日本의 技術豫測活動

朴 在 赫
(기술 예측 연구실)

일본의 技術豫測活動은 다른 국가들에 비하여 상당히 발전되어 있으며 정부와 산업에서는 長期研究計劃에 큰 관심을 갖고 있다. 1980년대 중반 이후 일본은 더이상 기술의 추종자가 될 수 없다는 인식 하에 창조적인 科學技術 研究開發 活動을 중심으로 政策의 재편성을 시도하고 있다. 일본은 長期基礎技術開發과 基礎研究基盤構築을 위하여 투자를 증대시키고 있으며 산, 학, 연 간의 긴밀한 협력을 강화시키는 데 우선 순위를 부여하고 있다. 이와 같은 長期基礎技術開發에의 노력은 研究 프로그램에 대한 優先順位設定과 이를 위한 체계적인 技術豫測活動을 폭넓게 활용하도록 유도하였으며, 研究開發 프로그램의 효율성을 개선시키기 위한 計劃과 評價를 더욱 강조하게 하였다.

1. 科學技術會議(Council for Science and Technology)

科學技術會議(CST)는 日本 科學技術政策에 관한 최고의 심의회로서 장기적이고 종합적인 研究開發目標에 대한 國家的 合議 導出과, 研究資金配分의 優先順位 決定, 研究 下部構造의 조정에 대한 책임을 맡고 있다.

CST의 가장 중요한 업무의 하나는 科學技術政策 가이드라인의 작성으로 1984년에는 이를 통하여 日本 科學技術의 창조적인 長期研究로의 轉換과, 科學體系의 國際化, 未來의 社會的 需要를 감안한 研究 사업의 선정 등을 제안하였다. 이 가이드라인에 基礎情報를 제공한 技術豫測研究의 하나는 未來技術研究所(Institute for Future Technology)에서 수행한 "社會的 需要의 觀點에서 科學技術研究課題의 體系的 導出 研究(1982)"를 들 수 있다. 이 研究는 두 단계로 구성되어 있는데 첫째는 정부 대학 산업체의 전문가를 대상으로 향후 10년 동안의 사회 경제적 수요를 조사하고 이러한 수요를 충족시킬 수 있는 研究計劃들은 과학자 및 연구 관리자들로부터 제안을 받았다.

둘째로 사회 경제적 수요와 미래의 研究計劃들을 matrix로 분석하여 사회 경제적 影響이 큰 150개의 研究과제를 선정하였다.

또한 정책 형성에 도움을 주기 위한 技術豫測活動이 전문가 세미나를 통해 이루어지고 있다. 1982년 이래 CST에서는 尖端 戰略研究分野의 研究展望을 평가하기 위해 연례 forum을 개최하고 있으며 1987년에는 未來의 素材(future materials)를 대상으로 60명 이상의 日本과 해외 연구자들이 forum에 참석하였다.

2. 科學技術廳(Science and Technology Agency)

1956년에 설립된 科學技術廳(STA)은 여러 정부 부처가 관심을 갖고 있는 共有技術分野와 巨大科學技術分野에 대한 研究支援, 國家科學技術活動의 전반적인 계획과 조정의 2가지 업무를 담당하고 있다.

科學技術廳 내의 一般政策局은 특히 特別調整資金 프로그램의 관리, CST의 지원 등 국가적인 조정과 계획 업무를 담당하고 있으며, 정책 대안을 제공하는 동시에 科學技術 전분야에 걸쳐 과학 기술의 수요와 공급에 관한 정규적인 조사 활동에 상당한 노력을 기울이고 있다.

一般政策局에 속해 있는 國立資源研究所(후에 科學技術政策研究所로 改編)에 의해 수행된 '革新的인 技術을 誘發하는 基礎研究의 未來方向' 研究(1985～'86)는 이와 같은 예측 활동의 하나로서 향후 10～15년 동안 발전 가능성이 있는 새로운 기술의 seeds를 찾아내어 이를 육성, 발전 시키는 것을 목적으로 하고 있다. 이 研究는 大學과 政府出捐研究所에 소속된 8명의 전문가로 구성된 위원회에서 책임을 맡았으며, 18명의 산업계 과학자들과 國立資源研究所 직원이 실무팀을 구성하였고 50명 이상의 조교수급 연구원의 지원을 받아 수행되었다. 연구는 먼저 많은 연구자들과의 인터뷰를 통하여 52개의 유망 연구 분야를 선정하고 각 연구 분야별로 연구 현황과 전망, 상업화 가능성에 대한 기업의 평가, 研究를 촉진시키고 우선순위를 결정하기 위한 조치 및 지원 정책 수단에 대한 평가가 이루어졌다.

