

국가연구개발사업의 평가위원 인식과 효율성 분석간 연계 방안에 관한 연구 - 원자력연구개발사업을 중심으로 -

A Study on Measurement of National R&D Program Efficiency: How to integrate evaluators' recognition into measuring the efficiency?

김태희(Tae Hee Kim)*, 이민호(Min Ho Lee)**

목 차

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| I. 서론 | IV. AHP와 DEA에 대한 이론적 고찰 |
| II. 평가위원과 효율성에 대한 선행연구 | V. 분석 결과 |
| III. 연구방법 및 설계 | VI. 결론 |

국 문 요 약

지금껏 국가연구개발사업의 효율성 평가는 성과물로 도출된 결과치에만 의존함에 따라 사업 고유의 특성을 충분히 반영하지 못하였다. 따라서 본 연구는 사업 고유의 특성이 효율성에도 반영될 수 있는 방안으로 평가위원과 효율성을 연계하는 모형을 탐색하였다. 이를 위해 본 연구는 평가위원의 인식을 검토할 수 있는 AHP 방법과 효율성을 분석할 수 있는 DEA방법을 접목하여 분석하였다. 또한 사례분석을 통해 가중치 적용 이전의 연구결과와 비교 분석함으로써, 평가위원의 가중치가 효율성의 분석에 미치는 영향을 제시하였다.

본 연구는 사업의 효율성을 판단할 때 평가위원의 인식을 고려해야 한다는 점을 제시한 것으로 현행과 같이 평가위원의 참여와 역할이 사업의 평가에 국한되지 아니하고 사업의 효율성 평가에도 확대되어야 함을 보여주고자 하였다.

핵심어 : 국가연구개발사업, 원자력연구개발사업, 평가위원 인식, 효율성

※ 논문접수일: 2010.1.20, 1차수정일: 2010.3.23, 게재확정일: 2010.3.25

* 한국연구재단, thkim@nrf.go.kr, 042-869-7813, 교신저자

** 한국연구재단, mhlee@nrf.go.kr, 042-869-7743

ABSTRACT

Based on the figure of Program's result, the measurement of National R&D Program efficiency cannot have reflected its characteristic. This study explores the way to integrate evaluators' recognition into program efficiency as a means of embodying its characteristic.

As a way of integrating their recognition with evaluating efficiency, two methods are applied. One is AHP as for evaluators recognition and the other is DEA as for measuring efficiency. This study tries to show the effect of evaluators on program efficiency and compares the result with one which did not include their recognition. The study also implies that the recognition of evaluators should be considered when the program efficiency is measured. Furthermore, this study suggests that the participation and role of evaluators should be expanded into evaluation of program efficiency.

Key Words : National R&D Program, Nuclear R&D Program, Evaluators Recognition, Efficiency

I. 서 론

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정¹⁾에 의하면, 선정평가에 참여한 평가위원이 최종 평가에도 참여할 것을 명시하고 있다. 이는 사업의 목적과 취지에 따라 연구 내용이 적절히 운영되어 왔는지를 전주기 차원에서 평가하려는 의도가 투영된 결과이다. 또한 국가연구개발사업의 관련 규칙²⁾에서 제시된 바와 같이 단계별 평가가 평가위원을 중심으로 운영되고 있는 점은 사업의 평가와 관리에 있어 평가위원의 역할과 비중이 매우 중요함을 보여준다.

이처럼 사업에 있어서 평가위원의 중요성이 강조되고 있음에도 불구하고 사업의 효율성 평가는 평가위원의 참여나 역할이 배제된 채, 사업에서 도출된 성과물인 SCI(Science Citation Index), 학술발표, 특허, 기술사업화, 인력양성 등의 계량화된 수치만을 통해 평가됨에 따라(한국연구재단, 2009), 기획 의도에 부합되고 평가에서 우수한 사업으로 분류되었다 하더라도 특허나 SCI 등의 계량화된 결과치가 미흡할 경우는 비효율적인 사업으로 평가될 가능성이 존재하는 것이다. 실제로 학위과정 지원이나 연구인력을 양성하는 사업의 경우는 SCI나 특허 건수가 낮게 나타남에 따라 비효율적인 사업으로 평가될 수 있는 측면이 존재한다(김태희 외, 2009).

그렇다면, 평가위원의 인식과 사업의 효율성을 연계할 수 있는 방안은 무엇인가? 임호순 외(1999)에서는 연구개발사업의 신청과제에 대한 선정평가시 적용할 수 있는 평가모형을 정립함으로써 평가의 객관성을 제고하고자 하였는데, 전문가를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법으로 가중치를 도출한 후 DEA(Data Envelopment Analysis)에 적용하였다. 다만, 동 모형은 선정평가에만 한정하여 적용하는 한계를 보였는데, 이를 효율성 평가로 확대 적용하고 전문가를 통한 가중치 도출이 아닌 실제 평가위원으로부터 가

1) 동 규정 제13.4조에 의하면, 중앙행정기관의 장은 연구개발결과를 평가함에 있어 연구개발과제의 선정을 위한 평가에 참여한 전문가를 중심으로 평가단을 구성할 것을 규정하고 있다.

2) 평가와 관련하여 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 시행규칙 및 교육과학기술부 소관 연구개발사업 처리규정에서 제시한 사항을 정리하면 다음과 같다;

구 분		내 용	주 체
선정평가	사전검토	연구책임자 적격성, 서식 및 민간부담율 등 규정에의 적합성 검토	전문기관
	전문가평가	전문가 7인 이상의 평가위원 혹은 별도의 전담평가단	전문가
중간평가		연구책임자가 제출한 연차실적계획서에 대한 보완사항, 차년도 연구비 조정 등	전문기관 혹은 전문가
최종평가	전문가평가	전문가 패널 혹은 전담평가단을 중심으로 연구결과 평가	전문가
	전문기관평가	전문가평가 점수를 산술평균하여 종합평균점수 및 등급을 결정하고 인센티브 혹은 제재조치 부과	전문기관

중치를 도출할 수 있다면 평가위원의 인식이 반영된 효율성 분석 방법을 마련할 수 있을 것이다.

이에 본문에서는 평가위원 인식에 따른 가중치를 효율성 평가에 적용하는 방법론을 탐색해 보고 사례 연구를 통해 가중치가 적용되지 않은 선행연구와 비교분석을 실시함으로써 가중치와 연계된 효율성 평가의 의미를 살펴본다.

