

기술로드맵(TRM) 추진과 활용의 결정요인에 관한 연구*

- 기술정보활용을 위한 조직역량을 중심으로 -

A Study on the Major Determinants for the Utilization of Technology Roadmap(TRM) in R&D Project

- Focused on the Organizational Capability for the Technology Information Use -

이 원 일**

Won-Il Lee

차 례

1. 서 론	5. 기술로드맵 활용의 결정요인 고찰 : 관계구조역량과 연구역량의 통합적 분석
2. 기술로드맵과 R&D혁신	6. 기술로드맵 추진 활용사례 : K공사 S프로젝트
3. 기술로드맵의 추진과정	7. 결론 및 시사점
4. 기술로드맵의 활용혁신 : 혁신의 인프라로서 기술로드맵	• 참고문헌

초 록

본 연구는 연구개발 조직에서 기술로드맵을 추진한 후 R&D 프로젝트를 수행하는 과정에서 기술로드맵을 실제로 활용(utilization)하게 되는 주요한 결정 요인을 고찰하는 것에 목적을 두어 수행되었다. 이를 위하여 기술로드맵의 개념과 특성을 밝히고 기술로드맵 활용의 주요 요인을 조직역량이론을 중심으로 하여 명제를 도출함과 동시에 사례분석연구를 통하여 기술로드맵 활용의 실재를 분석하였다. 이러한 이론연구와 사례분석을 통하여 기술정보활용을 위한 R&D 프로젝트의 관계구조역량과 연구역량이 높을수록 기술로드맵을 활용하며, 기술로드맵 혁신의 속성을 조직 내로 내재화시킬 수 있다는 것을 고찰하였다. 기술로드맵 활용을 위한 조직역량을 실제적으로 분석한 본 연구는 기술로드맵 추진 후에 이를 실제로 활용하려는 연구개발 조직에게 큰 함의를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

키 워 드

기술로드맵, 기술로드맵 활용, R&D 프로젝트, 관계역량, 연구역량

* 본 논문은 본인의 연세대 대학원 경영학 박사학위 논문 중 일부를 질적연구를 바탕으로 재구성한 것임.
 ** 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 연구원, 경영학 박사
 (Researcher, Ph.D. in Business Administration, Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning, tech201@kistep.re.kr)
 • 논문접수일자 : 2008년 2월 10일
 • 게재확정일자 : 2008년 3월 13일

ABSTRACT

This research focused on the major determinants for the technology roadmap utilization of the R&D project after the adoption of the technology roadmap in the R&D intensive organization. The study was performed based on both theoretical study and qualitative case study approaches. The results of this study are summarized as in cases where the R&D project team has higher organizational capability – specifically, relation and research capability, even more technology roadmap is used. In terms of the needs of times, this study regarding the technology roadmap utilization is anticipated to be a good reference for the R&D-oriented organizations and technology-related studies in coming years.

KEYWORDS

Technology Roadmap, Technology Roadmap Utilization, R&D Project, Relation Capability, Research Capability

1. 서론

현재 글로벌 초경쟁 환경(hyper-competition)에서 많은 연구개발 조직들은 미래 연구개발의 방향설정과 전략과 연구개발의 통합(strategy-R&D integration)을 위하여 경쟁적으로 기술로드맵을 추진하고 있다. 기술로드맵(Technology Roadmap : TRM)은 연구개발의 미래방향성을 제시하는 동시에 기업전략과 연구개발 활동의 정합을 추구하는 강력한 기술혁신의 인프라(infrastructure for innovation)라고 할 수 있다.

기술로드맵은 조직의 미래비전 달성을 위해 연구개발 조직의 각 부문별로 산재되어 있는 여러 기술들 중 미래의 중장기적 시장상황 및 조직역량에 비추어 가장 중요한 전략적 핵심

기술(core technology)을 도출하고 이에 따른 요소기술, 세부요소기술들을 미래 시간 축에 따라 전개함으로써 기술개발전략의 우선순위를 설정할 수 있게 한다. 기술로드맵이 조직 내에 추진되어 조직 내에 진행되는 R&D 프로젝트에서 기술로드맵을 활용하여 연구개발을 수행할 때 기술로드맵의 혁신의 속성은 R&D 프로젝트의 진행과 동시에 지속적으로 구체화될 수 있다. 지속적으로 조직혁신을 추구하고 급변하는 시장상황에 대응해야 하는 현재의 조직상황에서 기술로드맵은 조직의 미래비전에 근거한 미래기술 시나리오를 구체화할 수 있는 강력한 기술혁신 메커니즘이라고 할 수 있다.

현재 많은 조직에서 기술로드맵을 연구개발 부문의 강력한 기술혁신의 도구로 인식하고

이를 추진하고 있지만, 기술로드맵의 본질을 정확히 파악하지 못하고 기술로드맵 추진을 하나의 이벤트성 경영혁신으로 파악하는 경우가 있다. 이로 인해 R&D 프로젝트 추진시 기술로드맵의 실질적인 활용(utilization)에 실패하는 경우가 많다. 즉, 조직 내에 기술로드맵을 ‘도입(adooption)’만 해놓고 R&D 프로젝트와 기술로드맵의 본질을 깊게 파악하지 못한채 기술로드맵을 실질적으로 ‘활용(utilization)’하지 못하여 기술로드맵과 R&D 프로젝트의 분리(decoupling)현상이 나타나고 있는 것이다.

현재 기술로드맵 연구의 대부분은 기술적인 측면에서 기술자체의 혁신이나 핵심기술 도출, 미래기술 전개에만 집중되어 있는 현실이며 경영이론을 바탕으로 실제 기술개발을 담당하는 주체인 R&D 프로젝트 수준에서 기술로드맵의 실질적 활용에 대한 연구는 전혀 시도되지 못했다. 이에 본 연구에서는 이론적 연구에 기반하여 기술로드맵의 활용에 미치는 결정요인에 관한 주요 명제들을 도출하고 기술로드맵 활용 사례를 심층 분석함으로써 향후 조직 내에서 기술로드맵의 적극적 활용을 위한 방향을 제시하고자 한다.

2. 기술로드맵과 R&D혁신

2.1 기술혁신을 위한 인프라로서 기술로드맵¹⁾

현재 글로벌 초경쟁적 환경(hyper-competition)에서 많은 연구개발 조직들은 전략과 연구개발의 통합(strategy-R&D integration)을 위하여 경쟁적으로 기술로드맵을 추진²⁾하고 있다. 기술로드맵은 연구개발의 미래방향성을 제시하는 동시에 기업전략과 연구개발 활동의 정합을 추구하는 강력한 기술혁신의 인프라라고 할 수 있다(Martin Rinne 2004; Richy, James M., Grinnell, Mary 2004; Robert Phaal, Clare Farrukh and David Probert 2001, 2004).

연구개발 조직에서 기술로드맵을 적극적으로 추진하게 되는 때는 전략과 연구개발의 실행이 일관성이 부족한 경우, 미래 기술개발의 방향성이 부족한 경우 및 조직 내 전략 핵심기술(core technology)의 파악이 잘 되지 않는 경우이다. 이러한 연구개발의 불확실성이 심화되어 존재할 때 기술로드맵을 추진하여 전략과 연구개발의 통합(strategy-R&D integration)을 추구하게 된다.

기술로드맵은 연구개발 조직의 전략적 미래 비전에 따라 세부 기술노드를 미래 중장기 시간

1) 기술로드맵은 여러 문헌 및 논문에서 작성결과물, 작성과정자체, 기능 및 목적 등 매우 다양한 관점에서 정의되고 있으나, 본 논문에서는 기술혁신의 인프라로서 기술로드맵의 기능 및 목적 관점으로 용어를 정의한다.

2) 조직에서 전략기술로드맵을 추진하는 과정(technology roadmapping)을 ‘도입과정’, ‘수립과정’이나 ‘추진과정’이라도 할 수 있으나, 본 연구에서는 추진과정으로 통일한다.

축에 따라 전개함을 통하여 연구개발의 방향성을 제시하고 미래기술을 탐색(exploration)하며, 조직 내 기술들을 체제화(exploitation)하여 연구개발 자원의 최적화를 가능하게 하는 프레임워크를 제공한다. 이러한 기술로드맵 상의 기술전개를 통하여 기술 융·복합화와 기술혁신의 방향을 탐색할 수 있다. 또한 기술로드맵을 통한 조직 내 예측역량 강화로 조직 내 불확실성을 감소시키고 예측전략 경영이 가능할 수 있다.

