

# 원자력의 효율적 이용에 대한 확신

## 폐순환 핵연료 주기 - 문제를 해결책으로

Henry-Jacques NEAU | 프랑스 AREVA NC

### 서언

프랑스는 자국의 원자력 프로그램에서 폐순환 핵연료 주기를 선택하고 그에 해당하는 처리-재생 능력을 그에 맞추어 개발했다.

이 선택은 최근 법에 의해 확정되었다. 방사성 물질과 폐기물의 지속 가능한 관리에 관한 2006년 6월의 법령에 따라, 방사성폐기물의 양과 방사능 독성의 감소는 그 처리 및 조절에 있어서 도달할 수 있는 명확한 목표가 되었다.

현재 사용후연료의 가치 성분(U 및 Pu)은 MOX 연료와 RepU로 재생되며, 핵분열 생성물은 자연 환경에서 확산되거나 용해되지 않도록 고도의 고형물(고준위 유리화 폐기물)로 바꾸어 처리한다.

안전과 폐기물 최소화는 AREVA의 변함없는 목표이다. 현재 운영중인 처리 및 재생 AREVA NC 시설은 환경 보존과 비확산 문제를 해결하는 원숙한 산업 기술을 이용하고 있다.

이와 같은 프랑스의 국가적 선택에는 정치인, 언론, 협회, 일반 대중의 여론에 대한 영구적 글로벌 수용 전략, 즉 이들에게 받아들여지고 납득이 되어야 한다.

폐순환 핵연료 주기가 폐기물 관리, 환경 보호, 자원 보존, 다가올 미래의 안전을 위한 현재로서는 최선의 책임감 있는 선택으로 간주함을 확신하는 AREVA

NC의 화두는 투명성, 대화 및 정보이다.

글로벌 수용 정책에서 이미 이 재생 전략에 의존하고 있거나 계획하고 있는 다른 나라 및 고객과 연대하는 것은 현실적 선택이며 AREVA NC를 위한 지속적인 개발의 핵심이다.

### 우리는 어디에서 오는가? - 기억을 되새기며...

#### 1. 어려운 바탕

수많은 사람들에게 있어서 원자력은 두려운 경험을 의미한다. 원자력은 끊임없는 공포를 일으킨다. 그 외에도 원자력은 복잡한 과학으로 그 결과와 혜택을 얻어 내려면 첨단 기술과 기법이 필요하다.

그와 같은 어려움으로 인하여 이 분야는 원자력의 안전한 사용 방법과 그 혜택의 근거를 설명하려는 시도는 항상 간단치 않은 문제였다.

비교적 분명한 것은, 일반 여론에 메시지는 전달이 가능하다는 것이며, 의사 소통의 주요 법칙은 매우 통합적이며 짧고 간결하며 강력한 형태로 구성된 단 한 가지 메시지를 오랫동안 전달하는 것이다. 원자력에 관한 한 너무나 어려움이 크기에 이 같은 원칙이 시행되기는 어려웠다...

결과적으로 이러한 어려움으로 인하여 1990년대

말까지 투명성과 대화 부족 현상을 가져왔으며 당시 일반 여론에 대한 기대는 달랐다.

AREVA는 어디에서 시작했을까? 1990년대 프랑스에서 에너지는 주로 원자력에 바탕을 두고 있었다. 프랑스는 프랑스 전력회사 EDF가 운영하는 58기의 원자로에 의존하였으며 여기에서 전력 수요의 80% 이상을 감당하였다.

이 원자로 가운데 20기는 이미 재생 MOX 연료를 이용하고 있으며, 이는 프랑스 원자력 프로그램의 핵심으로 개발된 폐순환 핵연료 주기를 선택한 결과이다.

오늘날, 극소수의 반핵 그룹들이 아직 남아 있지만 원자력은 비교적 잘 받아들여지고 있다.

하지만 의사 소통과 정보 관점에서 보면, 원자력 산업은 여전히 지나칠 정도로 소극적이며 정당화를 위한 주장에 몰두하고 있다.

AREVA는 그간의 수송 경험으로부터 국제적 차원에서 일반 여론의 기대에 부응한 다른 형태의 의사 소통이 반드시 필요하다는 사실을 깨달았다.