II. 평가위원과 효율성에 대한 선행연구

평가위원에 대한 연구는 김동우(1985)에서 연구자의 전공, 논문게재 등의 자료를 통해 평가위원 DB(Data Base) 구축의 필요성을 제기하면서 DB를 활용한 평가자 선정의 효율성을 제시한 이래, 김진수(1994)는 평가위원 선정시 평가위원간 학문분야, 내부평가위원과 외부평가위원의 차이점을 GLM(General Linear Models Procedure) 및 CDA(Categorical Data Analysis)를 통해 분석함으로써 평가위원 선정의 효율성을 제시한 바 있다. 이병식(2005)은 로지스틱 회귀분석을 통해 선정평가시의 주요 요인을 분석하고 평가위원 133인의 평균점수를 검정함으로써 평가결과에서 도출된 차이점의 요인을 분석하고자 하였다. 박찬국 외(2007)는 AHP를 사용하되 쌍대비교에서 동반되는 불확실성을 완화하고자 퍼지이론을 통해 위험인식 성향을 평가에 포함하고자 하였고, 윤영준(2008) 및 이찬구(2009)는 기관평가에 참여한 평가위원간 인식의 차이를 심층면접을 통해 분석하였는데, 특히 윤영준(2008)은 평가위원 데이터 공유를 위해 API(Application Programming Interface) 설계 방안을 제시한 바 있다.

한편, 비모수적 효율성 측정방법인 DEA는 주로 보건소나 도서관과 같은 공공사업에 적용되는 것으로 연구개발사업의 적용은 Chames et al(1981)의 연구에서 비롯되었다. Zhang et al(2001)는 모수적 측정방법인 SFA³⁾(Stochastic Frontier Analysis)를 통해 중국 기업의 연구개발사업을 소유주 유형에 따라 분석하였고 Wang & Huang(2007)은 DEA를 통해 연구개발사업의 효율성을 국가별로 비교한 바 있으며, 김태희 외(2009)에서는 원자력연구개발사업의 효율성을 DEA로 분석하였다.

요컨대, 평가위원의 인식과 연구개발사업의 효율성에 대한 연구는 지금껏 서로 다른 영역으로 분리하여 연구됨에 따라 본 연구와 차이점을 가지며, 평가위원의 범위가 실제로 평가에 참여한 연구자를 포함한 잠재적 평가위원까지도 포함되어 왔다는 점은 본 연구의 새로운 시도가 하겠다.

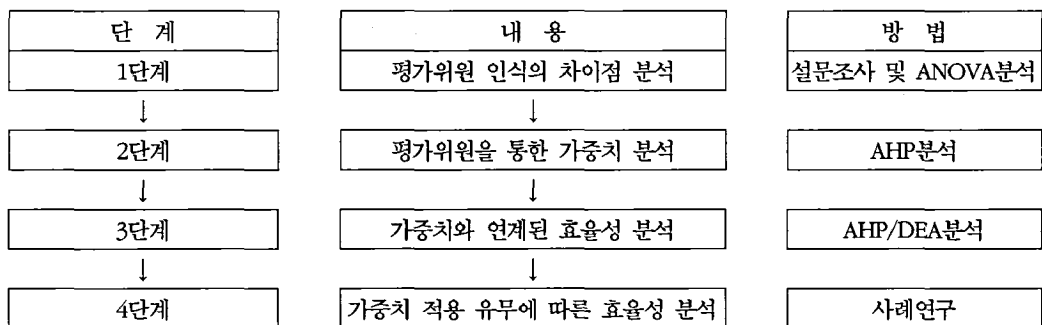
3) SFA와 DEA는 모두 효율성 측정 방법이라는 공통점을 지니며, 비모수적 방법인 DEA에 근거하여 모수적 방법인 SFA가 고안되었다.

III. 연구방법 및 설계

1. 연구분석 틀

평가위원의 인식과 사업의 효율성을 접목하기 위한 연구는 AHP와 DEA 연계 모형의 탐색으로 요약할 수 있는데, AHP 방법론을 적용하기 위해서는 설문에 참여한 각 평가위원들의 전문성과 경험이 다를 수 있음에도 불구하고 이들의 평가 결과를 동일하게 취급하는 것은 AHP 결과의 신뢰성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다는 주장(박찬국의, 2007)에 근거하여, 평가위원으로서 평가 경험 횟수를 고려하고, 소속기관이나 연령별 인식의 차이의 존재 여부를 선행적으로 검토한다. 만일 평가위원의 소속기관이나 연령별 인식의 차이를 보인다면 표본에 있어서도 소속기관 및 연령별 비율 등⁴⁾을 반영할 필요가 있다는 인식에 기인한다.

본 연구는 1단계로 2008년도 7개 사업의 평가에 참여한 평가위원을 대상으로 한 설문조사를 실시하여 산학연 소속기관별 및 연령별 인식의 차이가 있는지를 검토하였다. 2단계에서는 평가



(그림 1) 단계별 연구분석 틀⁶⁾

4) 본 연구에서 소속과 연령을 고려한 이유는 국가연구개발사업 처리규정에 근거한 평가위원 자격 요건을 따른 결과이다. 다만, 전공을 고려하지 않은 이유는 이병식(2005)에서 과제 평가에는 평가위원의 전공에 따른 차이가 존재한다는 주장과는 상반될 수 있으나, 첫째 본 연구의 목적이 사업을 구성하고 있는 세부 과제의 효율성을 분석하는 것이 아니라 과제의 상위개념인 사업의 효율성을 분석한다는 점을 근거로 한다. 1개 사업에는 수십개의 전공분야를 대상으로 하고 있는데, 예컨대 원자력기반확충사업에는 세부과제에 따라 원자력 전공 외에도 행정학, 법학, 사회학, 교육학, 국제학 등 다양한 전공의 전문가가 평가위원으로 참여하고 있다. 둘째, 매년 사업의 효율성을 정성적 측면과 정량적 측면에서 평가하는 조사분석평가(국가연구개발사업 조사분석보고서, 2009)의 대상은 29개 부처 486개 사업을 설정하고 있는 예에 근거한다. 동 평가는 매년 상반기 전부처 사업을 평가하고 있으며 과제평가가 아닌 사업별 평가를 실시하고 있는 데, 본 연구에서 연구대상으로 설정하고 있는 사업인 국가지정연구사업, 핵심연구사업, 우수연구센터, 원자력기술개발사업과 같은 대규모 사업을 대상으로 하고 있다.