2.2 기술로드맵을 통한 R&D조직 혁신

연구개발 조직의 진화과정은 1세대부터 4세대까지 구분해서 설명될 수 있다. 1세대는 연구실 관리정도의 수준이며, 2세대는 프로젝트 관리, 3세대부터 전략과 연구개발이 통합을 이루며, 4세대부터 사회의 니즈를 통합하여 블루오션을 창출할 수 있는 시스템 혁신이 자생적으로 일어날 수 있는 연구혁신 조직이라고 할 수 있다(William L. Miller 1999; Phillip A. Roussel, Kamal N. Saad, Tamara J Erickson 1991). 제1세대, 제2세대 R&D는 연구개발 활동을 직관적 혹은 프로젝트 단위로서 부분적 최적화를 이루는데 머물고 있어 한계를 가진다. 이러한 한계를 극복하기 위해 1980년대부터 1990년대 전반부 기간 중에 전략과

R&D의 통합을 모색하는 제3세대 R&D가 대두되었다. 제3세대 R&D에서부터 기술로드맵을 도입하여 목표 지향적 연구관리를 통해 전략과 연구개발의 통합이 이루어진다. 사업분야, 제품에 따라 R&D의 기업목표에의 기여방식과 공헌도는 달라지지만, 각 활동의 목표기여도를 가장 중시한다. 또한 목적, 시간, 위험, 성과상의 포트폴리오 균형유지를 강조한다. R&D 활동 유형간의 포트폴리오, 시간대에 따라 포트폴리오 등 다양한 전략적 관점에서 포트폴리오의 분석이 필요하다(Phillip A. Roussel, Kamal N. Saad, Tamara J Erickson 1991).

현재 한국의 연구개발부문은 2.6세대³⁾ 정도라고 할 수 있으며, 전략에 부합하는 연구개발 조직의 구축이 절실한 시점이다. 와해성 기술(disruptive technology)⁴⁾의 도래 및 급변하는 시장상황에서 연구개발 부문의 중요성은 더욱 심화되고 있으며, R&D의 최적화와 전략과의 일치성에 대한 관심은 더욱 증가하게 되었다. 이러한 때에 기술로드맵을 통한 전략과 연구개발의 통합은 미래시장 선점을 위해서 반드시 필요한 활동이라고 할 수 있다. 현재 우리나라 연구개발 조직은 연구 성과의 극대화를 통한 조직의 경쟁력 강화를 위한 혁신이 절대적으로 필요한 시점이며, 가장 중요한 것이 기업전략-연구개발 포트폴리오 조정-연구개발 활동의

3) 「기술경영 수준평가 및 발전방안」(2006)에 따르면 국내 연구조직들의 연구개발 시스템 수준은 2.6세대로 나타났다. 소수의 상위 20대 기업들만이 전략과 연구개발이 통합을 이루는 3세대 연구개발시스템에 근접한 정도이다.

4) 와해성 기술(disruptive technology)은 진공관을 대신한 트랜지스터와 같이 완전히 새로운 기능이나 속성으로 기존기술 및 시장 진입장벽을 무력화시키는 급진적 혁신의 기술체계를 지칭한다.

일관된 통일성이라고 할 수 있다. 이러한 전략과 연구개발 부문 간의 통합 이후에 비로소 제4세대 연구개발 조직으로 진화할 수 있는 것이다.

이러한 혁신의 전략적 인프라가 R&D 프로젝트 활동에 기술로드맵 추진 및 실질적 활용을 통한 연구개발의 효율화 및 최적화이다. 그러므로 조직에서 기술로드맵 추진 후 기술로드맵이 진정한 혁신 역량을 발휘하기 위해서는 기술로드맵 활용에 대한 이론적 고찰이 절대적으로 필요하다고 할 수 있다. 기술로드맵은 그 자체가 R&D 조직에서 활용을 통해 연구개발의 최적화 및 통합능력을 갖추고 있으며, 연구개발 부문의 의사소통 및 합의의 과정을 통하여 조직 의사결정의 통일화를 달성할 수 있다. 즉, 연구개발 조직은 기술로드맵 추진 및 활용을 통하여 제4세대 R&D 시스템으로 진화가 가능하다고 할 수 있다.

기술로드맵은 강력한 기술기획 틀이다. 기술로드맵은 시장, 제품, 기술 및 외부환경 간을 전략적으로 연결하며 기술동향에 대한 기술환경 인텔리전스 활동 및 설정된 시간축 상에서의 시의 적절한 기술개발을 위한 대처능력을 조직에게 제공하여 준다(Robert Phaal et al, 2004). 기술로드맵의 에이전트 모델(agent model)에 따르면 기술로드맵의 시간축 상의 각 기술노드(technology node)의 연결(links)은 자생적으로 혁신을 일으키며 기술적으로 진화할 수 있는 역동성을 내재하고 있다. 즉, 기술로드맵은 자생적으로 자체 기술혁신을 유발할 수 있는 혁신

의 역동성(innovation dynamics)을 내재하고 있는 것이다(Martin Rinne 2004; Robert R. Shaller 2004).

이렇게 막강한 혁신의 속성을 지닌 기술로드맵이 조직 내에 도입되어 다양한 R&D 프로젝트에서 기술로드맵을 적극 활용하여 기술로드맵이 조직 내에서 내재화될 때 기술전략과 연구개발 부문은 통합을 이루기 시작할 것이며, 기술로드맵은 조직 내에서 기술혁신의 촉진자로서 전략적 의미를 지니게 될 것이다. R&D 프로젝트 수행시 기술로드맵의 활용을 통하여 기술로드맵의 기술노드 전개가 단순한 기술전개가 아닌 강력한 실행력을 갖게 되며, 이는 기존의 연구개발 부문을 선도할 수 있게 된다. 또한 기술로드맵을 통하여 R&D 프로젝트 내에서 공식적 의사소통을 할 수 있고 미래 비전 및 기술개발 시나리오를 논의할 수 있을 때 기술로드맵의 기술혁신의 다이내믹스가 프로젝트 내로 전이될 수 있을 것이다. 또한 전략, 기술로드맵, R&D 프로젝트 활동이 정합을 이루어(align) 기술로드맵의 혁신의 다이내믹스가 팀내로 이전되고 이가 다시 팀간 공유, 확산되어 지속적으로 조직이 기술혁신을 추구할 수 있을 것이다. 이러한 방식으로 제3세대 연구개발 조직에서 제4세대 연구개발 조직으로 혁신이 가능할 수 있다.

3. 기술로드맵의 추진과정

3.1 기술로드맵 추진 선행요건

연구개발조직에서 기술로드맵을 추진하는 과정(technology roadmapping)은 여러 단계에 걸친 대규모의 작업이 필요하다. 기술로드맵의 추진시는 상위경영층의 지원과 더불어 핵심기술 분과별로 워크숍을 통한 연구개발 부문의 적극적인 참여가 필요하며 기술로드맵 추진과정을 통하여 기술로드맵의 미래기술 전개에 대한 연구개발 조직차원의 합의(consensus)가 가능하다(Robert Phaal, Clare Farrukh and David Probert 2001, 2004). 즉, 기술로드맵을 조직 내에 도입하기 위해서는 핵심기술 도출, 기술들 간 우선순위 설정, 기술로드맵 기술전개에 대한 연구개발 부문의 참여를 통한 워크숍이 필요하다. 이를 통해 연구개발 부문에 산재되어 있는 많은 기술들을 체계화(exploitation)하고 미래기술 방향성을 탐색(exploration)할 수 있는 기술프레임의 제공이 가능하다.

이러한 기술로드맵의 추진시는 몇몇 TFT 참여자만으로 추진되어서는 안되며, 조직 내 연구개발 부문의 의견을 충분히 수렴해야 하고, 각 단계의 의사결정과정에서 투명하게 공개

되어야 하며, 기술도출 및 전개에 동의하지 않는 경우 이를 재검토하고 제고할 수 있는 기회가 충분히 제공될 수 있는 절차공정성(procedural justice)이 확보되어야 한다. 이러한 기술로드맵 절차공정성이 확보되어야 이후 R&D 프로젝트팀에서 기술로드맵 활용에 긍정적 영향을 미칠 수 있다.

국내에서 추진되는 기술로드맵의 추진단계는 크게 핵심기술(core technology) 도출과 기술로드맵상의 시간축 상의 기술전개의 두 단계로 크게 나눌 수 있다. 이는 국가기술지도(NTRM), 미래국가유망기술 21, 토탈로드맵 등 국가수준의 기술로드맵 관련 작업뿐만 아니라 수자원기술로드맵, 지질자원기술로드맵, 천문우주기술로드맵, 엔지니어링기술로드맵 추진과 같은 산업별 기술로드맵 추진시에도 적용되었다. 또한 이러한 기술로드맵 추진 프레임은 민간기업 연구개발조직에서도 적극적으로 활용되고 있다.

