

# 21세기를 지향하는 생산시스템 IMS



이 춘 식 (생산시스템실 선임연구원)

- '77.2 서울대학교 산업공학과 졸업(학사)
- '79.2 한국과학기술원 산업공학과 졸업(석사)
- '91.2 한국과학기술원 산업공학과 졸업(박사)
- '79.2-현재 한국기계연구원 선임연구원

## 1. 추진 배경

최근 일본의 학계, 산업계 전문가가 중심이 되어 생산기술 분야에서 선진국 사이의 국제공동 연구 프로그램으로 IMS(Intelligent Manufacturing System)가 제창되어 추진되고 있다. 이 계획은 일본을 포함한 선진공업국의 제조업이 안고 있는 다음과 같은 몇가지의 과제를 근본적인 입장에서 해결하려는 시도라고 할 수 있다.

첫째 과제는 제조업을 둘러싼 사회환경의 변화에 대한 대응이다. 여기에는 기능·숙련노동자의 절대수 부족 현상과 기술자, 이공계 학생들의 제조업에서의 이탈 현상, 고령화 사회의 진전에 따른 취업인구의 감소뿐 아니라 세계적 규모의 환경문제 발생 등 제조업의 존립기반이 위협을 받는 상황이 포함되어 있다. 이들은 선진공업국이 공통으로 안고 있는 심각한 문제이며 각국이 협력해 '매력있는 제조업'으로 만들 필요가 있다. 두번째 과제는 국제간의 협조체제를 확립하는 것이다. 국제화의 진전에 따라 무역, 자본투자에 관한 마찰이 심화되고, 한나라의 산업에 의한 세계시장에서의 극도의 우위성 확보는 다른 나라의 산업을 붕괴시킬 가능성이 커지게 되었다. 이러한 상황을 보호주의적인 대응책으로 타개하려는 것은 자유주의 경제의 토대를 붕괴시킬 뿐으로 공존공영을 목표로 선진 각국이 협력할 필요가 있다. 특히 세계 GNP의 15%를 점하고 있는 일본으로서 세계 일류수준인 생산기술 분야에서 적극적으로 국제 공동연구의 주도권을 잡아 국제적인 공헌을 도모할 필요를 느끼고 있다. 세번째의 과제는 제조기술 자체가 가지고 있는 문제로 제조기술이 너무 기업 내부화됨에 따라 표준화, 체계

화되지 못해 제조기술 자체의 진보를 방해하여 사회적 손실의 요인이 되고 있다는 점이다. 이러한 제조업이 안고 있는 제 과제를 일본이 중심이 되어 해결해 경제활동의 근간이 되는 제조업에 활력을 불어 넣고 세계 제조업의 건전한 발전에 기여하기 위해 吉川弘之 일본 東京大學 공학부장과 古川勇二 東京도립대학공학부 교수가 중심이 되어 학계·산업계의 전문가에 의해 IMS 프로그램이 구상·제창되었다. 현시점에서 일본은 이 프로그램을 소요기간 10년, 참여지역의 국가와 기업이 부담하게 될 총사업비 규모 1500억엔 정도로 개당 10~15억엔/3~5년의 프로젝트를 100개 정도 수행할 예정으로 있다.

