

인공위성 산업의 기술혁신 과정에 관한 연구

설명환(한밭대학교)*

최종인(한밭대학교)**

국 문 요 약

본 연구는 국내 유일의 상업용 위성을 생산, 수출하는 기업인 (주)썬트랙아이의 사례를 살펴보았다. 위성산업의 기술학습과정과 기술능력의 한계를 극복하고 기술능력의 축적에 이르기까지의 경로와 패턴을 연구하였다. 사례기업의 연구결과, 기술혁신과정과 영향요인을 도출할 수 있었다. 첫째, 위성산업의 기술학습은 모방에 의한 기술획득, 소화, 개선의 과정으로 축적되며 기술능력으로 구체화된다. 둘째, 위성산업의 축적된 기술능력은 기술혁신에 영향을 준다. 셋째, 최고경영자팀(TMT)은 기술학습에 영향을 주며, 기술능력 향상에도 영향을 미친다. 넷째, TMT는 기술능력이 기술혁신성과로 나타나도록 영향을 미친다. 마지막으로 중소벤처기업이 이루어낸 기술혁신은 기술능력과 기술학습의 원천이 되는 것으로 나타났다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 기업의 지속적인 기술혁신을 위해서는 TMT의 역할이 매우 중요하며, 기술적 측면, 생산적 측면에서 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인 하였다. 또한 기술기반의 기업이 지속적이고 안정적인 성장을 위해서는 기술학습을 통한 경쟁력을 확보해야하며, 이는 기술기반의 기업이면 기술혁신의 바탕이 기술학습에서 시작된다는 것을 시사한다.

핵심단어 : 기술학습, 기술능력, 기술혁신, 인공위성, 최고경영자팀, 역행적 엔지니어링

1. 서론

중소벤처기업들은 지속적인 성장과 생존을 위한 혁신을 추구하고 있다. 제품의 수명은 점점 짧아지고 새로운 기술이 급격하게 개발되고 경쟁업체들은 기존의 시장을 위협하는 경쟁시대에서 기업의 생존과 성장을 위해 기술능력 확보는 필연적이다. 기술능력이란 기존기술을 흡수하고, 사용함은 물론 이를 약간 바꾸거나, 변화시켜 기술지식을 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 의미한다. 따라서 기술능력이 있어야만 변화하는 경제 환경에 대응하여 신기술을 만들 수 있고 신제품과 신공정을 개발할 수 있다(Kim, 1997). 이러한 기술능력은 점진적인 기술혁신을 이루는데 핵심적인 역할을 하고 있다. 본 연구와 관련된 기존 연구자를 살펴보면 다음과 같다. Kim(2001)은 미래산업의 사례를 들어 우리나라 중소자본재 산업의 기술능력 축적과정에 대한 연구를 진행하였다. Seol(2002)는 파이컴(현 솔브레이언지)의 사례를 들어 반도체 장치산업에서 신제품개발과정을 중심으로 지식창출과 흡수능력 그리고 학습지향성에 대해 연구를 진행하였다. 본 연구와 기존 연구의 차별점은 그동안 다루어지지 않았던 인공위성산업을 대상으로 벤처기업에서 학습과 능력이 혁신으로 이어지는 과정을 연구했다는 점이다. 특히 소형인공위성 분야의 세계 3대 업체로서 글로벌 경쟁력을 확보한

사례를 다루고 있다.

본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다. 첫째, 기술혁신의 선행요인인 기술학습과 기술능력이 기술혁신에 미치는 영향에 대해 규명하고자 한다. 둘째, 기술혁신과 기술능력의 영향요인으로 TMT를 규명하고자 한다. 마지막으로 사례를 통한 통합모델과 명제를 제시하고자 한다. (주)썬트랙아이를 사례기업으로 선정한 근거는 다음과 같다. 첫째, 기술능력의 축적과정을 살펴보면 24년이란 충분한 기간을 가졌으며 충분한 정보가 수집 가능하였다. 둘째 경쟁자가 모방할 수 없는 독특성이 생명인 벤처기업에게 시사점을 제공할 수 있기 때문이다.

본 연구의 중요성은 다음과 같다. 첫째, 기술학습, 혁신에 관한 연구는 대부분 대기업 중심의 연구(LG의 퀴놀론계 항생제 개발사례, 포스코의 기술능력 발전과정, 자동차, 반도체산업 등)가 많았다(Song, 1998; Lee, Kim, 2001; Kim, 2001; Seol, 2002; Ryu, 2005; Chung, 2009). 그러나 벤처기업의 기술학습과 혁신에 관한 연구는 Kim(2001), Seol(2002)의 연구를 제외하고는 거의 없었다. 대기업 중심의 기술학습 연구에 비해 상대적으로 벤처기업의 혁신에 관한 연구가 많지 않음에 중요성을 둘 수 있다. 둘째, 우리나라에서 보유하지 못했던 기술, 즉 인공위성이라는 최첨단의 거대과학을 연구 대상으로 진행하였으며 이를 통해 기술의 발전과정을 자세히 연구할 수

* 제1저자, 한밭대학교 대학원 경영학과, mhseol70@gmail.com

** 교신저자, 한밭대학교 경영회계학과 교수, jongchoi@hanbat.ac.kr

· 투고일: 2014-11-10 · 수정일: 2014-12-18 · 게재확정일: 2014-12-26

있었다. 셋째, 연구실에서 10명 이상의 연구원 집단이 만든 창업 기업의 사례로서 오늘날 세계 소형지구관측시장의 빅 3(썬트랙 아이, SSTL, EADS Astrium)에 속할 정도의 기술력을 갖추게 된 요인인 최고경영팀(TMT)의 연구를 진행했다. 위와 같은 연구의 중요성은 벤처기업의 학습, 혁신에 중요한 의미를 담고 있다.

II. 이론 고찰 및 연구 분석의 틀

2.1 기술학습

21세기 경쟁 환경에서, 기술학습은 독특하고 중요한 대응 형태이다(Hitt et al., 2000). 기술학습은 기술 중심의 회사가 성장하는 과정으로 정의한다(Carayannis, 1999). 또한 기술 학습을 기업이 기술이나 제품 그리고 프로세스에 대한 자신의 지식기반을 보완하고 개발하여 다양한 기술의 사용을 향상시키는 방법으로 정의하고 있다(Dodgson, 1991: 110). 이러한 학습에서 실행을 통한 학습(learning by doing)은 매우 값진 학습방법이며(Choi, 2002), 실행을 통한 학습이 기술능력과 기술혁신으로 변화하는 과정에 영향을 미친다. 기술 학습은 특히 동적이면서 불연속적인 복잡한 경쟁 구도에서, 기술능력을 축적하는데 있어 중요한 역할을 한다. 이러한 기술 학습은 글로벌 시장에서 새로운 벤처의 성공에 많은 기여를 하고 있다. 이를 보여주는 최근의 증거는 기술 학습의 특정 유형에 대한 중요성을 강조하고 기존 기술지식을 개발하며 가치를 창출하는 많은 기업이 기술학습을 통해 기술능력을 축적하고 있다는 것으로 볼 수 있다(Zahra et al., 2000). 또 다른 기술학습의 정의는 창조적인 문제 해결을 위해 조직차원에서 이용 가능한 신기술지식을 개발하는 것(Kazanjian et al., 2000)이라 하고 있다. 국내의 연구에서 Kim(1997)은 기술학습을 기술능력을 획득하는 동태적인 과정이라 정의하였고, Bae(1987)는 기술지식이 획득되어 소화 및 흡수과정을 거쳐 새로운 기술을 창출할 수 있는 능력으로 바뀌는 과정이 체화된 상태라 정의 하였다. 이러한 정의를 종합하면 기술학습은 기술능력의 획득과 축적의 개념을 포함하고 있다.

2.2 기술능력

기술능력의 개념은 개발도상국 연구에 중요한 관심사였다. Kim(1997)은 기술능력을 기존기술을 흡수하고, 사용하고, 약간 바꾸거나, 변화시킬 때에 기술지식을 효과적으로 활용할 수 있는 능력 뿐 아니라 새로운 기술을 창출하게 하며 변화하는 경제 환경에 대응하여 신제품과 신공정을 개발할 수 있게 하는 능력이라 정의하였다. 이러한 기술능력의 획득을 위해서 외부기술의 유입과 내부적인 노력을 결합하고, 기술변화를 탐지하기 위한 해외조직을 설치하고, 인적 자원의 훈련과 개발에 몰입하며, 기업의 기술전략을 수행하기 위한 다양한 기능을 통합하고 조정하는 조직능력을 키워왔다. 그밖에도 대학이나 공공연구 기관에서 나온 창업가들, OEM수출업체, 판매 대리인이나 모방업체들의 존재도 있다(Kim, 1997). 다른 연구자는 기술능력을 기술지식의 효과적인 활용에 관련된 것이라고 보는 견해이다. 기술능력이란 지식이라는 그 자체에서 나온 것이 아니라, 지식의 활용과 생산, 투자, 혁신 과정의

우수성으로부터 나오는 것(Dahlman & Westphal, 1981; Kim, 1997)이라고 정의했다(Miyazaki, 1995). 이는 기술능력에 대해 기술은 변화를 창출하는 능력이며 기업이 기술적인 기회에 대응하고 기업이 가지고 있는 기존 핵심능력 속에 기술을 흡수시키는 관련방법들의 집합을 강조하였다. 마지막으로 Leonard-Barton(1995)은 기술능력을 기술 및 지식기반, 물리적 기술시스템, 교육과 보상 관리시스템, 기업의 경쟁우위를 창출하는 가치관 및 기술지식 창출 활동까지 포함하는 포괄적인 시스템으로 정의 하였다. 이는 기술적인 차원뿐만 아니라 조직 관리적 차원까지 기술능력 개념에 포함시킴으로써 기술능력의 폭을 넓게 해석하고 있다. 본 연구에서는 (주)썬트랙아이의 기술능력획득 과정을 전체적으로 살펴보기 위해 Kim(1997)의 기술능력 개념을 활용하고자 한다.

