IE Interfaces
Vol. 12, No. 2, pp. 274-284, June 1999.

신생산 기술을 바탕으로 한 공장자동화의 전략적 실행과 성과에 관한 연구

김석웅[1] · 손소영[2]

[1]한국 FESTO / [2]연세대학교 기전공학부

A Study on the Strategic Implementation and Performance of Factory Automation with Advanced Manufacturing Technology

Suk Eung Kim[1] · So Young Sohn[2]

This study is aimed at examining the relationship among the advanced manufacturing technology(AMT) types adopted in Korea, necessary strategic management activities for the selected AMT types and the performance of the AMT introduced. In order to identify such relationship, multivariate analyses are used based on the survey data collected from industry types such as metal processing and assembly, automobile parts, automobile assembly, electric and electronic devices. The study results indicate the following: (1) companies using CIM or ERP tend to be more prepared in terms of human resources; (2) companies adopted CIM and MRPII tend to demonstrate higher performance in terms of both organizational effectiveness and operational efficiency; (3) companies which adopted JIT or ERP perform better in terms of operational efficiency.

1. 서 론

많은 기업들이 정보화 사회로의 급속한 이행과정에서 경쟁력 강화를 위해 신기술을 적극적으로 수용하여 자사의 실정에 적합한 신생산방식 도입을 서두르고 있다. 공장자동화 시스템에서 사용되는 신생산 기술(Advanced Manufacturing Technology: AMT)은 컴퓨터를 기초로 한 시스템의 여러 가지 형태로 표현되고 있다(예: CAD, CNC FMC/FMS, MRPII, CIM). 기존 연구에 소개된 새로운 생산기술의 정의를 살펴보면, Collins and Jerald (1998)는 컴퓨터와 통신기술을 이용하여 기존의 생산기술보다 다양한 과업을 수행하는 생산기술로 정의하였으며, 미국의 Office of Technology Assessment는 신생산기술을 전산과학과 생산공학과의 결합으로 이루어진 기술들의 집합으로 정의하였다. Hayes and Jaikumar(1991)는 신생산기술을 기계·전자기술의 복합기술을 응용하여 생산성과 유연성을 동시에 달성할 수 있도록 하는 새로운 생산기술로 정의하였다. Dean, Yoon and Susman(1992)은 신생산기술의 공통적인 특성으로 컴퓨터를 사용하여 정보를 저장하고, 이를 통하여 조작, 통제하는 것으로 보았다.

이러한 신생산 기술의 전략적 성과를 살리기 위해서는 공장자동화에 필요한 요인들에 대한 충분한 이해가 있어야 한다(강성, 1990). 아울러 공장자동화가 기업의 전략이나 조직에 미치는 영향은 종래의 생산기술과는 현격한 차이가 있기 때문에 이를 성공적으로 도입, 사용하기 위해서는 먼저 이 기술이 가져오는 전략적 의미와 이로부터 야기되는 여러 문제에 대한 충분한 인식을 토대로 한 사고가 필요하다(Goldhar and Jelinek, 1985; Bessant, 1993). 즉 AMT의 성공적인 설치와 운용을 위해서는 전략적 계획의 시도, AMT 도입을 위한 작업자 준비, 기술 일관성과 기능적 통합을 통한 팀 중심 프로젝트 관리 등이 매우 중요한 요구조건들임을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 제조업체들이 AMT의 획득 후에 비로소 이들 관리요인들에 대한 중요성을 인식하게 되고(Meredith, 1998) 공장자동화의 실행과정에서 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준과 최종 성과 간의 관계에 대한 실증적 타당성을 보여준 연구 또한 Small and Yasin(1997) 에 이르도록 거의 없었다.

Small and Yasin(1997)의 연구에서는 미국의 조립제품 및 내구제품을 생산하는 기업을 대상으로 다양한 AMT의 사용 정도

와 더불어 동시에 전략적 관리활동 및 AMT 도입성과를 조사하여 AMT유형, 전략적 관리활동, 도입성과 간의 관계를 규명하고자 했다. 그러나 여러 가지 환경의 차이로 이러한 결과를 한국 기업에 그대로 적용하기에는 무리가 있다고 본다.

공장자동화를 추구하고 있는 우리나라 제조기업이 신생산기술도입을 통해 어떤 성과를 얻고 있으며, 궁극적으로 달성하고자 하는 전략적 성과를 효과적으로 실현하고 있는지를 밝혀내는 작업은 매우 중요한 의미를 지닌다. 이러한 관점하에 본 연구는 국내 제조업체들이 공장자동화의 성과를 가져오기 위해서는 전략적으로 필요한 관리활동요인이 무엇이며, 이러한 전략적 관리활동요인들에 대한 기업의 노력수준이 도입성과에 어떤 영향을 미치는지 살펴봄으로써 기업의 경쟁력 유지에 필요한 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 이론적 고찰을 바탕으로 제시된 자동화 실행의 전략적 관리활동요인들과 이들에 대하여 기업이 실시한 노력의 수준, 최종적인 도입성과 간의 관계에 대한 연구모형을 설계하고 가설을 설정하였다. 그리고 설정한 가설을 실증적으로 분석하기 위한 측정변수에 대한 정의 및 분석방법 등에 대해 기술하였다. 제3절에서는 연구가설을 검정하고, 그 결과에 대해 논의하였다. 마지막으로 제4절에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 이러한 연구결과를 바탕으로 이론적 및 실제적 시사점을 제시하고, 아울러 본 연구의 한계와 향후 연구방향을 제시하였다

2. 연구모형의 설계 및 가설의 설정

한국의 제조기업이 채택한 자동화 생산기술의 유형과 이들을 실행하기 위하여 기업들이 수행한 전략적 관리활동요인에 대한 노력의 수준 간에 어떤 관계가 있는지 여부를 실증적으로 분석하고, 또한 이들에 대한 노력의 수준 차이가 기업의 궁극적인 성과에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하기 앞서 우리는 우선 AMT 유형, 전략적 관리활동, 그리고 도입성과를 나타낼 수 있는 변수들을 다음과 같이 정의한다.

