

인문사회기반 융합연구 의제 도출 연구

A Study of Agenda Mining for Humanities-Based Convergence Research

박민수*, 노영희**

건국대학교 융합연구총괄센터*, 건국대학교 문헌정보학과**

Minsu Park(mpark.gccr@gmail.com)*, Younghee Noh(irs4u@kku.ac.kr)**

요약

본 연구에서는 인문사회기반 융합연구의 관점에서 미래유망기술을 분석하여 메가트렌드, 트렌드, 이슈로 정리하여 미래 환경에 대한 예측과 인간의 삶과 밀접하게 관련이 있을 것으로 예상되는 기술에 대한 탐색을 수행하고 궁극적으로 이를 통해 다양한 사회문제를 해결할 수 있는 융합연구 의제를 예측하고자 하였다. 우선 다양한 미래 유망기술에 대해 언급한 문헌을 조사하고 이를 분석하여 핵심 키워드를 분석하였고 가장 빈번하게 사용되는 핵심키워드를 정리하여 트렌드를 유추하였다. 이어서 유추된 트렌드를 계층화하여 정리하고 핵심트렌드와 파생트렌드로 분류하여 이를 바탕으로 융합연구 의제(어젠다)를 도출하였다. 이렇게 도출된 해당 의제의 필요성, 혁신성, 융합성, 실현가능성, 미래지향성, 수용가능성을 설문조사를 통하여 조사하였다. 분석결과 융합연구를 수행하는 연구자들은 가까운 미래에 실현가능한 기술로 일상생활과 밀접한 사회문제를 다루는 의제들에 높은 관심을 보이는 것으로 나타났고 반면 먼 미래에 실현가능한 기술이나 테러 혹은 국제적 분쟁과 같은 의제에 대해서는 다소 낮은 관심을 보이는 것으로 나타났다.

■ 중심어 : | 미래유망기술 | 인문사회기반 | 융합연구 | 메가트렌드 | 사회적문제 |

Abstract

In this study, we analyzed future emerging technologies from the perspective of convergence research and arranged them into mega-trends, trends, and issues, to carry out predictions of the future environment and search for technologies that are expected to be closely related to human life, and ultimately to achieve convergence research agenda that can predict various social problems. First, we investigated and analyzed the literature mentioned about various promising technologies and analyzed them to analyze key words and summarize the most frequently used core key words to infer trends. Then, an agenda was drawn that emphasized connectivity with the humanities-based convergence research by stratifying and organizing the inferred trends and classifying them as core and derived trends. The necessity, innovation, convergence, feasibility, future-oriented, and acceptability of these derived agendas were investigated through a survey. The analysis showed that researchers conducting convergence research showed a high interest in agenda items that deal closely with daily life with feasible technologies in the near future, while they showed a rather low interest in issues such as technology that can be realized in the distant future, terrorism or international conflicts.

■ keyword : | Emerging Technologies | Humanities-Based | Convergence Research | Mega-trend | Social Problems |

I. 서론

학계나 산업계 할 것 없이 4차 산업혁명이라는 키워드가 모두의 관심사인 가운데 다가올 신산업혁명 시대를 주도할 혁신적인 기술은 과연 어떤 것일까에 대한 관심 또한 그 어느 때보다 뜨겁다. 고도화된 성장을 겪고 이제는 성장의 정체기를 맞고 있는 여느 선진국들처럼 우리나라도 국가산업과 경제의 성장이 상당히 둔화되었다. 이를 다시 중흥기로 이끌 새로운 성장 동력에 대한 탐색과 동시에 높은 경쟁우위를 가진 혁신적인 기술에 대한 탐색과 예측이 한창이다. 인간의 생활방식을 바꾸고 삶의 질을 높이는 한편, 다양한 산업에 영향을 미치고 미래를 주도할 유망기술(Emerging Technologies)을 발굴하고 선도적 우위를 점하여 블루오션을 차지하려고 연구계와 산업계가 분주히 움직이고 있다. 이렇게 새로운 기술이 현실화되고 그에 대한 기대가 드높은 와중에 한편으로는 융합연구에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 우리 사회에 이미 존재하던 문제들 뿐 아니라 새로이 생겨난 문제들, 심지어는 인간의 삶을 편리하게 하고자 고안된 신기술 들 조차 다른 문제들과 서로 복잡하게 얽히고설키면서 그동안의 단일 학제적 문제해결방법으로는 해결이 어려운 문제로 나타나고 있다. 이러한 맥락에서 융합연구의 목적은 복잡하고 다양한 사회적 문제를 포착하여 다양한 학제를 넘어서는 관점과 방법론을 공유하며 새로운 해결책을 제시하는데 있다. 한편, 우리나라는 세계적으로도 유례가 없는 빠른 경제성장 속도를 보였고 국가적 위상이나 경제력 등은 세계적으로 상위권에 속해 있다. 하지만 OECD의 BLI(Better Life Index)에 의하면 대한민국의 국가적 위상이나 발전정도에 비해 국민들의 삶의 만족도는 상당히 낮은 편으로 알려져 있으며[1] 온갖 사회적 문제가 산재해 있다. 이처럼 낮은 수준에 머물러 있는 국민들의 삶의 만족도를 끌어올리기 위해 국가적 노력이 절실하며 국민의 행복과 삶의 질을 높일 수 있는 방법을 찾기 위해서는 지금이야말로 미래유망기술을 활용한 인간중심의 융합연구의 확산과 정착으로 국민들의 삶의 질 향상에 박차를 가해야 할 것이다. 국민들의 삶의 질을 높이는 것뿐 아니라 사회경제적으로는 혁신을 추구하면서 한편으로는 사회에서 파생되는

다양한 문제들에 대한 해결책을 제시해야 할 때라고 생각한다. 세계적으로는 인간의 존엄성과 능력향상, 수명 연장 등 사람에게 초점이 맞춰진 연구 및 기술에 대한 수요가 높다. 단순한 NBIC를 코어로 한 융합기술 발전의 수준을 넘어 인간의 수명연장뿐 아니라 노화방지나 인간에게 접근성이 뛰어나며, 정신적, 육체적 만족감을 주는 인간중심의 융합기술에 대한 사회적 요구가 급격히 증가하고 있다. 앞으로 다가올 지능정보사회는 융합기술의 기하급수적 변화에 대비하여 아직까지 조명을 받지 못하는 혁신기술의 발전을 효율적으로 유도할 장치, 플랫폼, 서비스 등 생태계 기반에 대한 수요가 급격히 증대될 것으로 예상되고 있다. 더불어 4차 산업혁명 시대의 도래로 미래사회는 여러 요소들의 복합적인 상호작용을 통해 다양한 변화가 급격하게 일어날 것으로 예상됨에 따라 이에 대응하기 위한 선도형 R&D기획이 필요하다. 또한, 인간중심의 수요연계형 융합연구를 위해서는 이미 개발된 요소기술들의 효과적인 활용뿐 아니라 미래 유망기술 후보군인 떠오르는 혁신기술의 발굴을 통한 선제적인 기초, 원천기술 지원, 세계최고수준의 연구 성과 획득과 이를 융합연구개발모델이 필요하다.

우리나라에서는 2007년 미래유망융합기술파이오니어 사업에 대한 타당성 조사에 이어 2008년에는 NBI 등 이종 기술간 융합을 통해 고위험-고수익형 융합원천기술을 개발하기 위해 미래유망융합기술파이오니어사업(고위험/고수익)이 시작되었다. 한편, 2008년에는 기존의 미래유망융합기술파이오니어사업을 중심으로 기술, 학제, 산업간 융합을 통합하여 목적 중심형 융합 R&D사업으로 재설계하는 첨단융합기술사업으로 개편을 거치기도 하였고 2015년에는 첨단융합기술개발사업의 융합연구 문제점 분석 및 대응방향을 토대로 융합연구 활성화를 위한 대표모델로 STEAM연구 개발 사업으로 재편하였다.

