

기계설계분야 중견 엔지니어의 일과 학습에 관한 내러티브 연구 - 엔지니어의 직무관련 학습의 맥락과 공학교육에 대한 시사점 찾기

임 세 영*

<국문 초록>

이 연구는 기계설계 분야의 중견엔지니어 한 사람을 중심으로 그가 수행하는 구체적인 과업은 무엇이며 그와 관련하여 이루어지는 학습은 무엇인지, 일터에서 이루어지는 직무관련 학습의 맥락은 무엇인지 내러티브 연구방법에 의해 탐구하였으며, 이것이 공학교육에 주는 시사점을 논의하였다. 연구결과 연구참여자는 취업 후 수입대체를 위한 초창기 반도체 검사장비 개발을 위해 독립적으로 개발할 장비에 관한 기초지식을 습득하고 장비의 개념설계를 하였으며, 불 타입 반도체 검사장비 개발 동료들과 함께 장비의 구체설계를 하였고, 근무하던 회사의 폐업 후 잔류 엔지니어들과 함께 창업, 인터뷰 당시 이 기업의 경영자로 일하였다. 그가 엔지니어로서 수행한 주요 실무는 공학적 문제해결이었으며, 비형식적 학습의 과정이었다. 그는 실무수행 과정에서 프로젝트 관리, 자기주도적 과업수행, 기능분석, 추론과 검증, 긴밀한 협동, 대화와 토론, 시행착오, 암묵적 경험지식의 체계화, 총체적 사고, 환경변화의 지각과 기술수요 예측, 인간관계와 업무의 조화, 리더십 등을 경험하였다. 이를 바탕으로 공학교육이 프로젝트 학습, 자기주도적 학습, 대화와 토론 능력 교육을 위한 협동학습, 성찰학습, 실무적 경험을 이론화하는 학습, 인간관계와 리더십 교육 등을 강화해야 한다는 시사점을 얻었다.

주제어 : 기계설계 엔지니어 직무, 직무관련 학습, 내러티브 연구

I. 연구 필요성 및 목적

엔지니어는 급속한 기술 및 사회 변화와 보조를 맞추기 위해서 지속적으로 평생학습을 할 필요가 있다는 것을 인식하고 스스로 평생학습을 실천할 수 있는 능력을 보유해야 한다. 평생학습이란 유전적, 신체적, 생물학적 존재로서의 몸과 지식, 기술, 태도, 가치, 정서, 신념, 감수성 등을 포함하는 마음을 가진 인간이 사회적 상황에서 평생에 걸쳐 인지적, 정서적, 신체적으로 경험한 것을 자신의 생애와 통합시켜 지속적으로 보다 많은 경험을 가진 존재로 변화해 가는 통합적 과정이다(Jarvis, 2007: 1). Martinez-Mediano와 Lord(2013)는 공학 분야 학생들을 위한 평생학습 프로그램을 개발하여 운영한 사례를 보고하였다. Nainpally, Ramachandran, Smith (2011)는 미국의 공학교육인증에서 요구하는 평생학습의 의미를 해설하였다. 대학생들은 기업의 경쟁력을 강화하고 혁신을 추진하기 위해서 개인차원에서만이 아니라 조직차원에서도 학습을 실행할 수 있어야 한다는 것이다. 한국공학교육인증원의 공학교육 프로그램 인증을 위한 졸업생 평가기준에는 “평생학습의 필요성을 인식하고 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력”이 포함되어 있다(한국공학교육인증원, 2012). 공학분야 학생들에게 평생학습능력과 일터의 평생학습을 이끌어갈 수 있는 리더십을 육성하는 교육도 시도되고 있다(한국기술교육대학교, 2011). 공학인증 프로그램이 확대되고 엔지니어들에게 요구되는 평생학습능력에 대한 인식이 높아짐에 따라 공학 분야 학생들을 위한 평생학습능력 함양을 위한 교육이 확산될 것으로 예상된다.

그런데 엔지니어의 직무와 학습은 과연 어떻게 연계되어 있는가? UNESCO(2005), OECD(2007) 등이 말하는 평생학습이 우리나라의 보통 엔지니어에게도 필요한 것일까? 연구자는 이러한 질문을 가지고 엔지니어의 일과 학습에 대해 관심을 갖게 되었고, 이는 엔지니어가 일터에서 수행하는 학습의 맥락을 찾아보기 위한 연구 계기가 되었다.

이 연구의 목적은 실무분야에서 충분히 경험을 쌓고 지도적인 업무를 수행하는 중견엔지니어 한 사람을 참여자로 선정 인터뷰하고, 그가 수행하는 구체적 과업을 학습의 맥락에서 해석하여 공학교육에 대한 시사점을 도출하는 것이다.

엔지니어의 직무와 학습의 관계를 탐구하기 위하여 연구자는 구체적인 학습활동이 내포된 과업수행 과정을 살펴보았다. 본 연구 참여자는 공학 분야에서 가장 비중이 큰 기계분야 엔지니어이다. 엔지니어들이 경험하는 직무관련 학습의 맥락을 파악하는 일은 공학도들에게 평생학습능력을 육성하기 위한 교육적 시사점을 얻기 위함이나 여기에서는 시론적인 차원에서 반도체 검사장비 개발 업무에 종사하는 엔지니어 한 사람에 국한하여 일과 학습의 관계에 대해 인터뷰하고 분석한 것을 중심으로 논의하였다.

II. 이론적 배경

기계분야 엔지니어의 일과 학습에 관련된 연구는 엔지니어에게 학습능력 및 학습지도능력 등이 얼마나 필요한가에 대한 양적 조사연구와 기계분야 엔지니어들을 인터뷰하여 그들의 전문성 성장이나 지식의 형성 패턴을 질적으로 탐구한 연구로 구분할 수 있다. 오창현 외(2011 : 141-143)는 전자에 해당하는 연구로서, H대 졸업생에게 요구되는 역량들의 요구수준을 조사하였다. 32 명의 패널을 대상으로 실천적 공학기술자의 핵심역량 항목들에 대한 중요도를 리커트 5점 척도를 써서 3차에 걸친 델파이법을 사용하였다. 이 연구 결과, 학습이라는 용어가 포함된 자기주도적 학습능력, 현장에서의 학습지도능력, 융합역량/다양한 분야 학습능력 등에서 5점 만점 중 4점 이상의 높은 요구 수준을 나타냈고, 평생학습능력은 3.9의 요구 수준을 보여주었다. 이 연구에서 가장 높은 요구도를 보인 문제해결능력(4.75)과 창의성(4.56)도 고도의 인지적 능력으로서 고등사고능력의 학습과 연관된다고 볼 때, 이 연구 결과는 종합적으로 엔지니어의 실무와 학습은 긴밀한 관계가 있음을 보여주었다고 해석할 수 있다. 그러나 이 연구는 전문가의 의견을 조사한 것으로서 엔지니어의 구체적인 직무와 실무 현장에서의 학습이 어떻게 연계되는가에 대해서는 언급하지 않았다.

기계분야 엔지니어들의 직무와 학습의 관계를 엿볼 수 있는 질적 연구로는 자동차 연구개발 엔지니어의 지식형성에 대한 연구(정승국, 2002)와 기계설계 기술자(technician)*의 학습경험에 관한 현상학적 연구(최홍영, 2003), 차량기술사의 전문성 발달과정에 대한 질적 연구(김주영, 2009; 임세영·김주영, 2012) 등이 있다.

정승국(2002)은 A 자동차 기업의 연구개발 엔지니어 1,488명을 대상으로 한 설문조사와 12명을 대상으로 한 인터뷰를 바탕으로 엔지니어들의 개별적 지식 형성방식과 개별지의 사회화 과정, 집합지의 형성과 축적과정 등을 탐구하였다. 연구 결과 중 주목되는 것은 다음과 같다. 첫째, 연구개발 엔지니어 개인의 개별적 지식형성 과정이 엔지니어들에게 부과되는 과업의 과다로 인하여 그 과정 자체가 심각하게 훼손되었다. 이는 회사가 중시하는 능력개발 방식과 엔지니어가 중시하는 능력개발 방식의 차이와 관련되었다. 회사가 선호하는 능력개발 방식은 협력업체 등 업체 전문가들과의 협의, 자체 학습 혹은 팀내학습 활성화, 학회/세미나 참여, 동일 테마를 연구 중인 동료와의 논의, 전문가들과의 공동연구, 전문지에 게재된 논문 활용, 사내 스터디 그룹, 기술개발 본부내외의 직무순환, 단행본 연구서 활동 등의 순서였다. 엔지니어들이 선호한 능력개발 방식은 협력업체 등 업체전문가들과의 협의, 동일 테마를 연구 중인 동료와의 논의, 팀장이나 사수와의 협의, 회사에 축적된 정보자료의 활용, 학회/세미나

* 연구자는 “기술자(technician)”로 괄호를 첨부하여 표기함으로써 전문대학졸업 수준의 테크니션을 의미하고 있음.

참석 등의 순서였다. 둘째, 개별지가 사회화되는 과정을 살펴보기 위해 타 차종 및 선행 차종 담당자들과의 커뮤니케이션 빈도를 분석한 결과 일본자동차 기업에 비해 뒤떨어지는 것으로 나타났다. 일본 기업의 경우 엔지니어를 육성하는 시스템이 있어 프로젝트 책임자(Chief Engineer)를 양성하는 과정이 체계적으로 구성되어 있다. 그러나 A 기업에는 그러한 시스템이 체계화되어 있지 않았다. 셋째, 집합지의 형성과 축적을 위해 기술표준, 공식적 리포트, 비공식적 문서 등의 측면을 분석한 결과 귀중한 개발 경험이 제대로 활용되지 못하고 개별화되거나 소실되고 있었으며 집합지-암묵지가 집합지-형식지로 전환되지 못하고 있었다. 넷째, 지식조정 메카니즘이 주로 권위주의적 메카니즘에 의존하고 있었고 강제와 동원의 조직문화가 지배적이었다.

