

---

# **알키미스트 프로젝트 후보테마 테마요약서**

---

**2020. 4. 6**

**산업통상자원부**

**한국산업기술평가관리원**



# 목 차

1. 산업용 휴머노이드 로봇 .....	5
2. Brain to X(B2X) .....	7
3. 인간-X 감정 교류 .....	9
4. 유해물질·환경 Protection Spider 수트 .....	12
5. 유전자 교정 및 치유 .....	14
6. 면역거부반응이 없는 소프트 임플란트 .....	16
7. 오프더그라운드(Off-the-Ground, OTG) 모빌리티 .....	19
8. In-Situ 비접촉식 바이러스 검출 시스템 .....	21
9. 2040 Neo Cyber Space .....	23
10. Meta ECO 매뉴팩처링 .....	26
11. CO <sub>2</sub> Free 저가 수소 생산 .....	28
12. Energy Free Cooling System .....	30
13. AI 기반 초임계 소재 .....	33
14. 분자프린터 .....	35
15. 아티피셜 에코 푸드 .....	37



<b>테마명</b>	산업용 휴머노이드 로봇		
<b>미래가치</b>	인간-사물 협업 인터페이스	<b>욕망</b>	소통, 능률향상

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간-로봇 공존 생산 시스템을 위한 고도의 인지·판단·조작 지능을 갖는 휴머노이드형 로봇</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (인간-로봇 상호작용) 비정형·유연한 생산 환경에서도 작업 환경과 공정에 대한 정보를 간편하게 지시·전달·공유함으로써 정교한 작업을 수행</li> <li>- (자율학습 및 자율지능) 인간의 데모 작업을 모방하거나 로봇이 스스로 작업환경 및 작업물 변화에 대응하여 새로운 공정에 대한 자체 학습을 하고, 반복 작업을 통해 스스로 성능을 진화시킴</li> <li>- (휴머노이드형 로봇) '촉각센서, 힘센서 및 유연한 팜(Palm) 자유도, 핑거(Finger) 자유도를 포함하는 정교한 로봇손'을 가지며, 인간 이상의 감각·운동능력·조작능력을 보유</li> <li>* (예시) 인간과 작업 공간을 공유하며 인간의 데모 또는 공정 지시를 바탕으로 다수의 임의 전자제품에 대한 정밀 조립 공정을 자체적으로 학습 및 수행</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 산업 동향 및 파급 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간과 로봇, 인간과 기계의 커뮤니케이션을 기반으로 하는 인간-로봇 공존 생산 시스템은 기존의 생산 패러다임을 변화시켜 생산현장의 유연성과 국가 주요 제조업의 생산 효율성을 극대화시킬 수 있음</li> <li>- 인간-로봇 공존 생산팀의 확산을 통해 제조 로봇 분야의 시장 확대 가능</li> <li>- 고도의 작업 지능을 갖는 로봇 기술은 다양한 서비스 로봇 시장으로 파급될 것으로 예상</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성·혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 주요 제조로봇 기업을 중심으로 협동 로봇 출시</li> <li>- 로봇에 명령을 지시하기 위한 센서 및 교시용·착용형 디바이스에 대한 연구 진행 중</li> <li>- 로봇과 인공지능 기술을 이용하여 로봇의 동작을 최적화하는 연구 추진 중</li> </ul> </li> </ul>

		<p>□ 현 연구의 한계점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재의 로봇 기술은 정형화된 환경과 작업물 위주로 개발되어 유연한 환경과 사물에 대한 인지능력이 매우 부족하고, 작업 지시를 위한 인간-로봇 간 의사소통 기술은 약속된 디바이스와 방법을 이용한 제한된 정보 전달 수준에 머물러 있음</li> <li>- 기존 연구에서도 휴머노이드형 로봇 기술이나 인공지능 기술을 융합한 로봇 작업 기술 등이 진행되고 있으나, 인간의 조작 능력을 따라잡을 수 있는 로봇 기술과 인공지능 기술의 부족으로 단순히 사물의 종류를 분류하거나 한정된 물체에 대한 한정된 작업으로 제한되어 있음</li> <li>- 또한, 제한된 작업이나 공정에 대해서도 일정 확률에 의한 작업 성공을 목표로 설정하고 있어 100% 가까운 성공률이 필수적인 실제 공정 기술 수준에는 크게 미치지 못하는 단계임</li> </ul> <p>□ 동 테마의 혁신적 차별성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 연구들의 한정된 물체, 한정된 작업으로 제한된 환경과 일정 확률에 의한 성공을 목표로 하는 수준을 넘어, 인간-로봇의 공존, 인공지능 네트워크, 로봇의 자체 학습/진화가 포함된 정교하고 완성도 높은 작업 지능을 개발</li> <li>- 기존 산업 현장에서 활용되고 있는 정형 물체, 지정 대상물, 지정 작업에 최적화/전용화된 로봇을 넘어, 유연한 작업 환경, 비정형 작업물, 다양한 접촉 작업 등 고난이도의 복잡한 작업과 환경에도 대응할 수 있는 감각과 정밀성, 조작성, 안전성을 모두 가지는 휴머노이드형 로봇</li> </ul>
4	기대효과	<p>□ 인간-로봇 공존 사회의 도래</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간-로봇 공존 생산 시스템을 위한 로봇은 생산 현장의 패러다임 변화뿐 만 아니라 공공시설, 가사 등 다양한 분야에 활용성이 높아 인간-로봇 공존, 인간-기계 공존 사회를 위한 초석이 될 수 있음</li> <li>- 인간-로봇 의사교환 기술과 스스로 인지, 학습하는 작업 지능 기술은 인간의 편리함을 한층 증가시켜 삶의 질 향상, 복지 향상에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대됨</li> </ul>

<b>테마명</b>	Brain to X (B2X)		
<b>미래가치</b>	인간-사물 협업 인터페이스	<b>욕망</b>	소통

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생각만으로 외부기기를 제어하고 외부세계와 소통하거나 인지 기능을 강화할 수 있는 신경 인터페이스</li> <li>* 외과 수술이 필요 없이 고정밀 신경활동 측정 및 조절이 가능한 비침습형 또는 최소 침습형 신경 인터페이스</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (제어 및 소통) 뇌 신호로부터 정보를 추출하여 외부기기를 제어하거나 외부세계와 소통</li> <li>* 예시: 마음 속에 생각한 문장을 뇌 신호를 통해 음성으로 표현할 수 있는 Brain-to-Speech 기술</li> <li>- (인지 기능 강화) 뇌 신경망을 직접 자극하여 특정 인지 기능 강화(기억, 의사결정, 언어, 주의 등)</li> <li>· (방식) 비침습형 및 최소 침습형 신경 인터페이스</li> <li>· (수요자) 일반인 대상</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고령화 사회가 심화됨에 따라 뇌 기능을 모니터링하면서 운동 및 인지기능을 회복하는 시장이 점차 확대되고 있음</li> <li>- 대용량 뇌신호 측정 시스템 및 무선통신 기술 등의 복합적인 신경 인터페이스 개발 및 상용화가 이루어지고 있음</li> </ul> </li> <li>□ 미래 산업적 파급력 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- B2X와 연계되어 개인 맞춤형 뇌 건강을 관리하는 스마트 헬스케어 신시장 창출</li> <li>- IoT와 연동하여 뇌신호로 주변 환경을 제어하는 스마트 홈 시장 개척</li> <li>- 뇌신호로 자동차, 드론 등을 제어하는 차세대 모빌리티 산업과의 연계 가능</li> <li>- 뇌질환 조기진단 및 치료 기술 등 새로운 의료시장으로 확장 가능</li> </ul> </li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장애인의 운동 및 감각 기능을 복원하거나 대체하는 침습형 B2X 기술 개발</li> <li>- 문자 입력, 외부기기 제어 등 장애인들이 간단한 소통 및 제어 기능을 실행할 수 있는 비침습형 B2X 기술 개발</li> <li>- 인공지능 기술을 통해 대용량 뇌신호를 해독함으로써 B2X 성능 증대</li> <li>- 광학, 나노소재, 생화학적 원리 등이 적용된 새로운 뇌신경활동 모니터링 기술 대두</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 침습형 인터페이스는 안전성 등의 한계로 일반인으로 확장이 어려움</li> <li>- 기존 비침습형 인터페이스는 뇌신호 측정 및 조절의 정밀도 한계로 상용화를 위한 기술적 한계 존재</li> <li>- 따라서 기존 B2X는 주로 장애인 위주의 외부기기 제어 및 소통에만 주력</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비침습형 또는 최소 침습형 신경 인터페이스 개발</li> <li>- 새로운 과학적 원리를 기반으로 집단 신경세포 활동 (Multiunit activity)을 측정하고 조절할 수 있는 수준의 정밀도 확보</li> <li>- 대뇌피질 전 영역에서의 신경활동을 동시에 측정할 수 있는 광대역 인터페이스 개발</li> <li>- 대용량 뇌신호를 90% 이상의 정확도로 실시간 해독할 수 있는 알고리즘 개발</li> <li>- 뇌 자극과 인지 훈련 프로그램을 동시에 사용하여 자가 인지 훈련을 강화하는 솔루션 제시</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>4</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>기대효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개발될 B2X와 다양한 인지 훈련 콘텐츠가 통합된 솔루션을 통해 누구나 원하는 시간과 장소에서 인지 기능을 훈련하는 일상생활 실현</li> <li>□ 일상에서 개인의 뇌 건강을 관리하는 스마트 헬스케어 솔루션 활성화</li> <li>□ 문자입력을 통한 소통과 더불어, B2X를 이용해 감정 등 비언어적 의사소통이 동시에 가능한 소셜 미디어</li> <li>□ 생각만으로 원하는 가전제품을 제어하는 스마트 홈</li> </ul>

