

자료

기술 혁신과 일본형 연구개발 시스템

- 인간과 정보의 피드백 루프 -

伊藤 實(日本労働研究機構 主任研究員)

사회주의가 붕괴하고 냉전 구조가 끝난 지금, 시장 경쟁력을 중심으로 한 경제 문제가 주목되고 있다. 자본주의 구조는 국가에 따라 매우 달라서 자본주의의 쟁점에 대한 해명과 그 상호 비교가 관심을 끌고 있다. 특히 현저한 경제 효율을 자랑하는 일본의 자본주의가 구미와는 다른 자본주의인지 아닌지에 대해 활발한 논의가 이루어지고 있다<sup>1)</sup>.

그러한 가운데 일본 기업의 시장 경쟁력이 어떠한 시스템으로부터 산출되고 있는가에 대한 관심이 강해지고 있다. 그 관심은 이제까지의 생산 현장의 시스템에서 연구개발 시스템으로 옮겨지고 있다. 본 고에서는 연구개발에 있어서의 일본형 시스템의 특징을 밝히고자 한다.

### 1. 민간 부문 주도의 연구개발

일본의 연구개발 시스템은 매크로 레벨에서 보면 연구개발비에서 차지하는 민간 기업의 비율이 현저하게 높은 민간 부문 주도형의 연구개발로 되어 있다. 경제협력개발기구(OECD)가 실시한 주요 가맹국의 1990년도 연구개발비에 관한 조사 보고에 따르면, 관민을 합한 연구개발비는 일본이 628억 달러인데 비해, 미국은 1,508억 달러, EC(12개 국 합계)는 1,024억 달러로 나타났다. 또 연구개발비의 국내 총생산(GDP) 비율을 보면, 일본이 2.88%, 미국이 2.80%, EC 12개 국 평균이 2.01%로 나타나 일본이 가장 높은 비율을 나타내고 있다.

그러나 연구개발비의 부문별 구성비를 살펴보면 정부 부문의 연구개발비가 차지하는 비율은 일본이 16.2%인데 비해 미국이 48.2%, EC 평균이 40.7%로 나타나, 일본이 대단히 낮은 수준을 보이고 있다. 그렇지만 민간 기업 부문이 차지하는 비율은 미국이 49.5%, EC가 52.9%인데 비해 일본은 77.9%로 현저하게 높은 비율을 나타내고 있다<sup>2)</sup>.

이와 같이 일본의 연구개발 시스템을 자본면에서 보면, 총액으로는 구미 보다 적지만 GDP 비율에서 보면 연구개발 투자가 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 더구나 그 부문별 배분은 현저하게 민간 기업으로 치우쳐 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 일본의 연구개발 시스템이 본래 기초 연구를 담당해야 할 대학과 정부 연구 기관의 연구개발 투자는 적는데 비해 민간 기업은 응용·개발 연구 분야에 집중적으로 연구개발 투자를 하고 있는 것을 나타내는 것이다. 이러한 연구개발 투자의 편중은 기초 기술의 대부분을 해외로부터 도입하여 대단히 강한 제품 개발력을 발휘하고 있는 일본 기업에 대한 구미 제국으로부터의 "기술 무임승차" 비판의 배경이 되고 있다.

이러한 상황을 반영하여 각국은 일본으로의 기술 유출에 대한 경계심을 높이고 있으며, 동시에 기술 내셔널리즘이 대두되고 있어 구미제국의 기업들은 특허 전략을 강화하고 있다. 특히 미국으로부터의 특허 공세는 매우 심하여 분쟁이 잇따르고 있는데, 금년 3월에 하니웰 社로부터 一眼리플렉스카메라의 자동 초점 기구에 관한 특허 침해로 고소되어 화해금 166억엔을 지불한 결과, 적자로 전략하여 중대한 경영 위기에 직면하고 있는 미놀타 카메라의 예가 그 대표적인 예이다.

게다가 기술 혁신의 가속화는 연구개발력의 여하가 기업 성장력을 좌우하는 정도를 점점 더 크게 하고 있다. 연구개발이 기업 성장의 근원이라는 인식은 하이테크 산업에 공통되는 것으로 되어가고 있다. 이러한 연구개발 중시의 추세는 연구개발비가 설비 투자 총액을 상회한다는 새로운 경향을 낳고 있다.

일본경제신문사가 실시한 연구개발 동향 조사(대상은 상장 기업 등 789개 사, 조사 시점은 1990년 7월 1일)에 따르면 90년도에 투자한 연구개발비는 89년도에 비해 9.2%가 늘어난데 비해, 90년 2월에 실시한 설비 투자 조사에 의하면 90년도 설비 투자액의 신장률은 8.9%로 나타났다. 이와 같이 1990년도에 투입한 연구개발비는 설비 투자액의 신장을 상회하고 있어 기업 활동의 미래의 싹이 되는 첨단 기술의 개발에 매우 적극적인 자세를 나타내고 있다.

그리고 1990년도의 연구개발비 상위 10개사에 대해 연구개발비와 설비 투자액을 비교하면 10개 사 중 7개 사의 연구개발비가 설비 투자액을 상회하고 있다. 더구나 이들 7개 사 중 미쯔비시중공업은 제외하고는 모두가 전기, 정밀 기계에 속한 기업이다. 이에 반해 연구개발비가 설비 투자액을 하회하고 있는 곳은 도요타, 닛산의 자동차 2개 사와 日本電信電話이다. 이렇게 연구개발비가 설비 투자액을 상회하고 있는 연구개발형 기업은 연구개발비 상위 50개사 중 20개 사에 달하고 있다(<표 1> 참조).

<표 1> 주요 기업의 90년도 연구개발비와 설비 투자액 비교

(단위: 억 엔)

기업명	연구개발비	설비 투자액
日立製作所	3.800	2.650
도요타自動車	3.800	4.500
日本電氣	3.000	2.500
富士通	2.980	2.000
日本電信電話	2.600	17.200
東 芝	2.650	2.100
日産自動車	2.400	2.500
三菱電機	1.870	1,200
三菱重工業	1.040	840
캐논	1,000	700

출처: 일본 경제 신문사 「연구개발 동향 조사」(1990. 7.)

이상과 같이 電機, 정밀 기계와 같은 하이테크 산업은 연구개발 투자에 매우 적극적인 것으로 나타났다. 이처럼 개발 투자가 적극화하고 있는 배경으로서 우선 생각할 수 있는 것은 기술 혁신이 가속화하고 있는 가운데 "과당 경쟁"이라고 말할 수 있을 만큼 국내의 과점 기업간에 격렬한 시장 경쟁을 하고 있는 것을 들 수 있다. 성장이 전망되는 일렉트로닉스 분야에는 전기, 정밀 기계, 더 나아가 철강과 같은 다양한 업종으로부터의 신규 참입도 있어 매우 심한 기술 개발 경쟁이 전개되고 있기 때문에 경쟁은 더욱 격화되고 있다.

둘째로 기술 내셔널리즘의 대두로 상징되는 것처럼, 미국의 기업 등이 특허 전략을 강화하고 있는 것을 들 수 있다. 기초 특허를 거의 가지고 있지 않은 일본 기업은 외국 기업으로부터의 특허 분쟁에 휘말리면, 주변 특허에 대한 크로스 라이선스 계약을 맺지 않는 한 막대한 특허료를 지불하지 않으면 안 된다.

