 것인가”에 대한 설문 문항을 통해 직접적으로 현금제약하에 있는 기업을 파악하였다. 이 데이터를 가지고 프로빗(probit)모형을 사용하여 추가 자금을 연구개발투자에 이용할 경우 1, 이용하지 않으면 0으로 두고 실증분석한 결과, 혁신역량(innovation capability)이 좋고, 내부에 유용할 자금이 적은 경우 현금제약이 발생할 가능성이 높았다.

앞서 살펴본 선행 연구들은 내부자금의 변동에 따라 연구개발투자가 대칭적(symmetry)으로 변동한다는 전제하에서 이루어졌다. 이는 기업이 예상한 것보다 내부자금이 적을 때는 연구개발투자를 줄이고, 많은 경우를 보일 때는 연구개발투자를 늘리는 반응 정도가 동일하다는 것을 의미한다. 하지만 Paula(2010)는 금전적 자원상태가 평균 이상인 시기에 연구개발투자를 증가시킬 확률과 이하인 시기에 연구개발투자 줄일 확률 차이를 분석하였다. 분석 결과 금전적 자원상태가 평균 이하인 시기에는 연구개발투자를 줄이는 경향을 보였지만, 평균 이상의 시기에는 연구개발투자의 변동을 일으키지 않았다. 즉, 충격의 방향에 따라서 기업의 연구개발투자의 변화는 비대칭성(asymmetry)을 보인다는 것이다.

Paula(2010)의 결과를 통해서 얻을 수 있는 추가적인 시사점은 비대칭성

으로 인해서 연구개발투자의 경직성(rigidity) 이 존재한다는 것이다. 금전적 자원상태가 평균 이하(음의 충격)의 시기는 연구개발투자를 줄여 많이 변동시키지만, 금전적 자원상태가 평균 이상(양의 충격)의 시기에는 연구개발투자를 유지하려고 하는 것이다. 이는 추가적인 내부자금이 주어지더라도 기업이 연구개발투자를 감당할 자원, 능력이 부족하다면, 추가적으로 연구개발 늘릴 수 없다는 것을 의미한다. 이러한 경직성으로 인해서 장기 균형과 단기 균형에 있어서 차이가 생긴다. [그림 3]은 장기균형을 나타내는 것인데, 장기적으로는 추가 자금이 주어지면 연구개발투자를 늘리고, 자금이 줄어들면 투자를 줄이게 되면서 경직성이 나타나지 않는다.



[그림 3] 현금제약하에 있는 기업의 장기균형 상태

출처: Paula(2010)

게 된다면, 연구개발투자를 약 0.16달러를 감소시켰다. 이는 신생기업의 경우 내부자금이 줄어들 때 대응할 수 있는 역량, 자원이 부족하다는 것을 의미한다. 이에 반해 성숙한 기업의 경우에는 내부자금이 줄어들 때와 늘어 날 때 연구개발투자가 반응하는 정도가 대칭적이었다. 이는 성숙한 기업의 경우에는 학습(learning)을 통하여 내부자금 변화에 따른 연구개발투자 변동 체계(mechanism)을 루틴화(routine)하였기 때문이다.

2.3 연구개발투자 지속성과 변동성

앞서 살펴 본 것처럼 연구개발투자가 지속성을 보이느냐, 변동성을 보이느냐에 있어 선행연구들은 일치되지 않고 있다. [표 1]은 기존 선행연구들을 정리한 것이다. 연구개발투자의 높은 조정비용, 매몰 비용적 성격으로 인해 변동을 하게 된다면 많은 비용이 초래되기 때문에 일정량을 지속하기를 원한다. 이에 대립되는 논리로는 연구개발투자는 투자재원으로 내부현금에 의존하기 때문에 내부현금 변동에 따라 민감하게 반응한다는 것이다. 즉, 연구개발 투자를 함에 있어서 변동에 따른 조정비용, 매몰비용은 고려하지 않고 내부현금흐름 변동만을 고려하는 것이다.

[표 1] 연구개발투자 지속성, 변동성 정리

지속성	변동성
<p>연구개발투자의 높은 조정비용, 매몰비용적인 성격 때문에 일정량을 매년 유지하려고 한다. (Harhoff, 2000; Lach & Schankerman, 1989; Himmelberg & Peterson, 1994)</p>	<p>연구개발투자는 내부현금에 의존하는 하기 때문에 내부현금변동에 따라 민감하게 변동한다. (Hottenrott & Peters, 2009; Paula, 2010)</p>
<p>보유현금을 투입하여서 연구개발투자를 지속하기 위해 노력한다. (Himmelberg & Peterson, 1994; Shin & Kim, 2011; Brown & Petersen, 2011)</p>	<p>연구개발 활동을 적극적으로 하는 기업일 수록 연구개발투자가 변동하는 경향을 보인다(Mudambi & Swift, 2011).</p>
<p>연구자들은 자신의 성과를 위해 수행하고 있는 프로젝트가 지속되기를 원한다 (Bernardo, Cai & Luo, 2001).</p>	<p>연구개발투자는 경기변동에 민감하게 반응하여 변동성을 보인다. (Hall, 2002; 서란주 & 조성표, 2009)</p>

이에 본 연구에서는 연구개발투자가 지속성을 가지는가, 변동성을 가지는가에 대해 학자들마다 일치되지 않은 이유를 분석하고자 한다. 이를 위해서 기존 선행연구에서의 한계를 보완하여 분석을 시행하였다. 앞서 살펴본 선행연구들은 동일한 그룹내의 기업들의 경우에는 연구개발투자 비용이 동일하게 적용될 뿐 아니라, 연구개발투자를 하려는 유인이 동일하다는 전제하에서 진행된 것이다. 기업간의 이질성(heterogeneity)은 고려하지 않았다. 하지만 현실에서는 기업마다 연구개발 활동의 역량과 유인(incentive) 정도가 다르기 때

문에, 충격에 따른 연구개발투자의 반응 정도가 달라질 수 밖에 없다. 또한 기존 선행연구들은 양, 음 충격에 따라 연구개발투자를 늘리거나 줄이는 반응 정도가 동일(symmetry)하다는 전제하에서 이루어졌는데, 몇몇 연구에서 보여준 경직성으로 인해서 반응 정도가 비대칭적(asymmetry)이라는 것을 고려하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 충격이 주어졌을 때, 충격의 방향에 따른 반응 정도의 비대칭성(asymmetry)과 기업간의 이질성(heterogeneity)을 동시에 고려하여 연구개발투자의 변동, 지속 정도를 파악하고자 한다. 특히 기업간의 이질성을 고려할 때 기업간 기술역량을 고려하고자 한다. 기술역량은 기업과 개개인에 체화된 기업 특징적 지식(firm-specific)과 관련 되어 있을 뿐 아니라, 투자 수익률에도 영향을 미쳐 투자 유인 차이를 초래하기 때문에 기업 고유의 혁신 활동을 결정짓기 때문이다. 본격적인 분석에 앞서 다음 절에서 기술역량의 정의, 연구개발활동에 미치는 영향에 대한 선행연구를 살펴보자.

2.4 기술역량

기술혁신투자를 위한 기회가 주어지면, 기업들은 언제든지 연구개발투자를 할 수 있다는 암묵적인 전제하에서 기존 선행연구가 진행되었다. 이는 기회가 주어지면, 기업들이 동일한 유인을 가지고 연구개발투자를 변동시킨다는 것을 의미한다. 하지만 현실에서는 연구개발투자 유인은 기업마다 다르다.

권명중 과 하태정 (2008)에 의하면, 연구개발투자 수준은 기술역량 유·무와 기술역량의 수준에 따라 결정된다고 보았다. 그렇기 때문에 기업의 연구개발투자 정도를 분석함에 있어서 기술역량에 대한 분석은 연계되어야 한다고 보았다.

이에 본 장에서는 기업간 기술역량의 차이로 인한 연구개발활동 차이가 초래 됨을 살펴보고자 한다. 이를 위해 기술역량 정의, 범주 및 기술역량, 연구개발활동간 관계에 관한 선행연구를 살펴보고자 한다.

2.4.1 기술역량 정의 및 범주

경제 주체들은 결코 동일하지 않고, 개체간에 광범위한 이질성(heterogeneity)이 존재한다는 사실이 많은 실증분석을 통해 확인되고 있다(나준호, 2013). 기업간 이질성은 크기(size), 업력(age) 같은 물리적인 요인뿐만 아니라, 자원(resource), 역량(capability) 등 내적인 요인으로부터 초래된다(Dosi, 1988; Canto et al, 1999).

진화경제학에서는 이질성은 혁신과정의 원동력이자 결과로서 매우 중요하게 여긴다(나준호, 2013). 특히 기업의 활동을 통해 학습, 축적된 지식 그리고 기업과 개개인에 채화된 기업 특장적 지식(firm-specific)과 관련된 기술역량은 기업 고유의 혁신활동을 결정짓는다(Canto et al, 1999). 기업 특장적 지식으로 인해 기업간 기술역량은 동일하지 않으며, 기업간 전이 또는 모방이 어렵기 때문에 기술역량의 차이는 기업간 이질성을 지속하게 하는 주요한 요

인으로 여겨진다(Lall, 1992). 하태정(2006)은 대·중소기업간 성과차이가 지속적으로 나는 이유를 대·중소기업간 기술역량의 차이에 기인된 것이라 분석하였다. 그렇기 때문에 기업간 혁신활동 차이를 설명하기 위해서는 기업간 기술역량 차이를 고려해야 한다.

기술역량은 1970년대 후반에 등장하여 많은 학자들 사이에서 다양하게 정의되어 왔다. 일반적으로 기술역량은 기존 기술적 지식을 흡수, 활용하는 능력(Lall, 1992) 그리고 기존 지식을 바탕으로 새로운 지식을 창출해내는 능력(Kim, 1997)으로 정의한다(권명중 & 하태정, 2008).