## 2. IMS 프로그램의 목적 및 목표

### 2.1 IMS 프로그램의 목적

IMS 프로그램의 목적은 선진국간의 국제 공동 연구에 의해 제조업의 수주, 개발, 설계, 생산, 물류, 경영관리에 이르기까지의 전체 제조 과정에 걸쳐 각 장치·라인을 자율화시키고, 이렇게 자율화된 장치·라인을 전체로서 서로 협조하는 형태로 통합시키려는 것으로 (1) 시장적응성, (2) 경제성, (3) 인간 존중성, (4) 자연·사회 적응성, (5) 개방성, 공통성과 같이 종래에는 이중 일부에만 중점이 놓여져 있던 생산기술 개발 개념을 전체가 조화된 형태로 만들려는 것이다. 여기서 자율화된 장치·라인이란 것은 (1) 다른 장치·라인의 자동상황을 인식하고, 이들의 장치군과 제휴하면서 작업하는 기능을 가지고 있으며, (2) 필요에 따라서 중앙관리 소프트웨어의 지시를 받아 현장의 작업을 판단할 수 있으며, (3) 현장의 지식을 가지고 있어 각종 사태에 대해 스스로 적절히 판단해 대처할 수 있는 장치·라인을 말한다. 이러한 IMS 프로그램에서의 자율화된 장치·라인에 비해 현재 FA(Factory Automation)나 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 개념하에서의 자동화장치·라인은 ① 대상이 특정 라인으로 한정되어 있으며, ② 다수의 동작기계, 원자재, 가공품 저장창고등이 라인 형태로 조합되어, ③ 사전에 작성된 프로그

램에 따라서 장시간(24시간 정도) 무인가공하는 정도의 기능만을 갖추고 있을 뿐으로 다음과 같은 한계를 가지고 있다.

즉, ① 라인들이 서로 독립되어 있어 다른 라인, 중앙관리 컴퓨터와 연계되지 못하며, ② 예를 들어 장치에 이상이 발생한 경우 그 내용을 스스로 판단하거나 이상을 복구하는 기능은 가지고 있지 못하고 프로그램의 내용은 가공방법 등 작업내용을 충실하게 기재한 것뿐으로 판단능력은 갖추고 있지 못하다.

### 2.2 IMS 프로그램의 목표

종래 각 기업은 컴퓨터, 산업용 로봇, NC 동작기계 등의 도입에 의한 제조공정, 공장자동화를 추진하여 왔으나 개별 제조공정이 순차적으로 자동화되어 온 까닭에 각 공정 상호간의 관계를 고려한 효율적인 운용이 체계적으로 행해지지 못해 소위 '자동화의 孤島'라는 현상이 나타나고 있다. 이 현상은 예를 들어 미국의 GM사의 추정에 의하면 1980년 GM내 자동화 투자의 50%가 단지 기기의 상호접속을 위한 비용으로 소모되는 결과를 낳고 있다. 이를 제조업 전체로 보면 막대한 중복투자가 행해지고 있는 것이다.

이러한 현상에 대해 IMS 프로그램이 목표로 하는 차세대 제조공정은 국제적으로 호환성이 있는 형태로 수주, 개발, 설계, 생산, 물류, 경영등 각 부문이 각각 지능화되어 외적인 환경변화 등에 유연하게 대응할 수 있고 이들을 네트워크에 의해 탄력적으로 통합해 제조업의 기업활동 전체적인 입장에서 가장 효율적인 생산시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있으며 그 개념도는 다음 그림과 같다. 구체적으로 이 시스템은

- 자율화된 모듈 단위로 구성되며,

- 각 모듈은 제조라인 전체 관리 시스템에 의해 통합관리되는 형태가 상정되어 있다. 여기서 모듈이란 (1) 판단, 제어, 학습, 통신 기능이 집약되어 있어 전체 시스템의 진도상황, 그안에서 자신의 역할을 인식해 최적으로 행동하는 자율협조 기능을 가지고 있으며, (2) 제조업자, 종류를 불문하고 모듈간 상호접속성이 확보되어 있고, (3)