셋째로 平成(헤이세이) 경기의 호황 과정에서 고수익을 올린 자본 시장으로부터 저리의 자금을 조달할 수 있었기 때문에 자금적인 여유가 생긴 것을 들 수 있다. 이러한 자금적인 여유가 곧바로 수익에 기여하지 않는 연구개발로의 과감한 투자 실행을 가능하게 하였던 것이다.

## 2. 일본의 국제 경쟁력 산업·기술 특성

일본의 산업에서 높은 국제 경쟁력을 가지고 있는 것은 자동차, 電機, 기계 등 특정 산업뿐이다. 더구나 이들은 가공 조립형 산업이라는 공통된 성격을 가지고 있다. 그리고 이들 가공 조립형 산업의 수출 제품은 모두 세계 수요의 신장이 상대적으로 높은 분야로 급속하게 시장 점유율을 확대하고 있다. 일본의 수출 급증과 그에 따른 무역 마찰의 격화는 급성장이 전망되는 특정의 유망 상품 분야에서 세계 수요의 신장을 대폭 상회하여 시장 점유율을 확대시킴으로써 비롯된 것이다. 그러므로 일본의 가공 조립형 산업의 제품 수출은 세계 시장에 있어서 보다 공격적인 성장을 가지고 있다고 말할 수 있다.

일본의 국제 경쟁력의 산업 특성은 양산품을 중심으로 한 가공 조립형 산업에 현저하게 특화하고 있는데, 기술 특성도 이러한 산업 특성을 반영하여 일정한 경향을 나타내고 있다. 일본이 자랑하는 제품은 기술적으로는 모두다 단계적인 기술 발전이 비교적 빠른 스피드로 일어나는 영역이며, 더구나 제품 개발부터 양산화간의 많은 공정에서 개선·개량과 조정을 거듭하여 품질을 높임으로써 원료에 대한 제품의 비율을 향상시키는 것이 강하게 요청되는 영역이다.

일본이 자랑하는 제품은 대부분이 최근의 하이테크놀로지가 가지고 있는 성격과 일치한다. 즉 일렉트로닉스, 신소재, 바이오테크놀로지 같은 첨단 기술은 광범한 산업 분야에 걸친 공통 기반 기술이기 때문에 첨단 기술을 활용한 신제품은 많은 적든 복수의 기반 기술을 시스템화할 필요가 있다. 兒玉文雄에 의하면 "이러한 첨단 기술의 성격은 「기술 융합형 기술 혁신」을 추진하여, 「기술 돌파형 기술 혁신」과는 다른 임팩트를 산업 사회에 미치고 있다"고 한다<sup>3)</sup>.

우선 첫째로, 기술 돌파형 기술 혁신은 특정산업에서도 남보다 뛰어난 기업의 리더십에 의해 개척되는데 비해, 기술 융합형 기술 혁신은 관련되는 산업의 공동 작업에 의해 가능하게 된다. 둘째로, 기술 돌파형 기술 혁신의 결과는 특정 기업의 급성장에 공헌하는데 비해, 기술 융합형 기술 혁신은 관련 산업 전체로서의 점진적 성장을 공헌한다. 이러한 첨단 기술의 성격이 일본의 가공 조립형 산업에 적합하다고 하는 것은 쉽게 상상할 수 있을 것이다.

기술 융합형 기술 혁신이 진전되고 있는 곳은 반도체, OA 기기, 자동차 등의 양산형 범용품 분야이며, 이들 분야에서는 기술 진척이 현저한 복수의 요소 기술을 융합시켜 신제품을 비교적 단기간에 개발하여 생산하고 있다. 단기간에 효율이 높고 고품질인 제품을 안정적으로 공급할 수 있게 하기 위해서는 일련의 공정에 여러 가지 조정 및 개선을 거듭할 필요가 있다. 일본의 기업은 이러한 「Incremental Innovation」이라는 기술 특성에 더욱 적합한 조직을 구축하고 있다. 그것은 조정과 개선에 필요한 기술 정보를 조직 내 및 조직간에 서로 교환하여 공유하는 시스템을 내포한 조직이다.

### 3. 네트워크형 연구개발 조직의 특징

「Incremental Innovation」에 적합한 조직의 특징을 밝히기 전에 일본 기업의 연구개발 조직이 이제까지 어떻게 변천을 해 왔는가에 대해 간단히 살펴보기로 하자.

일본의 대표적인 하이테크 기업의 연구개발 조직은 산업·기술 환경과 관련하여 이제까지의 집중형에서 분산형 및 네트워크형으로 변화해 왔다. 기술 진척이 그다지 빠르지 않고 기업 전체의 기술 개발력이 그다지 높지 않았을 때 취해진 연구개발 조직은 집중형 연구개발 조직이다. 집중형 연구개발 조직은 기술 진척이 빠르지 않고 기업간 경쟁도 그다지 심하지 않은 시대에 적합한 조직이다. 기술 융합이라는 복잡한 기술적 요청이 그다지 없기 때문에 기술·제품 개발 조직과 생산 조직은 명확히 분리되고 있으며, 신제품의 개발에서 개량까지의 모든 연구개발 활동은 연구소에 집중되고 있다.

이에 비해 분산형 연구개발 조직은 기술 진척이 빨라지고 기업간 경쟁이 심화되므로 시장 경쟁에 유연하고 신속한 대응을 할 필요가 높아짐에 따라 생겨난 조직이다. 외부 환경의 변화에 대응하여 대기업은 사업부제를 도입하고 있는데, 이러한 흐름에 대응하여 편성된 것이 분산형 연구개발 조직이다. 다시 말해 사업부의 사업 추진에 필요한 연구개발 활동은 각각의 사업부에 책임을 지워 연구개발 부문이 사업부에 분산하여 소속되는 조직이다.

