美国의 原子力 狀況

美國의 原子力開発이 停滯되고 있다고 하는데 그 眞相은 어떠한가? 또, 增殖炉開発의 진전상황, 使用後 核燃料의 저장문제와 재처리문제, 나아가서는 認許可改革狀況과 原子炉輸出, 安全性討議는 어떻게 진행되고 있는가? 미국의 원자력산업에 관한 이들 중요문제에 대해서 AIF(美國原子力産業會議)가 최근 一般에게 발표한「原子力発電情報資料」를 소개한다.

에너지, 電力, 原子力

1. 에너지문제 해결의 긴급성

1970년대에는 가격과 공급이 불안정한 해외의 연료자원에 과도하게 의존하였기 때문에 미국의 경제적·사회적·군사적 안전보장이 매우 위험한 상태에 있었었다. 따라서 1980년대에는 증대하는 미국의 에너지수요와 가격 및 공급이 안정된 국내 연료자원 기여와의 균형을 회복하기 위한 광범하고 지속적인 노력이 필요하다.

2. 증대하는 에너지需要

이의 해결방법의 하나는 節約(conservation)이다. 보다 効率的이고 生産的인 이용을 통해 에너지소비량 신장율을 금세기말까지 약 25%정도로 억제할 수 있다. 그러나 금세기말까지의 에너지수요 증대는 이미 확정되어 있다. 즉, 人口—消費者数는 2억2천5백만명에서 2억6천만명으로 증대, 고용—노동자수는 1억5백만명에서 1억3천5백만명으로 증대, 세대수—8천만세대에서 1억1천만세대로 증대, 국민총생산(GNP)—2조6천억달러에서 4조5천억달러로 증대 등이다. 이들 증대(成長)에 따라 사회적·경제적 예측을 적게하여도 2000년의 에너지수요(절약한 후)는 약 105크아즈가 된다. 이것은 1981년의 소비량 74크아즈의 40% 增加이다.

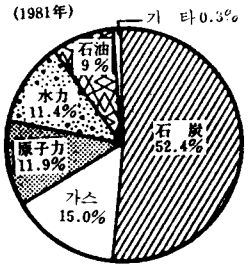
3. 國內資源供給의 制約

현재 미국의 많은 에너지供給源은 앞으로 20년동안 공급을 확대할 수 있으리라는 전망이 거의 없다.

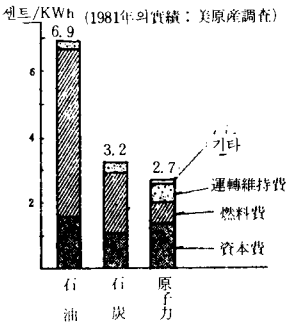
석유—非在來型資源과 新回收技術에 의해 생산량을 비교적 일정하게 유지하는 것이 가능. 약 20크아즈. 天然가스—邊境에서의 新埋藏量과 回收量 擴大에도 불구하고 생산량은 조금 감소될 전망. 약 15크아즈. 水力, 地熱發電—追加開発이 가능한 지점이 적기 때문에 약간의 증대만이 전망. 약 5크아즈. 太陽, 再生可能資源—技術的 信賴性과 상업적 경쟁성의 면에서 대폭적인 이용은 제한된다. 약 1크아즈. 海外燃料 — 연방정부의 수입감소계획에 의해 현재의 공급수준은 제

註) 크아즈는 큰 에너지量을 측정하는데 편리한 尺度로서 1크아즈는 약 1억7200만배럴의 石油에 相當 한다.

美國의發電電力量構成



美國의發電코스트比較



美國의 發電電力量의 年間伸長率

1950年 ~1972年	平均 8.2%	1977年	4.2%
		1978年	3.9%
1973年	6.3%	1979年	1.9%
1974年	0.3%	1980年	1.7%
1975年	2.7%	1981年 ~2000年	平均 4.2%
1976年	6.3%		

豫測値는 中程度의 經濟成長을 想定하였음

한된다. 약 8크아즈.

이들을 모두 합하더라도 즉, 수입을 계속하고 在來燃料의 생산을 최대로 하고 新에너지 개발에 특별한 노력을 기울여도 에너지공급량은 약 50크아즈로 2000년 수요예측의 반도 안된다.

4. 增大되는 電力의 役割

이 에너지不足의 해결은 미국의 에너지 시스템중에서도 가장 급속히 성장하고 있는 電氣를 꼽을 수 있다. 1981년에 미국에너지의 3분의1이 發電을 위해 사용되었다. 금세기말에는 이 비율이 약 2분의 1로 증대될 전망이다. 앞으로 대폭적인 확대가 기대되는 주요한 국내자원인 석탄과 우라늄은 에너지轉換方法에 따라 완전히 활용할 수 있다.

