

## A Proposal on the Consulting Model for Efficient Construction of Material Handling Automation System : Focused on K Company's Case

J. H. Ko\* · J. H. Cho\*\* · H. S. Oh\*\*\* · S. C. Shim\*\*\*\* · J. H. Ryu\* · S. J. Lee\*\*†

\*Department of Consulting, Graduate School Kumoh National Institute of Technology

\*\*School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

\*\*\*Dept. of IME, Hannam University

\*\*\*\*Division for Industrial Innovation Research, Science and Technology Policy Institute

## 물류자동화 시스템의 효율적 구축을 위한 컨설팅 방법론 제안 : K기업의 사례를 중심으로

고재호\* · 조진형\*\* · 오현승\*\*\* · 심성철\*\*\*\* · 유지현\* · 이세재\*\*†

\*금오공과대학교 컨설팅대학원

\*\*금오공과대학교 산업공학부

\*\*\*한남대학교 공과대학 산업경영공학과

\*\*\*\*과학기술정책연구원 산업혁신연구본부

Companies build the factory automation system to improve management effectiveness and productivity as prime strategies for sustainable growth. But most companies undergo various trials and errors while carrying out the project without elaborate preparation stage for factory automation. In this study, we tried to verify what factors are critical to effectively building distribution automation system, which is a branch of factory automation system. A consulting model for setting up a Material Handling Automation System by utilizing the Stage-Gate Process, which is product development process was studied. 29 material handling automation projects carried out between the year 1990 to 2013 at K-Company were selected. Interviews with the project managers, operators and maintenance personnels, various records and current status of the projects were used as data for structural equations based on the Milan consulting model and existing researches of factory automation, CIM for material handling automation. Creating effective basis of production, material handling system and energy saving system with expert review, when preparing a material handling automation project, help promote the project planning thus contributing to the performance of the resulting system, which appears though rather weakly in our data. Also the effect of material handling automation can be enhanced through sufficient and effective links to the relevant environments such as production logistics management and automated warehouses. More detailed planning characteristics of project promotion or some time-series data of effective Material Handling Automation System could enhance further studies. We propose a consulting model for setting up an efficient material handling automation system.

**Keywords** : Consulting Methodology, Material Handling Automation System, SCM, Logistics

Received 23 September 2015; Finally Revised 11 December 2015;

Accepted 14 December 2015

† Corresponding Author : saejaelee@kumoh.ac.kr

## 1. 서론

물류자동화 시스템(material handling automation system)은 기업의 생산성과 지속성장에 지대한 영향을 끼치므로 구축 Project를 추진할 당시부터 구체적인 생산 및 물류의 기초적 내용을 확정하여야 한다. 그리하기 위해서는 다양한 분야의 전문가들로 구성된 추진팀이 있어야 하며, 또는 전문 컨설턴트로부터 컨설팅을 받는 것이 시행착오를 최소화 하는 방법이다. 그러나 산업 현장에서는 비용과 인력 부족 등을 이유로 구축 Project팀 구성이나 Project의 기초적 내용 설정도 없이 Project를 수행하는 경우가 있다. 관련 전문 컨설턴트가 투입되는 경우는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 물류자동화 시스템 구축 Project의 결과에 영향을 미치는 요인들을 조사하고자 한다.

통상 물류(logistics)는 수송(transportation)의 개념으로 비교적 긴 거리를 이동하는 것과 운반(handling)의 개념으로 짧은 거리를 이동하는 것을 포함한다. 본 연구의 대상은 운반의 개념으로 공장 내의 자재운반(material handling)을 그 대상으로 한다[9].

본 연구의 목적은 기존 이론적 연구들이 물류자동화에 대한 연구나 컨설팅 방법론에 대한 연구이며, 그 교차되는 영역인 물류자동화 컨설팅 방법론 연구로써는 미흡한 점이 있기 때문에 본 연구는 사례 분석을 통해 물류자동화 컨설팅에 적용할 실용적인 방법론을 개발코자 한다. 따라서 다수의 물류자동화 시스템 구축 사례 조사하여 설비 신뢰성, 생력화, 품질 영향성, 공간 활용도, 에너지 절감 수준 등 성과요인에 대한 영향요인을 조사하고, 구축과정과 구축환경의 특성요인들을 연구하였다. 그리고 파악된 영향요인들을 새로운 물류자동화 시스템 구축에 효율적으로 적용하기 위한 컨설팅 방법론을 제안하는 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 물류와 물류자동화

물류란 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 모든 과정을 뜻한다. 즉 제품을 공급자로부터 수요자에게 전달하는 수송, 하역, 보관, 포장, 유통, 정보처리 등의 폭넓은 과정이라 할 수 있다[24, 32]. 최근에는 물리적 유통의 개념에서 원자재 조달에서 회수까지 포함하는 Logistics와 환경 부하의 저감을 고려하는 Green 물류를 포함하는 개념으로 확대되고 있다. 물류의 영역에 따라 조달물류, 생산물류, 판매물류 등 3가지 기본 형태로 구분할 수 있으며 더 세분화하여 사내물류, 회수물류, 반품물류, 폐기

물류를 추가하기도 한다[7, 22, 33].

물류자동화는 물류에 있어 사람의 관여를 줄이는 활동이므로 이러한 물류 개념의 확대와 영역의 세분화에 따라 물류자동화 역시 확대되고 발전하고 있는 영역이다.

기술의 유형이나 크기에 따라 대량생산을 추구하거나 원가우위 전략을 추구하는 기업에 더 효과적일수도 있고, 혹은 소규모나 소량 생산체제나 기술을 중심으로 한 전략을 추구하는 기업에 가치가 더 있을 것이다. 또한 PC사용의 보편화 등 정보기술의 발전으로 크게 개방화, 유연성의 증대, 무인화 가능, 작업성의 증대, 간편한 신기능의 부가 등으로 생산성 향상, 신뢰성 향상, 품질향상, 원가절감 등을 이룩할 수 있다[3, 17, 19, 23].

공급망 관리(SCM, supply chain management)는 포괄적이고 발전된 형태의 물류관리 시스템이다. SCM의 핵심기능이 수요와 공급의 균형을 도모하는 것이라면 물류자동화는 생력화를 통한 생산성 향상에 그 핵심이 있다[7, 16, 34].