3.2 기술로드맵 추진 1단계 : 전략핵심기술(strategic core technology) 도출

1단계 핵심기술(core technology)⁵⁾ 도출 과정에서는 연구개발 조직의 비전설정에 따른 핵심기술을 도출하게 된다. 조직의 미래경쟁

5) 핵심기술(core technology)이란 조직 내 기술관련 이해당사자의 주관적 가치를 포함하는 상대적 개념이다. 즉, 현재 또는 미래시장의 경제적 가치, 조직의 생존과 관련된 전략적 가치, 기술전개상 중심적 역할(gate-keeper)등을 포함하는 개념으로 기업조직의 여건에 따라 다르게 선정될 수 있다. 또한 학문적 개념으로 핵심기술은 제품 또는 공정 등과 관련된 매우 구체화되어 있는 기술로 기업간 상호 경쟁적 요소가 매우 많은 기술이다. Stuart Hart(1992)는 핵심기술을 다음과 같이 정의하였다. "Core technologies are those which for the time being, have the highest competitive impact. In other words, they are a driving force of competition and the strength of competitors in such technologies is reflected in their competitive position."

력 강화차원에서 고려된 핵심기술을 도출하고 우선순위 설정을 통하여 핵심기술들이 다시 선정된다.

이 단계에서는 조직 내 핵심기술 도출에 절차공정성(procedural justice)이 지켜져 조직 구성원의 합의를 이끌어 내는 것이 중요하다. 즉, 조직에 꼭 필요한 핵심기술은 무엇이며, 조직의 역량차원에서 이러한 핵심기술을 모두 지녀야 되는지 조직 내 상위경영층을 포함한 전 조직구성원의 진지한 고민이 필요하며 이러한 과정의 모든 부분은 투명하고 공정하게 추진되어 핵심기술 도출에 있어 전조직 구성원의 합의(consensus)를 이룰 수 있도록 유도해야 한다.

3.3 기술로드맵 추진 2단계 : 기술로드맵 전개

2단계 기술로드맵 전개 단계에서는 도출된 전략 핵심기술에 근거하여 미래기술 동향을 분석하고, 제품구현을 위한 성능목표(performance target)를 제시한다. 또한 중장기 시간프레임에 따라 시장, 제품, 기술의 영역 상에 (세부) 요소 기술노드들(technology nodes)을 배치하고 각 기술노드간 기술전개 및 기술혁신의 방향을 제시한다. 이후 구체적인 기술개발 전략을 수립하고 실행계획과 연계성을 추구하게 된다(Robert Phaal, Clare Farrukh and David Probert, 2001, 2004).

기술로드맵 2단계인 기술로드맵 전개단계는

기술로드맵의 중장기 시간축에 따라 기술노드를 전개하고 이에 따라 기술혁신의 흐름 및 기술개발 이정표를 제시하는 단계이다. 이러한 과정 중에 핵심기술의 미래비전, 시나리오설정, 기술개발 동향분석, 와해성기술(disruptive technology)의 탐색 등을 실시하고 각 단계의 기술개발 전략 등을 구체화하게 된다(Marylynn Placet, John F. Clarke 1999; Steve Walsh, Bruce Kirchhoff 2001). 기술로드맵 기술전개의 경우도 연구개발 부문의 합의를 통해 적절하게 작성되어야 하며, 이후 연구개발 추진 시 유용할 수 있도록 조직의 전략적 방향과 역량을 고려하여야 한다.

4. 기술로드맵 활용혁신

4.1 혁신의 하부구조로서 기술로드맵

현재 많은 조직에서 기술로드맵을 연구개발 부문의 강력한 기술혁신의 도구로 인식하고 기술로드맵을 추진하고 있지만, 기술로드맵의 본질을 정확히 파악하지 못하고 기술로드맵 추진을 하나의 이벤트성 경영혁신으로 파악하는 경우가 있다. 이로 인해 R&D 프로젝트 수행시 기술로드맵의 실질적인 활용(utilization)에 실패하는 경우가 많다. 즉, 기술로드맵을 실질적으로 활용(utilization)하지 못해 기술로드맵과 R&D 프로젝트 수행과의 분리(decoupling)현상이 나타나고 있는 것이다. 기술로드맵은 R&D

프로젝트팀에서 실질적으로 활용될 경우 조직 내에서 미래 기술탐색을 통한 강력한 기술혁신을 유발할 수 있다. 기술로드맵은 자체가 기술혁신성을 내재하고 있으며, 기술혁신의 하부구조가 될 수 있다(Martin Rinne 2004). 그러므로 조직 내 R&D 프로젝트 추진시 기술로드맵의 전략적 활용을 통하여 기술로드맵과 R&D 활동이 전략적 정합(align)을 이루게 되면 기술로드맵의 기술의 가상혁신(virtual innovation)은 실제로 연구개발을 통하여 지속적으로 구체화) 될 것이다(Martin Rinne 2004; Robert R. Schaller 2004).

기술로드맵을 추진할 때 이러한 기술로드맵의 실제 활용의 측면을 간과하고 추진하는 경우가 많다. 또한 현재 국내외 많은 기술로드맵 관련 연구들은 기술로드맵 자체의 추진과정이나 기술로드맵의 자체 기술혁신 속성에만 집중되어 있는 것이 사실이다. 여기에 기술로드맵 활용의 최대 실패요인이 존재하는 것이다. 즉, 기술로드맵은 조직 내에 기술로드맵을 추진하는 것도 중요하지만 추진 후 R&D 프로젝트 활동시 실제 활용하는 것이 더욱 중요하다고 할 수 있다.

4.2 기술로드맵의 활용

기술로드맵 활용(technology roadmap

utilization)이란 ‘조직 내 기술로드맵 추진 후 R&D 프로젝트 수행시 실제 연구개발에 기술로드맵을 채택, 실제 이용하는 혁신과정’으로 정의할 수 있다. 즉, 조직 내 기술로드맵 도입 후 R&D 프로젝트에서 기술로드맵 활용을 통하여 기술로드맵의 기술전개 방향에 따라 기술노드(technology node)단위를 실행계획으로 추진하여 기술로드맵의 기술혁신의 속성이 조직 내로 내재화되는 총체적인 과정을 의미한다.

조직 내에서 기술로드맵 추진 후에 R&D 프로젝트에서 기술로드맵을 실제로 활용하지 않는다면 조직의 연구개발 활동과 기술로드맵과는 불일치 상황(decoupling state)이 발생하게 되고 기술로드맵 자체의 기술혁신성이 조직 내로 이전되지 못하고, 기술로드맵 추진의 모든 과정은 하나의 이벤트성 경영혁신과정으로 전략할 수 있다. 이에 본 연구에서는 기술로드맵 추진 후 R&D 프로젝트팀에서 R&D 프로젝트 수행과정 중에 기술로드맵을 실제로 활용하는 과정을 다음의 세 가지 측면에서 고찰한다.

첫째, 기술로드맵이 실행계획으로 이어져 기술로드맵이 실제 전략적 연구개발로 추진되는 측면이다. 즉, R&D 프로젝트 수행과정 중에 기술로드맵의 기술노드 단위의 전개방향에 맞추어 기술로드맵의 요건에 맞게 연구개발

6) 기술로드맵의 에이전트 모델에 따르면 기술로드맵은 기술혁신 경로탐색을 통하여 자체적 혁신을 가속화할 수 있다. 이러한 기술로드맵 자체상의 가상혁신 관점에서 기술로드맵은 살아있고 자생적인(self-organizing) 주체라고 할 수 있으며, 기술이 방대해질수록 기술로드맵 자체가 생동력 있게 된다.

RFP(Request for Proposal)를 제시함으로써 기술로드맵 전개방향대로 연구개발을 추진하는 것이다. 또한, R&D 프로젝트 수행 중에 기술로드맵을 반영하여 실행계획의 단위세부과제를 추진하는 것이다. 이를 통해 기술로드맵은 실제적 R&D 실행계획으로 전환되고 R&D부문을 선도하게 된다.

둘째, R&D 프로젝트 구성원들이 기술로드맵을 공식적 커뮤니케이션 툴(formal communication tool)로 활용하는 것이다. 기술로드맵을 기반한 공식적 미팅으로 통해 기술로드맵의 기술혁신 속성을 팀내로 전이시킬 수 있다. 즉, R&D 프로젝트팀 내에서 기술로드맵에 기반한 기술방향성 및 기술통합의 논의를 통해 기술로드맵을 공식 기술커뮤니케이션의 도구로 활용하는 것이다.

