

'97 추계 학술발표회 논문집  
한국에너지공학회

## 국가 경쟁력 강화를 위한 기술혁신의 필요성

- 원자력 연구개발 활동을 중심으로 -

정 환삼, 김 현준  
한국원자력연구소

### 요 약

최근 우리나라가 직면하고 있는 국가 경쟁력 상실이 기술개발의 부족에 기인하는 것으로 보고, 이를 개선하기 위해 그간 대기업의 소품종 대량생산을 위주로 하는 산업체제를 기술 중심의 고부가가치를 갖는 다품종소량생산 체제로 전환하는 구조조정을 유도하고 있다.

우리나라의 원자력 연구개발은 표준경수로 설계기술의 자립이라는 1단계 기술개발 목표를 달성하고, 이를 바탕으로 보다 높은 수준의 기술을 달성하기 위해 2010년을 계획기간으로 하는 원자력진흥종합계획을 수립하고 있다.

본 연구는 이러한 기술개발 활동을 통해 습득된 원자력기술을 내부적으로는 개발된 기술의 유용성을 증대하고, 외부적으로는 국가 경쟁력 강화 노력에 따라 발생하는 기술수요 노력을 능동적으로 지원할 수 있는 원자력 기술혁신의 가능성을 분석하였다.

이를 위해 원자력기술과 다른 기술 분야와의 기술연관성을 조사하여 원자력기술의 확산 가능성을 분석하고, 기술이 응용되고 있는 구체적인 사례를 조사하였다. 또한 기술과급이 실제 이루어지고 있는 경우에 이루어지는 기술혁신의 경로와 유형들의 체제를 분석하였다.

### I. 우리나라의 원자력 기술개발

우리나라의 원자력발전소 규모는 1978년 고리원전 1호기가 상업운전을 시작한 이래 1997년 중순을 기준으로 하면 상업운전이 개시된 중수로형 원전 월성 2호기를 포함하여 총 12기의 원전(시설용량 기준 10,316 MWe)이 가동되어 세계적으로는 스웨덴과 공동으로 세계 10위의 원전 보유국으로 성장하였다. 여기에 더하여 추가로 도입될 원전은 1996년 1월 통상산업부에서 확정된 2010년까지의 장기전력수급계획에 따르면 2010년의 최대전력수요는 1996년의 2배로 증가할 것으로 예측하며, 이러한 수요에 맞추기 위한 전력공급대책으로 현재 건설

중인 원자력발전소를 합하여 모두 16기의 원전이 추가로 투입될 계획이다.

이와 같이 활발한 원자력발전소 도입계획에 대비하여 이루어진 우리나라의 원자력 기술개발은 국가 에너지기술 자립이라는 임무를 안고 1980년대 본격적으로 시작된 이래 10여 년 사이 원자력발전소 건설기술은 (표 1)에서 보이는 바와 같이 1996년을 기준으로 95%가 넘는 기술자립도를 성공적으로 달성하였다. 이러한 기술자립 과정에서 가장 핵심적인 기술개발 분야로 한국원자력연구소가 담당하였던 원자로 계통설계와 원전연료 설계 분야는 특히 완성된 기술을 관련 산업체인 한전기술(주)와 한국원전연료(주)로 기술이전함으로써 원자력기술 개발 임무의 1단계를 성공적으로 완성하였다.

(표 1) 우리나라의 원전 건설기술 분야별 수준

분 야		자립율 (%)
사 업 관 리		98
설 계	플랜트 종합설계	95
	원자로 계통설계	95
	원전연료 설계	100
기자재 제작	원자로설비 제작	87
	터빈발전기 제작	98
원전연료 제조		100
시 공		100
계		95

원자력발전소에 대한 이러한 기술자립 경험을 바탕으로 이제는 원자력을 이용한 전력생산 뿐만 아니라 중소형 원자로나 방사선 및 동위원소 이용과 같은 국민복지에 관련되는 여러 분야의 기술개발을 추진하고 있다. 이를 위해 정부는 1997년 6월 2010년까지를 계획기간으로 하는 원자력진흥종합계획을 수립하고, 원자로개발 등 10개 부문에 대한 진흥계획을 수립하고 있다. 이와 같이 다양하게 설정된 원자력 연구개발 목표도 지금까지 기술자립을 통해 습득한 기술력을 기초로 성공적으로 달성하기 위한 배전의 노력을 경주하여야 할 것이다.

