

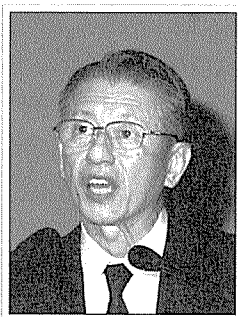


가·조·강·연

일본 원자력산업의 현황 및 향후 전망

Masao Takuma

일본원자력산업회의(JAIF) 상근 부회장



전기 공급량의 약 30% 가량을 충당하고 있다. 전체 발전 용량(capacity factor)은 90 퍼센트를 넘어서는 실로 놀라운 모습을 보여주고 있다.

제가 알기로는 8개의 원자로가 추가로 건설중이거나 건설될 계획이며, 이 가운데에는 한국 국내 기술로 개발되는 혁신적인 경수로도 포함되어 있다.

1970년대 이래 활발하게 원자력 개발 프로그램을 추구해 온 결과 이제 한국은 세계 6대 원자력 국가로 자리매김했다. 뿐만 아니라 지난해 한국 정부는 중·저준위 방사성 폐기물 처리 시설 부지를 선정했다고 발표했으며, 이로써 또 하나의 오랜 난제를 해결했다. 한국 내 모든 원자력 관계자들과 기관의 노고와 성과를 높이 치하한다.

일본 원자력산업의 역사적 배경

1868년 메이지 유신 이후 일본은 근대 산업 국가로 탈바꿈하기 위한

시도로 해외 시장과 자원에 눈을 돌렸다. 이것이 결국 아시아와 태평양 전역에 전쟁으로 이어지기는 했지만, 우리 원자력 산업계는 이 점에 대해 매우 유감스럽게 생각한다.

인구 7천만 명의 작은 섬나라가 전쟁의 폐허를 복구하고 다시 일어 서기 위해서는 1940년대와 50년대에 핵심적인 에너지 공급이 무엇보다도 시급했다. 특히 안정적인 전기 공급이 급선무였다.

바로 그 시점에, 정확히 말씀 드리자면 1953년 12월에 미국 아이젠하워(Eisenhower) 대통령이 UN에서 행한 ‘평화를 위한 원자력(Atoms for Peace)’ 연설이 원자력을 평화적인 목적, 즉 원자력 생산을 위해 사용할 수 있는 가능성을 열어주었다.

이 시기는 시간상으로 일본이 1945년 전쟁 패배 이후 과거의 낙후된 산업 기반을 새롭게 구축하고 정치, 금융, 산업 사이클이 더 젊은 새로운 세대의 리더십으로 옮겨가

늘 이처럼 중요한 KAIF/KNS 국제 회의에 초대받아 연설할 수 있는 기회를 갖게 된 것을 큰 영광으로 생각한다.

한국원자력산업회의와 일본원자력산업회의가 연례적으로 공동 주관하는 원자력산업 세미나가 지금까지 유익한 성과를 거둘 수 있었던 데 대한 감사의 말씀으로 제 연설을 시작하겠다.

한국에는 현재 20개의 원자력 발전소가 가동중이며 약 18,000MW의 전기를 생산하고 있다. 이들이 전체

는 시점과 때를 같이 하고 있었다.

이러한 상황에서 일본 산업계는 원자력 생산이라는 신기술의 상용화를 주요 목표로 설정했다.

비록 히로시마와 나가사키에 원자탄이 투하된 지 10년도 채 되지 않은 시점에 이러한 움직임이 있었으나, 일본인들은 원자력 발전에서 미래의 희망을 찾았다. 또한 동시에 원자력이 철저히 평화적인 목적으로만 사용되어야 하며 절대 군사적인 용도로 변용되어서는 안된다는 점에 있어서는 확고했다.

사실상 일반 사람들의 핵 안정성에 대한 이해를 도모할 때 가급적 '절대'라는 표현을 쓰지 않으려고 조심한다.

하지만 이처럼 평화적인 사용이라는 관점에서는 분명하게 확신을 가지고 말씀드릴 수 있는 것은 일본의 원자력 개발은 절대 다른 용도로 변용되지 않을 것이라는 사실이다.

