

세계의原子力

極東諸國이 보다 積極態勢

—各國의 原電建設現況 및 動向—

83년에 27基가 運開

1983年度에는 全世界에서 27基이상의 原子力發電所가 運轉에 들어갈 豫定으로 있으며 또한 현재 建設中인 많은 原電들이 稼動을 시작하게 되면 原子力發電容量은 앞으로 급속히 증가할 것이다.

그러나 아직 신규발주는 거의 없다. 정치적, 경제적 不確實性으로 인해 유럽과 미국에서 原子力發電이 지연되고 있는 것과는 대조적으로 極東에서는 적극적인 경향을 보이고 있다.

1981年 이후 신규로 原子力發電을 계획하는 나라는 이집트와 중공 2國뿐으로서 이집트는 El Dabaa에 建設될 900MWe급 PWR 2基에 대해 프랑스와 활발한 교섭을 벌이고 있으며 또한 同一 사이트에 추가될 2基에 대한 入札을 받고 있다. 한편 中共은 上海 근처에 自國設計로 PWR을 建設할 계획이며 발전소를 공동으로 소유할 홍콩 및 英國과 長期間의 협의를 하고 있다.

현재 全世界적으로 원자력발전소뿐만 아니라 모든 類型의 發電所에 대한 신규발주가 低調하며 이와같은 상황은 앞으로도 數年동안 계속될 전망이다. 지금의 下落된 世界의 석유가격이 工業國의 경기침체 탈피를 계속 자극하면 필연적으로 電力需要가 증가하게 될 것이다.

電力需要가 얼마나 빨리 증가하느냐에 따라 초기에는 이미 建設이 확정되어 있는 發電所와 현재는 예비로 있는 在來式 發電所를 再稼動시킴으로써 충족시킬 수 있을 것이다.

그렇지만 電力需要가 형성되면 많은 나라에서는 原子力發電所를 신규발주할 것이 분명하다. 즉 석유베이스로 復歸하려는 나라는 없을 것이다. 현재 1배럴당 29달러하는 석유가격이 소비자에게 경제적인 구원으로 환영받고 있지만 지난 2년동안 계속해서 원자력발전소들을 가동에 들어가도록한 에너지政策은 1973~74년 제1차 석유위기 이후 1배럴당 15달러하던 석유가격에 맞추어서 수립된 政策임을 명심하여야 한다.

석유가격하락으로 인해 原子力을 포기할 이유는 없다. 오히려 석유는 全世界적으로 生産의 最盛期가 다된 限定된 資源이라는 점을 감안한다면 電力供給뿐만 아니라 프로세스熱源으로 原子力의 지속적인 開發의 必要性은 결코 10年前보다 감소하지 않는다.

또한 예기치 않은 석유공급중단의 위험성을 항상 염두에 두어야 한다.

國民의 理解도가 關鍵

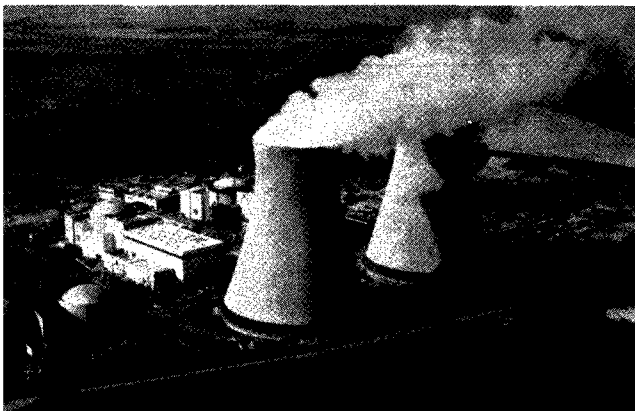
지금 世界의 經濟가 침체에서 벗어나려 하고

있고 에너지 특히 電力의 수요가 증가할 것으로 기대되지만 많은 나라에서는 원자력에 대한 Public Acceptance 문제가 대두되고 있다.

유럽의 경우 核武器 反對가 原子力産業에 나쁜 영향을 주고 있다. 一般 國民들은 핵무기와 原子力開發을 혼동하는 것 같다.

美國과 스웨덴에서 反원자력정권이 물러나고 서독에서는 최근의 선거에서 확고한 親원자력정부가 복권하였지만 단기간동안에 이루어진 대부분의 노력은 人爲의인 제약의 완화와 70년대 중반 이후 중단되어온 몇몇 사업을 포함하여 기존 사업의 인허가수속을 加速化시키는 변화정도인 것 같다.

금년초에 全世界에서 상업규모로 電力을 供給하고 있는 運轉中인 原子力發電所는 295基로서 그중 18基는 1982年度에 運開하였는데, 맨 마지막 發電所는 헝가리 최초의 原電으로 작년 12월에 稼動을 시작하였다. 계획대로 진행되면 1983年度에는 全世界에는 27基이상의 原子力發電所가 運轉을 시작하게 된다. 앞으로 몇년 동안은 原子力發電容량의 급속한 신장이 예견되는데, 이는 여러가지 經濟的, 政治的 그리고 規制문제로 인해 지연되었던 70년대 중반에 발주된 대부분의 原子力發電所가 완공되기 때문이다.



벨기에의 Doel原電 1, 2, 3, 4號機 全景

그러나 美國에서는 1979년 TMI事故이후 부터 또 스웨덴에서는 1980년이후부터 한건의 신규발주도 없으며 서독은 1975년 10월이후에 단 한건의 국내주문만이 있었다.

한편 英國에서는 현재 예정대로 建設이 진행되고 있는 2基의 AGR 原子力發電所인 Torness 原電과 Heysham B 原電이 최근 10년동안에 처음으로 발주되었으며, 제안되고 있는 Sizewell B PWR 原電은 현재 장기간의 공청회로 그 진행이 지연되고 있다.

原電依存度 더욱 높아져

國家全體의 電力供給量에서 原子力發電이 차지하는 비율을 보면 프랑스가 1981년에 37.7%로 선두였는데 1982년에는 39.3%로 증가하였다. 다음은 강한 에너지保存政策을 실시하고 있는 스웨덴과 핀란드이고 그 다음은 세계시장에서의 경쟁력 강화를 위하여 原子力發電에 의한 값싼 전력공급을 확정된 대만이다.

