

Khidi Issue Paper

4차 산업혁명과 보건산업 패러다임의 변화

보건산업기획단
정현학, 최영임, 이상원

Contents

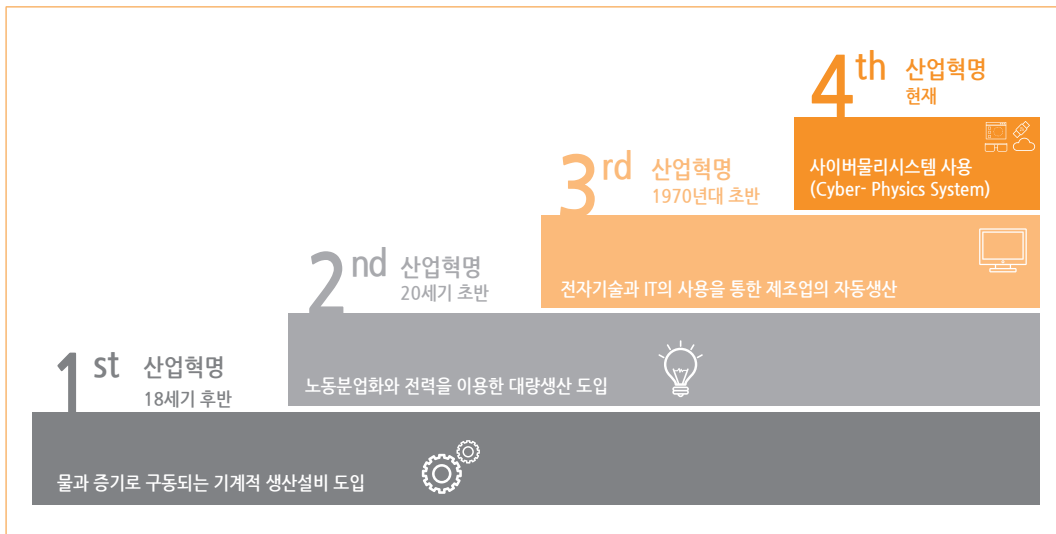
- I. 4차 산업혁명의 의의와 미래
- II. 주요국의 4차 산업혁명 대응 현황
- III. 4차 산업혁명과 보건산업의 변화 전망
- IV. 결론 및 시사점



I 4차 산업혁명의 의의와 미래

■ 4차 산업혁명의 의의

- 1차 산업혁명은 18세기 후반 증기기관의 발명을 바탕으로 한 기계적 생산, 2차 산업혁명은 20세기 초 노동 분업과 전력을 사용한 대량 생산, 3차 산업혁명은 전자기술과 IT를 이용한 자동생산을 말함
- 현 시점에 이르러서는 사이버(Cyber)와 물리(Physics)가 융합된 사이버-물리 시스템(CPS, Cyber-Physics System)을 이용한 4차 산업혁명이 대두되고 있음

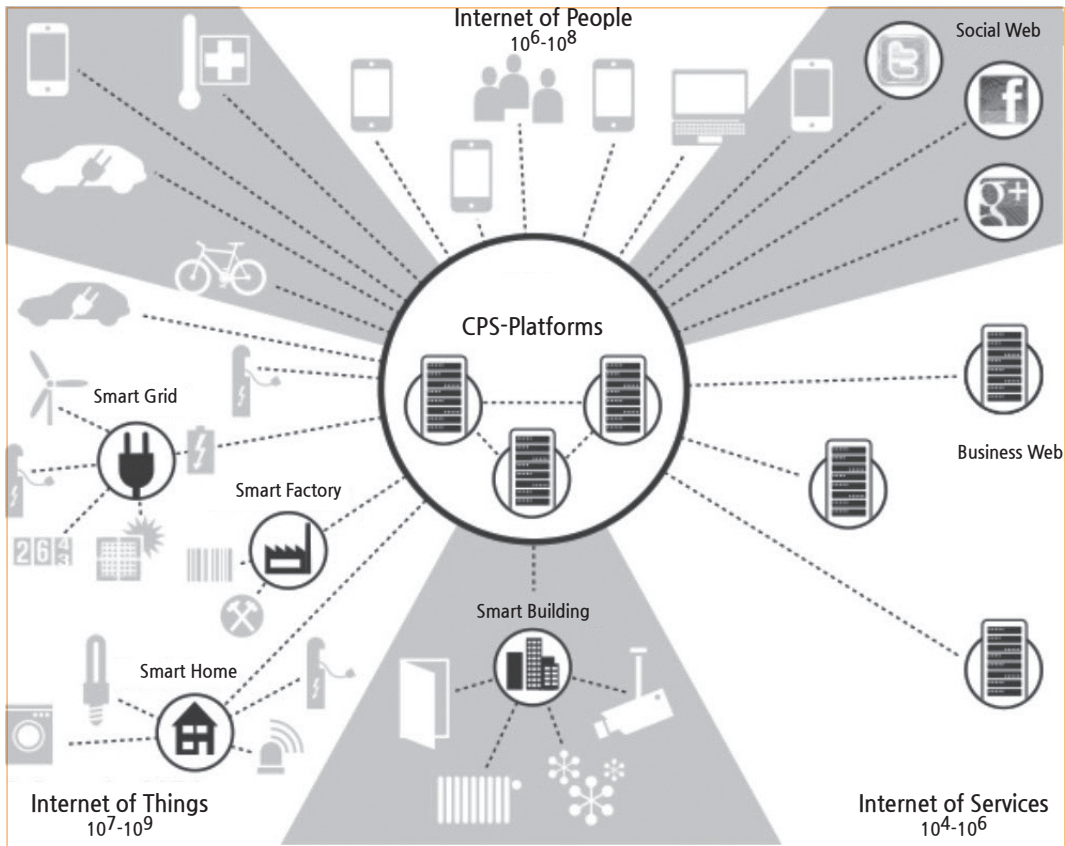


자료 : German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), 한국보건산업진흥원 가공

[그림 1] 제4차 산업혁명

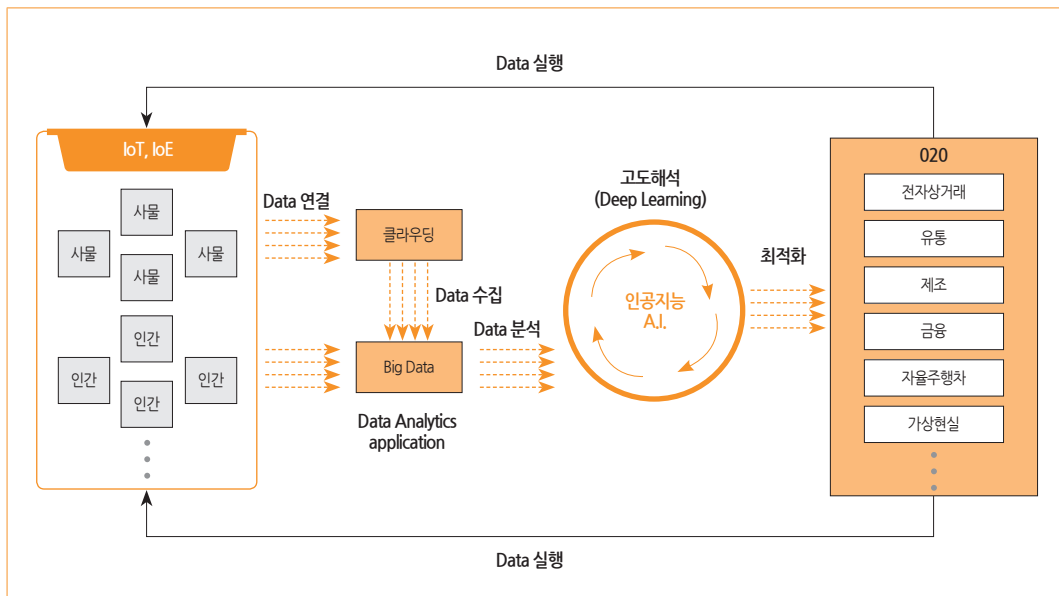
○ 4차 산업혁명의 정의 및 메커니즘

- 4차 산업혁명^[1]은 현시대의 자동화, 데이터 교류 및 제조 기술을 포함하는 용어로, 사이버-물리 시스템, 사물인터넷, 인터넷 서비스들을 함께 포괄하는 ‘기술과 가치 사슬(Value-Chain) 개념에 대한 총칭’으로 정의됨^{[2][3]}
- 4차 산업혁명의 기본 체계는 초연결, 초지능, 대융합으로서, 산업생태계는 IoT, IoP를 통해 방대한 빅데이터를 생성하고 인공지능(AI)이 빅데이터에 대한 해석(Deep Learning)을 토대로 적절한 판단과 자율제어를 수행함으로써 초지능적인 제품 생산/서비스를 제공하며 산업혁명을 견인함^[4]



자료 : Industrie 4.0 Working Group (2013)

[그림 2] 제4차 산업혁명의 개념



자료 : 삼성증권(2016)

