

# 바이오산업의 새로운 패러다임

2015. 12. 1.  
최윤희

# Key Topics

**I** 바이오경제, 바이오산업, 생태계

**II** 미래 바이오경제와 혁신 트렌드

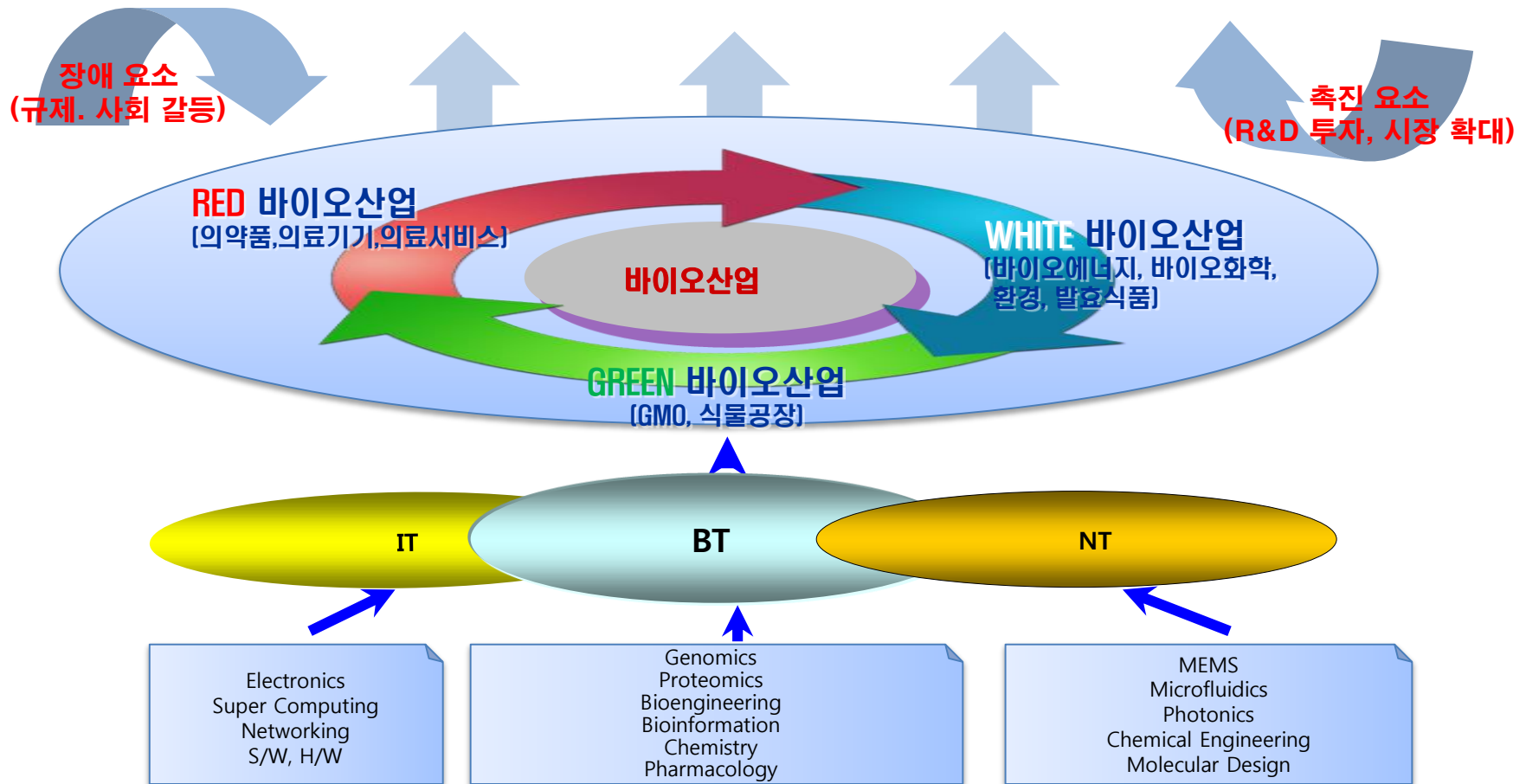
**III** 한국 바이오산업의 당면과제



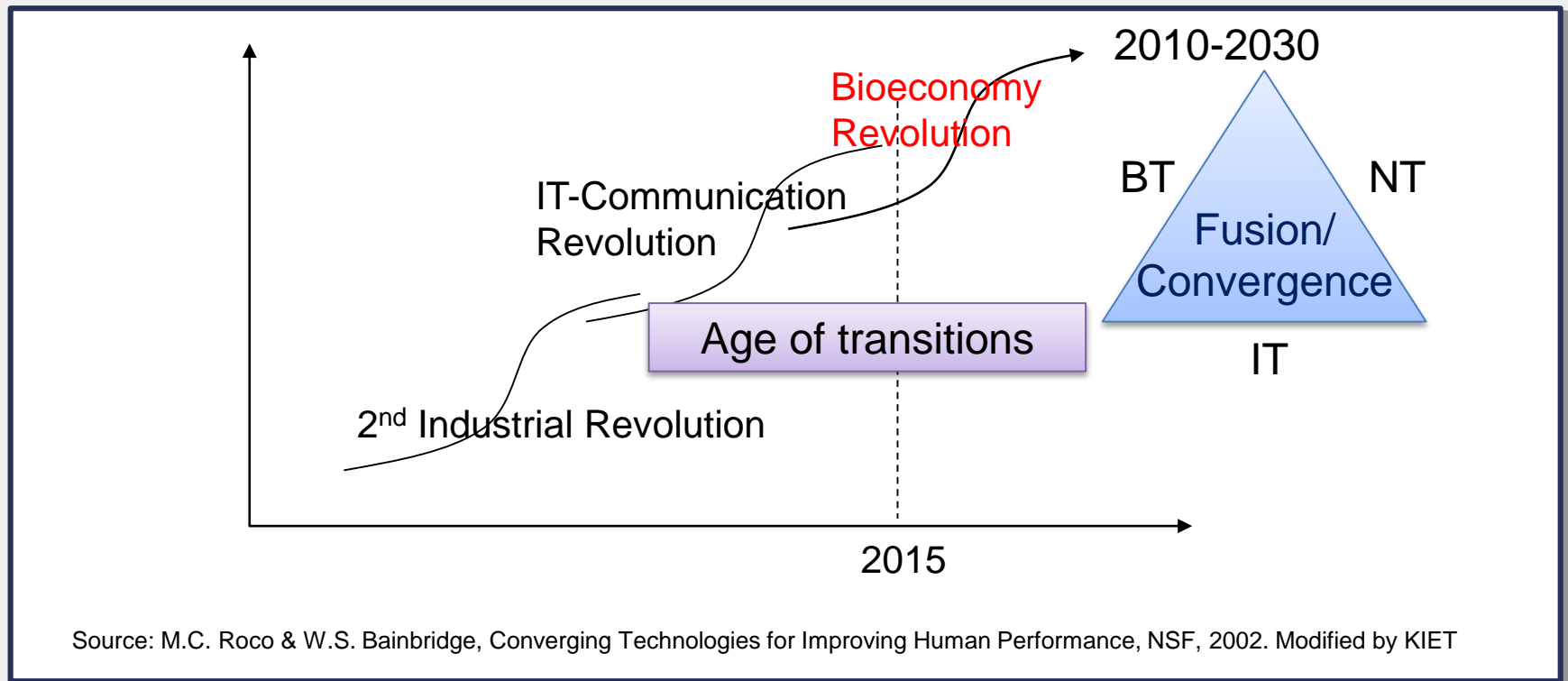
# 바이오경제, 바이오산업, 생태계

## 바이오경제

### 국민(수요자) 편의 및 효용 증대

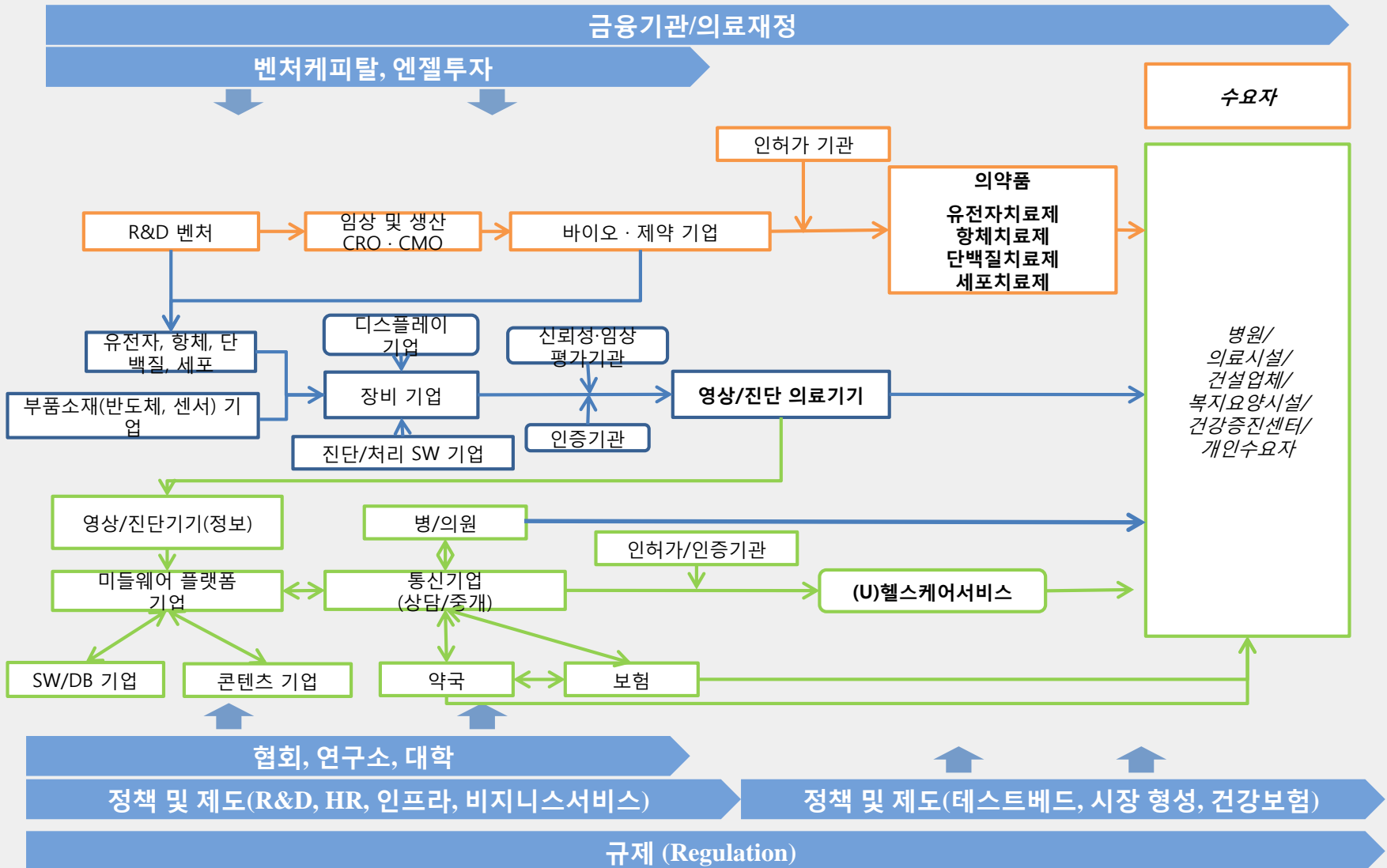


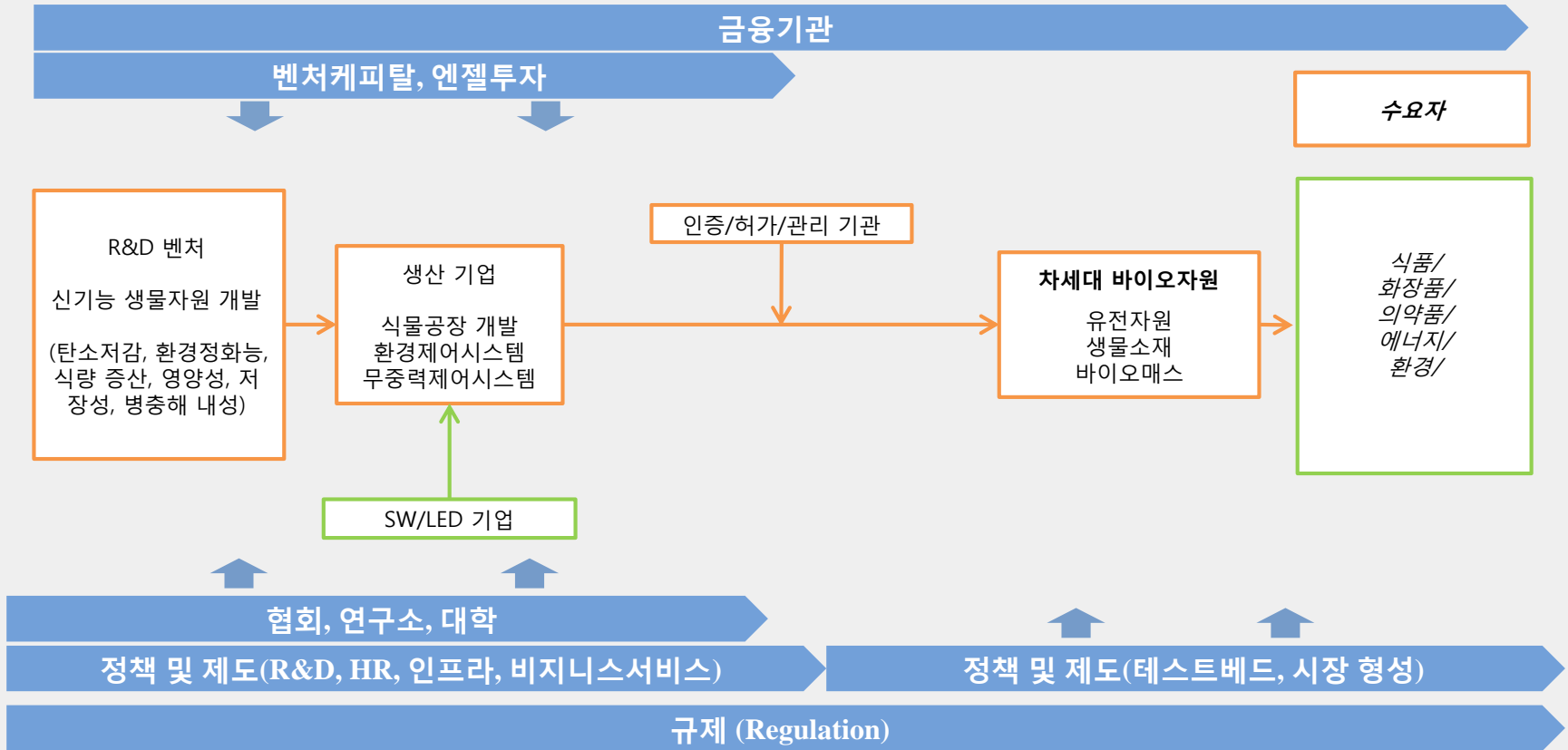
- The application of S&T to living organisms as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services (Biotechnology Single Definition in OECD, 2004)
- The application of biotechnology to primary production, health and industry could result in an emerging Bioeconomy where biotechnology contributes to a significant share of economic output (OECD, 2009)



- 바이오기술 기반으로 생물체 기능 및 정보를 활용하여 제품 및 서비스 등 다양한 고부가가치를 생산하는 산업
- 세계 각국이 신성장동력으로 선정하여 적극적인 지원정책을 추진
- 바이오산업은 보건의료, 농업, 화학·에너지 등 분야가 다양하나, 글로벌 시장에서 Red 바이오산업(보건의료 분야, 이하 바이오헬스산업)가 가장 큰 비중을 차지
  - \* 세계 바이오산업 비중: 의료 67.1%(221조) / 농업 10.5%(35조) / 산업·환경 8.1%(27조) (2013년)

