

프로세스 성숙도가 기업 R&D 프로젝트의 성과에 미치는 영향에 관한 연구

홍순욱[†]

영동대학교 경영행정학부 테크노경영학 전공

The Effect of Process Maturity on the Performance of Industrial R&D Projects

Soon-Wook Hong

Dept. of Technology and Innovation Management

School of Management and Administration Youngdong University, Chungbuk, 370-701

The major objective of this paper is to empirically examine the effect of process maturity on the performance of industrial R&D projects. Process maturity, a fundamental concept of the Capability Maturity Model developed by Software Engineering Institute, represents the essential of Total Quality Management (TQM). Based on literature, our research model constructs process maturity in terms of structured process, goal setting and controlling, metrics, and process learning; and links it to the R&D performance that consists of technical, commercial and managerial successes. The model also includes firm size as a moderator of different effects that process maturity may have across firms. Measures for process maturity are based on the best practices identified in literature. Data are obtained from 77 successful R&D projects carried out by Korean manufacturing firms. Multiple regression and t-test are used to test proposed hypotheses. Findings are as follows. (1) In the R&D process, process maturity partially contributes to the performance of R&D projects. More specifically, goal setting and controlling-related practices drive both technical and commercial successes, while process learning-related practices drive commercial success. In contrast, traditionally emphasized elements such as structured process or metrics are found not to be significant. (2) The degree of process maturity is significantly higher in large firms. (3) Process maturity impacts on commercial success in the case of large firms, whereas it does on technical success in the case of small firms. The results imply that the TQM principles are partially associated with R&D performance, and the nature of benefit from high maturity could vary according to firm size.

Keywords: process maturity, R&D, NPD, TQM, CMM

1. 서론

경제의 글로벌화, 임금의 상승, 기술의 급속한 변화로 특징되

는 경영환경의 근본적인 변화 때문에 그동안 제조부문에서 대부분의 부가가치를 창출해 왔던 우리나라의 기업은 이제 제조부문을 벗어나서 새로운 부가가치의 원천을 적극적으로 찾

본 연구는 2001년도 한국과학재단 목적기초연구비에 의하여 수행되었음 (R05-2001-000-01458-0).

[†]연락처 : 홍순욱 부교수, 370-701 충북 영동군 영동읍 설계리 산12-1, 영동대학교 경영행정학부 테크노경영학 전공,

Fax : 043-740-1119, e-mail : hongsw@youngdong.ac.kr

2003년 5월 접수, 1회 수정 후 2003년 8월 게재 승인.

아야 한다. 이러한 의미에서, R&D(Research and Development)를 통한 신제품의 개발은 대기업뿐만 아니라 중소기업에게도 경쟁력의 새로운 원천을 제공하는 전략대안이 될 수 있다. 한국산업기술진흥협회의 최근 보고에 따르면, 경제여건이 불투명함에도 불구하고 국내 민간기업들은 2003년도 R&D 투자를 작년 대비 21.5% 증가할 것으로 조사되었다(KOITA, 2003a).

실제로 국내기업에서 수행되는 R&D의 70% 이상이 신제품 개발을 위한 짧은 사이클타임을 갖는 개발 프로젝트(Developmental R&D)인 것으로 나타나고 있다(KOITA, 2003b). 그렇기 때문에 기업은 R&D를 위한 목표설정, 개발기술의 명세, 기술적 지식의 학습 및 커뮤니케이션, 문제해결의 아이디어, 개발 프로세스 등 중요한 계획사항을 위하여 선진국에서 수행된 개발사례와 연구동향을 공식적 또는 비공식적으로 벤치마킹할 수 있으며, 그러한 결과를 활용함으로써 R&D 프로세스의 불확실성을 어느 정도 관리할 수 있다. 또한, 불확실성이 높은 기초 연구에 비하여 상업적 개발을 목표로 하는 기업의 R&D 활동은 R&D 프로세스를 규정하고 그것의 지속적 관리를 통하여 성과 수준을 궁극적으로 높일 수 있는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 R&D 고유의 프로세스 특성에 대한 이해와 경험의 부족으로 인하여 국내기업은 효과적인 R&D 관리에 아직도 많은 어려움을 겪고 있다.

한편, R&D가 아닌 생산 및 품질개선에 관한 한 국내기업들은 많은 지식과 경험을 축적하고 있으며, 비교적 개선지향적 활동과 관리철학에 익숙한 편이다. 그런데 개선지향적 활동, 즉 TQM(Total Quality Management)의 원리가 품질개선활동의 범위를 넘어서 R&D 활동에도 유용하게 적용될 수 있는지, 아니면 그러한 원리의 적용이 R&D 활동의 성과를 오히려 저해하는지에 관한 국내의 연구결과는 아직 보고된 바가 없다. 만약, 전자의 경우라고 한다면, 개선지향적 활동에 능숙한 기업은 R&D와 같은 혁신지향적 활동에도 기존의 경영시스템과 조직문화를 효율적으로 사용할 수 있을 것이다. 만약, 후자의 경우라면, 혁신지향적 활동의 성공을 위하여 현존하는 경영시스템과 조직문화를 크게 변화시켜야 할 것이다. 이러한 의미에서 개선지향적 경영원리와 혁신적 성과의 관계에 관련된 연구주제는 앞으로 매우 중요해질 것이다. 이와 같은 배경에서 본 연구의 기본적인 목적은 TQM의 핵심적 개념 가운데 하나인 프로세스 성숙도의 개념이 R&D 프로세스의 성과에 미치는 영향을 국내기업의 자료를 가지고 실증적으로 분석하려는 것이다.

프로세스 성숙도는 원래 공정품질에 관한 연구에서 비롯되었다. 생산라인에 대한 지속적 개선의 패러다임을 제안한 Deming은 먼저 프로세스가 안정화되고 측정 가능해야 프로세스의 생산성과 품질을 개선할 수 있다고 하였다. 즉, 프로세스가 성숙되어 있을수록 낭비요인과 프로세스의 변동성이 제거될 수 있고 사이클타임이 단축되지만, 프로세스가 미성숙되어 있다면 지속적 개선활동은 오히려 혼란과 비능률이 야기된다(Crosby, 1979; Beckford, 1998).

카네기멜런 대학교 부설 소프트웨어 공학연구소에서는

Crosby의 품질경영 성숙 그리드, Shewhart와 Deming의 PDSA 개선 사이클의 개념을 토대로 소프트웨어 개발 프로세스를 평가하기 위하여 CMM(Capability Maturity Model)을 개발하였다(Paulk *et al.*, 1993). CMM에서 프로세스 성숙도란 프로세스가 이해되고, 그에 따라 프로세스가 체계적으로 개선되는 정도를 의미하는데, 그 정도는 5단계의 수준으로 구분된다.

수준 1은 초기단계로서, 개발자는 다음에 오는 활동 및 목표에 대하여 무지하다. 업무특성은 대부분 무질서하고 임시방편적으로 대응한다. 미리 어떤 프로세스를 갖고 업무에 착수하는 것이 아니고 진행과 동시에 필요한 프로세스를 즉흥적으로 만들어 간다. 수준 2는 반복단계로서, 다음에 오는 활동 및 목표는 알고 있지만, 그러한 사항을 나타내는 문서가 없다. 프로세스의 성공은 과거의 성공적인 프로세스를 반복적으로 추구하는 개발자의 능력에 전적으로 의존한다. 수준 3은 정의단계로서, 성공적인 개발 프로세스를 규정하는 문서가 존재한다. 문서를 기반으로 모든 업무가 진행되며 모든 의사전달이 가능하다. 지식의 정의와 공유가 이루어지며 프로세스의 성공은 개발자 개인의 능력에 의하여 좌우되지 않는다. 수준 4는 관리단계로서, 프로세스의 각 지점에서 자료의 입력과 처리가 가능하고, 그 결과가 보고된다. 프로세스의 각 활동이 정량적으로 측정되고 이를 바탕으로 프로세스의 관리가 이루어진다. 각 활동을 측정하는 적합한 측정도구를 개발하고, 그것을 사용하여 프로세스의 진행상태를 점검하며, 그 결과에 근거하여 통제를 한다. 수준 5는 최적화단계로서, 프로세스의 지속적인 개선에 대한 책임자가 존재하며, 그가 개선목표와 측정체계에 관한 업무를 담당하면서 프로세스의 지속적인 개선이 유지되는 최고의 성숙도를 나타내는 단계이다(Paulk *et al.*, 1993; Patterson, 1993). 성숙도의 수준이 높을수록 프로세스의 성과는 높아질 것으로 전망되며, 그 평가는 18개 핵심 프로세스 영역들 안에 규정된 52개의 목표와 316개의 핵심 프랙티스에 의하여 이루어진다(Tingey, 1997).

본 연구에서 이러한 프로세스 성숙도의 개념을 선택한 이유는 CMM이 소프트웨어 프로세스를 평가하기 위하여 개발되었지만 그 기준들이 다른 공학적 영역에도 적용될 수 있는 일반성, 즉 논리적 외연성을 가지며(Paulk, 1996), 다른 품질경영 시스템보다 엄격한 요구수준을 갖고 있기 때문이다(Paulk, 1995).

