

AHP를 이용한 뇌융합 전략분야 발굴 연구

A Research on Derivation of Strategic Brain Research Areas by the AHP Approach

김준혁*, 서덕록*, 최지현**, 김한국***

과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책학과/한국과학기술연구원 융합연구정책센터*

과학기술연합대학원대학교 생체신경과학과/한국과학기술연구원 신경과학연구센터**

한국과학기술정보연구원 산업정보분석실***

Junhuck Kim(joonhuck.kim@kist.re.kr)*, Dukrok Suh(dukrok@kist.re.kr)*,

Jee Hyun Choi(jeechoi@kist.re.kr)**, Han-Gook Kim(hgkim712@kisti.re.kr)***

요약

우리나라의 한정된 예산과 연구자원을 활용하여 뇌과학 분야 연구성과를 극대화하기 위해서는 뇌연구 분야 중 강점을 가질 수 있는 융합연구 분야를 선정하여 우선적으로 육성할 필요가 있다. 본 연구에서는 선도가능성, 혁신성, 기대성과 등을 바탕으로 중점 연구분야의 우선순위를 결정함으로써 뇌과학 정책 결정에 가이드라인을 제공하고자 한다. 이를 위해 우선 뇌과학 분야 국내 리더급 연구자들에게 뇌과학 중점 연구분야 후보로 5개 영역, 즉 신경교세포, 뇌정밀의학, 신경후성유전학, 뇌신경모사컴퓨터, 뇌파이용 대상 구동기술을 추천받았다. 그 다음 AHP를 통해 중점후보 분야와 평가항목 간의 상대적 가중치를 결정하고 그 우선순위를 결정하였다. 평가 항목 중 선도가능성 등의 세부항목이 포함된 유망도가 중점분야 선정에 있어 가장 중요한 평가 요소인 것으로 나타났으며, 이러한 평가 요소로 비교 분석해본 결과 중점 연구분야 후보 중에 신경교세포의 가중치가 가장 높은 것으로 나타나 관련 정책 추진시 가장 우선적으로 고려해야 할 것으로 판단된다.

■ 중심어 : | 뇌연구 | AHP | 중점 연구분야 |

Abstract

This article serves as a guideline to the policy on Korea brain science program. Given limited resources within Korea, setting priorities in brain science topics is important in science policy. In this study, we determined the priorities of important brain science topics based on the frontier properties, innovativeness, and prospective outcome. Firstly, the significant topics were chosen after the interview with the top nationwide brain scientists, which were neuroglia, brain precision medicine, neuromorphic engineering, neuroepigenetics, and brain oscillation. Secondly, the analytic hierarchy process (AHP) survey were conducted to prioritize and assign the important weight for not only the criteria but also the research topics in pair choice evaluation. In regards to the importance among the criteria, prospects of the topic was determined to be the top criterion to ranked criterion to consider in the government investment. The priority of the research topics was determined by the order for the project to be considered in national science policy in a comparative way.

■ keyword : | Neuroscience | AHP | Brain Research | Strategic Research Topic |

* 본 연구는 국가과학기술자문회의 정책연구과제 ‘뇌 중심 융합과학의 세계적 허브 실현방안’, 한국연구재단 ‘융합기술정책 연구 및 정보분석(NRF-2012M3C1A1050726)’과 KISTI ‘중소중견기업을 위한 산업시장 분석정보 활용체제 기반 강화(K-16-L04-C02-S02)’과제의 지원으로 수행되었음

접수일자 : 2016년 02월 02일

심사완료일 : 2016년 03월 11일

수정일자 : 2016년 03월 07일

교신저자 : 김한국, e-mail : hgkim712@kisti.re.kr

I. 서론

뇌는 우리의 판단과 행동을 통제하는 중요한 기관이지만, 생물학적 구조와 기능, 그리고 동작기전에 대한 이해가 충분히 이루어져 있지 않은 연구분야이다. 세계 각국이 이 마지막 미지의 세계를 탐구하고, 뇌 질환과 관련된 질병 문제를 해결하기 위하여 대형 연구프로그램을 연이어 출범시키는 등 최근 뇌 연구가 급속히 활발해지고 있다. 우리나라 또한 뇌연구 진흥을 위해 뇌연구촉진법을 제정(1998)하고, 뇌연구촉진 기본계획을 10년 단위로 수립하고 있으며, 현재는 뇌연구촉진 2차 기본계획의 2단계가 진행되고 있다. 이와 같이, 뇌연구에 대한 정부의 관심과 지원이 강화됨에 따라 우리나라의 뇌연구 투자는 그 어느 연구분야보다 빠르게 확대되고 있다. 2014년 기준으로 2004년 대비 268% 증가한 1,073억 원을 투자하였으며, 2017년까지 1,559억원으로 확대될 전망이다[1].

