



제4세대 원자력

James A. Lake

미국 원자력학회 회장

□ 국 원자력발전소의 경제성, 운영 및 안전성은 매우 우수하다. 현재 미국에서 진행되고 있는 안전 및 경제적 규제에 대한 개혁과, 깨끗한 원자력이 갖는 환경적 가치에 대한 인식이 증진됨과 함께 원자력 발전이 갖는 장점들로 인해 미국의 원자력발전소(60년 연장 라이센스를 보유한 발전소)의 성공적인 운영을 위해 신규 발전소 건설에 있어서 바탕이 될 수 있는 굳건한 기초가 마련되었다. 원자력의 밝은 미래를 실현하기 위해서 우리는 다음 다섯 가지의 도전에 대응해야 한다.

원자력은 반드시 경제적으로 경쟁력을 갖추어야 한다. 대중은 원자력 발전의 안전성과 연료 주기에 대해 믿음을 가져야 한다.

방사성 폐기물과 사용후 연료는 반드시 바르게 관리되고 방사성 폐기물에 대한 최종적인 폐기 경로는

정치적으로 결정되어야 한다.

상업적 연료 사이클이 확산될 잠재적 가능성은 지속적으로 최소화되어야 한다. 또한 우리는 앞으로도 지속적인 인력 공급을 보장해야만 하며 현재의 원자력 기술 기간 시설을 보유해야 한다. 제 4세대 프로그램은 이와 같은 도전에 응전하기 위해 국제 원자력계의 노력에 초점을 맞추기 위해 고안된 것이다.

원자력의 필수 조건

풍부하고 저렴한 전력은 경제 발전을 소망하는 국가에게는 매우 중요한 필수 조건일 것이다. 에너지, 보다 구체적으로 전기는 경제 성장의 연료라고 할 수 있을 것이다.

하지만 전세계의 인구의 3분의 1 이상이 (20억 이상) 전기 없이 살고 있다. 또한 이와 함께 세계 인구 중 20억이 연간 사용하는 전력 사용량

이 100와트 미만이다.

이와는 대조적으로 일본과 프랑스와 같은 선진국의 연간 일인당 전력 사용량은 800와트이며 미국은 일인당 전력 사용량이 거의 1500와트에 달하고 있다.

개발 도상국 정부들이 경제 발전에 노력함에 따라, 그리고 이에 따라 국민의 생활 수준이 개선됨에 따라 전력 사용이 증가되고 있다.

전력 생산 증가를 예측하는 몇 가지 지표에 따르면 세계 전력 수요는 앞으로 20내지 25년 후에는 거의 두 배가 될 것이며 2050년에 가서는 세 배로 늘어날 것으로 보인다.

이와 같은 급속한 전력 생산량 증가는 주로 빠르게 발전하며 경제 성장이 이루어지고 있는 아시아 및 중남미 지역에서 발생할 것이다.

미국·유럽 등의 노후 발전 시설(주로 핵석 연료 사용 시설) 교체 수요와 더불어 이와 같은 에너지 수

요의 순증이 발생할 것이다.

이처럼 세계 전력 수요의 급속한 증가는 새로운 전력 생산 능력이 어디로부터 만들어질 수 있는 가라는 주제로 귀결된다.

이것이 바로 개발 도상국들이 경제를 성장시키고 생활 수준을 개선하는 노력을 지원하며, 선진국의 동시에 에너지의 (그리고 경제적인) 안보를 보호할 수 있는 방법을 찾으려는 근본적인 의욕이 있는 (도덕적인 의무감이 아니라면) 선진국들에 정면으로 직면하게 될 문제라고 생각된다.

현재 435기의 원자로에서 전 세계 전력의 16%를 생산하고 있다.

우리는 원자력이 경제성이 우수하고 안전하며 온실 가스를 방출하지 않는 전력 공급원이 될 훌륭한 가능성을 가지고 있음을 분명히 인지하고 있다.

그렇지만 원자력이 아직은 공공 안전에서 방사성 폐기물에 이르기 까지 여러 가지 문제를 안고 있다는 사실도 부인할 수 없을 것이다. 이점에 대해서는 후에 자세히 말씀드리겠다.

