

美國의 技術豫測活動

丁 權 夏
(기술 예측 연구실)

美國은 철저한 자유 시장 경제 체제에서 모든 정책이 市場競爭原理에 의해 결정되고 있으며 과학 기술 정책도 마찬가지로 어떤 종합적인 계획이나 일관된 정책이 없다고 할 수 있다. 그 대신 공공 자금의 분배에 관한 선택이 어렵기 때문에 실책을 최소화하기 위하여 여러 기관에서 의사 결정하는 다원론적 철학이 지배적이다. 따라서 國家 公共技術分野, 國防技術分野, 基礎科學分野에서만 연방 정부가 관여하고 있다. 그리고 산업 기술 분야는 민간 부문의 자율적인 기술 개발 노력에 맡겨 두었으나 최근의 尖端 技術競爭, 技術保護主義, 技術競爭國들의 追擊 등 국제 기술 환경 변화에 일종의 위기감을 갖고 연방 정부 차원에서 적극적으로 관여하는 추세에 있다. 사실 OSTP (Office of S&T Policy)가 과학 기술 정책을 조정하도록 되어 있으나 실질적으로는 대단히 제한되어 있는 실정이다. 현실적으로 연방 정부의 연구 개발 노력은 예산 담당 부서, 대통령 직속 기관, 의회 그리고 과학 관련 단체가 서로 대립적인 입장에서 참여하는 심의 과정을 거치면서 나타난다.

美國의 技術豫測活動을 결론적으로 요약하면, 제2차 세계 대전이 끝난 1945년 이후 미국은 모든 科學技術分野에서 다른 국가들보다 우위에 있었기 때문에 기술 개발 정책 수립을 위한 技術豫測研究에 별로 관심이 없었다. 그 후 1960년대 초반부터 냉전 시대에 대비한 國防技術豫測과 理論研究를 중심으로 技術豫測活動이 진전되어 왔다. 1980년대 초반부터는 국가 차원의 基礎科學分野 위주로 연구 개발 우선 순위를 결정하기 위한 노력이 시작되었다. 그러나 정책 입안자들의 인식 부족과 이익 집단들의 의회 로비 압력 등으로 활발한 豫測活動에 비해 R&D 정책으로의 반영은 미비하였다.

1980년대 후반부터는 2000년대를 대비

하여 技術競爭力을 계속 유지하고, 앞으로 새로이 출현하게 될 신기술, 신제품 개발에서 다른 경쟁국들에 뒤지지 않기 위한 기술 예측 노력을 기울이고 있다. 특히, 1990년에 수행한 National Critical Technologies, Emerging Technologies, Defense Critical Technologies 등 과학 기술 관련 연방 기관들이 國策 R&D 우선 순위 결정을 위한 기술 예측 활동을 집중적으로 전개하고 있다. 여기서는 연방 정부의 연구 개발 優先順位 決定을 위한 技術豫測活動과 基礎科學分野, 그리고 戰略研究分野에 있어서의 技術豫測活動을 중심으로 살펴본다.

1. 국가 R&D 優先順位 決定을 위한 技術豫測 활동

가) Five-Year Outlook

1976년 설립된 OSTP의 중요한 업무가 “미국의 과학 기술이 기여할 수 있는 특별한 조치를 향후 5년 이내에 보장하는 여러 가지 상황과 조건 등을 파악하기 위하여 매년 과학 기술에 관한 향후 5년의 전망(The Five-Year Outlook on Science and Technology)”을 작성하는 것이었으나 1977년 이후 NSF(National Science Foundation)에서 담당하게 되었다. 그리고 NSF는 이 조사 결과를 基礎科學分野의 研究課題選定과 評價에 활용하였다.

1982년 COSEPUP(Committee on Science, Engineering and Public Policy)에서 10개의 주제를 선정하여 國립 學術원 회원을 대상으로 優先順位 決定을 위한 조사를 하였다. 그러나 과학 분야에 있어서 우월성을 선택적으로 가려 낼 수 없다는 이유와 優先順位를 결정하기 위한 의회, 그리고 다른 이익 집단의 이해 관계 때문에 처음의 기대에 비하여 크게 성공하지는 못한 편이었다. 따라서 이와 같은 과학 기술의 전망이 國策 연구에 관한 문제와 優先順位의 정기적인 장기 분석을 위한 메커니즘을 제

焦點企劃：技術豫測

시한다는 본래의 목적을 달성하지 못하였다. 결국 정책 지향적 과학 기술 전망을 계속해서 시도했음에도 불구하고 연방 정부의 의사 결정에 별다른 영향을 미치지 못함에 따라 그 후의 技術豫測活動은 약간 위축되었다.

