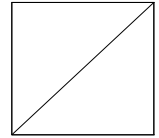


공개



의안번호	제 1 호	심 의 사 항
심 의 연 월 일	2020. 8. 26. (제 12 회)	

## 과학기술 미래전략 2045(안)

국가과학기술자문회의  
심의회의

제 출 자	과학기술정보통신부장관 최기영
제출 연월일	2020. 8. 26.



## 1. 의결주문

- 「대한민국 과학기술 미래전략 2045(안)」을 별지와 같이 의결함

## 2. 제안이유

- 과학기술 미래전략을 통해 2045년 대한민국의 모습을 전망하고 이를 달성하기 위한 과학기술 도전과제 및 정책방향을 수립하고자 함

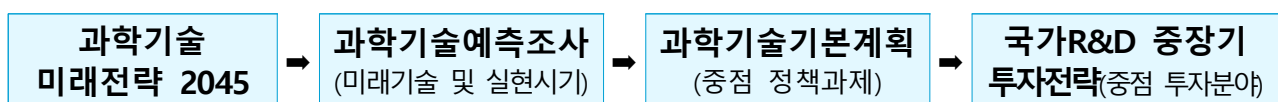
## 3. 주요내용

### 가. 의의

- 그동안 10년 주기로 수립해온 과학기술 미래전략을 계승\*하여, 2045년을 대비하는 과학기술 비전 및 중장기 정책방향 제시

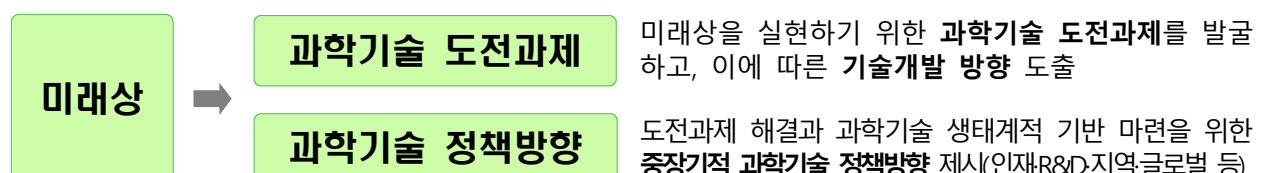
\* 과거 두 차례 장기비전(①2025년을 향한 과학기술발전 장기비전(99), ②과학기술 미래비전 2040(10)) 수립을 통해 급변하는 미래를 선제적으로 예측하고 대응하여 국가발전에 기여

- 과학기술예측조사, 과학기술기본계획, 국가R&D 중장기 투자전략 등 5년 단위로 수립하는 과학기술 중·단기 전략·계획의 장기적 지침



### 나. 수립방향 및 추진체계

- 2045년 우리가 희망하는 대한민국의 모습을 그려보고, 이를 달성하기 위한 구체적인 전략으로 과학기술 도전과제와 정책방향 제안



- 산학연 전문가로 구성된 ‘2045 미래전략위원회’를 발족·운영(‘19.4~)하여, 전략의 방향성 설정 및 보고서 집필, 검토·자문 수행

\* 산학연 리더급 전문가로 이루어진 총괄위원회(20인 / 역할: 자문·수립총괄), 과학기술 분야별 전문가로 이루어진 과학기술·생태계 분과위원회(각 28인, 24인 / 역할: 실무논의·집필)로 구성

#### < 추진경과 >

☞ 사전기획(‘18.9~12) → 미래전략위원회 구성 및 발족(‘19.1~4) → 미래전략 초안 작성(‘19.4~10) → 대국민 설문조사(‘19.7.8~15) → 지역별 토론회(대전·광주·부산) 및 스타트업 간담회(‘19.10) → 기술·정책분야별 전문가 의견수렴(‘19.11~‘20.7, 10여회) → 자문회의 사전간담회(‘20.7.29) 및 관계부처 의견수렴(‘20.7~8)

## 다. 대한민국의 현재와 미래

### ① 현재의 대한민국

- 경제·사회·환경 등 측면의 다양한 위기로인해 직면하고 있으나, 우리나라의 우수한 과학기술 역량·잠재력을 통해 대응해 나갈 필요

#### 대한민국이 직면한 주요 위기로인

**① 성장 잠재력 약화**  
경제성장 둔화 / 신산업 선점 부진

**② 고속성장의 후유증**  
저조한 사회지표 / 사회갈등 심화

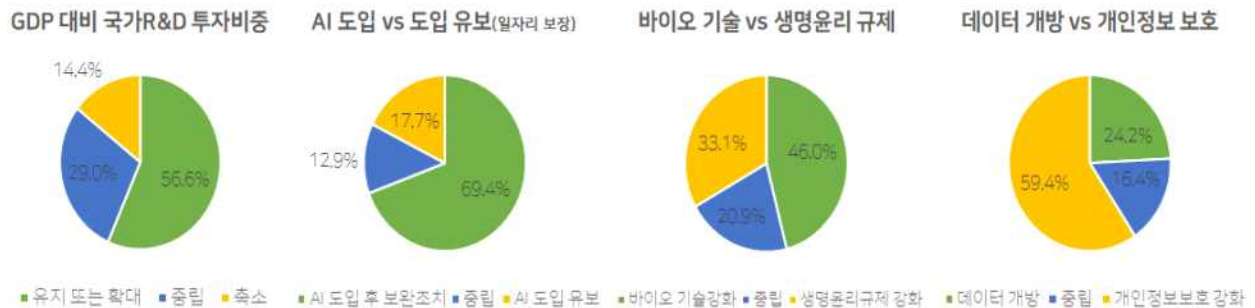
**③ 지속가능성 위기**  
에너지 다소비 산업구조 / 기후변화

### ② 미래에 대한 국민의 인식과 기대: 대국민 설문조사

☞ 일반국민 1,000명을 대상으로 ①2045년 미래 상황 전망, ②우선적으로 해결할 문제, ③상반된 전략에 대한 선호도 등을 조사(조사기간: ‘19.7.8~7.15)

- 최선의 시나리오를 가정해도 환경오염(58), 삶의 만족도(64), 재난재해(58) 등에 있어 현 상황 유지(50)에 가까워\* 미래를 쉽지 않은 상황으로 인식
  - 반면 대응전략에 큰 변화가 없으면, 미래는 현재보다 악화(20~35 기록) 전망
- \* 각 항목에 대해 응답자들이 기입한 점수를 평균치로 계산(대폭악화(0)-소폭악화(25)-유지(50)-소폭개선(75)-대폭개선(100))
- 미래에 우선 해결할 문제로는 ‘환경오염>인구 감소>일자리 감소>경제성장 둔화>삶의 질 저하’ 등의 순으로, 경제·사회·환경적 가치를 균형적 추구

- 지속적인 R&D 투자를 통해 AI·바이오 등 신기술 개발과 함께 규제완화가 중요하며, 데이터 개방 대비 개인정보보호 강화가 필요하다는 다수의견



### ③ 미래사회의 변화트렌드: 메가트렌드 분석

사회(Social)	기술(Technical)	경제(Economic)	환경(Environment)	정치(Political)
인구변화로 인한 인구구조의 다문화화, 고령화	인공지능·바이오 등 신기술의 등장과 산업 패러다임 전환	글로벌 저성장 장기화와 아시아 신흥국의 부상	기후변화·환경오염·감염병 등의 전방위적 위협	국내·외적인 정치적·사회적 갈등 심화

### 라. 2045년 미래상과 과학기술의 비전

- 대한민국의 현재 상황, 미래에 대한 인식과 기대, 미래사회의 변화트렌드 등을 종합하여 우리가 희망하는 미래상과 비전을 제시

미래상	① 안전하고 건강한 사회	② 풍요롭고 편리한 사회
	③ 공정하고 차별 없는 소통신뢰 사회	④ 인류사회에 기여하는 대한민국
비전	국민 삶과 경제성장의 질을 높이고 인류사회에 기여하는 과학기술	

### 마. 미래비전 실현을 위해 해결해야 할 과학기술 도전과제

- 대국민 설문조사 및 해외 미래전략을 주로 참고하고, 기술 분야별 전문가 심층토의를 통해 미래 과학기술에 대한 8가지 질문 도출
  - 질문에 대한 해답을 찾아가는 과정에서 국가적으로 과학기술을 통해 해결해야 할 도전과제 및 기술개발 방향제안 도출

미래상	미래 과학기술에 대한 질문	과학기술 도전과제
안전하고 건강한 사회	인류를 위협하는 외부요인들에 어떻게 대처할까?	기후변화, 재난재해, 감염병 등 인류의 <b>생존 위협에 대처</b>
풍요롭고 편리한 사회	환경오염 없이 문명을 지속·번영시킬 수 있을까?	폐기물 및 방사능 등 <b>환경오염에 대응한 지속가능성 확보</b>
공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회	인간은 몇 살까지 건강하게 살 수 있을까?	차세대 <b>바이오·의료</b> 기술로 <b>건강한 삶 실현</b>
인류사회에 기여하는 대한민국	과학기술은 인간의 신체적·지적 능력을 어디까지 발전시킬까?	인간의 <b>신체적·지적 능력</b> 보완·확장
	생존에 필요한 것을 지속적으로 확보할 수 있을까?	자원고갈에 대비한 <b>농어업·제조업·에너지 혁신</b>
	생활권은 어디까지 넓어지고 이동은 얼마나 편리해질까?	<b>우주 생활권</b> 실현과 <b>안전하고 편리한 이동</b>
	사람들은 어디서 어떻게 소통할까?	<b>다양한 소통방식과 신뢰할 수 있는 네트워크</b>
	인류의 활동영역은 어디까지 확장될까?	<b>새로운 삶의 영역</b> 을 확보하기 위한 <b>미지의 공간</b> 개척
상기 도전과제 해결의 토대가 되는 기초과학의 주요 난제에 도전		

## 1 안전하고 건강한 사회

질문	도전과제
인류를 위협하는 외부요인들에 어떻게 대처할까?	기후변화, 재난재해, 감염병 등 인류의 <b>생존을 위협하는 요인들에 대처</b>
① 지구온난화에 따른 기후변화 대응 및 정밀한 기상예측 ☞ 탄소포집·저장, 기상조절 ② 재난재해 피해저감과 신속복구, 사전예측을 위한 시스템 구현 ☞ 재난예측, 재난로봇 등 ③ 신·변종 감염병의 주기적 발생에 대한 과학기술적 대응 ☞ 감염원 진단, 범용백신 플랫폼 등	
질문	도전과제
환경오염 없이 문명을 지속·번영시킬 수 있을까?	폐기물 및 방사능 등 <b>환경오염에 대응한 지속가능성 확보</b>
① 폐기물 순환자원화와 대체 신소재 개발 ☞ 생분해성 플라스틱, 폐기물 순환자원화 등 ② 원자력의 안전한 활용과 핵융합 기술개발을 위한 도전 ☞ 원전해체기술, 인공태양 등	
질문	도전과제
인간은 몇 살까지 건강하게 살 수 있을까?	차세대 <b>바이오·의료</b> 기술로 <b>건강한 삶 실현</b>
① 난치병 극복과 예방의료 실현 ☞ 5대 암 정복, 초소형 건강관리 시로봇, 맞춤형 치료제 등 ② 뇌 기능의 규명을 통한 뇌질환 극복 ☞ 뇌지도 작성, 뇌의 통합적 작동원리 규명 등	

## ② 풍요롭고 편리한 사회

질문	도전과제
과학기술은 인간의 신체적·지적 능력을 어디까지 발전시킬까? →	인간의 신체적·지적 능력 보완·확장
① 장애와 노화를 극복하는 신체적 능력 회복과 극대화 ☞ 웨어러블 로봇, 인공장기·조직 등 ② 미래의 인공지능 개발을 통한 지적능력의 확장 ☞ AI반도체, 인간과 교감하는 인공지능 등	
질문	도전과제
생존에 필요한 것을 지속적으로 확보할 수 있을까? →	자원고갈에 대비한 농어업·제조업·에너지 혁신
① 농·어업 및 제조업 혁신을 통한 풍부한 자원 확보 ☞ 완전 자동화·지능화, 미래식량 등 ② 친환경 에너지원 확보와 에너지의 효율적 사용기술 개발 ☞ 수소에너지, 우주태양광 등	
질문	도전과제
생활권은 어디까지 넓어지고 이동은 얼마나 편리해질까? →	우주 생활권 실현과 안전하고 편리한 이동
① 우주를 넘나들고 지상을 빠르게 주파하는 고속 유인 운송수단 ☞ 하이퍼루프, 유인우주 수송시스템 등 ② 친환경지능형 이동수단을 통한 안전하고 편리한 교통체계 구축 ☞ 완전 자율주행차, 플라잉카 등	

## ③ 공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회

질문	도전과제
사람은 어디서 어떻게 소통할까? →	다양한 소통방식과 신뢰할 수 있는 네트워크
① 가상현실, 뇌파통신 등을 활용한 소통방식의 다양화 ☞ 고실감 영상장치, 뇌파통신 등 ② 신뢰할 수 있고 안전한 소통 네트워크 구축 ☞ 블록체인, 양자암호통신 등	

## ④ 인류사회에 기여하는 대한민국

질문	도전과제
인류의 활동영역은 어디까지 확장될까? →	새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 미지의 공간 개척

- ① 우주심해극지 등 미지의 공간 개척을 위한 핵심기술 확보 ☞ 재사용 발사체, 탐사거주기술 등

### 앞선 도전과제들을 해결하는 기초적 토대가 되는 기초과학의 주요 난제(Big Questions)에 도전

- ① 인간의 질병과 노화 등 생명의 신비에 대한 이해 ☞ 불치병 치료, 한계수명 극복 등  
② 인간의 뇌와 인지기능에 대한 연구 ☞ 뇌와 인지기능의 작동원리 등  
③ 우주의 생성 및 진화의 원리에 대한 규명 ☞ 암흑물질 및 중력파 검출 등  
④ 물질의 구성과 생성 원리 파악을 통한 신물질 개발 ☞ 초전도체, 물질형성 메커니즘 등  
⑤ 불확실성 속에서 확실성을 찾아가는 수학 연구 ☞ 응용수학, 수학난제 도전 등

## 바. 도전과제 해결의 기반이 되는 과학기술 정책방향

- 과거성과와 현재역량 분석, 메가트렌드, 해외 미래전략을 주로 참고하고, 전문가 심층토의를 통해 미래 과학기술 생태계에 대한 8가지 질문 도출
  - 질문에 대한 해답을 찾아가는 과정에서 우리나라 과학기술 생태계 역량을 높여 도전과제 해결의 기반이 되는 8대 정책방향 및 관련 세부과제 도출

미래 과학기술 생태계에 대한 8가지 질문	
주체	① 인구감소 및 인공지능 시대 과학기술 인재를 어떻게 확보하여 역량을 발휘하게 할 수 있을까? ② 세계적으로 인정받는 연구성과를 창출하려면 어떻게 해야 할까? ③ 미래 우리 경제의 성장동력을 어떻게 강화할 것인가? ④ 과학기술은 사회문제 해결에 어떻게 기여할 수 있을까?
공간	⑤ 미래 우리나라의 지역은 어떻게 발전할 것인가? ⑥ 우리 과학기술의 글로벌 영향력과 위상을 높일 수 있을까?
정책환경	⑦ 과학기술이 중심이 되는 국가가 되려면 어떻게 할까? ⑧ 미래를 준비하고 개척하는 국가가 되려면 어떻게 해야 할까?