첨단제조기술(AMT, advanced manufacturing technology) 또는 공장자동화(FA, factory automation)는 CAD/CAM/CAE, 생산관리 Computer 제어, 반송시스템, 공장 Layout 기술, FMS, 산업용 로봇, NC 공작기계 등에 궁극적인 무인공장을 지칭하는 것으로 본다면 물류자동화가 포함된 상위 개념으로 인식된다[12, 15].

물류자동화는 SCM 및 AMT의 하위시스템 또는 구성 시스템으로써 다양한 상황에 따라 기업의 성과에 영향을 미친다[34].

### 2.2 물류자동화 시스템 구축

물류자동화 시스템 구축은 대상선정 작업과 목표를 명확하게 하는 것부터 출발한다. 생산성, 품질향상, 원가절감, 작업개선 등 재기된 필요성을 고려하여 전체적 목표를 수립한다. 그리고 다양한 고객의 요구와 제품특성을 파악하고 시장변화에 대처할 수 있는 지 검토하고, 기업 내부적인 기술능력과 미래 지향성을 고려해야한다. 기업 전체의 보유한 기술 수준과 운영자들의 기술수준을 고려하고, 기업의 특성에 맞는 설비를 구축하되, 향후 생산성 향상 등에 따른 업그레이드 방안 등을 고려하는 것이다. 마지막으로 인원절감, 투자액과 회수가능성을 비교·평가로 경제성을 확인하여 물류자동화 Project로 선정한다.

물류자동화 시스템 추진단계는 추진 기업과 목적에 따라 다를 수는 있으나 최소 비용 투입으로 최대의 효과를 얻는 것이다. 자동화 시스템의 구축은 다음과 같은 생산 전략적 측면을 충분히 반영하여 추진되어야 한다 [14, 24].

<Table 1> Roles and Responsibilities of Material Handling Automation[4]

Fields	Responsibilities	Roles
Facilities Introduction	Planning	Check economic feasibility and future, Plan investment and timing of Automation
	Facilities	Cost analysis of Product and Manufacture Plan
	Production Technology	Automatic facilities Planning on Assembling technical aspects
	Product Design	Standardization of components, Easy to automate Shape Design
	Production Management	Plan Facilities maintenance and Configure management operating systems
Design/ Development	Automation	Plan and Management Collectively Automation
	Control Software	Concept design and development Control device and Information acquisition program
	Element Technology	Automation Machinery Development
	Electric / Electronic	Electric and Electronic Design, Dynamics and Sequence Control Design
	Research	Research Advanced automation technology
Manufacture	Machining	Machining method and Procedures
	Assembly	Assembly, Fixture, Motion analysis
Assistance	Finance	Contract & Budget Review, Purchase orders for parts
	Cost	Cost Review of Automation, Material and Operating
	Labor	Labor Management, Labor costs, Workload

- ① 최적 Layout 설계
- ② 물류자동화 시스템 설계 및 적용
- ③ 새로운 물류자동화 시스템 개발
- ④ 생산과 연계한 물류 운영 소프트웨어 개발
- ⑤ Simulation에 의한 설계
- ⑥ 표준화를 통한 생산성 향상[14]

물류자동화를 추진하면서 여러 가지 검토해야 할 업무가 많기에 각 분야의 전문가들로 하여금 필요한 업무를 수행하게 하여야 한다. <Table 1>은 부문별 업무 분담을 나타낸 것이다.

이상배[24]는 그의 연구에서 지난 1990년대 후반까지 대기업의 물류자동화를 실시하는 많은 엔지니어링 기업들이 IMF가 발생하면서 사라지거나 축소화되었다. 물론 경제적 상황 탓일 수도 있지만, 실제로는 도입하는 기업 측에서 물류자동화 설비에 대한 신뢰성과 효과 측면에서 허와 실을 깨닫게 되었다고 분석하였다. 특히 물류자동화의 성과가 철저한 비용 분석적 접근에 따라 결과의 차이가 있음을 말하였다.

따라서 물류를 효과적으로 운영하기 위해서는 최적화된 시스템의 도입은 필수적이다. 각 기업의 상품 특징에 맞는 시스템과 투자비 대비 생산성을 꼼꼼히 따져서 시스템의 사양을 선택하는 전문성이 필요하다.

### 2.3 물류자동화 컨설팅

물류자동화 컨설팅은 물류자동화 시스템 구축을 위해 제공하는 컨설팅으로 설명할 수 있다. 따라서 물류자동

화 컨설팅도 일반적인 컨설팅 수행방법론을 따른다. 컨설팅 수행방법론은 경영분야의 조직변화이론에 근간을 두고 있기 때문에 기본적인 접근방법이나 단계 등은 대동소이하다. 최근에는 방법론을 문제해결의 기본구조로 규정하고 각 단계별로 가장 적합한 문제분석과 해결기법을 적용하고자 하는 노력이 한층 고조되고 있다[11].

따라서 물류자동화 컨설팅을 이해하기 위해 일반적인 컨설팅 절차와 품질관리 컨설팅 분야와 제품개발 컨설팅의 수행 모델을 조사하였다.

#### 2.3.1 밀란 모델

밀란(Milan) 모델은 1996년 국제노동기구(ILO) 주관으로 정리한 컨설팅 수행절차로 관련된 제반 이론들을 포괄적으로 정리한 것이다. 특정 분야에 대한 구체적인 컨설팅 방법이 아닌 컨설팅 전반에 대한 모델로 제시하기 때문에 컨설팅 현장 어느 곳이나 적용할 수 있다. 이 모델에서는 컨설팅 수행 단계로 ①착수(entry), ②진단(diagnosis), ③실행계획수립(action planning), ④실행(implementation), ⑤종료(termination)의 총 5단계를 설정하였다[11].

① 착수 : 의뢰인과 컨설턴트와의 만남이 이루어지고 예비진단 과정을 통해 컨설팅계약이 성립된다. 수행은 의뢰인과의 첫 대면, 예비 문제진단, 컨설팅 수행계획 수립, 의뢰인에게 컨설팅 수행계획 제안, 컨설팅 계약 체결 순으로 진행한다.