에 경험이 많은 전문가⁵⁾를 대상으로 AHP분석을 실시하고 3단계에서는 도출된 가중치를 적용한 DEA 분석을 실시한다. 마지막으로 4단계에서는 실제 연구개발사업의 적용에 있어 기존 연구에서 가중치 적용 없이 실시한 효율성 분석과 본 연구에서 제시하는 가중치와 연계된 효율성 분석 결과를 비교함으로써 평가위원이 인식하는 가중치가 효율성 분석에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 변수의 조작적 정의

본 연구의 국가연구개발사업은 교육과학기술부에서 지원하는 사업으로 한정하고, 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정과 교육과학기술부 소관 연구개발사업 처리규정에 적용되는 사업을 의미한다. 다만, 본 연구의 연구방법이 평가위원으로부터 도출된 가중치의 적용 유무에 따른 효율성을 비교 분석하는 것이므로 선행연구⁷⁾에서 제시한 주요 사업 중 효율적으로 나타난 4개 사업과 비효율적으로 나타난 3개 사업만을 분석대상으로 한다. 한편, 사업별 성과물은 익년도 9월경에 공개⁸⁾되는 점을 고려하여 본 연구는 2009년도에 발간된 성과보고서에 나타난 결과물로 한정한다.

또한 평가위원은 2단계로 분류하여, 1단계에서는 평가위원간 인식의 차이를 검토하기 위해 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 시행규칙⁹⁾에서 규정하고 있는 전문가로 정의하였다. 다만, 본 연구가 원자력연구개발사업(원자력기술개발사업, 원자력기반확충사업, 방사선기술개발사업)을 중심으로 고찰할 것이므로, 원자력연구개발사업의 평가에 참여 경험이 있는 전문가 중 선행연구(김태희 외, 2009)에서 효율적으로 분석된 4개 사업에 평가위원으로 참여한 전문가를 대상으로 하였다. 2단계에서는 AHP 방법론에 의거하여 소수 전문가를 선별하되, 원자력

5) 본 연구는 3회 이상 평가위원으로 참여한 전문가를 대상으로 하였다.

6) 동 연구에서 설정한 연구분석 틀에서 도입하는 분석방법은 아래와 같이 요약할 수 있다.

분석방법	분석내용	분석결과
ANOVA	두집단 이상의 변량을 비교분석하는 통계적 방법	집단간 차이점 분석
AHP	평가항목 가중치의 쌍대비교행렬을 통해 각 항목의 우수한 정도 분석	항목별 우수성 비교를 통한 가중치 도출
DEA	의사결정개체(DMU)들의 상대적 효율성 평가하기 위한 방법으로, 각 의사결정개체의 가중된 투입물의 합과 가중된 산출물의 합을 비율을 평가하여 효율성을 측정	효율성과 비효율성 분석

7) 김태희 외(2009)에서는 국가지정연구, 핵심연구, 우수연구센터, 나노기술개발사업을 효율적인 사업으로 분류하였고, 원자력기술개발사업, 원자력기반확충사업, 방사선기술개발사업은 비효율적인 사업으로 분석하였다.

8) 정부는 매년 2월 진년도 국가연구개발사업의 실적을 취합하여 상반기에 조사분석평가를 실시한 후 9월경에 보고서를 발간하고 있는데, 사업별 평가결과는 국가과학기술위원회에서 발간하는 조사분석보고서에 근거하며, 사업별 성과는 성과보고서를 근거로 인용되고 있다.

9) 동 규칙에서는 평가위원 자격요건으로 ① 해당분야 실무경력이 10년 이상인 자, ② 해당분야 연구개발경력이 5년 이상인 자, ③ 대학의 전임강사 이상인 자, ④ 해당분야 기업의 과장급 이상인 자로 규정한다.

연구개발사업의 평가에 3회 이상 참여¹⁰⁾한 전문가로서 효율적으로 분석된 4개 사업에 참여한 전문가를 대상으로 하였다.

IV. AHP와 DEA에 대한 이론적 고찰

본 연구 목적은 평가위원의 인식이 사업의 효율성과 연계되는 모형을 탐색하는 데에 있으며 방법론적으로는 AHP와 DEA 연계모형의 적용에 있다. 이에 아래에서는 AHP와 DEA에 대하여 이론적 특징을 살펴본다.

1. 계층분석법(AHP)의 이론적 고찰

계층분석법(AHP) 모형은 미국의 Thomas L. Saaty 교수에 의해 제안된 것으로 질적인 변수를 평가에 포함할 수 있는 의사결정방법을 개발한 것으로(Buyukyazici & Sucu, 2003), 1970년대에 제안된 의사결정기법으로서 여러 요소들을 계층적으로 분해 조정하여 문제의 전체구조를 명확하게 함으로써 의사결정자에게 최선의 선택을 할 수 있도록 정보를 제공하는 방법이다.

AHP는 상위계층에 있는 평가항목을 기준으로 하위계층에 있는 각 항목의 가중치를 측정하는 방식을 통해 상위계층의 항목하에 각 하위항목이 다른 하위항목에 비해 우수한 정도를 나타내는 쌍대비교행렬을 작성하고 이러한 행렬에서 계층수준별 우선순위 벡터를 산출하게 된다. 마지막으로 계층의 최상위에 위치한 의사결정의 목적을 달성할 수 있도록 해주는 최하위 단계의 대안들이 상대적 우선순위를 나타내주는 전체 계층에 대한 하나의 복합 우선순위벡터(priority vector)를 산출하게 된다.

일반적으로 AHP는 브레인스토밍, 계층구조 설정, 가중치 산정 및 일관성 검증, 측정, 검토 단계로 구성된다. 이는 인간의 사고체계가 계층적 구조설정, 상대적 중요성 설정 및 논리적

10) 참고로 최근 3개년간 국가연구개발사업 중 원자력연구개발사업의 평가위원의 소속기관별 현황(한국연구재단, 2009)은 다음과 같다.

구분	2008년	2007년	2006년	계
학	144(38%)	181(36%)	53(27%)	378
연	138(36%)	163(33%)	70(36%)	371
산	94(25%)	132(27%)	68(35%)	294
기타	5(1%)	20(4%)	2(2%)	27
계	381	496	193	1,070

일관성의 원리로 이뤄짐을 반영한 분석과정이라 할 수 있다(백주현 외, 2005). AHP는 의사결정자의 오랜 경험이나 직관을 중시하므로, 계량적인 정보뿐 아니라 질적인 정보까지 비교적 쉽게 처리할 수 있는 장점을 가지고 있다.

