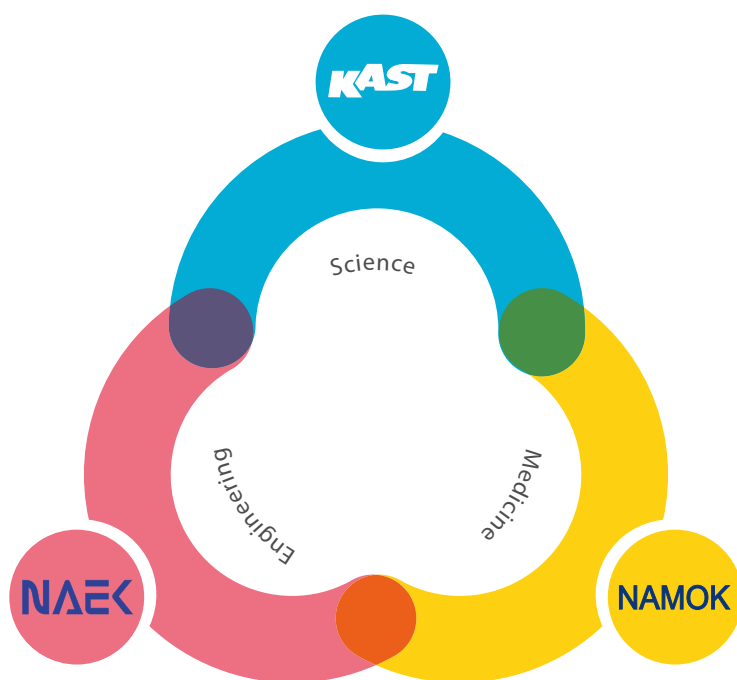


대한민국 3개 한림원 공동포럼

• 3개 한림원 연구·정책협의회 연구성과 발표회 •

일 시 : 2018. 1. 18.(목), 15:30~18:15

장 소 : 한국프레스센터 18층 외신기자클럽



PROGRAM

*사회: 성장모 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원

15:00~15:30	등 록
	개회식
15:30~15:40	공동포럼 개최 배경 및 취지 • 성창모 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)
15:40~15:50	인사말 • 정남식 대한민국의학한림원 회장 • 권오경 한국공학한림원 회장 • 이명철 한국과학기술한림원 원장
발표세션 1	4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안 좌 장 : 김경만 서강대학교 교수 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)
15:50~16:05	“4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-과학기술 분야” • 연경남 한국과학창의재단 종합원격교육연수원 원장 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:05~16:20	“4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-공학(산업) 분야” • 장석인 산업연구원 선임연구위원 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:20~16:35	“4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-의학 분야” • 지선하 연세대학교 보건대학원 교수 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:35~16:55	토론(질의응답)
16:55~17:10	커피브레이크
발표세션 2	미세먼지, 바이오헬스산업, 고령화 좌 장 : 안현실 한국경제신문 논설·전문위원
17:10~17:25	“미세먼지 문제의 본질과 해결 방안” • 문길주 UST 총장 (미세먼지정책위원회 위원장)
17:25~17:40	“코리아 바이오헬스의 도전과 과제” • 박하영 서울대학교 산업공학과 교수 (바이오헬스산업정책위원회 위원장)
17:40~17:55	“고령화, 과학에서 해답을 찾다” • 김창오 연세대학교 내과학교실 교수 (고령화 이슈페이퍼 집필위원회 위원장)
17:55~18:15	토론(질의응답)
18:15~19:00	폐회 및 만찬

CONTENTS

공동포럼 개최 배경 및 취지

- **성창모** 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원 _ 01
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)

SESSION 1

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안

- “4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-과학기술 분야” _ 15

- **연경남** 한국과학창의재단 종합원격교육연수원 원장
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

- “4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-공학(산업) 분야” _ 31

- **장석인** 산업연구원 선임연구위원
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

- “4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-의학 분야” _ 45

- **지선하** 연세대학교 보건대학원 교수
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

SESSION 2

미세먼지, 바이오헬스산업, 고령화

- “미세먼지 문제의 본질과 해결 방안” _ 71

- **문길주** UST 총장
(미세먼지정책위원회 위원장)

- “코리아 바이오헬스의 도전과 과제” _ 89

- **박하영** 서울대학교 산업공학과 교수
(바이오헬스산업정책위원회 위원장)

- “고령화, 과학에서 해답을 찾다” _ 135

- **김창오** 연세대학교 내과학교실 교수
(고령화 이슈페이퍼 집필위원회 위원장)

공동포럼 개최 배경 및 취지

성창모 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)

• 약 력 •

성 명	성창모	
소속 및 직위	한국과학기술한림원 정책학부 정회원 고려대학교 그린스쿨 초빙교수 유엔기후협약(UNFCCC) 기술집행위원회(TEC) 위원	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1984 - 1988	Lehigh University	재료공학 박사
1982 - 1984	The Ohio State University	재료공학 석사
1979 - 1981	서울대학교	금속공학 석사
1975 - 1979	서울대학교	금속공학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2016 - 현재	UNFCCC 기술집행위원회	아시아-태평양 대표 위원
2016 - 현재	고려대학교 그린스쿨대학원	초빙교수
2016 - 현재	녹색기술센터(과기정통부 산하 출연연)	명예연구위원
2015 - 현재	국무총리실 녹색성장위원회	위원
2014 - 현재	외교부 장관 정책자문위원회	자문위원
2014 - 2016	국비유학한림원	회장 & 선임부회장
2013 - 2016	녹색기술센터(미래부 산하 출연연)	초대소장
2012 - 2013	녹색기술센터 (한국과학기술연구원 내부 조직)	소장
2004 - 현재	한국과학기술한림원	정회원
2006 - 2012	(주)효성기술원	사장, 기술원장
2005 - 2006	대통령 자문 정책기획위원회	위원
2004 - 2006	부산 인제대학교	총장
1992 - 2004	미국 매사추세츠 주립대학 화공/핵공학과	부교수(종신)
1989 - 1992	미국 Osram-Sylvania 중앙기술원	책임연구원

대한민국 3개 한림원 공동포럼

- 3개 한림원 연구·정책협의회 연구성과 발표회 -

2018. 1.18

한국과학기술한림원, 한국공학한림원, 대한민국의학한림원



4차 산업혁명 과학기술 법·제도 개선 정책연구회의

제1차 회의 2017. 6. 16.(금):

보고서 집필 범위, 각 분야별 이슈 문제점 파악

제2차 회의 2017. 6. 28.(수):

각 분야의 법, 제도적 측면 논의. 연구개발 수행체제, Market Access, 의료행위 등 세부 주제 발굴

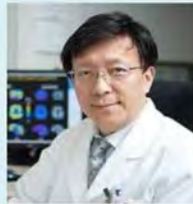
제3차 회의 2017. 7. 12.(수):

각 분야별 논의를 통해 주제별 세부 이슈를 구체화하고, 세부 이슈의 '현황 및 문제점', '개선방향', '집필자' 선정

제4차 회의 2017. 7. 26.(수):

연구 성격을 반영한 신규 성과지표 개발·적용, 혁신 과정의 효율적 자원 배분을 저해하는 법과 제도의 개선, 디지털 헬스케어 및 빅데이터 활용 등에 대한 토론. 8월11일까지 초안 제출 예정.

3개 한림원 研究 政策 협의회 委員



제5차 회의 2017. 8. 17.(목):

이슈페이퍼 디자인과 초안 취합 후, 분야별 대표위원이 서론과 결론을 마무리함. 사회적으로 민감한 사항 및 이슈에 대해서는 각 한림원 내부에서 리뷰 진행.

제6차 회의 2017. 9. 8.(금):

3개 분야별 이슈페이퍼 집필진 발표 및 토의, 이슈페이퍼 형식 등의 일관성과 내용 검토. 정책연구위원 10인, 각 한림원 대표, 이슈페이퍼 집필진 14인.

(2017. 12. 12. 3개 분야 이슈페이퍼 최종본 발간)

제7차 회의 2018. 1. 11.(목):

대한민국 3개 한림원 공동포럼 준비회의 및 발표 리허설



석학 정책제안

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안

집필진 (집필 순)

김이경, 양승우
서민호, 이광호
박재민, 고혁진
김해도

집필진 (집필 순)

안현실, 권복규
신정섭

집필진 (집필 순)

김정훈, 김진수
김석중, 이진성
장혁재, 황 희



연 구 진 (기타 순)

김경만, 박형욱
성창모, 연경남
윤종민, 이동수
장석인, 조순로
지선하, 최윤희

참 여 진

김호성, 김상철
배승철

KAST 한국과학기술한림원
The Korean Academy of Science and Technology

NAEK 한국공학한림원
The Korean Academy of Engineering

대한민국학한림원
National Academy of Medicine of Korea

제9회 국회-한림원 과학기술혁신연구회 포럼
(제118회 한림원탁토론회)

**미래 과학기술을 위한 정책입법
및 교육, 어떻게 해야 하나?**

일 시: 2017년 11월 17일(금), 09:00
장 소: 국회 본관 3식당(국회 본관 3층)
주 최: 국회-한림원 과학기술혁신연구회

공동회장: 변재일 의원(더불어민주당), 신상진 의원(자유한국당), 장병완 의원(국민의당), 박인숙 의원(바른정당), 이명철 원장(한국과학기술한림원)

공동간사: 박경미 의원(더불어민주당), 송희경 의원(자유한국당), 신용현 의원(국민의당), 유옥준 총괄부위원장(한국과학기술한림원)

행사일정

사회 김경만 한림원 정책학부 정회원(서강대학교)

08:30 ~ 09:00	등 록
09:00 ~ 09:40	개회식 및 축사
개 회 사	변 재 일 의원(더불어민주당, 국회측 공동회장) 신 상 진 의원(자유한국당, 국회측 공동회장) 장 병 완 의원(국민의당, 국회측 공동회장) 박 인 숙 의원(바른정당, 국회측 공동회장) 이 명 철 원장(한국과학기술한림원, 한림원측 공동회장)
축 사	박 경 미 의원(더불어민주당, 국회측 공동간사) 송 희 경 의원(자유한국당, 국회측 공동간사) 신 용 현 의원(국민의당, 국회측 공동간사)
09:40 ~ 10:00	주제발표1 박 형 옥 단국대학교 교수
10:00 ~ 10:20	주제발표2 양 승 우 STEPI 팀장
10:20 ~ 10:40	주제발표3 최 윤 희 산업연구원 선임연구위원
10:40 ~ 10:45	단상정리
10:45 ~ 11:25	지정토론
좌 장	성 창 모 한림원 정책학부 정회원(UK기후변화협약)
토 론 자 (기타다 순)	신 동 화 한림원 농수산학부 중신회원(전북대) 윤 종 민 충북대학교 교수 정 선 양 한림원 정책학부 정회원(건국대) 홍 성 옥 한림원 정책학부 정회원(서울대)
11:25 ~ 11:45	청중토론
11:45	폐 회



- 3개 한림원 연구·정책협의회 연구성과 발표회 -

- 일시: 2018.11.18(목) 15:30
- 장소: 한국프레스센터 18층 외신기자클럽
- 주최: 대한민국의학한림원, 한국공학한림원, 한국과학기술한림원

○ 행사일정

사회성장모 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원

15:00 - 15:30	등록
15:30 - 15:40	공동포럼 개최 배경 및 취지 성장모 유엔기후변화협약 기술집행기구 위원 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)
15:40 - 15:50	인사말 경남식 대한민국의학한림원 회장 권오경 한국공학한림원 회장 이명철 한국과학기술한림원 원장
발표세션1	'4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안' 좌장 김경만 서강대학교 교수 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)
15:50 - 16:05	"4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-과학기술 분야" 연경남 한국과학기술재단 종합원격교육연구실 원장 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:05 - 16:20	"4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-공학(산업) 분야" 장석인 산업연구원 산업연구위원 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:20 - 16:35	"4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-의학 분야" 지선하 연세대학교 보건대학원 교수 (4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
16:35 - 16:55	토론(질의응답)
16:55 - 17:10	커피브레이크

4차산업혁명위원회 조직도



장병규
물류총공사 이사장, CSO

4차산업혁명위원회
는 민간위원 20명과
정부위원 5명이
함께 하고 있습니다.

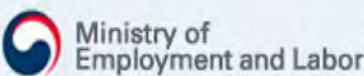
<https://www.4th-ir.go.kr/#this>



유연만
과학기술정보통신부 장관



백운규
산업통상자원부 장관



김명주
고용노동부 장관



조종학
중소벤처기업부 장관



문미옥
대통령비서실 기획지원실장

1호 안건: 4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략, 2017.12

2호 안건: 2020 新산업·생활 주파수 공급계획, 2017.12

3호 안건: 드론산업 기반구축 방안, 2017.12.28

4호 안건: 체계적인 스마트공항 추진을 위한 스마트공항 종합계획, 2017.12

5호 안건: 창의·융합형 인재 성장 지원을 위한 발명교육 확산방안, 2017.12

"민·관이 공동 참여하는 4차 산업혁명위원회를 중심으로 사회전체의 변화 유도"

4차 산업혁명 대응을 위한
기본 정책방향

2017. 10



창업·일자리 창출

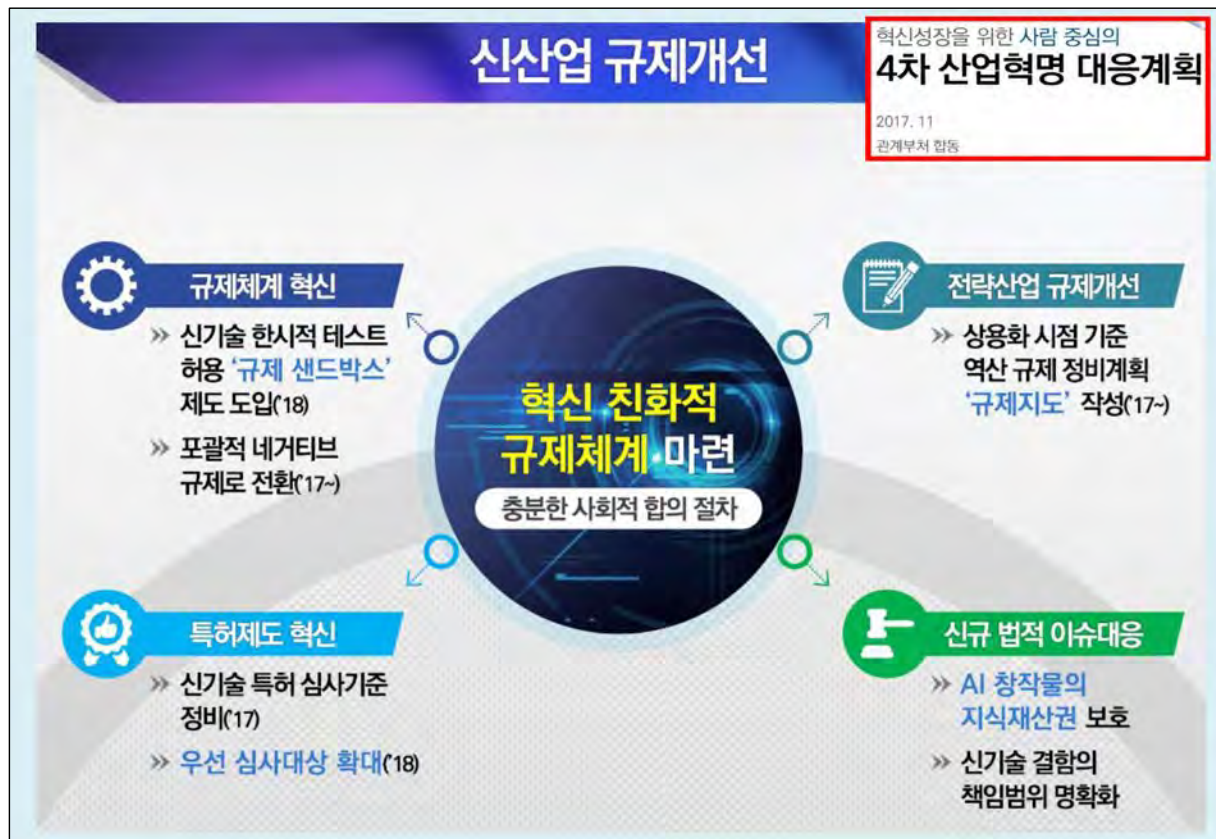


신성장산업 육성



사회문제 해결





4차 대통령직속
산업혁명위원회

<https://www.4th-ir.go.kr>

보 도 자 료

2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회
**하나 된 열정
하나 된 대한민국**

보도일시	2017. 12. 21 11:00 부터 보도해 주시기 바랍니다.
배포일시	2017년 12월 18일(월) 17:00
담당부서	4차산업혁명위원회 지원단 총괄기획팀 우영규 과장(02-750-4720), 안근옥 사무관(02-750-4723)

“4차 산업혁명을 위한 사회적 합의 첫걸음”

- 4차산업혁명위. 제1차 규제·제도혁신 해커톤 개최 -

(17.12.21(목)~22(금), 원주 KT연수원)

3. 토론 의제

의 제	발제 내용	좌 장
핀테크 (금융정보의 자기결정권)	○ 금융소비자의 금융거래정보 자기결정권 보장 및 정보공유 플랫폼 필요	구 태 언
라이드쉐어링* (여객자동차운수사업법)	○ 택시-라이드쉐어링 연계간 상생방안, 대중교통(택시 등) 중장기 발전방안 등	임 정 욱
위치정보보호법	○ 위치정보사업 활성화를 위한 법 폐지 필요성 검토	문 용 식
혁신의료기기	○ 첨단 혁신의료기기 개발 및 시장진입 추진을 위한 규제 개선	박 종 오
공인인증서*	○ 공인인증제도 및 다양한 인증 및 보안기술 활용방안 등	이 희 조

* 라이드쉐어링, 공인인증서 의제는 관계자 요청으로 이후 별도 해커톤으로 추진



SESSION 1

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안

좌장

김경만 서강대학교 교수
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 공동위원장)

- 4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-과학기술 분야
 - 연경남 한국과학창의재단 종합원격교육연수원 원장
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
- 4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-공학(산업) 분야
 - 장석인 산업연구원 선임연구위원
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)
- 4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안-의학 분야
 - 지선하 연세대학교 보건대학원 교수
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

• 약 력 •

성 명	김경만	
소속 및 직위	한국과학기술한림원 정책학부 정회원 서강대학교 사회학과 교수	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1983 - 1989	University of Chicago	사회학 박사
1977 - 1981	서강대학교	경제학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2016 - 2016	Yale University	Fulbright Fellow
1991 - 현재	서강대학교	교수
2009	경암교육문화재단	경암학술상
2008	한국사회학회	저술대상
2008 - 현재	서강대학교	『사회과학연구』 편집위원장

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안 - 과학기술 분야

연경남 한국과학창의재단 종합원격교육연수원 원장
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

• 약 력 •

성 명	연경남	
소속 및 직위	한국과학창의재단 종합·원격교육연수원 원장	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
2009 - 2015	한국과학기술원 기술경영학과	기술경영학 박사
1988 - 1990	서울대학교 농생물학과	농생물학 석사
1984 - 1888	서울대학교 농생물학과	농생물학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2009 - 현재	한국과학창의재단	연수원장
2014 - 현재	한국산업기술진흥원 평가위원회 외부모니터단	위원
2014 - 2014	환경부 방과후환경학교 운영위원회	자문·평가위원
2016 - 현재	서울특별시 서울창의상 심사위원회	위원
2008 - 2009	한국지식재산연구원 R&D특허센터	운영위원
2011 - 2013	농림수산물식품부 농림수산물식품과학기술위원회	위원
1998 - 1999	미국 국립보건원(NIH)	방문연구원
1991 - 2008	한국과학재단(現 한국연구재단)	팀장

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안 —과학기술분야—

4차 산업혁명 대응 법·제도 개선 연구회
발표자 : 연경남
(한국과학창의재단 종합교육연수원장)

[목차] 과학기술분야 법·제도 개선 이슈

I. 연구개발 수행체계

1. 과학기술규제 현황과 종합적 관리방안(김이경)
2. 4차 산업혁명과 국가연구개발사업 법제의 개편방향(양승우)
3. 연구데이터 빅데이터화를 통한 공동활용체제 구축(서민호)
4. 융합연구 활성화(이광호)

II. 연구개발 인적자원

5. 창의·융합형 인재양성(박재민)
6. 신진연구자 활용 활성화 제도(고혁진)

III. 연구개발 성과의 활용

7. 기술료 정부환수제도의 문제점과 근본적 개선방안(김해도)
8. 대학기술 기반 창업활성화를 위한 인프라 개선방안(김해도)

4차 산업혁명과 과학기술 · 산업



연구개발 수행체계

1. 과학기술규제 현황과 종합적 관리방안
2. 4차 산업혁명과 국가연구개발사업 법제의 개편방향
3. 연구데이터 빅데이터화를 통한 공동활용체제 구축
4. 융합연구 활성화

1
연구개발 수행체계

과학기술 규제현황과 종합적 관리방안

❖ 과학기술 관련 규제 현황

	분류	규제 수(개)	비율(%)
과학기술 관련 규제	경제적 규제	1,256	33.8
	사회적 규제	251	6.8
	행정적 규제	1,864	50.1
	기타	347	9.3
합계		3,718	100.0

* 주: 기타는 규제명 오기, 등록오류, 중복등록, 분류불가, 조항부재 등
 ** 출처: 김이경(2016)

❖ 대한민국, 미국 대학 연구자 업무시간 배분현황 비교 (단위: %)

업무분야	미국 FDP 연구자(2012)	대한민국 대학 연구자(2016)
[1] 연구개발	49.8	37.3
[2] 연구개발 외 행정 분야	50.2	62.7
[2-1] 연구개발 관련 행정	순수 연구개발 행정 9.7 강의 20.1	39.2 (과제 수주 위한 비율 23)
[2-2] 연구과제 관리 행정	연구비 정산, 수시 행정 등	20.4 23.6

* 출처: 김이경(2016), Schneider et al.,(2014)

5

1
연구개발 수행체계

과학기술 규제현황과 종합적 관리방안

규제
현황

개선을 위해서는 체계적 · 종합적 규제현황 파악부터 필요

전세계에서 우리나라만 규제등록제도 운영(1998년 행정규제기본법 시행과 함께 도입)
 규제현황의 정확한 파악 미흡(미등록규제, 규제등록 및 분류상 오류 등 규제 정보 부정확)

주요
이슈

창의 · 혁신성과 도출 및 경제 · 산업성으로 연결 위해 규제혁신 최우선

윤리 · 투명성 우선하는 행정적 규제(50.1%)가 연구 자율성 · 창의성 저해
 경제적 규제(33.8%)와 사회적 규제(6.8%)가 새로운 기술의 사업화에 걸림돌로 작용
 원칙적 금지 · 예외적 허용 방식의 기존 규제망이 신기술 출현에 따른 시장 진입 제한

제안

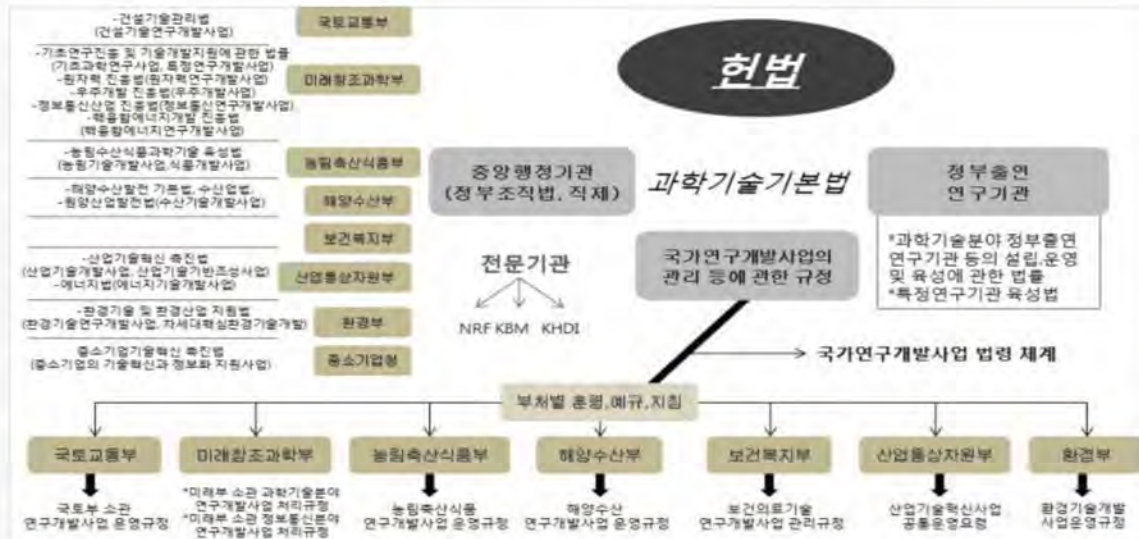
질적 규제관리로의 전환을 통한 규제등록제도의 실효성 제고

비합리적 규제를 합리화하는 규제개혁 및 행정규제기본법 개정을 통한 규제비용총량제 입법화
 네거티브 규제시스템으로 전환하여 연구개발 행정규제 및 행정절차상의 부담 최소화
 행정절차적 규제도 정부 규제관리 범위에 포함하고 관리 중심에서 지원 중심으로 전환
 신기술분야 혁신 가속화를 위해 일률적 규제 적용을 지양하고 필요시 입법을 통해 해결하는 접근

6

2 4차 산업혁명과 국가연구개발사업 법제의 개편 연구개발 수행체계

❖ 국가연구개발 법제 구조도



* 자료 : 양승우 외(2016) 국가연구개발사업 공통적용 법률 제정방안

7

2 4차 산업혁명과 국가연구개발사업 법제의 개편 연구개발 수행체계

주요 이슈

4차 산업혁명 대응을 위한 국가연구개발 법제 개편 필요성

복자수요 등 국가재정지출 확대로 당분간 적극적 R&D투자 확대는 어려운 상황
혁신 및 자원 관점의 국가연구개발 관련 법제의 정비
견제와 균형 관점의 연구 자율성 보장과 책임체제의 정비

현황 및 문제점

국가재정운용상 국가연구개발사업 관리체계의 효율화 요구 증대

중앙행정기관, 연구회, 연구단 등 R&D사업기획체계 분산으로 국가 차원의 전략성 부족
연구 자율성 강화 위해서는 형사법, 제재부과금, 손해배상책임제 도입 등 책임성 강화 논의도 필요
분산형 연구개발시스템 문제점 대두 : 국가 차원 종합조정 필요성 증대
국가연구개발사업 시행에 관한 범부처 공통기준 정비 필요

제안

경제·사회·기술적 환경변화 수용성 제고 및 국가R&D 법제 운용체계 시스템화

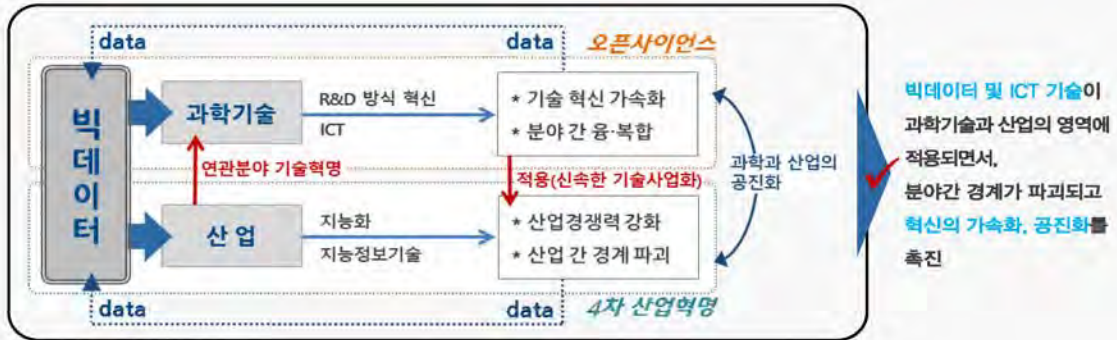
국가연구개발사업 전략기획 전문성 강화, 역할분담체제 정비 및 4차 산업혁명위원회 연계
현장전문가 중심으로 R&D 예산 관련 법제 정비
NTS 정보이용 및 개인정보 활용 체제 정비로 데이터 분석 기반 4차 산업혁명 연구환경 조성
연구개발 법제의 시스템화 및 모니터링 강화로 정책평가 기반 구축
연구 자율성 확보 및 책무성 강화를 위한 과학기술 법제자문위원회 설치

8

3 연구데이터 빅데이터화를 통한 공동활용체제 구축 연구개발 수행체계

❖ 4차 산업혁명과 Open Science

데이터와 ICT를 근간으로 R&D 방식, 생산, 소비방식을 혁신하는 것으로
빅데이터의 확보/처리/응용이 핵심



* 출처: STEPI 서민호

9

3 연구데이터 빅데이터화를 통한 공동활용체제 구축 연구개발 수행체계

주요 이슈

데이터 관리 · 활용체제 미비로 국가 자산(연구데이터) 관리 애로

기초과학분야에서부터 주요 산업분야까지 다양한 분야에서 데이터 기반 연구개발 수요가 폭발적으로 증가하는 추세

새로운 연구기법 도출 · 활용을 위한 총괄 지원체계, 기관별 인력 및 전문조직 미비로 데이터 활용 활성화에 한계

국내외 동향

데이터 중심형으로 연구개발 패러다임 전환

(해외) 공적자금을 투입하여 연구데이터 활용 활성화와 협력연구 육성, 대형연구시설에서 생성되는 실험데이터를 공개 · 활용하는 Big Science 추진

(국내) 출연연, 신진교수, 국가 석학, 공공연구소 중심으로 데이터 기반 R&D지원 수요 폭증

제안

분야별 전문센터와 국가허브센터를 통한 수집 · 활용 · 분석 체제 구축

데이터 및 컴퓨팅 기반 R&D활성화

데이터 기반 연구개발 수요 대응체제 구축

과학기술 데이터 개방 및 공동 활용제도 기반 구축

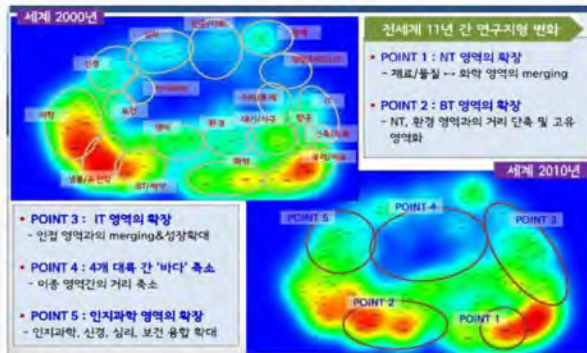
10

4 융합연구 활성화

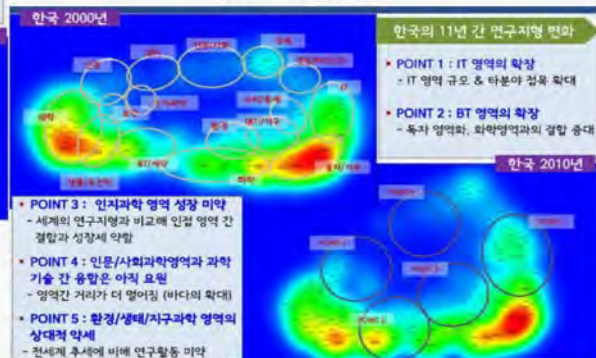
연구개발 수행체계

❖ 논문간 인용정보로 본 연구지형의 변화

〈 전 세계 〉



〈 우리나라 〉



* 출처 : 서민호(2017)

11

4 융합연구 활성화

연구개발 수행체계

현황 및 문제점

융합연구 관련 예산·조직은 부상했으나 여전히 한계 내포

- (해외) 융합연구의 최전방인 인지과학 영역까지 융합연구 확대
기존 연구의 틀을 뛰어 넘는 새로운 방법론으로 인식
경제적 가치 창출과 더불어 사회적 문제해결과 기술적 난제 극복 등으로 융합 목적 다원화
- (국내) 인문·사회과학과 과학기술 융합연구 성장세가 미약하고 단기 성과 창출 가능분야에 집중
정부 R&D과제 중심의 다학제적(Multi-disciplinary) 융합연구 위주
이종분야 연구자간 상호교류와 학습이 쉽지 않은 연구 생태계
출연 연구자의 경우 소속기관 및 개인 평가 측면에서 융합연구 유인구조 부족
융합연구에 부적합한 책무성만을 강조하고, 명확한 계량적 평가기준을 적용하는 평가체계

제안

융합연구정책의 방향성, 조직구조의 경직성, 평가체계 개선

- 연구대상(기술아이템)의 융합이 아닌 협력적 "연구방법론" 중심의 융합으로 전환
연구방식에 중점을 둔 융합연구 자원배분 기준 및 제도 마련
조직·기관 차원에서 융합연구 촉진을 위한 제도적 인프라 구축
융합연구 특성을 반영한 평가체계 구축 및 평가지표 구성

12

연구개발 인적자원

- 5. 창의·융합형 인재양성
- 6. 신진연구자 활용 활성화 제도

5 창의·융합형 인재 양성

연구개발 인적자원

"구글이 교수보다 더 정확한 정보 갖고 있다. 교수는 이제 인터넷에 없는 '경험' 가르쳐야"

[아시아리더십콘퍼런스 둘째날] 이 레타 前총리 "교육이 미래"



"교육의 목적이 지식 전달에만 국한돼선 안 됩니다. 인터넷으로 배울 수 없는 '경험'을 가르치고, 나아가 빈부 격차 해소를 위한 통로가 되어 합니다."

엔리코 레타<사진> 전 이탈리아 총리는 4일 제8회 아시아리더십콘퍼런스(ALC) 오찬 기조연설을 통해 초(超)불확실성 시대에 미래 리더십을 키우려면 교육이 가장 중요하다고 강조했다. 레타 전 총리는 "최근 10년 사이 눈부시게 발전한 혁신 기술이 교육 개혁에 큰

도움이 될 것"이라며 대표적인 사례로 스마트폰의 탄생을 들었다. 누구나 손쉽게 정보에 출처 : [http://news.chosun.com\(2017.7.5\)](http://news.chosun.com(2017.7.5))

인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고
바른인성을 겸비하여
새로운가치를
창출할수있는사람

2015 개정 초·중·등 교육과정 총론

2015 개정 교육과정에서 설정한 인간상은
'바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재'

2015개정 교육과정에서 추구하는 인간상:
자주적인 사람, 창의적인 사람, 교양 있는 사람,
더불어 사는 사람

2015 개정 교육과정이 추구하는 인간상을
구체화한 총론의 핵심역량 6가지:
자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량,
심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량

in 2020

1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking
3. Creativity
4. People Management
5. Coordinating with Others
6. Emotional Intelligence
7. Judgment and Decision Making
8. Service Orientation
9. Negotiation
10. Cognitive Flexibility

in 2015

1. Complex Problem Solving
2. Coordinating with Others
3. People Management
4. Critical Thinking
5. Negotiation
6. Quality Control
7. Service Orientation
8. Judgment and Decision Making
9. Active Listening
10. Creativity



Source: Future of Jobs Report, World Economic Forum

5 창의·융합형 인재 양성

연구개발 인적자원

주요 이슈

4차 산업혁명이 일자리와 인재에 주는 시사점

미래사회 변화에 대한 예측 부재, 부처별 단편적 인재육성 전략의 추진
대학지원 연구개발비는 매년 꾸준히 증가, 논문·특허를 제외한 성과는 정체
년4조원 이상의 정부연구비 투입에도 불구하고, 교육 및 연구 측면에서 글로벌 경쟁대학에 크게 미달
전공 산설이나 커리큘럼 개발만으로는 융합교육 수요 및 기술변화 속도에 대응 미흡

제안

다양한 과학기술 지식과 통합적 핵심역량 보유 인재 육성 및 교육혁신

1. 과학기술기본법 및 국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법 개정
2. 대학 R&D관리시스템 개편
3. 대학투자 정부R&D에서 인건비 비중 및 기준 상향 : 안정적 전일제 연구원 확충
4. 연구중심 대학의 개념을 이공계 학문 중심 Lab에서 주제 기반 다학제 WRAP 개념으로 전환
5. 모듈, 트랙 기반 전공설계, 다학제, 집중이수제 적용 등 다학제 및 융복합 교육체제 혁신
6. 미니학위제 기반 현장중심 교육 강화
7. 산업체 대학 연계형 사내대학 육성
8. NCS를 대체하는 교육프레임워크 구축

15

6 신진연구자 활용 활성화

연구개발 인적자원

주요 이슈

Post-doc.은 4차산업혁명 핵심 융합분야에서 선도적 역할 수행 가능

연구 생태주기 관점에서 창의적 사고와 연구생산성이 가장 높고 진로가 열려 있는 중요한 시기
우리나라는 Post-doc.에 대한 체계적인 지원 및 전문직으로서의 인식 부족으로 경력 축적 어려움

현황 및 문제점

4차 산업혁명 대응 핵심인력으로서 Post-doc. 에 대한 인식 전환 필요

박사후연구원을 지원할 수 있는 법적 근거 부재
박사후 연구원 자원사업의 규모 부족 및 단기간 지원(1년~3년)으로 고도 연구성과 창출에 한계
민간기관의 박사후 연구원 수요는 높으나 박사졸업자는 산업계를 회피 경향

제안

박사후연구원의 법적 신분 안정화, 체계적 지원 및 경력 경로 확대

박사후 연구원의 법적 지위 부여에 따른 신분 안정(고등교육법 개정)
박사후 연구원 자원사업 확대 및 운영방식 개선
대학 중심의 경력 경로에서 민간산업체로의 경력 경로 확대
— 조세제한특별법 개정으로 기업 세액공제 혜택 확대

16

6 신진연구자 활용 활성화

연구개발 인적자원

	현행	개선(안)
고등 교육법	제17조(겸임교원 등) 학교에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제14조제2항의 교원 외에 겸임교원 및 명예교수 등을 두어 교육이나 연구를 담당하게 할 수 있다. 〈개정 2012.1.26.〉[전문개정 2011.7.21.] [시행일 : 2019.1.1.]	제17조(겸임교원 등) 학교에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제14조제2항의 교원 외에 겸임교원, 명예교수 및 연구교수 등을 두어 교육이나 연구를 담당하게 할 수 있다. 〈개정 2012.1.26.〉[전문개정 2011.7.21.] [시행일 : 2019.1.1.]
시행령	제7조(겸임교원등) 학교의 장은 법 제17조의 규정에 의하여 다음 각호의 구분에 따라 겸임교원·명예교수·시간강사·초빙교원등을 각각 임용 또는 위촉할 수 있다. 〈개정 2001.1.29., 2008.2.29., 2013.3.23.〉 1. 겸임교원 : 법 제16조의 규정에 의한 자격기준에 해당하는 자로서 관련분야에 전문지식이 있는 자 2. 명예교수 : 교육 또는 학술상의 업적이 현저한 자로서 교육부령이 정하는 자 3. 시간강사 : 교육과정의 운영상 필요한 자 4. 초빙교원등 : 법 제16조의 규정에 의한 자격기준에 해당하는 자. 다만, 특수한 교과를 교수하게 하기 위하여 초빙교원등을 임용하는 경우에는 그 자격기준에 해당하지 아니하는 자를 임용할 수 있다.	제7조(겸임교원등) 학교의 장은 법 제17조의 규정에 의하여 다음 각호의 구분에 따라 겸임교원·명예교수·시간강사·초빙교원등을 각각 임용 또는 위촉할 수 있다. 〈개정 2001.1.29., 2008.2.29., 2013.3.23.〉 1. 겸임교원 : 법 제16조의 규정에 의한 자격기준에 해당하는 자로서 관련분야에 전문지식이 있는 자 2. 명예교수 : 교육 또는 학술상의 업적이 현저한 자로서 교육부령이 정하는 자 3. 연구교수 : 박사학위취득(예정)자로 연구역량이 우수한 자로서 교육부령이 정하는 자 4. 시간강사 : 교육과정의 운영상 필요한 자 5. 초빙교원등 : 법 제16조의 규정에 의한 자격기준에 해당하는 자. 다만, 특수한 교과를 교수하게 하기 위하여 초빙교원등을 임용하는 경우에는 그 자격기준에 해당하지 아니하는 자를 임용할 수 있다.

17

연구개발 성과의 활용

- 7. 기술료 정부환수제도의 문제점과 근본적 개선방안
- 8. 대학기술 기반 창업활성화를 위한 인프라 개선방안

7 기술료 정부환수제도의 근본적 개혁

연구개발 성과의 활용

❖ 現 기술료제도는 「특정연구개발사업처리규정(1982년 제정)」을 모태로 하여 수차례 개정

〈어느 중소기업 대표가 말하는 기술료 정부환수제도의 문제점〉

□ 상업적 성공 여부와 상관없이 기술료 납부의무 발생

산업부 등에서 지원하는 R&D과제는 연구결과와 최종 평가에서 성공으로 판정되면 해당 기술의 상업적 성공 여부와 상관없이 기술료를 납부해야 한다. 심지어 최종 평가에서 성공으로 판정되는 비율이 약 90% 정도에 이르고 있다.

□ 상업화에 실패하면 손해를 보면서도 기술료를 납부해야 하는 이중고

기업 입장에서는 국가 R&D과제를 시작하자마자 향후 ‘기술료’로 정부에 반납해야 할 액수만큼의 부채가 되고 정부 과제 수행이 기업의 실질적 경상이익의 감소로 이어질 수도 있다. 그런데 세무회계에서는 이러한 채무(정부납부 기술료)를 손비로 인정하고 있지 않아서 실질적 경상이익이 감소해도 세금은 똑같이 내야 한다. 더욱이 기술적으로는 ‘성공’했지만 상업적으로는 ‘실패’한 경우는 상업화 추진에 따른 막대한 손실을 보면서도 ‘기술료’를 정부에 납부해야 하는 이중고를 겪게 된다. 기업의 입장에서는 ‘기술료’라는 명목으로 정부에 반납해야 하는 액수만큼 처음부터 정부지원금을 적게 받고 나중에 ‘기술료’를 내지 않는 편이 훨씬 더 바람직한 제도라고 생각한다.

19

7 기술료 정부환수제도의 근본적 개혁

연구개발 성과의 활용

주요 이슈

국가 R&D 참여기업들을 옥죄는 규제인가?

- 기술료 정부환수제도의 법적 논리는 타당한가?
- 기술 선진국들이 정부 환수제도를 두지 않는 이유는?
- 현 기술료 제도의 순기능과 역기능은 무엇인가?
- 현 기술료 제도는 기업과 정부에 어떤 부담을 주고 있는가?

해외 현황

한국과 유사한 기술료 제도를 유지하는 나라는 이스라엘 뿐

- 이스라엘도 기술료제도가 기술혁신에 걸림돌로 작용하므로 폐지해야 한다고 최근 논쟁 중
- 미국은 베아-돌법 입법과정 및 이후 논의에도 불구하고 환수제도를 도입하지 않음
- 일본, 독일, 영국은 관련 규정이 없고 주관연구기관 자율

제안

기술료 정부환수제도의 개선이 아닌 “폐지”

- 우리 기업들이 외국 기업들과 동등한 조건에서 경쟁하도록 글로벌 기준에 부합한 제도 운영
- 운영의 실효성이 없는 제도를 해소하여 정부와 기업의 불필요한 행정 낭비 절감
- 법리적 모순이 있는 제도의 적용 폐지

20

8 대학기술 기반 창업활성화 인프라 개선

연구개발 성과의 활용

4차 산업혁명 관련기술의 기초연구는 대학과 공공(연)이 선도

4차 산업혁명 시대를 리드하기 위해서는
대학기술 기반 창업 활성화가 시급

〈4차 산업혁명 5대 플랫폼 기술별 리딩 연구기관(전 세계)(논문기준)〉

순위	3D 프린트	사물인터넷	빅 데이터	인공지능	클라우드 컴퓨팅
1	Chinese Academy of Sciences	Chinese Academy of Sciences	CNRS	Chinese Academy of Sciences	CNRS
2	Ministry of Education China	Ministry of Education China	Chinese Academy of Sciences	CNRS	Chinese Academy of Sciences
3	CNRS	CNRS	Harvard University	Harvard University	Universite Paris Saclay
4	Harvard University	Beijing University of Posts and Telecommunications	Universite Paris Saclay	Ministry of Education China	Ministry of Education China
5	Universite Paris Saclay	Universite Paris Saclay	University of Toronto	University College London	Harvard University
100위 이내 한국 기관	서울대(25위) KAIST(86위) 고려대(90위) 성균관대(95위)	ETRI(25위) 성균관대(33위) KAIST(42위) 고려대(77위) 서울대(90위) 경북대(99위)	서울대(100위)	서울대(74위)	서울대(70위)

※ 출처: NRF ISSUE REPORT 2017-4호

21

8 대학기술 기반 창업활성화 인프라 개선

연구개발 성과의 활용

국내 벤처기업 중 교수·연구원 창업 비율



스탠퍼드 MIT 하버드 서울대 KAIST 출신 창업 성과

	창업 기업수 (개)	연매출 (원)	일자리 창출 (개)
스탠퍼드	3만9900	2980조	540만
MIT	3만2000	2200조	460만
하버드	14만6429	4300조	2040만
서울대	963	41조5088억	10만
KAIST	1245	10조	3만3000

* 출처: 정부 R&D 정책분야별 투자방향(국가과학기술심의회, 2016), 서울대 출신 창업기업 현황 조사(2016) / KAIST 출신 창업기업 성과조사(2015)(공학한림원 2017 재인용)

22

8 대학기술 기반 창업활성화 인프라 개선

연구개발 성과의 활용

주요 이슈

최근 창업실적과 창업교육은 증가했으나...