그러나 우리나라는 선진국에 비해서 아직 절대적인 뇌연구예산 규모와 축적된 뇌연구 역량이 미진하다. 전 세계 뇌 연구논문의 피인용수 중 91%를 미국과 EU의 연구가 차지하고 있을 정도로 일부 선진국이 주도하고 있는 분야이다[2]. 특히 미국과 EU가 각각 BRAIN 2025와 Human Brain Project와 같은 거대 뇌연구 프로그램을 출범시켜 뇌활동 매핑과 뇌모사연구를 진행하고 있으며, 이들 프로그램과 연관된 국제 공동연구도 활발히 전개되고 있다.

우리나라가 한정된 예산과 연구자원을 활용하여 뇌연구에 대한 성과를 극대화하기 위해서는 뇌연구분야 중 우리나라가 글로벌 강점을 갖는 중점 연구분야를 선정·육성하여야 한다는 목소리가 있다. 이를 통해 우리나라의 뇌연구 역량을 보다 강화하고, 선진국의 축적된 연구역량을 받아들여서, 한중일 3국이 참여하는 국제 공동연구를 추진할 필요가 있다.¹

뇌연구는 범위가 아주 넓은 학문으로 여러 학문분야와 많은 이해집단이 참여하고 있다. 이들 이해집단은 각기 다른 범위의 지식과 평가기준을 가지고 있다. 이러한 지식과 평가의 편향성을 극복할 수 있는 객관적인

중점 연구분야 후보의 선정(또는 우선순위의 결정)이 매우 중요하다. 본 연구에서는 중점 연구분야 후보간 특성을 비교하고 우선순위를 결정하기 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process, 분석적 계층화 과정) 방법론을 활용하였다. 델파이 분석, 포커스그룹 인터뷰 등 종합적인 전문가 의견을 도출하기 위한 여러 기법들이 있지만, 뇌연구 중점 연구분야 선정과 같이 복수의 대안과 속성을 비교하여 우선순위를 결정할 때는 정량적으로 비교가능한 AHP가 널리 활용된다.

본 연구에서는 뇌융합 중점전략분야를 선정하기 위하여 먼저 리더급 연구자들의 인터뷰와 자문을 통해서 5개 전략분야(신경교세포, 신경후성유전학, 빅데이터 기반 뇌정밀의학, 뇌신경모사컴퓨터, 뇌과기반 대상구 등)를 추천받았다. 그리고, 한국연구재단과 전문가위원회에서 추천한 뇌 리더·중견 연구자 108명에 대해 AHP 분석을 위한 설문을 실시하였다. 이를 통해서 5개 후보분야 간 상대적 중요성을 정량적으로 측정하고 우선순위를 산출하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 AHP를 활용하여 우선순위를 선정한 다양한 사례에 대하여 살펴보고, 이어 AHP 분석방법에 대하여 설명한다. 4장에서는 연구자가 추천한 중점분야와 전문가 풀의 구성, 그리고 설문의 구성에 대하여 기술하고, 5장에서는 설문결과에 따라 뇌융합분야의 우선순위에 대하여 논의한 다음 마지막 6장에서 연구 결론 및 의의에 대하여 설명한다.

II. 기존 연구에 대한 고찰

AHP 분석은 복합적 의사결정을 할 필요가 있는 여러 분야에 널리 활용되고 있다. 예를 들어, 영업직 중간관리자 리더십 평가[3], 생활용품 도매업 활동요인의 상대적 중요성 평가[4], 공공공사 신축 부지의 합리적인 선정[5] 등에 AHP 분석이 활용되고 있다.

AHP 분석은 미래기술 도출과 기술개발 전략 수립에도 광범위하게 활용되고 있다. 에너지-IT 융합기술 선정을 위해 그린에너지 분야 15개 전략과제 간 우선순위

1 제17차 국가과학기술자문회의 회의, 2015년 1월 15일

를 선정하는 데에 AHP 분석이 활용[6]되었으며, 기획재정부 외 9개 부처가 제시한 녹색일자리 창출 및 인력양성 방안의 37개 세부과제에 대해 우선순위를 도출에도 활용되었다. 또한 녹색기술 인력정책 방향성의 제안도 AHP 설문과 분석결과를 바탕으로 진행되었다[7]. 그 외에도 그린 ICT 정책의 전략적 우선순위 도출[8], 전략적 에너지기술 R&D 프로그램 전략 수립[9]에 AHP 설문을 활용한 사례가 있다.