셋째, 기술의 혁신성을 고려하여 기술로드맵의 관련정보를 지속적으로 업데이트(continually update)하는 것이다. 이를 통해 기술로드맵은 R&D 프로젝트 수행과정 중 발견된 실시간 기술적 상황까지 고려하게 되며 외부 기술정보 탐색 기능까지 갖출 수 있게 된다(Giovanni Camponovo, Yves Pigneur 2004; Marylynn Placet, John F. Clarke 1999). 이러한 기술로드맵 실행측면과 혁신측면 모두를 기술로드맵의 실제적 활용(utilization)이라고 할 수 있다.

5. 기술로드맵의 활용의 결정요인 고찰

5.1 조직의 기술역량 탐색, 학습과 기술로드맵 활용

기술로드맵은 조직의 기술역량의 탐색(exploration)과 활용(exploitation)의 상충관계(March, J. G. 1991)를 보완하며 전략과 연구개발부문의 통합을 이루어 R&D부문의 혁신을 가능하게 하여줄 수 있다. 현재 조직 내에서 연구개발 부문은 지속적으로 조직 내의 경쟁우위를 창출할 수 있는 미래경쟁력의 원천이 되고 있으며 기술로 시장에서 지속적으로 승부를 걸어야 하는 조직에게는 매우 중요한 경영의 부분으로 부각되고 있다. 조직의 기술역량의 탐색과 활용의 조화를 이룸과 동시에 조직이 시장을 선도하며 지속적인 조직의 경쟁우위를 위해서는 새로운 기술역량에 대한 지속적 탐색과 학습을 이룰 수 있는 방향으로 조직의 연구역량이 강화되어야 한다. 이를 위해서는 새로운 기술정보에 대한 끊임없는 탐색과 학습이 이루어져야 하며 많은 기술적 지식과 정보의 공급이 필요하며 조직 내에서 이러한 기술적 정보의 흡수와 내재화가 이루어져야 한다. 기술로드맵은 조직 내에서 기술로드맵 추진과정을 통하여 조직의 환경, 수요, 역량 등을 고려하여 조직 내 도출된 미래 전략핵심기술들과 기술자체의 미래전개 방향에 따른 최적화된 기술전개로 미래의 기술역량을 탐색하도록 설계되어진 기술정보 프레임이다. 그러므로 조직은 연구개발의 실제 주체인 R&D 프로젝트

트에서 기술로드맵의 활용을 통하여 이가 내재하고 있는 미래전략기술정보를 조직 내에 흡수하여 내재화할 수 있다.

이러한 미래기술역량 탐색의 강력한 기술로드맵의 활용을 위해서는 새로운 외부 기술역량에 대한 탐색, 학습을 동시에 이를 수 있는 조직의 흡수역량(absorptive capacity)이 우선적으로 갖추어져야 한다. 흡수역량이란 새로운 기술정보의 가치를 이해하고 이를 내재화하고 상업적으로 활용하는 능력이며 내부 연구개발 활동을 통한 기보유한 관련지식의 합수이다(Cohen & Levinthal 1990; Rachev Griffith, Stephen Redding 2003). 조직이 보유한 흡수역량은 과업과 관련 사전지식 축적 정도의 노력의 강도에 따라 결정된다. 즉, 조직에 축적된 사전지식은 새로운 지식의 유용성을 인식하고 소화하여 활용할 수 있는 능력을 증대시키며 집단역학과 조직문화 형성 등의 노력은 지식의 내재화 및 활용을 지원하게 된다. 기업의 내부 연구개발 활동은 외부역량의 흡수능력을 증대시켜 전체 내부역량의 확충에 기여하게 된다. 이는 외부역량 흡수를 위한 내부개발의 간접역량을 흡수역량이 담당함을 의미한다(Cohen & Levinthal 1990). 즉, 연구개발 조직의 전체역량은 여러 R&D 프로젝트 수행 등의 내부개발을 통한 내부 연구역량과 이를 기반으로 한 흡수역량을 바탕으로 조직외부에서 흡수한 역량의 합으로 볼 수 있다. 조직은 조직의 역량을 바탕으로 지속적으로 새로운 기술적 정보를 필요로 하며, 새로운 정보를 파악하여

내재화할 수 있는 역량이 클 때 조직은 많은 기술적 정보를 포괄하고 있는 기술로드맵을 도입하여 활용하기 위해 노력할 것이다.

이를 프로젝트 수준에서 적용하면 조직 내 R&D 프로젝트의 전체역량은 R&D 프로젝트 수행활동을 통한 내부의 연구역량 및 이를 기반으로 한 흡수역량을 바탕으로 R&D 프로젝트간의 협력관계를 통해 외부에서 흡수한 역량의 합으로 볼 수 있다. 이러한 R&D 프로젝트팀의 역량이 증가할수록 R&D 프로젝트팀은 많은 기술적 지식과 정보의 공급이 필요하며 조직 내에서 이러한 기술적 정보의 흡수와 내재화가 이루어져야 한다. 기술로드맵은 미래의 기술역량을 탐색하도록 설계되어진 기술정보 프레임이므로, 연구개발의 실제 주체인 R&D 프로젝트팀에서 기술로드맵의 활용을 통하여 이가 내재하고 있는 미래전략기술정보를 팀내에서 흡수하여 내재화할 수 있다.

5.2 R&D 프로젝트 간의 관계구조역량과 기술로드맵 활용

R&D 프로젝트는 조직의 새로운 미래 기술적 대안을 탐색하여 기술개발을 구체화하는 핵심적인 역할을 수행한다. 기본적으로 R&D 프로젝트의 추진은 불확실성이 높은 R&D 활동을 통하여 기술개발상 추진되는 기술 및 경영 관리적 문제를 해결하는 다양한 연구개발 활동으로 구성된다. 조직 네트워크 측면에서 고찰하면, R&D 프로젝트팀 내에서 다양한 새로운 기술

적 대안에 대한 자유로운 탐색이 가능하려면 약한 연결(weak ties)을 특징으로 하는 외부 협력관계가 효과적일 수 있다(Granovetter 1973). 이에 본 연구에서는 이러한 약한 연결 관계로서 미래기술전개 방향에 대한 다양한 기술지식에 대한 탐색이 가능한 R&D 프로젝트 간의 협력관계에 주목한다. R&D 프로젝트는 R&D 프로젝트의 특성상 각자 독자성을 가지며, 팀간 먼거리를 유지하는 약한 연결로 구성되어 있다. 그러므로 R&D 프로젝트팀 간 협력관계가 활발할수록 독특한 기술지식정보의 교환이 가능해져 기술적 정보다양성은 늘어나게 되어 새로운 기술의 진화방향에 따른 탐색역량이 증가하게 된다.

또한 R&D 프로젝트 간의 협력이 새로운 기술역량의 탐색 및 학습에 긍정적 영향을 미칠 수 있는 본질적 관계 구조적 원인은 느슨한 결합(loose coupling)을 통해서도 밝혀질 수 있다. 느슨한 결합은 두개체 간 반응성(responsiveness)과 차별성(distinctiveness)이 동시에 존재하는 경우이다(Orton & Weick 1990). R&D 프로젝트 간의 협력은 기술지식 공유 및 이전활동을 통한 의존관계로 반응성이 있고, 각 R&D 프로젝트팀별로 서로 다른 R&D 프로젝트를 수행하는 차별성도 있는 상태이다. 따라서 다른 R&D 프로젝트팀에 영향을 미치는 환경적 변화에 영향을 받지 않는 상태에서 나름대로의 미래 기술역량의 탐색활동을 활발히 할 수도 있고 동시에 다른 R&D 프로젝트팀과 기술지식과 기술정보를 교환하거나 이전하는 학습의 이익도 얻을 수 있다.

그리고 느슨한 결합구조에서는 오류의 발생시 다른 R&D 프로젝트팀과의 업무적 상호의존 관계에 대한 부담 없이 해당 오류에 대해 충분한 해석과 진단이 가능하다(Levinthal & March 1993). 따라서 R&D 프로젝트팀 간 관계역량이 구축되면 미래기술 역량의 탐색 및 학습에 영향을 미칠 수 있는 구조적 특징을 지니고 있다고 할 수 있다.

