

4PN 분석 방법론

2013. 9

<제목 차례>

1. 연구의 개요	5
1.1 연구의 필요성 및 목표	5
1.2 연구의 내용 및 추진방법	6
2. 융합기술 정보분석을 위한 새로운 방법론의 모색	11
2.1 기존의 기술 정보분석 방법론 검토	11
2.2 새로운 융합분석 방법론의 필요성	15
3. 4PN 분석 방법론의 설계	22
3.1 4PN 분석	22
3.2 논문 분석	23
3.3 특허 분석	32
3.4 산업 분석	38
3.5 정책 분석	46
3.6 수요 분석	53
4. 결론	58

<표 차례>

<표1> 고려대 내부 자문위원단	9
<표2> 외부 자문위원단	10
<표3> 융합연구의 필요특성	16
<표4> 「국가융합기술발전 기본계획」(2008) 중 인문사회와의 융합연구 강화 전략	16
<표5> 주요 논문검색용 DB의 특성 일람	24
<표6> WoS의 주요 검색 연산자 및 필드 태그	27
<표7> Scopus의 주요 검색 연산자 및 필드 태그	28
<표8> 주요 특허검색용 DB 일람	33
<표9> 산업 분석 자료 발간 기관	39
<표10> 전세계적인 바이오에너지 산업 기술 수준	42
<표11> 바이오에너지 산업에 대한 세계적인 기술 선도국의 수준	43
<표12> 바이오에너지 관련 고용 현황	44
<표13> 국내 바이오에너지 기술의 선진국 대비 수준	45
<표14> 우리나라의 바이오에너지 기술 수준	45
<표15> 우리나라 바이오에너지 기술의 구분	46
<표16> 바이오에너지 가치사슬별 시장현황 및 성장성	46
<표17> 해외 주요국 바이오에너지 목표 및 지원정책	49
<표18> 신재생에너지 보급 현황(2011년 기준)	50
<표19> 제 3차 신재생에너지 바이오에너지 공급 목표	51
<표20> 바이오에너지 기술개발 추진분야	51
<표21> 정부 각 부처의 바이오연료 원료 및 원료확보 방법	52
<표22> 2012 국내 바이오에너지 보급 현황	53
<표23> 바이오에너지 보급의 필요성	55
<표24> 바이오에너지 기술 발전을 위한 니즈	57

<그림 차례>

<그림1> Freedonia Group 자료검색 화면	39
<그림2> Frost & Sullivan의 자료검색 화면	40
<그림3> Datamonitor 자료검색 화면	40
<그림4> Datamonitor 산업분석 보고서의 예	41
<그림5> 세계의 바이오매스 시장 현황	44
<그림6> 우리나라의 신재생에너지 관련 정책 및 법의 역사	50
<그림7> 바이오에너지 기술 정책 관련 신재생에너지 정책 및 법	50

1. 연구의 개요

1.1 연구의 필요성 및 목표

□ 연구의 필요성

- 신정부는 창조경제를 최우선적인 국정과제로 제시하여, 이를 통해 국민 행복과 희망의 새 시대를 열 것을 비전으로 선포
 - 21세기는 기술의 고도화를 넘어 융합을 통해 새로운 가치를 창출하는 시대로 세계 경제의 패러다임이 변화 중
 - 신정부 역시 과학기술 및 ICT 등 과학·기술간 융합을 통해 새로운 산업과 시장을 창출하고, 좋은 일자리를 만드는 것을 창조경제의 내용으로 규정
 - 그러므로 창조와 혁신, 상상력과 창의성을 축으로 하는 창조경제의 핵심은 융합이라고 파악 가능
- 국가 차원에서 융합을 장려하고 증진시키고 위해서는 관련 융합기술의 정보를 파악·분석할 수 있는 방법론적 틀이 필요
 - 기존의 기술정보 분석의 틀로는 기술예측, 기술로드맵, 기술계통도, 기술영향평가, TRIZ 등이 존재
 - 그러나 위의 기법들은 점점 더 중요성을 인정받고 있는 특허에 대한 분석, 핵심기술에 대한 논문의 현황, 그리고 관련 기술의 시장상황에 대해 상세히 분석할 수 없다는 단점 보유
- 이에 본 연구에서는 융합기술의 정보분석을 위해 주기적·상시적 기술 및 산업정보에 대한 논문, 특허, 산업 분석을 유기적으로 결합한 3P 분석 방법론을 채택
 - 특정 기술의 논문(Paper), 특허(Patent), 산업(Product)의 3P 요소들에 대해 면밀히 분석함으로써, 기술별 성격에 부합하는 연구개발 방향, 추진 방법, 평가방법 등을 마련하고자 고안된 기법(현병환, 2010)
- 3P 분석을 보완하기 위해 정책(Policy)과 사회적 수요(Needs) 분석을 더한 4PN 방법론을 제안

- 3P에 더하여 관련 기술을 둘러싼 환경적 요인에 대한 분석 필요
- 따라서 특정 기술 관련 국가계획 및 정책의 현황과 사회의 수요에 대한 분석이 가미될 필요 발생

□ 연구의 목표

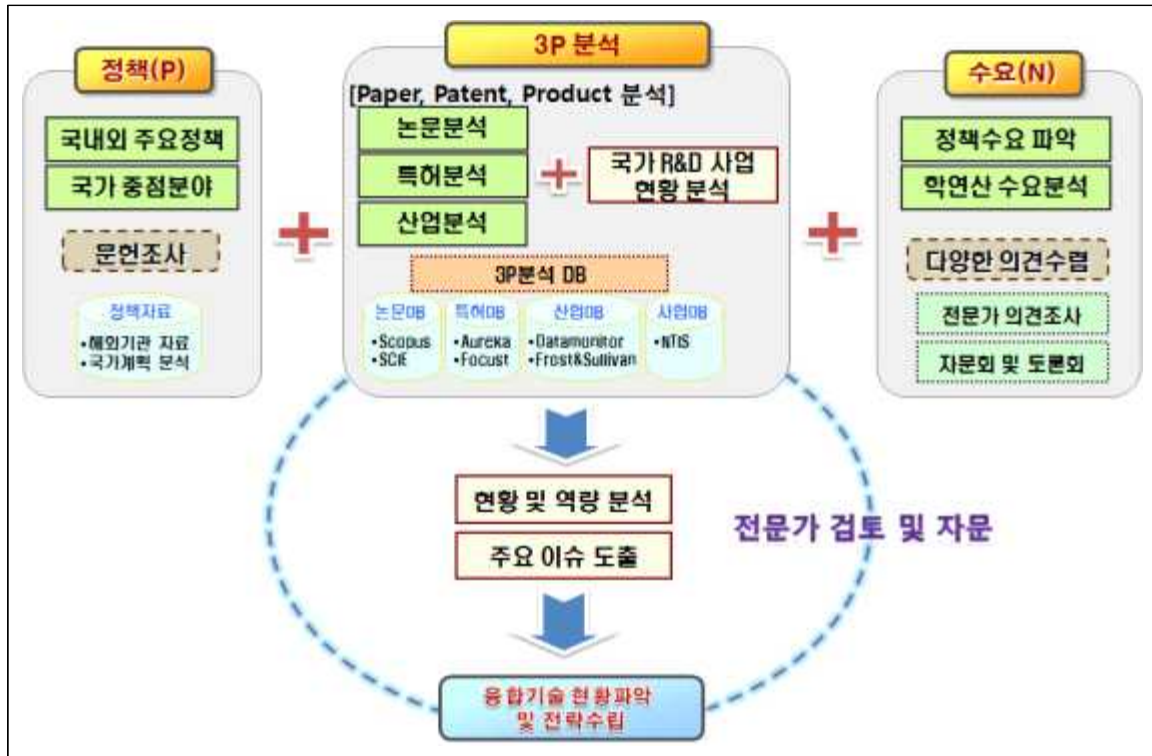
- 특정 기술 분야의 논문, 특허, 산업의 현황을 파악·분석하고자 고안된 3P 분석에 정책 및 사회적 수요라는 기술 외적인 요소 분석을 가미
 - 다양한 분석단위(학계, 시장, 국가, 사회)에서 융합기술에 대한 최대한의 정보를 조사·분석·평가할 수 있는 4PN 모형을 개발
- 대표적인 융합기술을 선택하여 4PN 방법을 통해 정보분석에 활용함으로써, 명확한 목표의 설정 및 효율적인 연구실행 방법을 제시하여 최종적으로는 융합연구의 생산성 향상에 기여
 - 유망 후보기술 도출, 연구기획, 연구실행, 연구평가 등 연구개발의 모든 분석결과 활용 가능

1.2 연구의 내용 및 추진방법

□ 연구의 내용

- 융합기술의 정보분석을 위한 4PN 분석의 모형을 도출하고, 이에 대한 사례분석을 통해 실제로 4PN 모형을 융합기술에 적용하는 방법을 제시
 - 기존의 3P(논문, 특허, 산업) 분석에 정책 및 사회적 수요를 더하여 4PN 분석 모형을 설계
- 융합기술의 대표적인 사례인 바이오에너지 기술을 선정하여 4PN 분석을 시행
 - 융합기술의 현황을 파악하고 역량을 분석하는 4PN 분석 방법의 사례를 제시
- 바이오에너지 기술의 논문 분석

- 논문DB인 Scopus와 Web of Science를 사용하여 바이오에너지 기술 분야별 논문 분석 및 이를 통한 기술수준을 분석
- 관련 논문 연도별 발표 현황, 국가별 발표 현황, 주요 연구기관, 주요 저자, 주요 피인용 논문 등을 분석
- 바이오에너지 기술의 특허 분석
 - 특허DB인 Focust를 사용하여 바이오에너지 기술 분야별 특허 분석 및 이를 통한 기술 수준 분석
 - 관련 특허 연도별 출원 및 등록 현황, 연도별/우선권 주장 국가별 특허 출원 및 등록현황, 주요 출원기관, 주요 피인용 특허 등을 분석
- 바이오에너지 기술의 산업 분석
 - Frost & Sullivan 등 세계적인 시장조사기관의 DB 및 국내 공공, 민간 기관의 보고서 등을 검토하여 해당 기술의 시장 상황 분석
 - 관련 산업의 주요 요소 및 전망, 규모 전망, 시장화 현황, 세계 시장 전망 등을 분석
- 바이오에너지 기술의 정책 분석
 - 국가의 과학기술 관련 기본계획 발표, 전략기술 선정, 법/기관 등 관련 제도 설립, 주요 정책의 시행 등 관련 기술에 대한 정부 문건과 기타 연구기관의 보고서 등을 토대로 하여 해당 기술에 관련된 정책 분석
- 바이오에너지 기술의 수요 분석
 - 전문가 의견조사, 자문회 및 토론회 개최, 학연산의 수요에 관한 문헌조사 등의 방법을 통해 사회적 수요를 파악



<그림1> 4PN 분석의 모형

□ 연구의 추진방법

- 3P분석 방법론을 가장 활발히 활용하고 있는 생명공학정책연구센터의 현 병환 센터장을 초빙, 3P 분석을 통한 전략적 기획방법에 대한 강의 시연
 - 2013년 5월 29일 고려대에서 강의를 시연되었으며, 고려대와 KIST의 융합연구정책센터 연구진들이 참여
 - 2013년 7월 17일 생명공학정책연구센터의 김무웅 선임기술원과 김민정 연구원을 고려대로 초빙하여, 고려대와 KIST의 융합연구정책센터 연구진을 대상으로 3P 분석 실습 교육 시행
- 논문DB, 특허DB, 산업조사DB에 대한 사용권한을 구입하여 분석에 활용
 - 논문 DB인 Scopus와 Web of Science는 기존 KIST 및 고려대가 갖고 있는 사용권한을 이용하여 논문 분석에 활용
 - 특허DB인 Focust의 1년치 사용권한을 구입하여 특허 분석에 활용
 - 산업조사 DB인 Frost & Sullivan의 6개월치 사용권한을 구입하여 산업 분석에 활용

- 융합기술 관련 정책과 사회적 수요의 도출 및 분석을 위해 다양한 방법을 통해 자료를 확보
 - 과학기술 관련 국가기본계획, 중점기술 전략, 정부부처 분석자료, 정부출연(연) 보고서, 민간연구소 자료, 전문가 면담 등을 근거로 하여 관련 기술에 대한 정책 현황 도출 및 분석
 - 전문가 자문, 관련자 면담, 보고서 등 관련 자료의 검토를 통해 사회적 수요를 도출하고, 이에 근거하여 향후 필요한 정책적 지원 및 연구개발 방향 제시
- 연구수행주체인 고려대의 교수진들로 이루어진 내부 자문위원단을 구성하여 정기적인 자문회의를 통한 의견 수렴 및 과제보고서 내용 수정·보완
 - 2013년 6월 17일 제1차 내부 자문회의에서 3P 분석의 기법에 대한 매뉴얼과 4PN 방법론의 모형을 제안한 최초 연구결과를 발표하고, 이를 적용할 대표적인 융합기술의 사례로 바이오에너지 기술을 선정
 - 2013년 8월 29일 제2차 내부 자문회의에서 바이오에너지 기술에 4PN 방법론을 적용한 연구결과를 발표하고, 정책 및 수요 부문에 대해 향후 수정·보완점을 제안받는 등 과제보고서 전반에 걸친 자문 시행

<표1> 고려대 내부 자문위원단

성 명	학 과	전문분야
김규태	전기전자전파공학부	나노공학
김성일	교육학과	인지심리학, 교육심리
김영근	신소재공학부	정보저장기술, 박막재료공학, 나노구조합성
남기춘	심리학과	인지(언어) 심리학
송진원	의과대학	미생물학
유임주	의과대학	해부학, 태생학(소뇌 발달 및 기능)
이재승	국제학부	국제정치경제학, 기후변화정책
이희정	법학전문대학원	행정법
임희석	컴퓨터교육과	자연어처리, 뇌신경 언어 정보 처리
전명식	통계학과	데이터 마이닝
정종미	디자인조형학부	동양화
정진택	기계공학부	에너지시스템, 터보기계
조용성	식품자원경제학과	자원경제학, 환경경제학

- 각계의 융합연구정책 전문가들을 엄선하여 고려대 융합연구정책센터의 외부 자문위원단을 구성, 전문적 검토를 필요로 하는 사항에 대해 수시 면담 실시

<표2> 외부 자문위원단

성 명	소속/직위
안승구	한국과학기술기획평가원/연구위원
안진호	한국연구재단/나노융합단장
이광호	과학기술정책연구원/융합연구팀장
이병민	과학기술융합대학원대학교/교수
이희상	성균관대 시스템경영공학과/교수
임 현	한국과학기술기획평가원/연구위원
조영준	차세대융합기술연구원/융합연구본부장
최한림	한국과학기술기획평가원/부연구위원
현병환	생명공학정책연구센터/센터장