나) Research Briefings

1980년대 초 OSTP의 국장이며 대통령의 과학 고문인 George Keyworth가 基礎科學研究分野에 대한 지원이 산업과 국방에 가장 크게 영향을 미치는 분야에 대한 우선적 지원에 달려 있다는 것을 인식하였다. 그리고 유망하다고 판단되는 분야에 대한 RB(Research Briefings) 시리즈를 추진하여 1982년부터 1987년까지 NRC(National Research Council)와 COSEPUP에 의해서 총 36건의 RB가 작성되었다. 작성된 RB는 정부, 산업계 그리고 과학 기술 단체들에 배포되며 경우에 따라서는 研究開發資金에도 영향을 미친다.

초기에는 RB 시리즈에 수학, 재료 과학 등이 포함되었으나 1987년에는 생태계 관리의 生物學的制御, 情報貯藏 및 處理를 위한 化學工程, 그리고 후에 추가된 高溫超傳導體가 선정되었다. 이와 같이 대상 분야나 초점이 점점 좁혀지는 것은 최종 결과가 의회나 다른 기관의 비전문가들이 이해하기에는 우선 순위 분야가 너무 세분화·전문화되었기 때문이다.

다) National Critical Technologies

1990년 OSTP에서 수행한 National Critical Technologies는 국가 안전 보장, 미국의 기술력 유지, 국제 경쟁력 확보 등의 측면에서 국가적 優先順位決定을 위한 범국가적 차원의 技術豫測研究로 수행된 것이다. 1991년 3월 최종 보고서가 발간된 이 연구의 목적은 장기적인 국가의 안보 강화 및 경제 번영에 영향을 미치는 기술 개발 분야를 도출하는 것이었다. 또한 聯邦政府機關, 研究界, 學界, 產業界의 專門家 13명으로 구성된 Panel에서 민간 부문 9개 기관과 12개의 관련 연방 기관의 협조로 수행되었으며 산업 경쟁력, 국가 안보, 에너지 확보, 생활의 질 제고, 품질 및 생산성 향

상, 기술 파급 효과, 시장 수요 규모 및 기술적 취약성 보완 등 엄격한 평가 기준에 의하여 최종적으로 6개 분야에 22개의 Critical Technologies가 선정되었다. 그것은 재료 분야 5개, 생산 기술 분야 4개, 정보 통신 분야 7개, 유전 공학 및 생명 과학 분야 2개, 우주 항공 및 수송 분야 2개, 그리고 에너지 및 환경 분야가 2개이다.

동 연구는 그 결과를 1990년 11월 George Bush 대통령이 직접 발표할 정도로 절박하고 중요시되었다. 또한 法律(PL 101-189)로 규정하여 동 연구를 수행하는 법적 근거를 마련하였으며 法律(PL 94-282)에 의하여 2년마다 보완하여 발표하게 되어 있다. 최근 연방 정부가 범국가적으로 技術豫測活動에 대하여 집중적으로 노력을 기울이고 있는 것은 그만큼 기술 개발의 중요성을 인식하기 때문이다.

라) 技術評價局 (ITA:Office of Technology Assessment)

의회의 요구에 의하여 과학 기술 변화에 관련된 주요 공공 정책의 현안 문제들에 관한 객관적인 분석을 임무로 하는 OTA는 대부분의 연구가 長期技術評價(Technology Assessment)에 관련된 것이지만 產業의 競爭力提高를 위한 技術豫測에 관한 사항도 자주 다루고 있다. 최근의 研究開發評價技法研究에 있어서도 정부의 의사 결정에 있어서 豫測과 戰略企劃의 역할에 대한 연구도 포함시킨 것이다. 예를 들면, 1985년 의회의 요구로 신소재 분야에서 나타나는 군사적, 상업적 기회의 분석과 연구 개발 우선 순위에 관한 연구를 수행하였다. 이것은 구조용 정밀 요업 재료와 고분자 복합 재료의 향후 25년 간을 예측한 것으로서 研究開發優先順位를 아주 중요한 것, 중요한 것 그리고 바람직한 것의 세 가지로 나누어 전망 분석하였다. 동 연구는 다른 기관의 기술 예측 연구와 비교할 때 첫째, 장기 우선 순위 분야를 비교적 객관적으로 선정하였고, 둘째, Science-Push와 Demand-Pull 간에 균형을 이루었다는 점에서 높게 평가되었다.

