



BioINSay No.2(총서 제223권)

# 2015 바이오 미래유망기술 발굴

- ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 -

2015. 7

본 자료의 내용은 생명공학정책연구센터의 공식적인 견해가 아니며, 자료의 내용을 인용할 시에는 출처를 반드시 밝혀 주시기 바랍니다.

본 자료는 생명공학정책연구센터 홈페이지(<http://www.bioin.or.kr>)에서 PDF 파일로 다운로드가 가능합니다.





# 2015 바이오 미래유망기술 발굴

- ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 -

2015. 7



# <목 차>

<b>1. 연구 배경</b> .....	<b>1</b>
가. 연구 배경 및 필요성 .....	1
나. 국내외 현황 및 사례 .....	4
1) 해외 현황 및 사례 .....	4
2) 국내 현황 및 사례 .....	7
다. 연구 목적 .....	9
<b>2. 연구 범위 및 추진 방법</b> .....	<b>10</b>
가. 연구 범위 및 과정 .....	10
나. 단계별 연구 방법 .....	12
1) 1단계 : 키워드 분석 및 BT-ICT 융합 링크 도출 .....	12
2) 2단계 : 미래유망 후보기술 도출 및 미래유망기술 최종 발굴 .....	17
<b>3. 연구 결과</b> .....	<b>19</b>
가. 10대 미래유망기술 선정 .....	19
나. ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술의 평생건강 이야기 .....	22
다. 결론 및 향후 계획 .....	24
<b>4. 참고문헌</b> .....	<b>25</b>
붙임1. ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 시나리오 .....	26
붙임2. ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 설명자료 .....	36

## <표 목 차>

<표 1> 해외 미래예측 관련 연구기관 현황 .....	4
<표 2> 2015년 MIT 선정 10대 미래유망기술 .....	6
<표 3> 2015년 KISTEP이 바라본 우리사회 격차를 줄여줄 10대 미래유망기술 .....	8
<표 4> 미래유망기술 선정을 위한 파급효과 정의 .....	10
<표 5> 미래유망기술 발굴 방법 및 절차 .....	11
<표 6> 최종 선정된 BT, ICT 키워드(일부) .....	13
<표 7> BT-ICT 융합 가능 유망 링크 간 이슈 분석(일부) .....	15
<표 8> 미래유망 후보기술(일부) .....	17
<표 9> 미래유망기술 선정을 위한 평가항목 .....	18
<표 10> 미래유망 후보기술 평가를 위한 논문검색 결과(일부) .....	18
<표 11> ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 분류 .....	19
<표 12> ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 설명 .....	20

## <그림 목 차>

<그림 1> 미국 S&P 500대 기업의 원천특허 보유 여부와 주식 가치 변화 .....	2
<그림 2> 국민소득과 논문의 질 상관관계 .....	2
<그림 3> 우수 연구성과 확보 중요요인 .....	3
<그림 4> 미래기술예측 관련 해외 주요기관 .....	6
<그림 5> 미래기술예측 관련 국내 주요기관 .....	7
<그림 6> KISTEP 미래유망기술 발굴 프로세스 .....	8
<그림 7> 미래유망기술 발표 국내외 주요 기관별 비교 .....	9
<그림 8> 주요 미래유망기술 관련 웹사이트 .....	12
<그림 9> BT 시드 키워드를 활용한 지식 네트워크 구조 .....	13
<그림 10> BT-ICT 융합 링크 네트워크 구조 .....	14
<그림 11> ICT융합 바이오헬스 미래유망기술 융합 연계도 .....	21
<그림 12> ICT융합 바이오헬스 미래유망기술의 평생건강 이야기 .....	22

## 1. 연구 배경

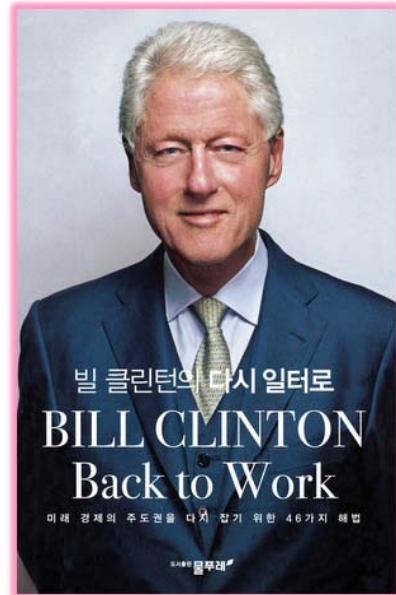
### 가. 연구 배경 및 필요성

#### [프롤로그(Prologue) - 시작에 앞서]

2011년 미국의 전 대통령인 빌 클린턴은 그의 저서 「다시 일터로(Back to Work)」에서 “새로운 일자리가 늘어나고, 임금이 올라가고, 청정에너지와 생명공학 같은 새로운 산업을 미국이 주도하기를 바라는 것…….” 이라고 썼다.

이미 전 세계적인 주도권을 가지고 있는 “미국”이라는 나라가 인식하고 있는 미래에 대한 위기의식이 매우 크다는 것을 알 수 있고, 빌 클린턴은 이 책에서 미국이 미래경제의 주도권을 잡을 수 있는 46가지 해법을 제시하고 있다.

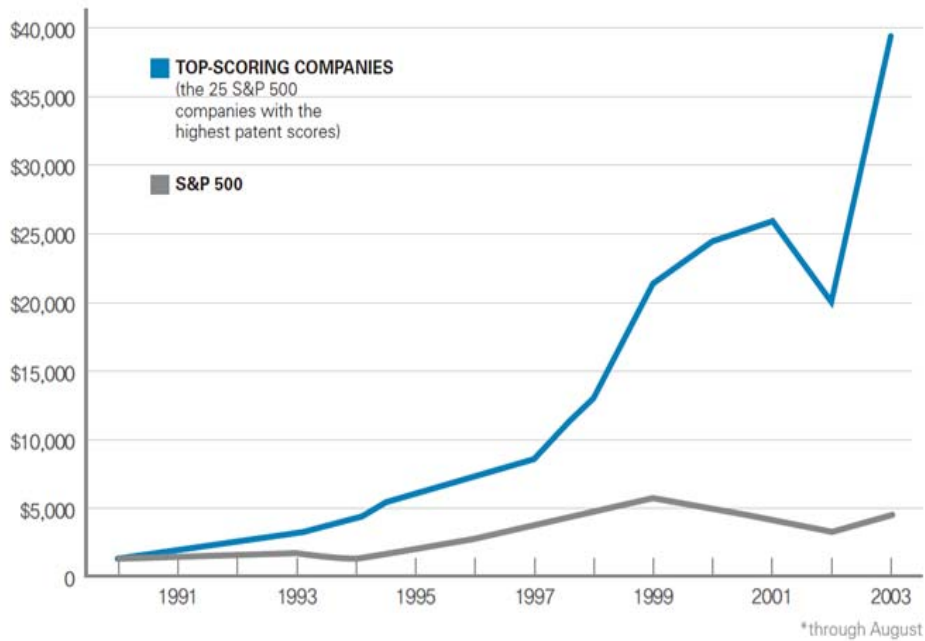
이처럼 미래산업의 주도권을 다시 찾기 위해서는 미래산업이 무엇인지 찾는 것에서부터 출발해야 한다고 생각한다. 즉, 미래산업의 원동력인 미래유망기술 경쟁력을 확보하는 것이 중요한 매우 시점이다.



- 미래유망기술을 누구보다 빨리 선점한다는 것은 국가와 기업의 성장에 있어 매우 중요한 가치 부여
- MIT 조사결과, 1994년부터 2003년까지 13년간 미국 S&P<sup>1)</sup> 500대 기업의 평균 주가는 약 4배 증가한 데 반해 500대 기업 중 원천특허를 보유한 상위 25개 기업의 주식 가치는 약 40배 증가
  - ※ 기업 관점에서 원천특허를 보유한다는 것은 미래유망 아이템에 대한 연구개발을 통해 미래유망기술을 선점하는 것으로 해석할 수 있음

1) Standard&Poors's(스탠다드앤푸어스)는 무디스(Moody's), 피치 레이팅스(Fitch Ratings)와 함께 세계 3대 신용평가 기관으로, 주식과 채권에 대한 연구 및 분석 자료를 기반으로 금융시장 정보(신용등급, 투자 연구 및 위험평가)를 전 세계 투자자에게 제공

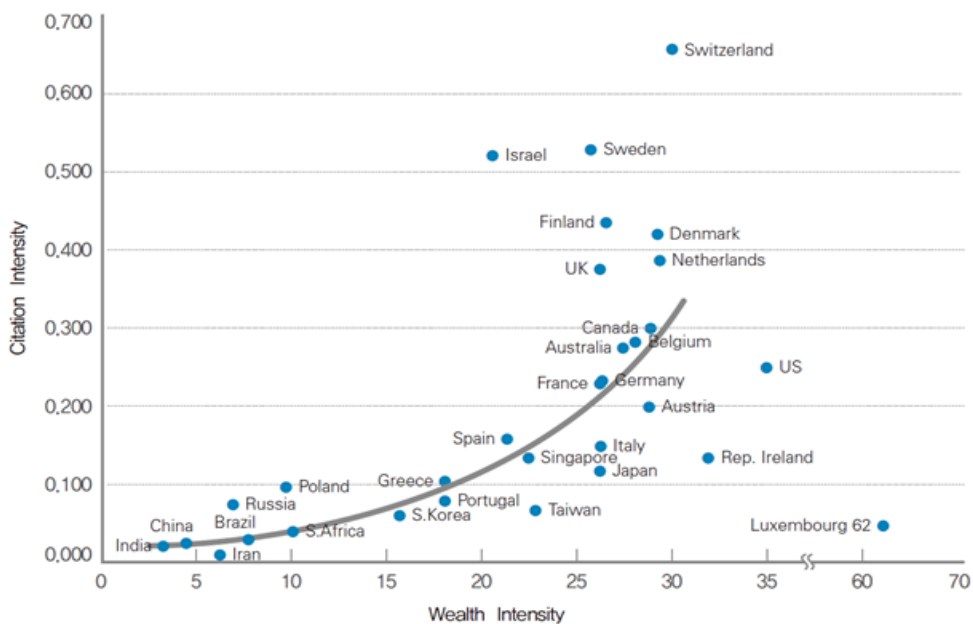
[그림 1] 미국 S&P 500대 기업의 원천특허 보유 여부와 주식 가치 변화



출처 : MIT Technology Review, 2004; KIST, 미래기술백서, 2013

- 네이처(Nature)에서 발표한 논문에 따르면 창의적인 아이디어와 이에 따른 미래유망기술의 확보 여부는 국가의 경제력과도 밀접한 관계가 있음을 제시

[그림 2] 국민소득과 논문의 질 상관관계

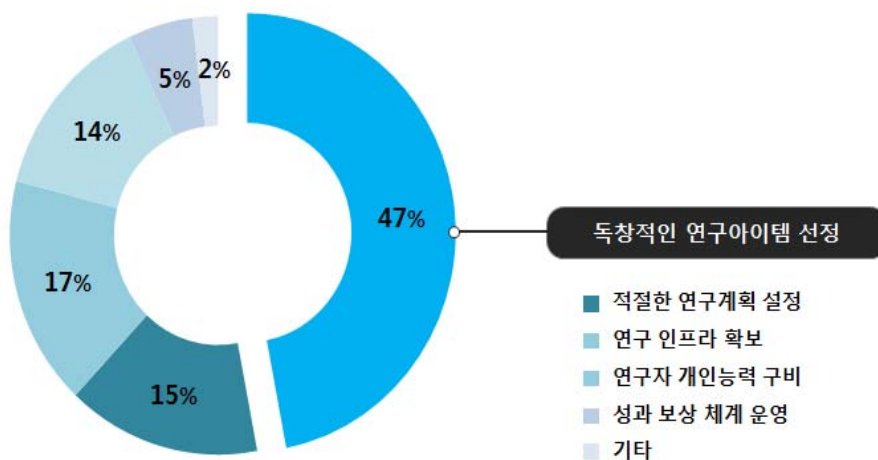


출처 : Nature, 2004; KIST, 미래기술백서, 2013

- 2004년 네이처에서 발표한 논문에 따르면 국가별 부(富)의 척도는 각 국가에서 생산된 우수 논문과 밀접한 상관관계가 있다는 결과 발표
  - ※ 우수 논문에 대한 기준은 다른 연구자에게 논문이 얼마나 많이 인용되었는지 분석, 미래유망기술과 창의적인 아이디어는 경제력과의 밀접한 관계가 있음을 제시
- 이 결과는 국가별 국민소득은 논문의 질과 비례한다는 것으로, 전체의 연구 생산량보다 연구의 질이 중요하다는 것을 의미

- 국내 연구자들은 우수한 연구성과를 확보하는 데에 독창적인 연구 아이템, 유망한 연구과제 선정이 가장 중요한 것으로 인식
- 국가연구개발사업에 참여하는 연구과제 책임자를 대상으로 한 설문 조사에서 50%에 달하는 응답자가 독창적인 연구 아이템 선정이 우수 연구성과 확보에 필수적인 것으로 응답

[그림 3] 우수 연구성과 확보 중요요인



출처 : KISTI, 정보분석·활용을 통한 국가 연구기획 강화방안, 2006

⇒ **창의적 아이디어에 기반한 미래유망기술에 대한 R&D 투자는 국가의 미래성장동력 확보에 있어 매우 중요하며, 국가 차원에서 지속적인 관심을 가지고 추진 필요**

## 나. 국내외 현황 및 사례

### 1) 해외 현황 및 사례

- 현대 사회의 산업이 고도화되고 지식기반 사회로 진전되면서 과학기술이 경제 성장, 산업 발전, 복지 및 사회문제 해결의 핵심 동력으로 작용
- 세계 주요 국가들은 과학기술에 대한 경쟁력을 확보하기 위해서 국가 차원의 미래유망기술 예측 및 전략 수립을 위해 국가기관을 운영
  - 각 기관에서 고유의 프로세스를 구축하여 자국 실정에 적합한 21세기 성장 유망산업을 발표

[표 1] 해외 미래예측 관련 연구기관 현황

	목표	기능
핀란드 미래상임위원회 (The Committee for the Future)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부와의 논의를 통한 미래 문제 해결</li> <li>• 전통적 의회 절차 극복을 통한 미래문제 결정</li> <li>• 미래 정책 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 행정부 미래 보고서 검토 및 국회 보고</li> <li>• 미래 관련 사안에 대한 성명 발표</li> <li>• 미래 이슈 공론화</li> <li>• 미래 연구 분석 및 방법론 연구</li> <li>• 기술 발전 평가</li> </ul>
	미션	역할
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 정책 수립, 행정부와의 대화 및 상호작용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 보고서 검토, 미래 이슈 공론화, 연구조사</li> </ul>
	목표	기능
싱가포르 RAHS (Risk Assessment and Horizon Scanning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 안보를 위한 전략 예측</li> <li>• 정책 결정 역량 향상</li> <li>• 정책 결정자들의 통찰력 활성화</li> <li>• 정책 실무자들의 역량 강화</li> <li>• 최신 기술 실험 및 RAHS 시스템으로의 통합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠재적 위험·기회 파악을 위한 환경변화 감지기능</li> <li>• 연구조사 및 분석</li> <li>• 정부기관과의 협업</li> <li>• 새로운 기술적 도구 실험</li> <li>• RAHS 시스템 발전 및 유지</li> </ul>
	미션	역할
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 안보, 정책 역량 향상, RAHS 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경변화 감지, 연구조사 및 분석, RAHS 시스템 운영</li> </ul>

	목표	기능
미국 국가정보위원회 (National Intelligence Council)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보 공동체 협력 촉진</li> <li>국가 정보판단과 정책의 연계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가 정보국장 보좌</li> <li>정보기관들의 정보 취합·평가·분석</li> <li>정보 공동체 내 조정자, 연결고리</li> </ul>
	미션	역할
	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보 공동체의 협력 및 연계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>보좌, 정보 분석·통합, 조정자 역할</li> </ul>
	목표	기능
영국 미래환경스캐닝센터 (Horizon Scanning Center)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 내 미래 지향적 사고 증진</li> <li>증거 기반의 정책 결정에 기여</li> <li>혁신적 정부 전략 발전</li> <li>탄력적 정책 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 부처들과의 협업</li> <li>연구 프로젝트를 통한 정책 분석 및 제안</li> <li>공무원 훈련</li> </ul>
	미션	역할
	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래 지향적 사고, 증거 기반 미래연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부기관과의 협력, 정책 제안, 공무원 훈련</li> </ul>

출처: 한국행정연구원, 미래예측 상시화를 위한 기능설계 방안 연구, 2014

□ 해외에서는 MIT, 가트너(Gartner), 맥킨지(McKinsey), 테크캐스트(Techcast) 등에서 미래유망기술 또는 전략기술 발표

○ 미국 MIT에서는 테크놀로지 리뷰(Technology Review)를 통해 2001년부터 매년 10대 혁신기술(10 Breakthrough Technologies)<sup>2)</sup>을 선정하여 발표

- MIT는 새로운 기술 출현의 마이크로 트렌드에 초점을 맞추어 전 세계적으로 연구가 진행되는 기술(IT, BT, ET 등) 중 향후 5년 안에 사회·경제적 파급효과가 큰 10대 기술을 선정하여 발표

○ 맥킨지에서는 향후 10~20년 사이 세계경제 혁신을 주도할 차세대 와해성 기술(Disruptive Technology)을 선정

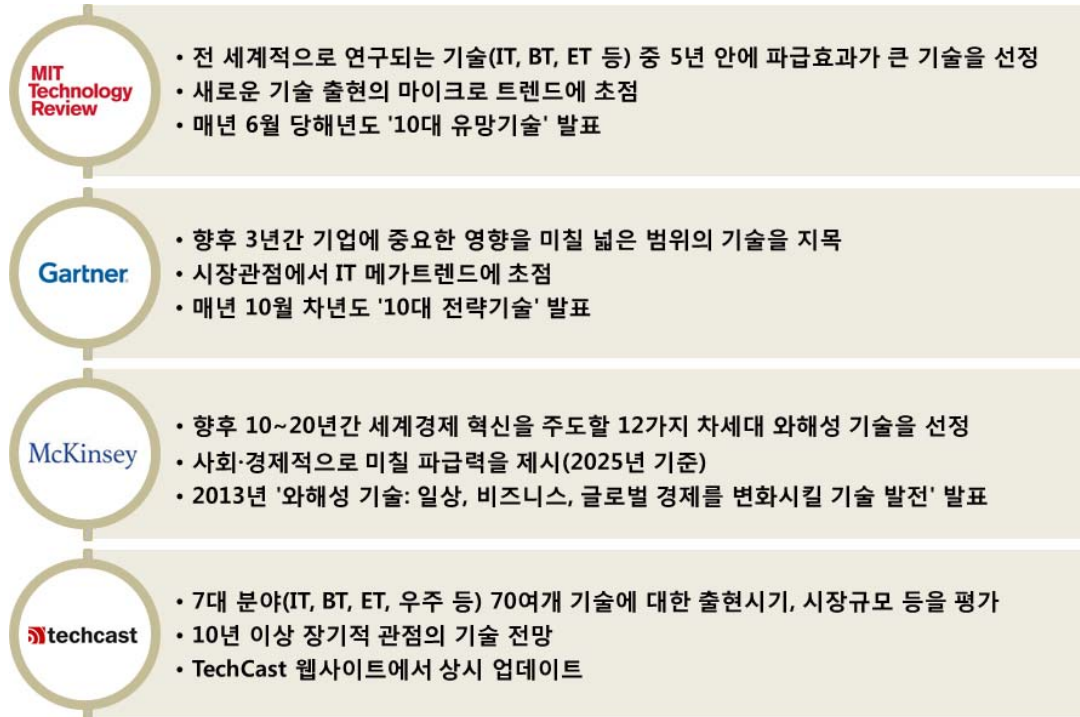
- 맥킨지는 선정된 기술의 발전 속도, 파급력의 범위와 강도, 혁신성 등을 중심으로 파급력 분석

