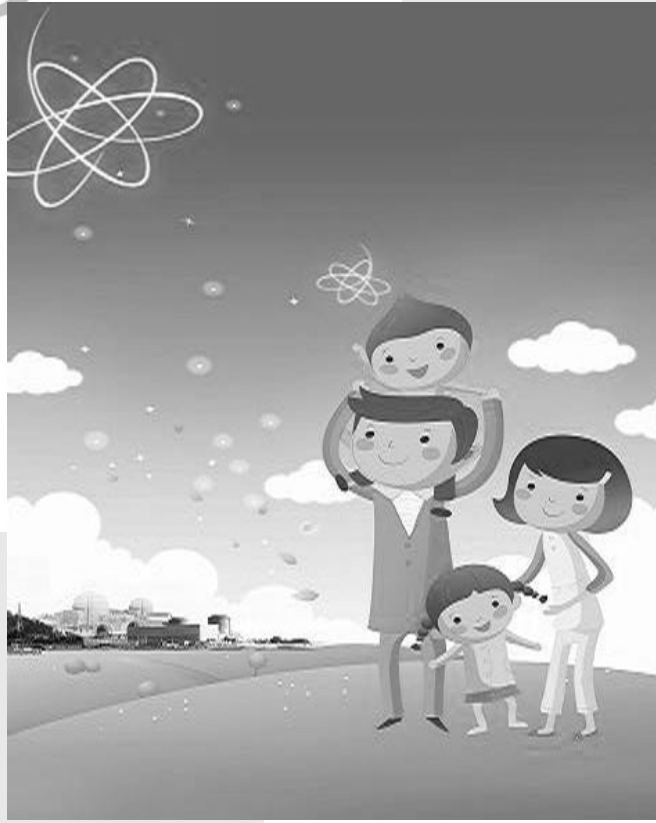


## 특집

# 미래의 원자력 안전과 도전 과제



본 특집은 '제13회 원자력안전의 날'을 맞이하여 향후 2030년의 미래 원자력 안전을 전망하면서 여기서 예상되는 도전 과제를 도출하여 이의 대응 방향을 논의하고 산업계·연구계·학계 등 다양한 분야의 전문가 의견을 수렴하여 중장기적 원자력 안전 정책 방향을 모색하고자 '미래의 원자력 안전과 도전 과제'라는 주제로 개최한 2007년 제2회 원자력안전 포럼(한국원자력안전기술원 주최 / 2007. 9. 11.)의 내용이다.(발표자 집필 원고 게재)

# 2007-2회 원자력안전포럼 종합 요약

## 포럼 진행

2007년 9월 11일(화) 13:00부터 18:00까지 대전 한국원자력안전기술원 세미나실에서 「미래의 원자력 안전과 도전 과제」라는 주제로 2007년도 제2회 원자력안전포럼이 개최되었다. 본 포럼에는 발표자들을 포함하여 과기부, 울진·영광·신곡리 민간환경감시기구, 한수원(주), 원전연료(주), 한전기술(주), 한전 전력연구원, 원자력발전기술원, 두산중공업, 현대건설, 대우건설, 원자력연구원, 한국원자력안전기술원, 원자력계 원로 인사 등 110여명이 참석하였다. 원자력안전기술원 김창범 실장이 진행을 맡았고 최광식 박사가 전체 발표 및 토의 내용을 요약 정리하였다.

## 발표 주제와 발표자

- \* 원자력 안전 비전 2030과 규제 기관의 역할
  - 한국원자력안전기술원 김호기 정책기준부장
- \* 미디어와 일반인이 기대하는 미래의 원자력안전
  - 중앙일보 박방주 과학전문기자
- \* 원자력 안전성 확보 노력과 도전 과제
  - 한국수력원자력(주) 안전기술

- 처 이방진 안전실장
  - \* 방사선 방호의 현안과 미래
    - 한양대학교 원자시스템공학과 이재기 교수
  - \* 원자력의 연구 개발 방향과 도전 과제
    - 한전 전력연구원 원자력발전 연구소 안홍준 소장

## 발표 내용과 주요 질의 토론 내용.

### 가. 한국원자력안전기술원 김호기 정책기준부장

‘원자력 안전 비전 2030과 규제 기관의 역할’이라는 제목의 발표를 통하여 KINS가 추진중인 원자력 안전 비전 2030의 배경, 목표와 그동안 진행된 사항을 설명하였다.