### ① 과학기술의 주체: 인재/연구자/기업/국민

- (인재) 인구감소에 대응하여 우수인재의 지속적 유입과 생애 전주기 역량발휘 교육을 강화하고, 국가 지적자원으로서 AI 적극 활용
  - ① 다양한 인재와 인공지능을 활용하여 국가 지적역량 강화 ⇨ 인재유입·유동성, 인공지능 협업
  - ② 언제 어디서나 역량과 열정을 발휘할 수 있는 미래인재 ⇨ 유연한 교육체계, 동기부여
- (연구자) 연구자들이 기존의 한계에 도전하는 연구, 창의적인 기초연구 등을 통해 뛰어난 연구성과를 낼 수 있도록 지원체계 및 제도 혁신
  - ① 미지의 세계에 대한 임무 중심의 도전연구 체계 구축 ⇨ 도전적 목표, 명확한 임무설정
  - ② 창의적 지식 창출을 위한 자율과 교류·축적의 기초연구 지원 ⇨ 창의성 발현 기초연구
- (기업) 성장동력 발굴 주체를 정부주도에서 기업·정부 팀 체계로 전환하고, 기술력 중심 기업 성장과 산업리스크 대응 생태계 구축
  - ① 혁신의 전 과정을 지원하며 기업과 함께 미래 성장동력 창출 ⇨ 지원자로서의 정부 역할
  - ② 기술경쟁력 있는 기업이 성장하고 리스크에 대응하는 생태계 조성 ⇨ 기술력 갖춘 강소기업 육성
- (국민) 사회문제 해결과 삶의 질 제고를 위한 공공연구개발 강화와 기술의 역기능 대응을 통해 국민 모두가 참여하고 모두가 혜택을 누리는 과학기술 실현
  - ① 기술개발만이 아닌 문제해결을 위한 연구개발 추진체계로 ⇨ 문제해결형 R&D, 책임관리
  - ② 국민 모두가 참여하고 모두가 혜택을 누리는 과학기술 ⇨ 국민참여, 사회적 책임 강화



## ② 과학기술의 공간: 지역/글로벌

- (지역) 지방분권 시대에 걸맞은 지역 과학기술 추진체계 확충을 통해 지역 혁신목표에 부합하는 산학연 협업 촉진과 지역 간 광역 클러스터로의 진화 유도
  - ① 혁신이 활발하게 발생하는 광역화된 클러스터 ☞ 지역 혁신목표 설정, 광역클러스터화
  - ② 선진국 수준의 지역경쟁력을 갖춘 지역혁신생태계 ☞ 지역 과기거버넌스 확충, 산학연 협업 촉진
- (글로벌) 과학기술 외연을 국내 중심에서 글로벌로 확장하고, 한중일·남북, 아세안 등 동북아 과학기술 중심국가로의 전략적 역할 강화
  - ① 국경 없는 과학기술 연구개발 생태계 ☞ R&D 글로벌화, 개방성 확대를 위한 제도기반
  - ② 국제무대에서 과학기술 의제를 선도하는 대한민국 ☞ 과기외교 전략, 우군 네트워크 확보

## ③ 과학기술의 정책환경: 과학지향/미래지향

- (과학지향) 사회 모든 영역에서 과학기술을 활용하고 과학기술 기반의 합리적 의사결정을 내릴 수 있도록 과학기술 투자 인프라 등 역량 강화
  - ① 끊임없이 확대되는 과학기술 투자와 인프라 ☞ R&D 및 인프라 투자확대
  - ② 공정하고 합리적인 과학적 정책의사결정체계 ☞ 플랫폼형 거버넌스, 과학적 의사결정체계
- (미래지향) 미래사회의 변동성과 불확실성 증가에 대비하여 지속적으로 미래를 탐색·전망하고, 변화를 예측하여 선제적 대응하는 역량 강화
  - ① 데이터를 기반으로 한 정확한 미래예측·전망 ☞ 미래연구 역량강화, X-이벤트 예측
  - ② 미래변화에 안정적·선제적으로 대응하는 거버넌스 구축 ☞ 미래전략기구, 미래통찰의 정책활용

## 사. 향후계획

- 국가과학기술자문회의(심의회의) 보고 후 책자 발간(8월 말~)
- 전략 홍보 및 확산(9월~)

## 4. 참고사항

- 자문회의 자문·심의위원 통합간담회(7.29)
- 관계부처 협의 완료(7.27~8.5)
- 정책조정 전문위원회 심의 완료(8.11)
- 심의회의 사전간담회(8.18)
- 운영위원회 심의 완료(8.20)



---

# 대한민국 과학기술 미래전략 2045(안)

– 미래를 향한 도전과제와 과학기술정책의 전환 –  
Innovate Korea 2045: Challenges and Changes for the Future

---

2020. 8.



과학기술정보통신부



# 목 차

<b>I . 개요</b>	<b>1</b>
1. 의의 및 필요성	1
2. 수립방향	2
3. 추진체계	3
4. 추진경과	4
<b>II . 대한민국의 현재와 미래</b>	<b>5</b>
1. 대한민국의 현재와 미래	5
2. 미래의 과학기술	10
<b>III . 2045년 미래상과 과학기술의 비전</b>	<b>11</b>
1. 2045년 미래상	11
2. 과학기술의 비전	11
<b>IV . 과학기술 미래전략 2045</b>	<b>12</b>
1. 미래 실현을 위해 해결해야 할 과학기술 도전과제	13
2. 도전과제 해결의 기반이 되는 과학기술 정책방향	28
<b>V . 결론, 실행을 위한 제언 및 향후계획</b>	<b>53</b>
1. 결론	53
2. 실행을 위한 제언	54
3. 향후계획	55



# I. 개요

## 1

## 의의 및 필요성

### □ 의의

- 그동안 10년 주기로 수립해온 역대 정부의 과학기술 미래전략을 계승\*하여, 2045년을 대비하는 과학기술의 장기 목표와 방향성 설정
  - \* 「2025년을 향한 과학기술발전 장기비전(‘99)」, 「과학기술 미래비전 2040(‘10)」
- 과학기술기본계획, 국가R&D 중장기 투자전략, 과학기술예측조사 등 5년 단위로 수립하는 과학기술 중단기 전략·계획의 장기적 지침

### □ 필요성

- **(과학기술)** 과학기술은 미래의 급격한 변화에 대응하는 핵심적인 자산이자, 부존자원이 부족한 우리나라에게 가장 중요한 생존전략
  - 동시에 과학기술은 인류 역사를 이끌어온 원동력\*이며, 우리 삶에 새로운 변화를 가져올 핵심 변수(인공지능, 바이오, 신소재, 우주 등)
    - \* 천 년간 인류 역사에 영향력이 컸던 100대 사건에서 상위 20위 중 과학기술이 12가지(Life紙)
- **(미래전략)** 인류는 아직까지 경험하지 못한 급격한 변화의 시대\*에 봉착하고 있고, 다가올 미래는 우리에게 기회이자 위협
  - \* 변화가 그 규모, 범위, 복잡성에서 인류가 경험한 어떤 것과도 다를 것(세계경제포럼, 2016)
  - 사전에 미래를 준비하여 예기치 않은 위기에 대처할 역량 확보
    - ※ 우리나라는 2015년 MERS 사태 이후 선제적으로 방역·의료 분야의 체계를 정비하고 기초체력을 강화하는 등 미래를 준비함으로써 COVID-19에 성공적으로 대응(20년)
  - 기초연구·우주·소재\* 등 분야는 장기적 시각의 계획과 전략 필요
    - \* 과학기술은 빠르게 변화하지만, 해당 분야들은 역량을 축적하는 데에 장기적 투자 필요

- **(2045년)** 2045년은 대한민국 광복 100주년이 되는 해로, 과거의 100년을 되돌아보고 새로운 100년을 준비한다는 상징적인 의미
  - 또한, 지금부터 25년 뒤 우리의 다음세대가 사회를 주도해나갈 시대로, 변화하는 환경에 적응하고 미래에 대한 철저한 준비가 필요

◇ 과학기술로 급변하는 환경에 대응하고 국민과 함께 선제적으로 국가의 미래를 준비하기 위해 “과학기술 미래전략 2045” 수립

## 2

## 수립방향

### < 기본방향 >

- ◆ 2045년 우리가 희망하는 대한민국의 모습을 그려보고, 이를 달성하기 위한 구체적인 전략으로서 **과학기술 도전과제와 정책방향**을 제안
- 우리가 희망하는 미래모습을 실현하는데 해결해야 할 **과학기술 도전과제** 제시
  - 과학기술 도전과제를 해결하기 위한 기반을 조성하는 **과학기술 정책방향** 제시

- **(과거전략 참고)** 역대 정부의 과학기술 미래전략\*에 대해 현재까지의 성과, 미흡했던 점 등을 평가하여 본 전략의 방향성 및 과제 도출

\* 「2025 과학기술발전 장기비전」(1999), 「과학기술 미래비전 2040」(2010)

- 과거처럼 경제성장률과 같은 수치, 세계 몇 위 등 양적가치를 목표로 삼기보다 행복, 안전, 건강 등 질적 가치를 미래목표로 제시

※ 「혁신적 포용국가 미래비전 2045」(2019)에서도 혁신적 포용, 공정, 평화 등 가치를 강조

- **(도전과제)** 우리가 원하는 미래가 단순한 희망사항에 그치지 않도록 이를 실현하기 위한 과학기술의 구체적 역할로서 “도전과제” 제시

- 정부 주도로 특정기술 분야를 선정·지원하기보다 정부는 미래전망을 통해 도전과제를 규정하고 개인·기업 등 주체가 과제해결에 적합한 기술 선택

- **(정책의 전환)** 정책방향 설정에 있어, 정책의 점진적 개선이나 인력·인프라 투자 등 양적확대보다, 획기적인 방향 전환을 통한 혁신 강조



- 양보다 질적 개선, 정부주도 방식보다 산학연관 협력에 기반한 방식, 인력·투자 등 개별요소의 확충보다 요소 간 연계성 강화 등을 우선
- **(미래에 대한 질문)** 2045년 미래에 대해 누구나 보편적으로 던질 수 있는 질문으로 논의를 전개하여, 미래에 대한 상상과 통찰 가미

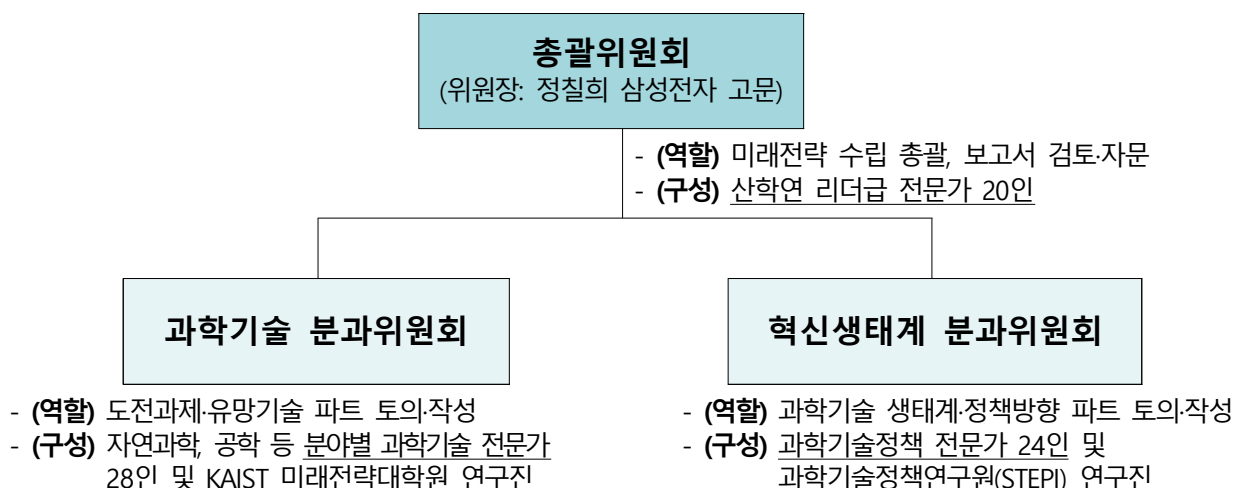
### 3

## 추진체계

### □ 추진체계 : 2045 미래전략위원회

- **(총괄위원회)** 미래전략 2045 수립 총괄, 보고서 방향성 설정 및 내용 검토 등을 통한 자문위원회 역할 수행
  - ※ 산학연 리더급 전문가 20인으로 구성(위원장: 정철희 삼성전자 고문)
- **(분과위원회)** 미래전략 2045 초안 내용 토의·집필, 최종안 내용 조정 등을 통한 실무위원회 역할 수행
  - 실무분과 중 과학기술 분과는 미래 도전과제 및 유망기술 확보 전략 수립, 혁신생태계 분과는 과기정책방향 및 생태계 전략 수립

#### < 추진체계 : 2045 미래전략위원회 >



- 미래전략 2045 수립을 위한 사전기획 및 전문가회의 개최 : '18.9~12
- '2045 미래전략위원회'(총괄 및 2개 실무분과위원회) 구성 : '19.1~4
- 미래전략위원회 및 분과위원회 운영 : '19.4~'20.2
  - 위원회 발족 및 제1회 총괄위원회(착수회의) 개최 : '19.4.12
  - 국민 및 산학연 전문가 대상 설문조사 기획 및 실시 : '19.6~7
  - 미래전략 2045 분과별 내용 토의·집필, 최종내용 자문 등을 위한 총괄위원회(6회), 과기분과위(7회), 생태계분과위(6회) 등 개최 : '19.4~

총괄위원회	분과위원회	
'19.4.12 : 착수회의 5.14 : 제2회 총괄위원회 6.18 : 제3회 총괄위원회 7.10 : 제4회 총괄위원회 9.4 : 제5회 총괄위원회 '20.2.14 : 제6회 총괄위원회	과학기술 분과	혁신생태계 분과
	'19.4.23 / 5.10 / 5.30 / 6.13 / 6.25 / 7.2 / 7.24	'19.4.24 / 5.9 / 5.28 / 6.11 / 6.13 / 7.5
	※ 수시 서면자문 및 의견수렴 진행('19.9, '20.2, '20.5)	

- 미래전략 2045 초안 마련 : '19.6~'19.10
  - 보고서 초안 작성을 위한 연구진 집체작업 실시
- 미래전략 2045 초안에 대한 국민·전문가 의견수렴 : '19.10~
  - 주요 지역별 토론회, 스타트업 대표 간담회 개최 : '19.10
    - 대전(10.15), 광주(10.17), 부산(10.22), 서울(스타트업 대표)(10.25)
  - 기술·정책분야 전문가 의견수렴 : '19.11~20.8(대면 2회/서면 8회)
  - 국가과학기술자문회의 및 관계부처 등 의견수렴 : '20.7~
    - 24개 관계부처 안전희람(7.27~8.5), 자문회의 민간위원 간담회(7.29)

## 표. 대한민국의 현재와 미래

### 1

### 대한민국의 현재와 미래

#### (1) 현재의 대한민국

- 우리나라는 1960년대 세계 최빈국에서 현재 GDP 세계 12위, 수출 5위('18년)의 강국으로 성장하였으나, 다양한 위기로 직면
  - **(성장 잠재력 약화)** 지난 20년 간 변함없는 주력 수출품목\*과 관련하여 경쟁이 심화되고 있으며, 소재·부품·장비의 높은 해외의존도\*\*와 디지털 플랫폼 산업 등 미래 신산업 선점 부진으로 향후 경제성장의 잠재력 약화
    - \* 최근 5년 간 반도체 가격하락, 자동차LCD 등의 수출 감소가 나타나고 있으며, 전기자동차, 차세대 반도체·디스플레이 등 신산업에서 美, 日, 獨에 비해 수출 순위(국회예정처, '19)
    - \*\* 對日 전체수입 중 소재·부품·장비가 68%에 달하며, 특히 반도체·디스플레이 등 정밀 산업의 자체조달률은 50% 미만(반도체 27%, 디스플레이 45%)(관계부처 합동, '19)
  - **(고속성장의 후유증)** 높은 자살률, 세계 최하위 출산율 등 저조한 사회지표 및 다양한 가치충돌\* 상황 발생으로 인한 사회갈등 심화
    - \* 경제성장 vs 환경보존, 복지확대 vs 감세, 산업기술 혁신 vs 개인정보 보호 등
  - **(지속가능성 위기)** 제조업 중심의 에너지 다소비 산업구조\*로 인한 기후변화와 미세먼지 등 환경오염의 위협으로 인해 지속가능성 위기
    - \* 에너지원단위(GDP 1천달러 생산에 필요한 에너지사용량)는 OECD 36개국 중 33위('17)