- 2013년 맥킨지의 12대 차세대 와해성 기술로는 모바일 인터넷, 사물 인터넷, 차세대 유전체학, 3D 프린팅 등이 선정

2) MIT Technology Review는 2001년부터 매년 상반기에 10대 Breakthrough Technologies를 발표, 매년 바이오 관련 기술이 2~4개 포함

- 가트너에서는 시장 관점에서 ICT 메가트렌드에 초점을 맞추어 향후 3년간 기업에 중요한 영향을 미칠 기술을 지목

[그림 4] 미래기술예측 관련 해외 주요기관



- 2015년 MIT에서 선정한 10대 미래유망기술에는 액체 생체검사, 뇌 유사기관, 태양광 농업, DNA 인터넷 등의 바이오 관련 기술 포함

[표 2] 2015년 MIT 선정 10대 미래유망기술

번호	기술명	번호	기술명
1	Magic Leap(매직 리프)	6	Megascale Desalination (메가스케일 담수)
2	Nano-Architecture (나노 아키텍처)	7	Apple Pay(애플 페이)
3	Car-to-Car Communication (차량 간 커뮤니케이션)	8	Brain Organoids(뇌 유사기관)
4	Project Loon(프로젝트 룬)	9	Supercharged Photosynthesis (태양광 농업)
5	Liquid Biopsy(액체 생체검사)	10	Internet of DNA(DNA 인터넷)

출처: MIT Technology Review, 10 Breakthrough Technologies 2015, 2015

2) 국내 현황 및 사례

□ 국내에서 공공기관으로는 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 한국과학기술정보연구원(KISTI), 특허청 등에서, 민간기관으로는 삼성경제연구소, LG경제연구소 등에서 미래유망기술 발굴

- 미래유망기술에 대해서 ‘미래’에 대한 관점은 발굴 목적에 따라 다양
  - 기업에서는 1~2년 내에 상용화할 수 있는 제품을 찾기 위한 목적이 있을 수 있고, 국가연구개발사업에서는 짧게 5년부터 길게 10년 안에 기술이 실현되기 위한 목적 설정 가능

[그림 5] 미래기술예측 관련 국내 주요기관

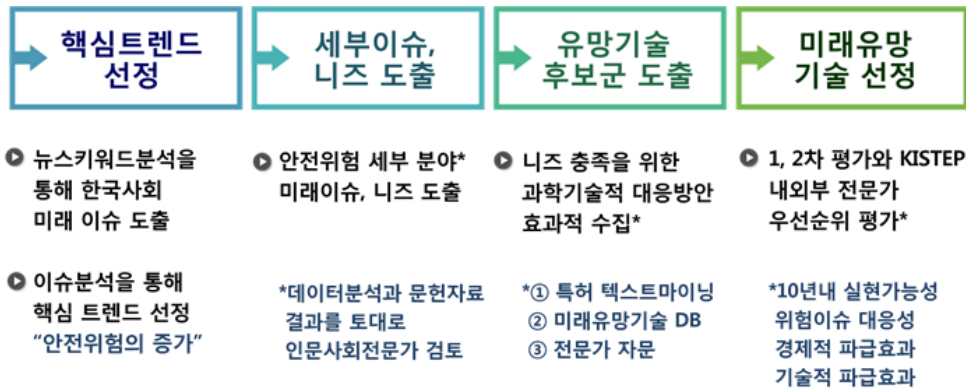
- 향후 10년간 사회적·경제적 파급효과가 높은 10대 기술을 선정
- 매년 핵심트렌드(노화, 안전 등)를 선정하여 관련된 유망기술을 조사
- 매년 초 당해년도 '10대 유망기술' 발표

- 중장기적 관점에서 최신성과 빈도수 기반의 ICT 유망기술 및 서비스 등
- ICT 내 융합 가능한 기술을 중심으로 조사
- 매년 '13대 유망기술' 발표

- 4대 산업분야를 대상으로 3~5년 이내에 원천기술을 확보할 가능성이 높은 기술
- 산업융합, 소재, 에너지/자원, 환경/기상 등 산업분야 특허확보에 초점
- 2012년 이후 매년 발표

- KISTEP은 핵심 트렌드에 대해서 향후 10년간 사회·경제적 파급효과가 높은 10대 미래유망기술을 선정하여 발표
  - KISTEP의 미래유망기술 선정 프로세스는 가장 먼저 소셜 데이터, 뉴스 키워드 분석을 통해 한국 사회의 미래 이슈 및 핵심 트렌드를 선정
  - 그 뒤 데이터 분석과 문헌자료를 토대로 세부 이슈 및 니즈를 도출하고 니즈 충족을 위한 과학 기술적 대응 방안을 특허, 미래유망기술 DB 등을 활용하여 수집한 후,
  - 최종적으로 평가에 대한 척도들을 도입하여 전문가 평가 및 우선순위에 따라 미래유망기술을 선정

[그림 6] KISTEP 미래유망기술 발굴 프로세스



출처: KISTEP, 미래유망기술 도출 프로세스 발표자료, 2014

- 2015년 KISTEP은 한국사회 격차, 불평등 증가를 핵심 이슈로 선정하여 스마트폰이용 진단기기, 바이오스탬프 등의 미래유망기술을 발표

[표 3] 2015년 KISTEP이 바라본 우리사회 격차를 줄여줄 10대 미래유망기술

기술명	정의
스마트폰이용 진단기기	스마트폰의 센서, 카메라, 간단한 액세서리를 통해 혈당, 혈압, 심박수 등 생체정보를 측정하고 결과를 바로 전송
의료 빅데이터 기술	의무 기록을 포함하여 환자들의 병원 서비스 이용, 약물복용, 치료 데이터 등 다양한 데이터를 수집하고 분석하여 유용한 정보를 제공
바이오스탬프 (신체부착 센서)	반창고나 스티커, 문신처럼 피부에 붙여 몸의 건강 상태를 모니터링 하는 신체 부착 센서
Li-Fi 기술	빛을 이용한 통신 기술로 고효율, 저비용으로 초고속을 구현할 수 있는 조명 LED와 WI-FI를 융합한 가시광 무선통신 기술
가상촉감 기술	사용자가 접촉하는 표면에서 대상체를 실제로 만지는 듯 한 촉감을 느끼게 하는 기술
비콘 기술	한정된 지역 내에 유용한 정보를 사용자에게 자동으로 제공해 줄 수 있는 근거리통신 기술
진공단열물질기술	열에너지 손실을 최소화하기 위한 진공기술을 활용한 단열소재 기술
에너지하베스팅 나노소재	주변에서 버려지는 에너지를 우리가 쓸 수 있는 전기에너지로 변환하는 에너지하베스팅 나노소재 기술
개인맞춤형 스마트러닝	사용자를 중심으로 지능적으로 콘텐츠와 서비스가 제공되어 편리하고 효율적으로 학습효과를 높일 수 있는 기술
실감공간 구현기술	실제 사물 또는 가상의 물체를 실제와 같이 3차원 공간상에 자연스럽게 재현하는 가상공간 재현 기술

출처: KISTEP, 2015년 KISTEP 10대 미래유망기술 선정에 관한 연구, 2015

## 다. 연구 목적

- 차세대 성장동력 및 미래산업으로 인식되고 있는 바이오기술 관점의 미래유망기술 발굴 프로세스 구축 및 이를 통한 미래유망기술 발굴
- 국내외 주요 기관별 사례를 살펴보면 대상 기술은 과학기술 전분야 또는 ICT를 대상으로 하고 있으나 BT만을 대상으로 하는 사례는 전무

[그림 기] 미래유망기술 발표 국내외 주요 기관별 비교

구분	KISTI	KISTEP	MIT	Gartner
대상기술	과학기술 전분야	과학기술 전분야	과학기술 전분야	ICT
선정방법	복합 (자체DB분석 + 전문가평가)	복합 (빅데이터 + 전문가평가)	미공개 (전문가 델파이로 추정)	전문가 리뷰
출현시기	장기 (10년)	단기 (3년)	중기 (5년)	단기 (3년)
특징	트렌드 관점 (국가적 미래상, 사회 메가트렌드, 기술 메가트렌드)	메가트렌드 관점 (사회 주요 이슈 해결 기술)	신기술 관점 (한번 등장한 기술은 다시 언급되지 않음)	시장 관점 (Hype curve 이용 제품의 수명주기 고려)

**바이오 관점의 미래유망기술 도출 프로세스 구축을 통한 미래유망기술 발굴 필요**

- 이에 본 연구에서는 바이오 분야의 연구개발을 선도할 수 있는 미래유망기술 도출 방법을 정립하고 이를 통해 사회·경제적 혜택을 극대화할 수 있는 바이오 미래유망기술 발굴에 목적
- 이를 통해 바이오 분야의 Emerging 연구테마 및 신규 사업 아이টে을 발굴하는 데에 객관적인 방법론을 개발하여 국내 바이오 R&D에 있어 추진방향 등 아이디어를 제공
  - 1차적으로 정책 입안자에게 한정된 BT분야 예산을 효율적으로 투입하여 성과를 극대화할 수 있는 유용한 정보를 제공하고자 하며,
  - 2차적으로는 연구자들에게 미래니즈에 기반하여 기술개발에서 제품 및 서비스 연계까지 핵심기술 개발의 단초를 제공

## 2. 연구 범위 및 추진 방법

### 가. 연구 범위 및 과정

- 범위 : BT 기술을 기반으로 ICT와의 융합 가능성을 분석하여 BT-ICT 융합 미래유망기술 발굴
- 정의 : BT-ICT 융합기술 중 향후 5~10년 이내에 파급효과(기술성, 융합성, 경제성, 프로젝트성)가 높게 전망되는 기술

[표 4] 미래유망기술 선정을 위한 파급효과 정의

구분	정의
기술성	급격한 성능 향상으로 기술발전을 가속화할 수 있는 기술
융합성	BT 중심의 기술 결합을 통한 융합기술 개발 가능성
경제성	국내는 물론 전 세계적으로 광범위한 영향력(경제적 수치)을 발휘하는 기술
프로젝트성	한 분야를 대표하는 기술보다 세부적인 기술로, 대표 기술의 근간이 될 수 있는 요소 기술

**참고 : 미래기술은 “예측활동”, (미래)유망기술은 “발굴활동”**

◆ 아래의 기존 정의에 따라 본 연구는 미래유망기술을 발굴하는 활동

분야	미래기술	(미래)유망기술
정의	미래사회 패러다임 변화의 근간을 형성하는 기술(기술개발주체의 주관적 관점 없음)	기술개발주체에게 특정 미래시점에서 기회와 기대를 제공할 수 있는 기술
활동의 표현	“예측 활동”이라 불림	“발굴 활동”이라 불림
활동의 형태	이벤트성 활동이 많음	상시적인 정보 모니터링이 매우 중요
활동의 주체	주로 국가 단위	국가, 기업, 컨설팅업체 등 다양
미래 관점	최소 5년 후	내일부터

출처: KISTI, Technology Intelligence와 유망기술 센싱전략 발표자료, 2014

□ 미래유망기술 도출은 BT-ICT 융합 링크 빅데이터 분석을 위한 1단계와 미래유망기술 발굴을 위한 2단계로 구분하여 진행

○ 1단계 : BT-ICT 키워드 분석 및 융합 링크 도출을 위해 빅데이터 분석

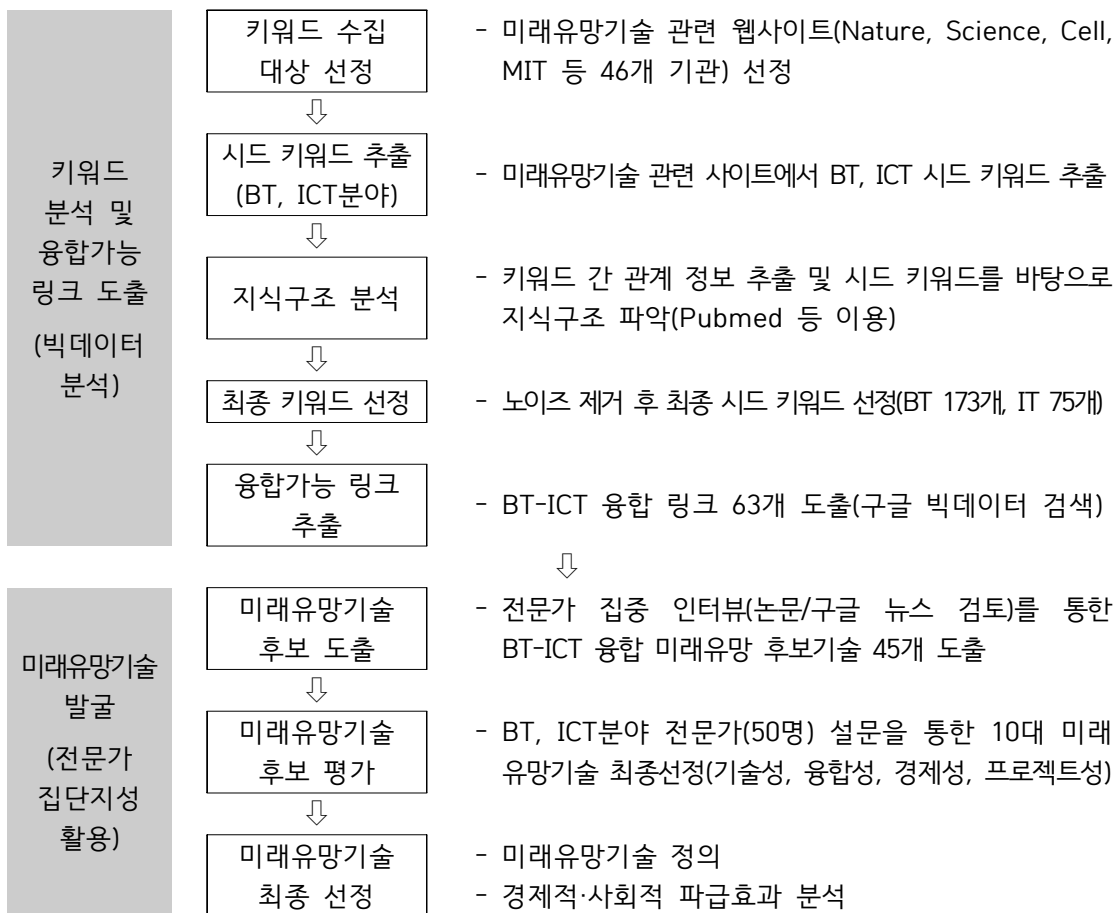
- BT, ICT분야 미래유망기술 시드 키워드를 선정하고 키워드 간의 관계정보 및 지식구조를 분석하여 융합 가능한 유망 링크 도출

※ 본 연구에서는 BT-ICT 간의 융합기술을 발굴하는 것으로 불확실성을 줄이기 위해 미래유망기술로 이미 노출된 시드 키워드 활용

○ 2단계 : 전문가 집단지성을 활용하여 미래유망기술 발굴

- 빅데이터 분석으로 도출한 융합 링크에 대해 전문가 집중 인터뷰 및 논문·뉴스·특허 등을 검토하여 45개 미래유망 후보기술 도출
- 후보기술을 대상으로 전문가 설문조사(기술성, 융합성, 경제성, 프로젝트성)를 통해 10대 미래유망기술 최종 선정

[표 5] 미래유망기술 발굴 방법 및 절차



## 나. 단계별 연구 방법

### 1) 1단계 : 키워드 분석 및 BT-ICT 융합 링크 도출

- 빅데이터 분석을 위해 미래유망기술 관련 웹사이트에서 BT, ICT 시드(Seed) 키워드 수집
- 기초 데이터 수집을 위해 MIT, Nature, Science, McKinsey, Gartner 등 46개 미래유망기술 관련 웹 사이트 선정
  - 미래유망기술 관련 사이트의 간행물·보고서·뉴스 등을 토대로 BT, ICT분야의 시드 키워드 추출

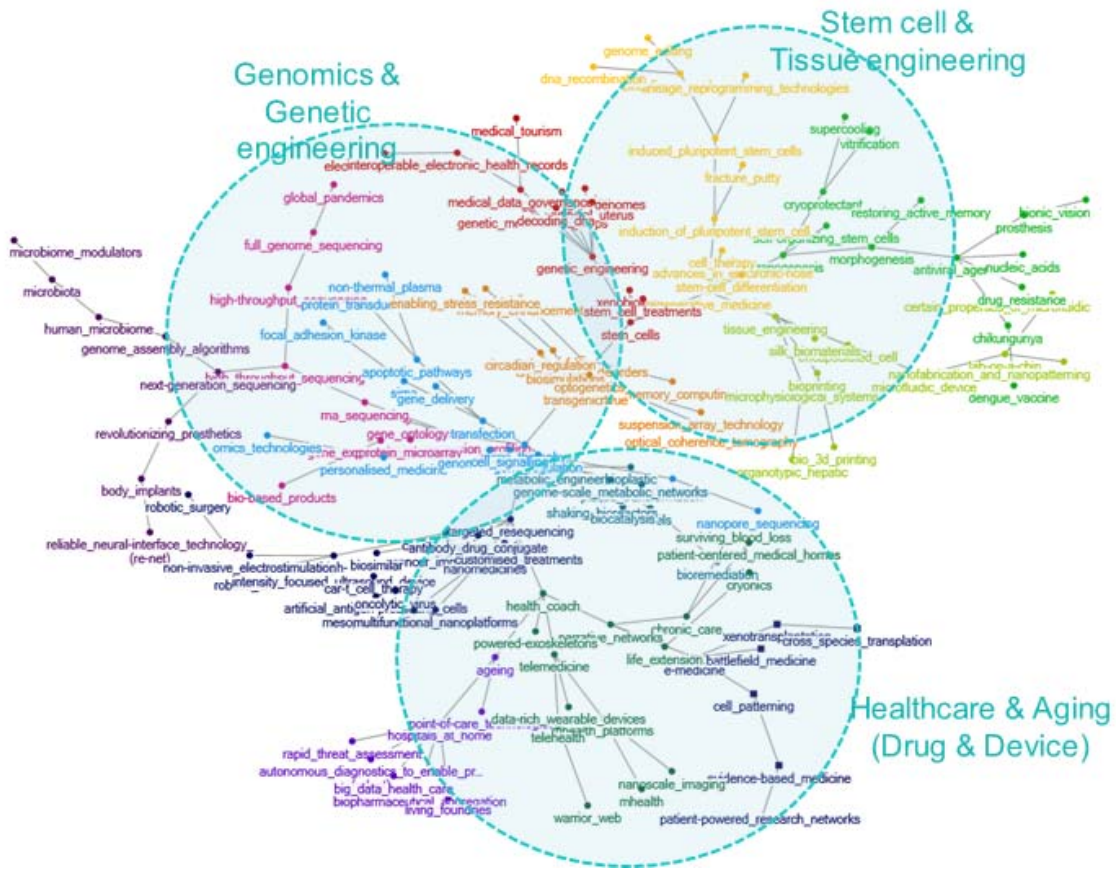
[그림 8] 주요 미래유망기술 관련 웹사이트



- 시드 키워드를 이용한 지식구조 분석 및 최종 키워드 선정
- PubMed<sup>3)</sup>의 저자 키워드를 대상으로 BT 시드 키워드 간 연관 정보를 지식 네트워크 구조로 생성하여 분석
  - BT 지식구조는 ①유전체(Genomics & Genetic engineering), ②줄기세포 (Stem cell & Tissue engineering), ③헬스케어(Healthcare & Aging) 등 크게 3개 그룹으로 구성
  - 이상의 3개 분야는 최근 미래유망기술이 빈번하게 발굴되는 BT 분야를 의미하며, BT 지식 구조는 BT-ICT 융합 링크 그룹핑 및 유의미한 링크 추출에 활용

3) 미국 국립의학도서관 NLM(National Library of Medicine) 산하 NCBI(National Center for Biotechnology Information)에서 무료로 제공하고 있는 Database로 의학, 간호학, 치의학, 수의학 등의 의학 서지정보(논문)를 검색할 수 있는 의학 분야 주요 데이터베이스, PubMed는 5,200여 종 이상의 Biomedical journal을 포함

