

# 연구개발 사전기획 강화를 위한 NTIS 데이터 적용 연구: 플라즈마 기술 활성화 전략 수립 사례를 중심으로

황성하\* · 김유빈\*\* · 장한수\*\*\* · 최원재\*\*\*\* · 도현수\*\*\*\*\*

## 초록

본 연구는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 데이터베이스에 등록된 국내 국가연구개발(R&D)사업 중에 플라즈마 기술 관련 Raw-data를 분석하여 플라즈마 기술 분야에 대한 정부 부처별, 연구수행주체별, 연구개발단계별 등 국내 산학연 전반에 투입된 연구개발(R&D) 예산을 조사 및 분석하였다. 특히, 2012~2014년을 기준으로 플라즈마 기술 관련 연구수행주체(정부부처, 국공립연구소, 출연(연), 대학, 대기업, 중소기업, 중견기업) 각각에 대해 연구 관심 분야 및 핵심기술을 알 수 있는 척도인 연구개발단계(기초, 응용, 개발)와 과학기술표준분류체계 등을 포함한 상호 연계성을 식별 가능한 네트워크로 가시화하였다. 이에 본 논문은 NTIS 데이터 기반 다양한 관점의 시사점을 플라즈마 기술 활성화 전략 수립 사례에 적용함으로써 사전기획 강화를 위한 데이터 분석 방법을 제안한다.

## I. 서론

우리나라의 국가연구개발 투자는 '12년 GDP 대비 총 연구개발비 비중 세계 1위, 규모 세계 5위, 각각 상위권을 차지할 정도로 큰 비중을 차지하고 있다. 예컨대, 정부 R&D 예산은 2010년 13.7조원, 2012년 16조원, 2014년 17.7조원으로 '제3차 과학기술 기본계획'과 '경제혁신 3개년 계획' 등을 통해 국가 R&D 투자는 매년 확대 및 지속되고 있다. 이러한, 지속적인 정부의 R&D 예산 투입에도 불구하고 일각에서는 정부 R&D에 대한 혁신이 필요하다는 주장이 나오고 있고 현재 혁신 방안을 모색하고자 정부를 중심으로 정책토론회 등을 통해 의견을 모으고 있다. 이와 관련하여 국내 과학기술 전반에 걸친 정부 R&D 연구비 투입에 대한 동향 분석이 필요하며 특히, 산·학·연으로 구분된 연구주체별, 기초·응용·개발로 구분된 연구개발단계별과 과학기술표준분류체계 등의 연구 분야 핵심 지표 간 상호 연계성에 대한 비교·분석을 통해 매년 투입되는 연구비의 흐름과 추이 등 다각적인 현황 분석 연구가 필요하다.

본 논문에서는 정부 R&D 투자 흐름을 식별하고자 단편적인 한 예로 플라즈마 분야라는 키워드로 NTIS 데이터베이스를 통해 Raw-data를 수집하였다. 수집된 데이터에 대한 정제와 상호 연계성에 대한 네트워크 분석을 통한 결과로 위에서 언급한 정부 R&D 연구비에 대한 투자 경향 및 정책 등의 다양한 시사점을 유추할 수 있었다. 본 분석을 방법을 통해 정부 R&D 투자 흐름에 선제적으로 대응하여 플라즈마 기술 활성화 육성 방안의 정책 수립을 위해 활용되는 효율적인 분석임을 실증하였다.

\* 황성하, 국가핵융합연구소 미래전략실 선임연구원 (shhwang@nfri.re.kr)

\*\* 김유빈, 국가핵융합연구소 미래전략실 실장, 한양대학교 과학기술정책학과 박사과정(ybkim@nfri.re.kr)

\*\*\* 장한수, 국가핵융합연구소 미래전략실 선임연구원 (jjang@nfri.re.kr)