최홍영(2003)은 설계를 담당하는 엔지니어를 보조하여 도면을 완성하는 기계설계기술자의 학습경험에 대한 현상학적 연구를 수행하였다. 이 연구는 의도적으로 표집된 12명의 기계설계기술자를 심층 면담하여 학습경험의 실제, 학습경험의 형태, 학습경험의 의미에 관한 주제어를 추출하고 이를 현상학적으로 기술하였다. 이 연구에 따르면 기계설계기술자의 학습경험은 선임자, 고참, 사수, 선배, 윗사람, 사부, 전문가, 현장사람들, 소규모 학습조직, 동료 등과의 대인적 상호작용, 선행사례, 생산된 제품, 총체적 현장 및 생산기술과의 대물적 상호작용 등에 의해 이루어졌다. 학습에 이르게 된 계기를 제공한 것은 “문제를 해결하면서, 몸으로 때워서, 실수를 통해서, 경험의 다양화로, 우연히 무형식 무의도적으로, 질문하여서, 개방성을 가지고, 새내기 교육으로, 관점 전환을 통해서, 감으로, 안목이 열려서, 포괄성으로, 스스로 혼자, 수련의 터널을 통과하여, 아하! 체험으로, 전문직업교육을 통하여, 계속교육의 도움으로” 등이었다. 현장에서 이루어진 학습의 형태는 문제해결학습, 무의도 무형식 학습, 탐구학습, 실수를 통한 학습, 자기주도학습 등이었다. 이 연구는 학습에 대하여 별로 관심을 기울이지 않는 생산 현장에서 스스로의 의지로 문제를 해결하면서 자수성가한 기술자들의 학습 경험을 탐구하였다는 것에 의미가 있다. 그리고 기술자들이 경험하는 다양한 학습활동과 학습에 유의미한 개인적 경험을 포괄적으로 진술한 것이 높이 평가된다. 그러나 기술자들의 구체적인 과업수행 상황과 학습활동이 어떻게 연계되어 있는지에 대해서는 다루지 않았다.

김주영(2009) 및 임세영·김주영(2012)는 자동차 설계, 검사, 정비 분야에서 최고수준의 전문성을 가진 집단이라고 할 수 있는 차량기술사들이 구체적으로 어떤 경험과 과정을 통해 전문성을 성숙시켜나가는지를 근거이론 방법에 입각하여 분석하였다. 차량기술사 10 명을 대상으로 심층 면담을 실시하여 분석한 결과에 따르면 차량기술사의 전문성 발달 과정은 자격취득준비기(정규교육 후 취업 및 부서배치, 실무경험 포함), 자격취득 및 자격취득 후 전문능력 심화 확장기, 전문성 집대성기, 전문성 공영기로 구분되었다. 차량기술사들이 전문성을 키우는 과정에서 경험하는 학습활동은 연수원 교육, 공장 집체교육, 현장 OJT 교육, 현장 방문, 업무 보조 및 실무 파악, 전문가 따라 배우기, 시험 준비 등 자기주도 학습, 경험과 성찰학습, 프로젝트 수행, 제품개

발, 신기술 동향 파악, 창의적 사고를 통한 문제해결, 리더십 훈련 등의 계속교육, 후학지도, 평생학습 등이었다. 차량기술사의 경우 자격취득 준비, 자격취득후의 전문성 심화 등의 과정에서 외부적 지원을 별로 받지 못하고 스스로 자기주도적으로 학습하고 있는 것으로 나타났으며, 전문가로 성장하는 과정에서는 조직차원의 지원보다 스스로의 노력이 중요함을 지적하였다.

이상에서 고찰한 선행연구들에서 발견되는 공통점은 전문성 발달은 지식형성을 통해 이루어지고, 실무현장에서는 비형식적인 학습이 지속적으로 이루어지고 있다는 것이다. 선행 연구에서 다양하게 나타나는 실무적 학습 방법을 종합하면 다음 <표 1> 과 같다.

<표 1> 질적 연구에 나타난 엔지니어와 기술자의 실무적 학습 방법 비교

구분	실무에서 경험하는 학습 방법
정승국(2002) - 자동차연구 개발엔지니어	협력업체 등 업체 전문가들과의 협의, 자체 학습(팀내) 활성화, 학회/세미나 참석, 동일 테마를 연구 중인 동료와의 논의, 전문가들과의 공동연구, 전문지에 게재된 논문 활용, 사내 스터디 그룹(동아리), 직무순환(기술개발 본부내외), 단행본 연구서 활용, 팀장이나 사수와 협의, 회사에 축적된 정보자료의 활용 등
최홍영(2003) - 기계설계 기술자	문제를 해결하면서, 몸으로 때워서, 실수를 통해서, 경험의 다양화로, 우연히 무형식 무의도적으로, 질문하여서, 개방성을 가지고, 새내기 교육으로, 관점 전환을 통해서, 감으로, 안목이 열려서, 포괄성으로, 스스로 혼자, 수련의 터널을 통과하여, 아하! 체험으로, 전문직업교육을 통하여, 계속교육의 도움으로 등
김주영(2009) - 차량기술사	연수원 교육, 공장 집체교육, 현장 OJT 교육, 현장 방문, 업무 보조 및 실무 파악, 전문가 따라 배우기, 자기주도 학습(시험 준비), 경험과 성찰 학습, 프로젝트 수행, 제품개발, 신기술 동향 파악, 창의적 사고를 통한 문제해결, 리더십 훈련 등의 계속교육, 후학지도, 평생학습 등

III. 연구의 방법

이 연구는 엔지니어가 직무를 수행하는 과정에서 어떻게 학습의 계기가 만들어지고 어떻게 직무와 학습이 연결되는지, 그 맥락과 그것이 공학교육에 주는 시사점은 무엇인지 탐구하기 위한 것이다. 이를 위하여 기계설계분야의 중견 엔지니어 한 사람과 인터뷰한 내러티브를 분석하였다. 내러티브란 대체로 어떤 사건이나 경험에 대한 이야기를 말한다(노진아, 2009; 임세영·신효섭·권호안, 2012). 내러티브는 어떤 텍스트나 담론에 담긴 이야기일 수도 있고, 개인들이 진술한 이야기에 특정한 관점을 갖고 관찰하는 특정 질적 연구의 맥락에서 사용하는 텍스트일 수도 있다(Polkinghorne, 1988). Creswell(2010: 86)은 내러티브를 “연대기적으로 연결된 하나의 사건/행동 또

는 일련의 사건/행동들에 대한 이야기를 제공하는 음성 또는 문서 텍스트”로서 질적 연구의 한 가지 유형이라고 하였다. 그는 내러티브 연구는 한두 사람을 연구하는 데 초점을 두고, 그들의 이야기를 수집함으로써 자료를 모으고 개별적인 경험들을 보고하고, 이러한 경험들의 의미를 연대기적으로 나열하는 것으로 구성된다고 하였다.

과거에 경험한 일이나 사건에 대한 이야기를 근간으로 하는 내러티브는 시작, 중간, 종결이라는 연속된 흐름을 지니고 있다. 면담을 통해 자료를 수집할 경우 면담에 참여하는 사람들이 말하는 내용은 시간적 순서를 따르기 보다는 정돈되지 않은 낱말의 이야기일 가능성이 높다. 따라서 연구자는 면담 내용을 이해하고 공정하게 해석하여 연속성과 균형을 지니도록 이야기를 배열해야 한다(Lieblich, Tuval-Mashiach, Zilber, 1998). Clandinin과 Connelly(2007)는 내러티브 연구의 신뢰성을 확보할 수 있는 방안으로, 연구자가 동료 연구자 및 연구 참여자와 함께 연구 과정을 공유하고, 이 과정에서 연구자 자신의 해석을 공개하여 타인의 피드백을 얻는 방법을 제안하고 있다. 본 연구에서 연구자는 연구결과를 연구 참여자에게 제시하여 적합성을 묻는 과정을 통해 균형을 시도하였으며, 다른 연구자와 의견교류를 통해 내적타당도를 높이고자 하였다.

연구를 위한 정보를 제공해준 연구 참여자는 한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 교수진으로부터 추천을 받은 사람 중 기계장비개발 분야에 종사하고 경력이 8년~10년 정도 되어 중견이라 할 수 있는 3인중 한 사람이다. 참여자의 개인적 사항은 다음과 같다.

<표 2> 연구참여자 현황

이름	나이	입학년도	경력	인터뷰 일시 및 장소	직무
A	40	1993	13년	2012. 12. 8. 연구자의 연구실	반도체 검사장비개발

인터뷰는 2012년 9월 12일 연구자의 연구실에서 실시되었다. 인터뷰 내용은 참여자의 동의를 받아 녹음한 후에 전사하였다. 연구자는 엔지니어가 수행하는 직무경험을 자유로운 분위기에서 이야기형식으로 진술하도록 운을 떼기 위해 준비한 질문을 활용하였다. 인터뷰를 위해 준비했던 질문은 다음과 같다 : 지금 하고 있는 일이 무엇입니까? 회사의 소개와 더불어 현재 수행하고 있는 직무를 소개해 주십시오. 중견엔지니어로 성장해온 경로를 주요 경력을 중심으로 말씀해 주십시오. 귀하의 경우 업무상 새로운 지식이나 기술을 배우는 일은 언제 어떤 형태로 이루어집니까? 동료나 후배들에게 귀하의 지식과 경험을 전달하는 일은 언제 어떤 형태로 이루어집니까? 기술관련 지식 외에 팀워크, 비전과 목표 공유하기, 사고방식 포용하기 등과 관련된 학습과 교육은 언제 어떤 형태로 이루어집니까? 지난 3년을 돌이켜볼 때 엔지니어로서 가장 보람 있었던 일은 무엇입니까? 가장 힘들었던 일은 무엇입니까? 기계장비개발 엔지니어로서 꾸준히 성장, 발전해가는 사람이 지닌 특성은 무엇입니까? 공과대학의 기계·메

카트로닉스 분야 엔지니어 교육을 위해 제안하고 싶은 의견을 말씀해 주십시오.