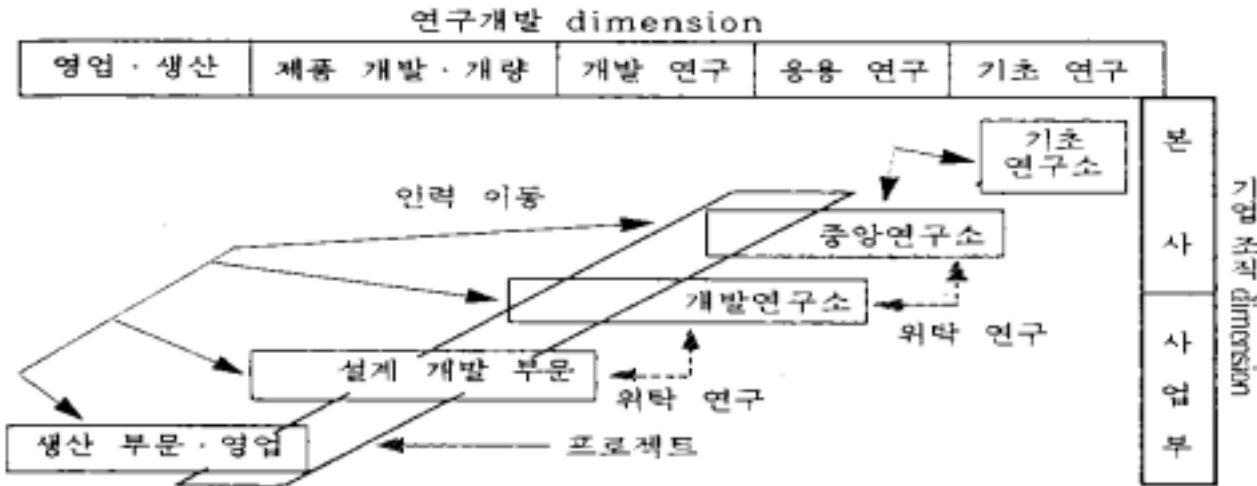
그러나 사업 내용과 제품 구성이 다양해지고 일렉트로닉스, 신소재, 바이오테크놀로지와 같은 첨단 기술이 공통 기반 기술이 되는 기술 융합형 기술 혁신이 진전되는 시대가 되면 분산형 연구개발 조직으로는 대응할 수 없게 된다 사업 부문간에 중복적인 연구개발이 이루어지기 쉽고 시스템화된 연구개발을 추진하기가 어려워 장기적인 연구개발을 하기 어려운 등의 문제가 표면화되기 때문이다.

그래서 도입된 것이 분산형과 집중형을 복합화한 네트워크형 연구개발 조직이다. 이 조직은 社社적으로 공통되는 기반 기술의 연구개발에 관해서는 社社 공통의 중앙연구소가 집중하여 담당하고, 사업 부문에서는 각각 분산하여 제품 개발을 하는 조직이다. 현재 일본의 대표적인 연구개발형 대기업에서는 개별적인 차이는 있지만 거의 공통적으로 0

러한 네트워크형 연구개발 조직을 도입하고 있다.

네트워크형 연구개발 조직의 개념(concept)을 정리하면 <그림 1>과 같다. 먼저 횡축은 연구개발의 dimension을 나타내고 종축은 기업 조직의 dimension을 나타낸다. 연구개발 조직

<그림 1> 네트워크형 연구개발 조직의 개념도



은 시즈 탐색형 기초 연구를 담당하는 기초연구소, 목적 기초 연구 및 응용 연구를 담당하는 중앙연구소, 응용 연구 및 개발 연구를 담당하는 개발연구소, 제품 개발·개량을 담당하는 설계 개발 부문으로 구성되어 있다.

단 기초 연구, 응용 연구, 개발 연구, 제품 개발·개량의 경계는 명확하지 않아 중복되는 영역이 상당히 있어 각각의 연구소가 담당하는 영역은 리니어한 구조가 아니라 오버랩 구조로 되어 있다. 각각의 연구 조직은 기초연구소와 중앙연구소는 본사에 소속되고 개발연구소와 설계 개발 부문은 사업부에 소속되어 있다.

그러나 이러한 연구개발의 조직 구조는 그 상태로 네트워크화하면 효율적으로 기능하지 못한다. 따라서 조직이 기능하기 위한 장치가 필요하다. 그 대표적인 것이 생산 부문과 영업부문 등도 참가한 프로젝트 방식에 의한 연구개발이다. 자동차 산업과 전기 산업 가운데서 하청 기업과의 계열 관계가 강한 경우는 신제품개발 프로젝트의 비교적 빠른 단계부터 계열 기업의 기술자를 개발연구소와 설계 개발 부문으로 파견하여 신제품의 파트를 동시 병행적으로 개발하게 하는 방식을 취한다. 즉 「Design In」이라고 말할 수 있는 개발 시스템이다<sup>4)</sup>.

그리고 제품 개발에 관한 요소 기술의 개발과 기술적 문제점을 해결하기 위해 사업부 소속 개발연구소로부터 본사 소속 중앙연구소에 대한 위탁 연구도 조직간 네트워크를 보다 긴밀히 한다. 이와 더불어 일본의 연구개발형 대기업에서는 각 조직간에 기술자의 배치 전환, 로테이션과 같은 인사 이동을 상당히 활발하게 하고 있어 그들이 조직간 네트워크를 대단히 긴밀하게 하고 있으며, 중앙연구소에서 개발한 기술을 제품화하기 위해 개발 담당자가 기술과 함께 사업부의 개발연구소로 이동하는 경우가 종종 일어나고 있다. 이와 같이 연구개발 조직간 네트워크를 기술자의 이동에 의한 휴먼 네트워크가 보강하고 있는 것이다<sup>5)</sup>.

이상과 같이 일본의 연구개발형 기업은 기술융합형 기술 혁신의 급속한 진전에 대응하여 연구개발 조직을 네트워크형으로 재편성하여 하이테크 제품을 효율적으로 개발하는 시스템을 구축하는 데 성공하고 있다. 그것은 바로 植之原道行 前 일본전기 부사장이 말하는 "群의 創造"이다<sup>6)</sup>.

#### 4. 인간과 정보의 피드백 루프

기술 융합형 기술 혁신이 진전되고 있는 가운데, 일본의 기업은 「Incremental Innovation」에 적합한 네트워크형 연구개발 조직을 구축하고 있는 데, 그러한 조직 속에서 하이테크 신제품이 어떻게 개발되어 온 것일까에 대해서 살펴

펴보자.

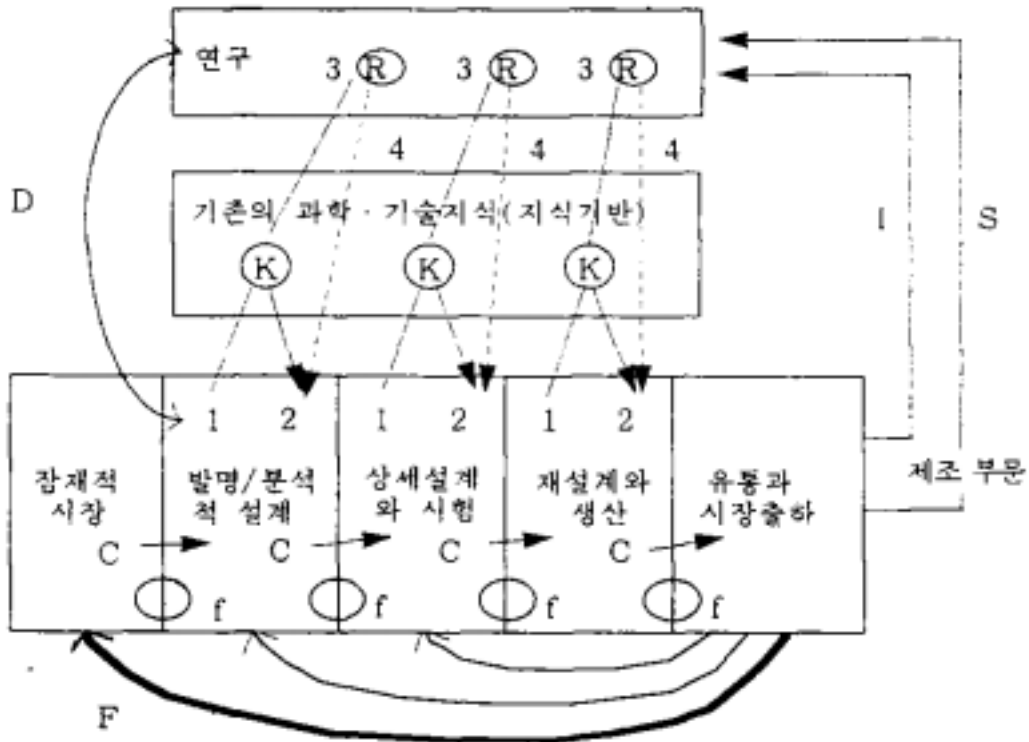
이제까지 새로운 기술을 응용한 신제품은 기초 연구 부문에서 발견·발명된 과학적 지식이 응용 연구 부문, 개발 부문을 통해 구체적인 신제품으로 결실되어 그것을 제조 부문에서 양산화하여 마케팅 부문에 의해 판매된 것으로 생각되었다. 이와 같은 견해는 「上流(upstream)」에서 발견·발명된 과학적 지식이 기초 연구 → 응용 연구 → 개발 → 제조 마케팅이라는 「下流(downstream)」로 흘러 신제품이 산출된다고 하는 선형 모델(linear model)이라고 불리운다.