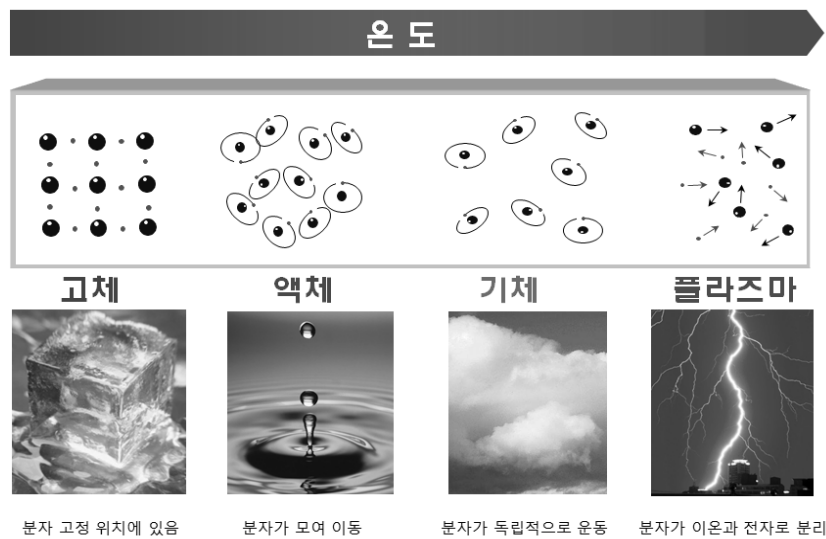
\*\*\*\* 최원재, 국가핵융합연구소 미래전략실 선임연구원 (cwj147@nfri.re.kr)

\*\*\*\*\* 도현수, 국가핵융합연구소 미래전략실 선임연구원 (ths5001@nfri.re.kr)

## II. 선행연구

### 1. 플라즈마란

플라즈마는 고체, 액체, 기체에 이어 ‘제4의 물질’상태로서 고온에서 이온과 전자가 분리되어 있는 이온화된 상태를 말하며 예컨대, 우주의 99.9% 이상이 플라즈마로 채워져 있다. 또한, 번개나 극지방의 오로라 현상도 플라즈마에 해당되고 실생활에서 관찰 가능한 것으로는 형광등이나 거리의 네온사인, PDP 등도 플라즈마를 활용한 것이라 하겠다.



(그림 1) 플라즈마의 정의

### 2. 플라즈마의 특징

플라즈마는 전기적, 화학적, 물리적, 자기적 특성을 가진다. 플라즈마는 전체적으로는 중성이지만, 다수의 이온과 자유 전자가 존재하기 때문에 외부의 전기장에 의해 전류를 흘릴 수 있는 전기적 특성을 가지며 특히, 플라즈마 내부에서 활발하게 운동하는 전자와 이온은 다른 물질을 여기 및 전리시킬 수 있는 화학적 특성을 가진다. 또한, 전자와 이온의 질량 차이가 크다는 물리적 특성과 내부에 있는 전자와 이온들에 자기장을 걸어 주면 운동방향이 자기장의 방향과 직각으로 원 운동을 하게 되어 플라즈마의 밀도를 원하는 곳에 집중시킬 수 있는 자기적 특성을 가지고 있다.

### 3. 플라즈마의 응용

플라즈마는 다양한 플라즈마의 발생조건, 발생기술, 응용분야에 따라 융·복합 기술, 미래지향적 기술 및 환경 친화적 기술이라는 특징을 가진다. 플라즈마는 응용분야에 맞추어 극 고진공부터 대기압까지 조건에 맞는 다양한 플라즈마 발생기술이 존재하고 반도체부터 우주·항공 산업분야에 이르기까지 IT, BT, NT, ST와 ET 등 전 분야에 걸쳐 응용되고 있다. 예컨대, 최첨단 우주 추진체와 암치료 기술 등 미래 신기술 분야와 태양전지 및 고도 정수시설 등 에너지·환경 분야에 이르기까지 플라즈마의 응용은 이미 산업 및 실생활에 광범위하게 적용되고 있다고 하겠다.