2. 基礎科學分野의 技術豫測活動

가) 國立學術院

(National Academy Complex)

國立學術院은 NAS(National Academy of Sciences), NAE(National Academy of Engineering), IOM(Institute of Medicine) 등 여러 단체들로 구성되어 있으며 주로 NRC(National Research Council)를 통하여 연방 정부에 과학 기술에 관한 자문을 한다. 대부분 技術豫測에 관한 NRC의 연구는 개별 학문 분야와 유망 분야의 평가를 중심으로 하는 現場調査(Field Survey)이다. NRC의 연구 범위는 공학, 생명 공학, 사회 과학까지 광범위하며 1980년대에 발간된 보고서는 천문학, 재료, 연구 설비, 수학, 화학, 물리학, 공학, 생명 과학, 사회 과학, 생물학, 재료 과학 등이 포함되어 있다. 예를 들어, 화학 분야에서는 1982년 정부, 민간 재단, 기업들에게서 필요 재원을 확보하고 새로운 연구분야 등을 조사하기 위한 위원회를 구성하여 수백 명의 화학자를 대상으로 일종의 技術豫測 및 展望調査를 하였다. 동 조사에서는 3년 간 60만 불 이상의 예산이 투입되었고 최종 보고서는 정책 입안자, 기업가 그리고 대학 교수들에게 폭넓게 보급되었다.

또한 공학 분야에서는 산업의 경쟁력 향상, 생활의 질 제고 및 국가 안정 유지를 향상시키는 데 커다란 잠재력이 있는 연구 개발의 우선 순위를 조사하는 연구를 수행하였다. NSF가 위탁한 동 연구는 7개 패널의 도움을 받아 15명으로 구성된 위원회가 수행하였다. 패널에서는 80개의 有望課題가 발굴되었으며 그 중 優先順位가 높은 과제가 동 위원회에 상정, 14개 과제가 최종적으로 선정되었다. 최우선 순위를 받은 3개의 과제는 S/W 복합 시스템, 첨단 공업 소재, 그리고 종합 생산 시스템이며 나머지 11개 과제의 순위는 발표되지 않았다.

나) 國立科學財團(NSF:National Science Foundation)

NSF의 기본 임무는 基礎科學分野에 대한 研究資金을 지원하는 연방 기관이며 Bottom-up 및 Top-down의 두가지 방식으로 철저한 전문가 평가를 통해 배분하고 있

다. 1977년부터 技術豫測에도 관심을 갖고 장기 유망 연구 분야를 조사하기 위한 세 가지 방법이 위탁 연구로 수행되었으며 1979년 長期研究計劃에 사용할 목적으로 “Status of Science Review”라는 정기 간행물을 1984년까지 발간하였다. 또한 1987년 레이건 대통령의 예산 증액 승인에 따라 1988~1992년까지 5년 간의 장기 우선 순위를 조사하였다. 그리고 NSF에서 설립한 ERCs(Engineering Research Centers)와 STCs(Science and Technology Centers)에서 국가 차원의 유망 분야를 조사하기 위하여 기술 예측을 이용하려 하였으나 기대에 미치지 못하였다.

다) 國立保健研究院(NIH:National Institutes of Health)

국민의 건강을 증진시키기 위한 생체 의학을 연구하는 NIH의 장기적인 연구 계획과 우선 순위 결정을 위한 技術豫測活動은 12개의 산하 연구소에서 각각 개별적으로 하고 있다. 예를 들면 NHLBI(National Heart, Lung and Blood Institute)는 1972년 의회로부터 국책 연구 계획을 수립하라는 위임을 받고 200명 이상의 관련 전문가가 참여하여, 부각되고 있는 건강 문제를 평가하고 연구 분야를 조사하는 연구를 수행하였다. 동 연구는 20개(예:고혈압) 범주로 나누어 각 패널에서 技術現況과 中長期目標를 조사하여 토의를 거친 후 우선 순위에 대한 합의를 얻어 요약 보고서가 작성되었고 패널의 건의 사항을 반영하여 향후 10년 간의 연구 계획을 5권의 보고서로 발간하였다. 보고서는 그 후 매년 최근의 것으로 보완되고 5년마다 더욱 면밀히 검토되고 있다.