잠시 동안 원자력이 미래의 세계 에너지 공급원으로서의 역할, 그리고 나아가 온실 가스를 방출하지 않고 단기간에 많은 에너지를 생산해 낼 수 있는 에너지원으로서의 역할을 담당해야만 하는 근거를 설명하고자 한다.

만약 세계 모든 사람들에게 풍부하고 저렴하며 깨끗한 전기 에너지 원이 무엇인지 찾아 내어 그 에너지를 사용해야 한다고 설득해야 할 도덕적 임무가 있다면 우리는 바로 원자력이 그와 같은 혜택을 제공해 줄 합당한 에너지원이 될 수 있다는 사실을 확실히 알리는 일도 우리의 도덕적 임무가 아닐 수 없다.

원자력 패러다임의 변화

우리는 세계 전역에서 전례 없는 에너지 및 경제 성장을 이루하고 있는 새 천년의 문턱에서 있다.

이 시점에서 우리는 스스로에게 핵 강대국이 보유하고 있는 것이 무엇인지, 앞으로 원자력의 지속적인 성장을 방해할 수도 있는 도전에는 무엇이 있는지, 그리고 이러한 도전에 대응해 나가기 위해 무엇을 해야 할 필요가 있는지 등을 자문해 보아야 할 것이다.

미국은 원자력을 개발하고 응용한 선구자로서 원자력의 현재의 위상과 앞으로의 도전에 대한 중요한 지표로서의 역할을 감당해 왔다.

1999년 한 해 동안 103기의 원자력 발전소를 통해 미국의 전력의 20%(거의 7300억kWh)가 생산되었다.

1970년 이후 원자력발전소의 신설이 전혀 없었다는 사실을 지적하는 경우가 많기는 하지만 원자력 발

전을 통한 전력 생산은 과거 20여 년 동안 연간 8%의 성장을 이룩해 왔다.

그 동안 1970년대에 건설을 결정한 발전소가 완공되었다(1980년대 이후 40기, 가장 최근에 완공된 것은 1996년 건설이 완료된 Watts Bar 1호기이다). 그리고 발전소 용량을 결정하는 요소들이 지속적인 성장을 보여 1999년에는 88%를 기록했다.

미국의 원자력발전소를 통해 생산된 총전력은 1980년의 3,000억 kWh에서 현재 7,300억kWh로 괄목할 만한 성장을 보이고 있다.

이러한 전력 생산 용량의 증가는 미국의 원자력이 우수한 경제성을 보이고 있음을 확실히 알 수 있다.

동시에 원자력의 경제적 성과는 안전성과 더불어 향상되고 있다.

세계원자력발전사업자협회(The World Association of Nuclear Operators, WANO)이 발표한 안전성 지표에 따르면 원자력의 안전도는 지속적이고 일관성 있게 향상되고 있다고 한다.

이러한 지표에는 계획하지 않았던 자동 차단 장치(미국의 원자력 발전소 가운데 3분의 2는 그 지표가 0을 기록했다), 산업 안전(미국의 원자력발전소의 사고율은 미국의 모든 산업의 평균 사고율의 10분의 1에도 미치지 않다.), 그리고 발전소 근로자들에 대한 집단적 방



88

제12차 태평양연안국 원자력회의
The 12TH PACIFIC BASIN NUCLEAR CONFERENCE

사능 노출로 1980년의 수치에서 현재 80% 이상 감소했다.

미국에서, 그리고 점차 세계 전역으로 확산되는 추세로 전력 시장이 자율화되고 있다. 이에 따라 경쟁이 가속화되고 소비자 입장에서는 더 낮은 가격으로 전기를 사용할 수 있게 되고 있다. 원자력으로 생산된 전력이 경쟁이 치열한 시장에서 버틸 수 없을 것이라는 초기의 예상이 틀린 것으로 증명되었다.

24개국에서 자유화를 이끌어 온 과정은 원자력발전소의 잔존하는 자본 비용에 대한 회수와 관련해 협상을 통한 합의라는 결과를 도출했다.

자본 비용 회수 문제가 매듭지어짐에 따라 원자력발전소에 대한 재정적 관심이 고조되기 시작했다. 이는 원자력발전소 운영 비용(운영·유지·보수 및 연료비)이 미국의 여타 다른 전력 공급원과 비교해 볼 때 매우 경쟁력이 있었기 때문이다.