- 01 - 플라즈마 텔레비전
- 02 - 플라즈마 코팅된 황공기 엔진
- 03 - 플라즈마를 사용한 LED
- 04 - 플라즈마 CVD를 사용하여 제작된 안경
- 05 - 플라즈마 이온 주입된 인공관절
- 06 - 플라즈마 레이저를 사용한 의류 재단
- 07 - 플라즈마 헤드램프
- 08 - 플라즈마를 사용한 수소 연료전지
- 09 - 플라즈마 연소장치
- 10 - 플라즈마 머플러
- 11 - 플라즈마 오존 처리장치
- 12 - LCD
- 13 - 플라즈마를 사용한 태양전지
- 14 - 플라즈마를 사용한 반도체 제조
- 15 - 플라즈마 의료 처리
- 16 - 플라즈마 처리된 고분자
- 17 - 플라즈마 처리된 섬유
- 18 - 플라즈마 처리된 의료장치
- 19 - 플라즈마 표면처리된 컨테이너
- 20 - 플라즈마 표면처리된 유리판
- 21 - 플라즈마 램프



(그림 2) 플라즈마의 실생활 및 산업 응용 사례

### III. 연구방법 및 구성

#### 1. 데이터 수집 및 정제

플라즈마 관련 Raw-data는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 시스템을 관리 및 운영하는 기관인 한국과학기술정보연구원(KISTI)에 의뢰하여 데이터를 수집하였다. NTIS는 국내 과학기술 분야에 대한 사업, 과제, 인력, 연구시설장비, 성과 등 국가연구개발사업에 대한 전반적인 정보를 통합하여 서비스하는 지식포털 사이트로써 신규 사업이나 R&D 과제 기획, 조정 및 평가 등에 활용되며 특히, 국가 R&D 사업의 효율적인 관리 및 투자 효율성을 극대화시키기 위한 중요한 Resource로 활용된다. “플라즈마 OR plasma” 검색 키워드를 사용하여 5,488건의 데이터를 확보하였다. 이를 위해, 2002~2014년 동안 정부 부처의 신설, 통합 및 폐지 등의 조직 개편과 혈액(혈장), 원예작물 병원균 및 기생충 등 타분야에 ‘플라즈마, plasma’ 동명으로 쓰이는 과제에 대해서 정제 작업을 수행하였고 이에 대한 내용은 <표 1>과 <표 2>에서 보여준다.

<표 1> 플라즈마 관련 Raw-data (정제 前)

구분	내용	비고
대상년도	2002~2014	
키워드	플라즈마, plasma	
검색건수	7,538	검색필드 : 요약문

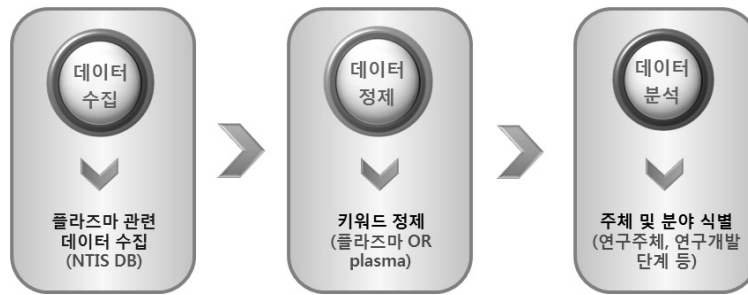


<표 2> 플라즈마 관련 Raw-data (정제 後)

구분	내용	비고
대상년도	2012~2014	조사기준 년 3년 이내로 전수 조사
키워드	플라즈마, plasma	혈액(마이크로플라즈마), 기생충(특소 플라즈마) 등 제외
검색건수	1,819	

## 2. 데이터 분석 방법

NTIS DB를 통해 수집된 Raw-data를 확보하여 과제명, 위탁·공동연구과제명에 대한 전수 조사를 통해 데이터를 정제 한 후, 최종적으로 추출된 데이터를 가지고 Cyram社의 Netminer 4를 활용한 네트워크 분석을 수행하였다. 또한, 주관 연구수행주체(출연(연), 중소·중견기업, 대학, 대기업, 국공립(연), 정부부처)에서 위탁·공동 연구수행주체로 R&D 예산이 지원되는 흐름은 프리웨어(Freeware) 소프트웨어로 보급되고 있는 R 프로그램을 사용하여 도식화 하였다.



