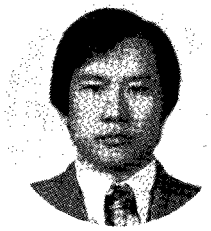
原子力人力 開發展望에 關하여

Prospects of Nuclear Manpower Development in Korea



全 豊 一
〈韓國에너지研 · 原子力政策研究部長〉

1. 머 리 말

石油에너지資源의 有限性과 함께 등장하기 시작한 資源내셔널리즘은 우리나라와 같이 賦存資源이 부족한 국가에게는 큰 위협으로 되어가고 있다. 이는 經濟發展이 없이는 國家存立이 위협을 받게 되며, 에너지供給없이는 國家經濟가 成長할 수 없기 때문이다.

현재 우리나라에서는 國際収支 흑자국이 되고자 온갖 노력을 경주하고 있다. 총수입액중 1/3이 에너지의 輸入額이라는 점을 감안할때, 外貨流出을 방지하기 위해서는 에너지分野에서의 政策決定이 가장 중요함을 알 수 있다. 현재 電力이 總에너지에서 차지하는 比重은 1/4수준이며, 앞으로 先進國(선진국에서는 1/3수준임)의 대열에 동참하게 되면 그 比重은 늘어나게 될 것이 예상된다.

原電과 在來式 火力과의 외화수출액을 비교하여 보면, 우리나라에서 기술이 自立되는 경우 發電費中 原子力發電(輕 · 重水爐의 경우)은 14~20%정도의 외화유출이 가능한 반면, 石油火力은 70%, 石炭火力은 40%수준의 外貨流出이 불가피하다.[1] 이는 技術自立이 되어도 원료인 우라늄, 석유 그리고 석탄은 외국에서 輸入해야 하기 때문이다. 그러나 原子力發電의 경우, 技術만 확보되면 外貨流出分은 훨씬 더 줄여나갈 수 있다.

앞으로 輕 · 重水爐의 使用後核燃料를 再活用할 수 있는 技術을 확보하여 이를 輕 · 重水爐에 再活用하게 되면, 原電費用中 外貨流出을 10%水準이하로 줄여나갈 수 있으며, 궁극적으로 이를 高速增殖爐에 活用하게 되면 外貨流出을 0.2%水準이하로 줄일 수 있다. 이러한 측면에서 原産會長이신 朴正基 韓電社長께서는 1986年을 맞는 新年辭에서 "에너토피아를 建設하자"를 1986년 目標로 삼자고 말씀하셨다.[2]

즉, 原子力發電技術의 自立을 통한 에너지自給自足을 이룩하자는 시기적절한 目標를 뚜렷이 제시하였으며, 이를 위해서는 政府, 研究所, 學界, 産業體 및 電力事業體가 혼연일체가 되어 적극적인 추진이 요망되고 있다. 특히, 原子力發電技術의 自立化에는 原子力專門人力의 원활한 養成 · 供給이 前提되고 있음을 注知해야 하겠다. 특히, 原子力人力開發은 장시간이 소요되며 필요한 人力供給이 적절하게 이루어지지 않으면 原子力産業 發展을 遲延시키거나 沮害시킬 수 있기 때문이다.[3]

따라서 本稿에서는 지금까지의 우리나라 原子力人力開發과 이에 따른 問題點을 檢討 · 分析

하고, 앞으로 우리나라의 原子力開發政策에 따른 효율적인 人力需給을 위한 人力開發方向을 提示하고자 한다.

2. 原子力産業과 專門人力 所要

原子力專門人力의 需要는 國家의 原子力開發政策에 따라 주로 좌우되고 있다.[3),4)] 즉, 에너지需給政策에 따른 原子力發電計劃과 原子力技術의 國産化政策에 따라 人力需要도 크게 달라지며, 原子力人力의 효율적인 管理에도 많은 影響을 준다. 또한 原子力人力은 다른 分野와는 달리 高度의 專門知識과 많은 經驗을 필요로 하고 있어 長期間의 訓練과 經驗蓄積이 必要하다.