[그림 9] BT 시드 키워드를 활용한 지식 네트워크 구조



○ 네트워크 지식맵을 활용하여 불필요한 시드 키워드를 제거한 후 최종적으로 BT 173개, ICT 75개 선정

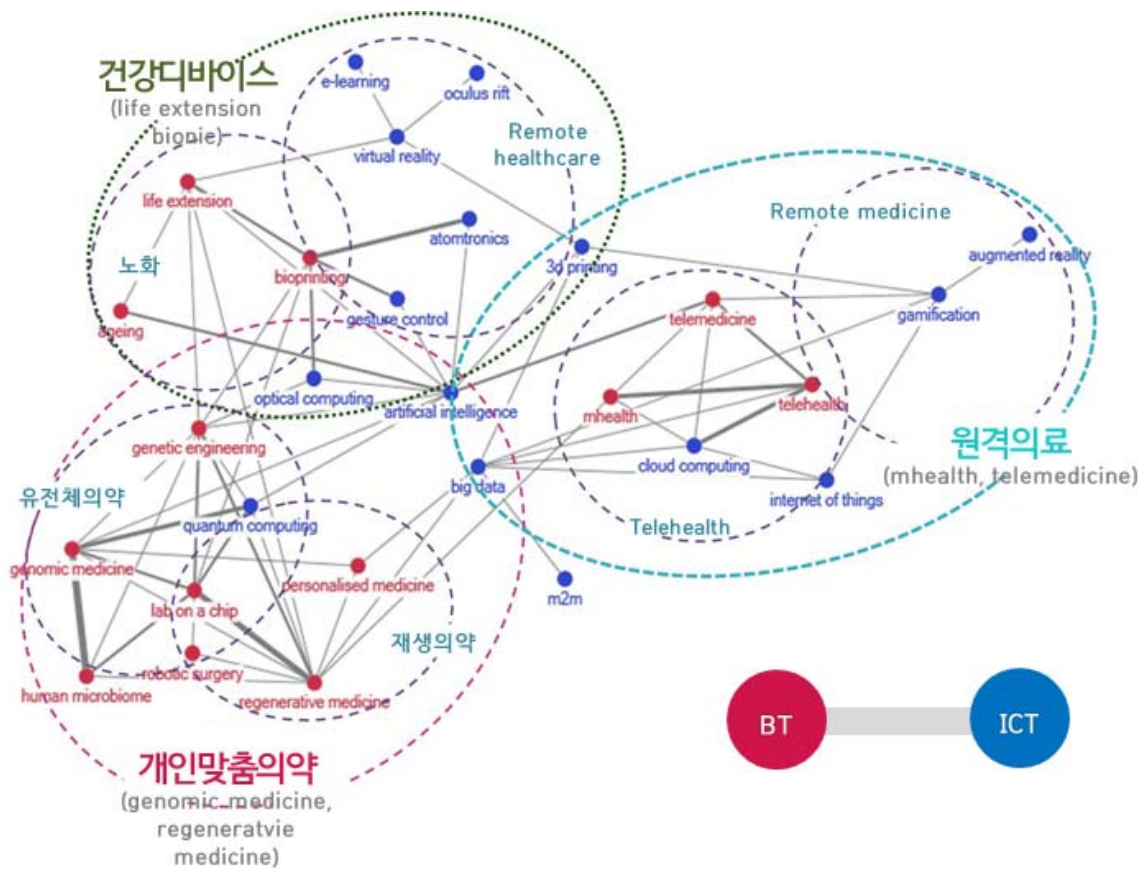
[표 6] 최종 선정된 BT, ICT 키워드(일부)

BT	ICT
Genome assembly algorithm	Natural language question answering
Genome editing	Agile robot
Self organizing stem cell	Cloud computing
Medical home	Neuromorphic chip
Human microbiome	Gamification
Bionic contact lens	Wearable computer

□ BT-ICT 융합 가능한 유망 링크 추출

- BT 키워드 173개, ICT 키워드 75개를 기반으로 구글 데이터 검색을 통해 각각의 키워드를 노드로 하여 유의미한 63개 융합 링크 생성
- 유망한 BT-ICT 융합 링크 지식구조는 ①개인맞춤의약(Genomic medicine, Regenerative medicine), ②원격의료(Telehealth, Remote medicine), ③건강 디바이스(Anti-aging, Remote healthcare) 등 3개 그룹으로 구성

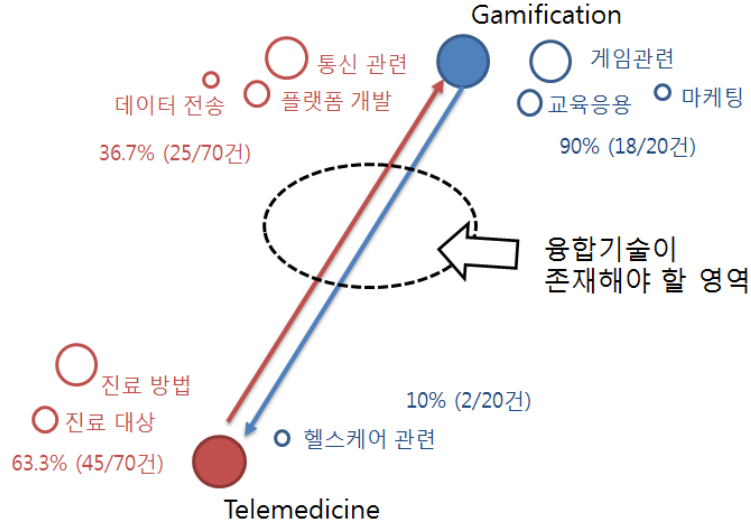
[그림 10] BT-ICT 융합 링크 네트워크 구조



- 융합 가능한 유망 링크 선정을 위해 BT, ICT 키워드 간 이슈 분석
- BT, ICT 키워드에 대해서 BT-ICT 기술 간 융합 노드의 정의, 각 노드가 포함할 수 있는 주요 요소 기술, 이슈, 사회·경제적 파급효과, 정부투자 규모 및 기술 수준 등을 조사하여 기술 간 융합이 유의미한지 판단의 기준으로 활용

[표 7] BT-ICT 융합 가능 유망 링크 간 이슈 분석(일부)

구분	BT	IT
	Telemedicine	Gamification
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Telemedicine) 통신서비스를 이용하여 원거리에 건강관련 정보나 서비스를 전달하는 것</li> <li>- 의사와 환자가 멀리 떨어져 있는 장소에서 행하는 의료 행위로, 통신 수단에 의해 환자의 상태를 파악하여 적절한 진료를 행하는 것</li> <li>* 원격지 의료진 간의 원격자문, 원격검진에 의한 진료 및 처방, 원격교육, 원격수술, 원격간호 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 게임의 메커니즘, 사고방식 등을 활용하여 사용자에게 지식 전달, 행동 변화 및 관심 유도, 홍보 등을 하고자 하는 기법 및 기술</li> </ul>
주요 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remote Patient Monitoring 기술</li> <li>* 원거리에서 환자의 신체 신호 측정으로 건강관리를 가능하게 하는 기술 : Activity Monitoring, Diabetes Management, Wellness program, Remote Cardiac ECG 등</li> <li>- mHealth 기술</li> <li>* 원거리에서 환자의 신체 신호 측정으로 건강관리를 가능하게 하는 기술 : 각종 Apps 제작기술, Text Information Services 등</li> <li>- General Healthcare IT 기술</li> <li>* 환자 혹은 일반인의 의료정보, 건강정보를 관리하는 시스템 및 기술 : EMR, EHR, HIE(Health Information Exchange), Patient Portal, Hosted Cloud Infra 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반적인 게임 제작 기술 전체 및 Platform 기술</li> <li>* 게이미피케이션 메카닉 생성, 메카닉 관리 API, 플레이어 모니터링 등</li> </ul>
이슈	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (사회적 니즈) 전 세계적인 고령화·저출산 추세, 의료 기술의 향상, 의료비 지출의 증가, 삶의 질 향상에 대한 욕구 증가, 사회 양극화 현상에 따른 복지 대책의 필요성 등으로 진료를 비롯한 사전 질병 예방, 건강관리, 미래에 대비한 웰에이징(Well-aging) 등 다양한 범주의 서비스와 관련 장비 및 기술의 개발이 헬스케어 분야의 핵심으로 등장</li> <li>- (기술적 니즈) BT와 ICT가 결합된 혁신적인 의료 및 건강관리 기능을 제공하는 헬스케어 ICT 융복합 산업은 최근 주로 모바일 헬스케어 솔루션 및 의료용 기능성 게임 분야에서 다양한 기술적 결합 가능성이 제시됨</li> <li>- (융합 가능 분야) 수술 및 치료 관련 실습과 교육 보조, 사용자의 치료·운동 효과 향상, 건강관리 및 관련 지식 제고 등을 목적으로 두 기술의 융합이 증가(환자들의 회복 훈련 및 정신적 문제 해결, 의사들의 수술, 일반인들의 건강 증진과 관련된 내용으로 구성, 인체 시뮬레이터, 체감형 스포츠 게임 등)</li> </ul>	

<p>파급 효과</p>	<p>- Gamification과 Telemedicine가 융합된 기술에 대한 시장 자료는 없는 것으로 조사</p> <p>(경제·산업적 임팩트)          - 글로벌 시장규모 : (2013년) 4.4억불 → (2018년) 45억불          * 출처 : IHS Technology(2014)</p> <p>(사회적 임팩트)          - 텔레헬스 유저 : (2013년) 35만명 → (2018년) 700만명          * 출처 : IHS Technology(2014)</p> <p>(경제·산업적 임팩트)          - 글로벌 시장규모 : (2012년) 2.5억불 → (2016년) 28억불          * 출처 : M2 리서치(2-12, 플랫폼 공급자 및 애플리케이션 제작기업의 수입, 내부개발 비용 등)</p> <p>(사회적 임팩트)          - 2015년 전 세계 기업의 50%가 기업 혁신과정에 게이미피케이션을 활용할 예정          * 출처 : Gartner(2014)          - Gartner, 삼성경제연구소 등의 분석을 종합해 보면, 게이미피케이션 시장은 도입기, 국내는 2012년부터 게이미피케이션에 대한 관심이 시작됨</p>
<p>투자 역량</p>	<p>- Gamification과 Telemedicine가 융합된 기술에 대한 정부투자는 없는 것으로 조사</p>  <p><b>Gamification</b>          ● 게임관련 90% (18/20건)          ● 교육응용 ● 마케팅          ● 헬스케어 관련 10% (2/20건)</p> <p><b>Telemedicine</b>          ● 통신 관련 36.7% (25/70건)          ● 플랫폼 개발          ● 진료 방법 63.3% (45/70건)          ● 진료 대상</p> <p>융합기술이 존재해야 할 영역</p>
<p>기술 수준</p>	<p>- 최고 선진국(미국) 대비 88.6%          * 출처 : KISTEP(2012)          ※ '모바일 원격진료 기술' 기준</p> <p>- 국내 게임제작 관련 기술은 세계 최고수준          - 그 외 서비스 플랫폼 기술은 선진국 대비 78.0% 수준          * 출처 : KISTEP(2012)          ※ '융합서비스 플랫폼기술' 기준</p>

2) 2단계 : 미래유망 후보기술 도출 및 최종 발굴

□ 미래유망 후보기술 선정

- 63개의 융합 가능한 유망 링크에 대해서 분야별 전문가와 1:1 집중 인터뷰를 통해 관련 논문, 특허 및 최신 뉴스를 검토하여 45개의 미래유망 후보기술 도출

[표 8] 미래유망 후보기술(일부)

연구분야	BT기술	IT기술	미래유망 후보기술명	기술설명
유전체 의약	Genomic medicine	Artificial intelligence	NGS-on-a-chip	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 언제/어디서든 NGS데이터를 생산할 수 있는 간편한 device → 유전체 시장의 확대를 위해 정보 생산의 확대가 필수적임</li> <li>* 반도체 기술역량을 지닌 기업들의 참여 필요</li> </ul>
			사회유전체 분석용 인공지능 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 인간의 사회적 행동양식(행동장애, 인격장애)에 대한 광범위한 유전체적 데이터 생산과 분석을 수행하는 인공지능 시스템</li> <li>* 공익적 관점에서 안전한 사회를 만들기 위해 필요한 기술</li> </ul>
	Genetic engineering	Artificial intelligence	Sociogenomics 기반의 생체인식 웨어러블 디바이스	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 인간의 반복적인 병적·사회적 행동양식(치매, 행동장애, 인격장애 등)을 예측할 수 있는 생체인식(유전체, 지문, 홍채 등) 웨어러블 기기/프로그램</li> <li>* 공익적 관점에서 안전한 사회를 만들기 위해 필요한 기술</li> </ul>
			아바타 유전체 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 개인 유전체정보를 재구성하여 제작한 사이버 상의 아바타 제작기술 혹은 개인 유전체정보를 가진 세포로부터 구성된 환자 질환모델 아바타 제작</li> </ul>
			아바타 유전체를 이용한 건강 게임들	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사이버 유전체 아바타의 건강유지(비만방지 등)를 게임 프로그램과 접목</li> </ul>
	Genetic engineering	Optical computing	유전체 데이터 검증용 증개기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유전체정보의 사용을 위해서 생산된 데이터의 임상검증 및 표준화를 위한 증개기술</li> <li>* 유전체 정보를 활용하기 위한 생물학적 연구임과 동시에 전체 활용 기술개발의 장애물 극복 가능</li> </ul>
	Genomic medicine	Quantum computing		
	Genetic engineering	Quantum computing	NGS 데이터 고속해석을 위한 양자 컴퓨팅기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 생산된 대용량의 NGS데이터 및 임상정보의 통합과 다양한 활용을 위한 고성능 양자 컴퓨터 분석기술</li> </ul>
	Lab on a chip	Quantum computing		

□ 미래유망 후보기술 평가 및 최종 선정

- 45개 후보기술을 대상으로 BT, ICT 전문가(50여 명) 설문을 통한 우선순위 평가 수행
  - 후보기술에 대한 우선순위 평가를 위해 기술성, 융합성, 경제성, 프로젝트성을 기준으로 설정하였으며, 45개 후보기술별 논문 및 특허를 참고하여 평가

[표 9] 미래유망기술 선정을 위한 평가항목

구분	정의
기술성	급격한 성능 향상으로 기술발전을 가속화할 수 있는 기술
융합성	BT 중심의 기술 결합을 통한 융합기술 개발 가능성
경제성	국내는 물론 전 세계적으로 광범위한 영향력(경제적 수치)을 발휘하는 기술
프로젝트성	한 분야를 대표하는 기술보다 세부적인 기술로, 대표 기술의 근간이 될 수 있는 요소 기술

[표 10] 미래유망 후보기술 평가를 위한 논문검색 결과(일부)

논문검색 DB : Scopus			
검색기간 : 제한 없음		검색범위 : Title, Abstract, Keywords	연구분야 : 제한 없음
번호	미래유망 융합기술명	검색식	논문수
1	NGS-on-a-chip	("NGS on a chip" OR NGS-on-a-chip OR ("next generation sequenc*" AND "on a chip"))	8
6	줄기세포 기반의 Regeneration-on-a-chip	("regeneration on a chip" OR "human on a chip")	17
7	줄기세포 기반 오가노이드에서의 Human microbiome	("stem cell*" AND organoid* AND microbiom*)	2
8	줄기세포치료제/재생의약 이식용 로봇수술 기술 및 장비	("stem cell*" AND "robotic surgery*")	11
9	체내 이식용 바이오나노 진단 시스템	(implant* AND (bionano OR "bio nano") AND (diagnos* OR sens*))	5
10	뇌지도 빅데이터 기반의 치매 예방용 Gamification 툴	("brain map*" AND (dementia OR alzheimer) AND (telehealth OR telemedicin* OR mhealth OR game OR gamificat*))	5
12	실버세대를 위한 운동효과 증강용 슈트	((power OR muscle* OR muscular OR strength) AND (aging OR ageing) AND (assist* OR improv* OR effect*) AND suit)	28

### 3. 연구 결과


#### 가. 10대 미래유망기술 선정

- BT-ICT 융합 미래유망기술 발굴연구를 통해 평생건강과 바이오헬스 핵심 산업 관점에서 ‘ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술’ 최종 선정
- ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술은 ‘개인 맞춤화’, ‘일상 관리화’, ‘건강 노화’라는 미래의료기술의 발전 모습을 예측하고, 발굴된 미래유망기술은 평생건강 유지에 기여할 것으로 전망
  - 차세대유전체분석 칩(NGS-on-a-chip) 기술은 초소형/초고속/저비용의 개인 유전체 분석을 가능하게 하여 개인 맞춤 의료시대의 혁신동력으로 작용할 것으로 기대
  - 사이버 메이트 헬스케어는 상시적인 건강 모니터링을 강화해 일상 속 건강관리가 가능해질 것으로 전망
  - 퍼스널 노화속도계는 노화 및 노인성 질환에 대한 사전 대비로 건강한 노화를 구현할 수 있게 될 것으로 예상

[표 11] ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 분류

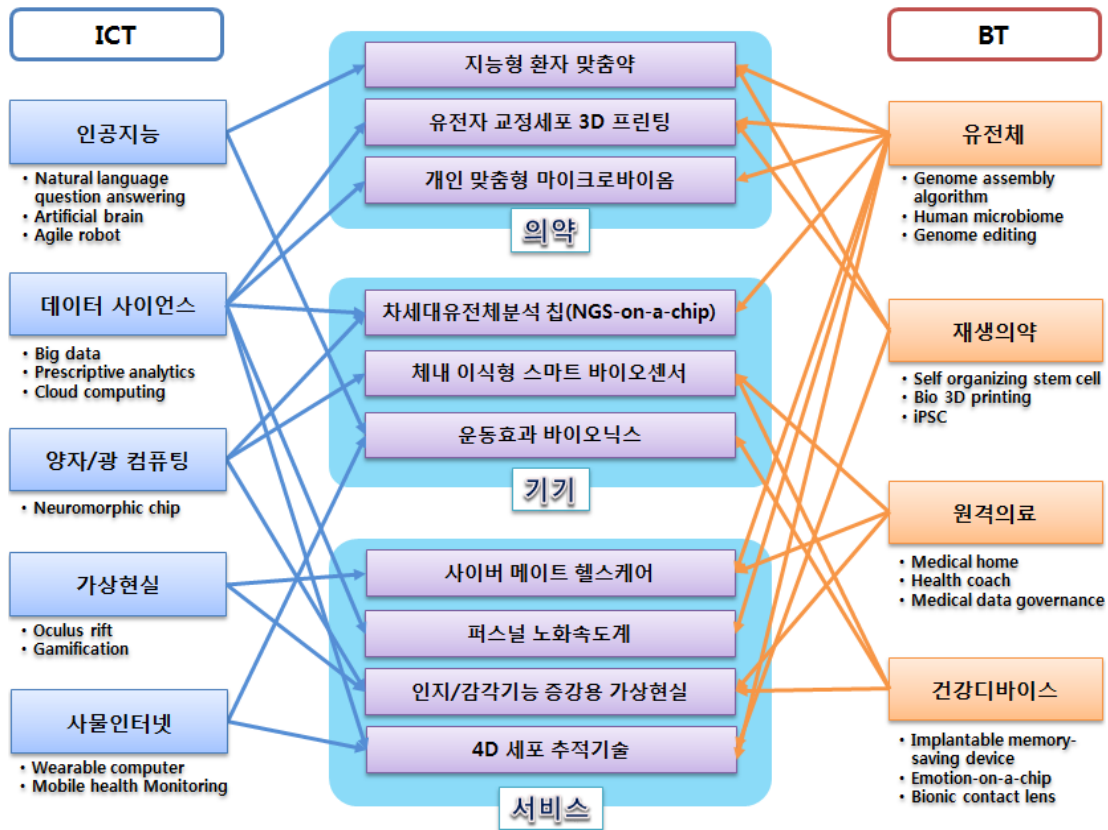
바이오헬스 핵심 산업	미래유망기술	3대 패러다임 적용		
		개인 맞춤화	일상 관리화	건강 노화
의약	지능형 환자 맞춤약	v		
	유전자치료 세포 3D 프린팅	v		
	개인 맞춤형 마이크로바이옴	v		
기기	차세대유전체분석 칩(NGS-on-a-chip)	v	v	
	체내 이식형 스마트 바이오센서		v	
	운동효과 바이오닉스			v
서비스	사이버 메이트 헬스케어	v	v	
	퍼스널 노화속도계	v		v
	인지/감각기능 증강용 가상현실			v
	4D 세포 추적기술	v		

