

Korea Institutet  
for Advancement of  
Technology

# MIT가 제시하는 2015년 10대 혁신기술

## Contents

- MIT의 혁신기술 선정 개요
- 2015년 10대 혁신기술 개요
- 2015년 10대 혁신기술의 특징



# Contents

## 산업기술전략 브리프

KIAT Industrial Technology Strategy Brief

■ MIT의 혁신기술 선정 개요 .....	1
■ 2015년 10대 혁신기술 개요 .....	1
■ 2015년 10대 혁신기술의 특징 .....	1
① 매직리프 (Magic Leap) .....	2
② 나노 아키텍처 (Nano-Architecture) .....	3
③ 차량 간 통신 (Car-to-Car Communication) .....	4
④ 프로젝트 룬 (Project Loon) .....	5
⑤ 액상 생체검사 (Liquid Biopsy) .....	6
⑥ 대규모 해수담수화 (Megascale Desalination) .....	7
⑦ 애플페이 (Apple Pay) .....	8
⑧ 뇌 오르가노이드 (Brain Organoids) .....	9
⑨ 초강력 광합성 (Supercharged Photosynthesis) .....	10
⑩ DNA 인터넷 (Internet of DNA) .....	11

\* 이 브리프는 MIT가 선정한 2015년 10대 혁신기술 (Breakthrough Technologies 2015)에 대해 정리한 내용임



# MIT가 제시하는 2015년 10대 혁신기술

## (MIT 10 Breakthrough Technologies 2015)

KIAT Industrial Technology Strategy Brief

### ■ MIT의 혁신기술 선정 개요

- (배경) MIT는 매년 10개의 혁신적(breakthrough) 기술을 발표
- (의미) 최근 MIT는 전년에 이어 현재 활용될 수 있거나 향후에 등장할 혁신의 기반이 될 10가지 기술을 선정

### ■ 2015년 10대 혁신기술 개요

10대 기술	주요 내용	실용화 시기
매직리프	가상 객체를 현실 공간에서 보이도록 하는 3D 영상장치	1~3년
나노 아키텍처	높은 강도와 유연성을 띠면서도 매우 가벼운 구조의 소재	3~5년
차량 간 통신	기술적으로는 단순하지만 운전 안전성을 크게 향상시킬 무선기술	1~2년
프로젝트 룬	인터넷 접속이 어려운 지역에 헬륨 기구를 띄워 네트워크 제공	1~2년
액상 생체검사	고속 DNA 서열분석 장치를 통한 간단한 혈액검사로 암 검사	현재
대규모 해수담수화	신기술을 활용하여 비용을 대폭 저감한 역삼투압 담수화 플랜트	현재
애플페이	여러 기술을 스마트하게 조합한 빠르고 안전한 모바일 결제	현재
뇌 오르가노이드	인간의 뉴런을 배양하는 새로운 방법으로 치매 등 신경질환 치료	현재
초강력 광합성	첨단 유전공학 기법으로 작물 수확량을 크게 향상시키는 기술	10~15년
DNA 인터넷	수많은 게놈 정보의 글로벌 네트워크	1~2년

\* 비교) 2014년 10대 혁신기술 : ①농업용 드론, ②초보안 스마트폰, ③브레인 매핑, ④신경모방 칩, ⑤계몽편집, ⑥모바일 협업, ⑦마이크로 스케링 3D 프린팅, ⑧오쿨러스 리프트(가상현실장치), ⑨고기동력 로봇, ⑩스마트 풍력·태양광발전

### ■ 2015년 10대 혁신기술의 특징

- (구성) ICT 기반기술, 생명공학, 소재기술 등이 10대 혁신기술을 구성
- (특징) 비교적 단기간(3년 이내)에 실용화될 수 있는 기술들이 다수 포함
  - (통신 분야) 차량 간 통신이나 DNA 인터넷 등은 당장 현실화가 가능한 기술이며, 프로젝트 룬은 기구(balloon) 운용기술 개발을 통해 인터넷 가능 지역을 대폭 확대
  - (생명공학 분야) 액상 생체검사 기술, 뇌 오르가노이드 기술도 최근의 성과를 바탕으로 빠른 시간 내에 실용화가 가능한 기술로 분류
  - (소재 분야) 나노 아키텍처는 기존의 소재에 대한 관념을 일거에 바꿀 수 있는 잠재력을 가지고 있으며 3~5년 내에 실용화 예상
  - (융합 분야) 소재기술, 엔지니어링 기술, 에너지 기술 등이 결합된 대규모 해수담수화 기술은 이미 실용단계에 진입



### ① 매직리프 (Magic Leap)

실용화 시기	1~3년
혁신성	가상 객체를 현실 공간에서 보이도록 만드는 장치
의의	영화, 게임, 여행, 통신 산업에 새로운 기회 창출
주요 참여자	Magic Leap, Microsoft