여기서 주목할 만한 것은 강한 反核要素를 갖고 있는 스웨덴과 스위스가 현재 原子力發電所를 建設중에 있어 1980년대 중반에는 原子力發電의 依存度가 더욱 높아질 전망이다라는 점과 스위스 전력회사가 프랑스의 Fessenheim 原電과 Bugey 原電에 持分을 갖고 있다는 사실이다.

1982年度에 原子力發電의 寄與率은 핀란드가 40.3%, 스웨덴이 39%, 벨기에가 27.7%였는데 현재 建設중인 原電이 완공되는 1985년도가 되면 벨기에는 65%, 스웨덴은 48%로 높아질 것이다.

한편 極東의 경우 韓國은 1985년이 되면 原子力發電容량이 현재의 세배가 되고 1990년에는 다시 그 두배가 될 전망이며 대만은 1985년에 900 MWe급 PWR 2基가 추가되어 50% 이상 증가될 전망이고 1990년대 초에도 2基이상의 原電을 運開시킬 계획이다.

그런데 여기서 중요한 사실은 현재 건설되고 있는 발전소 이외에는 더 이상의 在來式 火力發電 容量의 증가를 계획하고 있는 나라가 없다는 사실이다.

에너지 集約國家인 日本은 1990년에 運轉中인 原電을 36~38基 保有할 계획이나 특수한 與件(극심한 立地難, 耐震문제, 높은 인구밀도 등)으로 인해 50%이상의 열효율 성취가 거의 개발된 단계에 있는 gas-fired combined-cycle 發電所에 의한 보완계획을 추진하고 있다.

대조적인 東西의 原子力開發傾向

極東에서의 적극적인 原子力開發傾向과는 대조적으로 유럽과 北美에서는 1970년대 후반부터 지연되어 오다가 이제 겨우 침체에서 벗어나고 있다.

경기침체로 에너지需要의 성장이 둔화되자 신규발전소의 必要性이 줄어들었고 또 反核운동자들은 電力供給의 確保를 심각하게 생각하지 않고 原電의 건설을 방해하면서 계속적으로 지연전략을 固守하였다.

유럽과 北美의 需要者들은 原電이 계획대로 完工되지 않으면 原電이 예정대로 준공되었을 경우와 비교하여 더 비싼 전기요금을 부담하여야 한다는 사실을 명심하여야 한다.

서유럽에서는 몇몇 國家에서 原電이 건설되고 있거나 초기 인허가단계에 있으며 그들 獨自의 原子炉시스템을 開發하고 있는 나라도 있다. 또한 많은 나라가 核燃料사이클의 完結과 그 달성방안을 강구하고 있다.

한편 極東의 여러나라는 주요 에너지資源이 없으므로 인해 경제발전을 지속시키는 유일한 방도는 原子力을 開發하는 것이라고 전반적으로 確信하고 있다. 이 지역의 先進國들은 工業化되고 있으며 機器製作과 프로젝트의 設計 및 관리 기술을 습득하고 있다.

南美2개國도 獨自의 原子力産業

固有의 原子力技術을 보유하고 있는 北美의 두나라는 政治的 이유로 國內需要와 수출시장에서 어려움을 겪고 있으며 南美에서는 2個國이 줄어드는 水力資源을 보충하기 위하여 原子力發電에 대한 長期需要를 갖고 있으며 그들 獨自의 原子力産業을 구축키로 결정하였다.

헝가리, 불가리아, 체코슬로바키아 및 동독은 1982년말 현재 소련 설계의 PWR原電을 보유하고 있고 1차계통부품을 共同製作하려는 計劃을 갖고 있으며 原電 몇基를 地域暖房에 利用할 예정이다.

1979년 석유파동 이후 유럽에 몰아닥친 경기침체는 에너지需要豫測의 下向 수정을 가져왔고 그로인해 모든 類型의 신규 발전소 발주가 감소되었다. 반면에 地域暖房과 工業프로세스熱供給을 위한 소규모 열병합발전시스템은 상당히 활기를 띠었다.

덴마크

덴마크는 대형석유화력발전소를 석탄 연소로 개조하고 地方工業과 지역난방에 열을 공급하는 계획에 착수하였다. 덴마크는 國內에 原電을 建設하지 않을 생각인것 같으며 또한 國內에 原電을 建設하지 않고도 값이 싼 電力을 얻을수 있는 방법인 西獨이나 스웨덴의 原電을 공동 소유하는 문제에도 政治的인 어려움이 있는것 같다.

네덜란드

네덜란드는 현재 國家에너지論爭이 계속되고 있어 原電建設에 대한 결정이 지연되고 있다. 네덜란드는 國內 主要에너지資源인 天然가스가 부족하게될 경우에 대비해서 광범한 에너지保存計劃에 착수하였다. 약체의 연합정부가 확고한 原子力政策을 수립하지 못하였기 때문에 각각 다른 두가지 사고방식이 대두되고 있다.

原子力を 지지하는 側은 3基의 1000MWe 급 原電을 1990年까지 建設한다는 계획을 지원하고 있으나, 原子力を 反對하는 側은 Dodewaard와 Borssele原電의 운전정지를 요구하고 있다. 50MWe BWR인 Dodewaard原電은 初期의 原型炉이나 400MWe PWR인 Borssele 原電은 부근에 있는 알루미늄제련소에 電力을 공급하고 있다.

그러므로 만약 이 原電이 폐쇄되면 알루미늄 生産에 있어 에너지코스트를 비경제적인 수준까지 상승시킬 것이기 때문에 失職이라는 심각한 反작용을 초래하게 된다.

네덜란드産業界는 높은 에너지코스트로 인해 세계수출시장에서 경쟁력을 상실하게 될까봐 우려하고 있다.

네덜란드는 國內 重要工業그룹内の 原子力엔지니어링에 實質인 투자를 하고 있으며 서독의 SNR 300 高速炉프로젝트와 관련된 研究·開發계약의 결과와 프랑스의 Creys Malville 프로젝트의 機器供給者로서 액체금속기술에 대한 전문지식을 축적하고 있다.

現 政府는 부수적인 研究를 포함하여 SNR 300資金의 15% 분담에 대해서는 계속 동의하고 있으나 후속되는 高速炉實證發電所인 SNR 2에 는 참가하지 않기로 결정하였다.