미래 비전은 전략적 동향 분석에 의한 미래 시나리오를 예측하고 이에 대응할 수 있는 비전을 개발하는 방식으로 진행된다고 하였다.

미래의 주요 거시 동향을 ‘에너지와 환경’, ‘인구·사회·과학기술 인프라’, ‘글로벌라이제이션’, ‘원자력산업 환경’의 4개로 분석하고 이에 영향을 주는 변화의 동인과 도전 과제를 고려하여 보통의 시나리오, 낙관적인 시나리오, 비관적인 시나리오를 제시하였다.

그리하여 어떤 시나리오로 진행되더라도 그에 대비할 수 있는 안

전 비전을 만드는 것을 목표로 함과 안전 비전이란 “원자력 안전성 확보를 위한 관계 기관 및 행위자들의 인적 구성, 제도들을 미리 설계하고 준비하기 위한 것”임을 발표하였다.

안전 비전의 수립을 위하여 고려하여야 할 사항으로 국내 원자력 전망, 정책적 불확실성, 규제개발 계획, 안전 정책 패러다임의 변화를 언급하였으며 패러다임의 변화와 관련하여 안전 정책 논의 구조의 변화, 안전 정책과 규제 정책의 의미, 안전의 이데올로기(ideology)화, 지구적 공공재, 총위험도 관리(total risk management), 전일주의, 인지주의 등을 소개하였다.

그리고 미래 규제 기관의 역할로서 안전성에 대한 전일적인 시각(holistic view)의 도입, 안전비전을 통한 리더십 등을 제시하였다.

국가 경쟁력의 하나로서 안전과 안심을 논의함으로써 지구적 안전성을 추구한다는 안전 비전 설정의 기본 방향을 제시하고 규제 측면의 비전(안)이 제시되었다.

또한 안전 비전의 틀 안에서 사업자의 안전 비전도 조화되어 설정되어야 하고 이해 관계자들의 참여에 완성되어야 한다는 측면에서 컨센서스를 위한 모든 원자력 이해 관계자의 동참을 요청하였다.

**질의 토론**

원자력 안전 비전 2030이 어느 정도 공식화되어 진행되는 수준인지 하는 질문과 의료/생활 방사선 부분의 안전도 원자력 시설 안전 비전과 통합되는 것이 필요하다는 의견이 제시되었다(원자력연구원 백원필).

이에 대해 안전 비전의 개발은 현재 개발이 논의되는 중이며 의료/생활 방사선 부분 안전도 개발 과정에서 충분한 의견을 반영할 것이라고 답변하였다.

또한 패러다임의 변화 중에서 안전의 이데올로기화에 대한 질문(울진민간환경감시기구 남효선)에 대하여 이는 한 사회학자에 의하여 근래 제시된 개념이며 이것의 원자력 안전에의 적용성 그리고 세계적으로 보편화될 것인지 여부는 불확실하며 하나의 가능성 차원에서 언급하였다고 답변하였다.

**나. 중앙일보 박방주 과학전문기자**

‘미디어와 일반인이 기대하는 미래의 원자력 안전’이라는 제목으로 원자력 시스템의 세대 구분, 안전의 변화 단계를 언급하면서 발표를 시작하였다.

세대별 원전 특징을 정리하여, 1세대인 능동형 안전 개념은 TMI 후속 조치를 반영한 것이며, 2, 3세대는 신개념 안전성을 강조하였고, 3세대부터 4세대로 이어지면서 고유 안전성을 강조하였다는 것과 전체 누적 노심 손상 빈도의 변화가 2단

계부터는 포화됨을 지적하였다.

이와 함께 전문가는 원자력 리스크의 크기를 일반 리스크의 1,000분의 1의 물을 적용한다고 하지만 일반인들은 원자력 리스크를 전문가들보다 1,000배~10,000배로 확대하여 본다는 점을 지적하였다.