- **(기존 기술)** 영화, 스마트폰 앱, 가전제품에서 활용되는 기존의 가상 또는 증강현실 기술은 많은 기대를 불러일으키지만 **조잡한 이미지와 부작용**으로 인한 한계 노출
  - 기존에 널리 사용되고 있는 **S3D(stereoscopic 3D)** 기술은 같은 객체를 다른 각도로 비춘 별도의 이미지를 두 눈에 따로 보여줘 깊이감을 만드는 기술
  - S3D는 그 특성상 일정한 거리에 있는 화면과 눈앞에 움직이는 듯한 이미지를 동시에 봐야 하기 때문에 어지러움, 두통, 메스꺼움을 유발하는 등의 부작용
- **(매직리프 기술)** 매직리프社は 비밀리에 혁신적인 3차원 영상기술을 개발 중이며, 그 기술은 홀로그램과 상호작용이 가능한 홀로렌즈(HoloLens)와 매우 유사할 듯
  - 상세한 내용은 밝혀지지 않았지만 매직리프 제품은 투명렌즈에 빛을 투사해 망막에 반사하게 만드는 **초소형 프로젝터**를 탑재하고 있는 것으로 추정
  - 매직리프 기술로 구현된 빛의 패턴은 사용자가 현실세계에서 받아들이는 빛과 너무나 잘 어울리기 때문에 **시각피질이 인공 객체를 실제 객체와 거의 구분하지 못함**
  - 현재 개발된 기술은 주머니에 들어갈 만한 정사각형 껍과 이에 연결된 스포츠용 안경으로 구현할 것으로 보이며, 이는 **차세대 컴퓨팅 핵심기술 중 하나**가 될 듯
- **(매직리프 연혁)** 매직리프의 CEO인 로니 애보비츠(Rony Abovitz)는 생물공학을 전공한 경영자로 과거에도 신기술 매각 경험이 있으며, 최근 **대규모 투자유치**에 성공
  - 애보비츠는 정형외과 의사가 뼈를 다루는 것처럼 촉감을 느낄 수 있게 해주는 로봇팔을 개발하여 의료기술업체에 약 17억 달러로 매각한 경험
  - 매직리프는 현실의 객체에서 흡수하는 빛과 획기적으로 잘 조화되는 빛을 사용자의 눈에 쏘는 초소형 프로젝터를 개발하여 2014년 10월에 5억 420만 달러의 투자유치에 성공했으며, 당시 구글이 가장 많이 투자하여 이슈화



시신의 두개골 이미지를 한 번에 한 면씩 절단해 보는 것이 가능



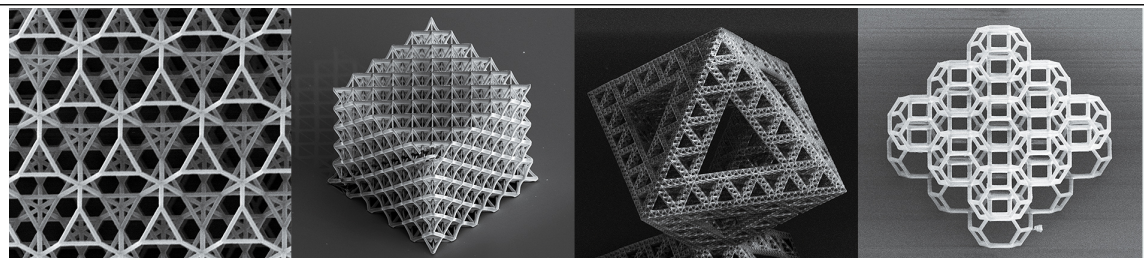
실제 손 위에 가상 로봇이 서 있는 것으로 보이며 손의 움직임에 따라서 가상 로봇도 함께 이동



## ② 나노 아키텍처 (Nano-Architecture)

실용화 시기	3~5년
혁신성	높은 강도와 유연성을 띠면서도 매우 가벼운 구조를 가진 소재
의의	가벼운 구조로 이루어진 소재는 에너지 효율이 높고 다용도로 사용 가능
주요 참여자	Julia Greer(Caltech), William Carter(HRL Laboratories), Nicholas Fang(MIT), Christopher Spadaccini(Lawrence Livermore National Laboratory)

- **(기존 기술)** 세라믹이나 강철과 같은 단단한 소재는 무겁고, 약한 소재는 가볍다는 것이 소재에 대한 상식이며, 기존의 세라믹은 강하고 무거우며 깨지기 쉬운 특성
- **(나노 아키텍처 기술)** 나노 아키텍처 기술은 **소재의 아키텍처를 나노 수준에서 미세 조정하여 독특한 패턴과 특이한 속성을 얻어내는 기술**
  - 실험 영상에서는 실험실 장비가 정육면체 모양의 나노 아키텍처 소재를 강한 힘으로 누르자 **몽개졌던 소재가 압력이 제거되면서 원래 모양으로 회복되는 모습**
  - 샘플로 만들어진 니켈 소재는 금속 스펀지 수세미를 닮아 손바닥에 내려놓았을 때는 닿는 것을 겨우 느낄 수 있는 정도이며, 이 소재는 **초경량 단열소재**로 개발 중
- **(제작방법)** 이 같이 놀라운 소재를 만드는 과정에서 **구조물을 나노 수준에서 정밀하게 제어할 수 있도록 하는 특수기계가 결정적 역할**
  - 특수기계 중 하나는 레이저를 이용해 복잡한 폴리머 틀을 만드는 일종의 3D 프린터로, 전자현미경 스캐너에는 나노구조물을 누르거나 구부릴 수 있는 로봇 팔이 작동
  - 폴리머에 금속이나 세라믹, 기타 물질을 코팅한 후 옆면을 깎아 폴리머 안에 에칭이 가능하도록 만들면 각 지주의 벽면 두께가 약 10nm에 불과한 작은 소재 블록이 형성
- **(예상 응용분야)** 나노 아키텍처 소재가 대량생산되면 **무게를 크게 줄이면서도 같은 강도를 가지게 할 수 있기 때문에 현재 다양하게 응용되고 있는 합성소재 물질의 대체**를 기대
  - 금속 나노격자에 실리콘을 코팅한 전극을 통해 **배터리의 에너지 밀도**, 즉 정해진 크기에 저장할 수 있는 전기의 양을 크게 늘리는 것이 가능
  - 현재 공동연구 중인 과제 중 하나는 **발광 또는 단열소재**에 나노단위의 벽면을 만들어 빛이나 열의 흐름을 정밀하게 제어하는 것
  - 훼손되면 난청의 원인이 되는 귓속 작은 연골을 배양하는 틀로 나노구조를 가지는 세라믹 소재를 사용할 수 있는지 파악하기 위해 **생물학자들과 공동연구**를 진행 중



