

核拡散防止手段 강구되면

사이클시설의

建設・運轉容認

INFCE- 最終報告書

國際核燃料사이클評價(INFCE)는 지난 3월 25~29일의 5일간, 비엔나의 홀부르크宮에서 열린 마지막의總會에서 커뮤니케를 채택하고 2년 4개월에 걸친 작업을 終了했다. 그간 우리나라를 비롯한 56個國, 5個機關이 参加하여 열띤 검토를 行한 INFCE의 최종적 보고의 결론은, ① 일반적으로는 경제성 정당성이 있고 核擴散을 방지하는 수단의 강구함이 가능하다. 핵연료 사이클시설의 건설·운전은 용인된다. ② 현재 및 장래에 걸쳐 核防止가 有効하다고 판단되는 특정의 핵연료사이클은 존재하지 않는다. ③ 핵확산 리스크 最小化의 수단으로서는 기술적 수단, 개량보증 조치, 제도의 정비 세가지가 있다 등이 포인된다. 以下, INFCE 최종총회 後 명백하게 된 결론의 개요를 소개한다.

企 劃 室

(1) 이하의 項目은 8개의 작업부회 보고서에 포함되며, TCC에서 「要約과 概說」에 요약된 기술적, 定量的 및 解析的인 詳細內容에서 취급된 것이며 TCC에 의해서 매스컴에의 정보전달에 도움이 되기 위해 편집되었다. INFCE 작업의 권위있는 文書는 各作業部會 보고서 및 「要約과 概說」自身이며, 이하에 記述한 사항을 충분히 이해하기 위해서는 이들의 보고서를 보아야 할 것이다.

資源, 技術, 經濟, 環境面에서 의 檢討

(2) 금후, 약 반세기의 세계의 에너지 수요를 충족시킴에 있어서 원자력의 역할은 증대할 것이라고 기대된다. 금후 50년간의 원자력 발전규모를 높은 신빙성을 가지고서 예측할 수가 없으므로 가장 있을 듯한 발전 규모보다는 오히려 넓은 폭을 가지게 한 발전 규모가 核燃料, 重油, 燃料사이클·서비스

의 수요를 계산하기 위한 기초로서 설정되었다.

非공산권(WOCA)의 원자력 발전규모는 현재 1億 2,500萬kW이나 2000년에는 8億 5千萬~12億kW, 2025년까지는 18億~39億kW의 범위로 推定되었다.

(3) 核燃料, 重水 및 이들에 수반하는 서비스의 수요는 원자력 발전규모뿐만 아니라 採用되는 原子爐의 타입이나 組合에도 의존한다. INFCE에서는 이들의 필요량을 계산하기 위해 몇개의 爐型戰略이 定義되어 많은 가능성이 지적되었다. uranium 수요 推定量은 2000년에 약 9~16萬톤 uranium/年, 2025년에 약 7.5~43萬톤 uranium/年이다.

(4) 수요의 경우와 같이 먼 장래에 걸친 uranium 入手가능성은 높은 신뢰성을 가지고 예측할 수는 없다. 非공산권의 확인되고 있는 uranium 資源으로부터 추정하면, uranium 生産능력은 1990年代末에 11~12萬톤 uranium/年 정도의 피크에 달할 것이다. 그후는 확인되고 있는 uranium 資源으로부터의 生産은 감소하여 이 生産규모와 유지·증가는 새로운 리소오스 또는 스펙큘러티브·리소오스의 발견, 개발에 결정적으로 의존하게 될 것이다.

(5) uranium 生産이 충분한 수준으로 얻어짐에는 地質上의 入手가능성 外에 많은 要因에 의존해야 할 것이다. 이들의 요인중에서 가장 중요한 것은 바람직한 정치적 환경의 존재, 충분한 人的 資源 및 설비의 존재, 시장의 連續性 및 안전성, 거기에 환경 規制上의 여러가지의 不確性의 해결이다.

(6) INFCE에서의 비교의 결과에서는 필요한 探查와 투자가 이루어지면 uranium 産業은 2000년까지의 수요를 충족시킴에 곤란하게 하지 않는다고 생각된다. 이 비교는 今世紀末까지에 追加資源의 生産이 필요한 것 및 uranium의 가장 효율적인 이용·절약을 하는 爐型戰略의 중요성을 示唆하고 있다. 필요하게 되는 uranium의 新規生産의 대부분은 새로운 資源의 발견에 의존해야만 할 것이다. 既知의 uranium 賦存量의 모두가 원자력 계획

으로서 사용이 現時點에서 예측되고 있는 시기까지 入手가능하다는 것이 아니므로, 探查 및 개발의 노력이 필요하다라는 것은 명백하다.

(7) 공산권 이외에서는 스펙큘러티브·리소오스로부터의 生産을 포함시킨 長期의 uranium 공급평가에 기초를 둔 uranium수급의 비교로부터 原子力 발전규모가 INFCE의 높은 케이스로서 성장하면 전력공급을 확보하기 위해서는 그 2000년 이후의 빠른 시기에 상당한 改良熱中性子爐나 FBR의 導入이 필요하게 될 것이다. 만약, 낮은 케이스로서 성장한 경우에는 uranium의 공급은 2025년 까지의 수요를 충족할 수는 있을 것이나 新型爐 기술의 실용은 이것을 더욱 확실한 것으로 하게 될 것이다.

(8) INFCE에서는 공급의 예측과 수요의 예측은 따로 행해졌다. 실제로는 공급과 수요는 서로 관련되어 있으며 수요의 전망, 探查 노력 및 수요와 공급의 보증에 상당한 영향을 미친다.

(9) uranium 수급의 지역적 언밸런스나 장래의 uranium 入手가능성에 대한 신뢰도 및 시기에 관한 판단의 차에 따라서 uranium 이용효율의 개선이나 爐型戰略에 관한 어프로치가 各國에서 달라진다. 既知의 uranium 資源이나 生産능력은 주로 十個國에 집중하고 있는데 장래에 있어서는 공급先이 多樣化할 가능성이 있다. 이와 같은 多樣化는 소비자의 공급보증에 관한 신뢰성을 높이게 할 것이다.