석탄—확인매장량은 현재 에너지수요의 300년분에 상당한다. 주로, 발전용(직접연소와 合成燃料)으로 2000년에 석탄의 기여는 약 38크아즈에 달한다. 이를 위해서는 앞으로 20년동안 연간석탄 채탄량을 지금까지보다 평균 2배이상의 비율로 증대시켜야 한다.

우라늄—현재의 原子炉技術로 確認資源을 소비한다고 하면 그 에너지는 국내의 석탄, 석유, 천연가스를 모두 합한것에 상당한다. 따라서 원자력은 필요한 에너지량을 얼마든지 공급가능하다. 금세기말의 期待分은 약 18크아즈이다. 最少限으로 필요한 레벨을 충족시키기 위해 미국의 전기사업자는 현재운전중 및 건설중인 것과 같은 규모의 원자력발전소를 앞으로 10년동안 계속 發注해야만 한다.

5. 電氣事業擴大의 條件

電氣에 의해서 가능하게 되는 풍부하고 저렴한 국내 석탄과 우라늄의 이용을 확대함으로써 미국은 에너지공급의 안전보장과 코스트에 대한 control을 할 수가 있다. 이들 연료의 이용확대에 대해서 地質學이나 기술적인 면에서의 제약은 없으나 신규발전시설의 개발을 촉진함에 있어서는 몇가지 장해를 제거할 필요가 있다.

즉, 電氣事業者의 투자능력 개선, 예측가능한 認許可手續, 그리고 政府의 公約, 정치지도자에 의한 신중하고 실질적인 에너지계획에 대한 commitment가 不可缺하다.

電氣事業의 財務狀況

1. 危險에로의 挑戰

에너지의 신뢰성, 경제의 健全性, 사회의 안정환경의 보호 및 국제적인 안전보장이라는 국가목표를 달성하기 위한 기본방침은 전력공급을 계속 증대시키는 것이다.

▼ 필요한 전력을 공급하기 위해서는 앞으로 20년동안 약 6억kW의 新規發電設備를 건설해

야 한다. 이것은 현재 운전중인 총발전규모와 거의 같은 것이다.

▼ 이와같은 電源開発을 위해서 앞으로 10년동안 5천억달러의 자본지출이 필요하다. 이것은 현재 운전중 및 건설중인 모든 발전소의 正味資産의 약 2배에 상당하는 액수이다. 그러나, 현재 건설중인 많은 발전소를 완성시키는 것조차 재정적으로 곤란한 전기사업자가 이러한 자금을 확보하는 것은 매우 중대한 挑戰이다.

2. 財政惡化의 徵候

미국의 경제상태가 脆弱化되어 惡化一路를 걷고 있다는 증거는 전력회사에서도 쉽게 발견할 수 있다. 1970년부터 1981년까지

▼ 신규 장기자본채무의 평균금리가 9%에서 17% 이상으로 상승하였다.

▼ 州公益事業委員會에 의해서 인가되고 있는 共通資本에 대한 평균이익율은 약 12%에서 약 15%로 약간밖에 상승하지 않았다.

▼ 그러나, 광범위한 規制手續과 급속한 인플레에 의해 공통자본에 대한 실제적인 평균수익은 약 12%에서 약 12.2%로 거의 증대되지 않았다.

▼ 배당금 지불과 건설계획에 사용할 수 있는 수입보다도 오히려 대차계정 또는 非現金credit로 되어있는 수입의 비율이 18%에서 45%가까이 증대하였다.

▼ 보통株의 판매가격이 장부가격의 120%이상에서 78%로 저하되어 모든 발행보통주의 당초가격을 弱化시키고 있다. 전력회사가 필요로 하는 건설자금의 70%이상은 외부자본이나 credit市場에서 조달하여야 한다. 현행자본 코스트와 같이 실제의 수익이 허용되지 않으며 발전소건설을 위한 지출은 電力會社와 株主에 손실을 가져오게 한다.

3. 發電所建設의 取消

이와같이 불안정한 재정형편은 앞으로 필요한 발전소의 건설(계획)에 나쁜 영향을 주고 있다. 1980년이후 많은 원자력발전소의 發注가 취소되었고 석탄화력발전소 19基만이 신규로 발주되었다.