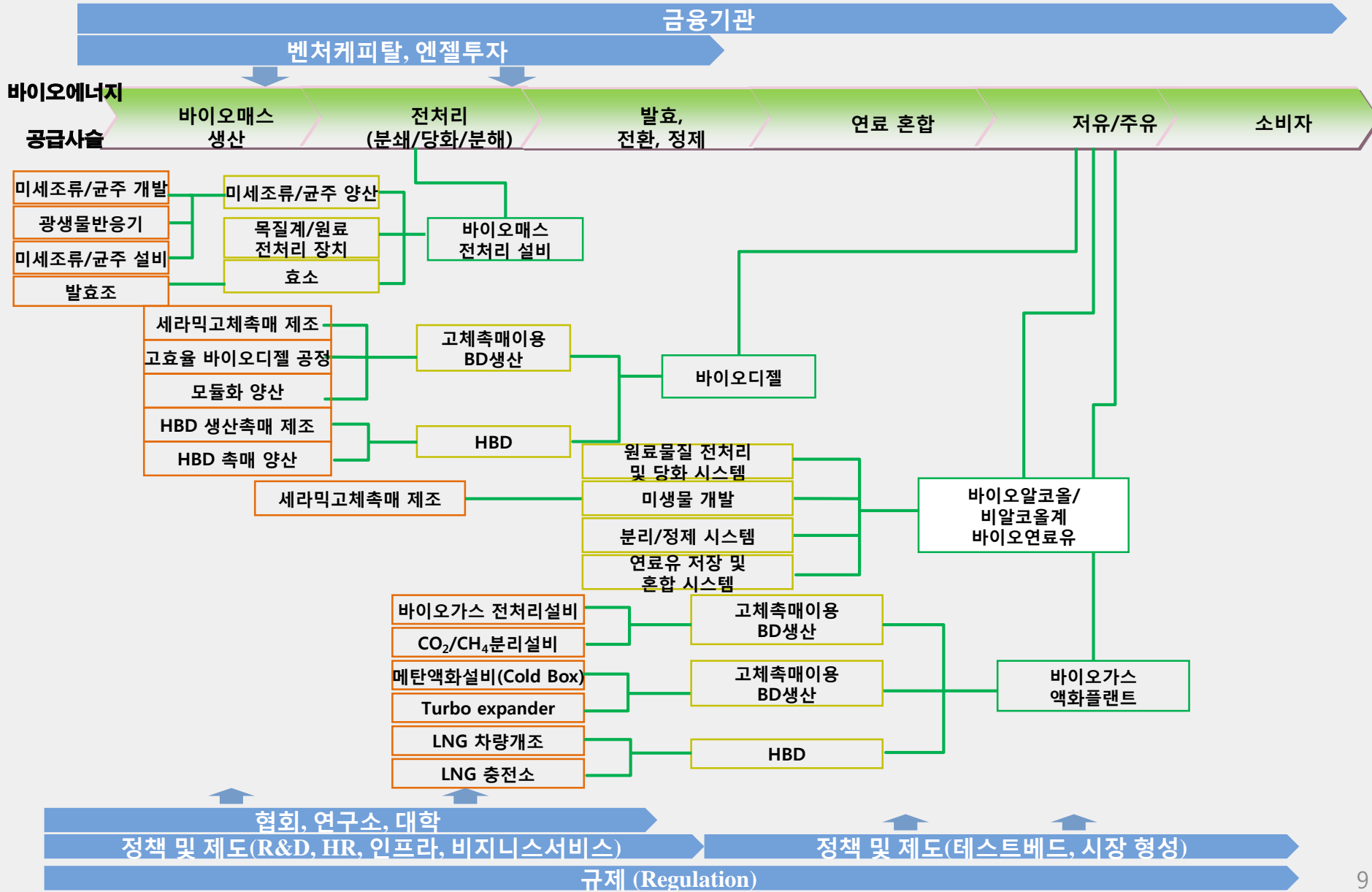
바이오산업	관련 분야	주요 제품 및 정의	
White 바이오산업	환경/ 에너지	바이오플라스틱	석유기반 고분자 중 생분해성 고분자를 포함한 바이오매스 기반 고분자
		바이오연료	바이오알코올과 바이오디젤 등 바이오매스 기반 연료
Red 바이오산업	보건/ 의료	IT헬스케어	바이오정보에 기반한 바이오기술과 IT가 융합된 의료제품 및 서비스
		바이오신약/진단기기	세포치료제, 항체치료제, 유전자치료제 등 바이오기술 기반 신약 및 진단기기
Green 바이오산업	식량/ 자원	유전자변형작물(GMO)	유전자 조작에 의해 기능과 생산성 등 품질이 개량된 작물
		식물공장	빛, 온·습도, 이산화탄소, 배양액 등 환경조건 인공 제어, 조직배양, 세포배양 등 바이오기술 활용하는 농작물 생산시스템