(10) 경제성이나 안전성에 악영향을 미치게 하는데 LWR에서 10~15%, HWR에서 30% uranium 절약이 가능하게 되는 윈스·슬로에서의 개선의 가능성이 만약 필요한 개발계획이 성공하면 앞으로 10년내에 실증될지도 모른다. 既存의 기술로서 행하는 LWR의 플루토늄·리사이클은 既存의 윈스·슬로우에 비해 35~40%의 uranium 절약이 될 수 있다. HWR에서는 보다 더 많은 절약이 될 것이다.

(11) 현재의 기술과 酸化物 연료를 사용하

는 FBR는 2000년까지에 상당수의 설치가 가능할 것이다. 현재, 우리나라의 大消費國이 충분한 규모로서 FBR를 설치하면 장기적으로는 우리나라의 수요를 감소하게 되며, 또 충분한 增殖利得을 가지는 우리나라공급의 속박으로부터 실질적으로 해방된 원자력 발전을 가능하게 할 것이다.

(12) 토륨을 함께 넣는 사이클은 熱中性子爐에서의 우리나라·사이클과 비교해서 우리나라의 유효이용상 바람직하나 2000년 이후까지는 상업적으로 이용 가능하게는 되지 않을 것이다. 리드 타임은 이들의 爐에 필요로 하게 되는 토륨의 생산을 개발함에는 충분한 시간으로 생각된다. 他의 新型爐도 2000년을 상당히 지나지 않으면 이용가능할 것같지 않다.

(13) 경제성이나 에너지戰略에 대한 고려는 각국마다 다르며, 일반적으로는 어떤 核燃料사이클도 모든 경우에 경제적으로 뛰어난다고 하는 것은 없다라는 결론에 도달하였다.

(14) 많은 가능성이 있는 연료사이클에 있어서 再處理는 필요한 것이다. 再處理와 함께 짜지는 연료사이클의 윈스·슬로우 연료 사이클과 비교해서 경제성의 논의는 天然우라늄의 가격 및 분리된 플루토늄이나 우라늄의 그後의 이용 방법에 의존한다. 만약, 분리된 것이 輕水爐에 리사이클되면 경제적인 利點은 그다지 크지 않는 것으로는 생각되지 않는다. 몇몇 나라에서는 에너지 自立과 공급보증으로 적극적인 공헌을 한다고 보고 있다. 한편, 만약 FBR의 資本코스트 및 연료 사이클 코스트를 충분히 내리게 하는 것이 가능하다면 FBR으로의 리사이클의 경제상 및 공급 보증상의 利點은 상당한 것이 된다. 플루토늄을 사용하려고 하고 있는 많은 나라는 이것을 주로 해서 FBR를 사용하려고 한다.

(15) FBR의 개발계획을 진행하려고 결정하는 것과 개발된 시스템으로서 FBR를 수입하는 것과의 사이에는 큰 차가 있다. FBR의 개발을 결정하는 것은 개발의 초기단계에

큰 경제적 페널티를 甘受함을 뜻한다. 熱中性子爐의 설치를 계속해서 행하는 것과는 달라서 FBR를 개발해감에는 새로운 수준의 기술과 기술적·공업적 기반이 필요하게 된다.

濃 縮

(16) 가스擴散法 및 遠心法의 기술적 및 경제적인 실용성은 이미 확립되어 있다. 空氣力學法, 化學法, 레이저法, 프라즈마法 등을 포함하는 他의 몇가지의 기술은 장래 工學的으로 개발됨이 有望視된다.

(17) 현재, 운전중 및 건설중의 우리나라 농축시설의 능력은 1990년경까지의 농축수요를 커버할 것이다. 현재 계획중의 시설의 능력을 더하면 1995년까지의 수요를 커버할 것이다. 2000년 이후에 대해서는, 만약 농축수요가 최대가 되는 爐型戰略의 경우는 수요를 충족시키기 위해 농축능력을 급격히 증대시킬 필요가 있으나 이것은 그다지 곤란하지는 않을 것이다.

重 水

(18) 重水の 경우, 중수소자원은 풍부하며 또 충분히 실증된 생산기술이 존재하므로 重水を 入手하는데 있어서 넘어야만 할 중대한 문제는 없다.

燃料사이클의 백·엔드

(19) 다음의 4가지의 기본적인 管理觀念이 明白하게 되었다. ① 再處理한다. ② 再處理 하느냐 않느냐의 결정을 연기한다. ③ 既使用燃料을 수송한다. ④ 再處理하지 않는다. ④를 선택한 나라는 없다. ③의 개념下에서는, 어떤 나라는 既使用 연료와 그 권리를 다른 나라로 이전하는 것인데 이 다른 나라는 ③이외의 개념으로부터 하나를 선택해야만 한다. 4가지의 개념 전부에서 再處理시설 또는 최종 처분장으로서의 既使用燃料의 수송 외에 어떤 일정기간의 既使用燃料 저장이 필요하게 된다.

既使用燃料의 輸送

(20) 既使用연료의 수송은 충분히 확립된 기술이다. 既使用연료의 수송 카스크에 관한 설계와 許認可의 要件은 안전, 환경보전, 保障措置, 核物質 防護를 충분히 担保할 수 있다.

既使用燃料의 暫定貯藏

(21) 既使用燃料 관리에서 어떠한 사고방식을 취하더라도 1980~1990년의 사이에 既使用 연료의 상당한 量이 저장되어 가고 蓄積되어 간다고 예상된다. 그 뒤에 계속되는 核 연료사이클의 段階가 없기 때문에, 그 후 몇 年間 既使用 연료의 저장은 몇개 나라의 原子爐 運轉者에게만 문제가 될 것 같다.

(22) LWR 및 HWR의 既使用 연료의 濕式 저장에 대해서는 低버언업의 연료에서는 20년까지의 기간의 經驗이 있다. 보다 長期의 저장 및 보다 높은 버언업의 연료의 濕式 저장에는 특히 중대한 浬란은 없다고 생각된다. 콤팩트·력을 사용하는 기술을 포함해서 물을 넣어둔 풀에서의 저장은 實證된 기술이라고 생각된다. 乾式貯藏은 長期 저장때의 代替案으로서 검토되고 있다. FBR 연료의 저장은 實驗爐 및 實證爐의 經驗을 베이스로 하고 있으며 특히 문제가 생기고 있지는 않다.