(그림 3) 데이터 분석 프로세스

## IV. 연구 결과

### 1. 플라즈마 관련 국가 R&D 예산(정부 부처별) 분석 결과

‘12~’14년 정부 부처별 플라즈마에 투입된 R&D 예산은 주요 4개 부처(미래부, 산업부, 교육부, 중기청)의 전체 R&D 예산 대비 1~2%를 투자하는 것으로 나타났다. 2014년을 기준으로 각각의 부처 총 R&D 예산 대비, 미래부가 1,100억원으로 연구비 투입액이 가장 많았으며 산업부 819억원, 중기청 173억원, 교육부 89억원 순으로 나타났다. 특히, 주요 4개 부처(미래부, 산업부, 교육부, 중기청)가 우리나라 전체 국가 R&D 투자액의 66.5%(11조 7천억원)를 차지하고 있음을 <표 3>에서 보여준다.

<표 3> ‘12~’14년 정부 부처별 R&D 예산 대비 플라즈마 R&D 예산

(단위 : 억원)

구분 년도	미래부		산업부		중기청		교육부	
	전체 R&D	플라즈마 R&D	전체 R&D	플라즈마 R&D	전체 R&D	플라즈마 R&D	전체 R&D	플라즈마 R&D
2012	50,000	500(1.0%)	31,000	1,227(4.0%)	7,150	141(2.0%)	14,793	170 (1.1%)
2013	55,000	1,160(2.1%)	31,000	687(2.2%)	8,587	202(2.4%)	15,532	103 (0.7%)
2014	60,000	1,100(1.8%)	32,000	819(2.6%)	8,847	173(2.0%)	15,987	89 (0.6%)

### 2. 플라즈마 관련 국가 R&D 예산(연구수행주체별) 분석 결과

‘12~’14년 연구수행주체별 R&D 예산은 미래부가 가장 높은 비중(38.6%, 2,550억원)을 차지하였고 그 다음으로 중소기업(27.2%, 1,800억원), 대학(18.6%, 1,230억원), 대기업(8.1%, 530억원) 순으로 나타났다. 특히,

눈여겨 볼 결과로 국공립(연)과 중견기업보다 대기업에 투입되는 예산 비중이 다소 높게 나타나는 결과를 보였으며 이는 <표 4>에서 확인할 수 있다.

<표 4> '12~'14년 연구수행주체별 플라즈마 R&D 예산

단위 : 백만, ( ) : 비중(%)

구분	출연(연)	중소기업	대학	대기업	국공립(연)	기타	정부 부처	중견 기업	총계
2012	76,331 (35.9)	49,596 (23.3)	46,157 (21.7)	31,647 (14.9)	1,020 (0.5)	8,034 (3.7)	-	-	212,785
2013	89,510 (40.2)	61,723 (27.7)	41,616 (18.7)	7,546 (3.4)	1,377 (0.6)	6,985 (3.1)	-	14,134 (6.3)	222,891
2014	89,648 (39.7)	68,993 (30.5)	35,500 (15.7)	14,721 (6.5)	1,514 (0.7)	12,604 (5.6)	436 (0.2)	2,649 (1.1)	226,064
총계	255,489 (38.6)	180,313 (27.2)	123,273 (18.6)	53,914 (8.1)	3,910 (0.6)	27,623 (4.2)	436 (0.1)	16,783 (2.6)	661,740

### 3. 플라즈마 관련 국가 R&D 예산(연구개발단계별) 분석 결과

국가 R&D에 투입하는 예산 중 연구개발단계에서는 개발연구에 가장 높은 비중(44%, 2,914백만원)을 차지하였고 기초(33.2%, 2,195백만원), 응용(16.4%, 1,084백만원)순으로 나타났다. 특히, 응용과 개발의 연계성을 고려할 때, 원천기술 확보를 위한 기초연구에 투입되는 예산과 상업화로 이어지는 응용 및 개발에 투입되는 예산이 2배 정도 차이가 나는 결과를 보였으며 <표 5>에서 확인된다.