<b>테마명</b>	인간-X 감정 교류		
<b>미래가치</b>	인간-사물 협업 인터페이스	<b>욕망</b>	소통

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<p>□ 개념</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간의 감정상태를 디바이스로 진단하여 주변환경을 색채·소리·촉감 등으로 표현·변화시켜 인간의 감정을 긍정적인 감정인 방향으로 유도할 수 있는 인터페이스</li> </ul> <p>□ 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간의 감정을 진단하여 외부자극(색채, 소리, 촉감 등)으로 표현하고 변화시켜 인간의 감정을 긍정적으로 변화시킬 수 있는 기술</li> <li>▶ 인공지능 제어에 의한 사용자 감정진단, 자극표현, 자극능동 변환, 사용자 인지·감정유도 구현</li> <li>▶ 자동차산업 적용(예) : ①다중센서로 운전자의 감정(불쾌, 화남 등) 진단→②대시보드·가니쉬에 색채·촉감자극표현→③색채, 도형, 거칠기의 능동변화(기능모듈탑재)→④운전자의 좋은 감정(쾌활, 안정 등)유도→⑤인공지능제어</li> <li>▶ 공공생활환경(SOC) 적용(예) : ①공공생활환경 사용자의 일반특이 감정 진단→②공공생활환경의 안전재마편의 요소 색채표현→③도형선색채 능동변화→④사용자의 좋은 감정유지→⑤감정교류 데이터 제어</li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<p>□ 관련 산업 동향 및 전망</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이종기술·산업간 융합이 확산되면서 글로벌 산업환경이 「융합혁명의 시대」로 급속히 전환되는 추세</li> <li>▶ 주력소비세대의 이동과 신소비 트렌드 시장의 변화로 사용자 중심의 온디맨드 및 감성소비증가</li> <li>▶ “인간-X 감정교류” 기술은 온디맨드형 맞춤형산업에 대응가능하고, 소비자 감성만족으로 제품의 고부가가치를 증가시킴</li> <li>- “인간-자동차 감정교류”기술은 자동차 패러다임 변화(내연차→전기차, 스마트카)에 따라 관련 시장이 더욱 확대</li> <li>▶ 국내외 기업을 중심으로 인간-자동차 감정교류를 위한 네비게이션, IP(Instrument Panel)가 개발되고 있으며 구글, 바이두와 같은 데이터 기업들의 시장진입 증가</li> <li>▶ 자동차산업, 전기전자, SOC 등 인간의 감정을 만족시킬 수 있는 글로벌 시장 기술에 파급력 높음</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- “인간-공공생활환경 감정교류”기술은 시각모듈, 색채마케팅, 색채디자인 등 관련 산업의 고부가가치 창출 확대</li> <li>▶ 사용자 감정 데이터 기반의 스마트 시각모듈시스템 시장 증가</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간의 감정 리딩과 관련한 핵심기술은 디스플레이모듈, 감정리딩신호, 인공지능시스템 등의 산업기술로 발전</li> <li>▶ 전 세계 디스플레이 시장은 '19년 1,147억 달러이며, LCD 867억, AMOLED 272억 달러 규모를 차지</li> <li>* 최근 디스플레이 기술은 TV, 모바일 등 정보매체분야에서 인테리어·미술·액세서리 등 감정교류분야로 확장되고 있음</li> <li>▶ 치료에서 예방 중심의 의료 패러다임 변화로 Apple watch, Fitbit, 삼성 등에 의해 웨어러블 메디컬 디바이스 산업 발전*</li> <li>* 세계 생체신호 모니터링 디바이스 시장규모는 '26년까지 약 140억 달러에 이를 전망</li> </ul> </li> <li>- 자동차 패러다임의 변화(내연차→전기차·스마트카)에 따른 운전자 중심의 자동차-운전자간 감정교류 시장 증가 추세</li> <li>▶ 미래자동차 내장재 시장은 '16년 138조원에서 '25년 176조원 이상으로 성장 예상</li> <li>▶ 닛산자동차는 인간-자동차 감정교류의 Brain-to-Vehicles* 개발</li> <li>* 운전자의 팔다리 움직임에 따른 뇌 활동의 특정신호 패턴에 초점을 맞춘 자동조향 운전도움시스템 개발</li> <li>▶ BMW는 비전넥스트100 컨셉카에서 미래차 소재기술* 제안</li> <li>* 내장재에 가죽소재 대신 프린터블 단일소재를 사용하여 운전자환경 변화에 따른 상황인지 기술을 제안</li> <li>▶ 국내는 대기업 중심으로 인간 중심의 미래 모빌리티 솔루션 기술이 제안되고 있어 관련시장의 확대가 예상됨(출처:CES 2020)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기전자 및 SOC산업에서 안전·편의·재미 요소를 위한 사용자의 감정 진단 제어기술 시장 확대</li> <li>▶ 생체신호 디바이스 세계시장 규모는 약 140억 달러('19~'26, CAGR 24.7%)에 이를 전망이며, 미국이 가장 큰 시장을 보유</li> <li>▶ 인포테인먼트 디스플레이 시장이 급격히 발전하며 2025년 HUD (Head up display) 시장은 118.4억 달러 전망됨</li> </ul> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물의 물리·화학적 자극(색채, 소리 등)과 인간이 느끼는 생리·심리적 자극이 달라 외부자극 효과의 난제점 발생</li> </ul> </li>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도전·혁신적 해결방안(안):물리·화학적 자극⇒“①사용자 감정진단→②색채, 소리 등 표현→③감정자극·변환→④사용자감정유도”⇒생리·심리적 자극의 과정을 ⑤인공지능 통합제어기술로 난제해결</li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동차, 전기전자 등 주력산업기술에 인간심리, 색채예술 등이 융합된 다학제 기술 기반의 고난도·도전적 R&amp;D임</li> <li>- 자동차·전기전자 등 주력산업에 신가치사슬 혁신이 가능하고 제조기술에 “데이터-기술-심리-예술-서비스”의 융합으로 와해성 산업 가치 창출 가능함</li> </ul> </li> </ul>
4	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 인간감정기복에 의한 사회문제를 방지하여 인간의 행복한 삶을 도와줄 있는 과학기술·서비스 사회 실현 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로 위 폭력, 감정사고 등 인간감정 사회문제이슈를 해결할 수 있는 과학기술·서비스 개발</li> <li>☞ 40개 주요 사회문제 중 13개(32%)가 사회감정에 의한 문제이며, 국민 행복 실현을 위한 과학기술의 역할 중시(출처:「제2차 과학기술 기반 국민 생활(사회)문제 해결 종합계획(2018-2022), 국가과학기술자문회의)</li> </ul> </li> </ul>