1999년 원자력 발전을 통해 생산된 전력의 평균 비자본적 비용은 2 센트/kWh에 불과했다. 이는 미국에서는 가장 낮은 가격대에 포함되며 천연 가스 (약 3.5센트/ kWh), 천연 가스 가격 및 가스 터빈 자본 비용이 증가함에 따라 인상되는 추세이다) 보다 훨씬 낮은 수준이다.

미국에서의 원자력에 대한 경제여건이 개선됨에 따라 원자력 자산을 획득하고 발전소를 더욱 강력하

고 효율적인 기업으로 만들기 위해 원자력발전소의 소유권을 확고히 하고자 하는 움직임이 있었다.

동일한 움직임이 세계 판매자 시장과 원자력 연료 시장에서도 나타나기 시작하고 있다.

시장이 중심이 된 합병, 그리고 미국의 원자력 자산에 대한 강력한 관심이야말로 미국의 원자력 산업의 경제적 건강을 나타내는 긍정적인 지표라 하겠다.

미국 원자력규제위원회(NRC)는 원자력발전소를 감독해 온 규제 방식을 수정하고 있다.

새로운 규제 절차는 실적에 근거하고 위험-우선 순위 규제 표준을 사용하고 있다.

이 새로운 규제 절차는 안전을 희생하지 않고 과도한 규제를 제거할 수 있는 (따라서 결과적으로 경제적인) 잠재력을 갖게 될 것으로 보인다.

미국 원자력규제위원회는 볼티모어 가스·전기 콜버트 클리프 발전소에 대해 2000년 3월 23일, 최초의 20년 인가를 연기해 주었으며 5월에는 듀크사의 오코니 발전소에 대해서도 같은 조치를 취했다.

이와 같은 인가 연기 신청의 효과적인 처리 절차는 2년도 채 되지 않는 시기에 다른 8기의 발전소에 대해 인가 연기 신청서를 제출할 것을 권장할 수 있었으며 거의 30기의 발전소가 추가로 그 신청서를 제출

할 계획이라고 발표했다.

업계와 미국 원자력규제위원회는 궁극적으로 미국의 발전소 가운데 80%가 이 인가 신청을 접수하고 수락 받게 될 것으로 예상하고 있다.

매우 최근까지만 해도 깨끗한 원자력 에너지가 가진 환경적인 유리함은 제대로 인식되지도 못했으며 합당하게 평가 받지도 못했다.

그러나 요사이에는 다양한 에너지원의 환경적 영향에 대한 국제적인 대화가 활발하게 진행되고 있고 학석 연료의 연소 과정에서 발생하는 가스 방출과 미립자가 건강에 미치는 영향에 대한 과학적인 증거 자료들이 점점 더 많아지고 있으며 이산화탄소 가스 방출이 늘어남에 따라 잠재적인 기후 변화 위험이 증가하고 있음이 증명되고 있다.

환경의 질은 미국의 에너지 정책에 있어서 그 중요성이 날로 더 커져 가고 있으며 기존의 원자력발전소의 지속적인 운영, 이러한 발전소의 용량 개선, 그리고 새로운 발전소의 건설과 같은 사항들이 장차 미국의 계획으로 중요한 부분을 차지하게 될 것이다.

만약 경제적 성장에 대한 우리의 필요를 환경을 보존해 나가야 한다는 책임 의식과 균형있게 유지할 수 있다면 위의 언급한 사항들이 정책에서 차지하는 역할이 더욱 커지게 될 것이다.

원자력 에너지가 직면하고 있는 도전

미국의 원자력 산업의 경제성, 규제, 운영, 안전 및 환경적 영향 등에 영향을 미치는 주변 여건이 지난 2~3년 동안 매우 극적으로 변화하고 있다. 세계적으로도 이와 흡사한 변화의 징후를 찾아 볼 수 있다.

이러한 도전은 우리들로 하여금 원자력의 미래, 즉 기존의 발전소에 대한 지속적인 운영 및 새로운 발전소의 건립에 대해 상대적으로 긍정적인 비전을 갖도록 허용한다.

