

技術資料

## 주조공장의 자동화와 경영전략(2)

최 상 호

### Foundry Factory Automation and Management Strategy(2)

S. H. Choi

#### 3. 주물공장 자동화(FA)의 본연의 자세

현대는 시스템화의 시대이다. 반도체기술을 중핵으로 하는 일렉트로닉스 기술의 경이적인 진보에 따라 생산공장의 어느 설비를 보아도 이제 컴퓨터가 결합되지 않은 것을 찾아보기 어려울 정도이다. 그리고 그 각각이 시스템이라는 타이틀을 갖고 있다.

시스템이란 「그것을 구성하는 요소가 체계적으로 통합되어 목적을 향해 조직적 파워를 발휘할 수 있는 형태」라고 정의할 수 있다. 이 정의에 따르면, FA(Factory Automation)는 「시스템」이어야 한다. 왜냐하면 자동화 기기, FMS, CAD/CAM, AVG 등이 체계화, 조직화, 통합화된 것이 FA이기 때문이다. FA는 상위 레벨에서 더 시스템화하여 CIM(Computer Integrated Manufacturing)으로 나갈 것이다. 어쨌든 FA의 본연의 모습을 논의 할 때 「시스템화」를 그 중심 화제로 진행해야 한다.

여기서는 FA의 발전 역사를 보고 FA에 무엇이 요구되는지를 명확하게 하려 한다. 다음 21세기로 향해 차세대 FA의 개념을 여러 각도로 검토하며 그 사례를 소개한다. 끝으로 새로운 FA를 구축하기 위한 기술개발과제를 추출하고자 한다.

#### 3.1 기술혁신과 FA의 변천

##### 3.1.1 기반기술의 개발기(1970)

FA의 역사의 하나는 NC공작기계 개발로 거슬러 올라간다. 이것은 미국 MIT에서 1952년에 개발한 것이 시작이다. 이어서 머시닝센터(Ma-

chining Center)가 미국에서 개발되고 1967년 영국의 모린스사의 유명한 “씨스템 24”가 발표되기에 이르러 FMS(Flexible Manufacturing System)의 탄생을 보게 되었다. 한편, 플레이백(Play Back)로봇1호기가 1962년에 탄생하여 미니컴퓨터의 개발과 생산공장에 적용과 함께 FA 기반기술의 개발이 왕성하게 되었다.

##### 3.1.2 FMS 성장기(1970~1975)

NC공작기계는 이전의 DNC(Direct NC)에서 CNC(Computer Controlled NC)로 변하고 APT(Automatic Programming Tool)와 같은 자동 프로그래밍 시스템도 개발되었다. 또 하나 간과할 수 없는 것은 릴레이 제어반에 대신하는 프로그래머블 로직 컨트롤러(PLC)의 등장이다. 이것에 의해 설비의 고장진단 기술의 발전으로 이어져 오늘날 융성하게 되었다. 또 플레이백 로봇이 도입되기 시작하여 FMS는 대기업을 중심으로 각공정의 부분 씨스템으로 조금씩 나타나기 시작하였다.

##### 3.1.3 FMS보급기(1975~1980)

이시기부터 각종 기업에서 FMS가 본격적으로 도입되어 플레이백 로봇과 결합한 FMC(Flexible Manufacturing Cell)도 등장했다. 또 플레이백 로봇은 주로 자동차 생산공장의 스폿용접으로 대량으로 쓰이고있다. 공구자동교환장치와 소형 PC등 주변장치의 개발도 잇따라 생산에서의 FMS의 중요성 전략성이 경영적으로도 인지되게 되었다.

##### 3.1.4 FA성장기(1980-1985)

플레이백 로봇의 도입이 조립공정 등 새로운 공정에 적용되기 시작했다. 이것은 시각이나 촉

각센서를 갖춘 로봇이 나타났기 때문이다. 또 이 시기에 AGV(Automated Guided Vehicle)이 주목을 끌기 시작하여 물류의 플렉시블(Flexible)화가 진보함으로써 더 큰 FMS의 통합 즉 FA로의 통합화가 시작되었다. 한정된 범위의 가공 조립을 하는 공장에서는 자동창고와 결합한 야간 무인공장도 출현했다.

3.1.5 FA통합화, 고도화기(1985-현재)

FA에 재검토가 시작되었다. 즉 FA의 경직성이 지적되어 시스템 통합화를 위한 각종 표준화 작업이 세계규모로 시행하게 되었다. MAP/TOP는 그대표적인 예이다.

또 기계의 지능화의 연구도 인공지능(AI)을 중심으로 진행하여 플레이백 로봇에 대신하는 지능 로봇도 조금씩 등장하고 있다. 한편, 더 넓은 기업 활동을 컴퓨터에 의해 통합하려고 하는 CIM구축에 들어가기 시작하여 현재 시스템화 시대를 맞게 되었다. 그림 1에 FA기술의 변천을 나타냈다.

3.2 새로운 FA의 개념

3.2.1 차세대 FA의 구상

90년대는 21세기로 향한 큰 변화의 기대가 된다고 한다. 즉 기술혁신, 특히 마이크로 일렉트로닉스 기술과 정보통신 기술의 혁명적인 진전으로 사람들의 생활이 일변하여 소비자 요구의 다양화를 초래하는 동시에, 제품의 라이프사이클이 극도로 짧아진다는 것이다.