<b>테마명</b>	유해물질·환경 Protection Spider 수트		
<b>미래가치</b>	증강인간	<b>욕망</b>	신체보호

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<p>□ 개념</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미세먼지나 바이러스, 독극물 등 유해물질, 감당할 수 없는 극한환경(압력, 열, 방사능 등)으로부터 인체를 상시 보호할 수 있는 경량 소프트 웨어러블 수트(시·청각 증강, 자립형 에너지장치 포함)</li> </ul> <p>□ 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신체보호 : 개방된 환경에서 병원균, 오염물질 등의 유해물질, 감당할 수 없는 극한조건*으로부터 인체를 보호</li> <li>* (예시) 1000 °C 이상의 고온에 노출되더라도 일정시간 신체 보호 등</li> <li>- 시·청각 증강, 자립형 에너지 장치 포함</li> <li>* 시각-청각능력 증강 : 시각 및 청각정보를 통해 주변 상황 인지 및 사람 간의 상호작용 능력 강화</li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<p>□ 관련 산업 동향</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 유해환경 및 오염·질병원으로부터 인체를 상시 보호하는 기술의 필요성이 크게 증대</li> <li>- 웨어러블 로봇은 무겁고 고비용이며, 신체증강을 통한 산업의 생산성 및 효율향상에 집중한 단일기능의 제품들이 주로 개발되고 있음</li> </ul> <p>□ 미래 전망</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 불가능했던 환경에서 인간의 모든 활동을 가능하게 하고 그 기능을 강화함으로써 인간의 활동 영역을 확장</li> <li>- 우주·심해 등 극한 환경에서의 생존 시스템과 재해·사고 시 비상구호 시스템으로 발전 가능</li> <li>- 군수, 항공 사업으로 확장이 가능하며 오지탐험 등 극한의 레저 스포츠 산업의 대중화를 이끌 것으로 전망</li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<p>□ 국내외 연구동향</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재는 신체능력 증강을 위한 웨어러블 로봇에 대한 연구가 활발히 진행 중이며, 우주 등 극한환경으로부터 인체를 보호하는 수트에 관한 연구가 집중되어 있음</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개방된 환경에서 다양한 오염원, 유해환경으로부터 상시 환경 응답형 보호 개념 부재</li> <li>- 구성재료의 무게 및 부피로 인해 수트의 착용감과 경량화에 한계가 있음</li> <li>- 수트의 작동시간 및 조건, 파워 등 에너지원의 한계가 있음</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개방된 환경에서의 상시 신체보호 기능은 고도의 기술력이 요구되며 인류 생활범위를 광범위하게 넓힘</li> <li>- 수트를 통해 인류의 신체적 한계를 근본적으로 극복함으로써 인류의 활동능력을 극대화</li> <li>- 소재의 경량화 및 맞춤형 기능 부여를 통해 일상생활에서 누구나 편안하게 착용 가능한 수트 제작</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유해한 환경(미세먼지, 바이러스 등)이나 자연재난, 사고시에도 최대한 자유롭고, 쾌적하게 일상생활을 영위</li> <li>- 외부환경으로부터 신체보호 문제가 궁극적으로 해소</li> <li>- 나이, 장애, 성별에 관계없이 모두가 인류공동체의 삶에 참여하고 기여</li> </ul>

<b>테마명</b>	유전자 교정 및 치유		
<b>미래가치</b>	장생인간	<b>욕망</b>	무병장수

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 살아있는 세포 내에서 표적 유전자를 교정하여 질병의 발병을 낮추거나 치료</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (유전자 교정) 유전자 가위, 염기교정, 프라임에디팅 등 최근 개발되고 있는 다양한 기술들을 뛰어넘는 도전적·혁신적 기술</li> <li>* 최근 개발되는 기술은 대부분 박테리아에서 유래된 크리스퍼-카스 (CRISPR-Cas) 시스템을 기반으로 하지만 살아있는 세포 내 표적 유전자 교정이 가능한 다른 기술도 포함 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 기존의 CRISPR-Cas 기반 기술을 Break-through 할 수 있는 새로운 유전자 교정 및 치료기술</li> <li>▶ 기술자체의 혁신적인 개발 외에도 이 기술을 치료제로 적용하기 위한 혁신적인 기술도 포함</li> </ul> </li> <li>- (질병예방 및 치료) 유전자 교정을 통한 질병의 예방 및 치료 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 기존의 치료법이 없는 경우 : 새로운 치료법 제시</li> <li>▶ 기존의 치료법이 있는 경우 : 부작용 최소 및 효능 극대화 방법 제시</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자가위 기술에 대한 기대 가치가 빠른 속도로 증가하고 있으며 이를 이용한 치료제 개발을 위해 다양한 기업들의 참여 및 투자가 지속되고 있음</li> <li>- 질병을 선제적으로 예방하고 치료할 수 있는 방법이나 미래에 발생할 수 있는 질병에 대해 선제적으로 방어할 수 있는 치료제 개발은 새로운 미래산업의 확장과 함께 막대한 경제적 효과를 창출할 것으로 예상됨. 이 과정에서 창출되는 향상된 유전자 교정 기술은 다양한 산업 분야에 적용될 것으로 보임</li> </ul> </li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자가위 기술의 혁신적인 개발 및 이를 활용한 연구들이 글로벌 프론티어에 의해 보고되고 있으며 상당수의 원천기술이 미국에 집중되고 있음</li> <li>- 유전자가위 기술을 치료제로 사용하기 위해서는 효율과 안전성 측면에서 개선을 필요로 하고 있는데 이를 위한 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있음</li> <li>- 국내 연구진은 유전자교정 기술의 효능 향상과 정확도 분석 분야에 있어서 세계 최고 수준의 역량을 보유하고 있으며 이것은 치료제 개발에 있어 핵심적인 분야로 치료제의 효능을 향상시키고 안전성을 확보할 수 있게 함</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자교정기술을 이용한 치료제 개발은 제한적인 질병을 표적으로 연구되고 있는데 이는 유전자교정 기술의 적용이 제한적이기 때문이며 안전성과 효율성, 전달방법 등의 제약에 기인함. 이러한 원인들은 질병 예방에 선제적으로 접근하는 방법에도 제한을 가져옴</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 단순한 질병 유발 및 위험성 진단검사를 뛰어넘어 유전자교정 기술을 활용하여 질병을 진단하고 원인을 제거하거나 억제하여 예방할 수 있는 혁신적인 연구가 가능</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>4</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>기대효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 난치질환의 혁신적 치료법 및 예방적 치료기술은 인간의 질병에 대한 고통과 두려움을 줄이고 건강한 삶을 누릴 수 있게 하는 기폭제가 될 수 있을 것으로 예상됨</li> </ul>

<b>테마명</b>	면역거부반응이 없는 소프트 임플란트		
<b>미래가치</b>	장생인간	<b>욕망</b>	무병장수

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인체 內 면역거부반응 없이 이식 가능한 부드러운 장기*의 기능을 대체하거나 보완할 수 있는 '모듈화 된 장기'</li> <li>* 소화, 호흡, 비뇨기, 순환, 신경, 피부, 내분비 등</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (모듈화된 장기) 인체에 이식된 환경 하에서 목표 장기의 핵심적인 기능을 수행할 수 있도록 다중세포로 구성된 조직체</li> <li>▶ 산업화를 고려하여 대량 생산과 표준화, 품질 관리가 가능한 형태로 구성 현재의 임상/인증 환경과 의료비용을 고려한 매뉴팩처링 기술이 통합</li> <li>▶ 대상장기는 산업화 가능성, 사회적 필요성, 의학적 가치, 실현 가능성, 임상적 구현 가능성 등을 종합적으로 고려하여 연구자가 제시</li> <li>- (면역거부반응) 모듈화된 장기를 여러 사람에게 이식할 때 발생할 수 있는 면역거부반응 문제를 완전히 해결</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 만성적인 장기 부족 문제의 해결을 위해 다양한 기술이 빠르게 개발되고 있고 산업이 성장하고 있으나, 부드러운 장기의 경우 현재 제대로 활용될 수 있는 생물학적 대체제품은 전무함</li> <li>- 세계적 인구 고령화의 가속화 현상과 건강한 삶에 대한 필요성 증가에 맞추어 치아, 뼈, 관절에 국한되었던 임플란트 시장의 대상 장기를 극적으로 확대할 수 있어 신규 산업의 등장과 일자리 창출이 기대됨</li> <li>- 관련 제품의 생산과 관련된 기계산업, 재료 등의 소재 산업, 임상관련 보건 의료 산업 등 생산부터 임상까지 전 단계에 걸친 전후방 산업의 성장이 기대됨</li> <li>- 장기 대체가 보편화될 경우, 기존 일시적/보조적 의료기 및 치료시스템과 약물 산업이 축소되는 대신 관련 약물 산업과 의료산업이 발달할 것으로 예상</li> </ul> </li> </ul>

