

# 우리나라 原子力利用開發과 安全性確保

林 瑢 圭\*

## 目 次

1. 序 論	2.2 核燃料資源의 確保와 安定供給
1.1 原子力利用, 그背景과 政策的課題	2.3 原子力發電所의 設計 및 施工
1.2 原子力政策의 基調와 目標	2.4 機資材國産化
1.3 原子力의 利用과 安全性	2.5 研究開發과 人力養成
2. 原子力利用開發 基本政策	3. 原電의 安全性과 規制制度의 定着
2.1 原子力 發電計劃	4. 結 論

### 1. 序 論

#### 1.1 原子力利用과 그背景과 政策的課題

70年代에 접어들면서 불어닥친 소위 石油波動에 힘입어 原子力은 에너지 危機를 解消키위한 主要 手段으로 浮上해 왔으며 世界各國, 특히 에너지資源이 不足한 工業先進國등에서는 原子力을 利用한 에너지 問題解決과 次期의 原子力 輸出高地 確保等を 目標로 原子力利用開發을 競爭의으로 推進해왔다.

이 70年代는 우리나라에 있어서도 産業構造의 工業化 改編이 本格的으로 着手된 時期이며 石油波動의 衝擊도 他工業先進國에 비해 더욱 심각하였고 에너지 構造의 再定立은 向後 國家經濟發展에 主要한 影響을 미치는 大命題의 하나였다고 하겠다.

에너지源을 包含하는 資源의 貧困과 工業立國의 必然性 그리고 所要에너지의 安定供給및 石油代贖에너지源 確保等 國家課題의 複合的인 解決을 위하여 原子力發展의 積極的 推進이 不可避하였다.

그러나 原子力利用開發에는 莫大한 資金(1기당 10억 \$ 이상)과 長期(7~10年)의 事業期間이 所要될 뿐 아니라 專門知識과 經驗을 갖춘 수많은 高級人力('91년까지 2萬名상당)을 要하며 安全性確保를 위한

技術能力의 構備는 最先決 要件의 하나로 손꼽을 수 있다.

原子力事業은 또한 核非擴散과 關聯된 國際政治의 特性으로 因하여 主要技術의 移傳忌避現狀을 빚고있 는반면 安全性確保와 國産化實現을 위하여는 무엇보다도 技術自立이 前提해야 한다는등 特有의 相互 背他性을 內包하고 있어 政策的 現案問題로 擡短되고 있다.

#### 1.2 原子力政策의 基調와 目標

우리나라는 일찌기 原子力의 平和利用에만 目標를 두어 왔고 실제로 지난 20餘年間 原子力을 利用한 醫學, 農學等 基礎科學分野와 原子力發電의 土着化에 힘써오는 한편 國際機構를 통하여 原子力平和定着에 積極 參與해 왔다. 뿐만 아니라 核武器非擴散條約에 署名 하므로써 原子力平和利用에 關한 國家意志를 國際社會에 천명하였고 國內의 모든 原子力施設을 國家原子力機構의 查察範圍에 包含토록 한바 있으며, 앞으로 原子力利用開發은 平和的, 原則下에서만 推進 되어질 것이다.

이러한 基本方向아래 '80年代에 原子力 技術自立을 위한 研究活動의 強化와 國産化基礎의 構築에 主力하며 産, 學, 研協同體制의 整備를 통하여 關聯技術의 先進化와 아울러 獨自의 開發能力을 保有토록

\* 科學技術處 原子力常任委員

하여야 할 것이다.

### 1.3 原子力の 利用과 安全性

原子力の 利用은 그 取扱여하에 따라서 放射能被害가 隨伴될 수 있다는 面에서 他에너지 利用과는 다른 安全規制制度를 隨伴하며 原子力事業者는 事故의 最少化와 放射線災害의 極少化를 通하여 人命, 財産의 保護와 아울러 周邊環境의 保全 및 生態界의 유전적 영향을 排除하는 등의 責任을 부여받고 있다.

따라서 安全性確保는 原子力事業, 특히 大規模의 原子力發電事業의 大前提가 되고 있으며 '79年度에 發生한바 있는 "美國"의 TMI事故를 계기로 더욱 그 重大性이 認識돼오고 있다.

우리나라는 當面한 에너지問題解決을 위하여 大規模의 原子力發電을 推進하고 있는 實情이나 협소한 國土, 過密한 人口 그리고 技術經驗 및 高級人力의 不足 등으로 原子力産業의 效率의 推進과 安全性確保에 적지않은 問題點을 안고 있으며 이러한 난제의 해결은 原子力人 共同의 當面課題이다.