그러나 일본 기업에서의 실제적인 신제품 개발을 살펴보면 개발 부문에서 산출된 기술적 지식이 선행하고, 제품화하는 문제를 해결하기 위해 기초·응용 연구 부문의 과학적 지식을 이용하는 경우가 대단히 많다. 또 특정의 신제품을 개발하기 위해 처음부터 기초 연구 부문에서 제품·마케팅 부문까지 폭넓은 부문에서 스태프를 모아 프로젝트 팀을 편성하여 그 팀에서 신기술·신제품의 개발이 추진되는 경우도 대단히 많다. 물론 기초 연구 부문에서 발견·발명된 과학적 지식이 하류 부문으로 흐르고 제품화되는 경우도 있지만, 그것은 드문 경우이다.

이상과 같은 실제적인 신제품 개발의 프로세스는 선형 모델이 상정하는 것처럼 간단하지는 않고 기업 내에 축적된 기술적 지식이 선행하여 제품화를 목표로 하는 과정에서 과학적 지식이 이용되는 경우를 중심으로 하여 여러 가지 경우가 혼재되어 있다. 이러한 실태는 선형 모델 보다도 <그림 2>에 나타난 체인 링크 모델(chain-linked model) 쪽이 훨씬 적합하다. 체인 링크 모델에서는 신제품의 개발·제조·판매라는 일련의 이노베이션이 일어나는 루트가 여러 가지 있으며, 과학적 지식과 기술적 지식은 서로 피드백한다는 것을 나타내고 있다. 그리고 선형 모델에서는 이노베이션의 원천이 발명에 있었던데 비해 체인 링크 모델에서는 분석적 설계(개량·개선형의 개발을 의미한다)를 발명과 병렬시켜 이노베이션의 원천이라는 것을 강조하고 있다<sup>7)</sup>.

일본 기업에 있어서의 신제품 개발에 의한 이노베이션은 체인 링크 모델에 나타난 분석적 설계에 의한 것이 많다. 즉, 이미 밝힌 바와 같이 일본 기업의 연구개발 조직은 기초 연구, 응용 연구, 개발 연구, 제품 개발, 생산을 담당하는 부문간의 경계가 그다지 명확하지 않아 상당히 중복되는 구조로 되어 있다. 더구나 프로젝트 방식에 의해 신제품의 개발을 추진하는 경우가 많기 때문에 연구개발의 각 공정은 프로젝트 리더의 관리 하에서 동시병행적으로 추진된다<sup>8)</sup>. 각 부문으로부터 파견된 기술자가 프

<그림 2> 기술 혁신 과정에 대한 체인 링크 모델



C: 혁신의 중심 연쇄(central-chain-of-innovation)

f: 피드백 회로(feed-back loop)

F: 특히 중요한 피드백(particularly important feedback)

K-R: 제조 부문과 기존 지식 기반 및 연구와의 연계. 만약 제조 부문에서 발생한 문제가 기존 지식 기반에 의거해서 해결되면 연구는 불필요해진다. 또한 제조 부문의 문제가 연구된다 할지라도 항상 그것이 해결될 수 있는 것이 아니기 때문에 점선 부문이 존재한다.

D: 발명과 설계상의 문제 해결과 연구와의 직접적인 연계

I: 실험기기, 공작 기계의 공급을 통한 제조부문의 과학 연구에 대한 기여

S: 관련 제품 분야에서 직접적으로 정보를 얻거나 외부의 연구개발 활동을 모니터하기 위한 기업의 연구 활동 지원

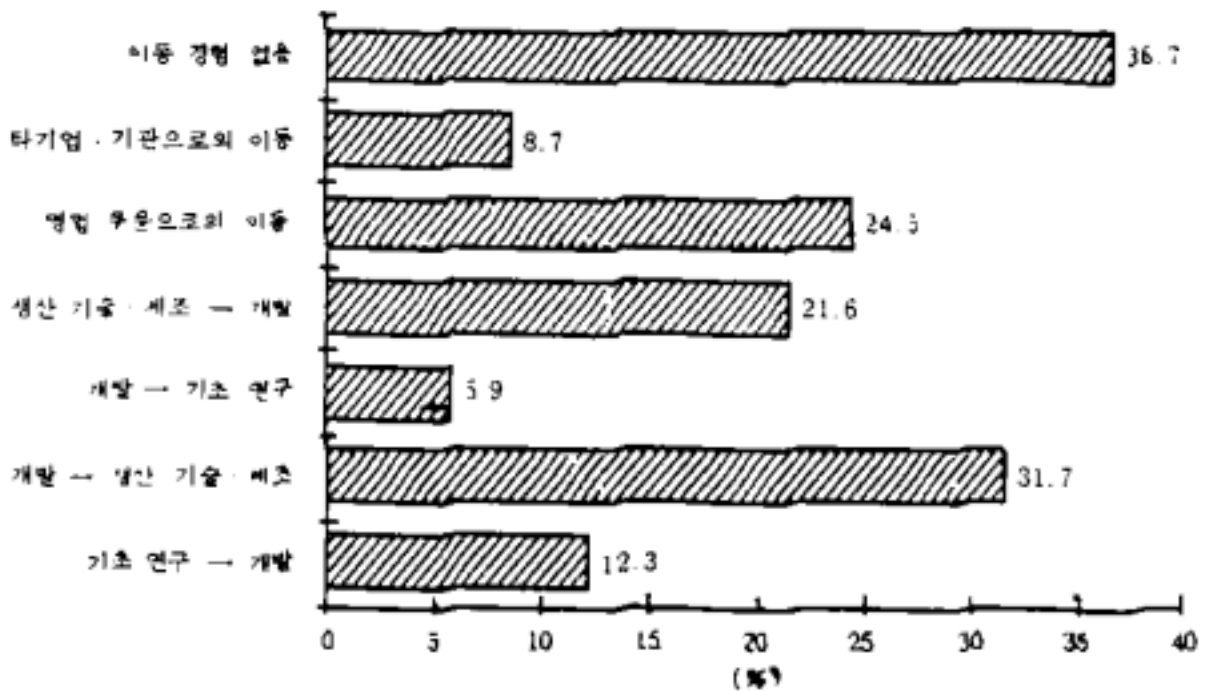
출처: Kline, S.J. and N.Rosenberg(1986). "An Overview of Innovation" in *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. The National Academy Press, Washington D.C. 에서 일부 수정

로젝트의 전과정을 동일 리더 하에서 서로 기술·정보의 피드백을 반복하면서 개발을 추진하기 때문에 머지 않아 프로젝트 멤버는 개발의 과정에서 산출된 새로운 기술·정보를 공유하게 된다<sup>9)</sup>. 따라서 프로젝트가 종료되면 공유된 기술·정보는 프로젝트 멤버가 소속된 각각의 부문에 축적되게 된다.