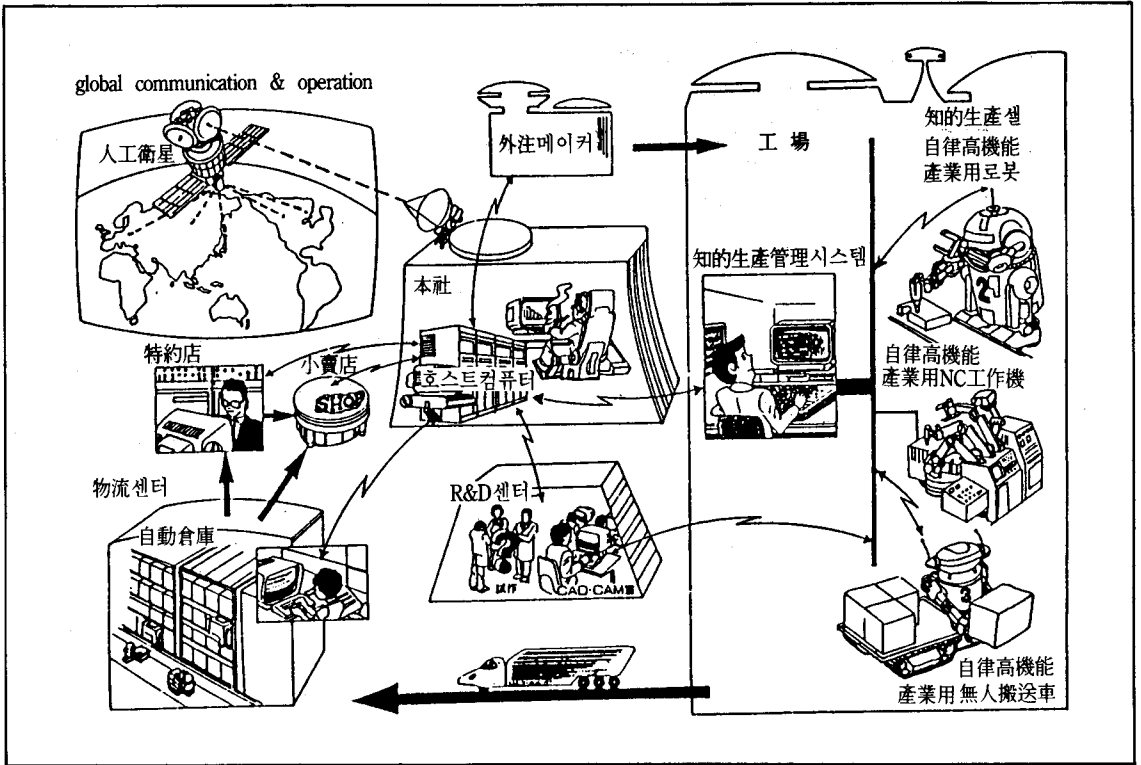


그림 1. IMS 도입 미래 공장개념도

목적에 따라서 계층적으로 조립·분해가 가능한 계층구조 특성을 갖춘 차세대 생산라인을 구성하는 일단의 기능요소군으로 정의하고 있다. 각 모듈을 위에서 통합관리하는 생산통합시스템은 제품의 가공·조립상황과 제조환경을 완전하게 컴퓨터내에 모델로 구축한 소프트웨어로 일종의 대규모 가상공장의 시뮬레이터 모델적인 성격을 가지고 있다.

### 3. IMS 프로그램의 내용

IMS가 대상으로 하는 기술범위는 제품을 생산하는데 필요한 기업활동 전반에 걸친 것으로 비교적 대상범위가 명확한 생산에 관련된 분야로 한정해 다음과 같은 세가지 기술 분야의 개발을 내용으로 하고 있다.

#### (가) 현용기술의 정비·체계화

생산기술을 학문적으로 정비·체계화함에 의해 생산기술의 상호이용, 기술이전 및 기술융합을

용이하게 하려는 목적하에 (1) 제품설계에 관한 기술의 정비·체계화와 (2) 생산현장의 가공·조립작업 등에 관한 기술의 정비·체계화의 두가지로 구성되어 있다. 구체적으로는 과거의 데이터·정보의 지식획득 절차, 記述方法, 그 결과를 인공지능을 응용해 자유자재로 검색할 수 있도록 정비·체계화하는 수법을 개발하려는 것으로 제품설계는 요소부품의 설계 데이터, 해석 데이터, 이력 데이터를 기초로 주어진 기능을 최대한 발휘할 수 있도록 요소부품의 형상, 가공방법, 조립방법등을 규정한 설계도면, 공정도면, 조립도면등을 설계하는 것으로 규정하고 있고, 가공·조립에 관한 기술의 체계화는 가공, 조립, 검사등의 운용방법에 대한 숙련기술자의 지식, Knowhow를 대상으로 하고 있다.