□ 위기로 인해 불구하고, 우리나라 국민의 높은 성취동기와 우수한 변화적응력, 높은 과학기술적 역량 및 잠재력 등은 우리의 강점\*

\* 세계 63개국 중 과학인프라 순위 2년 연속 3위 기록('19, '20년 IMD 국가경쟁력 지수) / 반도체·디스플레이·2차전지 등 기술기반 산업의 높은 시장점유율(반도체수출 세계 1위, '14~'19)

## (2) 미래에 대한 국민의 인식과 기대 : 설문조사

- ◇ 국민 1,000명을 대상으로 한 설문조사 결과('19.7.8~15)를 통해 2045년 미래 사회모습 전망, 국가적으로 해결해야 할 문제, 상반된 전략에 대한 선호도 등을 알아보고, 미래 사회에 대해 국민들이 가지고 있는 인식과 기대 분석

### ◇ 미래를 다양한 위기가 예상되는 도전적 상황으로 인식

- 현재 대응전략에 큰 변화가 없을 경우 미래모습(현상유지 시나리오)과 최선의 대응전략을 수립할 경우 미래모습(개선 시나리오)을 비교분석

⇒ 최선을 다해 적극 노력하더라도 현 상황에 비해 소폭 개선된다는 국민들의 인식이 있어, 엄중한 위기감을 가지고 적극적으로 대응할 필요

	소득불평등	사회적 신뢰	환경오염	재난재해	삶의 만족도
현상유지 시나리오	24	32	24	35	35
개선 시나리오	54	62	58	59	64

※ 응답자가 선택한 항목에 따라 나온 점수를 평균으로 계산  
(대폭악화(0)-소폭악화(25)-현재수준 유지(50)-소폭개선(75)-대폭개선(100))

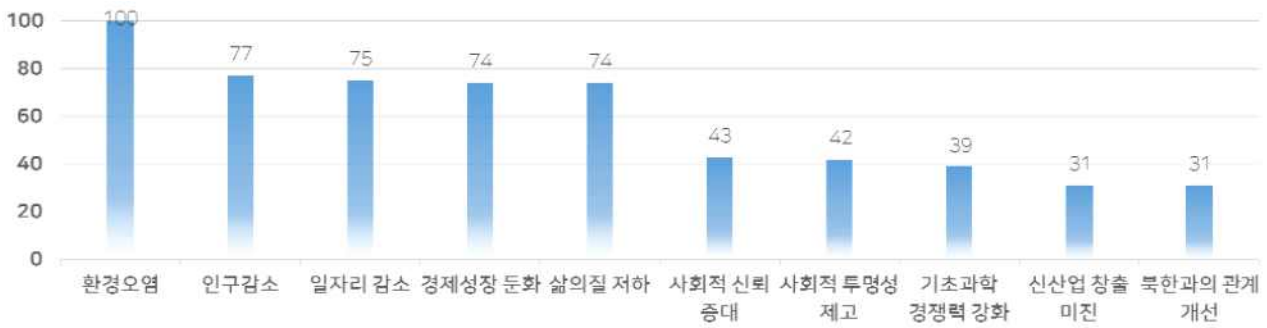
### ◇ 환경적 가치, 경제적 가치, 사회적 가치를 균형적으로 추구

- 국민들은 2045년 미래 대한민국이 해결해야 할 문제로 환경오염, 인구 감소, 일자리 감소, 경제성장 둔화, 삶의 질 저하 순으로 중요하다고 응답

※ 미래 해결해야 할 문제를 중요도에 따라 0~100으로 환산한 결과, 환경오염(100), 인구감소(77), 일자리 감소(75), 경제성장 둔화(74), 삶의 질 저하(74) 등으로 나타남

⇒ 환경적 가치, 경제적 가치, 사회적 가치를 모두 균형 있게 추구할 필요

### < 2045년까지 우선 해결해야하는 문제(상위 10개) >

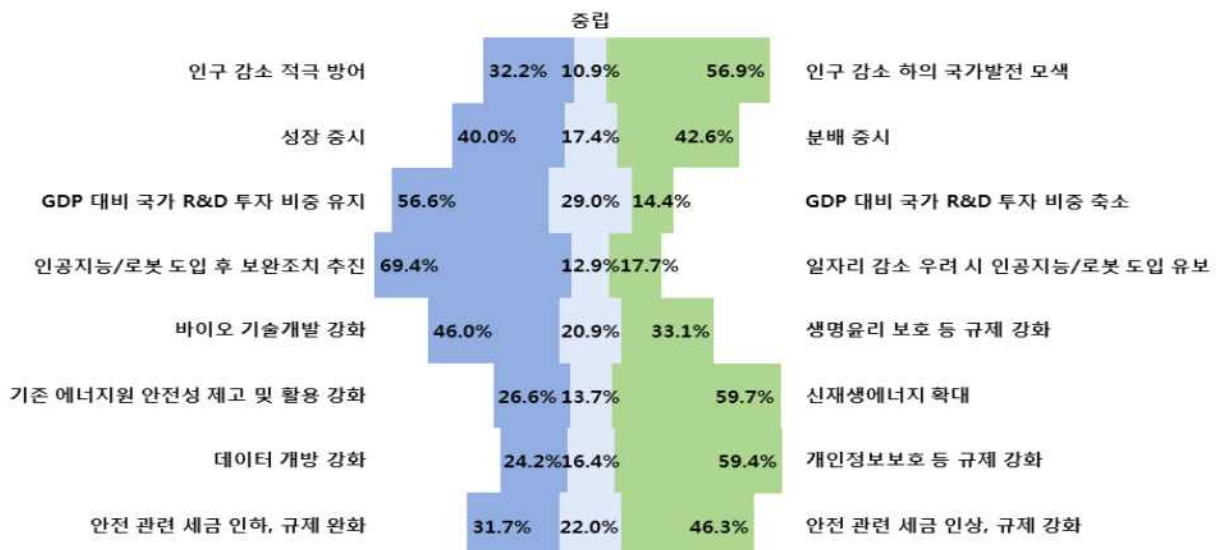


※ 1순위인 "환경오염"을 100으로 두었을 때 상대점수

### ◇ 과학기술에 대한 기대와 더불어, 규제 관련 이해관계 조정 중요

- 지속적인 R&D 투자와 함께 신기술 개발 및 관련 규제완화가 중요
  - GDP의 일정부분을 R&D에 지속 투자해야 한다는 응답이 크게 우세
  - 인구감소를 방어하기보다 인구감소 하에 국가발전 모색 선호
  - 인공지능·로봇 기술, 바이오기술, 신재생에너지 등 신기술 분야에 대한 기술개발 강화 및 관련규제 완화 요구
- 데이터 개방 대비 개인정보 보호 및 안전과 관련된 규제 강화 요구

### < 상반되는 전략에 대한 선호도 >



### (3) 미래사회 변화 트렌드: 메가트렌드

◇ 메가트렌드(Megatrends)란 사회·기술·경제·환경·정치 등의 측면에서 일어나는 거시적인 변화와 그 변화의 장기적인 추세 또는 패턴

☞ 메가트렌드는 앞으로 우리에게 다가올 기회요인과 위협요인들의 발생 가능성과 영향력을 결정하기 때문에 미래전망에 있어 중요하게 고려

#### ◇ [사회] 인구변화로 인한 다문화화와 고령화

□ 세계, 국내 인구변화로 인해 인구구조의 다문화화와 고령화 진행

○ 세계인구는 지속 증가\*하며, 교통·통신의 발달과 기후·환경변화로 인한 국가 간 이동 증가로 인구의 다문화화 심화

\* 2020년 현재 약 78억 명인 세계 인구는 2045년 약 95억 명으로 증가할 전망

○ 국내의 경우 세계 최저수준의 출산율('19년 합계출산율, 0.92명\*)을 보이고 있어, 인구 감소 및 인구의 고령화 현상이 심화될 것으로 전망

\* OECD 회원국 평균(1.65명)에 못 미치며 회원국 중 지난 2년 연속('18, '19) 최하위 기록

※ 우리나라는 2018년 65세 이상 인구가 전체 인구의 14.3%에 달하는 고령사회에 이르렀으며, 2025년 20%가 넘는 초고령사회에 진입할 것으로 전망(통계청, '18)

#### ◇ [기술] 신기술의 등장과 산업 패러다임의 전환

□ 인공지능, 빅데이터, 블록체인 등 4차 산업혁명을 주도하는 정보통신 기술이 제조·운송·의료·소재 등 다양한 산업에 적용되어 혁신을 발생

※ 세계 인공지능 시장규모 성장률은 연평균 55.4%('17~'22)로 매우 가파른 성장 전망

□ 미래에는 4차 산업혁명 이후의 '넥스트 산업혁명'을 촉발할 새로운 기술(바이오, 소재, 에너지, 또는 미지의 기술 등)이 등장할 것으로 예상

## ◇ **[경제]** 글로벌 저성장 장기화와 신흥국의 부상

- 글로벌 국가들의 보호무역주의로의 회귀\*가 나타나며 수요 둔화, 국제 무역량 감소 등의 영향으로 글로벌 저성장 추세가 장기화\*될 것으로 전망
  - ※ '16년 영국 브렉시트(brexit, 영국의 EU 탈퇴), '17년 미국의 캐나다·멕시코와의 NAFTA(북미자유무역협정) 재협상 및 TPP(환태평양경제동반협정) 탈퇴 등
  - \* 세계 경제성장률은 현재 3.5%에서 2060년 2%로 하락할 것으로 전망(OECD, '18)
- 글로벌 금융위기, 코로나19 경제충격 등 경제리스크 발생 위험 증가
- 산업의 경우, 제조업과 서비스업의 구분은 큰 의미가 없어지며, 소비자가 지향하는 가치 중심으로 변화, 제품의 서비스화(Servitization) 현상 발생
- 미국과 함께 중국, 인도가 세계 1, 2위를 다투는 경제대국으로 성장한다는 해외전망 등을 바탕으로 할 때, 글로벌 경제 리더십이 재편될 것으로 예측
  - ※ 세계 GDP에서 아시아 국가가 차지하는 비중은 20%( '10)→28%( '18)→35%( '30)로 지속적으로 성장하여 향후 미국·EU의 규모를 따라잡을 것으로 전망(英 Standard Chartered, '19.1)
- 코로나19 이후 보호무역주의·자국우선주의 확산으로 수출의존도가 높거나 산업·금융 부문 등이 불안정한 신흥국은 경기회복이 늦고 경제에 큰 타격

## ◇ **[환경]** 기후변화 · 환경오염 · 감염병 등의 위협

- 지구온난화로 인한 기후변화와 해수면 상승\* 및 환경오염 등 문제 심화
  - \* 2080~2100년경에는 해수면이 평균 63cm 상승하여 전 세계 주거가능 면적의 5% 침수
- 미국의 파리협정 탈퇴('17 선언, '20.11 탈퇴예정)로 인해 온난화 대응 국제 공조체계에 혼란 발생, 파리협정 목표(온도상승폭 2℃이하로 유지) 달성에 제동
- 미세먼지, 유해가스 등 대기오염과 생활·산업 폐기물 등으로 의한 토양·해수오염 등 환경오염이 인류의 건강에 미치는 악영향 심각
- 인구증가, 도시로의 인구집중으로 물·식량·에너지 등 자원고갈 심화 및 메르스, COVID-19 등 신·변종 감염병의 주기적 발생 및 대유행 우려



## ◇ [정치] 국내외 정치적 · 사회적 갈등의 심화

- 미국이 세계 패권을 주도하는 단극체제에서 중국, 러시아 등 경쟁국의 경제·정치적 영향력이 증대되어 미국을 견제하는 다극체제로 전환
  - 국가 간 소득 불평등, 주변국 간 군사·외교·무역 갈등으로 테러 및 대량살상무기 사용, 무역분쟁 등 다양한 형태의 충돌 가능성 제기
- 보수·진보 간 이념갈등, 노인층과 젊은층 간 세대갈등, 수도권·지방 간 지역갈등, 내국인·외국인 간 문화갈등 등 다양한 사회갈등 심화
  - ※ 우리나라 국민들은 이념갈등(3.3)>계층갈등·노사갈등(3.0)>환경갈등(2.9)>세대갈등(2.8)>지역갈등·종교갈등(2.7) 등의 순으로 사회갈등이 심각하다고 인식(4점 만점)(행정연, '18)

## 2

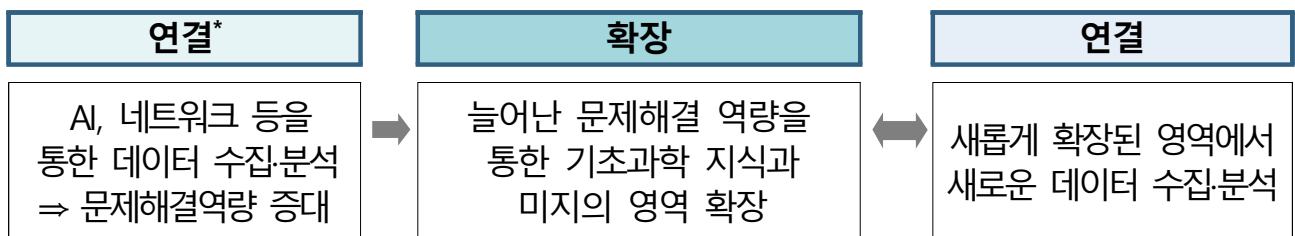
### 미래의 과학기술 : 연결과 확장을 통해 불가능을 가능으로

- 미래의 과학기술은 인간과 인간, 인간과 사물 등이 네트워크로 '연결'되면서 여러 경로로 데이터를 수집·분석하여 현실의 문제해결역량\* 증대
  - \* 대상에 관한 데이터를 분석하여 **현재상황 파악**(Perception), **미래상황 예측**(Prediction), 적절한 **대응방안 제시**(Prescription)
- 문제해결역량이 커지며 기초과학 연구를 통해 새로운 지식을 창출하거나 새로운 물질이나 공간을 발견하는 등 우리 삶 또는 지적영역이 '확장'
  - 확장된 영역으로부터 새로운 데이터가 수집되며 '연결'이 다시금 강화

**<결론>** 즉, 연결은 확장을, 확장은 연결을 촉진하는 "선순환 관계"를 형성하여, **연결과 확장의 과학기술은 불가능을 가능\***으로 바꾸어나갈 수 있음

\* 인간의 육체적·지적 역량 강화, 새로운 물질·공간 발견, 삶의 영역을 심해·극지·우주로 확장 등

#### < 연결과 확장의 과학기술 (선순환 관계) >



\* (연결의 과학기술 사례) 작게는 냉장고, 에어컨 등 가전제품이 홈 네트워크로 연결되어 자동화되고 스스로 최적의 조건을 유지하는 것부터, 크게는 도시 전체 인프라가 센서 및 데이터 네트워크로 연결되어 자연재해, 사회재난 등을 예측·대비하는 것까지 포함



## Ⅲ. 2045년 미래상과 과학기술의 비전

### 1

#### 미래상 : 2045년 우리가 원하는 대한민국

- 현재의 상황 분석, 대국민 설문조사 결과, 메가트렌드 전망 등을 종합하여 우리가 희망하는 미래의 모습을 제시

##### < 미래상 : 2045년 우리가 원하는 대한민국 >

##### ① 안전하고 건강한 사회

- ▶ 과학기술을 통해 **자연환경의 급격한 변화 위기를 극복**하고 신·변종 **감염병**, **재난재해** 등 **생명과 안전을 위협**하는 요인에 대처
- ▶ **초고령 사회** 진입에 대비해 **난치병 치료** 및 **예방의료** 기술을 고도화하여 평생에 걸쳐 **질병 없는 건강한 삶** 실현