3	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이종장기, 전자장기 등으로 기능이 저하된 장기를 보조하는 기술이 개발되고 산업화가 이루어지고 있으나, 기능이 제한적이어서 시장 성장이 더딤</li> <li>- 최근 오가노이드, 바이오프린팅, 유전자 조작 등 다양한 바이오공학기술이 급격히 발전하고 산업화가 이루어지고 있어, 이를 통해 혁신적인 세포기반 바이오장기를 개발하려는 시도가 활발히 이루어지고 있음</li> <li>- 우리나라는 이러한 혁신 바이오공학기술의 수준이 높고, 고도화된 기술이 개발되고 있으므로, 높은 수준의 의료 기술과 융합하면 세계 선도기술의 개발이 기대됨</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오기술과 공학기술의 융합에 대한 투자가 부족하고, 제품의 임상활용 등에 관련한 규정의 정비가 미흡하여 블록버스터가 나오지 않고 있음</li> <li>- 면역거부반응의 완전한 제거는 아직 기술적 한계가 많으나 최근 개발되고 있는 다양한 기술들을 이용할 경우 돌파가 불가능하지는 않을 것으로 판단됨</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라가 선두에 있는 다양한 생명공학 기술들과 임상기술, 생산 및 제조 기술을 실제 임상 적용이 잘 이루어지지 않고 있는 인공장기 산업에 융합하고자 함</li> <li>- 임플란트 산업의 임상 사례들을 바탕으로 하고 있어 새로운 생명공학 제품임에도 빠른 임상적용과 산업화가 가능함</li> <li>- 개발된 기술은 장기이식이나 줄기세포치료 등 기존 임상치료나, 류마티스와 같은 질병에서 발생할 수 있는 면역반응으로 인한 환자의 삶의 질의 악화 문제를 해결하는 데에도 활용이 가능함</li> </ul> </li> </ul>
4	<p style="text-align: center;"><b>기대효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 평균 수명만 늘어나는 것이 아닌, 삶의 질이 혁신적으로 향상된 사회의 구현 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 코로나와 같은 바이러스 질병으로 폐의 기능이 저하된 환자에게 삽입하여 기능을 회복하는 등 질병이나 노화로 손상되어 기능을 못하는 장기의 기능을 보완하는 소화계, 호흡계 등의 임플란트</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 당뇨, 간염, 간경화와 같은 만성질환으로 인해 망가진 장기의 기능이나, 암 같은 질병으로 인해 제거한 갑상선과 같은 장기를 보완하여, 정기적인 투약과 치료의 불편함을 없애는 내분비계 등의 임플란트</li> <li>- 이식 외에는 치료의 방법이 없어 평생 투석을 해야 하는 신장 질환을 개선하는 신장 임플란트</li> <li>- 막히거나 벽이 약해지거나 파리가 있어 위험한 혈관을 대체하는 혈관 임플란트나 수혈에 활용할 수 있으며, 심지어 당뇨 등의 혈액 관련 질환이 없는 인공 혈액</li> <li>- 모발 이식수술에 기존 모발대신 사용할 수 있는 모근 임플란트 등</li> </ul>
--	--	--

<b>테마명</b>	오프더그라운드(Off-the-Ground, OTG) 모빌리티		
<b>미래가치</b>	교통	<b>욕망</b>	편리함, 즐거움

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ (개념) 표면에서 뜬 상태로 사람이 탑승 또는 조종하여 이동할 수 있는 부양형 초근거리 신개념 이동수단 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고도비행과는 차별된 안전성, 초경량, 저소음, 고신뢰성을 가진 부양(Levitation)형 모빌리티(보드, 슈트 등)</li> </ul> </li> <li>□ (범위) 수직 범위 수미터 내외, 실내, 도심 내 또는 초근거리(10km) 이내로 이동가능하고, 가격 경쟁력 있는 중량 10kg 내외의 1인용 소형 운송수단 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수직 범위 1km 내외의 플라잉카, 초경량항공기 등과는 달리 비행이 아닌 지상에서 부양(Levitation)하여 이동이라는 개념의 모빌리티로 다양한 동력원과의 조합</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계적으로 주요 도시가 거대화됨에 따라 교통 및 환경 문제가 야기되어 친환경, 자율주행 모빌리티, 플라잉카 등 신개념 교통수단의 연구가 진행 중</li> <li>- 오프더그라운드(OTG) 부양형 모빌리티 개념은 현재 대중화된 주요기술이 없는 초기의 신산업이며, 라스트 마일(Last mile)을 위한 퍼스널 모빌리티 및 이동수단으로서의 파급력이 예상됨</li> <li>- 모빌리티의 부양을 위한 동력원의 종류가 다양하나 가능성이 명확해지면 향후 약 10년간의 성장기를 통해 이동, 운송수단 시장뿐 아니라 동력원의 원천기술 파급 효과도 클 것으로 기대됨</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (국내) '11년도에 벤처기업과 출연연구소의 기술 협력으로 자기력을 이용한 보드 형태의 이동수단개념을 개발한 바 있으며 그 외 초전도 현상을 이용한 개념 단계의 연구가 진행되어 옴</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (해외) 미국과 프랑스의 선행연구가 돋보이며 동력원으로는 전기팬, 가스터빈 제트팩, 전자기력, 초전도 등을 이용한 여러 가지 모델이 개발되었으나, 미국 Arca space 社の 전기덕트팬을 이용한 아르카보드 (ArcaBoard)가 부양형 모빌리티의 개념과 가장 유사함</li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부양형 모빌리티는 소형화, 경량화, 에너지 고밀도화, 안전성, 저소음 등의 문제를 물리적, 기술적으로 통합적으로 고려하여 개발해야 할 분야임</li> <li>- 최근의 에너지저장 기술, 경량소재기술, 제어기술 등의 급격한 발전에 따라 그간의 한계를 극복할 수 있을 것으로 보임</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부양형 모빌리티는 초근거리 이동수단의 새로운 개념으로 신시장을 창출하는 점에서 혁신성을 가짐</li> <li>- 더불어 부양형의 특징을 이용하여 육상, 해상 등 이동 표면의 제약을 극복하는 이동수단이라는 점에서 기존의 한계를 월등히 초월하는 획기적 도약기술임</li> </ul> </li> </ul>
4	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개인적 삶의 변화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부양형 모빌리티는 개인용 이동수단의 역할로서도 중요하지만 레저, 스포츠 등의 도구로서 활용 가능함</li> <li>- 진동에 민감한 화물을 이송하는 수단이 될 수 있음 (예시: 험지에서 부상자를 추가 사고 없이 이송하는 효과적인 환자 이송수단이 될 수 있음)</li> </ul> </li> <li>□ 사회적 인프라의 변화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부양기술은 육상, 해상이라는 이동 표면의 제약을 받지 않으므로 미래에는 길(路)에 대한 통념이 바뀌어 2차원에서 3차원으로 확장한 교통 인프라가 확대될 것으로 보임</li> </ul> </li> </ul>

<b>테마명</b>	In-Situ 비접촉식 바이러스 검출 시스템		
<b>미래가치</b>	안전	<b>욕망</b>	안전함

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신종·재출현 전염병 등 고전파성, 고위험성 미인지 바이러스의 신속한 검출 및 분석 시스템</li> <li>* (예시) 단계별 데이터 연동 소형 검출기 제작, 호기바이러스 검사를 위한 흡입식 검사기기, 표면 바이러스 염색 및 안경 타입 검출기, 미지 바이러스 서열 분석을 위한 개인 휴대형 서열 분석기</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (호기바이러스 검사) 체내로 운반되는 바이러스의 1차적인 검사를 위하여 빅 데이터 기반 바이러스 분석 프로그램을 통해 호기 중 유출되는 바이러스를 즉각적으로 검출</li> <li>- (표면바이러스 검사) 표면에 흡착된 타겟 바이러스 신속 검사로 분포도 및 바이러스 이동 경로 확인</li> <li>- (미지바이러스 검사) 검출된 바이러스의 경보와 함께 현장에서 초소형 미니 서열 분석기로 바이러스 서열 분석</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 신종 전염병 주기의 다빈도화로 진단 산업 시장의 판도가 신속, 정확, 현장 검사로 급성장하고 있음</li> <li>- 체외진단분야의 세계 시장은 2018년 681억 달러에서 연평균 5.23% 성장으로 2023년 879억 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨</li> </ul> </li> <li>□ 향후 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각국 공항, 항만 등출입국 관리소에 신속 배치될 수 있는 시스템 플랫폼의 선두주자가 될 것으로 예상</li> <li>- 관련 산업으로는 현장형 핵산 분석기, 소형화된 분자 진단기, 현장형 표면 처리 및 염색 분야 등 IT, 화학, 기계공학의 동반 성장을 유도함</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 또한, 항원, 항체 바이오 산업의 발전으로 진단뿐 아니라 치료 시장의 성장을 유도함</li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외적으로 인체 시료 대상으로 연구가 진행되고 있고 치료 중심의 연구가 진행 중에 있음</li> <li>- 현장형 PCR 및 자동화 연구 진행 중이나 성능 면에서 실용화에 한계가 있음</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 (호기 중 바이러스 검사, 표면 활성 바이러스 검사) 에서의 검사는 다소 융복합적인 성격으로 난이도가 상당히 높음</li> <li>- 기존의 연구는 바이러스 메커니즘, 인체 분비물 내의 바이러스 항원에 대한 진단 검사가 주를 이루고 있어 사전 검사 보다는 사후 진단에 가까움</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인체 시료에 대한 검사보다는 호기 바이러스, 표면 바이러스, 미지의 바이러스에 대한 신속 검사 및 ID 부여라는 점에서 기존 연구와의 차별성이 매우 높음</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 바이러스 창궐에 대한 사전 인지로 바이러스 전파를 사전에 차단함으로써 이동과 대면 접촉 시 안전도에 대한 확신이 높아짐</li> <li>□ 바이러스 전파 및 경로인지로 신규 바이러스에 대한 활성 및 비활성에 대한 추가 연구 가능</li> </ul>