이와같은 상태가 계속되면 1980년대의 증대하는 전력수요를 충당하기에는 훨씬 불충분하다. 10년후에도 최저한도의 경제적, 사회적수준을 유지하기 위해서는 1980년대에 매년 평균 4천만kW의 건설에 착수하여야 하며 신규발전설비의 반은 원자력, 나머지 반은 석탄이 되어야 할 것이다.

美國에서의 原子力発電所 認許可 発注狀況

	1980年	1981年	1982年★
運轉認可	4基	3基	6基
建設許可	0	0	0
限定工事認可	0	0	0
發注	0	0	0
遲延	70基	44基	14基
캔슬	16基	6基	16基

★ 1982年은 同年 1月부터 11月까지의 實績.

4. 經濟改革의 必要性

필요한 레벨의 발전소 건설을 지원하기 위해 특히 다음 施策이 중요하다.

▼ 신규자본을 충당하기에 충분한 收益레벨(州公益事業委가 認可)을 달성할 수 있도록 전기요금 인상이 이루어져야 한다.

▼ 공사가 진행중인 발전소의 건설비는 10~15년후에 운전을 시작할 때부터가 아니라 공사중 단계에서부터 전기요금에 반영시켜야 할 것이다. 이와같은 경제개혁을 公正하고 시기적절하게 실시함으로써 장래의 전력수요를 충족시키는 데에 필요한 장기적인 発電所建設計劃을 위한 자금조달이 가능하게 된다.

5. 將來는 現在의 問題

자본형성에 대한 현재의 엄격한 制約은 충분하고 신뢰받는 전력의 공급을 가장 값싼 코스트로 행한다는 전력회사의 종래부터의 목표를 위험하게 하고 있다.

건전한 財政狀況의 회복은 不可缺한 것이다.

신규로 석탄화력 또는 원자력발전소를 運開시키는데 10년이상의 기간이 필요하다는 것을 고려하면「장래」는 바로「현재의 문제」인 것이다. 현재, 발전설비의 확대가 확보되지 않으면 장래 전력의 대폭적이고 만성적인 부족은 불가피할 것이다.

高速增殖炉

1. LMFBR을 選擇

液体金屬高速增殖炉(LMFBR)의 개발로 ● 수입연료에 의존하지 않고 몇백년동안 미국의 전력수요를 충족시킬 수 있다. ● 우라늄채광·精鍊·농축의 수요를 감소시키므로서 핵연료사이클의 육지·환경·종업원 건강에 대한 영향을 輕減시킬 수 있다. ● 천연우라늄으로부터 현재의 원자로의 60배나 되는 에너지를 회수할 수 있기 때문에 귀중한 우라늄의 공급절감이 가능하다.

2. 美國의 增殖炉開発은 遲滯

과거에 美國은 증식로기술에서 세계의 pioneer이었으나 현재는 여러 나라에 뒤지고 있다. Clinch River 증식로(CRBR, 35만kW 原型炉)는 당초 80년 운전을 예정했으나 77년 4월 카터정권은 원자력규제위원회(NRC)에 의한 CRBR 認許可作業을 동결했으며 의회가 매년 자금충당을 계속함으로써 계획이 유지되었다. 81년에 이 계획자금이 정부예산에 부활되었고 레이건 대통령은 NRC에 인허가 再開를 명령했다. 81년말까지 32억달러의 총경비중 10억달러이상이 지출되었다. 이 중에는 機器支拂金 약 2억5천만달러가 포함되어 있으며 6억8백만달러의 機器製造·試驗 등이 진행되고 있다. CRER 계획은 30個州에서 약 3,500명을 고용하고 있다. 다음세기 초에 商業增殖炉 실현이 가능하도록 LMFBR技術을 實證하기 위해 CRBR의 早期建設이 필요하다.

使用後 核燃料貯藏

1. 核燃料 管理

원자력발전소에서는 炉心우라늄연료의 1/3을 매년 교환하여야 한다. ● 꺼낸 사용후 핵연료는 먼저 원자력발전소에서 스텐레스鋼으로 격리된 強化콘크리이트製 저장푸울에 저장된다. ● 당초의 계획에서 이 사용후 핵연료는 수개월 냉각시킨 후 남아있는 우라늄과 새로 생성된 플루토늄을 회수하기 위해 再處理센터로 搬出되기로 되어 있었다. 그러나 미국의 商業再處理 能力은 확장되지 못한 상태에 있었다. 현정권은 81년 10월, 77년의 대통령 정책에서 발표한 실질적 연료사이클활동의 무기한凍結을 解除하였다. 그럼에도 불구하고 상업규모의 再處理 再開計劃은 아직 실현되지 못하고 있다. 그 결과, 원자로의 저장푸울은 수개월동안 소량의 사용후 핵연료를 저장할 뿐만 아니라 장기간, 무기한으로 대량의 사용후 핵연료를 저장해야만 한다.

