

# CTO 보고서

## 에너지위기에서 재조명되고 있는 원자력발전

구영덕

### 목차

1. 에너지위기에서 대안으로 재조명되고 있는 원자력
2. 재도약의 분위기가 조성되는 각국의 원자력발전 동향
3. 차세대 에너지원으로서 원자력이 넘어야 할 과제
4. 주목받고 있는 원자력분야에서의 신기술

### 요약

## < 요약 >

1979년 미국의 TMI(Three Mile Island) 원전사고와 1986년 구소련의 체르노빌 원전사고 등으로 그 동안 원자력 산업계는 엄격한 규제에 따라 원자력발전의 입지가 좁아졌고, 일반인들도 신규 원자력발전의 건설에 부정적인 이미지를 갖게 되었음.

그러나 최근 세계 각국에 기후변화 협약의 준수를 위한 온실효과 가스의 삭감 의무가 부과되고, 석유 가격이 고공행진을 계속하면서 온실효과 가스를 거의 배출하지 않고 전력생산에 있어서 연료비용이 적게 드는 원자력발전이 새롭게 조명되고 있음.

이에 따라 세계 각국에서는 과거 원자력발전소의 가동 중단까지 불러왔던 각종 규제들을 완화하여 원자력 발전소의 수명을 늘리거나, 원자력발전의 운전 성능을 향상시켜 원자력발전의 신뢰성을 높이고 있음.

또한 유럽의 여러나라에서는 원자력발전의 증설 및 신규 건설에 대한 국민의 여론 조사를 통하여 원자력발전에 대한 우호적인 지지율을 확인하고 있음. 그리고 일부 환경주의자들 마저도 지구 온난화와 불안정한 석유공급에 대한 의존율을 줄이기 위한 방안으로 원자력을 중요한 요소로 받아들이고 있음.

아직까지 원자력 비평가들은 최근의 원자력 개발환경에 대해 단 한 건의 사고로 큰 재앙을 가져올 수 있다고 경고하고 있지만, 세계 각국의 온실효과가스 배출삭감 의무이행, 고유가에 따른 경제적 부담 및 에너지 안보문제 등의 해결방안으로 원자력발전이 세계 에너지 산업의 큰 이슈로 부각되고 있음.

