

**미래 성장과 삶의 질을 종합적으로 고려한  
원천기술 개발 방향 설정 및 주요과제 도출 기획연구**

연구수행기관 : 과학기술정책연구원

한 국 연 구 재 단

# 제 출 문

한국연구재단 이사장 귀하

본 보고서를 “미래 성장과 삶의 질을 종합적으로 고려한 원천기술 개발 방향 설정 및  
주요과제 도출 기획연구”의 최종보고서로 제출합니다.

# 요약문

## □ 연구목적 및 목표

### ○ 연구배경 및 목적

- 연구개발 결과의 사회경제적 활용도를 높일 수 있는 연구기획 필요
- 미래사회 대응 원천기술 발굴 및 육성을 위한 단계적 탐색 추진
- (1차 연구) 미래사회전망과 중점 연구개발 분야 도출, 연구개발 추진체계 구축 방향에 대한 제언
- (2차 연구) 중점 연구개발 분야별 세부기술 발굴 및 추진전략 수립 (우선순위, 로드맵, 추진전략, 추진체계)

\* 본 연구는 1차 연구에 해당함

### ○ 연구목표

- 본 연구는 미래 한국사회 변화와 사회문제를 전망하고, 국가 미래전략 차원에서 지원되어야 할 '전략적 연구'의 연구주제를 발굴하고자 함

## □ 주요 연구내용

### ○ 전반적 연구는 크게 세 부분으로 나뉨

- 미래사회전망 분석
- 한국 미래사회 변화 및 주요 사회이슈 전망
- 미래사회경제적 수요에 대응하는 연구개발 주제 발굴

## [그림] 연구주제 발굴 수렴과정

자료: 연구진 작성

### □ 기존 연구의 한계와 본 연구의 차별성

#### ○ 기존 연구의 한계

- 선도적 기술 뽑기에 치중하여 연구개발 목적성이 부각되지 않음
- 발굴한 기술이 어떤 사회경제적 효과를 창출하는데 활용되어야 할 것인지, 그 목적성에 대한 고려가 취약함
- 미래사회 수요를 충족시킬 수 있는 ‘연구개발 전략’의 부재

#### ○ 본 연구의 초점

- 우리나라의 경우, 기술의 선진국 종속성을 극복하기 위해 ‘원천’기술의 확보가 절실한 상황으로 한국에서 ‘원천’적 성격은 처음부터 부여된 기술의 내생적 속성이 아니라, 전략적 필요에 의한 활용의 결과라 볼 수 있으며, 정부가 원천기술을 발굴 및 육성하는 경우 이는 국가의 ‘전략적 핵심기술’ 과 동일한 의미로 이해됨
- 원천기술은 선진적 기술 아이템 그 자체를 발굴하는 것이 아니라, 어떤 사회경제적 효과를 얻을 것인지(목표), 어떤 산업적 성장경로가 적합할 것인지 (전략)가 우선적으로 고려되어야 함

[그림] 본 보고서에서 사용한 사회적 수요를 ‘어떻게’ 충족할 것인지 고려하는 연구방법

자료: 연구진 작성

□ ‘전략적 연구’ 발굴 프로세스

○ ‘전략적 연구’ 는 다음 네 단계의 작업으로 진행됨

[그림] 전략적 연구 주제를 위한 단계별 과업

자료: 연구진 작성

□ 연구결과

○ 미래의 사회적 수요

[표] 사회트렌드 변화에 따라 필요한 지식과 기술컨셉(연구개발목적)

미래사회변화	추동요인	우려와 위험	사회적 수요
① 저출산 고령화			
고령화	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강에 대한 관심 증대</li> <li>의학발전, 생활수준 향상으로 기대수명증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고령화에 따른 복지수요증가와 재정부담</li> <li>생산가능인구 감소와 저성장</li> <li>고령자 빈곤 및 경제활동 기회 박탈</li> <li>사회적 소외</li> <li>초고령자 의료비용 부담</li> <li>연령, 소득, 지역 등에 따른 의료서비스의 격차</li> <li>지식·정보에 대한 물리적, 기능적, 이용 접근격차</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노쇠 예방</li> <li>고령친화적 시설, 제품 UI</li> <li>상시 건강관리시스템</li> <li>노인성 만성질환 예방 및 맞춤형 치료</li> <li>신체적 특성에 적합한 맞춤형 보조기기</li> <li>고령자 케어서비스</li> <li>고령자를 배려한 도시 구조 및 인프라 구축</li> <li>다양한 세대의 라이프스타일을 고려한 주거환경</li> <li>고령자를 위한 제품 다양화</li> <li>평생교육</li> <li>고령자, 청년 일자리</li> <li>세대갈등해소</li> </ul>
인구감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>취업난 심화</li> <li>일가족 양립부담증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산가능인구 감소와 저성장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일·가정 양립을 위한 유연한 조직문화 도입</li> <li>생애주기별 활동공간에서 발생가능한 안전사고 예방</li> <li>사회취약계층 안전사고 관리시스템</li> <li>학령인구 감소로 인한 학제, 교육구조 개편</li> <li>교육/학습형태의 다양화</li> </ul>
② 건강한 삶의 추구			
건강한 삶의 추구	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강에 대한 관심 증대</li> <li>만성질환자 증가</li> <li>IT, BT, NT 기술 발전</li> <li>환경/식품 영향으로 인한 건강유해인자 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>의료비 지출 증가</li> <li>평생건강 위험(만성질환)</li> <li>알려져 있지 않은 건강위험 (unknown risk)</li> <li>대기질 오염</li> <li>수자원 오염</li> <li>농작물 및 수산물 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속적이고 효과적인 건강관리 서비스</li> <li>건강유해인자 효과적 관리시스템</li> <li>만성질환 예방</li> <li>질병의 조기진단</li> <li>효과 빠르고 정확한 치료로 의료비 부담 및 신체적 손상 최소화</li> <li>질병으로부터의 빠른 회복</li> <li>IT, BT, NT 기술 활용의 부작용 저감/예방/예측</li> <li>IT, BT, NT 기술을 통한 치료의 정확성, 효과성 향상</li> <li>깨끗한 공기</li> </ul>
③ 초연결사회			
초연결사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 영상, 통신기술, 센싱기술의 발전</li> <li>소셜 미디어 유저의 증가와 온라인커뮤니티 세대의 부상</li> <li>Big Data 시장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>초연결 기반 빅데이터의 사유화 및 빅브라더 출현*</li> <li>데이터 유통과정에서의 오남용 위험 증가</li> <li>네트워크 해킹</li> <li>인터넷 네트워크를 활용한 초국가적 테러 조직의 확산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가상 공간에서의 사람간 연결성 확대</li> <li>저비용, 안정적 데이터 확산</li> <li>개인정보 보호</li> <li>Smart Mobility를 통한 이동성 강화</li> <li>Smart Work System을 통한 노동의 자유도 증가</li> <li>Smart Home System 을</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
	<p>확대</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable 기기 시장의 확대</li> <li>• 생산/유통 비용절감</li> <li>• 사업간 및 기술간 융합 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 클라우드형 인프라 증가에 따른 복합 대형 재난 증가</li> <li>• 정보격차 증대</li> </ul>	<p>통한 생활비용 저감 및 생활안전 증가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Education System을 통한 사용자 주도형 학습 강화, 교육불평등 저감, 학습효과 상승, 학습관리 효율성 증대</li> <li>• 고령층 사이버 범죄 취약계층에 대한 사전예방</li> <li>• 빅데이터 환경에서의 개인정보 보호 통합 보안 플랫폼 개발</li> <li>• 악성앱 작동 분석 및 스마트 단말 관리 체계를 구축하여 통합 사전예방 보안관리</li> </ul>
④ 도시화			
도시화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물류, 교통 등 생활인프라의 초연결 기반 네트워크화</li> <li>• 초연결 기반 네트워크화로 서비스 산업확대 및 도시 일자리 접근성 확대</li> <li>• 도시집중 및 도시규모확장 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급격한 도시화가 지역의 격차를 심화시켜 빈민가 발생 야기 우려</li> <li>• 메가시티로의 인구 집중으로 인한 도·농간 교육 격차 증대</li> <li>• 도시 집중화·거대화로 인한 인프라 운영, 관리 부담 증가</li> <li>• 환경오염 증가</li> <li>• 대기질 위험 증가</li> <li>• 생활안전위험 증가</li> <li>• 범죄위험 증가</li> <li>• 대도시 주거문제 악화</li> <li>• 도시규모는 증가하나, 개인화 경향이 심화되어 시민의 소외감 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 합리적 규모의 주거공간 및 공용 공간 확보(주거 건축, 디자인 등)</li> <li>• 주거편의시설 확보</li> <li>• 주거지역 소리, 빛 공해로부터 피해최소화</li> <li>• 주거지역 거주 시민들 간 교류 및 사회적 신뢰형성</li> <li>• 도시 간 네트워크를 통한 인프라 사용 편의성 및 비용저감</li> <li>• 깨끗한 공기, 물 공급</li> <li>• 주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산(전력, 물 등)</li> <li>• 도시 범죄발생 예방 및 신속대응</li> <li>• 교통혼잡으로 발생하는 사회·경제적 비용 절감</li> <li>• 환경과 안전을 고려한 교통 인프라</li> <li>• 주거 안전성 향상을 위한 노후 주택 재생</li> <li>• 고령자를 위한 주행 안전성 확보</li> </ul>
⑤ 기술			
나노융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT, BT 융합 가속화</li> <li>• 뉴로 정보활용 수요증가</li> <li>• 로봇 등 지능형 제조기기 및 서비스 기기수요 증대</li> <li>• 빅데이터 시장 확대</li> <li>• 모바일 수요증대로 초경량, 소형화 기술수요증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나노물질의 안전성 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 능력 확대</li> <li>• 학습, 육아, 가사, 간호, 취미 활동, 수술 등을 도와주는 맞춤형 로봇의 제조를 위한 나노융합 활용성 증대</li> <li>• 신산업을 통한 미래먹거리 창출</li> <li>• 신소재의 인체 및 환경 안전성 확보</li> <li>• 에너지 소모를 최소화하고 대량의 고속 정보처리 가능</li> <li>• 고감도 검지 및 표지치료</li> <li>• 신종 감염병을 조기 진단하고 치료할 수 있는 기술</li> <li>• 깨끗한 수자원 확보에 기여할</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
			<ul style="list-style-type: none"> <li>수 있는 고성능 저비용 나노기술</li> <li>새로운 제조 공정에 적합한 제도</li> </ul>
바이오 융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>IT, BT 융합 가속화</li> <li>신약, 줄기세포, 인공장기 개발 등 레드 바이오 기술의 발달</li> <li>에너지저장 기술 수준향상</li> <li>그린바이오 기술의 활성화</li> <li>GM 시장의 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인유전자정보 유출의 피해</li> <li>인공장기 시장의 확장</li> <li>불임 및 난임 문제</li> <li>GMO 안전성 문제</li> <li>개인 정보보안 위협</li> <li>과학기술에 대한 열린과학(open science)으로 인한 지적재산권 등의 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인유전자 정보에 따른 맞춤형 치료</li> <li>개인의 적성에 맞는 맞춤형 교육</li> <li>사고 또는 질병 시, 인공장기로 신체 기능 복원</li> <li>GM 작물에 대한 안전성 확보</li> </ul>
우주기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>통신기술의 발전</li> <li>고효율 에너지 및 에너지 저장기술</li> <li>우주산업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>막대한 발사, 유지비용</li> <li>우주공간에서의 생존을 위한 자원공급 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간과 비행체의 우주장기체류 (우주여행)</li> <li>우주비행 비용저감</li> <li>안전한 우주여행</li> <li>우주쓰레기 저감</li> <li>우주자원 이용</li> </ul>
⑥ 경제			
그리노믹스의 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품에 대한 수요 증가</li> <li>환경오염에 대한 경각심 증가</li> <li>기후변화에 대한 우려 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품에 대한 가격인상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품사용 접근성 확대</li> <li>제품생산 Lifecycle 전단계에 걸친 친환경 컨셉 적용</li> <li>전통 화학 공정의 친환경 바이오 공정으로 대체</li> </ul>
신흥국개도국의 부상	<ul style="list-style-type: none"> <li>선진국에서 개발도상국으로 투자 이동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우리나라 주력 기술 및 산업 경쟁력이 추월당할 가능성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 아날로그와 디지털 산업의 융합(이를 통한 차별화)</li> <li>주력산업(제조업 분야) 경쟁력 강화를 위한 핵심·원천 기술확보</li> </ul>
제조업 패러다임 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조업과 서비스업의 결합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전통적 제조 방식 고수로 인한 경쟁력 약화</li> <li>데이터 보관, 유통과정에서의 안전위험</li> <li>해킹을 통한 산업기밀 유출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>안정적이고 지속적인 자동화 시스템</li> <li>안전한 데이터 보관과 유통</li> <li>네트워크 Security</li> </ul>
저성장과 성장전략 전환	<ul style="list-style-type: none"> <li>고질적인 불황과 성장둔화</li> <li>디지털 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>청년 실업이 야기하는 고실업사회의 모습</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실업해소 수단으로의 생산형, 공장형 학교 기능 증대 및 전문 서비스 인력의 양성 기능 확대</li> <li>신 산업성장에 부응하는 새로운 형태의 학교(구글학교와 같은 기업형 학교)</li> <li>기업 주도의 사회적 기여</li> </ul>
글로벌 경제의 연결성 강화		<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 FTA 체결국의 지속적인 증가</li> <li>국제 금융시장의 다각화</li> <li>다국적기업의 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국제 노동시장의 확대 및 유연화</li> <li>인력 이동의 글로벌화에 따른 인력 시장의 변화</li> <li>핵확산 금지, 환경이슈에서의</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
		네트워크 활성화 • 인력이동의 글로벌화 • 거버넌스 개념의 확대 및 다양화 • 국제 노동인구의 이동 증가 • 글로벌 인재확보 경쟁의 심화	상호의존 증대 • 글로벌 거버넌스·파트너십 확대 • 인권·국제윤리의 강조 및 NGO의 역할 강화

⑦ 환경/자원

자원 감소	수자원	• 이상 강우, 기후 변화 및 개발로 인한 수자원의 감소	• 물 수요-공급 격차 심화 • 곡물 가격의 지속적 상승 및 식량 부족	• 지속적 물공급
	에너지	• 에너지 수급 불균형 • 에너지 수요 증가 및 비용 상승 • 화석연료 고갈	• 에너지 부족으로 인한 생활불편 및 생산성 저하 • 에너지 가격 상승	• 새로운 非(비)전통 자원 탐색 • 지속적 에너지 공급 (발전설비 확보, 수급예측, 예비율 확보) • 수요관리 • 주거형태 및 가족형태 등을 토대로 맞춤형 에너지 복지 • 단열 및 에너지 사용 효율적 건물
	식량	• 농작물 재배지와 생산량 변화 • 해양 어획량 감소	• 식량부족 • 식량가격 상승 • 식량의 무기화	• 지속적 식량공급 • 자연재해 피해저감
이상 기후	• 이상기후 • 오존층 파괴 • 대도시 및 개발도상국의 탄소배출 증가 • 환경오염 심화 • 무분별한 생물서식지 개발	• 이상기후로 인한 농작물 피해 • 이상기후로 인한 건강유해요인 증가 • 이상기후현상 (폭염, 폭설, 가뭄 등) • 생태계 변화 • 토양, 지하수, 하천수 오염 • 생물종의 감소 및 위협 • 생물종의 증가 • 열대우림 감소 및 사막화 확대 • 극지의 빙하 감소, 해안선 상승 및 식생대 변화	• 환경변화로 인한 피해발생 저감 • 녹조저감/예방 • 수질관리 • 대기오염관리 • 생물다양성 보존 • 탄소배출량 저감 • 전지구적 대응 • 이상기후에도 피해가 적은 농작물 재배	
건강 유해 요인 증가	• 식품 유해 요인 증가 • 생태계 변화 • 국가간 환경영향 증대	• 식품위해요인 증가 • 글로벌 온실가스 배출량 규제 관련 국가 간 협력 약화 • 대규모 자연재해 발생 빈도 증가 • 주변국 산업화 지속에 따른 미세먼지, 황사 등 대기오염 물질의 유입 증가 • 해양오염 심화와	• 먹거리 안전성 확보를 위한 농수산식품 통합 안전관리 • 농수산식품 위해예보 시스템 및 위해식품 조기경보 시스템 구축 • 개개인의 신체적 특성에 맞는 식 제품 다양화 • 기후변화로 인한 식중독 예방	

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
		수산물 오염 • 해양 유류 유출 사고로 인한 수산물 오염	
	환경내 유해물질 증가	• 글로벌 온실가스 배출량 규제 관련 국가 간 협력 약화 • 대규모 자연재해 발생 빈도 증가 • 주변국 산업화 지속에 따른 미세먼지, 황사 등 대기오염 물질의 유입 증가	• 도시 내 친환경 소재의 확산 • 친환경 소재 제품으로 구성된 일상생활환경(직장, 학교 등) • 실내 대기질 개선을 위한 대기오염 유발물질 관리 시스템 필요 • 환경호르몬 물질에 대한 유해성 및 친환경적 대응방안 마련 • 생활폐기물 처리시설 확충

⑧ 재해/재난 증가

바이오 유해인자 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시화</li> <li>공공안전 인프라에 대한 사회적 관심 증가</li> <li>바이오 기술활용 제품증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신종 감염병 출현과 감염병의 초고속 확산</li> <li>백신의 무기화</li> <li>바이오 유해인자 증가</li> <li>백신의 무기화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전염병 예방</li> <li>피해저감</li> <li>조기경보</li> <li>감염병 발생 주변국과의 네트워크 구축</li> <li>바이오 유해인자 조기발굴</li> <li>백신확보 및 접근성 확대</li> </ul>
도시형 복합재난	<ul style="list-style-type: none"> <li>사회인프라 노후화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노후화된 사회인프라로 인한 대형 재난 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노후화된 산업공단 정비</li> <li>노후화된 사회인프라 재구축</li> <li>국가기반시설 보호</li> <li>안전하고 신속한 도시 리모델링</li> </ul>
원자력 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시화</li> <li>에너지소비량 증가</li> <li>복합시설물 증가</li> <li>연쇄피해유발 유해물질 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원전 안전관리 이상</li> <li>노후 원전 사고</li> <li>핵폐기물 처리 안전관리 이상</li> <li>중국의 황해연안 원자력 발전소 이상</li> <li>대형 화학물질 사고</li> <li>대형 폭발사고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용 후 핵연료 처리의 안전성 확보</li> <li>핵폐기물의 안전한 처리</li> <li>원전사고 시 피해 복구</li> <li>방사능오염으로 인한 피해 방지</li> <li>방사능 및 유해화학 물질의 효과적이고 친환경적인 제거</li> </ul>
자연재해	<ul style="list-style-type: none"> <li>기상이변</li> <li>무분별한 토지사용과 자연훼손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기상이변에 따른 재해</li> <li>재난에 취약한 구도심에 피해발생</li> <li>주거지역, 소득에 따른 안전 불평등 심화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구도심의 재정비</li> <li>재해 발생시 신속한 대피</li> <li>주거지역 근린 대피시설</li> <li>지역기반 재해대응정보</li> <li>피해시설/설비 신속한 복원</li> <li>재해발생 후 신속한 일상생활로의 복귀(정신적 피해복구 포함)</li> <li>기상으로 인한 교통사고를 예방하고 대기오염으로 인한 건강 피해를 저감하기 위한 상세기상 관측·예측 시스템</li> <li>도심내 상습침수지역 등 기상재해 피해노출지역에 대한 관리기준 강화</li> <li>재해 발생 시 신속한 대응을 위한 의사결정 지원서비스</li> </ul>

자료: 연구진 작성

○ 미래사회전망-기술트렌드 연계 분석

- 고령화 : 전체적으로 data, access, health, population, life 등 5개의 주요 키워드를 중심으로 네트워크가 형성되어 있으며, 부가적으로 care, brain, assessment 키워드의 출현빈도가 높음
- 건강 : 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 도출하면, access, care, health, disease, food, monitoring, diagnosis 등이 제시됨
- 초연결 : 전반적으로 초연결/초지능사회 네트워크 맵은 data 키워드를 중심으로 형성되어 있어 데이터의 중요성이 강조되고 있음을 확인할 수 있으며, 특히 중요 키워드인 access, information, network 등에 직간접적으로 연결되어 있음. 특히, 데이터의 경우 비정형 데이터의 폭발적인 증가로 데이터 분석에 있어서 복잡성이 증가되고 있어 이에 대한 통합적인 분석방법 개발 필요성이 제시되고 있음
- 도시화 : 빈출도 및 밀집도가 높은 주요 키워드 7건을 도출하였고, 총 33058건의 링크 중 energy 2620건, city 1951건, risk 1729건, information 1672건, security 1588건, population 1565건, inequality 892건
- 산업패러다임 변화 : 출현빈도 및 중심성이 높은 economy, data/business, innovation, market, manufacture 등이 5개의 주요 키워드 네트워크를 형성하고 있으며, 부가적으로 blockchain의 출현빈도가 상당히 높은 것으로 나타남
- 환경 : 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 도출하면, climate, carbon, ecosystem/data, assessment, material, bio 등이 제시됨. 전체적으로 climate, carbon, green house gad, emission, air, pollution 등의 키워드들이 중심이 되어 핵심 네트워크를 형성하고 있으며, 부가적으로 water, resource, assessment 등이 하나의 네트워크를, ecosystem, material, bio 등이 각각 네트워크를 형성하고 있음
- 에너지 : 출현빈도 및 중심성이 높은 electricity, fuel, gas, infrastructure, crisis, battery, bioenergy 등이 주요 핵심키워드로 출현하여 네트워크를 형성하였고, 부가적으로 oil, electrification, hybrid 등이 주변부에서 하위 네트워크를 형성
- 재난 : 출현빈도 및 중심성을 기준으로 information, infrastructure, security, risk, crisis, network, inequality, protection 키워드의 연결성이 가장 높았으며, 네트워크 맵을 보면 크게 infrastructure, network, security, inequality, crisis 등을 중심으로 네트워크 형성

○ ‘전략적 연구’ 프로그램

[표] 사회트렌드 변화의 ‘전략적 연구’ 주제(중분류)

사회변화 트렌드		‘전략적 연구’ 주제(중분류)
① 저출산 고령화 - 고령화 - 인구감소		① 고령인구증가 ▷노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 ▷고령자 친화적 생활환경 조성 ▷고령자 사회적 참여증진
② 건강한 삶의 추구		② 건강한 삶의 추구 ▷국민의 건강권 수호 ▷건강 취약계층 건강서비스 향상 ▷감염병에 대한 피해예방과 저감 ▷개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스
③ 초연결사회	→	③ 초연결·초지능 ▷개인의 삶의 질 향상 ▷사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대 ▷인간과 기계의 협업 ▷재해/재난에 대한 대응력 강화 ▷온라인 신뢰도 향상
④ 도시화	→	④ 도시화 ▷도시의 이동성 및 연결성 강화 ▷도시의 지속가능성 강화 ▷도시형 재난에 대한 대응력 강화
⑤ 기술 - 나노융합 - 바이오 융합 - 우주기술		⑤ 산업패러다임 변화 ▷인간-자연 친화적 생산환경 구축 ▷수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 ▷자동생산시스템의 네트워크 안정성
⑥ 경제 - 그리노믹스의 활성화 - 신흥국개도국의 부상 - 제조업 패러다임 변화 - 저성장과 성장전략 전환 - 글로벌 경제의 연결성 강화	→	⑥ 기후환경변화 ▷월경성 환경문제에의 대응 ▷기후변화 및 자연자원 관리 ▷자원순환 ▷환경복지 및 기후변화 적응능력 강화
⑦ 환경/자원 - 자원감소 - 이상 기후 - 건강유해요인 증가		⑦ 에너지 ▷ 중단없는 전력공급 ▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 ▷ 신재생에너지 개발과 활용
⑧ 재해/재난 증가 - 바이오 유해인자 증가 - 도시형 복합재난 - 원자력 안전 - 자연재해		⑧ 재해/재난 ▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 ▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 ▷ 피해저감 ▷ 회복력 강화

자료: 연구진 작성

○ '전략적 연구' 세부 연구주제

[표] 사회트렌드 변화의 '전략적 연구' 세부 연구주제(소분류)

트렌드	R&D주제
① 고령인 구증가	▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 - (정의) 노년기 정신적, 신체적 건강을 지원하고, 노인성 질병에 대한 예방/건강관리(인프라 포함)를 위한 연구
	노년기 신체적 특성에 적합한 운동
	노년기 신체적 특성에 적합한 케어(요양)
	노년기 신체기능 저하 방지를 위한 보조기기
	노년기 우울증 및 정신건강 제고
	노년기 두뇌활동 증진
	질병예방 및 건강관리 관련 정보의 신뢰도 향상
	질병예방 및 건강관리 시설/제도 인프라 향상
	의료서비스 접근성 강화
	▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 - (정의) 고령자에 적합한 주거/교통/일상적 소비활동 등에 관련한 연구
	고령자 신체적/정서적 특성을 고려한 보조기기
	고령자 친화형 주거환경
	고령자 친화형 교통시스템
	고령자 친화형 이동수단
	고령자 친화형 교통서비스
	고령친화제품 사용자 인터페이스 증진
	▷ 고령자 사회적 참여증진 - (정의) 교육, 봉사, 여가 등 기타 사회적 활동을 지원하는 연구
	고령자 친화형 소셜미디어
고령자 친화형 문화컨텐츠	
고령자 교육컨텐츠 개발	
개인 상황 맞춤형 학습 플랫폼화	
② 건강한 삶의 추구	▷ 국민의 건강권 보호 - (정의) 국민의 일상적 생활환경에서 발생할 수 있는 질병예방과 위해요인 관리(만성질환 예방, 일상적 건강관리, 영양섭취, 식품안전, 화학물질 건강위험 관리 등)
	건강증진활동 지원 (운동, 영양개선 등을 위한 처방/기기사용/ 인프라 구축 등)
	4대 중증질환 극복
	생활환경 밀착형 화학물질 위해성 규명 및 위험관리
	식품 건강위해요인 규명 및 위험관리
	▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 - (정의) 노약자 및 장애인의 정신적/신체적 건강관리 및 신체적, 정신적 활동을 보조하는 연구 (예: 재활보조기기 등)
	취약계층 의료서비스 접근권 강화 (어린이, 노인, 장애인, 저소득계층, 의료취약지역)
	고령자 및 장애인 신체활동 보조기기 개발 및 사후관리
	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 - (정의) 동물과 사람 대상 전염병 확산의 신속한 진단/예방/대응 방안
	전염병 신속 진단
	전염병 전파경로 및 피해예측
	백신개발
	전염병 발생 및 확산 감시시스템
	▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스 - (정의) 빅데이터 및 유전정보 등을 활용하여 개인 맞춤형 의료 서비스를 지원
	질병예측/진단/치료 효율성 증대
	보건의료서비스 시스템 효율성 증대 (의료비 저감, 건강불균형 해소 등)

트렌드	R&D주제
	<p>희귀난치성 질환 진단 및 치료</p>
<p>③ 초연결·초지능</p>	<p>▷ 개인의 삶의 질 향상 - (정의) 사용자 개인의 특성을 고려한 개별 맞춤형 서비스 생산/제공</p> <p>사용자 개인에 최적화된 공공서비스 제공(교육, 복지/돌봄서비스, 방재, 치안 등)</p> <p>사회적 취약계층 사회참여 지원</p> <p>▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효용증대 - (정의) 사용자 수요에 최적화된 형태의 사회적 자원(교통, 에너지, 물 등의 주요인프라 및 공공데이터, 공개지식 등)활용</p> <p>개인 사용자 수요를 반영한 국가주요인프라(에너지, 교통, 물 등)의 공급과 관리</p> <p>공개지식과 공공정보 접근성 확대</p> <p>▷ 인간과 기계의 협업 - (정의) 사람-프로세스-데이터-사물 연결 시 발생하는 장애를 제거 및 안정적 연결망 유지</p> <p>인간능력 보완 (원격작업 지원, 신체취약성 지원 등)</p> <p>의사결정 지원 (데이터 수집/분석/예측 등)</p> <p>인간과 기계의 커뮤니케이션 증대 (시각화, 자연어 등)</p> <p>▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 자연적, 사회적, 복합적 재해/재난에 대한 예측 및 대응력 강화</p> <p>재해/재난에 대한 예측가능성 증대</p> <p>위험관리의 정밀화</p> <p>다양한 데이터의 통합적 분석 (비정형, 비구조적 데이터)</p> <p>▷ 온라인 신뢰도 향상 - (정의) 인터넷 네트워크 안정성 증대 및 데이터 보안</p> <p>해킹위험 저감</p> <p>데이터 유출 및 개인정보 보호</p> <p>네트워크 시스템 안정성 증대</p>
<p>④ 도시화</p>	<p>▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화 - (정의) 도시인프라와 빠른 운송을 통한 공유경제도달 기술</p> <p>도시 인프라의 공동사용</p> <p>스마트 워크시스템</p> <p>초고속 운송시스템</p> <p>스마트 교통시스템(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)</p> <p>▷ 도시의 지속가능성 강화 - (정의) 다양한 분야에 대한 도시변화 예측과 도시민 안전을 위한 도시인프라의 안정적인 운용을 포함하는 기술</p> <p>도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)</p> <p>주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산</p> <p>재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계</p> <p>▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 인구밀집과 인프라 노후화(산업단지, 도로교통시스템 등)로 인한 복합형 재난에 대한 예측, 예방, 대피 등을 지원하는 시스템기술</p> <p>재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보</p> <p>환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)</p> <p>정확한 재난발생 위치 파악</p> <p>실시간 지역대피 경로확보 및 훈련 (예: 시뮬레이션 등)</p> <p>다중자료융합 재난 및 피해예측과 모델링</p> <p>대형 구조물 자가진단 시스템</p> <p>무인재난대응 시스템 (로봇, 드론 등)</p>

트렌드	R&D주제
	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역 재난관리자원 비축 및 관리체계</li> <li>도시 재난취약지역/계층 안전성 향상</li> </ul>
<p>⑤ 산업패 러다임 변화</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축</li> <li>- (정의) 제조업 작업장에서의 인력의 변화된 제조환경에 대한 재교육 및 산업안전을 지원하는 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된 산업재해 안전관리</li> <li>인체유해환경 모니터링 이상상황 감지</li> <li>전문인력 양성</li> <li>인력 재교육</li> <li>환경유해물질 모니터링 및 이상상황감지</li> <li>위험대응 네트워크 구축(공장 내외 자원동원)</li> <li>작업장 환경의 자가진단 및 제어시스템</li> <li>자율적 에너지 관리 시스템</li> </ul> </li> <li>▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템</li> <li>- (정의) 개인화된 제조업으로 향할 수 있는 가변적인 제조 공정 라인 형성을 지원하는 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>가변 제조라인구축</li> <li>전 생산공정/시장/물류의 실시간 상황분석 및 예측</li> <li>수요자 맞춤 공정을 위한 세부공정모듈 연결/제어시스템</li> <li>가변적 생산시스템에 적합한 지능화된 조달/물류시스템</li> <li>빅데이터 기반의 사용자 행태/니즈 분석</li> </ul> </li> <li>▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성</li> <li>- (정의) 제조공정의 자동생산 시스템의 안정성 확보를 위한 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>자동생산시스템 실시간 통합 모니터링 및 자가진단 시스템</li> <li>자가 학습에 의한 오류복원향상</li> </ul> </li> </ul>
<p>⑥ 기후환 경변화</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 월경성 환경문제에의 대응</li> <li>- (정의) 미세먼지와 같은 월경성 환경위해요인 대응하기 위한 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안</li> <li>지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리</li> <li>노후석탄화력발전소 감축</li> </ul> </li> <li>▷ 물환경 지속가능성 제고</li> <li>- (정의) 수질, 수량, 수생태 관리를 위한 수자원 전주기 관리에 기여하는 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>기후변화 대응과 재난재해 관리 연계</li> <li>수생태계 변화 원인규명 및 영향분석</li> <li>이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가</li> <li>자연자원 DB 구축 및 가치분석</li> </ul> </li> <li>▷ 자원순환</li> <li>- (정의) 폐기물 관리, 원전해체, 친환경 에너지 활용 등에 기여하는 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>사업장 폐기물의 순환이용률 측정 및 모니터링</li> <li>폐기물 자원화</li> <li>원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리</li> </ul> </li> <li>▷ 환경복지</li> <li>- (정의) 노인, 어린이 등 민감계층의 건강위해요인 관리 <ul style="list-style-type: none"> <li>민감/취약집단에 대한 환경위해인자 파악</li> <li>환경위해물질 고위험집단에 대한 모니터링 공공시설 및 사회기반시설에 미치는 기후변화 영향 및 피해 예측</li> <li>기후영향에 대한 분야별/지역별/대상별 취약정보 관리 및 제공</li> </ul> </li> </ul>

트렌드	R&D주제
	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시지역 재해취약지 대상 위험지도 및 위험평가시스템</li> <li>실시간 이상기상, 대기환경 모니터링 및 조기경보 시스템</li> <li>환경평가 빅데이터 구축 및 활용</li> </ul>
⑦ 에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 중단없는 전력공급 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 대규모 정전 사태를 예방하고, 신재생에너지 저장/공급의 불안정성을 최소화하는 기술</li> <li>주요 인프라의 에너지 자체 생산시스템</li> <li>스마트그리드 구축</li> <li>저비용, 고성능 에너지 저장시스템</li> <li>분산형 전력시스템</li> </ul> </li> <li>▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 기존 연료기반 발전시스템의 효율성 및 환경피해저감, 기존 연료기반 제품, 건물 등의 에너지 효율성 증대(자체 에너지 생산 포함)에 기여하는 기술</li> <li>자동차 및 건물의 에너지 효율성 제고</li> <li>탄소포집 및 자원화</li> <li>원전 폐로 및 원전 안전운영</li> <li>화석연료 기반 발전시설 효율성 제고</li> <li>수송연료 전환</li> </ul> </li> <li>▷ 신재생에너지 개발과 활용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 새로운 에너지 원 개발, 신재생에너지 생산, 활용의 Lifecycle을 구축하는데 필요한 기술</li> <li>신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등)</li> <li>신에너지원 개발 (소형원자로, 초임계 이산화탄소 발전, 수소전지 등)</li> </ul> </li> </ul>
⑧ 재해/재난	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 지진과 같은 지구차원의 재해 실시간 모니터링 및 모델링을 지원하는 기술시스템</li> <li>원격탐사를 통한 실시간 연속 모니터링 시스템</li> <li>전지구 차원의 재난데이터 통합 모델링 및 시뮬레이션</li> </ul> </li> <li>▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 발생한 재해 및 재난에 대한 정보를 빠르고 공유하고 피해정도를 파악하는 기술시스템</li> <li>자율적 상황판단 탐색기기</li> <li>재난/재해정보 자동수집/전송</li> <li>관련 기관 간 정보공유시스템</li> <li>자연적, 사회적 유해인자의 복합적 상호작용을 고려한 피해예측 및 모델링</li> </ul> </li> <li>▷ 피해저감 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 피해 취약자를 위한 신속하고 정확한 경보 및 인명구조를 지원하는 기술시스템</li> <li>재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템</li> <li>신속경보 및 정보전달시스템</li> <li>신속한 인명구조</li> </ul> </li> <li>▷ 회복력 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (정의) 에너지 및 수도 등 주요인프라 손상을 빠르게 파악하고 신속히 복구하고, 정서적 지원까지 포함하는 기술시스템</li> <li>주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구</li> <li>피해시설 신속 복구</li> <li>피해지역 주민심리 치유</li> </ul> </li> </ul>

자료: 연구진 작성

# < 목 차 >

I. 서론 .....	1
제1절 연구개요 .....	1
1. 연구추진 배경과 목표 .....	1
2. 기존 연구의 한계와 본 연구의 문제의식 .....	2
가. 기존 미래사회전망과 유망기술 발굴 작업의 한계 .....	2
나. 본 연구의 문제의식 .....	5
3. 연구방법 .....	5
가. 연구방법의 차별성 .....	5
나. 연구개발목적 도출을 위한 방법론 .....	7
4. 주요 연구내용 .....	8
제2절 원천기술 관련 주요 이슈 검토 .....	10
1. 원천기술의 개념과 정책, 성과에 대한 논의 .....	10
2. 정부의 원천기술 육성사업을 둘러싼 주요 논점 .....	11
가. 원천기술 개념을 둘러싼 논의 .....	11
나. 원천기술 기획을 둘러싼 논의 .....	11
다. 원천기술 성과를 둘러싼 논의 .....	12
3. 본 연구의 주요 관점: ‘혁신의 절벽’을 넘기 위한 기술로서의 ‘원천기술’ .....	13
가. 유럽의 “Enabling Technology” 사례 .....	13
4. 본 연구의 주요 관점 .....	17
가. 원천기술에 대한 이해 .....	17
나. 기존 원천기술 지원사업의 한계 .....	18
다. 본 연구의 추진전략 .....	19
II. 미래사회 전망과 한국의 사회적 이슈 .....	21
제1절 글로벌 트렌드 .....	21
1. 미래전망 .....	21
가. 단기전망(향후 5년) .....	21
나. 장기전망(2035년)-7가지 트렌드와 3가지 불확실성 시나리오 .....	22
2. 글로벌 트렌드에서 한국적 맥락과 시사점 .....	24
가. 한국적 맥락에서의 5대 도전과제 .....	24
나. 글로벌 트렌드에서 비추어본 한국의 숙제 .....	29

제2절 국내에서 사회부문 변화 전망과 이슈 .....	30
1. 저출산·고령화 .....	30
가. 트렌드 분석 .....	30
나. 기대와 우려 .....	32
2. 건강한 삶의 추구 .....	33
가. 트렌드 분석 .....	33
나. 기대와 우려 .....	36
3. 초연결·초지능 사회 .....	37
가. 트렌드 분석 .....	37
나. 기대와 우려 .....	39
4. 도시화 .....	42
가. 트렌드 분석 .....	42
나. 기대와 우려 .....	42
제3절 국내에서 기술/경제/산업부문 변화전망과 이슈 .....	44
1. 기술 트렌드 .....	44
가. 나노·바이오 기술융합 .....	44
나. 우주 기술 .....	47
다. 기술발전에 대한 기대와 우려 .....	49
2. 경제·산업 .....	51
가. 그리노믹스의 활성화 .....	51
나. 신흥 개도국의 부상 .....	53
다. 제조업/산업 패러다임의 변화 .....	53
라. 저성장과 성장전략 전환 .....	58
마. 기대와 우려 .....	58
제4절 국내에서 환경/재해부문 변화전망과 이슈 .....	60
1. 환경/자원 .....	60
가. 기후변화 및 자원 변화 .....	60
나. 건강유해요인 증가 .....	61
다. 기대와 우려 .....	62
2. 재해/재난 증가 .....	65
가. 도시형 복합재난의 위험증가 .....	65
나. 자연재해 발생위험 증가 .....	65
다. 원자력 위험 증가 .....	66
라. 기대와 우려 .....	67
제5절 사회트렌드 변화에 따라 필요한 지식과 기술컨셉 .....	69

III. 분야별 부상하는 사회적 수요와 이에 연관된 과학기술 연구개발 동향(네트워크 분석) …	75
제1절 네트워크 분석개요 …	75
1. 분석 목적 …	75
2. 분석방법 …	76
제2절 네트워크 분석 결과 …	77
1. 사회부문 …	77
가. 고령화 …	77
나. 건강 …	80
다. 초연결사회 …	82
라. 도시화 …	86
2. 경제/산업부문 …	89
가. 산업 패러다임 변화 …	89
3. 환경/재해부문 …	91
가. 환경 …	91
나. 에너지 …	94
다. 재난 …	96
4. ‘전략적 연구’ 주제 후보 도출 …	98
IV. 결론과 제언 …	104
제1절 미래사회 사회적 수요 대응을 위한 ‘전략적 연구’ 주제 …	104
1. 설문조사 개요 …	104
2. 설문조사 결과 : ‘전략적 연구’ 주제 …	105
가. 전체 분석 …	105
나. 중분류 결과 분석 …	107
다. 소분류 결과 분석 …	109
제2절 미래사회 사회적 수요 대응을 위한 ‘전략적 연구’ 추진방안 제언 …	117
1. 원천기술의 개발정책 개선방향 …	117
2. ‘전략적 연구’ 주제별 세부기술 발굴 작업 추진을 위한 제언 …	118
참고문헌 …	120
부록 1. 분야별 네트워크분석 자료 …	126
부록 2. 전문가 설문조사 참여자 목록 …	151
부록 3. 설문조사지 …	152
부록 4. 전략적 연구주제별 세부기술 …	174

## <표 목차>

[표 1] KISTI 미래유망기술 목록 .....	2
[표 2] 과학기술예측조사에서 제시된 수요과학, 수요기술 .....	4
[표 3] 원천연구의 범위 .....	11
[표 4] 한국적 맥락에서의 당면과제 .....	25
[표 5] 정보소외계층의 정보 격차 지수 .....	32
[표 6] 10대 사망원인 순위 및 사망률 .....	34
[표 7] 초연결사회 구현을 위한 기술들 .....	39
[표 8] 나노바이오센서 시장 전망 .....	45
[표 9] 2015 NASA 기술 로드맵 - 14개 기술영역 .....	48
[표 10] 4차 산업혁명 주요 핵심기술이 제조업 가치사슬에 미치는 영향 .....	55
[표 11] 사회적으로 문제가 되었던 식품문제 .....	62
[표 12] 국내 에너지수입액 추이 .....	63
[표 13] 최근 10년 간('06~'15) 주요 자연재해 유형별 누적 발생 및 피해현황 .....	66
[표 14] 미래한국사회 변화전망과 사회적 수요 .....	70
[표 15] '전략적 연구' 주제 후보 도출 프로세스 .....	99
[표 16] 사회트렌드 변화의 '전략적 연구' 세부 연구주제(소분류) .....	100
[표 17] 설문조사 분야별 응답자 현황 .....	104
[표 18] 설문조사 평가항목 .....	105
[표 19] 설문조사 점수척도 .....	105
[표 20] 연구개발주제 중분류별 설문조사 결과 .....	105
[표 21] 연구개발주제 중분류별 설문조사 공공성 결과 .....	107
[표 22] 연구개발주제 중분류별 설문조사 중요성 결과 .....	108
[표 23] 연구개발주제 중분류별 설문조사 시급성 결과 .....	108
[표 24] ① 고령인구증가 소분류별 설문조사 결과 .....	109
[표 25] ② 건강한 삶의 추구 소분류별 설문조사 결과 .....	110
[표 26] ③ 초연결·초지능 소분류별 설문조사 결과 .....	111
[표 27] ④ 도시화 소분류별 설문조사 결과 .....	112
[표 28] ⑤ 산업패러다임 변화 소분류별 설문조사 결과 .....	113
[표 29] ⑥ 기후환경변화 변화 소분류별 설문조사 결과 .....	114
[표 30] ⑦ 에너지 소분류별 설문조사 결과 .....	115
[표 31] ⑧ 재해/재난 소분류별 설문조사 결과 .....	116
[표 32] 대분류 별 공공성, 중요성, 시급성 모두 중요하다고 평가된 항목 .....	116

## <그림 목차>

[그림 1] 사회적 수요와 미래유망기술 단순 매치하는 기존 방식 .....	6
[그림 2] 사회적 수요를 ‘어떻게’ 충족할 것인지 고려하는 연구방법 .....	6
[그림 3] 연구주제 도출 과정 상세 .....	7
[그림 4] 연구주제 발굴 수렴과정 .....	8
[그림 5] 전략적 연구 주제를 위한 단계별 과업 .....	9
[그림 6] 핵심기반기술의 ‘죽음의 계곡’을 건너기 위한 3가지 기둥 .....	16
[그림 7] 연구개발단계에서 원천연구의 위상 .....	17
[그림 8] 3가지 불확실성 시나리오 특징 .....	22
[그림 9] 이슈 수준으로 살펴본 3대 시나리오별 주요 트렌드 .....	24
[그림 10] 국제정세 안에서 한국적 맥락으로 살펴본 9대 도전과제 .....	29
[그림 11] 고령친화산업 세부 사업별 수요 제품(상)과 서비스(하) .....	30
[그림 12] 연도별 출생아 수 변동과 월별 출생아수 변동(2015,2015,2016) .....	31
[그림 13] 생산가능인구 감소는 경제활력 요인 .....	33
[그림 14] 2015년도 식품위해 원인요소별(좌), 세부원인요소 현황(우) .....	35
[그림 15] 사물인터넷 시장 전망 .....	37
[그림 16] 글로벌 빅데이터 시장 전망 .....	38
[그림 17] IT 산업의 주요 전력소비 분야 .....	41
[그림 18] 농가소득/도시근로자가구 소득 비율 .....	43
[그림 19] 전세계 농경지 비율 .....	46
[그림 20] 전 세계 우주산업 분야별 규모 .....	48
[그림 21] 태양광의 발전단가·발전용량 변화 속도 .....	52
[그림 22] 세계/선진국(Advanced)/개발도상국(EMDE) GDP 성장(2012-2019) .....	53
[그림 23] 최근 기술과 사업모델의 혁신 사례 및 관련 이슈 .....	54
[그림 24] 스마트 제조R&D 로드맵의 10대 핵심 시나리오와 기술적용 사례 .....	56
[그림 25] 해외 기업의 빅데이터 분석 활용 주요 사례 .....	56
[그림 26] 제품-서비스 통합(Servitization) .....	57
[그림 27] 총 부가가치 대비 제조업, 서비스 비중 추이 .....	59
[그림 28] 주요도시 PM2.5의 표준측정결과 추세('08~'12) .....	61
[그림 29] 대형기술시스템 붕괴시 통합적 파급효과 인과지도 .....	67
[그림 30] 복합재난피해의 예(화산폭발) .....	68
[그림 31] 사회변화 트렌드 분석 프로세스 .....	69
[그림 32] 고령화 관련 네트워크 맵 .....	77

[그림 33] 건강 관련 네트워크 맵 .....	80
[그림 34] 초연결/초지능사회 관련 네트워크맵 .....	83
[그림 35] 도시화 관련 네트워크맵 .....	86
[그림 36] 산업패러다임 변화 관련 네트워크 맵 .....	89
[그림 37] 환경/기후 관련 네트워크맵 .....	92
[그림 38] 에너지 관련 네트워크 맵 .....	94
[그림 39] 재난/재해 관련 네트워크맵 .....	96
[그림 40] 연구개발주제 중분류별 설문조사 결과 .....	106
[그림 41] 전략적 연구 발굴 프레임 .....	118
[그림 42] 세부기술을 구분하는 세가지 차원 .....	119

# I. 서론

## 제1절 연구개요

### 1. 연구추진 배경과 목표

□ 연구개발 결과의 사회경제적 활용도를 높일 수 있는 연구기획 필요

- Catch-Up 시대를 벗어나, 선도형 기술을 확보하기 위한 원천기술 R&D의 중요성은 점차 커지고 있으나, 연구결과의 사회·경제적 기여도를 높일 수 있는 방안에 대한 모색은 아직 매우 저조한 편임
- 최근 원천기술과 관련한 해외 국가의 정책흐름을 보면, 기술적 요소의 변화 트렌드 그 자체 뿐만 아니라, 사회적 변화를 수용하고자 하는 노력이 한층 강화되고 있다는 점을 볼 수 있음
- 이러한 점은 원천기술을 통해 생산-소비의 방식을 광범위하게 변화시키는 파괴적 혁신을 추구하며, 또 한편으로는 기술의 성과확산을 용이하게 하기 위한 전략이라고 볼 수 있음

□ 미래사회 대응 원천기술 발굴 및 육성을 위한 단계적 탐색 추진

- 이에 본 연구는 원천기술을 통해 경제성장과 국민의 삶의 질 향상에까지 광범위하게 긍정적 영향을 미칠 수 있도록 하기 위한 연구개발 전략 및 추진체계 구축 방안과 관련한 연구를 진행하되, 그 기간과 범위를 고려하여 1차와 2차로 나누어 진행하기로 함
  - (1차 연구) 미래사회전망과 중점 연구개발 분야 도출, 연구개발 추진체계 구축 방향에 대한 제언
  - (2차 연구) 중점 연구개발 분야별 세부기술 발굴 및 추진전략 수립 (우선순위, 로드맵, 추진전략, 추진체계)

\* 본 연구는 1차 연구에 해당함

□ 연구 목표

- 본 연구는 미래 한국사회 변화와 사회문제를 전망하고, 국가 미래전략 차원에서 지원되어야 할 '전략적 연구'의 연구주제를 발굴하고자 함
  - 본 연구에서는 미래사회 대응측면에서 중요한 연구개발 주제를 'R&D 프로그램' 수준에서 제시하며, 향후 후속연구에서 세부기술을 발굴하여 로드맵을 제시하게 됨

## 2. 기존 연구의 한계와 본 연구의 문제의식

### 가. 기존 미래사회전망과 유망기술 발굴 작업의 한계

□ 국가전략차원의 기술발굴보다는 단기성과에 치중

- 4차 산업혁명의 시기라 일컫는 시기에 장기적 관점에서 사회의 지속적 발전과 글로벌 경쟁력 확보를 위한 연구개발사업이 국가전략 차원에서 필요하나, 정부는 단기적 성과를 낼 수 있는 사업에 치중하는 경향이 있음

□ 선도적 기술 뽑기에 치중하여 연구개발 목적성이 부각되지 않음

- 기술공급적 관점에서 유망기술 발굴작업이 이루어져, 기술의 선도성에 과도하게 큰 비중을 두었음
  - 그동안 선도적 기술을 선정하면, 기술의 ‘원천성’이 충족되는 것으로 이해되었음
- 발굴한 기술이 어떤 사회경제적 효과를 창출하는데 활용되어야 할 것인지, 그 목적성에 대한 고려가 취약함
  - 연구개발프로그램으로 연구영역화를 시도하였으나, 연구목적이 드러나지 않음
- 사례로서, KISTI에서 제시한 ‘미래유망기술’을 보면, 프로그램 단위에서나 세부기술 단위에서 모두 기술 그 자체를 발굴한 것일 뿐, 그 기술을 개발해서 얻고자 하는 사회경제적 효과가 함께 고려되어 있지 않음
  - 정부주도로 육성하고자 하는 미래유망기술 또는 미래유망 원천기술은 사회경제적 목적성과 전략성이 드러나야 함

[표 1] KISTI 미래유망기술 목록

프로그램 명	세부기술	page	프로그램 명	세부기술	page
신체증강 휴먼 [P01]	생체조직(피부, 장기) 및 인공뼈의 대체물질로 사용가능한 나노세라믹 재료	1	미래 초연결 지능통신 [P08]	신뢰내재 정보중심 네트워킹 기술	30
	인공장기용 바이오 연료전지	2		AI기반 자율네트워킹 기술	31
	의료용 인체삽입형 광원 기술	3		포그 기반 산업용 사물인터넷	32
	감각기능을 갖춘 인공 근골격	4		실리콘포토닉스 초고속 광통신기술	33
	인공 시각, 인공 청각, 인공 와우 등 인공감각기 개발 기술	5		초고속 가시광 통신 기술(Li-Fi)	34
웰니스 (개인) 맞춤형 관리 [P02]	오믹스 정보기반 질환 예방 및 관리 기술	6	미래교통 시스템 [P09]	테라헤르츠(100G~1Tbps) 무선통신 기술	35
	영양유전체학을 활용한 개인맞춤형 식품	7		지능형 교통 시스템 V2X 기술	36
	건강 모니터링을 위한 인체이식 나노칩	8		차량사고 사전 방지 지능형 자동차	37
	자기진단 및 약물투여용 웨어러블 칩	9			

프로그램 명	세부기술	page	프로그램 명	세부기술	page	
인공 장기 바이오 [P03]	유사장기(오가노이드)	10	재난감지 및 대응기술 [P10]	스마트 하이웨이	38	
	바이오 프린팅(Bio Printing)	11		밀리미터파를 이용한 위험물 탐지기	39	
	동물 실험 대체를 위한 인공 실험체 개발 기술	12		화학물질관리서비스(CMS)	40	
	생착 및 생체내 동화를 통한 재생기능 향상 기술	13		원격탐사 장비를 활용한 실시간 지각 변동 감시 및 지진발생 예측 기술	41	
	면역거부 반응이 없는 인공 피부	14		응급구난 양방향 자동 송수신 기술	42	
뇌기능 향상 기술 [P04]	원격 뇌파 검사기	15		화재시 인명수요 등 건물 내 재실탐지기	43	
	뇌 인지기능 규명 기술	16		지진층 건물붕괴 시 매몰자 탐지 기술	44	
	뉴로피드백/BMI	17		해양 조난자 등 위치 탐지 기술	45	
극한환경 적응형 4D소재 [P05]	환경감응 색상, 온도 등이 변하는 가변형 소재	18		그린 에너지 하베스팅 기술 및 지능형 저장 소재	46	
	스텔스 기술	19		극초임계압 발전시스템	47	
	가변형 도전성 전자파 차폐소재	20	플라이휠(Flywheel) 에너지 저장 기술	48		
차세대 자동차용 초비강도 소재 [P06]	자동차 차체 경량화용 소재기술	21	에너지 저장 기술 [P11]	상변화 물질에 의한 열에너지 저장기술	49	
차세대 로봇 [P07]	인지아키텍처 기반 인간로봇상호작용 기술	22		열, 진동, 소음등의 전기에너지전환 에너지 하베스팅 기술	50	
	인간형(휴머노이드/안드로이드) 로봇	23		비리튬계 에너지저장장치 이용 및 운용 기술	51	
	작업자 안전을 보장하는 협동 로봇	24		급속 충전 ESS 용 All-Liquid-State Metal Battery	52	
	극한/험지 환경 작업 로봇	25		스마트 하우스 [P12]	지능형 모바일하우징 기술	53
	CPS 기반 고신뢰 정밀제어 로봇	26			인공지능기반 웰빙 하우스 기술	54
	협업 다개체 로봇 지능 공유 컴퓨팅기술	27				
	텔레이그지스틴스 로봇	28				
	휴먼증강 스마트 웨어러블 로봇	29				

출처: KISTI 미래유망기술, 2016

□ 미래사회 수요를 충족시킬 수 있는 ‘연구개발 전략’의 부재

- 미래사회의 사회적 수요 발굴로부터 바로 미래유망기술 도출이 이루어짐
- 이 경우, 사회적 수요를 어떻게 충족시킬 것인가에 대한 ‘How’ 가 상실된 채, ‘What’ 에만 치중하는 한계가 있음
- 사례로서, 2017년 과학기술 예측조사를 보면, 우선 미래사회 변화전망과 주요이슈를 도출한 후, 바로 이슈해결에 요구되는 과학기술 목록을 제시함

[표 2] 과학기술예측조사에서 제시된 수요과학, 수요기술

주요 이슈(40)	사회경제적·과학기술적 <sup>1)</sup> 수요(주요 예시)
사회인프라 노후화로 인한 대형 재난 발생 가능성	노후 인프라 수명 연장 기술
공공안전 인프라에 대한 사회적 관심 고조	위성 통신 기반의 국가 재난망
원자력 안전성	고준위 폐기물 영구처분
식품 안전성	RFID-스마트폰 연계를 통한 식품 이력 추적
기후 변화로 인한 생태계 변화	생태계복원기술
첨단 생명공학 기술 적용 범위	병원성 미생물 및 바이러스에 대한 on-site 판별
뉴로 정보의 활용	기억 저장 및 변경
기후 변화 대응을 위한 물관리 고도화	저비용 해수 담수화
친환경 산업구조로 재편	신재생에너지 채산성 확보
디바이스간 지능화된 의사소통	디바이스 자가 진단 기술
무인로봇 부대 등 국방체계 변화	국방분야 AI 알고리즘
가사 및 서비스 로봇의 대중화	가사·비서·기사·육아 등 개인 지원 로봇 서비스
자동화 시스템의 확산과 부작용	ICT 기반 자동화 시스템 오류 복원 기술
무인 이동체로 인한 물류 및 교통 체계 개편	무인 이동체와 기존 교통체계가 공존
백신의 무기화	Universal 백신* 개발
초고속 이동을 위한 운송시스템 개편	초고속 이동체 용 최첨단 소재 개발
자원의 무기화	희토류 등 희귀 자원의 대체 소재 개발
식량의 무기화	내고온 내재해성 품종개발
신재생 에너지 개발 보급 확대	생산성이 높은 바이오에너지 작물 개발
새로운 非(비)전통 자원 탐색	비전통연료** 탐사 및 채굴
가상 공간에서의 사람간 연결성 확대	오감만족 가상현실 기술
데이터의 빠른 확산 및 막대한 정보 유통	거짓 정보 판별을 위한 가용 데이터 선별
초연결 기반 빅브라더 출현	자기 정보의 통제를 가능하게 하는 기술
IT 기술을 이용한 범죄	디지털 포렌식*** 기술의 고도화
교육 체계 개편	가상현실 기술의 고도화를 통한 온라인 교육
도시 집중화·거대화 문제	실시간 도시 교통, 물류 관리 시스템
전통적 제조 방식의 전환	3D프린터 소재 기술 고도화
고속련 정밀 제조 및 첨단 제조 기술의 중요성	IT·SW 기반 공정 혁신
우주 항공 산업 성장	태양광 비행기 등 성층권 대상 기술
재해 피해 최소화화를 위한 대응	ICT기반 자동 복원 기술
우리나라 주력 기술이 추월당할 가능성	아날로그와 디지털 산업의 융합을 통한 차별화
산업간 및 기술간 융합 가속화	NBIT**** 융합연구 활성화
신소재, 나노물질 등의 안전성 문제	나노 등 신소재의 인체 및 환경 안전성 측정
고령층 대상 산업 기회 확대	고령층 대상 사용자경험(UI) 개발
고품질 의료 서비스에 대한 수요 확대	DNA분석을 통한 개인별 질병 예측 고도화
불임 및 난임 문제	습관성 유산 원인 파악 및 치료
감염병 확산 속도 증가 및 신종 감염병 출현	변종 바이러스 여부의 신속한 판별
남북한 격차의 지속적 심화	북한 비대칭 전력 무력화
양성평등 가치의 실현	가사의 자동화를 통한 가사 노동 경감
자아 중심으로 거주 및 가족 개념 변화	1인가구 형태에 적합한 서비스 및 상품

\* 백신 하나로 계절 독감과 신종플루 등 다양한 인플루엔자에 대한 폭넓은 예방효과가 있는 백신

\*\* 기존 화석연료 채굴방법이 아닌 새로운 기술 개발로 채굴되고 있는 자원(예, 셰일가스)

\*\*\* PC, 휴대폰 등 각종 저장매체 또는 인터넷 상의 디지털 정보를 분석해 범죄 단서를 찾는 수사기법

\*\*\*\* NT+BT+IT의 약자로 나노바이오정보기술을 의미

자료: 국가과학기술심의회(2017) 제5차 과학기술예측조사 결과(안)

1) 표에는 사회경제적·과학기술적 수요로 되어 있는데, 이는 제도개선/정책수립과 같은 수요를 수용하기 위한 표제로 보임

## 나. 본 연구의 문제의식

### □ ‘원천기술’ 은 국가의 ‘전략적 핵심기술’

- 우리나라의 경우, 기술의 선진국 종속성을 극복하기 위해 ‘원천’기술의 확보가 절실한 상황이며, 이를 위해서는 정부가 정책적으로 미래적 가치를 갖는 기술에 대한 전략적 발굴과 육성이 필요함
- 원천기술이 광범위한 영역에서 활용되는 기반적 성격을 가지고 있으나, 기술의 맹아적 생성단계에서는 그 활용범위가 실제로 광역화 되어 기반적 성격을 가질지의 여부를 선형적으로 판단할 수 없음
- 원천기술의 ‘원천’적 성격은 처음부터 부여된 기술의 내생적 속성이 아니라, 전략적 필요에 의한 활용의 결과라 볼 수 있으며, 정부가 원천기술을 발굴 및 육성하는 경우 이는 국가의 ‘전략적 핵심기술’ 과 동일한 의미로 이해됨

### □ ‘원천기술’ 발굴 시, 연구개발의 목표과 전략이 가장 우선적으로 정립되어야 함

- 어떤 기술이 국민의 일상생활, 산업적 발전, 환경개선 등에 핵심적으로 관여하는지 여부는 ‘기술적’ 가능성으로서만 존재할 뿐, 실제 광범위한 확산이 되기 위해서는 산업적 측면, 사회적 수용성 측면에서 다양한 장애들을 극복해야 함
- 따라서 원천기술은 선진적 기술 아이템 그 자체를 발굴하는 것이 아니라, 어떤 사회경제적 효과를 얻을 것인지(목표), 어떤 산업적 성장경로가 적합할 것인지 (전략)가 우선적으로 고려되어야 함

## 3. 연구방법

### 가. 연구방법의 차별성

#### □ 기존 미래사회전망과 유망기술 도출 관련 연구의 방법론

- 기존 연구에서는 사회적 수요를 도출 한 후 바로 이에 대응하는 미래유망기술을 매치시키는 방식을 적용 (‘What’에 초점을 둠)
- 연구개발프로그램은 도출된 세부기술을 유형화하여 분류한 것으로, 프로그램 상에서 연구개발의 사회경제적 목적성을 알기가 어려움

## [그림 1] 사회적 수요와 미래유망기술 단순 매치하는 기존 방식

자료: 연구진 작성

### □ 본 연구의 방법론

- 본 연구에서는 사회적 수요를 충족시키기 위해서 연구개발을 ‘어떻게(HOW) 할 것인가’를 우선적으로 고려하고, 연구개발 목적성을 제시하는데 초점을 둠
- 이를 위해 다음과 같은 항목을 네트워크 분석, 자료분석, 전문가 회의 등을 통해 검토하고, 미래사회의 사회문제 해결에 필요한 연구개발주제를 도출함
  - 사회적 수요를 발생시키는 구조적 요인, 대응과정에서 나타날 수 있는 사회적 문제 등을 고려하여 어떤 문제의 해결에 정부의 개입이 가장 요구되는가?
  - 누구를 정책의 수혜 대상으로 할 것인가?
  - 또는 시급한 투자가 필요한가?