또한 AHP 설문조사에 활용할 대상 기술 도출을 위한 사전 분석을 하는 경우도 빈번하다. 핵융합 기술 전략 수립을 위해 PEST- SWOT 기법을 먼저 실시하고, AHP로 설문 문항으로 구성한 사례[10]가 있으며, IT 기술을 6개 대분류, 45개 중분류로 나눈 뒤에 기술수명 주기와 기술수준을 기준으로 포트폴리오를 설정한 후 이를 AHP 분석에 활용[11]하기도 했다. 이를 종합해 볼 때 중점 연구분야를 선정하고 그 연구분야에 대해 AHP 설문을 기반으로 우선순위 분석을 시행하는 것은 널리 쓰이고 있으며 정당성 또한 인정받고 있는 방법이라 볼 수 있다.

뇌과학 발전전략에 대하여 뇌과학 기반의 IT융합 산업 육성[12], 뇌과학 분야 혁신을 위한 R&D 투자전략[13] 등에 관한 선행연구가 이루어졌으나 이들은 탐색적 연구이며 본 연구는 AHP 설문 기법으로 여러 연구자의 총의를 분석했다는 점에서 차별화된다.

III. 연구방법론

AHP 방법론은 1980년 Tomas L. Saaty에 의하여 개발되었으며, 복잡한 성질을 가진 다수의 의사결정 대안에 대해서 각 계층별로 평가항목간의 상대적 중요도를 측정하여 최적의 대안을 선정하는 기법이다. AHP는 정책결정문제, 예비 타당성조사, 입지선정문제, 기술가치 평가 등 여러 분야에 폭넓게 활용되고 있다. 의사결정자의 경험 또는 직관을 중요도 또는 대안 선택의 중요한 근거로 활용하고, 정량적 평가기준과 정성적 평가기준 모두를 비교적 쉽게 처리할 수 있다는 장점이 있다.

AHP 분석에서는 주어진 의사결정 문제를 계층화한

뒤, 상위계층에 있는 한 요소(또는 기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍대 비교에 의해 측정한다. 궁극적으로 최하위계층에 있는 대안들의 가중치 또는 우선순위를 구하는 방법이다. 평가척도가 모호하고 주관적 판단으로 인한 평가오류가 발생할 수 있으며, 각 평가기준의 측정단위를 고려하기 어려운 단점이 있다.

AHP 방법은 네 가지의 절차를 통해 시행된다.

먼저 상호 관련이 있는 여러 의사결정을 계층화한 다음, 두 번째로 상위계층에 있는 요소를 기준으로 하위계층에 있는 각 요소의 가중치를 측정하여 상위계층의 요소 하에서 각 하위요소가 다른 하위요소에 비하여 우수한 정도를 나타내는 쌍대비교행렬을 작성한다. 작성된 쌍대비교행렬은 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하게 된다. 비교할 요소의 수가 n 개이고, 속성 i 는 속성 j 와 비교하여 어느 정도 중요한지를 나타내는 상대적 중요도를 α_{ij} 라 하면, 쌍대비교 행렬은 다음과 같다.

$$A = \begin{cases} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \dots & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \dots & \alpha_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \dots & \alpha_{nn} \end{cases}$$

이 행렬은 원소 α_{ij} 에 대하여 다음의 관계가 성립하는 역수 행렬이다.

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{\alpha_{ji}}, \alpha_{ii} = 1, \forall i$$

쌍대비교를 통한 계량적 판단을 수행할 때는 통상적으로 9점 척도가 많이 이용되나 절대적인 것은 아니다. 9점 척도에서 1은 동등, 그리고 9로 갈수록 한 쪽이 절대적으로 중요해지는 것이다. 중요도의 각 값의 중간값인 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두 개 척도 사이의 중간정도의 중요도를 나타낸다. 본 논문에서 사용한 AHP 설문에서는 1~9 척도를 1~5척도로 변형하여 사용하였다. 즉 1(동등), 2(약간중요), 3(중요), 4(매우중요), 5(절대중요)로 사용하였으며, 판단의 척도를 변경하여도 결과는 동일하다.

세 번째 단계는 의사결정요소들의 상대적 가중치(중

요도)를 추정하는 것이다. 두 번째 단계에서 도출한 비교대상간의 쌍대비교로 구성된 행렬로부터 고유치 방법을 이용하여 계층의 각 수준마다 정규화한 하나의 우선순위 벡터를 산출한다.

한 계층 내에서 비교대상이 되는 n개 요소의 상대적인 중요도를 $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 라 하면, 위의 쌍대비교행렬에서의 α_{ij} 는 다음과 같이 추정 가능하다.

$$\alpha_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

이는 행렬의 모든 요소를 나타내는 다음과 같은 방정식으로 표현할 수 있다.

$$\sum_j^n \alpha_{ij} \cdot w_j \frac{1}{w_i} = n, (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

즉,

$$\sum_j^n \alpha_{ij} \cdot w_j = n w_i, (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

위 식은 선형대수론에서의 고유치 문제와 동일한 것으로 요소 α_{ij} 로 구성되는 행렬 A를 다음과 같이 나타낼 때, 고유치방법에 의하여 $A \cdot w = n \cdot w$ 의 식에서 w를 구한 다음 가중치의 합이 1이 되도록 정규화(normalize)한다.