이것이 말하자면, 현재의 생산활동의 세계에 존재하는 「시간의 벽」 「공간의 벽」을 넘어서, 언제 어디서나 자신과 필요한 정보와 물건을 입수할 수 있는 「리얼타임」 세계를 구축하는 것이다.

한편, 엔고와 이에 따른 생산공장의 현지화, 아시아 NIES 국가의 뒤쫓음등으로 「고부가가치」 상품의 생산으로 전환하지 않을 수 없다. 즉 지금까지 100원짜리 물건을 95원으로 하는 노력을 쌓는 것이며 앞으로는 100원짜리 물건을 200원, 300원에도 팔리게 하는 노력이 필요하다.

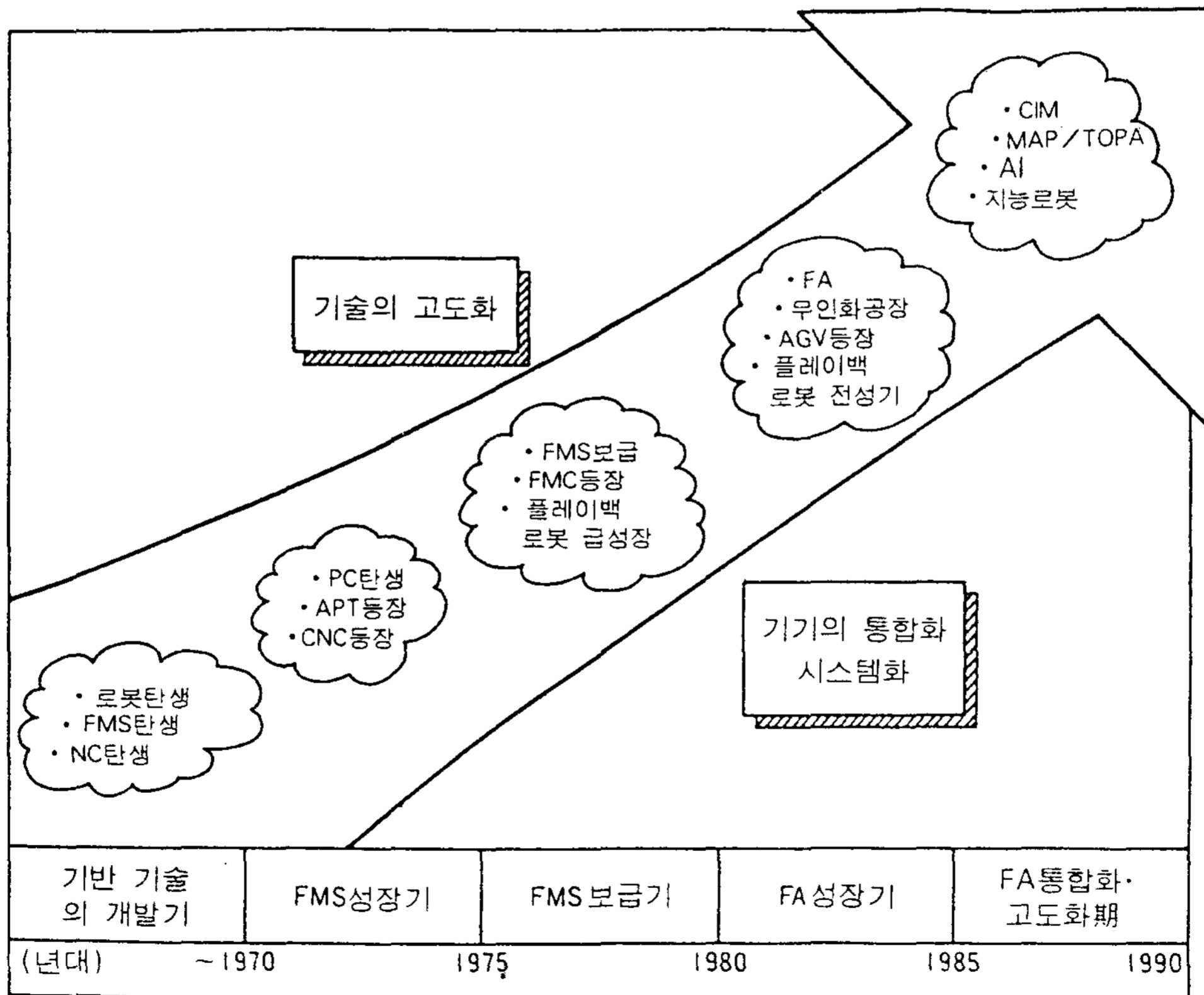


그림 1. FA의 변천

이러한 배경을 감안할 때, 90년대부터 21세기에 걸쳐 FA는 어떻게 되고, 어떻게 해야 하는지 그 콘셉트를 추구하려는 시도가 각종 학회, 단체에서 진행되고 있다. 여기서는 그 중에서 2가지 예를 소개한다.