구체적으로 살펴보면, AHP는 4단계의 분석과정을 거치는 바, 제1단계는 최상위에 있는 목표에 기초한 의사결정 기준별로 구체화하여 의사결정 계층구조도(decision hierarchy)를 만든다. AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 1단계에서 의사결정 분석자는 상호 관련된 여러 의사결정 사항들을 계층화한다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지고 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 요소들로 구성된다. 제2단계는 각 계층에서 하위 계층에 있는 요인에 대한 상대적 중요도를 평가하기 위해 각 요인간 쌍대비교를 행렬로 나타낸다. 쌍대비교시 직계 하위계층이 n 개의 요소로 구성된 경우 모두 $n(n-1)/2$ 회의 비교를 실시하게 된다. 제3단계는 쌍대비교를 통해 얻어진 행렬을 이용해 각 계층의 기준들에 대한 상대적 가중치를 추정한다. 마지막으로 제4단계는 각 계층의 기준에 대한 우선순위를 구하기 위해 상대적 가중치를 종합한다(유일 외, 2005). 동 단계에서는 평가 대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합 순위를 얻기 위해 의사결정 요소들의 상대적인 가중치를 종합함으로써 결론을 도출하게 된다.

한편 AHP는 응답일관성 정도를 비일관성 비율로 나타내는 바, 비일관성 비율은 일관성 지수를 경험적 자료에서 얻은 평균 무작위지수로 나는 것으로 0의 값을 가질 경우 완전한 일관성을 의미한다. Satty는 비일관성 비율이 0.1 미만이면 일관성을 가지고, 0.2 미만일 경우 용납할 수 있는 일관성을, 0.2 이상이면 일관성이 부족하다고 제안하고 있다(백주현 외, 2005). 요컨대 AHP의 가장 큰 특징은 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 나누고 이러한 요인들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)을 통해 가중치를 도출하고, 산정된 가중치의 일관성을 검증하여 의사결정의 신뢰성을 제고하는데 있다고 하겠다.

이와 같은 개념적 특성의 AHP 기법은 국가연구개발사업의 평가와 같은 다차원적인 측면을 고려하고, 관련 분야 전문가들이 내린 주관적 판단을 종합함으로써 하나의 대안을 도출할 수 있다는 점에서 매우 유용한 기법이라 할 수 있다. 특히 정량적인 분석이 곤란한 의사결정에 있어 정성적인 지식을 이용하여 경쟁되는 요소의 가중치 혹은 중요도를 구하는 데 응용될 수 있을 것이다(남인석 외 1994).

2. DEA에 대한 이론적 고찰

효율성의 측정은 Koopmans(1951)과 Debreu(1951)의 영향을 받은 Farrell(1957)에서 시

작되었다. Koopmans는 파레토 최적성을 도입함으로써, 효율적 상태와 비효율적 상태를 구별하는 효율성 개념을 제시한 바 있다. 다만, 효율성을 측정할 수 있는 구체적인 정보나 방법론을 제공하지 못한 한계가 있음에 따라, Farrell은 효율성의 개념을 체계적으로 정리하면서도 이를 측정할 수 있는 방법을 제시하였고 이후 Aigner and Chu(1968)에 의해 효율성 측정을 위한 모수적 방법으로 발전한 후, Aigner, Lovell and Schmidt(1977) 등에 의해 SFA로 발전되었다.

한편 Farrell의 효율성은 70년대 Abraham Charnes, William W. Cooper 및 Edwardo Rhodes등이 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에서 비모수적 방법으로 DEA를 설명하는데 영향을 주었다(김성호 외 2007).

DEA모형은 다양한 모형이 있으며 대부분의 모형은 규모에 대한 수익불변(Constants Returns to Scale)을 가정하는 CCR모형과 규모에 대한 수익변화(Variable Returns to Scale)를 가정하는 BCC모형을 변형한 논리로 나타나고 있다. DEA는 유사한 복수투입물과 유사한 복수산출물을 가진 의사결정개체(DMU)들의 상대적 효율성을 평가하기 위한 방법으로, 각 의사결정개체의 가중된 투입물의 합과 가중된 산출물의 합의 비율을 평가하여 효율성을 측정하는 방식이다. 먼저 CCR모형의 경우, 의사결정개체의 효율성은 n 번째 의사결정개체의 총투입(X_i)에 대하여 총산출(Y_r)의 비율인 E_k 로 나타나며 아래와 같이 표현된다(유금록, 2003).

$$E_k = \frac{\sum_{r=1}^n Y_{rk} U_r}{\sum_{i=1}^m X_{ik} V_i}$$

상기에서 E_k 는 의사결정단위 k 의 효율성을, Y_{rk} 는 의사결정단위 k 에 의해 생산되는 산출물 r 의 양을, X_{ik} 는 의사결정단위 k 가 사용한 투입물 i 의 양을, U_r 은 산출물 r 에 부여되는 가중치를, V_i 는 투입물 i 에 부여되는 가중치를, n 은 산출물의 수를, m 은 투입물의 수를 각각 의미한다.

CCR모형은 분수로 표현된 효율치를 하나의 값으로 계산하고 0에서 1의 값을 가지며 가장 효율적인 상태에 있을 때 1의 값을 취한다. 이러한 CCR모형은 규모에 대한 수익불변을 가정하여 일차함수형태인 직선형으로 나타나게 된다.

반면에 BCC모형은 규모에 따른 수익가변모형을 가정하고 있는 바, 이는 체증규모수익과 체감규모수익이 혼합된 모형이라 할 수 있다. 이는 초반에는 투입에 따른 초기 상승이 어느 일정 지점을 지남에 따라 상승이 둔화된다는 경제학적 원리에 의한 것으로 CCR보다 BCC에서 효율성이 1을 얻는 개체가 많아지는 결과가 나올 수 있다(김건위, 2005).

V. 분석 결과

1. 1단계 평가위원별 인식의 차이점 분석

(1) 자료 수집

본 연구는 2008년도 7개 국가연구개발사업에 평가위원으로 참여한 전문가 191¹¹⁾명에 대하여 2009년도 8월 10일부터 31일까지 e-mail과 방문을 통해 설문조사를 실시하였고 이중 75명으로부터 설문지를 회수하였다.

