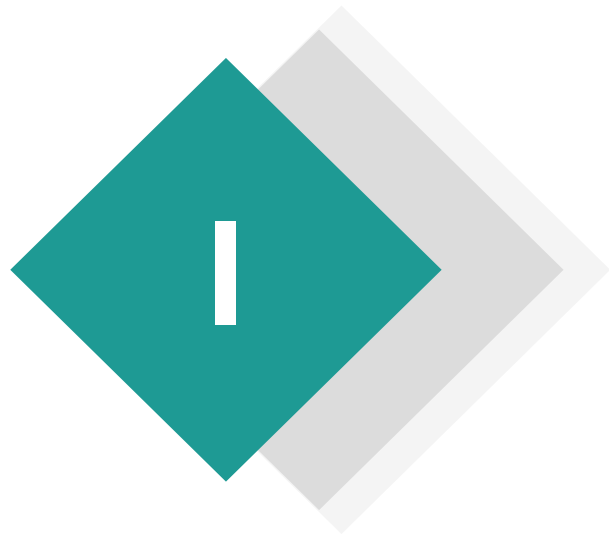


「바이오파운드리 구축 및 활용기술개발 사업」

- 공청회 사전 배포자료 -



- I 사업 개요 및 기획 추진 경과
- II 사업의 필요성
- III 사업 내용
- IV 추진체계 및 소요예산
- V 사업 기대효과



사업 개요 및 기획 추진 경과

사업

바이오파운드리 구축 및 활용 기술개발 사업

사업목적

바이오파운드리 인프라 구축·활용을 통해, 바이오 연구개발 및 사업화 속도를 제고하고 국내 기업 혁신을 견인하여 바이오 경제 시대를 선도

사업목표

바이오파운드리 인프라 구축·활용을 통한 바이오 산업화 가속 실현

- 바이오 연구개발 속도 5배 향상
- 산학연 R&D 지원 20건

내역사업

- ① 바이오파운드리 인프라 구축·운영
- ② 바이오파운드리 핵심기반기술 개발
- ③ 바이오파운드리 활용기술 개발

추진체계

과학기술정보통신부, 산업통상자원부

- 바이오파운드리 사업단이 인프라를 구축·운영하고, 기술개발 과제는 각 부처에서 담당 내내역사업 관리

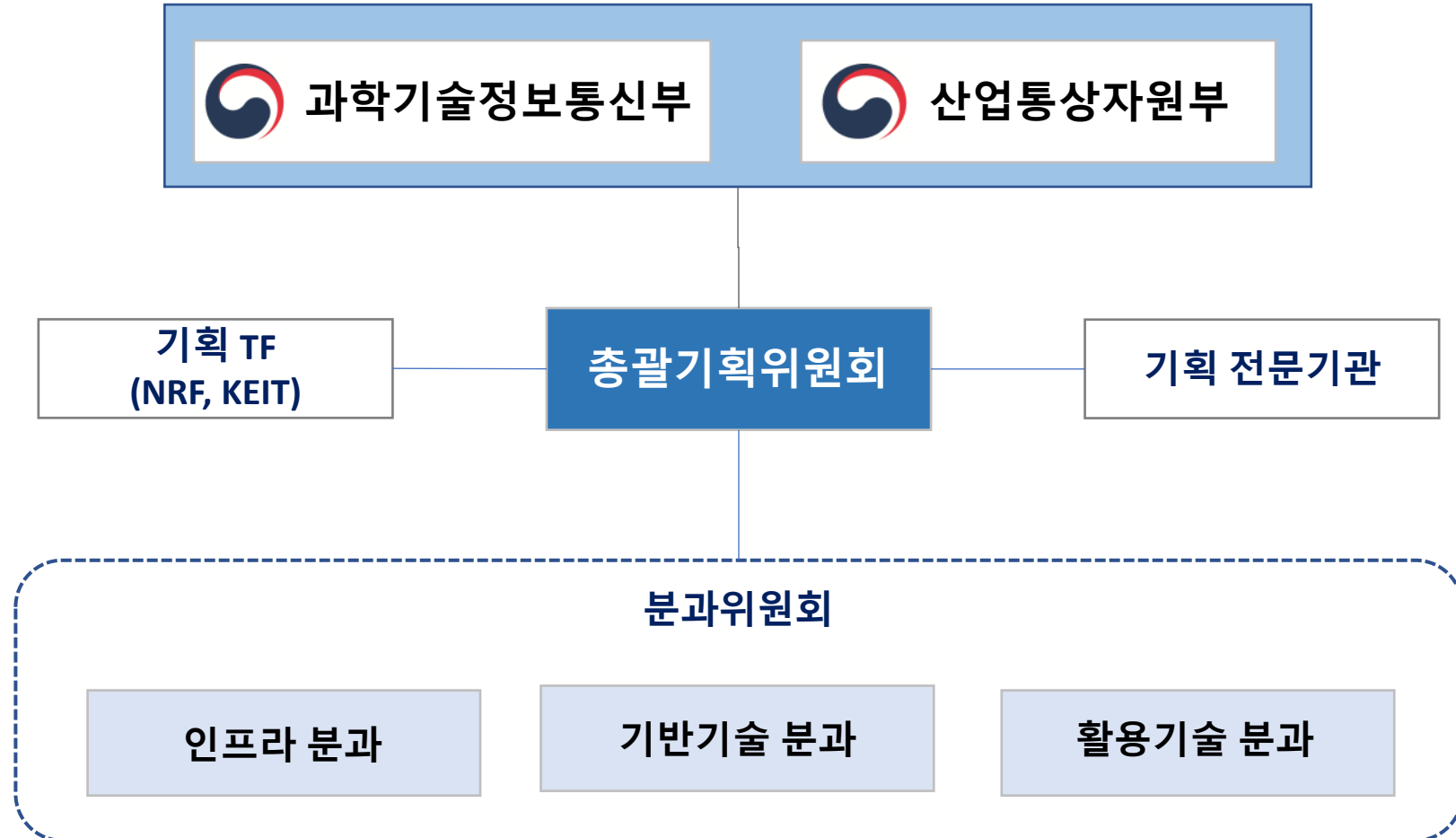
소요예산

총 6,833억원(국고:5,979억원 민자: 854억원)

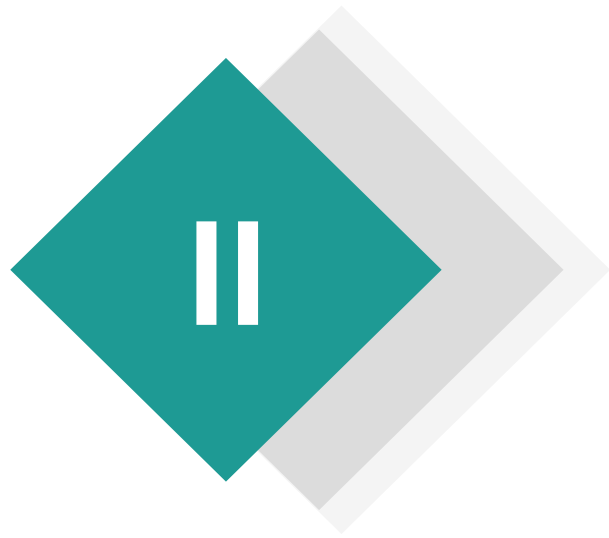
사업기간

2023년~2030년 (총 3단계 8년)