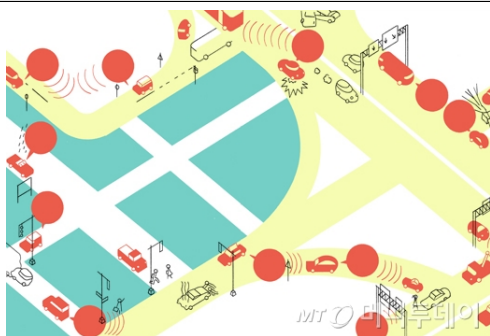
나노 아키텍처 확대 모양



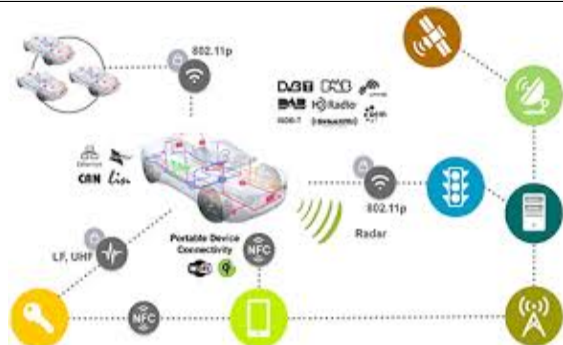
### ③ 차량 간 통신 (Car-to-Car Communication)

실용화 시기	1~2년
혁신성	충돌 방지를 위해 다른 차량과 통신할 수 있는 차량
의의	전 세계적으로 매년 도로에서 사망하는 100만 명 이상의 인명 보호
주요 참여자	General Motors, University of Michigan, National Highway Traffic Safety Administration

- **(기존 기술)** 이미 많은 차량에는 장애물이나 차량을 감지하는 레이더 혹은 초음파 장치가 장착되고 있으나, 이들 센서는 계측거리가 짧고 장애물 뒤편을 탐지하지 못하는 한계
  - 시간이 지나면 자율주행 자동차의 안전성이 향상될 가능성이 있지만 센서와 소프트웨어는 악천 후, 예상치 못한 장애물이나 상황, 복잡한 도심주행에 취약성 노출
- **(차량 간 통신)** 차량 간 통신은 무선으로 차량들을 간단히 네트워킹하는 것을 통해 다가올 충돌을 경고하는 기술로, 향후 2년 내에 차량에 도입될 것
  - 위치, 속도, 핸들 방향, 브레이크 위치 등의 정보를 다른 차량에 제공해 주변에 무슨 일이 벌어지고 있는지 상세한 상황을 파악하여 운전자나 센서가 놓치거나 예측하지 못할 위험을 알려주는 기술
  - NHTSA는 2012~14년 약 3,000대의 차량을 대상으로 실험한 결과 이 기술이 매년 미국에서 50만 건 이상의 사고와 1,000건 이상의 사망사고를 예방할 수 있다고 결론
  - 미 교통부는 차량 간 통신 기술을 신차에 사용하는 것을 의무화할 새로운 규정 마련에 착수했다고 발표했으며, 해당 기술은 유럽과 일본에서도 시험 중
- **(과제)** 차량 간 네트워크를 구축하는 것은 여전히 어려운 과제로 남아 있으며, 통신 차량이 보편화되기까지 수십 년이 소요될 가능성도 존재
  - 각 차량에 탑재된 컴퓨터는 다른 차량에서 초당 10회 송출되는 다양한 측정치를 처리하면서 매번 충돌 확률을 계산해야 하며, 전송기는 전용 무선주파수와 함께 각 메시지의 확인을 위해 새로운 무선표준 802.11p를 사용해야 함
  - GM이 2017년형 캐딜락 모델에 차량 간 통신 기술을 도입하기로 했으나 초기에는 정보를 주고받을 차량이 많지 않아 이 기술의 가치도 제한적이 될 가능성 존재



차량 간 통신은 차량에 대해 위험을 사전에 알려줌으로써 사고를 회피



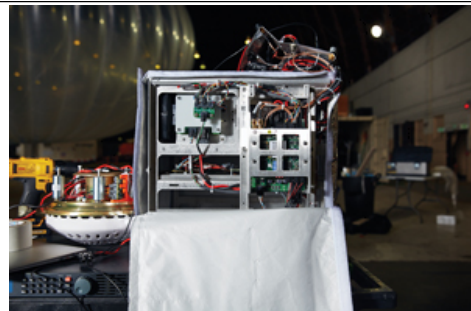
차량 간 통신은 다양한 통신수단을 활용할 수 있으며 다양한 기기를 통해 추가적인 기능을 제공



#### ④ 프로젝트 룬 (Project Loon)

실용화 시기	1~2년
혁신성	인터넷 연결이 안 되는 지역의 상공에서 신호를 보내 인터넷 서비스를 제공하는 안정적이고 비용이 적게 드는 기술
의의	인터넷을 사용하지 못하는 43억 명에게 교육 및 경제적 기회를 부여
주요 참여자	Google, Facebook