그리고 기초·응용 연구를 담당하는 중앙연구소 등에서 발견·발명된 신기술을 제품화하기 위해 그 신기술을 담당하는 기술자 내지는 팀을 사업부에 소속된 개발 부문으로 이동시키는 것도 종종 이루어지고 있다. 요소 기술을 개발한 중앙연구소의 기술자가 제품화하기 위해 사업부의 개발연구소 팀으로 이동한 예로는 캐논의 버블 제트 방식에 의한 프린터의 개발이 유명하다. 또 이와 더불어 인사 정책상의 필요에서 각 부분간에 기술자가 폭넓게 이동되고 있다. 주요한 이동은 기초·응용 연구 부문으로부터 생산 기술·제조 부문으로라는 흐름이지만 반대의 이동도 어느 정도 이루어지고 있다.

이와 같이 일본의 기업에서는 프로젝트 방식이나 기술자의 이동을 통하여 인간과 정보의

<그림 3> 부문을 초월한 이동 경험



주: 해당되는 것 모두 선택

자료: 고용직업종합연구소 「기술자의 캐리어 형성에 관한 조사 연구 보고서—가공 조립 산업권—」  
(1988년 3월)

피드백 루프가 형성되어 기술 융합형 기술 혁신에 적합한 「Incremental Innovation」을 조직적으로 추진하고 있다. 이러한 연구개발 시스템 속에서 기술자의 능력 향상과 캐리어 형성이 추진되고 있다.

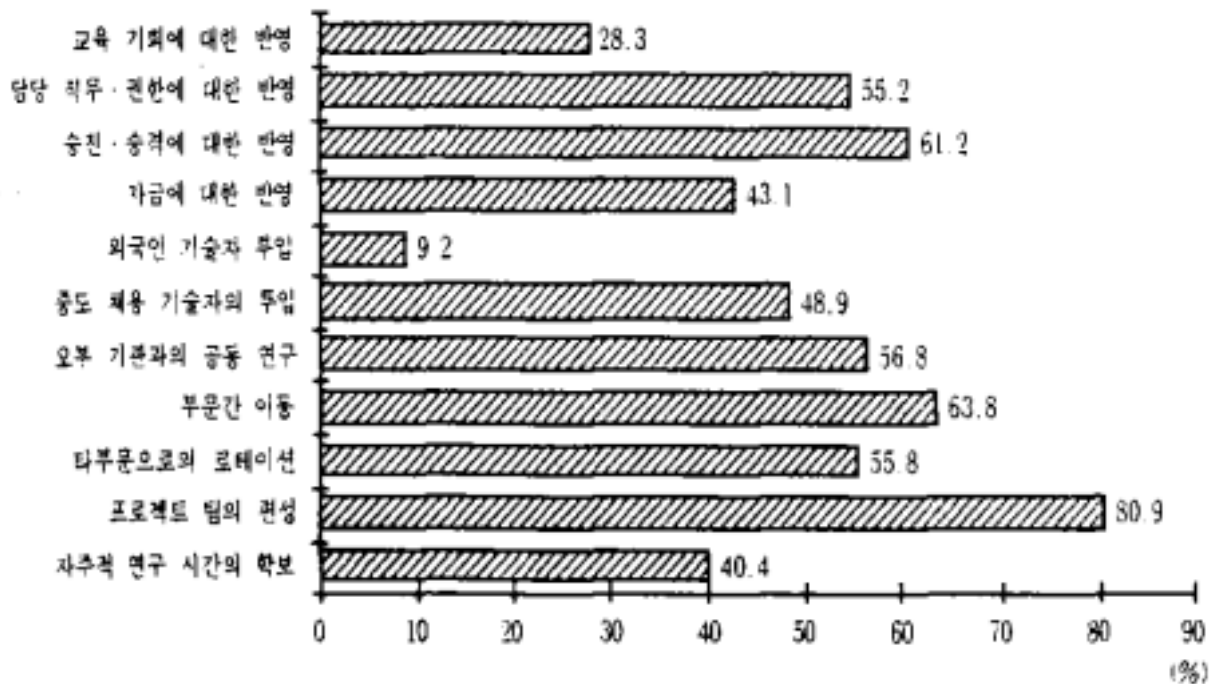
##### 5. 기술자의 캐리어 형성

기업에 소속된 일본의 기술자는 이동과 프로젝트라는 것을 통해 능력 향상과 캐리어 상승을 꾀하고 있다. 기술자의 이동 실태를 살펴보면 아래와 같다.

필자가 조사한 바에 따르면 전기, 기계, 자동차 등의 가공 조립형 산업에 소속된 기술자의 이동 경험을 조사하면 대단히 많은 기술자가 부문을 초월한 이동을 경험하고 있다. <그림 3>은 기술·제품 개발 등과 관련하여 부문을 초월하여 영업·파견·배치 전환 등의 이동을 경험하고 있는 기술자의 비율을 살펴본 것인데 이동을 경험하고 있는 기술자는 63.3%에 달하고 있다.

부문간 이동은 패턴을 구체적으로 살펴보면 가장 많은 것은 「개발 부문에서 생산 기술·제조 부문」으로, 30% 이상의 기술자가 경험하고 있다. 또 「생산 기술·제조 부문에서 개발 부문」으로의 이동도 많아, 양적인 면에서 보면 기술자의 이동은 제품 개발 부문과 생산 기술·제조 부문간의 이동이 중심이다. 그리고 기술자의 이동은 이 외의 부문에 대해서도 활발하게 이루어지고 있는데, 특히 「영업·마케팅 부문으로의 이동」을 경험하고 있는 기술자는 대단히 많아 양적으로는 「개발 부문에서 생산 기술·제조 부문」에 이어 두 번째로 많은 이동 패턴으로 나타나고 있다. 이러한 이동은 단순히 영업 부문의 강화뿐만 아니라 시장 니즈 등의 정보를 피드백하는 것에 의해 제품 - 양산화의 방향을

<그림 4> 능력 개발·직장 활성화 대책의 실시 상황



자료: <그림 3>과 같음

시장 동향과 합치한 것으로 중요한 역할을 하고 있다.