4차 산업혁명 분야 등 미래유망산업 관련 기술창업 실적은 저조
다른 나라에 비해 청년·학생 창업실적은 여전히 저조
대학기술자주회사 자회사는 급증했으나 교원 창업 기업의 매출발생 실적은 저조

현황 및 문제점

창업 리드 전문조직, 창업 후 사업화 단계 지원프로그램 부족

창업 관련 조직이 산재해 있고, 특정기술 분야별로 특화된 창업지원 전문조직 부재
대부분 창업교육, 창업준비, 창업조직운영 등에 집중되고 본격 사업화 단계에 대한 지원은 미비

제안

대학창업 종합지원 컨트롤 타워 마련 및 다양한 창업지원 역량 결집

전국대학의 창업활동을 종합적으로 지원하고 모니터링 할 수 있는 전담조직 마련
주요 거점대학내에 (가칭)대학창업혁신본부를 설치하고 대학창업기업 설립 및 액셀러레이팅 종합 추진

23

결론

- 과학기술 분야가 “4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가” 달성에 기여하기 위해서는 과학기술혁신 생태계 조성이 급선무
 - 창의적·혁신적 연구성과가 도출되고 산업·사회로 확산되도록 R&D수행 체계, 창의혁신인재육성, 연구성과활용 관련 법·제도 개선 시급
- 4차 산업혁명시대는 특정 과학기술이 특정 산업에 제한적으로 활용되는 시대가 아님
 - 기술 융합적일 뿐만 아니라 사회 전체의 변화를 유발
 - 개발된 특정기술 관련 규정만이 아니라 기존의 인식과 기준도 변해야 하고 사회적 관계도 재검토 요구됨
 - 발생되는 복합적인 문제 해결을 위해서는 기술혁신 전주기에 걸쳐 종합적·범부처적 규제체계 개선 노력 필요
- 과학기술의 이용은 단기적 현안중심이 아니라 미래사회 변화를 고려한 근원적인 활용이 가능하도록 규제정책을 마련하여야 함
 - 연구현장의 자율성은 확대하되 책임성은 강화하는 방향으로 규제정책 개선 필요

24

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안 - 공학(산업) 분야

장석인 산업연구원 선임연구위원
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

• 약 력 •

성 명	장석인	
소속 및 직위	한국공학한림원 정회원 산업연구원 선임연구위원	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1991 - 1996	미국 노던일리노이대학	경제학과/경제발전론 박사
1982 - 1986	고려대학교	경제학과/국제금융 석사
1977 - 1982	고려대학교	경제학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2013 - 현재	산업연구원 성장동력/주력산업연구실	선임연구위원
2011 - 2013	산업연구원 산업경제연구센터	센터 소장
2009 - 2011	산업연구원 성장동력산업실 및 센터	실장 및 센터 소장
2008 - 2009	산업연구원 서비스산업실	실장
2007 - 2008	미국 존스홉킨스대 국제학대학원(SAIS)	객원연구원
2003 - 2007	산업연구원 지식산업 및 주력산업실	실장
1996 - 2002	산업연구원 지식산업센터, 산업정책실	수석연구원/연구위원
1991 - 1996	미국 노던일리노이대 경제학과(학술연수)	책임연구원
1989 - 1989	영국, NIESR/OECD Development Center	객원연구원
1986 - 1991	산업연구원 동향분석실, 산업정책실	연구원

< 대한민국 3개 한림원공동포럼 발제자료 >



SEOUL INCHEON BUSAN DAEGU GWANGJU PYEONGYANG GAESUNG ANDONG DAEJEON JEJU GYEONGJU CHUNCHEON JEONJU ULSAN



4차 산업혁명에 대응한 법 제도 개선방안 :공학(산업)분야

2018. 1. 18

장석인 선임연구위원
(산업경쟁력연구본부 신산업연구실)

산업연구원(KIET)

차 례

- I. 문제의 제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의
- II. 개인정보보호 관련법의 개선 방향과 과제(안현실)
- III. 생명윤리법 및 관련법의 개선 방향과 과제(권복규)
- IV. 혁신제품 및 서비스 시장진입 및 금융시장 관련 제도 개선 방향: 바이오산업 중심(신정섭)
- V. 최근 정부의 공학 및 산업분야 법제도 개선 구상
- VI. 결 론

I. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

1. 4차 산업혁명 개념과 의미

- 3차 산업혁명을 주도한 ICT기술과 다양한 첨단기술이 융합·확산되면서 전개하는 4차 산업혁명은 전개과정에서 새로운 가치를 창출하고, 기업 활동과 우리의 삶에 전례없는 변화를 가져오는 한편, 더 나아가 우리의 경제, 산업, 사회전반을 크게 변화시키면서 새로운 성장모멘텀을 제공할 것으로 기대(2016년 다보스 포럼)
- 산업발전의 관점에서는 사물인터넷(IOT), 클라우드(CLOUD), 빅데이터(BIG DATA), 모바일(Mobile), 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명 주도기술 기반의 혁신이 제조업을 비롯 여타 산업에 광범위하게 확산되면서 기존 산업의 생산방식과 가치사슬 활동, 비즈니스 모델의 전환 예상

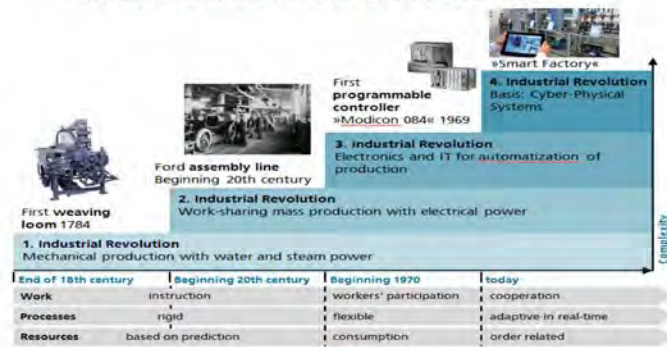
< 2016년 다보스포럼의제: 제4차 산업혁명 이해 >

Are we on the cusp of a Fourth Industrial Revolution? Most participants in Davos think so. And it's unlike anything we've ever experienced. "As a society, we are entering uncharted territory," Salesforce CEO Marc Benioff told participants on the last day of this year's Annual Meeting.

Less clear, however, is the impact this revolution will have on entire industries, regions and societies around the world. Will it be a force for good or evil? Will it provide new opportunities for all, or will it exacerbate inequalities?



< 이전 산업혁명과는 근본적으로 다른 제4차 산업혁명의 특성 >



KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

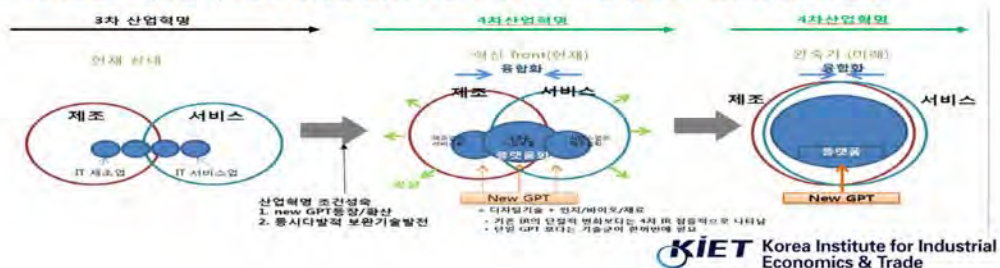
I. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

2. 제조업 관점의 4차 산업혁명 개념과 의미

- 4차 산업혁명은 초자동화, 초연결성, 초지능화의 특성을 갖는 사이버 물리시스템(CPS; Cyber Physical System) 기반을 통해 기존 하드웨어 제품 중심의 제조 및 조립위주의 생산방식에대대적인 변화를 초래, 제품과 장비에 소프트웨어와 통신시스템을 탑재하면서 제품의 스마트화·커넥티드화, 나아가 시스템화가 빠르게 진행될 전망
- 특히 제품 및 제조공정 혁신 이외에도 제품기획, 연구개발, 시제품 제작, SCM, A/S, 유통, 물류, 고객관리 등 가치사슬 전반에서 획기적 비용절감과 고부가가치화, 상호 연계와 융합이 가능해 지면서 제조업과 서비스의 융합이 급속하게 진행
- 사물인터넷 및 클라우드, 모바일기술과의 융합으로 초연결성 기반의 플랫폼 발전, O2O(Online-To-Offline), 공유경제 기반 새로운 비즈니스 모델 등장

- ❖ 산업의 디지털 전환, 공유경제 및 온 디맨드 경제(On Demand Economy) 등 신경제에서는 소비자 경험과 데이터 중심의 서비스, SW, 인공지능, BIG DATA, 기업간 다양한 형태의 협업이 중시되면서, 제조업, 서비스, IT경제의 구분과 경계는 모호해지고 장기적으로는 이들 세 영역이 융합

⇒ 제조업은 스마트한 시스템과 연계된 플랫폼기반의 비즈니스의 한 영역으로 변모될 것으로 전망



1. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

3. 기업 가치사슬 차원의 4차 산업혁명의 의미

- 4차 산업혁명은 단순한 공장자동화/업무효율화 이상의 의미를 지니며, 기업 가치사슬 전반에 있어서 획기적인 비용절감 또는 새로운 가치창출 과정으로 이해할 필요
- ❖ 현재 4차 산업혁명을 주도하고 있는 독일과 미국의 제조업체들은 제조공정 혁신은 물론 제품기획, 신모델 개발과 시제품 제작, SCM, 판매제품에 대한 원격관리 등을 통해 15%-25%의 비용절감 또는 수익성 제고 효과
- 향후 미국과 독일이 제조업 가치사슬 전반에 걸쳐 업그레이드가 완결될 경우 한국은 저비용우위나 가성비 전략 등의 기존의 방식으로선 선진국 기업과의 경쟁이 크게 어려울 것으로 전망

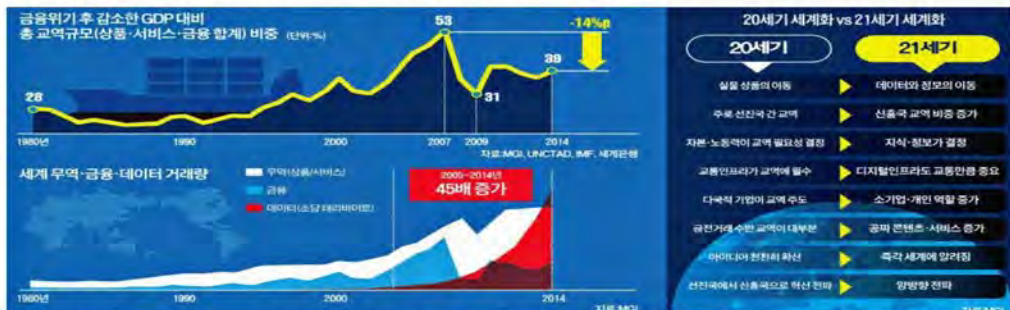


KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

1. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

4. 교역 및 글로벌 차원의 4차 산업혁명의 의미

- 글로벌 금융위기 이후 GDP 대비 교역규모(상품, 서비스, 금융합계)의 비중이 크게 감소하면서 세계 무역량 증가세가 크게 둔화
- 반면 2014년부터 데이터 전송량이 급증하면서 소위 디지털 전환 (digital transformation)에 기반한 데이터의 거래량이 상품거래량을 상회하는 DIGITAL GLOBALIZATION이 빠르게 진행
 - ❖ 글로벌 밸류체인(GVC)에서 현지 시장 중심의 공급사슬 구축과 스마트폰 앱, 온라인 게임, 드라마 다운로드, 3D 프린팅용 샘플견본 설계도 등 디지털 교역의 확대로 기존 상품 서비스, 금융위주의 무역구조가 변화
- ❖ 기존 수출 대기업 중심의 생산구조와 무역에 주로 의존하던 우리 제조업도 대중국 중간재 수출과 주요 선진국 중심의 수출전략에 변화와 새로운 전략적 접근이 필요



자료: 한국경제신문, "이메일로 설계도 보내 3D 프린팅, '디지털ավ' 이 무역구조 바꾼다", 2016.3.7(원자료: McKinsey Global Institutel(2016), Digital Globalization: The New Era of Global Flows: E-Book version4

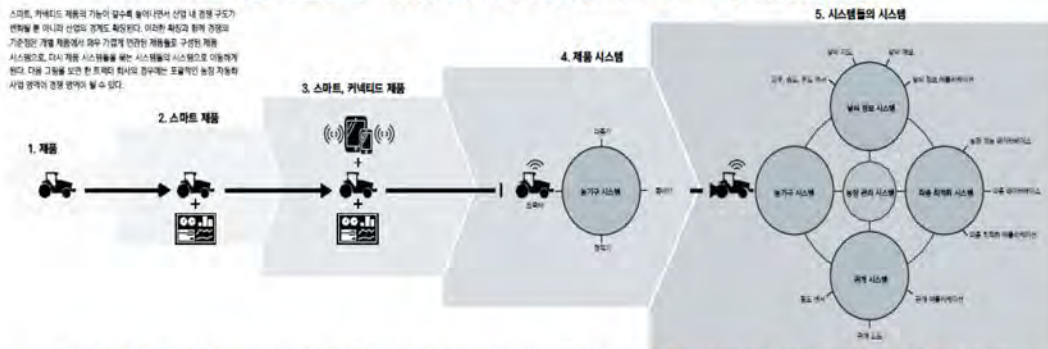
KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

1. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

5. 기업의 선제적 대응 및 대응 미흡 차원의 의미

- 4차 산업 혁명으로 예상되는 스마트화/네트워크화는 제조업의 정의를 확장할 뿐만 아니라 폭넓고 근본적인 수요를 만족시키는 관련 제품을 모두 포함하면서 새로운 비즈니스 영역 확대를 가능케 함
 - ❖ 농기계제조업체가 트랙터, 경작기, 파종기와 같은 농기계를 스마트 및 네트워크화로 통합할 경우 농기계 전반의 성능향상 외에 날씨정보시스템, 파종 최적화 시스템, 관계시스템과의 연계를 통해 새로운 비즈니스로 확장
- 그러나 이러한 제조업의 스마트화나 네트워크화에 대한 선제적 대응이 미흡할 경우 기존 가격대비 성능(가성비)을 통한 시장개척과 시장점유율 확대가 불가능하며, 아예 시장에서 도태될 가능성도 큼

〈트랙터 제조업의 농장관리서비스사업영역으로의 확장 가능성 개념도〉



자료: M.E. Porter & J.E. Hepplemann (2014), "How Smart, Connected Products are Transforming Competition?", HBR, Nov, 2014

KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

1. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

6. 4차 산업혁명에 따른 구조변화 조건: 선제적 법제도 개선 필요

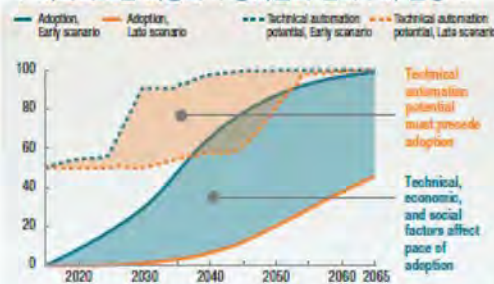
- 일반적으로 산업혁명의 전개과정에서 나타날 것으로 기대하는 생산성 증가와 구조 변화 (자동화, 노동구조 및 작업방식 변화 포함)의 속도와 정도는 다음의 5가지 요소에 크게 영향을 받게 됨
- 따라서 4차 산업혁명의 조기 성과를 기대한다면 기술적 가능성 외에도 아래 다양한 조건에 대한 고려와 적절한 선제적 대응이 필요
 - 1) 기술적 가능성 (technical feasibility)
 - 2) 기술개발과 적용 솔루션 개발 비용 (cost of developing & deploying solutions)
 - 3) 노동시장의 역동성 (labor market dynamics)
 - 4) 경제적 혜택 (economic benefits)
 - 5) 선제적 법제도 및 규제 개선 및 사회적 수용성 (regulatory & social acceptance)

〈 자동화 등 구조변화의 수용도 결정 요소〉

1	2	3	4	5
TECHNICAL FEASIBILITY Technology has to be invented, integrated, and adapted into solutions for specific case use	COST OF DEVELOPING AND DEPLOYING SOLUTIONS Hardware and software costs	LABOR MARKET DYNAMICS The supply, demand, and costs of human labor affect which activities will be automated	ECONOMIC BENEFITS Include higher throughput and increased quality, alongside labor cost savings	REGULATORY AND SOCIAL ACCEPTANCE Even when automation makes business sense, adoption can take time

자료: McKinsey Global Institute (2017), A Future That Work

〈 시나리오별 자동화 수용비율의 변화추이 전망〉



KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

I. 문제제기: 4차 산업혁명의 공학 및 산업발전 의의

7. 공학 및 산업분야 4차 산업혁명 대응 선제적 법 제도 개선 3대 핵심 과제

- 개인정보보호 관련법의 개선
 - ❖ 클라우드, 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 데이터를 핵심으로 하는 산업들이 부상하며, 대량 생산, 대량 소비에서 개인에 대한 맞춤 생산, 맞춤 소비로 개인정보의 가치가 높아지는 추세
 - ❖ 프라이버시 보호 → 개인정보 보호 → 개인정보의 보호와 이용의 균형으로 이동하는 추세가 나타남과 동시에 개인정보보호 우선의 기존법과 시대적 이용 수요 간 충돌 확대
- 생명윤리법 및 관련법의 개선
 - ❖ 4차 산업혁명은 Bio-Nano-Info-AI 기술이 융합하여 새로운 비즈니스 모델을 창출하고 특히 Red Bio 분야 생명과학의 Health Care시스템 혁신을 지향
 - ❖ 현 「생명윤리법」은 특정 행위 [체세포복제배아의 착상 등]에 대한 금지 및 처벌, 특정 행위 기관의 등록 및 신고와 이에 대한 정부의 감독, 특정 연구 등 행위에 대한 기관 및 국가 생명윤리심의위원회의 심의 등으로 공약자원의 창의적 연구 등을 제한
- 바이오 분야 혁신 제품 및 서비스의 시장진입 및 금융시장 관련 제도 개선
 - ❖ Post IT 시대를 열어 갈 것으로 기대되는 바이오산업의 경우 혁신 제품의 개발은 주로 벤처기업에서 시작되며, 개발 단계에 따라 대형 기업으로 이전되어 글로벌시장에서 출시 및 경쟁하는 것이 일반적
 - ❖ 바이오 등 첨단 과학분야의 경우 창업 및 벤처기술 및 사업에 대한 전문성 부족으로 단순 금융지원에 그치는 경우가 많아 연구자들의 창업 유도에 대한 기여도 제한적
 - ❖ 혁신제품의 후기 단계 개발을 담당할 대형 기업의 부재에 대한 해결책 및 기술 이전, M&A 등 기술거래에 대한 정책적 보완 필요

II. 개인정보 관련법의 개선방향과 과제

1. 현황과 문제점

- 일반 법에 해당하는 개인정보보호법 외 분야별 부처간 게리멘더링식으로 제정된 개인정보보호법 체계의 난잡성으로 법 수요자 측면의 문제와 거버넌스 공전이 문제
 - ❖ 신사업 진출 「정보통신망 이용 촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」, 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률」, 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」, 그 외 학생 개인정보 등에 관해서는 「교육기본법」, 보건의료 분야에서는 「생명윤리 및 안전에 관한 법률」, 「보건의료기본법」 등
 - ❖ 개별법에서 개인정보보호에 관한 특칙을 두고 있다고 해도 일반법인 「개인정보보호법」의 적용이 배제되는 것은 아니라는 것이 행정안전부 등의 해석
 - ❖ 일반법인 「개인정보보호법」 제정 이후, 개인정보보호와 이용 간 충돌, 개인정보보호 관련 정부 부처 내 이견 및 혼선, 감독기구인 개인정보보호 위원회의 무기력함 등으로 인하여 「개인정보보호법」 적용과 관리감독 면에서 오히려 더 많은 혼란이 나타나고 있다 [김일환 성균관대 법학전문대학원 교수]
- ❖ 포괄적으로 규정된 개인정보 개념으로 인해 비식별 정보의 생산적 이용 및 활용 제한
 - ❖ 현행 개인정보 개념은 식별가능성만 인정되면 모든 정보가 개인 정보로 규정되어, 프라이버시에 해당하지 않는 개인정보조자 민사상 손해배상을 넘어 형사처벌 및 행정제재 등의 대상
 - ❖ 정부의 '개인정보 비식별 조치 가이드라인' 이 발표되었으나 적정하게 비식별 조치한 정보는 개인정보가 아닌 것으로 '주장' 한다는 식이어서 가이드라인 활용의 실효성에 의문

II. 개인정보 관련법의 개선방향과 과제

2. 개선방향과 과제 [1/2]

- 시대 흐름에 부합하는 개인정보보호법 체계의 정비 및 거버넌스 글로벌화
 - ❖ 4차 산업혁명에 대응하여 일방적 보호 위주에서 탈피하고, 보호와 이용 간 합리적 균형을 모색하는 방향으로의 법제 정비가 시급
 - ❖ 현행법들을 종합적으로 검토하고, 불필요한 법률과 규제를 과감히 정비·폐지 검토 (2013년 부처별로 분산된 개인정보보호 법령의 통합을 추진한 바 있으나 부처 반대로 실패한 경험 참고)
 - ❖ 대통령 직속 독립기구인 개인정보보호위원회 외에 행정자치부, 방송통신위원회 등으로 개인정보보호 업무가 분산되어 있음으로 인해 개인정보위원회가 그 역할을 충분히 수행하고 있지 못하다는 지적이 있으며, 거버넌스 혼선 해소 필요
- 개인정보 범위의 구체화와 개인정보 동의 절차 개선
 - ❖ 현행 「개인정보보호법」상 '식별가능성' 만 인정되면 모든 정보가 보호 대상 개인정보로 분류되나 프라이버시에 해당하지 않으나 경제적·산업적 활용가치가 있는 정보에 대해서는 유연한 대응이 필요
 - ❖ 프라이버시 위험이나 시민의 민감도에 따라 개인정보를 그룹핑(예컨대 일반 정보, 비식별 정보, 민감정보 등)하여 차등 규제 (비식별화·익명화 수준 등)하되, 민감 정보는 주기적으로 갱신하는 방안 검토 필요

II. 개인정보 관련법의 개선방향과 과제

2. 개선방향과 과제 [2/2]

- 개인정보 동의절차 개선
 - ❖ 지정된 민감 개인정보에 대해서는 사전 동의를 의무화하되 그렇지 않은 정보는 이를 면제하는 방식 적용하고, 대신, 선 활용·후 거부, 열람권 보장, 이용내역 통지 등 사후통제방식(opt-out) 도입 등을 검토
 - ❖ 개인정보 해외 이전 시 별도의 개별 동의 의무 또한 국제적 흐름을 존중하여 삭제할 필요
 - ✓ 해외 주요국은 이러한 규정이 없으며, 대한민국만 이런 규제를 강요하게 될 경우 클라우드, 빅데이터 등 신사업 진출 및 비즈니스 모델 혁신에 부정적 영향 우려
- 비식별화 개인정보 활용확대
 - ❖ 개인정보의 비식별화를 사전 동의 없이 허용하되, 비식별화 과정에서 개인 정보가 생성되는 경우 이를 파기하거나 추가적인 비식별화 조치를 하도록 규제하는 방향으로 개선
 - ✓ 만약 이를 준수하지 아니하고 의도적으로 다른 정보와 결합하여 개인을 재식별화하는 행위에 대해서는 징벌 제재를 가하는 방안 검토
 - ✓ 고령화 사회로 그 중요성이 더욱 커지고 있는 바이오헬스 산업 육성, 소비자 및 환자 중심 의료서비스 혁신 등을 위해 공공의료정보를 전문적으로 관리하는 기관이 필요한것인지, 미국처럼 의료정보와 건강정보에 대한 각각의 별도 규정 적용이 바람직한 것인지 등을 검토할 필요

III. 생명윤리법 및 관련법의 개선방향과 과제

1. 현황과 문제점 (1/2)

➤ 현행 생명윤리법의 배아연구와 유전자 검사 제한

- ❖ 현재 배아를 대상으로 하는 각종 연구 및 과학적 증명이 불확실하여 검사대상자를 오도할 우려가 있는 신체 외관이나 성격에 관한 유전자 검사에 대해 명시적 제한(금지는 아님)
- ❖ 배아연구 허용의 경우 산업적 측면에서 4차 산업혁명 대응과 큰 관계는 없으나, 이를 허용할 경우 생명윤리보다 과학발전을 지향한다는 정치적 논란이 예상되며, DTC (Direct to Consumer) 유전자 검사의 경우 제한적으로 허용될 경우 시장이 크지 않을 것으로 예상
- ❖ 이러한 명시적 연구 및 검사 제한은 업계나 연구자의 연구 및 상업적 활동에 과도한 제한으로 작용하며, 일부 법개정 논의에 종교계의 적극적 반대에 직면

❖ 의료인 이외의 연구자 인체 유래물 (정자, 난자 등 생식세포) 상업적 사용 및 구득 곤란

- ❖ 실제 연구자와 업계에서 가장 큰 어려움이 되고 있는 것은 혈액과 마찬가지로 인체조직에서 추출되는 정자와 난자 등 생식세포의 구득이 어렵다는 것으로 우리나라 국민정서상 쉽게 허용되지 않을 것으로 예상
- ❖ 따라서 공공 인체 유래물 은행 활성화나 완전히 익명화된 인체 유래물에 대해서는 연구목적의 사용을 허가하는 방향의 제도개선 필요

III. 생명윤리법 및 관련법의 개선방향과 과제

1. 현황과 문제점(2/2)

➤ 생명윤리법 이외에도 의료분야 연구자와 업계가 불편하게 여기는 법규는 생명윤리법 외에도 의료법, 약사법, 개인정보보호법 있으나 생명윤리법의 모호함으로 인해 가장 불편하므로, 가장 우선적으로 개선할 필요

- ❖ 의료법은 의료행위를 지나치게 엄격하게 해석하고 있으며, 약사법은 의약품 등의 연구와 시장진입을 지나치게 까다롭게 제한, 그리고 개인정보보호법은 개인정보를 지나치게 엄격하게 요구하는 연구와 새로운 비즈니스창출과 진입에 방해가 되고 있음.
- ❖ 그러나 이러한 법들은 그 자체 입법 목적이 일부 타당하기 때문에 이를 부정하기 쉽지않은 반면 윤리를 내세운 생명윤리법의 모호함으로 인해 이 연구자와 업계에 가장 불편하므로, 향후 4차산업혁명 선제적 대응차원에서 가장 우선적으로 개선방안을 검토할 필요
- ❖ 현 「생명윤리법」은 특정 행위 (체세포복제배아의 착상 등)에 대한 금지 및 처벌, 특정 행위 기관의 등록 및 신고와 이에 대한 정부의 감독, 특정 연구 등 행위에 대한 기관 및 국가 생명윤리심의위원회의 심의 등으로 공익 차원의 창의적 연구 등을 크게 제한

III. 생명윤리법 및 관련법의 개선방향과 과제

2. 개선방향과 과제 (1/3)

➤ 생명윤리법의 발전적 해체 검토

- ❖ 안전(biosafety)은 별개의 문제로 보더라도 사람마다 생각이 다른 ‘생명윤리’를 법으로 보장할 수는 없으며, 법으로 보장할 수 있는 것은 ‘인권과 프라이버시’ 밖에 없다는 전제 하에 「생명윤리법」을 발전적으로 해체하는 방안 검토
- ❖ 4차 산업혁명은 연구대상자, 환자, 인체 유래물 기증자 등의 인권과 프라이버시를 침해할 가능성이 많으므로 이에 대한 심도 있는 연구를 통하여 개별적 접근 방식을 취할 필요가 있음
- ❖ 현행 「생명윤리법」은 「생명윤리 및 안전에 관한 기본 법률(생명윤리기본법)」로 개정하여 국제적으로 인정받고 있는 인권 관련 원칙과 생명윤리의 기본 원칙을 만들 제시하도록 한다면 발전적인 해체가 용이할 것임.

➤ 배아연구의 문제

- ❖ 종교계의 반대가 가장 큰 부분은 배아 연구 및 활용이지만 국교가 없는 우리나라에서 이 문제에 대한 최종 판단은 입법부와 사법부의 몫이라 할 수 있음
- ❖ 헌법재판소의 2010년 5월 27일 판결(2005헌마346)에서 “초기 배아는...기본권 주체성을 인정하기 어렵다” 라고 결정한 바에 따라 이 문제를 전향적으로 풀어 나가야 함
- ❖ 배아 연구에 대한 부분은 체외수정 및 생식세포의 기증과 공여 등과 함께 다루어 “인간 보조 생식술에 관한 법률” 등으로 별도로 입법화 할 필요가 있음

III. 생명윤리법 및 관련법의 개선방향과 과제

2. 개선방향과 과제 (2/3)

➤ 유전자 검사의 문제

- ❖ 유전자 검사 역시 별도 입법화를 통해 “인간 유전정보의 활용과 보호에 관한 법률” 등으로 해결할 필요가 있음.
- ❖ 이 법률에는 공적 영역에서의 차별 금지, 유전정보의 관리와 비밀 보장, 유전자 검사기관의 신뢰성 확보, 타인의 유전정보에 대한 무분별한 접근 금지 및 관리와 함께 개인의 ‘알 권리’에 대한 보다 폭넓은 인정이 필요하다고 봄
- ❖ 향후 4차 산업혁명의 진전에 따라 인간 유전정보를 다루게 될 여러 직종에 대한 교육 및 관리 방법에 대한 모색도 필요할 것임

➤ 인체유래물의 활용문제

- ❖ 연구 목적’ 인체유래물의 활용과 ‘상업적’ 인체유래물의 활용으로 구분하여 연구 목적에 대해서는 현행 규제 시스템을 활용하되 상업적 인체유래물의 활용에 대해서는 공여자에게 특정한 권리를 인정하거나 보상해 주는 방안을 사회적 공론화를 통해 고려해 볼 필요가 있음
- ❖ 다만 상업적 인체 유래물 활용을 위해 본인의 조직 등을 공여할 때, 프라이버시 보호 등의 문제와 신체 정신적 위해 가능성에 대한 충분한 사전적 고려가 필요함
- ❖ 연구 목적 인체유래물의 활용을 위해서도 공공 인체 유래물은행을 활성화하여 기증자에게 일정 수준의 공적 보상(예. 장기이식 우선순위 보장이나 건강보험료 할인 등)을 해 주는 방법을 고려해 볼 필요가 있음

III. 생명윤리법 및 관련법의 개선방향과 과제

2. 개선방향과 과제 (3/3)

➤ 인간대상연구의 문제

- ❖ 인간대상연구의 규율 자체가 대단히 큰 규제 영역이므로 의생명 과학 및 비의생명과학 분야 등의 특수성을 반영하여 “인간 대상 연구에 관한 법률”을 별도로 제정하는 것이 바람직함
- ❖ 인간대상 연구자의 자격, 연구기관의 역할, IRB의 기능과 운영, 교육 및 관리 감독 등을 일관된 규율 체계로 만들 필요가 있음
- ❖ 중복 연구를 방지하기 위해 유사한 인간대상연구는 익명화를 전제로 데이터를 공유하는 시스템을 개발할 필요가 있음

➤ 의료정보 및 건강정보 보호문제

- ❖ 의료·건강정보(health information)의 범위를 분명히 하고, 정보의 특수성을 감안하여 이를 관리할 수 있는 체계를 별도의 법률 제정 혹은 「개인정보보호법」의 하위 규정으로 만들 필요가 있음
- ❖ 기술적인 발전을 통해 의료·건강정보의 분산 및 유비쿼터스화에 대한 대책을 강구해야 하며, 정보의 분류 및 접근 가능성, 정보 관리 등에 대한 개념을 명확히 해야 함

IV. 시장진입 및 금융시장 관련 제도개선 방향과 과제: 바이오 산업 중심

1. 현황과 문제점 (1/2)

➤ 바이오산업 분야 벤처금융의 지나침 안정적 자금 운용과 단기투자 선호

- ❖ 바이오산업의 경우 벤처기업들은 임상시험 초기단계까지 직접 개발을 진행하고 해외기업에 기술을 수출하는 사업모델을 추진하고 있으나 이를 위한 자금조달이 용이하지 않음.
- ❖ 정부과제 지원 및 벤처캐피탈을 통한 유상증자 등으로 임상개발을 진행하는 데에는 자금 규모의 한계가 있으며, 코스닥 상장을 통한 공모자금 확보 및 유상증자 기회의 확보를 모색
- ❖ 현행 정부의 성장형벤처기업에 대한 특례상장제도로 30개 이상의 바이오, IT 등 벤처기업의 코스닥 시장 상장이 이루어지 지면서 바이오 등 기술벤처에 대한 민간투자 금융 증가세를 보임
- ❖ 다만, 경제상황 및 정책의 방향, 기술평가기관 등에 따라 신규 상장기업의 수가 급변하는 등 상장에 대한 예측가능성이 낮은 편이며, 이는 혁신기술을 보유한 기업의 사업성장 가능성을 가늠하는 벤처캐피탈 본연의 투자유도에는 일정한 제약요인이 되고 있음
- ❖ 또한 벤처캐피탈은 일반조합원들의 출자를 받아 투자조합을 결성하여 투자금을 운용 하는 바, 연기금 등 주요 출자자들은 모험적인 투자를 통한 수익 창출보다는 안정적인 자금운용을 선호함.
- ❖ 따라서 벤처캐피탈의 투자 양태 역시 혁신적인 기술력을 보유한 벤처기업에 대한 장기투자보다는 단기간 내 회수가 가능한 건에 대한 전환사채 등의 단기 투자를 선호하는 경향을 보임

IV. 시장진입 및 금융시장 관련 제도개선 방향과 과제: 바이오 산업 중심

1. 현황과 문제점 (2/2)

- 바이오산업의 경우 **현행 혁신기술기반 창업인프라 및 지원시스템의 하드웨어 지원집중**
 - ❖ 바이오산업의 경우 차별적인 창업 아이템 확보를 위해서는 10년이상 전문 연구개발 경험이 필요하고, 개발과정에서 지속적인 연구 필요하며, 연구자 창업의 경우 사업에 대한 전문성 및 경험 부족으로 사업개발, 경영 및 자금 조달 등에서 시행착오가 빈번 사업 실패로 이어짐
 - ❖ 현행 지역 클러스터, 창조경제혁신센터 등 다양한 창업 지원 정책이 있지만 시설, 장비 등 주로 하드웨어적인 지원에 집중되거나 해당 기술에 대한 이해도가 낮아 사업의 고도화에 대한 기여도는 높지 않았음
 - ❖ 청년창업펀드 등을 통한 금융지원은 스타트업 기업의 자금조달에 많은 도움이 되어 왔으나, 바이오 등 첨단 과학분야의 경우 해당 기술 및 사업에 대한 전문성 부족으로 단순한 금융지원에 그치는 경우가 많아 연구자들의 창업 유도에 대한 기여도는 제한적
- **혁신제품의 후기 단계 개발을 담당할 대형 기업의 부재에 대한 해결책 및 기술 이전, M&A 등 기술거래에 대한 정책적 보완 필요**
 - ❖ 보건복지부의 '혁신형 제약기업 육성사업' 등 정부 유관부처들이 다양한 정부 지원과제 및 사업을 통해 혁신 제품의 개발과 제약사, 대기업 등의 참여를 유도하는 등의 노력을 하고 있으며 일부 성과도 있으나 파급효과는 아직 제한적임
 - ❖ 일부 상장사들의 경우 새로운 성장기회를 확보하기 위하여 바이오, 게임회사등에 지분 투자를 하거나 M&A를 하는 경우가 있으나 해당 사업에 대한 이해부족 및 추가적인 자금조달 실패 등으로 인해 대부분 성공하지 못하였음

IV. 시장진입 및 금융시장 관련 제도개선 방향과 과제: 바이오 산업 중심

2. 개선방향과 과제(1/2)

- **코스닥시장의 진입기회 확대를 통한 벤처기업 투자 활성화 및 투자수익 재투자 유도**
 - ❖ 혁신적인 벤처들에게 있어서 벤처 캐피탈의 본원적인 역할은 기업이 성장할 수 있는 영양분인 자금을 공급하고, 인큐베이팅을 통해 각종 성장인자 등을 공급하는 것 이라 할 수 있음
 - ❖ 따라서 혁신 기업들의 자금조달 처인 코스닥시장의 본연의 목적에 부합하도록 코스닥시장의 진입 기회를 확대, 기술력을 보유한 혁신 벤처들에 대한 투자를 활성화하고 투자수익이 재투자되는 선순환 구도를 유도할 필요가 있음
- **코스닥시장 정화와 지속 성장을 위해 진입기회를 확대하되 명확한 퇴출기준 적용 필요**
 - ❖ 혁신 기업 대부분이 무형자산을 기업가치의 기반으로 두고 있는 점을 감안할 때, 연구개발과정에서 데이터를 속이거나 개발진도가 비정상적으로 지연되는 기업 등에 대해서는 과감한 퇴출이 필요
- **코스닥시장 기업간제휴 및 공동개발을 유도하기 위한 기술이전 및 M&A에 대한 제도적 지원 필요**
 - ❖ 기술이전 및 M&A 등 기술거래에 대한 세제 지원방안, 수익발생시점과 세금결정시기의 불일치 등 제약요인에 대한 해소방안 등을 마련함으로써 거래 활성화를 유도할 수 있음
 - ❖ 특히 공동연구개발, 조인트벤처 설립 등 각각의 전문성을 제공하고 리스크를 공유하는 경우에 대한 정책지원 역시 중요

2. 개선방향과 과제(2/2)

- 연구자 창업의 시행착오를 줄이고 사업경쟁력 제고를 위한 사업 인큐베이팅 필요
- ❖ 투자가들과 보육전문가(인큐베이터)들이 함께 움직일 수 있는 제도적 지원이 필요
 - ❖ 이를 위해 전문가들이 보육에 직접 참여하는 중소형의 스타트업 벤처펀드를 산업 분야별로 만들고 정부가 과반수 이상 출자하여 정책적 목표에 대한 부합성을 극대화하는 방안을 고려할 필요가 있음

V. 최근 정부의 공학/산업 분야 법제도 개선 구상

1. 혁신성장을 위한 사람중심 「4차 산업혁명 대응계획」 (2017. 11)

- ❖ **문재인 정부는 4차 산업혁명의 동인인 지능정보기술로 인한 산업구조 변화와 혁신에 대응하는 중장기 대응 전략으로 혁신성장을 위한 사람중심의 4차 산업혁명 대응계획을 발표 [2017.11.30]**
 - ❖ **지능화 혁신을 기반으로 다양한 신산업을 창출하고 특정한 주력산업 육성을 위해 누구나 이용할 수 있는 세계 최고 수준의 지능화 기술, 데이터, 네트워크 확보를 지향**
 - ❖ **의료, 제조, 이동체, 금융물류 등 산업혁신과 교통, 복지, 환경, 안전 등 분야의 사회혁신을 추진하면서, 데이터 생산, 공유 기반 강화와 신산업 규제개선, 사이버 역기능 및 윤리 대응 강화 등을 제시**
 - ❖ **주요 전략 분야별 규제완화와 법제도 정비의 기본방향을 제시**

< 문재인 정부 4차 산업혁명 대응 비전과 추진체계 >>



자료: 관계부처합동(2017) 「4차 산업혁명 대응계획」

< 주요 전략분야별 규제완화 및 법제도 정비 내용[안] >

[illegible]

V. 최근 정부의 공학/산업 분야 법제도 개선 구상

2. 문재인 정부의 2018년 경제정책 방향 중 법제도 개선 방향 (2017. 12)

- 문재인 정부는 2018년 경제정책 방향 중 핵심성장을 위해 1) 핵심 선도사업 추진을 통한 국민체감 가시적 성과 창출 2) 과학기술 혁신을 통한 4차 산업혁명 선제적 대응 3) 산업경제 혁신을 통한 경제전반의 생산성 및 부가가치 제고를 중점 목표로 설정
- 이를 위해 빅데이터 활용 및 관련 신산업 육성을 위한 제도적 기반구축을 위해 개인정보보호 관련 법률의 개정을 통해 비식별자료 활용 결합 등의 법적 근거를 명확히 하고, 개인정보 자기결정권 행사 보장 강화 등을 계획

< 문재인 정부 2018년 경제정책 방향 >

사람중심 경제! 국민 삶의 가시적 변화를 이루겠습니다	
일자리·소득주도 성장	
1) 청년 1인 가정을 지원하겠습니다	1
2) 여성 1인 가정을 적극 지원하겠습니다	4
3) 중장년·이혼신 1인 가구 생활안정을 지원하겠습니다	5
4) 저소득·취약계층 1인 가정을 적극 지원하겠습니다	6
5) 장애인·노년·고령·고독·혼신 가정을 적극 지원하겠습니다	7
혁신 성장	
1) 핵심 선도사업 추진을 통해 가시적 성과를 창출하겠습니다	9
2) 혁신성장에 기업활동 지원하는 규제혁신을 추진하겠습니다	9
3) 중소·벤처 혁신기업 지원을 강화하겠습니다	10
4) 산업·경제 혁신을 통해 경제 전반의 생산성을 높여겠습니다	12
공정 경제	
1) 공정한 시장경제 질서를 확립하겠습니다	14
2) 공공부문에서 공정경제 실현에 앞장서겠습니다	15

자료: 관계부처합동(2017) 「2018년 경제정책 방향」

< 주요 전략분야별 규제완화 및 법제도 정비 내용(안) >

혁신성장을 견인, 확산할 핵심 선도사업 추진에 정부 정책역량 집중	
주요사업 분야별	국가 차원에서 차등화된 지원(중소·벤처·이혼신·노년·고령·고독·혼신)을 통해 혁신성장을 견인, 확산할 핵심 선도사업 추진에 정부 정책역량 집중
주요사업 분야별	혁신성장을 견인, 확산할 핵심 선도사업 추진에 정부 정책역량 집중
주요사업 분야별	혁신성장을 견인, 확산할 핵심 선도사업 추진에 정부 정책역량 집중
핵심 선도사업 추진 등을 위한 규제 샌드박스 본격 추진	
- 4대 입법(CT, 특성법, 금융지정법, 산업융합법, 지역특구법) 완료	
빅데이터 활용 및 관련 신산업 육성 제도적 기반 구축	
- 비식별자료 활용·결합 등 법·제도적 명확화(개인정보보호 관련 법률 개정)	
- 빅데이터 분석 인프라 구축 및 개인정보 자기결정권 행사 보장 강화	
창업지원 강화	
- 창업지원금 규모를 140조원 수준으로 대폭 확대	
- 창업지원금 규모를 140조원 수준으로 대폭 확대	
투자금 회수 및 재기 지원	
코스닥 시장 활성화 (연간 코스닥 투자자금을 확대 유도, 코스닥 상장기업 지원)	
창업실패자 연대보증채무 조정 및 재창업 지원	
- 창업실패자 연대보증채무 조정 및 재창업 지원	
벤처 기업창업자의 법·제도 개선(벤처기업의 법적 지위 강화)	

KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade

VI. 결 론 : 4차 산업혁명과 공학 및 산업발전

- 4차 산업혁명 시대의 본격적인 전개과정에서 공학 및 산업분야는 새롭게 부상하는 신기술과 새로운 경쟁력의 원천을 시장 수요와 현장에서 찾아 선제적으로 활용하는 것이 무엇보다 중요
 - 특히 기업은 이 과정에서 신기술과 신공법 등 새롭게 부상한 경쟁력의 원천을 생산적으로 활용하여 새로운 가치를 창출하는 것이 중요
- 이를 위해 정부는 무엇보다 4차 산업혁명의 전개과정에 나타나는 새로운 유망분야와 새로운 성장 원천의 창의적 활용이 가능한 기업의 혁신 활동과 비즈니스의 여건을 조성하는 것이 중요하며 이를 위해서는 선제적 법·제도 개선이 필요
- 이러한 맥락에서 본 연구는 4차 산업혁명 시대의 새로운 자원 창출과 활용에 중점을 두고, 새로운 산업의 발전과 새로운 자원으로 주목받고 있는 요소의 생산적 활용을 저해하고 있는 가장 핵심적인 법·제도적 장애요소를 분석
- 첫 번째로, 개인정보보호와 관련된 「개인정보보호법」 및 분야별 특별법, 두 번째로, 체세포복제 배아 연구 및 인간유전체 연구와 밀접하게 관련된 「생명윤리법」, 마지막으로 혁신 제품, 서비스 시장진입 및 금융시장 관련 법·제도 개선방안을 제시

❖ 이는 현재 다양한 법과 제도가 신기술의 생산적 활용과 새로운 비즈니스의 발전에 장애가 되고 있으나, 4차 산업혁명의 기본 메시지가 대전환(great transformation)임을 고려할 때 가장 이들 세 분야의 현행 법과 제도가 크게 문제가 되고 광범위한 분야에 영향을 미치고 우선적으로 방향 전환이 필요한 것으로 판단되었기 때문이다.