##### ② 풍요롭고 편리한 사회

- ▶ 세계 ICT·디지털 강국으로서 기술 혁신형 **고부가가치 신산업**을 창출 및 주도하고, 식량·에너지 등 **핵심자원의 해외의존성** 극복
- ▶ 인공지능, 가상현실 등 기반 **개인 맞춤형 서비스** 확대와 **복잡한 도시**에서 빠르고 편리한 **이동** 등을 통한 **삶의 편의성** 확대

##### ③ 공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회

- ▶ 데이터·네트워크 등 **디지털 인프라**와 시민사회 내 **상호존중**을 바탕으로 **건강한 소통과 토론**이 진행되고 **사회적 신뢰·투명성** 강화
- ▶ 이를 통해 모든 이에게 **기회가 공평하게** 주어지고 계층·지역·성별·이념 등에 따른 **차별을 철폐**하며 **사회적 갈등** 완화

##### ④ 인류사회에 기여하는 대한민국

- ▶ 통일 대한민국이 **동북아 중심국가**로서 전 세계와 협력하고 **우수한 과학기술 성과**를 창출하여 세계에 전파
- ▶ 식량부족, 기후변화, 생물다양성 감소 등 **인류의 보편적인 문제해결**에 기여하여 인류 문명의 **지속가능한 발전** 추구

### 2

#### 과학기술의 비전

- 국민 삶과 경제성장의 질을 높이고 인류사회에 기여하는 과학기술
- 과거 고속성장 과정에서 상대적으로 미흡하게 여겨졌던 가치들, 국민 삶의 질 향상, 질 높은 경제성장 실현, 인류사회에의 기여를 강조
  - 연결과 확장의 시대에 도전과 전환으로 대응하는 것이 전략의 핵심

## IV. 과학기술 미래전략 2045

### 대한민국 과학기술 미래전략 2045

[비전] 국민 삶과 경제성장의 질을 높이고 인류사회에 기여하는 과학기술

#### 2045년 우리가 원하는 대한민국의 미래상

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| ① 안전하고 건강한 사회         | ② 풍요롭고 편리한 사회     |
| ③ 공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회 | ④ 인류사회에 기여하는 대한민국 |

#### 비전과 미래상 실현을 위해 해결해야 할 과학기술 도전과제

인류의 생존을 위협하는 외부요인에 대처 신속·정확한 기상·이변·재난·재해 예측 / 범용백신 개발	환경오염에 대비한 문명의 지속가능성 확보 제로 플라스틱 사회 구현 / 인공태양 개발 도전
차세대 바이오·의료 기술로 건강한 삶 실현 5대 암 완전 정복 / 질병, 질환으로부터 자유로운 장수시대	인간의 신체적·지적 능력 보완·확장 인간과 기계의 결합 입는 로봇 / 인간과 교감하는 인공지능
자원고갈에 대비한 농·어·업·제·조·업·에·너·지 혁신 24시간 365일 무인으로 가동되는 농장과 공장 / 2045년까지 친환경에너지 비중 30% 달성	우주 생활권 실현과 안전하고 편리한 이동 우주공간을 나는 여객기 / 오염과 교통사고 없는 차
다양한 소통방식과 신뢰 가능한 네트워크 현실만큼 실감나는 가상현실 세계 / 오프라인 수준으로 신뢰할 수 있는 온라인소통	새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 마지의 공간 개척 우주·심해·극지 기지와 생활공간 건설
도전과제 해결의 토대가 되는 창의적 기초과학 난제(Big Questions) 연구 생명체 노화의 원리 / 인간의 뇌·기억·꿈 / 우주의 기원과 진화 / 신물질·신소재 개발 / 세상을 이해·예측하기 위한 수학	

#### 과학기술 도전과제 해결의 기반이 되는 과학기술 정책방향

인재 규모 확보에서 개인역량 발휘 지원으로 다양한 인재와 인공지능을 통해 국가 지적역량 강화 / 언제 어디서나 역량·열정을 발휘하는 미래인재	추격을 위한 연구에서 도전과 창의적 연구로 임무 중심의 도전연구 / 자율·교류·축적의 기초연구
정부와 기업이 팀이 되어 미래 시장을 창출 혁신의 전 과정을 지원하며 기업과 함께 미래성장동력 창출 / 산·학·연이 경쟁·협력하여 리스크에 함께 대응	모두가 혜택을 받는 사회문제해결형 연구로 기술개발이 아닌 문제해결을 위한 연구개발 추진체계로 / 국민 모두가 참여하고 모두가 혜택을 누리는 과학기술
혁신의 허브로서 선진국 수준의 지역 경쟁력 확보 혁신이 활발히 발생하는 광역화된 클러스터 / 선진국 수준의 지역경쟁력을 갖춘 지역혁신생태계	세계의 중심이 되는 글로벌 과학기술 강국 국경 없는 과학기술 연구개발 생태계 / 국제무대에서 의제를 선도하는 대한민국
과학기술을 국정운영의 기본원리로 꿈·임팩트가 확대되는 과학기술 투자와 인프라 / 공정하고 합리적인 과학적 정책의사결정체계	미래를 탐색하고 선제적으로 대응하는 대한민국 데이터를 기반으로 한 정확한 미래예측과 전망 / 미래변화에 안정적·선제적으로 대응하는 거버넌스 구축

- 대국민 설문조사 및 해외 미래전략을 주로 참고하고, 기술 분야별 전문가 심층토의를 통해 미래 과학기술에 대한 8가지 질문 도출

< 미래 과학기술에 대한 8가지 질문 >

질문의 단서	주요 내용	질문	구분
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>전 세계적 기후변화에 대응하기 위한 탄소저감 및 친환경에너지 개발</li> <li>기후·환경 문제에서 야기되는 예상치 못한 재난재해, 신종질병과 감염병의 주기적 발생 등</li> </ul>	인류를 위협하는 외부요인들에 어떻게 대처할 수 있을까?	안전하고 건강한 사회
해외전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>(독) 기후 대응, (프) 기후변화 적응 등</li> </ul>		
설문조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>"환경오염"을 미래에 해결해야 할 중요한 문제로 지적</li> </ul>	환경오염 없이 인류가 문명을 지속번영시킬 수 있을까?	
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경보전을 고려한 지속가능한 성장모델 개발, 지속가능한 발전목표(SDGs) 체제, 녹색협약체제 확산</li> </ul>		
해외전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>(독) 지속가능성, (영) 친환경 성장, (일) 친환경, 지속가능성을 담보하는 제조혁신 등</li> </ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>의료·바이오 기술의 발전으로 인간의 기대수명 증가</li> </ul>	인간은 몇 살까지 건강하게 살 수 있을까?	풍요롭고 편리한 사회
해외전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>(독) 헬스케어, (영) 고령화 사회, (일) 건강유지, (프) 건강과 웰빙 등을 미래 과학기술 도전과제로 제시</li> </ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>신체능력이 저하되고 상실되는 고령화 추세 가속</li> <li>노동인구 감소에 대응해 노령인력의 신체적, 지적 능력을 유지 필요</li> </ul>	과학기술은 인간의 신체적·지적 능력을 어디까지 발전시킬까?	
SF소설·영화	<ul style="list-style-type: none"> <li>신체기능을 보강, 약화된 신체를 회복하는 증강인간, 인간처럼 생각하고 행동하는 인공지능 로봇 등</li> </ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>식량 부족, 에너지 공급의 불안정성, 저탄소 친환경 에너지 체제로 전환 가속화, 에너지 효율화 경쟁 등</li> </ul>	생존에 필요한 것을 지속적으로 확보할 수 있을까?	공정하고 차별 없는 소통 신뢰 사회
해외전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>(독) 산업, 제조, (일) 스마트생산과 조달, (프) 제조업 부흥 촉진 등</li> </ul>		
해외전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>(독), (일) 모빌리티, (영) 모빌리티의 미래, (프) 지속가능한 모빌리티 등</li> </ul>	생활권은 어디까지 넓어지고 이동은 얼마나 편리해질까?	
SF소설·영화	<ul style="list-style-type: none"> <li>에어택시, 운전자 없이도 움직이는 자동차 등</li> </ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"> <li>소통과 관련된 과학기술 분야에 전화, 인터넷 등을 뛰어넘는 혁신적인 기술이 등장할 것으로 전망 ※ (예) 인간기계 간 뇌파통신(텔레파시)</li> <li>사이버 테러범죄의 증가, 사이버 정보보안 중시</li> </ul>	사람들은 어디서 어떻게 소통할까?	인류사회에 기여하는 대한민국
SF소설·영화	<ul style="list-style-type: none"> <li>"인터스텔라", "마션" 등 미래 지구를 넘어 새로운 삶의 터전을 찾는 우주탐사 관련영화</li> </ul>	인류의 활동영역은 어디까지 확장될까?	

□ 질문에 대한 해답을 찾아가는 과정에서 국가적으로 과학기술을 통해 해결해야 할 8대 도전과제 및 기술개발 방향제안 도출

< 과학기술 도전과제 및 기술개발 방향제안 >

구분	질문	도전과제	기술개발 방향제안
안전하고 건강한 사회	(자연) 인류를 위협하는 외부요인에 어떻게 대처할 수 있을까?	기후변화, 재난재해, 감염병 등 인류의 생존을 위협하는 외부요인에 대처	지구온난화에 따른 기후변화 대응 및 정밀한 기상예측
			재난재해 피해저감과 신속복구, 사전예측을 위한 시스템 구현
			신변종 감염병의 주기적 발생에 대한 과학기술적 대응
	(오염) 환경오염 없이 인류가 문명을 지속·번영시킬 수 있을까?	환경오염에 대비한 문명의 지속가능성 확보	폐기물 순환자원화와 대체 신소재 개발을 통한 환경오염 저감
			원자력의 안전한 활용과 핵융합 기술개발을 위한 도전
	(건강) 인간이 몇 살까지 건강하게 살 수 있을까?	차세대 바이오·의료 기술을 통한 건강한 삶 실현	난치병 극복과 예방의료 실현
			뇌 기능의 규명을 통한 뇌질환 극복
풍요롭고 편리한 사회	(능력) 과학기술은 인간의 신체적·정신적 능력을 어디까지 발전시킬까?	인간의 신체적·지적 능력 보완·확장	장애와 노화를 극복하는 신체적 능력 회복과 극대화
			미래의 인공지능 개발을 통한 지적능력의 확장
	(자원) 인류는 생존에 필요한 것을 지속적으로 확보할 수 있을까?	자원 고갈에 대비한 농어업·제조업·에너지 혁신	농·어업 및 제조업 혁신을 통한 풍부한 식량 및 자원 확보
			친환경 에너지원 확보와 에너지의 효율적 사용기술 개발
	(이동) 생활권을 어디까지 넓어지고 이동은 얼마나 편리해질까?	우주 생활권 실현과 안전하고 편리한 이동	우주를 넘나들고 지상을 빠르게 주파하는 고속 유인 운송수단
			친환경·지능형 이동수단 개발을 통한 안전하고 편리한 교통체계 구축
공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회	(소통) 사람은 어디서 어떻게 소통할까?	다양한 소통방식과 신뢰할 수 있는 네트워크	가상현실, 뇌파통신 등을 활용한 소통방식의 다양화
			신뢰할 수 있고 안전한 소통 네트워크 구축
인류사회에 기여하는 대한민국	(확장) 인류의 활동영역은 어디까지 확장될까?	새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 미지의 공간 개척	우주, 심해, 극지 등 미지의 공간 개척을 위한 핵심기술 확보

□ 우리나라의 특수한 미래상을 기초로 국가적으로 해결할 도전과제 도출

미래상	도전과제
<p>&lt; 1. 안전하고 건강한 사회 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 자연환경의 급격한 변화 위기를 극복하고 감염병, 재난재해 등 <u>우리 국민의 생명과 안전을 위협</u>하는 요인들에 대처</li> <li>▶ <u>초고령사회 진입에 대비</u>해 평생에 걸쳐 질병 없는 건강한 삶을 향유</li> </ul>	<p>⇒</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인류의 <u>생존을 위협</u>하는 외부요인 (기후변화, 재난재해, 감염병)에 대처</li> <li>○ <u>환경오염</u>에 대비한 문명의 지속가능성 확보</li> <li>○ 차세대 바이오·의료 기술을 통한 <u>건강한 삶</u> 실현</li> </ul>
<p>&lt; 2. 풍요롭고 편리한 사회 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>디지털 강국</u>으로서 <u>ICT 기술에 기반한 혁신</u>을 통해 고부가가치 신산업 창출</li> <li>▶ 식량, 에너지, 광물 등 <u>핵심자원의 해외 의존도</u> 극복</li> <li>▶ 데이터·인공지능 기반 개인맞춤형 서비스, <u>복잡화된 도시환경 속 편리한 삶</u>을 누림</li> </ul>	<p>⇒</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인간의 <u>신체적·지적 능력</u> 보완·확장 (증강인간, 인공지능)</li> <li>○ 자원고갈에 대비한 <u>제조업</u> 및 <u>식량·에너지</u> 혁신</li> <li>○ 우주 생활권의 실현과 안전하고 <u>편리한 미래의 이동수단</u></li> </ul>
<p>&lt; 3. 공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <u>네트워크·가상현실</u> 등 <u>디지털 인프라</u>와 상호 존중을 바탕으로 한 건강한 소통·토론으로 <u>부족한 사회적 신뢰</u>, 공정 등 가치 회복</li> </ul>	<p>⇒</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래의 다양한 <u>소통방식</u>과 (가상현실, 뇌파통신 등) <u>신뢰</u>할 수 있는 <u>네트워크</u></li> </ul>
<p>&lt; 4. 인류사회에 기여하는 대한민국 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 통일 대한민국이 동북아 과학기술 중심지로서 <u>우수한 과학기술 성과를 창출</u>해 인류 보편적인 문제 해결에 기여</li> </ul>	<p>⇒</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 <u>미지의 공간</u>(우주, 심해, 극지) 개척</li> <li>○ <u>기초과학의 주요난제</u> 도전</li> </ul>

## 참고 2

## 해외 미래전략에서 주목하는 미래 도전분야 및 과제

- 주요 해외국가의 미래전략에서는 건강 및 헬스케어, 기후·환경 및 지속가능성, 제조업 혁신, 모빌리티 등을 공통적으로 주목·강조

### 《 해외 미래전략에서 주목하는 미래 도전분야 및 과제 》

해외 미래전략	미래 도전분야 및 과제
<b>독일</b> , High-Tech Strategy 2025(2018), 사회적 도전과제(Societal Challenges)	① 헬스케어 ② 지속가능성 및 기후보호·에너지 ③ 모빌리티 ④ 지역(도시와 농촌) ⑤ 안전과 보안 ⑥ 경제·일(산업, 제조)
<b>영국</b> , Industrial Strategy(2017), 그랜드 챌린지(Grand Challenges)	① 인공지능과 데이터경제 ② 친환경 성장 ③ 모빌리티의 미래 ④ 고령화 사회
<b>일본</b> , 신산업 구조비전(2017), 미래 해결되어야 하는 과제·니즈	① 사람 또는 사물의 이동(모빌리티) ② 스마트 생산과 조달 (친환경, 지속가능성을 담보하는 제조 혁신) ③ 건강유지와 평생활동(의료, 돌봄) ④ 생활(도시 인프라, 안전)
<b>프랑스</b> , France Europe 2020(2013), 9가지 주요 사회적 도전과제 (9 Major Societal Challenges)	① 합리적 자원 배분 및 기후변화 적응 ② 깨끗하고 안전하며 효율적인 에너지 ③ 제조업 부흥 촉진 ④ 건강과 웰빙 ⑤ 식량안보 및 인구문제 ⑥ 지속가능한 모빌리티와 도시시스템 ⑦ 정보와 소통 사회 ⑧ 혁신·통합적이며 적응력이 높은 사회 ⑨ 공간적 포부, 확장(우주)

