

원자력기술 국가별 평가비교를 위한 주요국의 원자력 현황

정환삼¹⁾, 양맹호²⁾

I. 원자력 미래기술평가비교의 의의

막대한 자원소요로 인해 이용과 개발이 거의 선진국의 전유물과 같이 취급되어 온 원자력은, 최근 10여 년 간 세계적으로 침체상태에 놓여왔다. 이러한 원자력 환경 속에서도 일본, 프랑스와 같이 에너지 부존자원이 부족한 일부 선진국들은 원자력만이 갖는 본원적 장점을 이용하기 위해 상용원전의 도입은 물론 원자력 미래기술개발도 꾸준히 수행하고 있다.

이들 선진국에 비해 다소 늦은 1978년 에 이르러 비로소 Turn-key방식으로 도입된 고리 1호기의 가동을 시작으로 우리나라의 원자력 발전소 이용은 1980년대 중반부터 본격적인 원자력발전분야 기술개발 노력으로 이어져 이제는 한국형 표준경수로를 설계와 건설하는 수준에 까지 이르렀다. 그 결과 최근에는 원전 관련 일부기술은 한국전력공사와 한국원자력연구소 등을 중심으로 선진국에 역수출하거나 혹은 중국, 터키, 동남아 등 원전 후발국에 수출하고 있으며, 특히 최근에는 북한에 한국형 경수로 공급까지 달성하여 이제는 세계가 한국의 기술공급자로서의 능력을 인정하는 단계에 이르고 있다.

이와 같은 기존 상용원전 중심의 기술개발이 성공적으로 달성됨에 따라, 이제는 기존의 기술개발력을 바탕으로 하여 다양한 원자력 미래기술 중 우리의 정책목표와 경쟁력확보에 필요한 전략적인 분야를 개척하여야 한다. 이러한 전환기에 맞추어 최근 정부는 21세기 초 우리나라 원자력 기술개발력을 원자력 선진국 수준으로 올려줄겠다는 의욕적인 정책 목표를 제시하고 그 세부시행계획을 수립중에 있는 것이다. 이러한 국가 원자력정책목표는 연구개발의 부존자원이 절대적으로 빈약한 우리나라에서는 원전 기술의 자립전략과 외국의 개발된 기술을 적극적으로 활용하는 자세가 요구된다. 이를 위해서는 국가적 기술개발노력에 못지 않게 외국의 기술개발동향과 정책환경의 변화를 지속적으로 분석하여 우리의 목표를 적절하게 설정하고, 또한 설정된 목표를 보다 효율적으로 달성할 수 있도록 노력을 경주하여야 한다.

II. 비교국의 원자력 현황

1. 국가별 원자력 이용 및 기술개발 현황

1) 일본의 원자력 현황

1996년 말을 기준으로 각국의 원자력 발전 동향을 살펴보면, 우선<표 1>에 정리된 바와 같이 일본의 경우 운전가능한 원전은 54기이고 도입될 원전은 건설 중인 원전은 825MWe급 1기와 확정 계획된 5기를 비롯하여 총 6기에 이르고 있다. 1996년 동안 일본의 원자력 발전량은 287TWh로 전체 공급전력의 1/3을 원전으로 공급하고 있다. 미래 원전의 도입계획은 2010년에는 약 70GWe 로 전망하고 있으며, 현재 가동중인 원자로형(reactor type)은 가압수로형(PWR)과 비등수로형(BWR)과 같은 경수로가 주종을 이루어 각각 23기와 28기가 가동 가능하며, 도입될 원자로형 전략은 핵연료 주기 정책과 연계하여 추진되고 있다.