이상의 질문은 선행연구내용이나 이론으로부터 도출된 가설의 검증에 의해 발의된 것이 아니라 엔지니어의 직무와 학습에 대한 이야기를 이끌어내기 위하여 상황에 적합하게 자유롭게 대화를 이끌어어나가는 도구로 준비한 것이었다. 본 연구의 자료 수집 과정은 내러티브 연구 방법으로 그 과정은 다음에 제시되는 [그림1]과 같다(임세영·신효섭·권호안, 2012 참조).



[그림 1] 자료 수집 과정

자료의 분석과 종합과정은 다음과 같다: 첫째, 연구주제와 목적을 점검하면서 전사된 원재료(raw data)를 검토하였다. 둘째, 인터뷰의 중요 내용들을 분석하고 범주화하였다. 셋째, 도출된 주제들을 시계열적으로 분류하였다. 넷째, 참여자의 인터뷰 텍스트에서 얻은 주제들의 계열성과 연계성을 고려하여 이야기 주제를 추출하고 기술하였으며 이를 논의하여 결론을 도출하였다.

IV. 반도체 검사장비 개발자의 일과 학습 경험에 관한 내러티브 분석

1. 참여자의 경력과 기술적 맥락

A는 2000년 2월에 한기대를 졸업하였다. 졸업 직전인 1999년 가을, 반도체 검사장비 생산 기업에 입사하여 지금까지 계속 이 분야에 종사하고 있으며, 인터뷰 당시(2012년 12월) 경력은 13년 정도이었다. A는 현재 CEO로서 경영을 맡고 있는데, 처음 입사한 회사가 문을 닫게 되자 함께 일하던 엔지니어들을 이끌고 2008년 창업한 것이다.

대학졸업 후 지금까지 A가 개발, 생산하고 있는 반도체 검사장비란 물드가 끝난 반도체 제품의 성능과 규격을 검사하는 장치이다. 이 장비는 제어 부분과 기계적 설비로 구성되어 있다. 제어부분은 전자적 특성을 측정하여 기준에 따라 분류하는 기능을 하며, 기계적 설비는 반도체 제품을 장치에 투입하면 특성에 따라 분리 배출하는 기능을 한다.

기계적인 기능 측면에서는 한국과 일본이 비슷한 수준이지만 측정기 차원에서는 아직도 격차가 있다. 최근의 기술변화중 하나는 불량품을 다시 개선이 가능한 것과 불가능한 것으로 구분하는 기능이 추가된 점이다. 종전에는 양품과 불량품으로만 구분하였다면 이제는 양품, 개선 가능한 제품, 불량품 등 세 가지로 구분하는 것이다. 그리고 검사 속도, 피검사체 입출력 속도 등도 기술경쟁의 대상이 된다. 검사장비 개발 엔지니어로서 고민하는 것들은 스피드, 진동, 구조, 힘의 분포 등이다.

“다음에 또 하나가 액츄에이터의 스피드를 어떻게 높일 것이냐 라는 부분이에요, 기존의 직교 로봇이 외팔보 형태였었는데 외팔보 형태에서 스피드를 올리면 끝에서 진동이 발생해서 디바이스를 제대로 못 놓거나 못 잡거나 합니다. 이러니깐 이 구조를 H 타입으로 가야 됩니다. 그럼 H 타입으로 갔을 때 한쪽에서 동력을 발생시키면 이쪽에 따라오는 형태가 되기 때문에 이거를 동시에 같이 움직일 수 있는 형태의 구조는 어떤 구조일 것이냐 라는 부분들의 문제가 있죠. 이런 것들을 처음에 설계에 들어가기 전에 다 정해 놓고 들어가는 거죠.”

최근에는 하드디스크대신 용량이 큰 플래시 메모리를 사용하여 노트북을 얇고 속도가 빠르게 생산하는 추세이므로 대용량 플래시 메모리를 어떻게 검사할 것인가가 검사장비개발의 쟁점이다. 종전에는 고가의 장비를 사용하여 검사하였지만 최근에는 정밀도는 조금 떨어지더라도 장비 가격이 저렴한 것이 요구되기도 한다.

2. 반도체 검사장비 개발의 경험과 학습 경험

A가 반도체 검사장비 개발 업무와 관계를 맺은 후 지금까지의 경험에 대한 이야기는 크게 첫째, 초창기의 수입대체장비개발, 둘째, 불타입 검사장비 개발, 셋째, 처음 입사하였던 회사가 경쟁력을 잃고 문을 닫게 된 사정에 대한 회상과 성찰, 넷째, 창업과 새로운 기술개발 상황에 대한 이야기로 구성하였다.

가. 초창기의 수입대체장비 개발

1) 도움 없이 기초부터 스스로 해결하기

99년 당시는 반도체 검사장비의 국산화가 시작되는 시기였다. 국내 반도체 생산물량이 증가되고 있는 상황이었기 때문에 검사장비 수요가 많았다. 그러나 대부분 일본 등에서 수입되고 있었고, 수입품은 성능은 좋았지만 고가였기 때문에 국산 부품을 써서 국내에서 생산하면 경쟁력이 있었다. 이러한 배경으로 A는 입사 후 바로 반도체 검사장비 개발을 맡게 되었다. 회사 사정상 졸업 후 바로 장비 개발 업무를 맡게 되었지만 그에게 실무적인 일을 가르쳐줄만한 사람은 없었다. 국내에서 검사장비를 개발하기 시작한지 얼마 되지 않았을 때라 반도체 검사장비에 대한 기초를 공부하고 구조와 기능을 파악하는 단계에서 동료나 외부 전문가의 도움을 받는 것이 쉽지 않았던 것이다.

A가 처음에 배당받은 이 과업은 과제만 있었고, 이 과제를 해결하기 위해 무엇을 어디에서 시작할 것인지에 대해서는 아무도 도움을 주지 않아 모든 것을 스스로 해결해야 하는 상황이었다. A는 대학을 졸업하였으나 회사 경험이 없는 상태였는데도 불구하고 주어진 직무가 독립적 프로젝트 수행이었다. A는 이때의 심정을 ‘막막하고 불안하였다’고 말하였다. 이러한 상황을 학습 상황으로 해석하면, 프로젝트 학습이라고 볼 수 있다. 이러한 상황은 공학교육에서 학습자 스스로 문제를 정의하고, 문제를 해결하기 위한 정보를 수집하여 이해하고, 문제해결 절차 계획을 수립하고, 실행, 평가하는 프로젝트 수행과 동일하다(Eyerer, 2000).

대기업의 경우 프로젝트 관리를 할 수 있는 사람을 육성하기 위한 체계적 과정이 있으며(정승국, 2002), 그러한 체계화된 시스템이 없더라도 많은 경험을 가진 사람에게 그러한 과업을 배정하는 것이 보통이다. A가 일했던 기업은 창업한지 얼마 되지 않는 중소기업이었고, 반도체 검사장비 설계 담당 엔지니어가 없었기 때문에 단독적으로 이 일을 맡았고, 이에 따라 뜻하지 않게 프로젝트 관리를 스스로 경험을 통해 배우는 기회를 얻었다고 볼 수 있다.

2) 기존 장비 기능 분석하기

그래서 그가 선택한 방법은 기존 장비를 하루 종일 들여다보고, 전문서적을 통해 원리를 추정하여 실제로 만들어보면서 스스로 학습하는 것이었다.

“당시 제가 그렇다 보니까 저에게 그러한 실무적인 내용들을 가르쳐 줄만한 사람들이 그 산업 분야에선 많지가 않았어요. 그렇다보니까 그 당시 제가 택했던 방법은 직접 그 설비를 제가 그 앞에서 하루 종일 보고 있 다던 지. 뜯어볼 수는 없으니깐 눈으로 안 보이는 부분들은 유추해 내고 실제로 그런 부분들을 책에서 찾아보고 이런 적용 사례들을. 그런 관점에

서는 좀 무식한 방법이죠 그냥. 부딪히면서 해보는 방법 그리고 제가 실제로 설계를 해서 만들어 보고 검증은 해보는 과정에서 문제가 있는 부분 찾아내고 다시 또 설계를 업그레이드해서 다시하고 그런 과정이 많았어요.”

선경험자 없이 외국에서 도입한 장비를 앞에 두고 그와 유사한 성능을 가진 장비를 만들어 내야 할 때, 그리고 그 장비를 마음대로 분해할 수도 없을 때, 엔지니어가 할 수 있는 것은 관찰하기, 유추하기, 문헌 대조하기, 알고리즘을 추정하여 설계하고 제작해보기, 시제품 테스트하기, 개선하기 등이다. A는 이러한 과정을 통해 반도체 검사 장비에 가까이 다가갔다.

하나의 완성된 장비는 지식의 집결체라고 볼 수 있다. 모방단계의 장비 개발자는 장비 속에 집결된 지식의 실마리를 하나하나 풀어가야 한다. 이것을 리버스 엔지니어링이라고도 하는데 후발공업화 과정에서 흔히 나타나는 현상이다. 예를 들어 차량기술사의 증언에 따르면 우리나라에 고유한 자동차 설계기술이 부재하였을 때, 자동차를 만들기 위하여 차량을 해체, 분해하여 놓고 그 속에 들어 있는 기술의 내용을 찾아내는 작업을 수행하였다고 한다(김주영, 2009).