## II. 국가 경쟁력 향상과 원자력기술

대기업을 중심으로 수출입국을 표방하며 세계 산업사회의 모범적인 고도성장을 구가하던 우리나라의 경제는 최근 선진국 기술수준 달성의 실패와 후진국의 맹렬한 추격으로 일대 위기에 직면하고 있다. 이에 대해 '제3의 물결', '미래쇼크', '권력이동' 등의 저서로 우리에게 친숙한 세계적인 미래학자 앨빈 토플러박사는 1997년 9월 서울에서 개최된 '97 코리아서밋' 에서 '변화하는 세계에 대한 시각' 이라는 주제연설을 통해 다가오는 정보사회에 대비하기 위해서는 지적자본의 양성이 중요하다고 강조하며, 우리나라의 산업구조를 그간의 수

출지향적 소품종대량생산용 산업에서 탈피하여 다품종소량생산 고부가가치의 지식집약형 산업으로 전환해야할 것을 권고하며, 이를 위해서는 모험심이 강한 중소기업 즉 정보력과 기술력을 갖춘 벤처기업의 역할이 중요하다고 역설하고 있다.

국가 경쟁력 확보에 있어 벤처기업의 육성 필요성은 미국과 이스라엘의 예를 통해서도 알 수 있다. 미국의 벤처캐피탈은 1987년 블랙먼데이부터 시작된 불황기에 벤처기업을 새로운 투자대상으로 삼고 적극적으로 투자하였다. 그 결과 미국은 1980년대 후반부터 350만개의 중소기업이 새로 생겨나 3,000만 명의 고용효과를 가져왔고, 이 때문에 실업률과 물가상승률이 낮아지고 달러화 강세가 이어지는 등 미국경제에 긍정적인 효과를 가져왔다.

성공적인 기술확산의 전형적인 사례는 가진 것은 올리브나무와 사람밖에 없다는 이스라엘의 경우를 들 수 있다. 이스라엘이 우리나라의 기술개발 환경과 유사한 점은 내수시장이 협소하다는 단점에 비해 기술개발을 위한 고급인력이 풍부하다는 것이다. 이스라엘의 기술확산 노력이 집중한 것은 1990년대에 들면서 군수산업체들이 그들의 하이테크기술을 민수제품 생산으로 전용하면서 시작되었다. 지금의 이스라엘 벤처기업은 의료, 바이오테크, 환경 등의 기술분야에서는 우수한 경쟁력을 갖고 있는 기업이 수두룩하다. 1996년 미국 주식시장에 기업공개된 20개 이스라엘 기업중 15개 사가 벤처기업으로 나스닥(NASDAQ)시장에 상장되어 지금까지 모두 1 백여개사가 미국 주식시장에 상장되었고 이중 나스닥에만 80여개사가 등록되어 미국에 이어 2위 상장국가가 되어 있다. 1996년에 영국의 장외시장(AIM)에도 4개 사가 상장되는 등 활발한 성과를 이루고 있다. 이를 수출액으로 보면, 1991년 이스라엘 수출총액 76억 3000만 달러중에서 첨단기술 분야가 16억 7000만 달러로 22%를 차지했고, 5년이 지난 1996년 첨단기술 분야의 수출액은 40억 달러로 전체 수출액의 31%를 차지했다. 1996년 한해 동안 이스라엘에서 첨단기술에 투자한 돈은 1995년 전산업에 투자된 규모와 맞먹는다. 전반적인 경제침체에도 불구하고 첨단기술 분야만은 비약적인 성장을 하고 있으며 바로 하이테크 분야가 이스라엘의 경제를 주도하고 있는 것이다.

이러한 이유로 우리나라에서도 대기업의 섬유, 자동차, 반도체 등으로 이어지는 이른바 효자상품을 위주로 하는 수출정책의 한계를 인식하고 최근에는 벤처기업 육성을 통해 세계무역환경의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 산업 구조조정에 노력을 경주하고 있다. 이러한 지원은 세금감면, 자금지원, 규제완화, 투자자 보호방안, 집단화 부지지원, 그리고 기술·경영 지도 등 넓은 범위에서 매우 다양하게 이루어지고 있다.