[표 12] ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 설명

미래유망기술	주요 내용	
차세대 유전체분석 칩 (NGS-on-a-chip)	<ul style="list-style-type: none"> <li>칩 상에서 극소량의 시료로부터 유전체 서열 정보를 초고속으로 분석</li> <li>초고속/저비용/대용량 유전체 분석으로 언제, 어디서나 신속하고 정확한 진단, 치료, 예측에 활용 가능</li> </ul>	
체내 이식형 스마트 바이오센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>신체에 직접 이식하거나 복용할 수 있는 형태의 바이오센서</li> <li>ICT 기술을 활용, 의사와 환자를 실시간으로 연결하여 진단, 치료, 예방, 관리 구현</li> </ul>	
사이버 메이트 헬스케어	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인 바이오헬스 데이터(유전체 정보 등)를 재구성하여 사이버 상의 헬스케어 관리 시스템 구현</li> <li>사이버 메이트 헬스케어를 통해 취약 질환에 대한 대응 및 게임 앱 등을 통한 건강 가이드라인 제시</li> </ul>	
개인 맞춤형 마이크로바이옴	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인 특이적 다양성을 가진 인체 공생 마이크로바이옴 특성 규명을 통한 마이크로바이옴 치료제 개발</li> <li>인체-마이크로바이옴 상호작용은 건강과 질환에 직접 연관되어 면역 질환 등 다양한 질환 치료에 활용 가능</li> </ul>	
유전자 교정세포 3D 프린팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>체외에서 유전자 교정 후 3차원 세포 프린팅으로 원하는 조직이나 장기를 제작하여 재생하는 기술</li> <li>난치 유전성 질환 치료 및 근본적인 장기 재생을 통한 질환 치료</li> </ul>	
퍼스널 노화속도계	<ul style="list-style-type: none"> <li>신체 기능별 노화속도를 정확하게 측정할 수 있는 마커 발굴로 개인별 노화속도를 예측하고 진단하는 기술</li> <li>개인별 노화속도 예측에 따라 적극적인 건강관리, 정확한 노인성 질환 발병 시기 예측을 통한 예방</li> </ul>	
지능형 환자 맞춤형	<ul style="list-style-type: none"> <li>신기술(환자 맞춤형 줄기세포, 지능형 약물 방출 등)과 바이오 빅데이터를 지능형 컴퓨팅으로 처리하여 최적의 약물 개발</li> <li>환자 맞춤형 의약 처방 및 신약개발 효율화에 기여</li> </ul>	
4D 세포 추적기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>분화, 증식에 따른 세포들의 3차원적인 변화 정보를 추적, 세포의 상호작용을 분석하는 기술</li> <li>고해상도의 3D, 4D 생명체 지도를 확보하여 생물학뿐 아니라 의학적, 공학적으로 획기적인 전환점 제공</li> </ul>	
운동효과 바이오닉스	<ul style="list-style-type: none"> <li>노화에 따른 근육감소 예방 및 근기능 유지를 위한 스마트 근력증강 바이오닉스</li> <li>실제 운동을 하지 않아도 운동을 통해 형성되는 근육 생성 및 유지</li> </ul>	
인지/감각기능 증강용 가상현실	<ul style="list-style-type: none"> <li>인지 및 감각기능 향상을 위한 가상현실 하드웨어 /소프트웨어 개발</li> <li>치매, 노안 등 대표적 노인성 인지/감각기능 장애 예방 가능</li> </ul>	

- 최종 선정된 ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술은 BT-ICT 간 융합 연구를 통해 확보 가능
- BT의 유전체, 재생의약, 원격의료, 건강 디바이스 분야는 ICT의 인공지능, 데이터 사이언스, 양자/광 컴퓨팅, 가상현실, 사물인터넷 분야와의 융합연구 추진 필요
  - 예를 들어 차세대유전체분석 칩(NGS-on-a-chip) 기술은 유전체, 랩온어칩, 데이터사이언스 기술들의 융합연구를 통해 구현 가능, 특히 국내의 우수한 반도체 기술을 접목한다면 보다 빠른 시일 내에 칩 상에서 구현할 수 있는 NGS 기술이 가능할 전망
- 이번 연구를 통해 발굴된 ICT융합 바이오헬스 미래유망기술은 개인맞춤 의약, 웨어러블 의료기기, 모바일 헬스케어, 의료로봇, 항노화 등 유망산업 성장에 기여할 것으로 전망되고 있으며,
  - 이를 통해 나타나는 직·간접적 경제 가치는 2018년 전 세계적으로 400조원(3,500억 달러)에 달할 것으로 조사

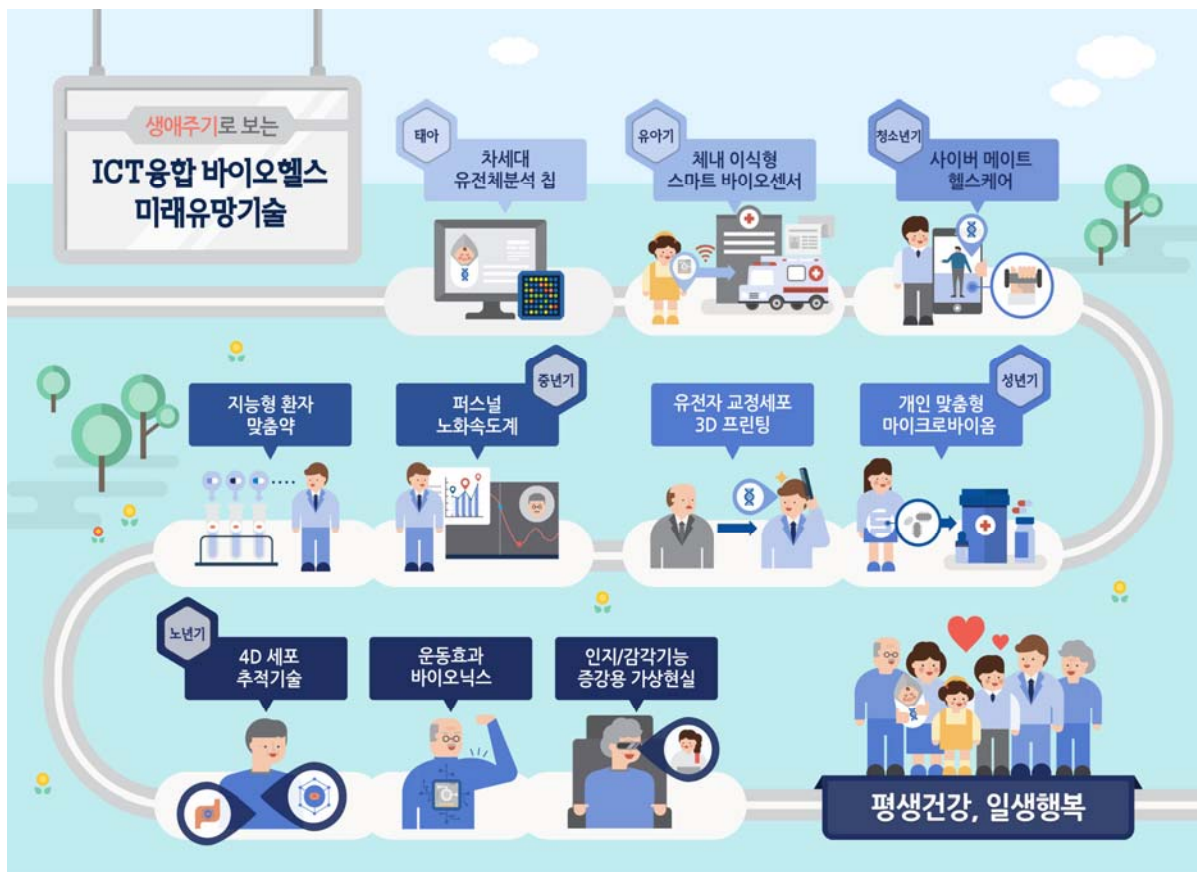
[그림 11] ICT융합 바이오헬스 미래유망기술 융합 연계도



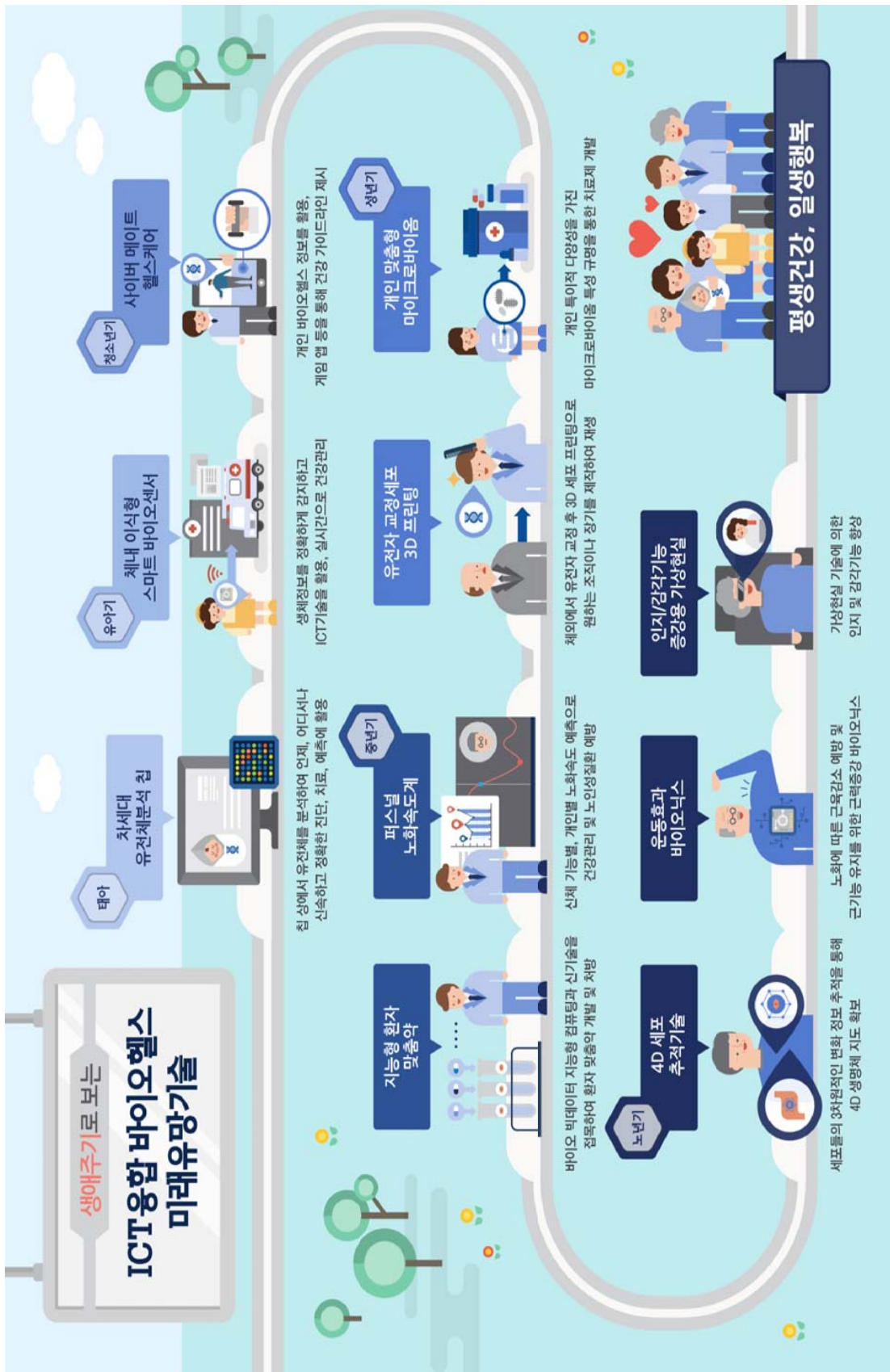
## 나. ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술의 평생건강 이야기

- 선정된 ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술에 대해서 일반인들도 이해하기 쉽도록 생애주기별 활용 예시를 들어 10대 미래유망기술 제시
- 생애주기는 태아, 유아기, 청소년기, 성년기, 중년기, 노년기로 나누어 평생건강 관점에서 미래유망기술이 활용될 수 있는 사례를 시나리오와 함께 설명
- 예를 들어 사이버 메이트 헬스케어의 경우, 중학교에 다니는 15세 박군이 자신의 유전체 정보를 바탕으로 제작한 사이버 메이트 헬스케어를 통해 효율적으로 체중을 관리 받아 자신의 체중감량 효과를 직접 확인함으로써 자신감을 되찾게 되는 가상의 시나리오를 제시

[그림 12] ICT융합 바이오헬스 미래유망기술의 평생건강 이야기



\* 생애주기별로 제시된 미래유망기술은 예시로서, 미래유망기술은 다양한 연령대에 활용 가능



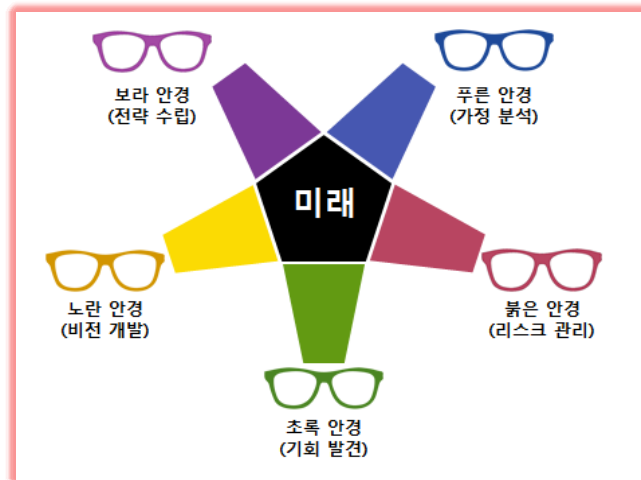
## 다. 결론 및 향후 계획

### [에필로그(epilogue) - 보고서를 마치며]

2010년, 세계적인 미래 경영 구루이자 독일 'Future Management Group'의 이사인 페로 미킵(Pero Mičić)이 제시한 그의 저서 「미래를 읽는 5가지 안경(The Five Futures Glasses)」에서 “어느 누구도 다가오는 겨울을 막을 수는 없지만, 어떤 선택과 준비를 하면 겨울을 따뜻하게 보낼지 압니다…….” 라고 썼다.

페로 미킵은 책에서 복잡 난해한 미래를 정확히 예측하고 그에 적합한 효과적인 대책을 마련하기 위해 '가정분석' '기회발견', '비전개발', '리스크관리', '전략수립' 이라는 미래를 바라보는 5가지 시각을 제시하고 있다.

미래는 피할 수 없는 겨울처럼 다가오고 있지만, 선택과 준비를 함으로써 겨울을 대비할 수 있다. 우리 역시, 미래산업의 원동력이 될 미래유망기술을 탐색하고 연구개발 투자를 통해 경쟁력을 확보하는 것이 매우 중요할 것이다.



- 본 연구를 통해 발굴한 ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술은 미래를 읽는 5가지 안경 중 '비전개발'에 근접
- 향후 국가 바이오 분야 연구개발사업 발전방향 설정 및 R&D사업 투자 계획에 참고가 될 수 있도록 '전략수립' 이라는 관점의 미래유망기술을 발굴하고자 계획
  - 이를 위해 '전략수립' 관점의 미래유망기술 발굴 프로세스 구축을 위해 지속적인 연구를 추진할 계획

- 바이오 관점으로 구축된 미래유망기술 발굴 프로세스를 통해 도래하는 바이오경제시대<sup>4)</sup>를 적극적으로 대비할 수 있는 바이오 미래유망기술을 제안할 수 있을 것으로 기대
- 이를 통해 우리나라가 글로벌 바이오산업을 선도할 수 있도록 국가적 미래 전략 수립 및 정책 아젠다 도출에 기여할 계획

⇒ 정부는 '미래新성장동력' 중 하나로 바이오산업을 선정, 바이오 미래시장 선점을 위해 바이오분야 미래유망기술 발굴과 발굴된 미래유망기술에 대한 적극적인 투자 필요

4) 바이오기술의 발전으로 신제품의 보급이나 서비스의 향상 등 글로벌 경제에 대규모 변화를 가져오고 이를 통해 인류에게 IT에 버금가는 편익을 가져다주는 다양한 경제활동을 포괄(OECD, The Bioeconomy to 2030, 2009)

## 4. 참고문헌

- 1) 감주식, 김무웅, 박상대, 현병환, 바이오 미래유망 연구분야 도출에 관한 연구, 기술혁신학회지 제15권 2호, 2012
- 2) 감주식, 김무웅, 현병환, 특허정보 기반의 바이오 기술개발·트렌드 분석 및 유망기술분야 도출에 관한 연구, 기술경영경제학회지 제 21권 제 2호, 2013
- 3) 한국행정연구원, 미래예측 상시화를 위한 기능설계 방안 연구, 2014
- 4) Bill Clinton, Back to Work, 2012
- 5) KISTEP, 미래유망기술 도출 프로세스 발표자료, 2014
- 6) KISTEP, 100세 시대 헬스케어 미래예측 : 신건강인류 등장, 2014
- 7) KISTEP, 2015년 KISTEP 10대 미래유망기술 선정에 관한 연구, 2015
- 8) KISTI, 정보분석·활용을 통한 국가 연구기획 강화방안, 2006
- 9) KISTI, 미래기술백서, 2013
- 10) KISTI, Technology Intelligence와 유망기술 센싱전략 발표자료, 2014
- 11) MIT Technology Review, 10 Breakthrough Technologies, 2015
- 12) Nature, The Scientific Impact of Nations, 2004
- 13) Pero Micic, The Five Futures Glasses, 2010

**붙임 1**

**ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 시나리오**

**1 차세대유전체분석 칩(NGS-on-a-chip)**

**현재의 아쉬움(As-Is)**

작년에 둘째를 출산한 친구네 집에 아기를 보러갔던 김OO씨는 안타까운 소식을 들었다. 태어날 당시, 아기가 소리에 반응해서 난청이 아닐 거라고 생각해 추가적인 검사를 하지 않았으나 최근 이상 증세를 보여 병원을 찾았더니 경도 난청이라는 진단을 받았다. 하지만 이미 치료시기를 놓쳐 치료에 어려움을 겪고 있다고 했다.

태어날 당시 유전자 검사로 경도 난청을 발견하여 치료를 시작했다면, 현재 소리를 깨끗하고 맑게 들을 수 있었다는 사실에 가슴 아파했다. 김씨는 비용이 들더라도 다양한 유전자 검사를 통해 아이의 질환을 검사할 것을 조언해주었다.



**앞으로의 희망(To-Be)**

며칠 전 산부인과에서 아이를 출산한 김OO씨는 혹시 모를 유전적 질환을 사전에 검사하기 위해 아기의 유전체 분석을 신청하였다. 몇 시간 뒤, 아기에게 중증 난청이 있다는 사실을 알게 되었고 주치의와 상의한 후 아기에게 맞는 맞춤형 약물치료를 시작하였다.

스스로 불편함을 표현하지 못하는 신생아, 영·유아기 어린이들은 난청 발견이 늦어져 조기 치료를 놓치는 경우가 많은데, 김씨의 경우 차세대유전체분석 칩을 통해 출산 후 아기의 유전체를 바로 분석할 수 있었고, 이를 통해 맞춤형 치료를 시작 할 수 있었다. 김씨는 앞으로 아기가 건강히 자랄 수 있도록 체계적인 모든 관리를 하겠다고 다짐했다.