그러나 이러한 비전은 다음에 열거한 다섯 가지 주요 도전을 성공적으로 해결했을 때에야 비로소 가능할 것이다.

○ 원자력은 반드시 경제적으로 경쟁력이 있어야 하며 점차 더 규제가 심해지는 세계 전력 시장에서 경제적 성과를 개선하기 위한 지속적인 역량을 갖추어야 한다.

현재의 운영에 대한 경제적 지표를 살펴 보면 현재 가동중인 원자력발전소는 매우 고무적인 결과를 보이고 있지만, 반면 높은 자본 비용 (\$1500~\$2000 /kW)와 오랜 건설 기간의 역사, 새로운 원자력발전소에 대한 인가 및 허용받은 기간 등의 측면에서 미국 시장에서는 천연 가스에 비해 엄청

나게 경쟁력이 떨어진다고 하겠다.

○ 대중이 원자력발전소와 연료 사이클에 대해 안전을 확신해야 한다.

현재의 경수로 원자로 기술이 매우 우수한 안전성을 보여 주고 있지만 가동과 유지에 대한 의존도 심화로 인해 계속해서 안전한 운영을 보장하는 것, 특히 그 기술이 상대적으로 기술 수준이 낙후된 국가나 고도의 기술 지원 인프라가 마련되지 않은 나라, 또한 상이한 안전 기준과 업무 문화를 가진 나라에 설치되었을 경우에는 원자력 발전의 안전함을 이해시키는 것이 어려울 것이다.

○ 원자력 폐기물은 반드시 제대로 관리되어야 하며 후속 연료 사이클(the back-end fuel cycle) 문제가 해결되어야 한다.

미국 내의 원자력 폐기물 처리 문제를 면밀히 살펴보기 위해 현재 진행중인 정치적인 정체 상황은 방사성 폐기물이 개방된 영구 저장 시설에서 처리되는지 아니면 임시 폐기물 보관 시설에서 처리되는지를 확인하기 위한 것으로 우리가 정치적 의지, 리더십 그리고 그렇게 하겠다는 합의를 이끌어 내기만 하면 해결될

수 있을 것으로 보인다.

○ 상업적으로 사용되는 원자력 연료 주기의 확산 가능성은 앞으로도 계속적으로 최소화해야 한다.

원자력이 점차 세계로 널리 보급됨에 따라 모든 원자력 공급국과 가동국들은 계속해서 이 기술이 확산되는 막는 노력을 증진시켜 나가야 한다.

○ 우리는 앞으로 인력의 공급 수준을 유지할 수 있다는 확신을 심어 주어야 하며 세계 각국에서 중요한 원자력 기술 인프라를 잘 보존하고 있다는 확신을 가져야 한다. 국제적 협력을 통해 지속 가능한 인력의 공급이 유지될 것이며 연구 개발 기관, 국립 연구소, 대학, 그리고 업계에서 중요한 기술 인프라가 바르게 유지될 수 있고 가장 이상적인 형태로 사용될 수 있도록 확신을 갖게 해야 한다.

제4세대, 도전에 대한 응전

원자력은 1950년대와 60년대의 경수로 냉각 발전소로부터 유래하였는데 당시의 발전소가 대형 압력과 끓는 물을 사용하는 원자로로 발전하게 된다. 이것이 현재까지도 세계 각국에서 사용되는 방식이다.



우리는 아마도 제3세대 원자로 기술의 문턱에 서 있으며 앞으로 패시브 안전 방식을 따르는 표준화된 최적의 경수로 원자로로 발전되어 나갈 것이다.

세계 공동체는 미래에 원자력에 대해 보다 광범위해진 시장의 인정을 받는 것에 관심을 갖고 있으며, 따라서 우리는 이 기술이 앞에서 우리가 열거한 다섯 가지 도전 가운데 처음 네 가지 질문에 얼마나 합당하게 대응할 수 있는지를 질문할 필요가 있다.

매우 복잡한 상황을 지나치게 단순화하는 위험이 있기 때문에 장래의 원자력 확장을 막는 많은 요소는 비용이 수반된다는 사실을 제시하고 싶다.