原子力專門人力의 需要는 國家의 産業基盤과 그 能率에 따라 크게 다르며, 原子力發電所 建設計劃 및 建設期間에 따라 차이가 발생하여 정확한 推定이 어렵다. IAEA의 原子力人力開發에 대한 技術指針[3)]을 보면 原子力發電所의 建設은 7년 정도가 所要되는 것으로 보고 있으며,

〈表1〉 原子力發電事業에서의 專門人力所要

Activity	Approximate number corresponding to 100%
Pre-project activities	30
Project management	100
Project engineering	370
Procurement of equipment and materials	30
Quality assurance and quality control	100
Manufacturing of equipment and components	3000
Plant construction	2000
Plant commissioning	200
Plant operation and maintenance	220
Licensing and regulation	50

〈表2〉 技術人力의 技術水準別 構成

(單位 : %)

技術等級 / 機關	高級技術者	中堅技術者	初級技術者
電力	22	57	21
設計·엔지니어링	5	80	15
機資材生産	7	22	71
施工·建設	1	44	55
安全規制	92	8	0
核燃料生産	26	44	30
研究開發	42	48	10
全體	21	46	33
(施工과機資材生産제외시)	(29)	(56)	(15)

總 所要人力은 5,000~6,000여명이 필요하고, 이중 85% 정도는 技能人力으로 되어 있다[4)](表1, 2참조).

그리고 原電 1基의 運營과 補修에는 先進國의 경우 200여명의 人力이 필요하며, 諸般支援施設이 不足한 경우에는 이보다 증가하게 되며, 우리나라의 경우 300여명 程度가 필요한 것으로 評價되고 있다.[4)] 최근에는 原子力發電所가 大形化되면서 運營·補修에서의 裝備改善과 管理體系의 改善으로 所要人力이 減少추세에 있다.[4)]

核燃料設計·製造의 경우 연200톤規模인 경우에 設計分野와 製造分野에 各各 200여명씩이 필요하다. 使用後核燃料 貯藏槽 運營과 廢棄物處分場 運營에도 각각 200여명의 人力이 所要되고, 安全規制와 認許可에는 우리나라와 같은 原子力産業의 規模에서 150~200여명이 적정인원으로 판단된다.[3,5)]

3. 우리나라에서의 原子力開發과 人力養成

우리나라는 현재 4基의 原電(2,866MWe)이 稼動中에 있으며, 發電量中 原子力 占有率은 28%에 달하고 있다.[6)] 또한 5基의 原電이 건설중이며, 1990년까지 전부 稼動될 前望이다. 政府는 2001年까지 15基의 原子力發電所(13,016M-

〈表 3〉 우리나라 原子力發電所 技術自立 現況

분야		가중치 (%)	자립도 (%)	현위치 (%)
건설	사업관리	5.6	85	13.3
	설계용역	10	58	5.8
	기자재제작	49	52	25.5
	건설시공	19.2	90	17.3
	핵연료*	6.2	-	-
	계	100	61.9	61.9
운영		100	90	90
보수		100	80	80

*核燃料의 경우 1990년 초반 기술자립推進

We)를 가동하여, 原子力發電 占有率을 43.8% 까지 증가시킬 계획이다.[7]

또한 原子力發電所의 技術現況은 表3에서 보는 바와 같이 原子力發電所의 운영 및 보수기술은 각각 90%와 80%를 自立하고 있으며, 原子力發電所의 建設에서는 建設施工이 90%, 事業管理는 85%, 機資材製作은 52%의 技術自立을 달성하고 있다. 이와 같은 原子力技術의 自立은 原子力發電所 建設契約時 참여율의 확대와 人力開發로서 이루어졌다고 판단해도 좋겠다.[8]

한편 우리나라의 人力開發 現況을 보면 본격적인 人力開發은 1960년대 政府가 人力開發政策을 수립, 추진하면서 시작되었다.[4] 현재 國內에서 필요로 하는 初級技術人力은 대부분 국내 일반대학과 전문대학에서 供給하고 있으며, 高級技術人力은 海外 科學者 誘致와 國內 高級人力의 海外 研修 및 委託教育 그리고 國內 研修機關을 통해서 輩出하고 있으며, 機能人力은 주로 專門大學과 産業體의 人力開發院 및 훈련소 그리고 人力養成所에서 공급하고 있다.