KIET Korea Institute for Industrial Economics & Trade



감사합니다.
Thank You for
Your Attentions

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안

- 의학 분야

지선하 연세대학교 보건대학원 교수
(4차 산업혁명 법·제도 개선 정책연구회의 위원)

• 약 력 •

성 명	지선하	
소속 및 직위	대한민국의학한림원 정회원 연세대학교 보건대학원 교수	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1995 - 1997	미국 존스홉킨스 보건대학원	박사후 과정
1990 - 1993	연세대학교 대학원	보건학 박사
1987 - 1989	연세대학교 대학원	보건학 석사
1981 - 1985	원주의과대학 보건학과	보건학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2001 - 현재	연세대학교 보건대학원	교수
2017 - 현재	대한금연학회	회장
2014 - 현재	연세대학교 국민건강증진연구소	소장
2011 - 현재	대한민국의학한림원	정회원
2003 - 현재	미국 존스홉킨스 보건대학원	Adjunct professor

- 일 시: 2018. 1. 18.(목), 16:00 ~ 18:00
- 장 소: 한국프레스센터 18층 외신기자클럽

4차 산업혁명에 대응한 법·제도 개선방안 의학 분야

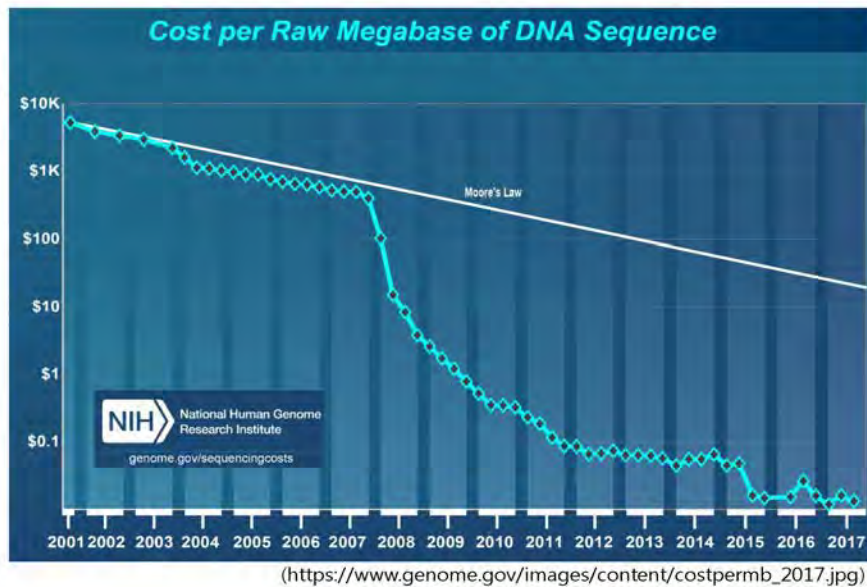
지 선 하
연세대학교 보건대학원, 국민건강증진연구소



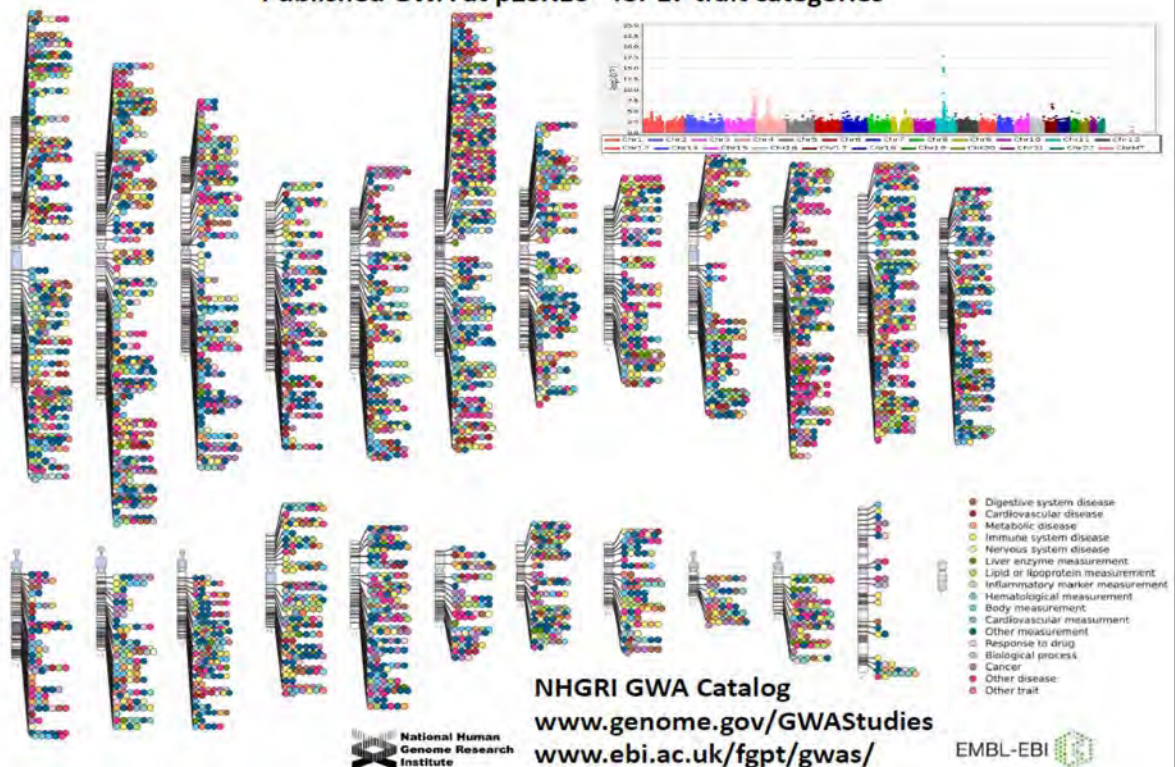
목 차

- 1. 임상적 목적 유전자 분석의 현황 및 문제점 (이진성)
- 2. 유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향 (김정훈, 김진수, 김석중)
- 3. 의료 4차 산업혁명의 거버넌스와 플랫폼 구축 (장혁재)
- 4. 디지털 헬스케어와 빅데이터 활용 (황희)
- 5. 결론

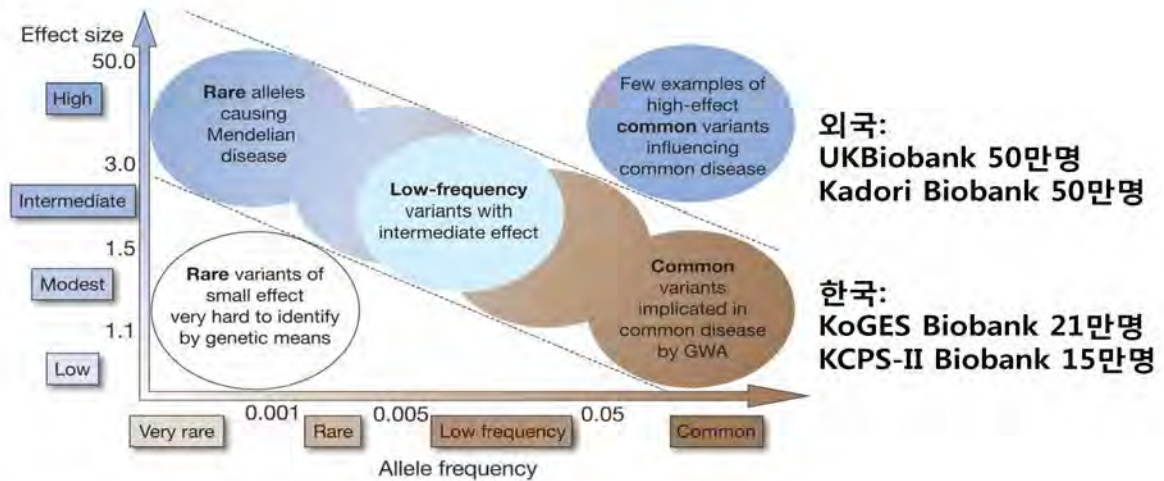
유전체 분석 비용 감소



Published Genome-Wide Associations through 12/2013 Published GWA at $p \leq 5 \times 10^{-8}$ for 17 trait categories



유전자 분석과 각국 바이오뱅크



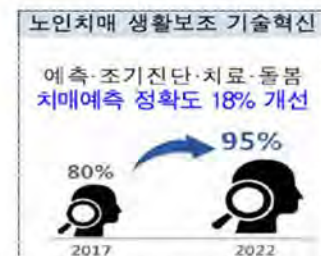
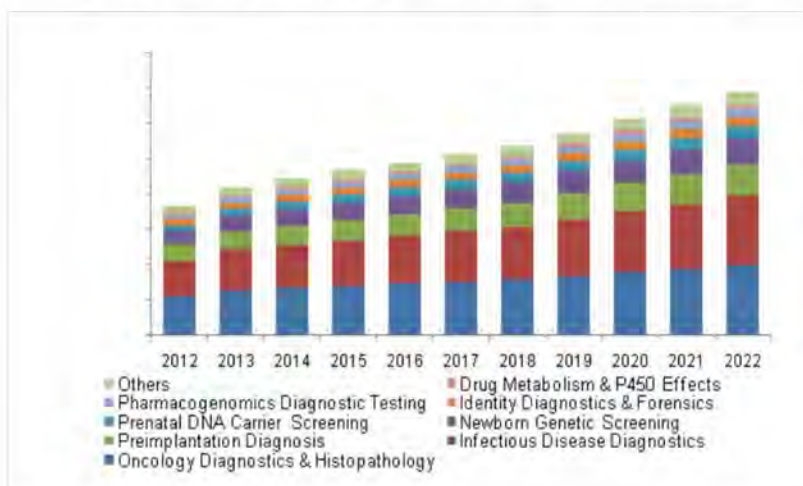
외국:
UKBiobank 50만명
Kadori Biobank 50만명

한국:
KoGES Biobank 21만명
KCPS-II Biobank 15만명

Manolio TA et al, *Nature* (2009)

향후 예측되는 의료분야의 유전자 분석 시장 규모

U.S. DNA testing market, by application, 2012 - 2022 (USD Million)



Source: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/dna-testing-market>

국내 유전자 분석의 현황 및 문제점

- 국내 유전자분석 시장은 우수한 기술 및 경쟁력 확보에도 불구하고, 억제되어 있음
 - 의료보험 저수가 정책
 - 의료 분야 이외의 시장에서 오히려 성장
- 국가 차원에서는 앞으로 대폭 성장하게 될 유전자, 유전체 분석 관련 시장을 고려하여 관련 제도의 정비나 분야 간 이해 상충에 대한 조정이 필요한 시점
- 여러 법규가 얹혀있어, 유전자, 유전체 분석이 이루어지고 있는 실정이며 이러한 법적 환경은 관련 분야의 발전에 심각한 장애 요소임
- 유전자 검사 이용 연구 시 환자 동의서 수령에 지나친 윤리적 기준 요구, 실제 학문적 연구에 지장을 줌

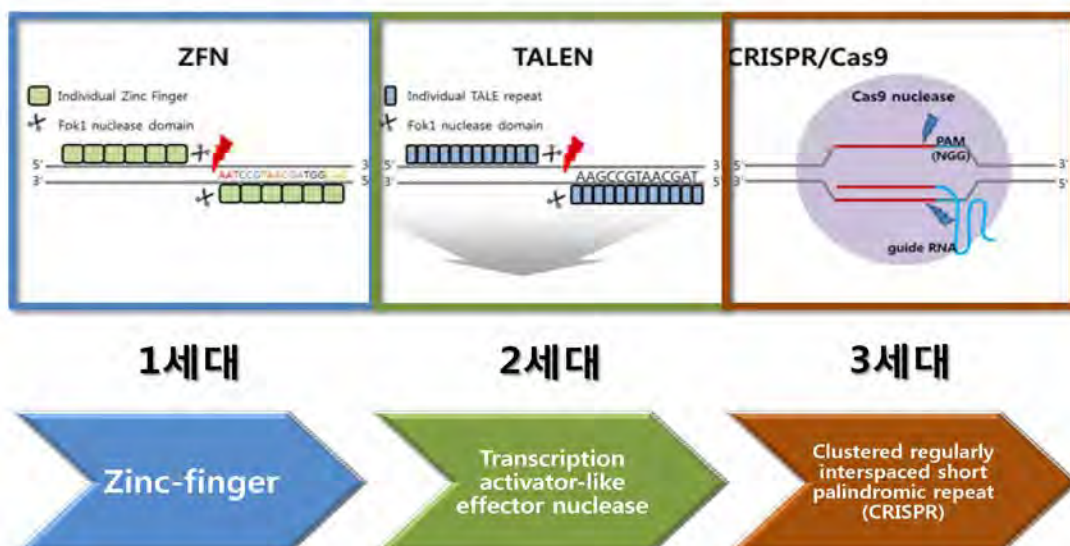
국내 유전자 분석 관련 법·제도 개선방향

- 임상적 목적 유전자 검사의 규제 완화
 - 인체 내 2만여 개 유전자에 대한 법·제도의 한계
 - 생산되는 데이터에 대한 국가적 관리대책 시급
- 배아, 태아 검사의 윤리적 문제에 대한 사회적 합의
 - 전문가 집단의 의견 수렴이나 사회적 합의를 통하여 관련 검사의 허용 여부 검토
- 관련 법규 개정 및 이익 집단 간의 갈등 해소
 - 관련 분야 종사자 간 갈등 해소
 - 「생명안전 윤리법」 및 「의료법」 등의 일부 개정이 필요
- 유연한 인력 수급 제도
 - 유전자 검사 인력에 대한 여러 법률적 상충으로 인해 경색된 노동 구조를 초래
 - 검사기관 책임자는 일자리 창출 및 인력 수급 유연성 유지에 초점을 맞추는 것이 중요

목 차

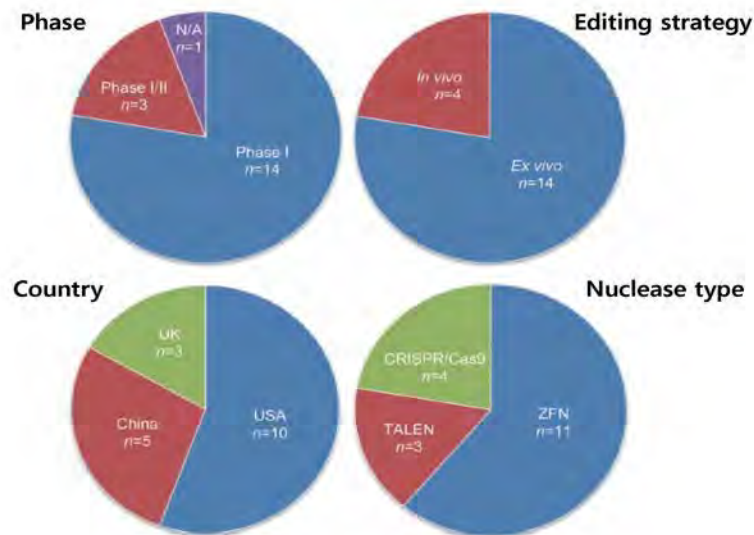
1. 임상적 목적 유전자 분석의 현황 및 문제점
2. 유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향
3. 의료 4차 산업혁명의 거버넌스와 플랫폼 구축
4. 디지털 헬스케어와 빅데이터 활용
5. 결론

유전자 교정 기술 발전사



Source: 양용렬 (2016)

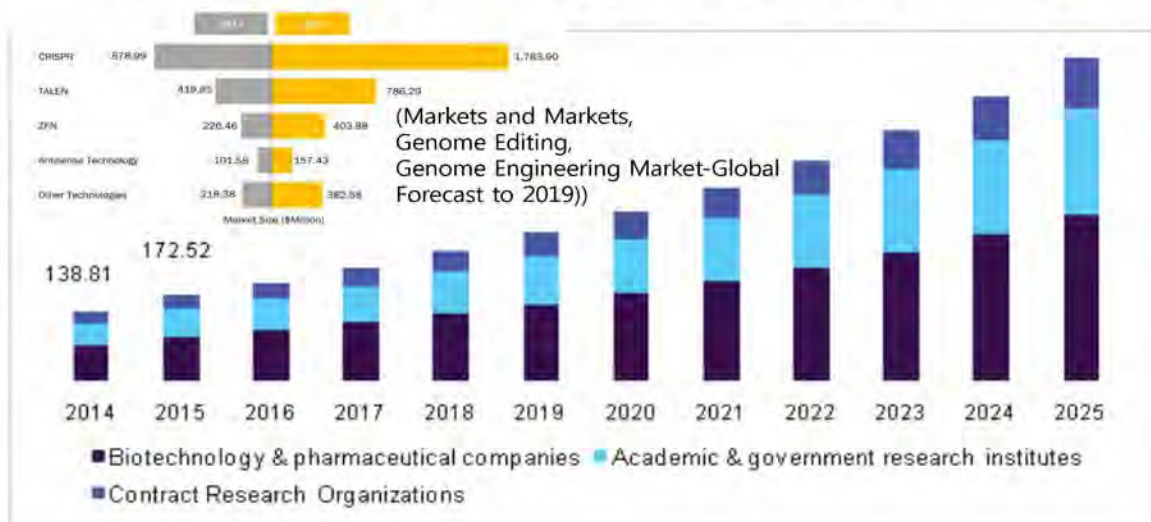
유전자 교정기술에 기반한 임상 시험 현황



(Acta Pharmacol Sin, 2017)

유전자 교정 기술의 시장점유율 증가

CRISPR and Cas genes market share, by end-use, 2014 - 2025 (USD Million)



Source: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/crispr-associated-cas-genes-market>

유전자교정 기술에 대한 국외 법·제도

• 인간배아에 대한 규제

- 중국, 영국, 스웨덴, 일본에서 인간배아 **유전자교정 연구 승인**
- 미국과학한림원, 영국 왕립학회, 중국과학원 주최 '인간 유전자교정 국제정상회의(the International Summit on Human Gene Editing)'에서 **연구목적의 인간배아 유전자 교정 허용** (2015. 12)

• 체세포에 대한 규제

- 미국에서 ZFN 또는 TALEN 이용 유전자교정 세포치료제에 대하여 IND 승인, 최근 CRISPR/Cas9를 이용 유전자교정 세포치료제 프로토콜 **검토 중**

유전자교정 기술 관련 법·제도 현황 및 문제점

생명윤리법의 유전자 치료에 대한 규정

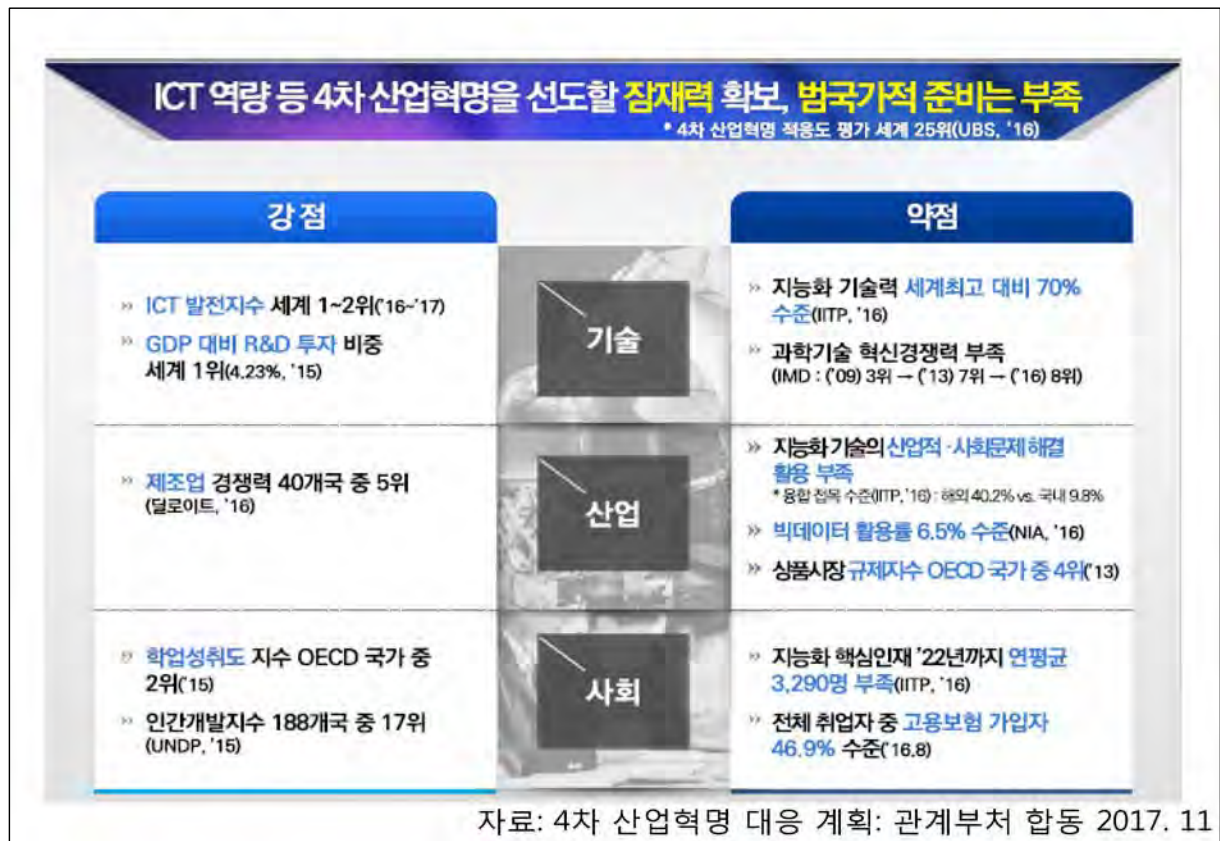
- 첫째, 배아, 난자, 정자, 태아에 대한 유전자 치료는 금지됨 (제47조 제3항)
- 둘째, 인체 내에서 유전적 변이를 일으키는 유전자 치료에 관한 연구는 다음 두 요건을 모두 충족한 경우에만 시행할 수 있음
 - ① 유전질환, 암, 후천성면역결핍증, 그 밖에 **생명을 위협**하거나 심각한 장애를 불러일으키는 질병의 치료를 위한 연구
 - ② 현재 이용 가능한 **치료법이 없거나** 유전자 치료의 효과가 다른 치료법과 비교하여 현저히 우수할 것으로 예측되는 치료를 위한 연구 (동법 제 47조 제1항)

유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향

- 외부 유전자를 전달하지 않는 SDN-1 및 SDN-2의 경우 「생명윤리법」 제47조제1항의 두 가지 요건 중 어느 하나의 요건만 충족하면 허용하는 것으로 규제 합리화를 위한 연구 검토 필요
- 유전자 치료에 대한 포괄적 금지보다는 과학적 사실에 근거하여 유전자교정 기술에 기반한 치료제의 위험성-혜택을 분석하고, 연구 및 임상시험 진행을 승인하는 방식의 유연성 있는 정책 입안 필요
- 외부 유전자의 삽입을 시행하지 않는 SDN-1 및 SDN-2 방식의 유전자교정 기술의 경우 안전성을 확보한 상태에서는 보다 개방적인 연구 환경이 조성되는 것이 질환의 치료에 있어 보다 바람직
- 연구 수행 초기부터 임상시험, 인허가, 허가 후 관리까지 모든 내용이 담긴 하나의 통합된 법률 제정 필요

목 차

1. 임상적 목적 유전자 분석의 현황 및 문제점
2. 유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향
3. 의료 4차 산업혁명의 거버넌스와 플랫폼 구축
4. 디지털 헬스케어와 빅데이터 활용
5. 결론



4차 산업혁명 관련 법·제도 현황 및 문제점

한국의 입법 동향

- 「국가정보화 기본법 일부개정법률안」: 기존의 '지식정보사회'를 '지능정보사회'로 재정의, 대통령 소속으로 '국가정보화전략위원회'를 설치하는 내용 등
- 「지능정보사회 기본법안」: 인공지능기술의 안정적이고 효과적인 발전을 지원하기 위해 대통령 소속으로 '지능정보사회 전략위원회'를 설치하고, 지능정보사회 진흥 및 윤리적 이용에 관한 사항을 규정하여 인간 중심의 지능정보사회를 구현하는 것이 핵심
- 「디지털기반 산업 기본법안」: 4차 산업혁명 관련 정책 조정을 위해 국무총리 소속으로 '디지털기반 산업 추진위원회'를 설치하고, 국내 산업의 디지털기반 산업화 촉진 및 기존 일자리에 미치는 충격 완화와 적극적인 새로운 일자리 창출을 강조
- 「제4차 산업혁명 촉진 기본법안」: 국무총리 소속으로 '제4차 산업혁명 전략 위원회'를 설치하고 '제4차 산업혁명 지원센터'와 같은 진흥 기반 마련 강조

그 외 개별 법률 조항을 네거티브 규제(negative regulation) 방식으로 개정

의료계 4차 산업혁명 관련 법·제도 개선방향

□ 단순히 소극적 규정에 따라 환자를 보호해야 한다는 식의 규제 방식이 아니라 법·제도의 프레임에 대한 검토 필요

- 금기 분위기, 병원 간 정보시스템 교류의 기술적 난관, 막연한 개인정보의 유출 위험, 산업화 주체의 모호함 등이 기술 개발의 장애물을 해결할 수 있도록 그에 맞게 법·제도가 정비되어야 할 것임

□ 주무부처 및 부문별 정보보호 관련 법제의 용어 정립 등 정비 필요

- '정보보안'과 '정보보호' 용어 혼용 문제 개선

□ 의료 빅데이터 개발에서

「개인정보보호법」, 「생명윤리법」에 대한 구체적 지침 마련 필요

- 구체적인 식별자 정의, 비식별 처리에 대한 적정성 평가, 개인식별정보 결합 주체
- 데이터 제공시의 협약

□ 스마트헬스케어산업 이해당사자 갈등 해소를 위한 다양한 관점의 법·제도 개선 필요

- 새로운 관점의 수입 분배 방안 등

의료계 4차 산업혁명 관련 법·제도 개선방향

- 관련 법·제도와 정책 조정에 대한 효율적 추진 가능한 정책 거버넌스 체계 재확립 필요함

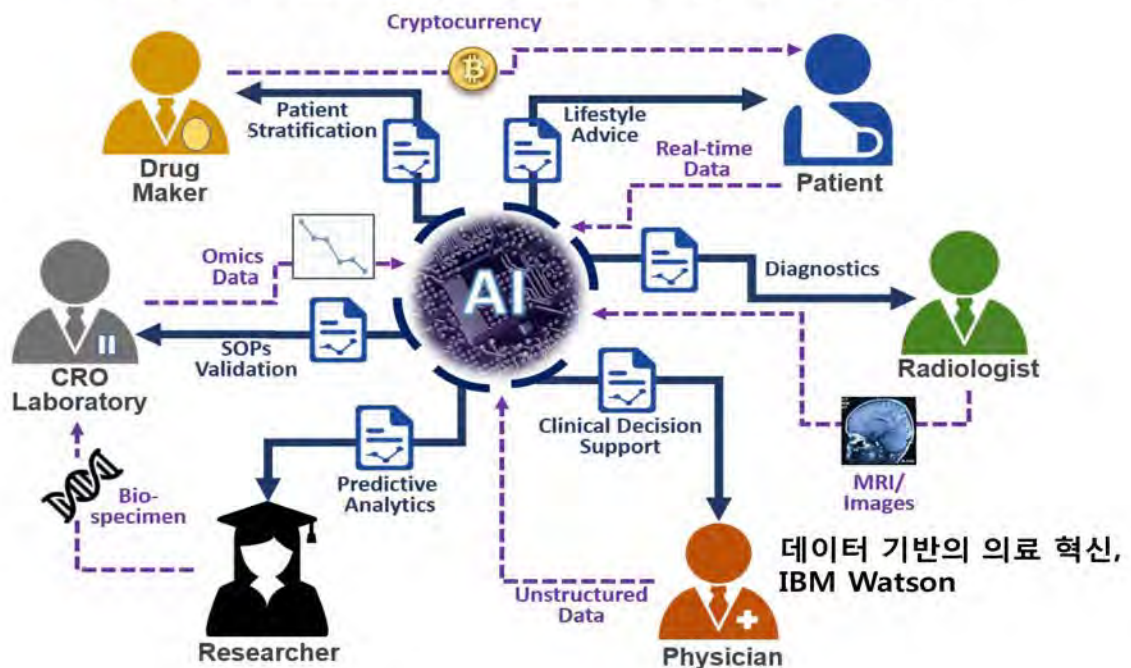
- 빅데이터 융합 플랫폼, 합리적인 국가 인증 시스템 등 산업 생태계 핵심 인프라 구축에서 범부처 관점의 정책 효율화 진행 필요함

- 의료계 4차 산업혁명 관련 정책적 과제 추진을 위해, 관료들의 기술적 전문성 확보가 매우 중요, 이는 또한 필수적인 요소임

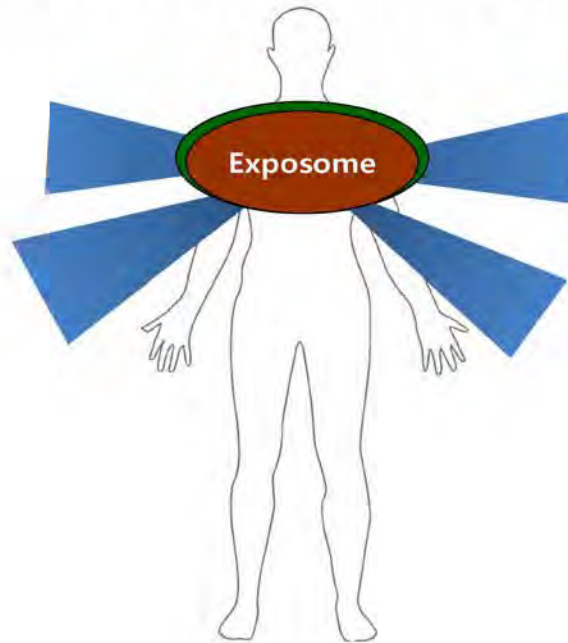
목 차

1. 임상적 목적 유전자 분석의 현황 및 문제점
2. 유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향
3. 의료 4차 산업혁명의 거버넌스와 플랫폼 구축
4. 디지털 헬스케어와 빅데이터 활용
5. 결론

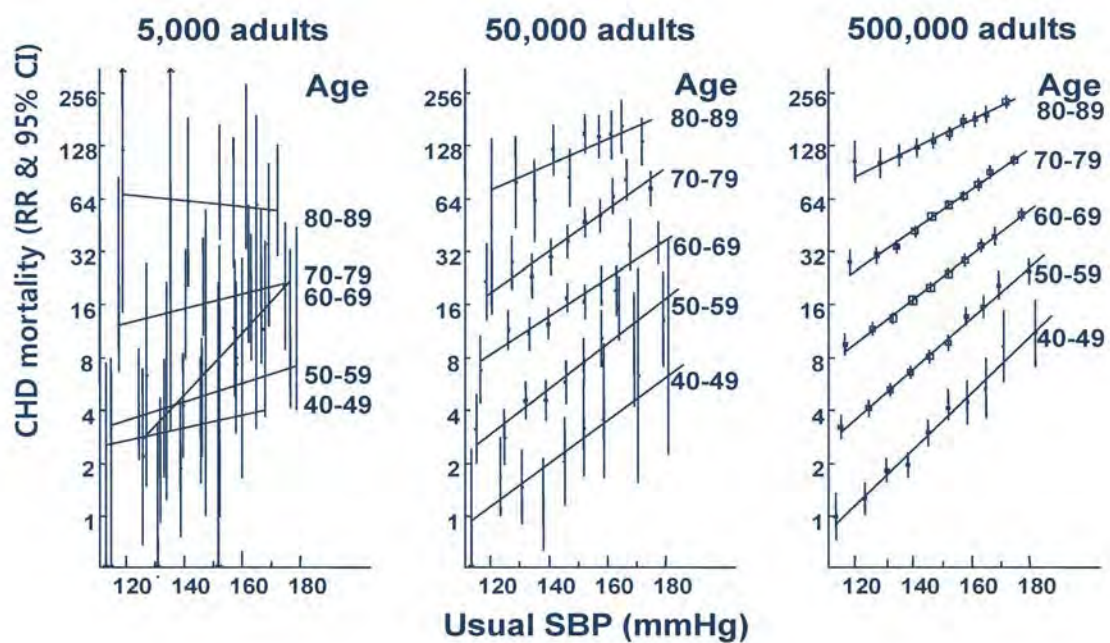
디지털 헬스케어와 빅데이터 활용



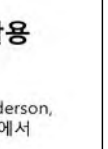
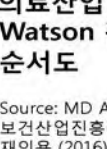
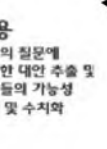
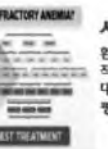
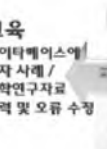
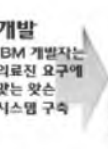
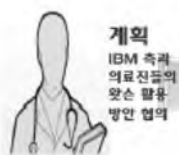
One Person: Too Much Data



SIZE matters: CHD mortality vs SBP (5K, 50K & 500K randomly chosen from PSC)



데이터 기반의 의료 혁신, IBM Watson



데이터가 있었기에, **혁신**이 유도되는 것



- 의료서비스분야
 - 환자정보수집, 진단, 치료계획수립, 치료과정

보건의료 빅데이터 활용에 대한 국내 현황

- 국가적 활용 증진을 위한 공공기관들의 데이터 공개 확대, **기관 간 정보연계 및 공유 활성화 시급**
 - 국가적 차원의 전략 부재로 보건의료 빅데이터 임상 연구 및 활용을 위한 통합적 연계는 제한적
- **공급자 위주 데이터 공개**로 인한 낮은 수요자의 활용도, 낮은 기관별 공개 수준으로 인해 연계 및 통합 체계 미흡
 - 데이터의 공개 및 연계과정에 대한 보수적 정책이 저해 요인
- 통합 연계 데이터의 활용도를 높이는 노력이 필요
 - 대해 일차적으로 연구 활성화 및 인프라 도출, 정책 개발 등
- 의료 빅데이터의 효율적 사용을 위해 「**개인정보보호법**」 등 법적 장벽 개선 필요
- 기술을 활용할 주체 및 법적 책임의 주체에 대한 정의가 필요, 인공지능 기술을 활용한 협업체계에서 **게이트 키퍼(gate keeper)**에 대한 정의 필요

보건의료 빅데이터 활용에 대한 국내 법·제도 현황 및 문제점

- 개인정보 관련 법률(「**정보통신망 이용촉진 및 정보보호에 관한 법률**」 및 「**개인정보 보호법**」)로 인해 인공지능기술 연구를 위한 빅데이터 사용상 제약 발생
- **대면의료행위**만 의료행위로 간주하는 현행 「**의료법**」으로 인해 인공지능기술을 활용할 플랫폼 활용이 소원한 상황
- 인공지능 기반 빅데이터 분석의 활용과 적용을 위하여 개인 중심의 데이터 **통합과 연계가 필수적 요소**인데 반해, 데이터에 대한 법적 근거 및 통합 연계에 제도적 장치가 미비한 상태임

보건의료 빅데이터 활용에 대한 법·제도 개선방향

□ **익명화** 기준이 만족된 수준의 법률 제정 및 개선

- 수집된 헬스케어 빅데이터의 인공지능 연구 활용 및 기술 개발 촉진

□ 데이터 **연계·활용** 근거를 마련할 필요

- 공중보건 등 공익적 목적을 심의, 예외적으로 개인정보 허용

□ 빅데이터의 분석과 **공익성**을 심의하고 데이터 연계와 통합을 허용하는 역할을 담당하는 결정 주체로서의 운영 체계 마련 필요

□ **원격진료**를 허용하여 인공지능기술이 질병예방서비스나 미충족 필수의료서비스를 제공 하는 데 적극적으로 활용되도록 해야 함

- 원격지에 있는 의사가 인공지능 플랫폼에 원격 접속하여 최종 진단을 지원

목 차

1. 임상적 목적 유전자 분석의 현황 및 문제점
2. 유전자교정 기술 도입 및 활용을 위한 법·제도 개선방향
3. 의료 4차 산업혁명의 거버넌스와 플랫폼 구축
4. 디지털 헬스케어와 빅데이터 활용
5. 결론

4차 산업혁명에 대한 두 가지 관점



- 질병의 진단 및 치료 정확도 향상
- 의료비용 절감 및 의료 품질 향상
- 빅데이터를 활용한 질병 예측도 향상
- 개인 맞춤형 의료서비스 제공
- 범국가적 의료서비스 시스템 구축
- 무한경쟁 가속화 구도 - 승자독식 구조
- 경제적 양극화 심화
- 수집되는 방대한 데이터 관리 비용 증가
- 실시간 수집·제공 데이터로 인한 사생활 침해
- 보건의료계의 일자리 상실 - 고용형태 변화 야기

**의료 자체를
산업의 개념으로 바라보는 것이 옳은가?**

결론

- 안정된 **개인정보 보호**와 더불어 **학술적, 상업적**으로 통용 가능한 법·제도 고안 및 시행 필요
- 의료 **패러다임의 변화**에 동반한 의료산업 기회와 더불어 관련 직업의 변화 등에 대한 전망을 종합하여, 신산업 구축, 재교육, 직업 선택에 대한 가이드 필요
- 상업적 이익을 넘어 **국민의 생활향상, 건강향상, 삶의 질**과 만족도를 높일 수 있는 방향으로 기여하도록 정책적 유도과 창안이 필요

SESSION 2

미세먼지 / 바이오헬스산업 / 고령화

좌장 안현실 한국경제신문 논설·전문위원

- 미세먼지 문제의 본질과 해결 방안

- 문길주 UST 총장
(미세먼지정책위원회 위원장)

- 코리아 바이오헬스의 도전과 과제

- 박하영 서울대학교 산업공학과 교수
(바이오헬스산업정책위원회 위원장)

- 고령화, 과학에서 해답을 찾다

- 김창오 연세대학교 내과학교실 교수
(고령화 이슈페이퍼 집필위원회 위원장)

• 약 력 •

성 명	안현실	
소속 및 직위	한국공학한림원 정회원 한국경제신문 논설·전문위원	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1990	KAIST	경영과학 박사
1987	KAIST	경영과학 석사
1985	서울대학교	경제학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2000 - 현재	한국경제신문	논설·전문위원
2016 - 현재	바른 과학기술사회 실현을 위한 국민연합	공동대표
2015 - 현재	기술경영경제학회	부회장
2011 - 현재	서울대학교	객원교수
2011 - 현재	한국공학한림원	정회원
2006 - 현재	연세대학교	겸임교수

미세먼지 문제의 본질과 해결 방안

문길주 UST 총장
(미세먼지정책위원회 위원장)

• 약 력 •

성 명	문길주	
소속 및 직위	한국공학한림원 원로회원 과학기술연합대학원대학교(UST) 총장	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1980 - 1984	미국 미네소타대학교	기계·환경공학 박사
1978 - 1980	미국 미네소타대학교	기계·환경공학 석사
1972 - 1978	캐나다 오타와대학교	기계공학 학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2016 - 현재	과학기술연합대학원대학교(UST)	총장
2010 - 2013	한국과학기술연구원(KIST)	원장
2010 - 2010	한국연구재단	국책연구본부장
2006 - 2009	KIST	부원장
2004 - 2006	KIST 강릉분원	분원장
1992 - 2001	KIST 환경연구센터	센터장

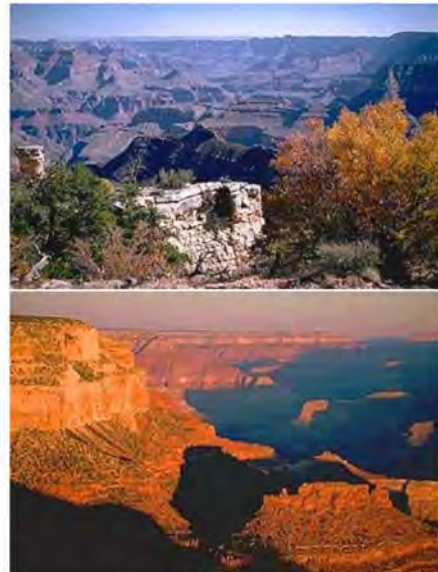
미세먼지 문제의 본질과 해결방안

대한민국 3개 한림원 공동포럼

University of Science and Technology

KC MOON

Jan. 2018



Grand Canyon National Park
Clean Day 225 Km Visibility

왜 초미세먼지 문제가 심각해지고 있는가

▲ 객관적 상황

- 서울의 미세먼지 농도는 선진국 대도시 대비 높은 수준
· 뉴욕, 파리, 런던, 도쿄 등 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vs. 서울: $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(2016년 현재, 연평균)

- 미세먼지 및 초미세먼지 고농도 회수 증가

- 초미세먼지경보 발령 횟수(1~5월) :
'15년 72회 → '16년 66회 → '17년 92회



A news capture on the announcement of PM_{2.5} alert on January 17, 2014

▲ 수요자 관점

삶의 질
쾌적하고 안전한 삶의 요구와 기대수준 향상

정보
2013년 부터 농도 증가현상에 대한 명확한 설명 전무

정책
정부, 전문가 및 이해당사자들의 엇갈리는 원인파 해법 제시

→ **75% of Koreans were not satisfied** with the government response
to the smog problem (The National Assembly News, 2016.06.02)



Things to deal for
“The Fine Particles
Problem:
Essentials and
Solution”



November 12, 2012, Time



Table of Contents

Where we are

To go Beyond

Grand Challenge

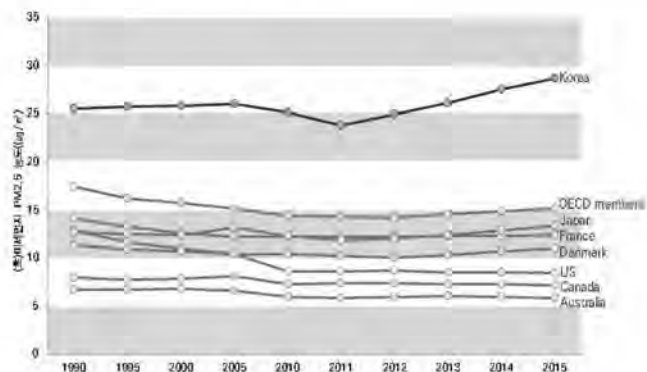
Suggestion



Comparison of the ambient fine particle

- ▲ The fine particles concentration in Korea was **the highest among 38 countries** including 34 OECD countries (OECD, 2016)

According to the Health Effects Institute, the mortality rate in **Korea was 26 per 100,000** in 2015, **2 and 3 times higher** than Japan and the USA



(OECD, <http://stats.oecd.org/>)

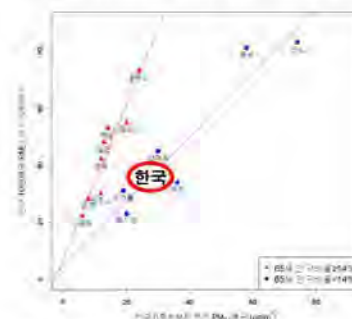


Analysis of cause of death

- ▲ **Death toll from air pollution exceeds 3 million in the world**
Approximately 5% of global death toll (55 million)
- ▲ **Air pollution counts 20~30% of respiratory disease**
Death toll from cardiopulmonary disease caused by particle material : 64,000 (annual, US)
- ▲ **The countries with higher elderly fraction shows higher mortality rates to the same fine particles concentration**



Ref: The World Report 2001, Geneva, WHO



Mortality and fine particles concentration (HEI, 2015); population (World Bank, 2015)



Use of cleaner fuels and more strict emission standards

▲ Major air pollution control measures for Seoul

Regulation on the sulfur content in petroleum	Restriction	Mandatory	No Sales
1981 1.6% for heavy oil, 0.4% for Diesel 1996 Enlargement the regulated areas 0.3% for heavy oil, 0.1% for Diesel	1993 1.0% for heavy oil, 0.2% for Diesel 1996 Enlargement the regulated areas for heavy oil, nationally for Diesel	of the use of solid fuels in large cities and SMA on 1985 and ban the use of solid fuels in Seoul on 2003	use of clean fuels in power plants and large buildings in Seoul on 1988 and in the SMA on 1991
			of leaded gasoline in Korea on 1993

→ However, the air quality in Seoul has not improved drastically
especially, for PM₁₀ during the late 1990s and early 2000s

▲ Special Act on Metropolitan Air Quality Improvement

(Dec.2003)

Goal: PM₁₀ concentration of 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and
nitrogen dioxide concentration of 22 ppb in
2014 in Seoul (MOE, 2005)