AMT 유형으로는 기존의 연구자료로부터 공장자동화 시스템의 16가지 형태를 선택하였다. 본 연구의 목적을 위하여 이들 기술유형을 크게 네 가지로 1) 제품 및 공정설계부문, 2) 생산조립기술부문, 3) 물류관리,취급,검사부문, 4) 통합기술부문으로 <표 1>과 같이 분류하였다. 이 분류는 유사한 전략 및 운영적 측면에서 유사한 이익을 제공하며, 계획수립 및 설치방법에서도 유사하게 수행되는 기술유형을 하나로 묶기 위해 시도한 것이다.

이러한 AMT 도입단계의 전략적 관리활동변수로는 Small and Yasin(1997)의 연구를 바탕으로 <표 2>에 정리된 13가지 활동요인을 고려하였다. 이들 13가지 활동요인들은 특성을 고려하여 크게 1) 전략적 계획수립요인, 2) 기술일관성 요인, 3) 작업자 준비 요인, 4) 팀 중심 프로젝트 관리 요인으로 분류

표 1. 신생산 기술에 대한 유형분류

자동화 부문	기 술 유 형
1. 제품 및 공정설계부문	CAD(Computer-aided design; 컴퓨터지원설계) CAE(Computer-aided engineering; 컴퓨터지원공학) CAPP(Computer-aided process planning; 컴퓨터지원공정계획)
2. 생산조립기술부문	CAM(Computer-aided manufacturing; 컴퓨터지원생산) NC/CNC/DNC(Numerical control; 수치제어) PPR(Pick-and place robots; 부품공급 및 취출 로봇) ROB(Other robots: 기타 로봇)
3. 물류관리,취급,검사 부문	MRP(Material requirements planning; 자재소요계획) AS/RS(Automated storage / Retrieval system; 자동저장 및 정보검색 시스템) AMHS(Automated material handling system; 자동자재취급시스템) AITS(Automated inspection and testing; 자동검사 및 시험)
4. 통합기술부문	FMC/FMS(Flexible manufacturing cells/systems; 유연생산시스템) CIM(Computer integrated manufacturing system; 컴퓨터통합생산시스템) MRP Ⅱ(Manufacturing resources planning system; 생산자원계획시스템) JIT(Just-In-Time; 적시생산관리시스템) ERP(Enterprise resources planning system; 전사적 자원관리 시스템)

표 2. Small & Yasin의 전략적 관리요인에 대한 측정변수

요 인	측 정 변 수
1. 전략적 계획수립 요인	(1) 사업전략과 생산전략의 연결관계 (2) 판매전략과 생산전략의 조화 (3) 장기적인 자동화 전략의 개발 (4) 신생산기술의 모니터링
2. 기술 일관성 요인	(5) AMT의 능력과 회사의 기대이익과의 일치 (6) 기존 시스템과 AMT의 호환성 보장
3. 작업자 준비 요인	(7) 다기능 보유 생산작업자 확보 (8) AMT 도입에 따른 발생 가능한 영향을 작업자에게 주지 (9) 팀워크, 그룹활동의 강조 (10) 훈련 및 교육
4. 팀 중심 프로젝트 관리 요인	(11) 여러 분야의 전문가로 구성된 기획팀의 구성 (12) 여러 분야의 전문가로 구성된 설치팀의 구성 (13) 전문지식을 갖고 있는 프로젝트 리더의 선정

하였다.

본 연구에서는 AMT의 사용을 통하여 자동화가 생산성과에 미치는 영향을 측정하는 것이 목적이므로 외부적인 요인이나 다른 기능 분야의 성과에 의해서 침해받지 않고 그 영향을 직접적으로 측정할 수 있도록 거시적 차원의 변수를 사용하는 대신 생산부문에서의 성과를 직접 측정하고자 <표 3>에 나타난 바와 같이 12가지 항목으로 이루어진 다차원 변수로 도입성과를 측정하였다. 이는 연세대학교, 생산기술전략연구회의 연구 결과(박준병, 1998) 책정된 19개의 생산성과 측정항목 중에서 시간 경쟁성 요인, 조직효율성 요인, 운영효율성 요인의 세 가지 개념적 성과요인에 관한 변수들이다.

이상과 같이 정의된 변수들을 바탕으로 설정된 연구가설들은 다음과 같다.

가설 Ⅰ: 통합생산기술 (FMC/FMS, CIM, MRPII, JIT, ERP)을 채택한 회사들은 그렇지 않은 회사들보다 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준이 더 높을 것이다.

가설 Ⅱ: 통합생산기술(FMC/FMS, CIM, MRPII, JIT, ERP)을 채택한 회사들은 그렇지 않은 회사들보다 더 높은 성과를 얻을 것이다.

가설 Ⅲ : 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준이 높은 회사들

표 3. AMT의 도입성과 측정 변수

개 념	생 산 성 과 변 수
시간 경쟁성 요인	· 제품 설계 변경 속도의 향상 · 신제품 개발 주기의 단축 · 생산준비 및 생산변환 시간의 단축 · 제품의 다양성 및 제품 믹스 변화 능력의 향상
조직 효율성 요인	· 종업원 1인당 매출액의 증가 · 작업자 생산성 증가 · 제품의 품질 향상 · 관리비 (Over-head)의 감소
운영 효율성 요인	· 납품 소요시간의 단축 · 재공품 재고의 감소 · 생산량 조절 능력 향상 · 작업자 1인당 평균 업무수의 감소

은 그렇지 않은 회사들보다 더 높은 성과를 얻을 것이다.