3.2.2 홀로닉 생산시스템

일본 전자공업진흥협회에서는 미래의 공장시스템(Future Factory System, 이하 FFS로 약한다)의 개념 및 그 평가 방법에 대한 검토를 하고 있다. 1988년 3월의 보고서에서 제안한 「홀로닉 인터그레이션」의 콘셉트, 또 이것에 의한 「홀로닉(Holic)생산시스템」의 존재형태는 차세대 FA를 생각하는 데 있어 중요한 시사를 한다. 아래에 그 개요를 설명한다.

「현재의 계층 구조의 CIM과 FA」에는 다음과 같은 문제점이 지적되었다.

- ① 정보가 집중화되고, 동시에 1방향적이다.
- ② 1개의 고장이 전시스템에 영향을 준다.
- ③ 융통성과 시스템의 확장성이 적다.

그래서 최근에는 집중, 계층방식에서 분산, 병렬방식을 시도하고 있다. 그림 2에 분산화로 나가는 시스템의 동향을 나타냈다.

앞으로의 가공조립 산업에서는 소비자 요구의

다양화, 개성화에 따라 「수주품에 아주 가까운 제품」으로 제품의 주체가 바뀔것이다. 이러한 제품을 「커스터마이징」제품이라 한다. 즉 기본요소와 오리지널 요소를 요구에 맞추어 복합화함으로써 소비자에게는 수주품의 분위기를 가미하는 것이다.

커스터마이징 제품은 다품종소량이라기 보다는 변종 변량 생산이라고 하는 것이 좋은 생산형태를 취한다. 여기서는 완전 무인화 공장보다도 사람을 시스템안에 채용한, 사람의 지혜를 살리는 시스템이 필요하게 된다.

또 생산시스템은 변종변량에 대응하기 위해 자기 증식, 쇠퇴 기능을 갖는 것이 필요하다. 이를 생산설비 등의 하드웨어에는 「자기변태(Metamorphic)」기능을 갖게 된다. 「자기변태」란 하드웨어적으로는 모듈러 설계에 의한 기능교환을 나타내고, 제어·관리 기능(소프트웨어)면에서는 하나의 설비, 하나의 시스템이 그 자체에서 자율하는 것이 필요하다. 즉 자율기계(Metamorphic Autonomous Machine)일 것이 요구된다(그림 3).