AREVA는 유리화된 고형 폐기물을 처음 일본으로 선적하여 다시 보내는 해인 1995년부터 강력한 반대에 직면하기 시작했으며, 이 문제는 1999년 처음 일본으로 MOX 배송 선적을 할 때 더욱 불거졌다.

잘못된 정보와 때로는 심지어 정직하지 않기도 한 반핵 운동에 직면한 AREVA와 그 상업적 파트너들은 공개, 대화 및 투명성을 이행할 필요성이 증대하고 있음을 판단할 수 있었다.

## 2. 공개에의 새로운 길

연료 주기의 핵심 링크이자 그 아킬레스건이기도 한 것은 수송이다. 우리가 핵물질 수송을 위한 해외 및 국내 수송 경로를 확보하지 못하는 한 우리는 원자력에 의존할 수 없다.

수송이란 항상 공공 지역이나 인구 밀집 지역 등 세계 어느 곳에서나 일어날 수 있는 일이다.

이러한 맥락에서 정보 전략으로서 설명하여 지지를 받지 않는 한, 이 일은 결국 우려와 두려움을 일으키고 잘못된 정보와 심지어 반핵 운동까지 불러오게 된다.

대화, 정보, 그리고 연안국(해상 수송 경로에 있는

국가들)과 그 정부, 언론, 여론 등과의 건설적 관계에 근거한 ‘글로벌 수송(GA)’이라는 프로그램 설정은 AREVA 전략의 중심축이 되었다. 사전 대처하겠다는 것이 우리의 새로운 지침이 되었다.

우리는 사회적 변화와 사람들의 기대에 응답하고자 시민 중심의 정책을 설정하였다. 우리의 지침은 다음과 같다.

- 일방적 발표 대신에 대화
- 발언 대신에 경청
- 무시 대신에 정보 제공

우리의 메시지는 사실에 근거한다. 질문은 접근 가능한 방법과 형태로 가능한 한 공개적으로 답변해 준다.

마침내 우리는, 일반인들이 자신들이 익숙한 다른 사물에 유추하여 의미를 이해할 수 있으므로 우리의 기술이 일반 대중에게 설명하지 못할 정도로 복잡한 것이 아니라는 결론에 도달하였다.

1990년대 말부터 가시적인 결과가 프랑스 및 해외에서 나타났다. 다음과 같은 민감한 사안을 처리해야 했다.

- > 헤이그에 있는 AREVA 재처리 공장에서 일반인 조사
- > 헤이그 처리 공장 주변 환경 우려
- > 국제 운송 반대
- 공개, 투명성 및 대화를 근거로 한 우리의 새로운 정보 전략의 긍정적 결과는 아래와 같이 우리가 받은 실효성 있는 주요 해법에 잘 반영되어 있다.
- > 헤이그 및 MELOX에 있는 우리 공장의 용량 확대
- > 성공적인 EUROFAB 운영(미국에서 프랑스로 운송하여 미국의 무기급 Pu를 MOX 연료 어셈블리로 재생하여 이 MOX 어셈블리를 듀크 파워로 다시 보내어 선적함)
- > 공개 토론의 결과에 따른 긍정적인 폐기물 관리법(2006년 6월), 이 법령은 프랑스에서의 처리를 적용 가능한 후행(back-end) 해법으로 규정함.

### 책임 있는 해법에 대한 새로운 도전

지금 우리는 이른바 ‘원자력 르네상스’라는 시대

를 맞이하여 다른 많은 나라 및 프랑스에서는 새로운 도전이 우리를 기다리고 있다.

원자력의 장점은 기후 변화 문제 및 에너지 수요 증대에 대한 해법의 일부로서 여러 나라의 문제를 긍정적인 방식으로 해결해오고 있다.

하지만 동시에 이와 같은 '르네상스'는 그 결과물인 방사성폐기물 관리에 대한 우려를 낳고 있다.

이 문제는 일반 대중의 이해라는 관점에서 AREVA NC의 매우 중요한 현안이다.

### 1. 재활용 : 현명한 선택

과거에는 많은 나라에서 개방 또는 폐쇄 연료 주기에 대한 결정이 핵확산 우려 또는 원자력의 단계적 폐기 계획 등 여러 가지 고려 사항을 근거로 하여 이루어졌다.

