

# 日本에서 原子力の 役割

## 經濟的・技術的 役割의 分析

原子力은 石油代替에너지의 中核을 이루는 것으로서 적극적인 開發利用이 추진되어 왔으며, 현재 日本의 1次에너지의 약 7%, 전력의 20% 이상을 공급함으로써 電力供給의 中核을 맡는데 충분한 것으로 되어 있다. 또한, 2000년에는 1次에너지의 16%정도, 전력의 약 40%를 공급할 것으로 기대되고 있다. 한편 核燃料사이클에 대해서도 施設의 建設計劃이 추진되는 등 1990년대의 事業化를 향해 착실한 進전을 보이고 있다.

이와 같은 原子力開發利用의 進전에 따라 電氣事業 또는 核燃料事業에 機器를 공급하는 原子力産業도 급속한 성장을 하고 있으며, 日本의 經濟社會에 占하는 비중도 착실하게 높아져 왔다. 또한 原子力技術은 고도의 기술이 集積된 것으로서 다른 분야의 기술진보에 주는 영향도 적지 않은 것이다.

이와 같은 觀點에서 1983년도에 日本原子力委員會는 (財)未來工學研究所의 협력하에 日本에서 原子力개발이용의 經濟적 및 技術적 역할에 대해 調査分析을 하였다. 다음은 그 調査報告를 바탕으로 經濟분야, 技術분야에서의 原子力개발이용이 갖는 효과에 대한 내용이다.

### 1. 原子力開發利用의 經濟的 役割分析

#### (1) 日本原子力産業의 現況

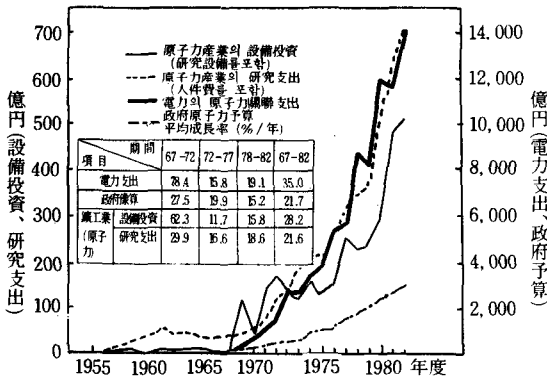
日本原子力産業의 규모에 대해서 日本原子力産業會議가 수행한 조사에 의하면, 1983년에 最

終需要相當分으로 1,140億円으로 1兆円을 넘었다. 이것은 GNP의 0.3% - 0.4%에 相當하는 것으로서 다른 산업과 비교하면 半導體産業(總賣上)과 거의 같은 규모이다.

1955년대에 시작한 日本의 原子力産業은 당초는 研究開發에서의 賣上이 中心이었으나, 原子力發電이 추진됨에 따라 1965년대 中반부터 성장기에 들어가 1975년대에서의 平均성장율은 약 19%로 매우 높은 成長率을 나타내었다. 이것은 GNP의 약 2배, 컴퓨터産業과 같은 정도이다 (表1 참조).

日本原子力産業의 需要構造에 대해서보면, 輸出比率이 낮고 內需依存度가 높아서 日本의 一般的인 産業과는 다른 특이한 특징이 있다. 특히 電力會社로의 依存度는 최종수요상당분으로 약 84%로 매우 높아서 原子力産業의 市場에 대한 전력회사의 설비투자동향, 즉 原子力發電開發計劃에 크게 左右되게 된다(그림 1). 한편 최근의 특징으로서 발전플랜트에 관한 産業의 구성은 그림 2에서와 같이 되어 있는데, 運轉中인 原子力발전소의 基數가 증대됨에 따라 運轉・定檢 등의 서비스 및 핵연료에 의한 市場의 확대를 들 수 있다(그림 3). 이 市場은 電力회사의 설비 투자계획에 좌우되지 않는 安定的인 市場이다.

原子力産業은 知識集約産業으로서 극히 고도의 信賴性을 要하는 기술이 많이 사용되고 있다. 이 知識集約性의 尺度로 研究開發特化係數를 보



〈그림 1〉 原子力産業의 鑛工業部門에서의 設備投資 研究開發投資의 時系列데이터

事項	平均成長率(%)	備考
原子力産業	19	賣上高
半導体	32	賣上高
컴퓨터	18	生産額
通信機器	9	出荷額

〈表 1〉 産業의 平均成長率(1975年度~1982年度)

면, 研究者의 數에 대해서는 2.68, 研究費에 대해서는 3.4가 되며, 모든 산업중에서 상당히 높은 수준에 있다고 할 수 있다. 그러나 半導体, 医薬品에 비하면 낮으며, 또 최근의 市場의 확대에 따라 特化係數가 저하되는 경향이 있다.

