

21世紀의 에너지 對策과 原子力의 役割



이 동 진

한국원자력연구소 기술정책연구실 선임기술원

1980년대 말 이래 지구상의 인류는 미증유의 세계사적 변화를目睹하고 있다. 실로 혁명적인 사태라고 할 수 있는 이러한 충격은 우리의 삶의 구조와 환경, 인식의 틀을 총체적으로一新할 것을 요구하고 있다.

베를린 장벽의 해소와 東·西獨의 統一로 서막을 연 거대한 변화의 물결은 지상 최후의 帝國인 蘇聯을 붕괴시킴으로써 한 시기 지

구의 절반 이상을 지배하던 政治經濟體制를 순식간에 전복시키고 경직된 官僚主義가 지배하던 거대조직의 시대에 종지부를 찍었다.

浪費性和 停滯性으로 특징지워지는 그러한 조직은 유연한 適應性和 效率性이 요구되는 제 3의 물결, 즉 情報化 社會의 到來에 임해 더이상 경쟁력을 가질 수 없는 것으로 판명된 것이다. 오늘날

랩톱 컴퓨터 한 대만 가지면 단 한 사람이 한 공장의 전체 노동자들 보다 더 많은 생산력을 가질 수가 있으며, 한 빌딩 속의 전체 사무원들 보다 더 많은 정보를 다룰 수 있는 세상이 되었다.

앞으로 다가올 미래의 중대한 인류사적 도전으로서 흔히 人口增加 問題, 食糧不足 問題, 環境汚染 問題와 더불어 資源枯渴과 에너지 부족 문제 등을 꼽는데 대해 未來學者들은 대체로 동의하고 있다. 일견 별개로 보이는 이들 문제들은 실은 서로 얽혀 있으며, 그 중 특히 에너지 문제는 인구증가 내지는 산업화의 진전의 결과이자 環境汚染과 資源枯渴의 원인이 된다는 점에서 그 안에 모든 문제를 응축하고 있다고 볼 수 있다.

장차 안정적이고 경제적이며 환경 친화적인 에너지를 손쉽게 이용함으로써 지구상의 모든 사람들은 누구나 쾌적한 삶을 누릴 수 있게 되는 것이 오늘날 인류의 希求이다. 그러나 현실적으로 이는 용이한 과제가 아니다.

다음 세기 중 지구상의 인구는 두 배로 늘어날 것이며, 게다가 그 증가의 대부분은 삶의 질의 향상이나 산업 발전에 필요한 에너지 고사하고, 인간으로서의 최저 요구를 충족하기 위한 에너지 조차 꾸러가는 데 어려움을 겪고 있는 나라들에서 나타날 것이다.

冷戰體制 終熄 이후 이를 代替

할 국제적인 新秩序가 아직 정착되지 않고 있는 데에 따른 불확실성, 지역적 이해에 따른 국가간 合縱連衡과 경제블럭화 추세, 이 순간도 전 세계를 짓누르고 있는 景氣沈滯 등이 일시적으로 장기적 전망을 어둡게 하고 있지만, 그렇다 하더라도 오늘날 경제적, 사회적, 정치적으로 부정하지 못할 중대한 관심이 되고 있다.

또한 目下 우리가 맞이하고 있는 新世紀에 우리가 직면하게 될 중대한 人類史的 挑戰의 하나인 에너지 문제를 짚어줘야 할 소임을 외면치 못할 우리 원자력계로서는 현재로서 파악 가능한 제반 정보와 자료를 최대한 동원하여 미래의 에너지 사정을 예측해 보고, 그러한 상황 아래서 원자력이 맡아야 할 일정한 역할, 이의 수행 과정에서 예견되는 문제들 및 그 극복 방안 등을 검토하고 이에 대비하지 않을 수 없다.

이를 위해 우리는 우선 오늘날 원자력계가 직면하고 있는 技術的, 社會的, 環境的 및 經濟的 問題들을 적나라하게 노출시켜 이를 냉엄히 도마 위에 올려 보아야 할 것이다.

작년 10월 3일부터 6일까지 캐나다의 토론토에서 International Nuclear Congress '93(INC '93)이 개최되었다. '보다 나은 미래를 향하여(Towards a Better Future)'라는 주제를 걸고 개최된 이 회의는 바로 위와 같은 문제를 염두에 두고 전 세계의 原子力學

界, 原子力業界, 協會, 原子力 機構들의 협조 아래 기획되었던 바, 장차 원자력산업이 떠안아야 할 역할의 중요성과, 이를 수행함에 있어 극복해야 할 핵심적인 문제들을 성공적으로 부각시킴으로써 매우 압축적이며 유용한 통찰력을 제공하고 있다. 필자는 글에서 이 회의의 성과를 이상과 같은 과제에 초점을 맞춰 개괄해 보고자 한다.

29개국으로부터 온 약 600명의 전문가들이 참가한 INC '93에서는 원자력산업의 전 분야에 걸친 100여편의 알찬 논문들이 32개 기술분과에서 발표되었다. 개회 session의 기조강연에서는 국제적으로 권위있는 4명의 발제자들이 원자력계가 당면하고 있는 문제들을 요약해 주었다.

즉 이들의 강연은 전체 회의 참가자들의 관심을 '보다 나은 미래를 향해' 집중하게 하는데 필요한 방책들과 원칙들을 제시했다. 4명의 기조강연들은 각각 ① 미래의 에너지 수요, ② 원자력이 갖는 사회 환경문제에 대한 憂意, ③ 미래의 전력 개발을 위한 經濟 金融 問題, ④ 社會에 봉사하는 技術 등을 주제로 강연했다.