기술역량은 기업의 가장 중요한 내적 자원 중 하나이며(Dierickx & Cool, 1989), 경쟁우위를 지속적으로 유지하기 위한 주요한 능력이다(Lee et al, 2001). 기술역량은 시간이 지남에 따라 조직 루틴에 내재화 됨으로써, 더 가치 있고, 모방 불가능할 뿐만 아니라 대체 불가능하기 때문이다(Hamel & Prahalad, 1994). 또한 기술역량은 기술혁신을 위한 선행적 필요조건이다(하태정, 2006). 연구개발 활동을 할 때 관련된 기술역량을 가지고 있어야 기업이 원하는 혁신을 이룰 수 있다. 하지만 기술역량은 단시간에 획득하거나 외부자원에 의해서 대체될 수 있는 것이 아니기 때문에 기술역량을 확보하기 위한 노력에는 많은 비용과 시간이 필요하다.

2.4.2 기술역량이 연구개발투자 활동에 미치는 영향

기업간의 기술역량 차이는 연구개발활동 방향과 정도 차이에 기여한다

(Cohen, 2010). 기술역량이 크면 클수록, 연구개발투자를 늘리려고 하는 유인이 크다(Hottenrott & Peters 2009). Hotternott and Peters (2009)은 특정 기업의 한계 투자 수익률(Marginal rate of return; MRR)은 연구개발투자 지출, 기술역량 그리고 기업, 산업 특성에 의해 결정된다고 보았다. 기술역량을 제외한 다른 조건이 동일하다면, 이익극대화를 추구하는 기업 (한계투자 수익률과 한계자본 비용(MCC)과 같아지는 지점에서 투자 결정)의 연구개발 투자 정도는 기술역량에 따라 달라진다. 이것을 통해 Hotternott and Peters (2009)은 기술역량이 높은 기업의 경우 연구개발 투자수익률이 높기 때문에, 추가적으로 내부현금자금이 주어진다면, 기술역량이 낮은 기업보다 연구개발에 투자할 확률이 높다는 것을 실증적으로 분석하였다. 이는 기술역량이 낮은 기업의 경우 새로운 기회가 주어지더라도 투자수익률 및 기술 수준이 낮기 때문에 연구개발에 투자로 이루어지는데 한계가 있다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 새로운 기회가 주어졌을 때, 기업들은 기술역량 유·무와 기술역량 수준에 따라 연구개발 투자수준이 결정되는 것이다(권명중 & 하태정, 2008). 권명중 과 하태정(2008)에 의하면, 기술혁신과정에 있어서 기술역량 분석을 연계한 결과, 기술역량은 연구개발투자의 불확실성을 낮추고, 투자범위를 넓히게 함으로써, 추가적으로 연구개발투자를 할 유인을 높인다는 동일한 결론을 도출하였다.

또한 연구개발투자는 기업 기술역량 정도에 제한을 받는다. 기술역량과 연

구개발은 완전 보완재(complete complements) 관계이기 때문이다²(권명중 & 하태정, 2008). 연구개발투자를 늘리더라도 기술역량이 없으면 기술혁신이 제대로 이루어질 수 없고, 기술역량이 높더라도 연구개발 활동을 하지 않는다면 기술혁신이 일어 날 수 없다. 이와 같은 특성을 권명중 과 하태정(2008)은 식(1)으로 나타내었다.

$$Y(X, R \& D) = \min(\partial X, \beta R \& D), \partial, \beta > 0 \quad \text{식(1)}$$

식 (1)에서 X는 기술역량, R&D는 연구개발투자를 나타내고, Y는 특허와 같은 기술혁신을 나타낸다. 그렇기 때문에 기업은 기술역량을 넘는 연구개발 투자를 할 수 없다(권명중 & 하태정, 2008).

요약하면, 연구개발투자는 기업이 가진 기술역량에 의해서 영향, 제한을 받는다. 이는 동일한 투자 기회가 주어지더라도 기업 기술역량에 따라 연구개발 투자 변동 정도가 다르다는 것을 의미한다. 이 때문에 기업별 연구개발투자 활동 차이를 고려함에 있어 기업의 기술역량을 고려해야 한다.

² 경제학에서 두재화가 완전 보완재 관계라고 하면, 하나의 재화가 아무리 늘어나더라도 나머지 재화의 효용이 변화지 않는 관계를 말한다.

2.4.3 기술역량이 연구개발투자 학습에 미치는 영향

동태적(dynamics) 관점에서 기술역량은 연구개발투자에 영향을 미친다. 첫째로, 기술역량은 연구개발 투자활동 지속성³에 영향을 미친다. 연구개발 투자활동 지속성이라고 하면, 전기에 연구개발활동을 하였다면, 금기에 연구개발 활동을 할 확률이 높다는 것을 의미한다(Antonelli et al, 2009; Johansson & Loof, 2010; Trigurerro & Corcoles, 2013; Manez et al, 2009; Peters, 2009). Manez et al(2009)에 의하면, 연구개발활동을 통한 경험은 연구개발 투자 활동을 지속하는데 있어 주요한 영향을 준다고, 즉 연구개발투자 활동 지속성의 결정요인, 분석하였다. 이는 기술역량과 연구개발투자가 선순환 구조를 통해 서로 동태적인 관계를 가진다는 연구에서도 나타났다(권명중 & 하태정, 2008). 권명중 과 하태정(2008)에 의하면, 연구개발투자 활동으로 인해 기술혁신을 통해 경험이 축적되고, 이 경험은 기술역량을 증대시켜 또다시 연구개발에 투자 할 유인을 높인다. 이를 통해 기술역량, 연구개발투자 그리고 기술혁신으로 이어지는 선순환 구조가 구축되면서 연구개발투자 활동이 지속된다.

둘째로, 기술역량이 연구개발 활동 활용(exploitation), 탐색(exploration)에 미치는 영향이다. 활용적 활동, 탐색적 활동은 March(1991)이 제시한 개

3. 연구개발투자 활동의 지속성과 연구개발투자 지속성은 서로 다른 개념이다. 연구개발투자 활동의 지속성은 연구개발투자 활동을 계속 유지하려는 것을 의미하며, 연구개발투자 지속성은 연구개발투자를 매년 일정하게 유지하려는 성질을 말한다.

념으로 활용은 기업이 그 동안 학습하고 획득한 지식, 자원을 서로 재조합, 이용하려는 혁신 활동을 말하며, 탐색은 새로운 지식을 사용하여 새로운 역량이나 새로운 가능성을 모색하는 혁신 활동을 말한다. Zhou and Wu(2010)은 기술역량과 기업의 활용과 탐색활동 간의 관계를 분석하였다. 분석 결과에 의하면, 기술역량이 크면 클수록 활용적 혁신활동이 증가하는 경향을 보였다. 이에 반해 기술역량과 탐색활동간에는 U-자형(inverted U-shape) 관계를 보였다. 즉, 일정 수준의 기술역량까지는 탐색적 혁신활동이 활발하게 일어나지만, 일정 수준 이상의 기술역량을 가진 기업의 경우에는 탐색적 혁신활동이 급격하게 줄어들었다. 이는 기술역량이 큰 기업의 경우에는 기존 기술 궤적(technological trajectory)내에서 기존 지식 활용을 하기 때문이다. 그리고 기술역량이 큰 기업의 경우 그 동안 혁신활동을 통해 학습하는 과정에서 조직적 루틴(routine), 관성(inertia)때문에 조직을 유연하게 변화시키지 못하기 때문이다.

이처럼 기업간 기술역량 차이는 연구개발활동 차이를 초래하는 주요한 요인이 된다. 하지만 그 동안 연구개발투자의 지속성, 변동성 연구에 있어 이러한 기업간 기술역량 차이를 고려하지 못하였다. 기업간의 기술역량은 동일하다는 암묵적인 전제하에서 기업 크기, 산업별 등에 따른 연구개발투자 차이만을 분석한 것이다.

본 연구에서는 기존 선행연구에서 기업간 기술역량 차이를 고려하지 못하였기 때문에 연구개발투자가 지속성을 보이느냐, 변동성을 보이느냐에 관해서

선행연구들 사이에서 일치되지 않은 결과를 도출하였다고 보았다. 앞서 살펴본 것처럼 기술역량은 연구개발 활동의 방향과 정도에 영향을 미치고(Cohen, 2010), 기업 고유 혁신활동을 결정 (Canto et al, 1999)한다. 특히 기술역량은 연구개발투자의 불확실성을 낮추고, 투자범위를 넓히게 함으로 연구개발투자 유인을 높인다. 그렇기 때문에 연구개발투자의 기회, 위협 충격이 주어졌을 때, 기업의 기술역량에 따라 연구개발투자를 변화시키는 정도가 다를 것이다. 또한 기술역량이 동일 기업 내에서도 기회와 위협에 따라서 각각 연구개발투자를 증가, 감소시키는 정도에 차이가 발생할 것이다.

이에 본 연구에서는 연구개발투자 기회와 위협 변동 충격이 주어졌을 때, 기업간 기술역량의 차이가 연구개발투자에 어떠한 영향을 미치고 이러한 차이로 인해 연구개발투자 패턴 형성에 어떠한 영향을 주는지에 대해 실증적으로 분석하고자 한다.

3. 연구모형 및 연구방법

3.1 연구가설

연구개발투자의 특성으로 인해서 연구개발투자 지속성이 보인다는 배경에도 불구하고 일부 선행연구에서는 연구개발투자는 변동성을 보인다고 주장하고 있다. 이처럼 연구개발투자가 지속성을 보이느냐, 변동성을 보이느냐에 있어 선행연구들은 일치되지 않고 있다.