한편, 소프트웨어 프로세스에 있어서 프로세스 성숙도의 효과는 매우 긍정적인 것으로 문헌에 나타나 있다. Goldenson and Hersleb(1995)는 프로세스 성숙도의 수준이 높을수록 일정 및 예산, 제품품질, 업무생산성, 개발자의 의욕 및 직무만족, 고객만족, 경쟁력 강화 등의 요인과 긍정적인 관련이 있음을 밝혔고, 이러한 결과는 조직규모에 따라서 달라지지 않는 것으로 분석되었다. 또한, 프로세스 성숙도에 기반한 소프트웨어 프로세스의 평가는 프로세스의 실상을 정확히 반영하기 때문에 평가 후에 이루어지는 프로세스 개선작업에 큰 도움이 된다는 사실도 알아냈다. Harter *et al.*(2000)은 미국의 IT기업을 대상으로 과거 12년 동안 행해진 30개의 소프트웨어 제품개발 프로젝트

트에 있어서 프로세스의 성숙도가 품질, 사이클타임, 개발노력에 미치는 긍정적인 효과를 실증적으로 분석하였다. 한편, Bhattacharya *et al.*(1999)은 정보통신과 컴퓨터 네트워크의 개발과정과 운영과정에서의 성숙도가 조직의 성과에 긍정적인 영향을 줄 것으로 보고, 네트워크 품질을 보장하기 위한 네트워크 성숙도 모형을 제안한 바 있으며, Pfleeger(1995)는 소프트웨어 개발 및 유지관리 프로젝트의 효과적인 관리를 위하여 프로세스 성숙도 모형을 이용한 측정 시스템을 개발하였다. 우리나라에서도 프로세스 성숙도가 소프트웨어 개발에 미치는 긍정적인 효과가 최근에 연구된 바 있다(Kim *et al.*, 2002). 이렇게 볼 때, 프로세스 성숙도가 소프트웨어 개발에 주는 효과는 일반적으로 매우 긍정적임을 알 수 있으며, 프로세스 성숙도 모형의 확장에 관련된 연구도 활발하다. 그러나, 프로세스 성숙도의 외연성과 관련하여 R&D 프로세스에 대한 효과는 알려져 있지 않다.

R&D 프로세스에 있어서 프로세스 성숙도가 갖는 효과를 분석하려는 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 국내 기업이 수행하는 R&D 프로세스에 있어서 프로세스 성숙도의 평균적 효과를 분석한다. 둘째, 기업규모별로 프로세스 성숙도의 효과에 어떠한 차이가 있는지 알아본다. 셋째, 얻어진 결과를 토대로 R&D 성과의 창출에 있어서 개선지향적 개념이 얼마나 유효한가를 평가함으로써 국내기업의 R&D 관리에 시사점을 제시하고자 한다. 넷째, TQM의 원리가 혁신적 성과를 제고하는 데 어떠한 역할을 할 수 있는지에 대한 함의를 도출하고자 한다.

2. 문헌연구

2.1 TQM과 혁신

시스템의 안정을 전제로 점진적 개선의 철학을 갖고 있는 TQM은 이제 지배적인 시스템 경영의 원리로 자리잡고 있으며, 제조뿐만 아니라 R&D, 신제품개발(New Product Development; NPD), 서비스 산업, 국방, 공공경영 등 적용영역의 확장이 시도되고 있다(Chatterji and Davidson, 2001; Szakonyi, 1992). TQM이 R&D와 같은 혁신적 활동의 성과에 미치는 영향에 대하여 상반된 입장이 존재하지만, 대체로 TQM의 원리와 혁신적 성과는 상호 보완적이라는 견해가 지배적이다. Kanji(1996)는 TQM과 혁신을 연결하는 모형을 제시하고, 기업사례분석을 통하여 TQM은 혁신을 고양하면서 고객만족이라는 궁극적인 목적을 달성한다고 하였다. 그는 비즈니스가 요구하는 혁신은 TQM의 원리를 통하여 효과적으로 달성될 수 있다고 강조한다. Tang(1998)은 통합적 혁신모형을 설계하면서, 부서 간에 지식 및 인적 교류의 원활화 등 TQM의 원리를 반영함으로써, 일상조업과 혁신의 양면에서 모두 효과적인 조직구조를 제안하였다. Tushman과 O'Reilly III(1996)는 그러한 조직을 진화적 변

화와 혁신적 변화를 모두 포용하는 양수겸장 조직(ambidextrous organization)으로 명명하였다.

이와 같은 관계는 실증적 연구에서도 뒷받침되고 있다. Flynn(1994)은 제품개발기능을 가지는 미국의 42개 공장을 대상으로 품질경영 프랙티스, 조직 하부구조, 제품혁신 속도의 관계를 조사했다. 그 결과, 빠른 제품혁신력을 갖는 조직의 품질경영 프랙티스가 느린 조직보다 더욱 우수하고, 분산화된 조직구조, 인적자원관리, 적시성(just-in-time) 측면에서 수행도가 높은 조직이 빠른 제품혁신을 나타냈다. 이 연구는 TQM의 원리가 혁신의 속도를 높인다는 사실을 보여주는 것이다.

Gustafson and Hundt(1995)는 의료서비스 경영에 활용할 목적으로 혁신성공요인에 관한 주요 실증연구의 결과 속에 내포된 TQM의 요소를 밝히는 문헌분석을 실시하였다. 혁신연구로 널리 알려진 Project SAPPHO I, II, Hungarian SAPPHO, Stanford Innovation Project, Gerstenfeld study, Project NewProd, Utterback Innovation Studies, Delbecq and Mills의 연구가 모두 분석대상에 포함되었다. 분석결과, 혁신의 성공을 결정하는 모든 요인은 대부분 TQM의 원리에도 귀속될 수 있는 것이었으며, TQM의 세부원리는 혁신적 성과의 창출에 대부분 공헌하고 있다는 결론을 내렸다.

McAdam *et al.*(1998)은 아일랜드의 15개 중소기업을 대상으로 정성 및 정량적 방법을 모두 사용하여 TQM과 혁신의 관계를 연구하였다. 그 결과, TQM을 오랫동안 성공적으로 전개한 조직은 지속적인 혁신을 유발하는 조직적, 문화적 토양을 제공한다는 사실을 알아냈다. 따라서, TQM은 혁신의 필요조건이며, 성공적인 TQM은 조직이 필요로 하는 혁신을 자연스럽게 이끌어낸다고 이들은 밝히고 있다.

캐나다의 820개 기업을 대상으로 사업전략의 행태에 관하여 조사한 Baldwin and Johnson(1996)의 연구에서는 TQM에 관련된 전략 및 의사결정의 프랙티스 - 지속적인 기술개선, 에너지 및 원부자재 절감, 적시재고통제, 프로세스 통제, 동기부여, 지속적인 교육 훈련, 고객 서비스, 제품범위, 신제품 발매빈도, 인건비 절감 등 - 의 모든 부분에서 혁신적인 기업일수록 그렇지 않은 기업보다 사용빈도가 더 높고, 종합적인 성과도 더욱 높은 것으로 나타났다.

이상의 논의를 종합하면, TQM의 사용이 혁신적 성과를 더욱 높여주며, 혁신적 기업일수록 TQM의 원리를 더욱 활용하고 있음을 알 수 있다. 따라서 TQM과 혁신은 상호 보완적인 관계로 볼 수 있다.

그러나, TQM과 혁신의 원리는 근본적으로 합치하지 않기 때문에 TQM과 혁신은 상호배타적인 관계를 갖는다고 보는 시각도 있다(Slater and Narver, 1998; Tidd *et al.*, 1997; Wind and Mahajan, 1997; Lynn *et al.*, 1996). 가령, Sitkin *et al.*(1994), Green and Welsh(1988)는 통제에 초점을 두는 TQM 활동이 업무, 역할, 우선순위 등의 불확실성이 높은 환경에서 과연 적절한가에 대한 의문을 제기하고 있으며, Fredrickson(1984), Daft and Lengel(1986), Lord and Maher(1990)는 불확실성이 높은 환경에서 TQM 지향

적 의사결정과 성과는 부(-)의 관계임을 밝혔다.

이러한 논의는 R&D 프로세스에 내재하는 불확실성의 정도나 업무의 특성에 따라서 영향을 받을 것이다. 국내기업에서 수행되는 R&D 프로젝트는 대학, 연구소에서 수행되는 기초연구나 목적연구에 비하여 불확실성이 상대적으로 낮고, 프로세스를 기획하고 통제할 수 있는 여지가 많기 때문에 TQM의 원리가 R&D 프로세스에 유용하며 R&D 성과에 기여할 것으로 예상된다.

