

융합

Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

2017년 세계경제포럼 선정 10대 유망 기술

김상식 | 융합연구정책센터



Industry

Technology

Policy

2017년 세계경제포럼 선정 10대 유망 기술

김상식 | 융합연구정책센터

01

선정배경

2012년부터 매년 세계경제포럼에서는 가까운 미래에 세상을 변화시키는데 기여할 것으로 전망되는 10대 미래유망 기술을 선정하여 발표

- 2015년까지는 매년 1월 스위스 다보스포럼과 연계해 발표하여 왔으나, 2016년부터는 사이언티픽 아메리칸*과 공동으로 매년 6월에 열리는 하계 다보스포럼과 연계하여 발표

* Scientific American : 1845년부터 발간된 미국의 대표적인 과학월간지

2017년에는, 수년 내 사회에 획기적으로 영향을 미칠 수 있는 기술들이 주로 선정

02

최근 5년간 세계경제포럼 선정 10대 유망 기술

초기 3년간(12~14년)은 질병, 생명공학, 에너지, 환경 등과 관련된 기술 중심으로 10대 유망 기술이 선정

'15, '16년에는 인공지능, 유전공학, 자율주행 자동차 등 4차 산업혁명을 대비한 IoT를 접목한 융합기술들이 중심 - 로봇, 인공지능, 드론 등의 인간친화형 첨단 기술들로서 향후 미래시대에 중요한 역할을 할 것으로 기대

표1. 지난 5년간 세계경제포럼 선정 10대 유망 기술

년도	10대 미래유망기술
2012	<ul style="list-style-type: none"> • 정보에 가치를 더 부여할 수 있는 정보학 Informatics for Adding Value to Information • 합성 생물학 및 대사 공학 Synthetic Biology and Metabolic Engineering • 식량과 바이오매스를 증산하는 녹색혁명2.0 기술 Green Revolution 2.0 -technologies for Increased Food and Biomass • 나노스케일의 소재 고안 Nanoscale Design of Materials • 체계생물학 및 화학생물학적 시스템 컴퓨터 모델링 Systems Biology and Computational Modelling/ Simulation of Chemical and Biological Systems • 이산화탄소를 자원으로 사용 Utilization of Carbon Dioxide as a Resource • 무선 전력전달 Wireless Power • 고밀도 충전 시스템 High Energy Density Power Systems • 개인 맞춤의학, 영양 그리고 질병 예방 Personalized Medicine, Nutrition and Disease Prevention • 교육증진 기술 Enhanced Education Technology

년도	10대 미래유망기술
2013	<ul style="list-style-type: none"> • 무선충전 전기자동차 Online Electric Vehicles(OLEV) • 3D 프린팅 및 리모트 제조 3D Printing and Remote Manufacturing • 자기치유 물질 Self-healing Materials • 에너지 효율적인 정수기술 Energy-efficient Water Purification • 이산화탄소 전환 및 활용 Carbon Dioxide(CO₂) Conversion and Use • 분자단위에서의 영양소 강화 Enhanced Nutrition to Drive Health at the Molecular Level • 리모트 인지장치 Remote Sensing • 나노단위의 효과적인 약물 전달 Precise Drug Delivery through Nanoscale Engineering • 유기 전자공학 및 광전변환공학 Organic Electronics and Photovoltaics • 4세대 원자로 및 폐기물 재처리 Fourth-generation Reactors and Nuclear-waste Recycling
2014	<ul style="list-style-type: none"> • 신체적응 웨어러블 전기전자기술 Body-adapted Wearable Electronics • 나노구조 탄소복합체 Nanostructured Carbon Composites • 해수담수화 과정에서 금속 채취 Mining Metals from Desalination Brine • 전기저장 그리드 Grid-scale Electricity Storage • 나노와이어 리튬이온 전지 Nanowire Lithium-ion Batteries • 스크린 없는 디스플레이 Screenless Display • 인간 마이크로비옴 치료제 Human Microbiome Therapeutics • RNA 기반 치료제 RNA-based Therapeutics • 개인 계량화 및 예측분석 Quantified Self(Predictive Analytics) • 뇌-컴퓨터 인터페이스 Brain-computer Interfaces
2015	<ul style="list-style-type: none"> • 연료전지 자동차 Fuel Cell Vehicles • 차세대 로보틱스 Next-generation Robotics • 재활용 가능한 열경화성 고분자 Recyclable Thermoset Plastics • 정밀한 유전공학 기술 Precise Genetic Engineering Techniques • 첨삭가공 Addictive Manufacturing • 다가오는 인공지능 Emergent Artificial Intelligence • 분산 제조업 Distributed Manufacturing • 감지와 회피 드론 Sense and Avoid Drones • 뉴로모픽 기술 Neuromorphic Technology • 디지털 게놈 Digital Genome
2016	<ul style="list-style-type: none"> • 나노센서와 나노 사물인터넷 Nanosensors and the Internet of Nanothings • 차세대 전지 Next-generation Batteries • 블록체인 The Blockchain • 2D소재 2D Materials • 자율주행자동차 Autonomous Vehicles • 장기 칩 Organs-on-chips • 페로브스카이트 태양전지 Perovskite Solar Cells • 개방형 인공지능 생태계 Open AI Ecosystem • 광유전학 Optogenetics • 시스템대사공학 Systems Metabolic Engineering