<b>테마명</b>	2040 Neo Cyber Space		
<b>미래가치</b>	공존현실	<b>욕망</b>	새로운 공간

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원격지에 있는 다중 사용자 간 확장된 오감의 상호작용을 통해 완전한 몰입감을 제공해 주는 2040년형 디지털 공간</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현실세계를 복제·확장한 가상세계를 구축하고, 사·공간을 넘어 현실-가상세계의 자연스러운 연결·경험·교감을 제공하는 새로운 상호작용 공간 구현 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 高 현장감 재현을 위한 다중사용자간 원격 상호작용 공간 구현 기술</li> <li>▶ 가상현실세계를 연결하는 初 개인화 디바이스* 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 예시) 스마트콘택트렌즈, 휴대용 홀로그램 디바이스</li> </ul> </li> <li>▶ 초정밀 비전인식 AI 기술</li> <li>▶ 오감공감각 지능* 및 다중사용자 간 원격 오감 공유 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 예시) 공간 내에서 오감공유를 위한 무구속 오감공유 센서</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가상세계의 경험이 현실세계에서 소비활동으로 연계되고 있으며 점차 가상세계에서의 소비활동의 대중화 기대 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 현실세계에서 경험할 수 없는 다양한 체험(오지체험, 역사체험 등)을 통한 교육효과의 극대화</li> <li>* 가상환경에서 현실과 같은 경험을 제공하는 초현실 엔터테인먼트 산업</li> <li>* 가상백화점, 무인점포, 가상쇼핑 등의 대중화</li> <li>* 고위험 작업 및 재난상황에 대한 예측 및 실시간 대응을 통한 사회 안전망 구축</li> </ul> </li> <li>- 가상증강현실 (2030년) 2,131조원의 경제효과 전망(PwC, 2019.11) <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 가상과 현실의 경계를 허무는 급격한 기술 진보로 향후 스마트폰에 버금가는 경제사회문화 전반의 비약적 파급 효과 기대</li> <li>▶ 제조, 의료, 유통 등 타산업과 융합하여 4차 산업혁명 촉진을 촉진하고 5G를 견인함으로써 산업전반 막강한 산업적 파급효과 기대</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가상·증강현실에서 현실-가상세계와의 인터랙션이 강화된 확장·공존현실로 진화하면서, 이를 위한 디바이스 및 오감 지능에 대한 연구개발 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ (디바이스기술) 초소형 포켓PC 또는 자체컴퓨팅 기능을 가지고 독립적으로 운영 가능한 형태의 XR기기로 진화</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

		<p>* Magic Leap社 'Magic Leap One(2018)', MS 'Hololens 2(2019)' 발표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ (오감지능기술) 사청각중심에서 촉각후각미각공감과 인공지능을 융합한 오감지능기술로 진화, 촉각후각미각은 현재 글로벌 연구 그룹에서도 연구단계</li> <li>* 미국 디즈니리서치 '포스재킷', 말레이시아 이미지니어링 '디지털 냄새', 한국 '전자코', 일본 레키모토크랩 '전기포크' 등</li> </ul> <p>□ 현 연구의 한계점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현실 가상세계를 연결하고 공간을 시각화할 수 있는 디바이스의 부재와 인간의 오감과 같은 감각의 생성전달표현을 위한 기술적 한계 존재</li> <li>▶ (디바이스 부재) 착용에 대한 이질감을 최소화하면서 초정밀, 초고화질의 공간 시각화 기술 부재</li> <li>▶ (오감지능기술 부재) 오감 기술은 현재 글로벌 연구그룹에서도 연구단계에 있는 기술로서 감각 수용체 영역에서 일부 연구가 진행되고 있으며 특히, 화학적 감각으로 개인특성에 민감한 후각 미각의 경우는 구현에 있어 기술적 한계 존재</li> </ul> <p>□ 동 테마의 혁신적 차별성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (디바이스 개발) 착용에 대한 이질감을 최소화하면서 초정밀, 초고화질의 공간 시각화 기술개발 추진</li> <li>* 예시) 스마트콘택트렌즈, 초소형 포터블 홀로그램 디바이스</li> <li>- (오감지능기술 개발) 인간 뇌의 모방을 통해 인간의 감각인지 프로세스와 감각 시스템의 연결을 통해 인간과 유사한 오감정보를 재현하고, 원격지의 다중 사용자와 감각을 공유할 수 있는 기술개발 추진</li> <li>* 예시) 오감인지 센서, 오감지능 전처리 프로세서, 오감 전송을 위한 Encoder/Decoder, 다자간 오감공유 프레임워크 등)</li> </ul>
4	기대효과	<p>□ 언제 어디서나 시간과 공간의 제약을 넘어 디지털환경에서 모든 사람들이 연결되고, 자신의 경험을 서로 공유하며, 신체적정신적으로 교감함으로써 소통과 협업할 수 있는 사회 실현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 디지털세계를 인식하는 방식과 상호작용하는 방식이 크게 변화, 스마트폰에서 가상현실 환경에 이르기까지 광범위한 범위에서 몰입경험과 서비스 제공</li> <li>- 원격근무 원격 작업회의 원격교육 원격의료 원격 오케스트라 등 완성도 높은 초고실감의 원격기술을 통해 거주지의 유연성 확보, 이동의 최소화 사회 양극화 해소 등의 사회문제 해결을 통해 삶의 질 개선</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>- 특히, 최근 감염병 확산으로 비대면 서비스(온라인 생활소비, 원격작업협업 등)에 대한 사회적 이슈의 현실적 대안 → 사회 안전망 구축을 통한 국민의 안전한 삶 실현</li></ul>
--	--	---

<b>테마명</b>	Meta ECO 매뉴팩처링		
<b>미래가치</b>	Extreme CO <sub>2</sub>	<b>욕망</b>	무공해 생산

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ (개념) 제조산업에서의 EXERGY 효율을 임계적 수준 80%이상으로 구현하기 위한 Energy Free(에너지 완결형) 또는 Zero Emission(자원-환경완결형) 공정 <ul style="list-style-type: none"> <li>* (EXERGY 효율) 이론적으로 에너지원에서 최대로 얻을 수 있는 가용 에너지 효율</li> <li>* (Energy Free) 외부의 에너지를 투입하지 않고 자체적으로 발생하는 에너지를 활용하여 생산하는 기술</li> <li>* (Zero Emission 대상) 온실가스, 미세먼지, 유해화학 물질, 폐기물 등</li> </ul> </li> <li>□ (범위) 현재 에너지-자원-환경 다소비 제조산업에서의 EXERGY 효율을 임계적 수준 80%이상 구현할 수 있는 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 에너지/자원 완결형(외부 공급·배출 제로형) 공정기술' 또는 ② "신축 공정 불필요 신제품 생산공정 기술'</li> <li>- (대상 산업) ① 에너지집약산업(철강, 화학, 시멘트), ② 원료집약산업(섬유, 건설, 전자, 플라스틱)</li> <li>- (외부 공급·배출 제로형 공정) 에너지-자원-환경 자원의 자기 완결을 위한 기술융합 또는 '자연원리'등을 활용하여 에너지-자원 완결을 통한 환경 자원을 자연 생태계 수준으로 달성하는 '자기 완결형 기술'</li> <li>* 예시) EXERGY 효율성 제고를 위한 가역형 에너지-자원순환 기술, 공기정화식물 원리 이용 미세먼지 제거 기술, 구름원리 이용 폐수 순환시스템 등</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (글로벌 동향) 전세계적으로 온실가스와 재활용 문제 해결을 위하여 에너지집약산업 및 원료집약산업에 다양한 국제 규제 도입을 준비 중('20~)</li> <li>⇒ 본 테마가 실현될 경우, 문제해결을 위하여 기존의 산업 구조를 유지하면서 개선·발전하기보다는 기존 산업구조 파괴→신산업 성장의 기조가 가속화 될 것으로 예상</li> <li>- (타산업 연관도) 본 테마는 미래 제조산업의 경쟁 요소인 환경-자원경쟁력을 배가하기 위한 영역으로서 국내 제조산업의 고용/산업생산에 필수적인 기술적 과제임</li> </ul> </li> </ul>