본 연구에서는 연구개발투자가 변동성을 보이는가, 지속성을 보이는가를 관찰하기 위해서 연구개발투자 변동 충격이 주어졌을 때, 기업이 어떠한 대응을 하는지에 대해 살펴보고자 한다.

연구개발투자 패턴을 논의함에 있어 선행연구들은 모든 기업의 기술역량이 동일하다는 전제하에서 투자 기회가 주어지면, 연구개발투자를 동일하게 반응시킨다고 분석하였다. 하지만 이는 기회가 주어지면, 기술역량의 유·무 및 수준에 따라서 연구개발투자가 결정(권명중 & 하태정, 2008)된다는 것을 고려하지 못한 한계를 가지고 있다.

그렇게 때문에 충격이 주어졌을 때, 연구개발투자 대응 정도가 기업의 기술역량에 따라 어떻게 달라지는지에 대해 살펴 볼 것이다. 그리고 이러한 기술역량의 역할이 충격 변동 방향, 즉, 기회 또는 위협, 에 달라 질 것이다. 기술역량이 큰 기업의 경우에는 연구개발 투자 수익률이 높고, 추가적으로 투자에 대응 할 역량을 가지고 있기 때문에 연구개발투자 유인이 높아 기회가 주어지

면, 기술역량이 낮은 기업보다 연구개발투자를 더 늘리려고 할 것이다 (Hottenrott & Bettina Peters, 2009). 이를 통해 가설1을 도출하면 다음과 같다.

가설1: 기업 연구개발투자 환경에 기회가 주어지면, 기술역량은 추가적으로 연구개발투자를 더 늘리도록 유도할 것이다. 즉, 연구개발투자 변동 시키는데 역할을 할 것이다.

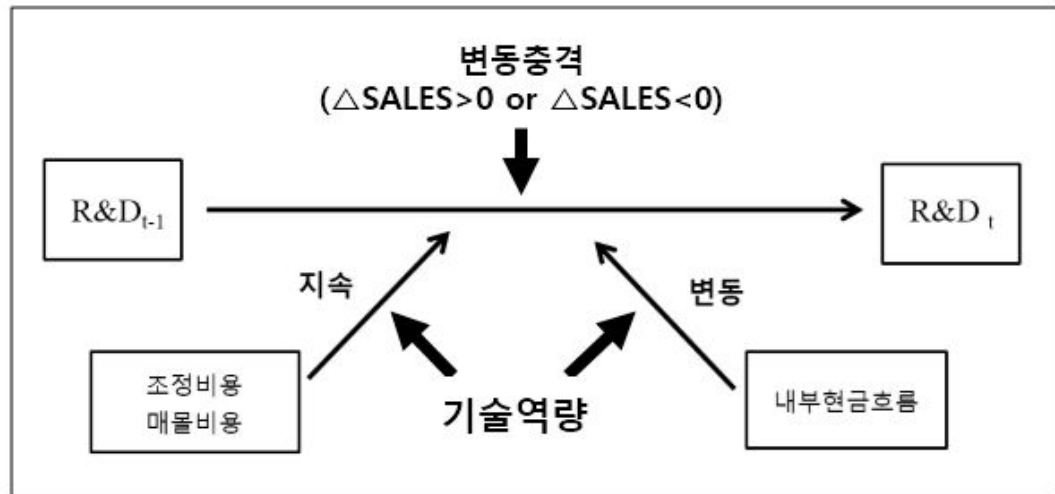
연구개발투자 환경에 위협이 주어지면, 기업은 대체적으로 연구개발투자를 줄인다. 하지만 기술역량이 높을 경우 상대적으로 자본투자에 비해 연구개발투자 수익률이 높기 때문에 기술역량이 낮은 기업보다 연구개발투자를 덜 줄이려고 할 것이다. 그리고 기술역량이 높을 경우 그 동안 연구개발 활동을 통해 고착화 된 루틴(routine)에 의해서 연구개발 활동을 지속하려는 유인이 강하게 나타날 것이다(Zhou & Wu, 2010). 이를 통해 가설2를 도출하면 다음과 같다.

가설2: 기업 연구개발투자 환경에 위협이 주어지면, 기술역량은 연구개발투자를 덜 줄이도록 유도할 것이다. 즉, 연구개발투자를 지속시키는데 역할을 할 것이다.

본 연구에서 가설1, 가설2 검증을 통해서 충격 방향과 기술역량에 따라서

연구개발투자 패턴이 지속성, 변동성이 보인다는 것을 밝혀 낼 것이다.

[그림 5]은 본 연구의 연구모형을 도식화한 것이다.



[그림 5] 연구모형 도식화

3.2 연구모형

본 연구는 연구개발투자 환경 충격에 따른 연구개발투자 반응에 있어서 기술역량의 역할을 살펴보고자 한다. 실증분석에서 사용할 추정회귀방정식은 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned} \frac{R \& D_{i,t}}{CS_{i,t}} = & \beta_0 + \beta_1 \frac{R \& D_{i,t-1}}{CS_{i,t-1}} + \beta_2 \frac{\Delta SALES_{i,t}}{CS_{i,t}} + \beta_3 \frac{\Delta SALES_{i,t-1}}{CS_{i,t-1}} + \beta_4 TC_{i,t} \\ & + \beta_5 \frac{\Delta SALES_{i,t}}{CS_{i,t}} * TC_{i,t} + \beta_6 \frac{\Delta SALES_{i,t-1}}{CS_{i,t-1}} * TC_{i,t-1} + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij,t} + \alpha_i + u_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

$i=1,2,\dots,n$ 및 $t=1,2,\dots,T$

식 (2)

여기서, 각 항의 변수들은 다음과 같이 설명될 수 있다.

$CS_{i,t}$: 기업 i 의 t 기 자본 스톡

$R \& D_{i,t}$: 기업 i 의 t 기 연구개발투자 지출

$\Delta SALES_{i,t}$: 기업 i 의 전기대비 t 기의 매출액 변화량

$TC_{i,t}$: 기업 i 의 t 기 기술역량

$X_{i,t}$: 기업 i 의 t 기 통제변수

∂_i : 기업 i 의 특성

u_t : t 년도 더미

$\varepsilon_{i,t}$: 오차항

연구개발투자 변수와 매출액 변화량 변수에는 자본 스톡(capital stock, CS)으로 나눠서 단위를 정규화(normalize)하였다(Shin & Kim, 2011). 일반적으로 정규화를 위해서 매출액변수를 사용한다. 하지만 본 연구에서 매출액을 사

용하지 않은 이유는 매출액의 경우에는 시간에 따라 변동을 가지고 있기 때문에 분자, 분모가 모두 경기변동에 민감하게 반응하게 된다면, 정규화 된 값 또한 변동성을 보이게 된다. 이에 분자의 변동효과만을 보기 위해서는 분모를 상대적으로 변동성이 작은 유형고정자산을 나누어서 정규화하는 것이 적절한다.

연구개발투자 변동 충격을 파악하기 위해 기업의 매출액변동($\Delta SALES$)을 이용하였다. 매출액 변화는 실시간으로 파악이 가능하기 때문에 연구개발투자 환경변화를 이해하는 척도가 된다. 이에 금기의 연구개발투자 의사결정을 함에 있어서 연구개발투자 환경 변화를 파악하는데 직관적으로 전기대비 매출액 변동 정도를 통해 이루어진다.

본 연구에서 기술역량이 매출액 변동과 연구개발투자 변동 사이의 조절효과를 보기 위해서 기술역량과 매출액 변동의 상호작용(interaction term)변수를 모형에 포함하였다. 매출액 변동 방향에 따른 상호작용 효과의 차이를 보기 위해서 변동 방향을 나누어서 분석한다(가설1, 가설2). 이에 최종적으로 실증 분석에 이용할 모형은 식 (3)와 같다.

$$\frac{R\&D_{i,t}}{CS_{i,t}} = \beta_0 + \beta_1 \frac{R\&D_{i,t-1}}{CS_{i,t-1}} + \sum_{j=0}^1 \left(\alpha_j \frac{\Delta PSALES_{i,t-j}}{CS_{i,t-j}} + \delta_j \frac{\Delta NSALES_{i,t-j}}{CS_{i,t-j}} \right) + \beta_4 TC_{i,t} + \sum_{j=0}^1 \left(\theta_j \frac{\Delta PSALES_{i,t-j}}{CS_{i,t-j}} \times TC_{i,t} + \delta_j \frac{\Delta NSALES_{i,t-j}}{CS_{i,t-j}} \times TC_{i,t} \right) + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij,t} + \alpha_t + v_t + \varepsilon_{i,t}$$

$i=1,2,\dots,n$ 및 $t=1,2,\dots,T$

식 (3)

Aghion et al (2012) 에 의하면, 각 기업별 $\Delta SALES_{i,t-j}$ 의 평균 이상, 이하를 분해(decomposition)하여 각각에 따른 연구개발투자 반응성을 분석하였다. 이를 적용하여 본 논문에서는 $\Delta SALES_{i,t-j}$ 의 전년대비 변화량이 음 또는 양으로 분해하여 각각에 따른 연구개발투자 반응성과 기술역량의 상호작용 효과를 파악하고자 하였다. $\Delta PSALES_{i,t-j}$ 변수의 경우에는 전년대비 변화량이 양일 경우(기회) 그 변화량 값을 가지며, 그 이외의 경우에는 0의 값을 가진다. 이와 반대로 $\Delta NSALES_{i,t-j}$ 변수는 전년대비 변화량이 음일 경우(위협) 그 변화량 값을 그 이외의 경우에는 0의 값을 가진다. 그리고 각각에 대해 기술역량과 상호작용변수를 추가하여 양, 음의 충격에 따른 기술역량의 역할을 분석하였다. 이 모형을 통해 양, 음의 충격 그리고 전년대비 t기, t-1기 충격에 따른 기술역량의 조절효과를 비교분석 할 수 있다.

