

中小企業의 先導 技術能力 蓄積過程에 關한 研究 -LCD 製造 裝備業體를 中心으로-

이판국 (아주대학교 산업대학원 정보전자공학과 겸임교수)*

정대용 (송실대학교 벤처중소기업학과 교수)**

국 문 요 약

기업의 경쟁력은 기업 특유의 지식이 많을수록 강해진다. 기업 특유의 지식이란 그 기업이 가지고 있는 고유의 지식을 말한다. 최근 들어 고유의 지식을 축적하고 경쟁력을 갖추기 위해서 어떻게 해야 할 것인가에 대한 연구들이 다양한 관점에서 진행되고 있다. 본 연구는 지식경영이론 관점에서 기존 이론에 대한 고찰을 통해 흡수능력 축적과정에 대한 개념적 틀을 도출하고, LCD 장치산업의 중소기업을 대상으로 하여 신제품개발 과정에 대한 사례분석을 통해서 기술능력 축적에 방법에 대한 명제를 도출하고 의의와 시사점을 제시하고 있다.

연구 결과 중소기업이 신속하게 기술능력을 축적하기 위해서는 흡수 능력의 3요소인 기반능력, 통합능력, 노력의 강도를 갖추어야 하며, 특히 노력의 강도가 중요한 역할을 한다. 또한 혁신적인 수준의 신제품을 개발하기 위해서는 탐험과 활용을 통한 학습 가속화가 요구되며, 적극적인 탐색과 탐험을 위해서는 이에 필요한 보완능력의 구축이 요구된다.

핵심주제어: 선도 기술 능력, 기술창출과정, 지식창출과정, 기술능력축적, 흡수 능력, 기술개발가속화, LCD

1. 서 론

중소기업의 경쟁력이란 곧 기술력을 의미한다. 우리나라의 경우 기술력이란 용어

* 제1저자, 아주대학교 산업대학원 정보전자공학과 겸임교수, epankuk@ajou.ac.kr

** 교신저자, 송실대학교 벤처중소기업학과 교수, dychung@ssu.ac.kr

자체가 대부분의 중소기업에게 아직 생소하거나 사치스럽게 받아들여지는 것이 사실이다. 그러나 최근 산업기술의 동향은 기술의 생애주기가 단축되고 기술융합에 의한 새로운 기술이 탄생하는 등 기술력이 기업의 생존여부와 더욱 밀접히 연계되어 있어 기술축적을 통해 거듭나지 않는 기업은 도태될 수밖에 없는 것이 현실이다(정대용, 2006). 본 연구는 위와 같은 기술축적 특히, LCD관련 중소기업체인 장비 업체들이 짧은 기간 내에 신속한 기술능력을 축적할 수 있었는가? 라는 연구문제에 대하여 지식경영이론 관계에서 장비의 국산화 과정을 심층 분석하여 그 의의를 찾고자 한다.

II. 이론적 배경

LCD 장비관련 중소기업들 기술능력 축적과정을 살펴보기 위해서는 지식변환과 지식창출의 관계, 지식창출에 영향을 미치는 요인들을 종합적으로 고려해야 한다.

2.1 지식변화와 지식창출

지식변환은 조직에서 지식을 획득, 공유, 표현, 결합, 전달하는 창조하는 일련의 프로세스과정을 나타낸다. 지식변환이란 암묵지와 형식지의 상호작용으로 원천이 되는 지식의 축과 변환되어 나온 결과물로서의 지식의 축으로 이루어지는 변화되는 것으로 표현할 수 있다.

이러한 지식간의 변환은 다음의 유형으로 분리할 수 있다. 암묵지에서 암묵지로 지식이 변환되는 공동화(Socialization), 암묵지에서 형식지로 전이되는 표출화(Externalization), 형식지에서 형식지로 이루어지는 연결화(Combination), 형식지에서 암묵지로 이전되는 내면화(Internalization)의 4가지 기본적인 지식변환 유형을 도출할 수 있다. 이러한 과정은 순차적으로 한 번만 일어나지는 않는다. 개인의 지식창조에서 시작해서 집단, 조직의 차원으로 나선형으로 회전하면서 공유되고 발전해 나가는 창조 프로세스로 파악할 수 있다. 이처럼 개인, 집단, 조직 전체의 각 차원을 통해서 기업은 외부환경으로부터 배울 수 있는 이상의 지식을 새롭게 창조하는 것이다.

각각의 유형은 다음과 같은 특성을 가진다. 공동화는 특정 개인 혹은 집단이 주로 경험을 공유함으로써 지식을 전수하고 창조한다. 이 암묵지에서 암묵지로 변환하는 과정을 사회화라고 부른다. 영업인이라면 고객과 접촉하여 니즈를 체감하는 일, 개발자라면 전문가의 노하우를 보고 흉내 내는 가운데 저절로 터득하는 일 등이다.

표출화는 암묵지를 형식지로 변화하는 과정이다. 개인이나 집단의 암묵지가 공유되

거나 통합되어 그 위에 새로운 지가 만들어지는 프로세스이다. 제품개발 과정의 컨셉 창출, 숙련 노하우의 언어화, 고객의 암묵적인 니즈를 표출하고 현재화시키는 일 등이다. 여기서는 언어나 시각적 메시지 등 조직에서 공유와 전달이 용이한 형식지가 창조된다.

연결화란 개인이나 집단이 각각의 형식지를 조합시켜 새로운 지를 창조하는 프로세스이다. 이를테면 언어, 문서, 사양서, 설계도, 데이터베이스 또는 전자메일, 컴퓨터 등의 매개를 이용한 분류, 가공, 조합, 편집에 의한 지식의 창조이다. 이것을 종합화라 부른다. 여기에는 전략, 컨셉의 구체화 등의 작업, 부문 간 조정으로 경영수치를 만들고, 제품 사양서를 작성하는 업무가 포함된다.

내면화는 형식지를 다시 암묵지로 변환시키는 과정이다. 새로운 제품사양이나 문서가 조직 내에서 공유되는 과정을 통해 암묵지로 확산된다. 이는 노하우, 매뉴얼 등을 통하여 개개인의 내부에 체험적으로 이해시키는 일 등을 포함한다. 또 기업 내에 성공사례가 전파되는 방식도 이 프로세스라 할 수 있다.

지식은 암묵지와 형식지 간의 역동적인 상호작용을 통해서 창출되며, 지식의 창출은 암묵지와 형식지라는 두 종류의 지식이 암묵지가 또 다른 암묵지로 변하는 과정인 공동화과정, 암묵지가 형식지로 변환하는 광정인 표출화 과정, 형식지가 또 다른 형식지로 변화하는 연결화, 형식지가 암묵지로 변환하는 과정이라는 네 가지 변환과정을 거쳐 지식이 창출된다고 한다. 이러한 지식창조과정을 Nonaka and Konno(1998), Nonaka et al.,(1999)은 SECI Process라고 부르고 있다.

2.2 흡수 능력과 지식창출

기업의 지식변환과정에서 중시되는 다른 요소는 흡수 능력을 들 수 있다. Grant(1996)에 의하면 기업의 주요 역할은 지식의 통합과 활용이다. 이러한 능력을 흡수 능력이라고 하고, “새로운 정보의 가치를 인식하고, 그것을 소화하여 상업적인 목적으로 적용할 수 있는 능력”으로 정의되고 있다(설현도; Coehn and Levinthal, 1990).

이러한 흡수 능력에 대하여는 Coehn and Levinthal의 사전지식 외에 Kusunoki et al.(1998)이 제시한 프로세스 능력, Teece et al.(1997)이 제시한 역동적 능력, Kogut & Zander(1992)가 제시한 결합능력이 등이 핵심으로 지적되고 있다.