※ 출처 세계경제포럼 홈페이지 및 생명공학정책연구센터 재인용

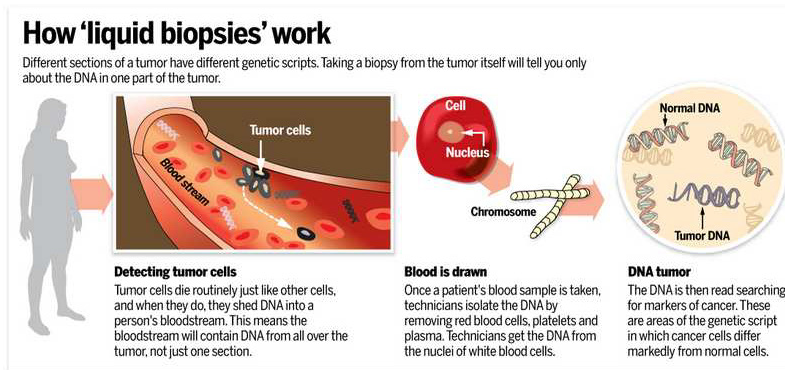
03

2017년
세계경제포럼
선정 10대
유망 기술

1 액체 생체검사 Liquid Biopsies

- 비침습적(non-invasive) 액체 생체검사법은 혈액이나 오줌의 체액검사만으로 신체 부위별 체액 내에서 돌아다니는 암세포 유래 DNA 조각들을 분석함으로써 암 발생, 전이 등을 상세히 진단
- 기존의 조직샘플 채취, 내시경 검사 등의 침습적인 방법에 비해 간편하게 확인이 가능하여 편의성 향상 및 비용감소 견인 가능

▶ 그림1. 액체 생체검사 분석과정



※ 출처 Qiagen(www.qiagen.com)

2 물 획득 기술 Harvesting Clean Water from Air

- 공기 중 수분을 깨끗한 물로 전환하여 획득하는 기술로써, 독특한 화학 및 구조적 특성의 기공을 가지는 물질로 만들어진 필터시스템을 활용
- ※ 공기 중에는 약 1천조 리터의 물이 존재하여 이를 사용할 경우, 물 자원문제 해소에 크게 기여할 것으로 기대