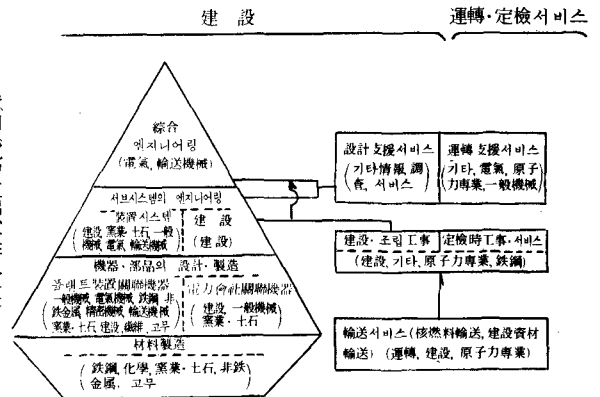
以上과 같이 原子力産業은 幼年期를 탈피하여, 현재는 하나의 自立한 산업이 되어가고 있다고 평가할 수 있다. 그렇지만 앞에서 말한 것처럼 그 需要를 國內의 특정사업에 의존하고 있다는 구조적인 脆弱性을 가지고 있다.

多目的高温가스爐, 原子力船 등 非發電部門에서도 原子力에너지를 이용하려는 研究開發이 추진되고 있으나, 그 實用化는 21세기로 전망되어 당분간 市場을 發電事業에 의존하지 않을 수 없음을 고려하면 海外市場으로의 진출이 필요하다고 생각된다.

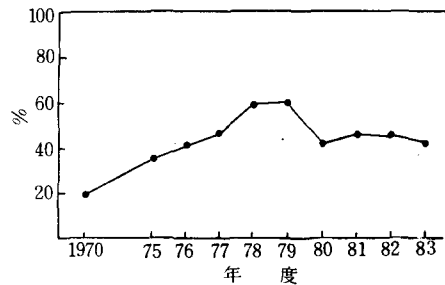
(2) 原子力開發利用의 經濟的波及效果

① 內需形成效果

電源開發投資는 日本 民間設備投資의 약 4%



〈그림 2〉 輕水爐플랜트建設·運轉에 關한 産業構造



〈그림 3〉 電氣事業의 原子力關聯支出에 占하는 運轉維持費 및 核燃料費의 比率

를 占하며, 그 반정도가 원자력에 대한 것이다. 같은 量의 發電에 요하는 경비의 内外投資比率을 보면(그림 5) 火力發電은 燃料費가 占하는 비율이 크고, 그 연료비는 거의 대부분이 해외에 지불된다. 한편 原子力發電은 資本費가 占하는 비율이 크다. 이 자본비는 建設費, 運轉費 등으로 구성되어 있으며, 그 대부분이 國內에 지불된다. 따라서 原子力發電은 火力發電에 비해 資金의 國內投資比率이 크므로 이점에서 內需形成에 기여하는 바가 크다고 할 수 있다.

또한 原子力發電의 燃料費에 대해서도 國內支拂分은 현재 再轉換·成型加工費뿐이나, 지금 추진되고 있는 濃縮, 再處理 등의 國産화에 따라서 서서히 그 비율을 증대시켜서, 技術적으로 말하면 우리늄광석비와 약간의 부품(현재 原子力플랜트의 國産化率은 99%에 달하고 있다)을 제외하고는 모든 자금을 國內에 투자하는 것도 가능

하다고 할 수 있다.

② 産業聯關分析

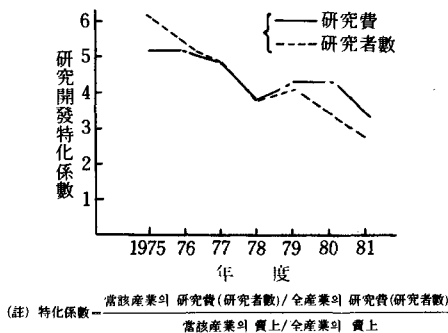
原子力産業은 多種多様な 산업과 관련을 갖는 종합적인 시스템産業이며, 原子力關聯需要는 주로 최종수요로서 많은 산업에 대해 널리 波及效果를 가져온다.