선행 학습자의 설명이나 지원이 없이 완성 장비를 분해, 관찰하고 그 속에 담긴 지식이 무엇일까 유추하는 과정은 실무적으로는 기술적 문제해결과정이지만 동시에 경험을 통한 학습 과정이라고 볼 수 있다. 이 과정은 구체적 경험, 추론, 가설적 개념수립, 설계, 실험 등 Kolb(1984)의 경험학습 전 과정(full cycle)과 관련된다. 이러한 실무경험을 학교교육현장에서 재현한다면 실무를 모방하여 학습자에게 부과할 수 있는 ‘기능분석 과제’ 이고 이에 따라 이루어지는 학습을 ‘기능분석 학습’ 이라고 말한다(Pahl, 1998: 149).

3) 동료들에게 물어보고 확인하기

A는 반도체 검사장비를 구성하는 부분 하나하나를 뜯어보고 관찰하고 원리를 유추하여 만들어보고 확인해가면서 장비의 구조를 파악한 다음 유사한 성능을 가진 장비를 개발하였다. 그는 혼자서 공부한 것을 동료들에게 설명하고 검토를 받으면서 그들의 의견을 경청하였다.

“주로 저 같은 경우에는 혼자 하면서 의심나는 부분들 내지 확신이 안서는 부분들에 대해서는 같이 일하는 사람들과 상의를 한다든가 토의를 한다든가 그래서 제 확신이 맞다 아니면 그 부분은 잘못 예측했다 뭐 주로 이런 식의 얘기를 해가면서 토의를 해가면서 그런 거를 방향을 잡아 나갔었던 거거든요. [...] 예를 들어서 한 가지라도 의견을 내주면 제가 미처 몰랐던 부분이나 예측하지 못했던 부분들에 대해 서로 대화하고 토의하면서 하나씩 하나씩 짚어나갔어요.”

당시 상황이 기능분석을 통해 알고리즘을 유추하는 작업은 혼자서 할 수 밖에 없었으나 의심이 나는 부분이나 확신이 되지 않는 것들에 대해서 같이 일하는 사람들과 토의하고 대화를 나누었다. 대화의 상대가 해당 장비에 대해 잘 아는 사람은 아니었지만 자신이 추정된 논리를 설명하면 그 논리가 맞는지, 비약은 없는지 등을 검토해 줄 수는 있었다. ‘대화와 토의’에서 A는 말하는 가운데 스스로 생각이 정리되기도 하고 자신에게는 자명하지만 상대에게 납득이 되지 않는 것이 있을 때 질문과 응답을 주고받으며 ‘하나씩 하나씩 짚어나가기’를 통해 생각의 범위를 확장하고 문제의 중심에 다가설 수 있었다고 한다.

동료와 대화를 통해 문제해결에 다가가는 과정을 학습상황에 대입하면 협동학습이다. 협동학습은 소집단을 편성하여 과업을 함께 수행하는 상황을 조성하는 데서 끝나는 것이 아니라 과제해결을 위해 충분히 상대방의 의견을 경청하고, 그 다음 자신의 의견을 제시하는 ‘대화와 토의’가 수반된다.

4) 초기 제품의 성능개선하기

A가 반도체 검사장비 개발 초창기에 주로 고민하였던 것은 저비용 고효율 설비를 어떻게 만들 것인가 이었다. 비용절감의 요소는 구조적 개선보다는 일본, 독일 등에서 수입해야 하는 부품을 어떻게 대체할 것인가에 있었다. 즉, 구성부품 중 국산부품의 비중을 늘리는 것이 관건이었다. 그러나 그런 문제를 어느 정도 해결하고 초기 제품을 만든 다음에는 그 장비의 성능을 높이는 것이 관건이 되었다. 예를 들어 단위 시간당 얼마나 많이 검사해 낼 수 있느냐, 중간에 멈추지 않고 얼마나 오래 작업할 수 있게 하느냐 라는 문제가 중요하였다.

“설비다 보니깐 생산하는 과정에서 트러블이 생기면 설비가 멈추는 경우가 생기잖아요. 그러면 어떻게 멈추지 않게 할 것이냐. 멈추지 않고 트러블이 생겨도 자기가 그걸 해결하고 넘어가게 할 것이냐. 사람 손을 안타고. 그런 관점. 그 다음에 애가 테스트를 몇 개씩 하게 할 것이냐. 한 개씩 하게 할 것이냐 두 개씩 하게 할 것이냐 세 개씩 할 것이냐? 그런 관점으로 단위 시간당 생산량을 늘리는 방법 그런 식으로 고민을 했었던 거죠.”

선경험자의 도움 없이 반도체 검사장비 개발 업무를 수행할 때는 기계 및 제어부분의 주요 알고리즘을 풀어내는 것이 관건이었지만 그 단계를 지나 작동하는 기계가 일단 만들어지면 성능개선으로 과제가 이동한다. 성능개선문제의 주요 형태는 멈추지 않게 하기, 트러블이 생겨도 스스로 보정하며 계속 작동하게 하기, 시간당 작업량을 증가시키기 등이었다. 설계한 기계가 일단 작동하고 움직이기 시작하면, 이제 대물적 상호작용을 통한 학습(최홍영, 2003)이 중요하게 된다. 모방단계에서는 타인이 제작한 기계에 내재된 지식을 풀어내는데 대물적 상호작용의 초점이 있었지만, 자신이 개발

한 장비가 가동하기 시작하면 그 장비의 성능개선에 초점이 맞추어지는 것이다. 이것은 종합적 경험학습이라고 할 수 있다. 물론 이 단계에서 단독으로 작업하는 것은 아니다. 개념설계가 끝나고 제품 생산의 타당성이 확인되면 시제품을 만드는 단계에서부터는 몇 사람이 함께 팀을 이루어 완성해간다.

반도체 검사장비의 최종 설계 단계에서는 5명 정도가 3~4개월 함께 팀이 되어 일하였다. 하나하나 시행착오를 통해 배운 것들을 바탕으로 만든 장비는 국내에서도 많이 판매되었고, 적은 물량이지만 해외에도 수출되었다. A가 초창기 반도체 검사장비를 개발한 과업수행 과정은 첫째, 선경험자의 도움 없이 스스로 자신이 해결해야 할 문제가 무엇이며 어떻게 접근할 것인지 확정하기, 둘째, 외국산 장비를 관찰, 분해, 기능분석, 알고리즘의 추정과 검사 등의 반복을 통해, 그 장비에 내재된 지식 해체하기, 셋째, 문제가 풀리지 않을 때 동료들과 자신의 추론에 대해 대화와 토의를 교환하며, 논리를 완성해 나가기, 넷째, 초기 시제품을 제작하고 그 제품의 성능을 개선하기 등이었다.

이상 네 가지 과업들은 현장에서 A가 학습을 수행하는 맥락인 동시에 학습수행의 과정 자체였다. 첫 단계는 타인의 도움 없이 문제를 확정하고 절차를 수립해 나가며 기술적인 지식과 더불어 프로젝트를 관리하는 능력을 배우는 프로젝트학습이었다. 두 번째 단계는 외국산 장비를 해체하며 기능을 분석하여 기구학적 메카니즘과 제어 알고리즘을 찾아내는 기능분석학습이었고, 세 번째 단계는 자신이 추론한 알고리즘을 동료에게 설명하고 대화하며 토의하는 협동학습이었다. 넷째는 초기 제품의 성능을 개선하기 위한 대물적 상호작용(최홍영, 2003)과 협동을 통한 종합적 경험학습이었다.

나. 불타입 반도체 검사 장비 개발

반도체 제품이 점점 경박단소해지고 생산장비 기술도 진화함에 따라 검사장비도 바뀌지 않을 수 없게 되었다. A가 속했던 기업은 반도체의 접점이 리드타입에서 불타입으로 바뀌어가는 대세에 맞추어 2004년도에 새로운 검사장비를 개발하기로 하였다. 새로운 형태와 새로운 성능을 가진 반도체 제품을 효율적으로 검사할 수 있는 장비가 요구되었던 것이다. 시장 상황을 볼 때 단위시간당 생산성을 높이고 외산장비와의 가격경쟁력도 강화할 필요가 있었다. 기본 준비를 갖추고 설계 팀을 구성하여 집중적인 작업을 한 결과 완성까지 6개월이 소요되었다. 개발 결과는 성공적이었다.

1) 팀워크를 통해 과업수행하기

반도체 제품이 변화함에 따라 그것을 검사할 수 있는 새로운 타입의 장비를 개발하는 단계에 왔을 때는 함께 장비를 개발할 수 있는 인원이 전보다 많이 투입되었다. 5~6명이 같이 팀워크를 통해서 장비를 개발할 때는 어떻게 정보를 공유하고 의견을 조율하는가라는 연구자의 질문에 대해 그는 가급적 서로 붙어 앉았다고 하였다. 의자

만 돌리면 바로 볼 수 있게 자리를 배치해서 팀원들이 설계하는 과정을 공유할 수 있도록 하였다.

“모니터가 이렇게 [손짓] 있고 의자가 이렇게 있으니깐 이 사람 의자 돌리면 이 사람 어떻게 설계를 하고 있나 다 알 수 있죠. 각각의 유닛들을 어떻게 설계할 것이냐는 부분, 큰 컨셉은 다 잡아 놓고 시작을 하지만, [...] 설계를 하다보면 그 공간이 안 나오거든요. 이게 문제죠. 그러면 다시 또 이 사람하고 그 옆에 하는 사람하고 다시 또 상의를 하죠. ‘내가 이만큼 줄테니깐 내가 이만큼 이쪽 줘라. 영역을’ 이런 타협을 자주 하지요. 거의 설계할 때는 설계하는 내내 붙어있습니다.”