日本의 科學技術豫測活動 중 가장 널리 알려진 長期技術豫測活動은 科學技術廳에 의하여 1971년에 처음으로 시도된 후 매 5년마다 반복 수행되고 있는 30년 長期技術豫測으로 다른 技術豫測活動과는 달리 特定 政策目標를 갖고 있지 않다. 오히려 정부 기관이나 민간 기업들에 科學技術 活動指針을 제공하기 위해 전반적인 技術革新動向에 대하여 종합적인 검토를 하고 이를 활용하도록 하는 데 그 목적이 있다.

1987년도에 발표된 4차 長期技術豫測研究는 未來技術研究所(IFT)에 위탁, 수행되었다.

研究의 책임은 15명의 예측 전문가, 대학 교수, 研究開發管理者, 기업가들로 구성된 調整委員會가 맡았으며, 이들 위원들이 책임을 맡고 있는 11개의 실무팀들은 6～9명의 정부 및 민간 부문 전문가로 구성되었다. 豫測作業은 향후 30년 동안 사회적 수요를 충족시킬 가능성이 있는 유망 연구 주제들을 조사하는 동시에 82년의 3차 豫測에 포함된 800여 개의 주제 중 타당성이 있는 과제를 선정하여 총 1071개의 주제를 최종 선정하였다.

豫測作業은 2단계 Delphi 方法을 사용하였으며 총 3,150명의 전문가에게 각 주제별로 중요도, 실현 시기, 실현상의 制約要件, 研究開發方法, 研究開發主體, 정부의 역할에 관한 설문을 하였다. 이와 같은 豫測活動은 단순한 예측이라기보다는 현실적으로 실현될 수 있는 技術狀況에 대한 의견의 집약이라고 할 수 있다. 長期技術豫測事業이 시작된 이후 15년 이상이 경과됨에 따라 예측의 정확도가 높아지고 있으며 앞으로 새로이 부각되는 戰略研究分野와 社會的需要, 새롭게 요구되는 政策手段에 대한 先行指標로서의 역할을 하게 된다. 또한 豫測結果는 정책 수립을 담당하고 있는 정부기구들의 長期動向研究에 필요한 基礎情報를 제공하며 미래에 대한 전반적인 비전을 제시하고 미래의 문제와 가능성, 사회적 선택의 필요성 등을 대중에게 전달할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 갖는다.

3. 經濟企劃廳(Economic Planning Agency)

日本의 經濟企劃廳에서는 미래 기술이 산업 경제에 미치는 影響을 체계적으로 파악하기 위해 2010년 위원회를 설치하여 1990년대 후반에서 2010년까지 産業經濟에 큰 影響을 미치는 101개의 기술 및 제품을 선정하여 實用化 時機와 산업 경제에 미치는 影響 등을 조사한 技術豫測報告書를 1991년 6월에 발표하였다.

이 조사에는 日本의 科學技術廳에서 장기 기술 예측에 사용한 1071개의 技術課題와, 通商産業省에서 발표한 산업기술의 동향과 과제('88.9)에서 하이테크 제품 40건, 기초 기술 분야 47건, 美

情報・電子・ソフト

実現時期	実現(or非実現)に際しての制約(%)				研究開発推進の方法(%)			研究開発推進の主体(%)			国としての施策(%)				
	技術的制約	社会的制約	経済的制約	その他	自主技術開発	技術導入	国際共同開発	国・地方公共団体	〃及び民間	民間	資金	人材	体制	その他	不要
1990 1995 2000 2005 2010 2015年	72	0	11	3	88	0	8	3	70	22					
	87	0	6	1	93	0	4	4	78	15	36	17	13	0	14
	87	0	13	0	96	0	4	9	74	17	26	30	22	0	9
	64	1	17	1	82	3	9	5	65	23					
	77	0	11	0	84	0	6	5	73	13	34	19	8	0	18
	70	0	20	0	70	0	20	0	70	20	10	60	10	0	0