스웨덴

스웨덴은 유럽에서 프랑스, 핀란드와 더불어 全體電力供給에서 차지하는 原子力發電의 依存度가 가장 높은 나라중의 하나이다. 스웨덴에서는 1981년12월에 設립된 委員會가 1984년말에 보고서를 제출할때까지 아무런 活動도 없을 것이다.

政府側은 값이 싼 原子力發電의 利點과 必要性에 대한 國民들의 理解가 얻어지는 동안에 다시 政治的 論爭이 일어나지 않기를 원하고 있다.

1981年度에 原子力發電은 全體電力의 36%를

공급하였으며 1990년에는 전체전력수요가 34% 증가될 전망인데 이중 原子力이 차지하는 비율은 42.5%가 될 것으로 예상하고 있다.

英國

英國에서는 PWR인 Sizewell B 原電의 公청회에 관심이 쏠리고 있다. 이 公청회는 PWR개념의 安全性, 주위환경문제, 必要性 등 세가지의 큰 主題를 갖고 있다.

CEGB는 낡고, 높은 코스트의 發電所 대신 저코스트의 原子力發電에 의한 電力이 소비자들에게 되도록 빨리 공급될 수 있게 되기를 바라고 있다. 英國의 전기요금은 유럽에서 네덜란드 다음으로 비싸다.

英國의 原子力産業은 아직까지 進行중인 事業을 많이 가지고 있다. 즉 Sellafield에 있는 BNFL마그녹스核燃料再處理工場의 확충과 Thermal Oxide再處理工場, AGR인 Torness原電 및 Heysham B原電 등을 建設하고 있다. 한편 1965년~1970년 사이에 발주된 Dungeness B, Heysham A 및 Hartlepool 등 3基의 AGR 原電은 초기의 어려움을 극복하고 현재 電力을 生産하고 있다.

벨기에

벨기에는 原子力發電에 의해 電力供給面에서 경제적 變換을 가져왔다. 1982년말에 Doel 3號機와 Tihange 2號機가 상업운전을 시작함으로써 원자력발전용량은 2배가 되었으며 1983년에는 原子力에 의한 발전비율이 전체발전량의 50%를 넘을 것으로 예상하고 있다. 또한 1984~85년 겨울에 2기가 더 運開될 예정이다. 그렇게 되면 모두 8기가 되어 合計設備容量 5,250MWe로 全體電力供給의 65%를 擔當하게 될 것이다.

以前에 主로 석유에 의한 發電을 하였을 당시에는 벨기에의 전기요금에 EEC여러나라중에서 가장 비쌌으나 1974년에 전력생산의 88%를

차지하던 석유비율이 이제는 석탄 31.8% 보다 낮은 25.4%로 떨어지자 그결과 벨기에의 전기요금은 EEC 여러나라중에서 프랑스 다음으로 싸졌다.

프랑스

프랑스는 작년 12월에 전기요금을 인상하였으나 아직 유럽에서 가장 싸다. EDF의 고민은 원자력사업을 지원하기 위해서 國際市場에서 차용한 資金에 대한 높은 이자지급에 있다.

프랑스는 LMFBR 인 1200MWe급 Super Phénix를 포함하여 1989년까지 총설비용량 34,920 MWe의 원자력발전소를稼動시킬 계획이다.

프랑스 原電들의 1982年度 平均利用率은 900 MWe급 PWR에서 발생한 汽水分離器의 튜브결함과 제어봉안내관 지지핀의 결점으로 인해 예상했던것보다 낮은 52%였으나, 금년 1월에는 평균 78%였으며 그중 몇기는 95%이상을 달성하였다.

금년중에 900MWe급 5기가稼動을 시작하게 되며 또한 금년말에는 최초의 1300MWe급 原電이 運開될 예정이다.

西獨

Hesse에 再處理工場을 위한 사이트가 선정되어 허가신청서를 작성하는 등 作業이 순조롭게 進行되었으나 DWK는 이 신청서를 철회하고 政治적으로 더욱 확실한 Bavaria와 Lower Saxony에 있는 사이트로 旋回하였다.

이것은 Lower Saxony의 Gorleben에 1400톤/년규모의 國家核燃料사이클센터計劃이 霧散되자 이어서 제안된 350톤/년 규모의 地方核燃料사이클센터計劃인 것이다.

政治的 분위기가 호전되자 西獨은 그동안 지연되었던 建設事業에 총력을 기울이고 있어 앞으로 3년동안에 약 6,954MWe의 原電이 運轉에 들어갈 것으로 보여진다.

Brokdorf原電은 현재 原子炉와 核燃料取扱建物에 대한 進捗이 패조를 보이고 있어 1986년에는 運轉에 들어갈 수 있을 것으로 전망되며, 法院의 결정에 의해 최초로 중단된 사업의 하나인 RWE의 Mülheim Karlich 프로젝트는 1985~86년 겨울에 運開를 목표로 일정이 지연수정되었다. 그러나 이와같은 지연에도 불구하고 原子力은 아직 코스트면에서의 有利함을 유지하고 있다.

현재 西獨은 原子力에 주력하고 있으나 이란 혁명 이후 Bushehr 프로젝트의 침체와 브라질에서의 원자력사업 장기간 지연으로 KWU의 수출시장진출에는 여러가지 문제가 남아 있다.

스페인

前政府는 1987년까지 11,500MWe의 原子力發電所를稼動시킨다는 대규모 原子力開發計劃을 갖고 있었으나 새로운 社會主義政府는 1990년까지 7,500MWe로 축소시킬것을 제의하였다. 그러나 스페인의 原子力産業界는 이 새로운 계획은 經濟開發에 심각한 타격을 주어 20,000명이 일자리를 잃게 된다고 이의를 제기하고 있다.

이것은 앞으로 4년동안에 80,000명을 새로 취업시키겠다는 정부의 목표에 違背되는 것이다. 만약 原子力事業이 이제 계획대로 進行된다면 영향을 받게될 原電은 Vademballeros(2기, 875MWe, BWR), Trillo(2기, 1,000MWe, PWR), Vandellos 2號機(970MWe, WH社製 PWR), Sayago(1,000MWe, WH社製 PWR) 등이다.

日本

日本은 天然에너지資源을 거의 갖고 있지 않다. 즉 Hokkaido에 다소의 석탄자원을 가지고 있으며 우라늄의 抽出 및 處理에 대한 파이로트 규모의 사업을 위한 센터가 있는 Honshu에 약간의 우라늄鑛床을 갖고 있을 뿐이다.