원자력 시설의 수용성에 대하여 일반인은 9.11 테러와 같은 불의의 공격시에도 안전한 원전을 원한다는 것, 그리고 디지털 사회에 사이버 테러에 안전한가 하는 문제, 내부자의 고의사고 문제 등도 지적하였다.

그리고 방사선이 나오지 않는 원자력 시설을 원하지만 이는 불가능하므로 극한 상황에서도 새어나오지 않는 것을 원하며, 보이는 폐기물과 보이지 않는 방사선, 핵융합이 대안인가 하는 문제, 그리고 요즈음 논의의 핵심인 실제적 혹은 공학적 안전과 심리적 안전에 대하여 논의하고 실제적 안전보다 정서적 안전도 필요함을 발표하였다.

**질의 토론**

심리적 정서적 안전에 대한 대책으로 우려가 해소될 것이라는 주장은 실제 시설 주변에서 30년 이상 살아가는 주민들에게는 현실적이지 않다는 점, 그리고 주요 언론이 각 원전의 폐기물 포화 상태를 보도하고 외국 폐기물 처분장의 안전성에 대해 말하고 있지만 주민들은 위험한 원자력을 사실 그대로 인정하고 ‘차라리 위험하니 안전을 위하여 노력하고 있다’고 말해야 신뢰하고 안심할 수 있다는 점을 의견으로 제시하였

다(울진민간환경감시기구 남효선).

이와 관련하여 심리적, 정서적 안전의 중요성은 현재 규제 기관이 추구하는 정책 목표인 안전에 대한 관심에 반영되어 있다는 점을 지적하고, 규제 기관도 안전성 확보에 부정적 피드백을 줄 수 있음을 인식하는 등 전일적인 접근을 취하려 하는 만큼 이해관계자 범주에 드는 언론도 원자력 안전성 확보에 있어 책임 있는 행위자라는 개념에 대한 견해를 질문하고 그러한 미디어의 역할에 대한 인식을 확산해 줄 것을 제안하였다(안전기술원 최광식).

이에 대하여 발표자는 언론 보도로 인하여 안전이 강화되는 측면과 공포를 재확산시키는 부정적 측면이 있음을 말하고, 언론에 대한 안전에 대한 교육이 필요하며 과학 기자들도 이런 포럼을 통하여 많이 공부하게 된다고 답변하였다. 또한 실제 극단적 환경주의자들의 말을 일부 인용하지만 과학 기자라면 이에만 전적으로 의존하지 않는다고 덧붙였다.

**다. 한국수력원자력(주) 이방진 안전실장**

‘원자력 안전성 확보 노력과 도전 과제’라는 제목의 발표를 하면서 세계 원자력 산업계의 긍정적인 새로운 변화를 소개하고, 최근의 원전 산업 경쟁력 증가, 세계 원전 시장 구조 개편, 원전 선호 국가의 기술 개발 및 이용 확대 추진, 반원전 국가의 원전 재개 동향 등을 소개하였

고, 2020년까지 한수원의 원전 건설 계획을 설명하였다.

APR1400 안전성 증진 사항을 소개하고 중장기 노형 개발 정책을 검토하였으며 원전 운영 현황을 소개한 후 한수원의 비전과 중장기 전략을 소개하였다.

중장기 전략으로서의 안전성 확보 추진 전략으로 안전 최우선 경영을 제시하고 이를 위하여 선진 안전성 평가 체계 도입, 체계적 방사선 안전 관리, 완벽한 방사성폐기물 관리 등 3개를 추진하고 있음을 설명하였다.

이를 위한 안전성 확보 로드맵을 제시하고 리스크 정보 활용 원전 운영 최적화, 정비 규정의 이행과 시범 적용, 신규 프로세스 개발 및 적용, 안전 문화 평가 및 증진, 장기 가동 원전 안전성 확보에 대하여 설명하였으며 방폐장 안전성 확보에 대해서 처분 시설 설계 개념을 설명하고 안전성 및 수용성 제고의 개념도에 대하여 설명하였다.

### 질의 토론

고준위 폐기물, 즉 사용후핵연료의 재처리, 재활용이 공식적으로 정부에서 결정되었는지 질문이 있었으며(남효선), 심리적 안전의 확보를 위하여 한수원이 기울이고 있는 노력이 무엇인지에 대하여 질문이 있었다(최광식).

