2017 UST ISSUE PAPER

데이터 기반 유사 연구영역 추출방법과 과제 우선순위 도출에 대한 탐색적 연구

2017. 4.

전 략 개 발 실

과학기술연합대학원대학교
UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

본 보고서는

한국과학기술정보연구원 연구진이 주도하고

과학기술연합대학원대학교 전략개발실이 참여하여

진행한 결과로,

연구진과 연구참여 전문가 개인들의

의견임을 밝힙니다.

목 차

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 이론적 배경 및 선행연구 ····· 1

1. 유사중복의 이론 개념 ····· 1
2. 유사중복의 유형화 및 식별방법 ····· 3
3. 국가 연구개발관리 사업의 유사중복사업 관리와 실태 ····· 3
   가. 유사중복 조정기제 ····· 3
   나. 관리체계 현황 ····· 3
   다. 유사중복성 판단기준 및 조정방향 ····· 4
   라. 국가과학기술심의회 조정사례 ····· 5
4. 유사연구과제 분석 방법론 ····· 6
5. R&D 정책기획 및 조정관련 선행연구 ····· 10
   가. R&D 정책기획의 주요 개념 및 속성들 ····· 10
   나. 공공부문 성과측정방법 및 관련 지표들 ····· 12

Ⅲ. 연구 방법 ····· 13

1. 유사영역 선정 방법론 ····· 13
2. R&D 우선순위 결정 방법론 ····· 14
3. 우선순위 결정방법과 모델 ····· 16

Ⅳ. 연구 결과 ····· 18

1. 출연연 유사 영역 현황 분석 결과 ····· 18
2. 유사영역 분석 ····· 23
   가. 태양전지 사례 ····· 23
   나. 바이오마커 사례 ····· 24
   다. 빅데이터 사례 ····· 26
   라. 그래핀 사례 ····· 28
   마. 사물인터넷 사례 ····· 30

3. R&D 우선순위 결정 결과 ····· 31
가. R&D 우선순위 분석 결과 ····· 31
나. NTIS를 활용한 데이터 기반의 우선순위 결정 방법 제안 ····· 33
다. R&D 과제 우선순위 결과 ····· 35

V. 토의 및 결론 ····· **40**

VI. 참고문헌 ····· **45**

[표 차례]

<표 2-1> GAO의 유사중복 개념정의 ····· 2
<표 2-2> 유사중복 정비기준 및 내용 ····· 5
<표 2-3> 국가 R&D 유사중복 발생현황(2006~2011년) ····· 5
<표 2-4> 국가 연구개발사업 유사중복 조정방향별 실적 ····· 6
<표 2-5> 유사도 검색 알고리즘 실험테이블 구조 ····· 7
<표 2-6> 성과정보 기본항목 ····· 8
<표 2-7> 성과정보 특성화항목 ····· 8
<표 2-8> 기획차원에 따른 구분 ····· 10
<표 2-9> 성과측정 관련 지표의 분류 ····· 12
<표 3-1> 공공부문 유사중복사업 유형분류체계 ····· 14
<표 3-2> R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표 ····· 15
<표 4-1> 군집별 주요 키워드 ····· 22
<표 4-2> 태양전지 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기 개발단계, 키워드 ····· 23
<표 4-3> 태양전지 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계 ····· 23
<표 4-4> 바이오마커 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기 개발단계, 키워드 ····· 26
<표 4-5> 바이오마커 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계 ····· 26
<표 4-6> 빅데이터 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드 ····· 27
<표 4-7> 빅데이터 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계 ····· 28
<표 4-8> 그래핀 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드 ····· 28
<표 4-9> 그래핀 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계 ····· 29
<표 4-10> 사물인터넷 관련 연구 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드 ····· 31
<표 4-11> 사물인터넷 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계 ····· 31
<표 4-12> AHP 통합분석 결과 ····· 32
<표 4-13> R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표 및 NTIS 대응지표 ····· 33
<표 4-14> 효율성의 9단계 절단값 및 점수구분 ····· 36
<표 4-15> 최종점수 상위 5개 과제들 ····· 37
<표 4-16> 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적성과 간 상관계수 ····· 39

[그림 차례]

<그림 2-1> 정보 및 항목의 관계 ····· 8
<그림 3-1> 연구의 AHP 계층 구조 ····· 17
<그림 4-1> 2015년도 전체 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 네트워크 시각화 ····· 19
<그림 4-2> 2015년도 전체 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 밀도 시각화 ····· 20
<그림 4-3> 2015년도 25개 출연연 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 네트워크 시각화 ····· 21
<그림 4-4> 2015년도 25개 출연연 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 밀도 시각화 ····· 21
<그림 5-1> 2015년도 전체 수행과제 대상 수행기관과 키워드의 2중 네트워크 시각화 ····· 42

데이터 기반 유사 연구 영역 추출 방법과 과제 우선순위 도출에 대한 탐색적 연구

-출연(연)의 연구 효율성 제고 관점을 중심으로-

최산, 정재연, 정재웅, 한유리, 강인제, 전승표(KISTI)
이성국, 한국희(UST)

I. 서론

세계 주요 국가들은 미래 성장동력 육성을 위해 R&D 투자 규모를 경쟁적으로 확대하고 있으며, 우리나라도 R&D 투자 규모를 지속적으로 확대해왔다. 우리나라의 연구개발비는 GDP 대비 비중 면에서 세계최고 수준에 다다른 상황이며 이러한 연구개발 예산의 양적인 확대와 함께 상대적으로 연구개발 예산의 효율적 활용이 더욱 중요한 과학기술 정책적 이슈로 부각되고 있다.

본 연구에서는 데이터를 기반으로 하여 정부 국가 R&D 사업의 유사·중복성을 체계적으로 검토하기 위한 방법론을 제안하여 전문가의 직관에 의한 유사·중복 검토를 보완할 수 있는 가능성을 모색하고자 하였다. 즉, 본 연구는 먼저 2015년 한해의 국가 R&D사업 유사영역의 전체적인 구조 및 형태와 미래창조과학부 소속 25개 국가출연연구기관(이하 출연(연))R&D사업의 유사영역의 전반적인 형태를 시각화하여 유사영역을 파악할 수 있는 휴리스틱을 제공하는데 초점을 두었다. 이를 위해 NTIS의 2015년 데이터를 사용하여 과제 키워드 기반으로 네트워크 분석을 수행하였다.

또한 본 연구는 유사 R&D사업의 효율성 및 효과성 제고를 위한 정책 및 전략의 수립 및 실행의 의사결정을 돕는 정량적 데이터 위주의 객관적인 지표들을 제시하였다. 국가 R&D사업의 효율성 및 효과성 제고를 위한 지표들을 마련하고 지표들의 가중치를 측정하기 위하여 AHP분석법을 수행하였다. 이를 통해 정책의 수립, 실행 및 조정 시 고려해야 할 지표의 우선순위를 설정하여 유사 R&D사업 관련 정책 수립에서 실질적 집행까지의 연계를 강화시키고 국가적으로 한정된 자원의 최대한 효율적 사용을 위한 유사과제 우선순위 도출 방법을 제시하였다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 유사・중복의 이론 개념

미국 감사원(GAO)은 1980년대부터 유사중복에 대해 지속적으로 감사와 연구를 진행하고 있는데, 유사중복과 관련하여 ‘overlap’과 ‘duplication’이라는 용어를 사용하고 있다. 표<2-1>과 같이 ‘overlap’은 여러 부처나 프로그램이 유사한 목표를 갖거나, 유사한 활동이나 전략을 구사하거나, 유사한 수혜자를 대상으로 할 때 발생하며, ‘duplication’은 둘 이상의 부처나 프로그램이 동일한 활동을 하거나, 동일한 수혜자에게 동일한 서비스를 제공할 때 발생하는 것으로 정의하였다.

<표 2-1> GAO의 유사중복 개념정의

구분	대상	내용
Overlap	부처, 프로그램	·유사한 목표 ·유사한 활동이나 전략 ·유사한 수혜자를 대상
Duplication	부처, 프로그램	·동일한 활동 ·동일한 수행자에게 동일한 서비스 제공

자료: GAO(2011)

국내에서는 주로 복지, 일자리, 중앙-지방 간 관계 등 특정 분야에서 유사중복에 대한 연구가 이루어지고 있는데, 중복을 GAO의 'overlap' 정도로 아주 넓게 정의하거나, 아니면 사전적 의미의 'duplication'으로 아주 좁게 정의하는 편향성을 보이고 있다. 전자의 경우 개념적 모호성으로 인해 객관성과 수용성의 문제를 야기하고, 후자의 경우 개념정의 자체가 연구결과를 좌우하게 되는 부작용을 낳는다. 그러나 이러한 사전적 의미를 넘어서서 공공정책 차원에서 유사중복에 대한 명확한 개념정의가 있는 것은 아니다(감사원, 2013). 이는 용어 자체가 학술적 차원보다는 실무적 차원에서 주로 논의되기 때문이다.

이러한 유사중복 규명의 합의(Consensus)를 마련하기 위해 감사원(2013)은 유사중복 규명을 다음의 4가지의 규칙에 기반하여 수행하였다. 첫째, 둘 이상의 대상 간 유사중복을 규명한다는 것은 사실상 대상을 구성하는 속성(properties)을 비교하는 것이다. 속성의 유사·동일성이 높을수록 대상 간 유사중복성도 높아질 것이다. 따라서 유사중복 정의에는 반드시 비교해야 할 대상의 '속성'이 잘 정의되어 있어야 한다. 물론 속성은 비교 대상에 따라 달라질 수 있다.

둘째, 속성 비교는 일반적으로 특정 기준을 전제로 하며, 비교 결과 속성이 동일할 수도 있고(same), 유사할 수도(similar), 차이가 있을 수도(different) 있다. 그런데 이 결과는 어떠한 기준을 어느 정도 수준으로 설정하느냐에 따라 달라질 수 있다. A라는 기준으로는 속성이 동일했는데, B라는 기준으로는 유사한 것, 또는 차이가 있는 것으로 바뀔 수 있다. 따라서 속성 간 동일성이나 유사성은 기준에 따라 성립하는 즉, 상대적 개념이다.

셋째, 속성이 어느 정도 동일해야 대상을 중복으로 정의할 수 있느냐가 중요하다. 대상의 속성, 예를 들면 사업의 내용과 대상이 다른 사업과 80%가량 동일하다고 했을 때, 두 사업을 중복으로 바라볼 수 있느냐이다. 이는 본질적으로 중복의 정의에 달려 있다. 만약 모든 속성이 동일할 때만 중복이라고 정의한다면 이 경우는 중복이 아니게 될 것이며, 반면 속성 중 일부만 유사해도 중복이라고 정의한다면 이는 중복이 될 것이다. 전자에 따르면 중복이 거의 발생하지 않을 것이고, 후자의 경우에는 중복이 많아지게 된다. 다른 방법은 속성 간 중복의 정도를 그대로 제시하는 것이다.

마지막으로 유사중복에 가치판단을 포함시키느냐 여부이다. 통상 유사중복은 비효율적인 것이나 낭비적인 것으로 이해되는 경향이 있지만, 또한 시스템의 안정성 측면에서 장점이 있을 수도 있다. 따라서 유사중복을 가치중립적인 개념으로 정의하느냐, 아니면 특정한 가치판단을 전제로 하느냐도 개념정의에서 중요한 사항이 된다.

2.2 유사중복의 유형화 및 식별방법

감사원은 유사중복을 대상사업 특성에 따라 3가지로 유형화하고, 유형별 식별방법론을 구축하여 공공부문사업을 계약형, 보조형, 협약형으로 구분하였다(감사원, 2013). 계약형은 반대급부가 명확하며, 사업구조가 계약자와 계약당사자로 비교적 단순하다. 정책용역, 정보화사업, SOC 등 국가직접사업이 여기에 해당하며, 유사중복은 계약 산출물 간 중복으로 나타난다. 보조형 사업은 반대급부가 낮은 지원성격으로 사업구조는 보조사업자 등을 포함하여 상대적으로 복잡하다. 취약계층에 대한 각종 복지성 사업과 기업 등을 대상으로 하는 투자성 사업이 여기에 해당한다.

본 연구에서 다루고자 하는 국가 정부 R&D 사업은 협약형 사업으로 앞의 두 유형의 특성을 모두 가지고 있다. 유사중복도 과제 간 중복, 사업 간 중복, 대상자 중복 등으로 다양하다. 감사원은 유사중복사업 식별방법을 유사중복 유형에 따라 다르게 제시하였다. 국가 연구개발사업과 같은 협약형 사업의 경우는 전반적으로 과제 간 유사중복에서 지식발견 과정으로서의 국가연구개발의 특수성을 고려해야 함을 명시하였다(감사원, 2013).

2.3 국가연구개발관리 사업의 유사중복사업 관리와 실태

가. 유사중복 조정기제

연구개발 분야의 유사중복 조정기제는 우리나라의 다른 어떤 기능 분야보다 비교적 잘 구축되어 있다. 「과학기술기본법」(2013)은 우리나라 과학기술정책에 관한 사항을 규정한 기본법으로, 국가 주도의 연구개발사업은 이 법의 적용을 받는다. 「국가과학기술기본법」은 제9조 국가과학기술심의회의 심의사항 ‘매년도 정부가 추진하는 연구개발사업 예산의 배분 및 조정과 효율적 운영에 관한 사항’과 「과학기술기본법 시행령」제21조 ‘국가연구개발사업 예산의 배분 및 조정’ 제2항 3절에서 예산배분 및 조정과정에 ‘국가연구개발사업의 투자효율성을 높이기 위하여 관계 중앙행정기관 간 유사하거나 중복되는 사업의 역할분담 등 조정내역’을 포함시키도록 함으로써 유사중복사업에 대한 조정을 명문화하고 있다.

그리고 이에 필요한 실무적 지원은 한국과학기술기획평가원(KISTEP)을 통해 이루어지도록 하고 있다(「국가과학기술기본법」 제20조). 이로써 국가과학기술심의회에 연구개발 분야에서의 유사중복의 총괄조정기능과 연구개발예산의 배분 및 조정권한을 부여하고 있어 유사중복사업 조정과 관련한 실질적인 조정권한을 보유한 것으로 볼 수 있다.

나. 관리체계 현황

연구개발 분야 사업의 현황 파악은 「국가과학기술법」 제26조 및 「과학기술법 시행령」 40조, 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제25조에 근거하여 구축된 국가과학기술지식정보서비스(National Science & Technology Information Service)를 통해 가능하다. NTIS는 국가 R&D를 수행하고 있는 17개 부처·청(17개 대표 전문기관)과의 연계를 통해 과제, 인력, 시설·장비, 성

과 등 국가가 진행하는 R&D 사업정보시스템으로, 이를 통해 국가 R&D 현황 파악이 가능하다. 2013년 유사중복 정비 대상은 먼저 구「과학기술기본법 시행령」제21조 ③에 의한 주요 R&D 사업에서 선정하였다. 세부사업 수준에서는 다양한 기술 분야가 혼재되어 있어 유사중복 여부를 판단하기 어려운 점을 감안하여 내역사업 단위로 점검하고 있다.29) 사업의 수행 부처는 관련 기본 자료를 제공하고, 유사중복 검토에 대한 결과에 의견을 제시하며, 사무처인 KISTEP에서는 프로그램을 이용하여 유사중복 대상 후보사업군을 추출하고 검토 자료를 제공하며, 분야별 전문위원회에서 유사중복 후보사업군의 적절성을 검토하고, 후보사업군에 대한 심층검토를 하여 유사중복성에 대한 최종 검토의견을 낸다. 최종 검토결과에 대해 각 부처의 의견을 조회하고, 반영하여 검토의견서를 작성하며, 이때 구체적인 정비방안을 제시하도록 되어 있다. 분야별 전문위원회의 검토의견은 사업별 예산에 반영될 수 있도록 예산 조정결과를 거친다(국가과학기술위원회, 2012).

다. 유사중복성 판단기준/점검 프로세스/조정방향

국가과학기술위원회는 유사중복이 발생할 가능성이 높지만, 유사중복성을 판단할 판단기준이 미비하고, 유사중복사업을 체계적으로 검토·정비할 수 있는 프로세스 또한 미흡하다는 문제점을 해소하고자 2012년 6월「국가연구개발사업 유사중복 정비 추진계획(2012)」을 수립하였다.

추진계획의 기본 방향은 다음과 같다. 첫째, 지금까지 유사중복 판단기준은 연구개발 분야의 특성에 대한 고려 없이 연구내용·목표·방법·대상 등의 판단요소가 같거나 유사한 경우 유사중복으로 판단하였다. 그러나 이와 같은 판단기준을 적용하는 경우, 순수기초과학 분야 등 소액지원으로 다양한 연구 시도가 필요한 과제이거나 목적지향적인 과제는 현재의 성과 창출이 저해될 수 있다는 지적이 있어 왔다. 따라서 유사중복사업의 일괄적 정비라는 관점 하에 유사성 위주의 검토를 지양하고, 연구 분야, 단계별 특성, 기술의 발전추이 등을 고려하여 유사중복의 개념을 재정립하고 정비기준을 개선하였다.

둘째, 예산 배분 및 조정심의기간 중 경험과 직관에 의존한 유사중복 검토 및 정비방식에서 유사중복 정비를 위한 전용 프로그램을 개발하여 적용하며, 기술 분야별 전문위원회가 최종 검토를 하도록 함으로써 유사중복 검토결과의 질적 수준을 제고시킨다. 동시에 유사중복 검토결과가 예산 배분 조정 단계에서 제한적으로 이루어지는 것이 아니라 1년 내내 검토하고 검토된 결과가 환류 되도록 환류체계를 구축한다.

