

내 인생의 원자력 - 26세 청년의 전망

August Rose Pipkin-Fern*

20 74년에 나는 100살이 되고, 이때의 원자력 환경은 현재와 크게 바뀔 것이다. 국가의 전력 체계는 다수의 소형 발전소로 주거 지역 전역에 걸쳐 배치되어질 것이다.

원자력 발전은 국가 전체 전력량의 약 20%를 담당하고, 나머지 80%의 에너지원은 그 구성이 크게 달라질 것이다. 태양열과 풍력 발전의 비율이 상당히 높아지고, 연료 전지는 상용화되고, 석탄과 석유는 소량 감소되고, 수력은 일정 비율을 유지할 것이며, 새로운 에너지원 형성에 의한 전력 공급은 2000년까지는 나타나지 않을 것이다.

원자력은 더 이상 고비용의 에너지원이 아니며, 경제성은 다른 발전원가 비용과 형평을 맞출 만큼 충분히 개선되었다. 2074년에는 일반 대중이 원자력 기술에 대한 이해를

더욱 많이 할 것이며, 이때는 일반인들이 원자력을 국가 전력 체계의 기저 부하를 담당하는 것으로 받아들여지게 될 것이다.

분명히 오늘날의 원자력 환경과 내가 100살이 되는 미래의 원자력 산업계 환경에는 몇 단계의 변화 과정이 예견된다. 중요한 변화가 장시간에 걸쳐서 발생되지만 인지하기 어려운 작은 변화들로부터 발생되어 큰 변화를 만들게 된다.

캘리포니아 버클리 대학에서 원자력을 전공하고 있을 때 나는 원자력의 다양한 모습에 많은 연구 시간을 할애하였다. 즉 원자력발전소 작업 속의 기본 원칙에 초점을 맞추고, 원자로의 안전성과 관련된 새로운 기술 검토와 영향에 대한 연구를 병행하였다. 원자력의 경제적 측면은 수 차례 다루어본 바 있으나 일반적으로 다루었을 뿐이다.

버클리 대학 졸업 후에는 사용자

들의 업무를 특화시키는 관리 상담 회사에서 근무하였다. 여기서 내가 학창 시절에 생각했던 미래의 원자력계 전망을 상당 부분 수정하게 되었다.

달러와 센트

에너지원의 균형, 새로운 원자로의 설계시 안전성 문제, 비상시 적용되는 기술 또는 원전에서 방사선 누출 감소 등은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 그러나 세상은 경제성에 대해 따지지 않을 수 없고 이는 곧 달러와 센트로 직결된다. 즉 새로운 발전소를 건설하는 데 얼마나 많은 비용이 소요될 것인가 정격 출력 운전을 할 때 발전 단가는 얼마나 될 것인가를 고려해야 한다.

2000년에 원자력 발전이 경제성이 있는 유일한 에너지원으로 평가되지는 못하였다. 원자력 발전이 건

* 미국 Utility.com사 사업자동화 부장



설 비용과 운영 비용을 극복하고 경제적인 에너지원으로 평가되기 전까지 미국 내에서 신규 원전 건설은 없을 것이다.

신규 원전의 건설은 대체 연료의 사용시보다 kWh당 건설 비용이 더 낮을 때 가능하다. 경제 세계에서 지나간 기술(Cool Technology)에 대한 보너스는 없는 것이다.

이러한 목표는 원자력발전소의 건설시 상용화 비용 및 현장 건설 비용 등을 감소시키기 위해 모듈화 기법을 이용한 새로운 설계로 달성될 수 있다. 사전 검증된 설계 방법을 적용하는 기술을 개발함으로써 신규 원전의 건설 시 요구되는 상용화 비용과 설계 비용을 제거할 수 있으므로 상당한 경제적 이득을 볼 수 있다.

신규 원전 건설을 추진하고자 하는 사업자에게 조기 착수와 불필요한 규제 완화를 가능하게 하기 위해서는 사전 검증된 설계 방법과 인허가 절차의 간소화가 적절히 조화되어야 한다.

목표 일정을 준비하는 데 있어서 미국 내에서 원자력 산업계가 계약에서 착수까지 3년 이하가 될 때까지는 신규 원전 건설은 없을 것이라고 생각한다.