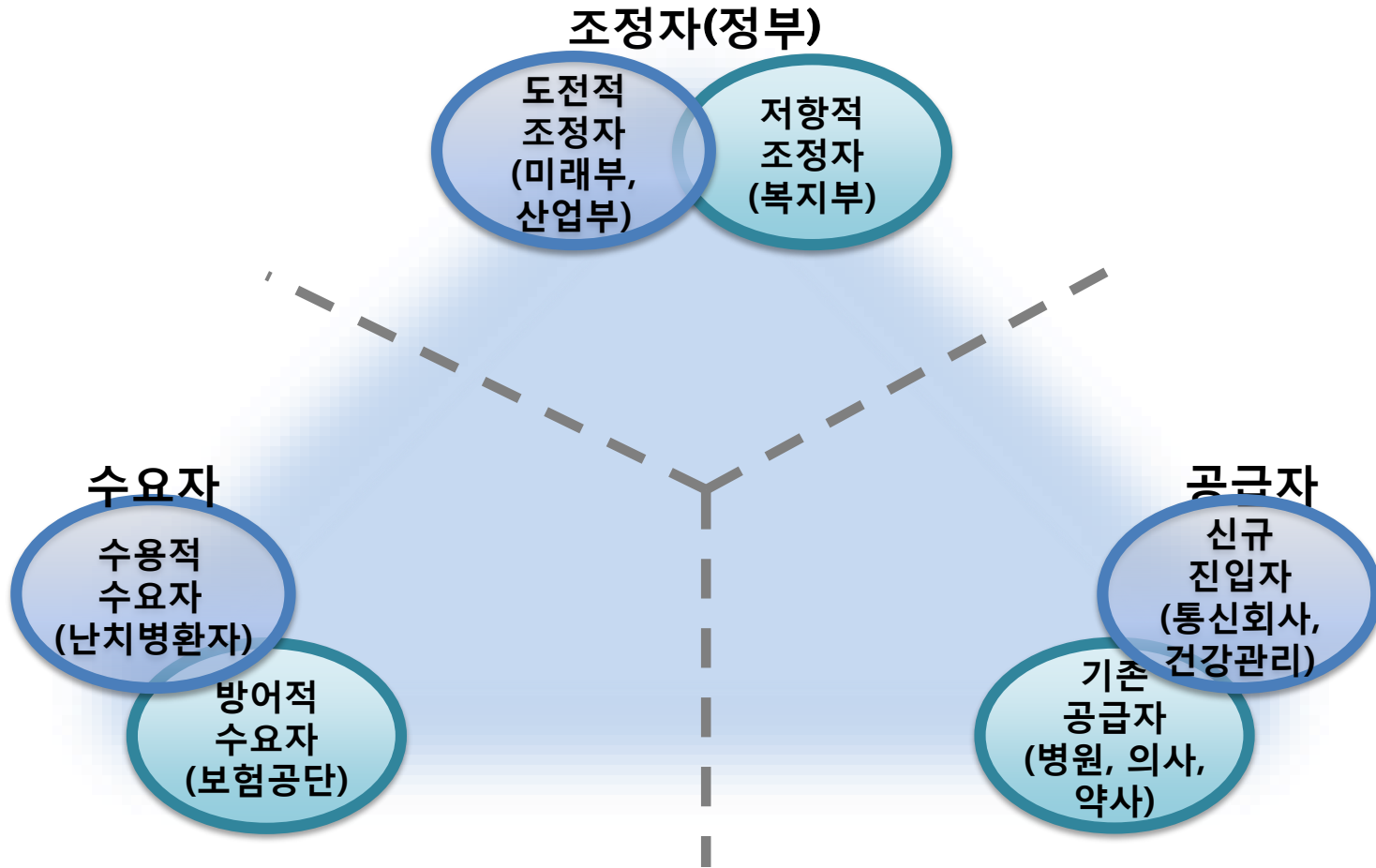




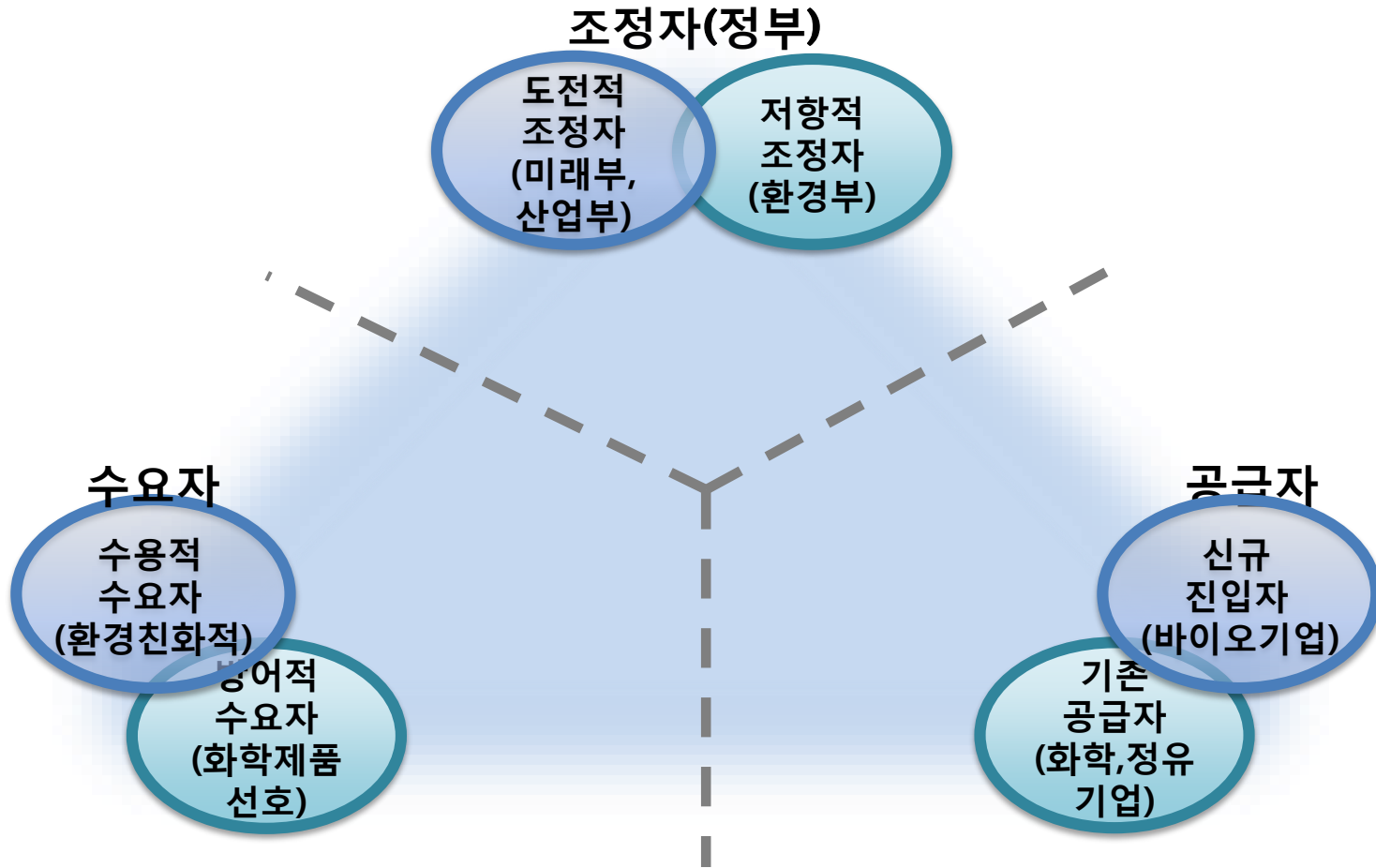
# White바이오산업 생태계



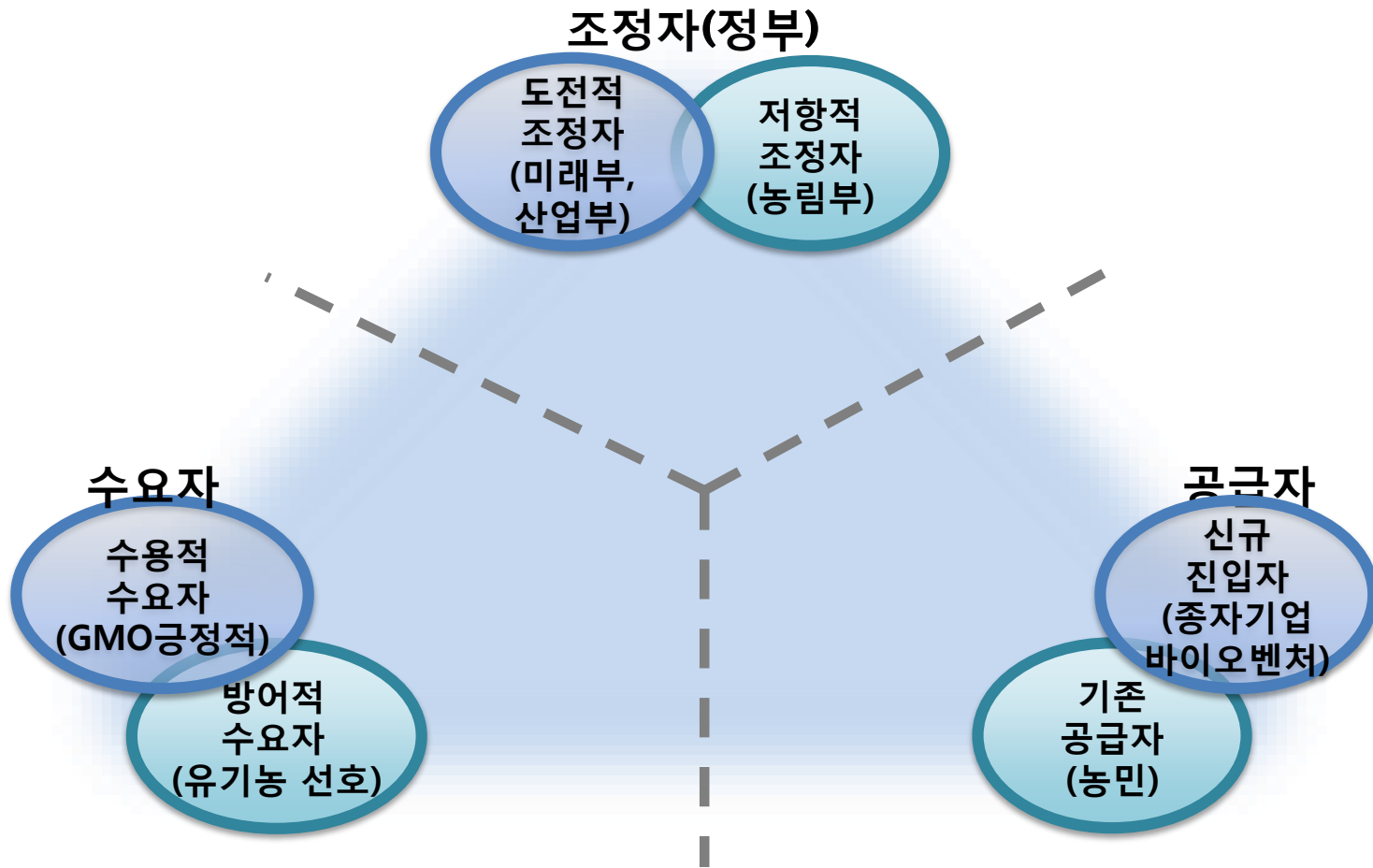
## Red 바이오산업



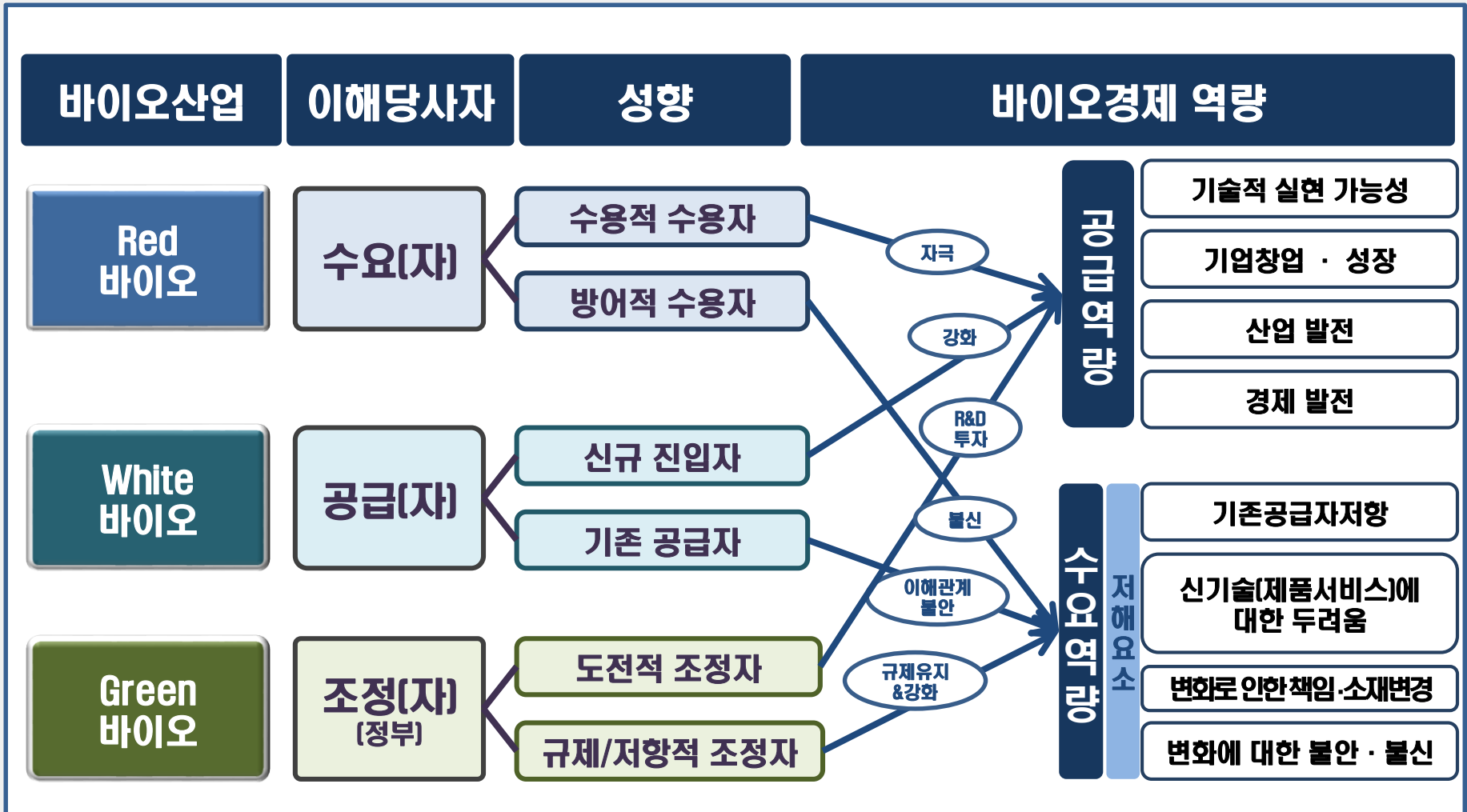
## White바이오산업



## Green바이오산업



## ◆ 생태계 내 이해당사자 성향은 바이오경제 역량을 좌우



# 미래 바이오경제와 혁신 트렌드

## Implications for

### Situation in 2030

### The bioeconomy

### Primary production

### Health

### Industry

#### Population and economics

World population rises to 8.3billion. 97% of growth occurs in developing countries. World GDP doubles its 2005 level, but many still live on USD2 per day. Per capita income in OECD countries remains 3 to 6 times the world average.

More money flows into R&D and investment. Centres of biotech R&D develop in non-OECD countries. Increased income in the developing world changes consumer habits with regard to food, healthcare, travel, etc.

Increased population and demand for meat and fish drive up food prices. Negative impact on poor populations increases the acceptance of biotechnology solutions for yield.

Higher income levels increase demand for healthcare for the world's larger populations.

Population growth poses environmental challenges that create opportunities for industrial biotechnology(IB).

#### Demographics and human resources

The global labour force increases by 25%. Working age and young cohorts decrease in OECD countries. Education levels rise and jobs move from agriculture to manufacturing and services.

Problems funding entitlement programmes. Increases in education levels, particularly the numbers of those with tertiary education, increase HR availability for R&D.

Mechanisation of agriculture in the developing world increases energy demand.

Elderly populations increase demand for healthcare, particularly long-term care. Prevalence of degenerative disorders increases. Biotech solutions may be limited.

As agriculture is increasingly mechanised in the developing world and fuel demand increases, IB is employed for the conversion of agricultural wastes to fuel.

#### Energy and climate change

Rising energy demand is met by fossil fuels and GHG emissions increases. Global temperature increases by 1.0C and sea levels rise.

Increase in R&D for low GHG energy and climate change mitigation.