### 《 공통적으로 강조되는 도전분야 및 과제 》

공통 도전분야·과제	각 국가의 사례
건강 및 헬스케어	(독) 헬스케어, (영) 고령화사회, (일) 건강유지, (프) 건강과 웰빙
기후, 환경 및 지속가능성	(독) 지속가능성 및 기후대응, (영) 친환경 성장, (일) 친환경, 지속가능성을 담보하는 제조혁신, (프) 기후변화 적응
제조업 혁신	(독) 산업, 제조, (일) 스마트 생산과 조달, (프) 제조업 부흥 촉진
모빌리티	(독) 모빌리티, (영) 모빌리티의 미래, (일) 모빌리티, (프) 지속가능한 모빌리티

## [1] 안전하고 건강한 사회

### 도전과제 1 인류의 생존을 위협하는 각종 외부요인에 대처

#### ◇ 신속, 정확하게 기상이변·재난재해 예측 / ◇ 감염병 범용백신 개발

##### □ 지구온난화에 따른 기후변화 대응 및 정밀한 기상예측

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 지구온난화에 따른 이상기후, 해수면 상승·침수, 생태계 파괴 등 피해가 예상되며, 기후대응, 기상조절 및 기상예측 기술은 **기후변화**로 인한 피해 저감, 삶의 예측가능성 증대

- 단기적인 온실가스 감축목표 이행을 위한 탄소저감·활용 기술개발 중
- 기상조절 및 예측기술 등은 연구 초기단계로 장기적인 목표의 수립·추진 필요

- **(단기)** 고효율 친환경에너지 기술 및 탄소 포집·저장하여 영구 격리 또는 자원화하는 기술 개발을 통해 온실가스 감축
- **(중기)** 인공강우 및 태풍의 진로변경 등 혁신적인 기상조절 기술개발
- **(장기)** 전지구적인 기상기후를 초정밀도로 예측하기 위한 통합 지구 시스템 예측모델을 세계적으로 널리 활용

##### □ 재난재해 피해저감과 신속복구, 사전예측을 위한 시스템 구현

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 자연재해(지진, 태풍 등), 사회재난(미세먼지\*, 화재, 건물붕괴, 원전사고 등)의 빈도와 강도가 모두 증가하고 있어, 국민의 생존과 안전을 위협

\* WHO 권고치 농도 2배 이상의 초미세먼지에 노출된 인구 비중이 55.1%로 OECD 회원국 중 1위 (OECD, 2020)

- 주요 선진국에서는 재난발생을 허용하되, 피해를 최소화하고 정상 상태로 되돌릴 수 있는 회복력(Resilience) 개념이 도입된 재난대응체계 구축 중
- 미래에는 효율적 재난대응을 위해 인력 기반에서 데이터시스템 중심체계로 전환될 필요

- **(단기)** 재난재해의 실시간 모니터링 및 빅데이터 기반 관리시스템 구축
- **(중기)** 인명구조 및 피해의 신속한 복구를 위해 재난재해 현장에 투입되어 임무를 수행하는 로봇 개발
  - 전기장·플라즈마 장치 등을 이용해 대기 중의 미세먼지를 고효율로 포집·제거, 미세먼지 제로 소재 및 인프라(예: 미세먼지 무발생도로) 개발
- **(장기)** 미래 재난을 사전에 예측할 수 있는 고도의 시뮬레이션이 가능하고, 이를 통해 재난재해 발생 전에 미리 대응하여 피해 최소화



## □ 신·변종 감염병의 주기적 발생에 대한 과학기술적 대응

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 신종 감염병의 빈번한 발생으로 인류 생명을 위협하고 경제·사회가 마비될 우려가 있으며, **주기적 발생을 대비하여 진단·감자·예방·치료기술 개발 필요**
  - 감염병 진단기술·백신 등에 **DNA·RNA 등 유전자 관련기술 개발 확대**
  - 인공지능, 드론 등을 통한 **실시간 감염원 탐색, 감지시스템 개발 중**
- **(단기)** 감염병 사전탐지·예측(실내공간 병원체 검출 및 휴대용 진단기기 등), 진단·검사·치료의 감염병 대응 전주기 시스템 체계화·고도화
- **(중기)** 감염원(바이러스 등)의 유전정보 등을 넣으면 단시간 내에 감염병의 치료 및 예방백신을 개발할 수 있는 플랫폼 구축
- **(장기)** 광범위한 바이러스 종류에 적용가능한 치료기술 및 인체 면역을 증강시켜 예방·치료가 동시에 가능한 신개념 감염병 대응기술 개발 도전

## 도전과제 2

## 환경오염에 대비한 문명의 지속가능성 확보

### ◇ 제로 플라스틱 사회 구현 / ◇ 인공태양 개발 도전

## □ 폐기물 자원화와 대체 신소재 개발을 통한 환경오염 저감

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 산업 고도화·첨단화로 발생 폐기물 중 **희소금속 등 가치가 높은 성분이 점점 증가하고 있어 '버리는 폐기물'이 아닌 '새로운 자원인 폐기물'로 전환이 필요**
  - 또한, 플라스틱 폐기물 누적과 미세플라스틱의 유해성으로 인해 플라스틱 저감 및 전주기적 관리 및 대체 신소재 개발에 대한 친환경 기술수요 증가
  - 폐기물 순환자원화와 미세플라스틱 등 유해물질 대응을 위한 기술 고도화 필요
  - 생분해성 플라스틱이 개발되었으나 낮은 활용도, 높은 단가로 **상용화 미흡**
- **(단기)** 폐기물 선별 공정의 정확도를 향상시켜 재활용 가능한 폐기물을 효과적으로 선별하고 자원화 및 에너지화하는 기술 등 개발
- **(중기)** 폐기물 처리 시 추출되는 재활용 가능자원 외에 부산물 최소화, 처리과정에서 발생하는 유해물질 등이 없는 무공해 폐기물 처리가 가능
  - 미세플라스틱과 관련해서는, 측정에서 인체 위해성 평가 및 친환경적 처리(포집, 제거 등)까지 이어지는 전주기적 관리 실현
- **(장기)** 기존의 플라스틱을 대체할 새로운 소재·물질 개발을 통해 플라스틱 없는 생활환경 실현



□ 방사능 위협에 대비한 원자력의 안전한 활용과 핵융합 기술개발을 위한 도전

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 방사능 유출 원천차단 기술, 핵분열로 인한 핵폐기물 재처리 기술 및 안전하고 에너지 고갈 위험이 없는 신에너지 기술에 대한 수요 증가
- 원전해체 기술이 유망분야로 떠오르고 있으며 사고저항성 핵연료 등 개발 중
  - 도전적인 미래 에너지기술인 핵융합발전은 인류 최장 최대 국제공동 프로젝트를 추진 중 ('20.7, 장치조립 착수)이며, 극한첨단 장치개발(진공용기, 열차폐제 등)에 우리나라 강점 보유

- **(단기)** 노후화된 원자력 시설 해체 및 안전한 핵연료 개발
- **(중기)** 안전한 원자력 운용을 담보할 수 있는 차세대 원자력 기반 기술(원자로 등) 및 핵폐기물 처리기술 등 개발
- **(장기)** 2050년대 핵융합에너지 실현을 목표로 국제 프로젝트 (ITER)의 적극적 참여와 국내 기술개발 및 인력양성 지속 추진

**도전과제 3** 차세대 바이오·의료 기술을 통한 건강한 삶 실현

◇ 5대 암 완전 정복 / ◇ 질병, 질환으로부터 자유로운 장수시대

□ 난치병 극복과 예방의료 실현

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 미래에는 기대수명이 증가하고 건강한 삶을 연장하고자 하는 욕구로 인해, 암, 유전질환 등 난치병 극복 및 예방의료 관련 기술수요 증가
- 유전자 제거·삽입 치료는 높은 효율을 보이나, 원하는 대로 유전자를 고쳐 쓰는 **교정기술**(4세대 유전자가위, "프라임 에디팅")은 추가적인 연구 필요
  - 기존 치료제 중심의 **대사성 만성질환**(당뇨, 고혈압, 비만 등) 관리에서 **예방 중심 의료**(장기적으로 유지되는 면역반응을 유도하는 백신)로 **기술 수요**가 증대

- **(단기)** 세포·유전자 치료제 및 차세대 신약 개발과 함께 규제과학 임상역량 확보, ICT 기술접목을 통한 질병 사전진단·예방 및 디지털 치료제 개발
- **(중기)** 한국인 빈발 암에 대한 면역세포 치료제, 난치병 치료에 활용될 **역분화 줄기세포 치료제**, 4세대 유전자가위 기반 치료제 등을 상용화  
※ 기술발전과 함께 수용성 제고를 위해 이해관계자 협의를 통한 관련 법·규제 완화 필요(예: 생명윤리법)
  - 조기진단 측면에서, 간단한 혈액검사만으로 암을 진단하거나(액체 생검) 몸에 주입된 초소형 AI 로봇 등이 생체변화 감지, 질병진단 및 예방
- **(장기)** 개인맞춤형 항암치료 가능, 대사성 만성질환 치료와 예방이 동시에 가능한 치료제가 나오고, 개인이 건강관리의 주체가 되는 예방의료 실현

## □ 뇌 기능의 규명을 통한 뇌질환 극복

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 고령화 심화에 따른 퇴행성 뇌질환(치매, 파킨슨병 등)과 고도화 사회에서 증가하고 있는 정신질환에 대한 조기진단, 예방, 치료, 관리에 대한 기술 수요 증가
  - 세계 주요국은 국가전략 수립 하에 뇌 연구를 경쟁적으로 추진
  - 국내에는 뇌과학 발전전략 수립 하 뇌지도 활용기술 개발, 뇌질환 치료 등 연구 지속
- **(단기)** 뇌지도 확보 및 기구축된 뇌지도 활용기술을 선점해 뇌기능 이해 확대
- **(중기)** 치매 등 각종 뇌질환의 원인규명 및 치료제·백신 후보물질 발굴
- **(장기)** 뇌의 통합적 작동원리를 규명해 기억 영상화·저장·대체까지 가능

## [2] 풍요롭고 편리한 사회

### 도전과제 4 인간의 신체적·지적 능력 보완·확장

#### ◇ 인간과 기계의 결합, 입는 로봇 / ◇ 인간과 교감하는 인공지능

## □ 장애와 노화를 극복하는 신체적 능력 회복과 극대화

- ◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 신체증강회복 기술을 통해 인구구조 변화에 대응한 노동생산성을 유지하고, 나아가 인체가 갖는 한계(속도·힘·인지능력 등)를 뛰어넘는 모습까지 전망
  - 국방, 제조업 등에서 신체능력 강화 및 부담 감소를 위한 증강장비 도입 중
  - 인공장기, 조직은 재생의학 관점에서 피부, 연골 등에 집중하여 연구 진행 중
- **(단기)** 신체 외부에 부착·착용하여 사용자의 자세·움직임·동작의도에 따라 신체·인지능력을 증강하는 장비·로봇 등 개발
- **(중기)** 신체 내부에 이식하여 신체능력을 회복, 증강하는 기술 개발
  - ※ (예시) 상실된 시각·청각 기능 회복, 촉감·질감을 느끼는 신경망 인터페이스 등
- **(장기)** 인체의 각 부분을 모방설계하여 노화된 신체기능을 건강하게 회복하고, 속도·힘 등 원하는 신체능력을 자유롭게 증강 가능

## □ 미래의 인공지능 개발을 통한 지적능력의 확장

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 인공지능(AI)은 4차 산업혁명을 촉발하는 핵심동력이자 범용성을 지닌 기술로 다른 분야에 확산되어 엄청난 혁신 유발

- 글로벌 기술경쟁이 치열한 분야로, 지적능력과 정서적 교감능력을 갖춘 인공지능 알고리즘, 이를 실행하기 위해 높은 연산능력·전력효율을 갖춘 반도체 개발 진행 중

○ **(단기)** 단일 반도체 칩에 인간의 지능을 집약할 수 있도록, 초저전력으로 고성능 연산이 가능한 세계 최고 수준의 AI 반도체 기술 확보

※ 인공지능이 학습할 양질의 빅데이터가 효과적으로 구축·분석·응용될 플랫폼 기술 필요

○ **(중기)** 언어·음성·영상처리 등 여러 기능을 동시에 처리할 수 있어 다양한 분야에 활용도가 높은 인공지능 알고리즘 완성

○ **(장기)** 양자컴퓨팅 방식 등을 활용하여 학습·추론 과정의 한계를 돌파하고 각종 사회문제 해결과정에 활용되는 인공지능 기술 구현

## 도전과제 5

## 자원고갈에 대비한 농어업·제조업·에너지 혁신

◇ 24시간 365일 무인으로 가동되는 농장, 양식장 및 공장

◇ 2045년까지 친환경에너지 비중 30% 달성

## □ 농·어업 및 제조업 혁신을 통한 풍부한 식량 및 자원 확보

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** IoT, AI, 데이터 등의 접목을 통한 미래형 농장·양식장·공장의 생산성 혁신이 기대되며, 국가경쟁력 강화 및 식량안보 차원에서 관련기술의 중점적 투자 필요

- 디지털 제조시스템 및 협업제조로봇을 위한 기반기술 개발 진행 중
- 스마트팜, 푸드테크의 핵심기술 국산화를 위한 연구개발 추진 중

○ **(단기)** 스마트공장·농장·양식장 상용화를 위한 생산·유통단계별 빅데이터를 구축하고 관련 생산공정·부품·기계 등 기반기술 개발

○ **(중기)** ICT 기반으로 완전 자동화된 스마트 공장, 농장, 양식장 등이 보급

○ **(장기)** 장기적인 식량고갈에 대비한 미래식량(배양육, 식사용 알약 등) 상용화

## □ 친환경 에너지원 확보와 에너지의 효율적 사용기술 개발

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 석탄, 석유 등 화석에너지 고갈 및 단가상승과 온실가스로 인한 이상기후, 환경오염 등에 대응하여 친환경 에너지 및 에너지 효율 향상 기술 필요

- 에너지의 안정적 공급을 위해 각국은 태양광, 수소 등 신재생에너지로의 전환을 준비하며, 이에 따라 에너지 저장·활용 기술(전지, 스마트그리드 등)도 개발 중

○ **(단기)** 청정수소의 안정적 확보 및 전기·수소차에 활용될 2차 전지 및 3차 전지\* 기술 고도화

- \* 1차전지: 저장된 전력이 방전되면 다시 충전하여 사용할 수 없는 전지(예: 일반 건전지)
- 2차전지: 방전이 되어도 충전하여 다시 사용하는 전지(예: 리튬이온전지 → 전기차에 활용)
- 3차전지: 연료를 공급하여 전기를 계속 생성하는 전지(예: 수소연료전지 → 수소차에 활용)

○ **(중기)** 안정적인 도시 수소공급 인프라 및 인공지능 기반의 효율적인 전력관리 시스템 구축, 고효율·저비용 도심형 태양광 발전 확산

○ **(장기)** 모든 모빌리티 연료의 수소화 추진 및 우주태양광 상용화, 핵융합 에너지가 미래 에너지원에 있어 핵심적인 역할 수행

## 도전과제 6

## 우주 생활권의 실현과 안전하고 편리한 이동

### ◇ 우주공간을 나는 여객기 / ◇ 환경오염·교통사고 없는 차

## □ 우주를 넘나들고 지상을 빠르게 주파하는 고속 유인 운송수단

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 초고속의 단시간 내 이동은 일상생활, 비즈니스, 관광 등 분야에서 새로운 경제가치를 창출하고, 항공기술의 발전으로 국방안보 분야에도 기여