2. 原子炉에서의 貯藏能力

전력회사는 이미 원자력발전소 내에 能力最大限까지 저장을 하고 있다. ● 건설중, 계획중인 발전소에서는 저장푸울을 설계단계에서 확장할 것이다. ● 현재 운전중인 발전소에서는 모든 有効space를 활용하고 연료집합체의 裝荷密度를 증대시키기 위해 저장rack를 新設 또는 改修設置해야 한다. ● 또 사용후 핵연료는 충분히 냉각된 후 같은 사이트內 또는 同一電力會社의 다른 원자로의 저장푸울에 이송할 수 있다.

통상 연간방출연료의 10~15배까지는 기존 저장푸울을 확장하는 조치가 취해질 것이나 이 조치가 이루어져도 사이트밖 저장시설이 이용되지 않으면 충분하지 않게 될 것이다.

3. 政府에 의한 遲延과 變更

충분한 사용후 핵연료저장능력이 없는 이유는 계획의 지연증대와 에너지省(DOE)의 정책변경에 있다.

●77년 10월, DOE는 재처리를 하지 않으면 地層處理場에서의 처분이 행해질 때까지 정부가 관리하는 原子炉 사이트밖(AFR) 저장푸울에 사용후 핵연료를 저장하도록 제안하였다. 이 계획에 소요되는 모든 경비는 전력회사로부터 회수되게 된다 .최초의 AFR은 83년까지 조업을 시작할 예정이었으나 실현을 가능케하는 법률이 의화에서 성립되지않았었다.●81년 3월, DOE는 處分에 앞선 사용후 핵연료의 處理는 원자력발전소 운전자의 책임이라고 발표하고 AFR대신 기존 원자로사이트의 저장능력을 확대시키는 代替技術開発을 지시하였다.

그러나 현재까지 예비시험밖에 행해지지 않았으며 이들 先進貯藏技術－현재의 저장푸울 캬니스터내에서 연료집합체를 해체한다든가, 발전소사이트內 또는 근방의 乾式cask에 연료집합체를 安置한다－은 현재의 상업용 경수로로부터 꺼낸 사용후 핵연료에는 이용되고 있지 않다. 현재 사용중인 많은 푸울은 耐震性과 구조상의 裝荷限界를 명확히 하기 위해서 개발과 실증이 필요하다. 또 NRC의 認許可와 州公益事業當局의 받아들임이 필요하다. 그러므로 여기서 제안된 방법은 90년이전의 새로운 사용후 핵연료 저장시설수요를 실질적으로 감소시키는데 有用한 것이 될것 같지는 않다.

4. 確實한 計劃이 必要

90년이전에 停止가 예상되는 발전소는 90년의 全원자력발전설비용량의 15%이상에 달할 것으로 추산되므로 독립된 사용후 핵연료 저장능력을 공급하는 연방계획은 부활에 그칠 것이 아니라 加速시킴이 필요하다.

高레벨廢棄物의 管理

1. 廢棄物의 起源

100만kW의 원자력발전소는 통상 연간 약 30톤의 사용후 핵연료를 발생시키는데 그 대부분은 殘存우라늄과 새로 생성된 플루토늄이다. 이 사용후 핵연료의 폐기생성물 중에는 약 0.75톤의 高放射能核分裂生成物·輕元素가 존재한다. 문제는 사람이나 환경에 害를 끼치지 않고 이 방사성물질을 어떻게 포장하고 격리하는가에 있다.

2. 再處理

한가지 방법은 폐기물을 재처리함으로써 분리·농축하는 것이다. 사용후 핵연료를 窒酸에 용해시켜 용액으로 만든후 화학처리에 의해 우라늄과 플루토늄(成型해서 새연료가 된다)을 99.5%까지 회수할 수 있다. 그후 高레벨廢液은 乾燥固化体로 전환할 수 있다. 농축용액에 유리를 혼합하고 微粒子나 분말로煆燒하여 금속 캬니스터에 封印한다. 약 10개의 캬니스터(직경14인치, 길이 12피이트)가 있으면 大型炉에서 年間 발생하는 모든 高레벨固化廢棄物을 포장할 수 있다. 今世期末까지 상업발전소에서 발생하는 全固化廢棄物에 대해서는 2만5천개의 캬니스터가 필요하다. 그 체적은 약 32만ft^3이다.