실제 우리나라의 최근 수출 집계에서도 중소기업 수출은 1996년 대기업 수출이 0% 증가율에 머무는 극심한 부진 속에서도 10%의 높은 증가율을 기록하고 있으며, 1997년에도 7월까지 대기업 수출이 1% 증가에 그칠 때 7%가 증가하는 등 우리나라 수출의 든든한 저변 역할을 수행하고 있다. 우리나라에는 약 27,000개의 중소 수출제조업체가 있다. 이 가운데 80%는 수출규모가 100만 달러 이하에 불과한 규모이나, 이들의 집단으로는 지난 10여 년간 우리 전체 수출의 40% 내외를 꾸준히 차지하여 왔다. 특히 1996년에는 수출비중이 한때 46%까지 달해 수출이 부진할수록 더욱 강한 힘을 발휘하는 양상을 보이고 있다. 이제

이들 업체 중에는 세계 최고의 기술력과 경쟁력을 보유한 첨단 장비나 기기 제조업체가 있는가 하면, 세계 시장의 60% 이상을 석권하고 있는 초일류 기업들도 있다. 이는 최근 소량 다품종 거래가 주종을 이루는 무역환경에 탄력적으로 대응할 수 있을 뿐 아니라 불황에도 강하고 부가가치가 높은 제품을 개발해온 데 기인하는 것이다.

벤처기업은 기존의 자본이나 유통망이 아닌 새로운 아이디어와 기술을 바탕으로 시작하는 '모험적인 기업'을 말한다. 이들이 일반 중소기업과 다른 점은 지금까지 없었던 창의적인 제품이나 서비스를 내세운다는 점이다. 벤처기업의 특징은 신기술이나 아이디어의 독창성으로 독자적인 사업영역을 개척해야 한다는 것 외에도 사업사이클 혹은 개발제품의 라이프 사이클이 길지 않다는 특징을 가지고 있다. 이러한 이유로 벤처기업의 성공요인은 두말할 것도 없이 창조력과 아이디어를 상품개발로 이어주는 기술력이다. 이러한 기술력의 공급은 초창기에는 자체개발로 충분하나, 점차 기업의 성장과 함께 조직의 존속을 위한 기술개발이 요구가 급증하며, 이 때는 외부기술의 도입이 많아져 기술개발보다는 기술관리 체제로 이러한 조직의 요구를 보완해야 한다.

본 연구에서는 이러한 산업의 구조조정을 통해 국가 경쟁력을 회복하려는 국가적 노력을 경주하는 시대적 상황에 따라 그간 원자력 분야로 국한해서 closed system으로 존재하던 원자력 기술개발 노력의 결과를 비원자력의 타산업 분야에 응용할 수 있는 기술확산의 잠재력을 가진 기술 분야를 조사하고, 실제 활용되고 있는 기술사례들을 소개한다.

### III. 원자력기술과 외부기술의 연관성

우리는 곧잘 원자력기술을 거대과학이며 여러 분야의 과학적 기술들이 한데 모인 종합과학이라고 표현한다. 이는 원자력기술의 완성을 위해서는 방사선관련 과학과 원자로물리와 같은 원자력 분야에 거의 독점적으로 이용되는 기술 뿐 아니라 기계공학, 전기·전자공학, 금속·재료공학, 화학, 토목·건축공학 그리고 이외에도 의학과 같은 여러 분야의 과학이 직접적으로 관련되어 있다는 것이다.

따라서 이러한 고유특성을 갖는 원자력기술의 개발에는 기술의 다양한 유용성만큼이나 여러 과학기술분야에서 막대한 예산과 시간노력이 지원되어야하는 기술의 수요처인 것이다. 그러나 이와 동시에 완성된 원자력기술은 기술개발과정과 기술개발의 성과물을 관련된 기술 분야에 다시 되돌려 활용할 수 있는 기술의 공급처 역할을 수행할 수 있는 잠재력을 또한 지니고 있는 것이다.