日本은 현재 原電 25기를 運轉하고 있으며 또

한 현재 建設中인 것을 포함하여 1990년경까지 20基를 더 稼動시킬 계획으로 있어 그때가 되면 全體電力供給에서 차지하는 原子力發電의 비중은 1981년의 15%에서 약35%로 증가될 것이다.

日本の 原子炉 製作業體에는 PWR의 경우 Mitsubishi社, BWR의 경우 Toshiba社와 Hitachi社가 있다.

日本은 작년 여름에 改良型重水炉인 200MWe 급 Fugen原電을 스케일업시켜 Tokai再處理工場에서 生産되는 플루토늄으로 만든 혼합산화물核燃料를 使用하는 600MWe급의 後續機를 建設할 것을 결정하였다. Fugen原電은 이미 혼합산화물核燃料로 運轉되고 있다.

日本の 電力會社들은 自國內에 상업규모의 재처리공장이 建設될때까지 그동안 유럽 Cogema와 BNFL등과 재처리에 대한 장기제약을 맺고 있다.

한편 高速炉計劃은 Monju原型炉에 대한 어려움으로 인해 연기되고 있으며 현재 日本은 소형 액체금속시험로인 Joyo를 運轉하고 있다.

일본의 高速炉 概念은 루프형이나 풀형에도 관심을 보이고 있으며 Toshiba社는 프랑스의 Novatome社와 技術協定을 체결하였다. 만약 프랑스의 Super Phénix가 성공적으로 運轉된다면 이를 계기로 풀형으로 변경하여 유럽과 일본의 共同協力計劃으로 進전될 가능성도 있다.

인 도

인도는 우라늄의 탐사, 채광, 추출, 核燃料의 成型加工에서부터 再處理와 廢棄物의 處理·處分 및 重水生産에 이르기까지 完全한 핵연료사이클능력을 가지고 있으나 1974년 地下核實驗以後 고립되어 있다.

自國內에 우라늄資源과 세계에서 가장 많은 토륨資源을 갖고 있는 인도는 美國에서 공급받은 Tarapur原電(BWR)과는 별도로 高速炉로 이어질 Candu型原子炉를 기반으로 하는 原子

力計劃을 開發하였다. 인도는 自國內에 풍부한 토륨資源을 高速炉 U^{233} -Th사이클에 利用하려고 항상 노력하고 있다. 인도의 토륨賦存量은 약 360,000톤으로 산정되고 있다.

한편 현재 建設中인 原電에 대해서는 國産化率을 높이기 위해 계속 노력하고 있으며 Madras MAPP原電은 88%, Narora原電은 89%의 國産化率을 설정하고 있다.

인도는 2000년까지 총설비용량 10,000 MWe의 原子力發電所 建設을 목표로 하고 있는데 초기에는 235MWe급 표준형 Candu型으로 建設하다가 배전망이 보강되면 500MWe급으로 建設할 계획이다.

高速炉 開發은 프랑스가 設計한 50MWe급 시험용나트륨냉각고속증식로를 보유하고 있는 Kalpakkam研究센터가 중심이 되어 建設前단계에 까지 와있다. 原子炉容器, 중간열교환기, 증기 발생기, 나트륨펌프와 여러종류의 計裝 및 제어시스템들은 모두 인도의 産業界가 공급한다.

토륨燃料 역시 研究되고 있다. 알루미늄피복 토륨금속산화연료는 Trombay파이로트工場에서 再處理되고 있다. 1990년대 중반에 運開를 목표로 500MWe급 原型高速炉에 대한 1차설계가 Kalpakkam센터에서 開發되고 있다.

대 만

대만은 경제적 이유로 인해 원자력발전계획의 신장율을 둔화시키도록 압력을 받고 있으나 장기적인 목표는 변하지 않고 있다. 1982년1월에 대만電力이 네번째 原電을 취소한 것은 1981년도에 電力需要의 감소를 가져온 경기침체가 원인이었다, 또한 이와 때를 거의 같이하여 電力會社は 수요신장에측을 평균 9.6%/년에서 6.5%/년으로 줄여 잡았다. 이것은 1991년까지 原子力 5,430MWe를 포함하여 全體 設備容量이 18,168MWe로 증가함을 의미한다.

한편 대만電力은 네번째 原電(2基, 900MWe,

PWR)이 완전히 취소된 것이 아니라 2년 연기 되었을 뿐이며 1991년3월에 1號機의 運開를 목표로 새로운 계약이 교섭되고 있다고 한다.

대만은 약간의 水力發電을 제외하고는 모두 전적으로 수입에너지에 依存하고 있다. 현재 대만은 4基의 BWR을 상업운전하고 있는데 GE社 BWR-6設計의 첫번째 例인 2基의 國聖原電은 같은 型의 美國內 原電보다 더 좋은 稼動性能을 보이고 있으며 950MWe급 PWR 2基인 馬鞍山原電은 현재 건설중에 있다.

대만은 完全한 原子力엔지니어링能力을 開發하는 대신 재계약자로서 主機器이외의 부품을 製作하려고 하며 또한 外國과의 再裝填核燃料계약이 끝나면 自國內에서의 再裝填핵연료 공급을 위하여 核燃料成型加工施設을 건설하려고 한다. 그 시기는 1986년경이 될것이므로 이를 위해서는 1983년말까지 건설 결정이 이루어져야 한다.

아르헨티나

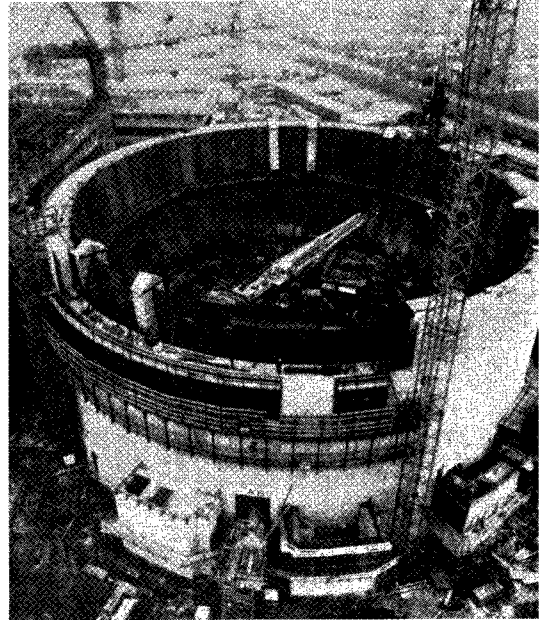
아르헨티나는 南美에서 運轉中인 原電을 보유하고 있는 유일한 國家이다. 1974년부터 稼動되고 있는 Atucha1號機는 Siemens社와 KWU社가 供給한 原電으로서 현재 상업운전되고 있는 유일한 壓力容器型PHWR이다.