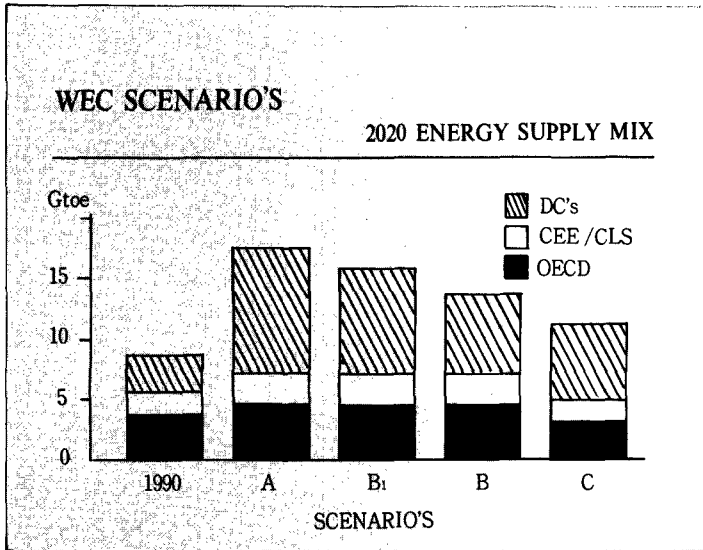
후속 session에서 등장한 초청 연사들은 이들 주제들을 보다 심층적으로 검토했다. 이에 이어서 실행을 위한 새로운 사고와 창의성을 촉발하기 위해 圓卓 session을 마련하고 발표자들과 청중들과의 자유토론 기회를 주어 위의

4개 核心主題들을 개별적으로 검토하기 위한 다양한 시각과 통찰력을 도출했다.

圓卓 session에서는 세계적으로 저명한 2명의 전문가인 Jose Goldemberg 教授와 Kenneth Davis 博士의 미래의 세계 에너지 전략에 관한 강연을 통해 회의의 최종 전략에너지 session (Strategic Energy Session)을 위한 골격을 마련했다. 이들의 강연은 '21세기의 에너지 대책과 원자력의 역할'에 초점을 맞춘 것이었다.

이번 회의는 어디에다 비견해도 손색이 없는 알찬 성과를 거둔 것으로 평가되었다. 一團의 뛰어난 국제적인 전문가들이 설파한 세계의 에너지 문제에 관한 권위있는 전망과 卓見은 미래의 에너지 요구에 대처함에 있어 우리가 공동으로, 또는 개별적으로 어떠한 노력들을 경주해야 할 것인가에 관해 많은 示唆點을 던져 주었다.

이번 회의에서 다루어진 분야들은 대체로 ① 未來의 에너지 要求 ② 電力 生産의 經濟性 ③ 放射性廢棄物 管理 ④ 原子爐의 安全性 ⑤ 原子力의 大衆受容 ⑥ 技術開發 ⑦ 未來의 에너지 戰略 등으로 분류 정리될 수 있다. 이들은 물론 모두 INC '93의 슬로건인 '보다 나은 미래를 향하여'로 수렴되고 있는 바, 필자는 이 글에서 이를 골간으로 회의의 성과를 소개하고자 한다.



본론에서 다시 상술될 것이지만, 위의 문제들 중 원자력의 대중수용문제는 經濟性, 原子爐 安全性, 에너지의 必要性, 放射性廢棄物 管理 등 원자력과 관련한 여타의 모든 주요한 이슈들에 보편적으로 내재되어 있는 공통적 요소임을 먼저 想起코자 한다.

未來의 에너지 要求

發題者들은 미래의 에너지 요구에 대처하는데 있어 세계 원자력계가 직면하고 있는 挑戰의 本質에 주목했다. 다음 세기 중에는 인구가 두 배로 늘어날 것은 필지의 사실이기 때문에 우리가 어떤 시나리오를 택하게 되든 에너지 수요는 엄청나게 늘어날 것이 분명하다. 특히 그러한 현상은 삶의 질의 향상을 향한 希求가 상

대적으로 증대될 개발도상국에서 더욱 두드러질 것이다.

이 분야에 있어 基調發題者들은 다음 世紀에도 化石연료가 여전히 에너지원의 주종을 이룰 것이라는 데 의견의 일치를 보고 있다. 2020년에는 태양에너지, 풍력 등 '新'再生에너지의 점유율은 4%로 현재의 2%에 비해 倍加될 것이기는 하지만, 水力로 대표되는 再生에너지는 크게 증가하지 않을 것이다. 4%의 占有率이란 적기는 하지만 매우 의미있는 증가임이 분명하다.

Henrik Ager-Hanssen 博士는 2020년 이후에도 원자력과 석탄이 공히 즉시 사용 가능한(readily available) 에너지가 될 것이며, 주된 선택이 될 것이라는 인식이 점차 늘어나고 있음에 주목했다. 그는 또한 리우 環境會議의

요구에도 불구하고 현재의 정책 하에서는 世紀 말까지 선진국이 溫室效果 가스 排出을 1990년 수준으로 억제하는 것이 현실적으로 불가능할 것이라고 警覺心을 일깨웠다.

Robert Skinner 博士는 2010년까지 세계적인 에너지 需要가 50% 증가할 것이며, 電力에 대한 의존도 늘어날 것으로 예측한 최근의 IEA 연구보고서를 소개했다. 이 연구는 이 기간중 化石燃料의 價格이 크게 상승하지 않을 것이라는 근거에서 에너지 配合(energy mix)에서 원자력의 부분이 감소할 것임을 보여 주고 있다.

Goldemberg 교수는 2020년에 가면 원자력의 점유율이 현재의 수준에 머물며 그 絕對值가 2배로 증가함으로써 그 역할의 중요성이 증대될 것으로 예측하면서도, 그러나 원전의 건설 기간이 단축되고 운전상태가 양호할 때만 원자력이 化石연료에 대해 경쟁력을 가질 것임을 환기했다.

