

18-3

2018년도 국가연구개발사업 특정평가 보고서

ICT융합산업원천기술개발사업

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING



제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「ICT융합산업원천기술개발사업」에 대한
특정평가 최종 보고서로 제출합니다.

2018년 7월

한국과학기술기획평가원

연구진

「ICT융합산업원천기술개발사업」 특정평가

KISTEP 연구진	기지훈 부연구위원(연구책임자)
외부 연구진	윤찬현 KAIST 교수 이기백 광운대학교 교수 이재영 (주)초록에스티 이사 최창호 정보통신서비스연구원 소장
외부 분석 전문가	신호철 서울대학교 분배정의연구센터 연구원 이준영 한국과학기술정보연구원 미래기술분석센터 책임연구원 이준영 서울대학교 경제학부 박사과정



2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

요 약

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING



1. 사업개요

○ 평가 대상 사업 목적 및 내용

사업명	추진체계		지원 대상	기간	예산(억원)			회 계	사업 목적
	주관 부처	관리 기관			'16	'17	'18		사업 내용
ICT융합산업 원천기술 개발사업	과기 정통 부	정보 통신 기술 진흥 센터	출연 연, 대학, 기업	2009 ~ 2019 (일몰)	668	900	803	일반	- ICT 기반의 산업 융합 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원으로 미래 ICT융합 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력 확충 (융합서비스) 지능정보기술 등 첨단 ICT 기술과 타산업분야와의 융합 활성화를 통한 새로운 서비스 창출 및 기존 서비스의 획기적 개선을 위한 기반 기술 개발 (미래성장동력) 스마트카, 지능형반도체 등 원천기술 확보 (지능정보·로봇융합서비스) 지능정보기술을 로봇·ICT 디바이스 등 HW에 적용하여 새로운 융합서비스 창출 (다부처 공동기획: 무인이동체) 다부처 공동기획사업 (국과심 의결) 추진 (양자정보통신) 양자역학적 특성을 활용하여 초고속 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신기술 개발 (3D 프린팅) 창의소재 및 바이오분야 3D프린팅 SW 플랫폼 및 서비스 플랫폼 기술개발

○ 사업 추진 이력

연도	내용	내역사업 추가 이력
2009	산업부(구 지식경제부) '산업융합산업원천기술개발사업' 신설. 'IT융합', '나노융합'의 내역사업으로 구분하여 추진	
2011	'IT융합' 내역사업을 '신산업 IT융합', '주력산업 IT융합'으로 분야 구분 ※ 신산업IT융합: IT + 의료, 국방, 생활안전, 교육, 농수산 등 주력산업IT융합: IT + 자동차, 조선, 해양플랜트, 기계 등	
2013	'신산업 IT융합' 분야를 구 미래창조과학부로 이관, '주력산업IT융합' 분야는 산업부에 존치	
2014	'IT·SW융합산업원천기술개발사업'으로 명칭 변경	- 3D 프린팅
2015		- 미래성장동력 (스마트 자동차, 지능형 반도체) - 무인 이동체(다부처 공동기획) - 양자정보통신
2017	'ICT융합산업원천기술개발사업'으로 명칭 변경	- 미래성장동력 (맞춤형 웰니스케어) - 지능정보·로봇융합서비스

○ 사업 현황

- 과기정통부로 이관된 '13년부터 '17년까지 예산은 306억원에서 900억원으로, 과제 수는 28개에서 79개로 약 3배 증가함

〈표 1〉 ICT융합산업원천기술개발 연도별 정부 출연금 및 과제 수('13~'17년)

(단위 : 억 원, 개)

	2013	2014	2015	2016	2017
정부 출연금(국회 확정액)	306	350	486	668	900
과제 수	28	27	34	54	79
과제당 정부 출연금	10.9	13.0	14.3	11.4	11.4

출처: NTIS 자료를 이용하여 계산

- 8개 내역사업 중 융합서비스, 미래성장동력(지능형 반도체, 스마트카)이 정부출연금의 70%, 과제수의 86%를 차지함('17년 기준)

〈표 2〉 내역사업별 정부 출연금 및 과제 수(2017년)

(단위 : 억 원, 개)

내역사업	융합서비스	미래성장동력			지능정보·로봇 융합서비스	다부처공동기획(무인 이동체)	양자정보통신	3D프린팅	합계
		지능형반도체	스마트카	웰니스케어					
정부출연금	299.9	380.2			100.0	36.7	35.8	47.4	900.0
		206.1	124.1	50.0					
과제 수	37	31			4	2	2	3	79
		19	11	1					

출처: 사업 부처 제공 자료를 이용하여 계산

- 연구개발단계(기초, 응용, 개발) 중 개발연구 중심(67%)이며, 과제 공모 형태(지정공모, 품목지정, 자유공모) 중 지정공모형 과제가 대부분(85%)을 차지함

※ 연구개발 단계별 정부출연금 비중('13~'16): 기초:응용:개발:기타=12:20:67:1(출처: 사업 부처 제공 자료(성과분석보고서)를 이용하여 계산), 과제 공모 형태별 투자 비중: 지정공모:품목지정:자유공모=85:8:7(출처: '18년 예산요구서)

- 연구수행주체(주관기관)는 정부출연금 기준으로 산·학·연이 36:26:35의 비율로 골고루 구성되어 있으며 기업의 참여 비중의 74%를 중소기업이 차지하고 있음

※ '13~'16년 기준, 사업 부처 제공 자료(성과분석보고서)를 이용하여 계산

2. 주요 평가이슈

① 평가대상 선정사유

- (정책적 중요성/시급성) 융합서비스, 스마트카, 양자정보통신 등 다양한 사업을 추진하고 있어 심층 평가를 통해 사업의 전략성 확보 방안을 제시할 필요성이 있음
- (심층분석 필요성) 투입되는 예산에 비해 성과창출이 미흡하므로 성과창출 방안을 도출하고 다양한 내역사업으로 인한 비효율성을 개선할 필요가 있음

※ '17년도 중간평가 미흡사업

② 주요 평가이슈

【이슈 1】 사업 투자 전략의 적절성	
주요 내용	◇ 상위 계획과의 부합성 [내역사업별로 상위 계획 및 근거 법률과의 부합성 분석] ◇ 사업 투자 전략의 적절성 [내역사업 간 기술 분야 유사도를 과기정통부의 ICT분야 세부사업 간 기술 분야 유사도와 비교]
【이슈 2】 사업의 효과성 및 효율성	
주요 내용	◇ 사업 성과의 우수성 (1) [사업 성과지표별로 달성도 분석, 과기정통부의 ICT분야 세부사업과 성과 비교] [경제·사회적 효과 분석] ◇ 사업 성과의 우수성 (2) [논문·특허의 기술융합성 분석] [참고] ICT 분야 R&D 과제 성과 결정 요인 분석 [ICT분야 기술 개발 과제의 논문, 특허, 기술 이전, 사업화 성과 결정 요인 분석]

【이슈 3】 사업 추진 체계의 적절성

주요 내용	◇ 과제 기획의 적절성 [동 사업을 통해 신규로 기획된 과제의 특성 분석] ◇ 타 사업과 유사·중복 가능성 [내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업 목적, 지원 단계 및 대상 비교 분석]
-------	---

3 평가의 틀

○ 평가의 관점

평가 관점	평가 내용
적절성	- 상위 계획과의 부합성 - 국가 또는 부처의 중장기계획 및 우선순위 등에 근거하여 사업을 추진하고 있는지 여부를 검토 - 환경 변화 반영 여부 - 국내외 과학기술동향 및 정책의 변화 등에 대하여 적절하게 대응하고 있는지를 평가
체계성	- 투자전략(투자 분야, 포트폴리오 규모 등)의 적절성 - 사업의 목적에 맞게 내역사업이 구성되어 있는지를 평가 - 중복, 연계 가능성 - 사업의 중복·연계 가능성 진단 - 중복해소, 연계강화 및 사업개편 방안 등 도출 - 사업추진방식의 체계성 - 과제 기획 방식의 적절성 평가
효과성·효과성	- 성과 목표 및 지표 달성도를 평가 - 성과(산출)의 질적 요소를 분석하여 우수성을 분석·평가

○ 평가의 기본 방향

- 내역사업의 지속적인 추가에 따른 사업의 전략성을 점검하고, 전략성을 강화할 수 있는 내역사업 구성 방안 제시
- 사업 성과 및 사업 추진 체계를 종합적으로 검토하여 사업 성과 제고 방안 제시

3. 평가 결과

① 사업 투자 전략의 적절성

- (ICT융합산업원천기술개발사업은 상위 계획인 「경제살리기를 위한 산업 R&D 전략」(‘08.5, 국과위 보고)에 부합함
 - ICT융합산업원천기술개발사업은 산업융합기술산업원천기술개발(지경부, ‘09~’15)에서 ‘13년에 분리되어 과기정통부(舊 미래부)로 이관됨
 - 박근혜정부 시기에는 ICT 분야 주요 상위 계획에서 제시된 기술 분야가 동 사업의 내역사업으로 신설됨*
- * 3D프린팅(‘14), 지능형반도체, 스마트카, 무인이동체, 양자정보통신(이상 ‘15), 지능정보로봇 융합 서비스, 맞춤형 웰니스 케어(이상 ‘17)
- 내역사업별로 신규 추진 근거가 되는 상위 계획이 상이하여 전체 사업 차원에서 추진 계획상의 일관된 전략성을 확인하기 어려움
 - 과기정통부 내 내역사업별 담당 부서도 상이함
- 기술적 유사성 관점에서 동 사업 내 내역사업 간 이질성이 높은 것으로 나타나 동 사업의 지원 분야는 다양한 것으로 분석됨
 - 동 사업 내 8개 내역사업 간 기술 분야 유사도의 평균(0.08)이 과기정통부의 ICT 기술 개발 13개 세부사업 간 기술 분야 유사도 평균(0.20)보다 낮아 동 사업 내 내역사업 간 기술적 이질성이 높게 분석됨
 - : 이는 외부 지적과 같이 동 사업을 통해 지원되는 기술분야가 다양하여 핵심 지원 분야가 부재함을 시사함

② 사업의 효과성 및 효율성

- (성과 지표별 성과) '17년 중간평가('16년 기준 실적평가) 시, 미달했던 성과지표*의 '17년 실적 기준 목표 달성률이 개선됨

* 논문 mrnIF, 특허 SMART 지수, 사업화 매출액(정부 연구비 10억 원당)

- 동 사업의 실적('17년도 기준)을 과기정통부의 ICT 분야 기술개발사업 평균과 비교한 결과, 특허, 논문은 동 사업의 성과 수준이 다소 낮고, 기술료 및 사업화의 경우, 건수 기준으로는 동 사업의 성과 수준이 낮으나 금액 기준으로는 동 사업이 높은 것으로 분석됨
- 다년간('14~'16, 특허는 '11~'16)의 사업성과(논문, 특허, 기술료, 사업화)를 과기정통부의 ICT 분야 기술개발 사업들과 비교한 결과, 동 사업의 특허 SMART지수, 기술료 징수액, 사업화 건수는 상대적으로 낮고, 논문 mrnIF는 높은 수준으로 분석됨
- (경제·사회적 효과) 동 사업의 지원을 받은 기업들의 매출액 증가 효과 자체는 있으나 그 효과의 크기는 미미한 것으로 분석됨
- 정부 연구비 지원금이 1% 증가 시, 수혜기업의 매출액은 0.014%p 증가하는 것으로 추정됨
- (융합 성과) 동 사업을 통해 생산된 논문과 특허의 융합성은 ICT 분야 기술개발 사업 대비 높은 것으로 분석됨

- 동 사업을 통해 생산된 논문의 융합성은 대부분의 기준*에서 ICT 분야 기술개발 사업 중에서 가장 높은 것으로 분석됨

* variety(다종성 지표), entropy, Simpson(이상 균등성 지표), disparity(상이성 지표), Rao-Stirling(다종성+상이성+균등성 통합 지표)

- 동 사업을 통해 생산된 특허의 '인용한 기술의 다양성', '인용한 기술과의 이질성'이 ICT 분야 기술개발 사업 평균보다 높은 것으로 분석됨

※ 또한 최근('14~'16) 과제에서 발생한 특허 성과의 '인용한 기술과의 이질성'이 과거('11~'13)특허성과에 비해 높아진 것으로 분석됨

③ 사업 추진 체계의 적절성

- (연구비 및 연구 기간) ‘융합서비스’ 내역사업의 최근(‘15~’17) 신규 과제의 연구비 규모와 연구기간이 축소되는 경향을 보임

- 반면, 타 내역사업* 신규 과제의 연구비 규모와 연구 기간은 ‘17년도에 크게 증가함

* 양자정보통신, 지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어, 3D프린팅, 지능형반도체, 스마트카, 무인이동체(다부처)

- (주관 기관 유형) ‘융합서비스’ 내역사업의 경우, ‘17년도 신규 과제는 기업체가 주관기관인 과제의 비중이 높음

- 타 내역사업의 경우, ‘15~’17년 신규 과제 중 대학 주관 과제의 비중이 다소 높았으나, ‘17년도에는 산·학·연 주관 과제가 대체로 고른 분포를 보임

- (유사·중복성) 동 사업의 내역사업과 부처 내외 사업에 대한 유사·중복 가능성을 검토한 결과, 과제 수준에서는 중복성은 없는 것으로 분석됨

- 다만, 내역사업 단위에서 정성적으로 2개 사업이 중복 가능성, 13개 사업이 유사 가능성이 있는 것으로 분석됨

: ‘지능정보·로봇 융합서비스’와 로봇산업핵심기술개발사업(인공지능융합 로봇시스템기술), ‘스마트카’와 자동차산업핵심기술개발사업(스마트카)이 각각 내역사업 단위에서 상호 중복 가능성이 있는 것으로 분석되었으나, 과제 수준에서는 유사성이 없는 것으로 분석됨

- 다만, 이들 내역사업을 통해 지원되는 기술 분야가 부분적으로 유사하므로 향후 신규 과제 도출시 관련 부처 간 긴밀한 연계가 필요함

4. 권고사항

① 사업 목적에 부합하는 핵심 영역에 집중하여 사업 전략성 강화

- 동 사업목적(ICT기반 산업 융합 핵심·원천 기술개발)에 집중할 수 있도록 ‘융합서비스’ 중심으로 목적, 범위, 예상 결과물 등을 설정하고, 타 내역 사업은 분리 개편 고려 권고

- (개편 예시 1) 7개 내역사업*은 융합서비스 내역사업과 기술개발 분야 또는 연구개발 단계가 상이하므로 동 사업에서 분리

* 양자정보통신, 지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어, 3D프린팅, 지능형반도체, 스마트카, 무인이동체(다부처)

※ 분리 후 추진 방식은 과기정통부의 R&D투자 전략에 따라 판단

- : (양자정보통신) ‘융합서비스’ 내역사업과 기술개발 분야*, 연구개발 단계**, 발생 성과유형***이 서로 달라 동 사업 내에서 동일 성과지표 체계로 관리하기 어려우므로 동 사업에서 분리

* 내역사업별 ‘16년 과제의 과학기술표준분류(소분류) 정보에 기반하여 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석 결과, 내역사업 ‘양자정보통신’과 ‘융합서비스’는 유사도가 낮음(0.00)

** ‘16년 과제 기준 내역사업 ‘양자정보통신’은 기초 및 응용 연구가 100%를 차지하는 반면, 내역사업 ‘융합서비스’는 24%만이 기초 및 응용 연구임(나머지 76%는 개발 연구)

*** 내역사업 ‘융합서비스’는 ‘15~’16년 사이에 신규로 추진된 과제 10건에서 ‘15~’16년 성과로 SCI논문(6.6건), 국내/외 특허 출원(4.0건), 기술료(13건)가 골고루 나오는데 비해 ‘양자정보통신’의 같은 기간 신규 과제 2건의 ‘15~’16년 성과는 SCI논문(10.2편)에 집중되어있고 나머지 성과는 거의 없음(특허 출원 1건, 기술료 0건, 사업화 0건)

- : (지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어, 3D프린팅) ‘융합서비스’와 기술 분야의 유사성이 낮음*을 고려하여 분리

* 내역사업별 ‘16년 또는 ‘17년 과제의 과학기술표준분류(소분류) 정보에 기반하여 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석 결과, 융합서비스 내역사업과의 기술 분야 유사도가 지능정보·로봇 융합서비스는 0.15, 맞춤형 웰니스케어는 0.10, 3D프린팅은 0.00임

- : (지능형 반도체) ‘융합서비스’의 연구개발 단계와 상이하며*, 기술개발 분야의 유사성이 낮음(0.05)을 고려하여 분리

* ‘16년 과제 기준 내역사업 ‘지능형 반도체’는 기초 및 응용 연구가 53%를 차지하는 반면, 내역사업 ‘융합서비스’는 24%만이 기초 및 응용 연구임(나머지 76%는 개발 연구)

: (스마트카) 자율주행차의 특성상 타 부처(산업부, 국토부 등) 협력 수요*와 연계 시너지 효과가 클 것**으로 예상되므로 다부처 사업으로 분리하여 추진

* 과기정통부와 산업부가 공동 예타 추진 중('18년 기획, '18.11월 제출 예정)

** 「ICT융합산업원천기술개발」과 산업부 「자동차산업핵심기술개발」간 스마트카 분야 과제의 기술 분야 분석 결과, 두 사업 모두 안전기술(주변 환경 인식 시스템 기술)에 각자 과제의 약 45%, 안전기술(능동 안전 경고/제어 시스템 기술)에 약 25%가 관여하고 있음(기술 분야별 과제 개수 카운팅 시 중복을 허용함)

: (다부처공동기획-무인이동체) 동 사업 내 관련 과제 종료('19년) 후, 추가 기술개발 필요 시, 무인이동체미래선도핵심기술개발사업으로 일원화하여 추진

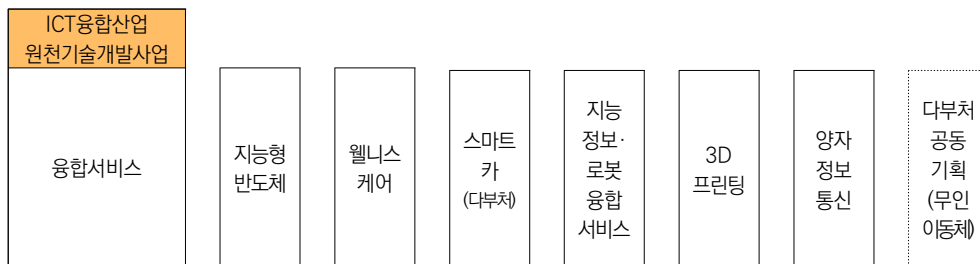
[그림 1] 사업구조 개편 예시 1

기존 사업구조

ICT융합산업원천기술개발사업							
융합서비스	미래성장동력			지능정보·로봇 융합 서비스	3D 프린팅	양자 정보 통신	다부처 공동기획 (무인이동체)
	지능형 반도체	웰니스 케어	스마트 카				



사업구조 개편 예시 1



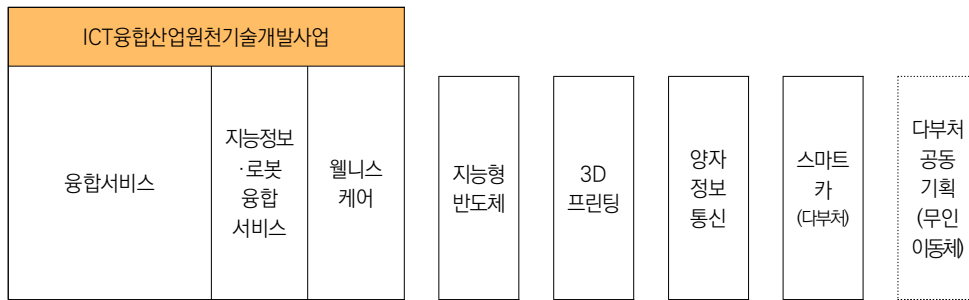
※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편을 권고함

- (개편 예시 2) 기술개발 분야 또는 연구개발 단계 측면에서 상이하면서 융합서비스 분야*에 해당하지 않는 내역사업(지능형반도체, 3D프린팅, 양자정보통신) 및 다부처 사업(스마트카, 무인이동체)은 동 사업에서 분리

* 지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어는 13대 혁신성장동력('17.12) 4대 분야(지능화인프라, 스마트이동체, 융합서비스, 산업기반) 중 융합서비스에 속함

※ 무인이동체(다부처)는 현재 진행 과제 종료('19년) 후 추가 기술개발 필요 시 「무인이동체미래선도핵심기술개발」사업으로 일원화하여 추진(개편 예시 3에서도 동일)

[그림 2] 사업구조 개편 예시 2



※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편을 권고함

- (개편 예시 3) 사업 추진 형태가 상이한 다부처 사업을 분리

[그림 3] 사업 구조 개편 예시 3



※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편을 권고함

② 사업성과 제고를 위한 과제기획 및 성과관리 체계 개선

- (지원 대상) 원천기술 확보가 필요한 분야는 기술 분야 특성을 고려해서 지원 대상을 차별화*

* ICT 분야 기술 개발 과제의 성과 결정 요인 추정 결과, 대학 주관 과제는 기업 주관 과제보다 논문의 질적·양적 성과(mnIF, SCI수)가 우수함. 기업 주관 과제는 국내 특허 등록 수 측면에서 연구소보다, 기술료 징수액 측면에서 대학보다, 사업화 건수 및 매출액 측면에서는 대학과 연구소보다 성과가 우수한 것으로 추정됨

※ 다부처사업으로 추진하는 경우, 융합원천기술개발을 담당하는 과기정통부는 대학·연구소 지원에 집중하고, 기술 활용 부처는 기업체 지원에 집중이 필요함

- (성과 관리 체계) 사업 특성을 반영한 성과 지표 보완 및 과제 종료 후 성과 관리 강화
- 현행 성과지표는 사업 성과의 융합 수준을 보여주기 어렵기 때문에 융합도를 측정할 수 있는 성과 지표를 신규로 발굴하여 융합 기술 개발 사업 재기획 시 반영 필요

[융합성 측정 지표 예시 - Rao-Stirling 다양성 지수]

- ▶ (측정 지표의 목적) 동 사업의 기술 개발 과제에서 나온 결과물(예: 논문, 특허)이 얼마나 다양한 요소(지식 또는 기술)가 융합되어 창출되었는지 측정
- ▶ (융합성의 측면) 위 관점에서의 융합성은 다중성(variety)*, 균등성(balance)**, 상이성(disparity)*** 측면에서 측정할 수 있음
 - * 다중성(variety) : 결과물을 구성하는 고유한 요소들의 개수
 - ** 균등성(balance) : 결과물을 구성하는 각 요소들의 비중 분포
 - *** 상이성(disparity) : 결과물을 구성하는 요소들 간의 인지적 유사성(이질성)
- ▶ (융합성 측정 지표 계산식) 이 세가지 측면(다중성, 균등성, 상이성)을 함께 고려한 복합지표로 Rao-Stirling 다양성 지수를 들 수 있음

$$\text{Rao-Stirling 다양성 지수} = \sum_{i,j} p_i p_j d_{ij}$$

논문을 기준으로 설명할 경우, p_i , p_j 는 저널의 분류 코드를 기준으로 산출된 한 인용 벡터에서 각 i , j 요소(elements), 즉 해당 분류 코드의 비율을 의미함. d_{ij} 는 전체 모든 문헌을 대상으로 한 분류코드 i , j 요소(elements)들 간의 인지적 거리를 뜻함

- 사업화까지 오랜 시간이 소요되는 융합기술개발사업의 특성을 고려하여 종료과제에 대한 연구개발성과 활용보고서 점검 등 추적 조사 체계 강화
- 성과계획서상의 목표치 수정은 향후 성과목표지표 점검을 통해 공식적으로 추진할 것을 권고함

※ '17년 성과목표지표 점검 당시의 '16년 실적치 오기에 대한 논의와 함께 '17년 목표치 수정 고려

ICT융합산업원천기술개발사업

Contents

요 약	i
제1장 서 론	1
제1절 사업 개요	3
제2절 평가 방법	5
1. 평가의 틀	5
2. 평가 이슈 및 분석 방법	8
제3절 보고서 구성	12
제2장 사업 투자 전략의 적절성 점검	13
제1절 상위 계획 분석	15
제2절 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석	21
제3장 사업의 효과성 및 효율성 점검	27
제1절 성과 지표 달성도 분석	29
제2절 경제·사회적 효과 분석	33
제3절 사업 성과의 융합성 분석	34
제4장 사업 추진 체계의 적절성 점검	41
제1절 과제 기획의 적절성 분석	43

제2절 타 사업과의 유사·중복성 가능성 점검	44
1. 내역사업 단위의 유사·중복성 검토	44
2. 과제 단위의 유사·중복 가능성 검토	48
제5장 결론 및 권고 사항	51
제1절 평가결과 종합	53
1. 사업 투자 전략의 적절성	53
2. 사업의 효과성 및 효율성	54
3. 사업 추진 체계의 적절성	55
제2절 권고 사항	56
1. 사업 목적에 부합하는 핵심 영역에 집중하여 사업 전략성 강화	56
2. 사업 성과 제고를 위한 과제 기획 및 성과 관리 체계 개선	60
참 고 문 헌	62
부 록	63
1. 사업 참여 기업에 대한 정부 지원 효과 분석	63
2. 논문 성과 융합성 비교 분석	72
3. ICT 분야 기술개발과제 성과 결정 요인 분석	87
4. 타 사업과의 유사·중복성 가능성 분석	96

표 목 차

〈표 1-1〉 ICT융합산업원천기술개발사업 개요	3
〈표 1-2〉 ICT융합산업원천기술개발사업 추진 이력	4
〈표 1-3〉 ICT융합산업원천기술개발 연도별 정부 출연금 및 과제 수('13~'17년)	4
〈표 1-4〉 내역사업별 정부 출연금 및 과제 수(2017년)	5
〈표 1-5〉 ICT융합산업원천기술개발사업 외부 지적사항	6
〈표 1-6〉 평가 관점 및 평가 내용	7
〈표 1-7〉 사업 투자 전략의 적절성 분석 자료	8
〈표 1-8〉 사업의 효과성 및 효율성 분석 자료	10
〈표 1-9〉 사업의 효과성 및 효율성 분석 자료	10
〈표 1-10〉 평가 이슈 요약	11
〈표 2-1〉 내역사업별 상위 계획 부합성 종합(부합 상위 계획에 V 표시)	18
〈표 2-2〉 내역사업별 신규 추진 근거가 되는 상위 계획	19
〈표 2-3〉 내역사업별 부처 내 담당부서 현황	20
〈표 3-1〉 성과 지표별 목표 달성도	30
〈표 3-2〉 성과지표별 '17년 성과 비교(평가 대상 사업 vs. 과기정통부 ICT R&D사업 평균)	30
〈표 3-3〉 ICT융합산업원천기술개발사업의 정부지원 효과	34
〈표 3-4〉 ICT 기술 개발 사업별 논문 성과의 융합성 순위	35
〈표 3-5〉 ICT융합산업원천기술개발사업 특허 성과의 융합성 변화	39
〈표 4-1〉 신규 과제의 연구비 및 연구 기간 현황	43
〈표 4-2〉 신규 추진 과제의 수행 주체 현황: 주관 기관 기준	44
〈표 4-3〉 내역사업별 유사·중복 가능 사업 수	45
〈표 4-4〉 유사·중복 가능성 검토 결과	47
〈표 4-5〉 중복가능사업의 과제 단위 기술 분야 분석 결과: 스마트카	49
〈표 4-6〉 중복가능사업의 과제 단위 기술 분야 분석 결과: 지능정보·로봇융합서비스	50

그림 목 차

[그림 2-1] 사업별 기술 분야 수(정부 예산 10억 원당) ('16년)	22
[그림 2-2] ICT융합산업원천기술개발사업 내 내역사업 간 기술 분야 유사도	23
[그림 2-3] 과기정통부 ICT 기술 개발 사업 간 기술 분야 유사도	25
[그림 3-1] 논문 mrnIF 수준 비교('14~'16년 성과 기준)	31
[그림 3-2] 국내 등록 특허 SMART 수준 비교('11~'16년 성과 기준)	32
[그림 3-3] 기술료 징수액(억원, 정부 연구비 10억 원당) 수준 비교('14~'16년 성과 기준)	32
[그림 3-4] 사업화 건수(건, 정부 연구비 10억 원당) 수준 비교('14~'16년 성과 기준)	33
[그림 3-5] ICT 기술개발사업 간 다종성(variety) 비교	36
[그림 3-6] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 1(entropy 지수)	36
[그림 3-7] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 2(evenness 지수)	36
[그림 3-8] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 3(Simpson 지수)	37
[그림 3-9] ICT 기술개발사업 간 이질성 비교 (disparity 지수)	37
[그림 3-10] ICT 기술개발사업 간 통합 융합성(다종성+이질성+균등성) 비교 (Rao-Stirling 지수)	37
[그림 3-11] 특허 성과의 융합성 비교	38
[그림 5-1] 사업 구조 개편 예시 1	58
[그림 5-2] 사업 구조 개편 예시 2	59
[그림 5-3] 사업 구조 개편 예시 3	59

2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

제1장 서론

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING

제1장 서론

제1절 사업 개요

본 특정평가는 ICT융합산업원천기술개발사업(과기정통부)을 대상으로 한다. 본 사업은 ICT 기반의 산업 융합 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원으로 미래 ICT융합 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력 확충을 사업 목적으로 삼고 있다. 사업 내용으로, ICT융합서비스, 미래성장동력(스마트카, 지능형반도체, 웰니스케어) 중 과기정통부 영역, 지능정보·로봇 융합서비스, 양자정보통신, 3D프린팅, 다부처공동기획(무인이동체) 기술 개발을 포함하고 있다. 사업 개요를 <표 1-1>에 정리하였다.

<표 1-1> ICT융합산업원천기술개발사업 개요

사업명	추진체계		지원 대상	기간	예산(억원)			회 계	사업 목적
	주관 부처	관리 기관			'16	'17	'18		사업 내용
ICT융합산업 원천기술 개발사업	과기 정통 부	정보 통신 기술 진흥 센터	출연 연, 대학, 기업	2009 ~ 2019 (일몰)	668	900	803	일반	- ICT 기반의 산업 융합 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원으로 미래 ICT융합 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력 확충 (융합서비스) 지능정보기술 등 첨단 ICT 기술과 타산업분야와의 융합 활성화를 통한 새로운 서비스 창출 및 기존 서비스의 획기적 개선을 위한 기반 기술 개발 (미래성장동력) 스마트카, 지능형반도체 등 원천기술 확보 (지능정보·로봇융합서비스) 지능정보기술을 로봇·ICT 디바이스 등 HW에 적용하여 새로운 융합서비스 창출 (다부처 공동기획: 무인이동체) 다부처 공동기획사업 (국과심 의결) 추진 (양자정보통신) 양자역학적 특성을 활용하여 초고속 연산 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신기술 개발 (3D 프린팅) 창의소재 및 바이오분야 3D프린팅 SW 플랫폼 및 서비스 플랫폼 기술개발

동 사업의 특정평가 대상 선정 사유는 두 가지를 들 수 있다. 첫째, '17년도 중간평가 미흡 사업으로서, 동 사업은 투입되는 예산에 비해 성과 창출이 미흡하므로 성과 창출 방안을 도출하기 위한 심층 분석의 필요성이 제기되었다. 둘째, 동 사업은 내역사업으로 융합서비스, 스마트카, 양자정보통신 등 다양한 사업을 추진하고 있어 심층 평가를 통해 사업의 전략성 확보 방안 제시가 필요하다는 점에서 평가대상 사업으로 선정되었다.