## [그림 2] 사회적 수요를 ‘어떻게’ 충족할 것인지 고려하는 연구방법

자료: 연구진 작성

## 나. 연구개발목적 도출을 위한 방법론

### □ 전략적 연구주제 도출을 위한 연구개발목적에 중점

- 앞서 연구개발 전략 제시가 필요하다고 하였으나, 본 연구에서는 연구개발 전략수립에 요구되는 세부 항목들 중, 향후 세부기술 발굴에 연관성이 큰 ‘연구개발 목적’ 제시에 중점을 두었음
  - 연구개발 전략수립을 위한 세부 기술의 우선순위 등에 대한 판단은 향후 후속과제에서 진행하되, 본 연구의 최종결과물인 ‘전략적 연구’주제 후보들에 한해서는 전문가 설문조사를 통해 공공성, 필요성, 시급성을 가늠해 봄
- 연구개발 목적 도출을 위해서 네트워크 분석, 국가 주요 아젠다 분석, 국내 주요정책에 대한 검토의 작업이 이루어짐
  - \* 단, 국가주요 아젠다 분석 및 국내주요정책 검토결과는 보고서 집필의 편의상 제 2장 제2절에 한국의 사회변화 편에 종합적으로 제시함

### [그림 3] 연구주제 도출 과정 상세

자료: 연구진 작성

## 4. 주요 연구내용

### □ 주요 연구내용

- 전반적 연구는 크게 세 부분으로 나뉨
  - 미래사회전망 분석
  - 한국 미래사회 변화 및 주요 사회이슈 전망
  - 미래사회경제적 수요에 대응하는 연구개발 주제 발굴

### [그림 4] 연구주제 발굴 수렴과정

자료: 연구진 작성

□ 단계별 과업

- 각 단계에서의 결과물은 ‘전략적 연구’ 주제의 대분류, 중분류, 소분류의 항목으로 귀결 됨
- 제1단계에서는 두 가지 작업이 이루어짐
  - 기존에 발간된 미래사회 전망자료를 분석하여 미래사회 트렌드를 8개 분야 제시로 나누고, 각 분야의 사회적 기대와 우려, 사회적 수요를 제시 (대분류)
  - 국가 주요 아젠다분석, 정책 동향 검토, 전문가 의견수렴 등을 통해 주요 연구개발 영역 도출 (중분류)
- 제2단계에서는 인공지능 기반의 전문자료 검색 툴인 ‘Shaping Tomorrow’를 활용하여 발굴된 자료를 토대로 한 네트워크 분석과 전문가 의견수렴을 거쳐 ‘전략적 연구’ 주제 후보 도출 (소분류)
- 제3단계에서는 전문가 의견수렴(설문조사)을 통해 ‘전략적 연구’ 주제를 발굴, 제시함
- 세부기술 발굴은 후속연구에서 추진하되, 기존 유망기술 도출 연구작업에서 제시되었던 미래유망기술들을 ‘전략적 연구’주제 소분류 항목과 매치시켜 세부기술(안)으로 제시함
  - 향후 후속연구에서 세부기술을 도출할 시, ‘전략적 연구’주제 후보들에 대한 검토도 함께 이루어질 수 있도록 함 (세부기술(안)은 “부록3 전략적 연구주제별 세부기술”에 제시됨)

[그림 5] 전략적 연구 주제를 위한 단계별 과업

## 제2절 원천기술 관련 주요 이슈 검토

### 1. 원천기술의 개념과 정책, 성과에 대한 논의

#### □ 현재 통용되고 있는 원천기술의 개념과 일반적 특성

- 현재 통용되는 원천기술의 개념은 2009년 “원천연구개념 및 비중산정(안)”에서 제시된 “제품이나 서비스를 개발하는 데 필수불가결한 독창적인 기술로서 지속적으로 부가가치를 창출하고 다양한 기술 분야에 응용이 가능한 기술”
- 원천기술 3대 기본특성
  - 1) 독창성으로 다른 기술에 의존하지 않는 신규성
  - 2) 핵심성으로 어떤 제품을 생산하는 데 있어 없어서는 안 될 필수성
  - 3) 혁신성으로 다수의 응용기술을 만들어 낼 수 있는 생산성
- 원천기술의 일반적 특성은 5가지로 제시(국가과학기술위원회 운영위원회, 2009: 2-3)
  - 1) 창조적인 기술로 선행특허가 거의 존재하지 않는 기술
  - 2) 연구결과물이 원천특허 확보 또는 기술 선점의 효과가 큰 기술
  - 3) 기술·경제적 파급효과가 매우 큰 고위험·혁신형 기술
  - 4) 민간투자가 어렵고 공공부문이 담당하여 발전시켜야 하는 기술
  - 5) 개발연구의 바탕이 되는 과학적 탐구 기반의 선도형 기술

#### □ 국외와 국내의 원천연구의 개념

- 원천연구는 원천기술을 개발하기 위한 연구활동으로, 원천기술을 확보하기 위한 전략으로서 한국에서 처음으로 도입한 개념
- 원천연구개념 및 비중산정(안)에서는 주로 기초·응용연구 영역에서 이루어지는 별도의 원천연구 개념을 인정할 필요성을 제기
- 반면에 국제적으로 통용되는 원천연구 개념은 존재하지 않음
- OECD Frascati Manual에서는 연구개발단계를 기초·응용·개발의 3가지로 분류, 기초연구는 순수기초연구와 목적기초연구로 구분
- OECD 일부 국가에서 전략연구 개념을 제안한 바 있으나, 회원국 간 이견이 존재하여 결론은 도출되지 않은 상태(김용정 외, 2011: 5)
- 최근에는 기초연구와 원천연구가 기초·원천연구라는 하나의 영역으로 분류
- 기초연구와 응용연구의 교차영역에 해당하는 연구로서 장래 원천기술 개발을 목적으로 하는 목표지향적·전략적 연구로 개념이 새롭게 정의되어 활용(소아영·이남우, 2016: 27)

[표 3] 원천연구의 범위

OECD 분류	기초연구		응용연구		개발연구
	순수기초연구	목적기초연구			
영국 기준	순수기초연구	목적기초연구	전략응용연구	특정응용연구	-
원천기술 범위	-	원천연구		-	
주요 연구성과	논문 등	논문, 개념특허 등	원천특허, 기술이전, 시작품 등	제품, 기술지도, 표준특허 등	-

자료: 국가과학기술위원회 운영위원회(2009), 원천연구개념 및 비중산정(안), p. 2; 미래창조과학부(2014), 원천기술개발사업 실적 성과 중심 평가관리 강화방안, p. 1.

## 2. 정부의 원천기술 육성사업을 둘러싼 주요 논점

### 가. 원천기술 개념을 둘러싼 논의

#### □ 원천기술 개념의 모호성

- 원천연구는 선도형 혁신체제를 구축하고, R&D 투자의 전략성을 제고하며, 연구결과의 사회·경제적 기여도를 높이기 위하여 정부R&D에서의 규모와 비중이 점차 증가하나, 원천기술 개념은 명시적이지 않고 구체성이 결여되어, 어떠한 연구를 원천연구라고 정의할 수 있을지에 대한 개념혼란이 발생할 수 있음
- 또한, 원천기술의 3대 기본 특성은 사후적으로만 판단이 가능하므로, 연구기획 및 수행 단계에서 ‘원천연구’가 가져야 하는 개념적 특성으로 적합하지 않음

### 나. 원천기술 기획을 둘러싼 논의

#### □ 뚜렷한 연구개발 목표 설정이 미흡

- 국가주도 공공기초원천연구 지원 시, 투자의 효율성을 높이기 위해서는 뚜렷한 사회경제적 목표 설정을 통해 연구성과를 제고해야 하나, 현재 정부사업의 목표제시는 대부분 기술개발 그 자체에 초점을 두고 있음

#### □ 공공과 민간의 역할구분 모호

- 민간R&D도 개발연구의 비중이 70%에 달하여 개발연구에서 민간과의 중복투자가 우려 (국가과학기술심의회 운영위원회, 2016a: 1-2)
- 2015년 “정부 R&D 혁신방안”에서는 정부가 민간이 하기 힘든 장기, 기초·원천연구에 집중할 것을 천명

- 재난·우주·국방·에너지 등 시장실패 보완 분야 및 중장기 성장동력 등 글로벌 경쟁력 확보가 필요한 분야에 집중한다는 것으로, 출연연의 미션을 명확화하여 기업이 수행하기 어려운 원천기술 개발을 통해 미래성장동력 창출 등 국가적 도전과제를 해결하는데 집중(관계부처 합동, 2015: 2)
- 또한, 사회적 문제해결을 위한 융합기술 연구를 본격 추진하는 가운데, 고령친화, 장애극복, 질병·비만 조기진단, 재해·안전 분야 등에 대한 기초·원천 기술개발을 확대 지원(국가과학기술심의회 운영위원회, 2014: 17)
- 국가주도 공공기초원천연구사업에서는 삶의 질 향상, 사회적 이슈 해결 등 공공기초연구 지원을 강화하여 정부 R&D의 사회적 기여도를 제고하는 것을 목적으로 해야 함
  - 이를 위해 지구온난화, 환경오염, 지진 등 전지구적 차원의 문제 해결에 기여할 수 있는 R&D 사업을 발굴·지원하고, 광우병, 조류독감, 해양 기름유출 등 현안 문제 해결을 신속히 지원할 수 있는 연구지원체제를 구축(국가과학기술위원회 운영위원회, 2009: 12)

#### 다. 원천기술 성과를 둘러싼 논의

##### □ 성과활용도가 낮음

- 기초·원천연구가 양적으로 투자규모가 증가하고 있지만, 반면에 질적 수준과 성과활용 실적이 낮다는 측면이 지적
  - 원천연구 과제는 비원천연구 과제보다 특히 생산성이 미흡한데, 원천연구 과제의 100억 원 당 특허등록건수는 5.85건으로 비원천연구 과제(8.58건)에 비해 낮은 수준
  - 또한 우수특허를 분석한 결과, 원천연구 과제가 비원천연구 과제에 비해 양적·질적 측면에서 모두 미흡(김용정 외, 2011: 14-15)
- 기초연구와 원천연구, 상용화연구의 성과를 연계할 수 있도록 연구단계별 특화된 지원과 연결을 실시(관계부처 합동, 2015: 5)

##### □ 원천기술 기술사업화 및 신산업 창출을 위한 사업 추진에 대한 기대와 우려

- 미래수요·시장선점 가능성이 큰 융합기술을 조기에 개발·사업화하여 10년 내에 신산업을 창출하는 ‘신산업 창조 프로젝트’를 추진하는 사업을 시도(국가과학기술심의회 운영위원회, 2014: 15-16)
  - 미래수요 및 환경변화 전망을 토대로 R&D에서 사업화까지 지원하는 신산업 창조형 융합 R&BD 과제를 도출
  - 이를 위해 유망 융합기술 발굴부터 기술이전(또는 창업)까지 기술사업화 전 과정을 지속적으로 지원할 수 있는 전문관리기관의 기능을 강화

- 그 밖에도 대형 융합 연구사업의 성과활용 촉진을 위한 기술컨설팅 지원, 기술이전 강화, 중소기업에 이전된 대학·공공 연구기관의 우수 특허기술의 공동개발을 통한 사업화 촉진, 인큐베이팅 R&D 확대 등 기술사업화 역량 강화를 위한 지원을 확대(국가과학기술심의회 운영위원회, 2014: 15-16)
- 원천기술에서도 기술사업화가 강조되는 경향에 대한 우려도 존재
  - 윤별아(2016)는 단기적 전략이 이슈가 되면서 과학기술기본계획 등의 중장기계획이 조정되는 경우과학기술기본계획이 과학기술과 관련한 최상위 계획이지만, 실제 부처에서는 활용하지 않고 자체 분류체계 등을 활용하는 경우가 많은 실정가 다수 발생한다고 지적
  - 중장기계획 하에 매년 시행계획이 수립되지 않고 있는데, 기술사업화와 같은 더 큰 단기적 전략이 강조되면 10년 로드맵 목표가 바뀌는 상황도 발생

### 3. 본 연구의 주요 관점: ‘혁신의 질벽’을 넘기 위한 기술로서의 ‘원천기술’

#### 가. 유럽의 “Enabling Technology” 사례

##### □ 유럽의 핵심기반기술 선정

- 2009년 EU 집행위원회는 경제성장과 고용을 창출하며, 기후변화와 같은 주요 사회적 도전을 해결하기 위하여 핵심기반기술(key enabling technologies)을 선정
- 핵심기반기술로 선정된 분야는 마이크로-나노 일렉트로닉스, 신소재, 산업바이오기술, 광학, 나노기술, 첨단제조시스템으로, 이들 기술은 혁신을 가능하게 하고, 부가가치를 제공하며, 유럽의 전략적 가치사슬 속에서 광범위한 제품응용의 기반이 되는 기술 빌딩 블록(technology building block)의 역할을 수행(European Commission, 2012b: 8-9; European Commission, 2015: 10)

##### □ 유럽의 핵심기반기술 정의와 실행

- 핵심기반기술은 높은 R&D 집약도, 빠른 혁신주기, 높은 자본지출과 고속런 고용과 관련된 지식집약적 기술로 정의
  - 이 기술은 프로세스, 상품, 서비스 혁신을 경제 전반에 걸쳐 가능하게 하며, 수렴·통합을 향한 트렌드 속에서 다학제적이고 많은 기술분야를 가로지름(European Commission, 2009: 1)
- 2009년에 EU가 핵심기반기술을 정의한 것은 이들 기술이 유럽의 산업·혁신 역량을 강화할 잠재적인 영향력을 지님
  - 특히 스마트하고 지속가능하며 포용적인 유럽의 성장에 불가분한 산업적·기술적 기반을 개발하는데 핵심적인 역할을 수행(European Commission, 2011: 10)

- 로보틱스, 스마트 섬유, 전기자동차, 경량 소재, 스마트폰 등은 모두 위 핵심기반기술 분야에서 파생된 것으로 볼 수 있음

○ 핵심기반기술의 조합은 보다 향상된 제품의 핵심 속으로 들어가는 것임

- 가령, 전기자동차는 배터리에 대한 향상된 소재, 전력전자장비의 마이크로전자 구성요소, 저전력 조명의 광학, 저마찰 타이어의 산업 바이오테크놀로지와, 전기차를 경쟁력 있는 가격으로 생산하도록 하는 향상된 제조 시스템의 조합으로 볼 수 있음

- 핵심기반기술을 완성하는 것은 미래의 혁신적 제품을 유럽 내에서 생산할 수 있도록 하기 위해 전적으로 요구되고, 그러므로 유럽 산업의 경쟁력을 위한 전략적 우선순위가 됨 (European Commission, 2011: 10-11).

○ 핵심기반기술은 전략적 섹터들에서의 혁신의 기반이 되며, 새로운 제품과 서비스를 제공하기 위한 핵심적 역할을 수행

- 이들 기술은 에너지, 제조업, 화학, 환경, ICT, 소비재 등과 같은 섹터들을 걸쳐 와해성 기술의 개발에 공헌하고, 생산적이고 경쟁력 있으며, 에너지·자원 효율적인 경제에도 기여

○ 핵심기반기술의 완성과 적용은 상당한 경제적 효용을 가져올 것으로 예상

○ 혁신적 소재·공정·기술·응용을 통해 산업에서의 기술의 사용의 다양성을 확장시키며, 에너지·자원 효율성에 기여(European Commission, 2011: 12)

□ 핵심기반기술이 유럽에 미치는 영향

○ 핵심기반기술은 유럽 시민들의 삶의 질, 유럽 경제의 경쟁력, 지속가능한 직업의 창출에도 영향

○ 게다가 자동차, 항공우주, 공학, 화학, 섬유, 건축, 인프라, 농업, 헬스케어 등 유럽이 비교우위를 점하고 있는 여러 응용영역에서의 공정·제품·서비스를 변화시키는 중심에 핵심기반기술이 자리하고 있음

○ 또한 성장과 고용, 순환경제, 스마트시티, 청정기술, 바이오경제 등과 같은 EU의 우선순위와 목표는 핵심기반기술이 완성되어 전용되지 않으면 시행될 수 없음

○ 그러므로 핵심기반기술은 재산업화를 실현하고 사회적 도전을 극복하는데 기여(European Commission, 2015: 10-11)

□ 경제성장과 고용을 위한 핵심기반기술의 역할

○ 2012년 EU 집행위원회는 “A European strategy for Key Enabling Technologies - A bridge to growth and jobs”를 통해 경제성장과 고용을 위한 핵심기반기술의 역할을 다시 천명

- 핵심기반기술은 혁신의 원천이나, R&D에서 제품실증까지 소요되는 기간이 길고 리스크도 높기 때문에 공공투자가 매우 중요

- 또한 핵심기반기술은 자본집약적이고 생산공정이 복잡하여 적절한 투자가 이루어지지 못하고 있는 실정
- 그에 따라 EU는 핵심기반기술의 연구에서는 선도적 위치에 있으나, 이를 상업화로 연결하지 못한다는 문제가 대두
- 이러한 문제를 극복하기 위한 방안으로 핵심기반기술에 대한 투자확대를 권유하는 한편, 자원의 균형적이고 효과적인 분배를 위한 통합적 접근이 제시
- 기존에는 핵심기반기술 R&D 정책이 파편적으로 실시되고 있어, 목표를 효과적으로 달성하지 못하였으므로 R&D 및 상업화의 전 단계에 걸쳐 EU 지역정책가보조, 유럽투자은행(EIB), 국제협력 강화, 숙련, 시장정보 수집 등의 측면에서 통합적 접근이 이루어져야 하며, 그 새로운 전략으로 네 가지 축을 기반으로 함(European Commission, 2012a: 4-16)
- 1) EU 정책수단의 수정과 능률화
- 2) 시너지 효과 및 상호보완성을 달성하기 위한 EU 및 회원국 정책의 보다 나은 조정
- 3) 효과적 집행을 보장하기 위해 EU 집행위원회 내외부에 적절하고 헌신적인 거버넌스 구조 수립
- 4) 공정한 경쟁과 국제적 수준의 활동을 보장하기 위한 기존 무역수단의 동원

#### □ Horizon 2020에서의 핵심기반기술

- 2014년의 “For a European Industrial Renaissance”에서도 핵심기반기술이 글로벌 가치사슬을 재정의하고, 자원효율성을 증진하며, 국제적 노동분업을 재형성한다는 잠재성을 인식
- 연구결과의 상업화를 촉진하기 위하여 Horizon 2020은 지금까지보다 시장근접형 프로토타입 및 프로젝트 시연에 대한 투자를 확대
  - 또한 핵심 산업영역에서의 민관협력(public-private partnerships)을 Horizon 2020의 핵심요소로 설정하여, 민간투자가 확대될 수 있는 발판을 마련할 것을 제시
- 이를 실현하기 위한 방안으로서 배터리, 소재, 생산 등의 영역에서의 핵심기반기술 프로젝트를 식별
- 기술적 인프라에 대한 중소기업의 범유럽적인 접근을 촉진하며, EIB와의 MOI 가능성 등을 검토(European Commission, 2014: 9-10)

#### □ 죽음의 계곡을 극복하기 위한 핵심기반기술의 역할

- 핵심기반기술에 대한 전문가 그룹(High-level Expert Group on Key Enabling Technologies)은 과학적 지식을 상업적 제품·서비스로 전환되지 못하는 ‘죽음의 계곡(valley of death)’ 현상이 유럽에서의 혁신에 관한 주요한 문제점으로 지적

- 이를 극복하기 위해 1) 기반연구를 기술로 전환하는 기술연구 지원, 2) 기술을 제품 프로토타입으로 전환하는 제품시연 및 개발 지원, 3) 제품을 상업적으로 생산하기 위한 첨단 제조업 및 대량생산이라는 3개 축의 다리 모델(three-pillar bridge model)에 기반하여 권고사항을 제시
  - 1) 산업지원을 위한 유럽의 기술 인프라 강화
  - 2) 핵심기반기술 파일럿 라인(pilot line), 시연활동의 강화
  - 3) 새로운 EU의 정책수단을 통한 제조업에 대한 막대한 투자
  - 4) 유럽 수준에서 지역적 스마트 전문화 전략(smart specialization strategies)의 가속화
  - 5) 지속가능하고 경쟁력 있는 유럽을 위해 핵심기반기술과 사회적 도전을 결합
  - 6) 유럽의 이해관계의 무역투자협정(trade and investment agreement)에서의 조응 보장
  - 7) 다목적의 잠재력을 지닌 핵심기반기술의 완전한 적용
  - 8) 유럽의 혁신 잠재성을 보장하기 위한 핵심기반기술 관련 스킬에 대한 투자
- 특히 새로운 제조기술과 사이버-물리 시스템을 통해 인더스트리 4.0이라고 불리는 네트워크 중심 생산이 도입되면서, 핵심기반기술은 인더스트리 4.0을 추동하는 불가분한 요소가 되고 있음
- 그에 따라 전문가 그룹은 모든 공공조직이 핵심기반기술에 대한 유럽의 전략을 채택하여, 이 기술의 잠재력을 완전히 달성할 수 있도록 통합적 접근을 실시할 것을 요구하였음(European Commission, 2015: 11·60-72)

**[그림 6] 핵심기반기술의 '죽음의 계곡'을 건너기 위한 3가지 기둥**

자료: European Commission(2015), p. 11.

## 4. 본 연구의 주요 관점

### 가. 원천기술에 대한 이해

□ ‘원천기술’은 국가의 ‘전략적 핵심기술’

- 우리나라의 경우, 기술의 선진국 종속성을 극복하기 위해 ‘원천’기술의 확보가 절실한 상황이며, 이를 위해서는 정부가 정책적으로 미래적 가치를 갖는 기술에 대한 전략적 발굴과 육성이 필요함
- 원천기술이 광범위한 영역에서 활용되는 기반적 성격을 가지고 있으나, 기술의 맹아적 생성단계에서는 그 활용범위가 실제로 광역화 되어 기반적 성격을 가질지의 여부를 선형적으로 판단할 수 없음
- 원천기술의 ‘원천’적 성격은 처음부터 부여된 기술의 내생적 속성이 아니라, 전략적 필요에 의한 활용의 결과라 볼 수 있으며, 정부가 원천기술을 발굴 및 육성하는 경우 이는 국가의 ‘전략적 핵심기술’과 동일한 의미로 이해됨
- 원천기술의 경우 통상 특정 제품이나 서비스를 개발하는 과정에서 요구되는 핵심적인 기반기술을 의미
  - 이와 관련하여 다양한 정의가 존재하나 (구)교과부의 정의에서 알 수 있듯이 일반적으로 최종적 제품이나 서비스를 개발하는데 요구되는 핵심적 기술, 그리고 타 분야의 응용활용이 가능한 기술로 정의하는 것이 공통적 맥락임

“교육과학기술부는 원천연구를 “제품이나 서비스를 개발하는데 필수불가결한 독창적 기술로서 지속적으로 부가가치를 창출하고 다양한 기술분야에 응용이 가능한 기술을 개발하는 연구활동”으로 정의하였다“

출처: 연구개발 단계별 개념 정립에 관한 연구, 한국과학기술한림원, 2010

- 이러한 통상적 의미를 조금 더 면밀히 살펴보면 연구개발 단계에서 기초연구와 응용연구 사이에 위치하고 있다고 볼 수 있음

### [그림 7] 연구개발단계에서 원천연구의 위상

자료: 서관길, 기초연구비비중산정매뉴얼개정방안연구, 한국연구재단, 2010

- 서관길(2010)에서 알 수 있듯이 원천연구는 기초연구와 응용연구의 사이 정도의 위상에 있으며 이 의미는 목적기초연구 및 전략응용연구의 성격을 갖추고 있다고 이해할 수 있음
- 목적기초연구로서의 특성을 포함하고 있기 때문에 단순히 이론 및 원리를 연구하는 순수기초연구와는 차별화됨
- 또한 전략응용연구로서의 특성을 포함하고 있어, 특정 제품 및 서비스에 특수하게 요구되는 기술이 아니라 다양한 응용분야에 적용가능성을 갖추어 활용성이 높다는 특징을 내포함

#### 나. 기존 원천기술 지원사업의 한계

- 현재 우리나라의 원천기술에 대한 인식은 일반적으로 특수한 응용개발연구를 수행하기 위한 선행기술개발의 관점에서 접근
  - 이러한 이유로 주로 기초연구 혹은 기반연구로서의 의미에서 원천기술연구를 바라보는 경향이 발생
  - 결과적으로, 원천기술은 어떠한 응용개발연구의 수행을 위해 기초연구적 측면에서 진행되어야 한다는 맥락으로 방향성 정해짐
  - 하지만, 원천연구는 본래의 의미를 재고해볼 때, ‘수많은 후속기술들이 창출될 수 있는 연구(연구개발 단계별 개념 정립에 관한 연구, 한국과학기술한림원, 2010)’로 이해하는 것이 바람직하다고 볼 수 있음
  - 그 이유는 기초단계, 응용단계, 개발단계에 이르는 연구개발 프로세스 전반에 걸쳐 원천연구개발이 필요한 영역이 존재하기 때문임
  - 이 때 각 연구개발단계에 원천연구의 전략응용기술로서의 의미가 응용개발단계로 갈수록 높아진다는 특징적 차이만이 존재한다고 보는 것이 원천기술에 대한 올바른 인식이라 할 수 있음
- 경제성장형 연구개발투자의 연장선상에서 원천기술연구가 다루어짐으로서 다양한 경제 사회적 목적달성에 한계
  - 우리나라의 연구개발투자는 주로 신성장동력의 발굴 및 신시장 창출이라는 경제적 파급효과 중심으로 이루어져왔음
  - 이 과정에서 연구개발투자의 우선순위가 경제성장에 필요한 기술의 응용개발연구를 기준으로 관련 원천기술개발단계까지 케스케이딩(Cascading)되도록 로드맵을 구축
  - 이러한 접근법으로 인해 사회문제를 해결한다거나, 국민의 편익을 제고한다거나 등의 삶의 질관련 기술개발에 상대적으로 투자가 미흡
  - 결과적으로 이러한 과정은 원천기술연구를 미래먹거리 창출에 도움이되는 전략적 미래기술중심으로 편향되도록 하고 있음

- 목적지향의 관점에서 용처에 따른 다양한 기술활용을 고려해야 할 필요가 있으나, 현재 전통적 기술분야 중심의 원천기술개발 추진
  - 원천기술의 특성으로 언급한바와 같이 원천기술은 다양한 기술의 활용성을 전제로 하고 있는 전략응용기술로서의 성격을 내포하고 있음
  - 이러한 전략응용기술로서의 특수성은 결과적으로 제품 및 서비스의 개발과정에 이르기까지에 필요한 기능을 구현하여야 한다는 의미
  - 즉, 최종적 활용단계에서 필요한 기능을 구현한다는 것은 명료한 목적성을 갖추고 있어야 한다는 것이며 이는 목적을 중심으로 범분야적 기술의 융합이 요구된다는 것임
  - 하지만 현재 원천기술의 개발방향은 전통적인 기술분류상에서 그 근간이 되는 핵심적 원천기술이 무엇인지 판단하여 중점추진기술을 선정하고 있어, 궁극적으로 목적에 부합하는 원천기술의 확보에 한계를 가짐

목적지향 원천기술의 예 - 4차산업 대응형 해양드론기술

기존방식: 위 기술에 대응하는 원천기술의 개발을 위해 해양드론에 필요한 핵심기반기술을 원천기술로 정의하고 이를 중심으로 연구개발을 진행함. 즉 센싱기술, 양방향통신장치, 인공지능연산기술 등의 형태임

목적지향형 원천기술개발 방식: 4차산업 대응형 해양드론이 활용되는 활용시나리오(비즈니스모델)을 고려해보면 드론이 어군탐지, 선박이동정보를 센싱해서 IoT로 항만에 정박중인 어선, 경비정에 네트워크로 통신이 가능하도록 구현되어 있어, 항만 정박중인 어선이 명태를 잡으려면 어디로 이동해야하는지를 해양드론의 인공지능이 판단하여 '명태가 현재 남쪽 15키로 지점에 있으니, 당신이 위치한 곳에서 출발해서 명태를 잡으려면 남남서 방향으로 30노트 속도로 30키로 이동하면 어군을 만날 수 있다'는 식으로 네비게이팅을 할 수 있어야 함

즉, 이 사례상에서 볼 때 이를 달성하기 위한 원천기술은 단순히 센싱기술, 통신기술이 아니라, 센싱-인공지능-IoT가 융합된 형태로서 위 시나리오를 지원할 수 있는 복합적 기능구현에 필요한 기술이 될 수 있음

다. 본 연구의 추진전략

□ 유망기술의 세부 기술적 요소 제시에 앞서, 연구개발의 방향 및 사회경제적 목적 제시를 선행 과업으로 진행

- 어떤 기술이 국민의 일상생활, 산업적 발전, 환경개선 등에 핵심적으로 관여하는지 여부는 '기술적' 가능성으로서만 존재할 뿐, 실제 광범위한 확산이 되기 위해서는 산업적 측면, 사회적 수용성 측면에서 다양한 장애들을 극복해야 함

- 원천기술은 선진적 기술 아이템 그 자체를 발굴하는 것이 아니라, 어떤 사회경제적 효과를 얻을 것인지(목표), 어떤 산업적 성장경로가 적합할 것인지 (전략)가 우선적으로 고려되어야 함
- 따라서 본 연구에서는 연구개발을 통해 대응하고자 하는 사회적 문제 또는 사회적 수요를 먼저 파악하고, 그 결과를 연구개발의 사회경제적 목적 설정에 활용하고자 함

□ 기술의 산업적, 사회적 확산을 위한 융합적 관점의 접근

- 기존의 유망기술 도출 작업이 기술공급적 관점에서 접근하여, 기술 아이템을 뽑는 데 치중한 경향이 있음
- 원천기술이 갖는 실용적 성격으로 볼 때, 원천기술 발굴 작업 또한 기술의 선진성 뿐만 아니라, 사회적, 산업적 확산의 가능성도 함께 고려되어야 함
- 원천기술 발굴 시, 기반기술로서의 잠재력이 큰 기술을 선정하는 것에서 그치지 않고, 가치사슬 전단계의 장애물을 극복하는데 필요한 주요기술들을 함께 육성시켜 나가야 하며, 이를 위해서는 국가 전략적으로 해결해야 할 사회적 문제나 전략적으로 육성해야 할 산업분야를 우선적으로 발굴하여 연구개발의 목표로 삼아야 함
- 본 연구는 세부기술 도출 이전 단계에서 수행되어야 할 미래사회 수요발굴 및 연구개발 방향설정 및 '전략적 연구'의 주제를 도출하는 작업이며, 향후 후속연구에서는 제품/서비스의 기능적 측면에서 필요한 세부기술과 더불어 최종사용자의 사용환경 조성 및 제품/서비스 사용에 따른 건강과 환경의 부작용을 선제적으로 예방하는 기술의 도출도 시도되어야 함

## II. 미래사회 전망과 한국의 사회적 이슈

### 제1절 글로벌 트렌드2)

#### 1. 미래전망

##### 가. 단기전망(향후 5년)

- 향후 5년간 중국과 러시아, 인도 등이 부상하여 새로운 국제질서 생성하는 반면, 집단과 개인으로 인한 위협 증가를 전망
  - 국제사회는 혼란스러운 상황에서 안정된 질서를 세우려 노력하고 있지만, 이 과정에서 국가 간, 집단 및 지역 간 다양한 형태로 충돌 가능성이 제기
    - 지난 20년간 개발성과를 완벽하게 유지한 사회는 거의 없으며, 특히 중산층이 위기에 직면
  - 세계화와 정치, 불평등 격차, 시민의식 수준, 폭력 시위 등이 증가할 것으로 전망
    - 각국에서는 이를 이용하려는 포퓰리즘, 이민배척주의, 국수주의에 빠진 지도자들이 나타나는 사회가 많아지고 국가 간 갈등이 생성
    - 그 결과 극단주의 무장단체와 테러리스트 같은 집단이 계속 국경너머로 진출하고 자원을 공유할 수 있다는 우려가 제기
  - 단편적인 국제주의가 계속되는 한 치열한 경쟁이 세계적인 무질서와 불확실성은 증대될 수 밖에 없음
    - 강대국은 지역문제에서 자국의 이익을 적극적으로 주장하는 한편, 일부 세계문제에 대한 협력을 제한하고 있어 국제기준과 제도가 쇠퇴하고 국제체제가 지역적인 영향력을 놓고 경쟁하는 방향으로 분열될 가능성이 제기
- 세계는 긴밀하게 상호연결 되어 있기 때문에 어떠한 국가도 고립주의로 돌아갈 수 없음
  - 개도국은 국제교류를 통해 유래 없는 규모와 속도로 경제적·기술적 발전을 경험하고 있음
  - 도시 거주민은 더 많아지고, 교육과 정보의 혜택을 누리게 되면서 대중들은 거버넌스에 대응하고 참여할 수 있는 역량을 키울 수 있음
  - 이러한 현상으로 인해 성숙한 시민의식과 제도를 갖추어짐에 따라, 정부가 극단적이거나

2) 2017년 미국 NIC에서 대통령 당선인 취임에 맞추어 6번째로 발간한 Global Trends: Paradox of Progress를 발췌하여 작성한 과학기술정책연구원 미래연구센터 「Future Horizon 32호」 “Global Trends: Paradox of Progress와 한국적 시사점”, 윤정현(STEPI 전문연구원)을 인용하여 작성하였음. 본 절은 하나의 글을 인용하여 작성하였으므로, 별도의 참고문헌을 표시하지 않음.

비합리적인 의사결정을 내릴 가능성이 적어질 것으로 예상

#### 나. 장기전망(2035년)-7가지 트렌드와 3가지 불확실성 시나리오

□ 2017년 美NIC 보고서가 선택한 7가지 트렌드

- 1) 부유한 나라는 고령화 되지만 가난한 나라는 그렇지 않다.
- 2) 세계 경제는 변화하고 있으며, 단기적으로 경제성장은 저조할 것이다.
- 3) 기술이 진보를 가속화하는 동시에 단절을 야기하고 있다.
- 4) 아이디어와 정체성이 배타적 물결을 일으키고 있다.
- 5) 거버넌스가 점점 더 어려워지고 있다.
- 6) 분쟁의 본질적 성격이 바뀌고 있다.
- 7) 기후변화, 환경 및 건강 이슈가 주목받고 있다.

- 제시된 7개 트렌드는 어떻게 상호 결합하느냐에 따라 향후 20년의 모습이 달라짐
- 또한, 트렌드 간 결합 양상을 결정하게 될 3가지 주된 불확실한 변수는 ‘국내 역학의 변화’, ‘국가 간 역학의 변화’, 장·단기적 상충관계 임
- 이에 따라 섬, 케도, 공동체로 상징되는 세 가지 미래 시나리오를 결정하고, 도전과 기회 요소를 동시에 제기
- 제기된 3개의 시나리오가 반드시 배타적인 것은 아니며, 지역과 이슈에 따라 여러 시나리오의 요소들이 동시에 나타날 수 있음

#### [그림 8] 3가지 불확실성 시나리오 특징

□ ‘섬’ 시나리오 (침체의 지속)

- 단기적 주요 현안으로 대두하고 있는 반세계화와 배타주의 물결이 2035년에도 계속될 것이라는 전망
  - 부가 집중되는 불평등의 심화, 반세계화 물결 확대
  - 인공지능과 자동화 트렌드로 수많은 노동자들의 일자리 상실, 반발로 인한 정부의 무역축소 반세계화
  - 다자 무역에서 양자 무역패턴으로 전환
  - 세계 성장세의 둔화로 에너지 가격이 하락하고, 에너지 생산업체간 경쟁 심화, 중남미, 러시아, 중동 등 산유국 경제의 위기
  - 인도와 중국은 중진국 함정에 빠짐
  - 국내 산업 보호를 위한 미국과 EU의 보호주의 정책 선회
  - 지적재산권 도용과 사이버 공격 증대로 정보 공유와 협력 약화
  - 기후변화로 인한 식량·물 공급 위기 및 선진국으로의 난민 문제 발생
  - 글로벌 전염병 유행에 따른 세계 무역 침체 및 생산성 하락
  - 신기술로 인한 범죄조직과 테러집단의 영향 확대
  - 인공지능, 머신러닝, 자동화에 따른 생산성 증대

□ ‘궤도’ 시나리오 (긴장의 미래)

- 지정학적 분쟁과 핵 위협이 가시화되는 상황으로, 국가 간 갈등이 최고조에 이르지만, 동시에 파국을 막기 위한 협상이 병행되는 ‘긴장의 미래’
  - 중국, 러시아, 이란 등 신흥 강대국 및 도전국가들과 미국 및 우방 국가들의 안보경쟁 심화
  - 조어도(일본명: 센카쿠 열도)를 둘러싼 중국-일본의 군사적 충돌 발생
  - 서구 금융망에 대한 러시아의 사이버 테러 공격
  - 인도와 파키스탄 간의 핵전쟁 발발
  - 미국-중국-러시아 등 강대국 간의 군축협정 타결
  - 북한과 중동의 불안을 완화하는 국제안보적 토대 강화

□ ‘공동체’ 시나리오 (거버넌스의 제고)

- 전통적인 정부중심 거버넌스의 한계를 넘어 다양한 행위자와의 파트너십이 필요함을 인식하는 시대가 도래함을 가장
  - 기존 지배질서에 대항하는 중동 청년들의 정치적 발언권 확대, 지역 전체에 종교적 극단주

의에 대한 배경 확산

- 부패한 정부에 대한 러시아 시민들의 저항, 경제와 정치 개혁 실현
- 중국 공산당의 민주적 제도 수용
- 미국은 비국가 행위자와의 연대를 통한 거버넌스 조정, 사회 문제 해결의 진전
- 거버넌스 파트너로서 NGO의 네트워크 영향력 확대
- 지방분권, 시민사회, 기업 등 이해집단의 영향력 확대
- 자유세계 국가들의 자유, 인권, 정치개혁, 환경, 무역 등 인류의 지속가능과 번영을 위한 보편적 가치에 관심 확대
- 국가, 준국가, 초국가 간의 협력 분위기 조성

## 2. 글로벌 트렌드에서 한국적 맥락과 시사점

가. 한국적 맥락에서의 5대 도전과제

□ 美 NIC가 선정한 7대 트렌드와 3개 시나리오를 한반도, 동북아, 글로벌 맥락에서 재해석

- NIC가 선정한 다양한 글로벌 트렌드의 파급력은 한국적 맥락에서 그 의미가 다름
- 각 트렌드의 파급력을 이해하고 구체적인 시나리오를 그리기 위해서는 먼저 우리 환경 속에 구성하고 있는 이슈를 감지하고, 장·단기적인 영향을 판단해야함

[그림 9] 이슈 수준으로 살펴본 3대 시나리오별 주요 트렌드

□ 국제 정세 속에서 한국이 직면할 5년 내 단기적, 20년 후 장기적 도전과제 도출

- 한국적 관점에서 각 트렌드를 재편하고 범주화한 결과는 아래 표와 같이 5대 도전과제, 9대 핵심과제로 분류 됨

[표 4] 한국적 맥락에서의 당면과제

5대 도전과제	9대 핵심과제
① 단기적 도전과제	- 개도국 파트너십의 재정립
② 섬 시나리오에서의 도전과제	- 주력수출시장의 한계 - 고령화, 자동화 시대의 복지문제
③ 케도 시나리오의 도전과제	- 비핵화 및 지역 내 갈등
④ 공동체 시나리오의 도전과제	- 보편적 가치의 확산 - 거버넌스의 다원화
⑤ 복합적 시나리오의 도전과제	- 사이버 위협의 도전 - 新환경 레짐의 등장 - 중동의 불안정

자료: 윤정현(2017) "Global Trends: Paradox of Progress와 한국적 시사점", Future Horizon 32호

- 이러한 분석은 섬, 케도, 공동체 시나리오에서의 도전 뿐 아니라 혼재되어 나타날 수 있는 복합적 시나리오 상황에 대비해야 함을 보여줌
- 특히 단기와 장기 트렌드의 연속 상에 위치한 핵심적 도전과제가 존재함을 시사
- 9개의 핵심과제 대비에 따라 단기적으로는 위협을 고조, 장기적으로는 새로운 도약의 기회가 될 수도 있음

□ 단기적 도전과제

- 개도국 파트너십의 재정립
  - 중국의 성장 정체, 미국과 EU의 보호주의 기조 강화 등으로 한국의 주력 수출시장이 닫히게 된다면, 그 대안적 활로를 모색해야함
  - 중국, 인도에 이어 급성장하고 있는 동남아시아 지역은 향후 5년간 경제발전을 지속함으로써 새로운 수출시장으로 자리매김할 가능성이 높음
  - 아프리카, 중남미 지역은 단기적으로 획기적인 전략적 가치를 주지 못하지만, 공적개발원조(ODA), 문화·과학기술외교 등 중장기적 협력 프로그램을 통해 긴밀한 관계를 유지해나가야함을 시사
  - 이러한 개도국에 대한 새로운 전략적 투자와 파트너십 정립은 미·중·EU에 과도하게 의존하

는 우리의 수출시장을 다변화하는데도 도움을 줄 것으로 기대

#### □ 섬 시나리오에서의 도전과제

##### ○ 주력수출시장의 한계

- 중국의 성장이 주춤해지면서 노령화와 사회양극화 문제가 대두된다면, 현재와 같은 제1수출국으로 안정된 시장을 형성하기 어려워짐
- 자국 벤처기업을 육성하기 위한 중국정부의 노력은 이미 시작되었으며, 인도와 함께 거대 신흥시장으로서의 잠재적 가치는 하락될 것으로 예상
- 그 결과 FTA로 맺어진 한국의 주력 수출시장은 위기에 봉착할 수 있음
- 그러나 무역구조 다변화 및 현지화, 내수시장 육성노력이 지속적으로 추진된다면 장기적으로는 한국경제가 안고 있는 글로벌 경제의 취약성을 점차 줄여나가는데 기여할 수 있음

##### ○ 고령화, 자동화 시대의 복지 문제

- 한국사회 전반의 고령화지속은 복지예산이 부족해져 지급연령이 늦추어지고 노동인구가 은퇴를 미루는 '노동력 고령화'도 예상
- 반면, 인공지능과 IT기술혁신에 따른 자동화로 일자리는 늘어나지 않고 오히려 기존의 노동력을 대체하기 때문에 실업률은 높아 질것으로 전망하는데, 이러한 경우 한정된 일자리를 놓고 세대 간 갈등과 복지 프로그램의 수혜자와 부담자간의 사회적 논쟁이 불가피해질 것으로 예상
- 현 시점에서 20년 후를 전망하고 고령화·자동화·고용 문제를 종합적으로 고려한 중장기적 복지프로그램에 대한 공론화가 시급
- 실질적 취약층을 고려한 정책대응은 향후 사회 갈등과 경제적 충격을 완화시키는 출발점이 될 것으로 기대

#### □ 케도 시나리오의 도전과제

##### ○ 비핵화 및 지역 내 갈등

- 국가들 간의 심각한 갈등과 대치가 지속되고 있는 동북아 지역에서는 20년 후에도 이러한 상황에 놓일 가능성이 다분함
- 북한 뿐만 아니라 중국, 일본 등 한반도 주변 주요국 간의 충돌 위험이 고조될 것으로 예상
- 북핵과 MD를 둘러싼 한·미·일-북·중·러 간의 대립 등은 강대국의 틈바구니에 갇힌 한국의 안정을 위협할 수 있음
- 반면에 인도-파키스탄 간의 핵전쟁, 중-일 간 조어도(셀카쿠 열도)에서의 군사적 충돌 등은 파국적 상황에 대한 강대국들의 경각심을 일깨워 대화의 장으로 유도할 가능성이 있음

- 이는 역설적으로 한국의 역내 평화 안착을 위한 협상을 주도할 수 있는 공간이 열리게 된다는 것을 의미할 수 있음
- 만약 한국이 초당적인 협력에 기반한 정교한 균형외교를 추진해 갈 수 있다면, 첨예한 대립 구도의 가운데 있는 한반도를 비핵화와 평화체제의 상징적 공간으로 전환하는 기회를 확보할 수 있음

#### □ 공동체 시나리오의 도전과제

##### ○ 보편적 가치의 확산

- 중국의 민주화와 러시아의 정치·경제 개혁은 잠시라도 국가 간 불안정을 야기시킬 수 있지만 결과적으로 사회의 투명성을 증진시킴으로써, 향후 한국과의 경제관계와 협력에 긍정적으로 작용할 가능성이 높음
- 또한, 자유와 인권 등 보편적 가치의 공유·확대는 북한처럼 억압적인 정권에 놓인 시민들에 대한 세계인들의 관심을 증폭시키고 강력한 개선요구로 이어질 가능성이 있음
- 한국의 입장에서는 남북대화와 함께 이러한 무드를 전략적으로 활용할 필요성이 제기

##### ○ 거버넌스의 다원화

- 사회시스템이 복잡화되고 불확실성이 높아지면서 기존의 정부중심 거버넌스가 가지는 비효율적 한계가 나타나고 있음
- 이에 따라 서구 선진국에서는 분권화와 준국가-초국가 수준의 다양한 이해관계자를 참여시키는 네트워크 거버넌스를 구축
- 여전히 중앙정부의 권한이 막강한 우리나라의 경우, 정보의 공유와 정책 프로세스와 이행 과정에서 파트너십의 다양화 필요성이 제기
- 지방정부와의 협치, 국제 NGO, 시민단체는 다양한 이슈마다 전문성을 가진 유연한 네트워크 형태로 참여한다면, 정보의 투명성을 높이고 사회적 정책 이행 동력을 확보하는 계기가 될 것으로 기대

#### □ 복합적 시나리오의 도전과제

##### ○ 사이버 위협의 도전

- 미국과 유럽의 제재에 반격하기 위한 러시아 정부의 서구 금융망 해킹은 장기적으로 예상될 수 있는 현실 가능 시나리오임
- 특히, 국가 기반시설과 전자정부서비스에 대한 공격은 국민의 생명과 재산, 사회·경제 전반에 직접적인 영향을 미침
- 따라서 주요 정보통신 기반시설의 취약점 분석과 점검, 개정방향, 지능형 사이버 공격에 대비한 실전 모의해킹 훈련을 추진하고 기업과 지자체 자율 보안관리체계를 강화하는 등의

통합적 실천이 요구됨

- 예방적 대응이 마련된다면 보다 고도화된 사이버 공격에 중앙부처, 지자체 등 사회구성원이 모두가 긴밀히 협조할 수 있는 안정적 대응 매뉴얼을 확대할 수 있음

○ 新환경 레짐의 등장

- 기후변화는 생태·주거 환경파괴와 극단적 이상기후, 전염병 유행에까지 이르고 있음
- 이 때문에 국가 간의 책무성을 두고 갈등이 발생하는 한편 기후변화의 심각성에 대한 국제사회의 공감은 그동안의 협약을 뛰어넘는 보다 강력한 규제 레짐으로 귀결될 가능성이 제기
- 그간 선진국이 마련한 기후변화 협정을 따라왔던 한국정보는 선제적 제도마련과 기술개발이 어려웠으며, 이 같은 접근은 국내 생태환경의 보전과 국제경쟁력 강화에도 도움이 되지 못함
- 다양한 행위자의 토론으로 합의된 기반에서 국제수준의 환경레짐에 보다 선제적으로 대응해 나간다면 향후 인류의 공영과 지속가능한 경쟁력 창출에 기여할 수 있음