2.2 프로세스 성숙도와 혁신

소프트웨어 산업의 경우, 프로세스 성숙도의 모형은 세계적으로 그 보급이 확산되면서 소프트웨어 개발을 위한 사실상 표준모형으로 자리를 잡아가고 있다. 나아가, R&D 등 혁신영역에서도 프로세스 성숙도의 모형을 성공적으로 적용하기 위한 연구가 시도되고 있다(Miller, 2001; Subra, 2000; Dooley, 1999; Patterson, 1993). 특히, 프로세스 성숙도와 신제품개발 프로세스의 성과를 다룬 Subra(2000)의 연구에서는 프로세스 성숙도의 구성개념을 프로세스의 구조화, 목표의 설정능력, 프로세스의 측정능력, 프로세스의 학습능력으로 보았으며, 성과는 제품성공, 프로젝트 성공, 사이클타임으로 보았다. 39개 미국 기업에서 수집된 자료를 회귀분석한 결과, 유의수준 5%에서 프로세스의 측정능력만이 사이클타임의 단축에 영향을 주는 것으로 나타났다.

이러한 실증연구 이외에, 프로세스 성숙도의 개념이 R&D 프로세스의 관리를 위한 규격화 연구에도 활용되고 있다. 가령, 미국 식품의약청은 의료기기 제조업체의 R&D에 있어서 설계의 전과정을 문서화할 것을 요구하는 법안을 제정한 바 있다(FDA, 1996). 이것은 제조의 전체 과정을 규격화하고 문서화한 ISO 9000, 또는 시스템 경영성과의 우수성을 측정하려는 Baldrige 시스템의 평가체계와 같이 R&D에 있어서도 TQM의 원리를 도입하려는 시도로 파악된다. 이와 함께 의료기기용 소프트웨어 개발의 품질보증을 위한 제3자(third-party) 규격이 FDA의 요구사항에 부합하는지를 평가하기 위한 틀을 개발하는 데에도 CMM, ISO9000-3 등 프로세스 관리의 개념이 사용되었다(Bovee *et al.*, 2001)

2.3 기업규모와 프로세스 성숙도

Goldenson and Herbsleb(1995)는 소프트웨어 개발에 있어서 프로세스 성숙도가 높을수록 개발의 성과가 높아지는데, 그것의 정도는 기업규모에 따라 차이가 없는 것으로 분석하였다. 사실, CMM이 요구하는 프로세스 성숙도에 도달하는 데에 기업의 규모가 작용할 여지는 이론적으로 없을 것 같지만, 현실적으로 그렇지 않을 것이다. 가령, Kohoutek(1996)은 프로세스 성숙도 모형이 지속적 개선의 체계가 잘 정비된 대기업에 더욱 적합한 모형이기 때문에 대기업에 비하여 신생기업이나 중소

기업에 있어서는 낮은 유효성을 보일 것이라고 서술하고 있다. 또한, 대기업은 개선지향적, 신생기업은 혁신지향적으로, 기업규모별로 사업목표 및 실행의 지향점이 다르므로 프로세스 성숙도의 역할도 다를 것으로 본다. 프로세스 성숙도와 기업규모의 관계는 아직 본격적으로 검증된 바가 없지만, 기존 문헌과 현실적 요인을 고려해 볼 때, 대기업보다 중소기업에서 수행되는 R&D 프로세스의 성숙도는 낮은 것이며, 그 역할도 다를 것으로 예상된다.

이러한 논의를 종합하면, 프로세스 성숙도의 개념은 품질 프로세스, 소프트웨어 프로세스의 범위를 넘어서 성공적인 NPD 또는 R&D 프로세스를 위한 개념으로 사용되기 시작했으며, 이들 영역에서의 효과에 대한 실증연구도 시작되고 있음을 알 수 있다. 그러나, 혁신영역에서 프로세스 성숙도의 효과를 확실히 판단하기에는 연구결과가 아직 부족한 편이다. 특히, 기업의 R&D 프로세스를 대상으로 프로세스의 성숙도를 다룬 연구는 없으며, 기업규모별로 혁신성과에 대한 프로세스 성숙도가 갖는 효과의 차이는 검증되지 않았다. 다만, 앞선 논의의 TQM과 혁신의 관계를 다룬 문헌에서 알 수 있듯이 TQM의 원리는 R&D 프로세스의 성과에 기여할 것으로 예상되지만, 이를 실증적으로 다룬 문헌은 아직까지 없다. 본 연구는 국내 기업에서 수집한 자료의 분석을 통하여 R&D에서 프로세스 성숙도의 효과를 평가하고, 그 결과를 제시하고 있다.

3. 연구모형 및 가설

3.1 연구모형

3.1.1 프로세스 성숙도

프로세스 성숙도가 R&D 성과에 미치는 영향을 분석하기 위한 연구모형은 <그림1>에 제시되어 있다. 프로세스 성숙도는 Subra(2000)가 NPD 영역에서 개발한 구성개념을 참조하여 사용하였는데, 이들 개념은 다른 R&D 관련문헌에서도 찾아 볼 수 있다.

R&D프로세스의 구조화 정도: Cooper(1993), Griffin(1993)은 R&D 프로세스가 명시적으로 존재하지 않거나 프로세스에 대한 개념이 없는 R&D 활동보다 R&D 프로세스가 공식적으로 확립되어 있으며, 프로세스 단계별로 우수한 프랙티스가 실천된다면 R&D의 성공에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 또한, Cooper and Kleinschmidt(1987)는 구조화된 프로세스를 거친 신제품은 성공적이었으나 비구조적 프로세스를 거친 경우는 실패했으며, Cooper and Kleinschmidt(1996)는 정형화된 프로세스의 존재뿐 아니라 그 프로세스가 잘 실행되어야 비로소 성공에 기여한다고 밝혔다.

목표설정과 진도관리의 우수성: Ancona and Caldwell(1992)은 목표설정과 그 목표를 얼마나 성취하고 있는가에 관련된 진도관리는 팀의 구성과 통합, 팀원의 동기부여에 중요한 역

할을 한다고 하였다. 목표설정은 R&D 시스템과 그 성과를 사전에 나타내기 위하여 보통 정량적으로 표현된다. 목표체계는 문서화되어야 하고, 그것을 달성하기 위하여 자원배분이 필요하다(Baldrige, 2002). 또한 목표는 고객을 만족시키도록 설정되어야 하고, 예산과 일정 부분도 고려하여 설정되어야 할 것이다.

성과측정 및 평가체계의 확립도: 추측이 아니라 사실에 바탕을 둔 의사결정을 위하여 측정은 필요한 도구이다(Paulk *et al.*, 1993; Pfleeger, 1995). Cooper and Kleinschmidt(1995), Griffin (1997)은 우수한 기업일수록 명료한 성과측정기법을 R&D에 적용한다고 밝혔다. 그러한 측정도구는 R&D 프로세스와 그 성과를 정량적으로 측정할 수 있게 고안된 일종의 척도로서 결과중심적인 자료를 제공해야 할 것이다. 따라서 고객지향적 성과, 프로젝트 추진성과, 재무적 성과를 가장 잘 나타내는 척도를 선택해야 하며, 그것을 사용함으로써 프로젝트 활동결과와 회사의 목표를 연계, 조정할 수 있을 것이다(Kerssens-van Drongelen and Bilderbeek, 1999).

학습활동의 우수성: CMM이나, TQM의 원리에서 본다면, R&D 프로세스를 개선하기 위하여 학습이론적 접근이 필요하다. 학습이론적 접근이란 특정한 조직배경 안에서 R&D 프로세스의 성공적인 운영과 관련된 요인을 발견하고 인식하는 능력과 그것을 조직 내에서 효과적으로 보급, 사용하는 능력에 기반을 두면서 접근하는 개념이다. Brown and Duguid(1991), Hughes and Chafin(1996), McKee(1992)의 연구에서 R&D 프로세스를 학습과정의 관점에서 다루면서 혁신에 있어서 학습의 중요성을 언급하였고, Patterson(1993)은 프로세스 학습과 성과의 중요한 관계를 지적하고 있다. 또한, Sirkin *et al.*(1994)은 TQM의 원리에는 통제와 학습, 즉 TQC(Total Quality Control)와 TQL(Total Quality Learning)이라는 상반된 방향성이 내재되어 있는데, TQL의 요소는 다른 요소와 달리 혁신적 성과의 창출에 기여할 수 있으며, 바로 이 점에서 TQM과 혁신은 서로 상승효과를 일으킬 수 있다고 주장한다. Spencer(1994)도 TQM의 실천에서 학습을 강조하면 TQM이 혁신을 제고할 수 있다고 하였다.

3.1.2 R&D 성과

R&D의 성과는 개발성과물이 가져오는 성과와 개발 프로세스 자체의 성과로 구분할 수 있다(Loch *et al.*, 1996). 개발 성과물은 다시 기술적 성과와 시장적 성과로 구분된다. 기술적 성과는 기술적 성능우위, 제품사양, 개발속도, 개발비용, 품질규격, 기술적 혁신성 등으로 볼 수 있으며, 시장적 성과는 고객의 만족도, 고객의 제품수용도, 시장점유율 증가, 수익증가율, 단위 매출증가율, 제품으로부터 발생하는 이윤이나 마진 등으로 볼 수 있다(Griffin and Page, 1996). 프로세스의 성과는 R&D 프로세스 자체가 얼마나 성공적이었는가를 보는 일종의 관리적 성과의 개념으로서, 주로 사이클타임이나 예산, 자원의 소진을 계획에 대비하여 평가하려는 것이다(Cooper, 1993; Chiesa *et al.*, 1996). 따라서, 본 연구는 R&D 성과를 기술적 성공, 상업적 성공, 관리적 성공의 세 측면에서 보고자 한다.