아르헨티나는 國內 우라늄資源을 가지고 天然우라늄重水原子爐計劃을 추진시킴으로써 에너지獨立을 추구하고 있다.

두번째 原電인 Embalse原電은 630MWe급 Candu型으로서 현재 가동에 들어갈 단계에 있으며 세번째 原電인 Atucha2號機는 KWU社가 건설하고 있다. 아르헨티나는 금세기 말까지 6基의 原電을 가동시킬 계획을 갖고 있으나 아직까지 네번째 原電에 대해서는 아무런 결정도 내리지 않고 있다.

멕시코

멕시코 최초의 原電인 Laguna Verde原電은



建設作業이 進行中인 西獨의 Brokdorf原電

645MWe급 BWR 2基로서 당초 계획보다 7년이나 차질이 생겨서 각각 1984년과 1985년에 運開될 것으로 예상되고 있다.

캐나다

캐나다는 건설공정이 늘어남에 따라 國內市場이 점점 쇠퇴하고 있다. 최근 캐나다와 韓國에 Candu爐 1基씩을 가동시켰고, 금년중에 Quebec과 아르헨티나에서 각각 1基가 가동에 들어가며 내년에는 Pickering原電과 Bruce 原電의 4基가 運開될 예정이나 그후에는 1990년까지 매년 1基 정도로 감소한다. Candu爐의 수출전망은 현재 매우 심각한 상황이나 運轉되고 있는 모든 Candu爐는 安全性和 稼動性能面에서 淸목할만한 기록을 보이고 있다.

國內市場이 저조한 주된 이유는 에너지를 대규모로 소비하는 産業이 없다는 것이다. Point Lepreau原電은 수입석유에 크게 의존하고 있는 Maritime州를 合理的으로 開發하기 위한 것이었다.

그러나 New Brunswick의 人口는 단지 750,000 명으로서 地域開發을 위해서 추가로 원전이 건설되어야 할 필요성을 느끼지 않고 있기 때문에 두번째 原電을 건설하여 그 電力을 必要로 할 때까지 최소한 15년동안 美國에 대부분의 전력을 수출하자는 의견이 점점 대두되고 있다. 이미 연방정부는 9년동안 美國의 電力會社에 205 MWe의 수출을 승인하였으며 電力會社는 200 MWe의 추가를 協議하고 있다.

캐나다의 主要市場은 Ontario Hydro 社로서 1982년에는 自社全體出力의 31.9%를 原子力發電으로 承擔하였으며 1985년말까지는 原子力發電容量을 두배로 증가시킬 계획이다.

美國

미국은 1980년대 후반까지는 계속 原子力發電所들이 運轉에 들어갈 전망이다. 즉 금년에

12基, 내년엔 13基, 1985년에 10基, 그후에는 9基, 6基, 3基가 運開될 계획이다. 그러나 이 原電들은 모두 TMI事故가 일어나기전에 발주된 것들이다.

미국의 경제는 앞으로 5년동안 原子力에 의한 電力量的 증가로 많은 혜택을 받겠지만 1990년대로 이어지는 건설계획이 없다. 實際로 8개 프로젝트가 취소됨으로써 원자력발전계획에서 容量의 감소를 가져왔다.

또한 카터前政府의 再處理 억제는 美國의 原子力産業界에 막대한 손상을 주었다. 최근 美國內에서의 原子力開發에 대한 가장 큰 축진은 核廢棄物政策法의 통과이다. 이 법은 원자력발전 개발의 장애물을 제거하고 진전한다는 데 큰 의미가 있다.

(資料: Nuclear Engineering International 5月號)

低레벨 放射性 廢棄物

美國의 陸地處分 現況

필요하게 된 새 對策

美國에서는 1940년대 당초의 軍事目的 原子力開發이 활발해짐에 따라 최초의 육지처분장을 1944년에 政府運營으로 Oak Ridge, Los Alamos, Hanford 등에 계속적으로 開設하였으며, 그 후 Savannah River, Idaho 등에도 開設되었

으나 1950년대에 들어서 民間需要의 원자력 개발이 왕성해짐에 따라 방사성폐기물의 발생량도 증가하여 민간에서 발생하는 폐기물은 민간에서 處理하도록 한다는 생각에서 1962년에 Nevada州 비이디의 처분장을 필두로 10년동안에 6개소의 民間陸地處分場이 조업을 개시했다.

당시는 國際放射線防禦委員會(ICRP)의 각종 권고가 정비되기 시작하는 시기였으며 방사선 방어와 안전평가에 관한 정책, 지침 등이 검토 준비되어가는 단계였다는 것과 또 당초 開設된 처분장이 過疎지역에 있었으며 이들 대부분은 건조, 사막지대에 있어서 降雨나 지하수 등에 의한 영향이 거의 없었다는 점 등으로 인하여 비교적 平易한 관리하에서 처분되고 있었다.

그러나, 1974년 Kentucky州의 모어해드처분장에 埋設한 폐기물중의 放射性核種이 시설내 또는 주변환경으로 移行되고 있었던 事例가 환경보호청(EPA)에 의해 보고된 것을 발단으로

하여 New York 州의 웨스트바레이, Tennessee 州의 Oak Ridge 등에서도 같은 사례가 발견되었고 이것이 계기가 되어서 모어헤드와 웨스트바레이는 폐쇄되었다.

또, Illinois 州의 셰필드에서는 1978년 시설이 거의 다 찼기 때문에 폐쇄됨으로써 현재 정부가 운영하는 것을 제외하고 조업하는 민營 처분장은 3개소 뿐이다. 그 외에 다른 州에서 발생한 폐기물이 자기 州로 들어오는데 대한 주민의 이해가 점점 곤란해져서 放射性 廢棄物의 처분대책에 새로운 정책이 요구되게 되었다.