Kenneth Davis 卿도 또한 미래에 있어 원자력이 현실적이고도 실질적으로 큰 역할을 해야 할 필요성을 인정했다. 그러나 그는 21세기에 가면 원자력 및 기타 현실적으로 이용 가능한 에너지를 최대한 합리적으로 이용하더라도 에너지 수요를 충족시키기가 지극히 어려워 질 것으로 단정했다.

이와 같이 다음 世紀 중 원자력의 이용 증대 가능성이 클 것

이 분명하기는 하지만, 그러한 낙관론은 위에서 보인 몇가지 핵심적 문제들이 만족스럽게 해결될 때만 실현될 수 있을 것이다.

電力 生産의 經濟性

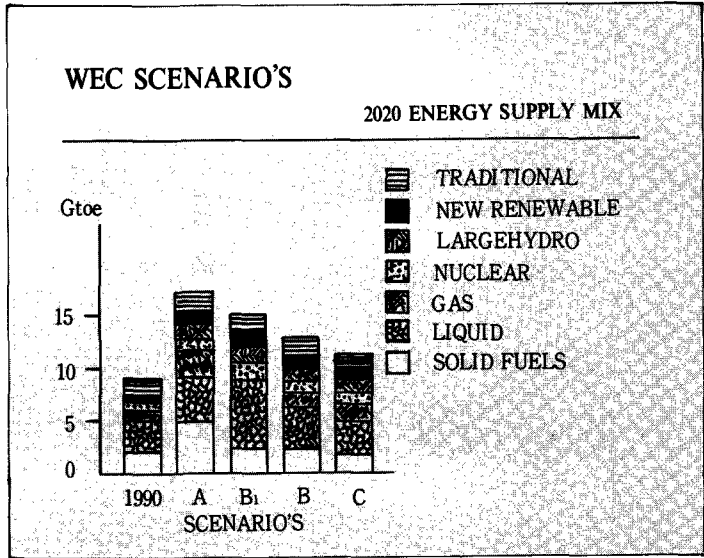
미래에 있어 원자력이 담당해야 할 역할의 비중을 결정할 하나의 요체는 經濟性 問題이다. 電力 生産의 經濟性을 다룬 session에서 집약된 論旨의 主調는 다음의 2가지로 집약될 수 있다.

a). 현재 세계적으로 운전되고 있는 原電의 대부분은 競爭力이 있다.

b). 미래의 原電들도 여전히 競爭力을 유지할 것이다.

예를 들어 韓國에 관한 자료는 현재의 電力 單位當 총 에너지비용은 加壓重水爐 27원/kWh, 加壓輕水爐 32원/kWh, 石炭火力 32원/kWh, LNG火力 44원임을 보여주고 있다.

단위당 平準化 에너지費用 (Levelized Unit Energy Cost)의 방법을 사용할 경우 經濟協力開發機構(OECD)의 원자력에너지委員會(NEA), 캐나다 國立에너지廳(National Energy Board of Canada), 캐나다 天然資源廳(Natural Resources Canada) 등의 연구 결과는 OECD 국가들에 있어 原電이 石炭火力, 가스화력 발전에 대해 현재도 경쟁력이 있으며, 앞으로도 계속 적합한 선택이 될 것임을 보여 주고 있으며,



英國, 臺灣, 韓國, 캐나다를 포함한 여러 나라들이 발표한 자료들도 미래의 原電들이 계속해서 發電을 위한 競爭力 있는 선택이 될 것임을 입증해 보이고 있다.

Morrison 博士에 의하면 Ontario社가 장기적으로 최선의 經濟的 代案으로 보고 있는 것은 여러 機의 原子爐로 구성된 原子力發電所에 의해 생산되는 경우의 原子力電力이다.

다만 주목되는 것은 원자력의 경제적 장점이 앞서의 OECD 연구 이후 퇴색하고 있다는 사실인데, 이는 原子力發電 費用의 증가에 기인한 것이 아니라, 石炭 및 가스 價格의 下落에 힘입은 火力發電 費用의 減少에 기인한 것이다. 특히 가스의 경우 電力 生産에 사용하도록 권장해도 좋을 만큼 그 가격이 떨어질 대로 떨어

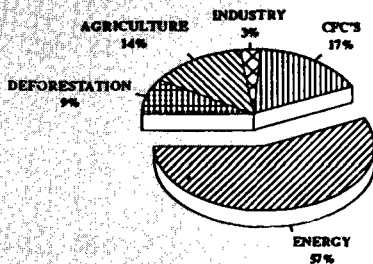
졌다.

그러나 연구 결과는 여전히 많은 국가들에 있어 원자력이 經濟的 競爭力을 가질 것임을 예측하고 있다. 이러한 원자력의 강점은 현재 필연적인 추세로 예상되고 있는 바와 같이 溫室效果 gas에 의한 大氣汚染을 억제하기 위해 탄산가스 排出 燃料에 대해 課稅함으로써 장차 化石燃料의 價格이 상승할 경우 더욱 두드러지게 될 것이다.

이러한 연구 결과들은 지난 수십년 동안 원자력의 經濟的 競爭力이 흔들림 없이 유지되고 있음을 분명히 보여 주고 있다. 원자력의 비용이 1970년대와 같이 오늘날도 계속 증가하고 있다는 固定觀念이 지배하고 있는 상황에서 이는 매우 의미있는 발견이다. OECD의 연구 결과는 이와

HUMAN ACTIVITIES

CONTRIBUTIONS TO THE GREENHOUSE EFFECT



같은 상승 추세가 끝남으로써 原子力 費用이 安定化되어 있고 예측 가능하며, 따라서 1980년대에 나타났던 危險負擔이 줄어들고 있음을 보여 주고 있다.

