

AHP를 이용한 과학기술 부문별 국가연구개발 투자우선순위 선정*

이동엽** · 안태호*** · 황용수****

〈 목 차 〉

1. 서론
2. 투자우선순위 선정을 위한 AHP 적용
3. 분석 결과
4. 결론

Summary: With the limited resources the proper distribution of the national R&D investment is very crucial to improving the national competence. This crucial decision should be based on the priorities which are driven with the consideration about the relative importance among the scientific technology fields. Such priorities can be useful in planning the national R&D investment and in determining the direction of the national R&D investment policy. In this paper, we used the AHP in order to drive systematically and scientifically the priorities of the major science and technology areas in the national R&D investment, and also analyzed the evaluation differences among the expert groups.

* 본 논문은 2001년 과학기술부의 연구비 지원에 의해 연구되어 발간된 보고서 “국가연구개발 투자방향 설정연구”의 일부를 요약 정리하였음.

** 해천대학 정보시스템계열 조교수 (e-mail: yeup@hcc.ac.kr)

*** 송실대학교 경영학부 조교수 (e-mail: ahnt@ssu.ac.kr)

**** 과학기술정책연구원 연구위원 (e-mail: yshwang@stepi.re.kr)

1. 서론

장래의 국가경쟁력 강화에 과학기술이 핵심적인 요소로 인식되면서, 국가 연구개발투자가 지속적으로 확대되고 있으나 선진국과 비교하면 여전히 보유자원이 상대적으로 취약하고 현재 과학기술 수준도 전반적으로 낮은 점을 감안할 때 과학기술분야 중에서도 기술부문간에 선택과 집중을 달리해야 할 것이다.

최근 들어 우리나라의 총 연구개발투자비는 <표 1>에서 보는 바와 같이 1990년 33,499억 원에서 1999년 119,218억 원으로 약 3.6배가 증가하였는데, 정부부문이 국가연구개발투자비에서 차지하는 비중은 1990년 19.4%에서 1999년 26.9%로 약 7.5% 포인트가 증가한 반면, 민간부문이 차지하는 비중은 1990년 80.9%에서 1999년 73.1%로 꾸준히 감소하고 있다. 이는 우리나라의 연구개발투자에 있어서 특정연구개발사업, 산업기반기술개발사업 등 국가연구개발사업을 중심으로 한 정부의 역할이 커진데 기인한 것으로 보여진다.

<표 1> 국내 연구개발투자비중 정부부담과 민간부담의 비율

(단위 : 억 원, %)

| 년도 | 구분 | 총 연구개발투자비 | 정부부담 | | 민간부담 | |
|------|----|--------------|--------|------|--------|------|
| | | | 금액 | 구성비 | 금액 | 구성비 |
| 1990 | | 33,499 | 6,510 | 19.4 | 26,989 | 80.6 |
| 1991 | | 41,584 | 8,158 | 19.4 | 33,426 | 80.4 |
| 1992 | | 49,890 | 8,785 | 17.2 | 41,105 | 82.4 |
| 1993 | | 61,530 | 10,390 | 16.7 | 51,140 | 83.1 |
| 1994 | | 78,947 | 12,602 | 15.9 | 66,345 | 84.0 |
| 1995 | | 94,406 | 17,809 | 18.9 | 76,597 | 81.1 |
| 1996 | | 108,780 | 24,113 | 22.2 | 84,667 | 77.8 |
| 1997 | | 121,858 | 28,625 | 23.5 | 93,233 | 76.5 |
| 1998 | | 113,366 | 30,602 | 26.9 | 82,764 | 73.1 |
| 1999 | | 119,218 | 32,031 | 26.9 | 87,117 | 73.1 |

자료 : 과학기술부

국가연구개발사업은 정부가 직접 관리하고 있는 기술개발 사업으로서 정부의 정책의지를 잘 반영할 수 있고 의사결정 여부에 따라 투자효율성을 최대한 제고시킬 수 있는 부문이다.

우리 정부에서는 1999년 국가과학기술위원회를 설치하고 한정된 연구개발투자 자원의 효

율성 제고를 위해 국가연구개발투자에 대한 종합조정을 강화해 오고 있는데 이러한 종합조정 노력이 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 국가연구개발에 대한 거시적인 투자방향이 반드시 미리 설정될 필요성이 있다고 보여진다.

선진국의 경우에도 국가연구개발 투자우선순위 설정과 조정에 기초가 되는 국가연구개발 투자방향을 사전에 제시하고 있는데, 미국의 경우는 차년도 연구개발예산 편성의 지침을 과학기술정책실 (OSTP)과 관리예산실 (OBM)이 공동으로 작성하여 제시하고 있으며, 일본의 경우는 과학기술기본계획에 나타난 기본 정책추진방향에 입각하여 연구개발예산을 조정하고 있다.