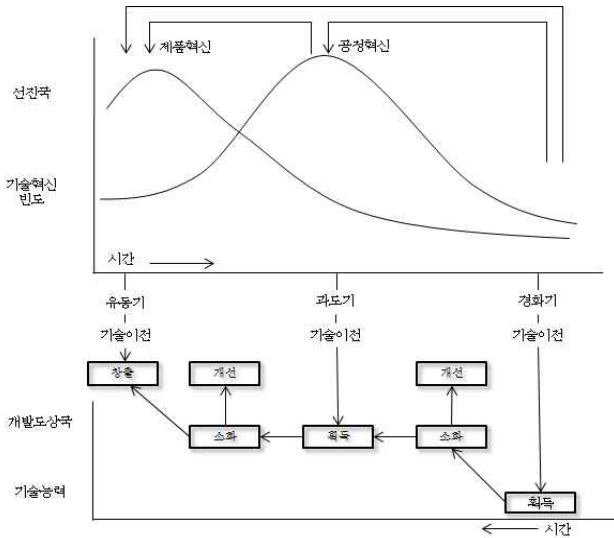
2.3 기술혁신

기술(technology)은 조직의 투입물을 산출물로 바꾸는데 사용되는 지식, 도구, 기법 및 행동을 모두 포함하는 것으로 광범위하게 정의된다. 기술은 이 변환과정을 위한 설비를 처음 만들어 작동시키고, 개선시키며, 확장하는 것은 물론, 여기에서 나오는 산출물을 설계하고 개선시키는 과정에 적용되는 지식과 기술을 말한다(Kim, 1997; Kim, 2001). 혁신은 신제품을 개발하고 시장에 출시하기 위해서 기업의 내적 능력에 뿌리를 둔, 개척적인 활동을 말한다(Bolton, 1994; Kim, 2001). 기술혁신은 조직이 기술에 대해 새로운 아이디어를 도입하고 그것을 개발하여 실용화함으로써 시장이나 사회의 요구를 충족시키는 전 과정을 의미한다(Kim, 1999; Kim, 2001). 이러한 기술혁신 역량강화를 위해서 사업관리 개선이 필요하다. 창의성 발현을 위한 조직 및 연구팀 운영개선 등이 모색되어야 한다(Choi et al., 2012).

기술혁신은 경쟁 환경 속에서 기업이 경쟁우위를 획득(Tidd et al., 1997)하거나 신시장에 진입하기 위해 필수적인 것으로 인식되고 있으며, 새로운 시장과 고객을 창출하거나 시장점유율을 높이기 위해 신제품을 개발하거나 또는 기존 제품을 개선하는 모든 활동(Song, 2006)으로 정의 될 수 있다. 그러나 기술혁신은 본질적으로 복잡하고 위험성이 높아서 그에 관한 효과적인 관리가 요구되며 대다수의 신기술들은 신제품과 서비스의 상업화에 실패하는 경향이 이 같은 논리를 뒷받침하고 있다(Tidd et al., 1997).

우리나라는 <그림 1>처럼 산업발전 초기에 주로 선진국으로부터 성숙기에 접어든 기술의 이전을 통해 기술을 학습해 왔다. 자체 기술혁신에서도 대부분 제품의 다변화나 생산 공정의 효율성에 집중하여 기술 인력의 전문적인 지식과 높은 교육수준을 요구하기보다는 현장경험 등이 더 중요한 역할을 하였다. 그러나 점차 성장기나 신흥 단계의 기술분야에 대한 중요성이 커지고 기술혁신의 초점이 원천기술의 학습을 통한 신제품의 설계로 이동하게 되면서 기술 인력의 고급화가 절실하게 요구되고 있다. 따라서 선진국과 마찬가지로 인력의 전문화가 기술능력의 학습과 기술혁신 성과에 미치는 영향이 점차 높아지고 있다(Kim, Choi, 2005).

본 논문에서는 사례기업의 기술혁신 과정을 살펴봄으로써 기술학습 과정과 기술능력의 축적 그리고 기술혁신으로의 과정의 전부를 살펴보고자 한다.



출처 : Kim, Linsu(1997), "Imitation to Innovation," Boston: HBSP, p.89.
 <그림 1> 선진국과 개발도상국 기술계도의 통합모델

2.4 TMT(top management team)

TMT란 일반적으로 조직의 총체적인 책임을 가진 최고 경영진 팀을 의미하며(Mintzberg, 1979), 기업의 미래를 결정하는 최고의 지배 집단이고 의사결정을 수행하는 집단으로 정의된다(Wiersema, 1992). TMT와 관련된 이론을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 최고경영자의 역할을 강조하는 전략적 선택이론(strategic choice theory), 둘째, 최고경영자와 TMT체제의 중요성을 강조한 최고경영층 관점(upper echelon perspective), 셋째, 조직에 대하여 전체적으로 책임을 지고 있는 경영층에 관한 심리적, 관찰 가능한 인구통계학적 특성과 그들이 어떤 업무를 수행하며 어떤 방식으로 업무를 수행하고 있는지를 파악하여 조직의 성과를 궁극적으로 예측하는(Hambrick, 1989) 전략적 리더십(strategic leadership) 이론으로 분류할 수 있다(Park, 2007).

첫째, 전략적 선택이론이란 전략실행에 있어서 최고경영자의 역할을 강조하는 이론(Child, 1972)이며, 기존의 경제적 효율성을 중시하는 기능적 설명위주의 이론을 반박하고 정치적 행위에 대한 인식을 강조하였다. 둘째, 최고경영층 관점이다. 최고경영층관점에서의 이론은 먼저 조직성과에 대한 보다 높은 예측력을 제공해 줄 수 있고, 최고경영자를 선발하고 개발하는 데 도움이 되며, 경쟁조직이나 경쟁자의 동태를 파악하는 데 유용하게 이용된다. 셋째, 전략적 리더십은 최고경영자의 중요성에 대한 이론적 근거를 제공한다. 본 연구에서 기술학습과 기술능력에 각각 영향을 주어 기술혁신에 이르도록 하는 중요한 이론이다.

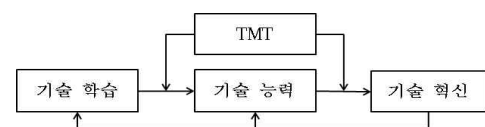
본 연구의 이론적 틀을 구체화하기 위한 기술학습, 능력 그리고 혁신에 대한 선행연구 및 관계를 정리하면 다음과 같다. 기술학습은 새로운 지식의 획득과 소화 그리고 흡수과정을 거쳐 신기술을 창출할 수 있는 능력으로 바뀌는 상태이다(Bae, 1987). 이러한 기술학습은 특히 동적이며 불연속적인 복잡한 경쟁구도에서 기술능력을 축적하는데 있어서 중요한 역할을 한다(Zahra et al., 2000). 기술능력이란 이러한 학습을 바탕으로 경제환경에 맞게 대응하는 신제품과

신공정을 개발할 수 있는 능력이다(Kim, 1997). 이러한 기술능력은 일반적으로 기술을 모방, 사용, 소화, 변화, 창출하기 위해 기술적 지식을 효과적으로 사용할 수 있는 능력의 정도를 말하며 생산능력, 투자능력, 기술혁신능력을 포함하고 있다(Dahlman & Westphal, 1981). 혁신은 학습과 능력의 과정을 거쳐 조직이 새로운 아이디어를 도입하고 개발하여 실용화함으로써 시장이나 사회에서 요구하는 제품이나 기술을 충족시키는 모든 과정으로 정리할 수 있다(Kim, 1999; Kim, 2001). 이들의 차이점을 정리하면 <표 1>과 같다. 마지막으로 TMT는 기업에서 정상에 위치한 소수의 영향력 있는 경영자 집단으로써 기업의 미래를 결정할 의사결정을 수행하는 집단으로 의미를 두고 있다(Hambrick & Mason, 1984). 이러한 TMT에 대해 Daft(2002)는 하이테크산업에서 TMT는 기술혁신과 지식창출이라는 환경을 구축하고 기업의 자원을 활용하는 중요한 역할이라 하였다. 이와 같은 선행연구를 통해 살펴본 의미와 역할은 다음과 같다.

<표 1> 기술학습, 능력, 혁신의 선행연구 분석

선행연구	주요내용
Bae(1987), Zahra et al., (2000)	기술학습과 능력과의 관계분석: 기술지식이 획득되어 소화 및 흡수과정을 거쳐 새로운 기술을 창출할 수 있는 능력으로 바뀌는 과정이 체화된 상태이며, 이러한 기술학습은 특히 동적이며 불연속적인 복잡한 경쟁구도에서 기술능력을 축적하는데 있어서 중요한 역할을 한다.
Kim, (1997), Dahlman & Westphal, (1981).	기술능력과 혁신과의 관계분석: 변화하는 경제환경에 대응하여 신제품과 신공정을 개발할 수 있게 하는 능력이며 이러한 기술능력은 일반적으로 기술을 모방, 사용, 소화, 변화, 창출하기 위해 기술적 지식을 효과적으로 사용할 수 있는 능력의 정도를 말하며 생산능력, 투자능력, 기술혁신능력을 포함하고 있다.
Kim, (1999), Kim (2001)	기술혁신과 학습, 능력과의 관계분석: 기술혁신은 조직이 (제품과 공정)기술에 대해 새로운 아이디어를 도입하고 그것을 개발하여 실용화함으로써 시장이나 사회의 요구를 충족시키는 전 과정이다.
Hambrick & Mason, (1984), Daft(2002)	TMT와 기술학습, 능력, 혁신과의 관계분석: 조직의 정상에 위치한 소수의 가장 영향력 있는 경영자들의 집단이며 이러한 TMT에 대해 하이테크산업에서는 기술혁신과 지식창출이라는 환경을 구축하고 기업의 자원을 활용하는 중요한 역할을 한다.