- 분야별 전문가와 이해관계자로 이루어진 '총괄기획위원회' 구성 운영
- 분과위원회에서 세부 추진계획 및 내역 사업별 연구 영역 선정 진행



- **‘바이오파운드리 인프라 구축 타당성조사’ 사전 기획 (‘20.12)**
 - 국내외 환경분석 및 관련 전문가 의견수렴을 통해, 4대 중점과제 14개 실행과제 도출 (‘20.04~’20.12)
- **바이오파운드리 예타 기획 TF 운영 (‘21.05~)**
 - 과학기술정보통신부와 합성생물학 분야 전문가 중심으로 예타 기획 추진방향 협의
- **과학기술정보통신부, 산업통상자원부 부처 협의 (‘21.07)**
 - 다부처 예타 추진 및 역할 분담방안 협의
- **기술수요조사 실시**
 - 바이오파운드리 인식 및 이용 수요 조사 (‘20.09.)
 - 사업 참여 의향 및 기반기술/활용기술수요 파악 (‘21.08.03~’21.08.17)
- **기획위원회 운영 (‘21.07~08)**
 - 총괄기획위원회의 3회 개최
 - 분과별 기획회의 4~5회 개최



사업의 필요성

바이오기술은 인류의 당면문제 해결의
유망분야인 동시에 취약분야

- 바이오 기술 글로벌 경제 파급효과는 향후 10~20년간 약 4조 달러 예측(McKinsey(2020))

△생명현상의 복잡성→ 낮은 재현성, △극도의 다양성→예측 효율 저하, △표준화 어려움
→ 기술개발에 장기간 고비용 소요



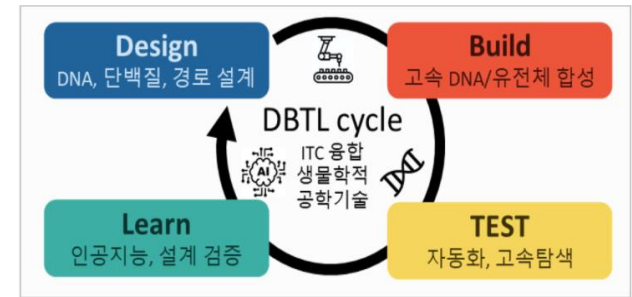
합성생물학, 바이오연구+공학적 방법 도입
→ 기술개발기간 획기적 단축 가능

합성생물학은 인공 부품-모듈 제작 후 성능 테스트·최적화하는 공학적 접근방식의 바이오 기술

“발굴&검증”(Top-down) 위주 연구를
“부품-모듈화” (Bottom-up) 방식으로 전환

바이오파운드리

- 컴퓨터 기반 설계, 자동화, AI 등 ICT 기술 결합
→ DBTL 사이클 자동화, 고속화, 고집적화









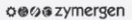
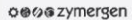






- ❖ 모더나는 바이오파운드리 기업 Gingko와 협력하여
코로나19 mRNA 백신 **최단 기간 개발 성공**
(백신개발기간 8년 → 1년)



(美) 바이오산업 글로벌 패권 유지를 위해
바이오제조 혁신 전략 구체화

- 합성생물학을 미. 중 기술 패권경쟁 주요 분야로 인식, 지원 강화
 - 바이든 정부, 대통령자문위 서신에 일자리 창출, 소득균형, 국가 안보를 위한 역량을 갖춘 이머징 기술로 '합성생물학' 명시, 과학기술정책실장직에 유전공학자 지명
 - 중국 견제 및 첨단기술 육성을 위해 '미국혁신경쟁법' 가결 (21.6.8), 본 법에는 '합성생물학을 10대 핵심기술로 지정

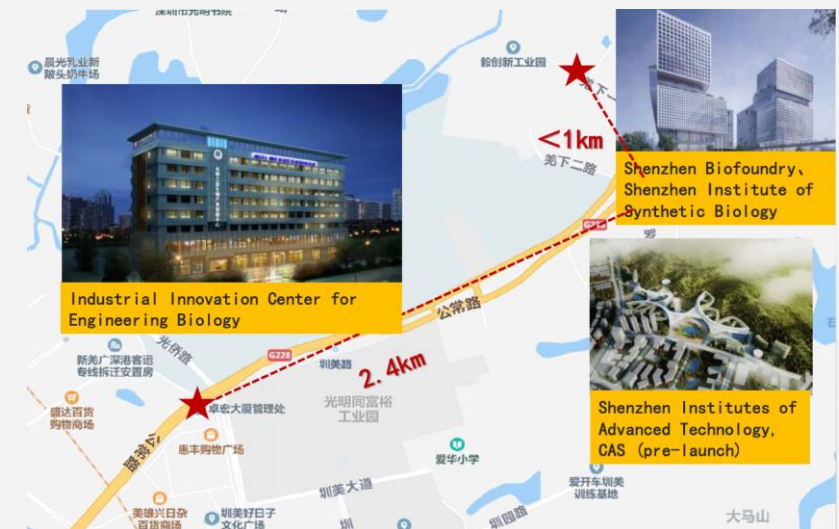
Founders of Prominent Technology Companies Have Invested in the Synthetic Biology Industry

 Jerry Yang YAHOO! AME CLOUD VENTURES	 Max Levchin PayPal H V F	 Yuri Milner @mail.ru DST	 Peter Thiel PayPal transcriptic	 Eric Schmidt Google zymergen	 Bill Gates Microsoft editas
 zymergen	 zymergen	 TWIST	 Emerald THERAPEUTICS	 INNOVATION VENTURES	
 transcriptic	 Bolt Threads		 Bolt Threads		

(中) 후발주자로서 대규모 투자를 통한
단기간 빠른 추격 노력

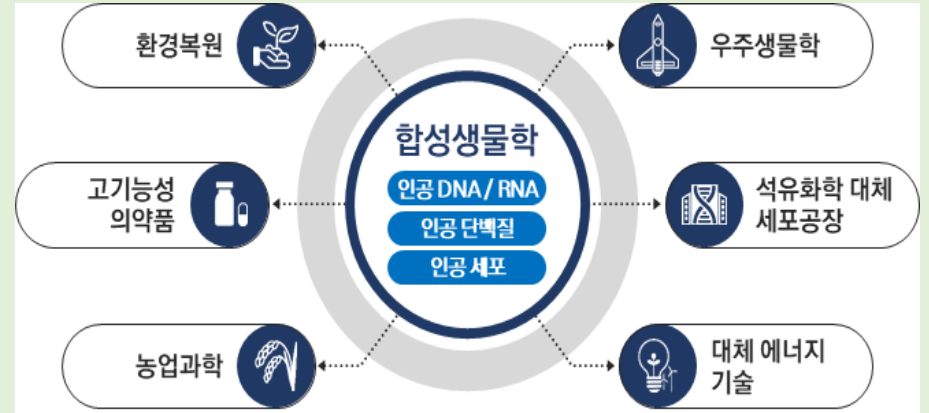
- 'Zero to One' 기초연구사업 강화 방안을 발표('20.3), 원천 혁신 촉진 강화 분야로 합성생물학을 선정, 기초 연구 창조적 성과 부족 문제 해결 노력
- 국가 차원에서 강화해야 할 과학기술 분야 중 하나로 판단