셋째, 국가과학기술심의회와 부처가 역할을 분담한 가운데 사업 및 과제단위 정비를 병행 추진한다. 과제단위의 정비는 부처가 자율적으로 정비하며, 국가과학기술위원회에 제출하면 이를 검토하여 R&D 사업 예산 배분·조정 시 그 결과를 환류 시킨다. 개별과제의 연구내용, 목표, 추진방법 등에 대한 text 검색을 통해 같은 기술 분야, 같은 목적의 연구임에도 불구하고 연구방식 등이 상이할 경우에는 중복과제가 아닌 것으로 판정한다. 사업단위의 정비는 국가과학기술위원회가 주관하여 정비하되, 세부사업 수준에서는 유사중복 여부를 판단하기 어려운 점을 감안하여 내역사업 단위로 점검한다. 내역사업을 구성하는 과제정보의 유사성을 검색하여 연구내용, 목적, 수행 주체 등 기준항목이 동일할 경우 사업 내 세부과제가 중복되지 않더라도 유사중복으로 판정할 수 있다. 기존사업의 유사중복이 확인된 경우 이관, 통폐합, 또는 예산배분을

조정한다.

넷째, 정비결과는 다음과 같은 방법으로 활용한다. 먼저 유사중복으로 검토된 사업에 대해서는 부처 간, 부처 내 사업개편 등 구조 정비, 사업 간 연계 및 범위 조정, 과제수준에서의 거버넌스 조정 등의 방향으로 조정한다. 유사중복으로 심층 검토된 사업은 지원을 축소하거나 신규 내역사업을 승인하지 않음으로써 계속과제 종료에 따른 자연 종료를 유도한다.

<표 2-2> 유사중복 정비기준 및 내용

정비기준	정비 세부내용
이관/통폐합	각 부처의 역할에 부합하도록 사업과제의 이관 또는 사업의 구조개편을 통한 통폐합
연계/범위 조정	특정 분야에 대해 부처 간 거버넌스가 정립되어 있지 않은 경우, 사업의 목적 및 연구개발 단계 등 추진방향을 고려하여 사업 간 연계 또는 지원범위 조정
사전조정	유사중복이 지적된 분야에 대해 부처 협의를 통해 차년도의 예산 요구 시 해당 분야 감액요구 조치하여 예산배분 조정 단계에서 이를 적극 반영하여 효율적 재정운용 추진
심의조정	예산심의과정에서 지적되는 타산업 또는 타기술 분야와의 유사중복성 검토를 통해 해당 규모만큼 예산 조정

자료: 국가과학기술위원회(2012)

라. 국가과학기술심의회 조정사례

국가과학기술위원회는 2012년 국가 R&D 사업 간 유사중복성 문제를 해소하고자 유사중복사업에 대한 실태조사를 하였다. 2006년부터 2011년까지 국회·감사원·기획재정부·국가과학기술위원회 등으로부터 유사중복으로 지적받은 총 건수는 419건에 이른다(국가과학기술위원회, 2012).

<표 2-3> 국가 R&D 유사중복 발생현황(2006~2011년)

(단위: 건, %)

	연구 분야	목적	지원 대상	추진방법	소계
부처 내	81	60	67	24	232
부처 간	65	42	58	22	187
총계	146(34.9%)	102(24.3%)	125(29.8%)	46(11.0%)	419(100%)

자료: 국가과학기술위원회(2012)

유사중복 발생 유형별로 살펴보면 연구 분야 유사중복비율이 가장 높아 총 건수의 35%를 차지하였으며, 지원 대상, 사업목적 및 추진방법 순으로 유사중복이 있는 것으로 확인되었다. 부처 내 유사중복은 총 232건으로 부처 간 유사중복 건수인 187건 보다 다소 많은 수준이었다. 2012년 국가과학기술위원회는 「2012년 국가연구개발사업 유사중복 정비 추진계획」에 따라 R&D 기술 분야별로 21개 유사중복사업군을 도출하고 60개 내역사업을 대상으로 심층 검토하여 조정하였다. 유사중복성이 있어 정비해야 하는 경우 유형별 정비기준을 정하고 이에 따라

정비하였다. 유사중복 조정 대상이 된 국가연구개발사업은 총 60개로 R&D 예산의 1.4%에 해당하는 약 1,500억 원 규모였다. 유사중복 대상사업은 사전조정, 이관/통폐합, 연계/범위조정, 심의조정 등 4가지 방향으로 조정되었으며 이를 통해 약 1038억 원의 예산을 절감한 것으로 보고하였다(국가과학기술위원회, 2012). 부처별 조정 규모를 살펴보면 지식경제부 526억 원(34.9%), 국토해양부 429억 원(28.4%), 교육과학기술부 244억 원(16.2%), 농림수산식품부 162억 원(10.8%), 보건복지부 64억 원(4.2%) 농업진흥청 47억 원(3.1%), 산림청 30억 원(2.0%)이었다.

<표 2-4> 국가 연구개발사업 유사중복 조정방향별 실적

(단위: 억 원)

조정방향	기술 분야	정비금액
사전조정	건설교통, 신약개발, 생물자원, 중소기업	427
이관/통폐합	종자개발, 농업공학, 식품, 소재, 원자력	411
연계/범위조정	중소기업 지원, 해양인프라	59
심의조정	신약개발, 유전체, 생물자원, 로봇, 태양광, 폐기물에너지, 우주	360
신규 미반영	유전체, 생물자원, 기초, 그린카, 플랜트	250
합계		1,507

자료: 국가과학기술위원회(2012)

2.4 유사연구과제 분석 방법론

최창우(2003)는 텍스트 마이닝, 사례기반 추론 방법론을 활용하여 연구제안서 스크리닝 시스템 알고리즘을 제안하였다. 최창우(2003)는 기존 문서의 구조화된 목록을 작성하거나 문서들의 계측을 작성하는 단계를 거치는 것이 아닌 전체문서의 내용을 대상으로 마이닝 방법을 적용하였다. 한편, 사례기반추론이란 명확한 이론적 근거가 없는 상황에서 문제를 해결하기 위해 널리 사용되는 기법이며, 그 중, DB에 기록된 레코드의 각 변수의 속성값을 바탕으로 사례를 추론하는 Structural CBR 방법을 이용하였다. 전체 알고리즘 경우 텍스트 마이닝을 통해 전체 연구개발 결과 보고서 등과 같은 관련 자료에서 키워드를 추출하고, 이를 변수로 사용하였으며, 개별 키워드의 중요도에 따라 선정된 변수의 가중치(Weight)를 결정하였다.

이 때, 가중치 값을 기준으로 cut-off 값을 선정하며, 전체 제안서 텍스트와의 관련성이 0.9(0>cut-off>1) 이상인 키워드를 대상으로 변수를 선정하였다. 제안서에서 추출된 키워드를 기반으로 사례베이스(Case Base)를 구축하며, 이를 기반으로 추출된 과제와 새로운 연구개발 제안서와의 중복여부를 판단하는 알고리즘을 제시하였다. 해당 알고리즘 내에서 유사도 측정은 각 변수의 가중치와 각 변수의 거리의 차이의 합을 전체 변수의 가중치로 나누어 계산하는 방식을 사용하였다. 그러나 데이터마이닝 기법 제안서 및 연구개발 관련 자료에서 추출된 키워드 정보가 실질적인 내용에 대해 얼마나 잘 설명할 수 있는지에 대한 문제와, 유사성이 존재할 경우, 두 문서 간의 관계를 정확히 파악하기가 어렵다는 한계점이 있다.

박동진 외(2009)는 국가과학기술종합정보서비스(NTIS)의 하위시스템 중 하나인 유사과제 검색 시스템에 필요한 알고리즘을 제안하였으며, 이는 단순 키워드매칭 기반검색을 벗어나 연구과제 제안서를 기반으로 수행중/완료된 과제의 문서 및 연구 성과물과 비교하여 유사한 것들을 찾아내는 시스템이다. 박동진 외(2009)는 이 알고리즘을 기반으로 제안서 구성항목과 일치하는

NDSL의 연구보고서 DB를 활용하여 기계금속분야(BA), 전기전자분야(BB), 정보통신분야(BI), 화학화공분야(BK)에 대해 실험 및 평가를 수행하였다. 알고리즘은 크게 3단계로 나뉘는데, 색인화, 가중치부여, 유사도 계산이다.

먼저, 자동 색인화를 위해 한글 형태소 분석 소프트웨어 모듈을 사용하여 단순 조사, 부사, 접속사, 의미를 갖지 않는 기호 등의 1차 불용어 제거과정을 거친 후, 기본적인 한글 불용어 사전 외에 연구제안서 도메인 분야에서 필요한 불용어 리스트를 구성하였으며, 형태소분석이 끝난 색인어 중 상위 15%에 해당되는 고빈도 색인어들을 불용어 처리 기준으로 설정하였다. 계속해서 이들은 알고리즘에 대한 평가를 위해 검색대상이 되는 문서들의 색인어를 포함하는 학습용 테이블과 테스트를 하기 위한 문서들, 즉 유사성을 비교하고자 하는 문서의 색인어를 포함하는 테이블을 가지고 실험을 수행하였다.

<표 2-5>와 같이 문서의 색인어들의 가중치를 부여하기 위해, 특정문서에서는 많이 등장하지만 일반적인 문서에서는 적게 등장하기 때문에 문서 내에서 핵심 단어를 추출할 때 유용한 TFIDF 방법을 사용하였으며, 그 중에서도 문서의 각 항목의 비중을 다르게 하는 Featuring Weighting TFIDF를 적용하였다. 비교대상의 핵심 변수로는 제목, 저자, 정보출처, 초록으로 한정하였으며, AHP분석을 통해 문서 간 각 속성에 대해 가중치를 부여하였다.

이 속성은 <표 2-5>의 class 필드의 세부소속번호로서 구분되어 있으며, 색인어가 문서의 구조상 어디에 소속되어 있는지를 알려준다. 유사도 계산에 있어서는 K-NN 휴리스틱 방법을 적용하여, 유사도가 높을 것으로 예상되는 문서를 제한된 수만큼 발췌하여 유사도를 계산하고 가장 높은 유사도 값을 가진 검색문서를 추출하여 분석을 수행하여 기존 검색시간을 향상시켰다. 박동진 외(2011)의 알고리즘은 기존 키워드 매칭 방법에 비해 정확도가 향상되었으며, 우선순위별로 배열이 가능하다는 장점이 있다. 또한 k-nn 기법으로 검색시간을 줄이고, Feature weighting 기법을 도입하여 전문가의 판단을 객관적이고 일관성 있게 판단할 수 있다. 그러나 불용어 처리 방법 등에 대한 개선의 필요성, 실제 제안서와는 다른 연구보고서를 사용하여 실험했다는 점 등이 한계점으로 남는다.

<표 2-5> 유사도 검색 알고리즘 실험테이블 구조

필드이름	설명	학습용테이블	질의용테이블
Serial_number	일련번호(PK)	○	○
Container	문서번호	○	○
Word	색인어	○	○
Class	세부소속번호	○	○
tf	단어반복횟수	○	○
max_tf	단어최대반복횟수	○	○
normalized_tf	정규화단어횟수(if/max_if)	○	○
in_docs	단어포함문서수	○	
total_number_of_documents	전체문서수	○	
df	출현비중(in_docs/전체문서수)	○	
idf	역출현비중 (log(전체문서수/in_docs))	○	○
weight	가중치	○	○

자료: 박동진(2009)

정옥남 외(2011)는 NTIS에서 사용되는 유사과제 검색 시스템에 대한 추출방법 및 분석방법을 개선한 모형을 제안하였다. 이러한 개선모형은 기존의 단순키워드 중심 검색 방법을 대신하여 복합키워드를 사용하며, 유사도 측정을 위해 추출되는 항목 중 기존 비교대상으로 사용된 과제명, 연구목표, 연구내용, 기대효과, 연구책임자, 키워드 외에 추가로 연구보고서 초록을 추가된 것이 특징이다. 이 때, 각 항목에 대한 중요도가 상이하기 때문에 항목별로 유사도 계산 시 반영할 가중치를 부여하였다. 또한, NTIS 과제정보의 주제키워드(Keyword) 정보를 이용하여 2개씩 쌍으로 출현하는 빈도를 계산하여 키워드 간 밀접도를 구하고 연구주제 간의 연관관계를 분석하여 과제 연구주제망을 구현하여 검색시스템에 적용하였다.

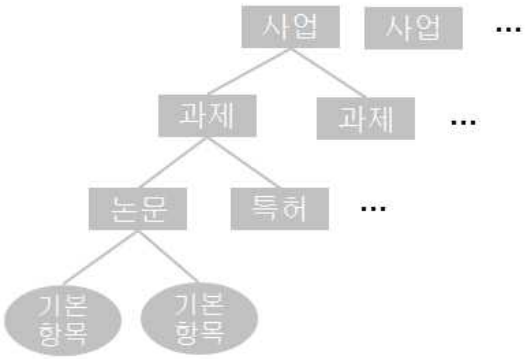
그리고 이러한 개선 모형이 실제 유사도 정확도 개선에 영향을 미치는지 2010년도 기획 및 신청과제 50건을 대상으로 실험을 통해 확인하였다. 먼저, 연구보고서 초록을 추가한 추출방법 개선에 따른 과제의 유사도는 9배 정도 높아졌고($p<0.000$), 가중치와 과제의 연구주제망을 이용한 분석방법 개선 중 항목별 가중치 부여에 따른 유사도는 평균 0.99이상 높아졌으며($p<0.000$), 연구보고서 초록정보가 추가된 경우 과제유사도가 평균 3.43이상, 기존과 비교하여 약 3.5 배 높아진 것으로 나타났다($p<0.000$).

한편, 연구주제망을 적용하기 전보다 적용한 후에 유사도는 낮아진 것으로 나타남에 따라 유사도에 대한 정확도를 판단할 수 있는 범위가 확대된 것을 확인하였다. 정옥남(2011)의 개선모형은 복합키워드 기반의 유사도의 정확도가 개선되는 것을 입증하였고, 과제 산출물인 연구보고서와 연구주제망이 유사도의 정확도에 유의미한 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 그러나 해당 모형은 항목별 가중치 적용이 유사도에 많은 영향을 미치는 점을 고려했을 때, 체계적인 가중치 부여 방법이 부재한 한계가 있다.

김주호(2012)는 당시 과학기술위원회가 실시한 국가 R&D 사업에 대한 유사검증방법인 각 부처의 예산 요구서 항목 중 연구내용, 목적, 기대효과 등에서 주요키워드를 추출 후 유사도를 측정하는 방식에 대해 사업별 예산요구서 항목의 상이함과 기술수준 편차가 심해 유사성이 매우 낮게 측정되는 등의 한계점에 대해 지적하였다. 이를 극복하기 위해, 각 사업 내 다수 과제들의 과학기술표준분류를 이용하여 사업의 고유벡터모델을 생성한 후 이를 사업간 유사도 측정에 활용하였다. 유사도 측정모델로는 기존 텍스트방식, 코사인 기반(Cosine-based), 유클리디언 거리기반(Euclidean distance-based)방식을 채택하였다. 제시된 모델의 타당성을 입증하기 위해 해양관련 8개 사업의 108개과제와 바이오관련 9개 사업의 488개 과제로 과학기술표준분류로 한정하고, 각 사업의 예산요구서를 DB화 후 주요 키워드를 추출하여 세 가지 방식의 유사도를 추정하는 실험을 실시하였다. 실험 결과, 유사도 측정 시 과제기술분류를 활용하는 것이 텍스트 기반 키워드 추출 방식보다 유사도가 높게 측정되며, 기존방식의 한계점을 극복하기 위한 대안이 될 수 있음은 확인하였다.

박근철 외(2011)는 기존 검색어 기반의 단순 검색이 가지고 있는 한계를 극복하기 위해 사업, 과제정보를 활용하여 유사 성과검색 모델을 제시하였다. 박근철 외(2011)는 성과 및 과제, 사업정보를 기본항목과 특성화항목으로 나누었으며, 특히 특성화항목의 각 정보는 가중치로 적용하였으며 <그림 2-1>, <표 2-6>, <표 2-7>의 사업, 과제 항목에 대한 유사도를 각각 도출하여 조합과정에서 가중치를 부여하고, 유사도별 정렬이 가능하도록 하였다. 또한 과제, 사업정보를 배

재한 성과정보 항목에 대해서는 기본항목과 특성화항목을 변수로 두어 유사도분석을 수행하였으며 최종적으로 사업, 과제, 성과의 유사도에 가중치 변수를 추가함으로써 최종 유사성과검색 알고리즘을 수립하였다.



<그림 2-1> 정보 및 항목의 관계

<표 2-6> 성과정보 기본항목

구분	항목
기본항목	과제명, 과제시작일, 발주기관명, 전문기관명, 주관연구기관명, 키워드, 연구내용, 연구목표 등
분류항목	6T관련기술, 경제사회목적, 과학기술표준분류, 기술수명주기, 실용화대상여부, 연구개발단계, 연구개발성격, NTRM 등

자료: 김종배(2014)

<표 2-7> 성과정보 특성화항목

구분	항목
논문	논문명, 학술지게제일, 저자명
특허	특허명, 등록일, 등록자명
연구보고서	보고서제목, 발행일, 발행기관명
기술요약정보	기술명, 기술정의일자. 기술정의기관명
생명자원	생명자원명, 기탁일, 기탁자
화합물	화합물명, 기탁일, 기탁자명
소프트웨어	프로그램명, 등록일, 등록자명
연구기자재	연구기자재명, 취득일자, 제작사

자료: 김종배(2014)

김종배(2014)는 기 수행된 R&D 관련 특허를 조사, 수집하는 정부 R&D 특허기술동향조사사업의 특허분석 DB를 활용하여 집합이론 및 확률이론을 기반으로 한 R&D 과제간의 유사도 분석 방법을 제시하였다. 유사도측정을 위한 척도로서 집합 기반유사도는 2개의 과제 간 유효특허 중복 비율이 높을수록 유사도가 높다는 측면을 반영하는 척도이며, 확률기반 유사도는 과제간의 유사도가 확인된 값으로서 정답을 가질 수 없다는 측면에서, 유사도 측정에 확률이론을 적용한 방법이다.