② 진단 : 의뢰인이 직면한 현안과 달성하고자 하는 목표에 대해 심도 있는 정보수집을 통해 문제를 파악하고 원인을 규명한다. 수행은 목적분석, 문제분석, 사실발견, 사실분석과 종합, 의뢰인에게 피드백 순으로 진행한다.

- ③ 실행계획 수립 : 진단단계를 통해 파악된 문제와 원인을 바탕으로 대안을 도출하고 실행계획을 수립한다. 수행은 해결대안 개발, 대안의 평가, 의뢰인에게 해결대안 제시, 실행계획 수립 순으로 진행한다.
- ④ 실행 : 수립된 실행계획에 따라 변화를 유도한다. 수행은 실행지원, 해결대안의 조정, 교육·훈련 실시 순으로 진행한다.
- ⑤ 종료 : 컨설팅 Project의 완료결과를 보고하고 철수한다. 수행은 평가실시, 최종보고서 작성, 경영층 승인 획득, 후속작업 계획, 철수 순으로 진행한다[11].

### 2.3.2 품질관리 컨설팅 모델

2000년대 초반 세계적인 경기침체에도 불구하고 품질관리 컨설팅 분야는 원가절감과 효율성 증진에 초점을 맞추어 그 수요가 유지되었다. 또한 전 산업분야에서 소비자의 반응에 빠르고 정확하게 대응하는 요구가 증가하였기 때문에 품질관리 분야의 효율화는 끊임없이 진행되고 있다[28].

품질관리분야의 컨설팅은 어떤 솔루션 도입을 목적으로 수행하는 경우가 많다. 3정 5S로 대표되는 생산혁신 활동, JIT로 알려진 도요타생산시스템의 도입은 관련 솔루션과 훈련된 컨설턴트로부터 컨설팅을 수행한다. 또한 전통적인 SQC에서 출발한 TQM이나 모토로라가 시작했던 6시그마 등은 생산 혁신 컨설팅이라는 과정을 통해 개별 기업이 도입하고 있다. 이런 종류의 품질관리 컨설팅은 해당 솔루션 고유의 구체적인 컨설팅 모델을 가지고 있다. 이들 솔루션은 이미 어떤 문제가 있다는 전제로 출발하기 때문에 문제의 진단과정보다는 문제 해결에 실행 초점이 있다. 따라서 대안의 조정, 교육·훈련 등 변화 관리 수행에 대한 중요성 높다.

### 2.3.3 Stage-Gate 모델

Stage-Gate 모델은 R.G.Cooper 교수가 1986년 제안한 제 3세대 연구개발 관리 기법으로 다우케미칼, 듀폰(DuPont), IBM 등이 성공적으로 적용하여 효과가 확인된 방식이다[6].

Stage-Gate 모델은 NASA의 Phased Review Process의 개념과 기본적으로 동일하다. 신제품 개발과정은 어떤 주어진 과제를 수행하는 과정(phase or stage)과 이러한 과정을 평가하는 과정(screen or evaluation)의 연속된 모양이다. 이전에 특정 조직이 과제 수행을 독점하는 방식과

달리 각 기능분야의 구성원들이 팀을 이루어서 각 단계의 과제를 수행하는 것이 이 모델의 차이점이다[25].

Stage는 과제를 수행하는 단계를 의미하며 기본적으로 5단계로 구분한다.

Stage 1은 예비조사가 이루어지는 아이디어 발굴 단계로, 제품 컨셉을 설정하고, 수집된 아이디어에 대한 시장성과 기술분석 등을 기술한다.

Stage 2는 상세조사 단계로, 개발 목표에 고객의 요구를 반영하여 정량화하고 Project 수행 여부를 결정하고, 인력, 비용, KPI 등을 분석하여 개발계획을 수립하며 경제성 등을 투자와 수익의 관점에서 분석한다.

Stage 3은 제품 개발 단계로, 프로토타입을 완성하고, 경쟁제품과 실증 비교 분석을 하고, 생산 및 영업 부문 등에서 시장성과 양산성의 조기 확보를 위한 준비를 하고, 제조원가 분석 등을 통해 경제성을 분석한다.

Stage 4는 시험·검증 단계로, 제품 품질에 대한 최종 평가를 하고 시제품 생산과 양산 계획을 수립하여, 양산 투자에 따른 경제성 등을 최종 검토한다.

Stage 5는 양산 및 출시 단계로, 양산을 통해 최적의 제품을 신속하게 출시하여 고객에게 공급하고 마케팅을 실시하게 된다[6, 25].

Gate는 각 Stage 사이에 존재하여 각 단계별 활동을 평가하고 중지·계속 등 의사 결정을 하는 관문을 의미한다. 따라서 Gate에서는 다음 Stage로 넘어가기 전에 현 Stage의 활동을 평가하고 Project의 계속·중지, Project 수행의 우선순위 변경, 자원 재배분 여부 등 경영층의 의사 결정이 이루어진다. 효과적인 Gate 운영을 통한 신속하고 정확한 의사 결정이 이루어지기 위해서는 논의에 필요한 신뢰성 높은 자료와 평가 기준 준비, 관련 부문별 명확한 역할 정립 등이 매우 중요하다[6].

Stage-Gate 모델의 특징을 열거하면 첫째, 일반적으로 혼란스런 Project의 선정 과정을 일목요연하게 정렬시켜 효과적으로 과정을 수행할 수 있게 하는 것이다. 둘째, 이러한 과정을 통해 Process의 질적 실행에 초점을 맞출 수 있다는 것이다. 셋째로 Cross-Functional 구조로 인한 과정시간의 단축이 무엇보다 Project 수행과정의 효율적인 진행을 돕는다. 마지막으로 Step-By-Step 실행 구조상 중요단계의 빠짐이 없는 완벽한 과정을 추구할 수 있다는 것이 큰 장점이 될 것이다[25].

Stage-Gate 모델은 각 단계의 수행내용과 점검사항이 고정되어 있기 보다는 내용과 시간적으로 변형 적용하는 것이 중요하다. 예컨대 시간상의 제약을 가진 과업일 경우 후순위의 과업이 전순위의 Stage에서 시작한다든지, Gate에서의 결정이 명확하게 Go 또는 Kill을 나타내지 않고 Conditional Go 등을 활용한다든지 하는 방식이다. 이러한 융통성이 Stage-Gate 모델의 큰 특징이 된다.