이와같이, 「변태가 가능한 하드웨어 기기가 각각 자율적으로 분산 제어되어, 이것들이 전체적으로 조화를 갖고 통합화한 생산시스템」만이 커

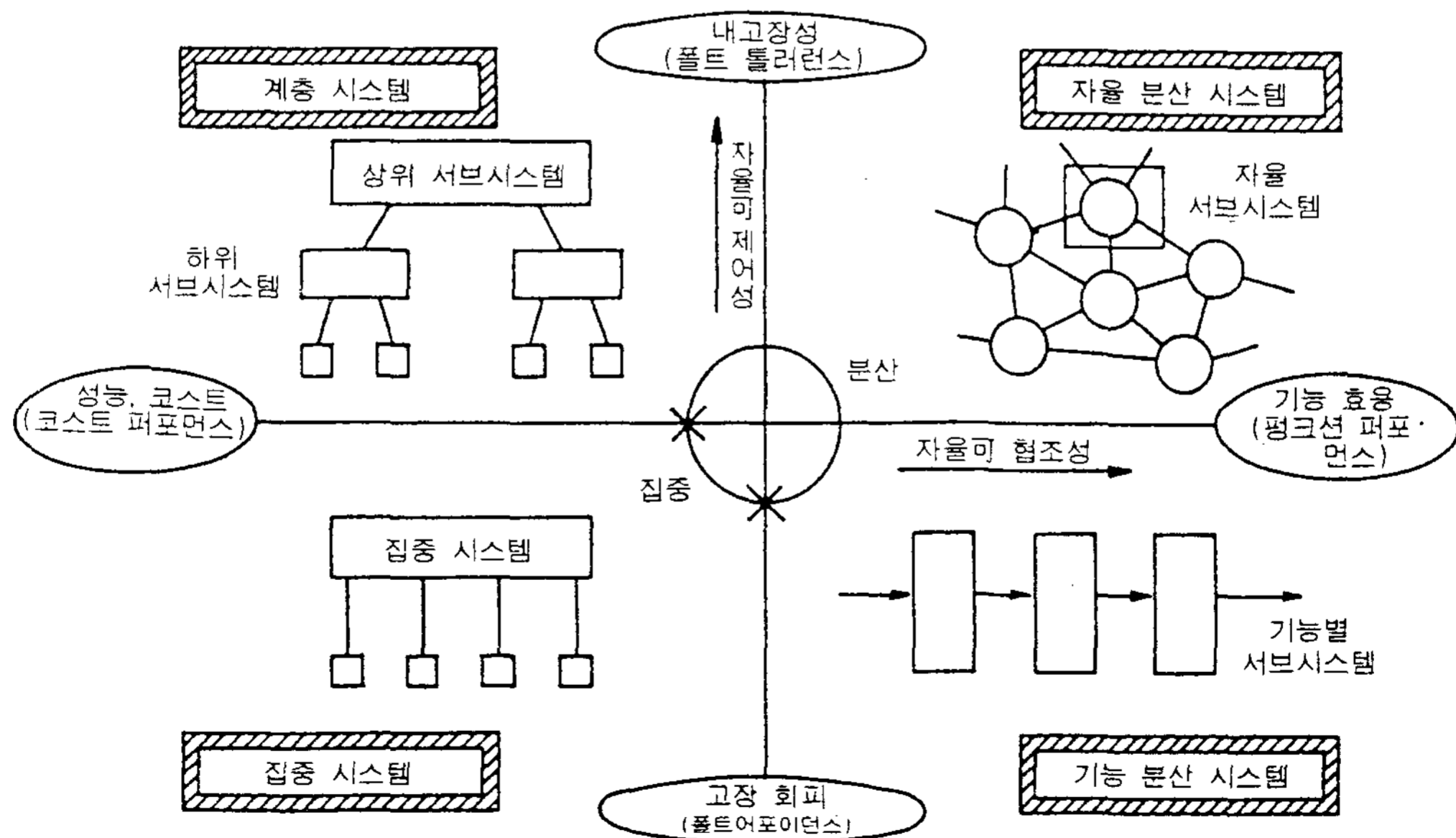


그림 2. 분산화로 나가는 시스템의 동향