再處理, 플루토늄 取扱, 리사이클

(23) 기본적인 기술은 확립해 있다.

(24) 몇개 나라가 대규모 再處理시설을 설치하고 建設中 또는 계획하고 있다. 이들의 시설은 서로 닮아있으며 같은 프로세스에 기초를 두고 있다. 이 프로세스를 FBR 연료로 대규모로 적용하기에는 얼마간의 기술상의 修正이 필요할 것이다.

(25) 플루토늄의 저장 및 수송, 혼합酸化물 연료가공 및 그 熱中性爐에서의 照射에 대해서는 상당한 經驗이 얻어지고 있다. 비교적 작은 연료加工공장 및 第一世代의 LWR에서만 기술이 實證되고 있지 아니하나 지금까지 얻어진 經驗은 공장정도의 스케일·업 및

現在世대의 LWR에서의 리사이클이 가능한데 대해 충분한 자신을 주는 것이다. FBR 實驗爐나 實證爐에서의 표준적인 연료의 성능은 만족할 만한 것이며 통계上 충분한 양의 經驗이 얻어져 있다.

再處理 燃料의 最終処分

(26) 再處理를 행하지 않은 개념에서는, 既使用 연료는 폐기물로서 취급되며 최종 처분이 되어야만 한다. 既使用 연료의 드림으로의 封入기술은 아직도 實證되고 있지 않으나 현재 시험중이다. 거의 대부분의 부분은 현재의 기술을 단순하게 응용하거나 약간 변경하는 정도로서 충분한 것이다. 처리된 既使用 燃料의 深地下処분에 관한 표준적 기술은 再處理로부터의 높은 레벨 폐기물의 기술과 本質的으로 같은 것이다.

廢棄物의 最終処分

(27) 中·低레벨 폐기물의 관리 및 処분에 관한 방법은 이미 실시되고 충분히 확립되어 있다. 高레벨 폐기물의 유리固化 기술이 低버언업 연료의 폐기물에 대해서 현재 公業규모로서 사용되고 있다. 이 기술은 높은버언업 연료의 폐기물에 대해서는 工學規模에서 實證中이다. 高레벨 폐기물의 深地下処分の 표준적 기술은 概念檢討 및 필드 테스트에 기초를 두고 있다. 몇개의 假定은 저장庫가 실제로 建設되고 운전됨으로서만 확인된다.

(28) 우라늄의 精鍊殘滓에 관해서는 환경으로의 영향을 감소시키기 위한 기술은 가까운 장래에 더욱 改善될지도 모른다.

(29) 既使用 연료의 暫定貯藏, 폐기물의 관리·처분의 코스트는 발전코스트에 비교해서 적으며, 연료사이클 동안에 크게 달라지는 것은 아니다.

環境, 健康 및 安全面의 檢討

(30) 원자력발전 프로그램의 환경, 건강, 浬중에서도 安全性의 측면에 대해서 종합적으로 평가를 행하는 것은 INFCE의 검토범위

에서는 없었다. 發電爐 그 자체의 운전의 영향이나 원자력 시설의 사고의 영향은 검토되지 않았다. 그러나 各 作業部會는 환경, 건강, 안전에 관한 要因에 대해서 평가를 행했는데, 그 목적은 검토항목에 提示된 특정의 연료사이클 활동이 許可標準値에 合致되게 해 나갈 수 있겠는가, 이것이 전체의 연료 사이클 평가에 큰 영향을 줄 수 있겠는가, 또 이와 같은 관점에서 各 연료사이클 사이에서 큰 차이가 있을까를 일반적인 견지에서 평가하는 것이었다. 이와 같이 한정된 검토범위 속에서 相關 作業部會는 通常時의 核연료사이클의 운전에 의한 集團 放射線 線量豫託으로의 奇與는 自然 백그라운드 방사선으로부터의 年間被曝量과 비해 적은 것이라는 結論을 얻고 있다. 폐기물 관리의 방사능의 영향은 주로 新우라늄 수요와 相關되는 것이나 여러가지의 연료사이클 사이에서의 차이도 사이클을 선정하는데 있어서 그다지 결정적인 것은 아니다. 검토된 어떤 연료사이클로부터 나오는 방사성 폐기물도 높은 安全性下에서, 또한 人体 및 환경에 惡影響을 주는 위험없이 관리·처분함이 가능하다.

原子力發電의 可能性

(31) 세계의 에너지 수요를 충족시키기 위해서는 국제협력을 통해서 장기적인 공급보증이 달성될 수 있는 정치적, 경제적, 기술적 및 상업적 환경을 확립하는 것이 필요하다. 이 공급보증을 손상시키는 어떠한 要因도 정부간 뿐만 아니라 공급국, 소비국의 相關산업제에 협력에 의해서 可及的 除外시키거나 完화시켜야 한다.

(32) 공급국 정부는 일반적으로 核不擴散 目的의 달성을 대단히 중요하다고 생각하고 있으며, 이 목적이 충분히 존중되지 않은 조건에서나 狀況下에서는 自進해서 핵물질을 공급하거나 또는 공급을 계속하려 하지 않을 것이다. 소비국은 核不擴散上的 우려를 共有하는 것이나 이와 같은 조건의 변경은 신뢰에 기초를 둔 締結된 계약의 이행을 방해하

는 것이며, 설령 核不擴散에 相關되는 것이 라도 이 새로운 조건은 과거에 同意한 조건을 파기하지 않은 나라의 既存의 계약, 특히 조건 변경전의 인도된 核物質에 대해 정부간의 동의없이 적용해서는 아니된다고 강조하고 있다.

(33) 이상의 것을 백그라운드로 해서 INFC E는 核물질의 공급보증에 대한 문제를 검토하였다.

商業市場

(34) 원자력에 相關한 공급의 상업시장과 이것을 지지하는 계약 시스템은 공급보증의 면에서 近年에는 만족이 가도록 일반적으로 機能化하고 있다는 점에서 의견의 일치가 보여지고 있다. 또, 아마 장래도 그럴 것이라고 생각된다. 우라늄과 농축 서비스에 대해서는 공급의 短期的 中斷에 대해서 스톡의 축적, 아드·혹크의 상업적 스왑핑이나 로온 決定으로서 소비국은 對処可能하였다. 예상되는 우라늄이나 농축 서비스의 供給先의 증가는 소비국이 공급先을 多樣化함으로써 스스로를 지키는 것을 가능하게 한다.