<표 2> 우리나라 기술 분야별 연구개발예산의 배분 현황

(단위 : 억 원, %)

| 구분 | 1999년 | | 2000년 | | 2001년 | |
|-------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 예산 | 비중 | 예산 | 비중 | 예산 | 비중 |
| 8대 과학기술부문 | | | | | | |
| 정보/전자/통신 | 5,513 | 25.4 | 6,470 | 25.3 | 7,188 | 22.5 |
| 기계/수송 | 3,022 | 14.0 | 3,615 | 14.2 | 4,583 | 14.3 |
| 생명공학/농수산/보건의료 | 5,089 | 23.4 | 5,860 | 22.8 | 6,880 | 21.5 |
| 에너지/자원/원자력 | 2,018 | 9.3 | 2,205 | 8.6 | 2,350 | 7.4 |
| 재료/화학 | 2,310 | 10.7 | 2,721 | 10.6 | 4,297 | 13.5 |
| 환경/건설 | 1,064 | 4.9 | 1,582 | 6.2 | 2,890 | 9.1 |
| 지구과학 (우주/해양/기상 등) | 601 | 2.8 | 819 | 3.2 | 957 | 3.0 |
| 기초과학 | 2,060 | 9.5 | 2,332 | 9.1 | 2,799 | 8.8 |
| 합 계 | 21,677 | 100.0 | 25,604 | 100.0 | 31,944 | 100.0 |

주 1: 예산액은 일반회계와 특별회계를 모두 포함한 수치임.

2: 각 년도에서 특정기술분야로 분류가 불가능한 사업예산은 제외

자료: 과학기술부 (2001), 「연구개발예산 현황 및 추이 분석」을 토대로 재구성

<표 2>는 최근 3년 (1999~2001) 간의 기술분야별 연구개발예산의 배분 현황을 나타내는데 여기서 정보/전자/통신 분야가 3개년 동안 가장 높은 비중을 보이고 있으며 생명공학/농수산/보건의료 분야가 그 다음을 유지하고 있다. 정보/전자/통신 분야의 비중이 2001년의 경우 예년에 비하여 많이 낮아진 것은 이전까지는 공공부문의 역할이 컸으나 최근 들어 관련산업의 성장 등 민간부문의 역할이 급신장 되고 있다는 점에서 이 부문의 연구개발투자에 대한 정부부문의 역할은 줄어들고 있음을 나타낸다. 생명공학/농수산/보건의료 부문이 두 번째로 비중이 높은 이유는 이 분야 특히 생명공학기술 분야는 미국, 일본 등 주요 선진국에서 정부의 연구개발투자 비중이 가장 높은 분야로 민간부문이 담당하기 어려운 공공적인 성격

이 강한 분야가 많다는 점에서 향후 정부연구개발투자는 더욱 확대되어야 할 것으로 보인다.

살펴본 바와 같이 국가연구개발투자 규모가 비록 증대되고 있기는 하나 선진국에 비해서는 절대규모가 작고 누적된 기술력의 축적정도도 낮은 실정이므로 분산된 연구개발 노력으로는 세계적으로 경쟁력 있는 기술성과를 기대하기 어려우므로 우리의 발전 잠재력과 역량에 비추어 선택과 이에 대한 투자비중을 결정해야 할 필요가 있다.

이를 위하여 보다 과학적이고 객관적인 근거에 의하여 국가연구개발에 대한 거시적인 투자방향과 과학기술 부문별 투자우선순위 도출이 선행되어야 할 과제이다.

본 연구의 목표는 국가연구개발사업의 투자 배분 방향 수립을 위한 투자우선순위 설정을 위하여 과학기술 부문별 중요도 산출에 있다. 이를 위해서는 과학기술부문에 대한 우선순위를 설정하기 위한 일정한 평가기준을 먼저 확립하는 의사결정의 계층구조를 구성해야 하며 각 계층의 평가기준들의 중요도 평가를 통하여 최종적으로 과학기술 부문별 중요도를 산출하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 과학기술 부문별 중요도 산출을 위한 의사결정 문제가 계층화된 의사결정 문제라는 인식으로 이러한 의사결정 문제에서 개관적인 가중치 도출을 위하여 중요하게 사용되고 있는 방법론으로 AHP (Analytic Hierarchy Process: 계층분석과정)를 이용하고자 한다.

1970년대 초 Thomas. L. Saaty에 의해 최초로 개발된 AHP는 주어진 의사결정문제를 계층화 한 뒤, 상위계층에 있는 한 요소 (또는 기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍별비교 (Pairwise Comparison)에 의해 측정하는 방식을 통해서 궁극적으로는 최하위 계층에 있는 대안들의 가중치 또는 우선 순위를 구할 수 있도록 해 주는 기법으로 비구조적이고 전략적인 의사결정에 적합한 방법론이다. 또한 AHP는 의사결정자의 오랜 경험이나 직관 등을 평가의 바탕으로 하고 있기 때문에 수치로 표현할 수 있는 정량적 평가기준은 물론 의사결정문제에서 다루기 곤란하면서도 반드시 고려하지 않으면 안될 정성적 평가기준들도 비교적 쉽게 처리가 가능하다.

본 연구에서 고려하고 있는 국가연구개발 투자 우선순위 도출과 관련된 의사결정문제에서는 국가 과학기술 목표와 역할, 역할을 수행할 수 있는 전략 및 투자대안들의 평가기준들간에 연계성을 고려하고 서로 상충되는 기준들간에 정량적 판단 및 정성적 판단이 반드시 포함되어야 하기 때문에 AHP 방법론을 적용하는 것은 적합하다고 사료된다.