- **(기존 기술)** 기존 인터넷 연결 기술은 기지국이나 기타 기반설비를 필요로 하며, 전 세계 인구의 60%에 해당하는 43억 명이 이들 통신 인프라가 없는 농촌지역에 거주
- **(프로젝트 룬)** 구글이 추진하고 있는 프로젝트 룬(Project Loon)은 직경 15m의 기구에 태양전지로 작동하는 통신장치를 싣고 20km 고도에 띄우는 사업
  - 헬륨 기구는 발로네트(Ballonets)라고 불리는 부분에 공기를 채워 넣거나 비워서 기구의 고도를 조절하면서 성층권에 도달할 수 있도록 부풀려짐
  - 룬 기구에 실린 15kg 무게의 박스에는 비행 엔지니어의 명령에 따라 작동하는 컴퓨터와 지상으로 인터넷 연결신호를 전송하는 장비가 탑재되어 **휴대전화용 인터넷 신호를 스마트폰 등에 송신**
  - 구글이 조만간 휴대전화 기지국의 범위 밖에 있는 여러 지역에 헬륨 기구를 보내면 **수십억 명이 최초로 인터넷에 접속할 수 있을 것**
- **(기술적 과제)** 가장 중요한 기술적 과제는 추진장치 없이 수천 km 거리에 있는 기구를 정밀하게 조종하는 방법으로, 구글이 기술개발을 통해 전 세계적 서비스 제공 직전 단계
  - 룬 기구가 떠있는 고도는 안전한 지대이지만 바람이 시속 300km를 넘을 정도로 거세며, 안정적 무선서비스를 제공하려면 **해당 지점의 40km 이내에 기구가 상존할 필요**
  - 구글은 성층권 각 층에서 여러 방향으로 각기 다른 속도로 부는 바람 속에서 **원하는 곳으로 기구를 보낼 바람을 찾아 이동할 수 있도록 컴퓨터로 조작하는 기술**을 개발하여 어느 지역이든 최소한 기구 한 기가 항시 떠 있도록 위치를 조정
- **(구글의 전략)** 수십 억 명이 추가로 인터넷에 접속한다면 광고 타겟팅을 위한 **새로운 사용자와 개인 데이터의 소중한 공급원 확보 가능**
  - 구글은 기구를 무선 통신업체에 임대해 이들이 이미 소유한 주파수를 활용하고 지상에는 안테나를 설치해 자사 네트워크에 기구를 연결한다는 구상

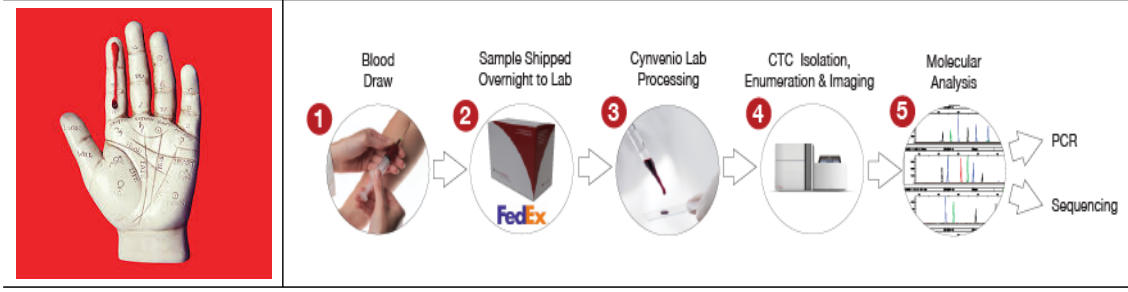




### ⑤ 액상 생체검사 (Liquid Biopsy)

실용화 시기	현재
혁신성	암의 조기진단을 위한 혈액검사법
의의	전 세계에서 매년 암으로 사망하는 800만 명의 인명손실 축소
주요 참여자	Dennis Lo(Chinese University of Hong Kong), Illumina, Bert Vogelstein(Johns Hopkins)

- **(기존 기술)** 암 치료를 위해서는 조기발견이 매우 중요하지만 암의 종류가 다양하고 조기발견을 위한 과정이 복잡하고 비용이 많이 소요된다는 한계
  - 암이 진행되고 전이까지 된 후에 진단이 이루어질 경우 대부분 치료가 불가능하며, 최근 결장암 사망률이 크게 줄어든 요인의 절반은 결장경 검사 같은 검진법 덕분
  - 특히 중국은 급속한 근대화의 후유증으로 암 발생이 급증하고 있어 세계 연간 암 사망자 중 27%가 중국인이며, 특히 간암 발병률은 서구의 4배에 달하는 실정
- **(액상 생체검사)** 액상 생체검사는 사람의 피 몇 방울 속의 DNA를 분석해 간암 등을 조기진단하는 기법으로, 홍콩 중문대학의 데니스 로((Dennis Lo) 박사가 권위자
  - 로 박사는 1997년에 태아가 어머니 혈관으로 자신의 DNA 조각을 보낸다는 사실을 최초로 증명했으며, 이를 기반으로 최근 안전하고 간단한 다운증후군 검사법을 개발
  - 죽어가는 암 세포도 혈액 속에 DNA를 흘려보내지만 초기에는 쉽게 사라질 만큼 양이 적고 혈액 속에서 함께 순환하는 건강한 DNA에 감춰지기 때문에 측정이 매우 곤란
  - 로 박사가 개발한 검사법은 소멸하는 암세포가 환자의 혈장 속에 흘려보내는 찾기 쉬운 성질의 바이러스 DNA를 포착
  - 로 박사의 목표는 간단한 채혈로 암을 진단함으로써 치료가 가능한 시기에 암을 진단하는 정기 혈액검사법을 만드는 것
- **(상용화 가능성)** 기존의 연구 성과를 바탕으로 액상 생체검사에 대한 기업들의 관심이 최근 폭발적으로 증대되는 중
  - 에릭 토폴 스크립스연구소 게놈학 교수는 올 1월에 이 기술이 암 등 질환에 적용된다면 ‘청진기에 버금가는 앞으로 200년간 최고의 발명’이 될 것이라고 예측
  - 샌디에이고의 고속 서열분석장치 제조업체 일루미나의 CEO 제이 플래틀리(Jay Flatley)는 2015년 투자자들을 초청한 자리에서 이 같은 검사시장 규모를 최소 400억 달러로 전망