## 2 체내 이식형 스마트 바이오센서

### 현재의 아쉬움(As-Is)

7세 아이를 둔 홍00씨는 딸아이의 맑고 초롱초롱한 눈을 볼 때 마다 눈물이 난다. 한창 뛰어 놀아야 할 7살짜리 딸은 소아당뇨를 앓고 있기 때문이다. 지난 일요일에는 공원 산책 중에 갑작스런 인슐린 쇼크로 계단에서 쓰러졌고 이로 인해 대퇴부 골절이 일어나면서 4개월간 깁스를 해야 하는 신세가 되었다.

딸아이는 소아당뇨의 증상을 조금이라도 개선하기 위해서 인슐린 펌프를 항상 몸에 달고 다녀야 한다. 홍씨는 하루 빨리 소아당뇨의 치료법이나 모니터링 기술이 개발되어 딸아이가 건강한 여성으로 성장할 수 있기를 오늘도 기도할 뿐이다.



### 앞으로의 희망(To-Be)

지난해 홍00씨는 소아당뇨를 앓고 있는 딸아이의 손목에 바이오센서 이식시술을 한 뒤 매우 만족하고 있다. 핸드폰에 연결된 앱으로 아이의 건강 상태를 실시간으로 확인 할 수 있기 때문이다.

또한 6시간 마다 체내의 센서가 국가의료 정보센터로 데이터를 전송하여 이상 상황시 부모에게 비상연락을 해준다. 센서는 GPS와 연동되어 신체상태가 급격히 악화되면 주변 응급센터와 의료기관으로 신호를 보내고 방문한 구조대에게 환자의 과거 데이터를 전송한다. 홍씨는 아이에게 바이오센서를 이식한 후 응급상황에 대한 불안함에서 벗어날 수 있게 되었다.



### 3 사이버 메이트 헬스케어

#### 현재의 아쉬움(As-Is)

중학교에 다니는 15세 박00군은 또래에 비해 심각한 비만을 보이고 있다. 중증도 비만인 박군의 아버지는 자신 때문에 아이가 비만이지 않을까 하는 미안한 마음이다. 비만에 효능이 있다는 건강보조식품과 각종 치료제 등 좋다는 것은 다 해 보았지만 아들의 극심한 스트레스는 오히려 폭식을 불러일으켜 체중이 증가하는 부작용을 보였다.

현재는 운동과 식이조절 외에 뾰족한 방법이 없는 상황에서 아버지는 냉장고 앞을 서성이는 아들을 볼 때마다 의지력이 없다고 혼내지만 사춘기인 아들이 비만 때문에 친구들과 사이에서 따돌림을 받게 되지 않을까 걱정이 태산이다.



#### 앞으로의 희망(To-Be)



박00군은 요즘 자신의 유전체 정보를 바탕으로 제작한 사이버 메이트 헬스케어와 함께 비만 관리를 1년째 받고 있다. 병원에 갈 필요 없이 스마트폰으로 관리가 가능해 심적 부담이 크게 줄어들었고, 최근 S사의 사이버 메이트 헬스케어 콘테스트에서 2등상을 받게 되었다.

박군의 비만 유전자 정보를 기반으로 한 사이버헬스 런닝게임과 비만약 처방, 소모열량 공유게임은 근본적인 비만 치료 뿐 아니라 건강관리에 대한 재미도 제공하고 있다. 엄청난 체중감량 효과를 직접 확인한 박군은 자신감을 얻어 내년 사이버 메이트 헬스케어 콘테스트에서는 대상을 받겠다고 가족들에게 선언하였다.

#### 4 개인 맞춤형 마이크로바이옴

##### 현재의 아쉬움(As-Is)

꿈도 많고 하고 싶은 것도 많은 20대 여대생 조00양은 현재 자가면역질환을 앓고 있다. 컨디션이 좋은 날에는 학교에 가서 친구들과 수다도 떨고 학교 앞 분식집에서 떡볶이도 먹을 수 있지만, 조금이라도 몸이 안 좋은 날에는 꼼짝없이 집과 병원만을 왔다 갔다 해야 한다.

한참 꿈 많은 나이의 딸이 집에 갇혀 있는 모습을 지켜보는 엄마의 마음은 무너지기만 한다. 엄마는 많은 병원에 다녀 봐도 딸에게 맞는 치료법을 발견할 수가 없었고, 기존의 약으로는 치료되지 않는 딸의 병을 치료할 수 있는 새로운 약이나 치료법이 하루 빨리 개발되기를 바라고 있을 뿐이다.



##### 앞으로의 희망(To-Be)

지난달 병원에서 실시한 마이크로바이옴 검사 결과 조00양의 대장 속에 존재하는 미생물 군집이 건강한 면역체계 형성을 방해하는 것으로 나타났다. 자가면역질환을 오랜 기간 앓아온 조양에게 이번 결과는 치료될 수 있다는 한 줄기 빛과 같았다.

주치의는 검사결과에 맞는 치료 방법을 알려 주었다. 하루 한번 아침식사 후 조양에게 딱 맞는 마이크로바이옴 치료제를 복용하면 질환이 개선될 수 있다는 것이다. 조양은 요즘 나아진 몸 상태 때문에 새로운 삶을 사는 것 같아 하루하루가 감사하고 기쁩 따름이다.

5] 유전자 교정세포 3D 프린팅

현재의 아쉬움(As-Is)

30대 직장인 우00 대리는 거울을 볼 때마다 불안감에 휩싸인다. 유전성 탈모로 인해 하루가 다르게 빠지는 머리카락 때문이다. 남달리 나이가 많아 보이는 외모 탓에 직장에서도 부장님이라는 별명이 붙게 되었다.

우대리는 대학 시절부터 시작된 탈모 때문에 제대로 된 연애 한번 못해보았다. 치료제는 효과가 미미하여 중도에 포기하고 가발을 사서 써보려 했으나 있던 머리숱마저 다 없어질 수 있다는 얘기에 포기했었다. 하지만 내일은 동네 근처의 0000 가발전문 매장을 찾아가 보기로 결심했다.



앞으로의 희망(To-Be)



우00 대리는 요즘 활기찬 나날을 보내고 있다. 아침마다 거울 앞에 서서 어떤 헤어스타일로 바꿔볼까 즐거운 상상에 빠진다. 불과 얼마 전까지만 해도 유전성 탈모와 직장 스트레스로 인해 머리카락이 빠져 우울하고 대인관계도 원만하지 못했다.

하지만, 지인에게 '탈모 유전자가 교정된 자가모근세포 3D 프린팅 치료술'에 대한 정보를 듣고 마음을 비우고 한번 받아보자 한 것이 인생을 바꾸는 계기가 되었다. 모근세포에서 머리카락이 자라날 때까지 시간은 걸렸지만 근본적인 탈모 치료로 인해 이제 탈모로 인한 고민은 말끔히 사라졌다.

## 6 퍼스널 노화속도계

### 현재의 아쉬움(As-Is)

80세 노모를 모시고 사는 40대 직장인 이00씨는 날마다 '나 우리 아들 찾아 갈 거야' 하며 문밖을 나서시는 어머니 때문에 늘 마음이 아프다. 작년 봄부터 퇴행성 뇌질환 증상이 나타나더니 요즘은 아들을 착한 아저씨라고 부르며 머리에서 가족의 얼굴과 추억을 하나 둘 지우고 있기 때문이다.

5남매를 키우기 위해 젊어서 많은 고생을 하신 어머니께서 기억을 점점 잃으시는 모습을 보며 여러 병원을 다니고 있지만 근본적인 해결책이 없는 질환이기에 이씨는 더욱 마음이 아프다.



### 앞으로의 희망(To-Be)



오늘은 건강검진이 있는 날이다. 40대 직장인 이00씨는 작년과 비교해 그의 노화속도가 어떻게 되었는지 궁금하다. 지난해부터 건강검진 항목으로 도입된 개인별 노화속도 예측진단은 40대 중반에 접어든 이 씨에게 마음 든든한 검진항목인 것 같다. 더구나 노인성 질환 발병 시기를 사전에 진단 받아 그에게 맞는 노화예방 프로그램을 처방 받을 수 있다.

이씨는 5년 전 치매로 고생하시다가 돌아가신 어머니가 떠올랐다. 피 한 방울로 알 수 있는 이런 진단 방법이 좀 더 일찍 세상에 나왔다면 어머니도 고생하지 않고 가족들 또한 슬픔과 괴로움이 덜하지 않았을까 생각해 본다.

7] 지능형 환자 맞춤형

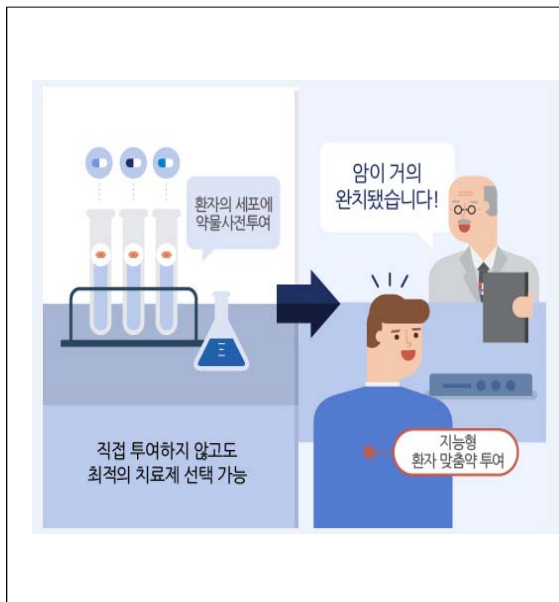
현재의 아쉬움(As-Is)

고등학교 딸과 중학생 아들을 둔 50대 회사원 고00씨는 6개월 전 위암 3기 판정을 받았다. 진단을 받자마자 휴직계를 내고 수술과 함께 항암치료를 받았지만 불행하게도 2개월 전 검진에서 암세포가 췌장에 전이 되었다는 결과를 듣게 되었다. 고씨는 자신이 떠난 뒤 가족의 생계를 생각하니 한숨만 나올 뿐이다.

시판되었거나 임상시험 중인 표적 항암제 등 다양한 치료제를 투여했지만 부작용에 시달리지만 할뿐 건강상태가 더욱 악화되고 있다. 고씨는 한창 자라는 아들과 딸을 볼 때 마다 가슴이 먹먹해지는 기분이다.



앞으로의 희망(To-Be)



고00씨는 요즘 매일 새로운 날들을 보내고 있다. 전이되었던 췌장암이 많이 호전되었기 때문이다. 직접 약물을 투여해 보지 않아도 환자에게 약물이 잘 반응 하는지 알 수 있는 '환자 맞춤형 처방기술' 덕분에 빠르게 약을 처방받아 복용했기 때문이다.

환자 개인의 세포로부터 만들어진 질환 세포나 조직에 약물들을 사전에 테스트해 볼 수 있어 부작용의 위험 없이 최적의 치료제를 찾을 수 있다는 것이다. 이제 고씨는 남아 있는 마지막 항암치료만 받으면 암이 완치될 가능성이 크다는 의사의 말에 아이들을 보는 하루하루가 즐겁다.

## 8 4D 세포 추적기술

### 현재의 아쉬움(As-Is)

5년 전 교통사고로 척수가 손상되어 하반신이 마비된 60대 최00씨는 주말마다 하던 등산이 이제는 꿈같은 일이 되었다. 최씨는 다시 일어날 수 있다는 희망의 끈을 놓지 않고 그동안 명의로 소문난 전국의 병원을 수소문하며 양한방치료와 민간요법까지 모두 시도해 보았지만 큰 차도를 볼 수 없었다.

'이미 죽어버린 신경조직을 되살릴 수만 있다면 남은 노년을 아내와 함께 행복하게 보낼 수 있을 텐데'라는 생각만 할 뿐 오늘도 아픈 남편의 병간호로 고생하는 아내에게 미안할 뿐이다.



### 앞으로의 희망(To-Be)



4D 세포 추적기술

+

3배 이상의 효과



줄기세포 재생기술



화창한 봄날 자녀들과 함께 제주도에 다녀온 최00씨에게 이번 여행은 꿈만 같다. 하반신 마비로 고생하다가 작년 가을 신경조직 재생치료를 받고 기적처럼 신경이 회복되었기 때문이다.

처음 주치의로부터 줄기세포에 의한 신경조직 재생치료 제의를 받았을 때 효과가 있을지 의문이 들었었다. 하지만 4D 세포 추적기술을 통해 줄기세포 재생기술의 치료효과를 3배 이상 증가시켰다고 한다. 예상대로 치료는 효과적이었고, 최씨는 이제 자유로운 거동 뿐 아니라 다시 일도 할 수 있을 정도로 건강을 회복했다. 이제 건강과 함께 가족이 행복을 되찾았다는 생각에 미소가 끊이질 않는다.

9 운동효과 바이오닉스

현재의 아쉬움(As-Is)

70대 중반의 이OO 할아버지는 평소 즐기던 등산을 할 때나, 지하철 계단을 오르내릴 때 마다 힘이 부쳐서 결국 지팡이 하나를 구입했다. 노인이 되니 건강 상의 문제로 날씨가 춥거나 더우면 외출을 자제하고 집에만 있어 더욱 운동할 시간이 없는 것도 이유가 되는 것 같았다.

규칙적인 운동을 통해 일상생활에서 꾸준히 근력을 강화하는 것이 가장 큰 도움이 될 수 있다는 의사의 조언이 있었지만, 이미 근력을 잃어버린 이씨는 가벼운 맨손체조조차 쉽지 않은 상태이다. 이씨는 '노인에게 효과적인 맞춤형 운동방법이 있으면 얼마나 좋을까'라는 생각만 할 뿐이다.



앞으로의 희망(To-Be)



무릎통증 때문에 시작한 근력강화 훈련이 벌써 6개월째다. 이OO 할아버지의 몸은 한 눈에 봐도 쉽게 달라진 것을 알 수 있다. 지하철 계단도 이제 두렵지 않고 무릎통증도 거의 사라졌다. 바로 6개월 전 개발되어 신문에 소개된 운동효과 바이오닉스를 구입하여 사용하고 있기 때문이다.

시간을 따로 내어 운동할 필요가 없고 일상 생활시 몸에 바이오닉스를 착용하면 그때부터 운동 시작이다. 바이오닉스를 착용하고 나서 근육량이 증가하고 뼈에 무리가 최소화되어 골밀도가 많이 증가했다는 검사결과도 나왔다. 이OO 할아버지는 요즘 친구들에게 운동효과 바이오닉스를 예찬하는 것이 하루 일과가 되었다.

## 10 인지/감각기능 증강용 가상현실 서비스

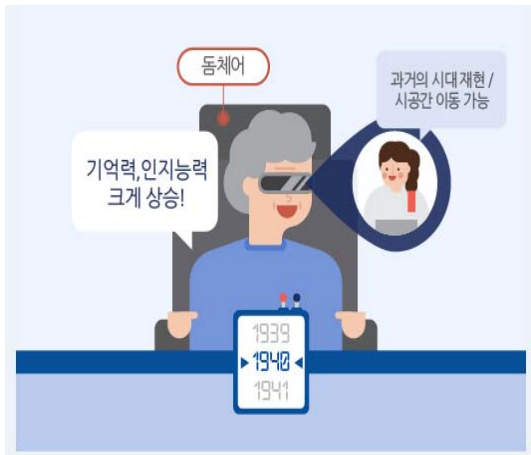
### 현재의 아쉬움(As-Is)

혼자 거주하는 90대 백00 할머니는 얼마 전 병원에서 초기 치매 판정을 받았다. 완치 없이 진행되는 질병이라고 불리는 치매는 노인들이 가장 무서워하는 질병 중 하나이다. 할머니는 요양병원도 생각했지만 비용 등 여러 상황을 고려해보니 이 또한 쉽지 않았다.

고스톱 게임이 치매예방 및 진행을 억제한다는 말에 진행 속도를 늦춰보고자 마을 사람들과 매주 고스톱을 치고 있지만, 실제로 진행이 늦춰지는지에 대해 확신도 할 수 없어 치매가 더 진행 될까봐 하루하루가 불안하고 걱정만 할 뿐이다.



### 앞으로의 희망(To-Be)



초기 치매 판정을 받은 백00 할머니는 얼마 전 W사에서 개발한 돔체어(Dome Chairs)를 구매했다. 돔체어에 앉아 안경을 쓰면 주변의 컨트롤러를 통해 '돔'이라 불리는 가상현실로 접속되, 접속자의 출생년도에 따라 과거의 시대를 재현하며 시간/공간을 이동할 수 있게 해준다. W사는 이를 통해 과거에 대한 기억을 자극하여 뇌를 활성화 시킴으로써 치매를 늦출 수 있다고 한다.

동시대를 살아온 친구들과 함께 과거로 돌아가는 생활을 즐기는 할머니는 주치의의 통해 기억력과 인지능력이 크게 향상되었다는 소식을 듣게 되었다. 할머니는 기억력을 높이고 치매 진행을 늦출 수 있다는 것 때문에 아침마다 걱정 없이 하루를 시작하게 되었다.

**붙임 2**

**ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 설명자료**

차세대유전체분석 칩(NGS-on-a-chip)					
<b>기술 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 칩 상에서 극소량의 시료로부터 유전체 서열정보를 초고속으로 분석</li> <li>▪ (장점) 초고속/저비용/대용량 유전체 분석으로 언제, 어디서나 신속하고 정확한 진단, 치료, 예측에 활용 가능</li> </ul>				
<b>실현 시기</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2020년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">~ 2018년</th> <th style="text-align: center;">~ 2020년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">바이오마커 용도에 따른 특성별 분류 및 극소량 DNA를 이용한 고감도 핵심 플랫폼 제작</td> <td style="padding: 5px;">극소량의 DNA로 개인 유전형 분석 및 특정 질환 진단·검사를 신속하게 처리할 수 있는 고기능 기기 제작</td> </tr> </tbody> </table>	~ 2018년	~ 2020년	바이오마커 용도에 따른 특성별 분류 및 극소량 DNA를 이용한 고감도 핵심 플랫폼 제작	극소량의 DNA로 개인 유전형 분석 및 특정 질환 진단·검사를 신속하게 처리할 수 있는 고기능 기기 제작
~ 2018년	~ 2020년				
바이오마커 용도에 따른 특성별 분류 및 극소량 DNA를 이용한 고감도 핵심 플랫폼 제작	극소량의 DNA로 개인 유전형 분석 및 특정 질환 진단·검사를 신속하게 처리할 수 있는 고기능 기기 제작				
<b>요소 기술</b>	<p><b>1) 차세대유전체분석 칩 HTS 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BT-IT-NT 분야의 융합기술을 통해 유전체 변이 진단을 위한 HTS DNA칩 기반 시퀀싱 기술</li> <li>* 표적영역 초고속 스크리닝 기술, 표적영역 probe 제작기술, Optimal probe set, Target 유전자 선별 모듈, Information retrieval, Micro electro mechanical system, 샘플 전처리 기술(Sol-gel process), 바이오마커 감지기술</li> </ul> <p><b>2) 차세대유전체분석 칩 분석기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대용량 유전체데이터 자동분석을 통한 맞춤형 변이체 예측기술</li> <li>* Companion diagnostics, Analytical validity, Clinical validity, Big Data, Translational informatics, 대규모 유전체 DB, 클라우드 컴퓨팅, Variant Calling</li> </ul> <p><b>3) 개인유전체 서비스 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개인의 유전형에 따라 개인의 특징 및 특정 질환에 걸릴 감수성이 다름을 측정함으로써 질병의 진단, 치료, 예측 및 예방할 수 있는 기술</li> <li>- 모니터링 디바이스 기술, 웨어러블 디바이스, GWAS 분석기술, High risk frequency, Raw variant, 변이체와 표현형 연관분석, Direct to Consumer Genetic Testing, Medical informatics, Analytical detection rate, Clinical sensitivity, Evidence-based review 등</li> </ul>				
<b>주요 이슈</b>	<p><b>(기술적 니즈)</b> BT-IT-NT의 융복합 보건의료 산업은 각종 질환 관련 바이오마커 개발과 센서의 민감도 향상 및 진단기기의 소형화와 진단 과정의 간편화 실현을 위한 기술적 결합 가능성이 제시되고 있음</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 현재 보건의료 산업은 인구 고령화, 급성 질환의 감소, 만성 질환의 증가 및 의료보험 재정의 부족 등의 사회·경제적 손실이 발생하여 질환의 치료 중심에서 예방 중심으로 보건의료 패러다임의 급속한 변화에 따른 새로운 웰빙 대책의 필요성이 대두됨. 진단의 정확도 향상, 진단기기의 소형화 및 신속한 진단 프로세스를 만족시킬 수 있는 융합기술이 요구되고 있음</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 전 세계적인 고령화·저출산 추세와 정보통신 매체 발달로 건강에 대한 관심 증대와 지식수준 향상에 따른 의료 서비스에 대한 기대치가 상승하고 있음</p>				