그러나 '70년대 초반까지는 原子力人力의 管理 및 開發은 原子力研究所에서 주로 擔當해오고 있었으며, 産業體의 경우에는 그 활동이 微弱하였다. 그러나 '70년대 중반 이후부터 古里 1號機를 비롯한 原子力發電所의 적극적인 추진으로 産業體의 原子力人力開發이 급격히 促進

〈表 4〉 우리나라 原子力人力 現況

1985. 1. 1基準 (단위 : 명)

區分	特級	高級	中級	初級	計
技術人力	1,836	1,996	3,910	6,554	14,296
技能人力		3,397	3,444	4,164	11,005

*년25만명 이상의 大學卒業者 輩出(自然科學 및 工學系 15만명), 原子力科는 3個大學, 1個專門大가 있음.

〈表 5〉 發電所 建設 基數[8]

期間 / 區分	'65 ~'69	'70 ~'74	'75 ~'79	'80 ~'84
發電所 建設着手基數	25 ( )	4 (1)	16 (6)	2 (2)

*( )안의 數는 原子力發電所 建設基數

되었으며, 그 결과 1982년의 原子力人力은 6,500여명으로,[9] 1985년에는 25,300여명으로 急激히 增加하였다. 1985년 현재 原子力人力中 技術人力은 14,300여명으로 推定되고 있으며, 대부분 産業體에 몰려있다(表4 참조).[8]

그러나 우리나라에서의 人力養成을 보면1976년부터 1985년까지 8차례의 電源開發計劃 變更으로(表5 참조) 人力需要豫測이 어려웠으며, 이에 따라 建設量의 급격한 변동으로 中堅經驗技術人力의 養成이 어려워 初級人力을 投入해야 했고, 유휴인력의 발생시는 他分野로 전직하여 技術蓄積이 불가능하였으며, 導入技術의 소화능력 부족과 斷片的인 기술습득으로 組織的이고 효율적인 기술습득이 困難하여 분야별 기술전수와 土着化에 큰 障碍가 되었다.

또한 原電 導入先의 多様化로 일관성있는 技術蓄積이 어려웠고, 기술자립을 촉진할 수 있는 契約管理가 未洽하였다. 특히, 原子力産業에서 中樞的인 역할을 담당해야 할 高級人力은 국내의 教育訓練組織의 영세성, 一般基礎教育에의 편중과 전력업체간 教育訓練體制가 이루어져 있지 않았고 分野別 高級人力 需要判斷이 미흡하여 高級人力의 養成이 어려웠으며, 海外 有經驗頭腦誘致도 여건 미비로 인하여 高級人力의 確

〈表 6〉 原子力發電所 建設技術 自立計劃[10]

(單位 : %)

號機 / 分野	原11, 12	原13, 14	原15, 16	原17, 18	備考
機資材	70	82	89	91	金額基準
NSSS 系統設計	44	62	84	90	M/H基準
設計技術用役 (A/E)	70	81	90	95	〃
竣工豫定日	1995. 3 1996. 3	1997. 3 1998. 3	2000. 3 2001. 3	2003. 3 2004. 3	

*機資材 國産化率은 輸入素材包含, 韓重 및 系列業體分包含

(資料 : 第214次 原子力委員會 案件)

保도 미미하였다.

특히, 최근에는 原子力發電所의 容量 擴大에 따라 建設, 運營, 補修에서의 새로운 기술도입이 급속히 이루어지고 있으므로 앞으로는 實務에서 발생하는 問題點을 해결할 수 있는 實務經驗이 풍부한 高級人力의 開發에 注力해야 할 것으로 본다(表2 참조).