문제가 복잡해질수록 혼자 힘으로 해결하는데 한계가 있어, 엔지니어들은 주로 팀워크를 통해 과업을 수행한다. 공학교육인증원(2012)의 기준이 요구하듯이 엔지니어에게는 다른 사람과 함께 효율적으로 설계 작업을 수행할 수 있는 능력이 필요하다. A에 의하면, 하나의 장비를 여러 사람이 유닛을 분담하여 함께 설계할 때 가장 중요한 것은 기능의 연계성을 맞추고 점유 공간을 서로 조율하고 진도를 맞추는 것이다.

처음 개념 설계 단계에서는 가능할 것으로 생각했지만 구체설계로 들어가면 예상했던 것과 달리 각 부분의 기능이 서로 부합되지 않는 경우도 발생하고 완성 속도에도 차이가 나기 마련이라고 한다. 이 때 의견조율이 항상 잘되는 것이 아니다. 공간 조율 때문에 몇일 동안 한 일을 포기하고 다시 시작해야 할 경우도 발생하고, 전체 문제가 해결이 안 되어 손을 놓고 기다리는 경우도 발생한다. 더구나 실무상황은 항상 시간에 쫓기며 일을 해야 하기 때문에 양보가 쉽지 않다. 서로 합의가 잘 안 되는 경우 의견을 조율하는 것은 리더가 해야 할 일이다.

2) 붙어앉아 대화하기

A의 경우, 업무상의 의견조율과 협력을 위해 취한 조치를 분석해보면 ‘붙어 앉기’, ‘대화하기’, ‘타협하기’, ‘함께 출퇴근하기’ 등이었다. 서로 긴밀하게 의견을 조율하고 함께 출퇴근하며 6개월이면 6개월 동안 거의 같이 이렇게 작업을 진행하였다고 한다. ‘퇴사하지 않는 이상’, 매일 함께 일하고 저녁 11시, 12시나 되어서 퇴근하였다고 한다. 집에 가서는 옷 갈아입고 잠만 자고 나와야 한다. 기계기구 개발 엔지니어에게 팀워크는 매우 중요한 역량이다.

앞에서도 언급하였듯이 팀워크라는 직무를 분담하여 수행하는 상황과 대응하는 학습방법은 협동학습이다. 학교에서 실행하는 협동학습에서 구현하기 어려운 것이 기술적 직무와 관련된 갈등과 치열함이다. 그리고 팀워크 과정에 갈등과 치열함이 대두될 때, 절실히 요구되는 것이 서로 자신의 속내를 다 드러내고 또 상대의 속내에 경청하는 대화의 리더십이다. Senge (1990)는 의견의 불일치와 갈등은 대화를 통한 깊은

이해에 도달할 수 있는 “팀학습”의 기회라고 하였다. 그는 정보의 교환과 축적보다 이와 같은 상호 이해를 심화시킬 수 있는 의미전환 학습이 팀워크에 더 큰 효과를 가져 온다고 하였다. 엔지니어들은 실무 현장에서 팀워크를 위해 서로 양보하고 협동하는 능력, 그리고 그것을 촉진하고 조율하는 능력을 경험과 성찰을 통해 배운다. 엔지니어 양성 교육에도 협동학습의 경험을 팀워크 능력, 리더십 능력의 증진으로 연결할 수 있는 과정이 필요하다.

다. 폐업으로 이어진 반도체 검사장비 개발의 경쟁력 취약성에 대한 성찰

A가 초창기에 입사하여 임원으로 승진하여 근무하던 회사는 2008년 세계적인 경제 위기 앞에서 문을 닫았다. 함께 일하던 엔지니어들은 몇 개월이나 임금을 받지 못하였고, 그 자신은 그들보다 더 오랫동안 급여를 받지 못했다. 회사가 문을 닫은 후 A는 함께 근무하던 엔지니어 10여명과 함께 창업을 하여 새로운 활로를 찾았다. 연구자는 창업에 대한 이야기로 넘어가기 전, 회사가 왜 문을 닫게 되었는지 질문하였다. 이 질문에 대해 그는 자신의 경험을 반추하여 반도체검사 장비 개발의 기술적 상황과 고비용 저수익 구조의 엔지니어링의 문제점을 구체적으로 설명하였다.

1) 축적된 기술과 기초학습부족으로 인한 시행착오

장비를 개발할 때 시행착오를 많이 겪으면 재료비, 인건비 등이 과다하게 투입되고 제품 이익률이 떨어진다. 기술개발단계에서 부실하게 장비를 만들었다가 오류가 발생하여 다시 만들기를 반복하면 이에 투입된 비용이 제품경쟁력을 약화시킨다.

“회사 관점에서 봤을 때는 똑같이 장비를 팔더라도 시행착오를 많이 겪은 장비 같은 경우에는 재료비라든지 인건비라든지 많이 들어가 있는 상태이거든요. 그렇다 보니깐 외산 장비에 비해서 마진율이 떨어져요. 똑같은 물건을 내놨지만 외국같은 회사들은 마진율이 높고 국내 회사는 마진율이 적고 그러니깐 경쟁력이 없죠.”

A에 따르면 장비개발과정에서 시행착오를 겪지 않을 수 없지만 시행착오를 거듭하면 그만큼 비용이 증가하여, 채산성이 없기 때문에 그것을 얼마나 줄이느냐가 경쟁력이라고 볼 수 있다. 그가 볼 때 시행착오를 많이 반복하는 이유는 기술축적의 부족, 기초학습의 부족, 그리고 학습능력의 부족 때문이라고 하였다. 축적된 기술이 없고, 기본 기술을 만들어 낼 기초지식이 부족한데다가, 모르는 것을 학습해 나갈 수 있는 학습능력이 부족하니깐 국제경쟁에 취약하게 된다는 것이다. 이로 인하여 장비개발 단계에서 발생하는 실제 비용은 재료비, 인건비지만, 한걸음 물러서서 보면 그것은 시행착오를 통한 ‘학습비용’이라고 볼 수 있다.

기초지식을 육성하는 엔지니어 양성교육의 부실이 기업의 개발비용증가와 연결되어 있다. 이는 엔지니어를 양성하는 대학에서 기초지식 교육을 충실하게 해야 하는 것을 의미한다. 기업이 공학교육의 내실화를 위한 산학협력에 적극적으로 참여하는 것도 장기적으로 기업의 시행착오 학습비용을 줄이고 경쟁력을 강화하는 조치라고 볼 수 있다.

2) 인력개발 소홀로 인한 악순환

기업이 제품개발 단계의 빈번한 시행착오 문제를 해결하기 위해서는 충분한 기본지식과 실무능력을 갖춘 인력을 확보하고 엔지니어들에 대해 별도의 교육을 시켜야 한다. 2008년 경제 위기 당시에도 인력개발과 제품 다양화 등에 적극적으로 대응하였던 회사들은 위기를 극복하고 지금 많이 성장하였고, 인력개발에 소극적이었던 회사는 성장하지 못하였거나 문을 닫았다고 한다.

“그 당시 저희뿐만이 아니라 저희 유사 업종의 회사들도 다 그와 같은 과정을 거쳐가면서 (배웠습니다.) 그 때 좀 더 적극적으로 했던 회사들은 좀 더 지금 많이 커져있고요. 적극적으로 하지 못하고 분야를 국한시킨 회사는 아직까지 많이 크지 않았고...”

외국계 회사들은 마진이 높고 여유자금이 있으니까 적극적으로 문제에 대처하였으나 국내 중소기업은 수익률이 나빠 엔지니어에 대한 교육이라든지 인원충원 등이 취약하였다. 그는 이것을 일종의 악순환의 고리와 같은 것이라고 말하였다.

“그 고리를 탈피한 회사는 많이 커져있고요 그 고리를 탈피하지 못한 상태의 회사는 없어지거나 그 수준에 있거나..”

마진이 낮으므로 투자할 돈이 없고 투자할 돈이 없으니까 좋은 인재나 기술에 투자할 수 없는 악순환 고리가 형성된다. 계기를 만들어 고리를 벗어난 회사와 그렇지 않은 회사 사이에는 그 후의 성장에서 큰 차이가 있다는 것이 그의 경험이다. 그가 속했던 회사는 이 악순환의 고리를 벗어나지 못하였다.

3) 경험의 논리적 체계화 실패

악순환의 고리를 탈피하지 못하게 한 또 하나의 원인은 실무 엔지니어들의 경험을 논리적으로 체계화시키지 못한 것이었다.

“그 고리를 끊지 못했어요. 끊지 못해서 경험은 많으나 논리적이지 못한 거예요 기술이. 왜냐하면 자기가 경험한 부분이기 때문에 머릿속으로 있는데 이것을 어떻게 설명할 거냐는 부분에 있어서 답이 없는 거예요.”

“그 기술이 응용할 수 있는 것이 되기 위해서는 체계적이고 논리적이어야 되잖아요.”

실무 현장에서 많은 경험을 쌓다보면 어떤 암묵적인 지식을 얻게 되어 문제를 해결할 수가 있으나 그 문제가 왜 그런 방식으로 해결되었는지 설명하지 못하는 경우가 종종 발생한다. 결국 이러한 노하우는 확산되거나 응용될 수 없는 일회용 기술로 사장되고 만다. 지식경영 이론에서 말하듯이 개인차원에서 암묵적 예지로 해결한 문제의 사례들을 모으고 체계화해서 어떤 원리와 이론을 만들어야 기술이 조직에 내재화되는 것이다(노나가 이쿠찌로, 히로타카 타케우찌, 1998). A는 기업이 새로 획득한 어떤 해법의 의미를 심도 있게 검토하고 기술의 체계화를 통한 내재화 과정을 거치지 않으면 자기 것이 되지 않는다고 하였다.

4) 납품한 장비의 고장에 발목 잡히기

기술의 논리적 체계화가 이루어지지 않으면 기술환경의 변화에 따라 엔지니어들이 새로운 것을 개발해야 하는데, 이를 하지 못하고 계속 납품한 장비의 문제해결에 발목 잡히게 된다고 하였다.