		<p>⇒ 특히 제조생산기술과 환경기술의 연계는 기존 생산성 중심의 공정개념에서 에너지-자원환경화를 통한 환경 경쟁력 확보는 에너지-자원 다소비산업기술만이 아니라 도시-건축-인프라 분야 등으로의 파생 및 연계가 용이한 분야로 판단됨</p>
<p><b>3</b></p>	<p><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (당면과제 중심의 연구) 제조산업의 환경 자원 한계를 극복을 위한 기술적 도전성이 높은 과제에 예산 투입 하기에 부족</li> <li>- (진입장벽) 본 테마의 실현 시 기존 산업에게는 위협요소로 작용할 수 있기 때문에 적극적인 발굴 미흡</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (도전성) 기존 과제에서는 활용하지 않은 자연원리를 적용하여 외부 공급 에너지 또는 외부 배출 오염 물질의 제로화를 추구</li> <li>- (혁신성) 고전적인 산업구조를 탈피하여 공간적·시간적 관습을 뛰어넘는 혁신공정 또는 제품을 개발하여 기존 산업과 경쟁하겠다는 측면에서 혁신성을 보유</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>4</b></p>	<p><b>기대효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국제적 약속 이행 및 글로벌 리더십 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제사회와 약속한 온실가스 감축 달성</li> <li>- 순환경제 전환의 핵심사례로 글로벌 리더십 확보</li> </ul> </li> <li>□ 국민이 안심하고 살 수 있는 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미세먼지, 미세플라스틱, 화학물질 등 환경오염 심화에 따라 증가하는 NIMBY 현상 감소</li> <li>- 서로 신뢰하고 성장하는 사회 분위기 형성</li> </ul> </li> </ul>

<b>테마명</b>	CO <sub>2</sub> Free 저가 수소 생산		
<b>미래가치</b>	Extreme CO <sub>2</sub>	<b>욕망</b>	탄소 Free

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- CO<sub>2</sub> Free 저가 블루수소 또는 그린수소의 대량 생산을 위한 기반기술 및 공정</li> <li>▶ 개발목표: (수소공급단가) 수소공급비용 kg당 1,000원 이하 (주요가정) 생산규모 50,000 kg/일 이상, 국내 운송, 탄소 격리 및 재생에너지 등 비용 포함</li> <li>* 수소공급가격 목표: ('22) 6,000원/kg → ('30) 4,000원/kg → ('40) 3,000원/kg</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (그린수소) 친환경적인 저온 수전해, 고온 수전해, 열분해, 광분해 등 CO<sub>2</sub> 배출이 없는 수소 생산 기술</li> <li>- (블루수소) CO<sub>2</sub> 배출이 없거나 CO<sub>2</sub> 격리가 포함된 수소 생산 기술</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수소 제조-수요-민간부문 등 3대축에 CO<sub>2</sub> Free 수소 제조기술을 제공함으로써 기존의 소극적 온실가스감축이 아닌 근본적인 환경비용을 제로화 할 수 있는 파괴적이고 경제적인 수소 신산업 창출</li> <li>▶ 수소 제조 공정에 관한 새로운 에너지 산업군 창출 발굴</li> <li>▶ 플랜트-수요산업의 고도화 그리고 ECO 미래도시로의 기술적 연계성 확보</li> <li>▶ 현행 수소 수송기기, 수소응용 제조산업, 연료전지응용 전력산업의 경제성 기반 확보 및 활성화</li> <li>▶ 수소경제의 3대핵심축(제조-산업-민간)의 CO<sub>2</sub> Free화 및 Prosumer화</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (연료이용) 유럽·일본을 중심으로 중·소형 개질 시스템 상용화 및 대형 가스화 플랜트 실증이 진행되고 있으며, 국내는 소형 개질 시스템 국산화 추진 중</li> <li>- (폐자원/바이오매스) 유럽·미국·일본은 가스화 및 발효 공정을 통해 생산된 수소의 경제성 확보를 위해 합성 가스 고부가가치화, 타 발효 공정과의 연계 등 상용화 기술 개발을 추진하고 있으며, 국내는 가스화 공정은 파일럿 개발 단계, 발효 공정은 핵심 요소 기술 개발 중</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (물분해) 유럽을 중심으로 수전해 시스템 효율 향상 및 P2G 실증 연구가 활발히 진행 중이며, 고온 수전해·열 분해·광 분해 등 차세대 그린수소 생산은 기초·원천 연구 단계</li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현행 합수소 화석에너지원(석유, 석탄, 천연가스, 셰일가스, 하이드레이트 등)과 같은 합수소형 화석연료의 수소 생산기술은 간접적인 CO<sub>2</sub> 유발원을 야기</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실감축에 관한 5대 방법 중 효율 저감화(1차), 처리 공정전환(2차, CCS) 활용(CCUS, 3차) 탄소중립(4차) 등과 같은 온실가스감축에 대응하는 기존 보완적 저감기술의 환경, 기술적 한계를 뛰어넘는 혁신이라는 제0차 방법론에 입각한 수소 제조공정을 3대 사회 부문에 대하여 제시하여 수소경제 서비스 기반구축</li> </ul> </li> </ul>
4	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 미래의 수소 기반 수송기기(선박, 자동차, 개인용 운송기기) 영역, 에너지다소비산업(철강, 석유화학, 발전, 주택, 인프라) 및 민간 부문에서의 탄소경제에서 수소 경제 사회시스템으로의 이행 가속화</li> <li>□ 합수소 화석연료에 의존하지 않는 수소 제조 기술 구축으로 화석연료 수입 절감 및 에너지 자립형 경제화로의 전환</li> <li>□ 경제적인 수소 공급 및 산업체계로의 전환을 통하여 탄소경제의 탄소세/미세먼지와 같은 환경 비용의 Zero를 통한 우리나라 제조업의 제2의 르네상스화</li> </ul>

<b>테마명</b>	Energy Free Cooling System		
<b>미래가치</b>	Extreme CO <sub>2</sub>	<b>욕망</b>	탄소 Free

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 소모 및 CO<sub>2</sub> 발생 없이 지구에 축적되는 열 에너지를 복사에 의해 우주로 방출하는 냉각 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 모든 물체가 발산하는 열복사 에너지를 물체(온도: 300K이상)로부터 우주공간(heat sink, 온도: 3K)로 방출시켜 냉각을 구현하는 차세대 냉각 시스템</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지는 전도, 대류, 복사를 이용하여 전달되며 지구상에서 대부분의 에너지는 전도나 대류를 통해 전달되어 평형을 유지함</li> <li>- 복사를 통한 열전달은 대부분 대기나 주변환경에서 흡수되는데 이중 8~13μm 파장대의 장파장 적외선은 대기 중에서 흡수되지 않고 지구 밖으로 방사됨</li> <li>- 본 테마는 이러한 중적외선을 이용하여 우주로의 복사 냉각 (Radiative Cooling)이 일어나도록 하는 것임</li> <li>- 나노구조 및 소재를 이용하여 특정 복사파장에 대한 방사 또는 흡수특성을 제어하고 이를 통해 냉각을 구현하는 것을 본 기술의 범위로 볼 수 있음</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라 기상청의 18년 9월 발표에 따르면 "여름 전국적으로 낮 최고기온 33도 이상인 폭염 일수는 31.4일로, 1973년 기상 관측 이후 최다인 1994년 기록(29.7일)을 뛰어넘었음". 이러한 온난화가 지속될 것으로 예상되고 있으며 에너지 수요 급증과 함께 국민의 건강과 삶의 질을 위협하는 원인이 되고 있음</li> <li>- 현재의 냉각기술은 에어컨, 냉장고와 같이 에너지를 많이 소비하는 기술임</li> <li>- 단열 또는 차열 기술은 에너지 효율을 향상시킬 수 있지만 냉각기능을 부여할 수 없음</li> <li>- 그러나 복사냉각 기술은 냉각에 사용되는 에너지의</li> </ul> </li> </ul>