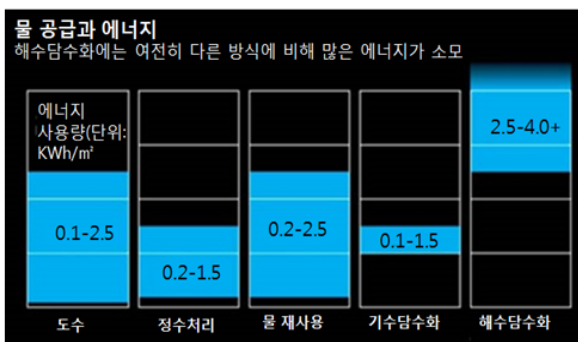
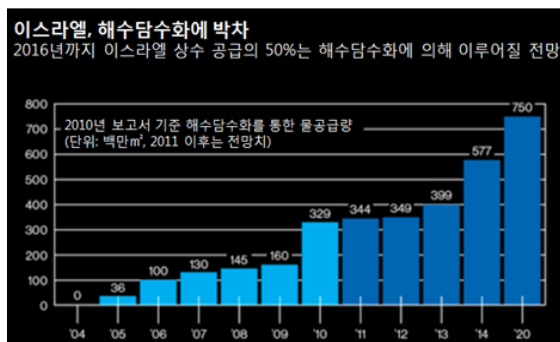




## ⑥ 대규모 해수담수화 (Megascale Desalination)

실용화 시기	현재
혁신성	해수담수화가 상수공급 중 상당 부분을 저렴하게 해결할 수 있음을 증명
의의	인구증가에 따라 수요를 충족하기에 부족한 상태에 있는 세계 담수공급의 증대
주요 참여자	IDE Technologies, Poseidon Water, Desalitech, Evoqua

- **(기존 기술)** 기존 해수담수화에 사용된 역삼투압 기술은 소금 이온을 거르기 위해 작은 구멍을 가진 폴리머 막에 염수를 강제로 통과시키는 과정에서 상당한 에너지 소모
  - 세계적으로 7억 명은 정수된 물을 충분히 얻지 못하고 있으며, 10년 후 그 숫자는 18억으로 폭증할 전망이어서 해수담수화를 통한 물 공급이 중요
- **(대규모 해수담수화)** IDE테크놀로지가 약 5억 달러를 들여 이스라엘 정부를 위해 건설한 **세계 최대 규모의 현대적 해수담수화 플랜트 소렉(Sorek)이 가동 중**
  - 소렉은 전통적인 역삼투압 기술을 사용하지만 일련의 공학 및 소재학의 발전 덕분에 이 시설은 지금까지 불가능했던 **대규모 및 저비용으로 깨끗한 담수를 생산**
  - 소렉은 직경 16인치 가압튜브를 사용하여 파이프 등 하드웨어 사용량을 기존의 4분의 1로 줄여 비용을 대폭 절감했고, 고효율 펌프와 에너지 회수장치도 구비
- **(기술 활용 현황)** 소렉은 매일 62만 7000m<sup>3</sup>의 물을 생산해 이 같은 거대 해수담수화 시설의 실용성을 입증했으며, 담수화된 해수는 이스라엘 상수공급의 가장 큰 부분을 차지
  - 현재 이스라엘에서는 4기 담수화 플랜트가 가동 중이고(소렉이 그 중 최대 규모), 이들 플랜트들이 이스라엘 상수의 40%를 공급 중
  - 플랜트가 추가로 가동되는 2016년까지 이스라엘 전국 상수 공급의 약 50%가 담수화로 얻어질 것으로 예상
  - 소렉은 이스라엘 수도권에 기존 담수화 플랜트보다 낮은 m<sup>3</sup>당(1000L, 이스라엘 국민 1인의 일주일 사용량) 58센트로 담수를 판매해 수익을 올릴 예정이며, 소렉의 에너지 소비량 역시 세계의 대규모 담수화 플랜트 중 가장 낮은 수준
  - 원자 두께의 탄소 시트를 겹쳐 만드는 첨단 막이 개발되고 있으며, 이것이 상용화되면 담수화 플랜트의 에너지 소비량을 더 줄일 수 있을 것으로 전망
  - 호주, 싱가포르, 페르시아만의 여러 국가들이 이미 해수담수화를 적극 활용하고 있으며, 캘리포니아 주도 이 기술을 도입하기 시작





### ⑦ 애플페이 (Apple Pay)

실용화 시기	현재
혁신성	일상생활에서 스마트폰을 지갑처럼 실용적으로 사용할 수 있도록 만드는 서비스
의의	신용카드 도용으로 인한 상품 서비스 가격 상승과 경제적 피해를 억제
주요 참여자	Apple, Visa, MasterCard, Google

