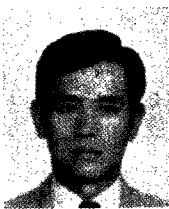


# 꿈의 원자력 에의 挑戦



趙 滿 博士  
韓國에너지研究所  
高速炉 室長

1983年 商業稼働을 目標로 建設中에 있는 月城 1号機는 U-235와 같은 核分裂性 物質이 0.7% 含有되어 있는 天然우라늄을 核燃料로 使用하고, 減速材와 冷却材로는 重水를 使用하고 있다.

한편, 古里에서 運轉되고 있는 古里 1号機와 現在 古里, 桂馬, 富邱에서 建設中에 있는 7基의 輕水炉는 核分裂性物質을 3.2% 含有한 低濃縮우라늄을 核燃料로 使用하고 加圧輕水를 減速材와 冷却材로 使用하고 있다.

여기서 核分裂性物質의 濃度를 15% 程度로 높혀준 核燃料를 使用하면 重水 또는 輕水와 같은 減速材를 使用치 않아도 되는 原子炉를 만들 수 있다. 이렇게 되면 물이 液体狀態로 있을 수 있는 限界點이 374℃라고 하는 溫度制限에서 벗어날 수 있게 된다.

이와같은 높은 溫度에서 稼働할 수 있게 되면, 熱效率이 30% 内外에 不過한 現在 原子力發電所用 터빈發電機 代身에, 이미 널리 實用되고 있는 新銳火力發電所의 터빈發電機를 活用할 수 있게 되어 一拳에 熱效率이 45% 内外로 上昇시켜줄 뿐만 아니라 그만큼 核燃料를 節約하고 熱公害도 줄이게 된다.

이에 大氣壓下에서의 沸騰點이 883℃인 液体金屬 나트륨을 冷却材로 使用하면 原子炉 運轉溫度인 520℃보다 350℃의 溫度餘裕가 있어 보다 安全하여지기도 한다.

뿐만 아니라 核燃料被覆管이나 原子炉內 構造物 材料로 高價인 질코늄合金 代身에 흔한 스텐레스 스틸 316이나 304를 쓸 수 있게 되어 經濟의이며 機械的으로도 強度가 커진다.

한편 15%의 核分裂性物質을 우라늄-235 代身 플루토늄 239나 241로 바꾸어 주면 核分裂時 放出되는 中性子數가 많아질 뿐만

아니라 減速過程中 없어지던 中性자가, 減速過程이 省略되어 보다 많은 中性자가 남게 된다. 이 餘分の 中性자가 天然우라늄이나 減損우라늄속의 우라늄 238에 吸收되면 새로운 人工核分裂性物質인 플루토늄 239를 生成할 뿐만 아니라 이들의 量이 消耗된 核燃料보다 많아서 核燃料 物質의 增殖을 가져온다.

減速材가 必要없어 높은 에너지의 中性자로 運轉이 되며 核燃料 增殖이 되는 原子炉라는 뜻으로 “高速增殖炉”(Fast Breeder Reactor, FBR)라고 命名되었으며 液体金屬을 冷却材로 使用할 境遇 “液体金屬 高速增殖炉”(Liquid Metal Fast Breeder Reactor, LMFBR)라고 불리고 있다.

이 高速增殖炉를 使用하면 現存原子炉의 核燃料利用效率 1%를 5~60배 늘릴 수 있어 全世界可用埋藏量 500만톤을 갖고도 1~200年間的 核燃料를 供給할 수 있어 核燃料의 枯渴이라는 人類의 恐怖로부터 實質的으로 解放시켜준다.

이것이 바로 工業先進國이면서 에너지資源이 없는 프랑스, 西獨, 日本이 高速增殖炉를 積極的으로 開發하는 重要한 理由이다.

잘 살겠다는 말은 에너지 消費를 늘리겠다는 뜻과 같은 同意語이므로 西歐工業先進國과 같은 生活水準을 營為하겠다는 말은 西歐工業先進國의 에너지 消費水準과 같은 에너지를 消費하겠다고 하는 것이며 또한, 우리도 에너지資源이 없기는 마찬가지이므로 프랑스, 西獨, 日本처럼 高速增殖炉를 早期 實用化하여 에너지의 準自立化를 達成하여야 한다.

우리나라는 將次 電力生産을 原子力發電에 크게 依存하겠다는 것이 國家에너지政策이며 西紀 2,000年 까지만 하여도 30餘機의 原子力發電所가 建設 運營되어 電氣에너지

의 約60%를 原子力으로 充當하려고 計劃하고 있다.