연구개발 조직이 지속적인 경쟁력 창출을 위해서는 새로운 기술정보에 대한 끊임없는 탐색 활동과 학습이 이루어져야 하며 조직역량을 바탕으로 많은 기술정보의 흡수, 내재화 및 활용을 이루어야 한다. R&D 프로젝트팀 간의 협력관계의 핵심은 서로에게 보완적인 기술지식의 공유 및 이전이다(Huber 1991; Brown & Duguid 1991; Grant 1996; Argote, Linda & Ingram 2000). R&D 프로젝트팀 간의 협력관계는 R&D 프로젝트팀 내부에 기술정보와 지식을 공급하는 수단인 동시에 다양하고 독특한 기술적 대안의 탐색수단이므로, R&D 프로젝트팀 간의 관계역량 강화를 통하여 R&D 프로젝트 추진에 필요한 기술지식의 양과 다양성을 크게 늘릴 수 있다(Argote, Linda & Ingram 2000). 즉, 외부 R&D 프로젝트팀 간 공식적 의사소통이 활발할수록 R&D 프로젝트팀 외부의 자원을 확보할 가능성이 높아지고 팀 내에 기술정보의 양과 다양성을 증가시킬 수 있다. 이러한 R&D 프로젝트팀 간의 관계역량 강화로 인한 기술정보 교류로 새로운 기술진화 방향에 대한 탐색과 학습이 증가하게 되고, 기술정보량의 증가로 의

사결정 필요시 체계적 기술정보 프레임의 필요성이 더욱 더 증가하게 된다. R&D 프로젝트팀 간의 공식적 팀간 협업이 높을수록 독특한 기술 지식정보의 교환이 가능해져 기술정보 다양성은 늘어나게 되어 새로운 기술의 진화방향에 따른 탐색역량이 증가하게 된다. 이에 따라 조직의 미래전략기술정보를 제공하여 줄 수 있는 기술로드맵을 더욱 적극적으로 활용하게 된다. 또한 기술지식의 양 및 다양성의 증가로 인한 의사결정의 필요성이 증가해 R&D 프로젝트 수행에 있어 미래기술에 대한 체계적 의사결정에 직접적 도움을 줄 수 있는 기술로드맵을 더욱 적극적으로 활용하게 된다. 즉, R&D 프로젝트팀 간의 관계는 기술정보교환을 위한 최적의 구조관계이며 이러한 관계 속에서 R&D 프로젝트 수행과정 중 공식적 협업을 통해 필요기술지식을 이전할 수 있다. 이러한 기술지식이전 및 공유에 의해 팀 간 증가된 기술정보의 양과 다양성에 의해 기술로드맵 활용의 필요성이 증가할 수 있다. 이러한 이론적 논리를 바탕으로 다음의 명제가 도출될 수 있다.

(명제 1)

R&D 프로젝트 수행시 R&D 프로젝트 간 공식적 팀 간 협업이 활발해야 기술로드맵을 R&D 프로젝트 수행 중에 실제 활용할 수 있다.

R&D 프로젝트 수행과정 중 해당 R&D 프로젝트에서 지니지 못한 요소기술, 세부요소 기술지식은 다른 팀과 기술적 협업을 통한 기

술지식 공유 혹은 기술이전이 필요하다. 즉, R&D 프로젝트를 구성하고 있는 여러 기술의 구성관점에서 살펴보면 R&D 프로젝트의 개발 기술은 조직 내 다른 R&D 프로젝트의 여러 요소기술 및 세부요소기술과 기술적으로 많이 관련되어져 있다. R&D 프로젝트 수행과정 중에는 많은 기술적 문제가 일어나며 이의 해결을 위해 다른 R&D 프로젝트팀으로부터 기술적 자문과 협업이 필요하다. 그러므로 R&D 프로젝트 책임자 및 참여연구원은 자신의 기술전문성을 바탕으로 다양한 기술관련 네트워크를 활용하여 R&D 프로젝트 수행시 기술적 문제를 해결해야 한다. R&D 프로젝트 간 기술적 자문 등 기술협업이 증가하면 팀 간, 팀 내부의 기술적 정보의 양과 다양성이 증가하게 되고, 체계적이고 전략적 의사결정이 필요하게 되며 기술탐색이 더욱 필요하게 되어 기술로드맵 활용의 필요성이 증가하게 된다.

R&D 프로젝트 수행시 기술로드맵이 실제로 R&D 프로젝트 수행과 연결되어 적극 활용되어 질 수 있기 위해서는 기술로드맵 활용을 위한 R&D 프로젝트팀간의 기술적 관계구조역량 강화가 이루어져야 한다. R&D 프로젝트를 중심으로 마이크로(Micro) 기술로드맵 및 매크로(Macro) 기술로드맵을 선순환적으로 적절히 활용함으로써 R&D 프로젝트에 필요한 기술적 문제를 해결하고 혁신을 중심으로 연구의 방향성을 확보할 수 있다. 즉, R&D 프로젝트팀 간의 기술적 관계구조 역량이 갖추어져야 R&D 프로젝트 수행 중 기술로드맵을 채택, 이의 혁

신속성을 프로젝트 내로 내재화시킬 수 있다. 이에 다음의 명제가 도출될 수 있다.

(명제 2)

R&D 프로젝트 수행시 R&D 프로젝트 간 기술적 협업이 활발해야 기술로드맵을 R&D 프로젝트 수행 중에 실제 활용할 수 있다.

5.3 R&D 프로젝트팀의 연구역량과 기술로드맵 활용

조직은 새로운 기술의 정보를 필요로 하며 새로운 정보를 흡수할 역량이 조직 내에 갖추어져 있을 때 많은 전략기술정보를 포괄하고 있는 기술로드맵을 도입하여 활용하기 위해 노력할 것이다. R&D 프로젝트팀은 자체의 연구역량을 바탕으로 기술로드맵의 기술적 정보를 R&D 프로젝트 활동에 활용하게 될 것이다. 조직 내 R&D 프로젝트팀의 전체역량은 R&D 프로젝트 수행활동을 통한 팀 내부의 내부연구역량 및 이를 기반으로 R&D 프로젝트팀 간 협력관계를 통해 팀 외부에서 흡수한 역량의 합으로 볼 수 있다. 이러한 R&D 프로젝트팀의 내부역량이 증가할수록 R&D 프로젝트팀은 많은 기술적 지식과 정보의 공급이 필요하며 조직 내에서 이러한 기술적 정보의 흡수와 내재화가 이루어져야 한다. 기술로드맵은 미래의 기술역량을 탐색하도록 설계되어진 기술정보 프레임이므로, 연구개발의 실제 주체인 R&D 프로젝트팀에서 기술로드맵의 활용을

통하여 이가 내재하고 있는 미래기술전략정보를 팀 내의 연구활동에서 활용하여 이를 내재화할 수 있다. 즉, R&D 프로젝트팀에서는 새로운 기술정보에 대한 끊임없는 탐색활동과 학습이 이루어져야 하며 많은 기술적 지식과 정보의 공급과 이를 팀 내에서 내재화시킬 수 있는 자체 연구역량(research capability)의 강화가 필요하다. 기술로드맵은 기술, 제품, 시장에 대한 정보를 통합적으로 R&D 프로젝트 수행에 제공해줄 수 있으므로 이를 바로 활용할 수 있는 팀 내의 연구역량은 기술로드맵의 활용과 직접적으로 관련이 있다.

기술로드맵은 핵심기술, 요소기술, 세부요소기술로 기술수준(technology digit)에 맞게 기술을 표준화하고 이를 시간축 상에 전개한 것이다. 그러므로 기술로드맵의 요소기술들은 표준화된 상태로 내부개발 및 외부개발의 추진이 가능하다(Susumu Kurokawa, 2001). 그러므로 R&D 프로젝트팀에서 필드에 존재하는 기술적 역량을 활용하는 기술표준화전략은 기술로드맵 활용과 매우 밀접한 관계가 있다. 즉, 외부의 기술정보자원을 평가하고 이를 요소기술차원에서 적절하게 표준화하여 변형시킬 수 있는 팀 내부의 연구역량은 기술로드맵의 활용과 관련하여 매우 중요하다고 할 수 있다. R&D 프로젝트 추진시 기술지식이나 기술정보를 탐색하는 과정에서 팀 내부에 이를 적용하기에 적절한가의 여부를 판단할 수 있어야 하며 탐색된 기술이나 정보를 팀 내부로 이전해 오는 과정에서 R&D 프로젝트의 맥락에 맞도

록 다시 가공하거나 변형할 필요가 있기 때문이다. 즉, 선행기술의 활용 및 기존 R&D 필드에 존재하는 기술적 역량을 활용하는 정도가 높으면 개발기술을 더욱 체계적으로 관리할 수 있고 체계적 미래 기술정보의 집합체인 기술로드맵을 더욱 잘 활용할 수 있게 된다.

(명제 3)

R&D 프로젝트 수행시 R&D 프로젝트의 기술 표준화정도가 높으면 기술로드맵을 적극적으로 활용할 수 있다.