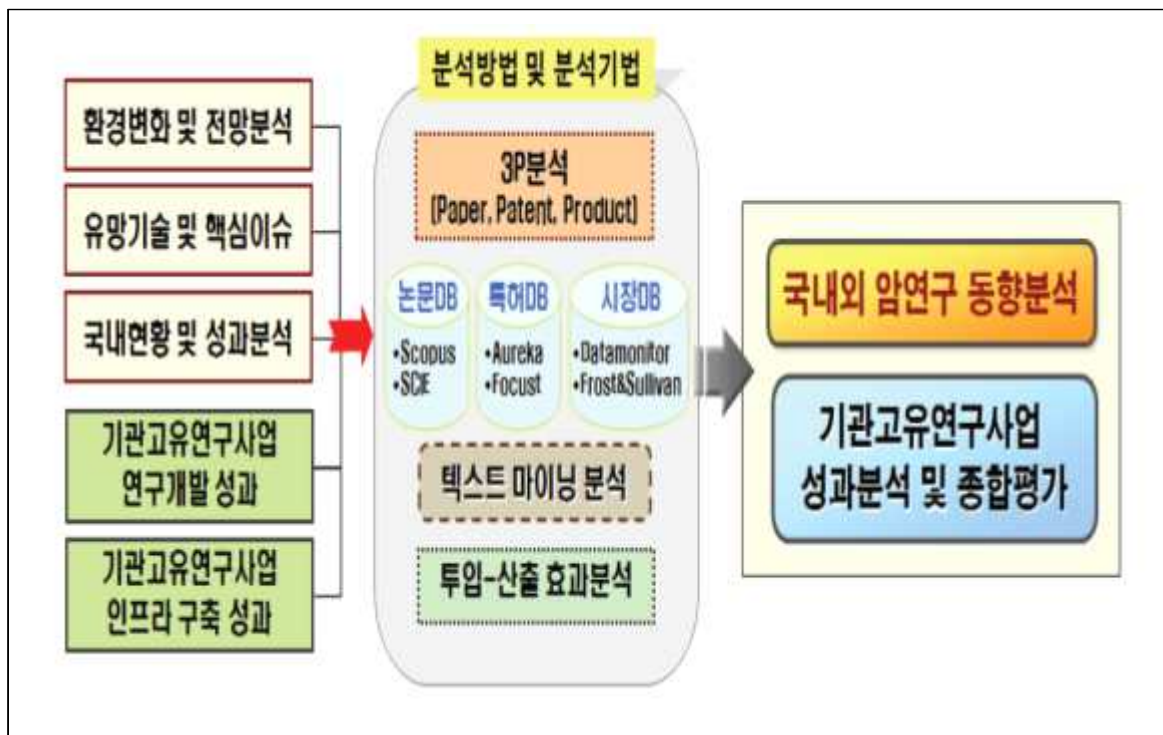
- 한국과학기술연구원(KIST)과의 긴밀한 업무협조를 통해 지속적으로 연구의 방향, 구성, 지향점 등을 상의하여 연구성과를 높이는 데 활용
- 2013년 8월 23일 KIST 융합연구정책센터, 고려대 융합연구정책센터, 미래창조과학부가 공동으로 워크숍을 열어 브레인스토밍 시행

2. 융합기술 정보분석을 위한 새로운 방법론의 모색

2.1 기존의 기술 정보분석 방법론 검토

□ 3P분석

- 최신 연구(Paper), 기술권리(Patent), 산업제품(Product)에 대한 정보수집, 정보분석, DB화를 보다 체계적으로 수행할 수 있게 해주는 기술관련 분석 방법론
- 국가 연구개발과제 선정 및 성과 평가에 유용한 분석정보로 활용
- 기존의 비합리적, 비체계적 연구개발 기획 관행에서 나타나는 문제점을 보완할 수 있는 주기적·상시적 정보를 유기적으로 결합하여 분석결과로 제공
- 연구개발을 수행함에 있어 사전 기획과정에서부터 성과평가의 과정에 이르는 전주기적인 기획 과정에 연구생산성을 향상시킬 수 있는 기획기법으로 활용(생명공학정책연구센터, 2011)



<그림2> 주요내용 및 추진방법

○ 논문(Paper) 분석(현병환, 2010)

- 특정분야에서 최근 연구가 어느 정도 진행이 되었는지, 어떤 연구가 활발하게 진행되고 있는지에 대한 중요한 정보를 연구자에게 제공
- DB 검색엔진으로는 Pubmed, NDSL, Web of Science, Scopus등이 있으며, 연구자들은 동 검색엔진을 통해 다양한 형태의 정보를 웹상으로 검색, 검색데이터를 활용한 정량적·정성적 분석을 진행
- 실제 연구과제신청서(농림수산식품기술기획평가원)에서 사용되는 논문분석 입력화면은 아래 그림과 같음

3. 논문분석

가. 논문분석 범위

(예시)

대상국가	미국, 일본, 유럽
논문 DB	Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.namet.go.kr)
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명	(기술 1)	(기술 2)
Keyword		
검색건수		
유효논문건수		
핵심논문 및 관련성	논문명	
	학술지명	
	저 자	
	게재년도	
	관련성(%)	
	유사점	
	차이점	

※ 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수를, 유효논문건수는 검색한 논문 중 핵심(서부)개발기술과 관련성이 있는 논문을 의미
 3) 핵심논문은 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 논문을 기준으로 분석

<그림3> 논문분석 입력화면

○ 특허(Patent) 분석

- 특허정보는 발명에 관한 기술내용, 기술에 대한 권리범위 등 신기술에 대한 모든 사항들이 총집합된 가치정보이므로 세계 각국의 기술수준 및

혁신동향을 손쉽게 파악할 수 있는 전략적 활용가치가 높음

- 정량적인 특허정보로는 국가별 주요기관, 발명인 소속기관, 최다인용 발명자 등이며, 정성적인 정보로는 등고선 지도나 인용도 분석이 동 3P분석기법에 포함
- DB 검색엔진으로는 Aureka, Focust, WIPS 등이 있으며, 연구자들은 동 검색엔진을 통해 다양한 형태의 정보를 웹상으로 검색, 검색데이터를 활용한 정량적·정성적 분석을 진행
- 실제 연구과제신청서(농림수산식품기술기획평가원)에서 사용되는 특허분석 입력화면은 아래 그림과 같음

가. 특허분석 범위
(예시)

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Aureka DB
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명	(기술 1)	(기술 2)
Keyword		
검색건수		
유효특허건수		
핵심특허 및 관련성	특허명	
	보유국	
	등록년도	
	관련성(%)	
	유사점	
	차이점	

※ 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미

2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수들, 유효특허건수는 검색한 특허 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 특허를 의미

3) 핵심특허는 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 특허를 기준으로 분석

<그림4> 특허분석 입력화면

○ 시장(Product) 분석

- 특정기술을 개발하기 위한 초기단계에서부터 이미 그 기술력이 보유하고 있는 강점을 파악하는 경쟁력 분석

- 개발하고자 하는 기술이 과연 시장의 규모나 특성에 비추어볼 때 개발 가치가 있는지에 대한 시장성분석이 중요한 시장분석으로 구분
- DB 검색엔진으로는 Datamonitor, Frost&Sullivan, Profound 등이 있으며, 연구자들은 동 검색엔진을 통해 다양한 형태의 정보를 웹상으로 검색, 검색데이터를 활용한 정량적·정성적 분석을 진행
- 실제 연구과제신청서(농림수산식품기술기획평가원)에서 사용되는 특허분석 입력화면은 아래 그림과 같음

4. 제품 및 시장 분석 ※ 최선의 자료로 작성하되, 반드시 출처 명시

가. 생산 및 시장현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황
2) 국외 제품생산 및 시장 현황

나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)
○
2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목 \ 산업화 기준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과						
경제적 파급효과						
부가가치 창출액						
합 계						

※ 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
 ※ 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 증가소득효과 비용절감효과 등 추정치
 ※ 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과 브랜드가치 등 추정치

<그림5> 특허분석 입력화면

- 3P분석이 효과적으로 이루어지기 위해서는 툴, 전문가, 정보 기반으로 구성된 인프라를 구축하여 R&D사업 성격에 따라 주기적·상시적으로 지원 하는 조직이 필요
- 툴 기반: 특허, 논문, 시장분석 솔루션

- 전문가 기반: 연구자, 변리사·기술이전 전문가, 정보분석 전문가, 연구기획·관리 전문가
- 정보 기반: 정보수집, 정보분석, DB화

2.2 새로운 융합분석 방법론의 필요성

□ 3P분석의 장점

- 기술예측, 기술로드맵, 기술계통도, 기술영향평가, TRIZ 등 다양한 연구기획 기법들이 있지만, 실제 분석자의 분석방법 및 수행과정에서 보면 단선적이고 직관적인 기획으로 인식
- 3P분석은 1회성이 아닌 주기적 상시적 정보 분석기법이며, 연구개발 전 단계에 활용이 가능(현병환, 2010)
 - 유망후보 기술도출에서부터 연구기획, 연구실행, 연구평가단계에까지 분석결과를 이용이 가능
 - 보다 명확한 목표 설정과 효율적인 연구실행 방법을 제시
 - 주기적인 연구방향 및 R&D 실행전략 제고를 통해 투입 대비 보다 많은 산출 성과의 확보에 기여 → 연구생산성 향상

□ 융합연구에의 3P분석 적용

- 3P분석은 연구개발 기획, 성과분석을 위한 일반적 분석기법으로서 어느 특정 연구 분야에 상관없이 논문, 특허 및 시장정보에 의거한 연구대상의 분석을 지원
- 융합연구 대상에 대한 적합한 정보분석방법론은 보다 융합연구의 특성이 방법론 프레임워크에 반영되어야 할 것
 - 연구개발 기획, 성과분석을 할 때 이러한 융합 특성정보들이 기존 논문, 특허, 산업정보와 함께 수집, 분석될 수 있도록 방법론 구축
- 융합연구의 3개 필요특성으로 '과학기술과 인문사회의 융합', '사회의 다양한 수요 및 요구의 충족 고려', '정책적 맥락과 피드백'을 설정하고 다

음 절에서 각각의 필요특성에 대해 설명

<표3> 융합연구의 필요특성

특성	내용
과학기술과 인문사회의 융합	한 학문에서 설명되지 않는 자연현상을 학제적 융합을 통해 해석하는 종래의 융합연구에서 미래 사회의 문제해결을 위해 과학, 기술, 문화 등의 포괄적인 창조적 융합으로 변화
사회적 수요	공급보다는 수요중심으로 패러다임이 변화, 미래 사회의 경제·사회적 다양한 수요를 충족시킬 수 있는 솔루션이 요구됨
정책적 피드백	융합연구에 대한 사회적견인(Social pull)과 기술주도 (Technology push)가 유기적으로 운영되는 정책사이클 (기획/실행/피드백) 조성 필요

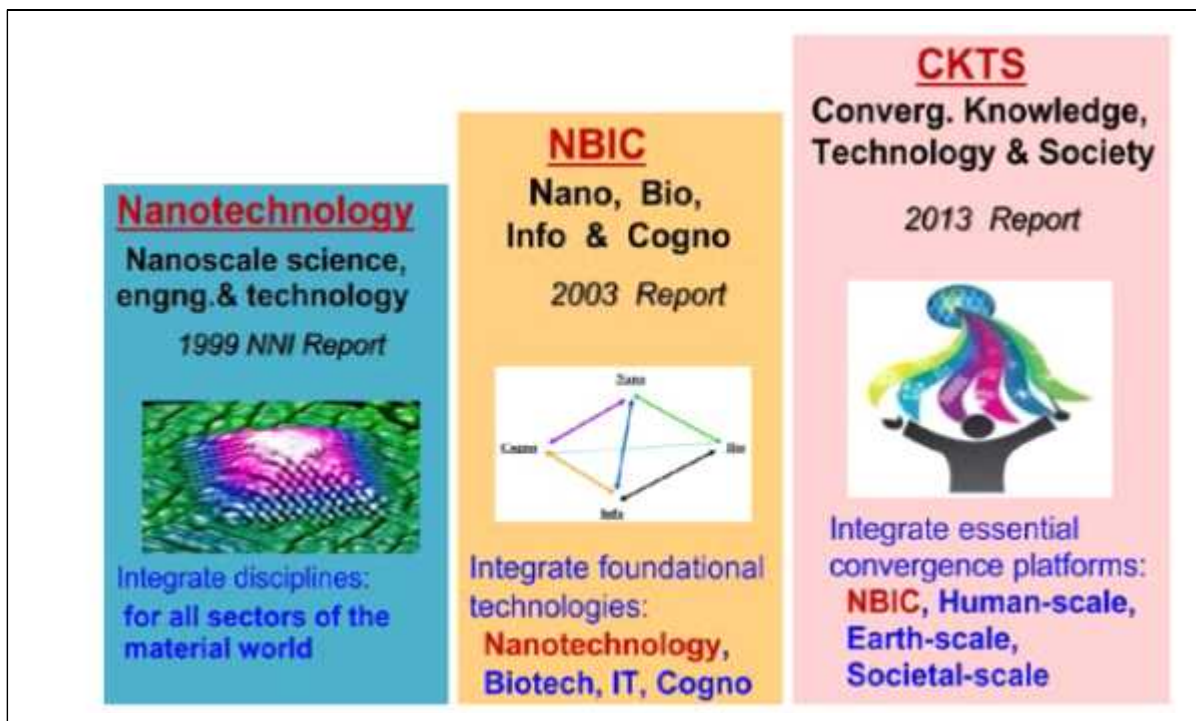
□ 융합특성 1: 과학기술과 인문사회의 융합

- 융합 정의에 대한 주요 변화의 특징은 기존 과학기술 영역에서의 융합연구가 인문사회와의 융합을 통한 미래지향적인 문제해결로 진화한다는 점
 - 시대 흐름에 따라 융합에 대한 정의가 보다 포괄적으로 확대 진화되어 나가는 추세
- 한국 정부의 융합관도 과학기술과 인문사회의 융합으로 변환
 - 정부의 종래 융합관은 전통적인 한 학문분야 내에서 설명되지 않는 자연현상에 대해 학제적 융합에 의해 이해, 규명하고 더 나아가 창의적 응용으로 과학발전 및 신학문을 개척하는 것으로 정의
 - 2008년 11월 국가과학기술위원회 ‘미래 사회의 경제· 사회적 다양한 수요를 충족시키기 위한 과학, 기술, 문화 등과의 창조적 융합’으로 융합의 정의를 확장
 - 2008년 「국가융합기술발전 기본계획(’09~’13)」 아래 6대 전략에는 ‘개방형 공동연구 강화’가 추가되었으며, 실천과제로서 ‘과학기술과 인문사회, 문화, 예술 등과의 융합연구 지원 강화’(실천과제 5-1) 설정
 - 단순한 과학기술 간의 융합이 아닌 인문사회와 과학기술의 융합이 필요하며, 이는 기본적으로 “Social Pull, Technology Push”의 결합(교육과학기술부, 2008)

<표4> 「국가융합기술발전 기본계획」(2008) 중 인문사회와의 융합연구 강화 전략

국가전략	내용
6대 전략	① 원천융합기술의 조기 확보
	② 창조적 융합기술 전문인력 양성
	③ 융합 신산업 발굴 및 지원 강화
	④ 융합기술 기반 산업 고도화
	⑤ 개방형 공동연구 강화
	⑥ 범부처 연계·협력체계 구축
전략 5 개방형 공동연구 강화	① 인문사회, 문화, 예술 등과의 융합연구 지원 강화 : 과학기술과 인문사회, 문화, 예술 등과의 학제간 연구를 본격 실시
	② 융합기술 분야의 전문가 네트워킹 및 커뮤니티 활성화 : 융합기술 분야의 전문가 네트워크 구축, 융합기술 분야의 전문가 커뮤니티 구축
	③ 국내외 융합연구프로그램 참여 활성화 : 국제적 융합연구 협력활동의 내실화, 공동협력연구 활성화를 위한 지원체계 구축 및 관련제도 개선