<Figure 1> Stage-Gate Model[31]

### 3. 물류자동화 시스템의 효율적 구축을 위한 컨설팅 방법론 연구 방법

#### 3.1 연구 모형

본 연구의 대상인 K사는 1950년에 창립된 화섬제조 기업으로 현재 국내 8개 지역에 공장을 보유하고 있다. 이 기업을 대상으로 1990년대부터 최근까지의 물류자동화 시스템 구축 Project 중 29개를 선정하여 Project를 추진한 담당자 및 Operator, Maintenance 요원들과 면접을 실시하고 Project 추진 당시의 각종 자료 및 현재의 현황 등을 수집하여 연구를 수행하였다.

인터뷰를 통해 조사된 문제점들은 Project의 기초에 해당하는 생산 Basis과 물류 Basis이 작성이 부실한 것과 추진팀의 구성도 없이 진행된 사례가 있었다. 이러한 차이는 Project의 대상 물류 물동량과 처리능력 등 수행범위의 크기와 준비된 예산의 규모, 의사결정관리자의 업무량 등 다양하고 예측이 어려운 이유 등으로 정해지는 상황이었다.

따라서 본 연구는 이들 문제점이 Project 성과에 영향을 미치는지 조사하기 위해 각 Project를 하나의 컨설팅 케이스로 두고 컨설팅과정요소와 컨설팅환경요소를 구분하여 영향요인들을 자료화하였다[1, 10].

조사된 물류컨설팅 사례에서 기획요소와 환경요소를 각 원인 잠재변수로 두고, 성과에 미치는 인과 관계를 구조방정식 모형을 이용하여 분석하였다. 구조방정식 모형은 잠재변인 간의 구조적 관계를 설정한 모형을 계량적으로 관찰한 측정지표 간의 상관행렬계수를 통해 검증하는 통계기법으로 다변량 다중회귀분석법이다 [2, 13, 30].

#### 3.2 조작적 정의(Operational Definition)

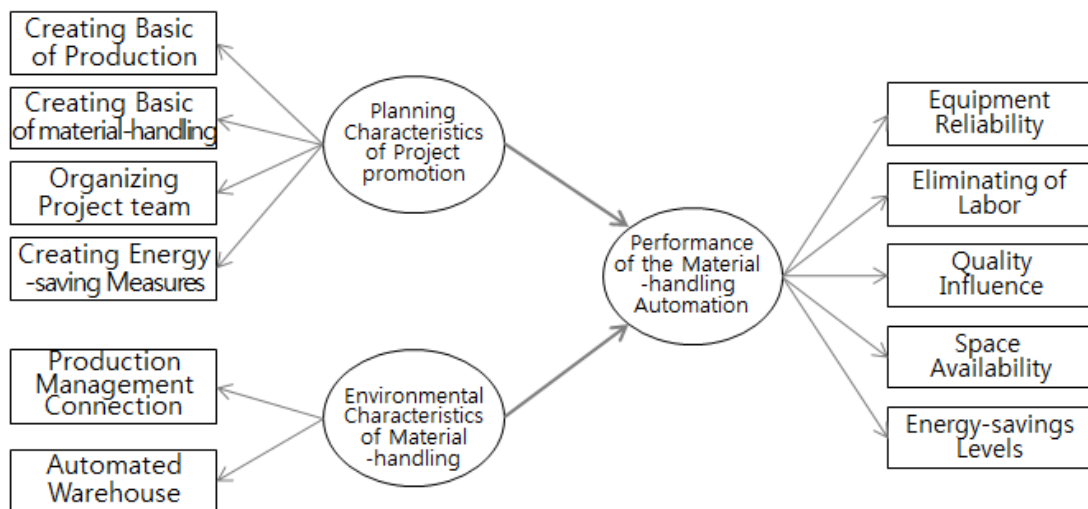
##### 3.2.1 P/J추진준비 특성(Planning Characteristics of Project Promotion)

원인변수이며 잠재변수인 P/J추진준비 특성은 생산Basis 작성, 물류 Basis 작성, 추진팀 구성, 에너지 절감방안 작성의 4가지 측정변수로 관계 지었다.

- 생산 Basis 작성(creating basis of production) : 제조 공장에서 생산하는 제품의 종류와 형상, 크기, 생산량, 포장 방법 등을 규정한 자료로 ‘Ground Rules’라고도 하지만 통상 ‘생산 Basis’이라 통칭하며 본 연구에서는 생산 Basis의 작성 유무를 측정하였다.
- 물류 Basis 작성(creating basis of material handling) : 물류자동화 시스템 설계 시 필요한 각종 기본적인 설정을 정리해 놓은 자료로 생산 Basis에 기재된 제품의 종류와 형상, 크기, 생산량, 포장 방법 및 공정의 흐름, 자동화 설비의 필요 가동률, 설비의 구성, System Configuration, Layout, 공사일정 등을 규정한 자료로 통상 ‘물류 Basis’이라 통칭하며 본 연구에서는 물류 Basis로 구분하여 작성 유무를 측정하였다.
- 추진팀 구성(organizing project team) : 물류자동화 시스템을 추진하기 위해 각 분야의 전문가들로 구성되어 있는 전문팀의 유무를 측정하였다.
- 에너지 절감방안 작성(creating energy-saving measures) : 물류자동화 시스템의 설계 과정에서 에너지를 절감하기 위한 방안을 작성하였는지 유무를 측정하였다.

##### 3.2.2 물류환경 특성(Environmental Characteristics of Material Handling)

원인변수이며 잠재변수인 물류환경 특성은 생산관리 연결, 자동창고의 2가지 측정변수로 관계 지었다.



<Figure 2> Research Model

- 생산관리 연결(production management connection) : CIM (computer integrated manufacturing, 컴퓨터 통합 제조 시스템)이나 ERP(enterprise resource planning, 전사적 자원 관리)는 기업의 경영 및 관리에 관한 업무를 위한 컴퓨터 시스템이다. 기업에서의 여러 가지 자원의 흐름, 용도를 감시한다. 또한, 경영 자원을 효율적으로 운용하기 위해 경리, 영업, 재고 관리 등의 업무에 관련된 데이터를 수집하고 해석하여, 보다 나은 경영 판단을 할 수 있도록 돕는다. 따라서 타 시스템 등과의 연결의 유무를 측정하였다.
- 자동창고(automated warehouse) : 물류자동화 시스템에 자동창고, 즉 생산에 관련되는 물품(공작물, 부품, 반제품 등)을 일시적으로 보관, 관리하는 목적으로 입출고를 자동적으로 하는 창고가 포함되어 설치되었는지 그 유무를 측정하였다.

