



다음 세대로의 원자력 지식 전수*

Thomas Mazour, Andrei Kossilov

국제원자력기구(IAEA)

원전 운영의 안전성, 신뢰성 및 경제성 확보를 위하여 원전 운영 인력들은 그러한 직무를 적절히 수행할 지식, 기능 및 자세를 소지하고 유지해야 한다.

그 지식은 기술이나 특별한 엔지니어링 설계의 특성상 요구되는 기술적 능력뿐만 아니라, 효율적인 경영 관리, 의사 소통 및 팀 워크와 관련된 보다 소프트한 능력을 포함한다.

2000~2001년 원전 사건을 기준으로 지식 결손에 관한 IAEA의 사건 보고 시스템(IRS) 연구에 따르면, 1,411건의 IRS 보고서 중 44건이 회사 지식 및 기억의 손실과 관련된 요소를 포함하는 것으로 나타났다.

전통적인 작업자 훈련 프로그램

은 서면 자료, 정책 및 절차서에 포함된 명료한 지식을 대상으로 했다.

사람의 마음 속에 있는 무형의 지식은 전형적으로 어떤 공식적인 형태로도 얻어지거나 전해지지 않는다. 오히려 새로운 작업자들은 이미 그것을 소유한 사람들과 함께 한동안 같이 일함으로써 그러한 지식을 얻어왔다.

이러한 무형의 지식을 소유하고 있는 작업자들이 현장에서 퇴직함에 따라, 그러한 정보의 효율적인 획득 및 전수가 더욱 심각한 문제가 되었다.

원전의 장기적 운영을 위해서는 이러한 유·무형의 지식 전반이 작업장에 새로이 들어오는 신입 인력에 전달되어야 한다. 따라서 새롭고 다른 기술들은 시의적절하고 효과적으로 지식이 유지되고 전달되도

록 해야 한다.

IAEA 보고서는 원전 운영 인력의 현세대로부터 다음 세대로까지 효과적으로 지식 전수를 개선시키기 위하여 발전소 경영진들이 활용할 수 있도록 준비되었다.

인력 현황

일부 IAEA 회원국에서는 예정된 발전소 수명 이전에 운영을 종료하기 위한 조치들을 취했거나, 원자력 사업을 폐지하기 위한 합의가 이루어졌다.

민영화와 개방된 에너지 시장에서는 더욱 큰 재정적 불확실성이 야기되었다.

원전 운영 조직의 축소 또는 합리화는 거의 동시에 상당한 조직적 지식의 유출을 가져올 수 있다. 이들

*〈Nuclear Plane Journal〉 2004. 7. 13



요소들은 많은 회원국에서 오늘날 원자력 산업계로 사람들을 유치하는 것이 더욱 어렵다는 것을 의미한다.

또한 젊은 전문 인력들에 대한 정보 기술(IT) 기회의 확대는 단지 원자력공학 뿐만 아니라 전통적인 공학 전공자의 감소를 가져왔다. 일부 회원국에서는 상당한 수의 경험 인력이 더 좋은 기회를 위하여 다른 나라로 이주하고 있다.

이러한 상황이 모든 회원국에 적용되지 않는다는 점을 인식하는 것도 또한 중요하다. 일부 국가, 특히 신규 원전의 건설을 지속하고 있는 국가들에서는 인력 노후화와 지식 전수와 관련된 문제들이 거의 없다.

원자력 산업계의 최근 긍정적인 추세로는 아시아에서 지속적인 신규 원전 건설, 유럽에서 신규 원전 건설 회귀, 북미에서의 신규 원전 건설 검토, 기존 다수 원전에 대한 수명 연장, 원전 전반의 운영 및 안전 성능의 개선, 그리고 제4세대 원자로(Gen. IV) 사업을 통한 설계 혁신 등을 포함한다.

모든 노력들의 성공은 이러한 추세에 시행을 위한 충분하고 양질의 인력 확보에 좌우된다.

원전 추이

IAEA의 PRIS 데이터에 따르면 2003년에 운전중인 437기의 원전 중에 80% 이상(355기)이 가동된

지 15년 이상이 경과되었다.