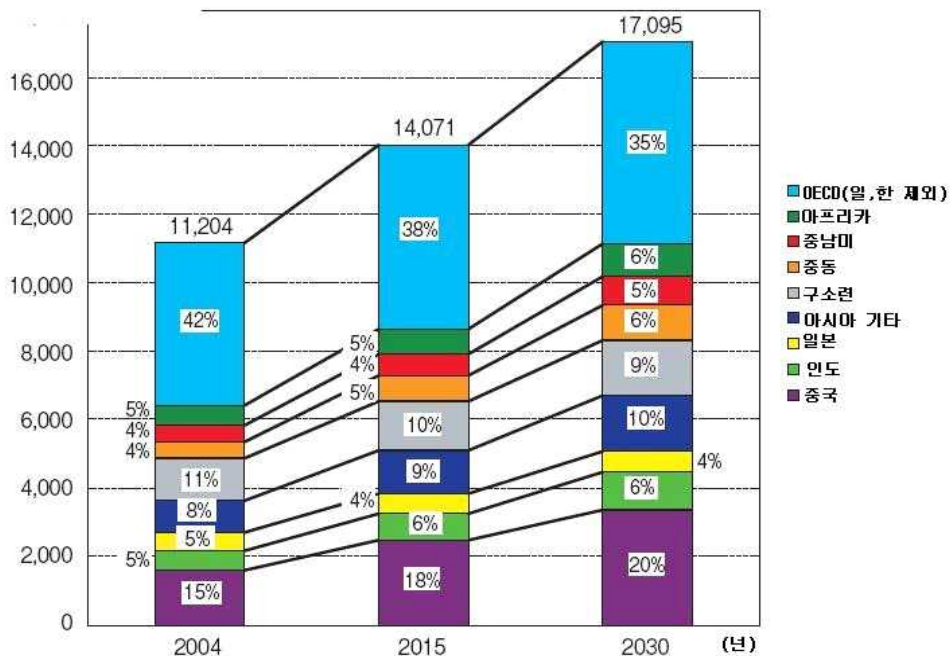
# 1. 에너지위기에서 대안으로 재조명되고 있는 원자력

## □ 세계의 에너지 수요 확대

- 세계 에너지 수요는 2030년에 현 수준의 1.5배로 증가할 전망이다.
  - 국제에너지기구(IEA)에 따르면 세계의 에너지 수요는 2004년부터 2030년까지 연평균 1.6%로 증가할 것으로 전망하고 있음.
- 증가분의 70%는 개발도상국에서 발생할 것이며, 아시아 지역의 급속한 경제성장과 인구증가를 반영하여 중국, 인도가 포함되어 있는 아시아에서 50%를 차지하게 될 것으로 보고 있음.
- 지역별 에너지 수요 전망에 따르면, 2030년에는 OECD 국가의 비중은 줄어드는 반면, 중국은 15%에서 20%로 증가율이 가장 높음.

<세계의 지역별 에너지 수요 현황 및 전망>

(석유환산 100만톤)



자료: IEA WORLD ENERGY OUTLOOK 2006

- 부존자원의 한계, 경제성장, 인구증가 등으로 에너지 자원을 확보하기 위한 세계 각국의 경쟁이 치열함.
- 따라서 에너지의 대량소비에 따른 에너지 자원의 부존량 한계 문제와 더불어 가격상승 문제는 필연적인 결과임.

#### □ 에너지 소비와 지구환경문제

- 에너지 소비로 인하여 인류는 지구온난화라는 또 다른 심각한 문제에 봉착한 상태임.
- 에너지 소비의 증가에 따른 지구온난화는 국제적인 대책을 마련해야 할 정도로 인류의 미래에 부정적인 영향을 미치고 있음.
- 국제적으로 기후변화협약을 체결하여 각 국가별로 지구온난화의 주범으로 알려진 온실가스 감축대책을 수립, 시행중임.

#### □ 새로운 에너지원 개발의 한계

- 지속적인 경제성장과 인구증가 및 삶의 질 향상으로 향후에도 에너지 소비가 계속 증가할 수밖에 없는 구조적 상황임.
  - 다만 에너지가 얼마만큼 필요하고, 언제 어떤 에너지를 사용할지 하는 것이 문제임.
- 전 세계적으로 화석연료를 대체할 수 있고, 지구온난화의 핵심 물질인 이산화탄소를 배출하지 않는 에너지원을 개발하기 위해 다각적인 연구개발이 진행되고 있음.

- 공급의 안정성과 경제성을 갖춘 에너지를 발굴한다면 인류의 에너지 문제가 상당부분 해결될 수 있을 것임. 신재생에너지에 대한 기대가 그것임.
- 그러나 아직까지 위와 같은 조건을 갖춘 에너지원은 개발되지 않은 상태이며, 앞으로 당분간은 그와 같은 에너지를 개발하기란 쉽지 않은 문제임.
- 따라서 현재 인류가 사용하고 있는 각 에너지원 가운데, 그들의 단점을 조금씩 해결해 줄 수 있는 에너지원의 사용을 통하여 이들 문제를 풀어 나아가야 할 것임.

#### □ 안정적인 에너지 공급원, 원자력발전

- 원자력발전은 전력생산에 관한 한 자원문제, 환경문제라는 기본적인 한계를 어느 정도 극복한 에너지원이라고 할 수 있음.
- 'bestmix<sup>1)</sup>' 차원에서, 모든 에너지를 원자력발전으로 대체할 수는 없겠지만 적어도 전력 수요의 상당 부분은 원자력발전이 조달할 수 있을 것임.
- 원자력발전은 1956년 상업용 원자로를 가동한 이래 핵 비확산에 대한 대응, 원자로 안전, 방사성폐기물의 적절한 관리 등을 중심으로 운영되고 있음.