또한 기술로드맵 관련 워크숍, 교육을 통한 팀 내 기술로드맵 관련 역량강화를 통하여 기술로드맵이 R&D 프로젝트 팀장에 의해 실제로 강력히 드라이브되고 활용될 경우 기술로드맵은 기술혁신의 인프라가 될 수 있다. R&D 프로젝트 팀장은 기술로드맵 1단계 핵심기술 도출과정, 2단계 기술로드맵 전개과정 참여를 통하여 기술로드맵의 목적, 활용, 성과에 대한 명확한 원칙과 이론을 학습하게 된다. 또한 조직에서 제공한 별도의 기술로드맵 교육에 참여를 통하여 기술로드맵을 반영하여 R&D 프로젝트를 수행할 수 있는 역량을 갖출 수 있게 된다. 즉, R&D 프로젝트 팀장은 기술로드맵의 강력한 혁신의 속성 및 기술전개에 있어 전사의 전략적 방향에 따른 활용법을 이해하고 R&D 프로젝트 수행시 기술적 관계성 및 미래방향을 고려하여 기술로드맵을 활용할 수 있다.

(명제 4)

R&D 프로젝트 수행시 기술로드맵 워크숍 및 교육에 참여를 많이 할수록 R&D 프로젝트 수행에 기술로드맵을 더욱 적극적으로 활용할 수 있다.

6. 기술로드맵 활용 사례 : K공사의 기술로드맵 추진과 활용

6.1 기술로드맵 활용 사례분석 방법론

지금까지 R&D 프로젝트팀의 기술역량 탐색과 학습이론에 기반하여 기술로드맵 활용을 위한 주요 결정요인의 명제를 도출하였다. R&D 프로젝트팀의 관계구조 역량과 연구역량을 큰 축으로 이론에 근거하여 명제를 도출하였다. 이와 관련한 실행사례를 분석한다. 즉, 본 연구에서는 이론에 기반한 명제도출과 이를 통해 구축된 프레임에 기반하여 사례를 분석하는 방법론을 취한다. 기술로드맵 활용 사례는 B. Berg.(2004)가 제시한 질적연구방법론(qualitative research method)을 사용하여 기술로드맵 추진부터 활용까지 전 과정을 고찰하였으며 분석의 중심축을 기술로드맵 추진과 활용 사건별로 설정하고 전개된 이론의 틀 안에서 분석을 실시하였다. R&D 프로젝트팀에서 기술로드맵의 활용이 조직 내 기술로드맵 추진과 인과적으로 매우 밀접한 관계에 있으므로 추진과 활용을 시계열적으로 전개하

였다. R&D 프로젝트팀간의 관계구조 역량은 프로젝트팀 간의 네트워크관계와 기술지식이 전에 중심으로 두어 사례를 분석하였으며 팀 연구역량은 조직학습이론에 기반을 두고 분석하였다. 즉, 이론에 기반을 둔 사례분석은 기술로드맵 추진당시와 실제 R&D 프로젝트 수행시의 상황분석을 인터뷰 및 사례분석법을 활용하여 전개하였다.

6.2 기술로드맵 활용 사례 : K공사의 기술로드맵 추진과 활용⁷⁾

K공사는 OO산업에 있어 국내 40%이상을 점유하는 거대 공기업이다. 그러나 해외기업의 국내 시장점유율 상승으로 인하여 조직 내에 막대한 위기감이 고조되고 있는 상황에서 전사적 차원에서 기업의 전략핵심기술을 재정립하고 기업의 기술방향에 대한 전략적 합의를 도출해야 한다는 의견이 있었다. 이에 상위경영층에서는 국내최고의 기술로드맵 컨설팅팀을 구축하여 '기술로드맵 작성 프로젝트'를 시작하였다. 상위경영층의 전폭적인 지원으로 시작초기단계부터 전사적인 의견공유와 기술로드맵 교육을 실시하였다. K공사의 핵심기술 도출은 크게 3분과로 나누어서 실시되었으며 전사적으로 공사의 미래를 책임질 수 있는 핵심전략기술 15개를 도출하였다. 이때 주요기

술책임자가 참여하여 여러 번의 워크숍을 통해 핵심기술을 도출하였으며, 관련 산업전문가의 자문 등 질적 방법과 AHP분석법 등 양적 방법을 활용하여 우선순위 설정을 실시하였다. 이를 통해 최종 총괄회의를 통하여 전략적으로 주요한 핵심기술을 선별하였다. 이러한 공사의 1단계 핵심기술 선정 작업을 통하여 전사적으로 공사의 미래의 비전에 대한 합의와 의견공유과정을 거칠 수 있었으며 이러한 과정자체가 공사의 전략과 연구개발의 통합을 이룰 수 있는 화두를 제시하기도 하였다.

이후 본격적으로 각 핵심전략기술에 따른 TFT를 본격적으로 구성하였다. 각 TFT에 선발된 정예요원들은 Robert Phaal(2004)이 제시한 T-Plan 기술로드맵 작성원칙에 따라 공사 본사가 위치한 대전에서 멀리 떨어진 조용한 지역에서 여러 번의 대규모 워크숍을 개최하였다. 이른바 기술로드맵 전개 워크숍을 통하여 각 기술분야의 최고전문가 그룹들은 각 분야의 미래산업동향분석, 기술성능 목표분석, 기술별 요소기술, 세부요소기술들을 시간축상 전개하는 기술로드맵 전개를 여러 날에 걸쳐 실시하였다. 기술로드맵 작성 전문가의 지도하에 체계적인 기술로드맵 전개 프레임에 따라서 각 핵심기술별 매크로(Macro) 기술로드맵 및 각 매크로 기술로드맵 당 5개 이상의 마이크로(Micro) 기술로드맵을 전개하였다. 이러

7) K공사의 기술로드맵 추진과정(technology roadmapping)에 본인은 총괄추진 팀원으로 직접 참여하였다. 본 사례는 기술로드맵 추진 kick-off, 핵심기술 도출, 기술로드맵 전개 및 최종마무리까지의 모든 기술로드맵 프로세스상의 상황분석, 인터뷰 및 결과물 등을 바탕으로 한 것이다.

한 기술로드맵은 후에 다시 발표회를 통하여 대폭 수정 보완되었으며 상위경영층의 의견을 반영하여 더욱 정교화되고 보완되었다. 공사에서 기술로드맵이 공사의 미래기술비전을 담고 있으며, 이것이 기술혁신을 위한 공사의 큰 인프라가 될 수 있음을 부인할 수 없다.

그러나 모두의 우려는 기획과정을 포함하여 1년 이상의 노력과 최고의 전문가를 동원하여 조직 내에서 만들어진 기술로드맵이 실제로 R&D 프로젝트 수행시 적극적으로 활용될 수 있는가였다. 기술 및 시장상황은 급격히 변화하고 있는 상황에서 만들어진 기술로드맵이 사장되지 않고 적극적으로 활용됨과 동시에 기술로드맵이 연구개발과 상위경영층의 전략적 의도를 연결할 수 있는 매개체 및 의사소통의 언어가 되려면 기술로드맵의 활용을 위한 전폭적 지원이 우선 필요함을 알 수 있었다. 이에 상위경영층에서는 중요 기술시점마다 기술로드맵의 대규모 업데이트의 추진 및 각 기술분야별 업데이트를 기술분야에서 자발적으로 추진할 수 있도록 지원하기로 하였다. 이는 Robert Phaal(2004)이 제시한 바와 같이 기술로드맵의 성공을 위해서는 Top-Down과 Bottom-Up 전략을 같이 추진해야 한다고 하는 것과 맥을 같이 한다고 할 수 있었다.

이제는 조직에 도입된 기술로드맵을 R&D 프로젝트 활동에서 어떻게 활용할 것인가가 문제였다. 지금까지 연구개발 부문의 혁신을 위한 많은 노력이 있었다. 그러나 결과는 기술개발계획과 연구실행과의 분리현상(decoupling

state)이 일어나는 경우가 많았다. R&D 프로젝트 책임자는 기술적인 문제에 집중하고, 상위경영층은 전사적인 종합조정 차원에서 기술개발의 우선순위를 두어 다른 방식으로 접근하는 경우가 많았기 때문이다. 이에 기술로드맵이 경영층과 연구개발부문의 의사소통의 언어가 되는 것이 필요했다. 이에 기술개발이 연구개발을 넘어 새로운 혁신과 블루오션을 창출할 수 있는 새로운 미래 동력이 될 것이 필요했다.