마지막으로, 프로세스 성숙도의 효과가 기업의 규모에 따라서 R&D 성과에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 기업의 규모를 조절변수로 사용하였다.

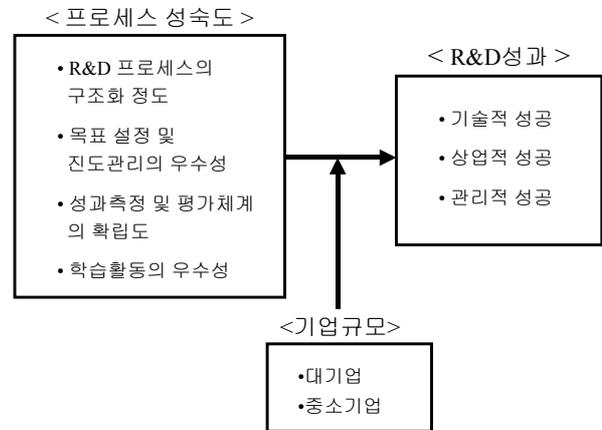


그림 1. 연구모형.

3.2 가설

3.2.1 프로세스 성숙도와 R&D 성과

프로세스 성숙도와 R&D 성과에 관하여 이루어진 2.2절의 문헌검토 결과를 요약하면 다음과 같다. 소프트웨어 개발 프로세스에 있어서 프로세스 성숙도가 높아질수록 소프트웨어의 품질은 높아지고 사이클타임은 짧아지며, 이에 따른 고객의 만족도 역시 높아진다(Goldenson and Herbsleb, 1995, Harter *et al.*, 2000). NPД 프로세스에서는 프로세스 성숙도가 높아짐에 따라서 사이클타임이 개선되는 효과가 있다(Subra, 2000). 프로세스 성숙도는 TQM의 기본적인 개념인데, TQM의 원리는 혁신적 성과의 창출에 도움을 주는 것으로 파악되므로(Kanji, 1996; Tang, 1998; Flynn, 1994; Gustafson and Hundt, 1995; McAdam *et al.*, 1998; Baldwin and Johnson, 1996), 프로세스 성숙도 역시 R&D 프로세스에 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 프로세스 성숙도와 R&D 성과의 관계에 대하여 다음과 같은 가설을 설정한다.

가설1: 프로세스 성숙도는 R&D 성과에 긍정적인 영향을 줄 것이다.

가설1-1: 프로세스 성숙도는 기술적 성과에 긍정적인 영향을 줄 것이다.

가설1-2: 프로세스 성숙도는 상업적 성과에 긍정적인 영향을 줄 것이다.

가설1-3: 프로세스 성숙도는 관리적 성과에 긍정적인 영향을 줄 것이다.

3.2.2 기업규모에 따른 프로세스 성숙도의 효과

마찬가지로, 2.3절에서 이루어진 기업규모와 프로세스 성숙

도의 효과에 관한 문헌검토의 결과에 따라, 기업규모에 따른 프로세스 성숙도의 수준 및 효과의 차이에 관하여 다음과 같은 가설을 설정할 수 있다.

가설2: 기업규모별로 프로세스 성숙도의 수준에 차이가 있을 것이며, 그 효과도 다를 것이다.

가설2-1: 대기업이 중소기업보다 프로세스 성숙도의 수준이 높을 것이다.

가설2-2: 대기업과 중소기업은 프로세스 성숙도의 효과가 서로 다를 것이다.

4. 연구방법론

4.1 자료수집 및 기술통계

제품화 및 상업화 과정이 포함된 R&D 프로세스가 본 연구의 모집단이 되는데, 본 연구에서는 한국산업기술진흥협회와 매일경제신문사가 공동 주관하여 IR52 장영실상 수상과제 목록을 표본 프레임으로 결정하였다. 2002년을 기준으로, 국내에는 10개의 R&D 관련 시상제도와 6개의 신기술개발 인증제도가 있다. 그 가운데 장영실상은 시상대상을 국내기업에서 개발된 신제품 중에서 신청접수 전 2년 이내에 상용화한 제품으로 규정하고 있어 선정기준에 R&D 및 제품의 상업화 개념이 내포되어 있다. 장영실상의 선정 및 시상은 매년 52건으로 한정되므로, 수상기술들은 해당 연도에 우리 나라의 대표적인 성공적 R&D의 사례로 인정된다. 자료수집의 가능성과 신뢰성을 고려하여 원칙적으로 IMF 외환위기 이후인 1998년도부터 2001년도 47주차까지의 206개의 수상과제를 수행한 개발 책임자 또는 이에 준하는 개발 참여자나 관리자를 대상으로 하여 전화 접촉을 병행한 우편 설문지 방식을 취하였다(조사기간: 2001년 7월-10월). 회수한 응답지 가운데 무효 응답지 1건을 제외하고, 모두 47개 기업으로부터 77건의 유효 응답지(1997년도 3건 포함)를 확보하였고, 유효 설문 회수율은 37.4% 이다.

응답에 참여한 기업규모의 분포를 보면, 대기업 과제가 66%(51건), 중소기업 과제가 34%(26건)로 나타나, IR52 장영실상 수상과제 모집단 전체가 갖는 기업규모의 분포 65%, 35%와 거의 일치한다. 또한, 표본 프로젝트의 수상연도의 분포는 2001년도 24.7%(19건), 2000년도 29.9%(23건), 1999년도 27.3%(21건), 1998년도 이하가 18.2%(14건)로 나타났다. 개발기간의 평균, 중위수, 최빈값은 각각 32.22개월, 28개월, 24개월이며, 참여인원의 경우 각각 11.62명, 10명, 5명으로 나타났다. 표본 프로젝트의 개발분야별 분포를 보면, 전기전자 33.8%(26건), 정보통신 18.2%(14건), 기계금속 20.8%(16건), 화학생물 14.3%(11건), 소재환경 및 기타분야가 12.9%(10건)로 나타났다. 연구개발비의 분포는 5억 미만인 32.5%(25건), 5억 이상 20억 미만이 33.8%(26건), 20억 이상 50억 미만이 26.0%(20건), 50억 이상

이 7.7%(6건)로 나타나, 표본 프로젝트는 산업별, 규모별로 비교적 고른 분포를 보이고 있다.

4.2 변수의 측정

프로세스의 성숙도와 R&D 성과를 측정하기 위하여 본 연구는 기존문헌에서 항목을 선정하여 측정도구로 구성하여 사용하였다. 즉, CMM의 18개 핵심 프로세스 영역의 일반화와 관련된 Paulk(1996)의 연구, 신제품개발 프로세스 성숙도와 관련된 Subra(2000)의 연구, R&D와 신제품혁신의 성패요인을 다룬 Balanchandra(1997)의 연구를 참고하여 연구모형에 나타난 각 개념을 측정해 줄 것으로 보이는 18개(프로세스 성숙도)와 17개(R&D 성공)의 측정항목을 각각 설정하였다(<표 1> 참조).

프로세스 성숙도의 측정항목들은 R&D 및 신제품개발 프로세스에서 베스트 프랙티스로 알려진 행위에 근거하여 선정된 것이다. 베스트 프랙티스란 과거의 프로세스에서 성공적으로 판명된 하나의 전문적 행위 또는 방법을 말한다. 따라서, 개념적으로 프로세스 성숙도는 선택된 베스트 프랙티스의 활용도와 비례하게 된다. 각 측정항목은 모두 Likert-type 5점 척도(1점: 절대 그렇지 않다, 5점: 절대 그렇다)로 측정된다. 설정된 측정항목들이 연구모형에 있는 개념들을 올바르게 측정해 주는지를 보기 위하여 측정항목의 타당성 검토와 측정항목들의 일관성을 보는 신뢰성 검토를 통하여 최종적인 측정도구를 구성한다. 측정값은 측정항목들의 평균값을 사용한다. 마지막으로, 기업의 규모는 대기업과 중소기업으로 구분하는데, 그 기준은 국내 법령에 따라 장영실상 수상과제의 데이터베이스에 분류된 것을 따르기로 한다.

4.3 측정도구의 신뢰성과 타당성

본 연구에서 사용된 측정도구는 기존 문헌을 근거로 설정되었기 때문에 측정의 신뢰성과 개념의 타당성을 검토해야 한다. 먼저, 측정항목들이 각 변수의 개념을 올바르게 측정해 주는지를 알아보기 위하여 주성분분석을 실시하였으며, Varimax방법으로 회전한 회전성분행렬표는 <표 2>, <표 3>과 같다. 성분수의 결정기준으로 프로세스 성숙도는 아이겐 값 1 이상으로 하고, R&D 성과는 성분 수 3을 지정하였다. 성분 수를 지정한 이유는 R&D 성과의 경우 새로운 성과 측면의 발견보다는 연구모형에서 설정된 성과 측면에 대한 측정항목의 분류 및 개념 타당성에 더욱 초점을 두려고 하기 때문이다.