聯邦政府가 協定作業을 援助

1978년에 대통령에 의해 설치된 방사성폐기물관리 정부내 리뷰그룹(IRG)이 보고서를 정리했고 이것을 받아서 1980년초에 放射性 廢棄物管理國家計劃이 제출되었다.

또 同年末에 「低레벨 방사성폐기물 정책법」이 制定됨으로써 民間低레벨 폐기물은 各 州의 책임하에 처분하며 1986년 이후부터는 州間 協定을 체결하지 않은 다른 州로부터의 폐기물은 거부할 수 있게 되었다. 그래서 各州는 지역마다(현재 6개지역, 다만 California와 Texas 兩州는 獨自) 협정을 체결하고 각각에 처분장을 건설할 계획으로 현재 협정 체결 준비가 진행되고 있으나, 이들 지역중에서 처분장이 있는 것은 3개 지역으로 나머지 지역, 특히 低레벨 폐기물이 다량 발생하는 北東지역은 適地가 적기 때문에 협정작업도 담보 상태에 있는 현황이다. 또, 처분장을 갖고 있는 州에서도 북동지역의 진전을 지켜보고 있으며 협정을 체결할 단계까지는 가지 않고 있다.

그래서, 연방정부에서는 이들을 추진하기 위해 에너지부(DOE) 원자력규제위원회(NRC)를 위시해서 각 기관의 責務, 體制를 정비하여 州政府, 지역의 작업을 원조하고 있다. 각 기관

의 역할은 다음과 같다.

〈에너지부〉

에너지부(DOE)에는 두 개의 주요한 기능이 있다. 하나는 低레벨 방사성폐기물 처리처분기술의 개량·개발이며, 또 하나는 各州의 公的, 私的 기관을 이용하여 計劃에 참가할 수 있는 관리체제를 신속하게 확립하는 것이다.

처리기술의 개발에서는 可燃性 폐기물의 燒却기술, 減容固體化기술의 시스템화 및 實證을 행하고 있으며, 처분 기술면에서는 사이트 선정 기술의 확립, 처분장 시설의 표준화, 폐쇄후의 관리기술의 확립 등에 관한 작업과 환경 monitoring handbook의 작성 등을 행하고 있다. 관리체제의 확립에 있어서 DOE의 역할은 州間地域協定에 대해 ① 州政府사이, 地域사이의 교섭을 지원한다, ② 각종 정보교환의 지원, 공청회의 계획에 참가한다, ③ 폐기물에 관한 각종 데이터를 수집해서 州정부에 제출한다 등이 주된 것이다.

〈原子力規制委員會〉

원자력규제위원회(NRC)는 기술기준의 확립, 처분시설의 설치·운전에 관한 각종 規制를 맡는다. 이를 위해 NRC는 低레벨 폐기물 정책법에 따라 육지처분장설치를 위한 기술기준, 성능목표, 認許可 수속을 정한 10 CFR61(방사성 폐기물의 陸地處分에 관한 認許可 要求事項)을 制定했다(1983년 1월 施行, 다만既設 處分場에 대해서는 12월부터 적용). 그리고 현재 이 규제에 따라서 기술지침, 안전평가 모델 등을 작성중이다. 또 極低 레벨 방사성 폐기물의 구분에 대해서도 환경보호청(EPA)과 검토중이며 84년경에 안을 제출할 예정이다.

〈環境保護廳〉

환경보호청(EPA)은 환경보호를 위한 방사선

기준, 規範을 制定한다. 현재 저레벨 방사성 폐기물에 관한 일반환경기준(40 CFR 193)를 작성중인데 84년에 案이 제출될 예정이며 海洋投棄에 관해서도 77년의 규제를 재검토하고 있다.

〈運輸省〉

운수성은 방사성 폐기물을 포함한 위험물 수송을 위한 차량, 운전자 및 package의 규칙을 제정하고 이들의 수송규제를 담당하고 있다.

저레벨방사성 폐기물의 수송에 있어서 가장 신속한 수송경로의 사용을 원칙으로 한 high way 經路規定(HM-164)을 채택하고 있으며 이에 대해 地方自治體가 이동을 금지한다든가 과중한 제한을 加하는 것은 규칙에 적합하지 않은 것이며 排除되는 것이라는 見解를 제시하고 있다.

〈其他의 聯邦政府當局〉

저레벨방사성 폐기물의 육지처분에 관련되는 기타의 정부당국에는 內務省(地質調査所 및 土地管理局), 商務省(國家海洋·大氣管理局), 聯邦緊急時管理局 등이 있다. 특히 내무성의 지질조사소에서는 거의 대부분의 州에서 水理地質學的 조사를 실시하고 있으며, 사이트 선정, 立地에 있어서 다른 當局이나 州에 기술적평가를 원조하는 역할을 한다.

또, 토지관리국에서는 연방소유지의 사용권에 관한 責務를 맡는다.

PA와 資金確保가 課題

한편 州政府에서는 처분장의 신속한 설치, 규제권한의 獨自性을 가지기 위해 NRC와 協定을 체결하여 일정범위내에서 규제권한을 획득할 수 있다. 이것을 協定州(agreement state)라 부르며 현재 California와 Washington 등 26個州가 그 지위를 갖고 있다.

또 저레벨 방사성 폐기물의 處分시설반에 대한 規制權限을 획득하는 것도 가능한데 이러한 州를 限定協定州라고 한다.

州間協定에 의해서 지역마다에 육지처분장을 설치하는데 있어서는 처분장을 설치하는 州가 協定州(限定協定州)인가 非協定州인가에 따라 다소의 規制體系, 수속 등의 순서가 다르기는 하나 기본적으로는 NRC와 운수성의 규칙에 준한 행정책임(州政府)을 분담하게 된다. 이와같은 體制下에서 앞으로 폐기물 정책법에 따라서 새로운 처분장을 설치해 나가게 되는데 그 동향은 매우 어려운 狀況을 내포하고 있다. 그 하나는 public acceptance 문제이고 다른 하나는 비용의 문제이다.