3. 使用後 核燃料의 貯藏

高레벨固化廢棄物을 캬니스터에 梱包하는 기술의 대부분은 재처리하지 않은 사용후 핵연료 집합체를 취급할 때도 적용할 수 있다.

●이들 캬니스터는 직경이 11인치, 길이 16피이트. ●大型炉에서 1년동안 방출되는 사용후 핵연료 전부를 收容하려면 약 80개 필요하다. 금세기 말까지 상업발전소로부터의 누적발생량에 대해서는 20만개의 캬니스터가 필요하다. 총용적은 200만ft^3에 달할 것이다.

4. 어디에 貯藏할 것인가 ?

DOE는 현재 방사성폐기물과 사용후 핵연료를 몇백만년이 지나도 변하지 않는 즉, 安定하다고 생각되는 地層에 깊이 처분할 계획이다. 이에 의하면,

●워싱턴州 한포오드保留地의 玄武岩層, 네바다州 試驗사이트의 凝灰岩沈積層, 텍사스州와 뉴멕시코州의 岩塩層중에서 부지를 선정하여 88

년까지 시험·평가시설을 조업시킨다. ●90년대 中期까지는 NRC의 허가를 받은 최초의 國營高레벨廢棄物處分工場을 조업시킨다.

5. 廢棄物 管理法 成立

放射性廢棄物政策法案이 議會를 통과함으로써 使用後 核燃料를 포함한 고레벨방사성폐기물의 종합적관리계획이 실행으로 옮겨지게 되었다. 이 법은 DOE에 대해 地層最終處分 實證計劃 수행의 법적의무를 부과시키고 있으며,

●일정량의 사용후 핵연료를 저장하는 중앙원자로 사이트밖(AFR)시설을 공급한다. ●AFR 및 地層처분장 외에 새로운 地表의 보조시설(MRS)을 인정한다. ●원자력에 의한 발전 1 kWh當 1mill을 징수함으로써 國庫에 폐기물시설에 지불하는 특별기금을 창설한다 등의 내용으로 되어있다.

原子力 輸出

1. 美國의 地位低下

미국은 주요공급자로서의 지배적지위와 기술적 우위를 잃어가고 있다.

●75년까지 미국은 세계의 상업원자력시장의 70% 이상을 점유하고 있었으나 그후 그 비율은 50%이하로 떨어졌다. ●다른 6個國—서독, 프랑스, 카나다, 일본, 스웨덴, 소련—이 원자로시스템·機器·成型燃料에 대해 국제시장에서 치열하게 경쟁하고 있다.

2. 失業과 經濟停滯

미국기업이 다른나라 기업에 100만kW원자로의 受注를 빼앗기면

●7년동안의 발전소설계·건설에 관한 무역차액 5억달러이상, 30년 이상의 운전기간동안 약 5억달러를 잃는다. ●시설의 설계·건설에 관계되는 직접 고용 약 1만5천명·年을 잃는다. ●全國 30個州이상의 500이 넘는 관련기업의 간접고용, 적어도 1만5천명·年을 잃는다.

3. 70年代의 美國 政策

70년대 後期에 미국이 채택한 원자력정책은 국내의 원자력 계획 뿐만 아니라 국제적인 leadership까지도 크게 弱化시켰다. 두가지 사건이 특히 영향이 크다.

●77년 미국의 상업재처리, 플루토늄 리사이클의 무기한연기 및 상업고속증식로 개발의 연기. ●1978년 核非擴散法. 이것은 2國間 協定과 외국과의 공급계약을 관리하는 데에 적용되었다.

4. 그 結果

주요 동맹국을 포함한 다른나라들은 미국의 이 일방적 행동에 크게 반발하였다. 개발도상국은 미국의 정책변경이 원자력발전개발 기회를 감퇴시킨다고 우려하게 되었다.

●미국은 기술진보를 회피하고 원자력발전을 否定的으로 보는 정책으로 전환했다고 보여지게 되었다. ●신뢰할 수 있는 원자력무역 상대국으로서의 미국의 인상을 크게 실추시켰다. ●해외의 구매자들은 다른 공급자를 선택하게 되었다.

5. 現政權의 役割

현정권은 미국의 원자력수출정책을 재검토하여 미국이 다시 신뢰할 수 있는 공급자가 될 필요성을 인식하고 있다. 그 방침으로서는,

●연료사이클, 재처리계획에 대한 지지와 함께 미국이 상업증식로를 개발·實證할 것을 지지한다. ●정당하다고 인정된 규모의 원자력계획을 가진 나라들의 增殖炉研究開発, 관련 연료사이클활동에 협력한다. ●IAEA의 보장조치능력 강화에 노력한다. IAEA를 통해 플루토늄의 저장·이용에 관한 국제적합의를 모색한다.

