

2000년대 新型安全爐실용화
韓國 원자력發電의 청사진

申 載 仁

〈韓國電力技術(株)기술고문〉

韓國은 原子力開發을 시작한 지 30년, 그리고 原子力發電所 建設을 추진한지 20년을 지내면서 상당한 수준의 기술과 경험을 축적하였으며, 새로운 原電技術開發의 능력을 보유하게 되었다. 특히 1987년에는 靈光 原子力 3·4號機의 建設이 모두 國內業體에 발주됨으로써 原電建設의 완전 國產化를 시도하

는 해였으며, 이는 韓國에 電氣가 도입된지 1백년만에 이루어진 일이다.

그러나 현재까지 韓國에서 수행되어온 原子力發電事業이 國內外的으로 발생하는 급격한 환경의 변화에 새롭게 대응해야 할 전환기에 서 있는 것으로 보인다.

TMI사고 이후, 근 10년동안

原子力先進國들은 최소한 두가지의 야심에 찬 原電建設 계획을 추진해 오고 있었다. 하나는 현재의 商業爐를 좀더 안전하게 단순화시키며, 최신의 과학 기술을 접합시킨 개량로를 개발하는 일이다. 또 다른 하나의 동향은 根源的으로 안전한 새로운 원자로를 개발하는 일이다. 이러한 「신형 안전로」들은 2천년대에는 실용화될 전망으로 보인다. 韓國에서의 향후, 原子力發電所 建設은 原電 13·14號機가 99년과 2천년대에 준공될 것으로 가정할 때, 2천년대를 바라보고 개발되는 이러한 새로운 기술의 도입은 필수적으로 생각되며, 따라서 原電 표준화계획과 더불어 原子力 政策決定에 중요한 요소로 적용

되고 있다.

다음은 經濟性要因에 대한 평가이다. 原子力이 美國의 경우를 제외하고는 세계의 모든 原子力 國家들 사이에서 石炭 火力보다 뚜렷한 경제적인 우위성을 입증하고 있으므로 韓國에서의 原電의 經濟性에 대해서는 근본적인 분석이 요구되며 이로부터 제기된 문제점들에 대해서는 尙後 原子力政策에 깊이 반영되어야 한다.

韓國에서의 原電 安全문제에 대한 國民의 관심이 고조되고 있어서 原電의 안전성은 原子力政策의 가장 중요한 고려요소가 되고 있다.

• 韓國實情에 적합한 기술기준 및 표준에 관한 연구 • 機器 檢證제도에 관한 고찰 • 認許可 節次 및 심의내용에 대한 분석 등은 이러한 목적을 가진 정책과제들이다.

그리고 이 政策들에는 다음 사항들에 대한 戰略이 포함되

어야 할 것이다.

• 사업주 및 원자력산업계간의 안전성 확보를 위한 협력, • 설계 및 제작중 질적인 안전성 제공방안의 보완, • 명확한 안전규제 지침의 설정, • 안전 관련 연구 및 기술개발의 촉진, • 안전규제의 고도화.

原子爐 개발전략에 있어서, 현재 韓國은 대용량 상업로로서 건설가능한 경수로(LWR)와 중수로(HWR)의 두 종류를 보유하고 있으며, 현재의 原電 표준화정책에 따르면 당분간은 PWR이 주종을 이룰 것으로 전망된다. 더우기 韓國의 현재 상황으로는 原電建設 발주간격이 3-4년이 되기 때문에 동일한 爐型을 연속 건설하는 것은 거의 불가능한 형편에 놓여 있다.

로형전략에서는 현재가동실적이 매우 우수한 月城原子力1호기의 로형인 CANDU-PHWR이 PWR의 보완로형으로서 계속

추진되도록 추천되고 있다.

이제 韓國은 단순한 기술의 도입단계를 벗어나 기술개발의 단계로 도약하고 있다.

따라서 앞으로의 原子力 기술개발 및 혁신은, • 重點的인 연구개발 분야의 집중관리, • 政府, 韓電 및 原子力산업계의 기술개발에 관한 업무분장 및 효율성 제고, • 開發된 기술에 대한 적정보상, • 開發協力を 통한 기술개발의 효율화를 도모하여 경제성있는 기술자립 및 개발이 이루어져야 하며, 이러한 관점에서 기술자립 계획이 재정비되고 있다.

原電의 표준화사업은 특히 원전보수의 표준화를 위해 부분적으로 보수공정관리, 기자재 및 예비부품관리, 운전실적 관리 등이 추진되고 있으며, 이를 통한 표준제도의 정립과 PUMAS-IN을 중심으로 한 전산화 작업들이 추진되고 있다.

