



OECD 국가의 원자력 장래*

Luis E. Echavarri
OECD/NEA 사무총장

투자 및 비용 측면에서 원자력이 생존 가능한 방안이 되기 위해서는 어떠한 개선 사항이 요구되는가?

오늘날 운영중인 원전은 규제된 시장에서 뿐만 아니라 탈규제된 시장에서도 생존 가능하다.

그들의 변동비(연료 및 운전 유지비)는 다른 에너지원에 비하여 매우 낮을 뿐만 아니라 그들의 총생산 비용도 투자 비용이 크게 상각되었을 때 대부분의 대체 에너지보다 낮다.

더욱이 원자력은 높은 가스 및 석유 가격 추이가 계속된다면, 그리고 이산화탄소 방출의 부정적 가치가 시장 가격에서 인식된다면 더욱 매력적이 될 것이다.

신규 발전소에 있어서 원자력은 투자 비용이 높기 때문에 투자자의 첫 번째 선택이 거의 되지 않는다.

그러나 핀란드·프랑스 및 일본

에서 최근에 완료된 국가적 연구에서 나타나듯이 일부 OECD 국가에서는 가장 낮은 비용 선택이다.

현세대 원전의 높은 투자 비용은 원자력 산업계로 하여금 낮은 투자비를 요구하는 신규 원자로를 설계하게 하는 강력한 요인이다.

투자비 저감은 제4세대(Gen. IV) 국제포럼하에서 취해지는 연구의 주요 목표이다.

원자력의 안정적인 장래를 위하여 고준위 폐기물 처분에서는 무슨 개선이 이루어져야 하는가?

사용후연료를 포함하는 고준위 폐기물에 대하여 중간 저장이 어떤 중요한 기술적·경제적 문제를 야기하고 있지 않으므로 최종 처분장을 시행해야 하는 긴급한 필요성은 없다.

그러나 폐기물 처분에 관한 명확한 정책은 지속 가능한 개발 전망에서 총체적 원자력 정책의 중요한 부분이다.

사용후연료 처분에 대하여 미국의 Yucca Mountain 사업 및 핀란드의 프로그램은 고준위 폐기물의 안전한 지층 처분에 대하여 기술적 해결책이 이미 가까이 있음을 보여준다.

핀란드의 예는 소규모 원자력 시설을 가진 나라에서 전체 방사성 폐기물의 처분을 위한 국가적 프로그램의 시행이 가능함을 보여준다.

다른 국가들은 같은 길을 따라가고 있으며, 원자력의 장래를 위하여 중요하다.

고준위 방사성 폐기물의 안전한 처분이 달성 가능하지 않다는 광범위한 대중의 인식은 수많은 나라에서 사회적으로 원자력을 받아들이

*〈Nuclear Plant Journal〉 2004. 7. 13.

기 어렵게 하는 주요 요소이다.
 그러므로 1개 이상의 고준위 폐
 기물 처분장의 인허가 및 운영은 의
 심할 바 없이 가까운 장래에 원자력
 의 개발을 촉진하게 할 것이다.

**OECD 국가에서 신규 원전
 건설을 실현시키기 위해서는
 무엇이 필요할 것인가?**

일부 OECD 국가에서 신규 원전
 건설은 이미 현실이기 때문에 짧은
 대답으로는 'Nothing' 이다.

핀란드는 최근 5번째 원전을 건
 설키로 결정했고, 일본 및 한국 같
 은 나라에서는 원전 건설을 지속하
 고 있다.

한편 일부 OECD 국가들은 미래
 에 원전을 건설하지 않겠다는 의사
 를 표시했고, 일부 국가들은 시간차
 를 두고 원자력을 폐지하기로 결정
 했다.

그러한 결정들이 궁극적으로 뒤
 집어질 수 있을 것인가? 이유는?

폐지 비용 같은 경제적 측면, 에
 너지 공급 안보 및 기후 변화 문제
 들이 원자력 정책에 있어서 큰 변화
 를 야기할 수 있다.

예를 들어 기후 변화와 관련하여
 OECD 국가들은 국제적(교토 협약)
 또는 국가적 제한들을 통하여 온실
 가스 방출을 감축하기 위한 중요한
 노력들을 하고 있다.

원자력과 수력은 국산이면서 거
 의 가스 방출이 없는 매력적인 대규
 모 자원이다.