지금까지 연구개발 자원배분과 투자우선순위 도출에 관하여 선형계획법 (Linear Programming: LP), 목표계획법 (Goal Programming: GP), 정수계획법 (Integer Linear Programming: ILP)을 비롯하여 계층분석과정 (Analytic Hierarchy Process: AHP)을 이용한 다양한 경영과학적 기법들이 적용되어 왔다.

선형계획법을 적용한 주요 연구로서 정보산업 부문별 R&D투자규모 결정문제 (백관호 ·

이규현, 1996)에 관한 연구를 들 수 있고, AHP를 적용한 주요 연구로는 한국통신의 R&D 자원배분 결정문제 (백광천 외 3인, 1993)에 관한 연구와 정보통신연구개발사업의 자원배분 결정문제 (황용수 외 12인, 정보통신연구관리단, 1998)에 관한 연구 등을 들 수 있다.

최근에는 각 개별적인 모형들을 통합하여 R&D 과제선정과 자원배분에 응용할 수 있는 모형들이 개발되고 있는데, 여기에는 AHP를 확률동적계획법 (Stochastic Dynamic Programming)과 정수목표계획법 (Integer Goal Programming)에 결합하여 R&D 투자활동에 있어서의 불확실성을 고려한 투자계획수립문제를 다루는 모델 (이영찬·민재형, 1995)과 AHP로 R&D과제의 우선순위를 도출한 후 정수계획법으로 가용예산 제약 하에서의 과제선정 문제를 다루는 모델 (M. J. Liberatore, 1987) 등을 들 수 있다.

2. 투자우선순위 선정을 위한 AHP 적용

설문조사의 조사대상으로는 연구계, 학계, 산업계의 전문가 총 65명을 대상으로 하였는데, 이 중 설문조사에 응답한 34명의 응답내용을 이용하였으며, 응답한 전문가의 집단별 구성으로는 연구계 8명, 학계 9명, 산업계 17명으로 되었다. 또한 설문조사의 신뢰성을 높이기 위해 설문조사에 앞서 설문조사의 주요대상인 국가 기획위원회의 2차에 걸친 회의를 통하여 계층분석과정에 대한 이해를 높이기 위한 소개 및 간단한 설명을 실시하였다.

2.1 계층분석과정 (AHP)의 절차

단계1) 의사결정요소들을 계층화하는 단계로서 최상위 계층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목표가 주어지고 하위계층으로 갈수록 보다 상세한 의사결정 요소들이 분해된다. 이때 계층간의 의사결정 요소들은 종속적 관계, 같은 계층의 요소들 끼리는 독립적인 관계가 유지되어야 한다.

단계2) 의사결정요소들을 2개씩 쌍별비교 (pairwise comparison)하게 되는데 의사결정의 선호 (preference) 정도를 Saaty에 의해서 제안된 9점 척도에 의해서 적절한 수치로 수량화된다.

단계3) 고유벡터법을 사용하여 의사결정요소들 간의 상대적 가중치 (weight)를 추정한다. 즉, $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$, 여기서 A는 쌍별비교로 얻어진 정방행렬을 나타내고, λ_{\max}

는 A의 최대고유치 (maximum eigenvalue), w는 고유벡터이다. 고유벡터 w가 구해지면 w의 각각의 성분을 $\sum w_i$ 로 나눔으로써 정규화 (normalized)된 가중치를 얻을 수 있다.

단계4) AHP의 마지막 단계는 최하위 계층에 있는 대안들의 상대적 비중 또는 우선순위를 구하기 위해 각 계층에서 계산된 평가기준들의 상대적 가중치를 종합 (aggregation)하는 과정이다. 최상위 계층에 있는 의사결정문제의 가장 일반적 목표를 달성함에 있어서 최하위 계층에 있는 대안들이 어느 정도 영향을 미치는지 또는 어느 정도의 중요성을 갖고 있는지를 알아보기 위해 대안들의 종합가중치 (Composite Relative Weights)를 구하는 단계이다.

대안의 종합 가중치는 아래의 식을 통해서 구할 수 있다.

$$W_i = \sum (w_j) (u_{ij})$$

위 식에서 W_i 는 i번째 대안의 종합가중치 이고 w_j 는 평가기준 j의 상대적 가중치, u_{ij} 는 평가기준 j에 대한 i번째 대안의 가중치를 각각 의미한다. 이들 대안의 종합가중치는 대안의 상대적 비중 또는 우선순위라고도 하며, 대안 선택 또는 자원배분의 기초를 제공한다.

2.2 계층분석구조의 설정

AHP에 의한 다 기준 의사결정문제의 해결을 위해서 가장 중요한 것은 대안들을 평가하기 위한 평가기준들의 설정과 이들 기준들간의 계층분석구조를 파악하는 것이다. 여기서 평가기준과 분석구조의 설정은 일회적인 것이 아니라 전문가들의 이견이 해소될 때까지의 반복적인 과정을 거쳐서 행하여지는 것이 보편적인데, 본 연구에서는 전문가들의 의견을 수렴하는 방법으로 여러 차례에 걸친 전문가들간에 Brain Storming 기법을 사용하여 이하에서 설명할 계층구조와 평가기준을 도출하였다.