또 양적으로는 적지만 「기초 연구 부문에서 개발 부문으로」와 그 반대의 「개발 부문에서 기초 연구 부문으로」의 이동이 이루어지고 있는 사실도 주목된다. 기초 연구 부문과 개발 부문간의 커뮤니케이션의 결여는 제품 개발을 두 시한 기초 기술의 개발과 개발된 기초 기술이 그다지 제품 개발에 연결되지 않는다는 문제를 일으키기 쉽다. 기초 연구 부문과 개발 부문과의 사이에서 기술자의 상호 이동이 있는 조직에서는 이러한 폐해를 상당한 정도 제거할 수 있을 것이다<sup>10)</sup>.

이상과 같은 기술자의 기술 이전에 따른 부문간 이동은 가공 조립형 산업에 널리 인정되는 경향이지만 철강이나 화학과 같은 장치형 산업에도 공통되고 있다<sup>11)</sup>. 이러한 폭넓은 이동은 연공제를 기본으로 한 인사 제도를 취하고 있는 일본의 기업에게 널리 인정되는 경향이다. 그러나 이동이 신제품 개발력에 강한 영향을 미치고 있는 것은 기술 융합형 기술 혁신이 급속히 진전되고 있는 전기와 자동차, 기계와 같은 가공 조립형 산업이며, 그와 같은 사실은 기술과 조직의 관련성을 생각한다면 대단히 흥미로운 것이다.

또 프로젝트 방식에 의한 연구개발도 기술자의 실천적인 능력 개발의 기회로서 높이 평가되고 있다. <그림 4>는 실시하고 있는 능력 개발·직장 활성화 대책을 나타낸 것인데, 가장 실시율이 높은 것은 「部課를 초월한 프로젝트팀의 유연한 편성」으로 80.9%에 달하고 있다. 다음으로 실시율이 높은 것은 「기술·제품 개발에 관련된 부문간 이동」, 「업적의 승진·승격에 대한 명확한 반영」, 「타기업·대학 등의 외부 기관과의 공동 연구」, 「계획적인 E 부문으로의 로테이션」, 「업적의 담당 직무·권한에 대한 반영」 등으로 모두다 50%를 넘고 있다.

이와 같은 현재 실시하고 있는 능력 개발·직장 활성화 대책은 기술자가 타부문의 기술자와의 공동 작업과 많은 일·테마에 관련됨으로써 능력에 폭과 깊이를 더하도록 하고 있다. 프로젝트 방식에 의한 연구개발은 일본의 기업이 가장 중시하는 방법이다. OECD의 조사에 의하면 전 연구비에서 차지하는 프로젝트 연구의 비율은 일본의 75%인데 비해 미국은 50%, EC는 25%로 나타나고 있다. 따라서 일본의 연구개발이 프로젝트 방식으로 이루어져 있다는 것을 알 수 있다<sup>12)</sup>.

그리고 일본 기업이 하는 프로젝트는 「Incremental Innovation」 속에서 이루어지기 때문에 인원 규모는 적지만 프



로젝트의 수는 많다는 특징을 가지고 있다. 짧은 사이클의 모델 체인지와 신제품 개발을 빈번하게 반복하는 일본 기업의 연구개발 시스템은 많은 기술자에게 풍부한 능력 개발의 기회를 줌과 동시에 여러 가지 기술과 정보를 기업 내에 축적할 수 있게 한다. 더구나 특정의 기술·제품 영역에 집중하기 때문에 인간과 정보의 피드백 루프를 통해 기술·정보와 인적 자원의 축적이 스파이럴적(spiral)으로 추진되고 있다<sup>13)</sup>. 그 전형적인 예의 하나가 반도체 산업이다.

#### 6. 일본형 연구개발 시스템의 문제점

기술 융합형 기술 혁신에 적합한 일본형 연구개발 시스템도 여러 가지 문제점이 나타나고 있다.

먼저 단기간에 소규모로 수많은 프로젝트를 추진하기 때문에 프로젝트 멤버는 기술적인 과제를 계속해서 해결하지 않으면 안 되며, 각 분야·공정이 동시 병행적으로 추진되고 있기 때문에 멤버 전체의 노동 시간과 스트레스가 기하급수적으로 증대해 버리게 된다. 특히 프로젝트 리더의 노동 시간과 스트레스는 한도를 넘을 때가 종종 있게 된다. 이러한 상태를 방지해 두면 머지 않아 일본의 연구개발을 담당하는 인재를 육체적으로나 지적으로 피폐해지게 된다. 또 이제까지와 같은 개량형 신제품에 의한 성장의 기회가 좁아지고 있는 최근의 성숙화된 시장에서는 프로젝트 방식에 의한 능력 개발의 기회도 좁아지게 된다. 따라서 장시간 노동과 스트레스 더 나아가 실천적인 능력 개발 기회의 협소화에 대응한 새로운 연구개발 시스템의 구축이 필요하다. 다만 이러한 문제는 연구개발 부문만의 문제가 아니라 일본 기업 조직 전체에 공통되는 문제이다.

또 조직간에 중복·병행해서 연구개발을 추진하는 방식은 불명확한 정보의 도입을 일반화시켜 외부로부터의 접근을 어렵게 하는 폐해를 발생시키고 있다. 필자가 조사한 바에 의하면 완성차 메이커로부터 계열 금형 메이커로의 발주는 참으로 애매한 방법으로 이루어지고 있다.

新車의 금형에 관한 발주는 상세 설계가 정해지지 않은 가운데서 이루어져 금형 메이커의 기술자는 신차 개발 담당 기술자로부터 대략의 개념(concept)만을 듣고 금형을 제작해 버린다. 그리고 상세 설계가 완성된 후에 금형의 세부를 조정하여 마무리를 짓게 된다. 어째서 이러한 애매한 발주로 신차 개발과 금형 제작이 동시에 추진되고 있는가 하면 금형 메이커의 기술자는 완성차 메이커의 기술 센터에 몇 번 파견되어 완성차 메이커의 기술자로부터 직접 기술 지도를 받기 때문에 기술 설계도가 없어도 대강은