설문 응답자를 소속기관과 연령별로 구분하면 아래 <표 1>과 같이 요약된다. 정부출연연구소 및 대학교가 유사한 비율로 응답한 반면, 기업부설연구소는 상대적으로 낮게 나타났다. 기타는 협회나 학회 등 산학연으로 분류할 수 없는 경우에 해당한다. 연령별 분포를 보면, 40대와 50대가 대부분을 차지하고 있음을 보여주었다.

<표 1> 소속 및 연령별 설문응답자 현황

소속기관	응답자 수	연령	응답자 수
정부출연연구소	24	30대	8
대학교	27	40대	41
기업부설연구소	18	50대	25
기타	6	60대	1
계	75	계	75

(2) 설문항목 구성

설문항목은 교육과학기술부 소관 연구개발사업 평가지침에서 제시된 평가지표를 토대로 작성하였는데, 동 지표는 교육과학기술부에서 지원하는 모든 연구개발사업에 실제로 적용되고 있는 것으로 평가단계에 따라 지표를 일부 수정하여 적용하고 있다(한국과학재단, 2009). 예컨대 선정평가 단계에서는 성과의 우수성 항목을 예상되는 성과의 우수성으로 변경하여 적용

11) 구체적으로 본 연구에서 설정한 평가위원의 조작적 정의에 따른 표본 구성 내용은 다음과 같다.

구분	원자력연구개발사업 평가위원	4개 사업 참여 평가위원
학	144	96
연	138	85
산	94	10
기타	5	0
계	381	191

하고, 최종평가에서는 소요예산의 타당성을 소요된 예산의 적정성으로 변경하여 적용하고 있다. 이에 본 연구에서 작성한 설문조사 항목과 항목별 주요 내용은 아래 표와 같다.

〈표 2〉 설문항목별 내용

목 표	내 용
연구목표 및 추진전략	연구책임자가 제시한 연구목표와 사업공고시 제시된 RFP와의 부합성 및 추진 전략
소요예산의 타당성	연구목표를 달성함에 소요될 신청연구비의 타당성
참여연구원의 역량	연구책임자를 포함한 연구팀에 구성된 연구원들의 역량 및 전문성
성과의 우수성 및 활용도	연구결과 예상되는 연구의 우수성 및 연구결과의 활용가능성

(3) 분석결과

설문조사 결과의 기술통계량은 다음 〈표 3〉과 같다. 각 지표별로 1에서 9점 사이의 점수를 배점토록 설문지를 구성하였는데, 연구목표에 있어 가장 높은 점수가 도출되고 있음을 알 수 있다. 반면, 과제별 예산배분이나 연구원의 교육실적 여부에 대한 항목은 상대적으로 낮은 점수를 보이고 있음을 알 수 있다.

〈표 3〉 1단계 설문조사에 대한 기술통계량

	평균	표준편차	표준오차	최소	최대
연구목표	8.466	0.95	0.11	5	9
예산배분	4.86	1.98	0.23	1	9
참여연구원수	5.32	1.58	0.18	1	9
논문게재	5.80	1.73	0.20	1	9
성과우수성	7.66	1.40	0.16	3	9

설문조사 결과에 따른 평가위원의 연령과 소속기관별 차이점 존재 여부를 위해 본 연구는 분산분석을 실시하였는데, 분석결과는 다음 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 설문조사를 통한 연령 및 기관별 분산분석 결과

구분	연령별			기관별		
	분산동질성 검정		분산분석	분산동질성 검정		분산분석
	Levene 통계량	유의확률	유의확률	Levene 통계량	유의확률	유의확률
연구목표	3.752	0.028	0.601	11.248	000	0.041
예산배분	0.223	0.800	0.433	0.664	0.518	0.045
참여연구원수	0.228	0.797	0.719	0.033	0.968	0.437
논문게재	0.292	0.747	0.101	0.006	0.994	0.110
성과우수성	0.469	0.627	0.199	0.306	0.737	0.366

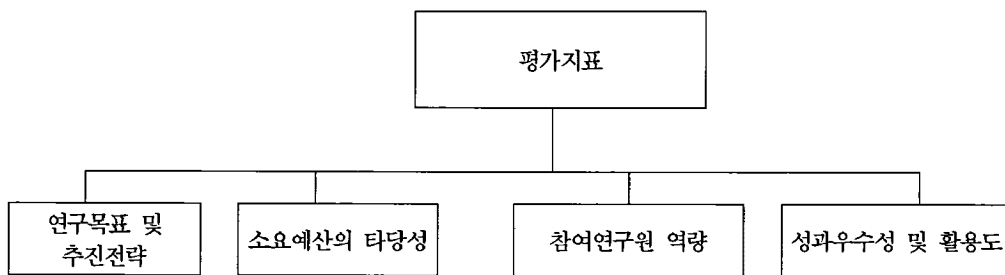
먼저 연령별 분석결과와 비교하여 연구목표(0.028)와 교육실적(0.043)의 경우 Levene 통계량이 상대적으로 높음에도 불구하고 유의확률이 0.05보다 낮게 나타남에 따라, 모집단의 분산이 동일하다는 가정을 기각하게 되고, 그 외의 지표는 유의확률이 높으나, 분산분석의 유의확률이 0.05보다 높게 나타남에 따라 연령별 평가위원의 인식의 차이는 동일하다는 기존 가설을 채택하게 된다.

또한 기관별 분석결과와 비교하여 연구목표(0.000)와 추진전략(0.043)의 경우 모집단의 분산이 동일하다는 가정을 기각하게 되고, 그 외의 지표는 분산분석의 유의확률이 0.05보다 높게 나타남에 따라 기관별 평가위원의 차이가 동일하다는 가설을 채택하게 된다. 다만 예산배분의 경우 동질성 검정에서 0.518로 높게 나타나고 분산분석에서도 0.045로 기존 가설을 기각하는 형태를 보이기는 하였으나 Levene통계량이 0.664로 낮게 나타남에 따라 유의미한 결과를 보이지 아니하였다.

따라서, 설문조사 결과 평가위원의 기관별 및 연령별 평가지표에 대한 인식의 차이는 무의미하다는 결론에 이르게 된다.

2. 2단계 AHP 분석을 통한 가중치 분석

1단계에서 실시한 분산분석 결과에 따라 2단계에서는 소속 기관과 연령에 대한 고려 없이 전문가 그룹을 구성하였다. 1단계 보다 평가 참여 회수가 많은 3회 이상으로 한정하고 25인에 대하여 AHP 분석¹²⁾을 실시하였다. 설문조사 기간은 2009.09.01~20일로 하였고 이메일을 통해 실시하였다.