3. 자료 분석

3.1 표본의 선정과 자료수집

이러한 가설들을 검정하기 위해 본 연구에서는 표본을 선정하여 설문지 기법을 이용하였다. 본 연구는 비교적 신생산 기술을 많이 사용하고 있다고 판단되는 상장 제조업체와 상장은 되어 있지 않더라도 매출액 종업원수 및 자본금을 기준으로 중·대기업에서 주로 업종이 전자·전기제품분야, 자동차분야, 자동차부품제조분야, 금속제품가공조립분야의 제조업체 250개 업체를 선정하여 설문지를 배부하였으며, 76부를 정해진 기간 내에 회수할 수 있었다. 그러나 이들 중 6부는 사용이 불가능하였다. 그 결과 이 조사의 이용 가능한 회신율은 28%로 나타났다. 설문조사는 1998년 9월 20일부터 10월 15일 사이에 우편조사와 면접법을 병행하여 실시하였다.

설문 내용은 <표 4>에서 보는 바와 같이 I. 기업의 일반 현황, II. AMT 유형, III. 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준 및 IV. 도입 성과 측정항목으로 구성하였으며, III. IV. 항목의 경우 1에서 7점 척도에 의해 측정되었다. 모아진 설문자료는 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 우선 표본의 특성을 파악하고자 빈도와 백분율을 산출하였으며, 문헌적 고찰을 통해서 제시된 전략적 관리활동 및 도입성과 요인에 대한 확증적 요인분석(Confirmatory factor analysis)을 실시하였다.

또한 가설 I과 가설 II를 검정하기 위해서 T-test를 실시하였으며, 가설 III을 검정하기 위해서는 회귀분석(regresston)을 하였다.

3.2 예비 분석

본 연구에 사용된 표본기업의 업종은 <표 5>에 나타난 바와 같이 전기·전자제조업체가 35.7%로 가장 많았으며, 다음으로 조립 및 금속제품 제조는 24.3%, 기계제조 22.9% 순으로 나타났다.

표 5. 연구대상 기업의 업종

업 종	업체수	비율(%)
조립 및 금속제품제조	17	24.3
기계제조	16	22.9
전기·전자기기 제조	25	35.7
운수장비제조	2	2.9
의료광학제어장비	1	1.4
식품·음료	2	2.9
기타	7	10.0
계	70	10.0

또한 각 기업들의 연간 매출액 규모와 종업원수를 보면, <표 6>과 <표 7>에 나타난 바와 같이 매출액 규모가 500억 미만인 업체가 53.6%나 되는 것으로 나타났으며, 종업원수가 300명 이하인 회사는 54.3%로 나타났다. 조사대상 기업들이 개별

표 4. 설문지의 문항 구성

구 분	문항 내용	설문 문항수
I. 일반 현황	1. 사업단위	1
	2. 산업분야(업종, 생산제품)	2
	3. 회사규모(매출액, 종업원수)	2
II. 자동화 기술 유형	1. 기술유형	16가지 유형
III. 전략적 관리활동에 대한 노력수준	1. 전략적 관리활동요인	
	1) 전략적 계획 수립	4
	2) 기술일관성	2
	3) 작업자 준비	4
	4) 팀프로젝트관리	3
IV. 도입성과 측정	1. 생산성과 변화 정도	
	1) 시간경쟁성	4
	2) 조직효율성	4
	2) 운영효율성	4

표 6. 연간 매출액

연간매출액 규모	업체수	비율(%)
1백억 미만	15	21.7
1백억~3백억 미만	16	23.2
3백억~5백억 미만	6	8.7
5백억~1천억 미만	8	11.6
1천억~5천억 미만	16	23.2
5천억~1조원 미만	5	7.2
1조원 이상	3	4.3
계	70	100

표 7. 종업원 수

종업원수	업체수	비율(%)
100명 미만	22	
100 ~ 300명 미만	16	22.9
300 ~ 500명 미만	12	17.1
500 ~ 1000명 미만	8	11.4
1000명 이상	12	17.1
계	70	100

적인 AMT 사용 정도를 살펴본 결과는 <표 8>과 같다.

우선, 제품 및 공정설계부문에서는 CAD를 사용하고 있는 기업이 88.6%로 가장 많았으며, 생산조립기술부문에서는 컴퓨터 수치제어기계(NC/CNC/DNC)를 사용하고 있는 기업이 50.0%로 가장 많았다. 또한 물류관리부문에서는 자재소요계획(MRP)을 채택하고 있는 기업이 71.4%로 가장 많았다. 통합기술부문은 각 시스템별로 고른 분포를 보이고 있는 것으로 나타났다. 따라서, 기업들은 전체 AMT 중에서 CAD, NC/CNC/DNC, MRP 기술유형을 가장 많이 채택하고 있음을 알 수 있다.