일본의 원자로 개발은 1970년대 말부터 기존의 경수로에 대한 개량 표준화계획을 추진. 원전기술의 토착화는 물론 기술을 도입했던 미국과 동등한 수준에서 공동기술개발을 수행 중이다. 수동안전개념의 차세대경수로 개발은 미국의 Westinghouse사와 함께 개량형 경수로(APWR:Advanced PWR) 그리고 General Electric사와 함께 개량형 비등수로(ABWR: Advanced BWR)를 개발 실용화중이며 이 밖에도 중·소형 신형원자로의 개념을 검토하고 가능성을 타진하고 있는 고유안전로(PIUS) 개념의 ISER, Mitsubishi사가 중심이 되어 AP 600개념과 유사한 MS 300/600을 개념설계중이다. 고속증식로(FBR)의 경우 동력로·핵연료개발사업단(PNC)이 중심이 되어 몬주 원형로를 건설하였으나, 1995년 12월 나트륨 누출사고로 인하여 가동이 중지된 상태이다.

일본의 핵연료주기 기술은 독자적으로 원심분리법 개발에 성공하였으며, 1992년에는 연간 1,500톤 분리작업단위(SWU) 규모의 상용화 농축시설을 조업 개시하였다. 일본의 가동 중인 원자로에서 사용하는 연간 우라늄 소요량은 1995년 현재 4,800톤 SWU이며, 이에 따른 시설확장계획은 국제동향이나 경제성 등에 따라 생산규모를 고려할 예정이다. 이밖에도 재처리기술개발과 같은 고속증식로 핵연료주기를 확립을 추진중이며, 경제성보다 국가 에너지 안정 확보를 위한 원자력 정책목표의 달성을 우선한 기술개발정책을 수행하고 있다.

원자력 연구개발을 위한 연구용 원자로는 일본원자력연구소(JAERI)의 30MW급 고온가스냉각로(HTGR)형 HTTR을 비롯한 2기의 원자로가 건설중이며, 가동중인 원자로로는 PNC의 100 MW급 고속증식로(FBR)형 실증로 Joyo를 비롯한 19기가 있고, 1960년대 초에 가동되기 시작한 2기가 가동 중지되어 있다.

2) 독일의 원자력 현황

독일의 경우는 운전 중인 원전은 총 20기로, 노형별로는 PWR이 14기이고 나머지 6기가 BWR이다. 독일의 경우 현재 건설중인 원전은 없으며 이러한 계획은 21세기 초엽까지 계속될것으로 전망된다. 이는 국정에 많은 영향력을 행사하고 있는 녹색당의 활동과 완전한 지방자치체가 이루어지고 있는 독일의 정치환경에서 원전의 도입을 위한 인·허가 절차가 중앙정부와 지방정부로 이원화된 구조에 기인한 것으로 보인다.

독일의 원자로 기술개발은 Siemens사가 프랑스의 Framatome과 합작회사인 Nuclear Power International(NPI)을 설립하고 이회사를 통해 안정성이 강화된 신형원자로(EPR)를 개발하고 있다. 이밖에도 중수로의 개량 작업은 캐나다를 중심으로 이루어지고 있으나 독일의 Siemens사는 380MWe급 중수로 ARGOS의 공동개발을 아르헨티나의 엔지니어링사와 공동으로 수행하고 있다. 기존의 원전을 개량하는 이러한 노력 외에도 독일은 프랑스, 영국 등 유럽의 국가와 함께 개량형고속로(CAPRA)개념에 참여하고 있다.

독일의 핵연료주기분야 기술개발은 환경단체의 소송과 지방자치 단체의 정책으로 인해 위축되어 있는 상태이다. 1994년 Siemens사는 허가상의 이유로 Hanau의 가동중인 우라늄연료 성형가공공장 뿐만 아니라 혼합산화물(MOX)핵연료 성형가공공장의 추가건설도 포기하였다. 이 공장은 거의 완공단계에 있었으나 새로이 들어선 Hessen주 지방정부에서 추가로 요구하는 인·허가 절차상의 이유로 연방정부의 지원에도 불구하고 이 시설의 포기를 결정하였다.

이와 같이 독일의 원자로 기술개발 연구가 소극적으로 이루어지고 있고, 핵연료주기 기술개발이 심히 위축되고 있으나, 원자로의 안전성 평가와 폐기물관리 그리고 기존 원자력 시설 수명 종료후의 폐로 연구등에 있어서는 주요 목표를 현재와 미래의 원자력 시설에 대한 과학적 기술적 기반을 확충하여 기술의 개량과 미래의 안전성 기술개발을 선도하는데 두고 있다. 이러한 노력으로 인해 독일의 원전은 국제적으로 매우 높은 안전성을 인정받고 있으며, 기술적 know-how를 갖고 있는 것이다.