原子力産業의 다른 산업으로의 波及效果를 定量的으로 평가하기 위해, 1980年度 産業聯關表에 따라 日本原子力産業會議의 調査데이터를 사용해서 분석을 행하였다. 從來의 産業聯關表에는 원자력산업이 特掲되어 있지 않았으므로, 原子力産業을

(ㄱ) 原子力完成品部門: 商業用 原子力發電設備製造部門(主된 納入先: 電力會社)

(ㄴ) 原子力試驗爐部門: 研究爐 等 製造部門

〔그림 4〕 原子力에 관한 開發特化係數의 推移 研究

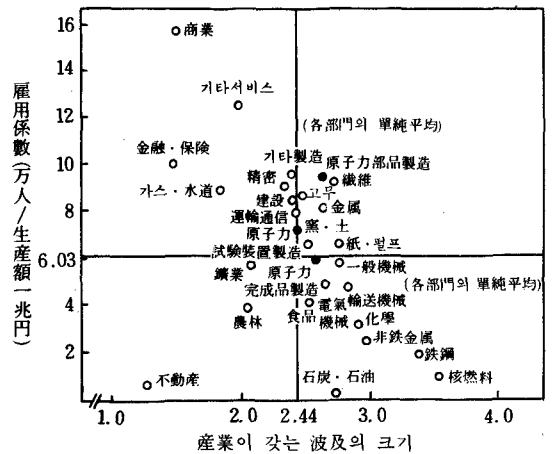


(主된 納入先: 政府系機關)

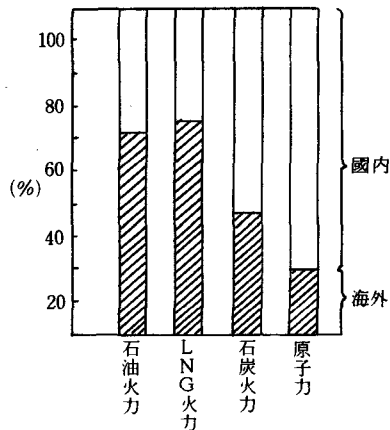
(ㄷ) 原子力部品部門: 原子力機材 部品製造部門(納入先: 메이커, 病院 等)

으로 세가지로 나누어 각각의 投入係數를 推計한 다음에 28부문에 종합한 産業聯關表에 內生化시켜(上記 세부문을 합치면 31부문이 된다) 평가를 하였다.

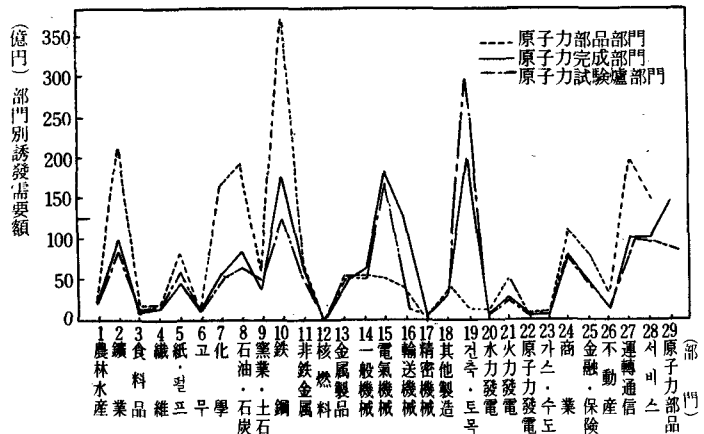
그 결과를 나타낸 것이 表2 및 그림6이다. 원자력산업의 세부문은 다른 산업분야로의 生産誘發의 면과 雇用誘發의 면에서 모든 산업의 평균을 거의 상회하고 있다. 특히, 원자력부품



〔그림 6〕 原子力産業의 特性(雇用係數와 逆行列係數의 關係)



〔그림 5〕 各種發電方式의 發電原價(試算值)에서의 資金投資比率 (1984年度運開베이스)



〔그림 7〕 原子力産業部門에서 1,000億圓當의 部門別誘發需要額(自部門으로의 直接分은 제외)

部門	項目	生産誘發效果	雇用誘發效果
原子力完成品部門		2.60	5.82
原子力試驗爐部門		2.47	7.19
原子力部品部門		2.78	9.21
全産業平均		2.44	6.03

〔表2〕 原子力産業의 各部門의 波及效果

제조부문은 生産面, 雇用面에서 모두 높은 파급 효과를 가지고 있는데, 이것은 원자력분야에서는 품질보증이 엄격하게 요구되기 때문에 그를 위한 설비와 노력이 요구되기 때문이 아닌가 생각된다.