이러한 觀點에서 볼때 尙后 우리나라에서의 原子力 利用開發은 確固한 基本政策을 바탕으로 하는 長期綜合計劃아래 單位事業間의 均衡을 維持하면서 지속적 으로 推進돼야 할 것이다.

## 2. 原子力利用開發 基本政策

### 2.1 原子力發電 計劃

政府는 表1에서 보는바와 같이 오는 '91年度까지

表 1. 長期 原子力 發電 計劃

號機別	容量(千KW)	建設期間	爐 型	備 考
1	587	運轉中	P W R	古 里
2	650	77-83	"	"
3	678	76-83	CANDU	月 城
5	950	78-84	P W R	古 里
6	"	78-85	"	"
7	"	79-86	"	桂 馬
8	"	79-87	"	"
9	"	80-88	"	富 邱
10	"	80-89	"	"
11	900	83-89	"	
12	"	83-90	"	
13	"	84-91	"	
14	"	84-91	"	

13機의 原子力發電所를 建設하여 總電力需要의 51%相當을 原子力으로 充當할 計劃을 세워놓고 있다. 이를 爐型別로 보면 "카나다"에서 導入한 C-ANDU-PHWR (重水爐) 1機 "美國" Westing House 製 PWR (加壓輕水爐) 6機, "프랑스" Framatom 製 PWR 2機 그리고 供給先은 未定이나 역시 PWR 4機등으로 돼있으며, 施設容量別로 보면 600 MWe 級 3機, 950 MWe 級 6機, 900 MWe 級 4機 등으로 돼있어 比較的 多樣한 爐型政策을 채택하고 있다. 이와같이 發電爐型의 多邊化도 國家의 重要한 에너지源을 어느 特定한 單一國家에 의존하지않고 多邊化해 됨으로써의 長期的으로 볼때 에너지의 安定化을 期하고저 하는 面에서도 有利하다고 하겠으나 一面 各國마다 가지고 있고 標準規格의 差異點과 安全規制技術의 差異點 등을 考慮할때 人力과 經驗이 不足한 우리형편으로도 發電所의 建設, 運轉管理, 安全規制等에 問題點을 던져주고 있다.

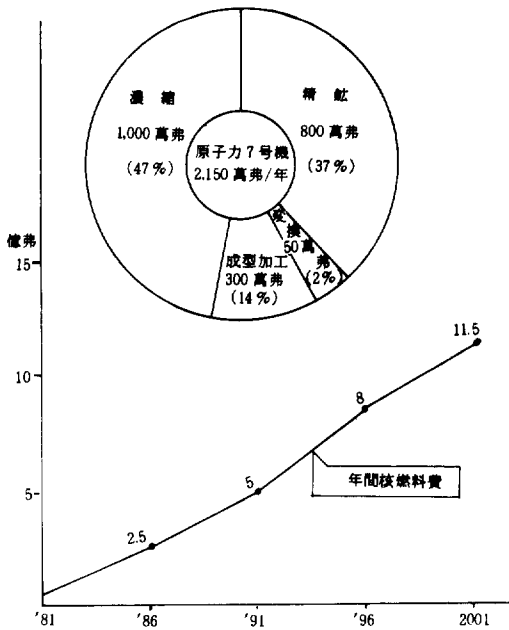
따라서 發電爐型의 選擇은 經濟的 政治外交의 次元 뿐 아니라 未來의 原子力政策과 産業技術自立 그리고 安全性確保等 諸般 技術事項을 充分히 檢討하여 決定 돼야하며 특히 우리나라와 같이 利用擴大와 國産化開發 技術自立을 복합적으로 推進해야 할경우에는 長期的인 計劃下에 原電容量과 施設의 規格化等을 指向해야 할 것이며 FBR의 新型爐의 실용화에 대비하여 향후 수 10년에 걸친 爐型戰略의 樹立이 必要한 것이다.

이와아울러 施設의 導入時 必須技術의 일괄 도입은 물론 關聯核心技術의 導入도 並行 推進하여야 하며 最近의 國際原子力 市場정세에 비추어 이러한 可能性은 점차 높아지고 있는 추세이다. 실제로 알젠틴이 나 브라질의 경우 이와같은 戰略下에 原子力發電事業이 進行되고 있는 점을 감안할때 組織的인 原電導入 政策의 確立이 必要하다고 본다.