전력 업계의 경쟁이 증가되고 있는 현실에서 건설 기간이 원자력의 절반 정도에서 시행되는 대체 에너지원을 제치고 원전 건설이 채택되

는 일은 없다. 채무 원리금 변제 비용만으로도 경제 분석가들에게 발전소 선택에 있어서 어떤 에너지원이 손쉽게 투자비를 회수할 수 있는지에 충분한 확신을 줄 수 있다.

더욱이 투자자들이 리스크 증가 또는 수익을 내는 데 오랜 시간이 소요됨을 감안, 높은 투자 보수율을 기대하는 한 원자력 발전은 경쟁력이 없다.

주요 쟁점

원자력에 있어서의 선행 투자 비용의 개선에 대해 언급하였지만 발전소 계속 운영에 따른 비용도 주요 쟁점이다. 대체로 450MWe의 석탄 발전소에서 25명의 지원 요원이 필요한 것에 비해 2000MWe 원전을 유지·관리하는 데는 1,700명 이내로 감소하는 것은 불가능하다.

요즘 같은 자동화와 생산성이 향상된 시대에 있어서 회사들은 원전 운영에 필요한 인력을 재검토하여야 하고 원전이 다른 에너지원에 비하여 경쟁력을 가질 때까지 종사자수를 조정하여야 한다.

현재 진행중인 장기 운전과 계획 예방 정비의 단축 노력은 좋은 추세이나 향후 더 많은 개선이 필요하다. 발전소의 정지는 수익의 감소를 초래하므로 온라인 연료 장전이 가능할 때까지 운전 주기를 연장하는 노력이 지속되어야 하고 원자로

정지 시간을 없애도록 노력해야 한다.

또한 산업계는 복잡한 부품을 단순화시키는 발전소 설계를 적용하고 있다. 이는 일상적인 정비에 필요한 시간을 감소시키기 위한 것이다.

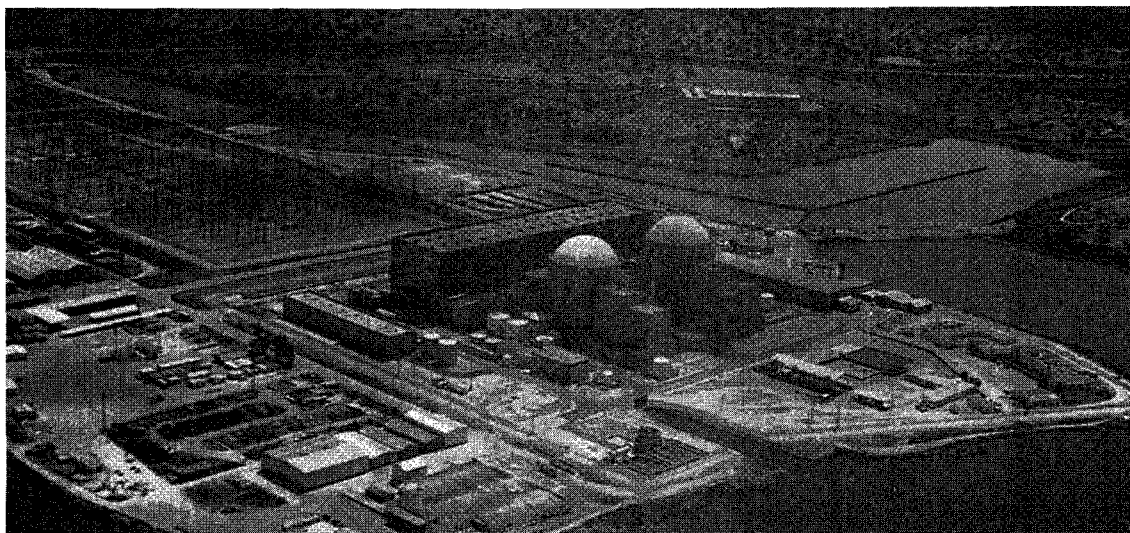
온라인 연료 교체와 운전중 정비를 위하여 발전소 종사자는 컴퓨터 기술과 로봇 같은 최신 기술을 적용하여 자동화 작업 방법을 개발하여야 한다.