한편 原子力産業이 다른 산업분야에서 부터 받는 파급의 크기(感應度係數)에 대해서 보면, 원자력산업은 最終需要型製造業이라고 할 수 있는 産業群에 속해 있으며, 다른 분야에서의 파급효과는 크나, 다른 분야에서 부터의 영향은 적은 특성을 갖고 있다.

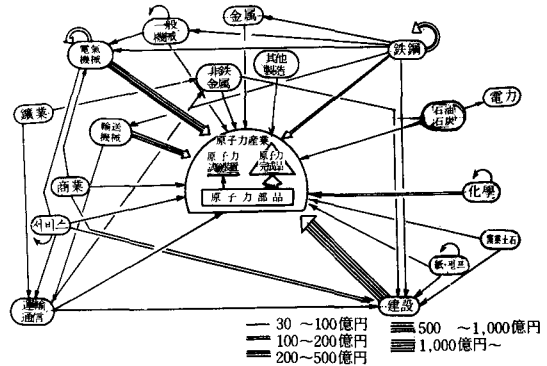
③ 産業部門別波及效果

原子力産業 3部門에서의 産業部門別 波及效果는 그림 7 과 같다. 原子力部品部門은 鉄鋼, 鑛業, 石油, 石炭 等の 基礎素材産業部門으로의 파급효과가 큰데 대해, 原子力完成品, 原子力試驗爐部門에서는 建設·土木, 電氣機械, 輸送機械 等 加工·組立産業部門으로의 파급이 크다는 것이 알려져 있다. 또 原子力産業에서의 주요한 거래구조는 그림 8에서와 같이 되어 있다.

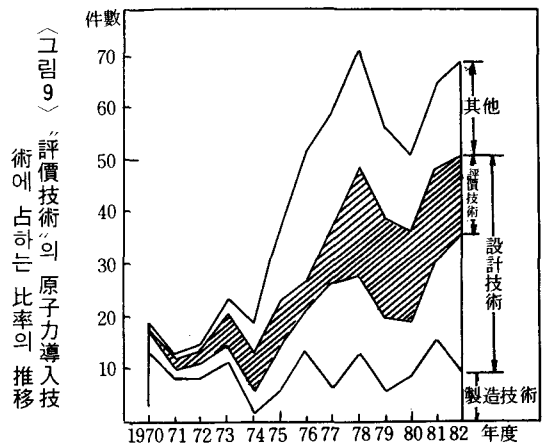
2. 原子力開發利用의 技術的役割分析

(1) 日本原子力技術의 現況

技術導入에서 시작한 일본의 원자력기술은 多數 플랜트의 建設·運轉經驗, 응력부식균열, 蒸氣發生器細管의 균열 등 初期故障을 극복하여 왔다. 그 결과 70%를 넘는 設備利用率, 저하되고 있는 사고·고장의 件數에서 나타나고 있는 것처럼 輕水爐技術은 그 성능에 관해서 세계적수준에 도달하여 있다고 할 수 있다.



〔그림 8〕 原子力産業의 生産에 따른 産業間의 去來構造 (1980年)



또한 그 自立性에 관해서 보면 최근의 發電플랜트에서는 기기의 국산화율이 거의 100%에 달하고 있으며, 生産体制에 대해서도 원자력에 관한 설비의 약40%는 전용설비가 사용되고 있어 산업용으로는 가장 높은 품질보증이 견딜 수 있는 것으로 되어 있다.

한편 近年의 기술도입 傾向에 대해서 보면 제조기술이 占하는 비율은 거의 변동이 없으며, 設計技術, 그중에서도 설계평가기술인 소프트웨어 技術이 占하는 비율이 높아지고 있다(그림 9). 특히 사고안전데이터, 안전설계평가 등의 분야에서 海外依存度가 높다.

研究開發推進의 面에서 보면 앞에서와 같이 원자력산업은 그 시장을 電源開發에 의존하고 있으며, 産業自身이 市場확대를 위해서 스스

로 研究開發을 하는 自律的 메카니즘이 작동하기 어려운 특징이 있다.