### 2.2 核燃料資源의 確保와 安定供給

우리나라는 石油와 마찬가지로 核燃料資源 即 우라늄資源도 極히 적은 實情이다. 물론 一部地域에서 열 마간의 우라늄 鑛이 發見되고는 있으나 品位(含有率 0.04%)로 보아 經濟性이 현단계로는 없으며 매장량 또한 豊富하지 못하며 채광과 精련등 일련의 生産活動의 對象으로는 評價될 수 없다. 우라늄을 核燃料의 型態로 製造하는 이른바 核燃料週期技術도 아직 研究段階에 머물러있어 核燃料의 自給에는 상당한 期間이 所要될 展望이다. 우리나라의 核燃料費 所要推移를 보면 (表2-1) '91年度에는 年間 約5億\$에 이르게되며 今世紀內로 10億\$을 上廻할 것으로 展

表 2-1. 核燃料費 構成 및 推移



望된다. 그리고 이 核燃料費의 構成은 PWR (加壓輕水爐)을 基準으로 볼때 우리늄값은 約 37%에 불과하며 나머지 63%는 技術 service 즉 核燃料週期費가 차지하고 있다. 따라서 核燃料의 安定供給에는 우리늄精鍊의 確保와 週期技術의 自立이라는 두가지 課題가 擡頭되며 現在는 이들의 100%를 外國에 依存하고 있는 實情이다. 核燃料의 安定供給에 있어 무엇보다도 重要한 우리늄精鍊은 美國, 캐나다 등 北美地域에서 全量 輸入되고 있는데 이또한 資源非保有國의 立場에서 보면 一末의 不安要因이 되고있다. 따라서 앞으로는 호주와 아프리카국가등과도 資源協力關係를 強化하여 原礦의 輸入先을 多變化 하는 한편 現

在 우리늄이 가봉등지에서 推進中인 海外우리늄 資源 共同開發과 海外 (캐나다등) 鑛山에의 資本參與等 積極的인 資源確保戰略을 견지해나가야 할 것이다. 다음으로 核燃料週期技術에 있어서는 이른바 核心技術로 불리우는 우리늄濃縮을 비롯한 全技術을 “美國” “캐나다” “프랑스” 등 原子爐供給國에 의존하고 있는데 이分野의 技術確保가 國產化戰略과 연관된다는 點에서 基本技術의 確保가 要望되는 分野이기도 하다.

특히 우리늄濃縮技術의 경우 國際的인 감성 외에도 莫大한 投資 (10 수억 \$)가 隨伴될뿐 아니라 시장성의 결여등 제반문제점으로 보아 이의 産業化는 不適合한 것으로 判斷되나 이濃縮또한 “美國”과 “프랑스”에만 의존하고 있는 實情이므로 濃縮役務의 供給保障을 위한 外交協力の 強化가 要求되고 있으며, 自体技術의 草期確保를 통하여 先進國의 技術에속으로부터 탈피하여야 하는 課題를 안고있다.

그러나 核燃料週期技術은 高度의 工業力과 核임제 제어 그리고 放射線安全技術 및 원격조작 기술등 첨단기술의 集合된 分野이므로 技術確保를 위한 最少限의 告行期間 (lead time)이 所要되며 치밀한 기술 자립戰略下에서만 成功할 수 있는 分野이기도하다. 이러한 觀點에서볼때 우선 投資規模가 작고 外貨絶減效果와 技術波及效果가 큰 輕水爐型核燃料의 成型加工을 始發로하는 政府의 核燃料國產化計劃 (表 2-2 참조)은 現實性과 長期戰略에 부합되는 政策의 하나로 손꼽을 수 있겠으나 向後 登場할 新型原子爐等에 對備한 開發計劃의 補完과 導入技術의 選別에 관한 事前對策의 樹立이 當面한 課題라고 하겠다.

### 2.3 原子力發電所의 設計및 施工

原子力發電所의 建設에서 設計엔지니어링과 施工部門이 차지하는 比重은 金額比率로 各各 12%와 20

表 2-2. 核燃料 國產化 推進 計劃

	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89
1) 會社設立	→							
2) 技術導入 및 借款契約	→	→	→					
3) 工場設計			→	→	→			
4) 建物建設				→	→	→		
5) 機器發注 및 設置					→	→	→	
6) 試運轉 및 商業生産								→
投資額 (53,167)	250	350	4,583	9,133	11,330	21,617	5,904	

※ 外資包含

%정도 (고리-5호기의 경우)에 이르고있다.