한편 통합기술부문에서는 JIT가 27.1%로 가장 많았고, FMC/FMS는 22.9%로, MRP Ⅱ는 25.7%, CIM은 20.0%, ERP는 12.9%로 통합기술부문에서는 JIT 기술을 가장 많이 활용하고 있는 것으로 나타났다. 설문에 대한 신뢰도는 척도의 일관성을 평가하는 것으로, 본 연구에서 사용한 신뢰도계수는 Cronbach's α 이다. 일반적으로 바람직한 α 계수의 수준은 조직단위의 경우

표 8. 기업들의 AMT 사용 여부

부 문	사용회사	비율
제품 및 공정설계부문		
CAD(컴퓨터지원설계)	62	88.6%
CAE(컴퓨터지원공학)	8	11.4%
CAPP(컴퓨터지원공정계획)	10	14.3%
생산기술부문		
CAM(컴퓨터지원생산)	28	40.0%
NC/CNC/DNC(컴퓨터수치제어기계)	35	50.0%
PPR(부품공급 및 취출로봇)	19	27.1%
ROB(기타 로봇)	20	28.6%
물류관리/취급/검사부문		
MRP(자재소요계획)	50	71.4%
AS/RS(자동저장 및 정보검색시스템)	13	18.6%
AMHS(자동자재취급시스템)	8	11.4%
AITS(자동검사 및 시험)	17	24.3%
통합기술부문		
FMC/FMS(유연생산시스템)	16	22.9%
CIM(컴퓨터 통합생산시스템)	14	20.0%
MRP Ⅱ(생산자원계획시스템)	18	25.7%
JIT(적시생산관리시스템)	19	27.1%
ERP(전사적 자원관리시스템)	9	12.9%
조사대상 회사수	70	

0.6, 개인단위의 경우 0.8 이상이면 신뢰성이 있는 것으로 간주한다.

본 연구에서도 전략적 관리활동요인을 측정하기 위하여 13개 문항, AMT의 도입성과를 측정하기 위하여 12문항을 사용하였으며, 신뢰성을 검정한 결과는 <표 9>와 같다.

표 9. 측정변수별 신뢰도 검정결과

변수	Cronbach's α 값	Standardized item α
전략적 관리활동	0.910	0.912
도입성과	0.928	0.929

각 변수에 대한 측정척도로는 7점리커드법 (점수 1 : 전혀 효과가 없음, 4: 그저 그렇다, 7: 매우 효과가 큼)을 사용하였다.

각 그룹별 측정변수 간에 Cronbach's α 값이 0.9 이상으로 신뢰성이 검정되었으므로 우리나라 제조기업의 경우 전략적 관리활동과 도입성과가 Small and Yasin (1997)의 결과와 같이 분류되는가 확인하기 위하여 확증적 요인분석(confirmatory factor analysis)을 실시하였다. 그 결과 <표 10>에 나타난 바와 같이 제시된 전략적 관리활동 4가지 요인 중에서 전략적 계획수립 요인과 기술일관성 요인이 함께 묶이고, 또 작업자준비요인과 팀 프로젝트관리요인이 함께 묶여 크게 2개의 요인군으로 묶임을 알 수 있었다. 전략적 계획수립요인과 기술일관성 요인을 기술전략적 요인군으로, 작업자준비요인과 팀 프로젝트관리요인을 인적 준비요인군으로 명명하였다. 이것은 처음 제시된 기술일관성 요인인 기술적인 통합, 새로운 기술과 기존시스템과의 호환성, 새로운 시스템의 성능 및 기대효과에 대한 분석은 계획수립단계에서의 기술적 검토사항으로 볼 수 있고, 작업자준비요인과 팀 프로젝트관리요인은 AMT를 성공적으로 실행하기 위한 조직의 인적 요소로 볼 수 있었다

다음으로 도입성과의 개념적인 세 가지 요인인 시간경쟁성 요인, 조직효율성 요인, 운영효율성 요인에 대해서 확증적 요인분석(confirmatory factor analysis)을 실시한 결과, 본 연구의 표본집단에서는 도입성과요인이 <표 11>에서 나타난 것처럼 일부 시간경쟁성 요인을 포함하는 조직효율성(organizational effectiveness) 요인군과 운영효율성(operational efficiency) 요인군으로 크게 두 가지의 성과군으로 묶여졌다.

3.3 가설 검정

요인분석결과에 따라, 가설에 대한 검정은 전략적 관리활동 요인으로는 기술전략적 요인과 인적준비 요인의 두 가지, 도입성과요인으로는 조직효율성과 운용효율성의 두 가지 성과요인의 관점에서 실시하였다.

가설 I의 검정 결과: 통합기술을 채택한 회사들은 그렇지 않은 회사들보다 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준이 더 높을 것이라는 가설 I의 요인점수(factor score)에 의한 T- test 결과는 <표 12>에 나타난 바와 같다.

우선, 인적 준비요인에서 CIM은 유의수준 $p<.001$에서, ERP

표 10. 전략적 관리활동 요인분석

관리활동 변수	요인 1 (인적 준비요인)	요인2 (기술전략적 요인)
·사전설치 훈련 및 교육	0.84*	0.29
·팀워크, 그룹활동의 강조	0.79*	0.12
·여러분야의 전문가로 구성된 기획팀의 구성	0.79*	0.31
·다기능보유 생산작업자 확보	0.74	0.22
·종업원에 대한 영향 주지	0.71*	0.42
·여러 분야의 전문가로 구성된 설치팀의 구성	0.71*	0.49
·전문지식을 갖고 있는 프로젝트 리더의 선정	0.52*	0.53*
·판매전략과 생산전략의 조화	0.22	0.86*
·장기적인 자동화 전략의 개발	0.21	0.84*
·신생산 기술에 대한 모니터링	0.35	0.73*
·사업전략과 생산전략의 연결관계	0.19	0.69*
·AMT의 능력과 회사의 기대이익과의 일치	0.43	0.65*
·기존 시스템과 AMT와의 호환성 보장	0.56	0.57*
고유값	7.4223	1.3024

표11. 도입성과 요인분석

도입성과 변수	요인 1 (조직효율성)	요인 2 (운영효율성)
·생산준비 및 생산변환시간의 단축	0.87*	0.15
·관리비(over-head)의 감소	0.84*	0.10
·종업원 1인당 매출액 증가	0.81*	0.09
·제품의 다양성 및 제품믹스변화능력의 향상*	0.81*	0.08
·제품의 품질향상	0.66*	0.33
·작업자 생산성 증가	0.62*	0.38
·재공품 재고의 감소	0.13	0.94*
·납품소요시간의 단축	0.15	0.94*
·작업자 1인당 평균 업무수의 감소	0.17	0.91*
·생산량 조절능력의 향상	0.10	0.91*
고유값	5.7710	2.7646

는 $p<.01$에서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다. 따라서, CIM과 ERP 기술을 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 인적 준비요인에 대한 노력의 수준이 더 높음을 알 수 있다.