이에 대하여 한수원은 사용후핵연료의 공론화 과정을 거쳐 결론이 나올 것이라는 점을 설명하였고, 한수원의 신임 사장이 첫 번째 과제로

추진하고 있는 국민의 사랑을 받는 한수원 만들기를 설명하고 지자체에 지원하는 지원금의 효과성을 검토할 것이라는 언급도 있었다.

한편, 한수원의 비전에서 2015 중장기 전략 경영 계획에서 기업 이념, 비전, 중장기 목표 아래 안전성 확보가 들어있어 안전성 확보가 주요 정책 문서에서 위상이 낮음을 지적하고 이를 신뢰 측면에서 상향 조정하는 것이 필요하며 가능하면 독립적인 안전 비전이 필요하다는 지적도 있었다(최광식).

그리고 고리 1호기 수명 연장을 시작으로 IAEA 등 국제 기구 전문가들의 peer review 등이 많이 진행되고 있는데 국제 기구 전문가들과 함께 토의하고, 답변하고, 대응할 수 있는 국제적 경쟁력이 있는 전문가의 양성이 필요하다는 지적이 있었으며(안전기술원 박운원) 이에 대해 발표자는 한수원은 IAEA 수검, WANO 수검 등을 위해 자체적으로 KOSART를 구성 운영하고 있고, 이에 최소 외국인 1명을 포함시키고 있다고 답변하였다. 그러나 전반적인 국제 역량이 부족한 것은 사실이며, 이를 발전기술원을 중심으로 추진하는 중장기 인력 양성 계획에 반영하겠다고 답변하였다.

### 라. 한양대학교 원자시스템공학과 이재기 교수

‘방사선방호의 현안과 미래’에 대하여 발표하였다. 우리의 방사선 방호의 현안 문제와 대책을 논의하

고 2030년까지 가능한 방호 환경 변화를 전망하고 준비 방향을 제시하였다.

현안으로서 낮은 선량의 영향의 불확실성을 어떻게 다룰 것인가 하는 문제와 다양한 암 유발/역제 유전자 등 새로운 정보들을 소개하였으며 직무 피폭과 관련하여 ALARA 정책을 현장에 반영하여 큰 성과를 거두었다는 점을 설명하고 경영주가 최선을 다하여 노력하는 이미지 형성이 필요하다고 하였다.

그러나 유의한 피폭을 받을 것으로 간주되지만 아직 관리되지 않는 다양한 직무 피폭 관리의 문제점을 지적하고 방호법 및 방호 중심 관청 부재의 문제를 제기하였다.

특히 자연방사선인 라돈 피폭 문제, 방호 책임과 인지 동의 문제, 의료 방사선 피폭 문제 등을 제기하였다.

실험 동물 사체 문제에 대한 규제 기관의 적극적인 태도의 필요성, 폐기물 처분장의 고비용 문제, 저준위 오염물의 합리적 처분 유도 등 현안과 가능한 대책을 제시하였다.

그리고 방사선 비상 계획과 대응 태세의 실전성 문제, 북한 핵문제에 대한 안이한 대응, 우라늄/토륨 등 핵물질의 동위원소 배제 규정 삭제 문제, 피폭 이력자 암 보상 문제, 방호 중심 기관의 부재, 방사선에 대한 사회적 과민 반응에 의한 불합리한 방호 비용 문제 및 이를 극복할 대책을 적극 주도하는 정치적 리더십의 필요성 등을 지적하였다.

미래에 방사선방호 관련 업무를 활성화시킬 수 있는 인사들을 제시

하였으며 위축시킬 인자들도 여러 가지 제시하였다.

그리고 방호 업무량의 증가가 예상되나 위축 요인도 있으며 이해 관계자들과의 갈등은 계속될 것이고 안전 규제에의 위협 요소로서 규제자에 대한 신뢰 상실, 정보 기술 발달로 전문가의 가치가 퇴조할 수 있음을 경고하였다.