		<p>소모를 이산화탄소 배출 없이 획기적으로 줄일 수 있으므로 산업 전분야에 큰 파급력을 갖음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건설, 자동차, 조선, 의류 산업 등의 적용되어 새로운 성장동력을 창출할 수 있음</li> <li>- 복사냉각의 냉각효율은 온도가 높을수록 높으므로, 다량의 열에너지를 방출하여 복사, 대류 외에 추가적인 냉각이 요구되는 양자 컴퓨터, 컴퓨터 서버 클러스터, 데이터 센터 등에 적용하여 냉각에 필요한 에너지를 절감하는 효과를 극대화 시킬 수 있음</li> <li>- 최근 연구에 따르면 건축물 외부에 열복사 냉각 구조를 도입하는 것이 동일 면적의 태양전지를 설치하는 경우 보다 경제적이라고 보고되었음</li> </ul>
3	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복사냉각 기술은 태동기의 기술로서 현재 미국 내 주요 대학 (스탠포드 대학교, MIT, 컬럼비아 대학교, 콜로라도 대학교)이 주축이 되어 연구되고 있으며 관련 벤처기업이 최근 중국에 설립되었음</li> <li>- 한국연구재단 미래소재디스커버리 사업의 일환으로 파장 초선택성 맞춤형 제로-에너지 냉각소재 사업단이 2018년부터 복사냉각 소재 개발 및 응용시스템에 대하여 연구하고 있으나 원천연구로 상용화에는 어려움이 있음</li> </ul> </li> <li>□ 본 테마의 도전성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가시광 반사율과 중적외선 흡수율을 높일 수 있는 새로운 나노구조 및 신소재를 개발하여 한낮에도 온도가 거의 올라가지 않는 냉각기술을 구현함</li> <li>- 페인트나 섬유 등의 형태로 쉽게 제조 및 응용이 가능한 기술을 개발함</li> <li>- 상용화를 위해서는 경제적이고 대면적으로 구현이 가능한 냉각기술을 구현함</li> <li>- 우리나라에 적용하기 위해서는 여름과 겨울에 모두 사용 가능한 냉각 시스템을 구현함</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 분야에 적용을 위해 색상구현이 가능한 복사냉각 기술을 개발함</li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 냉방 시스템은 전력 등의 외부 에너지를 이용하여 온도를 조절하는 방식으로 구동되나 복사냉각 기술은 에너지 소모없는 친환경적인 냉각이므로 다양한 분야에서 사용될 수 있음</li> <li>- 저비용, 대면적, 친환경성, 내구성 및 안정성을 갖는 복사냉각 소재의 개발 및 응용 시스템 개발 가능</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 복사냉각을 이용한 도심지의 열배출로 열섬현상과 지구 온난화를 적극적으로 해결해 줄 것으로 기대</li> <li>□ 냉방비용 걱정 없이 모든 건축물, 컨테이너, 비닐하우스 등에 냉방이 구현 가능</li> <li>□ 더위를 식혀주는 의복 등 의류 분야 신시장 창출 가능</li> <li>□ 에너지 및 전력에 취약한 적도지역 국가의 적정기술 (냉방기술)로 지원 가능</li> </ul>

<b>테마명</b>	AI 기반 초임계 소재		
<b>미래가치</b>	제조혁신	<b>욕망</b>	맞춤형 생산

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 기반의 소재 설계를 통한 이론 물성(강도, 연성, 초저온/고온 특성)의 임계치(70%) 이상을 갖는 소재</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초임계 소재 개발을 위한 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 소재 관련 경험 기반 및 계산 과학 기반의 예측 모델(기계적, 전자기구조, 물리화학적 특성, 열역학적 물성)의 알고리즘 간의 통합을 통하여 지금까지 구현할 수 없었던 복합 물성 내지는 특이 물성(Finger print 물성)을 예측하는 다중 소재설계 및 선별 모델 구축</li> </ul> </li> <li>○ AI 기반 초임계 소재 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 재료의 물성의 한계를 극복할 수 있는 초임계 소재, 극한환경에 적용될 수 있는 소재 개발</li> <li>- 초임계소재의 한 분야로서 극한적 환경에서 사용이 가능한 하이퍼 머티리얼(Hyper Material) 소재영역으로서 초내열 소재, 초단열 소재, 극저온 소재, 초고강도 소재, 초소성 소재 등의 이론성능 70% 이상 구현</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소재 개발 분야에서의 AI 적용은 아직 초기 단계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경오염, 자원 및 에너지 고갈 등 사회적 문제가 대두되고, 국방/항공/우주 산업으로의 진출/확장, 핵심기술 보호에 따라, 기존 소재 임계치를 뛰어넘는 국내 신소재 개발에 대한 필요성이 절실해짐</li> <li>- 신소재 개발 연구와 검증, 적용에 장시간을 소요되는 기존 소재 개발 싸이클에 걸리는 시간을 혁신적으로 줄일 필요가 있음</li> </ul> </li> <li>○ 미래형 소재 산업 선도 및 신시장 창출 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전 세계적으로 확립되지 않은 AI 기반 소재 설계-제조-특성분석의 통합 플랫폼을 구축하여 미래 구조용 소재 산업을 선도하고, 기존 소재의 성능 한계를 돌파한 초임계 소재 개발로 새로운 소재 시장을 창출할 수 있음</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 타 산업에의 파급 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구축된 AI 기반 소재 생산 플랫폼은 설계 기법, 생산 연계, 특성 평가 분석 등 일련의 통합작업이 소프트웨어 기반으로 이루어지는 만큼, 신소재를 사용하는 타 산업 생산 분야로 쉽게 이전되어 국내 부품소재 및 제조산업 수준의 획기적 향상</li> </ul> </li> </ul>
3	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구 데이터의 체계적 수집, 가공, 보급 부분에서 활발한 연구가 전 세계적으로 진행되고 있음</li> <li>- 최근 10년 간 소재 분야 계산 및 시뮬레이션 기법은 산업 적용이 가능한 수준으로 비약적인 발전을 함</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구 데이터는 그 자체로 빅데이터가 될 수 없고, 기존 연구는 계산에 의해 데이터를 창출하기 보다는 기존 실험 데이터를 양적으로 보완하려는 데에만 비중을 두어, AI 기법으로 소재 특성 예측에 한계</li> <li>- 기존의 소재 AI 연구는 새로운 미세구조와 물질 창출에 국한되어, 공정/제조 가능성, 물성, 적용 시 부품 성능 (기능, 신뢰성)에 대한 고려가 없어, 개발되고 사장되는 경우가 대다수임</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 알려진 공정 데이터 보다, 목표 특성과 더 높은 상관관계를 보이는 새로운 소재특성을 다양한 계산 기법으로 창안해내고 AI 입력 데이터화함으로써 AI 활용 효율을 획기적으로 높일 것임</li> <li>- 통합(Integrated) AI 플랫폼에서 소재의 개발-공정-특성-성능의 통합설계로 각 단계의 피드백을 함으로써, 소재 개발 속도의 혁신을 달성할 수 있음</li> </ul> </li> </ul>
4	<p style="text-align: center;"><b>기대효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업 현장에서 AI와 인간이 어떻게 역할 분담을 하고 시너지를 창출할 지에 대한 답안의 하나를 제시</li> <li>- 에너지, 국방, 우주/항공 등 고부가가치 산업에서의 성공적인 구조용 초임계소재 개발-공정-특성-성능 통합(Integrated) AI 플랫폼 및 사례를 제시하는 플래그쉽으로서 세계적인 소재/부품의 강한 국가 구현</li> </ul>