	이에 BT-IT-NT 융복합기술을 이용한 질환 예방 및 다양한 U-Healthcare 서비스 기술이 요구되고 있음	
기술 개발 동향	해외 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진단 장비로써 NGS 플랫폼 개발 사례</li> <li>* 2013년 Illumin사의 MiseqDx를 CFTR 진단의 임상 사용 승인</li> <li>- 극소량, 초고속 NGS기술인 제 3세대 시퀀싱 기술 개발 중</li> <li>* 유전체의 증폭 없이 단일 가닥의 DNA 시료에서 염기서열 분석가능 함 예) SMART sequencer(Pacific Biolab), Nanopore(Oxford Nanopore)</li> <li>- IT와 바이오센서 기술이 융합된 초소형/초고속/고정밀 휴대용 진단 디바이스 개발이 진행 중이며 아직까지 사용화는 미미한 실정임</li> </ul>
	국내 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 포스트게놈 다부처 유전체사업을 통해 유전체 해독, 정보 고도화 사업을 진행하고 있으나, NGS 기술을 개발하고 있지 않으며, 대부분 해외 기술력에 의존하고 있음</li> <li>- 기존 바이오칩 시스템에 압타머(Aptamer)와 질량분석기술을 적용해 진단 시스템의 민감도를 기존 대비 1,000배 이상 향상시킬 수 있는 기술이 개발되었음</li> </ul>
기대 효과	경제·산업적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 NGS 시장은 2013년 약 16억 달러</li> <li>⇒ 2018년 약 33억 달러로 5년간 2배 이상의 성장을 할 것으로 예측</li> <li>* 자료출처 : MarketsandMarkets, 2015</li> <li>- 글로벌 NGS 해독 시장 규모는 2013년 약 6.5억 달러</li> <li>⇒ 2016년 약 13억 달러로 3년간 2배 이상의 성장 예측</li> <li>* 자료출처 : Frost &amp; Sullivan</li> </ul>
	사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정보통신 매체 발달로 건강에 대한 관심 증대 및 지식수준 향상에 따른 의료 서비스 기대치 상승에 부응</li> <li>- 초고령화가 화두로 등장함에 따라 건강한 삶에 대한 기대 수준 상승 및 건강하게 오래 사는 것에 대한 관심과 요구 증대로 2020년 10대 트렌드 중 하나로 '호모 헨드레드'를 꼽으면서 미래의 건강에 대한 관심이 더욱 높아질 것으로 전망되고 있으며, 이에 대한 핵심 요소기술이 될 것으로 기대</li> </ul>
필요 사항	개인의 유전정보를 분석, 처리하는 등의 의료정보 기술의 발전이 미흡하며, 제반 시설도 충분히 보급되지 않아 맞춤형 의료 서비스에 제약이 되는 제도의 개선이 우선시 되어야함	

체내 이식형 스마트 바이오센서					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 인간의 신체에 직접 이식하거나 복용할 수 있는 형태의 바이오센서</li> <li>▪ (장점) ICT기술을 활용, 의사와 환자를 실시간으로 연결하여 진단·치료·예방·관리를 동시에 구현</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2020년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2018년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">약물의 복용여부, 약물전달 혈당 모니터링, 응급상황 발생 시 알람 및 의료진 데이터 전송</td> <td style="padding: 5px;">간, 췌장, 심장 등 소화기관 이외 모니터링용 자체전력(RFID 등) 이동형 바이오센서</td> </tr> </tbody> </table>	~2018년	~2020년	약물의 복용여부, 약물전달 혈당 모니터링, 응급상황 발생 시 알람 및 의료진 데이터 전송	간, 췌장, 심장 등 소화기관 이외 모니터링용 자체전력(RFID 등) 이동형 바이오센서
~2018년	~2020년				
약물의 복용여부, 약물전달 혈당 모니터링, 응급상황 발생 시 알람 및 의료진 데이터 전송	간, 췌장, 심장 등 소화기관 이외 모니터링용 자체전력(RFID 등) 이동형 바이오센서				
요소 기술	<p><b>1) 초소형 센서 제조기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생체에 적합한 바이오센서 제조기술 : 생체적합 고분자 등 새로운 나노바이오 소재를 기반으로 체내에서도 부작용이 없는 소재를 이용한 바이오센서 제조기술</li> </ul> <p><b>2) Telemedicine 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통신기술을 이용한 원거리 진료를 통한 환자 치료 및 질환 예방기술</li> <li>* Tele-imaging, Video Diagnostic Consultation 등</li> </ul> <p><b>3) Remote Patient Monitoring 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원거리에서 환자의 신체 신호 측정으로 건강관리를 가능하게 하는 기술</li> <li>* Activity Monitoring, Diabetes Management, Wellness Program, Remote Cardiac ECG 등</li> </ul> <p><b>4) mHealth 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원거리에서 환자의 신체 신호 측정으로 건강관리를 가능하게 하는 기술</li> <li>* 각종 Apps 제작기술, Text Information Services 등</li> </ul> <p><b>5) General Healthcare IT 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환자 혹은 일반인의 의료정보, 건강정보를 관리하는 시스템 및 기술</li> <li>* EMR, EHR, HIE(Health Information Exchange), Patient Portal, Hosted Cloud Infra 등</li> </ul>				
주요 이슈	<p><b>(기술적 니즈)</b> BT와 ICT가 결합된 혁신적인 의료 및 건강관리 기능을 제공하는 헬스케어 ICT 융복합 산업은 최근 주로 모바일 헬스케어 솔루션 및 의료용 기능성 게임 분야에서 다양한 기술적 결합 가능성이 제시되고 있음</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 환자가 진단을 받기 위해 병원을 찾아 오래 기다리는 불편함이 해소되고, 증세를 자각하기도 전에 몸의 이상 징후를 감지함으로써 위급한 상황을 피할 수 있는데 이는 국가 전체의 의료비용 절감효과로 나타남. 미국 의료개혁에 관련되어 있는 기업과 기관들이 공동으로 연구해 발표한 자료에 따르면, 원격 검사방법으로 심장병 진료비용만 연 100억 달러를 절감했는데 지금까지 특정 질환을 진단하는 장비가 개발되었다면, 향후에는 몸 전체의 이상 유무를 체내에 삽입하거나 복용하는 간편한 진단 장비 하나로 확인하게 됨으로서 가능해 질 것임</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 전 세계적인 고령화·저출산 추세, 의료기술의 향상, 의료비 지출의 증가, 삶의 질 향상에 대한 욕구 증가, 사회 양극화 현상에 따른 복지대책의 필요성 등으로 진료를 비롯한 사전 질환 예방, 건강관리, 미래에 대비한 웰에이징(well-aging) 등 다양한 범주의 서비스와 관련 장비 및 기술의 개발이 헬스케어 분야의 핵심으로 등장함</p>				

기술 개발 동향	해외 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스위스 벤처기업 Sensimed는 녹내장 환자의 안압을 24시간 측정하는 콘택트렌즈 형태의 비침습적 Triggerfish 개발</li> <li>* 렌즈 내부에 장착된 센서와 안테나를 통해 안압을 측정, 데이터를 동반 기기에 전송, 기록 후 블루투스를 통해 의사의 컴퓨터에 저장</li> <li>- Corventis의 NUVANT MCT(Mobile Cardiac Telemetry)는 무선센서가 내장된 밴드 형태의 기기로 심장부위에 부착하여 실시간으로 심전도, 심박동수를 수집하여 모니터링 센터로 전송. 전송된 데이터는 심전도 전문가에 의해 검토되고 이상 발견 시, 전문 의료진에게 보고되어 적절한 진단과 조치가 가능토록 고안</li> <li>- Proteus Digital Health는 환자의 약에 부착하는 모래알 크기의 센서를 개발, 약이 위장관을 통과할 때 1.5v 전류를 발생시키고 전류는 위장 근처에 부착된 패치를 통해 감지되어 의료진 혹은 보호자의 스마트폰에 기록됨으로써 환자의 처방약 복용 여부를 확인</li> <li>- 필립스는 소화기계를 통과하면서 질환의 위치를 추적하여 사전 설정된 약물 방출 프로필에 따라 정확한 위치에 약물을 전달하는 지능형 알약 '아이필(iPill)' 개발</li> </ul>
	국내 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내에서는 아직 체내 이식형 센서 개발에 대한 사례는 보고되지 않았으나 한국생산기술연구원은 IT기술과 나노섬유기술을 융합하여 사용자의 생체/생활환경 신호를 비침습적으로 측정, 처리, 전송, 분석하여 적극적으로 건강관리를 지원할 수 있는 섬유센서 기반의 웰니스 의류와 건강관리 시스템을 개발</li> <li>- 한국전자통신연구원에서 천 소재의 옷에 센서와 무선통신 칩을 장착해서 사용자의 심전도, 호흡, 운동량을 측정할 수 있는 바이오서츠를 개발</li> </ul>
기대 효과	경제·산업적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 바이오센서 시장규모는 2009년 67억 달러</li> <li>↳ 2018년 180억 달러로 연평균 11.5% 성장 예상</li> <li>* 자료출처 : Frost &amp; Sullivan, 'World Biosensors Markets', 2007</li> <li>- 글로벌 모바일 생체인식 시장규모는 2014년 7억 달러</li> <li>↳ 2020년 333억 달러로 연평균 90% 성장 예상</li> <li>* 자료출처 : Acuity market intelligence, 'The Global Biometrics and Mobility Report', 2015</li> </ul>
	사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 웨어러블 및 체내 이식형 디바이스는 건강관리 목적으로 'Activity Tracker'로 활용되고 있으나, 향후 원격지 환자를 비롯, 만성 질환자의 적극적인 건강관리를 위해 검사·진단·치료 영역까지 확장 가능</li> <li>- 높은 활용 가능성과 가치 창출에 대한 기대만큼 극복해야 할 기술적 한계와 개인정보 유출을 비롯해 프라이버시 침해로 인한 사회적 저항감, 안전성, 효용성에 대한 연구부족 등 개선점이 많아 정부 및 기업의 관심과 지원 필요</li> </ul>
필요 사항	<p>체내 이식형 디바이스가 의료현장에 도입되어 본격적으로 활용되면 '건강보험적용' 관련 논의가 필요하고, 체내 이식형 디바이스의 안전성을 제고하는 '체내이식형 디바이스(앱 포함) 가이드라인'을 개발할 필요가 있음</p>	

사이버 메이트 헬스케어					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 개인 바이오헬스 데이터(유전체 등)를 재구성하여 사이버 상의 헬스케어 관리 시스템 구현</li> <li>▪ (장점) 사이버 메이트 헬스케어를 통해 취약 질환에 대한 대응 및 게임 앱 등을 통한 건강 가이드라인 제시</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2025년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">개인 유전체 분석을 통한 질환 관련 DB 구축 및 이에 따른 사이버 캐릭터 제작</td> <td style="padding: 5px;">웨어러블 기기를 통한 실시간 건강 모니터링 및 사이버 닥터(Cyber-doctor) 구현 가능</td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	개인 유전체 분석을 통한 질환 관련 DB 구축 및 이에 따른 사이버 캐릭터 제작	웨어러블 기기를 통한 실시간 건강 모니터링 및 사이버 닥터(Cyber-doctor) 구현 가능
~2020년	~2025년				
개인 유전체 분석을 통한 질환 관련 DB 구축 및 이에 따른 사이버 캐릭터 제작	웨어러블 기기를 통한 실시간 건강 모니터링 및 사이버 닥터(Cyber-doctor) 구현 가능				
요소 기술	<p><b>1) NGS(Next-Generation Sequencing) 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 염기서열 분석을 병렬화하여 동시에 분석하는 고속처리 분석기술</li> <li>* Hiseq 2000/2500, SOLiD4, GS FLX Titanium 등</li> </ul> <p><b>2) 염기서열 데이터 분석/해석 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NGS를 통해 생산된 염기서열의 분석 및 질환 관련성 분석기술</li> <li>* Mapping, Annotation, Variant Calling, SNV/Indel 분석, Imputation, GWAS 분석 등</li> </ul> <p><b>3) 생체정보 변환 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산/분석된 개인 유전체 정보를 바탕으로 한 사이버 메이트 헬스케어 개발 기술</li> <li>* 유전체 정보를 전산정보/그래픽 정보로 변환기술</li> </ul> <p><b>4) 모바일 애플리케이션 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그룹 관계 기반 콘텐츠 실시간 공유기술</li> <li>* 그룹 가상화 기술, D2D 콘텐츠 상호 검색기술, 실시간 동기화 기술 등</li> </ul>				
주요 이슈	<p>(기술적 니즈) 맞춤형료 분야로 개인 유전체 분석기술의 적용 및 모바일 헬스케어/의료용 기능성 앱 개발에 대한 관심 증가</p> <p>(경제적 니즈) 환자에 따라 부작용이 있거나 효과가 없는 의약품으로 인해 연간 450~1350억 달러의 경제적 손실 발생</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 출처 : Businessweek(2010)</li> </ul> <p>(사회적 니즈) 유전체 분석기술의 발전과 비용 감소로 인해 개인 유전체 분석 사례 증가 및 이에 따른 질환에 대한 개인 맞춤형 치료 및 질환/건강관리에 대한 사회적 관심 증가</p>				
기술 개발 동향	<p style="text-align: center;"><b>해외 동향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나노기술을 이용한 단일 분자 서열 해독기(Single molecule sequencer)의 개발이 진행 중이며, 개발완료 후 개인 게놈 분석 1,000달러 시대가 열릴 것으로 전망</li> <li>- 구글(Google) '대화형 암 탐색기(Interactive Cancer Explorer)' 제작</li> <li>- 미국의 파운데이션 메디슨은 '파운데이션 원'이라는 서비스로 의뢰받은</li> </ul>				

		<p>환자의 유전정보를 분석, 의료진에게 제공함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이스라엘 텔아비브 의과대학에서 스마트폰 앱 애플리케이션을 이용, 집에서 DNA 검사가 가능한 'GENE G' 앱 개발</li> </ul>
	<b>국내 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2009년 처음으로 NGS기술을 이용하여 한국인 전장 유전체 서열을 밝혔으며, 현재 한국인의 질환(간, 위암 등) 관련 유전체 연구를 수행 중 (유전체 해독/분석 연구관련 기술은 미국 대비 70% 정도 수준)</li> <li>- 테라젠이텍스, 마크로젠은 환자의 유전정보를 분석 의료진에게 제공하는 서비스를 상용화</li> <li>- 서울 아산병원은 유전체맞춤암치료센터를 통해 실제 환자 진료에 유전정보를 활용</li> </ul>
<b>기대 효과</b>	<b>경제·산업적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 유전체 분석 서비스 시장 규모는 2015년 200억 달러                      ⇨ 2020년에는 733억 달러에 달할 것으로 전망</li> <li>- 국내 시장 규모는 2014년 4,000억 원                      ⇨ 2016년에는 6,000억 원으로 전망</li> <li>* 자료출처 : Business Insight, 2013, 유한양행 컨퍼런스 자료, 2013</li> </ul>
	<b>사회적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 질환에 대한 최적화된 치료 및 안전한 처방을 통한 의료비 절감/환자 복지 향상 가능</li> <li>- 개인 사이버 메이트 헬스케어를 통한 성인병(비만, 고혈압 등), 취약 질환에 대한 실시간 건강관리 가능</li> </ul>
<b>필요 사항</b>	<p>개인 유전체 해독기술의 발전(저비용)                      개인 유전체 분석기술의 발전(개인 질병 관련 DB 구축)                      개인 유전체 정보에 대한 사이버 메이트 헬스케어 구현기술(예측, 판단, 진단기술)</p>	

<b>개인 맞춤형 마이크로바이옴</b>					
<b>기술 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 개인-특이적 다양성을 가진 인체 공생 마이크로바이옴(미생물군집)과 인체와의 상호작용 규명을 통한 질환 타겟 연구 및 건강한 장내 환경을 위한 마이크로바이옴 치료제 개발</li> <li>▪ (장점) 인체 공생 마이크로바이옴 및 각종 마이크로바이옴은 건강 및 각종 질환과 밀접하게 연관되며, 2014년도에 선정된 세계 10대 유망기술 중 하나로써 고부가가치 개인 맞춤형 차세대 치료기술로 수요 확대 전망</li> </ul>				
<b>실현 시기</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2025년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">~2020년</th> <th style="text-align: center;">~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">마이크로바이옴 분포 다양성 분석, 개인 맞춤형 마이크로바이옴 연구 모델 및 연관 질환 모델을 이용한 상호작용 제어기술 개발</td> <td style="padding: 5px;">마이크로바이옴 조절을 통한 질환 치료 타겟 및 마이크로바이옴 치료제 개발</td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	마이크로바이옴 분포 다양성 분석, 개인 맞춤형 마이크로바이옴 연구 모델 및 연관 질환 모델을 이용한 상호작용 제어기술 개발	마이크로바이옴 조절을 통한 질환 치료 타겟 및 마이크로바이옴 치료제 개발
~2020년	~2025년				
마이크로바이옴 분포 다양성 분석, 개인 맞춤형 마이크로바이옴 연구 모델 및 연관 질환 모델을 이용한 상호작용 제어기술 개발	마이크로바이옴 조절을 통한 질환 치료 타겟 및 마이크로바이옴 치료제 개발				
<b>요소 기술</b>	<p><b>1) 인체 공생 마이크로바이옴 확보 및 분석기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장내 시료 확보, 차세대 염기서열 분석(Next Generation Sequencing) 등을 활용한 메타게놈 분석으로 개인-특이적 마이크로바이옴 다양성 분석 및 프로파일 확보</li> </ul> <p><b>2) 개인 맞춤형 인체-유사 마이크로바이옴 연구모델 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 무균 동물모델, 세포모델 및 새로운 인체-유사 대체모델 개발을 통한 마이크로바이옴과 인체 상호 관계 연구</li> <li>- 비피더스균의 인위적인 섭취가 장내 균총의 정상 작용에 도움이 되지 않는다는 연구결과를 통해 마이크로바이옴의 기능과 기전을 연구하기 위해서는 복잡한 인체의 장내 환경을 이해하기 위한 새로운 인체-유사 모델개발이 필요</li> <li>- 개인 맞춤형 치료제 개발을 위한 스크리닝 플랫폼으로 활용 가능한 인체 유사 환자-특이적, 질환-특이적 마이크로바이옴 연구모델 확보</li> <li>- 장내 환경 모방 모델을 통한 마이크로바이옴 배양 기술</li> <li>* 3D-세포 모델, 오가노이드 모델 등</li> </ul> <p><b>3) 질환 연관 마이크로바이옴의 인체 반응기전 연구</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개인의 면역상태를 반영할 수 있는 인체-유사 연구모델 개발 및 질환 타겟 연구</li> </ul> <p><b>4) 마이크로바이옴 중 유용균을 분리하여 장내환경과 유사한 조건에서 배양 후 직접 섭취하는 마이크로바이옴 치료제 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노환이나 질환 시에 이용하기 위해 유용균을 분리, 보관하는 기술 및 장내 환경과 유사한 환경에서 배양하는 기술</li> <li>- 약으로 섭취한 마이크로바이옴의 생존 문제 해결</li> <li>- 개개인의 최적화된 장내 정착 관련 요구조건을 충족시키기 위한 개인 특이성 고려</li> </ul> <p><b>5) 마이크로바이옴을 이용한 질환 타겟 치료기술 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 질환-특이적 마이크로바이옴 분석을 통한 바이오마커, 질환타겟 개발</li> <li>- 개인 맞춤형 마이크로바이옴-표적 치료법 및 신약(미생물신약, 합성신약 포함) 개발</li> </ul>				
<b>주요 이슈</b>	<p>(기술적 니즈) 미래의 개인 맞춤형 질환 예방 및 치료에 있어서 인체와 공생 마이크로바이옴 및 질환과 관련된 감염성 마이크로바이옴 간의 상호작용 연구 분야의 기술적 수요가</p>				