동 사업은 산업부(舊 지식경제부)의 산업융합기술산업원천기술개발사업('09~'15)에서 '신산업 IT융합' 분야가 2013년 과기정통부(구 미래창조과학부)로 이관되면서 추진되었다. 신산업 IT융합은 의료, 국방, 생활안전, 교육, 농수산 등의 신산업과 IT를 융합하는 기술개발 지원을 사업 내용으로 한다. 사업명은 2014년에 IT·SW융합산업원천기술개발사업으로 변경되었으며, 2017년에 다시 한번 변경되어 현재 사업명인 ICT융합산업원천기술개발사업이 되었다. 한편, 2014~2017년 사이에 3D프린팅, 양자정보통신 등의 내역사업이 추가되었다. 이상의 사업 추진 이력을 <표 1-2>에 정리하였다.

〈표 1-2〉 ICT융합산업원천기술개발사업 추진 이력

연도	내용	내역사업 추가 이력
2009	산업부(구 지식경제부) '산업융합산업원천기술개발사업' 신설. 'IT융합', '나노융합'의 내역사업으로 구분하여 추진	
2011	'IT융합' 내역사업을 '신산업 IT융합', '주력산업 IT융합'으로 분야 구분 ※ 신산업IT융합: IT + 의료, 국방, 생활안전, 교육, 농수산 등 주력산업IT융합: IT + 자동차, 조선, 해양플랜트, 기계 등	
2013	'신산업 IT융합' 분야를 구 미래창조과학부로 이관, '주력산업IT융합' 분야는 산업부에 존치	
2014	'IT·SW융합산업원천기술개발사업'으로 명칭 변경	- 3D 프린팅
2015		- 미래성장동력 (스마트 자동차, 지능형 반도체) - 무인 이동체(다부처 공동기획) - 양자정보통신
2017	'ICT융합산업원천기술개발사업'으로 명칭 변경	- 미래성장동력 (맞춤형 웰니스케어) - 지능정보·로봇융합서비스

과기정통부로 이관된 '13년부터 '17년까지 동 사업의 예산은 306억원에서 900억원으로, 과제 수는 28개에서 79개로 약 3배 증가하였다(표 1-3).

〈표 1-3〉 ICT융합산업원천기술개발 연도별 정부 출연금 및 과제 수('13~'17년)

(단위 : 억 원, 개)

	2013	2014	2015	2016	2017
정부 출연금(국회 확정액)	306	350	486	668	900
과제 수	28	27	34	54	79
과제당 정부 출연금	10.9	13.0	14.3	11.4	11.4

출처: NTIS 자료를 이용하여 계산

8개 내역사업 중 융합서비스, 미래성장동력(지능형 반도체, 스마트카)이 '17년 기준 정부출연금의 70%, 과제수의 86%를 차지하고 있다(표 1-4). 동 사업은 연구개발단계(기초, 응용, 개발) 중 개발연구가 주를 이루고 있으며(67%), 과제 공모 형태(지정공모, 품목지정, 자유공모) 중에서는 지정공모형 과제가 대부분(85%)을 차지하고 있다.¹⁾ 연구수행주체(주관기관)는 정부출연금 기준으로 산·학·연이 36:26:35의 비율로 골고루 구성되어 있다. 한편, 기업의 참여 비중의 74%를 중소기업이 차지하고 있다.²⁾

〈표 1-4〉 내역사업별 정부 출연금 및 과제 수(2017년)

(단위 : 억 원, 개)

내역사업	융합서비스	미래성장동력			지능정보·로봇 융합서비스	다부처공동기획(무인 이동체)	양자정보통신	3D프린팅	합계
		지능형반도체	스마트카	웰니스케어					
정부출연금	299.9	380.2			100.0	36.7	35.8	47.4	900.0
		206.1	124.1	50.0					
과제 수	37	31			4	2	2	3	79
		19	11	1					

출처: 사업 부처 제공 자료를 이용하여 계산

제2절 평가 방법

1. 평가의 틀

ICT융합산업원천기술개발사업에 대한 평가는 사업 평가 배경과 외부 지적사항을 연계하여 주요 평가이슈를 발굴하고, 그에 따른 검토항목을 설정하고 점검하는 심층평가를 수행한 후, 개선방안을 제시하는 방향으로 진행하였다.

평가 배경

동 사업은 2009년 착수 당시 ICT융합서비스 기술 개발을 사업 내용으로 설정하였다. 그 후, 2014년 3D프린팅이 내역사업으로 추가되는 것을 시작으로 최근 4년 간('14~'17년) 3D프린팅, 지능정보·로봇 융합서비스, 양자정보통신 등의 내역사업이 추가되고, 예산

1) 연구개발 단계별 정부출연금 비중('13~'16): 기초:응용:개발:기타=12:20:67:1(출처: 사업 부처 제공 자료(성과분석보고서)를 이용하여 계산함), 과제 공모 형태별 투자 비중: 지정공모:품목지정:자유공모=85:8:7(출처:'18년 예산요구서)

2) '13~'16년 기준이며, 사업 부처 제공 자료(성과분석보고서)를 이용하여 계산하였다.

및 과제 수 등 사업의 규모가 지속적으로 확대되었다(표 1-2, 1-3). 이와 같은 상황에서 동 사업이 본래 사업 목적에 맞는 전략성을 유지하며 추진되고 있는지 점검이 필요하다.

한편, 산업 및 기술 간 융합이 보편화됨에 따라 융합 기술·서비스 개발을 목적으로 하는 국가연구개발사업 수도 증가하였다. 이 점은 동 사업과 타 사업 간 유사·중복 가능성 점검과 이를 바탕으로 한, 타 사업과의 연계 방안 검토가 필요함을 시사한다.

2009년 사업 착수 후 오랜 시간이 경과함에 따라 다양한 측면에서 사업의 성과를 분석할 필요성도 존재한다. 중간평가에서는 사업 성과 지표에 대한 목표 달성도와 사업의 우수 성과 중심의 평가가 이루어졌다. 즉, 사업 자체 성과 측정 및 평가에 초점을 맞추었다. 그러나 ICT 분야에서 여러 사업이 진행되고 있는 점을 고려할 때, ICT융합산업원천기술개발사업과 ICT분야 기술개발 사업 간 성과 비교를 통해 동 사업 성과의 상대적인 수준에 대한 분석도 필요하다. 이 분석은 동 사업이 장기간 추진되어온 점을 고려하여 다년도 성과에 대한 비교 분석되어야 할 것이다. 또한 동 사업의 고유 목적에 해당하는 ‘융합 기술 개발’의 측면에서 사업의 효과성에 대한 분석이 필요하다.

한편, <표 1-5>는 동 사업의 평가 이슈 발굴 과정에서 고려된 대표적인 외부 지적 사항을 기술하고 있다.

<표 1-5> ICT융합산업원천기술개발사업 외부 지적사항

국가과학기술심의회 ('18 년 예산심의)
• 지나치게 다양한 분야에 대한 지원계획을 제시하여 전략성이 부족함 • 동 부처에서 추진하고 있는 ‘글로벌전문기술개발(정보통신)’사업의 ‘IT융합기술개발’사업과의 유사·중복성 가능성을 고려하여 상호 역할분담을 명확히 할 필요
사업평가 ('17년 상위평가‘미흡’)
• (성과목표지표 재점검 필요) 본 사업의 예산 및 최근 3개년 예산 증가 폭('14년, 350억원 → '16년, 668억원)에 비해 주요 성과(특히 SMART, 논문 mrrnIF, 매출액 등)의 실적치가 높지 않아 성과 제고 노력이 필요 • 사업 내 너무나 다양한 영역의 사업들이 존재해(양자정보통신, 무인이동체, 3D 프린팅 등) 사업의 목적에 맞게 역량을 집중하기 어려워 보이므로 핵심 영역 위주로 사업을 집중할 수 있도록 개편 필요
국회예산정책처 ('17년 예산)
• ICT 융합산업원천기술개발 사업의 국가전략프로젝트와의 역할 분담 필요

국가과학기술심의회 ('17 년 예산심의)

- 동 사업의 전략성 강화를 위해 사업 전반의 재기획 필요성이 지적되었으나, 기존과 같은 방식으로 지속되고 있는 점에 대해 검토 필요
- 동 사업의 성격상 타 사업과의 협업 및 성과 공유를 통한 결과통합 등이 매우 중요한 사업이므로 타부처와 협업 체계 구축 필요
- 양자정보통신 과제는 시범연구의 성격이 강하므로, 별도 R&D사업으로 추진 필요성을 판단할 수 있는 방향으로 추진할 필요

평가 관점

동 사업에 대한 주요 평가 이슈 도출을 위해 적절성, 체계성, 효과성, 효율성 4가지 평가 관점을 적용하였다. 적절성 관점에서는 국내외 과학기술 동향 및 정책의 변화에 대해 동 사업이 적절하게 대응하고 있는지를 검토하였다. 또한 내역사업별로 추진 근거가 되었던 상위 계획을 검토하였다. 체계성 관점에서는 사업의 목적에 맞는 사업 분야가 설정되어 있는지, 타 사업과 중복·유사 가능성이 있는지를 점검하였다. 또한 최근 신규로 기획된 과제의 특징(연구비 규모, 연구 기간, 주관 기관)을 분석하였다. 효과성과 효율성 측면에서는 사업의 성과 지표별 달성도, 경제·사회적 효과, 사업 성과의 융합성 분석을 통해 사업 성과의 우수성을 분석하였다. <표 1-6>은 이상의 평가 관점과 각 관점에서의 평가 내용을 기술하고 있다.

〈표 1-6〉 평가 관점 및 평가 내용

평가 관점	평가 내용
적절성	• 상위 계획과의 부합성 - 국가 또는 부처의 중장기계획 및 우선순위 등에 근거하여 사업을 추진하고 있는지 여부를 검토 • 환경 변화 반영 여부 - 국내외 과학기술동향 및 정책의 변화 등에 대하여 적절하게 대응하고 있는지를 평가
체계성	• 투자전략(투자 분야, 포트폴리오 규모 등)의 적절성 - 사업의 목적에 맞게 내역사업이 구성되어 있는지를 평가 • 중복, 연계 가능성 - 사업의 중복·연계 가능성 진단 - 중복해소, 연계강화 및 사업개편 방안 등 도출 • 사업추진방식의 체계성 - 과제 기획 방식의 적절성 평가
효과성· 효율성	• 성과 목표 및 지표 달성도를 평가 • 성과(산출)의 질적 요소를 분석하여 우수성을 분석·평가

2. 평가 이슈 및 분석 방법

앞에서 논의한 평가 대상 선정 사유, 4가지 평가 관점 등을 바탕으로 3가지 평가 이슈를 도출하였다. 각 평가 이슈와 평가 이슈별 분석 방법을 아래에서 제시한다.

평가 이슈 1. 사업 투자 전략의 적절성

동 이슈는 사업이 고유 목적에 맞게 핵심 영역에 집중하여 사업의 전략성을 유지하고 있는지를 분석하기 위한 목적을 가지고 있다. 이를 위해 먼저 내역사업별 추진 근거가 되는 상위 계획을 검토한다. 구체적으로 사업 추진 기간('09~) 동안 문재인 정부 등 각 정부의 상위 계획과 그에 따른 동 사업의 내역사업 구성 변화를 분석한다. 분석 대상이 되는 주요 상위 계획으로 4차 산업혁명 대응계획('17.11), 혁신성장동력추진계획('17.12), 지능정보사회 중장기 종합대책('16.12), ICT R&D 중장기 전략(2013~2017)('13.10), K-ICT 전략('15.3, '16.5), 국가융합기술발전기본계획('09~'13)('08.11), 경제살리기를 위한 산업R&D 전략('08.5) 등이 있다.

그 다음으로 동 사업 내 내역사업 간 기술적 유사성 분석을 시도한다. 이 분석은 동 사업의 다양한 내역사업에서 개발하는 기술의 기술 분야를 확인하여 동 사업이 내역사업 구성 측면에서 사업 목적에 맞는 전략성을 확보하고 있는지 분석하기 위함이다. 이를 위해 동 사업 내 내역사업을 구성하는 과제별 과학기술표준분류 코드 상의 기술 분야를 확인하여 내역사업 간 기술적 유사도를 측정하였다. 내역사업 간 기술 분야 유사도 수준을 과기정통부의 ICT 분야 13개 기술 개발 세부사업 간 기술 분야 유사도와 비교하여 동 사업 내역사업 구성의 적절성을 검토한다. 이상의 분석을 위한 분석 자료는 <표1-7>에 정리하였다.

〈표 1-7〉 사업 투자 전략의 적절성 분석 자료

구 분	자료 및 데이터	비 고
적절성	• ICT R&D 중장기 전략 등 상위 계획	문헌 조사, 인터뷰
	• 예산 요구서 등 내역사업 및 과제 단위의 사업 설명 자료	문헌 조사, 인터뷰
	• 국가연구개발사업 조사분석 자료 등	NTIS DB 등

평가 이슈 2. 사업의 효과성 및 효율성

사업의 효과성 및 효율성 분석을 위해 (1) 성과 지표 달성도 분석, (2) 사업의 경제·사회적 효과 분석, (3) 사업 성과의 융합성 분석을 실시한다. 먼저 성과 지표 달성도 분석에서는 사업 성과지표별로 목표 달성 여부를 분석한다. 동 사업은 특히 SMART 지수, 논문 mrnIF 지수, 기술료 징수액(정부 연구비 10억원당), 사업화 매출액(정부 연구비 10억원당)을 사업 성과 지표로 삼고 있다. '17년 중간평가에서는 '16년 사업 실적까지만 반영되었다. 2017년 사업 실적을 사업 부처로부터 추가로 확보하여 성과 지표별 2017년 달성도를 분석한다. 이를 통해서 중간평가 미흡 판정 이후 사업 성과 지표별 달성도가 개선되었는지 검토한다. 또한 성과 지표별로 과기정통부 ICT 분야 기술 개발 사업과 성과를 비교하여 동 사업의 성과 수준을 진단한다.

사업의 경제·사회적 효과 분석에서는 동 사업에 참여하여 정부 연구비를 받은 기업체의 매출액 증가, 고용 증가와 같은 경제·사회적 효과를 확인한다. 구체적으로, 동 사업 참여한 기업의 재무 데이터를 활용하여 지원 받은 정부 연구비가 늘어날수록 기업의 매출액, 연구개발비, 종업원 수에 변화가 있는지 등에 대한 회귀 분석을 실시한다.

마지막으로 사업 성과의 융합성 분석에서는 동 사업의 고유 특징에 해당하는 기술 융합의 수준을 과기정통부 내 ICT 분야 기술 개발 사업과 비교하여 분석한다. ICT융합산업원천기술개발사업은 '융합 기술 개발'을 사업의 고유 목적으로 포함하고 있다. 따라서 동 사업 결과물의 융합성 수준을 분석하는 것은 동 사업의 고유 목적 달성도를 분석하는 관점 중 하나로 간주할 수 있다. 구체적인 분석 방법으로는, 동 사업에서 지난 6년 간('11~'16) 창출된 논문, 특히 성과의 융합성을 동 기간의 다른 ICT 기술 개발 사업 성과의 융합성과 비교한다.

한편 사업 성과 개선 방안 도출 시사점을 얻기 위한 시도로 ICT 분야 기술 개발 과제 성과 결정 요인 분석을 실시한다. ICT융합산업원천기술개발사업을 비롯하여 과기정통부의 '11~'16년 ICT 분야 13개 사업³⁾의 기술 개발과제의 논문, 특히, 기술이전, 사업화 성과의 결정 요인(예: 수행 기간, 연구비 규모, 주관 기관 유형)을 회귀 분석을 통해 추정한다.

이상의 분석에 활용되는 분석 자료는 <표 1-8>과 같다.

3) (가나다 순) ICT산업융합보안솔루션개발, ICT유망기술개발지원, IT·SW융합산업원천기술개발, SW컴퓨팅산업원천기술개발, USN산업융합원천기술개발, 디지털콘텐츠원천기술개발, 방송통신산업기술개발, 범부처 Giga KOREA사업, 사물인터넷융합기술개발, 웨어러블스마트디바이스부품소재사업, 정보보호핵심원천기술개발, 첨단융복합콘텐츠기술개발, 한국전자통신연구원연구개발지원

〈표 1-8〉 사업의 효과성 및 효율성 분석 자료

구 분	자료 및 데이터	비 고
효율성 및 효과성	• 목표 지표 및 목표치 대비 도출 성과('16년~'17년)	NTIS, 부처 제출 자료
	• 사업 성과분석 보고서	부처 제출 자료
	• 국가연구개발사업 조사분석 자료 등	NTIS DB 등
	• 사업관리자 및 연구자 심층인터뷰	현장 방문

평가 이슈 3. 사업 추진 체계의 적절성

동 사업 추진 체계의 적절성 분석을 위해 (1)과제 기획의 적절성 검토, (2) 사업의 유사·중복 가능성 분석을 실시한다.

과제 기획의 적절성 검토를 위해 동 사업을 통해 신규로 기획된 과제의 특성을 분석한다. 구체적으로 동 사업에서 '15년부터 신규로 기획된 과제의 수행 주체, 연구비 규모, 과제 기간을 분석한다. 사업의 유사·중복 가능성 분석에서는 동 사업의 내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업목적, 지원 대상, 개발 단계를 비교 분석하여 유사·중복 가능성을 진단한다. 이 분석을 위해 NTIS 키워드 검색을 통해 유사·중복 가능성 검토 대상 사업을 도출한 후, 사업별 '18년도 예산 요구서에서 내역사업 및 과제 내용 확인을 통해 유사·중복 가능성을 진단한다. 사업 단위에서 중복 가능성이 확인된 사업에 대해서는 과제 단위의 분석을 통해 중복 가능성을 심층 분석한다.

이상의 분석을 위해 사용된 주요 자료를 정리하면 〈표 1-9〉와 같다.

〈표 1-9〉 사업의 효과성 및 효율성 분석 자료

구 분	자료 및 데이터	비 고
체계성 (중복, 연계 가능성)	• 연도별 신규과제 목록 및 과제정보	NTIS, 부처 제출 자료
	• 동 사업 기획 보고서, 예산 요구서, 사업 시행 계획서	문헌조사 및 인터뷰
	• 유사 사업 기획 보고서 및 예산 요구서	NTIS DB, 문헌조사 및 인터뷰

평가 이슈 1~3의 주요 내용을 요약하면 〈표 1-10〉과 같다.

〈표 1-10〉 평가 이슈 요약

【이슈 1】 사업 투자 전략의 적절성	
주요 내용	◇ 상위 계획과의 부합성 [내역사업별로 상위 계획 및 근거 법률과의 부합성 분석] ◇ 사업 투자 전략의 적절성 [내역사업 간 기술 분야 유사도를 과기정통부의 ICT분야 기술 개발 세부사업 간 기술 분야 유사도와 비교]
【이슈 2】 사업의 효과성 및 효율성	
주요 내용	◇ 사업 성과의 우수성 (1) [사업 성과지표별로 달성도 분석, 과기정통부의 ICT분야 세부사업과 성과 비교] [경제·사회적 효과 분석] ◇ 사업 성과의 우수성 (2) [논문·특허의 기술융합성 분석] [참고] ICT 분야 R&D 과제 성과 결정 요인 분석 [ICT분야 기술 개발 과제의 논문, 특허, 기술 이전, 사업화 성과 결정 요인 분석]
【이슈 3】 사업 추진 체계의 적절성	
주요 내용	◇ 과제 기획의 적절성 [동 사업을 통해 신규로 기획된 과제의 특성 분석] ◇ 타 사업과 유사·중복 가능성 [내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업 목적, 지원 대상 및 분야 비교 분석]

제3절 보고서 구성

본 보고서의 구성은 다음과 같다.

제2장 사업 투자 전략의 적절성 점검에서는 내역사업별로 추진 근거가 되는 상위 계획을 확인하고 내역사업 간 기술적 유사도 분석을 통해 동 사업이 내역사업 구성 측면에서 사업 목적에 맞는 전략성을 확보하고 있는지 분석한다. 이를 위해 사업 추진 기간('09~) 동안 문재인 정부 등 각 정부의 상위 계획과 그에 따른 동 사업의 내역사업 구성 변화를 분석한다. 또한 동 사업 내 내역사업을 구성하는 과제별 과학기술표준분류 코드 상의 기술 분야를 확인하여 내역사업 간 기술적 유사도를 측정한다. 내역사업 간 기술 분야 유사도 수준을 과기정통부의 ICT 분야 13개 기술 개발 세부사업 간 기술 분야 유사도와 비교하여 동 사업 내역사업 구성의 적절성을 진단한다.

제3장 사업의 효과성 및 효율성 분석에서는 (1) 성과 지표 달성도 분석, (2) 경제·사회적 효과 분석, (3) 사업 성과의 융합성 분석을 실시한다. 먼저 '17년 중간평가 이후인 2017년에 사업의 성과 지표별 달성도를 확인한다. 그리고 성과 지표별로 과기정통부의 ICT분야 기술개발 사업과 성과를 비교하여 ICT융합산업원천기술개발사업의 성과를 상대적인 관점에서 진단한다. 그 다음으로 사업 참여 기업에 대한 정부 연구비의 효과를 분석하여 사업의 경제·사회적 효과 분석을 시도한다. 마지막으로 ICT융합산업원천기술개발사업의 고유 목적에 해당하는, '융합 기술 개발', 즉, '융합' 측면에서의 사업의 효과성을 분석한다.

제4장 사업 추진 체계의 적절성에서는 과제 기획의 적절성 검토, 사업의 유사·중복 가능성을 분석한다. 동 사업에서 '15년부터 신규로 기획된 과제의 수행 주체, 연구비 규모, 과제 기간을 분석한다. 또한 동 사업의 내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업목적, 지원 대상, 개발 단계를 비교 분석하여 유사·중복 가능성을 진단한다.

마지막으로 제5장에서는 본 특정평가에서 도출된 분석결과와 권고사항을 요약·정리하여 향후 사업의 전략성 개선 방안과 사업 성과 제고 방안에 대한 의견을 제시한다.

2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

제2장 사업 투자 전략의 적절성 점검

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING

제2장 사업 투자 전략의 적절성 점검

본 장에서는 내역사업별로 추진 근거가 되는 상위 계획을 검토하고, 내역사업 간 기술적 유사도 분석을 통해 동 사업이 내역사업 구성 측면에서 사업 목적에 맞는 전략성을 확보하고 있는지 분석한다.

제1절 상위 계획 분석

ICT융합산업원천기술개발사업은 산업부(舊 지식경제부)의 산업융합기술산업원천기술개발사업('09~'15)에서 '신산업 IT융합' 분야가 2013년 과기정통부(구 미래창조과학부)로 이관되면서 추진되었다. 따라서 ICT융합산업원천기술개발사업의 사업 추진 이력과 그에 따른 상위 계획을 검토하기 위해서는 동 사업의 모사업 성격을 갖는 산업융합기술산업원천기술개발사업이 신설된 2008년으로 거슬러 올라갈 필요가 있다.

2008년 5월 국과위에 보고된 「경제살리기를 위한 산업R&D 전략」에서 설정한 14대 지식경제 전략기술 중 '산업기술융합' 분야의 원천기술 개발 지원을 목적으로 2009년부터 산업융합기술산업원천기술개발사업이 추진되었다. 동 사업은 산업부(구 지식경제부) 소관 사업으로서, R&D 사업구조의 단순화의 일환으로 추진된 세부사업의 통합·단순화에 따라 세부사업 'IT성장동력기술개발', 'IT원천기술개발', '나노기술개발사업', '바이오기술개발사업'이 통합되어 신설된 사업이다. 사업 목적으로는 '국가 성장전략에 기반한 산업융합기술 분야의 핵심 원천기술개발 집중지원을 통해 주력기간산업의 산업경쟁력을 제고하고 미래 고부가가치 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력을 확충'을 설정하였다. 산업융합기술산업원천기술개발사업은 'IT융합기반', '나노융합기반'의 내역사업으로 구분되어 추진되었는데, IT융합기반에서는 자동차, 조선, 건설, 섬유, 의료, 기계 등 주력산업에 IT기술을 접목하여 고부가가치화 및 IT신산업을 창출하기 위한 IT기반 융합 분야 기술 개발을 지원하였다. 나노기반에서는 나노기술을 접목하여 기존제품을 개선·혁신하거나, 전혀 새로운 나노기능에 의존하는 제품 창출을 통해 나노융합산업을 육성하기 위한 나노기반 융합 분야 기술개발을 추진하였다.

산업융합기술산업원천기술개발사업의 법률적 근거는 2009년 1월 산업기술혁신 촉진법 제11조(산업기술개발사업)에 기술개발사업 추진 대상으로 '융합기술'을 추가하면서 마련되

었다. 제11조는 "... 다음 각 호의 산업기술분야에서 기술개발사업을 추진할 수 있다"고 되어있는 가운데 제12호 "제1호부터 제10호까지의 기술 간 결합을 통한 시장지향형 융합 기술"가 신설되었다.

이명박 정부('08~'13)는 산업 R&D 전반에서 융합기술 개발을 강조하였다. 국가연구개발 세부사업명에 "융합" 단어를 포함한 사업을 융합 성격의 사업(이하 "융합 사업")으로 간주했을 때, 융합 사업 수는 '08년 2개로서 당시 국가연구개발사업 세부사업 수의 0.4%에 불과했으나, '12년에는 27개로 증가하여 전체 사업 수에서도 4.1%를 차지하였다. 점점 늘어나는 융합 성격의 사업 중에서도 산업융합산업원천기술개발사업은 융합 분야 상위 계획을 구현하는 주요 수단으로서 기능하였다. 동 사업은 국가융합기술발전기본계획('09~'13)('08.11)의 추진전략 수행사업 중 하나로 포함되었으며, 동 사업의 '09년 예산 1,303억은 당시 9개의 융합 사업 예산 총합 1,681의 78%를 차지하였다.

이명박 정부가 추진한, 동 사업에 대한 주요 상위 계획은 뉴 IT전략('08.7), 국가융합기술발전기본계획('09~'13)('08.11), 신성장동력 비전 및 발전전략('09.1), IT Korea 5대 미래전략('09.9), IT융합확산전략('10.7), 산업융합 촉진법 제정('11.4), IT 융합 확산전략 2013~'17('12.9)을 들 수 있다(표 2-1).

2009년 출범 당시 'IT융합기반', '나노융합기반'의 내역사업으로 구분되어 추진된 산업융합산업원천기술개발사업은 2011년에 'IT융합기반' 내역사업을 '신산업 IT융합', '주력산업 IT융합'으로 분리하였다. 신산업 IT융합에서는 의료, 국방, 생활안전, 교육, 농수산 등의 신산업에 IT를 융합하는 기술 개발을 지원하였으며, 주력산업 IT융합에서는 자동차, 조선, 해양플랜트, 기계 등의 기존 주력 산업에 IT 기술을 접목하는 기술 개발을 추진하였다.

박근혜정부('13~'17) 시기에는 신산업 IT융합 분야를 당시 미래창조과학부로 이관하고, 주력 산업 IT융합 분야는 산업부에 존치하였다(2013년). 과기정통부(구 미래창조과학부)로 이관된 신산업 IT융합 분야는 2014년에 사업명이 IT·SW융합산업원천기술개발로 변경되었다. 그리고 2017년에 현재 사업명인 ICT융합산업원천기술개발사업으로 명칭이 변경되었다. 박근혜정부 시기에는 ICT분야 주요 상위 계획에서 제시된 기술 분야가 동 사업의 내역사업으로 신설되었다. 가장 먼저 2014년에 3D프린팅산업 발전전략('14.4)에 따라 3D프린팅이 내역사업으로 추가되었다. 2015년에는 보다 다양한 내역사업이 추가되었다. 먼저, 양자정보통신 중장기 추진 전략('14.12)에 따라 양자정보통신선행기획연구가 내역사업으로 추가되어 양자정보통신 기술개발을 위한 사전 기획연구가 추진되었다. 또한

9대 미래성장동력('15.4)에서 제시된 스마트카와 지능형반도체가 내역사업으로 추가되어 과기정통부 영역의 기술개발을 지원하였다. 국토부, 과기정통부, 해수부가 추진한 다부처 공동기획사업(무인이동체, '15~'20)에서 과기정통부가 담당한 무인시스템 운용 핵심 기반 기술 개발, 고신뢰 OS, 통신체계, 보안 및 운용기법 개발이 ICT융합산업원천기술개발(구 IT·SW융합산업원천기술개발)에서 추진되었다.

2017년에는 9대 미래성장동력('15.4) 중 맞춤형 웰니스케어가 추가로 내역사업으로 신설되었다. 또한 지능정보사회 중장기 종합대책('16.12)에 따라 지능정보·로봇융합 서비스가 내역사업으로 추진되었다. 이로서 ICT융합산업원천기술개발사업의 내역사업은 융합서비스, 3D프린팅, 미래성장동력(스마트카, 지능형반도체, 맞춤형 웰니스케어), 양자정보통신, 지능정보·로봇융합서비스 총 6개가 되었다. 미래성장동력의 3가지 분야 각각에 대해서 예산과 과제를 따로 관리하고 있음을 고려할 때 ICT융합산업원천기술개발사업의 내역사업은 사실상 8개로 볼 수 있다.

한편, 박근혜정부가 추진한, 동 사업에 대한 주요 상위 계획은 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법('13.8), ICT R&D 중장기 전략(2013-2017)('13.10), 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략('14.2), K-ICT 전략('15.3, '16.5), 지능정보사회 중장기 종합대책('16.12), 서비스 R&D 중장기 추진전략 및 투자계획('17.2), 미래성장동력 종합실천계획('15.4)을 들 수 있다(표 2-1).

문재인 정부의 주요 상위 계획인 '4차 산업혁명 대응계획'('17.11)은 동 사업의 내역사업 8개 모두를 포함하며, '13대 혁신성장동력'('17.12)에 동 사업의 내역사업 분야 8개 중 양자정보통신, 3D프린팅을 제외한 6개가 포함되고 있다. 문재인 정부는 국정 과제('17.8)로 '33. 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축'과 '34. 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성'을 제시하였다. 국정과제 33번에는 ICT융합서비스, 지능형반도체, 양자정보통신이 포함되었으며, 34번에는 스마트카, 지능정보·로봇융합서비스, 3D프린팅이 포함되었다. 한편 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵('17.12)은 스마트카, 무인이동체에 대한 상위 계획을 제시하였다. 이상에서 보듯이 ICT융합산업원천기술개발사업의 8개 내역사업의 기술 분야는 문재인 정부에 들어와서도 주요 상위 계획에 부합하며, 중요하게 다뤄지고 있음을 알 수 있다.

〈표 2-1〉에 ICT융합산업원천기술개발사업의 8개 내역사업이 부합하는 주요 상위 계획을 종합하여 제시하였다.

〈표 2-1〉 내역사업별 상위 계획 부합성 종합(부합 상위 계획에 V 표시)

시기	상위 계획	발표 시기	융합서비스	스마트카	지능형 반도체	맞춤형웨어 스케터	지능정보· 로봇융합 서비스	무인이동체 (다부처)	양자정보 통신	3D프린팅	소계
이명박 정부	경제 실리기를 위한 산업R&D 전략	'08.5	V								1
	뉴 IT전략	'08.7	V								1
	국가융합기술 발전 기본계획('09~'13)	'08.11	V								1
	신성장동력 비전 및 발전전략	'09.1	V								1
	IT Korea 5대 미래전략	'09.9	V								1
	IT융합확산전략	'10.7	V								1
	IT 융합 확산전략 2013~'17	'12.9	V								1
	ICT R&D 중장기 전략(2013-2017)	'13.10	V	V							2
	'15년 다부처공동기획사업 선정 및 추진계획	'13.12						V			1
	창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략	'14.2	V								1
	3D프린팅사업 발전전략	'14.4								V	1
	정보통신진흥 및 융합활성화 기본계획	'14.5	V								1
	양자정보통신 중장기 추진 전략	'14.12							V		1
박근혜 정부	3D프린팅 전략기술 로드맵	'14.12								V	1
	K-ICT 전략	'15.3	V								1
	미래성장동력 종합실천계획	'15.4		V	V	V					3
	ICT R&D투자로드맵 2020	'16.2	V	V	V			V		V	5
	K-ICT 전략 2016	'16.5	V						V		2
	무인이동체 발전 5개년 계획	'16.6		V				V			2
	9대 국가전략 프로젝트	'16.8		V		V					2
	로봇산업발전방안	'16.11					V				1
	지능정보사회 중장기 종합대책	'16.12	V		V		V		V	V	5
	3D프린팅산업 진흥 기본계획('17~'19)	'16.12								V	1
	서비스 R&D 중장기 추진전략 및 투자계획	'17.2	V								1
	국정과제 33	'17.8	V		V				V		3
	국정과제 34	'17.8		V			V			V	3
문재인 정부	4차 산업혁명 대응계획	'17.11	V	V	V	V	V	V	V	V	8
	혁신성장동력추진계획	'17.12	V	V	V	V	V	V			6
	무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵	'17.12		V				V			2

이상에서 살펴본 바와 같이, ICT융합산업원천기술개발사업은 사업기간('09~) 동안 상위 계획과 부합함을 알 수 있다. 더 나아가 각 정부별로 등장한, ICT분야의 주요한 상위 계획에 대응하는 형태로 내역사업 구성이 변해왔음을 확인할 수 있다.