원전의 초기 전문 기술 인력의 대부분이 상업 운전 기준으로 대략 5년 앞서 고용되었다고 가정하면, 이들 발전소와 함께 일해 온 인력들은 최소한 20년의 경험을 갖게 되며, 이것은 이러한 인력의 최연소자가 40대 중반이고, 대부분 더 연장자일 것임을 나타낸다.

IAEA 회원국에서 원전 인력의 한 공통적 특징은 인력의 안정성인데, 대부분의 인력들이 정규 교육을 마치고 바로 입사하여 퇴직할 때까지 계속 근무한다.

특히 지난 10년간 인력 축소의 일반적 경향과 결합된 이 점은 과거 15년내에 신규 원전을 건설하지 않은 대부분의 원전 운영 조직에 있어서 신규 인력의 매우 작은 유입만이 있었음을 의미한다. 이것은 최근까지 지속되어 왔으며, 현행 인력은 상당한 수준으로 퇴직하기 시작했다.

최근 구조 조정 및 인력 축소는 수많은 회원국의 원전 운영 조직에서 하나의 현실이다.

일부 경우에 인력 축소는 변화가 일어나는 시간을 압박함으로써 노후 인력 문제를 악화시켰으며, 철저히 검토하지 않는다면 대체 인력에 know how(및 know why)의 잘 구성된 변화를 계획하는 데 불충분한 선행 시간을 가져올 수도 있다. 원전의 조기 폐쇄는 특별한 문제들

을 야기할 수 있다.

교육 훈련 추세

많은 IAEA 회원국에서, 불확실성과 작은 직업 기회로 인하여 원자력산업 관련 연구에 대한 관심이 계속적으로 낮아졌다. 이러한 감소는 단지 핵공학 뿐만 아니라 모든 공학 분야에서 여러 가지 형태로 나타났다.

경제적 변화를 겪고 있는 일부 회원국에서는 전반적인 교육의 질이 낮아졌으며, 교육 예산이 매우 제한적이다. 이러한 상황에서, 모든 원전의 수요를 충족할 수 있도록 전문가들을 양성하기 위하여 원자력 훈련 센터의 더 많은 노력이 요구된다.

2000년에 OECD/NEA가 발간한 「Nuclear Education and Training: Cause for Concern」에 따르면, 대부분의 국가에서 이제 이전보다 대학에서의 포괄적이고 양질의 원자력 기술 프로그램이 부족하다.

이들 프로그램에 유능한 학생들을 유치하여 원자력산업의 장래 인력 요건을 충족시키고 원자력 관련 첨단 연구를 수행하기 위한 대학의 능력 확보가 심각한 문제로 되고 있다. 수많은 현안 중에는 다음을 포함한다.

○ 원자력 프로그램의 감소 및 약화

- 원자력 전공 학생의 감소
- 노후 교수 인력을 대체할 젊은 교수 인력의 부족
- 폐쇄되고 있지만 대체되지 않은 노후 연구 설비
- 원자력\ 전공자 상당수의 원자력 산업 미선택

2002년에 OECD/NEA는 선형 연구의 진척 사항을 평가하기 위한 후속 연구에 착수했으며, 곧 발표될 동 연구의 예비 결과에 따르면, 많은 조치들이 시작되었고 몇몇 나라에서 긍정적인 개선이 보고되었다.

그러나 다수 국가에서의 상황은 보다 큰 조치를 필요로 하며, 국제적 차원의 협력을 통하여 원자력 교육의 양 및 질을 개선할 수 있다.

많은 국제적 그리고 국가적 노력을 통하여 자격을 잘 갖추고 교육된 원자력 산업계 인력의 확대된 충원 필요성이 다루어져 왔다.

이들 중 가장 최근의 노력은 세계 원자력 대학(WNU, <http://www.world-nuclearuniversity.org>)이다.

WNU의 재정 지원 기관은 IAEA, OECD/NEA, WANO 및 WNA이며, 세계적으로 26개 기관이 가입하고 있다. WNA의 설립 취지는 다음 사항을 인도하고 발전시키도록 사람과 기관의 국제적 활동을 강화하는 것이다.