設計엔지니어링의 경우 國內唯一의 原子力 專門用 役會社로 出帆한 韓國電力技術(前KNE)가 原子力發電所와 關聯된 用役事業을 遂行하고 있으나 아직 外國人 主契約者로 부터의 下請受注形態로 部分 參與하는데 不過한 實情이다. 그러나 設計엔지니어링 分野는 高級頭腦와 經驗을 바탕으로 하는 순수기술産業이므로 國內技術能力確保가 바람직하며 繼續되는 原子力建設展望에 비추어 重點의 育成戰略이 要求되는 分野이기도 하다. \*表 3\*에 우리나라의 原電號機別 設計엔지니어링 國産化計劃을 소개한다. 이에 의하면

表 3. 設計·엔지니어링 國産化 計劃

		# 5, 6	# 7, 8	# 9, 10
基本設計	%	8.5	13.5	19.4
	(百萬弗)	(7.7)	(8.0)	(17.7)
現場設計	%	30.0	45.0	85.0
	(百萬弗)	(37.2)	(55.8)	(104.5)
計	%	21.4	35.5	57.1
	(百萬弗)	(44.9)	(63.8)	(122.2)

'80年代末에 完工되는 9,10號機의 경우에도 基本 設計部內에서는 20%以上の 國産化 展望을 보이고있어 原電設計엔지니어링의 完全自立은 今世紀內에 實現키 어려운 것으로 判繼된다. 따라서 이의 早期國産化와 新型爐建設등에 對備한 能力배양을 위하여는 同事業의 國內主導化推進과 不足技術의 導入을 위하여 先進外國社와의 技術提携등도 積極的으로 考慮되어야 할 것이다.

한편 大部分이 土木, 建築을 根幹으로 하는 原子力發電所의 施工建設分野는 國內建設技術의 急激한 發展과 海外工事의 受注經驗등에 힘입어 原子力産業中 제일 먼저 國産化高地를 征服할 것으로 豫測되며 5.6號機의 경우만하여도 97%의 國産化率을 보이고있어 實際적으로 完全 自立段階에 접어들었다고 할 수 있다.

그러나 品質保護와 같은 高度技術分野에서는 아직도 外國技術에 依存하는 實情이어서 이에대한 對策 樹立과 政府의 支援体制確立이 要望되고 있으며 先進技術의 完全消化와 技術改良을 통한 自主技術의 確立에 힘을 기울여야 할 것이다.

2.4 機資材國産化

原子力發電事業의 궁극적 目標가 電力等 에너지生産에 있다고 한다면 原子力利用을 具現시키는 手段을 역시 機資材임을 不認할 수 없다. 따라서 原子力利用

開發의 궁극적인 自立은 機資材國産化를 통해서만 確立될 수 있다고 본다. 原子力機資材는 規模와 資金, 技術 및 system의 複雜性등 모든면에서 他産業用 機資材와 比較하여 현격한 差異를 갖고 있다. 특히 엄격한 品質保護体制과 素材 및 技術의 완벽성은 우주산업에 버금가는 水準이며 특히 신뢰성과 完全性等이 強要된다.

原子力機資材의 國産化가 迅速히 이루어 질 수 없는 理由는 위와같은 特性에서 찾아 볼 수 있으며 機資材國産化는 産業經濟的 側面과 함께 신뢰성 제고를 통한 安全性確保가 考慮돼야만 한다.

따라서 機資材國産化는 慎重한 計劃과 완벽한 技術을 바탕으로 推進돼야하며 原子爐型政策, 設計엔지니어링國産化等과 並行돼야 할 것이다.

政府는 原電建設費의 40%相當을 접하고있는 機資材國産化를 위하여 PWR爐型을 中心으로 하는 國産化計劃을 樹立(表 4) 推進하고있다.

表 4. 機資材國産化計劃

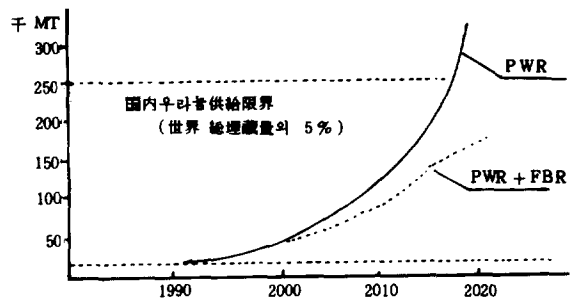
設備	號機	# 5, 6	# 7, 8	# 9, 10
核蒸氣供給設備		10	18	26%
		(14)	(27)	(41百萬弗)
터어빈·發電機		11	28	40%
		(10)	(26)	(38百萬弗)
補助設備		33	45	55%
		(106)	(157)	(191百萬弗)
計		24	36	46%
		(130)	(210)	(270百萬弗)

2.5 研究開發과 人力養成

國內 에너지 需要의 急増과 賦存資源의 貧弱이라는 相反 에너지現案問題의 解決手段으로서 原子力은 상당한 利點을 갖고 있음을 주지의 사실이다.