- 유인우주 왕복수송시스템의 경우, T-50전투기 및 한국형발사체 개발 경험을 바탕으로 미래에 충분히 도전가능한 분야로, 내열·열차폐 구조, 초정밀 항법·제어 기술 개발 중요 → 몇 시간 만에 세계 어느 곳, 심지어 우주까지 도달
- 하이퍼루프 선로 구축 시 드는 높은 초기비용으로 단거리 구간실험 정도로 그침

○ **(단기)** 하이퍼루프 시스템 개발을 위한 기반기술 확보(수송차량, 부상시스템 등)

○ **(중기)** 우주공간(지구 저궤도)으로 날아갔다가 지구로 되돌아오는 유인수송 시스템\*, 하이퍼루프의 도시·대륙 간 수중 지상 선로구조물 등 설계·건설기술 확보

- \* 비행기 엔진으로 공항에서 이륙해 우주공간 비행은 발사체 엔진으로 이루어지는 수송선

○ **(장기)** 유인우주 수송시스템의 상용화, 국내외 도시 간 하이퍼루프망 등으로 초고속 이동을 실현하여 새로운 경제사회적 가치를 창출

□ 친환경·지능형 이동수단을 통한 안전하고 편리한 교통체계 구축

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 환경규제 강화로 내연기관 교통수단을 대체할 수소·전기차, 친환경선박 등의 수요가 증가할 것이며, 자율주행차, 플라잉카, 자율선박 등 교통혼잡이 적고 편리한 미래 운송수단 등장

- 우리나라는 세계 전기차 배터리 시장의 40% 이상을 점유<sup>(20)</sup>하여 경쟁력 보유
- 완전자율주행(레벨5)이나 플라잉카 상용화를 위한 장기적인 기술고도화 필요

- **(단기)** 수소 연료전지 기술, 자율주행 기술, 플라잉카 분산추진 기술 등 다양한 모빌리티의 기반기술 확보·고도화
- **(중기)** 레벨5 완전자율주행 자동차 및 반자율항법 플라잉카 등을 통해 지상, 공중을 가리지 않고 운전 없이 이동하는 모습 실현
- **(장기)** 수소와 전기연료 기반의 대형운송수단(버스·트럭·기차 등)이 민간에 널리 상용화되고, 완전자율항법이 적용된 플라잉카 보급

### [3] 공정하고 차별 없는 소통·신뢰 사회

#### 도전과제 7

#### 다양한 소통방식과 신뢰할 수 있는 네트워크

◇ 현실만큼 실감나는 가상현실 세계

◇ 오프라인 수준으로 신뢰할 수 있는 온라인 소통

□ 가상현실, 뇌파통신 등을 통한 소통방식의 다양화

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 우편, 전화(유무선), 인터넷을 넘어 새로운 소통공간(가상현실)과 소통수단(뇌파통신) 등장으로 교육문화 등의 색다른 경험을 제공하는 시장과 향유기회 창출

- 가상현실의 구현을 위한 디스플레이·통신·영상 등 신규기기의 수요와 함께 교육·문화·예술 분야와의 접목을 통한 다양한 콘텐츠 제작기술 발전 유도
  - \* VR·AR 세계시장 전망('19, PwC) : ('20) 960억 달러 → ('30) 15,420억 달러
- 뇌파통신 초기단계인 뇌-기계 연결<sup>\*</sup>(Brain-Machine Interface) 기술개발 중
  - \* 뇌와 기계가 연결되어 뇌신경 신호가 기계에 전달되고 기계를 작동·운용하는 기술

- **(단기)** HMD, 360도 3D 등 고실감 영상장치 고도화 및 가상현실 움직임·감각 등을 구현하는 기반기술 확보, 실감콘텐츠 응용기술(5G·AI 접목) 구현
  - ※ 에듀테크 활용 맞춤형 교육, 가상현실 기반 관광공연 등 다양한 계층의 여가문화 향유기회 확대
- **(중기)** 현실감 넘치는 온라인 가상현실 세계를 구현하고, 이곳에서 다양하게 즐길 수 있는 여가·문화·사회생활 등 콘텐츠를 제공
- **(장기)** 사람과 사람은 물론, 사람-동물, 사람-기계 간 생각만으로 소통이 가능하도록 뇌파통신 고도화

## □ 신뢰할 수 있고 안전한 소통 네트워크 구축

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** ICT 발전 가속화에 따라 **통신데이터의 위·변조, 해킹위험**이 늘어나고 **네트워크의 신뢰성·보안 강화**를 위한 **블록체인, 양자암호통신** 등 수요 증가

- 블록체인은 **스마트계약** 등 형태로 **의료·금융·산업** 등 다양한 분야에 활용가능
- 양자암호통신에 적용되는 **양자 기술**은 아직 **연구개발 초기 단계**

○ **(단기)** 차세대 블록체인 **합의 알고리즘\*** 및 양자암호통신의 **기반기술** 개발

\* 합의 알고리즘은 블록체인 환경에서 네트워크 참여자 간 의사결정을 내릴 수 있게 하는 일종의 규칙

○ **(중기)** 블록체인의 **개인정보 침해** 등 **위험요인**을 개선하여 활용도를 높이고, 주요 **국가기간시설**에 대한 **안전성이 검증된 양자암호통신** 적용확대

○ **(장기)** 다양한 기술을 바탕으로 **신뢰할 수 있는 분산인터넷 환경** 구축, **고도화·자동화되는 해킹**으로부터 **인프라를 보호할 미래보안 기술**

## [4] 인류사회에 기여하는 대한민국

### 도전과제 8

### 새로운 삶의 영역을 확보하기 위한 미지의 공간 개척

#### ◇ 우주 · 심해 · 극지 기지와 생활공간 건설

## □ 우주, 심해, 극지 등 미지의 공간 개척을 위한 핵심기술 확보

◇ **(미래기술 수요 및 현황)** 미래에는 **지구의 한정된 지역**을 넘어 **심해, 극지, 우주**에서 희귀 자원을 채취하거나 탐사활동을 수행하는 등 **인류의 활동영역 확장**

- 미지의 공간 개척과 연구를 위한 **우주**(재사용 우주발사체, 탐사로봇 등), **심해**(심해유인 잠수정, 해저기지 등), **극지**(남·북극 과학기지, 쇄빙선, Korea-Route 개척을 통한 남극점 진출 등) 영역 **핵심기술의 연구개발** 진행 중

○ **(단기)** 한국형 발사체 기술 개발 및 극지연구용 고성능 쇄빙선 확보

○ **(중기)** 재사용 가능 소형발사체\* 기술 확보 및 심해탐사 유인잠수정 개발

\* SpaceX사에서 사용 중인 케로신/산소 엔진보다 더 많은 횟수 재사용 가능한 메탄엔진 기술 확보

○ **(장기)** 우주·해저 등에서의 연구·생활을 위한 **탐사기지 및 인프라** 건설



## 도전과제 해결의 토대가 되는 창의적 지식탐구: 기초과학의 Big Questions

- ◇ 기초과학(Fundamental science)에 대한 연구는 세상의 본질을 깨닫고 자연 현상의 원리를 이해하여, 인류 지식의 폭을 확장
  - 학문 간의 융합이 점점 중요해짐에 따라, 세분화·전문화된 연구보다 기초과학과 같은 포괄적·근원적 연구의 가치가 높아지는 상황
- ◇ 특히, 생명, 뇌, 우주, 신물질, 수학(예시) 등 기초과학의 주된 연구분야에서 나올 성과들은 장기적으로 인류에게 다양한 혜택을 제공할 것으로 전망

### 1. 인간의 질병과 노화 등 생명의 신비에 대한 이해

- ◇ 미래에 불치병 치료는 가능할지, 질병과 노화 없이 사는 것이 가능할지, 인간의 한계수명은 어디까지 확장될지 등 생명에 관한 비밀을 풀려는 노력 지속
- (질병) 세포, 유전자, 단백질 등 우리 몸을 구성하는 생명의 기본단위에 대한 기초연구\*는 질병에 대한 근본적인 치료법으로도 발전, 활용 가능
  - \* (예) 암세포가 저산소 환경에 적응하는 원리를 활용해 암, 빈혈 등 질병의 치료 가능성 규명
- (노화와 수명) 약물·유전자 치료로 유해산소로 인한 노화를 막을 수 있다는 주장(낙관론)과 유전자에 입력된 수명한계(약 115세)를 넘을 수 없다는 주장(비관론) 등 존재

### 2. 인간의 뇌와 인지기능에 대한 연구

- ◇ 뇌는 매우 복잡한 구조와(약 860억 개 뉴런) 기능을 담고 있어 아직 풀리지 않는 수수께끼와 같은 기관이지만 최근 분자, 세포에서부터 회로 수준까지 다양한 기술발전을 통해 뇌 작동원리 파악 시도
- ◇ 뇌 구조와 각 부분의 기능, 기억을 저장하고 생각하는 원리, 뇌 발달 과정 등은 뇌신경과학 분야에서 앞으로 풀어야 할 연구과제
- (뇌 전체 작동원리 규명) 현재 특정부위별로 진행되는 뇌연구에서 전체 영역을 연결해 총체적으로 이해하기 위한 도전적 연구 필요
- (기억 등 인지기능 작동원리) 기억의 형성 및 저장 원리에 대한 이해에 기반하여 기억을 조절·향상하여 각종 질병치료에 활용가능

### 3. 우주의 생성 및 진화의 원리 규명

- ◇ 우주의 원리를 알고자 하는 것은 이 세상 모든 것의 기원을 밝히려는 인간의 근원적 호기심에서 비롯된 것으로 동시에 과학의 본질적인 과제
- ◇ 우주가 탄생하고 진화해온 과정을 과학적으로 규명할 수 있다면, 현재 우리가 살고 있는 세계에 대해 더 많은 것들을 설명 가능

- (암흑물질) 우주 탄생(빅뱅) 과정에서 물질이 어떻게 전파되었는지 등 우주 탄생 및 진화의 단서가 되는 ‘암흑물질’\* 검출 시도

\* 기초과학연구원(IBS)에서는 암흑물질 후보로 주목받는 뱀프, 액시온 등 검출연구단 운영

- (중력파) 우주를 바라보는 일종의 ‘망원경’으로 블랙홀, 중성자별, 초신성 등 거대 천체현상을 이해하기 위한 ‘중력파’\* 검출 및 관련연구 진행 중

\* 별의 폭발, 블랙홀 생성 등의 큰 에너지 사건 발생 시 시공간의 요동이 물결처럼 퍼져나간 것

### 4. 물질의 구성과 생성원리 파악을 통한 신물질 개발

- ◇ 원자·분자 등 소단위에서 물질의 생성원리를 파악하고, 이 원리를 바탕으로 자연계에 없는 물성을 지닌 새로운 물질을 개발하려는 시도가 활발
- ◇ 신물질 연구는 우리에게 주어진 유한한 천연자원의 한계를 극복하는데 기여

- (입자 가속기) 중이온, 양성자, 전자 등 입자를 빛에 가까운 속도로 가속하여 원자의 내부구조 및 원자 내 기본입자까지 분석할 수 있는 입자 가속기를 통해 신물질 연구 강화

- (초전도체) 특정온도 이하에서 전기저항이 사라져 전력손실이 없는 초전도체 물질을 일상온도(약 20℃)에 가까운 높은 온도에서 구현\*

\* 기술개발 난이도에 따라 나열하면 저온초전도체(약 -273.15℃~-243.15℃에서 초전도 현상 구현) → 고온초전도체(-243.15℃ 이상에서 구현) → 상온초전도체(일상온도 20℃ 근처에서 구현) 순

- (인공지능 활용) 신물질 개발을 위한 후보물질을 추리고, 물질의 적합성 등을 검증하는 과정에 인공지능을 활용해 개발기간을 대폭 단축

- (물질형성 메커니즘) 지구상의 대부분의 물질은 우주 형성 초기에 초고온·초고압 환경에서 형성된 바, 물질 형성의 근본적인 메커니즘을 이해하기 위해 초고온·초고압 극한환경에서 신물질 개발연구 진행



- **(반물질)** 어떤 물질과 질량과 에너지는 같지만 전기적 성질은 반대인 반물질\*을 생성하고 장기간 유지할 수 있는 기술개발에 도전

\* 물질과 반물질을 합치는 반응은 마치 핵융합 현상처럼 그 과정에서 엄청난 에너지 발생

## 5. 불확실성 속에서 확실성을 찾아가는 수학 연구

- 
- ◇ 기술의 급격한 발달로 미래 불확실성이 커지는 가운데, 수학은 일정한 패턴과 구조를 파악·이론화하는 학문으로, 여러 분야에 광범위하게 활용, 확산 가능
  - ◇ 과거에 이론적 문제를 해결하는데 의미를 두었던 수학이 불확실한 세상에서 보다 예측 가능한 미래를 보여주는데 능동적인 역할을 수행할 것으로 기대
- 

- **(응용수학)** 최근 여러 분야에 수학을 활용하여 해당 분야의 문제를 해결하는데 관심을 두는 응용수학이 각광

※ 수학적 모델링을 통한 코로나19 바이러스 확산 예측, 인공지능 알고리즘 개발연구, 기상기후 예측 모델 개발 → 빅데이터 적용을 통한 모델의 고도화 및 특화 중요

- **(수학난제)** 전통적인 수학난제\*에 대한 도전도 지속 이루어질 필요가 있으며, 난제에 도전하는 과정에서 산출되는 성과\*\*는 학문발전에 기여

\* (예) 美 클레이수학연구소에서 선정한 7대 밀레니엄 수학난제(P 대 NP 문제, 리만가설, 양-밀스 이론과 질량 간극 가설, 나비에-스토크스 방정식의 해의 존재와 매끄러움 등)

\*\* (예) 물, 공기 등 유체에 미치는 운동을 기술하는 나비에-스토크스 방정식의 해의 근사치를 구하는 것만으로, 공기저항을 덜 받는 항공기·자동차 설계 및 기상환경 예측 등에 활용가능

- **(과거 미래전략 평가·분석)** 역대 정부의 두 차례 과학기술 미래 전략은 각각 5대 정책기조(방향)를 제시
- **(정책기조)** 과학기술 인재, R&D 혁신 및 글로벌 개방형 연구, 과학기술 주도의 국가경영 등을 강조

<b>2025 과학기술 발전 장기비전 (1999)</b>	1. 정부주도·개발중심의 혁신체제에서 민간주도·혁신중심의 혁신체제로 2. 공급확대 중시의 투자확충전략에서 효율적 활용 중시의 투자배분전략으로 3. 국내완결형 연구개발체제에서 <b>글로벌 네트워킹형</b> 연구개발체제로 4. 단기적인 수요대응형 기술개발전략에서 장기적인 시장창출형 혁신전략으로 5. <b>과학기술이 주도하는 국가경영체제</b> 로
<b>2040 과학기술 미래비전 (2010)</b>	1. 새로운 영역을 개척하는 <b>창조형·선도형 연구개발</b> 확대 2. 새로운 가치를 창출하는 <b>과학기술 인재</b> 육성·지식시스템 강화 3. 국제협력을 통한 <b>글로벌 개방형 혁신체제</b> 구축 4. 지속가능 발전을 선도하는 녹색성장형 과학기술 혁신 추구 5. 국민과 사회에 기여하는 과학기술 역할 강화

- **(양적목표)** 양적목표의 경우, 그간 괄목할만한 성과 달성  
 ※ R&D투자 규모, 연구개발인력 수 등 대부분의 양적지표 달성 예상
- **(질적목표)** 질적목표 달성을 위해 다양한 정책·제도가 시도\*되어왔고, 일부 성과를 보이고 있으나 지속적인 정책의제 발굴 및 실행노력 요구
- \* (예시 1) 법·제도·시스템 정비 → 과학기술기본법('01), 연구개발혁신법('20) 제정 등  
 (예시 2) 세계 최고 수준의 정보화 달성 → 세계 최초 5G 통신망 상용화('19) 등