일반적으로 AHP 기법의 적용에 있어서 계층 내에서 레벨의 수에는 제약이 없지만, 설문 응답 및 자료 처리상의 문제를 고려하여 본 연구에서는 4개 레벨을 설정하였다. 과학기술 부문별 투자 우선 순위 도출이 국가 과학기술 목표에 부합하여야 된다는 관점에서 최상위 수준은 국가 과학기술 목표의 실현으로 보았는데, 구체적인 과학기술 목표 선정을 위해서는 과학기술부에서 연구과제의 결과로서 발표한 “2025년을 향한 과학기술발전 장기비전 (1999. 12)”을 참고하여 과학기술 목표를 국가경쟁력 제고와 미래 선진사회 구현으로 설정하였다.

계층구조의 각 레벨별 구성에 대하여 설명하면, 첫 번째 레벨에서는 과학기술 목표의 실현은 연구개발 활동을 통하여 구현해야 할 과학기술의 역할을 달성함으로써 성취 가능하다는

관점에서 국가과학기술 목표를 달성하기 위한 과학기술의 역할을 <표 3>에서 보는 바와 같이 산업경쟁력 강화, 삶의 질 구현, 국가안보와 위상제고의 3대 역할로 설정하였다.

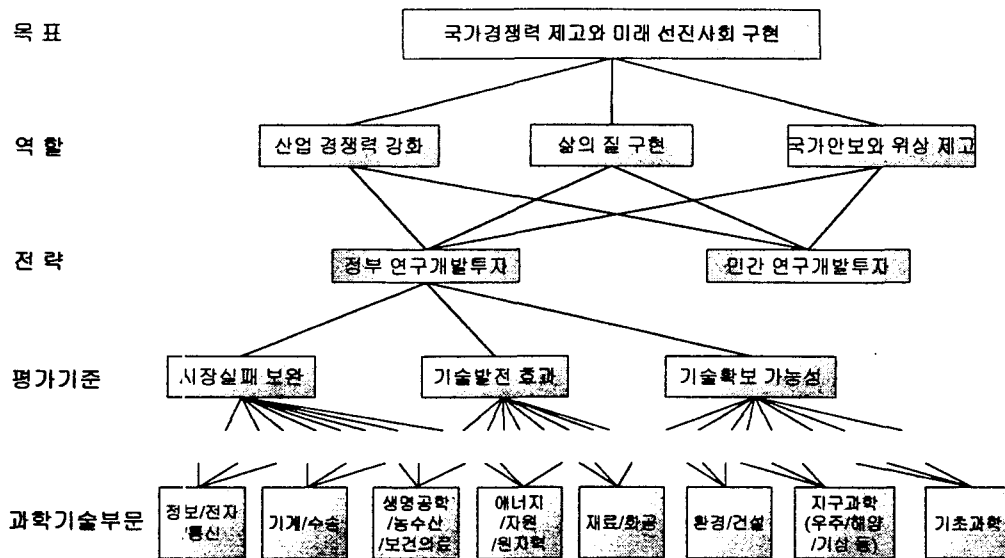
두 번째 레벨에서는 역할 달성을 위한 전략으로 정부 연구개발투자와 민간 연구개발투자를 고려하였는데, 여기서는 본 연구의 목표가 정부가 주도하는 국가연구개발 투자의 우선 순위 도출에 있으므로 민간부문의 연구개발투자 부문에 대한 하위레벨 즉 대안별 투자 우선 순위에 대하여는 고려하지 않기로 하였다. 그런 후에 세 번째 레벨에서는 각각의 대안별 투자 우선순위를 선정하는 평가기준을 고려하였고, 마지막으로 최하위 수준인 네 번째 레벨에서는 대안들을 각각 고려하였다.

<표 3> 과학기술 3대 역할

| 역할 | 구분 | 정 의 |
|--------------|----|---|
| 산업경쟁력 강화 | | 주로 산업의 대외 경쟁력, 즉 기술적, 경제적 경쟁 우위확보를 통해 국부 창출에 기여하는 것을 의미 |
| 삶의 질 향상 | | 환경 개선, 보건 향상, 공공의 생활시스템 개선 등을 통해 인간답게 사는 데 과학기술이 기여하는 것을 의미 |
| 국가 안보와 위상 제고 | | 국가 존립의 근간이 되는 국방과 자원 확보에 기여하고, 과학기술을 통해 국가 위상을 높이는 것을 의미 |

이를 다시 요약하여 설명하면, 계층분석 구조상에서 레벨 1은 국가 과학기술 목표 실현을 위한 과학기술의 각 역할의 중요도를 평가하고, 레벨 2에서는 이들 각 역할을 수행하기 위한 전략으로 정부 연구개발 투자부문과 민간 연구개발 투자부문의 중요도를 평가한다. 레벨 3에서는 민간 연구개발 투자부문을 제외하고 정부 연구개발 투자 부문의 과학기술 부문별 투자대안에 대한 상대적 중요도를 평가하기 위한 평가 기준간의 중요도를 평가하고 레벨 4에서는 평가기준에 의한 과학기술 부문별 투자 대안들의 상대적 중요도를 결정하게 된다.

한편 과학기술 목표 달성을 위한 과학기술 3대 역할들 간에 시간적 변화에 따른 상대적 중요도와 역할 달성을 위한 연구개발투자 전략으로서 정부 연구개발 투자부문과 민간 연구개발 투자부문간에 상대적 중요도에 대해서는 단기적, 중기적, 장기적 관점 등의 시간적 차이에 대한 중요도의 변화를 파악하기 위해서 시간적 흐름에 따른 평가를 아울러 고려하였다.