기술의 수요처로서의 원자력기술 개발에 소요되는 기술은 핵분열과 그것들의 제어에 관한 기본적인 연구개발, 핵물질을 취급하기 위한 구조체와 장비, 원자로의 설계와 건조 그리고 안전한 운전, 확률론적 분석 기술, 핵분열에 사용하기 위한 재료의 동위원소 농축기술, 핵연료의 설계와 제작, 사용후핵연료의 재처리와 희수된 플루토늄의 재활용, 폐기물의 처리 처분에 따르는 취급방법과 안전관리, 특별한 조건에서 운전되는 원자로에 대한 수학적 모델링과 위

험에 대한 안전성 평가, 계측제어기기의 개발, 그리고 펌프와 같은 기계장비의 개발 등 실로 다양한 분야에서 이루어지고 있다.

이에 비해 완성 기술의 공급처로서 다른 산업분야의 기초기술로 활용 가능한 원자력분야의 기술은 재료와 생산품의 시험과 검사기술, 촉매반응, 세라믹, 합금과 같은 재료의 합성, 엔지니어링과 설계, 기계사용과 제어, 배선, 전기전자기술, 환경기술, 제조와 기계적 응용, 품질보증과 안전성, 로봇, 조종 및 운송, 소프트웨어, 사업과 과제관리기술, 그리고 모의실험기술 등을 들 수 있다.

이와 같이 원자력기술이 다양한 과학기술 분야와 기술수급의 관계를 맺을 수 있는 잠재력을 실현하고 있는 구체적인 사례를 살펴보면 (표 2)에 열거된 바와 같이 재료분야, 설계분야, 제조분야, 계측·분석·검사분야, 방재분야 등이 있다.

(표 2) 분야별 원자력기술의 타분야 기술응용 사례

구 분	기술분야	기술 내용
재료분야	신재료기술	고온·고내식 재료, 내방사선·고난연전선재료, 내방사선도료, 열형광선량계 재료
	연료제조·가공기술	요오드함유 유기화합물 제조, 미세유리섬유 제조, 자장응용, 티탄가공기술
	재료품질기술	재료품질의 신뢰성 향상
	재료평가기술	금속재료 등의 수명평가
설계분야	내진설계기술	고층건축물, 해양구조물, 화학플랜트 등의 (동적)내진설계 기술개발
	신뢰성·안전성 평가기술	PSA, 신뢰성실증기술, 열전도·열용량 해석기술
제조분야	용접기술	화학플랜트의 내부식성 재료의 용접, 자동용접기술
	자동화·원격제어	자동유지기기 개발, 원격계측·제어기술
	품질관리기술	품질관리 일반, 사고에 대비한 매뉴얼 제작기술
	기타 제조관련	대형·중량기기 취급기술
계측·분석·검사	공업용 RI 이용	농도·두께·진동·유량계, 기타 각종 추적자 분석기술
	비파괴검사기술	항공기, 대형구조물, 자동차, 출토유물에 대한 비파괴검사 및 연대측정기술
방재분야	기계기술	제진 및 면진관련기술, 로봇기술
	계측·진단기술	비파괴검사기술, 감시·진단기술, 방사선계측기술
	재료기술	고기능 시멘트기술, 내방사선반도체소자기술, 수명평가기술, 레이저에 의한 잔류응력의 개선기술
	화학기술	급수산소처리에 의한 보일러재료의 고내식기술, 방사성폐액처리용 여과막기술, 건조기, 역삼투막법에 의한 재순환체계, 세탁폐액처리기술
	모의수치실험기술	수송확산기술, 열유동기술, 전자장기술, 재료기술
기타 요소기술 분야	필터기술	반도체, 의약품, 식품공장, 유전공학 등에 이용되는 고효율필터기술
	핵의학, 의료기기기술	중성자선에 의한 암치료, 단층촬영장치개발
	방사선조사기술	농산물 발아방지, 의약품 멸균
	진공·밀폐기술	밸브 등의 밀폐기술
	기 타	고온히터섬유기계, 액체나트륨의 초전도모터 집진자에의 응용

#### IV. 원자력기술의 확산경로와 유형

원자력기술은 기술의 유용성만큼이나 개발규모가 거대하여 많은 자원이 소요되고, 개발기간이 많이 소요된다는 고유의 기술개발 특성으로 인해 그간 선진국의 전유물과 같이 개발되어 왔으며, 거의 모든 나라에서 국가가 중심이 되어 개발이 이루어져 왔다. 그 결과 원자력의 대부분 기술은 자연히 국방과 에너지 분야를 연구하는 정부(출연)연구기관에 집중되게 되었다.