4. 앞으로의 原子力 人力開發 方向

우리나라는 이미 原子力發電所를 4基 稼動하고 있으며, 5基가 建設中에 있고, 2基가 推進中에 있다. 현재 原子力發電所의 建設, 運營, 補修에 소요되는 人力의 量的 確保에는 큰 문제가 없을 것으로 보이나, 後續機에서는 原子力發電技術 自立化 擴大로 확보된 原子力人力의 효율적인 利用과 高級化, 즉 質的向上에 중점을 두어야 할 것으로 본다(表6 참조).

이외에도 政府는 原子力發電所의 標準化와 核燃料設計 및 製造技術의 國産化 그리고 使用後 核燃料의 管理와 輸送, 放射性廢棄物 處理處分場의 建設 및 運營 등[10, 11] 앞으로 原子力人力의 需要는 계속 증가할 것으로 전망된다. 또한 長期的으로 볼때 輕水爐의 再循環核燃料週期開發과 2000년 이후의 高速增殖爐 建設 및 核燃料 開發에 필요한 人力도 개발하여야 한다.

이와 같은 原子力開發을 추진하는 경우에 앞으로 2000년까지 年平均 2,000여명의 人力開發이 필요할 것으로 前望되며, 2000년까지 人力所要量을 보면 表7과 같다.[8]

〈表 7〉 2000年까지 原子力關聯 所要人力

區分	1985	1990	1995	2000
技術人力	14, 321	19, 177	23, 620	24, 207
技能人力	11, 005	14, 877	15, 440	15, 414
計	25, 326	34, 054	39, 060	39, 621

*研究開發人力 포함.

필요한 人力開發을 효율적으로 推進하기 위해서는 교육훈련기관의 시설확충 및 特殊性에 맞는 專門化를 유도하고, 특수교육과 現場實習을 강화하며, 研究人力의 효율적 활용과 전문인력의 활용을 極大化시켜야 한다.

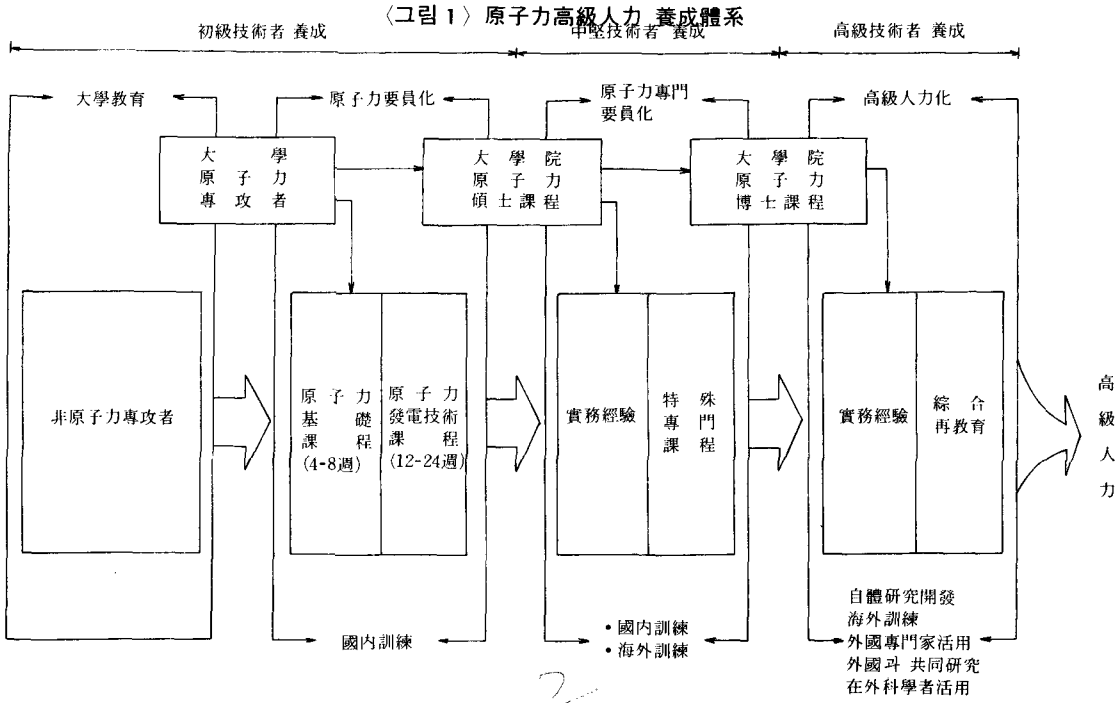
또한 앞으로 人力開發은 부득이한 경우를 제외하고는 自體 養成하는 것이 바람직하며, 養成된 人力의 高級化를 위해 海外研修의 강화 및 委託教育의 실시와 專門分野에서의 기술정보 제공체제 구축, 외국과의 共同研究 등의 人力開發投資를 확대하여, 高級人力 養成體制를 이룩하는 것이 필요하다[9](그림1 참조).