### 3.2.3 물류자동화 성과(Performance of the Material Handling Automation)

결과변수이며 잠재변수인 물류자동화 성과는 다음 5가지 측정변수로 관계 지었다.

- 설비 신뢰성(equipment reliability) : 물류 Basis에 의거하여 물류자동화 설비가 설치가 되었는지, 또한 운용의 유연성, 설비 가동률, 보전 측면에서의 유용성 등을 종합적으로 평가하여 5점 척도로 측정하였다.
- 생력화(eliminating of labor) : 물류자동화 시스템을 설치한 후 생력화의 정도를 5점 척도로 측정하였다.
- 품질 영향성(quality influence) : 물류자동화 시스템을 설치한 후 품질 향상, 불량률 감소 등의 정도를 5점 척도로 측정하였다.
- 공간 활용도(space availability) : 물류자동화 시스템을 설치한 후 공간 활용 효율성의 정도를 5점 척도로 측정하였다.
- 에너지 절감 수준(energy-savings levels) : 물류자동화 시스템을 설치한 후 에너지 절감 수준을 5점 척도로 측정하였다.

### 3.3 연구 가설

본 연구에서는 효율적인 물류자동화 시스템의 구축을

위한 컨설팅 모델을 제안하기 위한 물류자동화 Project 추진의 준비특성과 해당 물류자동화 시스템의 환경적 특성이 자동화 성과에 미치는 영향을 조사하기 위해 다음의 가설을 설정하였다.

H1 : 물류자동화 시스템의 구축 Project의 준비특성은 물류자동화 성과에 영향을 미칠 것이다.

H2 : 물류자동화 시스템의 물류환경 특성은 물류자동화 성과에 영향을 미칠 것이다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 가설 검증

본 연구에서는 구조방정식 분석 도구로 AMOS 18.0을 사용하였다. 연구모형에 대한 적합도를 확인하는 카이제곱( $\chi^2$ ) 값은 66.064, 자유도(df)는 41, 유의확률(p-값)은 0.008이다.  $\chi^2$ 의 유의확률이 0.05보다 작으나 샘플수가 적은 구조방정식 모형에서는 수용 가능한 수준으로 볼 수 있다[20]. 다른 적합도 지수인 GFI는 0.751, RMR은 0.060이다.

잠재적 변수를 통한 물류자동화 성과 영향요인에 대한 분석 결과는 P/J추진준비 특성은 5% 유의수준을 벗어나 기각되었으며, 물류환경 특성은 가설이 채택되었다. 검증 결과는 <Table 2>와 같다.

연구 모형에 대한 가설 검증 결과를 그림으로 나타내면 <Figure 3>과 같다.

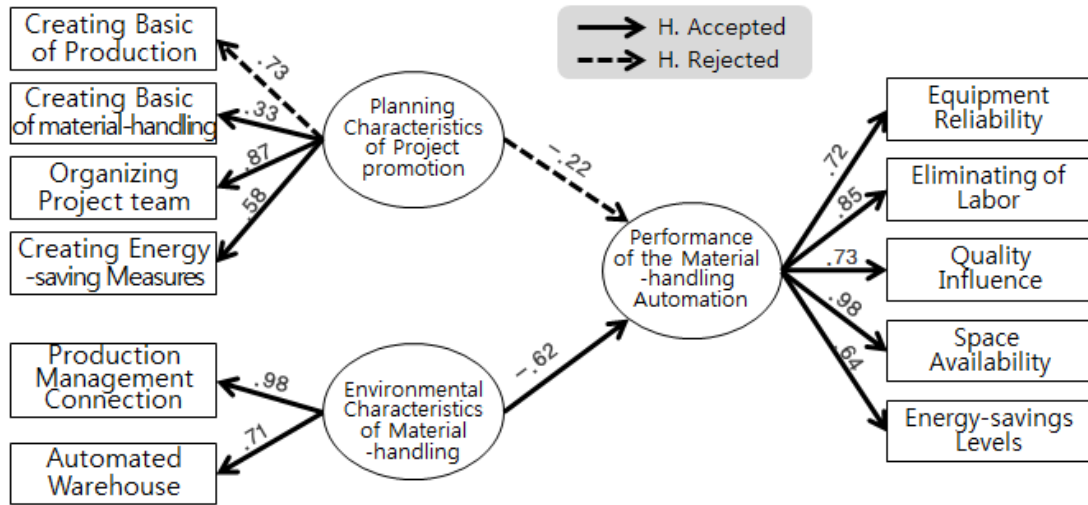
가설 1이 기각된 것, Project 추진준비 특성이 물류자동화 성과에 미치는 영향이 확인되지 않는 점은 다음 두가지 경우를 고려할 수 있다. 첫째, 제대로 된 준비과정이 좋은 성과를 가져온다는 전제로 Project 준비 내용이 불충분 또는 불합리적인 경우이다. 이 점에서 물류자동화 준비를 어떻게 수행하는가하는 과제가 남는다. 둘째, 원래 준비과정은 결국 성과에 영향을 주지 않거나, 본 연구의 준비특성은 관측변수가 불충분한 경우이다. 이 점은 보완 연구가 필요한 점이다.

가설 2가 채택된 것은 당연한 결과로, 물류자동화 설치 환경이 우수할수록 더 좋은 성과가 나온다는 점이다. 이 결과는 생산성본부[18]의 보고와 오은택[27]의 연구 결과로 지지된다.