“엔지니어들이 새로운 것을 해야 되는데 거기에만 매달려 있는 거죠. [...] 시장이라는 부분은 이런 장비가 필요했다가 저런 장비가 필요했다가 계속 바뀌는데 이 장비를 판매를 하면서 다른 장비를 준비를 해줘야 되거든요. 이 장비는 이미 여기서 개발을 끝내서, 다음 장비를 판매하기 위해서 이 장비를 판매할 때 다음 장비의 개발에 들어가 줘야 되는데. 판매한 장비에서 지속적인 트러블이 발생을 하는 거죠. 그래서 그런 부분들을 계속 대응하고 설비는 24시간 돌아가야 되니깐. 그런 부분들에서 엔지니어들을 많이 뺏기는 거죠. 소스가. 엔지니어 소스가 그쪽으로 많이 뺏기니깐 이런 새로운 제품 개발 부분들에 대한 준비가 부족해지는 거죠.”

장비개발 엔지니어는 자신들이 설계, 제작하여 납품한 장비에 트러블이 발생하였을 때, 그것의 원인을 확실히 진단하고 해결방안을 제시할 수 있어야 한다. 그러나 설계 과정에서 성능과 제어 알고리즘을 충분히 밝히지 못하고 외형적 기능이 구현되는 것으로 만족하고 넘어갔을 경우에는 장비 사용 중 문제가 발생하였을 때 그 원인을 밝히기가 어렵다. 엔지니어가 어찌하다가 문제를 해결하였지만 왜 그 문제가 해결되었는지 묻지 않은 채 다음 단계로 넘어갔을 때 이런 문제가 발생한다. A는 경험상 여러 번의 시행착오 끝에 어떤 기능과 성능을 얻는 데는 성공하였지만 왜 그런 성능이 나오게 되었는지에 대한 해석이 따르지 못하면 결국 불안정한 기술이 되어 납품 후에도 엔지니어들이 다른 일을 하지 못하고 그것에 매달리게 된다고 하였다.

경험을 이론적 체계 속에서 이해하고 체계화하는 것을 학습상황과 연계하면 성찰학습(reflective learning)이라고 할 수 있다(Kolb, 1984). A의 입장에서 볼 때 실무현장에서 엔지니어들이 성찰학습을 게을리 하는 것은 자신이 문제를 해결해 놓고도 그것을 제대로 설명하지 못하고, 고장이 났을 때 대처하지도 못하는 난제의 원인이 된다. 학교 상황에서 이러한 문제에 대응할 수 있는 성찰학습능력을 육성하기 위해서는 공학설계 등 경험중심의 학습을 하였을 경우, 반드시 되돌아보고 무엇을 경험하였는지, 그 경험에서 새로운 것은 무엇이었는지, 다음 활동을 위해 그것이 주는 의미가 무엇인지 등을 묻게 하는 것이 요구된다(Wöll, 2004). 기업의 실무 상황에서도 마찬가지다.

라. 창업, 경영과 리더십

회사가 문을 닫은 후 창업한 A는 처음에는 전 회사가 하던 작업을 계속해서 마무리 지었고, 2009년도 하반기에 들어와 새로운 제품을 개발하였다. 이때는 외산 장비의 수입 대체보다 다른 국산장비들과 경쟁할 수 있는 제품을 만드는 것이 관건이었다.

1) 고객사의 기술변화 동향 읽기

A가 중요하게 생각하는 자신의 임무는 고객사의 기술변화 동향 읽기다. 반도체 공정이 계속 바뀌어 가고 있어서 그 변화된 공정에 적합한 장비를 개발하는 것이 요구되었다. 이제 세계 최고수준이 된 고객사의 기술변화를 읽고 그 요구에 대처하는 것이 중요해졌다.

2) 다양한 경로를 통한 정보수집 분석

반도체 제조사들의 생산방식의 변화에 따른 검사장비의 개발을 추진하기 위해서는 영업 쪽의 역할이 중요하다. 대규모 반도체 제조사들은 생산 공정이 변화하여 새로운 검사장비가 필요하면 수의계약이나 경쟁 입찰로 우선 협상대상회사를 선정하고 개발 기회를 주기 때문이다. 새로운 기술 동향을 알아보기 위해 일본, 타이완, 중국, 싱가포르 등지에서 개최되는 해외 전시회도 부지런히 참관한다. 외부 변화를 신속하게 읽어내고 관련 정보를 얻는 것은 장비개발 엔지니어들의 기본이라고 생각한다.

3) 개발엔지니어들에게 자존심 상하지 않게 조언하기

A는 기업경영자가 되어서도 설계에서 완전히 손을 떼지 않고 종종 일을 하는 편이다. 설계 엔지니어들 앞에 있는 모니터를 보면 그가 무엇을 어떻게 하고 있는지, 무엇을 어려워하고 있는지 짐작이 된다. 그러면 커피를 마시며 넌지시 조언을 해준다.

“저는 모니터에 띄어 놓은 것만 봐도 이 친구가 무엇을 고민하고 있고

무슨 일을 하고 있고 이런 부분들을 다 알고 있으니까요. 가끔씩 어께 너머로 그 부분에 대해서 그 자리에서 바로 얘기는 않고 키피 한 잔 하면서 아까 내가 봤는데 그 부분 너 이렇게 생각 하는 것 같은데 그런 생각 보다는 이 방면으로 다시 한 번 생각을 해봐라 이런 식으로 조언 같은 관점으로. 꼭 집어서 잘못 났다는 이런 식의 표현은 많이 안하고요. 그런 식의 관점에서 많이 얘기를 하는 상황이죠.”

이제 엔지니어들이 스스로 배워서 해결하고 개선해 나가기를 기다리고 조정하는 입장이다. 지도적인 업무를 수행하는 엔지니어로서 갖추어야 할 능력중 하나가 후배들에게 자존심 상하지 않게 조언하는 것이다.

4) 슬럼프에 빠진 동료에게 힘이 되기

전자회로나 프로그램 등 눈에 보이지 않는 것을 다루는 사람들의 경우 해결되지 않는 어려운 문제에 부딪히면 좌절하고 슬럼프에 빠지는 경우가 종종 있다.

“엔지니어들은 대부분 그럴꺼예요. 어떤 현상이냐면 항상 새로운 것을 하다보니까 막히거든요. 막히면 좌절하고 좌절하면 내가 왜 여기서 이 고생을 하고 있지 라는 자괴감 내지는 그런 생각을 슬럼프라고 표현을 하는데 그렇게 많이 와요. 하다 보면 자기가 생각 했던 대로 짝 되면 성취욕도 느끼고 하는데 생각했던 대로 안 되고 답은 모르겠고”

이런 슬럼프에 있을 때 누군가 옆에 와서 던지시 가르쳐주는 것은 문제해결의 실마리를 찾는데 도움도 되고 심리적으로도 큰 힘이 된다. 문제를 ‘꼭 짚어서’ 해답을 주는 것은 아니지만 그 상황을 극복할 수 있는 정도의 조언을 해주는 것이다. 많은 경우 그것으로 슬럼프를 벗어나기도 한다.

“회사에 그런 친구가 한 명있는데 H대 출신이에요. 00과 나온 친구데 소프트 엔지니어예요. 소프트 엔지니어들은 안 보이는 거 가지고 하다보니까 그런 슬럼프가 조금 많아요. 후임들은 그런 상황에 부딪히면 ‘저 슬럼프예요’ 라고 표현을 안 하거든요. 이 후배는 보면 그 친구들에 대해서 상태를 파악 하는 거죠. 가만히 보고 있다가 애들이 이런 부분 때문에 어려워하는가 보다 라고 판단이 되면 그때부터 이제 그 슬럼프를 극복할 수 있게끔 코칭도 하고 조언도 하는 거죠. 이런 식으로 해줘요. 그런 능력이 있는 사람만 하는 거지 아무나 그런 일은 하는 건 아니더라고요.”

이런 능력은 기업에서 함양될 수 없기 때문에 대학교육에서 길러지기를 그는

희망한다.

V. 결론 및 논의

이 연구는 실무 경험을 충분히 쌓아 지도적 업무를 수행하는 반도체 검사장비 개발 종건 엔지니어의 경험에 대해 인터뷰하여 그가 수행하는 일은 무엇인지, 그가 수행하는 직무 속 학습은 무엇인지를 찾아 일과 학습의 관계를 탐구하고, 공학교육의 시사점을 찾는데 목적이 있다. 본 장에서는 연구에서 탐구하고자 하는 주제를 중심으로 참여자의 직무 경험을 시계열적으로 구분하여 내러티브를 구성하고, 이에 대해 엔지니어가 일터에서 수행하는 학습을 찾아 해석하고자 한다.

1. 반도체 검사장비 개발 엔지니어의 일과 학습에 대한 이야기 흐름

13년의 경력을 가진 연구 참여자의 경력경로는 크게 3 단계지만 실무경험과 관련된 내러티브는 4가지 주제로 구분된다. 첫째는 첫 취업 후 수입대체를 위한 초창기 반도체 검사장비 개발업무 수행시기(2000년~2004년), 둘째, 불 타입 반도체 검사장비 개발시기(2004년~2007년), 셋째, 근무하던 회사의 폐업으로 이어진 이론적 체계화의 소홀에 대한 반성적 성찰, 그리고 잔류 엔지니어들과 함께 창업한 이후 인터뷰 당시까지(2008년~2012년)의 이야기이다(<표 3> 참조).