원자력 연구개발을 위한 독일의 연구용 원자로 이용은 일본에 비해 여러 가지 경험이 있다. 현재 건설 중인 원자로 는 없으나 뮌헨대학의 20 MW급 수조(tank in pool)형 FRM II의 계획이 확정되어 있으며, 가동중인 원자로로는 쾰히 KfA의 23MW급 중수형 FRJ-2를 비롯한 19기가 있다. 이 밖에도 1963년 초임계에 달했던 15MW급 pool형 FRG-2를 비롯한 3기의 원자로가 해체되었고, 1961년 초임계에 달했던 KfK의 44MW급 tank형 FR2를 비롯한 9기 원자로가 해체 등을 위해 가동 중지되어 있다.

3) 프랑스의 원자력 현황

프랑스의 운전중인 원전은 57기로 이중 1,492MWe용량을 차지하는 2기의 FBR을 제외하면 모두가 PWR로 구성되어 있다. 건설중인 원전은 3기로 이들의 용량은 4,548MWe이며, 현재로서는 계획이 확정된 원전은 없다. 1996년 한해동안 가동중인 원전의 총발전량은 378.2TWh로 이는 연간 발전 총량의 77.36%를 차지하고 있어 발전 점유율을 기준으로 보면 리투아니아의 83.44%에 뒤이어 세계 2위를 기록하고 있다. 프랑스의 에너지 정책은 우리나라의 경우와 같이 에너지 부존자원이 빈약한 관계로 대단한 의욕을 갖고 원자력을 추진하고 있으며, 이러한 원자력발전 계획의 수행 결과 에너지 자급율이 1973년의 23%에서 1995년 현재 50%이상으로 신장되었다. 이 뿐만 아니라 20여년 전에 비해 전력요금의 30%가 인하되었고 또한 독일 등 인근 국가에 전력수출량은 해마다 늘려 1995년에는 전력생산 총량의 15%를 수

출하여 국가의 주요 산업으로서의 위치를 공고히 하고 있다.

프랑스의 원자로개발은 프랑스국영전력회사(EdF)가 발전설비 설계/제작업체인 Framatome사에 일괄 발주하여 기술지립 및 경제성향상을 도모하고 있다. 경제성을 더욱 향상시키기 위하여 1,500GWe규모의 대용량 PWR인 N4 시리즈 개발뿐만 아니라 FBR의 경우 상용 가동을 실증하기 위한 1,200GWe 용량의 FBR인 Super Phenix를 보유하고 있다.

프랑스의 핵연료주기 기술은 1979년부터 기체확산법을 이용한 Eurodif의 Tricastin시설을 운전중이다. 이 시설은 농축우라늄 연간 생산능력은 10,800톤 SWU규모이며, 농축기술의 개발은 레이저농축법(SILVA)에 대해 연구개발을 수행하고 있다. 이밖에도 프랑스가 보유하고 있는 Rapsodie와 Phenix 그리고 상용로 Super Phenix와 같은 FBR용 MOX연료를 생산하고 있다. 프랑스의 재처리 기술은 COGEMA사를 중심으로 기술개발에 성공하였으며, La Hague재처리 공장에서도 상용 재처리 업무를 수행하고 있으며, 외국의 원자로에 대한 재처리 위탁용역업무도 수행하고 있다. 원자력 연구개발을 위한 프랑스의 연구용 원자로 이용은 독일에 비해 보유기수는 비슷하나 그 시설규모는 프랑스가 월등하게 앞서고 있다. 이는 독일이 보유하고 있는 연구용 원자로의 많은 수가 연구보다는 교육을 위해 대학을 중심으로 건설된 데 비해 프랑스의 원자로는 국가를 중심으로 하여 연구와 실험목적으로 건설된 것에 기인한 것으로 보여 양국의 원자력 기술개발환경을 가능하게 한다.