K공사의 기술로드맵 추진시 K공사의 주요 핵심기술로 선정되었던 'IT통합시스템기술' 중 하나인 K공사의 'IT통합 S프로젝트'는 기존 공사의 전국적 모든 정보 프로세스 및 IT관련 업무를 중앙에서 통합적으로 관리하는 프로젝트이다. 해외 선진기업에서는 이를 실시간으로 통합 관리할 수 있는 프로젝트를 추진하여 성공하였다. 이에 K공사도 15개 핵심기술들 중의 하나로 이 기술을 선정하였으며 이의 세부과제를 추진하고 있었다. K공사의 본사에 근무하고 있는 S프로젝트의 팀장은 기술로드맵 핵심기술 도출단계의 초기부터 적극적으로 참여하였으며 최정예의 요원들을 선발하여 기술로드맵의 전개 워크숍에도 적극적으로 참여하였다. 기술로드맵 관련 교육 및 관련 외부의 워크숍에도 적극적으로 참여함은 물론이다. 이러한 적극적인 참여를 통하여 프로젝트 팀장뿐만 아니라 프로젝트의 참여 팀원들도 기술로드맵이 단순히 기술전개를 통한 문서가 아니라 살아있는 연구개발의 언어이고 마이크

로 기술로드맵, 매크로 기술로드맵이 ‘숲과 나무처럼’ 어느 관점에서 보느냐에 따라 현재 추진하고 있는 연구개발의 중요성을 판가름할 수 있는 매우 중요한 것임을 알 수 있었다. 이러한 모든 것의 시발점은 S프로젝트 팀장의 기술로드맵 추진 초기 워크숍에서 기술로드맵의 목적, 원칙, 활용가치 등을 명확하게 학습하였기 때문이었다.

“기술로드맵 워크숍을 통하여 기술로드맵의 목적, 프레임, 앞으로 활용방법 등에 대해서 확실히 알게 되었습니다. 이전까지 연구개발 부분에서는 기술로드맵하면 막연히 기술전개하는 것 정도로 알고 있었는데 기술로드맵이 기술의 진화방향을 조직적 상황에 맞게 알려줄 수 있고 다른 기술로드맵과 결합시에는 눈에 보이지 않는 기술혁신의 방향까지도 알려줄 수 있군요. 앞으로 팀원들이 기술로드맵 교육에 참여시에는 적극적으로 지원해야겠습니다.....”

(S프로젝트 팀장 인터뷰 중)

S프로젝트의 추진시에 기술로드맵의 중요성과 활용가치를 아는 프로젝트 팀장 및 팀원들은 프로젝트 기술개발의 실행과 기술로드맵과 일치성을 추구하였으며 이의 불일치를 발견시에는 기술로드맵을 업데이트할 것을 연구관리부서 및 상위경영층에 문서로 보고하기로 하였다. 또한 외부위탁 연구추진시에는 RFP를 기술로드맵의 요건에 맞게 추진했는지 마이크로 기술로드맵의 기술진화에서 어느 부문에 정확히 해당하는지 구체적으로 살펴보기도 하였다. 이를 통해 기술로드맵이 이전의 기술개발 계획처럼 한번 추진되고 마는 것이 아니

라 지속적으로 공유되고 업데이트되고 실행되어야 하는 것임을 알 수 있었다. 또한, S프로젝트는 기술개발의 기술표준화가 어느 정도 되어있는 것이라 기술로드맵의 기술노드단위로 정확히 현재 개발단계를 구분 가능하였고 이는 프로젝트 추진시 기술로드맵 활용에 있어 큰 도움이 될 수 있었다.

“말그대로 로드맵인 것 같습니다. 기술(technology)...로드맵요..... 프로젝트를 추진하다보면 외부상황이 급작스럽게 변화하여 난감할 때가 많은데 이러한 때 기술적 문제를 어떻게 해결해야 할까 고민합니다. 이럴 때 기술로드맵은 하나의 문제해결을 위한 나침반 역할을 할 수 있는 것 같습니다. 또한, 프로젝트 추진시 공유할 수 있는 하나의 공통의 언어로도 손색이 없는 것 같습니다.....”

(S프로젝트 참여 팀원)

S프로젝트는 사내에서 추진되는 외부프로젝트와 매우 연관이 많았다. 이는 초창기 기술로드맵 작성시에도 S프로젝트 핵심기술의 요소기술들이 다른 분과의 요소기술과 중복이 많이 되어 기술수준 및 분류를 어떻게 해야 할지 논쟁을 이끌기도 하였다. 즉, 기술로드맵 전개 워크숍때는 15개 핵심기술의 요소기술, 세부요소기술의 기술수준이 각기 제각각이며, 이의 중복성문제 때문에 어떻게 체계적으로 기술로드맵을 정리할 것인가가 문제였다. 당시에는 이러한 ‘중복성 문제(redundancy)’가 S프로젝트처럼 여러 기술과 연관성이 있는 프로젝트에는 유리하게 작용할 수도 있다는 것을 아무도 알지 못하였다. S프로젝트의 매크

로 기술로드맵의 기술노드들은 다른 분과의 기술노드와 깊게 연관되었다. S프로젝트는 공사에서 추진되고 있는 다른 프로젝트와 기술적으로 많이 연관되었다. 다른 프로젝트의 기술적 문제에 대해 S프로젝트의 팀원은 다양한 형태로 자문에 응해주었다. 또한 여러 공식적 미팅과 자문협업을 통하여 다른 프로젝트에 영향을 미치고 있었다. S프로젝트 수행에는 다른 프로젝트의 많은 전문지식이 공유되었으며 많은 기술적 지식을 체계적으로 정리할 필요가 있었다. 또한 S프로젝트는 IT통합이라는 프로젝트의 성격상 K공사에서 추진되고 있는 프로젝트들의 관계구조 네트워크상의 중심 위치에 있었다.

“저희 프로젝트 추진시 많은 프로젝트팀과 기술적 협업 및 관계는 프로젝트 추진시 보다 넓은 관점에서 통합프로세스를 설계할 수 있도록 도와줍니다. 다른 핵심기술의 매크로 기술로드맵에서 저희 프로젝트의 업무를 자신의 일과 연관시키기 때문에 그들도 우리팀과 업무협업을 통해 직·간접적으로 많은 것을 얻으려고 하는 것 같습니다.....”

(S프로젝트팀장 인터뷰 중)

기술로드맵이 조직 내에서 추진되고 사장되지 않고, 기술혁신의 인프라로서 기능하기 위해서는 추진되는 프로젝트에서 기술로드맵을 적극적으로 활용해야 하며 프로젝트의 관계구조적 역량과 팀 내의 기술로드맵 관련 연구역량이 매우 중요한 결정변수임을 K공사의 S프로젝트의 구체적 사례분석을 통해서 알 수 있다. 기술로드맵이 성공하기 위해서는 기술로

드맵의 상위경영층의 지원 등 많은 요인 작용하지만 결국 기술로드맵을 채택하여 활용하는가 아니면 채택하지 않는가는 기술로드맵과 관련한 R&D 프로젝트의 관계, 구조성의 문제이고 내부역량의 문제임을 알 수 있다. 즉, 이러한 사례분석을 통하여 이론에 기반하여 도출된 명제를 적용해보았다.

7. 결론 및 시사점

현재 글로벌 초경쟁 환경(hyper-competition)에서 많은 연구개발 조직들은 미래 연구개발의 방향설정과 전략과 연구개발의 통합(strategy-R&D integration)을 위하여 경쟁적으로 기술로드맵을 추진하고 있다. 기술로드맵은 연구개발의 방향성을 제시하는 강력한 기술혁신의 인프라(infrastructure for innovation)라고 할 수 있다. 이러한 강력한 기술로드맵의 혁신속성을 이해하고 각 연구개발 조직들은 기술로드맵을 추진하지만 기술로드맵을 조직 내 추진하는 것만으로는 연구개발 조직은 혁신을 달성할 수 없다. R&D 프로젝트의 관계구조역량과 프로젝트수행 내부연구역량을 바탕으로 R&D 프로젝트수행시 기술로드맵을 실제로 적극 활용해야 한다. 이러한 역량을 바탕으로 매크로 기술로드맵, 마이크로 기술로드맵의 선순환적 교차 활용이 가능하다. 기술로드맵의 활용을 위해서는 R&D 프로젝트팀의 관계구조 역량 및 연구역량이 우선적으로 갖추어져 있어야 하므로 조직적