---

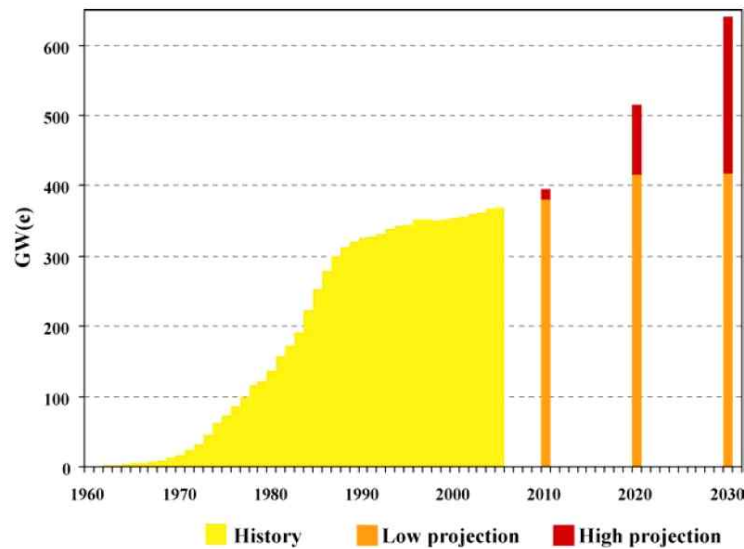
1) 수력, 화력 및 원자력발전 등의 전원구성에 의한 전력공급의 안정한 확보를 고려하면서 경제성을 추구한 최적의 전원(電源)구성을 bestmix라 함. 즉 (1)운용상 효율적임, (2)연료조달상의 리스크를 피할 수 있음, (3)유동적인 수요, 연료동향, 건설비용 등의 움직임에 탄력적으로 대응할 수 있는 등의 조건을 충분히 만족하는 전원구성을 말함.

- 현재 세계 15개국에서 자국 전력의 30% 이상을 원자력발전으로 공급하고 있음.
  - 프랑스처럼 80%에 육박하고 있는 나라도 있으며, 우리나라도 40% 정도를 차지하고 있어 원자력발전 대국에 속함.

## □ 원자력발전의 부활 움직임

- 원자력발전 개발 초기에는 '원자력시대'가 도래할 것이라는 낙관적인 미래 구상이 나왔음.
- 그러나 1979년 미국 TMI 사고와 1986년 구소련 체르노빌 사고로 인해 원자력 개발이 오랫동안 위축되어 왔음.
  - 이탈리아는 국민투표를 통해 가동중인 원자력발전소를 모두 폐쇄하는 극단적인 정책변화를 가져왔음.
- 그럼에도 불구하고, 전체적으로 완만한 상승세를 보여 왔음.
  - 국가별 상황에 따라 꾸준히 원자력발전을 추진해 온 프랑스, 일본, 한국 등과 같은 나라도 있고, 일정 수준으로 유지해 온 나라도 있음.
- 향후에는 세계의 에너지 수요 확대 전망, 경제성, 지구환경문제 등을 감안하면 원자력발전이 크게 확대될 것으로 보임.
  - 국제에너지기구(IEA), 국제원자력기구(IAEA), 각종 연구기관에서 내놓고 있는 장기전망에 따르면, 원자력발전에 대한 기대가 점점 더 커지고 있는 것으로 파악됨.

<세계 원자력발전 설비용량 변화 추이 및 전망>



자료 : IAEA, 2006.

- 여기에서는 기본적인 한계로 인해 제한적인 역할밖에 할 수 없는 발전방식으로 간주되어 오던 원자력발전이 가치를 인정받아 다시금 각광을 받기 시작한 점에 주목, '원자력발전의 부활과 유망기술'이라는 주제를 다루었음.
- 첫째, 원자력발전이 왜 다시 각광을 받고 있는지의 이유에 대하여 기술하였음.
- 둘째, 현 세계 에너지 상황에서 세계 각국의 원자력발전 부활 움직임을 살펴보았음.
- 셋째, 원자력발전이 지금의 기대를 충족시키기 위해 갖춰야 할 전제조건을 포함한 해결해야 할 문제점을 살펴보았음.
- 넷째, 원자력발전의 부활과 더불어 우리가 지속적으로 연구개발을 수행해야 할 유망기술을 다루었음.

## 2. 재도약의 분위기가 조성되는 각국의 원자력발전 동향

- 세계 각국은 원자력의 도입 타당성을 진지하게 검토 중임.
  - 체르노빌 원자력발전 사고가 발생한지 23년이 지난 지금, 북미로부터 유럽, 그리고 아시아에 이르기까지 유가상승과 온실효과 가스의 배출 규제 등으로 인해 원자력의 도입이 고려되고 있음.
  
- 에너지 안보문제가 부상하고 있음.
  - 중국, 인도 등의 수요 급증과 중동의 정세불안으로 유가가 폭등함.
  - 정치적으로 불안정한 국가를 통과하고 있는 가스 파이프라인에서 가스공급 중단사태 발생함.
  