이종 분야 간 기술, 정보 교류 및 지원을 체계적으로 관리할 수 있는 조직형 융합프로젝트 플랫폼을 통한 신기술 개발 및 신사업창출로 신 시장 개척, 산업고도화 및 인간 삶의 질 향상을 도모하고 있으며 현재 포화상태인 선도 기술에 투자하기보다 미래잠재력을 지닌 혁신기술을 발굴하고 선점하여 4차 산업혁명 시대에 우

리나라가 최초, 최고 수준으로 주도할 연구 분야 및 산업 분야에 대한 개척이 필요하다. 국가차원의 체계적인 지원과 관리를 통해 혁신기술간 융합을 통해 전문 인력 양성 및 미래형 성장 동력을 유도할 수 있는 융합생태계 구축 플랫폼이 필요한 시기이며 잠재력을 지닌 유망한 신기술이 다른 국가나 기업에 의해 수면위로 떠오르기 전에 먼저 조사, 발굴하는 체계화된 전문가 그룹을 구성하고 해당 기술들에 대한 유동적인 지원을 기획하는 혁신기술 강화 플랫폼을 제안하였다. 인간에 초점이 맞춰진 인간과 이종분야 간 요소기술들의 융합을 기반으로 하는 미래원천기술 개발과 이에 맞는 고부가가치형 신산업 창출 기획을 추진하고 더불어 인공지능 및 데이터 빅뱅시대 등 미래 환경변화에 선제적으로 대응할 수 있도록 융합연구의 대상, 분야별로 인간 삶의 질 향상을 구현할 수 있도록 혁신기술을 매년 중점적으로 발굴하여 육성하여야 한다. 이처럼 융합기술 개발과 융합연구 활성화의 분위기 속에서 그 기대치가 높아지는 가운데 인문사회기반 학제간 융합연구가 선제적 사회문제 해결형 의제를 도출하고 연구를 수행하여 사회적, 국가적, 인류적 문제해결에 앞장서는 한편, 필요한 지원을 이끌어 낼 수 있는 의제 도출 방법에 관해 고민해 보고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 선행연구

4차 산업혁명에 대한 관심이 높아지면서 통섭(consilience)이나 융합과 같은 다양한 시도에 대한 관심도 함께 높아지고 있다. 현재 학계에서 학제 간 또는 다 학제적인 결합을 지칭하는 용어로는 대표적으로 Multidisciplinary, Transdisciplinary, Convergence 등이 사용되고 있다. 융합을 지칭하는 표현은 다양하지만 정작 융합의 정의는 대개 다소 상이한 성격을 지닌 두 가지 혹은 그 이상의 물질이나 기술 등이 결합과 복합으로 인해 화학적으로 새로운 것을 창출하고 그로 인해 혁신을 일으키는 원동력이 되는 활동이나 시도의 의미로 정의가 모아지곤 한다. 「산업융합촉진법」[2]에서는 산업융합을 정의하면서 새로운 것을 창조하기 위한

산업과 기술과 산업 간의 결합과 복합을 통해 새로운 가치를 만들어 낼 수 있는 혁신적인 활동이라 정의하였다. Lind는 성공적인 융합연구가 있기 위해서는 혁신과 기술변화가 수반되어야 하고 그로 인해 넓은 의미에서의 성공적인 융합은 파괴적 혁신에서의 정의처럼 새롭게 등장한 기술로 인해 인간의 삶이 변화하고 시장과 산업의 패러다임을 변화시키는 것이 가능하다고 주장하였다[3]. 일찍이 Kodama는 새로운 기술과 새로운 기술 뿐 아니라 새로운 기술과 기존의 기술, 심지어는 기존의 기술들의 조합과 복합으로도 혁신의 과정을 기대할 수 있다고 주장하였다[4].

융합연구에 가장 일찍 관심을 가지고 융합연구의 가능성에 대해 포문을 연 것은 미국이었다. 미국은 시장에서의 선두주자(pioneer)가 가지는 이점(advantage)의 중요성에 대해 늘 인식하고 있으며 특히 발달된 첨단과학기술이 가져오는 시장 및 산업에서의 선점효과, 그로 인한 삶의 질 향상, 생산성의 혁신적 향상 및 산업 경쟁력을 다른 국가들보다 잘 인지하고 있으며 이러한 혁신적인 과학기술의 확보를 위해 융합의 중요성을 강조하는 한편 일찍이 전략적으로 융합연구의 포문을 열었다.

특히 융합연구에 대한 중요성은 미국과학재단(National Science Foundation: NSF)에서 2003년 발표한 보고서(Converging Technologies for Improving Human Performance)에서 Nano, Bio, Information Technology, and Cognitive Science (NBIC)의 융합연구를 통해 인류의 염원인 건강, 장애의 극복, 군사적 활용처럼 인간의 능력을 향상하는 것이 가능하다고 제시하였다[5]. 이후 해당 보고서를 필두로 다양한 보고서와 연구들이 융합연구의 미래와 파급력에 대해 강조하고 있으며 2005년 미국과학아카데미(National Academy of Sciences: NAS)가 공개한 보고서들(Facilitating Interdisciplinary Research, Convergence - Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond)이 발표되면서 융합연구의 중요성과 가능성에 대해 다시 한 번 확인하는 계기가 되었다[6].

그러나 과학기술의 발전이 인간의 삶을 이롭게 할 것

이라는 가정을 돌이켜 보면 기술이 비약적으로 발전하고 있음에도 오히려 우리 사회의 불평등과 양극화, 환경문제는 날로 심각해지고 있음을 확인할 수 있어 기술의 발전이 정말 인간의 삶의 질과 정의 관계를 가지는가에 대해 의구심을 갖게 하였고 그 관계의 본질을 다스림 고민할 수밖에 없도록 만들었다[7]. 과학기술은 인간 중심적이고 이해관계자 포용적으로 진보하는 것이 아니라 기술 그 자체를 위해 진보하고 있기 때문이라고 생각된다. 그러한 이유에서 인간, 관계, 문화적 접근방법으로 질주하는 과학기술에 안전장치 역할을 수행하는 한편, 인류의 지속가능성을 바탕으로 인문사회기반의 융합을 추구하는 것이 합당한 접근법이라 생각된다.

2. 국내외 동향 및 시사점

해외 선진국에서는 융합연구의 중요성을 인지하고 다양한 방향으로 융합연구의 활성화를 위해 활발하게 의제 발굴에 힘쓰고 있으며 이렇게 발굴된 의제를 정책적으로 지원하려는 움직임을 보이고 있다. 미국은 독자적인 첨단기술과 막강한 자금력을 앞세운 민간기업의 주도로 다양한 융합연구가 이루어지고 있으며 정부주도의 과제나 정책적인 지원은 융합연구의 저변을 확대하기 위하여 민간부문을 타겟으로 하여 지원하는 양상을 띠고 있다. 대표적으로 NSF의 10 Big Ideas에 10개 대과제 중 4개가 정책과제이며 그 중 하나가 융합연구의 육성 (Growing Convergence Research: GCR) 이다[7]. 단순히 정책적인 방향성뿐만 아니라 진행되고 있는 10대 대과제를 포함한 다른 연구지원사업에도 융합연구과제들이 폭넓게 채택되고 있다.

독일의 경우 Industry 4.0과 같은 이니셔티브를 통해 그간 쌓아온 정밀기계공학의 축적된 기술력과 융합연구를 한데 엮어 제조강국의 경쟁력 향상을 꾀하고 있다. 특히 독일의 민, 관, 산, 학, 연의 경계 없는 협력과 참여를 통해 활발한 융합연구를 수행하고 있다.

일본은 융합연구를 기반으로 하는 4차 산업혁명에 대한 총체적 대비를 서두르고 있으며 경기침체 극복 및 신성장동력확충을 위해 로봇과 AI, 그리고 IT 중심의 융합기술을 정부차원에서 수립하였다.

중국은 중국제조 2025와 같은 융합연구 기반의 제조업 혁신능력 제고를 추구하며 양적성장과 질적성장의

두 마리 토끼를 잡는 것에 집중하고 있다.

이처럼 세계 주요국가들은 다가오고 있는 4차 산업혁명을 주도하고 선도적 지위를 차지할 혁신적 원천기술의 발굴과 확보를 추구하는 한편 자국민의 삶의 질을 높일 수 있는 이종분야 간 융합연구를 통해 첨단산업 시장을 창출하기 위한 노력을 경주하고 있다.

우리나라의 경우 첨단 융합기술 개발을 위한 인프라 구축을 위해 다양한 관계부처 및 기관들이 참여하여 이처럼 과학과 기술, 심지어 세계화로 인한 시장의 경계까지도 점차 벌어지고 있는 가운데[8], 주요국가 및 지역에서 국가 주도 적으로 융합연구정책이 수립되고 적용됨에 따라, 한국도 융합의 관점에서 국가과학기술정책을 수립하고 시행하기 시작하였다. 한국은 2007년 국가과학기술위원회의 주관으로 '국가융합기술 발전기 본방침'을 수립하였고, 교육과학기술부의 '제1차 국가 융합기술발전 기본계획'(2008)의 수립, 교육과학기술부의 '나노(NT)융합산업 발전전략'(2009), 지식경제부의 'IT융합확산전략'(2012) 및 '제1차 산업융합발전기본계획'(2012), 미래창조과학부의 '창조경제실현을 위한 융합기술 발전전략'(2014), 정부의 '융합기술 발전전략'(2016)을 수립하는 등[9] 융합연구의 대상을 과학뿐만 아니라 인문학까지 범위를 넓혀 융합원천기술개발을 강화하고 과학기술의 혁신을 유도하고 있다. 이어 제4차 과학기술기본계획에서는 국민의 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여하는 과학기술의 비전을 추구하는 한편, 경제성장과 국민의 행복실현을 위한 융합연구 개발을 추진하고 있다.