프랑스는 현재 가동 중인 연구용 원자로 프랑스 원자력청(CEA)의 100MW급 pool형 Scarabee를 비롯한 18기가 있으며 이밖에도 1957년 초임계에 달했던 18MW급 중수형 EL-3을 비롯한 6기의 원자로가 해체되었고, 1967년 초임계에 달했던 CEA의 40MW급 LMFBR형 Rapsodie를 비롯한 3기의 원자로가 해체 등을 위해 가동 중지되어 있다.

4) 미국의 원자력 현황

미국의 운전 중인 원전은 <표 1>에서 보이는 바와같이 총 109기로 이중 PWR이 72기로 이들의 용량은 71,702MW에 이고 나머지 37기는 모두 BWR로 이들의 용량은 33,811MW에 이르고 있으며, 현재로서는 건설중 혹은 계획중인 원전은 없다. 그 동안 가장 왕성하게 세계의 원자력개발을 주도해왔던 미국에서 신규원전의 도입이 중지된 것은 1979년 TMI의 원전사고 이후의 강화된 규제와 이에 따른 경제성 약화에 기인하는 것으로 보인다. 이러한 미국의 원자력 시장 침체는 당분간 지속될 것으로 보인다.

원자로 기술개발은 APWR은 ABB-CE사의 System 80+, ABWR은 General Electric(GE)사의 노형을 표준형 원자로로 채택하여 개발되고 있다. 또한 에너지부(DOE)는 전력연구소 (EPRI)의 협조를 얻어 수동형 원자로의 개발에 착수. PWR형은 Westinghouse사의 AP-600, BWR형으로는 GE사의 단순형 비등수로(SBWR: Simplified BWR)를 표준노형으로 선택하여 개발되고 있다. 이에 비해 미국정부는 최근 회계연도 예산에 모듈형 고온가스로 (MHTGR)와 신형액체금속로(ALMR)가 가까운 장래에 상용화되기 어렵다는 점을 이유로 예산의 배정을 중단하고 있다.

미국의 핵연료주기 기술은 정련, 변환, 재변환 그리고 성형가공 기술수준은 이미 상용화 단계에 이르고 있다. 민영화 준비중인 미국농축공사(USEC)는 원자증기레이저 동위원소 분리(AVLIS)농축기술을 개발, 2002년에 생산에 들어갈 계획이다. 또한 재처리기술은 핵비확산정책의 일환으로 지난 1977년 카터 대통령에 의해 연간생산총량 2,100톤 규모의 상업용 재처리를 중단한 이래 현재까지 5,000MTU규모의 군사용 재처리시설만 운영 중이며, 따라서 상용 재처리 관련 기술개발도 1980년대 이후부터 중단된 상태이다. 그러나 최근 DOE는 해체된 핵무기로부터 발생된 플루토늄이 방사성폐기물로 처분되기 전에 민간용 원자력 발전소의 핵연료로 사용하려는 정책대안이 결정된 바 있으며, 이에 따라 미국내에서 제한적으로 MOX의 형태로 이용될 전망도 가능하다.

그러나 미국의 대외 핵정책 특히 핵미확산의 노력강화가 예상되어 플루토늄연료 이용 가능성은 아직까지 시기상조인 것으로 보인다. 미국의 연구용 원자로 이용은 세계에서 가장 활발하게 이루어지고 있으나, 현재로서는 건설중이거나 계획중인 원자로는 없다. 미국의 원자로 이용은 1950년대 중반부터 대학과 정부 연구소를 중심으로 활발하였으며 현재 가동 중인 원자로는 <표 1>에 정리된 바와 같이 73기에 달하고 있다. 이밖에도 해체 또는 가동 정지된 원자로 13기가 해체되었고 120기의 원자로가 해체등을 위해 가동 중지되어 있다.

2. 비교국의 핵융합분야 연구개발동향

원자력 미래기술의 대표 격인 핵융합연구의 세계적 기술개발 동향을 살펴보면, 이 분야연구는 세계적으로 꾸준히 기술개발이 이루어지고 있으나 기술의 유용성에 비해 기술수준은 아직 공학적 연구개발단계에 머물러 실용화까지에는 많은 시간이 필요하다.