4(IV)세대 원자로 기술은 비용 인하라는 도전에 대해 매우 훌륭하게 대처해야 할 것이다(특히 자본 가격). 또한 안전도를 향상시켜야 하며(특히 안전에 대한 대중의 인식) 폐기물을 최소화하며 폐기물 처리 정책에 있어 장기적인 입장에서의 경제적 취약점을 최소화하는 것이 매우 중요한 사안으로 고려되어야 한다. 뿐만 아니라 원자력 관련 물질이 확산될 수 있는 잠재적 가능성을 최소로 억제해야 할 것이다.

새로운(아마도 혁신적이라 할 만한) 원자로 기술은 21세기 세계 시장이 필요로 하는 자본 비용 요건을 충족시킬 수 있어야만 할 것이며 제

조에 대해 새로운 접근법을 도입하고 급속하게 설치되는 원자력발전소가 미래의 경제적 차원에 대해 자본 비용을 경감시키는 데 있어 중추적인 역할을 감당해야 할 수 있을 것이다.

전통적인 규모의 경제를 공략하는 근본적으로 다른 방식은 원자력 발전소 건설할 때 현재와 같이 부지에 건설하는 형태로부터 세계 각국에서 생산한 부품을 조립하는 형태의 제조업 방식이나 비행기 제작 과정과 흡사하게 설계와 실제 제작이 매우 달라질 수 있는 제조 방식에 대해 검토하는 것을 포함한다.

이와 같이 원자력발전소를 제조하는 개념으로 받아들이게 되면 소규모(100MWe) 발전소에 대한 관심이 높아질 것이다. 왜냐하면 소형 발전소가 발전 용량을 시스템에 지속적으로 추가하는 것이 가능하기 때문에 시장에서 받아들여지기가 쉽고 수요에 맞추어 유연성 있게 조정하는 것이 가능하기 때문이다.

몇 가지 선진적인 디자인 개념이 이미 소형 원자로에서 받아들여지고 있는데, 그 가운데 남아프리카의 폐블 베드 모듈러 원자로(PWR)와 아르헨티나의 CAREM 원자로가 대표적이다. 몇 개의 소형 발전소 시스템에 대한 개념적 설계 작업도 미국의 DOE의 원자력 연구소에서 현재 검토되고 있다.

올해 5월에 DOE는 워크숍을 후

원한 바 있다. 미국을 비롯해 세계 각국에서 거의 100명의 원자력 산업 전문가, 학자, 국립 연구소, 세계 정부 및 비정부 단체 등에서 일하는 전문가들이 그 워크숍에 참석했다.

워크숍의 목적은 제4세대 원자력 시스템이 앞으로 선진국과 개발 도상국에서 경쟁에 참여하여 살아남을 수 있는 경쟁력 있는 가격을 제공하기 위해 이루어야 하는 설계상의 목표와 관련해 첫 번째 주문 형태를 개발하기 위한 것이다.

이 워크숍의 상세한 결과는 다음의 홈페이지에서 찾아 볼 수 있다. <http://gen-iv.ne.doe.gov>. 간략히 정리하자면, 그 워크숍에서는 다음과 같은 결론을 이끌어 낼 수 있었다.

제4세대 원자력 시스템으로부터 전기 버스바 비용(The busbar cost)이 그 지역이나 국가에 있는 다른 발전 설비 가격과 경쟁력이 있어야 한다(미국에서는 천연 가스가 비교 대상으로 적합할 것이다).

경쟁력 있는 비용은 미국에서는 3센트/Whr 수준이 될 것이다.

제4세대 시스템은 자본 투자에 있어서도 가장 작은 위험 가능성을 보이는 것이어야 한다.

발전소의 자본 비용이 약 \$1000/kW 정도이고 총 건설 일정이 3~4년 정도가 가장 권장할 만하다고 본다. 제4세대 발전소는 보다

우수해진 안전성을 가진 것이어야 한다.

이것은 그 발전 설비가 설치된 국가의 규제 당국의 기준에 부합되는 것은 물론 대중인 생각하는 기준과도 조화를 이루어야 한다.

그렇게 함으로써 핵심 영역 손상 가능성을 낮을 수 있지만 그것으로 충분한 것은 아니다.