세계적인 원자력 르네상스가 가능한 오늘날의 관점에서는 재활용을 국가 에너지 안보를 보장하는 요소로 간주하는 등 사용후연료는 폐기물이 아니라 중요한 국내 에너지 자원으로 고려하게 되었다.

처리 및 재활용 정책은 궁극적으로 저장해야 할 최종 폐기물의 실제 양을 극도로 감소해주므로 실효성 있는 지속 가능한 선택안이 된다.

세계의 기존 처리-재활용 시설 운용 경험에서 비용 효과적이며 내확산적, 자원 최적화, 환경 친화적 방식으로 이러한 목표를 달성할 수 있음을 보여주고 있다.

### 2. 일반의 이해 : '우리가 답을 쥐고 있다'

#### 가. 일반 대중 여론의 실태

원자력에 의존하는 나라(주로 프랑스 및 유럽, 미국)에서 원자력 및 오늘날의 에너지 수요와 환경 보호 관점에서 본 그 미래상에 대해 최근 몇 차례 여론 조사(미국 원자력연구소에서 최근 실시한 여론 조사에서 밝혀진 바로는, 원자력에 대한 일반의 수용도가 1980년대 이래 최고 수준에 이르며, 일반인의 70%가 미국의 전력 발전 자원으로 원자력 이용을 찬성하였다. - 유럽 위원회에 의한 유로바로미터의 결과에 따르면, 원자력을 이용하는 대부분의 신규 EU 회원

국에서 일반의 지지도는 약 60%로 추정된다.)를 실시하였다. 중요 사항은 다음과 같다.

- 원자력에 대한 찬성, 결정 유보, 반대로 구분하여 나타난 비율이 몇 개국에서 비슷한 양상을 보였다.

- 10%~20%는 원자력을 강력히 지지함

- 60%~70%는 결정 유보(30%~40%는 우려는 하지만 긍정적인 편이며, 또 30%~40%는 반대는 하지만 마음을 바꿀 수도 있음)

- 10%~20%는 원자력을 강력히 반대함

- 결정 유보자들은 대부분 폐기물 문제가 안전하게 관리되면 마음을 바꿀 수 있다.

- 폐기물 문제는 원자력 이용과 관련한 주요 문제로 간주된다.

- 주요 국가 공동체(예컨대, 유럽) 내에 한하는 평균 여론 결과는 대표성 관점에서 좋은 자료는 아니다. 실제로 이 결과로는, 반핵 문화의 국가에서 나타난 관점과 강력한 지지를 보여주는 국가에서 나타난 관점 사이의 엄청난 차이를 반영하지 못한다.

첫 번째 교훈은 우리가 강력한 반대자들을 설득하려는 시도는 별 실효성이 없는 반면, 결정 유보자들에게 관심을 기울여야 함을 분명히 보여준다.

FORATOM(foratom@foratom.org)에서 실시한 유럽위원회 "유로 바로미터"의 여론 결과에 대한 분석에서 다음 두 가지 사항이 대두된다.

- "원자력은 사람들의 주요 관심사가 아니다. 원자력 문제는 사람들의 '마음 한 구석'에 자리한 문제로서, 이 말은 사람들의 태도가 쉽게 바뀔 수 있음과 질문한 방식에 따라 크게 영향을 받음을 의미한다. - IAEA 연구( IAEA-원자력 문제에 대한 글로벌 여론 -2005년 12월)에서 다음과 같은 의미를 함축한다. 질문에서 기후 변화가 원자력으로부터 혜택을 받는다는 점을 강조하면 열 명 중 한 명은 원자력이 세계에서 차지하는 몫을 확대하는 데 더욱 지지하게 된다. 이 때문에 여론 조사는 특정 시기의 특정 국가의 일반 대중의 상태에 대한 개관을 제시할 뿐이다."

- "원자력에 대해 더 많은 사람들이 알면 알수록 사람들은 원자력에 대해 더 우호적이 되기 때문에 공개 토론을 통한 정보 및 언론을 경유한 정부 조치는 대중 여론을 형성하는 데 핵심적 기능을 수행한다."

2007년 초, AREVA NC는 프랑스에서 원자력, 후

행 및 폐기물 문제 등과 관련한 특정 여론 조사를 발주하였다. 그 주요 피드백은 다음과 같다.