이상의 기술학습과 능력 그리고 혁신에 관련한 선행연구 결과를 정리해 보면 기술학습, 능력, 혁신의 연관성을 찾아볼 수 있으며 TMT의 영향요인이 기술능력과 혁신에 영향을 미치고 있다는 명제를 도출할 수 있다. 하지만 기술혁신이 기술학습과 능력으로 영향을 미친다는 연구에 대한 선행연구는 미흡한 편이다. 본 연구에서는 선행연구를 통해 기술학습이 능력과 혁신으로 발전하며, 기술혁신이 학습과 능력으로 이동하는 과정을 사례연구를 통해 살펴보고자 한다.



<그림 2> 연구의 개념적 틀

2.5 연구분석의 틀

본 연구의 목적은 셋트랙아이의 기술학습, 기술능력이 기술혁신에 미치는 영향에 대해 살펴보는 것으로 이론적 고찰과 예비 사례연구의 반복적인 시행을 통해 본 연구의 개념적 틀이 완성되었다. 먼저 개발도상국에서의 기술학습, 습득을 통한 기술능력에 관한 개념은 Kim(1997)이 Abernathy & Utterback(1978)의 모델을 확장하여 획득기, 소화기, 개선기의 3단계 모델을 주장한 기술레도의 모델에 기초하였다.

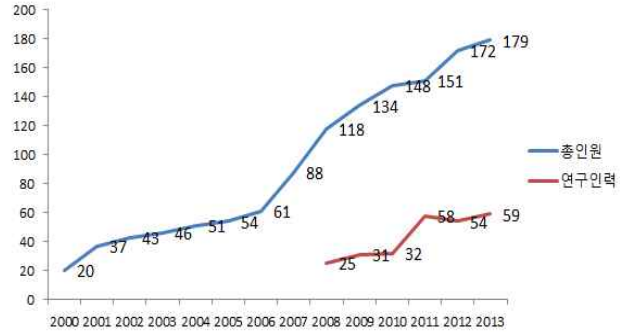
기술능력은 외부로부터 단순히 주어지는 것이 아니라 내부의 기술학습 활동을 통해 축적 되므로 관찰, 평가, 설계, 실행등의 다양한 활동을 필요로 하게 된다(Kim D. H, 1993). Kim(1997)은 기술능력을 기존기술을 흡수하고, 사용하고, 약간 바꾸거나, 변화시킬 때에 기술지식을 효과적으로 활용할 수 있는 능력 뿐 아니라 새로운 기술을 창출하게 하며 변화하는 경제 환경에 대응하여 신제품과 신공정을 개발할 수 있게 하는 능력이라 정의하고 있다.

또한 선진국의 기술진화 과정인 유동기, 과도기, 경화기의 3단계(Abernathy & Utterback, 1978)는 셋트랙아이의 창립이후 겪게 되는 제품혁신과 공정혁신을 잘 나타내고 있다. 위의 사례연구를 통해 기술적 개발도상국으로의 기술이전 후 기술을 끌어올리기 위한 연구과제 수행, 연구개발등의 기술학습은 본 연구의 개념적 틀 형성에 많은 영향을 주었다. 기술혁신은 다시 기술학습을 통해 기술능력을 형성하고 기술혁신으로 이어지는 선순환(virtuous circle) 기술단계를 거치게 됨을 본 연구의 개념적 틀로 살펴보고자 한다.

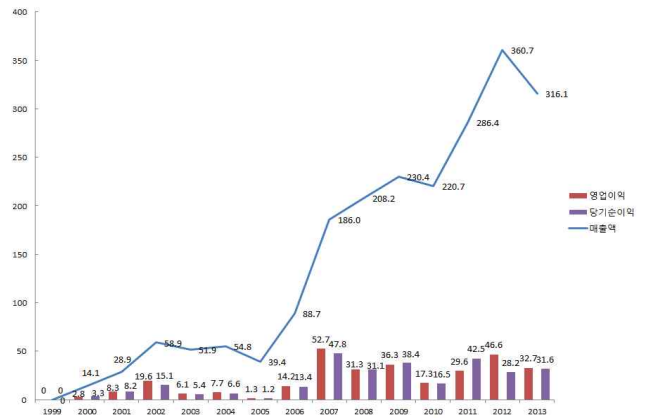
III. 사례: (주)셋트랙아이의 기술혁신과정

본 연구의 대상인 (주)셋트랙아이는 KAIST 인공위성연구센터 실험실에서 같이 연구하던 팀이 중심이 되어 위성시스템 개발 및 관련 서비스사업을 영위할 목적으로 1999년 12월 말 설립되었다. 2013년 말 현재 총 179 명의 직원이 일하고 있으며 연구 인력이 30% 대인 약 60명 정도인 연구 개발형 중소기업이다. 직원 수의 변화를 살펴보면 (주)셋트랙아이는 <그림 3>과 같이 창업초기 2000년에 20명에서 2013년 179명으로 꾸준히 증가해오고 있으며, 59명의 연구원으로 구성되어 있다. 연구소 조직운영은 프로젝트별 매트릭스(Matrix) 형태로 운영하고 있으며 필요에 따라 사업부와 상호 유기적으로 연계하여 업무를 진행하고 있다. 위성은 기계구조, 열역학, 재료공학, 전기·전자, 소프트웨어, 제어, 시스템공학, 항공우주 등 공학분야와 물리, 천문, 지구과학 등 기초과학분야까지 다양한 분야의 전문지식이 요구되는 제품이다. 따라서 위성체 조사의 인력은 다양한 분야의 고급 인력들을 필요로 한다. 셋트랙아이 연구인력 비중이 높고 중요한 이유가 여기에 있다. 셋트랙아이의 연구인력의 비중을 살펴보면 2008년은 25명으로 전체의 21% 수준을 차지하였으며, 2011년 58명으로 전체의 38%를 차지하였다. 전체인력의 30% 수준의 연구인력을 유지하고 있다. 매출현황 및 영업이익, 당기순이익의 변화를 살펴보면, <그림 4>와 같이 창업초기인 2000년부터 14.1억 원의 매출이 발생하였으며

2002년 58.9억 원까지 증가하였다. 2005년에 39.4억 원을 매출이 감소했으나 2006년 88.7억 원으로 급격하게 증가하였으며, 2012년까지 360억 원까지 성장하였다. 영업이익과 당기순이익을 살펴보면 매출과 함께 급감을 함께하고 있으며 2007년 급성장을 통해 영업이익과 당기순이익이 급격히 증가함을 알 수 있다.

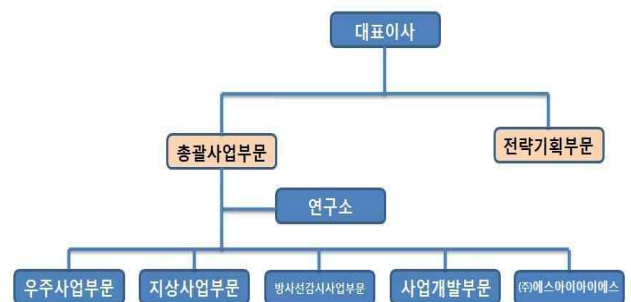


<그림 3> 셋트랙아이의 인력 변화



출처 : SMBA(2014), SME info of South Korea, Retrieved December 26, 2014 from <http://sminfo.smba.go.kr/si/ei/IEI005R0.do>

<그림 4> 셋트랙아이의 매출액, 영업이익, 당기순이익



출처 : Financial Supervisory Service Data Analysis, Retrieval and Transfer System(2013), 2013 SatechInitiative Co.,Ltd. Report.

<그림 5> (주)셋트랙아이 조직도(2014)

소형 지구관측 위성시스템 기술과 관련해 셋트랙아이는 인공위성 본체, 전자광학카메라, 그리고 위성영상수신처리 지상국 개발을 위한 핵심기술을 확보하고 있으며, 우주기술 개발도상국에 기술이전 및 다양한 훈련 프로그램과 엔지니어링 서비스를 제공하고 있다. 이러한 기술기반인 셋트랙아이는 기술혁신, 생산성 향상, 비용 절감을 위한 지속적인 연구개발 노력으로 우주개발의 상업화를 선도하고

있다. 그 결과 2008년 6월에 코스닥에 상장되었으며, 시장이 요구하는 시스템을 적기에 공급할 수 있는 기술역량을 확보하기 위하여 현재도 부단한 연구개발 노력을 기울이고 있다.

셋트랙아이의 사업부문은 <그림 5>와 <표 2>와 같이 위성사업(위성제조업), 지상사업(방위사업), 파생사업(방사선감시사업), 기타(위성영상서비스사업)사업 등 크게 4가지 사업영역으로 나눌 수 있다. 먼저 위성사업부문은 셋트랙아이의 창업기 부터의 사업 부문으로 현재의 주력사업이기도 하다. 1999년부터 위성사업을 시작한 이래 파생사업, 기타사업으로 영역을 확대하고 별도 법인을 추진하고 있다.

<표 2> 셋트랙아이의 사업 소개

사업 부문	매출 유형	품목	구체 적용도	주요 상표 등	매출액(비율)	
					2012년	2013년
위성 사업	제품	소형위성 시스템, 전자광학 카메라	지구 관측용 소형 인공위성	SI-200 EOC-A,C,H	27,667 (76.70%)	21,234 (67.16%)
지상 사업	제품 용역	지상체	위성영상 수신처리 및 위성관제	위성영상 수신처리 시스템, 이동형 지상국	7,180 (19.91%)	8,688 (27.48%)
파생 사업	제품	환경방사선 감시기	방사선 선원 및 총량 감지	EFPD-3300	549 (1.52%)	836 (2.64%)
기타	상품	위성영상, 메모리 등	우주항 공용	-	676 (1.87%)	860 (2.72%)
합 계					36,072 (100%)	31,618 (100%)

출처: Financial Supervisory Service Data Analysis, Retrieval and Transfer System(2013), 2013 Satreclnitiative Co.,Ltd. Report.