그러나 表 5에서 보는 바와같이 核燃料資源에도 限界性은 存在하며 實際로 現行 熱中性子爐만 使用할

表 5. 우라늄累積需要量 推移



경우 우리나라의 可用年限은 向后 20~30年程度로 推定하는 측도이다.

이러한 現狀을 감안할때 原子力에너지에 있어서도 資源節約型 技術開發은 必須의 課題이며 先進各國은 이의 實現에 總力を 기울이고 있다. 그러나 우리나라와 같이 기술후진국의 경우는 現行爐에 對한 利用技術 自立과 先進技術의 추적소화라는 過重한 開發任務를 지고 있는데 반해 經濟規模가 先進國에 비해 적으며 당면 산업투자의 進급성등에 기인하는 研究投資의 영세성으로 原子力技術開發의 침체성을 못면하고 있다하겠다. 이외에도 原子力研究開發 침체의 주요원인중에는 技術의 需要範圍가 制限과 있으며 民間參與

가 거의 不可能한데서오는 投資主体의 單一性( 政府投資에만 의존)도 손꼽을 수 있다. 따라서 原子力研究開發 活性化를 통한 技術革新을 위하여는 投資增大를 위한 投資源의 開發이 선결돼야 하며 原子力關聯 産業체로 부터의 基金造成과 電力等 製品販賣利潤에 대한 割當金 造成等の 制度的 措置가 必要하지 않을까 生覺된다.

原子力分野의 研究活動增大는 特히 所要技術人力의 養成供給側面에서 더욱 重視되고 있다. 우리나라의 長期原子力 人力需要는 表 6과 같이 增大한 것으로 展望된다.

앞에서도 言及된 바와같이 原子力事業을 위하여는

表 6. 長期 原子力 人力需要 展望

區 分		第 4 次 五 個 年 計 劃			第 5 次 五 個 年 計 劃					第 6 次	第 7 次	第 8 次
		79	80	81	82	83	84	85	86	87-91	92-96	97-2001
高 級 技 術 者	年 間	98	120	170	170	190	210	120	270	1,060	1,910	2,780
	累 計	330	450	620	790	980	1,190	1,400	1,670	2,730	4,040	7,420
中 堅 및 初 級 技 術 者	年 間	592	750	950	1,060	1,120	1,260	1,350	1,510	6,340	11,440	16,670
	累 計	2,000	2,750	3,700	4,760	5,880	7,140	8,490	10,000	16,340	27,780	44,450
計	年 間	690	870	1,120	1,230	1,310	1,470	1,560	1,780	7,400	13,350	19,450
	累 計	2,330	3,200	4,320	5,550	6,860	8,330	9,890	11,670	19,070	32,420	51,870

資料 : KAERI ( 長期 原子力發電開發對策研究 80.1 )

全技術 分野에 걸쳐 高級의 技術人力이 大量으로 所要된다는 어려움을 안고 있다.

따라서 이의 養成確保를 위한 積極的인 對策樹立이 至要하며 研究活動促進을 통한 高級科學者의 養成과 專門養成機關의 育成 그리고 在外人力의 국내유치等 이 綜合的인 人力計劃下에 推進되어야 할 것이다.

이러한 計劃은 長期原子力 基本計劃에 立却한 人力需要를 바탕으로 立案 實施되어야 할 것이다. 人力需要의 精密推定은 實際的으로 어려운 課題이나 우선 原電計劃, 國産化計劃, 研究開發計劃의 年次別 目標를 確定해 놓는다면 比較的 妥當한 推定이 可能하며 이러한 人力需要의 推定과 供給可能性에 對한 評價는 國內原子力事業의 規模와 目標達成여부를 가늠하는 主要尺度가 될 것이다.