-> 원자력에 대한 프랑스 인구 분포 : 적극 찬성 13%; 약간 찬성 33%; 결정 보류 29%; 약간 반대 15%; 적극 반대 10%.

-> 지구 차원에서 원자력 개발과 그에 따른 위험과 관련하여 미래에 대한 주요 사항으로 환경 문제를 드는 비율이 3%인데 비해, 79%는 이 문제를 최우선 사항으로 꼽았다.

-> 후행에 대하여: 71%는 사용한 원자력 연료 주기에 대해 들은 적이 있으며, 24%는 이에 대해 견해를 가지고 있으며, 16%는 부분적으로 설명할 수 있고, 1%만이 이에 대해 그 공정과 혜택을 잘 알고 있었음 ...

-> 하지만 77%는 사용후연료 처리/재활용을 찬성(40%는 적극 찬성, 37%는 약간 찬성)하였으며, 19%는 결정 유보, 4%는 약간 또는 적극 반대의 뜻을 보임.

-> Over 80%를 넘는 사람들이 정보를 더 필요로 한다고 하며 의사 소통의 중요성을 강조함.

특정 국가에서 문화와 지역적 특수성을 고려하여 일차적인 실태를 파악하는 것은 정보 및 의사소통 전략을 목표로 유연하게 대처하고 적응하는 데 중요하다.

#### 나. 사실, 설명 및 정보

마지막으로, 이러한 우려와 궁금증은 어떤 영역과 관계가 있을까? 어떤 논지로 좀더 설득력 있는 답변과 설명을 해야 할까?

##### ① 기후 변화

온실가스를 발생하지 않음으로 하여 원자력은 기후 변화에 관련하여 그 부분적 해결책이 된다. 원자력은 CO<sub>2</sub>를 방출하지 않으면서 전력을 안정적으로 생산하는 주요 자원이다.

##### ② 사용후 연료 재활용

재활용은 유용하며 사회에 대한 책무를 다하는 소중한 공정으로 우리나라에도 적용된다.

사용후연료에 여전히 함유되어 있는 우리나라의 95%와 플루토늄의 1%를 회수하는 것은 경쟁력 있는 비용으로 독자적, 전략적 주요 에너지 원을 확보하

는 것에 해당한다.

오늘날, 이는 프랑스와 그 밖의 몇몇 나라에서 이미 사용하고 있는 잘 발달되어 있는 공정이다.

##### ③ 신뢰성 있는 폐기물 관리

사용후연료를 처리함으로써 우리는 소중한 핵분열 물질(U 및 Pu)을 회수한다. 이와 동일한 공정에서 우리는 핵분열 생성물을 분리해내어 이를 유리화하여 자연 환경 속에서 분해 또는 확산되지 않는 고도의 안정된 고형체로 바꾸어 처리한다.

이러한 폐기물은 안전하게 관리되고 특수 캐니스터에 포장하여 장기 저장하게 된다. 이러한 처리는 온실 가스의 경우와는 전혀 다른 상황이다.

사용후연료를 처리함으로써 우리가 관리해야 할 폐기물의 양을 1/5로 줄일 수 있게 되는 점도 중요하다.

##### ④ 방사성폐기물 관리는 원자력 공포심 관리

방사성은 복잡한 현상이기는 하지만, 결국 인간의 생명도 진화한 자연 현상이다. 이 현상은 인간의 시간 개념으로는 이해하는 영역을 벗어난다. 하지만 재활용은 방사성 독성에 통제를 할 수 있다. 다음과 같은 사항을 기억해 두어야 한다.

-> 폐기물 관리에 관한 한, 처리-재활용 과정으로 폐기물 양과 독성을 줄이며 안전하고 안정적으로 바꾸어 처리하게 됨은 당연하다.

-> 방사능의 장기적인 위험에 대하여는, 다음과 같은 그 물리적 성질을 염두에 두어야 한다. 폐기물이 방사선을 더 많이 발할수록 더 중요한 것은 붕괴 문제가 되며, 폐기물 처리를 하면 약 100년 후부터 납득이 갈만한 기간 내에 이 폐기물은 자연 상태의 방사능 수준에 가깝게 된다.