타당성 분석결과를 보면, 프로세스 성숙도는 모두 5개의 성분이 추출되었는데(<표 2> 참조), 항목 I3은 어디에도 묶이지 않고 단독으로 하나의 성분을 구성하고 있다. 나머지 네 성분은 연구모형에서 설정된 프로세스 성숙도의 개념을 측정해 주는 것으로 판단된다. 이에 따라, I3 항목은 측정도구의 구성에서 제외한다. 또한, R&D 성과를 나타내는 세 가지 성분의 항목 구성(<표 3> 참조)을 살펴보면 연구모형에서 설정된 성과변

표 1. 초기에 설정된 측정항목의 목록

		설 정 항 목	
프로세스 성숙도	(I1) 제품요구사항(PRQT)의 문서화	(I10) 과제의 경제적, 시장적, 기술적 목표의 명확성	(I11) 추진일정의 지속적 관리
	(I2) 공식적 경로를 통한 PRQT의 변경	(I12) 특정 단계에서 일어난 지연의 원인을 철저히 조사	(I13) 중간 성과평가의 실시
	(I3) 설계 초기단계에서만 PRQT의 변경 허용	(I14) 정량적인 방법을 사용한 중간 및 최종 성과의 측정	(I15) 사업목표와 과제목표의 관련성 이해도
	(I4) 사전에 정해진 원칙과 기준에 따라 PRQT의 변경	(I16) 제품개발 추진과정 및 관련 매뉴얼의 이해도	(I17) 과거 과제참여경험의 효용도
	(I5) 제품 컨셉트(PCT)에 대한 관련 부서의 서면 동의	(I18) 과거의 성공사례를 연구하면서 추진	
	(I6) PCT에 관련된 모든 사항의 문서화		
	(I7) PCT 단계부터 문서에 근거하여 모든 업무 수행		
	(I8) 프로세스의 모든 과정과 활동의 매뉴얼화		
	(I9) 과제의 목표달성을 위한 공식적인 자원배정의 시행		
R&D 성과	(D1) 과제 제안서에 설정된 목표 기술수준의 달성	(D10) 재무구조 개선의 정도	(D11) 본 제품에 대한 고객의 평가
	(D2) 특허, 논문 등 지적 산출물의 획득	(D12) 동종 제품과 경쟁의 정도	(D13) 본 제품의 품질 수준
	(D3) 새로운 기술과 노하우의 습득	(D14) 예정된 개발기간 안에 종료	(D15) 배정된 예산범위 내에서 수행
	(D4) 후속 과제 테마 또는 아이디어의 획득	(D16) 예상한 과제 성과물의 획득	(D17) 계획대비 각 일정의 조기완결
	(D5) 과제성과에 대한 기술자들의 평가		
	(D6) 과제의 성과에 대한 사내의 평가		
	(D7) 개발된 핵심기술의 수준		
	(D8) 본 제품의 예상대비 이익발생의 수준		
	(D9) 본 제품의 시장점유율 수준		

표 2. 프로세스 성숙도의 회전성분 행렬표

항 목	추출된 성분				
	R&D 프로세스의 구조화 정도	목표설정 및 진도관리의 우수성	성과측정 및 평가체계의 확립도	학습활동의 우수성	설계변경의 경직성
I7	.889	.178	.152	.081	.085
I6	.843	.096	.241	-.057	-.155
I5	.795	.159	.221	.125	-.048
I8	.794	.144	.233	.250	-.065
I2	.760	.213	.134	.303	.161
I1	.724	.285	.057	.063	.225
I4	.693	.146	.376	.207	.081
I9	.154	.850	.004	.204	-.040
I10	.200	.740	.391	-.056	-.067
I11	.178	.671	.479	.207	.155
I15	.414	.532	.120	.201	-.350
I16	.417	.530	.054	.368	-.209
I12	.228	.148	.873	.062	-.035
I14	.279	.259	.695	.275	.027
I13	.553	.077	.635	.056	-.160
I18	.258	.028	.218	.867	-.069
I17	.088	.406	.063	.811	-.060
I3*	.120	-.093	-.031	-.083	.902
아이겐값	8.292	2.012	1.278	1.101	1.040

*: 항목구성에서 제외

수의 개념과 역시 일치한다. 다만, D4, D11, D16의 항목은 어느 하나의 성분으로 묶을 수 없기 때문에 항목구성에서 제외하기로 한다.

표 3. R&D 성과의 회전성분 행렬표

항목	추출된 성분		
	기술적 성공	상업적 성공	관리적 성공
D5	.824	.095	.226
D1	.641	.025	.299
D7	.628	.126	-.026
D6	.618	.289	.148
D13	.580	.293	-.186
D3	.437	.019	.042
D2	.386	-.126	.315
D9	.108	.878	.022
D8	.114	.843	.251
D10	.066	.839	.175
D11*	.530	.553	-.002
D12	.059	.517	-.077
D4*	.202	.234	-.085
D17	.008	.050	.838
D14	.139	.054	.835
D15	.063	.017	.788
D16*	.497	.223	.511
아이겐값	3.167	3.079	2.687

*: 항목구성에서 제외

타당성 검증에서 편성된 측정도구들의 개념, 측정항목, 측정평균값 및 표준편차, 신뢰성 검토의 결과는 <표 4>에 제시되어 있다. 신뢰성 검토는 동일개념을 측정하는 항목들이 갖는 공분산성에 근거하는 내적 일관성을 사용했으며, Cronbach's alpha 값이 보통 0.6 이상이면 분석에 사용될 수 있는 다항목 척도가 된다(Davis and Cosenza, 1985). 프로세스 성숙도의 경우, 신뢰성을 저해하는 항목이 발견되지 않았으며, 네 변수 모두 매우 높은 내적 일관성을 나타냈다. R&D 성과변수의 경우, 기술적 성공에서 2개 항목(* 표시 항목), 상업적 성공 및 관리적 성공에서 각각 1개 항목이 신뢰성을 다소 저해하지만, 이들 항목은 각 성공의 유형을 나타내는 데 전형적으로 사용되는 개념일 뿐 아니라, 측정항목에 포함된 상태에서도 각 변수의 측정 신뢰성이 높은 수준을 나타내므로 측정항목에 이들을 포함하기로 한다. 이러한 과정을 거쳐서 본 연구는 측정도구의 개념적 타당성과 측정의 신뢰성을 확보하였다.

5. 분석

5.1 표본과제의 특성과 시장환경

장영실상 수상제품 개발 당시의 시장환경을 파악함으로써 우리나라 기업에서 성공적으로 수행된 R&D의 특성을 먼저 살펴 봐야 한다. 이를 위하여 설문에 시장경쟁성에 관한 질문 항목을 포함시켰다. 시장경쟁성이란 제품이 속한 시장에서의

표 4. 변수의 개념, 측정항목 및 신뢰성 검토결과

변수	개념	측정 항목	평균	표준편차	N	항목 수	alpha
R&D 프로세스의 구조화 정도	R&D 프로세스가 사전에 규정되어 있으며, 그것에 의하여 각 활동들이 이루어지는 정도	I1, I2, I4, I5, I6, I7, I8	3.77	0.81	75	7	0.935
목표설정 및 진도관리의 우수성	R&D의 목표설정 및 프로세스 관리의 우수성을 나타내는 정도	I9, I10, I11, I15, I16	4.23	0.57	74	5	0.841
성과측정 및 평가체계의 확립도	R&D의 성과를 측정하고 평가하는 체계가 확립된 정도	I12, I13, I14	3.96	0.71	76	3	0.823
학습활동의 우수성	과거에 성공적이었던 R&D 프로세스의 학습과 관련된 활동을 수행한 정도	I17, I18	3.75	0.92	74	2	0.805
기술적 성공	R&D 프로젝트의 수행에서 얻은 유형 및 무형의 기술적 성과의 정도	D1, D2, D3, D5, D6, D7, D13	4.42	0.43	76	7	0.714
상업적 성공	R&D 프로젝트를 통하여 개발한 제품의 상업적 판매를 통하여 얻은 유형 및 무형의 경영적 성과의 정도	D8, D9, D10, D12	3.70	0.85	75	4	0.808
관리적 성공	R&D 프로젝트의 추진과정에서 있어서 유형 및 무형의 관리적 성공의 정도	D14, D15, D17	3.56	0.91	77	3	0.818

업체 간 경쟁의 정도를 말한다. 응답을 분석한 결과, 해외시장에서 경쟁이 강하거나 매우 강하다고 응답한 경우가 75%, 국내시장의 경우는 66%로서, 국내보다 해외시장에서의 경쟁이 높은 프로젝트가 다소 많은 것으로 나타났다. 독점력과 경쟁은 반비례하므로, 장영실상 수상과제는 해외보다 국내에서 독점력이 상대적으로 크다고 하겠다. 즉, 국내시장의 독점력을 행사하게 해 주는 국내 최초이자 세계에서 두, 세 번째 정도인 기술 및 제품이 많음을 의미한다. 이를 확인하기 위하여 기술의 신규성을 질문한 항목에서도 세계 최초 31.2%보다 국내최초라고 응답한 비율이 66.2%를 차지하여 국내기업의 R&D 특성을 뒷받침한다. 이렇게 볼 때, 표본과제들은 기술돌파적인 성격보다 선진국의 기술을 추격하면서 비교적 단기간(개발기간의 중위수 28개월, 4.1절 참조)에 세계에서 두, 세 번째이면서 국내 최초인 신제품을 개발하려는 창조적 모방 또는 성능개선을 위한 것이 더욱 많음을 알 수 있다.