[그림 3] 4차 산업혁명 메커니즘



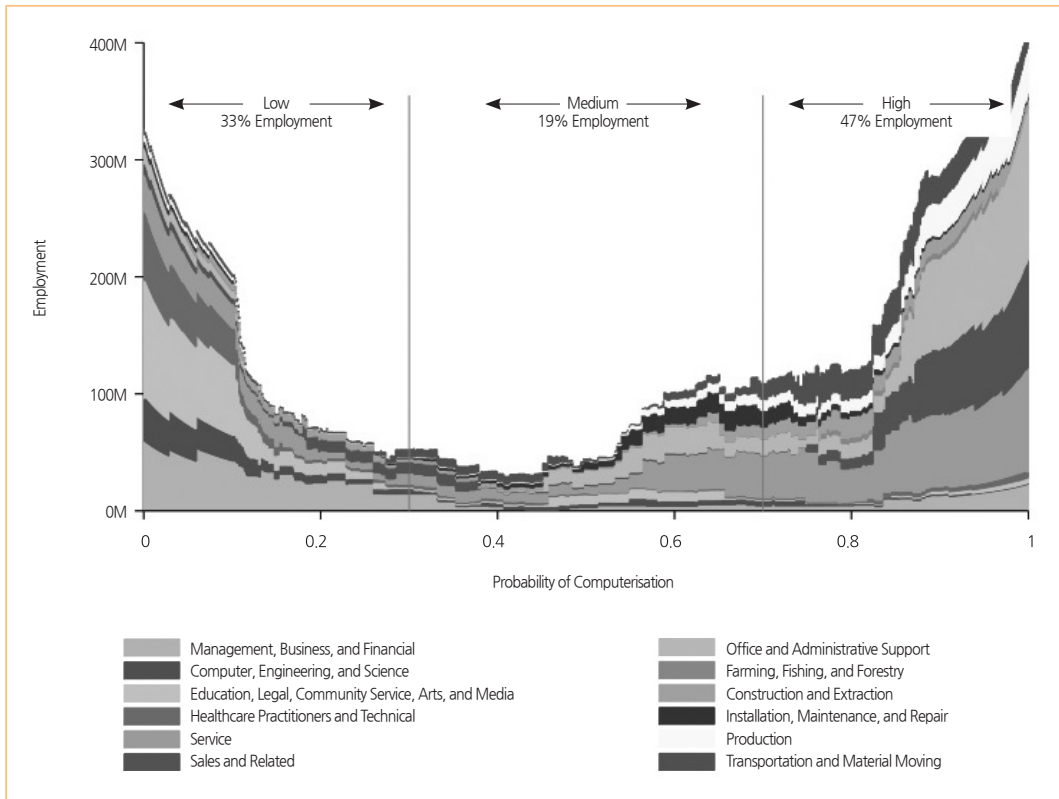
■ 4차 산업혁명에 따른 산업변화 전망

- 클라우드 슈밥(2016)은 4차 산업혁명이 앞선 세 번의 산업혁명과 마찬가지로 모든 면에서 강력하고 엄청난 영향력을 행사하며, 역사적으로 큰 의미를 가질 것으로 예상함⁵⁾
 - 미국 GM의 CEO인 메리 바라는 다보스포럼 2016에서 “자동차산업에서 미래 10년의 변화가 과거 50년의 변화에 비해 보다 클 것”이라고 전망⁶⁾
- 산업 영향⁷⁾
 - 일본 경제산업성 산업구조심의부회(2016)는 4차 산업혁명의 영향을 다음과 같이 전망함
 - ① 대량 생산·획일적 서비스에서 개별 요구에 맞춘 생산·서비스(정밀 의료, 즉석 맞춤 의류, 교육생의 이해도에 맞춘 교육 등)가 가능해짐
 - ② 사회가 보유하고 있는 자산과 개인의 요구를 최소의 비용으로 매칭 가능함 (Uber, Airbnb 등)
 - ③ 인간의 역할 인식, 학습 기능 지원 및 대체가 이루어짐 (자동 주행, 무인 항공기, 시공, 관리·배송)
 - ④ 새로운 서비스의 창출, 상품의 서비스화 (사용자 맞춤 설비 운영·보험 서비스), 데이터 공유에 의한 공급체계 전체의 효율성이 비약적으로 향상됨 (생산 설비와 물류·배송·결제 시스템의 통합)
 - ⑤ 4차 산업혁명의 기술은 모든 산업 혁신을 위한 공통 기반 기술이며, 다양한 분야의 기술 혁신 비즈니스 모델과 결합하여 전혀 새로운 수요의 충족이 가능 (유전자 편집 기술 + 바이오 데이터 → 신약, 신종 작물, 바이오 에너지 등)

■ 4차 산업혁명에 따른 일자리의 변화

- 4차 산업혁명에 따른 일자리의 변화에 대해서는 낙관론과 비관론이 존재함
- 새로운 직업을 창출할 것이라는 전망
 - Autor(2014)는 로봇과 AI의 발전으로 인간의 일자리를 빼앗기는 것 아니냐는 우려가 있지만, 기우이며 어떤 일자리도 자동화 할 수 없는 애매한 작업이 로봇 등에 의한 노동 대체에는 한계가 있어 로봇의 위협을 말하기보다는 구체적인 업무 내용을 고려해 인적 자본에 대한 투자를 개선하는 것이 생산적이라 함⁸⁾
 - Gownder(2015)는 IBM의 ‘왓슨’은 다양한 일을 할 수 있지만, 인간을 “대신하는” 것이 아니라 인간에게 “사용되는” 것이기 때문에 기술은 일자리를 “역전”시킬 수도 있어 몇 년 전만해도 없었던 직업이 많이 만들어질 것이라 함⁹⁾
 - BCG(2015)에 따르면 인더스트리 4.0에 따라 제조업에서도 소프트웨어 개발 및 IT 기술 역량을 가진 인력에 대한 수요가 높아지면서 향후 10년간 독일 제조업 전체로는 39만명(6%)의 고용 확대가 기대됨¹⁰⁾
- 기존 직업을 AI 등이 대체하여 일자리가 감소할 것이라는 전망
 - Frey, Osborne(2013)은 향후 10~20년 내에 미국의 총 직업의 47%¹⁾가 컴퓨터에 의하여 자동화될 위험성이 높을 것으로 전망¹¹⁾

1) 47%는 해당 업무를 높은 확률(66% 이상)로 컴퓨터가 대체 할 수 있는 직종에 종사하고 있는 인원수를 추정하고 그 종사자 비중을 표시함



자료 : Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne (2013)

[그림 3] 컴퓨터가 직업을 대체할 확률

- 일본의 노무라 종합연구소(2015)는 향후 10~20년 내에 인공 지능과 로봇이 일본노동 인구 49%가 종사하는 직업을 대체할 것으로 예상함^[12]
- Brynjolfsson, McAfee(2013)는 기술 실업의 공포가 현실로 다가오고 있으며 기술 혁신의 결과로 숙련 노동자에 대한 상대적인 수요가 높아지는 반면, 비숙련 노동자에 대한 수요는 감소하여 노동 수요의 양극화 현상이 발생할 것으로 전망^[13]
- Benzell(2015)은 인간이 기계에 대체 된 IT 서비스 부문에서는 임금 수준이 크게 떨어져 저축이 높을 것으로 전망 자본 축적이 저하되기 때문에 경제 전체의 산출 수준이 떨어질 수 있어 저축률 제고, 특히 과세를 통한 재분배 구조가 중요할 것이라 함^[14]
- 세계경제포럼(2016)은 로봇과 인공지능 활용이 확산되면서 2020년까지 전 세계²⁾에서 일자리 700만 개가 사라지고 빅데이터 등의 분야에서 210만개의 일자리가 만들어질 것으로 전망함^[15]

2) 대상 국가 : ASEAN, 호주, 브라질, 중국, 프랑스, 독일, 걸프협력회의(GCC), 인도, 이탈리아, 일본, 멕시코, 남아프리카, 터키, 영국, 미국



자료 : World Economic Forum (2016)

[그림 5] 직업군별 고용 전망, 2015-2020 (단위 : 천명)

- 그간 우리가 인식하고 있던 직업의 변화는 4차 산업혁명에 따라 필연적인 상황으로 혼란을 완화시킬 수 있는 제도적 노력(종사자 재교육, 복지제도 강화 등)이 요구되는 상황임

II 주요국의 4차 산업혁명 대응 현황

■ 주요국의 대응 현황

- 4차 산업혁명을 대비하는 주요국들은 자국이 경쟁 우위에 있는 분야를 중심으로 플랫폼을 구축하여 타 산업을 종속 시키고 글로벌 표준을 선점하는 것을 목표로 함
 - 클라우드서비스(미국), 제조설비(독일), 로봇(일본)등을 연계하여 플랫폼을 구축하여 부가가치를 선점하고자 함
 - 또한 플랫폼 구축을 통한 표준화를 진행하여 그 가치를 공고히 하고자 함

| | 미국 | 독일 | 일본(검토중) | 중국 |
|-------|---|--|--|--|
| 이젠다 | <ul style="list-style-type: none"> • 국가 첨단 제조업 전략계획 (2012/2014) | <ul style="list-style-type: none"> • Industrial 4.0 (2012) • 플랫폼 인더스트리 4.0 (2015) | <ul style="list-style-type: none"> • 제 4차 산업 혁명을 선도하는 일본의 전략 (2016 예정) | <ul style="list-style-type: none"> • 제조 2025 (2015) |
| 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> • 클라우드 중심 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> • 설비, 단말 중심 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> • 리얼 데이터 (빅데이터) 중심 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> • 인터넷 + 제조 + 내수시장 |
| 주체 | <ul style="list-style-type: none"> • IIC(Industrial Internet Consortium) | <ul style="list-style-type: none"> • 경제에너지부 | <ul style="list-style-type: none"> • 경제산업성 외 9개 부처 | <ul style="list-style-type: none"> • 국무원 |
| 기본 전략 | <ul style="list-style-type: none"> • AI + Big Data + Cyber 결합 • 공장 및 기계 설비 등을 클라우드에서 처리 • AI 처리와 빅데이터 해석을 중시하는 사이버에서 현실을 구현하는 전략 | <ul style="list-style-type: none"> • 스마트 생산 시스템 구축 • 제조공장 스마트화, 표준화, 데이터 보완, 제도정비, 인력육성 • 사이버물리시스템 구축 지원 해소 | <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 활용 촉진을 위한 환경 정비 • 인재 육성 · 확보 고용 시스템의 유연성 향상 • 혁신 기술 개발의 가속화 • 금융 기능 강화 • 산업 구조 · 취업 구조 전환 촉진 • 제 4차 산업 혁명의 중소기업, 지역 경제에 파급 • 제 4차 산업 혁명을 향한 경제 사회 시스템의 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> • 4대 목표(혁신, 품질, 제조업 정보화, 환경 보호) • 10대 중점 분야 육성 • 국가 주도 제조혁신 전략 • 내수 기반의 스마트 도시 • 제13차 5개년 계획과 연계 |