○ 중동의 불안정

- 중동문제와 관련된 장기전망은 섬, 케도, 단기 시나리오가 혼재 된 가장 불확실성이 높은 시나리오
- 우리의 원유와 천연가스의 60%이상을 중동에서 수입한다는 점에서 중동의 테러행위와 정치불안 지속은 국내 산업경제에 충격을 줄 수 있음
- 반대로 단기적으로는 에너지 가격이 급락할 경우에도 중동의 구매력 감소로 이어져 수출전략에 부정적 영향을 미칠 수 있음
- 에너지 수입국 다변화를 위한 충분한 준비과정과 함께 화석연료 기반 산업·경제 구조에 대한 전환 노력이 수반되어야함
- 장기적 관점에서 친환경·대체에너지 체계로의 전환을 위한 인프라 구축과 기술개발 필요성이 요구

## [그림 10] 국제정세 안에서 한국적 맥락으로 살펴본 9대 도전과제

자료: 윤정현(2017) "Global Trends: Paradox of Progress와 한국적 시사점", Future Horizon 32호

### 나. 글로벌 트렌드에서 비추어본 한국의 숙제

- 국제사회가 지금까지 걸어온 세계화, 네트워크화의 반작용에 위협받고 있음
- NIC가 선정한 장·단기 트렌드의 방향은 향후 한국적 맥락에서 심각한 도전으로 다가오겠지만 대응과정에서 도약과 진화의 기회를 제공함
  - 혼란에 능동적으로 대처하고, 진화하는 시스템의 역동성을 유지하기 위한 회복탄력성(Resilience)이 국가전략에 포함되어야 함
- 중장기 미래고민 속에서 오늘날 한국사회는 양극화를 극복하고 삶의 질을 개선하려는 성장동력을 찾아야 함
  - 고도성장 시기부터 모른척 해왔던 사회의 구조적 취약성을 해결해야 함

## 제2절 국내에서 사회부문 변화 전망과 이슈

- 저출산 고령화 : 고령화로 인한 인구구조 변화, 인구감소
- 건강한 삶의 추구 : 만성질환자 증가, 헬스케어 시장 변화, 환경과 식품의 건강유해인자 증가, 취약계층을 위한 의료서비스 지원
- 초연결 초지능 : 초연결사회의기술적 전망, 데이터 확대 전망
- 도시화 : 지속적인 도시화, 도시형 재난 대비, 서비스산업 확대 및 일자리 증가

### 1. 저출산·고령화

#### 가. 트렌드 분석

- (고령화) 평균수명 연장으로 질병구조가 변화하고 있으며, 핵가족화로 독거노인 증가
  - 고령화로 인한 건강에 대한 관심이 증대되고 있으며, 의료기술의 발달로 노인의 사망원인 질병이 변화
    - 암, 당뇨, 뇌혈관 질환으로 인한 사망률이 높기는 하나 최근에는 감소추세이고, 폐렴, 심장 질환 등으로 인한 사망률 증가 경향
  - 고령자의 건강지각 증가와 유병장수 대응을 위한 수요 증가
    - 우리나라 인구 고령화와 서구식 식생활 습관 변화로 인한 성인병으로 인해 국민 의료비 증가
    - 고령자의 체력과 신체 기능을 고려한 적절한 체력활동이 필요 (변재중, 2008)
    - 특히, 고령 계층에서 여러 개의 만성질환을 보유하고 있는 복합 만성질환자가 증가하고 있어 사회적 개인적 부담이 증가
    - 민경민(2015)에 의하면 고령친화산업 세부 산업별 수요에서는 만 65세 이상 고령자를 위해 필요한 제품과 서비스는 1순위 응답 기준, 각각 “노인용식품(34.8%)”과 “건강지원서비스(30.5%)”로 나타남

[그림 11] 고령친화산업 세부 사업별 수요 제품(상)과 서비스(하)

자료: 민경민(2015: pp6-7)

□ (인구감소) 2017년부터 감소하고 있는 생산가능 인구

○ 저출산으로 인한 인구감소로 인재난 심화

- 생산가능 인구(만 15세-64세)는 2017년 현재부터 본격적으로 감소하기 시작하여 앞으로 50여년간 거의 50%가 감소할 전망(이삼식 2017)
- 인구의 감소는 저출산 현상이 미치는 영향력이 크고 이를 대응하기 위해서는 근본적으로 일정한 출산수준 유지가 필요하나, 삶의 양식변화와 개인의 선택으로 강제할 수 없음

[그림 12] 연도별 출생아 수 변동과 월별 출생아수 변동(2015,2015,2016)

자료: 통계청 국가통계포털. <http://kosis.kr> 자료: 통계청 국가통계포털. <http://kosis.kr>

주: 이삼식(2017:29-46, p33)

○ 출산과 일, 가정과 경력(일) 양립을 위한 취업여성의 부담 증가

- 취업여성의 합계 출산율이 1명 미만으로 비취업 여성의 절반도 되지 않는 점을 감안하여 인구감소 대응을 위해 일-가정 양립제고를 위한 정책 강화 필요(이삼식 2014)

- 대표적인 정책수단으로 출산전후휴가, 육아휴직, 유연근무제 등의 이용을 활성화하고 사각 지대를 해소해야하며, 남성의 육아휴직도 적극 권장하는 사회 분위기 조성이 필요
- 장시간 근로개선을 통한 일자기 나누기확대, 청년 정규직 신규 채용기업에 대한 세제·재정 지원, 중소기업 근로 여건 개선 등이 필요
- 일-학습 병행제도 확산을 통한 교육과 고용 연계도 필요

나. 기대와 우려

□ 고령화에 따른 복지수요 증가 및 재정 부담과 격차 발생

- 고령자의 빈곤과 사회적 소외, 재산, 지역에 따른 의료서비스와 복지의 격차가 발생
  - 특히 독거노인은 전체 노인에 비하여 부양, 건강, 경제 수준이 낮아 이에 대한 사회적 지원이 필요
  - 또한, 지식과 정보에 대한 정보접근과 이용에 대한 격차가 발생

[표 5] 정보소외계층의 정보 격차 지수

(단위: point)

구분	비교격차	접근격차	역량격차	양적활용 격차	질적활용격차
2005	46.7	29	65.8	57.8	62.3
2006	38	19.8	57.1	49.7	53.6
2007	34.1	13.5	55.5	47.2	52
2008	32	10.3	54.3	45.6	49.9
2009	30.3	9	51.1	44.3	47.7
2010	28.9	8.2	49.2	42.5	45.9
2011	27.6	7.3	47.2	41.4	43.2
2012	26	6.6	43.9	40.3	39.6
2013	24.8	6.4	40	37.4	38.4
2014	23.4	5.7	35.9	36.5	36.6

자료: 이향수 외(2016) 정보소외계층 재정의를 통한 정책방향 제시: 정보격차조사 모집단으로서 장애인, 저소득층, 장노년층을 중심으로(p.3 표2) 재 인용

(The Survey on the digital divide index & Status(National Information Society Agency, 2005 ~ 2014))

주: 정보격차지수는 일반국민의 정보화 수준을 100으로 가정할 때, 일반국민과 정보소외계층 간 정보화 수준의 격차이며, 작은 값을 가질수록 정보격차가 개선된 것을 의미

- 고령자를 위한 다양한 제품, 서비스, 교육콘텐츠 등이 사회적 수요로 부상함과 동시에 이에 대한 접근성을 강화할 수 있는 방안이 필요

□ 고령친화적 인프라 구축

- 사회구조 인프라
  - 고령자의 주택개량사업, 고령친화적 교통 환경 정비, 농어촌의 공동이용시설 리모델링 등 보편적 설계(Universal Design)를 통한 생활환경 개선 필요(황남희, 2014)

- 문화/여가 인프라
  - 고령친화 여가산업의 규모는 2010 7조 6,088억 원에서 2020년 16조 1,917억 원으로 증가할 것으로 전망 (한국보건산업진흥원, 2012)
  - 문화콘텐츠 산업, 스포츠 산업, 여행관광 산업 등이 포함됨

□ 생산가능인구 감소로 인한 저성장사회 도래

- 2017년은 생산가능인구(15~64세)가 줄어드는 첫해로, 향후 경제성장률이 감소할 것으로 전망
  - 특히 3-40대 주력 생산인구가 지속적으로 감소할 전망으로 생산과 소비활동 모두 저하될 수 있는 요인으로 작용(LGERI 2016)

[그림 13] 생산가능인구 감소는 경제활력 요인

주: 생산가능인구는 통계청 장래인구추계  
 자료: LG경제연구원(2016), p13 통계청 표 재인용

- 저성장의 고착화가 우려
  - 건설투자로 인한 성장건인이 더 이상 작동하지 않을 것으로, 오히려 공급과잉으로 건설투자 성장은 급격히 낮아질 것으로 전망
  - 한국에서 인구감소는 변할 수 없는 트렌드로서 단기적인 방안보다는 중장기적인 대책이 필요

## 2. 건강한 삶의 추구

### 가. 트렌드 분석

□ 만성질환자 증가와 건강에 대한 관심 증대

- 전체 사망원인 중 81%가 만성질환에 의한 사망으로 사망원인 상위 10위 중 7개가 만성질환
  - 과도한 스트레스, 무리한 다이어트, 운동 부족\* 등으로 인해 우울증, 비만 및 대상포진 등의 질환 발병 증가

\* 질병관리본부 국민건강영양조사에 의하면 전 연령층에서 운동실천률 감소 추세

- 만성질환자는 지속적으로 증가하여 사회경제적 부담증가에 기여 할 뿐만 아니라 노인인구 증가로 인해 만성질환 부담이 지속적으로 증가할 전망

[표 6] 10대 사망원인 순위 및 사망률

순위	사망원인	사망률(인구 10만 명 당)
1	악성신생물(암)	150.8
2	심장질환	55.6
3	뇌혈관 질환	48.0
4	폐렴	28.9
5	고의적 자해(자살)	26.5
6	당뇨병	20.7
7	만성 하기도 질환	14.8
8	간 질환	13.4
9	운수사고	10.9
10	고혈압성 질환	9.9

자료: 통계청(2016) p2

○ 장수시대 도래와 개인 건강에 대한 관심이 증대

- 장수의 의미가 오래 사는 것에서 오래 ‘잘’ 사는 것으로 인식 변화
- 이러한 인식 변화는 고령층에서 전 연령층으로 확대되면서 건강에 대한 관심\*이 증대
  - \* 건강기능식품의 생산액이 2010년 1조원을 넘어선 이후 꾸준히 증가하고 있으며, 더불어 흡연을 감소, 비만 관리(체중관리)수준이 증가(질병관리본부 2015)
- 4대 중증질환 보장강화 계획: 암질환, 심장질환, 뇌혈관질환, 희귀난치질환에 대해 2013~2017까지 총 5년간 순차적으로 건강보험 보장성을 확대 (보건복지부, 2013)
- 국민의 다수가 건강 관심은 있지만, 운동실천률은 감소하고 건강식품 수요가 증가하는 양가적인 모습을 보임

□ 헬스 케어 시장의 변화

- 건강관리 정책 및 연구개발 패러다임의 변화와 체외 진단 기술(연구성과실용화진흥원, 2016)
  - ‘치료를 위한 발견’에서 ‘건강의 증진 및 질병 예방’으로의 변화
  - 환자의 치료를 위해서가 아니라 건강한 사람이 몸상태를 모니터링하고 예측되는 질병을 예방 관리하고자 하는 수요가 증가하고 있음
  - 특히 인구 고령화 및 신종 전염병 등 다양한 원인에 의해 체외 진단 기기 산업이 성장할 것으로 전망됨

□ 환경과 식품의 건강유해인자 증가

○ 환경오염으로 인한 건강유해인자 증가

- 글로벌화, 소득증대 등에 따른 이동인구 및 물류의 증가는 대기 오염 가속 등의 환경문제를 초래하며, 최근 아토피, 천식 등 환경성 질환 증가에 의한 실내공기질에 대한 관심도 증가 추세
- 점·비점오염원의 오염물질로 인한 수질오염 가속화로 국민 식수원 안전 위협하고 있으며, 매년 영양염류 과다, 일조량 증가 및 수온 상승으로 인한 녹조(하천)·적조(해양) 발생으로 피해 급속 증가

○ 식품의 건강유해인자 증가

- 산업발달 및 식품 생산·제조·유통 과정의 변화와 다양한 기능성 식품 개발로 식품 유해물질 위험 증가

[그림 14] 2015년도 식품위해 원인요소별(좌), 세부원인요소 현황(우)

자료: 식품안전정보원(2016) 2015년 글로벌 식품안전 동향 보고서, p30

- 위해성이 확인되지 않은 농약, 중금속, 트랜스 지방, 성장호르몬, GMOs, 동물항생제 등 건강을 위협하는 유해식품에 대한 불안감 증대
- 로하스(LOHAS, Lifestyles Of Health And Sustainability)와 같은 미래소비기반의 친환경성, 유기농을 강조한 식품의 지속가능성에 대한 수요가 증가

□ 취약계층을 위한 의료 서비스 지원

- 외국인근로자, 이주여성, 난민 및 농어촌 주민 등 의료보장제도에서 소외되는 취약계층의 건강관리 및 보호가 필요(국립중앙의료원 공공보건의료지원센터)
- 고령화로 인해 증가하는 장애인 특화 프로그램 개발 및 복지시설 확충 (한국보건사회연구원, 2015)

## 나. 기대와 우려

### □ 건강을 위협하는 알려지지 않은 위험(unknown risk)

- 2011년 가습기 살균제 피해에 따른 미상의 위험인자에 대한 두려움 증대
  - 2006년 2월부터 '원인 미상 급성 간질성 폐렴'이 2010년 까지 매년 증가하였고, 2011년 역학조사를 시작하여 가습기 살균제 사용 환자의 폐손상 발생 위험 발견
  - 일명 '가습기 살균제'사건에서 보여준 정부의 소극적 조기대응과 알 수 없는 유해인자에 의한 건강 위협으로 불안감이 상승
- 현대인은 하루 중 90% 이상을 실내에서 지내고 있으며, 실내공기오염에 대한 관심 증가
  - 실내오염 물질이 실외보다 인체의 폐에 전달될 확률이 높아 건강이상 야기 가능
  - 제품 품질과 기능성 향상을 위한 화학물질 사용 증가로 인해 실내공기오염 위험성 상승
  - 실내공기질 문제로 인한 아토피, 천식 등 환경성 질환의 급속한 증가('09년, 766만명→'13년, 896만명, 17% 증가)(관계부처합동, 2015b)
- 국가의 대응노력과 국민의 현명한 소비 모두 요구
  - 2001년 이후 국가에서 유해화학물질에 대한 법, 제도 및 관리방법 등 대응방안을 마련하고 있지만, 적용 단계임
  - 시중에서 빠르게 출시되고 있는 유해성이 확인되지 않은 신생화학물질과 국외에서 흘러들어오는 신제품을 모두 규명할 수 없어 소비자의 현명한 소비 요구

### □ 환경오염과 농작물 및 수산물 오염에 의한 건강 위협

- 환경오염에 의한 농작물과 수산물의 오염 우려와 불확실성 증대
  - 산성비에 의한 토양 오염, 일본 후쿠시마 원전사고에 의한 해양 오염, 황사에 의한 중금속 증가 등 부정적 환경변화 속에서 경작되는 농작물 및 수산물에 대한 신뢰 감소
  - 안전한 먹거리에 대한 욕구 증가와 기후변화, 인구 감소 및 증가, 물부족과 같은 환경변화에 대비하는 식량재배와 물고기 양식, 가축 사육 등 방식의 전환 필요

### □ 신기술에 기반한 개인맞춤형 의료 서비스

- 빅데이터를 이용한 케어
  - IoT의 보급으로 다양한 의료 빅데이터 수집 가능
  - 치료 중심에서 예방 중심으로 의료 패러다임의 전환 (손재기 외, 2015)
- 개인 유전체 맞춤 의료
  - 환자 고유의 유전적 특질을 질병 위험평가, 예방, 발견, 진단, 치료, 건강관리에 활용

### 3. 초연결·초지능 사회<sup>3)</sup>

#### 가. 트렌드 분석

##### □ 초연결사회 개념의 대두

- 인터넷 솔루션 기업 시스코에서 사물인터넷의 기술적 기반으로 대두되는 미래사회상으로서 초연결사회 언급
- 세계경제포럼(WEF)에서 2012년 처음 논의 된 이후 매년 주요 안건으로 다뤄지고 있음
  - WEF에서 2012년 「글로벌 IT 리포트」 에서 언급한 초연결사회는 다음과 같은 속성을 가짐
  - ① 항상 연결된 상태(Always on), ② 상시적 접근가능성(Readily accessible), ③ 개개인의 소비능력을 뛰어넘는 정보풍요(Information rich), ④ 상호작용성(Interactive) ⑤ 사람을 넘어서는 연결(사물인터넷)(Not just about people)(이호영 외 2015, p20)

##### □ 초연결사회의 기술적 전망

- 초연결사회의 기술적 기초인 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 시장의 지속적 성장이 예상됨(이호영 외 2016)
  - IHS에 따르면 사물인터넷 시장은 2015년 154개의 디바이스가 사용되는 것에서 2025년 754억개로 증가할 것으로 전망됨

#### [그림 15] 사물인터넷 시장 전망

(단위: 10억개)

자료: Roundup of Internet of Things Forecast and Market Estimates, IHS Markit(2016: 5), KISDI(2016:23)에서 재인용

3) 초연결사회(Hyper-connected Society)란 “현대 도시가 과학기술의 진보에 따라 ICT를 바탕으로 사람, 사물, 프로세스, 데이터를 포함한 모든 것이 네트워크로 연결된 사회”를 의미함(윤미영 외, 2016)

- 가트너 사는 사물인터넷 제품과 서비스로 창출되는 세계 경제적 부가가치가 1조 9,000억 달러에 이를 것으로 전망함
- 현대경제연구원의 사물인터넷 국내시장 규모 예측에 따르면 국내 사물인터넷 시장 규모는 2015년 3조 3,000억원에서 2020년 17조 1,000억원 수준으로 성장할 것으로 보임(전해영, 2016; 이호영 2016, p,24 재인용)
- 사물인터넷으로 인해 수집되는 데이터양이 커짐으로써 데이터 관련 산업 확대
  - 구글, 페이스북은 새로운 플랫폼을 이용하여 이용자들의 정보 및 환경 정보를 대량으로 수집하고 있음
  - 시스코는 1인당 평균 보유 데이터 양을 2010년 현재 128기가 바이트(GB)에서 130테라 바이트(TB)로 급증할 것으로 예측함(보안뉴스, 2014; 이호영 외 2016, p,28에서 재인용)
- 빅데이터(Big data)산업의 발전
  - 빅데이터는 기존의 관리 및 분석 체계로는 감당할 수 없을 정도의 거대한 데이터의 집합으로써 기존과는 다른 방식으로 수집되는 데이터의 집합을 뜻함
  - 사물인터넷에서 수집된 데이터 뿐만 아니라 SNS 등으로 수집된 데이터를 분석 활용하여 고부가가치를 창출하는 서비스 개발에 관심이 증대되고 있음
  - 초연결기술 분야는 기기 자체보다 기기가 생산하는 데이터를 분석해 만들어 낼 수 있는 잠재성에 많은 가치를 부여할 수 있음(박정은, 윤미영 2014)
  - IDC(International Data Corporation)은 2014년 165억 5,000만 달러의 전세계 빅데이터 시장 규모가 2018년에는 415억 달러에 이르게 되어, 연평균 성장률 26.4%를 보일것으로 예측. 이는 전체 IT 시장 성장률의 6배에 달하는 수준임 (IDC 2014; 이호영 외, 2015, p.33에서 재인용)

### [그림 16] 글로벌 빅데이터 시장 전망

(단위: 억 달러)

- 초연결사회를 구현하는 새로운 기술의 등장과 발전
  - 인간과 기계간의 관계가 새롭게 재정립될 것으로 예측됨(Gartner 2014; 이호영 외 2015에서 재인용)

[표 7] 초연결사회 구현을 위한 기술들

구분	IT기술	주요내용
핵심기술	IoT	모든 사물에까지 네트워크를 공유하는 네트워크의 네트워크
	빅데이터	기기 간 또는 기기에서 사람으로의 통신
유사 및 관련기술	M2M	기기 간 또는 기기에서 사람으로의 통신
	WoT	웹 기술을 이용해서 자원을 검색하고 접속, 제어하려는 작업 및 기술
	클라우드 컴퓨팅	서버, 스토리지, SW 등 IT 자원을 필요시 인터넷을 통해 서비스 형태로 이용하는 방식
	웨어러블 디바이스	신체에 부착하여 컴퓨팅 행위를 할 수 있는 모든 디바이스
	상황인식 컴퓨팅	사용자의 행위, 생체신호, 과거 생활이력 등을 분석하여 상황에 맞게 적절한 기능을 자동 수행하는 기술

자료: 윤미영·권정은(2013)를 요약한 KISDI(2015) <표2-2> 재인용

□ 데이터 활용의 확대

- 공공데이터 사용 확대
  - 양질의 데이터를 개방해 국민 참여의 확대와 공공데이터 활용 생태계 구축 및 생활화
  - 데이터에 기반을 둔 민관 거버넌스 조성 (관계부처합동, 2017)
- 의사결정지원시스템
  - 데이터를 통합, 분석한 데이터베이스를 통해 사용자에게 필요한 정보 제공
  - 의료분야의 임상 의사결정지원시스템(CDSS)이 오진을 예방하거나 환자의 약물복용정보를 제공하는 등의 역할을 담당 (정득영, 2016)
  - 효율적인 조달업무 수행을 위해 빅데이터 기반 조달업무 의사결정 지원시스템 개발 노력 (조달청, 2017)

나. 기대와 우려

□ 초연결사회의 도래는 효율적인 생활을 가능케 할 것으로 기대됨

- 스마트 서비스를 통한 비용 절감
  - 네스트의 ‘네스트 학습온도조절기’는 난방과 냉방에 들어가는 비용을 20% 절감
  - 롤스로이스는 항공기·선박 엔진의 부품과 시스템에 센서를 탑재하여 2006년에서 2012년까지 최근 6년간 서비스 매출 비중이 10%에서 50%로 상승하였고, 영업이익률이 3.9%에서 11.1%로 증가함.

- 전자책이나 클라우드 서비스 등과 같이 제품을 생산하고 유통하는 데에 드는 비용이 절감되는 측면이 존재함

#### □ 초연결사회 기술이 배태한 문제

- 사물인터넷을 사용함으로써 발생하는 데이터에 대한 권리와 이에 대한 관리의 문제→ 데이터 경제, 이익의 분배
  - 사물인터넷을 사용함으로써 개인이 생산하는 많은 데이터는 이미 시장을 선점한 글로벌 플랫폼 기업으로 흘러들어가고 있음
  - 데이터의 분석과 활용을 통해 또 다른 가치 창출의 기회가 있다는 점을 생각해 보면, 지금 현재 발생하는 이익 뿐 아니라 앞으로의 시장 기회도 ‘이미 기울어져 있는 운동장이 더욱 기울어질 것’이라는 우려가 나오고 있음
- 프라이버시 문제
  - 빅데이터를 통해 사회 문제를 해결하기 위해 정보를 수집하는 과정에서 특정 대상에 대해 다차원 정보를 수집하게 됨
  - 수집된 정보를 통해 개인을 특정하는 재조합이 가능하며 이러한 정보를 이용하는 업체나 국가가 이를 악의적으로 이용하거나, 해킹을 당했을 경우 개인 안보의 위협이 발생함.

#### □ 산업구조 재편으로 인한 사회적 변화

- 고용 시장의 변화
  - 김정원(2017)에 따르면, 단순하고 표준화가 가능한 직종에서 업무 자동화 가능성이 높으며 2030년 국내 총 노동시간의 49.7%가 자동화 가능한 것으로 분석되며, 완전 자동화 되어 일자리 자체가 소멸하는 경우는 0.3%에 불과하지만, 대부분의 사람들이 자동화의 영향을 받을 것으로 예상됨
  - 어느 정도 지능을 갖춘 기계가 나타나면서 단순 반복 작업 뿐만 아니라, 택시기사, 기사, 의사, 커피일 웨이터 등 전문 직종이나 서비스직종도 대체될 수 있다는 주장도 제기되고 있음(이호영 외 2015, p.109-110)
- 이호영 외(2015)는 해외사례를 검토하여 사물인터넷의 도입에 따른 초연결사회의 사회문화적 이슈를 제시하였음
  - 기술 사회적 엔지니어링, 양극화로 인한 시민 공간의 상실, 디지털 디바이드의 중층화, 인간 능력의 쇠퇴와 인공지능의 인간화, 프라이버시 소멸

□ 에너지 전략의 요구

- 초연결사회를 구성하는 여러 요소들의 데이터 소비가 증가할 것으로 전망됨
  - 디지털 기기, 데이터 센터 등을 생산하고 운영하기 위해서는 엄청난 에너지가 필요함
  - IT 분야는 이미 전세계적으로 약 7%의 전력을 소비하고 있는 것으로 추산되는 가운데, 전세계 인터넷 트래픽이 2020년까지 현재 대비 3배가 증가할 것으로 예측됨
- 기후변화와 에너지 믹스의 문제
  - 전 산업에 걸쳐 온실가스 배출 감축에 대한 요구가 증대되는 가운데 현재의 에너지구성대로라면 초연결사회의 도래시 온실가스 배출이 증가할 수 밖에 없음
  - 이미 그린피스와 같은 환경 단체에서 “Clicking Clean” 보고서를 통해 IT 없체의 데이터센터에서 소비되는 전력에 대한 우려를 제기하고 있음(방준호 2015.6.3.: 그린피스 2017)

**[그림 17] IT 산업의 주요 전력소비 분야**

자료: 그린피스(2017)

## 4. 도시화

### 가. 트렌드 분석

#### □ 지속적인 도시화와 초연결 기반 네트워크와 생활 인프라 형성

- 초고속 인터넷에서 광대역까지의 기술에서 나아가 더 빠르고 안전한 네트워크 구축 지향
  - 초연결 인프라의 가장 큰 특징은 네트워크의 속도뿐만이 아닌, 효율성을 높이는 데에도 집중
  - 자율주행차 및 드론 등의 신산업을 육성할 뿐만 아니라 스마트 관수공급시스템, 센서기술을 탑재한 차량 등을 공급하여 한국형 스마트 시티 건설 계획 (국토교통과학기술진흥원, 2016)
  - 거대한 초연결 사회 안에서 도시는 사물간 연결인 IoT에 더욱 집중할 것으로 기대

#### □ 도시형 재난에 대비하는 인프라 구축

- 재난 발생 후의 신속한 대응이 아닌 축적된 재난 정보를 분석하여 사전에 재난을 예측, 예방할 수 있는 빅데이터 사용의 기술적 기반 확보
- 범정부적 재난관리 플랫폼 구축 필요 (한국과학기술기획평가원, 2014)

#### □ 서비스 산업 확대 및 도시 일자리 증가

- 수도권 인구집중에 따른 소비 및 수요증가에 의한 일자리 증가를 기대
  - 노인돌봄, 아이돌봄, 지역사회서비스, 산모신생아 건강관리, 장애인활동지원 등 바우처형 서비스에 대한 수요 증대와 일자리 확충이 기대
  - 구직자의 일반사무직 쏠림현상으로 서비스 일자리가 확충된다 하더라도 기능·서비스직으로의 취업을 회피할 가능성 고려 필요

### 나. 기대와 우려

#### □ 급격한 도시화와 인구증가로 인한 빈부격차와 범죄 발생 증가

- 도·농간, 도시내부에서의 빈부격차
  - 도시근로자가구 소득 대비 농가소득은 57.6%까지 감소하여 도·농간 소득격차 악화(한국농촌경제연구원 2017)

## [그림 18] 농가소득/도시근로자가구 소득 비율

주: “통계청, 「가계동향조사」, 「농가경제조사」, 한국농촌경제연구원 KASMO”를 자료로 사용한 그래프를 재인용  
자료: 한국농촌경제연구원(2017) 「농업전망 2017(I)」, 제20회 농업전망, E04-2017, p31

### ○ 교통 위험 및 불편 초래

- 인구고령화에 따라 교통수단을 이용하는 고령자가 증가하고 있으며, 교통수단 집결에 대한 교통상황 악화와 위험가능성이 증대
- 자동차등록대수의 지속적인 증가와 도로인프라 부족으로 인한 교통 혼잡 유발

### □ 거대 도시 인프라 운영 및 관리 부담과 환경오염 심화

#### ○ 운영관리비 증가

- 수도권 인구집중 현상으로 인한 도시 인프라 부족현상 발생 가능성 증가
- 에너지 공급 시설, 정보 통신 시설, 교통 시설, 상하수도 시설, 가스 시설 등 국가 기반 시설의 고도화·대형화에 따른 인프라 운영 및 관리에 대한 국가의 재정 부담 심화

#### ○ 도시인구 급증에 의한 주거환경 악화와 주거시설 노후화

- 도시화로 인한 주거지 공간·간격 협소와 소리와 진동, 빛 공해에 노출
- 과거 도시인구 급증에 따른 주택공급지역의 노후화 진행과 불량주택 발생

#### ○ 환경오염

- 집중화·거대화 된 도시의 인간활동으로 인한 환경오염물질 배출은 현재의 저감·처리기술만으로 해결하기 어려움

## 제3절 국내에서 기술/경제/산업부문 변화전망과 이슈

- 기술트렌드 : 나노·바이오 기술융합, 우주기술, 기술발전에 대한 기대와 우려
- 경제·산업 : 그리노믹스의 활성화, 신흥 개도국의 부상, 제조업/산업 패러다임의 변화, 저성장과 성장전략의 전환, 기대와 우려

### 1. 기술 트렌드

#### 가. 나노·바이오 기술융합

##### □ 기술융합과 산업 패러다임의 변화(기독혁 외 2015)

- 최근 새롭게 등장하며 시장에서의 성장 잠재력을 높이고 있는 첨단 및 혁신 제품은 융합 제품
  - 스마트 자동차 및 무인운전 자동차, 무인 굴삭기, 지능형 로봇, 기능성 나노소재, 분산형 제어시스템과 공장, 차세대 유전체 분석, 원격 건강관리 등
- 친환경화, 에너지 절감, 다기능화, 스마트화 등 새로운 가치관이 확산되고 라이프스타일이 변화하면서 기술융합은 필수적일 것이라 전망됨

##### □ 원천기술 및 융합기술로서의 나노기술에 대한 기대와 전망

- 나노 기술은 하나의 분야가 아닌 원천기술로써 그 활용 범위가 막대할 것으로 보임
- 현존하는 제반 문제의 한계를 극복할 것으로 주목되고 있음
  - 제조업 혁신을 주도할 주요 수단으로 인식되고 있음
- 나노 융합산업시장은 2021년 5조 839억 달러 수준에 이를 것으로 전망됨(한국산업기술관리원, 2016)

##### □ 나노 바이오 기술 투자 증대 경향

- 나노 기술에 대한 기대와 정부 차원의 연구개발 투자가 계속되고 있음
  - 미국이 2001년 수립한 국가나노기술이니셔티브(National Nanotechnology Initiative, NNI)에서 설정한 10표 중 4가지가 나노 바이오기술임(이하영 2015)
    - 암의 조기발견·진단·완치
    - 나노급의 의약품 합성 및 전달 체계 확립
    - 인공장기 등의 나노급 융합기술 개발
    - 생체 적합형 물질 및 시스템 개발

- 우리나라에서도 제1,2차 나노기술종합발전계획 수립을 통해 나노기술의 기존 기술과의 연계 및 융합을 위한 투자를 확대하기 시작하였음
- 제3기 나노기술종합발전계획(2011-2020)에서 집중 육성키 위해 설정한 분야는 다음과 같음
  - 나노기반 농수산 식품, 나노웰빙 제품, 맞춤형 나노진단, 생체분자 나노분석, 지능형 나노치료제 등
- 나노기술기반 제품 및 서비스에 대한 기대
  - ‘질병 치료’에서 ‘건강의 증진 및 질병 예방’으로 헬스케어 패러다임이 변화하는 가운데 고령화 신종감염병의 증가 등의 요인으로 나노기술을 이용하여 진단 및 탐지 성능을 개선한 체외진단기기-나노바이오센서의 수요가 증가할 것으로 전망됨(연구성과실용화진흥원 2016;김민곤 2013; 유선희 2016; 김영화 홍기종 2014)
  - 보다 효율적, 경제적이고 부작용은 적은 나노약물전달기술, 나노분자영상등의 기술 등에 대한 기대도 높은 상황(김영화, 홍기종, 2014; BioIN 홈페이지)

[표 8] 나노바이오센서 시장 전망

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
세계시장	34	46	62	81	106
국내시장	3,901	5,321	7,101	9,339	12,144

주1) 단위: 억 달러, 억 원  
 주2) 환율 1150원/달러 적용  
 자료: 유선희 2016

□ 빅데이터와 나노 기술 융합에 대한 관심 증대

- 빅데이터와 나노기술의 융합 발전에 대한 관심이 높아지고 있음
  - 영국 로이드 재단(2014) 나노기술과 빅데이터 발전 가능성에 대해 주목 향후 중점 투자 방향으로 선정하였음(Lloyd’s Resister Foundation 홈페이지)
  - 국내에서도 국가나노정책센터가 주최하는 ‘나노+빅데이터 융합 활용 세미나’가 개최되는 등 이에 대한 관심이 높아지고 있음.
- 빅데이터를 통한 나노기술 발전 가능
  - 빅데이터 분석 방법을 통해 나노기술을 이용한 제품 및 서비스에 수집되는 데이터 분석이 가능
  - 나노 기술에서 기대되고 있는 센싱 기술의 도입으로 인해 발생하는 많은 양의 데이터를 분석하는 데에 많은 양의 데이터를 실시간으로 분석하고 학습하여 새로운 가치를 창출하는 빅데이터 기술이 필수불가결할 것으로 예상됨.
- 나노기술을 통한 빅데이터 기술 발전
  - 나노기술과 소자를 통해 더 많은 데이터 저장과 빠른 데이터 호환이 가능하여 서로 시너지 효과를 발휘할 수 있을 것으로 기대

□ NBIC 융합이 계속됨<sup>4)</sup>

○ 생물학과 물리적 기술, 물리적 기술과 생명공학의 융합

- 나노기술, 정보기술 등의 물리적 기술이 생명체를 다루는 생물학에 적용되어 생명공학과 인지과학과 같은 분야의 발전이 이루어짐
- 나노 스케일의 조작이 가능해지고 생체신호 정보를 분석함으로써 유전자, 세포, 조직 및 뇌와 같은 생물 시스템을 전기회로처럼 인식하고 다룰 수 있게 됨
- 또한 자가조립성(self-assembly), 자가재생(Self-healing), 재생산 등과 같이 유기체의 특성을 기계기술이 모사하기 시작함

□ 신약, 줄기세포, 인공장기 개발 등 레드 바이오기술의 발달

○ 레드바이오는 의약품 및 관련 기술을 개발하는 분야로서 바이오 산업 중 가장 성장이 빠르고 시장규모가 큰 분야임

- 바이오의약품(biologics): 화학적 합성방식이 아닌 생물체 및 그 유래물질을 이용하거나 유전자 재조합 기술 등 생물공학을 응용하여 제조한 의약품을 통칭하며 생물학적 제제, 유전자재조합의약품, 세포치료제 등이 있음(식품의약품 안전처 홈페이지, 2017. 06)
- 합성의약품에 비해 독성이 낮고 유효성이 높으나 약가와 제조비용이 높아 상대적으로 진입장벽이 높음

○ 그린바이오 기술 혁신에 대한 배경과 요구

- 전세계 농경지 확대는 1990년 이후 정체상태에 있으나, 인구는 꾸준히 증가할 것으로 보여 한정된 자원에서의 생산량 증대가 요구됨

[그림 19] 전세계 농경지 비율

자료: 문상철(2017)

4) Rathenau Institute, NBIC Convergence

- 그동안 생물학적 스트레스를 감소시키는 데에 주력했던 데에서 벗어나 기후 변화 등으로 야기되는 비생물학적 스트레스를 극복하는 방안이 고안될 필요가 있음
- 기존 시장에 나와 있던 제초제들의 인체 및 환경에 대한 독성, 저항성이 증가한 슈퍼 잡초의 출현 등의 문제가 불거지고, 식품 안전성 및 환경독성에 대한 제도가 강화됨에 따라 기존 관점에서 벗어나 안전성 및 친환경성을 강화한 기술혁신이 절실히 지고 있음
- 새로운 그린 바이오 기술의 출현
  - DNA 표지 육종(DNA marker-assisted breeding) 방식, 유전자 가위를 사용한 유전자 편집(genome editing) 기술 등 전통적 육종방식과 유전자 변형 방식을 벗어난 신품종 개발
  - 일본은 농업 혁신을 위한 유전체학 프로젝트를 수행하며, 2013년부터 유전체기반 프로젝트를 통해 신품종 버를 개발 중에 있음
  - 기존의 화학합성 기반 작물보호제에 대한 대안으로, 동물, 식물, 박테리아나 바이러스 등에서 추출된 유효 성분을 통해 해충 및 잡초를 방제하는 바이오 작물보호제 등에 대한 연구가 진행되고 있음.

## 나. 우주 기술

### □ 우주 산업의 의의

- 우주 산업의 중요성과 원천기술로서의 파급효과
  - 우주기술은 통신 및 방송 등 일상생활과 밀접한 서비스와 국가 안보, 공공안전 및 재난 구조 등 공공 서비스와 밀접한 관련이 있고 산업에 미치는 파급효과가 매우 큰 분야임
  - 우주 시스템에 장애가 생긴다면 경제는 물론 국가 안보에 타격을 입을 수 있어 많은 국가나 국제기구에서 우주 상황에 대한 탐지 및 예측 능력을 높이기 위해 노력하고 있음
- 원격탐사, 위성방송, 위성통신 등 위성 서비스 분야 수요 증가
  - 모바일의 보급이 증대되면서 위성통신 시장이 더불어 성장하고 있음
  - 지구 환경에 대한 관심과 연구가 늘어나면서 원격탐사 기술을 이용한 지구 관측에 대한 수요와 사업기회가 열리고 있음
  - 2015년 지구관측 분야 스타트업 기업에 사상 최대인 23억 달러가 투자됨

### □ 전세계 우주 산업 동향 및 기회

- 해외 우주산업 동향
  - 2015년 기준, 전 세계 우주시장 규모는 3,353 달러로 전년대비 4% 성장
  - 그 중, 위성서비스(1,274억 달러), 지상장비(589억 달러), 위성체 제작(166억 달러),, 발사체 제작(54억 달러) 등으로 얘기되는 위성산업이 총 2,083 달러 규모로 전체 우주산업의 62%를 차지함(한국항공우주연구원-한국우주기술진흥협회, 2016; 방태웅, 2016)

- 미국은 2015년 우주 기상상황에 대한 국가적 대응태세를 갖추기 위한 노력의 일환으로 「국가우주기상전략(National Space Weather Strategy)」, 「국가우주기상실천계획(National Space Weather Action Plan)」을 발표함

[그림 20] 전 세계 우주산업 분야별 규모

출처: State of the Satellite Industry Report, 2016; 한국항공우주연구원-한국우주기술진흥협회, 2016에서 재인용

- 항공 및 방위산업 분야의 주요 기업인 보잉(Boeing), 에어버스(Airbus), 록히드 마틴(Lockheed martin) 등이 우주산업으로 사업 영역을 확대하고 있음
- 국내 우주개발 R&D 추진 현황(이재민 외 2016)
  - 정부 R&D 투자 금액은 93년 22.2억원에서 15년 총 5,085억 원 규모로 229개 증가하였으며, 15년 현재 정부 R&D예산의 2.7% 차지(이재민 외, 2016, p.9)
- 기존 산업 및 이머징 기술과의 연계 융합 발전

[표 9] 2015 NASA 기술 로드맵 - 14개 기술영역

TA1	Launch Propulsion system
TA2	In-space propulsion technology
TA3	Space power and energy storage
TA4	Robotics and autonomous system
TA5	Communications, navigation, and orbital debris tracking and characterization system
TA6	Human health, life support, and habitation system
TA7	Human exploration destination systems
TA8	Science instruments, observatories, and sensor system
TA9	Entry, descent, and landing systems
TA10	Nanotechnology
TA11	Modeling, simulation, information technology, and processing
TA12	Materials, structures, mechanical systems, and manufacturing
TA13	Ground and launch system
TA14	Thermal management system
TA15	Aeronautics

자료: NASA, [https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/oct\\_roadmap\\_tabs\\_0.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/oct_roadmap_tabs_0.jpg), 그림을 표로 재작성

- 우주산업에 필요한 융합 기술
  - 우주 발사체 제작을 위해서는 여러 분야의 최첨단 기술이 결합되어야 하며, 이에 따라 우주 산업에서의 연구 결과가 다른 분야에 미치는 파급효과도 큰 편
  - 미항공우주국(NASA)는 이와 관련해 14개 분야에 대한 기술 로드맵을 발표하였으며, 우리나라도 이를 참고로 한 「대한민국 200대 중점 우주기술개발 로드맵」을 마련하기 위한 준비 중
- IT 산업과의 연계
  - 우리나라는 세계가 인정하는 IT 강국으로서, 우주 산업에서 요구하는 IT와 부품소재산업에 강점을 보이고 있음
  - 인공지능·센서기술을 활용한 지능형 무인기 제어기술을 발전시키는 데에 도움이 될 수 있을 것(방태웅, 2016)
- 나노 기술
  - 나노기술은 NASA가 발표한 우주기술 로드맵의 14개 기술영역(Technology Area)의 한 분야임
  - 나노기술을 통한 재료 및 구조, 에너지 저장/동력생성 및 분재, 추진, 센서/전자/기기 분야의 발전이 우주 산업을 발전시킬 수 있을 것으로 보임.

#### 다. 기술발전에 대한 기대와 우려

##### □ 나노물질의 안전성 문제

- 나노물질의 잠재적 인체·생태·유해가능성
  - 나노크기의 물질이 가지는 물리·화학적 특성이 다른 기술과 상이하야 그로 인한 위해성에 대한 논의도 아직까지 결론을 내리지 못한 실정임
  - 환경 위해에 대해서 연구되고, 정책적 대응 또한 논의되고 있으나 표준화된 위해성 평가 절차가 마련되어 있지 않아 그 위험에 대한 구체적인 정책적 대응 노력은 아직 시작단계임
- 나노 안전성에 대한 정책적 대응
  - 나노 안전성 문제는 최근 미국, 유럽을 중심으로 지속적으로 강화되고 있으며 규제 차원으로 발전될 가능성이 높음(나노융합산업조사, 2015, p.32)
  - 국내에서 나노제품에 대한 규제가 이에 맞지 않는 경우 무역 장벽화 될 수 있음

##### □ 새로운 윤리적, 법적, 사회-경제적 문제의 대두

- NBIC 융합기술의 발달로 인간-기술간 경계가 허물어지면서 발생하는 문제에 대한 대응이 요구됨
- 뉴로기기의 보편화
  - 뇌구조를 분석하고 재조립 하며 직접적으로 뇌 활동에 영향을 장할 것으로 보임

- 의료 기기뿐만 아니라 대중들의 게임 기기로도 사용될 경우, 부작용이 발생한다면 책임소재에 대해 논란이 야기될 것으로 생각됨
- 뇌활동은 오로지 인간의 영역으로 여겨 뉴로 기기들이 자주성을 침범한다는 의견이 있을 것으로 보임

○ 진단 및 진료의 개인화

- 개인 진단기술의 발달로 질병치료에 있어서 전통적 의사-환자의 관계에서, 환자 혹은 소비자가 질병치료에 있어서 책임을 안는 방향으로 변화될 것으로 예상됨
- 개별 기기에서 취득된 정보를 통해 사용자를 지원하고 보호하는 방향은 개인의 사생활 침해 문제와 관련이 있음(Rathenau Institute, 2014, p.30)

○ 생체 정보의 관리와 소유권 문제

- 개별 기기에서 생성된 정보는 누구의 소유가 될 것인가?

□ 새로운 기술과 제품 개발로 인한 새로운 작업환경에서의 산업재해

○ 새로운 환경에서의 근로자의 건강관리 문제

- 화학물질에 노출된 근로자의 건강진단을 위한 특수건강진단 분석정도관리에 신규항목 개발 및 추가 (산업안전보건연구원, 2017)
- 핀란드 등 해외 시스템을 분석하여 한국 작업환경에 대응하는 표준산업과 공정, 직무 표준을 마련해 유해인자 노출 매트릭스(Job Exposure Matrix) 개발의 토대로 사용 예정 (안전보건공단, 2017)

○ 4차 산업혁명을 위한 기술적용의 문제

- 4차 산업혁명을 실현하기 위한 구성 요소에는 스마트센서, 자동화된 공장, 산업용 로봇 및 빅데이터 처리 등의 다양한 것들이 포함
- 2011~2015 사이 산업용 로봇으로 인한 전체 재해자 수는 207명으로 그 중 15명이 사망 (여현욱, 2017)
- 제조업 재해자의 평균재해보다 산업용 로봇으로 인한 재해가 2배 이상 높으며, 산업 자동화 및 산업용 로봇의 활용에 안전인증 등을 통해 근로자의 안전보장 필요 (산업안전보건연구원, 2017)

## 2. 경제·산업

### 가. 그리노믹스의 활성화

#### □ 녹색경제(Green Economics, Greenomics)로의 진화(이해준 2016)

##### ○ 녹색 경제

- 1992년 브라질 리우데자네이루에서 지구환경문제를 해결하기 위한 유엔환경개발회의(UNCED)으로부터 20년이 지난 후인 2011년 UNEP 보고서 「우리의 변화하는 환경에 대한 추적: 리우에서 리우+20(1992-2012)(Keeping Track of Our Changing Environment: From Rio to Rio+20(1992-2012)」에서 제기되어 2012년에 다시 열린 리우데자네이루 회의에서 논의(이태화 2012)
- 개념에 담긴 담론에 대해서는 여러 가지 정의가 있으나 기본적으로 환경(Green)과 경제성장(Growth)이 상충된다는 고정관념에서 탈피하는 것을 기본 개념으로 함
- UNEP의 녹색경제이니셔티브(Green Economy Initiative, GEI)는 2008년 환경에 대해 투자함으로써 지속가능한 발전을 가능케 하고자 발족되었으며, UNEP와 GEI의 녹색 경제에 대한 업무상 개념은 “환경적 위험과 부담을 감소시키며 인간 삶의 질 개선과 사회적 평등을 강화할 수 있도록 하는 경제”로 받아 들이고 있음(UNEP GEI 홈페이지)

#### □ 녹색화학(Green Chemistry)

##### ○ 석유화학공업에서 벗어난 새로운 소재산업 방향 모색 필요성 증가<sup>5)</sup>

- 대기 오염 심화 및 기후변화에 대한 우려로 국내외적으로 녹색성장 및 지속가능한 개발에 대한 인식이 고조됨
- 발암물질, 내분비 장애물질 등의 독성물질에 대한 경각심의 고조로 친환경 소재에 대한 선호도 증가
- 이에 따라 환경규제도 강화되는 추세임

#### □ 저탄소경제

##### ○ 지구온난화에 대한 위기감 확산

- 미항공우주국(NASA)와 미국립해양대기청(NOAA)는 2015년 지구온도가 관측역사상 최고치를 갱신하였다고 발표(이광우 2016에서 재인용)

5) 남장근 외(2014), 신성장동력으로서의 바이오화학산업의 정책과제-바이오플라스틱을 중심으로, 산업연구원 연구보고서 2014-728

- 2016 세계경제포럼(WEF 다보스포럼)에서는 기후변화에 대한 대응 실패가 잠재적인, 충격이 가장 큰 글로벌 리스크로 지목됨(이광우 2016에서 재인용)
- G2의 저탄소 주도권 전쟁,
  - 중국과 미국은 양대 온실가스 배출국으로 신기후체제에서 주도적인 역할을 하고 있음
  - 미국 정부는 “청정전력계획”을 통해 발전소의 탄소배출량 감축 계획을 발표하였으며 또한 인프라와 인센티브 확대를 통해 태양광이나 전기차 등 그린산업의 경쟁력 강화에 적극적임
  - 중국은 2015년 재생에너지 세계 최대 투자국임
  - 풍력터빈, 전기차, 태양전지 등 그린산업 육성 노력
- 그린 기술의 빠른 발전으로 인한 경쟁력 증대
  - 발전기술의 경쟁력 증가와 발전단가 하락세 계속되고 있음
  - 전기차 또한 배터리의 무게와 가격, 주행거리 등이 꾸준히 개선되고 있음
  - 골드만 삭스는 2020년까지 전기차용 배터리가격이 2015년 대비 75.4%하락하고, 1회 충전으로 가능한 충전거리는 72% 늘어날 것으로 예측함
  - 재생에너지에 대한 투자가 여전히 증가하고 있으며, 규모의 경제가 시작되어 경쟁력은 지속적으로 증가될 전망임

**[그림 21] 태양광의 발전단가·발전용량 변화 속도**

자료: 이광우(2016)

## 나. 신흥 개도국의 부상

### □ 선진국에서 개도국으로의 세계경제성장의 축 이동

- 세계 경제성장을 이끄는 개발도상국 경제
  - 세계경제가 2009년 글로벌 경기침체를 겪은 후 최근 점진적 회복세를 보이고 있는데, 신흥 개발도상국의 안정적 GDP 성장이 이에 기여하고 있음

### [그림 22] 세계/선진국(Advanced)/개발도상국(EMDE) GDP 성장(2012-2019)

자료: WorldBank 2017

참고: 음영처리된 부분은 부분은 전망치임

- 개발도상국 경제가 차지하는 비중이 선진국을 넘어설 것으로 예상(스티븐 로치 2017.5.8.)
  - 1980년~2007년 선진국과 개도국 경제가 세계 경제에서 차지하는 비중(구매력 기준)은 각각 59%, 41% 였음
  - IMF에 따르면 2018년 세계 경제에서 개도국 및 신흥국 경제가 차지하는 비율이 59%로 선진국을 뛰어 넘을 것으로 예상됨

## 다. 제조업/산업 패러다임의 변화

### □ 기술 융합과 산업 패러다임의 변화

- 빅데이터, IoT, AI 등 디지털 기술 및 플랫폼 비즈니스 등과 같은 사이버 물리 시스템 기반과 제조업이 결합하여 제품 중심의 제조 및 조립 위주의 생산방식에 변화가 있을 것임

## [그림 23] 최근 기술과 사업모델의 혁신 사례 및 관련 이슈

출처: 최병삼 외, 과학기술정책연구원, 2016 발간예정

- 새로운 산업혁명의 특징은 다음과 같음
  - 융합을 통한 산업간 경계 파괴
  - 혁신 속도의 가속화 및 혁신 주기의 단기화
  - 산업 가치사슬의 파괴(예: 3D 프린터의 등장과 기존 가치사슬 파괴)
  - 대량 생산에서 대량맞춤생산, 대량 개인화 방식으로 진화
  - 하나의 제품을 대량 생산하지 않더라도 단일 기업 전체의 생산량은 대량 생산 체제와 유사한 수준으로 이익을 극대화하는 개념임(위 그림은 대량 맞춤화의 촉진 배경)
- 이러한 4차산업혁명 주요 핵심 기술은 제조업의 개념, 영역과 산업내 가치사슬에 영향을 미칠 것으로 예상됨
  - 특히 제조업의 가치사슬에 미치는 영향은 아래 표 참고

[표 10] 4차 산업혁명 주요 핵심기술이 제조업 가치사슬에 미치는 영향

가치사슬	주요 영향
원료 조달	<ul style="list-style-type: none"> <li>빅데이터에 기반한 소재 물성 분석(성형 용이성, 초경량 고기능성, 친환경 등)</li> <li>연결 플랫폼을 위한 정보 구축(양방향성 연결을 위한 소재 개발)</li> </ul>
제품기획·설계·연구개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>소재선택, 신제품 시뮬레이션 연구 활성화</li> <li>빅데이터·클라우드에 집적된 정보를 바탕으로 수요 기반의 제품 기획 및 설계 비용 크게 감소</li> <li>3D프린팅을 활용한 원거리 시제품 제작 증가</li> <li>가상설계시스템으로 공정 운용 및 제어에 대한 시뮬레이션 확대(CPS)</li> <li>AI와 AR·VR 등을 통한 설계·검증 활성화</li> </ul>
디자인	<ul style="list-style-type: none"> <li>셀프 디자인(3D프린팅을 활용한 디자인) 확대</li> <li>빅데이터 및 AI에 기반한 소비자 맞춤형 디자인 강화</li> </ul>
제조	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서→IoT→빅데이터→클라우드 컴퓨팅으로 이어지는 유연한 공정체 확대</li> <li>맞춤형 대량 생산체제(Mass customization) 확산</li> <li>3D 프린팅 및 나노·바이오공정 확대로 초미세 공정 가능</li> <li>제조업의 부가가치 창출 역량 확대</li> <li>개인 제조화 가능</li> </ul>
물류	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT, 빅데이터, AI 등을 활용한 물류 최적화</li> <li>제품에 대한 이력 관리 등 제조 후 서비스 강화</li> </ul>
마케팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>빅데이터를 활용한 온라인 마케팅 강화</li> <li>수요 정보 획득 및 분석에 대한 AI 적용 확대</li> </ul>
서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조 영역의 서비스 분야(AS, 제품 유지·보수·관리) 확대 강화</li> <li>제품과 결합된 서비스 제품 확대(비즈니스 모델 혁신)</li> </ul>

자료: 정은미 2017, <표 1-4>

□ 수요자 맞춤 상품 제조를 위한 가변 제조업 라인 등장과 자동화 시스템 심화

○ 제조업의 새로운 패러다임

- 제조업 혁신 3.0(2014): IT와 소프트웨어를 융합해 신산업을 창출하고 기업이 제조혁신을 견인할 수 있도록 패러다임을 전환, 2015년 2017년까지의 플랜으로 *스마트 생산방식 확산, 신산업 창출, 지역 제조업의 스마트 혁신, 사업재편 촉진 및 혁신기반 조성* 등을 제시함
- 스마트제조R&D 중장기 로드맵(2015): 8대 스마트 제조기술의 개발을 정책적으로 지원하기 위한 로드맵 (김승현 외, 2016)
- 제조업의 서비스화: 대량생산과 규모의 경제를 통해 이익을 창출하던 산업화 사회에서 사용자의 가치를 중심으로 하는 탈산업화 사회로의 변화

## [그림 24] 스마트 제조R&D 로드맵의 10대 핵심 시나리오와 기술적용 사례

출처: 김승현, 김만진(2016), 차세대 생산혁명을 대비한 제조업 혁신정책과 도전과제, 정책연구 2016-20, 과학기술정책연구원

### ○ 스마트 팩토리

- 공장 내 설비에 부착된 IoT센서가 작동 데이터를 실시간으로 수집, 분석하여 공장 상황을 관리하고 제어하는 공장
- 데이터 기반의 공장 운영체계(Data Driven Operation)
- 불량 및 오작동에 선제적으로 대응이 가능

### ○ 빅데이터를 이용한 고객 분석

## [그림 25] 해외 기업의 빅데이터 분석 활용 주요 사례

출처: 최재경(2016), 빅데이터 분석의 국내외 활용 현황과 시사점, KISTEP InI 제 14호, 한국과학기술기획평가원

- 국내 사례: 신한카드의 고객 라이프 스타일 맞춤형 상품, 삼성 SDS의 제조업 생산성 향산 지원 솔루션, SK 텔레콤의 상권 분석 및 타겟 마케팅 지원 서비스 등
- 국내에서도 빅데이터 분석 도입의 시도는 있으나 규모나 고도화 측면에서 부족한 점이 많으며, 빅데이터 분석의 근간이 될 데이터 베이스의 구축 자체가 많이 미흡한 실정 (최재경, 2016)

□ 제조의 서비스화(Product Servitization)(황도연 2010)

- 제조업의 서비스화란 제조업 가치사슬에 서비스의 역할이 새로 편입되거나 확대되는 것을 의미함(이은민, 2016)
  - 아이팟과 아이튠즈, 아이폰과 앱스토어, 아마존과 킨들 등 제품에 최적화된 서비스, 서비스에 최적화된 서비스를 제공하는 기업이 늘어나며 제품과 서비스의 결합을 통한 비즈니스가 늘어나고 있음
  - 기술의 표준화와 글로벌 아웃소싱으로, 더 이상 가격과 성능으로는 제품을 차별화시키기 어려워지는 것이 제조업의 서비스화를 통해 제품을 차별화하는 좋은 대안이 될 수 있음

[그림 26] 제품-서비스 통합(Servitization)

자료: 황도연 2010

## 라. 저성장과 성장전략 전환

□ 장기침체(스테그네이션, stagnation) 가능성이 전망됨(노현웅 2016.10.4.)