본 연구에서는 흡수 능력을 사전지식을 구성하는 기반능력과 결합능력을 주요한 흡수 능력으로 보고 분석을 하고자 한다.

기반능력은 전문적인 엔지니어 집단에 내재되어 있는 기능 지식, 요소 기술, 다양한 정보처리장치, 데이터베이스, 특허 등 주로 과학기술적 지식기반을 제시하였다

(Kusunoki et al, 1998). 이러한 기반능력은 지식변환 과정에서 원재료이자 산출물로서의 역할을 하며, 또한 지식변환과정을 통해서 창출된 지식은 조직 내부와 외부로 이전되고, 공유, 활용됨으로써 조직 수준에서의 기반능력을 증대시킨다(Nonaka and Takeuchi, 1995).

결합능력은 특히 과학기술적 지식기반을 보유한 특정 개인이나 집단이 상호작용을 통하여 기반지식을 구성원들이 서로 공유하고, 활용하고, 발전시켜나가는 능력이다.

2.3 이전지식과 지식창출

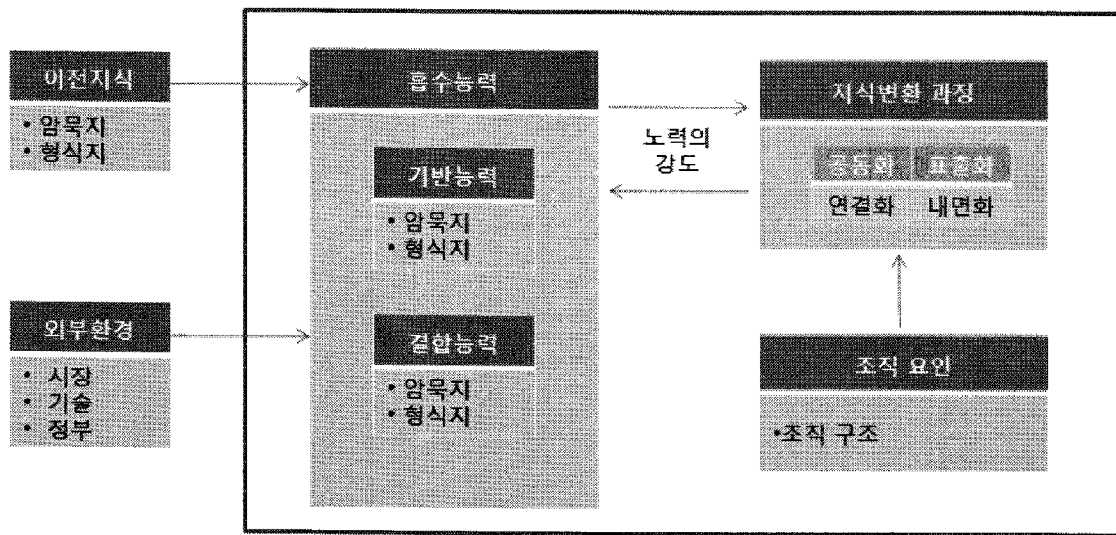
형식지와 암묵지로 구성될 수 있는 이전지식은 외부로부터 상호작용을 통하여 이전되어 기업 내의 기반능력을 확장시켜주는 역할을 수행한다.

형식지는 서적, 매뉴얼, 설계도, 기계장비 등에 체화 되어 있는 형태로 이전될 수 있고, 암묵지는 인간의 정신과 육체 속에 깊숙이 자리 잡고 있기 때문에 부호화와 전달이 어렵다. 따라서 암묵지를 쉽게 이전하는 방법으로는 중요한 핵심지식을 보유하고 있는 사람이 새로운 조직으로의 이동을 통하여 쉽게 이전될 수 있다.

이러한 이전지식은 다른 기업의 단순한 모방 및 추격 단계를 거쳐, 선도개발을 이루는 단계로 발전하게 된다. 이러한 이전지식의 추격과 선도개발로 발전하는 능력을 학습지향성으로 별도로 구별하기도 한다(설현도, 2007). 본 연구에서는 넓은 의미에서 이전지식으로 분류하고 추격과 선도개발의 단계로 분류하고자 한다.

2.4 연구의 개념적 준거 틀

이상에서 논의한 흡수능력, 이전지식 등을 지식창출간의 관계에 비취 종합하여 도식화 하면 <그림 1>과 같은 개념적 모형이 도출된다. 이 개념적 모형을 바탕으로 LCD장비 제조업체를 중심으로 장비산업에 발전과정을 심층 분석하여 시사점을 찾고자 한다.



<그림 1> 연구의 개념적 준거 틀

III. 연구방법

3.1 대상의 선정

본 연구에서는 1장에서 연구대상에서 기술하였듯이, 목적적 표집 방법(Purposive sampling strategy) (Kidder & Judd, 1986; Merriam, 1988)을 통해 다음의 세가지 준거를 모두 만족시키는 기업을 선정하였다.

- (1) LCD 장비를 국산화한 국내 LCD 장비 업체
- (2) 적어도 1개 이상의 LCD 전공정 장비를 국산화한 업체
- (3) 적어도 1개 이상의 초일류상품을 개발한 업체

이상의 선택 준거를 만족시키는 기업으로서 다음의 2개 기업이 선정되었다.

1) K사

K사는 반도체 장비관련 Offer를 시작으로 하여, 장비개발의 국산화를 목표로 하여 전사적인 노력을 기울여 세정장비 및 Coater장비를 개발하였다. 기존에 일부 후 공정 장비는 국산화를 진행하였으나, 전 공정 장비의 국산화는 되지 못한 상황에서 연구개발을 통하여 전 공정 장비인 세정기의 개발 및 Coater 장비를 개발하였으며, 이러한 장비는 2006년 FPD용 Spinless Coater, 2007년 대기압 플라즈마 세정기가 초일류상품으로 선정되었다.

2) J사

J사는 전량 수입에 의존하던 전 공정 장비 중 CVD를 개발하였으며, 2001년 HSG LP CVD가 지식경제부(구 산업자원부)가 선정한 초일류 상품에 선정되었으며, 더 나아가서 ALD(원자층착기)까지 개발하여 ALD장비도 2004년 초일류 상품으로 선정되었다. 또 LCD 8세대용 CVD장비 개발을 세계최초로 진행하였다.

3.2 정보수집 방법

본 연구는 사례연구를 위해 반 구조화된 면접(Semi-structured interview)와 문서화된 자료를 통하여 정보를 수집하였다.

1) 인터뷰

본 연구에서는 질적 사례연구에 있어서 가장 유용한 자료수집방법이라 할 수 있는 면접(Interview)을 실시하였다. 본 연구에서는 반 구조화된 면접을 실시하였는데 이 면접법을 선택한 이유는 피면담자들의 사고방식과 보다 심도 있는 정보를 이끌어낼 수 있기 때문이다. 주요 피면담자는 대상기업의 초기부터 의사결정 구조 및 사내 정보를 파악하는 위치에 있는 K사 부사장과 J사의 부사장 및 관련 부서 담당자들을 면접자로 선정하였다. 면접은 2008년 10월부터 3월까지 각 세 차례의 개별면접(Person-to-person interview) 실시하였다.

2) 문서 분석

본 연구에서 수집한 자료는 대개 두가지 자료로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 두 대상기업의 내부 자료(팜플렛, 재무자료, 공시자료 등), 신문 및 기사자료, 인터넷 자료(디스플레이 산업협회 등), 각종 인터뷰 자료 및 산업관련 자료 등이다. 둘째는 두 기업의 성과를 분석할 수 있는 특허 및 연구 성과에 관한 자료의 수집 등이다.