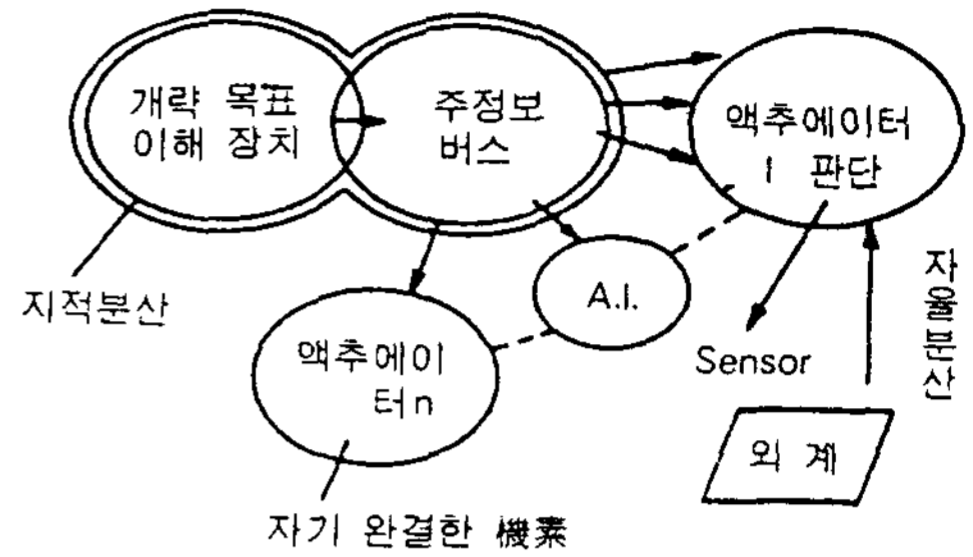
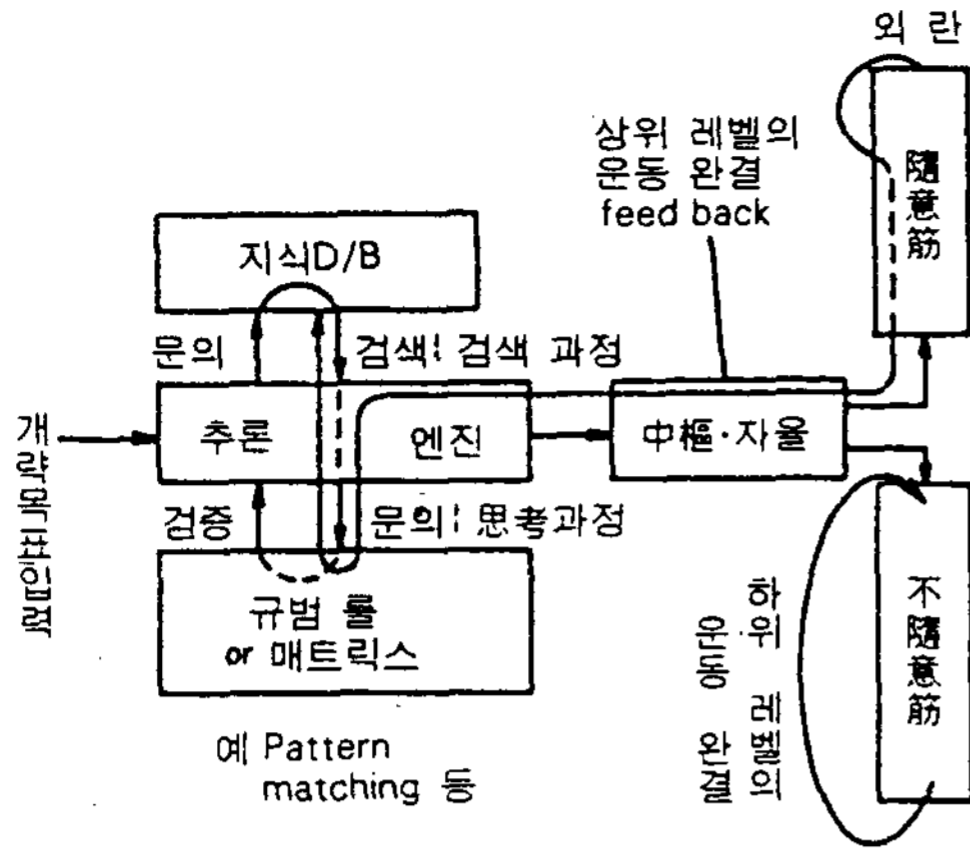


그림 3. 자율기계

스터마이징 제품을 변종변량 생산할 수 있는 형태이다. 이것을 「홀로닉 생산 시스템」이라 부른다.