Crop yields decrease and drought and salinity increase in some regions, driving the development and adoption of plant varieties with higher yield and stress tolerances.

Increased temperatures lead to the spread of some diseases to new geographic regions, but public health measures compete with biotech as a solution.

High energy prices and robust environmental regulation provide incentives for using IB to cut energy use and GHG emissions.

## Implications for

### Situation in 2030

### The bioeconomy

### Primary production

### Health

### Industry

#### Food prices and water

Food prices remain high compared to historic levels as demand for biofuels and meat rise. There are large population increases in areas of water stress and 67% of the world lacks sewerage.

High food prices cancel out some economic gains. R&D investment in agriculture and environmental remediation.

Demand for food and water drive interest in agriculture. Advanced biotech plant varieties are seen as a solution in many regions.

Lack of clean drinking water/sanitation increases some disease.

IB is used to reduce water consumption and remediate polluted water. Feedstock prices and water shortages challenge the viability of biorefineries and biofuels.

#### Healthcare costs

New technology contributes to increased healthcare spending globally.

Cost concerns in health limit potential profitability of health R&D, helping to drive a diversification of biotech R&D into industrial and agricultural applications.

In an attempt to contain healthcare costs, prevention through eating healthy food and drug production in plants are explored for cost savings.

Downward pressures on cost decrease R&D incentives and add to the difficulty of implementing expensive new medical systems.

IB is explored to clean water in a bid to prevent illness.

#### Competing and enabling technologies

IT and nanotech spur the development of biotechnologies while competition with non-biotechnologies intensifies.

Increases in computing power benefit bioinformatics. Competition for R&D funds increases.

Precision farming and water conservation techniques are explored.

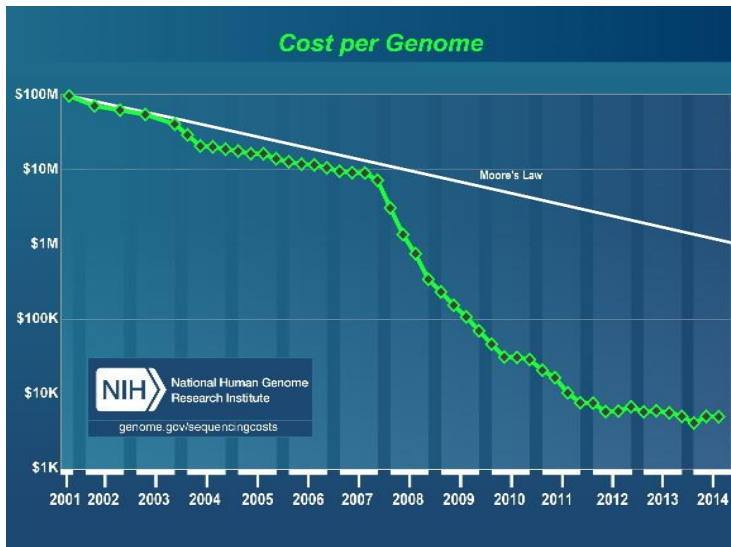
Advances in nanotech may solve some technical problems associated with drug delivery and experimental therapies.