※ 선전에 BioFoundry – Innovation Center (Lab Central) – SynBio Industrial Park로 이어지는 개발계획 진행 중. BioFoundry 7,200억원 투자 진행



합성생물학 파급효과

- 합성생물학/바이오파운드리는 **바이오 관련** **주산업에 활용** 가능한 **게임 체인저**
→ '제2의 모더나'와 같은 성공사례 창출 가능
- 바이오화합물 상용화 시간 2배 가속 목표 (美, Agile Biofoundry)
- 생물학 실험 효율 10배 증가 (Ginkgo Bioworks)



국내 추진 여건

- 우리나라의 합성생물학 발전 잠재력은 충분하나, 인프라 구축 미흡으로 질적 경쟁력 제고에 한계
 - 글로벌 수준의 개별 연구성과 창출, 우수한 미생물 발효역량, 바이오 의약품 대량 생산 역량 보유
 - 국내 합성생물학 기술수준은 최고 기술 보유국 대비 70% 수준,
 - 국내 바이오파운드리는 소규모 시설로 초기단계 (생명연-카이스트, 소규모 바이오파운드리 시험 운영 중)
 - 바이오파운드리에 대한 국내 기업 수요가 높은 반면, 높은 초기 투자 비용으로 민간의 독자적 구축 제한
 - 국내 산학연 연구자의 90%이상이 바이오파운드리 이용 의향 제시
 - 국내 기업 중 CJ가 유일하게 바이오파운드리 시설 구축 중
- * CJ는 해외 바이오파운드리 기업의 성과에 위협을 느끼고 2019년부터 대규모 투자 시작



사업 내용

핵심이슈

바이오기술은 인류의 당면문제 해결에 높은 잠재력을 가진 차세대 유망 분야이나, 기술개발에 오랜 기간과 고비용이 소요되는 취약 분야

- 바이오기술의 글로벌 경제 파급효과는 향후 약 4조 달러로 예측(출처: McKinsey, 2020)
- 그러나, 데이터 해석·예측의 어려움, 복잡한 실험 과정, 낮은 재현성의 고질적 문제 해결 필요



원인분석

생명체의 엄청난 '다양성과 변이'로 인하여 '발견 후 개량(Top-down)' 방식의 연구개발이 수행됨에 따라 표준화된 '부품-모듈화(Bottom-up)' 프로세스 적용이 불가

- 바이오분야는 생체 특유의 복잡성과 다양성을 이해하기 위해 표적별로 특화된 R&D로 발달
- 타 제조업은 부품-모듈화를 통해 생산성 대폭 향상과 급속한 공업화를 달성



근본원인 해결 전략

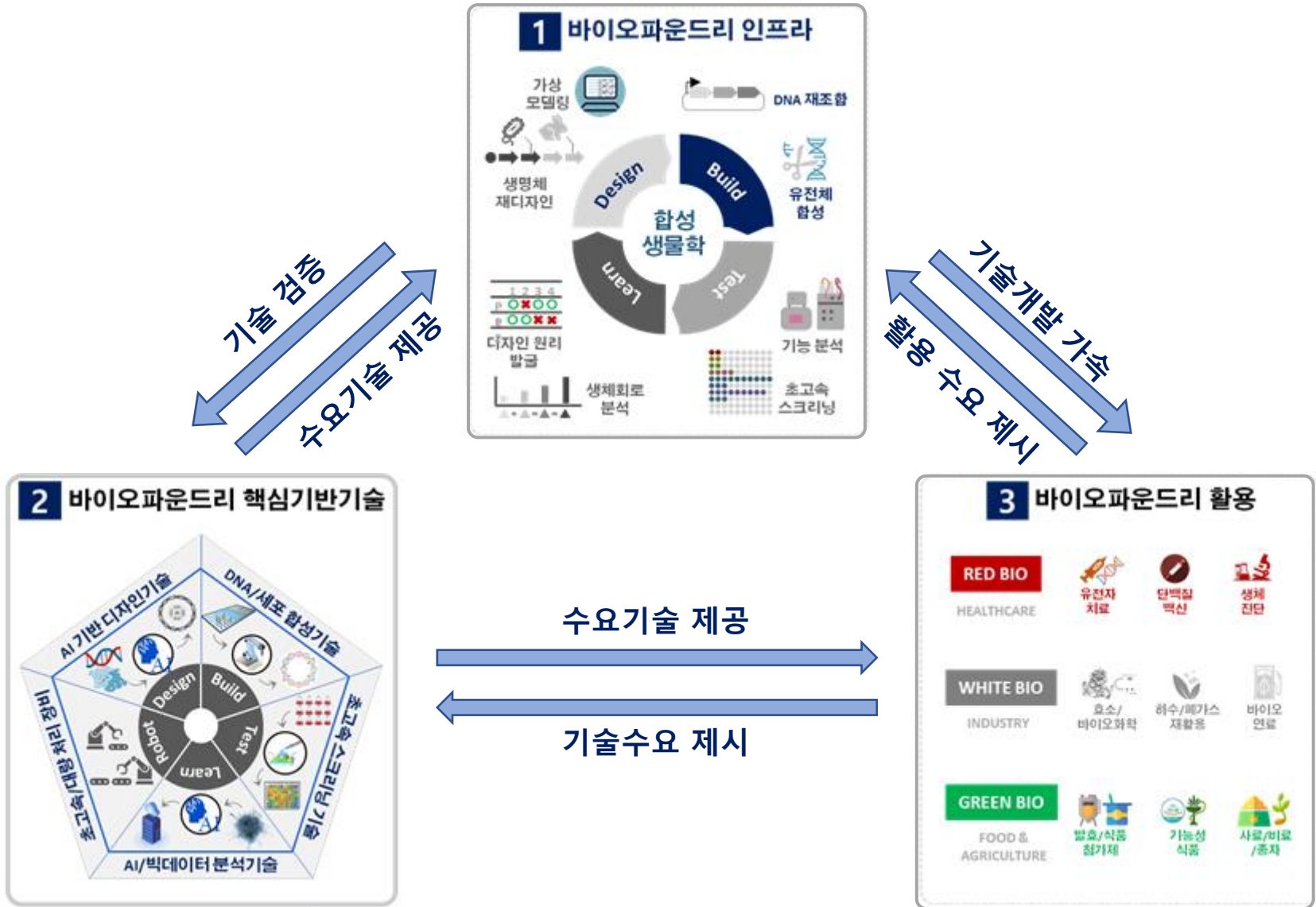
합성생물학* 기반의 바이오파운드리** 핵심 인프라 구축 활용으로 바이오 연구개발 속도와 효율의 획기적 개선 도모