A는 대학졸업과 동시에 중소기업에 취업하여 반도체 검사장비 개발 업무를 맡았다. 그 업무는 그 회사에서 처음 하는 일이어서 아무에게도 도움을 받을 수 없는 상태에서 기초부터 스스로 문제를 해결하여야 했다. 이 때 그가 해결해야 할 문제는 먼저 반도체 검사장비의 기구학적 메커니즘과 제어부분의 알고리즘을 파악하는 것이었다. 이를 위해 그는 책도 찾아보고 여러 정보도 수집하지만 충분하지 않았다. 그는 외국산 장비의 운전 현장에 가서 하루 종일 관찰하고 기능을 분석하고 추론하여 기존장비에 내재된 기술을 해체하는 작업을 하였다. 이 과정에서 본인의 추론이 맞는지 확인하기 위해 동료와 대화하고 토의하였으며, 추론을 바탕으로 설계하고 시제품을 만들어서 성능을 개선하는 작업을 통해 개념설계를 완성하였다. 일련의 과업수행 과정에서 그는 제한된 자원과 시간 속에서 과업을 수행하는 절차를 알게 되었고, 자기주도적으로 자신이 무엇을 모르는지, 무엇을 배워야 하는지 진단하고 그것을 배울 수 있는 환경을 만들어 스스로 학습하였다. 자신이 추론한 것에 자신이 없을 때는 동료들에게 자신의 기술적 추론 내용을 자세히 설명하고, 논리적으로 적합한지 검토를 받았다. 이렇게 습득한 지

식을 바탕으로 초기 시제품을 만들고 문제를 개선해가면서 반도체 검사장비의 개념을 파악하였다. 이것들은 교육학적 관점에서 보면, 프로젝트 학습, 자기주도 학습, 기능분석학습, 협동학습, 종합적 경험학습 등과 대응시킬 수 있다(〈표 3〉 참조).

그가 첫 번째 경력단계에서 수행하였던 일과 학습의 과정을 돌이켜볼 때 엔지니어를 양성하는 공학교육이 프로젝트 학습을 통해 프로젝트 관리능력, 자기주도적인 학습능력, 기술 기능분석 능력, 대화와 토의 능력, 협동 능력 등을 육성하여 주었다면 그는 보다 용이하게 첫 번째 관문을 통과하였을 것이다(〈표 3〉 참조).

고된 입문과정을 통과하여 A는 볼 타입 반도체 검사장비 개발이라는 두 번째 경력 단계에 진입하였다. 이 단계에서 학습의 관점에서 유의미한 기술적 실무경험은 동료들과 붙어 낮아 긴밀한 팀워크를 통해 설계를 한 경험이다. 이렇게 밀착해서 알아야 하는 이유는 설계팀 구성원들이 서로 제품의 기능연계성 확인, 유닛들의 점유 공간 조율, 진도조율 등 때문이었다. 그는 서로 갈등하고 타협하고 양보하며, 팀워크를 배웠다. 앞의 단계에서 본인이 추론한 기술적 논리의 적합성을 검토해 줄 때의 협동보다 더 깊은 의미에서 협동하는 것과 팀워크를 경험한 것이다. 이는 Senge(1990)가 말하는 멘탈모델의 학습을 기반으로 이루어지는 팀 학습(team learning)이라고 볼 수 있다. 미래의 엔지니어들이 실무에서 이러한 문제에 부딪혔을 때 쉽게 대처해 나갈 수 있게 하기 위해 대학이 할 수 있는 것은 깊은 협동학습의 체험, 팀워크 능력과 조정협상 능력의 육성 등이다(〈표 3〉 참조).

내러티브의 세 번째 주제는 반도체 검사장비 개발 분야에서 흔히 볼 수 있었던 심도 있는 이론적 체계화의 소홀에 대한 반성적 성찰이다. 그것은 그가 다니던 회사가 세계적 경제 위기 여파로 문을 닫게 된 것과 관련된다. 회사가 폐업을 하게 된 데는 여러 가지 이유가 있지만 그는 엔지니어의 관점에서 반도체 검사 장비개발의 경쟁력을 취약하게 만들었던 실무현장의 기술관련 문화 문제를 반성적으로 성찰하였다. 그가 지적하는 당시 기술관련 문화의 문제는 크게 세 가지다(〈표 3〉 참조).

첫째는 축적된 기술과 기초학습부족으로 인해 시행착오의 빈도가 너무 높았다는 것이다. 기초가 부족하니까 완성도가 높은 개념 설계를 하지 못하고 시제품을 만들어 보아 안 되면 다시 하는 방식은 인건비와 재료비의 낭비를 가져왔고, 결국 개발비용의 과다 지출을 유발하여 제품 경쟁력을 낮추었다는 것이다.

둘째, 어떻게 많은 시행착오와 경험을 통해 문제를 해결하는 경우가 있어도 이것을 이론적으로 검토하고 논리적으로 체계화 시키지 않고 시간에 쫓겨 제품 개발에 매달리다보면, 이 경험적 암묵적 지식이 재활용할 수 있는 기업의 지식이 되지 못하고 개인에게 내재된 암묵지로 남는다. 그가 회사를 이직하거나 또 다른 업무를 맡게 되면 그 지식은 사장되기 일쑤다.

셋째, 납품한 장비에 고장이 발생했을 때, 설계에 대한 이론적 체계와 근거가 약하기 때문에 고장을 바로 진단, 처치하지 못하고, 주요 인력이 여러 날 그에 매달리게 된다. 이렇게 되면 새로운 장비 개발을 위해 시간을 다 빼앗기게 되고 기회를 놓치게

된다. 개념 설계단계에서 충분히 시간을 갖고 이론적 체계를 다지고 구체설계 단계에서 문제를 해결했을 때 바로 그것을 체계적으로 정리하였다더라면 쉽게 해결할 수 있었던 문제가 신제품 개발 시기를 놓치고 회사의 존폐를 위협받는 상황으로 커질 수 있다. 호미로 막을 것을 가래로 막는다는 말이 있듯이 이것은 총체적인 관점에서 일의 경중과 완급을 판단하지 못하고 외적으로 드러난 문제의 처리에 급급해 하는 기술관련 문화의 문제인 것이다.

<표 3> 반도체 검사장비 개발 엔지니어의 일과 학습에 관한 내러티브의 흐름

실무경험 Narrative	수행한 일 (학습의 맥락)	관련 학습내용	엔지니어 양성교육에 대한 시사점
초창기 수입대체 장비개발 (2000년 ~2004년)	도움 없이 스스로 문제 해결하기	프로젝트 관리 자기주도적 학습과 과업수행	프로젝트학습을 통한 프로젝트 관리능력의 육성, 자기주도적 학습능력의 육성
	기성장비 내재기술 해체하기	기능분석 (리버스 엔지니어링)	기술, 기능분석 과제 학습 실행
	동료와 대화와 토의	협동, 대화와 토의	대화와 토의 능력 육성 협동 능력 육성
	초기제품 성능개선	종합적 경험과 경험의 성찰	종합적 경험학습 실행
불타입반도체 검사장비 개발 (2004년 ~2007년)	붙어 앉아 대화하며 팀워크를 통해 과업수행 - 기능연계성, 공간 및 진도 조율	심도 깊은 협동학습 팀 학습	심도 있는 협동학습 실행 팀워크 능력 육성 조정과 협상 능력 육성
폐업으로 이어진 기술경쟁력 취약성 성찰	축적된 기술과 기초학습부족으로 인한 시행착오	시행착오 학습	기초이론 학습 실행
	경험을 이론적으로 체계화하지 못함	개인적 지식, 암묵적 경험지식의 체계화	성찰학습 실행
	납품한 장비의 문제에 발목 잡히기	총체적 사고/시스템 사고	총체적 시스템 사고능력 개발
창업과 경영, 리더십 (2008년 ~2012년)	고객사의 기술변화 동향 읽기	유의미한 문제의 정의	문제발견 학습 실행
	다양한 경로를 통한 정보수집 분석	환경변화의 지각과 예측	사회변화, 기술변화 파악을 위한 인문, 사회 교육
	엔지니어에게 자존심 상하지 않게 조언하기	인간관계와 업무의 조화	인간관계 능력 육성 수평적 리더십 육성
	슬럼프극복 도와주기	스트레스, 슬럼프 극복 도와주기	긍정 리더십 육성 감성리더십 육성

요컨대 앞에서 언급한 고비용이 드는 시행착오 학습, 암묵적 지식의 체계화를 위한 여유 부족, 총체적 시스템 사고 부족 등 기술관련 문화의 문제는 서로 별개가 아니라 연결되어 있다. 대학은 이러한 문제를 극복할 수 있는 기술적 능력과 성찰 능력이 있는 인재를 육성할 책무가 있다(<표 3> 참조).

이제 내러티브의 마지막 단계다. A는 다니던 회사의 폐업이라는 위기에서 함께 일

하던 엔지니어들과 창업을 하고, 이제 CEO로서 계속해서 반도체 검사장비 개발 업무를 수행하고 있다. 여기에서는 경영과 리더십이 중심 주제였다. 이제 그는 고객사의 기술변화 동향을 읽고 다양한 경로를 통해 정보를 수집하여 경영전략을 수립하기에 분주하다. 유의미한 기술 개발의 과제를 정의하는 일, 환경 변화를 민감하게 지각하기, 대책을 수립하는 일 등이 중요한 임무다. 대내적으로는 개발 엔지니어에게 자존심 상하지 않게 조언하기, 슬럼프 극복 도와주기 등이 중요한 일이다(〈표 3〉 참조). 이를 위해 대학 교육이 제공할 수 있는 것은 문제 발견 학습 기회의 제공, 사회변화와 기술변화를 파악할 수 있는 교양교육 강화, 인간관계 능력과 수평적/공정적/감성적 리더십의 육성 등일 것이다.