회귀방정식 식(3)을 추정하기 위해서 본 연구에서는 패널자료(panel data)를 이용한 고정효과모형(fixed effect model)을 이용한다. 고정효과모형은 시간에 따라 변하지 않는 패널 개체특성을 추정해야 할 모수(parameter)로 간주하는 모형이다. 개체특성을 확률변수(random variable)로 여기는 확률효과모형(random effect model)과는 차이가 있다. 고정효과모형은 개체특성을 추정하기 위해서 상수항이 패널 개체별로 서로 다르면서 고정되어 있다고 가정한다(민인식 & 최필선, 2012). 즉, 식(4)에서 시간에 따라 변하지 않는 개체 특성(u_i)을 포함한 상수항($\alpha + u_i$)은 패널 개체별로 달라진다는 것이다.

$$y_{i,t} = (\alpha + u_i) + \beta x_{i,t} + e_{i,t} \quad \text{식(4)}$$

고정효과모형인 식(4)을 추정하는 방법에는 within 변환⁴과 최소제곱더미변수(least squares dummy variable; LSDV)⁵이 있다. Within 변환은 차분을 통해 개체특성(u_i)을 없애고 추정한 후, 사후적으로 개체특성을 계산하는 방법을 말하며, 최소제곱더미변수는 (개체특성을 포함하는) 상수항을 기업별 더미변수로 둔 후 추정하는 방법이다.

본 연구에서 고정효과모형을 Within 방법으로 추정한다. 확률효과모형을 사용하지 않고 고정효과모형을 사용하는 이유는 본 연구에서 사용되는 자료만으로 개체별 특성을 모두 통제할 수 없기 때문이다. 즉, 의사결정자의 능력 및 경험 등 관측되지 않는(unobserved) 기업간 이질성을 본 연구의 자료를 모두 통해 통제할 수 없기 때문에 개체별 특성을 고려하여 추정하는 것이 필요하기 때문이다. 또한 고정효과모형과 확률효과모형을 선택함에 있어서 Housman test 기법을 사용해 본 결과, 확률효과가 있다는 귀무가설을 기각⁶

⁴ within 변환 모형은 식(3)에서 패널 그룹별 평균으로 이루어진 between 모형을 빼줘서 $y_{i,t} - \bar{y}_i = \beta(x_{i,t} - \bar{x}_i) + (e_{i,t} - \bar{e}_i)$ 구한다(민인식 & 최필선, 2012).

⁵ LSDV는 패널개체별 더미변수를 이용, $y_{i,t} = \sum_{i=1}^n \alpha_i + \beta x_{i,t} + e_{i,t}$ (민인식 & 최필선, 2012)

⁶ $\text{chi2}(19) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$
 $= 2553.19$
 $\text{Prob}>\text{chi2} = 0.0000$

함으로써 확률효과모형보다 고정효과모형이 적절한 것으로 나타났다.

고정효과모형에서 LSDV를 사용하지 않는 이유는 LSDV의 경우 좋은 추정량을 얻기 위해서는 패널 개체수(n)가 많지 않고, 패널 그룹내의 T 가 충분해야 하는데(Baltagi, 2008; 민인식 & 최필선, 2012), 본 연구의 자료에는 패널 개체수가 많아 좋은 추정량을 얻지 못하기 때문이다.

본 연구에서는 추가적으로 GMM 모형을 추정하여 고정효과모형 추정결과와 비교분석을 한다. 본 연구에서 추정하는 회귀방정식은 종속변수의 과거값(lagged value)을 설명변수로 사용한 동적 패널 모형(dynamic panel model)이다. 동적 패널 모형을 실증분석 할 때, 종속변수의 과거값 변수와 오차항 사이에 내생성 문제 발생할 수 있다. 또한 매출액 변동 변수와 종속변수간의 역인과 관계 가능성으로 인해서 잠재적 내생성의 성질을 포함하고 있다(Aghion et al, 2012). 이 때문에 동적 패널 모형에서 일치 추정량을 위해서 Arellano and Bover (1995)와 Blundell and Bond (1998)가 제시한 시스템 GMM(system GMM) 추정을 한다.

고정효과모형과 GMM을 통한 실증분석을 하기에 앞서 주요한 고려사항인 자기상관(autocorrelation), 이분산성(heteroscedasticity)이 존재여부를 검정하였다. 자기상관 또는 이분산성이 존재할 경우 비효율적인 추정량이 도출될 수 있는데 패널데이터는 횡단면데이터와 시계열데이터의 특성을 동시에 가지고 있기 때문에 오차항에 이분산성이나 자기상관이 존재할 가능성이 높다(민인식 & 최필선, 2012). 이에 이들의 존재여부를 검증하는 것이 필요하다. 이후 식 (3)의 회귀방정식을 고정효과 모형을 통해 분석하고, 시스템 GMM

모형을 추가적으로 분석을 시행하였다. 분석 결과는 4장에서 살펴볼 것이다.

3.3 자료

본 연구에서는 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 매년 조사하는 연구개발활동조사 자료를 이용하였다. 이 자료는 기업부설연구소를 보유하고 있는 기업 전수를 대상으로 한 설문조사로 응답률이 80% 정도이다. OECD Frascati Manual에 기반하였으며, 기업별 연구개발과 관련된 전반적인 활동이 포함하고 있다. 기업별로 매년 연구개발투자액, 연구개발 인력 수, 외부와의 연구개발 협력 규모 및 특허 수 등을 포함하고 있다. 특히 본 연구에서 종속 변수로 사용하는 연구개발투자액이 기업별로 매년 포함되어있기 때문에 연구개발투자 변화 양상을 분석하기에는 적합한 자료이다.

본 연구에 분석을 위해 2002년부터 2009년까지 3년이상 갭(gap)없이 자료가 포함된 기업 2,456개 불균형패널(unbalanced panel)자료를 구축하였다. 본 연구에 사용되는 모든 변수는 2002년 기준으로 생산자물가지수를 고려하여 화폐가치를 동일시하여 분석을 하였다.

3.4 변수선정

3.4.1 독립변수: 기술역량 측정

기술역량은 연구개발, 혁신활동과 관련된 기업의 전반적인 능력을 포괄하는

개념인데, 이는 특정 변수를 통해서 모두 포함할 수 없기 때문에 측정하기에 어려움이 있다. 이 때문에 기술역량 대리변수(proxy)로서 선행연구에서 다양하게 측정되고 있다.

대표적인 대리변수를 정리하면, [표 2] 와 같다. 연구개발투자 집중도 또는 지출이 가장 널리 사용되는 변수인데(Schoenecker & Swanson, 2002), 전반적으로 기업의 혁신 활동에 대해 잘 표현할 뿐 아니라, 측정이 용이하기 때문이다. 하지만 이 변수는 연구개발투자가 모두 성공하고 기술역량을 생산, 축적한다는 가정을 전제로 하고 있다는 점에서 한계를 가지고 있다(Coombs et al, 2006). 특허 수를 기술역량 변수로도 측정한다. 기업의 혁신활동의 성과는 곧 기업의 기술역량 축적에 긍정적인 영향을 준다는 점에서 특허가 기업의 혁신활동의 결과를 표현할 수 있는 가장 좋은 변수이기 때문이다. 하지만 특허마다 기술적, 경제적 가치가 다를 뿐 아니라, 기술역량의 종류를 모두 특허화할 수 있는 것이 아니라는 한계를 가지고 있다(Griliches, 1998). 특허마다 가치가 다르다는 한계를 보완하기 위해서 특허 인용수를 기술역량 대리변수로 측정되기도 한다(Dutta & Weiss, 1997; Narin et al, 1987). 하지만 기업은 자신이 인용한 외부 지식의 소스(source)를 정확하게 보고 하지 않는다는 것에, 특히 그 외부지식이 경쟁자로부터 나왔다면 더욱 그러할 것, 한계가 있다. 또 다른 기술역량 변수로 논문, 학회와 같이 출판(scientific publication)을 이용하기도 하는데, 이는 대부분 기초 과학 연구에 국한되어 있다는 문제가 있다. 기술역량 대리변수로 연구개발인력을 사용하기도 한다. 기술적 경험, 지식은 대부분 인력에 체화된 암묵적(tacit) 지식이다. 이는 연구개발인력이

많으면 많을수록 관련 기술지식이 많이 축적되어 있다는 것을 의미한다. 기업 간의 크기가 크면 클수록 연구개발인력이 증가하는 경향이 있기 때문에 크기 효과를 고려하여 기술역량 변수를 연구개발인력을 총인력으로 나눈 비율을 사용한다(Belderbos et al, 2004; Caloghirou et al, 2004; Hagedoorn, 1995; Nieto & Santamaria, 2007). 하지만 기술역량은 지식뿐 아니라, 인프라와 같은 보완자산에 의해서도 결정되는데, 연구개발인력을 기술역량 변수로 사용할 시에는 이를 고려하지 못한다는 한계가 있다.

본 연구에서는 앞서 살펴 본 다양한 기술역량 변수들 중에서 연구개발인력/총인력 비율(ratio)을 사용한다. 연구개발인력에 있는 체화된 지식은 당해년도 뿐 아니라, 이전의 연구개발활동을 경험을 통해 축적된 것을 포함하고 있으며, 이 비율이 높을수록 기업이 그 동안 혁신 활동에 대해서 적극적인 전략을 취해왔다는 점에서 높은 기술역량을 보유하고 있을 것으로 예상되기 때문이다.

[표 2] 기술역량 대리변수

논문	대리변수
Schoenecker & Swanson(2002)	연구개발투자 지출, 집중도
Dutta & Weiss(1997), Narin et al (1987)	특허 수, 특허인용 수,
Schoenecker & Swanson(2002)	외부지식 원천
Belderbos et al (2004), Caloghirou et al(2004), Hagedoorn(1995) Nieto & Santamaria(2007)	연구개발인력/총인력

3.4.2 통제변수

연구개발투자 환경 변화와 기술역량에 따른 연구개발투자 변동 추이를 파악하기 위해서는 연구개발투자에 영향을 주는 요인을 통제하여야 한다.