- 일부 환경주의자들의 원자력발전에 대한 시각이 달라지고 있음.
  - 석탄이 심각한 공해물질과 온실효과 가스를 배출하는 문제점을 갖고 있는 반면, 원자력발전은 안정성이 향상되었고,
  - 화력발전소가 오히려 지구에 더 큰 위협을 초래하고 있다고 판단하기 시작함.

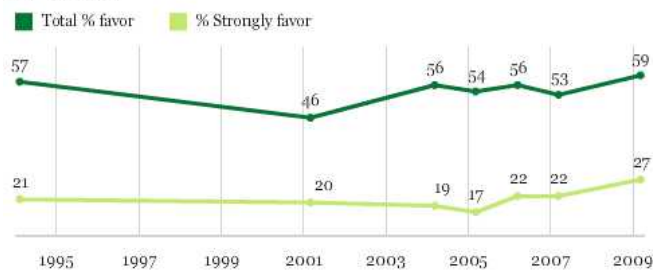
### □ 미국

- 세계 최대의 원자력발전 보유국임.
  - 현재 104기의 원자로를 가동중이며, 원자력이 전체 전력의 약 20%를 생산하고 있음.
  
- 미국의 에너지정책은 2005년 8월 8일 수립된 에너지정책법(Energy Policy Bill)이 기초임.
  - 원자력의 경우 신규 원자력발전소 건설 재개와 차세대 원자로 개발에 대한 지원을 담고 있어 원자력 부활의 동력이 되고 있음.



- 2010년까지 새로운 원자력발전소의 건설, 운전개시를 목표로 한 ‘원자력 2010계획’을 추진하고 있음.
  - 17개 전력회사에서 26기 원자로 신규건설 계획
  
- 미국 국민의 59%, 원자력 지지
  - 2009년 3월 갤럽 환경 여론조사(Gallup Environment Poll)에 의하면 미국 국민의 59%가 미국에서 원자력 에너지의 활용에 대해 찬성하는 것으로 나타남.
  - 한편, 56%는 원자력이 안전하다고 믿고 있는 것으로 나타남.

<미국 국민의 원자력 에너지 활용 선호도>



자료: Gallup Poll, 2009년 3월

## □ 유럽

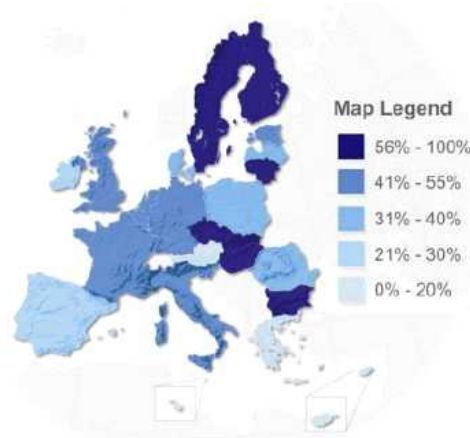
- 원자력발전은 유럽 총 전력생산의 약 30%를 차지하고 있음.
  - 2010년에서 2030년 사이에 원자력발전의 상당수가 퇴역됨에 따라 수명연장, 출력증강, 인허가 갱신 등 다양한 방안들이 강구되고 있음.
  
- 각 국가에서 탈원자력정책의 재검토 기운이 고조되고 있음.
  - 프랑스, 2040년 이후 고속로 40기 이상을 건설할 계획임.
  - 영국의 원자력회사인 BE(British Energy)는 향후 영국에 신규 건설

될 차세대 원자력발전 노형에 대한 기술평가 작업에 착수하였음.

○ 원자력 발전에 대한 유럽지지 상승

- 원자력발전소를 운영하는 나라인 불가리아, 체코, 핀란드, 헝가리, 리투아니아, 스웨덴에서 60%의 이상 지지도가 나타남.

<유럽 지역별 원자력발전 지지도>



자료 : Eurobarometer organization, 2008년 7월

<유럽 여러 국가들의 원자력 산업 동향>

국가	원자력 발전 동향
핀란드	2002년 핀란드 의회 다섯 번째 원자력발전 건설 승인
독일	정부 2020년까지의 원자력발전 폐쇄정책결정 재검토 및 공론화
스웨덴	국민 62%가 신규 원자로 건설 지지(2009년 2월)
이탈리아	정부 관료들 중심으로 원자력발전에 대한 재고의견 대두
헝가리	헝가리 국민의 약 75%가 팩시(Paks)의 원자력발전 가동 지지
스위스	새 에너지 정책에 원자력발전 건설 포함
폴란드	국민의 60% 원자력발전 건설 지지

주: 원자력발전 관련 지지율은 해당 국가의 여론 조사 결과임.