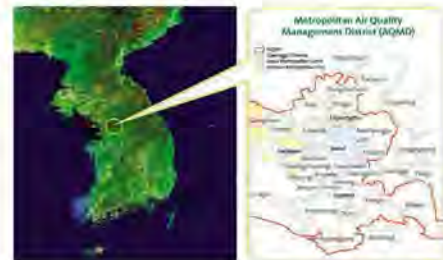


Table of Contents

Where we are

To go Beyond

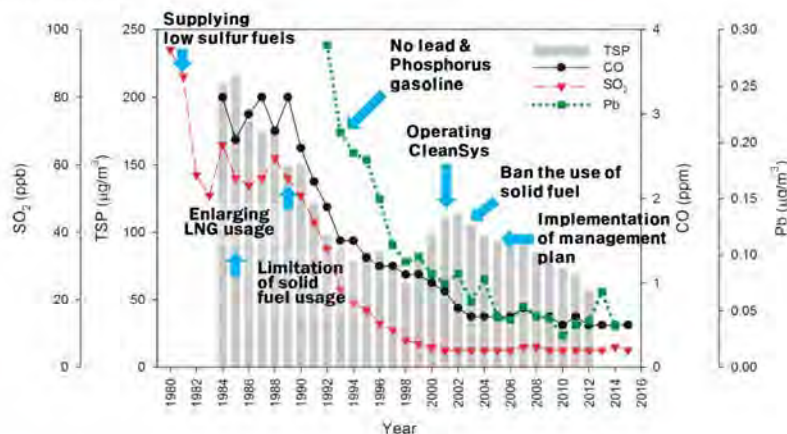
Grand Challenge

Suggestion



The concentrations of primary air pollutants (in Seoul)

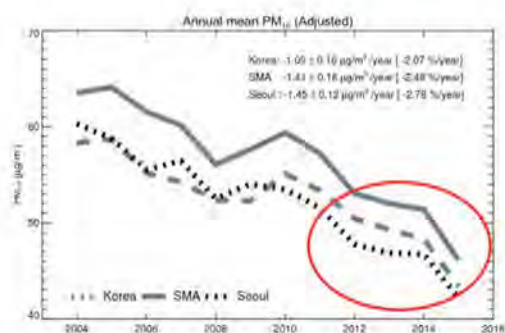
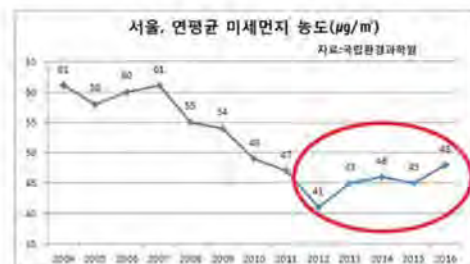
- ▲ Seoul has decreased those successfully till the late 1990s due mainly to the source control measures
- ▲ But from the early 2000s, the levels were not changing significantly



Climate was one of the key factors

- ▲ determining the fine particles concentration in Korea

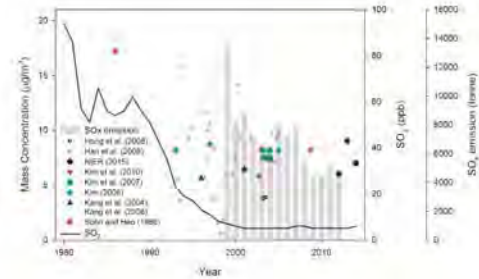
When the climate conditions were set as constant and the emission changes were considered, the simulated PM₁₀ concentrations were decreased



Trend of the concentration of

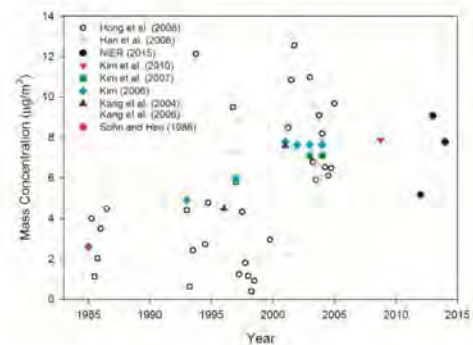
▲ sulfate in $PM_{2.5}$ and sulfur dioxide (in Seoul)

Sulfate concentration has not decreased in the 2000s since it is mainly transported from outside



▲ nitrate in $PM_{2.5}$ (in Seoul)

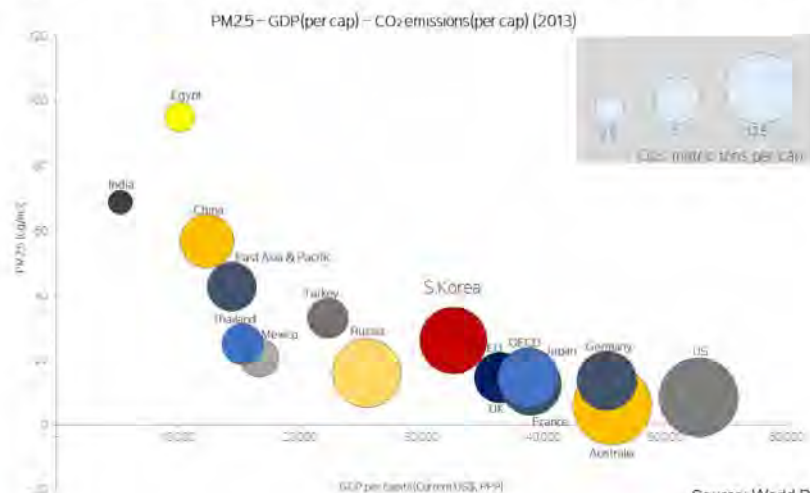
No apparent trend in the 2000s due mainly to the highly complex reaction pathways



Ambient fine particles concentration and carbon dioxide emissions

▲ closely related with economic development

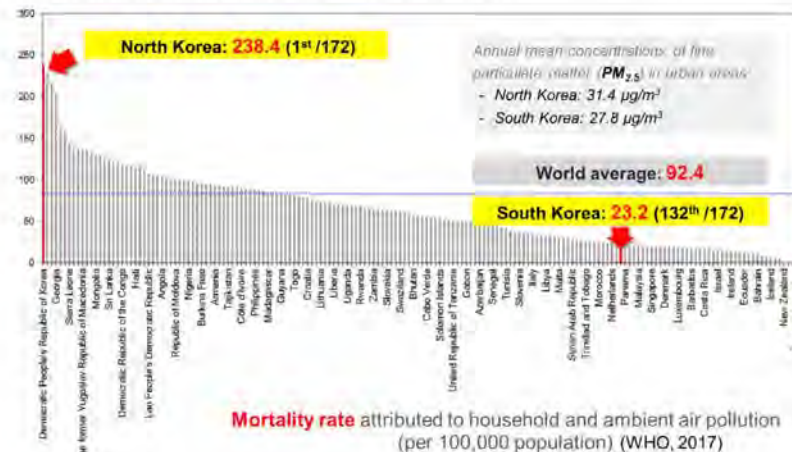
Korea is **in the middle of GDP level**
but higher $PM_{2.5}$ and carbon dioxide emission level than other countries



In case of North Korea

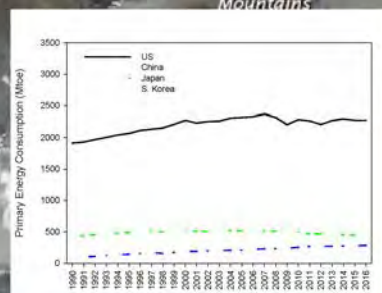
▲ North Korea has the highest air pollution-related mortality rate in the world

We need to improve environmental management capacity in North Korea to reduce further burden

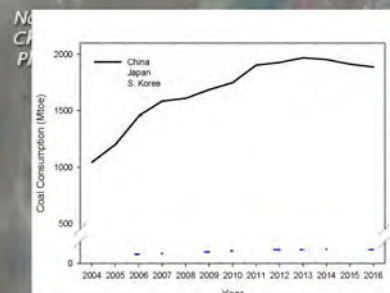


▲ Influences from outside are significant due to huge energy consumptions in Northeast Asian countries, especially, use of coal

Contribution from outside was estimated as ~45% at Seoul (38% from China and 7% from North Korea on 2015, City of Seoul, 2016)



Trend of the primary energy consumption in some Northeast Asia countries and the USA



Trend of the coal consumption in some Northeast Asia countries: China consumed more than a half of the world total coal consumption

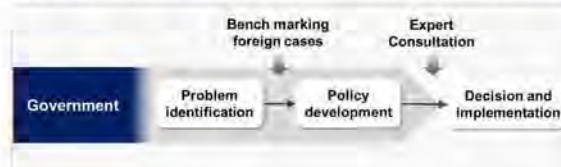


Air quality management scheme in Korea

▲ till 2000

Government driven policy mainly following the policies from the developed countries (bench marking):

Use of cleaner fuels and more strict emission standards (MOE, 2012)



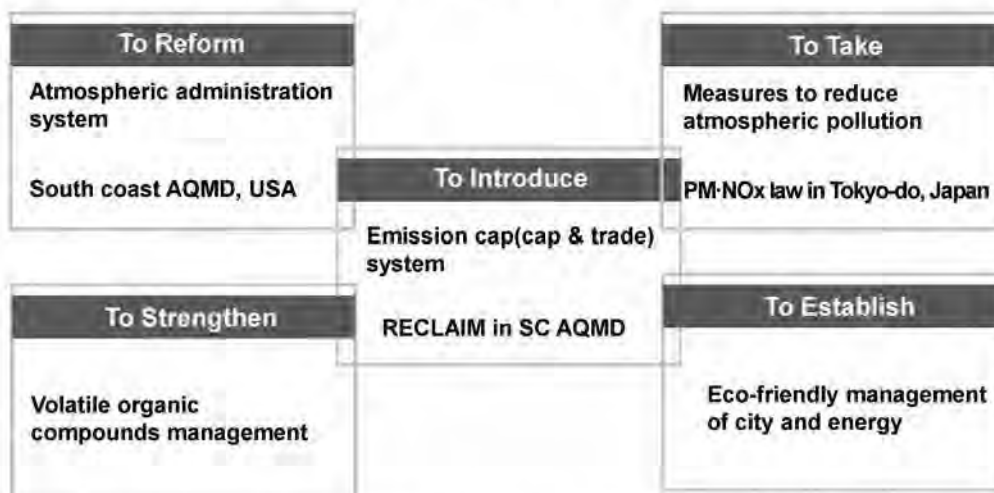
▲ from 2001

Government driven policy with adapting foreign cases but with added inputs from experts and stakeholders



Major Policy Directions in the Special Act (MOE, 2006)

▲ bench-marked from the policies from abroad



* Total investment between 2005 and 2014 was ~3 trillion Won (~2.8 billion USD) and ~4 trillion Won will be invested between 2015 and 2024 (BAI, 2016)



Table of Contents

Where we are

To go Beyond

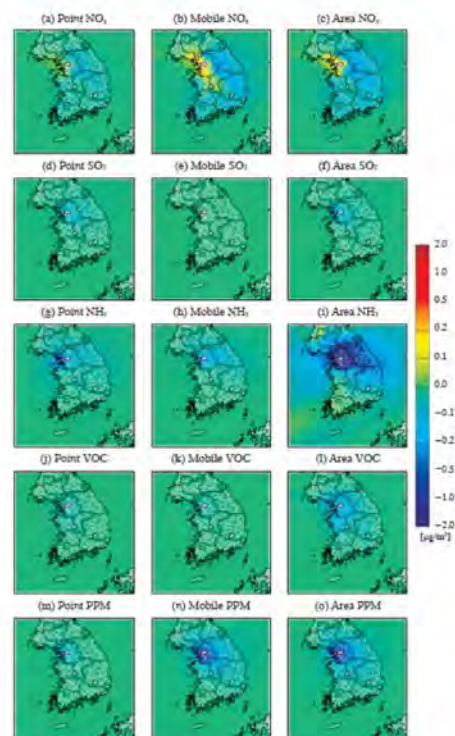
Grand Challenge

Suggestion



Why sulfate and nitrate concentrations are not changing significantly? Is ammonia controlling the process?

Ammonia reduction was estimated to be the most effective way to reduce fine particles concentration in Korea, based on the modeling result for 2014 (Kim et al., 2017). Note that when the oxides of nitrogen was reduced by half, the fine particles concentration in the Seoul Metropolitan Area was increased



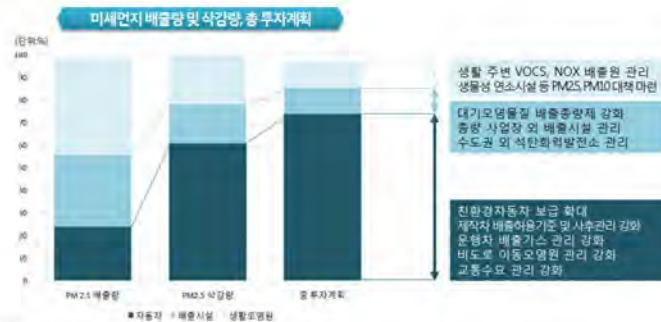
Mismatch between the policy target and the strategies

▲ The target was to reduce PM_{10}

but major strategy and budget were on the reduction of $PM_{2.5}$ from diesel vehicles

미세먼지 저감 정책에 대한 불신

▶ 원인(농도 및 배출 기여도)과 대책의 불일치



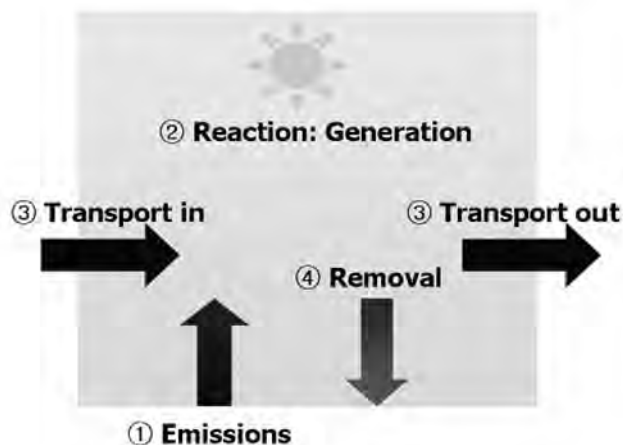
주: 삭감량-2024년 목표치, 총투자계획-2017~2024년간 총 투자액
자료: 관계부처합동 보도자료(2016.6.3.) 미세먼지 특별대책 보도자료,
환경부(2017) 2차 수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획(2015~2024) 자료를 바탕으로 저자 작성.



Factors determine

▲ the ambient concentration of fine particles in Korea:

We should understand each process scientifically to develop effective and efficient policies against fine particles



Shifting the policy direction

▲ from ambient concentration management to impact of exposure management

- more policy options are available
- people's anxiety can be reduced

※ ex) tighter indoor air quality management and pro-environmental school bus operation



▲ Desirable air quality management scheme in Korea

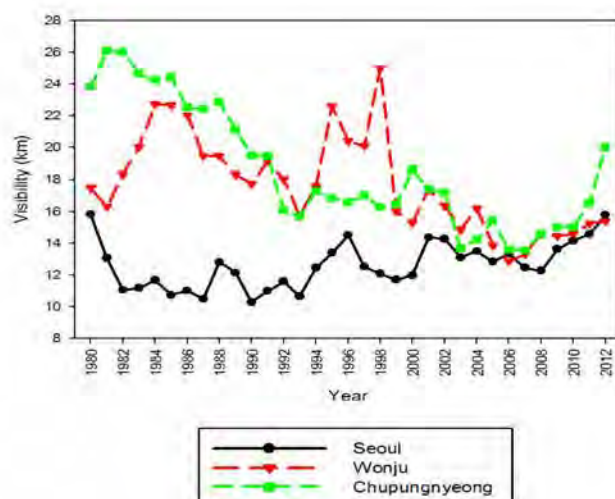
Participation from public including experts and stakeholders along with the government from the initial stage



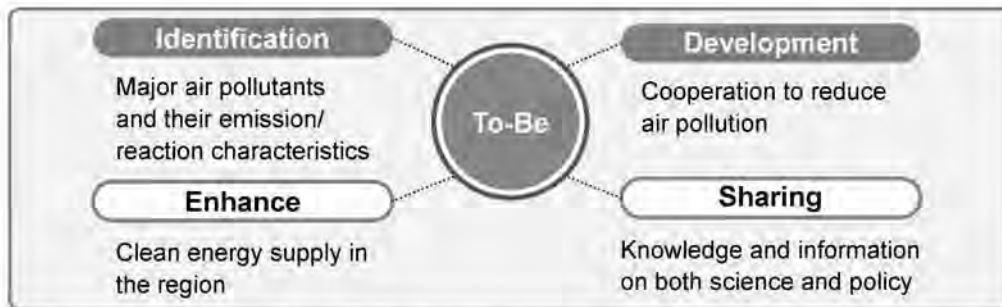
Trend of the visibility

▲ In metropolitan(Seoul), urban (Wonju), and background (Chupungnyeong) areas

Note that the visibility in Seoul has steadily increased from the 1980s while those in other areas had decreased from the early 1980s till the early 2000s. Also note that the visibilities in all areas have increased from 2006



Need for cooperation (in Northeast Asia)



▲ Example : Proposed projects from North Korea (UNEP, 2012)

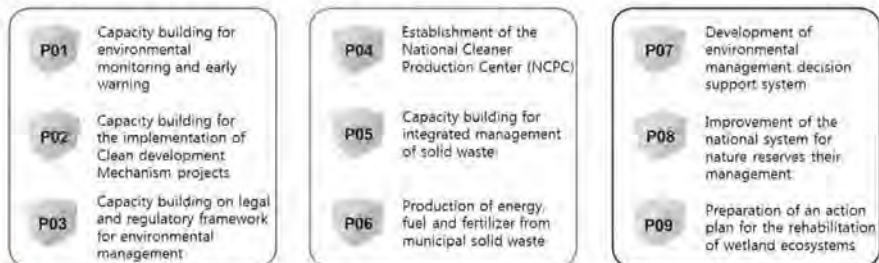


Table of Contents

Where we are

To go Beyond

Grand Challenge

Suggestion



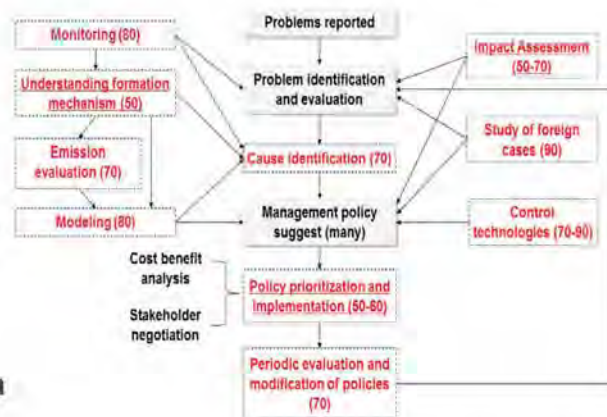
The policy-making decisions diagram

▲ to reduce the ambient concentration of fine particles

Numbers in the parentheses are the level of Korea compared with the best in the world



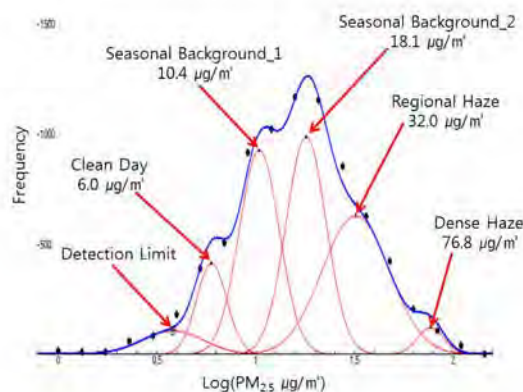
Both (1) **scientific understanding of the fine particles formation mechanism** and (2) **policy prioritization and implementation** are the weakest



Kim, 2017



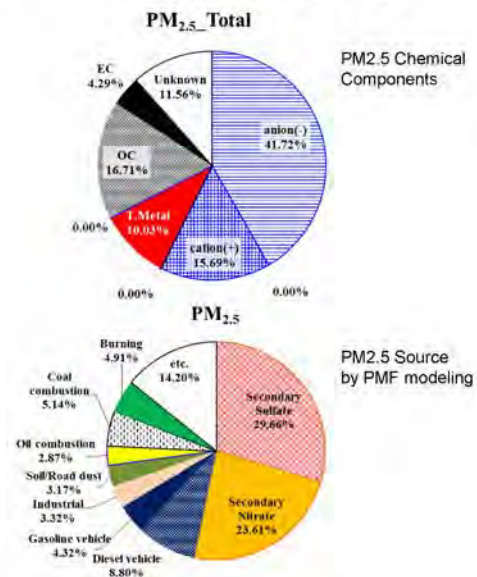
PM_{2.5} Concentration-Frequency Distribution (Baengnyeong Island)



* Source : Ahn JY (2017) Estimation of Background level for PM_{2.5} using the HR-ToF-AMS, 2017 KOSAE workshop presentation



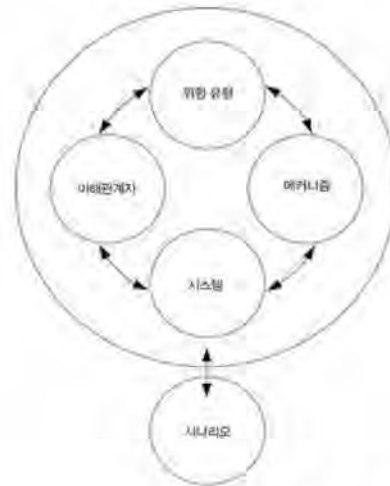
PM_{2.5} Chemical Components and Source in SEOUL, 2014



* Source : Lee KB (2015) Estimation of Unknown Components and Assessment of Source for PM₁₀ and PM_{2.5} in Seoul area, PhD Thesis.

Policy prioritization and implementation

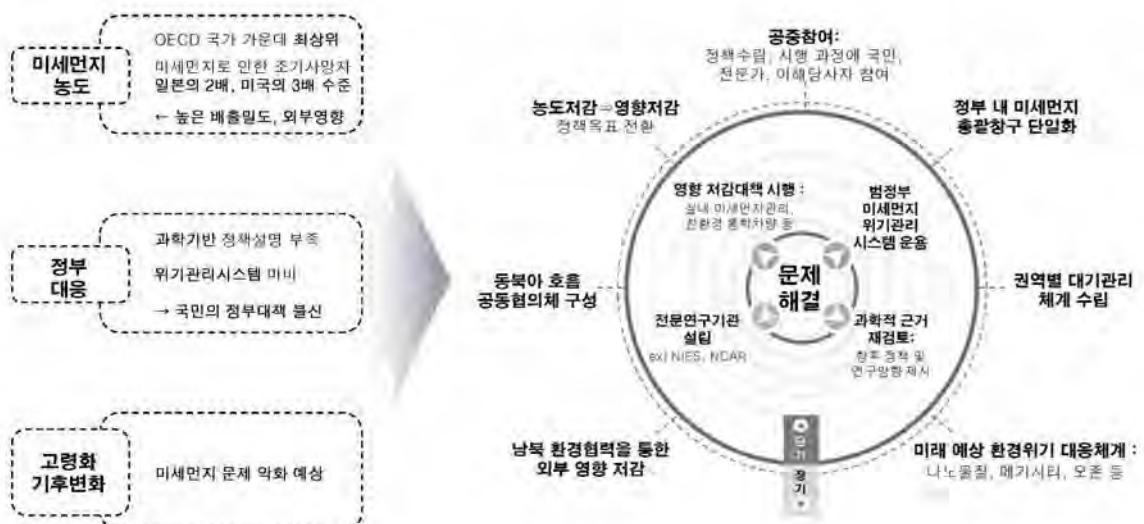
- ▲ The environmental crisis management system should be established in the government
- ▲ Independent research institute should be established to provide reliable scientific results and information for supporting policy prioritization and implementation



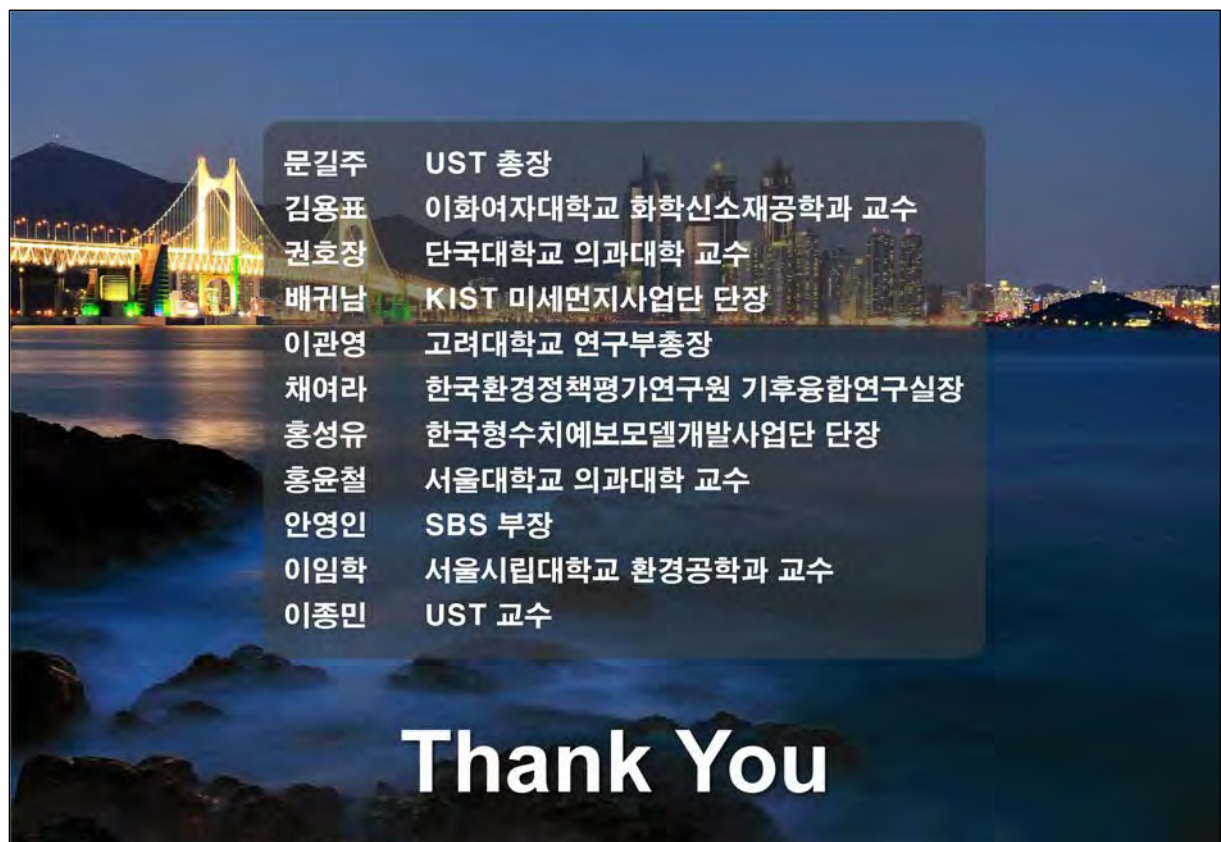
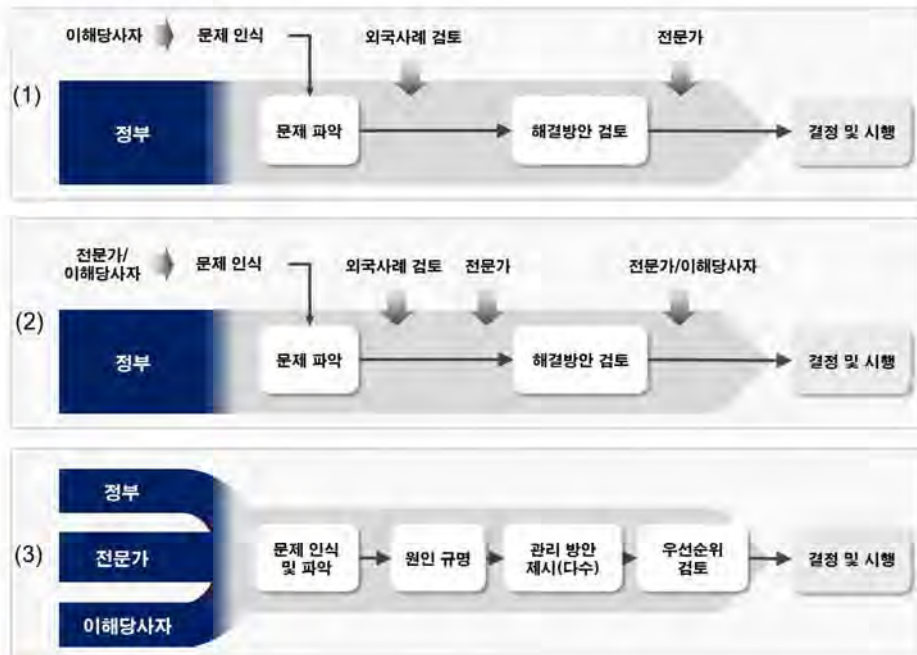
Kim et al., 2017



Summary



Summary



코리아 바이오헬스의 도전과 과제

박하영 서울대학교 산업공학과 교수
(바이오헬스산업정책위원회 위원장)

• 약 력 •

성 명	박하영	
소속 및 직위	한국공학한림원 정회원 서울대학교 산업공학과(협동과정기술경영경제정책전공) 교수	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
1983 - 1988	Yale University	박사(경영과학)
1979 - 1981	서울대학교	석사(경영과학)
1975 - 1979	서울대학교	학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2007 - 현재	서울대학교 산업공학과 (협동과정 기술경영경제정책 전공)	기금부교수, 기금교수, 교수
2006 - 2007	The RAND Corporation	Visiting Scholar
2003 - 2007	가톨릭대학교 의료경영대학원	교수
1989 - 2003	가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실	조교수, 부교수, 교수

『코리아 바이오헬스의 도전과 과제』
이슈페이퍼
2018. 1.

『코리아 바이오헬스의 도전과 과제』

바이오헬스산업 정책위원회

위원장 박하영 서울대학교 산업공학과 (협동과정 기술경영경제정책 전공) 교수

위원 김석관 과학기술정책연구원 연구위원

김선영 서울대학교 생명과학부 교수 / 바이로메드 R&D 총괄이사

김준연 SKT Healthcare/IVD Unit장

박영일 이화여자대학교 융합콘텐츠학과 교수

서진호 서울대학교 식품생명공학과 교수

송시영 연세대학교 의과대학 학장

신정섭 KB인베스트먼트 벤처투자본부장

안현실 한국경제신문 논설전문위원

유명희 한국과학기술연구원 책임연구원

이명화 과학기술정책연구원 연구위원

이영성 한국보건의료연구원 원장 / 충북대학교 의과대학 교수

장규태 한국생명공학연구원 원장

최윤희 산업연구원 선임연구위원

사무국 윤관영 한국공학한림원 선임연구원

차민경 서울대학교 대학원 (협동과정 기술경영경제정책 전공) 석사과정

차 례

제1장 현상의 이해와 진단	95
I. 코리아 바이오헬스산업의 도전, 고정관념의 타파에서 시작하자.	95
II. 바이오헬스산업 발전을 위한 접근은 타산업과 달라야 한다.	95
III. 코리아 바이오헬스산업, 성과도 적지 않지만 과제가 더 많다.	97
제2장 아젠다	101
I. 산업생태계 혁신 플랫폼의 패러다임 전환이 필요하다.	101
II. 글로벌 시장을 겨냥한 혁신 주체의 역량 강화가 필요하다.	103
III. 글로벌 관점에서 인재를 육성하고 활용하자.	109
IV. 융합형, 개방형 연구개발이 활성화 되어야 한다.	110
V. 창업과 인큐베이팅 활성화를 통해 산업생태계를 강화하자.	112
VI. 금융시장이 동태적 사업 재편 및 산업구조 변화에 제 역할을 해야 한다.	118
VII. 바이오헬스산업 발전에 의료서비스산업 경쟁력 강화는 필수이다.	121
VIII. 중국을 전략적으로 활용하자.	124
IX. 규제는 풀 사이클 관점에서 스마트하게 혁신하자.	126
제3장 협치와 조정의 개방형 거버넌스	129
I. 한국의 바람직한 미래 바이오헬스 거버넌스	129
II. 산업생태계 구축 정책과 연구개발을 연계할 수 있는 거버넌스가 답이다.	132

제1장 현상의 이해와 진단

I. 코리아 바이오헬스산업의 도전, 고정관념의 타파에서 시작하자.

문재인 정부의 국정운영계획은 정부가 바이오헬스산업을 어떻게 인식하고 접근할지를 추론할 수 있게 한다. 산업적 차원에서는 혁신과 성장의 생태계 구축, 복지적 차원에서는 고령화 사회 뒷받침, 정책적 차원에서는 건강보험 보장성 강화 및 예방 중심 건강관리, 가치적 차원에서는 의료 공공성 확보 및 환자 중심 의료서비스가 정책의 대강을 구성한다. 한국 바이오헬스산업의 미래를 다루는 본 보고서는 정부가 설정한 향후 5년간의 국정운영계획을 전제로 출발해 생태계적 관점에서 한국 바이오헬스산업의 미래와 과제를 모색한다.

바이오헬스산업의 미래지향적인 새로운 생태계를 구축하기 위해서는 먼저 편견이나 오해, 잘못된 지식 등이 낳은 고정관념을 깰 필요가 있다. 특히 바이오헬스산업에서는 서로 상충하는 이념과 가치가 공존하기 때문에 이들이 생태계 내에서 적절하게 관리되지 않을 경우 새로운 혁신 생태계 구축은 그만큼 어려운 과제가 될 수밖에 없다. 정부는 이에 대한 문제의식과 해법을 가져야 한다. 본 고서는 이런 관점에서 다음과 같은 질문들을 던지며 출발했다.

(1) 바이오헬스는 규제산업인가? (2) 바이오헬스의 제1가치는 공공성인가? (3) 바이오헬스는 정부 주도여야 하나? (4) 바이오헬스는 '내수지향적'인가? (5) 바이오헬스 인력은 과잉인가? (6) 바이오헬스는 일자리의 보고인가? (7) 바이오헬스는 첨단산업인가? (8) 바이오헬스는 복지 성격이 강한가? (9) 바이오헬스는 새로운 금융을 요구하나? (10) 원격의료는 의료영리화의 시작인가? (11) 한국은 바이오헬스에 승산이 없나?

II. 바이오헬스산업 발전을 위한 접근은 타산업과 달라야 한다.

바이오헬스산업을 구성하는 분야는 다양하고, 특성이나 비즈니스 모델, 국제경쟁 양상 등도 다르기 때문에 성공적인 발전전략은 이에 대한 명확한 이해를 토대로 수립되지 않으면 안된다.

바이오헬스산업은 바이오산업 중에서 인간의 건강과 관련된 모든 분야를 포함한다. 박하영 등(2014)에서 제시한 바이오헬스산업 분류체계의 대분류는 기존의 저분자 의약품과 바이오 의약품을 포함하는 제약산업, 의료기기산업, 의료서비스산업, 보건의료인프라산업 등 4개 영역으로 구성된다.¹⁾ 이 산업은 생명정보산업과 같이 아직 성숙된 시장을 형성하지는 못하였지만, 앞으로 거대 시장을 창출하거나 기존 시장을 크게 확대시킬 수 있는 분야가 많고, 의과학과 공학의 융합 및 기술과 산업간 융합을 통해 다양한 제품이 개발되면서 시장이 만들어질 것으로 예상된다. 또한 각국 정부는 천문학적 규모의 정부 예산을 기초 바이오 R&D에 투자하고 있기 때문에 R&D 행위 자체가 대규모 시장을 형성한다고 볼 수 있다. 국가마다 정부 예산을 투자하며 이 산업에 주목하는 이유는 세계적인 인구 고령화로 인한 수요 증가와 시장 확장성, 바이오·IT·나노·재료·로봇 등에서의 급속한 기술발전, 그리고 이들 기술의 융합으로 산업영역 확대가 가시권에 들어왔기 때문이다(표 1).

1) 박하영 등. (2014). HT 융복합 신산업 발굴 및 추진전략 수립. 청주: 한국보건산업진흥원.

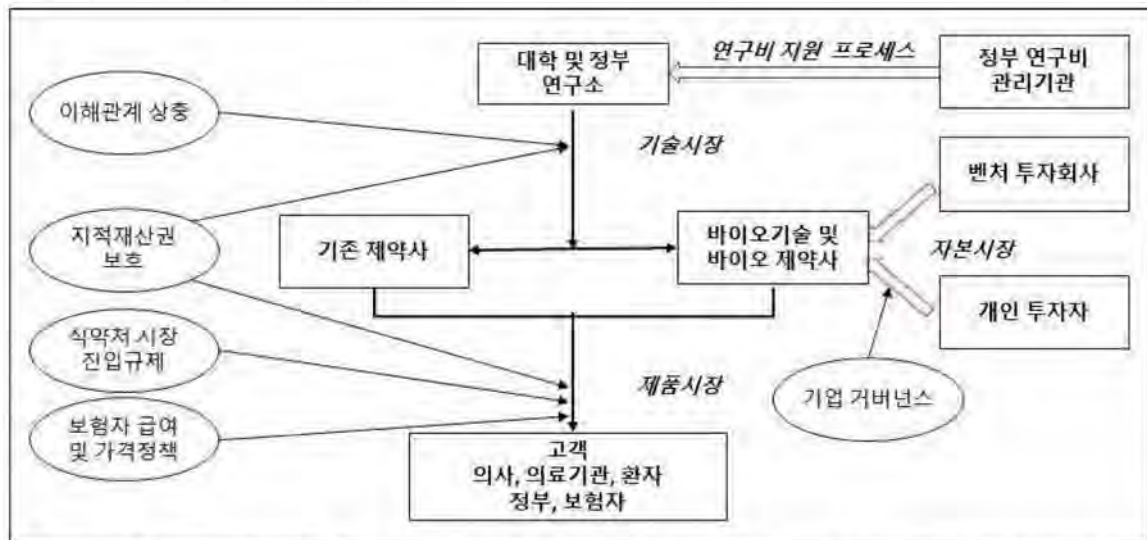
[표 1] 세계 바이오헬스산업 규모 (단위 : 백만 달러)

연도		제약바이오	의료기기	의료 영상장비	체외진단	모니터링	디지털헬스	전체
2014년		1,030,000	303,000	26,000	53,300	18,500	45,400	1,476,200
2015년		1,105,000	317,000	27,400	58,100	19,300	49,100	1,575,900
2016년		1,158,460	330,000	28,700	61,590	20,300	53,100	1,652,150
2017년		1,214,510	344,000	29,850	65,280	21,340	56,820	1,731,800
연성 평 정 률 (%)	2014-2015	7.28	4.62	5.38	9.01	4.32	8.15	6.75
	2015-2016	4.84	4.1	4.74	6.01	5.18	8.15	4.84
	2016-2017	4.84	4.24	4.01	5.99	5.12	7.01	4.82
	2014~2017	5.65	4.32	4.71	6.99	4.88	7.77	5.47

* 출처 : Frost & Sullivan. (각년도). Global Outlook of the Healthcare Industry. 해당년도 보고서 참고
재구성

바이오헬스산업 시장구조는 (그림 1)의 바이오제약산업 예에서와 같이 기술시장, 제품시장, 자본(금융)시장 등으로 구성된다. 기술시장은 대학이나 정부연구소 등의 기초연구 결과가 기존 제약사나 바이오제약사와 같이 제품을 개발해서 생산하는 기업에게 거래되는 시장이다. 이 같은 기술거래는 바이오기술을 갖는 기업과 기존 제약사 사이에서도 발생한다. 제품시장은 제품을 생산하는 기업과 구매자(사용자, 소비자)간에 제품이 거래되는 시장이다. 일반적으로 정부 연구비는 대학 및 정부연구소의 기초연구에 지원되며, 그 후 기업에서 수행되는 개발연구 자금은 자본(금융)시장에서 확충된다. 타원 속에 표시된 내용은 각 단계에 필요한 제도 및 정책을 의미한다. 특히 제품시장의 경우 각 국가의 독특한 의료보장체계, 의료재정체계, 진료비지불제도 및 가격정책 등에 따라서 새로운 기술의 도입과 확산도 서로 다른 양상으로 펼쳐지게 된다.

[그림 1] 바이오헬스산업의 시장구조

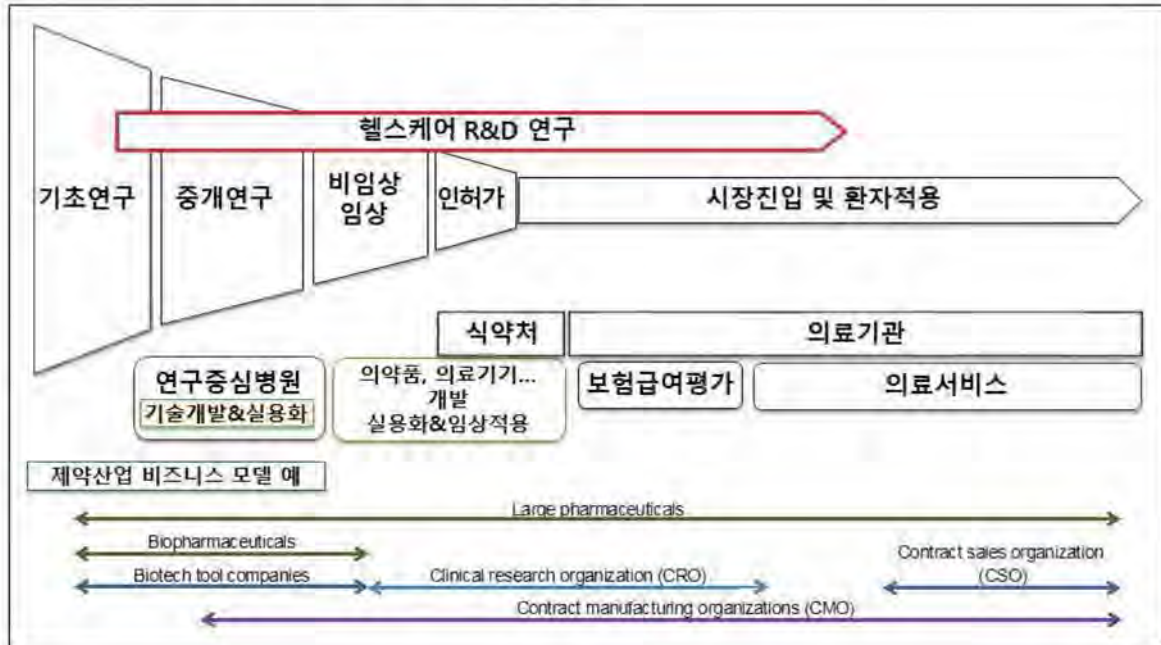


* 출처 : Pisano, G. P. (2006). *Science Business: the promise, the reality, and the future of biotech*. Boston, MA: Harvard Business Review Press. 에서 재구성

바이오헬스산업은 성장과 복지의 선순환이 가능한 산업이다. 인간 중심성, 긴 개발주기와 높은 개발위험, 성공에 요구되는 역량의 다양성, 복잡한 산업 가치사슬과 이해당사자 구조, 규제의 불가피성

등의 특성을 갖는다 (그림 2).²⁾³⁾ 따라서 바이오헬스산업에서 좋은 성과를 거두기 위해서는 다른 분야에서와는 달리 과학적인 발전뿐 아니라 제도적인 요건을 갖추는 것이 필수적이다. 후발국이 미국과 같은 산업 선도국을 추격하는 것이 어렵거나 오랜 시간이 걸리는 것도 바로 이 때문이다.

[그림 2] 혁신에서 매출까지의 단계와 비즈니스 모델

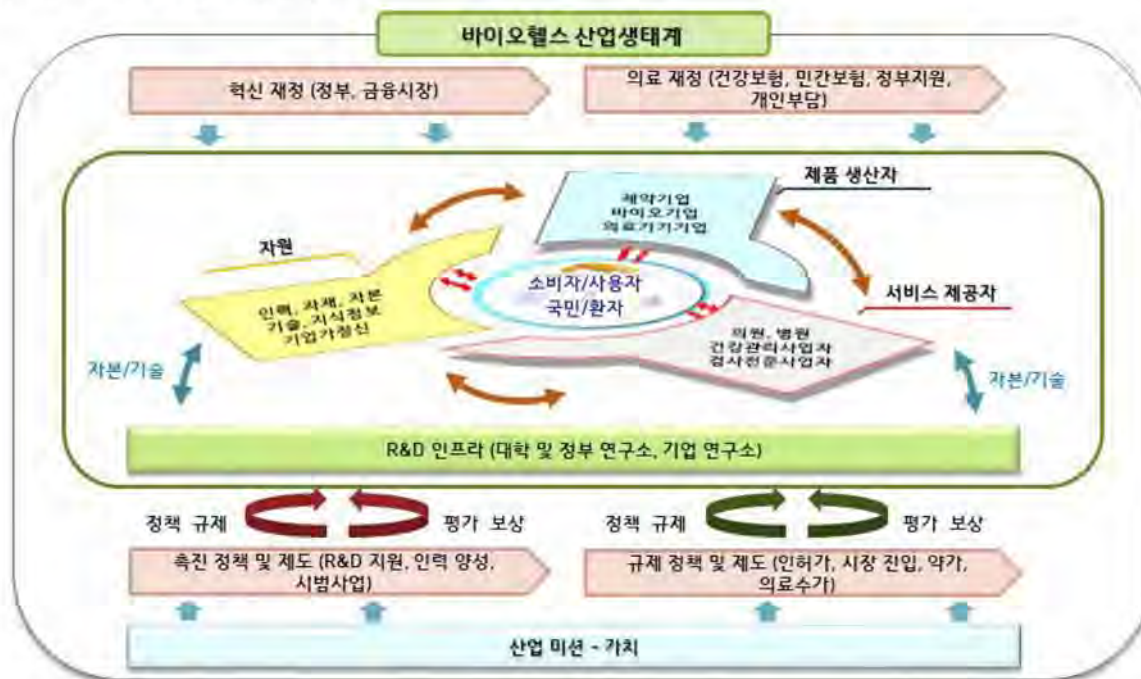


III. 코리아 바이오헬스산업, 성과도 적지 않지만 과제가 더 많다.

본 보고서는 산업생태계를 (그림 3)에서와 같이 산업 가치사슬 상의 주체, 자본, 정책 및 제도, 그리고 산업의 미션과 가치로 보았다. 그림 가운데 상자 안의 산업 가치사슬 상의 주체는 제약기업, 의료기기기업 등과 같은 제품 생산자와 의원, 병원 등과 같은 서비스 제공자로 나뉘고, 이들은 대학 및 정부 연구소와 기업 연구소 등으로 구성되는 R&D 인프라를 통해 자원-제품-서비스의 새로운 기술을 공급 받고 이를 위한 자본을 투입한다. 그림 상단의 자본은 기술시장과 기업에 자본을 공급하는 혁신 재정(innovation financing)과 제품시장과 기업에 자본을 공급하는 의료 재정(healthcare financing)으로 구분된다. 그림 하단에 위치한 정책 및 제도는 기술시장에서의 혁신을 위한 촉진 정책 및 제도와, 제품 시장에서의 혁신의 채택과 확산에 대한 규제 정책 및 제도로 각각 구분된다. 이들 정책과 제도가 공유하는 기본 철학이 필요한 바, 이는 바이오헬스산업의 미션과 산업이 추구하는 가치에 의해 결정된다.