### 질의 토론

원자력 시설에서 피폭되는 방사선량이 안전한 수준이라는 것을 보이기 위하여 자연 방사선 준위 혹은 자동차의 위험도, 의료 행위중의 X-선 촬영 등과 종종 비교하여 왔으나 이들은 개인이 선택해서 받게 되는 피폭이므로 원치 않는 데에도 받아야 하는 원자력 시설로 인한 방사선 피폭과는 구분하는 것이 필요하다는 의견이 있었으며(남효선), 불필요한 저준위 폐기물량의 증가를 방지하기 위해 자체 처분 기준 완화가 필요하다는 것과 현재 규제 범위에 포함되지 않은 핵물질에 대해 향후 규제가 필요하다고 하는 것은 상호 상반되는 접근 방법이 아닌가 하는 질문이 있었다(박윤원).

이에 대해 핵물질에 대해 규제 배제를 제외해야 한다는 것은 현재의 규제 대상에 형평성이 맞지 않는 부분이 있기 때문에 이를 보완하자는 의미에서 제안한 것이라는 답변이 있었다.

그리고 사회적 과민 반응을 극복하고 대책을 마련할 정책 결정자들의 정치적 리더십을 기대하는 것은

정치적 이익을 추구하는 인간 본성(homo politicus)상 여전히 어려울 것이라는 지적도 있었다(최광식)

### 마. 한전 전력연구원 안홍준 원자력발전연구소장

‘원자력의 연구 개발 방향과 도전 과제’라는 제목으로 원자력산업의 수출 전략 산업으로 육성하기 위한 기술 인프라 구축이 시급하며 해외 진출을 위한 원자력 연구 개발 사업의 종합적인 연계와 국내 원자력산업의 지속 가능한 성장을 위하여 마스터플랜 수립이 필요하며 원자력산업이 해외 진출의 호기를 맞고 있음을 지적하고 국내 연구 개발 추진 체계와 과기부의 원자력 중장기 사업 추진 방향을 소개하였다.

그리고 산자부의 E-TRM 2017 및 NUTECH 2015에서 나타난 ‘원전 기술 G4 진입’이라는 비전을 소개하였다.

국내 원자력산업 현안으로서 국내 원전 시장 규모의 성장 둔화, 선진국 기술 독점 심화로 국내 원자력산업 경쟁력 저하, 인력 유지 확보의 어려움, 재원 조달의 문제, 전문 기관 간 기술 공유가 어려운 연구개발 시스템의 문제 등을 지적하고 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 수출 인력 양성 활성화, 국제 공동 연구 추진, 개발된 기술의 실증/인증/검증을 위한 기술 개발, 원자력 전문 기관 간 협력으로 시너지 효과 극대화, 원전 해외 진출을 위한 국가 역량 확대 등을 제시하였다.

### 질의 토론

원자력 시설 수출에 대하여 우리나라가 플랜트 수출이 과연 가능한지, 그것을 추구하는 형태가 적절한지, 우리는 부품 위주 수출로 가야 할 것이 아닌지 질문이 있었으며(박윤원) 이에 대해 부품 위주 수출은 증기발생기 등 두산중공업 등이 현재 추진중이며 기술 공여자와 연합하여 들어가는 형태가 될 것이라고 답변하였다.

또한 일본은 자체 개발 자료를 ASME code committee 를 통하여 여러 건을 등록 중이고 중국도 유사한 노력을 경주하고 있으나 우리는 그러한 장기적인 포석 등의 노력이 부족함도 지적하였다(박윤원).

신월성에서 부지 매입이 이루어지고 있는데 이는 원자력발전소 건설을 전제로 하고 있는 것이 아니냐는 질문이 있었으며(남효선), 전력수급 계획은 정기적으로 개정하므로 향후 그 과정에서 후속 호기 추진이 가능할 수도 있다는 답변이 있었다.

### 주요 결론

- 본 포럼에서는 다섯 전문가들의 발표를 통하여 향후 미래의 원자력 시설의 안전성의 모습을 예측하고 참석자들이 토의하였다. 총 110여명의 관심 있는 관련 분야 전문가들의 참석 하에 원자력 및 방사선 안전과 관련한 단기, 중기, 장기 도전 과제들을 함께 살펴보고 논의하는 기회가 되었다.