6. 取해야 할 다른 方策

수출정책의 실적을 올리기 위해 미국은,

●미국의 신뢰성을 회복하고 輸出認許可 프로세스의 효율을 개선강화하는 방향에서 1978년의 核非擴散法을 수정한다. ●서로 받아들일 수 있는 핵비확산방법에 의해 연료사이클 능력을 갖고 있지 않는 국가에 이를 공급함과 함께 다

른 나라도 이 능력을 보유할 것을 장려한다. ● 원자력수출의 경쟁자금을 원조함과 동시에 수출입은행에 충분한 財源을 준다.

原子炉安全

1. 運轉中인 原子力発電所

약 75基의 원자로가 현재 미국에서 운전중이며 평균 全発電電力量의 12%를 공급하고 있다. 지역적으로 보면 뉴잉글랜드地方이 34%, Arkansas州 40%, Maine州 56%이며 가장 높은 것은 Vermont州 78%이다. 원자로는 미국의 전력회사에 의해 25년가까이 경제적으로 운전되어 왔으며 670炉年이상의 경험을 축적하고 있다.

2. 運轉記錄의 概要

高用炉의 운전은 다른 산업에서는 볼 수 없는 훌륭한 안전운전기록을 달성하였다.

●이들 시설로부터의 방사능 방출에 의한 公衆에 대한 장해는 발생하고 있지 않다. ●발전소 종사자중 방사선장해의 臨床的 症狀을 나타낸 사람은 없다.

3. 리스크研究

가장 包括的인 원자로사고의 확률과 영향에 관한 연구가 3년동안 400만달러의 비용으로 행해 졌으며, 1975년에 정리된 이 연구의 결과에서 판명된 것은,

●원자로사고에 比해 원자력이외의 사고쪽이 다수의 死亡者를 내는 확률이 1만배 높다. ●원자로사고에 의한 피해가 非원자력사고의 피해보다 크지 않다—대부분의 경우 훨씬 적다. ●운전중인 원자력발전소 100基와 그 주변 1,500만명의 住民에 대해 發電所 事故에 의한 死亡者, 부상자는 각각 매년 1人 미만일 것이다. ●이 1,500만명에 대해 자동차사고, 추락, 화재 기타 일반적으로 받아들여지고 있는 위험에 의한 死亡者는 매년 9,000명, 부상자는 60만명을 넘을 것이다.

그후 이 보고서에 대한 재검토가 행해져, 그 리스크의 절대치를 無批判으로 받아들여서는 안된다고 하였으나 원자력발전의 기본적인 안전성에 대해 의문을 제기하지는 않았다.

4. TMI事故

TMI사고는 기본적으로 운전자에 의한 일련의 未熟과 機器의 고장, 결함이 많은 計器表示盤 등에 의해서 일어났다. 신중하고 철저하게 수행된 사고분석은 다음과 같은 점을 지적했다.

●과학적으로 새로운 현상은 보이지 않았다. ●주요 시스템의 구성에 본질적인 기술적 결함은 없다. ●기본적인 엔지니어링의 결함도 없다.

5. TMI事故의 教訓

TMI는 심각한 사고였으나 위험성이 높은 것은 아니었다. 원인은 운전원이 잘못해서 緊急炉心冷却系를 정지시켰기 때문이다. 그러나 원자로안전을 위해 값진 교훈을 제공해 준것은 확실하다.

●플랜트機器는 적정하게 보수관리되어야 한다. 잘못된 maintenence가 TMI사고를 助長했다. ●원자로운전자는 엄격하게 선택되고 훈련되어 훈련 매뉴얼에 기록되어 있지 않은 事象에 대해서도 정확하게 판단할 수 있어야 한다. 안전장치가 이 사고를 일으킨 것은 아니다. 실제의 안전장치는 효과적이며 요구보다도 높은 성능을 보여줄 수 있었었다. ●NRC는 TMI炉内에서 일어나고 있는 일에 대해 두가지의 중대한 과오를 범했다. 이것이 公衆의 공포심을 현저하게 증대시켰다. NRC는 원자로사고가 公衆의 안전에 미치는 영향의 判定能力을 개선해야 할 것이다. ●TMI사고의 최초 2~3분동안에 일어났던 것과 유사한 사태는 다른 원자로에서도 以前에 일어났으며 또한 심각한 상황에 도달하지 않게 취급할 수 있었다. 이와같은 지식과 경험을 배우기 위해 산업계와 規制官사이에 정보를 교환하여야 할 것이다. ●다른 종류의 사고에 대처하기 위한 긴급계획과 연방, 州, 지방기관, 그리고 公衆을 연결시키는 적절한 정보시스템이 설치되

어야 할 것이다.