이와 같은 입장은 연구, 개발, 사용과 같은 모든 핵 관련 활동을 규제하는 원자력기본법(Atomic Energy Basic Law)에 명시되었다.

이 법은 또한 핵 관련 종사자들과 기관들이 지켜야 하는 윤리와 규칙의 바탕이 되는 세가지 원자력 활용 원칙을 제시하고 있다. 그것은 '민주주의, 독립, 개방'이다.

일본 내에서 원자력 개발을 촉발시킨 구체적인 '자극제'가 된 것은 젊은 내각 의원들이 원자력 생

산 연구에 235백만 엔의 예산 할당을 요청한 것이었다('235'라는 수치는 우라늄-235에서 나온 것이라 고 한다).

민간 부문에서는 도시바(Toshiba), 히타치(Hitachi), 미츠비시(Mitsubishi), 후지 전자(Fuji Electric) 등 4개의 생산 설비 제조업체를 포함한 5개의 업체가 이미 이 신기술에 대한 연구를 시작했다.

일본 최초의 원자력발전소가 민간 기업에 의해 운영되어야 하는지, 아니면 정부가 관리를 맡아야 하는지에 대해서는 뜨거운 논쟁이 있었다. 1951년에 접어들기 바로 직전에 전국에 전기를 생산하고 배송하던 유일한 국영 전기 회사가 문을 닫았고, 이를 대신하여 9개의 민간 회사가 새로이 설립되었다.

이들 각 업체에게는 지정된 지역에서 전기를 생산, 전송, 배송하는 책임이 주어졌다. 다시 말해, 일본의 전기 산업은 그 당시에 이미 민영화되었던 것이다.

이러한 배경에서 민간 전기 회사들은 민간이 운영하는 원자력발전소를 원했고 정부는 국가에서 운영하기를 바랐다.

그 결과로 탄생한 것이 국가 정책 기업인 일본원자력개발주식회사(Japan Atomic Power Company)로, 이 기업은 정부로부터 재정을 일부 지원 받았다.

그 당시에는 영국이 가장 선진화

된 상업용 원자로를 가지고 있는 것으로 생각되었기 때문에 일본은 영국의 콜더 홀(Calder Hall)형 원자로를 최초의 원자력발전소로 선정했다. 1966년 이 계약은 성사되었다.

그러나 이후 미국이 대규모 경수로를 시장에 출시하였고, 경제적으로 효율성이라는 강점 덕분에 민간 기업들은 앞다투어 이 경수로를 도입했다.

민간 설비 기업들은 가압수형 원자로(pressurized water reactor)를 도입한 기업들과 비등수형 경수로(boiling water reactor)를 도입한 기업들로 양분되었는데, 어느 원자로를 선택하는지는 주로 화력 발전 시기로 거슬러 올라가 그 당시 특정 제조 업체와 맺은 신뢰 관계에 따라 결정되었다.

경수로 도입은 화력발전소 도입과 유사한 방식으로 이루어졌다. 처음 경수로 1기가 턴키(turnkey) 계약 방식으로 도입되었다.

경수로 2기는 처음 도입한 1기의 디자인을 바탕으로 가능한 한 일본 내에서 조달한 장비와 부품으로 건설되었다. 3기와 그 이후에 이어지는 경수로는 일본의 기술로 국내에서 생산되었다.

최초 1기를 도입하는 단계에서는 민간 기업들이 원자력 기술을 연구하고 일본 생산 업체들이 획득한 기술에 대해 외국 제조 업체들과 라이선싱 제휴(licensing tie-up)를 맺



도록 허용했다.

이 시기에 닥쳐온 오일 쇼크(Oil Shocks)의 영향도 일부 받아 원자력에 대한 기대는 여전히 높았지만, 처음 건설된 일련의 경수로에서 응력 부식 균열(stress corrosion cracking)과 다른 초기 문제들이 나타나기 시작했다.

발전 용량은 떨어지고 원자력산업은 이 문제 해결에 총력을 기울였다. 1975년부터 시작되어 1985년까지 10년 동안 공공 부문과 민간 부문이 합동으로 일본 국내 기술을 가지고 경수로를 개량하고 표준화하는 프로그램을 시작했다.