\* 할 루이스(Hal LEWIS) 교수 - 방사성에 대한 설명 자료 - 2000년 11월 : "결론은, 물질이란 강력한 방사성을 가졌거나 대단히 긴 반감기를 가진 것으로 이 두 성질을 다 가질 수는 없다는 것이다. 인체에 가장 큰 위험을 미치는 물질은 방사성이 크며 반감기는 비교적 짧은 물질이다. 우리에게 피부에대는 대부분의 반핵 구호를 들어보면 어떤 방사성 물질은 수백만 년씩 간다고 강조하는데, 그런 현혹하는 말은 사람들에게 겁을 줄 뿐이며 또 그런 말에 실제로 사람들은

겁을 먹는다. 사실 긴 반감기를 갖는 물질은 그다지 방사성이 강하지 않다. 위험 요소로서 긴 반감기 운운하는 구호는 잘못 되어도 한참 잘못된 표현이다."

- 루이스 교수는 산타 바바라 캘리포니아 대학교의 명예교수이다. 루이스 교수는 지금까지 많은 위험 관련, 국방 관련, 에너지 관련 문제에 대한 정부 및 전문 위원회들에서 위원장 및 위원으로 활동하고 있으며, 저서로는 "Technological Risk" (Norton, 1991)과 "Why Flip a Coin?" (Wiley, 1997) 이 있으며, 후자는 불확실한 상태에서 결정을 내리는 문제를 다룬 책이다. 지진 문제에 대한 루이스 교수의 관심은 핵실험 검출 및 원자력발전소용 내진 설계에 관여한 데에서 기인한다.

⑤ 보건 및 환경 영향

AREVA로서는 지속가능한 개발 관점에서 안전이 주요 우선 사항이다. 이 문제는 원자력 사업에 대한 사회의 수용에 크게 영향을 미친다.

우리의 AREVA 플랜트(예컨대 AREVA 헤이그 공장)에 대해, 현장 주변과 그 지역에 대한 질병 조사를 실시한 바 건강에 대한 악영향이 없음이 입증되었다.

일반인들이 염두에 두어야 할 점은 원자력 사업에 따른 방사능의 인체에 미치는 영향은 대서양 횡단(아니 태평양 횡단도 무방하다) 비행시에 방출되는 방사능의 영향보다도 더 작다는 사실이다.

우리가 자연 상태에서나 의료 목적에서 받는 방사선의 4%에 해당할 뿐이다.

⑥ 비확산

오늘날 처리-재활용 시설에서 생성된 유리화한 폐기물(최종 저장/처분용)에는 IAEA 안전 조치에 저촉되는 핵분열 물질이 들어 있지 않다.

게다가 MOX 연료에 있는 플루토늄의 처리 및 재활용으로 플루토늄의 대략 1/3을 소모하게 될 뿐만 아니라 그 동위원소의 조성을 현저히 변소함으로써 원자로에서 배출된 잔여 플루토늄에 대한 핵무기 전용 가능성을 없애준다.

**결론**

- 확신을 가지고 미리 대처해 나가자 -

사용후연료를 처리 및 재활용함으로써 신뢰성 있는 에너지 자원과 핵 폐기물 관리에 대한 입증된 해법을 제시할 수 있다.

또 건강과 환경, 기후 변화, 위험성 등에 대한 일반의 우려를 해소할 수 있는 방법이기도 하다.

안전한 미래 에너지를 보장하는 신뢰성 있는 공정 및 해법에 대해 원자력의 이점과 안전성을 미리 설명하는 것은 이 산업 분야에 있어서 대단히 중요한 일이다.

정보 전략은 지역 실정에 따른 일반 여론에 대한 명확한 실태 파악의 기초 위에 수립되어야 한다.

대화의 장은 서로 다른 이해 당사자 간에 마련되어야 한다. 신뢰를 바탕으로 한 정보를 제공하기 위해서는 우리가 여론의 목소리가 내는 우려에 귀를 기울여야만 한다.

투명성은 신뢰 구축의 핵심이다. 우리의 정보는 기대와 목표에 따라 유연하게 대처하고 적응해야 한다.

우려하는 문제점이 있습니까...

경험에서 나온 해결책을 제시하겠습니다. ☎