이렇게 핵융합이 핵분열보다 실용화에 늦어지는 이유는 무엇보다도 열중성자에 의해 반응이 매개되는 핵분열과는 달리 핵융합은 고에너지 하전입자 혹은 1억도 이상의 초고온 플라즈마 상태에서 반응이 일어난다는 사실이다. 따라서 핵융합연구는 플라즈마 상태에 대한 연구와 밀접하게 관련된다. 플라즈마란 기체의 온도가 매우 높아져 입자간 충돌로 기체원자가 완전히 이온화되어 전자가 떨어져 나옴으로써 원자핵이 노출되어 이온과 전자로 이루어져 있으며 10,000

<표1> 비교국의 주요 원자력 현황

시 설 국 가	원자력발전소					연구용 원자로(기)		
	기수1)	시설용량 (MWe)2)	발전량 (TWh)	%	총가동경험 (년/월)	가동 가능	해체	기타
일 본	54/63)	45,528/6,880	287.00	33.37	756/01	19	1	2/1
독 일	20	23,305	152.80	30.29	530/07	19	12	1/0
프랑스	57/3	62,540/4,548	378.20	77.36	935/03	18	9	0
미 국	109	105,513	674.78	21.92	2,138/07	73	133	0
한 국	11/17	9,624/17,415	70.33	35.77	111/10	2	2	0

- 1) 가동 가능한 원자로 기수
- 2) 순용량과 총용량중 총용량 기준
- 3) 건설중인 원자로와 건설이 확정된 원자로를 포함

~100,000 oK 이상의 온도를 나타내는 초고온 기체를 말한다. 따라서 오늘날 핵융합발전은 과학적, 기술적으로 인류가 시도하였던 과업중 가장 어려운 일의 하나로 여겨지고 있으나 많은 국가들이 참여한 40여년의 연구개발의 결과로 현재는 자장밀폐 핵융합장치인 대형 토카막 자체가 사용하는 에너지만큼 핵융합에너지를 발생시킬 수 있는 단계에 도달해 있다.

국가별 기술개발현황으로는 세계 4대 토카막 장치라고 불리는 일본 JT-60(JAERI Tokamak-60), 미국의 TFTR(Tokamak Fusion Test Reactor), 유럽의 JET(Joint European Torus), 러시아의 T15를 이용하여 핵융합 출력치 달성의 과학적 타당성을 달성하려는 연구가 진행 중이다.

또한 EU, 러시아, 일본, 미국이 공동으로 국제원자력기구(IAEA)의 주관하에 유치국이 70% 정도를 부담하는 것으로 포함하여 총 100억불 정도로 예상되는 국제토카막핵융합로(International Tokamak Therminuclear Experimenta Reactor: ITER)의 건설을 계획하고 있다. ITER이후에는 다른 에너지원들과 경쟁할 수 있는 실질적인 핵융합발전소를 건설할 것이다. ITER건설기술을 바탕으로 하는 이 발전소는 아마 2025~2050년 정도에 가동될 수 있을 것이다.

3. 원자력 연구개발 기관 현황

다음으로 원자력 미래기술의 기술개발을 위한 국가별 노력은 원자력기술의 속성으로 인해 주로 원자력분야 국책연구소를 전후 경쟁적으로 설립하면서 이들이 중심이 되어 이루어져 왔다. 그러나 구소련의 붕괴에 따른 냉전체제 종식으로 비상업용 원자력 기술개발수요가 급격히 감소하면서 관련 연구기관의 위상과 역할이 흔들리고 있다. 따라서 이들 연구개발 기관들은 자구책을 수립하기 위해 부단히 노력하고 있으며 그 일환으로 그들의 중점연구개발분야를 관련된 인접 과학분야로 까지 확대하고 있는 실정이다.

주요국의 원자력 관련 국책연구소는 일차적으로 원자력의 군사적 위협에 대처하고 핵위험을 줄이기 위한 국가능력의 고양에 노력하고 있으며, 또한 다양하고 효율적인 대규모 경제적 에너지기술의 개발에 집중하고 있다. 이밖에도 에너지에 관련된 기초과학분야 개척과 과학정보의 기반확충 및 원자력기술 응용프로그램의 개발을 시도하는 등 다양한 분야로의 기술확충에 노력하고 있다. 국책연구소의 연구개발분야별 주요 프로그램은 다음과 같다.