위성사업은 국내에서 유일하게 위성시스템을 개발하여 수출하고 있다. 위성체 분야에서 소형위성 시스템, 중형 및 소형위성의 탑재체와 부품을 개발·제조하고 있으며 지상사업인 지상체 분야에서는 소형/중형/대형위성의 관제 또는 위성으로부터 취득된 정보를 수신/처리하기 위한 지상국장비와 S/W제조를 하고 있다. 위성을 제작하는데 사용된 기술을 기반으로 한 파생사업 제품과 방사능계측솔루션을 개발·생산하고 있다. 산업적 측면에서 위성사업, 지상사업, 파생사업으로 보면, 위성사업은 국내외 정부 또는 정부산하 기관 등을 대상으로 위성시스템을 일괄수주계약방식(Turn-key)으로 공급하거나 본체, 탑재체, 지상체 등과 같은 시스템의 일부분 또는 부품을 공급하는 사업이다. 지상사업은 최종적으로 군이 수요로 하는 다양한 제품과 부품 등을 공급하는 사업이다. 공급사례로는 차세대 전차/장갑차의 영상처리시스템, 국방로봇의 영상제어장치, 유도무기의 제어센서 및 통신용 부품, 아리랑 위성 5호의 이동형 지상국 등이 기술을 바탕으로 한 사업이며, 파생사업의 방사능계측솔루션 사업은 셋트랙아이의 보유하고 있는 핵심기술을 기반으로 양산이 가능한 제품 개발을 추진하는 것으로 환경방사선감시기가 이에 해당한다. 파생사업은 셋트랙아이의 보유하고 있는 우주방사선 감시기 제작기술과 한국원자력 안전기술원의 기술을 융합하여 개발한 것으로 국내외 원자력 안전기관에 공급하고 있다.

또한 2009년에 발사된 DubaiSat-1영상을 이용한 위성영상판매를 위하여 2010년 Dubai EIAST와 DubaiSat-1영상판매사업 계약을 체결하였으며, 2012년 11월에는 한국항공우주연구원과 아리랑 2호, 3호, 5호의 전세계 위성영상 판매권을 획득함으로써 본격적인 기타사업을 진행하고 있다.

2011년 세계 지구관측 영상시장 규모는 22억 달러(부가서비스 시장 포함)로 2010년 대비 6%성장하였으며, 이러한 지구관측은 해양온도, 기후변화, 농산물 작황, 동물이동 등 민간, 과학 및 군사측면에서 다양한 데이터를 자세한 영상형태로 제공하면서 영상 데이터 판매와 부가서비스 시장으로 급성장하고 있다. 지난 13년간 셋트랙아이의 창업이후 현재까지 꾸준한 성장을 이어갈 수 있었을까? 셋트랙아이의 진정한 성공요인은 무엇일까? 과연 셋트랙아이의 세계 위성시장에서 인정받고 지속적 성장을 할 수 있는 경쟁우위는 어디서 찾을 수 있을까?

이러한 의문의 해답을 얻고자 기술학습, 기술능력이 기술혁신에 영향을 주었는지를 살펴보고자 한다. 역행적 엔지니어링에서 기술혁신의 선진패턴으로 전환되어 진행되는 과정을 아래와 같이 두 시기(1990-1999, 2000-2014)로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

3.1 기술의 획득기, 소화기, 개선기(1990 -1999)

Kim(1997)은 Abernathy & Utterback(1978)의 모델을 확장하여 <그림 1>에서 본 것처럼, 획득기, 소화기, 개선기의 3단계의 역행적 엔지니어링 모델을 주장하였다. 먼저 후발국, 개발도상국에서는 산업화 초기 단계이며 선진국으로부터 경합기에 도달한 외국기술을 습득한다. 개발도상국으로서 불모지와도 같았던 인공위성기술의 학습의 기본은 인적자원의 확보 전략이었다. 개발도상국에서 필요한 것은 지식과 기술이며 이 지식과 기술은 사람에 체화된 지식이므로 인적자원의 확보가 무엇보다 중요했다. 이는 자체적인 육성과 함께 우수인력의 확보가 급선무였으며 해외에 연수를 보내 인재를 양성하는 것이다(Kim, Choi, 2012). 생산설비의 운영체계가 확립되면 생산과 제품설계 기술은 빠르게 확산된다. 나중에 참여하는 회사들은 먼저 기술을 획득한 회사의 경험 있는 기술자를 확보, 영입함으로써 기술능력을 얻게 된다.

전반적인 제조기술이 비교적 성공적으로 토착화되고 수출촉진에 대한 관심이 증가되면서 국내 과학기술자들의 능력 또한 향상됨에 따라 기술수준이 개선된다. 또 도입된 기술들은 자체연구개발과 엔지니어링 노력을 통하여 다른 제품라인에 응용된다. 개발도상국의 기업들은 선진국의 기술을 도입하는 획득기, 습득된 기술에 대한 소화기 및 이를 발전시키는 개선기의 과정을 거치면서 선진국과는 역방향의 기술체도를 따르게 된다(Jang, Hong & Choi, 2008).

위성(Satellite)이란 큰 질량을 가진 물체 주변을 도는 작은 질량의 물체를 말한다. 인공위성(Artificial Satellite)은 사람이 특수한 목적을 달성하기 위해 지구 주변을 돌도록 만든 물체이다. 인공위성의 경우 지구 궤도에 있는 것뿐만 아니라, 다른 행성탐사를 위해서 지구로부터 멀리 날아가는 경우도 편이상 인공위성으로 간주한다. 이러한 위성제작은 전자공학, 통신공학, 컴퓨터, 기계공학, 재료공학, 항공공학 등 여러 분야의 종합기술이 필요하며 많은 예산과 인력 시간이 들어가는 거대과학(Big Science)분야이다(Tae, 2014). 기술선진국에서나 개발 가능한 인공위성 기술을 처음 개척한 사람은 최순달 교수이다. 최순달 교수는 한국연구재단의 ERC 과제로의 선정과 과학기술부와 정보통신부의 인력양성 지원금으로 우주기술 전문가를 양성하기 위해 카이스트 인공위성연구센터 1기 KIT 86학번 5명을 시작으로 영국 서리대학 등에 유학을 보내 인공위

성에 관한 기술학습을 시작하였다. 이들은 낮에는 서리인공위성 기술(Surrey Satellite Technology Limited, SSTL) 연구원들과 함께 시험하며 발견된 문제점들을 새벽에 다시 실험실에 나와 해결하는 등 여러 학습방법으로 기술을 습득하였고, 이는 다시 기술 능력으로 발전시켰다. 이러한 인공위성연구센터 유학생들의 적극적인 참여와 기여는 더 많은 기술학습 기회로 이어졌으며 이를 기반으로 자체적인 기술을 통한 인공위성 기술을 가지게 되었다(Tae, 2014). 한국에서 처음 제작한 우리별 1호와 2호가 SSTL의 Microsat-70 플랫폼을 기본으로 만들어진 위성이고, 인공위성 기술을 학습하기 위해 유학생들을 보낸 곳이 영국의 서리대학이었다. 이곳에는 인공위성연구센터 유학생 10명이 있었으며 그중 전기 및 전자공학을 전공한 학생이 6명, 전산과가 3명, 물리학자가 1명이었다. 이들에게 주어진 임무는 UoSAT 제작 기술, 그 중에서도 버스시스템을 중점적으로 익혀서 서리대학 연구원들의 기술지원 없이 한국에 돌아와서 이를 제작할 수 있을 만큼 완벽하게 기술 학습하는 것이었다(Tae, 2014). 이를 위해 학습한 기술을 실시간으로 한국에 있는 카이스트 팀에게 바로 전달하는 듀얼 학습 구조를 운영하였다. 이는 서리대학에서 유학생들에 의해 이루어지는 기술습득이 카이스트에서도 동시에 이루어지게 하기 위함이며, 기술학습과정에서 놓칠 수 있는 기술에 대한 궁금증과 확인 작업을 통해 기초적인 기술학습과정을 넘어서 자체기술을 가지는 기술능력으로 평가된다. 쉘트랙아이는 1999년 창립이전에 Kim(1997)의 모델을 충실히 이행하였다. 우리별 1호, 2호는 기술의 학습과 습득에 대한 과정이 기술의 획득과 소화과정으로 설명할 수 있으며, 기술능력, 역량의 축적은 기술의 개선으로 설명할 수 있다. 이러한 순환적인 반복적인 학습과정은 기술 혁신으로 이어져 쉘트랙아이가 창립이후 이어진 위성사업에서 성과를 낼 수 있었던 기술의 원천인 것이다. 쉘트랙아이가 인공위성의 기술을 획득하고 그 기술을 소화하고 마침내 개선하여 기술능력을 키운 인공위성 기술의 학습 단계를 아래 <표 3>에서 자세히 살펴보고자 한다.