5.2 분석방법

가설 1에 서술된 프로세스의 성숙도와 R&D 성과의 관계를 분석하기 위한 방법으로 중회귀분석을 사용한다. R&D 성과변수를 각각 종속변수로 하고, 프로세스 성숙도를 나타내는 4개의 변수를 독립변수로 분석하며, 표준화된 회귀계수를 가설검정에 사용한다. 각 회귀모형의 타당성과 회귀분석의 가정사항을 체크하기 위하여 다음과 같이 필요한 사항을 살펴본 결과, 수집된 자료를 중회귀분석에 사용하는 데 문제가 없다는 것을 확인하였다. 첫째, 추정값의 표준오차값은 종속변수의 표준편차값보다 모두 작기 때문에 중회귀모형은 통계적으로 예측력을 갖는다. 또한, 각 회귀모형의 회귀표준화 잔차는 정규분포에 근사한 분포를 가지며, 회귀 스튜던트화 잔차와 회귀 표준화 예측값의 산점도에서 각 회귀모형 모두 잔차의 대부분이 $\pm 2\sigma$ 범위 내에 존재한다. 그리고, Durbin-Watson 통계량은 모두 적정한 범위(2 근방) 내에 있어 잔차의 자기상관성은 없는 것

으로 판단된다. 한편, 가설 2의 기업규모별 차이를 보기 위해서는 t 검정과 중회귀분석을 함께 사용한다.

5.3 가설검정

5.3.1 상관관계분석

변수들의 Pearson 상관관계수가 <표 5>에 나타나 있다. 프로세스 성숙도를 나타내는 변수들 간에 대략 50% 내외의 상관관계를 갖는 것으로 나타나, 독립변수의 다중 공선성 문제가 다소 의심된다. 이를 검토하기 위하여 공선성 통계량인 공차한계값(tolerance)을 살펴보고, SPSSWIN 10.0에서 제공되는 공선성 진단을 수행하였다. 공차한계값이 0에 가까울수록 다중 공선성이 문제가 되는데, 각 독립변수들의 공차한계값은 0.516과 0.706 사이에 분포한다. 또한 공선성 진단표에서 제공되는 상태지수(condition index)의 값은 모두 30 이하로 나타나, 변수들 간에 심각한 다중 공선성의 문제는 없다고 판단된다(SPSS, 1999).

5.3.2 프로세스 성숙도와 R&D 성과

프로세스 성숙도가 R&D 성과에 긍정적인 효과를 가질 것이라는 가설1을 검정하기 위하여 실시한 중회귀분석의 결과가 <표 6>에 제시되어 있다. 분석결과, 프로세스 성숙도의 성분 가운데 목표설정 및 진도관리의 우수성이 기술적 성공과 상업적 성공에 유의한 영향을 미치며, 학습활동의 우수성이 상업적 성공에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 문헌에서 전통적으로 강조되고 있는 R&D 프로세스의 구조화 정도, 성과 측정 및 평가체계의 확립도의 성분은 이번 분석에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한, 이들 성분들이 통계적으로 유의하지 않지만 상업적 성공과 기술적 성공에 대하여 각각 부(-)의 효과를 나타낸다는 점은 흥미롭다. 따라서, 가설1-1과 가설1-2는 부분적으로 지지되고, 가설1-3은 기각됨에 따라, 프로세스 성숙도는 R&D 성과에 대하여 부분적으로 기여하는 것으로 분석된다.

표 5. Pearson의 상관관계수(N=77)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
R&D프로세스의 구조화 정도(1)	—	—	—	—	—	—
목표설정 및 진도관리의 우수성(2)	.573***	—	—	—	—	—
성과측정 및 평가체계의 확립도(3)	.635***	.573***	—	—	—	—
학습활동의 우수성(4)	.413***	.521***	.390***	—	—	—
기술적 성공(5)	.406***	.516***	.262**	.370***	—	—
상업적 성공(6)	.083	.267**	.120	.399***	.309***	—
관리적 성공(7)	.309***	.220*	.304***	.127	.266**	.151

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$ 양쪽 검정

표 6. 프로세스 성숙도와 R&D 성과에 대한 회귀분석 결과 (N=74)

독립변수 \ 종속변수	기술적 성공	상업적 성공	관리적 성공
R&D 프로세스의 구조화 정도	.222	-.190	.219
목표설정 및 진도 관리의 우수성	.409***	.254*	.008
성과측정 및 평가 체계의 확립도	-.165	.006	.141
학습활동의 우수성	.130	.342***	-.022
수정된 R ²	.265	.155	.052
추정값의 표준오차	.373	.780	.893
F-ratio	7.566***	4.350***	2.009
Durbin-Watson	1.937	2.055	2.045

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

5.3.3 기업규모에 따른 프로세스 성숙도의 효과

(1) 기업규모별 프로세스 성숙도의 수준

대기업이 중소기업보다 프로세스 성숙도와 R&D 성과의 수준이 높은지를 알아보기 위하여 실시한 t 검정의 결과가 <표 7>에 제시되어 있다. 검정결과, 대기업이 중소기업보다 프로세스 성숙도의 수준이 더 높은 것으로 나타났다. R&D 성과의 측면에서는 대기업이 중소기업보다 기술적, 관리적 성과의 수준이 더욱 높은 것으로 나타났다. 따라서, 대기업이 중소기업보다 프로세스의 성숙도가 높으며 R&D 성과의 수준도 높을 것이라는 가설2-1은 지지된다. 변수별로 보면, 학습활동의 우수성과 관리적 성과에 있어서 차이가 가장 크다. 대기업은 중소기업보다 과거의 프로젝트에 대한 학습 여건이 좋으며 프로젝트 관리의 경험과 기술이 더욱 축적되어 있기 때문에 이러한 차이가 발생하는 것으로 보인다.

표 7. 기업규모별 프로세스 성숙도 및 R&D 성과 수준의 차이

변 수	평 균		평균차 (대기업-중소기업)
	대기업 (N=51)	중소기업 (N=26)	
R&D 프로세스의 구조화 정도	3.916	3.494	0.422** (+)
목표설정 및 진도 관리의 우수성	4.365	3.962	0.403*** (+)
성과측정 및 평가 체계의 확립도	4.098	3.692	0.406** (+)
학습활동의 우수성	4.000	3.260	0.740*** (+)
기술적 성공	4.494	4.280	0.214** (+)
상업적 성공	3.688	3.724	0.036 (+)
관리적 성공	3.686	3.308	0.378* (+)

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

(2) 기업규모별 프로세스 성숙도와 R&D 성과

한편, 기업규모별로 프로세스 성숙도가 R&D 성과에 대하여 갖는 영향을 알아보기 위하여 기업규모별로 중회귀분석을 실시하였다. <표 8>은 대기업에 있어서 프로세스 성숙도와 R&D 성과에 대한 회귀분석의 결과를 나타낸다. 대기업의 경우, 프로세스 성숙도의 성분 가운데 목표설정 및 진도관리의 우수성과 학습활동의 우수성이 상업적 성과에 기여하는 것으로 나타났다.