Schumpeter(1942)는 기업의 규모가 커질수록, 가용할 수 있는 내부현금이 많기 때문에 연구개발투자는 증가하는 경향이 보인다고 보았다. 이 연구 이후부터 기업규모가 연구개발투자에 미치는 영향에 대해 많은 연구가 진행되었다. 따라서 기업규모를 $\ln(\text{총자산})$ 으로 측정하여 기업규모(SIZE)에 따른 연구개발투자 효과를 통제하였다.

부채비율도 연구개발투자에 영향을 미친다. 부채비율이 높으면, 이자를 지출해야 하기 때문에 유용 가능한 내부현금이 줄어들 뿐 아니라, 부채비율이 높을 경우 외부 투자자가 추가적인 프리미엄을 요구할 경향이 높기 때문에 외부 조달 비용이 상대적으로 높을 수 밖에 없다. 이에 부채비율(DEBT)을 부채총액(total liabilities)을 총자산(total asset)으로 나누어 측정하고 통제하였다.

정부보조금을 받은 기업은 연구개발투자를 일시적으로 늘리게 된다. 이로 인해 연구개발투자가 일시적인 변동을 초래할 수 있다. 이 변동은 기업의 활동을 통해 초래되는 변동과는 다른 것이기 때문에 통제하는 것이 필요하다. 연구개발투자 금년에 정부보조금을 받은 기업은 1, 그렇지 않은 기업은 0으로 더미 변수화(PUBLIC)하여 통제하였다.

그리고 외부환경의 변화에 따른 연구개발투자 변동을 통제하여야 한다. 연구개발투자는 전반적인 거시 경제변화에 민감하게 반응한다. 기업은 경기상황,

거시정책 변화 등에 따라서 연구개발투자를 변화 시킨다. 이러한 효과를 통제하기 위해서 각 연도별 더미변수(YEAR)를 추가하여 실증 분석하였다. 그리고 일반적으로 기술적 기회(technological opportunity)가 많으면, 연구개발 투자는 늘어난다. 이를 위해 산업별 연구개발투자 집중도의 전년대비 변화 정도($\Delta m_industry$)를 측정하였다. 산업별로 구한 이유는 앞선 연도별 더미변수에서 통제하지 못하는 기술적 체제(technological regime)에 의해 영향을 받는 기술적 환경 변화를 따로 통제하기 위함이다. 본 연구 실증 분석에서 이용한 변수를 정리하면 [표3]과 같다.

[표 3] 변수명, 정의 및 측정

변수명		정의 및 측정
종속변수	R&D(t)/CS	t기 연구개발지출
	$\Delta\text{PSALES}(t, t-1)/\text{CS}$ (A)	$\Delta\text{SALES}/\text{CS}$ if $\Delta\text{SALES}/\text{CS} > 0$ 0 if $\Delta\text{SALES}/\text{CS} < 0$
독립변수	$\Delta\text{NALES}(t, t-1)/\text{CS}$ (B)	0 if $\Delta\text{SALES}/\text{CS} > 0$ $\Delta\text{SALES}/\text{CS}$ if $\Delta\text{SALES}/\text{CS} < 0$
	TC(t) (C)	t기 기술역량 (=연구개발인력/총인력)
	(A) or (B) × (C)	매출액변동과 기술역량 상호작용변수
통제변수	DEBT(t)	t기 부채비율 (=총부채/총자산)
	SIZE(t)	기업 크기 (= $\ln(\text{총자산})$)
	$\Delta m_industry(t)$	산업별 연구개발 집중도 t기 변화량
	PUBLIC(t)	1 if t기 정부보조금 수혜 0 if t기 정부보조금 미수혜
	YEAR	연도더미변수

4. 분석 결과

4.1 기초분석

본격적인 실증분석에 앞서서 자료의 기초적인 특성을 볼 수 있는 기초통계량 분석을 하였다. 2002년부터 2009년까지 2,456개 기업의 불균형패널(unbalanced panel) 자료인데, 총 관측치는 12,136개 이다. 기업별로 최소 3년에서 최대 7년의 자료가 갭(gap)없이 이루어져있다.

[표 4] 기초 통계량

변수명	관측치	평균	표준편차	최소값	최대값
R&D/CS	12136	0.444	1.272	0	19.1
△SALES/CS	12136	0.812	5.734	-49.2	68.2
△PSALES/CS	12136	1.450	4.812	0	68.2
△NSALES/CS	12136	-0.642	2.793	-49.2	0
TC	12136	0.128	0.123	0	0.785
SIZE	12136	17.421	1.524	12.6	25.0
DEBT	12136	0.510	0.251	0	4.72
△m_industry	12136	0.012	0.480	-5.19	5.39
PUBLIC	12136	0.334	0.472	0	1

[표 4]는 본 연구에서 사용된 종속변수, 독립변수 및 통제변수의 아웃라이어(outlier)를 제거 한 후의 기초통계량을 나타낸 결과이다. [표 4]에서 볼 수 있듯이 정부보조금 수혜 여부를 나타내는 PUBLIC 변수만 더미변수이며, 나

머지 변수들은 모두 연속형(continuous) 변수이다. Δ PSALES와 Δ NSALES는 각각 Δ SALES 변수의 양, 음 값을 나타내는 것이기 때문에 Δ NSALES의 최소값이 Δ SALES의 최소값, Δ PSALES의 최대값이 Δ SALES의 최대값을 나타낸다.

아래 [표 5]는 실증분석 사용 할 주요변수간 상관관계 행렬이다. Δ PSALES와 Δ NSALES는 각각 Δ SALES 변수의 양, 음 값을 나타내는 것이라서 Δ SALES와 높은 양의 상관관계를 보이고 있지만, 한 모형에서 같이 이용되지 않으므로 고려대상이 아니다.

[표 5] 주요변수간 상관관계

	R&D /CS	△SALES /CS	△PSALES /CS	△NSALES /CS	TC	SIZE	DEBT	△m_industry	PUBLIC
R&D/CS	1								
△SALES/CS	0.250	1							
△PSALES/CS	0.418	0.874	1						
△NSALES/CS	-0.208	0.546	0.070	1					
TC	0.378	0.049	0.117	-0.103	1				
SIZE	-0.206	-0.050	-0.101	0.071	-0.302	1			
DEBT	-0.041	0.008	-0.001	0.017	-0.035	-0.087	1		
△m_industry	0.015	0.028	0.027	0.011	0.008	-0.013	-0.002	1	
PUBLIC	0.046	-0.008	-0.041	0.055	0.144	0.018	0.0488	0.007	1

4.2 분석결과

실증분석에 앞서 오차항의 자기상관 여부, 이분산성 존재여부를 검정을 실시하였다. 3.2절에서 언급하였듯이 패널데이터는 횡단면데이터와 시계열데이터의 특성을 동시에 가지고 있기 때문에 오차항에 이분산성이나 자기상관이 존재할 가능성이 높다(민인식 & 최필선, 2012). 자기상관 또는 이분산성이 존재할 경우 비효율적인 추정량이 도출될 수 있기 때문에 패널데이터는 분석에 앞서서 이들의 위배여부를 검정하여야 한다. [표 6]는 자기상관, 이분산성 검정 결과이다.

[표 6] 자기상관, 이분산성 검정 결과

Woodridge test	Modified Wald test
Prob > F= 0.0019	Prob>chi2= 0.0000

[표 6] 에서 보는 바와 같이 Wooldridge 검정의 p값이 1% 유의 수준에서 1계 자기상관이 존재하지 않는다는 귀무가설을 기각한다. 그리고 Wald 검정 결과 또한 1% 유의 수준에서 등분산성을 만족한다는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다. 따라서 본 자료에서는 자기상관과 이분산성이 동시에 나타나는 것으로 확인되었다. 이에 추정계수와 표준오차의 왜곡을 보정하기 위해서 통계패키지(STATA)의 옵션을 이용하여 분석을 하였다.

하지만 본 연구에서 사용 할 고정효과모형의 경우에는 이분산성, 자기상관

을 동시에 고려하지 못하는 한계를 가지고 있다. 이에 각각을 나누어서 식(3) 실증분석을 해보았다. 이분산성을 고려한 실증분석의 결과와 자기상관을 고려한 실증분석 결과를 비교해 본 결과 몇몇 변수의 유의미성에는 차이가 있지만 대체적으로 비슷한 결과를 나타냈다([부록2]). 이에 본 연구에서는 자기상관 실증분석 결과만을 가지고 논의하고자 한다. 그 이유는 실증 분석한 연구모형에는 시차종속변수가 포함되어 있기 때문에 자기상관의 발생을 고려해야 한다. 이에 반해 이분산성의 경우에는 대부분 설문조사 자료에서 발생을 하기 때문에 주요한 고려사항이 아니기 때문이다.

[표 7]는 자기상관을 고려한 실증 분석의 결과이다. Δ SALES 변동에 따른 연구개발투자 변화를 보기 위해서 순차적 회귀분석을 하였다. Model 1, 2, 3 은 양, 음의 Δ SALES 변동에 연구개발투자가 대칭적으로 반응한다는 전제하에 이루어진 분석이다. Model 1의 경우에는 Δ SALES 가 연구개발투자에 미치는 영향을, Model 2의 경우 기술역량 변수를 추가하였으며, Model 3 은 기술역량과 Δ SALES 간의 상호작용 변수를 추가한 분석 결과이다. Model 1, 2, 3 모두 Δ SALES 변수가 양의 방향으로 유의미하게 나왔다. 이는 추가적인 매출액이 생기면 연구개발투자를 늘리고 반대로 매출액이 줄어들면, 연구개발투자를 줄인다는 것을 말한다. 즉, 내부현금효과가 나타나는 것이다.