美國은 電氣不足시대 거쳐

原電活況期 도래할 것

헤럴드·비·황기

〈美에너지개발협회장〉

美國에서는 기존 원자력발전소의 성능이 全産業界의 노력으로 훌륭히 개선되고 있으며 최근에 이르러서는 最新型原子

爐의 開發論議가 점증하고 있다. 다음 세대의 원자력발전소는 이미 미국외의 韓國, 日本, 英國 등에서 주문되고 있으며

그 사업에 미국의 기업들이 협력하고 있음은 좋은 일이다.

미국의 原子力産業은 1970년대에 活況期를 맞이했다. 1973년의 原子力發電量은 電源別로 볼 때 다섯번째로 처져 있었으나, 1980년에는 原子力이 石油를 앞질렀고, 1983년에는 천연가스를 능가했으며, 1984년에는 미국의 방대한 수력발전을 앞질러 현재는 石炭 다음가는 發電源이 되었다. 原子力發電의 現占有率은 총전력의 19%이다.

미국에는 현재 1백9기의 원

자력발전소가 운전중에 있으며 시설용량은 9천7백만KW, 연간 발전량은 4천5백50억KWH이다.

1973년의 石炭輸入制限 이후 미국은 원자력발전소 확장으로 35억배럴의 石油代替가 이루어졌는데, 만약 그렇지 않았으면 미국의 무역역조는 1천60억달러가 더 늘었을 것이다. 이처럼 原子力은 石油輸入量을 감축하였으며 貿易赤字를 줄이고 電力料金を 내리는데 기여하였다.

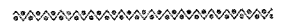
미국은 TMI사고 이후 핵에너지의 우수성을 확보하려는 노력이 진지하게 진행되었다. 그 중 중요한 것은 核運營研究所(INPO)의 설립이다. INPO는 모든 核發電所의 운영을 조사하고 적정수준 도달여부를 확인한다. 또 핵훈련에 대한 새로운 국가아카데미가 설립되어 원전 종사자들의 훈련과 면허를 맡고있다. 지난 해에는 국가핵위원회가 재구성되었고 본인이 소속하는 미국에너지개발위원회의(USCEA)는 국가와 국민간

의 통신과 공공정보프로그램을 개발, 제공하고 있다. 이러한 결과로 미국의 원자력발전소는 계획되지 않는 긴급정지가 80년의 평균 7.4건에서 87년에는 3건 이하로 개선되고 종업원의 방사선 피폭량도 현저히 낮아졌다. 또 미국의 국민여론도 53%가 핵발전을 대단히 중요한 에너지源으로 인정하게 되었으며, 70%가 핵에너지의 선택을 현실적으로 타당하다고 보고 있다.

반면 미국은 電力需要가 증가하는 만큼 공급설비의 증가가 따르지 못하는 어려움에 직면해 있다. 그 이유는 各州의 공공사업위원회의 방해 때문이다. 그 예로 「뉴·잉글랜드」는 경제부흥으로 인해 전기의 사용량이 다른 지역보다는 급속히 증가하고 있다. 앞으로 2,3년이면 전력부족이 예상되나 생산용량은 그 수요를 충족시키기에 매우 미흡하다. 그럼에도 발전소 신규개발을 시작하

지 않고 있으며 완성된 핵발전소도 정치적 반대로 정지상태다. 아마 뉴·잉글랜드는 차기 에너지 위기가 바로 전기위기라는 것을 보여주는 첫번째 지역이 될 것이다. 그 결과로 단기간에 해결책을 찾기 위해 石油發電이 등장하고 따라서 미국은 심각한 전기 및 석유수입 문제에 직면할 것이다. 그렇게 되면 석유 값은 급증하고 다시 原子力의 利點이 뚜렷해 진다.

나는 미국의 電力構造가 다시 原子力 활성화 쪽으로 간다는 것을 확신한다. 우리는 原電의 필요성, 原電의 利點, 運轉에서 얻어진 탁월성 등을 대중에게 보다 효과적으로 전달하는 것이 중요하다. 또 이와 관련된 올바른 法律과 規程이 제정되고 이행되도록 보장하기 위해서는 정부와 사업경쟁자들에게 잘 이해시켜야 한다. 이를 위해서는 세계적인 협력체제가 필요하며, USCEA는 여기에 훌륭히 기여할 것이다.



을 통해 혁신적인 과학과 기술을 개발하며, 세계, 다양한 핵에너지 활동을 통하여 국제사회에 기여하는 것이다.