	<p>확대되고 있으며, 개인 맞춤형 건강 증진 및 치료 연구를 위한 다학제간 융합 방식의 협력 연구가 필요함. 메타게놈 분석방법을 통한 마이크로바이옴 정보의 활용은 아직까지 제한적이며, 실제로 젊고 건강한 장내 환경 유지를 위한 인체 혹은 인간모델에서의 기능 연구를 통한 질환 타겟 연구 및 마이크로바이옴 표적 치료법 연구는 미미한 실정임</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 마이크로바이옴을 이용한 질환 치료제 개발은 대사질환 및 면역질환 등의 광범위한 치료시장에 파급효과를 가질 것이며, 경제적 효과 및 산업적 응용이 가능할 것으로 예상되고 있음</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 현대사회로 접어들면서 식생활 등의 환경적 변화에 따라 염증성 면역질환, 장 질환, 천식 등이 증가하고 있으며, 이들 질환과 마이크로바이옴 간의 연관성은 꾸준히 보고되고 있음. 따라서 건강상태, 식이습관, 인종 등에 많은 영향을 받는 장내 미생물체의 개인별 특성을 고려한 질환과 장내 미생물체 연관 관계, 기능 및 분석 연구가 필요함</p>
<p><b>기술 개발 동향</b></p>	<p><b>해외 동향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국은 인체-마이크로바이옴 군집조사(Human Microbiome Project, HMP)에 2012년까지 2,000억 원을 투입하여 연구를 수행하였고, 현재 2단계 연구가 추진 중이며, 연구를 통해 인체 미생물 유전자 지도를 완성하였음</li> <li>- 일본은 2007년에 Human Metagenome Consortium, Japan(HMGJ)을 구성하여 장내 마이크로바이옴의 게놈 해독을 통한 integrated database를 구축하고 있으며, 중국 또한 유럽과의 공동사업과 함께 Meta-GUT Project를 진행하고 있음</li> <li>- 유럽의 인간 장내 메타게놈 컨소시엄(Metagenomics of the Human Intestinal Tract, MetaHIT)은 2007년부터 2012년까지 2,200만 유로를 투자하여, 인체 장내 마이크로바이옴 유전자의 catalog를 완성하였고 장내 미생물과 인간의 질환 연관 관계를 연구하고 있음</li> </ul>
	<p><b>국내 동향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 포스트게놈 다부처 유전체사업(2014~2021년)의 한 분야로서 숙주-미생물 상호작용을 연구하고 있으나, 세계 수준의 경쟁력 확보를 위해서는 투자 확대가 필요한 실정임</li> <li>- 연구 분야는 주로 프로바이오틱, 유전체, 식물-미생물 상호작용, 감염기전 연구 등에 집중되고 있으나, 마이크로바이옴 조절을 통한 질환 타겟 연구 및 인체-유사 질환 예측 모델을 통한 바이오신약 연구는 미비한 실정임</li> </ul>
<p><b>기대 효과</b></p>	<p><b>경제·산업적 효과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 인간 마이크로바이옴 시장규모는 2019년 2.9억 달러에 이를 전망 ⇒ 인간 마이크로바이옴의 방대함에 비례해 이들을 연구하여 질병을 예방·치료하는 기술의 잠재력과 의학적 파급력은 매우 클 것으로 예상됨</li> <li>* 자료출처: Markets and Markets, 'Global Forecast to 2023', 2014</li> </ul>
	<p><b>사회적 효과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014년도 선정 세계 10대 유망기술 중 Human Microbiome Therapeutics (인간 마이크로바이옴 치료제)가 포함되어 있음</li> <li>- '인체-마이크로바이옴 상호작용'은 개인의 건강과 질환과의 직접적인 관련이 있으며, 급격하게 증가하는 현대병(염증성 질환, 면역질환, 장질환, 당뇨, 천식 등)의 질환치료를 위한 핵심 연구분야로 부상하고 있음</li> </ul>
<p><b>필요 사항</b></p>	<p>인체-마이크로바이옴 연구와 임상 공조 인프라 구축 기존 실험동물 및 암세포주 모델을 대체할 개인 맞춤형 마이크로바이옴 연구를 위한 인체-유사 실험모델 구축 필요</p>

유전자 교정세포 3D 프린팅					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 체외에서 유전자 교정 후 3차원 세포 프린팅으로 원하는 조직이나 장기를 제작하여 재생하는 기술</li> <li>▪ (장점) 현재의 유전자-세포 치료기술로 치료가 어려운 난치성 유전질환의 치료 및 근본적인 장기 재생을 통한 질환 치료</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2025년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">~2020년</th> <th style="text-align: center;">~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>                     유전자 교정용 유전자치료 소재 개발                      유전자 교정 치료용 세포치료제 개발                      3차원 교정 세포 프린팅 기술 개발                 </td> <td>                     유전자 교정 유전자치료제 개발                      유전자 교정 3차원 재생 세포치료 기술 개발                 </td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	유전자 교정용 유전자치료 소재 개발 유전자 교정 치료용 세포치료제 개발 3차원 교정 세포 프린팅 기술 개발	유전자 교정 유전자치료제 개발 유전자 교정 3차원 재생 세포치료 기술 개발
~2020년	~2025년				
유전자 교정용 유전자치료 소재 개발 유전자 교정 치료용 세포치료제 개발 3차원 교정 세포 프린팅 기술 개발	유전자 교정 유전자치료제 개발 유전자 교정 3차원 재생 세포치료 기술 개발				
요소 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) 유전자 교정 기술</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원하는 유전자 염기서열을 절단하도록 고안된 인공 제한효소로 인간 및 동식물 유전자 교정에 사용되는 유전자 가위(예, ZFN, TALEN, RGEN 등) 기술</li> </ul> </li> <li><b>2) 체내 유전자 전달기술</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자 교정 가위를 체내로 전달할 수 있는 기술. 유전성 질환에는 염색체에 삽입이 가능한 효율적인 유전자 전달체 개발</li> </ul> </li> <li><b>3) 세포 역분화기술</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분화된 체세포에 특정 유전자나 단백질 등을 넣어 줄기세포로 만들고 원하는 세포로 제작</li> </ul> </li> <li><b>4) 3차원 세포 프린팅 기술</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 살아있는 세포와 생체재료를 혼합하여 원하는 모양의 기관을 프린팅하는 기술 및 3차원 세포 프린팅을 위한 생체재료 발굴</li> </ul> </li> </ol>				
주요 이슈	<p><b>(기술적 니즈)</b> 기존 치료기술의 한계로 유전성 질환 치료기술 개발의 필요성이 증가함에도 불구하고, 적합한 치료기술 개발 부재. 고령화에 따른 세포 재생기술의 개발 필요성 대두</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 전통적 치료제 시장 성장의 포화로 인하여 틈새 시장인 유전자, 세포치료제 시장의 성장이 유도되고 있음. 유전자치료제 시장은 연평균 60% 이상 성장세를 유지하여 2013년에 2.7억 달러 규모형성. 조직 재생 분야 시장의 연평균 성장률은 약 10%이며 2016년 878억 달러 규모예상</p> <p>* 출처: Global Industry Analysts, Gene Therapy-Market(2013), Tissue engineering and regeneration(2012)</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 의료기술의 발달로 유전성 질환 환자의 생존율은 증가하고 있으나, 적합한 치료제의 부재로 고통을 겪고 있음. 대부분 유전성 질환은 전 생애, 가족 전체의 삶의 질을 저하시킴. 따라서 유전자 교정을 위한 유전자 치료 혹은 세포재생 치료는 환자들의 삶의 질을 유지하는 사회 비용을 절감할 수 있음</p>				

기술 개발 동향	해외 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 혈우병 등 유전성 질환에 대해서 유전자가위를 이용한 유전자치료 기술개발 사례 보고</li> <li>* X-linked severe combined immune deficiency(SKID)(Urnov et al. 2005), hemophilia B(Li et al. 2011), hemophilia A(Lee et al. 2012), sickle-cell disease(Zou et al. 2011), <math>\alpha</math>1-anti-trypsin deficiency(Yusa et al. 2011)</li> <li>- 파킨슨병 유전자 교정 후 세포재생 치료 사례 보고</li> <li>* Parkinson's disease 치료(Soldner et al. 2011)</li> </ul>
	국내 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 역분화 줄기세포에서 혈우병 유전자 교정사례 보고(김동욱, 김진수 교수팀)</li> <li>* Targeted inversion and reversion of the blood coagulation factor 8 gene in human iPS cells using TALENs(Park CY et al, 2014)</li> </ul>
기대 효과	경제·산업적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 3D 프린팅 시장은 2013년 기준 30.7억 달러(제품시장 약 15억 5,200만 달러, 서비스시장 약 15억 1,600만 달러) 규모로 강한 성장세</li> <li>⇒ 향후 2018년 125억 달러, 2020년 210억 달러로 성장 전망</li> <li>* 자료출처 : Wohlers Associates, 'Wohlers Report 2014', 2014</li> </ul>
	사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전성 지방대사 질환의 유전자치료제 글리베라의 성공적 시장진입 이후 유전자치료제의 상품화 가능성 증가</li> <li>- 희귀난치성 질환과 유전자 돌연변이에 대한 사회적 이해, 관심 증가에 따른 유전자 교정치료 기술개발에 대한 기대 증가</li> <li>- 고령화 등으로 재생치료의 니즈 증가로 3D 세포 프린팅 기술의 발전 가능성 전망</li> </ul>
필요 사항	<p>유전자 교정 유전자치료제 : 유전자 교정기술, 유전자 전달체의 특허권 확보가 가능한 기술개발이 필수</p> <p>유전자 교정 3차원 세포 프린팅 재생치료 : 세포를 가능한 3차원에서 생체와 유사한 기능/모양을 유지하게 하는 생체재료의 개발이 필수</p>	

퍼스널 노화속도계					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 신체 기능별 노화속도를 정확하게 측정할 수 있는 마커 발굴로 개인별 노화속도를 예측하고 진단하는 기술</li> <li>▪ (장점) 개인별 노화속도 예측에 따라 적극적인 건강관리, 정확한 노인성 질환 발병 시기 예측을 통한 예방</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2020년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2018년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">신체 노화를 정확하게 측정 가능한 과학 기술적 마커 동정, 실제 나이와의 비교/분석을 통한 정확한 노화 진행 속도 제시</td> <td style="padding: 5px;">노화 마커의 신규 발굴 및 검증을 통해 기 구축된 노화 예측 시스템의 정밀도를 증가시키는 최적화 완료</td> </tr> </tbody> </table>	~2018년	~2020년	신체 노화를 정확하게 측정 가능한 과학 기술적 마커 동정, 실제 나이와의 비교/분석을 통한 정확한 노화 진행 속도 제시	노화 마커의 신규 발굴 및 검증을 통해 기 구축된 노화 예측 시스템의 정밀도를 증가시키는 최적화 완료
~2018년	~2020년				
신체 노화를 정확하게 측정 가능한 과학 기술적 마커 동정, 실제 나이와의 비교/분석을 통한 정확한 노화 진행 속도 제시	노화 마커의 신규 발굴 및 검증을 통해 기 구축된 노화 예측 시스템의 정밀도를 증가시키는 최적화 완료				
요소 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 신규 한국인 노화 진단마커 발굴 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노화 인간검체의 유전체/단백체 분석을 통해 신규 노화마커 발굴을 가능하게 하는 기술</li> <li>* NGS, Proteomics 등</li> </ul> </li> <li>2) 나노 바이오센서 개발 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신규 발굴한 노화 마커를 활용한 나노바이오센서 개발 기술</li> <li>* NanoBiosensor, Bio-imaging 등</li> </ul> </li> <li>3) 노화 예측 알고리즘/소프트웨어 개발 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진단키트에서의 결과를 실제 인간 속도로 계산하는 알고리즘/소프트웨어 개발 기술</li> <li>* Algorithm for prediction of aging process 등</li> </ul> </li> <li>4) Healthcare IT for healthy aging 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환자 혹은 일반인의 노화속도를 관리하는 시스템 및 기술</li> </ul> </li> </ol>				
주요 이슈	<p>(기술적 니즈) 현재 인체 기관의 노화를 측정하는 기술들은 대부분 노화/질병이 진행된 이후에 측정할 수밖에 없기 때문에 노화에 따른 질병이 발병하기 전 예방을 위해서는 노화마커 발굴을 통한 노화속도 예측 시스템 기술개발이 필수적</p> <p>(경제적 니즈) 정확한 신체 노화속도 측정 시스템 개발을 통해 노인성 질환 발병 시기를 늦춤으로써 의료비 절감을 통한 국가 재정 건전성에 일조</p> <p>(사회적 니즈) 고령화에 따른 노인성 질환 예방을 통해 건강장수 구현 및 노인의 지속적인 경제 활동이 가능해짐</p>				
기술 개발 동향	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">해외 동향</td> <td style="padding: 5px;">                             - 신체 노화의 정확한 예측을 위해, 후생유전학 기반 생체노화 예측 분석을 위한 알고리즘*이 개발 되었으나, 노인성 질환별 노화마커의 부재로 정확한 질병의 발병 시기를 예측하는 것은 현재까지 불가능함                              * Mol Cell 2013, 359-367, Genome Biology 2013, 14:R115                         </td> </tr> </table>	해외 동향	- 신체 노화의 정확한 예측을 위해, 후생유전학 기반 생체노화 예측 분석을 위한 알고리즘*이 개발 되었으나, 노인성 질환별 노화마커의 부재로 정확한 질병의 발병 시기를 예측하는 것은 현재까지 불가능함 * Mol Cell 2013, 359-367, Genome Biology 2013, 14:R115		
해외 동향	- 신체 노화의 정확한 예측을 위해, 후생유전학 기반 생체노화 예측 분석을 위한 알고리즘*이 개발 되었으나, 노인성 질환별 노화마커의 부재로 정확한 질병의 발병 시기를 예측하는 것은 현재까지 불가능함 * Mol Cell 2013, 359-367, Genome Biology 2013, 14:R115				

	<p><b>국내 동향</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인체 노화속도를 측정하기 위한 기술개발 전무</li> </ul>
<p><b>기대 효과</b></p>	<p><b>경제·산업적 효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 항노화 서비스 시장규모는 2013년 기준 406억 달러</li> <li>⇒ 2018년 612억 달러로 연평균 약 8.6%의 성장 전망</li> <li>* 자료출처 : BCC research, 2013</li> </ul>
	<p><b>사회적 효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정확한 신체 노화속도 측정을 통한 다양한 노인성 질환의 발병 시기를 예측함으로써, 노인성 질환 예방이 가능할 것임</li> <li>- 정확한 노인성 질환 예측을 통한 의료비 감소를 통한 국가 재정 건전성 향상에 도움이 될 것임</li> </ul>
<p><b>필요 사항</b></p>	<p>인간 코호트 구축을 통한 다양한 연령대의 유전체/단백체 DB 확보 노화속도 평가를 위한 알고리즘/소프트웨어 기술 확보</p>	

지능형 환자 맞춤형					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 신기술(환자 맞춤형 줄기세포, 지능형 약물방출 등)과 바이오 빅데이터를 지능형 컴퓨팅으로 처리하여 최적의 약물 개발</li> <li>▪ (장점) 기존의 신약개발 기술이 꾸준히 발달되어 왔지만, 최근의 환자 맞춤형 줄기세포 기술이 개발되면서 얻어질 수 있는 정보의 수준이 획기적으로 개선될 것으로 전망되며, 또한 대량의 정보를 확보할 수 있을 것으로 기대됨. 신기술과 대규모의 정보를 지능형 컴퓨팅으로 처리하여 최적의 약물을 개발할 수 있을 것으로 기대됨</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2025년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">지능형 정보 시스템을 구축하는 것과 동시에 환자 맞춤형 줄기세포로부터 오믹스 차원의 자료 수집 및 축적</td> <td style="padding: 5px;">축적된 자료의 가공을 통해 확보된 타겟을 환자 맞춤형 줄기세포 기술로 재검증하고, 이에 따른 추가 정보를 보완하여 완성도 재고</td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	지능형 정보 시스템을 구축하는 것과 동시에 환자 맞춤형 줄기세포로부터 오믹스 차원의 자료 수집 및 축적	축적된 자료의 가공을 통해 확보된 타겟을 환자 맞춤형 줄기세포 기술로 재검증하고, 이에 따른 추가 정보를 보완하여 완성도 재고
~2020년	~2025년				
지능형 정보 시스템을 구축하는 것과 동시에 환자 맞춤형 줄기세포로부터 오믹스 차원의 자료 수집 및 축적	축적된 자료의 가공을 통해 확보된 타겟을 환자 맞춤형 줄기세포 기술로 재검증하고, 이에 따른 추가 정보를 보완하여 완성도 재고				
요소 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 지능형 컴퓨팅 시스템의 도입 또는 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생물학 정보 프로세싱에 특화된 지능형 컴퓨팅 알고리즘과 대용량의 정보를 처리할 수 있는 컴퓨팅 파워를 구축하는 기술</li> </ul> </li> <li>2) 리프로그래밍 및 분화기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환자의 세포를 확보하여 리프로그래밍 및 분화를 통해 분석 목표의 세포를 확보하는 기술. 목표하는 질환의 종류에 따라서 생산하고자 하는 세포의 수가 폭증</li> </ul> </li> <li>3) 약물 동태학 측면에서의 환자세포 반응정보 확보 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환자의 질환세포로부터 약물에 대한 반응정보를 오믹스 기술로 확보</li> </ul> </li> <li>4) 지능형 분석 및 feedback data 종합기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지능형 컴퓨팅 시스템으로부터 발굴한 약물의 타겟을 이용하여 환자 줄기세포를 대상으로 feedback 자료를 수집하여 정보 프로세싱 알고리즘의 개선 및 타겟 검증을 추구하는 기술</li> </ul> </li> </ol>				
주요 이슈	<p>(기술적 니즈) 생물학적 정보의 생산량은 현재의 컴퓨팅 파워로 감당하기 어려울 정도로 급속도로 폭증하고 있기 때문에 이것을 효과적으로 처리하기 위한 목표 분야의 선정과 특화된 정보 프로세싱 기술이 요구됨</p> <p>(경제적 니즈) 많은 수의 제약사들이 줄기세포 연구개발에 대한 투자를 증진시키는 이유는 효과적인 테스트 플랫폼을 활용하겠다는 경제적 이유가 있음</p> <p>(사회적 니즈) 개인 맞춤형 의약의 개발은 지속적으로 요구되는 기술로써, 유전체 데이터 기반의 맞춤형 의약이 갖는 한계점을 넘어서는 기술이 요구됨</p>				