- 국가안보, 안전, 방위 분야: 핵실험 및 탐지, 검증/ 사찰 등
- 에너지 분야: 민군겸용기술(Dual-use Technology)과 환경친화적이며 경제적 에너지 공급기술
- 환경기술분야: 환경감시, 환경보전, 환경영향 평가, 방사성폐기물 관리
- 기초과학분야:
 - 고에너지 입자가속기, 핵융합 분야의 과학 기업화
 - 기초과학 분야정보/ 기술 제공 역할
 - 정부, 대학, 산업체 협력체제 구축
- 산업기술: 산업체 이전, 자원 공유, 산업체 개발기술 공유

전후 국가적 목표 달성을 위해 매진해 왔던 원자력 분야 연구개발체제는 지금까지 지속되고 있다. 그러나 최근 100년간 지속되어온 세계 원자력산업의 침체와 지구촌 냉전체제의 종식에 따라 원자력분야 국책연구소에 대한 기술개발 요구가 줄어들고 있으며, 이로 인해 최근에는 이들 원자력 분야 국책연구기관은 그들이 보유하고 있는 고유의 기술력을 응용할수 있는 분야로까지 확산시키고 있다. 그러나 이들 연구기관들은 그들이 갖고 있는 원자력분야 미래기술의 기술개발 잠재력을 유지하기 위해 동시에 노력하고 있다. <표 2>에는 일본의 일본원자력연구소(JAERI)와 PNC, 독일의 KFA와 KfK, 프랑스의 CEA 그리고 미국의 DOE산하연구소들과 같이 각국 에너지 혹은 원자력분야의 대표적 연구기관이랄 수 있는 조직의 중점연구분야와 그 변화 방향을 요약하였다.

III. 우리나라 원자력기술 개발계획 수립에의 시사점

세계의 원자력 산업은 그간 TMI와 체르노빌이라는 두 차례의 대형 원자력 사고와 이에 따른 안전성 기준 강화 그리고 2차대전 이후 최근의 냉전체제 붕괴까지 계속되어온 군사용 원자력과 1960년대부터 불어닥친 원자력발전소 특수라는 과열요인의 진정과 같은 내적요인과 함께 선진국 경제의 장기침체로 인한 전력수요의 증가둔화와 정부의 재정적자 감소를 위한 원자력분야 예산삭감이라는

<표 2> 국가별 주요 원자력연구기관의 연구개발 방향

	과 거	현 재
일 본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온가스로, 핵융합로 ○ FBR/신형전환로(ATR) 개발 ○ 원자력선 개발 ○ 핵연료주기기술 개발 ○ 보장조치기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신개념 경수로/ FBR 개발 ○ 핵연료주기기술 ○ 핵융합발전로 공학연구 ○ 대형가속기(Spring-8 등) ○ 개량 원자력선
독 일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온가스냉각로(HTGCR), 경수로(LWR), FBR 개발 ○ 핵융합물리 ○ 원자력 안전 ○ 농축, 재처리 ○ 폐기물 처리, 관리 ○ 핵의학, 재료, 물리, 화학 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업기반기술 (물질과 재료구조, 초전도기술, 첨단기술, 마이크로기술, 핵, 입자 물리) ○ 정보기술, 생명과학 ○ 기후연구, 환경연구 및 예방기술 ○ 산업화 전단계의 시험시설 운영 ○ 원자력안전, 폐기물관리, 핵융합기술 ○ 에너지기술(보존, 탐사 등)
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵개발 ○ PWR 기술 확보 ○ FBR 기술주도 ○ 주도적 핵연료주기기술 확립 ○ 기초과학 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵개발 ○ 핵연료주기기술 선진화 ○ EFR 등 원자로기술개발 세계주도 ○ 생명과학, 환경과학 ○ 첨단 기초과학 및 산업기술
미 국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 핵개발 ○ 원자력기술 전 분야에서 세계 주도 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가안보기술: 핵물질처분, 비핵폭발 핵무기기술개발 등 ○ 신에너지기술 ○ 환경과학기술 ○ 기초과학 및 산업기술개발

외적요인이 겹쳐 1980년대 이후 오랫동안 침체되어 왔다.