國內우라늄資源은 2~3機의 PWR 發電炉를 30年의 壽命期間 運營할 수 있는 量에 不過하므로 大部分의 核資源은 海外에 依存하여야할 狀況이다. 그러나 全世界 可用埋藏量도 앞서 말한바와 같이 約 500만톤으로써 이가운데 우리가 쓸 수 있는 量은 樂觀的으로 推定하여도 20만톤에 不過하여 2000年代 新規 着工되는 PWR核燃料의 確保는 至極히 困難視된다.

그러나 1990年 後半부터 高速增殖炉를 積極的으로 導入하면, 2000년까지 導入된 PWR에서 廢棄된 核燃料, 濃縮過程에서 남는 減損우라늄 및 忠北 괴산 等地에 埋藏되어 있는 核燃料資源으로부터 新規着工되는 高速增殖炉 核燃料은 供給할 수 있어, 既히 導入된 PWR核燃料만 海外確保되면 된다.

이와 並行하여, 年次的 擴張方式으로 導入되는 再處理施設과 함께 核燃料週期 閉廻路를 具備하면 海外依存率을 大幅的으로 減少하여 核燃料供給의 準自立化를 이룩할 수 있다.

한편 原子力産業의 國産化는 巨大事業으로써 輸出産業化하여야 經濟性이 있다. 現在 推進되고 있는 PWR機資材를 플랜트輸出産業으로 成長시키려고 하면 플랜트 수출時 核燃料供給保障이 隨伴되어야 한다. 그러나 우리에게는 그러한 核燃料資源이 없다. 高速增殖炉는 플랜트 輸出時, 核燃料供給保障을 할 必要가 없어 輸出産業으로서 有利하며 또한 100년이 넘는 기술수명때문에 더욱 有利하다.

뿐만 아니라 工業先進國 指向型인 우리나라에게는 跳躍을 爲한 Break through가 必要하다. 도약을 위한 사업이 갖추어야 할 條件으로는 實用化 以前에 우리가 消化, 土

着化하는데 必要로 하는 充分한 時間이 있는 實用化 直前의 国家的規模의 研究開發事業이어야 한다. 高速增殖炉는 이들 條件을 모두 具備하고 있다.

1983년에 實証炉 Super Phenix가 프랑스에서 營業稼動되며 1990年代는 技術性, 經濟性, 安全性이 立証되어 實用化條件을 基本的으로 갖출 것으로 豫見된다. 한편 輕水型炉의 新規着工은 漸次減少傾向을 보이기 始作할 것으로 思料된다.

우리나라 開發戰略으로써는,

가. 우리나라 PWR建設, 運營, 國産化패턴을 踏襲하는 것으로서, 自己資本動員力이 貧弱하고 工業技術水準이 갖추어져 있지 않는 나라에서 採択하는 戰略.

나. 日本에서의 輕水型炉國産化 패턴으로써, 1号機터키, 2号機 技術導入國産化, 3号機 플랜트國産化 戰略으로써 完成된 技術로 把握 自國內에서의 生産, 消費에 注力하는 方法

다. 西独, 프랑스의 輕水型炉 國産化패턴으로써 原子力産業은 規模가 큰 産業이므로, 輸出産業이어야 함을 開發初期로 부터 認識, 技術導入先으로 부터의 制約을 벗어나기 爲하여 可能한 모든 部分에 設計變更을 施行하여 西独型, 프랑스型의 標準型 플랜트를 開發國産化하여 輸出産業으로써 成功시킨 戰略이다.

우리의 産業構造, 思考方式, 行動樣式, 인후라 스트러처어 등을 감안, 1990年代의 우리나라는 民間企業의 活性을 充分히 考慮한 政府主導的 研究開發體制가 되어 日本과 프랑스가 합쳐진 것 같은 體制를 갖출것으로 豫見되므로 위의 세가지 戰略가운데 다) 項이 最高戰略이 될 것이다.

그러나 西独, 프랑스의 輕水型炉國産化開發에는 技術供與國인 美國의 實用化, 容量

增大 過程을 2~3年 後에는 狹아갈 수 있는 機會가 주어져 있었기 때문에 오늘날까지의 모든 過程이, 技術導入 試驗消化, 土着化를 爲한 實証原型炉를 통한 試驗 開發 期였다고 볼 수 있다.

그러나 高速增殖炉의 本格的 導入期에는 150만 KWe級 標準炉가 直接 實用化될 展望이어서 프랑스, 西独이 享有하였던 充分한 試驗 消化期를 갖지 못할 것이다.

따라서 우리는 우리 自身이 技術 消化, 試驗, 土着化를 이룩하면서, 스케일 엔지니어링을 克服하고, 改良標準化된 韓國型 高速增殖炉開發能力을 갖출 수 있는 独自の 開發計劃을 樹立 推進하여야 할 것이다.