차원에서 이에 합당한 연구관리 하부구조를 구축하여야 한다. 본 연구는 조직에 기술로드맵 추진과정과 더불어 기술로드맵을 R&D 프로젝트 수행과정 중에 실제 활용(utilization)하는 혁신실행에 영향을 미치는 주요 결정요인을 경영이론을 바탕으로 R&D 프로젝트 수준에서 고찰하였다. 이를 위해 본 연구는 기술로드맵의 실제 추진 및 활용에 관련된 이론 연구를 통해 주요 명제를 도출하였다. 이 명제는 R&D 프로젝트팀에서 기술로드맵 활용을 위해서는 관계구조 역량차원에서 팀간 공식적 협업 및 기술적 협업이 갖추어져야 하며, 팀 내 연구역량차원에서는 필드에 존재하는 기술적 역량을 활용하는 기술표준화전략 및 기술로드맵 관련 교육 및 워크숍 참여가 이루어져야 기술로드맵을 활용할 수 있다는 내용이다. 즉, 기술로드맵의 기술적 정보 활용을 위해서는 프로젝트 간 기술적, 공식적 관계역량을 우선적으로 구축하는 것이 필요하며 기술로드맵의 속성과 본질을 고려한 수행 프로젝트 내의 기술표준화전략 추진과 기술로드맵 관련 역량강화가 필요하다는 것이다. 이러한 이론에 기반하여 도출된 명제에 근거하여 실제인터뷰 등을 통해서 K공사의 기술로드맵과 R&D 프로젝트 추진의 케이스 분석방식의 질적연구를 진행하였다. 이를 통해 이론을 기반으로 한 R&D 프로젝트 추진시 기술로드맵 활용에 미치는 주요 결정요인을 관계구조 역량과 연구역량의 주요 명제를 실제 사례를 통해 심층 분석하였다.

현재까지 국내 기술로드맵 관련 연구는 기

술로드맵 추진과 관련하여 절차상이나 국가과학기술기획차원과 관련된 연구가 대부분이었다. 현재 전략기술로드맵(STRM)과 관련한 연구는 초창기에 해당하며, 기술로드맵을 실제 R&D 프로젝트 추진시 활용하는데 연관된 연구는 전무하다고 할 수 있다. 이에 본 연구에는 실제 기술로드맵 추진사와 실제 활용의 측면에 분석을 시도하였으며 이론관련 명제는 네트워크 이론에 기반하여 R&D 프로젝트의 관계구조적 측면 및 조직학습적 차원에 주안점을 두어 도출하였다. 향후 본 연구에 기반하여 기술로드맵 활용 및 업데이트에 관한 연구는 더욱 심층적으로 실시될 수 있을 것이며, 이와 관련한 R&D 프로젝트 이론 연구 또한 더욱 심화될 수 있을 것이다. 또한 본 연구가 기술로드맵의 추진 절차상의 논의만을 다루는 기술기획적 방법론상의 논의에서 한차원 발전하여 기술혁신을 선도할 수 있는 기술로드맵에 대한 의미 있는 연구가 될 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

- 손옥, 2005, 「초일류 목표설정의 길」, 서울 : 삼성경제연구소.
- 박우희, 2002, 「기술경제학 개론」, 서울 : 서울대학교출판부.
- 한국과학기술기획평가원, 2002, 「연구기획평가를 위한 방법론 개발 및 사례에 관한 연구」, 서울 : 한국과학기술기획평가원.
- 한국과학기술기획평가원, 2005, 「미래국가유

- 망기술 21」, 서울 : 한국과학기술기획평가원.
- 한국과학기술기획평가원, 2007, 「국가R&D사업 Total Roadmap」, 서울 : 한국과학기술기획평가원.
- 한국과학기술기획평가원, 2005, 「기술전략맵」, 서울 : 한국과학기술기획평가원.
- 한국과학기술기획평가원, 2007, 「11차 R&D인력교육, R&D기술경영과정」, 서울 : 한국과학기술기획평가원.
- Argote, L, 1999, *Organizational Learning*, Norwell, MA : Kluwer Academic Publishers.
- Argote, L, et al, 2000, "Knowledge Transfer : A Basis for Competitive Advantage in Firms," *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82(2): 150-169.
- Alan, P, et al, 2006, "Management of technology: themes, concepts and relationships," *Technovation*, 26: 288-299.
- B. Berg, 2004, *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*, Boston: Allyn & Bacon.
- Cohen, W, M, and Levinthal, D,A, 1990, "Absorptive Capacity," *Administrative Science Quarterly*, 35: 128-152.
- Dennis, 2004, *A guide to the Project Management Body of Knowledge*, PA: An American National Standard, David, R., Donald, S., Mike, M., Robert, H., T,J, Helms, & Daryl Lund, 2002, "Methods in Science Roadmapping, How to Plan Research Priorities," *Science*, 280: 803-810.
- Emerging Industries, Competitive Australia, 2001, *Technology Planning for Business Competitiveness, A Guide to Developing Technology Roadmaps*, Occasional Paper.
- Fernando, L, 2005, "Technology Roadmapping for Envisioning and Planning Technology, Product, and Organization Development", 「2nd International SEPneT Workshop」.
- Galvin, R, 2003, "Roadmapping - A practitioners's update," *Technological Forecasting & Social Change*, 71: 101-103.
- Giovanni, C, & Figneur, Y, 2004, *Extending Technology Roadmapping For Environmental Analysis*, VSST 2004, Toulouse.
- Grant, 1996, "Toward a knowledge-based theory of the firm," *Strategic Management Journal*, 17: 109-122.
- Gregory N, S., Noel P, Greis & W, Fisher, 2001, "Absorptive Capacity and new product development," *Journal of*

- High Technology Management Research, 12: 77-91.
- Irene, J. P. 2006. "Product & Technology Roadmapping: Maximizing Strategic and Organizational Effectiveness", 「Workshop Materials」, 3-4 April, at Savannah, GA.
- Irene, J. P. 2005. "Roadmapping as a mitigator of uncertainty in strategic technology choice." Portland International Conference on the Management of Engineering and Technology(PICMET).
- Irene, J. P. 2003. "Translating Paper Based Roadmaps to Digital Form." Portland International Conference on the Management of Engineering and Technology(PICMET).
- Irene, J. P. & Ann, E. 2004. "Technology roadmapping in review: A tool for making sustaining new product development decisions." Technological Forecasting & Social Change, 71: 81-100.
- March, J. G. 1991. "Exploration and Exploitation in Organizational Learning." Organizational Science, 2(1).
- Mariano N & Pilar, Q. 2005. "Absorptive Capacity, Technological Opportunity, Knowledge Spillovers, and innovative effort." Technovation, 25: 1141-1157.
- Marie, L. G. & Olin, H. B. 1997. "Fundamentals of Technology Roadmapping, Sandia National Laboratory." SAND, 97-165.
- Martin, R. 2004. "Technology Roadmaps: Infrastructure for innovation." Technological Forecasting & Social Change, 71: 67-80.
- Marylynn, P. & John, F. C. 1999. Emerging Technology Roadmaps: The Battelle Approach. The Joint Global Change Research Institute.
- Noordin, S. & Robert, P. I. 2006. "From theory to practice: challenges in operationalizing a technology selection framework." Technovation, 26: 324-335.
- Ozan, S. 2006. PREST Foresight Course, Technology Roadmapping.
- Phillip, A., Roussel, K. N., Saad & Tamara, J. E., 1991. Third Generation R&D : Managing the link to the Corporate Strategy. Arthur D. Little, INC.
- Podolny, S. & Hannan, 1996. "Networks, Knowledge and niches: Competition in the Worldwide Semiconductor Industry, 1984-1991." American Journal of Sociology, 102: 659-689.

- Rachek, G. & Stephen R. 2003, "R&D and Absorptive Capacity," *Scand Journal of Economics*, 105(1): 99-119.
- Richey, J. M. & Grinnell, M. 2004, "Evolution of Roadmapping at motorola." *Research-Technology Management*, 47(2): 37-45.
- Robert, P., Clare J. P. & Farukh, R. 2001, *Technology Roadmapping: Linking technology resources to business objectives*, University of Cambridge.
- Robert, P., Clare J. P. & Farukh, R. 2004, "Technology Roadmapping - A Planning Framework for evolution and revolution," *Technological Forecasting & Social Change*, 71: 5-26.
- Robert, R. S. 2004, *Technological Innovation in the Semiconductor Industries: A case study of the International Technology Roadmap for Semiconductors(ITRS)*. Ph.D. Dissertation, George Mason University.
- Susan, J. H., Tor G. 2005, "Corporate culture, Absorptive capacity and IT Success," *Information and Organization*, 15: 39-63.
- Susumu, K. & John, M. 2001, *An Overview of Technology Roadmapping*, Vanderbilt University.
- United Nations Industrial Development Organization, 2003, *Technology Roadmapping, Foresight Methodologies, Training Module 2*.
- William L. M. & Langdon, M. 1999, *4th Generation R&D, Managing Knowledge, Technology and Innovation*.