▼ 그림2. 물 획득 기술 도식도



※ 출처 아시아경제, '세계10대기술'공기에서 물 1000조 L 추출한다', 2017.6.27

3 시각 작업을 위한 딥러닝 Deep Learning for Visual Tasks

- 인공지능은 시각처리 분야에서 비약적인 발전을 해왔으며, 최근 의료분야에서는 의료종사자들과 비슷하거나 더 나은 능력을 보이고 있음
 - ※ 특히, 피부암 진단에서는 더 정확히 세부 암 종류까지 진단 가능할 것으로 예상
- 인공지능을 활용하면 정밀한 의료진단 시스템으로 활용이 가능하며, 전문의 수가 부족한 개도국의 의료진단에 큰 역할을 할 것으로 기대

▼ 그림3. 시각 작업을 위한 딥러닝 도식도



※ 출처 아시아경제, '세계10대기술'공기에서 물 1000조 L 추출한다', 2017.6.27

4 태양광 이용 액체연료 제조기술 Liquid Fuels from Sunshine

- 태양광 활성화 촉매를 이용하여 이산화탄소를 직접 액체연료로 바꾸는 친환경 인공 광합성 기술
 - 청색기술* 과학자들을 중심으로 활발한 연구가 진행되어 왔으며, 최근 사막과 같은 극한 환경에서도 광합성이 가능한 인공 잎 개발 중

* Blue Technology: 자연과 생물이 가진 기능을 이용하여 환경오염을 방지하는 자연 친화적 기술

- 방출된 이산화탄소를 연료로 변환하여 태양·풍력 산업에 이용이 가능하며, 토양에서 식물생장을 촉진하는 물질을 만드는데도 활용

▼ 그림4. 물 부족 환경에서 작동이 가능한 인공 잎 시스템



※ 출처 과학기술정보통신부 보도자료, '사막에서도 광합성 가능한 '인공 잎' 개발', 2017.9.28

5 인간세포 도감 The Human Cell Atlas

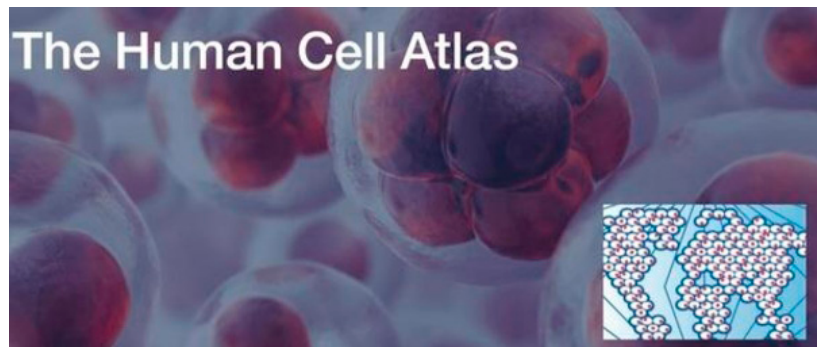
- 인체 내 모든 생물분자들의 위치와 세포종류에 따른 기능을 밝히는 기술 프로젝트
 - 분자들의 활동방식과 세포들의 상호작용 규명 등을 통하여 생명공학과 의학분야에 활용 가능한 인간 세포의 도감 완성을 목표

※ 2016년 10월, 인간세포 도감 프로젝트 창설 및 기획회의가 열렸으며, 당시 마크 저커버그(페이스북 창립자) 등 유명 글로벌 투자자들이 후원

- 게놈(유전체), 전사체(유전자로 만든 RNA), 프로테오믹(단백질), 대사체(당, 지방산, 아미노산 등), 흐름체(다른 조건 하에서 속도가 다를 수 있는 대사반응)를 탐구하는 각 연구들을 통합하고 결과를 세포에 매핑
 - 신체의 모든 유형과 상태를 시뮬레이션하고, 질병발현 과정에 대한 분석을 통해 새로운 치료방법 개발이 가능

- 현재 기술개발이 매우 빠르게 진행되어, 이미 1천만장 이상의 세포 이미지가 만들어졌으며, 30개의 세포구획 및 1만2천개 이상의 단백질 위치에 관한 고해상도 지도 생성