그러나 2014년 이후 추가된 내역사업별로 신규 추진 근거가 되는 상위 계획이 상이하여 전체 사업 차원에서 추진 계획상의 일관된 전략성을 확인하기 어렵다. 2014년에 추가된 3D프린팅의 경우 3D프린팅산업 발전전략('14.4)에 근거하였다. 2015년에 추가된 양자정보통신은 양자정보통신 중장기 추진 전략('14.12)에 근거하고 있으며, 미래성장동력(스마트카, 지능형반도체, 맞춤형웰니스케어('17년 추가))은 미래성장동력 종합실천계획('15.4)에 따라 추진되었다. 또한 다부처 공동기획(무인 이동체)은 '15년 다부처공동기획사업 추진계획에 따라 선정되어 추진되었다. 2017년에 신규로 추가된 지능정보·로봇 융합서비스는 로봇산업발전방안('16.11)에 따라 추진되고 있다. <표 2-2>는 이상의 내역사업별 신규 추진 근거 상위 계획을 정리하였다.

〈표 2-2〉 내역사업별 신규 추진 근거가 되는 상위 계획

내역사업명	신규 추진 근거 상위 계획
무인이동체(다부처)	'15년 다부처공동기획사업 선정 및 추진계획
3D프린팅	3D프린팅산업 발전전략
양자정보통신	양자정보통신 중장기 추진 전략
스마트카, 지능형반도체, 맞춤형웰니스케어	미래성장동력 종합실천계획
지능정보로봇융합서비스	로봇산업발전방안

과기정통부 내 내역사업별 담당부서도 대체로 나뉘어져 있다(표 2-3). 융합서비스, 스마트카, 다부처공동기획(무인이동체)는 정보화기획과에서 담당하고 있으며, 양자정보통신은 정보통신방송기술정책과에서, 3D프린팅과 지능형반도체는 정보통신산업과에서 담당하고 있다. 맞춤형 웰니스케어와 지능정보·로봇 융합서비스는 지능정보사회추진단에서 맡고 있다.

〈표 2-3〉 내역사업별 부처 내 담당부서 현황

내역 사업	융합 서비스	다부처 공동기획 (무인이동체)	양자 정보통신	3D프린팅	미래성장동력			지능정보 · 로봇 융합서비스
					지능형 반도체	스마트카	웰니 스케어	
소관 담당과	정보화기획과		정보통신방 송기술정책 과	정보통신 산업과		정보화 기획과	지능정보 사회추진단	

출처: 사업 부처에서 제공한 자료를 가공함

정리하면, 8개의 내역사업이 각각 추진 근거 상위 계획과 과기정통부 내 소관담당과가 대체로 상이하다는 점은 동 사업이 이질적인 기술 분야의 내역사업들로 구성되어 있음을 간접적으로 보여준다.

제2절 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석

ICT융합산업원천기술개발사업은 '14~'16년에 7개의 내역사업이 추가되면서 동 사업을 통해 지원되는 기술 개발 분야가 크게 확대되었다. 2016년 기준으로, 사업 신설 당시부터 존재했던 '융합서비스'는 18개 과제를 포함하고 있으며, 이 과제들은 22개 "기술 분야"에 속해있다. 여기서 기술 분야는 동 사업의 과제가 속하는 과학기술표준분류코드(2012) 소분류를 의미한다.⁴⁾

'14~'16년 사이에 추가된 내역사업(미래성장동력(스마트카, 지능형반도체), 무인이동체(다부처), 3D프린팅, 양자정보통신)은 2016년에 36개 과제를 포함하고 있는데, 이들 과제로 인해 ICT융합산업원천기술개발에 새롭게 추가된 기술 분야 수는 44개이다. 다시 말해, 이 44개는 내역사업 '융합서비스'의 2016년 기술 분야 22개와 중복되지 않는 기술 분야이다.

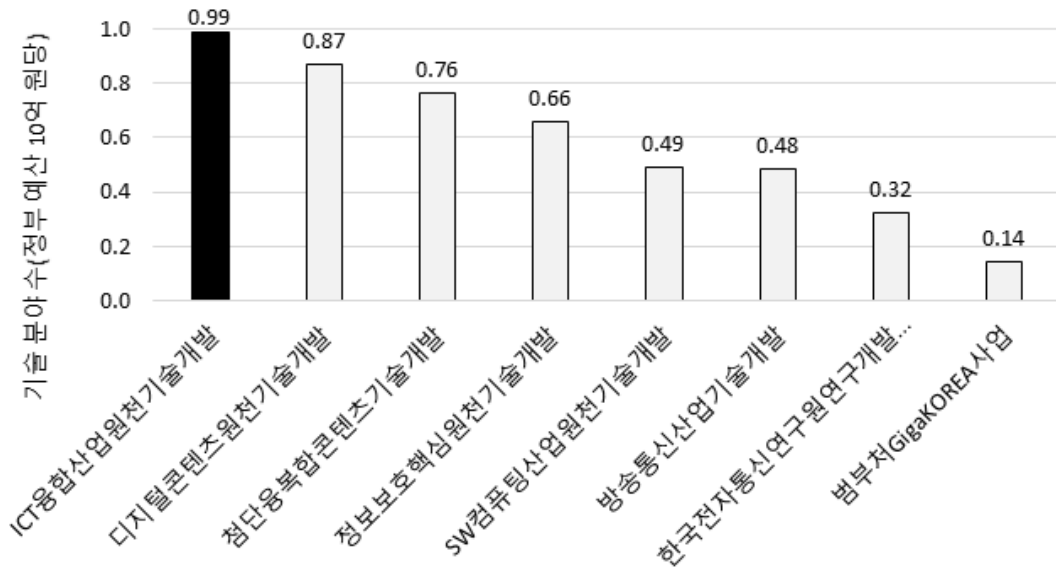
결과적으로 2016년 ICT융합산업원천기술개발사업은 정부 예산 10억 원당 사업이 관여하는 기술 분야 수가 0.99개를 기록하였는데, 이는 2016년 과기정통부의 ICT분야 13개 기술 개발 사업⁵⁾ 중에서 최고 수준이다. 구체적으로 이 13개 사업 중에서 과제 수가 10개 미만인 사업 4개⁶⁾와 사업화 지원 성격의 사업 1개('ICT유망기술개발지원')을 제외한 8개 ICT분야 기술개발 사업 중에서 가장 높은 수준을 기록하였다(그림 2-1). 이 결과는 ICT융합산업원천기술개발사업이 관여하는 기술 개발 영역이 타 ICT 기술개발 사업보다 다양함을 의미한다.

4) 과학기술표준분류코드('18년 기준)는 대분류 33개, 중분류 371개, 소분류 2,898개로 되어 있다. 한편, 국가연구개발사업 과제는 NTIS에 등록되며, 각 과제에는 과제가 속하는 과학기술분류코드 소분류가 최소 1개에서 최대 3개까지 부여되어 있다. 복수(2~3개)의 소분류를 가진 경우에는 소분류 항목별로 가중치를 부여하여 가중치의 합이 100%가 되어야 한다.

5) ICT산업융합보안솔루션개발, ICT유망기술개발지원, IT·SW융합산업원천기술개발, SW컴퓨팅산업원천기술개발, USN산업융합원천기술개발, 디지털콘텐츠원천기술개발, 방송통신산업기술개발, 범부처 Giga KOREA사업, 사물인터넷융합기술개발, 웨어러블스마트디바이스부품소재사업, 정보보호핵심원천기술개발, 첨단융복합콘텐츠기술개발, 한국전자통신연구원연구개발지원

6) ICT산업융합보안솔루션개발, USN산업융합원천기술개발, 사물인터넷융합기술개발, 웨어러블스마트디바이스부품소재사업

[그림 2-1] 사업별 기술 분야 수(정부 예산 10억 원당) ('16년)



※ 기술 분야 수는 과학기술표준분류코드(2012) 소분류의 개수를 의미함

ICT융합산업원천기술개발사업의 기술 개발 분야가 다양하다는 점이 사업의 내역사업 구성에 어떤 형태로 구현되었는지 분석하기 위해 동 사업 내 내역사업 간 기술 분야 유사도를 분석하였다. 내역사업 간 기술 분야 유사도 측정을 위해 먼저 과제들의 과학기술 분류 소분류별 가중치 정보를 내역사업별로 합산하였으며, 이 때 과제 정보는 2016년 NTIS 자료를 사용하였다.⁷⁾ 그 다음 소분류 항목별 가중치 비중을 벡터의 요소(element)로 보는 벡터를 각 내역사업에게 부여하였다. 마지막으로 이 벡터 간 코사인 유사도(Cosine Similarity)를 측정하는 방식으로 내역사업 간 기술 분야 유사도를 측정하였다. 8개 내역사업 간 기술 분야 유사도를 도출하였고, 그 값은 [그림 2-2]와 같다.

7) 2017년에 내역사업으로 편입된 지능정보·로봇 융합서비스와 맞춤형 웰니스케어의 경우는 2017년 과제를 이용하였다.

[그림 2-2] ICT융합산업원천기술개발사업 내 내역사업 간 기술 분야 유사도*

	지능형 반도체	융합서 비스	스마트 카	3D 프린팅	무인이 동체	양자정 보통신	지능정 보.로봇 융합 서비스	맞춤형 웰니스 케어
지능형반도체	1.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.00	0.15	0.10
융합서비스	0.05	1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.18	0.10
스마트카	0.10	0.10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.58
3D 프린팅	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
무인이동체	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
양자정보통신	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
지능정보.로봇 융합 서비스	0.15	0.18	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	0.73
맞춤형웰니스케 어	0.10	0.10	0.58	0.00	0.00	0.00	0.73	1.00

* 사업 간 유사도(0~1)가 높을수록 1에 가까운 값을 가지며, 진한 빨간색을 보임

* 과학기술표준분류(소분류) 기준이며 달리 분류되지 않는 정보/통신(EE9999), 기계(EA9999), 전기/전자(ED9999), 법(SA9999)는 분석에서 제외

출처: NTIS 자료를 이용하여 계산

코사인 유사도는 0에서 1의 값을 갖고 두 벡터가 완전히 일치할 경우 1의 값을 갖는다.⁸⁾ 따라서 두 내역사업 간 기술 분야 유사도가 클수록 1에 가까우며, [그림 2-2]에서 해당하는 두 내역사업이 교차하여 만나는 칸이 더 진한 빨간색을 갖는다. 예를 들어 가로변에 융합서비스와 세로변에 지능형반도체가 만나는 칸에 있는 숫자 0.05가 융합서비스와 지능형반도체 간의 유사도를 의미한다.⁹⁾ 유사도 값은 0에서 1사이의 값을 가질 수 있는데 0.05는 거의 0에 가까우므로, 두 내역사업 간의 기술 분야 유사도는 매우 낮음을 의미한다.¹⁰⁾ [그림 2-2]에서 0.05처럼 낮은 값에 대해서는 거의 하얀색에 가까운 빨간색

8) 상세 설명은 '[참고] 코사인 유사도(Cosine Similarity)' (26쪽) 참고.

9) [그림 2-2]는 대각 대칭이므로 세로변의 융합서비스와 가로변의 지능형반도체가 만나는 칸의 숫자를 읽어도 두 내역사업 간 유사도 값(0.05)을 알 수 있다.

10) 단, 본문에서도 언급했듯이, 동 보고서에서 내역사업 간 기술 분야 유사도는 내역사업 소속 2016년 또는 2017년 과제의 과학기술표준분류(소분류) 정보를 이용하여 계산한 것이다.

(열은 분홍색)으로 표시된다. 반대로 가로변과 세로변에 동일 내역사업이 적힌 경우에 해당하는 칸은 동일한 내역사업 간의 유사도 값이므로 당연히 1을 갖게 된다. [그림 2-2]에서 이 경우 칸의 색깔은 상대적으로 가장 진한 빨간색으로 표시되어 있다.

[그림 2-2]를 보면 8개 내역사업 간의 유사도가 대부분의 경우 0 또는 0에 가까운 값을 갖는 것을 알 수 있다.¹¹⁾ 이는 ICT융합산업원천기술개발사업을 구성하는 내역사업이 개발 목표로 하는 기술들이 서로 매우 다름을 시사한다. 게다가 '14년 이후 추가된 7개의 내역사업과 사업 신설 당시부터 존재했던 '융합서비스' 간의 기술 분야 유사도는 0~0.18 수준에 불과하다. 다시 말해 신규 내역사업들에서는 기존 내역사업 '융합서비스'과는 이질적인 분야의 기술 개발이 이루어지고 있음을 의미한다.

또한 ICT융합산업원천기술개발사업 내 내역사업 간 기술 분야 이질성은 과기정통부 내 ICT 기술 개발 세부사업 간 이질성보다 크다. 2016년 기준으로 ICT융합산업원천기술개발사업 내 8개 내역사업 간 기술 분야 유사도의 평균은 0.08, 과기정통부의 ICT 기술 개발 13개 세부사업간 기술 분야 유사도 평균은 0.20으로 나타났다.¹²⁾ 부처에서 세부사업을 기획할 때 사업 간 차별성 확보는 중요한 요소이며, 차별성을 확보하는 주요한 방법 중 하나는 세부사업의 개발 대상 기술을 다른 세부사업과 다르게 설정하는 것이다. 이로 인해 추진 중인 세부사업 간에 기술 분야 유사도는 대체로 낮게 나올 수 있다. 그런데 한 세부사업 내 내역사업 간 기술 분야 유사도가 이것보다 낮게 나온 것은 차별성을 고려하여 기획된 세부사업 간에 기술 개발 분야가 서로 다른 정도보다 한 사업 내 내역사업 간 기술 개발 분야가 이질적인 정도보다 더 큼을 의미한다. 이 결과는 외부 지적과 같이 동사업을 통해 지원되는 기술 분야가 다양하여 핵심 지원 분야가 부재함을 시사한다. [그림 2-3]은 과기정통부 ICT 기술 개발 사업 간 기술 분야 유사도를 보여준다.

11) 단 두 경우에 대해서만 0.5 이상의 값을 보이는데, 첫 번째가 지능정보·로봇 융합서비스와 맞춤형 웰니스케어 간의 유사도로서 0.73으로 나타났다. 이렇게 높게 나온 주요 이유는 두 내역사업의 주요 과제가 인공지능(과학기술표준분류 소분류 코드 EE0108)에 해당하는 과제이기 때문이다. 기술 분야 유사도가 높은 또 다른 경우는 스마트카와 맞춤형 웰니스케어 간의 유사도로서 0.58로 나타났다. 여기서는 Cloud computing/Grid computing(과학기술표준분류 소분류 코드 EE0110)에 해당하는 과제가 두 내역사업 모두에 속해있다는 점이 둘 간 기술 분야 유사도를 높이는데 기여했다.

12) 평균값 계산 시 자기 사업에 대한 유사도(1.00)는 제외하였다.

[그림 2-3] 과기정통부 ICT 기술 개발 사업 간 기술 분야 유사도*

	ICT유망 기술개 발지원	방송통 신산업 기술개 발	SW컴퓨 팅산업 원천기 술개발	ICT융합 산업원 천기술 개발	정보보 호핵심 원천기 술개발	한국전 자통신 연구원 연구개 발지원	첨단융 복합콘 텐츠기 술개발	디지털 콘텐츠 원천기 술개발	범부처 GigaKOREA 사업	사물인 터넷응 합기술 개발	웨어러블스마트디바이스부품소재사업	USN산업 융합원 천기술 개발	ICT산업 융합보 안솔루션개발
ICT유망기술개발지원	1.00	0.32	0.77	0.36	0.24	0.49	0.58	0.63	0.32	0.39	0.06	0.22	0.00
방송통신산업기술개발	0.32	1.00	0.22	0.09	0.02	0.41	0.16	0.14	0.65	0.28	0.07	0.05	0.00
SW컴퓨팅산업원천기술개발	0.77	0.22	1.00	0.34	0.12	0.51	0.53	0.60	0.33	0.33	0.02	0.05	0.00
ICT융합산업원천기술개발	0.36	0.09	0.34	1.00	0.12	0.28	0.20	0.22	0.13	0.19	0.07	0.05	0.00
정보보호핵심원천기술개발	0.24	0.02	0.12	0.12	1.00	0.10	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00
한국전자통신연구원연구개발지원	0.49	0.41	0.51	0.28	0.10	1.00	0.30	0.31	0.43	0.27	0.09	0.03	0.00
첨단융복합콘텐츠기술개발	0.58	0.16	0.53	0.20	0.03	0.30	1.00	0.78	0.27	0.29	0.07	0.17	0.00
디지털콘텐츠원천기술개발	0.63	0.14	0.60	0.22	0.04	0.31	0.78	1.00	0.28	0.23	0.00	0.00	0.00
범부처GigaKOREA사업	0.32	0.65	0.33	0.13	0.02	0.43	0.27	0.28	1.00	0.25	0.10	0.00	0.00
사물인터넷융합기술개발	0.39	0.28	0.33	0.19	0.03	0.27	0.29	0.23	0.25	1.00	0.70	0.47	0.00
웨어러블스마트디바이스부품소재사업	0.06	0.07	0.02	0.07	0.02	0.09	0.07	0.00	0.10	0.70	1.00	0.44	0.00
USN산업융합원천기술개발	0.22	0.05	0.05	0.05	0.01	0.03	0.17	0.00	0.00	0.47	0.44	1.00	0.00
ICT산업융합보안솔루션개발	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

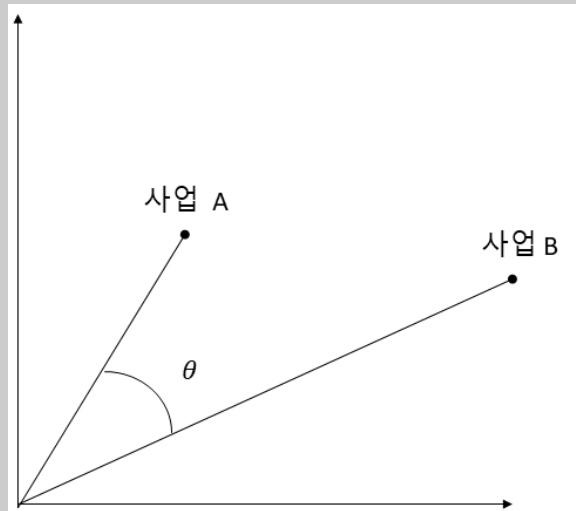
* 사업 간 유사도(0~1)가 높을수록 1에 가까운 값을 가지며, 진한 빨간색을 보임

* 과학기술표준분류(소분류) 기준이며 달리 분류되지 않는 정보/통신(EE9999), 기계(EA9999), 전기/전자(ED9999), 법(SA9999)는 분석에서 제외

출처: NTIS 자료를 이용하여 계산

[참고] 코사인 유사도(Cosine Similarity)

- 두 벡터(vector) 사이의 각을 코사인(Cosine)으로 구해서 유사도를 측정함
(아래 그림 참조)



- 각 사업이 과학기술표준분류 코드(소분류)별 가중치를 벡터의 요소(element)로 보는 벡터를 갖는다고 하면 각 사업이 해당하는 분류 코드가 비슷할 경우 두 사업 벡터 사이의 각이 작아지며 코사인 유사도 값은 1에 가까워짐
- 코사인 유사도 값은 0~1사이의 값을 가지며 0에 가까울수록 두 사업이 해당하는 기술 분야가 이질적임을 뜻하고, 1에 가까울수록 유사함을 의미함

2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

제3장 사업의 효과성 및 효율성 점검

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING

제3장 사업의 효과성 및 효율성 점검

본 장에서는 '17년 중간평가 이후인 2017년에 사업의 성과 지표별 달성도의 변화를 확인하고, 성과 지표별로 과기정통부의 ICT분야 기술개발 사업과 성과를 비교하여 ICT융합산업원천기술개발사업의 성과를 상대적인 관점에서 분석한다. 그 다음으로 사업 참여 기업에 대한 정부 연구비의 효과를 분석하여 사업의 경제·사회적 효과를 분석한다. 마지막으로 ICT융합산업원천기술개발사업의 고유 목적에 해당하는, '융합 기술 개발', 즉, '융합' 측면에서의 사업의 성과를 확인한다.

제1절 성과 지표 달성도 분석

ICT융합산업원천기술개발사업은 2016년 대비 2017년에는 성과 지표 달성도 측면에서 대체로 개선된 성과를 보였다. 동 사업은 특히 SMART 지수, 논문 mrnIF 지수, 기술 이천료(억원, 정부 연구비 10억원당), 사업화 매출액(억원, 정부 연구비 10억원당)을 사업 성과 지표로 삼고 있다. 2017년 중간평가에서 2016년 기준으로 성과 지표별 목표 달성도를 확인한 결과, 이 4개 지표 중 3개 지표(특허, 논문, 사업화)에서 목표치를 달성하지 못하였다. 2017년 실적 가집계 결과, 이 3개 지표 모두 2017년에는 목표치 달성률이 개선되었다. 2016년에는 특허 SMART 지수에 대해서 83.9%의 목표치 달성률을 기록하였으나 2017년에는 100%를 달성하였다. 논문 mrnIF 지수는 목표치 달성률이 83.1%에서 89.1%로 개선되었으며, 사업화 매출액의 달성률은 14.0%에서 100%로 크게 개선되었다. 반면, 기술료 징수액의 목표 달성률은 2016년 100%에서 2017년 13.4%로 크게 하락하였다.¹³⁾ <표 3-1>은 2016~2017년 성과 지표별 목표 달성도를 제시하고 있다.

13) 이에 대한 동 사업 담당 부처는 2017년 성과목표지표 점검 당시 2016년 실적치 오기로 인해 2017년 목표치 설정에 오류가 발생하였다는 소명 의견을 제시하였다. 참고로 기술료 징수액의 실적치는 2016년 0.10에서 2017년 0.19로 개선되었다(표 3-1).

〈표 3-1〉 성과 지표별 목표 달성도

성과 지표	2016년				2017년			
	지표 가중치	목표치	실적치	달성률	지표 가중치	목표치	실적치*	달성률
특허 SMART 지수	0.1	4.48	3.76	83.9%	0.2	4.18	4.23	100.0%
논문 mrnIF 지수	0.2	67.39	56.01	83.1%	0.2	59.50	52.99	89.1%
기술료 징수액(억원) (정부 연구비 10억원당**)	0.2	0.047	0.10	100.0%	0.3	1.45	0.19***	13.4%
사업화 매출액(억원) (정부 연구비 10억원당**)	0.5	1.5	0.21	14.0%	0.3	1.14	2.89****	100%

* '17년 실적치는 '18.5월 기준 가 집계 수치임

** 성과 지표 계산식의 변경으로 인해 '16년에는 '당해 연도' 정부 연구비 10억 원당이며, '17년에는 '최근 3년' 평균 정부 연구비 10억 원당임

*** 정부 납부 기술료 제외 기술료 징수액, **** R&D 기여율 30% 적용 사업화 매출액

출처: 사업관리기관(정보통신기술진흥센터) 제공 자료, NTIS 자료, 동 사업의 성과계획서(17년점검결과)를 바탕으로 계산

ICT융합산업원천기술개발사업의 성과를 상대적인 관점에서 분석해 보았다. 먼저 성과 지표별로 2017년 성과를 과기정통부의 ICT 분야 기술개발사업 평균과 비교했다. 그 결과, 특허, 논문은 동 사업의 성과 수준이 ICT 분야 기술개발사업 평균보다 낮고, 기술료 및 사업화의 경우, 건수 기준으로는 동 사업의 성과 수준이 낮으나 금액 기준으로는 동 사업이 높았다(표 3-2).

〈표 3-2〉 성과지표별 '17년 성과* 비교(평가 대상 사업 vs. 과기정통부 ICT R&D사업 평균)

구분	특허 SMART	논문 mrnIF	기술료 (3년 평균('15~'17) 정부연구비 10억 원당)		사업화 (3년 평균('15~'17) 정부연구비 10억 원당)	
			징수건	징수액**	건수	매출액***
ICT융합산업원천기술개발	4.23	52.99	0.80	0.36	0.76	2.89
과기정통부 ICT 기술 개발 사업**** 평균	4.37	59.45	0.84	0.31	0.83	1.37

* '17년 실적치는 '18.5월 기준 집계 수치임('18.6월 최종 확정 예정)

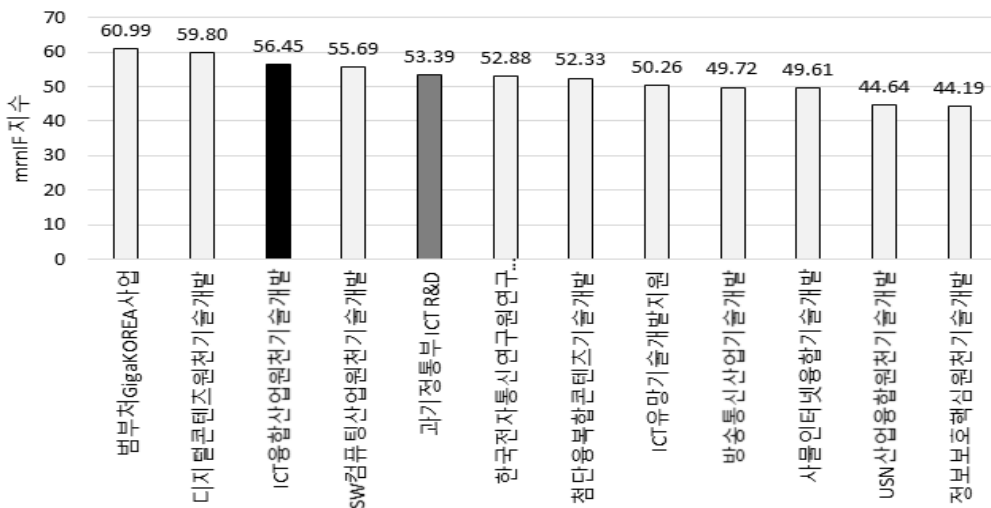
** 정부 납부 기술료를 제외하지 않은 금액임, *** R&D 기여율 30% 적용 사업화 매출액

**** 2017년 기준 16개 사업('16년에 존재한 SW컴퓨팅산업원천기술개발 등 13개 사업에 스마트미디어기술개발사업지원, 국가전략프로젝트(인공지능, 가상현실), 우주연구기술개발을 추가함)

출처: 사업관리기관(정보통신기술진흥센터) 제공 자료, NTIS 자료를 바탕으로 계산

단년도 성과는 해당 연도의 특수한 사정에 영향을 받을 수 있다. 이에 대한 보완책으로 성과 비교 대상 연도를 확대하여 다년간('14~'16, 특히는 '11~'16)의 사업 성과(논문, 특허, 기술료, 사업화)를 과기정통부의 ICT 분야 기술개발 세부사업들과 비교했다. 비교 대상 사업은 '16년을 기준으로 설정하였으며, 과기정통부의 '16년 ICT 분야 기술개발 세부사업은 총 13개로 확인되었다(ICT융합산업원천기술개발사업 포함).¹⁴⁾ ICT융합산업원천기술개발사업의 논문 mrnIF 지수는 분석 대상 사업들 중에서 세 번째로 높은 수준을 기록하였다(그림 3-1). 반면, 특허 SMART지수, 기술료 징수액, 사업화 건수는 비교적 낮은 수준을 보였다(그림 3-2~4).