### 3. 原電의 安全性과 規制制度의 定着

原子力에서 安全性問題가 論議되는것은 “첫째”放射線으로 부터 人命과 環境을 保護하고 “둘째”核物質및 施設의 防護를 통하여 原子力의 非平和的 利用을 阻止하자는데 目的을 두고 있다.

그러나 安全性確保라고 하면 흔히 前者에 대한 概念으로, 施設이나 部品에 對한 신뢰성評價와 原子力事業者에 對한 安全運營責任의 부여 및 安全監視活動等을 通칭하며 機能別로는 事業者의 技術的인 安全性確保實務와 法規에 바탕을 둔 規制機關의 安全性評價 및 確認制度로 大別된다. 우리나라의 原子力發電所安全規制는 原子力法에 근거하며 科學技術處 原子力局에서 行政實務를 擔當하고 있으나 아직 國內技術基準이 未備하여 原電供給園의 技術指針을 準用하고있는 것이 많다.

前述한바 原電利用의 擴大는 安全規制能力의 確保와 並行推進돼야 하며 技術水準의 提高는 물론 制度의 定着이 先決돼야 할 것이다. 이에따라 政府는 今年 原子力法을 全面改編한 바 있는데 앞으로는 關聯技術基準및 指針의 開發에 주력하는편이 規制要員의 資質向上과 適期確保를위한 制度整備에도 상당한 勞力を 기울여야 할 것이다.

原子力이 갖이고 있는 無限의 利用價値와 매력에 反하여 一面 放射線이 人体와 環境에 미치는 被害의 影響이라는 相反된 面을 考慮할때 人間은 原子力이라도 매력을 어떻게 슬기롭게 다루느냐 가 成敗의 가능성이

된다. 특히 우리나라와 같이 技術人力의 不足과 經驗이 적은 現實에서 原子力發電所로 國內 脫石油에너지 政策의 일환으로 導入되었으나 이에 必須的으로 隨伴되어야 할 安全性確保에 必要한 技術基盤의 構築이 결여된 狀態에서 原子力發電所는 이미 稼動中에 있다. 따라서 安全性確保라는 觀點에서 볼때 國內原子力發電所의 稼動은 脆弱點을 內包하고 있는 것이 事實이다 이를 解決하기 爲해서도 安全規制나 制度의 裝置도 主要하겠으나 무엇보다 技術能力的 確保가 重要하다. 安全性을 評價하고 事故豫防에 對處할 수 있는 能力 事故時 人命, 財産 環境에 주는 被害를 最少로 줄일 수 있고 能力等 技術的으로 安全과 關聯되는 分野에 對處하고 解決할 수 있는 能力的 要求된다. 原子力の 利用技術은 綜合技術分野이다. 모든分野가 集大成되어 正確하고 信賴性있게 調和를 이루워 한치의 失手도 容납하지 않고 움직여주어야 安全性이 確保되는것이다. 安全性은 安全을 다루고 放射線安全分野에 緘事하는 사람들만의 責任은 아니다. 마치 俗말로 바늘가는곳에 실이 따라야 한다는 말처럼 原子力 利用과 安全性問題는 同一體이며 同時에 考慮되어야한다. 순간의 技術的解決보다는 豊富한 基礎知識과 經驗을 土臺로 確信을 갖는 解決方法만이 問題를 푸는 解答이다.

이를 爲하여 우리는 더욱工夫하고 體系있게 人材를

養成해야한다. 이미導入된 原子爐를 安全하게 運轉管理하여 우리의 後損들에게까지 그責任이 전가되지 않도록 努力할 의무와 책임이있다.

### 5. 結 論

지금까지 原子力事業의 特殊性에 대해 政策的課題를 中心으로 두서없이 나열해 보았다. 우리나라가 時急히 確保해야 할 技術의 內容이나 現實을 감안할때 原子力利用開發과 安全性確保는 異質의이고 二元的인 問題가 아닌 同一한 目標을 向한 生産活動이라고 볼 수 있다. 따라서 原子力利用開發事業의 擴大는 궁극적으로는 國內原子力施設의 安全性確保를 통해서만 成功할 수 있으며 安全性確保를 위한 제반 확충이나 措置는 原子力利用技術提高에 크게 寄與하게 되므로 相互 적절한 協助와 機能의 補完이 불가피한 것이다.

뿐만아니라 國家에너지 自立을 爲하여는 우리의 獨自의 能力과 技術에 의한 原電의 國産化와 建設, 運營이 가장 바람직하며 우리나라가 原子力技術의 自立을 達成할때 명실상부한 技術立國의 高地를 차지하게 될 것이다.