김종배(2014)는 제안한 척도를 검증하기 위해 2가지 분석을 수행하였는데, 첫 번째 검증은 제

안한 방법의 타당성을 검증하는 것으로, 일반적 지식을 가진 일반인을 대상으로 앞서 도출된 유사성이 있을 것으로 판단되는 2개의 과제 중 임의의 1개를 선정하여 이들의 유사도를 묻는 방식을 구성하였다. 두 번째 검증은 제안된 방법의 신뢰성과 효율성에 관한 검증으로 전문가 델파이 기법을 통해 과제 유사성 분석을 수행하였다.

전문가 설문은 분석 대상 중 임의의 2개 과제에 대해 연구과제가 속한 사업제안서, 과제제안서를 기반으로 분야, 내용, 수행으로 나누어 유사성 기준을 평가하게 하여 만장일치제로 결과를 도출하는 방식으로 수행하였다. 전문가설문 통계분석결과, 특허정보 기반분석이 키워드 기반 분석에 비해 더 높은 해석률을 가진다고 판단하였다. 김종배(2014)가 제안한 모델은 제안한 척도들을 통해 유사한 과제를 우선순위화 할 수 있지만 척도의 해석으로 우선순위가 높거나 낮음을 표현하지 못하는 한계점이 존재한다.

2.5 R&D 정책기획 및 조정관련 선행연구

가. R&D 정책기획의 주요 개념 및 속성들

여러 학자들의 견해를 조합해보면 대체적으로 기획의 계층구조는 정책적 차원으로서의 정책기획(policy planning), 정책기획을 뒷받침하는 전략적 차원에서의 전략기획(strategic planning), 또는 장기발전기획, 일상적 관리와 밀접한 관련이 있는 관리적 차원의 운영기획(operational, tactical planning)으로 구분하는 것이 일반적이다(최신융 외, 2009). 여기서 전략적 기획(strategic planning)이란 '원칙적으로 조직이 무엇이며, 무엇을 해야 하고, 왜 그것을 해야 하는가 등 조직의 생존과 성장에 관련된 근본적인 결정과 행동을 만들어 내는 활동을 돕는 체계화된 노력'을 의미한다. 일반적 기획이 주어진 환경 하에서 주어진 목표를 달성하기 위한 체계적인 노력을 의미하는 반면, 전략적 기획은 환경변화를 통하여 새로운 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 체계적 노력을 가리킨다(이장재, 2012).

<표 2-8> 기획차원에 따른 구분

	대상과 관심문제	환경과의 관련성	적합한 기획유형	목표의 차원
정책적 차원	규범의 모색, ought to의 문제	정책형성기능, 가치체계의 변동	규범적 정책기획	규범적 목표, 추상적 목표
전략적 차원	전략의 수립, what can의 문제	목표설정기능, 실현가능성 탐색	전략적 기획	실천적 목표, 구체적 목표
관리적 차원	전술의 수립, how 의 문제	관리기능	운영기획	세부적 운영목표 행동스케쥴

자료: 최신융 외(2009)

기획의 개념은 그 기능으로서 행정의 방향·지침을 제시해 주고, 행정활동에 대한 평가 기준

을 제공해 준다. 보통 어떠한 국가에 있어서도 통용될 수 있는 이념으로 아래와 같이 효율성, 효과성, 및 사회적 형평성 등을 들 수 있다(최신융 외, 2009). 이러한 이념은 국가와 시대상황 및 환경에 따라서 그 강조점이 다르며, 어떤 상황에서는 효율성이 강조되기도 하고 민주성이 다른 이념보다 강조되기도 한다.

1) 효율성(Efficiency)

효율성(Efficiency)은 19세기 후반과 20세기 초에 과학적 관리론이 행정학 및 사회과학의 다양한 분야에 도입되면서 중요한 이념이 되었으며, 당시 행정학하면 곧 능률을 연구하는 것으로 인식되었다. 현대행정에 있어서 효율성의 강조는 행정국가화에 따른 행정기능의 확대와 이에 따른 징세액의 부담과 밀접한 관련을 가지고 있다.

효율이란 최소의 비용으로 최대의 효과를 거두려는 것을 의미한다. 즉 투입에 대한 산출의 합리적인 비율로 정의할 수 있다. 일정한 투입에 의해서 얻어진 성과, 소득, 편익을 극대화시키며 제한된 자원으로 행정목표를 최대로 성취할 수 있는 대안을 선택하는 것을 의미한다(Simon, Smithberg & Thompson, 1956).

그런데 효율성 문제는 1930년대 후반에 이르러서는 새로운 반성이 일어나기 시작하였다. 즉 행정학 연구의 초기단계인 1930년대 이전에 있어서는 능률성을 높이는 데 있어 비용, 시간, 인력 등의 자원을 최소화하자는 기계론적 능률(mechanical efficiency)의 입장을 취하였다. 그러나 1930년대 후반에 와서 Dimock(1960)은 이러한 효율 개념에 비판적인 입장을 취하면서 사회적 능률(social efficiency)을 제창하고 있다. 또한 Dimock(1960)은 종래의 능률개념이란 '누구를 위한 능률이냐'의 목적의식을 결여하고 있어 기계적인 성격에서 벗어나지 못하고 있다고 지적하면서 능률의 상대화・사회화・인간화를 주장하였다.

2) 효과성(Effectiveness)

효과성(effectiveness)이란 목표의 달성정도를 의미하며, 달성되어야할 결과 그리고 이러한 결과가 달성되도록 하는 방법이다(최신융 외 2009). 효과성은 투입과 산출의 비율을 따지지 않고 목표의 달성정도만을 따진다는 점에서 능률성과 다르다. 효율성은 수단을 목적으로부터 분리한 상태 하에서 제한된 자원과 중립적인 수단을 사용하여 산출의 극대화를 기하는 것을 의미하는 정태적・기계적・경제학적 개념인 반면, 효과성은 목적과 수단을 연결한 상태 하에서 현실적인 산출이 목적을 어느 정도 충족시켰는가 하는 목표의 성취도를 의미하는 동태적・기능적 ・사회학적인 개념이다. 즉 효율성은 수단적인 개념 또는 하위목표적인 개념인데 비하여 효과성은 목적적인 개념 또는 상위목표적인 개념이다(최신융 외, 2009).

3) 사회적 형평성(Social equality)

사회적 형평성(social equity)이란 일련의 가치선호(value preference)를 내포하는 개념으로서 공공서비스의 평등성, 의사결정과 사업수행에 있어서 행정기획의 책임성을 강조하는 것이며 또

한 공공기관의 요구보다도 시민의 요구에 대한 대응성(responsiveness)의 확보를 의미한다. 전통적인 행정이념에 사회적 형평성이 새로이 추가되게 된 배경은 다음과 같은 점에서 찾을 수 있다. 첫째, 행정은 가치중립적인 것일 수 없다는 점이다 둘째, 공공서비스는 일반적으로 바람직스러운 방향에서 제공되고나 또는 그렇지 못한 방향에서 제공될 수도 있는 일반적 공공재라는 것이다. 셋째, 일반적으로 제공된 공공서비스가 좋은 것이든 나쁜 것이든, 그것은 수익자의 사회적·경제적·정치적 지위를 반영하는 경향이 있다는 것이다. 즉 보다 높은 질의 서비스는 보다 높은 지위를 가지고 있는 사람들에게 돌아가게 된다는 것이다.

나. 공공부문 성과측정방법 및 관련 지표들

연구개발의 성과는 직접적인 측면을 측정하는 산출(Output)과 간접적·파급적인 측면을 측정하는 결과(Outcome)로 나눌 수 있으며, 명확한 성과 측정을 위해서는 연구개발에 들어간 투입도 함께 고려해야한다. 즉, 연구개발에 들어간 투입 대비 산출 및 결과를 측정해야만해야만 연구개발의 효율성을 제대로 파악할 수 있다. 따라서 각각의 연구개발과정을 제대로 대변할 수 있는 지표를 선정하는 것이 중요하다(황석원, 2006; 황석원 외, 2009).

장준구(2014)의 연구에서는 투입요소로 물질적 측면의 '자본, 예산'과 인적 측면의 '연구자 수, 연구자의 구성(박사학위자의 비율, 인력운용 점수), 기관장의 특성(내·외부 출신여부, 경력기간, 리더십)'을 고려하였고, 산출요소로는 성과 측면의 '특허 수, 출판된 보고서의 수, 게재된 논문의 수, 기술이전 건 수, 기술료 수입'을 사용하였다. 한편, 황석원 외(2009)는 연구개발 관련 지표를 '투입', '산출', '결과' 지표로 구분하여, 투입지표에는 '총 연구개발 지출액과 투입시간'을 포함하였고, 산출지표에는 직접적인 성과측면에서의 '논문(SCI, 비SCI)과 특허(등록특허, 출원특허)', 경제적인 측면에서의 '매출 증가액, 고용창출 수'를 고려하였다. 위의 연구들을 종합하여 국내 정부출연연구기관의 연구개발의 성과를 측정하기 위한 지표를 아래의 표에 요약 기술한다.

<표 2-9> 성과측정 관련 지표의 분류

투입(Input)	산출(Output)	결과(Outcome)
연구비 연구인력 (연구자 수, 연구자 구성) 연구장비 연구시간	논문(SCI, 비SCI) 특허(출원, 등록) 보고서	기술 사업화 기술료 수입 기술표준업적 산업파급효과 (매출증가, 고용유발) 네트워크형성 (산학연, 해외 공동연구)

Ⅲ. 연구 방법

3.1 유사영역 선정 방법론

어떤 정책적인 의사결정을 할 때, 흔히 델파이 등 전문가들의 정성적인 평가에 의존해왔으며, 이러한 기존의 평가방법을 보완하고자 보다 객관적이며 사실적 근거에 기반한 의사결정을 위해 여러 가지 정보분석 기법들이 성장해왔다. 대표적인 예로 '계량분석학', '과학계량학', '계량정보학', '웹계량학', '인용분석' 등이 정보학의 주요 분야로 발전해왔는데(이재윤, 최상희, 2013), 그 중에서도 초기 방법론인 내용분석의 예를 들면, 초기 내용분석 연구자들은 질적(qualitative) 분석기법을 주로 활용해 온 반면, 최근 텍스트 자료를 몇몇 범주(categories)로 분류하고 통계적으로 묘사하는 등의 양적 분석 접근법을 중심으로 두 가지 측면을 동시에 고려하는 추세로 발전하고 있다(Hsieh, 2005; 최영출, 박수정, 2010; 최영출, 박수정, 2011).

본 연구에서 다루고자 하는 R&D 과제의 유사성 또한 이러한 점을 반영하여 정량적 분석을 통해 도출하고자 한다. 이 때, 과제의 산출물, 특히 문서를 기반으로 비교하는 것이 가장 현실적인 방법이며, 여기서 유사성이란 "두 개체가 공통으로 지닌 정보와, 서로 다르게 지닌 정보의 양에 대한 정량적 측정"으로 정의된다(김종배 외, 2014). 문헌 내의 키워드 기반의 유사성을 측정하는 방법에는 대표적으로 차원감소기법, 다중 레벨 인덱싱 구조, 포괄성형망 모델 등이 있는데(김종배 외, 2014), 그 중, Co-word(동시출현단어) 분석방법이 유사성 분석에 많이 사용되고 있으며, 이는 단어에 출현하는 단어와 단어 사이의 관계를 링크로 표시함으로써 구축되는 네트워크를 통해 현상을 해석하는 분석기법으로 통용된다(심준섭, 2010; 최영출, 박수정 2011; 조재인, 2011).

동시출현단어 분석은 먼저 텍스트들의 집합에서 단어를 추출하고, 이들 단어들이 각 문서에 동시출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산하여 이를 적절한 유사도지수를 통해 변형하고, 각 단어들 간의 관계를 시각화하여 아이템으로 표상된 연구 문제 간 연결 패턴을 분석하는 방법이다. 이러한 Co-word 분석은 저자들이 의도했던 핵심적인 연결 관계를 파악할 수 있는 장점이 있는 한편, 추출된 단어를 정제하는 과정에서 연구자의 주관이 개입할 수 있기 때문에 분석대상에 대한 깊은 이해가 반드시 선행되어야 하는 주의가 필요하다(권오진, 2009).

본 연구에서는 유사연구영역을 도출하기 위해 다음과 같이 2단계에 걸쳐 네트워크 분석을 실시하고자 한다. 첫 번째 단계로는 NTIS에서 추출한 2015년도의 전체 연구보고서의 한글키워드를 대상으로 연구 주제들의 분포를 통해 전반적인 동향을 살피도록 한다. 두 번째 단계로는 국가과학기술연구회 소속 25개 기관들 대상으로 상기와 동일한 과정을 거친 후, 도출된 클러스터링 및 시각화된 결과를 통해 특정 클러스터를 이루는 중심 주제들을 파악하여 유사연구영역으로 고려할 수 있는 몇 가지 주제를 선정하고자 한다.

이에 따라 네트워크 분석을 위한 데이터 전처리 및 매트릭스 생성을 위해 KnowledgeMatrix 프로그램을 이용하며, 클러스터링 및 시각화를 위해 직관적인 시각화 기능이 장점인 VOSviewer 알고리즘을 따르도록 한다. 단어 간 유사성을 구하는 대표적인 방법으로는 jaccard 및 코사인계수법 등 여러 가지가 있는데, 분석대상 및 연구자에 따라 장단점을 지닌다. VOSviewer의 알고리즘은 유사도 계산 기법 중 하나인 'Association Strength' 방법을 채택하

는데, 시각화된 결과는 단어동시출현 행렬을 가지고 유사도 수치를 계산한 결과를 반영하며, 단어들이 서로 가까운 곳에 위치해 있을수록 높은 유사성을 가지고 있는 특징을 지닌다(Nees Jan van Eck, Ludo Waltman, 2010).

3.2 R&D 우선순위 결정 방법론

우리나라의 국가 R&D 사업의 규모와 숫자는 급격하게 증가하였다. 앞에서 살펴 본 바와 같이 R&D사업의 규모 및 숫자의 증가와 더불어 R&D사업의 효율성 및 효과성에 대한 의문 또한 계속해서 제기되어왔다. 이러한 맥락에서 비효율성의 문제라는 시각으로 유사중복사업의 조정 및 통폐합 문제가 제기되어왔으며 비효율성의 문제해결을 위한 사전 연구기획 및 사후 연구평가의 중요성이 강조되어왔다.

본 보고서에서 살펴보고자 하는 유사중복사업을 먼저 국가 R&D 정책기획 차원의 큰 시각(Perspective)에서 바라보고 전략적으로 접근(Approach)할 필요가 있다. 일찍이 Dror는 기획을 정책결정방법론의 하나로 보았으며 정책기획을 보다 더 나은 수단으로 정책목표를 달성하기 위하여 장래의 행동에 관한 일련의 결정을 준비하는 과정으로 정의하였다. 이러한 의미하의 정책기획은 정책의 설계와 그 목표들 간의 관계를 구체화하는 정책결정과 이를 집행하기 위한 관리기획 또는 운영기획 모두를 포함하고 있다(최신융, 2009).

앞의 선행연구들의 분류체계를 통해 본 R&D 유사중복사업의 주요 목표는 효과성 및 효율성의 제고이며 이를 위해 R&D의 특수성이 충분히 반영된 방향아래의 목적달성 수단들이 실시되어야 함을 보았다. 아래의 <표 3-1>과 같이 감사원 또한 국가 R&D사업의 유사중복성을 식별시 먼저 목적, 내용, 주체, 분야, 단계 및 방식 차원에서 먼저 중복성을 확인한 후 R&D의 특수성을 고려한 효율성 및 효과성의 분석을 통한 유사중복문제 접근방식을 취하고 있음을 볼 수 있다.

<표 3-1> 공공부문 유사중복사업 유형분류체계

대상사업 유형화				식별방법론	
대상 분류	성격	유사중복 형태	예시	1단계(중복성 확인)	2단계 (중복성 효과분석)
계약형	계약관계 명확한 반대급부	산출물	정보화 SOC	목적, 기능, 대상, 외형, 기능	충분성 (공동활용, 실제수요)
보조형	지원성격 낮은 반대급부	대상자/ 전달체계	복지성 투자성	목적, 내용, 대상	충분석(인력수요), 형평성, 효과성, 효율성
협약형	공익적 협약 모호한 반대급부	과제/사업/ 대상자	국가 R&D	목적, 내용, 주체 분야, 단계, 방식	효율성, 효과성 (R&D 특수성 고려)

자료: 감사원(2013)

효율성과 효과성 제고를 목표로 하였을 때 이를 달성하기 위한 구체적인 성과분야 및 세부단의 지표들을 구분 및 연계하기 위하여 아래의 <표 3-2>와 같이 목표(대분류), 성과분야(중분

류), 유형1(소분류), 유형2(세분류)로 구성하였다. 효율성은 비교적 가시적이고 직접적인 성과측면을 고려하여 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적 성과로 분류하였으며 효율성의 항목보다 보다 장기적인 사회적 성과 측면 및 목적부합성 및 파급효과 측면을 고려한 학문적, 기술적, 경제적, 사회적 파급효과 및 목적부합성으로 분류하였다. 이러한 목표(대분류) 및 성과분야(중분류)는 선행연구를 바탕으로 연구진이 구성하였으며 보다 하위개념으로 포진해 있는 소분류 및 세분류는 '국가연구개발사업 표준 성과지표'를 준용하여 재구성하였다.