## □ 러시아

- 전체 발전량에서 원자력이 차지하는 비중은 16~17% 정도임.
  - 현재 10기 원자력발전에서 31기의 원자로를 가동중임.
- 2030년까지 원자력 비중을 최대 25%까지 확대할 계획임.
  - 2015년까지 매년 2기의 원자로 건설을 위하여 약 260억 달러를 투자할 계획임.
  - 2016년부터는 매년 3기, 2020년부터는 매년 4기의 원자로를 건설할 계획임.

## □ 중국

- 전체 발전량에서 원자력이 차지하는 비율을 현재의 1.9%에서 2020년에는 5%까지 증강시킬 계획임.
- 2050년까지 150기의 원자로에서 1억5천만KW를 생산할 계획임.
  - 2009년에 4기의 원전개발 착수 예정.

## □ 한국

- 현재 4곳에서 20기를 가동하여 총 발전전력량에서 약 39%를 담당하고 있음.
- 2017년까지 28기를 가동(APR1400 4기 포함)하여 전력 공급의 약 45%를 공급할 계획임.
- 또한 국내 산업체제 구축을 통해 수출을 추진하며, 한국표준형원자

력발전인 OPR1000, APR1400의 경제성 및 안전성을 개선할 계획임.

- 제4세대 원자로 개발을 위한 국제 연구개발 사업 참여 등 적극적인 원자력 정책을 추진하고 있음.

## □ 인도

- 인도는 향후 25년에 걸쳐 원자력발전 비율을 현재의 3%에서 6~10%까지 끌어올릴 계획임.
- 2007년 하반기에 개량형 중수로(AHWR) 건설을 착수하여 국가 원자력 프로그램의 제3단계 프로그램에 진입하게 됨.

## □ 호주

- 세계 최대의 우라늄자원 매장국임과 동시에 풍부하고 값싼 석탄자원을 확보하고 있음.
  - 현재는 원자력발전소가 없으나, 2020년에 최소의 원자로를 가동할 계획임.
- 2050년까지 25기를 확보하여 전력수요의 1/3이상을 공급할 계획임.

### 3. 차세대 에너지원으로서 원자력이 넘어야 할 과제

- 전력수요가 증가하고 있는 가운데 향후 어떤 시나리오든 간에 원자력발전소 건설이 확대될 것으로 보는 시각이 우세함.
- 낙관적인 시나리오 기준으로 미국 220기, 중국 50기 그리고 러시아에서 40기 등 무려 300기 이상의 신규 원자력발전소를 건설한다는 장기계획까지 나오고 있음.
- 실제로 현재 250기의 신규 원자력발전소 건설계획이 발표되어 있는 상태임.
- 향후 이른바 ‘원자력 부활’의 움직임이 실현되기 위해서는 건설은 물론, 핵연료 확보, 핵 비확산 등의 장애요인을 제거해야 함.

#### □ 안전성 확보가 전제된 원자력발전소 건설

- 기존의 원자력 발전국가에서는 경제성, 환경친화성 등 원자력의 긍정적인 측면을 강조하여 신규 건설을 계획하고 있음.
- 원자력발전소가 없는 나라에서 적극적으로 원자력발전을 계획하고 있는 상황임.
  - 따라서 원자력발전 확대의 전제조건으로 안전성 확보를 위한 체계적인 노력이 필요함.
- 특히, 산업적 인프라에서부터 복잡한 법적 체계, 그리고 안전을 확보할 수 있는 제도적 장치는 물론, 인적·제도적 장치가 필요함.

## □ 원자력에 대한 이해증진 노력이 필요함

- 과거 여러 사고로 인해 원자력발전에 대해 부정적인 이미지가 일반인에게 각인되었음.
  - 핵실험으로 인한 방사성 낙진 경험과, 각종 원자력의 연구, 개발 및 이용 단계에서 크고 작은 사고가 발생하였음.
- 원자력에서 안전성이라는 개념은 과학기술적인 측면보다는 문화적인 측면이 강함.
  - 'fear anything nuclear'라는 말이 대변하듯이 '원자력'과 '두려움'이 함께 이미지화되어 있음.
- 원자력발전이 사회에서 안정적인 위치를 확보하기 위해서는 원자력에 대한 부정적인 인식을 해소하여 일반인의 이해 폭을 넓혀야 함.