<표 3> 인공위성 기술학습 단계 조사

	위성시스템						지상국	
	위성본체					탑재체	위성 영상 처리	지상 관제 시스템
	구조체	자세 제어	전력계	추진계	원격 측정 명령계	전자 광학 카메라		
우리별 1호 (1993)	1	1	1		1	1		1
우리별 2호 (1993)	1	1	1		1	1		1
우리별 3호 (1999)	2	2	2		2	2	1	2
Razak SAT (2005)	3	3	3		3	3	3	3
Dubai Sat-1 (2008)	3	3	3		3	3	3	3
Dubai Sat-2 (2012)	3	3	3		3	3	3	3
Deimos-2 (2014)	3	3	3		3	3	3	3

주: 1) 인공위성 기술학습 단계 조사는 박성동 대표와의 인터뷰를 근거로 작성함 (1 = 기술도입, 2 = 도입기술의 개선, 3 = 순수자체 기술)

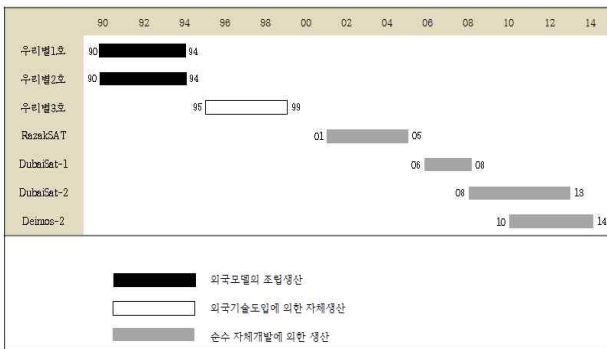
<표 3>는 쉘트랙아이의 기술혁신과정을 보다 상세하게 설명해 주고 있다. 기술학습 단계는 인공위성을 크게 3개(위성본체, 탑재체, 지상국)로 구분하고 각각의 세부적인 내용을 조사하였다. 역행적 엔지니어링에서 기술혁신의 선진패턴으로 전환되는 두 시기(1990-1999, 2000-2014)인 기술혁신 과정을 사례연구하기 위해 쉘트랙아이 본사에서 박성동 대표와 4차례의 개별 인터뷰를 실시하였다. 1회 평균 인터뷰 시간은 2~3시간 이었으며 별도의 공개 강연을 통해 보완되었다. 1, 2차 인터뷰를 통해 기술학습과 기술능력의 중요성을 인지하였고, 3, 4차 인터뷰에서는 TMT의 인적성과 역할에 대해 파악할 수 있었다. 또한 박성동 대표의 3차례의 공개세미나와 강연을 통해 창업과 기술혁신의 중요성을 인지하여 본 논문에 적용하였다. 역행적 엔지니어링 시기에서 제작한 우리별 1호, 2호는 위성본체, 탑재체, 지상국의 모든 체계가 영국의 기술 지원하에 개발되었고 그 다음에 우리별 3호는 그 기술의 개선으로 기술학습에서 상당한 진전을 보여줬다. 그리고 기술혁신의 선진패턴 시기의 인공위성(RazakSAT, DubaiSat-1, DubaiSat-2, Deimos-2)은 축적된 기술이 순수자체기술로 나타나 제작되었음을 증명해주고 있다.

3. 2 기술의 유통기, 과도기, 경화기(2000 -2014)

선진국의 기술패턴에 대한 연구는 Abernathy & Utterback (1978)의 연구가 대표적이라 할 수 있다. Abernathy & Utterback(1978)은 선진국의 기술 진화는 유통기, 과도기, 경화기의 3단계를 거친다고 주장하였다. 이러한 관심은 산업에서 급진적인 혁신이 도입되고 정착됨에 따라 기술혁신의 내용, 기업의 조직, 산업구조와 경쟁 관계가 어떻게 변화되어 가는가에 있었다. 산업 내에서 급진적 혁신이 도입되는 초기 즉 유통기에서 많은 기업들이 기술혁신에 기반 하여 다양한 제품을 시장에 내놓고 경쟁을 한다. 이 시기에는 지배적인 위치를 차지하기 위한 급진적 제품혁신이 주된 혁신활동이 되고, 따라서 공정 혁신보다는 제품혁신이 많이 나타난다. 이 경쟁에서 어느 한 제품이 승리하여 지배제품(dominant design)으로 자리 잡게 되면 과도기에 접어들는다.

쉘트랙아이는 창립초기 개발대상국으로서 기술학습과 기술능력으로 이룬 인공위성 제품의 혁신 정도는 매우 높았으나 인공위성 시장에서 선뜻 구매요청이 들어오지 않았다. 이러한 위기를 쉘트랙아이는 인적네트워크로 극복하였고, 말레이시아의 위성프로그램을 수주하게 되었다. 과도기에는 급진적 형태의 제품혁신은 사라지고 표준화 된 지배제품을 바탕으로 점진적인 제품혁신과 생산비용을 절감하기 위한 공정혁신이 많아진다. 쉘트랙아이는 인공위성 프로그램을 수출하면서 고객이 요구하는 사양에 맞추어 소량의 제품을 장기간에 걸쳐 제작한 후 납품하는 사업으로서 사람의 수작업에 의존하는 비중이 높고 제조원가 중 인건비가 차지하는 비중이 상대적으로 높은 사업의 특성상 급진적 제품혁신보다 점진적 제품혁신으로 생산비용과 원가절감을 위한 공정혁신으로 혁신이 이루어진다. 그 후 경화기에는 시장이 성숙해가며 가격경쟁이 심해짐에 따라 제품은 표준화되고 생산공정은 자동화, 통합화, 시스템화 된다. 따라서 혁신의 초점은 효율성 증진을 위한 점진적 공정개선을 추구하는 경화기에 이른다. 산업이 이 단계에 이르면 기업들은 급진적 혁신을

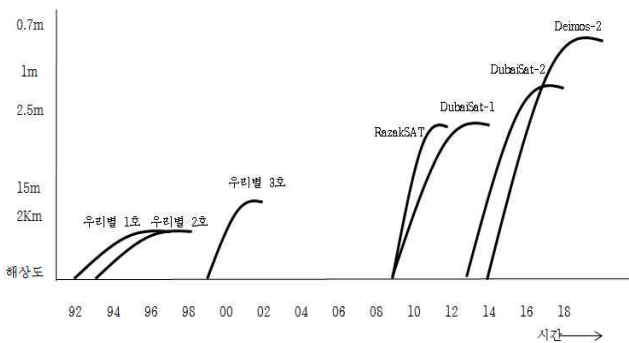
목표로 하는 연구개발을 기피하게 되어 경쟁력을 상실하게 된다. 많은 경우 이 단계의 마지막에는 제조원가가 낮은 개발도상국가로 기술을 이전한다. 셋트랙아이의 인공위성기술 국산화 과정을 살펴보면 <그림 6>에서 보는 바와 같다. 자체 인공위성개발을 시도하기 전에 1990~1999년까지의 역행적 엔지니어링의 패턴에서 1990~1994년인 4년 동안 우리별 1호, 2호 인공위성을 생산하면서 기술능력을 축적하게 된다. 이후 우리별 3호는 기술능력을 넘어서는 단계까지 발전하였다. 셋트랙아이의 창립은 기술혁신의 선진패턴으로 전환되어 진행되는 과정으로 자체개발에 의해 생산, 수출한 RazakSAT, DubaiSat-1, DubaiSat-2, Deimos-2를 성공적으로 수행하였다.



<그림 6> 셋트랙아이의 인공위성기술 국산화 과정

3.3 (주)셋트랙아이의 기술혁신

셋트랙아이는 창립이전에 개발도상국의 기술능력 축적 과정인 기술의 획득기, 소화기, 개선기를 거쳐 기술혁신의 창의적인 발전을 이루었다. 셋트랙아이는 창립이전과 이후로 나누어 볼 때 창립 이후 기술의 발전을 이루며 위성산업의 핵심기술인 전자광학카메라 부분에서 놀랄만한 기술 발전을 이루었다. 즉 선진국의 기술혁신도 기술학습과 기술능력의 반복적인 선순환구조를 거치고 그 과정에서 핵심기술로의 발전 즉 기술혁신이 일어나며 그 시작을 알리는 것은 유동기라고 확인할 수 있다. 셋트랙아이의 기술혁신 과정은 <그림 7>에서 보는 바와 같다. 기술학습을 위해 카이스트 인공위성센터에서 영국의 서리대학의 학습을 바탕으로 우리별 1호를 탄생시켰을 때 전자광학 카메라의 해상도는 불과 2km에 불과 했다. 이는 실로 놀라운 성과였다.



<그림 7> 셋트랙아이의 기술혁신 과정

바로 무에서 유를 창조하였던 것이기 때문이다. 이어진 우리별 2호의 전자광학 해상도는 우리별 1호와 동일하였으나 그 후 우리별 3호부터는 기술학습이 기술능력의 결과로 이어졌다고 할 수 있는 해상도 15m로의 발전이다. 셋트랙아이의 창업이후 잇달아 수주한 인공위성의 해상도는 2.5m에서 최고 0.7m의 해상도를 구현하면서 최초 2km의 약 2,000배에 달하는 기술적 혁신을 이루었다. 셋트랙아이는 2001년 말레이시아에서 지구관측용 소형 인공위성 RazakSAT을 수주하면서 핵심기술로의 기술학습을 시작하였다. 이미 창립이전 즉 카이스트인공위성연구센터에서 지구관측 소형 위성의 기술능력을 보유하고 있었으나 선진국의 기술케도와 같은 제품혁신의 정도가 높고 급진적인 유동기로 들어서지는 못하였다. 다만 새로운 틈새시장으로, 빠른 시장변화에 대처하기 위한 유연한 조직구조가 필요하였다. 셋트랙아이는 2005년경 내부역량의 부족을 겪는다. 기술적 역량 부족은 곧 매출하락으로 이어지고 그 위기를 극복하기 위한 새로운 전략이 바로 기술학습이다. 기술학습을 위한 교육 프로그램은 기술적 역량을 높이는 과정이었으며 이 과정이 반복되면서 기술능력의 축적으로 이어지고 곧 기술혁신의 단계인 유동기로 들어서게 되었다. 2005년경 위기를 극복하고자 회사에 교육시스템 구축, 커뮤니케이션, 업무의 프로세스화의 체계를 갖추었고, 이 체계를 만들기 위한 TMT는 위기극복의 중심적인 하나의 축으로 나타났다.