<표 2> 기술 혁신 및 발명·발견 주기

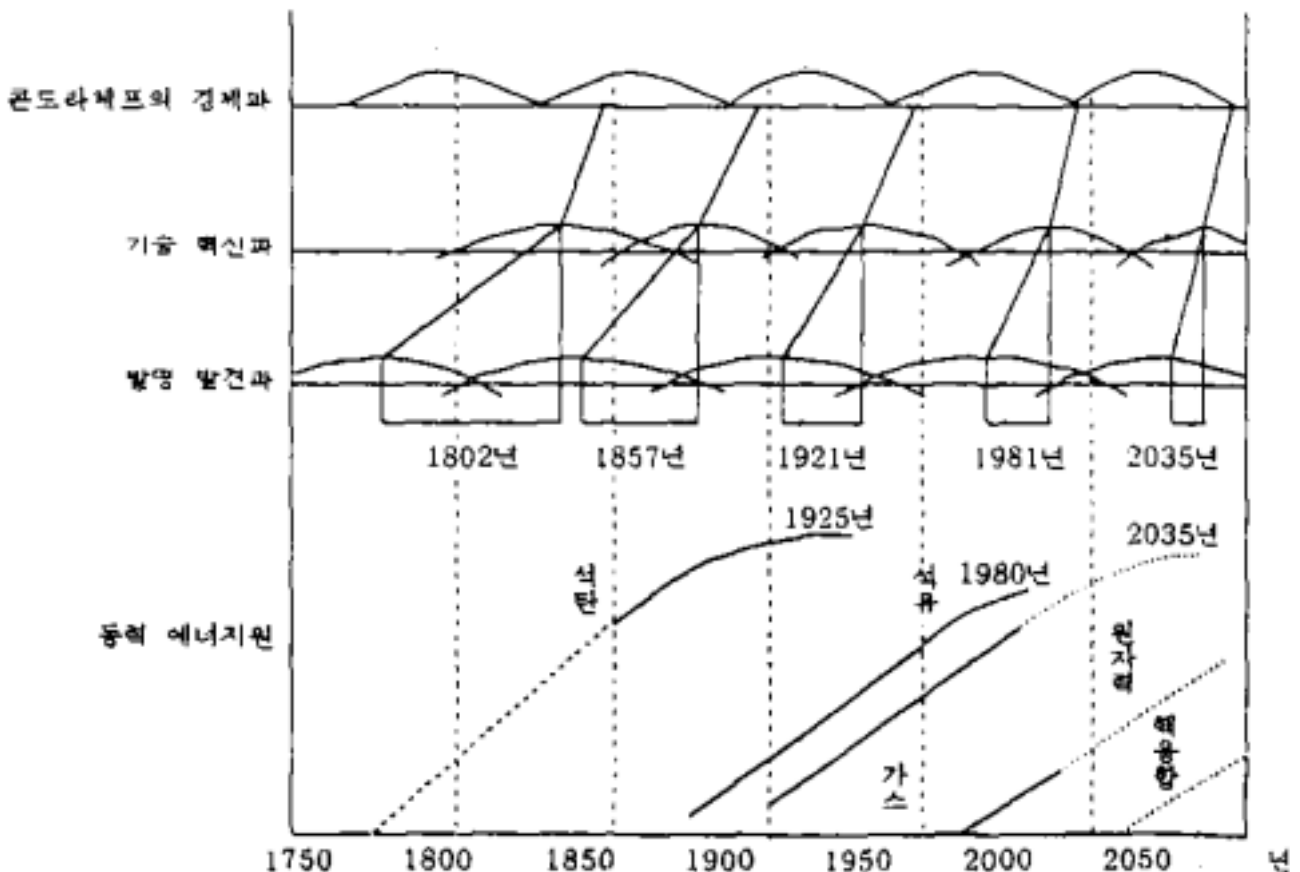
	제1과	제2과	제3과	제4과
기술 혁신 주기의 중심점	1828년	1880년	1937년	(1993년)
발명·발견 주기의 중심점	1775년	1833년	1950년	(1969년)
양주기의 중간점	1802년	1875년	1921년	(1981년)
양중심점의 연간차	52년간	47년간	33년간	(23년간)
기술 혁신 時定數	47년간	33년	23년	(16년)
발명·발견 時定數	120년	85년	55년	(38년)
기술 혁신 중심점간 연수	52년간	57년간	(56년간)	
발명·발견 중심점간 연수	58년간	72년간	(64년간)	
양주기 중심점간 연수	55년간	64년간	(60년간)	

선행하여 제작할 수 있게 되는 것이다. 이러한 불명료함과 애매함은 미국으로부터 계열의 폐쇄성으로 지적되어 문제가 되기도 하였으며, 연구개발 부문을 해외에 진출시켰을 때 일본의 연구개발 부문과 타국 연구개발 개발 부문과의 커뮤니케이션을 대단히 어렵게 하고 있다. 따라서 연구개발 시스템의 객관화에 노력할 필요가 있다고 생각된다.

그리고 일본의 연구개발 시스템의 보다 심각한 문제는 기술 융합형 기술 혁신에는 적합하지만 기술 체계를 근본적으로 혁신하는 발견·발명에 의한 돌파적 혁신(break-through)을 일으키기 어려운 조직 특성이 문제이다. 1980년대 이후에 일본 기업이 성공하고 있는 기술혁신은 그 기반이 된 발명·발견이 60년대의 것을 기초로 하고 있는데, 다음의 발명·발견주기는 90년대에 시작되고 있다는데 문제가 있는 것이다.

제일선의 연구개발 기술자에 의하면, 1990년대 중반부터 후반에 걸쳐 기술의 포화 상태와 한계가 많은 분야에 나타나 이것을 돌파하기 위해서는 새로운 개념과 아이디어를 창출해 내지 않으면 안 된다고 한다. 이러한 상황은 통계적으로도 확인되고 있는데, 즉 과거 200년간의 신기술의 발명·발견으로부터 기술 혁신, 그리고 신산업의 시작까지 일련의 흐름에는 시간적 지체(time lag)의 규칙성이 확인되고 있다. 이 규칙성을 검증한 <표 2>에 의하면 현재는 기술 혁신 주기의 제4파의 중심점에 들어가 있으며, 발명·발견 주기의 중심점은 1969년으로 되어 있다. 1960년대라는 것은 중앙연구소의 설립 붐이 있었던 시기인데 당시의 연구 내용은 응용·개발 연구가 중심으로 기초 연구등은 거의 하지 않았다. 따라서 현재의 일본의 하이테크 산업은 기술 혁신 주기에 잘 승차하여 제품 개발력을 현저하게 향상시키고 있지

<그림 5> 기술 혁신과 경제의 상관 관계



만, 기초 연구에 관해서는 "무임승차"라는 것이 그 실태이다.

더욱 중요한 것은 21세기에 시작되는 기술혁신 주기의 제5파의 기초가 되는 발명·발견주기의 제5파가 1990년대여 시작되고 있다는 것이다(<그림 5>). <표 2>에서도 밝힌 바와 같이, 기술 혁신 時定數와 발명·발견 時定數. 다시 말해 각각의 주기의 타임 콘스탄트가 단축되어 제4파에서는 각각 16년과 38년으로 되어 있다. 따라서 제5파의 발명·

발견 주기가 기술혁신 주기로 발전하는 기간은 더욱 짧아질 것으로 예상된다.

이것은 기본 특허가 실용화 단계에까지 권리를 행사할 수 있도록 발명과 기술 혁신과의 타임랙이 단축된다는 것을 의미하고 있다. 기본 특허의 유효 기간이 끊어진 후에 파생 특허에 의해 제품 개발을 추진하는 종래의 방법이 통용되지 않는 것이다. 따라서 연구개발형 하이테크 기업에 있어서 앞으로 기본 특허를 낼 수 있게 기초 연구를 어떻게 추진할까 하는 것이 기업 활동의 생명선을 쥐게 될 것이다.

이러한 상황에 따라 하이테크 기업을 중심으로 하여 기초연구소 설립이 잇따르고 있는데 이제까지와 같은 매니지먼트에서는 돌파적인 기술 혁신을 담당하는 연구자, 기술자를 육성하는 것은 곤란하다. 기초 연구 분야에 필요한 매니지먼트의 질은 이제까지 일본의 기업이 자랑하던 개발·제조 분야와는 상당히 달라지고 있다. 기초 연구 분야의 매니지먼트에서는 개인의 자질·능력을 어떻게 발휘시켜 그것을 어떻게 평가할까가 관건이다. 그러나 기초 연구 분야에 있어서의 인사 평가는 매우 어려운 면이 있다. 즉 연구 성과가 나오기까지 상당한 시간이 걸리는데, 그 성과가 바로 기업 경영에 기여한다는 것은 거의 불가능하다. 더구나 개인 중심의 연구 활동 위에서 연구 성과가 나오지 여부는 상당히 불확실하며 리스크가 대단히 크다. 따라서 기초 연구 분야의 연구자에게는 1년 단위의 단기간에서 업적·실적 평가와 같은 방법에 의한 능력주의 관리는 대단히 곤란하다.