* 합성생물학은 인공 부품-모듈 제작 후 성능 테스트 최적화하는 공학적 접근방식의 바이오 기술

** AI·로봇을 합성생물학에 도입하여 DBTL사이클을 고속화·자동화한 인프라를 의미

비전	<i>Bio-Industry 4.0</i> : BT-IT 융합으로 바이오 혁명시대 진입		
목표	바이오파운드리 인프라 구축 활용을 통한 바이오 산업화 가속 실현 ▪ 바이오 연구개발 속도 5배 향상 ▪ 바이오부품 협력 발굴 7,700건		
내역 사업	① 바이오파운드리 인프라 구축 및 운영 ▪ 바이오파운드리 전용 건물 설립 및 핵심장비 도입·운영 ▪ 통합플랫폼 및 바이오부품 뱅크 구축 ▪ 합성생물학 수용성 제고 연구		
	② 바이오파운드리 핵심기반기술 개발 ▪ 바이오파운드리 DBTL 핵심요소기술 개발 ▪ 바이오파운드리 핵심장비 개발		
	③ 바이오파운드리 활용기술 개발 ▪ 바이오파운드리 인프라 활용 주요 응용분야별 유용 산물의 고속 발굴·개발 및 검증		
추진전략	필수 인프라 우선 도입 후 국산화	K-바이오파운드리 구현을 위한 모듈형 기반기술 개발	산학연 연계 활용 프로젝트로 성공사례 창출 및 확산

내역사업	목적	기술 개발 범위
<p>1</p> <p>바이오파운드리 인프라 구축 및 운영</p>	<p>바이오파운드리 DBTL 인프라 구축·운영 및 서비스 기반 확보</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오파운드리 센터 건립 • DBTL 단계에 따른 핵심장비 도입 및 운영 • 바이오파운드리 통합플랫폼 구축 • 바이오부품 बैं크 구축 • 합성생물학 수용성 제고 연구
<p>2</p> <p>바이오파운드리 핵심기반기술 개발</p>	<p>바이오파운드리 인프라의 효율적 작동·운영을 위한 DBTL 핵심요소기술 및 핵심장비 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오 복잡성 극복 바이오설계(Design) 기술 • 상향식 바이오제작(Build) 기술 • 초병렬 초고속 바이오시험(Test) 기술 • 빅데이터·AI 기반 바이오학습(Learn)기술 • 바이오파운드리 핵심장비 개발
<p>3</p> <p>바이오파운드리 활용기술 개발</p>	<p>바이오파운드리 활용 합성생물학 산업화 촉진 및 가치 창출</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오파운드리 기반 바이오소재 고도화 • 산학연 수요 맞춤형 바이오파운드리 활용 지원



개요

- 합성생물학 기술의 고속 자동화 구현을 위하여, 전용 건물 설립과 핵심 장비, 소프트웨어 및 바이오부품 بانک 구축, 수용성 제고 연구를 포함

개념도



중점과제

1. 바이오파운드리 센터 건립
2. DBTL 단계별 핵심장비 및 운영시스템 구축
3. DBTL 통합플랫폼 구축
4. 바이오부품 은행 구축
5. 사회적 수용성 제고 연구

중점과제	주요 내용
1. 바이오파운드리 센터 건립	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바이오파운드리 인프라 구축과 운영 및 연구개발을 위한 전용 건물 설립
2. DBTL 단계별 핵심장비 도입 및 운영시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수요 기반 DBTL 워크플로 설계 및 핵심 장비 도입 ▪ 스테이션 6기 구축 및 효율 정량화 척도 개발 ▪ 신규 개발을 포함한 워크플로 8종 서비스 (내역2연계) ▪ 응용분야별 특화 장비·시스템 구축: 단계별 제조업, 보건의료, 농업, 환경·에너지, 국방 등 응용분야별 특화 장비 도입 및 운영
3. DBTL 통합플랫폼 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 디지털전환을 위한 클라우드 기반 통합플랫폼 구축 ▪ 통합플랫폼 모듈별 개발 ▪ 빅데이터 수집 및 AI 기반 분석 수행
4. 바이오부품 बैं크 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 생명연구자원 DB와 연계한 바이오부품 대량 발굴 및 운영 ▪ 총 7700 종 바이오부품의 디지털정보 및 실물 확보 ▪ 바이오파운드리 내부 및 단계적 공공 서비스 수행
5. 사회적 수용성 제고 연구	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바이오파운드리 기술/제품/서비스에 대한 산업화 촉진 전략 개발 ▪ 바이오파운드리 산업통계 및 법제도 거버넌스 구축

바이오파운드리 핵심 수행 기능

장쇄 DNA 합성

생체촉매 유도진화

인공미생물 개량 및 제작

발효 최적화

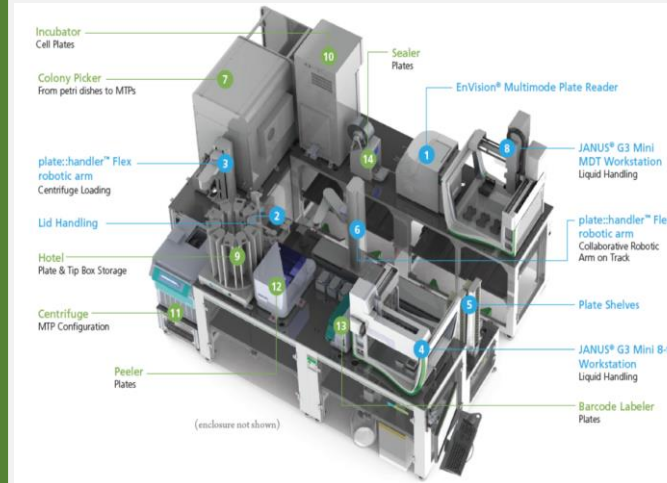
DNA
어셈블리
워크스테이션

미생물
세포배양
워크스테이션

바이오파운드리 자동화 하드웨어



- Liquid handler
- HT NGS preparation system
- Acoustic liquid handler
- Robot arm
- Automated incubator
- Gel electrophoresis system
- Automated PCR
- Capper/Decapper
- Microplate centrifuge