IV. 사례분석 및 토의

4.1 지식 창출 메커니즘과 기술능력 축적

지식변환 사이클은 사회화, 외재화, 결합, 내재화 등의 과정을 통하여 이루어지며

(Nonaka and Takeuchi, 1995), 이러한 과정 들이 반복되어 기업의 흡수 능력이 강화된다고 하였다. 이러한 나선형태의 구조로 변화하여 나타나고 있다고 하고 있다. 이러한 지식변환 사이클이 본 연구대상 기업에서는 공통적으로 추격 단계에서는 내재화(Internalization)에서 시작되고, 선도개발 단계에서는 사회화(Socialization)에서 지식변환 사이클이 시작되었다. 이러한 특성은 LCD 장비 업체라는 산업특성과 기반기술의 차이에서 발생한다고 볼 수 있다.

본 연구사례에서도 외국의 선진업체와 협력을 통하여 개발을 시작하는 단계에서는 제품개발에 참고할 수 있는 샘플, 사양서 등과 같은 형식지의 자료를 출발점으로 하여 내재화시키는 것으로 지식변환 사이클이 시작되었다. 그러나 선도개발 단계에서는 추격단계와는 달리 LCD 산업의 급변에 따라 수요기업과의 신규투자에 발맞추어 진행되었기 때문에 새로운 투자에 발맞춘 장비의 개념을 구체화하는 작업에서 출발하기 때문에 구성원들이 보유하고 있는 암묵지의 지식을 공유해야 하는 작업이 선행되어야 한다. 따라서 선도개발 단계에서는 사회화에서부터 지식변환 사이클이 시작되는 경향을 보이게 된다.

또한 이러한 지식변환 사이클에 관련하여 학습의 방식도 달라지게 된다. 추격단계에서는 실행학습(Learning by doing)과 사용학습(learning by using) 방식이 주로 활용되게 되며, 선도개발 단계에서는 연구개발에 의한 학습(Learning by research)방식을 활용하고 있다. 이러한 경향은 지식변환에 영향과 유사하다. 해외 협력 선진업체로부터 샘플, 사양서 등과 같은 형식지를 구하고, 기술지원, 자문, 비공식적인 모임 등을 통해 암묵지를 습득하는 것도 용이하다. 따라서 추격과정에서는 이미 존재하는 기존의 지식을 참고로 직접적인 실행을 통해서 문제를 해결하려는 경향이 있다. 그리고 초기의 단계에서는 신속한 제품개발이 요구되기 때문에 제품을 개발하면서 실행학습을 통해 지식을 습득하게 되고, 이러한 기반을 통하여 사용학습을 통하여 개선을 이루어 가게 된다.

이에 반하여 선도개발 단계에서는 신규투자가 이루어지는 것에 발맞추어 새로운 라인에 적용하기 위한 장비가 갖추어야 하는 요건 및 새로운 기술을 도입하기 위한 사전적 검토를 통하여 제품의 개념을 명확하게 해 나가기 때문에 과학기술적 지식을 요구하게 되고, 실험을 통한 연구개발이 중요해지게 된다. 따라서 선도개발 단계에서는 연구개발에 의한 학습 위주로 학습이 이루어지게 된다.

본 사례의 기업들도 초기에는 선진기술을 습득하여 실행학습과 사용학습의 단계를 거쳐, 축적된 기반기술을 바탕으로 연구개발을 통하여 신제품을 개발하고 있다.

[명제 1] 지식 창출 메커니즘은 중소기업의 기술능력에 영향을 미친다.

[명제 1-1] 지식 창출 메커니즘의 작용에 의해서 중소기업의 기술능력이 창출된

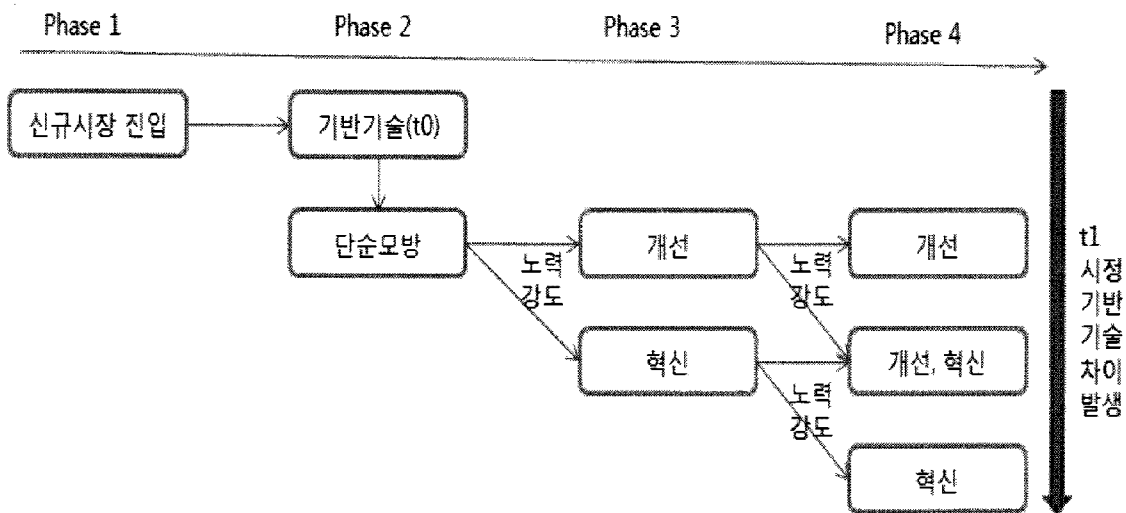
다.

본 연구에서는 흡수 능력의 구성요소를 기반능력(local capabilities), 통합능력(integrative capabilities)으로 보고 노력의 강도가 지식의 변화과정에 영향을 미쳐 지식의 변환을 빠르게 하는 것으로 보고 있다. 지식창출 과정에서 통합능력(integrative capabilities) 혹은 결합능력(combinative capabilities)의 중요성은 여러 학자에 의하여 강조되고 있다(Grant, 1996; Verona, 1999; Kogut and Zander, 1992). 이러한 기반능력은 외부 지식의 가치를 인식하고 습득, 소화하는데 영향을 미친다(Cohen and Levinthal, 1990; Zahara and George, 2002; Van den Bosch et al., 1999). 이러한 흡수 능력은 새로운 지식을 받아들여 기반능력을 향상시키는 기능을 수행한다.

기반능력(local capabilities)은 개인이나 조직이 형식지나 암묵지 형태로 보유하고 있는 지식으로 외부로부터의 지식습득과 내부에서의 지식변환을 통해 습득된다. 기반능력은 흡수 능력을 통하여 외부로부터의 지식을 습득하여 강화되어 나간다고 할 수 있다.

노력 강도는 관련 지식수준이 낮더라도 노력의 강도가 높은 경우에는 흡수 능력이 신속하게 증가될 수 있다(Kim, 1997a, 1997b, 1998). 외부의 정보를 취득하여 외부로부터 지식을 습득하고, 지식변환 과정을 거쳐, 외부지식이 내부 지식화 된다.

이상의 내용을 바탕으로 정리하면, <그림 2>과 같이 기반능력은 노력의 강도의 크기에 따라 개선을 이루는 단계로 나아가거나 혁신단계로 나아가는 발전을 이룰 수 있다.



<그림 2> 기반능력, 통합능력, 노력 강도의 관계

즉 노력의 강도는 외부상호작용과 내부 상호작용에 영향을 주어 기반능력의 강화에 가속화시켜주는 역할을 수행한다.