〈그림 1〉 계층분석구조

2.3 평가기준 및 투자대안의 선정

연구개발 투자우선순위 선정을 위한 기준들은 사용목적에 따라 매우 다양한 항목들이 사용되고 있는데, 본 연구에서는 과학기술 부문별 투자대안에 대한 평가기준을 선정하기 위해서 먼저 참고 문헌 등을 통한 1차 자료수집과 더불어 3차에 걸친 관련 전문가 회의를 통하여 사용될 수 있는 다양한 평가기준들을 수집하였다. 최종적으로 수집된 평가기준들에 대한 관련 전문가들의 회의를 통해 각각의 투자대안별 평가기준을 설정하였는데 이의 내용은 다음의 <표 4>와 같다.

<표 4> 평가기준의 정의

| 투자대안 | 평가기준 | 정의 |
|----------|---------|--|
| 과학기술 부문별 | 시장실패보완 | 국가적 또는 공익적으로 매우 중요하나 민간부문에서 사적 전유성 부족, high risk, 공공재적 성격 등으로 투자를 회피하는 경우 국가가 주도적으로 연구개발에 개입하는 것을 의미 |
| | 기술발전효과 | 관련 기술의 개발 또는 연구과정에서 얻어지는 기술적, 사회적, 경제적 효과로서 기술파급효과, 경제성장효과, 고용창출효과, 기타 경제사회적 발전 기여도 등이 포함 |
| | 기술확보가능성 | 기술동향 및 선진국과의 기술격차, 연구개발인력, 국내 기술 인프라 등을 종합적으로 감안하여 경쟁력있는 기술을 확보할 수 있는 가능성을 의미 |

여기서 평가기준의 타당성을 검토하는 원칙으로는 평가기준들간의 상호배타성, 평가기준의 충분성, 평가기준 개수의 적정성 등을 고려하였다.

한편 투자대안으로서 과학기술 부문에 대한 결정을 위해서는 참고문헌 조사 및 2차에 걸친 관련 전문가 회의를 통하여 최종적으로 국가연구개발사업 조사·분석·평가의 14개 기술분야를 유사한 분야끼리 조정하여 <표 5>와 같이 과학기술부문별 투자대안을 8개 분야로 정리하였다.

<표 5> 과학기술 부문별 투자대안 (국가연구개발사업 조사·분석·평가와의 구분 비교)

| 본 연구 구분 | 조사·분석·평가 구분 | 본 연구 구분 | 조사·분석·평가 구분 |
|-------------------|---------------------|--------------------------|---------------|
| 정보/전자/통신 | 동일 | 에너지/자원 /원자력 | 에너지/자원 원자력 |
| 기계/수송 | 기계공학 수송 | 환경/건설 | 환경 건설 |
| 생명공학/농수산 /보건의료 | 생명공학 농수산 보건의료 | 지구과학 (우주/해양 /기상 등) | 해양/기상 |
| 재료/화학 | 소재 화학/화학 | 기초 과학 | 기초과학 |

3. 분석 결과

계층분석과정에 의한 평가는 평가집단들의 토의를 통하여 각 쌍비교 항목에 대한 합의를 도출 한 후에 이를 이용하는 방법과 개별 평가자들이 각각 평가를 실시 한 후에 그 결과를 기하평균을 이용하여 종합하는 2가지 방법이 있는데, 본 연구에서는 설문지를 이용하여 평가를 한 후에 다시 종합하는 후자의 방법을 선택하였다. 각 개인의 평가 결과를 분석한 후에 이를 기하평균을 이용하여 이미 언급한 계층분석과정 절차에 적용하여 평가기준들의 상대적 가중치와 대안들의 종합가중치를 산출하였다.

먼저 계층구조에서 최상위 레벨인 국가경쟁력 제고와 미래 선진사회 구현이라는 과학기술 목표 달성을 위하여 과학기술 3대 역할들 간에 시간적 변화에 따른 상대적 중요도에 대한 분석 결과는 다음의 <표 6>에 요약되어 있다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 전체 평가 전문가들을 대상으로 분석한 종합적인 결과로는 과학기술 3대 역할 중에서 단기적 관점에서는 산업경쟁력 강화 (0.6530)가 매우 중요하게 나타난 반면, 장기적 관점에서는 삶의 질 구현 (0.4573)이 산업경쟁력 강화 (0.3361)보다 더욱

중요하게 나타났다.

전문가 집단간에는 단기적 관점에서 산업경쟁력 강화가 매우 중요하다는 데에는 차이가 없으나 장기적인 관점에서는 삶의 질 구현이 산업경쟁력 강화보다 중요하다는 데에는 전문가 집단간에 큰 차이를 보이고 있다. 대학에 속한 평가자들의 경우, 과학기술 목표 달성을 위해 장기적으로도 산업경쟁력 강화 (0.4474)가 삶의 질 구현 (0.2848)보다도 더욱 중요하게 인식하고 있는 반면, 산업계와 연구계에 속한 평가자들은 삶의 질 구현이 산업경쟁력 강화보다 상대적으로 더 중요한 과학기술의 역할로 인식하고 있는 대조를 보이고 있다.