하나의 試案으로, 4系統(4루프)으로 되어 있는 實用炉의 4분지1의 出力인 40만 KWe 出力의 One Loop Full Scale의 實証原型炉를, 技術導入 國産化된 機資材로 建造하여 安全性을 補完 運轉하게 되면 國産化된 機資材의 試驗評價를 할 수 있으며, 2호기부터의 實用炉에는 試驗評價를 마친 施設 및 技術에 依하여 製作된 機資材를 直接 納品 使用하게 될 것이다.

이 實証原型炉는 技術導入, 土着化 以後에는 改良標準化된 韓國型高速增殖炉의 核燃料 및 부품 전반에 걸친 開發에 本格的으로 寄與하게 될 것이다.

한편 이 實証原型炉의 炉心을 20% 濃縮 우라늄을 使用하는 高速炉心으로 構成하므로써 核拡散의 憂慮를 갖는 國際的분위기에 저촉함이 없이 高速炉 核心技術을 習得할 수 있게 될 뿐만 아니라, 우리나라 最初의 Hardware 技術消化를 깨끗한 우라늄으로 遂行하므로써 技術未熟에서 올 수도 있는 플루토늄 事故를 未然에 防止하여 주고, 우라늄炉心과 플루토늄炉心の 比較 研究를 通하여 高速炉 特有的의 核心技術에 接近할 수 있

을 것이다.

但, 技術導入 國産化에 中間段階로서 實証原型爐 建造가 必要한가 하는 疑問이 惹起되며, 充分한 論議가 있어야 될 것이다. 그러나 大型技術開發에 隨伴될 수 있는 危險負擔을 減하는 政府機能을 생각하고 計劃中心에의 集大成과 이들을 하나의 프로젝트로 묶기 위하여 實証原型爐의 建設은 좋은 프로젝트가 된다고 생각된다.

世界各國의 既存 熱中性子爐 開發歷史를 살펴볼 때, 技術先導國인 美國에 對하여 宿命的인 對抗意識을 갖고 自體開發 路線을 採擇한 英國, 프랑스는 一次的으로는 開發에 失敗하였고, 技術導入 國産化路線을 採擇한 西獨, 日本은 成功하였다는 事例은 우리에게 좋은 본보기가 될 수 있다. 1970年에 들어서면서 프랑스도 西獨, 日本 路線을

採擇하여 오늘의 輸出國으로 浮上한 것 또한 特記할 만하다.

高速增殖爐에서는 프랑스 및 소련이 先導國이며 英國, 美國, 西獨, 日本의 順으로 獨自開發路線을 採擇하고 있으며 最少 10年의 格差가 認定된다.

우리가 여기서 프랑스型을 技術導入 國産化하여 韓國型 原子爐를 2000年代 初에 開發한다면 現在 프랑스, 西獨, 日本이 PWR에서 享有하고 있는 技術水準을 우리는 高速增殖爐에서 누릴 수 있을 뿐만 아니라, 日本, 西獨을 앞서는, 때에 따라서는 美國도 앞서서 實用化를 達成할 수 있다.

꿈의 原子爐 高速增殖爐는 우리에게 위와 같은 꿈을 안겨주기도 하는 꿈의 原子爐인가?

## 國際會議案內

期 間	會 議 名	場 所	主 催
1981. 9. 2 - 4	Sixth Annual Symposium of the Uranium Institute	London	Uranium Institute
9. 10	Lecture: Comparison of French and British Nuclear Policies	London	BNES
9. 14 - 18	Research Reactor operation and use	Julich W. Germany	IAEA
9. 15 - 18	International Conference on Uranium	Quebec, Canada	AIF/Canadian Nuclear Assoc.
9. 28 - 10.	International Conference on Industrial Application of Radioisotopes and Radiation Technology	Grenoble	IAEA
10. 5 - 9	Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants	Karlsruhe, Germany	IAEA
10. 18 - 21	Workshop on Reactor Construction and Operation	Illinois	AIF
10. 19 - 23	International Symposium on the	Madrid	IAEA

期 間	會 議 名	場 所	主 催
11. 9 - 12	Application of the Dose Limitation System in Nuclear Fuel Cycle Facilities and other Radiation Practices	London	BNES
11. 26 - 27	International Conference on Fast Reactor Fuel Cycles	Tokyo	JALF
11. 29 - 12. 2	15th Japan Conference on Radioisotopes AIF Annual Conference 1981	San Francisco	AIF
1982. 6. 20 - 24	Foratom VIII: Nuclear Energy Europe and the World	Lansanne, Switzerland	Foratom
9. 13 - 17	International Conference on the Three Decades of Nuclear Power	Vienna	IAEA
9. 20 - 24	Gas-cooled reactors today	Bristol, England	BNES