본 연구사례가 된 2개의 기업도 연구개발 활동과 연구비 측면에서 노력 강도를 살펴보면 K사의 경우는 Phase1단계에서 축적한 기반기술을 바탕으로, Phase2 단계에서 본격적인 개발을 위하여 반도체시장의 침체기에도 불구하고 연구인력 비중의 15% 이상을 유지하였으며, Phase3 단계에서 선도개발을 위하여 3년에 걸친 연구와 200억 이상의 막대한 비용이 드는 연구에 전체 조직의 노력을 경주하게 된다. 또한 J사의 경우에도 기반능력의 바탕위에서 Phase2 단계에서 매출액의 90% 이상을 연구개발비에 투자하는 등 조직 차원에서의 노력의 강도를 높으면서 선도 기술개발을 이루게 된다.

[명제 1-2]시간이 t_0 시점에서 t_1 시점으로 경과할 경우 t_1 시점에서 지식창출 메커니즘의 작용이 새롭게 이루어짐으로써 중소기업의 기술능력이 축적된다.

4.2 지식 창출 메커니즘의 작용을 촉발하는 동인

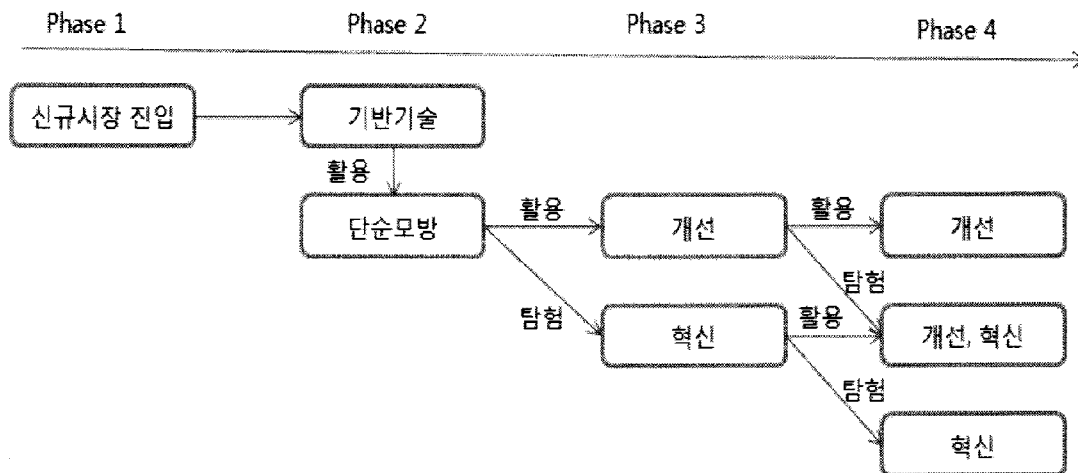
사례에서 K사는 1993년 국산화 개발을 추진하여 1999년 개발에 성공하여 최초 매출을 시작하였으며, 그 후 산업자원부 세계일류상품으로 선정되는 등 빠르게 그 기술을 확장해 나가고 있다. 이러한 기술축적을 가속화하는 비결은 무엇일까? 이에 대하여 설현도(2007)는 학습지향성의 활용과 탐험을 통한 추적 가속화 메커니즘에서 답을 찾고 있다. 본연구도 개념적으로 활용(exploitation)과 탐험(exploration)이라는 용어로 정리하고자 한다. 활용(exploitation)은 기존의 지식을 활용하여 장비를 개선해 나가는 과정이며, 탐험(exploration)은 기존지식의 활용과 더불어 새로운 지식을 추구하는 것을 의미한다.

이러한 활용과 탐험을 어떻게 사용하여 선진기술을 습득해 나가는 가는 <그림 3> 처럼 기반기술을 축적하는 과정의 연장선으로 분석하고자 한다. 즉 기업이 기반기술을 습득하여 일정시점의 기반기술을 강화하는 것처럼 기존 지식의 활용이나 아니면 새로운 탐험이나에 따라 개선이라는 결과와 혁신이라는 결과로 대별될 수 있을 것이다.

Phase2는 모방 및 엔지니어링 기술을 활용하여 제품을 모방해 가는 단계이며, Phase3 단계에서는 팽업체의 급속한 새로운 세대에 투자에 발맞추어 장비 Size 확대 및 공정 기술에 대하여 적극적으로 탐험을 시도한 단계이다. 이러한 새로운 탐험의 결과 TFT-LCD용 고집적 세정장치를 초일류 제품화 할 수 있었으며, Phase4에서는

기존의 지식의 활용과 더불어 새로운 기술로의 적극적인 탐험을 진행하여 신규 초일류 제품을 개발해가는 과정으로 정리할 수 있다.

앞에서 살펴본 K사, J사도 이러한 과정을 통하여 결정한다. 그러나 언제 탐험을 선택하느냐는 선행연구와 조금은 다른 결론에 이르게 된다. 반도체 및 LCD 장비 개발은 PR Coater장비의 개발에 200억이 소요되는 등 대규모 투자를 수반하는 특징을 가지게 된다. 이러한 특징으로 인하여 초기 탐험의 결정은 대표자의 결단에서 출발하게 된다. 국산화에 개발을 해보겠다는 적극적 의지를 가지고 시작한 J사의 사장이나 Offer에 머무르지 않고 국산화 장비업체가 되겠다는 K사의 대표이사 선택이 장비의 개발이라는 탐험의 첫 번째 단추가 된다.



<그림 3> 기술축적 가속화 모형

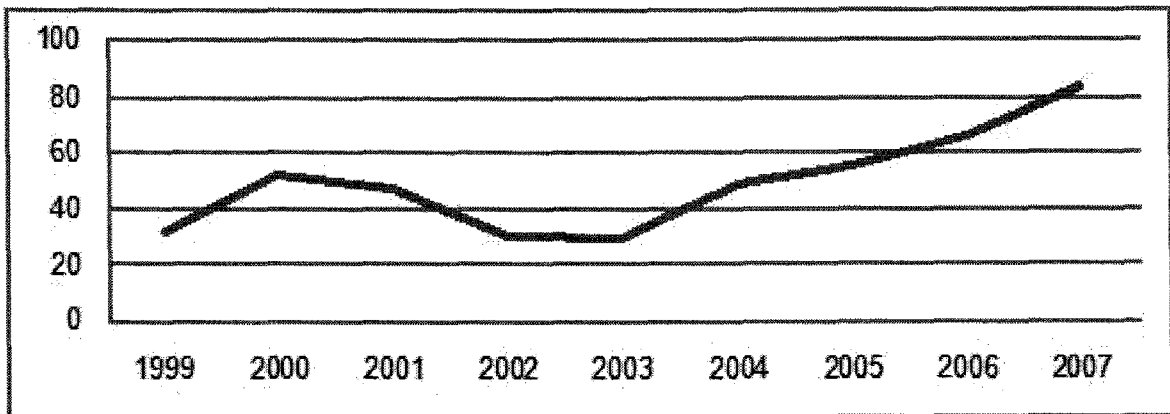
또한 적극적인 선도 기술 개발 단계에 진입하게 되는 탐험의 선택은 본 사례연구에서는 시장의 상황이 그 결정의 중요한 변수가 된다. 반도체 시장의 급속한 위축과 LCD 시장의 빠른 성장은 기존의 반도체 장비에서 머무르지 않고, 새로운 대형화 기술개발을 하게하는 탐험의 중대 변수가 된다. 또 현재 LCD 시장의 위축은 태양광 장비의 개발이라는 새로운 시장으로 탐험을 유도하고 있다. 또한 이러한 시장 환경에 맞춘 조직차원의 전략적 의사결정이 또 다른 탐험의 변수가 된다. K사는 전 공정 장비의 종합장비회사의 전략적 목표가 새로운 장비 개발을 위한 탐험의 시초가 되며, J사의 태양광장비의 Turnkey 수주 전략이 새로운 장비개발의 탐험을 활용하게 하였다.