또 이제까지 일본 기업이 행해 온 신규 졸업자 채용 및 기업 내 육성 방식, 폭넓은 이동과 관리자 육성을 중시한 캐리어 형성, 긴밀한 부문간에서의 커뮤니케이션과 같은 조직 관리 기법도 기초 연구 분야에서는 효과를 발휘하기는 어렵고, 오히려 폐해가 될 가능성도 있다. 이러한 것을 고려하면, 기초 연구 분야의 연구자에 대한 매니지먼트는 개발 분야에 있어서 이제까지 일본 기업이 행해 온 매니지먼트 기법과는 상당히 다른 것이 될 것이다.

기초 연구에 필요한 異質化管理의 구체적인 내용은 기초 연구에 강한 미국의 방법이 참고가 된다. 미국식 매니지먼트의 엡센스는 아래와 같다. 먼저 기본적인 인재 전략으로서 인재를 내부에서 육성하는 것 보다도 이미 성과를 올리고 있는 인재를 광범위하게 채용하는 것을 중시하고 있다. 광범위라는 것은 물론 미국 내뿐만이 아닌 세계적이라는 의미이다. 이러한 인재전략에 중요한 역할을 하고 있는 것이 학계에서 풍부한 인맥을 가지고 있는 보드 펠로라고 불리고 있는 전문 영역의 권위자이다. 보드 펠로는 연구의 매니지먼트를 담당하고 있는 관리자이다.

또 평가 시스템으로서 특징적인 것은 성과·업적 평가 항목으로서 논문, 학회 발표, 특허와 함께 아이디어, 발상 등이 중요시되고 있는 것이다. 이러한 평가 항목에 대해서 보드 펠로에 의한 철저한 업적 평가가 이루어진다. 단, 평가는 매년 이루어지는데 그것이 곧바로 승급이나 승진에 반영되지는 않는다. 매년의 평가를 토대로 5년을 단위로 승급이나 승진에 반영하는 방법을 취하고 있다. 따라서 중장기적인 연구 활동이 보장되는 것이다.

단, 근속 연수나 연령 같은 요소는 그다지 중요시 되지 않기 때문에 처우상 개인차는 대단히 커지고 있다. 성과가 나오지 않는 연구자는 승급 및 승진을 정지시키게 되므로 자신의 능력에 맞는 연구소를 찾아다니는 사람이 많다. 이러한 전직으로 연결된 직업 정보·소개 서비스가 발달하고 있는 것과 전직을 받아들이기 쉬운 기업의 인사제도와 사회적 분위기가 연구자의 이동을 용이하게 하고 있다.

그리고 기업에 있어서의 기술자의 캐리어 형성도 일본과 같이 폭넓은 이동을 따라 관리자로 육성되고 있는 단선형의 것뿐 아니라 능력, 희망에 따라 제일선의 기술적 직무를 40세 이후에도 계속할 수 있게 되는 복선형의 인사 시스템을 취하고 있다. 일본과 같이 관리직의 캐리어를 밟는 쪽이 전문직의 캐리어를 밟는 쪽 보다도 압도적으로 많지는 않으며, 연구 성과에 대한 고액의 보장금제도와 전문직의 캐리어를 밟는 연구자에게는 펠로와 같은 대단히 자유로운 연구 환경이 보장되는 지위가 마련되어 있다.

이상과 같이, 이제까지는 기술 혁신의 주기성에 합치된다는 행운도 있어서 일본형 연구개발 시스템은 높은 성과를 올리고 있지만 앞으로는 상당히 곤란한 문제가 발생하게 될 것이다. 장시간 노동의 배경이 되고 있는 시장 니즈 추구형의 단기간의 개량형 신제품 개발로부터 개성적인 신제품 개발에 의한 시장 개발형의 기업 전략을 어떻게 전개할 것인가, 앞으로 감소될 것으로 예측되고 있는 젊은 기술자를 성숙화된 시장 환경 하에서 어떻게 육성할까, 또한 급증하는 고령 기술자를 어떻게 활용할까 등 일본형 연구개발 시스템의 앞날에는 여러가지 난제가 산적되어 있다.

주석 1) 미셸 알베르 「資本主義 對 資本主義」(竹内書店新社, 1992년), 中谷巖 「日本型 資本主義の革新」(Business Review, 39卷 3號, 1992年) 등을 참조

주석 2) OECD, Main Science Technology Indicators, 1992-1.

주석 3) 兒玉文雄 「ハイテク技術のハ0ラダイム」(中央公論社, 1991年)

주석 4) 자동차 산업에 있어서의 Design In의 실태 분석은, Kim B. Clark, Takahiro Fujimoto, Product development Performance:Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry, Boston Massachusetts, Harvard Business School Press, 1991에 상세하게 나타나 있다.

주석 5) 휴먼 네트워크와 연구개발 조직과의 관련에 대해서는 「技術革新とヒューマン・ネットワーク型組織」(日本労働研究機構, 1988年)을 참조

주석 6) 공업 사회의 전반에는 위대한 기술자 개인의 독창과 개인의 창조에 의해, 기술 혁신을 발생시킬 수 있었다 그러나 지금은 개인의 독창을 배경으로 하여 많은 분야의 많은 전문가에 의한 群의 창조에 의해서만 기술 혁신이 발생한다. 植之原道行 「體驗的 研究開發論」(工業調査會, 1987年).

주석 7) Klein, S. and N. Rosenberg (1986). "An Overview of Innovation." in R. Laudau and N. Rosenberg(eds.) The Positive Sum Strategy. Washington, D.C. National Academy Press.

주석 8) 竹内弘高, 野中郁次郎 「新たな新製品開發競争」(Diamond Harvard Business, 59號, 1986年)

주석 9) 제임스 P. 워맥, 다니엘 루이스, 다니엘 T. 존스 「린 생산 방식이 세계의 자동차 산업을 이렇게 변화시킨다」(경제계, 1990년)

주석 10) 雇用職業綜合研究所 「技術者のキャリア形成に関する調査研究報告書-加工組立型 産業編-」(職研調査研究報告書 75號, 1988年 3月)

주석 11) 雇用職業綜合研究所 「技術者のキャリア形成に関する調査研究報告書 -總括編-」(職研調査研究報告書 99號 1989年 12月)

주석 12) OECD, Main Science Technology Indicators, 1992-1.

주석 13) 青木昌彦 「日本企業の組織と情報」(東洋經濟新聞社, 1989年)은 일본형 경영의 경제 이론으로부터의 해명을 시도하고 있다.

\* 이 글은 「日本労働研究雜誌」NO. 393/September 1992에 수록된 "技術革新と" 日本型 研究開發 システム"을 번역한 것입니다.

(朴 敬 善 編譯)