자료 : 한국보건산업진흥원 정리

[그림 6] 주요국의 4차 산업혁명 접근 전략

- 미국 : 사물인터넷, 사이버물리시스템, 빅데이터의 최적 연계를 통한 클라우드 서비스를 주축으로 하여 전세계에 서비스를 제공, 미국 주도의 산업 플랫폼과 표준화를 실현하고자 함^[16]
- 독일 : 3D 프린팅, 사물인터넷, 센서 기술, 인공지능 등을 제조업 생태계에 도입하여 공장, 소비자, 연구개발자를 최적으로 연결하여 근본적인 혁신을 구현하고자 함^[17]
- 일본 : 경제활동인구 감소 등 일본이 직면한 문제를 해결하고 4차 산업혁명에 대처하기 위한 리얼 데이터 활용을 중심으로 하는 전략을 수립 중^[18]
 - 산업구조심의회에 '신산업구조부회'를 출범(2015년 8월)하여 관계 부처와 함께 '새로운 산업 구조 비전'수립을 위한 검토를 진행 중이며 현재 중간점검 회의(2016년 4월 27일)를 진행
- 중국 : 제조 2025를 수립하여 제조업 고도화와 소프트 인프라(인터넷 플랫폼, 유통물류)를 통해 인터넷 플러스 개념을 제시^[19]

■ 우리나라의 대응 현황

- UBS가 세계경제포럼의 국가 경쟁력 보고서의 자료를 4차 산업혁명의 범주에 맞춰 재정리한 자료에 따르면 한국은 세계 25위^[20]
 - 각 항목 중 노동시장의 유연성은 노동시장의 효율성, 기술 수준은 고등교육과 훈련, 교육 시스템(적용 능력을 교육할 수 있는지에 대한 사항)은 혁신성, 인프라는 기술적 준비와 인프라, 법적보호는 재산권·지적재산권 보호, 사법독립, 기업의 윤리적 행동 등의 요소를 가중 평균해 점수를 산출
 - 한국은 혁신성과 고등교육 수준이 비교적 높은 편이나 노동시장 효율성과 지적재산권 보호, 사법독립, 기업의 윤리적 행동 부분에서 낮은 평가를 받음

[표 1] 4차 산업혁명 글로벌 경쟁력 적응도 상대 순위

| | 국가 | 유연한 노동 구조 | 기술 수준 | 적응 능력 교육 | 적합한 인프라 | 법적 보호 | 전반적인 영향 |
|----|------|-----------|-------|----------|---------|-------|---------|
| 1 | 스위스 | 1 | 4 | 1 | 4.0 | 6.75 | 3.2 |
| 2 | 싱가포르 | 2 | 1 | 9 | 3.5 | 9.00 | 4.9 |
| 3 | 네덜란드 | 17 | 3 | 8 | 6.5 | 12.50 | 9.4 |
| 4 | 핀란드 | 26 | 2 | 2 | 19.0 | 1.25 | 10.1 |
| 5 | 미국 | 4 | 6 | 4 | 14.0 | 23.00 | 10.2 |
| 6 | 홍콩 | 3 | 13 | 27 | 4.5 | 10.00 | 11.5 |
| 7 | 노르웨이 | 9 | 7 | 13 | 19.0 | 11.50 | 11.9 |
| 8 | 덴마크 | 10 | 9 | 10 | 15.5 | 17.75 | 12.5 |
| 9 | 뉴질랜드 | 6 | 10 | 24 | 21.5 | 6.25 | 13.6 |
| 11 | 일본 | 21 | 21 | 5 | 12.0 | 18.00 | 15.4 |
| 12 | 독일 | 28 | 17 | 6 | 9.5 | 18.75 | 15.9 |
| 25 | 한국 | 83 | 23 | 19 | 20.0 | 62.25 | 41.5 |
| 28 | 중국 | 37 | 68 | 31 | 56.5 | 64.25 | 51.4 |

자료 : UBS (2016)

- 우리나라는 전 산업을 아우르는 4차 산업혁명 대응 종합전략은 논의가 진행 중이며 각 분야별 기술발전에 대응하는 전략들이 수립되어 있음
 - 정부는 '신산업민관협의회'를 개최하고 2016년 내에 '미래 신산업보고서'를 제시할 예정
 - 4차 산업혁명 시대의 9대 혁신 기술로 △빅데이터 △자동화 로봇 △시뮬레이션 △수평·수직적 소프트웨어 통합 △산업 인터넷 △사이버 보안 △클라우드 △3D 프린팅 △증강현실 등이 논의 되고 있음^[21]

III

4차 산업혁명과 보건산업 변화 전망

■ 4차 산업혁명의 티핑포인트가 될 기술

- 세계경제포럼(2015)은 4차 산업혁명의 티핑포인트³⁾가 될 기술의 실현 연도를 그림 7과 같이 제시하고 있음^[22]

| 2018 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|-------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| - Storage for All | - Robot and Services | - The Internet of and for things | - Implantable Technologies | - Ubiquitous Computing | - 3D Printing and Consumer Products | - Driverless Cars | - Bitcoin and the Blockchain |
| | | - Wearable | - Big Data for Decisions | - 3D Printing and Guman Health | - All and White-Collar Jobs | - All and Decision-Making | |
| | | - 3D Printing and Manufacturing | - Vision as the New Interface | - The Connected Home | - The Sharing Economy | - Smart Cities | |
| | | | - Our Digital Presence | | | | |
| | | | - Governments and the Blockchain | | | | |
| | | | - A Supercomputer in Your Pocket | | | | |

자료 : World Economic Forum (2016)

[그림 7] 기술의 티핑포인트가 발생될 것으로 예상되는 연도

- 이중 다수의 기술 발전이 보건산업과 관련되어 있으며, 그 중 대표적인 기술들은 다음과 같음

3) 말콤 글레드웰(2000)이 만든 새로운 용어로 균형을 유지하던 상태에서 균형을 깨고, 한순간에 전파되는 극적인 순간을 말함

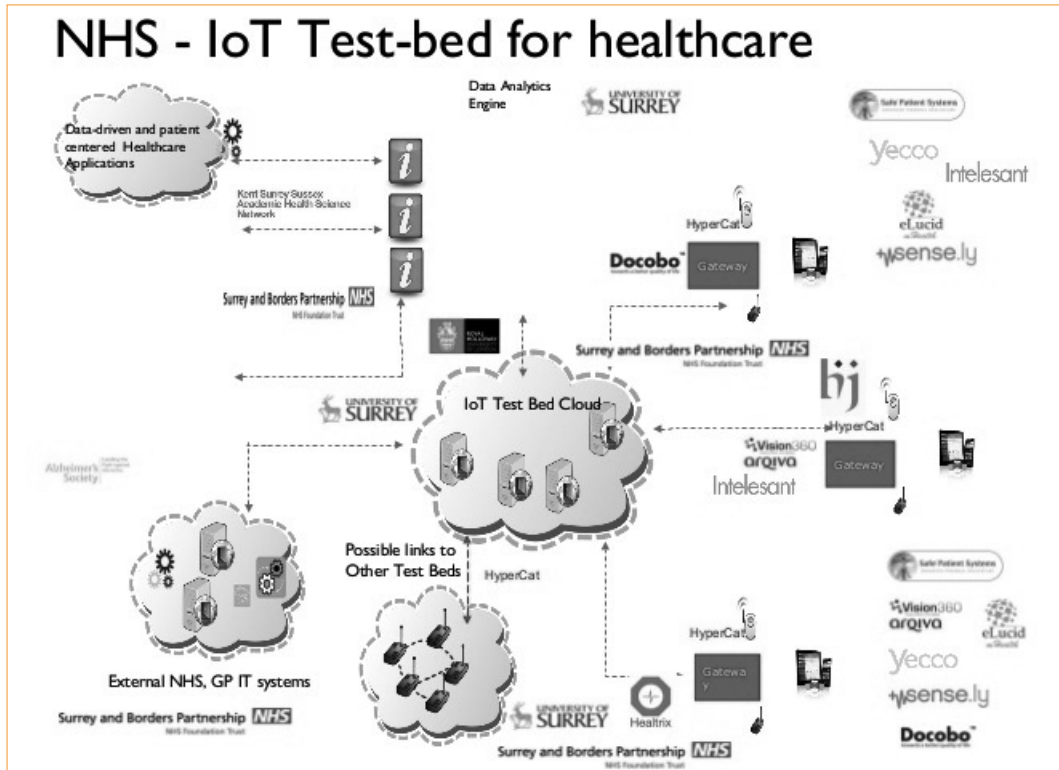
[표 2] 보건산업과 관련하여 산업혁명의 티핑포인트가 발생할 기술

| 기술 | 티핑포인트 | 사례 |
|---------------|--|--|
| 사물 인터넷 | 2022년, 1조 개의 센서가 인터넷에 연결 | 당뇨 디지털 코치 : 영국 NHS는 HP와 협력하여 웨어러블 센서 및 IoT 기기를 개발 테스트 베드 사업을 실시 ^[23] 기술통합 건강관리 : 영국 NHS는 치매환자를 대상으로 가정에 IoT기기를 설치 모니터링하는 시범사업 실시 ^[24] |
| 웨어러블 인터넷 | 2022년, 세계 인구의 10%가 인터넷이 연결된 의류를 착용 | 스마트 셔츠 : Heddoko, Hexoskin, Ralph Lauren, Cityzen Sciences, OMsignal 등의 다양한 기업에서 심박, 호흡, 근전도 등을 측정하는 의류를 출시 ^[25] |
| 이식 기술 | 2023년, 최초의 이식형 모바일 폰 상용화 | 이식형 피임기구 : 빌게이츠 재단은 외부 원격제어로 동작하는 이식형 피임 기구를 프로젝트를 지원 캡슐형 비만감시 기구 : 비만환자의 지방 수준을 모니터링 하고 “배부름”을 느끼는 물질을 생성시키는 삼킬 수 있는 캡슐을 개발 중 |
| 새로운 시각 인터페이스 | 2023년, 안경의 10%가 인터넷에 연결 | 구글 글래스 : 수술 시 환자 정보를 즉각적으로 확인하는 용도 사용 |
| 주머니 속의 슈퍼컴퓨터 | 2023년, 90%의 사람이 스마트폰을 사용 | 보건의료 콜센터, 무료 응급 전화 서비스, 응급상황, 모바일 원격진료 등에 활용 |
| 커넥티드 홈 | 2024년, 가정용 기기가 가정 내 인터넷 트래픽의 50% 이상 차지 | 치매환자의 가정 내 모니터링 등 |
| 인공지능과 의사결정 | 2026년, 기업 이사진에 인공지능이 등장 | IBM Watson의 암 치료 계획 수립 보조는 시행되고 있으며 추후 피부암 진단 등도 프로젝트 진행 중 |
| 로봇과 서비스 | 2021년, 미국에 로봇약사가 등장 | 제약에 사용되는 다양한 로봇이 개발 출시되어 있으며 일본의 경우 노인 돌봄을 위한 로봇을 개발 |
| 3D프린팅과 인간의 건강 | 2024년, 3D프린팅으로 제작된 간이 이식 | 현재 인체의 뼈조직 대체 및 모의 수술 용도로 다양한 3D 프린팅 기술이 활용 |