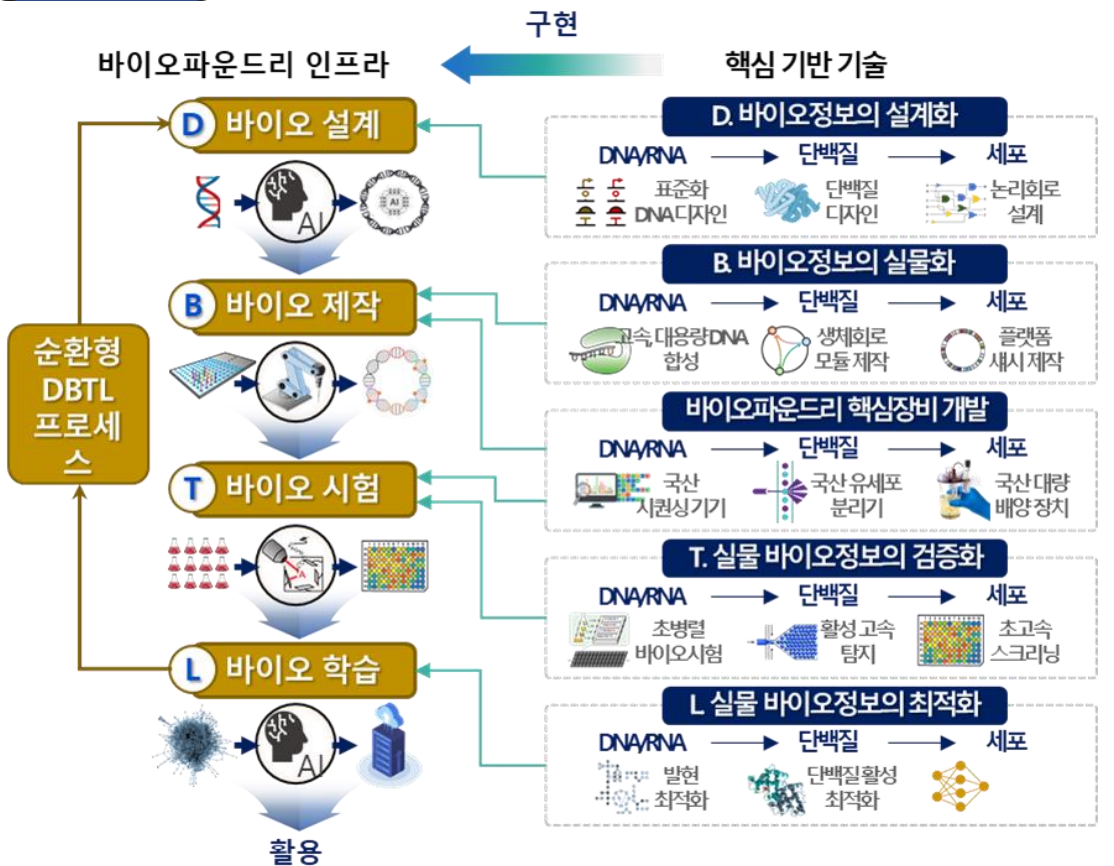


- Plate reader
- Liquid handler
- HT NGS preparation system
- Automated incubator
- Colony picker
- Robot arm
- Automated PCR
- Sealing/Removing
- Microplate centrifuge

개요

- 바이오파운드리 인프라의 효율적 작동·운영을 가능케하는 바이오설계(Design)-바이오제작(Build)-바이오시험(Test)-바이오학습(Learn)의 각 단계를 구성하는 핵심요소기술 및 핵심장비개발

개념도



중점과제

1. 바이오 복잡성 극복 **바이오설계(D)** 기술
2. 상향식 **바이오제작(B)** 기술
3. 초병렬, 초고속 **바이오시험(T)** 기술
4. 빅데이터·AI 기반 **바이오학습(L)** 기술
5. 바이오파운드리 **핵심장비** 개발

DBTL 단계별 총 20개 기반기술과 8개 핵심장비 개발

[중점과제1] 바이오 복잡성 극복 설계(Design) 기술개발

- 빅데이터·AI 기반 고기능 핵산 디자인 기술
- 빅데이터·AI 기반 고기능 단백질/효소 디자인 기술
- BioCAD 기반 유전자 논리회로 설계 기술
- 다차원 바이오 네트워크 모델 디자인 기술
- 표준화 DNA 디자인 소프트웨어 개발

[중점과제2] 상향식 (Bottom-up) 바이오제작 (Build) 기술개발

- 차세대 DNA 합성기술 개발
- 바이오분자 초고속 인공 유도진화 시스템 개발
- 비천연 바이오분자 조립형 합성 플랫폼 기술개발
- 고효율 생체회로의 모듈화 기반 고속제작 기술개발
- 신규 플랫폼 새시 제작 합성생물학 도구 개발
- 최소유전체 새시 고속·연속 제작을 위한 자동화 기술개발
- 인공 미생물군집 제어 및 제작 기술개발

[중점과제3] 초병렬, 초고속 바이오시험 (Test) 기술개발

- 대량신속처리 NGS 기반 균주 특성 분석 자동화 기술
- 바이오모듈의 고효율·초고속 평가를 위한 바이오센서 기반 스크리닝 기술
- 소량 미세유체 기반 효소 활성 실시간·고속 탐지 기술
- 미세유체 기반 초병렬 고속 세포 스크리닝 기술
- 무세포 시스템 제조혁신을 통한 초병렬 바이오시험 기술

[중점과제4] 빅데이터·AI 기반 바이오학습 (Learn) 기술개발

- 빅데이터 및 머신러닝 기반 유전자 발현 예측 및 최적화 방법론 개발
- 빅데이터 및 머신러닝 기반 단백질 활성 예측 및 최적화 방법론 개발
- 다차원 바이오 빅데이터 통합 분석 기술

[중점과제5] 바이오파운드리 핵심장비 개발

DNA

- 플라스미드 전자동 병렬 추출장비 개발
- 차세대 염기서열 분석기 개발
- 중형 자동화 리퀴드 핸들러 개발

단백질

- 초고성능 유세포 분리기 개발
- 차세대 3차원 세포 이미징 장치 개발

세포

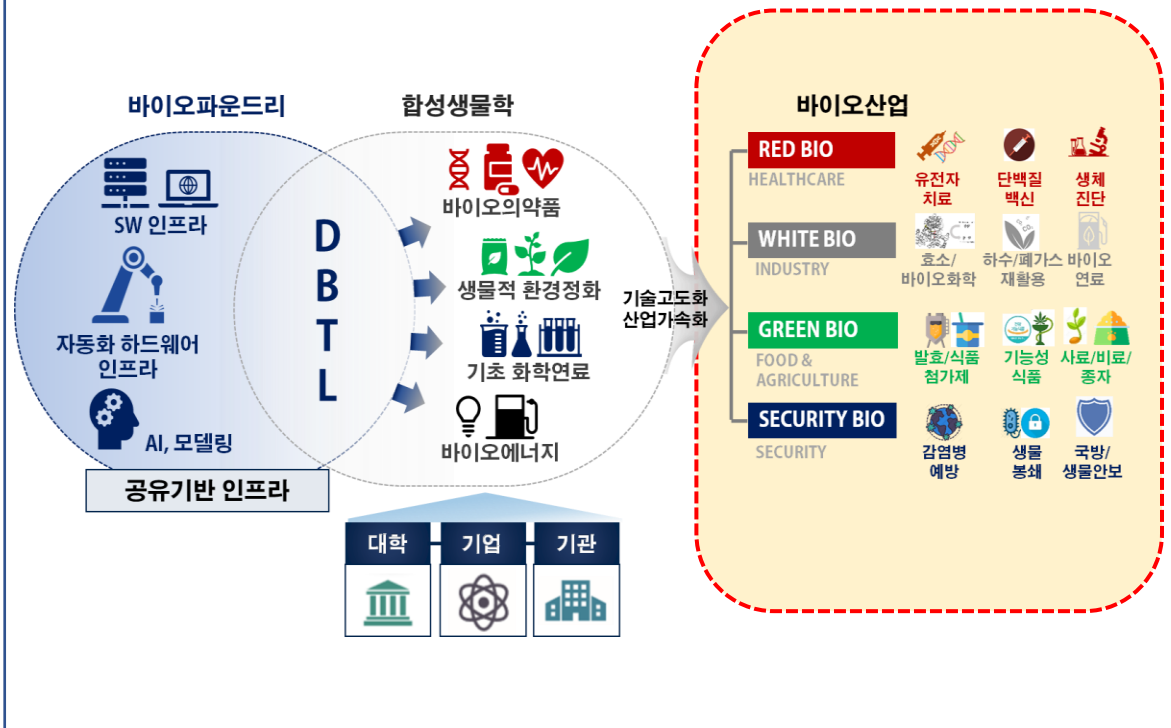
- 초소형 멀티플레이트 세포 배양 장치 개발
- 멀티 병렬형 고성능 벤치탑 배양기 개발
- 초고속 콜로니 Picker 개발