AHP에서는 쌍대비교행렬 A의 각 요소에 대한 가중치를 사전에 정확하게 알 수는 없고 쌍대비교 설문을 통해 응답자가 주관적으로 느끼는 α_{ij} 에 대해서만 조사할 수 있다. 응답자의 주관적 반응에 의해 도출된 행렬을 A'라 하면 이 행렬의 가중치 추정치 w'는 다음 식을 이용하여 산출할 수 있다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w'$$

여기서 λ_{\max} 는 행렬의 가장 큰 고유치를 의미한다. λ_{\max} 는 항상 n보다 크거나 같기 때문에 계산된 λ_{\max} 가 n에 근접하는 값일수록 쌍대비교행렬 A의 수치들이 일관성을 가진다.

일관성 정도는 일관성지수(Consistency Index; CI)와 일관성비율(Consistency Ratio; CR)을 통하여 구하며, $CR \leq 0.1$ 이면 사고의 일관성이 있다고 판단한다. 일관성 비율은 AHP 설문의 유의미성을 판정하는 지표로

사용된다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \cdot 100\%$$

일반적으로 가중치추정방식은 고유치방법, 산술평균, 기하평균, 최소자승법, 조화평균, 평균치 변환 등의 방법을 이용하여 요소들간의 상대적 중요도인 가중치를 도출한다. 만약 동일한 요소들의 쌍대비교에 복수의 평가자들이 참여했다면, 이들로부터 얻은 추정치들의 대표값으로는 쌍대비교 행렬이 역수행렬 조건을 만족하는 기하평균(geometric mean)이 많이 사용된다.

마지막 네 번째 단계는 대안에 대한 최종적인 우선순위를 도출하는 것이다. 계층의 최상위에 있는 의사결정의 목적을 달성하기 위해 3단계에서 추정된 각 계층에서의 가중치를 종합화한다. 이 과정을 통해서 산출된 종합 중요도는 궁극적으로 평가대상이 되는 대안들의 점수를 나타내며 이를 통하여 대안의 우선순위를 결정할 수 있다. 평가자가 작성한 쌍대비교행렬의 각 원소에 대하여 전체 평가자의 평가치들을 기하평균하여 통합하고, 이를 원소로 하는 단일 쌍대비교행렬을 구성하여 전체 평가치를 산출하는 것이다.

전체 평가자가 n명으로 구성되고, α_{ij} 를 k번째 평가자가 평가한 쌍대비교행렬에서의 각 원소라 할 때, 통합된 단일 쌍대비교행렬의 각 원소 $\bar{\alpha}_{ij}$ 는 기하평균을 이용하여 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$\bar{\alpha}_{ij} = \prod_{k=1}^n (\alpha_{ijk})^{1/n}$$

위에서 계산된 종합가중치를 대상으로 전체에 동일한 기준을 적용하기 위해 정규화(normalize)시킨 후 최종적인 우선순위를 도출하고 평가한다.

IV. 연구설계

1. 5개 중점연구분야 후보

뇌융합 중점분야 후보의 발굴을 위하여 우선 뇌 분야의 리더급 연구자가 향후 우리나라가 글로벌 뇌융합 연구를 선도해 나가기 위한 뇌연구 전략후보분야를 추천

표 1. 5개 중점 연구분야 개요

중점 연구분야 후보	중점 연구분야 설명
신경교세포	누런 연구만으로는 설명되지 않는 뇌의 복잡한 기작을 이해하기 위해 신경교세포의 신경전달물질 분비와 뇌기능 조절기작 등에 대해 연구
신경후성유전학	뇌와 환경의 상호작용, 뇌질환 기전 및 개인적 맞춤형의학(personalized medicine)의 원천적 근거 탐구
빅데이터 기반 뇌정밀의학	뇌질환 관련 유전체, 단백질, 뇌지도 등의 데이터를 분석, 일상동안 발생가능한 뇌질환의 조기 진단과 치료에 활용. 빅데이터 기반의 뇌질환 진단 및 치료 예측 프로그램 구축
뇌신경모사컴퓨터	뇌신경계 정보처리의 원리를 모사하여 새로운 인공지능과 뉴로모픽소자로 작동하는 Brain-like Computer 개발 연구
뇌파이용 대상구동	뇌파연구는 웨어러블 디바이스, BMI(Brain-machine interface) 구현에 가장 적합한 실용적 기술 개발이자 네트워크 정보처리 기법을 활용하는 융합연구