#### (나) 현용기술 및 차세대기술의 표준화

현 시점에서 이미 가공장치분야, 조립장치분야, 계측분야 등에서는 각각 독립적으로 장치간의 Interoperability 등의 표준화는 상당히 진전되어

있다. 현재 차세대 제조공정의 개발과 관련해 이미 상당한 개발이 진행되고 있다고 생각되는 제조 공정에서의 물류시스템, 정보데이터 압축, 전송, 축적 기술의 표준화를 내용으로 구체적으로는 ID (Identification) 메모리 등의 데이터 Format, 입출력 Format의 표준화, 통신형태와 물리적 조건의 표준화 등이 포함되어 있다.

## (다) 차세대 생산기술 개발

21세기를 시향한 새로운 생산기술의 개발을 내용으로 다음과 같은 세부과제가 도출되어 있다.

### ① 제조공정의 구성요소에 관한 기술

제조공정 전체의 관리를 가능하게 하기 위해 "자율협조기능을 가지며, Interoperability를 갖춘 모듈의 모델"을 개발하려는 것으로

- 모듈의 설계방법 개발(기능, 인터페이스, 구조 등)

- 모듈의 모델 Prototype 구축(예: 기계가공 모듈, 설계 모듈, 조립모듈 등)

- 생산통합시스템과의 접속, 검증, 평가

- 모듈의 모델화(구비해야 할 기능, 인터페이스 조건 등의 추출)을 세부내용으로 하고 있다.

### ② 생산시스템 전체의 운용·관리에 관한 기술

모듈로 구성되는 제조공정의 설계, 관리, 보수 등을 통합적으로 관리하는 생산통합시스템 모델의 개발로

- 제조공정의 관리시스템의 구조설계 방법 개발

- Prototype의 구축

- 모듈의 Prototype에의 접속, 검증, 평가

- 생산통합시스템의 모델화(구비해야 할 기능, 인터페이스 조건등의 추출)

이 그 세부내용으로 되어 있다.

### ③ 제조시스템의 구축방법에 관한 기술

하위 모듈과 상위의 생산통합시스템과의 최적 역할 분담을 기준으로 조합시킨 최적 Architecture 모델 개발로

- Architecture의 설계방법 개발

- Architecture 모델의 Prototype 개발

- Architecture 모델과 모듈, 통합시스템 모델과의 검증, 평가

- Architecture의 모델화(구비해야 할 기능, 인터페이스 조건등의 추출)을 세부내용으로 하고 있다.

## 4. 경위 및 추진체계

### 4.1 경위

- 1990년 5월 4일 워싱턴에서 개최된 제2회 미·일 과학기술협력협정 합동 고급위원회에서 IMS에 관한 미·일 협력을 동 협정의 틀안에서 행할 것에 대해 합의.

- 동년 5월 14일 브뤼셀에서 미, EC, 일의 대표자가 모여 IMS에 대해 그 의의를 인정하고 향후 3자의 합의하에 진행할 것을 확인.

- 동년 11월 19~20일 동경에서 미, EC, 일(캐나다, 호주, EFTA가 옵저버로 참가) 3자에 의한 제2회 회의를 개최해 IMS의 일반원칙, 타당성 조사 (Feasibility Study, 이하 F/S)의 진행방법 등에 관한 의장보고를 청취.

- 이후 F/S를 시행함에 있어 기본적인 개념을 기재한 TOR(Terms of Reference)이 1991년 9월 미국측에 의해 취합되어 최종안으로 각국에 제시되어 합의.