또한 기술전략적 요인에서는 CIM이 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다. 따라서, CIM을 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 기술전략적 요인에 대한 노력의 수준이 더 높음을 알 수 있다.

인적 준비요인과 기술전략적 요인의 점수 단순합을 바탕으로 한 복합 실행 노력에서도 CIM은 $p<.001$에서, ERP는 $p<.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다. 따라서, CIM과 ERP 기술을 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 복합 실행 노력의 수준이 더 높음을 알 수 있다.

이러한 결과는 Small and Yasin(1997)이 미국 산업분류표(SIC)에서 Group 35~37에 속한 조립부품 및 내구제품(the discrete parts and durable goods)을 생산하는 기업을 대상으로 실시한 연구결과에서 기술 구분 없이 통합기술을 채택한 회사 모두가 팀 프로젝트관리 활동과 복합 실행 노력에 대한 노력의 수준이 그렇지 않은 회사들에 비해 매우 높은 것으로 나타난 것과는 대조를 이룬다. 이것은 2개의 연구대상 표본기업집단 사이에 통합기술에 대한 개념, 통합기술의 도입 및 실행에 대한 의식수준과 회사의 규모 등이 각기 다르기 때문인 것으로 볼 수 있다.

가설 II의 검정 결과: 통합기술을 채택한 회사들은 그렇지 않은 회사들보다 성과가 더 높을 것이라는 가설 II의 검정결과는 <표 13>에 나타난 바와 같다.

우선, $p<.01$ 수준에서 CIM과 MRP II를 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 조직효율성이 더 높은 것으로 나타났다. 운영효율성 면에서는 $p<.05$ 수준에서, CIM, MRP II, JIT 그리고 ERP를 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 우세한 것으로 나타났다.

더불어, CIM, MRPII, JIT 그리고 ERP를 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 복합성과가 더 높은 것으로 나타났다.

Small and Yasin(1997)이 조사한 표본 기업집단에서는 통합생산기술인 FMC/FMS를 채택한 회사가 시간경쟁성과, 운영효율성 및 복합성과에서 높은 성과를 얻는 것으로 나타났고, 오히려 CIM을 사용하는 회사는 성과요인들 전체에서 사용하지 않는 회사보다 성과가 높지 않았다. 또한, 통합관리기술인 MRP II, JIT를 사용하는 회사는 운영효율성과 복합성과에서 높은 성과를 얻는 것으로 나타났다.

그러나 본 연구의 표본집단에서는 대조적으로 FMC/FMS를 사용하는 기업은 이러한 기술을 사용하지 않는 기업과 두 가지 성과요인들 면에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, CIM을 사용하는 회사가 그렇지 않은 회사보다 높은 성과를 얻은 것으로 나타났다. MRP II와 JIT를 사용하는 회사의 경우에는 Small and Yasin(1997)의 연구결과와 마찬가지로 운영효율성과 복합성과에서 높은 성과를 얻은 것으로 나타났다.

이러한 사실에 대해 Small & Yasin은 조사한 표본기업들에게 CIM에 대한 개념이 막연히 정의되어서 여러 분야의 제조업체들이 종종 서로 다른 의미로 이해를 하고 있기 때문이라고 언급하였다. 본 연구에서도 통합기술용어 각각에 대한 의미의 모호성을 완전히 배제하기는 어려웠다.

이들 분석 결과를 종합해 보면, 내부 생산부문 시스템과 사업부문 시스템을 통합한 기술인 CIM, MRP II, JIT를 채택한 회사들은 특히 운영효율성 면에서 높은 성과를 얻고 있음을 알 수 있고, 이것은 이들 회사들이 고객의 수요변화와 납기시간 변경에 따른 생산 및 재고 시스템의 대응능력이 사용하지 않은 회사보다 훨씬 빠르다는 것을 간접적으로 말해주고 있다.

그리고, CIM을 사용하는 회사들은 본 연구에서 다루고 있는 성과요인 모두를 달성하는 능력을 갖는 다는 것이 전체적으로 인정되었다. 분명히, CIM을 채택한 회사들은 CIM이 갖고 있는