개요

■ 개요

- 바이오파운드리 인프라 및 기반기술을 활용하여 **바이오소재**의 고속 발굴·개발 및 검증을 통한 **산업화 촉진** 및 **가치 창출**
- **Top-down**: 산업적 활용도 및 부가가치 창출효과가 높은 **바이오소재**의 상용화를 위해 **바이오파운드리 활용 목적**에 따라 3대 분야 15개 과제 지원
- **Bottom-up**: 바이오파운드리를 활용하여 **국내 바이오산업 전반의 기술경쟁력 강화**를 목적으로 **산학연 수요자 기반 자유 과제** 지원

개념도



중점과제

바이오파운드리 기반 바이오소재 고도화 (Top-down)

- 산업적 중요성 및 부가가치가 높은 **바이오소재 대상**
- 3대 목적 분야 15개 과제 지원
 - 신규 생합성 경로 구현 (5개)
 - 소재 활성 극대화 (5개)
 - 소재 생산성 고도화 (5개)

산학연 수요 기반의 바이오파운드리 활용 지원 (Bottom-up)

- **Tiad1**: 학연 연구자대상 바이오분야 자유과제 지원
 - * 지원시작 : 1단계 3차년도 (2025년)
 - * 과제규모 : 과제당 연3억/2년 지원
- **Tiad12** 산업계 연구자대상 자유과제 지원
 - * 지원시작 : 2단계 1차년도 (2026년)
 - * 과제규모 : 과제당 8억/4년 지원

중점과제 1

바이오파운드리 기반 바이오소재 고도화

- (목적) 바이오파운드리 연계·협력을 통한 바이오 소재 혁신 성과 창출 및 사업화 가속
- (지원 분야) 신규 생합성 경로 구현, 소재 활성 극대화, 소재 생산성 고도화 3대 목적별로 유망 응용분야 발굴 지원
- (지원 규모) 과제당 연구비 15억원(국비)/ 연구기간 5~6년/ 총 지원과제 수 15개
- (지원 대상) TRL3~7, 산업체 주관 연구과제

1단계

- 바이오파운드리 핵심기반기술 연계 바이오부품개발
- 바이오파운드리 활용 프로토콜개발

2단계

- 바이오파운드리 활용으로 고속 검증 및 최적 단백질/균주 선별

3단계

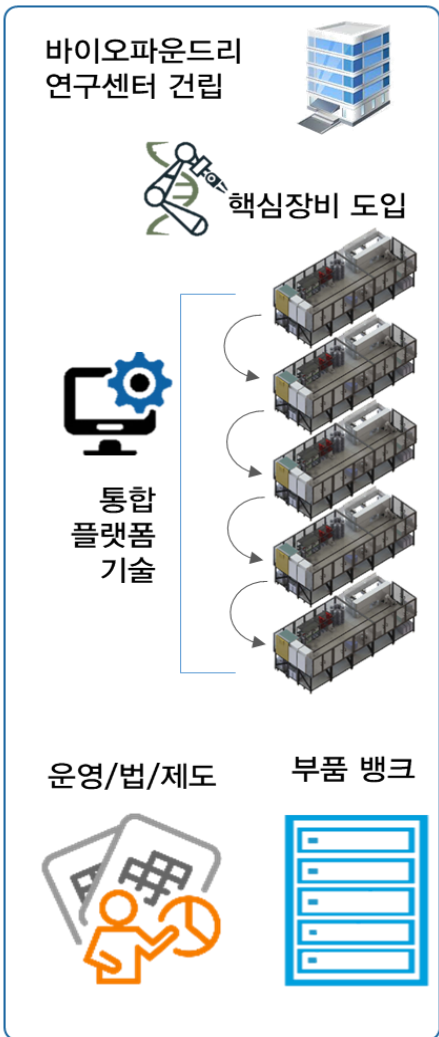
- 바이오파운드리 활용을 통한 공정 최적화 및 스케일업 개발

중점과제 2

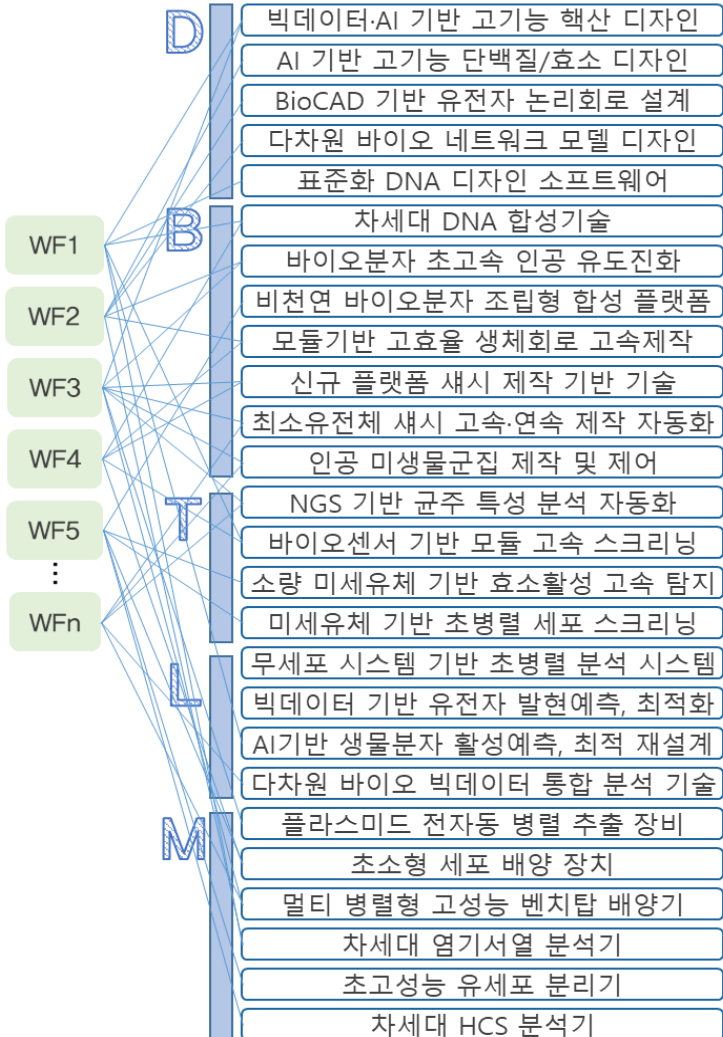
산학연 수요 맞춤형 바이오파운드리 활용 지원

- (목적) 바이오파운드리 활용에 대한 산학연 수요 충족 및 활용 노하우와 합성생물학 기술 확산
- (지원 분야) 글로벌 현안 대응, 안보 이슈 등 시급하게 제기되는 수요를 발굴하여 과제 기획 후, 바이오파운드리 활용성을 고려하여 지원과제 선정
- (지원 방식) 학연 주관의 단기 연구과제와 산업체 주관의 중기 연구과제를 구분하여 투트랙으로 지원
 - 단기: TRL4 이하, 학연 주관, 1~2년간 연간 3억원 지원
 - 중기: TRL5 이상, 산업체 주관, 4년간 연간 8억원 지원
- (과제 선정기준) 타겟 소재의 시장성, 바이오파운드리 활용 효과, 글로벌 경쟁력 확보 가능성