- 국제통화기금(IMF)은 2016년 10월 장기 침체 가능성을 내비치며 선진국들의 경제성장을 전망치를 하향 조정함, 2017년 4월 다시 경제성장률을 상
- 브렉시트(영국의 유럽연합 탈퇴)와 이후 각국에서의 보호무역주의로의 흐름이 경제성장에 악영향을 미쳐 ‘저물가·저성장’ 지속될 것으로 예상
- 제조업 생산성 등이 향상되지 않은 상황에서 기업 투자 부진과 인구 고령화 등의 영향 사회적 변화로 인한 ‘구조적 저성장기’가 도래

□ 저성장기에 대응하기 위해 성장전략 전환이 불가피

- ‘적정기술’을 통한 저비용혁신 방향 등장
- 고도성장기 ‘더 비싸게, 더 많이’를 추구한 기술개발 보다는, 과도한 사양을 지양하고 가성비가 뛰어난 기술개발 필요
  - 저개발국 지원 목적으로 시작된 ‘적정기술’이 최근 선진국에서도 각광받고 있음
- 저성장 시대의 새로운 기술개발 모델로 ‘검소 혁신’ 개념이 제안됨(박용삼 2016)
  - ‘검소혁신 모델’: 저성장 시대에 연구개발에 투자할 수 있는 재원이 부족해지고 고객들도 고사양 대신 가성비 높은 제품과 혁신을 원하게 되며 적은 예산으로 많은 것을 이루는 ‘검소 혁신’이 불가피
    - 실제로 2014년 전 세계 1000대 기업이 투자한 R&D 비용은 총 6470억 달러인데, 개발된 제품의 80%가 시판도 못하고 폐기됨
    - 대형 제약회사들의 R&D 예산도 1995년 150억 달러에서 2009년 450억 달러로 3개 가까이 증가했지만 매년 출시하는 신약의 수는 1997년 이후 최근까지 44% 감소

## 마. 기대와 우려

□ 산업 패러다임의 변화로 인산 산업 구조 개편에 대응 및 준비해야 할 필요성이 제기됨

- 선진국 G7은 부가가치에서 기여하는 제조업의 비중이 축소되는 탈산업화를 겪고 있는 데 반해, 한국은 제조업의 비중이 증가하고 있음(현대경제연구원, 2016.5.27.; 이은민, 2016, p.9에서 재인용)
  - 전 세계 총부가가치 대비 제조업 비중은 1970년대 25.7%에서 2014년 16.5%로 10%이상 감소
  - 동기간 우리나라의 제조업 비중은 총 부가가치 대비 17.5%에서 30.3%로 10% 증가

## [그림 27] 총 부가가치 대비 제조업, 서비스 비중 추이

(단위: %)

자료: 현대경제연구원(2016.5.27.); 이은민(2016) 그림2 재인용

- 제조업 중 첨단 제조업이 차지하는 비중이 높으나 고부가가치 첨단제조업의 부가가치 증가율은 그다지 높지 않은 것으로 나타남.
- 산업간 연계성 강화 필요(박문수, 이동희 2017)
  - 직면한 우리나라는 제조업과 서비스업 연계성이 낮아 융·복합을 통한 산업구조 고도화와 신산업 창출이 어려운 상황
  - 우리나라의 2014년, 2005년 대비 제조업과 서비스업 두 부문 간 연계성은 약화되어 서비스 부문과의 융합을 통한 제조업의 고도화가 쉽지 않은 상황임
    - 특히, 제조업의 혁신과 생산성 제고에 중요한 역할을 담당하는 정보통신서비스, 사업전문서비스, 연구개발 부문이 제조업들과 괴리
  - 향후 제조업과 서비스업 두 부문의 융합적 가치사슬을 확대하는 방향으로 정책 추진 필요
- 스마트 팩토리 등장과 한계
  - 스마트 팩토리의 보안
    - 원격 모니터링과 무인관리 시스템으로 운영되는 스마트 팩토리는 소프트웨어의 업그레이드 및 관리가 없다면 해킹 및 악성코드에 노출 가능 (서혁준, 2016)
    - 스마트 팩토리 보안위협 시나리오, 대응체계, 원칙 및 지침 등을 마련하고 보안 침해 사례에 따른 교육내용 마련 필요(산업통상자원부, 2015)
  - 자동화의 한계
    - 한국의 경우 구축된 데이터베이스와 소프트웨어의 개발이 충분치 않아 초연결 및 초지능을 지향하며 다품종 소량생산, 효율적 자원사용, 제품 불량률 감소, 명확한 수요예측 및 능률적인 공급을 특징으로 하는 스마트 팩토리를 실현하기에 일부 한계가 있음(이유진, 2017)

## 제4절 국내에서 환경/재해부문 변화전망과 이슈

- 환경/자원 : 기후변화 및 자원 변화, 건강유해요인 증가
- 경제·산업 : 도시형 복합재난의 위험증가, 자연재해 발생위험 증가, 원자력 위험 증가

### 1. 환경/자원

#### 가. 기후변화 및 자원 변화

##### □ 이상 기후

###### ○ 오존층 파괴

- 93년 미국 항공우주국에서 남극대륙상공의 오존층 절반이 파괴되었다는 발표이후 염화불화탄소에 대한 관심이 부상

###### ○ 부상하는 경제추격국의 탄소 배출 증가(관계부처합동 2016)

- 특히 중국과는 대기질을 공유하고 있는 한반도 특수성이 반영되며, 이러한 이유로 대기질 측정자료 공유도시 확대 등 협력사업 공고화 한·중 공동미세먼지 실증사업을 확대하고자 하는 노력이 있음
- 이상기후를 야기하는 탄소배출 외 미세먼지 등 국민건강을 위협하는 월경성 문제를 공유하고 있음

##### □ 에너지 자원 감소와 수요 증가

###### ○ 도시화, 자동화되면서 전기 의존성이 상승하여, 에너지 수요의 증가 및 비용 상승

- 핵가족화 및 1인 가구 비중의 지속적 확대와 고령화로 인한 생산가능인구 감소 등은 새로운 에너지 수요를 촉발
- 고령자의 편의를 증진시키기 위한 다양한 복지 제품에 대한 수요가 늘어나고 줄어든 노동인구를 대체하기 위한 자동화 기술 관심 증대

###### ○ 인터넷 사용이 보편화되고 늘어난 복사기·프린터·복합기외 다양한 IT기기와 IoT기기 사용 증가로 전력 사용량 증가

- 또한, 각 산업별 정보화로 인해 이를 처리해야할 데이터 양이 늘어나면서 IT 전력 사용량 급증

###### ○ 에너지 갈등

- 양극화가 심화됨에 따라 소외계층에서 에너지 지출에 대한 부담이 가중되는 현상 발생
- 저소득층이 주로 사용하는 에너지인 프로판, 등유 등 화석연료의 열량당 가격이 고소득층이 사용하는 연료보다 상대적으로 비싼 구조

□ 수자원과 식량 부족

- 지구온난화와 세계기상이변은 수자원과 식량자원 위기를 야기
  - 홍수 및 가뭄은 다양한 인간의 물 소비활동을 저해시키고 특히 식량 생산에 큰 영향을 끼침 (이철호 2012)
  - 그러나 아직 수자원의 부족이 식량부족으로 이어지는 연결고리에 대한 인식이 부족
- 고령인구증가와 저출산으로 인한 노동인구 감소로 농작물 재배지 및 생산량이 변화하거나 해양 어획량의 변화도 예상되고 있음
  - 생산성의 변화 뿐만아니라 품질저하, 파손, 병해충, 가축 전염병 등의 우려도 꾸준히 증가하고 있음(명수정 2014)

나. 건강유해요인 증가

□ 동아시아의 미세먼지 공유와 유해 및 위해물질 노출 위험 증가

- 현재 동아시아는 탄소와 같은 온실가스 뿐 만아니라 대기오염물질의 배출이 많은 지역 (심창섭 외, 2015)
  - 한국의 미세먼지(PM<sub>10</sub>)의 연평균 농도는 약 40~50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준으로 국제보건기구(WHO)의 권고기준(준(25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ))에 두 배에 해당되는 높은 수치
  - 환경부의 공식 대기오염 예보기준인 '보통'도 30~80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 높은 농도
  - 상시적 고농도의 초미세먼지는 일본에까지 기류를 타고 영향을 미치고 있으며 일본의 환경 관리지수(EPI)까지 영향을 미치고 있음(EPI, 2014; 심창섭 외, 2015)
- 동아시아가 공동으로 풀어야 할 문제
  - 심창섭 외(2015)는 월경성 미세먼지와 같은 문제를 환경이슈만으로서의 해결할것이 아니라 에너지, 산업, 경제 무역을 연계한 보다 근 다국적 산업-경제 이슈로 포괄적인 측면에서 해결해야한다고 주장

[그림 28] 주요도시 PM2.5의 표준측정결과 추세('08~'12)

자료: 환경부(2013)

- 식품은 영양물질과 비영양물질의 매우 복잡한 혼합물로, 인체가 노출되는 물질 중에서도 가장 복잡하고 다양
  - 또한, 식품은 예측할 수 없는 자연 상태의 토양, 해양, 담수 및 동물에서 생산되고 가공되거나 천연상태 그대로 저장-유통되는 과정에서 의도되거나 의도되지 않은 오염원이나 유해물질이 존재
  - 식품첨가물, 유전자재조합 식품 등이 건강에 영향을 줄 수 있다고 논란
    - 식중독을 유발하는 미생물을 제외하고 대표적인 식품 오염원으로는 잔류농약, 잔류 중금속, 산업동물에 사용되는 약물 및 진균 독소 등을 들 수 있으며, 식품 조리 과정 중에도 건강에 영향을 줄 수 있는 원치 않는 오염원이 생성
    - 몇몇의 물질은 산업적으로 널리 사용되기 때문에, 또 지구 표면에 널리 퍼져 존재하는 물질임과 동시에 환경 오염물질이기 때문에 식품에 불가피하게 포함

[표 11] 사회적으로 문제가 되었던 식품문제

연도	사건내용
2004	- 시판중인 육가공 식품에서 아질산염이 지나치게 많이 들어있어 어린이 건강을 해칠 우려가 있다고 발표
2005	- 중국산 장어가공품 및 수입산 장어가공품에서 말라카이트그림이 검출 - 국정감사 중국산 김치에서 납이 국산김치의 최고 5배 검출되었다는 문제제기에 따라 검사를 실시 - 낮은 검출량을 보여 안전한 것으로 판단
2006	- KBS추적60분에서 과자 속 식품첨가물 7종 아토피성 피부염을 일으키는 유해물질이라고 보도됨 - 일부 육류에서 잔류 허용기준을 초과하는 항생제가 검출
2007	- 시중 유통 중인 국산 및 수입산 녹차 29개 검사 실시 결과 2개 제품에서 농약이 기준치 이상으로 검출 - 시중유통 벌꿀 23종 중 13개 제품서 항생제 검출 - 시중유통중인 수입와인 대부분에서 발암물질이 다량 검출
2008	- 분유성분 등이 함유된 중국산 초콜릿 - 빵, 과자류 등에서 멜라민 검출
2009	- 중국산 육수에서 기관지확장제 클렌부테롤 검출, 식약청 '타르색소'위험성 알고도 방치
2013	- 깨를 찌고 남은 찌꺼기에서 산업용 용제를 섞어 불량 참기름을 만들어 판매
2014	- 동식식품 대장균군 검출된 식품(포스트 아몬드 후레이크) 유통 - 크라운 제과 식중독 검출된 식품(유기농 웨하스)유통 - 서울시 무상급식 867개 학교에 납품된 농산물에서 허용 기준치 이상의 잔류 농약 검출
2015	- 비위생적 수산물 가공 서울·경기 지역 360여곳의 학교 등에 유통

자료: 보건복지부, 대한의학회 자료

## 다. 기대와 우려

- 환경오염 회피능력이 저하되는 환경악자의 취약성 증가로 환경복지 빈부격차 발생
  - 빈부격차로 인해 환경복지 격차 발생
    - 헌법 제35조 제1항에 “모든 국민은 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 권리를 가지며, 국가와 국민은 환경보전을 위하여 노력하여야 한다.”는 환경기본권을 규정

- 그러나 도심과 농어촌지역의 저소득계층에서 환경약자와 취약지역에 환경피해가 집중되어 환경불평등 현상이 가속화(이창우, 2013)

○ 저소득층, 어린이와 노인 등 환경약자가 환경오염 피해에 더 취약(고재경 외, 2012)

- 도심에서는 반지하는 매연으로 인한 천식과 기후변화에서 기인한 극한 기후 대응능력 부족, 홍수로 인한 침수 등이 발생

- 농어촌에서는 상·하수도 취약과 쓰레기 처리 미숙으로 인한 깨끗한 환경 조성에 어려움을 겪고 있음

- 농촌지역 고령화에 대응한 쓰레기 수거방식 전환 폭염시 노인 돌보미 방문 취약계층 거주 시설 그린리모델링 등 취약인구 특성을 고려한 맞춤형 환경서비스 개발이 필요

□ 에너지 자원 감소와 에너지 수급 문제 발생

○ 소득수준 향상 및 전기제품의 편리성으로 인해 냉난방 등의 전력수요가 증가하고 상대적으로 낮은 전기요금 수준으로 전기화 현상 가속

- 국내 전력소비 규모에 비해 전력설비가 부족하여 수급불안 발생

○ 우리나라 공급에너지의 95.2%를 해외 수입에 의존하고 있으며, 총 소비에너지의 37.1%를 차지하는 석유는 수입비중이 82.3%로 에너지 안보에 취약한 수급구조(에너지관리공단 2016)

- 에너지 수입액은 '15년 기준 1,027억\$로 국가 전체 수입액의 23.5%를 차지할 정도임

[표 12] 국내 에너지수입액 추이

(단위: 백만달러)

구분	2005	2010	2013	2014	2015p	증가율 ('14년 대비)
국내 총수입액(A)	261,238	519,584	515,586	525,515	436,499	△16.9%
총에너지 수입액(B)	66,697	184,800	178,698	174,137	102,715	△41.0%
원유	42,606	108,298	99,333	94,907	55,120	△41.9%
석유제품	7,783	26,797	34,628	34,983	17,986	△48.6%
LNG	8,646	27,364	30,645	31,403	18,779	△40.2%
LPG	1,933	5,576	-	-	-	-
석탄	5,443	16,069	13,074	12,114	9,961	△17.8%
원자력(핵연료)	286	695	1,018	731	869	△18.9%
총 수입액대비 비중(B/A)	25.5%	35.6%	34.7%	33.1%	23.5%	-

자료: 에너지경제연구원(2016) 「에너지통계월보」 2016.3, 32(3), 한국무역협회;

주: 에너지관리공단(2016) 2016 대한민국 에너지 편람, p11, 표에서 재인용

- 에너지 가격 상승으로 에너지 빈부격차 심화
  - 에너지 다소비 산업구조와 소비 형태로 인해 기본적 생활을 유지하는데 필요한 에너지를 확보하는데 어려움을 겪는 계층 증가
  - 전기와 석유 등 에너지 가격이 상승하고 소득 격차가 심해지면서 저소득층의 에너지 소비 여건 크게 악화

□ 기후변화 협약에 의한 화석연료에서 신재생에너지로의 전환

- 화석연료에 비해 신재생에너지의 형태는 다양하고 분산적 에너지로서 많은 대지가 요구됨
  - 화석연료 발전소 대비 신재생 에너지의 경우 많은 대지를 요구하기 때문에 인프라 구축에 어려움 발생
  - 현재의 에너지 시스템과 인프라가 모두 화석연료 위주로 건설되었을뿐더러 새로운 인프라 건설에 대한 부담과 신재생에너지가 가지는 에너지 효율성 등의 문제가 있음
  - 에너지 패러다임의 전환은 탄소배출에 대한 고려 뿐만아니라 사회, 경제, 안전, 효율성 등을 모두 고려해야하는 문제임

□ 이상 기후에 의한 농작물 피해 및 생태변화

- 이상기후에 의한 자연재해 증가와 농작물 피해 급증
  - 가뭄, 홍수, 이상고온 등으로 수질, 대기오염 관리는 더욱 어려워지고 있는 실정
  - 슈퍼 태풍, 폭설 폭우 등 대형 재난 재해로 인한 주거 산업시설파괴는 발생시 대규모 환경 오염과 폐기물 문제도 수반
- 사막화, 해안선 상승, 식생대 변화 등 생태의 대변화가 예상

□ 이상기후로 인한 폭염·한파 등의 극한기온은 직·간접적으로 건강피해를 유발

- 장기간 노출시 체온조절 능력 저하 및 온열질환, 한랭질환이 발생할 수 있음
  - 이러한 변화는 심·뇌혈관 질환 등 기저질환의 증상 악화를 초래하여 사망에 이를 수 있음
  - 특히 폭염의 경우 식중독발생율과 병원성 감염에 의한 환자발생수를 급증시킬 우려가 있음

□ 환경과 식품에 의한 건강유해요인에 대한 우려

- 식량 증산 등을 위한 유전자재조합(GMO) 작물 확대, 시장개방에 따른 수입 식자재 종류 증가로 식품생산·유통 환경 급변
  - 유전자재조합작물과 같이 새로 개발된 식품의 경우 과학적으로 그 위해성이나 안전성이 입증되지 않은 상황
  - 수입 농산물의 경우 신선도 유지 등을 위해 수확 후 농약 처리로 인한 농약 잔류량 증대 우려

## 2. 재해/재난 증가

### 가. 도시형 복합재난의 위험증가

□ 도심의 인구집중은 자연재해가 재난으로 이어지는 가능성이 상승

- 도시화와 수도권 인구집중과 이동성 확보가 새로운 형태의 바이오재난 발생 가능성 증가 요인으로 작용
  - 인구과밀 지역의 불특정 다수를 노린 범죄·테러위험과 전염병 역시 도시 내 인구집중과 이동성에 따라 빠르게 확산 가능성 존재
  - 국가간 지역간 왕래 증가로 인하여 새로운 유형의 병원균 유입 및 확산 경로로 작용
  - 또한, 고령자는 질병 감염 시 폐렴 등 합병증 및 심각한 휴유장애, 심지어 사망을 초래할 가능성이 높음
- 과도한 도시화로 인한 자연재해 가능성 증가
  - 도시화 이전에는 배후 습지로 자연스럽게 홍수를 흡수하던 토지가 도시화되고, 도심의 불투수층 증가로 도심 내 홍수 발생 증가
  - 이러한 현상은 배수시설 및 지형구조 수정기회가 없었던 구도심에서 빈번하게 발생

□ 복합재난으로 인한 도심 피해를 빠르게 회복하는 시스템 필요

- 도시 인프라, 노후 인프라 복구
  - 반복되는 대형 사회 재난 및 미래형·복합형 재난에 대한 선제적 맞춤형 대응기술개발로 국민의 불안감을 해소할 필요
  - 특히 교량, 터널, 항만, 댐, 건축물 등 시설물의 취약성과 관련하여 재난에 대한 통합적인 관리 시스템 구축과 연구개발, 복합적으로 발생하는 시나리오별 대응 기술 및 이를 구현하기 위한 요소 기술에 대한 개발 필요성 증가
- 시민과 구조대원의 정신적 트라우마 극복과 정서적 안정 지원
  - 재난대응요원의 체계적인 건강관리 시스템 확립을 통해 신체적·정신적 질병 예방 및 치료 방안을 마련하여 사전·사후관리 시스템에 대한 수요
  - 재난을 겪은 시민에 대한 행정시스템 및 정신적, 트라우마 관리 시스템 필요

### 나. 자연재해 발생위험 증가

- 자연재해 발생 증가에 대한 국민 불안감 상존
  - 한파와 폭염, 가뭄과 홍수 등 상호 이질적인 재난이 교차하여 지속적으로 발생

[표 13] 최근 10년 간('06~'15) 주요 자연재해 유형별 누적 발생 및 피해현황

구분	사망자(명)	금액(백만원)	
		피해액	복구액
호우	179	3,578	7,727,182
태풍	38	1,540	2,919,065
강풍	1	62	36,344
대설	-	218	113,729
기타	-	77	38,344
합계	218	5,477	10,834,664
평균	54.5	1,095	2,166,932

자료: 국민안전처(2016b) pp. 19, 154, 169 표 재조합하여 재작성

- 기후 이상으로 인한 평균기온 상승은 야생동·식물의 이동과 이에 따른 병원균 유입이 용이
- 의례적인 환경영향평가와 무분별한 개발로 자연훼손으로 인한 사건 발생(우면산 사건 등)
- 예측하기 어려운 자연재해는 예측보다는 재난경보 및 정보전달 시스템이 더 중요
- 지속적인 모니터링을 통해 초기 재해 시그널을 파악
- 전국민에게 전달하는 재난 경보와 국가 재난안전시스템에 정보전달 시스템의 관리로 국민 불안을 해소해야함

#### 다. 원자력 위험 증가

- 원자력 사고상황에서 도시화와 인구밀집에 의한 연쇄피해유발 가능성 증가
  - 지난 2011년 3월 후쿠시마 원전사고는 지진이라는 자연재해가 재난이 된 상황으로, 설계기준 초과하는 외부사건에 의해 발생됨
  - 이러한 사고는 1)외부사건 설계기준강화, 2)비상전원계통 신뢰성 및 냉각계통 성능 개선, 3)격납시설 성능강화 및 수소제어계통 개선, 3)격납시설 성능강화 및 수소제어계통 개선, 4)사용 후 연료 관리 및 노심 감시계통 강화, 5)비상대체수단 적기 제공, 6)다수호기 원전 사고를 가정 한 비상 대응능력 강화라는 시사점을 주었음(한국원자력안전기술원, 2017.06.19. 접속)
- 에너지 소비량 증가로 핵폐기물 처리문제 대두
  - 지난 1978년 전기생산을 시작한 국내 최초 원전인 '고리 1호기'는 30년간 운영하여 2007년 발전소 설계수명이 만료되었으며, 원자력 안전위원회로부터 계속 운전을 위한 허가를 받아 10년간 연장운영하였음
  - 2017년 6월 19일부로 가동이 정지되었으며, 영구정지에 들어간 고리원전은 해체기간에 최소 15년에서 20년 소요될 것으로 예상(김병욱, 2017.6.19.)

## 라. 기대와 우려

### □ 글로벌 네트워크 발달로 인한 전염병 확산과 바이오 유해인자 증가

- 이전에는 존재하지 않았던 사스(SARS), 신종플루(H1N1)와 같은 치사율이 높은 전염병이 전 세계적으로 발생
  - 급속한 도시화와 글로벌 네트워크 발달로 인해 단시간에 매우 빠른 속도로 확산
- 이러한 위험은 전염병 확산방지 제품인 마스크, 소독제와 같은 관련 산업의 성장기회를 확대할 수 있지만, 매우 큰 위험을 내포하고 있음
  - 사스의 경우, '12.11.~'13.7. 사이 8,000명 이상의 감염자가 발생하여 800명이 넘는 사망자가 발생
  - H1N1의 경우, 2009년 발견되어 전 세계에서 대략 10,000명 정도의 감염자가 발생하여 79명이 사망(국민안전처 2016a)

### □ 도시의 노후화된 사회 인프라로 안전도 제고 필요성 증가

- 대형기술시스템 붕괴로 인한 연쇄적 재난 발생 야기
  - 복잡한 시스템 내의 네트워크에서 하나의 고리라도 취약성을 가지고 있다면 이는 연쇄적 재난으로 이어질 수 있음
  - 신종 전염병 등 기반 시설과 직접적으로 관계가 없어 보이는 요인들도 시스템에 균열을 야기할 수 있으며 이 균열은 시스템 전체에 영향을 미침
  - 폭설(자연재해)로 인한 구조물 붕괴사고(사회재난) 등이 있으며, 대표적으로 일본 쓰나미(자연재해)에 의한 원전사고(특수재난), 경주폭설(자연재해)로 인한 구조물 붕괴사고(사회재난)등이 있음

### [그림 29] 대형기술시스템 붕괴시 통합적 파급효과 인과지도

□ 복합재난에 대한 대응력 강화 필요(국민안전처 2016)

- 도시화로 인해 인구가 밀집해있는 대형 다중 밀집시설의 복합재난에 대해 대응할 수 있는 기술 및 시스템 부족
  - 자연 재해와 노후화된 도심의 복합재난에 대해 대피유도 시스템 및 위험도 평가 기술 등 안전관리 역량과 관련된 기술개발이 필요
- 특히 신종 미래 재난 시나리오연구와 예측 분석이 부족
  - 미래재난 예측을 통해 도출되는 예상 시나리오를 기반으로 향후 발생 가능한 신종·복합재난의 선제적 대응능력 도모하고 감염병 유형별 시공간 확산 관계 규명을 위한 수학적 모델링 및 검증 기술이 필요
- 복합재난 발생 및 상황전개 예측 및 위험평가의 필요성 그러나 예측하기 어려운 미래재난
  - 사회가 복잡해짐에 따라 재난의 규모가 커지고, 복합적이고 극단적인 재난이 발생할 가능성이 높아짐
  - 재난으로 인한 인명 피해를 최소화하기 위해서 앞으로 발생할 다양한 재난을 미리 예측하고 재난의 복합화 및 확산을 차단하고, 대비할 수 있는 체계를 갖추는 것이 중요함

[그림 30] 복합재난피해의 예(화산폭발)

출처: 국립안전처 2016

## 제5절 사회트렌드 변화에 따라 필요한 지식과 기술컨셉

### □ 사회변화 트렌드 분석 프로세스

#### [그림 31] 사회변화 트렌드 분석 프로세스

자료: 연구진 작성

### □ 한국의 미래전망 보고서의 문헌연구를 통해 미래 사회에 변화를 일으킬 8대 트렌드를 도출

- 트렌드에 따라 사회변화를 일으키는 ‘추동요인’, ‘우려와 위협’도 함께 도출하였고, 3장(네트워크 분석)에서 사용될 기초를 마련하는 1단계 연구임
- 국내 트렌드 도출 관련 자료
  - 국가과학기술위원회(2012)-제4회 과학기술예측조사
  - 국가과학기술위원회(2016)-제5회 과학기술예측조사(1차년도)
  - 국가과학기술위원회(2017)-제5회 과학기술예측조사(2차년도)
  - 국민안전처(2016)-국민 안전혁신 과학기술 지원전략기획연구
  - 미래창조과학부(2014)-과학기술기반의 미래사회변화전망 : 150여개의 국내외 미래연구 보고서를 참고하여 도출한 미래사회전망 내용을 참고
  - 미래창조과학부(2015)-10년 후 대한민국-미래이슈 분석 보고서
  - 미래창조과학부(2016)-10년 후 대한민국-미래전략보고서-이제는 삶의 질이다

[표 14] 미래한국사회 변화전망과 사회적 수요

미래사회변화	주동요인	우려와 위협	사회적 수요
① 저출산 고령화			
고령화	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강에 대한 관심 증대</li> <li>의학발전, 생활수준 향상으로 기대수명증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고령화에 따른 복지수요증가와 재정부담</li> <li>생산가능인구 감소와 저성장</li> <li>고령자 빈곤 및 경제활동 기회 박탈</li> <li>사회적 소외</li> <li>초고령자 의료비용 부담</li> <li>연령, 소득, 지역 등에 따른 의료서비스의 격차</li> <li>지식·정보에 대한 물리적, 기능적, 이용 접근격차</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노쇠 예방</li> <li>고령친화적 시설, 제품 UI</li> <li>상시 건강관리시스템</li> <li>노인성 만성질환 예방 및 맞춤형 치료</li> <li>신체적 특성에 적합한 맞춤형 보조기기</li> <li>고령자 케어서비스</li> <li>고령자를 배려한 도시 구조 및 인프라 구축</li> <li>다양한 세대의 라이프스타일을 고려한 주거환경</li> <li>고령자를 위한 제품 다양화</li> <li>평생교육</li> <li>고령자, 청년 일자리</li> <li>세대갈등해소</li> </ul>
인구감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>취업난 심화</li> <li>일가족 양립부담증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산가능인구 감소와 저성장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일·가정 양립을 위한 유연한 조직문화 도입</li> <li>생애주기별 활동공간에서 발생가능한 안전사고 예방</li> <li>사회취약계층 안전사고 관리시스템</li> <li>학령인구 감소로 인한 학제, 교육구조 개편</li> <li>교육/학습형태의 다양화</li> </ul>
② 건강한 삶의 추구			
건강한 삶의 추구	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강에 대한 관심 증대</li> <li>만성질환자 증가</li> <li>IT, BT, NT 기술 발전</li> <li>환경/식품 영향으로 인한 건강유해인자 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>의료비 지출 증가</li> <li>평생건강 위험(만성질환)</li> <li>알려져 있지 않은 건강위험 (unknown risk)</li> <li>대기질 오염</li> <li>수자원 오염</li> <li>농작물 및 수산물 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속적이고 효과적인 건강관리 서비스</li> <li>건강유해인자 효과적 관리시스템</li> <li>만성질환 예방</li> <li>질병의 조기진단</li> <li>효과빠르고 정확한 치료로 의료비 부담 및 신체적 손상 최소화</li> <li>질병으로부터의 빠른 회복</li> <li>IT, BT, NT 기술 활용의 부작용 저감/예방/예측</li> <li>IT, BT, NT 기술을 통한 치료의 정확성, 효과성 향상</li> <li>깨끗한 공기</li> </ul>
③ 초연결사회			
초연결사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 영상, 통신기술, 센싱기술의 발전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>초연결 기반 빅데이터의 사유화 및 빅브라더 출현*</li> <li>데이터 유통과정에서의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가상 공간에서의 사람간 연결성 확대</li> <li>저비용, 안정적 데이터 확산</li> <li>개인정보 보호</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소셜 미디어 유저의 증가와 온라인커뮤니티 세대의 부상</li> <li>• Big Data 시장 확대</li> <li>• Wearable 기기 시장의 확대</li> <li>• 생산/유통 비용절감</li> <li>• 사업간 및 기술간 융합 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오남용 위험 증가</li> <li>• 네트워크 해킹</li> <li>• 인터넷 네트워크를 활용한 초국가적 테러 조직의 확산</li> <li>• 클라우드형 인프라 증가에 따른 복합 대형 재난 증가</li> <li>• 정보격차 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Mobility를 통한 이동성 강화</li> <li>• Smart Work System을 통한 노동의 자유도 증가</li> <li>• Smart Home System을 통한 생활비용 저감 및 생활안전 증가</li> <li>• Smart Education System을 통한 사용자 주도형 학습 강화, 교육불평등 저감, 학습효과 상승, 학습관리 효율성 증대</li> <li>• 고령층 사이버 범죄 취약계층에 대한 사전예방</li> <li>• 빅데이터 환경에서의 개인정보 보호 통합 보안 플랫폼 개발</li> <li>• 악성앱 작동 분석 및 스마트 단말 관리 체계를 구축하여 통합 사전예방 보안관리</li> </ul>

④ 도시화

도시화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물류, 교통 등 생활인프라의 초연결 기반 네트워크화</li> <li>• 초연결 기반 네트워크화로 서비스 산업확대 및 도시 일자리 접근성 확대</li> <li>• 도시집중 및 도시규모확장 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급격한 도시화가 지역의 격차를 심화시켜 빈민가 발생 야기 우려</li> <li>• 메가시티로의 인구 집중으로 인한 도·농간 교육 격차 증대</li> <li>• 도시 집중화·거대화로 인한 인프라 운영, 관리 부담 증가</li> <li>• 환경오염 증가</li> <li>• 대기질 위험 증가</li> <li>• 생활안전위험 증가</li> <li>• 범죄위험 증가</li> <li>• 대도시 주거문제 악화</li> <li>• 도시규모는 증가하나, 개인화 경향이 심화되어 시민의 소외감 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 합리적 규모의 주거공간 및 공용 공간 확보(주거 건축, 디자인 등)</li> <li>• 주거편의시설 확보</li> <li>• 주거지역 소리, 빛 공해로부터 피해최소화</li> <li>• 주거지역 거주 시민들 간 교류 및 사회적 신뢰형성</li> <li>• 도시 간 네트워크를 통한 인프라 사용 편의성 및 비용저감</li> <li>• 깨끗한 공기, 물 공급</li> <li>• 주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산 (전력, 물 등)</li> <li>• 도시 범죄발생 예방 및 신속대응</li> <li>• 교통혼잡으로 발생하는 사회·경제적 비용 절감</li> <li>• 환경과 안전을 고려한 교통 인프라</li> <li>• 주거 안전성 향상을 위한 노후 주택 재생</li> <li>• 고령자를 위한 주행 안전성 확보</li> </ul>
-----	---	--	--

⑤ 기술

나노융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT, BT 융합 가속화</li> <li>• 뉴로 정보활용 수요증가</li> <li>• 로봇 등 지능형 제조기기 및 서비스 기기수요 증대</li> <li>• 빅데이터 시장 확대</li> <li>• 모바일</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나노물질의 안전성 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 능력 확대</li> <li>• 학습, 육아, 가사, 간호, 취미 활동, 수술 등을 도와주는 맞춤형 로봇의 제조를 위한 나노융합 활용성 증대</li> <li>• 신산업을 통한 미래먹거리 창출</li> <li>• 신소재의 인체 및 환경 안전성 확보</li> <li>• 에너지 소모를 최소화하고 대량의 고속 정보처리 가능</li> </ul>
------	---	--	---

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
	수요증대로 초경량, 소형화 기술수요증대		<ul style="list-style-type: none"> <li>고감도 검지 및 표지치료</li> <li>신종 감염병을 조기 진단하고 치료할 수 있는 기술</li> <li>깨끗한 수자원 확보에 기여할 수 있는 고성능 저비용 나노기술</li> <li>새로운 제조 공정에 적합한 제도</li> </ul>
바이오 융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>IT, BT 융합 가속화</li> <li>신약, 줄기세포, 인공장기 개발 등 레드 바이오 기술의 발달</li> <li>에너지저장 기술 수준향상</li> <li>그린바이오 기술의 활성화</li> <li>GM 시장의 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인유전자정보 유출의 피해</li> <li>인공장기 시장의 확장</li> <li>불임 및 난임 문제</li> <li>GMO 안전성 문제</li> <li>개인 정보보안 위협</li> <li>과학기술에 대한 열린과학(open science)으로 인한 지적재산권 등의 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인유전자 정보에 따른 맞춤형 치료</li> <li>개인의 적성에 맞는 맞춤형 교육</li> <li>사고 또는 질병 시, 인공장기로 신체 기능 복원</li> <li>GM 작물에 대한 안전성 확보</li> </ul>
우주기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>통신기술의 발전</li> <li>고효율 에너지 및 에너지 저장기술</li> <li>우주산업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>막대한 발사, 유지비용</li> <li>우주공간에서의 생존을 위한 자원공급 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간과 비행체의 우주장기체류 (우주여행)</li> <li>우주비행 비용저감</li> <li>안전한 우주여행</li> <li>우주쓰레기 저감</li> <li>우주자원 이용</li> </ul>

⑥ 경제

그린노믹스의 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품에 대한 수요 증가</li> <li>환경오염에 대한 경각심 증가</li> <li>기후변화에 대한 우려 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품에 대한 가격인상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 제품사용 접근성 확대</li> <li>제품생산 Lifecycle 전단계에 걸친 친환경 컨셉 적용</li> <li>전통 화학 공정의 친환경 바이오 공정으로 대체</li> </ul>
신흥국개도국의 부상	<ul style="list-style-type: none"> <li>선진국에서 개발도상국으로 투자 이동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우리나라 주력 기술 및 산업 경쟁력이 추월당할 가능성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 아날로그와 디지털 산업의 융합(이를 통한 차별화)</li> <li>주력산업(제조업 분야) 경쟁력 강화를 위한 핵심·원천 기술확보</li> </ul>
제조업 패러다임 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조업과 서비스업의 결합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전통적 제조 방식 고수로 인한 경쟁력 약화</li> <li>데이터 보관, 유통과정에서의 안전위험</li> <li>해킹을 통한 산업기밀 유출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>안정적이고 지속적인 자동화 시스템</li> <li>안전한 데이터 보관과 유통</li> <li>네트워크 Security</li> </ul>
저성장과 성장전략 전환	<ul style="list-style-type: none"> <li>고질적인 불황과 성장둔화</li> <li>디지털 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>청년 실업이 야기하는 고실업사회의 모습</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실업해소 수단으로의 생산형, 공장형 학교 기능 증대 및 전문 서비스 인력의 양성 기능 확대</li> <li>신 산업성장에 부응하는 새로운 형태의 학교(구글학교와 같은 기업형 학교)</li> <li>기업 주도의 사회적 기여</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
글로벌 경제의 연결성 강화		<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 FTA 체결국의 지속적인 증가</li> <li>국제 금융시장의 다각화</li> <li>다국적기업의 생산 네트워크 활성화</li> <li>인력이동의 글로벌화</li> <li>거버넌스 개념의 확대 및 다양화</li> <li>국제 노동인구의 이동 증가</li> <li>글로벌 인재확보 경쟁의 심화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국제 노동시장의 확대 및 유연화</li> <li>인력 이동의 글로벌화에 따른 인력 시장의 변화</li> <li>핵확산 금지, 환경이슈에서의 상호의존 증대</li> <li>글로벌 거버넌스·파트너십 확대</li> <li>인권 · 국제윤리의 강조 및 NGO의 역할 강화</li> </ul>

⑦ 환경/자원

자원 감소	수자원	<ul style="list-style-type: none"> <li>이상 강우, 기후 변화 및 개발로 인한 수자원의 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>물 수요-공급 격차 심화</li> <li>곡물 가격의 지속적 상승 및 식량 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속적 물공급</li> </ul>
	에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 수급 불균형</li> <li>에너지 수요 증가 및 비용 상승</li> <li>화석연료 고갈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 부족으로 인한 생활불편 및 생산성 저하</li> <li>에너지 가격 상승</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>새로운 非 (비)전통 자원 탐색</li> <li>지속적 에너지 공급 (발전설비 확보, 수급예측, 예비율 확보)</li> <li>수요관리</li> <li>주거형태 및 가족형태 등을 토대로 맞춤형 에너지 복지</li> <li>단열 및 에너지 사용 효율적 건물</li> </ul>
	식량	<ul style="list-style-type: none"> <li>농작물 재배지와 생산량 변화</li> <li>해양 어획량 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>식량부족</li> <li>식량가격 상승</li> <li>식량의 무기화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속적 식량공급</li> <li>자연재해 피해저감</li> </ul>
이상 기후	<ul style="list-style-type: none"> <li>이상기후</li> <li>오존층 파괴</li> <li>대도시 및 개발도상국의 탄소배출 증가</li> <li>환경오염 심화</li> <li>무분별한 생물서식지 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이상기후로 인한 농작물 피해</li> <li>이상기후로 인한 건강유해요인 증가</li> <li>이상기후현상 (폭염, 폭설, 가뭄 등)</li> <li>생태계 변화</li> <li>토양, 지하수, 하천수 오염</li> <li>생물종의 감소 및 위험 생물종의 증가</li> <li>열대우림 감소 및 사막화 확대</li> <li>극지의 빙하 감소, 해안선 상승 및 식생대 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경변화로 인한 피해발생 저감</li> <li>녹조저감/예방</li> <li>수질관리</li> <li>대기오염관리</li> <li>생물다양성 보존</li> <li>탄소배출량 저감</li> <li>전지구적 대응</li> <li>이상기후에도 피해가 적은 농작물 재배</li> </ul>	
건강 유해요인 증가	식품 유해요인 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>생태계 변화</li> <li>국가간 환경영향 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>식품위해요인 증가</li> <li>글로벌 온실가스 배출량 규제 관련 국가 간 협력 약화</li> <li>대규모 자연재해 발생 빈도 증가</li> <li>주변국 산업화 지속에</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>먹거리 안전성 확보를 위한 농수산식품 통합 안전관리</li> <li>농수산식품 위해예보 시스템 및 위해식품 조기경보 시스템 구축</li> <li>개개인의 신체적 특성에 맞는 식 제품 다양화</li> </ul>

미래사회변화	추동요인	우려와 위협	사회적 수요
		<p>따른 미세먼지, 황사 등 대기오염 물질의 유입 증가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양오염 심화와 수산물 오염</li> <li>• 해양 유류 유출 사고로 인한 수산물 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화로 인한 식중독 예방</li> </ul>
	환경내 유해물질 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 글로벌 온실가스 배출량 규제 관련 국가 간 협력 약화</li> <li>• 대규모 자연재해 발생 빈도 증가</li> <li>• 주변국 산업화 지속에 따른 미세먼지, 황사 등 대기오염 물질의 유입 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시 내 친환경 소재의 확산</li> <li>• 친환경 소재 제품으로 구성된 일상생활환경(직장, 학교 등)</li> <li>• 실내 대기질 개선을 위한 대기오염 유발물질 관리 시스템 필요</li> <li>• 환경호르몬 물질에 대한 유해성 및 친환경적 대응방안 마련</li> <li>• 생활폐기물 처리시설 확충</li> </ul>

⑧ 재해/재난 증가

바이오 유해인자 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시화</li> <li>• 공공안전 인프라에 대한 사회적 관심 증가</li> <li>• 바이오 기술활용 제품증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신종 감염병 출현과 감염병의 초고속 확산</li> <li>• 백신의 무기화</li> <li>• 바이오 유해인자 증가</li> <li>• 백신의 무기화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전염병 예방</li> <li>• 피해저감</li> <li>• 조기경보</li> <li>• 감염병 발생 주변국과의 네트워크 구축</li> <li>• 바이오 유해인자 조기발굴</li> <li>• 백신확보 및 접근성 확대</li> </ul>
도시형 복합재난	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사회인프라 노후화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노후화된 사회인프라로 인한 대형 재난 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노후화된 산업공단 정비</li> <li>• 노후화된 사회인프라 재구축</li> <li>• 국가기반시설 보호</li> <li>• 안전하고 신속한 도시 리모델링</li> </ul>
원자력 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시화</li> <li>• 에너지소비량 증가</li> <li>• 복합시설물 증가</li> <li>• 연쇄피해유발 유해물질 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원전 안전관리 이상</li> <li>• 노후 원전 사고</li> <li>• 핵폐기물 처리 안전관리 이상</li> <li>• 중국의 황해연안 원자력 발전소 이상</li> <li>• 대형 화학물질 사고</li> <li>• 대형 폭발사고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용 후 핵연료 처리의 안전성 확보</li> <li>• 핵폐기물의 안전한 처리</li> <li>• 원전사고 시 피해 복구</li> <li>• 방사능오염으로 인한 피해 방지</li> <li>• 방사능 및 유해화학 물질의 효과적이고 친환경적인 제거</li> </ul>
자연재해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상이변</li> <li>• 무분별한 토지사용과 자연훼손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상이변에 따른 재해</li> <li>• 재난에 취약한 구도심에 피해발생</li> <li>• 주거지역, 소득에 따른 안전 불평등 심화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구도심의 재정비</li> <li>• 재해 발생시 신속한 대피</li> <li>• 주거지역 근린 대피시설</li> <li>• 지역기반 재해대응정보</li> <li>• 피해시설/설비 신속한 복원</li> <li>• 재해발생 후 신속한 일상생활로의 복귀(정신적 피해복구 포함)</li> <li>• 기상으로 인한 교통사고를 예방하고 대기오염으로 인한 건강 피해를 저감하기 위한 상세기상 관측·예측 시스템</li> <li>• 도심내 상습침수지역 등 기상재해 피해노출지역에 대한 관리기준 강화</li> <li>• 재해 발생 시 신속한 대응을 위한 의사결정 지원서비스</li> </ul>

자료: 연구진 작성

### Ⅲ. 분야별 부상하는 사회적 수요와 이에 연관된 과학기술 연구개발 동향(네트워크 분석)

#### 제1절 네트워크 분석개요

##### 1. 분석 목적

###### □ 분석 목적

- 본 연구는 미래사회변화에 따른 사회적 수요와 발생 위험을 고려한 미래유망기술의 필요 지식과 연구주제를 탐색하기 위한 목적으로 수행
  - 이를 위해 분야별 핵심 미래전망 보고서와 칼럼 등을 대상으로 내용분석 및 언어네트워크 분석을 수행

###### □ 분석 대상

- 모든 미래전망보고서를 분석대상으로 포함하는데 분석의 한계가 존재함에 따라 최근의 분야별 미래전망보고서를 핵심 보고서로 분석대상에 포함하고, 미래전망과 관련된 칼럼을 보완적으로 활용
- 분석대상이 된 핵심 미래전망보고서는 UN, Worldbank, OECD 등 국제기구를 비롯하여, 미래전망 관련된 선진국인 미국, 영국, 독일 등에서 출판된 미래전망 보고서를 포함. 일반적인 미래전망보고서 뿐만 아니라 좀 더 폭넓은 분석을 위해 분야별 전망 보고서를 포함함
  - 분석의 시의성을 고려하기 위해 분석에 활용된 미래전망보고서는 2016년, 2017년에 출간된 보고서에 한정
- 구체적으로 다음 17개의 미래전망보고서가 핵심보고서로 분석대상이 되었으며, 보고서 원문 전문이 분석에 활용됨<sup>6)</sup>

---

6) 1. OECD (2016). OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of Future Research Policy  
2. UN (2016). Urbanization and Development: Emerging Futures  
3. EU (2016). Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?  
4. UN FAO (2017). The future of Food and Agriculture: Trends and Challenges  
5. World Economic Forum (2017). The Global Risks Report 2017  
6. World Economic Forum (2016). Digital Transformation of Industries  
7. World Bank (2016). Economic and Social Inclusion to Prevent Violent Extremism  
8. 미국 National Intelligence Council (2017). Global Trends: Paradox of Progress  
9. 미국 Executive Office of the President (2016). Artificial Intelligence, Automation, and the Economy  
10. 영국 Government Office of Science (2017). Technology and Innovation Futures 2017  
11. 영국 Innovate UK (2017). Innovate UK Delivery Plan 2016/17  
12. 독일 BDI (2016). Germany`s Prosperity Rests on Innovation: Theses on German industrial policy  
13. 싱가포르 National Security Coordination Secretariat (2016). Cybersecurity: Emerging Issues, Trends, Technologies and Threats in 2015 and Beyond  
14. Intel Security (2016). McAfee Labs Threats Report  
15. The Geneva Association (2016). Harnessing Technology to Narrow the Insurance Protection Gap  
16. Perry World House (2017). Global Shifts: Urbanization, Migration, and Demography  
17. Accenture (2016). Accenture Technology Vision 2016—People First: The Primacy of People in a Digital Age

- 17개의 핵심 미래전망 보고서 이외에 칼럼을 보완적인 분석대상으로 활용하였는데, 이는 세부분야별 주요 이슈를 폭넓게 탐색하기 위한 목적임
  - 보완적인 분석대상 자료 수집을 위해 shapingtomorrow.com을 활용
  - shapingtomorrow.com의 경우 미래 이슈와 관련된 주요 칼럼, 기사, 아티클을 요약 정리해주는 서비스로, 관련 키워드를 통해 텍스트 자료 수집이 용이함
  - shapingtomorrow를 통해 foresight, disruptive technology를 비롯하여 관련 분야 핵심 키워드를 입력하여 분야별 기술동향 및 미래전망 텍스트 자료를 수집하였음

## 2. 분석방법

- 본 연구에서는 미래전망 관련 사회적 수요와 기술위험 등을 통합적으로 고려하고, 이를 통해 미래기술의 연구주제를 탐색하고자 미래전망보고서 및 미래전망 관련 기술동향 칼럼 전문을 대상으로 언어네트워크 분석을 수행
  - 우선 관련 보고서 전문을 대상으로 내용분석을 통해 키워드를 추출
  - 추출된 키워드들의 언어적 표현 사이의 관계를 분석하기 위해 언어네트워크분석을 시도
- 언어네트워크 분석은 문헌에 나와있는 언어적 표현을 설명하고 언어표현들간의 관계를 분석하는 방법으로, 기본적으로 언어가 동시에 출현하는 정도를 측정하여 핵심어간 관계의 의미를 탐색하는 방법
  - 일반적으로 언어네트워크 분석은 분석대상이 되는 텍스트에서 형태소를 추출하여 원문을 중심으로 핵심어를 귀납적으로 추출하는 탐색적 접근이 활용
  - 이에 핵심어에 대한 출현 빈도분석을 수행하고, 핵심어간 행렬을 구성하는데, 행렬은 문장 혹은 문단단위나 전체 문헌 단위에서의 핵심어 동시 출현 빈도를 통해 구성
  - 본 연구에서는 문단을 단위로 핵심어간 행렬을 구성하여 분석
- 분석절차는 크게 핵심어 도출 과정, 핵심어 빈도분석, 네트워크 분석 단계로 구분
  - 먼저 핵심어 도출은 분석대상인 원문을 중심으로 귀납적으로 도출하는 탐색적 접근이 활용되었는데, 분석대상 원문의 텍스트를 형태소로 분류하여 핵심어를 추출하고, 불용어를 제거
  - 불용어의 제거와 관련하여 1차적으로 단순출현빈도가 5회 이하인 단어들을 제거하고, 2차적으로는 ‘기반’, ‘연구’, ‘개발’ 등 일반적인 단어나 고유명사를 제거
  - 이는 일반적으로 사용되는 단어가 네트워크 분석에 포함될 경우 본 연구에서 탐색하고자 하는 내용적인 측면 및 구체적인 기술을 탐색하는데 한계가 존재하기 때문임
  - 언어네트워크 분석을 위해서는 사전에 네트워크 행렬을 구성하는 과정이 요구되는데, 도출된 핵심어를 기준으로 행렬을 구성하였으며, 행렬은 핵심어의 동시출현(co-occurrence) 빈도를 통해 구성됨
  - 이러한 핵심어와 행렬을 중심으로 언어네트워크 분석을 수행하고, 공개소프트웨어인 VOS Viewer를 활용하여 분석결과를 가시화하였음

## 제2절 네트워크 분석 결과

### 1. 사회부문

#### 가. 고령화

##### □ 고령화 분야 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 아래 그림과 같이 네트워크맵 도출
- 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 중심으로 네트워크 형성
  - 전체적으로 data, access, health, population, life 등 5개의 주요 키워드를 중심으로 네트워크가 형성되어 있으며, 부가적으로 care, brain, assessment 키워드의 출현빈도가 높음
  - 총 33623건의 링크 중 data 6111건, access 4385건, health 3264건, population 2252건, life 1771건

#### [그림 32] 고령화 관련 네트워크 맵

## □ 주요 키워드별 네트워크 현황

### 1) data 및 access 키워드

- 고령자의 접근성 향상 및 이를 위한 데이터의 중요성 제시
  - 네트워크 맵을 통해 고령화와 관련하여 고령자의 접근성(access) 향상 필요성, 접근성과 관련한 보조기기(aid) 필요성이 중요하게 인식되고 있음을 확인할 수 있으며, 특히 access 키워드의 경우 data 키워드와 밀접하게 관련되어 있음을 통해 고령자 접근성의 경우 데이터에 기반한 연구가 필요함을 확인할 수 있음
  - data와 관련하여 주요 연관 키워드로 infrastructure가 나타나는데, 이는 접근성과 관련하여 고령자 친화형 주거, 교통의 필요성 제시
  - 또한, data 연관 키워드로 brain, biotechnology, care 등이 제시되는데, 향후 고령자 삶에 있어서 뇌 기능의 문제, 바이오기술, 케어 관련 서비스가 데이터기반의 서비스로 구현될 수 있음을 전망하고 있다고 판단됨
  - care는 assessment 키워드가 연관되어 있는데, 특히 assessment의 경우 정신건강 관련 단어가 인접되어 있음(alzheimer, dementia, depression). 이를 통해 치매, 우울증 등 정신건강의 경우 이를 위한 평가의 중요성과 향후 돌봄에 있어서 신체적 돌봄 뿐만 아니라 정신건강에 대한 돌봄의 중요성 강조될 수 있음
  - 주요 연관 키워드를 보면, 접근성과 관련하여 신체적 기능과 관련된 보조기기(aid) 뿐만 아니라 사회 경제적 활동에 대한 참여 및 접근성 향상도 중요하게 제시되고 있음(income, communication)
- 주요 연관 키워드
  - data: care 1359건, biotechnology 649건, brain 469건, infrastructure 119건
  - access: aid 566건, transport 107건, job 84건, income 81건, home 52건, communication 23건
  - care, assessment: depression 82건, dementia 65건, longevity 23건, alzheimer 13건