홀로닉은 홀론에서 파생한 용어이며 홀론(holon)이란 그리스어로 「전체」를 나타내는 "holes"와 「個」를 나타내는 "-on"을 합성하여 A. 캐스트러가 만든 말이다. 홀로닉이란 「전체와 個의 조화」이며 고도의 자율적 행동을 하는 동시에, 시스템의 구성요소로서 시스템 전체의 목표를 달성하기 위해 협력하지 않으면 안되는 성격을 가진 존재이다.

홀로닉 생산시스템의 개념은 FA/CIM구축에 의한 시스템 경직화의 폐러독스에 대한 하나의 해답이다. 여기서 제안하고 있는 분산 제어, 자율기계, 사람을 활용하는 시스템 등의 기술은 차세대 FA구축에 핵심 테크놀러지가 될 것이다.

3.2.3 차세대 FA시스템

국제 로봇·FA기술센터(IROFA)에서는 「고도 기술집약형 산업 동향조사(차세대 FA시스템 동향 조사)」를 실시하고 있다. 이 조사에서는 21세기 초의 FA시스템은 어떠한가 하는 동향을 조사 연구하고 있으며, 여기서는 1988년 3월의 보고서에 의거한, 차세대 FA시스템의 존재 형태를 알아 본다.

① 소비지(地)밀착형·분산 배치 공장

앞으로의 소비자 요구의 동향을 생각하여 라인 체제에 의한 효율적이기는 하나 유연성이 없는 시스템보다도 시시각각 변화하는 소비시장의 동

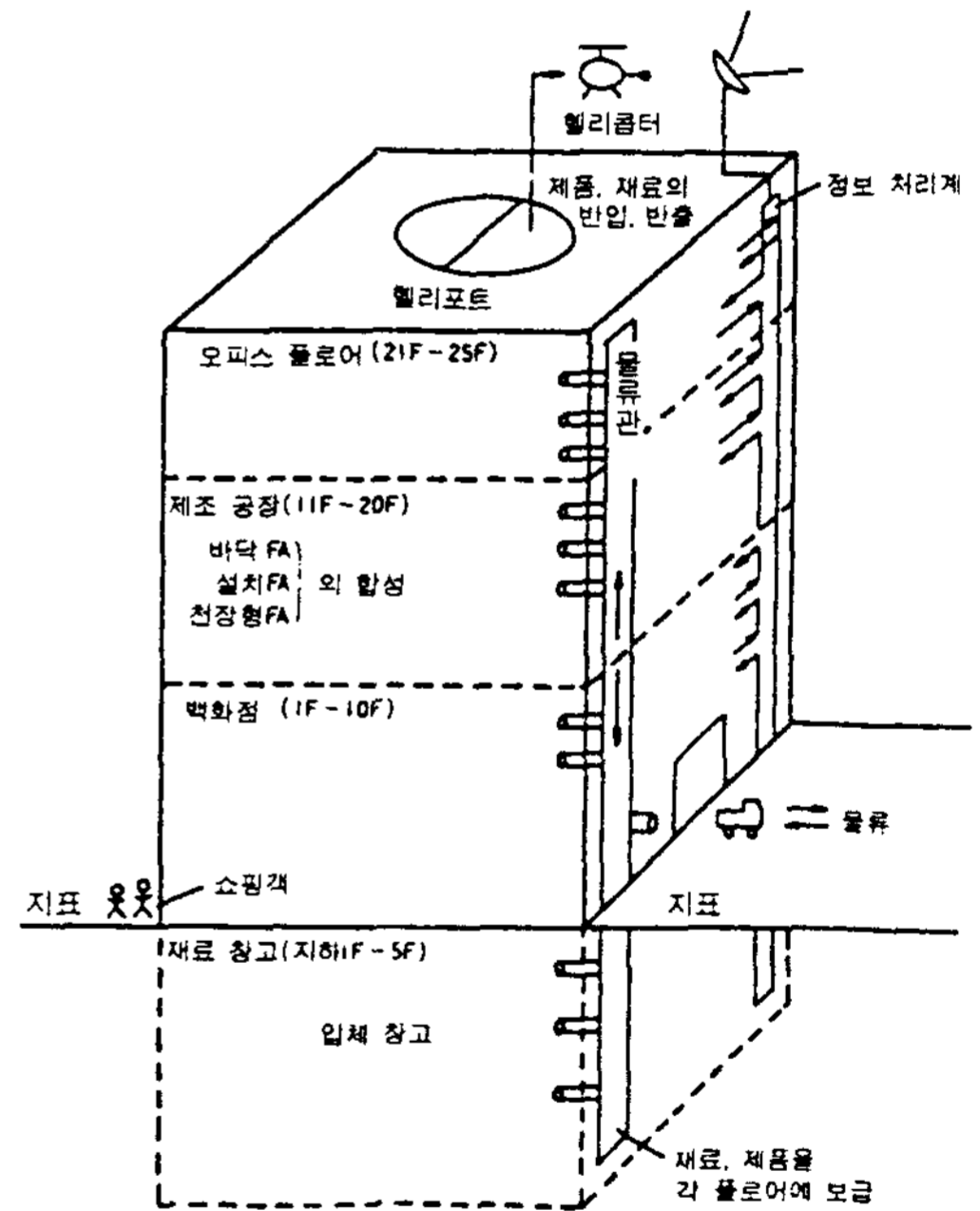


그림 4. 인텔리젠트 빌딩공장

향에 민감한 융통성이 높은 생산체제가 요구된다. 이것은 마켓인의 생산사상, 즉 수요쪽 우위의 생산체제로 이행하는 것을 의미한다.

물건이 생산되어 소비자에게 건내기 까지의 물류 단계의 코스트를 삭감하려고 하는 움직임이 있다. 바로 생산, 바로 소비라는 시간적 유통거리를 단축화하여 생산 거점을 될 수 있는 대로 포인트 오브 세일즈(point of sales)에 접근하려

고 하는 움직임이 심해질 것이다.

한편, 집중화 공장에서 지역분산형 배치 공장으로 변화하는 움직임도 나타날 것이다. 또 소비자의 손수 만드는 감각에 대한 요청이 강해져 제품에 따라서는 생산의 최종 단계인 조립 공정이 소비자의 손에 맡겨지는 제품도 나타난다.

이와같은 콘셉트의 플랜 하나를 그림 4에 나타냈다. 이 「인텔리전트 빌딩 공장」은 빌딩의 저층 부분이 백화점이 되고 고층 부분은 백화점에서 팔고 있는 제품의 생산공장이 되고 있다.

또 이와같은 공장에서는 업종이 다른 공장이 동거하는 현상이 생겨 새로운 공장 설비를 낳을 가능성을 갖고 있다.

② 패키지화

소프트웨어 개발에 있어 효과적인 기법이 된 패키지화, 또는 모듈화가 공장시스템에도 적용하게 된다. 예를들면, 그림 5와 같이 모듈이 유연하게 대응하여 공장을 구성해 나가는 것이다. 어쨌든 기동성, 유연성이 뛰어난 패키지화공장이 개발될 가능성이 높다.