[명제 2] 해당 중소기업이 수립하는 기술 경쟁 전략의 목표가 높을수록 지식 창출 메커니즘의 작용이 원활하게 이루어진다.

흡수 능력은 노력 강도에 의하여 빠르게 높아질 수 있으나, 기본적인 기반능력의 중요성을 간과할 수는 없을 것이다. 기반능력은 외부로부터 지식 습득과 내부에서의 지식창출을 통해서 축적 되지만, 이렇게 축적된 기반능력은 새로운 지식의 가치를 인지하고, 평가하고, 그것을 소화, 흡수하는 데에 영향을 미치게 된다(Cohen and Levinthal, 1990; Van den Bosch et al., 1999; Zahra and George., 2002).

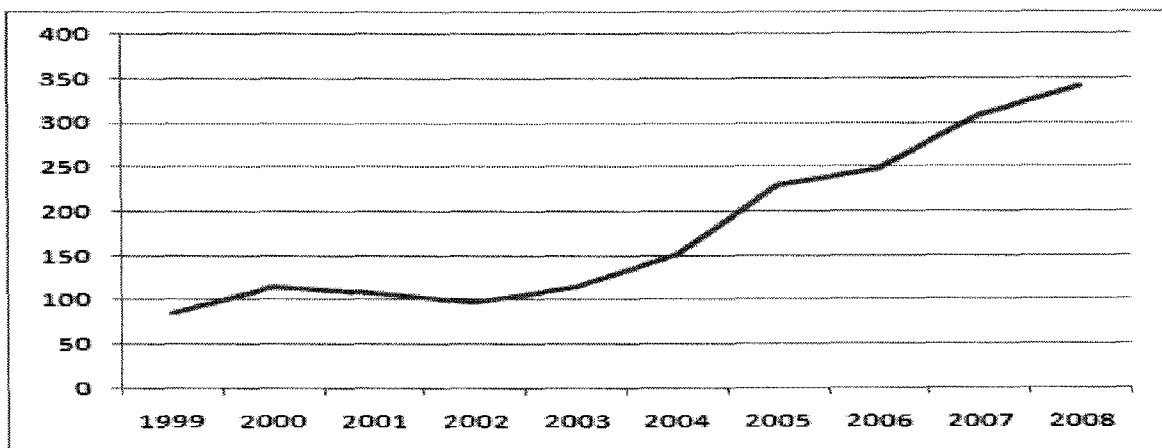
이러한 노력 강도를 대표적으로 보여줄 수 있는 것이 연구원 등의 확충을 통한 기업차원의 노력의 증대가 기업의 노력 강도의 강화를 객관적으로 표현해 줄 수 있는 하나의 지표가 될 수 있을 것이다.

본 연구의 사례가 된 J사, K사의 경우에도 <그림 4,5>에서 보는 바와 같이 연구인력들의 지속적인 확충을 통하여 기술창출을 위한 노력을 경주하여 왔다.



자료 : K사 공시자료

<그림 4> K사의 연구인력 변동추이



자료: J사 공시자료

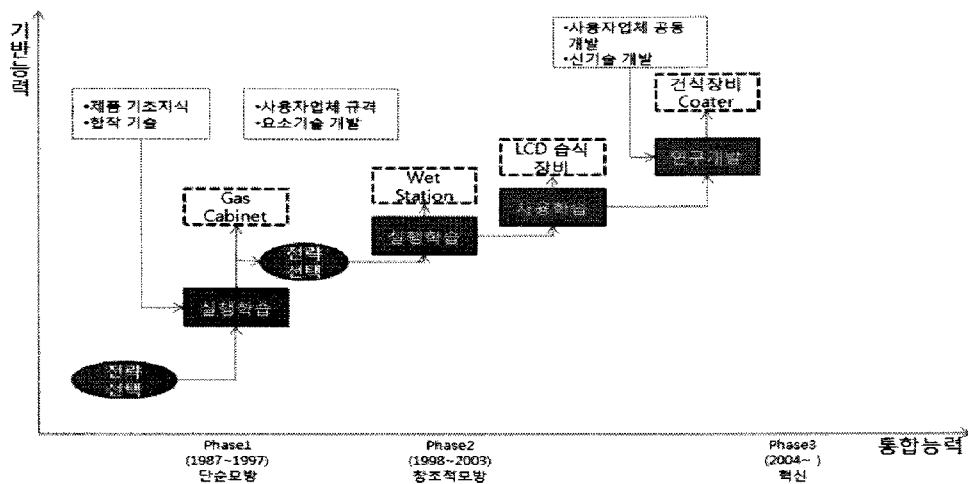
<그림 5> J사의 연구인력 변동추이

이러한 연구 인력의 충원을 통한 노력 강도의 강화가 선도개발 단계 및 혁신을 통한 추격단계에서 개발을 가능토록한 바탕이 되었다.

[명제 3] 해당 중소기업이 시도하는 기술 학습 노력의 정도가 강할수록 지식 창출 메커니즘의 작용이 원활하게 이루어진다.

본 연구에서는 첫 번째 분석 사례가 된 K사는 반도체 장비의 Offer를 전문으로 하는 기업으로 1987년 2월에 설립되었다. 그 후 반도체 관련 품의 Offer를 진행해오다 1990년 6월 법인으로 전환하면서 본격적인 성장을 시작하였다. 1995년 7월 Sputtering & Evaporation, Nitride & Oxide deposition, Reactive Ion etching, Wet etching 등의 장비를 비롯한 반도체 관련 소재를 생산하는 파이오닉스와 합작하여 한국파이오닉스(주)를 설립하여 본격적인 엔지니어링 기술을 습득하게 된다. 또한 1993년 자체적인 연구개발 능력을 향상시키기 위하여 1993년 연구개발을 위한 연구소를 설립하고, 연구결과에 따른 자체적인 개발능력의 성과가 1999년부터 본격적인 매출로 이루어지게 된다. 그리고 2005년 1월 TFT-LCD용 고집적 세정장치를 시작으로 하여 2006년 6월 FPD용 Spinless Coater, 2007년 1월 대기압 플라즈마 세정기 등이 산업자원부 주관 세계 초일류 제품에 선정되었다.

즉 K사의 경우는 개도국은 선진국 기술의 실용화를 위해서 엔지니어링 능력을 먼저 습득하고, 이어 개발능력, 자체적인 연구개발능력 습득한다(Lee et. al, (1998))는 선행연구 결과처럼 Offer와 합작회사 설립을 통하여 장비의 설치 및 운전을 위한 엔지니어링 기술을 습득하고, 초기 내부화 단계에서는 제조장비 기술이 마스터되고, 후기 내부화 단계에서는 제품과 공정개선을 위한 설계 기술이 마스터되며, 마지막으로 창출단계에 이르게 되면 R&D, 혁신능력에 대한 마스터가 이루어지는 것을 보여주고 있다.



<그림 6> K사의 기술능력 발전 과정

단순모방 단계는 모방과 엔지니어링 기술 획득을 통하여 선진업체의 기술을 추격하는 단계이다. 케이시텍의 사례에서는 Offer를 통한 장비 수입과 이를 기반으로 Set-Up등을 지원하면서 엔지니어링 기술을 축적하고, 이러한 엔지니어링 기술축적을 바탕으로 기존 제품의 제조기술을 내부화해 나아가는 과정이다. 사례에서는 TFT-LCD용 세정장비를 국산화해 개발해 나가는 단계에 해당한다.