### 2) health 키워드

- 고령자의 질병 및 건강관리 이슈 제시
  - 고령화와 관련하여 직관적으로 건강관련 키워드가 높을 것으로 판단되는데, 네트워크 분석 결과 질병 및 건강 관련 키워드의 출현빈도와 중심성이 높게 나타났음
  - health와 관련된 주요 연관키워드로 질병(disease), 건강관리(healthcare), 의료(medicine), 운동(exercise)가 제시됨

- 질병과 관련해서는 진단(diagnosis), 신뢰성(reliability) 등이 제시되었는데, 특히 나노물질 키워드가 제시됨에 따라(nanomaterial) 나노기술이 야기할 수 있는 고령자 질병에 대한 우려가 제시됨
- 의료(medicine)와 관련해서는 신경기술 (neurotechnology), 관리(management) 등이 건강관리 (healthcare) 관련해서는 resilience, hospital, monitoring, nutrition 등이 제시됨

○ 주요 연관 키워드

- disease 1814건, healthcare 892건, medicine 391건, exercise 333건, diagnosis 425건, hospital 210건, management 84건, monitoring 59건, nutrition 55건, resilience 39건, nanomaterial 16건, neurotechnology 14건, reliability 11건

### 3) Population 키워드

○ 고령화로 인한 인구문제 이슈 제기

- 고령화로 인해 제기될 수 있는 인구증가 혹은 경제활동인구 감소와 관련된 문제의식이 제시됨
- 인구문제가 위기(risk)와 불확실성(uncertainty)의 증대로 인식되고 있음
- 특히, 인구문제와 관련된 자원 및 연금문제가 이슈화되고 있음을 확인할 수 있음

○ 주요 연관 키워드

- risk 1915건, pension 255건, resource 218건, recovery 146건, uncertainty 68건, tax 39건

### 4) Life 키워드

○ 고령자 삶의 질을 높일 수 있는 기회 증대 필요성

- 고령자의 삶과 관련하여 고령친화적인 서비스의 중요성이 제시되고 있음
- 이와 관련하여 고령자의 이동성과 관련된 키워드(mobility, vehicle)를 확인할 수 있으며, 고령자를 위한 서비스 개발을 위해 고령자의 라이프스타일, 습관 등을 센서를 통해 측정하는 연구개발 필요성 제시
- 또한, 고령자 삶에 있어서 경제활동 참여기회 증대, 지식정보사회에서 고령자에 대한 인터넷 및 사이버 서비스 필요성 제시

○ 주요 연관 키워드

- service 362건, work 214건, opportunity 200건, lifestyle 193건, quality 116건, habit 110건, sensor 88건, vehicle 56건, well being 43건, mobility 45건, lifecycle 28건

## 나. 건강

### □ 건강 분야 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 1,531개 노드와 47,677개의 링크가 건강 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 도출하면, access, care, health, disease, food, monitoring, diagnosis 등이 제시됨
  - 전체적으로 care, assessment, disease, healthcare, health, nutrition 등은 상호 긴밀하게 연관되어 네트워크를 형성하고 있으며, 이외에 감염병에 대한 모니터링, 세부질병에 대한 진단과 치료가 네트워크를 형성하고 있음
  - 총 47677건의 링크 중 동시출현 상위 키워드는 food 5705건, access 4547건, health 3513건, individual 1940건, disease 1918건, care 1388건, assessment 1042건, healthcare 995건

### [그림 33] 건강 관련 네트워크 맵

□ 주요 키워드별 네트워크 현황

1) health, care, access 키워드

○ 의료서비스에 대한 접근성 향상

- health를 중심으로 네트워크를 살펴보면, 생활 습관(lifestyle)에 따른 개인(individual) 맞춤 의료서비스 강조
- 이와 관련하여 개인의 영양과 식품까지 보건관련 네트워크가 연결되고 있음
- 또한, 생활환경에 있어서 유해물질의 유출(exposure)에 따른 질병 이슈가 언급
- 고령화에 따른 돌봄 및 의료서비스 접근성이 중요하게 제시되어 있으며, 고령자와 더불어 취약계층인 장애인에 대한 신체활동 보조기기(aid) 개발 필요성 언급
- 이와 더불어, 돌봄 및 의료서비스에 대한 객관적인 평가툴 개발 및 평가의 신뢰성 확보 강조

○ 주요 연관 키워드

- life 1918건, lifestyle 207건, lifecycle 30건, individual 1940건, nutrition 573건 food 5705건, malnutrition 203건, undernutrition 31건
- health 3513건, healthcare 995건, disease 1918건, exposure 225건, hazard 323건,
- care 1388건, aging 459건, accessibility 73건, assessment 1042건, evaluation 155건, credibility 171건, disability 179건, aid 573건

2) monitoring 키워드

○ 전염병 및 감염병에 대한 모니터링

- 전염병의 발생(outbreak) 및 확산(spread)에 대한 예측(prediction)과 모니터링 시스템 중요성 제시
- 전염병에 대한 공공의료(public health)의 회복력(resilience) 강조

○ 주요 연관 키워드

- infection 170건, pathogen 176건, epidemic 116건, pandemic 111건, contagion 15건
- monitoring 453건, prediction 177건, threat 257건, security 585건, safety 676건, outbreak 54건, spread 128건, virus 74건

### 3) genome, medicine, diagnosis 키워드

- 유전자 관련 생명의료기술을 통한 의료 및 신약개발
  - 유전자 기술을 활용한 신약개발, 유전자 가위를 활용한 치료기술, 유전자와 나노기술 융합을 통한 신의료기술 등 유전자 관련 의료 및 신약개발이 제시되고 있음
  - 질병치료 특히, 암에 대한 치료에 있어서 생명의료기술의 개발이 주요 연관 키워드로 제시되고 있으며, 뇌질환 관련한 신경신호 등을 활용한 진단기법 개발이 제시되고 있음
  - 또한, 바이오기술에 대한 다양한 이슈가 제시되는데, 바이오위험, 안전 등 폭넓은 범위의 개념 논의에서부터 뿐만 아니라 바이오마커, 바이오프린팅 등 세부적인 기술까지 논의되고 있으며, 특히 바이오기술의 발달에 따른 바이오윤리에 대한 키워드까지 언급
- 주요 연관 키워드
  - genome 527건, genomics 35건, CRISPR 165건, sequencing 39건, drug 355건, pharmacy 20건, medicine 455건, microbiome 12건, nanotechnology, NT 84건, bionano 12건, bioethics 52건
  - cancer 522건, DNA 248건, brain 512건, neurotechnology 89건, neuroprosthetic 19건, neurosurgery 18건, neuroradiology 8건, accuracy 122건
  - biosecurity 154건, biobrick 97건, biosafety 88건, biohazard 27건, bio-printing 80건, biosensor 33건, biocontrol 31건 biomarker 10건 bio 807건 BT 726건

### 다. 초연결사회

#### □ 초연결/초지능사회 관련 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 1,714개 노드와 20,471개의 링크를 가진 네트워크가 초연결/초지능사회 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 중심으로 data, access, information, individual, infrastructure, cyber, AI 등의 핵심키워드를 중심으로 네트워크 형성
  - 전체적으로 data, access, computer/algorithm, information/crisis/network, infrastructure, cyber 등 6개 핵심키워드를 중심으로 네트워크 형성
  - 총 64451건의 링크 중 data 6878건, access 4614건, information 3835건, cyber 3385건, AI 2999건, infrastructure 2916건

## [그림 34] 초연결/초지능사회 관련 네트워크맵

자료: 연구진 작성

### □ 주요 키워드별 현황

#### 1) data 키워드

##### ○ 초연결/초지능사회에서 데이터의 중요성

- 전반적으로 초연결/초지능사회 네트워크 맵은 data 키워드를 중심으로 형성되어 있어 데이터의 중요성이 강조되고 있음을 확인할 수 있으며, 특히 중요 키워드인 access, information, network 등에 직간접적으로 연결되어 있음
- 특히, 데이터의 경우 비정형 데이터의 폭발적인 증가로 데이터 분석에 있어서 복잡성이 증가되고 있어 이에 대한 통합적인 분석방법 개발 필요성이 제시되고 있음
- 아울러 초연결/초지능사회에서 데이터는 시장 및 마케팅에 있어서 그 중요성이 증가되고 있음을 언급
- 또한, 데이터와 관련하여 향후 암호화된 화폐, 가상화폐의 중요성이 제시되고 있음

##### ○ 주요 연관 키워드

- data 6878건, complexity 878건, market 567건, marketing 29건, cryptocurrency 119건, ICT 734건

## 2) access 키워드

- 초연결/초지능사회에서 접근성 이슈 제시
  - 대용량의 데이터 및 정보에 대한 접근성 뿐만 아니라 인간의 능력을 보완하는 기술을 통해 이동성, 서비스 접근 등 모든 접근성 개선 제시
  - 이와 관련하여 connectivity, IoT, smart 뿐만 아니라 wearable, vehicle, enhancement, neurotechnology, interface, biocomputer, automation, battery 등이 연관 키워드로 도출
- 주요 연관 키워드
  - access 4614건, connectivity 807건, IoT 1148건, smart 370건, wearable 47건, vehicle 218건, enhancement 6건, neurotechnology 11건, interface 319건, biocomputer 17건, automation 2599건, battery 728건

## 3) computer/algorithm 키워드

- 초연결/초지능사회의 핵심적인 도구가 되는 컴퓨팅 기술
  - 초연결/초지능사회에서 복잡한 대용량의 데이터를 좀 더 신속하고, 정확하게 계산하는 기술이 요구되는데, 이에 필요한 핵심적인 도구가 컴퓨팅 기술
  - 이에 계산 및 컴퓨팅 관련 키워드들이 핵심적인 키워드로 도출되는데, computing, algorithm, language, cloud computing, deep learning 등이 대표적으로 제시됨
  - 아울러 신속한 대용량 데이터 전송 및 빠른 계산을 위한 네트워크 인프라에 대한 중요성이 강조되는데, 이에 5G, LiFi 등의 키워드 도출
  - 또한, 관련하여 인간 뇌-기계간 상호작용, 증강현실(AR), 가상현실(VR), deep mind, alphago, digital tranformation 등의 키워드 제시
- 주요 연관 키워드
  - computer 1161건, computing 818건, algorithm 845건, language 42건, cloud 988건, deep learning 48건, 5G 186건, LiFi 13건, AR 346건, VR 86건, deep mind 60건, alphago 58건, digital transformation 15건, brain-machine 18건

## 4) information/crisis/network 키워드

- 다양한 정보의 연결성이 높아짐에 따라 발생하는 위기 대응 필요성
  - 초연결/초지능사회는 정보화 사회에서 한단계 더 기술적으로 진보된 사회로 다양한 정보의 연결성이 높아짐에 따라 발생할 수 있는 문제에 대한 이슈가 제기되고 있음

- 다양한 정보의 연결성이 높아짐에 따른 불확실성 증가, 극단적인 정보화로 인한 예측 기술의 제한 및 직업구조의 변화와 인터넷 발달로 인한 작업장에서의 변화

- 또한 초개인화로 인해 발생할 수 있는 문제점과 기계의 정보화 등이 키워드로 제시됨

○ 주요 연관 키워드

- information 3835건, crisis 2077건, uncertainty 120건, foresight 150건, job 262건, work 350건, internet 2197건, workplace 48건, hyper-personalization 13건, network 2098건, machine 1183건, robot 819건, digitization 651건, foresight 150건

5) infrastructure 키워드

○ 주요 인프라 서비스의 불평등 및 격차 해소의 중요성 제시

- 초연결/초지능사회에서 주요 인프라는 상호 긴밀하게 연계되어 사용자 개인에 최적의 서비스를 제공하게 되는데, 정보격차 및 소득격차에 따라 발생할 수 있는 불평등에 대한 고려가 필요

- 또한, 개인 맞춤형 인프라 서비스를 위한 개인별 수요 예측의 정확성 강조

○ 주요 연관 키워드

- infrastructure 2916건, forecast 630건, service 2006건, divide 302건, inequality 1656건, individual 1977건, prediction 193건

6) cyber 키워드

○ 초연결/초지능사회에서 사이버안전성의 중요성 대두

- 초연결/초지능사회의 경우 사람, 데이터, 사물, 서비스 등 모든 것들이 네트워크를 기반으로 상호 연결됨에 따라 사이버 안전성에 대한 중요성이 더욱 증가

- 이에 데이터 보안, 개인정보 보호, 사이버 범죄로부터의 안전 등 사이버 안전과 관련된 다양한 이슈가 주요 키워드로 제시되고 있음

- cyber 키워드를 중심으로 사이버 안전성이 높은 출현빈도로 네트워크를 형성하고 있는데, cyber security, cyber crime, forensic, malware, ransomware, encryption, hacking, hacker, leak 등이 주요 연관 키워드로 도출됨

○ 주요 연관 키워드

- cyber security 1617건, cyber crime 602건, forensic 47건, malware 195건, ransomware 127건, encryption 101건, hacking 153건, hacker 240건, leak 6건

## 라. 도시화

### □ 도시화 네트워크맵 분포 및 주요 키워드

- 5회 이상 출현한 키워드 링크를 대상으로 [그림 0-0]과 같이 네트워크맵을 도출
- 빈출도 및 밀집도가 높은 주요 키워드 7건을 추출
  - 총 33058건의 링크 중 energy 2620건, city 1951건, risk 1729건, information 1672건, security 1588건, population 1565건, inequality 892건

### [그림 35] 도시화 관련 네트워크맵

자료: 연구진 작성

### □ 주요 키워드별 현황

#### 1) Energy 네트워크

- 도시화를 지탱하기 위한 에너지 섹터의 역할이 제시
  - 안정적이고 다원화된 에너지 생산·공급을 위한 산업·인프라 조성, 에너지 시장에서의 거래 등
  - 에너지 관련 기반을 확충할 것이 주되게 언급
    - UN Habitat(2016), Urbanization and Development: Emerging Futures 참조
- 주요 연관 키워드
  - market 62건, industry 49건, gas 47건, water 47건, storage 46건, infrastructure 43건, production 43건

## 2) Information 네트워크

- 인터넷의 확산에 따른 정보화 관련 이슈가 언급
  - 인터넷, 네트워크 등 인프라 환경의 조성, 새로운 제품·서비스 등 재화 공급, 네트워크 환경에서의 보안과 위협에 대한 우려가 빈출
  - Intel Security(2016), McAfee Labs Threats Report: September 2016 참조
- 주요 연관 키워드
  - internet 46건, product 44건, market 38건, risk 37건, security 37건, service 37건, infrastructure 33건, network 32건, innovation 27건

## 3) Security 네트워크

- 증가하는 안보·보안의 위협 속에 사회를 지탱할 필요성
  - 변화하는 글로벌 환경 속에서 도시 공간에는 다양한 형태의 위협요소와 취약성이 존재
  - 사회적 안정을 유지하기 위해서는 안전과 관련한 사회서비스를 공급하고 신뢰를 구축할 필요
  - Geneva Association(2016), Harnessing Technology to Narrow the Insurance Protection Gap 참조
- 주요 연관 키워드
  - threat 63건, service 35건, supply 22건, society 21건, trust 21건, vulnerability 20건, water 20건

## 4) Risk 네트워크

- 사회, 노동에서의 위협과 안전망의 공급에 대한 문제의식
  - 도시화가 진전됨에 따라 부수적으로 발생하는 사회적 변동에 대응하여, 안전망을 제공할 것이 강조
  - 도시 내 노동환경이 변화함에 따라 안전한 노동을 위한 환경 조성
  - World Economic Forum(2017), The Global Risks Report 2017: 12th Edition 참조
- 주요 연관 키워드
  - security 92건, society 43건, water 37건, threat 36건, service 32건, supply 28건, work 25건, worker 24건

## 5) City 키워드

- 도시의 확장에 따른 인구학적 변화가 언급
  - 도시 인구의 증가, 주거형태의 변화 등 인구학적 변화에 대응하기 위한 이슈들이 제기
  - 정보화의 진전에 따라 IoT 등 새로운 형태의 도시 인프라가 구축되고 있음
  - Perry World House(2016), Global Shifts: Urbanization, Migration, and Demography: Highlighting the research of over 45 faculty members from across the University of Pennsylvania 참조
- 주요 연관 키워드
  - population 81건, home 33건, information 32건, climate 31건, infrastructure 28건, data 27건, urbanization 27건, product 25건, service 25건, IoT 23건

## 6) Population 네트워크

- 인구변동에 따른 새로운 형태의 안전·위협, 생산성, 가난 등의 문제가 언급
  - 저출산·고령화 인구구성의 가속화는 사회적으로 대응하고 서비스를 제공해야 할 새로운 형태의 안전·위협의 문제를 제기
  - 노동가능인구가 감소하면서 발생하는 노동생산성의 문제도 인구학적 변화가 야기하는 이슈
  - FAO(2017), The Future of Food and Agriculture Trends and Challenges
- 주요 연관 키워드
  - water 45건, society 37건, risk 36건, security 36건, urbanization 34건, service 32건, production 28건, productivity 26건, poverty 22건

## 7) Inequality 네트워크

- 도시화를 통한 급격한 변화는 불평등의 문제를 야기
  - 도시로의 인구 유입으로 직업·노동의 구성이 급변하고, 사회경제적 조건도 함께 변동
  - 빈민층 거주지역의 안전위해요소 증가 등, 인프라가 충분히 구축되지 않을 경우 거주환경에서의 불평등 문제도 동반
  - Office of the Director of National Intelligence(2017), Global Trends: Paradox of Progress 참조
- 주요 연관 키워드
  - population 28건, poverty 28건, society 27건, job 25건, market 24건, risk 22건, worker 22건, security 19건, work 16건

## 2. 경제/산업부문

### 가. 산업 패러다임 변화

#### □ 산업패러다임 변화 관련 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 1,434개 노드와 76,825개의 링크를 가진 네트워크가 산업패러다임 변화 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성이 높은 economy, data/business, innovation, market, manufacture 등이 5개의 주요 키워드 네트워크를 형성하고 있으며, 부가적으로 blockchain의 출현빈도가 상당히 높은 것으로 나타남
- 총 76825건의 링크 중 business 7049건, data 6080건, economy 5875건, market 4807건, manufacture 1310건, blockchain 764건으로 나타남

#### [그림 36] 산업패러다임 변화 관련 네트워크 맵

자료: 연구진 작성

□ 주요 키워드별 현황

1) data/business 키워드

○ 데이터기반 비즈니스 변화

- 4차산업혁명, 자동화, 인공지능 등 데이터에 기반한 산업패러다임 변화에 따른 비즈니스의 변화에 관한 일반적인 논의가 주요 핵심 키워드로 제시되고 있음
- 이에 4차산업혁명, ICT 발달에 따른 디지털화로 인해 노동자의 행태 변화가 주요 이슈로 제시되고 있으며, 인공지능, 자동화 등 데이터에 기반한 비즈니스, 회사, 고객의 변화가 이슈로 제시되고 있음

○ 주요 연관 키워드

- cyber 2397건, behavior 1019건, 4IR(4th industrial revolution) 841건, automation 2150건, AI 2068건, ICT 596건, employee 869건, company 5178건, digitalization 552건, customer 2071건

2) manufacture/production 키워드

○ 제조업 혁신에 따른 수요기반 생산체계 대두

- 구체적으로 제조업 혁신에 따른 생산체계의 변화가 광범위하게 주요 핵심 네트워크로 형성되어 있음
- 제조업 혁신에 따른 변화로 머신러닝, 지능정보체계, 로봇, 모니터링 시스템 등이 manufacture와 연관성이 높은 키워드로 제시되고 있음
- 또한 고객의 니즈에 따른 생산 및 공급체계의 변화가 언급되며, 유연한 생산체계를 위한 재고 및 물류에 대한 실시간 예측 필요성이 중요하게 대두됨
- 이러한 유연한 생산체계의 경우 데이터 기반의 고객 행태 탐색과도 연결되어 있음

○ 주요 연관 키워드

- manufacture 1310건, machine 1124건, learning 571건, intelligence 1101건, monitoring 454건, robot 1468건
- production 1522건, productivity 1380건, need 1802건, supply 824건, shipping 77건, logistics 230건, prediction 227건

3) market/security/labor 키워드

○ 산업패러다임 변화에 따른 시장과 작업장 안전성 이슈

- 산업패러다임 변화에 따른 유연한 생산체계에서 시장의 불안정성이 이슈가 되고 있으며, 이로 인한 직업, 노동의 안전성이 주요 이슈로 부각

- 제조업 작업장에서의 안전성도 주요 이슈로 제시되고 있는데, 이에 공장 위험 및 유해물질로부터 노동자의 안전보장 및 이를 위한 규제/감시체계 필요성 제시

○ 주요 연관 키워드

- security 2479건, market 4807건, job 2180건, occupation 275건, labor 1871건, forecast 565건, flexicurity 12건
- regulation 902건, protection 342건, facility 329건, hazard 264건, harm 134건, self-regulation 17건, substance 15건

4) 기타 키워드

- 수요 견인 경제체제로의 변화와 이로 인한 고용 변화 이슈
- 인터넷과 네트워크 기반의 산업 혁신 이슈

○ 주요 연관 키워드

- economy 5875건, demand 3602건, employment 1812건
- innovation 3290건, network 1811건, internet 1720건

### 3. 환경/재해부문

가. 환경

□ 환경/기후 관련 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 1,360개 노드와 37,225개의 링크가 환경/기후 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성이 높은 주요 키워드를 도출하면, climate, carbon, ecosystem/data, assessment, material, bio 등이 제시됨
  - 전체적으로 climate, carbon, green house gad, emission, air, pollution 등의 키워드들이 중심이 되어 핵심 네트워크를 형성하고 있으며, 부가적으로 water, resource, assessment 등이 하나의 네트워크를, ecosystem, material, bio 등이 각각 네트워크를 형성하고 있음
  - 총 37,225건의 링크 중 동시출현 상위 키워드는 data 6269건, climate 4880건, risk 2180건, crisis 2022건, resource 1751건, ecosystem 1414건, material 1044건, assessment 1010건, carbon 1008건 bio 767건

## [그림 37] 환경/기후 관련 네트워크맵

자료: 연구진 작성

### □ 주요 키워드별 현황

#### 1) climate 키워드

##### ○ 대기오염으로 인한 기후변화에 대한 이슈

- 화석연료 사용에 따른 대기오염 및 이로 인한 기후변화(지구온도 상승, 빙하 감소, 사막화)에 대한 경고

- 이를 위한 신재생에너지를 비롯한 대기오염 배출 저감 및 조기경보 시스템 필요성 강조

##### ○ 주요 연관 키워드

- air 721건, climate change 727건, pollution 258건, gas 1362건, coal 447건, fossil 121건, petroleum 57건, early warning 26건, desertification 120건

#### 2) carbon 키워드

##### ○ 이산화탄소 배출 및 기후변화 관련 이슈

- 이산화탄소 배출로 인한 지구온난화, 삼림 감소 등의 주요 문제의식이 제시되는데, 이는 대기오염 관련 climate 키워드 네트워크가 긴밀하게 연계되어 있음

- 이산화탄소 배출과 관련된 다양한 키워드(emission, green house gas, CO2, carbon, decarbonization 등등)이 핵심 키워드로 도출되며 이에 대한 대응으로 이산화탄소 포집 및 저장기술이 제시
- 특히, 이산화탄소 배출로 인한 대기오염과 관련하여 최근 이슈가 되는 미세먼지(aerosol)가 주요 키워드로 제시되어 이에 대한 대책 필요성이 강조됨

○ 주요 연관 키워드

- carbon 1008건, emission 1538건, green house gas(ghg) 956건, CO2 249건, deforestation 314건, decarbonization 48건, atmosphere 417건, aerosol 97건, carbon storage 112건, carbon capture 17건,

3) assessment/water 키워드

○ 수자원에 대한 환경영향평가 필요성 제시

- 지속가능한 수자원을 위한 주요 이슈가 강조되고 있는데, 수자원 공급, 수자원에 대한 영향분석 및 평가 중요성, 해저의 수자원 활용 등이 언급됨

○ 주요 연관 키워드

- assessment 1010건, resource 1751건, water 757건, disposal 95건, supply 242건, under sea 5건

4) ecosystem/data 키워드

○ 데이터에 기반한 생태계 보존 규제 필요성

- 생태계에 대한 위기로서 환경오염이 제시되고 있으며, 생태계 보존을 위해 데이터에 기반한 보호장치, 규제 필요성이 제시되고 있음

○ 주요 연관 키워드

- ecosystem 1414건, regulation 736건, data 6269건, risk 2180건

5) material 키워드

○ 환경유해물질에 대한 모니터링, 평가관리 필요성

- 환경유해물질의에 대한 위험평가, 취약성 평가 등 모니터링 시스템이 필요하며, 유해물질 저감을 통한 회복력 확보가 강조되고 있음

○ 주요 연관 키워드

- material 1044건, hazard 308건, monitoring 399건, evaluation 147건, vulnerability 77건, mitigation 194건, resilience 314건

## 나. 에너지

### □ 에너지 관련 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 786개 노드와 13,455개의 링크를 가진 네트워크가 재난/재해 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성이 높은 electricity, fuel, gas, infrastructure, crisis, battery, bioenergy 등이 주요 핵심키워드로 출현하여 네트워크를 형성
  - 부가적으로 oil, electrification, hybrid 등이 주변부에서 하위 네트워크를 형성
  - 총 13455건의 링크 중 infrastructure 2490건, crisis 1780건, gas 1238건, electricity 1163건, fuel 793건, battery 664건, biofuel 256건

### [그림 38] 에너지 관련 네트워크 맵

자료: 연구진 작성

### □ 주요 키워드별 현황

#### 1) infrastructure, crisis, electricity 키워드

- 주요 인프라의 에너지 관련 위기 이슈
  - 에너지 분야에서 주요 인프라의 에너지 위기가 주요 이슈로 제시되는데, 이와 관련하여 인프라의 에너지효율성과 그리드 구축이 연결되어 제시되고 있음
- 주요 연관 키워드

- infrastructure 2490건, crisis 1780건, uncertainty 47건, electricity 1163건, grid 396건, IoT 24건, sensor 30건, saving 15건, warning 5건, energy efficiency 9건

## 2) fuel, gas 키워드

### ○ 새로운 에너지원료인 신재생에너지 이슈

- 에너지 분야에서 신재생에너지의 중요성과 신재생에너지로의 전환과 확산 필요성이 중요하게 제시되고 있음
- 이와 관련하여 기존의 화석연료를 대체하는 친환경 에너지원으로 수력에너지가 주요 키워드로 출현하고 있으며, 셰일가스, 태양에너지, 수소에너지 등 다양한 신재생에너지에 대해 언급되어 있음

### ○ 주요 연관 키워드

- renewable 157건, hydropower 124건, solar 69건, hydrogen 69건, shalegas 60건, transformation 34건

## 3) bioenergy 키워드

### ○ 신재생에너지로서 바이오에너지가 핵심 에너지원으로 소개

- 바이오에너지가 주요 하위네트워크를 형성하고 있어, 신재생에너지 중 가장 주요한 에너지원으로 각광받고 있음
- 기후변화 이슈와 연결되어 친환경에너지의 중요성이 높아짐에 따라 신재생에너지 중 바이오에너지에 대한 관심이 증대되고 있는 것으로 판단되며, 이에 기후변화 키워드와 같이 바이오에너지, 바이오연료, 바이오매스 등 관련 키워드가 높은 빈도로 연관 키워드로 출현하고 있음
- 또한 기후변화와 관련하여 이산화탄소 포집 키워드로 동일한 하위네트워크에서 출현하고 있음

### ○ 주요 연관 키워드

- bio fuel 256건, bio mass 199건, bio energy 170건, climate 24건, change 32건, mitigation 15건, carbon capture 17건

## 4) 기타

- 사물인터넷, 초연결사회로의 진화에 따라 에너지원의 이동가능성의 중요성이 높아짐에 따라 배터리가 주요 핵심 키워드로 언급
- 자동차 에너지와 관련하여 기존 원유기반의 에너지에서 하이브리드, 전기차 등 친환경 자동차가 주요 키워드로 제시되며, 이러한 자동차를 위한 플랫폼 개발 및 확산도 중요하게 언급

### ○ 주요 연관 키워드

- battery 664건, silicon 8건, hybrid 217건, EV 112건, platform 22건

## 다. 재난

### □ 재난/재해 관련 키워드 네트워크 맵

- 5회 이상 동시출현한 키워드를 대상으로 네트워크 맵을 도출한 결과, 아래와 같이 1,336개 노드와 27,444개의 링크를 가진 네트워크가 재난/재해 관련 네트워크를 형성
- 출현빈도 및 중심성을 기준으로 information, infrastructure, security, risk, crisis, network, inequality, protection 키워드의 연결성이 가장 높았으며, 네트워크 맵을 보면 크게 infrastructure, network, security, inequality, crisis 등을 중심으로 네트워크 형성
  - 전체적으로 infrastructure, information, network는 상호 긴밀하게 연관되어 네트워크를 형성하고 있으며, security/risk, inequality, crisis 키워드를 중심으로 하위 네트워크를 형성
  - 부가적으로 출현빈도가 높은 disaster 키워드는 inequality와 긴밀하게 연관되어 있어 또한, 자연재해 단어들이 flood, drought, earthquake 등은 disaster 뿐만 아니라 climate change와도 연결되어 있음
  - 총 27444건의 링크 중 information 3370건, infrastructure 2740건, security 2237건, risk 2120건, crisis 2018건, network 1815건, inequality 1588건, protection 1010건

### [그림 39] 재난/재해 관련 네트워크 맵

자료: 연구진 작성

### □ 주요 키워드별 현황

#### 1) security 및 risk 키워드

- 재난대응, 피해저감, 복원 등 재난/재해관리의 중요성
  - 재난/재해에 있어서 예방, 저감, 대응, 복원 등 일련의 재난관리 관련 키워드가 가장 넓은 네트워크를 형성하고 있음(일반적인 재난관리 키워드인 prediction, readiness, response, reduction, mitigation, recovery가 security, safety, risk 키워드를 중심으로 네트워크를 형성)
  - 재난위기 대응, 피해저감, 복원 등 재난관리 프로세스에 따라 관련 키워드가 구분되어 나타나기 보다는 재난관리 프로세스 전반에 모두 걸쳐서 키워드가 중복해서 출현하고 있음. 이는 통합적인 재난관리 흐름이 키워드 네트워크에서도 나타나고 있음을 보여줌
  - 예측과 관련해서는 취약성, 취약지역에 대한 예측이 중요시됨에 따라 vulnerability가 중요 연관 키워드로 등장하고 있으며, protection과 관련해서는 modelling, simulation 등의 키워드 출현
  - risk reduction과 관련해서는 주요 인프라 관련 키워드 및 회복력이 주요 연관 키워드로 동시출현하고 있는데, 이는 재난/재해에 있어서 사회 주요 인프라 회복력의 중요성을 제시하고 있다고 판단할 수 있음(resilience, transport, traffic, railway, sensor)
  - security 관련 네트워크에서 하나 특이한 점은 재난/재해 관련하여 심리적인 부분에 대한 회복과 관련된 키워드가 출현하고 있다는 사실임. 이에 psychology, trauma, stress 등이 주요 연관 키워드로 제시됨
- 주요 연관 키워드

- response 603건, reduction 386건, recovery 158건, readiness 85건
- prediction 158건, vulnerability 134건, modelling 123건
- resilience 343건, transport 389건, traffic 100건, railway 81건, sensor 315건
- stress 199건, psychology 13건, trauma 5건, vaccine 6건

## 2) disaster 및 inequality 키워드

- 재난/재해의 피해 및 회복과정에서의 불평등 이슈
  - 재난/재해의 피해와 영향은 광범위하게 모든 커뮤니티 구성원들에게 위험요소로 작용하지만, 그 피해 영향의 정도는 커뮤니티 구성원간 불평등하게 작용될 수 있음
  - 이러한 측면에서 재난/재해 네트워크에서 불평등 관련 이슈가 주요 핵심키워드로 출현
  - 또한 disaster의 경우 예측(forecast)의 정확성과 중요성이 주요한 이슈로 제시

- 주요 연관 키워드
  - inequality: inequality 1588건, hazard 293건, harm 152건, contingency 109건, regulation 96건, insurance 60건, calamity 49건
  - disaster: forecast 612건, deterioration 116건, distress 92건, pandemic 10건

## 3) data 및 crisis 관련 키워드

- 데이터에 기반한 재난/재해 대응체제 필요성
  - 재난/재해로 인한 위기관리의 복잡성으로 인해 데이터에 기반한 대응체제 필요성 제시
- 주요 연관 키워드
  - complexity 823건, database 267건, damage 365건, diagnosis 437건, intelligence 27건, knowledge 29건

#### 4) flood, drought, mitigation 관련 키워드

- 자연재해 저감을 위한 대응시스템 필요성
  - 홍수, 가뭄, 폭염, 강수, 폭풍 등 날씨와 관련된 자연재해 및 이상기후로 인한 재해에 대한 대응체계 마련 필요성 제시
  - 이와 관련하여 조기경보 시스템 필요성, 온난화에 대한 이슈 등이 주요 키워드로 출현
  - 자연재해 저감의 경우 reduction, recovery 등의 키워드와 연결되어 security, risk, resilience 등의 네트워크와 연계됨
- 주요 연관 키워드
  - flood 484건, drought 516건, mitigation 141건, rainfall 112건, storm 134건, heatwave 67건, monsoon 56건, weather 139건, early warning 45건, warming 21건

### 4. ‘전략적 연구’ 주제 후보 도출

□ ‘전략적 연구’주제 후보는 다음 그림과 같은 절차에 의해 도출되었음

- 제1단계: 트렌드 분석 (제2장)을 통한 대분류 항목 도출
- 제2단계: 네트워크 분석 (제3장) 및 전문가 의견수렴을 통한 중, 소분류 항목 도출

□ 소분류 항목 도출을 위한 전문가 의견 수렴

- 네트워크 분석과 기존 미래전망자료 분석을 통해 중분류 항목을 도출하였고, 이를 또 다시 소분류 항목으로 세분화 하기 위해 전문가 의견수렴과 기존 미래유망기술 도출 관련 문헌을 분석하였음
- 전문가 의견수렴은 네트워크 분석 및 기존 미래전망 자료분석결과를 한국적 시각에서 어떻게 해석할 것인가에 초점이 두어졌으며, ‘미래 한국의 사회문제’에 대한 대응전략 모색이라는 관점에서 전문가 브레인스토밍 및 인터뷰가 시행되었음
  - 고령화/건강, 기후변화/에너지/환경, 생산시스템변화 분야에서 총 3회 개최되었고, 총 15명이 참여하였음

[표 15] '전략적 연구' 주제 후보 도출 프로세스

사회변화 트렌드 (제 1단계)	'전략적 연구' 주제 (중분류, 제 2단계)
① 저출산 고령화 - 고령화 - 인구감소	① 고령인구증가 ▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 ▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 ▷ 고령자 사회적 참여증진
② 건강한 삶의 추구	② 건강한 삶의 추구 ▷ 국민의 건강권 수호 ▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 ▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 ▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스
③ 초연결사회	③ 초연결·초지능 ▷ 개인의 삶의 질 향상 ▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대 ▷ 인간과 기계의 협업 ▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 ▷ 온라인 신뢰도 향상
④ 도시화	④ 도시화 ▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화 ▷ 도시의 지속가능성 강화 ▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화
⑤ 기술 - 나노융합 - 바이오 융합 - 우주기술	⑤ 산업패러다임 변화 ▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축 ▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 ▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성
⑥ 경제 - 그리노믹스의 활성화 - 신흥국개도국의 부상 - 제조업 패러다임 변화 - 저성장과 성장전략 전환 - 글로벌 경제의 연결성 강화	⑥ 기후환경변화 ▷ 월경성 환경문제에의 대응 ▷ 기후변화 및 자연자원 관리 ▷ 자원순환 ▷ 환경복지 및 기후변화 적응능력 강화
⑦ 환경/자원 - 자원감소 - 이상 기후 - 건강유해요인 증가	⑦ 에너지 ▷ 중단없는 전력공급 ▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 ▷ 신재생에너지 개발과 활용
⑧ 재해/재난 증가 - 바이오 유해인자 증가 - 도시형 복합재난 - 원자력 안전 - 자연재해	⑧ 재해/재난 ▷ 지구차원의 재해 예측 및 위협관리 ▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 ▷ 피해저감 ▷ 회복력 강화

자료: 연구진 작성

[표 16] 사회트렌드 변화의 '전략적 연구' 세부 연구주제(소분류)

트렌드	'전략적 연구' 주제 후보 (중분류, 제2단계)	'전략적 연구' 주제 후보 (소분류, 제3단계)
① 고령인 구증가	▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 - (정의) 노년기 정신적, 신체적 건강을 지원하고, 노인성 질병에 대한 예방/건강관리(인프라 포함)를 위한 연구	노년기 신체적 특성에 적합한 운동
		노년기 신체적 특성에 적합한 케어(요양)
		노년기 신체기능 저하 방지를 위한 보조기기
		노년기 우울증 및 정신건강 제고
		노년기 두뇌활동 증진
		질병예방 및 건강관리 관련 정보의 신뢰도 향상
		질병예방 및 건강관리 시설/제도 인프라 향상
	▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 - (정의) 고령자에 적합한 주거/교통/일상적 소비활동 등에 관련한 연구	의료서비스 접근성 강화
		고령자 신체적/정서적 특성을 고려한 보조기기
		고령자 친화형 주거환경
		고령자 친화형 교통시스템
		고령자 친화형 이동수단
▷ 고령자 사회적 참여증진 - (정의) 교육, 봉사, 여가 등 기타 사회적 활동을 지원하는 연구	고령자 친화형 교통서비스	
	고령친화제품 사용자 인터페이스 증진	
	고령자 친화형 소셜미디어	
	고령자 친화형 문화컨텐츠	
② 건강한 삶의 추구	▷ 국민의 건강권 수호 - (정의) 국민의 일상적 생활환경에서 발생할 수 있는 질병예방과 위해요인 관리(만성질환 예방, 일상적 건강관리, 영양섭취, 식품안전, 화학물질 건강위험 관리 등)	고령자 교육컨텐츠 개발
		개인 상황 맞춤형 학습 플랫폼화
		고령자 친화형 문화컨텐츠
		고령자 교육컨텐츠 개발
	▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 - (정의) 노약자 및 장애인의 정신적/신체적 건강관리 및 신체적, 정신적 활동을 보조하는 연구 (예: 재활보조기기 등)	건강증진활동 지원 (운동, 영양개선 등을 위한 처방/기기사용/ 인프라 구축 등)
		4대 중증질환 극복
		생활환경 밀착형 화학물질 위해성 규명 및 위험관리
		식품 건강위해요인 규명 및 위험관리
	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 - (정의) 동물과 사람 대상 전염병 확산의 신속한 진단/예방/대응 방안	취약계층 의료서비스 접근권 강화 (어린이, 노인, 장애인, 저소득계층, 의료취약지역)
		고령자 및 장애인 신체활동 보조기기 개발 및 사후관리
		진염병 신속 진단
		전염병 전과경로 및 피해예측
▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스 - (정의) 빅데이터 및 유전정보 등을 활용 하여 개인 맞춤형 의료 서비스를 지원	백신개발	
	전염병 발생 및 확산 감시시스템	
	질병예측/진단/치료 효율성 증대	
	보건의료서비스 시스템 효율성 증대 (의료비 저감, 건강불균형 해소 등)	
③ 초연결· 초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상 - (정의) 사용자 개개인의 특성을 고려한 개별 맞춤형 서비스	희귀난치성 질환 진단 및 치료
		사용자 개인에 최적화된 공공서비스 제공(교육, 복지/돌봄서비스, 방재, 치안 등)
		사회적 취약계층 사회참여 지원

트렌드	‘전략적 연구’ 주제 후보 (중분류, 제2단계)	‘전략적 연구’ 주제 후보 (소분류, 제3단계)		
	생산/제공			
	▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대 - (정의) 사용자 수요에 최적화된 형태의 사회적 자원(교통, 에너지, 물 등의 주요인프라 및 공공데이터, 공개지식 등)활용	개인 사용자 수요를 반영한 국가주요인프라(에너지, 교통, 물 등)의 공급과 관리  공개지식과 공공정보 접근성 확대		
	▷ 인간과 기계의 협업 - (정의) 사람-프로세스-데이터-사물 연결 시 발생하는 장애를 제거 및 안정적인 연결망 유지	인간능력 보완 (원격작업 지원, 신체취약성 지원 등)  의사결정 지원 (데이터 수집/분석/예측 등)  인간과 기계의 커뮤니케이션 증대 (시각화, 자연어 등)		
	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 자연적, 사회적, 복합적 재해/재난에 대한 예측 및 대응력 강화	재해/재난에 대한 예측가능성 증대  위험관리의 정밀화  다양한 데이터의 통합적 분석 (비정형, 비구조적 데이터)		
	▷ 온라인 신뢰도 향상 - (정의) 인터넷 네트워크 안정성 증대 및 데이터 보안	해킹위험 저감  데이터 유출 및 개인정보 보호  네트워크 시스템 안정성 증대		
	④ 도시화	▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화 - (정의) 도시인프라와 빠른 운송을 통한 공유경제도달 기술	도시 인프라의 공동사용  스마트 워크시스템  초고속 운송시스템  스마트 교통시스템(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)	
		▷ 도시의 지속가능성 강화 - (정의) 다양한 분야에 대한 도시변화 예측과 도시민 안전을 위한 도시인프라의 안정적인 운용을 포함하는 기술	도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)  주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산  재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계	
		▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 인구밀집과 인프라 노후화(산업단지, 도로교통시스템 등)로 인한 복합형 재난에 대한 예측, 예방, 대피 등을 지원하는 시스템기술	재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보  환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)  정확한 재난발생 위치 파악  실시간 지역대피 경로확보 및 훈련 (예: 시뮬레이션 등)  다중자료융합 재난 및 피해예측과 모델링  대형 구조물 자가진단 시스템  무인재난대응 시스템 (로봇, 드론 등)  지역 재난관리자원 비축 및 관리체계  도시 재난취약지역/계층 안전성 향상	
		⑤	▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축	작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된

트렌드	'전략적 연구' 주제 후보 (중분류, 제2단계)	'전략적 연구' 주제 후보 (소분류, 제3단계)
산업 패러다 임 변화	- (정의) 제조업 작업장에서의 인력의 변화된 제조회장에 대한 재교육 및 산업안전을 지원하는 기술	산업재해 안전관리
		인체유해환경 모니터링 이상상황 감지
		전문인력 양성
		인력 재교육
		환경유해물질 모니터링 및 이상상황감지
		위험대응 네트워크 구축(공장 내외 자원동원)
		작업장 환경의 자가진단 및 제어시스템
		자율적 에너지 관리 시스템
	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 - (정의) 개인화된 제조업으로 향할 수 있는 가변적인 제조 공정 라인 형성을 지원하는 기술	가변 제조라인구축
		전 생산공정/시장/물류의 실시간 상황분석 및 예측
수요자 맞춤 공정을 위한 세부공정모듈 연결/제어시스템		
가변적 생산시스템에 적합한 지능화된 조달/물류시스템		
▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성 - (정의) 제조공정의 자동생산 시스템의 안정성 확보를 위한 기술	빅데이터 기반의 사용자 행태/니즈 분석	
	자동생산시스템 실시간 통합 모니터링 및 자가진단 시스템 자가 학습에 의한 오류복원향상	
⑥ 기후환 경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응 - (정의) 미세먼지와 같은 월경성 환경위해요인 대응하기 위한 연구	대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안
		지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리
		노후석탄화력발전소 감축
	▷ 물환경 지속가능성 제고 - (정의) 수질, 수량, 수생태 관리를 위한 수자원 전주기 관리에 기여하는 연구	기후변화 대응과 재난재해 관리 연계
		수생태계 변화 원인규명 및 영향분석
		이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가 자연자원 DB 구축 및 가치분석
	▷ 자원순환 - (정의) 폐기물 관리, 원전해체, 친환경 에너지 활용 등에 기여하는 연구	사업장 폐기물의 순환이용률 측정 및 모니터링
		폐기물 자원화 원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리
	▷ 환경복지 - (정의) 노인, 어린이 등 민감계층의 건강위해요인 관리	민감/취약집단에 대한 환경위해인자 파악
		환경위해물질 고위험집단에 대한 모니터링 공공시설 및 사회기반시설에 미치는 기후변화 영향 및 피해 예측
기후영향에 대한 분야별/지역별/대상별 취약정보 관리 및 제공		
도시지역 재해취약지 대상 위험지도 및 위험평가시스템		
실시간 이상기상, 대기환경 모니터링 및 조기경보 시스템 환경평가 빅데이터 구축 및 활용		
⑦	▷ 중단없는 전력공급	주요 인프라의 에너지 자체 생산시스템

트렌드	‘전략적 연구’ 주제 후보 (중분류, 제2단계)	‘전략적 연구’ 주제 후보 (소분류, 제3단계)
에너지	- (정의) 대규모 정전 사태를 예방하고, 신재생에너지 저장/공급의 불안정성을 최소화하는 기술	스마트그리드 구축
		저비용, 고성능 에너지 저장시스템
		분산형 전력시스템
	▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 - (정의) 기존 연료기반 발전시스템의 효율성 및 환경피해저감, 기존 연료기반 제품, 건물 등의 에너지 효율성 증대(자체 에너지 생산 포함)에 기여하는 기술	자동차 및 건물의 에너지 효율성 제고
		탄소포집 및 자원화
		원전 폐로 및 원전 안전운영
화석연료 기반 발전시설 효율성 제고		
▷ 신재생에너지 개발과 활용 - (정의) 새로운 에너지 원 개발, 신재생에너지 생산, 활용의 Lifecycle을 구축하는데 필요한 기술	수송연료 전환	
	신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등) 신에너지원 개발 (소형원자로, 초임계 이산화탄소 발전, 수소전지 등)	
⑧ 재해/재 난	▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 - (정의) 지진과 같은 지구차원의 재해 실시간 모니터링 및 모델링을 지원하는 기술시스템	원격탐사를 통한 실시간 연속 모니터링 시스템
		전지구 차원의 재난데이터 통합 모델링 및 시뮬레이션
	▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 - (정의) 발생한 재해 및 재난에 대한 정보를 빠르고 공유하고 피해정도를 파악하는 기술시스템	자율적 상황판단 탐색기기
		재난/재해정보 자동수집/전송
		관련 기관 간 정보공유시스템
	▷ 피해저감 - (정의) 피해 취약자를 위한 신속하고 정확한 정보 및 인명구조를 지원하는 기술시스템	자연적, 사회적 유해인자의 복합적 상호작용을 고려한 피해예측 및 모델링
		재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템
		신속경보 및 정보전달시스템
	▷ 회복력 강화 - (정의) 에너지 및 수도 등 주요인프라 손상을 빠르게 파악하고 신속히 복구하고, 정서적 지원까지 포함하는 기술시스템	신속한 인명구조
		주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구
		피해시설 신속 복구 피해지역 주민심리 치유

자료: 연구진 작성

## IV. 결론과 제언

### 제1절 미래사회 사회적 수요 대응을 위한 ‘전략적 연구’ 주제

#### 1. 설문조사 개요

□ 연구주제 선정을 위한 전문가 설문조사 분석방법

- 트렌드 분석(제 2장), 네트워크 분석(제 3장) 결과를 토대로 ‘전략적 연구’ 주제 발굴의 최종단계로서 전문가 설문조사 시행
- 본 연구는 국가 중점 연구개발 사업을 추진하는데 있어 연구개발의 방향성 정립을 위한 탐색과정임
  - 미래사회 수요에 부응하는 연구주제 리스트를 일련의 과정을 통해 도출
  - 도출된 연구주제는 2030년 미래 한국사회변화에 따라 증가할 것으로 예상되는 사회적 수요에 부응하고 기술의 부정적 영향을 최소화하는데 필요한 연구주제로 예상
  - 이러한 주제가 미래사회변화와 사회적 수용에 대응하는데 얼마나 적절한지에 대해 전문가 의견을 수렴하는데 본 설문조사를 시행 목적이 있음
- 설문조사내용
  - (설문대상) 전문가 80명 선정 후 이메일 전송
  - (조사표본) 전문가 50명이 회신하였음, 중분류 조사는 50명이 응답, 소분류는 각각 5-8명이 응답함

**[표 17] 설문조사 분야별 응답자 현황**

대분야	응답자
1. 고령인구증가	6
2. 건강한삶의 추구	5
3. 초연결·초지능	5
4. 도시화	7
5. 산업 패러다임 변화	8
6. 기후환경변화	8
7. 에너지	6
8. 재해/재난	5
합계	50

자료: 연구진 작성

- (설문기간) 2017년 6월 1일(목)부터 6월13일(화)까지
- (설문평가항목)

[표 18] 설문조사 평가항목

평가항목	내용
공공성	정부가 주도적으로 투자·육성해야 할 필요가 있는지에 대한 판단
중요성	2030년 미래사회 수요 대응을 위해 얼마나 중요한지에 대한 판단
시급성	2030년 미래사회 전망 속에서 현재 준비해야 할 필요성이 어느 정도인지에 대한 판단

자료: 연구진 작성

- (집수척도)

[표 19] 설문조사 집수척도

1	2	3	4	5
가장 낮음	낮음	보통	높음	가장 높음

자료: 연구진 작성

## 2. 설문조사 결과 : ‘전략적 연구’ 주제

### 가. 전체 분석

- 29개 중분류 중에서 공공성, 중요성, 시급성 모두 높다고 평가되는 연구주제는 “월경성 환경문제에 대한 대응”과 “감염병에 대한 피해예방과 저감”로 나타남.
- 이외에도 “재해/재난”, “감염병”등 인간의 안전 및 건강과 관련된 주제의 필요성이 높게 평가되었음

[표 20] 연구개발주제 중분류별 설문조사 결과

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성	중요성	시급성
1. 고령인구증가	▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방	81	84	76
	▷ 고령자 친화적 생활환경 조성	76	75	71
	▷ 고령자 사회적 참여증진	76	72	68
2. 건강한삶의 추구	▷ 국민의 건강권 수호	84	81	73
	▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상	84	78	73
	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감	91	88	85
	▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스	61	69	64
3. 초연결·초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상	52	64	56
	▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효용증대	86	77	70
	▷ 인간과 기계의 협업	61	70	65
	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	95	87	83
	▷ 온라인 신뢰도 향상	82	84	83

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성	중요성	시급성
4. 도시화	▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화	74	68	63
	▷ 도시의 지속가능성 강화	79	72	67
	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	91	87	82
5. 산업 패러다임 변화	▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축	75	75	68
	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템	55	67	63
	▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성	56	67	61
6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	97	89	92
	▷ 기후변화 및 자연자원 관리	93	82	77
	▷ 자원순환	91	82	75
	▷ 환경복지 및 기후변화 적응능력 강화	89	79	76
7. 에너지	▷ 중단없는 전력공급	90	84	75
	▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련	78	77	69
	▷ 신재생에너지 개발과 활용	82	82	75
8. 재해/재난	▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리	87	74	66
	▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화	92	84	81
	▷ 피해저감	90	83	80
	▷ 회복력 강화	86	78	70

자료: 연구진 작성

- “6.기후환경변화”분야의 모든 연구주제가 공공성이 높은 것으로 나타나고 있음
- 그 외 “7. 에너지”, “8. 재해/재난”이 공공성이 높은 것으로 나타났음

**[그림 40] 연구개발주제 중분류별 설문조사 결과**

자료: 연구진 작성

나. 중분류 결과 분석

□ 연구개발 주제 중분류별 설문조사 결과 공공성, 중요성, 시급성이 가장 높게 나온 점수는 각각 97점, 89점, 92점임

- 가장 높은 점수를 보인 연구주제는 공통으로 “월경성 환경문제에 대한 대응”으로 꼽혔음
  - 하나의 연구주제가 3가지 설문평가 항목에서 가장 높은 점수를 받은 것은 미래와 현재 모두 필요성이 가장 높다고 볼 수 있음

□ 평가항목별 상위 및 하위 연구주제

- (공공성) 향후 공공성이 높을 것으로 평가된 연구주제는 “월경성 환경문제에 대한 대응”이며, 가장 공공성이 낮은 연구주제는 “개인의 삶의 질 향상”으로 나타남
  - ‘정부가 주도적으로 투자·육성해야 할 필요가 있는지에 대한 판단’해야 할 공공성에서는 국민건강을 위협하는 환경문제 및 재해/재난에 대한 필요성이 높게 평가됨
  - 한편 공공성의 반대되는 개념인 ‘개인’에 한정되는 연구주제는 가장 후순위로 평가되었음
  - 그 일환으로 ‘수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산시스템’은 최근 4차 산업혁명의 유행으로 주목받고 있으나, 개인고객을 위한 기술로 판단되어 후순위로 밀린 것으로 나타남

[표 21] 연구개발주제 중분류별 설문조사 공공성 결과

순위	대분야	중분야	공공성
1	6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	97
2	3. 초연결·초지능	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	95
3	6. 기후환경변화	▷ 기후변화 및 자연자원 관리	93
4	8. 재해/재난	▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화	92
5	4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	91
↓			
25	3. 초연결·초지능	▷ 인간과 기계의 협업	61
26	2. 건강한삶의 추구	▷ 개인특성을 고려한 맞춤 의료서비스	61
27	5. 산업 패러다임 변화	▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성	56
28	5. 산업 패러다임 변화	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템	55
29	3. 초연결·초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상	52

자료: 연구진 작성

- (중요성) 향후 중요성이 높을 것으로 평가된 연구주제와 낮을 것으로 평가되는 주제 모두공공성 평가와 같이 각각 “월경성 환경문제에 대한 대응”, “개인의 삶의 질 향상”으로 나타남
  - ‘2030년 미래사회 수요 대응을 위해 얼마나 중요한지에 대한 판단’하는 중요성에서는 미세먼지와 같은 “월경성 환경문제에의 대응” 뿐만아니라 최근 공포감을 심어주었던 메르스에서 전염병, 감염병에 대한 대응체계가 중요성이 높다고 나타남

- 또한, 전세계적으로 감염 위협을 가한 랜섬웨어와 같은 온라인사고, 지진-쓰나미-후쿠시마 원전사고와 같은 자연재해와 이로 인한 도심복합재난 등 최근 우려를 안겨주었던 일련의 사건으로 그 중요성이 나타났다고 판단됨
- 공공성 평가에서와 마찬가지로 ‘개인’에 한정되어지는 연구주제는 후순위로 평가됨