<표 3-2> R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표

목표 (대분류)	성과 분야 (중분류)	유형1 (소분류)	유형2 (세분류)	지표
효율성 제고	과학적 성과	논문	SCI	표준화된 영향력 지수
				표준화된 피인용 지수
				기관별 우수논문 생산지수
				국제공동논문비율
			KCI	표준화된 영향력 지수
				표준화된 피인용 지수
				기관별 우수논문 생산지수
				국제공동논문비율
		신자원 물질	생명자원	생물자원/생명정보 수집실적
			화합물	분양실적, 연구성과지수
				등록건수
				활용실적,연구성과지수
	기술적 성과	지식재산	특허	3극 특허
				질적평가(특허청)
				표준특허
			비특허	가치평가
				특허 외 성과
		비지식재산	기술혁신	선진국 대비 기술수준
				가치평가, 정성평가
		성장동력창출	SW/서비스/제품/플랜트 개발	SW 등록건수
				비즈니스 개발
		사회적 평가	포상	포상등급
				정부선정 우수평가
	경제적 성과	직접	기술료	기술료
			경제적효과	수입대체
		간접	기술의 활용효과	매출기여
			중소기업지원	기업지원 인수
		기술사업화	기술사업화	매출기여
		연구개발서비스	연구개발서비스	지원규모
		인적자원 고용	창업	창업업체

목표 (대분류)	성과 분야 (중분류)	유형1 (소분류)	유형2 (세분류)	지표
효 과 성 제 고	인프라적 성과	연구인프라	공동활용 시설장비	계획 대비 공정율
				시설장비 가동률
			단독활용 시설장비	시설장비 구축건수
				시설장비 가동률
			전산시스템	정보활용도
				시스템가동률
		우주	우주개발	우주물체 궤도 투입
			우주활용	위성정보활용
		국방	무기체계	시험인증 통과 여부
	사회적 성과	인적자원·고용	인력양성	해당분야졸업자수
				해당분야취업자수
				연수지원*
			일자리창출	창업기업신규고용규모
				추가고용
		지역사회	지역발전	지역수혜기업의 성장기여도 (고용증대, 주민소득증대)
		공공복지	정책효과	무상기술이전 및 보급
			공공 서비스	서비스 만족도
		국제협력	국제인력교류	연수지원*
			기반강화	해외센터 등 해외거점마련
				해외연구기관 유치
	기타 파급효과			

3.3 우선순위 결정방법과 모델

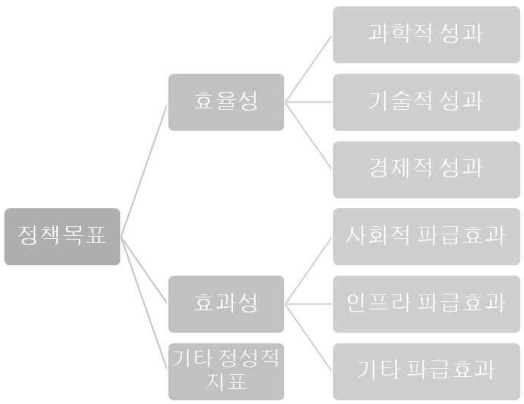
올바른 공공 R&D 정책을 마련하기 위해서는 정책의 명확한 목표와 구체적인 전략이 필요하다. 또한 이미 수행 중인 다양한 R&D를 조정할 것인가에 대해 어떻게 정책 목표를 설정하여 시행하는가에 따라 정책 목표의 달성이 가능하다. 예를 들어 유사한 과제를 단순히 조정해서 예산을 절약할 것인가? 아니면 유사한 과제를 서로 인식시키고 스스로 조정하거나 협력하게 할 것이냐?는 정책의 목표나 관련 거버넌스에 대한 철학 따라 결정될 수 있는 것이다. 유사한 과제를 단순히 조정하거나 협력하도록 만들거나 모두 정책 목표에 따른 과제의 우선순위를 설정하는 것은 정책의 성공과 실패를 결정하는 중요한 선행 작업이 된다.

따라서 본 연구의 목적은 공공 R&D의 유사 과제에 대한 정책 수립과 조정에서 고려해야 할 목표에 대해 우선순위를 설정하여 올바른 정책 수립과 집행을 유도하는 것이다. 앞서 살펴본 바와 같이 현재 공공 R&D의 유사과제 조정을 위한 정량적 지표가 많지 않기 때문에 본 연구에서는 정성적 변수를 서로 비교하여 우선순위를 도출하는 다기준 분석법(Multi Criteria Analysis)을 사용하였다. 그 중 가장 널리 사용되고 있는 계층적 분석법(Analytic Hierarchy

Process, 이하 AHP)을 사용하였다. 최근 AHP 만큼 자주 활용되는 네트워크 분석법(Analytic Network Process, 이하 ANP)을 사용하지 않은 것은 앞서 R&D 우선순위 도출을 위해서 구성된 <표 3-2>의 지표가 가능한 서로 독립적으로 설계되었기 때문이다. 하지만 본 연구의 결과를 정책에 직접 활용하기 위해서는 지표들 간의 상호관계를 고려하는 ANP 방법의 병행분석도 고려할 필요가 있음을 밝혀둔다.

우선순위 결정이란 변수들 사이에 상대적인 중요성을 결정하는 것을 의미한다. 정책 수립과 집행에서 우선순위 결정이 중요한 이유는 한정된 자원을 최대한 효율적으로 사용하고 정책과 실행(practice)간의 연계를 강화시킬 수 있기 때문이다(정영호, 2007). 또한 정책 목표의 우선순위 결정은 공공관리자가 부족한 자원을 어떻게 분배하는지를 보여주는 정부 의사결정의 중요한 요소이기 때문에 이것은 정부의 정책 집행 이후의 성공과 실패에 큰 영향을 미친다. 따라서 정책 목표의 우선순위 설정은 정부가 무엇을 계획하고 실행하고 있는지를 국민에게 보여주는 핵심적인 지표가 되기 때문에 중요한 작업이라 할 수 있다(이재규, 2006).

본 연구에서는 <표 3-1>선행연구에 따라서 유사 과제 영역의 조정에서 고려되어할 정책적 목표를 설계했고, 이에 따라서 대분류 지표 3종(효율성, 효과성, 기타 정성적 요인)과 효율성과 효과성에 대한 하위 중분류를 각각 3종 지표를 기준으로 하여 AHP 모델을 다음 <그림 3-1>과 같이 구성했다. 그림에서 계층화된바와 같이 3종의 대분류 지표와 6종의 세부지표를 선정했다. 여기서 3종의 대분류 지표는 1) 효율성: 비교적 가시적이고 직접적인 성과로 최소 비용으로 최대의 효과를 거두려는 것, 2) 효과성: 목표의 달성 정도를 의미하는데 투입은 고려하지 않음(장기적이고 공공적인 측면), 3) 기타 정성적인 지표: 목적 부합성, 사회적 형평성, 계속사업 여부, 연구개발단계, 수명주기 등으로 각각 정의했다.



<그림 3-1> 연구의 AHP 계층 구조

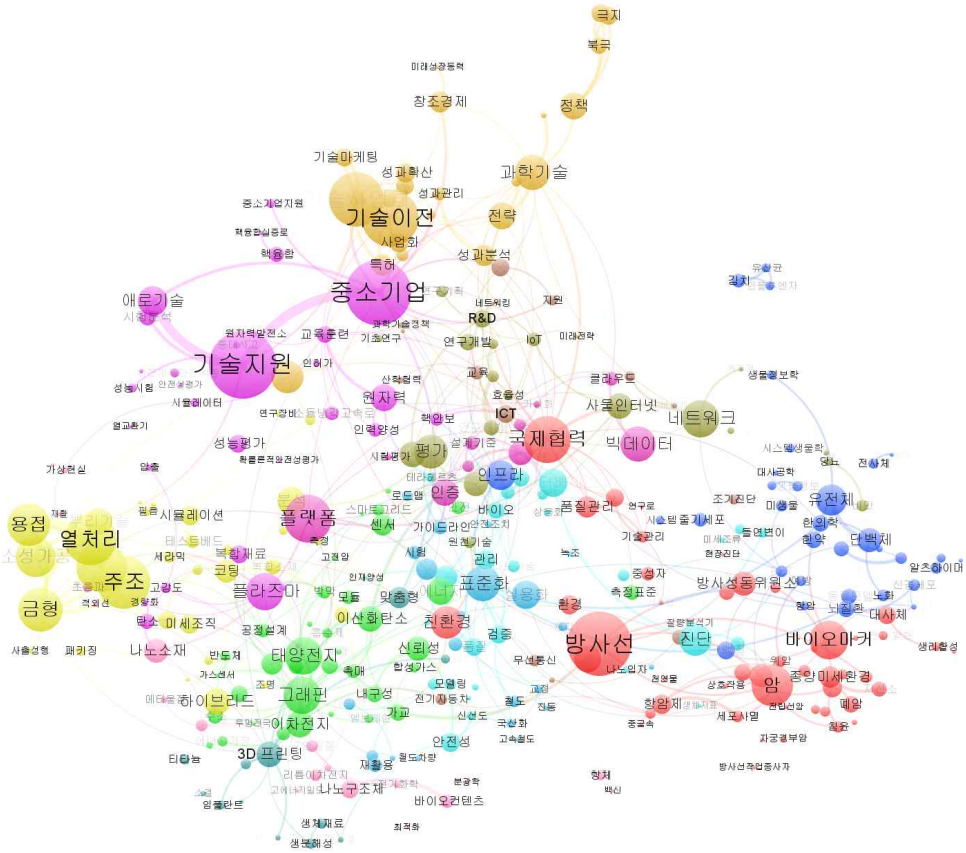
Ⅳ. 연구 결과

4.1 출연(연) R&D 유사 영역 현황 분석 결과

<그림 4-1>과 <그림 4-2>는 NTIS에서 추출한 2015년도에 수행된 전체 6,292개 과제에 대해 한글 키워드를 대상으로 동시출현단어 분석한 결과이다. 이 때, 전체 과제 중 4,345개(72%)에 대하여 15,834개 한글키워드가 추출되었으며, 결과 해석의 용이성을 위해 분석대상으로는 키워드 출현 횟수가 5개 이상인 단어를 기준으로 설정하였다. 또한 결과의 정확성을 높이기 위하여 키워드 정제를 실시하였는데, 먼저, 같은 단어임에도 불구하고 띄어쓰기나 표현의 차이(영단어의 한글표현 및 대소문자 등), 오탈자로 인한 중복되는 단어에 대해 각각 대표단어로 통일하였으며, 키워드 중 가장 많은 출현 횟수를 가진 ‘평가관리’, ‘셰일가스’, ‘합성가스’ 등의 경우, 같은 기관이 다수의 과제에 동일한 키워드를 사용한 것으로서 이로 인한 단어 간 연결강도가 매우 강하게 나타나 해당 클러스터가 매우 강조되는 문제점이 있어 제거 후 분석을 실시하였다.

키워드 정제 결과 도출된 358개 한글키워드에 대하여 1,896개 과제들이 연결되어 있었으며, 이를 기반으로 매트릭스를 생성하여 VOSviewer를 통해 클러스터링 및 맵핑을 실시하였다. 이 때, 연결강도가 없는 단어를 제외한 가장 큰 클러스터만을 추출한 결과 334개 단어만이 서로 연결되어 있었다. VOSviewer는 기본적으로 자체 알고리즘을 통한 결과를 보여주는데, 연구자가 결과를 해석하기에 가장 이상적인 결과를 나타낼 수 있도록 임의로 클러스터링 및 맵핑 옵션을 설정할 수 있다.

<그림 4-1>의 경우 맵핑 옵션은 단어 간 분포를 나타내며, attraction(인력)은 2, repulsion(척력)은 0으로 설정하고, 군집 기준을 나타내는 클러스터링 옵션은 resolution(은 1, Min cluster size는 10으로 설정하였다. VOSviewer는 또한 대표적으로 두 가지 형태의 시각화 결과를 얻을 수 있는데, 그 중 <그림 4-1>의 경우 중심단어 및 단어 간 연결 관계 등을 파악 할 수 있는 클러스터링 결과를 제시하며, <그림 4-2>는 단어별로 동시출현 정도를 한 눈에 파악할 수 있는 등고선 형태의 결과를 제시해준다.

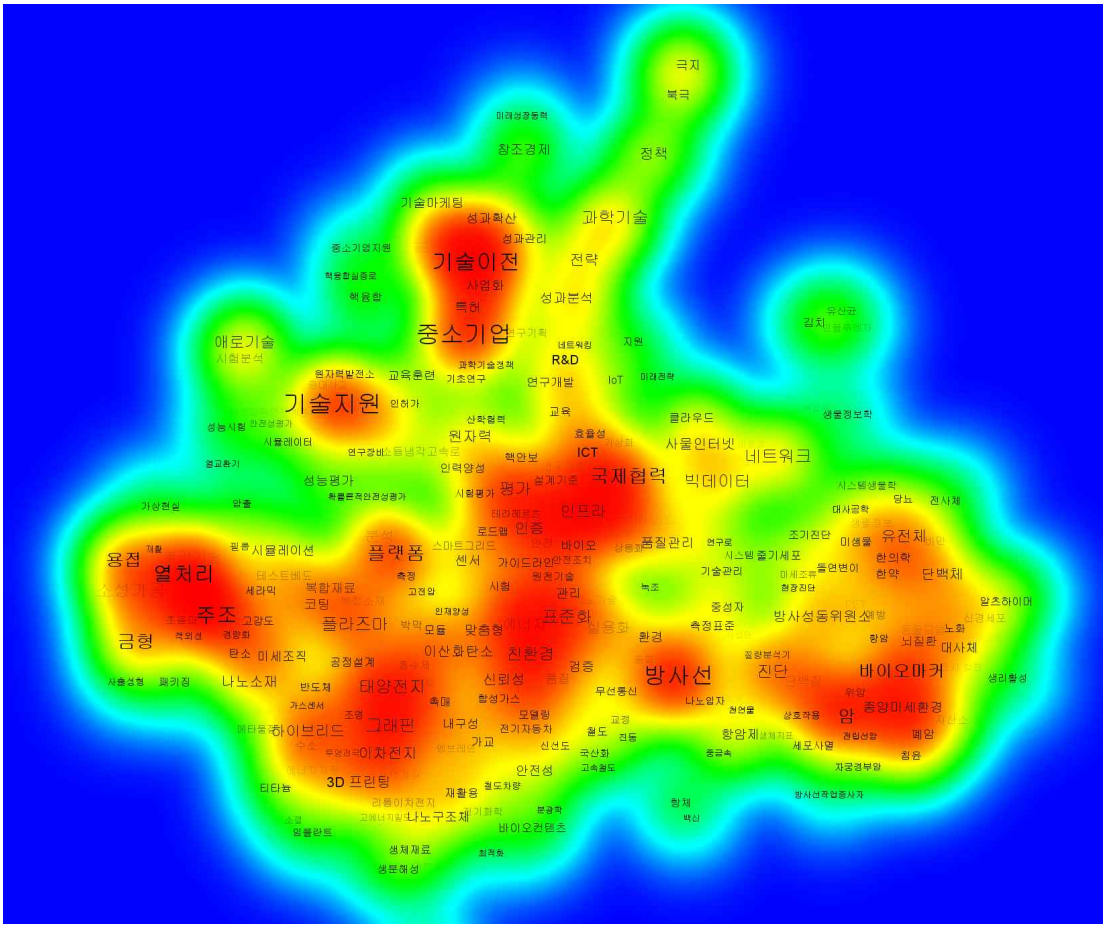


<그림 4-1> 2015년도 전체 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어 기반 네트워크 시각화

키워드 네트워크 시각화 결과, 한 해 동안 수행된 모든 연구주제를 다루는 만큼 전체적으로 고르게 분포한 양상을 띠며, 유사 연구주제별로 총 13개 클러스터가 도출되었다. 그 중, 동시출현횟수가 가장 많은 단어로는 ‘국제협력’, ‘기술지원’, ‘기후변화’, ‘중소기업’, ‘기술사업화’, ‘표준화’ 등 현 출연(연)의 임무와 관련되거나 공공성이 두드러지는 키워드가 주를 이루었으며, 상기 단어들을 중심으로 군집을 이루는 등 시각화 된 결과에서도 가장 큰 클러스터를 차지하는 것을 확인 할 수 있다.

그러나 상기키워드들 중 대부분은 어느 연구주제에나 포함될 수 있는 매우 일반적인 단어들이며, 고유한 특징을 지니는 연구주제들을 파악하기 위해서는 기술적 특징을 포함하는 키워드들을 주목할 필요가 있다. 기술적 특징이 있는 단어 동시출현횟수 순으로는 ‘방사선’, ‘그래핀’, ‘암’, ‘플라즈마’, ‘바이오마커’, ‘태양전지’, ‘유전체’ 등으로 나타났으며, 그 중 방사선, 플라즈마 등은 주변 클러스터들을 연결하는 매개 역할을 하는 것으로 나타났다.

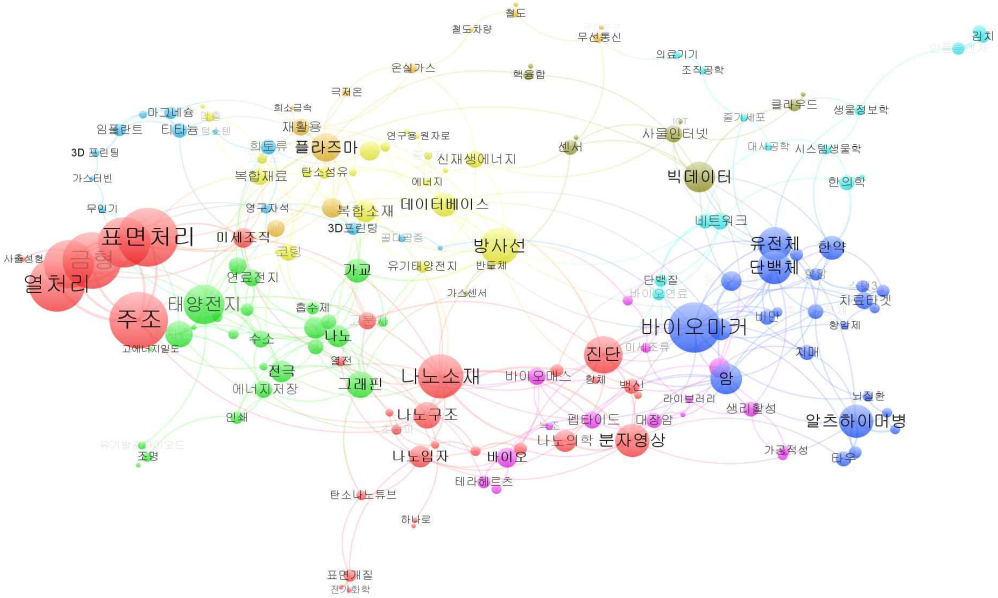
한편, 추출된 과제 데이터의 수행기관은 본 연구에서 다루는 과학기술개발연구뿐 아니라 과학기술관련정책 및 경제 분석 연구 등을 수행하는 인문·사회영역의 기관 등을 포함하고 있으며, <그림 4-2>에서 나타나는 바와 같이 ‘인프라’, ‘플랫폼’, ‘평가’, ‘연구개발’, ‘정책’ 등 기술과는 이질적인 키워드들이 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다.