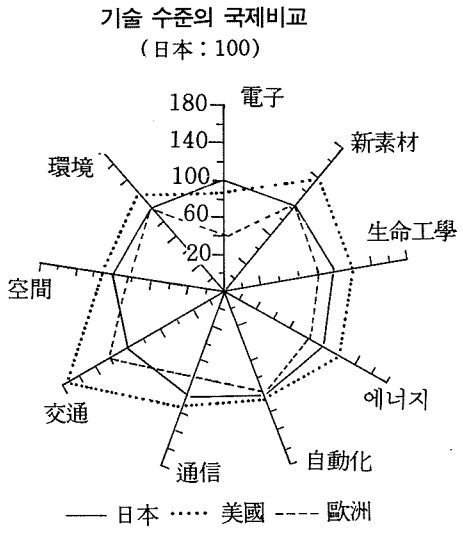
区分	課題	アンケート区分	回答者数(人)	専門度(%) 大	中	小	な	重要度(%) 大	中	小	1
	1 スイッチング速度1ピコ秒以下で動作する論理回路素子が開発される。	1	115	15	24	28	32	70	29		0
		2	94	17	22	30	32	78	20	0	0
		専	23					74	26	0	0
	2 1,000GHz 以上の高周波を増幅する広帯域固体増幅器が実用化される。	1	77	7	19	19	55	45	42	12	0
		2	62	7	21	17	55	40	53	3	0
		専	10					50	30	10	0

〈그림〉 日本 科學技術廳의 長期技術豫測 결과의 예

商務省의 유망 선단 기술('90.5)에서 12건, 美 國防省의 중요 플랜('90.3)에서 20건, 미국 國家重要技術報告書('91.4)에서 22건의 기술을 발췌하여 대분야 4개, 중분야 9개, 소분야 39개로 분류를 한 다음 이 분류에 따라 101개의 기술 및 제품을 선정하여 조사하였다.

조사 항목은 新技術 및 製品의 概要, 연구 개발 현황, 기술적 가능성, 기술 이외의 제도적 제약 요인, 구체적 실용화 촉진 방안, 실용화 시기 및 實現率, 시장규모, 기술의 社會的 影響, 社會的 貢獻度 등이다. 이들 조사 항목에 대한 데이터의 수집은 기술 및 제품별로 담당 위원을 정하여 이들이 調査票를 작성하도록 하였다.

조사 결과 기술이 상품화되어 商業的인 競爭力을 갖는 실용화 시기는 2000년 이내에 26건이, 2001~2010년 사이에 39건, 2011년 이후가 36건으로 나타났으며 市場規模는 1조 엔 이상이 20건 1,000억 엔대가 43건, 100억 엔대가 37



〈그림〉 일본 經濟企劃廳의
2010년 技術豫測 결과의 예

건으로 나타났다. 技術水準의 國際比較에서는 日本이 1위인 기술이 29건이며, 美國 또는 유럽과 공동 1위의 수준인 기술은 24건으로 나타났다. 산업 분야별로는 전자 분야가 日本이 美國보다 약간 높으나 기타 부문은 美國에 약간 뒤떨어지고 있고, 유럽보다는 日本이 전반적으로 앞선 것으로 나타났다.

4. 通商產業省(Ministry of International Trade and Industry)

通商產業省(MITI)에서의 研究計劃은 공식적으로는 상하구조적인 일련의 자문회의들과 위원들이 책임을 맡고 있으나 이와 연결된 각종 非公式 委員會가 존재하여 새로운 연구 사업 추진에 필요한 합의를 유도하고 있다.

通商產業省에서 공식적인 研究計劃을 담당하는 최우위의 회의는 產業構造審議會로서 전반적인 政策諮問은 물론 매 10년도 초에 작성되는 장기 비전을 제시하고 있다. 이 장기 비전의 역할은 未來의 目標와 戰略에 관한 합의를 유도하는 것으로 모든 관련 단체들의 의견이 고려되도록 하는 것이다. 1990년대를 위한 비전은 1988년초에 研究가 시작되었으며 주요 테마는 研究의 創造性, 첨단 연구개발과 기술 교육을 위한 새로운 제도적 구조, 삶의 질을 향상시키는 데에 있어서의 기술의 역할, 研究開發의 국제화 등이다.

產業技術審議會는 정책 자문을 위한 두번째 위치의 審議會로서 研究開發優先順位에 관한 자문을 포함하는 科學技術에 관한 중요한 문제점들에 관한 지침을 제공한다. 이 審議會는 長期技術 豫測資料를 通商產業省의 정책 검토와 특정 연구 분야의 展望探索 등에 적극적으로 활용하고 있으며 이 심의회 산하의 40여개의 소위원회에는 정부와 학계의 많은 전문가들이 속하여 未來의 研究指針과 計劃 作成에 도움을 주고 있다.