NEI(National Eye Institute)도 이와 비슷하게 1976~'79, 1978~'82, 그리고 1983~'87까지의 기간에 대한 長期計劃을 위임받았는데 처음에는 연구소의 중견 연구원 이상과 NAEC(National Advisory Eye Council)에 의해서 24개 유망 분야가 선정되었다. 이것이 좋은 반응을 얻어 NAEC는 2차 연구에 150명, 3차 연구에 350명의 전문 인력을 각각 참여시켜 수행하였다. 사실

焦點企劃：技術豫測

NIH의 이와 같은 國策研究開發計劃을 수립하기 위한 과정은 정규적인 技術豫測技法보다는 전문가 합의에 의존한 것이라고 할 수 있다.

3. 戰略研究分野의 技術豫測活動

가) 에너지성

(DOE : Department of Energy)

1980년 이후 DOE는 에너지 분야에 대한 정치적 압력에 대응하기 위하여 몇 번의 技術豫測研究를 시도하였다. 1981년에는 정확한 評價基準과 수정된 델파이 技法을 사용하여 향후 전략적으로 중요한 15~20년 간의 연구 프로그램을 결정하기 위한 技術豫測研究를 성공적으로 수행하여 우선 순위를 결정하였다. 그러나 분야에 따라서는 연구 개발 지원에 차이가 있다는 문제점도 발생하였다.

1984년 ERAB(Energy Research Advisory Board)는 향후 20년에서 40년까지 필요한 에너지를 조사하고 연방 정부의 R & D 투자를 필요로 하는 에너지 분야를 조사하는 “長期 R&D 戰略研究”를 수행하였다. 최종 보고서는 3개의 거대 국가적 목표를 제안하였으나 결과적으로 특수 연구 분야에 관해서는 단순히 현재 DOE에서 지원하고 있는 모든 분야의 목록을 재현한 것에 불과하였다.

그럼에도 불구하고 DOE는 기술 예측에 대한 신뢰감을 갖고 연구를 계속하였으며 1988년 ERAB는 마지막 단계로 2000년까지 필요한 R&D에 관한 예측 연구를 하였는데 “R&D Initiatives for Energy Competitiveness”라는 제목으로 최종 보고서가 발간되었다.

나) 商務省

(DOC:Department of Commerce)

DOC는 商業政策과 技術革新을 위한 정부 지원 등 경쟁력 제고에 관한 업무를 담당하는 유일한 연방 기관으로서 최근 장기 연구 개발 계획에 대한 관심이 고조되고 있다. 1986년 유망 첨단 기술을 조사하고 이들의 우선 순위를 결정하기 위하여 제1단계로 2000년까지 GNP의 예상 기여도에 따른 유망 기술들을 예비적으로 목록화하고

제2단계로 델파이 기법을 사용하여 정부 관료 및 전문가의 의견과 상기 우선 순위에 대한 의견의 합의를 유도하였다. 이러한 과정을 반복하여 17개 기술의 우선 순위를 도출하였으나 비슷한 우선 순위를 그룹화하여 3개의 기술군으로 나누었는데 그것은 尖端新素材, 遺傳工學, 光電子 技術이다.

동 연구의 초기부터 미국은 R&D 성과에서 다른 경쟁국 특히 일본보다 뒤진다는 것이 확실하여 신기술의 상업화를 방해하는 요인을 조사하고 높은 資本費用, 稅制 등과 같은 10개의 요인을 조사하여 그 순위를 정하였다. 최종 보고서는 “Emerging Technologies”로 발간되어 광범위하게 배포되고 있다. 1990년 봄에 발간된 보고서는 2000년까지 일본이나 EC에 대한 지속적인 경쟁력을 확보하기 위한 신제품 개발이나 품질 향상에 필요한 기술들을 선정하였는데 材料分野 3개, 生産技術分野 2개, 情報通信分野 8개 그리고 遺傳工學 및 生命科學分野 2개이다.

傘下機關인 NIST(National Institute of Standards and Technology)는 標準規格設定과 生産技術 方法에 관한 기업의 R&D 요구를 충족시켜 줌으로써 기업이 연구 개발 지원을 요청하기 전에 6~8년 간 새로운 분야에서의 R&D를 주도하여 장기 발전 계획을 위한 기술 예측 활동을 하고 있다.

다) 國防省(DOD:Department of Defense)

DOD는 몇 개의 종합 연구를 지원하면서 기술 예측에 관한 최초의 체계적인 연구를 수행하였다. 예를 들면, 1963년 미 해군은 해군과 거래하고 있는 거의 모든 기업을 대상으로 하는 광범위한 연구를 수행하였다. 동 연구는 基礎科學에서 기대되는 잠재 기술을 최종 제품과 연결시켜 어떻게 하면 새로운 무기 체계를 확립하느냐 하는 것을 조사한 연구로서 1970년대 초기까지 매 2년마다 한번씩 수정·보완되어 왔다.