자료 : 보건산업진흥원 정리

① 사물인터넷(The Internet of and for Things)

- 2022년에 1조 개의 센서가 인터넷에 연결될 것으로 예상
- 지능형 센서의 발전과 함께 컴퓨팅 파워 증가, 하드웨어 가격하락이 이루어짐에 따라 모든 사물이 인터넷에 연결되어 데이터기반 서비스의 기반이 될 것으로 봄
- 장단점 :의료 자원의 효율적 활용, 삶의 질 개선, 연결된 제품에 따라 추가적인 지식과 가치 생성이 예상되나 복잡성이 증가하여 제어의 손실도 우려됨
- 사례 : 영국 NHS는 IoT 테스트 베드를 구축^[26]하고 당뇨 디지털 코치, 기술통합 건강관리 시범사업을 실시

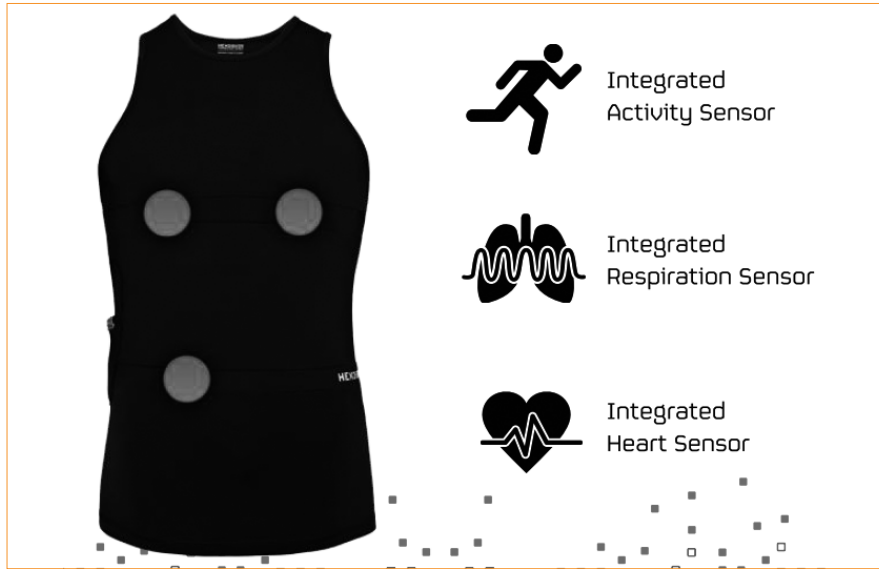


자료 : Payam Barnaghi (2016)

[그림 8] 영국 NHS의 보건의료를 위한 IoT 테스트베드 개념도

② 웨어러블 인터넷(Wearable Internet)

- 2022년을 세계 인구의 10%가 인터넷이 연결된 의류를 착용
- 현재 스마트워치 등이 출시되어 있지만 점점 의류 등 사람이 착용하는 다른 장비들도 인터넷에 연결될 것으로 예상됨
- 장단점 : 자기 관리 의료가 실현됨으로 건강하고 더 오랜 삶을 가져올 것으로 보이나 사생활 보호에 대한 우려도 상존함
- 사례 : 랄프로렌은 애플워치와 연계하여 심박수와 호흡 등을 측정하는 의류를 개발 판매^[27] 및 다른 기업들도 심박, 호흡, 근전도 등을 측정하는 의류를 출시



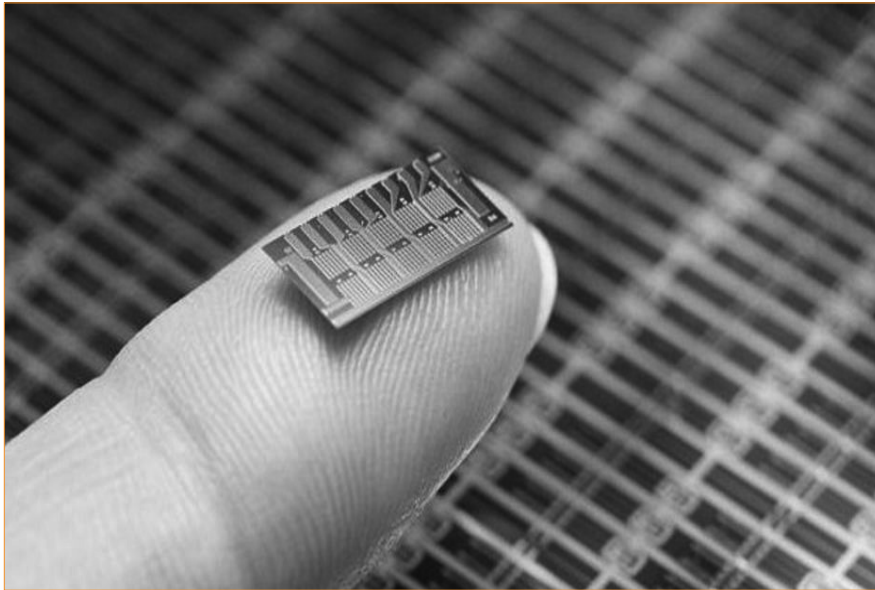
자료 : Hexoskin

[그림 9] 스마트 의류

③ 이식 기술(Implantable Technologies)

- 2023년을 최초의 이식형 모바일폰이 상업화되는 시점으로 예상함
- 현재 인공심장박동기(Pacemaker), 인공와우⁴⁾ 등이 인체에 이식되고 있으나, 사람들은 점점 더 많은 기기와 연결되고 있고 궁극적으로 통신, 위치, 동작/건강모니터링 기능 등이 체내에 이식될 것으로 예상
- 장단점 : 기술의 실현은 보건의료 성과 창출에 긍정적인 결과를 가져올 것으로 보이나 사생활 보호에는 부정적일 수 있음
- 사례 : ① 빌게이츠 재단은 외부 원격제어로 동작하는 이식형 피임기구를 제작하는 프로젝트를 지원 ② 비만환자의 지방 수준을 모니터링 하고 “배부름”을 느끼는 물질을 생성시키는 삼킬 수 있는 캡슐을 개발 중²⁸⁾
- 시사점 : 의료목적이 아닌 이식용 모바일폰 등이 개발될 경우 기존의 ‘품질경영 및 공산품안전관리법’, ‘의료기기법’ 등으로 관리가 어려워 질 수 있어 새로운 규제체계의 검토가 필요할 수 있음

4) 내이(와우) 손상부의 역할을 대신해 음향 신호를 뇌에 전달하는 의료 기기



자료: BBC

[그림 10] 원격제어가 가능한 이식형 피임기구

④ 새로운 시각 인터페이스(Vision as the New Interface)

- 2023년을 안경의 10%가 인터넷에 연결될 시점으로 예상함
- 구글 글래스가 개발되어 미국 등 일부 국가에서 실제 수술 상황에서 사용
- 장단점: 시각을 통해 데이터에 접근할 수 있는 증강현실의 실현으로 의료/수술 등의 서비스 제공이 효율적일 수 있지만 주의산만에 따른 사고, 과몰입에 따른 트라우마, 중독·현실도피 증가 등으로 인해 공공보건에 악영향을 끼칠 수 있음