2. 엔지니어의 직무관련 학습의 맥락에 관한 논의

1) 엔지니어의 주요 직무와 학습은 동전의 양면 관계

엔지니어의 직무관련 학습의 맥락은 그 학습을 하게 된 배경이 되는 의사결정 과정과 직무라고 볼 수 있다. 예를 들어 A가 대학 졸업 후 처음 취업하여 배당 받은 업무의 경우, 이 직무와 관련하여 수행한 학습의 맥락은 회사가 반도체 장비개발을하기로 결정한 것과 A에게 이 일이 배당된 것, A가 이 일을 맡기로 결정한 것이다.

그가 처음 수행한 직무는 장비개발을 위한 기초 자료나 설계도면 등이 거의 없는 상태에서 스스로 장비의 구조와 기능을 파악하고 제어 알고리즘을 추정하여 재구성하는 일, 즉, 장비관련 기초지식의 학습으로 형식성의 관점에서 보면 비형식 학습이다. 무엇을 학습해야 할지 모르는 상태에서 장비와 직접 부딪혀 가며 경험을 쌓아가며 하나하나 배우는 과정은 학습의 주도성 관점에서 보면 자기주도학습이다. 이러한 학습의 비형식성, 자기주도성은 A가 어느 정도 장비에 대한 기초를 습득한 다음 자신의 장비 작동원리에 대한 추론이 적합한지를 동료에게 묻고 확인하는 과정, 시제품을 만들어 보고 성능을 개선하는 과정 등에서도 동일하게 나타난다.

일인 동시에 학습인 이러한 행위의 결과는 장비설계에 관련된 지식의 축적이었다. 일의 맥락과 학습의 맥락이 다르지 않았고, 일과 학습이 다르지 않았다. 이 경우 일과 학습은 동전의 양면과 같다고 할 수 있다. 이런 의미에서 엔지니어는 전형적인 지식노동자(피터 드러커, 2007)이며, 설계 및 개발 업무를 주로 수행하는 엔지니어는 제품혁신을 선도하는 지식노동자로 인정된다(정승국, 2002).

2) 실무적 문제해결과 이론적 체계화의 상승작용

엔지니어는 효율적으로 작동하는 기계나 장비를 설계하는 것이 주요 과업이다. 설계과정은 무수히 많은 문제해결과정이라고 볼 수 있다. 장비를 설계하는 엔지니어가 문제를 해결하는 과정은 이론적 지식을 적용하여 최적 값을 찾아내는 경우도 있으나, 이론적으로 구한 값이 맞지 않아 경험적으로 ‘많은 시행착오 끝에 어떻게 하다 보

니' 해결되는 경우도 있다. 후자와 같은 경험을 하였을 경우, 그냥 해결된 것만 좋아할 것이 아니라, 그렇게 해서 문제가 해결된 인과관계를 논리적으로 체계화하는 일이 매우 중요하다. A는 처음 입사하였던 회사가 문을 닫게 되는 과정을 반추하면서 시행착오에 의해 기술적 문제를 해결하고도 그것을 체계화하지 않는 풍토가 기술적 경쟁력을 취약하게 만들었다고 하였다. 장비 설계의 실무에서 얻게 되는 노하우들을 체계적으로 정리해서 누가 봐도 알 수 있게 해 놓으면, 그것은 회사의 지식이 되지만, 그렇지 않으면, 그것은 개인의 경험과 기억 속에 남아 있다가 없어지고 말게 된다는 것이다. 체계적으로 정리된 지식은 다시 새로운 실무적 문제를 해결하는데 기여하며, 실무적 문제해결과정에서 얻은 경험을 다시 흡수하여 점차 적용력이 높은 지식으로, 지식경영 순환과정을 통해 진화할 것이다(노나카 이쿠지로, 히로타카 다케우찌, 1998 참조). 실무적으로 습득한 노하우를 이론적으로 체계화하는 일은 하나의 지식창출과정인 동시에 깊은 학습과정이다.

요즈음 기업이 신입사원을 선발할 때 가장 중요하게 보는 것 중 하나가 창의력이다. 공학교육에 대한 요구의 우선순위 1위도 창의적 문제해결능력이다(오창현 외, 2011). 대학교육 현장에서 창의적 문제해결능력을 육성하려면 무엇보다 창의적 문제해결능력이 발휘될 수 있는 과제를 부과하는 것을 들지 않을 수 없다. A가 경험을 바탕으로 제시한 경험적으로 해결된 문제의 이론적 체계화라는 주제는 창의적인 문제해결능력이 사용되는 맥락을 적시한다. 이론과 실무를 통합하는 교육에 실무를 통해 얻은 노하우를 이론적으로 체계화하는 반대 방향에서의 교육 또한 중요하다.

참고문헌

- 김주영(2009). **차량기술사의 전문성 발달과정**. 한국기술교육대학교 인력개발전문대학원 박사학위 논문. 미간행.
- 노나카 이쿠지로, 히로타카 다케우찌(1998). 지식창조기업 [장은영 역]. 서울: 세종서적.
- 노진아(2009). **교사들의 연구경험에 대한 내러티브 연구**. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문. 미간행.
- 피터 드러커(2007). **넥스트 소사이어티 Next Society**[이재규 역]. 한국경제신문.
- 오창현, 김봉환, 김정일, 하준홍, 안강호, 김남성(2011). **실천공학기술자 실태 조사 및 개선방안**. 한국기술교육대학교 HRD 연구센터.
- 임세영, 김주영(2012). 차량기술사의 전문성 발달과정에 관한 질적 연구. **직업교육연구**, 31(2), 289-314.
- 임세영, 신호섭, 권호안(2012). 실업자 직업훈련의 비경제적 효과에 대한 내러티브 연구 - 실업자 직업능력개발계좌제훈련 이수후 취업자를 중심으로. **직업교육연구**, 31(4), 1-31.
- 정승국(2002). 자동차연구개발엔지니어의 지식형성. **산업노동연구**, 8(2), 141-169.
- 최홍영(2003). **기계설계 기술자의 학습경험에 관한 현상학적 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위 논문. 미간행.
- 한국공학교육인증원(2012). **공학인증기준2005(KEC2005)**. 한국공학교육인증원.
- 한국기술교육대학교(2011). **한국기술교육대학교 20년사, 1991-2011**. 한국기술교육대학교. http://www.koreatech.ac.kr/kor/new_2010/data/EBook/EBook.htm
- Cropley Arthur, Knapper Christopher (2000). *Lifelong Learning in Higher Education*, Routledge.
- Cladinin, D. & Connelly, F. (2000). *Narrative inquiry: Experience and story in qualitative research*. CA: Jossey-Bass. [소경희, 강현석, 조덕주, 박민정 역(2007), 내러티브 탐구, 교육에서의 질적연구의 경험과 사례. 서울:교육과학사].
- Creswell(2007) *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches*. SAGE Publications. [조홍식 역(2010), 질적연구 방법론 - 다섯가지전통. 서울:학지사].
- Eyerer, Peter(2000). *Theoprax, Projectarbeit in Aus- und Weiterbildung Bausteine für Lernende Organisationen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Jarvis(2007). *Globalization, Lifelong Learning and the Learning Society : Sociological Perspectives*. London e. al. : Routledge.
- Jarvis(2001). *Lifelong Learning : Universities and Adult Education*. *Asia Pacific Education Review. Vol. 2, No. 2*. 28-34.
- Kolb, David A. (1984). *Experiential Learning : Experience as the Source of Learning and Development*, London e. al. : Prentice Hall.
- Lieblich, Tuval-Mashiach, Zilber (1998). *Narrative Research: Reading, Analysis, and Interpretation*. SAGE Publications.
- Martínez Mediano, C/Lord, S.M. and Riopérez Losada, N. (2013). *Lifelong Learning*

- Competencies program for Engineer. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 22, 133-146.
- Ashok Naimpally, Hema Ramachandran, Caroline Smith (2011). Lifelong Learning for Engineers and Scientists in the Information Age. Elsevier.
- OECD (2007). Lifelong Learning and Human Capital, Policy Brief, July 2007. <http://www.oecd.org/dataoecd/43/50/38982210.pdf>.
- Senge, Peter M. (1990). The Fifth Discipline, The art and practice of the learning organization. Doubleday.
- Pahl, Jörg-Peter (1998). Bausteine beruflichen Lernens im Bereich "Arbeit und Technik" Teil 2: Methodische Grundlegungen und Konzeptionen. Bielefeld: Bertelsmann.
- Wöll, Gerhard (2004). Handeln: Lernen durch Erfahrung: Handlungsorientierung und Projektunterricht. Hohengehren: Schneider Verlag.

<Abstract>

A narrative research on the job and the job-related learning of a mechanical engineer – an exemplary study on the characteristic of job-related learning of engineer in work place and it's implication on engineering education

Se-Yung Lim*

This study inquired following research questions by a narrative research method : What was the job of an engineer in mechanical design field? How did he fulfill his job-related learning in his workplace? What were the context and the characteristic of the job-related learning in the workplace? And some implications of the job-related learning on engineering education were discussed. We identified that the research participant's career as a mechanical engineer has developed through three stages. At first, he engaged on conceptual design of a semi-conductor test machine through self-initiated learning from basic to whole system of the machine. At second stage, he leaded a design group for the concrete design of a ball type semi-conductor test machine. In this stage he learned the meaning of cooperation and cooperative learning. At third stage, he initiated to found an entrepreneur company that was specified to design a semi-conductor test machine. He became CEO of the company. He learned the R & D policy making through contacts with global company, visiting exhibition in abroad. Eventually his main task as a mechanical engineer was the problem solving in the process of machine design.

He had experienced and learned through his works : project management, independent fulfilling of tasks, functional analysis and reverse engineering, conceptualizing and test, cohesive cooperation, dialogue and discussion, mediation of conflict, human relationship, leadership. The implication of the narrative analysis on engineering education is, proposed, to give the students more chances to experience and to learn such activities.

Key words : job of mechanical engineer, job-related learning of engineer in work place, narrative research

* Correspondence: Professor, Korea University of Technology and Education, sylim@koreatech.ac.kr