TOR의 주요 내용은 다음과 같다.

- F/S의 참가자는 호주, 캐나다, EC, EFTA, 미국, 일본으로 함.

- F/S는 위원회에 의한 조사연구와 Test Case의 실시 두가지로 구성.

- 위원회로는 프로그램의 실시체제, 자금분담 등에 대해 검토할 국제운영위원회, 기술적 사항에 대해 검토할 국제기술위원회, 지적재산권의 검토를 위한 국제지적재산권위원회를 두고 앞의 두 위원회는 각지역 5명씩의 대표로 구성.

- F/S 기간은 1년반 내지 2년.

- 1991년 12월 9~10일 스위스에서 F/S에 대한 일정, 사무국체제 등에 관한 조정이 이루어짐.

- 1992년 2월 24~25일 캐나다의 토론토에서 제1회 국제운영위원회가 개최되어 Test Case 실시의 대체적인 일정이 정해짐.

-1992년 4월 14~15일 제1회 국제기술위원회가 동경에서 개최되어 F/S로 실시하는 Test Case의 기술과제 등에 대해 커다란 진전을 봄.(구체적인 내용은 다음을 참조, 이후의 경위에 대해서는 자료를 입수하지 못하고 있다.)

■제1회 IMS 국제기술위원회 중요 결과

○Test Case의 기술과제에 대해서는 각 지역에서 표명한 관심사항이 실행될 수 있도록 아래와 같은 6가지 기술분야를 선정.

- (1) Enterprise Integration
- (2) Global Manufacturing
- (3) System Component Technologies
- (4) Clean Manufacturing
- (5) Human & Organizational Aspects
- (6) Advanced Materials Processing

○Test Case의 선정기준에 대해서는 TOR에 규정되어 있는 사항의 해석방법에 대해 합의하고 다음 사항을 추가하기로 함.

- (1) Test Case의 기술과제와의 정합성
- (2) Test Case의 Modality와의 정합성
- (3) 기술적 관점에서 성패 평가방법의 적절성
- (4) 기술이전계획의 적절성
- (5) 기술요소에 대한 정보

○Test Case의 평가절차에 대해서는 각 지역의 사무국이 6월 중순까지 관심을 표명하고 이를 "List of Interested Entities"로 타 지역에 알리도록 함의. Test Case의 기술과제는 제2회 국제기술위원회에서 심의하고 그 결과를 제2회 국제운영위원회의 승인을 얻은 후 3개월의 기간으로 구분해 계획서를

모집(Call for Proposals)키로 함. 응모결과는 우선 지역사무국에서 예비적인 심사를 거친 후 제3회 국제기술위원회에서 심의해 결정하고 이를 국제운영위원회에 권고키로 함.

4.2 IMS 프로그램 추진체제

각 지역의 기업, 대학, 연구기관이 국제 컨소시엄을 구성해 기존의 연구시설을 활용해 분산 또는 집중연구를 수행하고 향후 IMS 프로그램이 진전됨에 따라 과제에 따라서는 국제공동연구소를 설치해 각국의 연구원이 모여 공동연구를 수행하게 한다는 연구개발체제의 구축을 고려하고 있으며 일본내의 IMS 추진의 핵심기관으로 1990년 4월 1일 재단법인 국제 로봇·FA기술 센터내에 IMS센터를 새로 설치하였다. IMS센터의 사업으로는 산업계, 학계 등의 전문가로 구성된 그림과 같은 위원회 활동과 조사·연구 활동, 보급·홍보활동을 하고 있다. 이중 조사·연구활동으로는 1991년 2월에서 7월까지 東芝, 三菱電機, 日立製作所, 東洋 엔지니어링, 富士電機를 리더로 하는 5개 그룹에 의한 IMS 프로그램의 기술내용에 대한 상세한 사전조사연구의 검토결과를 받아 현재 차세대 기술, 정비·체계화, 표준화 3분야 21과제를 선정해 일본이 수행할 F/S 조사연구와 국내의 IMS 관련 동향조사를 진행하고 있다(이중 1992년 1월 25일 현재 체제가 확정된 과제는 다음 표와 같다).