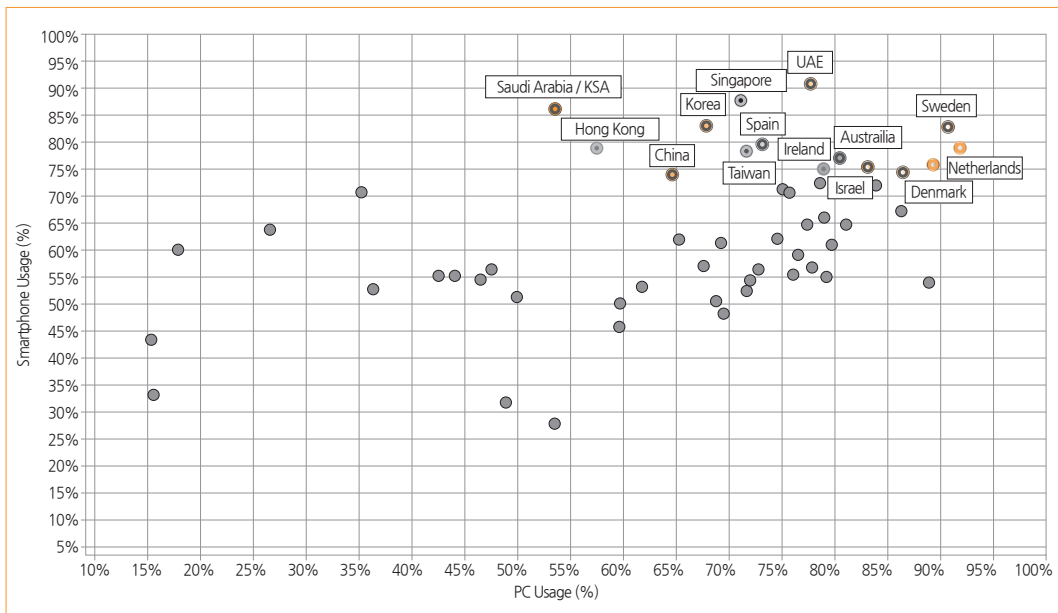


자료: Philips Healthcare

[그림 11] 구글 글래스의 실현 컨셉

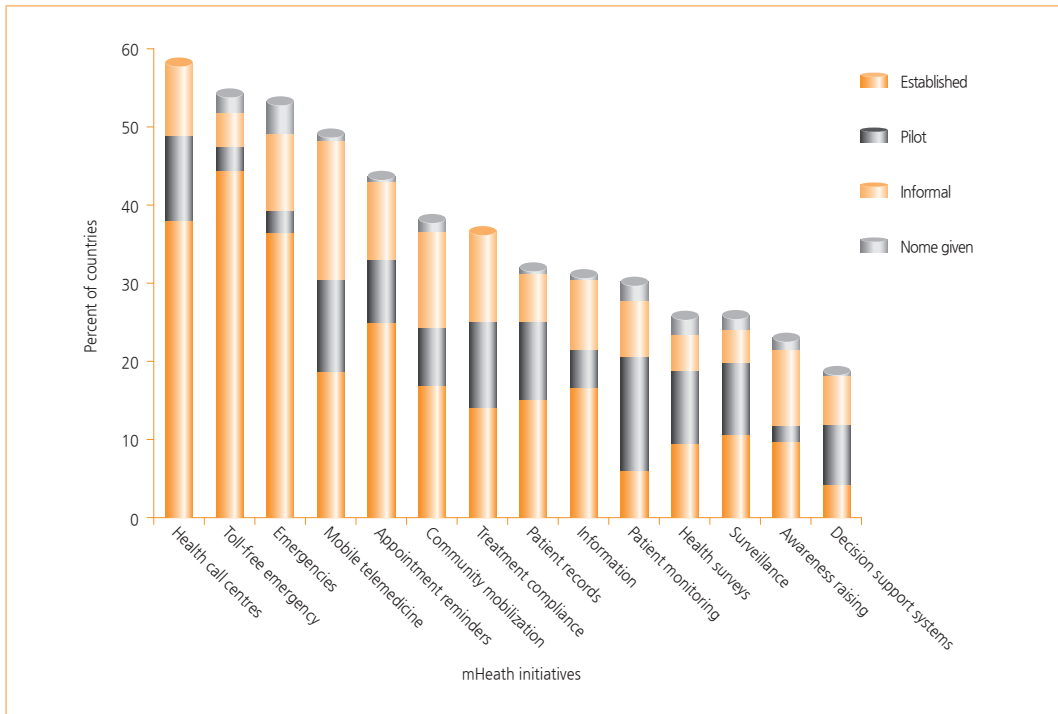
⑤ 주머니 속의 슈퍼컴퓨터(A Supercomputer in Your Pocket)

- 2023년을 90%의 사람이 스마트폰을 사용할 시점으로 예상
- 다음 그림과 같이 우리나라의 경우 티핑포인트에 거의 도달한 상황으로 인터넷을 통한 병원 예약, 병원 평가 정보 조회 등을 통해 의료 서비스에 대한 접근은 보다 용이해짐
- 장단점 : 의료 서비스에 대한 접근성을 개선할 수 있으나 정보 조작 등에 따른 부작용도 존재할 수 있음
- 시사점 : WHO(2011)은 스마트폰의 보급을 통한 mHealth의 다양한 적용 현황^[29]을 발표했으나 국내에서는 아직 제한적으로 적용하고 있음 mHealth의 단기적인 효과는 Free(2010)^[30], Cole- Lewis와 Kershaw(2010)^[31], Holtz와 Lauckner(2012)^[32], Krishna(2009)^[33] 등의 연구를 통해 일정 부분 단기적인 효과가 확인된 상황으로 국내 적용에 대한 장기적인 검토가 필요할 수 있음



자료 : Google, World Economic Forum (2016)

[그림 12] 성인 인구의 약 90%가 스마트폰을 사용하는 국가 (2015.3)



자료: WHO (2011)

[그림 13] mHealth 전략과 세계의 단계별 적용현황

⑥ 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)

- 2024년을 세계 인구의 90%가 인터넷에 정기적으로 접근할 수 있는 시점으로 전망
- 오늘날 세계 인구의 43%가 인터넷에 접속되어 있으나 향후 인터넷에 대한 접근은 인간의 기본권으로 인식될 수 있음
- 장단점 :의료 서비스에 대한 접근성을 개선할 수 있으나 정보 조작 등에 따른 부작용도 존재할 수 있음

⑦ 커넥티드 홈(The Connected Home)

- 2024년에 (엔터테인먼트 기기나 통신기기가 아닌) 가정용 기기가 가정 내 인터넷 트래픽의 50%이상을 차지함
- 지능형 센서의 발전과 함께 컴퓨팅 파워 증가, 하드웨어 가격하락이 이루어짐에 따라 모든 사물이 인터넷에 연결되어 데이터기반 서비스의 기반이 될 것으로 봄
- 장단점 :장애인/고령자의 독립적인 생활, (약물 복용 모니터링, 환자 입원일 수 감소 등을 통한) 의료시스템 비용 절감이 가능하나 개인정보 보호, 사이버 범죄 등에 취약해 질 수 있음
- 사례 : OECD(2011)는 보건의료 서비스 개혁을 위한 사례로 영국의 치매환자의 가정 내 모니터링 시스템을 언급함^[34]
- 시사점 :장애인/고령자를 보조하기 위한 가정용 모니터링 시스템을 도입하기 위한 재정적 지원 등을 대비해야 할 수 있음



자료 : Parks Associates (2015)

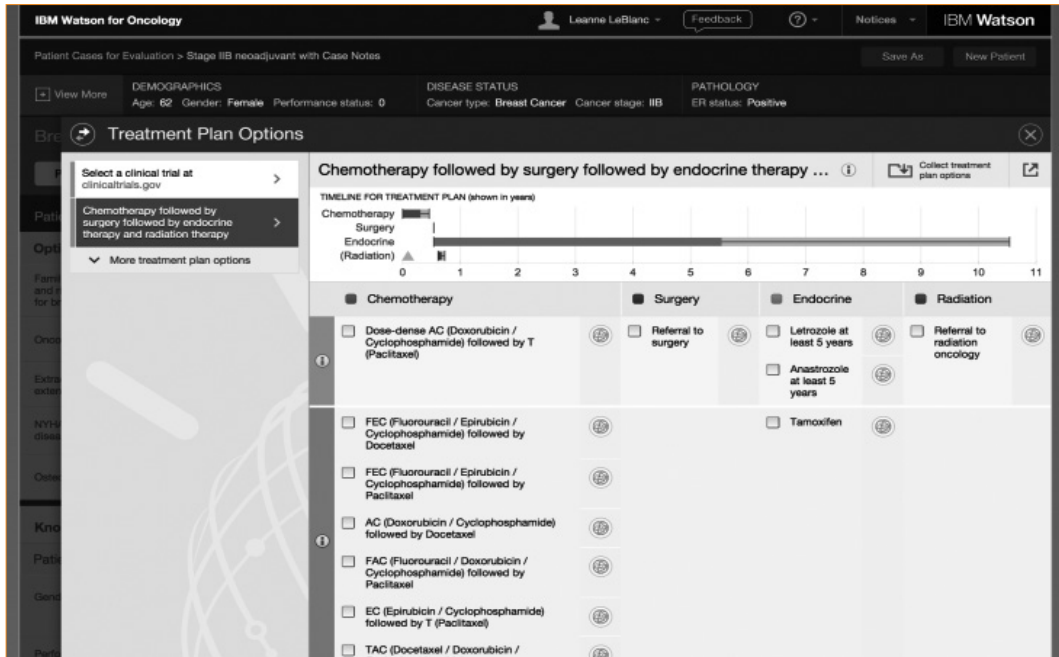
[그림 14] 커넥티드 홈 개념

⑧ 의사결정에 빅데이터 활용(Big Data for Decisions)

- 2023년에 인구총조사를 빅데이터를 활용하여 실시하는 최초의 국가 등장 예상
- 이전 보다 많은 데이터가 지역사회에 존재하며 이를 활용한 신속하고 효율적인 의사결정이 가능해짐
- 장단점 : 보다 빠른 의사 결정, 더 나아가서 실시간 의사결정이 보다 효율적으로 가능하나 데이터 신뢰성, 책임의 문제 등이 존재함
- 사례 : 샌프란시스코 지자체는 음식점 리뷰 앱을 운영하는 Yelp社와 협력하여 음식점 평가에 위생평가 점수를 같이 공개하도록 하여 시민들의 의사결정에 도움을 제공^[35]

⑨ 인공지능과 의사결정(Artificial Intelligence and Decision- Making)

- 2026년에 기업 이사진에 인공지능이 등장할 것으로 예상
- 현재 연구 중인 자동차 운전 외에도, AI는 과거의 경험 데이터를 바탕으로 구체적인 결론을 쉽게 도출할 수 있어 복잡한 미래의 의사 결정 절차를 자동화 가능
- 장단점 : 보다 빠른 의사 결정, 더 나아가서 실시간 의사결정이 보다 효율적으로 가능하나 데이터 신뢰성, 책임의 문제 등이 존재함
- 사례 : ① Bennet(2013)의 연구에 따르면 실제 환자의무기록을 이용하여 학습한 AI와 일반적인 치료방법을 비교한 결과 AI의 경우가 치료결과(+41.9%) 및 비용(- 58.5%)에서 효율적인 것으로 나타남^[36] ② IBM Watson Health는 데이터 기반 분석으로 의사결정 지원 툴을 개발하고 있으며, 피부암 진단 등의 프로젝트를 진행 중^[37]
- 시사점 : 딥러닝을 위한 빅데이터 활용에 대한 방안과 개발된 의사결정 프로그램에 대한 보험 수가 적용 등 의료현장에 적용하기 위한 다양한 제도적 검토가 필요함



자료 : IBM (2015)

[그림 15] 암 치료 계획 보조를 위한 Watson

⑩ 로봇과 서비스(Robotics and Services)

- 2021년에 미국에 로봇약사가 등장할 것으로 예상
- 로봇공학은 제조업에서 농업생산, 소매 서비스의 직업까지 강력한 영향을 미칠 것임
- 장단점 : (계약 연구개발 성과로 인한) 향상된 보건상황을 가져올 것으로 예상되나 많은 직업이 사라질 수 있음
- 사례 : 의료 환경에서 사용 가능한 로봇들로는 자율 이동 수술, 환경 소독, 실험실, 제약, 멸균 등 다양한 분야에서 활용할 것으로 예상^[38]되어 간호사, 약사, 임상병리사, 방사선사 등의 다양한 업무를 일부나마 대체할 것임



자료 : RIKEN-TRI Collaboration Center for Human-Interactive Robot Research

[그림 16] 일본의 케어 로봇 RIBA

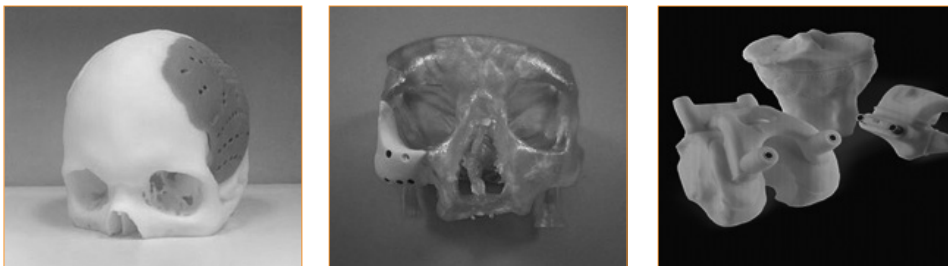


⑪ 3D 프린팅과 제조(3D Printing and Manufacturing)