(35) 그러나, 시장의 기능은 스포트 去來의 효율적인 시장이나 정부의 참가를 포함한 것보다 포괄한 버업업 결정이라는 여러가지의 수단으로서 개선될 것이다. 후자는, 우라늄 緊急 세이프팅·네트워크나 가능하면 국제核연료銀行의 형태가 될 것이다.

특히, 공급先의 多樣化나 國內備蓄을 행할 수 있는 능력이 한정된 소규모인 원자력 계획에 대해서는 이와 같은 메커니즘은 도움이 될 것이다. 이들의 결정은, 市場에 代替하는 것은 아니고 공급중단이 소비국의 核不擴散 了解사항 위반의 결과 가져온 것이 아닌 경우의 시장혼란에 대해 최종적 수단으로 작용해야 할 것이다.

政府의 干涉

(36) 供給保證에 대한 主된 不安은 상업上の 義務不履行이나 시장確保에서 생기는 것

은 아니고 나라의 정책 및 國益을 追求하려고 해서 행하는 정부의 간섭에 起因하고 있다. 이것은 통상 核不擴散의 목적에 관련되고 있었으나 때로는 그 이외의 나라의 정책에 관련되고 있었다. 정부의 행위는 核물질 또는 시설의 수출규제(事前同意權의 行使를 포함) 또는 수입규제의 형태를 취한다. 현재까지로서 실제로는 공급의 중단은 거의 행해져 있지 아니하며, 행해졌을 경우에도 발전에 지장을 가져왔다는 것보다 遲延이나 코스트 상승의 원인이 되었다.

한편, 공급의 중단 가능성에 대한 不確實성이 계속되는 경우는 원자력계획의 질서있는 발전을 방해하게 되므로 큰 우려의 기초가 되고 있다.

(37) 보다 구체적인 크라이테리움에 따라서 공급국과 소비국 각각에 의한 수입규제가 보다 통일적이고 처음과 끝이 일관하며 또한 예측 가능한 形으로서 적용되면 不確實성이 감소할 것이며, 공급보증의 강화에도 연결될 것이다.

核不擴散정책의 변경 결과 소비국과 공급국과의 사이에 不調和가 생겼을 경우 이와같은 변경이 공급을 阻害하는 리스크를 최소로 하겠음 各國政府는 核不擴散정책의 변경에 대응하기 위한 메커니즘을 개발해야 할 것이다. 만약, 이와 같은 메커니즘의 採用이 再교섭 기간중 계속해서 공급된다는 보증에 의해서 보장되면 공급보증은 강화될 것이다.

(38) 核연료의 再移轉 또는 再處理에 관해서 國間協定에 따른 事前同意權이 존재하는 경우에는 되도록 長期 공급계약이 체결되기 전에, 혹은 短期 계약에서는 연료가 원자로에 裝備되기 前에 事前同意權의 行사의 기준을 확립해야 할 것이다. 이렇게 말하는 것은 사전동의권이 고의적으로 行使된 경우에는 연료의 공급보증이 악영향을 가져오며 그 결과 該當國의 원자력 개발계획에 不利한 결과를 미칠지 모르기 때문이다. 관련되는 상황이 변화하지 않은 경우에는 사전동의권은 豫見할 수 있는 형태로서, 또한 나라의 정책

과 個別의 사정을 고려하는 형태로서, 더우기 이 同意權이 설치된 경우에 관계자 사이에서 설치된 同意에 일치하는 형태로서 行使되어야 할 것이다.

(39) 2國間協定中の 核不擴散 조건이 協定때마다 달라짐에 관한 약간의 소비국의 不安에 대응하기 위해, 커먼·어프로치를 追求해 갈 필요가 있다. 이 커먼·어프로치는 당초, 각국의 慣行 또는 2國間협정의 형태를 취하게 되나 최종적으로는 共同宣言, 行動規範 혹은 多國間 또는 국제간의 결정이라는 형태를 취할지도 모른다. 현재의 결정, 制度, 기준 및 慣行의 위에 싸올려 가려는 이 단계적인 프로세스는 공급국과 소비국 雙方에서 받아들일 수 있는 형태로서 核不擴散에 관한 수입정책이 실시되며 여러가지의 보다 安定된 레짐을 착실하게 만드는데 있어서 실제적이며 또는 有効의 일 것이다.

核兵器의 擴散리스크의 最小化

(40) 核擴散은 일반적으로는 정치적 문제로서 기술적 문제는 아니다. 정치적 문제의 검토는 INFCE의 검토범위에 들어 있지 아니했으므로 핵연료 사이클로부터의 미스유즈가 核兵器를 제조한다는 정치적 결정을 실시하는데 있어서 어느 정도 도움이 될 것인가에 대한 평가를 中心으로 해서 행해졌다. 이와 같은 미스유즈를 방지하기 위해서 국제적인 원자력 개발의 진전과 함께 協定の 네트워크나 保證조치가 정비되어 왔으며 主되는 것으로는 國際原子力機構 (IAEA), 核兵器 不擴散條約 (NPT) 및 라틴아메리카에서의 核兵器 防止條約(트라테몰코條約)이 있다.

따라서, 核확산 리스크를 감소시키는 것을 목적으로 한 국제적인 수단은 이미 존재하고 있다. (41) 연료 사이클 시설을 건설하고 계획적으로 미스유즈하는 것은 핵병기 제조에 필요한 물질을 入手하는 루우트로서 가장 손쉬운 것도 가장 효율적인 것도 아니다.

그러나, 만약 核兵器專用 可能물질을 상

당한 多量을 취급하는 시설이 이미 존재하고 있으면 이것을 미스유즈하는 것은 어떤 狀況下에서는 核兵器를 위한 물질을 入手하기 위한 하나의 가능한 길인지도 모른다. 다시, 원자력 발전계획에서 넘어진 기술이나 노우·하우는 직접 관련되어 있지는 않으나 그 후의 核兵器 제조계획에도 이용할 수는 있는 것이다.