## □ 핵연료의 안정적인 공급 확보가 필요함

- 현재 수요 확대 전망과 가격상승에 따른 투자환경 개선을 배경으로 세계 각국의 천연우라늄 증산 움직임이 나타나고 있음.
  - 최근 우라늄의 가격 상승으로 신규 투자가 활발해지고 있으나 탐광(探鑛)에서부터 상업적 생산까지는 많은 시간이 소요되므로 리스크가 적지 않은 상태임.
- 향후 천연 우라늄의 증산 속도와 원자력발전의 확대 영향으로 수급의 불안정에 따른 가격 급등 등 경쟁 환경이 격화될 수 있음.
  - 천연 우라늄의 경우 수급 균형의 예측에 따르면, 2013년에 우라늄이 부족할 것이라는 전망이 나오고 있음.

- 핵연료의 수급 문제에 있어서 우리나라를 단순히 사고파는 서비스 차원을 넘어, 신뢰할 수 있는 공급업자로부터 완성된 연료를 공급받는 체제 구축 등에 대한 장기적인 시나리오가 필요함.

## □ 핵 비확산에 대한 대비가 필수적임

- 후행연료주기<sup>2)</sup>에서 폐기물 문제가 원자력발전의 활성화에 걸림돌이 되어서는 안 될 것임.
- 특히 폐기물 관리는 장기적이고 종합적인 대책을 마련하고 국제협력을 통해 공동으로 노력해야 할 것임.
- 결국 각 국면에서 리스크는 있겠지만, 원자력발전의 안전성이 확보되고 국민의 원자력에 대한 이해가 전제된다면, '원자력발전의 부활'은 '원자력의 평화적 이용'이라는 큰 목적에 적절히 부합할 것임.

---

2) 후행연료주기: 원자로에서 나온 사용후연료를 재처리 과정을 거쳐 원전연료로 재활용하거나 재활용하지 않고 심지층에 바로 처분하기까지의 과정을 말함.

#### 4. 주목받고 있는 원자력분야에서의 신기술

- 현재 유가의 급등, 기후변화, 대기오염, 에너지 안보 및 자원 매장량의 한정성 등에 대한 우려로 미래의 에너지 공급에 있어서 원자력에너지의 역할이 더욱 중요하게 부각되고 있음.
- 이에 우리나라에서도 원자력 발전에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데, 지난 제26회 과학기술관련 장관회의에서는 원자력분야에 대한 에너지 확보대책을 세운 바 있음.
- 단기대책으로는 원전기기 성능개선을 통한 발전효율의 향상을, 그리고 장기대책으로는 제4세대 원자로시스템 및 핵융합기술 등을 통하여 미래에너지원 확보 계획을 세운 바 있음.
- 따라서 여기에서는 원자력 분야의 장단기 유망기술로서 제4세대 원자로시스템, 원자력을 이용하여 수소를 제조하는 열화학 수소 제조 기술, 원자력발전소의 수명연장을 위한 고경년화 대응기술 등을 다루고자 함.