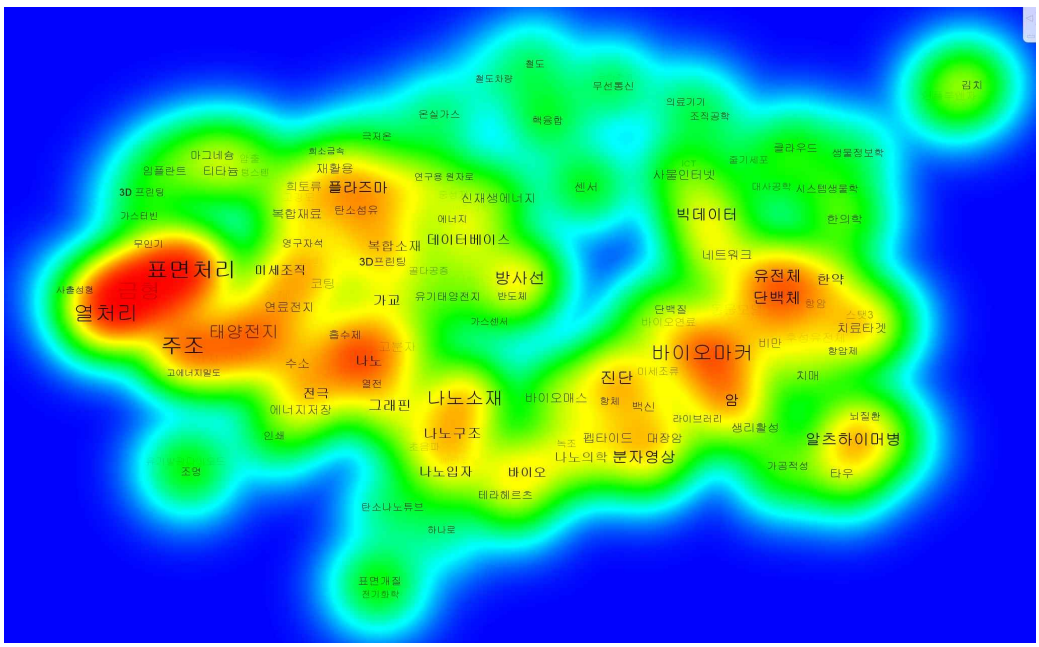
<그림 4-2> 2015년도 전체 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 밀도 시각화

따라서 본 연구의 목적인 지원이나 정책분야를 제외한 직접 R&D 분야의 유사연구영역을 추출하기 위해 정제된 과제수행기관 120개 기관 중, 정부부처 소속연구기관 및 인문사회분야, 대학기관 등을 제외한 미래창조과학부 산하 국가과학기술연구회에 소속된 25개의 출연연만을 대상으로 하여 분석데이터를 재구성하였다. 또한 R&D의 특징이 없는 일반적인 키워드(예: 성능검증, 분석, 시험, 창업, 국산화, 뿌리기술 등) 및 특정연구기관의 고유한 임무를 가진 키워드들(예: 인증표준물질 등)을 추가적으로 제외하였다.

2015년 25개 정부출연연구소에서 수행된 과제는 총 2,954개였으며, 그 중 정제된 한글 키워드 3223개 중 동시출현횟수가 3회 이상인 키워드는 182개이며 이 키워드들이 동시 출현하는 과제는 총 761개로 나타났으며, 이를 기반으로 매트릭스를 생성하여 VOSviewer로 네트워크 분석을 실시하였다. 총 182개 키워드 중 연결강도가 낮은 데이터를 제외한 167개 단어를 기반으로 클러스터링 및 매핑 옵션은 전체과제 대상으로 분석한 것과 동일하게 진행하여 총 9개의 클러스터가 <그림 4-3>과 <그림4-4>와 같이 도출되었다.



<그림 4-3> 2015년도 25개 출연연 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 네트워크 시각화



<그림 4-4> 2015년도 25개 출연연 수행과제 대상 한글키워드 동시출현단어기반 밀도 시각화

그 중, 첫 번째 클러스터는 ‘열처리’, ‘금형’, ‘주조’ 등 기계 및 제품 관련 키워드들이었으며, 나노소재를 포함하고 있었다. 그러나 금속분야 및 나노분야의 거리가 차이나는 것으로 보아 ‘소재’라는 같은 주제를 공유하고 있지만 유사성 측면에서는 각각 별도의 주제에 소속된 것으로 해석할 수 있다. ‘소재’에 관한 클러스터링 사이에 위치한 두 번째 클러스터에서는 ‘태양전지’ 및 ‘그래핀’이 중심 단어인 것을 확인할 수 있다. 태양전지는 금속 및 나노소재가 주성분이 되며, 그래핀은 탄소나노소재로서 첫 번째 클러스터 사이의 합성 소재에 관한

기술분야인 것으로 나타났다.

한편, ‘나노소재’는 ‘바이오마커’를 중심으로 ‘유전체’, ‘암’, ‘알츠하이머’ 등이 주요 키워드로 이루어진 세 번째 클러스터를 연결하는 역할을 하는데, 이는 ‘바이오마커’의 주성분은 나노소재이며, 기술이 지닌 역할은 생명과학과 연결되는 점을 반영한다. 네 번째 클러스터는 ‘방사선’을 중심으로 ‘복합소재’, ‘신재생 에너지’, ‘연구용 원자로’ 등의 단어들로 구성된 군집을 형성하였으나, 앞서 살핀 클러스터보다는 특징적인 면이 상대적으로 낮은 것으로 나타났으며, 이후의 여러 클러스터들 또한 클러스터 고유의 특성이 상대적으로 불명확하였다. 그러나 마지막 클러스터인 ‘빅데이터’ 중심으로 연결되어 있는 키워드들의 경우, ‘사물인터넷’, ‘클라우드’, ‘센서’ 등을 포함하며, 향후 4차 산업혁명과 연결되는 최신 ICT 관련기술들을 설명하고 있는 것으로 분석된다. 이상의 군집 도출결과를 정리하면 다음의 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 군집별 주요 키워드

군집 번호	군집의 주요 키워드
1	**주조,** 나노소재, 표면처리
2	**태양전지,** 연료전지, 그래핀
3	**바이오마커,** 유전체, 암
4	**방사선,** 데이터베이스, 복합소재
5	**빅데이터,** 사물인터넷, 클라우드, 센서
6	플라즈마, 재활용
7	네트워크, 단백질, 한의학, 김치
8	3D프린팅, 임플란트, 티타늄
9	펩타이드, 바이오, 바이오매스

상기 클러스터링 분석으로 도출된 군집들의 군집별 핵심 키워드를 보면 ‘주조’, ‘태양전지’, ‘바이오마커’, ‘방사선’, ‘빅데이터’ 등으로 나타났고, 군집 간 연결성이 높은 키워드는 ‘방사선’, ‘그래핀’, ‘나노소재’ 등으로 나타났다. 그 중에서 다양한 과제수행기관을 보유한 분야를 확인하여 유사연구영역 분석 대상 주제를 도출한 결과 최종적으로 ‘태양전지’, ‘바이오마커’, ‘빅데이터’ 세가지 분야가 도출되었고, 연결성이 강한 키워드에서는 상대적으로 영역구분이 용이한 ‘그래핀’을 분석대상으로 선정했다. 또한 향후 4차 산업혁명과 관련하여 발전가능성이 높은 ‘사물인터넷’은 연구개발주기 측면에서 추가로 선정했다. 이상 다섯 가지 연구 분야를 분석 대상 주제로 선정했는데, 상대적으로 큰 군집이었던 ‘방사선’과 ‘주조’를 제외한 것은 관련 과제는 다양하지만, 유관 과제 수행기관이 다양하지 않았기 때문에 제외했다.

4.2 유사 영역 분석

가. 태양전지 사례

<표 4-2>와 같이 태양전지를 주제로 한 연구들에서는 미래창조과학부, 산업통상자원부 및 중소기업청의 총 3개 기관에서 37개의 연구과제를 수행하고 있는 것으로 나타났다. 과제수행기관 중에는 한국과학기술연구원, 한국에너지기술연구원, 한국생산기술연구원, 한국화학연구원, 그리고 한국전자통신연구원 순으로 태양전지분야 연구를 수행한 것으로 나타났으며, 6T기술코드는 태양전지의 특징을 반영한 에너지소재 및 기타 에너지기술의 분류가 주를 이루었고, 연구단계별로는 기초연구가 15건으로 전체 중 41%를 차지하고 있었으며, 개발 및 응용연구 부분의 연구 또한 각각 10건씩 차지하여 27%의 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 태양전지의 경우는 기초연구가 가장 많지만 개발 및 응용단계의 연구 역시 골고루 진행되고 있음을 알 수 있다. 태양전지 관련 키워드는 '박막'이 9건을 보여 1순위를, '절단'과 '절단손실'을 합하였을 때 6건으로 2위를 차지하였다. '고분자' 외 '유기태양전지', '박리' 및 '이차전지'가 모두 3건으로 나타나 공동 3위로 나타났다.

<표 4-2> 태양전지 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드

랭킹	부처명		과제수행 기관명		6T기술코드		기술수명주기		연구개발 단계		한글유사 키워드	
	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도
1	미래창조과학부	24	한국과학기술연구원	10	에너지소재기술	17	도입기	16	기초연구	15	박막	9
2	산업통상자원부	12	한국에너지기술연구원	9	기타에너지기술	5	성장기	14	개발연구	10	절단 or 절단손실	6
3	중소기업청	1	한국생산기술연구원	6	6T세분류 비포함 기술	4	기타	6	응용연구	10	CIGS	4
4	-	-	한국화학연구원	4	미활용에너지이용기술	2	-	-	기타	2	고분자 외.	3
5	-	-	한국전자통신연구원	2	-	-	-	-	-	-	광전극 외.	2

<표 4-3> 태양전지 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계

연구비합계(백만 원)				참여연구원 인원수(명)			
최소	최대	중앙	평균	최소	최대	중앙	평균
24	3,616	521	966	3	67	14	21

한편, <표 4-3>과 같이 태양전지의 연구비는 최대 36억1천백만 원에서 최소 2천3백만 원 사이에 분포하며, 평균 은 9억6천6백만 원으로 나타났으며, 그 중에서도 연구비는 30억 원 이상 2개 과제, 20억 원 이상에서 30억 원 이하 5개 과제, 10억 원 이상 20억 원 이하 6개 과제, 1억 원 이상 10억 원 이하 22개 과제, 1억 원 이하가 6개 과제인 것으로 나타났다.

태양전지의 경우, 수명주기 상에서는 도입기 및 성장기에 주로 분포해 있으며, 1개의과제만이 성숙기로 분류되었다. 연구비가 가장 큰 과제(36억1천6백만 원)의 과제명은 한국항공우주연구원(미래창조과학부 주관)에서 수행한 고고도 장기체공 전기 동력 무인기 기반기술 연구로 수명주기상은 도입기에 해당되었다. 본 과제는 연구개발단계 상 응용연구였으며 유사한글 키워드명은 무인기, 이차전지, 저 레이놀즈 수 등이 있었다. 세부과제성격은 연구개발의 목적으로 분류되어있었다.

해당 과제 중 한글유사키워드로 '박막'을 포함한 연구과제로는 대표적으로 먼저 '플라즈마 융합 원천 연구사업'이 총 과제비 28억 원, 참여연구원 67명으로 구성되어 있었다. '플라즈마 융합 원천 연구사업' 과제의 경우, 수명주기 상 도입기에 위치하고 있었으며, 연구개발단계 상 기초연구에 포진되어 있었다. 그 외에도 박막을 키워드로 포함하고 있는 '고전압(Voc> 800mV) 모듈용 CIGS계 박막 태양전지 원천기술 개발' 건은 총 과제비, 3억 2천만 원과 7명의 연구원들로 구성되어 있었다. 본 과제의 연관키워드로는 '중성입자빔', '환경', '수중방전', '스퍼터' 및 '물질상호작용' 등이 있었으며 수명주기 상 성장기에 위치하고 연구개발단계로는 응용연구에 포진되어 있었다. 이 과제의 연관 키워드는 고전압, 미니모듈이 차지하고 있었다.

해당 과제 중 한글유사키워드로 '절단' 또는 '절단손실'을 포함한 연구과제로는 대표적으로 먼저 '차세대 웨이퍼링 기술 기반의 kerfless 박형 실리콘 태양전지(성장기, 개발)'이 총 과제비 5억 원, 참여연구원 18명으로 구성되어 있었다. 이 과제의 경우, 수명주기 상 성장기에 위치하고 있었으며, 연구개발 단계로는 응용연구에 포진되어 있었다. 연관키워드로는 박형 실리콘 및 박리 등이 있었다.

나. 바이오마커 사례

<표 4-4>와 같이 바이오마커를 주제로 한 국가R&D과제는 미래창조과학부, 환경부 등 6개의 정부부처 주관 하에 27개의 과제가 수행된 것으로 나타났다. 과제수행기관의 경우, 한국과학기술연구원, 한국생명공학연구원, 그리고 한국화학연구원 등의 순으로 상기 주제의 과제를 수행한 것으로 나타났으며, 6T 관련 기술은 생명현상 및 기능연구와 단백질체 연구가 주를 이루었다. 연구개발단계의 경우 기초연구가 19건으로 전체 27개의 과제 중 70%를 차지하고 있었으며, 개발연구와 응용연구가 각 3건씩 11%의 비중을 차지한 것으로 나타났다. 바이오마커 관련 키워드는 '생체지표'가 5건, '진단', '호르몬', 그리고 '마커'가 각 3건씩 나타났다.

한편, <표 4-5>와 같이 바이오마커 과제들의 연구비는 최소 1천5백만 원에서 최대 32억6천6백만 원 사이에 분포하며, 평균 6억2천5백만 원으로 나타났으며, 그 중에서 30억 원 이상이 투입된 과제는 1개, 20억 이상 30억 미만, 그리고 10억 이상 20억 미만의 연구비가 활용된 과제

는 2개씩 인 것으로 나타났다. 참여연구원수의 경우 최소 1명에서 최대 99명, 평균 17개명이 과제에 투입된 것으로 나타났다.

최대연구비가 투입된 과제(32억6천6백만 원)의 과제는 VOCs 노출사전 예측 시스템의 실용화 가능성에 관한 연구로 환경부 주관 하에 한국과학기술연구원이 수행되었다. 동 과제는 연구개발단계 상 기초연구였으며, 기술수명주기는 도입기에 해당되었으며, '독성오믹스', '첨단 인체 생체지표' 등이 키워드로 이용되었다.

'암진단' 또는 '암'과 '진단'이 모두 키워드로 활용된 연구주제는 '암 전이인자 TMPRSS4의 혈액 바이오마커 유용성 검증 및 진단기법 개발', '출연(연)간 연구협력을 통한 한국인 5대 주요암 동시 진단시스템 개발사업', 그리고 '암줄기세포·진단 및 치료를 위한 새로운 분자지표 탐색' 등 3개가 있었다. 3개의 과제에 투입된 연구비는 각각 8천만 원, 8억 7964만 원, 1천500백만 원이었으며, 6명, 6명, 그리고 9명의 연구원이 각 과제에 참여하였다. 그 중 2개의 과제는 연구개발단계의 경우 기초연구, 기술수명주기의 경우 성장기인 것으로 나타났다.

또한 '생체지표'가 포함된 연구주제는 '감마선에 의한 요각류 Paracyclopina nana의 생리생태 변화와 분자생물학적 연구를 기반으로 한 방사선노출 지표연구', '다장기 상호연계독성 평가를 위한 in vivo 검증 연구', '유전자 발현 분석을 통한 다장기 상호연계독성 예측 및 평가지표 개발' 등 5개가 있는 것으로 나타났다. 해당 과제에 투입된 자본 및 인력을 검토해 본 결과, 각 연구과제에 5천 1백만 원, 1억 8천 1백만 원, 1억 4천 2백만 원, 3억 2천 7백만 원, 15억 5천 3백만 원이 연구비로 소요되었다. 연구인력의 경우 각 과제에 1명, 11명, 10명, 6명의 참여연구원이 투입된 것으로 나타났다. 그 중 3개의 과제는 연구개발단계가 기초연구로 분류되었으나, 기술수명주기에서는 기타 또는 도입기로 상이한 것으로 나타났다. 나머지 2개의 과제의 경우 개발연구 그리고 성장기로 동일하게 나타났다.