(그림 2) AHP분석을 위한 설계도

12) AHP 방법 및 정의에 의거하여 AHP를 적용하기 위한 전문가의 수를 한정하거나 정의하는 것은 어렵다. 다만, 김순영(2009)에서는 25명의 전문가를, 김광구 외(2009)에서는 54명의 전문가를, 김관중(2006)에서는 40명의 전문가를 대상으로 설정한 바 있으며 본 연구에서는 원자력연구개발사업의 평가 참여 횟수에 따라 25인을 설정하였다.

	3회	4회	5회 이상	계
평가위원 수	18	4	3	25

평가지표별 가중치 산정결과는 <표 5>와 같으며 일관성 비율(CR)이 0.0497¹³⁾로서 한계허용치인 0.10보다 적어 신뢰성이 있는 것으로 나타났다.

<표 5> AHP분석을 통한 가중치 및 일관성 비율

지표	연구목표 및 추진전략	소요예산의 타당성	참여연구원 역량	성과우수성 및 활용도	CR
가중치	0.432	0.182	0.190	0.196	0.0497

지표별 가중치를 검토하면, 연구목표 및 추진전략(0.432)을 우선적 고려사항으로 하여 성과도출, 참여연구원 구성, 소요예산 순위로 고려하고 있음을 알 수 있다.

이는 평가위원이 평가에 임할 때 연구목표가 구체적으로 수립 되었는지 혹은 달성되었는지를 우선적으로 고려함을 의미한다. 한편 참여연구원 역량(0.190)이 중요도 측면에서 연구목표나 성과우수성보다 상대적으로 낮게 인식된다는 점은 연구책임자의 전문성이나 참여연구원 구성보다는 달성코자 하는 연구의 창의성과 추진체계를 평가위원 측면에서 높게 평가하고 있음을 의미한다고 할 수 있다.

3. 효율성 분석

3단계에서는 2단계에서 도출된 가중치를 적용하여 주요 7개 사업에 대하여 효율성 분석을 실시한다. 먼저 이를 위해 투입산출 변수로서 성과보고서(한국연구재단, 2009)에서 제시되는 주요 통계결과를 검토하면 아래와 같다.

<표 6> 사업별 성과 결과

(단위: 백만원, 건)

사업구분	사업비	연구원수	SCI	학술회의	특허	기술확산
원자력기술개발	133,900	3,175	496	2,405	257	231
방사선기술개발	31,863	1,062	172	630	67	37
원자력기반확충	22,800	1,425	441	1,357	83	15
우수연구센터	60,886	6,589	2658	7,062	484	145
나노기술개발	9,900	1,074	229	743	100	18
국가지정연구	54,366	4,273	1432	4,285	652	278
핵심연구센터	13,500	1,265	471	1,133	79	5

13) 일반적으로 CR값이 10%이내이면 쌍비교는 일관성이 갖는 것으로 판단하고 20%이내일 경우는 용납할 수 있으나 그 이상이면 일관성이 부족한 것으로 판단한다(이창효, 2000). 또한 일관성이 결여되었을 경우 수정작업을 통해 이를 보정할 수 있다(Satty, 1980).

한편, 각 변수에 대한 상관관계 분석을 실시하면 아래와 같은데 이는 다중공선성을 해소하고 DEA분석에 있어 DMU으로 하여금 충분한 자유도를 가질 수 있도록 하기 위해서는 투입과 산출요소의 수보다 DMU의 수가 3배 정도는 많아야 할 것을 권장하고 있는(Banker et al., 1984) 방법론적 특징을 전제로 한 것이다.

〈표 7〉 사업별 성과 지표별 상관관계 분석 결과

구분		사업비	연구원수	SCI	기술이전	학회	특허
사업비	상관계수	1	.496	.234	.668	.384	.412
	유의확률		.257	.614	.044	.395	.359
연구원수	상관계수	.496	1	.957(**)	.692	.991(**)	.857(*)
	유의확률	.257		.001	.085	.000	.014
SCI	상관계수	.234	.957(**)	1	.492	.986(**)	.792(*)
	유의확률	.614	.001		.262	.000	.034
기술이전	상관계수	.668	.692	.492	1	.617	.859(*)
	유의확률	.044	.085	.262		.140	.013
학회	상관계수	.384	.991(**)	.986(**)	.617	1	.844(**)
	유의확률	.395	.000	.000	.140		.017
특허	상관계수	.412	.857(*)	.792(*)	.859(*)	.844(*)	1
	유의확률	.359	.014	.034	.013	.017	

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의

분석결과, 사업비는 기술이전 수와는 유의미함(0.768)을 나타내나, 기타 변수와는 유의미한 결과를 보이지 않았다. 한편 연구원 수는 기술이전 및 사업비 외에는 SCI(0.957), 학술회의(0.991) 및 특허(0.857)로 높은 상관관계를 보이고 있는 것으로 나타났다. 따라서 변수간 공선성의 문제가 발생할 수 있으므로, 산출 및 투입 변수의 조정이 필요함에 따라, 상관관계가 높은 변수를 조정하여 다음의 표-8과 같이 재조정하였다.

〈표 8〉 재조정된 투입-산출 요소

구분	요소명	측정지표(단위)
산출요소	SCI	편수
	기술확산	기술이전+기술평가+기술지도(건)
투입요소	연구비	정부출연금+민간부담금(백만원)
	연구원수	참여연구원(학사학위 이상자 포함)(명)

4. 사례 분석

상기의 변수를 토대로 산출지향적 규모수익가변(BCC)모형의 DEA 분석¹⁴⁾을 실시하면 다음과 같은 결과를 도출한다.

〈표 9〉 가중치 적용을 통한 효율성 분석 결과

사업 구분	BCC(가중치 제외)			사업구분	BCC(가중치 포함)		
	성과점수	효율성	비교건수		성과점수	효율성	비교건수
우수연구센터	100	효율	7	우수연구센터	100	효율	3
나노기술개발	100		4	나노기술개발	100		2
국가지정연구	100		3	국가핵심연구센터	100		2
국가핵심연구센터	100		3	방사선기술개발사업	100		4
원자력기술개발	41.8	비효율	-	원자력기술개발	41.8	비효율	-
방사선기술개발	10.5		-	원자력기반조성	87.1		-
원자력기반조성	36.2		-	국가지정	84.4		-

가중치를 적용한 경우, 국가지정사업은 84.4점으로 비효율적인 사업으로 바뀐 반면, 방사선 기술개발사업은 10.5점에서 100점으로 효율적인 사업으로 나타난 특징을 보였다. 또한 준거 집단으로서도 가중치 적용 이전에는 우수연구센터사업이 7건으로 매우 높은 수치를 보였으나, 가중치 적용 이후에는 방사선기술개발사업이 4건으로 높은 수치를 나타냈다.