- 2022년에 최초로 3D 프린트로 제조된 자동차의 생산이 예상
- 시간이 지남에 따라 3D 프린팅은 속력, 비용, 크기의 장애물을 극복하고 더욱 보급될 것으로 보임
- 장단점 : 3D 프린팅을 사용하여 의료 기술의 이해와 학습을 촉진, 다품종 소량생산이 가능하여 의료기기의 가격인하 요인, 운송비용 감소 등이 가능하나 제조업 일자리 감소, 제품품질 관리 등이 문제가 될 수 있음
- 사례 : 현재 의료분야에서는 의료기기 생산을 중심으로 3D 프린팅 기술이 활용되어 일부 의료기기는 3D 프린팅으로 생산되고 있으며 사전 모의 수술 등에도 사용^[39] 되고 있음

⑫ 3D 프린팅과 인간의 건강(3D Printing and Human Health)

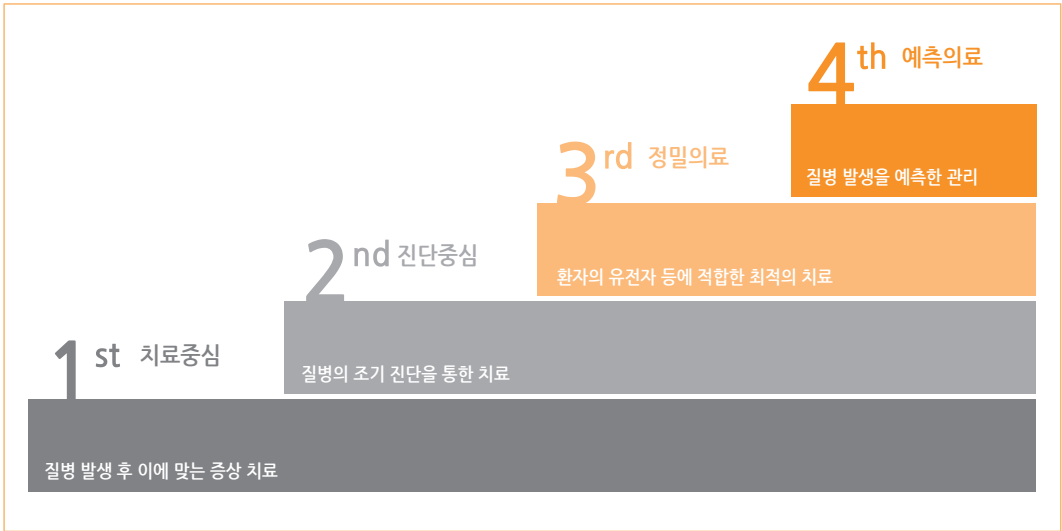
- 2024년에 최초로 3D 프린트로 제작된 간이 이식될 것으로 기대
- 3D 프린팅 기술이 금속 재료 등의 적층에서 보다 발전하여 바이오 프린팅으로 인체의 장기 등의 제조도 가능할 것으로 전망
- 장단점 : 기존 장기의 부족 극복, 병원에서 환자 맞춤형 제품을 제작, 고가 의료 제품의 인쇄, 실제 장기를 제작하여 임상실험, 식품 인쇄, 식품 위생 개선 등이 기대되나 규제되지 않는 의료기기/인체 조직의 생산, 도덕/윤리적 문제, 생산 제품의 책임 문제 등이 있음^[40]
- 시사점 : 향후 다양한 제품들이 3D 프린팅으로 제조되어 제조품질관리, 제조자 책임범위, 허가 대상 등 다양한 부분에서 논의가 필요함



[그림 17] 3D 프린팅으로 제작된 의료기기

- 이러한 기술의 변화는 보건의료산업에서 연구/개발, 임상시험, 제조, 시술/투약, 간호 등 전반적인 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 전망됨
- 제4차 산업혁명 시대에는 보건의료 제품의 연구/개발 비용 및 시간을 단축할 것으로 예상되며 각 환자별로 최적화된 제품을 제조할 수 있을 것임
 - 3D 프린팅 기술 발전에 따라 제조시설이 병원에 설치되어 제조기업은 연구/개발/디자인 업무만을 전담할 가능성도 있음
 - 예를 들어 인공혈관을 제작할 경우 재료의 최적 디자인, 안전성 및 효율성을 검증하는 업무를 기업이 수행하고 3D 프린팅을 이용한 생산은 병원이 바로 수행할 수 있을 것임
 - 또한 의약품 개발 등에 있어 빅데이터 구축 및 AI 개발로 인해 원료 탐색, 임상시험 등 다양한 분야에서 업무 영역이 축소될 수 있음
 - 하지만 환자 모니터링 제품, 환자의 유전자 특성별 의약품 개발 등 다양한 영역이 새로이 열릴 수 있음

- 아울러 의료서비스의 경우 모니터링 데이터, 유전체 정보 등의 빅데이터 분석을 통해 의료 패러다임이 변할 수 있음
 - 현재 치료, 진단을 넘어 정밀의료가 논의 되고 있는 상황이지만 궁극적으로 유전체 정보 분석 등을 통해 발생할 질병을 예측하여 그 위험을 관리할 수 있음

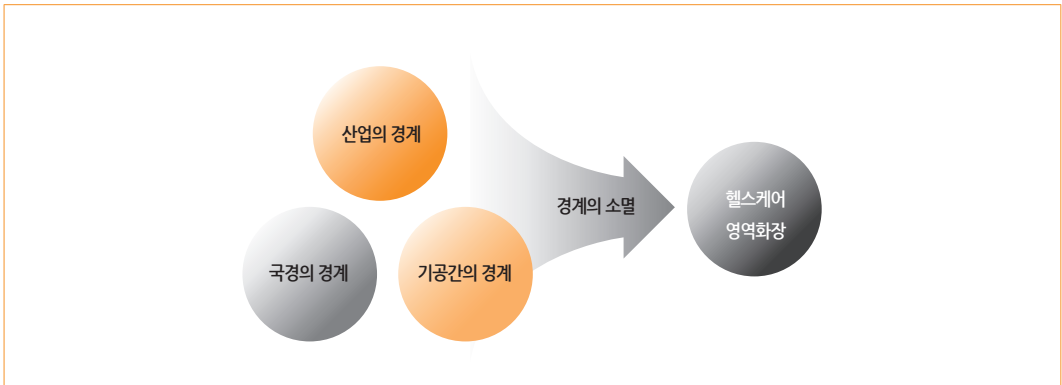


자료 : 한국보건산업진흥원 정리

[그림 18] 의료서비스 발전 예상

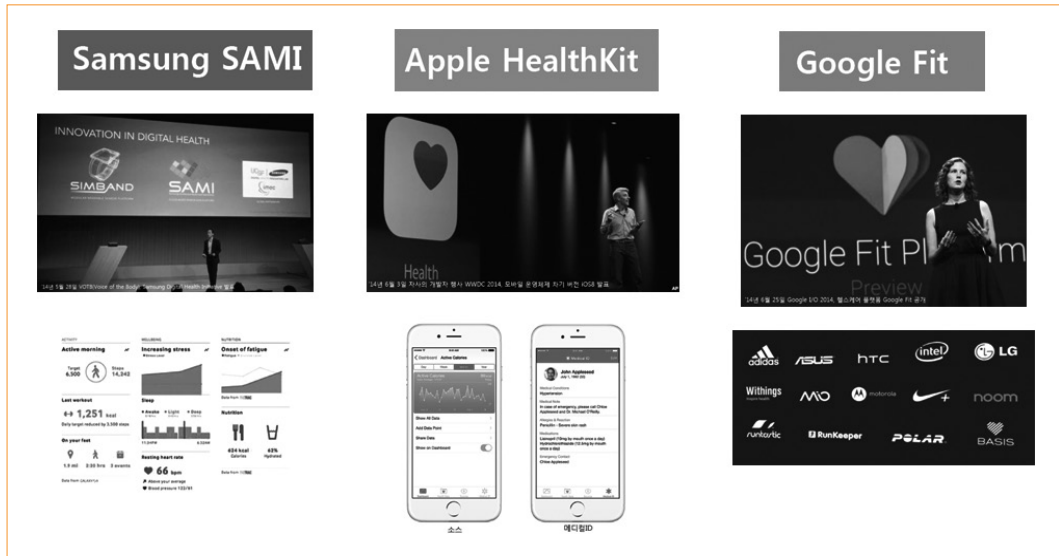
■ 보건산업과 건강시스템 패러다임의 변화

- 제4차 산업혁명의 기술적 변화는 현재의 보건산업의 영역을 규정하는 경계를 허물어 갈 것임
 - 의료법, 약사법 등에 따라로 산업의 경계가 견고했던 보건산업에서도 새로운 제품과 서비스의 결합, 보건의료와 소비재의 경계영역 제품과 서비스 등장 등으로 그동안 인식해온 산업의 경계가 허물어지고 있음
 - 전통적으로 강한 지역 기반의 특징을 지닌 의료서비스 산업도 국경을 넘어 이동하는 환자의 증가 등으로 그간의 산업의 국경이라는 개념도 변화하고 있음
 - 원격 로봇수술, 원격 모니터링 등 시간과 공간의 경계를 넘어선 서비스 모델이 등장하고 있음
 - 이러한 경계의 소멸은 헬스케어 영역의 전례없는 확장으로 이어지고 있음



[그림 19] 보건산업 경계의 소멸 및 영역의 확장

- 헬스케어와 관련이 없었던 세계적 IT기업들이 이미 헬스케어분야에 진출을 하고 있음
 - 전자, 정보, 관광, 주택 등 그동안 건강과 관련이 없었던 산업에서도 건강이라는 요소를 중요한 미래전략으로 인식