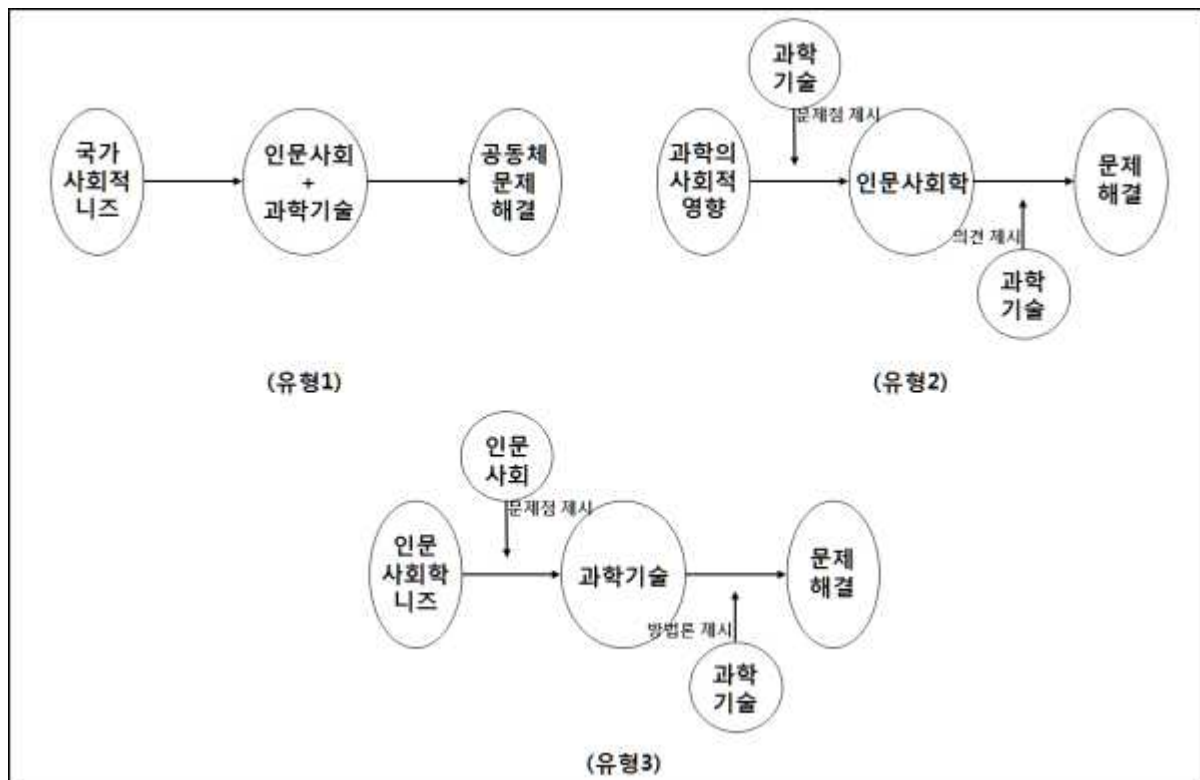
- CKTS(지식, 기술, 사회의 통합: 미국 NBIC2(Roco. etc, 2013)에서 과학기술이 지식과 사회과 융합되는 전체관적인 개념으로 융합을 확장
 - 과학기술에 중심을 둔 종래의 미국 융합정책인 NBIC(2002)에서, 사회적, 국가적, 인류적 중대 문제를 해결하는 방법으로 발전
 - 인문사회와 과학기술의 융합이 요구되는 사회적 흐름을 반영



<그림6> 융합 정의의 진화

□ 융합특성 2: 사회적 수요

- 융합연구는 사회적수요로부터 제시된 문제에 대해 과학기술 및 인문사회의 방법에 의해 동 문제점을 해결해나가는 연구과정(권만우, 2003)
- 유형1: 복합적 공동체 문제 해결을 위한 사회·국가적 수요를 인문사회와 과학기술의 통섭으로 충족
- 유형2: 과학기술 발전에서 기인한 사회적 영향을 인문사회 관점에서 해결
- 유형3: 인문사회 연구에 과학기술 연구방법론 및 인프라를 적용



<그림7> 학제간 융합연구의 유형

- 융합의 트렌드는 고객 요구의 고도화와 치열한 기업간 경쟁에서 살아남고자 새로운 시장을 창출해야만 하는 기업으로부터 시작
- 종래 가치사슬의 역방향 (기초 ← 응용 ← 개발 ← 제품 ← 시장창출) 방식의 융합연구가 주효
- 공급보다는 수요 중심으로 연구의 패러다임이 변화
- 기존의 기술전문가 중심의 폐쇄적인 인바운드식 연구는 수요자 중심이 아닌 공급자 중심의 연구

- 기술 중심의 공급자 시각에서 탈피해서 사용자의 수요, 사회의 수요를 충족시키는 것이 더욱 중요한 가치로 부상
- 수요와 기술의 변화가 상호 작용하여 새로운 미래시장이 창출되며, 수요 변화가 신기술을 견인하고 반대로 신기술이 수요와 시장을 창출하는 선순환 구조의 형성 필요
- 융합연구의 최종목표는 미래 경제사회와 사회·문화의 발전(변화)을 주도하는 것으로 목적(타겟) 지향적 성격을 견지
 - 목적(타겟)의 세부 대상으로는 현안 이슈의 해결이 있으며 이는 사회적 요구(Social Needs)를 수용하는 것으로 시작
 - 현안 및 미래 사회적 요구를 해결할 삶의 질 향상을 위한 융합연구의 지속적 발굴이 필요
- 사회기술시스템(socio-technical system)과 제3세대 혁신정책(이광호, 2010)에 있어서도 공급 관점의 기술이 아니라 수요 관점의 시장 또는 활용의 필요성이 증대되고 있음을 강조
 - 융·복합 산업은 기존의 산업 경계선을 넘어설 뿐만 아니라 산업별로 구분된 제도, 규제, 시장 등을 와해시키는 경향
 - 이에 따라 기존 산업 중심 연구에서 강조되는 기술공급적 측면(technology push)이 작은 하나의 요인(factor)에 불과해지고 사회 전반에 걸친 시스템의 재편성 불가피
 - ※ 사회기술시스템은 기존 국가혁신체제 이론에 비해 사회 전체 또는 사회를 구성하는 사람들의 삶의 질의 개선에 보다 초점을 둠
 - ※ 기술보다는 사회적 문제(problem)에서 출발하고 이러한 해결을 위해 기술과 더불어 제반 사회제도가 어떻게 결합되고 발전되어야 하는지에 주목
- 국내의 융합연구도 단순히 기술적인 측면만 바라볼 것이 아니라 그 사회적 수용 및 영향력 등을 함께 고려해야 할 필요 증대
 - 사회적 수요를 반영한 문제해결형 융합연구와 함께, 동 연구를 지원할 수 있는 새로운 방법론이 요구됨
 - 과거 한국의 과학기술정책은 생산성 (경제성장)에 초점이 맞춰졌다면, 앞으로의 정책은 사회문제 해결에 초점을 맞춰야 할 것

- 한국의 융합연구정책이 상대적으로 요소기술 개발에의 편중지원을 지양하고, 다른 선진국과 같이 인류 사회가 당면한 문제를 해결할 수 있는 종합적인 연구과제에의 지원 비중 재고 필요

□ 융합특성 3: 정책적 피드백

- 융합연구에 대한 사회적 견인(Social pull)과 기술주도(Technology push)가 유기적으로 운영될 수 있도록 정부의 정책사이클(기획, 실행, 피드백)을 효과적으로 구성해야 할 것
 - 융합연구 지원정책 수립을 위한 기획단계에서는 과학기술(3P) 및 사회적 수요(N)로부터 정책수립에 필요한 관련 융합연구 분석정보를 확보
 - 정책실행의 피드백 단계에서는 집행한 과제들(정책)의 연구정보를 통해 과학기술과 사회적 수요에 미친 파급효과에 대한 분석정보를 제공받아, 보다 효과적인 융합연구정책 운영이 가능한 도구(방법론) 확립 필요
- 기술혁신을 통해 삶의 질을 높이고 사회문제를 해결하고자 하는 혁신활동은 과학기술과 인문사회의 융합을 요구(송위진, 2010)
 - 이를 위해서는 기술과 사회의 상호작용과정과 기술혁신이 가져오는 사회적 효과에 대한 종합적인 인식이 필요
 - 사회적수요에 기반으로 한 차세대 성장동력을 위한 기술 혁명이 필요 (National Academy of Engineering, 2008)
 - 성장과 경쟁력 강화에 초점이 맞추어진 산업혁신정책을 넘어 사회문제 해결을 위한 사회적 혁신정책(societal innovation policy) 논의 필요
- 정부는 필요에 의해서 신기술의 선택 및 확산을 제한할 수 있으며, 이러한 정책적 의사결정은 신기술 자체, 사회와의 영향 및 정책방향에 의해 영향(Mckinsey Global Institute, 2012)
 - 새롭게 출현한 파괴적 기술이 지식노동의 자동화를 통해 기업의 생산성 및 수익성 증대에 크게 기여함에도 불구하고, 자동화가 불러온 고용의 불안정화가 사회적 경제적으로 큰 스트레스 요인화
 - 정부의 리더는 신기술 도입에 따른 경제적 효과 뿐 아니라, 도입으로 인해서 야기되는 위험을 관리할 수 있는 자신만의 방법론을 지속적으로

업데이트 필요

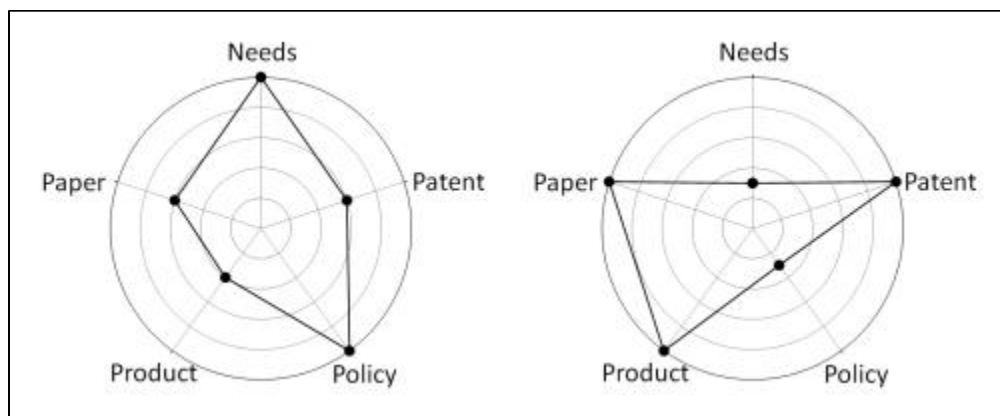
- 3P에 의한 과학기술 측면에서의 정보 뿐 아니라, 정책적인 측면에서의 예상되는 사회적 비용-편익 산정에 도움을 줄 수 있는 정책적 정보의 가공 및 전달에 대한 방법론 정립도 필요

3. 4PN 분석 방법론의 설계

3.1 4PN 분석

□ 4PN 분석의 개요 및 구성

- 논문, 특허, 산업 분석으로 구성되는 기존의 3P 분석에 정책, 사회적 수요 분석을 추가하여 국가나 지역 사회의 추진 전략이나 사회적 수요 현황을 기술 분석에 반영한 형태의 전방위적 현황 분석
 - KIST-고려대 융합연구정책센터 연구팀에 의해, Paper, Patent, Product, Policy의 4P와 Social Needs의 N의 조합에 따른 '4PN 분석'이라 명명
- 4P 및 N의 각 항목별 분석의 정의와 분석결과의 정량화 연구가 필요
 - 4PN 분석의 가장 이상적인 최종 지향점은 논문/특허/산업/정책/수요 각 항목의 정량화/정규화된 분석결과를 비교하여, 분석 대상의 기술 역량과 환경을 평가하는 방법모델
 - ※ 이를 정립하기 위해서는 향후 지속적인 연구가 필요
 - 융합기술 연구의 4PN 분석은 융합기술을 이루는 요소기술의 4PN 분석과 비교하여 신산업 창출, 학문 증진, 정책 변화 등의 융합 기대효과를 전방위적으로 분석할 수 있을 것으로 예상



<그림8> 기술발아기의 4PN 현황과 기술성숙·쇠퇴기 4PN 현황

□ 바이오에너지 기술의 4PN 분석

- 4PN 분석 모델 연구의 실제 적용성을 시험하고 분석을 위한 정보 접근

성을 파악하기 위해 논문·특허 검색 DB 등 각종 집중형·분산형 데이터 마이닝을 이용하여 사례연구(바이오에너지 기술)를 수행함

- 미래에너지 자원 확보를 위한 국가 전략기술이며, 85개 융합기술군에 속해 있는 바이오에너지 분야의 4PN 현황을 분석하여 기술 및 기술 환경 현황의 파악을 시도함
- 바이오에너지 기술은 바이오에너지 생산 기술과 바이오 리파이너리 기술을 의미
 - ※ 바이오에너지 생산 기술: 동식물 유체 등의 바이오매스를 이용하여 화석에너지 대체수송 및 연료용 바이오에너지를 생산하는 기술
 - ※ 바이오 리파이너리 기술: 바이오매스로부터 석유화학 대체 바이오화학 원료물질을 생산하는 기술

3.2 논문 분석

□ 논문 분석의 개괄

- 논문 분석은 해당 연구·기술 분야의 학문적 성과 현황을 파악하는 방법
 - 논문 검색용 DB 서비스를 통한 해당 분야, 해당 기간 등의 논문 서지정보에 따른 논문 편수나 인용·피인용 횟수 등의 평가에 의해 학문 또는 관련 기술의 시간적·국제적 발전 경로나 추세를 분석
- 논문 분석은 특허 분석과 함께 4PN 방법 중에서 정량적 분석이 가장 용이한 분석 방법
 - 기술권리 속성의 특허나 시장성, 수요성의 현황 분석보다 분석요인의 발생-정보화의 지연시차가 짧기 때문에 최첨단(state of the art) 기술 및 잠재 기술의 현황 파악이 가능

□ 웹기반 논문검색용 DB

- 대표적 웹기반 논문검색용 DB는 미국 Thomson Reuters사의 Web of Science (WoS)와 네덜란드 Elsevier사의 Scopus
- 이외에도 생의학 관련 논문검색 DB인 미국 국립의학도서관(NLM)의 PubMed와 미국 Google사의 Google Scholar 등을 활용 가능

○ Falagas의 2008년 연구는 주요 논문검색용 DB의 기능성을 비교·분석

- Scopus는 WoS에 비해 더 많은 종류의 학술저널 검색 서비스를 제공하고, 검색이나 인용 분석 등 분석 기능이 상대적으로 더 용이하다는 우위점 보유
- 논문 DB의 연도 범위가 1966년 이후로서 1900년 이후의 논문 검색이 가능한 WoS보다 Scopus의 검색 연도범위가 상대적으로 짧은 것이 열위점

<표5> 주요 논문검색용 DB의 특성 일람

특성	Web of Science	Scopus	PubMed	Google Scholar
서비스 개시년도	2004	2004	1997	2004
서비스기관 (국가)	Thomson Reuters (미국)	Elsevier (네덜란드)	NLM (미국)	Google Inc. (미국)
학술저널 종류수	8,700	12,850	6,000	IT 정보로부터 접근가능한 저 널 제반
학술지 언어	영어 (+45개국 언어)	영어 (+30개국 언어)	영어 (+56개국 언어)	IT 정보로부터 접근가능한 저 널의 모든 언어
중점 학술분야	과학·기술전반, 인문·사회과학, 예술	과학·기술전반, 인문·사회과학	의학, 약학, 치 의학, 생명과 학, 생명윤리학	과학·기술전반, 경제·금융학, 인문·사회과학
학술저널연도 범위	1900-현재	1966*(a)-현재	1950-현재	IT 정보로부터 접근가능한 저 널의 연도기간
검색 키워드 허용갯수	15	30	제한없음	제한없음
검색 기능 (+: 우위 -: 열위)	초록	+	+	+
	저자	+	+	+
	인용	+	-	+
인용분석기능 (+: 우위 -: 열위)	+	+	없음	-
DB 업데이트	주 1회	주 1~2회	매일*(b)	월평균 1회
유/무료	유료	유료	무료	무료
URL	http://thomsonreuters.com/web-of-science/	http://www.scopus.com/	www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/	http://scholar.google.com/