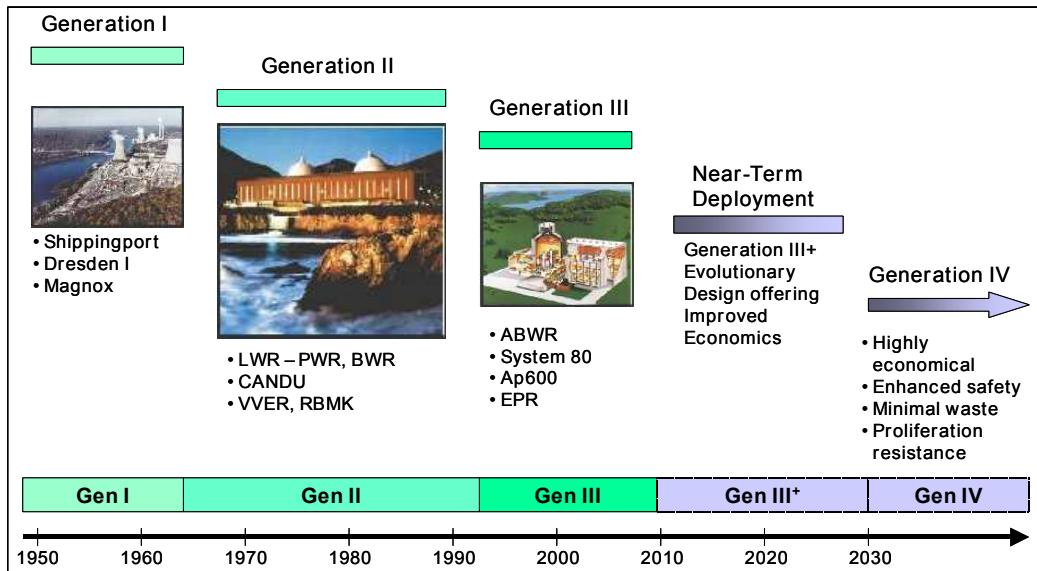
#### □ 제4세대(Generation IV) 원자로시스템

- 현재 세계적으로 가동 중인 2,3세대(Generation II&III) 원자로는 많은 전력 시장에서 나름대로 경제성과 대중 수용성을 갖추고 있음.
- 그러나 미래의 급격한 에너지 소비증가에 대비하고, 인류의 지속가능한 발전에 기여하기 위해, 대중적 지지와 경제성 및 안전성이 획기적으로 향상된 원자력시스템의 개발 필요성이 제기되었음.



- 원자력 에너지 시스템의 경제성, 안전성, 핵확산 저항성 등에서 혁신적인 향상을 가져올 새로운 노형으로서 제4세대 원자로시스템이 선정되어 개발되고 있음.

<각 세대별 원자로 노형의 발전과정>



자료 : 과기부 보도자료, “제4세대 원자력시스템 개발 본격착수”, 2004.9.6

- 원자력발전이 시작된 이후 지금까지 개발된 원자력시스템들을 제1세대부터 제3세대로 분류하고, 향후 미래(2030년경 이후)를 책임질 원자력시스템을 제4세대(GEN-IV)로 분류함.
- 제4세대 원자로시스템은 현재 세계적으로 가동중인 원전의 대부분이 퇴역하거나 운전 종료시점에 다다를 2030년경에 세계적으로 전개해나가는 것을 목표로 새롭게 개발할 혁신 개념의 원자로임.
- 미국 등 12개국으로 구성된 제4세대 원자력시스템 국제포럼(GIF: Generation IV International Forum)을 통하여 공동연구가 진행되고 있음.

- GEN-IV의 후보 개념으로는 가스냉각 원자로(GFR), 납냉각 원자로(LFR), 용융염 원자로(MSR), 소듐냉각 원자로(SFR), 초임계압 수냉각 원자로(SCWR), 초고온가스 원자로(VHTR) 등 6개념이 있으며, 이 가운데 GFR, LFR, SFR 등 3가지는 고속로 개념임.

<제4세대 원자력시스템의 종류 및 특성>

GEN-IV 시스템	중성자	냉각방식	출구온도 (°C)	출력 (MWe)
VHTR (Very High Temperature Reactor)	열중성자	가스	1,000	600MWth
SFR (Sodium-cooled Fast Reactor)	고속중성자	소듐	620~560	150~1,500
SCWR (SuperCritical Water-cooled Reactor)	열/고속중성자	초임계압수	550	1,700
MSR (Molten Salt Reactor)	열중성자	용융염	700	1,000
GFR (Gas-cooled Fast Reactor)	고속중성자	가스	850	288
LFR (Lead-cooled Fast Reactor)	고속중성자	납	550~800	50~1,200

□ 원자력 이용 수소제조기술(열화학 수소제조기술)

- 향후, '석유경제'에서 '수소경제'로의 전환이 일어날 것임.
  - 그 동안 에너지 형태는 탈탄산화 과정을 밟아왔고, 향후에는 수소의 직접 이용으로 발전할 것임.
- 수소는 우주에서 가장 풍부한 원소이며 연소과정에서 물만 방출하기 때문에 환경친화성과 지속성이 있음.
  - 수소는 다양한 1차 에너지를 이용할 수 있고, 광범위한 활용성, 그리고 기술의 발전과 더불어 경제성 확보가 가능함.