- **(기존 기술)** 기존에도 모바일 결제수단으로 구글월렛이나 페이팔(PayPal) 등이 있었으나 이들은 앱을 실행해야 한다거나 이용자 정보가 유출될 가능성이 있는 서비스
- **(애플페이)** 애플페이는 기존 결제방식의 불편함을 해소하고 강화된 보안방식을 채택하여 지금까지 어느 결제시스템도 이루지 못한 방식으로 **상거래의 가상세계와 현실세계를 융합**
  - 앱을 실행할 필요 없이 스마트폰을 계산대 터미널에 들고만 있어도 자동으로 작동하며, 엄지손가락을 스마트폰에 대기만 하면 되기 때문에 **비밀번호를 사용할 필요 없이 빠른 결제**가 가능
  - 애플은 타 결제서비스도 사용하고 있는 근거리무선통신(NFC) 기술을 스마트폰 잠금장치인 아이폰의 지문인식기술 '터치ID'와 결합해 한 단계 발전
  - 애플페이는 다중 보안장치를 갖춘 신용카드를 능가하는 등 결제보안 분야를 선도하고 있으며, 스마트폰에는 진짜 카드번호가 저장되지 않아 **정보 유출 위험이 전무**
  - 각 거래마다 한 번만 사용할 수 있는 코드가 만들어지고 휴대폰 주인의 지문에만 반응하는 터치ID로 결제가 이루어져 도용방지 수준이 높아 은행들이 애플페이를 지지
  - 애플페이는 카드 수수료를 통한 수익 창출뿐 아니라, 아이클라우드, 아이튠스 등 다른 애플 서비스와 함께 애플 휴대단말기의 경쟁력을 크게 향상시킬 것으로 기대
- **(과제)** 애플페이는 강력한 경쟁에 직면하고 있어, **새로운 기능의 부가가 필요**
  - 아직 소비자들의 결제액 중 모바일 결제의 비중은 극히 적은 부분에 불과하며, **구글, 페이팔, 유통체인, 통신사가 제공하는 결제 서비스와 경쟁 중**
  - 현재는 신형 아이폰6를 가진 소비자만 매장에서 애플페이를 사용할 수 있으며, 공식적으로 사용 가능한 미국 내 매장 중 98%는 이를 받아줄 단말기가 없는 실정
  - 물리적 지갑이 제공하는 일부 기능(특히 매장 포인트카드 등)을 대체하기에는 아직 부족하며, 매장검색 기능과 포인트 카드, 결제엔진이 결합된 스타벅스 앱이 여전히 미국 내 소매 모바일 결제의 대부분을 차지

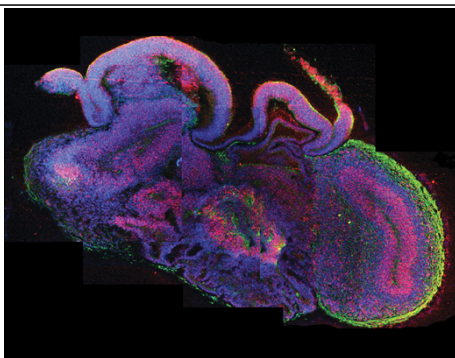




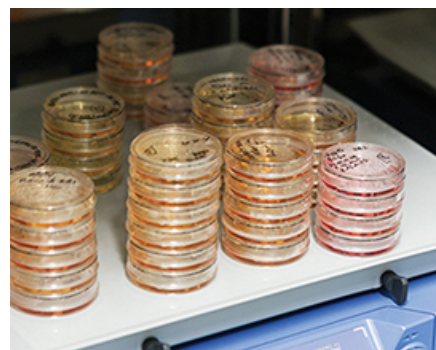
## ⑧ 뇌 오르가노이드 (Brain Organoids)

실용화 시기	현재
혁신성	줄기세포에서 채취해 실험실에서 배양 가능한 살아있는 뉴런의 3차원 클러스터
의의	연구자들이 뇌 질환을 이해하고 치료법을 시험하기 위한 새로운 방법 제공
주요 참여자	Madeline Lancaster/Jürgen Knoblich(Institute of Molecular Biotechnology), Rudolph Tanzi/Doo Yeon Kim(Massachusetts General Hospital)

- **(기존 기술)** 기존 뇌 연구에서는 뇌세포의 네트워크를 구성하는 뉴런을 특정 질환의 과정 관찰이나 치료제 개발로 연결시키지 못한 상태
- **(뇌 오르가노이드)** 뇌 오르가노이드(organoid)는 체세포에서 배양될 수 있는 살아있는 뉴런으로, 대뇌피질엽 등 인간 뇌의 속성을 일부 보유
  - 성인에게서 채취한 하나의 피부세포가 최적의 생화학적 촉진과정을 통해 다양한 유형의 세포로 성장할 수 있는 유도만능줄기세포를 거쳐 뉴런으로 변환
  - 뇌 오르가노이드가 특별히 유용한 이유는 이들의 성장이 인간 뇌 발달의 여러 측면과 동일하기 때문으로, 이 세포들은 분열해 소뇌의 속성을 띄고, 다수가 모여 층을 형성
  - 이 기술을 통해 살아있는 인간 뇌세포의 네트워크가 발달하고 기능하는 방식과 다양한 화학 의약품 또는 유전자 변형에 영향을 받는 과정을 직접 관찰할 수 있어 **잠재적 발병 원인과 메커니즘, 심지어 치료제의 료과정까지 관찰 가능**
  - 특히 뇌 오르가노이드는 특정 개인의 세포에서 배양될 수 있기 때문에 지금까지와는 비교되지 않는 **정확성을 가진 다양한 질환의 연구용 모델로 사용할 수 있으며, 예를 들어 알츠하이머 환자로부터 직접 배양한 뉴런은 어떤 문제를 갖고 있는지 확인 가능**
- **(적용 예상 분야)** 뇌 오르가노이드 연구는 발달 성숙기의 뉴런에 이르기까지 복잡한 수준으로 발전되고 있으며 혁신을 이룰 때마다 가능한 응용분야는 더 늘어나고 있는 중
  - 뇌의 기본 활동에서부터 정신분열증과 자폐증의 원인에 이르는 여러 질병에 대한 이해를 한 차원 높일 수 있을 것으로 기대되며 MIT가 이 분야의 연구를 시작
  - 뇌 오르가노이드를 이용하면 '뇌에서 어떤 일이 일어났기에 인간은 다른 동물과 구별되는가', 즉 '무엇이 인간답게 만드는가'라는 난제를 해결할 수 있을 것으로 기대