OECD 국가에서 수력의 확대 가
 능성은 어느 정도 제한적이지만, 원
 자력 프로그램은 확대가 가능하다.

**OECD 국가에서 소위 최초
 (first-of-a-kind, FOAK)의
 원전 건설이 가능하도록
 정부는 어떻게 지원할 수 있는가?**

정부가 원자력 개발, 특히 FOA
 K 원전의 건설을 촉진하도록 지원
 하기를 원한다면, 그들은 원하는대
 로 몇 가지 방안을 갖게 된다.

정의에 의하여, FOAK은 개발
 확대 프로그램에 있어서 최초의 단
 계로 의도된다.

결과적으로 우선, 원자력 사업에
 대한 투자자들을 유치하기 위하여
 위에 언급된 조건들, 즉 원자력의
 경쟁력을 향상시킬 인허가 절차의
 안정성과 외부 비용의 내재화 등이
 충족되어야 한다.

현재의 민영화 및 시장 자유화 상
 황에서, FOAK은 민간 기업에 의
 해 건설될 것으로 보이지만, 용자에
 대한 정부 보증이 자금 조달을 용이
 하게 할 수 있다.

거슬러 올라가, 정부는 궁극적으
 로 신형 FOAK 원전의 건설로 이
 끌 개선된 혁신 원자력 시스템에 대

한 연구 개발을 지원하는 데 있어서
 주요한 역할을 수행하게 된다.

**OECD 국가에서 연료 공급의
 다변화가 왜 중요한가?**

연료 공급의 다변화는 다른 나라
 뿐만 아니라 OECD 국가에서 매우
 중요하다. 왜냐하면 경제 성장과 사
 회 복지가 에너지 공급의 안보에 크
 게 의존하기 때문이며, 에너지 안보
 는 거꾸로 연료 다변화에 의해 개선
 되기 때문이다.

연료의 다양화는 가격 상승 또는
 공급 중단과 관련된 리스크를 경감
 시키며, 특히 연료가 수입될 때 중
 요하다.

에너지 공급 중단의 경제적·사
 회적 비용은 정확히 평가하기 곤란
 하지만, 예를 들어 석유 위기나 정
 전과 관련된 부담은 최근에 명확히
 입증되었다.

더욱이 여러 가지 연료나 기술에
 의존하는 것은 기술적 리스크를 감
 소시키고 대체 에너지 간의 경쟁을
 조장하는 수단이 되며, 성능 향상과
 비용 저감으로 이끌게 된다.

이와 관련하여 다변화 및 공급 안
 보에 대한 원자력의 기여가 시장 가
 격에 반영되지 않은 외부적 이득임
 을 주목하는 것은 흥미롭다.

원자력은 대부분 자국내 고유한
 에너지이므로 국제 화석 연료 시장
 의 불안정으로부터 영향을 받지 않

는다. 세계에서 가장 큰 우라늄 생산 국가인 캐나다 및 오스트리아는 OECD 국가들이다.

지난 5년간 기존 원전의 경제성 및 안전성은 얼마나 개선되었는가?

데이터는 명쾌하다. OECD 원전의 경제성 및 안전성은 둘 다 최근에 꾸준히 개선되어 왔다.

안전성 사건의 수는 감소되었고, 이용률은 증가했으며, 한계 발전 비용은 감소하고 있다.

자유화 시장에서 원전 안전성에 대한 잠재적 부정적인 영향에 대해 초기에 나타난 우려는 경험에 의해 경감되었다.

안전성은 운영자에게 지속적으로 최우선 사항이며, 사업 효율성을 해치지 않는다는 점이 입증되었다.

OECD 국가에서 신규 원전의 건설을 위한 가장 이용 가능한 기술은 무엇인가?

운 좋게도 OECD 국가에서 매우 잘 운영되고 있는 몇몇 원자력 기술이 있다. 많은 다른 성숙한 기술과 같이 원자력산업은 충분히 전력회사 및 사회의 요구 조건을 만족시키면서 많은 대안들을 개발, 시행해 왔다.

세계적으로 운영중인 현재의 원자로들은 과거 30년간 개발, 시행

된 원자력 기술의 기술적·경제적 성능의 우수성을 잘 나타낸다.

종종 제3세대 원자로라고 불리는 이 성숙한 기술은 오늘날 이용 가능하며, 새로운 건설 계약의 최선의 방안은 공급사 및 원전 소유/공급사간의 계약뿐만 아니라 지역적 사정, 국가적 상황 및 원자력 프로그램에 좌우된다.