### < 시사점 >

- ◇ 과거전략에서 강조되었던 인재 및 R&D혁신, 글로벌 개방성 강화, 과학기술 주도 국가경영 및 과학기술의 역할 강화 등은 동 전략에서도 핵심적인 정책분야로 다루어질 필요
- ◇ 과거전략에서 크게 강조되지 않았지만, 기업·산업은 기술혁신을 통해 미래 시장을 창출하며, 지역경제의 성장은 지역과학기술혁신 역량에 크게 의존하게 된다는 점에서 산업 지역도 주요 정책분야로 고려

- **(현재 생태계역량 분석)** 최근 과학기술혁신역량평가('19), 국가R&D 혁신방안 이행점검('19) 등을 참고할 때, 글로벌 협력 확대, 지역 또는 기업의 연구개발 혁신, 도전을 장려하는 R&D, 사회문제 해결 등 강조

- **(국가과학기술혁신역량평가, '19)** 타 OECD 국가 대비 **글로벌 협력**, 민간에 대한 법·제도적 지원, 연구개발 대비 기술 수출액 비중, 기업 간 기술협력 등 부진
- **(국가R&D 혁신방안 이행점검, '19)** **지역이나 기업의 연구개발 혁신**을 위한 전략 모색, **도전을 장려하는 R&D** 지원체계 개편, **사회문제 해결**을 위한 제도적 체계 구축 등이 향후 중요한 과제로 지적

- **(메가트렌드)** 과학기술 정책과 관련하여 미래변화에 대한 대응역량이 중요하며, 과학기술의 역할은 사회문제 해결, 삶의 질 제고로 널리 확장

- **(미래변화)** 미래의 빠른 변화속도와 불확실성, 위험 등 **다양한 위기요인 증가**
- **(글로벌 산업환경)** 반도체, 화학, 자동차 등 **기존 성장동력에 대한 글로벌 경쟁 심화**에 따라 **산업구조 재편** 요구, 국가 간 갈등 및 자국 우선주의로 인한 **산업리스크 증가**
- **(지역환경)** 지속적인 도시화 및 생활권역 확대로 **초광역도시 등장**
- **(과학기술의 역할 확장)** 과학기술의 역할로 **사회문제 해결과 삶의 질 제고** 강조

- **(해외전략)** 주요 해외국가는 미래전략을 수립함에 있어, 공통적으로 인재정책, 지식·인프라 창출, 기업가 정신 및 창업 강화 등을 강조

《 공통적으로 강조되는 정책분야 및 방향 》

공통 정책분야·방향	각 국가의 사례
인재	(독) 능력 기반(인재, 교육), (영) 사람(인재), (일) 인재육성·활용 시스템(교육, 고용), (미) 인재(교육)
지식/인프라	(독) 지식·혁신의 네트워크, (영) 지식과 생각, 인프라 (일) 규범의 고도화(데이터, 지식재산권), (미) 인프라(지식재산권, 테스트베드)
기업가 정신, 창업	(독) 기업가정신 강화, (영) 사업환경(창업, 스타트업), (일) 이노베이션 에코시스템(지식, 벤처, 오픈이노베이션), (미) 투자(기업가 정신, 창업 등)

- 과거성과와 현재역량 분석, 메가트렌드 및 해외 미래전략을 주로 참고하고, 전문가 심층토의를 통해 미래 과학기술 생태계에 대한 8가지 질문 도출

< 미래 과학기술에 대한 8가지 질문 >

질문의 단서	주요내용	질문	구분
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"><li>저출산·고령화로 인해 젊은인재 과학계로 유입 감소</li><li>과학기술 분야에 고령자 및 해외인재 비중 증가</li></ul>	1. 인구 감소 및 인공지능 시대에 어떻게 과학기술 인재를 확보하여 역량을 발휘하게 할 수 있을까?	주체
해외전략	<ul style="list-style-type: none"><li>(독) 능력 기반(인재, 교육 등), (영) 사람(인재), (일) 인재육성·활용시스템, (미) 고품질 STEM교육</li></ul>		
과거현재에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"><li>과학기술의 양적목표는 대부분 달성되었으나, 질적으로 의미있는 연구성과를 달성하기 위한 정책적 지원 필요</li></ul>	2. 세계적으로 인정받는 연구 성과를 창출하려면 어떻게 해야 할까?	
해외전략	<ul style="list-style-type: none"><li>(영) 지식·생각, (미) 기초연구 투자 등</li></ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"><li>글로벌 저성장 추세 지속</li><li>중국의 경제규모와 경제적 영향력 증가</li><li>금융위기, 외교분쟁, 전염병 등으로 산업 리스크 증가</li></ul>	3. 미래 우리 경제의 성장동력을 어떻게 강화할 것인가?	
해외전략	<ul style="list-style-type: none"><li>(독) 기업가정신 강화, (영) 사업환경(창업, 스타트업), (미) 혁신창업 등</li></ul>		
과거현재에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"><li>과학기술의 역할을 경제 발전 중심에서 건강·안전·환경 등 사회문제 해결로 확대 필요</li></ul>	4. 과학기술은 사회문제 해결에 어떻게 기여할 수 있을까?	
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"><li>환경오염, 재난재해, 감염병 등 각종 사회문제에 대한 과학기술 기반의 근본적인 해결책 필요</li></ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"><li>도시 근접지역들이 점차 도시화되고 연계망이 확충되며 초광역도시 등장</li></ul>	5. 미래 우리나라 지역은 어떻게 발전할 것인가?	공간
과거현재에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"><li>2019년 국가 과학기술혁신역량평가 결과, 타 OECD 국가 대비 글로벌 협력 미흡</li><li>논문, 특허가 글로벌 상위권에 위치함에도, 그러한 성과들이 글로벌 경제에 유의미한 영향을 미칠 필요</li></ul>	6. 우리 과학기술의 글로벌 영향력과 위상을 높일 수 있을까?	
과거현재에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"><li>과학기술 주도의 국가경영 및 국가정책 추진 시 과학적 합리성과 데이터를 기반으로 한 판단 중요</li></ul>	7. 과학기술이 중심이 되는 국가가 되려면 어떻게 해야 할까?	정책 환경
해외전략	<ul style="list-style-type: none"><li>(독) 지식·혁신의 네트워크, (미) 디지털인프라, 등 혁신 기반 투자</li></ul>		
메가트렌드	<ul style="list-style-type: none"><li>미래사회의 변동성과 불확실성 증가</li><li>X-이벤트와 같이 예상하기 어렵지만 사회적 파급력이 큰 사건이 빈번하게 발생</li></ul>	8. 미래를 준비하고 개척하는 국가가 되려면 어떻게 해야 할까?	

- 질문에 대한 해답을 찾아가는 과정에서 우리나라 과학기술 생태계 역량을  
높여 도전과제 해결의 기반이 되는 8대 정책방향 및 관련 세부과제 도출

< 과학기술 정책방향 및 세부과제 >

구분	질문	정책방향	세부과제
주체	(인재) 인구감소 및 인공지능 시대에 어떻게 과학기술 인재를 확보하여 역량을 발휘하게 할 수 있을까?	미래 변화에도 지적역량이 확보되고 발휘되는 인재정책	다양한 인재와 인공지능을 활용하여 국가 지적역량 강화 언제 어디서나 역량과 열정을 발휘할 수 있는 미래인재
	(연구자) 세계적으로 인정받는 연구성과를 창출하려면 어떻게 해야 할까?	도전적·창의적으로 지식을 창출하는 국가연구개발체제	미지의 세계에 대한 임무 중심의 도전연구 체계 구축 창의적 지식 창출을 위한 자율과 교류, 축적의 기초연구 지원
	(기업) 미래 우리 경제의 성장동력을 어떻게 강화할 것인가?	신성장동력을 키우고 기존 성장동력을 다지는 산업기술개발	혁신의 전 과정을 지원하며 기업과 함께 미래 성장동력 창출 기술경쟁력 있는 기업이 성장하고 리스크에 대응하는 생태계 조성
	(국민) 과학기술은 사회문제 해결에 어떻게 기여할 수 있을까?	사회문제를 해결하고 삶의 질을 제고하는 공공연구개발	기술개발만이 아닌 문제해결을 위한 연구개발 추진체제로 국민 모두가 참여하고 모두가 혜택을 누리는 과학기술
공간	(지역) 미래 우리나라 지역은 어떻게 발전할 것인가?	산학연 주도로 혁신의 중심지가 되는 지역	혁신이 활발히 발생하는 광역화된 클러스터 선진국 수준의 지역경쟁력을 담보하는 지역혁신생태계
	(글로벌) 우리 과학기술의 글로벌 영향력과 위상을 높일 수 있을까?	국경 없는 과학기술 글로벌 혁신체계	국경 없는 과학기술 연구개발 생태계 국제무대에서 과학기술 의제를 선도하는 대한민국
정책환경	(과학지향) 과학기술이 중심이 되는 국가가 되기 위해 어떻게 해야 할까?	과학기술과 국가정책 간 연계를 강화하는 과학지향 국가	끊임없이 확대되는 과학기술 투자와 인프라 공정하고 합리적인 과학적 정책의사결정체계
	(미래지향) 미래를 준비하고 개척하는 국가가 되기 위해 어떻게 해야 할까?	미래 전망과 국가정책 간 연계를 강화하는 미래지향 국가	데이터를 기반으로 한 정확한 미래예측·전망 미래변화에 안정적·선제적으로 대응하는 거버넌스 구축

## 참고1

## 과거전략 정책기조와 미래전략 2045 정책방향 비교

	2025 과학기술발전 장기비전 (1999)	과학기술 미래비전 2040 (2010)	과학기술 미래전략 2045 (2020)	비고
인재 지적역량		새로운 가치를 창출하는 과학기술인재 육성 및 지식시스템 강화	① 미래변화에도 지적역량이 확보되고 발휘되는 인재정책	지속
연구개발	단기적인 수요대응형 기술개발전략에서 장기적인 시장 창출형 혁신전략으로	새로운 영역을 개척하는 창조형·선도형 연구개발 확대	② 도전적·창의적으로 지식을 창출하는 국가연구개발체계	지속
산업기술			③ 신성장동력을 키우고 기존 성장동력을 다지는 산업기술개발	강조
사회문제		국민과 사회에 기여하는 과학기술 역할 강화	④ 사회문제를 해결하고 삶의 질을 제고하는 공공기술개발	강조 (사실상 추가)
지역		* 세계적 경쟁력을 갖춘 지식클러스터 육성 (글로벌 분야의 하위로 포함)	⑤ 산학연 주도로 혁신의 중심지가 되는 지역	강조
글로벌	국내 완결형 연구개발체제에서 글로벌 네트워크형 연구개발체제로	국제협력을 통한 글로벌 개방형 혁신체제 구축	⑤ 국경 없는 과학기술 글로벌 혁신체제	지속
과학기술 지향	과학기술이 주도하는 국가경영체제로		⑦ 과학기술과 국가정책 간 연계를 강화하는 과학지향국가	지속
미래대응 위기관리			⑧ 미래전망과 국가정책 간 연계를 강화하는 미래지향국가	추가
주체	정부주도·개발중심의 혁신체제에서 민간주도·확산중심의 혁신체제로		* 민간주도·확산중심 혁신체제의 경우, 이번전략의 각 정책분야에 공통된 방향으로 녹아들었음	
투자 효율성	공급확대를 중시하는 투자확충전략에서 효율적 활용을 중시하는 투자배분 전략으로		* 정부 R&D 투자확대, R&D예산조정 제도 정비 등 이미 상당 부분이 기달성	
중점분야		지속가능 발전을 선도하는 녹색성장형 과학기술 혁신 추구	* 기술 분야의 친환경에너지 및 기후환경 기술과 글로벌 분야의 지속가능한 발전목표(SDGs) 등 국제협력 등의 내용으로 포함	

## 《 양적 목표 》

전략	목표	양적 목표	현황	달성 여부
2025 과학기술 발전 장기비전 (‘99)	7위권 과학기술 경쟁력 (~25년)	과학기술경쟁력: 28위(‘99) → 7위(‘25)	28위(‘99) → 과학경쟁력: 3위, 기술경쟁력: 13위(‘20)	과학 분야 초과달성
		정보화지수: 22위(‘99) → 5위(‘25)	22위(‘99) → 3위(‘07)	초과 달성
		경제성장기여도: 19%(‘99) → 30%(‘25)	19%(‘99) → 36.81%(‘00~‘13)	초과 달성
		기술교역지수: 0.07(‘99) → 1 이상(‘25)	0.07(‘99) → 0.76(‘18)(기술무역수지)	미달성 예상
		R&D투자: 128억 달러(‘99) → 800억 달러(‘25)	128억 달러(‘99) → 약 779억 달러(‘18)	달성 예상
		연구개발인력: 13.8만명(‘99) → 31.4만명(‘25)	13.8만명(‘99) → 51.4만명(‘18)	초과 달성
2040 과학기술 미래비전 (‘10) ~2040	세계 5위의 글로벌 과학기술 선도국 (~40년)	GDP 대비 연구개발투자 총액비율: 3.37%(‘08) → 5.0% 수준 유지(‘40)	3.37%(‘08) → 4.81%(‘18)	달성 예상
		인구 만 명 당 연구원 수: 48.6명(‘08) → 120명(‘40)	48.6명(‘08) → 100.8명(‘18)	달성 예상
		세계 랭킹 100위권 내 대학수: 2개(‘09) → 10개 이상(‘40)	2개(‘09) → 5개(‘19)	달성 예상
		연간 3급 특허수: 2,488건(‘07) → 13,500건(‘40)	2,488건(‘07) → 12,746건(‘17)	달성 예상
		기술수출액(백만불): 2,530(‘08) → 51,000(‘40)	2,530백만불(‘08) → 11,798 백만불(‘17)	미달성 예상
		연구원 1인당 SCI 논문수: 0.121건(‘10) → 0.420건(‘40)	0.121건(‘10) → 약 0.125건(‘17)	미달성 예상

## 《 질적 목표 》

전략	질적 목표	
2025 과학기술발전 장기비전	<b>1단계(~2005)</b> 아시아 경쟁상대국보다 우위의 과학기술 경쟁력 확보	투자확대와 효율성 제고
		법, 제도, 시스템 정비
		인프라 확충
		과학기술 교육개혁
		미래대비 프론티어 연구
	<b>2단계(~2015)</b> 아시아-태평양권 연구중심지 구현	세계 최선두 수준의 정보화 달성
		국제화와 글로벌 네트워킹 달성
		신연구개발문화 정착
		지식기반 신산업 육성
	<b>3단계(~2025)</b> 선택된 영역에서 세계적 기술 주도권 확립	기초과학연구 선진화와 세계적 수준의 과학자 배출
		선진화·개방화된 지식창출·활용·확산 메커니즘 구축
		과학기술 리더러시의 세계최고 수준화
		과학기술주도의 국가경영체제 구축
		세계 과학기술 공동체에의 기여
		남북한 과학기술 통합능력 제고