Washington州는 州民투표에 의해 州外의 방사성폐기물이 들어오는 것을 금지했으나 사이트 운전자 및 司法省이 이것을 聯邦法院에 告訴하여 연방정부의 법률에 위배되었다는 요지의 판결을 받았다. 州는 이에 不服하여 上告했으나 고등법원에서도 違反의 판결이 나왔다. 또, Nevada州에서도 다른 州에서 가지고 오는 폐기물에 대한 第三者 기관검사와 州內운반에 대해 엄격한 관리를 행하는 등 搬入을 실질적으로 거부하고 있으며, 또 South Carolina州에서도 認可取扱量을 감소시키는 등 各州 모두 美國의 처분장이 되지 않으려고 고심하고 있다.

이에 부수해서 처분비용의 면에서도 웨스트바레이, 모어헤드, 셰필드 각 처분장이 폐쇄된 1978년 이전에는 비교적 값이 싼 것이 폐쇄 후의 유지관리비용, 州稅 등에 의해 82년에는 약 5배 가까이 값이 올랐으며 금년에는 또 2배 정도 올랐다. 그래서 DOE는 각 원자력발전소에 燒却爐, 結晶化濃縮器 등에 의한 減容化 대책을 권고하고 있다.

10 CFR 61은 현재 미국에서 처분량의 약 반을 담당하고 있는 Barnwell처분장의 경험을 기초로 작성한 것인데 방사성 폐기물을 그 核種

과 濃度에 따라 A, B, C 세개의 class로 분류하고 각각에 따라서 처분에 대한 요구 항목을 정해 두고 있다.

class A에 대해서는 필요최소한의 요구가, class B에 대해서는 거기에다가 다시 안정성이 요구되고 있으며, class C에서는 장기간에 걸쳐 처분장에 사람이 침입하지 못하도록 제도상의 관리가 요구되고 있다. 또, 公衆의 被曝에 관해서는 全身 25밀리렘/年, 甲狀腺 75 밀리렘/年으로 제한하고 있다.

앞으로 이들 기준 등의 구체적 적용, 사이트 立地에서 건설, 조업 등을 고려했을 때 86년 1월까지는 시간적여유가 없기는 하나 착실히 整備體制를 확립하여 나가고 있는 것이 미국의 現況이다.

美國, 90年代에 電力不足

에너지省 研究報告書

1990年代에 가면 美國은 發電設備不足에 直面하며, 電力需用家는 높은 料金を 支拂하지 않으면 안될 것인 바, 그 이유는 電力會社들이 너무 많은 原子力 및 石炭火力發電所를 工期지연시키거나 建設계획을 淸소하기 때문이라고 레이전행 정부의 연구보고서가 發表하고 있다.

“美國電力의 將來”라고 表題된 이 報告書는 많은 發電所가 더 비싼 石油 또는 가스使用 發電所로 代替될 것인 바, 1980년과 1981年 度에

淸소되거나 연기된다고 發表된 發電所의 半 정도가 結果적으로 그로 인해 通常發電費 以上の 높은 비용을 지불해야 될 것이라고 말하고 있다.

더욱 만약 현재와 같이 전력회사 의 건축정책이 계속된다면 1990年代에 가서는 많은 지역에서 전력사업에 대한 신뢰가 위태롭게 될 것이라고 경고하고 “어떤 지역에서는 예비율이 10% 미만으로 떨어지고 말것이지만” 20% 예비율이 적정선으로 생각된다고 말하고 있다.

이 연구보고서는 DOE (미국에너지성)가 주관한 각 부처간의 전력정책 Project의 결과로 나온 것이며 지난 6월에 발표되었다.

1980년대의 예비율은 30% 내지 35%가 되므로 많은 사람이 지적한것 처럼 설비과잉 현상이 나타나지만 현재의 과잉설비현상은 80년대말까지 는 소멸될 것인데, 전력회사들은 必要시기에 앞서서 착공하지 않으면 안되는 신규발전소건설에 투자를 하지 않으려고 하고 있다고 이 보고서는 지적하고 있다.

전력회사가 당면한 문제는 장기資本集約工事의 建設이 “재정투자로는 실제로 불이익” 하다는데 있다. 문제가운데 하나를 지적하자면 규제기관들이 현안의 가격 및 원가 결정문제를 점점 더 어렵게 만들고, 이로인하여 장기전력공급과 가격저하 방안에 초점을 맞출 수 없다는데 있다고 말하고 있다.

이 보고서는 석유와 가스의 수요가 장차 차츰 증가될 것이고 비록 그 수요가 감소하더라도 전력수요는 GNP의 성장과 더불어 매년 3%가량 증가할 것이라고 예측하고 “많은 사람들이 국가가 1973年 석유파동 이후 총에너지 소비량의 증가없이 경제성장이 지속되도록 애써왔다는 사실은 알고 있지만 그럼에도 불구하고 그 이후 전력수요가 계속 증가하여 왔다는 사실은 깨닫지 못하고 있다고 말하고 이것이야 말로 중요한 물 이해라고 지적했다.

전력수요가 다른 에너지수요를 앞지른다는 것

은 그 가격이 대단히 느린 속도로 인상되기 때문이며, 모든 에너지가격은 70년대에 극적으로 인상되고 인플레이의 영향을 받아 1980년의 가격은 1960년 가격의 두배가 되었는데, 여기에 비교해보면 1980년 전력의 “실질가격”은 1960년의 가격과 거의 같다고 이 보고서는 지적 했다.

이 보고서는 20세기 말까지 438GWE의 신규 발전설비가 필요하게 될 것이라고 전망하고 이것은 연간 3%의 성장율과 노후설비 및 고가의 석유·가스 발전을 대체하는데 소요된다고 했다. 미국의 현재 설비용량은 572GWE이다.

60년대말과 70년대 초에 그랬던 것처럼 만일 전력회사가 미리 이 사태에 대비하지 못하거나 신규로 油專燒 또는 가스발전소를 운전하기에 급급한다면 수용가는 금세기말에 가서는 매년 180억불의 전력요금을 더 부담해야 할 것이다. 소규모 발전소는 빠르고 적은 비용으로 건설할 수 있지만 이것을 운전하는데는 원자력 또는 석탄 발전소 보다 훨씬 더 비싸게 되며 그러한 전략은 오히려 미국의 유류수입을 증가시키고 경제성장을 저해할 것이라고 이 보고서는 경고하고 있다. <資料 AIF 발행 : INFO 7 월호>

소聯, 原子炉輸出에 血眼

共産圈, 原子力發電注力

소聯의 아톰맛슈原子力機器工場의不振이 傳해지고 있으나 共産圈全體의 원자력발전계획은 코메콘(相互經濟援助會議)의 相互協力を 軸으

로 착실하게 擴大하고 있으며 近代化(標準化)나 信賴性 向上의 努力도 成果를 올리고 있는 것 같다.