이처럼 우리나라는 융합연구가 4차 산업혁명을 전인하는데 있어 중요한 역할을 수행할 것이라 예상하고 다양한 기술과 산업에서의 융합으로 인해 생산성과 효율성을 획기적으로 끌어올리게 될 것으로 기대하고 있다. 하지만 다양한 지원정책이 의욕적으로 추진되고 있는 가운데 융합연구를 수행하는데 있어 많은 난관과 제약이 연구현장에 산재하고 있음은 부정할 수 없는 사실이다[10][11]. 이러한 난관을 극복하기 위해서는 시급하고 중대한 사회문제를 포착하는 한편, 미래유망기술을 바탕으로 입체적이고 현실적인 문제해결을 위한 연구의제를 도출하여 복잡한 사회문제의 조기해결에 힘써야 할 것이다.

III. 연구 설계 및 방법론

1. 연구 질문

본 연구는 인문사회기반 융합연구의 관점에서 미래 유망기술을 분석하여 단일 학제로는 해결하기 어려운 복잡한 사회적 문제들을 해결하기 위해 필요한 의제를 도출하기 위한 기초연구이다. 우선 미래유망기술에 대한 문헌을 분석하여 메가트렌드, 트렌드, 이슈로 정리하였고 미래 환경에 대한 예측과 인간의 삶과 밀접하게 관련이 있을 것으로 예상되는 기술에 대한 탐색을 수행하고 궁극적으로 이를 통해 다양한 사회문제를 해결할 수 있는 융합연구 의제를 도출하고자 하였다. 이와 관련하여 제기된 연구질문은 다음과 같았다.

- 연구질문 1: 미래유망기술을 토대로 도출된 의제는 얼마나 융합연구의 관점에서 혁신적이며 실현가능한가?
- 연구질문 2: 미래유망기술을 토대로 도출된 의제는 얼마나 융합연구의 관점에서 융합적이고 혁신적인가?
- 연구질문 3: 미래유망기술을 분석하여 도출된 의제가 얼마나 융합연구에 있어 미래지향적이며 수용가능할 것인가?

위의 연구질문에 대한 해답을 제시하기 위하여 관련 선행연구를 검토하였으며 이를 토대로 의제를 도출하고 해당의제에 대하여 설문조사를 수행하였다.

2. 연구방법 및 절차

본 연구에서는 인문사회기반 융합연구의 의제를 도출하기 위해 국내외의 미래유망기술(Future Emerging Technologies)예측 관련 문헌에서 주목하고 있는 키워드, 트렌드, 이슈를 조사하여 여러 단계의 정리 과정을 거쳐 미래를 대비하고 다음세대를 이끌 융합연구의 의제를 도출 하였다(그림 1).

인문사회기반 융합연구 의제 도출 절차				
	1단계	2단계	3단계	4단계
도출 단계	트렌드 및 이슈 추출	연관성 검토 및 위계계층 설정	트렌드-인문사회기반 학제-혁신기술 대응	최종 의제 도출
세부 수행 절차	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 자료 및 연구재단 수행과제 수집 및 분석 • 메가트렌드-트렌드-이슈의 추출 및 정리 	<ul style="list-style-type: none"> • 메가트렌드와 트렌드의 연관성 검토 • 트렌드 별 분류, 세부 이슈에 대한 정리와 통합을 통해 위계계층을 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • 트렌드나 이슈와 밀접한 연관성을 가지는 인문사회기반 학제를 추출 • 인문사회기반 학제와 해결 가능성이 높은 혁신적 과학기술 사이의 연관성을 파악하고 연결 	<ul style="list-style-type: none"> • 메가트렌드-트렌드를 재조명하여 인문사회기반의 융합연구 의제를 도출

그림 1. 인문사회기반 융합연구 의제 도출 절차

미래 트렌드는 미래 사회에 예상되는 동향이나 흐름을 말하며 이슈는 해당 트렌드로 인해 미래에 발생할 것으로 예상되는 논의의 주제 또는 걱정거리가 되는 문제로 정의하였다[12]. 우선 첫 단계에서는 문헌별 트렌드와 국내외의 주요 연구(과학)재단 등에서 선정한 연구과제를 분석하여 키워드와 이슈를 추출하고 메가트렌드 - 트렌드 - 이슈를 기준으로 정리한다. 두 번째 단계에서는 메가트렌드와 트렌드의 연관성을 검토하고 트렌드 별 분류를 거친 후 세부 이슈에 대한 정리와 통합을 통해 위계계층을 확립한다. 세 번째 단계에서는 두 가지 작업을 수행하는데, 우선 트렌드나 이슈와 연결된 사회문제와 이들 사회문제에 대해 인식하고 있으며 밀접한 연관성을 가지는 인문사회기반 학제를 대응시킨다. 이후, 이들 학제가 제시하는 문제에 대한 해결책을 제시할 수 있거나 해결 가능성이 높은 혁신적 과학기술 사이의 연관성을 파악하고 연결한다. 마지막 단계에서는 메가트렌드-트렌드를 재조명하여 인문사회기반의 융합연구 의제를 도출하였다. 이후 도출된 의제에 관한 설문조사를 수행하여 도출의제의 적합성에 대해 살펴 보았다.

본 연구의 설문대상은 한국연구재단에서 진행중인 학제 간 융합연구지원사업에 참여하고 있는 24개 사업팀의 책임연구원 및 이하 연구원을 대상으로 설문을 진행하였고 이메일로 설문지를 배포하였다. 설문문항은 KISTEP의 미래선도기술 관련 설문문항에서 혁신성, 실현가능성을 차용하였으며 여기에 도출된 의제의 융합연구와의 연관성을 알아보기 위해 의제의 필요성, 융합성을 추가하였고 도출된 의제가 미래의 문제를 다루고 있는지 그리고 기술이 실현된다면 시장이나 우리의

삶에 수용 가능한 기술인지를 알아보기 위해 미래지향성과 수용가능성에 대해 질문하였다. 설문 문항은 총 209개로 인구통계학적 특성에 관한 문항과 불확실성 감소 대책에 관한 의제(7개), 에너지·자원고갈 대책에 관한 의제(7개), 인간의 삶의 질 향상에 관한 의제(11개), 세계화의 가속화에 대한 대책 의제(9개)로 총 5부분으로 나누어져 있다.

IV. 융합연구 의제 도출

1. 트렌드 및 이슈 추출

2010년 이후의 국내·외 융합연구 관련 문헌과 연구(과학)재단에서 채택된 연구과제로부터 트렌드, 이슈, 키워드를 추출하여 트렌드와 이슈를 통합하였다. 이는 제5회 과학기술예측조사[12]의 메가트렌드, 트렌드, STEEP(사회, 기술, 경제, 환경, 정치) 분류방법을 인용하였다. 이에 따르면 미래트렌드는 2040년까지 출현할 것으로 예상되는 메가트렌드는 크게 휴먼임파워먼트, 초연결에 의한 혁신, 환경리스크 심화, 사회복잡성의 진화, 그리고 경제시스템의 재편이었다. 과학기술예측조사에서 제시된 미래선도 기술 286개를 융합연구의 관점에서 키워드를 주제별로 매칭하여 분석한 결과, 자체적으로 분석한 미래선도기술의 양상은 크게 불확실성의 예측과 감소, 에너지 및 식량 문제 대책, 초(超)혁신 기술의 대두, 적대적인 자연환경의 회피, 로봇과 인공지능 기술을 필두로 한 무인화/자동화, 건강과 의료관련(재생, 재활 및 힐링 등), 고도화된 소비자 지향성, 도시 집중화 및 도시거대화에 대한 대책, 가속화 되고 있는 세계화에 대한 대책 기술로 분류되었다.

표 1. 중장기적 메가트렌드-트렌드-이슈

메가트렌드	트렌드명	STEEP
휴먼 임파워먼트	기대수명증가	사회
	자아중심사회	
	출산을 저하	
	여성 임파워먼트	
	인간능력 확대	기술
	초고속이동	
	인공지능과 자동화	
	새로운 소재	
	우주시대	

초연결에 의한 혁신	디지털 네트워크사회	사회
	초연결기술	기술
	네트워크 중심의 권력이동	정치
	전자민주주의의 가속화	
환경 리스크 심화	식량위기 악화	환경
	에너지 수급 불균형	
	물 스트레스 심화	
	자연재난 증가	
	생태계 파괴 심화	
사회복잡성의 진화	국제적 갈등 심화	사회
	문화적 다양성 확대	
	경제, 사회적 불평등 심화	기술
	융합을 통한 창조	
	기술발전에 따른 부작용 증가	
	사회적 재난 증가	환경
	건강위해요인 증가	
	통일이슈 증가	정치
	국제권력의 이동성 심화	
	안보위협요소의 진화	
경제시스템의 재편	글로벌 인구이동	사회
	도시화 확대	
	세계인구 증가	
	글로벌 경제의 연결성 강화	경제
	신흥국, 개도국의 부상	
	중국의 국제적 영향력 확대	
	신경제 시스템의 확산	
	일자리 구조적 변화	
	선진국 저성장 위험 지속	
	그리노믹스의 활성화	
	제조업 패러다임의 변화	
시장의 패턴 변화		

*출처: 제5회 과학기술예측조사 (KISTEP, 2017)

과학기술예측조사에서 제시된 미래선도 기술 286개를 융합연구의 관점에서 키워드를 주제별로 매칭하여 분석한 결과, 약 1000개의 키워드가 도출 되었고 이 중 402개의 키워드가 독특하게 사용되는 것으로 나타났다.