했다. 이들 전략분야는 신경교세포, 신경후성유전학, 빅데이터 기반 뇌정밀의학, 뇌신경모사컴퓨터, 뇌파이용 대상구동기술의 5개 연구분야이다. 리더급 연구자들은 전략기술 후보들에 관해 개요, 국내외 연구동향, 핵심요소기술, 진보성/신규성, 국내 연구의 세계주도 가능성과 타 뇌융합 연구분야와의 차별점, 뇌 및 타분야와의 융합, 과학기술적 성취에 대한 의견을 문서로 제출했다. 또한 각각의 전략분야마다 전략 분야를 소개하는 한 페이지의 요약문을 제출받은 다음 AHP 설문의 기초자료로 활용했다. 요약문은 연구개요, 국내외 연구동향, 핵심요소기술, 기대효과로 구성되어 있다. 뇌과학이 여러 학문 분야를 포괄하고 있다는 점을 고려할 때 여러 분야 연구자들의 의견을 객관적으로 수렴하여 분야별 중요도를 판정할 수 있는 AHP 설문이 적합하다. 리더급 연구자가 중점 연구분야를 선정하도록 하여 분야의 신뢰성을 높였으며 설문에 참가한 전문가들이 적합한 정보를 가지고 판단할 수 있도록 참고자료를 제공하였다.

2. 설문 대상 전문가 풀과 응답통계

AHP 설문은 한국연구재단 뇌·첨단의공학단의 뇌 연구 전문가 55명과 전문가위원회에서 추천한 뇌연구 리더·중견연구자 53명으로 구성된 108명을 대상으로 진행하였다.

전문가 108명 중 53명이 응답하여, 49.1%의 응답률을 보였는데, 일반적 AHP 설문의 응답률이 20%내외임을 고려할 때, 연구자들의 관심도가 높았다고 볼 수 있다. 응답자의 연구단계별 분포를 살펴보면, 기초연구 40명(75.5%), 임상연구 1명(1.9%), 응용연구 10명(18.9%),

제품개발 1명(1.9%), 기타 1명(1.9%)이다.

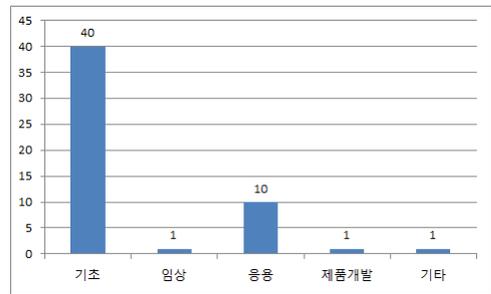


그림 1. 설문응답 전문가의 연구단계별 분포

연구분야별로는 뇌인지 4명(7.6%), 뇌신경생물 23명(43.4%), 뇌의학 4명(7.6%), 뇌공학 10명(18.9%), 생물학일반 3명(5.7%), 의학·약학 3명(5.7%), 자연과학 3명(5.7%), 공학 3명(5.7%)으로 구성되어 있으며, 인문사회나 기타 전공은 없었다.

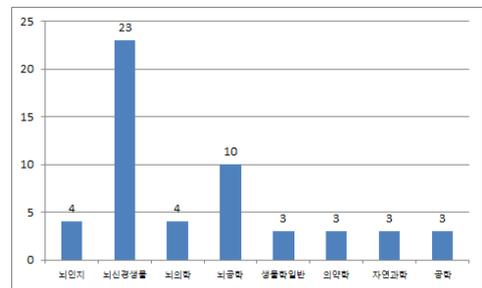


그림 2. 설문응답 전문가의 연구분야별 분포

소속기관 기준으로는 대학 42명(79.2%)로 가장 많고, 출연(연) 8명(15.1%), 대기업 2명(3.8%), 병원 1명(1.9%)

표 2. AHP 설문 구성

상위계층 (연구목적)	뇌중심 융합과학 중점 연구분야		
중위계층 (분류)	유망도	투입	산출
하위계층 (세부항목)	혁신성 : 당 분야가 얼마나 혁신적이고 진보적인가	연구인력 : 우수한 연구인력을 보유 또는 육성할 수 있는가	과학기술성과 : 논문, 특허 등 글로벌 수준의 탁월한 과학기술 성과가 기대되는가
	선도가능성 : 우리나라가 세계를 주도할 수 있는 연구분야인가	연구비 : 현재의 뇌 R&D 투자 또는 일부 확대를 통해 달성 가능한가	경제적효과 : 기업 창업, 제품생산, 매출 등 경제적 효과가 기대되는가
	융합도 : 타분야(자연과학, 공학, IT, 사회)와 융합이 수월한가	연구환경 : 장비 등 인프라와 연구협업체계 등이 잘 갖추어져 있는가	사회적효과 : 사회적인 문제 해결에 기여할 수 있는가