- 2) 바이오헬스산업의 기초연구에서부터 시장진입과 매출 발생까지 각 단계에서 필요로 하는 역량은 매우 다양하다. 기업은 기초 및 개발연구에 성공한 후에는 시장진입을 위한 인허가 단계에서 성공적으로 제품을 등록하는 능력, 보험자의 급여심사 단계에서 대응할 수 있는 기술, 마케팅 단계에서 시장에 제품을 알리고 적절한 구매의사결정자를 찾아 이들과 마케팅 채널을 구축하는 역량 등을 모두 갖추어야 한다.
- 3) 바이오헬스산업은 인간의 생명을 다루며, 혁신의 시장 진입과 확산의 각 단계에서 다양한 정보의 문제(불확실성과 비대칭성)가 존재한다는 특성으로 인해 규제가 불가피한 산업이다.

[그림 3] 바이오헬스 산업생태계



바이오헬스산업은 바이오기술과 디지털기술 및 재료·로봇 기술 등이 결합하면서 파괴적 혁신이 발생하는 대표적인 융합 산업이다. 융합과 개방, 축적된 데이터의 활용이라는 키워드로 표현되는 4차 산업혁명의 꽃을 피울 수 있는 분야이다. 그러나 현재 우리의 바이오헬스산업 생태계는 4차 산업혁명의 파도를 타고 번성할 것이라는 기대보다는 파도에 휩쓸려 도태되지 않을까 하는 우려를 갖게 한다. 한국 바이오헬스산업이 목표로 하는 국민의 건강과 행복, 지속적인 경제성장과 일자리 창출에 제 역할을 하기 위해 해결해야 하는 생태계 문제는 서로 연관되어 있고 원인도 복합적이다. 이들을 아래와 같이 4개의 문제로 정리했다.

(1) 융합과 개방 및 공유를 저해하는 조직문화와 제도가 문제다.

바이오헬스 분야 연구개발 투자는 논문, 특허 등 무형자산의 양적 축적 관점에서는 성공하였으나, 산업 성장과 보건복지의 확대와 같은 실질적인 사회경제적인 효과로 연결되지 못하고 있다. 이 같은 문제는 바이오헬스산업 분야마다 그 정도가 다르나 특히 의료서비스산업과 디지털헬스를 포함하는 의료기기산업의 경우는 심각하다. 기존 이해당사자와 신규 진입자간의 갈등을 인센티브 배분구조의 개편을 통해 해결하는데 필요한 정부의 정책적 이해나 이해당사자 갈등 해소와 사회적 수용성 제고를 위한 정부의 노력이 부족하며, 부처간, 부처내 부서간, 그리고 이들 업무를 위임 받아 수행하고 있는 조직들간의 의사소통과 협력도 미흡하다.

정부는 단기간의 가시적 성과보다는 국내외 환경변화와 미래비전을 고려한 중장기 비전과 혁신 전략을 바탕으로 범부처 관점에서 조정된 정책을 균형적으로 추진하여야 한다. 또한, 4차 산업혁명 시대의 빠른 변화에 기민하게 대응하기 위해서는 산업생태계를 민간(기업)이 주도할 수 있도록 적극 지원하며, 지불제도 등 시장 환경 개선과 인허가 등 규제 수준의 글로벌화를 통해 산업생태계 활성화

화를 중장기적 관점에서 간접적으로 지원해야 한다. 이 같은 일은 정부만이 할 수 있는 일이다. 또한 현재의 정부 부처간 분절적, 부처내 부서간 분절적 정책 거버넌스 행태를 개선하기 위해서는 부처와 담당 공무원의 평가와 인센티브 구조 조정이 필요하다.

(2) 산업생태계 구성 주체들의 취약성이 문제다.

다양한 분야, 다양한 규모, 산업 가치사슬 상 다양한 비즈니스 모델을 갖는 혁신 기업이 바이오헬스시장에 진입하여야 산업생태계가 활성화될 수 있다 (그림 2). 그러나 산업생태계가 개방형 혁신의 중심이 되어줄 만한 규모를 가진 기업이 없고, 개방형 혁신에 참여할 수 있을 정도의 혁신 역량을 가진 참여자(기업, 연구소, 대학)도 많지 않다.

바이오헬스산업 분야에 따라 정도의 차이는 있으나 전반적으로 참여자의 혁신 역량이 취약해 자체 혁신 제품으로 세계적인 경쟁력을 가진 기업이 없다. 혁신 역량을 가진 기업도 규모가 작고, (그림 2)의 제품화 개발단계, 시장진입 인허가 단계, 보험자 급여심사 단계, 시장 마케팅 단계 등에서 성공에 필요한 역량을 갖춘 기업도 드물다. 그렇다고 자신이 갖지 못한 역량을 다른 주체와 협력이나 제휴를 통해 보완하거나 이들 역량을 가진 다른 주체에 자신의 자산을 매각할 수 있는 경영능력을 갖는 기업도 드물다. 또한 역량을 보완해줄 수 있는 비즈니스 모델을 전문으로 하는 기업도 드물며, 인수합병을 통해 산업생태계 창업기업의 시장진입과 회수(exit)를 활성화할 대기업군도 존재하지 않는다.

산업생태계 각 참여자는 가지고 있는 역량을 적절히 활용해 활동할 수 있는 영역을 찾아 산업에 진입하고, 기술거래, 제휴, 인수합병 등의 경영전략을 통해 사업영역을 확대, 발전시켜 나갈 수 있어야 하지만 이를 위한 기업간 제휴나 네트워킹은 활성화되어 있지 못하다. 현재의 엉성한 산업생태계를 다양한 창업기업의 시장진입과 회수가 활발하고, 기업간 제휴나 네트워크 및 인수합병도 활성화되어 있는 효율성 높은 생태계로 변환시키는 것이 본 보고서의 과제이다. 이와 함께 글로벌 생태계를 활용하는 지혜도 요구된다.

(3) 연구개발 투가 규모도 효율성도 문제다.

지난 20여 년간 바이오헬스 분야 연구개발비가 큰 폭으로 증가했다. 하지만 아직도 국가 전체 연구개발비 투자 규모로 보면 1개 대형 글로벌 제약기업 연구개발 투자비에 못 미치는 수준이다.⁴⁾ 또한 논문이나 특허 등 양적 지식재산 역량의 증가에도 불구하고, 창의적 아이디어와 도전적 혁신에 기반한 질적 경쟁력은 높지 않다. 투자 효율성의 문제가 있다는 얘기다. 이는 우수한 기초연구 성과가 바로 사업화로 연결되는 과학기반 산업의 특성상, 바이오헬스 산업생태계 내에서 대학과 출연연구소의 역할이 매우 중요함에도 국가 연구개발사업의 기획·관리·평가 시스템이 도전적이고 장기적인 연구개발을 촉진하기에 미흡했던 점과 무관하지 않다.

4) “국내 제약기업 모두의 연간 연구개발비 총액은 2조원이 채 되지 않습니다. 세계적인 제약회사 한 곳의 연간 연구개발비에 훨씬 못 미치는 수준입니다.... 2016년 신약부문에 투입된 총 연구개발비 1조 8,834억원(민간+정부) 중 정부예산은 2,354억원(13.6%)에 불과한 것으로 나타났습니다”(출처: 한국제약바이오협회, (2017). 2017 한국 제약산업 길라잡이. 서울: 한국제약바이오협회, p.14). 2015년 기준 한국의 바이오 분야 국가 연구개발 총 투자 금액은 59,946 억 원 (출처: 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원, (2016). 2015년도 연구개발활동조사보고서, 과천: 미래창조과학부.)

참고: 2016년도 글로벌 상위 10개 제약기업의 평균 R&D 지출은 63억 달러(약 7조원)

(출처: Christel, M. (2017, June 28). Pharm Exec's Top 50 Companies 2017. *PharmaExec*. Retrieved from <http://www.pharmexec.com/pharm-execs-top-50-companies-2017>).

의료현장은 의-산-학-연 융합 연구생태계 속에서 환자에게 절실히 필요한 요소를 발굴하기 위한 아이디어, 시장성 판단의 의료적 전문성, 보수적인 의료시장 공략을 위한 근거, 글로벌 시장 진입을 위한 임상시험 기획, 맞춤형 치료의 핵심인 환자의 검체 활용, 산업화 가속을 위한 빅데이터의 활용, 다양한 중개연구 활성화 유도 및 다양한 분야와의 융합 인프라 구축 등이 가능해야 한다. 그러나 이를 위한 의학계 자체의 노력도 연관 학문분야나 정부 및 산업체의 의학계 역할에 대한 인식 부족이라는 벽에 넘지 못하고 있다. 한편 의료현장에서 이 같은 역할을 주도적으로 수행해야 하는 의사들은 진료 수익이 있어야 병원이 존속할 수 있고, 병원이 존속할 수 있어야 본인이 연구를 할 수 있는 구조에 놓여있다. 진료를 뒤로 한채 연구에 몰입할 수 있는 시간을 내기가 매우 어려운 것이 현실이다. 또한 MD-PhD 프로그램과 같은 의학 연구자를 양성하기 위한 프로그램도 제대로 운영되지 못해 의학 연구자의 수도 절대적으로 부족하다. 이 같은 의료현장의 문제는 우리 바이오헬스산업 전반의 연구개발 투자 효율성을 낮추는 근본 문제가 되고 있다.

(4) 국내 시장의 규모와 매력도 모두가 문제이다.

국내 시장규모가 절대적으로 작아 이 시장을 통해 기업이 스케일 업을 통한 규모 경제 이점을 추구하기가 매우 어렵다 (국내 제약시장: 세계 제약시장의 1.2% 수준).⁵⁾ 국내 제품시장은 국민건강보험이라는 단일 보험자가 구매를 독점하고 있는 시장으로, 보험급여 여부나 보험수가가 건강보험에 의해 일반적으로 결정되는 매력적이지 못한 시장이라고 할 수 있다.

또한 앞의 (1)에서 언급한 것과 같이 기존 이해당사자와 신규 진입자간의 갈등이 합리적으로 해소되지 못하고, 심지어 정치와 이념의 이슈가 되며, 4차 산업혁명 속에서 새롭게 등장하는 신산업의 도입을 저해하는 규제 장벽은 전혀 낮아지지 않고 있다. 신기술은 그 속성상 실험과 이용을 통해 관련된 불확실성을 해소해 가야 하는데, 빠른 기술과 환경 변화 속에서 이 같은 기회를 갖지 못하는 우리 기업은 글로벌 경쟁에서 도태할 수밖에 없다.

해법은 글로벌 시장에서 찾을 수밖에 없다. 국내 시장규모의 문제는 해결할 수 있는 문제가 아닌 데다, 단일 보험자 환경의 문제도 피할 수 없고 규제 문제도 단시간 내에 해결될 것으로 기대하기 어렵다.

그러나 한국의 글로벌 전략은 거대 시장과 잠재적 기술력을 가지고 있는 중국과 인도의 전략, 그리고 이미 막강한 자본력과 선도적 기업 및 우수 기술력을 보유하고 있는 글로벌 산업 주도 국가인 미국, 영국, 독일 등의 전략과는 차별화되어야 한다. 본 보고서가 제안하고 있는 것과 같이 후발주자로서 바이오헬스산업 경쟁력 확보를 위한 산업생태계 혁신 플랫폼의 패러다임 전환과 함께, 제도개선, 규제개혁, 혁신 인프라 및 역량 확충, 융합생태계 조성, 인력 양성 및 교육, 창업 활성화와 금융 등에 있어서 통합적인 차별화 시도가 필요하다.

5) 2015년 한국 의약품 시장은 13억 달러로 1,069억 달러인 세계시장에서 차지하는 비중은 1.2%(출처: 한국제약바이오협회. (2017). 2017 한국 제약산업 길라잡이. 서울: 한국제약바이오협회)

제2장 아젠다

1. 산업생태계 혁신 플랫폼의 패러다임 전환이 필요하다.

최근 많이 거론되고 있는 플랫폼이란 용어는 다양한 분야에서 다양한 의미로 사용되고 있다. 본 보고서는 플랫폼을 최병삼 등(2014)이 제시한 '다양한 종류의 시스템을 제공하기 위해 공통적이고 반복적으로 사용하는 기반 모듈'로 정의한다.⁶⁾ 최병삼 등(2014)은 플랫폼의 구성 요소로 기능(role)과 규칙(rule)을 제시했다. 하지만 본 보고서는 혁신 플랫폼이 바이오헬스 산업생태계 내의 다양한 혁신 주체들이 다양한 단계에서의 혁신에 위해 사용될 수 있어야 한다고 보았다. 이에 따라 플랫폼의 기능 부분은 제외하고, 산업생태계의 다양한 혁신 주체들이 다양한 단계에서의 혁신을 위해 공통적이며 반복적으로 사용할 수 있는 혁신의 규칙에 주목했다. 그리고 이 같은 혁신의 규칙이 작동할 수 있도록 하는 메커니즘으로 제도를 추가했음을 미리 밝혀둔다.⁷⁾

(1) 가치 기반 혁신 : 가치 중심의 이해관계자 이해관계 정렬

산업생태계 혁신이 추구하는 최종 가치를 정립하고, 이 가치에 기반한 평가와 보상을 통해 이해관계자의 이해관계를 일관성 있게 정렬함으로써 혁신의 도입에 있어서의 이해관계자 간 갈등을 해소할 것을 제안한다. 의료계의 상호 갈등과 불신은 기본적으로 건강보험 진료비 지불제도의 평가 가치와 인센티브 방향에 기인한다. 그리고 대형 의료기관과 의원 간의 경쟁과 불균형적인 제공체계 구조, 그간 쌓인 정부와 의료계 불신을 추가적인 원인으로 볼 수 있다. 현재의 건강보험 진료비 지불제도(행위별수가제)는 많은 환자에게 많은 양의 진료를 제공하는 것에 가치를 두고 진료 결과와 무관하게 진료 양에 따라 의사들을 보상한다. 이 때문에 정밀의료, 디지털헬스와 같은 질병의 예측과 예방에 가치를 두는 새로운 기술들이 적절히 평가되고 보상되기 어렵다. 단기적인 평가에서 장기적인 평가로, 환자 대상의 평가에 일반 건강인 대상의 평가로, 시술·투약 등 제품과 서비스의 투입량 평가에서 건강과 삶의 질과 같은 결과 평가로의 패러다임 변화가 필요하다. 이 같은 패러다임의 전환을 위해서는 제공체계, 재정체계 등 의료체계 전반에 걸친 변화가 필요하다.

한편 바이오헬스산업에서 추구하는 가치는 불확실성이 크고, 객관적인 측정이 어렵다는 특성을 갖는다. 특히 새로운 기술의 비용과 효과성은 초기에 커다란 불확실성을 가지고 시간이 지나 사용이 증가함에 따라 불확실성이 감소하고 비용-효과성이 개선되는 특성이 있다. 또한 비용-효과성은 일반적으로 측정 가능한 객관적인 비용과 효과만을 분석에 포함하게 되고, 정성적인 비용과 효과는 분석에서 제외된다. 따라서 이 같은 가치 측정의 불완전성을 보완하기 위한 제도와 규제 적용의 유연성이 요구된다.

(2) 소비자 기반 혁신 : 소비자 참여-소비자 중심성 확보

4차 산업혁명 시대의 바이오기술 혁신은 디지털기술과 빅데이터 플랫폼과 연결되고 있으며, 이미 인공지능(AI)기술까지 도입되기 시작했다. 혁신적인 기술은 스마트폰을 포함한 다양한 웨어러블·모바일 하드웨어와 통신 네트워크를 통해 소비자와 직접 연결된다. 하드웨어에 장착된 각종 센서는 소비

6) 최병삼, 김창욱, 조원영. (2014). 플랫폼, 경영을 바꾸다. 서울: 삼성경제연구소.

7) 최병삼, 김창욱, 조원영. (2014). 플랫폼, 경영을 바꾸다. 서울: 삼성경제연구소.

자의 건강·의료 정보를 실시간으로 취합하고, 분석된 정보는 소비자에게 바로 피드백될 수 있다. 이 상적인 바이오헬스산업 생태계에서는 생애 전주기적인 건강관리와 맞춤형 의료서비스가 가능하며, 시스템을 이해하는 소비자는 질 높은 의료 서비스를 비용 효율적으로 이용할 수 있을 것이다. 또한, 바이오헬스산업에서 가장 중요한 자원은 바로 소비자의 정보이다. 환자뿐 아니라 건강한 소비자까지 유전체 정보와 건강·의료 정보를 기반으로 맞춤형·실시간·정밀한 건강·의료 관리를 받을 수 있기 때문이다.

바이오헬스 산업생태계를 활성화하기 위해서는 소비자의 이해와 참여가 매우 중요하다. 환자 뿐 아니라 건강한 소비자까지 주요 자원인 정보의 소유자로서 바이오헬스 산업생태계를 정확하게 이해하고 자신의 정보 공유 등을 통해 생태계 혁신에 적극적으로 참여할 수 있는 사회적 환경이 조성될 필요가 있다.

(3) 증거 기반 혁신 : 혁신을 통해 생성되는 가치에 대한 증거 확보

혁신의 산출물인 신제품이나 서비스가 시장에 진입하기 위한 허가과정을 통과하기 위해서는 기본적으로 제품과 서비스의 안전성(safety)과 효능(efficacy)을 입증해야 한다. 나아가 보험급여를 받기 위해서는 비용 대비 효과성을 입증해야 한다. 기존에 같은 효능을 갖는 제품이나 서비스가 있을 경우 이들 보다 나은 비용-효과성을 갖는다는 것을 입증해야 한다. 따라서 (그림 2)의 혁신 각 단계에서 안전성, 효능, 비용-효과성 등의 입증을 고려할 것을 제안한다.

한국은 제약분야 혁신과 관련하여 시장 진입을 위한 식약처 허가 절차, 보험급여 결정을 위한 한국보건의료연구원 및 건강보험심사평가원의 신의료기술 평가 절차 등에 대한 이해와 준비가 잘 되어 있는 편이다. 하지만 의료기기나 디지털헬스 분야의 혁신에서는 이들 절차에 대한 이해와 준비가 부족한 사례들을 볼 수 있다. 특히 웨이나 모바일 기반의 진료 목적 또는 건강 증진 목적의 프로그램들은 인체에 위해가 없는 비침습적 개입(non-invasive intervention)이기 때문에 안전성에 대한 입증이 필요 없다고 해도 여전히 효능과 효과성에 대한 증거 산출은 필요하다. 그럼에도 불구하고, 이를 인식하지 못하는 개발자가 적지 않다. 서비스 사용에 대해 직접 비용을 지불하기보다 제 3자 (보험자) 지불을 당연시하는 환자들에게 보험 급여를 통해 서비스를 제공하기 위해서는 효과성에 대한 증거 제시가 필요하다. 이 때문에 미국 등에서는 디지털헬스 프로그램 개발자들도 자신들이 개발한 프로그램의 효과성에 대한 연구결과를 엄격한 리뷰 절차를 통과한 논문들만 실는 우수 저널에 게재하고 있고, 이 같은 결과를 종합하기 위한 체계적 문헌고찰 연구도 발표되고 있다.

(4) 공유 기반 혁신 : 거래-공유-융합 활성화를 위한 인프라 구축

건강한(robust) 생태계 정착을 위한 정부 역할의 패러다임 전환을 제안한다. 건강한 생태계는 다양한 역량과 자원을 갖는 기업들이, 각 기업이 보유하고 있는 역량과 자원을 가지고, 성공할 수 있는 각자의 비즈니스 모델로 시장에 진입해, 다른 기업들 및 고객과의 윈-윈 할 수 있는 거래를 통해서 성공하고, 그 성공을 바탕으로 진화 발전하며 만들어진다는 것이다. 정부가 산업의 발전 방향과 전략을 결정할 필요가 있을 수도 있으나 구체적인 시행 방안을 ‘미세 경영(micro management)’할 수는 없다.

한편 정부가 마땅히 해야 함에도 소홀히 하는 일도 있다. 대표적인 것이 인프라에 해당하는 표준의 설정과 보수-유지이다. 기술거래의 활성화에 필요한 표준과 인프라, 의료정보의 공유와 축적 및

활용에 필요한 표준과 인프라 구축 등은 정부에서 해야 하는 일로서 많은 예산과 꾸준한 노력이 요구된다.

II. 글로벌 시장을 겨냥한 혁신 주체의 역량 강화가 필요하다.

(1) 혁신주체별 진단과 과제

- 대학과 출연연구소

대학과 출연연구소는 사업화의 씨앗이 될 수 있는 혁신적이고 우수한 기초연구 성과를 지속적으로 산출해야 한다. 한국 대학과 출연연구소의 기초연구 역량과 관련해 가장 심각한 문제는 논문이나 특허 등의 외형적 실적은 나쁘지 않지만 그 중에서 사업화로 연결될 수 있는 좋은 씨앗은 많지 않다는 점이다. 이는 대학과 출연연구소에서 주로 정년보장 (tenure) 확보를 위한 논문 발표와 실적 쌓기용 특허 출원에만 매달리고 있기 때문이다. 국가 연구개발사업 운영과 교수 및 연구원의 업적 평가방식이 개편되어야 한다. 여기에 더해 출연연구소의 경우에는 대형 국책사업 주도, 인프라 지원 등의 역할을 통해 기초부문의 역량을 강화할 수 있어야 한다.

- 기술이전 사업화 조직

대학과 출연연구소의 좋은 씨앗을 사업화로 연계하기 위해서는 기술이전 및 사업화 지원 조직(TLO, 기술지주회사 등)의 역할도 중요하다. 그런데 우리의 대학과 출연연구소는 임계 규모 미달, 재원 부족, 전문 인력 부족 등의 이유로 사업화 지원조직의 역량이 취약하다. 이러한 문제를 개선하기 위해서는 여러 기관이 함께 바이오 분야에 특화된 연합지주회사를 만들어서 임계 규모 이상의 기술, 인력, 자금을 확보할 수 있도록 하고, 기술이전, 사업개발, 창업 등에 많은 경험을 지닌 전문 인력을 대표로 유치해야 한다.

또한 기술지주회사의 경우 대학이나 연구소의 기술을 스타트업에 이전하고 지분을 받는 과정에서 자회사 요건을 충족시키기 위해 20%의 지분을 요구하는 것이 상례인데, 이는 오히려 기술이전을 방해하는 역 효과를 낳는 경우가 많다. 따라서 이 조항을 없애던가, 존속하더라도 여기에 얽매이지 않고 기술이전을 추진하는 것이 필요하다.

- 기업 : 제약회사 등 기존기업

기존 제약회사들은 지난 20~30년 동안 신약 개발의 시행착오를 겪으면서 느리지만 꾸준히 역량을 축적하고 있다. 그러나 연구개발비 절대 규모가 작고, 기업 규모를 키우기 위한 업종 내 M&A(Merger & Acquisition)도 쉽지 않아 대형 성과가 나오기 전까지는 현재의 더딘 진행을 유지할 수밖에 없는 구조이다. 자원의 한계를 극복하기 위한 방안으로는 정부 연구비를 활용하는 것과 대학 및 출연연구과의 협력을 통해 연구 역량을 보강하면서 좋은 씨앗 기술을 도입하는 것이 있다. 이 역시 현재까지 꾸준히 개선되고 있는 것으로 보이며, 당분간 현재 추세를 유지하는 것 외에 다른 방안은 없어 보인다.

- 기업 : 바이오 스타트업

바이오 스타트업은 더 활성화될 필요가 있다. 대학 및 연구소가 지닌 기초연구 성과는 제약회사 등 기존기업이 바로 기술이전하기 어려운 초기 단계의 성과일 경우가 많다. 바이오 스타트업은 이러한 초기 단계의 성과를 조금 더 발전시켜 기존 기업이 가져갈 수 있는 수준까지 개발하는 역할을 한다. 따라서 바이오 스타트업이 더 활발하게 창업되어야만 기초연구 성과가 사업화로 연계될 가능성이 더 높아진다. 2013년의 과학기술정책연구원 (STEP) 조사에 따르면 창업자 이력이 확인된 872개 바이오 벤처 중 59%는 기업 출신 창업자가 설립한 기업이었으며, 대학(16%), 연구소(8%), 병원(4%) 등 연구기관 출신의 연구자가 창업한 경우는 28%에 불과했다.⁸⁾ 이는 기대만큼 연구기관 발 창업이 많지 않음을 의미하는 수치이다. 이를 뒤집어 생각하면 더 많은 사업화 씨앗들이 대학이나 연구소에 잠재되어 있을 가능성이 있다는 것으로 해석할 수도 있다. 대학과 연구소의 창업을 활성화하기 위한 부분은 다른 아젠다에서 다룬다.

- 병원

바이오헬스 분야에서는 전통적인 혁신 주체인 대학, 연구소, 기업 외에 병원의 역할도 중요하다. 병원은 주로 기초연구 성과를 임상 적용으로 연계하는 과정에서 중개연구와 임상연구를 담당한다. 병원은 바이오헬스 제품의 최종 수요자라는 점, 환자과 인체조직 샘플 등 중개연구 및 임상연구에 필수적인 자원을 보유하고 있다는 점, 인간의 질병에 대한 종합적인 이해를 가진 의사들이 있다는 점 등의 이유로 바이오헬스 연구개발 시스템에서 매우 중요한 역할을 할 수 있는 위치에 있다. 병원이 초기 단계부터 바이오헬스 제품의 연구개발 과정에 참여하는 것은 해당 제품의 효과적인 개발을 위해 여러모로 도움이 될 수 있다. 이 때문에 미국에서는 병원의 바이오헬스 연구 참여가 매우 활성화되어 있다. 반면, 우리나라는 역사적으로 병원이 진료 중심으로만 발전해 와서 상대적으로 연구 역량이 취약했다. 그러나 지난 10여 년 동안 선도형특성화사업, 연구중심병원사업 등 주로 복지부 사업을 통해 병원의 연구 역량을 강화하기 위한 노력이 이루어졌다. 병원도 진료 중심에서 벗어나 연구 및 사업화에도 적극 참여하기 위해 조직 역량을 강화하고 조직 문화도 혁신하기 위해 노력 중이다. 병원의 혁신역량 강화 아젠다는 아래 「의료현장에서의 혁신역량 강화」에서 별도로 다룬다.

(2) 생태계 혁신역량 강화를 위한 정책 제안

민간 주도의 산업생태계 발전을 전제로 할 때, 정부의 역할은 기본적으로 대학, 출연연, 병원의 기초연구 및 중개·임상연구 역량을 강화하는 것에 초점이 맞추어져야 한다. 이를 통해 이들 기관에서 좋은 연구 성과들이 많이 산출되어 스타트업과 기존 기업에서 사업화할 수 있는 씨앗을 많이 만드는 것이 중요하다. 이러한 기본적인 역할 외에 산업 생태계의 발전을 위해 정부의 측면 지원이 필요한 영역이 있다면 혁신 주체들 간의 연계가 활성화되도록 도와주는 것이다. 특히 바이오헬스 산업은 기초과학 성과가 산업화로 연계되는 대표적인 과학기반 산업이어서 대학, 출연연, 기업, 병원 사이의 연계가 매우 중요하다. 이하에서는 혁신 주체 간 연계를 활성화하기 위해 당장 추진할 수 있는 시급한 정책 과제를 몇 가지 제안하고자 한다.

- 정부-민간 공유 국가 신약개발 정밀지도 작성

8) 김석관 등. (2013). 한국 바이오 벤처 20년: 역사, 현황, 발전 과제. 세종: 과학기술정책연구원.

정부는 현재 어느 질환에 어느 단계의 연구 성과들이 많은지, 혹은 부족한지를 알아야 구체적인 사업 기획을 할 수 있다. 기업 역시 외부에 어떤 초기 연구 성과들이 있는지 알아야 기술이전 등의 전략을 수립할 수 있다. 하지만 이러한 정보가 부족하다. 정보의 한계는 정부나 기업이 신약개발 전략을 수립하는 데 있어 큰 제약요인이 된다.

이런 문제를 해결하려면 국내 대학, 연구소, 기업에서 추진 중인 신약개발 프로젝트를 전수 조사해 각 프로젝트의 진행 상황과 성과를 정리할 필요가 있다. 프로젝트명, 연계된 국가연구개발사업 과제명, 총 연구비, 주관기관, 연구책임자, 적응증, 연구개발 단계, 관련 논문, 관련 특허 등 기본적인 정보를 각 과제별로 조사하고 분석하는 것이다. 일차적으로는 정책 수립의 근거자료로 활용하되, 장기적으로는 국/영문 웹사이트를 개설해 국내 및 해외 기업과 연구자들에게 공개하고 기술이전과 창업에 활용될 수 있도록 한다.

- 바이오 스타트업 정보 사이트 구축 및 운영

바이오 스타트업의 회수 경로는 IPO(Initial Public Offering)와 M&A가 있다. 한국은 거의 IPO에만 의존하고 있는 반면 미국은 M&A가 주를 이루고 있다. 한국 바이오 생태계의 발전을 위해서는 1천억 이상의 가치로 외국 기업에게 매각되는 벤처기업이 여럿 나와야 한다. 이를 위해 잠재적인 구매자들에게 우리나라 바이오 벤처들의 현황 정보를 잘 소개해줄 필요가 있다.

따라서 국내 바이오 스타트업의 기초 정보, 보유 기술, 개발 아이템의 진행 상황, 국가 과제 수행 현황, 특허 현황, 투자 유치 현황, 제휴 현황 등을 소개하는 국/영문 웹사이트를 만들고, 정기적으로 업데이트해 국내외 투자자와 제휴처를 찾는 기업에게 정보를 제공하고, 정책 수립의 근거도 마련할 필요가 있다. 현재 과학기술정책연구원과 생명공학정책연구센터가 공동으로 매년 바이오 벤처 DB를 업데이트 하고 있는 만큼, 이를 확대 발전시켜서 바이오 스타트업 정보 사이트를 만드는 것도 좋은 방안이다.

- 국가 신약개발 가상본부 운영

현재 신약개발 관련 정부 연구사업, 사업단, 지원센터 등은 그 종류 면에서는 거의 완비가 된 상태이다. 이제는 그 규모를 늘리는 것과 더불어 상호 연계성을 강화해서 효율화하고 성과를 제고하는 노력이 필요하다. 이를 위해서는 정부 사업으로 추진되고 있는 사업단과 센터들을 엮는 국가 차원의 헤드쿼터가 요구된다. 이는 바이오헬스 분야의 범부처 추진체계를 정비하는 관점에서도 긴요한 일이다. 바이오헬스 분야는 과기부, 복지부, 산업부, 중기청 등 여러 부처가 관여하는 분야로 범부처 협력이 매우 중요하지만 부처 간 협력과 조정의 측면에서는 아직까지 구체적인 성과가 없다. 신약, 의료기기, 줄기세포, 유전체 연구 등 특정한 주제에 집중해 범부처 거버넌스를 구축해 보는 방안이 우선 시도될 필요가 있다. 신약은 가장 좋은 사례가 될 수 있다.

이에 범부처전주기신약개발사업단, 시스템 통합적 항암신약사업단, 신약개발지원센터 (대구, 오송), 임상시험사업본부의 컨소시엄으로 국가 신약개발 가상본부(virtual headquarter)를 구성해 운영할 것을 제안한다. 그리고 업계 경력 20년 이상의 전문가들로 신약개발자문위원회를 구성해서 가상본부의 운영을 자문하도록 한다. 위의 국가 신약개발 정밀지도 조사 결과를 토대로 신규 타겟과 후보물질을 대해 국가 신약개발 가상본부가 우선순위를 정하고, 신약개발지원센터에서 검증 후 신약개발지원센터, 범부처사업단 등을 통해 후속 개발을 지원하는 방식으로 운영하면, 국가 전체의 신약개발

프로세스를 효율화할 수 있을 것이다.

(3) 의료현장에서의 혁신역량 강화를 위한 정책 제안

바이오헬스산업은 융합산업이다. 의료현장과 대학, 연구기관, 기업, 투자가, 컨설턴트, 서비스 업체가 함께 모여 공동의 목표하에 시너지를 낼 수 있는 연속성 있는 생태계가 필요하다. 여기서는 의료현장에서의 혁신역량을 강화하기 위한 정책을 제안한다.

- 연구중심병원사업의 한계를 고려한 새로운 접근

2016년 보건복지부에서는 10개 병원을 대상으로 연구중심병원사업을 시작했다. 연구중심병원사업은 국가 헬스케어 산업화라는 그림 속에 의학계, 과학계, 산업계 3축 융합의 중요성을 인지하고, 의료계의 역할을 활성화시키며 동반 발전을 도모하기 위해 시작되었다. 이 사업은 병원간 진료 경쟁을 넘어 국가 산업 경쟁력 확보를 위한 진료 현장의 아이디어와 니즈를 반영한 '산업화 가속을 위한 의료현장 중심의 융합 네트워크 및 플랫폼 구축사업'으로 볼 수 있다.

그러나 의료현장에는 진료 공간인 병원도 있지만, 연구와 교육을 책임지며 학문분야별로 융합을 이끄는 의과대학의 역할이 더욱 중요하다. 그럼에도 불구하고, 연구중심병원사업에 대학의 역할이 고려되지 않았다는 것에는 많은 아쉬움과 우려가 앞선다. 약학, 생명과학, 공학 등의 타 학문 분야의 연구개발 거점이 대학에 있기에 의과대학과 타 분야 대학 간의 연구 및 교육 연계를 위한 새로운 시스템이 필요하다. 융합은 학생, 대학원생, 교수들 간의 융합이 보다 연속적이며 학문분야 간 더욱 열린 개방을 이룰 수 있기에, 이와 같은 새로운 시스템이 구축될 수 있다면 우리나라 보건의료 연구개발 가속화를 위한 진일보한 인프라가 될 것이 분명하다. 연구중심병원사업을 시작할 때 모델로 참고했던 미국의 CTSA (Clinical and Translational Science Award Program) 프로그램은 2015년 현재 총 62개 컨소시움을 지원하고 있고, 의-산-학-연 컨소시엄 구성 및 지역 기반의 연구협력을 유도하며, 중개연구 촉진을 위한 개방형 플랫폼으로서 중개연구자 및 연구관리 인력 양성이 강조된 의과대학 기반 프로그램이라는 점을 주목할 필요가 있다.

또한, 국내 의료법상 비영리 의료기관인 국내 병원들은 설립허가 요건의 법인형태가 학교법인, 의료법인, 사회복지법인 등으로 다양하고, 대학이 아닌 병원에서 자회사를 설립하여 영리사업을 할 수 없다는 현실과 함께, 연구개발 사업화조차 법인 형태에 따라 많은 제약이 있기 때문에 병원 형태로 산업화의 단계들을 진전시켜 나가기에는 어려움이 따른다. 따라서 이 같은 어려움을 타개하기 위한 대학과의 연계 방안 마련이 필요하다.

의료현장의 우수 연구 인력에게 진료보다는 연구에 몰입할 수 있는 시간, 즉 'Protection time'을 제공하는 것이 보건의료 연구력 증진의 핵심이다. 연구중심병원사업의 기획단계에서는 우수 연구 의료진에게 진료 부담을 과감히 경감시켜주고 연구 몰입 여건을 제공하는 안이 포함되어 있었다. 투입 예산 대비 결과물을 얻는 것도 중요하나 의료계 거점으로서 연구에 집중하는 인력 지원 및 육성을 지원하고 이를 통해 의-산-학-연 융합을 가속화하기 위한 인력을 육성하고자 했던 것이다. 그러나 예산확보에 실패하여 현재는 단지 일반 과제와 같은 형태로 운영되고 있다. 점차 더 어려워질 것으로 예상되는 의료현실 속에서 병원이 우수한 연구력을 가진 임상교수의 진료를 경감시켜 주면서까지, 즉 진료 수익의 손실을 초래하면서까지 연구에 관심을 가져야 할 당위성을 만들지 않고서는 진정한 변화를 유도할 수 없다.

현재 연구중심병원은 유닛당 25억 원 규모의 일반과제 형식으로 운영되고 있으며, 유닛당 십 여 명의 연구자들이 참여하고 있다. 이런 정도로는 대학 전체의 융합과 방향성을 바꾸는 데에는 한계가 있다. 각 병원의 의과대학에는 수 백 명의 교수진이 있으며, 이 속에는 기초연구를 하는 우수연구자도, MD-PhD도 포진하고 있다. 하지만 이들이 기관의 포괄적인 틀 속에서 함께 융합하고 보건의료 연구개발 및 산업화를 위해 혁신적인 역할을 할 수 있는 체계적인 국가 시스템이 아직 없다는 것은 개선되어야 한다.

- 의과대학 역할의 재조명이 필요

국내 병원들은 갈수록 열악해지는 의료 환경 속에서 환자 확보를 위한 치열한 진료의 우수성 경쟁 속에 있다. 앞으로는 의료의 질 측면으로 병원 간 경쟁은 더욱 심화될 것으로 예측된다. 병원이 당면하고 있는 수익창출 목표 달성을 위해 한국 최고의 인재들이 물리는 의과대학의 우수한 인력이 진료에 몰입시킬 수밖에 없는 현실 속에서, 어찌 보면 연구개발은 일과시간이 끝난 후 밤늦게까지 하는 몇몇 개개인의 취미 생활일지도 모른다. 이 같은 환경의 제약을 타개하기 위해 선진국과 같이 의과대학 연구자들이 연구에 투자할 시간, 인력, 공간이 제공될 수 있는 현실적 대안 마련이 중장기적으로 국가 바이오헬스산업 성공을 위한 핵심요소의 하나이다. 이런 점을 인지하고, 이들이 창의성을 발휘할 수 있도록 국가가 과감하게 지원할 필요가 있다.

선진국에서는 보건의료 기초, 중개연구는 대부분 MD-PhD가 핵심 역할을 하고 있다. 미국에서는 1964년에 시작된 NIH(National Institute of Health)의 Medical Scientist Training Program(MSTP)을 통해서 MD-PhD를 적극적으로 양성하고 있으며, 최근 15년간 14명의 노벨상 수상자는 이 프로그램을 통해 배출된 의학자였다는 사실은 우리가 심각히 고려해 봐야 할 점이다. 긴 의사 교육과정을 마친 후 임상보다는 연구에서 보람을 느낀 뜻있는 의사들이 또 다시 기초학 PhD 과정을 이수하며 쌓은 연구력을 담을 그릇을 만들어 주어야 한다. 진료의 수익성을 감안해야 하는 지금의 병원조직이 독자적으로 이 문제를 해결하기는 어렵다. 결국 의과대학이 교육, 연구 측면에서 이들을 양성하고 수용할 수 있도록 국가지원 제도가 마련되어야 한다.

- 의료현장 속의 다학제 융합생태계 구축

미국 및 유럽의 우수한 의과대학들은 진료를 위한 공간의 수배에 달하는 연구공간을 캠퍼스 내에 가지고 있다. 그 공간에는 공학자, 생명과학자들이 전공에 따른 장벽, 기초-중개-임상이란 장벽도 없이 의료현장의 문제점을 공유하며 공동의 목표를 향해 달려가고 있다. 한국의 헬스케어 관련 연구자들 대부분은 선진국에서 학위 또는 연수기간 중 해외 의과대학 속 연구공간에서 함께 배우며 연구를 하는 경험을 한다. 그러나 귀국해서 복귀할 기관은 미국과 같이 의과대학도 병원도 아니요, 공과대학, 이과대학 등 각자가 속해 있는 서로 다른 학제의 구성원으로 복귀해 각자의 학제를 대변하는 목소리를 내게 된다. 이러한 벽 속에서 연구비 확보를 위한 한시적인 융합이 있을 뿐이요, 연구비가 소멸되면 다시 남남이 된다. 함께 진행하는 연구를 단기간의 결과에 급급하지 않고 보다 지속적으로 밀어줄 수 없는 취약한 산업 생태계도 분명 하나의 원인이다. 우리의 융합은 결국 국가 연구비 확보를 위한 철새와 같은 한시적 융합일 뿐이며, 연구비 확보 가능한 기준조건을 충족한 중견연구자들 간의 융합이 대부분이다. 참신한 아이디어를 키워주고 미래를 짊어질 젊은 융합형 의생명과학자를 육성하는 제도는 부족하다.

한국은 정부 부처만이 아닌, 대학의 학제간 벽을 허물 수 있는 근원적인 방안을 모색해야 한다.

서로 다른 분야 연구자들이 동일한 동기를 가지고 물리적으로 섞일 수 있는 연구여건 조성을 위한 지원이 필요하다. 현실적으로 물리적 공간을 내기 어렵다면 융합 교육 또는 가상 융합연구 인프라 구축을 위한 정부 투자도 필요하다. 수도권보다는 물리적 공간의 여유가 있는 지방에서부터 융합을 이끌 수 있는 그림을 그려보는 것도 한 방법이다. 연구과제에 따라 기초학자들이 한시적으로라도 대학 또는 병원 내 공간 사용을 위한 정부 지원도 새로운 접근 방법이 될 수 있다.

의료현장 내에서 이해당사자 간의 융합도 활성화되어야 한다. 의과대학생의 교육적 측면에서 교과목 위주로 100여년 전부터 구분되기 시작한 기초학 분야들도 지금은 학생 교육외 연구측면에서는 학과 구분이 소실된지 오래다. 기초의학과 임상의학의 융합연구도 더욱 활성화 되어야 한다. 대학도 변화해야 한다. 승진을 위한 최소요건 달성을 위해 연구를 위한 연구에 몰입할 수밖에 없는 현실을 벗어나 강한 기초연구 및 산업화 역량을 감안한 새로운 평가 기준이 적용될 수 있는 시스템이 필요하다. 논문 수, impact factor도 중요하나 보다 강한 기초, 중개연구 활성화를 위하여 성과를 기다려 줄 수 있는 제도와 강한 특허 창출을 위한 새로운 평가 기준과 지원책이 필요하다.

- 산학협력촉진법 개정과 의과대학 기술지주회사 설립 및 start up 육성

선진국은 창조적 다양성을 특징으로 하는 벤처기업들을 기반으로 성장해 왔으며, 아래 아젠다 V에서 언급된 것과 같이 대학에서 나온 기초연구성과를 토대로 창업이 이루어지고 있다. 실리콘밸리는 스탠포드란 대학의 연구결과와 금융이 어우러져서 만들어진 대학 기반의 자발적인 창업 생태계가 핵심이었음은 주지의 사실이다. 그러나 한국은 이런 생태계가 없으며, 있다고 하더라도 대학과 떨어진 인위적 생태계만 존재할 뿐이다. 이스라엘에서 대학의 기술이전을 담당하는 회사들은 대학 내 산학협력단 조직이 아니라 별도로 대학 밖에 설립된 기업으로서 기술 산업화를 촉진하고 있다.

대학의 운영은 점차 어려워지고 있다. 대학의 운영이 등록금 의존에서 벗어나야 한다. 대학의 지식기반 연구가 산업으로 이어지고, 기업과 동반성장을 하며, 대학의 자유로운 창의적 연구가 활성화 되고, 이로부터의 수익이 대학의 연구 활성화를 위한 재원으로 충당될 수 있는 선순환 구도가 시급히 만들어져야 한다. 바이오헬스산업의 활성화를 위해, 오래전부터 운영되고 있는 현재의 대학 산학협력촉진법 하의 기술지주회사 운영방안은 전면적인 재검토가 시급하다. 성공적인 선진국 대학의 산업화 과정을 보면 한국과 같이 대학 내 기술지주회사가 이를 운영하는 곳은 찾아보기 어렵다. 기술이전 주체의 인센티브를 감안한 자발적 동력을 얻기가 어려우며, 창업가를 넘어 대학재단의 지분율과 추가 투자가의 지분을 상충문제를 극복하기 어렵다는 점 등의 문제가 내재되어 있다.