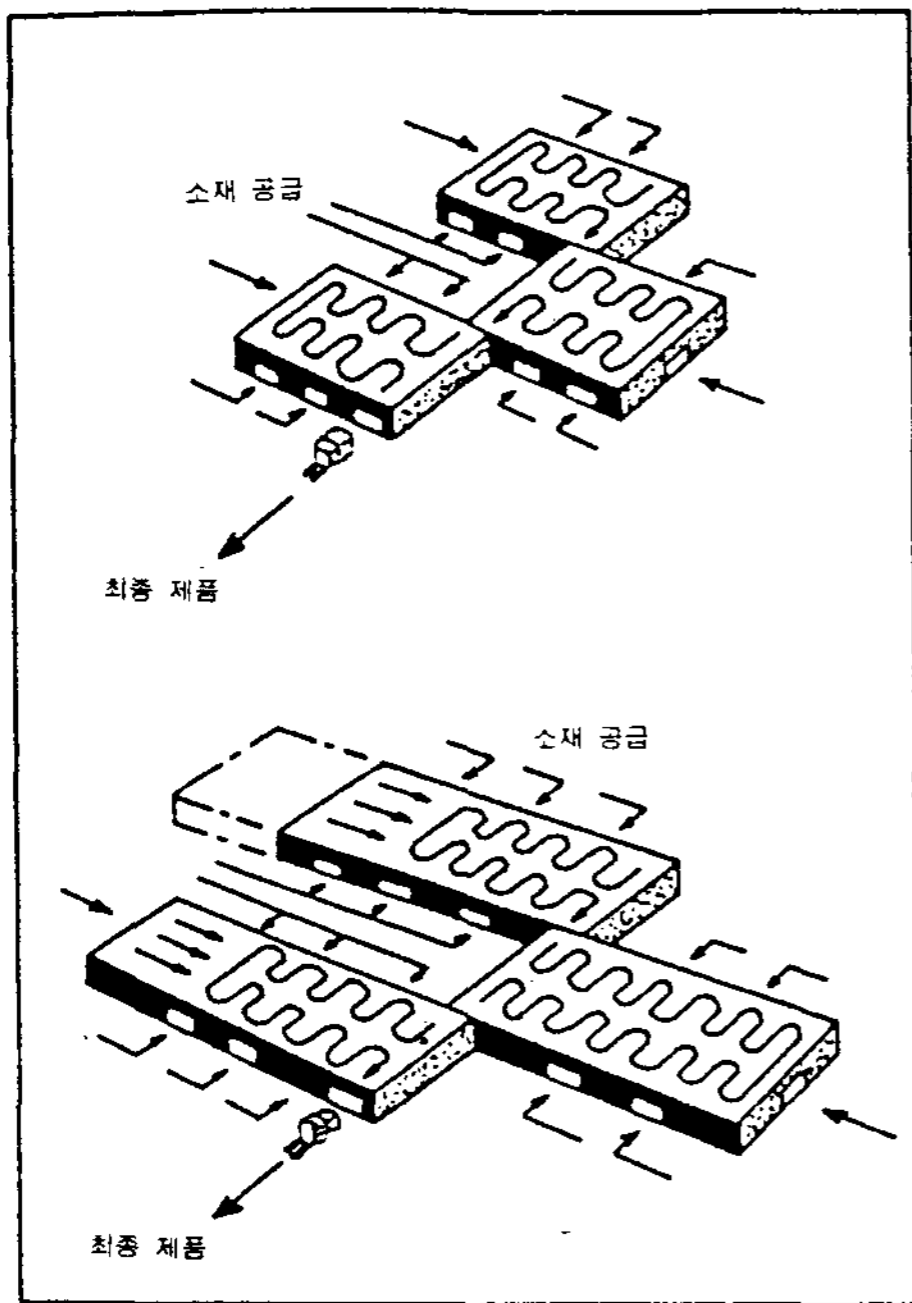


그림 5. 공장기능의 모듈러 구성개념

③ 지하, 해상, 우주의 이용

환경 문제, 식품문제, 대도시권에서의 지가 상

승 문제 등으로 인해 지하, 해상, 우주 등의 뉴프런티어 개척이 착수될 것이다.

각각의 특징을 열거한다.

가) 지하...항온항습, 차광성, 내진성, 내압성 등

나) 해상...대규모 건축물, 이동가능, 지상과의 위화감이 적다 등

다) 우주...지구를 한 눈에 바라봄(통신위성), 무중력, 초진공, 고온과 저온, 우주선 등

④ 이동가능 공장

지방도시의 재개발이 진전하여 생산거점 자체가 소비지(地), 소비자의 근접지로 이동해 간다. ①의 소비지 밀착형의 발전한 콘셉트라고 할 수 있다.

선박에서 발전한 “해상형”과 철도 차량에서 발전한 “육상형”이 상정된다. 비교적 소규모인 것은 근간에 실용화 되겠지만 폐액, 폐기물의 완전처리 등 어려운 문제도 남아 있다.

IROFA의 보고서에 의하면, 위의 4가지 외에, 나머지 4가지를 합쳐 함께 8개의 키워드와 코멘트를 소개한다.

⑤ 로봇의 계층화

현행 로봇의 심플화, 저가격으로 나가는 그룹과, 지능화, 고급화로 나가는 그룹의 양극화

⑥ 정보통신 네트워크

고속 디지털 통신 기능을 갖춘 공장

⑦ 지적 CIM

CIM의 인텔리전트화

⑧ 거리극복형 물류 네트워크

고속 수송기관의 성립

IROFA가 제안하는 차세대 FA콘셉트에는, 생산자와 소비자 사이에 있는 시간적, 공간적인 간격을 해소하려는 의도가 있다.

3.3 기술개발 과제

기술개발은 21세기에 살아남는 것을 결정하는 최대의 핵심 요소이다. 독창적인 고부가가치 제품을 창출하여 라이벌과의 경쟁에서 우위를 구축하기 위해서는, 「모방」이나 「개선」만으로는 한계가 있다는 것을 대중이 인정하는 바이다.

기술의 연구·개발은 쓸데없이 유행에 너무 치우쳐 마구 손을 대는 것이 아니고, 적절한 매니지먼트 하에 리스크를 두려워 하지 않고, 착실하

게 진행하지 않으면 안된다.

이를 위해서는 장래에 대한 비전을 갖고 그것을 실현하기 위한 시나리오와 구체적인 기술개발 맵의 준비를 게을리하지 않는 것이 중요하다.

FA의 기술영역은 매우 광범위하며, 다수의 기술요소의 복합체이기도 하므로, 하나의 기술 이노베이션에 의해 전체가 크게 변할 가능성을 갖고 있다. 예를들면, 시계의 생산공장은 쿼츠(quartz)와 LSI의 발전에 따라 정밀기계가공, 조립공장에서 일렉트로닉 공장이라고 해도 좋을 정도로 변신했다. 이노베이션이 FA의 이노베이션을 낳은 예가 있으며, 생산설비 자체의 이노베이션의 예로는 자동차의 차체 조립 공정을 들 수 있다. 이것은 로봇이라는 기술의 출현으로 인력에 의한 스폿용접은 이제 2%도 되지 않는 FA라인이 가능하게 된 예이다.

열거하자면 끝이 없으며, 앞으로 90년대부터 21세기에 걸쳐, 기업이 FA분야에서 주력해야 할 기술 영역은 다음과 같다.