순으로 구성되어 있다

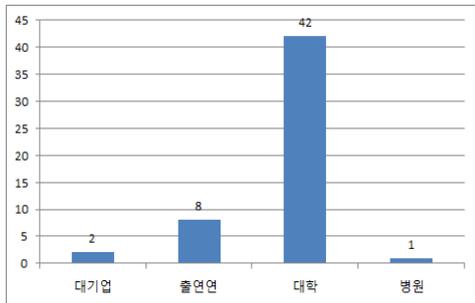


그림 3. 설문응답 전문가의 소속기관별 분포

3. AHP 설문 구성

중점분야에 대한 평가를 위해 우선 유망도, 투입, 산출의 세 개 대분류를 설정하였다. 각 대분류는 각각 세 개의 소분류로 구성된다. 유망도 항목은 혁신성, 선도가능성, 융합도의 3개의 세부평가항목으로 구성되어 있다. 투입항목은 연구인력, 연구비, 연구환경의 세부항목으로 구성되어 있다. 산출항목은 과학기술성과, 경제적 효과, 사회적 효과로 구성되어 있으며, 각 항목은 전문가위원회에서 평가항목별 타당성을 검증하였다.

설문은 5개 전략후보분야의 9개 소항목별로 중요도 판단을 위해 10번의 쌍대비교를 실시하였다. 응답자 답변의 일관성을 검증하기 위해 CR < 0.10 수준에서 확인한 결과 응답자 전체가 쌍대비교항목에서 모두 일관적으로 답변했음을 확인하였다.

V. AHP 설문결과

설문에 참여한 뇌연구 전문가는 유망도, 투입, 산출의 분류항목에서는 유망도(48.4%)를 중점분야 도출에 있어서 가장 중요한 요인으로 판단하였으며, 투입(22.5%) 보다는 오히려 산출(29.1%)을 더 중요하게 평가했다. 유망한 기술과 성과창출 가능성이 현재 가용 인력이나 자원보다 중점분야 선정에 더 중요하다는 인식이 반영되었다.

세부항목으로는 혁신성(19.9%)과 선도가능성(19.8%)이 가장 높은 평가를 받았으며, 그 다음은 과학기술성과(12.7%)였다.

표 3. 평가항목의 가중치

분류	가중치 (%)	세부항목	가중치 (%)
유망도	48.4	혁신성	19.9
		선도가능성	19.8
		융합도	8.7
투입	22.5	연구인력	8.2
		연구비	8.8
		연구환경	5.5
산출	29.1	과학기술성과	12.7
		경제적효과	9.1
		사회적효과	7.3

반면 연구환경(5.5%), 사회적 효과(7.3%), 연구인력(8.1%)은 뇌 융합 중점분야를 평가하는데 있어서 그 중요도가 낮은 항목으로 평가되었다.

유망도, 투입, 산출을 구성하는 소분류를 대상으로 각 소분류마다 분석을 시행했다.²

² AHP분석결과인 대안별 평가항목의 중요도는 각 항목의 상대적 중요

유망도를 분석한 결과에서는 신경교세포의 혁신성과 선도가능성이 높은 것으로 평가되었다. 뇌신경모사컴퓨터의 경우 융합도가 높았다. 초기 단계의 기술수준을 고려할 때 여러 분야의 협력이 필요하기 때문이며, 뇌파이용 대상구동기술의 경우 이미 알려진 기술이라는 점이 영향을 미친 것으로 보인다.

표 4. 유망도분야 세부평가항목의 중요도

중점 연구분야	혁신성	선도가능성	융합도
신경교세포	5.0	6.6	1.8
신경후성유전학	4.4	3.6	1.4
빅데이터기반 뇌정밀의학	4.3	3.6	1.9
뇌신경모사컴퓨터	3.5	3.2	2.1
뇌파이용 대상구동기술	2.7	2.8	1.5

투입 부문에서는 신경교세포가 연구인력, 연구예산, 연구인프라에서 모두 1위를 차지하였다. 뇌신경모사컴퓨터와 뇌파이용 대상구동기술은 아직 국내에서 생소한 연구분야임에 따라 연구커뮤니티가 작아 인력, 예산, 인프라에서 모두 하위권을 차지, 국내에 연관기반이 잘 구축되어 있지 않다는 인식을 반영했다.

표 5. 투입분야 세부평가항목의 중요도

중점 연구분야	연구인력	연구예산	연구인프라
신경교세포	2.0	2.5	1.6
신경후성유전학	1.4	1.6	0.9
빅데이터기반 뇌정밀의학	1.9	2.0	1.2
뇌신경모사컴퓨터	1.6	1.5	1.0
뇌파이용 대상구동기술	1.2	1.2	0.9

산출의 경우 과학기술 성과와 사회적 성과는 신경교세포가, 경제적 효과는 뇌신경모사 컴퓨터가 1위를 차지하였다. 만약 뇌신경모사컴퓨터 개발에 성공할 경우 막대한 신산업 창출이 가능하기 때문일 것이다.