제4세대 설계는 공개적이고 투명한 방식의 통합된 원자로 테스트를 통해 공개적으로 시현해 보임으로써 최초의 사고가 발생한 경우라 할지라도 그로 인해 심각한 핵심적 손상이 일어나지 않는다는 것을 확실히 해야 할 것이다.

그리기 위해서 최악의 사고가 발생했을 경우에도 핵심 연료나 구조적 물질이 용해되지 않아야 하며 냉각 물질이 반응하지 않아야 하고 패시브 냉각 방식과 핵심 온도를 통제 가능한 범위 내에서 제한시킬 수 있는 열 제거 시스템을 사용했을 때 가능할 수 있다.

응급 상황에 대해 현장이 아니라 다른 곳에서 파견되어 처리해야 할 정도의 상당한 사고가 일어나서는 안될 것이다.

제4세대 기술은 운영과 유지·보수 수요 등에 대한 현재의 경험과 지식을 바탕으로 설계되었을 때에 사람이 저지를 수 있는 실수에도 안전을 유지할 수 있을 것이다.

채광에서부터 연료 제조, 그리고

원자로 운영, 폐기물 관리, 운반 및 발전소 해체, 오염 방지에 이르기까지의 전과정이 제4세대 원자로가 도입되는 최초의 시점에서 정립되어야 한다.

특히 모든 폐기물의 흐름(streams)에 대해 완전한 해결책을 확실히 파악할 필요가 있으며 제 4 세대 기술은 만들어내는 폐기물 량을 최소화하기 위해 설계되어야만 한다.(예를 들면 고연소도 연료의 사용).

제4세대 첨단 원자로 시스템, 그리고 연료 사이클은 상업용 원자력 연료 사이클로부터 발생되는 물질이 확산 대상으로서의 매력을 갖지 않을 수 있도록 최소한 현상을 유지해야 한다.

나아가 원자로 시스템의 내연적인 특징은 연료 사이클이 갖고 있는 확산 방지 특성을 더욱 개선시켜서 핵무기의 보유를 위해 가장 적게 고려할 수준까지 상용 원자력 물질의 무기화 가능성을 줄여나가야 한다.

현재 DOE 내부에서는 제4세대 발전소가 될 가능성이 있는 설비에 대한 평가 및 지침을 만들기 위해 확산화 방지를 물량화하고 측정할 수 있는 방법론이 개발중에 있다.

현재까지 미국은 제4세대 발전소와 관련해 특별한 접근법, 또는 특정한 원자로 컨셉트에 대한 의지를 밝힌 바가 없다.

오히려 미국을 비롯하여 전세계

적으로 연구소, 대학, 실험실, 그리고 세계 원자력 산업체로부터 일종의 국제적 연구 개발 공동체를 구성하여 21세기에 있어 건설된 원자력발전소의 가장 핵심 기능 요건이 무엇인가, 그리고 장기적으로 지속 가능한 국제적 설계 및 개발 프로그램에 대한 확실한 기술적 기반을 구축하는 데 필요한 사항이 무엇인가에 대해 합의점을 찾아내기 위해 노력하고 있다.

참여한 원자력 전문가들은 대체로 원자로 다양한 컨셉트에 대해 지지의사를 표명하고 있다. 전세계 연구 팀들이 이미 광범위한 원자로 컨셉트에 대해 다양한 검토를 실시하여 제4세대 원자로의 요건에 비추어 그 성능을 비교, 조사하고 있다.

여기에는 높은 온도·조약돌바닥(pebble bed), 플리즈마 환경 설정, 전형적인 염소나 납합금 냉각재로 구성된 액체 금속 냉각 원자로 시스템, supercritical steam에 사용되는 첨단 수냉각 시스템, 폐기물을 버너 및 기타 기능을 가진 molten salts와 같은 exotic 시스템 등을 포함한다.

초수명 원자로 노심(cores)에는 연료를 다시 투입할 필요가 없고 현장에 설치될 수 있으며 새로운 시스템이 개발되면 교체를 위해 제거될 수 있는 카트리지 코어가 장착된 소형 원자로의 전망이 더욱 밝아질 수 있다.



이러한 각각의 경우 제 4세대 원자로 시스템은 기술적인 도전과 장벽을 보여주고 있다.