한편, <표 9>는 중소기업에 있어서 프로세스 성숙도와 R&D 성과에 대한 회귀분석의 결과를 나타낸다. 중소기업의 경우, 목표설정 및 진도관리의 우수성이 기술적 성공에, 학습활동의 우수성이 상업적 성공에 각각 기여하는 것으로 나타났지만, 상업적 성공에 대한 회귀식이 유의하지 않음에 따라, 프로

표 8. 대기업에 있어서 프로세스 성숙도와 R&D 성과에 대한 회귀분석 결과(N=49)

독립변수 \ 종속변수	기술적 성공	상업적 성공	관리적 성공
R&D 프로세스의 구조화 정도	.224	-.196	.254
목표설정 및 진도 관리의 우수성	.104	.423*	.141
성과측정 및 평가 체계의 확립도	.068	.011	-.167
학습활동의 우수성	.218	.292**	-.085
수정된 R ²	.163	.212	.016
추정값의 표준오차	.355	.762	.874
F-ratio	3.334**	4.223***	0.813
Durbin-Watson	2.031	2.067	2.028

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

표 9. 중소기업에 있어서 프로세스 성숙도와 R&D 성과에 대한 회귀분석 결과(N=25)

독립변수 \ 종속변수	기술적 성공	상업적 성공	관리적 성공
R&D 프로세스의 구조화 정도	.322	-.170	.012
목표설정 및 진도 관리의 우수성	.570**	.022	.038
성과측정 및 평가 체계의 확립도	-.296	-.095	.463
학습활동의 우수성	-.050	.541**	-.014
수정된 R ²	.285	.099	.075
추정값의 표준오차	.416	.806	.953
F-ratio	3.394**	1.657	1.487
Durbin-Watson	1.637	2.180	2.151

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

세스 성숙도가 기술적 성공에만 영향을 주는 것으로 분석된다. 따라서, 상대적으로 대기업은 상업적 성공에, 중소기업은 기술적 성공에 대하여 프로세스 성숙도가 효과를 갖는 것으로 분석됨으로써 기업규모별로 프로세스 성숙도의 효과구조가 다르다는 가설 2-2는 지지된다.

6. 논의 및 결론

본 연구는 우리 나라의 기업에서 성공적으로 수행된 R&D 프로젝트를 대상으로 R&D 프로세스의 성숙도가 성과에 미치는 영향을 실증적으로 분석한 것으로, 주요결과는 다음과 같다.

첫째, 프로세스 성숙도는 R&D 성과에 부분적으로 기여한다. 이를 구체적으로 보면, 프로세스 성숙도의 성분 가운데 목표 설정 및 진도관리의 우수성은 기술적 성공과 상업적 성공에 기여하며, 학습활동의 우수성은 상업적 성공에 기여한다. 그러나, 프로세스의 구조화 정도와 성과측정 및 평가체계의 확립도가 R&D 성과에 대하여 갖는 영향성은 검증되지 않았다. 이것은 혁신적 활동에 있어서 프로세스의 구조화가 연구업무의 자유도를 제약하고 관료성을 증대함으로써 창조성을 저해하고 프로젝트의 일정을 지연시키는 역기능을 가질 수 있으며, TQM의 주요 프랙티스인 측정체계에 기반하여 NPD 프로세스를 통제하고 개선하는데 실패와 좌절을 겪는 기업이 점차 늘어난다는 사실(Griffin, 1993)과 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 또한, 일반적으로 수용되어 온 통제중심의 성숙도와 프로세스의 구조화가 개선지향적 프로세스를 넘어 혁신지향적 프로세스에도 적용될 수 있는 보편적인 개념인 것인가에 대한 Kohoutek(1996)의 지적과 관련지어 볼 수 있을 것이다.

둘째, 대기업이 중소기업보다 프로세스 성숙도의 수준이 높은 것으로 나타나, 기업의 규모와 프로세스 성숙도의 수준은 서로 관련이 있다. 소프트웨어 개발 프로세스의 경우, 외국의 연구에서는 기업규모의 차이에 따른 프로세스 성숙도의 차이는 없는 것으로 나타났지만(Goldenson and Herbsleb, 1995), 국내의 연구에서는 기업규모의 차이를 반영하는 투자수준의 차이에 따른 프로세스 성숙도의 차이가 있는 것으로 나타났다(Kim *et al.*, 2002). R&D 프로세스를 대상으로 한 본 연구에서도 기업의 규모에 따라 프로세스 성숙도의 차이가 발견되었다. 이것은 대기업이 중소기업보다 프로세스 능력이 우수한 국내기업의 보편적 특성이 반영된 결과라고 생각한다.

셋째, R&D 성과에 대한 프로세스 성숙도의 역할이 기업규모별로 다르다. 대기업의 경우 프로세스 성숙도는 상업적 성과와 관련이 있으며, 중소기업의 경우 기술적 성과와 관련이 있다. 이것은 국내기업의 R&D 프로세스가 대기업의 경우 상대적으로 시장 및 재무지향적이며, 중소기업의 경우 상대적으로 기술지향적인 것을 암시하고 있는 것으로 해석된다.

이상과 같이 R&D 프로세스에서 프로세스 성숙도의 부분적인 효과가 확인됨으로써, 혁신 프로세스에서도 TQM의 원리가

제한적으로 수용될 수 있음을 본 연구에서 실증적으로 밝혔다. 그러나, 프로세스의 구조화나 성과측정 및 평가와 같이 생산 및 품질 프로세스에서 전통적으로 강조되어 온 TQM의 성분보다 프로세스의 목표설정과 학습활동과 관련된 성분이 중요한 것으로 나타남으로써, 향후 TQM과 혁신의 관련성을 연구해 나가는 데 필요한 시사점이 되고 있다.

또한, R&D 프로세스의 성과를 높이기 위하여 현장에서 과도한 R&D 프로세스의 구조화나 성과측정 및 평가위주의 관리보다는 목표설정과 진도관리에 관련된 관리적 프랙티스를 사용하고, 프로세스 학습활동과 관련된 지식관리에 초점을 두어야 한다는 것을 본 연구의 결과에 근거하여 권장할 수 있다.

한편, 프로세스 성숙도의 제한적 역할을 확인한 본 연구의 분석결과는 기존 연구의 결과와 부합되는 측면이 많다. Subra (2000)의 연구에서 전통적으로 중요시되어 왔던 프로세스의 구조화 등이 혁신적 활동의 성과와 갖는 통계적 유의성은 밝혀지지 않았다. 또한, Eisenhardt and Tabrizi(1995)는 시장변동성이 높은 환경에서 혁신에 대한 전통적인 개선지향적 접근은 효과적이지 않다고 하였다.

그러나, 지금까지 혁신 프로세스에서 성숙도의 효과에 대한 연구의 축적이 아직 미진한 편이며, 본 연구 역시 탐색적 연구의 성격을 가지므로, 프로세스의 구조화, 성과측정 및 평가체계 확립도의 요인이 과연 어느 정도 효과를 갖는가, 또는 갖지 않는가를 판단하기 위해서는 앞으로 다양한 후속 연구를 필요로 한다고 하겠다.

끝으로, 본 연구는 R&D 프로세스에 있어서 프로세스 성숙도의 효과를 분석하고, R&D 관리를 위한 시사점을 제공하지만, 몇 가지 한계점을 안고 있다.

첫째, 연구모형에 있어서 프로세스 성숙도와 R&D 성과의 관계에 영향을 주거나 매개하는 조절변수를 다양하게 고려하지 못하였다. 앞으로, R&D 프로세스와 성과에 영향을 줄 것으로 생각되는 조직관련 변수와 함께 다양한 혁신성을 갖는 R&D 프로젝트를 포함시킬 필요가 있다.

둘째, 프로젝트 리더는 자신의 프로젝트에 적용되는 조직 내의 성숙도를 평가할 수 있다는 전제에서 이번 연구는 프로젝트 수준에서 이루어졌다. 그러나 프로세스 성숙도의 평가는 프로그램 수준에서 개념적 타당성이 더욱 높으므로, 프로그램 수준에서의 연구가 향후 수행될 필요가 있다.

셋째, R&D 프로세스의 특성이 더욱 잘 반영된 측정도구의 개발이 필요하다. 본 연구의 표본은 신제품개발을 주목적으로 하는 R&D 프로젝트이므로 신제품개발 프로세스를 근거로 개발된 기존 도구를 수정하여 사용할 수 있었지만, 연구의 내적 타당성을 높이기 위하여 R&D 프로세스의 성숙도를 측정하는 도구의 개발이 별도로 필요할 것이다.

넷째, 기존 연구보다 표본의 수가 많지만, 그럼에도 불구하고 표본의 크기가 제한적이었기 때문에 일부 통계적 결과에 영향을 주었을 것이다. 또한, 5.2절에 서술한 바와 같이 사용된 자료 및 회귀모형의 특성이 통계적으로 수용할 수 있는 범위

내에 있지만, 회귀모형의 설명력이 전반적으로 낮다는 문제점 때문에 본 연구결과를 해석하는 데 주의해야 한다. 따라서, 표본의 확대와 함께 R&D 프로세스의 구조화가 요구되는 업종, 그렇지 않은 업종 등을 구분하여 다루어 본다면 더욱 의미있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

이외에, 실증분석 결과의 타당성을 강화하는 사례연구 등 정성적 연구를 추가하지 못하였다. TQM의 원리와 혁신의 성과에 대한 추후 연구에서 이러한 한계점이 적절히 다루어지기를 기대한다.