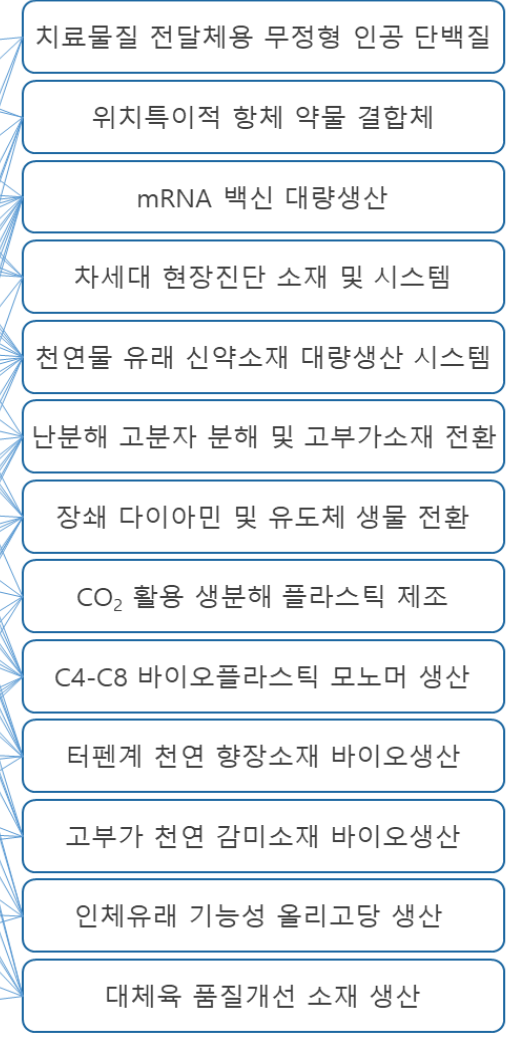
1 바이오파운드리 인프라



2 바이오파운드리 기반기술 개발



3 바이오파운드리 활용

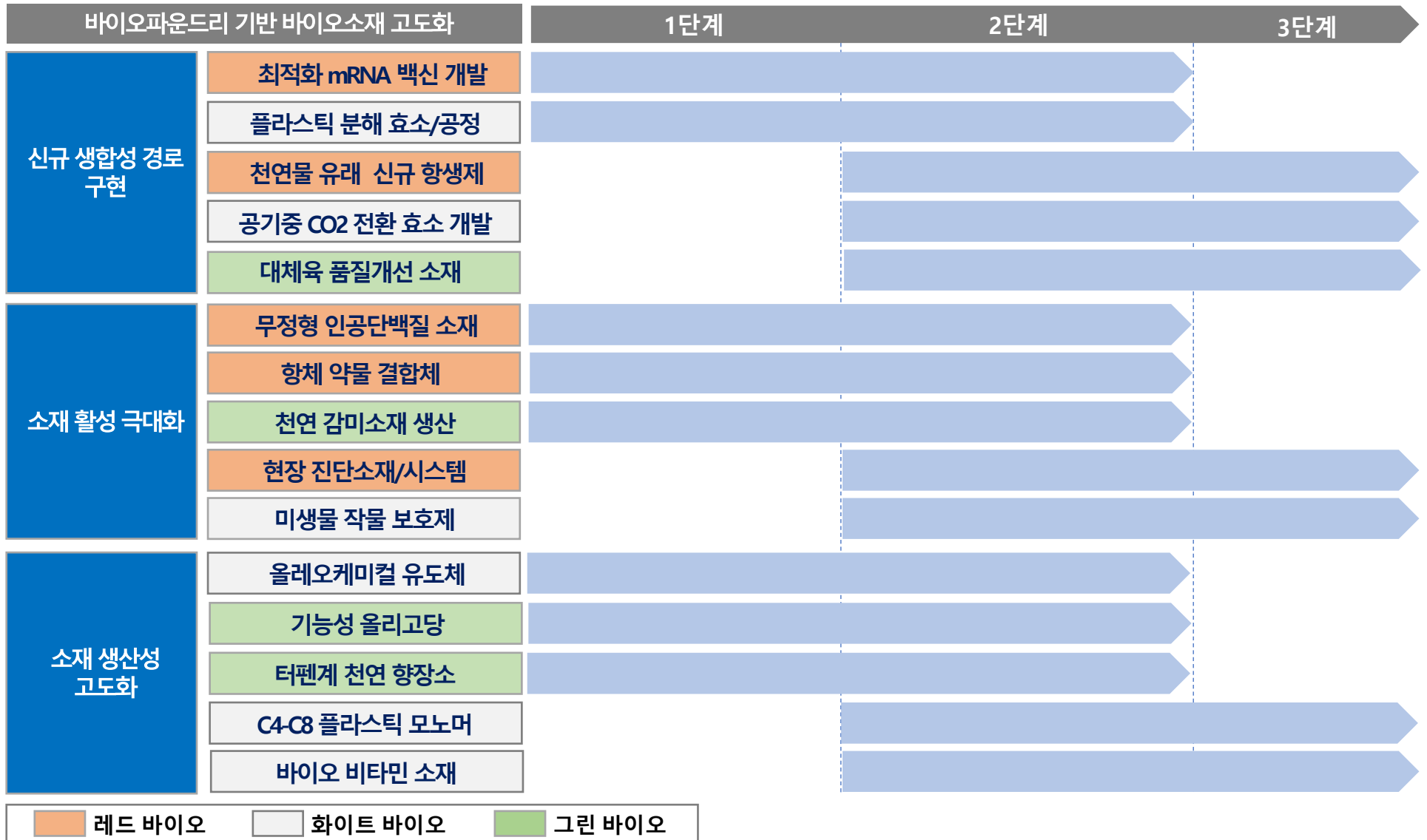


R

W

G

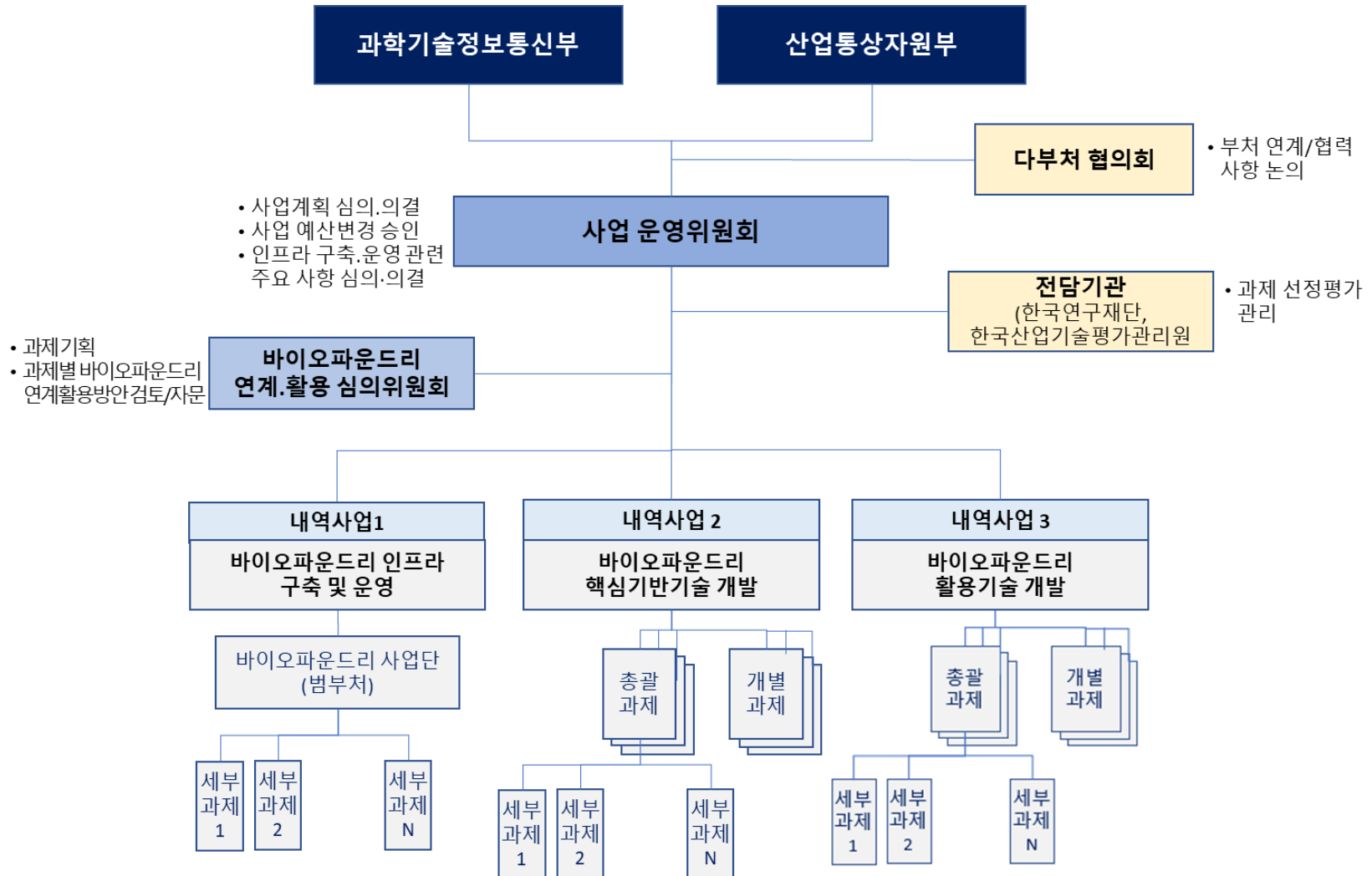
바이오파운드리 기반 바이오소재 고도화 추진 로드맵





추진체계 및 소요예산

인프라구축과 연구개발로 구성된 사업 특성을 반영하기 위해, 사업단과 연구개발 관리주체를 분리한 하이브리드 형태로 사업추진체계 구성



02 사업 소요예산(안)

❖ 총 사업비 **6,791억원** 소요 (국고 5,936억원(87.4%), 민간 854억원(12.6%))

❖ 부처별 사업비: 과기부 3,548억원(59.8%), 산업부 2,388억원 (40.2%)

단위(억원)

내역사업명	중점과제명	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	정부	민간	합계
바이오파운드리 인프라 구축 및 운영	바이오파운드리 센터 건립	20	300	130	-	-	-	-	-	450	-	450
	핵심장비 도입 및 구축	68	131	132	70	133	134	7	7	681	-	681
	통합플랫폼 구축	35	50	36	36	36	36	36	36	300	-	300
	바이오부품 बैं크 구축	22	71	23	15	15	16	11	10	182	-	182
	사회적 수용성 제고 연구	25	25	25	25	25	25	25	25	200	-	200
	소계	169	576	345	146	209	211	79	78	1,813	-	1,813
바이오파운드리 핵심기반기술 개발	바이오설계 기술	24	24	24	46	46	46	22	22	254	-	254
	바이오제작 기술	64	64	64	89	89	89	77	77	613	-	613
	바이오시험 기술	35	35	35	51	51	51	31	31	320	-	320
	바이오학습 기술	22	22	22	22	22	22	22	22	176	-	176
	핵심장비개발	162	162	162	80	80	80	-	-	545	182	726
	소계	307	307	307	288	288	288	152	152	1,908	182	2,089
바이오파운드리 활용기술 개발	바이오소재 고도화	171	171	264	343	343	350	186	186	1,410	604	2,014