5. 企業의 技術豫測活動

대부분의 日本 기업에 있어서 技術豫測活動은 研究計劃의 수립 과정 중에 축적되었다. 따라서 技術豫測活動은 기업의 기획 부서, 제품 개발 부서, 연구 부서 등의 다양한 부서에서 수행되고 있다. 日本의 기업 중에서 가장 정형화된 技術豫測技法을 사용하는 NEC의 경우 1975년도에 장기적인 연구 개발 전략을 수립하기 위한 연구가 완료되었으며 1983~'85년도에는 이의 보완 연구가 수행되었다. 技術豫測의 방법은 먼저 사내의 연구 개발 수요에 대한 動向分析을 한 후 현재 및 次世代 기술에 대한 外部市場으로 분석 범위를 확대시켰다. 중점적인 내용은 NEC 80개 부서의 300여개 단위 사업에 대하여 포트폴리오 분석을 하는 것으로 尖端技術의 개발이 사업단위들에 미치는 영향을 평가하는 동시에, 요소 기술들을 조사하고 요소 기술과 300개 전략 사업 단위 간에 매트릭스 분석을 통하여 戰略要素技術들을 도출한 후 이들을 30개의 핵심 기술 분야로 분

류하였다. 이와 함께 科學技術의 공급 측면의 분석도 수행하였다. 이러한 장기 전략은 매년 보완되는 NEC의 중장기 연구 개발 계획에 지침을 제공하며 企業 計劃樹立에 영향을 주는 이외에도 기업 내의 합의된 비전의 제시, 정보의 전달 및 교환을 촉진하는 등의 중요한 역할을 하고 있다.

日本技術經濟協會(JATES : Japan Techno-Economic Society)에서는 日本 기업들이 가장 널리 사용하였던 技術豫測方法을 평가하기 위해 여러 산업 분야에서 100여 개의 기업을 추출하여 그들이 사용한 11개의 技術豫測技法과 이 기법 적용시의 성공도에 관하여 조사하였다. 조사 결과 대부분의 기업이 Delphi 기법을 가장 많이 활용하고 있으며 그 다음으로 動向分析法, 關聯樹木法, 시나리오技法, 네트워크分析 方法이 사용되고 있는 것으로 나타났다. 또한 혁신 기술의 動向豫測에는 특허 분석이 가장 효과적이며 動向分析法, 포트폴리오分析, 시나리오技法 등도 효용성이 있는 것으로 나타났다.

日本의 기업들은 기업 내의 基礎硏究를 강화하는 것 이외에도 특히 美國과 유럽의 저명한 기관에서 수행하고 있는 基礎硏究를 폭넓게 탐색하여 技術開發의 불확실성에 대비하고 있으며 日本科學技術情報센터의 전산화된 정보 서비스에서도 많은 도움을 얻고 있다.

6. 맺음말

日本은 基礎硏究에 대한 막대한 투자와 효율적인 투자 배분의 우선 순위 책정으로 기술적인 측면은 물론 과학적인 측면에서도 멀리않아 초 강대국으로 부상할 것으로 예상된다.

日本의 경우에는 다른 나라들과는 달리 技術豫測活動에 대한 특유한 생산적인 환경이 조성되어 있다. 장기적인 연구가 바람직한 미래를 창조하고, 硏究計劃의 수립이 미래의 중요한 사회 경제적인 수요를 충족시키기 위한 효율적 자원 배분에 도움을 준다는 인식이 널리 확산되어 있다.

정부의 技術豫測活動은 기업의 技術豫測活動과 긴밀히 연계되어 있으며 전략 연구 분야의 최신 기술 정보를 입수하기 위해 세계적인 情報網을 구축하는 데 우선 순위를 두고 아낌없이 자금을 투입하고 있다.

어떠한 硏究事業의 추진에 있어서도 모든 관련 단체간에 합의를 형성하는 것이 사전적인 조건으로 간주되고 있으며, 정부의 資金을 확보하기 위해서는 硏究開發의 타당성을 입증해야 하기 때문에 Science Push와 Demand Pull의 두 가지 측면을 고려한 체계적인 기술 예측의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

30년 長期技術豫測과 같은 국가 차원의 전반적인 技術豫測活動과 각 부처별로 행하여지는 좀더 정밀한 분야별 技術豫測, 그리고 硏究開發의 우선 순위나 연구 목표 설정을 위한 세분야별 기술 예측 활동이 서로 연계되어 기술 예측의 이점을 더욱 증대시키고 있다.

日本은 현재 기술의 模倣國에서 創造的인 기술 개발 단계로 이행하고 있으며 기술 예측 활동은 日本의 미래의 비전을 제시하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.*