이러한 도전을 극복하기 위해서는 연구 개발에 대한 집중적인 노력 을 통해 필요한 시스템 성능을 제공 할 수 있어야 할 것이다.

예를 들면 높은 온도에서 코팅 처리된 입자 연료(coated particle fuel performance at the high temperature)의 성능, 그리고 높은 고연소도(hight burnup)의 고열에서 가스 냉각 방식을 사용하는 원자로의 성능을 결정짓는 요건이 된다.

높은 열을 내는 물질의 성능, 특히 납합금 냉각 시스템에 나타날 수 있는 부식이 기술적인 문제를 야기 시킬 수도 있을 것이다. DOE는 제 4세대 선두 원자력발전소 컨셉트 영역에서 2001년에 기술 맵을 구성 할 예정이다.

이를 통해 미국의 연구 개발 프로그램은 시현과 설치를 위해 제4세대 시스템 후보를 위한 향후 시장 선정을 지원하기 위한 중요한 기술적 문제에 집중할 것이다.

향후 나아갈 길

미래의 원자력 에너지 시장은 세계 시장이기 때문에 제4세대 원자력 기술은 세계 상품이 될 것이다. 그렇기 때문에 DOE의 원자력 에너

지 · 과학기술실에서는 William D. Magwood가 주축이 되어 원자로 기술의 차세대의 요건과 특성에 관한 포괄적인 국제 회의를 조직하였다.

제4세대 원자력을 위한 국제적 실무 그룹은 고위 정부 관리 및 기술 인력으로 구성되어 있으며 이들은 공동의 목표와 이익, 그리고 합작 연구 개발 프로그램을 통해 개발되어야 하는 차세대 기술에 대한 노력을 증진시키기 위한 쌍무적 및 다자간 관계 정립을 위해 활발한 논의가 이미 전개되고 있다.

미국원자력학회(ANS)는 원자력 관련 과학 및 기술 발전을 이끌어가고 있는 인식에 걸 맞는 목표와 임무를 설정하고 원자력 정책 문제에 대해 적극적인 기여를 하고 있으며 제4세대 전략을 기획하고 실행하는데 있어 적극적인 태도를 보이고 있다. ANS 관료 및 회원이야말로 미국 DOE 계획과 국제적 실무 그룹에 있어 핵심적인 참여자이며 동시에 제4세대 원자력과 관련되어서도 활발한 토론의장을 제공하고 있다.

미국원자력학회는 존경받은 전문가 집단으로서 정부, 업계, 연구 개발 및 교육 기관, 국제 사회의 지도자들을 대상으로 원자력 에너지와 관련된 중요한 국제적 사안을 논의하고 기술의 밝은 미래를 개발해 나갈 수 있도록 합의를 형성하고 지원하는 일 등을 다루는 여러 가지 기

술 관련 회의를 조직하거나 그 활동을 적극적으로 이끌어 왔다.

뿐만 아니라 미국원자력학회는 제4세대 원자력 및 그 기술과 관련된 여러 차례의 워크숍, 기술 회의 및 주제 회의 등을 후원해 왔다.

미국 원자력학회의 관리들은 기술과 관련 정책 결정을 바르게 내릴 수 있도록 기술 정보에 대한 자문을 워싱턴 DC에서 온 미국 정부의 고위 관료들에게 제공하기 위해 정기적인 회의를 갖는다.

미국원자력학회는 지난해 말 가까운 시일 내에 제4세대 원자력발전소를 설계 · 건설 · 운영하는 계획을 지지하는 입장 성명서(a Position Statement)를 채택했다.

결론 및 미래를 위한 제언

미국을 비롯하여 전세계에서 원자력은 경제성, 운영면 그리고 안전도에서 매우 우수한 성과를 보여주고 있다.

이로 인해 우리는 앞에 놓인 도전들, 즉 경제적 측면, 안전도, 원자력 폐기물, 핵 확산 위험 방지, 그리고 사회 기반 시설로 인한 제약 등에 대해 적절하게 대응할 수만 있다면 원자력의 장래는 매우 밝다는 것을 확신할 수 있는 확실한 근거를 제시하고자 하였다. ☈