의료법상으로 병원은 비영리기관이기에 자회사를 둘 수 없다. 또한 국내 병원들은 설립허가 요건의 법인격이 학교법인, 의료법인, 사회복지법인 등으로 다양하다. 학교법인은 대학 산하 기술지주회사로 귀속되어 보건의료에 특화된 의과대학 위주의 선순환 구도를 만들 수 없고, 의료법인은 의료법에 따라 열거된 사업외에는 사업을 할 수 없다. 사회복지법인은 상속증여세법에 따라 5% 이상 초과 지분을 보유할 수 없다는 원천적인 문제를 갖고 있다. 즉 이는 병원의 연구개발이 사업화 성공을 통해 확보한 이익을 병원으로는 재투자할 수 없는 법적 한계가 있음을 의미한다. 이를 해결하기 위해 현재의 산학협력촉진법 하에 보건의료 분야 산업 활성화를 위한 독립된 의과대학 기술지주회사 설립이 가능할 수 있도록 법 개정이 필요하다. 보건의료산업화의 가속을 위해서는 현재 의료법과 산학협력촉진법 하에 병원의 영리사업은 규제하되, 대학에서 연구를 통해 얻어진 연구-산업화의 결과물이 의과대학에서 기여한 만큼의 수익을 대학의 연구에 재투자 할 수 있도록 하는 선순환 제도가 절실히 필요하다.

- 융합형 창의인재 육성을 위한 교육제도

창의적인 융합형 인재의 역할은 보건의료산업화에 있어서 핵심인 부분이다. 융합형 창의인재는 어떤 인재를 말하는 것일까? 보건의료산업화의 효율성을 높이기 위해서는 기술개발 초기부터 새로운 아이디어가 산업적 가치가 있는지를 연구자의 눈이 아닌 글로벌 산업의 눈으로 볼 수 있는 인재가 필요하다. 연구기획, 연구비 배분, 산업화 추진 방향의 결정에 동참하며 연구자와 산업 모두를 이해한 전문자격 의사소통이 가능해야 한다. 연구자가 창업을 하고 산업화 뒷단까지 직접 관여해서는 경쟁력을 가질 수 없다. 산업화를 활성화하기 위한 전주기 지식과 실무경험을 가진 전문 인력, 즉 ‘헬스케어 산업화의 성공을 위해 보건의료 연구개발 및 산업화 전주기에 전략적 눈을 가진 인재’를 키워야 한다. 미국의 하버드와 MIT는 「Health Science Technology」라는 새로운 과정을 일찍부터 시작하여 의과학자를 양성하고 있다. 싱가포르의 Duke-NUS (National University of Singapore) 대학과 일본의 교토대학은 일찍이 의사가 아닌 non-MD를 대상으로 의과대학에서 임상의학 분야의 전문지식을 습득하게 하여 중개연구를 강화할 목적으로 의과학자 양성과정을 운영하고 있다.

바이오헬스 산업화 성공을 위해서는 필요 기술에 대한 연구와 사전 전략 구축, 특허 등에 대한 선행 실적 분석, 필요 기술이 적용될 수 있는 시장의 정의, 기술의 개발 가능성 및 산업화 성공 가능성 등의 전주기에 걸쳐 냉철하게 판단할 수 있는 종합적이고도 다차원적 프레임워크를 구축할 수 있어야 한다. 이 같은 역량을 가진 인재 양성을 위해서는 대학교육은 물론 대학원 과정에 이르기까지 융합교육이 필요하다. 이스라엘 교육 프로그램과 같이 평생교육까지를 망라하며 지속적으로 혁신을 추진할 수 있는 지식을 제공할 수 있어야 한다. 이 속에서 의료인의 역할은 더욱 중요하다. 창의인재는 연구개발 과정은 물론이거니와 이를 넘어 산업적 성공을 위해 의료현장에서의 복잡한 이해관계자 생태계를 이해하고 헤쳐 나갈 수 있는 인재이어야 한다.

III. 글로벌 관점에서 인재를 육성하고 활용하자.

(1) 대학의 바이오헬스 관련 인력양성체계의 개편 (이원적 접근)

장기적 관점에서, 대학 및 대학원의 기본적인 교육 역할에 맞춰 독립적인 연구 역량을 갖춘 인재를 양성하는 방향과, 산업계와 연계하여 산업계에서 필요로 하는 기술과 실무 역량을 갖춘 인재를 양성하는 방향 등 이원적 전략을 세우는 것이 필요하다. 바이오헬스산업은 연구개발이나 특허출원 등이 중요한 분야이다. 따라서 고학력자에 대한 수요는 지속적인 상승세가 예상된다. 관련 특수대학원 설립하거나 바이오클러스터 인근 대학 중심으로 바이오생산 전문학과를 개설하여 기업 맞춤형 인재를 양성하는 등의 전략 구사가 필요하다.

(2) 융합형 인재 양성체계의 강구

헬스케어-ICT 융합, 유전자재조합, 생물정보학, 바이오제조, 나노-바이오융합, u-Health 산업 등 신규 수요가 많은 분야의 융합형 인재를 양성하기 위한 전문 교육기관과 교육 과정 개발 등 교육환경 조성이 필요하다. 대학(원)이나 기타 전문 기관에서 다양한 트랙의 융복합 과정을 개설하여 타 전공분야 수업과 결합한 인재를 육성하는 프로그램도 요구된다. 특히, IT 분야와 융합된 시장이 더욱 커질 것으로 예상되므로 바이오헬스 분야와 IT와의 접목과 응용이 가능한 융합형 인재 육성이 긴급

하다.

융합형 인재를 육성하기 위해서는 단일 기관의 노력보다는 대학/연구소, 기업, 병원 등 관련 업계가 서로 연계되는 긴밀한 협력 체계가 필요하다. 그리고 기업과 병원 등 수요 측면의 니즈를 반영하는 것이 더욱 중요하다. 이를 위해 이미 형성된 바이오 클러스터(인천 송도, 충북 오송, 판교, 대덕특구 지역 등)를 중심으로 대학-연구소-기업-병원이 서로 연계되어 산업생태계가 활성화될 수 있는 기반을 구축하는 것이 바람직하다.

(3) 재교육을 통한 필요인력, 특히 현장지향형 생산 전문인력 양성 강화

기업의 수요가 가장 많은 현장지향형 생산 전문인력, 특히 GMP 인력에 대한 교육 프로그램을 우선적으로 개발하고 인력 양성을 확대하는 것이 필요하다. 재직자 대상으로 직무능력을 향상시킬 수 있도록 하고, 1회성 교육에 그치지 않고 중·장기적으로 업무 역량을 쌓을 수 있는 다양한 실무기술 교육으로 프로그램을 확대하는 것이 중요하다.

임상표준이 부족한 융합 의료기기 및 바이오의약품 분야 개발 제품의 식약처 품목허가 임상표준 개발과 함께 관련 기업체 종사자를 대상으로 실습 중심의 임상/인허가 전문지식 교육 제공이 필요하다. 또한 생산 전문인력 교육을 위해서는, GE 헬스케어, Merck 등 글로벌 기업이 국내에 설립한 바이오 인력 양성 및 교육센터를 활용하는 방안도 강구해 볼 수 있다.

(4) 국내외 우수인력 유치·활용방안 강구

바이오헬스 분야 인재들의 해외 유출 문제가 심각한 것으로 나타나고 있는 바, 장기적인 관점에서의 인력양성 계획을 면밀히 검토해 확정하고 이에 기초한 인력수급의 책임 있는 관리가 필요하다.⁹⁾ 또한 해외에 머무르고 있는 우수한 인력이 국내로 유입될 수 있도록 국내 바이오헬스산업 및 연구환경을 조성하고, 국내 산업 역량의 글로벌 수준으로의 확충을 위해 글로벌 기업을 국내로 유치하기 위한 법적, 제도적 인센티브 시스템을 검토하여야 할 것이다. 아일랜드나 싱가포르처럼 바이오헬스 전문인력 양성을 위한 교육센터를 세워 인근 대학과 연계 과정을 만들거나, 경쟁국의 전문 인력 교육센터와 자매 결연을 맺어 국내 교육 인프라를 보완하는 것도 고려할 필요가 있다.

IV. 융합형, 개방형 연구개발이 활성화 되어야 한다.

(1) 정부와 민간을 아우르는 국가 R&D 포트폴리오 구축

융합형 개방형 연구개발을 위해 가장 우선적으로 선행되어야 할 것은 민간 수요에 기반한 계획을 수립하고 민간 투자를 포함한 R&D 포트폴리오를 구축하는 것이다. 민간의 참여가 적극적으로 이루어질 때 융합형 연구가 효율적으로 추진될 수 있다. 특히 바이오는 민간 참여가 부족한 분야인 만큼 민간에서 참여할 수 있는 유인을 만들어주는 것이 필요하다. 이광호 등(2013)은 융합사업 설계 시 부처별 수요와 중소기업의 수요를 파악하여 융합연구의 수요에 맞는 사업을 많이 발굴하는 것이 필요하다고 했다.¹⁰⁾ 이를 위해서는 민간을 대상으로 하는 수요조사 채널을 확대하고 다양화하여 시장

9) 이명화 등. (2016). 바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업(6차년도): 바이오헬스 혁신시스템 진단 및 정부의 역할 (과학기술정책연구원 정책연구 2016-23). 세종: 과학기술정책연구원.

에서 필요로 하는 연구과제(Market-driven Research)를 발굴해야 한다.

R&D 포트폴리오는 국내 바이오헬스 혁신시스템에 있어서 단기 과제 중심 지원이다. 실질적 성과 미흡, 연구 성과의 산업계·의료계 연계 부족 등의 문제를 해결할 수 있도록 목적 중심형 공동 대응 이슈를 선제적으로 발굴하여 추진해 나갈 수 있도록 구축할 필요가 있다. 기술 중심 연구개발은 최종적으로 어떻게 활용될지에 대한 고려 없이 기술의 수월성 향상에 목표를 둔다. 그러다보니 개발된 기술이 기술이전 등의 상용화로 연계되지 않는 문제가 발생한다. 또한 중복성 문제를 엄정하게 따지는 정부연구개발의 특성상 기술 중심의 연구개발은 개별기술의 경쟁적 성장을 저해하는 경향이 크다. 목적 중심의 연구개발은 예를 들어 노인성 질환 해결을 최종 목적으로 설정하고, 이를 위한 질환 자체에 대한 조기 진단, 질환 치료제 개발, 치료제 효능 평가, 실제 환자 대상 적용 및 경과 모니터링 등 필요 기술을 개발하고, 이들의 유기적 연계를 통해 목적을 달성해나가는 방식이다. 이를 통해 R&D 성과의 빠른 상용화가 가능하며, 연구개발 과정에서 목적을 달성하기 위해 새로운 기술을 도입하는 것이 자유롭고, 기술의 실패가 연구개발의 실패로 이어지는 것이 아니라는 점에서 경직된 연구문화를 개선할 수 있다.

민간의 참여를 촉진할 수 있는 공동 컨소시엄 구성도 필요하다. R&D 분야에서 민관협력이 본격화되고 있는 추세로 해외 각국은 바이오산업 경쟁력 제고를 위해 협력 프로젝트를 추진하고 있다. 민관협력 형태의 컨소시엄 구성은 민간에는 투자 위험성을 줄이고, 문제해결을 위해 산·학·연·병에 흩어진 아이디어를 집적하고, 혁신적·실천적 해결방안 모색할 수 있다는 점에서 장점이 있다.

(2) 바이오 혁신 주체간 협업 및 연계 강화

이어달리기 R&D 등 부처간 사업 연계를 촉진하는 것이 필요하다. 기초·원천 연구 성과 중 산업적 응용 가능성이 높은 우수 성과의 후속 연구지원을 위해 부처간 연계 R&D 사업을 활성화하자는 의미이다. 예를 들어 과기정통부에서 항체신약 후보물질을 발굴했다면, 복지부에서는 임상을 지원하고, 과기정통부나 해수부, 농림축산부에서 동식물유래 유용소재를 개발했다면 산업부와 복지부에서 산업적 활용과 응용연구를 지원하는 방식이다. 기존에 포스트게놈다부처유전체 사업도 이러한 연계를 기본 콘셉트로 삼았다. 하지만 여전히 부처간 칸막이가 남아있는 것으로 지적되고 있다. 바이오헬스분야에서 부처의 영역다툼이 지속적으로 이어진다면 국가적 경쟁력을 획득할 시간을 늦추게 된다.

다양한 융합과제가 자연스럽게 제시되고, 이슈 해결을 위한 융합의 장이 구성될 수 있는 기업/인문학자/과학자·기술자의 융합 네트워크를 구성하여 상시적 소통 공간을 조성할 필요가 있다. 연구 아이디어를 가진 기업과 대학 및 출연(연)의 연구팀이 소통할 수 있는 온·오프라인 상의 공간을 구성하여 기업과 연구자들 간의 네트워크가 자연스럽게 형성될 수 있도록 유도해나가야 한다. 특히 자체 연구 인프라를 갖추지 못한 중소기업의 실질적 필요에 따른 과제에 맞추어 최적의 연구팀이 구성될 수 있도록 연구자들 간의 네트워크를 활성화해야 한다. 창조경제혁신센터 등 주요 네트워크 허브 기관과 공간을 이용하여 연구자와 기업인들이 자유롭게 드나들 수 있도록 할 것을 제안한다.

(3) 융합형 개방형 연구개발을 위한 환경 정비

융합형 개방형 연구개발이 활발히 진행되기 위해서는 민간의 자생적인 협력 생태계를 조성하기 위한 환경을 만들어야 한다. 규제를 최소화하고 혁신활동 지원, 세금 감면 등을 지원하는 지역별 특

10) 이광호 등. (2013). 융합연구사업의 실태조사와 연구개발 특성 분석. 세종: 과학기술정책연구원.

화 클러스터를 조성하여, 클러스터에 바이오헬스 분야 연구개발 주체들이 참여할 수 있는 유인책을 만들어 주어야 한다. 특히 출연연 등 공공기관은 클러스터 내 협업의 중심점이 되는 R&D 허브 기관으로 역할을 하면서 공동 활용 인프라 구축, 컨소시엄형 공동연구 사업 추진 등을 수행할 필요가 있다.

또한 연구개발 정보 및 바이오인프라, 정책, 해외규제나 동향 등과 관련한 다양한 정보를 제공하는 창구를 만들어 신산업 분야인 바이오헬스의 새로운 기회를 찾을 수 있도록 지원할 필요가 있다. 특히 바이오헬스 분야는 규제가 기술 및 산업의 성장을 저해하는 장애요인으로 작용하고 있다. 연구개발 초기 단계부터 개발자, 규제당국, 사회 구성원이 함께 사회적 합의 및 규제에 선제적으로 대응하는 것이 필요하다.

상업화 목적 R&D는 대부분 산학연 공동연구 형태로 추진되고 있으나 상업화 주체의 역할을 강화할 필요가 있다. 연구수행 단계에서는 상업화 주체가 공동연구자 선택, 연구 내용 및 진도관리 등을 주도하도록 하는 등 자율성을 최대한 보장하되, 엄격한 단계별 평가를 수행하여 계속 지원 또는 중단 등을 결정하는 것이 필요하다. 현재 중단 또는 실패 시 부여하는 과도한 패널티를 적절한 수준으로 완화하여 중단 또는 실패를 회피할 수밖에 없는 불편한 현실을 개선하는 것이 바람직하다.

바이오는 타 산업과 달리 이해관계자가 다양하고 기술요소 외에도 시장에 대한 이해, 법 및 제도 등 다양한 요소에 영향을 받기 때문에 비기술분야를 포함하는 다양한 다학제 공동연구 활성화 프로그램 운영이 필요하다.

현재 19개의 정부 연구관리 전담기관이 각각 운영하고 있는 연구비관리규정을 연구자 친화형으로 일치화를 해야 범부처별 융합연구가 활성화될 것이다.

V. 창업과 인큐베이팅 활성화를 통해 산업생태계를 강화하자.

제1장에서 언급한 것과 같이 대부분의 바이오헬스 제품과 기술들은 인간에 사용되기 때문에 임상 시험을 거친다. 이는 약품뿐 아니라 진단, 의료기기, 기능성 식품, 심지어 의료용 생명정보와 소프트웨어도 환자에게 공식적으로 사용하려면 모두 유사한 과정을 거친다. 또한 이들 사업화 과정을 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 전문적 역량은 다양하다. 이 때문에 바이오헬스산업에서 생태계 조성이 매우 중요하다.

한국 바이오헬스산업이 그동안 세계적인 제품이나 기술을 개발하지 못한 이유는, 한마디로 요약하면 「쓸 만한 발견과 발명」이 없었기 때문이다. 이유는 간단하다. 쓸 만한 발견/발명은 대학이나 연구소(한국에서는 정부출연연구원)에서 나와야 하는데, 그런 게 없다는 것이다. 바이오 분야에서 이런 연구는 거의 전적으로 정부 예산에 의존하고 있다. 그런데 정부 R&D 예산이 효율적으로 집행되지 못해 좋은 성과가 나오고 있지 않은 것이다. 이 점은 본 아젠다의 주제가 아니므로 더 이상의 논의는 생략한다.

쓸 만한 발견과 발명이 별로 없는데 억지로 startup을 양산할 수는 없다. 그래도 길은 있다. 선진국에서 일차적으로 만들어진 발견 혹은 발명을 아주 초기단계에서 사오거나 in licensing 자금을 대 국내 연구자와 공동 창업을 하고, 국내 연구자들이 상용화에 필요한 후속 연구/개발을 이어가는 것이다. 또 다른 방법은 원래 발명을 능가하는 후속 발명을 하는 것이다. 뒤돌아보면 한국 주력산업이나 반도체가 걸어온 길이다.

(1) 정책 우선순위를 두자

앞에서 서술한 바와 같이 바이오헬스 분야는 그 스펙트럼이 매우 넓다. 분야마다 필요한 하드웨어 인프라(시설, 장비, 기기 등), 소프트웨어 인프라(인력, 전문성, 규제 등)가 크게 다르다. 제한된 재원으로 모든 분야를 지원하는 것은 불가능하며, 인프라의 공동 활용이 어려울 정도로 잡다하게 지원하게 되면 투자 대비 성과 창출이 어렵다. 따라서 예산의 규모에 따라 적당한 비율을 선정된 특정 사업에 집중 사용하는 지혜가 필요하다.

바이오헬스를 한국경제의 견인차로 키우는 것이 목표라면, 투자 우선순위는 시장규모에 따라 자연스럽게 정해진다. 이 때 중요한 것은 어떠한 사업을 정하느냐에 있다. 이를 결정할 때는 개별 아이템도 중요하지만 플랫폼 기술이 있는지의 여부가 더 중요할 수 있다.

(2) 글로벌 시장 진출을 목표로 하는 startup 육성

제1장에서 언급한 것과 같이 거의 모든 통계에서 바이오 분야의 내수시장 규모는 전 세계 시장의 2% 즉 1/50 정도이다. 따라서 내수를 목적으로 설립된 startup이 자동차, 조선, 반도체와 같이 '국가 먹거리'를 제공하는 기업으로 발전할 수는 없다. 바이오헬스산업에서 정부 정책의 초점은 startup들이 국제경쟁력을 확보하고 선진국 거대 시장에 진출하는데 필요한 인프라와 환경을 조성해주는 데 있다.

해외시장의 진출은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 미국, 일본, EU 선진국을 포함하는 선진 거대시장과 7개국으로 구성된 소위 이머징 (혹은 파머징) 시장이다. 선진국 거대시장은 현재 세계 시장의 80% 이상을 점유하고 있다. 2020년경에는 중국을 포함한 이머징 시장 7개국이 선진국 거대시장과 비슷한 규모를 형성할 것으로 예상하고 있다. 이 경우 중국 비중이 매우 크다는 점이 문제가 될 수 있다. 중국은 자국 시장 보호주의가 심하고, 정부 정책의 예측 불가능성이 크다. 이 때문에 최근 사드 사태에서 보는 바와 같이 국제 정치 환경에 따라 영향을 받을 수 있다는 위험을 갖고 있다.

내수를 목적으로 하는 창업, 선진국 시장을 겨냥한 창업, 이머징 시장을 상대로 한 기업은 그 전략이 매우 다르다. 신약의 경우 미국 시장에서 허가를 받으면 거의 모든 다른 나라에 즉시 혹은 브리지 임상 한 번을 통해 빠르게 진입할 수 있다. 즉, 경우에 따라 차별된 정책, 지원책이 나와야 한다.

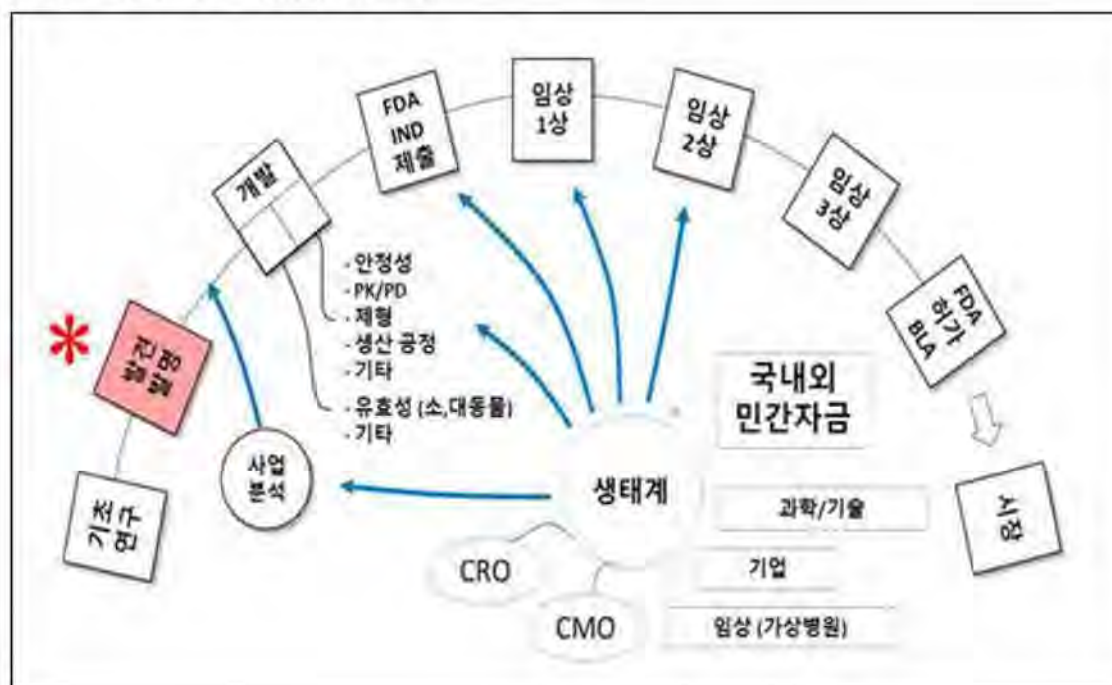
(3) 창업 생태계를 조성하고 선도 기업에게 역할을 주자

한국은 생태계를 특정 공간에 회사들이 몇 개 모여 있는 형태로 생각하는 경향이 있었다. 그러나 한 공간에 있더라도 상호작용이 없으면, 같은 생태계에 있다고 볼 수가 없다. 구성원들 상호간에 어떤 형태로든 상호보완성을 가져야 진정한 생태계라 할 수 있다.

바이오헬스 분야에서 가장 이상적인 생태계는 제품의 사업화 성공에 요구되는 여러 분야, 전문성, 혹은 관련 업체들이 가상 혹은 실제적으로 밀접하게 연계되어 있는 경우이다 (그림 4). 예를 들어 ㉠라는 회사가 신약을 개발할 때, 안전성(독성)실험을 ㉡라는 회사에 의뢰한다. 임상시험을 할 때는 이를 지원해 줄 수 있는 CRO 회사인 ㉢를 활용한다. 임상에 사용되는 약물을 만들 때는 위탁생산업자(CMO)인 ㉣에서 한다. 임상과 생산을 위해 자금이 필요하니 벤처캐피탈인 ㉤가 필요하다. FDA에

서류를 제출할 때는 인허가 규정을 전문으로 하는 ⑥사에 맡긴다. 이런 CRO를 모니터하기 위해 컨설턴트 ⑥를 고용한다. 대규모 투자를 받기 위해서는 약물의 가치를 정량적으로 계산해야 한다. 이는 전문적인 시장 분석기업인 ⑧에게 물어본다. 신약개발이라는 한 개 목표를 달성하기 위해 10여개의 전문 분야 역량이 필요한 것이다. 즉 한 개의 제품이 개발되기 위해서는 다양한 전문성으로 무장한 구성원들이 필요하다. 우리나라에서는 세계적인 제품과 기술을 개발한 경험이 없기 때문에, 많은 분야에서 글로벌 기준을 따르는 회사들이 없다. 따라서 미국과 같은 선진국 시장에 진입하려면 미국 FDA 기준에 맞게 작업할 수 있는 업체들이 필요하다. 선진국에는 이런 업체들이 많으므로 이들을 활용하면 된다. 이런 업체들을 애써서 국내에 만들려는 노력을 할 필요는 없다. 왜냐하면 쓸 만한 발견과 발명이 많지 않으므로 이들 업체에 대한 수요가 크지 않고, 따라서 이들이 자체적인 글로벌 경쟁력을 가지지 않는 한 국내 시장만으로 생존할 가능성이 매우 낮기 때문이다. 선진국 시장으로 진출하는 벤처기업이 많아지면, 자연스럽게 필요성이 생기고 회사도 설립될 것이다.

[그림 4] 바이오헬스 산업생태계 구성



생태계 조성에 정부가 개입한다면 이것은 선도 기업들이 그들의 노하우나 축적된 지식을 후발 기업들과 공유하도록 유도하는 것이 될 것이다. 현재 한국 기업들은 거의 모든 경우, 새로운 것을 하려면 처음부터 독자적으로 하려 하니 모든 사안을 처음부터 시작해야 한다. LG 생명과학을 예로 들어보자. 이들은 미국에서 풍부한 임상시험 경험이 있었다. 이들의 미국 임상 (1, 2, 3 상) 경험을 후발 제약사들과 공유하는 통로가 있었다면 우리 기업들의 미국 임상 진출도 지금보다는 많았을 것이다.

특정 분야에서 생태계를 시범 운영해 볼 것을 제안한다. 시범 운영하는 생태계는 개발의 순주기를 경험한 벤처기업이 선도하여 구성하며, 선도 기업은 다양한 경험과 시행착오를 통해 얻은 정보와 지식을 후발업체들과 공유하며, 이런 정보자산 공유에 대해 정부는 인센티브를 제공한다. 가능하면 생태계 구성원들이 같은 공간에 존재할 수 있도록 유도한다.

생태계 구성원이 물리적으로 한 공간에 있다면 가장 이상적이다. 이런 차원에서 지난 10여 년간 정부가 만들어 온 클러스터 혹은 여러 이름의 「단지」는 매우 이상적인 구조였다. 문제는 민간의 능력이나 수요보다 정부가 너무 앞서갔고, 위치를 선정할 때 정치적 고려가 크게 작용했다는 점이다. 예를 들어 지역 균형 발전이라는 명분 아래 클러스터들이 여기저기 분산되었는데, 대부분의 클러스터(혹은 단지)들이 지역과 건물이라는 “하드웨어” 관점으로 접근해서 만들어졌기 때문에 바이오헬스 산업에 필요한 소프트 자원이나 인프라를 갖추지 못하고 영성하게 시작되었다. 결과적으로 이들 클러스터는 성과를 내기 어려웠다. 예를 들어 거의 모든 클러스터에 엔젤이나 벤처 자금을 다루는 조직이 없고 5성급 호텔이나 문화시설도 없다. 국제공항(인천 혹은 김포)에서 이동하기 불편하고 초중등 교육기관도 제한적이다. 이러한 요소들을 갖추지 않은 채 만든 클러스터는 결국 정부의 “애물단지”로 전락할 가능성이 매우 높다. 사업의 철학과 방향부터 새로 잡아야 할 것이다.

(4) 핵심은 대학에서 창업 활성화에 있다

최근 연구소, 기업 등에서의 창업이 시도되고 있으나 우리나라 바이오헬스산업, 특히 바이오제약 산업의 혁신 창업(INOS)에서 대학의 역할은 그 어느 player들 보다 중요하다. 이유는 명확하다.

첫째, 바이오헬스 산업의 이론적, 기술적 기반을 제공하는 학문 분야(예: 생명과학, 의과학, 약학)들의 성격상, 최고 인재들이 대부분 대학에 포진하고 있다. 둘째, 지난 20여 년간 꾸준한 정부 지원으로 많은 대학들이 우수한 연구 인프라를 갖추고 있다. 개별 실험실도 좋은 기기와 장비를 갖추고, 대학 차원에서 공동으로 고가기기를 관리하는 조직을 만들어 운영하고 있으며, 제한적이지만 중앙 동물실을 갖춘 대학들도 생겼다. 우리나라 제약기업의 TOP 5 아래에 있는 제약기업들 보다 훨씬 더 우수한 환경과 (연구원 당) 연구비가 많은 대학의 연구실들이 상당수 있다. 한 마디로 “대학이 기업보다 더 부자”이다. 인력, 하드인프라, 재원을 갖춘 대학 실험실들은 연구책임자가 원하기만 하면 순식간에 startup의 산실로 전환될 수 있다. 셋째, 아래에서 언급하겠지만 한국의 정부출연 연구기관이나 기업에서는 창업을 시도하기가 쉽지 않다. 넷째, 해당 산업의 회사들은 아직 영세하여 자체 능력으로 혁신 기술과 제품을 개발할 가능성이 낮다. 결론적으로 대학이 사실상 바이오 창업의 가장 중요한 근거지가 될 수밖에 없다는 것이다. 실제로 지금까지 설립된 상당수 바이오벤처들의 설립자가 대학 교수라는 점이 이를 뒷받침한다.

바이오 창업에서 대학의 뚜렷한 장점에도 불구하고 아직도 많은 연구자들은 학내 창업에서 어려움을 호소한다. 이에 2개의 이유가 있다. 이 문제점들을 해결하면 우리 대학은 창업의 산지가 될 것이다. 첫째는 대학 교수의 평가 기준에 창업 활동을 추가하는 것이 필요하다. 현재 교수 평가의 가장 중요한 지표는 학술지 논문 발표이다. 채용에서 승진에 이르기까지 논문 발표 실적이 대학 교수의 인사는 물론 명예를 좌우한다. 학내 창업이 활성화되려면 창업 활동이 교수 활동에서 논문과 같은 비중의 평가를 받을 수 있도록 인사 기준에 명문화되어야 한다. 둘째, 창업에 우호적인 대학 문화의 조성이 필요하다. 이를 위해서는 대학 지도부 (예: 총장, 학장, 학부장)의 리더십이 필요하다. 한마디로 요약하면 대학에서 창업활동이 주변부(periphery)에 있는 것이 아니라 중심부(mainstream)로 들어와야 하고, 이는 제도를 통해 이루어져야 한다는 것이다. 위 두 가지를 개선하는 작업은 예산이 필요한 사안이 아니다. 교육부 혹은 연구비를 지원하는 과기부나 산업부가 정책의 지를 갖고 사업 지원 시 가이드라인만 제시해도 쉽게 풀릴 수 있는 것들이다.

(5) R&D-창업-민간자금 연계를 활성화하자

- 상장 기술특례 제도 적극 실행

코스닥 상장 특례제도는 정부의 벤처기업 활성화 정책의 일환으로, 미래가치를 보유한 기술 중심 기업들이 코스닥 상장을 추진할 경우, 상장요건 중 벤처기업이 충족하기 어려운 요건들에 대하여 그 적용을 배제 혹은 완화하는 정책이다. 정부가 R&D의 모든 단계를 지원할 수 없는 상황에서, 이러한 정책은 기술 중심 회사에게 자금을 마련할 수 있는 길을 터준다는 차원에서 큰 의미가 있다. 정부와 해당 기관은 기술특례의 본래 취지를 살려, 좀 더 적극적으로 바이오벤처의 IPO를 장려하여, 정부 지원과 민간 자본이 연계될 수 있도록 해야 할 것이다.

- 국내 상장시장 개방 혁신

국내의 IPO시장을 미국이나 일본 등의 하이텍 기업에게 공개하는 방안도 검토 되어야한다. 미국과 일본의 수많은 벤처기업들은 자금을 목말라하는 곳들이 많다. 이 기업들은 한국의 수십 배에 해당하는 자국 정부의 연구비를 받아 나온 성과를 바탕으로 설립된 경우가 많다. 이 기업들을 국내 금융시장으로 유도하여 IPO를 허락할 경우, 한국 자본이 이 회사들에 영향을 미치거나 지배할 가능성이 높아진다. 즉 미국과 일본 정부가 막대한 자금을 투자하여 개발한 성과들에 대하여 우리 기업들의 접근성이 높아지는 것을 의미한다. 전세계 하이텍 기업들이 우리나라를 찾아오게 할 수 있는 방안의 하나로 신중히 검토되어야한다.

- 선진국 원천기술에 투자하면서 창업

이미 언급한 바와 같이 우리나라 바이오헬스 산업의 가장 큰 병목현상은 초기 즉 기초연구 단계에 있다. 즉 대학(혹은 출연연구원)에서 하는 연구들 중에서, 사업화에 쓸 만한 발견과 발명이 나오고 있지 않다는 것이다. 25년 간 정부의 강력한 드라이브로 저명 학술지에 논문을 내는 기술은 발전했지만, 현실 가치가 있는 연구 성과는 거의 없다는 것이다. 이런 상황에서 startup을 아무리 육성해 봐야 창업 케이스를 늘리려는 '숫자 게임 소동'이 재현될 수 있다. 글로벌 시장에 진출할 수 있을 정도로, 국민 경제를 이끌어 갈 수준의 startup 육성이 목적이려면 발상의 전환이 필요하다. 우리나라 과학/기술계가 아직은 원천적 가치가 있는 발견이나 발명에는 약하지만, 뭔가 좀 알려진 것이 있으면 뛰어들어 상업화하는 기술은 뛰어나다. 자동차, 조선, 반도체 등 거의 모든 주요 국가 산업들이 모두 원천기술 없이, 남의 것을 들여와 더욱 발전시킨 것이다. 이 개념을 바이오헬스에 도입할 수 있다. 단지 산업 성격이 매우 다르고 장기간 투자가 필요하기 때문에 실행 방법론은 다를 수밖에 없다.

미국과 일본 같은 선진국에서도 사업적 의미가 있는 초기 발견을 알아주지 않거나, 이를 아예 死藏되는 경우가 많다. 이 중 사업적으로 의미가 있는 초기 발견을 미리 알아보고, 우리가 이에 투자하는 것이다. 가장 좋은 방법은 창업에 founding member로 동참하는 것이다. 창업은 한국에 하는 것이 좋다. 이 기술을 국내로 들여와 후속 개발을 하여 가치를 증대시키고 발전시켜 나가거나 미국이나 일본에 되팔 수 있다. 이 방법의 핵심은 (1) 아주 초기에 발견/발명의 가치를 알아보는 능력, (2) 프리미엄을 많이 주지 않고 투자하는 것이다. 그 다음 단계는 한국 생태계로 들여와 더 크게 가치를 증가시키는 작업이다. 이는 우리나라 과학/기술자들이 잘한다. 이러한 시도에 대해 정부 자금 혹은 세계 혜택을 주는 정책이 만들어지면 크게 활성화될 수 있다.

- M&A 활성화

우리나라 startup의 가장 큰 문제 중 하나는 투자자들의 exit 창구가 지극히 제한적이라는 점이다. 투자금 회수가 늦어지면 투자가 활성화되지 않아 그 분야는 발전할 수 없다. 비상장 전에 투자금을 회수할 수 있는 방법으로는 처음 투자자가 그 다음 투자자에게 자기 주식을 팔거나 M&A 과정 중에 주식을 파는 것이다. 이 두 가지 방법 모두 우리나라에서는 활성화되어 있지 않다. 투자자의 투자 회수 방법을 정부가 나서서 정책 수단으로 활용하기는 쉽지 않지만, 다양한 exit 기법을 개발하고 이에 대해 정책적 연구를 지속하는 노력이 필요하다.

- 국민연금의 투자 유도

우리나라의 국민연금은 2016년 말 기준 558조원이다. 국민연금은 안정된 투자처에 장기간 투자하는 방식으로 기금을 안전하게 유지하고 있다. 연기금의 0.5% 정도만이라도 바이오헬스 분야에 투자할 수 있다면 이는 정부+민간의 투자액이 2배로 늘어나는 효과가 있어 국가 경쟁력 강화로 이어질 것이다. 선진국의 상당히 많은 연기금들이 바이오 분야를 미래 산업으로 간주하여 투자하고 있다. 이에 대한 정책적 판단, 특히 두 마리 토끼(수익+미래 먹거리 창출)를 잡을 수 있는 창의적 아이디어가 필요한 시점이다.

(6) 창업 촉진 개방형 혁신 (오픈이노베이션, Open Innovation)

Startup들이 바이오헬스 산업에서 모든 단계를 스스로 해결하기는 불가능하다. 따라서 자체 능력을 향상시키는 노력과 더불어, 타 기관과의 공동 연계를 적극적으로 추진해야 한다. 특히 우리나라는 글로벌 규모에서의 성공 사례가 없기 때문에 선진국 기관과의 개방형 혁신을 활발히 전개하지 않으면 발전에 한계가 있을 수밖에 없다. 개방혁신의 활성화 방안들을 제시해 보면 다음과 같은 것들이 있다.

- 선도 기업들의 활용

위에서 언급한 바와 같이 해당 분야에서 선도 혹은 선발기업들이 후발 주자들을 도와주는 시스템이 필요하다. 이를 위해서는 선도 기업에게 인센티브를 제공하는 것이 필요하다. 즉, 기업비밀을 제외한 공개 가능한 부문을 공유하는데 대한 보상책이 필요하다.

- 선진국 CRO, CMO에 대한 공동 대응

선진국 임상시험 1, 2상시 필요한 예산의 상당 부분이 CRO, CMO 등에 사용되고 있는 반면, 이들의 요구 가격이 천차만별인 것을 고려할 때, 진출 업체들의 공동 대응으로 비용 절감, 서비스 품질 향상 방안을 모색한다.

- 산·학·연 대화 채널 구성

산·학·연의 대화가 산발적, 개별적으로 이루어지고 있고, 기술시장의 역할이 미미하다. 정부 부처마다 기술 장터를 중복적으로 만들어 예산 낭비도 심하다. 하나라도 제대로 운영하여 세계 유수의 투

자가, 과학/기술자들을 유치하는 것이 필요하다. 이에 대한 대책이 필요하다.

- 한·일·중 3국간의 교류 활성화

중국과 일본을 경쟁 대상으로 볼 것이 아니라 우리가 진출할 시장으로 간주하는 우호적 시각에서 입각하여 과학/기술은 물론 투자부문 교류를 활성화하는 대책 마련이 필요하다. 이때 인천공항 주변 지역을 적극 활용할 필요하다. 인천공항은 중국, 일본 주요 도시와 2시간 이내 거리에 있으므로 이 주변에 BT 기업들을 유치하여 한·중·일을 하루 생활권에 두면 자금, 기술, 인력 유치가 가속화될 수 있다. 국가적 차원에서 바이오 창업을 육성하고자 한다면, 「쓸 만한 발견과 발명」을 확보한 startup 들이 많이 생겨날 수 있는 토양을 조성해야 한다는 것이다.

Ⅵ. 금융시장이 동태적 사업 재편 및 산업구조 변화에 제 역할을 해야 한다.

(1) 극복해야 할 3가지 구조적 문제점

- 혁신 기술을 사업화할 수 있는 창업 인프라 및 시스템의 문제

바이오산업의 경우 차별적인 창업 아이템 확보를 위해서는 10년 이상의 전문 연구개발 경험이 필요하다. 이후 개발과정에서도 지속적인 연구가 필요하기 때문에 연구자들이 직접 창업에 뛰어들게 된다. 연구자 창업의 경우 사업에 대한 전문성 및 경험 부족으로 사업개발, 경영 및 자금 조달 등에서 시행착오가 많아 사업 실패로 이어지는 경우가 많았다. 이러한 사례들은 주변 연구자들이 창업 및 개발을 포기하는 요인이 되어 왔다. 지역 클러스터, 창조경제혁신센터 등 다양한 창업 지원 정책이 있지만 시설, 장비 등 하드웨어적인 지원에 집중되거나 해당 기술에 대한 이해도가 낮아 이들 지원 정책의 사업 고도화에 대한 기여도는 높지 않았다.

혁신적인 기술력을 보유한 연구자들이 창업을 꺼리는 이유를 살펴보면 사업화에 대한 무지와 사업화 경험 및 네트워크의 부재가 손에 꼽힌다. 기술을 이해하고 사업적인 역량을 갖춘 핵심 인력이 부족하고 이러한 역량을 조달할 수 있는 네트워크 역시 취약하여 어떻게 사업전개를 할 수 있을지에 대해서 감을 잡기 어렵기 때문이다.

- 혁신 제품의 후기 단계 개발에서의 기술거래 시장의 문제

바이오, 의료 등에서 글로벌 제약사, 의료기기 회사들의 M&A는 지속적으로 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 M&A는 제품 파이프라인 강화, 신규사업 진출, 신규시장 진출, 인재 확보 등 다양한 목적을 위해 이루어진다. 거래의 형태도 기업 전체 인수뿐만 아니라 사업부문의 양수, 사업부 교환 등 다양한 방식으로 이루어지고 있다.

반면에 국내 제약사, 의료기기 회사들은 글로벌 기업에 비해 매우 영세하고 혁신 제품 개발의 경험 및 자금력이 부족하여 국내 기업 간의 기술이전이나 공동개발, M&A 등의 기술거래가 활성화되지 못하고 있다. 즉, 한국 바이오헬스 산업은 혁신 제품의 후기 개발단계에서 이 같은 역할을 해 줄 대기업이 없다는 문제를 가지고 있다.

- 벤처금융의 선순환 문제

벤처기업들은 임상시험 초기단계까지 직접 개발하고 해외기업에 기술을 수출하는 사업모델을 추진하고 있으나 이를 위한 자금조달은 여전히 어렵다. 통상 초기 임상시험 단계까지 소요되는 개발비용 및 운영비용은 100억 원을 훌쩍 초과한다. 정부과제 지원과 벤처캐피탈을 대상으로 한 유상증자로 이 자금을 마련하더라도 이후 개발을 위한 자금조달에는 한계가 있기 때문에 이들 기업은 코스닥 상장을 핵심 사업 목표로 삼고 공모자금 확보를 통하여 이러한 자금 수요를 맞추고자 한다.

정부에서도 이러한 취지에 발 맞춰 2005년부터 성장형 벤처기업에 대한 특례상장제도를 시행하여 왔다. 그동안 30여 개 이상의 바이오, IT 등의 벤처기업들이 기술성평가를 통하여 기술 사업성을 인정받고 코스닥시장에 상장하였다. 기술성특례 상장기업들의 성장이 가시화되고 신규 기술특례상장 건들이 본격적으로 나타나기 시작한 2014년 이후에는 바이오 등 기술 벤처에 대한 민간 금융에서의 투자가 증가되고 있다. 이 제도를 통하여 상장된 기업들 대부분이 글로벌 경쟁력을 갖추고 정상적으로 성장해온 점을 볼 때 그 효과성이 입증되었다고 볼 수 있다.

다만 경제상황 및 정책 방향성, 기술평가기관에 따른 신규 상장기업의 수 급변 등 상장에 대한 예측가능성이 낮은 편이다. 따라서 혁신 기술을 보유한 기업의 사업성장 가능성을 보는 벤처캐피탈 본연의 투자를 유도하는 데엔 일정한 제약요인이 되어 왔다.

벤처캐피탈은 일반조합원들의 출자를 받아 투자조합을 결성하여 투자금을 운용한다. 연기금 등 주요 출자자들은 모험적인 투자를 통한 수익 창출보다는 안정적인 자금운용을 선호한다. 따라서 벤처캐피탈의 투자 양태 역시 혁신적인 기술력을 보유한 벤처기업에 대한 장기투자보다는 단기간 내 회수가 가능한 건에 전환사채 등의 투자를 선호하는 경향을 보이게 된다.

(2) 정책 제언

- 상장 및 M&A 활성화

바이오헬스 분야의 사업은 개발기간이 신약의 경우 10년 이상, 의료기기의 경우에도 통상 5년 이상으로 타 분야 사업 대비 매우 길다. 따라서 대부분의 회사들이 임상시험 단계 등 제품개발의 중간 단계에서 상장을 하거나 M&A가 된다. 제품개발이 끝나지는 않았지만 기술과 계획제품의 개발 성공 가능성과 시장성이 인정받는 시점, 즉 개념 검증이 되는 시점이 통상 결정의 순간이다. 신약개발의 경우 일반적으로 환자에게 적용한 시험 결과가 나오기 시작하는 임상 2a 단계를 개념 검증의 주요한 시기로 보며, 기술성 평가의 경우에도 이를 준용한다. 기술성특례상장 역시 이러한 관점을 견지하고 있다. 그러나 새로운 타겟 및 혁신적 신약이 등장하는 현 시점에서는 임상 1상, 또는 비임상시험 단계 등 상대적으로 초기 단계의 기업들에게도 기술성특례상장의 문호를 넓히는 것이 글로벌 산업의 전개 방향에 부합한다.