따라서 원자력기술의 확산 경로는 기술을 보유하고 있는 정부(출연)연구소로부터 기술을 필요로 하지만 자체기술 개발력이 부족한 중소기업에 이르는 것이 된다. 이러한 기술파급 경로는 원자력기술의 확산 사례에 대해 조사한 OECD/NEA의 OECD 국가별 기술파급 사례 조사 결과(1993)에서도 유사하게 나타났다. 이 조사연구에서 따르면 기술확산의 주체인 기술공급자는 대부분의 국가에서 그간 원자력 기술개발의 중추적 역할을 담당해 온 정부(출연)연구소가 중심이 되며, 이밖에도 미국의 경우와 같이 원자력에너지의 개발에 주도적으로 참여해 온 대학과 개발기술의 산업화에 참여해 온 민간기업과 전력회사 등 다양한 주체가 있다. 이에 비해 기술확산은 거의 모두 민간기업으로 이루어졌고 나머지도 민간과 정부의 복합형태 기업으로 이루어져 있는 것으로 조사되어 민간기업은 기술확산을 하는 쪽보다는 기술지원을 받는 편인 것으로 나타났다.

이같이 원자력 기술확산 관련기관들 간의 기술확산은 해당 기관에 전담조직의 구축이나 전담기구의 설립을 통해 이루어지고 있으며, 기술확산의 구체적인 달성방법으로는 우선 가장 많이 사용되는 것으로 인력이동(기술보유자의 파견, 전직, 이직 혹은 창업 등), 정보의 교류(연구보고서나 논문, 컨퍼런스, 테크노마트의 개설 등), 기관간 약정(연구개발 계약, 지적소유권에 대한 특허양허, 공동협력협정 등), 관련조직의 구성(벤처기업의 공동설립, 기술상용화조직의 구축, 독립기구의 신설 등), 그리고 know-how의 전달(컨설팅, 내부정보의 이전, 교육 등) 등 매우 다양한 유형을 가질 수 있다.

#### V. 국가 경쟁력 강화와 원자력 기술확산

국가 경제의 위기상황에 대처하기 위해 시급히 추진하고 있는 기술력을 갖는 중소기업인 벤처기업으로의 산업 구조조정의 성패는 전적으로 기업들의 기술력에 달려 있다. 벤처기업의 성공요소는 독창적인 아이디어와 이를 상품화로 연결할 기술력, 창업과 운영 단계에 소요되는 비용의 투자, 그리고 기업의 운영과 판매를 관리할 경영능력을 꼽을 수 있다. 이들 요소에 있어 가장 중요한 것은 기술력으로, 기술력이 갖추어 지면 다른 요인들은 자연 유도될 수 있기 때문이다.

그간 세계적으로 원자력기술의 개발은 다른 기술분야의 개발형태와 마찬가지로 주로 관련 연구기관과 대학 그리고 참여 산업체들로 구성된 기술개발 체계의 내부에 국한하여 다소 폐

#### IV. 원자력기술의 확산경로와 유형

원자력기술은 기술의 유용성만큼이나 개발규모가 거대하여 많은 자원이 소요되고, 개발기간이 많이 소요된다는 고유의 기술개발 특성으로 인해 그간 선진국의 전유물과 같이 개발되어 왔으며, 거의 모든 나라에서 국가가 중심이 되어 개발이 이루어져 왔다. 그 결과 원자력의 대부분 기술은 자연히 국방과 에너지 분야를 연구하는 정부(출연)연구기관에 집중되게 되었다.

따라서 원자력기술의 확산 경로는 기술을 보유하고 있는 정부(출연)연구소로부터 기술을 필요로 하지만 자체기술 개발력이 부족한 중소기업에 이르는 것이 된다. 이러한 기술과급 경로는 원자력기술의 확산 사례에 대해 조사한 OECD/NEA의 OECD 국가별 기술과급 사례 조사 결과(1993)에서도 유사하게 나타났다. 이 조사연구에서 따르면 기술확산의 주체인 기술공급자는 대부분의 국가에서 그간 원자력 기술개발의 중추적 역할을 담당해온 정부(출연)연구소가 중심이 되며, 이밖에도 미국의 경우와 같이 원자력에너지의 개발에 주도적으로 참여해 온 대학과 개발기술의 산업화에 참여해 온 민간기업과 전력회사 등 다양한 주체가 있다. 이에 비해 기술확산은 거의 모두 민간기업으로 이루어졌고 나머지도 민간과 정부의 복합형태 기업으로 이루어져 있는 것으로 조사되어 민간기업은 기술확산을 하는 쪽보다는 기술지원을 받는 편인 것으로 나타났다.