보급·홍보활동에는 각종 심포지움, 회원교류회, Workshop 등의 개최와 기관지 발행, 성과물(보고서)의 간행등이 포함되어 있다. IMS 센터는 회

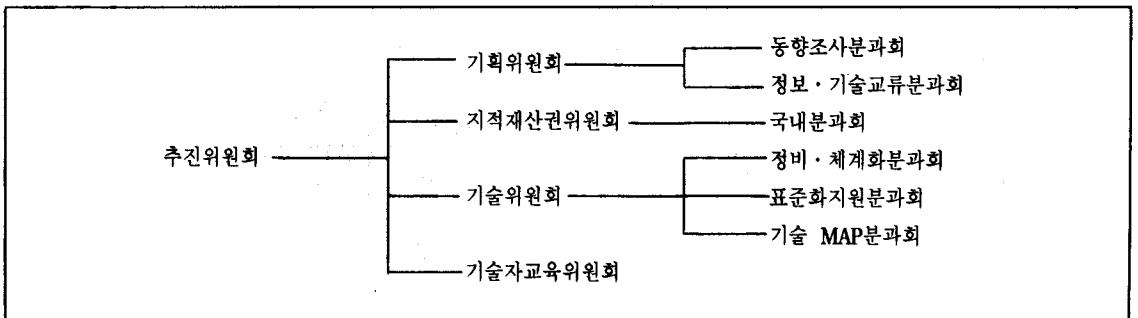


그림 2. IMS 센터내의 위원회 조직도

표 1. 일본내 추진체제가 확정된 F/S 과제 목록

| 分野 · 開發課題  | 주 계약자          | 參加會員  |  |   |
|--|----------------|---|--|---|
|  |                | 企 業   | 大學 · 研究機關  |   |
| A-I-1<br>次世代 製品技術에서<br>본 生産시스템 모델<br>開發          | 東洋 Engineering | OMRON<br>鹿島建設<br>DAIKIN工業<br>豐田工技<br>TOYOTA自工<br>日本IBM  | 富士 ZEROX<br>MAZDA<br>三井造船<br>山武 HONEYWELL<br>橫河電機<br>RICOH | 大阪大<br>關西大<br>機械振興協技研<br>機技研<br>電総研<br>東京大<br>東大生研<br>東大生研<br>名古屋大          |
| B-III-3<br>生産시스템의 計劃<br>評價手法 標準化                 | 三洋電機           | 清水建設<br>大成建設<br>大日本 SCREEN                              | 日本電裝<br>富士電機<br>牧野 MILLING                                 | 機械振興協技研<br>神戶大<br>静岡大<br>東京都立大  |
| A-I-2<br>次世代 生産시스템<br>構築要素 研究開發                  | 日立製作所          | OKUMA<br>沖電氣<br>CANON<br>東芝<br>日立精工                     | FANUC<br>松下電器<br>三菱 MATERIALS<br>安川電機<br>YAMAZAKI MAZAK    | 九州工大<br>千葉大<br>京都高度技研<br>慶応大<br>神戶大<br>埼玉大<br>東京農工大<br>北海道大<br>橫濱国大<br>早稻田大 |
| B-I-1<br>機械加工用 센서<br>Fusion 開發                   | 三菱 MATERIALS   | NTN<br>日立精機   |  | 慶応大<br>神戶大<br>名古屋大  |
| B-I-4<br>超 Flexible 搬送<br>시스템 開發                 | 日立造船           | 鹿島建設<br>CALBEE<br>川崎重工<br>清水建設<br>大成建設<br>DAIFUKU       | 豐田自動織機<br>間組<br>富士通<br>三井造船<br>村田機械                        | 京都大<br>名古屋大   |
| B-I-6<br>組立用知能 모듈<br>開發                          | 三菱電機           | CANON<br>千代田化工<br>日産自動車<br>日本電氣<br>山武 HONEYWELL         |  | 京都高度技研  |
| B-I-7<br>外觀 自動檢査시스템<br>開發                        | 川崎重工           | OMRON<br>KUBODA<br>三洋電機<br>SHARP<br>東洋紙業<br>新瀉鐵工所       | 日揮<br>日産自動車<br>日本板硝子<br>HONDA ENGINEERING<br>松下電器          | 東大生研<br>東農工大  |
| B-III-1<br>自律生産 시스템에서의<br>Tooling 標準化            | 住友電工           | OKUMA<br>CANON<br>日立精機<br>不二越<br>三菱 MATERIALS           |  | 神戶大<br>北海道大   |
| A-I-3<br>自律分散型生産시스템의<br>情報시스템 아키텍처와<br>情報處理 技術開發 | 富士電機           | 大林組<br>川崎重工<br>KUBODA<br>KOMATSU                        | 日揮<br>富士通<br>古河電工<br>HONDA<br>ENGINEERING                  | 京都大<br>神戶大<br>静岡大<br>東京都立大  |
| A-III-1<br>物流 및 物流管理 技術<br>標準化                   | 日本電裝           | NKK<br>OMRON<br>神崎製紙<br>SHARP<br>DAIFUKU<br>竹中工務店<br>東芝 | TOYODA自工<br>日産自動車<br>富士通<br>富士電機<br>HONDA ENGINEERING      |   |