기술 개발 동향	해외 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국의 대표 IT기업인 IBM은 Watson 슈퍼컴퓨터를 이용하여 암 치료 지침 프로그램(IBM Watson™ Oncology Research Advisor) 개발</li> <li>- Watson 컴퓨터의 빠른 인지시스템을 이용해 공통 암 환자 연구 데이터베이스를 축적해 환자 맞춤형 치료법 및 치료제 개발을 지원</li> <li>- 일본의 경우 다케다 화학을 선두로 iPSC 기술을 적극적으로 활용하기 위한 연구개발 프로그램이 제시되고 진행 중</li> <li>- 다수의 big pharma들이 줄기세포를 이용한 신약개발 플랫폼의 개발에 적극적인 투자 시작</li> </ul>
	국내 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오의료기술개발사업에서 신약개발의 독성평가를 대체하기 위한 기술을 개발 중</li> <li>- 국내의 기술개발은 일부 질환에 제한되거나 매우 초기단계의 기술개발 수준에 머물고 있어서 적극적인 지원이 요구됨</li> </ul>
기대 효과	경제·산업적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국의 맞춤형약 및 진단 핵심시장의 규모는 2015년 420억 달러</li> <li>⇒ 2020년 680억 달러 성장 전망</li> <li>* 자료출처 : PricewaterhouseCoopers, 2009; 한국보건산업진흥원, 2010, BRIC VIEW 2014-T02, 2014</li> </ul>
	사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환자 맞춤형 신약개발을 통해서 신약개발 비용의 획기적인 감소뿐만 아니라 약물의 부작용을 최소화할 수 있게 됨으로써 의약 연구개발의 효과성을 증진</li> <li>- 약물의 종류를 늘이는 동시에, 약물개발 비용 및 시간 절약을 통해 약물의 가격을 줄일 수 있으므로 개인별로 안전한 약물의 사용 기대</li> </ul>
필요 사항	<p>다양한 환자 및 인종군으로부터 리프로그래밍을 통해서 얻어진 줄기세포 은행 시스템, 줄기세포 분야 이외의 연구자들이 줄기세포를 적극적으로 활용할 수 있도록 촉진하기 위한 정책적 지원</p>	

4D 세포 추적기술				
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>(정의) 조직을 구성하는 각 세포들의 3차원적인 위치정보 뿐만 아니라 증식 및 분화에 따른 세포의 변화정보를 추적하고, 이로부터 각 조직을 구성하는 개개 세포의 상호작용을 분석할 수 있도록 하는 기술</li> <li>(장점) 조직을 구성하기 위해서 개개의 세포들이 어떻게 상호작용을 하게 되는지 이해하게 됨으로써 생물학적 현상의 이해와 활용을 극대화하는 기술</li> </ul>			
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술적 실현시기 : 2025년</li> </ul>			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>~2020년</th> <th>~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>세포의 분열 및 분화 경로를 따라서 조직을 구성하는 세포의 역사를 추적할 수 있고 소수 세포의 3차원 공간위치 파악(소규모 조직 또는 세포 덩어리)</td> <td>복잡한 조직을 구성하는 세포의 공간적 위치 및 발생학적 역사를 추적하고, 이들 개개의 세포를 분석하여 생명체의 조직구성 원리를 이해하고 활용</td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	세포의 분열 및 분화 경로를 따라서 조직을 구성하는 세포의 역사를 추적할 수 있고 소수 세포의 3차원 공간위치 파악(소규모 조직 또는 세포 덩어리)
~2020년	~2025년			
세포의 분열 및 분화 경로를 따라서 조직을 구성하는 세포의 역사를 추적할 수 있고 소수 세포의 3차원 공간위치 파악(소규모 조직 또는 세포 덩어리)	복잡한 조직을 구성하는 세포의 공간적 위치 및 발생학적 역사를 추적하고, 이들 개개의 세포를 분석하여 생명체의 조직구성 원리를 이해하고 활용			
요소 기술	<p>1) Digilog 세포 표지기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사물인터넷 혹은 생물학적 방법으로 세포를 표지하는 기술로, 세포의 증식 및 분화에 따라서 변화하는 세포의 역사를 추적할 수 있는 기술</li> </ul> <p>2) 3차원 세포 위치 파악기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조직을 구성하는 개개의 세포들의 공간적 위치정보를 파악할 수 있는 기술. CT처럼 3차원 입체영상을 확보하는 기술</li> </ul> <p>3) 3차원 단일세포 분리기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포 표지기술과 3차원 세포위치 파악기술을 근거로 확보한 정보를 유지하면서 조직을 구성하는 개개의 세포들을 변성 없이 초고속으로 분리할 수 있는 기술</li> </ul> <p>4) 단일세포 수준의 오믹스 분석기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조직을 구성하는 세포의 특성을 종합적으로 이해하기 위해 단일세포 수준에서 오믹스 차원의 분석을 가능하게 하는 기술</li> </ul>			
주요 이슈	<p>(기술적 니즈) 조직을 구성하는 생물학적 원리를 파악하는 것은 향후 재생 의학적으로 조직을 생산하는데 반드시 필요한 요소임</p> <p>(경제적 니즈) 기술개발을 위해서는 새로운 장비 및 기존 장비의 고도화가 요구되므로 관련 산업을 촉진시킬 수 있음</p> <p>(사회적 니즈) 고해상도의 3D 혹은 4D의 생명체 지도를 갖게 됨으로써 생물학뿐만 아니라 의학적, 공학적으로도 획기적인 전환점이 될 것임</p>			
기술 개발 동향	<p>해외 동향</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- brainbow의 기술로 개개의 세포를 추적하려고 하는 기술이 개발되고 있음</li> <li>- CLARITY 기술을 이용하여 조직을 투명한 후, 조직을 구성하는 세포들의 3차원적 정보를 파악하고자 하는 연구와 기술개발이 이루어지고 있음</li> </ul>			

	<p><b>국내 동향</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CLARITY 기술의 적극적인 활용과 상용화 시도가 이루어지고 있음</li> <li>- 하지만 어떤 방법도 조직 내 세포의 상태를 4D상태의 수준에서 파악하고, 이들의 발현상태를 파악할 수 있는 기술은 없음</li> </ul>
<p><b>기대 효과</b></p>	<p><b>경제·산업적 효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 조직공학 및 재생 분야 관련 시장규모는 2011년 599억 달러                      ⇨ 2016년 897억 달러 규모로 성장할 것으로 전망</li> <li>* 출처: Frost&amp;Sullivan, 'Advances in Tissue Engineering and Organ Regeneration', 2013</li> </ul>
	<p><b>사회적 효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생체조직을 구성하는 생물학적 원리를 이해할 수 있는 고해상도 지도를 확보</li> <li>- 확보한 지도를 이용하여 생물학 및 의학적 발전의 획기적인 전환점을 마련</li> </ul>
<p><b>필요 사항</b></p>	<p>고해상도 imaging 장비 및 초고속 cell sorting 장비</p>	

운동효과 바이오닉스					
기술 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 노화에 따른 근육감소 예방 및 근기능 유지를 위한 스마트 근력 증강 바이오닉스</li> <li>▪ (장점) 실제 운동을 하지 않아도 운동 효과시 나타나는 건강한 근육상태 유지 가능</li> </ul>				
실현 시기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술적 실현시기 : 2020년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2018년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>노화에 따른 근육량/근력감소 예방을 위한 실시간 모니터링 및 운동효과 바이오닉스 기술 개발 및 검증</td> <td>운동효과 바이오닉스 프로토타입 제작 및 고도화</td> </tr> </tbody> </table>	~2018년	~2020년	노화에 따른 근육량/근력감소 예방을 위한 실시간 모니터링 및 운동효과 바이오닉스 기술 개발 및 검증	운동효과 바이오닉스 프로토타입 제작 및 고도화
~2018년	~2020년				
노화에 따른 근육량/근력감소 예방을 위한 실시간 모니터링 및 운동효과 바이오닉스 기술 개발 및 검증	운동효과 바이오닉스 프로토타입 제작 및 고도화				
요소 기술	<p><b>1) Sarcopenia Controlling 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노화성 근육감소증 제어 원천기술을 통한 환자 치료 및 질환 예방기술</li> <li>* 근육량 증강 및 근육분화 촉진기술, 운동효과 myokine 개발 등</li> </ul> <p><b>2) 실시간 근기능 모니터링 바이오센서 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노화 근육 기능 실시간 모니터링 바이오센서</li> <li>* NanoBiosensor, Muscle Activity Monitoring, Remote Skeletal ECG 등</li> </ul> <p><b>3) Mechanical Engineering 기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노화성 근감소증 제어 biomaterial을 포함하는 기계공학 기술</li> </ul>				
주요 이슈	<p><b>(기술적 니즈)</b> BT, ICT, MT가 결합된 혁신적인 건강관리 및 유지 기능을 제공하는 융복합 산업은 최근 주로 모바일 헬스케어 솔루션 및 의료용 기능성 게임 분야에서 다양한 기술적 결합 가능성이 제시되고 있으나, 상대적으로 고령인을 대상으로 하는 기술개발은 미흡한 실정</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 급속한 고령화로 항노화 시장이 급속도로 증가함. 근력증강 바이오닉스 개발에 따른 항노화 신시장 창출 기대</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 세계적인 고령화 추세, 의료비 지출의 증가, 삶의 질 향상에 대한 욕구 증가로 스마트 고령친화 제품개발이 고령자 헬스케어 분야의 핵심으로 등장. 운동효과 바이오닉스 개발에 따른 근력강화로 노인의 지속적 경제활동 증가 및 근감소로 인한 다양한 2차 질환(고혈압, 당뇨 등)의 제어로 의료비 감소 기대</p>				
기술 개발 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 군사목적 및 다양한 산업의 활용을 위한 exoskeleton 연구*가 활발히 진행되어 가시적인 성과가 나타나고 있으나, 노화성 근감소증을 겪는 고령자들의 근원적인 문제 해결을 위한 근육량 및 근기능 개선을 위한 스마트 바이오닉스 개발은 미흡한 실정임</li> <li>* Ekso(미국 ekso bionics社), 리워웹(미국 방위고등연구계획국), 구라타스(일본 수이도바시 중공업社), 로봇슈트(일본 cyberdyne社)</li> </ul>				

	<b>국내 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 근육 증강 바이오닉스 연구에 앞서, 노화 근육의 이해 미흡, 일부 개별 연구자(생명연, 성균관대)가 근육노화 원천기술 개발 연구를 진행 중임</li> </ul>
<b>기대 효과</b>	<b>경제·산업적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 로봇시장 규모는 2015년 269억 달러                ⇨ 2025년 669억 달러로 연평균 9% 성장 예상                * 자료출처 : Boston Consulting Group, 'The Rise of Robotics', 2007</li> <li>- 글로벌 웨어러블 의료기기 시장은 2013년 20억 달러                ⇨ 2019년 58억 규모로 연평균 16.4% 성장 예상                * 자료출처 : Transparency Market Research, 'Wearable Medical Devices Market', 2013</li> </ul>
	<b>사회적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 근력증강 슈트 개발은 노인의 일차적 문제인 활동장애 극복은 물론 이차적 노인성 질환(비만, 당뇨, 고혈압, 우울증 등)을 예방하는 효과를 보여서 건강수명 연장에 이바지 할 것임</li> <li>- 고학력의 신세대 노인들이 급증하고 있으므로 근력증강 바이오닉스 개발에 따른 노화성 근감소 제어로, 이들이 건강한 삶을 영위하고 경제 활동에 참여할 수 있게 함으로서 사회·경제적 생산성의 감소 문제를 해결할 수 있을 것임</li> </ul>
<b>필요 사항</b>	노화성 근감소증 제어 Biomaterial 선 구축 후, ICT 및 MT와의 융합 연구 필요	

인지/감각기능 증강용 가상현실					
<b>기술 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (정의) 인지 및 감각기능 향상을 위한 가상현실 하드웨어/소프트웨어 개발</li> <li>▪ (장점) 치매, 노안 등 대표적 노인성 인지/감각기능 장애 예방 가능</li> </ul>				
<b>실현 시기</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기술의 실현시기 : 2025년</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2020년</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">~2025년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">가상현실 하드웨어/소프트웨어 개발 및 시험운용 신경과학 연구를 통한 인지기능 향상 검증</td> <td style="padding: 5px;">가상현실 하드웨어 상용화를 위한 시스템 최적화/고도화</td> </tr> </tbody> </table>	~2020년	~2025년	가상현실 하드웨어/소프트웨어 개발 및 시험운용 신경과학 연구를 통한 인지기능 향상 검증	가상현실 하드웨어 상용화를 위한 시스템 최적화/고도화
~2020년	~2025년				
가상현실 하드웨어/소프트웨어 개발 및 시험운용 신경과학 연구를 통한 인지기능 향상 검증	가상현실 하드웨어 상용화를 위한 시스템 최적화/고도화				
<b>요소 기술</b>	<p><b>1) Display 및 Graphic Rendering 기술</b> - 현실처럼 보고 듣고 느끼게 하고, 움직이는 영상을 고속으로 처리하는 기술</p> <p><b>2) Motion Tracking 기술</b> - 사용자의 움직임을 정밀하게 포착하는 기술 * Activity Monitoring 등</p> <p><b>3) VR Software 기술</b> - 가상세계 속의 모형물을 만들고 유지하는 소프트웨어 기술 * Electro-oculography 기술, 모형물 DB 구축 등</p> <p><b>4) Interaction 기술</b> - 최근 가상기술은 시각 외에 다른 감각을 통해 현실을 느끼게 하는 방식으로 발전하며, 촉감구현 기술의 중요성이 대두됨</p> <p><b>5) Neuroscience 기술</b> - 가상현실 기술을 통해 인지기능 향상을 검증할 수 있는 바이오 검증기술</p>				
<b>주요 이슈</b>	<p><b>(기술적 니즈)</b> BT와 ICT가 결합된 혁신적인 의료 및 건강관리 기능을 제공하는 헬스케어 ICT 융복합 산업은 모바일 헬스케어 솔루션 및 의료용 가상현실 등 다양한 분야에서 기술적 결합 가능성이 제시되고 있음</p> <p><b>(경제적 니즈)</b> 고령화로 인한 대표적 노인성 질환인 치매 예방을 위한 가상현실 기술 개발로 향노화 신시장 창출 가능</p> <p><b>(사회적 니즈)</b> 세계적인 고령화 추세로 치매인구가 증가하는 상황에서 노인의 의료비 절감 뿐 아니라, 삶의 질 향상을 통한 웰에이징(well-aging) 실현이 가능해질 전망</p>				
<b>기술 개발 동향</b>	<p style="text-align: center;"><b>해외 동향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인지력 감퇴/치매 예방을 위한 공간 내비게이션 가상현실 개발 중</li> <li>* VE-HuNT(Virtual Environment Human Navigation Task)(미국, UCSD 마카고노 연구팀)</li> </ul>				

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 엔터테인먼트 기능뿐만 아니라 의료 목적의 가상현실 개발</li> <li>* Oculus Rift(미국, Oculus VR)</li> </ul>
	<b>국내 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 외상후 스트레스 장애 치료 목적으로 가상현실 치료를 사용하고 있으나, 소프트웨어/하드웨어 개발을 목적으로 하지는 않음</li> <li>* 명지대 '외상심리치유센터'</li> </ul>
<b>기대 효과</b>	<b>경제·산업적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 가상현실 시장규모는 2018년 52억 달러 수준으로 전망</li> <li>* 출처 : KZERO, 'Consumer Virtual Reality market worth \$5.2bn by 2018', 2014</li> </ul>
	<b>사회적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국에서만 5백만명 이상이 치매환자로 진단을 받는 상황에서 가상현실 툴 개발로 환자들의 삶의 질 향상이 기대됨</li> <li>- 바이오의학 및 임상 연구분야 외에도 헬스케어 제공회사, 디자이너 그리고 건축에 이르기까지 광범위하게 활용될 것으로 전망</li> </ul>
<b>필요 사항</b>	가상현실 하드웨어/소프트웨어 기술개발과 병행하여 신경과학 분야의 인지기능 향상 검증연구가 필수적임	

## ● 생명공학정책연구센터 총서 목록(최근 3년) ●

No	총서번호	보고서명	담당자	발간일	공개 여부
196	총서 제 196권	2012년 BioIndustry 글로벌 산업동향	감주식 조성도 권순원 문성훈	2013-01-04	공개
197	총서 제 197권	2012년도 주요부처 BT연구성과 모음집	박미정	2013-01-11	공개
198	총서 제 198권	2012년 Bio인고객만족도 설문조사 자료집	박성훈	2013-01-16	비공개
199	총서 제 199권	2012년 Bio인스페셜 이슈&특집	박미정	2013-01-17	공개
200	총서 제 200권	국내외 유헬스 산업 동향	권순원 문성훈	2013-01-20	공개
201	총서 제 201권	2013년도 암정복추진연구개발사업 계획 수립에 관한 기획 연구	김민정 김무웅 김영아	2013-01-31	비공개
202	총서 제 202권	2011년 바이오분야 국가연구개발사업 포트폴리오 및 포지셔닝 분석	김무웅	2013-03-28	공개
203	총서 제 203권	2012년 생명공학 주요 통계자료 모음	문성훈 김모모	2013-05-10	공개
204	총서 제 204권	Biotechnology in korea 2013	김은중	2013-05-30	공개
205	총서 제 205권	2013년 생명연구자원관리 시행계획	양준혁 문성훈	2013-07-16	공개
206	총서 제 206권	2013년도 줄기세포연구시행계획	김무웅 김민정	2013-07-20	공개
207	총서 제 207권	2013년도 생명공학육성시행계획	이천무 박성호	2013-07-22	공개
208	총서 제 208권	2013년 상반기 BioIndustry 글로벌 산업동향	권순원 조성도 문성훈	2013-07-29	공개
209	총서 제 209권	RNAi drug delivery	김무웅	2013-08-23	공개
210	총서 제 210권	전북대 인수공통전염병연구소 중장기 발전전략	이천무 민현준	2013-09-02	비공개
211	총서 제 211권	2013년 바이오분야 특허, 논문분석을 위한 검색 키워드 모음집 Ser. 2	민현준	2013-09-17	공개
212	총서 제 212권	2013 한국 바이오의 현황 및 소개	민현준	2013-09-23	공개
213	총서 제 213권	줄기세포 연구 및 활용기술	김민정	2013-10-18	공개
214	총서 제 214권	2013 생명공학백서	오민정	2013-12-31	공개

215	총서 제 215권	2012년 바이오분야 국가연구개발사업의 포트폴리오 및 포지셔닝 분석	김무웅	2014-02-14	공개
216	총서 제 216권	2014년 생명연구자원관리 시행계획	김영철	2014-05-22	공개
217	총서 제 217권	2014년도 생명공학육성시행계획 (줄기세포연구시행계획 포함)	양준혁 김무웅 김민정 이선희	2014-07-04	공개
218	총서 제 218권	Biotechnology in korea 2014	오민정	2014-09-23	공개
219	총서 제 219권	2013년 바이오분야 국가연구개발사업의 포트폴리오 및 포지셔닝 분석	김무웅	2014-12-05	공개
220	총서 제 220권	2014년 BioIndustry 산업동향 보고서	김무웅	2015-01-12	공개
221	총서 제 221권	Biotechnology in korea 2014 -2014 한국 바이오의 현황 및 소개	오민정	2015-01-05	공개
222	총서 제 222권	2015 바이오 통계 브리프	김무웅 홍윤정	2015-06-03	공개
223	총서 제 223권	2015 바이오 미래유망기술 발굴 - ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술	김무웅 우창우	2015-07-27	공개
※ 총서 발간자료는 BioIn정보포털사이트( <a href="http://www.bioin.or.kr">http://www.bioin.or.kr</a> )에서 다운받으실 수 있습니다.					

---

## 저자 소개

---

- ◆ 김 무 응
  - 생명공학정책연구센터 책임연구원
  - 전화 : 042-879-8375
  - e-mail : moongkim@kribb.re.kr

- .....
- ◆ 우 창 우
    - 생명공학정책연구센터 연구원
    - 전화 : 042-879-8382
    - e-mail : cwwoo87@kribb.re.kr

- .....
- ◆ 민 현 준
    - 생명공학정책연구센터 연구원
    - 전화 : 042-879-8362
    - e-mail : tiotio@kribb.re.kr
- 

## 2015 바이오 미래유망기술 발굴 - ICT융합 바이오헬스 10대 미래유망기술 -

---

2015年 7月 23日 印刷

2015年 7月 27日 發行

著 者 김 무 응, 우 창 우, 민 현 준

發行人 김 흥 열/생명공학정책연구센터장

發 行 處 생명공학정책연구센터  
대전광역시 유성구 과학로 125  
한국생명공학연구원 자생동 3층  
대표전화 : (042) 879-8377

ISBN 978-89-6709-051-7

© 생명공학정책연구센터 2015

---

非賣品

BioINsay  
(BioIN+Essay)

No.2



305-806 대전광역시 유성구 과학로 125  
Tel 042-879-8377 Fax 042-879-8369  
www.bioin.or.kr