(2) 原子力開發利用의 技術的波及效果

原子力開發利用長期計劃에 「原子力關聯技術의 開發은 과학기술입국을 목표로하는 日本 科學技術水準의 향상에 큰 역할을 한다」고 되어 있다.

먼저, 原子力産業으로의 參與에 의한 經營체로의 效果는 크게 나누어서 ① 品質管理體制와 그 技術, ② 設計·製造技術의 향상, ③ 新組織·人材의 육성, ④ 設備의 增強·更新 등이 있다.

그중에서도 품질관리와 관련한 것이 전체의 약 6할을 차지하고 있어서 原子力技術의 가장 중요한 특징이 품질관리면에 있음이 제시되고 있다.

원자력기술의 다른 技術分野로의 波及事例는 여러 분야에 걸쳐 매우 다양하다. 그 중에서도 설계기술에서의 耐震設計技術이나, 신뢰성·안전성평가기술이 가장 많고, 이어서 溶接, 品質管理, 自動化·遠隔化 등의 製造技術, 新材料, 材料加工 등의 재료관련기술을 들 수 있다. 이들중 많은 것은 원자력분야에서 요구되는 높은 信賴性, 品質保證을 반영한 것으로 생각된다.

高効率필터나 超高絶度가스 配管技術은 克林룸으로의 응용을 통해서 半導體, 医薬品, biotechnology 등 尖端産業의 發展에도 공헌하고 있다. 全体로서는 材料, 計測機器 등 要素技術面에서의 과급사례도 있으나, 시스템 기술, 소프트기술로서의 영향이 크다고 할 수 있다.

또한 原子力開發利用이 기술의 사용분야로서 기술개발을 촉진한 例로 컴퓨터, 특히 슈퍼컴퓨터의 수요확대, 로봇·遠隔操作技術 등을 들 수 있다.

한편, 特許데이터를 기초로 要素技術面에서 定量的으로 과급효과를 분석하면 表3에서와 같이 原子力技術은 「測定·試驗」이나 「物理的·化學的方法(沸騰, 分離, 混合)」 등의 要素技術과

波及要素技術(特許分類)	主要한 要素技術의 內容	具 体 例
G01 「測定·試驗」	길이, 두께, 體積, 振動, 溫度, 放射線	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 非破壞檢査技術</li> <li>• RI利用 各種計測器</li> <li>• 中性子計測機器</li> <li>• 우라늄濃縮裝置, 原子爐</li> </ul>
B01 「物理的·化學的方法」	沸騰, 分離, 混合, 触媒 等の 裝置	
H05 「다른 것에分類되지않는 電氣技術」	電氣加熱, X線技術, 플라즈마技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 加速器, 核融合加熱裝置, X線裝置</li> </ul>
F16 「機械要素, 單位」	밸브, 콕크, 排氣裝置, 管의 接합部, 構造部材	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子力用밸브, 시일技術, 配管技術, 眞空技術</li> </ul>
C22 「冶金, 鐵, 非鐵冶金」	金屬의 製造·精製, 合金, 其他非鐵金屬이나 合金의 物理的變化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 溶接技術</li> </ul>
C02 「水·廢水·下水處理」	水, 廢水, 下水 또는 汚泥의 處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 放射性廢棄物(液体) 處理技術</li> </ul>
C01 「無機化學」	非金屬元素나 그 化合物 (리튬, 나트륨, 토륨 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나트륨, 리튬, 토륨 等の 取扱技術</li> </ul>
H01 「基本的電氣素子」	케이블, 抵抗器, 磁石, 電子管, 半導體裝置, 電池, 誘導放出技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐放射線케이블材料, 超電導마그네트材料 等</li> </ul>

〈表 3〉 原子力技術과의 關聯性이 높은 要素技術(分類)

연관성이 높으나, 과급의 강도나 넓이는 다른 要素技術에 비하면 상대적으로 낮은 수준에 있다고 할 수 있다.

이상과 같이 原子力開發利用의 經濟的, 技術的 役割에 관한 분석결과를 소개했는데, 結論적으로 經濟的의波及效果에 관해서는 평균적 수준보다 높고, 技術的의波及效果에 관해서는 시스템기술, 특히 품질관리면으로의 과급이 크다는 것이 나타났다.

原子力開發利用이 日本의 에너지 안전확보상 큰 효과를 가지고 있는 것은 명백하며 또한 經濟的, 技術的인 면에서도 日本의 經濟社會로의 공헌도 커서 原子力開發利用을 推進하는 意義가 크다고 한다.