체코는 곧 完成될 예정인 3號機(44萬KW)로 國産化를 거의 完成하고 헝가리에 대해서도 以前の 2個爐에 이어 새로이 2個爐를 製作 輸出한다. 소聯으로부터의 技術傳授는 成功裡에 行해졌다고 한다.

체코는 石炭火電의 建設을 昨年度에 竣工된 것을 마지막으로 끝맺음하고 앞으로는 全面 原子力으로 轉換할 方針아래 이미 建設·計劃中인 10개爐(이밖에 運轉中 2基) 다음에는 100萬KW 爐를 建設한다. 그 最初の 4基는 소聯과의 輸入契約이 체결되었다.

開發目標은 90년에 728萬KW, 95년에 920萬KW이며 약 100개 地點이 選定되고 있으나 當分間은 2개地點으로 充分하다는 것이다.

共産圈은 현재 44萬KW爐에서 100萬KW容量으로 移行段階에 있다. 체코외에 루마니아도 소聯과 100萬KW爐의 輸入契約을 체결하고 오랜 顧客인 핀란드도 商談을 추진하고 있다.

그 供給態勢의 核心은 아톰맛슈工場인데 豫定보다 製造實績이 오르지 않는 것이 골치거리이다. 프랑스에 技術傳授를 포함한 援助를 要請했으나 코콤과의 關係, 美國의 反對등으로 實現은 容易하지 않은 것 같다.

한편 44萬KW爐는 체코외에 헝가리(燃料取扱裝置), 東獨(計裝關係) 등의 製作分担體제가 되어 있다.

최근 原子力導入(2基)을 결정한 폴란드를 비롯하여 東歐圈의 需要는 아직 계속될 展望이며 印度, 시리아등 西方側 親蘇諸國과의 交渉도 있으며 開發途上國에 알맞는 中型爐의 長點으로 뜻밖에 市場이 擴大될 可能性도 없지 않다.

共産圈의 運轉爐(44萬KW爐 以上)는 27基에 達하고 있다. 그 運轉·故障데이터의 蒐集·解析, 製作面에 대한 反映, 安全基準의 近代化등

이計劃으로 進行되고 있다는 것이 마르세이유(佛)에서 開催된 IAEA(國際原子力機構)의 심포지움(5日)에서 報告되었다.

그 中에는 敷地周邊 25Km圈에 保健地帶의 設定, 緊急計劃(從業員·住民을 위한것)의 作成 등 최근 傳하여지고 있는 소聯의 西方側 制度에 대한 關心을 뒷바침하는 新規制도 볼 수 있다. 또 체코가 住民監視制를 採擇하였다는 것도 注意를 끌만 하다. 코메콘에 의한 國際的인 標準 安全規制코오드의 作成도 進行되고 있다.

소聯代表는 27基의 運轉經驗이 160原子爐年에 達하며 그동안 1件의 放射能事故도 없었고 뽑내고 있다. 昨年の 平均稼働率은 72%, 故障發生의 平均間隔은 爐心部材 18,000時間, 蒸氣發生器가 15,000時間이라는 實績을 報告했다.

그러나 체코代表는 同國의 經驗이 2030년까지 간다하여도 500原子爐年밖에 되지 않으므로 國際的인 情報交換이 重要하다고 呼訴하고 있다.

이와 別途로 유고의 세미나에서는 소聯이 發電爐販賣後의 アフター서비스를 說明, 宣傳하고 있는 것도 注目된다. 소聯은 專門家 數名으로 이루어진 팀을 各國의 發電所에 5年 또는 그 以上을 駐在시키고 있으며 앞으로도 계속할 方針이라고 한다. 安全規制의 裝備와 함께 소聯의 輸出意欲과 態勢를 엿볼 수 있다.

歐美諸國의 受注戰 熾烈

途上國의 原電建設싸고

開發途上國의 原子力計劃을 둘러싸고 歐美의 こん설턴트會社의 활약이 눈에 띄이고 있다. 공업

기술수준이 낮은 途上國에서는 원자력의 도입에 있어서 신뢰할 수 있는 こん설턴트는 不可欠의 存在이다.

파키스탄의 카슈머爐計劃(90만KW)에서는 스페인의 아키텍트·엔지니어會社 세너가 入札관리를 청구하고 있다.

同社는 3년전에 파키스탄原子力委員會와 계약하여 먼저 카슈머爐의 可能性 調査를 하였다.

81년 후반부터는 원자력위원회 및 건설회사속의 파키스탄人技術者 약 백명과 함께 관련되는 공동조사, 스페인에서 받아들이기로 하는것을 포함한 양성훈련을 권장하며 入札用 仕様을 작성하고 應札評價手續의 작성을 거의 끝낸 단계이다.

입찰후의 평가도 물론 세너社가 담당한다.

건설단계에서는 파키스탄은 다시 아키텍트·엔지니어社를 고용할 방침으로 플랜트와는 별도로 경쟁입찰을 예정하고 있다. 스위스의 모우터 콜롬부스外 벨지움, 스페인으로 부터의 응찰의 소문이 오가고 있다.

이집트에서도 사정은 같은데, 여기서는 모우터 콜롬부스가 國營電力과 계약하고 있다. 원자력발전계획 전반에 대한 어드바이스가 임무로서 立地調査의 평가, 안전성 및 認許可의 기준작성, 仕様書 작성 등을 행해왔다.

입찰후의 평가까지를 계약하고 있으며 그 후의 고용의 可否는 이집트정부가 定한다.

이집트의 현재의 계획은 90만KW 2爐이다. 그 1號爐는 프라마툼이 확정적이나 이집트 정부가 내놓은 「2천년 까지 8爐」의 建設계획을 둘러싸고 미국, 캐나다 까지 참여한 경쟁은 치열하다.

복잡한 對이스라엘 관계도 있고해서 그 가운데서 中立的立場의 こん설턴트의 比重은 크다.

인도네시아도 最近, 건설중인 多目的 研究爐 NPR-30(熱出力 3만KW)의 관리를 벡텔(인도네시아의 子會社)과 계약했다.