Nanotechnologies spur development of environmental remediation techniques but bioenergy faces competition from other renewables.

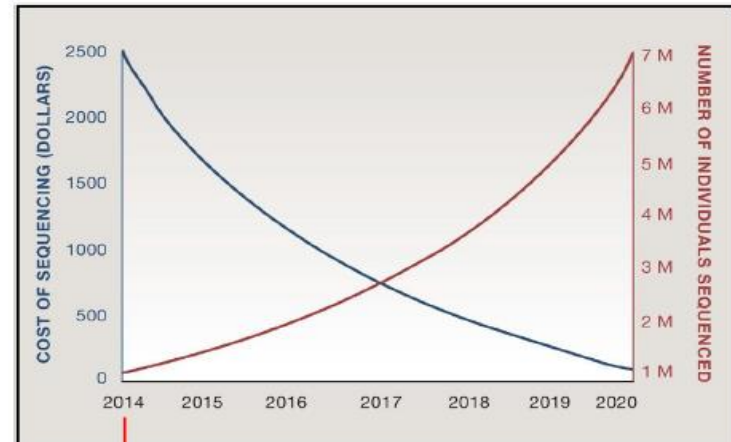


- 차세대 유전체 분석(Next generation whole genome sequencing) 기술, 개인 유전체 분석 가격 하락
  - 1990년대 1인당 소요비용 3조원, 소요기간 15년
  - 2015년 현재 1인당 소요 비용 약 600만원, 소요 기간 수시간 내
  - 2020년 이전에 1인당 100만원 수준까지 가격 하락 전망

## 유전체 분석 기술의 발전과 가격 하락



자료: NIH, Cell 157, March 27 (2014)



Sequencing finished for ~ 100,000 human genome

- 인간 유전체 분석으로 질병 원인이 되는 유전자의 염색체 상 위치와 기능 파악
- 개인 맞춤형 치료제(Personalized Medicine) 개발이 활발하게 전개
  - 개인 또는 환자 유전체 분석을 통해 자신에게 맞는 의약품을 복용하여 불필요한 의약품 사용과 비용을 절감하고 있음.
  - 미국에서는 중단기적으로 암, 당뇨 등 특정 질환군 대상 유전체 분석, 장기적으로 일반인 및 전체 질환군 대상으로 유전체 분석 확대 계획
- 미국 등 선진국은 개인 유전체 정보, 의료·건강 정보 등을 포괄하는 ‘바이오 빅데이터 기반 개방형 혁신체계’ 구축
  - 국립보건원(NIH) ‘1000 유전체 프로젝트(1000 Genomes Project)’, 아마존 웹서비스
  - 아마존은 익명의 개인 1,700명의 유전자 정보를 취합 제공
  - 민간병원 Kaiser Permanente 의료 컨소시엄(Care Connectivity Consortium; CCC), 환자 의료기록을 안전하게 공유

- **바이오경제시대 파괴적 혁신은 디지털 기술(ICT), 나노기술(NT) 융합**
  - 차세대 유전체 분석 기술 핵심은 나노기술 융합
  - 나노기술을 활용한 비침습 센싱기술의 발전은 미래 진단·의료기기 개발을 촉진
  - 바이오빅데이터 및 IoT 활용한 건강·의료 정보의 축적, 실시간 건강관리 서비스
- **의약품, 의료기기, 의료서비스 산업간 융합 추세 확산**
  - 기술 발전과 사회적 니즈로 진단·의료기기 산업 발전이 가속화
  - 헬스케어앱, 건강관리서비스 등 예방·관리 서비스와 제조업 연계성도 크게 강화
- **바이오기술과 IT 융합을 통해 개인 맞춤형의학을 실현, 매년 증가되는 의료재정 절감**
- **통신 네트워킹 기술 등 활용 모바일기기를 통해 융합 확산**
  - 수요자(환자)는 모바일기기로 자신의 건강관리, 진단기록과 자료 열람, 진료예약 가능
    - 2012년 휴대폰 보유자의 1/3이 휴대폰에서 건강정보 활용
    - 2012년 건강관리앱 4,400만건 다운로드, 2016년 건강관리앱 다운로드 14,200 만건 증가 전망
  - 휴대폰 활용 원격 건강관리 및 의료는 미국 등 선진국 뿐 아니라 개발도상국 의료 접근성 개선
    - MobiSante사 휴대용 초음파 진단기

- **Chaotic**

- Customer Confusion
- Misaligned Incentives
- Uncoordinated
- Inefficient – Silos
- Over and Underfunded – Expensive
- Behind in Leveraging Technology

- **Impersonal**

- Focused on Systems, not People

## Complex

- **Increasingly Effective**

- Pregnant with Possibility
- Reduced Infant Mortality

2005

- Medical Modernization Act
- Major Investment in Healthcare (China)
- The First of 78mil. Baby Boomers Turns 65
- WebMD
- ☞ Healthcare Apps
- ☞ Personalized Medicine, Wireless Monitoring & Real-Time Monitoring and Feedback

2013

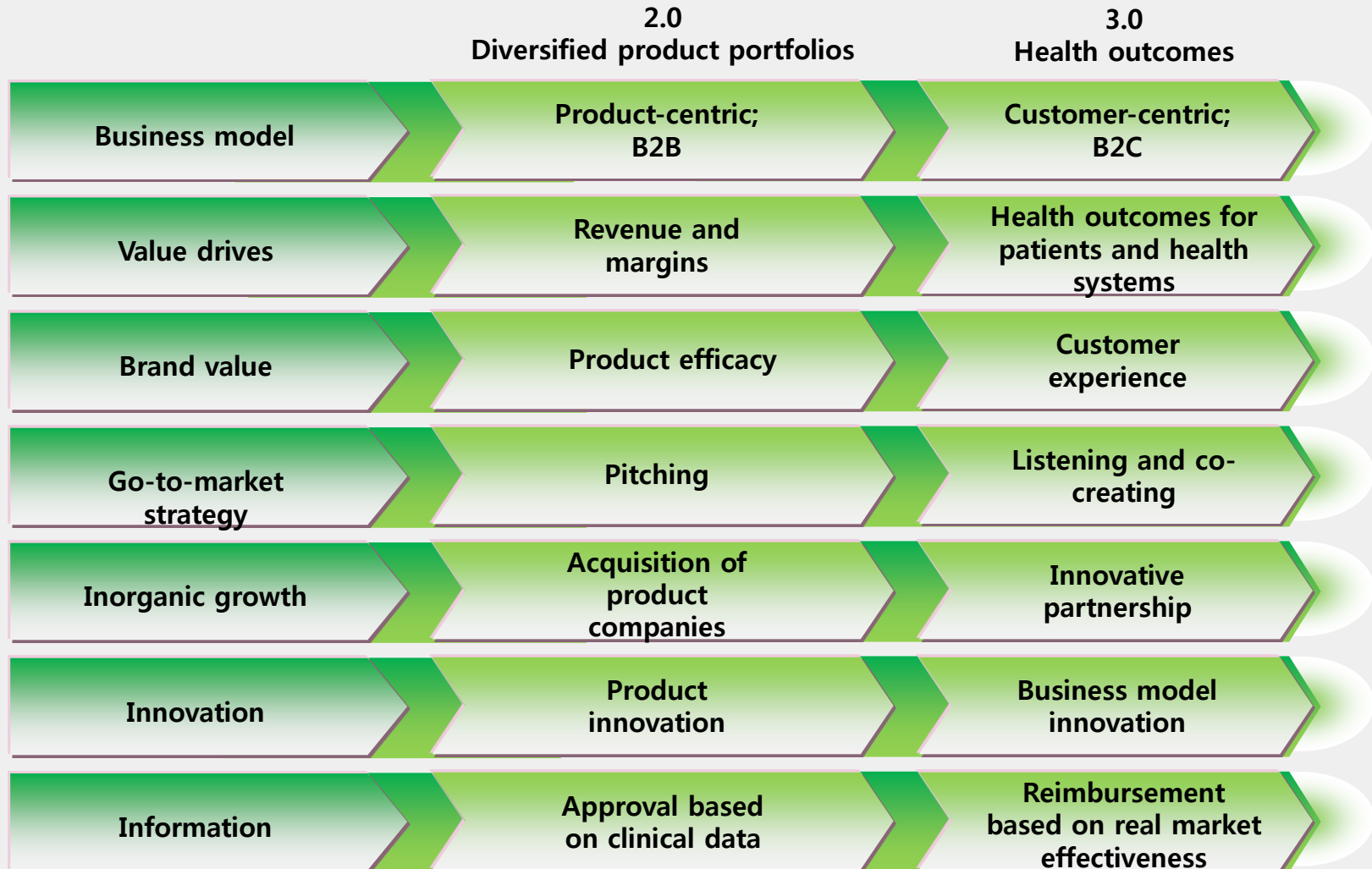
- Personal Health Records
- Making Healthcare Simpler for Patients
- Superconsumer
- Sustainable
- Informed
- Real-Time Feedback