표 2. 가장 빈도가 높은 미래유망기술 키워드

키워드	빈번하게 연결되는 키워드	빈도
실시간	통신기술, 원격, 감시, 신속대응, 센싱, 예측, 통제, 재난, 재해, 테러, 범죄,	20
로봇	인공지능, 원격, 자가, 자율,	18
재난(재해)	피해경감, 자연재해예측, 대피	17
감시	예방, 예측, 분석, 국가안보, 테러위협	15
예측	원격, 감시, 신속대응, 센싱, 예측, 통제, 재난, 재해, 테러, 범죄, 불확실성감소, 피해경감,	14
빅데이터	분석, 예측, AI	13
AI	로봇, 자율성, 자율주행, 자가진단, 자가복구,	13
우주	생활터전, 극한환경극복,	13

3d프린팅	소비자, 맞춤형, 무중력, 금속분말, 신소재, 소자	13
센서	감응, 포착, 인지, 비접촉	12
원격	원거리, 광역, 재난	11
에너지	에너지원 고갈, 대체에너지 발굴, 지속가능성	11
나노	소형화, 초소형화, 정밀	11
수자원	자연자원고갈, 오염, 정화	10

2. 트렌드 및 이슈 레벨 조정

메가트렌드와 트렌드 사이의 연관성을 고려하여 트렌드 레벨을 조정하고 이슈 가운데 중복되는 내용을 제거하여 재통합 작업을 수행하였다. 이를 통해 미래유망 기술을 관통하는 트렌드로 분류하였고 각각의 트렌드를 원인이 되는 이슈 키워드, 해당 트렌드에 가장 직접적으로 연관되는 활동, 그리고 문제를 해결하는데 필요한 기술로 분류하였다.

미래유망기술의 트렌드는 크게 불확실성의 예측과 감소, 에너지 및 식량 문제, 초(超)혁신기술, 적대적인 자연환경의 회피, 로봇과 인공지능 기술을 필두로 한 무인화/자동화, 건강 및 의료, 고도화된 소비자 지향성, 도시화에 대한 대책, 글로벌화에 따른 기술로 분류되었다.

우선 불확실성의 예측과 감소의 원인은 재해, 재난, 테러, 범죄, 핵폭발, 방사능, 화생방, 악천후와 같은 예측이 어려운 사건들에 대한 대책으로서 감시(모니터링), 예측, 탐색, 통제, 대응, 안보, 방제, 추적과 같은 활동들이 문제의 예방과 해결을 위한 주요 키워드였다. 이를 해결하기 위한 기술로 제시된 키워드들은 실시간, 빅데이터, 센서(센싱), 스캐닝, 로봇, 원격, AI, 원전, 방사능, 비접촉, 방재, 방호, 보안, 조기경보, 초고해상도, 환경감지, 자율통제, 표적추적이었다. 이를 통해 유추해 볼 수 있는 미래유망기술의 방향은 우선 사람이 직접 개입하지 않고 실시간 및 원격으로 로봇이나 드론을 활용하여 비접촉식으로 스캔이나 센싱과 같은 기술을 통해 재난 및 테러나 범죄와 같은 공공에 막대한 피해를 끼칠 수 있는 상황을 조기에 탐색, 예측, 대응하는 것에 방향성을 가지고 있었다.

한편 에너지와 자원고갈, 식량문제들은 환경의 오염, 산업화로 인한 무분별한 개발 등으로 인해 황폐화된 생태환경, 자원환경이 원인으로 기존환경에 최소한의 피해를 가하는 방식으로 개발, 추출, 흡착, 재활용, 재생,

전환, 정화, 회수, 정제, 채굴의 활동을 수행하는 것이다. 이를 해결하기 위한 기술들로는 우주탐사, 전기차, 무선충전, 대체에너지, 바이오매스, 비전통자원, 담수화, 태양광, 미생물, 바이오매스, 핵연료, 저탄소, 불순물, 대체제개발 등이 있었다.

위 두 주제와 연결되는 트렌드로 적대적 자연환경이 있다. 이는 악천후, 자연재해, 이산화탄소, 탄소, 생태계 파괴, 미세먼지, 수질오염, 대기오염 등에 의해 점점 가속화되고 있으며 감시, 예측, 분석, 탐사, 전환, 정화, 복원의 활동이 필수적이다. 이를 위한 기술들로는 고고도, 우주, 친환경, 재활용, 재해경감, 실시간, 무인, 빅데이터, 대기정화, 무독성, 웨어러블, 미생물, 저탄소와 같은 키워드를 제시하는 기술들이 개발되고 있다. 과거에는 자연현상과 그가 끼치는 피해를 수동적으로 받아들이고 경감하기 위해 노력했다면 미래유망기술은 부분적으로 이를 통제하려는 움직임도 보이고 있다는 것이다.

또 하나 눈에 띄는 미래유망기술의 특징은 초(超)혁신기술을 추구한다는 것이다. 기술발전으로 인한 경쟁심화, 극한상황 및 극한환경에서 임무를 수행하기 위해서는 기존의 기술을 몇 단계 뛰어넘는 기술이 필요하게 된 것이다. 이들 키워드를 살펴보면 나노, ICT, IOT, 메가스케일, 유체역학, 자동조치, 초고속, 초고층, 초고강도, 초단열, 초연결, 초대용량, 초고밀도, 초박형, 신소재, 소형화, 경량화, 스마트, 반도체, 초정밀, 최적화, 소자, 비접촉, 지능형, 네트워크, 3D프린팅, 4D프린팅, 무중력, 금속분말, 고효율처럼 소형화, 경량화, 내구성 과 수명의 폭발적 증가를 꾀하는 기술들로 이루어져 있다.

앞에서 언급된 네 가지 트렌드에 거의 등장하는 것이 바로 로봇과 자동화에 대한 트렌드이다. 이는 인간을 대신하여 극한상황에서나 산업현장, 심지어 일반 가정에 까지 두루 적용될 수 있는 것으로 AI, 자율성, 스마트, 센서, 원격, 식별, 반도체, 최적화, 컴퓨팅, 비접촉, 감각, 인지, 능동제어, 저전력, 이미징, 마이크로, 신소재, 통합, 지능형, IOT, 무선충전, 능력향상, 머신러닝, 알고리즘, 자력발사와 같은 키워드를 제시하는 기술들이 개발되고 있으며 머지않아 우리의 일상을 채우게 될 것으로 예상된다.

어찌 보면 인류의 가장 큰 관심사 가운데 하나라고 볼 수 있는 건강과 의료의 트렌드는 인간의 수명연장을 목적으로 새로운 질환, 난치병, 독성물질, 암, 약물, 바이러스, 환경호르몬에 대한 억제 및 해결책을 제시하며 이와 같은 장애물을 뛰어넘기 위해 백신, 노화방지, 무독성, 유전자편집, 면역, 생체모방, 인공장기, 줄기세포, 무독성, 이미징, 케어, 수면, 뇌파, In Vivo(인체삽입), 혈액, 항체, 항암과 같은 기술들을 확보하고 실용화를 추구하고 있다.

도시대책은 급격한 도시화 뿐 아니라 기존 인프라의 노후화, 범죄, 교통문제, 주택문제 등에 대한 해결책을 탐구하는 트렌드이다. 스마트주택, 예코, 재활용, 모듈, 레고타입, 감시, 예방, 소음저감, 그리드, 교통안전, 소형주택, 소형원자력 발전과 같은 키워드들을 위시한 미래유망기술들이 현재 진행형인 도시문제 해결의 실마리를 찾고 있다.

표 3. 트렌드 및 이슈 레벌

트렌드	원인	활동	기술
불확실성	재해, 재난, 테러, 범죄, 핵폭발, 방사능, 화생방, 악천후	감시 (모니터링), 예측, 탐색, 통제, 대응, 안보, 방재, 추적	실시간, 빅데이터, 센서(생성), 스캐닝, 로봇, 원격, AI, 원격, 방사능, 비접촉, 방재, 방호, 보안, 조기경보, 초고해상도, 환경감지, 자율통제, 표적추적
에너지/자원 고갈	오염, 고갈, 무분별한 개발, 산업화, 수질, 식량문제	개발, 추출, 흡착, 재활용, 재생, 전환, 정화, 회수, 정제, 채굴, 배양	원자력, 우주, 전기차, 무선충전, 대체에너지, 바이오매스, 광물, 비전동차원, 담수화, 태양광, 미생물, 바이오매스, 핵연료, 저탄소, 불순물, 대체제, 유전자편집, 유전자 변형
초(超) 혁신	기술발전, 경쟁심화, 극한상황, 극한환경	개발, 혁신	나노, ICT, IOT, 메가스케일, 유체역학, 자동조치, 초고속, 초고출, 초고강도, 초단열, 초연결, 초대용량, 초고밀도, 초박형, 신소재, 소형화, 경량화, 스마트, 반도체, 초정밀, 최적화, 소자, 비접촉, 지능형, 네트워크, 3D프린팅, 4D프린팅, 무중력, 금속분말, 고효율
적대적 자연	악천후, 자연재해, 이산화탄소, 탄소, 생태계 파괴, 미세먼지, 수질	감시, 예측, 분석, 탐사, 전환, 정화, 복원	고고도, 우주, 친환경, 재활용, 재해경감, 실시간, 무인, 빅데이터, 대기정화, 무독성, 웨어러블, 미생물, 저탄소
로봇/무인화/자동화	극한상황	통합, 개발	AI, 자율성, 스마트, 센서, 원격, 식별, 반도체, 최적화, 컴퓨팅, 비접촉, 감각, 인지, 능동제어, 저전력, 이미징, 마이크로,