*주a: 인용분석이 가능한 기간범위는 1996년 이후의 논문

*주b: online early version의 업데이트 포함

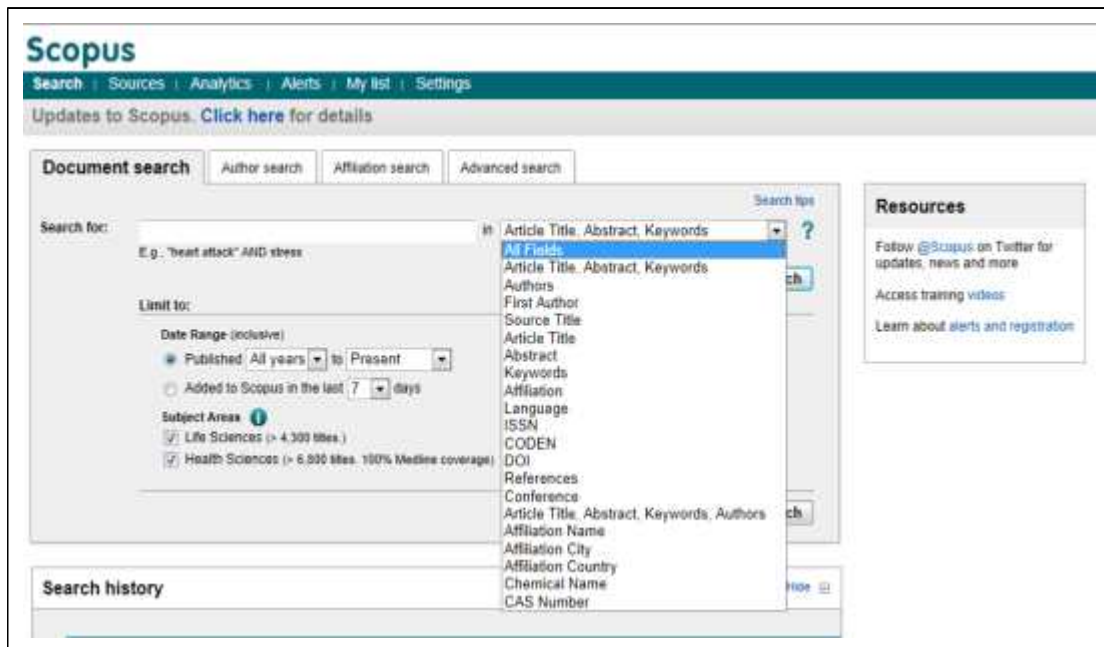
- 국내의 논문검색 DB는 국내외 논문·특허·보고서 검색엔진인 국가과학기술전자도서관(NDSL) (무료 DB)과 2013년 서비스를 개설했던 한국과학기술정보연구원(KISTI)-누리미디어의 DBpia (유료DB) 등
- 융합기술에 관련된 논문분석은 다학제 기술관련 키워드, 신조어 등과 관련하여 효율적인 검색어 조합과 검색 부산물인 노이즈 제거가 특별히 더 필요
- 키워드 검색 연산자(Boolean operator, Advanced operator)를 이용한 고급 검색식의 숙련을 전제

□ 논문데이터 마이닝 (WoS, Scopus)

- 분석 소재가 되는 논문 데이터들의 적절한 검색은 DB를 이용한 논문, 특허 분석의 가장 기본적이면서 중요한 부분
- WoS와 Scopus 모두 검색 옵션 (주제, 저자, DOI 등)과 제한 옵션 (기간, 분야 등)을 이용한 검색어 입력의 형태

<그림9 > WoS의 검색창 및 검색 옵션(우측 선택판넬)과 제한옵션(하단의 Limits)

- 논문 데이터의 마이닝은 검색 옵션과 제한 옵션을 이용하여 검색의 범위를 조절하여 진행
- 기본 검색 (Search)에서 검색 옵션 선택과 검색연산자에 의해 검색하거나 고급 검색 (Advanced Search)에서 필드 태그와 검색연산자를 활용한 검색식에 의해 검색



<그림10> Scopus의 검색창과 검색옵션(우측 선택판넬)과 제한옵션(화면 중간의 Limits to)

□ 검색 연산자와 필드 태그(코드)

- '검색 연산자'란 검색 범위를 좁히기 위한 검색어 또는 검색어 간의 연산자를 의미
 - 논리 연산자인 불리언 연산자(Boolean operator), 인접 연산자(proximity operator), 최우선연산자 (괄호) 등
- 필드 태그는 검색 옵션 (주제, 저자, 국가 등)의 한정을 위한 검색식 표현으로서, 검색 연산자와 조합하여 선택한 필드에 한정하여 검색 연산자에 의한 검색을 수행(고급검색용)
- 검색연산자와 필드태그를 사용하는 고급 검색 방법은 WoS와 Scopus 모두 비슷하나, 문법이나 필드 태그의 종류가 상이

<표6> WoS의 주요 검색 연산자 및 필드 태그

불리언 연산자	용례	검색 기능	
AND	smart AND grid	smart와 grid가 모두 들어간 기록 검색	
OR	smart OR grid	smart와 grid 중 적어도 하나가 들어간 기록 검색	
NOT	smart NOT grid	smart는 들어있지만 grid는 들어있지 않은 기록 검색	
- 검색어 사이의 띄어쓰기는 연산자 AND로 인식 (예) smart grid = smart AND grid - 완성 조합의 검색어의 경우는 인용 부호를 사용 (예) "smart grid" : smart grid라는 순서와 인접치를 갖고 있는 기록 검색			
인접 연산자	용례	검색 기능	
NEAR/x	smart NEAR/10 grid	smart와 grid가 10 단어 이내로 발견되는 기록 검색	
SAME	smart SAME grid	smart와 grid가 한 문장 안에 들어간 기록 검색	
- 연산자 우선 순위는 ① NEAR/x ② SAME ③ NOT ④ AND ⑤ OR - 연산자 우선순위는 괄호 ()에 의해 다시 정의 (예) smart OR water AND grid : water와 grid가 모두 있는 모든 기록과 smart가 들어간 모든 기록을 검색 (예) (smart OR water) AND grid : grid가 smart 또는 water가 있는 모든 기록과 함께 나오는 모든 기록 검색			
주요 필드태그	의미	주요 필드태그	의미
TS	주제	SG	부서
TI	제목	SA	거리 (주소)
AU	저자	CI	구/군/시
GP	그룹저자	CU	국가
SO	저널명	FO	연구비 지원기관
DO	DOI	FG	연구비 Grant no.
PY	출판연도	FT	보조금 정보
AD	연구기관명 및 주소	SU	연구분야
OO	기관	IS	ISSN/ISBN

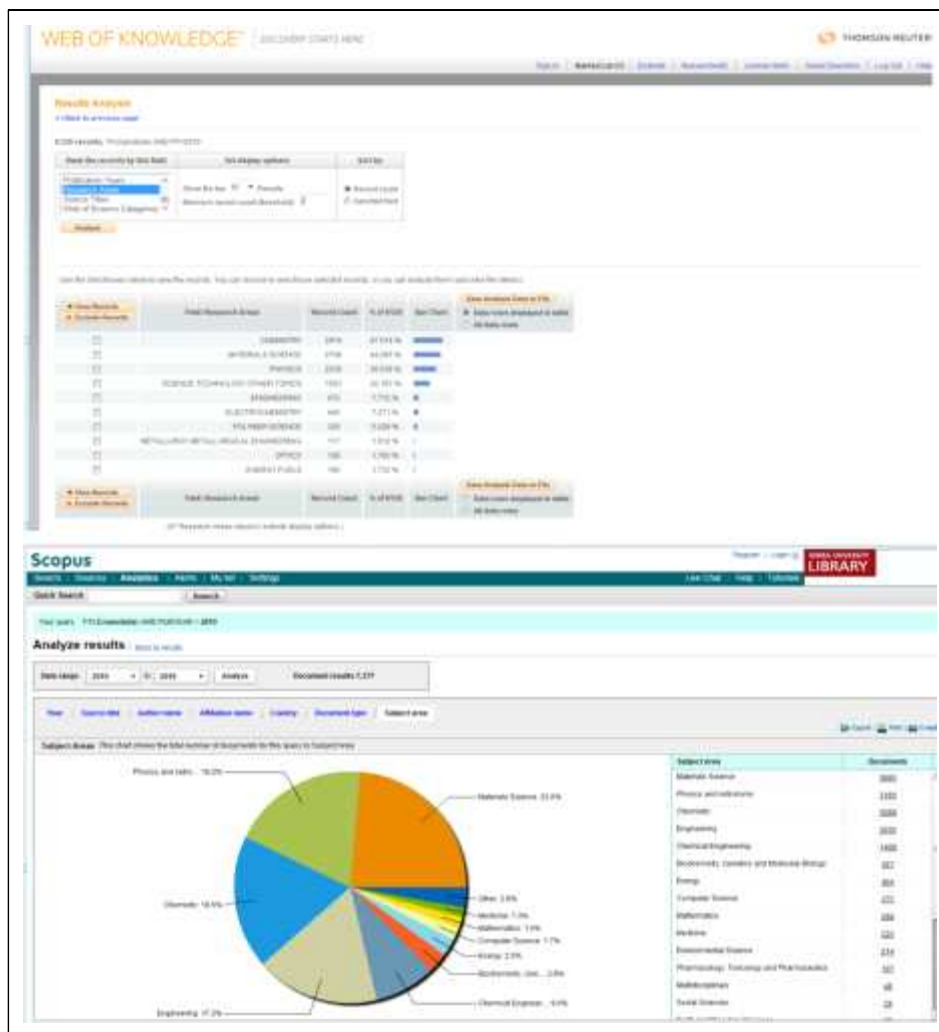
필드태그 검색식 사용예: TI=(nanotube) AND PY=2010
(2010년에 출간된 논문 중, 논문 제목에 nanotube가 들어가는 모든 논문 검색)

<표7> Scopus의 주요 검색 연산자 및 필드 태그

불리언 연산자	용례	검색 기능	
AND	smart AND grid	smart와 grid가 모두 들어간 기록 검색	
OR	smart OR grid	smart와 grid 중 적어도 하나가 들어간 기록 검색	
AND NOT	smart AND NOT grid	smart는 들어있지만 grid는 들어있지 않은 기록 검색	
- 검색어 사이의 띄어쓰기는 연산자 AND로 인식 (예) smart grid = smart AND grid - 완성 조합의 검색어의 경우는 인용 부호를 사용 (예) "smart grid" : smart grid라는 순서와 인접치를 갖고 있는 기록 검색			
인접 연산자	용례	검색 기능	
PRE/x	smart PRE/10 grid	smart 후에 grid가 10 단어 이내로 떨어져있는 기록 검색	
W/x	smart W/10 grid	smart와 grid가 10 단어 이내로 떨어져 있는 기록 검색	
- 연산자 우선 순위는 ① OR ② W/x, PRE/x ③ AND ④ AND NOT - PRE/x 연산자의 단어 수 x의 범위는 0 ~255			
주요 필드코드	의미	주요 필드코드	의미
ALL	모든 필드	TITLE	논문제목
ABS	초록	TITLE-ABS-KEY	제목,초록,키워드
AFFIL	연구기관	PUBYEAR IS	출판년도
AUTH	저자	SUBJAREA(PHYS)	(물리)학술분야
CONFNAME	학회 이름	FIRSTAUTH	제1저자
DOI	DOI	CHEM	화학물질
KEY	키워드	AFFILCOUNTRY	연구기관 국가
필드코드 검색식 사용예: TITLE(nanotube) AND PUBYEAR IS 2010 (2010년에 출간된 논문 중, 논문 제목에 nanotube가 들어가는 모든 논문 검색)			

□ 논문 검색결과를 이용한 분석

- 입력한 검색식(연산자, 필드)에 의해 얻어진 검색 데이터는 WoS, Scopus의 분석 서비스 기능(Analyze Results)에 의해 기본적인 통계 자료를 얻을 수 있음
- 논문 데이터의 기본적인 통계 자료로서 출판년도, 저널명, 저자, 국가, 등에 대한 통계 결과를 데이터 파일과 간단한 그래프, 표의 형태로 제공
 - WoS는 분석기능으로서 더 다양한 항목의 결과(15개 항목)를 제공하나 검색 가능의 저널 수가 Scopus보다 적음
 - Scopus는 분석기능으로서 7개 항목의 통계결과(출판년도, 저널명, 저자, 연구기관, 국가, 논문형식, 주제분야)를 데이터 파일과 간단한 그래프 형식으로 제공

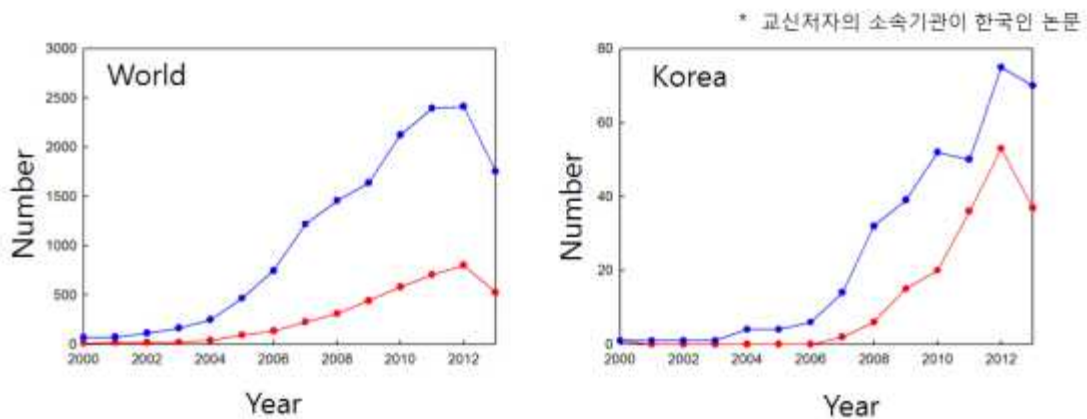


<그림11> WoS, Scopus DB의 분석 서비스 기능의 예(연구주제 통계)

□ 논문 분석을 통한 융합연구 정보분석의 예: 바이오에너지 기술 분석

- 논문검색 DB(Scopus)를 활용하여 융합기술의 하나인 바이오 에너지 분야의 논문 분석을 수행
- 분석의 간단한 예로서, 바이오연료 분야의 주요 연료인 바이오에탄올, 바이오디젤에 관한 2000년 이후 현재까지의 학술 연구의 상대적 현황을 파악하기 위해 검색식과 검색옵션을 이용한 검색을 통해 논문정보를 확보
 - 바이오디젤 또는 바이오에탄올 연구만의 연구활발성 검토하기 위해 바이오디젤 또는 바이오에탄올을 동시에 다루고 있는 논문은 검색에서 제외
 - ※ 해당 옵션에 따른 바이오에탄올의 고급검색식: TITLE-ABS-KEY(bioethanol AND NOT biodiesel) AND SUBJAREA(mult OR agri OR bioc OR immu OR neur OR phar OR mult OR medi OR nurs OR vete OR dent OR heal OR mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 1999
 - ※ 해당 옵션에 따른 바이오디젤의 고급검색식: TITLE-ABS-KEY(biodiesel AND NOT bioethanol) AND SUBJAREA(mult OR agri OR bioc OR immu OR neur OR phar OR mult OR medi OR nurs OR vete OR dent OR heal OR mult OR ceng OR CHEM OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND PUBYEAR > 1999
 - 해당 기간의 바이오 연료 학술 연구는 세계적 추세로는 바이오 디젤의 연구가 바이오에탄올 연구보다 3배 이상 많은 것으로 나타났으나, 한국의 경우는 그 정도가 2배 정도 많은 것으로 감소
 - 바이오에탄올 학술 연구의 선도적 국가는 미국, 일본, 중국의 순서였으며 우리나라는 7위에 위치
 - 바이오디젤 학술 연구의 선도적 국가는 미국, 중국, 브라질의 순서였으며 우리나라는 10위에 위치
 - 바이오에탄올 분야의 최다논문 연구기관은 브라질의 Universidade Estadual de Campinas로 확인
 - 바이오에탄올 분야의 최다논문 연구기관은 중국의 칭화대로 확인