따라서, 평가위원의 인식을 통한 가중치가 적용될 경우 사업의 효율성에서도 상이한 결과가 도출됨을 알 수 있었다.

한편, 이러한 가중치는 잠재적 증진요인에도 영향을 주었는데, 원자력사업별로 효율성의 잠재적 증진요인을 살펴보면, 아래와 같다.

〈표 10〉 가중치 적용을 통한 사업별 잠재적 증대치

(단위 : %)

구분	가중치 적용전			가중치 적용후		
	예산	연구원	SCI	예산	연구원	SCI
원자력기술개발	-66	-48	246	-89	-58	0
원자력기반확충	0	-64	176	-42	-12	0

14) EMS(www.wiso.uni-dortmund.de)에서 해당 프로그램을 활용하거나, DEAP(www.uq.edu.au)에서 다운받아 활용할 수 있다. 다만, DEAP의 경우 FORTRAN으로 작성된 자료포락분석을 수행하기 위한 프로그램이다.

즉, 원자력기술개발의 경우 가중치 적용 전에는 SCI의 경우 246%를 증가시킬 것을 제시하고 있으나 가중치 적용 이후에는 SCI는 변동 없고, 예산과 연구원 수를 감소시킬 것을 제시하고 있으며, 원자력기반확충의 경우 가중치 적용 전에는 예산의 변화가 없었으나 적용이후에는 예산을 42% 감소시킬 것을 제시하였다.

VI. 결 론

이상에서 본 연구는 주요 국가연구개발사업 중 원자력연구개발사업의 평가지표에 대한 가중치를 도출하기 위해 실제 평가에 참여한 평가위원을 대상으로 한 설문조사 결과를 토대로 AHP 분석을 실시하였다. 이를 위한 선행 검토로서, 평가위원간 인식의 차이가 없음이 나타남에 따라, 평가위원을 소속기관이나 연령에 따른 분류가 실익이 없음을 확인할 수 있었다.

도출된 가중치에 근거한 DEA 분석 결과는 가중치가 적용되지 않은 연구결과와 차이점을 보였는데, 가중치 적용 이전에 효율적으로 나타난 사업이 가중치가 적용됨에 따라 비효율적인 사업으로 분석되었다.

따라서, 평가위원이 인식하는 평가의 가중치와 달리 성과지표별 결과만을 토대로 사업의 효율성을 분석하는 현재의 평가 방법은 재고될 필요가 있다. 평가위원이 인식하는 가중치가 적용되지 아니한 사업의 효율성 분석은 선정평가에서 제시하는 사업의 의도와 중간 및 최종평가에서 제시하는 사업의 성과 도출 방향 등이 고려되지 아니함에 따라 사업의 목적이나 의도를 충분히 반영할 수 없는 한계가 존재하는 것을 의미한다.

다만, 본 연구는 먼저 AHP의 방법론적 특성에 따라 소수 전문가를 통한 지표별 인식을 계량화하여 적용할 수 있는 이점을 보여주었으나 사업 평가의 관행에 근거하여 전문가간의 차이점을 소속기관이나 연령에 한정하고 있다. 따라서 퍼지이론이나 민감도 분석 등을 통해 전문가의 차이점을 가중치에 반영하려는 노력도 향후 의미 있는 과제가 될 수 있을 것이다. 또한 DEA에서는 투입산출 변수를 공선성 문제로 인하여 소수로 한정할 수 밖에 없는 방법론적 한계를 보이고 있다. 예컨대 산출변수를 기술이전 및 SCI로만 한정함에 따라 효율성에 영향을 주는 요인을 다각적인 측면에서 검토하지 못하는 방법론적 한계가 존재한다. 이의 극복 방안으로는 기존에 조사되어 활용되는 SCI, 학술회의, 특히 외에 새로운 포괄적 개념의 산출요인을 발굴하고, 투입변수를 예산과 인력에 한정하지 아니하고 시간부분까지 확대하는 것을 고려할 수 있다.

한편, 최근 사업의 효율성 평가와 관련된 정성적 접근 방법으로 로직모형(Logic Model)의 적

용이 시도된 바(김성수, 2005), 이를 본 연구와 결합함으로써 단기성과(short-term outcome)와 장기성과(long-term outcome)별 효율성 분석을 실시하는 방법도 고려될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 국가과학기술위원회 (2009), 「2009년 국가연구개발 성과평가 실시 계획」.
- _____ (2008), 「이명박정부의 과학기술기본계획 2009년도 시행계획」.
- 국가과학기술위원회 (2009), 「2009년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서」.
- 교육과학기술부 (2008), 「2009년도 공공기관 등에 대한 연구개발투자 권고」.
- 한국과학재단 (2009), 「2008년도 원자력연구기획평가사업에 관한 연구」.
- 한국연구재단 (2009), 「교육과학기술부 주요 연구개발사업 성과분석보고서」.
- 고길곤 (2007), “다차원 공공투자 의사결정 문제에 있어서 정책분석가들의 의사결정 행태 분석”, 「한국정책학회보」, 16(1): 23-49.
- 곽승준 외 (2002), “다속성 효율분석을 이용한 원자력연구개발과제 사후평가지표 개발”, 「기술혁신학회」, 5(1): 90-109.
- 김관중 (2006), AHP를 활용한 PI사업 평가그룹간 의사반영 방안, 「한국도로학회」, 8(4): 145-157.
- 김광구, 강제상, 김주경 (2009), 「교육, 과학정책: 우리나라 과학기술 인력양성 정책의 정합성 및 우선순위 평가에 관한 연구」, 한국정책학회 하계학술대회, pp. 29-56.
- 김동우 (1985), 「적정연구 평가자 및 연구수행자 선정을 위한 연구인력실태 조사보고서」, 한국표준연구원.
- 김상현 (1991), 「객관적 R&D 결과, 평가기법 개발연구 보고서」, 한국자원연구소.
- 김성수 (2005), “특정연구개발사업 성과지표 개발과정 분석”, 「한국정책분석평가학회 학술대회」.
- 김순영 (2009), FA/AHP 기법을 활용한 국방연구개발사업 메타평가 지표 개발에 관한 연구, 「한국기술혁신학회」, 12(1): 113-136.
- 김진수 (1994), “목적기초연구 평가자의 평가결과 분석”, 「산업공학회 춘계공동학술대회 발표논문」, pp. 753-762.
- 김태희 외 (2009), “자료포락분석법을 활용한 국가연구개발사업의 효율성 분석”, 「기술혁신학회」, 12(1): 70-87.
- 남인석 외 (1994), “계층적 분석방법을 활용한 정부 R&D 사업 선정모형에 관한 연구”, 「대한