<Table 2> Hypothesis Testing Results

Hypothesis	Regression Weights		S.E. (t-value)	p-value	Results
	Unstand.	Stand.			
H1	-0.405	-.217	.348	0.245	Reject
H2	-1.073	-.617	.418	0.010	Accept





<Figure 3> Results and Standard Regression Weights

### 4.2 물류자동화 컨설팅 방법론

대부분의 기업들이 물류자동화 시스템 구축 Project를 추진하면서 관련 전문가나 지식이 충분하지 않는 자동화 설비 업체들로부터 컨설팅과 설비 공급을 받기 때문에 시행착오가 발생한다. 또한 이를 극복할 관련 전문가가 부족한 것이 현실이다. 본 연구결과를 보면 K사를 중심으로 제공되었던 물류자동화 Project도 준비 과정이 체계적으로 수행하지 못했을 가능성이 높다. 따라서 효율적인 물류자동화 시스템을 구축하기 위해서는 어떠한 수행준비가 필요한지 조사하였다.

많은 선행 연구에 의하면 물류자동화 시스템의 효율적 구축을 위해서는 계획수립관리, 기술관리, 인적자원관리, 기능통합관리 측면의 전문적인 검토를 통하여 사전에 생산 및 물류 Basis를 작성하여 Project를 추진하여야 시스템 신뢰성 및 운영 효율성 등이 향상되고 구축목적 달성이 가능하다.

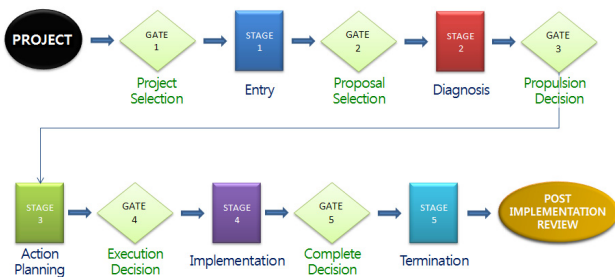
따라서 물류자동화를 도입하고자 하는 기업과 물류설비를 공급하고자 하는 기업에 도움이 되도록 물류자동화 컨설팅 방법론을 제안하고자 한다.

제안하는 컨설팅 모델에서는 ILO의 밀란 모델 및 Stage-Gate 모델 그리고 현재 지속가능한 경영의 일환으로 주목받고 있는 Green SCM과 Project 관리 기법을 참조하여 작성하였다. 또한 각 기능분야의 컨설턴트들이 팀을 이루어서 각 단계의 과제를 수행하는 것을 전제로 작성하였다. Stage와 Gate들로 구성되며 Stage의 과업들은 컨설팅 업체에서 담당하고 Gate 업무는 기업이 실시한다.

각 Stage의 목표는 Project의 불확실성을 감소시키기 위한 필요한 정보를 모으는 일로 구성된다[8, 25].

각 Gate는 Stage의 과업에 대한 의사결정단계로 수진기업 측이 과업수행 기준에 따라 Project의 진행, 중단, 보류, 재시행 등을 평가·결정하게 된다. Gate는 이러한 과업에 대한 평가뿐만 아니라 과업 자체의 품질관리의 기능을 수행하는 체크포인트이기도 하다[8, 25].

Gate에서 의사결정과 자원배분을 결정하는 평가자는 R&D, Marketing, Engineering, Sales, Operation 등 각 기능의 관리자로 구성한다. Gate 1과 Gate 2의 경우는 의사결정에 따른 자원 소비가 적기 때문에 중간 관리자들로 구성하고, Gate 3 이후는 상대적으로 많은 투자를 요구하기 때문에 기업의 각 분야 최고관리자들로 구성한다[8, 25].



<Figure 4> Consulting Process[5, 26]

#### Process 1. 착수(entry) : Gate 1 & Stage 1

Process 1은 수진기업 입장(gate 1)에서 Project의 진행 여부를 결정하는 단계이고, 컨설팅 기업입장(stage 1)에서는 컨설팅 착수 단계이다. 그 첫 작업은 양자 간의 만남과 Project 추진 의향을 공유하는 것이다. 그 이후 컨설팅사는 수진기업이 설명한 물류자동화의 필요성에 대한 예비 진단을 실시하고 컨설팅 제안서를 작성한다. 이 과정에서는 Project의 실패를 예방하는 것은 매우 중요하다. 그러기 위해서는 Project 타당성 검토를 신중히 해야

하며, 제안서는 수진기업의 기대를 채울 수 있도록 균형 있게 작성 되어야 한다[11, 29].

#### Process 2. 진단(diagnosis) : Gate 2 & Stage 2

수진기업(gate 2)에서는 컨설팅기업의 제안서가 충분한 의미를 가졌는지 검토·분석하고 그 결과에 따라 수행여부를 결정하는 단계이다.

컨설팅기업(stage 2)에서는 Project 목표에 따라 다양하고 깊이 있는 정보를 수집·분석하여 그 결과를 기업 측에 제출한다. 그 분석 내용은 기능별 역량과 취약점 분석, 물류시스템 구축 기초 분석, 경제성 분석 등이다[11, 29]. 이 분석은 구체적이고 합리적이어야 하고, 회사의 전략과 트렌드의 변화, 고객과 상품의 변화 등에 대한 분석이 반영되어야 한다.

#### Process 3. 실행계획수립(action planning) : Gate 3 & Stage 3

Gate 3에서는 물류자동화 구축을 통한 기업의 목표 실현가능성을 판단하여 Project의 수행여부를 결정한다. 경제성이 있는지 기술적으로 가능한지 진단하고, 경제성의 정도가 의사결정의 중요 요소가 된다. 또한 법규, 특허문제 등도 이 단계에서 검토할 과제이다[8, 25]. Gate 3의 결정을 통해 물류자동화 컨설팅 착수비가 지출되기 때문에 책임 관리자의 의사결정이 필요하다.

Stage 3에서는 진단단계에서 파악된 고객의 Needs와 문제점, 구체적인 생산 및 물류의 기초적 내용을 근거로 효율적인 물류자동화 시스템을 구축하기 위한 구체적인 대안, 즉 상세한 물류 Basis을 작성하고, 세부적인 Master Plan을 수립하며, 프로세스 모델 및 조직 모델들을 개발한다. 그리고 구체적인 투자 예산을 작성하여 기업에 보고한다. 이 단계는 진단단계와의 연속성이 매우 중요하며 혁신과 창의성에 기초한 접근 자세가 중요하다[29].

이 단계에서 작성하는 물류Basis에는 다음과 같은 내용을 포함한다.