비용이 앞으로 더욱 安定化 되어 갈 것이라고 전제할 때, 미래에 예상되는 도전은 과연 어떤 것일까? 첫째, 우리는 原子力 市場에 대해 財政的 危險負擔이 줄어들었음을 확신시켜야 하며, 둘째, 世界銀行(World Bank)의 Saunders씨와 IEA의 Skinner 博士가 말하고 있는 바와 같이 장차 電力需要가 가장 현저하게 增加할 開發國의 原子力 占有率을 증대시킴에 있어서의 주된 장애로 예상되는, 상당한 규모의 프로젝트 착수에 필요한 資本投資의 通路를 원활히 해야 한다.

실제로 銀行家의 관점에서는 初期資本(front end capital)을 줄임으로써 財政負擔을 줄이는 것

이 전 생애의 단위 에너지 비용이 상대적으로 적다는 誘因 보다 결정적임이 이번의 회의에서 확인되었다. 이에 추가하여 開發國의 경우 先進國의 그것 보다 개선된 規制體制, 사업 추진 과정에서 大衆 參與의 확대, 環境保全 目標와 에너지 充足 目標의 조화로운 統合 등의 요구가 대두될 가능성이 있다.

放射性廢棄物 管理

원자력이 大衆들에게 제대로 受容되기 위해서는 大衆들이 사용후연료를 포함한 放射性廢棄物이 안전하게 管理되고 있으며, 앞으로 안전하게 管理될 수 있다는 확신이 보편화 되어야 한다는 인식이 표명되었다. 放射性廢棄物 管理에 관해 국제적으로 합의되고 있는 목표는 大衆의 健康 및 環境의 保護, 다음 세대에

물려줄 부담의 최소화 등인데, 이와 관련하여 프랑스, 스페인, 스웨덴, 핀란드 등에서 低準位 放射性廢棄物管理施設들이 이미 안전하게 가동되고 있음에도 불구하고 원자력산업이 이와 같은 목표를 실현할 능력을 가지고 있는가에 대한 大衆의 懷疑는 尙存하고 있음에 주의가 환기되었다.

이번 會議의 토론 과정에서 공통적으로 확인된 추세는 사용후연료이든 사용후연료의 재처리 결과 발생한 玻璃化廢棄物이든, 地層處分이 사실상 국제적으로 합의된 核燃料 處分方案이라는 것이었다. 프랑스와 日本의 경우와 같이 核燃料週期 戰略의 일환으로서 사용후연료 再處理를 실시하는 국가들은 放射性廢棄物의 일부 성분을 轉換함으로써 얻을 수 있는 이득을 염두에 두고 있으나, 이러한 국가들조차도 언젠가는 地層處分の 필요성이 대두될 것이라는 사실을 분명히 인식하고 있다.

放射性廢棄物 管理과 관련하여 이번 會議에서는 이 밖에 다른 몇몇 테마들이 부각되었다. 우선 大衆의 憂慮를 불식하고 그들을 안심시키기 위해 放射性廢棄物 管理를 담당하고 있는 기관이 스스로 安全性에 대한 확고한 신념을 가지고 있음을 확신시키는 것이 절대적으로 요구된다는 것이다. 安全性은 원자력에 관한 모든 意思決定에 있어서의 至上의 지침이다.

다음으로 大衆에 대한 실상의 공개가 安全性 問題에 대해 충분히 유념하고 있음을 입증하기 위한 불가결한 절차의 일부이며, 또한 외부의 간섭이 없이 이루어지는 전문가들과 규제당국의 독자적인 검토, 판단, 결정도 또한 안전한 가동을 입증하는 데 있어 중요한 절차라는 것이다. 그러나 그것만으로는 원자력계가 응분의 임무를 응분의 방법에 따라 처리하고 있음을 大衆에 대해 확신시키기에는 불충분하다.

大衆受容 問題의 요체는 大衆이 意思決定 과정에 실제적이고도 유의미하게 참여하고 있으나 여부이다. 의사결정은 공개적으로 이루어 져야 하니, 大衆들과 그들의 대표로서의 정치인들, 그 중에서도 특히 지역 수준의 정치인들이 意思決定 過程에 참여해야 하며, 또한 참여하고 있음이 인정되어야 한다.

또한 意思疏通의 통로는 상호적이어야 하며, 원자력계는 대중들의 관심사들을 충분히 경청해야 한다. 대중수용과 관련한 다른 산업계의 성공적인 사례는 원자력계를 위한 他山之石이 될 수 있음이 언급되었다.

이를 위해서는 放射性廢棄物 管理 當局이 大衆들과의 관계를 常時的으로 유지하면서 不偏不黨하고 公開的이며 정직함을 至上의 方策으로 삼아야 한다. 그렇게 함으로써 원자력산업 시설에 의해 영향을 받고 있는 집단들이

폭넓은 정보에 입각하여 意思決定 過程에 효과적으로 참여함으로써 그들 스스로 원자력 관련 시설을 그들의 진정한 이익에 비취 受容하거나 배척할 선택권을 누릴 수 있도록 해야 한다.

캐나다, 英國, 日本, 프랑스, 美國 등의 국가들이 발표한 보고서들은 放射性廢棄物 分野에 있어 많은 국가들은 段階的, 漸進的 意思決定 戰略을 驅使하고 있음을 보여 주고 있는데, 이러한 양상은 스페인, 스웨덴, 스위스, 핀란드 등 많은 나라들이 국가적 프로그램을 도출하고 전개시키는 과정에서도 나타나고 있다.