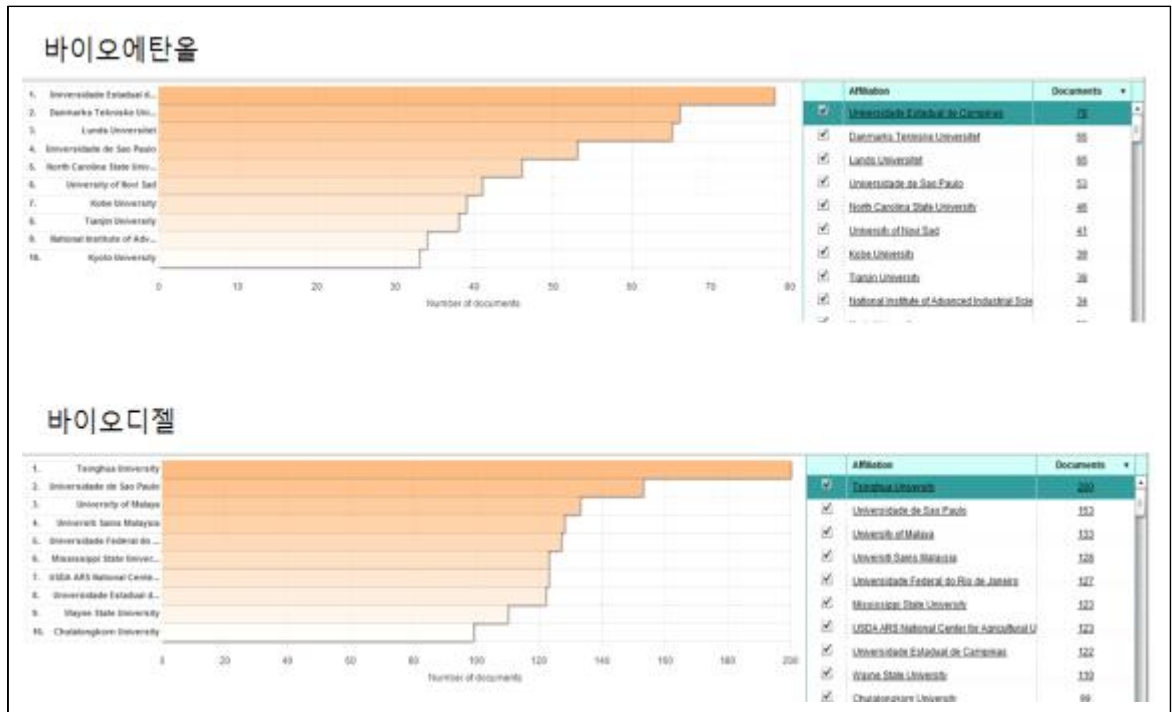
검색 DB: Scopus				
기간		범위	학술분야	
2000. 1. 1 ~ 2013. 8. 01		Title, Abstract, Keywords	Life science, Physical science, Health science	
기간	검색식	총논문수 (W)	한국논문수 (K)	K/W
2000~2013	bioethanol AND NOT biodiesel	3,938	170	4.3%
2000~2013	biodiesel AND NOT bioethanol	14,903	349	2.3%



<그림12> Scopus DB를 이용한 바이오에탄올, 바이오디젤에 관한 학술 연구의 상대적 현황



<그림13> 바이오에탄올, 바이오디젤 분야 학술 연구 선도 국가



<그림14> 바이오에탄올, 바이오디젤 분야 최다논문 연구기관

3.3 특허 분석

□ 특허 분석의 개괄

- 특허 분석은 해당 분야 발명·기술들의 특허 정보 서지사항과 기술적 사항을 파악하는 방법
 - 특허 검색용 DB 서비스를 통한 특허 서지정보에 따른 특허건수 등의 평가에 의해 기술 권리 정보를 분석
- 특허 정보는 기술 정보 외의 주요한 정보로서 기술력의 소재 및 권리 범위에 관한 정보를 제공
 - 특히 융합기술 등 첨단기술에 관련하여, 기술혁신을 유발하는 주요 핵심 기술의 기술보유 현황(국가, 회사 등)을 판단할 수 있는 기본 정보로 이용 가능

□ 웹기반 특허검색용 DB

- 대부분의 국가의 특허청(한국 KIPRIS, 미국 USPTO, 유럽 esp@cenet, 일

본 IPDL)에서도 특허정보는 웹상으로 제공

- 민간 기업 개발의 특허검색 DB는 여러 도메인의 특허를 한 곳에서 볼 수 있다는 편리함과 다양한 분석툴을 제공한다는 장점 보유
- 주요 특허검색 유료 DB는 미국의 MicroPatent, QPat, 일본 JP-NETe, 호주 Paten Lens, 한국의 WIPS, Wizdomain 등
- 특허검색 무료 DB(국내)는 한국특허정보원, 한국과학기술정보연구원 등에 구축
- 일부 유료 특허 검색 DB는 MicroPatent(Aureka), Wizdomain(FOCUST)) 등고선 그래프를 이용하여 전체 특허기술 분포 현황을 특허기술 키워드와 함께 한눈에 조망할 수 있는 서비스 기능을 제공

<표8> 주요 특허검색용 DB 일람

특허 DB	국가	웹사이트	검색기능 평가a*
Delphion	미국	http://www.delphion.com/	2.3
DialogPRO	미국	http://www.dialog.com/products/dialogpro/	2.5
Espacenet	세계	http://worldwide.espacenet.com/	3.4
FreePatentsOnline	미국	http://www.freepatentsonline.com/	3.8
Google Patent Search	미국	http://www.google.com/patents	3.7
JP-NETe	일본	http://www.jpds.co.jp/english/index.html	-
MicroPatentPatentWeb	미국	http://www.micropat.com/	3.3
Orbit.com	미국	http://www.orbit.com/	4.2
PatBase	영국	http://www.minesoft.com/	3.9
Patent Lens	호주	http://www.patentlens.net/	3.8
QPat	미국	http://www.questel.com/	3.9
SumoBrain	미국	http://www.sumobrain.com/	3.0
SureChem	영국	http://www.surecheminc.com/	4.5
Thomson Innovation	미국	https://www.thomsoninnovation.com/	3.2
TotalPatent	미국	https://www.lexisnexis.com/totalpatent	3.0
WIPS Global	한국	http://www.wipsglobal.com/	3.7

*주a: 특허관련 웹포럼 Intellogist.com 평가 (5점 만점 기준)

☐ 특허데이터 마이닝(FOCUST)



<그림15> 특허검색 DB FOCUS의 기본검색창

- 대다수의 특허검색 DB의 특허정보 마이닝은 검색 연산자, 필드 태그 등 검색식을 사용한다는 점에서 기본적인 원칙은 WoS, Scopus 논문정보 마이닝과 과정이 유사
- 특허 검색 DB FOCUS의 주요 검색 방법인 '불리언 검색'과 '필드별 검색'은 논문 검색 DB인 WoS, Scopus의 기본 검색(Search)과 유사
- 검색 옵션 (명칭/요약/청구범위, 청구범위, 출원일, 출원인국가 등)과 제한 옵션 (기간 한정, 국가한정 등)을 이용한 검색어 입력의 형태



<그림16> FOCUS의 불리언 검색

- '속련자 검색'은 WoS, Scopus의 고급검색(Advanced Search)에 해당하는

검색 방식으로 검색연산자, 필드태그를 이용하여 검색식을 직접 입력하여 검색하며 검색연산자의 문법은 WoS, Scopus와 검색



<그림17> FOCUS의 속련자검색

□ 특허 검색결과를 이용한 분석

- 입력한 검색식(연산자, 필드)에 의해 얻어진 검색 데이터는 분석 서비스 기능에 의해 기본적인 통계 자료를 얻을 수 있음
- FOCUS의 경우는 기본적인 통계 자료로서 출원인, 특허년도, 등 16개 항목에 대한 통계 분석결과를 데이터 파일과 간단한 그래프, 표의 형태로 제공 (검색결과 활용메뉴의 Visual Narrowdown 기능)

□ 특허 분석을 통한 융합연구 정보분석의 예: 바이오에너지 기술 분석

- 특허검색 DB(FOCUS)를 활용하여 융합기술의 하나인 바이오 에너지 분야의 특허분석의 수행
- 특허 분석의 예로서 2000년 이후의 현재까지의 바이오에탄올, 바이오디젤에 관한 특허 정보의 상대적 현황을 파악하기 위해 검색식과 검색옵션을 이용한 '불리언 검색'을 하여 특허정보를 확보
- 분석 결과로서 해당 기간의 바이오 연료에 관한 특허 출원 건수는 학술 연구와 같은 경향성으로 나타났으나, 한국의 경우는 바이오 에탄올과 바이오디젤이 비슷한 특허 건수를 보임

검색 DB: Focust				
기간	범위	도메인		
2000. 1. 1 ~ 2013. 8. 01	Title, Abstract, Claim	미국/유럽 공개 및 등록, PCT/일본영문 공개		
기간	검색식	총특허수 (W)	한국특허수* (K)	K/W
2000~2013	bioethanol NOT biodiesel	361	7	1.9%
2000~2013	biodiesel NOT bioethanol	2,494	8	0.3%

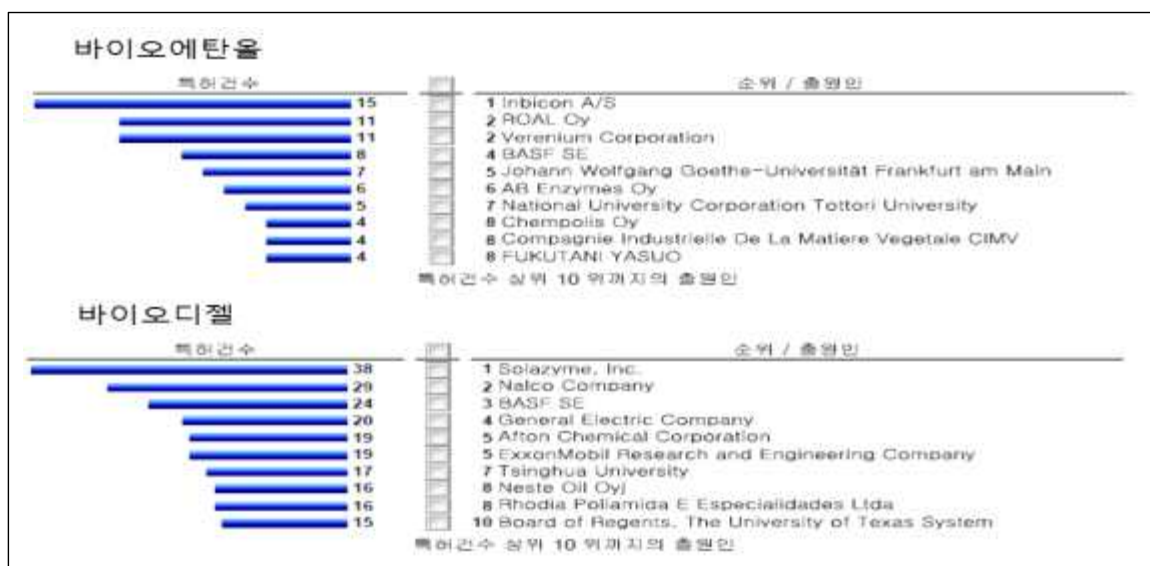
검색 DB: Scopus				
기간	범위	학술분야		
2000. 1. 1 ~ 2013. 8. 01	Title, Abstract, Keywords	Life science, Physical science, Health science		
기간	검색식	총논문수 (W)	한국논문수** (K)	K/W
2000~2013	bioethanol AND NOT biodiesel	3,938	170	4.3%
2000~2013	biodiesel AND NOT bioethanol	14,903	349	2.3%

* 출원 국가가 한국인 경우

** 교신저자의 소속기관이 한국인 논문

<그림18> FOCUST를 이용한 2000년 이후의 현재까지의 바이오에탄올, 바이오디젤에 관한 특허 정보, 학술논문의 상대적 현황

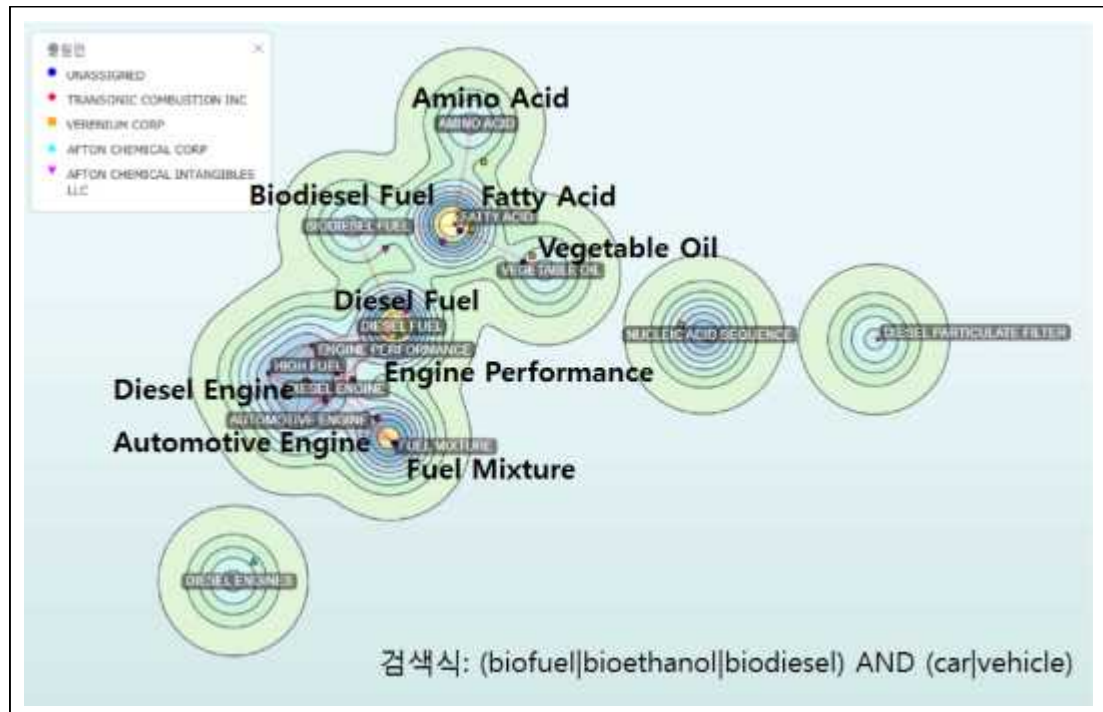
- 바이오에탄올, 바이오디젤 분야의 최다특허 출원인은 각각 Inbicon A/S, Solazyme, Inc로 분석됨



<그림19> FOCUST를 이용한 2000년 이후의 바이오에탄올, 바이오디젤 분야 특허 출원인 상위 10위 통계분석

□ 특허기술 및 키워드 분포도 (FOCUST의 키워드맵 기능)