<표 4-4> 바이오마커 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드

랭킹	부처명		과제수행기관명		6T기술코드		기술수명주기		연구개발 단계		한글유사 키워드	
	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도
1	미래창조과학부	19	한국과학기술연구원	19	위의 미래유망 기술 (6T) 세분류에 속하지 않는 기타 연구 생명현상 및 기능연구	4 (각)	도입기	13	기초연구	19	생체지표	5
2	환경부 보건복지부 식품의약품안전처	2 (각)	한국생명공학연구원	5			성장기	8	개발연구 응용연구	3 (각)	진단 호르몬 마커	3 (각)
3			한국화학연구원 한국기초과학지원연구원	3 (각)	단백질체 연구	3	기타	6				
4					기능성 바이오소재 기반기술 외.	2	-	-	기타	2		
5	농림축산식품부 교육부	1 (각)	한국원자력연구원 외.	2 (각)	기타 해양환경기술 외.	1	-	-	-	-	암진단 외.	2

<표 4-5> 바이오마커 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계

연구비합계(백만 원)				참여연구원 인원수(원)			
최소	최대	중앙	평균	최소	최대	중앙	평균
15	3,276	241	625	1	99	9	17

다. 빅데이터 사례

<표 4-6>과 같이 빅데이터와 연관된 과제로는 25개가 도출되었으며, 연구수행기관은 9곳으로 다양하게 나타났다. 한국전자통신연구원에서 11개(44%), 한국과학기술정보연구원에서 5개(20%)의 연구를 수행하며, 수행기관의 편중이 심한 것으로 나타났다. 이외에 한국건설기술연구원(2개), 한국생명공한연구원(2개), 한국식품연구원(1개)에서도 빅데이터관련 연구를 수행 중인 것으로 나타났다. 6T기술코드는 기타정보기술, 기타정보처리시스템 및 SW기술, 정보검색 및 DB기술이 높은 비중을 차지하여 빅데이터의 특성을 반영하고 있음을 알 수 있다. 빅데이터 분야는 개발연구와 기초연구에 9건, 응용연구에 6건으로 다양한 연구단계에서 연구가 이루어지고 있었다. 한편, 기술수명주기 측면에서는 도입기에 15건, 성장기에 5건으로 나타나 도입기 의 연구를 주로 수행하고 있는 것으로 나타났다.

<표 4-7>과 같이 빅데이터 관련 수행과제의 총 연구비는 평균 25억 원이 투입되었으며, 최소 금액 4천7백만 원과 최대금액 130억 원이 투입되었다. 참여연구원 규모를 살펴보면, 최소 연구원 1명에서 최대 162명이 참여하였으며, 평균 30명의 연구원이 빅데이터 관련 연구에 참여한 것으로 나타났다. 한편, <표 4-6>과 같이 빅데이터 관련 과제에 나타난 한글유사키워드로는 빅데이터가 33건으로 가장 많았고, 이어 '영상'과 '데이터'가 7건, '클라우드'와 '네트워크'가 5건, '치매','텍스트마이닝', 'SW'가 3건, '유전체', '방사선', '사물인터넷'이 2건의 순으로 나타났다.

특히, '치매'라는 공통 키워드를 가진 과제 중에서 '고령세대 치매 조기예측, 치료제 및 환자케어 기술 개발'이라는 과제가 총 연구비 94억원, 참여연구원 162명으로 구성되어있었으며 '빅데이터 기반 치매 조기 예측 및 치매 자동분류 시스템 구축' 과제가 총 연구비 2억원, 참여연구원 1명으로 구성되어 있었다. 상기 두 과제 모두 치매 조기예측이라는 공통의 연구주제를 공유하고 있으며, 두 연구모두 기초연구에 속하였으나 기술수명주기는 전자는 도입기에 후자는 성장기에 포진되어 일치하지 않았다.

또 다른 유사키워드로 많이 나타난 유전자 및 유전체와 관련된 과제들로는 먼저 '유전체 연구기반 고도화 및 활용 서비스를 위한 차세대 게놈 인프라넷 구축'으로 총 연구비 5억 원과 참여연구원 7명으로 구성되어 있었다. 또 다른 과제인 '유전자-주석-질병간 연관성 분석을 위한 문헌 데이터 마이닝 기술 개발'의 경우, 총 연구비 3억 6천억 원, 참여연구원 1명으로 구성되어 있었다. 두 과제 모두 연구개발단계가 기초연구로 일치하였으나, 기술수명주기는 각각 도입기와 기타로 다르게 나타났다. 마지막으로 '빅데이터 저장', '공유', '관리 기술'과 관련한 과제가 다수로 나타났지만, 이는 유사연구라기 보다는 각 분야의 특성을 반영한 빅데이터 연구가 다양하게 발생하고 있는 것으로 볼 수 있다.

<표 4-6> 빅데이터 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드

랭킹	부처명		과제수행기관명		6T기술코드		기술수명주기		연구개발 단계		한글유사 키워드	
	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도
1	미래창조과학부	19	한국전자통신연구원	11	기타 정보기술	7	도입기	15	기초연구	9	빅데이터	33
2	산업통상자원부	3	한국과학기술정보연구원	5	기타 정보처리 시스템 및 SW기술	6	성장기	5	개발연구	9	영상	7 (각)
3	문화체육관광부	1	한국건설기술연구원	2	정보검색 및DB 기술	4	기타	5	응용연구	6	데이터	
4	국토교통부	1	한국생명공학연구원	2	기타 연구	2	-	-	기타	1	클라우드	5 (각)
5	교육부	1	한국식품연구원	1	유전체기반기술	1	-	-	-		네트워크	

<표 4-7> 빅데이터 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계

연구비합계(백만 원)				참여연구원 인원수(명)			
최소	최대	중앙	평균	최소	최대	중앙	평균
47	12,967	900	2,445	1	162	15	30

라. 그래핀 사례

<표 4-8>과 같이 그래핀을 주제로 한 연구들에서는 미래창조과학부 및 산업통상자원부 산하의 총 9개 기관에서 21개의 연구과제를 수행한 것으로 나타났다. 관련분야의 연구를 가장 많이 수행한 연구기관으로는 한국과학기술연구원, 한국원자력연구원, 재료연구소 순으로 나타났으며, 6T기술코드의 경우 그래핀의 기본 특징을 반영한 나노소재연구가 주를 이루었다.

<표 4-8> 그래핀 관련 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드

랭킹	부처명		과제수행기관		6T기술코드		기술수명주기		연구개발단계		한글유사 키워드	
	명칭	빈도	명칭	빈도	명칭	빈도	명칭	빈도	명칭	빈도	명칭	빈도
1	미래창조과학부	18	한국과학기술연구원	6	나노소재기술(나노분말소재, 광학외.)	5	도입기	12	기초연구	12	슈퍼커패시터, 3차원 구조체	3
2	산업통상자원부	3	한국원자력연구원	4	위의 미래유망신기술 (6T) 세분류에 속하지 않는 기타 연구	4	기타	6	개발연구	4	초고온 가스로, 화학기상증착	2 (각)
3	-	-	재료연구소, 한국전자통신연구원	3	기타 나노소재기술, 나노신기능분자합성기술	2 (각)	성장기	3	응용연구	4	탄소나노튜브	
4	-	-					-	-	기타	1	2차원 나노재료, 하이브리드	
5	-	-	한국생산기술연구원	2	가변파장 광소자 기술 외 7개	1 (각)	-	-	-	-		

<표 4-9> 그래핀 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계

연구비합계(백만 원)				참여연구원 인원수(명)			
최소	최대	중앙	평균	최소	최대	중앙	평균
41	5,030	300	1,072	1	114	9	17.8

연구단계를 나누어 살펴보면 첨단소재기술인만큼 아직까지는 기초연구가 전체 중 57.1%를 차지하고 있으나, 개발 및 응용연구 부분의 연구 또한 각각 19%의 비중을 차지하고 있어 단계별 연구가 골고루 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 그래핀 관련 키워드 중 그래핀의 고유한 특징이 반영된 단어인 '그래핀', '3차원 구조체', '탄소나노튜브', '2차원 나노재료' 등을 제외하고, 그래핀 기술을 응용하는 특성을 지닌 키워드를 분석한 결과, 대표적으로 '슈퍼커패시터', '초고온가스로', '화학기상증착' 등의 기술에 대해 2개 이상의 연구기관에서 수행하고 있는 것으로 나타났다.

해당 과제 중 유사한글키워드 상위 3개 중 '슈퍼커패시터'가 포함된 과제는 연구비 기준으로 먼저, '흑연자원을 이용한 그래핀계 에너지저장소재 제조 실증화기술개발(기업지원사업)'을 들 수 있다. 이 과제의 경우는 총 연구비 10억 8천만 원, 연구자 수 8명으로 구성되어 있었다. 그 외에 '에너지 수확소자의 고효율 인터페이스 및 관리 회로 기술 개발' 과제의 경우, 총 연구비 1억 8천만 원과 연구자 수 9명으로 구성되어 있었다.

그 외에도 '2차원 나노재료의 3차원으로의 확장과 차세대 에너지 저장소자 개발' 과제의 경우, 총 연구비 4천여만 원과 연구자 수 1명으로 구성되어 있었으며, 이 과제의 경우, '슈퍼커패시터' 혹은 '초고성능 축전기'라는 키워드를 공유하고 있었다. 상기 나열한 그래핀 소재를 이용한 에너지저장 장치 관련한 연구주제로 대부분이 수명주기 기준으로 도입기에 분포해 있으나, 그 중, '성장기' 단계의 연구가 수행되었었음을 확인하였다. 또한 연구비가 가장 큰 첫 번째 과제가 기술사업화를 목적으로 하는 개발연구단계이며, 나머지는 기초연구 수준인 것으로 파악되었다.

다음으로 한글키워드 중 '화학기상증착'을 포함하는 과제 중 'VHTR 노심지지 구조물용 흑연 산화방지 코팅 기술 개발'의 경우, 총 연구비 3억원과 연구자 수 5명으로 구성되어 있었으며, '초고온가스로'의 키워드를 포함하였다. '초고온가스로' 및 '화학기상증착' 키워드를 포함하는 과제들의 경우, 해당 키워드들을 제외하고는 유사한 키워드를 공유하고 있지 않기 때문에 유사연구영역으로서 고려하기 위해서는 해당 연구내용을 전문가를 통해 살펴볼 필요가 있다고 사료된다.

한편, 그래핀 관련 과제의 연구비는 <표 4-2>와 같이 최소 4천백만 원에서 최대 50억 원 사이에 분포하며, 평균은 10억 7천만 원으로 나타났으며, 중앙값은 3억 원으로 상대적으로 대형과제보다는 소형과제들이 많은 것으로 나타났지만, 20억 원 이상의 대형과제들이 약 28%(5개)를 차지하며, 규모가 큰 연구도 많이 진행 중임을 알 수 있다.

마. 사물인터넷 사례

<표 4-10>과 같이 사물인터넷을 주제로 한 연구들에서는 미래창조과학부, 산업통산자원부, 국토교통부 3개 산하의 총 6개 기관에서 총 17개의 연구과제를 수행하고 있는 것으로 나타났다. 이 중, 한국전자통신연구원, 한국과학기술연구원, 한국건설기술연구원 등의 순으로 관련연구 과제를 많이 수행하고 있는 것으로 나타났으며, 6T기술코드는 사물인터넷의 특징을 반영한 기타 정보기술이 주를 이루었고, 기술수명주기별로는 도입기가 전체 과제 중 약60%로 대다수였으며, 기타, 성장기 기술도 각각 약20%의 비중을 차지하였다.

연구개발단계별로는 개발, 기초, 응용의 세 가지 연구개발단계가 각각 5개씩 단계별로 균형있게 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 사물인터넷 관련 키워드 중 '사물인터넷', '인터넷' 등의 해당 관련 연구의 원초적 특징이 반영된 키워드를 제외한 단어들 중 고유한 기술적 특성을 지닌 키워드를 분석한 결과, 대표적으로 '네트워크', '스마트' 등의 한글유사키워드가 가장 빈도 높게 도출되었다.

한편, 사물인터넷의 연구비는 <표 4-11>와 같이 최소 2천 5백만 원에서 최대 98억 원 사이에 분포하며, 중앙값 3억 원, 평균값 12억 5천 3백만 원으로 나타났다. 해당 과제의 과제비가 90억 원 이상인 경우는 1건, 30억 원 이상인 경우는 2건, 10억 원 이상인 경우는 1건으로 나타났다. 나머지 과제는 1억 5천만 원 이상 10억 미만의 12건과 1억 원 미만의 1건이 있었다. 참여연구원수의 경우 최소 2명에서 최대 74명 사이에 분포되었으며, 중앙값 7명, 평균값 19명으로 나타났다.

해당 과제 중 한글유사키워드로 '스마트'가 포함된 과제로는 '광역 U-city 서비스를 위한 스마트시티 기술 표준화 기반 조성'이 있었다. 이 과제의 경우, 총 연구비 26억 원, 참여연구원 7명으로 구성되어 있었다. 그 외에도 '스마트'가 포함된 과제로는 '스마트팩토리 연동 및 상호운용성 기술 표준개발' 과제가 총 연구비 5억 3천 4백만 원과 참여 연구원 25명과, 'IoT 표준플랫폼 연동형 스마트 사이니지 시스템 기술개발' 과제가 총 연구비 6억 6천 7백만 원, 참여 연구원 21명으로 구성되어 있었다. 3과제 중 2개 과제는 기술수명주기가 '도입기'로 일치하였으나 나머지 한 개의 과제는 '기타'로 상이하였다. 또한 연구개발단계의 경우 '응용연구', 개발연구, '기타'로 각각 상이하였다. 또 다른 키워드인 '네트워크'를 포함한 과제로는 '사물 인터넷 국제표준화 리더십 확보를 위한 ISO/IEC JTC 1 신규 위원회 설립'이라는 과제가 총 연구비 3억 1천 4백만 원과 참여 연구원 5명으로 구성되어 있었다. 그 외에도 '인터넷 기반 IoT 연동 기술 표준개발' 과제가 총 연구비 5억 원, 참여 연구원 7명으로 구성되어 있었으며 '자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심기술 개발' 과제의 경우, 총 연구비 98억, 참여 연구원 46명으로 구성되어 있었다. 이 중 2개 과제는 기술수명주기가 도입기로 일치하였으나 나머지 한 개의 경우 '기타'로 상이하였다. 또한 2개 과제의 연구개발단계는 '기초연구'로 일치하였으나, 나머지 한 개의 경우 '응용연구'로 일치하지 않았다.

<표 4-10> 사물인터넷 관련 연구 상위 5위 부처명, 기관명, 6T 기술코드, 기술수명주기, 개발단계, 키워드

랭킹	부처명		과제수행 기관명		6T기술코드		기술수명주기		연구개발단계		한글유사 키워드	
	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도	이름	빈도
1	미래창조과학부	11	한국전자통신연구원	12	기타정보기술	8	도입기	10	개발연구 기초연구 응용연구	5 (각)	네트워크	2
2	산업통상자원부	4	한국과학기술연구원	2	기타네트워크기술, 기타정보처리시스템 및 S/W 기술 외.	2	기타	4			스마트 외.	1
3	국토교통부	2	한국건설기술연구원 외.	1	집적회로기술 외.	1	성장기	3			-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 4-11> 사물인터넷 관련 연구비합계 및 참여연구원 기술통계

연구비합계(백만 원)				참여연구원 인원수(명)			
최소	최대	중앙	평균	최소	최대	중앙	평균
25	9,800	300	1,253	2	74	7	19

4.3 R&D 우선순위 결정 결과

가. 우선순위 분석 결과

일반적으로 AHP와 ANP를 이용한 변수의 상대적 중요성 평가는 해당 분야의 전문가, 최종 의사결정자의 평가를 통해 이루어진다. 본 연구에서는 정부가 공공 R&D 조정에서 고려해야 할 요인을 찾고 유사 영역 과제의 우선순위 적용에 활용하고자 했기 때문에, 연구진은 물론 과학기술경영정책 전문가(교수)를 대상으로 설문조사를 실시하였다. AHP를 위해 배포된 설문 중에서 12부를 회수하였고, 답변의 일관성이 결여된 설문을 제외하고 분석했다.[1)]

먼저 대분류 3종에서 대한 AHP 설문은 일관성이 크게 부족한 결과가 나타났는데, 상대비교

설문과 동시 시행된 순위 설문을 바탕으로 불완전 설문으로 간주해 설문 결과 분석했다. 구체적으로는 일관성이 부족한 설문 결과 중에서 상대 비교 설문 결과가 순위 설문 문항의 응답을 위배하는 경우만 설문 결과를 삭제하고 대신 불완전 응답으로 간주해 AHP 분석을 수행한 것이다. 일관성이 높은 11개의 설문 결과를 활용해 AHP 분석을 수행했으며,[2] 고유값(eigenvalue)의 산출을 위한 고유값 수렴 방법은 자승법을 활용했으며(안해일, 2007), 각각의 중요도(이하 가중치) 즉 고유값이 1% 이하의 차이로 수렴될 때까지 자승법을 적용했다. 중분류에 대해서는 보조적 순위 설문을 생략했고, 상대적으로 일관성이 높아서 일관성이 부족한 설문 2종을 제외한 설문을 분석해 활용했다.

AHP 설문과 분석 결과는 <표 4-12>와 같은데, 대분류에서 보면 효과성이 46.1% 가중치로 가장 높았으며, 효율성이 39.6%로 뒤를 이었다. 공공 R&D의 조정에서 직접적인 성과보다는 공공성이 강한 효과성이 보다 높은 우선순위가 나왔음 주목할 필요가 있다. 효율성 하위 지표를 보면 과학적 성과가 44.7%를, 기술적 성과가 34.0%를, 경제적 성과가 21.3%로 나타나서, 출연연 중심의 공공 R&D의 효율성 측면에서는 경제적 성과보다는 과학적 성과나 기술적 성과의 우선순위가 높은 것으로 나타났다. 효과성 하위 지표를 보면 사회적 파급효과가 77.0%로 다른 하위 요인을 압도하는 것으로 나타났다. 출연연 중심의 공공 R&D의 효과성 측면에서는 사회적 파급효과가 매우 중요한 것으로 나타나서 인적자원 고용, 지역사회 기여, 공공복지 기여와 같은 사회적 파급효과가 공공 R&D에서 매우 중요한 정책적 고려 요인임을 확인할 수 있었다.

<표 4-12> AHP 통합분석 결과

대분류 지표 (가중치)	중분류 지표	가중치	전체 가중치	전체 가중치 (대분류 기타 제외)
효율성 (0.3955)	과학적 성과	0.4471	0.1768	0.2065
	기술적 성과	0.3402	0.1345	0.1571
	경제적 성과	0.2127	0.0841	0.0983
효과성 (0.4607)	사회적 파급효과	0.7697	0.3546	0.4142
	인프라 파급효과	0.1669	0.0769	0.0898
	기타 파급효과	0.0634	0.0292	0.0341
기타 정성적 지표 (0.1438)	해당없음		0.1438	

전반적으로 보면 역시 사회적 파급효과가 35.5% 매우 비중이 높게 나타났으며, 다음으로 과학적 성과, 기타 정성적 지표, 기술적 성과의 가중치가 높게 나타났다. 측정이 어려운 대분류인 기타 정성적 지표를 제외한 경우를 보면 사회적 파급효과가 41.4%로 높아졌다. 이상의 AHP 분석 기반의 정책적 우선순위를 활용하면, 우리는 출연연의 유사 R&D 조정을 위한 과제들의 우선순위도 도출할 수 있게 된다.