			신소재, 통합, 지능형, IOT, 무선충전, 능력향상, 머신러닝, 알고리즘, 자력발사
건강/의료	수명연장, 새로운 질환, 난치병, 독성물질, 암, 약물, 바이러스, 환경호르몬	치유, 치료, 검진, 정화, 회복	백신, 노화방지, 무독성, 유전자편집, 면역, 생체모방, 인공장기, 줄기세포, 무독성, 이미징, 케어, 수면, 뇌파, In Vivo(인체삽입), 혈액, 항체, 항암
고도화된 소비자(상황)지향성	정보화, 개성화, 개인의 브랜드화, 자기PR, 1인 가구	맞춤화, 브랜드화, 콘텐츠화, 생산과 소비에 동시 참여	맞춤형, VR, AR, 3D프린팅, IOT, 웨어러블, 뇌파,
도시대책	도시화, 노후화, 범죄, 교통, 주택문제	건축, 설계, 공정, 시공, 보수, 공정단축	스마트, 예코, 재활용, 감시, 예방, 소음저감, 교통안전, 소형주택, 그리드, 모듈, 레고타입
글로벌화	세계화, 경쟁심화	운송, 이동	초고속, 무인, 항공, 대용량, 저장장치, 터빈, 그리드,

3. 융합연구 연관 트렌드 선정

트렌드와 이슈의 과학기술 해결대응 관련성을 파악하고 융합연구와의 관련성을 파악하였다. 이처럼 분류된 트렌드와 이슈 키워드는 핵심트렌드와 파생트렌드로 분류해 의제를 도출하였다. 핵심트렌드는 불확실성, 자원고갈, 적대적환경, 인간의 삶의 질 향상, 글로벌화였으며 이에 대한 해결책으로 제시할 수 있는 파생트렌드는 무인화·자동화, 초혁신기술, 도시대책, 건강·의료·힐링이었다.

표 4. 핵심트렌드와 파생트렌드

핵심 트렌드	파생 트렌드
불확실성의 증가	무인화·자동화 추세 초혁신 기술 도래
에너지/자원고갈의 위협	적대적인 환경의 위협
인간의 삶의 질 향상	고도화된 소비자 지향성 건강·의료·힐링에 관심
세계화의 가속화	도시 거대화 및 집중화 대책

4. 융합연구 의제 도출

우선 핵심 트렌드에 대한 해결방안으로써 ‘불확실성의 감소’, ‘에너지/자원고갈의 위협’, ‘인간의 삶의 질 향상’, ‘세계화의 가속화 대책’으로 항목화 하였고 여기에 파생 트렌드를 교차·결합하였다(그림 2). 이를 바탕으로 융합연구에 관련성이 높을 수 있는 의제를 도출한 결과, 국가위협 및 재난 요인 광역감시 및 조기진단 기

술 개발, 인공지능 기반 비접촉 센서 탑재 드론(로봇) 개발, 대체에너지로 활용 가능한 재활용·재생기술 개발, 초소형, 초경량 에너지원(연료전지 등) 개발, 블록체 인기반 스마트 통신 및 보안 기술의 개발, 초정밀 인공지능형 스마트 의료기술 개발, 생애주기별 인문·예술 융합적 치료기술 개발, 웨어러블 기기로 인간능력의 증강을 통한 노동시장 재개편, 재난·재해·테러 시 개인용 위해관리 및 피해저감 기술, 인공지능기반 스마트 에코 도시 계획, 우주생활터전 개척을 위한 원천기술 개발, 식량위기 대비 대체식량자원 개발, 4차 산업혁명 대비 융합적 교육 커리큘럼 개발, 3D·4D프린팅을 기반으로 한 개인용 스마트 팩토리, 무인·원격범죄 방지 대책 수립 및 법률 제정, 지속가능한 글로벌 산업 생태계 구축, 지속가능 대체에너지 기반 전력공급 그리드, 상생과 발전을 위한 통일국가 미래전략, 고령화시대 웨어러블 기기를 활용한 실시간 실버케어, 환자 맞춤형 나노 머신 치료 시스템, 개인 소장형 유니버설 의료데이터 플랫폼 개발, 지능형 생태환경 감시 및 대응관제 시스템, 유해물질 확산 실시간 감지 및 방제 기술 개발, 위조, 변조 방지 기술 개발, 디지털 융합시대 개인의 정신적 육체적 향상성 유지 프로그램, 융합적 감성 기술 산업 창출 전략, 유전자 편집과 조작과 관련 법규제정, 생체모사형 첨단기술 개발, 다문화/인종경계 철폐를 대비 한 문화적 감수성 향상 프로그램, 국가경계 붕괴/경제협력을 추구하는 국제적 융합적 체제 구상, 국지적 기후변화 통제 및 피해저감 기술 개발, 일상과 직무의 원격화, 자동화, 실감미디어 화, 개인 맞춤형 마케팅 및 구독형 퍼스널 사이니지, 배양(cultured)된 식량 및 의료용 장기 수확과 관련하여 사회적 책임의 확장 및 제정의 등이 도출 되었다.

불확실성의 감소

- 국제분쟁 및 재난 요인의 광역감시체계 구축 및 조기발견 기술 개발과 국가간 협력체계 구축
- 블록체인기반 스마트 통신 및 보안 기술의 개발
- 재난·재해·테러 시 개인용 위해 관리 및 피해저감 기술
- 무인·원격 범죄 방지 대책 수립 및 법률 제정
- 유해물질 확산 실시간 감지 및 방제 기술 개발
- 위조, 변조 방지 기술 개발
- 국지적 기후변화 통제 및 피해 저감 기술 개발

에너지/ 자원고갈 대책

- 우주생활터전 개척을 위한 원천기술 개발
- 대체에너지로 활용 가능한 재활용·재생기술 개발
- 초소형·초경량 에너지원(연료전지 등) 개발
- 식량위기 대비 대체식량자원 개발
- 지속가능 대체에너지 기반 전력공급 그리드 개발
- 배양(cultured)된 식량 및 의료용 장기 수확 관련 사회적 책임 제정의 및 확장
- 제로에너지 스마트 건물 개발

인간 삶의 질 향상

- 초정밀 인공지능형 스마트 의료기술 개발
- 생애주기별 인문·예술 기반 융합적 치료기술 개발
- 웨어러블 로봇/기기를 통한 장애극복과 노동시장 혁신
- 인공지능기반 스마트 에코 도시 계획
- 고령화 시대 웨어러블 기기를 활용한 실시간 실버케어
- 환자 맞춤형 나노 머신 치료 시스템
- 개인 소장형 유니버설 의료 데이터 플랫폼 개발
- 디지털 융합시대 개인의 정신적 육체적 향상성 유지 프로그램
- 유전자 편집 및 조작과 관련 법규 제정
- 생체 모사형 첨단기술 개발
- 일상과 직무의 원격화, 자동화, 실감 미디어 화

세계화의 가속화 대책

- 4차 산업혁명 대비한 융합적 교육 커리큘럼 개발
- 3D·4D프린팅을 기반으로 한 개인용 스마트 팩토리 대비 위·변조 기술 개발 및 저작권 강화
- 지속 가능한 글로벌 융합산업 생태계 구축
- 상생과 발전을 위한 통일국가 미래전략 수립
- 융합적 감성 기술 산업 창출 전략
- 다문화/인종경계 소멸 대비 문화적 감수성 향상 프로그램
- 국가 경계 붕괴 대비 초국가 융합적 체제 구상
- 맞춤형 마케팅 및 구독형 퍼스널 사이니지 법체계 정비
- 미세플라스틱 및 잔류성 유기오염물질 규제 강화

그림 2. 인문사회기반 융합연구 의제 도출 절차

5. 도출된 의제에 관한 설문

미래유망기술을 토대로 하여 도출된 융합연구의 의제들에 대하여 의제의 필요성, 의제의 혁신성, 의제의 융합성, 실현가능성, 미래지향성, 수용가능성에 대하여 질문하였고 각각의 질문은 리커트(Likert) 5점 척도(1점: 매우 낮음, 2점: 낮음, 3점: 보통, 4점: 높음, 5점: 매우 높음)로 측정하였고 응답의 평균값을 집계하여 산출하였다. 의제의 필요성은 도출된 의제가 문제해결에 있어 얼마나 필요한가를 나타내는 것으로 역으로 도출된 의제가 해결하고자 하는 문제의 심각성이라고도 볼 수 있다. 의제의 혁신성은 도출된 의제가 얼마나 혁신적인가에 대한 것으로 제시된 의제가 현존하는 기술들의 연장(존속적 혁신: Sustaining Innovation)이 아닌 파괴적 혁신(Disruptive Innovation)의 가능성을 가지는가에 대한 것이다. 의제의 융합성은 도출 의제가 얼마나 다학제 간 융합연구로서의 가능성을 제시하는가에 대한 문항으로 융합성이 낮을수록 단일학제의 연구분야에 가깝고, 융합성이 높을수록 다학제적인 연구