廢棄物 管理技術 開發을 단계적으로 진척시킴으로써 安全性 評價가 사업 수행과 별개로 이루어 질 수 있으며, 기술 개발은 貯藏 또는 處分施設의 입지와 관련된 大衆의 우려를 야기함이 없이 순조롭게 이루어 질 수 있다. 이와같은 漸次的 意思決定 過程은 수천년에 걸친 위험 및 위험 측정의 관념, 巨大制度 아래서의 확신의 부재, 오랜 세월에 걸친 放射性廢棄物 管理 施設의 운전 등과 관련된 불확실성과 결부된, 廢棄物 管理技術에 대한 大衆의 信賴 形成의 수단으로 채택되고 있는 것이다.

원자력산업계는 放射性廢棄物을 안전하게 처분할 수 있다는데 대한 大衆의 信賴를 얻는데 있어 상당한 어려움에 봉착하고 있다. 그러나 이번 INC '93 會議에서

확인된 바와 같이 安全性을 위해 헌신하고 大衆들과 교감하며, 段階的 意思決定 節次를 충실히 밟을 때 사태는 반드시 비관적인 것 만은 아니다.

原子爐의 安全性

지난 몇년 사이에 運轉中인 原子爐의 補修 및 그 安全性의 提高가 주요한 과제가 되었는데, 이는 新規原電 設計의 安全性 特性 開發에 집중되었던 이전의 경향을 대체하는 것이다. 이는 말할 것도 없이 대부분의 국가들에 있어서의 新規原電 建設 減少 및 新規原電 建設과 관련된 경제적, 정치적 문제들로 인해 기존의 原電들을 앞으로도 상당기간 운전하지 않을 수 없을 것이라는 인식에서 나온 결과이다.

이러한 상황을 직접적으로 다룬 논문은 2건이 있었다. 그 하나는 老朽原電들의 安全性이라는 일반적인 문제를, 다른 하나는 구 바르샤바조약 가입국들이 운전하고 있는 原子爐들의 安全性에 관한 보다 구체적인 문제들을 취급하고 있다.

일반적인 문제에 관해서 발표자들은 결론적으로 두가지 핵심적 사항들을 지적했다. 그것은 첫째, 보다 오래된 原電들의 안전성은 오늘날의 새로 개발된 安全性 分析 技術에 의해 그 不適合성이 입증되고 있기 때문에 실제적이며 경제적인 방식으로 개선될 소

지가 있는 분야를 주기적으로 점검 향상시켜야 하며, 둘째, 化學的變化, 磨耗, 中性子照射 등 長期的退化에 대해 지속적으로 주목해야 한다는 것이다. 이러한 지적들은 매우 적절한 것으로 평가되었다.

구 바르샤바조약 가입국들의 原子爐들과 관련하여 발표자들은, 대부분의 경우 장기간의 운전이 기인한 위험은 이들을 폐쇄할 때 야기될 심각한 에너지 부족 등의 위험 등으로 상쇄될 만한 수준의 것이기 때문에, 安全性에 대한 우려를 이유로 이들을 폐쇄하는 일은 실제로 거의 없을 것이라고 결론지었다. 그럼에도 불구하고 이들 原子爐의 安全性 向上을 위해 해야 할 일은 많으나, 그 비용은 매우 높아서 연 수십 억달러 규모에 이를 것이다.

따라서 문제는 그러한 투자의 資金調達을 어떻게 하느냐로 귀결된다. 발표자들은 또다른 체르노빌 사고를 예방하기 위해서도 西方國家들은 이 문제에 대한 해결책을 찾기 위해 노력해야 한다고 결론지었다. 또다시 그러한 사고가 일어날 경우 전 세계적으로 原子力産業의 파멸을 앞당기게 될 것이기 때문이다.

그 밖에 적절한 安全性 基準이라는 광범위한 문제를 다룬 논문들도 있었다. 原子爐 老朽化 問題를 다룬 그 중의 한 논문은 新規 原電에 적용되는 현재의 受容 基準에 따라 현재의 기술을 사용하

여 운전중인 原電을 평가할 것을 주장했다. 이들 기준에 의해 확인된 결함을 개선해야 할 필요성은 費用-效果의 基礎 위에서 판단해야 할 것이다.

또다른 논문은 여타의 1차 에너지원들과 비교하여 原子力發電所가 大衆들에게 미치는 상대적인 위험을 분석한 후, 原電의 위험성이 매우 적음을 입증하고 있다. 이러한 결론을 빌어 구 바르샤바조약 가입국들이 보유하고 있는 原電들까지를 포함하여 운전중인 原電에 대한 安全性 向上이 대체로 불필요하다고 주장하는 사람들도 있었다. 이는 논리적으로는 분명 맞는 이야기이다.

그러나 널리 알려져 있다시피 불행히도 우리 原子力界는 原子力の 위험이 이와 같이 우려할만한 것이 아님을 大衆들에게 확신시키지 못하고 있기 때문에 대부분의 국가들은 老朽化 관련 논문들이 제시하고 있는 바에 따라 많은 비용을 안전성 향상에 투자하지 않을 수 없는 것이 현실이다.

한편 한 原子爐 製作社 컨소시엄이 개발 중인 것으로 보고한 次世代 發電爐의 安全性과 관련한 漸進的 設計改善 내역에 의하면 新規原電의 開發 建設費用을 조달하는데 관한 세계적 경향을 확인할 수 있으니, 그것은 이들도 다른 原電 製作者들과 마찬가지로 次世代를 위한 原電 設計에 있어 費用-效果的인 安全性 向上

을 지속적으로 추구하고 있다는 건전한 징후이다. 이것만으로 原子力의 大衆受容 문제를 모두 해결할 수 있는 것은 아니라 하더라도, 이는 그러한 목적을 달성함에 있어 중요한 기여를 할 것임이 분명하다.