나는 더 이상 자문 회사에서 일하지 않고 온라인 대체 전기 서비스 제공 업체인 Utility.com에서 근무하고 있다. 새로 형성된 전력 시장의 참여자로서 우리는 고객들에게 저렴한 에너지를 공급하기 위해 최저가의 에너지를 찾아야 한다.

이러한 시나리오에 따라 원자력 발전 공급자에게 장려할 것은 개선된 기술과 균형 잡힌 에너지원을 마련하는 것 외에는 없다.

원자력이 새로운 발전원으로 건설되기 전에 달성해야 할 몇 가지 경제적 목표가 있다. 이러한 경제적 목표를 달성하기 위해서는 건설하기 전에 발전소 설계 변화가 선행되어야 한다.

「백 투 더 퓨처」라는 영화의 마지막 장면이 기억나는가? Doc Brown이 미래에서 다시 나타나서 시간 여행을 준비할 때 Delorian과 시간 여행을 위해선 순간적인 전력이 필



스페인의 Almaraz 원전. 신규 원전의 건설은 대체 연료의 사용시보다 kWh당 건설 비용이 더 낮을 때 가능하다. 경제 세계에서 지나간 기술(Cool Technology)에 대한 보너스는 없는 것이다. 이러한 목표는 원자력발전소의 건설시 상용화 비용 및 현장 건설 비용 등을 감소시키기 위해 모듈화 기법을 이용한 새로운 설계로 달성될 수 있다. 사전 검증된 설계 방법을 적용하는 기술을 개발함으로써 신규 원전의 건설시 요구되는 상용화 비용과 설계 비용을 제거할 수 있으므로 상당한 경제적 이득을 볼 수 있다.

요했던 장면이다.

원자력이 자동차의 추진력에 적합한 에너지라고 주장하는 것은 아니지만 발전소는 전력이 필요한 곳에 더 작은 부지를 차지하는 것으로 바뀌어야 한다.

우리는 이미 연료 전지의 개량과 가격의 하락을 경험하였다. 이것은 건축물에서 대량 사용으로 실용적으로 사용할 수 있다.

국가의 인구 밀도가 계속 증가중이고 새로운 기술의 발달에 따라 가정용 전력 사용량이 증가되므로 국가 발전소에서 인구 밀집 지역으로 전원을 전달하는 송전 기반 시설에 많은 투자를 하기 어렵다.

우리는 언제 어디서나 전력이 필요할 때 즉시 공급 가능하도록 주거

지역에 산재되어 있는 소형 발전소의 출현을 보게 될 것이다. 2074년에는 인구 밀집 지역에서 200마일 떨어진 곳에 3000MWe 정도의 소형 발전소 건설이 현실화될 것이다.

이러한 도전적인 환경을 만나는 것은 우리가 원자력발전소에서 사용하던 기술을 바꿔야 할 필요성을 유발한다. 제 4세대 원자로 개발을 위한 새로운 요구는 상당한 노력이 수반되어야 한다.

나는 아직까지 미국 내 어느 회사도 제 4세대 원자로 개발에 필요한 충분한 준비가 되지 못했다고 생각하고 다른 나라도 경제적인 문제로 이 분야에는 미흡하다고 판단한다. 따라서 현재는 주주들의 관심이 완전한 기술의 진척에 중점을 두었을

때 새로운 원전에 대한 논쟁을 해결할 수는 없다.

각 세대의 원자로에 대한 현재의 기술 개발 진행 정도로 보아 원자력 산업계에 제4세대 원전 설계가 개발되어야 미국 정부는 신규 원전 구매를 고려할 것이다.

새로운 발전소의 설계에 앞서 목적에 부합하기 위해서는 전술한 바와 같이 모듈화 설계, 착수까지의 공정 단축, 운영의 복잡성 감소가 필요하고 소형화, 부하 추종 운전 가능성, 고유의 안전성 등도 적용되어야 할 것이다.

원자력 산업계는 다른 산업계의 훌륭한 경험을 배울 것이고, 끊임없이 변화하는 시장 요구에 부응하여 개발을 가속화할 것이다. 그러나 이



것이 미국에서 시행되기까지는 많은 시일이 요구된다.