(42) INFCE에서 행해진 평가가 定性的이라는 것, 多様な 核燃料 사이클의 發展段階가 다르다는 것, 各各의 나라에서의 핵연료 사이클의 完成의 정도, 기술적 수단, 保障조치 및 制度的 수단의 改善이 단계적 성질의 것이라는 것을 고려하면 다른 연료사이클로부터 생기는 核擴散 리스크에 관해 현재 및 장래에 걸쳐서 正當한 單一의 평가는 行할 수 없다.

어떤 特定の 核燃料 사이클을 도입하느냐, 안하느냐를 판단하는데 있어서 국가당국에 의해서 여러가지의 다른 觀點(경제, 안전, 에너지戰略, 核擴散 리스크를 포함)에 중점을 둘 경우, 核擴散 리스크에 관한 판단에 幅이 있을 수 있는 것을 고려해야 한다. 一般論으로서, 핵확산의 관점에서 敏感한 核연료 사이클中の 문제점을 명백히 해두는 것이 보다 중요하며 建設적이라고 생각되어 왔다.

이 판단을 行함에 있어서 각 作業部會는 核兵器에 사용될 수 있는 물질을 相當量 保有하는 시설의 數 및 이들의 量의 중요성, 핵물질의 現상, 接近性(放射能에 따라서 變한다), 同位體의 混合, 시설의 성격(이것에 의해서 轉用루우트마다 필요한 자원이 定해진다) 등의 要因을 사용해서 保障措置의 적용가능성과 필요시간, 필요자원 및 檢出가능성을 검토하였다. 이들의 기준은 여러가지로 생각되는 轉用시나리오에 비추어서 適用되었다.

(43) 이 기준에 따라서 各 作業部會에서 인정된 轉用の 리스크는 농축 우라늄이나 플루토늄을 포함하는 新燃料, 우라늄 농축, 既使用 연료의 저장, 再處理, 플루토늄 저장 및

混合化合物 연료제조, 既使用 연료 및 폐기물의 처분에 關連하는 것이다.

(44) 以下の 考察은 주로 우라늄-플루토늄 사이클에 해당되는 것이나 우라늄 235를 리사이클하는 토륨·사이클의 核擴散의 潛在的可能性도 같을 것이라고 結論지워지고 있다.

濃 縮

(45) 天然우라늄을 裝荷하는 HWR나 FBR 이외의 모든 타입의 原子爐는 新燃料中에 농축우라늄을 필요로 하며 그렇기 때문에 농축시설을 필요로 한다.

(46) 核擴散 리스크는 농축기술에 근본적으로 따라 다니는 것이다. 여기에는 세가지의 側面이 따라 다니는 것이다.

첫째는, 低濃縮우라늄(LEU) 생산용으로 설계된 플랜트로부터의 核物質이 他의 시설에서 核兵器로 사용될 수 있는 물질의 생산에 전용되는 가능성이 있을 것.

둘째로, LUF용으로 설계, 운전되고 있는 농축시설이 플랜트 및 또는 생산방법을 변경해서 高농축 우라늄(HEU)의 생산에 사용될지 모른다는 것. 예컨대, 카스케이드의 再配置, 운전조건의 변경 또는 맞이·리사이클 운전 모드를 追加하므로써 이것을 行한다. 이들의 2개의 側面은 保障措置에 關聯되는 것이다. 설계정보의 檢證 및 효과적인 封込·감시와 함께 計量管理의 精度를 높임으로서 保障조치의 목적을 달성할 수가 있을 것이다. 앞으로의 短期的인 R & D의 노력은 保障조치의 費用對效果比를 개선하는 必要性을 고려하면서 封込·監視方法의 개량에 集中되어야 할 것이다.

세번째는 LEU 생산용으로 사용되는 것과 기본적으로 같은 기술의 비밀; 혹은 保障措置가 걸려있지 않은 플랜트에 있어서 HEU 생산을 위해서 사용될지도 모른다는 것.

이와 같은 點에서 여러가지의 特性(예컨대 分離係數, 分離要素의 크기, 소비電力, 우라늄의 홀드업量, 平衡到達 時間, 기술의 入手可能性과 경험의 有無)이 정도의 차는 있으

나 농축기술의 미스유즈의 가능성과 관련하고 있다.

(47) 市場의 수요에 따르기 위해서 필요로 하는 數에 농축시설의 수를 制限하는 것은 核不擴散의 觀點에서 바람직하다. 一國單位의 농축시설을 건설하는 능력을 가지는 少數의 나라중에서 이것을 行하고자 하는 큰 商業的 또는 工業的 인센티브를 가지는 나라는 농축우라늄 使用爐를 베이스로 한 대규모인 원자력 발전계획을 가진 나라이든지 대규모인 自國天然 우라늄 資源을 가진 나라일 것이다.

原子爐

(48) 일반적으로 말해서 연료가 운전中의 원자로內에 있는 단계는 核擴散의 觀點에서 연료사이클의 他의 부문에 비해 그다지 중요하지 않다고 생각되었다. 모든 원자로에서는 보장조치가 필요한데 連續연료교환 시스템의 원자로에 대해서 효과적인 보장조치를 行하기 위해서는 지금까지와는 다른 方式으로서 行할 필요가 있으며, 현재로서는 變性우라늄에 비해 효과적인 보장조치는 보다 더 곤란하다. 현재 개발中의 封込, 감시장치 를 받아들인 새로운 手法은 보다 손쉽게 효과적인 보장조치를 行할 수 있도록 하게 할 것이다.

(49) 全体的으로 보아서 농축, 연료加工 및 既使用연료 저장의 시설에 대해서 적절한 보장조치가 적용된다면 윈스·슬로우 方式에 의한 현재의 熱中性子爐에 대해서는 적어도 短期·中期에서 충분한 核擴散 抵抗性이 확보 될 것이라고 생각된다.

(50) 核擴散 리스크의 정도는 연료 사이클의 部分에 의한 차이, 개발의 단계, 특별한 지역적 사정, 그리고 특히 핵확산 리스크를 없앤다든가 감소시키기 위해서는 어떠한 保障措置 및 그 외의 수단이 실시되어 왔는가 등에 복잡하게 관계하고 있다고 第5作業部會는 지적하였다.

이와 같은 觀點에서 제5 作業部會는 FBR

연료 사이클의 여러 단계에서 생기는 轉用 리스크는 長期的으로 보아서 LWR의 우라늄-플루토늄·사이클의 경우 또는 윈스·슬로우·사이클의 경우조차 이와 비교하더라도 보다 큰 곤란성을 야기하는 것이 아니라고 평가하고 있다.