3.3.1 개별 기본기능의 고도화

공작기계에서의 초정밀 가공기술과 레이저 가공기술은 광기술 응용에 의한 서브마이크론 정밀도의 계측기술과 함께 산업의 기반 기술로서 더 고도화되지 않으면 안된다.

또 로봇을 비롯한 플렉시블한 구동기구에 사용하는 현재의 모터의 파워 웨이트 레이쇼는 충분하다고 할 수 없다. 신재료에 의한 새로운 모터 기술 개발은 많은 기기에 영향을 줄 것이다.

FA를 뒷받침하는 기반 기능으로서 이들 기본기능의 착실한 진보가 필요하다.

3.3.2 정보통신 네트워크 기술

FA는 다음 단계로서의 CIM, 그리고 앞에 설명한 차세대 생산시스템으로 더 발전해 가는데, 그 신경이라도 할 수 있는 정보통신 네트워크 기술에는 다음과 같은 과제가 있다.

가) 고속 디지털화, 다중화

광파이버 등의 대용량 전송의 시(時)분할 다중 이용과 화상음성 등의 디지털 전송 등

나) 신뢰성 향상

어려운 환경에서 정보의 결함이나 오정보의 혼입을 방지하는 기술과 분산화된 데이터베이스의 일원적 관리, 또는 해커 등으로 부터 시스템을 보호하는 정보 시큐리티 기술 등

다) 표준화

MAP/TOP에 의한 OSI에 준거한 표준화의 귀추가 표준화에 대한 하나의 지표가 된다.

3.3.3 기계의 인텔리전트화

인공지능 기술에서의 이노베이션은FA 전체에 미치는 영향이 매우 크다. 현재의 엑스퍼트시스템의 FA응용에만 그치지 않고, 자기학습, 자기조직화하는 뉴럴 네트워크, 퍼지 추론, 이것들을 전용으로 처리하는 프로세서와 LSI칩의 개발에 의해, 지금까지 미지의 영역의 FA화가 진보할 것이다.

3.3.4 맨머신 인터페이스 기술

기기의 정보화, 기계화가 진전하면 지금 이상으로 FA에서 사람의 존재가 큰문제로 된다. 완전무인화 공장보다 앞에 설명한 「사람을 활용」하는 홀로닉 생산시스템이 더 현실적인 스텝이라고 할 수 있다. 다만 사람의 수의 면에서 보면, 현재보다 훨씬 적은 수로 운영, 보수를 하게 될 것이다.

그래서 매우 강력한 맨머신 인터페이스 기술이 필요하다. Audio-Visual 기술을 구사하거나, 홀로그래픽 기술에 의한 3차원 입체 영상 등도 도입될 것이다.

그리고, “기계에 사용당하고 있는” 인간이 가진 본래적인 공포감을 제거할 만한 “사람에 친근한” 기술의 개발도 중요하다.

요는 전문가가 아니면 안되는 난해함을 제거하고, 누구나 아주 간단히 의사소통할 수 있는 「場」을 제공하는 것이 중요하다.

3.3.5 소프트웨어 개발 기술

FA의 고도화는 방대한 양의 소프트웨어가 필요하다는 것을 의미한다. 멀지않아 소프트웨어 개발의 고급 언어화와 패키지화(모듈화), 도는 객체 지향언어에 의한 데이터와 프로그램의 일체화 등은 급속히 보급될 것이다.

또 소프트웨어 개발환경(언어, 소프트웨어, 툴, OS)의 고급화, 표준화도 소프트웨어 개발의 생산성 향상에 도움이 특정 메이커의 전략에 좌우되지 않는 등 선진형 프로젝트의 진전이 기대된다.

3.3.6 CAD/CAM/CAE

현재의 CAD/CAM/CAE 기술은, 인간의 창조성을 발휘시키기 위한 툴로서는 아직 미숙하다.

예를들면

- ①형상만이 아니라 기능, 재질, 공법 등도 동시에 취급할 수 있는 기능
- ②한부품을 변경할 경우에, 재질, 공법 등도 동시에 취급할 수 있는 기능
- ③CAD/CAM의 유기적 결합
- ④CIM통합으로 향한 데이터 호환성
- ⑤더 고도의 시뮬레이션을 실행할 수 있는 하드웨어 환경과 소프트웨어 모델 등 개발 과제는 산적해 있다고 할 수 있다.

이상 설명한 바와 같이 인텔리전트화, 통합화로 나가는 추세 속에서, 많은 기술 과제가 남아 있으며, 기업은 자기의 존재를 걸고 적극적으로 기술개발에 몰두하지 않으면 안된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 산업조사회 : CIM/FA, 도서출판 기술, (1983) 91-113
- [2] 伊丹 : 신경영전략의 이론, 일본경제신문사 (1985)
- [3] 野中 : 기업진화론, 일본경제신문사 (1985)
- [4] IROFA : FA의 표준화를 위한 조사연구, IROFA (1988)
- [5] IROFA : 차세대 FA씨스템 조사보고, IROFA, (1987)
- [6] H. Bullinger, H. Wanecke, H. Lentjes : Toward the Factory of Future, Proceedings of 8th International Conference on Production Reserch, (1985)
- [7] Mikell P. Groover : Automation Production Systems, Prentice-Hall (1993)