<표 5> '12~'14년 연구개발단계별 플라즈마 R&D 예산

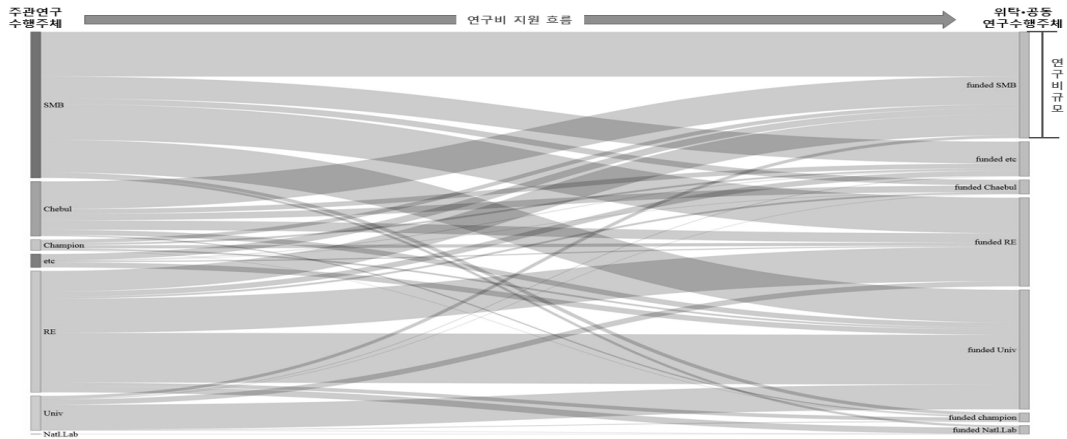
(단위 : 백만)

구분	기초	응용	개발	기타	총계
2012	65,178	31,872	101,651	14,084	212,785
2013	71,436	32,441	101,802	17,212	222,891
2014	82,873	44,033	87,979	11,180	226,064
총계	219,487	108,346	291,431	42,475	661,740

### 4. 네트워크 분석

#### 1) 주관 연구수행주체와 위탁·공동 연구수행주체 간 연구비 지원 흐름

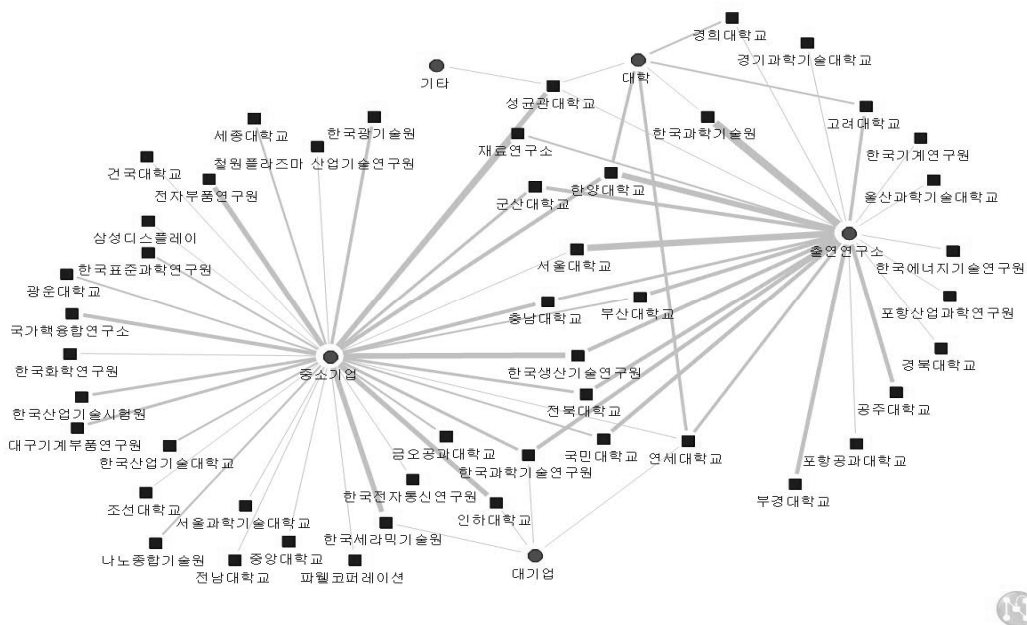
국가 R&D 예산에서 주관 연구수행주체에 편성된 예산은 출연(연)이 가장 많고 중소기업과 대학순으로 투입 되었으나 위탁·공동연구주체와의 위탁·공동 연구를 통한 예산 재투입 규모를 분석 시 대학에 재투입되는 연구비 규모가 가장 높았고 출연(연)과 중소기업은 다소 줄어든 경향을 보였다. 이는 정부로부터 과제를 수행하는 주체는 출연(연) 예산이 높으나 연구비 흐름상 예산의 가장 높은 수혜자는 대학임을 (그림 4)에서 보여 준다.