표 12. 가설 I의 검정 결과

노력 및 활동	AMT 사용 여부		N	Mean	SD	T-value	P-value
인적준비 요인	FMC/FMS	사용안 한다	54	4.46	1.44	.00	.999
		사용한다	16	4.46	1.71		
	CIM	사용안 한다	56	4.14	1.48	-3.79***	.000
		사용한다	14	5.70	.73		
	MRPⅡ	사용안 한다	52	4.29	1.54	-1.61	.113
		사용한다	18	4.94	1.26		
	JIT	사용안 한다	51	4.39	1.49	-.63	.533
		사용한다	19	4.64	1.53		
	ERP	사용안 한다	60	4.25	1.48	-2.67**	.009
		사용한다	9	5.62	.96		
기술전략적 요인	FMC/FMS	사용안 한다	54	4.95	1.22	.03	.978
		사용한다	16	4.94	1.39		
	CIM	사용안 한다	56	4.71	1.25	-3.31**	.002
		사용한다	14	5.87	.76		
	MRPⅡ	사용안 한다	52	4.83	1.36	-1.28	.205
		사용한다	18	5.27	.82		
	JIT	사용안 한다	51	4.95	1.11	.03	.979
		사용한다	19	4.94	1.60		
	ERP	사용안 한다	60	4.83	1.29	-1.90	.061
		사용한다	9	5.67	.76		
복합실행 노력	FMC/FMS	사용안 한다	54	4.70	1.22	.01	.990
		사용한다	16	4.70	1.51		
	CIM	사용안 한다	56	4.43	1.26	-3.87***	.000
		사용한다	14	5.78	.64		
	MIRPⅡ	사용안 한다	52	4.56	1.35	-1.56	.123
		사용한다	18	5.10	.98		
	JIT	사용안 한다	51	4.67	1.20	-.35	.727
		사용한다	19	4.79	1.51		
	ERP	사용안 한다	60	4.54	1.29	-2.49*	.015
		사용한다	9	5.64	.77		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

전략적 중요성을 알고서 시스템의 성공적인 도입과 효율적인 운용을 위해 필요한 기술적 통합을 포함한 인적 준비활동과 복합실행 노력에 더 많은 노력을 적용하고 있음을 알 수 있다. 이들 기업들은 외부 구성요소인 고객 및 납품업체들과 좀더 밀접한 관계를 발전시킨 기업들로서 통합정보관리기술을 사용하지 않은 회사들보다 고객의 수요와 시장의 요구 변화에 더욱 빠르게 대응할 수 있을 것이라는 것을 알 수 있다. 또한, 이것은 기업의 외부 구성요소와의 유기적인 관계가 기업의 경영성과에 영향을 주고 있음을 시사하고 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 이 활동요인들이 중요한 연구대상이 되어야 할 것이다.

가설 Ⅲ의 검정 결과: 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준이 높은 회사가 그렇지 않은 회사보다 더 높은 성과를 얻을 것이라는 가설 Ⅲ을 검정하기 위해 성과 요인들을 관리활동 요인에 단순회귀분석한 결과는 <표 14>에 나타난 바와 같다.

우선, 인적 준비, 기술전략적 요인, 그리고 복합실행노력의 수준이 각기 증대될 때 복합성과와 조직효율성 성과 역시 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 바와 같이 모든 AMT 기술유형에서 전략적

표 13. 가설 II의 검정 결과

생산성과	AMT 사용 여부		N	Mean	SD	T-value	P-value
조직효율성	FMC/FMS	사용안 한다	54	4.89	1.21	.89	.379
		사용한다	16	4.58	1.29		
	CIM	사용안 한다	56	4.60	1.27	-3.21**	.002
		사용한다	14	5.70	.35		
	MIRP II	사용안 한다	52	4.60	1.31	-2.74**	.008
		사용한다	18	5.47	.60		
	JIT	사용안 한다	51	4.80	1.11	-.23	.818
		사용한다	19	4.88	1.53		
	ERP	사용안 한다	60	4.74	1.27	-1.22	.225
		사용한다	9	5.28	.84		
운영효율성	FMC/FMS	사용안 한다	54	2.70	1.22	-.16	.874
		사용한다	16	2.82	1.39		
	CIM	사용안 한다	56	2.27	2.58	-3.24**	.002
		사용한다	14	4.71	2.47		
	MIRP II	사용안 한다	52	2.27	2.61	-2.48*	.016
		사용한다	18	4.06	2.69		
	JIT	사용안 한다	51	2.28	2.64	-2.35*	.022
		사용한다	19	3.94	2.65		
	ERP	사용안 한다	60	2.27	2.56	-3.70***	.000
		사용한다	9	5.58	2.10		
복합성과	FMC/FMS	사용안 한다	54	3.80	1.71	.19	.849
		사용한다	16	3.70	1.64		
	CIM	사용안 한다	56	3.42	1.59	-3.90***	.000
		사용한다	14	5.21	1.26		
	MIRP II	사용안 한다	52	3.44	1.64	-3.05**	.003
		사용한다	18	4.76	1.43		
	JIT	사용안 한다	51	2.28	2.64	-2.35*	.022
		사용한다	19	3.95	2.65		
	ERP	사용안 한다	60	3.50	1.61	-3.44**	.001
		사용한다	9	5.43	1.24		

관리활동에 대한 노력의 수준이 높은 회사는 그렇지 않은 회사보다 조직 효율성과 복합성과에서 높은 성과를 얻는 것으로 나타났으며, 운영효율성에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 전략적 관리활동에 대한 노력의 수준이 높은 회사가 그렇지 않은 회사보다 더 높은 성과를 얻을 것이라는 가설 III은 부분적으로 채택되었음을 알 수 있다. 주의해야 할 것은 비록 관리활동노력의 증가가 조직효율성이나 복합성과에 긍정적인 관계가 있는 것으로 나타났지만, 이들의 상관관계 (R^2)가 CIM을 채택한 기업을 제외하고는 대부분 0.5 이하라는 것이다.

Small and Yasin(1997)이 조사한 표본집단에서는 전략적 계획 수립요인에 대한 노력의 수준에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 기술일관성 요인에 대한 노력의 수준이 높은 회사가 그렇지 않은 회사보다 운영효율성과와 복합성과에서 다소 유의한 차이가 있었다. 그리고 작업자 준비요인에 대한 노력의 수준이 높은 회사가 그렇지 않은 회사보다 운영효율성과 복합성과에서 높은 성과를 얻은 것으로 나타났으며, 팀 프로젝트요인에 대한 노력의 수준이 높은 회사가 그렇지 않은 회사보다 조직효율성과 복합성과에서 매우 큰 성과를 얻은 것으로 나타났다.