창조적 모방 단계는 엔지니어링 기술과 제조기술의 축적을 기반으로 하여 다른 업체에서 개발되지 않은 세계 최초의 제품으로써 선도개발을 하는 단계이다. 사례에서는 TFT-LCD 8세대 급의 장비를 개발하여 개발 장비를 세계 초일류 장비화 시키는 단계에 해당한다.

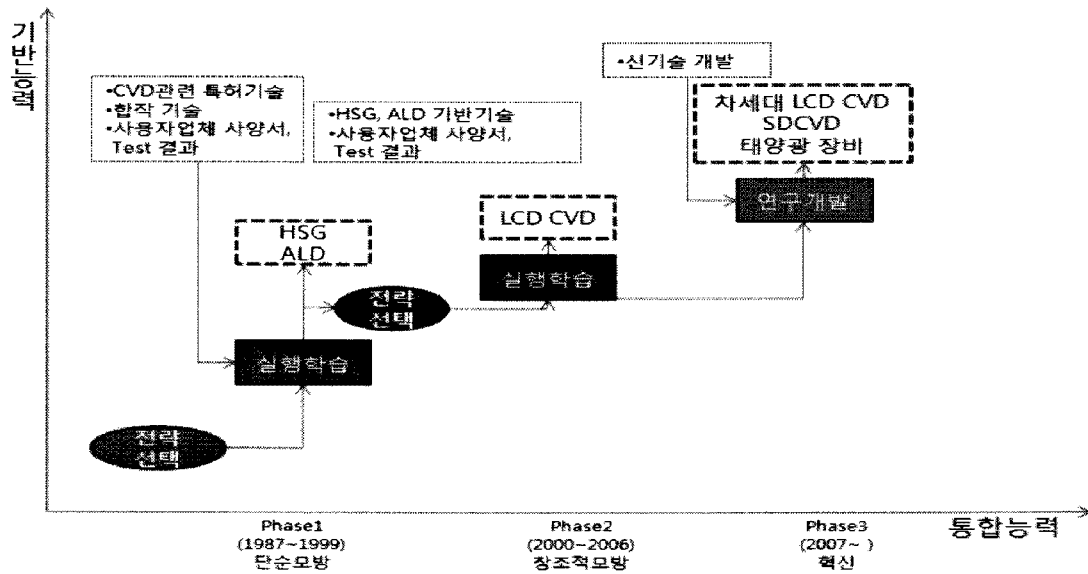
혁신단계는 기존의 체계화된 기술을 바탕으로 기존 제품과는 완전히 다른 새로운 제품을 개발하는 단계이다. 사례에서는 기존의 TFT-LCD 세정장비 기술을 바탕으로 하여 FPD용 Spinless Coater, 대기압 플라즈마 세정기 등의 추가적인 세계 초일류 상품으로 개발해 나가는 과정이다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 K사 Offer를 통하여 새로운 신규 분야에 진입하여 선진업체의 장비를 국산화해 나가는 형태로 발전하였으며, 국산화 이후에는 혁신적인 기술개발을 통하여 선도개발 단계에 진입하였으며, 흡수 능력이 축적되자 이를 기반으로 새로운 장비의 개발을 추진하고 있다.

두 번째 사례인 J사 주식회사는 반도체 제조용 기계를 만드는 기업으로 1993년 회사를 설립하여 반도체 장비를 업그레이드하는 일부터 시작하여 미국 지너스와 합계 기술협력을 통해 장비를 본격적으로 개발하기 시작한다. 이러한 협력관계를 통하여 CVD HSG장비를 개발하게 되고, 지너스의 이름으로 삼성과 거래를 시작 나중엔 삼성에서 직접 지원도 해주고 직접 수주가 이루어져 급속하게 성장하게 된다.

HSG 장비에 이어 금속 유기물 화학 기상 증착장비 개발, LCD용 4.5, 5,6,7,8세대 제품까지 개발을 한다. 또한 축적된 기술력을 바탕으로 차세대 장비개발을 진행한다. 8세대용 LCD PECVD는 기존의 클러스터 방식이 아닌 대형 LCD 양산라인의 효율적인 동선구성과 생산성 향상에 적합한 In-Line방식으로 10개까지의 공정 챔버를 부착할 수 있어 생산성을 대폭 향상시켰으며, 유리 기판의 초 대형화에 따라 발생하는 균일도 저하, 증착 속도 저하 등의 문제를 획기적으로 개선하였다.

또한 반도체 분야에서도 공간분할 화학증착(SD CVD) 장비를 개발하였다. SD CVD는 반도체 칩의 최소회로 선폭이 80nm(나노미터 1nm는 10억분의 1m)로 좁아질 만큼 미세해질 것에 대비해 개발되었다.



<그림 7> J사 기술능력의 발전 과정

단순모방 단계는 모방과 엔지니어링 기술 획득을 통하여 선진업체의 기술을 추격하는 단계이다. J사의 사례에서는 대표이사사장이 선진 장비업체 근무 시 엔지니어링 기술을 축적해가는 과정이 해당된다. 이러한 엔지니어링 기술축적을 바탕으로 기존 제품의 제조기술을 내부화해 나아가는 과정이다. 사례에서는 CVD HSG를 국산화해 개발해 나가는 단계에 해당한다.

창조적 모방 단계는 엔지니어링 기술과 제조기술의 축적을 기반으로 하여 다른 업체에서 개발되지 않은 세계 최초의 제품으로써 선도개발을 하는 단계이다. 사례에서는 TFT-LCD 8세대 급의 장비를 개발하여 개발 장비를 세계 초일류 장비화 시키는 단계에 해당한다.

혁신단계는 기존의 체계화된 기술을 바탕으로 기존 제품과는 완전히 다른 새로운 제품을 개발하는 단계이다. 사례에서는 기존의 LCD CVD와는 다른 생산성과 라인배치를 월등하게 향상시킨 차세대 LCD CVD 개발 및 반도체 패턴의 미세화에 대응하기 위해 SD CVD 등의 추가적인 세계 초일류 상품으로 개발해 나가는 과정이다.

본 연구의 대상이 되었던 K사와 J사는 모방과 엔지니어링 기술개발 습득을 바탕으로 장비의 국산화 개발을 진행하였고, 국산화 이후에는 향상된 흡수 능력을 바탕으로 혁신적인 기술개발을 통해 선도개발단계에 진입하였다. 이러한 흡수 능력의 단계는 다음과 같은 명제로 정리할 수 있음을 의미한다.

[명제 4] 해당 중소기업이 보유한 사전 흡수 능력의 수준이 높을수록 지식 창출 메커니즘의 작용이 원활하게 이루어진다.

4.3 외부 산업 환경의 영향

전술하였듯이 1997년부터 불기 시작한 세계 반도체시장의 한파는 '99년까지 이어져 한국 반도체업계를 강타하였고, 그 기간의 평균 매출은 200억불을 하회하였다. 여기에 1997년은 IMF와 1998년의 반도체 Big deal로 한국 반도체 업체가 휘청하여서 반도체 설비투자의 급감과 한국 반도체 장비산업의 일대 시련기를 맞이하였다. 이러한 반도체 산업의 불황은 LCD 장비라는 새로운 산업으로의 전략 수립을 이끌었을 뿐만 아니라, 반도체 장비에서 쉽게 접근하지 못하였던 전 공정 장비 시장의 진입이라는 새로운 목표들을 설정하게 된다. <표 1>에서 보듯이 많은 업체들이 전 공정 장비의 국산화라는 도전적인 목표를 수립하게 된다.