그러나 지구상의 에너지사용 패턴을 통해 원자력의 장래를 살펴보면, 지구상 1차 에너지의 75% 가 화석에너지에 의해 공급되고, 총공급의 약2/3가 지구 총인구의 20%인 선진국 사람들에 의해 소비되고 있다. 이러한 불균형과 불공평한 패턴에서 21세기 에너지시스템은 분산성, 유연성, 청정성, 입지절약형 그리고 기술집약형 등의 특성을 가져야 한다. 따라서 오는 21세기에는 자원의 효율적배분을 고려한 원자력발전의 역할이 더욱 강조되는 원자력 문명사회가 도래할 것이다. 즉, 에너지자원의 한계, 지구온난화, 산성비와 같은 환경문제로 인해 에너지공급은 필연적으로 비화석 에너지원으로 전환될 것으로 전망되고 있다. 이러한 의식변화에 따라 최근에는 원자력의 역할을 적극적으로 인정하려는 움직임이 일고 있으며, 아시아지역의 기존 원전 보유국인 중국, 한국, 대만 등에서는 원전건설시장이 급격히 확대될 계획이며 또한 인도네시아 등 신흥공업국들에서도 자국의 급증하는 전력수요에 맞추기 위해 원전의 도입이 적극 검토되고 있어 세계의 원자력 수요는 다시 증가할 소지를 지니고 있다.

더욱이 미래의 원자력이용은 에너지원으로만이 아니라 우리의 주변에서 매우 다양하게 개발되어 우리의 생활을 더욱 윤택하게 만들 것이다. 비에너지 분야에서 현재 개발되어 부분적으로 사용되고 있는 기술만을 예로 들더라도 캐나다, 스위스, 스웨덴, 독일 뿐만 아니라 러시아와 중국 등지에서 개발 중인 지역난방용 원자로, 러시아의 개량형 두 주선용 원자로인 Topaz-II의 개발, 일본의 심해탐사선용 원자로와 초고속 여객선용 원자로의 개발 그리고 해수담수화용 다목적 소형 원자로의 개발 등 원자력이 지닌 고유한 잠재력을 활용할 수 있는 매우 다양한 영역에서 이루어지고 있다.

머지않아 선진국을 중심으로 하여 다양한 모습으로 발전할 원자력에 대한 우리나라의 기술정책의 수립에는 상용원전 기술개발시 보여주었던 체계적 노력의 경험을 살릴 필요가 있다. 이를 위해서는 우선 우리나라에서 원자력기술의 활용분야를 탐색하여 이에 대한 유용성 논리를 구축하고, 구공산권을 포함한 원자력분야 선진국의 원자력기술개발과 기술예측동향을 지속적으로 수집, 분석하는 정책적 노력이 이루어져야 한다.

[참고문헌]

1. 일본원자력산업회의. "1996년판 원자력 포켓북". 1996. 4
2. 일본원자력산업회의. "1996년판 원자력 연감". 1996. 10
3. 한국원자력연구소. "21세기 국가원자력 정책환경분석: 원자력 기술교류활성화 방안을 중심으로". 1995
4. 한국원자력연구소. "원자력 개발사업의 세계화 추진 연구". 1995
5. J.G. Durston. "Role of Industry in International Fusion Program". 1997. 5/6. Nuclear Europe Worldscan
6. Nuclear Engineering International. "1997 World Nuclear Industry Handbook". 1997
7. OECD/NEA. "Trends in Nuclear Research Institutes". 1996
8. P.E. Juhn. "Development on Nuclear Energy". 1997. IAEA

주석1) 한국원자력연구소, 기술정책연구실 선임연구원(Tel : 042-868-2149)

주석2) 한국원자력연구소, 기술정책연구실 실장(Tel : 042-868-2146)