<표 6> 과학기술의 역할에 대한 시간적 변화에 따른 상대적 중요도
(전문가 집단별 비교)

| 기 간 | 역 할 | 산업계 | 연구계 | 학 계 | 종 합 |
|--------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| 단 기 (2002~2003) | 산업경쟁력강화 | 0.6556 | 0.6257 | 0.6655 | 0.6530 |
| | 삶의 질 구현 | 0.1948 | 0.1896 | 0.1602 | 0.1841 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.1495 | 0.1847 | 0.1742 | 0.1629 |
| 중 기 (2004~2006) | 산업경쟁력강화 | 0.4629 | 0.4900 | 0.6571 | 0.5232 |
| | 삶의 질 구현 | 0.3836 | 0.2541 | 0.1410 | 0.2861 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.1536 | 0.2559 | 0.2019 | 0.1907 |
| 장 기 (2007~2010) | 산업경쟁력강화 | 0.2798 | 0.3451 | 0.4474 | 0.3361 |
| | 삶의 질 구현 | 0.5531 | 0.4206 | 0.2848 | 0.4573 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.1671 | 0.2343 | 0.2678 | 0.2066 |

계층구조에서 두 번째 레벨인 역할 달성을 위한 연구개발투자 전략으로서 정부 연구개발 투자부문과 민간 연구개발 투자부문간에 상대적 중요도는 시간의 변화에 따라 달라 질 수 있는데, 이러한 상대적 중요도는 설문조사에서 구한 단기적, 중기적, 장기적 관점에서의 과학 기술의 역할 비중을 고려하여 다음의 <표 7>과 같이 요약된다.

전체 평가 전문가들을 대상으로 분석한 종합적인 결과를 볼 때, 단기적 관점에서는 정부 연구개발투자 부문이 민간 연구개발투자 부문 보다 약간의 정도로만 중요하게 인식되지만, 장기적인 관점에서는 정부 연구개발 투자 부문 (0.6441)의 중요성이 민간 연구개발 투자 부문 (0.3559)보다 훨씬 중요하게 인식되고 있다. 그 이유로는 장기적인 관점에서는 과학기술 역할 중에서 삶의 질 구현이 중요하게 인식됨에 따라 정부 부문의 연구개발 투자 전략의 중요성이 더욱 강조되고 있기 때문으로 보인다.

평가 집단간의 결과를 비교하면, 장기적으로 갈수록 정부 연구개발투자 부문의 중요도가 민간 연구개발투자 부문 보다 더욱 중요하다는 데에는 전문가 집단별로 인식차이가 없으나 단기적인 관점에서는 정부 연구개발투자 부문과 민간 연구개발투자 부문의 상대적 중요도

<표 7> 연구개발투자전략에 대한 시간적 변화에 따른 상대적 중요도
(전문가 집단별 비교)

| 기 간 | 전 략 | 산업계 | 연구계 | 학 계 | 종 합 |
|--------------------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 단 기 (2002~2003) | 정부연구개발투자 | 0.4979 | 0.5000 | 0.5936 | 0.5199 |
| | 민간연구개발투자 | 0.5021 | 0.5000 | 0.4064 | 0.4801 |
| 중 기 (2004~2006) | 정부연구개발투자 | 0.5621 | 0.5774 | 0.5985 | 0.5717 |
| | 민간연구개발투자 | 0.4379 | 0.4226 | 0.4015 | 0.4283 |
| 장 기 (2007~2010) | 정부연구개발투자 | 0.6244 | 0.6584 | 0.6595 | 0.6441 |
| | 민간연구개발투자 | 0.3756 | 0.3416 | 0.3405 | 0.3559 |

비교에 있어서 산업계와 학계간에 상당한 인식 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

과학기술 3대 역할의 각 개별 역할 수행에 대한 전략으로서 정부 연구개발 투자부문과 민간 연구개발 투자부문에 상대적 중요도에 대한 평가는 평가자가 속한 조직의 이해관계 또는 관점의 차이에 따라 달라 질 수 있다. 여기서는 단기적 관점인 경우를 살펴보면, 전문가 집단별 평가 결과가 다음의 <표 8>과 같이 요약된다.

과학기술 3대 역할의 각각의 개별 역할 달성을 위한 정부 연구개발 투자부문과 민간 연구개발 투자 부문간의 상대적 중요도 비교에 대한 전문가 집단별 평가결과를 살펴보면, 중요도의 정도에 있어서는 평가 집단간에 다소 차이는 있으나 산업 경쟁력 강화를 위해서는 대체로 민간 부문의 연구개발 투자가 정부부문의 연구개발 투자 보다 더 중요하다고 인식하고 있으며, 삶의 질 구현과 국가안보와 위상제고의 역할 달성을 위해서는 정부부문의 연구개발 투자가 민간

<표 8> 과학기술 3대 역할의 개별 역할수행을 위한 연구개발 투자전략에 대한
전문가 집단별 상대적 중요도

| 전문가 집단 | 역 할 | 전 략 | |
|--------|------------|----------|----------|
| | | 정부연구개발투자 | 민간연구개발투자 |
| 산업계 | 산업경쟁력강화 | 0.3641 | 0.6359 |
| | 삶의 질 구현 | 0.6944 | 0.3056 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.8283 | 0.1717 |
| 연구계 | 산업경쟁력강화 | 0.2869 | 0.7131 |
| | 삶의 질 구현 | 0.8486 | 0.1514 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.8643 | 0.1357 |
| 학 계 | 산업경쟁력강화 | 0.4895 | 0.5105 |
| | 삶의 질 구현 | 0.7502 | 0.2498 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.8472 | 0.1528 |
| 종 합 | 산업경쟁력강화 | 0.3736 | 0.6264 |
| | 삶의 질 구현 | 0.7533 | 0.2467 |
| | 국가안보와 위상제고 | 0.8426 | 0.1574 |

부문의 연구개발 투자 보다 더 중요하다는데 대체로 인식을 같이 하는 것으로 나타났다.