[그림 3-1] 논문 mrnIF 수준 비교('14~'16년 성과 기준)



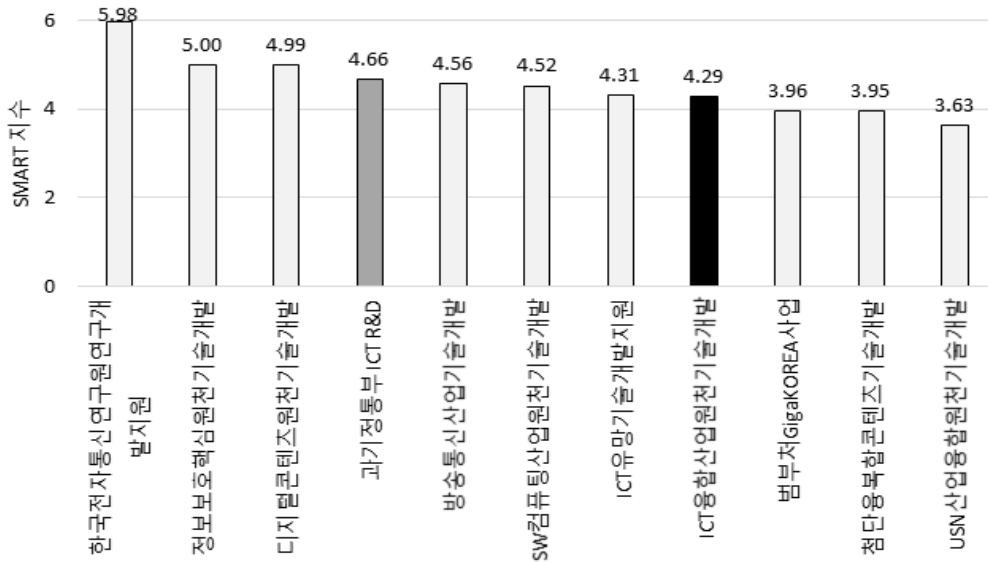
※ '과기정통부 ICT R&D'(짙은 회색 막대)는 과기정통부의 ICT 분야 기술개발 13개 세부사업에서 성과로 보고된 모든 논문의 mrnIF 값 평균을 의미함(그림 3-2~4)에서도 동일한 방식임)

※ '16년에 존재하는 과기정통부의 ICT 기술개발 13개간 비교이며 '14~'16년에 논문 성과가 없는 사업 2개(웨어러블스마트디바이스부품소재사업('16~'20), ICT산업융합보안솔루션개발('15~'17))는 위 그래프에 나타나지 않음(그림 3-2~4)에서도 동일한 방식임)

출처: NTIS 성과 자료를 바탕으로 계산

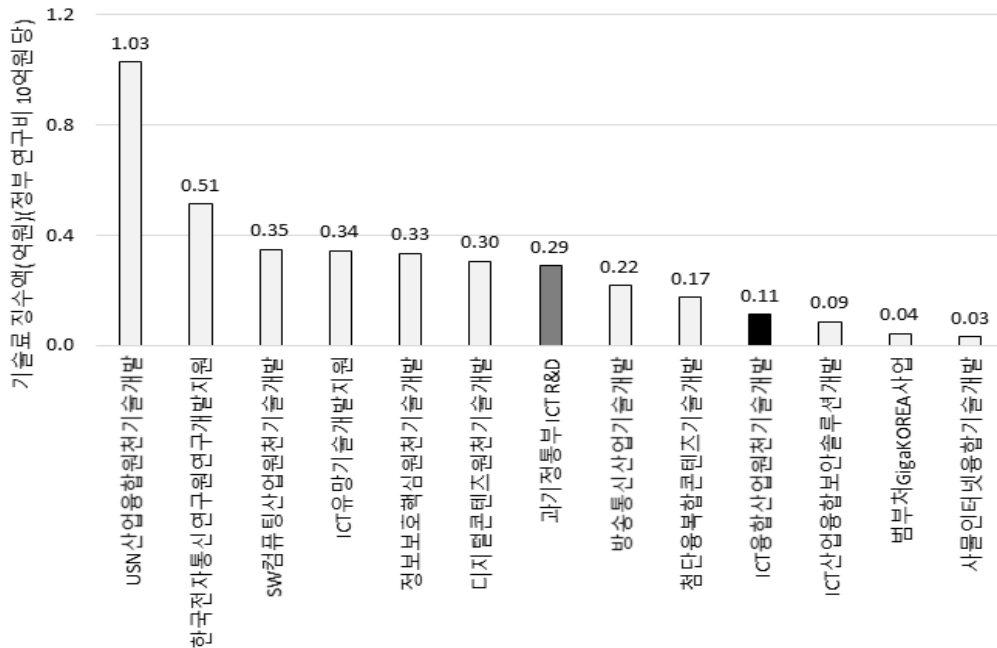
14) 13개 사업(가나다 순): ICT산업융합보안솔루션개발, ICT유망기술개발지원, IT·SW융합산업원천기술개발, SW컴퓨팅산업원천기술개발, USN산업융합원천기술개발, 디지털콘텐츠원천기술개발, 방송통신산업기술개발, 범부처 Giga KOREA사업, 사물인터넷융합기술개발, 웨어러블스마트디바이스부품소재사업, 정보보호핵심원천기술개발, 첨단융복합콘텐츠기술개발, 한국전자통신연구원연구개발지원

[그림 3-2] 국내 등록 특허 SMART 수준 비교('11~'16년 성과 기준)



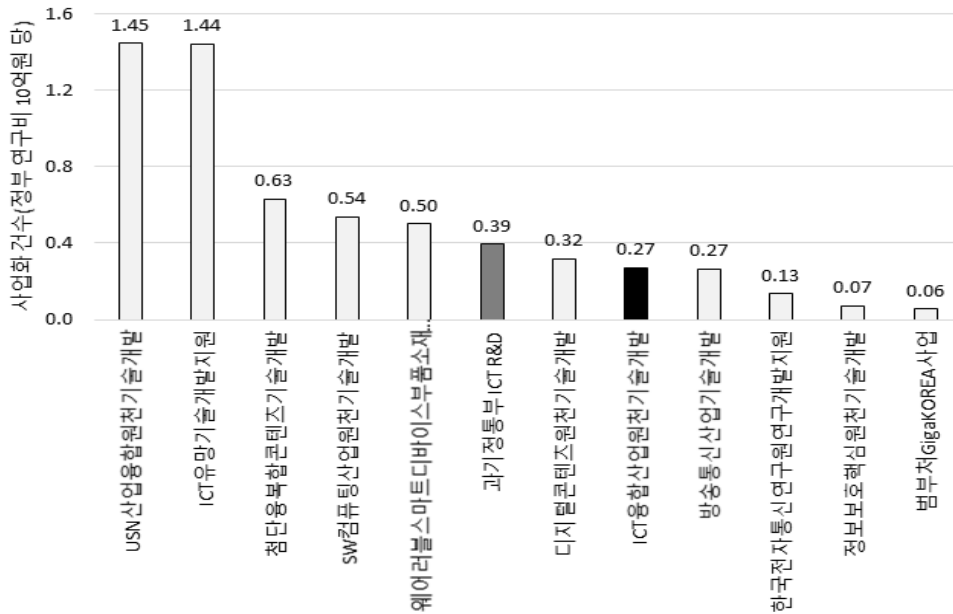
출처: NTIS 성과 자료를 바탕으로 계산

[그림 3-3] 기술료 징수액(억원, 정부 연구비 10억 원당) 수준 비교('14~'16년 성과 기준)



출처: NTIS 성과 자료를 바탕으로 계산

[그림 3-4] 사업화 건수(건, 정부 연구비 10억 원당) 수준 비교('14~'16년 성과 기준)



출처: NTIS 성과 자료를 바탕으로 계산

제2절 경제·사회적 효과 분석

ICT융합산업원천기술개발사업의 경제·사회적 효과를 분석을 위해 동 사업의 지원을 받은 기업을 대상으로 정부 지원의 효과를 추정하였다. 구체적으로 동 사업 지원을 받은 기업의 재무 데이터를 활용하여 기업이 지원 받은 정부 연구비가 증가할 때 기업의 자산, 매출액, 종업원 수, R&D 투자액의 증가율에 변화가 있는지 회귀 분석을 실시하였다. 기업의 자산 및 매출액 증가율은 정부 지원의 경제적 효과를, 기업의 종업원 수 증가율은 정부 지원의 사회적 효과를, 기업의 R&D 투자액 증가율은 기업의 혁신활동에 대한 정부 지원의 효과를 관찰하기 위한 변수이다. 분석 대상은 '11~'17년 사이에 동 사업에 참여한 302개 기업 중 재무 데이터 확보가 가능한 118개 기업으로 설정하였다.

분석 결과, ICT융합산업원천기술개발사업 사업에 참여한 기업에 대한 정부 지원금이 1% 증가 시, 수혜기업의 당해 연도 매출액은 0.014%p 증가하는 것으로 추정되었다. 한편, 자산 증가율, 종업원 수 증가율, R&D 투자액 증가율에 대해서는 통계적으로 유의한 효과를 확인할 수 없었다. <표 3-3>에 회귀 분석 결과를 요약하였다. 회귀 분석 모델, 사용한 변수 및 데이터, 분석 결과에 대한 상세한 내용은 부록 1에 제시하였다.

〈표 3-3〉 ICT융합산업원천기술개발사업의 정부지원 효과

	자산 증가율	매출액 증가율	종업원 수 증가율	R&D 투자액 증가율
Log(정부지원금)	0.003 (0.004)	0.014** (0.006)	-0.001 (0.004)	0.009 (0.037)
Log(R&D 투자*)	0.016** (0.007)	-0.003 (0.011)	-0.005 (0.008)	
상수항	17.782*** (1.014)	4.226** (1.976)	3.856* (2.116)	-26.468* (14.348)
관측치	808	806	368	617
R ²	0.355	0.137	0.062	0.034

+ 'R&D 투자'는 기업의 총 R&D 투자액을 의미하며 정확한 산식은 부록 1 참조

※ 괄호 안의 값은 표준오차(standard error)를 의미함

※ * : 10% 유의수준, ** : 5% 유의수준, *** : 1% 유의수준

※ 기업 고유의 경영능력 및 연도별 특성이 종속 변수에 미치는 영향을 반영하는 변수는 분석에는 포함되었으나, 〈표 3-3〉에서는 제시하지 않음. 통제 변수(영업이익률, 부채/자본 비율, 총자산(로그값), 기업 연령(로그값))도 이 표에서는 포함하지 않음

제3절 사업 성과의 융합성 분석

ICT융합산업원천기술개발사업의 사업 목적은 'ICT 기반의 산업 융합 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원으로 미래 ICT융합 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력 확충'으로 설정되어 있다. 따라서 '융합 기술 개발'은 동 사업의 고유한 주요 목적에 해당한다. 이 절에서는 ICT융합산업원천기술개발사업의 성과를 '융합' 측면에서 분석하였다. 여기에서 '융합'은 둘 이상의 전문화된 지식창출 활동 영역에서 관점, 개념, 이론, 도구, 정보, 데이터 등 인지적 요소들을 가져와 통합 또는 재조합하는 것을 의미한다(Porter et al. 2006, Frenken et al. 2012, Uzzi et al. 2013). 따라서 본 분석에서 '사업 성과의 융합성'은 논문, 특허 등의 사업 성과가 기존 지식 또는 기술의 결합을 통해 창출되는 성질로 정의하였다.

먼저 논문 성과에 대해서 융합성 분석을 실시하였다. 융합성 측정은 다양성 측정에 사용되는 6가지 지표(variety, entropy, evenness, Simpson, disparity, Rao-Stirling)를 활용하였다. 결합에 참여하는 지식 및 기술 요소의 다양성은 본 분석에서 정의한 사업 성과의 융합성에 대체로 부합하므로 다양성 지표를 사업 성과의 융합성 분석에 활용할 수 있다. 한편, 여러 지표를 사용한 이유는 융합성이 다양한 측면을 가지고 있기 때문이다. variety 지표는 융합에 참여한 지식 또는 기술의 종류가 얼마나 다양한지를 측정한다(다종성 지표). entropy, evenness, Simpson 지표는 결합에 참여한 각 요소들의 비중이 얼마나 균등한지를 측정하는데(균등성 지표), 이 3개의 균등성 지표는 관점이 조금씩 다르므로 3가지를 모두 사용하였다.

disparity는 결합에 참여한 요소들이 서로 얼마나 다른지를 측정한다(상이성 지표). Rao-Stirling 지표는 다중성, 균등성, 상이성을 종합적으로 볼 수 있는 지표이다(다중성+상이성+균등성 통합 지표). 각 지표에 대한 자세한 설명과 계산식은 부록 2에서 확인할 수 있다.

이상의 6개 융합성 지표를 활용하여 과기정통부 내 ICT 분야 기술 개발 사업 13개(2016년 기준)에 대해 각 사업별로 논문 성과의 융합성을 측정하였다. 구체적으로 융합성 6개 지표는 사업별로 논문의 참고문헌을 통해 확인되는, 참고문헌이 실린 저널의 분야 개수(중복 제외)(다중성), 이 분야들의 비중이 균등한 정도(균등성), 분야 간에 이질적인 정도(상이성)를 측정하였다.

2011~2016년 논문 성과에 대한 융합성 측정 결과, ICT융합산업원천기술개발사업은 6개 융합성 지표 중 evenness를 제외한 5개 지표에서 가장 높은 수준(1위)을 기록하였다(표 3-4, 그림 3-5~10). evenness 지표에서도 2위를 기록하여 사실상 ICT융합산업원천기술개발사업이 과기정통부 내 ICT 분야 13개 기술개발 사업 중에서 논문 성과 융합성이 가장 우수한 것으로 나타났다. 이는 ICT융합산업원천기술개발사업의 학술적 성과(논문)가 융합기술 개발이라는 사업 목적에 충실하게 부합하고 있는 것으로 볼 수 있다.

〈표 3-4〉 ICT 기술 개발 사업별 논문 성과의 융합성 순위*

순위**	다중성 지표	균등성 지표			상이성 지표	통합 지표 (다중성+상이성+ 균등성)
	variety	entropy	evenness	Simpson	disparity	Rao-Stirling
1	ICT융합산업 원천기술개발	ICT융합산업 원천기술개발	전자통신연구원 연구개발지원	ICT융합산업 원천기술개발	ICT융합산업 원천기술개발	ICT융합산업 원천기술개발
2	SW컴퓨팅산업 원천기술개발	디지털콘텐츠 원천기술개발	ICT융합산업 원천기술개발	SW컴퓨팅산업 원천기술개발	첨단융합 콘텐츠기술개발	첨단융합 콘텐츠기술개발
3	디지털콘텐츠 원천기술개발***	SW컴퓨팅산업 원천기술개발	SW컴퓨팅산업 원천기술개발	디지털콘텐츠 원천기술개발	디지털콘텐츠 원천기술개발	전자통신연구원 연구개발지원
4	전자통신연구원 연구개발지원	전자통신연구원 연구개발지원	디지털콘텐츠 원천기술개발	전자통신연구원 연구개발지원	범부처Giga KOREA사업	범부처Giga KOREA사업
5	범부처Giga KOREA사업	첨단융합 콘텐츠기술개발	방송통신산업 기술개발	범부처Giga KOREA사업	전자통신연구원 연구개발지원	디지털콘텐츠 원천기술개발
6	첨단융합 콘텐츠기술개발	범부처Giga KOREA사업	범부처Giga KOREA사업	첨단융합 콘텐츠기술개발	SW컴퓨팅산업 원천기술개발	SW컴퓨팅산업 원천기술개발
7	방송통신산업 기술개발****	방송통신산업 기술개발	첨단융합 콘텐츠기술개발	방송통신산업 기술개발	방송통신산업 기술개발	방송통신산업 기술개발

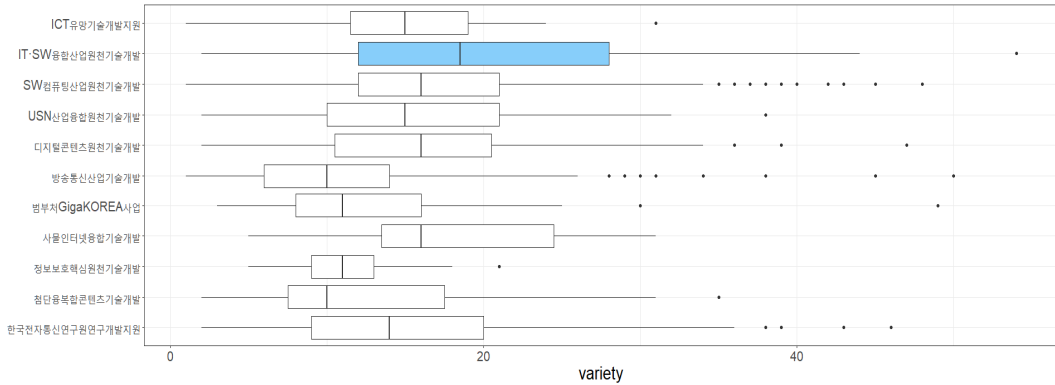
※ 각 지표의 구체적 정의와 상세한 분석 결과는 부록 2 참조

* ICT 기술 분야 개발 사업은 '16년 기준 ICT R&D 사업 13개를 의미하며, NTIS에 '14~'16년 성과로 등록된 논문 수가 30편 이상인 7개 사업만 순위를 비교함. ICT융합산업원천기술개발은 148편, ICT 분야 기술 개발 사업 전체는 1,917편이 분석에 사용됨

** 중앙값 기준; *** 공동 2위; **** 공동 6위

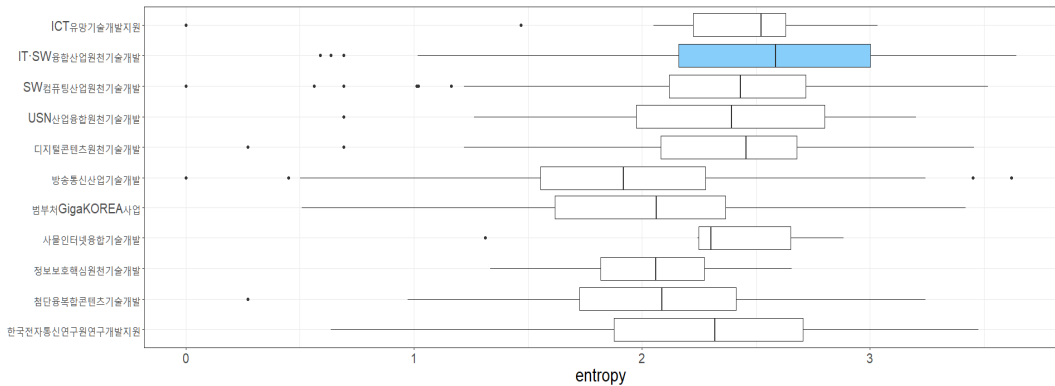
출처: 이준영 외(2013)의 방법론을 사용하여 NTIS 논문 성과 데이터로부터 사업별 지표 값 및 순위를 도출함

[그림 3-5] ICT 기술개발사업 간 다중성(variety) 비교

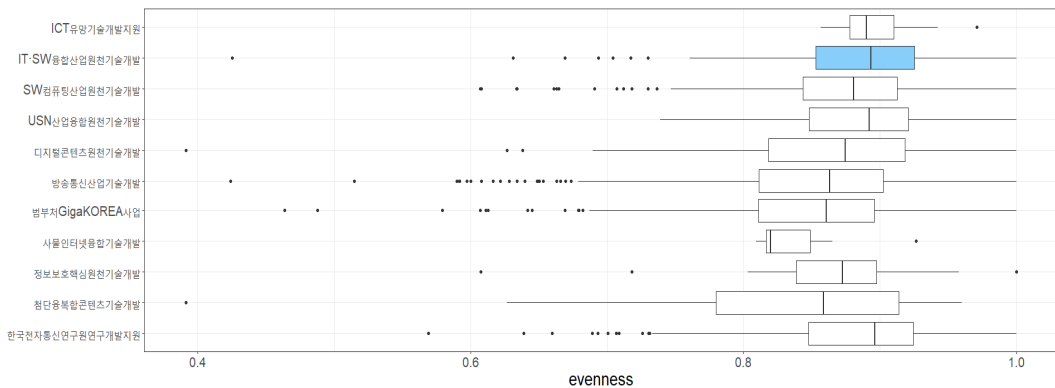


※ box plot에서 네모中间的의 세로선은 중앙값(median)을 의미하며, 네모의 왼쪽 끝 세로선은 1사분위 값, 오른쪽 끝 세로선은 3사분위 값을 의미함. 네모와 연결된 가로선의 끝 값은 이상치(outlier)를 제외한 최대/최소값을 의미함. 점은 이상치를 표시함

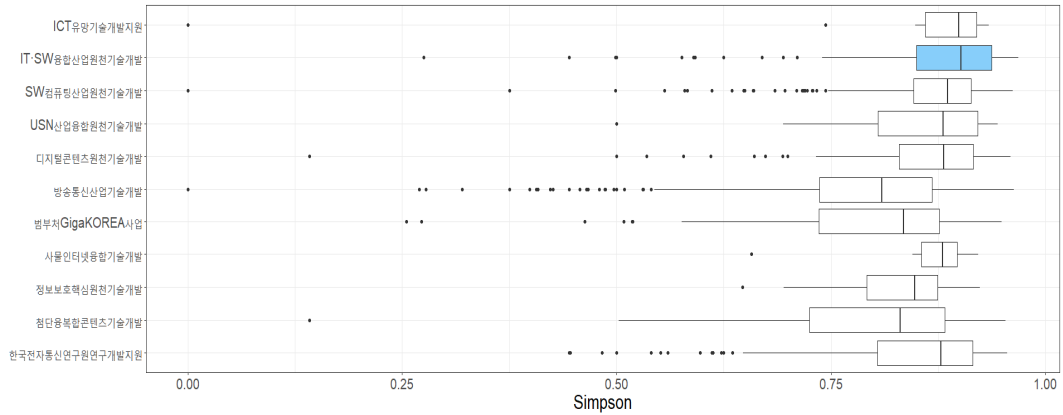
[그림 3-6] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 1(entropy 지수)



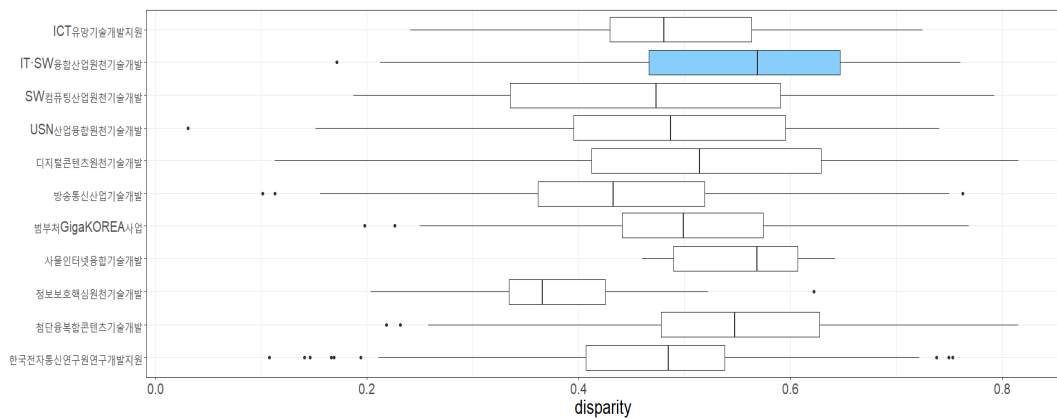
[그림 3-7] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 2(evenness 지수)



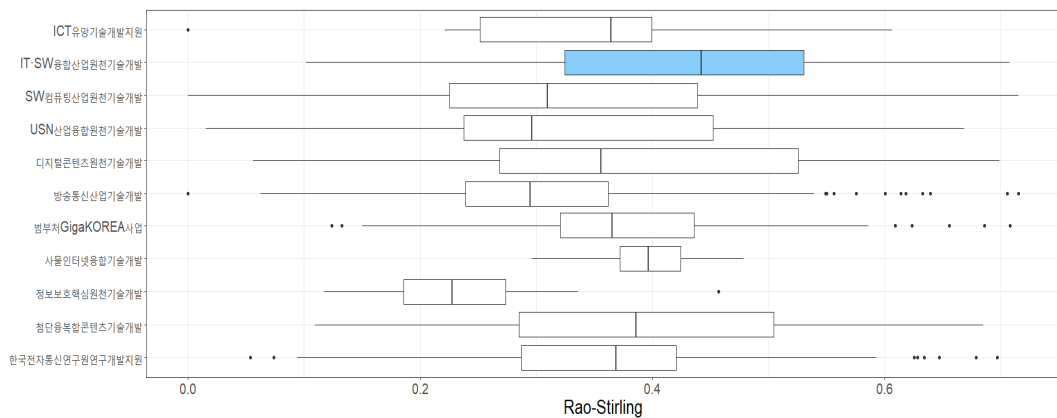
[그림 3-8] ICT 기술개발사업 간 균등성 비교 3(Simpson 지수)



[그림 3-9] ICT 기술개발사업 간 이질성 비교 (disparity 지수)



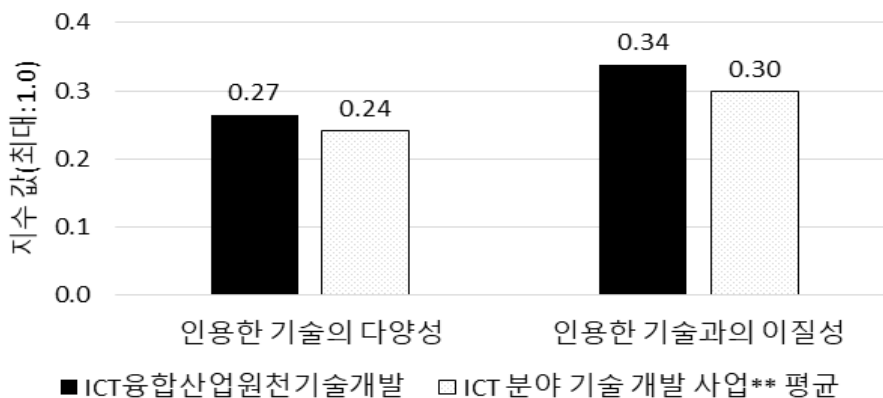
[그림 3-10] ICT 기술개발사업 간 통합 융합성(다종성+이질성+균등성) 비교 (Rao-Stirling 지수)



특허 성과에 대해서도 융합성을 측정하였다. 측정 지표는 Trajtenberg et al. (2002)에서 제시된 독창성(originality) 지수와 후방 기술 거리(technological distance: backward-looking) 지수를 사용하였다. 독창성 지수는 성과로 창출된 특허가 인용한 특허들이 얼마나 다양한지를 의미한다(“인용한 기술의 다양성”). 이 지수는 0과 1 사이의 값을 가지며 인용한 특허의 분야가 다양할수록 큰 값을 갖는다(추기능 2017). 후방 기술 거리 지수는 성과로 창출된 특허가 자신이 인용한 특허들과 기술 분야가 다른 정도를 의미한다(“인용한 기술과의 이질성”). 이 지수 역시 0과 1 사이의 값을 가지며 사업 성과로 창출된 특허와 인용한 특허 간에 특허 분류 코드가 다를수록 큰 값을 갖는다(추기능 2017).

2011~2016년 특허 성과에 대한 분석 결과, 동 사업을 통해 생산된 특허의 인용한 기술의 다양성(독창성 지수), 인용한 기술과의 이질성(후방 기술 거리 지수) 모두 ICT 분야 기술개발 사업 평균을 약간 상회하는 것으로 분석되었다(그림 3-11). 인용한 기술의 다양성 측면을 대변하는 독창성 지수에서 ICT융합산업원천기술개발사업의 ‘11~16년 특허 성과는 평균값이 0.27을 기록한 반면, 과기정통부터의 ICT 분야 13개 기술개발 사업의 평균값은 0.24을 기록하였다. 성과 특허와 그 특허가 인용한 기술 간의 이질성을 대변하는 후방 기술 거리 지수에서 ICT융합산업원천기술개발사업은 0.34, ICT 분야 사업 평균은 0.30로 분석되었다. 이 결과는 ICT융합산업원천기술개발사업을 통해 생산된 특허 성과는 융합기술 개발이라는 사업목표에 대체로 부합함을 시사한다.

[그림 3-11] 특허 성과*의 융합성 비교



* '11~16년에 NTIS에 등록된 국내 등록 특허(ICT융합산업원천기술개발은 174건, ICT 분야 기술 개발 사업 전체는 4,366건)

** ICT 기술분야 개발사업은 '16년 기준 ICT R&D 사업 13개를 의미함. '11~'16년 특허 성과 확인을 위해 이 13개 사업에 대한 과거 사업 이력(통합, 분리 등)을 '11년까지 확인하였음

출처: NTIS 특허 성과 데이터와 추기능(2017)의 저자가 제공한 지표값을 분석 목적에 맞게 가공함

한편, 최근('14~'16) 과제에서 발생한 특허성과의 '인용한 기술과의 이질성'이 과거('11~'13)에 비해 높아진 것으로 분석되었다(표 3-5). ICT융합산업원천기술개발사업의 '11~'13년 사이에 수행된 과제에서 창출된 특허는 후방 기술 거리(인용 기술과의 이질성)이 0.29로 측정되었다. 그러나 동 사업의 '14~'16년에는 0.11 증가한 0.39를 기록하였다. 한편, 인용 기술과의 다양성 측면에서는 과거 3년('11~'13년)과 최근 3년('14~'16년)에 각각 0.26, 0.27을 기록하여 두 기간 간에 큰 차이가 없었다(표 3-5).

〈표 3-5〉 ICT융합산업원천기술개발사업 특허 성과의 융합성 변화

융합성 지표	과제 수행 연도		증감(B-A)
	'11~'13년(A)	'14~'16년(B)	
인용한 기술의 다양성	0.26	0.27	0.01
인용한 기술과의 이질성	0.29	0.39	0.11

출처: NTIS 특허 성과 데이터와 추기능(2017)의 저자가 제공한 지표값을 분석 목적에 맞게 가공함

[참고] ICT 분야 기술개발과제 성과 결정 요인

- 과기정통부의 '11~'16년 ICT 분야 기술 개발 신규 과제 1,235개를 대상으로 성과 결정 요인을 회귀 분석으로 추정한 결과,
 - 과제 수행 기간*이 길수록 SCI 논문 수, 국내 특허 등록 수, 사업화 건수 및 매출액 성과가 우수한 것으로 나타남
 - * 분석 대상 기간('11~'16) 내에 종료된 과제는 과제 수행 기간이 과제의 총 연구 기간과 일치하며, 과제가 중단되었거나 '16년 기준으로 진행 중인 과제는 과제가 실제로 진행된 기간을 의미함
 - 정부 연구비*의 증가는 SCI 논문 수, 국내 특허 등록 수, 기술료 징수액 성과 제고에 기여하는 것으로 추정됨
 - * 분석 대상 기간('11~'16) 내에 종료된 과제는 과제의 총 연구비를 의미하며, 과제가 중단되었거나 '16년 기준으로 진행 중인 과제는 해당 시점까지 실제 투입된 연구비를 의미함
 - 연구수행주체 기준으로는 주관 연구 기관이 대학인 경우 논문의 질적·양적 성과(mrnIF, SCI수)가 기업이 주관 연구 기관인 경우보다 우수한 것으로 추정됨
 - 기업이 주관 기관인 경우, 국내 특허 등록 수 측면에서 연구소보다, 기술료 징수액 측면에서 대학보다, 사업화 건수 및 매출액 측면에서는 대학과 연구소보다 성과가 우수한 것으로 추정됨
 - 협력 연구는 논문의 질적 성과(mrnIF), 국내 특허 등록 수, 기술료 징수액, 사업화 건수 및 매출액 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 추정됨

※ 이 회귀 분석 결과는 과제 착수 후 최대 5년 이내에 발생한 성과만을 대상으로 한 분석 결과라는 한계가 있음

※ 위에 제시한 추정 결과의 유의 수준(1%, 5%, 10%)은 추정 결과별로 차이가 있음. 분석 모델 및 상세한 결과는 부록 3 참조

2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

제4장 사업 추진 체계의 적절성 점검

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING

제4장 사업 추진 체계의 적절성 점검

본 장에서는 ICT융합산업원천기술개발사업의 과제 기획의 적절성을 점검하고, 사업의 유사·중복 가능성을 분석한다. 동 사업에서 '15년부터 신규로 기획된 과제의 수행 주체, 연구비 규모, 과제 기간을 분석한다. 그 다음으로 동 사업의 내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업목적, 지원 대상, 개발 단계를 비교 분석하여 유사·중복 가능성을 진단한다.

제1절 과제 기획의 적절성 분석

동 사업의 2015~2017년 신규 과제를 분석하여 연구비 규모 및 연구 기간의 측면과 주관 기관 유형 측면에서 과제 기획의 적절성을 검토하였다. 분석 결과, 사업 신설 당시부터 존재했던 내역사업 '융합서비스'와 그 외 7개 내역사업(지능형반도체, 스마트카, 맞춤형 웰니스케어, 양자정보통신, 3D프린팅, 지능정보·로봇 융합서비스, 다부처공동기획(무인이동체)) 간에 다른 경향이 확인되었다.

연구비 및 연구 기간 측면에서 '융합서비스' 내역사업의 최근('15~'17) 신규 과제의 연구비 규모와 연구 기간이 축소되는 경향을 보였다(표 4-1). 반면 지능형반도체, 스마트카, 지능정보·로봇 융합서비스 등의 내역사업을 통해 신규로 추진된 과제의 연구비 규모와 연구 기간은 '17년도에 크게 증가하였다.

〈표 4-1〉 신규 과제의 연구비 및 연구 기간 현황

(단위: 백만 원, 개월)

구 분		2015년	2016년	2017년	전체
사업 전체	과제 수	15	25	39	79
	과제별 연구비(평균)	4,960	3,970	3,642	3,996
	과제별 연구 기간(평균)	40.4	33.4	29.7	32.9
- 융합서비스	과제 수	5	5	28	38
	과제별 연구비(평균)	4,716	4,100	2,123	2,724
	과제별 연구 기간(평균)	37.4	31.6	21.1	38.0
- 타 내역사업	과제 수	10	20	11	41
	과제별 연구비(평균)	5,082	3,937	7,510	5,175
	과제별 연구 기간(평균)	41.9	33.8	51.7	41.0

※ 2016년 소규모의 창조씨앗 5개 과제는 분석에서 제외.

출처: 사업 부처 제공 자료, NTIS 자료를 이용하여 계산. 2015년 일부 과제의 연구비 규모는 당시 공고문을 참조함

한편 주관 기관 유형 측면에서 ‘융합서비스’ 내역사업의 경우, ’17년도 신규 과제는 기업체가 주관 기관인 과제의 비중이 높은 것으로 나타났다(표 4-2). 반면 스마트카 등 타 내역사업의 경우, ’15~’17년 신규 과제 중 대학 주관 과제의 비중이 다소 높았다. 다만, ’17년도에는 산·학·연 주관 과제가 대체로 고른 분포를 보였다.

〈표 4-2〉 신규 추진 과제의 수행 주체 현황: 주관 기관 기준

구 분		2015년	2016년	2017년	전체
융합서비스	산	1	3	18	22
	학	2	0	7	9
	연	2	2	3	7
타 내역사업	산	2	8	3	13
	학	3	10	5	18
	연	5	2	3	10
합계		15	25	39	79

※ 2016년 소규모의 창조씨앗 5개 과제는 분석에서 제외
출처: 사업 부처 제공 자료, NTIS 자료를 이용하여 계산

제2절 타 사업과의 유사·중복성 가능성 점검

사업의 유사·중복 가능성 분석에서는 동 사업의 내역사업별로 부처 내·외 타 사업과 사업 목적, 지원 대상, 개발 단계를 비교 분석하여 유사·중복 가능성을 진단한다. 이 분석을 위해 NTIS 키워드 검색을 통해 유사·중복 가능성 검토 대상 사업을 도출한 후, 사업별 ’18년도 예산 요구서에서 내역사업과 과제 내용 확인을 통해 유사·중복 가능성을 진단하였다. 사업 단위에서 중복 가능성이 확인된 사업에 대해서는 과제 단위의 분석을 통해 중복 가능성을 심층 분석하였다.