효율적인 人力管理를 위해서는 電力産業體間 組織的이고 科學的인 人力管理體系를 確立하고, 余裕人力 發生時 부족업체에 支援하는 方案이 講究되어 適正水準의 人力을 維持하고 균형있는 전문인력을 保有·維持시키는 것이 필요하다. 또한 先進國과 開發途上國들의 人力開發에 대한 情報와 資料의 相互交換體制 構築과 國際機關 또는 兩國間 協力을 통하여 人力需要豫測技法과 人力開發方法 등을 도입하고, 國際研修過程을 국내에 誘致하는 등 국제협력을 통한 人力養成과 경험이 많은 海外科學者의 유치 또는 위탁연구 추진 등도 高級人力의 養成에 중요한 역할을 할 것이다.

5. 맺 음 말

原子力人力開發은 原子力技術自立 성공의 관건이 되는 것으로 아무리 강조해도 지나치지 않

〈그림 1〉 原子力高級人力 養成體系



을 것이다. 또한 原子力人力開發은 原子力開發政策에 많은 영향을 받을 뿐만 아니라 장기간이 소요된다. 따라서 原子力技術의 自立을 성공적으로 推進하기 위해서는 人力開發이 先行되어야 하며, 原子力發電所 導入契約時 技術移轉條件의 강화와 국내산업체의 참여율 확대로 人力의 현장경험 축적과 新技術의 습득으로 人力의 고급화에 대한 교두보를 確保하고, 原子力開發計劃의 일관성이 유지되어야 한다.

人力의 고급화를 위해서는 電力産業體間 효율적인 人力管理體制와 人力開發體制를 유지하고 國內 大學과 産業體間 긴밀한 협력체제를 구축하여 高級人力養成體制를 조속히 확립하여야 한다. 또한 國際協力을 통한 高級人力養成도 효과적인 것이 될 것이다.

끝으로 1985年度에 韓電이 중심이 되어 추진한 電力그룹協力會의 人力開發計劃[7]을 중심으로 하여 原電技術自立計劃이 성취되기를 바라며, 原子力技術自立을 바탕으로 2000년대에 우리나라가 先進 10位國에 속하는 科學技術立國이 되도록 우리 모두 힘써 나가야 하겠다.

《참 고 문 헌》

1. 2000년을 향한 原子力 長期發展 硏究, 韓國에너지硏究所, 1985, KAERI/RR-459/85

2. "에너토피아를 建設하자", 전력노보 제315호 (85, 12, 31字)

3. Manpower Requirement and Development for Nuclear Power Programmes, IAEA, 1980

4. 原子力人力開發指針, KAERI, 1982

5. "우리나라의 원자력인력수급전망,"原子力産業, 1983, 3월호

6. 原子力産業, 1985, 8月號

7. 2000年을 향한 장기에너지 전망과 전략, 動資部, 1985

8. 電力그룹長期人力開發計劃, 韓電人力開發室, 1985, 11

9. 原子力人力 養成對策 硏究, 韓國에너지硏究所, 1982

10. 原電後續機推進方案, 제214차 原子力委員會案件, 1985, 7

11. "International Nuclear Markets : Problems & Prospects, IAEA Bulletin, Vol. 26, No. 3