벤처투자자들 역시 상장이나 M&A를 통해서 투자금을 회수하는 전략을 세우고 투자를 진행하게 된다. 바이오헬스산업에 대한 정책의 주안점은 더 많은 유망기업들이 코스닥에 상장되어 자금을 조달하고 시장의 평가를 받으며 성장해 나아가는데 있다. 금융의 입장에서 볼 때에도 투자금이 회수되고 더 많은 자금이 재투자되는 선순환의 물꼬를 트는 계기가 될 것이다. 물론 이 과정에서 시장의 평가를 받지 못하는 기업, 데이터를 은폐하거나 조작하는 기업은 코스닥에서 바로 퇴출됨으로써 시장의 건전성을 유지할 수 있어야 한다.

M&A에 대해서도 세제 정비 등 기존의 문제를 해소하고 혜택을 부여하는 장려책이 필요하다. 거

래에 따른 수익발생 시점과 세금결정 시기의 불일치 등 M&A에 대한 제약요인이 해소되어야 인수합병이 활성화되고 제품개발이 가속화될 수 있다.

- 개방형 혁신과 창업 활성화

공동연구개발이나 조인트벤처 설립 등 각자의 전문성이 합쳐지고 리스크를 공유하는 경우에도 정책 지원이 필요하다. 이는 사장되기 쉬운 대학, 연구소, 병원 내의 기술을 실용화하고 대기업과 중소기업의 협업을 유도할 것이다.

바이오정책과 금융정책의 교집합은 창업 지원에 있다. 이 이슈는 아젠다 V에서 자세히 다루어졌으나 여기서 금융의 입장에서 활성화 방안을 간단히 정리해 보면 다음과 같다.

- 연구자들이 창업을 꺼리는 가장 큰 문제는 어떻게 사업화할지, 누구와 함께 할지 모른다는데 있다.
- 사업개발, 허가, 특허, 경영 등의 분야는 연구자들에게는 버거운 짐이고 시행착오가 나타날 수밖에 없는 이슈이다.
- 창업 지원의 핵심은 보육(인큐베이팅, incubating)에 있다. 기존의 클러스터 이외에도 대학, 병원 등이 클러스터화되고 여기에 사업개발, 허가, 특허, 경영 등의 전문가들이 참여하여 기업들을 보육하는 방안이 확대될 필요가 있다. 즉, 건강한 생태계를 갖는 클러스터가 필요하다. 스타트업 기업의 입장에서 이런 클러스터는 필요한 전문역량을 나눠 쓰는 지원체계가 될 수 있다.
- 창업 네트워크, 생태계를 움직이는 동력으로서 벤처펀드가 역할을 할 수 있다.

- 정책 자금의 역할

2010년 이후 정부에서는 수차례의 바이오펀드 조성을 통하여 바이오 분야에 대한 투자활성화를 유도하여 왔다.¹¹⁾ 이들 바이오펀드들은 정부의 정책 목표, 운용사들의 바이오 분야 전문성 등을 기반으로 바이오 투자의 선봉장 역할을 한 것으로 평가된다.

이제 정책 자금은 민간자금이 흐르지 않는 곳에 집중되어야 한다. 민간자금의 여력은 이미 충분하다. 투자자들이 꺼려하는 초기 단계에, 초기 기업들에 대한 보육과 투자를 동시에 수행할 수 있는 바이오 초기펀드에 정부가 50~80% 가량의 출자를 함으로써 정책적 목표 달성을 우선시하는 방안이 보다 적극적으로 검토되어야 한다. 기존의 바이오펀드들은 정부 출자분이 20%에 불과하고 나머지 80%는 민간 자금으로 충당되었기 때문에 조합 운영의 특성상 수익창출이 우선시되고 정책 목표는 우선순위에서 밀릴 수밖에 없는 한계를 노정하여 왔다.

우수한 기술을 발굴, 창업을 유도하고 보육하면서 연구자를 개발자로, 사업가로 육성함으로써 과학적 발견이 기술개발로, 실용화로 이어지고 그 산출물이 다시 연구개발에 재투자되는 선순환을 유도하기 위해서는 정부 출자분이 최소 50% 이상이 되어야 한다. 출자 비율이 높을수록 정책적 목표

11) 대표적으로 보건복지부에서는 2012년부터 2016년까지 4차례에 걸쳐 800억 원을 출자하여 4,350억 원 규모의 펀드를 조성하였으며, 산업통상자원부도 500억 원, 385억 원 규모의 바이오펀드를 조성하였으며, 중소기업청도 최근 750억 원 규모의 펀드를 조성하였다. 서울시 역시 2010년 750억 원 규모의 바이오펀드를 조성한 바 있다. 이들 펀드의 성과가 가시화되면서 보건복지부와 서울시는 후속 펀드를 추진 중인 것으로 파악된다.

에 부합하는 펀드가 운영될 수 있다. 이 펀드는 초기 기업에 대한 투자 의무비율을 정부 출자비율 이상으로 높일 수 있으며 이에 상응하여 기준수익율(hurdle rate)을 0~2% 수준으로 낮춤으로써 전문성 있고 운용 역량과 의지가 있는 운용사를 확보할 수 있을 것으로 생각한다. 이 펀드는 정부연구 개발과제, 국책연구소, R&D사업단, 연구중심병원 등을 통하여 개발되는 성과들을 적극적으로 발굴하고 사업화하는데 중심적인 역할을 할 것으로 기대되며, 이를 통해 정책자금이 확대, 재생산되고 사회적인 가치를 창출하는데 기여할 수 있을 것이다.

VII. 바이오헬스산업 발전에 의료서비스산업 경쟁력 강화는 필수이다.

다른 나라들은 자기 체계에서 작동하는 혁신 방안들을 찾아 실험하고, 성공사례를 중심으로 변화를 모색하고 있는데, 한국은 40년 전 현재의 의료보험제도와 함께 도입된 제공체계-재정체계가 모두 변화 없이 그 때 상태를 유지하고 있다. 현재의 제도가 지속된다면 국민의 건강과 삶의 질을 개선하며 동시에 지속가능한 의료비 부담을 가능하게 하는 의료서비스 혁신의 도입은 지체되고, 의료서비스 분야 4차 산업혁명에서도 글로벌 경쟁력을 잃게 될 것이다. 그 결과 돈과 기술과 환자의 대형의료기관 쏠림 현상은 가속화하고, 낭비도 많아지면 의료계 뿐 아니라 국민과 산업은 피해자가 될 수밖에 없다.

(1) 상호 협력하는 가치 기반의 제공체계와 진료비 지불제도

의료기관 간에 적절한 기능 분담을 통해서 상호협력하고, 환자에게 제공하는 서비스의 질과 결과라는 가치에 따라 보상을 받는 체계로의 전환이 필요하다. 현재의 체계에서 새로운 체계로의 전격적인 변화는 불가능할 것으로 보인다. 그러나 다양한 실험을 통해 경험을 축적하고, 이를 성공적인 시스템으로 정착하는데 필요한 여건과 기반을 구축해 간다면, 가까운 미래는 아니더라도 5~10년 후에는 상당한 규모의 진료가 이 같은 시스템 속에서 제공될 수 있을 것이다. 그러나 지금 새로운 시도와 실험을 시작하지 않는다면 5~10년 후에도 우리는 현재의 시스템에 머무르게 될 것이다.

여기서 여건과 기반이라 함은 일차적으로 상호운용 가능한 의료정보체계를 들 수 있다. 이것을 기반으로 의료기관간 정보공유가 가능하다. 이와 함께 의료의 질과 가치를 측정하고, 이에 영향을 주는 위험도를 측정하여 보정할 수 있는 도구가 필요하며, 이들 도구를 사용할 수 있는 정보체계를 확보하는 것도 요구된다.

(2) 질환 위험집단 중심의 제공체계와 진료비 지불제도

현재 환자 중심 (patient based) 서비스 단위에서 진료비 지불을 질환 위험집단 중심(population based) 인구 단위에서의 포괄화된 진료비 지불로 전환하는 것이 필요하다. 이렇게 하지 않으면 예측-예방이라는 가치에 대한 보상이 불가능하고, 의료비를 절감하기 위한 디지털헬스에 대한 제공자 집단의 호응도 없을 수밖에 없다.

(3) 공유 (상호운용) 가능한 표준 기반의 진료정보 인프라

일반적으로 한국 대부분의 의료기관들이 전자의무기록을 갖추었으므로 의무기록정보들이 웹이나 모바일 플랫폼에서 자유롭게 공유되고 이용될 수 있다고 생각하나 그것은 사실이 아니다. 많은 경우 동일 의료기관 내에서도 부서간 정보의 통합과 상호운용(interoperable)이 불가능하다. 또한 개발자마다 정보 기록 방식이 상이해(표준 부재) 상호운용이 불가능하고, 데이터 크기가 방대하며, 영상자료, 유전자정보 자료의 크기는 더 방대하다. 이 같은 상황에서 일차적으로 중간단계 솔루션으로 시도해 볼 수 있는 것은 표준 기반 진료기록 요약지를 구축 활용하는 것이다.

우리나라에서 발생하는 외래 및 입원진료를 대상으로 표준 기반 진료기록 요약지를 생성해서 이를 축적하는 사업을 하기 위해서는 이를 통해 얻을 수 있는 편익이 뚜렷한 사업들이 필요하다. 그 몇 가지를 제시하면 아래와 같다.

- 관리와 공개·공유를 통한 의료의 질 향상

우선 의원 및 병원 등 의료기관들의 의료 질 관리를 위한 지표들을 설정하고 이들 표준 기반 진료기록 요약지를 이용해 자동 관리할 수 있게 한다. 의료의 질 향상과 함께 질 정보공개를 통해 환자들의 의료의 질에 대한 불신을 줄이고 나아가 환자들의 대형 의료기관 쏠림 현상도 완화할 수 있을 것이다. 그러나 이를 시행하는 것에는 현실적인 어려움이 있을 것으로 예상된다. 먼저 상당한 인센티브를 제공하지 않는 한 의료기관들의 자발적인 참여를 끌어내기 어려울 것이다. 또한 개인정보 유출을 우려한 진료정보 활용에 부정적인 국민 정서도 극복해야 한다. 이를 위해서는 이 같은 시스템 활용을 통해 국민의 개인 건강관리에 실질적인 편익이 발생한다는 가시적인 증거 도출을 통해 국민들과 공감대를 형성하는 것이 필요하다.

- 의료기관간 정보 공유

우리는 요즘과 같은 4차 혁명의 시대에 의료기관 간에 내가 이용했던 정보의 공유를 통해서 다음과 같은 일들이 가능해야 한다고 생각한다. 즉, 환자의 응급 상황 시 최근 다른 의료기관에서의 진료기록 조회, 타 지역에서 진료 시 최근 다른 의료기관에서의 진료기록 조회, 진료를 위해 내원 시 다른 의료기관에서의 진료기록 조회, 해외에서 의료기관 내원 시 환자 포털을 통해서 국내 의료기관에서의 진료기록 조회, 상급종합병원에서 병실 부족으로 응급환자를 타병원으로 전원시 상급종합병원 진료기록 조회, 상급종합병원에서 진료가 완료된 응급환자를 요양병원으로 전원시 상급 진료기록 조회, 병원에서 응급수술을 위해 상급종합병원으로 전원시 병원 진료기록 조회, 암 통합지지센터에서 다른 의료기관에서의 진료기록 조회. 이 같은 진료정보 교류의 시작도 표준 기반 진료요약 기록지의 교류에서부터 시도해 볼 수 있다. 처음부터 광범위한 병원간 진료정보 교류가 당장은 어렵다면, 우선 의원, 보건소, 지역 의료원, 지역 거점 외상센터 등에서 응급환자, 외상관리, 고위험산모관리, 심근경색 등 몇몇 특정 질환에서라도 시범사업을 넘어 세계 최고의 의료전달 응급시스템 구축과 같은 환자에게 실질적인 편익을 줄 수 있는 자그마한 틀을 만들어간다. 이를 통해 병원간 진료정보 공유를 확대해 나가는 것도 한 방법이 될 수 있다.

- 개인건강기록과 환자의 참여

인구 고령화시대 지속가능한 의료체계를 달성하기 위해 각 개인의 건강에 대한 관심과 관리의 중요성이 부각되고 있다. 소비자 참여, 소비자 중심의 의료체계 구축이 필요하다. 이를 위해서는 개인

건강기록(PHR)이 필수적으로 요구되며, 의미 있는 개인건강기록 구축에 필요한 필수 정보가 의료기관에서의 진료기록이다. 환자들이 이들 진료기록을 다운받고, 여기에 자신들이 가지고 있는 웹이나 모바일 건강정보를 추가해서 관리할 수 있어야 한다. 관련 기업은 이 같은 서비스를 출시해서 사업할 수 있어야 한다.

- 의료비 심사 및 관리 선진화

진료비 심사와 관리는 인공지능 등을 이용해서 개선할 여지가 많지만 현재의 청구서 중심의 심사 및 관리는 청구자료가 갖는 정보의 제한으로 인해 더 이상의 quantum jump가 불가능한 상태이다. 따라서 건강보험심사평가원은 의무기록 기반의 심사체계로의 전환을 모색하고 있지만, 앞에서 서술한 것과 같은 의료기관들이 구축하고 있는 전자의무기록의 상호운용성 부재로 인해 그 진척은 매우 더딘 상태이다. 현재의 청구서 기반 심사 및 관리와 전자의무기록 기반 심사 및 관리의 중간 단계로 진료기록 요약지 기반 심사와 관리를 고려해 볼 필요가 있다.

- 의료정보를 활용한 산업 활성화

의료정보는 막대한 부가가치를 갖고 있음에도 불구하고 우리는 이를 잘 활용하지 못하고 있다. 무엇보다도 바이오헬스산업이 글로벌 산업이라는 인식에서 글로벌 의료정보 빅데이터의 연구개발-산업화 동향을 예의 주시하고, 경쟁력을 갖추 수 있는 방안을 찾아야 한다. 그러나 신산업이 국가지원에 의존할 수밖에 없는 한국 현실에서 당면한 연구비 확보가 우선되어야 한다. 산업의 가치 창출 중심의 연구기획이 가능한 체제로의 전환도 절실히 필요하다. 구글, 애플 등의 글로벌 기업들이 추진하고 있는 글로벌 의료정보 생태계를 선점하기가 불가능하다면 우리가 할 수 있는 틈새라도 찾아 여기서 성공사례를 만들 수 있는 전략이 필요하다, 하지만 현재 이야기되고 있는 보건의료 빅데이터 사업은 이런 방향이 아니다. 4차 산업혁명시대에 인공지능의 고도화는 필수적이거나 이에 필수적인 중요한 자산은 표준 기반의 상호운용 가능한 임상 데이터이다. 이를 위한 첫 걸음을 진료기록 요약지에서 시작해 볼 수 있다.

한편 의료기관들이 각자 보유하고 있는 진료정보를 공유하기 어려운 원인과 법적, 제도적 한계를 인식하는 동시에 이를 통해 얻어질 수 있는 가치에 대한 공유 원칙을 허심탄회하게 논의하는 것이 무엇보다도 필요하다. 한국 전체 의료정보의 양이 중국 1개 성의 2-3개 중심병원의 정보량보다 많지 않음을 인지하는 세계적 시각도 필요하다. 의료정보가 신약개발, 맞춤형치료, 질병 예후예측, 질병관리 등 다양한 분야에 널리 활용될 수 있기에 진료정보 활용에 대한 연관된 부처와 관계자들의 허심탄회한 논의가 더욱 요구된다. 이런 문제가 부처 간의 한시적 융합이 아닌 통합되고 일관된 국가의 정책 틀 속에서 논의되지 않고서는 미국, 중국 등과의 시간 경쟁에서 이길 수 없다.

(4) 의사 교육시스템과 리더십

21세기 사회는 기아·질병·폭력에 의한 사망보다 비만·노령·자살에 의한 사망이 더 많아지고 있다. 의료서비스의 근본적인 개편이 필요하다. 휴머노이드 로봇의사, 왓슨의사 등이 미래의 보건의료 환경으로 예상된다. 특히 의료 인력에 대한 교육과 리더십에 큰 변화가 요구된다.

인터넷 의학정보의 범람으로 환자와 소비자에 대한 올바른 정보의 선택이 더 중요해졌다. 노령화로 인한 복합만성 질환자의 증가로 과거의 단일 전공, 단일 서비스에서 앞으로는 서비스의 융합이

더 중요해지고 있다. 의사들의 위치 또한 보건의료서비스 제공 인력에서 단순 리더라기보다는 협력자의 일원으로 변하고 있다.

이러한 요구에 따라 의학교육시스템의 방향은 '급변하는 사회와 보건의료의 요구에 대처할 수 있는 인재의 양성'에 두어야 한다. 예측불허의 미래에도 경쟁력이 있는 의사는 창의성, 융통성, 개방성, 협업능력, 자기개발 혁신능력을 갖춘 인재가 되도록 교육 시스템을 설계해야 한다. 의사들의 리더십에서도 단순한 임상적 지식 및 연구 역량 이외에도 의사소통, 협업, 자기성찰과 평가, 자기계발과 혁신, 프로페셔널리즘 실천역량이 포함되어야 할 것이다.

VIII. 중국을 전략적으로 활용하자.

(1) 중국 헬스케어 시장의 성장 추세

중국 헬스케어 시장은 2016년 현재 약 1,084조원으로 미국에 이어 세계 2위의 규모를 차지한다. 중국의 지속적인 GDP 성장과 함께 인구 고령화와 도시화가 급격히 진행되고 있다. 중국 헬스케어시장은 향후 10년 이상 성장이 지속될 전망이다. 중국내 중산층 증가 등에 따라 고급 헬스케어서비스에 대한 수요가 확대되면서, 해외 헬스케어 관광 수요 역시 급증해 2015년 현재 300억 달러 규모로 추산된다.

하지만, 이처럼 급증하는 헬스케어 수요에 중국이 내부적으로 대응하기에는 해결하여야 할 많은 과제들이 있다. 관련 재정 부담, 인프라 (병원 및 병상, 헬스케어장비, 의료진 등) 부족, 낮은 품질의 헬스케어서비스 등이 그것이다. 중국 정부는 질 높은 헬스케어 확대와 비용 통제라는 상충되는 현안 목표를 동시에 해결하기 위해 민영화본의 참여를 독려하고 있다. 헬스케어 전달체계 개선과 ICT 활용 확대를 통한 헬스케어 혁신에도 노력하고 있다.

중국의 시장 환경과 정책 변화로 인해 헬스케어 분야에 대한 아웃소싱과 온라인 헬스케어 사업이 확대되고 있다. 특히, 의료서비스의 핵심인 병원을 중심으로 정부 정책에 발맞추어 민영 외자 참여 장려, ICT·온라인을 활용한 헬스케어 전달체계 개선, 구매대행/업무프로세스 아웃소싱, 온라인 헬스케어 플랫폼 등의 사업이 유망할 전망이다. 여기서는 온라인 헬스케어서비스, 헬스케어정보 시스템, 정밀의료를 중심으로 중국 시장 진출 가능성을 분석한다.

우선, 중국의 온라인 헬스케어서비스는 초기 병원 예약 및 전문 헬스케어 예약 중심에서 원격진료, 처방 등으로 확장되고 있다. 기존의 오프라인 서비스에 온라인 서비스가 단계적으로 결합되면서 진화하는데, 일부 성공적인 병원은 완전한 '온라인 병원' 단계에 도달해 있다. '온라인 병원' 보다 혁신적인 '스마트 병원' 단계에서는 건강관리와 정밀의료가 구현되는 것을 목표로 하는데, 이 단계에서는 인공지능을 활용한 헬스케어 서비스도 진행될 것으로 예상된다. 중국의 온라인 헬스케어 서비스 사업은 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 사용자 수와 시장규모가 지속적으로 증가하고 있다. 최근에는 기존 사업자 외에도 대형 인터넷 사업자와 보험회사, 오프라인 병원의 참여가 더욱 확대되는 추세이다. 또한 온라인/오프라인 연계 헬스케어 서비스도 적극적으로 추진되고 있다. 일례로 심천 MC-JiuYi160 사례를 들 수 있다. 경증·만성질환자 대상으로 온라인/오프라인 연계 헬스케어 서비스 및 가정 내 자가관리 서비스를 제공한다. 따라서 한국 기업은 중국의 온라인 헬스케어 서비스 시장 환경 변화에 대응하는 기술력을 바탕으로 중국시장 진출이 가능할 것으로 전망된다.

중국 헬스케어 시장 중 진출 가능성이 큰 두 번째 분야는 헬스케어 정보시스템 분야이다. 중국 정

부는 의료 개혁 8대 과제의 하나로 헬스케어 정보화를 추진하고 있다. 특히, 디지털병원 가이드라인 제정을 통해 헬스케어의 질 향상, 헬스케어 안전 보장, 환자 만족도 제공 등의 효과를 달성하고자 하고 있다. 이에 따라 신규 투자되는 병원 대부분이 디지털병원을 목표로 병원 자원 최적화, 환자중심 서비스, 그룹 서비스, IT 통합 등의 혁신을 추진 중이다. 중국 헬스케어 정보 업계는 중국이 자체적으로 제정한 “전자병력응용평가 (JCI, Joint Commission International)” 등급을 가장 객관적인 지표로 간주하며, 국제 표준인 HIMSS(Health Information Management and Systems Society)와 함께 모두 최고 등급인 7등급을 획득한 것을 “Double 7”의 최고 수준 디지털 병원으로 꼽는다. 중국의 주요 병원들은 병원의 디지털화 완성과 동시에 이에 기반한 환자 중심 서비스 강화, 병원 운영 효율화 강화 등을 추구하는 스마트 병원(“智能병원”)을 통한 차별화를 모색하는 상황이다. 최근, 중국 HIS (Health Information System) 사업자들은 신기술을 기반으로 연계되는 영역으로의 확장을 시도하고 있으며, 관련 투자가 증가함에 따라 시장도 확대되고 있다. 중국 HIS 시장은 로컬 사업자 중심으로 시장점유율이 분산되어 있는데, 최근 신규 사업자 진입이 활발해지면서 솔루션 타입 변화 등을 통한 경쟁이 치열한 상황이다. 특히, 헬스케어 ICT 분야는 중국 병원들의 디지털화 핵심 인프라로 인식되고 있어 중국의 첨단 디지털 병원 규격에 필요한 표준과 인증 취득을 가능하게 하는 기술 역량이 매우 중요하다. 따라서, 국내 기업들은 정보통신 기술 경쟁력을 기반으로 헬스케어 정보 시스템 시장에 초점을 맞추어 표준의 제정/변화에도 주목해야 한다.

마지막으로 중국 시장 진출 가능성이 큰 분야는 정밀의료 시장이다. 병원의 디지털화가 완성되고 스마트병원으로까지 진화된 이후에는, 병원의 진화는 초연결성(hyper connectivity)과 정밀의료(personalized medicine) 방향으로 진행될 것으로 예상되기 때문이다. 중국 정부는 21세기 초부터 정밀의료를 주목해 왔다. 최근 미국 등 선진국 정책이 정밀의료에 초점을 맞추자 정밀의료 분야의 글로벌 경쟁력 확보를 보다 적극적으로 지원하고 있다. 중국은 정밀의료의 가장 중요한 경쟁력의 하나인 유전정보 분석에 있어서는 글로벌 선두주자인 BGI, Berry Genomics 등의 활약으로 시장 규모가 연평균 20% 이상으로 고속성장하고 있다. 하지만, 유전자분석에 필요한 분석기와 시약은 대부분 Illumina 등 해외 제품을 사용하고 있다. 데이터 분석과 임상 분야에서도 아직까지 글로벌 경쟁력을 확보하지 못한 상황이다. 데이터 분석 시장에서는 United Electronics 등 바이오정보업체가 일부시장을 점유하고 있으며, 임상 분야는 종양과 유전질환 진단 등 4개 분야를 중심으로 발전하고 있다. 중국 정부의 정밀의료 정책 추진력과 헬스케어 자원 집중도를 감안할 때, 중국의 정밀의료 시장의 성장 가능성은 매우 크다고 판단된다. 자원 집중도의 일례로, 중국 내 최고 수준 300여개 병원에 70%의 암환자가 집결되어 있어 병원 간 암 관련 데이터의 공유와 빅데이터 구축, 이를 기반으로 하는 분석과 연구, 임상이 다른 나라에 비해 매우 용이하다. 또한 대규모 인구와 인종 다양성을 보유하고 있어 임상 자원도 매우 풍부하다. 즉, 중국이 정밀의료 데이터베이스를 구축하면 세계 시장으로의 확대 적용이 용이하다는 것이다. 정밀의료 자원의 규모와 다양성 측면에서 경쟁력을 확보하기 어려운 우리나라는 중국의 장점을 십분 활용할 필요가 있다.

(2) 중국 헬스케어 ICT 시장 진출을 위한 정책 방안

- 서비스 공유 인프라 (Shared Service Infra) 구축

중국 시장은 과거에 비해 선진화되고 투명한 프로세스를 갖추어 가고 있으나, 여전히 규정화되지 않는 영역이 존재하는 것이 현실이다. 특히 중국의 규제 환경은 한국과 매우 다르다. 일부 대기업을 제외하고는 우리나라 기업이 복잡하고 다양한 프로세스와 시스템을 파악하고 사업을 진행하는 것은 사전 투입 비용 측면에서 불가능한 상황이다. 따라서 중국시장의 규제 환경을 파악하고 중국시장에

진입하고자 하는 기업을 실질적으로 지원하는 한국 정부 차원의 인프라가 필요하다. 정부 산하에 헬스케어 사업 지원센터를 중국 현지에 설립하여, 현지 정보의 수집 및 공유, 사안별 행정절차 및 규제사항 검토, 법무·계약 자문 및 검토, 금융 및 관련 이슈 자문 등 기업이 중국 사업을 실행하기 이전에 필요한 다양한 사항을 지원할 필요가 있다.

- 공생을 위한 협력체계 선도

중국 정부는 헬스케어·바이오산업을 전략적 신흥 산업으로 지정하고 2020년까지 시장규모를 현재의 약 2배 수준으로 진흥시킬 계획이다. 우리나라 정부는 헬스케어·바이오산업을 집중 육성하고자 하는 중국의 지방 정부들과 협력 관계를 조성하고, 국내 유망기업과 중국 현지기업과의 공동 연구개발과 주요 인프라를 지원할 필요가 있다. 일례로, 중국 바이오클러스터 내 한국기업과의 조성 및 유지, 정부 펀드를 통한 공동 연구개발 자금지원 등을 들 수 있다. 또한, 상대적으로 자본시장 유동성이 풍부한 중국 자본과 한국 기술이 결합될 수 있는 다양한 정보 공유의 장을 마련하는 것도 바람직하다. 한국기업 로드쇼, 한중 혁신기술 세미나 등을 일회성 행사가 아닌 지속적인 자본과 기술이 만나는 장으로 발전시켜야 한다.

- 헬스케어 ICT산업 시범 지역 (일명 Sand Box) 도입

국민의 건강을 관리하는 헬스케어산업은 규제와 관리가 필수적이다. 따라서 혁신기술로 개발된 첨단 제품과 서비스가 시장에 진입하기 위해서는 많은 장벽을 넘어야 한다. 한편, 글로벌 시장은 국내 시장에서의 레퍼런스 사례를 요구하고 있다. 따라서 국내 특정 지역을 중심으로 융합 헬스케어 시범 사업을 추진할 수 있는 환경 조성 및 제도 개선이 필요하다. 예를 들어 외국인 투자촉진 지역(예: IFEZ (International Free Economic Zone), 혁신도시 등)에서 혁신기술을 전개하여 스마트 헬스케어 사업을 실행할 수 있도록 정책을 추진하는 방안을 모색해 볼 수 있을 것이다.

IX. 규제는 풀 사이클 관점에서 스마트하게 혁신하자.

(1) 혁신 전주기 관점에서 R&D와 규제의 연계

- 규제기관이 포함된 범부처 R&BD 사업 추진

바이오헬스 분야는 기술혁신의 전주기 관점에서 R&D와 규제와의 연계가 필요하다. 앞서 언급하였듯이, 현행 규정에서 인허가가 될 수 없는 연구 성과의 경우에는 정부투자를 재고할 필요가 있다. 현행 규제로 인해 상용화 될 수 없는 연구를 기초연구 단계 이후에도 지원하는 것은 국가적인 낭비이기 때문이다. 이를 위해 상용화를 위한 R&D 사업의 경우에는 선정 및 평가 과정에 규제기관의 담당자가 참여하여 규제 가이드를 제공하거나, 대형 범부처 연구사업들에 규제기관을 참여기관으로 포함시켜, 연구기획과 관리, 평가에 일관되게 참여시키는 것이 필요하다. 현재 일부 시행되고는 있지만 보다 적극적으로 확대시킬 필요가 있다.

- 글로벌 value-chain 관점에서 규제 정비

우리나라의 경우 바이오헬스 산업이 성장하기 위해서는 글로벌 시장 진출을 목표로 규제 개선이 필요하다. 글로벌 시장 점유율을 확대할 수 있도록 국내 시장만이 아닌 글로벌 가치사슬의 관점에서 규제가 정비되어야 한다. 즉 우리나라에만 존재하는 갈라파고스적 규제는 최소화하고, 기업들이 해외로 진출하는 데 있어서 글로벌 기준에 부합되지 않는 규제들은 정비할 필요가 있다.

최근 규제당국에서도 “규제조화 (Regulatory Harmonization)”라는 이름으로 글로벌 기준에 맞춰 규제를 정비하는 국제조직인(ICH, International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use)에 동참하는 등 노력을 기울이고 있다. 이와 같이, 글로벌 차원에서 진행되는 규제조화 활동들에 적극 참여하여, 새로운 기준을 마련하고, 이를 공유하는 것은 우리나라처럼 협소한 내수시장 때문에 글로벌 진출이 불가피한 국가들에게 매우 필요한 부분이다. 이에 더하여, 글로벌 차원의 규제 트렌드에 맞춰 국내 규제를 정비하고, 해외진출 시 거쳐야 하는 다양한 장벽들을 국제협약을 통해 감소시키려는 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

(2) 혁신친화적인 규제시스템 수립

- 사전규제에서 사후규제로 전환

제품의 시장진입을 제한하는 사전규제는 안전성을 담보하는 데 있어서는 가장 효과적인 방법일 것이다. 하지만, 획기적이고 혁신적인 기술과 제품들의 경우 위험성(risk)을 정확하게 측정하기 어렵고, 예상되는 위험보다 기대되는 혜택이 더 클 경우에는 사전규제가 적합하지 않을 수 있다. 최근 강조되고 있는 네거티브 시스템은 규정으로 금지된 사항을 제외하고는 모두 허용하자는 접근방식으로 일종의 사전규제 완화라고 볼 수 있다.

하지만, 사전규제 완화나 네거티브 시스템 도입은 시장에서 자정기능이 제대로 작동하지 않는 경우 사고발생에 취약할 수밖에 없다. 특히 바이오헬스 분야에서 부작용이란 생명을 위협하거나 장애를 야기하는 등 비가역적인 특성을 지니기 때문에 사전규제의 완화는 매우 신중하게 접근해야 하는 부분이다. 따라서 사전규제가 완화되는 만큼, 사후규제를 강화하는 방법으로 안전사고에 대비하려는 노력이 필요하다. 예를 들면, 조건부 허가 제도를 확대하되 부작용 보고체계를 강화하고, 일정기간마다 전수조사를 통해 일어날 수 있는 문제들을 사전에 예방할 수 있는 시스템이 마련될 필요가 있다. 또한 문제발생 시에는 징벌적 손해배상과 같은 조치를 통해 기업 스스로 생명안전과 건강을 최우선으로 할 수 있도록 안전장치가 필요하다.

- 규제 유연성 확대

4차 산업혁명, 디지털 혁명으로 인해 융복합화가 확대됨에 따라, 기존 제품 분류에 따른 규제 적용은 점점 더 어려워지고 있다. 의료기기와 비의료기기의 구분이 모호해지는 상황들이 벌어지고 있는 것이다. 최근 스마트폰을 이용한 건강관리 서비스가 확대됨에 따라 미국 FDA에서는 의료용 모바일 애플리케이션에 대해서 의료기기와 비의료기기, 그리고 중간영역으로 의료기기이지만 위험도가 낮아 재량권(enforcement discretion)에 따라 의료기기 심사를 면제시켜주는 세 가지 유형으로 구분하고 2015년 12월 가이드라인을 제시하였다. 뿐만 아니라, 2017년 7월 미국 FDA는 디지털 헬스케어 관련 혁신계획을 발표하고, 2017년 12월에는 의료용 소프트웨어에 대한 가이드라인을 공표하였다. 우리나라 식약처도 2015년 7월 의료기기와 웰니스 제품에 대해 판단기준을 마련하는 등 기존

규제를 적용하기 어려운 신제품들에 대해 대응을 하고 있다. 하지만, 융복합 현상은 앞으로 점점 더 가속화될 것으로 예상됨에 따라, 급변하는 기술 환경 속에서는 규제 유연성을 확대할 필요가 있다.

- 기술혁신 모니터링에 기반한 지속적 규제 정비

바이오헬스 분야 규제가 정합성 있게 운영되기 위해서는 기술발전의 동향과 글로벌 규제 변화 등을 상시적으로 파악하고 지속적인 규제 정비가 이루어질 수 있어야 한다. 예를 들면, 유전자치료 관련 '생명윤리 및 안전에 관한 법률(이하, 생명윤리법)'에 대한 최근의 규제개선 요구는 유전자치료 기술의 발전과 함께 더욱 확대된 것이다. 생명윤리법에서 유전자치료 관련 규정을 만들 당시에는 유전자치료를 인한 환자사망 우려 등으로 관련 연구의 범위를 제한하는 것이 필요하였지만, 현재는 유전자치료의 안전성이 보다 강화되고, 획기적인 치료 대안으로 부상함에 따라 유전자치료 연구를 보다 활성화시켜야 하는 상황이 되었다. 그 결과 한국과 유사한 제도를 운영하던 일본도 2015년 8월 유전자치료 연구를 위해 명시하였던 대상 질환을 삭제하는 등 제도를 변화시키고 있다.¹²⁾

(3) 규제서비스 품질 제고

- 규제과학에 대한 투자 확대

규제당국의 전문성을 높이기 위해서는 인허가 심사를 보다 정확하고, 효과적으로 할 수 있도록 관련 기술개발이 요구된다. 규제과학은 보다 효과적으로 안전성과 유효성을 평가하기 위해 관련 기준이나 평가방법을 개발하는 분야로 바이오헬스 산업육성을 위해서는 규제과학이 함께 발전될 필요가 있다.

- User fee 제도 혁신

증대하는 인허가 업무를 신속하게 처리하고, 피규제자들에게 만족할 만한 규제서비스를 제공하기 위해서는 심사인력 확충과 안전기술 개발을 위한 연구비 투자가 요구된다. 이를 위해서는 추가적인 예산이 확보되어야 하는데, 한정된 정부 예산을 통해 충당하기는 매우 어려운 상황이다. 미국을 비롯한 선진국들은 고가의 허가 수수료를 통해 이러한 비용을 충당하는 방식으로 운영되고 있어 참고할 만하다. 한국의 경우 아직 바이오헬스 분야가 영세해서 고가의 허가수수료를 부과하는 것은 무리가 있을 수 있다. 그렇기 때문에 일괄적으로 허가수수료를 큰 폭으로 인상하는 것은 적절하지 않을 것이다. 하지만, 보다 신속하고 정확한 심사를 필요로 하는 기업들에게는 프리미엄 요금을 부과하는 방식으로 규제 서비스를 차별화하는 것은 규제기관의 역량 강화와 기업의 요구 대응 차원에서 필요할 것으로 보인다.

12) 이명화 등. (2016). 바이오 규제 선진화 방안(정책연구 2016-03), 서울: 국가과학기술자문회의.

제3장 협치와 조정의 개방형 거버넌스

I. 한국의 바람직한 미래 바이오헬스 거버넌스

과학기술 거버넌스가 미국의 OSTP와 같이 최고위 결정기관인 대통령실에 행정조직으로 존재하는 것은 어쩌면 대통령제를 채택하는 우리나라에도 효율적인 정책 조정을 위해 가장 바람직할 수 있다. 하지만 이는 대통령의 권한이 현재에도 너무 많다는 비난이 있고 각 부처로 대통령실의 권한을 가늠한 한 많이 이양한다는 현 정부의 철학과도 맞지 않는다. 영국과 같이 바이오경제 전반에 대한 정책 추진 및 조정 기능을 담당하는 행정부 조직을 신설하고 관련 부처의 책임자들이 공동으로 수장을 맡는 협동부처 (Cross Unit) 형태도 우리 행정체계에는 전례가 없어서 고려하기가 어렵다. 이 경우 생명과학청 수장의 권한과 리더십이 담보되지 않는 경우 담당 공무원들의 혼란만 가중되고 화학적 정책 융합에 실패할 가능성이 높다. 따라서 이미 현 정부가 출범하고 정부 조직이 정착된 현 시점에서는 정책 거버넌스에 대해서는 행정부처(서) 보다는 위원회 형태를 고려하는 것이 적합하다고 판단한다.

또 일부에서는 미국 NIH와 같이 단일 기관이 보건의료 연구개발과 산업화 촉진 전략을 총괄 기획하고 관리하는 중앙 집중형 바이오헬스산업 총괄 거버넌스 체계를 주장하기도 하지만 이것이 우리의 현 상황에 맞는지는 숙고해 보아야 한다. 물론 정부 행정조직으로서 단일 기관에서 R&D 지원과 정책을 총괄하는 것은 분명한 장점이 있다. 하지만 현재 한국 정부에서 바이오헬스 분야는 과기정통부, 보건복지부, 산업통상자원부가 우선순위가 높은 영역으로 설정하고 적극적인 지원을 강구하고 있으며 산하에 관리 및 정책 기관들도 포진해 있는 상황이다. 부처 간 충분한 협의와 기득권 양보에 대한 설득이 없이 강제적으로 통합을 추진할 때에는 실익보다는 부작용이 더 커지고 혼란만 가중시킬 수 있다. 또한 이러한 중앙집중형 총괄 거버넌스 체계를 실행하려면 새로운 정부 출범 이전에 충분히 논의된 상태에서 정부 조직개편과 병행하여 추진했어야 그나마 성공 가능성을 높일 수 있다.

현재 한국의 바이오 관련 거버넌스가 정책은 위원회 형태로 조정하고, R&D는 행정부 (과학기술혁신본부) 조직에서 통합 조정하는 체계이다 (표 3). 이에 따라 본 보고서는 현 체제에 미흡한 점이 있다면 어떻게 보완하고 효율적이고 개방적인 바이오헬스 거버넌스를 수립할 것인가에 대한 제안에 중점을 두기로 한다. 전체 정부 R&D에서 바이오헬스 R&D의 비중과 R&D 포트폴리오 구성 등은 국가 혁신성장 전략과도 긴밀히 연결되어 있다. 부처 간 연계·협력을 통한 R&D 사업 기획도 결국은 거버넌스 문제로 귀결된다. 어찌 보면 거버넌스의 핵심은 각 부처가 부처 특성에 맞는 정책과 R&D 및 규제를 추구할 때 국가 전략에 맞는지를 심사하는 해답지를 제공할 수 있느냐에 있다.

(1) 바이오헬스 정책 거버넌스 체계의 조건

보건의료 분야에서는 가치의 충돌을 최소화하고 다양한 관점을 조화하는 협치가 갈등 조정의 핵심이다. 이해당사자들이 의사결정 과정에서 적절한 참여를 유도할 수 있는 개방적인 거버넌스 체계가 필요하다. 바이오헬스 생태계를 활성화하기 위해서는 다양한 분야 간 ‘화학적 융합과 혁신’을 촉진할 수 있고, R&D와 산업 전략이 유기적으로 연계될 뿐만 아니라, 사회적 요구도 포용할 수 있는 거버넌스 체계가 중요하다. 이런 관점에서 필수 조건은 다음과 같다.

- 바이오헬스를 구성하는 이해당사자들의 다양한 관점을 수용하는 ‘협치 시스템’ 구성이 가능

해야 한다.

- 늘어나는 의료재정 부담, 지구적 전염병의 창궐 등 건강·복지 문제를 과학기술적으로 해결하기 위한 노력으로서 바이오기술에 대한 투자는 산업적 목적과 공익적 목적을 동시에 담보할 수 있어야 한다.
- 4차 산업혁명 관점에서 다양한 기술 분야가 융합되는 연구개발 전략과 혁신 전략을 도출함으로써, 바이오경제의 융합적 공급 경쟁력을 실질적으로 강화할 수 있어야 한다.
- 파괴적 혁신을 통해 창출되는 신제품과 서비스에 대한 적절한 규제 수준을 모색하고, 사회적 수용성 강화 등 수요(시장)정책을 포함하는 ‘다각적 관점의 정책’을 효율적으로 추진할 수 있어야 한다.
 - 이머징 첨단기술 분야의 합리적 규제 마련과 기존 규제의 개선이 필요함에도 불구하고, 여러 부처가 소관하는 기존의 규제·법 개정에는 한계가 상존한다.
 - 바이오헬스 R&D 법제는 미래의료 패러다임을 반영하는 방향으로 개정이 필요하다 (현재 바이오헬스 R&D 법제는 전략과 가치에 의해 설계된 것이 아니고 사안별로 대응하기 위한 것임).
- 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부 등 부처별·기능별로 분절된 정책들을 조율(tuning)/조정(coordinating)/조화(harmonizing)할 수 있는 ‘실질적인 행정력’을 확보할 필요가 있다.
 - 각 부처의 정책 간 융합과 연계를 독려할 수 있는 실질적 행정력을 갖추어야 정책 추진력을 확보할 수 있다.
- 정부 R&D 중 바이오헬스 분야 R&D의 비중은 어느 정도가 적절한지, 그 중 기초·원천 연구와 응용연구의 적정 비중, 그리고 연구자 기반 과제와 기획 기반 과제의 적정 비중 등에 관해 국가 전략적 관점에서 포트폴리오 구성이 가능해야 한다.
 - 기초·원천 R&D는 과학기술정보통신부가 담당하되 자율과 창의성을 유도하는 연구자-중심 R&D 체제를 구축해야 한다.
 - 산업화 단계 R&D의 인프라 구축은 정부 R&D로 관련 부처가 지원하되, 산업 R&D에 민간 자본의 투입을 활성화하기 위한 전략이 마련되어야 한다.
 - 환자 중심으로 전환되는 미래의료 패러다임과 질병극복/건강증진의 사회적 요구와 바이오헬스 R&D가 연계되는 체제가 구축되어야 한다.

(2) 바이오헬스 거버넌스 체계 대안

- 조정 담보형: 국가경제자문위원회의 소속 ‘바이오경제특별위원회 (가칭)’

바이오헬스가 바이오경제의 틀 안에서 작동하는 형태로 국가경제자문위원회의 산하에 바이오경제 특위(가칭)를 설립하여 위원장은 경제부총리, 위원은 바이오경제 관련부처의 장관들과 민간 전문가들

로 구성한다. 국가 수장인 대통령 직속으로 바이오경제특위 (가칭) 내 다양한 관점의 부처 의견이 조정될 가능성이 높다. R&D 성과확산에 지대한 영향을 미치는 관련 규제나 산업화정책 실행을 담당하는 부처에 대해 이행을 강제하기 쉽다. 대통령 직속 헌법위원회의 특별위원회로서 바이오경제 관련 인프라부터 규제 개선까지 바이오헬스산업에 초점을 맞추으로써 정책의 기획과 추진이 보다 민첩하게 진행될 수 있다 (주요 아젠다는 본회의 또는 국무회의에 상정). 또한 주요 관련부처 장관이 참여하고 있어, 각 부처 간 협력과 정책의 화학적 융합을 실질적으로 독려할 수 있는 체계이다.

한편 단점으로는 '행정기구'가 아닌 '정부위원회'로서 개최 회수의 제한 등으로 모든 아젠다를 커버하기 어렵고, 특히 바이오경제에는 모든 바이오가 포함되어 바이오헬스에 한정된 심도 있는 논의가 어렵다. 또한 바이오경제가 주요 아젠다로서 산업적 목적과 공익적 목적을 동시에 논의하기도 곤란하다. R&D 계획 등 국가 전략을 R&D까지 연계하기에는 한계가 있어 별도의 R&D 거버넌스를 수립하여야 하며, 혁신 정책이 R&D와 분절되어 바이오경제의 융합적 공급 경쟁력을 실질적으로 강화하기 어렵다.

- 협치 담보형: 총리실 소속 '바이오헬스전략위원회 (가칭)'

바이오경제 전반이 아닌 바이오헬스 전담 독립적인 거버넌스를 수립하는 안으로, 위원장은 국무총리, 위원은 바이오헬스 관련부처의 장관들과 민간 전문가들로 구성한다. 상기의 안과 거의 비슷한 형태로서 총리가 주재하고 각 관련부처 장관이 참여하기 때문에 원칙적으로는 관련 부처들 간의 정책 조정이 민첩성과 실행력을 갖출 수 있다. 바이오헬스 분야에만 전담하기 때문에 규제뿐만 아니라 보험 수가 및 약가와 같은 주제를 보다 심도 있게 논의할 수 있다. 새롭게 부상되는 첨단기술 기반 의료 신제품과 서비스에 대한 적절한 규제 수준 논의와 관련된 사회적 수용성 강화 등 다각적 관점에서 정책을 검토함으로써 효율적인 협치 기대도 가능하다. 또한 산업적 목적과 공익적 목적을 다루는 다양한 아젠다도 설정할 수 있다. 단점으로는 R&D 계획 등 국가 전략을 R&D까지 연계하기에는 한계가 있어 별도의 R&D 거버넌스를 수립하여야 하며, 혁신정책과 R&D 정책이 분절될 위험이 있다.