이러한 노력의 결과로 새롭고 단순하며 합리적인 디자인과 극대화된 내진성을 갖춘 ABWR(advanced boiling water reactor, 개량 비등수형 원자로)이 태어났다.

첫 상용화된 원자로는 동경전력(Tokyo Electric Power Co.)의 가시와자키 가리와 6호기(Kashiwazaki Kariwa-6)와 7호기로 각각 1996년도와 1997년도부터 가동되기 시작했다.

일본의 원자력산업 현황

원자력 발전과 더불어 방사선 또한 일본에서는 수많은 산업과 분야에서 다양한 목적으로 폭넓게 사용되고 있다.

일부 조사에 따르면 경제적으로

방사선의 사용이 경제에 미치는 종합적인 효과는 원자력 발전보다 더 크다고 한다. 놀랍지 않은가? 하지만 오늘은 원자력 발전에만 국한해서 현황을 말씀 드리겠다.

일본에서는 현재 55개의 원자력 발전소가 가동중에 있으며, 이들이 총 50,000MW의 전기를 생산하면서 국내 총전기 공급량의 30~35퍼센트를 충당하고 있다.

원자력발전소의 수가 45개에 달하던 1990년대에는 그때까지 계속되어 온 급성장의 후유증으로 원자력산업 내부에 다양한 유형의 내부 대립과 조직적인 피로가 나타나기 시작했다. 이러한 문제들은 부품 고장, 사고, 데이터 조작 같은 스캔들로 표면화되었다.

일반 대중들은 대규모의 복잡한 원자력 기술에 대해 거부감을 갖게 되었을 뿐만 아니라 이러한 기술을 내부에서 자체적으로만 취급하던 원자력 관련 전문가들의 폐쇄된 집단에 대한 불신도 커져갔다.

그 결과, 불행히도 요구 사항은 더욱 복잡해지고 안전 규정은 엄격해지면서 원자력발전소의 발전 용량은 더욱 감소하게 되었다.

그러한 가운데서도 전력 시장 개방의 조짐이 서서히 나타나기 시작했다. 안전성이 보장된다는 전제하에서 원자력 발전의 경제적 효율성을 향상시키는 문제가 무엇보다 중요하고 시급했다.

생산 비용을 절감하기 위해서라도 기존 발전소의 발전 용량을 늘리는 일이 경영진의 가장 큰 관심이었다.

더욱이 1999년 한 핵연료 제조 업체에서 발생한 'JCO 사고'로 두 명이 사망하고 한 명이 크게 다치게 되자 전체 원자력산업은 충격에 빠졌다.

핵 관련 활동에 종사하는 모든 관계자들은 법과 규제를 준수하라는 강한 압력을 받았으며, 위협을 내재하고 있는 원자력 관리와 원자력 기술 취급시 요구되는 높은 윤리 의식으로 무장하도록 요청 받았다.

원자력 관련 기관들은 믿을 만한 품질 보증과 관리 방법을 갖추어야 했다.

상황의 심각성을 제대로 인식한 일본의 원자력산업계는 원자력을 계속 이용하고 활용 범위를 확장하기 위해서는 인프라를 강화해야 할 필요성을 절감했다. 안정성과 경제성을 향상시켜 대중의 신뢰를 회복하기 위해서도 이는 반드시 필요했다.

또한 전 세계를 휩쓸고 있던 원자력 부활의 조류에 편승하기 위한 방법을 구상했다.

이 목표를 향해서 일본원자력산업회의의 주도하에 업계는 향후의 원자력산업을 이끌어갈 민간 원자력 기관에 대한 개혁을 추진했다.

이러한 개혁은 두 가지 방면에서 이루어졌다. 우선 2005년에 민간 기구인 일본원자력기술협회(Japan

Nuclear Technology Institute)가 설립되어 원자력 생산과 핵 연료 주기 비즈니스에서 '각자의 책임에 대한 자발적인 안보'를 보장할 수 있게 되었다.

둘째로, 3주 전인 2006년 4월 1일에 민간 비영리 재단인 '일본원자력산업회의(Japan Atomic Industrial Forum)'가 재출범하였다. 물론 이 기관은 JAIF로 영문 명칭은 그대로 유지했으나 일본어 명칭에는 큰 변화가 있었으며 새로운 구조로 단장하고 새로운 결의를 다졌다.