<b>테마명</b>	분자프린터		
<b>미래가치</b>	제조혁신	<b>욕망</b>	맞춤형 생산

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원자 혹은 분자 스케일로 2차원(대면적) 또는 3차원 형태의 분자프린팅 기술 및 제품</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특정 원자 혹은 분자를 원하는 위치에 이송, 위치, 조립할 수 있는 가능성을 갖는 2D/3D 분자 프린터 개발</li> <li>- 원자/분자수준에서의 물질 조합을 통한 신 양자 나노 소재 및 소자생산</li> <li>- DNA 및 단백질과 같은 바이오분자의 직접 합성이 가능한 3차원 분자성형기술 및 장비</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D 프린팅의 경우 크기는 건축물 크기의 구조체 부터 작게는 수십 나노미터 수준의 해상도를 갖는 나노구조물에 이르기까지, 다양한 산업 분야에서 동시에 발전 중에 있음 (2023년 273억달러 시장규모 예상)</li> <li>- 원자/분자를 상온상압환경에서 안정하게 쌓고 결합시키는 것이 극도로 어렵기 때문에 기존 3D 프린터의 해상도는 아직 분자수준에 이르고 있지 못하고 있으며 따라서 분자합성분야에 아직 접목되지 못하고 있음</li> <li>- 본 테마가 실현되는 경우에는 임의의 모델 분자를 직접 구성할 수 있기 때문에 DNA, 단백질과 같은 바이오소재의 직접구현 및 기능조절이 가능함</li> <li>- 바이오 분야에 막대한 파급력이 있으며 양자컴퓨터 및 메모리소자를 상용화하는데 매우 큰 발판이 됨</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>테마의 도전성 · 혁신성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (해외) 화학합성을 통하여 새로운 하치모지 DNA와 같은 바이오분자 및 4륜 구동이 가능한 분자자동차가 네이처 및 사이언스지 등 유명저널에 게재</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (국내) Scanning Tunneling Microscope(STM)를 이용하여 1개의 원자를 기반으로 하는 메모리소자 발표</li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 STM을 이용하여 원자를 2차원 평면상에 배열하는 것은 가능하지만 이렇게 구현된 구조물이 상온 상압환경에서 유지되기란 매우 쉽지 않으며 동시에 2차원 및 3차원으로 대량으로 쌓기 위해서는 원자간 결합을 유도하여야 하는데 이 부분에서 큰 장애물로 남아있음</li> </ul> </li> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단위 분자를 이용하여 직접 DNA 및 단백질과 같은 바이오분자를 합성하는 과정에서 기존의 3D 프린터가 갖는 자유로운 3차원 구조물 형성이라는 장점의 확보가 가능할 것이며, 새로운 바이오분자의 복제, 모사, 탐색, 및 대량생산이 직관적으로 가능해짐</li> </ul> </li> </ul>
4	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ DNA와 달리 단백질은 증폭이 되지 않기 때문에 신약을 개발하거나 암을 탐색하는데 수율 및 신뢰성의 측면에서 어려움이 많음. 분자프린터를 이용하여 단백질을 자유롭게 만들 수 있게 되면 신약개발의 측면에서 자유도와 신뢰성이 매우 높아지며 인간의 생명유지에 큰 전환점이 될 수 있음</li> <li>□ 2D/3D 분자프린터를 통해 양자컴퓨터의 직접조립이 가능하며 초저전력 메모리 및 컴퓨터의 구현이 가능함</li> </ul>

<b>테마명</b>	아티피셜 에코 푸드		
<b>미래가치</b>	에코푸드	<b>육망</b>	친환경식량

<b>1</b>	<b>테마 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 개념 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식량안보 및 환경오염 대응이 가능하고, 제조비용 및 시간을 획기적으로 줄일 수 있는 축육 세포기반 동물성 영양성분 함유 가공식품</li> </ul> </li> <li>□ 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스타터 세포의 확립(세포 증식 및 분화에 유리한 분리)을 위한 가축근육으로부터(연령, 성별 및 부위 등에 따른) 줄기세포의 분류</li> <li>- (비용) 기준량(1kg)의 세포조직 생산을 위한 상업용 배양액, FBS 및 성장인자 등의 실제적 원가계산 및 원가를 1/10 이하로 감소시킬 수 있는 대체물질 발굴</li> <li>- (시간) 기준량(1kg)의 세포조직 생산을 위한 스타터 세포의 접종량 및 배양시간의 상관관계 규명</li> <li>- (배양조건) 기준량(1kg)의 세포조직 생산을 위한 최적 증식 및 배양조건을 규명(배양액, 가스농도, 세포세대기간 등)</li> <li>- (맛) 최상급 고기와 유사한 맛을 내기 위한 맛 성분 증진</li> <li>- (대량생산) 효율적 대량생산 방법 규명</li> <li>- 세포배양육 생산 및 영양성분 분석(실제 육과 비교)</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>	<b>산업적 파급력</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 관련 산업 동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 국제적 대기업 및 국가의 지원을 받아 기술력을 갖춘 대학과 벤처기업이 협력하여 소, 돼지, 닭, 어류 등으로부터 세포배양 연구를 진행 중 이며, 향후 몇 년 이내 시장에 세포배양육 출시를 위해 기술력을 축적</li> <li>- 세포배양육의 출시를 위한 핵심은 비용절감에 대한 부분이며 선진 기업들에서 배양액 내 고비용 발생 재료 대체 기술 및 대량생산공정의 개발을 진행</li> </ul> </li> <li>□ 관련 산업 전망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포배양육은 아직 상업적인 생산단계까지 상용화 되지 않았으나, 미래 상용화를 위하여 대량생산체제를 위한 세포주, 배지, 바이오리액터, 제품 품질 개선</li> </ul> </li> </ul>

		<p>마련 등의 연구가 다양하게 수행 될 것으로 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포배양육은 세계적으로 여러 연구진에 의해 연구되고 있는 것에 반해 기술과 관련한 부분이 공개되지 않은 부분이 많음</li> <li>- 따라서 상용화가 예측되는 2030년 이후로는 관련 산업이 크게 성장하여 축산업을 일정 부분 대체 할 것으로 전망</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>테마의 도전성 · 혁신성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국내외 연구동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2013년 네덜란드 Mosameat사 마크포스트 교수가 소에서 근육위성세포를 분리·배양해 세계 최초로 세포배양육 버거를 시식</li> <li>- 2021년에 지방세포를 포함한 세포배양육 버거를 발표할 예정</li> <li>- 선진국에서는 대학과 벤처기업이 협력하여 다양한 축종의 세포배양 연구를 진행 중이며, 향후 몇 년 이내 시장에 세포배양육 기술력을 높이기 위한 연구를 진행 중임</li> <li>- WHO 및 세포배양육 연구를 진행 중인 각국의 의회들은 세포배양육을 포함하여 세포배양농업의 허가를 위한 법적 기반을 마련중임</li> <li>- 세포 배양육 생산에 투입되는 비용 및 시간에 대한 정보가 폐쇄적이며 불명확함</li> <li>- (주)진바이오텍과 서울대 연구팀이 2018년부터 농림축산식품부 지원으로 돼지근육세포를 활용한 기초 연구를 시작하여, 국제심포지엄('20.'01.30)을 개최</li> <li>- KAIST내 벤처기업인 MBG가 한우 송아지의 근육줄기세포의 분리배양 기술을 활용한 세포배양육 생산 연구를 수행하였으나 현재는 중단된 상태</li> </ul> </li> <li>□ 현 연구의 한계점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 셀미트, 노아, 씨워드 등의 벤처기업들이 세포배양육 관련 사업을 진행하려고 하고 있으나 기술력은 부족함</li> <li>- 세포배양육은 첨단장비산업으로 다양한 고가의 기자재 등이 요구되나 국내에는 열악한 상황으로 정부에서의 지원이 필요함</li> <li>- 국내 줄기세포 기술은 세계 탑수준으로 빠르게 발전한데도 불구하고 세포배양육 연구는 걸음마 수준</li> <li>- 자체적 세포배양육 개발기술을 획득하기 위해서 국가적</li> </ul> </li> </ul>

		<p>차원의 집중적 투자가 필요하다고 판단됨</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 동 테마의 혁신적 차별성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포 배양육의 대량 생산체계를 위해 현재의 장애물인 생산 비용 및 시간의 장벽에 도전</li> <li>* (비용) 파운드(450g)당 50~100달러(2019년 이스라엘 Aleph Falms, 파운드당 100달러 소요)</li> <li>(시간) 2~3주 소요(2019년 중국 난징농업대 5g 배양육 제조에 20일 소요)</li> </ul> </li> </ul>
4	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 전 세계적으로 심화되고 있는 인구급증 및 기후변화 등의 문제로 인한 식량안보 위기 모면</li> <li>□ 농경지 부족, 메탄가스에 의한 환경오염 등 동물성 단백질을 획득하기 위한 식량 확보 가능</li> <li>□ 구제역, 조류독감, 아프리카 돼지열병과 같은 질환가축 질병으로 인한 동물성 단백질의 안정적인 공급 가능</li> <li>□ 건강, 동물복지, 환경 등에 대한 관심 증가에도 육류 섭취를 지속적으로 가능할 수 있는 미래 식품 활용</li> </ul>