1. 내역사업 단위의 유사·중복성 검토

ICT융합산업원천기술개발사업은 ‘2.2절 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석’에서 분석한 바와 같이 기술 분야가 대체로 상이한 8개 내역사업으로 구성되어 있다. 따라서 ICT융합산업원천기술개발사업 전체가 아니라 ICT융합산업원천기술개발사업 하위의 내역사업 단위에서 타 사업 또는 타 사업의 내역사업과의 유사·중복 가능성을 검토하였다. 사업별

‘18년도 예산요구서를 기본적인 검토 대상 자료로 삼았으며 필요에 따라 추가적인 자료를 활용하였다. 유사·중복 가능성 판단은 ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침’(160쪽)의 종합판단의 기준에 따라 필수요소 3가지(사업 목적, 지원 대상, 지원 분야) 중 2가지에서 유사한 경우 유사 가능성, 3가지 모두에서 유사한 경우에서 중복 가능성이 있다고 판단하였다. 지원 대상은 산, 학, 연으로 구분하고, 지원 분야는 기초, 응용, 개발로 구분되는 연구 개발 단계를 이용하였다.

위 기준에 따라 내역사업 단위에서의 유사·중복 가능성을 검토한 결과, 총 8개 내역사업 중 5개 내역사업(융합서비스, 스마트카, 맞춤형 웰니스케어, 지능·정보로봇, 무인이동체)에서 타 사업과의 유사·중복 가능성이 정성적으로 분석되었다. 나머지 3개 내역사업(3D 프린팅, 지능형반도체, 양자정보통신)에서는 유사·중복 가능 사업을 발견하지 못하였다. 전체적으로 유사 가능성이 13건, 중복 가능성이 2건이 파악되었다(표 4-3).

〈표 4-3〉 내역사업별 유사·중복 가능 사업 수

구 분	융합 서비스	지능정보·로봇	맞춤형 웰니스케어	스마트카	무인 이동체	3D 프린팅	지능형 반도체	양자 정보통신	합계
중복 가능	0	1	0	1	0	0	0	0	2
유사 가능	7	3	2	0	1	0	0	0	13
합계	7	4	2	1	1	0	0	0	15

8개 내역사업 중에서 ‘융합서비스’는 7건의 유사 가능 사업이 발견되어 내역사업 중 가장 많은 유사·중복 가능 건수를 기록하였다. 이는 최근 기술 개발에는 ‘융합’이 보편화되어있는 경향을 반영하는 결과로 보여진다. 예를 들어 융합서비스는 과기정통부의 미래선도기술개발과 사업 목적·내용 측면에서 유사 가능성이 발견되었다(표 4-4). 미래선도기술개발 사업 목적은 ‘4차 산업혁명 대응 역량 강화와 당면 문제 해결을 위한 고위험(High Risk)·고부가가치(High Impact) 원천기술 개발 및 상용화’이다. 내역사업으로 신시장 창출형과 현안 해결형을 가지고 있다. 신시장 창출형은 4차 산업혁명 대응을 위한 핵심/기반/응용 융복합 원천기술 개발 및 상용화를 지원한다. 현안 해결형은 사회문제 해결을 위한 원천 기술개발 및 상용화를 지원한다. 이와 같은 사업 목적과 내용은 ICT융합산업원천기술개발사업의 내역사업 ‘융합서비스’의 기술 개발 내용과 유사한 면이 있다. 융합서비스는 국방, 농·축산, 의료, 생활안전, 신산업 분야에서 지능정보기술 등 첨단 ICT 기술과 타산업분야와의 융합활성화를 통한 새로운 서비스 창출 및 기존서비스의 획기적 개선을 위한 기반 기술 개발을 지원하기 때문이다.

융합서비스 다음으로 많은 횟수의 유사·중복 가능성을 보인 내역사업은 지능정보·로봇 융합서비스로서, 3개의 사업과 유사 가능성, 1개의 사업과 중복 가능성이 확인되었다. 이는 최근 인공지능 관련 기술개발이 확대되면서 나타난 현상으로 보인다. 유사·중복 가능성이 확인된 4개의 타 사업 또는 타 사업의 내역사업을 보면 아래와 같다(내역사업을 괄호 안에 표시).

- 국가전략프로젝트(인공지능) - 과기정통부
- 미래선도기술개발(신시장 창출형) - 과기정통부
- 인공지능바이오로봇의료융합사업 - 다부처(산업부·과기부·복지부) 사업
- 로봇산업핵심기술개발사업(인공지능 융합로봇 시스템 기술) - 산업부

위 목록의 세부 또는 내역사업명을 보면 4개 중 3개가 ‘인공지능’을 사업명에 포함하고 있는 것을 알 수 있다. 나머지 1개의 경우에 해당하는 미래선도기술개발(신시장 창출형)도 18년도 예산요구서를 보면 신시장 창출형 내역사업의 기술 분야의 예시 중 하나로 차세대 로봇을 언급하여 이 내역사업의 사업 내용은 로봇 기술 중에서도 인공지능이 결합된 로봇이 될 가능성이 높은 것으로 판단된다.

중복 가능성 2건은 아래와 같다(괄호 안에 해당 내역사업을 표시).

- ICT융합산업원천기술개발(스마트카) - 자동차산업핵심기술개발사업(스마트카)
- ICT융합산업원천기술개발(지능정보·로봇 융합서비스) - 로봇산업핵심기술개발사업(인공지능 융합로봇 시스템 기술)

이 두 건은 '18년도 예산요구서를 분석한 결과, 사업 내용, 지원 대상, 개발 단계 측면에서 유사성이 발견되어 ‘중복 가능’으로 분류하였다(표 4-4).

내역사업별 유사·중복 가능성 검토 결과를 표 4-4에 정리하였다.

〈표 4-4〉 유사·중복 가능성 검토 결과*

내역사업	유사·중복 가능성 검토 대상 타 사업 (괄호 안은 내역사업명)	추진 부처	사업 목적/ 내용**	지원 대상	개발 단계	중복 가능성
융합 서비스	ICT융합서비스경쟁력강화	과기정통부	○	X	○	유사가능
	미래선도기술개발	과기정통부	○	○	X	유사가능
	국민안전증진기술개발 (국민생활 및 공공사회 안전 확보기술개발)	산업부	○	X	○	유사가능
	국가전략프로젝트(인공지능)	과기정통부	○	○	X	유사가능
	치안과학기술연구개발사업 (첨단과학수사기술 개발, 저고도 무인기 관리기술개발)	경찰청	○	X	○	유사가능
	의료기기기술개발(미래융합의료기기개발, 보건의료 빅데이터 연계·활용 강화연구)	복지부	○	X	X	상이
	인공지능바이오로봇의료융합사업	다부처 (산/과/복)	○	○	X	유사가능
	ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발	농진청	○	○	X	유사가능
스마트카	자동차산업핵심기술개발사업(스마트카)	산업부	○	○	○	중복가능
	권역별신산업육성사업(자율주행자동차핵심기술개발)	산업부	△	X	X	상이
웰니스 케어	미래선도기술개발(신시장 창출형)	과기정통부	○	○	X	유사가능
	인공지능바이오로봇의료융합사업	다부처 (산/과/복)	○	○	X	유사가능
	전자시스템산업핵심기술개발사업 (초감각및생체결합디바이스개발지원)	산업부	○	X	X	상이
지능 정보. 로봇 융합 서비스	국가전략프로젝트(인공지능)	과기정통부	○	○	X	유사가능
	미래선도기술개발(신시장 창출형)	과기정통부	○	○	X	유사가능
	인공지능바이오로봇의료융합사업	다부처 (산/과/복)	○	○	X	유사가능
	로봇산업핵심기술개발사업 (인공지능 융합로봇 시스템 기술)	산업부	○	○	○	중복가능
무인 이동체	무인이동체미래선도핵심기술개발	과기정통부	○	X	○	유사가능
3D 프린팅	기술확산지원사업(정보통신기업R&D역량강화)	과기정통부	○	X	X	상이

* ○ - 유사, △ - 일부 유사, X - 상이

** 내역사업별로 사업 목적·내용에 대해 유사·중복 가능성을 검토한 상세 내용은 부록 4 참조

2. 과제 단위의 유사·중복 가능성 검토

내역사업 단위에서 ‘중복 가능’으로 분류한 2건에 대해서 과제 단위의 유사·중복 가능성을 검토하였다. 본 특정평가 시점에서 NTIS에서 확보 가능한 가장 최신 연도인 2016년의 ICT융합산업원천기술개발사업의 스마트카 11개 과제, 자동차산업핵심기술개발의 스마트카 과제 51개 과제에 대해서 NTIS 유사성 검토 기능을 사용하여 서로의 과제가 유사 과제로 인식되는지를 확인하였다. 동일한 분석을 2016년 ICT융합산업원천기술개발사업의 지능정보·로봇 융합서비스 6개 과제와 로봇산업핵심기술개발의 인공지능융합로봇시스템기술 25개 과제를 대상으로도 실시하였다. 검토 결과, 두 경우 모두 과제 단위에서 상호 유사성은 없는 것으로 분석되었다.

그러나 이들 내역사업을 통해 지원되는 기술 분야는 부분적으로 유사함을 확인하였다. 먼저 스마트카의 경우에 대한 기술 분야 분석 결과를 살펴보자. 2016년 기준 ICT융합산업원천기술개발(‘스마트카’)의 11개 과제, 자동차산업핵심기술개발(‘스마트카’)의 51개 과제에 대하여 각 과제에 대해 기술 분야를 확인하였다. 기술 분야는 국가기술표준원·한국표준협회에서 제시한 ‘스마트카 기술분류 및 정의’를 활용하였다. 한 과제는 복수의 기술 분야에 속하는 것을 허용하였다. 따라서 각 사업의 총 과제수를 100%라고 했을 경우, 기술 분야별 과제 개수의 총합은 100%를 상회할 수 있다. 예를 들어 ICT융합산업원천기술개발사업의 스마트카의 경우 11개 과제에 대해서 각 과제가 관련된 기술 분야를 복수 선택을 허용하여 선택한 결과 총 25회의 기술 분야 선택 발생하였다. 따라서 <표 4-5>의 맨 하단에 표시한 기술 분야별 과제 비중 총합(‘비중 총합’)을 보면 25/11에 해당하는 227.2%가 된다. 같은 방식으로 자동차산업핵심기술개발의 스마트카 51개 과제는 66회의 기술 분야 분류 선택이 발생하여 기술 분야별 과제 비중 총합은 66/51에 해당하는 129.4%이다.

〈표 4-5〉 중복가능사업의 과제 단위 기술 분야 분석 결과: 스마트카

기술 분야		기술 분야별 과제 비중	
중분류	소분류	ICT융합산업원천기술 개발 (스마트카 11개 과제)	자동차산업핵심기술 개발 (스마트카 51개 과제)
안전 기술	주변 환경 인식 시스템 기술	45.5%	46.1%
	운전자 상태 인식 시스템 기술	9.1%	2.0%
	수동안전시스템 기술	0.0%	0.0%
	능동안전 경고/제어 시스템 기술	27.3%	22.5%
	통합안전 시스템 기술	22.7%	5.9%
	(반)자율주행시스템 기술	22.7%	3.9%
편의 기술	HMI 기술	13.6%	16.7%
	차량 상태 모니터링 기술	13.6%	2.9%
	운전자 정보제공 단말 기술	0.0%	2.0%
	모바일 엔터테인먼트 기술	0.0%	0.0%
	모바일 오피스 기술	0.0%	0.0%
융합 기반 기술	차량 내부 네트워크 기술	0.0%	0.0%
	V2V/V2I 자동차 서비스 전용 통신 기술	13.6%	1.0%
	전장시스템 기능안전 기술	18.2%	14.7%
	자동차용 SoC 기술	9.1%	5.9%
	자동차용 임베디드SW/HW기술	22.7%	2.9%
기타	자동차 무선 충전	9.1%	0.0%
	차량용 빅데이터 플랫폼	0.0%	2.9%
기술 분야별 과제 비중 총합(과제별 복수의 기술분야 선택 허용)		227.20%	129.40%

※ NTIS 자료와 각 사업의 관리 전문 기관에서 제공한 과제 설명 자료를 바탕으로 분과 연구진이 분석함

※ 한 과제는 복수의 기술 분야에 속할 수 있음. 즉 기술 분야별 과제 개수 카운팅 시 중복을 허용함

ICT융합산업원천기술개발(‘스마트카’)와 자동차산업핵심기술개발(‘스마트카’) 두 사업 모두 안전기술(주변 환경 인식 시스템 기술)에 각자 과제의 약 45%, 안전기술(능동 안전 경고/제어 시스템 기술)에 약 25%가 해당된다(표 4-5).¹⁵⁾

ICT융합산업원천기술개발사업(‘지능정보.로봇 융합서비스 기술 개발’)과 로봇산업핵심기술개발(‘인공지능융합로봇시스템기술’)은 과제 비중이 가장 높은 기술 분야 2개가 서로 일

15) 한 과제는 복수의 기술 분야에 속할 수 있다. 즉 기술 분야별 과제 개수 카운팅 시 중복을 허용하였다.

치한다. 두 내역사업 모두 ‘로봇’ 분야 기술 개발 과제가 각각 83%, 84%를 차지하였으며, 그 다음으로 ‘딥러닝’ 분야 과제가 각각 50%, 60%를 차지하였다(표 4-6).¹⁶⁾

〈표 4-6〉 중복가능사업의 과제 단위 기술 분야 분석 결과: 지능정보·로봇융합서비스

기술 분야	기술 분야별 과제 비중	
	ICT융합산업원천기술개발 (‘지능정보·로봇 융합서비스’ 6개 과제)	로봇산업핵심기술개발 (‘인공지능융합로봇시스템기술’ 25개 과제)
딥러닝	50.0%	60.0%
영상/신호 처리	33.3%	44.0%
HRI	50.0%	32.0%
센서/임베디드 시스템	33.3%	8.0%
로봇	83.3%	84.0%
빅데이터 분석	50.0%	8.0%
멀티에이전트	0.0%	8.0%
제조	0.0%	4.0%
보안	0.0%	4.0%
기술 분야별 과제 비중 총합 (과제별 복수의 기술분야 선택 허용)	299.9%	252.0%

※ 분과 연구진이 NTIS 및 각 사업의 관리 전문 기관에서 제공한 과제 설명 자료를 바탕으로 기술 분야를 설정하고 과제를 분류함

※ 한 과제는 복수의 기술 분야에 속할 수 있음. 즉 기술 분야별 과제 개수 카운팅 시 중복을 허용함

이상의 분석과 같이 두 경우는 각 내역사업이 지원하는 기술 분야가 유사한 부분이 있으므로 향후 신규과제 도출시 관련 부처 간 긴밀한 연계가 필요할 것으로 보인다.

16) 각주 17) 참조

2018년도 국가연구개발사업 특정평가보고서
18-3 ICT융합산업원천기술개발사업

제5장 결론 및 권고 사항

KOREA INSTITUTE OF S&T EVALUATION AND PLANNING

제5장 결론 및 권고 사항

제1절 평가결과 종합

본 특정평가 대상인 ICT융합산업원천기술개발사업(과기정통부)은 산업부(舊 지식경제부)의 산업융합기술산업원천기술개발사업('09~'15)에서 '신산업 IT융합' 분야가 2013년 과기정통부(구 미래창조과학부)로 이관되면서 추진되었다. 동 사업은 ICT 기반의 산업 융합 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원으로 미래 ICT융합 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력 확충을 사업 목적으로 한다. 내역사업으로 ICT융합서비스, 미래성장동력(스마트카, 지능형반도체, 맞춤형 웰니스케어), 지능정보·로봇 융합서비스, 양자정보통신, 3D 프린팅, 다부처공동기획(무인이동체)을 포함하고 있다.

동 사업의 특정평가 대상 선정 사유는 두 가지를 들 수 있다. 첫째, '17년도 중간평가 미흡 사업으로서, 동 사업은 투입되는 예산에 비해 성과 창출이 미흡하므로 성과 창출 방안을 도출하기 위한 심층 분석의 필요성이 제기되었다. 둘째, 동 사업은 내역사업으로 융합서비스, 스마트카, 양자정보통신 등 다양한 사업을 추진하고 있어 심층 평가를 통해 사업의 전략성 확보 방안 제시가 필요하다는 점에서 평가대상 사업으로 선정되었다.

동 사업에 대한 평가는 사업 평가 배경과 외부 지적사항을 연계하여 주요 평가이슈를 발굴하고, 그에 따른 검토항목을 설정하고 점검하는 심층평가를 수행한 후, 개선방안을 제시하는 방향으로 진행되었다. 주요 평가이슈로서 1) 사업 투자 전략의 적절성, 2) 사업 성과의 효과성 및 효율성, 3) 사업 추진 체계의 적절성을 선정하였다. 동 이슈를 4가지 평가 관점(적절성, 체계성, 효과성, 효율성)에서 분석하였다.

본 장에서는 본 특정평가를 통해 도출된 분석 결과를 요약·정리하고, ICT융합산업원천기술개발사업의 전략성 개선 방안과 사업 성과 제고 방안에 대한 제언을 제시한다.

1. 사업 투자 전략의 적절성

본 이슈에 대해서는 내역사업별로 추진 근거가 되는 상위 계획을 검토하고, 내역사업 간 기술적 유사도 분석을 통해 동 사업이 내역사업 구성 측면에서 사업 목적에 맞는 전략성을 확보하고 있는지 분석하였다.

ICT융합산업원천기술개발사업에는 2014년 이후 7개의 신규 내역사업이 추가되었는데,

추가된 내역사업별로 신규 추진 근거가 되는 상위 계획이 상이하여 전체 사업 차원에서 추진 계획상의 일관된 전략성을 확인하기 어렵다. 2014년에 추가된 3D프린팅의 경우 3D프린팅산업 발전전략('14.4)에 근거하였다. 2015년에 추가된 양자정보통신은 양자정보통신 중장기 추진 전략('14.12)에 근거하고 있으며, 미래성장동력(스마트카, 지능형반도체, 맞춤형웰니스케어('17년 추가))은 미래성장동력 종합실천계획('15.4)에 따라 추진되었다. 또한 다부처 공동기획(무인 이동체)은 '15년 다부처공동기획사업 추진계획에 따라 선정, 추진되었다. 2017년에 신규로 추가된 지능정보·로봇 융합서비스는 로봇산업발전방안('16.11)에 따라 추진되고 있다.

과기정통부 내 내역사업별 담당부서도 대체로 나뉘어져 있다. 융합서비스, 스마트카, 다부처공동기획(무인이동체)는 정보화기획과에서, 양자정보통신은 정보통신방송기술정책과에서, 3D프린팅과 지능형반도체는 정보통신산업과에서 담당하고 있다. 맞춤형 웰니스케어와 지능정보·로봇 융합서비스는 지능정보사회추진단에서 맡고 있다.

8개의 내역사업이 각각 추진 근거 상위 계획과 과기정통부 내 소관담당과가 대체로 상이하다는 점은 동 사업이 이질적인 기술 분야의 내역사업들로 구성되어 있음을 간접적으로 보여준다.

ICT융합산업원천기술개발사업의 내역사업별 과학기술표준분류(소분류)를 확인하여 동 사업 내 내역사업 간 기술 분야의 이질성을 보다 구체적으로 확인하였다. 동 사업 내 8개 내역사업 간 기술 분야 유사도의 평균(0.08)이 과기정통부의 ICT 기술 개발 13개 세부사업('16년 기준) 간 기술 분야 유사도 평균(0.20)보다 낮아 동 사업 내 내역사업 간 기술적 이질성이 높게 분석되었다. 이는 외부 지적과 같이 동 사업을 통해 지원되는 기술 분야가 다양하여 핵심 지원 분야가 부재함을 시사한다.

2. 사업의 효과성 및 효율성

사업의 효과성 및 효율성 점검을 위해 성과 지표 달성도 분석, 사업 참여 기업에 대한 정부 연구비의 효과 분석, 사업 성과의 융합성 분석을 실시하였다.

ICT융합산업원천기술개발사업은 '17년 중간평가('16년 기준 실적 평가) 시, 미달했던 성과지표인 논문 mrnIF, 특히 SMART 지수, 사업화 매출액(억원, 정부 연구비 10억 원당)에서 '17년 실적 기준 목표 달성률이 개선되었다. 동 사업의 '17년도 실적을 과기정통부의 ICT 분야 기술개발사업 평균과 비교한 결과, 특히, 논문은 동 사업의 성과 수준이 다소 낮다. 기술료 및 사업화의 경우, 건수 기준으로는 동 사업의 성과 수준이 낮으나 금

액 기준으로는 동 사업이 높은 것으로 분석되었다. 다년간('14~'16, 특히는 '11~'16)의 사업 성과를 과기정통부의 ICT 분야 기술개발 사업들과 비교한 분석에서는, ICT융합산업 원천기술개발사업의 논문 mrnIF 지수는 분석 대상 사업들 중에서 세 번째로 높은 수준을 기록하였다. 반면, 특허 SMART지수, 기술료 징수액, 사업화 건수는 비교적 낮은 수준을 보였다.

동 사업의 경제·사회적 효과 분석의 경우, 동 사업에서 기업이 정부 연구비 지원을 받은 경우 당해 연도 매출액 증가 효과 자체는 있으나 그 효과의 크기는 미미한 것으로 분석되었다. 구체적으로, 정부 연구비 지원금이 1% 증가 시, 수혜 기업의 매출액은 0.014%p 증가하는 것으로 추정되었다.

사업 성과의 융합성 분석에서 '사업 성과의 융합성'은 논문, 특허 등의 사업 성과가 기존 지식 또는 기술의 '결합'을 통해 창출되는 성질로 정의하고, 결합에 참여하는 지식 및 기술 요소의 다양성을 통해 사업 성과의 융합성을 측정하였다. ICT융합산업원천기술개발 사업을 통해 생산된 논문과 특허의 융합성은 ICT 분야 기술개발 사업 대비 높은 것으로 분석되었다. 특히 논문 성과의 융합성은 동 사업이 대부분의 융합성 지표(variety(다종성 지표), entropy, evenness, Simpson(이상 균등성 지표), disparity(상이성 지표), Rao-Stirling(다종성+상이성+균등성 통합 지표))에서 과기정통부 내 ICT 분야 기술개발 사업 중에서 가장 높은 수준으로 분석되었다.

한편, 동 사업을 통해 생산된 특허의 융합성을 측정한 '인용한 기술의 다양성', '인용한 기술과의 이질성' 지표에서 동 사업은 과기정통부의 ICT 분야 사업 평균보다 높은 것으로 분석되었다. 또한 최근('14~'16) 특허 성과의 '인용한 기술과의 이질성'이 과거('11~'13) 특허 성과에 비해 높아진 것으로 나타났다. 이상의 결과는 동 사업의 논문 및 특허 성과가 융합 기술 개발이라는 사업 목표에 대체로 부합함을 시사한다.

3. 사업 추진 체계의 적절성

사업 추진 체계의 적절성 점검을 위해 동 사업을 통해 신규로 기획된 과제의 특성을 분석하고, 타 사업과의 유사·중복 가능성을 점검하였다.

연구비 규모 및 연구 기간 측면에서 '융합서비스' 내역사업의 최근('15~'17) 신규 추진 과제의 연구비 규모와 연구 기간이 축소되는 경향을 보였다. 반면 지능형반도체, 스마트카, 지능정보·로봇 융합서비스 등의 내역사업을 통해 신규로 추진된 과제의 연구비 규모와 연구 기간은 '17년도에 크게 증가하였다. 주관 기관 유형 측면에서 '융합서비스' 내역

사업의 경우, '17년도 신규 과제는 기업이 주관 기관인 과제의 비중이 높은 것으로 나타났다. 반면 스마트카 등 타 내역사업의 경우, '15~'17년 신규 과제 중 대학 주관 과제의 비중이 다소 높았으나, '17년도에는 산·학·연 주관 과제가 대체로 고른 분포를 보였다.

한편 동 사업의 내역사업과 부처 내외 사업에 대한 유사·중복 가능성을 검토한 결과, 과제 수준에서는 유사성은 없는 것으로 분석되었다. 다만, 내역사업 단위에서 정성적으로 2개 사업이 중복 가능성, 13개 사업이 유사 가능성이 있는 것으로 나타났다. '지능정보·로봇 융합서비스'와 로봇산업핵심기술개발사업의 '인공지능융합로봇시스템기술', '스마트카'와 자동차산업핵심기술개발사업의 '스마트카'는 서로 기술 분야가 부분적으로 유사하므로 향후 신규 과제 도출 시 관련 부처 간 긴밀한 연계가 필요할 것으로 보인다.

제2절 권고 사항

평가이슈에 대한 분석 결과를 바탕으로 ICT융합산업원천기술개발사업의 전략성 개선 방안과 사업 성과 제고 방안에 대한 제언을 제시한다.

1. 사업 목적에 부합하는 핵심 영역에 집중하여 사업 전략성 강화

동 사업목적(ICT기반 산업 융합 핵심·원천 기술개발)에 집중할 수 있도록 '융합서비스' 중심으로 목적, 범위, 예상 결과물 등을 설정하고, 타 내역사업은 분리 개편하는 것에 대한 고려를 권고한다. 개편 시 참고할 수 있도록 개편 예시 3가지를 제시한다.

첫 번째 개편 예시로는 동 사업에서 융합서비스를 제외한 7개 내역사업(양자정보통신, 지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어, 3D프린팅, 지능형반도체, 스마트카, 무인 이동체(다부처))은 융합서비스 내역사업과 기술개발 분야 또는 연구개발 단계가 상이하므로 동 사업에서 분리하는 방안을 제시한다. 단, 분리 후 추진 방식은 과기정통부의 R&D 투자 전략에 따라 판단할 필요가 있다.

양자정보통신의 경우 '융합서비스' 내역사업과 기술개발 분야, 연구개발 단계, 발생 성과 유형이 서로 달라 동 사업 내에서 동일 성과지표 체계로 관리하기 어려움을 고려하여 동 사업에서 분리할 수 있다. 2-2절에서 내역사업별 '16년 과제의 과학기술표준분류(소분류) 정보에 기반하여 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석 결과, 내역사업 '양자정보통신'과 '융합서비스'는 유사도(0.00)가 낮게 분석되었다. 또한, '16년 과제 기준으로 내역사업 '양자정보통신'은 기초 및 응용 연구가 100%를 차지하는 반면, 내역사업 '융합서비스'는

24%만이 기초 및 응용 연구이다. 마지막으로 ‘양자정보통신’은 ‘15~’16년 사이에 신규로 추진된 과제 2건의 ‘15~’16년 성과는 SCI논문(10.2편)에 집중되어있고 나머지 성과는 거의 없다(특허 출원 1건, 기술료 0건, 사업화 0건). 반면, 내역사업 ‘융합서비스’는 같은 기간 신규 과제 10건에서 ‘15~’16년 성과로 SCI논문(6.6건), 국내/외 특허 출원(4.0건), 기술료(13건)가 골고루 발생하였다.

지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어, 3D프린팅의 경우, ‘융합서비스’와 기술 분야의 유사성이 낮음을 고려하여 분리할 수 있다. 2-2절의 내역사업 간 기술 분야 유사도 분석 결과, 융합서비스 내역사업과의 기술 분야 유사도가 지능정보·로봇 융합서비스는 0.15, 맞춤형 웰니스케어는 0.10, 3D프린팅은 0.00으로 분석되었다. 유사도는 0~1 사이의 값을 가지며 0에 가까울수록 유사도가 낮음을 의미한다.

지능형 반도체의 경우 ‘융합서비스’의 연구개발 단계와 상이하며, 기술개발 분야의 유사성이 낮음(0.05)을 고려하여 분리할 수 있다. 또한 ‘16년 과제 기준 내역사업 ‘지능형 반도체’는 기초 및 응용 연구가 53%를 차지하는 반면, 내역사업 ‘융합서비스’는 24%만이 기초 및 응용 연구이다.

스마트카의 경우 자율주행차의 기술적 특성상 타 부처(산업부, 국토부 등) 협력 수요와 연계 시너지 효과가 클 것으로 예상되므로 다부처 사업으로 분리하여 추진할 수 있다. 현재 과기정통부와 산업부가 자율주행차 관련 사업 공동 예타 추진 중이다(‘18년 기획, ‘18.11월 제출 예정). 4-2절에서 ICT융합산업원천기술개발과 산업부 「자동차산업핵심기술개발」 간 스마트카 분야 과제의 기술 분야 분석 결과, 두 사업 모두 안전기술(주변 환경 인식 시스템 기술)에 각자 과제의 약 45%, 안전기술(능동 안전 경고/제어 시스템 기술)에 약 25%가 해당된다.¹⁷⁾ 따라서 양 부처 간 연계 시 시너지 효과가 클 것으로 예상된다.

마지막으로 다부처공동기획(무인이동체)의 경우, 동 사업 내 관련 과제 종료(‘19년) 후 추가 기술개발 필요 시, 무인이동체미래선도핵심기술개발 사업으로 일원화하여 추진할 수 있다.

이상의 내용을 포함한 개편 예시 1을 도식화하면 [그림 5-1]과 같다.

17) 기술 분야별 과제 개수 카운팅 시 중복을 허용함. 상세 내용은 ‘4-2절 과제 단위의 유사중복 가능성 검토’ 참조

[그림 5-1] 사업 구조 개편 예시 1

기존 사업구조

ICT융합산업원천기술개발사업						
융합서비스	미래성장동력			지능 정보· 로봇 융합 서비스	3D 프린팅	양자 정보 통신
	지능형 반도체	웰니스 케어	스마트 카			
						다부처 공동기획 (무인 이동체)



사업구조 개편 예시 1



※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편 권고

두 번째 개편 예시로는 기술개발 분야 또는 연구개발 단계 측면에서 상이하면서 13대 혁신성장동력('17.12) 4대 분야(지능화인프라, 스마트이동체, 융합서비스, 산업기반) 중 융합서비스 분야에 해당하지 않는 내역사업(지능형반도체, 3D프린팅, 양자정보통신) 및 다부처 사업(스마트카, 무인이동체)은 동 사업에서 분리하는 방안을 제시한다. 지능정보·로봇 융합서비스, 맞춤형 웰니스케어는 13대 혁신성장동력('17.12) 4대 분야(지능화인프라, 스마트이동체, 융합서비스, 산업기반) 중 융합서비스에 속하므로 ICT융합산업원천기술개발사업 내에서 내역사업 '융합서비스'와 함께 추진하여 시너지 효과를 모색할 수 있다. 한편, 무인이동체(다부처)는 개편 예시 1에서와 같이 현재 진행 과제 종료('19년) 후 추가 기술개발 필요 시 무인이동체미래선도핵심기술개발 사업으로 일원화하여 추진할 수 있다.

개편 예시 2를 도식화하면 [그림 5-2]와 같다

[그림 5-2] 사업 구조 개편 예시 2



※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편 권고

마지막 개편 예시로는 사업 추진 형태가 상이한 다부처 사업을 분리하는 방안을 제시한다. 즉, 스마트카와 현재 다부처 공동 기획인(무인이동체)를 분리하는 방안이다. 스마트카는 개편 예시 1에서 설명한 바와 같이 기술적 특성상 타 부처(산업부, 국토부 등) 협력 수요와 연계 시너지 효과가 클 것으로 예상되므로 다부처 사업으로 분리하여 추진할 수 있다. 다부처공동기획(무인이동체)의 경우, 개편 예시 1, 2에서 기술한 바와 같이 동 사업 내 관련 과제 종료('19년) 후, 추가 기술개발 필요 시, 무인이동체미래선도핵심기술개발 사업으로 일원화하여 추진할 수 있다.