▼ 그림5. 인간세포 도감 프로젝트 도식도



※ 출처 조선경제, '액체생검부터 인간 세포 도감까지...WEF가 꼽은 유망 레드바이오 기술', 2017.8.21

6 정밀농업 Precision Farming

- 토양과 작물의 생육 특성을 반영한 맞춤형 농업관리 기술
 - 큰 면적에 균일한 농작업을 하는 기존의 기계화 농업과 달리, 작은 면적의 위치 특성에 맞게 변량 농자재를 처방하는 정보화농업기술
- 센서와 이미징 기술을 활용하여 실시간으로 식물의 성장과 관련된 정보를 수집·분석하고, 대응함으로써 수율을 획기적으로 향상
 - 센서, ICT, 정보관리 등의 다양한 기술의 융복합을 통해 적은 노동력으로도 충분한 생산성 확보가 가능할 것으로 기대

7 ▼ 그림6. 정밀농업의 작업 프로세스



※ 출처 LG그룹, '정밀농업, 함께 싹틔우다', 2016 LG Global Challenger 최종보고서, 2016

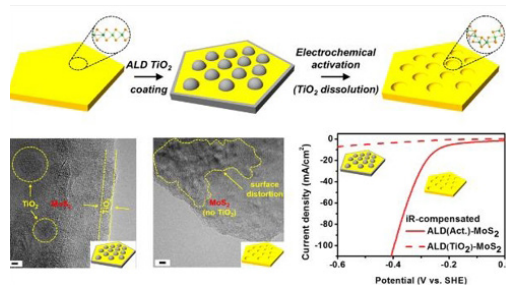
7 환경친화 이동수단 촉매 Affordable Catalysts for Green Vehicles

- 친환경 이동수단의 에너지로 각광받는 수소연료전지에 사용되는 백금촉매의 양을 범용으로 사용 가능하게 하는 효율적인 촉매기술

※ 현재 전극촉매에 쓰이는 백금은 매장량이 적고 가격이 비싸서 대량 생산에는 한계가 존재

- 백금과 팔라듐을 섞어 쓰거나 저가의 금속을 넣고 겹만 백금을 가지게 하는 방법 등을 활발히 연구 중

7 ▼ 그림7. 수소연료전지에 활용되는 대체 촉매 개발 예시



기존의 백금 촉매 대신 이용한 아황화물리브데늄 촉매의 수소 반응 특성 (한국화학연구원 김형주 박사팀 개발)

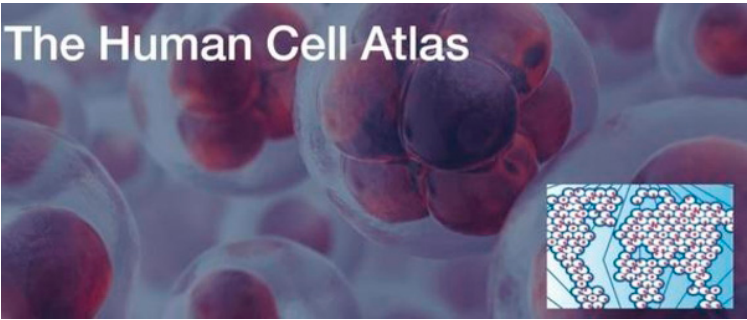
※ 출처 연합뉴스, '친환경 수소연료 생산 위한 저렴한 촉매 개발', 2017.9.27

8 게놈백신 Genomic Vaccines

- 기존의 전염병 예방 표준 백신 및 암 치료제는 미생물로부터 추출한 병원균, 단백질 등으로 구성
 - 항체 제조가 느리며, 새로운 전염병이나 독감바이러스 창궐 시 기존 백신과 계통이 일치하지 않아 효과가 약함
- 게놈백신은 DNA나 RNA로 만들어진 백신으로 인체 내에서 직접 항체 제조가 가능하여 효과적인 치료가 가능
 - 유전체 백신을 인체 내 주입하면 유전자가 세포에 들어가 선택된 단백질을 만들기 때문에 항체 제조 시간과 비용이 획기적으로 감소할 것으로 예상