原子爐 安全性分野에서는 몇몇 재미있는 경향들이 나타나고 있음을 분명히 볼 수 있으니, 그것은 대부분의 설계자들은 있을 수 없는 사고를 假想하여 그들의 原電에서 일어날 혼란상황에 적절히 대응하기 위해 현재 被動安全性 體系를 개발하는 쪽으로 방향 전환을 하고 있다는 것이다. 일부 논문들은 중대사고가 발생했을 경우 완벽한 격납기능을 보장하는 수단으로서의 原子爐 격납건물의 被動的 冷却 概念을 소개했다.

중대사고의 피해를 줄이기 위해 또하나 개발되고 있는 개념은 熔融된 爐心物質을 1차적으로 原子爐 容器 내부에 가두고, 그 放散을 용기 내부로 제한하며, 그 안에서 냉각되도록 하는 'core catcher' 방안을 우선적으로 사용하는 것이다. 앞서 언급한 老朽化에 대한 우려들에 부응하여 原子爐 所有主들은 규제기관의 권고에 따라 진보되어 가고 있는 안전성 기술수준을 수용하여 그들의 安全性報告書를 지속적으로 보완하고 있으며, 또한 개개의 原電들에 대한 確率論的 安全性評價를 수행하고 있다.

原子力의 大衆受容

앞서 말한 바와 같이 大衆의 態度 문제는 原子力이라는 복합적인 요소들로 구성된 織物에 縱橫으로 交織되어 있는 보편적이고도 집요한 문제이다. 여론조사 결과는 한편으로 電力의 안정적 공급의 필요성, 다른 한 편으로 原子力에 의해 이를 실현함에 대한 거부반응이라는 양 갈래로 錯綜되고 있음을 보여 주고 있다.

대부분의 국가들에 있어 原子力이 최상의 관심사는 아니다. 이에 대한 능동적인 관심이나 불안감은 거의 없으면서도, 부추김을 받을 경우 사람들은 우려와 공포를 나타내는 것이 일반적이다. 한편 사람들은 스스로 원자력에 관한 지식이 부족함을 느껴 情報에 대한 욕구를 나타낸다. 또한 輿論主導層을 대상으로 한 여론조사는 에너지 및 原子力 問題에 대한 관심이 많을수록 原子力에 대한 인식이 좋아짐을 보여 주고 있다.

이번 會議에 제출된 大衆의 태도에 관한 자료들에 의하면 原子力을 포함, 과학기술에 관한 결정에 있어 大衆들은 科學界를 가장 신뢰할 수 있는 집단으로 간주하고 있으며, 반면에 政治人들에 대한 신뢰도가 가장 떨어지는 것으로 나타나고 있다. 言論媒體 역시 사람들이 크게 신뢰하지 않는 것으로 판명된 것은 言論이 원자력계가 겪고 있는 시련에 대한 책

임을 저야 한다는 불만을 가지고 있는 우리에게 다소의 위안이 된다.

이에 따라 John Gittus 博士는 原子力과 같은 어려운 문제들에 관해 大衆과 交感하는 작업을 과학자들이 주도할 것을 주창했다. 일반 참가자들도 大衆들의 감각에 친숙하게 받아들여지고 그들에게 쉽게 이해될 수 있는 용어를 사용하는 방식으로 그들과의 교류의 폭을 확대할 것을 제안함으로써 이러한 주장에 동조했다.

Archie Robertson씨는 原子力에 관해 국내 국제적으로 30여개 단체들을 대상으로 설문조사를 한 결과, 필요성이 인정되는 경우 또는 특수한 조건에서 原子力을 배척하고 있는 사례는 하나도 없음을 상기시켰다. 이러한 사실에도 불구하고 原子力에 대한 大衆受容은 아직까지 만족할 만하게 이루어지지 않고 있는 것이다.

Peter Feuz 博士는 유럽 原子力界가 경합하는 에너지源들, 또는 認許可 節次의 번거로움과 예측 불가능성에 의해서 보다는 오히려 輿論과 政治에 의해 더욱 시달리고 있는 실상을 개진했다. 그는 “原子力에 대한 輿論이 나쁘게 되는 것이 政治的 指導力의 결핍으로 인한 것인지, 또는 政治人들이 輿論에 반하는 태도를 취하는 것을 기피하기 때문인지는 분명치 않다”고 하면서, 反原電集團들이 原子力界 보다 훨씬 더 성공적으로 大衆에 대한 영향력

을 창출하고 있다고 말했는데, 이에 대해 많은 일반 참석자들이 공감했다. 그는 프랑스가 原子力 프로그램을 성공시킬 수 있었던 것은 탁월한 指導力과 유효한 弘報活動이 조화롭게 맞아떨어짐으로써 가능했다고 말했다.

技術開發

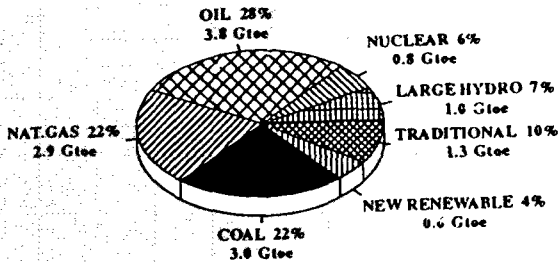
Alen Bromley 博士는 기술개발과 관련하여 새롭고도 독특한 시각을 제시했다. 그는 産業革命을 필두로 한 여러차례의 科學技術革命으로 인간 사회가 은총을 받고 있음을 상기시켰다. 그 최근의 것으로서 인간은 原子力 技術의 發展을 경험했는데, 原子力은 오늘날 環境의 持續 可能한 開發에 대한 관심과 인식의 바탕 위에 발전된 풍부한 에너지와 농업에서의 綠色革命을 약속했다. 그 또한는 情報革命으로서, 이는 현재도 진행 중이다.