염색된 오르가노이드의 단면 확대 모습



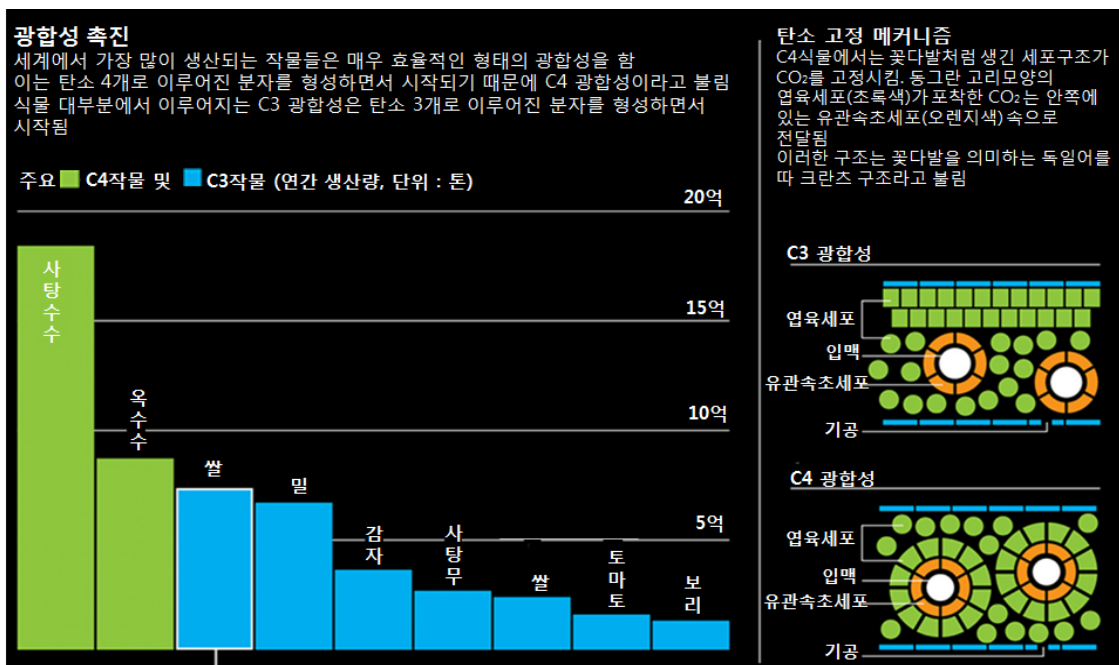
인큐베이터에 보관된 다양한 오르가노이드



### ⑨ 초강력 광합성 (Supercharged Photosynthesis)

실용화 시기	10~15년
혁신성	햇빛을 통해 지금보다 훨씬 효율적으로 에너지를 만들어내도록 개량된 벼
의의	작물 수확량 증대
주요 참여자	Paul Quick(International Rice Research Institute), Daniel Voytas(University of Minnesota), Julian Hibberd(University of Cambridge), Susanne von Caemmerer(Australian National University)

- **(기존 기술)** 유전자 변형에도 불구하고 여전히 벼는 고유의 광합성에 의존하며, 이를 전환시키려면 CO<sub>2</sub>를 포착하는 세포와 그 주위에서 흡수하는 또 다른 세포 등을 특정한 배열로 생산하도록 벼의 개량 필요
  - 하지만 아직 이들 세포의 생산에 관련된 모든 유전자를 알아내지 못했으며 이런 유전자가 수십 개에 이를 것으로 추정
- **(초강력 광합성) 과급(supercharges) 광합성 과정은 C4 광합성으로 불리며, CO<sub>2</sub>를 잎의 특수세포 내에 집중시켜 광합성이 훨씬 더 효율적으로 진행되면서 성장 속도가 크게 향상**
  - C4 광합성은 옥수수나 사탕수수가 빠르게 성장하는 이유이며, C4 벼 품종이 현실화된다면 모내기 후 불과 몇 주 만에 기존 벼 품종보다 크게 자랄 것으로 추정
  - 2014년 말 학계 발표에 따르면 5개 핵심 C4 광합성 유전자를 벼에 도입해 과급 광합성 능력을 가진 식물과 같은 메커니즘으로 이산화탄소를 고정할 수 있음이 증명
- **(기대효과)** 유전자 변형으로 벼와 밀이 C4 광합성을 하게 되면 면적당 수확량을 약 50% 높이거나 훨씬 적은 양의 농업용수와 비료로 같은 양의 식량 생산이 가능하고, 감자, 토마토, 사과, 대두 등 수많은 작물에 확대 적용해 생산량을 비약적으로 늘릴 수 있을 것으로 기대