IV. 영향요인에 대한 연구명제 도출

4.1 인공위성산업의 기술학습과 기술능력의명제

기술능력의 축적은 기술학습을 통해 이루어지며(Kim, 1997), 기술학습은 지속적인 경쟁우위를 누리고 역동적인 경제 환경에서 살아남을 수 있는 유일한 방법이다(Stata, 1989). 이러한 기술 학습은 기술능력축적의 필요조건이며, 특히 동태적이고 불연속적이며 복잡한 경쟁 환경에서 더욱 그러하다(Hitt et al., 2000). 기술학습이란 특히 동적이면서 불연속적인 복잡한 경쟁구도에서 기술능력을 축적하는데 있어서 중요한 역할을 한다(Zahra et al., 2000). 동시에 기술능력 축적을 위한 학습조직을 활성화해야 한다. 학습조직은 지식을 끊임없이 창출하고 전이시키므로, 종업원들에게 새로운 지식과 통찰력을 제공할 것이다(Kwon, Choi, 2014). 본 논문에서는 셋트랙아이의 사례를 통해 기술학습과 기술능력의 습득을 살펴 볼 수 있었다. 셋트랙아이는 인공위성기술을 습득하기 위해 카이스트 인공위성연구센터에서 5명의 유학생들이 1989년 처음으로 영국으로 유학을 가면서 시작되었다. 인공위성 기술을 습득하기 위해 연구원들은 영국의 서리대학에서 기술학습을 통해 위성제작기술을 습득하였다. 처음 제작한 위성인 우리별 1호는 '남의별'이란 비판을 들었지만 모방에 의한 기초기술의 습득을 이루었고, 이후 제작한 우리별 2호는 기술학습으로 축적된 습득기술의 활용으로 제작되었다. 카이스트 인공위성연구센터에서 1999년 만들었던 우리별 3호는 1호, 2호 개발 경험을 바탕으로 카이스트 인공위성연구센터 연구진들이 개발한 카이스트 고유의 플랫폼을 토대로 설계, 제작, 시험을 완료한 위성으로 크기도 50kg에서 110kg으로 2배 이상 커졌고 기술적으로도 많은 발전이 이루어 졌다. 이처럼 셋트랙아이의 기술학습은 개발도

상국의 기술케도인 모방을 통한 기술의 획득, 기술의 소화 그리고 기술의 개선 과정을 잘 표현하고 있음을 시사한다. 이를 바탕으로 아래와 같은 명제를 도출하였다.

명제 1 : 위성산업의 기술학습은 모방에 의한 기술획득, 소화, 개선의 과정으로 축적되며 기술능력으로 진화되어 나타난다.

그렇다면 쉘트랙아이의 기술능력축적은 어떠한 방법으로 이루어졌을까? 기술능력만으로 기술혁신을 이룰 수 있었을까? 많은 중소벤처기업들이 기술능력을 믿고 창업을 하였고 그 기술능력이 경쟁우위인양 자만심으로 인해 기술혁신을 이루지 못하고 시장에서 밀리며 결국 사라져 갔다. 이러한 현상은 연구원 창업이 활발하게 이루어졌던 대덕에서 많이 일어났던 현상이며 아직도 연구원들의 창업을 가로막고 있는 걸림돌이자 두려움이라고 볼 수 있다. 쉘트랙아이도 연구원 창업으로서 기술능력을 가지고 있었을지는 몰라도 시장이 요구하는 기술을 가지고 있었는지 확실하지는 않았으리라 본다. 이러한 쉘트랙아이가 가지고 있던 기술능력이 능력으로만 머무르지 않고 혁신을 이루게 하는 요인은 많겠지만 쉘트랙아이의 기술능력의 축적은 지속적인 기술학습 프로그램을 통해 이루어진 것을 확인 할 수 있다. 쉘트랙아이는 2008년 아랍에미레이트의 'DubaiSat-2'를 수주하였다. 수주당시 해상도는 1.5m 였으나, 상대가 1m를 요구하였다. 당시 소형지구관측 인공위성의 해상도는 1.5m가 최대치였으나 쉘트랙아이는 고객요구를 수용해 1m 해상도를 개발하였다. 이는 축적된 기술능력이 있었기에 가능하였고 제품혁신으로 이어졌다. 이를 위한 기술혁신 과정은 기술학습과 기술능력의 과정을 거치면서 기술능력이 축적 되고 이는 핵심역량의 증가로 기술혁신에 영향을 주었다. 따라서 사례기업의 기술능력의 축적은 기술학습과 기술능력의 과정을 통해 이루어졌으며 이는 기술혁신의 과정으로 진행할 수 있다. 기술능력은 일반적으로 기술을 모방, 사용, 소화, 변화, 창출하기 위해 기술적 지식을 효과적으로 사용할 수 있는 능력의 정도를 말하며 생산능력, 투자능력, 기술혁신능력을 포함하고 있다(Dahlman & Westphal, 1981). 이를 바탕으로 아래와 같은 명제를 도출하였다.

명제 2 : 위성산업의 축적된 기술능력은 기술혁신에 영향을 준다.

4.2 위성산업의 기술혁신과 영향요인인 TMT에 관한 명제

쉘트랙아이는 창립이후 기술능력을 바탕으로 시장이 요구하는 기술과 생산을 통해 성장을 이루었다. 쉘트랙아이는 내부인적 역량의 부족으로 한차례 내홍을 겪는다. 2001년 수주한 말레이시아 위성프로그램인 RazakSAT의 프로세스가 마무리가 되지 않았기 때문이다. 이에 최고경영팀(TMT)은 원인을 찾기 위해 내부 프로세스와 조직의 문제점을 다각적으로 분석하였고 이를 해결하기 위한 방안으로 사업화 조직에서 매트릭스의 조직구조 변화와 내부기술역량 강화를 위한 교육프로그램의 실시하는 것이다. 이러한 방안은 인적자원의 효율성과 그에 따른 생산공정의 효율성을 가져 왔으며, 기술역량의 성장으로 발전하여 위기를 극복할 수 있었다. 결국 조

직의 변화와 교육 프로그램으로 쉘트랙아이는 기술혁신의 발판인 기술능력을 축적하게 되었고 그것을 이끌었던 TMT는 기술학습에 영향을 주어 기술능력을 축적하게 되었다. TMT의 전공의 다양성은 구성원간의 학습효과를 높여주게 되며, 조직에 유용한 전략 재편을 고려하게 됨으로써 조직 성과에도 기여한다(Lant et al., 1992). Clark & Smith(2003)는 하이테크 기업에서 TMT의 사회적 네트워크가 제품, 서비스, 프로세스 등의 혁신에 미치는 영향에 대해 연구하였고 TMT의 구성과 네트워크가 정보처리와 조직 혁신에 영향을 미친다고 주장하였다. 이를 바탕으로 아래와 같은 명제를 도출하였다.

명제 3 : 최고경영팀(TMT)은 기술학습에 영향을 주며, 기술능력향상에도 영향을 미친다.

기술학습을 통한 기술능력의 축적은 점진적 혁신을 통한 기술혁신에 영향을 주었음을 살펴보았다. 쉘트랙아이는 연구원들이 팀별로 창업한 기업이다. 박성동 대표를 중심으로 한 CEO와 창업멤버가 다양한 전공으로 창업을 하여 기술적 보완을 이루었다. 연구원들의 팀별 창업은 종종 있었으나 쉘트랙아이 처럼 성공을 이룬 기업은 보기 드물다. 팀단위 창업을 하고 집단 경영체제로 인한 갈등은 없을까? 혹은 경영상 문제에 대해 TMT는 합리적인 방법을 내릴 수 있었을까? 객관적인 의미로서 TMT라 하면 조직의 정상에 위치한 소수의 가장 영향력 있는 경영자들의 집단(Hambrick & Manson, 1984)을 이르며 이러한 지배집단으로 TMT를 구분할 경우 가장 많이 사용하는 것이 서열, 직위, 직함, 또는 특정집단 소속여부이다(Park, 2007). 2005년 회사가 성장을 하면서 내부역량의 부족의 문제점에 대한 해결책에 대해 TMT는 많은 고민을 하였으며 그 해결책으로 기술교육에 집중하였다. 또한 기술혁신의 방향성을 제시한다. 쉘트랙아이의 핵심기술인 전자광학카메라의 해상도는 쉘트랙아이가 자체 기술적 한계를 2.5m라고 평가했다. 하지만 TMT가 해상도의 개선으로 기술의 방향을 제시하면서 최고 0.7m의 해상도로 세계시장에서 경쟁력을 내세우고 있다. TMT의 문제 해결능력은 다양한 관점에서 문제를 바라보았으며 그 문제에 대한 TMT와 CEO의 결정은 매우 긍정적인 결과를 보여주었다. 이러한 TMT의 능력은 기술능력에 영향을 주어 기술혁신의 성과를 이룬다.

Daft(2002)는 하이테크산업에서 TMT는 기술혁신과 지식창출이라는 환경을 구축하고 기업의 자원을 활용하는 중요한 역할이라고 하였다. Barker & Mueller(2002)는 기업 혁신에 대한 투자의사결정은 최고경영진의 가장 기본적인 의사결정 사안이라고 보고 있다. 이를 바탕으로 아래와 같은 명제를 도출하였다.

명제 4 : TMT는 기술능력이 기술혁신성으로 나타나도록 영향을 미친다.