原子力이 우리에게 준 은총을 保全하여 다음 世紀까지 유효한 것으로 만들기 위해서 우리는 이러한 일련의 革命들이 제기하고 있는 문제들을 이해하고 규명해야 한다. 좀 더 구체적으로 말해서 우리는 이들을 포용해야 한다. 우리는 역사로부터 産業革命에 적용하여 그 일부가 되지 않은 技術들이 어떻게 되었는가를 눈으로 확인할 수 있다.

인간의 필요와 綠色革命이 제기하는 문제들에 대처하기 위한 原子力에너지의 進化를 촉진할

WEC ENERGY SUPPLY CASE B

REFERENCE



2020 - TOTAL 13.4 Gtoe

Nuclear and Hydro at 33% conversion efficiency

技術開發은 情報技術 革命과 함께 原子力이 다음 世紀가 필요로 할 에너지를 생산하는데 있어 의미있는 役割을 담당케 하기 위해 매우 중요하다.

原子力으로 하여금 進正 綠色 革命에 기여할 수 있도록 하기 위해서는 放射性廢棄物 및 資源 活用 分野에서의 지속적 발전이 요구된다. 原子力産業은 그 副產物(廢棄物)을 취급하는 데 있어 적극적인 관심과 노력으로 큰 기술의 進正을 이룩했지만, 大衆은 아직도 '廢棄物 問題'에 관한 實證된 해결책이 없는 것으로 생각하고 있다.

이러한 情狀을 타개하기 위해 우리는 이 기술을 實證段階로 進正시켜야 한다. 資源을 보다 효율적으로 이용하고, 보다 開發된 核

燃料 및 核燃料 週期的 적용을 통해 廢棄物의 削減을 위한 方法도 限制되었으며, 水素를 生産하기 爲해 非需期의 原子力發電 施設을 使用하는 方法에 대한 說明도 있었다. 後者는 環境에 對해 보다 친화적인 化石燃料 代替物을 提供한다는 追加的인 利點도 있다.

기술 進正의 필요성에 對한 各 각에 따라 이미 擘劃할 만한 原子爐의 개선이 이루어 졌으며, 그러한 노력은 지금도 계속되고 있다. 原子力發電이 최초로 이루어 진 지가 채 50년 이 넘지 않았음을 감안할 때 原子力技術 進正의 속도 는 매우 놀라운 것이다. 오늘날 建設되고 있는 原子力發電所 는 인근 주민들에 對한 위험을 사실상 거의 야기하지 않는다고

할 수 있을 만큼 충분히 안전하다.

그러나 '被動'安全性 技術의 발전은 종래의 工學的 安全性 體系(engineered safety system)의 신뢰를 상대적으로 弱화시키는 한편, 大衆들로 하여금 原電 安全性 與否를 各 各 判別할 수 있게 할 것이다. 피동안전성 기술의 또한 나의 분명하고도 중요한 부수적 利點은 費用의 削減이다. 또한 물 질에 關한 연구 및 물리학에서의 基礎研究은 증기발생기 등 여타의 原子爐 系統의 改善에도 응용되고 있으며, 특히 CANDU의 경우 燃料 채널의 改善에 응용되어 부품의 수명 延長을 가능하게 함으로써 發電所의 性能 改善을 내다보게 하고 있다.

'情報革命'과 關聯된 분야의 발전을 위해서도 原子力産業은 지속되어야 한다. 設計 加工 費用을 줄이는데도 개선된 정보체계가 이미 이용되고 있으며, 이는 또다시 資本投資의 削減을 가능하게 하고 있다. 人工知能體系, 신경망 네트워크 및 그에 버금가는 다른 유사한 發展의 성과들이 운전에 關한 의사결정을 도와주기 爲해 미래의 發電所에서의 人間/機械 適應性(man/machine interface) 향상에 응용되고 있다.

이는 무시 못할 情報技術의 응용인 동시에, 기존의 기술을 보다 빠르고, 보다 수월하고, 보다 저렴하게 하기 爲해 신기술을 적용 시킬 필요성과 함께, 그렇게 함으

THE 4 WEC ENERGY CASES

1990-2020

CASE NAMR	A HIGH CROWTH	BI MODIPIGD REFERRNCE	B REFRRENCE	C ECOL POCOCALLY DRIVEN
ECONOMIC CROWTH(%pa)	3.8	3.3	3.3	3.3
ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENTS				
OECD COUNTRIES	HICH	HICH	HICH	VERY HIGH
CEE/ CIS COUNRTIES	HICH	MODERATE	HICH	VERY HIGH
DEVELOPING COUNTRIES	MODERATE	MODERATE	HICH	VERY HIGH
IMSTITUTIONAL IMPROVEMENT	HICH	MODERATE	HICH	VERY HIGH
TECHNOLOGY TRANSPER	HICH	MODERATE	HICH	VERY HIGH
LONGER-TERM SUSTAINABILITY(1e 2100)	LOW	LOW	MODERATE	HICH
CARBON DIOXIDE EMISSIONS(CI)	10.6	0.5	7.8	5.9
POSSIBLE TOTAL DEMAND (Cloo)	VERY HIGH 17.3	HICH 16.0	MODERATE 13.4	LOW 11.3

THE 4 WEC ENERGY CASES

SUPPLY ASSUMPTIONS(Gtoe)

ENERGY	1960	1990	2020 A	2020 BI	2020 B	2020 C
SOLD	1.4	2.3	4.8	2.6	3.0	2.1
LIQUID	1.0	2.8	4.6	4.9	3.8	2.7
CAS	0.4	1.7	3.5	3.5	2.9	2.4
NUCLEAR	0.0	0.4	1.0	1.0	0.8	0.7
LARGEHYDRO	0.2	0.6	1.2	1.3	1.0	0.9
NEW RENEWABLE	0.0	0.2	0.8	1.4	0.6	1.4
TRADITIONALE	0.5	0.8	1.2	1.3	1.3	1.1
TOTAL	3.5	8.8	17.2	16.0	13.4	11.3

로써 얻을 수 있는 이점을 옹변
해 주는 좋은 사례이다.