도를 쉽게 비교하게 하기 위하여 전체의 합이 100이 되도록 결과를 산출하였다. 즉, [표 4]의 대분류별 가중치는 각각 [표 5][표 6][표 7]의 소분류별 중요도의 합이며, 각 대/소분류 가중치는 5개 중점 연구분야의 각 항목별 중요도의 합이다. [표 4]와 [표 8]에서 나타나듯이 5개 중점 연구분야 항목별로 중요도를 모두 더하거나 3개 대분류의 가중치를 모두 더하면 총합이 100이 된다.

표 6. 산출분야 세부평가항목의 중요도

중점 연구분야	과학기술성과	경제적 효과	사회적 효과
신경교세포	3.7	1.7	1.6
신경후성유전학	2.6	1.3	1.1
빅데이터기반 뇌정밀의학	2.4	1.7	1.6
뇌신경모사컴퓨터	2.4	2.6	1.5
뇌파이용 대상구동기술	1.6	1.8	1.5

최종적으로 3개 대분류와 9개 소분류에 대해 분야별 중요도(가중치)를 더해서, 의사결정의 단위에 대해 우선순위를 산출한 결과는 다음과 같다. AHP 설문 결과 최종적으로 신경교세포, 빅데이터 기반 뇌정밀의학, 뇌신경모사컴퓨터, 신경후성유전학, 뇌파이용 대상구동기술 순으로 가중치가 나타났다.

표 7. 뇌융합 중점 연구분야 후보간 최종 우선순위

중점 연구분야	가중치(%)	순위
신경교세포	26.5	1
빅데이터기반 뇌정밀의학	20.6	2
뇌신경모사컴퓨터	19.4	3
신경후성유전학	18.3	4
뇌파이용 대상구동기술	15.2	5

VI. 결론

뇌연구는 인간의 수행 능력을 극대화시킬 잠재력을 가지고 있으며, 인간의 가장 근본적인 부분을 연구한다는 점에서 중요성과 파급효과가 매우 큰 연구분야이다. 최근 뇌연구에 대한 관심과 투자가 급속히 활발해지고 있지만, 과학적이고 객관적인 근거에 의해서 투자 방향을 설정하고 분야별 투자 비중을 결정하는 일은 아주 중요하다.

본 연구에서는 리더연구자 인터뷰와 전문가회의를 통해서 5개의 뇌융합 중점후보분야를 발굴한 후, 뇌연구 리더·중견 연구자에게 AHP 설문을 실시하여 중점 후보분야와 평가항목간의 상대적 가중치를 통해 그 우선순위를 도출하였다. 중점후보분야 중 신경교세포의 가중치가 가장 높았으며, 빅데이터 기반 뇌정밀의학, 뇌신경모사컴퓨터, 신경후성유전학, 뇌파이용 대상구동기

술이 그 뒤를 이었다. 우선순위에 상관없이 5개의 뇌융합 중점후보기술은 공히 선진국을 추격할 수 있는 유망한 기술임과 동시에 여러 분야의 참여가 필요한 대표적인 융합연구분야이기도 하다.

뇌 연구는 그 특성상 다학제적 참여가 필수적이며 뇌 연구의 성과 또한 병리치료에서부터 마케팅까지 다양한 응용분야에 적용할 수 있다는 점을 고려해 볼 때, 뇌 연구 육성은 우리나라의 융합연구 역량 배양에 아주 중요하며, 특히 최근에 해외각국이 시작하고 있는 대형 뇌연구 프로젝트를 분석해 보았을 때 뇌 연구에 대한 정책적 지원과 관심이 필요한 시점이다.

뇌 연구의 범위가 특정 분야나 학문보다 훨씬 넓다는 점을 고려해 보면, 이 논문에서 시행한 AHP 설문조사는 여러 뇌연구 분야 전문가들의 의견을 종합하여 범학문적으로 분야를 특정할 수 있었다는 점에 의의가 있다. AHP 방법론은 여러 전략적 의사결정에서 널리 사용되는 방법론으로서 다양한 선택지와 복수의 판단기준이 있어 의사결정이 복잡한 문제의 우선순위를 선정하는데 매우 유용하게 활용된다. 본 연구에서는 전문가의 인터뷰와 의견으로부터 도출된 미래유망 뇌융합 중점 연구분야의 상대적인 중요도를 측정하였지만, 이러한 방법은 다양한 연구분야의 우선순위를 도출하는데 공히 사용될 수 있는 방법이다. 다만 AHP 설문조사가 가지는 한계를 고려해 볼 때 다른 연구방법론을 활용해서 AHP 설문조사를 보완할 수 있다면 더 객관적으로 분야를 선정할 수 있을 것이다. 예를 들어 연구과제, 논문, 특허 등의 성과에 대한 뇌 연구분야별 R&D 포트폴리오 진단을 수행하여 분야별 역량과 성과에 대하여 비교분석 할 수 있으며, 또한 가트너 하이프 기법을 활용하여 뇌공학과 같이 비교적 새롭고 최근 급성장하는 분야와 뇌의약 등 보다 성숙한 분야를 구별해서 이에 따른 구체적인 R&D전략을 마련하는 것은 향후 진행해야 할 중요한 연구주제가 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] 미래창조과학부, 제2차 뇌연구촉진기본계획 2단