4.3 기술혁신에 관한 명제

기술혁신을 이룬 기업은 기술혁신을 지속적으로 이루기 위해 어떠한 과정을 거치고 있을까? 이와 같은 기술 혁신을 기술학습과 기술능력의 순환과정(cycling process)으로 살펴보았으나 지속적인 기술혁신을 위한 과정은 논의 되지 못하였다. 따라서 이를 살펴보고자 Abernathy & Utterback(1978)의 기술케도 모형에 관할하였다. 쉘트랙아이는

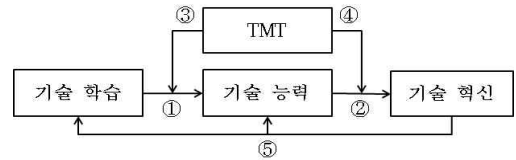
인공위성을 2005년 말레이시아 RazakSAT, 2008년 아랍에미레이트 DubaiSat-1, 2012년 아랍에미레이트 DubaiSat-2, 2014년 스페인 Deimos-2의 인공위성을 수주 납품할 때 인공위성뿐만 아니라 관련 기술 모두를 기술이전을 하였다. 인공위성 관련 기술 전부를 기술이전을 하는 이유는 수주하고 납품할 때까지의 시간 동안 기술은 더욱 발전하고 기술이전을 하여도 시장이 원하는 제품을 위해선 새로운 기술을 위한 기술개발을 해야 하기 때문이라 하였다. 이는 새로운 기술혁신을 위해 기존의 기술학습과 능력이 라는 과정을 다시 반복하여 시장이 원하는 제품을 만든다는 의미이다. Abernathy & Utterback(1978)의 기술케도는 기술학습과 기술능력이 기술혁신으로의 과정을 거치지만 순환과정에 대한 논의가 부족하여 쉼트랙아이의 사례를 들어 살펴보았다. 쉼트랙아이가 혁신을 통해 이룬 기술은 기술학습을 통해 조직내부로 지식이전이 확산되고 있음을 확인하였다. 또한 기술혁신은 기술능력으로 진행되어 지속적인 경쟁력을 확보하고 있다. 이는 기술혁신의 핵심기술이 기술학습 교육을 통해 내부로의 기술이전을 확대하여 기술능력의 축적을 이루었고 기술혁신은 기술능력으로의 순환과정과 기술학습으로의 순환과정으로 가는 경우로 나눌 수 있었다.

Abernathy & Utterback(1978)의 모형을 보면 제품혁신을 통해 만들어진 제품은 지속적으로 생산이 되며 이렇게 쌓인 지식은 공정혁신으로 바뀌게 된다. 이를 미루어 봤을 때, 발생한 기술혁신은 반복적으로 이뤄지면서 기술학습, 기술능력의 순환과정을 가진다.

<그림 1>에서 보는바와 같이 Abernathy & Utterback(1978)에 의하면 선진국에서의 기술케도는 유동기, 과도기, 경화기의 3단계를 따라 발전한다. 그러나 개발도상국의 기술케도는 선진국과 달리 역방향의 기술케도를 따른다(Kim, 1980; Hobday, 1995). Kim(1980)은 개도국의 경우 선진국의 경화기에 있는 성숙된 기술이 이전되어 획득기, 소화기, 모방기, 개선기의 3단계를 거치면서 기술발전이 이루어짐을 밝혀냈다. 이에 대해 Lee et al(1988)은 Abernathy & Utterback(1978)의 연구와 Kim(1980)의 연구모형을 토대로 선진국으로부터의 개발도상국에 대한 기술이전은 경화기에 있는 성숙된 기술뿐 아니라 과도기와 유동기의 새로운 기술에서도 일어나고 있음을 주장하였다. 이를 바탕으로 아래와 같은 명제를 도출하였다.

명제 5 : 중소벤처기업의 기술혁신은 기술능력과 기술학습에 영향을 미친다.

쉼트랙아이의 기술발전과정을 살펴보면 선진국의 기술케도와 개발도상국의 기술케도를 전체적으로 잘 나타냈다고 본다. 개발도상국에서 선진국으로 발전과정에서 기술의 능력과 혁신부분이 나타났으며 선진국에서 개발도상국으로 기술이전시 나타나는 학습이라는 부분의 연결고리가 드러나지 않아 연결고리를 찾고자 하였다. 따라서 영향요인인 TMT에 관한 연구가 이루어졌다. 본 연구의 명제는 학습, 능력, 혁신의 연결을 설명할 수 있으며 영향요인의 의미를 설명할 수 있다. 위와 같은 다섯 가지의 명제를 중심으로 본 연구의 이론적 틀을 재정리해 보면 아래와 같다.



<그림 8> 연구명제의 구분

선행연구와 현 논문과의 유사점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 기술학습, 능력, 혁신의 역할에 대해서는 기존연구의 역할과 유사점을 가지고 있다. 둘째, 기술학습과 능력, 혁신과정에서 TMT의 역할에 대해서도 유사점을 가지고 있다. 한편 차이점을 살펴보면 기술학습이 조직단위의 학습방법을 보이는 점과 기술능력을 바라보는 관점에서 기술적 부분과 조직적 부분으로 나눈 것이다. 또한 기술혁신 이후의 과정, 즉 기술이전 후 기술혁신이 기술학습과 기술능력으로 이동하는 과정이 선행연구와 차이점이라고 볼 수 있다.

<표 5> 선행연구와 논문의 유사성과 차별성

선행연구	특성
기술학습	기술지식이 획득되어 소화 및 흡수과정을 거쳐 새로운 기술을 창출할 수 있는 능력으로 바뀌는 과정이 체화된 상태(Bae, 1987)
기술능력	변화하는 경제환경에 대응하여 신제품과 신공정을 개발할 수 있게 하는 능력(Kim, 1997)
기술혁신	기술혁신은 조직이 (제품과 공정)기술에 대해 새로운 아이디어를 도입하고 그것을 개발하여 실용화함으로써 시장이나 사회의 요구를 충족시키는 전 과정(Kim,1999; Kim, 2001)
TMT	조직의 정상에 위치한 소수의 가장 영향력 있는 경영자들의 집단(Hambrick & Mason, 1984)
논문과의 유사점	기술학습, 능력, 혁신의 역할 영향요인인 TMT의 역할
논문과의 차이점	조직을 통한 학습과정 기술 능력의 기술적, 조직적 관점 차이 기술혁신이후 학습과정의 역할

V. 연구 결론 및 한계

본 연구의 대상인 쉼트랙아이의 기술혁신 과정의 연구모형은 <그림 2>와 같다. 먼저 기술학습은 기술능력에 영향을 주고 이는 다시 기술혁신에 영향을 미친다. 기술학습이 기술능력으로의 과정에 TMT의 요인은 기술능력의 축적에 긍정적인 요인으로 작용하고 또한 기술혁신 활동에도 유의한 요인으로 작용한다. 이렇게 기술혁신의 과정은 다시 기술학습과 기술능력에 영향을 주어 상승효과를 낳는 순환과정을 반복한다.

이러한 쉼트랙아이의 기술혁신 과정에 영향을 주는 요인 중 TMT와 각각의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기술학습은 모방에 의한 기술획득, 기술의 소화, 개선의 과정으로 진화해 나간다. 둘째, 위성산업의 축적된 기술능력은 핵심역량의 증가로 기술혁신에 영향을 준다. 기술학습 프로그램을 통해 내부 인력의 기술적 역량을 끌어올려 기술능력의 축적을 이루고 그 결과 제품혁신과 생산공정이 원활하게 이루어 졌다. 셋째, 최고경영팀(TMT)은 기술학습에 영향을 주며, 기술능력향상에도 영향을 미친다. TMT는 기술능력의 강화를, 기술혁신의 방향성을 제시함으로써 기업성장의 견인차 역할을 한다. 넷째, TMT는

기술능력이 기술혁신성과로 나타나도록 영향을 미친다. 마지막으로 위성산업에서 기술혁신은 기술학습과 기술능력으로도 영향을 미칠 수 있다. Abernathy & Utterback(1978)의 기술케도는 기술학습과 기술능력이 기술혁신으로의 과정을 거치지만 순환과정(cycling process)에 대한 논의가 부족하여 셋트랙아이의 사례를 들어 살펴보았다.

본 연구는 셋트랙아이의 기업사례를 통해 인공위성 산업의 기술학습과 기술능력, 기술혁신활동을 살펴보았다. 그 결과 기업의 지속적인 기술혁신 활동을 위한 TMT의 역할은 기술적 측면, 생산적 측면 모두에서 기업성과에 매우 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인 하였다. 또한 기술기반의 기업이 지속적이고 안정적인 성장을 위해서는 기술학습을 통한 경쟁력이 우선적으로 실행되어야 하며 이는 기술기반의 기업이면 기술혁신의 바탕이 기술학습에서 시작 된다는 것을 시사하고 있다. 그 예로, 국내 유일의 인공위성제작업체인 셋트랙아이를 통해 인공위성이 제작되기까지 하나의 팀이 모든 공정을 소화하며 전략적인 협업관계로 프로세스를 이루는 특성을 가지고 있으며 원할 한 프로세스를 위해 지속적인 기술학습과 기술능력의 축적이 지속적인 기술혁신이라는 결과로 나타난다는 것을 알 수 있다.