日本은 사실상 化石에너지자원 없이도 세계에서 에너지를 많이 소비하는 나라중의 하나이다. 이런 조건에서 일본의 미래 에너지정책은 「에너지의 확보」 「경제성」 「필요에 대한 적응성」등 세가지 요건이 균형을 유지해야 한다.

따라서 핵에너지는 日本의

미래核發電은 高速增殖爐가 주류 高熱工學과 이온빔 연구개발 박차

이하라·요시노리
(日本原子力연구소장)

日本에서의 핵에너지 개발과 이용은 다음 세가지로 요약된다. 첫째, 일본은 原子力을 가장

중요한 미래의 에너지源으로 확립하고, 둘째, 핵에너지의 응용에 대해 새로운 연구와 개발

허약한 에너지 공급체계를 확립하는 가장 중요한 역할을 맡고 있으며 그 개발에는 안전성, 신뢰성, 경제성등에 중점을 두어 추진된다.

日本은 1987년말 현재 전체 전력의 약 32%를 원자력으로 공급했으나 2천30년에 가면 전체전력의 60%를 점하게 될 것이다.

日本에서의 미래의 核發電은 高速增殖爐의 개발이 주류를 이룰 것이다. 즉 「LWR로부터 FBR로」이다. 따라서 일본동력로·핵연료개발사업단(PNC)의 「조요(常陽)」는 여러가지 실험적 목적으로 쓰여지고 있으며 다른 광범위한 연구, 개발활동이 FBR의 개발을 위해 이루어지고 있다.

현재의 기본목표는 高速增殖爐原型爐인 「몬쥬」를 건설하는 것인데, 이 원형으로는 1992년에 임계에 도달할 예정이며 2020년과 2030년 사이에 FBR의 플

루토늄의 이용에 대해 기술체계의 완성을 목표로 하고 있다.

또 核연료사이클도 현재의 輕水爐분야에서 日本의 自立度を 개선하면서 미래의 플루토늄 이용체계의 기초를 마련하는 것이다. 이를 위해 일본은 상업적 농축공장과 재처리공장의 건설을 계획중이며 91년까지 방사성폐기물의 처리장소가 마련될 것이다.

이러한 일을 추진함에 있어서 가장 중요한 것이 공공의 이해와 협조를 얻는 일이다. 명백한 안전성 기록, 향상된 기술 수준으로 알기 쉽게 핵에너지의 필요성과 안전성을 이해시켜야 한다.

日本원자력연구소(JAERI)는 핵에너지의 새로운 영역을 열어주는 창조적 노력과 더불어 기초연구분야에서 출발하여 放射性物質, 情報産業, 레이저, 核融合과 같은 첨단기술의 연구와 방사선의 이용, 핵추진선박

등 다방면에 걸쳐 있다.

JAERI의 「JT160」(핵융합실험장치)은 섭씨 4,300만도의 플라즈마 온도에 견딜 수 있는 세트를 완성했는데, 이는 1975년에 정해진 목표를 달성한 것이다. 또 고열가스냉각원자로의 연구도 추진되고 있는데, 이제까지 획득한 기술을 축적하여 高熱工學研究를 완성하려고 한다. 이 연구의 핵심시설인 高熱工學 테스트원자로(HTR)의 건설은 1990년 완공목표를 세우고 있다.

JAERI는 또 여러가지 방사선 처리에 대한 방법을 개발하고 있다. 앞으로는 이온·빔(ION·BEAM)의 이용에 대한 연구개발이 추진될 것이다.

이온·빔은 우주여행선이나 핵융합원자로에 대한 새로운 핵물질의 창조를 위해, 그리고 발달된 핵물질의 평가와 더욱 복잡해진 분석작업에도 이용될 것이다.



10년동안 原子力産業을 위한 國際間的 協力問題이다.

核分裂로부터 인류가 이용할 수 있는 에너지자원은 방대하여 人類歷史를 통하여 인류가 사용한 총에너지량의 1백배이상에 달한다. 세계의 잔존 資源은 재래식 연료가 50대지 1백Q(1Q는 석유 1천7억배럴)로 추산되며 우라늄은 1천Q로 추산된다.

이것은 세계인구를 1백 40억으로 추정하더라도 보다 깨끗한 환경속에서 충분한 에너지를 이용하게 된다는 것을 의미

輕水爐연료서 重水爐연료 추출

長期 多國籍협력의 필요

제임스·도넬리
(카나다原子力公社 사장)

나는 다음 세가지를 중심으로 이야기를 전개하려고 한다.