본 연구결과와 Small and Yasin(1997)이 실시한 연구결과를 종합해 보면, 통합기술을 사용하는 회사에서는 공통적으로 팀 프로젝트관리요인을 포함하고 있는 인적 준비활동에 대한 노력의 수준이 높을수록 조직효율성과 복합성과에서 큰 성과를

표 14. 가설 III의 검정 결과

도입/실행성과 / 관리활동노력	복합성과						조직효율성						운영효율성					
	ALL	FMS	CIM	MRP II	JIT	ERP	ALL	FMS	CIM	MRP II	JIT	ERP	ALL	FMS	CIM	MRP II	JIT	ERP
인적 준비요인 회기계수	.6025	.6291	.5121	.5385	.6243	.5029	.6584	.5452	.4412	.4941	.5837	.4919	.2883	.5430	.4166	.4306	.5003	.3881
R^2	.3630	.3958	.2621	.2990	.3897	.2529	.4335	.2972	.1946	.2441	.3407	.2420	.0831	.2948	.1735	.1854	.2503	.1501
P	.0081	.0000	.0001	.0000	.0000	.0000	.0030	.0000	.0007	.0002	.0000	.0001	.2459	.0000	.0014	.0014	.0002	.0022
N	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9
기술전략적 요인 회기계수	.5133	.4368	.4055	.4169	.4982	.3928	.6738	.3950	.2855	.3623	.5043	.3556	.1477	.3697	.3612	.3435	.3831	.3173
R^2	.2635	.1908	.1644	.1738	.2482	.1543	.4540	.1561	.0815	.1312	.2544	.1265	.0218	.1367	.1305	.1180	.1468	.1007
P	.0293	.0010	.0019	.0021	.0002	.0019	.0033	.0031	.0329	.0083	.0002	.0053	.5586	.0059	.0062	.0127	.0055	.0135
N	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9
복합실행노력 회기계수	.6795	.5879	.6795	.5156	.6163	.5686	.7953	.5177	.7953	.4630	.5940	.5968	.2795	.5038	.2795	.4174	.4864	.4284
R^2	.4618	.3456	.4618	.2659	.3798	.4151	.6325	.2680	.6325	.2143	.3529	.3530	.0781	.2538	.0781	.21742	.2366	.2881
P	.0019	.0000	.0019	.0001	.0000	.0000	.0001	.001	.0001	.0005	.0000	.0000	.2614	.0001	.2614	.0021	.0003	.0003
N	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9	70	16	14	18	19	9

얻은 것으로 나타났다. 따라서, 상기 조사결과 인적 준비활동 요인에 포함되는 작업자 준비요인과 팀 중심프로젝트 관리 요인에 대한 노력, 즉 AMT 실행에서 이들 하부구조적 차원에 대한 노력은 통합 기술을 사용하는 회사들에 대해 모든 성과 요인에 대해 유의한 편차를 잘 설명해 주고 있었다. 결과적으로 기능적 통합, 즉 팀 프로젝트 관리활동에 대한 노력의 증가는 조작적 목표인 품질, 생산성과 매출액의 향상에 큰 기여를 하는 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 신생산기술을 통한 공장자동화를 추구하고 있는 우리나라 제조기업들이 도입성과를 최대화하기 위해서 전략적으로 필요한 관리활동요인이 무엇이며, 이러한 전략적 관리활동요인들에 대한 기업의 노력수준이 도입성과에 어떤 영향을 미치는지 다변량분석을 통하여 살펴보았다. 표본집단에 설문지 조사를 하여 얻은 자료의 다변량 분석으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 통합기술 중 CIM과 ERP의 실행에서 인적 준비활동은 대단히 중요한 것으로 밝혀졌다. 따라서, CIM과 ERP와 같은 통합기술을 도입하려고 하는 회사는 필수적인 인적 자원들과 팀 중심적 실행방법의 개발과 성공적으로 운용할 팀을 수용하는 환경조성을 위해 적극적인 투자를 하여야 한다.

둘째, CIM과 ERP와 같은 통합기술의 채택은 확실한 전략적 계획수립방법에 의해 수행되어야 한다. 통합기술을 도입하려는 회사들은 회사의 전략적 계획과 이들 기술의 채택 사이에 적합성이 있음을 확인하여야 한다. 그 이유는 통합기술이 필요한지 여부를 결정하는 전략적 계획수립방법을 갖고 있어도 채택한 기술이 높은 성과를 직접적으로 이끌어 내지 못하는 경우도 있기 때문이다.

셋째, AMT를 채택하려고 시도하고 있는 회사들은 채택 전에 이들 기술에 대한 성과를 관정하기 위해서 필요한 벤치마크 성과 측정항목을 개발하여야 한다. 이런 측정항목들을 설정하는 것은 아마 실제로 채택하려고 하는 기술에 대한 선택에 영향을 줄 수도 있기 때문이다. 본 연구결과에 따르면, CIM을 채택한 회사들은 다른 기술을 채택한 회사들보다 모든 성과측정항목에서 높은 성과를 얻는 것으로 나타났다.

마지막으로, 많은 회사들은 인적 요소를 개발하기 위한 지출보다는 오로지 기술적 일관성에만 더 많은 관심을 갖는 잘못을 저지르고 있다. AMT의 성공적인 실행은 시스템을 통합하는 것에 대한 투자와 마찬가지로 인적 요소, 즉 작업자준비와 팀 중심 프로젝트 관리에 대한 적극적인 투자를 요구한다. 따라서, 인적 요소와 관련된 투자는 실행효과의 궁극적인 성과에 매우 높은 효과를 미치므로 이에 대한 우선적 투자가 이루어져야 한다.