[표 7] 고정효과 모형 실증분석 결과

R&D(t)/CS	Model1	Model2	Model3	Model4
R&D(t-1)/CS	-0.140 *** (-10.4)	-0.138 *** (-10.3)	-0.141 *** (-10.5)	-0.170 *** (-12.8)
△SALES(t)/CS (A)	0.017 *** (8.71)	0.017 *** (8.69)	0.027 *** (9.61)	
△SALES(t-1)/CS (B)	0.020 *** (10.7)	0.020 *** (10.7)	0.028 *** (10.1)	
△PSALES(t)/CS (C)				0.020 *** (5.15)
△NSALES(t)/CS (D)				0.027 *** (4.54)
△PSALES(t-1)/CS (E)				0.032 *** (8.50)
△NSALES(t-1)/CS (F)				0.011 * (1.85)
TC(t) (G)		0.985 *** (4.45)	1.022 *** (4.61)	0.050 (0.22)
(A) X (G)			-0.062 *** (-4.77)	
(B) X (G)			-0.041 *** (-3.75)	
(C) X (G)				0.138 *** (7.79)
(D) X (G)				-0.307 *** (-14.0)
(E) X (G)				0.009 (0.54)
(F) X (G)				-0.076 *** (-3.89)

R&D(t)/CS	Model1	Model2	Model3	Model4
DEBT(t)	-0.213 *** (-2.99)	-0.210 *** (-2.96)	-0.228 *** (-3.21)	-0.255 *** (-3.71)
SIZE(t)	-0.224 *** (-5.07)	-0.213 *** (-4.84)	-0.205 *** (-4.66)	-0.162 *** (-3.80)
$\Delta m_industry$ (t)	0.007 (0.54)	0.007 (0.57)	0.013 (-0.77)	0.014 (1.12)
PUBLIC(t)	0.018 (0.66)	0.013 (0.46)	0.013 (0.47)	0.022 (0.83)
constant	4.458*** (7.77)	4.142 *** (7.18)	3.998 *** (6.97)	3.310 *** (6.04)
YEAR	Included	Included	Included	Included
no of obs	7,224	7,224	7,224	7,224

주: *10%, **5%, ***1% 유의수준에서 유의

본 모형은 개체간 자기상관을 고려한 고정효과모형

관호 안의 숫자는 표준편차를 의미

종속변수: 연구개발투자액/자본스톡

Model 4는 식(3)을 추정한 결과이다. Model 1, 2, 3 과는 다르게 Δ SALES의 양, 음의 방향에 따라서 반응 정도(asymmetry)와 기술역량의 역할이 다르게 나타남을 살펴보고자 위함이다. 매출액 변동으로 인한 연구개발 투자에 미치는 영향은 Δ PSALES, Δ NSALES 모두 양의 유의미성을 보였다. 이는 연구개발투자의 “현금흐름효과(cash flow effect)” 발생하였기 때문이다(Hall, 2002; Himmelberg and Peterson, 1994). 매출 감소는 유용 가능한 내부현금흐름의 감소를 초래하기 때문에 연구개발투자를 감소시키게

되며, 반대로 매출이 증가하면, 내부현금흐름의 증가로 인해서 연구개발투자를 증가된다는 것을 말한다. 현금흐름흐름효과가 발생하였다는 것은 연구개발투자가 매출액 변화에 따라 변동시킨다는 것을 말한다. 즉, 매출액 변동 충격이 주어지면, 연구개발투자는 변동성을 보인다.

하지만 기술역량과 매출액 변동간의 상호작용을 통해서 연구개발투자 대응에 차이가 발생하였다. $\Delta PSALES$ 는 t 기만 양의 관계로 유의미하였다. 이는 기술역량이 크면 클수록 기회가 주어졌을 때 더 많이 연구개발투자를 하려고 한다는 가설1가 일치하는 결과이다. 양의 충격 하에서는 모든 기업이 연구개발투자를 늘리려고 하지만, 기술역량이 크면 클수록 연구개발투자를 더 늘리려고 하는 것이다. 반응 시차의 경우에는 $t-1$ 기의 기회가 주어진 것은 고려하지 않고, t 기의 변동에만 연구개발투자가 반응한다. 이는 기술역량이 큰 기업일수록 연구개발투자 현금제약이 발생하고 투자 유인이 높기 때문에 기회가 주어지면 실시간으로 연구개발투자를 증가시키려고 하는 것으로 이해 할 수 있다. $\Delta NSALES$ 에서는 t 기, $t-1$ 기 모두 음의 관계로 유의미하였다. 이는 기술역량이 크면 클수록 연구개발투자를 늘리려고 하는 것을 말한다. 음의 충격 하에서는 모든 기업이 연구개발투자를 줄이려고 한다. 하지만 기술역량이 크면 클수록 그 줄이는 정도가 덜하다는 것을 의미한다. 이는 가설2와 일치하는 결과이다. 기술역량이 큰 기업일수록 음의 충격 하에서 연구개발투자를 유지하기 위한 스무딩을 위한 노력을 많이 하는 것이다. 시차를 고려하여 보면, $t-1$ 기 보다 t 기의 변화에 민감하게 반응하는데, 이는 음의 충격이 보이면 곧 바로 보유자금을 통해 연구개발투자를 유지하려 하

기 때문이다.

기술역량(TC)은 연구개발투자에 직접적으로 영향을 미치지 않았다. 이는 기술역량이 자체만으로는 연구개발투자에 영향을 미치지 않는 것을 의미한다. 기술역량이 연구개발투자에 직접적으로 영향을 미치는 것이 아니라, 매출액 변화가 주어졌을 때 기술역량이 연구개발투자를 조절하면서 영향을 미친다. 더불어 통제변수를 살펴보면, 부채비율(DEBT) 늘어날수록 연구개발투자에 음의 영향을 준다. 부채비율이 높은 경우 외부 자금 조달이 어려울 뿐 아니라, 이자를 갚기 위해 자금이 소요 되기 때문에 연구개발투자를 할 여력이 줄어들기 때문이다. 기업의 크기(SIZE)가 증가할수록 연구개발투자에 음의 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 소규모 기업일수록 기업 생존전략으로 연구개발투자를 활발히 한다는 것을 의미한다(박준우, 2009). 그리고 기업의 크기가 커져 안정화 단계에 도달하게 되면, 기술혁신을 위한 노력보다는 자본투자 활동을 더욱 활발하게 하기 때문인 것으로 이해된다. 그 이외의 다른 통제 변수($\Delta m_industry$, PUBLIC)들은 유의미하지 않았다.

[표 8]는 내생성 문제를 해결하기 위해서 시행한 시스템 GMM와 앞서 본 고정효과모형을 비교 분석한 결과이다. 고정효과모형과 시스템 GMM 사이 결과가 거의 동일한 것을 확인하였다. $\Delta PSALES(t)$, $\Delta NSALES(t)$ 의 계수 값의 경우 시스템 GMM의 경우 고정효과모형 보다 작았다. 이는 동적 패널 모형으로 인한 내생성 문제로 인해 고정효과모형이 과대추정 되었다는 것을 말한다. 하지만 그 차이의 정도가 작아서 고정효과모형에서 내생성 문제가 심각하지 않다.

[표 8] 시스템GMM과 고정효과 모형 실증분석결과

R&D(t)/CS	FE	시스템 GMM
R&D(t-1)/CS	-0.169 *** (-12.8)	-0.206 *** (-18.7)
△PSALES(t)/CS (C)	0.020 *** (5.15)	0.015 *** (5.07)
△NSALES(t)/CS (D)	0.027 *** (4.54)	0.017 *** (3.31)
△PSALES(t-1)/CS (E)	0.032 *** (8.50)	0.020 *** (6.87)
△NSALES(t-1)/CS (F)	0.011 * (1.85)	0.003 (0.59)
TC(t) (G)	0.052 (0.22)	0.380 * (1.91)
(C) X (G)	0.138 *** (7.79)	0.203 *** (15.5)
(D) X (G)	-0.307 *** (-14.0)	-0.240 *** (-12.8)
(E) X (G)	0.009 (0.542)	0.100*** (8.46)
(F) X (G)	-0.076 *** (-3.89)	-0.100 *** (-5.57)
DEBT(t)	-0.255 *** (-3.71)	-0.304 *** (-4.78)
SIZE(t)	-0.163 *** (-3.80)	-0.329 *** (-8.98)
△m_industry (t)	0.014 (1.12)	0.025 * (1.95)
PUBLIC(t)	0.022 (0.83)	0.040 (1.63)

R&D(t)/CS	FE	시스템 GMM
constant	3.314 *** (6.05)	6.146*** (9.62)
YEAR	Included	Included
no of obs	7,224	7,224

주: *10%, **5%, ***1% 유의수준에서 유의
관호 안의 숫자는 표준편차를 의미
종속변수: 연구개발투자액/자본스톡

4.3 분석결과 고찰

4.3절에서 살펴본 바와 같이 기술역량은 매출액 변동과 연구개발투자 사이를 조절하는 역할이 나타났다. 양의 매출액 변동하에서는 기술역량이 크면 클 수록 연구개발투자를 더 늘리려고 하게 하였다. 이는 기술역량이 큰 기업의 경우 연구개발투자 수익률이 높아 연구개발투자 유인이 높지만, 그 동안 내부자금의 부족으로 인해 최적 투자량(optimal investment)을 달성하지 못하고 있었다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 기회가 주어지게 되면, 연구개발투자를 기술역량이 낮은 기업보다 더 많이 늘리려고 하는 것이다. 높은 조정비용을 무릅쓰고서라도 연구개발투자를 더 하여서 최적 투자량을 달성하려고 하는 것이다. 혁신역량(innovation capability)이 좋은 기업일수록 현금 제약이 발생할 가능성이 높다는 선행연구와 일치한다(Hottenrott & Peters,

2009). 그렇기 때문에 양의 충격 하에서는 기술역량은 연구개발투자를 변동하도록 한다. 내부자금으로 인해 변동성이 초래된다고 한다는 기존 논의는 양의 충격 하에서의 기술역량의 역할 때문인 것이다.