(51) HWR에 관해서는, 天然우라늄을 사용하기 때문에 농축시설은 필요하지 않게 된다. 몇몇 나라에서는 天然우라늄이나 再處理 시설의 入手가능성을 가져올 우려에 더해서 重水의 入手가능성의 문제가 追加된다고 생각하고 있으나 이 사이클에 적당한 보장조치가 적용되는 경우에는 충분한 핵확산 抵抗性이 達할 수 있다고 생각된다. 어떤 나라들은 黑鉛과 같은 他의 減速材가 손쉽게 入手할 수 있으므로 重水에 대해서 특별한 걱정은 없다고 생각하고 있다.

(52) 閉鎖된 토륨·사이클에 관해서는 우라늄-플루토늄 사이클에 비해 우라늄농축 레벨을 현저하게 높게 할 필요가 있으며, 또 低濃縮 우라늄에서 보다도 變性우라늄-토륨 연료로부터 고농축 우라늄을 생산하는 쪽이 分離作業이 적어도 될 것이라고 인식되었다.

한편, 變性우라늄-토륨·사이클에서는 加工된 연료가 수송이나 저장되고 있는 사이에 직접 兵器로 轉用되는 물질은 존재하지 않는다. 高濃縮우라늄을 사용하는 토륨을 베이스로 한 연료사이클은 농축, 저장, 수송, 加工단계에 대한 적절한 보장조치 시스템이 특별히 필요하게 된다.

再處理와 플루토늄管理

(53) 플루토늄은 원자력 발전소가 운전되면 어떤 경우에도 생산된다. 따라서, 문제는 플루토늄의 생산을 어떻게 해서 회피하는 것인가가 아니고 만들어진 플루토늄을 어떻게 관리하는가에 있다. 이와 같은 觀點에서 다음의 2개의 중요한 선택이 생각된다. 즉, 再處理하지 않고서 既使用 연료中에 플루토늄을 殘存시키는 方法 및 既使用 연료 要素를 再處理해서 分離된 플루토늄을 저장하거나

熱中性子爐나 FBR에서 리사이클하는 방법이다.

商業爐에서 나오는 플루토늄의 利用은 專門프로그램에서 생산되는 兵器級 플루토늄에 비해 核兵器 제조를 위해서는 매력에 없는 루우트이다. 그럼에도 불구하고 미국정부가 상업爐로부터 나오는 플루토늄은 兵器用으로 사용할 수 있다고 言明하였으며, 기타의 核兵器國이 이때까지 이 聲明에 異權을 提唱하지 않았음은 注目할 일이다.

(54) 이들의 연료 사이클 활동에서 가장 센 시티브한 부분은 다음의 경우에서 생각되는 個個의 轉用の 脅威에 관련되는 것이라고 생각된다. ① 서브·네셔널인 盜難의 경우에는 수송수단, ② 국가정부에 의한 公然의 轉用の 경우에는 국제保障 措置가 行해지고 있지 않던가 폐지된 상태의 경우에는 플루토늄 저장, ③ 국제보장 조치가 적용되고 있는 곳에서의 국가정부에 의한 비밀리의 轉用的 경우에는 再처리 또는 混合酸化物 연료 제조 시설— 따라서, 장래의 문제는 再處理가 개발된 경우에 이와 같은 물질의 轉用 防止를 強化하기 위한 最良의 기술적, 보장조치 및 制度的 수단을 採用해 가는 것에 있다.

(55) 再處理 플랜트 및 이에 계속되는 MOX 연료까지의 마무리工程에 대한 국제보장조치의 실시의 경험은 한정되고 있으나 하나의 有益한 케이스로서 경험이 축적되어 가고 있다. 그것은 장래의 공업규모의 플랜트에 적용되어야 할 새로운 개선된 기술의 發展의 기초가 될 수 있는 것이다.

既使用燃料의 暫定貯藏

(56) 既使用연료에 固有의 높은 방사능레벨은 핵확산을 억제하는 중요한 요소이다. 이 레벨이 低下함에 따라 적용되는 보장조치 기술은 變更을 要하거나 다른 既存의 기술에 의해서 置換해야 할 필요가 있을지도 모른다.

廢棄物 最終処分

(57) 폐기물은 核兵器의 生産에 있어서 비

교적 매력적인 것은 아니므로 폐기물의 최종 처분은 연료사이클에서 센시티브한 스텝으로서 생각되지 않았다.

既使用燃料의 最終処分

(58) 윈스·스루우·사이클로부터의 既使用 연료는 多量의 核分裂性 물질을 포함하고 있으며 시간이 경과함과 함께 방사능이 減衰하므로 점차로 매력적인 轉用目標가 된다.

既使用 연료를 넣는 캐니스터는 品目計量 管理와 在庫檢査가 가능하므로 보증 조치는 수송 및 地上의 저장소에 놓여있는 동안 비교적 간단하게 行해질 것이다. 이 저장소가 끄집어 내는 것이 不可能한 형태로서 설계되어 있다고 가정하면 설령, 粗雜한 감시라도 그 후의 轉用活動을 타임리하게 檢知할 수가 있을 것이다. 그러나 無限으로 계속해야 할 것이다.

核擴散리스크를 最小化하는 手段

(59) 檢討의 결과에 의하면 확인된 리스크를 最小化하기 위한 수단은, 에너지 공급 혹은 平和目的의 원자력개발을 위태롭게 함이 없이 講究될 것이며 또 강구되어야 할 것이다. 연료사이클 시설의 미스유즈의 위험을 최소화하는 方策에는, 기술적 수단, 보장조치의 개선 및 制度的 手段이 있다.

일반적으로, 기술적 수단은 서브·네셔널한 盜難의 리스크를 감소시킴에는 強力한 효과를 가지나, 核擴散의 리스크를 감하는 데는 限定된 효과밖에 없다고 結論지어졌다. 保障措置 手段은 보다 重要하며, 制度的 手段은 기술적 수단보다 重要하게 될 가능성을 가지고 있다고 판단되었다. 制度的 手段은 供給保障에도 같은 정도로 관계함이 일반적으로 인정되었다.