자료 : RIKEN-TRI Collaboration Center for Human-Interactive Robot Research

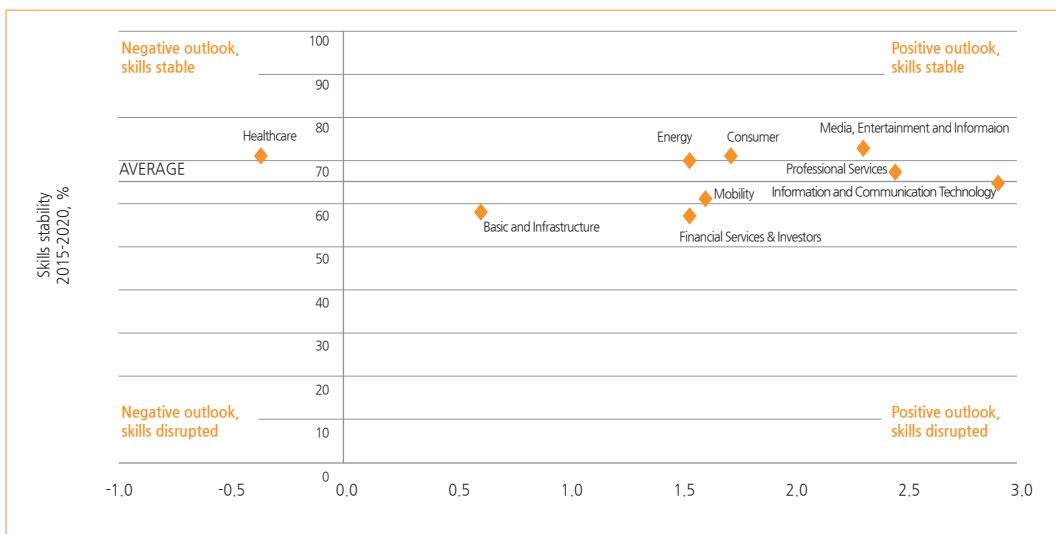
[그림 20] 세계적 IT기업들의 헬스케어분야 진출

- 아울러 전통적 의료산업의 영역도 확대되고 있음
 - 그동안 의료영역에 머물러 있던 병원, 제약기업, 의기기기업 들로 항노화산업, 웰니스산업, 건강관리 등으로 영역을 확대하고 있음
 - 소득수준의 향상과 고령화 등으로 국민들의 건강에 대한 관심이 높아지면서, 의료산업의 경계가 건강의 영역으로 확대
- 기존 건강산업의 영역확장, 타 산업의 건강분야 진출 확대라는 현상이 가속화되면서 건강 관련 활동이 경제에서 차지하는 비중이 커져가고 있음
 - 이러한 헬스케어 영역의 확장의 결과 미래에는 건강이라는 요소가 경제발전의 원동력이 되는 이른바 건강기반경제(Health-based Economy)로 변화할 것임
- 세계경제포럼(2016)은 건강수명 극대화, 만성질환 예방, 정신질환 예방에 대한 투자가 모든 산업에 기회를 창출할 것이라 말할^[41]
 - 웨어러블 기술, 빅데이터 등의 기술 발달로 인해 커넥티드 홈을 구축하여 모니터링과 관리를 최적화하여 장애인/고령자 등의 독립생활을 가능하게 함으로서 사회적 비용 절감이 가능해짐
 - 또한 개인건강관리가 수월해 지며 이와 연관된 산업에 대한 투자가 늘 수 있고 궁극적으로 기업 및 정부의 관련 비용이 절약될 수 있음
 - 아울러 정신건강 관리와 더불어 유아동 돌봄 등이 개선되어 교육 및 노동 효율성이 증가 될 수 있음
- 4차 산업혁명으로 인하여 초연결, 초지능 사회로 발전함으로써 우리는 그간 겪을 수 없었던 다양한 보건의료산업의 변화를 보게 될 것임

- 보건의료산업 분야의 투자는 그간 소비로 치부되었지만 앞으로는 사회 전체의 효율적인 발전을 책임지는 투자가 됨
- 건강이 산업발전의 원동력이 되고, 산업발전이 다시 건강에 기여하는 사회로 새로운 경제발전의 핵심이 될 수 있음^[42]

■ 보건산업 일자리의 변화

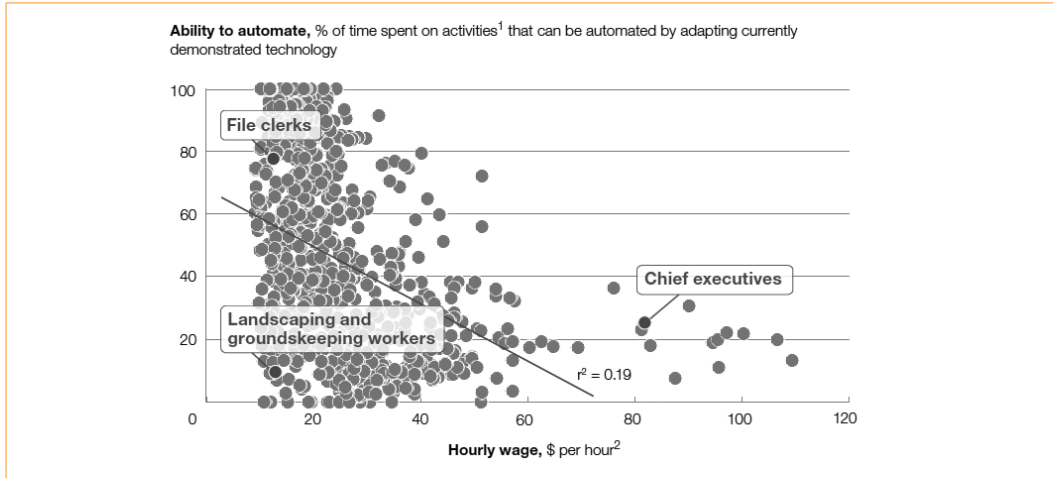
- 세계경제포럼(2016)은 4차 산업혁명에 따른 직업의 보건의료 분야 고용에 부정적이나 기술은 안정적으로 봄^[43]
 - 이는 의료기술의 특수성을 반영한 결과로 보이거나 단순한 업무는 많은 경우 AI 등으로 대체될 것으로 판단됨



자료 : World Economic Forum (2016)

[그림 21] 산업별 고용 전망과 기술 안정성

- 4차 산업혁명이 보건산업 일자리에 미치는 영향은 클 것이나, 고용에 부정적일 것이라는 견해는 일자리 수에 대한 관점으로만 이루어 짐
 - 홍성민(2015)은 기계가 인간의 일자리를 대체할 것이라는 견해는 일자리 수에 집중되어 있어, 직업의 변화를 가져온다는 측면에서 파악할 필요가 있다고 말함^[44]
 - 맥킨지(2015)는 800개 직업의 2,000개 작업 중 45%가 자동화, 5%만 완전 대체가 가능한 직업으로 예측^[45]



자료 : Mckinsey(2015)

[그림 22] 자동화 가능성과 시간당 임금

○ 직업의 재정적 측면에서 보면 4차 산업 혁명의 영향이 적은 기존 일자리와 많은 기존 일자리, 미래 일자리 창출로 연결되는 새로운 일자리로 구분 할 수 있음

- 영향이 적은 기존 일자리는 일반 의사, 간호사 업무 등 지능화된 기술이 침투하면서 이를 능숙하게 활용하되 최종 판단 등 핵심 업무는 사람이 하는 경우에 해당할 것으로 ETRI(2015)는 예측함^[46]
- 또한 일본 노무라종합연구소(2015)는 인공지능과 로봇에 의해 대체될 가능성이 낮은 직업⁵⁾으로 의료사회복지사, 수의사, 유도 접골사, 소아과 의사, 조산사, 보육사, 정신과 의사, 외과 의사, 언어치료사, 물리치료사, 작업치료사, 산부인과 의사, 치과 의사를 선정함^[47]
- 영향이 많은 기존 일자리는 4차 산업혁명의 주요기술인 3D 프린팅, 로봇 공학, 빅데이터, 바이오기술, 클라우드 기술로^[48] 외과수술, 영상의학, 의무기록, 의료비심사 및 적정성 평가, 건강관리, 노인돌봄서비스 등 기술발전예 따라 부분적, 장기적으로 대체가능 한 분야
- 일본 노무라종합연구소(2015)는 대체 가능성이 높은 직업⁶⁾으로 의료사무원, 진료정보관리사, 보험사무원 등을 선정함^[49]
- 박가열 등(2015)은 미래의 새로운 일자리는 수술용나노로봇조정사, 지능형 환자 맞춤형 프로그래머, 바이오센서 제작 수리 전문가, 닥터 셰프, 헬스 캐스터, 스마트VR렌즈삽입 안과 의사 등이 될 것으로 전망^[50]

[표 3] 바이오기술 미래직업별 실현가능성* 사회적 영향력 종합

| 순위 | 직업명 | 가능성*영향력 |
|----|------------------|---------|
| 1 | 수술용나노로봇조정사 | 18.54 |
| 2 | 지능형 환자 맞춤형 프로그래머 | 17.57 |
| 3 | 바이오 센서 제작 수리 전문가 | 15.56 |
| 4 | 닥터 셰프 | 15.12 |
| 5 | 헬스 캐스터 | 14.44 |
| 6 | 헬스 테크 디자이너 | 13.78 |

5), 6) 직업명은 일본 노동정책연구 연구기구의 '직무 구조에 관한 연구'를 따름

| | | |
|----|-------------------|-------|
| 7 | 음식 코디네이터 | 13.52 |
| 8 | 1인가구위기관리시스템전문가 | 134.3 |
| 9 | 스마트VR렌즈삽입안과 의사 | 12.56 |
| 10 | 러닝메이트 | 12.56 |
| 11 | 수면 컨트롤러 | 12.38 |
| 12 | 바이오 플라스틱 디자이너 | 11.79 |
| 13 | 셀프뷰티샵 마스터 | 11.67 |
| 14 | 감정컨트롤러 | 11.37 |
| 15 | 빅브라더반대운동가 | 10.96 |
| 16 | 체내 이식형 디지털 화폐 매니저 | 9.81 |
| 17 | 유전자 커플매니저 | 8.04 |
| 18 | 반려식물커뮤니케이터 | 7.00 |

자료 : 고용정보원 (2015)