이에 반해 음의 충격 하에서는 기술역량은 연구개발투자 지속성을 유지하도록 하는 경향이 보였다. 4.3절에서의 결과를 보면, 음의 충격 하에서 모든 기업이 연구개발투자를 줄이지만, 기술역량이 클 수록 연구개발투자를 늘려 이를 상쇄시키려고 한다. 이는 기술역량이 클 경우 상대적으로 다른 투자에 비해 투자수익률이 높아 연구개발투자를 덜 줄이려고 하고, 수행하고 있는 연구 프로젝트 또한 미래잠재수익률이 높기 때문에 성과가 나타날 때까지 중단하지 않으려고 하는 것이다. 이 때문에 음의 변동하에서는 기술역량이 연구개발투자의 지속성을 유지하려고 하는 성향을 보이게 한다.

요약하면, 양의 충격 하에서는 기술역량은 연구개발투자를 더 하도록 유도하여 연구개발투자를 변동하게 하고, 음의 충격 하에서는 기술역량이 연구개발투자를 덜 줄이도록 하여 연구개발투자를 지속하게 한다. 이를 정리하면, [표 9]과 같다. 양의 변동하에서는 기술역량으로 인해 내부현금흐름효과를 보이게 되면서 연구개발투자의 변동성을 보이게 되지만, 음의 변동하에서는 기술역량으로 인해 조정비용효과가 발생하여 연구개발투자를 지속하게 한다. 이 결과는 기존의 선행 연구들이 1) 양, 음 충격에 연구개발투자가 대칭적으로 반응 2) 기업간 역량이 동일하다는 전제하에서 연구가 진행되었기 때문에 연구개발투자의 지속성 또는 변동성 한 쪽만을 보게 된 것이다. 하지만 각각의 충격 방향에 대해 기술역량의 반응이 다르게 됨으로써 연구개발투자

는 지속성, 변동성을 가지게 되는 것이다.

[표 9] 실증분석결과 요약 정리

	$\Delta SALES$	$\Delta SALES * TC$	기술역량 역할	연구개발투자
$\Delta PSALES$	↑	↑	증폭	변동성
$\Delta NSALES$	↓	↑	상쇄	지속성

5. 결론 및 시사점

기존 선행연구들에 의하면, 이분법적 논리에 의해서 연구개발투자가 지속성 또는 변동성이 보인다는 일치되지 않은 결과를 보였다. 본 연구는 특정 상황 하에서 연구개발투자가 지속성, 변동성이 보인다는 것을 실증적으로 분석하였다. 양의 충격이 주어졌을 때, 기술역량은 지속성을 깨고 연구개발투자를 변동하려고 하지만, 음의 충격이 주어졌을 때는 기술역량은 연구개발투자를 지속성을 유지하도록 하게 한다. 이는 기존의 논쟁이 한쪽 측면만을 주장하고 있을 뿐, 현실에서는 두 성질이 다 나타남을 보인다는 것을 의미한다. 이를 통해서 기존 연구에서 대립되는 논쟁들의 한계를 지적하고, 연구개발투자 패턴을 분석함에 있어서 기술역량, 충격의 방향을 동시에 고려하는 것이 필요하다는 것을 보였다. 금기에 투자 의사결정에 있어서 단순하게 조정비용 또는 내부현금흐름만을 고려하는 것이 아닌 기업의 경험을 통해 축적한 역량이라는 문맥(context)에 의해서 결정되는 것이다.

본 연구는 기술정책적 의미도 내포하고 있다. 기술역량이 큰 기업의 경우 내부현금의 제약으로 인해서 최적 연구개발투자를 이루지 못하고 있다. 그렇기 때문에 연구개발 예산 지원에 있어서 현금제약하에 있는 기술역량이 높은 기업을 지원하는 것이 필요하다. 지원을 통해 기업별 최적 투자량을 달성시키는 것이 중요할 것이다.

또 다른 시사점은 기술역량은 연구개발투자가 하방경직성을 보이게 한다. 하방경직성이라 함은 위로는 올리지만, 밑으로는 쉽게 내리려고 하지 않는

경향을 말한다. 기술역량을 통해 기업은 양의 충격 하에서는 연구개발투자를 더 늘리고, 음의 충격 하에서는 연구개발투자를 덜 줄이게 되는 것이다. 우리나라 기업들은 대체적으로 불황기 때 연구개발투자를 큰 폭으로 줄인다. 연구개발투자가 줄어들게 되면, 혁신을 통한 경쟁우위 확보에 어려움이 생기고 이는 새로운 수익을 창출하지 못해 연구개발투자가 더욱 줄어드는 악순환에 빠져들 수가 있다. 이를 해결하기 위해서는 기업의 기술역량을 강화시키는 것이 우선적으로 필요하다. 큰 폭으로 연구개발투자가 줄어드는 것을 막기 위해 단순히 연구개발투자 보조금을 지원하는 것이 아니라, 자생적으로 투자를 유지할 수 있게 기술역량을 강화시키는 것이 필요한 것이다.

본 연구는 한계점을 지니고 있다. 기술역량 측정에 있어서 기존 선행연구에서 논의된 대리변수들을 통해 앞서 분석한 결과가 일치하는 지를 살펴보는 것이 필요하다. 연구개발투자 패턴 논의에 있어 기업간의 기술역량 차이를 고려했다는 점에서 의의가 있지만, 결과의 강건성(robustness)을 위해서 다른 대리변수에서도 확인하는 것이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 권명중, & 하태정. (2008). 기술역량투자자와 기술혁신투자자의 동태모형. *한국경제연구*, 23, 93-121.
- 김병기. (2007). 연구개발투자자와 불확실성. *한국금융공학회 학술발표논문집*, 2007(2), 1-24.
- 나준호. (2013). 경제물리학 관점의 기업 규모 및 혁신 분포 상의 이질성 분석. (박사학위 논문), 서울대학교
- 민인식, & 최필선. (2012). 패널데이터 분석. 한국STATA 학회.
- 박준우. (2009). 유가증권상장기업과 코스닥상장기업의 연구개발투자의 결정요인에 관한 연구. *산업경제연구* 22(6), 3035-3052
- 서란주, & 조성표. (2009). 불황기에서 기업의 연구개발투자와 성과. *한국회계학회 학술발표논문집*, 2009(2), 1-33.
- 신선우. (2003). 자본시장불안전성과 환율불안정성이 기업투자에 미치는 영향. *금융연구* 제17권 제1호, 83-112.
- 이병기. (2006). 외국인 투자자가 배당 및 R&D 투자에 미치는 영향. 한국경제연구원
- 이준구. (2008). *미시경제학*. 법문사
- 조현대, & 정성철. (2001). 산업 기업 구조조정과 연구개발 변화: 외환위기 이후를 중심으로. 과학기술정책연구원, 정책연구 2001-23

최규완. (2007). 기업의 현금흐름과 연구개발투자. *한국증권학회 경영학통합학술대회 발표논문*.

하태정. (2006). 대중소기업간 양극화 해소를 위한 기술혁신역량 획득 및 확산 전략. 과학기술정책연구원. 정책연구 2006-16.

Aghion, P., Askenazy, P., Berman, N., Cetto, G., & Eymard, L. (2012). Credit constraints and the cyclicity of R&D investment: Evidence from France. *Journal of the European Economic Association*, 10(5), 1001–1024.

Akerlof, G. A. (1970). The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 488–500.

Antonelli, C., Crespi, F., & Scellato, G. (2012). Inside innovation persistence: New evidence from Italian micro-data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 341–353.

Arrow, K.J., 1962. Economic Welfare and the allocation of resources for invention. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. National Bureau of Economic Research, Princeton University Press, pp. 609–626.

Arrow, K. J. (1963). Uncertainty and the welfare economics of medical care. *The American Economic Review*, 53(5), 941–973.

- Baltagi, B. (2008), *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley & Sons.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, *33*(10), 1477–1492.
- Bernardo, A. E., Cai, H., & Luo, J. (2001). Capital budgeting and compensation with asymmetric information and moral hazard. *Journal of Financial Economics*, *61*(3), 311–344.
- Bloom, N. (2007). Uncertainty and the Dynamics of R&D. National Bureau of Economic Research, No. w12841.
- Bond, S., Harhoff, D., & Van Reenen, J. (1999). Investment, R&D and Financial Constraints in Britain and Germany. Institute for Fiscal Studies, No. W99/05.
- Brown, J. R., & Petersen, B. C. (2011). Cash holdings and R&D smoothing. *Journal of Corporate Finance*, *17*(3), 694–709.
- Caloghirou, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance?. *Technovation*, *24*(1), 29–39.
- Canto, D., Galende, J., & Gonzalez, I. S. (1999). A resource-based analysis of the factors determining a firm's R&D activities. *Research Policy*, *28*(8), 891–905.
- Combs, J., Liu, Y., Hall, A., & Ketchen, D. (2006). How much do high-performance work practices matter? A meta-analysis of their effects on organizational performance. *Personnel Psychology*, *59*(3), 501–528.