技術的 手段

(60) 연료사이클의 백·엔드에 대해서 다음의 3개의 카테고리에서의 기술적 선택이 검토되었다. ① 核燃料 사이클中에서 분리된

형태로서의 兵器轉用 可能物質의 존재를 감소시키는 방법, ② 이들 물질의 轉用을 방지하기 위해서 방사능을 사용하는 방법, ③ 物理的 障害를 사용해서 轉用을 방지하는 방법. 混合轉換과 같이 자연히 진보해 올 것 같은 기술적 수단은 核擴散 抵抗性을 증가시키는 경향인 것 같다.

그리고, 이들의 기술에 대해서 진행중인 R & D 작업이 완성되는 것이 바람직할 것이다. 그러나 많은 경우 공업적 규모로서 導入될 때까지에는 상당한 개발노력이 필요하게 될 것이다. 따라서, 이들의 기술적 수단은 將來世代의 연료플랜트에서만 가능한 옵션이라고 밖에 생각되지 않는다. 防護壁으로서 방사선 방호, 경제, 자원이용 및 보장조치의 면에서는 결점이 있다.

(61) 많은 연구는 최고의 원자로 性能을 발휘시키기 위해서 高농축 우라늄을 연료로서 사용하고 있다. 이들의 원자로의 대다수는 安全上의 여유나 원자로 성능이 내려가지 않는 限, 보다 낮은 농축도 (20%이하 혹은 45% 정도)으로의 變更이 가능할 것 같다.

保障措置

(62) 효과적인 국제보장 조치는, 원자력산업의 不可欠의 측면이라고 생각되고 있으며 또 보장조치에 관한 실질적인 능력의 追加가 重視되어야 할 것이다. 이 연구에서는, 현재 운전中の 플랜트에 적용되고 있는 방법이나 기술의 유효성에 대해서 특히 중요한 문제는 발견되지 않았다.

우라늄 농축, 照射後 연료의 공업적규모로서의 再處理, 輕水爐 또는 FBR用의 혼합산화물 연료가공(이것은 모든 核兵器 제조에 사용 가능한 형태로서 존재하는 특수 核물질로의 接近의 가능성을 수반하는 것이다)을 포함하는 연료사이클의 모든 단계에 대해서 合理的인 코스트로서 보장조치의 목적을 달성하게 하기 위해서는 現存의 方法과, 기술이 다시 개발되고 개량되어야 할 필요가 있다고 예측되었다.

이 개발에서는 일반적으로 보장조치의 필요성 및 시설설계 단계에서의 전체 보장조치의 戰略의 고려, 封込, 감시의 향상, 그리고 計量管理의 개량을 포함시켜야 할 것이다.

制度的 手段

(63) 制度的 手段은, 核擴散 리스크의 最小化와 공급보증의 強化의 兩쪽에 있어서 중요하다 생각되었다. 시설, 공급보증과 核不擴散의 확보는 相互補完的인 것이 일반적 원칙으로 인정되었다. 制度的 手段은 漸次的인 발전의 프로세스의 속에서 정비되어 가는 것이라고 생각해야만 한다.

예컨대, 대규모로 一國單位의 연료사이클 시설을 건설하는 나라들은 원자력 개발의 初期단계의 나라들에 연료사이클 서비스를 제공할 수가 있을 것이다. 後者の 나라들은 이번에는 다른 나라들로 연료사이클 서비스를 제공할 수 있는 입장이 될 때까지 진보하는 것을 기대할 수가 있을 것이다. 몇개의 國際制度的 어젠지먼트가 이미 존재하고 있는 것이 주목되었다.

(64) 既使用 연료관리를 위한 현재의 법률적 및 제도적인 형틀은 核擴散 리스크를 最小化하기 위해서 충분한 것이다. 그러나 현재 既使用 연료로의 액세스 및 관리를 국가에 보증하는 국제적인 法的 형틀이 존재하지 않는다.

既使用 연료로의 액세스와 관리를 참가국에 보증하는 核不擴散 목적에 합치된 국제적 기구의 가능성이 연구되어야 할 것이다. IAEA는 국제 既使用 연료관리에 관한 專門家會 合을 개최하고 있다.

(65) 多國間 및 국제적인 폐기물 저장소는 경제적 이익을 가져오게 하며 既使用 연료處分에 대해서는 核不擴散 上에도 有利할 것이다 多國間 및 국제적 저장소를 설치하는 것에 관한 法的 및 制度的인 해결책을 써서 올려야 할 것이다.

(66) 制度的 手段의 발전은 多國間 사업으로 나아가야 할 것이며 地域核연료 사이클·

센터(RFCC)로 발전될 수 있는 것이 특히 연료사이클의 백엔드에 있어서는 바람직하다고 생각된다.

그러나, 一國單位의 필요성은 인식되어야 할 것이며 이와 같은 사업을 만들어 운영하는 데 있어서의 곤란성도 輕視되어서는 안된다.

(67) IAEA 憲章에 따르는 국제 플루토늄 저장장(IPS) 스킴이 만약 넓게 적용 가능하고 또한 無差別의인 조건에 대해서 국제간의 合意가 成立되는 것이라면 核不擴散 및 供給保證의 면에서 중요한 貢獻을 할 수가 있을 것이다. 이미 분리된 플루토늄은 세계에 존재하고 있으며 또 몇개의 나라는 再處理의 導入을 계속한다는 명확한 계획을 가지고 있으므로 이 스킴은 대개의 나라가 既使用 연료의 再處理를 결정하는가 안하는가에 不拘하고 적절할 것이다. IAEA 主催에 의한 專門家會수이 이 문제에 대해서 作業을 하고 있다.

(68) 모든 국제적 또는 多國間的 결정에 관해서 潛在的 參加國 자신에 의해서만, 또 정치적 레벨의 활동에 있어서 취급할 수가 있는 맨파워십, 財政, 採決方法, 악세스의 조건, 紛爭의 해결, 호스트國 政府의 입장 등의 미묘한 문제에 대해서 결정을 요함이 확인되었다.

(69) 최후로, 核연료 사이클에 관해서 각국의 利害와 정책의 차이로부터 발생하는 여러 문제의 스무스한 調整을 위한 2국간 및 多國間 베이스에서의 協議를 계속해 나감에 價値가 확신했다.