1956년 JAIF가 처음 설립된 지 벌써 50년이 흘렀다. 이제 개혁을 거쳐 새로운 조직을 갖추게 됨으로써 민간 원자력 산업을 대변하는 강력한 목소리를 낼 수 있게 되었음은 물론, 미래를 위한 계획을 개발하고 제안할 수 있게 되었다.

JAIF의 재탄생은 관리, 활동, 사무국, 인식이라는 서로 다른 네 영역에서의 개혁을 동반하였다.

오늘날의 시장 경제에서는 시민들이 주체적인 역할을 담당하고 있다. JAIF는 원자력산업과 관련이 있는 행정 기관 및 다른 이해 당사자들에게 다가가 원자력산업의 안정된 발전을 위해 그들과 협력할 것이다.

산업이 안정되기 위해서는 기업가 정신과 높은 사회적 책임 의식을 갖춘 기업 경영인들이 필요하며, 이들이 공공 이익의 실현을 위해 존재

하는 원자력 기술과 원자력 산업에 대한 책임을 확실히 져야 한다.

이 방법을 통해서 원자력산업은 사회와 국가에 지속적으로 공헌해 갈 수 있을 것이다.

민간 부문의 관점에서 보면 JAIF는 공공 책임과 민간 책임을 명료하게 구분할 수 있도록 도움을 줄 것이다.

또한 지난 10월 일본원자력위원회(Atomic Energy Commission of Japan)가 발표한 원자력 정책 프로그램을 위한 틀(Framework for Nuclear Energy Policy Programs)에 나타난 정책을 실현하기 위해 활동을 수행할 것이다. 이 또한 JAIF의 새로운 사명 중 하나이다.

일본원자력기술협회는 미국의 원자력발전운영전협회(Institute of Nuclear Power Operations, INPO)와 유사하다.

JAIF의 활동은 미국원자력협회(Nuclear Energy Institute)와 비교할 수 있다. 미국과 일본 간의 사회와 문화적인 차이를 감안한다면 물론 이 두 기구 사이에 차이는 있을 수밖에 없다.

최근 신문과 다른 매체에서 보도된 바 있는 웨스팅하우스(Westinghouse)의 매각 제안에 대해서는 제가 무엇이라고 말씀드릴 수 있는 입장이 아니다.

그러나 분명한 것은 지금 일본의

원자력산업은 커다란 변혁의 기로에 놓여 있으며, 전 세계에서 다시 한번 일어나고 있는 원자력 부활 움직임의 한 부분인 굴곡점에 있다는 사실이다.

향후 전망

지금 우리가 당면한 문제로는 현존하는 55개 원자로의 발전 용량 증대, 노후화된 발전소에 대한 향상된 노화 개선 조치를 통한 원자력발전소의 자산 가치 향상, 민간 상업용 재처리 시설의 원활한 가동, 경수로에 MOX 연료 사용, 유리화된 포장(vitrified package)으로 고준위 방사성 폐기물을 처리하는 시설 부지 선정 등이 있다.

이들 가운데 중장기적인 관점에서 특히 중요하다고 생각되는 세 가지 문제에 대해서만 말씀 드리겠다.

(1) 원자력 산업은 반드시 국민의 신뢰와 지원을 얻어야만 한다.

원자력이 과학과 기술에서 시작된다는 사실을 분명하게 인정하면서도 인문 및 사회 과학에 대한 배려를 포함시킴으로써 원자력산업과 원자력 종사자들 모두 자신들을 사회에 드러내기 위해 노력해야 한다.

사람들과의 대화에 참여해야 하고 원자력과 사회의 상호 변영을 추구할 수 있는 방법을 고민해야 한다.

이를 위해 오랜 시간 폐쇄된 전문



가 집단이라는 사실에 만족해 왔던 원자력 관련 종사자들과 기관들이 인식을 완전히 전환해야 한다.

일본원자력기술협회와 JAIF, 이 두 민간 기구가 이와 같은 개혁 노력에 앞장 설 것으로 기대하고 있다.