'대규모로 청정 에너지를 공급할 수 있는 하나의 입증된 기술로서 원

자력의 안전하고 증대된 이용, 그리고 지속 가능한 농업, 의료, 영양, 산업 개발, 담수 자원 관리 및 환경 보호에 기여하는 핵 과학기술의 수많은 가치있는 응용'

확립된 원자력 교육 기관의 강화를 조정, 지원 및 도모하는 세계적인 네트워크를 통하여 WNU는 연료 및 동위원소 공급에서부터 폐로 및 폐기물 관리에 이르기까지 원자력 활동의 모든 범위에 있어서 학문적 엄격함과 높은 전문가적 윤리를 조장할 것이다.

원자력 교육 훈련에 관한 기타 최근의 국제적 제안은 EU의 유럽 원자력공학 네트워크(ENEN)와 그 후신인 NEPTUNO 그리고 아시아 원자력안전 네트워크를 포함한다.

지식 경영을 위한 IT 지지 경향

대부분의 원전 운영 조직은 교육 프로그램 및 기타 인적 자원 관리 기능을 설계·개발 및 시행하기 위한 시스템을 개선하기 위하여 정보 기술(IT)을 이용한다.

일부 조직에서는 조직내 인적 자원의 기획, 고용, 평가, 훈련, 개발, 지불, 보건 및 활용에 관한 모든 활동을 위한 통합 인적 자원 관리 시스템을 시행해 왔거나 시행중에 있다.

지식 경영을 위한 IT의 활용은 대부분의 회원국 원전 운영 조직에

서 아직 일반적이진 않다.

e-학습은 일부에서 사용되지만 대부분에서는 아니며 일반적으로 제한된 방법으로 사용된다. 일부 운영 조직은 작업 계획 및 통제, 자료 관리 기능을 포함하여 통합적인 전산 운영 관리 시스템을 갖고 있다.

이들 시스템으로부터의 출력물은 인터넷을 통하여 모든 발전소 요원들에게 이용가능하다.

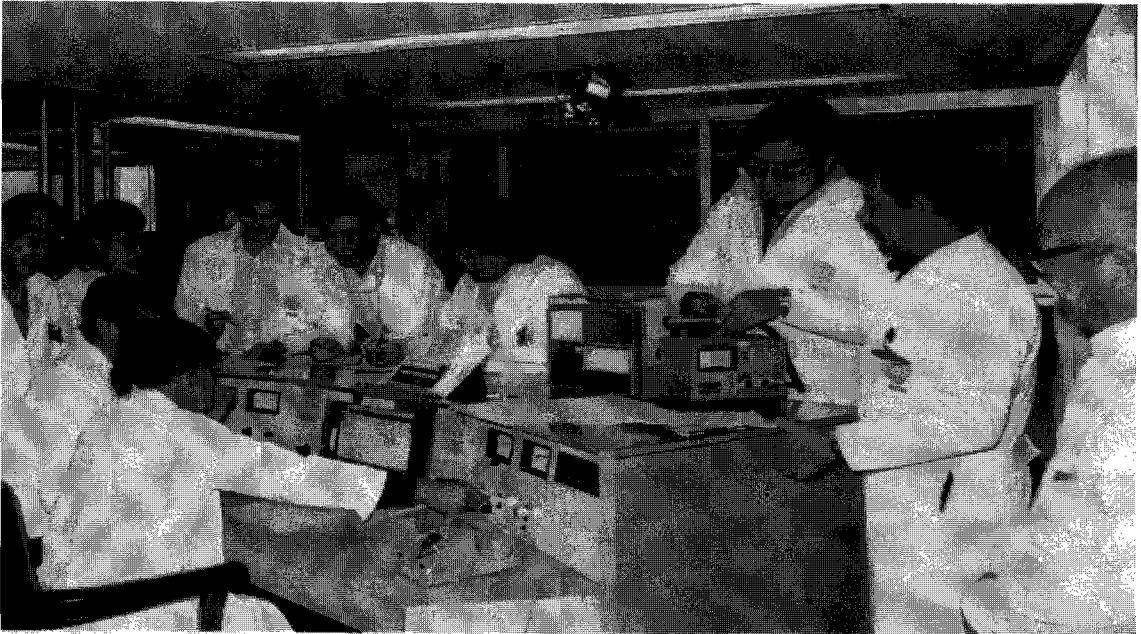
IAEA 보고서로부터의 결론

노후 인력을 관리하기 위한 전략에 관한 IAEA 보고서의 주요 결론은 다음과 같다.