- 수소 제조를 위한 연료 및 에너지원은 화석연료와 물, 전기, 열 등으로 나눌 수 있음.
  - 현재 수소는 대부분 화석연료인 천연가스를 원료 및 에너지원으로 하는 수소 개질법으로 생산됨.
  - 한편 물의 전기분해(수전해)는 실용화된 성숙기술이지만, CO<sub>2</sub>를 배출하지 않는 원자력 플랜트의 전력을 이용할 경우 종합효율은 20% 정도로 그렇게 높지 않음.
  
- 미래의 수소사회에서는 원료 및 에너지원을 포함하여 환경 보전성 및 경제성이 높고 대량의 수소 제조가 가능한 기술이 필수적임.
  - 이러한 요건을 만족시키는 방법으로 최근 원자력에너지를 이용하여 CO<sub>2</sub>를 배출하지 않고 수소를 제조하는 열화학 수소 제조법이 주목을 받고 있음.
  
- 국내 원자력 수소개발 계획은 2021년까지 원자력을 이용한 수소생산 기술을 실증 완료할 계획으로 연구비 9,860억 원을 들여 2004년부터 2022년까지 총 18년을 계획하고 있음.
  
- 미국은 향후 5년간 17억 달러를 투입할 예정이며, 2010년까지 수소자동차를 상용화하고, 2040년이면 수입석유 전량을 수소로 대체한다는 계획임.
  
- EU는 향후 5년간 20억 유로를 투입하고, 일본에서도 1995년 이후 수소에너지 연구개발프로그램을 추진하여 HTTR(고온가스 냉각로) 실증시험을 추진하고 있음.
  
- 우리나라도 2000년부터 수소에너지 개발을 진행하여 현대자동차에서 2010년까지 연간 1만대 수소자동차를 생산할 계획임.

## □ 원자력발전소의 수명연장을 위한 고경년화 대응기술

- 1956년 영국에서 세계 최초로 콜더홀 원자력발전소(Calder Hall, GCR 40MW)가 상업운전을 시작한 이후 50여년이 지났음.
  - 그 사이 폐쇄된 원자로까지 합치면 모두 520여기의 운전경험을 통하여 이제 원자로 운영기술은 성숙된 기술로 여겨지고 있음.
  
- 국가별로 차이는 있지만 기존의 원자력발전소는 운전경험에 따라 그만큼 설비가 노후화되었음.
  - 특히 일본의 경우 가동중인 55기의 경수로 플랜트 가운데 2006년까지 12기가 운전개시 후 30년이 넘었고, 약 30기는 운전기간이 20년 이상에 이르고 있음.
  
- 따라서 장기간 운전으로 인한 고경년화 관련 대응기술이 적극적으로 개발될 전망이다.
  - 고경년화로 인한 대표적인 경년열화(經年劣化) 현상으로는 원자로 압력용기의 중성자 조사취화(照射脆化), 응력부식 균열, 피로, 배관 감육(減剝; Wall Thinning), 전산설비의 절연 열화, 콘크리트의 강도 및 차폐능력 저하 등 6가지를 들 수 있음.

## <참고문헌>

1. [http://www.yeskisti.net/yesKISTI/GTB\(Global Trends Briefing\)](http://www.yeskisti.net/yesKISTI/GTB(Global Trends Briefing))
2. "WORLD ENERGY OUTLOOK 2006", IEA, 2006. 11
3. "NUCLEAR POWER AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT", IAEA, 2006. 4
4. "Uranium 2005: Resources, Production and Demand", OECD/NEA, IAEA, 2005
5. "Energy Balances of OECD Countries 2002-2003", IEA, 2005
6. 『第40回 原産年次大會發表資料集』, 日本原子力産業協會, 2007. 4
7. 『原子力白書』 日本原子力委員會, 2007. 3
8. 심기보 『원자력의 유혹』, 한솜미디어, 2007
9. 『2006 원자력발전백서』, 산업자원부, 한국수력원자력(주), 2006. 7
10. 『2006 원자력연감』, 한국원자력산업회의, 2006. 9
11. '歐美の原子力ネットワーク', 「エネルギーレビュー」, 2006. 7
12. 'エネルギーをめぐる世界の潮流', 「エネルギーレビュー」, 2007. 1
13. '世界の原子力発電開発の動向', (社)日本原子力産業會議, Press Release, 2007. 4
14. '2006년도 원자력발전소 운영실적', 「원자력산업」, 한국원자력산업회의, 2007. 3