(그림 4) 주관 연구수행주체-위탁·공동 연구수행주체 간 연구비 지원 흐름

## 2) 주관 연구수행주체와 위탁·공동 연구수행주체 간 네트워크 분석

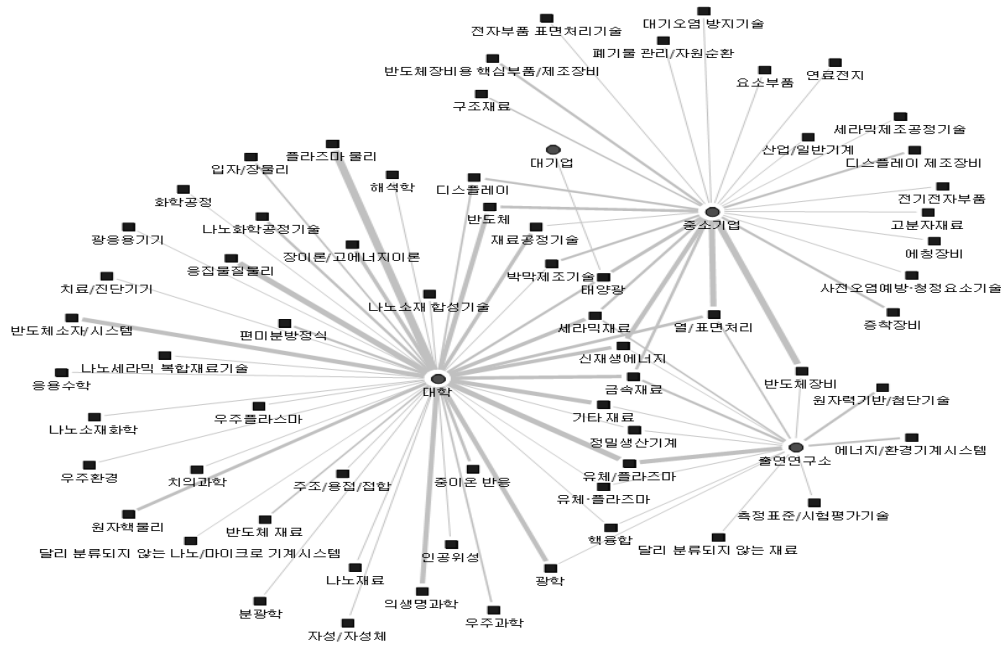
정부로부터 예산을 받아 수행하는 주관 연구수행주체는 연구계와 산업계가 다수를 이루고 있으며 특히, 연구소는 대학으로 중소기업은 연구소와 대학으로 위탁·공동연구를 수행하는 것으로 보인다.



(그림 5) 주관 연구수행주체-위탁·공동 연구수행주체 간 네트워크 분석

## 3) 주관 연구수행주체와 과학기술표준분류 간 네트워크 분석(과학기술표준분류 기준)

주관 수행주체인 산·학·연은 가장 hot한 연구 분야로 물리학(플라즈마 물리, 유체/플라즈마, 반도체, 디스플레이 광학 등), 재료(고분자 재료, 열/표면처리 등), 전기·전자(반도체 장비, 디스플레이 등) 등에 연구비가 집중 투자되는 경향을 확인할 수 있다.