- 생산제품 사양 및 생산량
- 생산설비 구성
- 물동량 계산/작업 시간
- 물류 작업 방안 정의
- 물류 Layout(자동화 범위)
- 각종 단위 기계 성능 및 가동률
- Buffer 장소 및 Buffering 방안
- 각종 부자재 종류 및 사양
- 포장 방법 및 Size
- Pallet 종류 및 Size
- Label Format, 종류
- 물류 Flow Diagram
- Control System Configuration

- 각종 Data Format
- Project Schedule
- Project 조직도
- 운용 방안
- 운용 조직도(인력 배치 계획)

#### Process 4. 실행(implementation) : Gate 4 & Stage 4

Gate 4에서는 작성된 물류 Basis과 Master Plan이 타당하지 결정하는 단계로 설비투자에 대한 의사결정이다. 이 단계에서는 최초의 필요성과 Project의 목표에 따라 실행 계획이 추구하는 목표가 일치하는지, 투자비는 적절한지 검토한다. 이 결정은 이를 통해 설비투자가 결정되기 때문에 일반적으로 최고관리자가 수행한다.

Stage 4는 물류자동화 시스템을 구축하는 단계로 공사 시방서를 작성하고, 실행팀을 구성하여 실행과정을 계획하고, 설비를 제작·설치하고, 구축 시스템에 대한 교육과 훈련을 실시하고, 변화관리팀을 구성하여 변화관리를 실행한다[25]. 또한 계획 대비 비용을 평가하여 경제성을 재확인하고, 지속적 관찰을 통한 컨설팅 성과를 측정한다.

#### Process 5. 종료(termination) : Gate 5 & Stage 5

Gate 5에서는 구축 Project의 품질이 계획대로 실행되었는지 확인하는 단계이다. 컨설팅 기업이 제출하는 완료 보고서를 포함하여 수진기업이 자체 점검한 내부 보고서 등을 통해서 완료여부를 평가한다. 이 평가단계는 Project의 완료를 결정하는 마지막 단계이다.

Stage 5는 물류자동화 컨설팅의 최종단계로 더 이상 전문 컨설턴트의 도움은 필요하지 않는 단계이다. 제안된 Project의 성능과 실제성능과의 간격을 발견하여 그에 대한 대책을 마련하는 것이 가장 중요하다. 최종 보고서에는 Project를 통해 확인된 물류시스템의 강점과 약점, 시스템 사용자들로부터 확인된 상황, 시운전 모니터링 결과 등을 반영하여 작성한다. 또한 시스템에 대한 유지 보수, 통제, 교육을 철수 시점 전에 마무리하고, 사후관리에 대한 계획을 정립한다[8, 11, 25, 29].

본 논문을 통해 제안하는 효율적인 물류자동화 시스템을 위한 컨설팅 Model을 요약 정리하면 <Table 3>과 같다.

## 5. 결 론

물류자동화 시스템의 효율적인 구축을 위해 K사의 물류자동화 구축 사례들을 분석한 결과와 시사점을 요약하면 다음과 같다.

물류자동화 Project의 준비는 전문적인 검토를 통하여 생산 및 물류 Basis을 작성하여 추진하고, 추진팀을 구성



<Table 3> Consulting Model for Material Handling Automation System[26]

Evaluation Decision	GATE1 Project Selection	GATE2 Proposal Selection	GATE3 Propulsion Decision	GATE4 Execution Decision	GATE5 Complete Decision
Checkpoint	• Is the project worth it?	• Project consulting proposal is Reasonable?	• Are there business prospects?	• Material Handling Basis and Master Plan is proper?	• Project Quality been executed according to plan efficiently?
Process	STAGE 1 Entry	STAGE 2 Diagnosis	STAGE 3 Action Planning	STAGE 4 Implementation	STAGE 5 Termination
Work	<ul style="list-style-type: none"> <li>• First contact</li> <li>• First meeting</li> <li>• Preliminary diagnosis</li> <li>• Industrial Environment Analysis</li> <li>• Market Environment Analysis</li> <li>• Products and Services Analysis</li> <li>• Project Analysis</li> <li>• Submit a proposal</li> <li>• Consulting contract</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosis consulting on issues</li> <li>• Data collection necessary to diagnose</li> <li>• Customer wants and needs analysis</li> <li>• The collected data analysis</li> <li>• Corporate strategy, operations, capabilities</li> <li>• The organization, the customer</li> <li>• Vulnerabilities</li> <li>• Project Basis analysis</li> <li>• Project Economic Evaluation</li> <li>• Client to feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idea concept; Strategy</li> <li>• Refinement and evaluation of alternatives</li> <li>• Material Handling Basis create</li> <li>• Process modeling</li> <li>• Benefit Analysis</li> <li>• Project detailed definition</li> <li>• Organization Configuration</li> <li>• Master Plan establishment</li> <li>• Establish a resource plan</li> <li>• Develop alternatives submitted Strategy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementation process plan</li> <li>• Project team configuration</li> <li>• Change Management Implementation(coordination)</li> <li>• Change Management Team configuration</li> <li>• Material Handling Construction specifications create</li> <li>• Construction progress check</li> <li>• Communication Mix</li> <li>• Education and Training</li> <li>• Operating Plan Evaluation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring results</li> <li>• Final Report make-up</li> <li>• Management approval acquisition</li> <li>• Maintenance, repair and control</li> <li>• Withdrawal</li> </ul>

및 에너지 절감방안을 수립하여 추진하여야 한다. 또한 생산관리나 자동창고 등의 관련 물류 환경에 대한 충분한 연계를 통해 자동화 구축 효과를 향상 수 있다. 이 모든 과정은 물류자동화 컨설팅을 통해 수행하는 것이 효과적이다.

본 연구는 K사에서 구축된 물류자동화 구축 Project 사례 분석과 선행 연구들을 바탕으로 밀란 모델과 Stage-Gate 모델을 활용한 물류자동화 컨설팅 방법론을 제안하였다.

향후 연구를 통해 물류자동화 준비특성에 대한 객관성을 확보하여야 할 것이고, 보다 광범위하고 시계열적인 자료를 수집하여 효율적인 물류자동화 시스템의 유효한 영향 인자가 무엇인지 연구할 필요가 있다. 현재 물류자동화 시스템 공급업체들의 컨설팅 방법론에 따른 성과차이에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

**Acknowledgement**

This study has been supported by a Research Fund of Kumoh National Institute of Technology, Korea.