개편 예시 3을 도식화하면 [그림 5-3]과 같다

[그림 5-3] 사업 구조 개편 예시 3



※ 각 내역사업의 내용은 평가 대상사업 내용을 중심으로 개편 권고

2. 사업 성과 제고를 위한 과제 기획 및 성과 관리 체계 개선

사업 성과 제고를 위해 원천기술 확보가 필요한 분야는 기술 분야 특성을 고려해서 지원 대상을 차별화할 것을 권고한다. 제2장에서 참고 사항으로 제시한, ICT 분야 기술 개발 과제의 성과 결정 요인 회귀 분석에 따르면, 기술 개발 주체별로 강점을 보이는 성과에 차이가 있다.¹⁸⁾ 한편, 다부처사업으로 추진하는 경우 융합원천기술개발을 담당하는 과기정통부는 대학·연구소 지원에 집중하고, 기술 활용 부처는 기업체 지원에 집중할 필요가 있다.

성과 관리 체계 측면에서는 사업 특성을 반영하여 성과 지표를 보완하고, 과제 종료 후 성과 관리를 강화할 것을 권고한다. 현행 성과지표는 사업 성과의 융합 수준을 보여주기 어렵기 때문에 융합도를 측정할 수 있는 성과 지표를 신규로 발굴하여 융합 기술 개발 사업 재기획 시 반영할 필요가 있다. 또한 사업화까지 오랜 시간이 소요되는, 융합 기술 개발 사업의 특성을 고려하여 종료과제에 대한 연구개발성과 활용보고서 점검 등 추적 조사 체계 강화가 필요하다. 한편, 성과계획서상의 목표치 오류 수정은 향후 성과목표지표 점검을 통해 공식적으로 추진할 것을 권고한다. '17년 성과목표지표 점검 당시의 '16년 실적치 오기에 대한 논의와 함께 '17년 목표치 수정에 대한 고려가 필요하다.

[융합성 측정 지표 예시 - Rao-Stirling 다양성 지수]

- ▶ (측정 지표의 목적) 동 사업의 기술 개발 과제에서 나온 결과물(예: 논문, 특허)이 얼마나 다양한 요소(지식 또는 기술)가 융합되어 창출되었는지 측정
- ▶ (융합성의 측면) 위 관점에서의 융합성은 다종성(variety)*, 균등성(balance)**, 상이성(disparity)*** 측면에서 측정할 수 있음
 - * 다종성(variety) : 결과물을 구성하는 고유한 요소들의 개수
 - ** 균등성(balance) : 결과물을 구성하는 각 요소들의 비중 분포
 - *** 상이성(disparity) : 결과물을 구성하는 요소들 간의 인지적 유사성(이질성)
- ▶ (융합성 측정 지표 계산식) 이 세가지 측면(다종성, 균등성, 상이성)을 함께 고려한 복합지표로 Rao-Stirling 다양성 지수를 들 수 있음

18) 논문의 질적·양적 성과(mrnlF, SCI수)는 주관 기관이 대학인 경우가 기업인 경우보다 우수한 것으로 추정되었다. 국내 특허 등록 수 측면에서는 주관 기관이 기업인 경우가 연구소 경우보다, 기술료 징수액 측면에서는 기업이 대학보다 우수한 것으로 나타났다. 사업화 건수 및 매출액 측면에서는 주관 기관이 기업인 경우가 대학과 연구소인 경우보다 성과가 우수한 것으로 추정되었다.

$$\text{Rao-Stirling 다양성 지수} = \sum_{i,j} p_i p_j d_{ij}$$

논문을 기준으로 설명할 경우, p_i , p_j 는 저널의 분류 코드를 기준으로 산출된 한 인용 벡터에서 각 i , j 요소(elements), 즉 해당 분류 코드의 비율을 의미함. d_{ij} 는 전체 모든 문헌을 대상으로 한 분류코드 i , j 요소(elements)들 간의 인지적 거리를 뜻함

참 고 문 헌

- 과학기술정책통합지원서비스(K2Base), <https://www.k2base.re.kr/index.do> [마지막 접속일: 2018년 6월 25일].
- 과학기술정보통신부·정보통신기술진흥센터. (2017). ICT융합산업원천기술개발사업 사업설명자료.
- 과학기술정보통신부·정보통신기술진흥센터. (2017). IT·SW융합산업원천기술개발사업 성과분석 보고서.
- 국가과학기술지식정보서비스(NTIS), <https://www.ntis.go.kr/ThMain.do> [마지막 접속일: 2018년 6월 25일].
- 부처별 사업별 R&D 예산요구서(2017, 2018)
- 이남우. (2015). 산업융합기술산업핵심기술개발사업. 융합WeeklyTIP, 융합연구정책센터, 2015 October no.17.
- 이준영, 김도현, 안세정, 권오진, 문영호. (2013). 기술융합의 세계적 추세와 한국의 현황 비교분석. 대한산업공학회지, 39(3), 222-232.
- 정보통신기술진흥센터, <https://www.iitp.kr/main.it> [마지막 접속일: 2018년 6월 25일].
- 정보통신기술진흥센터. (2015). ICT융합산업원천기술개발 사업추진계획서.
- 추기능. (2017). 국방R&D의 혁신결과 분석. 지식재산연구, 12(2), 207-256.
- Frenken, K., Izquierdo, L. R., & Zeppini, P. (2012). Branching innovation, recombinant innovation, and endogenous technological transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4, 25-35.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.06.001>
- Porter, A. L., Roessner, J. D., Cohen, A. S., & Perreault, M. (2006). Interdisciplinary research: meaning, metrics and nurture. *Research Evaluation*, 15(3), 187-195. <https://doi.org/10.3152/147154406781775841>
- Uzzi, B., Mukherjee, S., Stringer, M., & Jones, B. (2013). Atypical Combinations and Scientific Impact. *Science*, 342(6157), 468-472.
<https://doi.org/10.1126/science.1240474>

부 록

부록 1 사업 참여 기업에 대한 정부 지원 효과 분석

(1) 분석 목적

- 'ICT융합산업원천기술개발'에 참여한 기업들의 경제·사회적 활동, R&D 활동에 대한 동 사업의 효과 확인

(2) 모형

- ICT융합산업원천기술개발사업의 정부지원금이 동 사업에 참여한 기업들의 경제·사회적 활동, R&D 활동에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음과 같은 모형을 설정함¹⁹⁾

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + Z_{it}\gamma + \eta_i + \tau_t + \varepsilon_{it}$$

- 종속변수 y_{it} 는 총자산이익률(ROA), 매출 증가율, 자산 증가율, 종업원 증가율, R&D 투자 증가율을 사용함
- x_{it} 는 해당 사업과 관련하여 각 기업이 매년 받은 정부 지원금의 로그 값²⁰⁾을 사용함
- Z_{it} 는 위의 종속변수에 영향을 미치는 통제변수들로서, 영업이익률²¹⁾, 부채-자본 비율²²⁾, 총 자산의 로그 값, 기업 연령의 로그 값, 그리고 기업의 R&D 투자²³⁾²⁴⁾²⁵⁾의 로그 값이 사용됨

19) 계량경제학에서는 이와 같은 모형을 이원 고정효과(two-way fixed-effect) 모형이라 부름

20) 일반적으로 회귀분석에서 특정 변수의 로그 값을 취하는(로그-변환) 경우는 변수들 간의 관계를 설명함에 있어서, 해당 변수가 선형(linear)적으로 변화하지 않고, 지수(exponential)적으로 변화하거나, 해당 변수의 절대적인 변화량보다 상대적인 변화율이 중요할 때임. $(\ln X_t - \ln X_{t-1}) \approx (X_t - X_{t-1})/X_t$ 이와 같이 변수를 로그-변환한 경우, 회귀분석은 결과는 '변수 X 가 1% 변화할 때, Y 가 d 만큼 변한다'로 해석함

21) 영업이익률은 영업이익(=매출액-영업비용-판매비와 관리비)을 매출액으로 나눈 값으로서, 기업의 영업활동의 효율성을 측정함

22) 부채-자본비율은 기업의 부채를 자기자본으로 나눈 값으로, 이 값이 클수록 기업이 빚을 많이 지고 있으며, 그만큼 부채 상환에 따르는 이자비용 부담이 큼을 의미함

23) 기업의 R&D 투자를 통제변수로 활용하는 것은, 해당 기업의 자체적인 R&D 활동에서, 추가적인 정부 지원금이 종속 변수에 미치는 영향을 관찰하기 위함임

24) 기업의 R&D 투자액은 다음과 같이 계산함

R&D 투자 = CRD(당기 개발비 지출액) + ERD(당기 경상연구개발비 지출액)

CRD = (무형자산 상의 개발비(대차대조표) 기말금액 - 개발비 기초금액) + 판매관리비 상의 개발비상각(손익계산서)

ERD = 연구비(손익계산서) + 경상개발비(손익계산서) + 연구비(제조원가명세서) + 경상개발비(제조원가명세서)

25) CRD 계산 시, 무형자산 상의 개발비는 기말금액과 기초금액 간의 차이를 사용하기 때문에, 경우에 따라서는 CRD가 음수로 나올 수 있는데, 이 경우, CRD를 0으로 처리함

- 또한 η_i 는 위의 통제변수들로 측정할 수 없는 각 기업의 고유한 경영능력이 종속 변수에 미치는 영향을 반영하며, τ_t 는 경기순환(business cycle)과 같은 시기적인 특성들이 종속 변수에 미치는 영향을 반영함
- 해당 기술개발 사업이 종속 변수에 미치는 영향을 측정하는 모수(parameter) β 는 종속 변수에 영향을 미치는 다른 변수들이 일정할 때 해당 기술개발사업의 정부지원금의 변화가 종속 변수에 미치는 영향을 의미함. 일반적인 회귀분석에서 특정 변수의 영향이 유의미한지($H_a: \beta \neq 0$)의 여부는 회귀분석을 통해 계산된 β 의 값이 0이라는 귀무가설($H_0: \beta = 0$)을 기각할 수 있는지의 여부로 판단함
- 본 분석에서는 이러한 회귀분석의 방법을 통해 정부의 해당 기술개발 사업이 각 종속 변수에 유의미한 영향을 미치는지 검증함

(3) 데이터

- ICT융합산업원천기술개발사업에 2011년부터 2017년까지 참여한 기관은 총 394개이며, 각 기관들의 평균 사업 참여기간은 약 2.2년임. 또한 각 연도 별 참여기관들의 분류는 <표 A1-1>과 같음

〈표 A1-1〉 연도별 참여기관 분류

연도	대기업	중기업, 중견기업	소기업, 소상공인	판단제외, 미분류	계
2011	2	27	45	38	112
2012	3	29	35	31	98
2013	3	32	40	31	106
2014	4	32	36	32	104
2015	5	38	46	41	130
2016	8	45	64	42	159
2017	8	54	95	53	210
전 기간	12	112	179	91	394
분석샘플	8	68	112	0	188

주1) 참여기관 분류 기준은 한국기업데이터 신용평가(KED)의 기업규모 분류임

주2) "판단제외, 미분류"에는 영리목적의 활동을 하지 않는 각 대학 산학협력단 및 연구소, 해외기관 등이 포함되어 있음

- ICT융합산업원천기술개발사업의 정부지원금 이외에 본 분석에서 활용한 각 기업의 회계 자료는 한국기업데이터 신용평가(이하 KED)에서 제공하는 2011년부터 2017년까지의 연간 기업 재무제표 자료를 활용함
- 총 394개 기관 중에서 회귀분석 범위를 영리활동을 목적으로 하는 기업(304개)로 한정함
: KED에서 기업으로 분류되지 않은 사업자 및 법인의 회계자료는 제외하였으며, 분석에

필요한 재무제표를 활용할 수 없는 기업 역시 분석에서 제외함

- 이와 같은 기준을 바탕으로 본 분석에서 활용한 기업-년도 단위의 패널 자료를 확보하여 회귀분석에 포함된 기업은 총 188개이며, 관측치는 총 808개이며, 이들 기업의 평균 사업 참여기간은 약 2.0년임. 각 변수들의 기술 통계량은 <표 A1-2>와 같음

〈표 A1-2〉 각 변수들의 기술 통계량

변수	평균	표준편차	최솟값	최댓값
ROA	.0057232	.1611697	-1.369082	.5356517
영업이익률	-.1342441	1.024296	-18.87865	.6754967
부채-자본 비율	2.104428	10.37515	-24.42359	254.2923
자산(백만 원)	554,000	3,480,000	108,818	28,200,000
기업연령(년)	12.7104	6.397048	2	42
R&D 투자(백만 원)	7,871.081	48,100	0	515,000
정부지원금(백만 원)	80.229	165,805	0	1,330

(4) 회귀분석 결과

가. ROA에 대한 효과 분석

○ 위의 모형 및 데이터를 바탕으로 한 회귀분석 결과는 <표 A1-3>과 같음

〈표 A1-3〉 ROA에 대한 효과 회귀분석 결과

	(1) ROA	(2) ROA	(3) ROA	(4) ROA
영업이익률	0.038*** (0.006)	0.038*** (0.006)	0.037*** (0.006)	0.038*** (0.006)
부채/자본 비율	-0.001*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
Log(총 자산)	0.065*** (0.020)	0.069*** (0.020)	0.066*** (0.020)	0.069*** (0.020)
Log(기업연령)	-0.028 (0.058)	-0.026 (0.058)	-0.032 (0.059)	-0.030 (0.059)
Log(R&D 투자)		-0.002 (0.002)		-0.002 (0.002)
Log(정부지원금)			-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
상수항	-0.842*** (0.306)	-0.872*** (0.307)	-0.846*** (0.306)	-0.875*** (0.307)
관측치	808	808	808	808
R ² (within)	0.119	0.121	0.121	0.123

주1) 괄호 안의 값은 표준오차(standard error).

주2) * : 10% 유의수준, ** : 5% 유의수준, *** : 1% 유의수준.²⁶⁾

주3) 기업 고유의 경영능력 및 연도별 특성이 ROA에 미치는 영향을 반영하는 변수는 분석에는 포함되었으나, <표 A1-3>에서는 제시하지 않음

주4) 변수별 단위: 정부 지원금(백만 원), R&D투자(백만 원), 총 자산(백만 원), 기업연령(년)

- 회귀분석 결과를 해석하는데 있어서, 모형과 데이터가 적절하게 설정되었는지를 확인하는 기본적인 방법은 관심변수를 제외하고 통제변수들로만 구성된 모형을 분석하였을 때, 통제 변수들이 종속변수에 미치는 영향을 나타내는 계수(coefficient)들의 부호와 유의성이 기존 연구결과에 비추어봤을 때 상식적으로 타당하게 나타났는지를 점검하는 방법이 있음
- 기업 경영성과(예: ROA)에 대한 기존의 회귀분석들을 살펴보면, 영업이익률이 높을수록 (영업이 효율적일수록), 부채/자본비율이 낮을수록(부채 상환부담이 적을수록), 기업 자산 규모가 클수록(규모의 경제를 많이 활용할수록) 경영성과가 높을 것으로 알려져 있음
- 한편, 기업 연령의 경우, 기본적으로는 기업 활동의 경험이 클수록 ROA가 높을 것이라고 생각할 수 있지만, 쇠퇴기의 기업의 경우, 기업 연령이 높을수록 ROA가 낮아질 수 있기 때문에, 추정된 계수의 부호를 단정할 수 없음
- <표 A1-3>의 모형 (1)에 대한 회귀분석 결과에서, 영업이익률이 높을수록, 부채/자본비율이 낮을수록, 총 자산이 클수록 경영 성과(ROA)가 좋은 것으로 확인되었으며, 기업연령은 경영 성과(ROA)에 유의미한 영향이 없는 것으로 확인됨. 이러한 결과는 기존 문헌들에서 제시하고 있는 결과와 일치하는 것이며, 따라서 본 분석에서 사용한 모형 및 데이터가 적절하게 구성되었음을 보여줌
- 본 분석의 회귀분석 결과, ICT융합산업원천기술개발사업의 정부지원금은 사업에 참여한 기업들의 ROA에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 일관되게 확인됨
- 특히 이러한 결과는 각 기업들이 해당 연구사업 이외에 투자하는 R&D 투자의 영향과 상관없이 일관되게 나타남(모형 (2) 및 (4))

나. 확장 분석 1

- 기본 분석의 분석 모형이 지니는 한 가지 한계는 연구개발 사업에 대한 정부지원이 ROA 상의 효과로 나타나는데 시간이 걸린다는 점을 간과한 점임
- 이러한 점을 반영하여 확장 분석에서는 R&D 투자 및 정부지원금의 1~4년 전 값을 활용하여 해당 연구개발 사업의 정부지원금이 시차를 가지고 ROA에 미치는 영향이 존재하는지 분석함
- 분석 결과, 앞의 회귀분석 결과와 마찬가지로 해당 연구사업의 정부지원금이 ROA에 미치는 유의미한 영향을 확인할 수 없음

26) p% 유의수준은 추정된 계수(coefficient)가 0이라는 귀무가설이 참일 확률이 p% 미만임을 의미함

〈표 A1-4〉 확장 분석 1 결과

	(A1) 1년	(A1) 2년	(A1) 3년	(A1) 4년
영업이익률	0.034*** (0.008)	0.042*** (0.010)	0.117*** (0.015)	0.422*** (0.054)
부채/자본 비율	-0.002*** (0.001)	-0.001*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
Log(총 자산)	0.070** (0.028)	0.060* (0.035)	0.034 (0.034)	0.003 (0.049)
Log(기업연령)	-0.059 (0.100)	-0.076 (0.152)	-0.266 (0.182)	-0.124 (0.362)
Log(R&D 투자)t-p	-0.003 (0.002)	0.004 (0.002)	0.001 (0.002)	-0.003 (0.003)
Log(정부지원금)t-p	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.000 (0.001)	0.002 (0.001)
상수항	-0.803* (0.461)	-0.692 (0.639)	0.417 (0.713)	0.449 (1.403)
관측치	617	450	308	186
R ² (within)	0.101	0.146	0.430	0.570

주1~4) 〈표 A1-3〉과 동일

다. 분석 결과 논의

○ 각 기업의 R&D 투자는 기업 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것이 기존 연구들을 통해 알려져 있음에도 불구하고, 본 분석의 회귀분석에서 이러한 영향을 확인할 수 없었던 이유를 다음과 같이 고찰함

- 기업의 R&D 연구개발 활동의 경우, 다양한 연구 활동들이 복합적으로 작용하여 기업 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 점을 고려하였을 때, 하나의 연구개발 사업이 기업 성과에 미치는 영향은 지극히 미미하여 통계적으로 측정되기 쉽지 않았을 가능성이 존재함
- 일반적으로 기업이 R&D 활동을 통해 원천기술을 개발할 경우, 해당 기술이 사업화되는 데에는 상당한 시간이 걸림. 하지만 본 분석의 확장분석에서 고려할 수 있었던 R&D 활동이 기업의 ROA에 영향을 미치는 시차는 최대 4년에 불과함²⁷⁾
- 만일 기업의 R&D 활동이 실질적인 경영 성과(ROA)에 반영되는데 5년 이상이 걸린다면, 본 분석에서 이러한 영향을 확인이 불가함

27) 시차를 5년 이상으로 확대할 경우 심각한 관측치의 손실로 인하여 회귀분석 자체가 불가능해짐

- 이러한 점은 기업의 R&D 활동을 회계상 처리하는 방법에서도 잘 나타남. 기업이 매년 이루어지는(즉, 정상적인) 성격이 아닌, 장기적인 대규모 연구개발 사업에 투자할 경우, 재무제표 상에서는 이를 비용(cost) 개념으로 생각하여 당해의 손익계산서 혹은 제조원가명세서 상에서 모두 반영하지 않고, 무형자산(intangible asset)의 증가로 기록 한 후, 이를 균등상각 하는 방식으로, 매년 일정 단위로 지출되는 비용으로 처리함²⁸⁾
- 이러한 점을 고려할 때, 기업의 R&D 활동이 기업의 경영 성과에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 최소한 10년 이상의 장기 데이터 확보와 분석 모형 역시 이러한 장기적인 영향을 반영할 수 있는 모형으로 확장될 필요가 있음

라. 확장 분석 2

- 참여 기업에 대한 정부 지원금의 효과를 보다 다양한 측면에서 확인하기 위해 참여기업에 대한 경제적 효과(자산 증가율, 매출액 증가율), 사회적 효과(종업원 수 증가율), 혁신 효과(R&D 투자액 증가율) 측면에서 분석함
- 본 분석은 해당 연구개발 사업에 참여한 기업들의 재무제표를 바탕으로 한 패널 고정효과(panel fixed-effect) 분석을 통하여 해당 연구개발 사업의 정부지원금의 증가가 해당 사업에 참여한 기업들의 자산, 매출액, 고용 및 연구개발 활동에 어떠한 영향을 미치는지를 분석함

〈표 A1-5〉 확장 분석 2 관련 기술 통계량

변수	관측치	평균	표준편차	최솟값	최댓값
자산 증가율	808	.2150196	.6602823	-.5892906	13.663
매출액 증가율	806	.5312657	8.899385	-.9959453	251.5926
종업원 증가율	368	.0733436	.368968	-1.871802	1.94591
R&D 투자액 증가율	617	.000022	3.633287	-15.43439	14.93955
자산(백만 원)	808	554,000	3,480,000	108.818	28,200,000
매출액(백만 원)	808	490,000	3,170,000	1.455	32,000,000
종업원 수(명)	504	1,079.274	5,391.522	0	38,363

28) 연구개발 활동이 실제적으로 비용(cost)의 성격을 지녔음에도 불구하고, 자산(asset)의 하위 항목으로서 개발비가 존재하는 이유가 바로 여기에 있음

- 해당 연구개발 사업이 기업 재무제표 상의 기타 변수들에 미치는 영향을 분석한 결과, 해당 연구개발 사업은 당해 연도 매출액 증가에만 양의 영향을 미치는 것으로 확인됨 (표 A1-6)

〈표 A1-6〉 확장 분석 2 결과

	(1) 자산 증가율	(2) 매출액 증가율	(3) 종업원 수 증가율	(4) R&D 투자 증가율
Log(정부지원금)	0.003 (0.004)	0.014** (0.006)	-0.001 (0.004)	0.009 (0.037)
Log(R&D투자)	0.016** (0.007)	-0.003 (0.011)	-0.005 (0.008)	
영업이익률	0.062*** (0.026)	0.255*** (0.040)	0.238** (0.099)	-0.138 (0.235)
부채/자본 비율	0.000 (0.002)	-0.001 (0.003)	0.003 (0.003)	0.012 (0.016)
Log(총 자산)	-1.138*** (0.072)	0.177 (0.130)	-0.163* (0.093)	1.891** (0.874)
Log(기업연령)	-0.000*** (0.250)	-2.022*** (0.375)	0.006 (0.285)	-0.771 (3.117)
상수항	17.782*** (1.014)	4.226** (1.976)	3.856* (2.116)	-26.468* (14.348)
관측치	808	806	368	617
R ² (within)	0.355	0.137	0.062	0.034

주1~4) 〈표 A1-3〉과 동일

주5) 자산 증가율에 대한 회귀분석에서 Log(총 자산)은 총 자산 1년 전 값을 사용함

주6) 모형 (2)의 매출액 증가율에 대한 회귀분석에서 매출액 변수를 활용하여 계산한 영업이익률(=영업이익/매출액)이 설명 변수에 포함되나 영업이익률은 매출과 관련된 변수가 아닌 영업활동의 효율성을 측정하는 변수로서의 의미를 지니고 있음. 매출액 변수가 활용되는 것 역시 영업이익을 표준화(normalize)하기 위한 목적임. 따라서 영업이익률이 설명변수에 포함되는 것이 적절한 것으로 판단함

- 정부 지원과 1~4년의 시차를 고려한 회귀 분석에서는 자산 증가율에 대한 시차 1년의 정부 지원의 효과를 제외하고, 자산, 매출액, 종업원, R&D 투자 증가율에 대한 유의미한 효과를 확인할 수 없음

- 시차 1년

	(1) 자산 증가율	(2) 매출액 증가율	(3) 종업원 수 증가율	(4) R&D 투자 증가율
Log(정부지원금)t-1	0.004* (0.003)	0.008 (0.006)	-0.001 (0.005)	-0.003 (0.039)
Log(R&D투자)t-1	-0.001 (0.004)	-0.011 (0.010)	-0.009 (0.009)	
영업이익률	0.020 (0.016)	0.219*** (0.037)	-0.145 (0.155)	-0.142 (0.234)
부채/자본 비율	0.000 (0.001)	-0.002 (0.002)	0.003 (0.003)	0.012 (0.016)
Log(총 자산)	-0.774*** (0.056)	0.118 (0.140)	-0.145 (0.123)	1.907** (0.877)
Log(기업연령)	0.719*** (0.213)	-0.873* (0.498)	0.313 (0.415)	-0.851 (3.122)
상수항	10.737*** (0.856)	1.380 (2.290)	2.614 (2.762)	-26.466* (14.354)
관측치	617	617	287	617
R ² (within)	0.322	0.106	0.053	0.034

주1~6) <표 A1-6>과 동일

- 시차 2년

	(1) 자산 증가율	(2) 매출액 증가율	(3) 종업원 수 증가율	(4) R&D 투자 증가율
Log(정부지원금)t-2	0.003 (0.003)	-0.001 (0.008)	-0.000 (0.005)	-0.017 (0.051)
Log(R&D투자)t-2	0.001 (0.005)	0.004 (0.013)	-0.010 (0.009)	
영업이익률	0.002 (0.020)	0.197*** (0.053)	0.282* (0.149)	-0.211 (0.262)
부채/자본 비율	-0.001 (0.001)	-0.002 (0.002)	0.000 (0.008)	0.012 (0.017)
Log(총 자산)	-0.745*** (0.064)	0.045 (0.182)	-0.319** (0.127)	1.985* (1.175)
Log(기업연령)	0.782*** (0.295)	-1.477* (0.798)	1.128* (0.585)	2.916 (4.176)
상수항	10.134*** (1.051)	4.440 (3.352)	1.960 (2.527)	-40.802** (18.942)
관측치	450	450	208	499
R ² (within)	0.330	0.083	0.107	0.032

주1~6) <표 A1-6>과 동일

- 시차 3년

	(1) 자산 증가율	(2) 매출액 증가율	(3) 종업원 수 증가율	(4) R&D 투자 증가율
Log(정부지원금)t-3	-0.004 (0.003)	0.001 (0.006)	0.001 (0.006)	0.001 (0.067)
Log(R&D투자)t-3	-0.002 (0.006)	-0.012 (0.011)	0.001 (0.011)	
영업이익률	0.134** (0.035)	0.117 (0.075)	0.249 (0.188)	-0.161 (0.387)
부채/자본 비율	-0.001 (0.001)	-0.005** (0.002)	0.002 (0.009)	0.002 (0.021)
Log(총 자산)	-0.668*** (0.084)	0.118 (0.173)	-0.174 (0.172)	-0.027 (1.626)
Log(기업연령)	0.886** (0.454)	-0.264 (0.936)	0.728 (1.005)	8.556 (6.383)
상수항	8.744*** (1.529)	-0.636 (3.669)	0.669 (3.721)	-29.128 (27.617)
관측치	308	308	148	382
R ² (within)	0.348	0.119	0.059	0.030

주1-6) <표 A1-6>과 동일

- 시차 4년

	(1) 자산 증가율	(2) 매출액 증가율	(3) 종업원 수 증가율	(4) R&D 투자 증가율
Log(정부지원금)t-4	-0.000 (0.004)	0.000 (0.008)	0.009 (0.008)	-0.108 (0.087)
Log(R&D투자)t-4	0.004 (0.009)	-0.003 (0.018)	0.002 (0.018)	
영업이익률	0.348** (0.143)	0.994*** (0.298)	0.182 (0.266)	-0.065 (1.160)
부채/자본 비율	-0.001 (0.001)	-0.003 (0.002)	0.010 (0.027)	0.007 (0.026)
Log(총 자산)	-0.686*** (0.119)	-0.071 (0.272)	0.081 (0.292)	1.152 (2.822)
Log(기업연령)	-0.256*** (0.871)	2.715 (1.991)	2.010 (2.154)	-23.865* (12.710)
상수항	12.006 (2.933)	-8.396 (7.721)	-8.273 (7.804)	65.306 (54.508)
관측치	186	186	100	256
R ² (within)	0.378	0.269	0.086	0.083

주1-6) <표 A1-6>과 동일

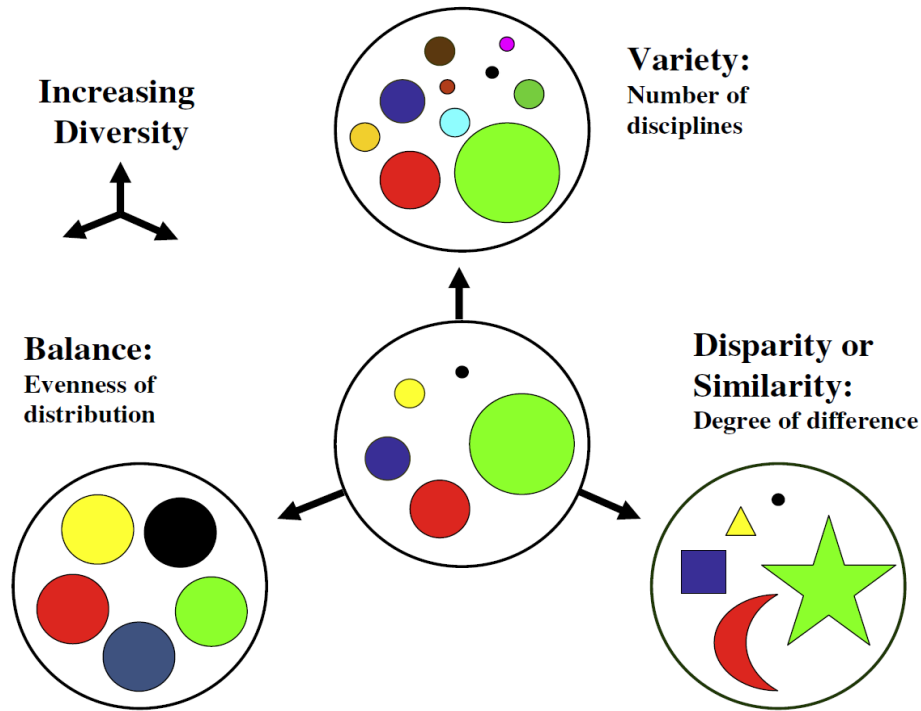
부록 2 논문 성과 융합성 비교 분석

(1) 분석 목적

- 연구사업의 논문성과 데이터를 이용하여 해당 사업 성과의 융합성을 분석할 수 있는 방법 및 지표 제시
- 위 방법론을 적용한 실제 분석 모델 수립 및 분석 수행

(2) 융합성 분석 방법론

- 융합연구(interdisciplinary research)는 둘 이상의 전문화된 지식창출 활동 영역에서 관점, 개념, 이론, 도구, 정보, 데이터 등 인지적 요소들을 가져와 통합 또는 재조합하는 것으로 파악할 수 있음(Porter et al. 2006, Frenken et al. 2012, Uzzi et al. 2013)
- ‘요소들의 재조합’이라는 융합에 대한 관점을 기반으로 연구 수행 결과물인 논문에서 융합성을 측정하기 위한 시도들이 최근 수행된 바 있음(이준영 외 2013, Chavarro et al. 2014, Klavans et al. 2014, Leydesdorff & Rafols 2011, Leydesdorff 2018, Porter & Rafols 2009, Rafols & Meyer 2010, Rafols et al. 2012)
- 위 연구들에서 가정하는 전제는 ‘기존의 요소들을 끌어와서 융합하는 활동’이 논문의 인용(citation) 정보에 ‘흔적’으로 남아있고, 이에 대한 일련의 체계적 측정을 통해 융합의 정도를 확인할 수 있다는 것임
 - 이 경우 융합의 구성요소는 논문의 참고문헌(reference)에 수록된 항목으로 가정함
- 융합성 또는 다양성의 측정 대상에 대한 논의는 다양성에 대한 관점을 확장·통합하려는 시도(Stirling 2007)와 병행하여 진행되었음. 즉, 다양성에 대한 독립적인 차원의 관점들이 존재하며, 이러한 관점들을 통합하여 분석함으로써 융합 활동에 대한 온전히 파악할 수 있다는 것임
- 다양성의 개념은 크게 ‘다종성(variety)’, ‘균등성(balance)’, ‘상이성(disparity)’으로 구분할 수 있으며 각 개념은 다음과 같은 측면에 초점을 맞춘다고 할 수 있음
 - 다종성(variety) : 결합에 참여한 고유한 요소들의 개수
 - 균등성(balance) : 결합에 참여하는 각 요소들의 비중 분포
 - 상이성(disparity) : 결합 요소들 간의 인지적 유사성(이질성)



[그림 A2-1] 다양성에 대한 관점의 도식 (Stirling 2007)

○ 최근 연구들에서 위와 같은 다양성의 여러 관점들을 실제로 측정하기 위해 활용하는 지표로는 주로 다음과 같은 것들이 있음

- 다종성은 고유한 것으로 확인된 종의 개수(v) 그 자체를 주로 의미함
- 균등성과 관련하여서는 Simpson 지수($\sum_{i,j(i \neq j)} p_i p_j$), 정규화된 엔트로피 지수

($\frac{1}{\ln(v)} \sum_i p_i \ln(p_i)$) 등이 주로 적용됨

- 요소들의 상이성(이질성)을 고려하여 이를 균등성과 동시에 파악하고자 하는 Rao-Stirling 지수($\sum_{i,j} p_i p_j d_{ij}$), 상이성 측면은 정규화된 분류 간 거리 평균

($\frac{1}{v(v-1)} \sum_{i,j} d_{ij}$)등으로 파악함

- 위와 같은 다양성 지표들의 실제 측정을 위해 적용되는 조작적 정의는 개별 논문 문헌의 경우를 들어 설명하면 다음과 같음

- 측정 단위 : 개별 논문 문헌
- 융합의 구성 요소 : 참고문헌에 포함된 문헌들에 부여된 분류코드
- 측정 대상 : 개별 측정 단위별로 분류코드들의 인용분포 벡터

※ 예를 들어 문헌에 부여하는 분류코드(C)가 100개인 분류체계가 적용된다고 하면, 분포 벡터의 길이는 100임. 또한 D라는 문헌에 달린 참고문헌에서 추출된 분류코드가 C1 이 10개, C25가 5개, C70이 10개라면, 길이 100인 벡터에서 1, 25, 70인 위치의 값이 각각 10, 5, 10으로 채워지고, 나머지는 0을 부여함.