[표 22] 연구개발주제 중분류별 설문조사 중요성 결과

순위	대분야	중분야	중요성
1	6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	89
2	2. 건강한삶의 추구	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감	88
3	3. 초연결·초지능	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	87
4	4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	87
5	3. 초연결·초지능	▷ 온라인 신뢰도 향상	84
↓			
25	2. 건강한삶의 추구	▷ 개인특성을 고려한 맞춤 의료서비스	69
26	4. 도시화	▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화	68
27	5. 산업 패러다임 변화	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템	67
28	5. 산업 패러다임 변화	▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성	67
29	3. 초연결·초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상	64

자료: 연구진 작성

- (시급성) 향후 시급성이 높을 것으로 평가된 연구주제와 낮을 것으로 평가되는 주제 모두 공공성 및 중요성 평가와 같이 각각 “월경성 환경문제에 대한 대응”, “개인의 삶의 질 향상”으로 나타남
- ‘2030년 미래사회 전망 속에서 현재 준비해야 할 필요성이 어느 정도인지에 대한 판단’하는 시급성평가에서는 중요성평가에서와 같이 감염, 재해, 재난, 온라인 사고, 도시형 복합 재난 등에 대해 높게 평가한 것으로 나타남
- 공공성 및 중요성 평가에서와 마찬가지로 ‘개인’에 한정되어지는 연구주제는 후순위로 평가됨

[표 23] 연구개발주제 중분류별 설문조사 시급성 결과

순위	대분야	중분야	시급성
1	6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	92
2	2. 건강한삶의 추구	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감	85
3	3. 초연결·초지능	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	83
4	3. 초연결·초지능	▷ 온라인 신뢰도 향상	83
5	4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	82
↓			
25	2. 건강한삶의 추구	▷ 개인특성을 고려한 맞춤 의료서비스	64
26	5. 산업 패러다임 변화	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템	63
27	4. 도시화	▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화	63
28	5. 산업 패러다임 변화	▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성	61
29	3. 초연결·초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상	56

자료: 연구진 작성

다. 소분류 결과 분석

□ 고령인구증가

- 고령인구증가에 대응하기 위해서 필요한 연구주제에서 “노년기 우울증 및 정신건강제고” 소분류가 공공성, 중요성, 시급성 모두가 높은 것으로 나타남
  - 특히 시급성이 97로 단기계획에 포함되는 것이 적합한 것으로 나타남
  - “고령자 교육컨텐츠 개발”은 공공성은 높지 않으나, 중요성과 시급성이 비교적 높은 항목으로 향후 민간 영역에서 기술개발이 가능할 것으로 판단됨

[표 24] ① 고령인구증가 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방	노년기 신체적 특성에 적합한 운동	60	60	57
	노년기 신체적 특성에 적합한 케어(요양)	90	87	80
	노년기 신체기능 저하 방지를 위한 보조기기	80	87	80
	노년기 우울증 및 정신건강 제고	90	90	97
	노년기 두뇌활동 증진	63	70	73
	질병예방 및 건강관리 관련 정보의 신뢰도 향상	90	80	77
	질병예방 및 건강관리 시설/제도 인프라 향상	87	80	77
	의료서비스 접근성 강화	83	80	67
▷ 고령자 친화적 생활환경 조성	고령자 신체적/정서적 특성을 고려한 보조기기	73	83	70
	고령자 친화형 주거환경	70	77	63
	고령자 친화형 교통시스템	83	80	67
	고령자 친화형 이동수단	80	77	70
	고령자 친화형 교통서비스	87	83	70
	고령친화제품 사용자 인터페이스 증진	67	73	70
▷ 고령자 사회적 참여증진	고령자 친화형 소셜미디어	50	57	53
	고령자 친화형 문화컨텐츠	67	67	57
	고령자 교육컨텐츠 개발	77	87	80
	개인 상황 맞춤형 학습 플랫폼화	60	73	70

자료: 연구진 작성

□ 건강한 삶의 추구

- 건강한 삶을 추구하기 위해 필요한 연구주제에서 “전염병 발생 및 확산 감시시스템” 소분류가 공공성, 중요성, 시급성 모두가 높은 것으로 나타남
- 다음으로는 “취약계층 의료서비스 접근권 강화”도 공공성, 중요성, 시급성 모두가 고루 높은 것으로 나타남

[표 25] ② 건강한 삶의 추구 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 국민의 건강권 수호	건강증진활동 지원 (운동, 영양개선 등을 위한 처방/ 기기사용/ 인프라 구축 등)	80	80	64
	4대 중증질환 극복	84	76	72
	생활환경 밀착형 화학물질 위해성 규명 및 위험관리	72	76	68
	식품 건강위해요인 규명 및 위험관리	80	80	68
▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상	취약계층 의료서비스 접근권 강화 (어린이, 노인, 장애인, 저소득계층, 의료취약지역)	92	88	80
	고령자 및 장애인 신체활동 보조기기 개발 및 사후관리	76	72	68
	전염병 신속 진단	84	88	84
▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감	전염병 전파경로 및 피해예측	80	84	76
	백신개발	76	80	76
	전염병 발생 및 확산 감시시스템	96	96	92
	질병예측/진단/치료 효율성 증대	68	72	60
	보건의료서비스 시스템 효율성 증대 (의료비 저감, 건강불균형 해소 등)	84	80	72
	희귀난치성 질환 진단 및 치료	80	76	68

자료: 연구진 작성

□ 초연결·초지능 사회

- 다가오는 초연결·초지능 사회에 요구되는 연구주제에서는 “데이터 유출 및 개인정보 보호” 소분류가 공공성, 중요성, 시급성 모두가 높은 것으로 나타남
- 다음으로는 “재해/재난에 대한 예측가능성 증대”도 공공성, 중요성, 시급성 모두가 고루 높은 것으로 나타남

[표 26] ③ 초연결·초지능 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 개인의 삶의 질 향상	사용자 개인에 최적화된 공공서비스 제공(교육, 복지/돌봄서비스, 방재, 치안 등)	68	68	56
	사회적 취약계층 사회참여 지원	88	80	80
▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효용증대	개인 사용자 수요를 반영한 국가주요인프라(에너지, 교통, 물 등)의 공급과 관리	72	68	52
	공개지식과 공공정보 접근성 확대	88	80	60
▷ 인간과 기계의 협업	인간능력 보완 (원격작업 지원, 신체취약성 지원 등)	68	72	72
	의사결정 지원 (데이터 수집/분석/예측 등)	56	76	72
	인간과 기계의 커뮤니케이션 증대 (시각화, 자연어 등)	52	76	68
▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	재해/재난에 대한 예측가능성 증대	92	84	80
	위험관리의 정밀화	88	80	72
	다양한 데이터의 통합적 분석 (비정형, 비구조적 데이터)	76	72	64
▷ 온라인 신뢰도 향상	해킹위험 저감	84	88	84
	데이터 유출 및 개인정보 보호	92	92	84
	네트워크 시스템 안정성 증대	76	72	60

자료: 연구진 작성

□ 도시화

- 도시화에 적합한 기술개발에서 “재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보”, “환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)”, “도시 인프라의 공동사용”소분류가 공공성, 중요성, 시급성 모두가 높은 것으로 나타남
- 특히 “도시 재난취약지역/계층 안전성 향상”은 공공성이 100으로 공공개발성이 크다는 것을 나타내고 있음
- 이 외에 “스마트 교통시스템(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)”, “도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)”, “재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계”도 공공성, 중요성, 시급성 모두가 고루 높은 것으로 나타났음

[표 27] ④ 도시화 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화	도시 인프라의 공동사용	97	90	90
	스마트 워크시스템	60	70	67
	초고속 운송시스템	83	80	80
	스마트 교통시스템(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)	90	90	93
▷ 도시의 지속가능성 강화	도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)	90	87	83
	주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스 생산	87	77	73
	재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계	93	90	80
▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보	97	93	93
	환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)	93	93	93
	정확한 재난발생 위치 파악	90	93	80
	실시간 지역대피 경로확보 및 훈련 (예: 시뮬레이션 등)	83	90	87
	다중자료융합 재난 및 피해예측과 모델링	90	87	83
	대형 구조물 자가진단 시스템	73	80	83
	무인재난대응 시스템 (로봇, 드론 등)	67	80	80
	지역 재난관리자원 비축 및 관리체계	97	90	87
	도시 재난취약지역/계층 안전성 향상	100	90	87

자료: 연구진 작성

□ 산업패러다임 변화

- 최근 4차 산업혁명과이에 따른 스마트팩토리, 노동의 변화 등 많은 변화가 일고 있음
  - 그러나 산업 패러다임변화는 중분류 분석에서도 나타난 바와 같이 공공성, 중요성, 시급성 모두 낮게 나타남
  - 산업패러다임 대분류 중 가장 큰 값을 나타내는 소분류는 “작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된 산업재해 안전관리”로 나타남

[표 28] ⑤ 산업패러다임 변화 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축	작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된 산업재해 안전관리	80	83	83
	인체유해환경 모니터링 이상상황 감지	78	80	75
	전문인력 양성	73	78	68
	인력 재교육	68	78	63
	환경유해물질 모니터링 및 이상상황감지	75	78	70
	위험대응 네트워크 구축(공장 내외 자원동원)	75	70	65
	작업장 환경의 자가진단 및 제어시스템	55	70	60
	자율적 에너지 관리 시스템	50	73	55
▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템	가변 제조라인구축	50	68	63
	전 생산공정/시장/물류의 실시간 상황분석 및 예측	45	78	75
	수요자 맞춤 공정을 위한 세부공정모듈 연결/제어 시스템	48	65	58
	가변적 생산시스템에 적합한 지능화된 조달/물류 시스템	48	68	63
	빅데이터 기반의 사용자 행태/니즈 분석	58	80	73
▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성	자동생산시스템 실시간 통합 모니터링 및 자가진단 시스템	48	83	68
	자가 학습에 의한 오류복원향상	45	68	53

자료: 연구진 작성

□ 기후환경변화

- 기후환경변화에 대응하기 위한 연구주제에서는 타 분야에 비해 많은 연구주제가 높은 값을 가지고 있음
  - 가장 높은 값을 보이는 중분류는 “대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안”, “지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리”로 나타남
  - 중분류 “환경복지”에 포함된 연구주제는 공공성이 높은 값을 보이는 것으로 나타남
  - “이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가”와 “원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리”는 시급하지는 않으나 공공성과 중요성이 높은 것으로 나타남

[표 29] ⑥ 기후환경변화 변화 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 월경성 환경문제에의 대응	대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안	90	93	93
	지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리	100	90	85
	노후석탄화력발전소 감축	88	75	70
▷ 기후변화 및 자연자원관리	기후변화 대응과 재난재해 관리 연계	88	88	73
	수생태계 변화 원인규명 및 영향분석	88	80	70
	이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가	90	80	78
	자연자원 DB 구축 및 가치분석	88	73	65
▷ 자원순환	사업장 폐기물의 순환이용률 측정 및 모니터링	80	78	65
	폐기물 자원화	88	80	73
	원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리	93	98	78
▷ 환경복지	민감/취약집단에 대한 환경위해인자 파악	95	88	85
	환경위해물질 고위험집단에 대한 모니터링 공공시설 및 사회기반시설에 미치는 기후변화 영향 및 피해 예측	98	83	80
	기후영향에 대한 분야별/지역별/대상별 취약정보 관리 및 제공	93	78	73
	도시지역 재해취약지 대상 위험지도 및 위험평가 시스템	95	80	73
	실시간 이상기상, 대기환경 모니터링 및 조기경보 시스템	95	83	85
	환경평가 빅데이터 구축 및 활용	88	80	78

자료: 연구진 작성

□ 에너지

- 에너지 자원에 대한 기술개발에서 “원전 폐로 및 원전 안전운영” 공공성, 중요성, 시급성 모두 높게 나타남
- 다음으로는 “신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등)”는 공공성, 중요성, 시급성 고루 높게 나타남

[표 30] ⑦ 에너지 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 중단없는 전력공급	주요 인프라의 에너지 자체 생산시스템	80	73	67
	스마트그리드 구축	83	80	80
	저비용, 고성능 에너지 저장시스템	73	93	73
	분산형 전력시스템	83	90	87
▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련	자동차 및 건물의 에너지 효율성 제고	70	83	70
	탄소포집 및 자원화	67	70	53
	원전 폐로 및 원전 안전운영	93	93	93
	화석연료 기반 발전시설 효율성 제고	80	80	70
	수송연료 전환	77	77	70
▷ 신재생에너지 개발과 활용	신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등)	87	90	87
	신에너지원 개발 (소형원자로, 초임계 이산화탄소 발전, 수소전지 등)	67	63	57

자료: 연구진 작성

□ 재해/재난

- 재해/재난에 대응하기 위한 기술개발에서 “관련 기관 간 정보공유시스템” 공공성, 중요성, 시급성 모두 높게 나타남
- 다음으로는 “주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구”는 공공성, 중요성, 시급성 고루 높게 나타남
- “재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템”, “신속경보 및 정보전달시스템”가 공공성이 높은 것으로 나타남
- “재난/재해정보 자동수집/전송”은 시급하지는 않으나 추후 공공성과 중요성이 높은 항목으로 평가됨

[표 31] ⑧ 재해/재난 소분류별 설문조사 결과

중분류	소분류	공공성	중요성	시급성
▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리	원격탐사를 통한 실시간 연속 모니터링 시스템	80	76	76
	전지구 차원의 재난데이터 통합 모델링 및 시뮬레이션	72	68	68
▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화	자율적 상황판단 탐색기기	88	80	72
	재난/재해정보 자동수집/전송	88	84	76
	관련 기관 간 정보공유시스템	92	92	92
	자연적, 사회적 유해인자의 복합적 상호작용을 고려한 피해예측 및 모델링	80	80	76
▷ 피해저감	재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템	92	80	80
	신속경보 및 정보전달시스템	92	88	84
	신속한 인명구조	88	88	80
▷ 회복력 강화	주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구	92	92	88
	피해시설 신속 복구	80	84	88
	피해지역 주민심리 치유	88	88	88

자료: 연구진 작성

□ 소분류 분석 소결

- 소분류 공공성, 중요성, 시급성 평가에서 3가지 모두 크게 평가된 항목으로는 다음 11개 항목이 있음

[표 32] 대분류 별 공공성, 중요성, 시급성 모두 중요하다고 평가된 항목

대분류	중분류	소분류
1. 고령인구증가	▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방	노년기 우울증 및 정신건강 제고
2. 건강한삶의 추구	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감	전염병 발생 및 확산 감시시스템
3. 초연결·초지능	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화	
4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보
4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)
4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	정확한 재난발생 위치 파악
4. 도시화	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	도시 재난취약지역/계층 안전성 향상
6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안
6. 기후환경변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응	지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리
7. 에너지	▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련	원전 폐로 및 원전 안전운영
8. 재해/재난	▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화	관련 기관 간 정보공유시스템

자료: 연구진 작성

## 제2절 미래사회 사회적 수요 대응을 위한 '전략적 연구' 추진방안 제언

### 1. 원천기술의 개발정책 개선방향

#### □ 원천기술 개발의 전략성·목적성 강화

- 경제적 파급효과의 목적성을 확장하여 삶의 질 향상, 국민편익 증진 등 사회적 파급효과를 복합적으로 고려할 필요
  - 미래 성장동력의 발굴 측면을 포함하되, 삶의 질 향상, 국민편익 증진과 같은 사회적 파급효과를 고려하여 원천기술을 발굴함으로써 과학기술의 활용도를 향상
  - 이때 경제적 목적성과 사회적 목적성을 별도로 고려할 것이 아니라 복합적 요소로서 고려하여 원천기술을 도출할 필요가 있음
  - 즉, 경제적요소와 사회적요소를 동시에 고려하여 앞으로 도래할 미래현상을 예측하고 이를 기반으로 하는 제품 및 서비스를 추정하는 과정이 선행될 필요가 있음

#### □ 실효성을 고려한 원천기술개발과제 기획 및 선정

- 다양한 기술적 응용이 가능한 원천기술의 개발을 위해서는 궁극적으로 수요에 기반한 원천기술 추정이 요구
  - 이를 위해 최종적으로 제품 및 서비스의 형태로 구현될 것을 염두한 원천기술개발이 필요
  - 제품 및 서비스 구현을 염두한 다는 것은 결국 사회변화현상을 추정하고 이를 기반으로 하는 필요(Needs) 혹은 수요(Demand)에 대응할 수 있어야 한다는 의미임
  - 즉, 필요 혹은 수요에 대응하는 제품 및 서비스가 무엇인지 예측하고 이것의 구현에 요구되는 기능(Function)요소가 무엇인지 추정할 때 보다 활용성이 보장된 원천기술을 개발할 수 있음

#### □ 융합을 통한 새로운 원천기술개발 확대

- 목적중심 원천기술의 발굴을 통해 한 차원 상위의 복합적 기능의 구현 필요
  - 현재까지의 분야중심 원천기술연구는 투입의 관점에서 명료하고 정책추진관점에서 하향식 접근에 유효하였으나, 이를 목적중심으로 전환하여 한차원 상위의 미래기술(기능)의 구현이 필요
  - 이는 앞서 해양드론 사례에서 설명한 바와 같이 단위분야의 원천기술연구를 통해 달성할 수 있는 기능적 수준보다 한단계 상위에 있는 복합적 기능의 구현이라는 것에 핵심적 의미가 있음
  - 즉, 이과정은 반드시 공급자가 수요자에게 전달하고자하는 가치를 구현하는 복합적 기능(Complex Function)을 기반으로 하고 있어 해당 기능의 구현을 위한 기술간 융합이 필연적임

- 이는 단순히 기술간 융합을 통해서만 구현되는 것이 아니라, 감성, 스토리, 형태미(美) 등이 함께 고려되어야 함으로써 인문학, 예술, 디자인 등과 같은 초학제적 기술분야의 융합이 이루어 질 수 있음

## 2. ‘전략적 연구’ 주제별 세부기술 발굴 작업 추진을 위한 제언

### □ 기술의 실용화를 고려한 세부기술 발굴 필요

- 제 1장에서 원천기술이 가진 기술적 속성, 즉 기반기술, 핵심기술, 첨단기술 중 기반적 성격과 핵심적 속성은 그 기술에 원래부터 배태되어 있는 성질이 아니라, 사후적으로 육성되는 과정에서 부여되는 것이라는 점을 강조했다
- 원천기술이 기반적, 핵심적 성격을 갖기 위해서는 그 기술의 성장경로, 가치사슬 형성에 연관된 기초연구단계에서의 지식과 응용/개발단계에서 필요한 세부기술도 함께 육성되어 기술이 실제 실용화될 수 있도록 해야 함

### □ ‘전략적 연구’주제의 세부기술 발굴 프레임

- 원천기술의 발굴은 사회적 수요에 부합하는 기능을 수행할 첨단기술을 선정하는 것 뿐만 아니라, 그 첨단기술이 제품화 되고, 실생활에 사용되는데 필요한 가치사슬 각 단계에서의 핵심기술도 함께 발굴, 육성되어야 함
- 향후 후속연구에서 ‘전략적 연구’의 세부기술은 다음 그림에서 보는 프레임을 적용하여 발굴할 것을 제안함

### [그림 41] 전략적 연구 발굴 프레임

- 하나의 ‘전략적 연구’ 주제에 연관된 세부기술들은 크게 세 가지 차원에서 발굴될 수 있음
  - 제품의 기능 개선(또는 완성)
  - 사용성 개선(또는 사용환경 조성)
  - 시스템의 지속가능성 증대

[그림 42] 세부기술을 구분하는 세가지 차원

자료: 연구진 작성

- 예를 들어, ‘고령자 신체기능 저하’의 목적을 위한 ‘인공지능 이용 헬스케어 기기’ 분야 원천기술의 경우, 세 가지 차원에서 다음과 같은 세부기술이 균형적으로 갖추어져야 함
  - 기능 개선: 나노기술 기반 소형패키징 기술 적용으로 휴대성 증진
  - 사용성 개선: 고령자 신체적 특성을 고려한 인체모델 개발로 고령자에 특화된 제품 개발
  - 시스템 지속가능성 : 헬스케어 기기에 사용된 물질의 인체 독성평가 정확도 향상을 위한 기술
- 또한 세 측면 각각의 영역에서 기초, 응용/개발, 제도/정책개선을 위한 연구가 함께 진행되어야 함
  - 예를 들어, 고령자 헬스케어 기기의 사용성 증대를 위한 연구의 경우 다음과 같은 세부기술 발굴이 필요함
    - 고령자 신체적 특성에 대한 기초지식(기초단계)
    - 고령자의 인체모델 개발(응용/개발단계)
    - 헬스케어 기기 사용자에 대한 건강보험 지원제도 (제도/정책)

## 참고문헌

- Accenture(2016)–Technology–Trends–Technology–Vision.
- BDI(2016)–Industrial Policy Dossier Germanys Prosperity Rates on Innovation.
- EPI(Environmental Performance Index). <http://epi.yale.edu>
- ESPAS(2016)–Global Trends to 2030–Can the EU meet the challenges ahead.
- European Commission(2009), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU,” SEC(2009) 1257.
- European Commission(2011), High–level Expert Group on Key Enabling Technologies – Final Report.
- European Commission(2012a), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “A European strategy for Key Enabling Technologies – A bridge to growth and jobs,” COM(2012) 341.
- European Commission(2012b), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery: Industrial Policy Communication Update,” COM(2012) 582.
- European Commission(2014), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “For a European Industrial Renaissance,” COM(2014) 14.
- European Commission(2015), High–level Expert Group on Key Enabling Technologies – KETs: Time to act.
- FAO\_UN(2017)–The Futuer of food and agriculture and Trends challeng.
- intel(2016)–McAfee Labs Threats Report.
- LGRI(2017) 「2017년 경제전망 성장활력 저하로 경제성장률 2.2%」, 『LGRI리포트』, p13.
- NIC(2017)–Global Trends–Paradox of progress–Report.
- OECD(2016)–an oecd horizon scan of megatrends and technology trends in the context of future research policy.
- PWH(2016)–Global shifts Urbanization Migration and Demography.

RSIS(2015)–CYBERSECURITY EMERGING ISSUES, TRENDS, TECHNOLOGIES AND THREATS IN 2015 AND BEYOND.

THE Geneva Association(2016)–harnessing technology to narrow the insurance protection gap.

UK(2016)–Innovate UK Delivery Plan 2016–17.

UK(2017)–Technology and Innovation Futures.

US(2016)–AI Automation and Economy Report.

고재경 외(2012) 미래의 복지는 환경복지, 이슈와 진단, 제35호, 2012. 2. 15, 경기연구원

관계부처합동(2015a)

관계부처합동(2015b) 국민이 안전하고 행복한 실내환경 조성–실내공기질 관리 기본계획(2015~2019).

관계부처합동(2016) 2016년 이사기후 보고서

관계부처합동(2017) 2017년도 공공데이터 제공 및 이용활성화 시행계획

국가과학기술위원회 운영위원회(2009), 원천연구개념 및 비중산정(안).

국가과학기술위원회 운영위원회(2012)–제4회 과학기술예측조사.

국가과학기술심의회 운영위원회(2014), 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략(안).

국가과학기술심의회 운영위원회(2016a), 기초·원천 연구성과 확산 촉진방안(안).

국가과학기술심의회 운영위원회(2016b), 정부R&D혁신방안 실행계획(안).

국가과학기술위원회 운영위원회(2017) 제5회 과학기술예측조사 결과(안).

국립중앙의료원 공공보건의료지원센터–의료 취약 지역 및 계층 지원  
<http://www.ppm.or.kr/contents/contentsView.do?MENUID=A01020207>

국민안전처(2016a) 국민 안전혁신 과학기술 지원전략기획연구.

국민안전처(2016b) 2015 재해연보

국토교통부 국토교통과학기술진흥원(2016), 2017년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획

그린피스(2017) 깨끗하게 클릭하세요.

기독혁 외(2015) 산업 패러다임 변화에 따른 미래 제조업의 발전 전략, 산업연구원

김민곤(2013), 고령화 사회와 나노바이오 센서, 생명공학정책연구센터, Bioin 스페셜웹진 2013년 32호

김병욱(2017.6.19.) “국내 첫 고리원전 1호기 영구정지” 투데이 에너지

김승현, 김만진(2016), 차세대 생산혁명을 대비한 제조업 혁신정책과 도전과제, 정책연구 2016–20, 과학기술정책연구원

김영화 홍기종(2014), 나노의학의 현황과 미래, 주간 건강과 질병 7(34), 질병관리본부

김용정·이홍권·오동훈(2011), 정부 R&D 원천연구의 전략성 제고 방안, 한국과학기술기획평가원.

김정원(2017), 지능정보사회 중장기 종합대책의 수립배경과 주요 내용, KIET 산업경제, 산업경제연구원.

노현웅(2016.10.4.), IMF, 선진국 장기침체 가능성 경고, 한겨레

명수정 외(2014) 기후변화 적응산업 육성전략 마련, 환경부, 한국환경정책평가연구원, 국가기후변화적응센터

미래창조과학부 미래준비위원회(2015) 미래이슈 분석 보고서

미래창조과학부(2014a) 원천기술개발사업 실적 성과 중심 평가관리 강화방안.

미래창조과학부(2014b)-과학기술기반의 미래사회변화전망 : 150여개의 국내외 미래연구보고서를 참고하여 도출한 미래사회전망 내용을 참고.

미래창조과학부(2015)-10년 후 대한민국-미래이슈 분석 보고서.

미래창조과학부(2016)-10년 후 대한민국-미래전략보고서-이제는 삶의 질이다.

민경민(2015) 「고령친화산업 소비자 수요 현황 분석」, 『고령친화산업 REPORT』, 2015-2, 한국보건산업진흥원.

박문수, 이동희(2017), 4차산업혁명시대 산업간 연계성 강화 필요, 산업연구원

박용삼(2016), 저성장 시대의 맥가이버형 기술개발, POSRI 보고서

박정은·윤미영 (2014). “초연결사회와 미래서비스.” 《한국통신학회지(정보와통신)》 31(4): 3~9.

변재종(2008), 노인의 맞춤형운동, 대한임상건강증진학회 춘계학술대회

보건복지부(2013), 4대 중증질환 보장성 강화 추진계획 보고 등

산업안전보건연구원(2017), 안전보건 연구실용화 리포트 제 4권 제 1호(통권 7호), 안전보건공단

산업안전보건연구원(2017), 안전보건 이슈리포트 Vol. 11 No. 1 (통권 74호), 안전보건공단

서관길(2010) 기초연구비 비중산정 매뉴얼 개정안안 연구, 한국연구재단.

서혁준(2016), 스마트공장 보안 대응방안, 계장기술

소아영·이남우(2016), R&D 사업 후속지원 유형에 대한 분석과 고찰, 융합연구리뷰 2(8), 5-40쪽.

손재기, 신순애, & 한태화(2015), 빅데이터를 활용한 라이프케어 동향. 한국통신학회지 (정보와통신), 32(11), 3-7.

스티븐 로치(2017.5.8.), 2018년 개도국의 세계경제 비중 59%... 선진국 압도할 것, 이코노미조선, 199호  
[http://economychosun.com/special/special\\_view.php?boardName=C06&t\\_num=11670](http://economychosun.com/special/special_view.php?boardName=C06&t_num=11670)

식품안전정보원(2016) 2015년 글로벌 식품안전 동향보고서, 식품의약품 안전처.

심창섭, 장임섭 2015 동아시아 대도시 대기질 개선을 위한 국제 공동 연구(동아시아 환경공동체 발전전략 개발 및 협력 사업), 환경정책평가연구원

안전보건공단 홍보자료(2017), 산재예방에 꼭 필요한 연구로 근로자 안전 지켜낸다

엄익천, 이장재(2012), 기초·원천연구 부문의 재정투자 이슈와 정책과제, KOFST Issue Paper, 한국과학기술단체총연합회.

에너지관리공단(2016) 2016 대한민국 에너지 편람.

연구성과실용화진흥원(2016) 체외 진단기기 시장 동향, S&T Market Report, Vol.40, 2016.03.

유선희(2016), 나노바이오센서, KISTI 마켓리포트 2016-50

윤별아(2016), 국가R&D 관리위험 및 감사시사점, 감사연구원.

의학신문(2016.5.30.), 창간특집-국내바이오의약품 현황과 전망.

이광우(2016), 저유가에도 저탄소 경제 성장탄력 여전 ,LG Bysiness Insight 2016 2

이삼식(2017) 인구 및 출산동향과 대응방향, 보건복지포럼, 2017년 1월 호(통권 제243호), 2017.1, 29~46.

이삼식, 최효진(2014), 취업여성의 출산행태와 정책과제, 보건복지부·한국보건사회연구원. p.76.

이유진(2017), 해외 스마트팩토리가 한국에 주는 시사점, 한국무역협회 국제무역연구원

이은민(2016) 4차 산업혁명과 산업구조의 변화, 제28권, 15호 629호, 정보통신정책연구원.

이재민, 신민수(2016) 지속가능한 우주탐사를 위한 연구개발(R&D) 정책방향 ISSUE PAPER 2016-16, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

이창우(2013) 서울시 환경복지 정책 추진방안, 서울연구원

이철호(2012) 「식량전쟁」

이태화(2012) Rio+20의 지속가능한 발전의 관점에서 본 녹색경제의 이해, ECO 2012, Vol.16 (1)129-162.

이하영(2015), 나노-바이오 융합기술의 국내 기술 개발과 정책의 현황 및 전망

이해준(2016.3.6.), 선진국은 '녹색경제', 한국은 '녹슨경제'... 녹색산업 퇴조 심각, 헤럴드경제.

이향수, 이성훈, 최정아(2016) 정보소외계층 재정의를 통한 정책방향의 제시: 정보격차조사 모집단으로서 장애인, 저소득층, 장노년층을 중심으로, 한국디지털정책학회, v.14, no.3, 1-12.

이호영, 김희연, 김사혁, 최항섭(2015) 초연결사회의 지속가능성을 위한 사회문화적 조건과 한국사회의 대응(I), 정보통신정책연구원(KISDI).

이호영, 이시직, 이재현, 김영생(2016) 초연결사회의 지속가능성을 위한 사회문화적 조건과 한국사회의 대응(II), 정보통신정책연구원(KISDI).

전해영(2016) 사물인터넷(IoT) 관련 유망산업 동향 및 시사점, VIP리포트, 16-24, 현대경제연구원

정기철, 김석관, 김승현, 이명화(2015), 개인 유전체 기반 맞춤 의료 현황과 발전과제, 과학기술정책연구원

정득영(2016), ICT기술을 활용한 임상 의사결정지원시스템(CDSS) 연구 동향, 정보통신기술진흥센터

정은미(2017), 4차산업혁명이 제조업에 미치는 영향과 시사점, 산업연구원

정재동(2014), 해외 주요국의 재난관리 ICT 동향과 시사점, 한국과학기술기획평가원

조달청 정보기획과(2017), 빅데이터 기반 조달업무 의사결정 지원시스템 구축사업

질병관리본부(2015) 국민건강영양조사.

최재경(2016), 빅데이터 분석의 국내외 활용 현황과 시사점, KISTEP InI 제 14호, 한국과학기술기획평가원

통계청(2016) 2015년 사망원인통계 보도자료(2016.9.27.배포), p2.

통계청(2016) 2015년 사망원인통계 보도자료(2016.9.27.배포).

한국과학기술기획평가원(2016)-제5회 과학기술예측조사(1차년도).

한국과학기술기획평가원(2017)-제5회 과학기술예측조사(2차년도).

한국농촌경제연구원(2017) 「농업전망 2017(I)」, 제20회 농업전망, E04-2017.

한국보건산업진흥원(2012), 고령친화산업 현황 및 전망

한국산업기술평가관리원(2016), 2016년 연구개발 주요성과 및 2017년 추진계획 - 나노융합, KEIT PD Issue Report

한국소비자원(2013) 「똑똑하게 건강 지키기」.

한국항공우주연구원, 한국우주기술진흥협회(2016) 2016년 우주산업실태조사

현대경제연구원 (2016. 5. 27), “G7국가와 한국의 산업구조 변화와 시사점”, <경제주평>.

환경부 2013 미세먼지 종합대책

황남희(2014), 고령친화 환경부문의 성과와 향후 추진방향, 보건복지포럼

황도연. (2010). 제조업 패러다임의 변화. 과학기술정책, (178), 9-19.

<웹사이트>

BioIN, <http://www.bioin.or.kr/board.do?cPage=1&bid=tech&cate1=09&cate2=002>(2017.06.15. 접속), BT동향→기술동향→바이오융합→나노생명공학

Lloyd's Resister Foundation 홈페이지,

<http://www.lrfoundation.org.uk/news/2014/nanotechnology-review.aspx>(2017.06.15. 접속)

UNEP GEI 홈페이지 <https://www.unep.org/greeneconomy/>(2017.06.18. 접속)

World Bank 2017

<http://www.marketwatch.com/story/here-are-10-world-bank-charts-on-the-uncertain-global-trade-environment-2017-01-11>(2017.06.10. 접속)

보건복지부, 대한의학회 자료

[http://health.cdc.go.kr/health/mobileweb/content/group\\_view.jsp;jsessionid=2Ct0hvTqP4J9PVWALFygjuQA9gkdm3e0hAYxwzoeI3H1t9cgiz916ddY59j1y4.KCDCWAS01\\_servlet\\_PUB2?currentPage=1&dp2code=101120000000&dp3code=101117102000&dp4code=&CID=3322034B84](http://health.cdc.go.kr/health/mobileweb/content/group_view.jsp;jsessionid=2Ct0hvTqP4J9PVWALFygjuQA9gkdm3e0hAYxwzoeI3H1t9cgiz916ddY59j1y4.KCDCWAS01_servlet_PUB2?currentPage=1&dp2code=101120000000&dp3code=101117102000&dp4code=&CID=3322034B84)(접속일 : 2017.6.15. 접속)

식품의약품 안전처 홈페이지, <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1720>(2017.06.15. 접속)

질병관리본부 국민건강영양조사, <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do> (2017.4.27. 접속), 국민건강영양조사소개→주요결과→건강형태, 만성질환

## || 부록 1 || 분야별 네트워크분석 자료

- 네트워크 분석을 위해 미래 이슈와 관련된 주요 칼럼, 기사, 아티클을 요약 정리해주는 서비스인 “shapingtomorrow.com”를 활용
- 이를 통해 foresight, disruptive technology를 비롯하여 관련 분야 핵심 키워드를 입력하여 분야별 기술동향 및 미래전망 텍스트 자료를 수집하였음(약 1,000여개 → 중복제거 후 900여개)
- 2016년 1월 1일부터 2017년 4월 21일까지 기고된 문헌을 조사하였으며, 그 목록은 아래와 같음

TITLE	SOURCE
“A DIGITAL EMPOWERMENT AGENDA”	FCC
2016 highlights	Future Timeline
3D Printing Is Already Changing Health Care	HBR
5 Banking Tech Trends for 2017	Chris Skinner's blog
A 21st Century Square Deal	Washington Monthly
A new world of cities and the future of Australia	Nokia
Amazon: IoT Retailer of the Year	Amazon
Archive for January, 2017	Truth 11
Drone Delivery is About to Disrupt the Trucking Industry	Trucks.com
Education Is Not The Answer (Part 1)	LinkedIn Pulse
Global risk management survey, 10th edition Heightened uncertainty signals new challenges ahead	Deloitte University Press
Global Shifts: Urbanization, Migration, and Demography	University of Pennsylvania
Global Trends	Director of National Intelligence
Growing business value in an environmentally challenging economy	Trucost
Hackers Attacking More and More Nuclear Facilities, Report Shows	VOA
khor reports – palm oil	khorreports–palmoil
London Futurists news, 9th July 2016	London Futurists
Newsletter   January 2016	McGowan Institute
NHTSA Federal Automated Vehicles Policy	U.S. Department of Transportation
No Agenda Episode 824 – "Clinton Cash"	Adam Curry
foresight africa	Baker McKenzie
NOW NEW NEXT: How growth champions create new value	McKinsey & Company
Peering into the crystal ball	dialogdesign
Scenarios and the Future: Thirty-Five 2016 Uncertainties that will Shape the Future	Serious Insights
Special Report: 2017 real estate industry outlook	Inman
Tech Trends 2016: Innovating in the Digital Era	Deloitte
The Digital Economy	SAP
THE MAP OF THE FUTURE	National Intelligence Council
The New Influencers	PR Week
The Next Generation of Electrical Contacts for Medical Implants	Machine Design
The Robots Are Coming ... to Take Your Job	Wharton
The upside of disruption Megatrends shaping 2016 and beyond	EY

TITLE	SOURCE
World War Three, by Mistake	The New Yorker
10 Trends That Will Define the Fashion Agenda in 2017	The Business of Fashion
Fast food disruption heats up	Sydney Morning Herald
Global Risks 2016	World Economic Forum
Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?	ESPAS
Harnessing Technology to Narrow the Protection Gap	Geneva Association
No Agenda Episode 849 – "Short Circuit"	Adam Curry
No Agenda Episode 888 – "Dutch Trump"	Adam Curry
No Agenda Episode 900 – "900"	Adam Curry
OECD horizon scan of megatrends and technology trends in the context of future research policy	OECD
PowerPoint Presentation	MEC Global
Robots are after our jobs: what can we do?	LiveMint
The future of food and agriculture: Trends and challenges	FAO
The Future of Industries: Bringing down the Walls	PwC
The future of tech in healthcare: wearables? The future of tech in healthcare	Information Age
The wonder drug A digital revolution in health care is speeding up	The Economist
World Cities Report 2016	United Nations
A Case for Cannabis?	briandcolwell
The twenty most influential people in field service (2016 edition)	Field Service News
2016–IoT–Predictions	dataart
34 Remarkable and Surprising Things About The Future	Medium
5 industries on the verge of IoT disruption	Tech Exec
7 trends that will disrupt and define retail in 2017	Retail Dive
73 Experts Reveal B2B Marketing Trends to Leverage in 2017	SnapApp
8 technologies that will transform healthcare in 2017 and beyond	MedCity News
A data disaster? How enterprise customers and data center operators are prepping for IoT	ZDNet
A Strategist's Guide to Blockchain	Strategy + Business
Achieving the Sustainable Development Goals The Role of Financial Inclusion	CGAP
Advancements in Bioacoustics Sensing Set to Expand Consumer Electronic and Wearable Device Capabilities	Frost & Sullivan
Against Corruption: a collection of essays	Department for Education
Artificial Intelligence Market – Impact of \$16 Billion by 2022 in Semiconductor Industry	Fox 34
Artificial Intelligence Teams Being Acquired For \$2.5m/employee; Employee Value Often Far Exceeds Business Value	LinkedIn Pulse
Asia Pacific Spending on Robotics Will Reach \$133 Billion in 2020, according to IDC	www.idc.com
Automotive Usage–Based Insurance Market Trends & Forecasts	Los Angeles High Tech News
Banking and Consumer Electronics Boost Biometrics' Position in IoT but Security Issues Looming Large	ABI Research
Blockchain Healthcare Conference Showcases Skepticism and Promise	CoinDesk
Blockchain technologies integral to regional smart cities	Saudi Gazette
Book review: The Rise Of The Robots	LiveMint
Brain Computer Interface Expands Beyond Healthcare Applications into the Rapidly Growing Gaming and Entertainment Sector	Frost & Sullivan

TITLE	SOURCE
Business Model Transformation   @CloudExpo #BigData #DigitalTransformation	Sys-con
Capturing Technological Innovation in Legal Services	Law Society
Cisco's John Chambers on the digital era	Tomorrowtoday
Cognitive Computing Technology Marke Trends & Forecasts	Los Angeles High Tech News
CommerzVentures' white paper on InsuranceTech	SlideShare
CONNECTED CARS: THE OPEN ROAD FOR HACKERS	FireEye
Cutting the Cord: The Future Of VR Headsets Has To Be Wireless	GE Reports
Cyber Security Quarterly Round-Up – March 2017	Lexology
Cybersecurity and the Internet of Things	CybeRisk
CYBERSECURITY: EMERGING ISSUES, TRENDS, TECHNOLOGIES AND THREATS IN 2015 AND BEYOND	RSIS
Daily Archives: January 23, 2016	Cyber War Desk
Data visualisation will drive enterprise Big Data analytics usage	Gizmodo
Death of Distance	Shaping Tomorrow
Engineering and Physical Sciences Research Council Impact Report 2014–15	EPSRC
Flirting With Humanity	New Republic
Future of Surgery Insights	LinkedIn Pulse
Going Digital In Life Sciences: What Does That Really Mean?	Digitalist Magazine
Has the moment finally arrived for AR and VR?	New Electronics
How artificial intelligence will transform your business	Telegraph
How Cybersecurity National Action Plan Affects Healthcare	HealthITSecurity
How Disruptive Is 3D Printing Really?	Disruption
How Evolving Cyber Threats Affect Health Data Encryption	HealthITSecurity
How innovative organizations are using cognitive technology to disrupt markets	IBM Watson
How Robo Advisers, Fintech Are Revolutionising Wealth Management	Hedge Think
Innovation: Check your comfort zone at the door	LinkedIn Pulse
Internet of things: humble lightbulbs could become a form of attack	Financial Times
Jobs lost due to Robots & Technology	LinkedIn Pulse
Key Innovation Issues for 2016 and Beyond	integrative-innovation
McAfee Labs Threats Report	McAfee
M-Trends 2016	FireEye
National Flood Resilience Review	HM Government
New Whitehouse report – Artificial Intelligence, Automation, and the Economy.	RobotEnomics
No Agenda Episode 788 – "Mental Defectives"	Adam Curry
No Agenda Episode 830 – "Tool Followers"	Adam Curry
No Agenda Episode 856 – "EU Gouggers"	Adam Curry
No Agenda Episode 886 – "Exodus of Misery"	Adam Curry
No Agenda Episode 898 – "Chain of Lies"	Adam Curry
global transactions foresight	Baker McKenzie
global internet report 2016	Internet Society
OLEDs Meet Demand for Cost-Effective, High-Performance Lighting	Frost & Sullivan
Prepare for the Digital Revolution, Says Convergence Keynote Speaker Ray Wang	raps

TITLE	SOURCE
PwC's top 10 healthcare industry issues for 2017	Healthcare IT News
REPORT: Robots to dramatically boost logistics by 2020	arabiansupplychain
Robo Advice set to Dramatically Disrupt the Financial Investment Market With Automated Advice, Says New Report From Ignition House	PR Newswire
Robot Doctors	Disruption
Robotics Startup Funding Disrupting Healthcare	Answers to Corporate Challenges & Innovation   PreScouter
Simulation hypothesis: The smart person's guide	Tech Republic
Ten Tech Trends for 2017 – A quantum leap	Delta 2020
The Future of the Internet of Things	Shane Wall
The Future of Work: What Winning Organizations Will Look Like in 2025	LinkedIn
The impact of technology, cyber-risk and the future of corporate real estate	workplaceinsight
THE NEW PLASTICS ECONOMY RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS	Ellen McArthur Foundation
The next revolutionary medical instrument? Your smartphone	Wired UK
This exclusive report reveals the ABCs of the IoT	Business Insider
Top Artificial Intelligence Companies in Healthcare to Keep an Eye On	Medical Futurist
Top social CIOs: 25 must-follow IT leaders on Twitter	CIO
Virtual Reality, Blockchain, And Other Trends That Will Drive Competitive Advantage	Digitalist Magazine
What Could CRISPR Do Tomorrow?	Medical Futurist
Where Digital Strategy Is Heading for 2017	Centric Digital
'The disease is unbelief': Boko Haram's religious and political worldview	Brookings
12 sci-fi technologies already changing the way we live	The Next Web
2016-2017 Trends: Blockchain Proliferation	Cloud Foundry Live   Altoros
21st Century Megacities : "Should I stay or should I go?"	naked future
3D Printing: More Than Just a New Way of Making Things	Shane Wall
5 Technologies Driving California's Clean IoT Electricity Strategy	Triple Pundit
Agriculture	Wikipedia
An economic review on the Collaborative Economy	European Parliament
An integrated perspective on the future of mobility	McKinsey & Company
Automotive revolution - perspective towards 2030: How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry	McKinsey
BP Energy Outlook – 2017 edition	BP
Class of 2030 – Which universities will rise – and how will they do it?	Firetail
Driverless vehicles: The future of car ownership is Pay-As-You-Go	IoT Now – How to run an IoT enabled business
Fintech Growth Poised to Disrupt Banking Industry	The Financial Brand
Ford looks to 'disrupt itself' with focus on driverless cars and shuttle services	Marketing Week
From zero to seventy (billion)	The Economist
Future Innovations	Shaping Tomorrow
G.M., Expecting Rapid Change, Invests \$500 Million in Lyft	NY Times
General Motors, Gazing at Future, Invests \$500 Million in Lyft	NY Times
Global hospitality insights – Top 10 thoughts for 2017	Ernst & Young
GM is offering an unlimited data option for car owners (GM)	Yahoo News UK
Hail the maintainers	Aeon

TITLE	SOURCE
Here is what "Internet of Things" will do for Transportation	LinkedIn Pulse
Hidden Talent: How Smart Companies Are Tapping Into Unemployed Youth	Stanford Social Innovation Review
Hybrid Imaging Platforms Advance Significantly in Clinical Settings	Frost & Sullivan
India's economy: Why the time for growth is now	McKinsey Quarterly
India's Triple Play	Strategy & Business
Internet of Things: Are We There Yet? (The 2016 IoT Landscape)	Matt Turck
Israel's Silicon Wadi Is Bringing In Billions from Investors	Institutional Investor
Navigating the Last Mile in Global Urban Mega-Cities	CapGemini
New technology could disrupt government's manufacturing push: Anand Mahindra	The Economic Times
PARLIAMENTARY DEBATES	Hansard
Passenger rescue drone airborne 'by 2020'	BBC News Technology
Sharing Economy: Co-Working Will Disrupt Property Sector, Forecast MBA Students	BusinessBecause
Taking cyber risk management to the next level	Deloitte University Press
The Changing Role of Cars	Disruption
THE CLIMATE-NUCLEAR NEXUS: Exploring the linkages between climate change and nuclear threats	worldfuturecouncil
The future is now: How to win the resource revolution	McKinsey & Company
The Global Risks Report 2016	WEForum
The Rebirth of the City-State	How We Get To Next
Ultra Low Emissions Vehicles	theyworkforyou
Understanding business model disruption in the mobility industry	Medium
What's Next for Motor Insurance?	Towers Watson
Why Amazon isn't losing sleep over the Wal-Mart/Jet deal	Retail Dive
Why Old Ways Of Getting Around Cities Is Clashing With Current Realities	CITI IO
Will Autonomous Vehicles Derail Trains?	bcgperspectives
World Bank Document	World Bank Group
World Energy Scenarios 2016	worldenergy
Your wireless footprint can help police catch a thief	The Conversation
ABI Research finds recent, rapid gains in vehicle technology will soon infiltrate the mainstream automotive market and disrupt traditional business models and consumer experiences.	ABI Research
Administrative and white collar office jobs are most at risk from a fourth industrial revolution.	CNNMoney
Beginning in the U.S. Capital markets will begin to see some real disruption in 2016.	BPI – The destination for everything process related
Blockchain technology could one day change how consumer card payments are verified.	Business Insider
Brands will become ever more important.	Firetail
By 2020, companies will either lead a digital business industry vision they have created or be part of one created by someone else.	Gartner
By 2023, the global industrial robotics market is expected to reach USD\$ 70.26 billion.	engineering.com
By 2030, 400 million people will rely on autonomous cars.	The Car Connection
By 2035, the world graphene market is expected to reach over \$2 billion.	PR Newswire
Certain technology companies built from proprietary data, public data or IP assets will become increasingly weak as companies and communities look to disrupt incumbents by providing free or nearly free data as a way to change the playing field in their favor or drive adoption of their	Medium

TITLE	SOURCE
services.	
Changing values could further enable 3D printing as well as encourage new products.	Weak Signals
Community banks might be most at risk for fintech innovation that runs away with itself.	radicalcompliance
Companies like Magic Leap are working on augmented reality technology that sounds like it could be game changing in terms of the shopping experience.	Retail Dive
Computers, laptops, and tablets will be marginalized as India leapfrogs to mobile 4G by 2020.	HBR
Despite predictions that marketplace lending will eventually disrupt banks, legacy banks and marketplace lenders would rather partner than compete.	The Financial Brand
Disruptors will continue to disrupt the economy and cost constraints will continue to shape the world of corporate business travel.	WIT
Distributed ledger technology will almost certainly disrupt the back offices of banks.	Institutional Investor
Exponential growth in technology will disrupt entire industries and create new ones.	Singularity Hub
Falling in love with a robot or AI will make a lot of people very happy.	Medium
Hackers could even take over thousands of devices.	Financial Times
Many believe AR glasses may even become an alternative to today's smartphones and tablets, with millions of users employing the technology to augment their daily lives, whether at work or at home. The main hurdle for mass market adoption will be social acceptance.	Venture Beat
Most of the health care delivery in the U.S. and globally will be delivered over a digital platform, meaning not in person.	Haptical
New technology will disrupt the commodities market in myriad ways.	McKinsey & Company
Not every technology is going to disrupt existing business landscapes or transform industries.	Frost & Sullivan
Optical disks with petabit capacity will change the efficiency and productivity of cloud services and data centers and disrupt the global storage market.	Phys Org
Publishers will lose \$27 billion in revenues due to ad blockers by 2020.	@fondalo
Singapore's fintech drive comes as its role as an offshore private banking center is under threat from a multi-billion-dollar money laundering scandal in neighboring Malaysia.	Reuters
Software soon will release the shackles on sustainability innovation and competitiveness.	GreenBiz
Spectrum is preparing to reveal its proof of concept telescope prototype to the public for the first time that will utilize its patent-pending Blade Optics technology, other optical elements and electronic components.	Stockhouse
Technologies including 3D printing, wearable technology, nanotechnology and robotic automation could disrupt the South East Asia garment sector.	The Straits Times
Technology companies could forget about China and focus instead on creating innovative products and services for their own key markets.	V3
The U.S. military will be required to preserve freedom of navigation to ensure continued protection of trade routes.	Small Wars Journal
There's a good chance Bluetooth beacons will be used in every growing business in the coming years.	Digitalist Magazine
Traditional business models will transform into service/performance-centric and outcomes-based models.	Frost & Sullivan
U.S. manufacturers will actually see a shortage of more than two million skilled workers over the next 10 years.	Communtech News
Workers could find themselves increasingly chained to technology at the expense of a strong connection with other people and the surroundings they share.	TFC

TITLE	SOURCE
10 February 2017	No 2 Nuclear Power
15 trends conservationists should pay attention to – but aren't	GreenBiz
18 July 2016	No 2 Nuclear Power
2017 tech trends: 'A major bank will fail'	BBC News Technology
Agential Risks: A Comprehensive Introduction	Institute for Ethics and Emerging Technologies
America's Russia Policy Has Failed	Foreign Policy
Brexit: Will London lose its fintech crown?	International Business Times UK
Chief of Army address to the Institute of Public Administration Australia 2017 International Women's Day event	Australian Department of Defense
Cities – The key to change	Scania Group
Decline, Not Collapse: The Bleak Prospects for Russia's Economy	Carnegie Endowment for International Peace
Do Humans Have An Unhealthy Fetish For The Future?	Fast Co-Exist
Eight dynamic areas for business to watch	TFC
Emerging challenger banks: Where are they now?	Itproportal
Environmental crime is booming. Here's how to tackle it.	Grist
Forecast   Trends that will reshape the modern law firm: Future of law P1	Quantumrun
GE 2015 Annual Report	GE
Global Power Shift	Strategy + Business
Heading 1	Environment Agency
IoT's role growing as cities are pressed to get smarter	Smart Data Collective
Managing water resources key to meeting climate goals	Eco-Business.com
No Agenda Episode 876 – "Election Special"	Adam Curry
Obama's Science Advisors Are Worried About Future CRISPR Terrorism	Motherboard
Recommendations for Healing the DC-Silicon Valley Rift	Lawfare
Rejuvenating the U.S. Partnership with Kuwait	Center for American Progress
Remarks by Director Michelle K. Lee at Carnegie Institution for Science	uspto
Science advocacy: Get involved	Nature
TechCrunch Disrupt: A dash of AI with everything	Digital Pulse
The changing nature of geostrategy 1900:2000	Air Force Research Institute
The Impossible bet	New Food Economy
The Political Economy of Clean Energy Transitions	Oxford
The United Kingdom's relations with Russia	UK Parliament
Theresa May's speech to the UN General Assembly	Department for Culture Media & Sport
Threat of Weather-Driven Food Shock Looms Large, Scientists Warn	AAAS – The World's Largest General Scientific Society
Turning Point	GitHub
Which Way for US-China Relations Under Trump?	Project Syndicate
Why Clean Energy Is Key for Next-Generation Aquaculture	The Breakthrough Institute
1. Executive Summary: The Future of Finance	TransferWise
20 years inside the mind of the CEO... What's next?	PwC
2016 Drone Year in Review	Center for the Study of the Drone
2016 Global Threat Report	forcepoint
2016 Public Report On The Terrorist Threat To Canada	Government of Canada
2016: The Year of the Millennial	Property Vista

TITLE	SOURCE
2017 Foresights Report	Booz Allen Hamilton
3 business trends to expect in 2017: FCM Travel	WIT
3 Surprising Ways Blockchain Could Transform Commerce and Disrupt Uber	letstalkpayments
30% of bank jobs are under threat	CNNMoney
5 Reasons Why Enterprises Must Embrace The Internet Of Things	ARC
61 More Predictions for 2016 by Research Industry Thought Leaders	Green Book Blog
8 tech startup trends to watch in 2017	CIO
A Cyberattack on the U.S. Power Grid	CFR.org
A disruptor's guide to using IP	The Engineer
A host of common chemicals endanger child brain development, NIH journal reports	KurzweilAI
A Post-Brexit Investment Primer	Project Syndicate
A Threat-Based Strategy for NATO's Southern Flank	Carnegie Endowment for International Peace
A Total Rethink of How Work Should Work	NewCo Shift
Adopting an ecosystem view of business technology	McKinsey & Company
Adsorption of Heavy Metals and Phenol from Aqueous Solution onto Fly Ash as Low Cost Adsorbent: A Review	International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology
AI's open source model is closed, inadequate, and outdated	Tech Crunch
Aligning the Organization for Its Digital Future	MIT Sloan Management Review
All's Not Lost for Mobile Operators in Payments & Commerce: 2016 Revenue Opportunities for US MNOs	letstalkpayments
An Autonomous Car Roadmap for Suppliers	Bain and Co.
An economic review of the collaborative economy	Bruegel
Annual Threat Assessment 2017	RSIS
Augmented and virtual reality go to work	Deloitte University Press
Augmented, Virtual, and Mixed Reality: the Outlook for Tomorrow	Web and Mobile Development Company – CodeTiburon
Beating the low-productivity trap: How to transform construction operations	McKinsey & Company
Big data without the big headaches: How to get your strategy right	ZDNet
Biophilia: the key to health at work	TFC
Blockchain 101 for Asset Managers	klgates
Blockchain Goes Beyond Financial Services	Gartner
Blockchain in financial services: How ready are we to adopt?	Digital Pulse
Blockchain is a disruption we simply have to embrace	LinkedIn Pulse
Blockchain: Democratized trust Distributed ledgers and the future of value	Deloitte University Press
Blurred lines: How FinTech is shaping Financial Services	PriceWaterhouseCoopers
Blurring The Boundaries Between Industries With Digital Disruption	Digitalist Magazine
British American Tobacco Plc – Annual Report 2016	British American Tobacco
CAREGIVING INNOVATION FRONTIERS	AARP
Circular Economy and Blockchain Disruption Challenges	Intelligent Head Quarters
Citizen Today – March 2017	Citizen Today
Clearpath Robotics raises \$30M to boost development of self-driving vehicles	Communitech News
Clearpath Robotics Raises \$30M to Expand Indoor Self-Driving Vehicle Market	roboticstomorrow
Cognitive Computing	willis