원제도를 도입하고 있으며 실제의 연구개발에 참여하는 기업으로 구성되는 핵심회원(자금협력 1,200만엔/년, 1992년 3월 5일 현재 67개사)과 단지 IMS의 취지에 찬성해 지원하는 지원회원(자금협력 100만엔/년, 현재 22개사)과 기타 대학, 공공연구기관으로 구성되는 특별회원(현재 28개 단체)으로 구성되어 있다. 이들은 각종 위원회와 분과회에 참가하게 된다.

## 5. 맺음말

공식적인 배경하에서 IMS는 철저히 선진국 소위 OECD 가맹국 사이의 국제 공동연구로 세계 3대 기술블록인 미국, 일본, EC의 기술동맹으로 볼 수 있다. 우리나라와 같은 개발도상국들에는 이들의 공동연구에 의해 세계경제가 활성화 되고 자본의 환류가 이루어져 그 결과가 발전도상국에도 영향을 미치게 되어 기술 교류도 생기게 된다는 극히 피상적·우회적 입장을 취하고 있어 적극적인 참여는 전혀 배려되어 있지 않다. 그러나 IMS 프로그램의 추진배경에서 지적되고 있는 선진국

에서의 제조업이 안고 있는 문제점은 분명 현재 또는 가까운 장래에 우리에게도 나타나게 될 문제점이다. 이에 제조업의 국제경쟁력 강화방안을 모색하고 있는 우리나라도 IMS 프로그램에 강한 참여의사를 보였으며 일본측에서도 개발도상국에 대해 어떠한 형태의 기술이전을 할 것인가를 조사하고 있으나 간접적 기술이전 형태가 아닌 적극적인 참여방안을 정부차원에서 모색하여 추진해야 할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 前崎雄彦, IMS 國際共同 프로그램について, 日本機械學會誌, Vol. 94, No. 868, 15~21, 1991.
- [2] Robotics and Factory Automation Center, IMS Promotion Center Pamphlet, 1992.
- [3] Robotics and Factory Automation Center, IMS 國際共同 프로그램의 推進 Ver.3, 1990.
- [4] 日本 通商産業省, IMSについて, 1991.
- [5] IMS Center, IMS, Vol. 3, No. 1, 1992.