- FOCUST는 등고선 그래프를 이용하여 전체 특허기술 분포 현황을 특허 기술 키워드와 함께 한눈에 조망할 수 있는 서비스 기능을 제공
 - 특허기술의 연관성, 특히 융합 기술의 기술 요소의 융합 경로를 분석하는데 매우 유용하게 사용될 수 있음
 - 키워드는 해당 기술분야의 주요 기술용어를 자동 또는 선택 추출하여 분석
 - 키워드 맵상에서 표시된 점들은 검색된 특허들의 키워드로서 점간의 거리가 가까울수록 기술 연관성이 높음
 - 아래 그림의 키워드 맵은 “환경친화 자동차 기술”의 융합 경로 분석을 ‘바이오 연료’와 ‘자동차’의 검색어 조합을 이용한 키워드맵 분석
 - ※ “fatty acid”, “vegetable oil” 등 바이오디젤의 연료가 되는 원료 관련 특허로부터 바이오디젤 관련특허, 디젤 엔진, 연료혼합 등 자동차 관련 특허로 진행되는 융합 경로가 분석됨



<그림20> 특허 키워드 맵을 통한 "환경친화 자동차기술"에 대한 기술 융합흐름 분석

3.4 산업 분석

□ 산업 분석의 개괄

- 산업 분석은 해당 연구·기술 분야의 시장성 및 산업현황을 분석하는 것으로, 연구개발을 통해 확보하고자 하는 기술의 산업적 파급효과와 시장효과를 파악하기 위한 분석
 - 기술이 기존 시장에 존재하는 제품에 응용될 수 있는지 혹은 새로운 제품개발에 적용하여 신기술 시장에 포함될 수 있는지 핵심기술의 활용범위를 조사하는 과정
 - 기술의 시장성 및 산업성 분석은 미래 수요파악 및 미래 기술환경에 대한 전망자료로서 수요에 기반을 둔 연구개발 및 기술개발 수행에 도움
- 산업 분석의 방법은 구체적인 매뉴얼이 정해진 것이 아니며, 설문조사나 산업분석 보고서 등의 다양한 방법을 통해 양질의 정보를 가능한 한 최대한으로 수집하는 것이 중요
 - 설문: 설문에 의한 수요조사를 통해 관련 분야의 산업환경 및 시장성 분석 가능
 - 산업분석 보고서: 전문적인 산업정보 조사기관, 정부출연(연), 민간연구소 등 다양한 연구기관에서 발간하는 산업분석 보고서를 활용하여 산업환경과 관련 산업의 업체동향 및 시장성 파악 가능

<표9> 산업 분석 자료 발간 기관

성격	기관
국제 시장조사기관	Freedonia Group, Frost & Sullivan, Datamonitor 등 (세계 3 대 시장조사기관)
정부출연(연)	KISTEP, STEPI, KISDI, KIAT, KEIT, KRIBB, KEEL, KEI, KDI 등
민간연구소	SERI, LGERI, HRI, 데이코산업연구소 등
공공기관	금융감독원, 관세청, 통계청, 기획재정부 한국물가정보, 한국은 행, 대한상공회의소, 중소기업청, 중소기업진흥공단, 한국산업 은행, 대한무역투자진흥공사 등
협회	한국무역협회, 한국정보통신산업협회, 한국반도체산업협회, 한 국공작기계협회, 한국신약개발연구조합 등
증권사	FNGUIDE, 팩스넷, 개별 증권사 자료 등

- 이하의 그림들은 세계 3대 시장조사기관인 Freedonia Group, Frost & Sullivan, Datamonitor의 자료검색 화면 및 이를 통해 확보할 수 있는 산업분석 보고서의 예시임



<그림21> Freedonia Group 자료검색 화면



<그림22> Frost & Sullivan의 자료검색 화면



<그림23> Datamonitor 자료검색 화면



<그림24> Datamonitor 산업분석 보고서의 예

○ 산업 분석을 통해 구체적으로 다음과 같은 정보들 파악 가능

- 관련 산업의 주요 요소 및 전망
- 관련 산업의 시장 규모 전망
- 개발 후기단계에 있는 관련 상품 현황
- 관련 상품에 대한 제품성 평가: 매력도, 상업화 가능성 등
- 제품 분류별 세계 시장 전망

□ 산업 분석을 통한 융합연구 정보분석의 예: 바이오에너지 기술 분석

○ 바이오에너지는 환경친화적인 생산시스템, 온실가스와 같은 환경오염물질의 저감, 연료와 전력 등과 같은 생성에너지의 다양성 등의 요인으로 인해 국가 산업발전 및 관련산업의 경쟁력 확보가 가능

- 높은 성장 잠재력을 지닌 산업기술이라고 평가

○ 바이오에너지 시장은 향후 빠르게 확장될 것으로 예측

- 장기적으로 세계 에너지 소비가 지속적으로 확대되는 가운데, 원유를 대체할 수 있는 바이오연료를 포함한 재생가능 에너지의 이용량 증가 예상
- 전체 에너지 소비 중 원유의 비중은 2002년 39%에서 2030년 33%로 하락하는 반면, 재생가능한 연료의 비중은 같은 기간 동안 8%에서 9%로 증가할 것으로 예측
- 바이오에너지 생산 비용은 기술 향상 및 대량생산에 의한 규모의 경제가 달성될 경우 크게 줄어듦 전망
- 국가 차원에서 세제의 지원 및 이용의무화 등의 정책적 지원까지 뒷받침 될 경우 세계 바이오연료 소비는 더욱 크게 늘어날 것으로 예측
- 해외 주요국에서는 화석연료 고갈과 기후변화에 대처할 수 있는 대체에너지로서 전세계 경제침체를 극복할 수 있는 신성장동력으로 바이오에너지를 인식하고 개발을 추진 중
- 바이오에너지 산업에 대한 전세계적인 기술 수준

<표10> 전세계적인 바이오에너지 산업 기술 수준

기초연구	응용연구
■ 전세계적으로도 도입기 수준임 · 바이오매스로부터 환원당을 얻는 기술은 아직 연구 초기 단계 · 바이오매스 대량생산 및 수확기술도 경제성을 확보하지 못한 상태 ■ 바이오에너지 기술 분야는 전세계 주요 국가들의 경쟁의 장이 되어가고 있음 · 학술논문의 비약적 증가: 2002년 13편 → 2011년 162편 · 특허의 비약적 증가: 2002년 6건 → 2011년 73건 · 우수한 전처리 기술 혹은 바이오매스 생산기술을 선점하는 국가를 중심으로 기술발전의 축이 형성될 것으로 예상	■ 섬유질계 바이오매스 재배 및 개량기술은 주로 미국 농무부를 중심으로 연구가 진행되어 있음 ■ 미세조류 유래 바이오매스 배양 및 바이오디젤 생산기술은 주로 사막과 해양을 이용하여 대량의 실증연구가 이루어지고 있음 ■ 응용연구의 선결과제는 바이오에너지 생산을 위한 원료(feedstock)의 안정적 공급이지만, 아직은 상업화되기 어려운 수준임

*자료: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(2013), p. 98.

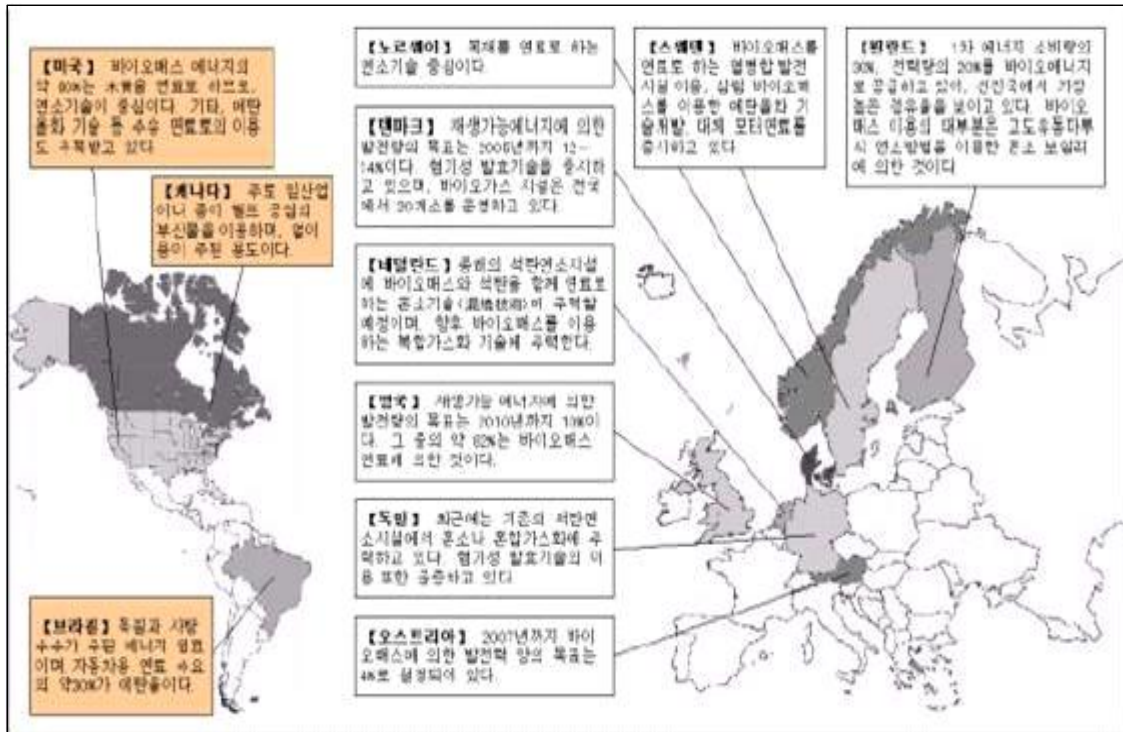
- 바이오에너지 산업에 대한 세계적인 기술선도국의 수준

<표11> 바이오에너지 산업에 대한 세계적인 기술 선도국의 수준

기초연구	응용연구
■ 전분질 유래 바이오에탄올 생산 분야는 미국이 최고 수준 ■ 미국에너지부에서는 2015년 이후 전분질 유래 바이오에탄올 생산을 중단하고 3세대 바이오에너지원을 개발할 것을 선언 ■ 섬유질 유래 바이오에탄올 생산기술에서 경제성을 확보한 국가는 아직 없지만, 국립재생에너지연구소(NREL)를 중심으로 미국이 가장 앞서나가고 있음 ■ 전세계 효소시장의 약 90%를 Novozyme(덴마크)과 Genencor(미국)가 점유하고 있으며, 향후 효소 등 전처리 시장의 가속화 예상 ■ 미세조류 및 해조류 유래 바이오에너지 분야에서도 미국이 국립 바이오연료 및 바이오제품 연합(NAABB) 주도 하에 선도 중	■ 2세대 바이오에너지까지 상용화시킨 국가는 미국과 브라질이 대표적임 ■ 옥수수 또는 사탕수수 유래의 1, 2세대 바이오에탄올은 막대한 비료를 쓸 뿐 아니라 식량을 이용하기 때문에 경제성이 낮고 논쟁의 선상에 있음 ■ 3세대 바이오에너지/바이오리파이너리 연구는 거의 모든 국가에서 도입기에 있는 상황이며, 많은 선진국들에서 국가 및 민간 차원의 연구가 활발히 이루어지고 있는 상황

*자료: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(2013), pp. 98-99.

- 미국, 브라질, 캐나다 등 주요국 이외에도 세계 각 국에서 바이오매스 시장이 활발히 형성되고 있는 추세



<그림25> 세계의 바이오매스 시장 현황

○ 세계적으로 바이오에너지 관련 고용 현황은 다음과 같이 확인 가능

<표12> 바이오에너지 관련 고용 현황 (단위: 천명)

구분	전세계	중국	인도	브라질	미국	독일	스페인
바이오매스	750	266	58		152	51	14
바이오연료	1,500			889	47~160	23	2
바이오가스	230	90	85			51	1.4

*자료: 지식경제부, 에너지관리공단(2013), p. 8.

○ 국내 바이오연료 시장은 현재 EU 및 미국 등의 선진국과 약 5~10년의 격차

- 2030년 경에는 경유 및 휘발유의 약 20% 가량을 바이오디젤 및 바이오에탄올이 대체할 수 있을 것으로 전망
- 특히 국내에서 생산되고 있지 않은 바이오에탄올의 생산이 시작될 경우, 성장세 유지가 계속될 것으로 예상

<표13> 국내 바이오에너지 기술의 선진국 대비 수준

바이오에너지 기술		선진국 대비 기술 수준
수송용 바이오연료	1세대 바이오연료	90
	2세대 바이오연료	65
바이오가스	바이오가스 플랜트	89
	LPG 이용	88
고형 바이오연료 생산 및 활용		77

○ 바이오에너지기술에 대한 우리나라의 기술 수준은 다음과 같이 확인

<표14> 우리나라의 바이오에너지 기술 수준

기초기술	응용기술
■ 바이오에너지 분야의 기초연구는 최고 수준 대비 71% 수준(5.2년 격차) · 특히 미세조류 및 해조류의 형질 개량이나 전처리 및 당화 부분에 대한 연구는 대단히 미흡 · 섬유질계 전처리 및 당화를 위한 연구에서는 비교적 진전을 보임 ■ 학계를 중심으로 연구 진행중 · 목질계, 섬유질계 효소 등 전처리(고려대, 단국대), 미세조류 형질전환(한양대, 서강대, 충남대), 미세조류 종 개발(한국생명공학연구원) · 우리나라는 목질계와 섬유질계 자원이 적은 편이므로 요소기술 개발에 주력 ■ 산업체에서도 바이오매스 활용기술 및 바이오리파이너리 기술 개발에 관심을 보이는 추세 · 바이오매스 기반 바이오화학(GS칼텍스), 국내 농부산물 응용(창해에탄올), 해외바이오매스자원인 팜부산물 활용(젠닥스)	■ 바이오에너지 분야의 응용연구는 최고 수준 대비 70% 수준(5.3년 격차) ■ 현재 응용연구는 대부분 국가과제의 형태로 연구단에 의해 진행되고 있음 · 목질계와 미세조류 분야의 다양한 응용연구(차세대 바이오매스 연구단), 미세조류를 이용한 바이오에너지 생산기술 개발(인하대 해양바이오에너지 생산기술개발연구단) · 응용연구에 대한 산업체의 참여는 미미한 수준

*자료: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(2013), pp. 99-100.

○ 우리나라 바이오에너지 기술의 우위와 열위 영역은 다음과 같이 구분

<표15> 우리나라 바이오에너지 기술의 구분

구분	기초연구	응용연구
우위	■ 섬유질계 알코올 발효 부분과 전처리 및 당화공정장치 설비 기술에서 상대적으로 우위 ■ 미세조류의 탐색 및 미세조류 형질 전환기술은 부족하지만 세계적으로도 미개척 분야라 도전 가능	■ 환원당을 이용한 알코올 발효 또는 이를 이용한 다양한 바이오화합물의 생산기술에서 상대적으로 우위 ■ 의무적인 바이오디젤의 혼합정책에 따라 바이오디젤의 분리 및 정제 부분도 경쟁력을 보유
열위	■ 향후 전망이 좋은 해양 바이오매스에 대한 전처리 및 당화기술은 대단히 열악 ■ 미세조류의 형질전환이나 종 개발에 관한 연구에서 열위를 보임	■ 대량 실증에서 가장 큰 약점을 지님 · 섬유질계의 전처리, 당화, 발효 공정에서 대량 실증을 통해 문제를 해결해야 함 · 미세조류의 대량 생산을 위해 육상 및 해양의 대량 실증 생산시설, 수확 및 정제에 대한 시설도 반드시 필요

*자료: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(2013), p. 100.