- 정책-R&D 연계형: 국가과학기술자문회의의 소속 '바이오헬스특별위원회 (가칭)'

국가과학기술자문회의는 법 개정 후에는 자문회의와 국과심 기능이 통합돼 대통령직속 국민경제자문회의와 함께 국정 운영 핵심 축이 될 것으로 예상된다. 과학기술 관련 자문 기능을 넘어 과학기술 기반 혁신 성장 관련 부처 간 의견을 통합하고 조정하는 최상위 의사결정기구로 자리매김할 수 있다. 자문회의의 소속 '바이오헬스특별위원회 (가칭)'를 설립하여 바이오헬스에 특화된 정책을 조정하고 국과심 원래 기능인 R&D 기획·조정·심의에 대한 제안도 본회의에 할 수 있는 위원회로 운용한다. 위원장은 과학기술혁신본부장이 맡으며 관련 부처 차관 (정책 및 R&D 담당) 및 민간위원으로 구성한다 (현 바이오특별위원회는 바이오헬스특별위원회로 개편).

한편 위원회 기능을 지원하기 위해 국가 핵심 전략으로서 바이오헬스 전반에 대한 정책 추진 및 조정 기능을 확보한 상설조직(행정조직)을 과학기술혁신본부 내에 신설하여 범부처 바이오헬스 정책 및 R&D 기획을 전담하도록 한다 (R&D 예산 조정 및 심의는 현재처럼 '생명기초조정과'에서 담당). 이때 관련 부처로부터의 협력과 다양한 정책 간 화학적 융합을 위해서 구성원을 과학기술정보통신부 외의 주요 관련 부처에서 받는 것이 바람직하다.

제안된 체계의 장점은 바이오헬스에 초점을 맞춘 아젠다에 대해 심도 있게 논의가 가능해 정책의

기획과 추진이 보다 민첩하게 진행될 수 있다는 점이다. 또한 정책 추진 및 R&D 조정 기능을 한 조직 안에 확보하여 효율성과 추진력을 담보할 수 있다. 대통령직속위원회 소속으로서 바이오헬스 관련 R&D 투자 전략, 산업육성 및 규제 정책 추진에서 실질적인 행정 역량을 확보할 수 있고(주요 아젠다는 본회의 또는 국무회의에 상정), 기술과 산업의 변화속도가 급격한 환경에서 전략기획-연구 개발-성과확산-제도개선의 선순환 형성, 목표와 실행 간의 부정합에 대한 신속한 수정도 가능하다. 다만, 다양한 이해당사자가 파괴적 혁신에 참여하는 바이오헬스 특화 생태계 환경 조성과 관련하여, 과학기술과 거리가 먼 건강 관련 복지 정책이나 사회정책을 다루기에는 한계가 있다.

II. 산업생태계 구축 정책과 연구개발을 연계할 수 있는 거버넌스가 답이다.

바이오헬스 정부 거버넌스의 기능은, 바이오헬스산업 활성화를 위해 혁신성장 정책을 도출하고, 부처 간 칸막이로 인한 융합 정책 추진에 장애가 되는 요소를 해소하며, 바이오헬스 관련 R&D 투자 전략을 수립하고, 각 부처에 흩어져있는 바이오헬스 관련 법·제도를 정비하는 것이다. 이를 위한 정책 제안은 다음과 같다.

(1) 제안 1. 대통령과학기술자문회의 산하에 '바이오헬스특별위원회' 설치

상기 세 가지 거버넌스 체제 안 중 정책-R&D 연계형 거버넌스를 제안한다. 본 연구를 통해서 알 수 있는 것은 바이오헬스 분야에서는 혁신생태계 구축을 위한 정책과 R&D가 연계되어야 한다는 것이다. 바이오헬스 분야는 학문의 각 분야의 융합을 넘어서 기초연구에서 중개연구, 개발연구, 인허가, 생산을 거쳐 시장진입까지 전주기가 연계되어 있다. 정책 조정과 추진을 담보할 수 있는 첫 번째 안의 경우나 협치를 담보할 수 있는 두 번째 안의 경우 정책과 R&D의 효율적인 연계가 불확실하다. 정책-R&D 연계형인 '바이오헬스특별위원회 (가칭)'는 대통령직속위원회 소속으로 부처 간 정책 조정의 효율성과 추진력을 확보하고 동시에 R&D 거버넌스를 연계하는데 효과적일 것으로 기대된다. 특히 새롭게 부상하는 신기술 기반 신산업 진흥에 효과적인 구조라고 본다. 바이오헬스 산업 생태계 조성에 과학기술과 거리가 먼 복지 정책이나 사회적 이슈를 다루기에는 한계가 있지만 아젠다를 발굴하여 국무회의 안건 상정을 건의함으로써 한계를 극복할 길을 만들 수 있다. 또한 바이오헬스에 특화되어 있어서 첨단의료 신제품과 서비스에 대한 기술혁신과 규제혁신 뿐만 아니라 공익성을 목표로 하는 아젠다를 다룰 수 있다. 건강보험 수가 및 약가 제도가 혁신생태계에 미치는 영향 등을 보다 상세히 논의 할 수도 있다. 약마는 디테일에 있다는 얘기가 있다. 하지만 실행력 역시 디테일에서 나온다. 바이오헬스에 집중하여 보다 정교한 정책을 수립하고, 부처 정책 간 갈등도 미세한 부분까지 조율할 수 있는 장점을 높이 샀음을 밝힌다.

(2) 제안 2. 과학기술혁신본부 안에 4차 산업혁명 대응과 과학기술 기반 혁신성장을 담당할 전략국과 바이오헬스 전략을 담당할 전략과 설치

현 정부에서 과학기술혁신본부가 부활하면서 국가 R&D 기획·조정·물론 첨단기술 기반 신산업에 대한 혁신 전략의 도출도 기대되고 있다. 하지만 현재 혁신본부의 구조로는 다양한 융합기술 기반 산업 전략을 도출하기에는 역부족이다. 따라서 본부 신설의 목적에 맞는 역할을 담당할 수 있도

록 ‘혁신성장전략국(가칭)’ 설치의 필요하다. ‘바이오헬스특별위원회(가칭)’ 기능을 지원하기 위해 국가 핵심 전략으로서 바이오헬스 전반에 대한 정책 추진 및 조정 기능을 확보한 행정조직을 과학기술혁신본부 내에 신설한다. 범부처 바이오헬스 정책 및 R&D 기획을 전담하는 ‘바이오헬스전략과(가칭)’를 제안한다(그림 5, 구성은 보건복지부, 산업통상자원부, 식약처 공무원 영입). 기술과 산업의 변화속도가 급격한 환경에서 바이오헬스 관련 국가전략 기획, R&D 투자기획, 산업육성 및 규제 정책 추진을 위한 실질적인 행정 역량을 확보할 수 있을 것이다.

[그림 5] ‘바이오헬스특별위원회(가칭)’를 지원하는 부서



(3) 제안 3. 범부처 바이오헬스 R&D전략기획단 설치

위원회의 기능을 혁신본부 내의 부서(가칭 ‘바이오헬스전략과’)에서 지원하지만 바이오헬스 융합혁신기술 관련 R&D 기획을 위해서는 전문가 집단의 R&D 전략기획단이 필요하다고 본다. 기초·원천연구의 대부분은 과기정통부 소관이고 연구자 기반의 상향식 과제로 추진한다는 큰 원칙이 확립되었지만, 다양한 응용연구와 인프라 구축을 어느 부처가 어떤 규모로 국가 전략에 맞게 추진할 것인가에 대한 논의와 조정의 장이 필요하다. 바이오헬스 R&D 관련하여 세 개 부처가 참여하는 범부처 전략기획단을 생각해 볼 수 있다. 현재 과학기술정보통신부 산하 연구재단의 R&D 기획 기능 일부, 산업통상자원부의 R&D전략기획단의 기능 일부, 그리고 보건복지부의 보건의료 R&D를 기획하는 기능(현재는 공식적인 기구가 없음)을 통합하여 ‘범부처 바이오헬스R&D전략기획단’을 만들어 혁신본부 내 부서(‘바이오헬스전략과’, 가칭)의 기능을 지원하고 각 부처의 R&D 기획과 연계하는 것을 제안한다. 이와 더불어 R&D 과제 관리도 여러 부처에 산재해 있는 연구관리 기관들의 통합이 종종 혁신의 이슈로 대두되고 있는데, 모든 연구관리 기관을 하나 또는 수 개로 통합하는 것은 지난한 문제일 것이다. 우선 기능별 통합의 한 시도로 바이오헬스 분야의 R&D 관리 기능을 연구재단, 보건산업진흥원 산하 R&D 진흥본부, 그리고 산업통상자원부 산하 산업기술평가원의 바이오헬스 관련 기능을 통합하는 것을 고려해 볼 수 있다.

상기의 독립적이면서 정렬된 거버넌스(국가과학기술자문회의-과학기술혁신본부)는 매우 효율적이고 민첩하게 작동할 수 있다는 장점이 있는 반면, 한 부처에 힘이 너무 쏠린다는 균형성 위배 문제(정책수립, 예산기획, 성과평가가 한 곳에 집중되어 있음)와 혁신본부가 과학기술정보통신부의 차관실로 남아있는 한 형평성 시비는 지속될 위험이 있다. 하지만 글로벌 4차 산업혁명이 진행되며 기술과 산업의 변화속도가 빠르고, 성장 동력을 탄생시키기 위한 산업기반이 빈약한 현 상황에서는 특단의 조치가 필요하다. 전략기획-연구개발-성과확산-제도개선의 선순환 구조를 정착시키고 각 단계별 목표

와 실행 간의 부정합에 대한 민첩한 교정과 학습 축적이 요구된다. 형평성 문제를 볼 때 과학기술혁신본부는 과학기술정보통신부로부터 독립하는 것이 바람직하다. 하지만 그렇게 못할 경우라도 가능한 한 과학기술정보통신부 다른 차관실과는 독립적으로 운영되고 (인사 포함), 최대한으로 관련 타 부처의 입장과 전문성을 받아들이는 개방형 운영을 지향해야 할 것이다. 특히 바이오헬스산업의 가치사슬에서 임상시험 등 규제 단계 활동이 매우 강조되는 글로벌 추세와 함께 해외시장 진출이 국내 성장동력탄생의 필수조건인 점 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

고령화, 과학에서 해답을 찾다

김창오 연세대학교 내과학교실 교수
(고령화 이슈페이퍼 집필위원회 위원장)

• 약 력 •

성 명	김창오	
소속 및 직위	연세대학교 의과대학 내과학교실 노년내과 과장 겸 부교수	
1. 학 력		
기 간	학 교 명	전공 및 학위
2004 - 2011	연세대학교 대학원	박사(내과학)
1999 - 2004	연세대학교 대학원	석사(내과학)
1990 - 1996	연세대학교 의과대학	학사
2. 주요경력		
기 간	기 관 명	직위(직책)
2013 - 현재	연세대학교 내과학교실 노년내과	부교수 겸 과장
2017 - 현재	연세의료원 대외협력처 발전기금사무국	부국장
2016 - 현재	세브란스병원 교육수련부	1차장
2016 - 현재	연세대학교 의과대학	임상연구지원부장
2015 - 현재	대한임상노인의학회	정보이사
2015 - 현재	대한내과학회 노년내과위원회	간사
2013 - 2015	대한노인병학회 정책위원회	간사
2013 - 2015	미래의료원정대(보건복지부)	미래예측분과위원
2012	세브란스병원 의과학연구처	부처장
2010 - 현재	세브란스병원	노년내과장
2010 - 2013	연세대학교 내과학교실 노년내과	조교수 겸 과장
2008 - 2009	연세대학교 내과학교실 감염내과	전임강사/조교수
2005 - 2006	Mount Sinai Hospital, NY, USA (Geriatrics and Aging Dept.)	Visiting Physician
2004 - 2008	연세대학교 의과대학 내과학교실 감염내과	임상강사
2002 - 2004	질병관리본부 면역결핍연구실	역학조사관

고령화 대응방안

연세의대
노년내과
김 창 오

1장 고령사회란 무엇인가 - 박상철 -

- I 고령사회와 노인의 정의
- II 인구고령화 추이
- III 인구고령화의 당면문제
 - ☐ 노인 부양의 문제
 - ☐ 경제사회적 문제
 - ☐ 노인사회참여문제
 - ☐ 문화적 문제
- IV 고령사회에 대한 고식적 대응방안의 한계
 - ☐ 장수사회의 고령화충격에 대한 오해
 - ☐ 노화에 대한 생물학적 재해석
 - ☐ 노화인식 전환
- V 노화에 대한 새로운 대응 방안: 운명이 아닌 선택

VI 맺는글

- 노화에 대한 개념의 오류를 지적
- 노화란 환경의 변화에 반응하여 적응해 가는 과정에서 표출되는 선택의 과정임
- 노화제어 방법으로 고치기 원칙(Restore principle)으로 전환
- 개개인 노화의 차별성을 분명하게 하고 이를 바탕으로 사회적 개선 운동이 가능함
- 지역생태 환경 문화 등의 제반 요건이 모두 상호작용함으로써 고령 사회에서의 사회적 개선이 시급함
- 당당한 노화(Confident Aging):
개체적 능력을 최대한 발전시켜 자신이 가지고 있는 것을 나누어 줄 수 있고 이웃과의 관계를 극대화함으로써 인정받을 수 있는 새로운 개념의 당당한 노화의 모습

2장 고령사회의 특징

-주혜정 & 정의진-

I 고령사회로의 변화 특징과 과학기술의 역할

1. 급속한 고령사회로의 전환
2. 고령사회의 특징과 정책적 대응

〈표 2-3〉 저출산·고령사회 기본계획의 고령사회 대책

구 분	주요 내용
노후 소득 보장 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 공적연금 강화 • 주택·농지연금 대폭 확산 • 퇴직·개인연금 활성화 • 노후 준비 여건 확충
활기차고 안전한 노후 실현	<ul style="list-style-type: none"> • 고령자 건강생활 보장 • 고령자 사회참여 기회 확대 • 세대 간 이해 증진 • 고령자 친화적 주거 환경 조성 • 고령자 안전 및 권익 보장
중·고령자 활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 중·고령자 근로 기반 확대
고령친화경제로의 도약	<ul style="list-style-type: none"> • 고령친화산업의 신성장동력 육성 • 인구다운사이징 대비 강화 • 재정적 지속가능성 제고

자료원: 대한민국 정부, 2016 (관련 내용만 일부 재구성)

3. 고령사회에 대한 과학기술적 대응과 고려할 점

[그림 2-4] 기술 진보의 특성과 미래 사회의 변화 방향



자료원: 미래창조과학부, 2017.

〈표 2-4〉 고령친화산업 육성 활성화 대책

구 분	목표	주요 내용
주거	소득 수준·가구 형태 별로 다양한 주거 서비스 제공	<ul style="list-style-type: none"> 고령자 친화주택 공급 확대 <ul style="list-style-type: none"> 공공주택: 저소득층 독거노인을 위한 '공공실버주택' 공급 확대 및 노부모 부양 가구 물량 제한 완화 뉴스테이: 세대 혼합형 거주를 위해 고령자 맞춤형 주거 서비스를 제공하는 '시니어 뉴스테이 단지' 조성 민간 노인복지주택 활성화 <ul style="list-style-type: none"> 노인복지주택: 노인복지주택 내 왕진 서비스에 건강보험 적용, 사업자에 대한 용자 서비스 제공
용품	고품질의 고령친화용품 제품·서비스 개발 촉진	<ul style="list-style-type: none"> 고품질의 다양한 고령친화제품 개발 촉진 위한 인프라 보강 <ul style="list-style-type: none"> 고령친화우수제품제도의 대상 확대, 우수 서비스업체 지정제 도입
재가 (在家)	장기요양 수급자의 수요에 맞는 재가 서비스 제공 및 활성화	<ul style="list-style-type: none"> 관련 규제의 합리적 수준 완화 및 수요자 인센티브 부여 <ul style="list-style-type: none"> 재가 급여 한도 초과 재가 서비스 이용 비용에 대한 의료비 세액공제 허용, 양로시설 입소자 재가 급여 제공
재활로봇	재활 로봇 산업 육성을 위한 공공 부문의 선도적 역할	<ul style="list-style-type: none"> 시장 창출·확대 <ul style="list-style-type: none"> 공공기관의 재활 로봇 구매 확대 제도 도입 및 지자체 서비스 모델 개발 기술개발 활성화 <ul style="list-style-type: none"> 중장기적 기술개발 로드맵 마련, 중개 연구 지원 강화, 혁신적 기업 선정·우대 명확한 분류 체계·표준 마련 <ul style="list-style-type: none"> 재활로봇 분류 체계 구축 및 의료용 재활로봇 허가·심사 가이드라인 및 국내 표준 마련 홍보 및 해외 진출 확대 <ul style="list-style-type: none"> 국제 행사 등을 통한 인지도 제고 및 기업 해외 진출 지원

자료원: 관계부처 합동, 2017.

4. 맺음말

- 국제사회에서의 원칙을 토대로 우리나라 정부도 「저출산·고령 사회 기본계획」과 100대 국정과제를 통해 정책적 대응을 하고 있음
- 한국의 노인 빈곤율은 OECD 국가 중 1위이며, 디지털 기술 친화도의 측면에서도 세대 간 격차가 커 현재 노인의 삶의 질과 행복 지수뿐 아니라 변화하는 상황 대응력은 낮은 편
- 고령사회에 대비한 과학기술의 역할도 직업과 소득 보장, 건강과 질병 극복, 고령자 지원환경 구축 측면에서 논의될 수 있으며, 기술의 탁월성·혁신성뿐 아니라 고령자에 적합한 다양한 고려가 필요
- 고령자를 발전된 과학기술 변화의 동력이자 수혜자로서의 복합적 성격을 이해하는 것이 선행되어야 함
- 따라서 앞으로 고령화와 기술 변화를 보다 종합적인 차원에서 연구하고 정책적 대안을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단됨

2장 고령사회의 특징

-주혜정 & 정의진-

II 해외의 고령화 추세와 연구개발 동향

1. 일본

가. 고령화 현황

〈표 2-5〉 일본인 남녀별 평균수명과 건강수명 차이

		2001	2004	2007	2010	2013
남자	기대수명	78.07	78.64	79.19	79.55	80.21
	건강수명	69.40	69.47	70.33	70.42	71.19
	차이	8.67	9.17	8.86	9.13	9.02
여자	기대수명	84.93	85.59	85.99	86.30	86.61
	건강수명	72.65	72.69	73.36	73.62	74.21
	차이	12.28	12.9	12.63	12.68	12.4

출처: 후생과학심의회, 第2回健康日本21(第二次)推進専門委員会(2014.10)

나. 고령화 관련 정책

〈표 2-6〉 「고령사회대책 대강령」의 시기별 주요 특징

구분	주요 특징
1996년	<ul style="list-style-type: none"> • 생애에 걸쳐 다양한 활동에 참여하는 기회가 확보되어 있는 공정하고 활력 있는 사회 만들기 • 고령자가 사회의 일원으로 존중받고 지역사회의 자립과 연대를 추구
2001년	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 획일적인 고령자상에서 벗어나 다양한 실태를 바탕으로 정책 수립 • 남녀의 경제 상황, 건강상태가 서로 다른 점을 인식하고 정책 추진
2012년	<ul style="list-style-type: none"> • 인생 90년 시대를 전제로 젊은 시기부터 건강·자산·일자리 위한 역량 등을 관리 • 실업자, 비정규직 등 소득이 불안정한 사람에게는 해결 방안 마련 • 고령자의 지식이나 경험을 다음 세대에게 전수하는 세대 순환형 사회 만들기 • 실버시장을 활성화하여 보다 안심하고 쾌적한 생활이 가능한 사회 만들기

〈표 2-7〉 2017년 고령사회 대책의 주요 내용

구분	주요 내용
취업·연금	<ul style="list-style-type: none"> • 고령자의 재취업 장려·촉진 • 창업 지원(창업을 위한 대출 시 우대금리, 경비의 일부 조성 등) • 일과 가정의 양립이 가능한 직장 환경 정비 • 정보통신을 활용한 원격 근무 개발·보급 • 공공 연금제도의 안정적 운영 • 노년기를 대비한 자산 형성 장려
건강·복지	<ul style="list-style-type: none"> • 생애주기에 걸친 건강관리 • 필요한 간병서비스 확보와 질 향상 • 고령자의 의료제도 개혁 • 지역주민을 중심으로 한 생활지원 추진
학습·사회 참가	<ul style="list-style-type: none"> • 사회참여 활동의 촉진 • 학습기회의 체계적인 제공과 기반 정비 등 학습활동의 촉진
생활환경	<ul style="list-style-type: none"> • 차세대에도 지속 가능한 고령자의 주거 환경 마련 • 유니버설 디자인을 고려한 마을 만들기 추진 • 교통안전 확보와 범죄, 재해 등으로부터 보호 • 쾌적하고 활력이 넘치는 생활환경 형성
시장 활성화와 조사·연구	<ul style="list-style-type: none"> • 실버시장 개혁과 활성화(의료·간호·건강 관련 산업 강화) • 고령자 특유의 질병, 건강 증진을 위한 조사·연구와 정보통신 활용 등에 관한 연구개발
기반구축	<ul style="list-style-type: none"> • 전 생애에 걸친 사회 참가를 위해 신규 졸업생의 정규직 취업 지원 • 여성의 활약 촉진 • 비정규직 노동자 관련 대책 추진 • 보육 지원 대책의 종합적 추진

다. 고령화에 대응하는 연구개발 동향

- 제5기 과학기술기본계획(2016~2020)에서는 「Society 5.0*」을 미래사회의 상으로 설정하고 이를 실현하기 위한 주요 정책을 추진 중
- 새로운 건강·의료·간호 시스템을 구축하여 건강수명을 연장하고 전 생애에 걸쳐 활동할 수 있는 사회를 실현하는 것이 목표
- 국립 의료연구개발기구(AMD, Japan Agency for Medical Research and Development)를 중심으로 의료기술개발을 통해 건강하게 장수하는 사회를 실현하고 의료산업의 경쟁력을 확보
- IoT·빅데이터·인공지능 등을 활용하여 건강정보를 수집·분석하고 간병·간호서비스 기술개발, 고령자가 살기 편리한 주택·마을의 개발 및 조성 등을 지원

- 저출산·고령화로 야기되는 각종 사회문제(노동인구 감소, 노화로 인한 신체기능저하, 고령자 간병 등)를 해결하기 위한 방안으로 로봇 기술에 주목

[그림 2-6] 간호 로봇의 범위

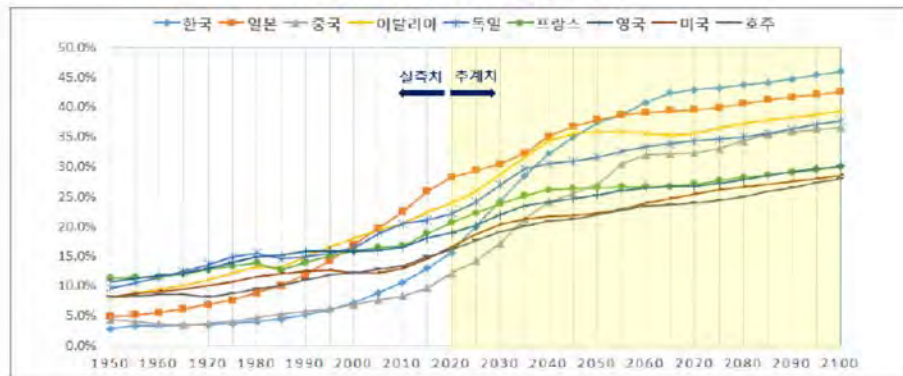


출처: 간호로봇보급추진사업(<http://www.kaigo-robot-kanafuku.jp/>)

2. 유럽

가. 고령화 현황

【그림 2-7】 세계의 고령화를 추이



출처: UN, World Population Prospects 2017, (2020년 이후는 예측치로 출생률이 일정하다고 가정)

나. 고령화 관련 정책

다. 고령화에 대응하는 연구개발 동향

〈표 2-9〉 EU에서 진행 중인 고령화 관련 주요 연구개발

구분	주요 내용
인구변화, 웰빙	<ul style="list-style-type: none"> • 사회적 과제(Societal Challenges) : 「건강, 인구변화, 웰빙」 관련 연구를 통해 과학적이고 체계적인 질병 연구 및 보건 서비스를 강화 ※ Horizon 2020 • 인구통계학 변화와 관련한 공동 연구개발(More year, better lives) ※ Joint Programming Initiative (JPI)
노화, 치매	<ul style="list-style-type: none"> • 노화를 진단하고 예방하고 치료하는 등 고령화를 대응하기 위한 EU 단위의 새로운 공동 프레임워크를 수립 ※ ADVANTAGE: New Joint Action on Frailty • 치매 및 신경퇴행성 질병(Alzheimer and other Neurodegenerative disease) 관련 연구 ※ Joint Programming Initiative (JPI)
활동적인 고령화 지수	<ul style="list-style-type: none"> • 건강한 고령화를 측정하기 위한 모니터링 지표로 고용률, 사회참여도, 일상 생활의 독립·건강·안정성, 건강한 고령화를 위한 사회적 환경 및 역량 등의 항목으로 구성(AAI, Active Ageing Index) ※ The European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing(EIP-AHA)
ICT 기반 서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 산업 리더십(Industrial leadership) : 정보통신기술(ICT)을 포함한 첨단산업 분야에 투자를 확대하고 연구결과를 상용화 ※ Horizon 2020 • 건강하고 활동적인 고령화를 위해 ICT 기반의 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하는 파트너십으로 2008년 제1차(Ambient Assisted Living Joint Programme)에 이어 2014-2020년까지 19개 나라에서 7억 유로 지원(기술 연구·개발·혁신 펀딩) ※ Active and Assisted Living Programme(AAL)

3. 맺음말

- (사회적 인식 변화) 고령자에 대한 인식이 단지 사회보장제도의 수혜 대상이 아닌 경제활동인구, 사회에 적극적으로 참여하는 인구로 바뀌고 있음
- 경제적·사회적·문화적으로 더 많이 발전할 수 있는 기회를 창출하고 기술혁신을 통해 경제성장, 고용문제도 새로운 방식으로 접근이 가능
- 정년에 구애받지 말고 노동시장에 참여할 것을 적극적으로 권장하고 있으며, 지역의 사회구성원으로 참여하여 커뮤니티를 형성할 수 있도록 지원
- (건강한 고령화) 건강한 삶을 유지하는 기간을 증가시키는 것이 고령사회의 과제이며 보다 독립적이고 활동적으로 삶을 영위할 수 있도록 노력
- 노화의 원인 규명을 위한 기초연구, 치매·심장병·암 등의 질병 관련 연구와 함께 질병 예방에 중점을 두고 고령자의 건강상태를 모니터링
- (과학기술의 역할 강화) 고령자에게 필요한 다양한 서비스(의료, 간호, 이동, 커뮤니케이션 등)를 제공하기 위해 각종 수요에 대응하는 연구 및 기술개발이 활발히 진행 중이며, 향후 의료산업, 실버 산업으로도 성장 가능
- 재택근무와 건강관리, 의료서비스를 위한 ICT기반의 스마트 홈케어 시스템, 자립 지원과 간병을 위한 로봇, 지역사회에서 이동이 용이하도록 교통 플랫폼 개발 등 과학기술을 적극 도입하여 고령화에 대응 중에 있음

1장 과학기술적 대응방안(고령인구에 특화된) - 박익민 & 정경렬 -

I 고령인구에 특화된 웨어러블 및 ICT 기술

1. 서론

2. 헬스케어 웨어러블 기기의 개발 및 적용 현황

□ 2017년 제50회 CES에서 소개된 고령자 대응 주요 웨어러블

- 수면 무호흡증 관찰 스마트 와치 (Neogia)
- 심장 모니터링 가슴 스트랩 (QardioCore)
- 개인 맞춤형 피트니스 트랙커 (Mio Slice)
- 피트니스반지(Motiv)
- 귀에서 신체정보를 얻는 웨어러블 (Bodytrak)
- 뇌졸중 재활용 장갑 (RAPAEL)
- 스마트 신발 (IOFIT)



1.1 심박수, 활동 등 측정 스마트워치



1.2 심박수, 수면 등 측정 바이오 세즈



1.3 신체활동 정보 수집 피트니스 반지



1.4 신체정보 수집 이어폰

그림 1. 2016-17년 세계가전박람회 출시 고령자 대응 헬스케어 웨어러블[5,6]

- 고령자용 만성병 관리 웨어러블과 2017년형 스마트 와치
 - 당뇨, 천식 등의 고령자의 만성병관리와 수명 연장을 위한 웨어러블 기기- 지속형 혈당 모니터링기 (FreeStyle Libre Flash)
 - 인공 췌장 역할 인슐린 공급기(MiniMed)
 - 혈중산소 농도 측정 (WristOx2) 웨어러블
- 2017년 출시된 고령자를 위한 건강 스마트 와치
 - 통화, 메시지기능, 약먹을 시간 등의 알림기능, 빨간색버튼으로 위치알림기능이 있고 가격이 150유로인 Omate Wherecom S3 스마트와치
 - 고성능 GPS 모듈의 고음 마이크 및 스피커장착 300파운드 가격의 G2i Emergency Watch
 - SIM카드 내장한 와치, 방수 방충격 특성을 가지고 모든 것이 음성으로 작동 되는 노인용 GPS 트래커 등이 출시됨



그림 2. 고령자용 만성병 관리 웨어러블 및 2017년형 스마트 와치[8,9]

3. 고령자를 위한 ICT /웨어러블 기술의 개요

- 고령자 웨어러블 사용의 장점
 - 웨어러블 경보 시스템을 통한 고령자 낙상 등의 보호와 효과적인 건강 모니터링
 - 헬스케어 웨어러블은 스마트 워치, 폰 및 의료로 분류되는데, 이중 스마트 의료는 스마트 와치나 폰보다 더 많은 센서를 내장 할 수 있어 다양한 기능의구현이 가능
 - Heddoko TM 사의 스마트 셔츠 는 실시간으로 생체 데이터를 수집하여 휴대폰 앱에서 재 생성할 수 있고, Ralph Lauren Polo 등도 스마트 셔츠를 개발 중
 - 노인의 삶의 질을 위해 심전도, 체온, 혈압, 혈중 산소 농도 등의 실시간 모니터링 시스템을 개발이 필요
- 노인들의 실내 및 실외에서의 정확한 위치 파악이 중요
 - 실외에서의 위치 파악은 GPS (Global Positioning System), GLONASS(Global Navigation Satellite System), 및 BDS (BeiDou Navigation Satellite System)와 같이 적어도 4 개의 인공 위성으로부터의 신호에 의존하는 위성 기반 시스템으로 가능하고, 현재 대략 수 미터 정도의 정확도를 보임
 - 최근 블루투스, WiFi / WLAN, 무선 주파수 식별 (RFID: radio frequency identification), 초광대역 (UWB:ultra-wideband)과 같은 실내 위치 인식방식이 개발되었지만, 이들의 해상도, 정밀도, 보안성 등은 크게 다름
 - 노인 간호의 경우, 정확한 실내 위치 측정이 실시간으로 가능해야하므로 두 가지 이상의 기술을 병용해서 그 성능을 향상시킬 수 있음

4. 고령자를 위한 웨어러블 및 ICT 기술 대응 정책 방안

- ☐ 미국, 영국, 독일의 정책
- ☐ 한국의 ICT 의료기술의 현황과 과제
- ☐ 고령인구에 특화된 웨어러블과 ICT 기술에 대응 정책방안
 - * 융합연구회의 활성화
 - * 의료규제 완화 협의회 추진
 - * 원격 디지털 헬스케어 글로벌 표준화 추진



[그림 3] 고령자를 위한 ICT/웨어러블 기술의 개요

II 고령화 : 과학에서 해답을 찾다

1. 고령화 인구와 과학기술의 역할

- 1) 고령화에 대응하는 과학기술 동향
- 2) 고령사회의 과제와 과학기술의 역할



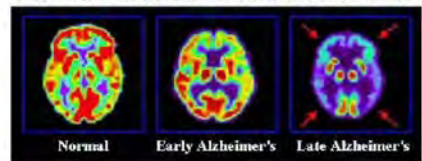
〈표 1-2〉 바람직한 고령화를 위한 과학기술의 역할

건강한 고령화 영역	생활 건강 및 복지 영역 (웰니스)	질한 진단, 예방 및 재활 영역 (메디칼)
항목		
대상	독립적으로 일상생활이 가능한 건강한 고령자	신체적·정신적 기능 저하되었거나 질환이 있는 고령자
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 예방 건강을 위한 생활 습관 유지 • 생활환경 안전 및 편의성 제고 • 여가·오락 및 사회적 소통 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 질환 원인 규명, 조기 진단 및 예방 • 개인 맞춤형 처방 및 치료 • 재활 및 신체 기능 보조 또는 지원
과학기술 인프라의 역할	바이오·의학, 디지털 기술, 등을 바탕으로 개인 건강, 생활환경 및 여가 레저 관련 기기 및 서비스 제공	공학과 의학 연구를 바탕으로 진단 기기, 치료기기, 재활기기 및 연구 의료서비스 제공
연관 과학기술 분야	생명과약·유전자공학, 뇌과학 등), 의학, 간호학, 농학, 기후학, 스포츠과학 등	생물·의학, 전기전자공학, 컴퓨터공학 및 통신 공학 기술 등

2. 건강한 고령화를 위한 과학기술 응용 사례

- 1) 생명과학 분야
- 2) 기계공학 및 재료공학 분야

[그림 1-2] 알츠하이머 병의 존재와 진행에 따른 뇌 스캔 사진



[그림 1-3] 고령자 보행보조기구



출처: 일본 국립장수의료연구센터

[그림 1-4] 노인 요양



출처: 중앙일보

[그림 1-5] University of Hertfordshire 로봇 장갑



출처: The AIC

3) 전기·전자 및 정보통신 공학

[그림 1-8] 인공 고막 '와우'



인공와우장치의 작동원리

[그림 1-9] 당 측정센서 장착된 콘택트 렌즈



출처: <https://blog.naver.com/PostView.nh.n?blogId=internews&logNo=22072740>

[그림 1-7] WALKBOT



출처: <http://walkbot2015.cafe24.com/introduction>

3. 생활 건강 지원 서비스를 위한 제언

□ 생활 건강 제품 및 서비스는 건강증진과 예방활동을 통해 최적의 건강상태와 높은 삶의 질을 추구하는 데 필요한 제품, 시스템 등을 생산·유통해 부가가치를 창출하는 모든 활동을 통해 제공됨

□ 먼저 우리 몸의 건강의 파수꾼은 몸의 방어력이고, 면역력을 비롯한 몸의 방어력은 바람직한 생활 습관을 통해 유지되고 관리된다는 점을 늘 인지해야 함

□ 다음으로 제품 및 서비스의 속성을 제대로 파악하고, 이미 일상화된 디지털 환경에 적합한 서비스 제공 수단이 강구되어야 함

□ 마지막으로 생활 건강 서비스의 초기 시장을 창출하기 위해서는 니치마켓을 목표로 충분히 검증된 임상유효성을 기반으로 교두보를 확보해야 함

□ 향후 소비, 행동패턴, 삶의 질, 사회 문화적 트렌드 등의 분석을 통해 지금까지 예상 하지 못했던 미래 사회의 문제를 해결하고 신시장을 발굴하기 위한 대응 체계를 구축하는 것도 필요함

제2장 의학적 대응방안

-유형준, 김어수 & 백남종-

I 고령화 시대에 필요한 의학

1. 서론
2. 고령화 시대 질환의 특성과 의학적 원칙

□ 의학적 원칙

- '노인은 과거 질환의 축적 속에서 살아간다'라고 하듯이 젊어서 얻은 만성질환과 그 후유증, 합병증에 노년기 특유의 질환이 더해지면서 1인이 몇 가지의 질환을 함께 갖고 있는 질병 다발성 발현
- 질병 발현의 비전형성
- 보상 능력의 감퇴로 질환은 종종 더 일찍 발현하므로 역설적으로 노인층에서 질병을 초기에 치료 가능
- 많은 항상성 기전들이 동시에 망가지므로 보통 치료 가능한 여러 이상 소견들이 있어 각각을 조금만 개선시켜도 전체적으로는 극적 개선 효과를 얻을 수 있음
- 원인이 다발성이어서 진단 시에 '절약 법칙'을 적용해서는 안 됨

- 청장년 환자보다 질병의 합병증 및 후유증에 더 고생하므로 치료 - 예방의 효과가 더 좋을 수 있음
- 의식과 정신 장애가 많음
- 기능 이상으로 증상이 드러나므로 진단, 치료, 평가 등에서 기능을 고려
- 노인의 4중고(重苦)[질병, 가난, 역할 상실, 우울과 소외]로도 알 수 있듯이 노인은 의학적 요인 이외에도 경제적, 사회적, 심리적 이유들로 인해 기능의 손실이 증폭됨

3. 고령화로 부각된 의학적 및 의료체계에 대한 부응

1) 고령화에 따른 노인의학적 부응

□ 새로운 노인병의 출현

[그림 2-1] 개정 Rowe와 Kahn의 성공노화 요소



II 노인 정신건강에 필요한 치료 발전의 현황과 전망

1. 노년기 정신건강에 대한 뇌생물학적 시각과 치료적 접근

- 노년기 정신장애를 보는 관점에 따른 치료적 접근 방법의 차이
 - 뇌노화(brain aging)에 대한 '단일요인 노화 이론' 및 '다중요인 노화 이론'
 - 병적 노화를 바라보는 시각에 따른 치료제 개발 현황
 - '다중요인 이론'과 '단일요인 이론'에 근거한 각 치료 전략의 장단점
- 다중요인 이론에 근거한 노년기 정신장애 치료 전략의 한계점
 - 병태생리를 억제하는 치료 기전이 질환 간에 상충할 수 있음
 - 치료적 기전이 노화 자체로 인해 억제되어 효능이 불충분할 수 있음

2. 노년기 정신건강에 대한 미래의 치료기술 발전 전망

- 노년기 정신장애 치료 전략 개발의 나아가야 할 방향
 - '단일요인 이론'과 '다중요인 이론'을 통합한 치료 방법 개발
 - 복수의 타겟에 부분적 작용(multi-target, partial working)하는 치료 전략 개발
 - 뇌조직의 특이성 및 뇌노화의 특징을 고려한 치료 전략 개발
 - 특정 뇌영역 혹은 뇌회로에만 선택적으로 작용하는 치료 전략 개발

Ⅲ 노인 재활에 필요한 치료의 발전 전망

1. 현황

2. 노인 재활치료의 발전 방향

□ 재활기술의 발전 방향

〈표 2-2〉 재활의료기기 기술 범위

[illegible]

자료: 한국산업기술평가관리원 (2012), 재발의류기기 기술 동향 및 전망

☐ 원격 측정이 가능한 가정용 재활 의료기기

[그림 2-5] 원격재활치료의 개념도



〈표 2-3〉 재활 로봇의 분류

구분	설명	예시
일상생활 보조로봇 (Assistive Robot-for activities of daily living)	환자가 독립적으로 일상생활을 영위하기 위해 보조해주는 로봇	이동 보조로봇 식사 보조로봇
신체기능 대체로봇 (Robotic prosthetics and orthotics)	절단되거나 손상되어 제 기능을 하지 못하는 신체에 대신하는 로봇	로봇 의수·의지 보행보조로봇
재활치료로봇 (Therapeutic exercise robot)	뇌졸중 등으로 저하된 신체의 기능을 향상시키기 위한 재활치료를 수행하는 로봇	상·하지 재활로봇
사회심리 재활로봇 (Socially assistive robot)	인간과 로봇 사이의 사회적인 교감을 통해 삶의 질을 향상시키는 데 도움을 주는 로봇	감성로봇

출처: 지식경제부 고시 제2010-71호(2010.4.1.). 지식경제 기술혁신사업 공통운영요령

☐ 재활 로봇

□ 원격 측정이 가능한 가정용 재활 의료 기기



□ 재활 로봇

〈표 2-3〉 재활 로봇의 분류

구분	설명	예시
일상생활 보조로봇 (Assistive Robot-for activities of daily living)	환자가 독립적으로 일상생활을 영위하기 위해 보조해주는 로봇	아동 보조로봇 식사 보조로봇
신체기능 대체로봇 (Robotic prosthetics and orthotics)	절단되거나 손상되어 제 기능을 하지 못하는 신체를 대신하는 로봇	로봇 의수 · 의지 보행보조로봇
재활치료로봇 (Therapeutic exercise robot)	뇌졸중 등으로 저하된 신체의 기능을 향상시키기 위한 재활치료를 수행하는 로봇	상 · 하지 재활로봇
사회심리 재활로봇 (Socially assistive robot)	민간과 로봇 사이의 사회적인 교감을 통해 삶의 질을 향상시키는 데 도움을 주는 로봇	감성로봇

출처: 지식경제부 고시 제2010-71 호(2010.4.1.), 지식경제 기술혁신사업 공통운영요령

- 소셜 로봇
- 간병-케어 로봇 및 홈 오토메이션
- 휠체어 및 자율운행차량 등 첨단 이동지원기기 기술

제3장 사회적 대응방안 (고령화 맞는 사회 시스템 및 인프라) - 김혜정 & 허진무 -

I 고령화에 대비한 인프라 구축

1. 사람 중심의 고령사회를 위한 건축도시 환경

1) 고령 및 초고령사회에 대비한 선진 복지 정책의 필요성

- 초고령사회를 대비한 고령친화도시 및 지역의 물리적 환경 개선 필요
- 다부처 간의 통합적 정책 필요성
- 선진국형 고령친화도시 만들기 사업의 확대화

2) 노인의 특성과 WHO(World Health Organization) 고령친화 환경 인프라구축 가이드라인

- WHO ICOPE(Integrated Care For Older People) 가이드라인
- WHO의 노인을 위한 기본지원 제안
- 기본 고려 사항 중 노인들의 일반적인 시각적 퇴화 및 청각적 퇴화, 근육의 퇴화 등은 건축과 도시 환경에서의 이에 대한 지원 및 개선이 필수적임
- 낙상 사고에 대한 대비는 개인 주택 차원에서부터 도시 환경까지 고려
- 심리적 지원을 위한 여가활동에 대한 다양한 시설 공급의 인프라로 준비

3. 노인복지정책의 선진화와 고령친화 건축도시 인프라 제안

1) 노인 주거 정책

- ☐ 에이징인플레이스(Aging in Place)와 노인주거복지시설
- ☐ 노인복지 주거 모형의 다양화 정책 제안
- ☐ 노인복지시설에 대한 사회적 인식 변화 필요성

2) 여가활동 및 사회참여, 고령 경제활동을 고려한 활기찬 노년기를 위한 인프라 제안

3) 고령 및 초고령사회에 대비하는 스마트 도시 시스템 구축

4) 농어촌 지역의 인구 초고령화 대책

4. 결론

□ 2025년 초고령사회로의 진입에 대비하여 WHO 고령친화도시 국제 네트워크 회원도시 전국 확대 제안

□ 노인주택 및 일상적인 건강관리, 여가활동, 경제활동 기회 등의 활기찬 노후생활을위한 건축도시 환경 인프라 개선 필요

□ Aging in Place를 위한 고령자 주택개조 지원 확대와 지역특화형 고령친화도시 디자인 가이드라인 개발 필요

□ 다부처간의 통합적인 노인복지 정책 및 통합적이며 유연한 정책 실행 주체 필요

□ 지역주민시설의 세대 간 복합화를 통한 타 세대와의 일상적 교류 및 지역밀착형 노인여가시설 확충

□ 지역별 특화된 고령친화도시 정책수립과 인증제 도입

II 노인여가와 피클볼

1. 서론

□ 노년층의 증가와 여가활동

2. 노인활동 이론

□ 진지한 여가활동 이론

□ 진지한 여가활동 개요

- 활동 이론을 기초로 한 연구에서 나타난 바와 같이 노인들에게 있어서 여가 활동은 윤택한 삶을 영위하는 데 중요한 역할을 하는데, 다양한 여가활동 중 지속적인 참여와 다소 높은 운동량 및 심리적 헌신이 요구되는 진지한 여가활동은 특히 노인들의 생활에 긍정적인 영향을 끼침

□ 진지한 여가활동의 기능

- 진지한 여가활동에 참가하는 사람들은 그들이 추구하는 여가활동에서 많은 의미를 찾는데, 이들에게서 나타나는 일반적인 특징은 오랜 기간 특정한 여가 활동에 참여하면서 그 여가활동을 위한 꾸준히 노력을 바탕으로 그들의 경력이 축적됨

[그림 3-1] 활동 이론과 진지한 여가 이론



3. 진지한 여가의 일환으로서의 노인 체육 대회

□ 미국의 노인 올림픽 경기

□ 한국의 서울시 어르신 생활체육축제

4. 노인여가와 피클볼

□ 노인여가의 새로운 종목, 피클볼

[그림 3-2] 노인 올림픽 참가자들



[그림 3-3] 피클볼 대회



* 첨부한 사진은 필자가 2016년 미국 Florida주 Naples에서 개최된 US Open Pickleball Championship에서 찍은 피클볼 전용 경기장과 피클볼 대회 장면이다.