3년 이내에 전력 계통에 연결하기 위한 또 하나의 개선 과제는 일반 대중의 인식 개선이다. 다음 세 가지 주요 요소가 대중의 원자력 발전에 대한 인식을 바꾸게 된다. 즉 핵무기 감축 전략과 생활에서의 인터넷의 통합 기능, 젊은 세대들의 성숙함이다. 이 세 가지 요건은 차 세대를 이끌어갈 요즘 젊은 세대의 개성과 어울려 혼합되어야 한다.

나는 이제 26살의 나이로서 냉전 시대의 정치적 상황보다는 베를린 장벽이 붕괴된 사실과 러시아의 최근 경제 위기를 더 잘 알고 있다. 나의 동생들은 핵무기 제조와 대규모 연구로 상징되는 냉전 시대의 분위기를 기억하지는 않는다.

나는 무기 개발 프로그램에 의해 과학 기술의 진보가 소산되었음을 부정하지는 않는다. 핵무기 감축 프로그램은 대중에게 핵무기와 원자력 발전의 구분을 용이하게 한다.

일상 생활에서의 인터넷의 지속적인 통합 기능은 모든 사람에게 24시간 내내 정확하고 완전한 정보를 주게 된다. 대중들은 전문가의 해석으로 희석된 내용에 더 이상 만족하지 않을 것이다. 대신 일반인들의 개인적인 의견에 접근하기를 기대할 것이다.

원자력 산업계는 오늘날의 이러한 요구를 인터넷에 정확하고 세부

적인 최신 정보를 게재함으로써 세계의 젊은이들이 보게 할 수 있으며 이러한 노력들은 젊은이들의 미래의 결정에 많은 도움을 준다.

현재의 젊은 세대는 미래의 리더이며 원자력에 대한 대중의 인식이 많이 변함을 볼 수 있게 될 것이다. 요즘의 젊은이들은 어렸을 때부터 많은 기술 정보를 접하게 되고 이로써 진보된 기술적 개념은 기성 세대를 놀라게 할 것이다.

현재의 미국 원자력 사회에서 학생들에게 교육 차원에서 실제적 정보를 제공하려는 노력은 향후 5~10년이 아닌 15~30년이 되어야 실효를 볼 수 있다.

이러한 장기적인 투자는 미래에 보다 교육 혜택을 많이 받은 대중을 이끌어 내고, 이 대중들은 원자력에 대한 막연한 불안보다는 다양한 정보를 충분히 접하고 판단하게 된다.

다음 20~30년에 나타날 또 다른 요소는 원자력에 대한 대중의 인식과 적절한 경제적 목표 달성을 수 용하는 새로운 기술의 개발이다. 세계의 에너지 소비량 증가에 따른 화석 연료 비용이 증가될 것이며 화석 연료를 보존하는 최상의 방법은 다른 에너지를 개발해야 한다는 것을 인식하게 될 것이다.

궁극적으로 대기 환경의 보존을 위해 탄소세와 같은 형태가 부가될 것이다. 발전소는 우리의 주거 지역에 더욱 집적될 것이고 높은 신뢰성

을 가진 청정 발전소에 대한 요구는 커져갈 것이다.

이러한 두 가지 압력은 원전에 이미 적용되고 있다. 그러나 이러한 변화는 향후 2~3년이 아닌 20~30년 후까지 영향을 받게 될 것이다.

미국에서 원자력이 20~30년간 신규 발전원으로서 고려되지 않았던 것은 필요시 유능한 기술 인력 확보에 대한 우려를 초래할 것이다. 원자력 산업계는 마치 나의 회사가 경험 있는 Java나 C++ 프로그래머 부족에 시달리는 것처럼 20~30년 후에 인적 자원에 대한 위기에 직면하게 될 것이다.

그 때 원자력 산업계는 다음과 같은 비슷한 단계를 거치게 된다. 이용 가능한 인적 자원에 대하여 원자력발전소 운영에 필요한 기술에 대하여 교차 훈련을 시키거나 대학 졸업 인력을 활용하게 된다.

전력 회사들은 보다 간편한 설계와 자동화 설비를 적용함으로써 적은 인력으로 동일한 생산이 가능한 생산성 향상 기술을 배울 것이다.

원자력은 나의 100번째 생일에도 에너지원 구성의 한 축을 담당할 것이다. 새로운 시기에는 산업계가 직면해야 할 많은 도전 과제들이 있겠지만, 나는 내 동료들의 창조성과 독창성을 완전히 신뢰하고 있다.