계, 2013.

- [2] Elsevier, *Brain Science: Mapping the landscape of brain and neuroscience research*, 2014.
- [3] 김지예, 황성욱, “PR 중간관리자 리더십 AHP평가 모형 연구,” 광고학연구, 제26권, 제1호, pp.207-234, 2015.
- [4] 전인규, 김채복, 박찬권, “AHP기법을 활용한 생활용품 도매업 활동요인의 상대적 중요도 평가,” 경영연구, 제30권, 제3호, pp.23-55, 2015.
- [5] 임병훈, “AHP 기법을 활용한 공공청사 신축 부지의 합리적인 선정에 대한 연구,” 한국건축시공학회 논문집, 제8권, 제6호, pp.75-82, 2008.
- [6] 오남걸, 김훈, “AHP를 이용한 에너지-IT 융합기술 도출에 관한 연구,” 한국통신학회논문지, 제35권, 제7호, pp.1091-1097, 2010.
- [7] 이중만, “AHP 방법론을 이용한 녹색기술 인력정책 방향성 도출,” 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제6호, pp.350-359, 2011.
- [8] 심용호, 변기섭, 이봉규, “AHP와 ANP 방법론을 이용한 그린 ICT 정책의 전략적 우선순위 도출 방안,” 인터넷정보학회논문지, 제12권, 제1호, pp.85-98, 2011.
- [9] 이성근, 겐토 모기, 김종욱, “대형과제 기획시 계층분석적 의사결정기법을 적용한 전략적 에너지 기술 R&D 프로그램 선정,” 신재생에너지, 제4권, 제1호, pp.25-30, 2008.
- [10] 장한수, 최원재, 도현수, “PEST-SWOT-AHP 방법론을 적용한 국가 과학기술 전략 수립에 관한 연구-핵융합 연구개발 사례를 중심으로,” 기술혁신학회지, 제15권, 제4호, pp.766-782, 2012.
- [11] 김윤중, 정욱, 임성민, 정상기, “포트폴리오 분석과 계층화분석기법(AHP)을 활용한 정부 IT분야 연구개발 투자 전략 연구,” 경영과학, 제26권, 제1호, pp.37-51, 2009.
- [12] 노규성, 주성환, “뇌과학 기반의 IT융합 신산업 육성에 관한 탐색적 연구,” 디지털정책연구, 제10권, 제5호, pp.199-206, 2012.
- [13] 김한해, 장기정, 문세영, “뇌과학 분야의 성공적

인 혁신을 위한 정부 R&D 투자전략,” 한국기술 혁신학회 학술대회, 한국기술혁신학회 2015년 추계학술대회, pp.253-258, 2015.

저 자 소 개

김 준 혁(Junhuck Kim)

정회원



- 2012년 2월 : KAIST 생명과학과(이학사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : UST 과학기술경영정책학과 석사과정
- 2015년 6월 ~ 현재 : KIST 융합연구정책센터 학생연구원

<관심분야> : 기술정책, 과학계량학

서 덕 록(Dukrok Suh)

정회원



- 2009년 2월 : 서울대 기술경영경제정책과정(경제학박사)
- 2010년 8월 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 선임·책임연구원
- 2010년 6월 ~ 현재 : UST 과학기술경영정책학과 겸임 부교수

<관심분야> : 기술경제, 지식재산경제, 소프트웨어 경제

최 지 현(Jee Hyun Choi)

정회원



- 2003년 12월 : 일리노이 어바나-샴페인 생물리학(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 선임·책임연구원
- 2006년 3월 ~ 현재 : UST 생체신경과학과 전임 조·부·교수

<관심분야> : System Neuroscience, Computational Neuroscience, Biological Psychiatry, Medical Physics

김 한 국(Han-Gook Kim)

정회원



- 2007년 3월 : 동경공업대 경영공학(공학박사)
- 2009년 1월 ~ 현재 : 한국엔터테인먼트산업학회 이사
- 2009년 9월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임·책임연구원

<관심분야> : 기술사업화, 빅데이터활용 산업시장분석, 기술가치평가