- Czarnitzki, D., Kraft, K., & Thorwarth, S. (2009). The knowledge production of 'R'and'D' . *Economics Letters*, *105(1)*, 141–143.
- Czarnitzki, D., & Hottenrott, H. (2010). Financing constraints for industrial innovation: What do we know?. *SSRN 1621683*.
- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, 1504–1511
- DITR. (2007). High Variation in R&D Expenditure by Australian firms. Canberra, Department of Industry Tourism and Resources.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 1120–1171.
- Dutta, S., & Weiss, A. M. (1997). The relationship between a firm's level of technological innovativeness and its pattern of partnership agreements. *Management Science*, *43(3)*, 343–356.
- Fazzari, S., Petersen, B., & Hubbard, R. (1988). Financing Constraints and Corporate Investment. *NBER Working Paper Series*, 2387.
- Griliches, Z. (1998). *Patent statistics as economic indicators: a survey*. In *R&D and productivity: the econometric evidence*. University of Chicago Press, 287–343.
- Guellec, D., & Ioannidis, E. (1997). Causes of fluctuations in R&D expenditures—A quantitative analysis. *OECD Economic Studies*, 123–138.

- Hagedoorn, J. (1995). Strategic technology partnering during the 1980s: trends, networks and corporate patterns in non-core technologies. *Research Policy*, 24(2), 207–231.
- Hall, B. H. (2002). The financing of research and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(1), 35–51.
- Hall, B. (2008). *The Financing of Innovation*, in: Shane, S. (Ed.), Blackwell Handbook of Technology and Innovation Management.
- Hall, B. H., & Lerner, J. (2009). The financing of R&D and innovation. National Bureau of Economic Research, No. w15325.
- Harhoff, D. (2000). Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms? *The Economics and Econometrics of Innovation*, Springer US: 399–434.
- Himmelberg, C. P., & Petersen, B. C. (1994). R & D and internal finance: A panel study of small firms in high-tech industries. *The Review of Economics and Statistics*, 38–51.
- Hottenrott, H., & B. Peters. (2009). Innovative capability and financing constraints for innovation: More money, more innovation?. ZEW-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung/Center for European Economic Research.
- Johansson, B., & Lööf, H. (2010). Innovation Strategy and Firm Performance What is the long-run impact of persistent R&D?. Royal Institute of Technology, CESIS-Centre of Excellence for Science and Innovation Studies, No. 240.

- Kim, L. (1997). *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*. Harvard Business Press.
- Lach, S., & M. Schankerman. (1989). Dynamics of R & D and Investment in the Scientific Sector. *The Journal of Political Economy*, 880–904.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165–186.
- Lee, C., Lee, K., & Pennings, J.M. (2001). Internal capabilities, external networks, and performance: a study on technology-based ventures. *Strategic Management Journal* 22, 615–640
- Mañez, J. A., ROCHINA-BARRACHINA, M. E., Sanchis, A., & Sanchis, J. A. (2009). THE ROLE OF SUNK COSTS IN THE DECISION TO INVEST IN R&D. *The Journal of Industrial Economics*, 57(4), 712–735.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71–87.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261–297.
- Mudambi, R., & T. Swift (2011). Proactive R&D management and firm growth: a punctuated equilibrium model. *Research Policy*, 40(3), 429–440.
- Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 147–175.

- Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, *13*(2), 187–221.
- Narin, F., Noma, E., & Perry, R. (1987). Patents as indicators of corporate technological strength. *Research Policy*, *16*(2), 143–155.
- Nieto, M. J., & Santamaria, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, *27*(6), 367–377.
- Pakes, A., & Nitzan, S. (1983). Optimum Contracts for Research Personnel, Research Employment, and the Establishment of " Rival" Enterprises. *Journal of Labor Economics*, *1*(4), 345–65.
- Paula, G. (2010). Financing conditions, the concept of innovation capacity and the innovative activity of firms. CESifo working paper: Monetary Policy and International Finance, No. 3296.
- Peters, B. (2009). Persistence of innovation: stylised facts and panel data evidence. *The Journal of Technology Transfer*, *34*(2), 226–243.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1994). Strategy as a field of study: why search for a new paradigm?. *Strategic Management Journal*, *15*(2), 5–16.
- Schoenecker, T., & Swanson, L. (2002). Indicators of firm technological capability: validity and performance implications. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, *49*(1), 36–44.
- Schumpeter, J. A. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper & Row: New York.

- Shin, M. S., & Kim, S. E. (2011). The effects of cash holdings on R&D smoothing: evidence from Korea. *Journal of Finance & Accountancy*, 6, 1–19.
- Triguero, Á., & Córcoles, D. (2012). Understanding innovation: An analysis of persistence for Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 42(2), 340–352.
- Twiss, B. (1989). *Managing Technological Innovation*. 2nd ed. Longman: London.
- Woerter, M. (2011). Competition and Persistence of R&D. KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich, No. 11–290.
- Zhou, K. Z., & Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 31(5), 547–561.
- Zhuang, Z. (2013). What Finances R&D? R&D, Capital Investment, and Financial Constraints.

부록 1: 연구개발투자 변동 정도 측정방법

연구개발투자의 변동성을 측정하는 방법에는 첫째, 연구개발투자 추세분석(time-trend analysis)의 R-제곱(R-square)을 이용한 방법이 있다(DITR, 2007).

$$R \ \& \ D_{i,t} = A_{oi} + A_{1i}t + e_i \quad \text{식(5)}$$

R-제곱값은 연구개발투자의 추세분석을 통해 추정된 추세선에 의해 데이터(연구개발투자 지출)가 설명되는 비율을 나타내는 것으로 0에 가까울수록 연구개발투자 지출 패턴이 변동성을 보인다는 것을 의미한다.

$$r^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = \frac{ESS}{TSS} \quad \text{식(6)}$$

TSS: Total Sum of Square, RSS: Residual Sum of Square,

ESS: Explained Sum of Square

연구개발투자 지출 변동성을 측정하는 두 번째 방법은 잔차(residual)의 표준편차(standard deviation)를 이용하는 방법이다(Mudambi & Swift, 2011).

식(5)을 통해서 각 기업별로 매년 잔차를 구하고, 잔차의 표준편차를 구한

다. 연구개발투자 지출 정도가 클수록 대체적으로 표준편차가 커지는 경향이 있기 때문에 규모효과를 제거하기 위해 식(7)처럼 잔차의 표준편차에 기업의 연구개발투자 지출 평균을 나누어 줘서, 연구개발투자의 변동성을 구한다.

$$R \ \& \ D \ \text{volatility} = \frac{S_i}{x_i} \quad \text{식(7)}$$

S_i : 기업 i 잔차의 표준편차, \bar{x}_i : 기업 i 연구개발투자 지출 평균

부록 2 : 이분산성을 고려한 고정효과모형 결과

R&D(t)/CS		Model1		Model2		Model3		Model4
R&D(t-1)/CS		0.110 (1.51)		0.109 (1.50)		0.106 (1.44)		0.060 (0.80)
△SALES(t)/CS	(A)	0.027 *** (4.79)		0.027 *** (4.87)		0.025 *** (2.91)		
△SALES(t-1)/CS	(B)	0.017 *** (3.49)		0.017 *** (3.63)		0.014 ** (1.97)		
△PSALES(t)/CS	(C)							0.021 * (1.75)
△NSALES(t)/CS	(D)							0.024 * (1.81)
△PSALES(t-1)/CS	(E)							0.020 ** (2.12)
△NSALES(t-1)/CS	(F)							0.008 (0.623)
TC(t)	(G)			1.172 *** (3.01)		1.172 *** (2.98)		0.497 (1.55)
(A) X (G)						0.012 (0.25)		
(B) X (G)						0.014 (0.36)		
(C) X (G)								0.163 *** (3.33)
(D) X (G)								-0.231 *** (-3.17)
(E) X (G)								0.033 (0.65)
(F) X (G)								-0.097 ** (-2.04)

R&D/CS	Model1	Model2	Model3	Model4
DEBT(t)	-0.146 *	-0.141	-0.138	-0.141 *
	(-1.65)	(-1.63)	(-1.59)	(-1.84)
SIZE(t)	-0.301 ***	-0.278 ***	-0.277 ***	-0.229 ***
	(-5.69)	(-5.28)	(-5.26)	(-4.69)
△m_industry (t)	0.005	0.005	0.004	0.011
	(0.23)	(0.22)	(0.20)	(0.56)
PUBLIC(t)	0.028	0.022	0.021	0.025
	(1.16)	(0.90)	(0.88)	(1.13)
constant	5.65 ***	5.10 ***	5.09 ***	4.25 ***
	(6.06)	(5.47)	(5.46)	(4.90)
YEAR	Included	Included	Included	Included
no of obs	9,680	9,680	9,680	9,680

주: *10%, **5%, ***1% 유의수준에서 유의

본 모형은 개체간 이분산성을 고려한 고정효과모형

관호 안의 숫자는 표준편차를 의미

종속변수: 연구개발투자액/자본스톡

Abstract

Compared with static analyses that reveals the optimal R&D investment, dynamic analyses that represent the firms' R&D investment changing over time still have more topics to be researched.

The major issue from the perspective of dynamics analysis is that R&D investment shows a high persistency over time. It means that R&D investment tends to maintain the level of R&D investment of previous period even with the internal/external investment environmental changes.

This is due to the high adjustment cost for R&D investment, and the need for a consistent investment since a discontinuance would lead to a low possibility of return relative to the investment. On the contrary, there are researches arguing that R&D investment change annually in accordance with the internal/external environmental changes, implying dissatisfaction of persistency on R&D investment.

Inspired by these conflicting arguments, this paper aims to reveal the reason for these different behaviors from the perspective of technological capabilities. Firm's technological capabilities can influence the return on R&D investment, thus firms may differently respond to internal/external environment changes considering their technological

capabilities. Panel analysis is conducted by using large scale of panel data at the firm level from 2002 to 2009. Results imply that non-persistent behavior in R&D investment can also be explained by firm's reasonable and persistency responses to sales shock considering their technological capabilities.

Keywords: R&D investment, Persistency, Volatility, Technological capability

Student Number: 2012-21025