<표 1> LCD 장비별 국산화 및 진행 현황

대분류	소분류	국산화율(%)	공급국가(업체명)	현진행상황	국산화 시급성/가능 시기
기판 공정 장비	Glass 기판연마	0	일본(시바우라, NEC)	▲	
	세정	30	일본(시바우라, DNS, TEL), 한국(DMS, KDNS, KC-Tech)	●	
	감광액 도포	10	일본(TOK, TEL), 한국(STI, KDNS)	▲	2년/2년
	노광	0	일본(케논, 니콘), 네덜란드(ASML)	×	1년/5년
	현상	30	일본(TEL, DNS, 시바우라) 한국(STI, KC-Tech, KDNS)	●	
	에칭(Dry)	2	일본(TEL, YAC), 한국(ADPeng, ICD)	▲	1년/1년
	에칭(Wet)	60	일본(시바우라, DNS, TEL), 한국(DMS, KC-Tech, STI)	●	
	증착(Sputter)	0	일본(알박), 미국(유니시스)	▲	1년/2년
	증착(CVD)	20	미국(AKT, 유니시스), 일본(알박), 한국(J사, 아토, KDNS)	▲	3년/2년
	열처리	80	한국(티이씨), 일본(티바이, 블루민)	●	

자료: 한혁·서민호, 2006

본 사례의 대상이 된 K사도 세정장비의 국산화를 이를 바탕으로 한 트렉장비 국산화까지 도전적으로 추진하게 된다. 또한 CVD 전 공정 장비의 국산화를 추진하게 된다.

[명제 5-1] 완성재 산업 환경의 불확실성을 긍정적으로 반영할수록 해당 중소기업

의 경영자는 기술 경쟁 전략의 목표를 높게 설정한다.

또 다른 기업 외부적 요인으로 국가의 연구기술개발 사업을 들 수 있다.

정부는 2003년 8월 국민소득 2만 달러 시대를 이끄는 10대 성장 동력을 선정하게 된다. 이러한 정부의 방향은 연구·개발투자와 인력양성 등 생산성시스템의 혁신과 고부가가치화에 초점을 맞추고 진행이 되었다. 디스플레이 분야도 LCD(박막액정표시장치), PDP(플라즈마 디스플레이 패널), TFT-LCD, 유기EL 등의 분야의 지원이 이루어지게 된다.

정부는 나아가 핵심장비의 국산화 지원, 세제감면 연장, 관세법 개정 등의 디스플레이 산업 육성계획을 수립해 장비제조산업을 육성하고 있다. 특히, TFT-LCD 분야에서는 기술개발지원의 주요방향으로 설정하여 2007년까지 10여개의 장비개발을 지원하였다.

특히 부품소재 기술개발사업은 우리나라를 2010년 핵심부품소재의 세계적인 공급기지화를 목표로 시작되었다. 연간 2천억 원의 예산을 투입하는 대규모 국책사업이다. 지난 2004년부터 2006년까지 600억 원이 투입된 반도체, LCD 장비분야의 부품소재 기술개발사업에는 한국 디엔에스, J사, K사, ADP 엔지니어링, 아바코가 선정되어 LCD용 PEVCD, LCD용 트랙, Sputter, Dry Etcher 등 장비의 국산화 연구개발이 진행되었으며, 이러한 장비는 삼성전자, 하이닉스 반도체, LG 디스플레이들이 상용화를 지원하였다.

본 연구의 사례가 된 K사도 부품소재 기술개발사업에 참여하여 트랙장비의 국산화 개발을 추진하였다. 또한 J사 역시 부품소재 기술개발사업을 통하여 PECVD의 개발을 추진하였다. 이러한 부품소재사업은 하나의 장비 개발에 막대한 비용이 발생하는데, 이러한 연구개발비의 총당 및 사용자 업체의 참여를 의무화하여 중소기업의 탐험에 대한 리스크를 최소화 시켜줌으로 해서 관련 업체에서 탐험이라는 선택을 쉽게 해주는 역할을 수행하였다. 또한 이러한 국가 연구개발 과제에 발맞추어 완성재 업체의 국산화 요구와 맞물려 장비 제조 중소기업의 국산화 개발 목표를 높게 설정할 수 있게 해주었다.

[명제 5-2] 정부 지원이 적극적일 수록 해당 중소기업의 경영자는 기술 경쟁 전략의 목표를 높게 설정한다.

또 다른 중요한 외부 요인으로 완성재 산업을 담당하는 있는 펌업체를 들 수 있다. 1990년대 1세대 투자를 시작으로 하여 본격적으로 출발한 LCD 제조공장에 대한 건설이 2008년 8세대로 급속하게 진화하여 왔다.

삼성전자, LC디스플레이를 중심으로 팹 건설 및 연구를 주도하여 2000년에 특허출원건수가 선진국을 추월하기 시작하였으며, 2008년 시장조사기관인 디스플레이뱅크가 월척기술과 공동으로 발간한 'TFT LCD 특허 동향 분석' 보고서에 따르면 2000년부터 지난해까지 세계 5대 LCD 패널 생산업체들이 출원한 특허 건수는 모두 3020건으로 집계됐다.

LG디스플레이, 삼성전자 등 두 국내기업이 최근 6년간 출원한 특허 건수는 전체 출원 건수의 79%에 육박할 정도로 기술개발을 선도하고 있다.

이러한 선진기업의 기술개발이 중소기업 중심인 LCD장비회사에 외부통합능력을 강화해줄 수 있는 기반이 되었다. 주요 기술을 부분별로 나누어 살펴보면 삼성전자, LG디스플레이 등은 공정기술을 많이 보유하고 있으며 장비개발업체는 부분품에 비중이 좀 더 높다.

세정관련 K사와 삼성전자, LG디스플레이 특허를 비교하여 보면 삼성전자와 LG디스플레이는 공정 특허의 출원이 높은 반면 K사는 부분품에 대한 특허의 출원이 높아 팹업체의 공정기술이 장비개발업체의 기반기술이 될 수 있다. 특히 삼성전사의 경우 출원일이 장비개발업체에 비하여 훨씬 선행하기 때문에 기술이전이 가능하다.

증착과 관련하여도 J사와 삼성전자, LG디스플레이 특허를 비교하여 보면 삼성전자와 LG디스플레이는 공정 특허의 출원이 높은 반면 J사는 부분품에 대한 특허의 출원이 높아 팹업체의 공정기술이 장비개발업체의 기반기술이 될 수 있다. 특히 삼성전사의 경우 출원일이 장비개발업체에 비하여 훨씬 선행하기 때문에 기술이전이 가능하다. 특히 2004년 J사는 하이닉스반도체의 특허를 이전받아 기반능력을 강화시켰으며, J사는 삼성전사의 적극적인 지원으로 최초 국산화 개발과정이 2년 이내로 짧은 시간 안에 전 공정 장비를 국산화하였으나, 이에 반하여 적극적 유대관계가 약했던 K사의 경우는 초기 국산화에 더 많은 시간을 소비하였다.

[명제 6] 완성재 제조업체로부터 관련 기술이 이전될수록 장비 제조 중소기업의 흡수 능력이 개선된다.

V. 시사점

본 연구는 LCD 분야 전 공정 장비 국산화 업체 2개를 대상으로 하여 동일한 분석의 틀을 이용하여 조망해 봄으로써 선도 기술을 개발하는 과정을 분석하여 기업의 흡수 능력에 관한 이론적 의의와 실무적으로 선도 기술개발의 진행으로 나아가는 실무적 과정을 살펴본 의의를 가지고 있다.