TITLE	SOURCE
Convergence of Environmental and Sustainable Technologies Address Deteriorating Ecological Conditions	Frost & Sullivan
Credit Bubble Bulletin	Credit Bubble Bulletin
Customers in the spotlight: How FinTech is reshaping banking	PwC
Customers Steer Digital Trends Driving Retail Bank Transformation	www.bcgperspectives.com
Cutting through the noise around financial technology	McKinsey & Company
Cyberspace and armed forces: the rationale for offensive cyber capabilities	aspi
Davos 2016: Five ways technology will further disrupt commerce	LinkedIn Pulse
Decentralizing IoT networks through blockchain	TechCrunch
Depth-sensing cameras will open up a whole new frontier for smartphones	Venture Beat
Digital innovation in consumer-goods manufacturing	McKinsey & Company
Digital Innovation Transforming the Banking Industry	The Financial Brand
Digital land power: the Australian Army's cyber future	Australian Strategic Policy Institute
Digital strategy: Understanding the economics of disruption	McKinsey & Company
Distributed ledgers and the future of value	Deloitte University Press
Distributed Trust Ecosystem key to autonomous driving future	Embedded Computing Design
Doing Business in India Requires a Mobile-First Strategy	HBR
Driving towards driverless: A guide for government agencies	WSP Group
Dunford: Global Security Environment Has Implications for Joint Force	foreignaffairs
Electrifying insights: How automakers can drive electrified vehicle sales and profitability	McKinsey
E-SIM for consumers—a game changer in mobile telecommunications?	McKinsey & Company
Event tracker	The Cyberwire
EY Global IPO Trends Q1 2017	Adm Australian Defence Magazine
EY Open Innovation Accelerators: Harnessing the value created through collaboration	EY
Fashionology Style over substance?	Ascent
Fintech Evolving Landscape 2016	ffintechinnovationlablondon
FinTech in Canada	digitalfinanceinstitute
Fintech Versus Banks: Déjà Vu?	INSEAD Knowledge
Fintech won't threaten central banks, for now: Bank of Japan official	Reuters
FinTech: Boon or Bane?	Cushman & Wakefield Blog
For the right reasons, in the right ways (Part 1): A four-nation survey of information sharing about organised crime	Australian Strategic Policy Institute
Fortify your walls with digital in the midst of the Fourth Industrial Revolution	PwC
Friends or enemies? Security vendors tiptoe towards collaboration	CSO Online
Future of Retail	World Economic Forum (WEF)
Gene Editing to Feed the World	Disruption
Get ready – 5G will create waves of innovation that disrupt every industry	Guardian Sustainable Business
Global Financials / FinTech: Global Insight: Blockchain in Banking: Disruptive Threat or Tool?	Morgan Stanley
Google expands WebVR reach	Yahoo Finance
Government's cyber challenge: Protecting sensitive data for the public good	Deloitte University Press
Have We Reached Peak Blockchain Hype?	CoinDesk
How Africa can master the Fourth Industrial Revolution	Dr Álvaro Sobrinho

TITLE	SOURCE
How artificial intelligence is aiding the fight against cybercrime	Information Age
How China is preparing for cyberwar	The Christian Science Monitor
How Cognitive Computing is Transforming Global Industries	WillisWire
How Computer Hacking is Becoming Russia's Weapon of Choice	Elsevier
How data-driven businesses can benefit from machine learning	Centric Digital
How I Met Satoshi	themonetaryfuture
How Machine Vision Could Reshape The Future Of Digital Interactions	PSFK
HP Reinventing Prototyping and Disrupting Manufacturing	LinkedIn
HR Trends: Back To The Future In 2016	Digitalist Magazine
Huawei underpins cloud with hardware, networking	Online
Implementing capacitive touchscreens in the car: the four key technical issues that automotive manufacturers should take into account	New Electronics
Impossible for large media companies to innovate?	Mobile Commerce Daily
In brief: The brexit effect and FinTech	bravenewcoin
In race to be Asia's fintech hub, Singapore leads Hong Kong	Reuters
India – Cisco Inaugurates Cyber Range Lab In India	The Network
Industry 4.0: When humans and robots go hand in hand	Eco-Business.com
Innovation Can Help IT Build 'Street Cred'	WSJ
Inside Gartner CIO Leadership Forum	Gartner
Inspiring growth in the aerospace industry	Adjacent Digital Politics
Interest Rates, Unicorns And What The Fed Means To Silicon Valley	TechCrunch
Internet of Things Will Mess Up The Security Industry – Big Time	The Security Ledger
Japan Looks to Kickstart 'Fintech' Revolution	Fortune
Japan looks to kickstart 'fintech' revolution by easing investment restrictions	Venture Beat
Key steps for a successful digital strategy for CIOs	InfotechLead
Layout 1	Current Trend
Living between black and white	Deloitte University Press
Local Climate Solutions for Africa 2017: W a t e r & C l i m a t e	Water&Climate
Logistics outlook: Last mile a major choke point	fleetowner
Making the change real: Annual Diversity & Inclusion Report 2015	KPMG
Making your workplace millennial-ready (they will soon make up your 75%)	See Through The Cloud
Mobile phones technology and mass mind control	Hello Star Seeds
Modernizing the heart of the business	Deloitte University Press
New ultra-high density optical storage technology	Phys Org
News	News
Newsletter	IAEA
On the Markets	morganstanleyfa
On the road to autonomous vehicles	Lexology
Operational Case for Bulk Powers	UK Government
Paving the Way for a Circular Economy	Triple Pundit
Plans to boost security in Singapore, preparedness in crises	The Straits Times
PlayStation VR Review: The Future of Console Gaming Has Arrived	UploadVR
Powering the flow of global capital	db
Prime Time for Augmented, Virtual Reality	WSJ

TITLE	SOURCE
Protecting the U.S. economy: responding to state-sponsored theft of intellectual property	thechicagocouncil
Quality Over Quantity: We Need Digital Privacy Policies That Drive Economic Growth	uschamber
Regenerative Medicine Research Attracts Substantial Public and Private Funding	Frost & Sullivan
Risk-based Authentication: An Effective Path to Optimizing Customer Convenience and Security – White Paper	gemalto
SDN and NFV are the real integral gears of modern infra: Ken Cheng, Brocade	ComputerWorld India
Serious Insights Business VR Weekly March 1, 2016 – Samsung, VR Challenges and Promises	Serious Insights
SF in the time of disruption: Why companies are crystal gazing through science fiction	FactorDaily
SoftBank Bids US\$31.4 Billion to Acquire ARM, Market Watches for Additional Bidders	IDC
Software Reinvents Machine Vision	Photonics Spectra
Sports Trends that will Disrupt and Dominate 2016	Deloitte
SUPERBUGS	Columbia Medicine Magazine
Swiss Fintech Report 2016	eycom
Swiss-FinTech-Report-2016	swissfinte
Technology that will change our lives in the next 20 years	Tomorrowtoday
Ten retail trends to watch for in 2017	Just-style
The B2C Robo-Advisor Movement Is Dying, But Its #FinTech Legacy Will Live On!	Nerd's Eye View   Kitces.com
The best free research papers on fintech and blockchain	BankNXT
The Blockchain Revolution and Higher Education	Educause
The disruptive influence of FinTech	Financier Worldwide
The eight technologies every entrepreneur should know about	Guardian
The Evolution of Singapore's Real Estate Industry	cushman & wakefield
The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond	World Economic Forum
The Future of Afghan Cities	Fukuoka
The future of the Tube: no ticket barriers but GP surgeries and swimming pools in stations. Could this architect's vision become a reality?	Homes and Property
The gauntlet has been thrown	Roland Berger
The Giant Leap Our Food System Must Make	World Positive
The Laws of Mixed Reality – without the rose-colored glasses	KurzweilAI
The mass adoption of Blockchain technologies is becoming inevitable, says PwC	bravenewcoin
The Perils of Using Technology to Solve Other People's Problems	The Atlantic
The Platform Press: How Silicon Valley reengineered journalism	Columbia Journalism Review
The three secrets to successfully monetizing IoT data	Betanews
The Ubiquitous Revolution – Bots & IoT in Retail	Medium
Time for insurance companies to face digital reality	McKinsey & Company
Tipping Point For Cloud ERP And Big Companies	Digitalist Magazine
Top 10 Retail Banking Trends for 2017	Chris Skinner's blog
Top Risks 2017: The Geopolitical Recession	Eurasia Group
Transnational Weekly	Marshall Center
Trump Administration on ISIS, Al Qaeda	Wilson Center

TITLE	SOURCE
Twelve Forces That Will Radically Change How Organizations Work	<a href="https://www.bcg.com">https://www.bcg.com</a>
U.K.'s Insight Investment Is Taking on the U.S. Bond Giants	Institutional Investor
UK FinTech on the cutting edge	UK Government
What is a Gig Executive?	WISP Blog
What will 2017 look like? Marketers from Virgin, IBM, Facebook, FCB Global and more share their predictions after an eventful year	The Drum
Which technology trend will impact the retail industry most significantly in 2017 (and why)?	Retail TouchPoints
Why the year of VR glasses will morph into the decade of AR	Venture Beat
Winners in the Digital Economy Will Place People First, Forecasts Accenture Technology Vision 2016	Accenture
Winning Hearts, Minds, and Stomachs: the Changing Diet of the Future	Weak Signals
Winning the Cyber Gage: Intelligence Dominance in the Digital Information Age	Small Wars Journal
11 Business Opportunities in Africa That Will Make More Millionaires in 2016	Smallstarter Africa
2008 Revisited?	Project Syndicate
3 Big Trends Shaking Up the Energy Industry	Singularity Hub
4 Battery Companies Not Named Tesla Motors to Watch in 2016	San Antonio Express–News
5 Things You Should Know to Survive in an IoT World	industryweek
A greener grid China's embrace of a new electricity–transmission technology holds lessons for others	The Economist
Applying the circular economy lens to water	Circulate
Are we heading for another global financial crisis?	World Economic Forum
Autonomous cars will radically reshape global transport networks: Accenture	Accenture
Banking Is Only The Start: 12 Big Industries Where Blockchain Could Be Used	CB Insights – Blog
Battery Storage: Incumbent Utilities Still Don't Get It	CleanTechnica
Blockchain and how it will change everything	Sydney Morning Herald
California's climate fight could be painful – especially on job and income growth	LA Times
Can disruption be good for your business?	Digital Pulse
CES 2016: Preview of the Las Vegas tech showcase	BBC News Technology
Chinese Central Bank Goes Full Steam Ahead with its Own Cryptocurrency	Finance Magnates
Could Renewable Energy Be Stored in Balloons in the Ocean?	Smithsonian Magazine
Cryptocurrency	FutureinFocus
Defending the smart city	Intelligent Utility
Digital Insurance: Partnering For The Game Of Life	Digitalist Magazine
Does the "Countering Foreign Propaganda and Disinformation Act" Apply to American Independent or Alternative Media?	Naked Capitalism
Economic Digest – October 2016	A & A
EMA and EFSA Joint Scientific Opinion on measures to reduce the need to use antimicrobial agents in animal husbandry in the European Union, and the resulting impacts on food safety (RONAFA)	Transboundary and Emerging Diseases
European Aviation Environmental Report 2016	European Commission
Exploring the disruptive potential of synthetic biology	McKinsey & Company
Exponentials watch list: Science and technology innovations on the horizon Tech Trends 2017	Deloitte University Press
Forecast   How driverless cars will reshape tomorrow's megacities: Future of Cities P4	Quantumrun

TITLE	SOURCE
Foresight: A global infrastructure perspective	KPMG
Four Visions of the Future of Identity	Bank Think
Future of Europe	Frost
Getting smart about smart contracts	Deloitte Australia
Global Capital Confidence Barometer: Buying and bonding – alliances join M&A as engines of growth	EY
Goldman Sachs: Blockchain Tech Could Save Capital Markets \$6 Billion a Year	CoinDesk
HOMELAND BIODEFENSE SCIENCE AND TECHNOLOGY CAPABILITY REVIEW	National Science and Technology Council
How blockchains could change the world	McKinsey & Company
How China Is Weaponizing Outer Space	The Diplomat
How Self-Driving Cars Could Disrupt Our Current Traffic Infrastructure	PSFK
How the blockchain will disrupt energy markets	GreenBiz
How the Disruptive Power of Technology Is Redefining Work	Singularity Hub
How the Internet of Things is changing business models	Information Age
How to build a better battery through nanotechnology	Science
Increasing Internet Connectivity While Combatting Cybercrime: Ghana as a Case Study	Royal Institute of International Affairs
Increasing Water Scarcity and Need for Environmental Sustainability Drives Innovations in Water Production Technologies, Finds Frost & Sullivan	Frost & Sullivan
Innovate UK Delivery Plan	UK Government
Intensifying Need for Smart Grids Fuels Growth Opportunities for Automated Substations	Frost & Sullivan
Internet of Everything coming to change our lives	Sydney Morning Herald
IoT Case Studies: Companies Leading the Connected Economy	AIG
Is growth necessary for a thriving economy?	medium.com
Learning from the information network of life	Circulate
Leaves 19(2) February 2017	IEF World
LENR DISCUSSIONS AND INFO.	Ego Out
Liebreich and McCrone: The shift to 'base-cost' renewables: 10 predictions for 2017	Bloomberg New Energy Finance
Loco Motives? Hacker Attacks Could Derail Train Cybersecurity, Researchers Say	Security Intelligence
Magic Quadrant for Mobile App Development Platforms	Gartner
Meet the new boss	The Economist
Megatrends	Shaping Tomorrow
Microsoft Power and Utilities News – July 2016 installment	English (en-us)
Minimizing the Interference and Delay Using ITCG Guaranteed Routing for Mobile Adhoc Network	IJIRSET
More than batteries	ourenergypolicy
More than Money	Shaping Tomorrow
National Cyber Security Strategy 2016–2021	UK Government
Navigant: 37M plug-in electric vehicles expected in global use by 2025	Navigant
Nuclear Power Plants: Pre-Deployed WMDs	Counterpunch
Oil below \$30: what does it mean for action on climate change?	Carbon Brief
Opinion: Solving Aircraft Overload With 3D Printing	Aviation Week
People First: The Primacy of People in a Digital Age	Accenture

TITLE	SOURCE
Predicting the future for a living taught me we have to look backwards to look forward	Quartz
Preparing for the "fourth industrial revolution" and a future of quantum computing	bristol.ac.uk
Proposed Scoping Plan	Air Resources Board – California
Renewables are no longer 'alternative.' Fossil fuels are 'legacy.'	Medium
Responding to Security Challenges in East Asia: Three Perspectives	International Relations and Security Network
Smart contract use cases in industry	Deloitte University Press
Smart Landlords are Utilising Smart Home Technology	Everything PropTech
Solar, batteries, and EVs will disrupt the \$6 trillion energy industry, says Peter Diamandis	powur
Strategic Development Plan	clydeplan
SurgeArrest–Laptop Charger news release FINAL 01.05.17	Schneider
Tech Savvy: Is It Time to Build Your Own Platform?	MIT Sloan Management Review
Technology: Get ready for change	IPE RE
Tesla Motors vs. Fossil Fuels: An electrifying showdown	evannex
Tesla Poised To Deliver Knockout Punch To Fossil Fuels In The Next Decade	CleanTechnica
Tesla Tried To Buy A Lithium Startup for \$325 Million	Fortune
The blockchain's emerging role in sustainability	Crowdz
The Commons Collaborative Economy Explodes in Barcelona	Resilience
The dawn of the new industrial era with the smart factory	Manufacturers Monthly
The digital emperor has no clothes: Are business leaders ready for a world of radical transparency?	CriticalEYE
The Era of American Global Leadership Is Over. Here's What Comes Next	Eurasia Group
The evolution of the mobile payment	TechCrunch
The Freedomia Group: Improved Technologies and Falling Prices Drive Graphene Growth	PR Newswire
The Future Operating Environment 2050: Chaos, Complexity and Competition	Small Wars Journal
The graph that shows the death of traditional energy utilities	reneweconomy.com.au
The growing threat to GNSS and how to deal with it	The Engineer
The Internet of Things: Massive Connectivity Requires Robust Infrastructure	Industry Week
The mid-tier manufacturer's sustainability dilemma	GreenBiz
The New Plastics Economy	WEF
The robot economy may already have arrived	Open Democracy
The State Of The Mobile App Industry	Neon Roots Blog
The Virtuous Cycle Between Driverless Cars, Electric Vehicles And Car-Sharing Services	Medium
The Way of the Future: Wearables Poised to Disrupt Existing Technologies and Processes across Industries	Frost & Sullivan
Thinking Outside the Blocks	BCG
Thinking outside the box with bitcoin in Africa	Disrupt Africa
This Emerging Lithium Producer Could Disrupt the Entire Industry	BOE Report
This 'Other' Form Of Solar Energy Can Run At Night, And It Just Got A Big Backer	Think Progress
Top industry trends to watch out for in 2017	Geospatial World
U.S. curbs China's ZTE exports over Iran business allegations	Reuters

TITLE	SOURCE
U.S. Textile Industry Turns to Tech as Gateway to Revival	NY Times
UCLA led team opens 'new avenues' into topological insulator research	New Electronics
UCLA-led team opens new avenues to research on topological insulators	UCLA
Wave and Tidal Energy	FutureinFocus
Wearables Market Adding to IoT Data Deluge	Information Management Online
We're probably underestimating how quickly electric vehicles will disrupt the oil market	Vox
What Higher Education Can Learn from Fitbit	EdSurge
What is Industry 4.0?	Salesforce Blog
What OPEC's Oil U-Turn Missed: Peak Demand Keeps Getting Closer	Bloomberg Business
When the Robots Rise	National Interest
Winning in an uncertain world	LinkedIn Pulse
3D opportunity for life: Additive manufacturing takes humanitarian action	Deloitte University Press
7 Supply Chain Predictions For 2017	Digitalist Magazine
E-Bricks: The Foundation Of Smart Cities	ytd2525
ETSI Newsletter 2_12	ETSI
Fourth Industrial Revolution: Robots, Artificial Intelligence Will Destroy 5.1 Million Jobs by 2020	Mish's Global Economic Trend Analysis
From Habitat II to Habitat III: Twenty Years of Urban Development	United Nations (UN)
Gamechangers	newscientist
Here, there and everywhere	The Economist
Hezbollah in 2016: damaged goods or dangerous war machine?	bicom
How Industry 4.0 changes business	PwC
HQDA Cyber Directorate Weekly Media Report, 31 December 2016-4 January 2017	To Inform is to Influence
In Viet Nam, Government and Farmers Find New Ways to Manage Climate Change	ADB
Mobile Ad Market Ripe For Disruption	@fondalo
President Obama's 2016 State of the Union Address	Medium
Regeneterians Unite!	Dr Bronner
Supply chain innovation in a digital world	EY
The Thought Leader Interview: Jonathan Haidt	Strategy + Business
What will the world be eating in 2050?	cips
Where do you fit in the new digital ecosystem?	Deloitte University Press
Why Internet of Things is the world's greatest cyber security threat	HackRead
Explaining Ocean Warming: Causes, scale, effects and consequences	IUCN
Geopolitics: Investing in Russia's Asymmetrical Warfare	briandcolwell
1 February 2017	No 2 Nuclear Power
10 Ludicrously Advanced Technologies We Can Expect By The Year 2100	Gizmodo Australia
11 chilling predictions for what the world will look like in 10 years	The Independent
11 September 2016	No 2 Nuclear Power
14 April 2016	No 2 Nuclear Power
17 February 2017	No 2 Nuclear Power
2 February 2016	No 2 Nuclear Power
2 February 2017	No 2 Nuclear Power
2 January 2017	No 2 Nuclear Power
2 nd International Conference on Therapeutic Drug Monitoring and	Conference Series

TITLE	SOURCE
Toxicogenomics August 25–26, 2016 Philadelphia, Pennsylvania, USA	
20 October 2016	No 2 Nuclear Power
2016 State of the Technology	EPRI
2016 Year In Review (Part 2)	Peak Prosperity
2017 AI Risk Literature Review and Charity Comparison	Effective Altruism Forum
2017 Carnegie International Nuclear Policy Conference	Carnegie Endowment
2017 Nuclear History Boot Camp Participants	Wilson Center
20170410ThermalConcResultsASX	Talga
2018 Security Outlook Potential Risks and Threats	Canadian Security Intelligence Service
22 April 2016	No 2 Nuclear Power
22 February 2017	No 2 Nuclear Power
25 January 2017	No 2 Nuclear Power
25 May 2016	No 2 Nuclear Power
27 July 2016	No 2 Nuclear Power
3 January 2017	No 2 Nuclear Power
5 February 2017	No 2 Nuclear Power
5 Inspiring Signs That Sustainability Is Gaining Traction in the U.S.	AlterNet
5 th Annual European Pharma Congress July 18–20, 2016 Berlin,Germany	pharmaceuticalconferences
8th VDV Academy Conference Electric Buses – Market of the Future! and ElekBu 2017 March 7-8, 2017 in andel’s Hotel Berlin	VDV Akademie
A Conversation With Nikki Haley	CFR.org
A Future Full of Drones – and the Advanced Threats They Present	Security Intelligence
A glowing future	The Economist
A Just Transition for U.S. Fossil Fuel Industry Workers	The American Prospect
A Model of Pathways to Artificial Superintelligence Catastrophe for Risk and Decision Analysis	sethbaum
A Post–Human World Is Coming. Design Has Never Mattered More	Co.Design
A Trump–China Reading List, and Unanswered Questions for his Asia Policy	Lawfare
A Way to Pay for Global Citizen's Income: Project Update & Report	transhumanity.net
A9RD657.tmp.pdf	Oman Observer
Accelerating the Clean Energy Revolution	mission–innovation
Aerospace America	aerospaceamerica
After the U.S. attack on Syria: 3 possible scenarios	Russia Beyond The Headlines
AI Revolution 101	Medium
All Aboard! The Future of Railroads, Subways, and Smart Cities	Machine Design
altnews12#1ab	ALCUIN AND FLUTTERBY
Ambling Blindly Back Into the Mountains: 5 Hard Questions for the Next Phase of Afghanistan	War on the Rocks
Amnesty International Report 2016/17	Amnesty International USA
Apples to Atoms: Why Comparing Nuclear Costs to Solar Costs Is Misguided	Greentech Media
APPROPRIATE LEVEL OF EUROPEAN STRATEGIC AUTONOMY	The Armament Industry European Research Group (Ares Group)
April 7, 2017	Jachin Capital
Archives	Atomic Insights
Artificial Intelligence and Life in 2030	Stanford University
As robots begin to take the wheel in Europe, few are prepared	Science Business

TITLE	SOURCE
Asia Moves to Balance Environmental Regulations and Greenhouse Gas Reduction Commitments With Economic Growth	JD Supra
Asia's weapons of mass consumption Voice of Asia, January 2017	Deloitte University Press
Austerity vs. the Planet: The Future of Labor Environmentalism	Dissent Magazine
Australia and President Trump: Four Risks and Twelve Opportunities	War on the Rocks
Bacteria Could Make Nuclear Waste Repositories Safer	IHS Engineering 360
Battcon	battcon
Berkshire Hathaway Shareholder Proposal Calls for Divestment from Fossil Fuels	Nebraskans for Peace
BGS Business Plan 2016 to 2019	BGS
BIG ONE EARTHQUAKE ALERT (JULY 14, 2016): CIA Plotting Unprecedented July 14–21, 2016 Man–Made Earthquake and/or Tsunami Attack in California and/or Japan	Truther.org
Bioenergy and Food Security Assessment for Turkey	FAO
Blast at French nuclear plant does not pose contamination risk, say experts	Guardian Sustainable Business
Blueprint for Balance: A Federal Budget for Fiscal Year 2018	The Heritage Foundation
Boardbook March 2017.pdf	nhs wales
BREAKING NEWS! Regime Change Thwarted in Syria – Now what?	The Liberty Beacon
Brexit Could Reinforce UK–French Defense Ties	Defense Aerospace
Brexit must preserve advisory networks	Nature
Brexit white paper: key points explained	Guardian Sustainable Business
Brexit will delay new British nuclear power stations, warn experts	Guardian Sustainable Business
Brexit: Strategic Consequences for Europe	Clingendael
Britain has grown rich by chasing the cash. Now it has lost the scent	Guardian Sustainable Business
Britain Votes to Leave E.U.; Cameron Plans to Step Down	NY Times
bulletin emerging ceramics & glass Technology AMERICAN CERAMIC SOCIETY JANUARY/FEBRUARY 2017	American Ceramics Society
Capital & Markets – January 2017	Liechtensteinische Landesbank AG
Centre for Enterprise Impact Innovation Edition Spring 2017	Manchester Metropolitan University
China faces nuclear energy choice: reprocess or not?	Phys Org
China, Russia Enhance Military Cooperation in Response to US Missile Threat	Sputnik News
CHINA'S ENGAGEMENT OF NORTH KOREA: Challenges and Opportunities for Europe	
China's Got Nuclear Power Plans for its Fake Islands	Foreign Policy
Coalition still being led by the nose by Institute of Public Affairs	reneweconomy.com.au
Cold war redux? Russia unveils massive Satan 2 ICBM capable of destroying France or Texas in a single hit	newatlas
COMPETITION FOR R&D ON ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS	Department of Business Energy and Industrial Strategy (BEIS)
Connecting the smart city: LoRa, Li-Fi and 5G, by Gemalto's Paul Bradley	Thinking Cities
Cooperation essential for Nuclear Security	Tactical Investor
Could There Be a Terrorist Fukushima?	NY Times
Daily Archives: March 23, 2017	prometheism
Daily Report	House of Commons
DARPA Wants To Block National Security Threats Posed By Gene Editing	Vocativ
Data Sheet–Friday, September 2, 2016	Fortune
Death of Uranium and Renaissance of Vanadium Batteries	The Morgan Report

TITLE	SOURCE
Defense Sec. Ash Carter Highlights DoD Accomplishments	DoD Live
Defunding the United Nations over Resolution 2334 Would Be a Huge Mistake	Lawfare
Delivering Carrier Strike	nao
Democrats Need a Strong Alternative to Trump's 'Economic Nationalism'	Foreign Policy
Denialism and the 'Scientific Consensus': Naomi Oreskes' Attacks on Nuclear Energy and GMOs Expose Deep Divide Among Environmentalists	Huffington Post
Designing Autonomous Systems for Warfighters: Keeping Humans in the Loop	Small Wars Journal
Diamond batteries and bendy solar windows: the best green innovations of the week	edie.net
Digital Innovation: The opportunities for the Nuclear Industry	PriceWaterhouseCoopers
Disruptive advanced nuclear design is in pre-licensing design review	Next Big Future
Do We Need An Airbus for Nuclear?	Medium
Does California shutdown mean the end of nuclear power? Not so fast.	The Christian Science Monitor
Dynamics of Space Weaponization and the ASAT Threat	Politics in Theory and Practice
Ecomodern Dispatches	The Breakthrough Institute
Economy of the United States	Wikipedia
Education for people and planet: creating sustainable futures for all, Global education monitoring report, 2016; 2016	UNESCO
Effective information sharing underpins efforts against nuclear terrorism – INTERPOL Chief	Interpol
Egypt	Euler Hermes
Electricity and Cars	world-nuclear
Electricity supply and 3D printing	3D Printing Progress
Emergence of Industry 4.0 Technologies to Boost the Global IT Spending in Energy Sector Through 2020, Reports Technavio	Business Wire
Emergency Planning	No 2 Nuclear Power
Encourage governments to heed scientific advice	Nature
End of California nuclear era: Last plant to close by 2025	Phys Org
Energy Eye	Prospect
Energy News Monitor   Volume XIII: Issue 36	ORF
Energy storage - the role of electricity	European Commission
Energy Update: Week of February 8	Policy Resolution Group
Energy World – October 2016	Energy Institute
Establish criteria, timeline and direction to ensure that all AFCs are producing the same version at the same time	Tradoc 52533
EU membership and UK science	UK Parliament
Eugenics – a planned evolution for life	prometheism
Exclusive: World's first baby born with new "3 parent" technique	New Scientist
Expert advice for securing the Internet of Things	Treeline Interactive Blog
Experts weigh in: What this election means for U.S. foreign policy and next steps	Brookings Institute
Eye on Extremism	solsticewitch13
FAA Safety Briefing – September October 2016	FAA
Fiber Optic Laser Machining Technology	Los Angeles High Tech News
Fight or flight: America's choice in the Middle East	Brookings Institute
Financing our future	Christian Aid
Five Known Unknowns about the Next Generation Global Political	Brookings

TITLE	SOURCE
Economy	
Focus 200: Women in the driving seat	ATSE
For its own safety, Japan must seek peaceful path to N. Korea nuclear problem solution	The Mainichi
Foreign Ministry Spokesperson Hua Chunying's Regular Press Conference on April 6, 2017	Embassy of the People's Republic of China in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
Forget Autonomous Cars—Autonomous Ships Are Almost Here	IEEE Spectrum
Former NASA Engineer: Geoengineering is Destroying the Ozone Layer	Operation Disclosure
Fossil fuels investment takes nosedive	Climate News Network
Fracking Week in Parliament: 6–10 March 2017	Drill or drop?
Friday, February 19, 2016	solsticewitch13
Friday, January 20, 2017	solsticewitch13
Fukushima, Five Years, Fears, Fall Out, And The Future	CITI IO
Future Confrontations with Hamas & Hezbollah	Before It's News   Alternative News   UFO   Beyond Science   True News  Prophecy News   People Powered News
Futureseek Daily Link Review; 22 January 2017	Futureseek Link Digest
GCR News Summary June/July 2016	GCR Insitute
Geopolitical threats	Shaping Tomorrow
German Innovation in CleanTech and Legislation	Panoramic Power
Germany partners with India to develop Kochi, Coimbatore, Bhubaneswar as smart cities	DNA
GK Updates: February 2017	Gamma Career Institute
GLOB AL ECONOMIC PROSPEC TS   J AN UA R Y 2017	World Bank Group
Global Military Exoskeleton Market 2017–2021	Technavio
Global Risks 2035: The Search for a New Normal	atlanticcouncil
Going Nuclear: New Experiment Could Be the Key to Nuclear Fusion	Futurism
Government keeps Brexit energy options open	Utility Week
Green Local 175 News	Green Local 175
Groundwater	actioncanada
Guidance on fracking: developing shale gas in the UK	Department for Culture Media & Sport
Here are the seven best ways to neutralize a rogue drone	Fly
HHS FY 2017 Budget in Brief – FDA	FDA
HHS FY2017 Budget in Brief – Overview	HHS.gov
High–Performance Ceramics: Opportunities in India	Ceramic Industry
High–Temperature Composite Materials Market Worth 5.01 Billion USD by 2021	PR Newswire
Hinkley	electricityinfo
Hinkley's nuclear plant fails all tests – bar the politics	Guardian
Homo Sapiens 2.0? We need a species–wide conversation about the future of human genetic enhancement	KurzweilAI
Horizon Report 2016	New Media Consortium
House of Commons Daily Report	House of Commons
How Are Climate Plans Affecting Nuclear Security?	New Security Beat
How Expensive Is Expensive Enough? Opportunities for Cost Reductions in Offshore Wind Energy Logistics	Energies

TITLE	SOURCE
How Finland Could Ban Coal by 2030	IEEE Spectrum
How Israel developed the most technologically advanced military across the globe, from a £40m Iron Dome to the top-secret Merkava tank	The Sun
How Nuclear Power Could Fizzle or Flourish Under President Trump	Greentech Media
How should we view China's rise?	CSIS
How to Make Hydropower More Environmentally Friendly	Resilience
How to Stop an Oil Train: The Climate Defense That Won Over a Courtroom	Truthout
How2Guide for Bioenergy	FAO
Huawei Attends CeBIT 2017 with 100 Partners to Advance Digital Transformation	Yahoo Finance
If Trump Wants China to Pressure North Korea, He Must Compromise	Newsroom
Illusions vs Reality: Twenty-Five Years of U.S. Policy Toward Russia, Ukraine, and Eurasia	Carnegie Endowment
In A Cyber Attack, Dead ATMs Would Be The Least Of It	Digitalist Magazine
Indian Point nuclear plant is troubled, but hard to do without	CBS News
Industrial Futures	Shaping Tomorrow
Industry 4.0 and cybersecurity Managing risk in an age of connected production	Deloitte University Press
Industry sector brief - Construction July 2016	CTP
Infrastructure 2050 Future Infrastructure Need	Balfour Beatty
Infrastructure Trends 2016	KPMG
InnovateUK Directory of Projects at Nuclear Innovation Showcase – Collaboration Nation 2016	Innovate UK
Inside the Artificial Intelligence Revolution: A Special Report, Pt. 2	Rolling Stone
International Conference on Neuroimaging and Interventional Radiology August 22–23, 2016 Vienna, Austria	Neuroradiology Conferences
Internet of Things: Finding a way out of the security nightmare	ZDNet
Investor Relations Presentation	SGL Group
IoT Security: When Innovation Can Turn Into a Disaster	letstalkpayments
'I'Phone of cars' in self-assembly kits is French entrepreneur's Vegas bet	Autonews
Iran Awaits Series of Plane Deliveries by March	Financial Tribune
Iran Is Building A New Nuclear Power Plant	Popular Mechanics
Iran, Terrorism, and Nonproliferation After the Nuclear Deal	War on the Rocks
Is it too late to consider a Hinkley point redesign?	The Engineer
ISIS_Cyber	flashpoint-intel
Japan and China: The Geo-Economic Dimension	The Diplomat
Joint Research Centre (JRC) – Newsletter The European Commission's science and knowledge service	Europa Website
Joint statement by the High Representative/Vice-President of the European Union, Federica Mogherini and the Minister of Foreign Affairs of the Islamic Republic of Iran, Javad Zarif	European Union
July 2016	stonegateinc
July 5, 2016 – Venezuelans turn to gardens as hunger takes hold	endtimesresearchministry
June 2016 Bulletin	ReliefWeb
KAPSARC Quarterly	kapsarc
Keeping Europeans together	ECFR
KEY LEARNINGS FROM THE EMAS HIGH LEVEL CONFERENCE: THE ROLE OF EMAS IN A CIRCULAR ECONOMY CONTEXT	Europa
Legendary Climate Scientist Likes a GOP Proposal on Global Warming	Scientific American

TITLE	SOURCE
Letter to friends: this is why I will vote Remain in the referendum	London School of Economics
Leveraging Drones and Robots for O&M Savings	POWER Magazine
Living with energy and iowa	Touchstone Energy Cooperative iowa
Lobby for the future of Euratom	Prospect
Long-Term Everolimus Treatment in Individuals With Tuberous Sclerosis Complex: A Review of the Current Literature.	headneckarticlesbysfakianakis
Make Japan Democratic Again	Foreign Policy
Market Research Reports	Market Research
Medical Physics and Biophysics	Conference Series
Meet the Odd Array of Foreign Politicians Headed to Cleveland for the GOP Convention	Foreign Policy
Menu	The Prophecy
Mexico's New Energy Industry: Investing in the Transformation	Sener
Microsoft Word – 03 word.docx	UN
Microsoft Word – E3G Brexit Scenarios Report 040417 Final.docx	E3G
Microsoft Word – IWAM2017program_170212nph.docx	Rak-Cam
Microsoft Word – Satu Public Release Covers.docx	CNA
Middle East Roundup: April 12, 2016	San Diego Jewish World
Mineral Commodity Summaries 2017	USGS
Mining and nuclear decommissioning: Robots in dangerous and dirty areas	Robothub
Missouri reactor could bolster U.S. supply of technetium at crucial time	Radiology Business
Musings From The Oil Patch, February 7, 2017	Energy Musings
Nato puts 300,000 troops on 'HIGH ALERT' amid fears of all out confrontation with Russia	Daily Express
NEA Monthly News Bulletin – January 2017	Nuclear Energy Agency
New nuclear reactors are being built a lot more like cars	Quartz
New report shares details about the food safety testing equipment and consumables market	Market Research Reports
New Task Force Set to Stop Illegal Killing, Taking and Trade of Migratory Birds Tue, May 10, 2016	UNEP
New Tech Uses Electricity to Track Water, ID Potential Problems in Concrete	NC State University
New Weaponry, More Spending, Tough Rhetoric Stoke Fears of New U.S.–Russia Arms Race	Defense Aerospace
News round-up from Prospect September 2016	Prospect
No Agenda Episode 789 – "Kidults"	Adam Curry
No Agenda Episode 790 – "Climate Disobedience"	Adam Curry
No Agenda Episode 803 – "Joe Hitler"	Adam Curry
No Agenda Episode 817 – "Sellout Politics"	Adam Curry
No Agenda Episode 818 – "Document 17"	Adam Curry
No Agenda Episode 819 – "non-binary person"	Adam Curry
No Agenda Episode 836 – "Proof She's Human"	Adam Curry
No Agenda Episode 845 – "Kaine & Unable"	Adam Curry
No Agenda Episode 866 – "Delay or Avoid"	Adam Curry
No Agenda Episode 883 – "Throne Sniffing"	Adam Curry
No Energy East Analysis.	Graham's Green Design
NOAA Ocean Acidification – The Other Carbon Dioxide Problem	Transition Studies
'Noon Swoon,' Then Recovery That May Signal Market Turnaround	NY Times

TITLE	SOURCE
North Korea hails 'successful' nuclear test	Aljazeera.com
Now China Wants All Subs in the South China Sea to Ask Permission, Surface, Show Flag	Defense One
Nuclear Air Filters Market Size, Technology Review, Cost Analysis and Demand Overview 2025	satprnews
Nuclear energy: 20th century rules hinder 21st century innovation	San Francisco Chronicle
NuCLEAR News	No 2 Nuclear Power
Nuclear Power in India	world-nuclear
Nuclear power is losing popularity in the US. Here's why.	Vox
Nuclear Power May Need to Get Small	Bloomberg Business
Nuclear prospects troubled by Euratom exit and strike price pressure	Utility Week
Nuclear urges big lifts from government	The Engineer
nuclear-news	News
Olympic task: Tokyo is already in crisis management mode for 2020 Games	Guardian
PA News September 2016	policeaviationnews
PACIFIC RIM ATTACK ALERT (JUNE 4, 2016): CIA Likely Plotting Unprecedented Man-Made Explosive-Driven Earthquake, Tsunami and/or Volcano-Related Attacks on June 5, 2016-Pacific Rim Attack on Alaska, California, Hawaii, Japan, Los Angeles, Mexico, San Francisco, Seattle and/or South America Expected	Truther.org
Particles – Tackling WMD Challenges, Cargo Screening Technologies, 2017 Doomsday Clock	CBRNE Central
Perspectives for the Energy Transition	IRENA
Pipelines	Inspectioneering
Portal:Current events/March 2016	Wikipedia
Potable Reuse of Water	Water Resources Research Center
Prediction and Foresight Scenario in 2017	Neraca
Presidential debate fact-check: Trump and Clinton's claims reviewed	Guardian
print	II Infrastructure intelligence
Profile	Prospect
Protecting critical infrastructure from drones: managing the risks	The Engineer
Public Health Bulletin. 4th October 2016	wessexphnetwork
Quite the character	Laboratory News
Recovering the safety margin of nuclear reactors	world-nuclear-news
Reduction of Nuclear Arsenal Has Slowed Under Obama, Report Finds	NY Times
Reintroducing Disarmament and Cooperative Security to the Toolbox of 21st Century Leaders	Sipri
Renew Trident? It'd make more sense to put Dad's Army on the case	Guardian Sustainable Business
Risk of 'catastrophic' nuclear accident as world relations worsen, UN warns	The Independent
Robohub Digest 03/17: #ERF2017, UK budget promises, International Women's Day and drone safety issues	Robohub
Role of IoT & its impact on various industries in India	Dataquest
Russia: Implications for UK defence and security	UK Parliament
Russia's future nuclear energy plans and the VVER-TOI designs	Next Big Future
Safran Korea is driving progress through sustained investment in partnership and innovation	Kotra Express
Science Review 2016	UK Government
Scientists demonstrate a novel physical cryptographic technique that may	Science Daily

TITLE	SOURCE
have applicability to future nuclear disarmament agreements	
Scientists develop novel multifunctional platform to integrate imaging and photo-induced cancer therapy	News Medical
Scoopasia	Press Releases
Section 6 – Featured Products (Final)	US Aid
Shaping the Future of Construction	World Economic Forum
Shaping the Future of Construction A Breakthrough in Mindset and Technology	World Economic Forum (WEF)
Shared Vision, Common Action: A Stronger Europe: A Global Strategy for the European Union's Foreign And Security Policy	Europa
Single departmental plan: 2015 to 2020	Department for Culture Media & Sport
Skill Connection	energyskillsqld
Small Business Innovation Research (SBIR) and Small Business Technology Transfer (STTR) Programs	U.S. Department of Energy
Small Nuclear Power Reactors	world-nuclear
Smart Cities	Europa
Smart Cities, Regions and Communities	International Trade Association
Solar + Storage = Opportunities	Solar Trade Association
South Florida Is Sinking. Where Is Marco Rubio?	Newsweek
Southern Company subsidiary awarded grant to lead advanced nuclear technology development	Electric Energy Online
Space Exploration & the IoT	Providence High Tech News
Special Edition	The Security Times
Spending cuts to accelerate as tax burden rises to highest level in over 30 years	Institute of Fiscal Studies
State of the Markets Report 2016	State of the Markets Report
State-of-the-art and lessons learned from safety studies and stress-tests for critical infrastructures	Europa
Story tips from the Department of Energy's Oak Ridge National Laboratory, May 2016	EurekAlert
Story tips from the Department of Energy's Oak Ridge National Laboratory, September 2016	EurekAlert
Strategic Implications of Openness in AI Development	nickbostrom
Strike looms at Hinkley as row erupts over bonus pay	Utility Week
SUCCESS THROUGH SYMBIOSIS HOW WE CONTRIBUTE Annual Report 2017	Wins
Super brain	ESPRC
SWISS TERROR ALERT (MAY 4, 2016): CIA Plotting Islamic and/or Turkish Terror Attacks in Switzerland this Week, May 5-12, 2016	Truther.org
Synbio and Biosecurity	PLoS
TBR News February 7, 2017	TBR News
TechDirect, June 1, 2016	clu-in
Technology and Innovation Futures 2017	UK Government
THAAD: A Critical Litmus Test for South Korea-China Relations	38north
The 10 Most Vulnerable IoT Security Targets	IoT Institute
The 21st Century Philosophers	OZY
The Andrew Carnegie Distinguished Lecture on Conflict Prevention in Honor of David Hamburg	Carnegie Corporation of New York
The Budget's Harmful Cuts to Energy	Democracy Journal

TITLE	SOURCE
The Bulletin Focus 2017	OMFIF
The consequences of Brexit for UK trade and living standards	London School of Economics
The Crucible	mmta
The Current State of the Industrial Wood Pellet Markets and How the Japanese Market will bring New Opportunities for Growth	futuremetrics
The Drone Center's Weekly Roundup: 4/10/17	Robothub
The Drone Center's Weekly Roundup: 4/4/16	Robothub
The Drone Threat to Israeli National Security	War on the Rocks
The Energy Daily	IHS
The Fightback Begins: European Cyber Experts to Meet in Central London	Industrial Control Security
The future of work: avoiding the nuclear reactor bird	Lexology
The government's negotiating objectives for exiting the EU: PM speech	Department for Culture Media & Sport
The Impact of the Smart Home Revolution September 12, 2016 on Product Liability and Fire Cause Determinations	wilsonelser
The Invaluable U.S.–Israeli Alliance	Foreign Policy
The Iran Invasion	Bloomberg
The Key to Successful Mine Emergency Response	U.S. Department of Labor Blog
The Nuclear Option for Meeting the Grand Challenges of the 21st Century	The Magazine for Environmental Managers
The path towards sustainable energy	Stanford University
The Pentagon's 'Terminator Conundrum': Robots That Could Kill on Their Own	nytimes.com
The Power Industry's New Birds 4.8/5 (5) 4.8 / 5 5	EPRI Journal
The science to look out for in 2016	Nature
The State of World Fisheries and Aquaculture 2016	FAO
The Strange Death of Municipal England	London Review of Books
The Taming of Trump	Project Syndicate
The Turbulent World of Middle East Soccer	mideastsoccer
The UK and the World in 2050	Adam Smith Institute
The United Kingdom's exit from and new partnership with the European Union	UK Government
The United Nations world water development report, 2017: Wastewater: the untapped resource; 2017	UNESCO
The US military should look to Sweden for military innovation and not just IKEA furniture	nextbigfuture
The Value Learning Problem	intelligence.org
The wild west of weed: will legalisation work for Canada?	Guardian Sustainable Business
Theresa May is too easily swayed by her backbenchers	New Statesman
Thursday, August 4, 2016	solsticewitch13
Thursday, February 16, 2017	solsticewitch13
Today's Headlines and Commentary	Lawfare
Tracking the Trends and Numbers: Islam, Terrorism, Stability, and Conflict in the Middle East	CSIS
Tracking the Trump transition, agency by agency	Nature
Treatment, Not Terror: Strategies to Enhance External Beam Cancer Therapy in Developing Countries While Permanently Reducing the Risk of Radiological Terrorism	Stanley Foundation
Trends for entrepreneurs to look out for in 2017	CNBC Africa
Trendswatch 2017	American Alliance of Museums
Trident: the British question	Guardian Sustainable Business
Trump Can't Deal With Iran If He Doesn't Understand It	crisisgroup
Trump Ditches Clean Power Plan: What It Means for Science & Health	LiveScience.com
Trump, India, and the known unknowns	Brookings Institute
Trump's International System: A Speculative Interpretation	War on the Rocks
Trump's Middle East: Back to the Future	Epeak Forum

TITLE	SOURCE
U.N. Plan Calls for Intel Team in Damascus	Foreign Policy
U.S. aid to Pakistan shrinks amid mounting frustration over militants	Reuters
U.S. Department of State	U.S. Department of State
U.S. Hydropower Grows By Going Small	Circle of Blue WaterNews
U.S. Immigration and the Environment	FAIR
U.S. Protecting Us from AI	EE Times
UK launches nuclear innovation program	world-nuclear-news
UK to leave European nuclear energy treaty when it Brexits	Fly
UK to withdraw from European nuclear alliance	Utility Week
Undersea warfare gamechangers – China building upgraded SOSUS and US upgrading sensor and fielding network of undersea robots	Next Big Future
Underwater Drones (Updated)	Center for the Study of the Drone
untitled	World Coal
Updating the Licensing Pathway to Enable Nuclear Innovation	The Energy Collective
US foreign policy – from primacy to global problem solving	BostonGlobe.com
USA: Preventing Terrorism by Countering Extremism with New Solutions and Thinking	Real Courage
Verisk Review Expert Panel: Terrorism	Verisk Analytics
Washington Considers Military Action Against North Korea to Force Regime Change	what's left
Watch List 2017	crisisgroup
Weapons of Mass Destruction, Non-proliferation and Disarmament	Independent Commission on Multilateralism
Weekly Roundup 10/3/16	Center for the Study of the Drone
Weekly Roundup 2/20/17	Center for the Study of the Drone
Welcome to the 2009 NRHA and Policy Partners Policy Institute	icahn
What a Trump Presidency Means for Human Survival: One Expert's Take	Medium
What are the key energy choices for the new administration?	CSIS
What Does Brexit Mean for Canada? A Lot, Unfortunately	Cigi
What might happen in China in 2016?	McKinsey & Company
What Will a Trump Presidency Mean for Science?	LiveScience.com
What Will Daily Life Be Like In 2050?	Future Timeline
What's Going to Kill You? Scientists Rank the Most Likely Causes – This Year	Big Think
What's New in Robotics This Week – Feb 10	robotiq
When disaster-response apps fail	The Conversation
White House budget plan would slash science	Science News
WHITE PAPER ON THE FUTURE OF EUROPE	European Commission
Who's in Charge of Regulating the Internet of Things?	Nextgov
Why 2016 was actually a year of hope	KurzweilAI
Why A 70-Year-Old Retiree Went Back To Work-As An Intern	Fast Company
Why you shouldn't rule out a career in nuclear	The Engineer
Will Nuclear History Repeat Itself in Korea?	Project Syndicate
William Perry Warns of Nuclear Dangers in Drell Lecture	Stanford University
WireIN	wirein
Without nuke power, climate change threat grows: Column	USA Today
Working Towards Food Safety and Animal Health in Morocco	www.iaea.org
World Economic Outlook, April 2016; Special Feature: Commodity Market Developments and Forecasts, with a Focus on the Energy Transition in an Era of Low Fossil Fuel Prices	International Monetary Fund (IMF)
World Energy Resources	worldenergy

## Ⅱ 부록 2 Ⅱ 전문가 설문조사 참여자 목록

분야	이름	소속
1. 고령화	최준식	고려대학교
	이완정	고려대
	원병희	KITECH
	강경태	KITECH
	최문정	KAIST
	장경배	고려대
2. 건강한 삶의 추구	김현철	KHIDI
	박준동	서울의대
	윤영호	서울의대
	김현	신성대학교
	김정성	건양대학교
3. 초연결사회	임현	KISTEP
	나준호	LG 경제연구원
	이승민	ETRI
	송호영	ETRI
	민경배	경희사이버대
4. 도시화	이호	KOTI
	박지영	KOTI
	김영태	서울시립대
	한우석	국토연구원
	김인희	서울연구원
	강현철	한국도시재생연구원
	임은선	국토연구원
5. 산업 패러다임 변화	박종구	나노융합2020 사업단
	송용설	아모텍
	이천무	나노종합기술원
	조용주	KITECH
	강경태	KITECH
	권혁면	연세대
	김기선	KLI
	권성훈	입법조사처
6. 환경	정종수	KIST
	김진영	KIST
	하동운	KEITI
	이상협	KIST
	고재경	경기개발연구원
	채여라	KEI
	박철호	녹색기술센터 선임연구원
	김영선	건설기술연구원 전임연구원
7. 에너지	김제하	청주대
	정인성	전북대
	신동현	KEEI
	박진희	동국대
	고순주	ETRI
	박년배	한국에너지기술연구원
8. 재난	이인환	ETRI
	김남균	KAIST
	신진동	재난안전연구원
	윤여송	한기대
	김태연	연세대

## || 부록 3 || 설문조사지

안녕하십니까?

과학기술정책연구원은 미래창조과학부로부터 위탁받아 “미래성장과 삶의 질을 고려한 국가중점 연구개발 분야와 연구개발 주제”를 도출하는 연구과제를 진행하고 있습니다 (연구책임자: 서지영). 본 연구를 통해 연구진은 국가중점 연구개발 사업을 추진하는데 있어 무엇보다 연구개발의 방향성을 정립하는 것이 중요하다고 판단하여, 일련의 탐색과정을 통해 미래사회 수요에 부응하는 연구주제의 리스트를 도출했습니다. 설문 문항에 제시된 연구주제들은 2030년 미래 한국사회 변화에 따라 증가할 것으로 예상되는 사회적 수요에 부응하고, 기술의 부정적 영향을 최소화 하는데 필요한 연구주제들입니다.

본 설문은 중요한 연구주제들이 미래사회 변화와 사회적 수요에 대응하는데 얼마나 적절한지에 대해 전문가의 의견을 수렴하는 과정의 일환입니다.

설문은 두 개 부문으로 나누어져 있습니다.

Part 1: 중분류 차원에서 미래사회 사회적 수요에 부응하는 연구개발 주제의 적합성 판단

Part 2: 소분류 차원에서 미래사회 사회적 수요에 부응하는 연구개발 주제의 적합성 판단

※ 세부 연구개발 과제 도출 작업은 본 연구의 범위가 아님

바쁘시겠지만 잠시 시간을 내시어, 다음의 설문문항에 대해 답하여 주시면 감사하겠습니다.

귀하께서 응답해 주신 내용은 통계법 제33조(비밀의 보호)에 의해 응답내용의 비밀이 보장되며, 아울러 연구목적 이외에는 사용하지 않음을 약속드리겠습니다.