- 산업공학회 추계학술대회 발표논문], pp. 259-278.
- 박찬국 외 (2007), “퍼지 AHP 적용에 있어서 평가자 신뢰도와 위험인식 성향의 반영”, 「산업시스템공학회」, 30(1): 89-95.
- 백주현 외 (2005), “AHP 기법을 활용한 추가 역사 설치 타당성 평가모형 개발”, 「한국토목학회」, 25(3): 385-393.
- 성창경 외 (2009), 「2008년도 원자력연구개발사업의 연구기획 및 평가에 관한 연구 보고서」, 한국과학재단.
- 양희승 (2004), “우리나라 국가연구개발사업 연구평가지표의 개선에 관한 연구”, 「한국경영과학회 춘계학술대회 논문집」, pp. 547~550.
- 유금록 (2009), 확률변경분석을 이용한 공공부문의 효율성 평가, 「한국행정학보」, 43(4): 261-283.
- ____ (2007), “성과평가를 위한 자료포락분석에 있어서 쌍대이론에 의한 포락모형의 공식화와 적용”, 「정책분석평가학회보」, 17(4): 57-86.
- ____ (2003), “보건소의 생산성 측정”, 「한국행정학보」, 37(4): 261-280.
- 유일 외 (2005), “AHP를 이용한 제3자 물류업체 선정 평가기준에 관한 연구”, 「한국정보전략학회」, 8(1): 1-19.
- 윤영준 (2008), “국가R&D 과제 평가위원 선정에 필요한 평가위원 정보의 공유를 위한 기본 설계에 관한 연구”, 「한국인터넷정보학회 추계학술대회」, 9(2): 591-594.
- 이병식 (2005), “누리사업단 선정의 영향요인 및 평가자 배경변인에 따른 평가결과의 차이 분석”, 「교육행정학연구」, 23(1): 397-417.
- 이병욱, 임채영 (1998), “AHP를 이용한 원자력 연구개발 대안 평가”, 「공업경영학회」, 21(48).
- 이찬구 (2009), “연구기관 평가의 실증 분석”, 「기술혁신학회」, 12(1): 36-69.
- 이창효 (2000), 「집단의사결정론」, 서울: 세종출판사.
- 임윤철 (1993), 「국가연구개발사업의 효율적인 연구기획평가시스템 구축을 위한 체계 설립 및 운영방향 연구보고서」, 과학기술정책관리연구소.
- 임호순 외 (1999), “연구개발사업의 평가 및 선정을 위한 DEA/AHP 통합모형에 관한 연구”, 「한국경영과학회지」, 24(4).
- 조근태 (2002), “기술대안의 전략적 평가를 위한 AHP 적용에 있어서 평가자 신뢰성을 고려한 가중치 통합”, 「경영과학」, 19(2): 139-154.
- 하준경 (2005), “연구개발의 경제성장 효과 분석”, 「경제분석」, 11(2): 83-105.
- 황용수 (2001), 「정부연구개발프로그램 평가체계의 비교 분석을 통한 사업유형별 평가방안 모색을 위한 연구보고서」, 과학기술정책연구원.
- 황혜성 외 (2008), 광역자치단체의 평생학습정책 효율성 분석, 「한국행정학보」, 42(4): 211-235.

- Almarin Phillips (1987), "Measuring the Cost-Efficiency of Basic Research Investment: Input-Output Approaches", *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 6(3): 362-364.
- Banker, R. D., A. Charnes & W. W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30(9): 1078-1092.
- Buyukyazici & Sucu (2003), "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes", *Haceteppe Journal of Mathematics and Statistics*, Vol. 32: 65-73.
- Charnes, A., W.W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research* 2.
- _____ (1981), "Evaluating Program and Managerial Efficiency - an Application of Data Envelopment Analysis to Program Fellow Through", *Management Science*, 27(6): 668-697.
- Debreu, G. (1951), "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, 19: 273-292.
- Farrell, M. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120A.
- Jennifer C. Greene, Lehn Benjamin and Leslie Goodyear (2001), "The Merit of Mixing Methods in Evaluation", *Evaluation*, 7(1): 25-44.
- Hummel, J.M., Omta, S.W.F., Rossum, W. van., Verkerke, G.J. & Rakhorst, G. (1998), "The analytic hierarchy process : an effective tool for a strategic decision of a multidisciplinary research center", *Technology and Policy*, Vol. 1(1), 42-63.
- Oral, Kettani and Lang (1991), "A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects", *Management Science*, Vol. 37(7).
- Satty, T. L. (1980), "The Analytic Hierachy Process", *New York: McGraw-Hill*.
- _____ (1990), "An Exposition of the AHP in reply to the paper remark on the analytic hierarchy process", *Management Science*, 36(3): 259-268.
- Yeh J. M., Kreng, B. & Lin, C. (2001), "A consensus approach for synthesizing the elements of comparison matrix in the analytic hierarchy processes", *International Journal of Systems Science*, Vol. 32(11).
- Wang, Eric C & Huang, Weichiao (2006), "Relative efficiency of R&D activities", *Research Policy*, 36: 260-273.

김태희

고려대학교 및 동대학원에서 석사학위(법학)를 취득하고 동대학원 기술정책학 박사과정을 수료하였다. 현재 한국연구재단 선임연구원으로 근무 중이며 관심분야는 에너지 정책, 연구개발정책, 제도주의, 정책분석 등이다.

이민호

고려대학교 및 동대학원에서 석사학위(행정학)를 취득하고 동대학원 행정학 박사과정을 수료하였다. 현재 한국연구재단 선임연구원으로 근무 중이며 관심분야는 과학기술분야 정책분석, 정책평가, 기획 등이다.