Bromley 博士가 강조하고 있
는 또 하나의 메시지는 原子力
教育制度가 개선되어야 한다는
것이다. 原子力産業을 발전시키
기 위해서는 우수하고 잘 훈련된
科學者 技術者들이 필요할 뿐만
아니라, 大衆集團 또한 점차 복잡

해 지며 정교해 지고 있는 기술
의 세계에서 올바른 결정이 내려
질 수 있도록 하기 위해 원자력
에 관한 상당한 지식을 갖출 것
이 요구되기 때문이다.

未來의 에너지 戰略

미래의 에너지 수요에 대처하

기 위한 戰略的 立場을 세우기
위해 우리는 태도의 변화, 체제의
변화, 계획 방법의 변화 등 갖가
지 變化를 受容하지 않으면 안된
다. 우리는 에너지 수급의 현실적
인 목표를 세우고 그에 대처해야
하며, 可用資源을 알뜰하고도 생
산적인 방식으로 이용해야 한다.
또한 우리는 에너지 전략이 經濟

的, 環境의 目標과 조화를 이룰 수 있도록 효율성과 自然保全도 고려해야 할 뿐만 아니라, 나아가 에너지 문제를 전 세계의 사회적, 제도적 맥락 안에서 생각해야 한다.

James Hann씨는 新世界秩序가 아직도 보라빛을 띠고 나타나지 않고 있기 때문에 내일의 세계는 政治的 不安定으로 인해 에너지 문제와 관련하여 큰 부담을 안게 될 것임을 상기시켰다. 그는 “原子力事業 推進者들은 잠시도 편할 날이 없을 것”임을 인정하면서도, 그러나 옳다고 믿는 것에 대한 支持의 태도를 확고하게 견지, 守勢의 姿勢를 탈피하여 신념을 가지고 原子力을 밀고 나갈 것을 역설했다.

Goldemberg 教授는 2020년의 全 世界 原子力發電 容量이 대략 400~1,000 GWe 정도가 될 것이라고 추정하고, 그러나 그 중 낮은 쪽의 목표를 달성하기 위해서도 전 세계적으로 매 2개월마다 1機의 大型 原電을 송전망에 연결해야 할 것이라고 하면서, 이는 매우 어려운 일이라는 하지만 불가능한 것은 아니라고 말했다. 그는 “反原電論者들은 패배의 예감에서 기를 쓰고 활동할 것”이라고 예견하고, Hann씨와 마찬가지로 原子力界가 종래의 守勢의 態度를 탈피하여 溫室效果 가스 排出을 하지 않는 점 등 原子力技術의 두드러진 長點들을 적극적으로 부각시킬 것을 권고했다.

맺음말

이번 會議에서 부각된 메시지들을 앞으로 수십년간 전개될 전 세계 에너지 상황을 중심으로 요약해 보면 다음과 같다.

첫째, 原子力事業 추진을 포함한 모든 문제들에 관해서 大衆들의 意思가 더욱 존중되는 추세가 확산될 것이며, 따라서 大衆들의 태도가 결정적인 요인이 될 것이다.

둘째, 開發途上國을 위주로 전 세계적으로 에너지 수요가 현저하게 늘어날 것이다.

셋째, 그 증가분의 큰 부분은 化石燃料가 공급하게 될 것이며, 化石燃料 價格이 안정을 유지할 경우 더욱 그러할 것이다.

넷째, 原電 建設을 위한 資本費가 적절하며, 건설이 신속하게 이루어지고, 운전 상태가 신뢰할 만할 경우, 세계 에너지 시장에서의 原子力의 占有率은 현재와 같은 6%를 유지할 것이다.

다섯째, 반면 化石燃料 價格이 상승하거나 溫室效果 가스 排出에 대한 우려가 증대될 경우, 에너지 構成에 있어 原子力의 몫은 상당히 증가할 것이다.

여섯째, 새로운 기술의 발전은 人間/機械 適應性(man/machine interface)의 향상이 특히 강조되는 가운데 既存 原電 및 앞으로 새로 건설될 原電의 安全性과 信賴性의 향상을 가져올 것이다.

일곱째, 수용가능한 原子力廢

棄物管理工程의 개발이 단계적 방식으로 추진될 것이며, 이에 대한 大衆의 參與가 더욱 늘어날 것이다.

原子力은 아직도 많은 挑戰에 직면해 있다. 이 글에서는 지면 관계상 지나치게 개괄적인 정리에 그침으로서 자세하고 충분한 소개가 되지 못하고, 또한 간접적인 자료만을 근거로 함으로써 보다 생생한 현장감을 살리지 못한 아쉬움이 있지만, 아무튼 INC '93 會議가 도출한 메시지들은 여러가지 어려운 문제들을 앓고 있는 오늘날의 내외 원자력산업계에 많은 신선한 시사를 주고 있다.

筆者는 이번 회의에서 검토된 사항들이 原子力産業이 미래의 세계 에너지 수요를 충족하는데 충분한 기여를 하기 위한 튼튼하고도 효과적인 기반을 제공했다고 믿는다. 그 결과를 종합하는 과정에서 筆者는 보다 좋은 미래의 창조라는 우리의 여망을 실현하는데 있어 장차 原子力이 맡아야 할 役割과 기여가 과거 어느 때 보다도 증대될 것이며, 또한 그렇게 되어야 할 것이라는 확신을 얻게 되었다.

이러한 인식을 바탕으로 20世紀가 이룩한 가장 의미있는 과학적 성취의 하나로 기록될, 평화의 얼굴을 가진 原子力으로 하여금 21世紀 들어서 인류의 원대한 장미빛 꿈을 실현시킬 주역이 되게 하는 것이 우리의 과제이다.