2017년 6월

과학기술정책연구원

연구책임자: 서지영(science@stepi.re.kr)

연구원: 김선지(sjkim@stepi.re.kr)

<설문분야>

평가항목	내용
공공성	정부가 주도적으로 투자·육성해야 할 필요가 있는지에 대한 판단
중요성	2030년 미래사회 수요 대응을 위해 얼마나 중요한지에 대한 판단
시급성	2030년 미래사회 전망 속에서 현재 준비해야 할 필요성이 어느 정도인지에 대한 판단

<점수척도>

1	2	3	4	5
가장 낮음	낮음	보통	높음	가장 높음

Part 1: 중분류 차원에서 미래사회 사회적 수요에 부응하는 연구개발 주제의 적합성 판단

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성					중요성					시급성				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. 고령인구증가	▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 - (정의) 노년기 정신적, 신체적 건강을 지원하고, 노인성 질병에 대한 예방/건강관리(인프라 포함)를 위한 연구															
	▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 - (정의) 고령자에 적합한 주거/교통/일상적 소비활동 등에 관한 연구															
	▷ 고령자 사회적 참여증진 - (정의) 교육, 봉사, 여가 등 기타 사회적 활동을 지원하는 연구															
2. 건강한 삶의 추구	▷ 국민의 건강권 수호 - (정의) 국민의 일상적 생활환경에서 발생할 수 있는 질병예방과 위해요인 관리(만성질환 예방, 일상적 건강관리, 영양섭취, 식품안전, 화학물질 건강위험 관리 등)															
	▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 - (정의) 노약자 및 장애인의 정신적/신체적 건강관리 및 신체적, 정신적 활동을 보조하는 연구 (예: 재활보조기기 등)															
	▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 - (정의) 동물과 사람 대상 전염병 확산의 신속한 진단/예방/대응 방안															
	▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스 - (정의) 빅데이터 및 유전정보 등을 활용하여 개인 맞춤형 의료 서비스를 지원															

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성					중요성					시급성				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3. 초연결 . 초지능	▷ 개인의 삶의 질 향상 - (정의) 사용자 개개인의 특성을 고려한 개별 맞춤형 서비스 생산/제공															
	▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대 - (정의) 사용자 수요에 최적화된 형태의 사회적 자원(교통, 에너지, 물 등의 주요인프라 및 공공데이터, 공개지식 등)활용															
	▷ 인간과 기계의 협업 - (정의) 사람-프로세스-데이터-사물 연결 시 발생하는 장애를 제거 및 안정적 연결망 유지															
	▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 자연적, 사회적, 복합적 재해/재난에 대한 예측 및 대응력 강화															
	▷ 온라인 신뢰도 향상 - (정의) 인터넷 네트워크 안정성 증대 및 데이터 보안															
4. 도시화	▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화 - (정의) 도시인프라와 빠른 운송을 통한 공유경제도달 기술															
	▷ 도시의 지속가능성 강화 - (정의) 다양한 분야에 대한 도시변화 예측과 도시민 안전을 위한 도시인프라의 안정적인 운용을 포함하는 기술															
	▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 인구밀집과 인프라 노후화(산업단지, 도로교통시스템 등)로 인한 복합형 재난에 대한 예측, 예방, 대피 등을 지원하는 시스템기술															

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성					중요성					시급성				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5. 산업 패러다임 변화	▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축 - (정의) 제조업 작업장에서의 인력의 변화된 제조환경에 대한 재교육 및 산업안전을 지원하는 기술															
	▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 - (정의) 개인화된 제조업으로 향할 수 있는 가변적인 제조 공정 라인 형성을 지원하는 기술															
	▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성 - (정의) 제조공정의 자동생산 시스템의 안정성 확보를 위한 기술															
6. 기후환경 변화	▷ 월경성 환경문제에의 대응 - (정의) 미세먼지와 같은 월경성 환경위해요인 대응하기 위한 연구															
	▷ 기후변화 및 자연자원 관리 - (정의) 기후변화로 인한 수해 예방 및 수자원 확보/관리, 온실가스 감축															
	▷ 자원순환 - (정의) 폐기물 관리, 원전해체, 친환경 에너지 활용 등에 기여하는 연구															
	▷ 환경복지 및 기후변화 적응능력 강화 - (정의) 노인, 어린이 등 민감계층의 건강위해요인 관리, 공공시설 및 취약지역 재해관리															

대분류	연구개발 주제 (중분류)	공공성					중요성					시급성				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7. 에너지	▷ 중단없는 전력공급 - (정의) 대규모 정전 사태를 예방하고, 신재생에너지 저장/공급의 불안정성을 최소화하는 기술															
	▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 - (정의) 기존 연료기반 발전시스템의 효율성 및 환경피해저감, 기존 연료기반 제품, 건물 등의 에너지 효율성 증대(자체 에너지 생산 포함)에 기여하는 기술															
	▷ 신재생에너지 개발과 활용 - (정의) 새로운 에너지 원 개발, 신재생에너지 생산, 활용의 Lifecycle을 구축하는데 필요한 기술															
8. 재해 / 재난	▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 - (정의) 지진과 같은 지구차원의 재해 실시간 모니터링 및 모델링을 지원하는 기술시스템															
	▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 - (정의) 발생한 재해 및 재난에 대한 정보를 빠르고 공유하고 피해정도를 파악하는 기술시스템															
	▷ 피해저감 - (정의) 피해 취약자를 위한 신속하고 정확한 정보 및 인명구조를 지원하는 기술시스템															
	▷ 회복력 강화 - (정의) 에너지 및 수도 등 주요인프라 손상을 빠르게 파악하고 신속히 복구하고, 정서적 지원까지 포함하는 기술시스템															

Part 2: 소분류 차원에서 미래사회 사회적 수요에 부응하는 연구개발 주제의 적합성 판단

<고령인구 증가>

◆ 현황

- 의학발전과 생활수준 향상으로 평균수명 연장되어, 우리나라 평균연령이 2030년에는 42.9세가 될 것으로 전망하고 있으며, 고령인구비율은 2015년 13.2%에 이룸
- 노인복지수요의 증가와 사회보장 지출 부담의 증가가 예상됨

◆ 수요

- 길어진 노후에 대비하여 고령자 삶의 질 향상과 활기찬 노년을 위한 토대 마련이 시급
- 노인돌봄서비스/노년기 건강유지/관리, 고령자 친화적 생활환경조성, 사회참여 등이 사회적 수요로 나타남
- 건강노화(Health Aging)에 대한 관심 증대와 더불어 노년의 신체적, 정신적 건강유지, 사회참여 기회확대의 필요성 증가

[참고문헌] 보건복지부(2015) 제3차 저출산·고령사회 기본계획(2016-2020)

미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2016) 10년후 대한민국: 뉴노멀 시대의 성장전략

김남순 외(2016) 노인건강에 대한 새로운 비전과 보건의료서비스 모형 개발(경제·인문사회연구원 협동연구=한국보건사회연구원, 연대 세브란스병원, 한국법제연구원)

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 - (정의) 노년기 정신적, 신체적 건강을 지원하고, 노인성 질병에 대한 예방/건강관리(인프라 포함)를 위한 연구	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
노년기 신체적 특성에 적합한 운동															
노년기 신체적 특성에 적합한 케어(요양)															
노년기 신체기능 저하 방지를 위한 보조기기															
노년기 우울증 및 정신건강 제고															
노년기 두뇌활동 증진															
질병예방 및 건강관리 관련 정보의 신뢰도 향상															
질병예방 및 건강관리 시설/제도 인프라 향상															
의료서비스 접근성 강화															
▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 - (정의) 고령자에 적합한 주거/교통/일상적 소비활동 등에 관련한 연구	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
고령자 신체적/정서적 특성을 고려한 보조기기															
고령자 친화형 주거환경															
고령자 친화형 교통시스템															
고령자 친화형 이동수단															
고령자 친화형 교통서비스															
고령친화제품 사용자 인터페이스 증진															
▷ 고령자 사회적 참여증진 - (정의) 교육, 봉사, 여가 등 기타 사회적 활동을 지원하는 연구	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
고령자 친화형 소셜미디어															
고령자 친화형 문화컨텐츠															
고령자 교육컨텐츠 개발															
개인 상황 맞춤형 학습 플랫폼화															

<건강한 삶의 추구>

◆ 현황

- 만성질환자가 지속적으로 증가하여 사회경제적 부담증가에 기여하고 있으며, 장수시대 도래와 함께 개인건강에 대한 관심이 증대
- 도시화로 인한 전염병 취약성 증가와 고령화로 인한 건강 취약계층의 증가
- 유전학의 기술발달로 질병의 치료와 더불어 예방과 개인특성을 고려한 맞춤형 의료 서비스에 대한 기대 상승
- 인공물과 환경오염에 따른 질병에 노출되어 있는 사회적 약자가 많고, 대부분 소득이 낮을수록 환경성 질환 유병률이 높아지고 있음

◆ 수요

- 만성질환에 대한 예방으로 사회적 비용 저감
- 질병의 조기진단으로 발병 후 초래될 삶의 질 저하를 예방
- 개인의 신체적/유전적 특성에 적합한 진단과 치료를 통해 질병예방과 질병극복의 효과 증대
- 일상적 생활환경에서 발생하는 건강위험요인에 대한 사전적 위험관리 (환경적 위해요인 관리, 일상적 건강증진활동 등)

[참고문헌] 보건복지부, 한국건강증진개발원(2015) 제4차 국민건강증진 종합계획

미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2016) 10년 후 대한민국 이제는 삶의 질이다.

김대중 외(2015) 의료패러다임 변화에 따른 미래보건의료산업 정책과제, 한국보건사회연구원

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
▷ 국민의 건강권 수호 - (정의) 국민의 일상적 생활환경에서 발생할 수 있는 질병예방과 위해요인 관리(만성질환 예방, 일상적 건강관리, 영양섭취, 식품안전, 화학물질 건강위험 관리 등)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
건강증진활동 지원 (운동, 영양개선 등을 위한 처방/기기사용/인프라 구축 등)															
4대 중증질환 극복															
생활환경 밀착형 화학물질 위해성 규명 및 위험관리															
식품 건강위해요인 규명 및 위험관리															
▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 - (정의) 노약자 및 장애인의 정신적/신체적 건강관리 및 신체적, 정신적 활동을 보조하는 연구 (예: 재활보조기기 등)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
취약계층 의료서비스 접근권 강화 (어린이, 노인, 장애인, 저소득계층, 의료취약지역)															
고령자 및 장애인 신체활동 보조기기 개발 및 사후관리															
▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 - (정의) 동물과 사람 대상 전염병 확산의 신속한 진단/예방/대응 방안	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
전염병 신속 진단															
전염병 전파경로 및 피해예측															
백신개발															
전염병 발생 및 확산 감시시스템															
▷ 개인특성을 고려한 맞춤형 의료서비스 - (정의) 빅데이터 및 유전정보 등을 활용하여 개인 맞춤형 의료 서비스를 지원	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
질병예측/진단/치료 효율성 증대															
보건의료서비스 시스템 효율성 증대 (의료비 저감, 건강불균형 해소 등)															
희귀난치성 질환 진단 및 치료															

<초연결·초지능 사회>

◆ 현황

- 사람-프로세스-데이터-사물 등이 네트워크로 연결되는 경향이 가속화되고 있음
- 빅데이터, IoT, 모바일 기술과 함께 AI 기술이 결합되면서 기계의 '지능화'가 진행되고 있음
- 초연결-지능화된 기계의 활용으로 그 이전에 비해 광범위한 데이터의 분석, 신속한 데이터 분석이 가능하며, 인간이 행할 수 있는 판단의 오류를 보완할 것이라는 기대가 있음
- 빅데이터, IoT, 모바일 기술과 AI의 결합으로 기존에 인간 고유의 영역이라 여겨졌던 지식노동을 기계가 대체할 가능성이 나타남

◆ 수요

- 제품, 건물 등의 하드웨어나, 지식, 정보와 같은 소프트웨어 두 가지 측면에서 모두 기존에는 대량공급=대량생산 방식으로 정형화 되어있던 데서 벗어나, 미래에는 개인에 특화된 제품이나 서비스 제공이 가능한 생산/공급 시스템으로 전환
- 네트워크 접근성, 소프트웨어 운용능력의 격차 등은 기존에 없었던 새로운 불평등 요소에 대한 대응
- 네트워크 상 정보교류 시 발생할 수 있는 개인정보 유출, 데이터 유출, 해킹 등의 문제가 증가할 것으로 예상되며, 빅브라더의 출현이 가져올 위험에 대응이 필요함

[참고문헌] 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2015) 10년 후 대한민국 미래이슈 분석 보고서  
국가과학기술심의회(2017) 제5회 과학기술예측조사 결과(안)

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 개인의 삶의 질 향상 - (정의) 사용자 개인의 특성을 고려한 개별 맞춤형 서비스 생산/제공	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
사용자 개인에 최적화된 공공서비스 제공(교육, 복지/돌봄서비스, 방재, 치안 등)															
사회적 취약계층 사회참여 지원															
▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대 - (정의) 사용자 수요에 최적화된 형태의 사회적 자원(교통, 에너지, 물 등의 주요인프라 및 공공데이터, 공개지식 등)활용	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
개인 사용자 수요를 반영한 국가주요인프라(에너지, 교통, 물 등)의 공급과 관리															
공개지식과 공공정보 접근성 확대															
▷ 인간과 기계의 협업 - (정의) 사람-프로세스-데이터-사물 연결 시 발생하는 장애를 제거 및 안정적 연결망 유지															
인간능력 보완 (원격작업 지원, 신체취약성 지원 등)															
의사결정 지원 (데이터 수집/분석/예측 등)															
인간과 기계의 커뮤니케이션 증대 (시각화, 자연어 등)															
▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 자연적, 사회적, 복합적 재해/재난에 대한 예측 및 대응력 강화	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
재해/재난에 대한 예측가능성 증대															
위험관리의 정밀화															
다양한 데이터의 통합적 분석 (비정형, 비구조적 데이터)															
▷ 온라인 신뢰도 향상 - (정의) 인터넷 네트워크 안정성 증대 및 데이터 보안	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
해킹위험 저감															
데이터 유출 및 개인정보 보호															
네트워크 시스템 안정성 증대															

## <도시화>

### ◆ 현황

- 저출산·고령화 현상은 사람이 적은 지역의 활력 저하를 초래하고, 이동성이 낮은 고령자는 경제활동, 생활편의 등 더 많은 혜택을 누릴 수 있는 도시로 모여들고 있어 도시기능 집약화 필요성이 증대
- 도시인프라 집중화 거대화로 교통문제 및 환경, 안전, 오염 등 문제가 발생

### ◆ 수요

- 무분별한 도시개발로 인한 노후화된 인프라와 환경오염에 대한개선
- 언제 어디서나 도시 내 이동이 가능하고, 도시-도시 간 연결이 원활한 도시
- 건강하고 쾌적한 도시 생활을 위한 서비스에 대한 시민의 요구 증가
- 인구밀집지역의 복합재난에 대비한 대응전략 필요

[참고문헌] 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2016) 10년 후 대한민국 이제는 삶의 질이다.

이왕건 외(2016) 미래의 도시와 한국의 선택, 국토연구원

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 도시인프라와 빠른 운송을 통한 공유경제도달 기술															
도시 인프라의 공동사용															
스마트 워크시스템															
초고속 운송시스템															
스마트 교통시스템(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)															
▷ 도시의 지속가능성 강화	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 다양한 분야에 대한 도시변화 예측과 도시민 안전을 위한 도시인프라의 안정적인 운용을 포함하는 기술															
도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)															
주요사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산															
재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계															
▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 인구밀집과 인프라 노후화(산업단지, 도로교통시스템 등)로 인한 복합형 재난에 대한 예측, 예방, 대피 등을 지원하는 시스템기술															
재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보															
환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)															
정확한 재난발생 위치 파악															
실시간 지역대피 경로확보 및 훈련 (예: 시뮬레이션 등)															
다중자료융합 재난 및 피해예측과 모델링															
대형 구조물 자가진단 시스템															
무인재난대응 시스템 (로봇, 드론 등)															
지역 재난관리자원 비축 및 관리체계															
도시 재난취약지역/계층 안전성 향상															

<산업 패러다임 변화>

◆ 현황

- 노동인력 고령화(숙련공 부족), 환경친화적 생산방식 도입 필요성 증가(규제강화), 제품수명주기 단축 등의 문제에 대한 해법으로 다양한 산업 분야에서 자동생산시스템의 도입, 가치사슬 간 연계강화 등이 진행되고 있음
- 제조업 내 공정의 변화, 제조업과 서비스업의 결합이 나타남

◆ 수요

- 세계적 시스템 변화 속 지능정보기술분야의 인력과 노하우를 위한 재교육이 필요
- 급속도로 자동화 되고 있는 생산시스템의 안정성 유지
- 개인맞춤형 제품·서비스 제공을 위한 유연한 생산 시스템 구축

[참고문헌] 산업통상자원부(2015) 제조업혁신 3.0전략 실행대책

이승룡 외(2016) 제5회 과학기술예측조사연구-1차년도 연구-KISTEP, 미래창조과학부

미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2017) 10년 후 대한민국 산업혁명 시대의 생산과 소비

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축 - (정의) 제조업 작업장에서의 인력의 변화된 제조환경에 대한 재교육 및 산업안전을 지원하는 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된 산업재해 안전관리															
인체유해환경 모니터링 이상상황 감지															
전문인력 양성															
인력 재교육															
환경유해물질 모니터링 및 이상상황감지															
위험대응 네트워크 구축(공장 내외 자원동원)															
작업장 환경의 자가진단 및 제어시스템															
자율적 에너지 관리 시스템															
▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 - (정의) 개인화된 제조업으로 향할 수 있는 가변적인 제조 공정 라인 형성을 지원하는 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
가변 제조라인구축															
전 생산공정/시장/물류의 실시간 상황분석 및 예측															
수요자 맞춤 공정을 위한 세부공정모듈 연결/제어시스템															
가변적 생산시스템에 적합한 지능화된 조달/물류시스템															
빅데이터 기반의 사용자 행태/니즈 분석															
▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성 - (정의) 제조공정의 자동생산 시스템의 안정성 확보를 위한 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
자동생산시스템 실시간 통합 모니터링 및 자가진단 시스템															
자가 학습에 의한 오류복원향상															

<기후환경 변화>

◆ 현황

- 미세먼지(PM10)농도는  $30.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 우리나라는 OECD(평균  $20.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 국가 중 3번째(WHO권장한도  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- 과거 4대강 권역을 종합하여 물환경관리 기본계획을 수립하고, 법제도적 마련 없이 이치수와 이화학적 기준에만 중심을 두어 녹조 및 이끼벌레 등 수생태계의 불균형을 초래

◆ 수요

- 미세먼지 등 오염되는 대기환경은 해외 유입과 국내 오염원 모두가 원인이 되므로, 이를 정량적으로 규명하고 저감하는 정책에 대한 수요가 지속적으로 증가
- 이화학적 수질기준에 의한 깨끗한 물이 수생태계의 건강성과 연결되지 않고 있어, 이치수 관리 외에도 인간에게 제공되는 생태서비스를 위한 노력이 요구되고 있음
- 시민과 노약자 등 환경 취약계층에 대한 특별한 배려가 필요

[참고문헌] 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST(2016) 10년 후 대한민국 이제는 삶의 질이다.

환경부(2015) 제2차 물환경관리 기본계획(2016-2020)

미래창조과학부(2016), “부처합동 「과학기술기반 미세먼지 대응 전략」 발표”, 2016. 11. 11. 보도자료.

경기개발연구원(2012) 미래의 복지는 환경복지, 이슈&진단

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 월경성 환경문제에의 대응	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 미세먼지와 같은 월경성 환경위해요인 대응하기 위한 연구															
대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안															
지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리															
노후석탄화력발전소 감축															
▷ 물환경 지속가능성 제고	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 수질, 수량, 수생태 관리를 위한 수자원 전주기 관리에 기여하는 연구															
기후변화 대응과 재난재해 관리 연계															
수생태계 변화 원인규명 및 영향분석															
이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가															
자연자원 DB 구축 및 가치분석															
▷ 자원순환	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 폐기물 관리, 원전해체, 친환경 에너지 활용 등에 기여하는 연구															
사업장 폐기물의 순환이용률 측정 및 모니터링															
폐기물 자원화															
원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리															
▷ 환경복지	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
- (정의) 노인, 어린이 등 민감계층의 건강위해요인 관리															
민감/취약집단에 대한 환경위해인자 파악															
환경위해물질 고위험집단에 대한 모니터링 공공시설 및 사회기반시설에 미치는 기후변화 영향 및 피해 예측															
기후영향에 대한 분야별/지역별/대상별 취약정보 관리 및 제공															
도시지역 재해취약지 대상 위험지도 및 위험평가시스템															
실시간 이상기상, 대기환경 모니터링 및 조기경보 시스템															
환경평가 빅데이터 구축 및 활용															

<에너지>

◆ 현황

- 개발도상국가들의 경제 및 인구성장으로 2035년에는 에너지 수요가 48.3% 증가할 것으로 전망하고 이에 따른 국내 에너지 자원 수급에도 영향
- 국내에서는 산업부문 에너지 수요가 지속적으로 증가하고 있어 현재는 전체 에너지 소비량의 60%에 육박하며, 그 이유는 타 국가에 비해 에너지 다소비 산업 비중이 높기 때문임
- 또한 후쿠시마 원전사태 이후로 원전을 통한 에너지 공급에 대한 불안감과 원전에 대한 입장에 변화가 생김

◆ 수요

- 유한한 기존 자원과 세대 형평성을 위한 에너지 전환의 필요성 증가
- 대정전과 같은 에너지 공급의 중단으로 인한 사회경제적 손실 예방 필요
- 단기적으로는 기존 화석연료 기반의 에너지 소비제품의 에너지 효율성 증가가 필요하며, 장기적으로는 신재생에너지 공급망 구축이 필요
- 에너지 전환에 대한 필요성 제기 뿐만이 아니라, 구체적인 실행방안 모색이 필요함

[참고문헌] 산업통상자원부(2014) 제2차 에너지기본계획(2015-2020)

산업통상자원부(2013) 제 6차 전력수급기본계획 (2013-2017)

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 중단없는 전력공급 - (정의) 대규모 정전 사태를 예방하고, 신재생에너지 저장/공급의 불안정성을 최소화하는 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
주요 인프라의 에너지 자체 생산시스템															
스마트그리드 구축															
저비용, 고성능 에너지 저장시스템															
분산형 전력시스템															
▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 - (정의) 기존 연료기반 발전시스템의 효율성 및 환경피해저감, 기존 연료기반 제품, 건물 등의 에너지 효율성 증대(자체 에너지 생산 포함)에 기여하는 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
자동차 및 건물의 에너지 효율성 제고															
탄소포집 및 자원화															
원전 폐로 및 원전 안전운영															
화석연료 기반 발전시설 효율성 제고															
수송연료 전환															
▷ 신재생에너지 개발과 활용 - (정의) 새로운 에너지 원 개발, 신재생에너지 생산, 활용의 Lifecycle을 구축하는데 필요한 기술	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등)															
신에너지원 개발 (소형원자로, 초임계 이산화탄소 발전, 수소전지 등)															

<재해/재난>

◆ 현황

- 지진, 쓰나미 등 자연재해에 대해 전지구 차원의 대응이 필요하다는 국제사회의 요청이 증가하고 있음
- 자연재해에 대한 기존의 대응은 주로 사후 대응 또는 피해복구에 치우쳐 있어, 피해예방을 위한 예측, 경보 등에 소홀함
- 도시화로 인한 인구밀집과 아동, 1인가구, 노인, 장애인 등 사회적 약자의 안전 취약성 증가

◆ 수요

- 재난관련 정보수집과 예측의 필요성 증대
- 재해발생 후 피해를 최소화할 수 있는 신속하고 적극적인 대응
- 재해발생 이후에도 일상생활에 큰 지장이 발생하지 않도록 에너지, 교통, 정보통신 망의 유지 등이 이루어짐
- 재난발생 사후에 물리적 복구 뿐만 아니라, 지역커뮤니티의 재난대응능력 강화, 피해주민 및 방재인력의 심리적 치유 등과 같은 회복력 증대를 위한 노력 필요

[참고문헌] 국민안전처(2016) 국민 안전혁신 과학기술 지원전략 기획연구

국가과학기술위원회(2014) 국가중점과학기술 전략로드맵(안)(2023)

R&D주제	공공성					중요성					시급성				
▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 - (정의) 지진과 같은 지구차원의 재해 실시간 모니터링 및 모델링을 지원하는 기술시스템	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
원격탐사를 통한 실시간 연속 모니터링 시스템															
전지구 차원의 재난데이터 통합 모델링 및 시뮬레이션															
▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 - (정의) 발생한 재해 및 재난에 대한 정보를 빠르고 공유하고 피해정도를 파악하는 기술시스템	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
자율적 상황판단 탐색기기															
재난/재해정보 자동수집/전송															
관련 기관 간 정보공유시스템															
자연적, 사회적 유해인자의 복합적 상호작용을 고려한 피해예측 및 모델링															
▷ 피해저감 - (정의) 피해 취약자를 위한 신속하고 정확한 정보 및 인명구조를 지원하는 기술시스템	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템															
신속경보 및 정보전달시스템															
신속한 인명구조															
▷ 회복력 강화 - (정의) 에너지 및 수도 등 주요인프라 손상을 빠르게 파악하고 신속히 복구하고, 정서적 지원까지 포함하는 기술시스템	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구															
피해시설 신속 복구															
피해지역 주민심리 치유															

## || 부록 4 || 전략적 연구주제별 세부기술

고령인구증가	
<p>▷ 노년기 건강 유지 및 신체기능 저하 예방 - (정의) 노년기 정신적, 신체적 건강을 지원하고, 노인성 질병에 대한 예방/건강관리(인프라 포함)를 위한 연구</p>	
<p>노년기 신체적 특성에 적합한 운동</p>	<p>노화 및 노쇠 메카니즘 고령자신체적특성분석 고령자행동특성분석 상시적헬스케어와건강증진/예방/사후관리를포함한토탈비즈니스모델구현을위한기술개발필요</p>
<p>노년기 신체적 특성에 적합한 케어(요양)</p>	<p>고령자 신체적 특성 및 정서적 특성 분석, 행동특성 분석 유·아동 성장주기별 발달 특성 및 여성활동공간 특성 노약자를 위한 원격모니터링 e-헬스케어 플랫폼</p>
<p>노년기 신체기능 저하 방지를 위한 보조기기</p>	<p>웨어러블 재활보조 로봇 웨어러블보조기기</p>
<p>노년기 우울증 및 정신건강 제고</p>	<p>고령자 정서적 건강증진 방안 고령자교육컨텐츠개발 고령자사회적참여증진방안 노약자를위한원격모니터링e-헬스케어플랫폼 의사소통 지원을 위한 인공지능형 음성인식 UI 고령자의사소통및대화를위한휴먼인터랙티브기기 우울장애, 중독등정신질환에대한과학적원인을규명하고맞춤형예방·진단·치료체계를구축 가상세계사회관계망최적화기술 뇌질환 예측 브레인케어 서비스</p>
<p>노년기 두뇌활동 증진</p>	<p>고령자 뇌기능 건강증진 방안 지능화된학습능력진단기반의개인상황맞춤형학습플랫폼 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발, 신경신호·신경영상빅데이터기반뇌건강진단</p>

	질병예방 및 건강관리 관련 정보의 신뢰도 향상	노약자를 위한 원격모니터링 e-헬스케어 플랫폼
	질병예방 및 건강관리 시설/제도 인프라 향상	
	의료서비스 접근성 강화	노약자를위한원격모니터링e-헬스케어플랫폼 상시적 헬스케어와 건강증진/예방/사후관리를 포함한 토털 비즈니스 모델 구현을 위한 기술개발 필요
▷ 고령자 친화적 생활환경 조성 - (정의) 고령자에 적합한 주거/교통/일상적 소비활동 등에 관련한 연구		
	고령자 신체적/정서적 특성을 고려한 보조기기	외부 환경 감지·적응·보호 기능의 생체 감각기관 및 피부 제조 3D 프린팅 기술 바이오프린팅 웨어러블형재활보조로봇 웨어러블보조기기
	고령자 친화형 주거환경	
	고령자 친화형 교통시스템	고령자 주행특성 및 안전성 강화방안
	고령자 친화형 이동수단	고령자 주행특성 및 안전성 강화방안
	고령자 친화형 교통서비스	
	고령친화제품 사용자 인터페이스 증진	웨어러블형재활보조로봇 웨어러블보조기기 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발 의사소통 지원을 위한 인공지능형 음성인식 UI 고령자의사소통및대화를위한휴먼인터랙티브기기
▷ 고령자 사회적 참여증진 - (정의) 교육, 봉사, 여가 등 기타 사회적 활동을 지원하는 연구		
	고령자 친화형 소셜미디어	가상세계 사회관계망 최적화 기술 지능화된학습능력진단기반의개인상황맞춤형학습플랫폼 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발

고령자 친화형 문화컨텐츠	가상세계 사회관계망 최적화 기술 지능화된학습능력진단기반의개인상황맞춤형학습플랫폼 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발
고령자 교육컨텐츠 개발	가상세계 사회관계망 최적화 기술 지능화된학습능력진단기반의개인상황맞춤형학습플랫폼 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발
개인 상황 맞춤형 학습 플랫폼화	가상세계 사회관계망 최적화 기술 지능화된학습능력진단기반의개인상황맞춤형학습플랫폼 VR,AR을활용한교육컨텐츠개발
<b>건강한 삶의 추구</b>	
▷ 국민의 건강권 수호 - (정의) 국민의 일상적 생활환경에서 발생할 수 있는 질병예방과 위해요인 관리(만성질환 예방, 일상적 건강관리, 영양섭취, 식품안전, 화학물질 건강위험 관리 등)	
건강증진활동 지원 (운동, 영양개선 등을 위한 처방/기기사용/인프라 구축)	실시간 생체 정보 인식 및 통신 가능 인체삽입형 디바이스 원격모니터링e-헬스케어플랫폼 상시적헬스케어와건강증진/예방/사후관리를포함한도탈비즈니스모델구현을위한기술개발필요 수면건강진단및수면조절기술
4대 중증질환 극복	실시간 생체 정보 인식 및 통신 가능 인체삽입형 디바이스 원격모니터링e-헬스케어플랫폼 인체유래세포를이용한신약효능·독성평가지험법개발 정밀의료기반질병예측및사전진단기술 차세대정밀sequencing기술을활용한백신기반의항암치료기술 표현형-유전형상관관계분석에기반한빅데이터해석기술 마이크로바이옴기술 가상현실및3D프린터기술을활용한가상의료시술기술
생활환경 밀착형 화학물질 위해성 규명 및 위험관리	GIS-IT 를 활용한 생태환경과 생활환경 영향의 연계 플랫폼, Green Chemistry 개발

		유해물질인체노출통합평가및위험관리화학물질인벤토리구축 환경호르몬의실시간측정및제거가가능한휴대용나노바이오센서 환경물질 신속 측정
	식품 건강위해요인 규명 및 위험관리	IT기반 안전관리 체계 구축을 통한 식품 위·변조 및 유해물질 검지기록의 체계적 관리 및 확산 식품위해요소신속발굴,분석 식품잠재적유해요소의인체및환경에대한작용규명 건강유해위험이없으면서유통기한연장이가능한식품포장방법 환경물질신속측정
▷ 건강 취약계층 건강서비스 향상 - (정의) 노약자 및 장애인의 정신적/신체적 건강관리 및 신체적, 정신적 활동을 보조하는 연구 (예: 재활보조기기 등)		
	취약계층 신체적/정신적 건강위험관리 (어린이, 노인, 장애인, 저소득계층)	원격의료 서비스 고도화 생체정보 위험관리
	고령자 및 장애인 신체활동 보조기기 개발 및 사후관리	완전이식형신경접속장치 웨어러블 재활보조 로봇 웨어러블보조기기
▷ 감염병에 대한 피해예방과 저감 - (정의) 동물과 사람 대상 전염병 확산의 신속한 진단/예방/대응 방안		
	전염병 신속 진단	사전진단 병원성미생물및바이러스에대한on-site판별
	전염병 전과경로 및 피해예측	병원성 미생물 및 바이러스에 대한 on-site 판별 변종 바이러스의 실시간 고감도 판별 기술 웨어러블디바이스를활용한on-sitebiohazard감지기술
	백신개발	안정성 강화 제조합 항체 기술을 활용한 biohazard 중화 항체 개발 기술
	전염병 발생 및 확산 감시시스템	빅데이터 기반 감염병 모니터링 및 대응 시스템

<p>▷ 개인특성을 고려한 맞춤 의료서비스 - (정의) 빅데이터 및 유전정보 등을 활용하여 개인 맞춤형 의료 서비스를 지원</p>	
<p>질병예측/진단/치료 효율성 증대</p>	<p>외부 환경 감지·적응·보호 기능의 생체 감각기관 및 피부 제조 3D 프린팅 기술 개인용맞춤용세포치료제개발을위한면역적합역분화줄기세포기술 역분화줄기세포를이용한생체모사형인공장기기술 개인유전자지도를이용한맞춤형이종인공장기배양시스템 맞춤형생체내(invivo)손상장기복원기술 유전자가위기술을이용한질병유전자치료기술 신경신호·신경영상빅데이터기반뇌건강진단및뇌질환예측브레인케어서비스 헬멧형태의웨어러블고해상도뇌영상장비 완전이식형신경접속장치 뉴로마커기반포렌식기술 초고감도감지와실시간데이터해석·판단이가능한지능형원격수술용로봇시스템 인체유래세포를이용한신약효능·독성평가시험법개발 표현형-유전형상관관계분석에기반한빅데이터해석기술 마이크로바이옴기술 차세대유전자분석(NGS)기술</p>
<p>보건의료서비스 시스템 효율성 증대 (의료비 저감, 건강불균형 해소 등)</p>	<p>원격모니터링 e-헬스케어 플랫폼 가상현실및3D프린터기술을활용한가상의료시술기술개인의 유전체 데이터, 진료정보 데이터, 라이프로그 데이터 호환을 위한 데이터 가공 표준화 개인의유전체데이터, 진료정보데이터, 라이프로그데이터호환을위한데이터가공표준화</p>
<p>희귀난치성 질환 진단 및 치료</p>	<p>유전자 가위 기술을 이용한 질병 유전자 치료기술 차세대 유전자분석(NGS) 기술 난치병치료제개발</p>
<p>초연결/초지능사회</p>	
<p>▷ 개인의 삶의 질 향상</p>	<p>(초연결/초지능 사회 부문 공통기술)</p>

<p>- (정의) 사용자 개개인의 특성을 고려한 개별 맞춤형 서비스 생산/제공</p>	<p>초고속 연산을 위한 양자컴퓨팅 기술  멀티모달딥러닝소프트웨어  스마트BDaaS(BigDataaaSService)용데이터중심컴퓨팅  인간두뇌를모사한뉴로모픽컴퓨팅  소셜가상현실서비스플랫폼기술  정보를암호화한상태로제3자가연산수행기술  집적회로변조방지및정보유출차단기술  양자원리를통해역산이불가능한암호체계키분배고도화기술  사이버테러방지를위한실시간자가방어체계구축기술  뇌가인지하는생체감각신호를IoT센싱에활용하는기술</p>
<p>사용자 개인에 최적화된 공공서비스 제공(교육, 복지/돌봄서비스, 방재, 치안 등)</p>	<p>다양한 범죄수법에 대응하는 사이버 보안기술 및 개인정보 보호 서비스  개인별상황및라이프로그이해형개인비서소프트웨어  학생정보를스스로생성·관리하는맞춤형교육프로그램  사용자의건강,감정,사고등에대한정보를인식·수집하여맞춤형서비스화(교통, 주거, 학습등)  교육, 학습효과증대를위한Wearable디바이스  대기오염신속측정및정보제공시스템  수질오염신속측정및정보제공시스템  능동제어형건설·주행시설소음저감기술  의류·액세서리내재형대기·수질분석센서를활용한도심미세먼지및수질관리기술  원격의료서비스고도화</p>
<p>사회적 취약계층 사회참여 지원</p>	<p>시·청각 동시 상황 판단형 시각 장애인 안내 소프트웨어  학생정보를스스로생성·관리하는맞춤형교육프로그램  업무환경을가능하게하는Wearable디바이스  교육, 학습효과증대를위한Wearable디바이스</p>
<p>▷ 사회적 자원 활용 최적화 및 효율증대  - (정의) 사용자 수요에 최적화된 형태의 사회적 자원(교통, 에너지, 물 등의 주요인프라 및 공공데이터, 공개지식 등)활용</p>	
<p>개인 사용자 수요를 반영한 국가주요인프라(에너지,</p>	<p>초고속 수송시스템 제어 기술</p>

<p>교통, 물 등)의 공급과 관리</p>	<p>인공지능활용교통제어기술  3차원교통네트워크시스템및운영기술  환경인식기반스마트네비게이션기술  교통시설유지관리지원로봇기술  실시간노면상태파악및차량제어기술  고신뢰성및고안전성의유무인항공기통합관제시스템  저비용고효율네트워크형해상물류기술  미래교통체계수요/공급변화예측  스마트신호운영시스템개발·구축  주요사회인프라의안정적운영과지속가능한서비스생산(전력,물등)  교통상황예측·분석을통한혼잡최소화및가용용량극대화방안</p>
<p>공개지식과 공공정보 접근성 확대</p>	
<p>▷ 인간과 기계의 협업  - (정의) 사람-프로세스-데이터-사물 연결 시 발생하는 장애를 제거 및 안정적 연결망 유지</p>	
<p>인간능력 보완 (원격작업 지원, 신체취약성 지원 등)</p>	<p>가상현실 구현  시·청각 동시 상황 판단형 시각 장애인 안내 소프트웨어  업무환경을가능하게하는Wearable디바이스  교육, 학습효과증대를위한Wearable디바이스  3차원시각및촉각을자극시키는햅틱홀로그램기술  초고속·초정밀3D프린팅</p>
<p>의사결정 지원 (데이터 수집/분석/예측 등)</p>	<p>인간 두뇌를 모사한 뉴로모픽 컴퓨팅  인간인지의보완및향상을위해스스로학습하는웨어러블인공두뇌  사용자의건강, 감정, 사고등에대한정보를인식·수집하여맞춤형서비스화(교통, 주거, 학습등)</p>
<p>인간과 기계의 커뮤니케이션 증대 (시각화, 자연어 등)</p>	<p>가상현실 구현  인간-기계상호적응형뇌-컴퓨터인터페이스구현  가상현실구현을위한햅틱기술  3차원시각및촉각을자극시키는햅틱홀로그램기술</p>

		가상공간내적층적창작물의창작자별특성인식및추출기술 초고해상도(4K)의투명플렉서블대형디지털사이니지 대면적 플렉서블 기기 제작을 위한 고성능 전자소자 인쇄 기술 뇌가인지하는생체감각신호를IoT센싱에활용하는기술 비접촉식안면인식인터페이스 뉴로정보의활용 생체인식방법
▷ 재해/재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 자연적, 사회적, 복합적 재해/재난에 대한 예측 및 대응력 강화		
	재해/재난에 대한 예측가능성 증대	가상현실 구현
	위험관리의 정밀화	주거 시설물 안전관리 네트워크 구축 및 운영효율화 기술 다양한건축물개보수공사시최적화기법지원을위한의사결정소프트웨어 초고층건물·지하대공간내고속수직·수평3차원케도시스템 건설중장비안전가이던스용지능형소프트웨어기술 증강현실기반초고층건축물스캔작업계획의최적화및시각화소프트웨어
	다양한 데이터의 통합적 분석 (비정형, 비구조적 데이터)	
▷ 온라인 신뢰도 향상 - (정의) 인터넷 네트워크 안정성 증대 및 데이터 보안		
	해킹위험 저감	사이버 테러에 대한 방어시스템 사이버공간위험의실시간모니터링 사이버테러방지를위한실시간자가방어체계구축기술 가상공간에서의비접촉방식개인식별 테러·범죄위험예측및증거분석을위한온라인소프트웨어* 양자원리를통해역산이불가능한암호체계키분배고도화기술
	데이터 유출 및 개인정보 보호	정보의 생성단계부터 개인정보를 보호하는 데이터 익명화 접근제어와정보암호화등보안 다양한범죄수법에대응하는사이버보안기술및개인정보보호서비스

	QuantumComputing에 의한 암호체계 고도화 정보를 암호화한 상태로 제3자가 연산을 수행하게 하는 보안기술 집적회로 변조방지 및 정보 유출 차단 기술 가상공간에서의 비접촉 방식 개인 식별, 비접촉식 안면 인식 인터페이스
네트워크 시스템 안정성 증대	
도시화	
▷ 도시의 이동성 및 연결성 강화 - (정의) 도시 인프라와 빠른 운송을 통한 공유경제 도달 기술	
도시 인프라의 공동사용	
공간적 제약 없는 근무환경(스마트워크)	스마트워크 시스템
초고속 운송	초고속 수송시스템 제어 기술 초고속 운송에서 발생하는 주행시설 소음저감기술 장거리 비행이 가능한 운송용 고속 복합형 헬리콥터 파이프라인을 이용한 캡슐형 초고속 열차 시스템 초고속 운송체 추진 시스템용 소형 가스터빈 엔진 소재 및 3D프린팅 가공 성형 기술 초고속 운송체의 경량화를 위한 구조 설계 및 해석 기술 차세대 운송체의 경량화를 위한 금속·복합재 혼용 소재 및 성형 가공 기술
스마트 교통(자율주행차, 스마트교통관리/제어 시스템)	3차원 교통 네트워크 시스템 및 운영 기술 인공지능 활용 교통 제어 기술 환경 인식 기반 스마트 네비게이션 기술 교통 시설 유지관리 지원 로봇 기술 실시간 노면 상태 파악 및 차량 제어 기술 고신뢰성 및 고안전성의 유무인 항공기 통합 관제 시스템 저비용 고효율 네트워크형 해상 물류 기술 기종점간(Door-to-Door) 운행이 가능한 자율주행 자동차 차세대 교통 운영 인프라 기술 개발

		인공지능활용교통제어기술
▷ 도시의 지속가능성 강화 - (정의) 다양한 분야에 대한 도시변화 예측과 도시민 안전을 위한 도시인프라의 안정적인 운용을 포함하는 기술		
	도시구조 변화에 대한 예측(지리적 측면, 인구측면, 산업측면 등)	
	주요 사회인프라의 안정적 운영과 지속가능한 서비스생산	태양광 발전 및 에너지 능동 대응형 건축물 외장재 기술
	재난상황에서도 지속가능한 에너지 공급체계	
▷ 도시형 재난에 대한 대응력 강화 - (정의) 인구밀집과 인프라 노후화(산업단지, 도로교통시스템 등)로 인한 복합형 재난에 대한 예측, 예방, 대피 등을 지원하는 시스템 기술		
	재난정보 자동 수집·전송 및 실시간 예보/경보	무인항공기 및 드론을 통한 재난정보 자동 수집·전송 기술* 자율적 상황인지기능을 보유한 초고감도 화재방 및 폭발물 테러 감지·대응 로봇*
	환경오염 신속측정 및 정보제공시스템(대기/수질 등)	무인이동체 탑재용 유해물질 탐지 초소형 융복합 센서 * 자율적상황인지기능을보유한초고감도화재방및폭발물테러감지·대응 로봇* 대기오염 신속측정 및 정보제공시스템 수질오염신속측정및정보제공시스템
	정확한 재난발생 위치 파악	증강현실 기반 초고층 건축물 스캔 작업 계획의 최적화 및 시각화 소프트웨어
	실시간 지역대피 경로확보 및 훈련 (예: 시뮬레이션 등)	증강현실 기반 초고층 건축물 스캔 작업 계획의 최적화 및 시각화 소프트웨어
	다중자료융합 재난 및 피해예측과 모델링	전염병 신속진단 전과경로 예측
	대형 구조물 자가진단 시스템	구조물의손상부위에맞춤형인복원물을자동으로제작하는기술

무인재난대응 시스템 (로봇, 드론 등)	자율적 상황인지기능을 보유한 초고감도 화재방 및 폭발물 테러 감지·대응 로봇 실내외환경운용무인이동체기술
지역 재난관리자원 비축 및 관리체계	
도시 재난취약지역/계층 안전성 향상	
산업패러다임 변화	<p>(산업패러다임 변화 부문 공통기술)</p> <p>초고속연산을위한양자컴퓨팅기술  멀티모달딥러닝소프트웨어  스마트BDaaS(BigDataasaService)용데이터중심컴퓨팅  인간두뇌를모사한뉴로모픽컴퓨팅  소셜가상현실서비스플랫폼기술  2차원소재를이용한전자소자제조기술  모바일기기용롤러블디스플레이기술  플렉서블디스플레이발광층용무독성원소기반의양자점소재및공정기술  대면적플렉서블기기제작을위한고성능전자소자인쇄기술  뇌가인지하는생체감각신호를IoT센싱에활용하는기술  비접촉식안면인식인터페이스  인간-기계상호적응형뇌-컴퓨터인터페이스  초박형,초소형팩키지  MEMS기반의업무환경변화에측및위험의사전적예방  발열과손실전류를최소화하는대량고속정보처리가가능한차세대나노소자기술  나노포토닉스를 적용한 초고속 융합 정보 처리 소자  고효율의반도체성탄소나노튜브분리기술및이를이용한반도체소자기술  사물인터넷(IoT)용초소형소자기술  유연한플랫폼에서구동하는새로운개념및융합기능(fusion&amp;convergence)의소자개발  고직접화에따른나노수준의정밀제작기법  제조공정혁신에필요한정밀측정기술</p>

	통신채널자동상황검지및탐색용실시간cognitiveradio기술 웨어러블로봇의동작시간연장을위한에너지공급장치기술
▷ 인간-자연 친화적 생산환경 구축 - (정의) 제조업 작업장에서의 인력의 변화된 제조환경에 대한 재교육 및 산업안전을 지원하는 기술	
작업장 인력의 신체적, 정신적 상황에 최적화된 산업재해 안전관리	
인체유해환경 모니터링 이상상황 감지	비파괴 검사용 방사선 동위원소 대체 기술 웨어러블디바이스를활용한on-sitebiohazard감지기술 극미량의유해물질을감지하는고감도유해물질감지기술
전문인력 양성	
인력 재교육	
환경유해물질 모니터링 및 이상상황감지	IoT 기반 가스누출 폭발 위험 예측 시스템 유해화학물질의인체,환경에미치는영향및피해발생메커니즘규명
위험대응 네트워크 구축(공장 내외 자원동원)	
작업장 환경의 자가진단 및 제어시스템	실내외 환경 운용 무인 이동체 기술* 빅데이터및IoT기반시설물자가진단·수명연장기술
자율적 에너지 관리 시스템	제조 설비의 에너지 효율화 폐자재,폐제품의친환경적재생,처리
▷ 수요에 신속히 대응하기 위한 유연한 생산 시스템 - (정의) 개인화된 제조업으로 향할 수 있는 가변적인 제조 공정 라인 형성을 지원하는 기술	
가변 제조라인구축	생산라인에적용가능한실시간표면및투과이미지용머신비전기술및검사장비 빅데이터기반전공정최적화CPS기술 다품종생산을위한자가진화형가변제조라인스케줄링시스템

	<p>공장작업자를위한실감인터랙션기술</p> <p>나노포토닉스를적용한초고속융합정보처리소자</p> <p>발열과손실전류를최소화하는대량고속정보처리가가능한차세대나노소자기술</p> <p>사물인터넷(IoT)용초소형소자기술</p> <p>유연한플랫폼에서구동하는새로운개념및융합기능(fusion&amp;convergence)의소자개발</p> <p>시스템인패키지(SysteminPackage)기반의차세대초고밀도초박형반도체패키징기술</p>
전 생산공정/시장/물류의 실시간 상황분석 및 예측	<p>실내외 환경 운용 무인 이동체 기술</p> <p>간접요인을극복한공장용무선네트워크</p>
수요자 맞춤 공정을 위한 세부공정모듈 연결/제어시스템	<p>제품 소모량 예측 및 자동 주문 시스템</p> <p>3D프린터소재기술고도화(재활용,친환경,내구성등)</p> <p>서브나노급 가공을 위한 멀티 빔 제어 공정 기술</p> <p>서브나노급제어능력을지닌초고속스테이지기술</p>
가변적 생산시스템에 적합한 지능화된 조달/물류시스템	
빅데이터 기반의 사용자 행태/니즈 분석	<p>빅데이터 기반 자가진단 시스템</p> <p>MEMS기반의업무환경변화예측및위험의사전적예방</p>
<p>▷ 자동생산시스템의 네트워크 안정성</p> <p>- (정의) 제조공정의 자동생산 시스템의 안정성 확보를 위한 기술</p>	
자동생산시스템 실시간 통합 모니터링 및 자가진단 시스템	<p>개별 부품 및 개별 기기들 간 Safety Integration</p> <p>네트워크자가진단시스템</p> <p>자동화된시스템의Verification&amp;Validation방법 및 기준</p> <p>통신채널자동상황검지및탐색용실시간cognitiveradio기술</p>
자가 학습에 의한 오류복원향상	학습에 의한 오류복원 시스템
기후환경변화	
▷ 월경성 환경문제에의 대응	

- (정의) 미세먼지와 같은 월경성 환경위해요인 대응하기 위한 연구		
	대기오염 배출원별 위해물질 배출저감 방안	
	지역별 미세먼지 농도 및 유해성 관리	
	노후석탄화력발전소 감축	
▷ 물환경 지속가능성 제고 - (정의) 수질, 수량, 수생태 관리를 위한 수자원 전주기 관리에 기여하는 연구		
	기후변화 대응과 재난재해 관리 연계	실시간생태계변화감시를위해로봇등을활용한이동형모니터링시스템
	수생태계 변화 원인규명 및 영향분석	녹조발생 저감 자율적상황인지형녹조제거로봇 고효율다중·신종수질오염물질제거·제어기술 오염물질처리용생체모방형신소재 원격탐사를 활용한 실시간 연속 지구 수질감시·관리 시스템 에너지자체생산을통한반영구운전가능형수질정화시스템
	이/치수 효과 및 수생태계에 미치는 영향 평가	나노기술을 적용한 정화 및 담수화 기술 전기화학적이온전도막을이용한해수담수화기술 물수요·공급량 예측기반 수자원 통합 관리 스마트워터그리드 시스템 수돗물사용량및수질정보기반자동제어형수도미터(Telemeter)
	자연자원 DB 구축 및 가치분석	생물다양성 대응 토종 유전자원 보존 및 이용기술
▷ 자원순환 - (정의) 폐기물 관리, 원전해체, 친환경 에너지 활용 등에 기여하는 연구		
	사업장 폐기물의 순환이용률 측정 및 모니터링	

	폐기물 자원화	지능형 물 재이용 플랜트 모듈화기반레고형폐수재활용시스템 물재이용(폐수, 빗물등) 통합수처리기술
	원전해체시 발생하는 방사성 및 비방사성 폐기물 안전처리	
▷ 환경복지 - (정의) 노인, 어린이 등 민감계층의 건강위해요인 관리		
	민감/취약집단에 대한 환경위해인자 파악	환경물질 신속측정 의류·액세서리내재형대기·수질분석센서를활용한도심미세먼지및수질관리기술
	환경위해물질 고위험집단에 대한 모니터링 공공시설 및 사회기반시설에 미치는 기후변화 영향 및 피해 예측	지하공간 및 건물 내 공동구를 활용한 소형화물 자동운송 시스템
	기후영향에 대한 분야별/지역별/대상별 취약정보 관리 및 제공	
	도시지역 재해취약지 대상 위험지도 및 위험평가시스템	
	실시간 이상기상, 대기환경 모니터링 및 조기경보 시스템	환경물질 신속측정 의류·액세서리내재형대기·수질분석센서를활용한도심미세먼지및수질관리기술
	환경평가 빅데이터 구축 및 활용	
<b>에너지</b>		
▷ 중단없는 전력공급 - (정의) 대규모 정전 사태를 예방하고, 신재생에너지 저장/공급의 불안정성을 최소화하는 기술		
	주요 인프라의 에너지 자체 생산시스템	
	스마트그리드 구축	
	저비용, 고성능 에너지 저장시스템	고밀도 수소 저장 기술

		초저가전력저장시스템 고성능이차전지소재/제조/운용
	분산형 전력시스템	
▷ 에너지 전환을 위한 가교 마련 - (정의) 기존 연료기반 발전시스템의 효율성 및 환경피해저감, 기존 연료기반 제품, 건물 등의 에너지 효율성 증대(자체 에너지 생산 포함)에 기여하는 기술		
	자동차 및 건물의 에너지 효율성 제고	이동기기 자가발전 기존연료기반자동차에너지효율성증대 자동차배터리수명연장 전기자동차용 자동 무선충전 주차장 에너지자급자족용메가빌딩설계·시공기술
	탄소포집 및 자원화	CO2 의 자원화 대기중CO2직접포집인공나무 포집된CO2를활용한제품생산및공정원료대체등탄소자원화기술 CO2수송및저장의안전성(기준/평가등) CO2광물화 CO2전환
	원전 폐로 및 원전 안전운영	피해예측
	화석연료 기반 발전시설 효율성 제고	
	수송연료 전환 => 수소연료 전환(?)	
▷ 신재생에너지 개발과 활용 - (정의) 새로운 에너지 원 개발, 신재생에너지 생산, 활용의 Lifecycle을 구축하는데 필요한 기술		
	신재생에너지 기술개발 (바이오매스, 바람, 열, 태양광 등)	해양 미세조류를 이용한 고효율 바이오디젤 생산기술 우주태양광발전기술

		신재생에너지효율성증대
	신에너지원 개발 (소형원자로, 초임계 이산화탄소 발전, 수소전지 등)	
재해/재난		
▷ 지구차원의 재해 예측 및 위험관리 - (정의) 지진과 같은 지구차원의 재해 실시간 모니터링 및 모델링을 지원하는 기술시스템		
	원격탐사를 통한 실시간 연속 모니터링 시스템	나노 및 피코크급 위성개발 오지탐사 시 발생가능한 사고 예측과 대응
	전지구 차원의 재난데이터 통합 모델링 및 시뮬레이션	자연적 유해인자와 사회적 유해인자 등의 상호작용 메커니즘 규명 및 위험성 평가 복합유해인자상호작용분석을위한통합모델링
▷ 재해발생 및 피해 예측력 강화 - (정의) 발생한 재해 및 재난에 대한 정보를 빠르고 공유하고 피해정도를 파악하는 기술시스템		
	자율적 상황판단 탐색기기	지능적 상황 극복 오지탐사 로봇
	재난/재해정보 자동수집/전송	무인항공기 및 드론을 통한 재난정보 자동 수집·전송 기술
	관련 기관 간 정보공유시스템	
	자연적, 사회적 유해인자의 복합적 상호작용을 고려한 피해예측 및 모델링	자연적 유해인자와 사회적 유해인자 등의 상호작용 메커니즘 규명 및 위험성 평가 다중위성의원격탐사정보를활용한실시간연속재해모니터링기술
▷ 피해저감 - (정의) 피해 취약자를 위한 신속하고 정확한 경보 및 인명구조를 지원하는 기술시스템		나노 및 피코크급 위성개발
	재해 취약지역의 재난예측 및 대응시스템	자율적 상황인지기능을 보유한 초고감도 화생방 및 폭발물 테러 감지·대응 로봇
	신속경보 및 정보전달시스템	
	신속한 인명구조	재난 대응 및 인명 구조로봇

		수중인명구조로봇
▷ 회복력 강화 - (정의) 에너지 및 수도 등 주요인프라 손상을 빠르게 파악하고 신속히 복구하고, 정서적 지원까지 포함하는 기술시스템		
	주요인프라(에너지, 항만, 도로, 공항)의 신속한 복구	형상기억 마이크로 액츄에이터 및 환경인지형 4D 프린팅 기술 3D프린팅특화설계기술
	피해시설 신속 복구	형상기억 마이크로 액츄에이터 및 환경인지형 4D 프린팅 기술
	피해지역 주민심리 치유	

주 의

1. 이 보고서는 한국연구재단에서 위탁받아 수행한 연구보고서입니다.
2. 본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의 개인적 견해이며 한국연구재단의 공식견해가 아님을 알려드립니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.