과학기술 부문별 투자 우선순위 평가를 위한 평가기준들 간의 상대적 중요도 비교에 있어서는 평가자 들은 <표 9>에서 보는 바와 같이 기술확보 가능성과 기술발전효과가 시장실패 보완의 중요도보다 훨씬 더 중요한 평가기준으로 인식하고 있는데, 이러한 결과는 경쟁력 있는 기술확보와 기술개발을 통한 기술·경제·사회적 파급효과의 중요성을 매우 중요하게 인식하는 데에서 기인한다고 보인다.

끝으로 과학기술 부문별 투자대안에 대한 상대적 중요도의 도출 결과를 살펴보면, <표 9>에서 보는 바와 같이 ① 정보/전자/통신 (25.49%) ② 생명공학/농수산/보건의료 (14.60%) ③ 에너지/지원/원자력 (11.21%) ④ 재료/화학 (10.71%) ⑤ 환경/건설 (10.41%) ⑥ 기초과학 (9.98%) ⑦ 기계/수송 (9.96%) ⑧ 지구과학 (우주/해양/기상 등) (7.64%)의 순으로 평가되었다. 이러한 우선순위 결과에서 나타나듯이 정보/전자/통신 기술부문과 생명공학/농수산/보건의료 기술부문이 타 기술 부문들에 비해서 새로운 기술개발을 위한 기술확보가능성과 기술개발을 통한 기술확산 과정 및 파급효과가 상대적으로 매우 높은 분야로서 인식되어 상대적으로 매우 높은 투자 우선순위가 도출되어졌다고 보여진다. 정보/전자/통신 기술분야는 GDP 대비 이 분야의 투입비중이 6.1로서 선진국인 미국 7.8, 일본 7.4에 비해 현저하게 낮은 수준이므로 지속적인 정부 연구개발투자가 중요한 부문이다. 다만 최근 들어 관련산업의 성장 등 민간부문의 역할이 급신장되고 있다는 점에서 이 부문의 연구개발투자는 민간이 나서기 어려운 핵심원천기술개발에 초점을 맞추어 투자해 나가야 한다. 생명공학 기술 분야는 미국, 일본 등 주요 선진국에서 정부의 연구개발투자 비중이 가장 높은 분야로 민간부문이 담당하기 어려운 공공적인 성격이 강한 분야가 많다는 점에서 향후 정부연구개발투자의 중요성이 매우 강조되는 분야이다.

과학기술 부문별 투자대안에 대한 우선순위 설정을 위한 상대적 중요도의 평가에 있어서 평가자가 속한 집단별 평가 결과를 비교하여 정리하면 다음의 <표 10>과 같다.

<표 9> 평가기준들의 상대적 중요도 및 과학기술 부문별 상대적 중요도

| 평가기준 | 과학기술 부문 | 중요도 |
|----------------------|-------------------|--------|
| 기술확보 가능성 (0.3713) | 정보/전자/통신 | 0.2549 |
| | 생명공학/농수산/보건의료 | 0.1460 |
| 기술발전 효과 (0.3500) | 에너지/지원/원자력 | 0.1121 |
| | 재료/화학 | 0.1071 |
| | 환경/건설 | 0.1041 |
| 시장실패 보완 (0.2787) | 기초과학 | 0.0998 |
| | 기계/수송 | 0.0996 |
| | 지구과학 (우주/해양/기상 등) | 0.0764 |
| 합 계 | | 1.0000 |

<표 10> 과학기술 부문별 우선순위에 대한 학계, 연구계, 산업계 평가 결과 비교

| 구 분 | 순 위 | | | |
|-------------------|-----|-------|-------|-----|
| | 학 계 | 연 구 계 | 산 업 계 | 종 합 |
| 8대 과학기술부문 | | | | |
| 정보/전자/통신 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 기계/수송 | 6 | 7 | 6 | 7 |
| 생명공학/농수산/보건의료 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 에너지/자원/원자력 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 재료/화학 | 7 | 6 | 3 | 4 |
| 환경/건설 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| 지구과학 (우주/해양/기상 등) | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 기초과학 | 4 | 5 | 7 | 6 |

이 결과에서 보면, 평가 그룹간에 1순위 (정보/전자/통신), 2순위 (생명공학/농수산/보건의료) 및 마지막 8순위 (지구과학)에 대하여는 견해 차이가 없으나 다른 부문에 대하여는 순위 설정에 있어서 평가 그룹간에 견해 차이를 보이고 있다. 특히 기초과학 부문에 대한 중요도 설정에 있어서, 학계에서는 네 번째로 다소 높게 부과한 반면, 산업계에서는 일곱 번째로 매우 낮게 설정하였다. 이러한 견해차이는 평가자가 속한 조직의 이해관계 또는 관점의 차이를 반영하고 있다고 볼 수 있다.