기존의 선행연구들을 분석하여 지식창출 과정에 대한 이론을 고찰하여 기존의 연구와 비교하여 기반능력, 통합능력 및 노력 강도의 상관성을 분석함으로써 기반능력이 기업의 흡수 능력을 강화할 뿐만 아니라 흡수 능력의 한계가 될 수 있다는 점을 고찰하였으며, 노력 강도의 흡수 능력에 축적을 빠르게 할 수 있는 중요한 요인임을 제시하고 있다. 이러한 요인들이 효과적인 지식창출을 위해서는 기반능력, 통합능력, 노력의 강도라는 3가지 요소가 복합적으로 갖추어 져야 한다는 것이다. 새로운 지식을 창출하기 위해서는 기업이 가지고 있는 기반능력을 바탕으로 외부의 지식을 통합하는 통합능력이 요구되며, 여기에 노력 강도를 높임으로써 지식변환 속도를 가속화시킬 수 있다. 따라서 기업의 측면에서는 이러한 3가지 요인들을 효과적으로 강화, 관리를 통하여 지식창출을 효율적으로 이룰 수 있다.

둘째, 지식변화의 과정을 기업의 성장과정과 비교하여 연구함으로써 추격 단계에서의 지식변환과 선도개발 단계에서 지식변화의 차이를 조명하였다. 각 단계에 따른 지식의 원천과 지식의 습득 방법에 대한 접근 원인이 다름을 분석하였고, 기업 측면에서도 각 단계에 맞는 지식의 습득방법에 강화하면 기술축적을 가속화 할 수 있다는 점을 시사하고 있다.

셋째, 외부환경 특히 외부의 이전지식에 대한 중요성을 분석하였고, 이러한 외부 이전지식이 추격단계와 선도개발 단계에서 어떻게 활용되었는지를 분석하였다. 이를 통하여 본 연구에서는 기업이 보유하고 있는 기반기술의 차이에 따라 외부 지식 습득 원천과 내용에 차이가 있다는 점을 보여주고 있다. 특히 LCD 산업은 팹이라는 사용자의 시설이 장비 산업의 원천이 되기 때문에 이러한 전방산업의 기술발전은 후방산업의 기술습득의 중요한 원천이 되고 있으며, 특히 선도 기술 개발단계에서는 사용자 기업과의 적극적이 협력이 새로운 기술개발에 중요한 열쇠가 될 수 있다. 따라서 이를 통하여 현재의 기업이 보유하고 있는 기반기술과 발전단계를 파악함으로써 사용자와의 관계를 유지하는 효과적인 방법을 모색할 수 있을 것이다.

넷째, 탐험과 활용의 시기와 요구되는 시기와 탐험으로 나아가는 동인을 제시하고 있다. 본 연구에 의하면 탐험이 이루어지는 시기는 신규시장의 진입도 조직차원에서의 전략적 결단에 의하여 탐험이 이루어지며, 시장의 환경변화와 기존 기술에 대한 한계를 인식함으로써 적극적인 탐험으로 나아가고 있음을 보여주고 있다. 이러한 성공적인 탐험을 이루기 위하여는 조직의 전략적 의사를 실현할 수 있는 조직의 적극적인 노력이 필수적이며, 대규모 연구비를 조달할 수 있는 국가 연구개발사업도 새로운 탐험을 가속화 시킬 수 있는 요인이 되고 있다.

참 고 문 헌

- 권기한·이춘우(2008), "중소기업 사례연구: 의의, 절차, 그리고 개선방향", 『중소기업연구』, 제30권, 제1호, pp.143.
- 김지현(2006), "한국 TFT-LCD 업체의 특허현황 및 시장동향", 『전자부품』, 7월, pp.82-85.
- 박노운(2001), "지식창출과 흡수능력", 『성신연구논문집』, 제37집, pp.85-122.
- 설현도(2002), 『조직의 학습지향성, 흡수 능력과 지식창출』, 고려대학교 대학원 박사학위 논문.
- 설현도(2004), "신제품개발과정에서 기술추격과 선도개발 단계의 지식창출 패턴", 『지식경영연구』, 제5권, 제2호, pp.25-51.
- 설현도(2007), "반도체 장치 제조 중소기업의 신속한 기술능력 축적과정에 대한 사례 연구", 『지식연구』, 제5권, 제1호, pp.179-216.
- 정대용(2006), 『중소 벤처경영론』, pp.254, 삼영사.
- 한국디스플레이산업협회(2007), "국내외 디스플레이 산업현황 및 경쟁력 분석".
- 전자자료사(2006), "한국반도체산업발전현황", 『반도체·FPD』, 1월호, pp.2-9.
- 한혁·서민호(2007), 『평판디스플레이 요소장비-LCD장비』, 한국과학기술정보연구원.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A.(1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.128-152.
- Grant, R. M.(1996a), "Prospering in Dynamically-Competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge Integration", *Organization Science*, Vol.7, No.4, July-August, pp.375-387.
- Grant, R. M.(1996b), "Toward a Knowledge-based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol.17, Winter Special Issue, pp.109-122.
- Kogut, B. and Zander, U.(1992), "Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology", *Organization Science*, Vol.3, No.3, pp.383-397.
- Kusunoki, K., Nonaka, I. and Nagata, A.(1998), "Organizational Capabilities in Product Development of Japanese Firm: A Conceptual Framework and Empirical Findings", *Organization Science*, Vol.9, No.6, pp.699-718.

- Nonaka, I., Byosiereere, P. and Toyame, R.(1999), "A Theory of Organizational Knowledge Creation: Understanding the Dynamic Process of Creating Knowledge", in M. Dierkes, J. Child, I. Nonaka, and A. Antal (eds.), *Handbook of Organizational Learning*, New York: Oxford University Press.
- Nonaka, I. and Konno, N.(1998), "The Concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation", *California Management Review*, Special Issue on Knowledge and the Firm, Vol.40, No.3, pp.40-54.
- Teece, D. J. and Pisano, G.(1994), "The dynacim capabilities fo firms: An introduction", *Industrial and Corporate Change*, Vol.3, No3, pp.537-556.

Knowledge Creation Perspective on Technological Capability Accumulation of a High-tech SMEs : Comparative Case Study and Strategic Implications

Lee, Pan Gook* · Chung, Dae Yong**

Abstract

A firm's competitive capabilities become greater when the firm has a specific knowledge. There are many studies have been examined how to accumulate the firm specific knowledge and to get the competitive capability on the various perspectives. This study suggest that the conceptual framework on the absorptive capability through reviews on the knowledge management theory.

And it also suggests that the proposition about the technological capability building process through the in depth case study on a small and medium sized company in a LCD industry.

This study found the following major characteristics about the absorptive capability building and knowledge creating process.

First, it is required to building an absorptive capability rapidly that the harmony of local capabilities, integrative capabilities, and intensity of effort. And the most important factor is the intensity of effort in a small and medium sized firm with a weak knowledge base.

Second, it is required to develop an innovative new product that the utilization of expeditious learning mechanism based on the exploration and exploitation process.

Finally, complementary assets are needed to proactive exploration and exploitation.

* Division of Electrical Engineering Graduate School of Industry Ajou University

** Division of Venture & Entrepreneurship Soongsil University

Based on the findings, the theoretical and managerial implications are derived and the further research directions are proposed.

Keywords: Advanced. Technological Capability, Absorptive Capability, Knowledge Creation, Exploration, Exploitation.