6. 産業界의 經驗交換

전력회사나 원자력산업계는 TMI에서의 교훈을 경험삼아 새로운 相互依存 意識이 생겼고 특히 원자로의 異常상태에 관한 정보유통시스템이 개량되었다. 이 새로운 운전형식을 총괄하기 위해 새로운 조직이 만들어졌다. 원자력발전소 장기정지시 그 손해를 補償하는 전력회사 출자의 공동보험 프로그램외에 산업계는 原子力安全分析센터(NSAC), 원자력발전운전협회(INPO)라는 두개의 새로운 기관을 설립했다. NSAC는 원자력 안전에 관한 기술지식과 정보로 전력회사와 산업계를 연결하는 것이 목적이다. INPO는 「원자력발전소 운전의 우수함이란 무엇인가」를 정하고 각 발전소의 평가, 운전원교육·훈련과목의 결정 등을 행한다.

低레벨放射線

1. 低레벨放射線이란?

●원자력발전소에서 나오는 방사선은 물리적인 거동이 자연계에 존재하는 방사선과 동일하다. ●방사선은 건강에 單一의 영향을 주는 것이 아니고, 자연, 물리, 화학적 등의 원인에 의해서 야기되는 질병의 리스크를 높인다. ●80년동안의 정밀연구 결과 다른 환경요인에 비해 방사선은 과학적으로 잘 이해되고 쉽게 검출되며 이미 관리할 수 있는 것으로 되었다.

2. 放射線源과 線量

인간이 매일 쪼이는 放射線源은 매우 많다. 생물학적 영향을 측정하는 "m rem"이라는 단위로 미국사람이 받는 평균적인 선량을 표시하면,

●우라늄鑛床, 지각중에 포함된 라듐과 토륨, 우주선, 공기, 食物, 水中의 자연방사성 원소 등으로부터 100m rem. ●X선, 의료용機器內의 방사성물질로부터 90m rem. ●fall out, 채광, 연료의 연소, 건축, 소비재로부터 10m rem. ●商用원자력발전소와 핵연료 사이클시설 전부에서 0.3m rem.

3. 生物學的 效果

高線量의 방사선은 암과 유전성 및 非유전성 장해를 生体에 준다.

●방사선이 인간의 암 발생확률을 높인다고 의학적으로 증명할 수 있는 것은 X선으로 치료를 받은 환자, 廣島·長崎의 희생자 등 수만~수백만m rem이라는 다량의 방사선을 받은 소수의 그룹에 불과하다.

많은 사람들이 低레벨피폭과 장해의 관계에 대해 연구하였으나 1만m rem이하의 경우 成人에 관한 모든 실험은 부정적인 결과를 나타냈다.

●방사선에 의한 유전병은 동물실험에서만 인정되고 있으며 이 실험의 결과 매우 높은 線量에서도 유전병이 일어나지 않는다고 하여 사람에 대해서도 같을 것으로 생각하는 것은 신중을 기해야 할 것이다.

제로에 이르기까지의 대단히 낮은 線量에서의 피폭영향은 高線量下의 효과와 比例관계에 있다는 보수적 추측이 방사선을 취급하는 모든 활동에서의 기본적인 사고이며 규제의 원칙으로서 사용되고 있다.

4. 리스크와 利点

방사선은 잠재적 위험성이 있으며 암발생, 유전결함발생의 가능성을 증대시킨다.

●그러나, 다른 많은 요인—자연, 물리적, 화학적—도 같은 효과를 가져온다. ●방사선은 리스크를 발생시키는 다른 要因과 비교하여 대단히 작은 비율을 占하고 있는데 불과하다.

그러므로 의료용에서 원자력에 이르기까지 방사선이용은 이익이 잠재적위험보다 훨씬 크다.

原子力認許可

원자력발전소를 건설하려는 전력회사는 연방정부, 州, 地方레벨까지 여러가지의 규제에 대한 많은 허가를 받아야 한다. NRC는 건설허가와 운전인가를 발급함에 있어서 전력회사가 충족

시켜야 할 많은 엄격한 인허가조항을 정해놓고 있다. 예를 들면, NRC는 다음과 같은 점을 검토한다.