이러한 검증된 노형 이외에 원전 건설을 원하는 회사는 동일한 기술을 이용하지만 경험의 결과인 추가적인 특징을 포함하는 신형 원자로를 선택할 수 있다. 이것은 핀란드의 TVO가 선택한 방안이다.

미래를 멀리 내다보면, 제4세대 원자로 기술이 국제적 R&D 프로그램에 의해 개발되고 원형로 및 기타 시험을 통하여 입증될 때, 성능 향상을 제공하고 21세기 후반의 경제적·환경적 및 사회적 요건을 충족시킬 것이다.

원자력 산업계, 정부 및 규제 기관에서 필요한 다음 세대의 원자력 전문 인력은 어디서 올 것인가?

이것은 OECD 국가들의 현안 중의 하나로서, 원자력 분야의 산업계 및 정부 기관에 근무하게 될 사람들을 어떻게 유인하고 적절히 훈련시킬 것이냐이다.

NEA는 회원국에서 요청된 몇몇 연구를 수행해 왔는데, 원자력 분야

의 교육 및 훈련과 특히 원자력 안전성 분야에 양질의 인력의 부족 가능성에 의해 제기된 우려에 중점을 두었다.

명백히 훌륭한 전문 인력을 확보할 첫 번째 단계는 기초 과학 분야에 적절한 고등학교 교육을 확보하는 것이며, 일반적으로 이것은 OECD 국가에서 이미 달성되었다.

핵과학 및 공학을 전공할 대학생 및 대학원생들을 유인하는 것이 원자력 분야에 적정한 수준의 자격있는 인력을 유지하는 주요 사전 요건이다.

매력적이기 위하여, 산업 부문은 역동적이고, 과학 기술적 견해로부터 진취적이며, 장기적 고용 및 경력개발 전망을 줄 필요가 있다. 이는 1970년대에 원자력에서 사실이 었지만, 오늘날 적어도 일부 OECD 국가에서는 그렇지 않다.

경험에 비추어, 원전 건설을 계속하고 있는 국가들은 원자력 분야의 학생들을 유치하는 데 있어서 다른 나라들보다 훨씬 어려움이 적다.

학생들을 핵과학 기술 연구에 끌어들이도록 장려하기 위한 정부의 방안들은 장학금 재원과 실험실, 연구로 같은 훈련 기반 시설의 지원을 포함한다.

국제적 제안들은 또한 원자력 분야의 교과목 구성을 개선하는 데 기여해야 한다.

그러나 제일 중요한 요소는 생생



미래를 멀리 내다보면, 제4세대 원자로 기술이 국제적 R&D 프로그램에 의해 개발되고 원형로 및 기타 시험을 통하여 입증 될 때, 성능 향상을 제공하고 21세기 후반의 경제적·환경적 및 사회적 요건을 충족시킬 것이다.

하고 역동적인 원자력산업이 제공할 수 있는 직업 기회일 것이다.

수소 경제가 원자력산업의 성장을 위한 미래를 줄 수 있는가? 수소 기술을 상업화하기까지 소요되는 시간을 숙고하라.

명백히 원자력은 수소 경제에 대하여 매우 긴요하게 기여할 수 있다. 수소는 전기와 같이 에너지 전달 매체이며, 일차 에너지원에 의해 생산되어야 한다.

화석 연료로부터 수소를 생산하

는 것은 환경적 입장에서 볼 때 거의 이득이 없다. 한편 원자력은 해로운 이산화탄소의 방출없이 수소를 생산할 수 있다.

현재의 원자로로는 물의 전기 분해를 통해 이미 수소를 생산할 수 있지만, 미래의 원자로, 특히 고온냉각원자로는 화학 공정을 통하여 직접 수소를 생산할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

시기와 관련하여, 수소 경제는 경제의 여러 다른 부문, 특히 수송 부문에서 수소를 분배하고 이용하

도록 완전히 새로운 기반 시설을 요구할 것이다.

이것은 수십년을 필요로 할 수 있지만, 수소 생산 기술을 개발할 필요성은 이미 존재한다.

이것은 원자력 수소 생산이 이미 현실이며, NEA가 최근 이것을 주제로 두 번의 워크숍을 개최한 이유이다.

수소 생산은 제4세대 원자로 국제 포럼에서 고려중인 신형 원자로의 임무 중의 하나로 선정되어 있다. ☸