본 연구의 의의는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 본 연구는 공장자동화에 사용되는 여러 가지 형태의

신생산기술들을 유사한 계획수립 및 실행전략을 수행하는 기술들끼리 그룹화하기 위해 필요한 기술유형에 대한 기본틀을 제시하여 보았다.

둘째, 본 연구결과는 여러 형태의 AMT의 채택과 실행을 고려하고 있는 회사들에게 전략적 관리활동요인을 제시하여 봄으로써 AMT의 성공적인 실행을 위한 중요한 지침이 될 것이다.

본 연구의 한계 및 향후 연구방향은 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 제조업의 AMT를 통한 공장자동화 수준은 전체적으로 보아 다른 선진국에 비해 낮은 실정이고, 또한 대기업과 중소기업 간의 자동화 수준에 격차도 매우 크다. 따라서 조사대상 표본 기업을 선정함에 있어서 산업의 특성상 비교적 AMT를 많이 사용하고 있는 조립 및 금속제품, 기계 및 장비제조, 자동차분야 및 자동차부품, 전기·전자부품 제조산업을 중심으로 하여 조사하였으나, 표본 추출크기가 그렇게 크지를 못하였다.

그러므로, 본 연구결과로부터 다른 산업분야와 대기업들에 대해 추정을 시도하는 것은 매우 조심해야 할 것이다.

둘째, 본 연구의 결과값들은 본 연구에서 설정한 측정변수들의 제한된 항목수로도 유의한 설명을 할 수 있는 힘을 갖고 있다고 시사하지만, 거기에는 이번 조사에 포함되지 않는 다른 잠재적이고 중요한 관리활동 변수들이 있음을 알아야 하며, 다른 요인들, 즉 타당성 검토방법 및 활동, 설치 후 운용단계(post-commissioning)활동과 처리기술(type of processing technology)의 형태와 같은 기타 하부구조적 및 기술적 고려사항에 관한 요인들을 포함할 경우에는 성과에 대한 편차를 설명하는데 더욱 도움이 될 것이다.

이상에서 살펴본 연구의 결과와 한계점을 토대로 하여 미래의 연구방법을 제시하여 보면 다음과 같다.

첫째, 자동화의 개념이 기업 내 통합차원에서 기업 간의 통합차원으로 더욱 발전해 감에 따라 기업이 외부 구성요소와의 유기적인 관계를 위한 관리활동은 미래의 연구에서 중요한 전략적 관리활동 변수로서 연구대상에 포함시켜야 할 것이다.

둘째, 조직적인 하부구조의 변화가 AMT의 채택과 성과에 어떻게 영향을 미치는가에 대한 새로운 문제에 관련해서 하부구조와 AMT 기술 채택 사이의 현실적인 연결에 대한 새로운 경험적인 연구들이 필요하다.

셋째, AMT 프로젝트에 의해 달성한 성과의 수준을 조사하기 위한 방법으로는, AMT 기술유형 또는 기술 포트폴리오, 회사크기, 산업구조, 계획수립방법, 그리고 전체 성과요인들 사이의 상관관계에 대한 연구도 더욱 가치가 있을 것이다.

넷째, 앞으로의 이 분야에 대한 연구들은 제조업체들이 AMT를 통한 공장자동화 시스템의 성공적인 실행을 위해서 필요한 새로운 전략적 관리활동들에 대한 실제적인 가이드라인을 제시하는 데 중점을 두어야 할 것이다.

참고문헌

강성 (1990), 신생산 기술이 생산의 전략적 성과에 미치는 영향에 관한 연구, *연세대학교 박사학위* 논문.

박준병 (1998), 한국제조기업의 경영성과, *우리나라 제조기업의 경영성과*, 박영사, 63.

Bessant, J. (1993), The lessons of failure: learning to manage new manufacturing technology, *International Journal of Technology Managment, Special Issue on Manufacturing Technology: Diffusion, Implementation and Management*, 8(2-4), 197-215.

Collins, P. D., Jerald, H. and Frank, M. H. (1988), Organizational and technology predictors of change in automaticity, *Academy of Management Journal*, 31(3), 512-543.

Dean, J. W., Yoon , S. J. and Susman, G. I. (1992), AMT & organization structure: empowerment or subordination ?, *Organization Science*, 3, 203-229.

Goldhar, J. D. and Jelinek, M. (1985), Computer integrated flexible manufacturing: organizational, economic and strategic implications, *Interfaces*, May-June, 94-105.

Hayes, R. H. and Jaikumar, R. (1991), Requirements for successful implementation of new manufacturing technologies, *Journal of Engineering and Technology Management*, 7(3-4), 169-175.

Meredith, J. R. (1988), The role of manufacturing technology in competitiveness: peerless laser processors, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 35(1), 3-10.

Small, M. H. and Yasin, M. M. (1997), Advanced manufacturing technology: implementation policy and performance, *Journal of Operations Management*, 15, 349-370.

김석응

1977년 울산공과대학교 기계공학과 학사

1999년 연세대학교 산업대학원 공업경영전공 석사

현재: 독일 Festo AG & Co. Representative Office Asia 한국사무소 소장

관심 분야: 공장자동화, 생산관리, TQM

손소영

1981년 연세대학교 수학과 학사

1983년 한국과학기술원 산업공학과 석사

1989년 Univ. of Pittsburgh 산업공학과에서 박사학위

현재: 연세대학교 산업시스템 공학과 부교수

관심 분야: 품질 및 신뢰도 공학모형 추정, 마케팅 분석 등