노력이 필요하다고 볼 수 있다. 실현가능성은 도출의제가 얼마나 가까운 미래에 기술적인 한계가 해소되어 실현가능해 질것인가에 관한 질문이다. 먼 미래일수록 측정결과가 낮고, 가까운 미래에 실현 가능할수록 높은 것으로 판단한다. 미래지향성은 도출의제가 앞으로 나타날 사회변화에 대해 대비할 수 있을 것인가를 묻는 것으로 측정치가 낮을수록 높을수록 수용가능성은 도출의제가 사람들의 삶이나 시장상황에 적합하게 받아들여질 것인가를 묻는 것으로 아무리 혁신적이고 기술적으로 뛰어나도 시장에서 외면당하는 기술들이 존재하기 마련이다.

인문사회기반 학제간융합연구지원사업에 참여하고 있는 연구책임자, 공동연구자, 참여연구원 199명을 대상으로 설문지를 이메일로 배포하였으며 이중 31편이 회수되었다. 응답자의 인구통계학적 분포를 보면 남성이 26명, 여성이 3명으로 각각 89.7%, 10.3%의 비율이었다. 질문에 응답한 연구자들은 50대(48.3%)와 40대(41.4%)가 가장 많았다. 연구자의 지역적 분포는 서울·경기지역이 55.2%(n=16)으로 가장 많았고 충청권과 경상권의 연구자가 각각 17.2%(n=5)였으며 전라·제주 6.9%(n=2), 강원권 3.4%(n=1)으로 나타났다. 연구과제를 수행 역할은 공동연구자가 55.2%(n=16), 연구책임자 34.5%(n=10)가 질문에 응답하였다. 전공별로 보면 사회과학 34.5%, 예술·체육 20.7%, 공학 17.2%, 자연과학과 인문학이 각각 10.3%, 의·약학이 6.9%의 비율을 나타냈다.

표 5. 응답자 특성

	(n, %)					
성별	남성 (n= 26, 89.7%)	여성 (n= 3, 10.3%)				
연령	30세 미만 (n= 1, 3.4%)	30-39세 (n= 0, 0%)	40-49세 (n= 12, 41.4%)	50-59세 (n= 14, 48.3%)	60세 이상 (n= 2, 6.9%)	
지역	서울·경기 (n= 16, 55.2%)	충청권 (n= 5, 17.2%)	경상권 (n= 5, 17.2%)	전라·제주 (n= 2, 6.9%)	강원권 (n= 1, 3.4%)	
역할	책임 (n= 10, 34.5%)	공동 (n= 16, 55.2%)	연구보조 (n= 1, 3.4%)	기타 (n= 2, 6.9%)		
전역	공학 (n= 5, 17.2%)	사회과학 (n= 10, 34.5%)	예술·체육 (n= 6, 20.7%)	의·약학 (n= 2, 6.9%)	인문학 (n= 3, 10.3%)	자연과학 (n= 3, 10.3%)

첫 번째 불확실성의 감소대책 관련 의제에 대해 분석

한 결과 인문사회기반 융합연구를 수행하고 있는 연구자들은 국제분쟁과 관련한 광역감시체계 구축 및 기술개발과 국가 간 협력체계 구축(의제1-1)은 필요성과 융합성, 미래지향성을 고루 갖추고 있는 것으로 여기고 있었으나 혁신성, 실현가능성, 수용가능성에 대해서는 낮게 평가하고 있었다. 블록체인기반 스마트통신 및 보안기술의 개발(의제1-2)은 모든 측정항목에서 대체적으로 높은 수치를 보였으며 필요성, 실현가능성, 미래지향성을 높이 평가하였다. 재난·재해·테러 시 개인용위해 관리 및 피해저감 기술(의제1-3)의 경우 혁신성은 다소 낮게 평가했으나 필요성, 융합성, 수용가능성에는 긍정적인 평가를 한 것으로 나타났다. 무인·원격 범죄방지 대책 수립 및 법률 제정(의제1-4)은 필요성, 실현가능성, 미래지향성에 있어 높은 평가를 받았다. 유해물질 확산 실시간 감지 및 방제 기술 개발(의제1-5)은 불확실성 감소대책 의제군에서 가장 높은 필요성을 보였고 실현가능성, 미래지향성, 수용가능성 또한 높은 평가를 받아 종합적으로 가장 높은 관심을 나타냈다. 위조, 변조 방지 기술 개발(의제1-6)에 대해서는 필요성과 실현가능성을 높이 평가하였다. 국지적 기후변화 통제 및 피해저감 기술 개발(의제1-7)은 필요성과 혁신성, 수용가능성에서 대체적으로 높은 관심을 나타냈으며 불확실성 감소대책 의제군에서 가장 높은 미래지향성을 가진 것으로 나타났다.

표 6. 불확실성 감소 대책

도출의제	필요성	혁신성	융합성	실현가능성	미래지향성	수용가능성
국제분쟁 및 재난 요인의 광역감시체계 구축 및 조기발견 기술 개발과 국가 간 협력체계 구축	3.75	2.68	3.57	2.86	3.68	2.86
블록체인기반 스마트 통신 및 보안 기술의 개발	3.93	3.57	3.21	4.00	3.93	3.21
재난·재해·테러 시 개인용위해 관리 및 피해저감 기술	3.96	2.96	3.50	3.39	3.43	3.50
무인·원격 범죄 방지 대책 수립 및 법률 제정	3.89	3.04	3.29	3.68	3.57	3.43
유해물질 확산 실시간 감지 및 방제 기술 개발	4.11	3.36	3.18	3.68	3.57	3.75
위조, 변조 방지 기술 개발	3.61	3.11	3.04	3.71	3.29	3.46
국지적 기후변화 통제 및 피해저감 기술 개발	3.96	3.50	3.18	3.11	4.07	3.50
	3.89	3.17	3.28	3.49	3.65	3.39

제2 의제군인 에너지 및 자원고갈 대책에서는 우주생 활터전 개척을 위한 원천기술 개발(의제2-1)가 대체적 으로 낮은 평가를 얻어 아직까지는 우주와 관련한 기술 개발에 대해 다소 무심한 경향을 나타냈다. 반면 대체 에너지로 활용 가능한 재활용·재생기술 개발(의제 2-2)와 같은 경우는 다소 현실적인 의제로 필요성과 미 래지향성 척도에서 높은 평가를 받았고 그 결과 에너지 및 자원고갈 대책 의제군에서 가장 높은 종합점수를 획득하였다. 초소형·초경량 에너지원(연료전지 등) 개발 (의제2-3)도 설문에 응답한 융합연구자들 사이에서 높 은 평가를 받았으며 필요성, 실현가능성, 미래지향성이 높은 것으로 나타났다. 식량위기 대비 대체식량자원 개 발(의제2-4)같은 경우에는 다소 미래지향적이라고 보 는 편이었으나 연구자들 사이에서는 낮은 평가를 받았 다. 지속가능 대체에너지 기반 전력공급 그리드 개발 (의제2-5)의 경우 높은 미래지향성과 필요성, 실현가능 성, 수용가능성을 보였으나 다소 혁신성과 융합성에 있 어 낮은 평가를 받았다. 배양(cultured)된 식량 및 의료 용 장기 수확 관련 사회적 재정의 및 확장(의제2-6)은 미래지향성 항목을 제외하고는 전체적으로 낮은 평가 를 받은 것으로 나타났다. 제로에너지 스마트 건물 개 발(의제2-7)은 그 필요성과 미래지향성 측면에서 높은 평가를 받았다.