1) 일반적으로 일관성(CR) 값이 0.1이하인 경우를 분석에 활용하지만, 본 연구에서는 설문의 구성과 용도를 고려해서 0.2 수준에서 일관성 한계를 설정했다.
2) 역시 일관성 기준 0.2를 적용했으며, 응답자 간의 설문결과는 기하평균을 활용해 병합했다.

나. NTIS를 활용한 데이터 기반의 우선순위 결정 방법 제안

본 연구에서는 도출된 지표 중 과제별 효율성 및 효과성을 데이터 기반으로 한 우선순위 결정방법을 제안하고 이를 통해 정량적인 평가를 수행하기 위하여 <표 3-2>에서 제시된 R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표를 NTIS에서 활용 가능한 데이터와 연계하였다. 즉, NITS에서 대응지표가 있는 경우만 측정하고 경쟁 과제들끼리의 상대평가방식으로 평가토록 하였다.

이 때, 대분류와 중분류의 가중치는 연구참여자와 전문가의 의견을 영하여 조정토록 하였으며 투입지표의 경우, 매몰비용으로 간주하여 비교지표로 직접적인 고려가 되지 않은 반면 연구비 합계액이 효율성 평가 시 연구비대비 성과측정으로 사용되었다. 외생적인 요인을 고려하고 효율성의 의미를 고려하기 위해서 효율성 지표들은 모두 연구개발비로 나누어진 상대적인 평가결과를 활용했으며, 연구개발비의 통계적 분포를 고려해서 자연로그값으로 변환한 후 활용하였다. 아래의 <표 4-13>는 이상적인 모델이라 볼 수 있는 <표 3-2>의 R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표를 실질적으로 측정하기 위해 NTIS 대응지표를 연계한 것이다.

<표 4-13> R&D 효율성 및 효과성 제고 관련 지표 및 NTIS 대응지표

목표	성과분야	유형1	유형2	지표	NTIS
효율성 제고	과학적 성과	논문	SCI	표준화된 영향력 지수	학술지 임팩트 팩터
				표준화된 피인용 지수	X
				기관별 우수논문 생산지수	X
				국제공동논문비율	국내외구분 (해외논문/ 총 논문)
			KCI	표준화된 영향력 지수	학술지 임팩트 팩터
				표준화된 피인용 지수	X
				기관별 우수논문 생산지수	X
				국제공동논문비율	국내외구분
		신자원 물질	생명자원	생물자원/생명정보 수집실적	X
			화합물	분양실적, 연구성과지수	X
				등록건수	X
				활용실적,연구성과지수	X
	기술적	지식재산	특허	3극 특허	출원국가명

목표	성과분야	유형1	유형2	지표	NTIS
	성과				(개수)
				질적평가(특허청)	X
				표준특허	X
			비특허	가치평가	X
				특허 외 성과	지식재산권 종류구분명 (특허 제외)
		비지식재산	기술혁신	선진국 대비 기술수준	X
				가치평가, 정성평가	X
		성장동력창출	SW/서비스/제품/플랜트 개발	SW 등록건수	X
				비즈니스 개발	X
		사회적 평가	포상	포상등급	X
				정부선정 우수평가	X
	경제적 성과	직접	기술료	기술료	기술료발생액
			경제적효과	수입대체	X
		간접	기술의 활용효과	매출기여	X
			중소기업지원	기업지원 인수	X
		기술사업화	기술사업화	매출기여	당해연도매출액 (사업화)
		연구개발서비스	연구개발서비스	지원규모	X
		인적자원 고용	창업	창업업체	사업화 업체 수
효과성제고	인프라적 성과	연구인프라	공동활용 시설장비	계획 대비 공정율	X
				시설장비 가동률	X
			단독활용 시설장비	시설장비 구축건수	X
				시설장비 가동률	X
			전산시스템	정보활용도	X
				시스템가동률	X
		우주	우주개발	우주물체 궤도 투입	X
			우주활용	위성정보활용	X
		국방	무기체계	시험인증 통과 여부	X
	사회적 성과	인적자원·고용	인력양성	해당분야졸업자수	인력양성대상수
				해당분야취업자수	인력양성학위구분
				연수지원*	학술연수* (국내연수인원)
			일자리창출	창업기업신규고용규모	사업화고용 창출인원
				추가고용	
		지역사회	지역발전	지역수혜기업의 성장기여도 (고용증대,	X

목표	성과분야	유형1	유형2	지표	NTIS
				주민소득증대)	
		공공복지	정책효과	무상기술이전 및 보급	X
			공공 서비스	서비스 만족도	
		국제협력	국제인력교류	연수지원 *	
			기반강화	해외센터 등 해외거점마련	학술연수* (국외연수인원)
				해외연구기관 유치	
	기타 파급효과				

다. R&D 과제 우선순위 결과

앞의 4.1.3에 제시된 유사 영역 분석 시 주어진 6개의 각 과제들을 4.2.2에서 수행한 NTIS 데이터 기반 우선순위 결정 방법을 적용하여 효과성, 효율성 관련 지표들로 정량평가를 수행하였다. 평가 수행 시 사용된 정량적 지표들은 앞에서 미리 살펴본 바와 같이 NTIS에서 측정한 데이터로 구성되어 있었다. 하지만 NTIS상에서 실질적으로 본 연구에서 사용가능한 지표들은 전부가 아닌 NTIS가 보유한 데이터 중 한 부분이었다.

즉, NTIS에서 제공하고 있고 이 중 실질적으로 사용 가능하였던 지표들(또는 변수들)은 모두 효율성관련 지표들이었으며 효과성에 관련된 지표들의 경우, NTIS측에서 보유한 데이터들이 실질적으로 결측값 내지는 0인 값들이 많아 본 연구 상 유의미한 정량적 지표로 사용할 수 없는 한계가 존재하였다.

<표 4-14>는 6개 연구영역을 각각 효율성의 세 가지 성과분야인 지표들의 기술통계 값을 통합한 후 관련 지표들을 점수로 환산한 것이다. 4.2.1의 AHP분석 시 9단계의 점수를 부여했던 것처럼 효율성관련 지표들을 점수화 시 일관성 측면에서 역시, 1단계부터 9단계의 점수로 환산하였다. 아래의 표는 9단계의 점수로 환산하기위하여 효율성 관련 지표들의 기술통계를 9등분으로 절단하였을 시의 값을 보여준다.

효율성(과학적성과, 기술적성과 및 경제적 성과)의 9단계 절단값 및 점수구분 후에는 이들 세 가지 성과분류지표들의 각각 평균을 구한 후 4.2,1의 AHP분석 시 도출된 효율성제고 목적 관련 성과지표 중 과학적 성과의 가중치(0.4471), 기술적 성과의 가중치(0.3402), 그리고 경제적 성과의 가중치(0.2127)를 적용 후 세 가지 성과분류를 적산하였다.

<표 4-15>는 5개의 과제를 효율성측면에서 정량 평가하였을 적의 최종점수를 산출하여 1순위부터 5순위까지 제시한 결과이다. 예를 들어 아래표의 그래핀 연구영역의 효율성 1순위과제로 선정된 ETRI 창의연구실 사업의 경우, 과학적 성과, 기술적성과, 경제적성과는 이미 가중치가 적용된 값을 보여준다. 여기에 최종점수는 3개의 성과분류가 적산된 값에 10/9를 곱한 값으로 의미상 9단계점수를 10점 만점의 점수 기반으로 환산한 것이다. 이는 앞에서 9단계로 절단한 값을 직관적으로 보다 쉽게 이해하기 위한 방법 및 가독성을 높이기 위한 수단으로 이해하면 된다.

<표 4-14> 효율성(과학적성과, 기술적성과 및 경제적 성과)의 9단계 절단값 및 점수구분

과학적성과 9단계 절단값		SCI논문연구비대비	비SCI논문연구비대비	국내논문연구비대비	국외논문연구비대비	전체논문수연구비대비	해외논문비율	Impact Sum 연구비대비	Impact Avg 연구비대비
백분위수	11.11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	22.22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	33.33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	44.44	0.000	0.000	0.000	0.051	0.055	0.143	0.000	0.000
	55.56	0.053	0.000	0.000	0.106	0.161	0.500	0.000	0.000
	66.66	0.110	0.051	0.046	0.161	0.300	0.824	0.144	0.034
	77.77	0.204	0.288	0.145	0.312	0.447	1.000	0.477	0.119
	88.88	0.419	0.563	0.348	0.635	0.842	1.000	1.512	0.246
0값의 점수부여		4점	5점	5점	3점	3점	4점	5점	5점

기술적성과 9단계 절단값		국내출원연구비대비	해외출원연구비대비	PCT출원연구비대비	전체출원연구비대비
백분위수	11.11	0.000	0.000	0.000	0.000
	22.22	0.000	0.000	0.000	0.000
	33.33	0.000	0.000	0.000	0.000
	44.44	0.000	0.000	0.000	0.000
	55.56	0.048	0.000	0.000	0.052
	66.66	0.055	0.000	0.000	0.101
	77.77	0.147	0.000	0.000	0.183
	88.88	0.244	0.052	0.000	0.310
0값의 점수부여		4점	5점	5점	3점

경제적성과 9단계 절단값		기술료 당해연도 발생액 연구비대비	사업화 주체수 (지원여부)
백분위수	11.11	0.000	0.000
	22.22	0.000	0.000
	33.33	0.000	0.000
	44.44	0.000	0.000
	55.56	0.000	0.000
	66.66	0.000	0.000
	77.77	0.000	0.000
	88.88	0.000	0.000
0값의 점수부여		5점	5점

5개의 연구영역별로 가장 효율성이 높은 과제명을 살펴보면 태양전지부터 사물인터넷까지 플라즈마 융합 원천 연구사업(태양전지), 분석기술개발 연구(바이오마커), 대형통합 스마트 네트워킹 핵심 기술 개발(빅데이터), ETRI 창의연구실 사업(그래핀), 그리고 CBMS 핵심기술 개발사업(사물인터넷)로 나타났다.

먼저 연구영역별로 상위5개과제로 선정된 결과들을 살펴보면, 5개의 연구영역을 불문하고 수명주기 상 도입기에 있는 과제들이 총 25개 중 19개로 많이 포진되어 있음을 볼 수 있다. 수명주기 분류가 다소 작위적인 요소들이 있다는 점을 감안하더라도, 연구개발단계 상에서는 전반적으로 5개의 연구영역이 주로 기초단계(11건)에 있는 것을 보아 (그 외 개발(7건), 응용(5건), 기타(2건)), 본 연구에서 가장 효율적이다고 평가(된 과제들은, 대부분 도입기 및 기초단계에 있는, 즉 앞으로 계속해서 연구, 개발 및 상용화가 활발히 진행되고 R&D투입 및 산출의 증가가 예상되는 과제들이었음을 알 수 있었다.

<표 4-15> 최종점수 상위 5개 과제들

분류	랭킹	국문 과제명	최종 점수	과학적 성과	기술적 성과	경제적 성과	과제수행 기관명	부처명	수명주기 코드명	연구개발 단계
태양전지	1	플라즈마 융합 원천 연구사업	8.53	2.72	3.47	1.49	국가핵융합연구소	미래창조과학부	도입	기초연구
	2	양자구조체 기반 고효율 초저가 태양전지 기술개발	8.34	2.55	3.47	1.49	한국기계연구원	산업통상자원부	도입	기초연구
	3	신규 공액계 광활성소재를 도입한 15% 고분자박막 태양전지 원천기술개발	8.05	2.55	3.63	1.06	한국화학연구원	산업통상자원부	도입	개발연구
	4	멀티스케일 플라즈모닉 광에너지 기술	7.77	2.64	3.3	1.06	한국과학기술연구원	미래창조과학부	기타	기초연구
	5	차세대 태양전지 고효율화 기술개발	7.71	5.88	2.64	3.3	한국과학기술연구원	미래창조과학부	성장기	기타
바이오마커	1	분석기술개발 연구	8.12	2.89	3.35	1.06	한국기초과학지원연구원	미래창조과학부	도입	기타
	2	신경-교세포 화학 · 멤스 연구	7.78	2.55	2.96	1.49	한국과학기술연구원	미래창조과학부	도입	기초연구
	3	메타볼로믹스와 생체영상 융합 연구	7.66	2.55	2.85	1.49	한국기초과학지원연구원	미래창조과학부	도입	기초연구
	4	환경성	7.34	2.47	3.07	1.06	한국과학	환경부	도입	기초

분류	랭킹	국문 과제명	최종 점수	과학적 성과	기술적 성과	경제적 성과	과제수행 기관명	부처명	수명주기 코드명	연구개발 단계
		폐질환 유발 유전체 조기진단					기술 연구원			연구
	5	체외 혈관화 통합 플랫폼 원천기술 개발	7.3	2.21	3.3	1.06	한국과학 기술 연구원	미래창조 과학부	도입	기초 연구
빅데이터	1	(대형통합) 스마트 네트워킹 핵심 기술 개발	8.59	2.72	3.52	1.49	한국전자 통신 연구원	미래창조 과학부	기타	개발 연구
	2	초고성능 컴퓨팅 기반 건강한 고령 사회 대응 빅데이터 기술개발	7.77	2.3	3.63	1.06	한국과학 기술정보 연구원	미래창조 과학부	성장	응용 연구
	3	(딥뷰-1세부) 실시간대규 모영상데이 터이해 · 예 측을위한고 성능비주얼 디스커버리 플랫폼개발	7.77	2.64	3.3	1.06	한국전자 통신 연구원	미래창조 과학부	도입	기초 연구
	4	단체급식 식중독 예방을 위한 안전관리 및 제어기술 개발	7.62	2.55	3.24	1.06	한국식품 연구원	미래창조 과학부	도입	응용 연구
	5	도시의 삶의 질 향상을 위한 센서 기반의 시민 관측 커뮤니티 개발	7.12	2.13	2.79	1.49	한국건설 기술 연구원	산업통상 자원부	도입	개발 연구
그래핀	1	ETRI 창의연구실 사업	8.49	2.47	3.69	1.49	한국전자 통신 연구원	미래창조 과학부	도입	기초 연구
	2	흑연자원을 이용한 그래핀계 에너지저장 소재 제조	8.21	2.64	3.69	1.06	한국지질 자원 연구원	미래창조 과학부	도입	개발 연구
	3	나노카본 기반 소프트 소자용 하이브리드 전극 개발	7.97	2.98	3.13	1.06	한국전기 연구원	미래창조 과학부	성장	응용 연구
	4	(보안과제)2D 나노 하이브리드 전자소재 개발	7.71	2.64	3.24	1.06	한국과학 기술 연구원	미래창조 과학부	기타	기초 연구
	5	재난대응 및 안전을 위한 센서시스템 개발	7.56	2.55	3.19	1.06	한국과학 기술 연구원	미래창조 과학부	도입	개발 연구
사물	1	ICBMS(IoT, 클라우드,	6.9	2.3	2.85	1.06	한국전자 통신	미래창조 과학부	도입	개발 연구

분류	랭킹	국문 과제명	최종 점수	과학적 성과	기술적 성과	경제적 성과	과제수행 기관명	부처명	수명주기 코드명	연구개발 단계
인터넷		빅데이터, 모바일, 정보보호) 핵심 기술 개발 사업					연구원			
	2	Machine Socialization 기술 표준개발	6.75	2.72	2.29	1.06	한국전자통신연구원	미래창조과학부	도입	기타
	3	인터넷 기반 IoT 연동 기술 표준개발	6.72	2.47	2.51	1.06	한국전자통신연구원	미래창조과학부	도입	응용연구
	4	스마트 경량 IoT 기기용 운영체제 보안 핵심 기술 개발	6.3	1.7	2.91	1.06	한국전자통신연구원	미래창조과학부	도입	개발연구
	5	Embeded RF모듈을 활용한 산업/재해 현장안전관리시스템 개발(1/2)	5.56	2.04	1.9	1.06	한국생산기술연구원	미래창조과학부	성장	기초연구

<표 4-16>과 같이 태양전지, 바이오마커, 빅데이터, 그래핀, 사물인터넷의 과제우선순위로 선정된 5개 과제들(총25개)의 과학적성과, 기술적성과, 그리고 경제적 성과 간 상관계수를 보면 성과분류 간에 모두 양의 방향을 띄고 있지만 통계적으로 유의미하지 않음을 알 수 있다. 상관계수의 크기 또한 크지 않은 것으로 보여 다중공선성이 존재하지 않으며, 서로 독립적인 지표가 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

<표 4-16> 과학적성과, 기술적성과, 경제적성과 간 상관계수

		과학적성과	기술적성과	경제적성과
과학적성과	Pearson 상관계수	1	0.277	0.090
	유의확률 (양쪽)		0.180	0.667
	N	25	25	25
기술적성과	Pearson 상관계수	0.277	1	0.110
	유의확률 (양쪽)	0.180		0.553
	N	25	25	25
경제적성과	Pearson 상관계수	0.090	0.125	1
	유의확률 (양쪽)	0.667	0.553	
	N	25	25	25

Ⅴ. 토의 및 결론

본 연구는 먼저 국가 R&D사업 유사영역의 현 위치에 대한 인식(cognition)과 구조 및 형태에 대한 휴리스틱을 제시하기 위하여 위한 NTIS의 2015년 데이터를 사용하여 키워드 중심으로 두 단계의 네트워크분석을 수행하였다. 먼저는 국가 R&D 전체 차원에서 유사영역의 전반적 형태(morphology)를 제시하고 미래창조과학부 소관 정부출연연 25개 기관의 세부적인 유사영역 형태를 제시하여 국내의 과학기술정책적(S&T policy related contexts) 또는 과학기술학적(STS related contexts)인 현상들을 시각화하였다.