2017

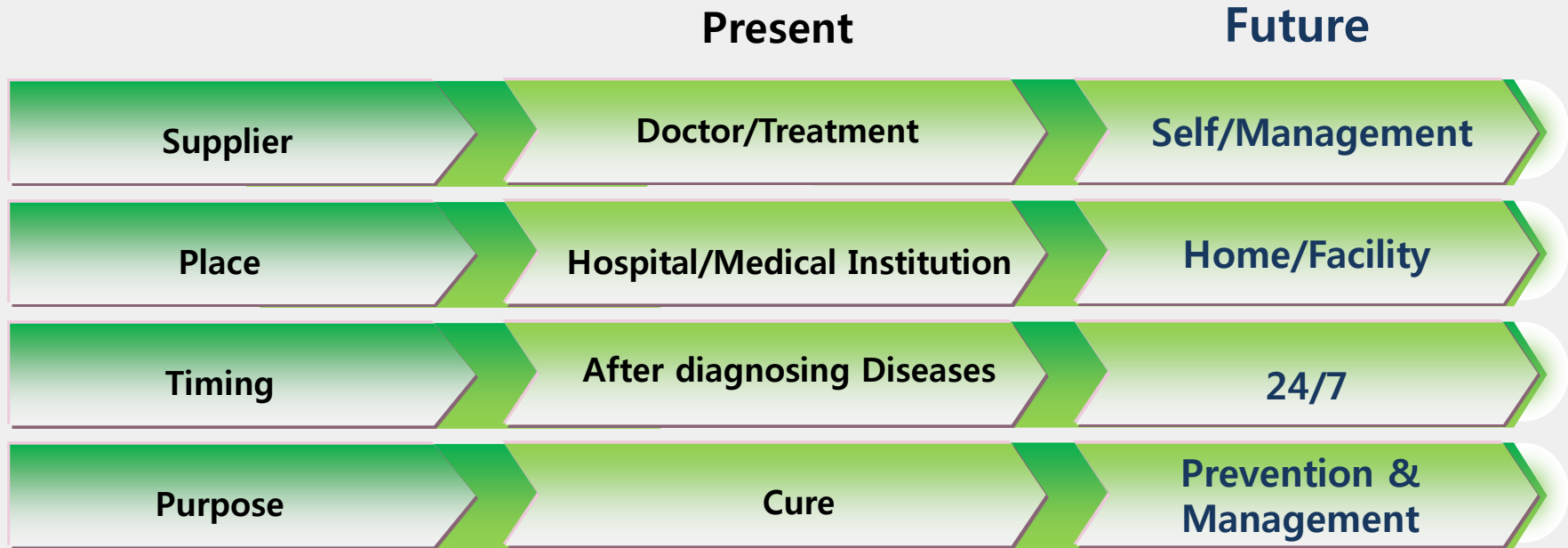
- Whole Genome Sequencing at Birth
- ☞ Networked Genomic Data
- No Outcome = No Income
- Global Online Communities by Disease State
- Clinical Trials as Communities
- Collaborative Medicine Approach for Patients
- Accountable Care Organizations Dominate

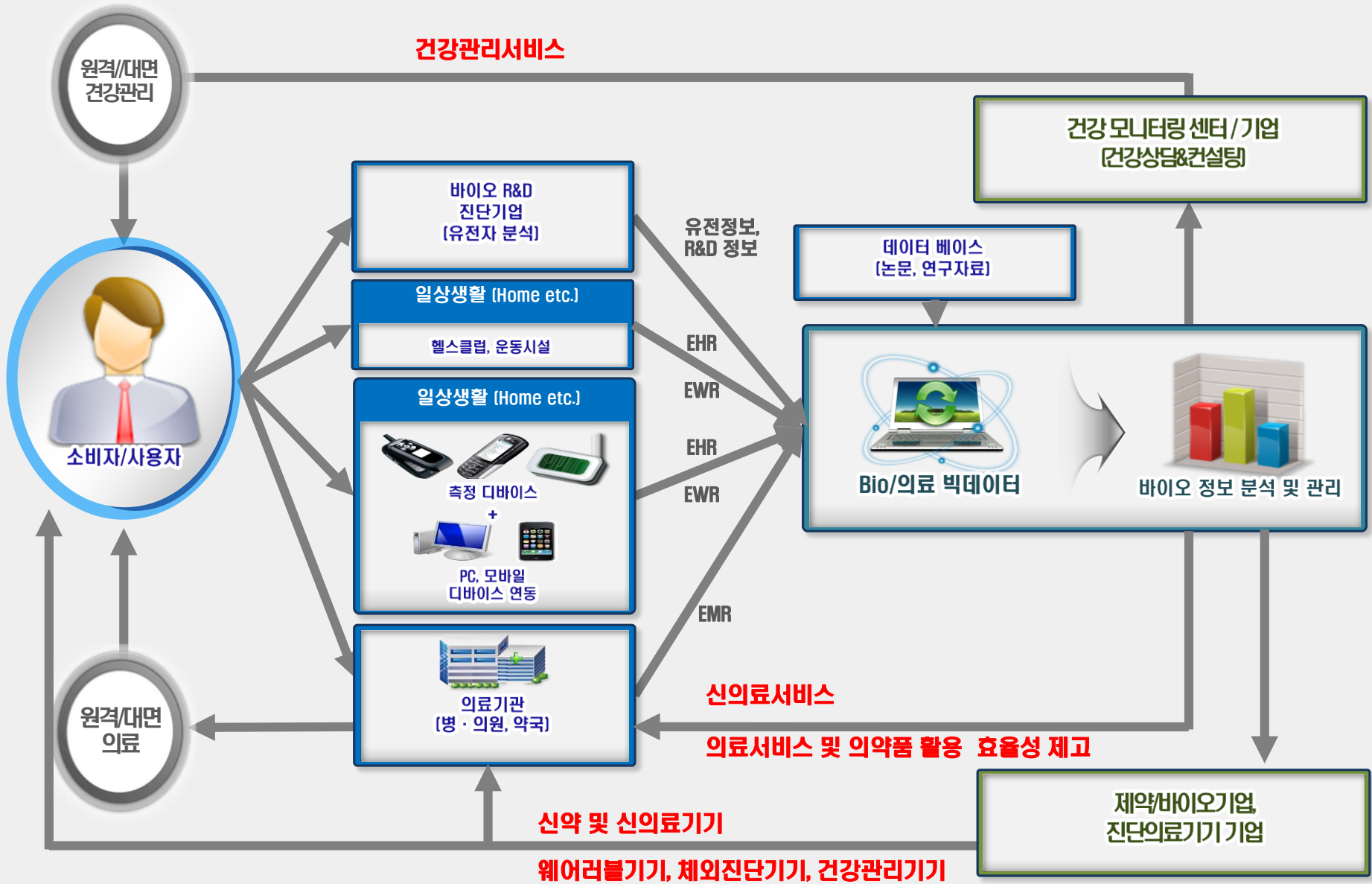
2020

## • Healthcare 3.0: The shift from product/service to health outcomes



- Disruptive Innovation in the Supply System





- 세계 각국은 고령화 시대 의료비 및 국가 재정 부담, 환경 및 식량 문제 대응 위해 바이오 분야 연구개발에 적극 투자
  - 바이오기술 발전과 바이오-IT 융합 통해 의료재정 절감 노력
  - 난치성 질병이나 만성질환에 대한 신약 개발, 질병 예방과 관리를 위한 진단 및 치료기기 개발, 효율적인 의료서비스 개발 등에 첨단 바이오기술과 IT 활용
- 연구개발 투자 등 공급 역량 확대 + 다양한 이해당사자 시장 진출 인센티브 제공 및 규제 완화 + 소비자 이해도 제고 등 **‘수요 역량 강화 정책’ 동반 추진**