●발전소의 건설·운전이 公衆의 건강과 안전에 부당한 리스크를 가져와서는 않된다. ●발전소에 대한 인허가가 국방·국가 안전보장에 有害하지 않을 것. ●해당 전력회사가 그 시설을 건설하는데 충분한 자금·기술적능력을 가질 것. 프로젝트가 국가환경정책法(NEPA)에 따르고 있을 것.

전력회사는 安全性을 저하시키지 않고 전망이 확실하며 건설코스트를 내릴 수 있는 인허가 단축化를 위해 많은 改革案을 제안하고 있다. 예를 들면,

●一段階制認許可…規制의 중복을 피하기 위해 전력회사는 건설·운전인허가라는 일단계제 인허가를 제안하고 있다. 또 공청회는 건설하기 전에 빠른 단계에서 열려야 한다고 하고 있다. 건설개시 이후 공사를 중지시킬만한 설계변경은 코스트的 효과가 안정될 때에만 한다. 원자로는 NRC검사관이 허가대로 건설되고 있음을 확인한 후 운전할 수 있는 것으로 한다. ●설계표준화와 사이트事前同意…원자로의 설계표준화에 의해 몇가지의 炉型중에서 전력회사가 선택하는 방식과 사전에 건설가능하고 허가를 받은 사이트를 선정해두는 방식은 원자력발전소건설에 필요한 시간을 상당히 감소시키게 될 것이다. ●安全目標의 數値指針案…NRC는 原電의 定量的인 안전목표의 수치지침안을 발표했다. 코스트—benefit評價를 통해 NRC에 의한 새로운 규제요구가 원자로안전에 가장 효과적인 것인지의 여부가 확인될 것이다.

原子核 變換裝置의 中心部分

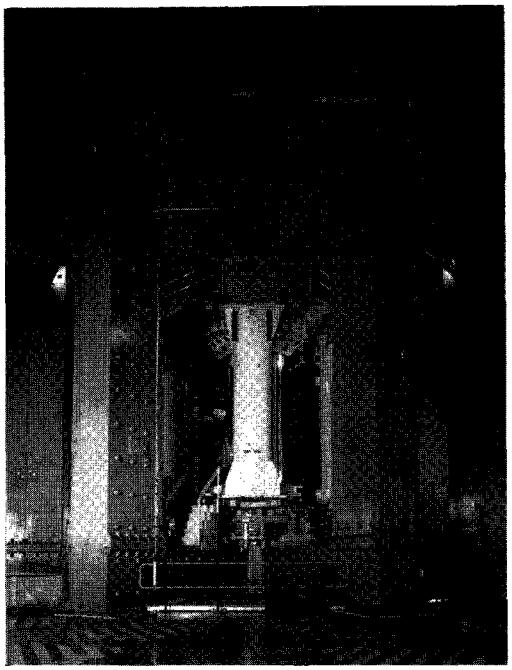
세계에서 가장 큰 熱核融合 實驗시설인 JET (Joint European Torus)의 原子核 변환장치의 거대한 中心 부품이 南잉글란드의 컬럼에 건설되고 있는 실험소에 설치되고 있다.

이 엄청나게 큰 磁氣回路는 높이가 11.5m, 直徑이 거의 15m나 되며, 장차 두 개의 가벼운 原子核이 섭씨 1억도에서 "融合"되는 中央眞空室 주위에 磁場을 형성하게 될 것이다.

11개 유럽국가의 科學者들과 엔지니어들이 하게 될 이 실험은 가벼운 원자의 조그만 核의 融合으로 방출되는 에너지를 포착하는 데 목적이 있다.

燃料는 水素의 同位元素인 듀테륨을 사용하게 될 것이며, 과학자들은 電離가스 발생과정, 그 加熱방법, 그 형태의 조정방법, 그밖에 "TOKAMAK" 熱核原子炉에 필요한 조건과 디멘션의 중요한 요소들을 연구하게 될 것이다.

링型 또는 도너츠 모양의 眞空室은 8개부분을 용접하여 조립하는데, 각 부분은 氣壓의 힘과 磁場으로 유발되는 힘, 합쳐서 약 30톤의 힘을 견디어 낼 수 있다. 그리고 각 부분은 組立전에 섭씨 500도로 加熱되고, 眞空室이 완성되면 어떤 가스도 남아 있지 않는 완전진공상태를 만들기 위해 다시 섭씨 500도로 加熱된다.



(영국대사관 공보과 제공)