본 연구의 키워드 네트워크 시각화 결과, 2015년 해 동안 수행된 모든 연구주제를 다루는 만큼 전체적으로 고르게 분포한 양상을 띠며 동시출현횟수가 가장 많은 단어로는 ‘국제협력’, ‘기술지원’, ‘기후변화’, ‘중소기업’, ‘기술사업화’, ‘표준화’ 등 현 출연연의 임무 및 현 정부에서 강조하고 있는 정책 및 의지에 대한 반응들이 많이 표출되어 있고 군집의 중심을 이룸을 알 수 있었다. 여기서 얻을 수 있는 중요한 시사점은 키워드 동시출현횟수 기반의 분석 결과, 먼저 국가R&D사업이 전반적으로 기술적 영역끼리의 군집화를 이룬 다기 보다는 사회경제적 맥락(socio-economical contexts dimensions)이 중심이 되어 과학기술적 영역들(S&T dimensions)이 상대적으로 덜 군집화를 이루고 있다는 점이다.

또한 사회경제적 맥락(socio-economical contexts based) 중심의 단어들을 제외한 이른바 순수과학, 기술적 키워드만을 놓고 네트워크분석 한 결과, 전반적으로 연결강도가 낮은 관계들이 많았다. 즉, 출연연의 과학기술(S&T based) 중심적 단어들만으로 정제한 결과, 수많은 분야들이 군집되어 있다기보다는 넓게 퍼져있는 형태를 보이고 있다는 것이다.

더 나아가 유사성이 높은 데이터를 중심으로 다시 클러스터링 한 결과, <그림 4-3>과 <그림 4-4>에서 볼 수 있듯이 가장 크고 광범위한 군집을 이루는 주조, 나노소재, 표면처리와 같은 키워드에서 볼 수 있듯이 단일학제(diciplinary)중심이 아닌 기술응용중심(application based)적이며 다학제적인 상호작용(transdiciplinary interaction)이 국가 R&D 유사영역의 지배적인 현상으로 보이고 있음을 알 수 있었다. <표 4-1>에서 볼 수 있는 태양전지(2번 군집), 바이오마커(3번 군집), 방사선(4번 군집) 등으로 대표되는 대다수의 군집들(1, 2, 3, 4, 6, 7, 8번 군집)이 적용중심의 다학제적인 형태를 띠고 있었지만 5번 군집(빅데이터, 사물인터넷, 클라우드, 센서)이 이른바 ICT군집으로, 또한 9번 군집(펩타이드, 바이오, 바이오매스)을 생명과학 군집이라고 볼 수 있을 정도의 다른 군집에 비해 두 군집의 경우, 비교적 단일학제 중심으로 군집을 이루는 형태를 보였다.

또한 4차 산업혁명과 관련하여 미래유망 기술로 현재 많이 논의가 되고 있는 빅데이터 및 사물인터넷 또한 클러스터를 이루고 있음을 보여 사회경제적 맥락(Socio-economical keywords per se)중심의 단어자체들을 제외시키더라도 과학기술 중심의 키워드들이 사회경제적으로 이슈화 되거나 트랜드화된 과학기술영역들 중심으로 군집을 이루고 있는 현상들이 보이고 있음을 확인하였다.

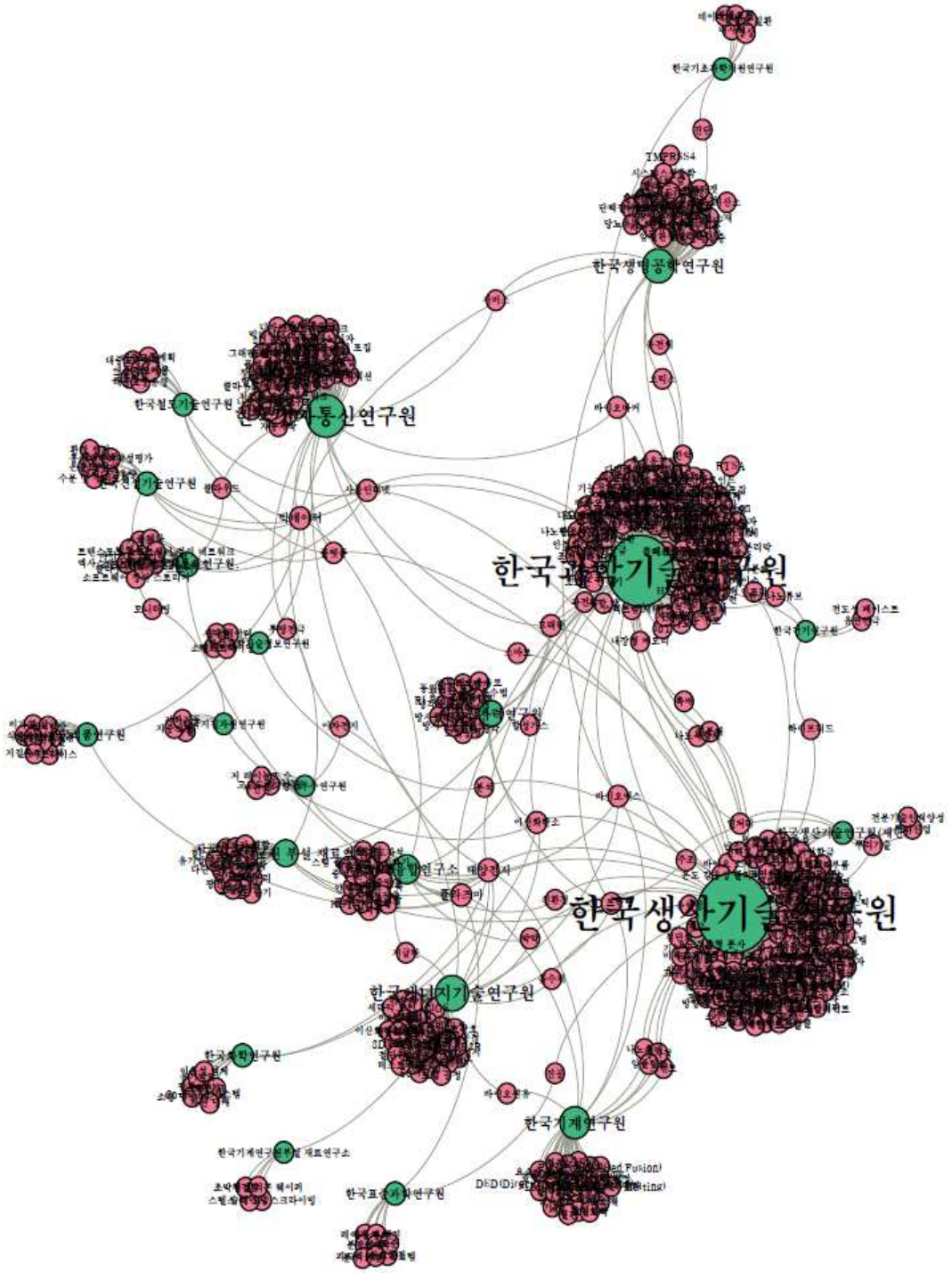
또한 출연연 기관별로 R&D의 유사영역 추출 결과와 우선순위 도출에 활용된 5개 영역의 의미를 <그림 5-1>에서 확인할 수 있는데, <그림 5-1>에는 과학기술 출연연과 주요 키워드의 네트워크를 보여주고 있다. 기관과 주요 키워드의 네트워크분석을 통해 얻을 수 있는 시사점은 첫째, 대다수의 연구원들은 고유의 연구 영역이 확고하다는 것이다. <그림 5-1>을 보면 모든

기관은 다른 기관과 거의 공유하지 않는 키워드가 대다수다.[3)]

두 번째, 그럼에도 불구하고 일부 키워드는 기관 간의 네트워크를 구성하고 있는데, 태양전지, 플라즈마, 3D 프린팅, 나노복합체, 그래핀, 바이오마커, 빅데이터 등으로 대부분 본 연구에서 언급된 키워드들로 다학제적이고 적용중심적인 과학기술분야가 주된 공유 영역임을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 이러한 영역을 유사영역이라 볼 수도 있지만 다른 연구기관과 융합연구가 가능한 유망 영역으로 해석할 수도 있었다. 세 번째 연구기관의 전반적인 특징을 확인할 수 있었다. 다양한 분야를 섭렵하는 기관이 있는가 하면, 기관의 규모에 비해서 집중된 키워드만 집중하는 기관이 나타나는 것이다.

본 연구를 통해 국내 출연연 R&D사업이 Mode1형 과학기술지식생산 및 Mode2형 과학기술지식생산 형태가 공존하는 과학기술사회학적 현상을 보이고 있음을 확인하였다. 즉, 기관별 고유영역이 확고히 보이는 다소 Mode 1적인 형태와 보다 사회경제적인 맥락과 필요 및 유망성을 따르고, 다학제적, 적용중심적이며 과제별로 다양한 과제수행기관들이 과제들을 동시에 수행하는 Mode 2적인 형태가 출연연의 R&D사업 내에 공존함을 볼 수 있었다. 향후 기존 과학기술정책 및 과학기술학의 문헌에서 규명된 여러 현상들과 국내의 R&D의 형태를 비교분석할 경우, 국가 R&D의 맥락 및 추세의 특수성을 더욱 자세히 살펴 볼 수 있을 것으로 기대된다.

3) <그림 5-1>은 출연연 상위키워드를 중심으로 가독성을 높이기 위해서 재구성한 것으로 모든 상위 키워드로 구성된 된 것은 아님을 밝힌다.



<그림 5-1> 2015년도 전체 수행과제 대상 수행기관과 키워드의 2중 네트워크 시각화

또한 본 연구는 유사R&D사업의 효율성 및 효과성 제고 측면의 정책목표 수립, 전략, 실행의 전 단계에 걸친 의사결정에 있어 정량적 데이터 위주의 객관적인 과제우선 순위 지표들을 제시 제시하였다. 즉, 국가 R&D사업의 효율성 제고를 위한 과제 우선순위 평가지표들을 마련하고 지표들의 가중치를 측정 정책 수립과 조정에서 고려해야 할 목표에 대해 우선순위를 설정하여 올바른 정책 수립(planning)과 집행(practice&action)에 있어 연계를 강화시키고 국가적으

로 한정된 자원의 최대한 효율적 사용을 위한 보다 객관적인 평가절차를 제시하였다는데 학문적이고 실용적인 의의가 있다.

본 연구에서 수행한 우선순위 결정이란 변수들 사이에 상대적인 중요성을 결정하는 것을 의미하며 정책 목표의 우선순위 설정은 정부가 무엇을 계획하고 실행하고 있는지를 국민에게 보여주는 핵심적인 지표가 되기 때문에 중요한 작업이라 할 수 있다. 앞서 살펴본바와 같이 본 연구에서는 정성적 변수를 서로 비교하여 우선순위를 도출하는 다기준 분석법(Multi Criteria Analysis) 중 가장 널리 사용되고 있는 계층적 분석법(Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)을 사용하였다.

구체적으로 과제별 우선순위 상위5개의 결과들을 살펴보면, 5개의 연구영역을 불문하고 수명주기 상 도입기에 있는 과제들이 많이 포진되어 있음을 볼 수 있었다. 수명주기 분류가 다소 작위적인 요소들이 있다는 점을 감안하더라도, 연구개발단계 상에서는 전반적으로 5개의 연구영역이 주로 기초단계(11건)에 포진되어 있는 것을 보아 (개발(7건), 응용(5건), 기타(2건)), 각 연구영역 내에서 가장 효율적이라고 상대적으로 평가된 과제들은 대부분 수명주기 상은 도입기, 그리고 연구개발 단계 상기초단계에 포진해 있는 즉, 앞으로 계속해서 연구, 개발 및 상용화가 활발히 진행되고 R&D투입 및 산출의 증가가 예상되는 유망과제들이었음을 알 수 있었다.

태양전지, 바이오마커, 빅데이터, 그래핀, 사물인터넷의 과제우선순위 5개 과제(총25개)의 과학적성과, 기술적성과, 그리고 경제적 성과 간 상관계수를 보면 성과분류 간에 모두 양의 방향을 띄고 있지만 통계적으로 유의미하지 않음을 알 수 있다. 상관계수의 크기 또한 크지 않은 것으로 보여 다중공선성이 존재하지 않으며, 본 연구에서 도출된 과학적 성과, 기술적성과, 그리고 경제적 성과들이 각각 독립적인 지표가 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 제시한 과제우선순위 선정 지표들은 효율성에만 국한된 지표들이었으며 효과성에 관련된 지표들의 경우, NTIS측에서 보유한 데이터들이 실질적으로 결측값 내지는 0인 값들이 많아 본 연구 상 유의미한 정량적 지표로 사용할 수 없는 한계가 존재하였다. AHP분석 결과, 효과성이 효율성보다 더 높은 가중치를 부여받았음에도 불구하고 본 연구에서는 NTIS에서 추출 및 사용가능한 지표들은 모두 효율성 관련 지표들이었기에 분석 시 가용한 데이터 상의 한계가 존재하였다. 향후 효과성을 측정할 수 있는 방안과 함께 보다 다양한 국가 R&D사업의 이해관계자 및 평가자의 pool을 활용한 AHP분석을 통해 효과성 및 효율성에 관련된 지표들의 가중치 조정 및 지표 간 중요도의 변화 또한 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서 제시한 데이터 기반의 유사연구영역 추출방법은 가용데이터의 한계 외에도 국가 R&D 정책수립과 관련된 많은 이슈들 및 그에 따른 복잡성을 모두 감안하지 못한다는 한계를 갖고 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 정량적 유사연구영역 추출방법 및 과제 우선순위 도출의 방법은 정성적인 연구들과 상호보완적인 관계로 파악하고 사용 시 다양한 사회적, 경제적, 과학기술학적 맥락에 대한 고려와 함께 실행되어야 할 것이다. 하지만 측정하지 못한 효과성 및 다양한 맥락들이 모두 동일하다는 전제하에(ceteris paribus or holding other things constant), 본 연구가 제안한 R&D 과제의 효율적인 관리 및 평가지표는 학문적으로나 실무적으로 모두 유효하다고 볼 수 있다.

참고문헌

감사원 (2013), 「공공부문유사중복사업 식별・관리 실태와 주요이슈」

국가과학기술위원회 (2012), 「2012년 국가연구개발사업 유사중복 정비 추진계획(안)」

권오진 (2009) “과학계량학 기반 과학기술 지식 네트워크 구조 분석 모델 개발”, 서울시립대 박사학위논문.

김종배 (2014) “특허 정보를 활용한 R&D 과제 유사도 측정 모델”, 「한국정보통신학회논문지」, 18(5), pp 1013-1021.

김주호 외 (2012), “R&D과제의 기술분류를 이용한 사업간 유사도 분석 기법에 관한 연구”, 「Journal of Digital Contents Society」, 13(3), pp. 317-324

미래창조과학부 (2014), “국가연구개발사업 표준 성과지표(제4차)”

박근철 (2008) “연구성과 활용 극대화를 위한 유사성과검색에 관한 연구”, 「한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집」, 9(2), pp. 655-658.

박동진 외 (2009), “유사과제파악을 위한 검색 알고리즘의 개발에 관한 연구”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 9(11), pp. 54-62.

심준섭 (2011), “언어네트워크 분석 기법을 활용한 갈등프레임의 분석”, 「한국행정연구」, 20(2), pp 183-212.

안해일 (2007), “계층 분석적 의사결정 과정의 가중치 및 고유치 산출방법에 관한 비교 연구”, 「한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회」

이장재・한병환・최영훈 (2011), 「과학기술정책론: 현상과 이론」

이재규, “지방자치단체장의 정책우선순위에 관한 내용분석“, 영남대학교 행정대학원 석사학위논문, 2006

이재윤・최상희 (2013), “계량정보학분야의 협력연구 네트워크 및 문헌네트워크 분석 : 국가, 기관, 문헌단위 분석”, 「정보관리학회지, 30(1), pp.179-191.

장준구 (2014), 「정부출연연구기관의 효율성 분석 및 영향요인에 관한 연구: 과학기술계 연구기관을 중심으로」, 서울대학교 행정대학원 석사학위논문.

정영호 (2007), “보건관련 연구 사업의 우선순위 설정 기준 및 모델“, 「보건복지포럼」, 128, pp.105-113.

조재인 (2011), “네트워크 텍스트 분석을 통한 문헌정보학 최근 연구 경향 분석”, 「정보관리학회지」. 28(4), pp 65-83.

최신융・강제상・김선엽・임영제 (2009),「행정기획론」, 박영사.

최영출・박수정 (2010), 지역교육청 기능 재검토를 위한 초등학교 공문서 분석: 사회적 네트워크 분석방법의 적용. 「지방정부연구」. 14(3), pp 165-188.

최영출・박수정 (2011), “한국행정학의 연구경향분석: 네트워크 텍스트 분석방법의 적용”, 「한국행정학보」, 45(1), pp 123-138.

황석원(2006), 「SCI와 연구개발 성과 평가」, 과학기술정책연구원.

황석원 외(2009), 「국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안」, 과학기술정책연구원.

Dimock, M. E., (1960)., “Management in the USSR-Comparisons to the United States”. *Public administration review*, pp 139-147.

Government Accountability Office(2012), “Opportunities to reduce potential duplication in government programs, Save tax dollars and enhance revenue”, GAO-11-318SP.

Hsieh, H.F., & Sarah, E. S., (2005), “Three Approaches to Qualitative Content Analysis”, *Qualitative Health Research*, 15(5), pp 1277-1288.

Nees, J. Eck., Ludo W., (2010), “Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping”, *Scientometrics*, 84(2), pp 523-538.

Simon, H. A. S., Thompson, D. W., Simon, V. A. H. A., Smithburg, D. W., & Thompson, V. A., (1956), *Administracion publica,* No. 350/S59a.