(그림 6) 주관 연구수행주체-과학기술표준분류 간 네트워크 분석

## V. 결론

정부는 미래부·기재부·산업부 등 관계부처 합동으로 수립한 “정부 R&D 혁신방안(2015.5.13.)”을 발표한 바 있다. 그 가운데 R&D 생태계를 구성하고 있는 산·학·연의 혁신에 대한 내용 또한 포함하고 있다. 특히, 과제 경쟁에서 성과창출 경쟁으로 산·학·연의 혁신을 강조하였고 각 주체별 역할에 대한 세부실행계획을 담고 있다. 예컨대, 대학은 신기술 창업과 기초연구에 출연(연)은 출연(연)으로써의 고유임무와 중소·중견기업 지원, 중소·중견 기업은 기술사업화의 중추 역할 확립을 강조하였다. 또한, 향후 정부는 민간이 하기 힘든 장기, 기초·원천 연구 및 중소기업 지원에 집중하여 중장기 신성장동력과 신산업 창출 등 글로벌 경쟁력 확보에 필요한 분야에 집중 투자할 것을 밝혔다.

본 연구는 NTIS DB를 통해 자료를 수집하였으며 정부 부처별, 연구수행주체별, 연구개발단계별과 과학기술표준분류체계 등의 식별자를 매개로한 상호 연계성 분석을 위해 통계 프로그램을 활용한 네트워크 분석을 수행하였다. 본 네트워크 분석을 통해 플라즈마 관련 연구개발 투자는 미래부와 산업부를 중심으로 이루어지고 있으며 미래부는 기초연구 중심, 산업부는 응용 및 개발 중심으로 단, 미래부도 산업부 수준의 응용 및 개발 단계에 예산 투입이 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 플라즈마 연구의 수행주체 R&D 예산은 출연(연), 중소기업, 대학, 대기업 순으로 투입되고 있으며, 출연(연)은 기초연구 중심, 대학은 기초 및 개발연구 중심으로 연구비가 투입되고 있음을 알 수 있었다.

본 논문에서 플라즈마 분야라는 특정 범위에서 국내 R&D 생태계의 핵심 주체인 산·학·연에 투입된 R&D 예산 투입 현황과 주체별 연구개발 단계를 비교·분석한 결과 위에서 언급한 주요내용과 부합되는 결과를 얻을 수 있었다. 특히, 본 분석을 통해 “정부 R&D 혁신 방안”에서 언급한 연구수행주체인 산·학·연 간 R&D 과제와 관련한 예산 중복 예방과 연구개발단계에서의 산·학·연 역할 차별화 수립 등 세부실행계획을 마련하는데 필요할 것으로 여겨진다. 또한, 앞으로 기획 및 추진 중에 있는 플라즈마 기술 활성화 방안 수립을 위한 사전 전략을 확립하는데 있어 유용한 분석 방법으로 활용 될 수 있다고 생각된다.

## 참고문헌

### (1) 국내문헌

엄환섭 (2006), “대기압 플라즈마와 응용”, 「한국진공학회지」, 15(2) : 117-138

이창호 (2013), “플라즈마의 이해”, 「전력전자학회지」, 18(3) : 29-33

박상례 (2013), “플라즈마 메디신; 저온 상압 플라즈마는 어떻게 의학분야에 적용될 수 있는가?”, 「한국생명과학학회지」, 23(6) : 838-846

장한수 (2014), “논문 분석을 통한 플라즈마 기술 동향 도출”, 한국기술혁신학회 2014년 추계학술대회.

플라즈마기술연구센터 홈페이지, “사이버홍보 : 플라즈마란”, <http://www.plasma.re.kr/>.

미래창조과학부 (2015), “정부 R&D 혁신방안”.

미래창조과학부·한국과학기술기획평가원 (2015), “2014년도 국가연구개발사업 조사·분석 보고서”.

### (2) 국외문헌

J. R. Roth, Industrial Plasma Engineering" IOP, Bristol, 2001), Vol. 1, Chap 6.

G. Fridman (2008), “Applied Plasma Medicine”, Process Polym. 5 : 503-533.