최근 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)의 技術豫測分析은 기술 평가 長期計劃局(Technical Asse-

ssment and Long Range Planning Office) 이 해체되기 전에 작성한 “長期研究開發計劃(Long Range Research and Development Plan)”에 집중되고 있으며 동 계획의 내용에는 예상되는 안보상의 위협에 대한 분석, 미국의 전술 교리상의 발전, 예상되는 기술 발전 추세 그리고 현재의 R&D 활동의 장기적 영향 등이 포함되어 있다.

한편, 미공군에서는 技術豫測에 대한 관심이 높아 연구 활동이 활발하다. 가장 대표적인 技術豫測研究는 1944년과 1964년에 이어 1985년에 “Project Forecast II”로 추진한 대규모 연구 사업이며 20년 이상 전투력을 혁신적으로 증강시키는 데 필요한 아주 새로운 고도 기술을 조사할 목적으로 수행된 것이다. 동 연구 사업의 계획 수립과 성격 규정은 1985년 초에 이루어졌으며 20년 전에 채택하였던 연구 방법을 다시 사용하였다. “Forecast II”의 주요 부분은 몇 개월에 걸친 강도 높은 전문가 회의와 분석 활동을 중심으로 수행되었다.

이 연구 사업은 1986년 초에 완료되었으며 1988년까지 과학 기술 예산의 10%가 Forecast II에서 제안한 기술에 투입되고 향후 4년에 걸쳐 40%까지 증액시키는 데 결정적인 공헌을 하였다. 대체적으로 Forecast II는 R&D 자원의 배분에 중대한 영향을 미친 극히 포괄적인 技術豫測研究로 대표되고 있으며 연구 기획에 있어서 정규 技術豫測技法을 채택하였다는 장점이 있다.

최근(1990. 3) DOD에서 ‘Critical Technologies Plan’을 발표하였는데 이것은 미국 무기 시스템의 우위를 유지하기 위한 19개의 필요 기술 개발 과제로서 중복 연구를 피하고 DOD의 과학 기술 프로그램과 조정하여 매년 보완되고 있다. 선정된 분야로는 材料分野 3개, 生産技術分野 1개, 情報通信分野 13개, 遺傳工學分野 1개, 그리고 宇宙·航空 1개 등이다.

4. 맺는말

미국의 R&D 정책은 현실적으로 예산 담당 부서인 OMB(Office of Management & Budget), 의회, 그리고 관련 과학 기술

단체 등 세 그룹에서 수행한다고 할 수 있다. 그러므로 어떤 정책 결정은 각 정부 기관 차원에서 이루어지고 있으며 새로운 아이디어의 형성에 있어서도 전적으로 과학자들에게 의존하고 있다. 이러한 정책은 결과적으로 일관성이 결여되고 국가 Needs들 간의 연결이 느슨하게 될 수밖에 없다. 사실 이와 같은 환경에서의 技術豫測活動은 소규모적일 수밖에 없는 것이다.

그 동안 미국은 국가 차원에서의 優先順位決定을 위한 技術豫測活動을 제한적으로 수행하여 왔다. 그것은 제2차 세계 대전 이후 미국이 군사·경제적으로 초강대국의 입장에서 R&D 지원을 위한 종합적인 대책을 마련할 필요성을 거의 인식하지 못했기 때문이다. 그러나 오늘날에는 일본의 성장, EC의 추격, R&D 재원 조달의 곤란 등 과거와 같은 그런 여유가 없는 현실에 직면해 있는 것이다. 따라서 우선 순위를 결정하여 지원할 수밖에 없는 실정인 데 반하여 과학 기술에 관한 利益團體들의 利害關係, 의회의 로비 및 압력 그리고 한정된 재원의 均衡分配 등 여러 가지 어려움으로 우선 순위를 결정하여도 원만한 실행이 이루어지지 않고 있는데 문제가 있는 것 같다. 이것은 근본적으로 OSTP의 비효율성과 다원론적인 철학에 기인한다고 할 수 있다.

그러나 최근 전세계적으로 기술 경쟁이 심화되고 있는 尖端技術分野에서 長期的인 R&D 計劃樹立이 필수적이라는 사실을 인식한 후 부터는 연방 정부 차원에서 技術豫測에 관한 관심이 고조되고 있다. OSTP의 National Critical Technologies, DOC의 Emerging Technologies, 그리고 DOD의 Defense Critical Technologies 등이 이러한 노력을 잘 나타내 주고 있다.*