4. 결론

한정된 재정자원을 사용하여 추진되는 국가 연구개발사업의 목표 달성의 효과를 극대화하기 위해서는 과학기술 부문별 중요도에 따른 우선순위를 도출하는 것이 매우 중요한데, 이는 연구개발투자 계획수립과 투자정책 방향을 제시하는 의사결정에 중요한 도움이 될 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 객관적이고 과학적인 방법을 통한 우선순위 도출을 위하여 AHP 방법론을 이용하여 국가연구개발투자의 주요 과학기술 부문별 우선순위를 도출하였고 전문가 집단간의 평가 결과에 대한 차이점을 비교 분석하였다. 과학기술 부문별 투자 우선순위에 대한 연구 결과로서는 정보/전자/통신 (25.49%), 생명공학/농수산/보건의료 (14.60%), 에너지/지원/원자력 (11.21%), 재료/화학 (10.71%), 환경/건설 (10.41%), 기초과학 (9.98%), 기계/수송 (9.96%), 지구과학 (우주/해양/기상 등) (7.64%)의 순으로 평가되었다.

이러한 결과에서 나타나듯이 정보/전자/통신 기술부문과 생명공학/농수산/보건의료 기술 부문이 타 기술 부문들에 비해서 새로운 기술개발을 위한 기술확보가능성과 기술개발을 통

한 기술확산 과정 및 파급효과가 상대적으로 매우 높은 분야로서 인식되어 상대적으로 매우 높은 투자 우선순위가 도출되어 졌다고 보여진다. 이는 정보/전자/통신 기술부문에서의 민간이 나서기 어려운 핵심원천기술개발에 초점을 맞춘 투자와 생명공학/농수산/보건의료 기술 부문에 대한 정부 연구개발 투자 확대가 중요하다는 것을 의미한다.

또한 재료/화학, 기계/수송의 기술분야에 대한 우선순위 결과에서는 상대적 중요도의 비중이 각각 10.71%, 9.96%인 반면, <표 2>에서 볼 수 있듯이 현재 (2001년 기준)의 재료/화학, 기계/수송 기술 분야에 대한 연구개발예산의 비중은 각각 13.5%, 14.3%로 높게 나타나고 있다. 이러한 결과는 이러한 기술분야에 대한 정부 연구개발 투자의 비중을 단계적으로 낮추고, 현재 상대적으로 낮게 투자되고 있는 에너지/자원/원자력, 환경/건설, 기초과학 등의 기술분야에 더 많은 투자를 할 것을 제시하고 있다.

본 논문에서 제시하고 있는 과학기술 부문별 투자 대안의 우선순위 결과의 해석에 있어서 주의 할 점은 이러한 평가 결과는 평가단의 구성에 따라 평가 결과가 영향을 받기 때문에 상대적 중요도의 수치나 우선순위의 순위보다는 그 방법론 자체에 보다 높은 비중을 두고 해석이 이루어져야 한다는 점이다. 또한 본 연구에서 제시하고 있는 구체적인 결과는 계층분석 구조 및 평가기준을 도출하는데 있어서 제한된 사람들의 의견이 반영될 수 밖에 없었다는 제약요인을 안고있음을 지적하고자 한다.

〈참고문헌〉

- 백관호·이규현 (1996), “LP 모형에 의한 한국 정보산업기술의 R&D투자규모 결정사례”, 「기술혁신연구」, 제4권 제1호, pp. 27~47.
- 백광천·서의호·서창교·이영민 (1993), “R&D 투자규모 결정 및 자원배분에 관한 연구”, 「경영과학」, 제10권 제1호, pp. 81~105.
- 이영찬·민재형 (1995), “불확실한 상황 하에서의 다목적 R&D 투자계획수립에 관한 연구”, 「한국경영과학회지」, 제20권, 제2호, pp. 39~60.
- 이동엽·이장우 (1999), “집단의사결정에 의한 정보통신기술 분야별 R&D 투자배분 결정모형 개발: 다목적선형계획법의 응용”, 「기술혁신연구」, 제7권 제2호, pp. 21~36.
- 정호원·강인배 (1996), “AHP를 이용한 전자경비 시스템의 평가에 관한 연구”, 「경영과학」, 제13권 제2호, pp. 49~60.
- 과학기술부 (각년도), 「과학기술연구활동조사보고서」.
- 과학기술부 (1999), 「2025년을 향한 과학기술발전 장기비전」.
- 과학기술부 (2001), 「연구개발예산 현황 및 추이 분석」.
- 한국산업기술진흥협회 (각년도), 「산업기술주요통계요람」.
- 황용수 외 (1998), 「정보통신 연구개발사업의 자원배분 및 산학연 연계의 적정화 방안」, 정보통신연구관리단.
- Saaty, T. L. (1983), “Priority Setting in Complex Problems”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-30, No. 3, pp. 140~155.
- Liberatore, M. J. (1987), “An Extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R&D Project Selection,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-34, No. 1, pp 12~18.
- Saaty, T. L. (1990), “How to Make a Decision the Analytic Hierarchy Process,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, pp. 9~26.