開發途上國의 特別케이스

(70) 개발도상국의 사정은 크게 다른 것이므로 광범위한 一般化는 피해야만 할 것이다 그러나, 에너지의 入手가능성은 여하한 나라의 개발에서도 극히 중요하며 더군다나 개발도상국에서는 중요하다.

(71) 원자력은, 많은 개발도상국에서 타당한 코스트로서 에너지를 공급하는데 있어서

중요한 역할을 다할 수가 있으므로 이를 위해서는 개발도상국의 인프라스트럭처의 정비가 必要할 것이다. 지금까지의 경험으로 보아서는, 개발도상국은 인프라스트럭처의 정비가 늦어졌으므로 설비 및 자재의 공급을 커버 할 뿐만 아니라 必要하게 되는 모든 레벨에서의 훈련을 받은 자격이 있는 맨파워의 육성, 국내의 相關산업의 개발, 연구협력 및 재정을 위한 長期에 걸친 보증도 줄 수 있는 광범위의 결정을 必要로 하고 있다.

(72) 현재의 제도적 수단은, 현재의 公업국간의 보증以上の 追加的 保證을 아무것도 가져오는 것은 아니다. 원자력 공급협정 또는 계약 혹은 그 적용에 관해서 예기하지 않은 변경이 있을 경우는 개발도상국에 대해 公업화한 소비국에 대한 경우에 비해 보다 심각한 결과를 가져오게 된 것이다. 이와같이 해서 공급의 지연이나 정지의 경우, 核不擴散과 事故된 형식으로 타임리한 引渡를 보증하기 위한 短期·中期的인 代替 메커니즘이 必要하다.

(73) 몇개의 개발도상국들은, 최종적으로는 核燃料 사이클의 自立을 목표로 하고 있으며, 그러므로 기술의 移轉에 흥미를 가지고 있다. 이들의 나라는, 효과적인 保障措置 아래 두고 때때로의 원자력 개발의 必要성과 特許情報에 대한 通常의 商上의 제한에 適合하는 형태로서 모든 기술에 대한 보다 큰 악세스가 한층 더 보증하게 될 것이다.

多國間 또는 국제적 사업과 같은 적당한 국제적 수단은 이와같은 보증을 주는 하나의 방법이 될 것이다. 이와 같은 수단은 또, 必要하게 되는 규모의 경제를 주게 되며 또 以前에 言及한 核擴散上의 문제에 대처하는 것에도 도움이 될 것이다.

(74) 장래, 개발도상국의 富源은 보다 중요하게 될 것은 명백하다. 그러나, 개발도상국에서의 富源産業 발전의 속도는 많은 要因에 의존하고 있다. 이중에서, 그 태반은 外國製라고 생각되는 기술적인 노우

하우, 재정 및 조직상의 자원의 入手가능성이 가장 중요하다. 이와같은 點에서 IAEA는 중요한 역할을 다할 수가 있을 것이다.

(75) 개발도상국의 濃縮役務에 대한 필요성은 공급 결정에서의 자유로운 액세스 및 적절한 柔軟性으로서 특정지워지는 多樣化된 공급시장에 의해서 구할 수가 있다. 이와 같은 方面에서 필요한 核燃料, 설비, 기술 및 役務의 규칙적 및 신뢰도는 공급에 관련되는 풀링결정으로의 途上國의 관심을 강조하는 것도 적절한 것이다.

(76) 개발도상국 中에는, 熱中性子爐에서의 우라늄 / 플루토늄의 리사이클利用을 에너지自立 및 供給保證의 點에서 적극적인 공헌을 하는 것이라고 보는 나라도 있으나 많은 개발도상국에 있어서는 그것이 경제적으로 매력적이라는 것은 적어도 導入初期 단계에서는 있을 것 같지도 않다.

(77) 核燃料 사이클의 백엔드에서, 몇개의 활동은 여전히 원자력 발전계획을 개시하는 나라의 責任이며, 또 기술적 및 경제적 이유에 의해서 既使用 燃料의 暫定的 혹은 長期 저장, 既使用 연료수송 및 高레벨 폐기물의

永久處분에 관련되는 2國間 혹은 多國間的 決定으로의 참가를 포함한 계획 및 준비가 부득이 필요하게 될 것이다. 이에 관련해서 개발 도상국은, 核不擴散 목적에 合致하며, 또한 에너지수요를 만족하도록 企劃된 國際 既使用 연료관리로 자유로운 參與가 허용되어야 할 것이다.

(78) IAEA는, 그 구성국인 발전 도상국속에서 원자력에 강한 관심을 가지는 나라가 증가해 가고 있음을 인식하며, IAEA의 프로그램을 여기에 맞추어야 할 것이다. IAEA는 증가한 財源을 가지고 또한 그 기술원조에 관한 기본정책을 변경함이 없이 計劃前 단계 및 規制활동 뿐만 아니라 발전과 核燃料 사이클의 플랜트의 건설과 운전 面에서의 전문지식을 확실하게 이용할 수 있게 하는 점에서 중요한 역할을 다할 수가 있을 것이다.

이와 같은 것에 대해서는 IAEA의 원조는 보다 넓은 공급관계에 있어서 合意되고 있는 기술로서의 액세스 및 기술移轉을 위한 조건에 따라야 할 것이다.

(79)~(82)(途上國의 특별한 케이스)는 省略.

國內消息

제31회 國際科學技術展覽會
부혜정嬢(부산여고) 大賞 수상
피츠버그 웨스팅하우스 本社
見學도

지난 5월 5일부터 10일까지 美國 미네소타폴스에서 개최된 제31회 국제과학 기술 전람회(IFE)에서 부혜정嬢이 영예의 大賞을 수상하였다.

이번 전람회는 國立科學館과 當會議 會員社인 웨스팅하우스 뉴크리어 코리아社(사장=임명재)의 積極的인 支援이 있었고 피츠버그의 웨스팅社 本社와 同社 뉴크리어 센타 見學도 하였다.

피츠버그근교 몬로빌에 있는 웨스팅하우스 뉴크리어 센타 앞에서 (ISEF) 참가자 左로부터 오완탁:국립과학관 보급과장, 윤공영:부천공고 1학년, 부혜정:부산여고 3학년, 이상래:부산여고 지도교사, 강삼석 박사:웨스팅하우스사