이같이 원자력 기술확산 관련기관들 간의 기술확산은 해당 기관에 전담조직의 구축이나 전담기구의 설립을 통해 이루어지고 있으며, 기술확산의 구체적인 달성방법으로는 우선 가장 많이 사용되는 것으로 인력이동(기술보유자의 파견, 전직, 이직 혹은 창업 등), 정보의 교류(연구보고서나 논문, 컨퍼런스, 테크노마트의 개설 등), 기관간 약정(연구개발 계약, 지적소유권에 대한 특허양허, 공동협력협정 등), 관련조직의 구성(벤처기업의 공동설립, 기술상용화조직의 구축, 독립기구의 신설 등), 그리고 know-how의 전달(컨설팅, 내부정보의 이전, 교육 등) 등 매우 다양한 유형을 가질 수 있다.

#### V. 국가 경쟁력 강화와 원자력 기술확산

국가 경제의 위기상황에 대처하기 위해 시급히 추진하고 있는 기술력을 갖는 중소기업인 벤처기업으로의 산업 구조조정의 성패는 전적으로 관련기업들의 기술력 확보 여부에 달려 있다. 벤처기업의 성공요소로는 그들의 독창적인 아이디어를 상품화로 연결할 기술력, 창업과 운영 단계에 소요되는 비용의 투자, 그리고 기업의 운영과 판매를 관리할 경영능력을 꼽을 수 있다. 이들 요소에 있어 가장 중요한 것은 물론 기술력으로, 이는 기술력이 갖추어지면 다른 요인들은 자연 유도될 수 있기 때문이다.

그간 세계적으로 원자력기술의 개발은 다른 기술분야의 개발형태와 마찬가지로 주로 관련 연구기관과 대학 그리고 참여 산업체들로 구성된 기술개발 체계의 내부에 국한하여 다소 폐

쇄적인 공간에서 정보교류와 기술협력이 이루어지는 독자적인 섬의 형태로 유지되어 왔으며, 이러한 기술개발 문화는 우리나라에서도 크게 다르지 않았다.

이러한 기술개발 환경으로 속에서 원자력분야 종사자의 기술확산에 대한 이해는 자연히 부족할 수 밖에 없었고, 그 결과 지금까지 원자력기술을 타분야로 확산한 사례도 그리 많지 않다. 그러나 원자력 기술의 확산 가능성은 지금까지 살펴본 원자력기술의 확산 분야와 유형에서 살펴본 바와 같이 원자력이 종합과학으로써 여러 분야의 기술을 필요로 하듯이, 그 역방향의 기술이전도 이루어질 수 있다는 점에서 매우 높은 잠재력을 갖고 있다.

따라서 우리나라의 원자력기술개발 활동에서는 이제 기술개발 활동의 유용성을 증대할 수 있는 기술확산의 중요성을 인식하여야 할 시점이다. 이를 위해서는 연구개발 과정에서 파생되는 과학적 원리나 기술 등의 정형화에 노력하고, 또한 기술정책 수립자는 연구개발정보의 활발한 교류가 무엇보다 중요한 기술과급의 성공요인인 점을 알고 개발된 기술의 제도적 관리, 체계적인 데이터베이스, 그리고 이를 효과적으로 홍보하는 등의 종합적 체제 구축에 노력하여야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. 김종범, "과학기술정책론", 대영문화사, 1993. 10.
2. 미래공학연구소, "경제적, 기술적 관점에서 본 원자력개발의 역할에 관한 조사 연구", 1984. 3.
3. 정환삼 et al., "기술개발 패러다임의 변화와 원자력 기술개발 활동", 한국원자력학회 추계학술발표회 논문집, 1997. 10.
4. OECD/NEA, "Technological Spin-offs from Nuclear Energy", 1993 4/5.
5. Yoshiaki, Oki et al., "Application of Nuclear Power Technology to Other Industry", Journal of the Atomic Energy Society of Japan Vol 39. No 2, 1997.