참고문헌

- Ancona, D. G. and Caldwell, D. F. (1992), Demography and Design: Predictors of New Product Team Performance, *Organization Science*, 3, 321-340.
- Balachandra, R. and Friar, J. H. (1997), Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation: A Contextual Framework., *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(3), 276-287.
- Baldrige National Award Program (2002), *2002 Criteria for Performance Excellence*, NIST.
- Baldwin, J. R. and Johnson, J., (1996), Business Strategies in More and Less-innovative firms in Canada, *Research Policy*, 25, 785-804.
- Beckford, J. (1998), *Quality: A Critical Introduction*, Routledge.
- Bhattacharya, S., Capone, J. M., Dooley, K., Palangala, S., Yang, H. S., Baumann, W. and Fritsch, J. (1999), The Network Maturity Model for Internet Development, *Computer*, 32, 117-118.
- Bovee, M. W., Paul, D. L. and Nelson, K. M. (2001), A Framework for Assessing the Use of Third-Party Software Quality Assurance Standards to Meet FDA Medical Device Software Process Control Guidelines, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(4), 465-478.
- Brown, J. and Duguid, O. (1991), Organizational Learning and Communities of Practice: toward a Unified View of Working, Learning and Innovation, *Organization Science*, 2, 40-57.
- Chatterji, D. and Davidson, J. M. (2001), Examining TQM's Legacies for R&D, *Research · Technology Management*, January-February, 10-12.
- Chiesa, V., Coughlan, P. and Voss, C. A. (1996), Development of a Technical Innovation Audit, *Journal of Product Innovation Management*, 13, 105-136.
- Cooper, R.G. (1993), *Winning at New Products*, 2nd ed., Addison Wesley.
- Cooper, R. G. and Kleinschmidt, E. J. (1987), New Products: What Separates Winners From Losers?, *Journal of Product Innovation Management*, 4, 169-184.
- Cooper, R. G. and Kleinschmidt, E. J. (1995), Benchmarking the Firms' Critical Success Factors in New Product Development, *Journal of Product Innovation Management*, 12, 374-391.
- Cooper, R. G. and Kleinschmidt, E. J. (1996), Winning Businesses in Product Development: the Critical Success Factors, *Research Technology Management*, 39, July-August, 18-29.
- Crosby, P. B. (1979), *Quality is Free*, McGraw-Hill.
- Daft, R. and Lengel, R. (1986), Organization Information Requirements, Media Richness, and Structural Design, *Management Science*, 32(5), 554-571.
- David, D. and Cosenza, R. M. (1985), *Business Research for Decision Making*, Kent Publishing Co.
- Dooley, K. (1999), *The Paradigms of Quality: Evolution and Revolution in the History of the Discipline*, Working Paper, Dept. of Industrial Engineering & Management, Arizona State University.
- Eisenhardt, K. M. and Tabrizi, B. N. (1995), Accelerating Adaptive Processes: Product Innovation in the Global Computer Industry, *Administrative Science Quarterly*, 40, 84-110.
- FDA (1996), *Federal Register, Part VII: CFR Parts 808, 812 and 820 Medical Devices; Current Good Manufacturing Practice (CGMP); Final Rule*, Department of Health and Human Services.
- Flynn, B. B. (1994), The Relationship between Quality Management Practices, Infrastructure and Fast Product Innovation, *Benchmarking for Quality Management and Technology*, 1(1), 48-64.
- Fredrickson, J. (1984), The Comprehensiveness of Strategic Decision Processes: Extensions, Observations, and Future Directions, *Academy of Management Journal*, 27(3), 445-466.
- Goldenson, D. and Herbsleb, H. (1995), *After the Appraisal: A Systematic Survey of Process Improvement, Its Benefits, and Factors that Influence Success*, CMU/SEI-95-TR-009, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, PA.
- Green, S. and Welsh, M. (1988), Cybernetics and Dependence: Reframing the Control Concept, *Academy of Management Review*, 13(2), 287-301.
- Griffin, A. (1993), Metrics for Measuring Product Development Cycle Time, *Journal of Product Innovation Management*, 10, 112-125.
- Griffin, A. (1997), PDMA Research on New Product Development Practices: Updating Trends and Benchmarking Best Practices, *Journal of Product Innovation Management*, 14, 429-458.
- Griffin, A. and Page, A. L. (1996), PDMA Success Measurement Project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure, *Journal of Product Innovation Management*, 13, 478-496.
- Gustafson, D. H. and Hundt, A. S. (1995), Findings of Innovation Research Applied Quality Management Principles for Health Care, *Health Care Management Review*, 20(2), 16-33.
- Harter, D. E., Krishnan, M. S. and Slaughter, S. A. (2000), Effects of Process Maturity on Quality, Cycle Time, and Effort in Software Product Development, *Management Science*, 46(4), 451-466.
- Hughes, G. D. and Chafin, D. C. (1996), Turning New Product Development into a Continuous Learning Process, *Journal of Product Innovation Management*, 13, 89-104.
- Kanji, G. K. (1996), Can Total Quality Management Help Innovation?, *Total Quality Management*, 7(1), 3-9.
- Kerssens-van Drongelen, I. C. and Bilderbeek, J. (1999), R&D Performance Measurement: More than Choosing a Set of Metrics, *R&D Management*, 29(1), 35-46.
- Kim, J., Na, M., Nam, K. and Park, S. (2002), Empirical Validation of Software Process Maturity on Organizational Performance, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 27(3), 1-19.
- Kohoutek, H. J. (1996), Reflections on the Capability and Maturity Models of Engineering, *Quality & Reliability Engineering International*, 12, 147-155.
- KOITA (2003a), *Analysis and Prospect of Industrial R&D Investment and Science Manpower for year 2003*, Survey report 146 2003-1, February, Korea Industrial Technology Association, p. 8.
- KOITA (2003b), *Major Indicators of Industrial Technology*, January, Korea Industrial Technology Association, p. 55.
- Loch, C., Stein, L. and Terwiesch, C. (1996), Measuring Development Performance in the Electronics Industry, *Journal of Product Innovation Management*, 13, 3-20.
- Lord, R. and Maher, K. (1990), Alternative Information-processing Models and Their Implications for Theory, Research, and Practice, *Academy of Management Review*, 15(1), 9-28.
- Lynn, G. S., Morone, J. G. and Paulson, A. S. (1996), Marketing and Discontinuous Innovation, *California Management Review*, 38(3), 8-37.

- McAdam, R., Armstrong, G. and Kelly, B. (1998), Investigation of the Relationship between Total Quality and Innovation: A Research Study Involving Small Organizations, *European Journal of Innovation Management*, 1(3), 139-147.
- McKee, D. (1992), An Organizational Learning Approach to Product Innovation, *Journal of Product Innovation*, 9, 232-245.
- Miller, W. L. (2001), Innovation for Business Growth, *Research · Technology Management*, September-October, 26-41.
- Patterson, M. L. (1993), *Accelerating Innovations: Improving the Process of Product Development*. New York: VNR.
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B. and Weber, C. V. (1993), *Capability Maturity Model for Software Version 1.1*, CMU/SEI-93-TR-24, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, PA.
- Paulk, M. C. (1996), Process Improvement and Organizational Capability: Generalizing the CMM, *Proceedings of the ASQC's 50th Annual Quality Congress and Exposition*, Chicago, IL, May 1996, 92-97.
- Paulk, M. C. (1995), How ISO9001 Compares with the CMM, *IEEE Software*, 12, 74-83.
- Pfleeger, S. L. (1995), Maturity, Models, and Goals: How to Build a Metrics Plan, *Journal of System & Software*, 31, 143-155.
- Sitkin, S., Sutcliffe, K. and Schroeder, R. (1994), Distinguishing Control from Learning in Total Quality Management: A Contingency Perspective, *Academy of Management Review*, 19(3), 537-564.
- Slater, S. F. and Narver, J. C. (1998), Customer-led and Market-led: Let's Not Confuse the Two, *Strategic Management Journal*, 19(10), 1001-1006.
- Spencer, B. A. (1994), Models of Organization and Total Quality Management: A Comparison and Critical Evaluation, *Academy of Management Review*, 19(3), 446-471.
- SPSS (1999), *SPSS Base 10.0 Application Guide*, SPSS Inc.
- Subra, A. K. (2000), *Assessing the Excellence and Maturity of New Product Development Processes*, Ph.D Thesis, The University of Minnesota.
- Szakonyi, R. (1992), Integrating R&D with Company Efforts to Improve Quality, *International Journal of Technology Management*, 7(4/5), 254-277.
- Tang, H. K. (1998), An Integrative Model of Innovation in Organizations, *Technovation*, 18, 297-309.
- Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (1997), *Managing Innovation: Integrating Technological, Market, and Organizational Change*, John Wiley & Sons, UK.
- Tingey, M. O. (1997), *Comparing ISO 9000, Malcolm Baldrige, and the SEI CMM for software*, Prentice Hall PTR.
- Tushman, M. L. and O'Reilly III, C. A. (1996), Ambidextrous Organizations: Managing Evolutionary and Revolutionary Change, *California Management Review*, 38(4), 8-29.
- Wind, J. and Mahajan, V. (1997), Issues and Opportunities in New Product Development: An Introduction to the Special Issue, *Journal of Marketing Research*, 34(1), 1-12.



홍순욱

성균관대학교 산업공학과 학사

성균관대학교 산업공학과 석사

성균관대학교 산업공학과 박사

현재: 영동대학교 경영행정학부 테크노경영학
전공 부교수

관심분야: 기술 및 혁신경영, 제품혁신, TQM