첫째는 原子力에너지의 成果와 展望에 대하여, 둘째는 오늘

날 原子力界가 직면하고 있는 技術的, 環境的, 政治的, 經濟的 制약을 어떻게 극복하느냐는 문제에 대하여, 셋째는 앞으로

한다.

우리는 風力과 太陽熱같은 에너지를 이용할 수도 있으나 이러한 에너지를 이용하는 데는 상당한 제약이 따르므로 原子力이야말로 고갈되어가는 石油와 石炭, 가스의 대량소비에 대체할 수 있으며, 장래의 세계 에너지 공급의 안정을 기할 수 있는 유일한 현실적 수단이다.

우리는 그동안 原子力發電方式에 대하여 많은 경험을 쌓았으며 특히 加壓輕水爐와 加壓重水爐는 공히 경제성과 안전성을 스스로 입증하였다. 이제 세계각국이 未來의 原子力에너지에 대하여 중대한 선택을 해야 할 때이다. 오래전부터 선진국에서는 今世紀末頃이면 高速增殖爐가 輕水爐를 대체할 것으로 내다보았으나 우리나라는 2025년 이후가 될 것이 분명해졌다. 필요한 것은 오늘날의 原子爐技術에 의한 濃縮 및 再處理의 경제성에 대한 선택적 접근방법이다.

그중 하나는 天然 또는 약간 濃縮된 우라늄의 一過性 週期와 加壓輕水爐에서 사용이 끝난 연료에 포함돼 있는 0.8%의 핵분열 가능 우라늄과 0.6%의 핵분열 가능 플루토늄을 추출 분리하여 重水爐의 연료로 재사용할 수 있는 週期를 생각할 수 있다.

이러한 輕水爐와 重水爐間의 상호 상승작용은 매우 중요하며 장기적으로는 토륨사이클을

비롯한 보다 넓은 선택의 길이 열릴 수 있는바 토륨사이클에서는 리사이클된 우라늄과 플루토늄이 핵분열물질인 토륨과 결합하여 핵분열물질인 U233을 거의 무제한 공급하게 된다.

앞으로 수십년에 걸쳐 모든 국가가 원자력에너지의 경제적 보상과 그 과실의 공평한 균점을 촉진시키는 방법으로 기술의 공유와 개발이 보장되어야 한다.

先進國에서는 開發途上國에 원자력에 대한 기술이전과 함께 긴밀한 관계 및 경제적 협력을 통하여 모은 利點을 추출할 수 있는 건전한 기반을 신규고객들에게 제공해야 한다. 이러한 도전에 실패할 경우 원자력산업은 공업혁명을 위하여 싸우고 있는 불리한 여건의 나라로부터 무서운 반발을 초래하게 될 것이다.

또 우리의 협력대상국가중 어느 한 나라라도 기존 기술함에 빠지지 않도록 주의를 기울여야 한다. 오늘 現存하는 기술이 내일이면 진부한 기술이 된다는 사실을 명심해야 한다.

우리는 다같이 原電의 안전성 제고, 운영개선 및 경제성 증진을 위한 기술개발에 모두의 힘을 모아야 한다. 카나다는

이를 위해 1대1이 아닌 여러 나라들과 多國間 공동연구개발 사업, 생태학적 보호, 설계 및 건설단의 구성을 위한 준비가 되어 있으며 이와함께 협력금융의 주선도 추진할 것이다.

카나다는 처음 독자적으로 原子力産業을 일으켰으나 이 길을 우리의 고객이나 파트너에게 권유하지는 않겠다. 이보다는 그룹을 이루고 있는 나라들이 정부나 원자력기관을 통하여 미래에 대한 계획을 공동으로 입안하고 추진하는 다국간 그룹협력을 제창한다.

이 협력체는 깊이 있는 경험과 자원과 시장을 합동으로 공유함으로써 필요한 조건들을 충족시키게 될 것이다. 만일 長期 多國籍協力の 새로운 시대가 열리고 이 프로그램의 확립에 도움을 주기 위해서는 금융수요의 충족과 경제적 안정도 당연히 이루어질 것이다.

우리는 지금까지 CAMDU의 협력관계를 통하여 여러가지 CANDU연료주기 선택방안에서 얻은 이익을 회원국과 그밖의 나라들과 함께 할 것을 기대한다. 그리고 이러한 사업에 한국과 같은 나라들이 당당한 동업자로 참여하여 줄 것을 기대한다.

이 글은 韓國原子力産業會議과 原子力學會가 공동주최한

제3차 연차대회에서 발표된 것이다

(편집자註)