※ 조류 인플루엔자, 에볼라, C형간염, HIV, 유방암, 폐암, 전립선암, 췌장암, 기타 암 등의 질병 치료에 활용

▼ **그림8.** 게놈백신 도식도



※ 출처 조선경제, '레드 바이오에 돈 몰린다...WEF, 생체생검·인간세포지도·게놈백신 유망 기술 선정', 2017.8.2

9 공동생활권 지속가능한 디자인 Sustainable Design of Communities

- 개인의 영역을 뛰어 넘어 공동생활권에서 에너지, 물 등을 절약하는 시스템을 이용하여 우리 사회의 지속 가능한 생활을 가능하게 하는 기술
 - 하나의 집을 기준으로 에너지, 물 등의 사용을 최적화하는 것이 아닌 공동 생활권의 다수의 집들의 총체적 최적화를 의미

그림9. 공동생활권 지속가능한 디자인 도식도



공동생활권 미래 전경



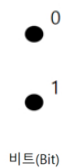
지속가능한 디자인 효과 도식도

※ 출처 아시아경제, '세계10대기술(공기에서 물 1000조 L 추출한다)', (2017.6.27.(좌측)) 및 KAIST 홈페이지, '세계경제포럼 (WEF), 2017년 10대 떠오르는 기술 선정'(우측)

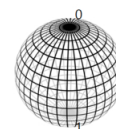
10 양자컴퓨팅 Quantum Computing

- 기존 컴퓨터는 0과 1로 이루어진 비트를 기반으로 문제를 해결하며, 트랜지스터를 늘리는 방식으로 성능을 개선
 - 하나의 비트에 여러 정보를 담을 수 없어 정보 처리속도가 느리며, 현재 나노단위 트랜지스터가 원자 크기에 근접함에 따라, 트랜지스터 수를 늘리는 시도 역시, 한계점에 다다름
- 양자컴퓨팅은 0과 1을 한 번에 나타낼 수 있는 큐비트(Qubit) 양자 비트를 이용하여 보다 빠른 작업 처리가 가능
 - 큐비트는 00, 01, 10, 11 등 상태가 중첩될 수 있어 보다 복잡한 작업을 빠르게 처리할 수 있으며, 큐비트가 늘수록 양자컴퓨터 연산속도 역시 기하급수적으로 증가하는 장점이 있음
 - ※ 예시: 큐비트 2개는 동시에 4개(2의 2제곱) 상태를, 큐비트 4개는 동시에 16개(2의 4제곱) 상태를 나타낼 수 있음
- 양자컴퓨터는 복잡한 데이터 처리에 최적화되어 있어 암호해독, 기후변화, 교통상황 예측 등 대규모 데이터가 필요한 문제 해결에 효과적일 것으로 예상

그림10. 기존 컴퓨터와 양자컴퓨터의 데이터 처리 기본 단위



기존 컴퓨터 데이터



큐비트(Qubit)

양자컴퓨터 데이터

※ 출처 조선경제, '양자 컴퓨터는 반드시 온다...암호·기후·교통 영향 계산에 쓰일 듯', 2017.7.5

04

시사점

- 최근 3년간(15~17년) 세계경제포럼 10대 유망 기술은 인공지능, 유전공학, 친환경 에너지 등 가까운 미래 사회의 혁신을 주도하거나 인간사회에 큰 도움을 주는 기술 중심으로 선정
 - 특히 인공지능은 3년 연속 10대 유망 기술로 선정되고 있으며, 최근 알파고 등의 인공지능 프로그램 수준은 매우 빠르게 발전 중