기업의 TMT가 조직의 기술역량강화와 기업문화의 방향성을 제시했다는 것도 시사 하는바가 크다. 이러한 인공위성 제조회사인 셋트랙아이는 세계시장에서 기술적 경쟁력을 가지고 소형지구관측 위성시장에서 기술창업모델로서 성공적인 사례로 평가된다. 성공적인 기술혁신의 바탕에는 끊임없는 기술학습이 이루어지고 내부혁신을 통해 끊임없는 혁신을 실행함으로써 핵심기술의 기술발전을 이루어 원가경쟁력 확보와 경쟁력 강화로 이어져 신성장동력의 발판을 삼아 기업가치의 증가로 이어진다고 볼 수 있다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존 개발도상국의 기술혁신 연구에서 거의 전무했던 위성사업의 기술학습과 기술능력축적 과정에 대해서 살펴보았다는 점이다. 둘째, 개발도상국과 선진국의 기술케도 이론을 살펴 볼 수 있는 24년이란 충분한 기간을 가진 기업을 살펴보았으로써 기술 혁신과정의 기초를 제공했다는 점이다. 셋째, 위성사업에서 TMT가 기술능력, 기술혁신에 미치는 영향에 살펴보았다는 점이다. 기존의 대부분의 연구는 기술혁신에 미치는 영향에 대해 개략적으로 살펴보는 경향이 있었으나 본 연구는 기술능력, 기술혁신의 과정에서 TMT의 역할에 대해서 심층적으로 살펴보았다는데 의의가 있다. 넷째, 위성사업에서 기술학습, 기술능력, 기술혁신의 과정에 영향을 미치는 TMT와 연결을 시도함으로써 기업의 전반적인 현상을 통합적 이론개발에 기여했다는 점이다. 따라서 본 연구는 심층적인 사례연구를 통해 검증 가능한 명제를 도출하는데 기여하였다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 기업의 기술케도 모형을 통한 기술혁신과정을 하나의 개별기업의 수준에서 검토하고 연구모형으로 삼았기 때문에 기존 산업 수준에서의 선행연구가 적어 기업의 다른 요인들이 기술능력, 기술혁신과정에서의 영향을 줄 수 있었는지에 대한 비교가 이루어지지 않았다. 둘째, 위성사업의 사례연구에 필요한 기업이 많지 않았다는 것이다. 셋트랙아이는 우리나라의 유일한 상업용 소형지구관측 위성을 제작하는 기

업이며 영국의 SSTL(Surrey Satellite Technology Ltd)이 비교 대상이었으나 기업의 기술적 부분, 조직문화, 프로세스 등의 정보 획득의 어려움이 있었다. 셋째, 셋트랙아이의 독특한 TMT에 대해 심층적인 연구가 미흡하였다. TMT구성원들과의 개별인터뷰가 각 부문별 이루어지지 않았으며 TMT가 기업의 성장배경, 조직문화, 인사제도 등 기업전반에 미치는 영향에 대해 깊이 있는 연구가 진행되지 못하였다. 따라서 이 같은 요인을 차후에 반영하여 연구를 진행해야 할 것이다.

REFERENCE

Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978). Patterns of innovation in technology. *Technology Review*, 80(7), 40-47.

Bae, Z. T.(1987), *Technology Internalization in a Developing Country : An Analysis of the Technological Choice Criteria and the Learning Performance*, Doctoral dissertation, Korea Advanced Institute of Science and Technology.

Barker III, V. L., & Mueller, G. C. (2002). CEO characteristics and firm R&D spending. *Management Science*, 48(6), 782-801.

Bolton, M. K. (1994). Imitation versus innovation: lessons to be learned from the Japanese. *Organizational Dynamics*, 21(3), 30-45.

Carayannis, E. G. (1999). Knowledge transfer through technological hyperlearning in five industries. *Technovation*, 19(3), 141-161.

Child, J. (1972). Organizational structure, environment and performance: the role of strategic choice. *Sociology*, 6(1), 1-22.

Clark, K. D., Smith, K. G., & Oliver, C. (2003). Top management team social networks and organizational innovation: an information theory explanation of TMT value creation, *Administrative Science Quarterly*.

Chung, K. D.(2009), Developing Country Firm's Technological Innovation in the Technology Generation Stage: Process Technology Development Case Study, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 12(1), 237-264.

Choi, J. I.(2002), The mechanism of Korean soccer teams absorptive capacity, *Journal of Organization and Management*, 26(2), 255-279.

Choi, J. I., Hong, K. P., Jang, S. K. & Bae, Y. G.(2012), Technology Commercialization of Research Institute Company: A case of the KAERI's HeroHim, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(2), 129-140.

Daft, R. L. (2002), *The leadership experience*, Cincinnati, Ohio: Southwestern.

Dahlman, C. J., & Westphal, L. E. (1981). The Acquisition of Technological Mastery in Industry. *Department of Economic Development*, World Bank.

Dodgson, M. (1991). *De Gruyter studies in organization*, Berlin; New York : W. de Gruyter.

Financial Supervisory Service Data Analysis(2013), *Retrieval and Transfer System(2013)*, SatecInitiative Co.,Ltd. Report.

Hambrick, D. C., & Mason, P. A. (1984). Upper echelons: The organization as a reflection of its top managers. *Academy of Management Review*, 9(2), 193-206.

Hambrick, D. C. (1989). Guest editor's introduction: Putting top managers back in the strategy picture, *Strategic Management*

- Journal*, 10(S1), 5-15.
- Hitt, M. A., Ireland, R. D., & Lee, H. U. (2000). Technological learning, knowledge management, firm growth and performance: an introductory essay. *Journal of Engineering and Technology Management*, 17(3), 231-246.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia: the challenge to Japan* (33), Aldershot: Edward Elgar.
- Jang, S. K., Hong, K. P. & Choi, J. I.(2008), An Exploratory Case Study of Development of Nuclear Fuel Tube through Reverse Technological Learning in KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute), *Journal of Industrial Economics and Business*, 21(6), 2549-2573.
- Kim, S. S., Choi, J. I.(2005), The Effective Configuration of Venture Team, *Korean Journal of Human Resource Development*, 7(2), 79-100.
- Kim, W. D.(2001), *The Process of Technological Capability Building at Mirae Corporation : A Qualitative Approach*, Doctoral dissertation, Korea University.
- Kim, I. S.(1999), *Macro-organizational theory*, Seoul: Muyok Publisher.
- Kim, J. J., Choi, J. I.(2012), The Korean Strategy for the Science and Technology Park of the Developing Countries : The cases of Ecuador and Kazakhstan, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(4), 131-141.
- Kwon, K. I., Choi, J. I.(2014), The Effects of Value Innovation Culture on Individual Creativity : Focus on SMEs and Ventures Companies in Daejeon Region, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 9(2), 129-146.
- Kazanjian, R. K., Drazin, R., & Glynn, M. A. (2000). Creativity and technological learning: the roles of organization architecture and crisis in large-scale projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 17(3), 273-298.
- Kim, Daniel H. (1993), The Link between Industrial and Organizational Learning. *Sloan Management Review*, 35(1), 37-50.
- Kim, L. (1980). Stages of development of industrial technology in a developing country: a model. *Research Policy*, 9(3), 254-277.
- Kim, L. (1997). *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*. Harvard Business Press.
- Lant, T. K., Milliken, F. J., & Batra, B. (1992). The role of managerial learning and interpretation in strategic persistence and reorientation: An empirical exploration. *Strategic Management Journal*, 13(8), 585-608.
- Lee, C. K., Kim, I. S.(2001), An In-depth Case Analysis of Quinolone Antibacterial Drug Discovery Process = Organizational Capabilities for Effective Knowledge Creation, *Knowledge Management Research*, 2(1), 109-132.
- Lee, Jinjoo, Zong-Tae Bae, and Dong-Kyu Choi (1988), Technology Development Processes: A Model for a Developing Country with a Global Perspective, *R&D Management*, 18(3), 235-250.
- Leonard-Barton, Dorothy (1995), *Wellsprings of Knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Mintzberg, H. (1979), *The structuring of organization*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Miyazaki, K. (1995), *Building Competences in the Firm: Lessons from Japanese and European Optoelectronics*, London: St. Martin's Press.
- Park, J.(2007), *CEO, heterogeneity of TMT, and firm performance*, Doctoral dissertation, Sungshin Women's University.
- Ryu, H. S.(2005), POSCO's technical skills development as viewed from the dynamic innovation perspective, *POSRI Business Review*, 5(2), 133-159.
- SMBA(2014), SME info of South Korea, Retrieved December 26, 2014 from <http://sminfo.smba.go.kr/si/ei/IEI005R0.do>
- Seol, H. D.(2002), *Organizational learning orientation, absorptive capability, and knowledge creating : in-depth case analysis on new product development process in phicom co.*, Doctoral dissertation, Korea University.
- Song, S. H.(2006), Organizational Contingency Factors and Technological Innovation in Korean Telecommunications Industry : A Contingency Approach, *Korean Journal of Management*, 14(2), 177-213.
- Song, S. S.(1998), The Growth of Samsung's Semiconductor Sector and the Development of Technological Capabilities, *The Korean History of Science Society*, 20(2), 151-188.
- Stata, R. (1989). Organizational learning the key to management innovation. *Sloan Management Review*, 30(3), 63-74.
- Tae, E. Y.(2014), The Study of Micro-Satellite Manufacture Technologies by KAIST SaTReC: 1989-1999, Master dissertation, Seoul National University.
- TIDD, J., BESSANT, J., & PAVITT, K. (1997). *Innovation as a Management Process. Managing Innovation: integrating technological, market and organizational change*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Wiersema, M. F., & Bantel, K. A. (1992). Top management team demography and corporate strategic change. *Academy of Management Journal*, 35(1), 91-121.
- Zahra, Shaker A., R. Duane Ireland, and Michael A. Hitt(2000), International expansion by new venture firms: International diversity, mode of market entry, technological learning, and performance. *Academy of Management Journal* 43(5), 925-950.

Study on the Innovation Process of the Satellite Industry

Seol, Myung Hwan*

Choi, Jong-In**

Abstract

This is the case study of SATREC INITIATIVE company which is the unique domestic production of commercial satellites. We examined the path and pattern for accumulation of technological capability and technology learning process. This case study show that the process of technological innovation and their influencing factors. First, the technological learning of the satellite industry follows the stage of technological acquisition, absorption, improvement and is embodied by the technological capability. Second, accumulated technological capability of the satellite industry influences the technology innovation. Third, the top management team(TMT) affects the technological learning and technological capability. Fourth, TMT has a moderating role between the technological capability and the performance of technological innovation. Finally, technological innovations in the small and venture business would be the source of technological capability and technological learning.

The implications of this study are as follows. TMT has the very important role for the technological innovation and affect the technology development and the production. Also technology-based companies must gain a competitiveness advantage through technological learning and technological innovations for sustainable growth.

Keywords: Technological learning, Technological capability, Technological innovation, Satellite, TMT(top management team), Reverse Engineering.

* First Author, Graduate School of Hanbat National University.

** Corresponding Author, Professor, Department of Management and Accounting, Hanbat National University.