표 7. 에너지/자원고갈 대책

도출의제	필요 성	혁신 성	융합 성	실현 가능 성	미래 지향 성	수용 가능 성
우주생활터전 개척을 위한 원천기술 개발	2.48	3.07	3.22	1.96	3.44	2.04
대체에너지로 활용 가능한 재활용·재생기술 개발	4.30	3.44	3.41	3.63	4.19	3.89
초소형·초경량 에너지원(연료전지 등) 개발	4.15	3.52	3.26	4.11	4.00	3.78
식량위기 대비 대체식량자원 개발	3.48	2.78	3.07	3.30	3.56	2.96
지속가능 대체에너지 기반 전력공급 그리드 개발	3.89	3.30	2.96	3.67	4.04	3.52
배양(cultured)된 식량 및 의료용 장기 수확 관련 사회적 재정의 및 확장	3.22	3.07	3.04	3.07	3.52	2.96
제로에너지 스마트 건물 개발	3.85	3.33	3.44	3.44	3.89	3.37
	3.49	3.10	3.09	3.19	3.67	3.10

제3 의제군인 인간의 삶의 질 향상에서는 초정밀 인 공지능형 스마트 의료기술 개발(의제3-1)가 미래지향 성, 필요성, 혁신성, 실현가능성에서 높은 점수를 획득 하였고, 생애주기 별 인문·예술 기반 융합적 치료기술 개발(의제3-2)의 경우 의제군 내에서 가장 높은 융합성 을 가진 것으로 평가되었다. 웨어러블 로봇/기기를 통 한 장애극복과 노동시장 혁신(의제3-3) 또한 융합연구 자들이 높은 관심을 가지는 영역임을 알 수 있었다. 인 공지능기반 스마트 에코 도시 계획(의제3-4)는 전체적 으로 우수한 평가를 받는 의제임을 볼 수 있었다. 인간 의 삶의 질 향상 의제군에서 가장 높은 평가와 관심을 받은 의제로서 고령화 시대 웨어러블 기기를 활용한 실 시간 실버케어(의제3-5)는 필요성, 실현가능성, 미래지 향성 부분에서 가장 높은 평가를 받았고 융합연구자들 이 높은 관심을 보였다. 환자 맞춤형 나노 머신 치료 시 스템(의제3-6)과 개인 소장형 유니버설 의료 데이터 플 랫폼 개발(의제3-7)의 경우 다소 생소한 개념이거나 기 술적으로 현실성이 약한 이유로 두드러지는 관심을 받 지 못하였다. 디지털 융합시대 개인의 정신적 육체적 향상성 유지 프로그램(의제3-8)의 경우 혁신성과 융합 성에서는 높은 평가를 받지는 못하였지만 대체적으로 필요한 연구의제인 것으로 나타났으며 유전자 편집 및 조작과 관련 법규 제정(의제3-9)는 수용가능성 측면에 서는 평균적인 수준의 점수를 얻었으나 나머지 영역에 서는 높은 평가를 받았다. 생체 모사형 첨단기술 개발 (의제3-10)은 혁신성과 미래지향성에서 관심을 받았으 나 수용가능성 측면에 있어서는 다소 낮은 평가를 받았 다. 일상과 직무의 원격화, 자동화, 실감 미디어 화(의제 3-11)는 실현가능성 측면이 주목을 받았으나 전체적으 로 평균적인 점수를 기록했다.

표 8. 인간의 삶의 질 향상

도출의제	필요 성	혁신 성	융합 성	실현 가능 성	미래 지향 성	수용 가능 성
초정밀 인공지능형 스마트 의료기술 개발	3.93	3.62	3.34	3.66	4.00	3.48
생애주기 별 인문·예술 기반 융합적 치료기술 개발	3.93	3.24	4.03	3.69	3.79	3.52
웨어러블 로봇/기기를 통한 장애극복과 노동시장 혁신	3.97	3.79	3.79	3.93	3.97	3.45

인공지능기반 스마트 에코 도시 계획	3.69	3.52	3.69	3.45	3.90	3.28
고령화 시대 웨어러블 기기를 활용한 실시간 실버케어	4.21	3.24	3.62	4.00	4.00	3.93
환자 맞춤형 나노 머신 치료 시스템	3.66	3.31	3.17	3.48	3.79	3.38
개인 소장형 유니버설 의료 데이터 플랫폼 개발	3.31	3.38	3.28	3.45	3.41	2.97
디지털 융합시대 개인의 정신적 육체적 향상성 유지 프로그램	3.62	3.34	3.45	3.69	3.55	3.66
유전자 편집 및 조작과 관련 법규 제정	3.90	3.62	3.55	3.55	3.79	3.17
생체 모사형 첨단기술 개발	3.17	3.69	3.48	3.03	3.55	2.79
일상과 직무의 원격화, 자동화, 실감 미디어 화	3.31	3.03	3.00	3.59	3.41	3.45
	3.74	3.45	3.51	3.61	3.76	3.40

제4 의제군인 세계화의 가속화 대책에서는 4차 산업 혁명 대비한 융합적 교육 커리큘럼 개발(의제4-1)의 경우 높은 필요성을 나타냈다. 3D·4D프린팅을 기반으로 한 개인용 스마트 팩토리 대비 위·변조 기술 개발 및 저작권 강화(의제4-2)의 경우 실현가능성과 미래지향성을 제외한 나머지 항목에서는 평균적인 정수를 획득하였다. 지속 가능한 글로벌 융합산업 생태계 구축(의제4-3), 상생과 발전을 위한 통일국가 미래전략 수립(의제4-4), 융합적 감성 기술 산업 창출 전략(의제4-5), 다문화/인종경계 소멸 대비 문화적 감수성 향상 프로그램(의제4-6)는 전체적으로 비슷한 수준의 관심을 받은 것으로 나타났다. 국가 경계 붕괴 대비 超국가형 융합적 체제 구상(의제4-7)은 현 의제군에서 가장 낮은 평가를 받은 의제 중 하나로 나타났다. 맞춤형 마케팅 및 구축형 퍼스널 사이니지 관련 법체계 정비(의제4-8)의 경우에는 혁신성에서 다소 낮은 평가를 받은 것으로 나타났다. 한편, 미세플라스틱 및 잔류성 유기오염물질 규제 강화(의제4-9)는 그 필요성, 미래지향성, 수용가능성 측면에서 높은 평가를 받아 세계화의 가속화 대책 의제군에서 융합연구자들이 가장 관심 있어 하는 의제라고 볼 수 있었다.

표 9. 세계화의 가속화 대책

도출의제	필요성	혁신성	융합성	실현가능성	미래지향성	수용가능성
4차 산업혁명 대비한 융합적 교육 커리큘럼 개발	4.04	3.26	3.63	3.67	3.81	3.48
3D·4D프린팅을 기반으로 한 개인용 스마트 팩토리 대비 위·변조 기술 개발 및 저작권 강화	3.43	3.11	3.04	3.64	3.61	3.18
지속 가능한 글로벌 융합산업 생태계 구축	3.86	3.39	3.86	3.36	3.79	3.50
상생과 발전을 위한 통일국가 미래전략 수립	3.75	3.36	3.50	3.50	3.57	3.43
융합적 감성 기술 산업 창출 전략	3.75	3.61	3.93	3.54	3.64	3.46
다문화/인종경계 소멸 대비 문화적 감수성 향상 프로그램	3.82	3.29	3.61	3.75	3.82	3.64
국가 경계 붕괴 대비 超국가형 융합적 체제 구상	3.39	3.29	3.36	3.32	3.29	3.00
맞춤형 마케팅 및 구축형 퍼스널 사이니지 관련 법체계 정비	3.04	2.93	3.04	3.07	3.32	3.04
미세플라스틱 및 잔류성 유기오염물질 규제 강화	4.32	3.19	3.37	3.81	4.11	4.04
	3.71	3.24	3.45	3.49	3.63	3.39

V. 논의

미래유망기술을 토대로 도출된 의제가 얼마나 융합 연구의 관점에서 필요하며 수용가능한지, 혁신적이고 융합적인지, 미래지향적이며 실현가능한지 살펴보았다. 첫 번째 불확실성 감소대책 의제군에서는 통신 및 보안, 실시간 감지 및 방제, 통제 및 피해 저감과 같은 내용이 높은 평가를 받았다. 현재 첨단기술의 발전방향이 위해환경 속에서 위해환경 범위에 속한 인명을 보호하는 것뿐 아니라 구호나 방재활동을 하는 제공하는 사람에게도 첨단기술의 힘으로 위기상황을 벗어날 수 있도록 하려는 기술을 추구하는 방향이었다. 의제에 서술된 기술들은 모두 불확실한 상황 하에서 예방활동과 더불어 위기상황의 신속한 대응으로 인명의 희생을 줄이고 재산의 피해를 최소화하려는 노력이 융합연구자들의 관심을 얻은 것으로 보인다.

두 번째 에너지 및 자원고갈 대책 의제군에서는 대체 에너지, 재활용·재생기술과 초소형·초경량 에너지원, 지속가능한 대체에너지, 제로에너지처럼 현재 진행형인

미래의 대체에너지 개발과 관련해서 연구자들이 높은 관심을 보였다. 이는 초혁신기술을 바탕으로 적대적인 환경을 극복하기 위한 파생트렌드를 반영하는 것이다. 반면 우주를 대안적인 생활터전으로 인식하거나 식량과 관련한 의제는 에너지 관련 의제에 비해 다소 낮은 관심을 나타냈다.

세 번째 인간의 삶의 질 향상 의제군에서는 융합연구자들이 전체적으로 고른 관심도를 보이는 것으로 나타났다. 특히 초정밀, 인공지능, 스마트, 웨어러블 기기 등의 기술 활용에 대한 기대가 두드러진 것으로 보인다. 이들 의제에서 공통적인 부분은 고도화된 소비자 지향성을 바탕으로 수명연장과 건강·의료·치유를 바탕으로 한 인간의 삶의 질을 향상시키는 것에 대한 관심이 높고, VR/AR과 같은 실감미디어에 대한 활용이나 유전자, 생체모사형 첨단기술과 같은 내용은 아직 크게 현실적인 기대를 얻지 못하고 오히려 현실적이고 생활 밀착형의 의료, 힐링에 관한 내용이 호응을 얻었다.