(2) 지난 50년간의 평화적인 핵 이용이 가져다 준 성공과 높은 이익을 고려할 때, 젊은 과학자들과 엔지니어들의 참여는 물론 인문 및 사회 과학 분야 학자들의 참여를 독려하기 위해서는 새롭고 더욱 매력적인 응용 및 적용이 제안되어야 한다.

원자력 발전소를 계속 모범 사례로 활용하기 위해서는 젊은 두뇌를 찾아내서 길러야 한다.

이 젊은 두뇌들이야말로 과감하게 원자력 기술을 새로운 분야와 시스템에 적용하여 앞으로 90억 이상 인구의 터전이 될 이 지구라는 행성의 필요를 충족시켜 줄 수 있다.

더 구체적으로 말씀 드리자면, 20세기 하반기에는 급격히 증가하는 전기 수요를 충족하기 위해 대형 원자력발전소들이 개발되었다. 이제부터는 대형 재래식 발전소에 견줄만한 경제적 효율성을 갖춘 중소형 원자로와 같은 혁신적인 원전을 개발해야 한다.

담수화와 수소 생산 용도로 쓰이는 원자력발전소도 필요하다.

자원과 환경상의 제약으로 초래

될 것으로 예상되는 국제 긴장 고조와 이로 인한 압력을 가능한 한 경감하기 위해서는 전 세계 원자력 관계자들이 힘을 모아야 한다.

특히 아시아의 원자력 강국인 한국과 일본의 원자력산업이 상호 신뢰 관계를 확대하려는 노력을 기울여야 하며, 특히 젊은 세대간에 이러한 노력이 더욱 필요하다.

(3) 전 지구적인 관점에서 우리나라 자원을 더욱 효율적으로 이용하려는 노력이 필요하며 방사성 폐기물 처리가 환경에 미치는 영향을 최소화해야 한다.

90억 인류가 살고 있는 이 세상에서 우리 자신 뿐만 아니라 다른 모든 생물체들이 공존할 수 있는 방법을 찾는 것은 이 행성의 외계 생물체라고 할 수 있는 인류 모두의 책임이다. 원자력을 현명하게 사용하는 것이 우리 인류가 기여할 수 있는 한 가지 방법이다.

현재 경수로에서는 우라늄-235만이 연소된다. 그런데 이 우라늄-235는 우라늄 자원에 0.7퍼센트 밖에 들어있지 않다.

이러한 문제는 고속 원자로 기술을 개발함으로써 개선할 수 있다. 그렇게 되면 나머지 99퍼센트인 우라늄-238도 에너지원으로 사용할 수 있게 되고, 이는 다시 말해 안정적이고 풍부한 에너지 공급이 가능하며 환경 영향도 최소화할 수 있게

된다는 것을 의미한다.

이 고속 원자로 개발에서는 핵연료 주기가 핵심 기술이다. 그러나 방금 말씀 드렸듯이 국제 긴장이 상존하고 있는 한 연료 주기 문제가 심각한 정치적 이슈를 낳을 수밖에 없으며, 바로 지금 우리들의 눈앞에서 이러한 현상이 벌어지고 있다.

하지만 만약 새로운 연료 주기 기술과 시스템, 즉 차세대 기술이 개발된다면, 이와 같은 긴장도 완화되고 더 평화로운 세계로 한 걸음 더 다가갈 수 있을 것이다.

물론 이것은 제 개인적인 견해이고 아이디어이기 때문에, 단순히 저의 이상으로만 끝날 수도 있다. 그럼에도 불구하고 한국과 일본이 다른 국가들과 협력하여 이 기술을 개발하고 이상을 현실로 바꿀 수 있다면 이것이야말로 고무적인 일이 아닐 수 없다.

물론 이 과정에서 핵물질의 비확산과 철저한 물리적 방어(physical protection)는 필수적이라는 사실은 굳이 말씀드릴 필요도 없을 것이다.

마지막으로, 한국원자력산업회와 한국원자력학회의 계속적인 성과 거양과 성공을 기원한다. 또한 한국과 일본의 원자력산업이 인연을 강화하고 연구 개발, 기술 개발 및 활용, 비즈니스 등 다양한 활동을 통해 긴밀하고 우호적인 협력 관계를 넓혀 나갈 수 있기를 기대한다. ☞