- 바이오에너지 가치사슬별 현황 및 사업의 성장성을 볼 때, 바이오원료 생산 및 바이오연료 판매의 성장성은 높으며, 바이오연료 생산 부문은 낮다고 평가(안혜영, 2010)

<표16> 바이오에너지 가치사슬별 시장현황 및 성장성

구분	시장현황	성장성
바이오 원료 생산	· 업체들의 시장 진출은 초기 단계 · 바이오에너지 산업의 관건은 원재료 확보 · 향후 바이오연료 수요가 증가할 경우 원료가격 인상이 예상되어 업체들의 수익성 증대 기대됨	높음
바이오 연료 생산	· 업체수는 많은 반면, 공급처가 한정되어 있어 경쟁강도가 높은 편 · 제조원가를 제품가격에 반영하지 못해 수익성 낮음 · 정부정책에 의한 의존도가 매우 높음	낮음
바이오 연료 판매	· 바이오연료 판매업체에 대한 정부의 인센티브는 거의 없어서 정유사의 부담 가중 · 전체매출대비 바이오연료 판매비중이 낮아 미치는 영향력은 미미	보통

3.5 정책 분석

□ 정책 분석의 개괄

- 특정 융합기술에 대한 논문, 특허, 산업 분석에 더하여, 이에 대한 정부 정책 현황을 파악하는 것이 목적
 - 기술의 외부의 환경에 대한 조사 및 분석을 위한 것으로서, 예산투입, 제도적 지원, 법적 구비 등 기술에 대한 정부 차원의 정책적 지원에 대한 현황을 파악 가능
 - 국내 뿐 아니라 해외 주요국들의 정책적 지원에 대해 파악함으로써, 국가 차원에서 전략적으로 정책을 수립해야 하는 부문을 포착
- 구체적으로 분석의 대상이 되는 정부의 융합기술 정책을 다음과 같이 열거(양승룡, 신용광, 2007)
 - 기술개발 및 시설투자에 대한 지원을 통한 생산유인 정책
 - 완제품에 대한 세금감면이나 보조금 지급을 통한 가격지지 정책
 - 의무사용제 등을 통한 수요촉진 정책
 - 수입대체제에 대한 관세부과 등 무역 정책
 - 규제 등을 통한 제도적 정책
- 특정 융합기술에 대한 정책을 파악하기 위해서는 국내외적인 관련 정책, 법, 제도에 대해 전반적으로 자료 수집 필요
 - 정책: 국가 차원의 기술발전 기본계획, 기술발전 시행계획, 중점 육성계획, 전략기술 선정, 기술 연구개발 종합대책, 기술 발전전략, 기술로드맵 등
 - 법: 기본법, 촉진법, 특별법 등
 - 제도: 대통령 직속 위원회, 국무총리 직속 위원회, 주무 정부부처, 기타 공공기관 등

□ 정책 분석을 통한 융합연구 정보분석의 예: 바이오에너지 기술 분석

- 해외 주요국에서는 바이오에너지 보급에 대해 다양한 정책적 지원 중에 있으며, 특히 EU에서 가장 활발히 진행 중

- 세계 바이오디젤 시장은 EU가 전세계 생산량의 60% 이상을 차지
- EU의 경우 가솔린 차량에 대한 세금율이 높고, 디젤 엔진의 연비가 향상되어 타 국가 대비 디젤 차량의 비중이 높음
- EU에서는 1970년대 말부터 바이오디젤 연구를 활발히 진행해왔으며, 1991년 세계 최초로 바이오디젤 품질규격을 확정
- 2008년 기준 EU의 수송용 연료 총소비량 중 3.3%를 바이오연료가 차지하고 있으며(세계시장 대비 세배 이상의 보급률), 이 중 바이오디젤의 비중이 약 79%
- EU는 바이오연료의 비중을 2010년까지 5.8%, 2020년까지 10%로 확대할 계획을 밝히고 있어 유럽지역의 바이오디젤 생산량은 지속적으로 증가할 것으로 예상
- 미국은 2008년 기준, 전체 수송용연료에서 바이오연료가 차지하는 비중이 약 4~5%에 달하고 있으며, 오는 2017년까지 전체 석유소비의 15%, 2030년까지 30%를 바이오연료로 대체할 계획
- 현재 미국에서 사용되고 있는 바이오연료의 대부분은 바이오에탄올이며, 바이오디젤 생산량은 바이오에탄올의 1/9 수준에 불과
- 일본은 농업선진국의 장점을 살려 유채재배를 통한 바이오디젤 생산을 진행
- 태국, 인도네시아, 인도 등의 국가들은 에너지 다원화 및 자국의 원료산업에 대한 보호정책 등으로 빠르게 바이오에너지 보급률을 높여가는 중

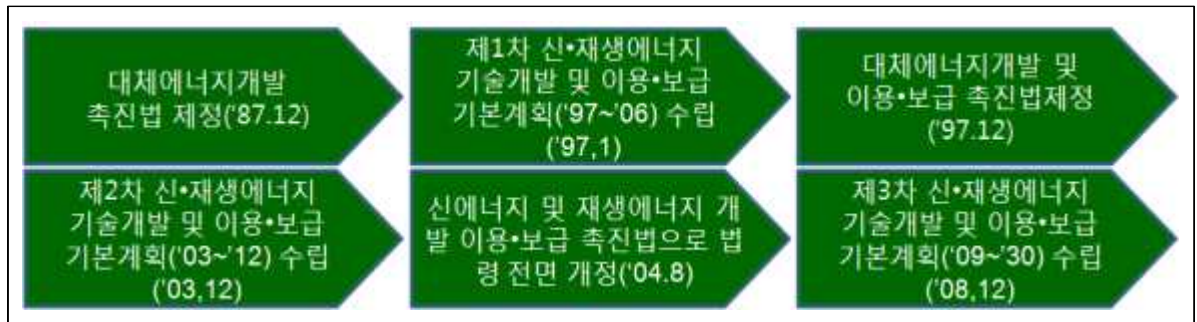
<표17> 해외 주요국 바이오에너지 목표 및 지원정책

국가	정부 목표	생산 지원정책	수요 지원정책
EU	· 2010년 바이오에너지 사용률 5.75%, 2015년 8%, 2020년 10% 목표 · 독일 사용률 3.6%, 프랑스는 2%(2010년 기준)	· 재생에너지 사용 장비 세액공제 · 바이오연료 미사용 제련소에 추징세 부과 · EU 공동농업정책 보조금 · 자본 지원금	· 유류세 상한설정 · 유류세 면제 · 부분적 세제 혜택
미국	· 각 주별로 바이오에너지 관련 정책수립 · 10년내에 미국에서 사용하고 있는 휘발유의 20%를 감축 · 2030년까지 바이오연료의 비중을 30%로 확대	· 세액공제 · 생산비 분담 · 융자지원 프로그램	· 차량 세액공제 및 유류세 감면 · 바이오연료 차량에 대한 보조금 지급 · 대출 지원
브라질	· 자동차연료의 25% 이상을 바이오에탄올 사용 · 현재 3%인 바이오디젤 혼합비율을 2013년까지 5% 확대	· 곡물 생산에 대한 세제혜택 · 자금융자 지원 · 산업 세금 감면	· 바이오연료 엔진차량 면세 · 연료에 대한 세제혜택 · 가격통제
중국	· 2020년까지 재생에너지 비중 16%로 확대 · 바이오디젤 사용량 2020년 200만톤 계획	· 2억달러의 조사개발 예산 책정 · 자금융자 지원 · 직접보조금 및 면세	-
태국	· 2010년까지 바이오연료 비중 2%	· 농가 지원 확대 · 에탄올 프로젝트에 대한 인센티브 지원	· 바이오연료 차량에 50% 통행세 할인 · 소비세 및 유류세 면제

*자료: 안혜영(2010), p. 7.

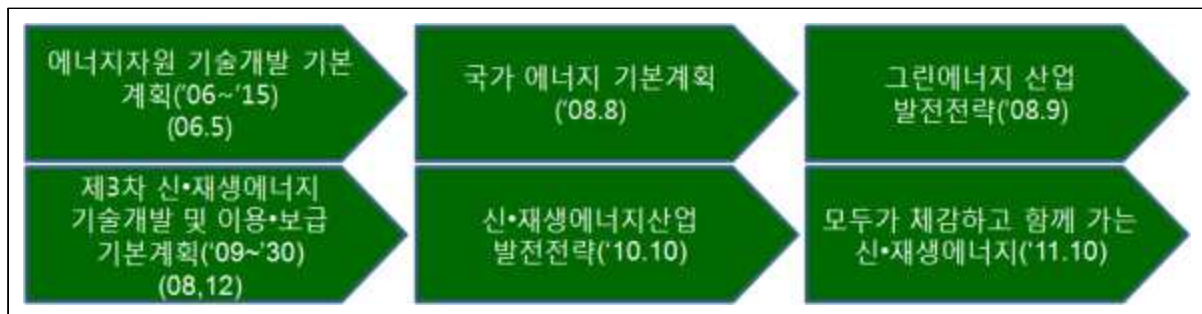
○ 정부의 신·재생에너지 관련 정책 및 법은 1987년 ‘대체에너지개발촉진법’ 제정을 시점으로 하여 현재까지 발전

- 특히 2004년 ‘신에너지 및 재생에너지 개발 이용·보급 촉진법’으로 법이 개정되면서부터 지속적으로 재생에너지 지원 정책 추진



<그림26> 우리나라의 신재생에너지 관련 정책 및 법의 역사

- 신·재생에너지 관련 정책 및 법 중에서 바이오에너지 기술 정책과 특히 연관되는 정책들은 아래의 그림과 같이 확인



<그림27> 바이오에너지 기술 정책 관련 신재생에너지 정책 및 법

- 국내 바이오에너지 사용량은 2011년 기준 전체 재생에너지 사용량의 약 12.7% 차지

<표18> 신재생에너지 보급 현황(2011년 기준) (단위: 천toe)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
공급량	4,436.4	4,582.4	4,879.2	5,225.2	5,608.8	5,858.5	6,086.2	6,856.3	7,582.8
(공급 비중, %)	2.1	2.1	2.1	2.2	2.4	2.4	2.5	2.6	2.8
태양열	32.9	36.1	34.7	33.0	29.4	28.0	30.7	29.3	27.4
태양광	1.9	2.5	3.6	7.8	15.3	61.1	121.7	166.2	197.2
바이오	131.1	135.0	181.3	274.5	370.2	426.8	580.4	754.6	963.4
폐기물	3,039.3	3,313.2	3,705.5	3,975.3	4,319.3	4,568.6	4,558.1	4,862.3	5,121.5
수력	1,225.6	1,082.3	918.5	867.1	780.9	660.1	606.6	792.3	965.4
풍력	5.2	11.9	32.5	59.7	80.8	93.7	147.4	175.6	185.5
지열	0.4	1.4	2.6	6.2	11.1	15.7	22.1	33.4	47.8
수소·연료전지	-	-	0.5	1.7	1.8	4.4	19.2	42.3	63.3
해양	-	-	-	-	-	-	-	0.2	11.2

*자료: e-나라지표 '신재생에너지 보급현황'

(http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_IdxMain.jsp?idx_cd=1171)

- 2011년 신재생에너지 분야별 점유율은 폐기물(67.5%), 수력(12.7%), 바이오(12.7%), 태양광(2.6%), 풍력(2.4%), 연료전지(0.8%), 지열(0.6%), 태양열(0.4%), 해양(0.1%) 순
- 제3차 신·재생에너지 기본계획에 의한 바이오에너지 공급 목표는 이하의 표와 같이 확인 가능
- 증가율은 낮은 편이지만, 증가량은 막대할 것으로 예상

<표19> 제 3차 신재생에너지 바이오에너지 공급 목표 (단위: 천toe)

구분	'08	'10	'15	'20	'30	연평균 증가율('08~'30)
바이오 에너지	518 (8.1%)	987 (13.0%)	2,210 (18.8%)	4,211 (24.0%)	10,357 (31.4%)	14.6%

*지식경제부(2009), p. 15.

- 제3차 신·재생에너지 기본계획에 의한 바이오에너지 기술개발 추진분야는 다음과 같이 분류
- 핵심분야: 시급성, 기술과급성, 예산투입필요성 등 최우선 분야를 의미
- 단기 일반분야: 5~10년 이후에 중점분야로 예측되는 기술 분야를 의미
- 장기 미래분야: 장기 블루오션 분야를 의미

<표20> 바이오에너지 기술개발 추진분야

분야	핵심분야	단기 일반분야	장기 미래분야
바이오에너지	바이오디젤의 경제성 향상	목질계 바이오매스 원료 수집, 가동, 활용 기술	차세대 유기물질 회수 및 활용 기술

*지식경제부(2009), p. 30.

- 정부는 2015년까지 세계 5대 신재생에너지 강국으로의 도약을 목표로 삼고 정책 추진 중
- 민관합동으로 2011년부터 2015년까지 총 40조원(정부 7조원, 민간 33조원)을 투자할 것을 목표로 지정
- 정부지원 7조원은 R&D 지원 3조원과 산업화 지원 4조원으로 구성
- 민간투자 33조원 중 바이오에너지 기술 분야는 약 9천억원

- 2011년 기준, 바이오에너지 기술 부문 정부 총 투자액은 약 504억원이며, 최근 4년간('08~'11) 연평균 증가율은 32.9%임(국가과학기술위원회, 한국과학기술기획평가원, 2012)
- 부처별 투자 비중은 구 지식경제부(48.8%, 246억원), 구 교육과학기술부(24.5%, 124억원), 구 국토해양부(8.3%, 42억원), 구 농림수산식품부(6.8%, 34억원) 순
- 구 지식경제부는 개발연구 중심, 구 교육과학기술부는 기초연구 중심, 구 국토해양부는 응용연구 중심 투자
- 연구단계별 투자는 개발연구(55.7%, 281억원), 응용연구(20.2%, 102억원), 기초연구(19.3%, 97억원) 순
- 정부출연(연)은 개발연구와 응용연구, 대학은 기초연구, 대기업은 개발연구를 주로 수행
- 연구수행주체별 투자 현황을 보면, 정부출연(연)(30.7%, 155억원), 대학(27.1%, 136억원), 대기업(22.2%, 112억원), 중소기업(15.6%, 79억원) 순
- 구 지식경제부는 대기업, 중소기업, 정부출연(연) 중심, 구 교육과학기술부는 대학, 정부출연(연) 중심으로 투자
- 바이오연료 생산과 관련, 6개의 부처에서 기술개발을 추진한 바 있으며 원료 및 원료확보 방법에서 차별화

<표21> 정부 각 부처의 바이오연료 원료 및 원료확보 방법

부처	원료	원료확보방법
교과부	기초·원천기술	
지정부	홍조류(우뭇가사리 등), 팜부산물	수입
국토부	미정	국내양식 (국내 250종 연구 후 최적종 선정)
농식품부	갈대, 억새, 유채, 갈조류 등 바이오작물	국내확보와 수입
농진청	유지, 당질, 전분질, 셀룰로오스계, 축산분뇨	국내확보와 수입
산림청	목질계	국내확보와 수입

*자료: 국가과학기술위원회(2010)

- 2012년 기준, 국내 바이오에너지 보급 현황은 이하와 같이 확인

<표22> 2012 국내 바이오에너지 보급 현황 (단위: toe)

구분		'07	'08	'09	'10	'11
바이오가스	전기	-	723	1,465	3,742	9,645
	열	81,537	44,663	49,400	76,601	81,539
LPG	전기	66,069	88,794	96,477	85,582	94,775
	열	42,469	31,196	31,825	29,138	29,445
바이오디젤		95,663	177,642	254,189	356,822	336,054
우드칩		5,742	13,320	20,075	132,230	163,022
성형탄		35,267	29,186	24,102	23,053	24,591
임산 연료		43,411	41,236	49,309	23,419	23,665
목재 펠릿		-	-	53,577	23,766	50,995
폐목재		-	-	-	-	149,632
합계		370,159	426,760	580,419	754,623	963,363

*자료: 에너지관리공단(2013), p. 119.