	바이오파운드리 활용 지원	-	-	12	59	132	147	147	94	523	69	592
	소계	171	171	276	402	475	497	333	280	1,933	673	2,606
기획평가관리비		28	48	40	35	42	43	25	22	282		282
총계		676	1,103	969	871	1,013	1,039	588	532	5,936	854	6,791



사업 기대효과

바이오 R&D 및 사업화 속도 제고, 기업 혁신 견인 → 바이오 경제 시대 선도
국내외 현안에 대한 과학기술 기반 지속가능한 해결책 제시

정책적 기대 효과

- 첨단 IT 기술 기반 기존 산업의 디지털 전환을 위한 디지털 뉴딜 실현
- 온실가스 감축기반 마련, 저탄소 신소재 개발 위한 그린 뉴딜 실현



과학·기술적 기대 효과

- 합성생물학, 바이오파운드리 핵심기술 선점으로 기술 주권 확보
- 바이오 연구개발 속도와 스케일 혁신
- 합성생물학-타 분야 기술 융·복합 확대 및 기술혁신 가속화



사회·경제적 기대 효과

- 산업의 고부가가치화, 스타트업·신산업 육성을 통한 산업생태계 성장동력 창출, 관련 소재/부품/장비 기술 국산화에 기여
- 포스트코로나 이슈, 탄소중립 등 글로벌 현안에 지속가능한 대안 제시



[비용 효과] 본 사업으로 인한 경제적 편익은 7,404억원
(현재가치 기준), B/C는 1.44로 산정되어 경제성 충분

비용 편익 분석

- 본 사업의 핵심 목표인 '바이오 연구개발 속도 5배 향상'에서 기대되는 경제적 편익 산정
- 기술개발 속도 향상에 따른 기술개발 성공률 향상, 관련 기업의 부가가치액 증대가 기대됨
- 편익 추정식 (아래)

부가가치 증대효과 = (국내 바이오산업 기업의 평균 부가가치액) × (사업수혜 기업수) × (기술개발 성공률 향상 정도) × (R&D 기여율) × (사업 기여율)

편익 회임기간	편익기간	사업기여율	바이오 기업 부가가치액	기술개발 성공률 향상 정도
3년 (에타지침상 개발/응용연구 기준)	9년 (바이오기술 관련 인용특허수명지수)	56.2% (최근3년 바이오 분야 정부R&D 비중 평균)	32.45억원 (바이오기업 평균매출액 112.27억원×화학제품 부가가치율 28.9%)	기준 대비 200% (초기단계 감안, 연구개발속도의 50%)

➔ 본 사업 경제적 편익 = 총 1조 5,295억 / 현재가치 환산한 금액 = 7,404억원

감사합니다.