**References**

[1] Cho, J.H., Oh, H.S., Lee, S.J., and Suh, J.Y., Estimating Economic Service Life of Assets by Using National Wealth Statistic. *Journal of the Society of Korea Indu-*

*strial and Systems Engineering*, 2007, Vol. 30, No. 4, pp. 170-181.

[2] Cho, J.H., RT-PCS(unpublished), Lab. of QM and Engineering Valuation, Kumoh Nat'l Institute of Technology, South Korea, 2002.

[3] Cho, Y.Y., Study on improving the labor productivity in Automated production systems [Master's Thesis]. The Graduate School of Engineering, Hanyang University, 2009.

[4] Chung, I., The relationship between procedural elaboration in new manufacturing technology implementation and implementation performance [Master's Thesis]. Korea Advanced Institute of Science and Technology, 1994.

[5] Cooper, R.G., *Winning at New Products*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA., 1986.

[6] Emerging of the Stage-Gate Project management Needs. *CAD and Graphics*, 2010-12, pp. 62-63.

[7] Ha, J.B., The Application of Stage Gate process in New Product Development. *Pyongtaek Review*, Pyongtaek University, 2001, Vol. 15, pp. 185-195.

[8] Hong, I.S., Green SCM is competitiveness of sustainable enterprises, LGERI Report, No. 1158, LG Economic Research Institute, 2011.

[9] Hyun et al., *New Logistics management*, Yulgokbook publishing Co., 2003.

- [10] Jang, Y.S., Quality Determinants and Customer Satisfaction in Consulting Service for Small and Medium Sized Company. *Journal of the Korean society for quality management*, 2011, Vol. 39, pp. 24-33.
- [11] Jo, M.H. and J.U. Seoul, Consulting Process, Book Publishing Saeroun-Jean, 2007.
- [12] Kang, S., Technology Innovation and Automation, Manufacturing Futures Survey Roundtable of Yonsei University, 1998.
- [13] Kim et al., Writing paper with structural equation modeling, Communication Books Inc., 2009, pp. 2-68.
- [14] Kim, J.H., Logistics Rationalization TF team of Hankook Tire R&D Center. *Industrial Engineering Magazine*, 2009, Vol. 13, No. 3.
- [15] Kim, S.E., Study on the Strategic Implementation and Performances of Factory Automation : With emphasis on Advanced Manufacturing Technology [Master's Thesis]. Graduate School of Engineering Yonsei University, 1998.
- [16] KMAC, Process Innovation-SCM Consulting, [http://www.kmac.co.kr/consulting/consulting\\_16g\\_1.asp\(2015-09-14\)](http://www.kmac.co.kr/consulting/consulting_16g_1.asp(2015-09-14)).
- [17] Ko, B.K., Study on the Influential Factor of Factory Automation [Master's Thesis]. Graduate School of Business and Public Administration, Anyang University, 1999.
- [18] Korea Productivity Center, Korea Factory Automation Survey Reports, 1995.
- [19] Lee, C.S., Basics of Manufacturing Automation, Book-shill, 2007.
- [20] Lee, H.S. and Lim, J.H., Structural equation modeling analysis and AMOS 20.0, JypHyunJae Publishing Co., 2013, pp. 1-49.
- [21] Lee, J.W., Suggestions of produce innovation using automation for SMEs. *Science and Technology Policy institute*, 1996.
- [22] Lee, K.B., A Study on the Effect of the Characteristic of the Logistics System on Physical Distribution Performance [Ph.D thesis]. The Graduate School of Sang-Ji University, 2000.
- [23] Lee, M.S., A Warehouse Integration and Productivity Improvement Using Logistics Automation [Master's Thesis]. Industrial Science and Technology Graduate School of Yeungnam University, 2009.
- [24] Lee, S.B., Study for Efficient Design and Construction Plan of Automated Logistic System [Master's Thesis]. Graduate School of Industry, Hanbat National University, 2008.
- [25] Lee, Y.I., Design-in System For a Vendee Purchasing Large Facilities in Limited Demand [Master's Thesis]. Graduate School of Kumoh National Institute of Technology, 2010.
- [26] Melissa, A. Schilling(K.S. Kim, Trans.), *Strategic Management of Technological Innovation*, 2nd ed, McGraw-Hill, Korea, 2008, p. 295.
- [27] Oh, E.T., Study on the effect of Factory Automation to The Labour Class [Master's Thesis]. Graduate School of Chonnam National University, 1991.
- [28] Park et al., Study on the Analysis and Activation Plan for Consulting Industry, Korea Technology and Information Promotion Agency for SMEs, 2011.
- [29] Seoul, J.U. and Jo, M.H., Consulting Practices, Book Publishing Saeroun-Jean, 2006.
- [30] Shim, S.C., An Analysis on the Factors for Technology Commercialization Success and Failure in Korean Small Firm owned by Technical Entrepreneur [PhD thesis]. Graduate School of Kumoh National Institute of Technology, 2014.
- [31] Stage-Gate International, The Stage-Gate® Product Innovation Process, [http://www.stagegate.com/resources\\_stagegate\\_full.php](http://www.stagegate.com/resources_stagegate_full.php), 2015.
- [32] The Korea Chamber of Commerce and Industry, Enterprise Logistics Costs Management System, 1999.
- [33] Yook, K.H., Innovation of Logistics Cost Management, Pulbit, 1998.
- [34] Zeon, G.T. and Hwang, I.K., A Study of SCM Model to set up for SET Electronics Industry. *Journal of the Korean institute of Plant Engineering*, 2015, Vol. 20, pp. 75-83.

#### ORCID

- Jae Ho Ko | <http://orcid.org/0000-0002-6621-1631>
- Jin Hyung Cho | <http://orcid.org/0000-0003-2674-1774>
- Hyun Seung Oh | <http://orcid.org/0000-0002-7773-3750>
- Seong Chul Shim | <http://orcid.org/0000-0003-1746-6862>
- Ji Hyun Ryu | <http://orcid.org/0000-0002-9951-7039>
- Sae Jae Lee | <http://orcid.org/0000-0002-6656-5341>