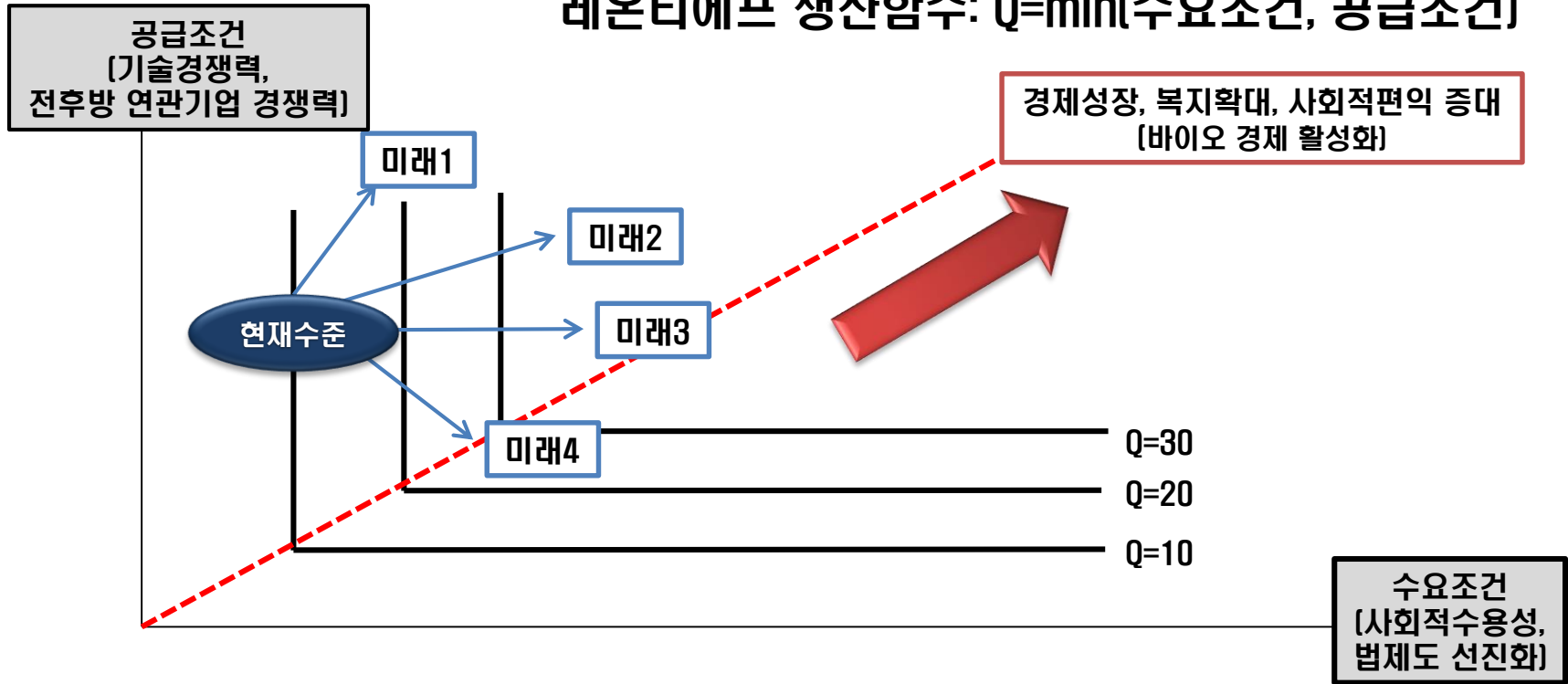
# 한국 바이오산업의 당면과제

- 우리나라 바이오산업은 산업 발전 초기 단계, 수급 규모가 빠르게 성장
  - 바이오산업 생산액은 '02~'12년간 연평균 성장률 14.9%, 수급액은 연평균 성장률 14%
- 바이오산업 절대규모는 매우 작은 편
  - 한국 연간 GDP 약 1,200조원 대비 협의(狹意) 바이오산업은 GDP 0.5% 수준
- 연구개발비/(내수+수출)수요 비중은 2002년부터 2011년간 30% 수준
  - 연구개발비 투자 측면에서 긍정적, 연구개발투자 효율성?
  - 2002년 이후 바이오산업 연평균 수요 증가 14.8% VS. 정부연구개발비 연평균 증가 22.3%
- 선진국 대비 정부·민간 R&D 투자 부족
  - 총 R&D 대비 바이오의료 비중: 미국 22.5%('14), 영국 17.4%('12), 일본 8.4%('13), 한국 7.1%('13)
  - 국내 10대 제약사 R&D 투자 합계(5억달러)는 화이자 1개사(94억달러)의 5.3% 수준
  - 줄기세포 관련 R&D 투자: '08~'13년간 총 3,909억원 투자 ('08) 387억원 → ('13) 1,004억원, ('14계획) 1,110억원
- 임상 R&D 투자 전략 미흡
  - 장기투자 리스크 등으로 임상단계에서 관련 기술을 해외에 판매

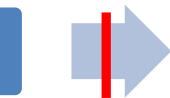
- 정부의 적극적인 육성 의지, 우리나라 바이오기술 수준 크게 향상
  - 제2차 생명공학육성기본계획 1단계에서는 계획 대비 106% 투자 실적 달성
  - 우리나라 기술 수준은 미국 대비 77.3%(69.0~85.8%, 추격그룹)
- 반면, 바이오산업에 대한 사회적 수용성(공급 이해당사자, 소비자) 매우 미흡
  - 공급자/수요자/지불자 지불 방안, 인센티브 배분 방안 미비
- 신규 시장진입자 등 다양한 이해당사자 구조와 갈등→
  - 연구개발 투자 등 공급 확대 정책의 사회경제적 효과 창출을 저해
  - White바이오산업: 바이오디젤 생산 중소기업들과 정유회사와 갈등, 성장 난항  
바이오플라스틱은 석유화학기업들이 미래시장 불확실성으로 인해 연구개발 투자 소극적
  - Red바이오산업: 이해당사자 갈등으로 2010년 제출된 '의료법 개정안' 폐기  
정부 지원 사업인 당뇨폰, 디지털병원 등 국내 시장 진출 실패
  - Green바이오산업: 정부 GMO 연구개발 투자 불구하고 국내 생산 전무  
종자기업 혁신전략이며 정부 지원과제 '식물공장'이 농민 반발로 무산

## 수요조건 확충으로 공급조건과의 균형 성장 추진해야

레온티에프 생산함수:  $Q = \min(\text{수요조건}, \text{공급조건})$

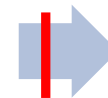


투입



기술 장벽

성과



사회적 수용성 장벽

사회경제적 효과

## 국민(수요자) 편익 및 효용 증대

### 균형적 상호보완적 바이오경제 정책

- 계획 규제(Planned regulation)
- 순차적 인허가(Adaptive licensing)
- 적절한 인센티브 배분  
(Social benefit sharing mechanism)

#### Benefit

- 삶의 질 제고, 복지 확대
- 개인 (국가) 생산성 제고 및 경제성장
- BT-IT 융합 및 R&D 효율성 제고, 공공-민간 비용 절감

#### constraint

- (R&D) 공공 및 민간 투자 비용
- 이해당사자 갈등
- 낮은 사회적 수용성
- 신제품 신서비스로 인한 공공 및 민간 소비 비용 증가

Max

효용 극대화  
(사회적 수용성 확대)

국가부담 억제  
(민간 투자 활성화)

Min



**감사합니다!**