▶ 그림11. 인공지능 알파고의 진화

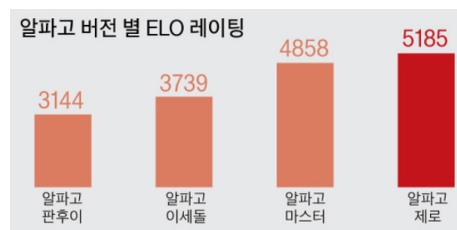
그간의 알파고 바둑대결 현황

시합일	알파고 버전	바둑상대	결과
2015.10	알파고 판(AlphaGo Fan)	판후이 2단(유럽챔피언)	5:0(승)
2016.3	알파고 리(AlphaGo Lee)	이세돌 9단(한국대표)	4:1(승)
2017.5	알파고 마스터(AlphaGo Mater)	커제 9단(세계랭킹1위)	3:0(승)
2017.10	알파고 제로(AlphaGo Zero)	알파고 리 / 알파고 마스터	100:0(승) / 89:11(승)

기존 알파고와 알파고 제로의 차이 비교

구분	기존 알파고	알파고 제로
학습방법	사람이 둔 바둑 기보 수십만 건 학습	스스로 가상바둑을 두며 학습
인공신경망	수를 알아내는 부분과 승률계산 부분 분리	수를 구하는 동시에 승률 계산
학습시간	경기 전 수개월 간의 기보 학습	3일간 가상 바둑 후 기존 알파고 능가
제품사양	2개의 신경망(정책망, 가치망) 칩셋 48개	1개의 신경망(빠르고 강력한 의사결정) 칩셋 4개

알파고 버전별 기술발전 추이



※ 출처 중앙일보, '알파고 업그레이드...더 이상 인간의 기보 입력 안 한다', 2017.10.19
David Silver 외, 'Mastering the Game of Go without Human Knowledge', Nature, 2017.10.19

- 2017년에는 의료/유전자, 에너지/환경 분야를 중심으로 인간을 포함한 자연환경 문제를 개선하는 기술들이 주로 선정
 - 그밖에, 첨단 IT 기술을 접목하여 농업 생산량 증대 및 복잡 다양한 사회문제를 해결하는데 기여하고자 노력 중

표2. 활용분야별 2017년 세계경제포럼 선정 10대 유망 기술

활용분야	10대 미래유망기술
의료/유전자	액체 생체검사, 게놈백신, 시각작업을 위한 딥러닝, 인간세포 도감
에너지/환경	물 획득 기술, 태양광 이용 액체연료 제조기술, 환경친화 이동수단 촉매, 공동생활권 지속가능한 디자인
농업/첨단IT	정밀농업, 양자컴퓨팅

참고자료

1. LG그룹, '정밀농업, 함께 싹틔우다', 2016 LG Global Challenger 최종보고서, 2016
2. 과학기술정보통신부 보도자료, '사막에서도 광합성 가능한 '인공 잎' 개발', 2017.9.28
3. 생명공학정책연구센터, '세계경제포럼 선정 2017년 10대 미래유망기술', BiolNwatch BiolN+Issue+Watch): 17-53, 2017.7.25
4. 세계경제포럼 홈페이지(www.weforum.org)
5. 아시아경제, '[세계10대기술]공기에서 물 1000조 0 추출한다', 2017.6.27
6. 연합뉴스, '친환경 수소연료 생산 위한 저렴한 촉매 개발', 2017.9.27
7. 조선경제, '레드 바이오에 돈 몰린다...WEF, 생체생검·인간세포지도·게놈백신 유망 기술 선정', 2017.8.2
8. 조선경제, '액체생검부터 인간 세포 도감까지...WEF가 꼽은 유망 레드바이오 기술', 2017.8.21
9. 조선경제, '양자 컴퓨터는 반드시 온다...암호·기후·교통 영향 계산에 쓰일 듯', 2017.7.5
10. 중앙일보, '알파고 업그레이드...더 이상 인간의 기보 입력 안 한다', 2017.10.19
11. 퀴아젠社 홈페이지(www.qiagen.com)
12. 한국과학기술원(KAIST) 홈페이지, '세계경제포럼(WEF), 2017년 10대 떠오르는 기술 선정'
13. David Silver 외 16인, 'Mastering the Game of Go without Human Knowledge', Nature, 2017.10.19