- 2012년 1월부터 신·재생에너지의무할당제(RPS)가 도입되어, 국내 바이오에너지 발전시장에서의 점진적인 점유율 증가 예상
 - 2007년 발표된 '제1차 바이오디젤 중장기 보급계획에 이어 2011년 이후의 바이오디젤 보급 방향을 정한 '제2차 바이오 중장기 보급계획' 발표
 - 원료의 높은 수입의존도, 식량가격 상승 유발 등의 문제를 해결하기 위해 단기적으로 동물성 바이오디젤의 상용화, 해외농정개척 활성화를 추진
 - 장기적으로는 차세대 바이오연료 개발을 위한 연구개발 투자를 활성화하여 바이오디젤 산업을 미래 신성장동력 산업으로 만들 예정
- 바이오에너지 중 가장 주목받고 있는 것은 바이오디젤로서 지속적인 증가 예상
 - 2002년 5월부터 BD20을 168개 지정 주유소에서 시범적으로 공급 시작
 - 2006년 7월부터 BD5를 일반주유소에서 보급
 - 바이오에탄올은 원료수입, 저장 및 유통 인프라 구축 비용 등의 문제 때문에 연료용으로 미사용

3.6 수요 분석

□ 수요 분석 개괄

- 논문, 특허, 산업, 정책의 현황 파악과 더불어 융합기술의 사회적 수요를 조사함으로써 향후 정부 및 민간에서 구체적·집중적으로 지원해야 하는 영역을 파악
 - 수요의 파악을 위해서 일차적으로 필요한 방법은 전문가 자문, 관계자 면담, 그리고 관련 문헌의 조사
- 본 연구의 전문가 및 관계자 면담과 문헌조사 외에도, 향후 연구를 위해 다음과 같이 사회적 수요를 폭넓게 파악할 수 있는 방법을 제안
 - 다수의 전문가들을 모아 지속적으로 질문과 대답을 시행함으로써 구체적인 수요를 파악할 수 있는 ‘델파이기법’
 - 빅데이터를 활용하여 사회적으로 융합 관련 키워드들이 어떠한 방식으로 요청되고 있는지를 파악하는 빅데이터 분석(예: ‘사회문제지도’)
- 미국 랜드연구소가 개발한 ‘델파이기법’은 예측하려는 문제에 대해 전문가들의 견해를 얻고 종합하여 집단적으로 정리하는 방법론으로서, ‘전문가 합의법’이라고도 지칭
 - 문제의 명료화 → 대상자 선정 → 질문지 설계 → 결과 분석 → 후속 질문지의 작성 → 결과 분석 및 후속 질문지의 작성을 2~3회 반복하여 최종 결론 도출
 - 전문가 수가 13명 이상이면 신뢰도 충족
 - 전문가는 연구분야에 대한 기본적인 지식과 이의 적용능력, 합리성과 객관성, 해당분야의 성과 및 실적 우수, 델파이조사 동안 참여 가능이라는 4개의 조건에 모두 해당되어야 함
- ‘사회문제지도’는 차세대융합기술연구원 온병원 박사가 개발한 사회문제 키워드 도출 시스템으로서, 신문기사에서 월별로 어떠한 사회문제들이 있었는지 보여주는 웹서비스(강남준 외, 2012)
 - 빅데이터 분석의 하나로 볼 수 있으며, 이를 통해 매월 어떠한 사회문제

들이 어느 정도로 이슈화되었는지를 확인 가능

- 한국언론진흥재단이 제공하는 기사통합검색(KINDS) 서비스를 활용하여 관련 토픽들을 필터링 한 후, 사회문제지도 프로그램을 통해 사회문제를 추출, 시각화하는 방법

□ 수요 분석을 통한 융합연구 정보분석의 예: 바이오에너지 기술 분석

- 고유가로 인한 에너지원 다양화, 석유위기 대응, 환경개선 및 농업경제적 측면에서 바이오에너지 보급 필요성 고조
 - 화석연료의 고가는 언젠가는 우리가 직면해야 하는 일이며, 나날이 오염되어 가는 환경을 고려하면 친환경적인 바이오에너지의 수요가 늘 것이라는 점은 확실
 - 바이오에너지의 원재료는 친환경적이고, 재생이 가능하며, 기존 에너지 체계와 호환이 가능하다는 장점 보유
- 바이오에너지 보급의 필요성은 환경정책 에너지정책, 농업정책, 산업정책 등 전 분야의 정책적 수요에 내포
 - 바이오에너지 산업은 석유의 가격에 따라 가격경쟁력 여부가 결정되는 특징을 지니며, 일반 환경산업들과 마찬가지로 정부의 지원 정책에 따라 성패 결정

<표23> 바이오에너지 보급의 필요성

환경정책	에너지정책	농업정책	산업정책
· 온실가스 감축 · 대기환경 개선 · 폐자원 활용	· 석유위기 대응 · 에너지자립도 제고 · 고유가 대응	· 농가소득 증대 · 농촌경제 활성화 · 해외농장개척 · 활성화	· 신산업 육성 · 고용창출 · 수출증대 · 연구개발 활성화

*생명공학정책센터(2010), p. 41.

- 미국은 향후 바이오매스에 대한 수요가 기술의 발전과 함께 꾸준히 증가 될 것으로 전망(한국과학기술정보연구원, 2004)
 - 바이오에탄올: 72억리터(2001) → 260억리터(2010) → 524억리터(2015)로

연평균 15.2% 가량 수요가 성장할 것으로 예측

- 바이오디젤: 1.3억리터(2001) → 7.6억리터(2005) → 17.0억리터(2010) → 28.0억리터(2015)
- EU와 일본 등에서도 바이오에너지의 수요는 지속적으로 증가하는 추세 (한국과학기술정보연구원, 2004)
 - EU의 바이오 액체연료 공급은 2000년 180만톤에서 2010년에는 약 2.6배 늘어난 500만톤 규모
 - 일본의 바이오매스 시장은 2005년 기준 4천억원 규모이며, 바이오에탄올이 상용화되면 1,200억원 규모의 시장을 형성할 것으로 예측
- 국내 바이오에너지 기술 및 산업은 아직 미발달 단계이며, 산업적 투자나 인프라 구축, 정책적 지원이 미비한 상태에서 향후 수요에 대한 전망을 구체적으로 하는 것은 난이
 - 선진국의 바이오에너지 발전에는 정치권의 과감한 선택과 이해집단에 대한 설득이 뒤따랐으나, 한국은 아직 정치적 의지와 지원이 부족
 - 에너지 주무 부처인 산업통상자원부, 세제를 담당하는 기획재정부, 원료를 담당하는 농림축산식품부, 환경문제의 주무 부처인 환경부 등의 협력이 제대로 이루어지지 않는 상황
 - 유통망을 가진 기존 정유업계의 참여 부진으로 물류인프라 부족
 - 바이오에너지의 원료 확보체계 미흡
 - 원료의 안정적인 조달과 농산물 가격위험이 큰 위험요인이 되며, 경쟁재인 화석연료의 가격 변동도 중요한 위험요인
- 예산, 인프라, 인력, 연구협력, 정책 및 제도의 면에서 바이오에너지 기술 발전을 위해 필요한 니즈는 다음과 같이 정리 가능

<표24> 바이오에너지 기술 발전을 위한 니즈

항목	기술발전을 위한 니즈
예산	· 실증 배양 및 대규모 파일럿 시설을 중심으로 연구비 하향식 집중 지원 필요 · 실증실험에서 발생하는 문제점은 상향식으로 연구과제로 삼아 해결 · 향후 5년간 1조원 이상의 연구비 투입이 필요
인프라	· 대량의 바이오매스를 생산할 수 있는 대규모 실증단지 등의 인프라 구축이 반드시 필요 · 바이오매스의 활용기술 개발을 위한 인프라, 전처리장치, 분리 및 정제 등 단위조작용 인프라 등이 부족 · 바이오매스 연구 지원체계, 바이오에너지 시범지원센터 구축 등 필요
인력	· 공학, 생물학, 화학공학, 농학, 농경제학 등 각 분야 전문가들이 공동으로 연구할 수 있는 융합적 인력 양성이 관건 · 바이오에너지 관련 학연산 연계를 통해 관련기술 전문가 양성 필요 · 해외 전문가를 초빙하여 기술 확보 필요
연구협력	· 다양한 융합기술이 개발되어야 하므로, 학연산의 모든 인력이 동원되어 기초부터 산업까지를 연계한 광범위한 연구 협력이 중요 · 단기적으로는 정부 주도 하에 로드맵을 마련하고, 이를 통해 기술융합 및 산업화를 지원할 것이 요구됨 · 선도국인 미국과 협력하여 기술도입과 공동연구를 추진하고, 아세안 국가들과의 협력을 통해 원료 확보
정책 및 제도	· 바이오에너지 관련 세금감면 및 인센티브를 통한 지원 · 바이오에너지 의무사용제 등 규제를 통한 지원 · 운송연료로 바이오디젤 외에 바이오에탄올, 바이오메탄올을 허용하여 기술개발 촉진

*자료: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(2013), pp. 102-103.에서 제시된 이하대 이철균 교수의 의견에 토대를 두고 수정·보완

4. 결론

- 융합기술의 정보분석을 위해 주기적·상시적 기술 및 산업정보에 대한 논문, 특허, 산업 분석을 유기적으로 결합한 3P 분석 방법론을 채택하고 이를 보완하기 위해 정책과 사회적 수요 분석을 더한 4PN 방법론을 제안
- 4PN 방법론은 기술/산업 분석 측면이 강했던 기존의 3P 분석에 국가나 지역 사회의 추진 전략이나 사회적 수요현황을 기술 분석에 반영한 형태의 전방위적 현황 분석
- 4PN 분석의 가장 이상적인 최종 지향점은 논문/특허/산업/정책/수요 각 항목의 정량화/정규화된 분석결과를 비교하여 분석 대상의 기술 역량과 환경을 평가하는 방법모델
 - 이를 위해 향후 지속적인 정량화 연구가 필요
- 융합기술 연구와 융합기술을 이루는 요소기술의 4PN 분석을 각각 시행 후 비교하여, 신산업 창출, 학문 증진, 정책 변화 등의 융합 기대효과를 전방위적으로 분석할 수 있을 것으로 예상
- 융합기술에 대한 4PN분석의 유용성을 시험하고 구체적인 방법론의 설계를 위해 '바이오 에너지'를 4PN의 논문, 특허, 산업, 정책, 수요적 측면에서 개별 분석
- 4PN 중 논문 분석은 해당 연구·기술 분야의 학문적 성과 현황을 파악하는 방법
 - 논문 검색용 DB 서비스를 통한 해당 분야, 해당 기간 등의 논문 서지정보에 따른 논문 편수나 인용·피인용 횟수 등의 평가에 의해 학문 또는 관련 기술의 시간적·국제적 발전 경로나 추세를 분석할 수 있는 방법
- 논문 분석은 특허 분석과 함께 4PN 방법 중에서 정량적 분석이 가장 용이한 분석 방법
 - 기술권리 속성의 특허나 시장성, 수요성의 현황 분석보다 분석요인의 발생-정보화의 지연시차가 짧기 때문에 최첨단(state of the art) 기술 및 잠재 기술의 현황 파악 가능
- 4PN 중 특허 분석은 해당 분야의 발명·기술들의 특허 정보의 서지사항

과 기술적 사항을 파악하는 방법

- 특허 검색용 DB 서비스를 통한 특허 서지정보에 따른 특허건수 등의 평가에 의해 기술 권리 정보를 분석할 수 있는 방법
- 특허 정보는 기술 정보 외에 주요한 정보로서 기술력의 소재 및 권리 범위에 대한 정보를 포함
 - 특허 융합 기술 등 첨단기술에 관련하여, 기술혁신을 유발하는 주요 핵심 기술의 기술보유 현황(국가, 회사 등)을 판단할 수 있는 기본 정보로 이용 가능
- 4PN 중 산업 분석은 해당 연구·기술 분야의 시장성 및 산업현황을 분석하는 것으로, 연구개발을 통해 확보하고자 하는 기술의 산업적 파급효과와 시장효과를 파악하기 위한 분석
 - 산업성 분석은 미래 수요파악 및 미래 기술환경에 대한 전망자료로서 수요에 기반을 둔 연구개발 및 기술개발 수행에 도움
- 4PN 중 정책 분석은 특정 융합기술에 대한 논문, 특허, 산업 분석에 더하여, 이에 대한 예산투입, 제도적 지원, 법적 구비 등 기술에 대한 정부 정책 현황을 파악하는 것이 목적
 - 정책 분석은 국내 뿐 아니라 해외 주요국들의 정책적 지원 현황을 파악하고, 국가 차원에서 전략적으로 정책을 수립해야 하는 부문을 포착할 수 있는 분석을 제공
- 4PN 중 수요 분석은 논문, 특허, 산업, 정책의 현황 파악과 더불어 융합 기술의 사회적 수요를 조사하는 방법
 - 향후 정부 및 민간에서 구체적·집중적으로 지원해야 하는 영역을 파악할 수 있는 가이드라인을 제시하는 것이 목적
- 상대적으로 분석의 정량 평가가 용이한 논문 분석, 특허 분석 뿐만 아니라 산업, 정책, 수요의 분석 결과, 모두 공통적으로 바이오디젤 관련 학술연구, 산업화, 특허권리 발생 요인의 증가를 예상
 - 4PN 분석 항목간의 분석일치성을 보이고 있으며, 향후 보다 정량화/정규화된 4PN 분석 방법의 모형으로 발전시킬 필요가 존재
- 본 연구에서는 융합연구의 3개 필요특성으로 '과학기술과 인문사회의 융

합', '사회의 다양한 수요 및 요구의 충족 고려', '정책적 맥락과 피드백'을 설정

- 기존 과학기술 영역에서의 융합연구가 과학기술과 인문사회의 융합을 통한 미래지향적인 문제해결로의 진화
 - 단순히 기술적인 측면만 바라볼 것이 아니라 이것이 사회에서 어떻게 받아들여지며 영향력은 어떠한지 등을 함께 고려, 사회적 수요를 반영한 문제해결형 융합연구 필요
 - 융합연구에 대한 사회적 견인(Social pull)과 기술주도(Technology push)가 유기적으로 운영될 수 있도록 정부의 정책사이클(기획, 실행, 피드백)이 효과적으로 구성될 필요
- 제안한 4PN방법론에서 융합연구에 대한 사회적 수요 관련, 정보의 획득 및 분석 방법 등에 있어서 향후 연구에서 지속적으로 보완 발전해 나가야 할 것
- 사회적 수요 관련 정보를 수집할 수 있는 정보 소스에 대한 결정, 정보 접근성 및 정보 분석방법에 대해 보다 구체화된 연구가 요구
 - 사회적 수요는 비정형화된 정보로부터 분석되어질 수 있는데, 네이버, 페이스북과 같은 일반 대중으로부터의 소셜네트워크(SNS)에서는 정보의 질 및 가치의 면에서 의미가 경감될 여지 상존
 - 전문가집단의 융합연구 관련 생각을 정보형식으로 수렴할 수 있는 방법의 강구가 필요하며, 이의 한 방법으로 빅데이터 방식의 사회적 수요 분석에 대해 추후 심도 있는 연구가 필요
- 본 연구는 과학기술 연구방법론으로 널리 활용되는 3P분석을 확장해서 4PN이라는 융합연구에 특화된 연구방법론을 정립한다는 학문적, 정책적 가치를 보유
- 추후 본 연구의 부족한 부분을 보완해서 보다 융합연구에 특화된 연구 방법론의 진화를 기대