- 다양성 지표의 계산 수식에서 p_i , p_j 는 분류코드를 기준으로 산출된 한 인용벡터에서 각 i , j 요소(elements), 즉 해당 분류코드의 비율임. d_{ij} 는 전체 모든 문헌을 대상으로 한 분류코드 i , j 요소(elements)들 간의 인지적 거리임
- 특히 분류(코드)들 간의 인지적 거리를 반영한 Rao-Stirling 지수의 계산을 위해서는 분석 대상의 문헌집합(위의 문헌별 벡터)을 넘어서 해당 분류코드가 적용되는 전체 문헌집합에서 형성된 관계를 대상으로 해야함. 즉, 전체 문헌을 고려한 인지적 거리가 해당 문헌별 벡터를 기준으로 한 다양성 계산에 반영되는 것임
- 분류(코드)간 인지적 거리 계산을 위해서는 전체 모든 문헌에서 발생한 분류 간링크 강도(link strength)를 생성해야 하는데, 이에 대한 방식은 다음 두 가지 방식이 가능함(그림 A2-2).
 - 1) full count 방식 : 문헌에서 나타난 분류 간 연결 관계 각각에 대해 가중치 1을 부여. 즉, 분류 간 연결 관계의 발생을 자체를 인정하자는 것임
 - 2) fractional count 방식 : 문헌에서 나타난 분류 간 연결 관계 전체의 가중치 합이 1이 되도록 함. 즉, 개별 문헌에서 일어난 인용행위를 한 단위로 하고, 그 안에서 일어난 분류 간 연결 관계 비중에 따라 가중치를 분배한다는 것임. 개별 분류 간 연결의 가중치는 $\frac{1}{c_i} \times \frac{1}{c_j} \times \frac{1}{c_k}$ 로 계산함(i 는 문헌에 부여된 분류코드의 수, j 는 문헌에 수록된 참고문헌의 수, k 는 참고문헌에 부여된 분류코드의 수)

문헌 / 분류		참고문헌 / 분류		full		fractional		
				분류간 링크	weight	분류간 링크	weight	비고
	A		A	A-A	1	A-A	0.083333	1/2 * 1/3 * 1/2
	B		B	A-B	1	A-B	0.083333	"
	B		B	A-B	1	A-B	0.055556	1/2 * 1/3 * 1/3
	C		C	A-C	1	A-C	0.055556	"
	C		C	A-D	1	A-D	0.055556	"
	D		D	A-D	1	A-D	0.166667	1/2 * 1/3 * 1
	B		B	B-A	1	B-A	0.083333	1/2 * 1/3 * 1/2
	C		C	B-B	1	B-B	0.083333	"
	C		C	B-B	1	B-B	0.055556	1/2 * 1/3 * 1/3
	D		D	B-C	1	B-C	0.055556	"
	C		C	B-D	1	B-D	0.055556	"
	D		D	B-D	1	B-D	0.166667	1/2 * 1/3 * 1
				Sum : 12		Sum : 1		

[그림 A2-2] 분류간 링크 가중치 산출 방식 비교

※ 본 분석에서는 해석 상의 우위를 갖는 fractional 방식을 적용함

- 한편, 추출된 분류 간의 연결 강도를 기반으로 인지적 거리를 산출하기 위해 분류 코드 간의 행렬(directed network)에서 분류코드 벡터별 cosine 유사도(s_{ij})를 계산하였으며, 이를 거리로 전환하기 위해 $1 - s_{ij}$ 공식을 적용하는 것으로 계산하는 것이 일반적임

※ 두 개의 분류코드(총 n개)의 인용행렬(directed network)상에서 비교 대상인 벡터를 A, B라 할 때 둘 간의 cosine 유사도, $\cos(A, B)$ 는 아래 식을 적용함

$$\frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}$$

(3) 분석 데이터 확정

- 분석 대상은 관리주체, 사업 통합 등의 변동을 고려한 사업명 조정 작업*을 거쳐 확정된 최종 12개 사업**에서 2014년~2016년 3개년 간 산출 성과물로 NTIS에 등록된 총 1,943건의 논문임

* 분석 대상 12개 사업**의 분리·통합 이력을 확인하여 과거 사업의 성과를 2016년 기준 존재 사업의 성과로 간주함. 확인한 과거 사업 이력은 아래 표와 같음

사업명(2016년 기준)	과거 사업명
IT·SW융합산업원천기술개발 (現 ICT융합산업원천기술개발사업)	산업융합기술산업원천기술개발('11~'13)***
방송통신산업기술개발	방송통신R&D관리기반구축('11~'14)
	방송통신인프라원천기술개발('12~'14)
	정보통신미디어산업원천기술개발('11~'14)
	정보통신연구기반구축('11~'14)
	차세대통신네트워크산업원천기술개발('11~'14)
ICT유망기술개발지원	글로벌전문기술개발(정보통신)('11~'14)

** 2016년도 기준 미래부(現 과기정통부)의 ICT분야 기술 개발 사업 13개 중 2014~6년에 NTIS상에 등록된 논문 성과가 없는 2개 사업(ICT산업융합보안솔루션개발, '15~'17), 웨어러블스마트디바이스부품소재사업('16~'20)을 제외한 11개 사업과 ICT융합산업원천기술개발사업이 분리되고 남은 산업융합기술산업핵심기술개발사업(산업부)

*** 내역사업 '신산업IT융합'만 해당

- 분석데이터 설정 기준은 아래와 같음

- 1) 데이터베이스 차이로 인한 누락 : 위 논문 성과물은 Web of Science (SCIE) 데이터베이스 상에서 확인된 것으로, 본 분석에서는 데이터 가용성을 고려하여 SCOPUS 데이터베이스를 활용하기로 하여, 두 데이터베이스의 범위(coverage) 차이로 인해 일부 데이터가 누락됨(16건)
- 2) 인용정보 부재로 인한 누락 : 위 방법론 상에서 설명하였듯이 본 분석에서 다양성 측정은 인용관계를 기반으로 함. 따라서 데이터베이스 상에서 참고문헌 정보가 원천 누락된 경우에는 다양성 지표 계산이 불가능함(10건)

<표 A2-1> 분석 대상 논문 설정 결과

사업명	최초 논문 개수	NA (SCOPUS DB)	NA (ref. info.)	최종 분석대상
ICT유망기술개발지원	15	0	0	15
IT·SW융합산업원천기술개발	151	3	0	148
SW컴퓨팅산업원천기술개발	423	1	4	418
USN산업융합원천기술개발	23	0	0	23
디지털콘텐츠원천기술개발	59	0	0	59
방송통신산업기술개발	588	4	2	582
범부처GigaKOREA사업	133	4	1	128
사물인터넷융합기술개발	8	0	1	7
산업융합기술산업핵심기술개발사업	165	0	2	163
정보보호핵심원천기술개발	20	1	0	19
첨단융복합콘텐츠기술개발	41	2	0	39
한국전자통신연구원연구개발지원	317	1	0	316
총합계	1943	16	10	1917

- 위와 같은 기준을 적용하여, 최종 1917건에 대하여 다양성 계산을 수행함
- SCOPUS DB의 누락분 16건을 제외한 1,927개 성과물은 SCOPUS DB의 고유관리 번호인 eid와 매칭하여 확인하였음. 그 결과 고유한 논문의 개수는 1,787개임(1개 사업만 등록된 eid는 1,652건이며, 2개 사업에 중복으로 등록된 eid는 260건, 3개 사업에 중복 등록된 eid는 15건)

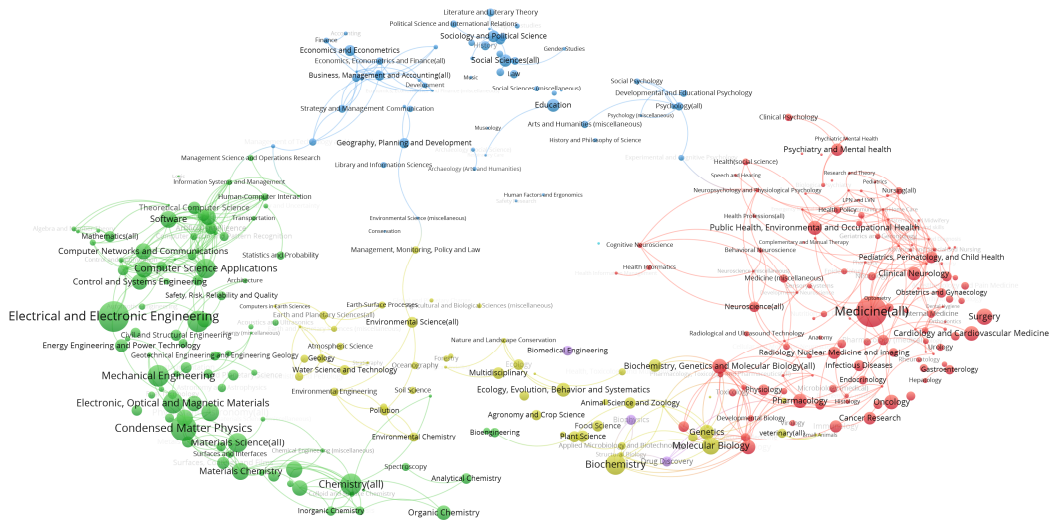
(4) 기반 데이터 추출 및 계산

- 본 분석에서 활용된 SCOPUS 데이터는 KISTI에서 보유한 SCOPUS CUSTOM DATA XML 데이터로, Elsevier SCOPUS에서 관리하는 두가지 버전의 데이터, 즉 1996년~현재(데이터 추출 2018년 1월 기준) 및 1970년~1995년(데이터 추출 2017년 11월 분)을 통합하여, 총 63,740,656건의 문헌을 대상으로, xml rawdata에서 분류코드, 저널정보 등의 문헌 정보와 참고문헌의 링크관계를 추출하였음.
- 분석대상이 2014년~2016년에 발표된 논문이므로, 다양성 계산에 필요한 분류코드간 거리를 계산하기 위해 전후로 1년을 추가한 총 5개년 간(2013년~2017년)의 모든 인용관계를 추출하였음. 분야간 거리는 연도별로 분산되어 있는 각 개별 문헌지표계산에 적용되는 것이므로, 중장기적으로 누적된 관계에서 추출하는 것이 타당함

- 5개년 간 SCOPUS DB에 수록된 문헌의 총수는 14,210,424임
- 위 문헌에서 발생한 '문헌 간 링크 수'는 총 454,518,847건임
- 위 문헌 간 링크에서 SCOPUS DB (1970~현재)에서 확인 가능한 문헌에 의해 발생한 링크 수는 332,793,704건으로, 전체 문헌 링크에서 약 73.2%를 '보존'함(나머지 26.8%는 SCOPUS DB 이외의 문헌을 인용하는 것임)
- 위 '보존'된 전체 문헌간 링크를 대상으로 '분류코드 간 링크 수'를 추출하면, 1,865,668,863개임
- ※ 이는 ASJC 코드의 입력오류 714건을 제외한 수치임

※ SCOPUS에서 관리하는 분류코드인 ASJC 코드는 모두 334개이며, 문헌기반 분류가 아니라, 저널 기반 분류인 한계가 있음. 334개 가운데, 위 5개년 간 등장한 코드의 고유수는 331개이며, 5개년의 참고문헌에 등장한 코드의 고유수는 333개임

- 위 약 18억 6천 5백 만개의 분류간 링크정보를 바탕으로 331개 분류가 333개 분류를 인용(citing)하고 있는 방향성 있는 네트워크 행렬을 변환 구축(행렬의 차원 331×333)
 - 위 행렬에서 각 분류간 인용벡터의 코사인 유사도 기반 분야간 거리행렬을 계산하여 구축 (차원 331×331)
- 위 거리행렬을 기초로 331개 분야 간 인지적 거리에 근거한 맵을 시각화할 수 있음 (이준영 외 2013). 활용한 도구는 VOSviewer(Van Eck and Waltman 2010)이며, 크게 4개 영역(클러스터링 해상력 $\gamma = 1.2$, 노드크기는 분류코드 발생빈도)
- 1번 클러스터(의학/보건) 123개
 - 2번 클러스터 (공학/물리/화학) 94개
 - 3번 클러스터(사회/인문) 58개
 - 4번 클러스터 (바이오/환경) 52개
- (5번 클러스터 3개 분류코드, 6번 클러스터 1개)
- ※ VOSviewer 1.6.7 버전 활용(<http://www.vosviewer.com>)



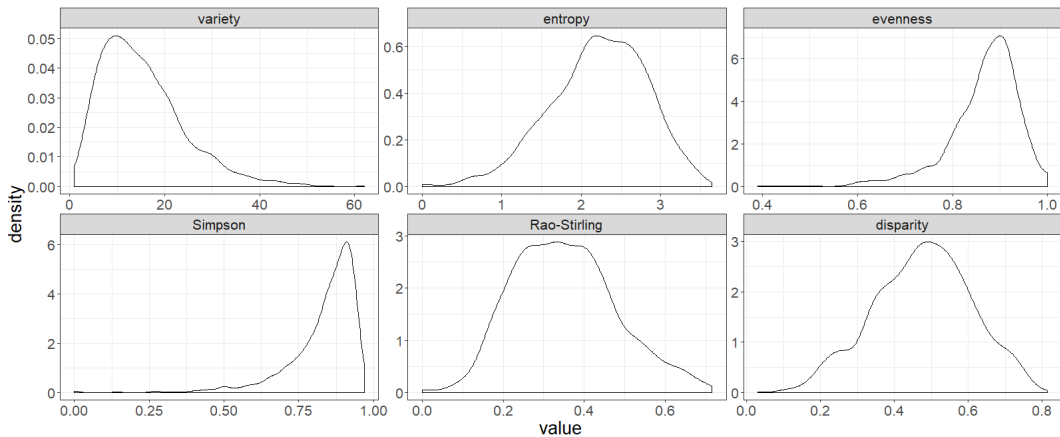
[그림 A2-3] SCOPUS ASJC (331개) 분류간 인용관계 유사도 기반 연구지형

- 위 전체적인 연구지형은 이준영 외(2013)의 분석결과와 크게 변동이 없는 것으로 판단됨

(5) 다양성 계산 결과 분석

○ 분석대상으로 확정된 1,917건(정확하게는 1,787건의 문헌) 각각에 대하여 아래 총 6개 지표에 대하여 지표값을 산출함

- variety : 개별 문헌의 인용벡터($n=331$, ASJC 코드 기준)에서 값이 비어 있지 않은 원소의 합(즉, 고유한 분류코드의 종수)
- entropy : 개별 문헌 인용벡터를 비율벡터로 변환한 뒤 Shannon 엔트로피 지수 값 계산
- evenness : 분류코드 종수를 고려하여 Shannon 엔트로피 지수를 정규화한 값
- Simpson : 개별 문헌 인용 비율벡터를 이용하여 Simpson 지수 값 계산
- Rao-Stirling : 개별 문헌 인용 비율벡터와 SCOPUS 전체 문헌(2013년~2017년)에서 추출한 분류코드 간 거리행렬을 이용하여 계산
- disparity : 개별 문헌 인용 비율벡터를 연결관계의 유무를 표시한 바이너리 벡터로 변환한 뒤, 개별 문헌의 참고문헌에 존재하는 분류코드 간의 거리의 합을 분류코드의 개수로 정규화한 값



[그림 A2-4] 전체 분석대상 문헌 기준 다양성 지표별 값 분포의 밀도곡선

- 위 [그림 A2-4]는 각 6개 다양성 지표별 값 분포의 밀도곡선으로, 상이성(disparity)을 고려한 Rao-Stirling 지수, disparity 지수의 분포가 정규분포에 가까움을 확인할 수 있음. 이는 비중분포만을 고려한 Simpson, evenness 지수에 비해 변별성이 높아짐을 의미하며, 분류간 거리에 대한 고려가 보정 기능을 하는 것으로 판단됨.

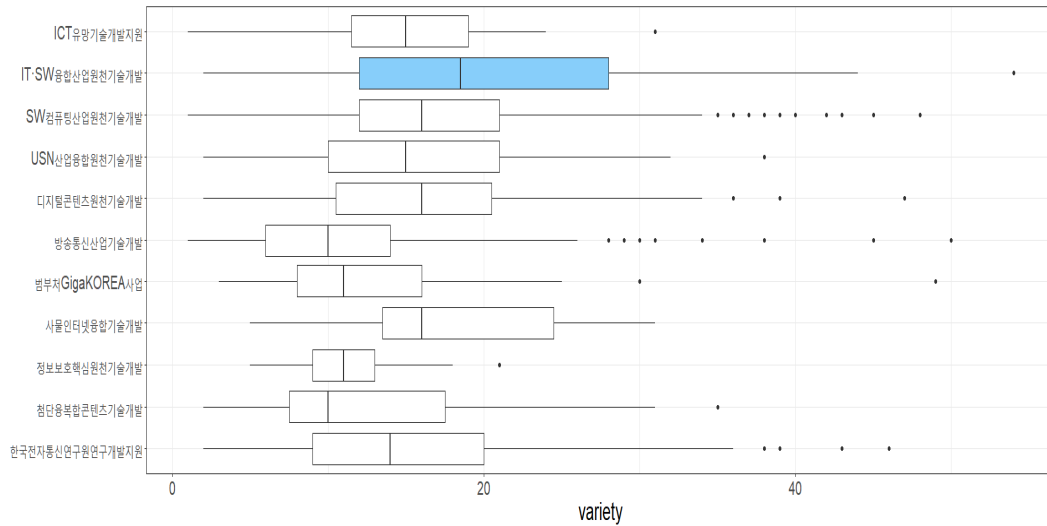
〈표 A2-2〉 다양성 지표별 값 분포

지표명	최소값	1분위	중앙값	평균	3분위	최대	NA
variety	1.00	9.00	14.00	15.28	20.00	62.00	-
entropy	0.000	1.834	2.258	2.219	2.658	3.641	-
evenness	0.3912	0.8329	0.8808	0.8864	0.9153	1.0000	5
Simpson	0.0000	0.7952	0.8659	0.8330	0.9111	0.9685	-
Rao-Stirling	0.0000	0.2584	0.3426	0.3528	0.4335	0.7150	-
disparity	0.0000	0.7952	0.8659	0.8330	0.9111	0.9685	5

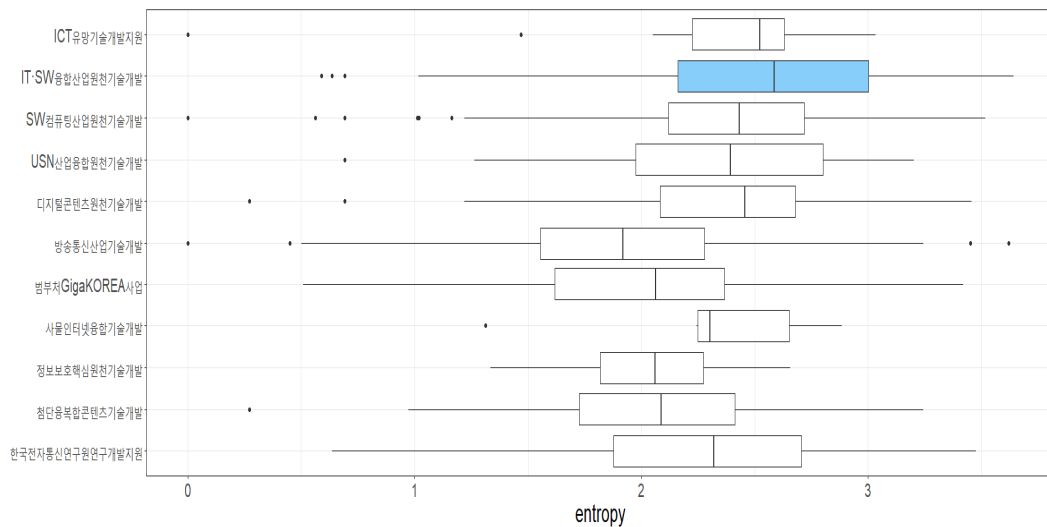
- 분석 결과 「IT·SW융합산업원천기술개발」이 대부분의 지표에서 다른 사업에 비해 높은 값을 나타냄(중앙값(median) 기준)
- 특히, 다양성의 여러 측면을 통합한 Rao-Stirling 지수의 경우 「IT·SW융합산업원천기술개발」 사업이 중앙값(median) 기준으로 0.442로 12개 사업 중 가장 높게 나타남
 - 각 6개 지표에 대해 11개 사업*별로 지표 값의 분포(box plot)를 그리면 [그림 A2-5~10]과 같음

* 분석 목적(과학기술부 소관 ICT 분야 기술 개발 사업 간 비교)에 따라 산업융합기술산업핵심기술개발사업(산업부)의 분석 결과를 제외함

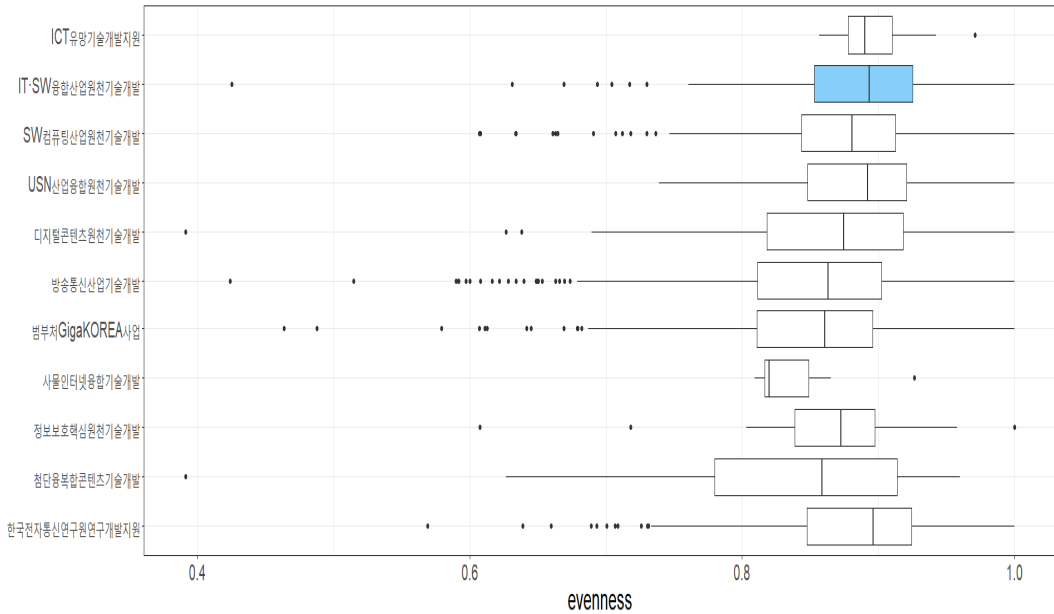
※ 아래 box plot에서 상자 안의 선은 중앙값을 의미함



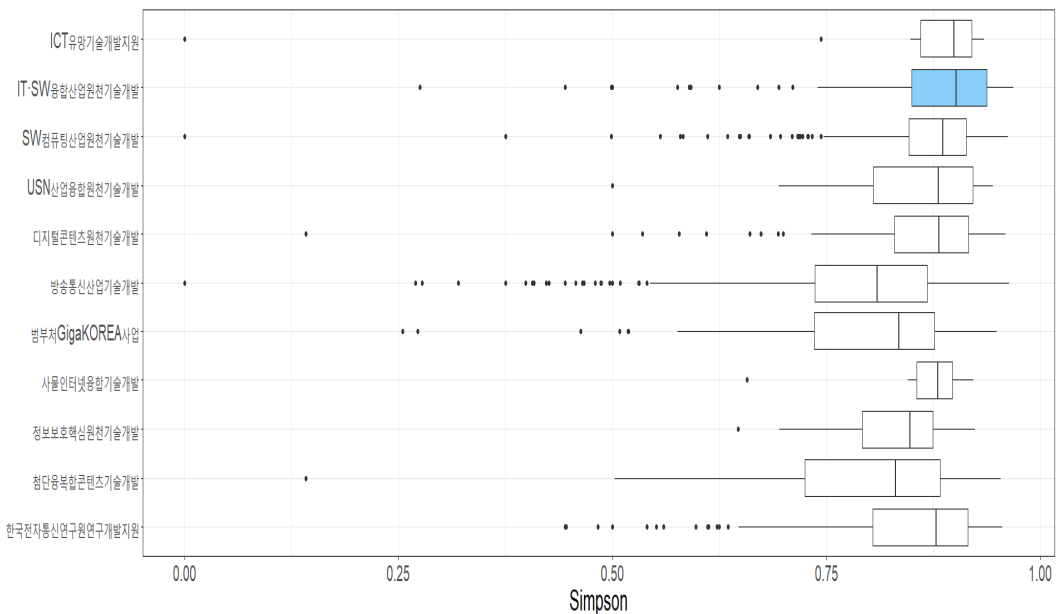
[그림 A2-5] 11개 사업별 variety 지표 값 분포의 상자 그림



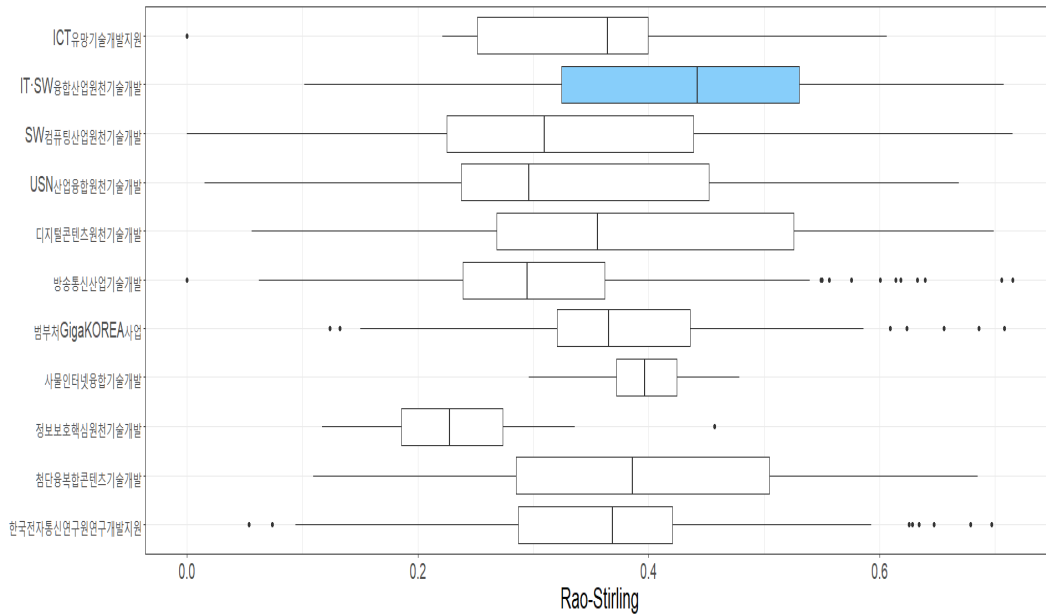
[그림 A2-6] 11개 사업별 entropy 지표 값 분포의 상자 그림



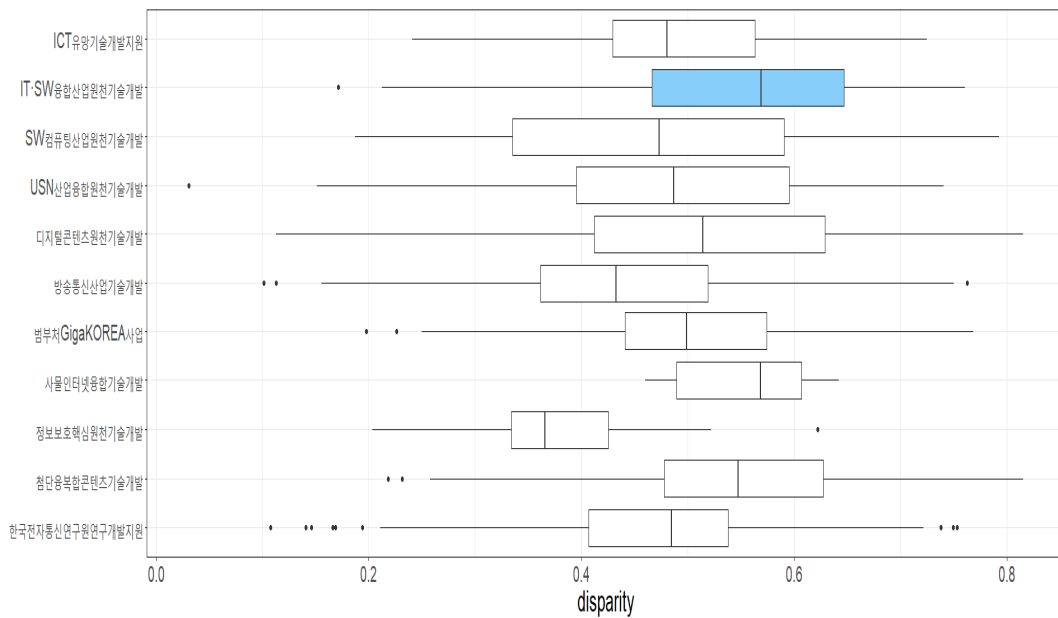
[그림 A2-7] 11개 사업별 evenness 지표 값 분포의 상자 그림



[그림 A2-8] 11개 사업별 Simpson 지표 값 분포의 상자 그림



[그림 A2-9] 11개 사업별 Rao-Stirling 지표 값 분포의 상자 그림



[그림 A2-10] 11개 사업별 disparity 지표 값 분포의 상자 그림

(6) 고찰

- 각 연구개발사업은 사업별로 다양성의 지표값의 분포 차이가 명확하게 나타나며, 분석 단위(본 분석의 경우 개별 문헌)가 갖는 구성요소의 비율 정보로 산출되는 전통적 지표(엔트로피, 심슨)에 비해, 개별 분석 단위를 넘어서 전체 영역 상의 '상이성' 관련 정보를 반영하는 최근의 지표(Rao-Stirling, disparity)에서 다양성 분포의 차이가 좀 더 극명하게 나타남을 확인할 수 있음.