조직내 노후 인력 문제의 성격 및 규모가 정의되어야 하고, 규칙적으로 보완되어야 한다. 전략적 그리고 사업적 목표에 의해 추진된 전반적인 인적 자원 기획을 위한 표준화 방안을 제공하는 인력 배치 계획들이 준비되어야 한다.

이들 계획들은 사업 전략을 지지하기 위하여 요구되는 인력 수준 뿐만 아니라 예정된 퇴직 및 공석 자리를 인식해야 한다. 그들은 인력의 자연 감소 데이터, 개발 계획, 승계 계획 및 현행 작업 인력 요건을 포함해야 한다.

규칙적으로 작업 만족도 및 동기 부여에 관한 종업원들의 피드백, 종업원 혜택 및 보상의 경쟁력 확인을 위한 외부 시장 감시, 그리고 직업



원자력 산업계는 잘 서류화된 절차서, 지침서, 설계 기준, 안전 분석 등의 필요성 때문에 다른 많은 산업계보다도 명료한 지식으로서 직무에 긴요한 지식이 더 큰 부분을 차지한다.

적 경력 개발의 기회 제공을 포함하여 현행 종업원들을 유지하기 위한 활동들이 강화되어야 한다.

원자력 산업계를 위하여 자격있는 전문가들을 제공하는 교육 기관 및 대학들과의 파트너십이 중장기적 요구에 따라 평가되어야 하고, 필요한 대로 강화되어야 한다. 조직을 매력있는 고용주 및 사회의 이웃으로 만들기 위한 조치들이 취해져야 한다.

직무에 긴요한 지식의 획득 및 보전 그리고, 원전 인력의 다음 세대로의 효율적인 전수에 관한 보고서의 주요 결론은 다음과 같다.

경험에 비추어 무형 지식의 개인적 전수의 주요한 제한 사항 중의 하나는 지식 전달의 질에 있어서 가변성의 잠재성이다.

그러므로 개인적 전달은 가능한 대로 지침, 직무 보조 도구, 개별 개발 계획, 구조화된 OJT 교육 및 실무를 포함하는 지원 시스템에 의해 보충되어야 하며, 둘 다 적절하게 무형의 지식을 명료한 지식으로 전수하는 방법을 제공할 뿐만 아니라 무형 지식의 일관적이고 양질의 전수가 가능하도록 지원해야 한다.

원자력 산업계는 잘 서류화된 절차서, 지침서, 설계 기준, 안전 분석 등의 필요성 때문에 다른 많은 산업계보다도 명료한 지식으로서 직무에 긴요한 지식이 더 큰 부분을 차지한다. 이것은 지식 전달 직무를 용이하게 한다. 특히 노후화된 발전소에 대해서 발전소 인허가 연장/갱신, 주기적 안전성 검토, 주요 성능 개선 및 특정 제어실 시뮬레이터

개발 같은 주요한 전략적 방안을 지원하기 위하여 무형의 지식을 명료한 지식으로 전수하는 추가적인 노력이 요구될 수 있다.

명료한 지식을 전달하는 데에 있어서 문제는 종업원들로 하여금 사용가능한 형태로 그것이 이용 가능하고 쉽게 접근할 수 있음을 인식시켜 주는 것이다.

무형의 지식은 인식하고 전수하기 더 어렵다. 문제는 무엇을 명료한 지식으로 변환시킬 수 있는지를 확인하고, 무형의 지식이 일상적으로 공유되고 전달되는 환경을 만들어주는 것이다.

어떤 정보 관리 시스템도 특히 무형 지식의 전수를 위하여 얼굴을 맞대는 상호 전달의 필요성을 대체할 수 없다. ☼