- 참석자들은 실제적 혹은 공학적 안전성과 함께 심리적, 정서적 안전이 중요하며 안전에 대한 이해 관계자들의 기대수준이 높다는 점에 인식을 같이 하였다. 이와 관련하여 사업자와 규제 기관도 안심 제공을 주요 정책 목표로 삼고 노력하고 있으나, 심리적 안전의 향상, 이해 관계자(stakeholders)들의 이해와 관련된 의도가 깔려있는 심리적 안전 문제의 요구에 대응하는 것은 많은 비용이 소요되며 이 문제를 어떻게 정교하게 다룰 것인가 하는 것은 향후 과제이다.

- 원자력 안전의 전일적(holistic), 글로벌 접근의 중요성이 논의되고 이에 대한 이해가 확산되었다. 또한 안전에 대하여 책임 있는 행위자로서 규제 기관과 언론 및 이해 관계자들이 노력할 필요성이 토의되었다. 안전의 글로벌 접근과 관련해서는 원자력 안전과 관련된 국제 peer review 등에 대응하는 사업자의 국제적인 역량의 향상이 필요하다.

- 사업자의 안전에 대한 비전을 기존의 기업 비전의 일부로서가 아니라 독립적인 안전 비전으로 작성하는 것이 바람직하며, 최소한 현재 한수원 중장기 경영 계획에서 '안전성 확보'의 위상을 높이는 것이 필요하다는 의견이 제시되었다. 그리고 '원자력 안전 비전 2030'이 만들어지는 과정에 한수원이 참여하고 그렇게 만들어진 안전 비전을 함께 공유하며 이를 기업 비전에 반영하는 것이 필요하다는 의견이 제시되었다. 또한 생활과 의료 방사선



2007-2회 원자력안전포럼

안전도 이 비전에 포함시켜야 한다는 데 의견을 같이하였다.

- 방사선 방호 측면에서 여러 단기, 중기 장기 도전 과제들이 제시되었다. 그동안 많은 노력에도 불구하고 아직 문턱 피폭치가 존재하는 등의 문제와 최근 관심을 끌고 있는 생활 방사선에 대한 규제 등은 여전히 과제가 확인되었다. 특히 원자력 시설에 의한 방사선 피폭은 엄격하게 관리되어 총피폭량이 낮아는데 비해 의료 방사선 분야는 관리가 미흡하여 선량이 높은 부분이 있으므로 이의 개선이 필요하다. 그리고 방사선에 대한 사회적 과민반응을 극복하고 불합리한 방호 비용을 개선할 정치적 리더십도 필요하다.

- 본 포럼을 통하여 미래의 원자력 안전성과 관련한 여러 정책적 개념과 논의의 구조, 검토할 필요가 있는 여러 패러다임(paradigm)들이 제시되고 공유되었다. 본 포럼에서 충분히 논의를 하지 못하였으나 이 개념들은 앞으로 여러 기관의 전문가들이 후속 세미나 개최 등을 통하여 함께 논의해 가는 것이 필요하다.

- 안전 문제와 직접적으로 관련은 없지만 우리 원자력산업의 수출

을 위한 체계적인 노력, 관련 기관 간 협조의 필요성과 우수 인력 유지의 중요성에도 공감대가 형성되었으며 글로벌 규제에 있어서 우리나라 규제 기관의 기여의 중요성도 인식되었다. 그리고 원전 지역에 대한 전력 요금 차등제 시행에 대한 요구도 있었다.

인류의 미래 생활 양상을 보여준 영화 '매트릭스'에서는 "무엇을 생각하든 그 이상의 것을 보게 될 것이다"라는 상징적인 말이 등장한다.

원자력 안전과 관련하여 우리가 생각하고 상상한 것 이상의 것이 미래에 다가올 수 있다. 어떤 경우에도 국민과 환경에 큰 피해를 주는 사고가 발생하는 것을 예방하는 것이 필요하며 이를 위한 안전 비전 2030 개발 노력이 중요하다. 이에 한수원, 원자력연구원, 방사선 이용기관을 비롯한 모든 관련 기관이 참여하고 아이디어를 제시하여 우리 앞에 놓여있는 중장기 도전 과제를 헤쳐 나가야 할 것이다. ☺

최광식/한국원자력안전기술원 책임연구원