## ⑩ DNA 인터넷 (Internet of DNA)

실용화 시기	1~2년
혁신성	DNA 데이터베이스 간 교류를 가능케 하는 기술표준
의의	수백만 환자에 대해 치료경험을 바탕으로 한 치료법 처방 가능
주요 참여자	Global Alliance for Genomics and Health, Google, Personal Genome Project

- **(기존 기술)** 특수질환 치료를 위해서는 같은 상태에 있는 다른 환자의 정보를 활용하는 것이 필요하지만 인터넷에서 생명과학 데이터를 찾는 것은 매우 어려운 상태
  - 기존의 연구는 환자와 정상인의 DNA를 비교해 가장 흔히 발견되는 차이점을 파악하는 방식으로 이루어졌으나 일반적으로 질병이 하나의 결정적 DNA 결합에 의해 발병하지 않으며, 질병의 발병 위험률은 DNA 변이의 수백 또는 수천 개 조합에 따라 결정된다는 사실이 밝혀짐
  - DNA의 염기배열 하나가 잘못되어 병이 생기는 사례를 해결하거나 복잡한 유전자 결합으로 발생하는 질환을 유전학적으로 이해하기 위해서는 게놈 수백만 개 이상에 대한 세밀한 검토 필요
  - 현재 단독으로 이정도 방대한 양의 정보에 접근하거나 이를 수집할 만한 재정적 역력을 가진 연구소는 없는 상태
- **(DNA 인터넷의 과제)** 환자의 정보를 공유한다는 DNA 인터넷의 개념은 비교적 간단하지만 현실에서는 프라이버시 보호 문제가 큰 장벽으로 작용
  - 공유의 최대 장벽은 프라이버시 보호 문제로, 환자의 DNA 데이터가 보호되는 이유는 지문과 같이 누구의 것인지 식별이 가능하기 때문이며, 관련 의료기록도 개인의 소유로 어떤 국가에서는 연구 목적으로도 개인정보 유출이 허용되지 않음
- **(추진 현황)** ‘게놈학 및 보건을 위한 글로벌 연합(GA4GH : Global Alliance for Genomics and Health)’이 2013년에 설립되어 기술적 과제나 개인정보 보호 등 현실적 문제에 대응
  - GA4GH에서는 구글 등 IT 대기업을 포함한 많은 회원사가 DNA 정보를 인터넷에 전송하기 위한 프로토콜, 응용프로그램 인터페이스(API), 개선된 파일형식 등을 개발 중
  - 그러나 GA4GH가 주로 다루는 것은 기술적 문제보다는 환자의 게놈 정보를 인터넷에 공개하는 것을 위험한 행위로 간주하는 사회적 문제에 대한 대응
  - GA4GH는 P2P 컴퓨터 네트워크를 활용하여, 예를 들어 GA4GH의 표준 사용 시 한 연구자가 다른 병원에 검색을 요청할 때 정보를 어디까지, 누구와 공유할지 선택하는 것이 가능하게 함으로써 프라이버시 보호 문제를 해결하려고 노력 중
  - 이러한 통제가 가능하면 조금 더 복잡한 방식으로 API가 저장중인 게놈을 다시 분석하는 등의 처리를 수행하도록 데이터베이스에 요청하고 결과를 받아보는 것도 가능
  - 2015년 1월 매치메이커 익스체인지(MatchMaker Exchange)라는 시스템으로 세계 여러 곳의 환자들에 관한 DNA 정보를 자동으로 비교하는 새로운 방법의 실험이 시작



■ 2011년~2015년 MIT가 선정한 10대 혁신기술(10 Breakthrough Technologies)

	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
1	Real-time search	Social Indexing	Egg Stem Cells	Deep Learning	Agricultural Drones	Magic Leap
2	Mobile 3-D	Smart Transformers	Ultra-Efficient Solar	Ultra-Efficient Solar Power	Ultraprivate Smartphones	Nano-Architecture
3	Engineered stem cells	Gestural Interfaces	Light-Field Photography	Big Data from Cheap phones	Brain Mapping	Car-to-Car Communication
4	Solar fuel	Cancer Genomics	Solar Microgrids	Temporary Social media	Neuromorphic Chips	Project Loon
5	Light-trapping photovoltaics	Solid-State Batteries	3-D Transistors	Smart watches	Genome Editing	Liquid Biopsy
6	Social TV	Homomorphic Encryption	A Faster Fourier Transforms	Memory Implants	Microscale 3-D Printing	Megascale Desalination
7	Implantable electronics	Cloud Streaming	Nanopore Sequencing	Baxter: The Blue-Collar Robot	Mobile Collaboration	Apple Pay
8	Dual-action antibodies	Crash-Proof Code	Crowdfunding	Additive Manufacturing	Oculus Rift	Brain Organoids
9	Cloud programming	Separating Chromosomes	High-Speed Materials Discovery	Prenatal DNA Sequencing	Agile Robots	Supercharged Photosynthesis
10	Green concrete	Synthetic Cells	Facebook's Timeline	Supergrids	Smart Wind and Solar Power	Internet of DNA

MIT 선정 2015년 10대 혁신기술  
- MIT 10 Breakthrough Technologies 2015 -

작성자	장보영	한국산업기술진흥원 책임연구원 TEL : 02 - 6009 - 3121 e-mail : zangby@kiat.or.kr
-----	-----	---