- 클라우드 슈밥(2016)은 로봇과 AI가 점차 노동을 자본으로 대체하고 (디지털 경제하에서 사업을 할 때)투자는 자본집약성이 완화 될 것으로 예측^[51]

 - 노동시장은 전문적 기술을 가진 사람들로 제한될 것이며
 - 전 세계적으로 연결된 디지털 플랫폼과 시장은 소수의 승자에게만 보상이 커질 수 있음
- 따라서 플랫폼과 시장을 선점하는 기업과 국가, 전문기술을 가진 일부 사람에게 부의 편중이 심화됨

 - 빅데이터로 피크 타임을 분석하여 파트타임 채용을 늘려 안정적인 직업이 줄 수 있음
 - 고소득을 얻을 수 있는 전문기술을 습득하기 위하여 교육에 대한 투자가 보다 증가할 것으로 판단됨
 - 또한 플랫폼 시장을 선점하기 위한 경쟁이 치열하게 이루어질 것으로 전망됨
- 4차 산업혁명에 따른 보건산업 일자리는 새로운 시대에 맞는 새로운 역량을 요구

 - 새로운 환경에 대한 이해와 적응, 과거와의 결별은 멈출 수 없는 변화와 혁신의 물결에 대응하기 위한 필수요소이며 미래지향적 교육·훈련체계가 핵심^[52]

■ 보건산업 규제 등 정부 정책의 변화 요구

- 4차 산업혁명에 따른 신산업에 맞는 새로운 규제 시스템 요구

 - 그동안 보건산업 기술과 제품에 대한 규제 방식은 ‘허용’ 아니면 ‘금지’라는 이분법적 패러다임이었음
 - 그러나 현실은 중간적인 회색지대가 존재함. 특히 신기술과 신산업의 경우 초기 단계에서는 위험(risk)과 편익(benefit)이 확정적이지 않기 때문에 허용/금지의 판단이 더욱 어려움
 - 예를 들어 보건의로 빅데이터의 경우 정보의 내용이나 취급하는 기관 성격에 따라 위험과 편익이 다양하지만, 규제방식은 ‘허용’ 아니면 ‘금지’ 뿐임.
 - 4차 산업혁명에 따른 신산업에 대응하기 위해서는 ‘적응 규제(Adaptive regulation)’ 패러다임의 도입이 필요함
 - ‘적응 규제’란 처음에는 최소한의 규제들을 설정하고 필요에 따라 점진적인 규제를 검토한다는 개념
 - 이러한 개념은 유럽 European Medicines Agency(EMA)에서 Adaptive pathways라는 이름으로 임상개발초기에 시판허가를 부여하고 실제사용(real- life use)에서의 근거를 수집하면서 규제범위를 조절하는

방식을 2014년부터 시범사업으로 추진 중임^[53]

- 또한, 새로운 제품과 서비스의 결합, 의료와 비의료 경계영역의 제품과 서비스 등장 등 기존의 의료법, 약사법, 의료기기법의 범위를 넘어서거나 경계에 있는 제품과 서비스를 활성화하기 위해 첨단 신산업 영역에 대해 새로운 법적 프레임을 만드는 것에 대해서도 검토가 필요함
- 4차 산업혁명은 산업 활성화 전략을 넘어 교육 정책과 고용 정책을 포괄해야 함
 - 4차 산업혁명의 동력은 사람인데 사회에서 요구하는 인력을 적시에 공급하지도 못하는 경직된 교육체계로는 혁명을 주도하기 어려움
 - 새로운 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 창조적 인력을 키워내고, 기존 인력을 새로운 산업 수요에 맞춰 재교육할 수 있는 유연한 교육체계 필요
 - 특히, 보건산업은 보건의료분야 인력의 면허제도 등으로 인해 시장변화에 유연하게 인력의 공급조절 및 재교육 전환 등이 어려운 분야이나, 반대로 정부의 적극적인 개입하에 인력의 공급 조절이 가능한 분야이기도 함
 - 정부는 4차 산업혁명에 따라 보건의료, 보건산업의 일자리의 변화를 예측하고, 미래에 요구되는 일자리의 변화 양상에 맞추어 인력 양성 및 재교육 방안을 적극적으로 추진할 필요 있음
 - 노동 불안정성을 최소화하고 노동 유연성을 보장하면서 전문 인력을 확보하기 위해, 직장인 대상의 선제적 재교육 프로그램을 마련해 공평한 교육 기회를 제공이 필요

IV 결론 및 시사점

- IoT·빅 데이터·인공 지능 등에 의한 변화는 전례 없는 속도와 충격으로 진행
 - 이러한 기술의 발전은 의료시스템의 패러다임을 바꿔 보건산업 전반에 강력한 영향을 미칠 것으로 예상
 - 또한 안정적인 직업의 감소와 부의 편중은 보다 심화되어 사회적인 충격으로 다가 오고 이 역시 보건의료 환경에 충격을 줄 수 있음
 - 하지만 이러한 4차 산업혁명은 거부할 수 없는 큰 파도가 되어 덮쳐오고 있음
- 관련 산업이 시기를 놓치지 않고 투자를 할 수 있고 국가가 투자를 지원하기 위한 관련 제도의 준비를 추진해 가기 위해서 방향이 되는 민관 공유의 비전이 필요함
 - 이러한 비전에 대하여는 사회 각계의 논의는 필수적임
 - 그간 우리가 가지고 있던 도덕적, 윤리적 사고의 근간이 기술 개발로 흔들릴 수 있어 이에 대한 심도 깊은 연구도 필요함
- 또한 4차 산업혁명이 가져올 충격을 사회가 흡수하고 발전할 수 있도록 수많은 담론이 필요함
 - 노동유연성 뿐만이 아닌 기업의 윤리경영 등 법적 투명성을 제고하고
 - 기존 인력의 재교육 및 신규 인력의 양성을 위한 교육 지원 정책
 - 노동유연성을 지지할 수 있는 사회적 안전망 구축에 대한 논의도 있어야함
- 4차 산업혁명이 가져올 변화의 모습이나 시기 (산업 구조, 취업 구조, 경제 사회 시스템의 변혁), 신사업의 가능성, 정부, 시민사회, 기업이 해야 할 대응 (규제 개혁, 연구 개발·시설·인력 투자 등)에 대해 보다 명확한 검토가 필요함

■ 참고문헌

- [1], [5], [51] Klaus Schwab (2016) "The Fourth Industrial Revolution"
- [2] Hermann, Pentek, Otto (2016) "2016: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios" 49th Hawaii International Conference on System Sciences(HICSS)
- [3] Jürgen Jasperneite (2012) "Was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt" Computer & Automation
- [4] 하원규 (2015) "제4차 산업혁명의 신지평과 주요국의 접근법" 주간기술동향
- [6] World Economic Forum (2016) "World Economic Forum Annual Meeting 2016 - Mastering the Fourth Industrial Revolution"
- [7], [18] 産業構造審議会 (2016) "『新産業構造ビジョン』第4次産業革命をリードする日本の戦略"
- [8] David Autor (2014) "Polanyi 's Paradox and the Shape of Employment Growth"
- [9] J. P. Gownder (2015) "The Future Of Jobs 2025 : Working Side By Side With Robots"
- [10] BCG (2015) "Industry 4.0 - The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries"
- [11] Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne (2013) "The Future of Employment"
- [12], [47], [49] 野村総合研究所(2015), "日本の労働人口の 49%が人工知能やロボット等で代替可能に - 601 種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算 -"
- [13] Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee (2012) "Race Against the Machine"
- [14] Benzell (2015) "Robots Are Us : Some Economics of Human Replacement"
- [15], [43], [48] World Economic Forum (2016) "The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution"
- [16][17] 하원규 (2015) "제4차 산업혁명의 신지평과 주요국의 접근법" 주간기술동향
- [19] 전종규, 변경록 (2016) "스마트 차이나, 중국 4차 산업혁명" Global Market Strategy
- [20] UBS (2016) "Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution"
- [21] 김규원 (2016) "10년 뒤 먹거리... '4차 산업혁명' 주역을 찾아라" 한겨레
- [22] World Economic Forum (2015) "Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact"
- [23] <https://www.england.nhs.uk/ourwork/innovation/test-beds/diabetes-digital-coach/>



- [24] <https://www.england.nhs.uk/ourwork/innovation/test-beds/tihm/>
- [25] Spela KosirMarch (2015) "A Look at Smart Clothing for 2015" Wearable Technologies
- [26] Payam Barnaghi (2016) "How to make cities "smarter"?" UKTI/IET Workshop, Mobile World Congress 2016
- [27] <http://www.ralphlauren.com/>
- [28] WT VOX (2015) "Top 10 Implantable Wearables Soon To Be In Your Body"
- [29] WHO (2011) "mHealth New horizons for health through mobile technologies"
- [30] Free et al. (2010) "The effectiveness of m-health technologies for improving health and health services: A systematic review protocol" BMC Research Notes
- [31] Cole-Lewis & Kershaw (2010) "Text messaging as a tool for behavior change in disease prevention and management" Epidemiologic Review.
- [32] Holtz & Lauckner (2012) "Diabetes Management via Mobile Phones: A Systematic Review" Telemedicine and e-Health
- [33] Krishna et al. (2009) "Healthcare via Cell Phones: A Systematic Review" Telemedicine and e-Health
- [34] OECD (2011) "Health Reform - MEETING THE CHALLENGE OF AGEING AND MULTIPLE MORBIDITIES"
- [35] Annie Wu (2015) "Could We Soon Check Any Restaurant's Health Inspection Score Via Yelp?" Epoch Times
- [36] Casey C. Bennett, Kris Hauser (2013) "Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A Markov decision process approach" Artificial Intelligence in Medicine
- [37] IBM (2015) "Making Connections: Trends & Tempos in Clinical Informatics & Professional Practice - Big Data, Cognitive Computing and the Impact on Clinical Decision Support" COACH Clinician Forum 2015
- [38] Debra Ann Maleski (2014) "Health care robotics" Health Facilities Management
- [39], [40] 정현학 (2014) "3D프린팅 기술. 발전에 따른 의료기기 인허가 제도의 변화" 보건산업브리프
- [41] World Economic Forum (2016) "Future of Healthy How to Realize Returns on Health"
- [42] 이상원 (2014) "건강경제 프로젝트, 출발점에 서다." 보건산업동향
- [44] 홍성민 (2015) "과학기술과 일자리" 제395회 과학기술정책포럼