참 고 문 헌

- 이준영, 김도현, 안세정, 권오진, 문영호 (2013), 기술융합의 세계적 추세와 한국의 현황 비교분석, 대한산업공학회지, 39(3), 222-232. <http://dx.doi.org/10.7232/JKIE.2013.39.3.222>
- Chavarro, D., Tang, P., & Rafols, I. (2014). Interdisciplinarity and research on local issues: evidence from a developing country. *Research Evaluation*, 23(3), 195-209. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvu012>
- Frenken, K., Izquierdo, L. R., & Zeppini, P. (2012). Branching innovation, recombinant innovation, and endogenous technological transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.06.001>
- Klavans, R., Boyack, K. W., Small, H., Sorensen, A. A., & Ioannidis, J. P. (2014). Indicators of Innovative Research. *STI 2014 Leiden*, 314.
- Leydesdorff, L., & Rafols, I. (2011). Indicators of the interdisciplinarity of journals: Diversity, centrality, and citations. *Journal of Informetrics*, 5(1), 87-100. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.09.002>
- Leydesdorff, L. (2018). Diversity and Interdisciplinarity: How Can One Distinguish and Recombine Disparity, Variety, and Balance? Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1803.09317>
- Porter, A. L., Roessner, J. D., Cohen, A. S., & Perreault, M. (2006). Interdisciplinary research: meaning, metrics and nurture. *Research Evaluation*, 15(3), 187-195. <https://doi.org/10.3152/147154406781775841>
- Porter, A. L., & Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time. *Scientometrics*, 81(3), 719-745. <https://doi.org/10.1007/s11192-008-2197-2>
- Rafols, I., & Meyer, M. (2010). Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. *Scientometrics*, 82(2), 263-287. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0041-y>
- Rafols, I., Leydesdorff, L., O'Hare, A., Nightingale, P., & Stirling, A. (2012). How journal rankings can suppress interdisciplinary research: A comparison between Innovation Studies and Business & Management. *Research Policy*, 41(7), 1262-1282. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.015>

- Stirling, A. (2007). A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *Journal of The Royal Society Interface*, 4(15), 707-719.
<https://doi.org/10.1098/rsif.2007.0213>
- Uzzi, B., Mukherjee, S., Stringer, M., & Jones, B. (2013). Atypical Combinations and Scientific Impact. *Science*, 342(6157), 468-472.
<https://doi.org/10.1126/science.1240474>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

부록 3 ICT 분야 기술개발과제 성과 결정 요인 분석

(1) 데이터

- 2016년 기준으로 과기정통부의 ICT 분야 기술개발 사업 13개의 2011~2016년 과제 1,235개를 분석 대상으로 함(표 A3-1)

〈표 A3-1〉 과기정통부 ICT 분야 13개 기술개발 사업 목록

사업명(2016년 기준)	세부 과제 수	비율(%)
ICT산업융합보안솔루션개발	1	0.08
ICT유망기술개발지원	331	26.8
IT·SW융합산업원천기술개발	80	6.48
SW컴퓨팅산업원천기술개발	259	20.97
USN산업융합원천기술개발	28	2.27
디지털콘텐츠원천기술개발	62	5.02
방송통신산업기술개발	228	18.46
범부처GigaKOREA사업	13	1.05
사물인터넷융합기술개발	8	0.65
웨어러블스마트디바이스부품소재사업	3	0.24
정보보호핵심원천기술개발	31	2.51
첨단융복합콘텐츠기술개발	157	12.71
한국전자통신연구원연구개발지원	34	2.75
계	1,235	100

- 분석 대상 사업의 분리·통합 이력을 확인하여 과거 사업의 성과를 2016년 기준 존재 사업의 성과로 간주함. 확인한 과거 사업 이력은 아래와 같음

사업명(2016년 기준)	과거 사업명
IT·SW융합산업원천기술개발 (現 ICT융합산업원천기술개발사업)	산업융합기술산업원천기술개발('11~'13)*
방송통신산업기술개발	방송통신R&D관리기반구축('11~'14)
	방송통신인프라원천기술개발('12~'14)
	정보통신미디어산업원천기술개발('11~'14)
	정보통신연구기반구축('11~'14)
	차세대통신네트워크산업원천기술개발('11~'14)
ICT유망기술개발지원	글로벌전문기술개발(정보통신)('11~'14)

* 내역사업 '신산업IT융합'만 해당함

- 과제 데이터는 K2BASE, 성과 데이터는 NTIS 자료를 이용함

○ 연속 변수의 관측치 수, 평균, 표준편차는 아래와 같음

변수		관측치 수	평균	표준편차
mrnlF		349	50.90	22.66
SCI 논문 수	원데이터	351	3.86	4.96
	결측치 0으로 처리	1235	1.10	3.17
국내 특허 등록 수	원데이터	413	4.20	5.38
	결측치 0으로 처리	1235	1.41	3.69
해외 특허 등록 수	원데이터	64	2.57	4.75
	결측치 0으로 처리	1235	0.13	1.21
기술료 수입(십억원)	원데이터	307	0.123	0.22
	결측치 0으로 처리	1235	0.031	0.12
사업화 건수	원데이터	331	3.15	5.95
	결측치 0으로 처리	1235	0.84	3.38
사업화 금액(십억원)	원데이터	331	1.41	5.16
	결측치 0으로 처리	1235	0.38	2.74
정부 연구비(단위: 10억원)		1235	2.00	3.72
기업 연구비(단위: 10억원)		1235	0.27	0.58
과제수행년수(단위: 년)		1235	1.83	0.92
연구책임자의 경험(단위: 년)		1235	3.82	5.37

- ‘연구 책임자의 경험’ 변수는 해당 과제 연구 책임자가 과거 국가연구개발 과제에서 연구 책임 경험을 측정된 변수로서 과제-연간 단위로 측정함

: 예를 들어, 특정 과제의 연구 책임자가 2002년부터 해당 과제 시작 이전년까지 3년짜리 정부 연구 과제에 2번 참여했다면 이 변수는 6년(기간 중복 허용)의 값을 가짐

: 동 변수는 데이터 확보가 가능한 2002년부터 측정됨

- 범주 변수의 기술 통계량은 다음과 같음

		과제 수		비율(%)	
연구개발단계		기초	215	17.41	
		응용	207	16.76	
		개발	768	62.19	
		기타	45	3.64	
		합계	1,235	100	
연구 수행 주체 및 공동 연구 기관 유형	주관 연구 기관	협력기관	과제 수	비율(%)	
	산	없음	350	29.22	
		산	139	11.6	
		학	140	11.69	
		연	63	5.26	
		학연	31	2.59	
		기타	10	0.83	
	학	없음	129	10.77	
		산	71	6	
		학	20	1.67	
		연	8	0.67	
		산연	10	0.83	
		기타	0	0	
	연	없음	55	4.59	
		산	49	4.09	
		학	37	3.09	
		연	4	0.33	
		산학	75	6.26	
		기타	7	0.58	
계			1,198	100	

(2) 분석 모형

- 연속 변수에 대한 기술통계량에서 보았듯이 대부분의 성과지표에서 약 70% 가량의 과제 들은 2011년-2016년 기간 동안 성과를 전혀 내지 못함
 - 따라서 성과를 내지 못한 과제들을 분석에서 어떻게 다루느냐에 따라 추정결과는 크게 달라질 수 있음
- 가장 기본적인 추정 방식으로 성과가 없는 과제의 성과를 0으로 간주한 다음 일반 최소자 승추정법(OLS)을 사용함

- OLS를 사용할 경우 회귀분석모형은 아래의 식과 같음

$$y_i = x_i' \beta + u_i \dots (1)$$

- 여기서 y_i 는 과제 i의 성과, x_i 는 정부연구비를 비롯한 과제 i의 설명변수벡터이며, β 는 설명변수 x_i 의 효과를 나타내는 계수 벡터, u_i 는 오차항임
- OLS에서는 설명변수 x_i 가 외생적이라고 가정하기 때문에 $E(x_i u_i) = 0$ 이 성립함
- o 성과가 없는 경우를 0으로 간주하지 않기 위해 Tobit 모형을 사용함
- Tobit 모형은 종속 변수가 특정 값 이하나 이상으로는 나오지 않는 절단된 데이터에 사용될 수 있는 모형으로 그 추정 모형은 아래 식과 같음

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i \dots (2)$$

$$y_i = \max(y_i^*, 0) \dots (3)$$

$$u_i | x_i \sim N(0, \sigma^2) \dots (4)$$

- Tobit 모형에서는 관측 가능한 성과 변수 y_i 와 이 변수에 대한 잠재 변수 y_i^* 가 존재한다고 가정하며 $y_i^* \geq 0$ 이면 $y_i = y_i^*$ 가 관측되지만 $y_i^* < 0$ 이면 y_i^* 는 관측되지 않고 $y_i = 0$ 만 관측됨
- 여기서 y_i^* 는 각 영역별 성과 역량 등으로 볼 수 있음. 예를 들어 SCI 논문 수의 경우 논문 성과 역량을 나타내는 변수 y_i^* 가 존재하고 이 변수가 0보다 크면 실제로 SCI 논문 성과가 나타나지만 y_i^* 가 0보다 작으면 SCI 논문 성과가 나타나지 않는다고 봄
- 종속변수가 mrnIF가 아닐 때 앞에서 살펴본 OLS와 Tobit 모형을 활용하여 설명변수의 효과 β 를 추정함
- o 종속변수가 mrnIF인 경우에는 이 성과 지표가 질적 지표이므로 mrnIF 지수 정보가 없는 과제의 성과를 0이라고 보기는 어려움. 따라서 이 경우에는 mrnIF 지수 데이터가 존

재하는 과제들만 대상으로 OLS를 사용함

- 그러나 이렇게 mrnIF 지수 데이터가 존재하는 과제들만을 대상으로 회귀분석을 실시할 경우에는 sample selection의 문제가 발생할 수 있음
- 즉, 관측되지 않는 어떤 요인이 mrnIF 성과 발생 여부에 영향을 주면서 동시에 관측된 mrnIF 값 자체에 영향을 준다면 OLS 추정량은 편의(bias)를 갖게 됨
- 따라서 이 문제를 극복하기 위하여 성과 변수가 mrnIF일 때는 Heckman selection 모형도 추가적으로 사용함. 이 모형은 기본적으로 OLS 모형과 같은 식을 가짐

$$y_i = x_i' \beta + u_i \dots (5)$$

(3) 분석 결과

o 논문 mrnIF, SCI 논문 편수에 대한 회귀 분석 결과는 아래와 같음

종속 변수		mrnIF 지수						SCI 논문 편수			
추정 방법 equation		OLS		Heckman				OLS		Tobit	
		coef	se	outcome equation		selection equation		coef	se	coef	se
정부 연구비 (10억원)		-0.559*	0.286	-0.505*	0.283	0.201***	0.051	0.463***	0.076	0.537***	0.107
	과제 수행 연수	-1.670	1.224			0.637***	0.079	0.933***	0.158	2.937***	0.315
기업 연구비 (10억원)		4.770**	1.935	4.462**	1.904	-0.113	0.177	-0.285	0.346	-0.375	0.475
	연구책임자 경험(년)	-0.227	0.198	-0.163	0.192	0.028***	0.009	0.013	0.016	0.078**	0.031
연구개발단계 (준거 집단: 기초 연구)	응용	-4.648	4.114	-4.333	4.060	0.025	0.163	-0.622**	0.254	-0.771	0.548
	개발	-3.373	2.770	-3.331	2.754	-0.115	0.138	-0.571**	0.256	-0.901*	0.481
	기타	20.058	12.922	20.243	12.631	-0.084	0.301	-0.185	0.267	-1.201	1.104
주관연구기관 (준거 집단: 기업)	대학	9.750**	3.924	11.349***	4.011	1.223***	0.136	1.695***	0.304	5.093***	0.640
	출연연	-1.008	3.466	0.917	3.557	0.793***	0.137	-0.026	0.205	2.831***	0.503
협력 연구 존재 상수		4.625*	2.710	4.588*	2.636	0.133	0.106	-0.129	0.130	0.562	0.370
		53.140***	5.163	44.801***	4.709	-2.846***	0.207	-1.287***	0.338	-11.524***	1.186
/athrho				0.146	0.095						
관측치 수		331		1,198				1,198		1,198	
Adjusted/Pseudo R ²		0.036						0.500		0.242	

note: .01 - ***, .05 - **, .1 - *;

○ 특허 성과에 대한 회귀 분석 결과는 아래와 같음

종속 변수			국내 특허 등록 수				해외 특허 등록 수			
추정 방법			OLS		Tobit		OLS		Tobit	
	coef	se	coef	se	coef	se	coef	se	coef	se
정부 연구비(10억원)	0.430***	0.117	0.728***	0.183	0.175	0.116	0.764**	0.335		
	1.668***	0.192	4.468***	0.413	0.022	0.100	2.479***	0.582		
	-1.702***	0.562	-3.371***	0.971	-0.899	0.567	-5.065**	2.313		
연구책임자 경험(년)	0.010	0.016	0.064	0.040	-0.004	0.005	0.082	0.079		
연구개발단계 (준거 집단: 기초 연구)	응용	-0.682**	0.309	-0.948	0.720	-0.109	0.180	-0.660	1.388	
	개발	-0.498*	0.301	-0.748	0.616	-0.247	0.158	-2.182*	1.269	
	기타	-0.440	0.326	-1.834	1.389	-0.236	0.190	-0.118	2.036	
주관연구기관 (준거 집단 기업)	대학	0.231	0.329	-1.055	0.680	-0.100	0.107	-1.562	1.458	
	출연연	-1.802***	0.269	-4.313***	0.748	0.136	0.096	3.030***	1.069	
협력 연구 존재	0.878***	0.169	1.886***	0.464	-0.036	0.057	-0.048	0.936		
상수	-1.833***	0.453	-11.860***	1.319	0.198	0.262	-15.996***	3.418		
관측치 수	1,198		1,198		1,198		1,198		1,198	
Adjusted/Pseudo R ²	0.335		0.156		0.102		0.168			

note: .01 - ***; .05 - **; .1 - *;

○ 기술료 성과에 대한 회귀 분석 결과는 아래와 같음

종속 변수		기술료 징수액(10억원)			
추정 방법		OLS		Tobit	
		coef	se	coef	se
정부 연구비(10억원)		0.016***	0.004	0.020***	0.004
과제 수행 연수		0.003	0.006	0.092***	0.019
기업 연구비(10억원)		0.001	0.017	-0.014	0.029
연구책임자 경험(년)		0.000	0.001	0.002	0.002
연구개발단계 (준거 집단: 기초 연구)	응용	0.001	0.010	0.032	0.035
	개발	-0.004	0.007	0.031	0.030
	기타	0.014	0.014	0.040	0.057
주관연구기관 (준거 집단 기업)	대학	-0.015**	0.007	-0.103***	0.036
	출연연	0.008	0.013	0.044	0.028
협력 연구 존재		-0.004	0.008	0.055*	0.028
상수		-0.001	0.009	-0.476***	0.104
관측치 수		1,198		1,198	
Adjusted/Pseudo R ²		0.240		0.313	

note: .01 - ***; .05 - **; .1 - *;

○ 사업화 성과에 대한 회귀 분석 결과는 아래와 같음

종속 변수		사업화 건수				사업화 금액(10억원)			
추정 방법		OLS		Tobit		OLS		Tobit	
		coef	se	coef	se	coef	se	coef	se
정부 연구비(10억원)		-0.011	0.031	-0.089	0.129	-0.029	0.044	-0.144	0.132
	과제 수행 연수	0.371***	0.102	2.286***	0.457	0.219***	0.079	1.879***	0.511
	기업 연구비(10억원)	0.299	0.193	1.217	0.784	0.265	0.309	1.213	0.805
연구책임자 경험(년)		-0.016	0.017	-0.094	0.078	0.004	0.011	-0.023	0.052
연구개발단계 (준거 집단: 기초 연구)	응용	0.401	0.286	1.922	1.261	-0.066	0.092	1.216	0.789
	개발	0.349	0.301	2.465*	1.298	0.177**	0.077	2.259***	0.848
	기타	2.121	2.365	3.757	5.000	-0.136*	0.077	-1.256	1.834
주관연구기관 (준거 집단: 기업)	대학	0.165	0.649	-4.513***	1.142	-0.490***	0.163	-5.175***	1.438
	출연연	-0.695***	0.175	-4.507***	1.254	-0.563***	0.167	-3.601***	1.009
협력 연구 존재		0.379*	0.217	1.062	0.725	0.158	0.133	0.860*	0.478
상수		-0.321	0.357	-11.142***	3.443	-0.056	0.136	-9.516***	2.266
관측치 수		1,198		1,198		1,198		1,198	
Adjusted/Pseudo R ²		0.021		0.036		0.010		0.053	

note: .01 - ***; .05 - **; .1 - *;

부록 4

타 사업과의 유사·중복성 가능성 분석

(1) 분석 방법

- NTIS에서 평가 대상 사업 관련 키워드 검색을 통해 유사·중복 가능성 검토 대상 사업을 발굴함
- ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침’(160쪽)의 종합판단의 기준과 확보 가능 자료를 고려하여 ①사업 목적 및 내용, ②지원 대상(산/학연), ③개발 단계(기초/응용/개발)를 유사·중복 가능성 판단 요소로 활용함(표 A4-1)
 - ‘18년도 예산요구서를 분석 자료로 활용하였으며, 필요 및 자료 확보 여부에 따라 자체평가, 상위평가 보고서 및 과제 목록 등 추가 자료를 이용함
- 필수 요소 3가지(사업 목적, 지원 대상, 지원 분야) 중 2가지에서 유사한 경우 유사 가능성, 3가지 모두에서 유사한 경우에서 중복 가능성이 있다고 판단함
 - 지원 분야는 개발 단계(기초, 응용, 개발)를 사용함

〈표 A4-1〉 국가연구개발사업의 중복성 분석을 위한 기준들

판단요소	분류기준	판단기준	비 고
사업목표	사업목적 경제·사회적 목적(과학기술표준분류, 적용분야)	분류의 동일성	세부목표
지원대상	연구수행주체		지원자격, 선정기준
지원분야	과학기술표준분류(연구분야) 미래유망기술분류 국가기술지도분류		개발단계, 기술수명주기
종합판단	원칙: 사업목표, 지원대상, 지원분야가 모두 유사한 사업은 중복가능성 있음 개별 분석항목(목표, 대상, 분야)에서 2가지 이상 유사하게 분류될 경우, 유사로 판단 지원분야의 경우 분류의 동일성이 가장 높은 분류체계를 중심으로 분석 예외: 세부 자료가 존재하는 경우, 구체적 사안에 따른 분석 수행		

자료: 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(2016: 160쪽)

(2) 사업 목적·내용에 대한 유사·중복 가능성 검토 결과(내역사업별)

□ 융합서비스

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
ICT융합서비스 경쟁력강화	-	○ ICT융합을 통해 신서비스 개발을 하는 목적에서 유사 가능성이 있음 - 특히 ICT융합서비스경쟁력강화사업의 서비스 시나리오에 본 사업 융합서비스의 생활안전 분야와 유사 가능성이 있음
미래선도기술 개발(IMPACT)	신시장 창출형	○ 연구개발 대상 기술 분야에서 유사 가능성이 있음
	현안 해결형	○ 연구개발 대상 기술 분야에서 유사 가능성이 있음
국민안전증진 기술개발	국민생활 및 공공 사회 안전 확보 기술개발	○ 국민안전증진기술개발사업의 내역사업인 ICT기반 도시재난 안전산업 지원센터 구축 사업이 서비스에 기반을 둔 융복합사업으로 융합서비스(생활안전ICT)와 유사 가능성이 일부 나타남
국가전략 프로젝트 (미래부)	인공지능	○ 국가전략프로젝트의 인공지능 내역사업의 경우 그 연구 범위가 직접적으로 중복될 가능성은 적지만, 최근 흐름을 보면 산업업, 국방, 생활안전, 지능정보로봇, 등에서 방법론으로 인공지능 및 머신러닝을 제시하여 연구가 진행될 가능성이 농후함. 만약 국가전략프로젝트의 과제 선정 방향이 이론 및 핵심기술 부분에 집중되어 있지 않고 활용 및 사업화까지 범위가 넓어진다면 유사·중복 가능성이 높아질 수도 있음 ○ 융합서비스(국방)는 인공지능을 기반으로 서비스창출과 고도화가 이루어져 상당부분의 중복성이 발생 가능함 ○ 융합서비스(생활안전)의 경우 정보를 이용한 의사 결정 자원분야가 일부 중복성이 발생 가능함 ○ 융합서비스의 세부내역사업인 신산업의 경우 과제범위가 기존사업단위로 명확한 과제범위 지정이 이루어지지 않을 경우 여러 사업에서 중복성이 발생 가능함
치안과학기술 연구개발사업	○ 첨단과학수사 기술 개발 ○ 저고도 무인기 감시관리기술개발	○ 치안과학기술연구개발사업의 내역사업인 첨단과학수사 기술 개발, 저고도 무인기 감시·관리 기술 개발은 융합서비스(생활안전ICT)와 유사 가능성이 나타남
의료기기기술 개발	○ 미래융합의료 기기개발 ○ 보건의료 빅데이터 연계·활용 강화연구	○ 의료기기기술개발의 과제예시(우수성과)를 보면 수술로봇 등이 기술되어있으나, 진단장비 등의 영역에서 유사·중복성 발생 가능성이 있음 ○ 의료기기기술개발의 내역사업인 보건의료 빅데이터 연계·활용 강화연구사업이 일부 유사 가능성이 있음
인공지능바이오 로봇의료융합 사업	-	○ 인공지능바이오로봇의료융합사업 중 산업부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 의료기기개발로 융합서비스의 의료ICT와 유사성이 있으며 원천기술인 인공지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 높음 ○ 인공지능바이오로봇의료융합사업중 과기부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 헬스케어기술개발로 미래성장동력(헬니스케어)와 유사성이 있으며 원천기술인 인공지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 높음
ICT융합한국형 스마트팜핵심기반기술개발	-	○ 2.ICT융합한국형스마트팜핵심기반기술개발의 내역사업 한국형스마트팜핵심기반기술개발, 동식물생육정밀관리모델개발, 농업분야사물인터넷및빅데이터활용모델개발 등이 융합서비스의 세부내역사업인 농축산분야와 17년도 과제리스트에 내용으로 볼 때 유사 가능성이 있음 - 2017년 과제내역 중 유사한 과제 : 스마트팜 확산을 위한 클라우드 기반 스마트베드 시스템 및 Farm-As-A-Service 기술 개발 : 생물종 다양성 확보를 위한 공생농업 원천 기술 개발 : 농축산ICT분야 기초연구실

□ 미래성장동력(스마트 카)

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
자동차산업핵심 기술개발사업	스마트카	○ 자동차산업핵심기술개발사업은 인공지능, IoT 등 ICT 기술을 접목하여 자동차 관련 안전기술, 운전자 편의기술 등을 제공하는데 미래성장동력 스마트카에서도 운전자 케어 시스템, 안전운전을 위한 UI/UX 등 기술을 개발하므로 양자 간 중복 가능함
권역별신산업육 성사업	자율주행자동차핵 심기술개발	○ 자율주행자동차핵심기술개발은 자율주행 관련 핵심부품, 서비스, 평가·검증, 실용화 를 수행하는 사업이며 미래성장동력 스마트카사업도 자율주행 관련 제품 및 서비스도 개발하므로 양자 사업 간 중복 가능함

□ 미래성장동력(웰니스케어)

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
미래선도기술개 발(IMPAcT)	신시장 창출형	○ 미래선도기술개발사업의 내역사업 신시장 창출형의 기술분야가 융합서비스 개념 및 범위(사업 부처 제공 사업설명자료(17.05) 17쪽)의 '산업융합'부분과 유사함
인공지능바이오 로봇의료융합 사업	-	○ 인공지능바이오로봇의료융합사업 중 산업부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 의료기기개발로 융합서비스의 의료ICT와 유사성이 있으며 원천기술인 인공지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 있음 ○ 인공지능바이오로봇의료융합사업중 과기부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 헬스케어기술개발로 미래성장동력(웰니스케어)와 유사성이 있으며 원천기술인 인공 지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 있음
전자시스템산업 핵심기술개발 사업	초감각및생체결합 디바이스개발지원	○ 전자시스템산업핵심기술개발사업의 초감각및생체결합디바이스개발지원은 IoT 기술 의 융합을 통해 의료, 헬스케어, 웰니스, 실버케어 등 산업 분야에 응용이 가능한 초감각 디바이스 및 생체결합 디바이스 신기술을 개발하며, ICT융합산업원천기술개발 의 맞춤형 웰니스케어는 S/W, 콘텐츠, ICT 등의 디지털 기술과 헬스케어, 라이프스타 일, 유전체정보 등이 융합하여 개인의 건강관리를 위한 기기 및 서비스 R&D 이므로 양 사업 간 사업 분야상의 중복이 발생할 수 있음

□ 지능정보·로봇 융합 서비스

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
국가전략 프로젝트 (미래부)	인공지능	○ 국가전략프로젝트의 인공지능 내역사업의 경우 그 연구 범위가 직접적으로 중복될 가능성은 적지만, 최근 흐름을 보면 신산업, 국방, 생활안전, 지능정보로봇, 등에서 방법으로 인공지능 및 머신러닝을 제시하여 연구가 진행될 가능성이 농후함. 만약 국가전략프로젝트의 과제 선정 방향이 이론 및 핵심기술 부분에 집중되어 있지 않고 활용 및 사업화까지 범위가 넓어진다면 유사·중복 가능성이 발생할 수 있음 ○ 지능정보·로봇 융합 서비스도 인공지능 기반의 R&D로 사업 분야상의 중복이 발생할 수 있음
미래선도기술 개발(IMPACT)	신시장 창출형	○ 예시의 세부내역 신체증강, 웰니스, 차세대 로봇 등은 미래성장동력의 웰니스케어, 지능정보·로봇 융합서비스와 유사가능성이 있음
인공지능바이오 로봇의료융합 사업	-	○ 인공지능바이오로봇의료융합사업 중 산업부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 의료기기개발로 융합서비스의 의료ICT와 유사성이 있으며 원천기술인 인공지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 있음 ○ 인공지능바이오로봇의료융합사업중 과기부의 접근은 바이오, 인공지능, 로봇 융합형 헬스케어기술개발로 미래성장동력(웰니스케어)와 유사성이 있으며 원천기술인 인공지능과 로봇기술은 지능정보로봇 융합서비스와 유사 가능성이 있음
로봇산업핵심기술개발사업	인공지능 융합로봇 시스템 기술	○ ICT융합산업원천기술개발사업에서 관련 원천기술 개발이 이루어지고 있어 유사 가능성이 있음

□ 다부처 공동기획(무인 이동체)

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
무인이동체미래선도핵심 기술개발	-	○ ICT융합산업원천기술개발사업의 내역사업인 무인이동체 공통기술개발, 소형무인기 성능 향상, 저고도 무인비행장치 교통관리감시기술개발 및 실증시험과 유사 가능성이 있음 - 다만 무인이동체(다부처)의 경우는 다부처 사업에서 필요한 특정 기술 개발인 점, 향후 무인이동체 사업 일원화 계획이 있음을 고려할 필요가 있음

□ 3D프린팅

타 사업		유사·중복 가능성 검토 의견
세부사업명	내역사업명	
기술확산지원 사업	정보통신기업 R&D역량강화(3D프린팅 사업화 기술개발 확산)	○ ICT기술확산지원사업의 내역사업 '정보통신기업 R&D역량강화'의 내내역사업 '3D프린팅 사업화 기술개발 확산'은 사업 내용으로 "시장수요가 많은 의료바이오 분야, 3D 콘텐츠 등 핵심 SW분야 및 지능형 소재 등 차세대 핵심 분야를 중심으로 기술개발"을 포함하고 있음('18년 예산요구서 23쪽). ICT융합산업원천기술개발의 내역사업 '3D프린팅'도 바이오·의료용 3D프린팅 기술(특히 SW)을 개발하므로 두 사업간 사업 분야상의 중복이 발생할 수 있음

특정평가보고서 발간 목록

연번	연도	보고서명	연구책임자
08-1	2008	유전체연구사업군	유승준
08-2		대학연구센터사업군	양혜영
08-3		시설장비사업군	임성민
08-4		화석연료대체연구개발사업군	홍정석
09-1	2009	산학연협력체제활성화지원사업	류영수
09-2		국제연구인력교류사업	한웅용
09-3		보건의료기술연구개발사업	유승준
09-4		플랜트기술고도화사업	홍정석
09-5		농업생명공학기술개발사업	유승준
09-6		산업단지혁신클러스터사업	한웅용
09-7		기술이전사업화사업군	김병수
09-8		동북아R&D허브기반구축사업	신재호
09-9		부품소재산업경쟁력향상사업	이태근
09-10		차세대핵심환경기술개발사업	홍정석
10-1	2010	일반연구자지원사업	한웅용
10-2		나노Fab.시설구축사업	신재호
10-3		산업고도화기술개발사업	이태근
10-4		그린카등수송시스템산업원천기술개발사업	이일환
10-5		자원순환및산업에너지기술개발보급사업	홍정석
10-6		CT경쟁력강화사업	김윤종
10-7		해양광물자원탐사및이용기술사업	나승혁
10-8		의약품등안전관리사업	한성구
11-1	2011	미래기반기술개발사업	박지영
11-2		창의적연구사업	류영수
11-3		지역거점연구단육성사업	채우철
11-4		테크노파크조성사업	한웅용
11-5		한국전자통신연구원연구개발지원사업	이태근
11-6		전력기술기반구축사업	강문상
11-7		항공선진화사업	이일환
11-8		기업협동형기술개발사업	신재호

연번	연도	보고서명	연구책임자
12-1	2012	중소기업연구역량강화 사업군	신재호, 이일환
13-1	2013	이공계인력사업군	이희권
13-2		원자력기술개발사업	한웅용
13-3		첨단융합기술개발사업	채우철
13-4		소재부품기술개발사업	이태근
13-5		중소기업상용화기술개발사업	신재호
14-1	2014	범부처전주기신약개발사업	엄익천
14-2		SW컴퓨팅산업원천기술개발사업	전수용
14-3		바이오의료기기산업핵심기술개발사업	이태근
14-4		농업자원순환사업군	이태근
14-5		의료기기기반기술사업군	김수연
14-6		취약계층복지사업군	김 미
14-7		창업지원사업군	신재호
14-8		벤처중소·중견기업해외진출사업군	김진하
15-1	2015	재난재해사업군	신재호
15-2		Golden Seed 프로젝트사업	박지현
15-3		정지궤도복합위성개발사업	김진하, 김현식
15-4		전자정보디바이스 산업원천기술개발사업	김수연
15-5		첨단항만물류기술개발사업	한웅용
16-1	2016	인체 감염병 대응 사업군	김주원
16-2		산업인력양성 사업군	고용수
16-3		국제공동연구 사업군	강진원
16-4		부리산업경쟁력강화지원사업	정지훈
16-5		지역연구개발활성화사업	최태정
17-1	2017	지역산업기술기반구축 사업군	고용수, 오윤정
17-2		연구중심병원육성사업	홍세호
17-3		중소·중견기업R&D지원 사업군	이상현
17-4		세계김치연구소 주요사업	김종란
18-1	2018	중소·중견기업R&D지원 사업군	이상현
18-2		신재생에너지핵심기술개발사업	신용철
18-3		ICT융합산업원천기술개발사업	기지훈
18-4		산업기술국제협력사업	강진원