마지막으로 세계화의 가속화 대책 의제군에서는 고도화된 소비자지향성과 도시거대화 및 집중화 대책이 주 내용으로 4차 산업혁명을 위시한 융합적 교육, 글로벌 융합산업 생태계, 융합적 감성기술 산업과 같은 의제들이 관심을 받았고 개인수준의 문제 해결 의제(개인용 스마트 팩토리의 위·변조 방지, 개인용 맞춤형 마케팅 등)은 다소 낮은 평가를 얻은 것으로 나타났다.

이를 토대로 융합연구자들의 관심사를 종합해 보면 불확실성의 예측과 보호(safeguarding) 및 회피, 신 에너지원이 개발과 활용, 혁신기술과 융합한 스마트 헬스케어, 분야의 경계가 허물어진 지속가능한 융합적 사회를 추구하는 경향을 볼 수 있었다.

VI. 결론 및 제언

1. 결론

서론에서도 다루었듯이 복잡한 사회문제의 출현으로 융합연구가 제시하는 대안적인 문제해결 방법에 거는 기대가 크다. 특히 우리나라가 이룩한 경제적·기술적 성취에 비해 저조한 국민들의 삶의 만족도는 분야와 학

계를 막론하고 삶의 질을 끌어올리기 위한 다양한 노력을 경주해야 할 것이다. 융복합연구를 통한 높은 경쟁력을 갖춘 유망기술 개발에 박차를 가해야 함은 물론이고 선제적인 사회문제해결을 위한 지속적 아젠다 발굴과 융합연구에 대한 지원의 확대 등 융합연구가 풀어나갈 다양한 과제가 산재해 있다. 본 연구에서는 미래 유망기술에 대해 다룬 다양한 문헌을 토대로 키워드를 도출한 후 핵심트렌드와 파생트렌드로 정리하여 분류하고 가상의 융합연구의제를 도출하였다. 핵심트렌드에서는 불확실성 감소, 에너지와 자원고갈 대책, 인간의 삶의 질 향상, 세계화의 가속화 대책과 같은 핵심트렌드를 도출하였고 이들 핵심트렌드와 더불어 무인화·자동화, 초혁신기술, 적대적 환경, 고도화된 소비자 지향성, 건강·의료·힐링, 도시의 거대화 및 집중화 대책과 같은 파생 트렌드를 도출하여 연결하였다. 이들 의제들은 현재진행형인 연구를 비롯하여 미래를 예측해 보기에는 이른 수준의 의제도 있었다. 본 연구를 위해 설문조사에 응답한 인문사회기반 융합연구를 수행하는 연구자들은 미래지향적인 의제들(우주생활터전 개척, 식량위기 대비, 배양된 식량, 생체모사형 첨단 기기)보다 가깝게 다가와 있는 에너지 고갈(대체에너지 재활용·재생기술, 혁신적인 소형·경량 에너지원 등)과 인간의 삶의 질 향상(웨어러블기기를 활용한 장애극복과 실버케어, 생애주기별 융합적 치료기술 등) 및 세계화의 가속화 부분(융합적 교육커리큘럼, 미세플라스틱 등 잔류성 유기오염물질 규제 등)의 의제에 더 높은 관심을 보이는 경향이 있었다. 또한 국가분쟁, 테러나 지능형 범죄와 관련한 의제에 있어서는 다소 낮은 관심을 보였는데 이는 한국의 일상적인 사회문제와는 다소 동떨어져 있는 추상적인 의제로 받아들여졌기 때문으로 판단된다. 이는 연구자가 인식하는 해당 의제가 기술의 실현 가능성, 사회적 문제의 시급성, 직·간접적 경험의 유무와 같은 심리적인 거리를 가지고 있기 때문이라고도 보인다.

2. 한계점 및 향후연구제언

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 의제도출을 위해 KISTEP의 과학기술예측조사(2017)를 바탕으로 연구를 진행하였으나 도출 가능한 의제의 범위가 다소

한정적인 부분이 존재한다. 예를 들어 매우 실험적인 연구개발을 수행하는 것으로 잘 알려진 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency: 미 국방고등연구계획국)의 연구주제를 바탕으로 의제를 도출하였다면 매우 다른 연구결과가 나왔을 수도 있고 NSF가 진행하고 있는 융합연구의 양상을 토대로 의제를 도출하였다면 또 다른 결과가 나왔을 수도 있을 것이다. 향후 연구에서는 폭넓은 기관의 연구주제를 바탕으로 의제를 도출하는 연구도 가능할 것이며 이를 한층 더 확장하여 의제가 제시하는 방향이 현재진행형, 근 미래, 혹은 먼 미래의 의제인지 자국 내 일상적인 문제인지, 혹은 타국에서 진행 중인 문제이고 국내 문제로 연결될 가능성이 있는지, 혹은 타국만의 문제인지에 따라 의제에 대한 평가는 갈릴 것이라고 예측된다. 둘째, 조사응답자들은 당시 한국연구재단의 인문사회기반 학제 간 융합연구를 진행 중인 연구자들이 대상이었는데 단순한 설문조사가 아닌 개별 도출의제에 대한 좀 더 자세한 설명과 이미지화 된 자료가 병행되었다면 각 도출의제에 대한 이해도를 높인다면 조사 참여도와 설문 회수율 또한 높일 수 있지 않을까 생각해 본다. 향후 연구에서는 좀 더 폭넓은 자료 풀(pool)에서 의제들을 도출하고 이를 자국과 타국 같은 지역적 원근, 시간적 측면(기술실현가능성), 연구자의 전공 유사도, 의제의 친숙성, 분야 전문성에 따라 항목화(categorization)하고 그에 따른 연구자들이 의제를 평가하는 반응을 Higgins가 제시한 조절초점이론(regulatory focus theory)[13]의 측면에서 바라본다면 흥미 있는 연구가 되지 않을까 생각해 본다.

참 고 문 헌

- [1] OECD, <http://www.oecdbetterlifeindex.org/>, 2020.02.20.
- [2] 산업융합촉진법, 제2조 1항.
- [3] J. Lind, "Ubiquitous Convergence : market redefinitions generated by technological change and the Industry Life Cycle," DRUID Academy Winter 2005 Conference, Jan 27-29, 2005.
- [4] M. Kodama, "Managing Innovation through Ma Thinking," *Systems Research and Behavioral Science*, Vol.35, pp.155-177, 2008.
- [5] National Science Foundation, "Converging Technologies for Improving Human Performance Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive Science," NSF/DOC-sponsored report, Kluwer Academic Publishers (currently Springer), Dordrecht, The Netherlands, 2003.
- [6] National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine, "Facilitating Interdisciplinary Research," Washington, DC: The National Academies Press, 2003.
<https://doi.org/10.17226/11153>
- [7] 융합연구총괄센터, *동향분석보고서* Vol.4, 2019.
- [8] C. Curran, *The anticipation of converging industries: A concept applied to Nutraceuticals and functional foods*, 2013. 10.1007/978-1-4471-5170-8.
- [9] 과학기술정보통신부, 융합연구정책센터, *제3차 융합 연구개발 활성화 기본계획 '18~'27*, 2018.
- [10] 김형진, 김은정, 이승연, "학제간 융합연구자의 시행착오 극복을 위한 성공적 융합연구 방법 제안," *문화와 융합, 한국문화융합학회*, 제40권, 제1호, pp.183-214, 2018.
- [11] S. K. Cho and K. H. Lee, "Facilitating Interdisciplinary Research - An Analysis of Grant Proposal Acceptance Rates in South Korea," *한국콘텐츠학회논문지*, 제18권, 제5호, pp.539-544, 2018.
- [12] 한국과학기술기획평가원, *제5회 과학기술예측조사*, 2017.
- [13] E. Higgins, "Promotion and Prevention: Regulatory Focus as a Motivational Principle," *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol.30, pp.1-46, 1998.

저 자 소 개

박 민 수(Minsu Park)

정회원



- 2008년 12월 : Texas A&M-Commerce (BPA/MBA)
- 2014년 8월 : 건국대학교 국제경영학과 마케팅 전공 (박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 융합연구총괄센터 전임연구원

〈관심분야〉 : 마케팅, 소비자 행동, 학제 간 융합연구

노 영 희(Younghee Noh)

정회원



- 2000년 2월 : 연세대학교 문학박사
- 2004년 9월 ~ 현재 : 건국대학교 문헌정보학과 교수
- 2011년 3월 ~ 현재 : 지식콘텐츠 연구소 소장
- 2017년 9월 ~ 현재 : 국제연구협력정보센터장

- 2017년 9월 ~ 현재 : 융합연구총괄센터 센터장

〈관심분야〉 : 국제연구협력, 지식콘텐츠, 정보시스템