※ 「2040 과학기술 미래비전(2010)」에서는 별도로 질적 목표를 제시하지 않음



## 《 해외 미래전략에서 주목하는 정책분야 및 방향 》

해외 미래전략	정책분야 및 방향
독일, High-Tech Strategy 2025(2018), 미래 역량(Future Competencies) 및 열린 혁신과 벤처 문화(Open Innovation and Venture Culture)	① 기술(Technology) 기반(R&D) ② 능력(Skills) 기반(인재, 교육) ③ 사회적 참여 ④ 지식적용을 통한 성과창출(기술사업화) ⑤ 기업가정신 강화 ⑥ 지식·혁신의 네트워크
영국, Industrial Strategy(2017), 생산성의 기반(Foundations of productivity)	① 지식과 생각(Ideas, R&D 등 혁신) ② 사람(People, 인재) ③ 인프라(Infra-structure) ④ 사업환경(창업, 스타트업 등) ⑤ 장소(Places, 지역)
일본, 신산업 구조비전(2017), 산업구조/취업구조의 변혁 (횡단적 과제)	① 규범의 고도화(데이터, 지식재산권) ② 인재육성·활용 시스템(교육, 고용) ③ 이노베이션 에코시스템 (지식, 벤처, 오픈이노베이션) ④ 경제의 신진대사 시스템(산업구조 혁신) ⑤ 지역·중소기업 시스템 (4차 산업혁명의 확산을 통한 혁신) ⑥ 사회보장 시스템(사회안전망 등)
미국, 미국혁신전략(A Strategy for American Innovation, 2015), 국가혁신시스템 활성화를 위한 국가의 역할	① 혁신 기반 구축을 위한 투자 (기초연구, STEM교육, 디지털인프라 등) ② 실험·혁신에 우호적 환경 보장 (연구·실험 세액공제, 혁신창업, 공공R&D 사업화, 지역혁신, 해외무역 경쟁 지원 등) ③ 국민의 혁신성 촉진 (창의성 증진을 위한 인센티브, 현실문제 해결을 위한 크라우드소싱, 시민참여 등)



## (1) 과학기술의 주체: 인재/연구자/기업/국민

### 정책방향 1

### 미래변화에도 지적역량이 확보되고 발휘되는 인재정책

#### ◇ 인재 규모 확보에서 개인의 역량 발휘 지원으로

### (1) 다양한 인재와 인공지능을 활용하여 국가 지적역량 강화

- ☞ 인구 감소, 고령화 추세에도 우수한 인재와 지적역량이 과학기술계로 지속 유입될 필요
- ☞ 기술사회가 빠르게 변화함에 따라 산업·직종·일자리 구조가 급격하게 바뀌어갈 것으로 전망
  - 수명연장, 플랫폼 노동 확대 등에 따라 일생동안 제2, 3의 직업을 갖게 될 가능성 증가

- 우수인재가 과학기술로 유입되고 인공지능과 협업하는 환경 조성
  - (과학기술의 매력도) 국내 연구환경 및 과학기술인의 경제·사회적 복지를 개선하여 과학기술 분야의 매력도 증대
  - (장애요인 해소) 여성인재 과학기술 분야 진출, 우수 해외인력 유치 및 글로벌 교류 네트워크 형성 시 장애요인 해소 등
    - ※ (예) 가족친화적 연구환경 조성, 이민·비자제도 선진화, 이중국적 허용, 정주여건 개선 등
    - 고령 과학기술자 은퇴, 해외 두뇌유출 등 인재유출에도 대응
  - (인공지능 협업) 미래 국가의 지적자원으로서 인공지능을 적극 활용하고 인공지능 활용능력 보유 인재양성 및 인간·기계 간 다양한 지적협업 시도
- 인구감소 및 고령화 추세에 대응하여 과학기술인재들이 전 생애에 걸쳐 다양한 영역에서 역량을 발휘할 수 있도록 지원
  - (고경력 과학기술인) 고경력 과학기술인이 전문역량·경험을 발휘할 수 있는 활동 영역을 지속 발굴하고 경력관리, 활동매칭 등을 지원
  - (인재유동성 및 협업) 조직 간 경계 이동을 제약하는 제도를 개선\*하여 조직·분야를 넘나들며 공공·민간의 다양한 인재들이 협업하는 환경\*\* 조성
    - \* (예) 교류대상자 평가불이익 금지, 산학연 연구자에 대한 겸직 등 허용 검토
    - \*\* (예) 국가적 도전과제를 해결하는 과학기술 프로젝트 추진을 위해 조직과 분야를 망라하여 우수한 인재로 이루어진 일종의 '드림팀' 구성 등

- **(평생학습체계)** 새로운 일자리, 일하는 방식 변화에 적응할 수 있도록 연령, 경력에 무관하게 과학기술인의 역량 제고 측면의 교육\* 지원
  - \* 취업과 연계된 실무기능 중심의 재교육(Re-skill)을 대학·전문기관의 최신 과학기술 시설·지식 등을 기반으로 한 재직자 역량제고(Up-skill) 교육 관점으로 확대
- 연구자 수급전망, 경력경로 등에 대한 정확하고 풍부한 데이터를 플랫폼으로 제공하여 일자리 매칭, 장기 경력개발관리 등도 지원

## [2] 언제 어디서나 역량과 열정을 발휘할 수 있는 미래인재

- ☞ 창의성, 문제해결능력 등 공통역량 강조 / 많은 선택대안을 제공하는 등 교육성장경로 유연화
- ☞ 높은 지능과 교육수준, 성취동기를 자랑하는 우리나라 인재에 대한 효과적인 동기부여 필요

### □ 미래인재가 다양한 역량을 갖추도록 지원하는 유연한 교육체제로 전환

- **(시간적 다양성)** 교육기간에 대한 개인의 자율적인 선택을 보장하여 획일화된 정규교육 기간 대폭 단축, 대안적인 교육\* 비중 확대
  - \* 마이크로·나노 디그리(Micro-Nano Degree), 대안적 형태의 현장중심형 교육 등
- **(공간적 다양성)** 언제, 어디서나 교육받을 수 있도록 온라인·모바일, 실시간 참여형 교육\* 비중 확대
  - \* MOOC(Massive Open Online Course), 온라인 공개수업, VR·AR 영상교육 등
- **(교육혁신)** <sup>(초·중·고)</sup> 창의성·문제해결역량\*을 배양하기 위한 경험기반 자기주도형 학습 확대, <sup>(대학)</sup> 첨단기술을 토대로 한 프로젝트 해결형 실전교육
  - 학습 빅데이터 추적, 인공지능 분석을 통한 학습자 맞춤형 교육 제공
  - \* 미래 필수역량은 ICT-AI 활용능력, 창의성, 복잡문제해결 역량, 협업·소통능력 등(WEF)

### □ 개성과 자기주장이 강한 90년대생과 그 이후 세대의 특성에 걸맞은 동기부여(motivation)를 위해, 일하는 방식 및 동기부여 수단 변화

- **(일하는 방식)** 연구자가 자율적으로 일할 수 있는 유연한 환경\* 조성
  - \* (예) 연구개발에 대한 예외적 다년도 회계 허용, 연구 시작 전 연구비의 선집행 허용, 연구단계 전환에 대한 유연성 부여 등
- **(동기부여)** 과학기술인이 체감하게 되는 유·무형 보상(금전적, 심리적, 사회적)에 대해 모니터링하고, 효과적인 동기부여 방안 마련
  - ※ (예) 공공연구개발 지식재산 귀속 제도와 관련하여, 결과물을 내는데 연구자가 기여한 성과를 명확히 평가하여 합당한 보상을 제공할 수 있도록 제도 개선

◇ 추격을 위한 연구에서 **도전**과 **창의적** 연구로

(1) **미지의 세계에 대한 임무 중심의 도전연구 체계 구축**

- ☞ 기존의 기술적 한계를 극복하고 새로운 영역을 개척하는 고위험 고수익 도전연구 강조
- ☞ 분야·부문 간 연결되고 점점 복잡해지는 미래 도전과제의 해결을 위해 연구주체들이 각자 영역에서 전문성을 발휘하고, 서로 융합·연계하는 협력을 활성화할 필요

□ 도전대상, 목표 및 실패가능성에 대해 사회적 공감대와 추진체계 강화

- **(도전연구\* 장려)** 도전적 활동과 투자를 장려하기 위해 실패를 인정하고 도전을 북돋아주는 제도적 기반 강화 및 플랫폼 구축
  - \* 도전연구가 필요한 대표적 사례로는 거대과학(big science)처럼 전략적 활용도, 경제사회적 기여도, 성과의 파급효과가 크나, 대규모 투자가 필요하고 실패가능성이 큰 분야가 해당
  - ※ (예시) 성실실패 인정 제도, 실패를 자산화하는 플랫폼 구축 및 R&D 포상금 제도 등
- **(도전연구 추진체계)** 도전연구에 대한 지속적 투자, 목표 설정 등을 추진하기 적합한 추진체계 및 관련 제도\* 마련
  - \* 도전연구 추진 시 민간전문가에게 권한과 책임을 부여하는 사업관리자(PM, Project Manager) 제도, 경쟁형 R&D 시스템, 점수나 등급을 매기지 않는 컨설팅 평가, 해외 동료평가(peer review), 자율적인 목표 재조정(moving target) 및 조기종료(early exit) 등
  - ※ 최근 정부 주도로 '혁신도전 프로젝트', '과학난제 도전 융합연구개발', '산업기술 알키미스트 프로젝트' 등 다양한 도전연구 프로젝트를 추진 중

□ 공공(연)은 명확한 임무(mission) 설정 하에 임무·성과 간 연계성 강화

- **(임무지향)** 공공(연)이 국가적 임무 중심의 연구를 수행하고, 특정 임무의 경우 분야별 연구기관이 협력하여 횡단적 융합연구 활성화
  - 임무 수행을 위한 연구방법론 및 방향성 설정에 있어 연구자의 자율·창의성 보장
  - ※ (예) 독일 헬름홀츠 연구회의 POF(Program-oriented funding) 방식은 30여개 프로그램(미션)에 여러 연구기관이 함께 협력하여 연구 수행
- **(지원 방식)** 임무 달성과 출연금 지원의 연계성을 강화\*하여 거시적으로 성과를 관리하고, 기관 운영의 자율성·탄력성을 제고
  - \* 임무의 달성 여부, 임무 관련 과제 수주규모 등에 대한 평가를 통해 기관 출연금 증감을 결정하여, 미흡 기관은 자연스럽게 구조조정 되는 생태계 조성

## [2] 창의적 지식 창출을 위한 자율과 교류, 축적의 기초연구 지원

- ☞ 자유롭게 연구하고, 다양한 연구자와 교류하며, 전문성을 장기간 축적하여 창의성 발현 가능
- ☞ 인재교육의 산실이자 기초과학 연구 등의 역할을 수행해온 대학은 저출산·고령화, 지역인구 감소, 온라인·디지털 기술 발전 등의 미래 환경변화에 발맞춰 생존과 발전을 도모할 필요

### □ 기초연구 정책은 창의성을 가장 잘 발휘할 수 있는 환경의 조성에 초점

- **(자율성)** 과학기술 연구자가 기초연구와 관련된 예산, 연구관련 제도 등 전 과정의 의사결정에 깊이 참여하여 주도적으로 결정할 수 있게 지원
  - ※ (예) 연구계획 수립이나 조직 구성 등의 과정에 대해 연구책임자에 대해 전권 부여
- **(교류)** 연구자 커뮤니티의 규모·범위·분야를 확대하여 공공연, 대학, 기업 등 연구자 간 공동·융합연구, 소통 등 교류가 활발히 일어날 수 있도록 촉진
  - ※ 특히, 창의성 높은 우수 신진연구자에 대해 전폭적으로 지원하고, 해외연구교류 네트워크 강화, 국제공동연구 확대 등 기초연구 교류의 지역적 범위도 확장
  - 다양한 주체 간 협업을 통해 기초-응용-상용화 연구로 이어지는 일반적 흐름 외에도 응용·상용화 단계에서 파생되는 중요한 기초·원천연구 등 연구 단계별로 자유롭게 오가는 협력연구 활성화
- **(축적)** 전문성 축적을 위해 연구자가 한 분야에 장기간 집중할 수 있도록, 대가(경제적 기여, 산업적 활용 등)를 바라지 않는 장기·연속적인 지원 유지
  - 대규모·고가의 연구인프라(예: 중이온가속기)를 국가차원에서 확보하고, 여러 연구자가 활용하게끔 하여 수준 높은 기초연구 유도(노벨상 도전)

### □ 미래 환경에 적합하도록 연구·교육 기능 변화 및 대학 특성화 지원

- **(대학연구소)** 대학이 장기간 특정 연구 분야·주제에 집중, 몰입할 수 있도록 국책연구소 수준의 우수한 대학연구소\* 육성·활성화
  - \* (예) 미국의 스탠퍼드, 버클리 대학의 소속연구소를 중심으로 실리콘밸리 형성
- **(교육환경 다양화)** 대학이 과감하고 실험적인 형태의 교육환경\*을 시도 및 확대하도록 관련 규제\*\*를 축소하고 제도적 유연성 제고
  - \* (예) 미네르바 스쿨, 몬드라곤팀아카데미(MTA), 에꼴42 등
  - \*\* 대학 학과설립, 입학정원, 원격 온라인 수업 등 대학교육 제도 관련 규제
- **(대학 특성화)** 대학이 글로벌 연구중심대학, 산학협력 거점대학, 평생교육 거점대학 등으로 차별화하여 성장할 수 있도록 지원하고, 정성평가를 강화하여 특성별로 성과 평가방식을 다원화

◇ 정부와 기업이 팀이 되어 미래 시장을 창출

(1) 혁신의 전 과정을 지원하며 기업과 함께 미래 성장동력 창출

- ☞ 미래 성장동력 발굴에 있어, 환경변화를 조기에 포착하고 시행착오를 거쳐 시장을 만들어 내는 기업의 민첩성과 적극성이 발휘될 수 있도록, 지원하는 정부의 역할이 중요
- ☞ 미래에는 점진적인 기술개선이 아닌 불연속적 기술의 등장이 신산업과 성장동력으로 연결

□ 성장동력 정책의 주체를 정부주도에서 기업·정부의 팀 체계로 전환

- (성장동력 정책) 정부주도로 특정 분야를 국가 성장동력으로 선언하는 방식에서, 정부는 기후변화, 고령화, 감염병 등 미래 사회의 도전과제를 제시하고 기업의 기술개발 및 산업 육성을 지원하는 방식으로 전환

- (정부의 역할) ① 고위험 대형연구 집중 투자 및 인공지능 등 범용 기술에 선제적 투자, ②기업의 국가 마케팅\* 지원을 통한 글로벌 시장 진출 등 성장동력 정책의 전 과정을 장기적·체계적으로 지원

\* 단기적 수익창출 목적의 해외진출이 아닌 현지 경제발전에 기여하는 상생의 관점에서 장기적 사업기반을 구축하는 해외진출 전략으로, 기업의 국가 마케팅 전략에 대해 정부는 국가 간 외교, 기업 간 협력 조율 등 지원자로서의 역할 담당

□ 성장동력 정책범위를 R&D 중심에서 혁신의 전 과정으로 확장

- (기술 확보방식 다양화) 특정기술 개발을 위한 연구방식(R&D) → 상황에 따라 외부기술 연계개발, 기업인수 후 개발 등 X&D\*로 방식 다양화

\* X&D: 기술변화가 빨라짐에 따라 전통적인 R&D보다 기술사업화 및 성과확산에 강점이 있다고 여겨지는 기술개발 방식으로, C&D(외부기술 연계 개발), A&D(기업 인수 후 개발), L&D(先 시제품 출시 後 보완) 등의 개념을 포함

- (패키지 지원) 기술 확보뿐 아니라 비R&D적 요소\*까지 패키지로 지원하고 대형R&D 사업에 대한 R&D기획 단계부터 선제적 규제개선 등을 지원

\* (예) 산학연 간 협업 촉진, 이해관계 조정, 시제품 제작, 인증·실증, 공공구매, 시장 개척, 법·제도 개선 등



## (2) 기술경쟁력 있는 기업이 성장하고 리스크에 대응하는 생태계 조성

- ☞ 미래에는 기업 규모와 관계없이 경쟁력 있는 기업이 탄생하고 성장할 수 있는 환경 필요
- ☞ 신산업을 발굴하는 것뿐만 아니라 리스크를 파악해 선제 대응하는 것도 미래 국가의 역할

### □ 기업이 기술력을 중심으로 성장할 수 있는 건강한 산업 생태계 조성

- **(기술역량)** 대기업·중소기업 등 기업규모가 아닌 기업의 기술자산에 대한 가치평가\* 및 연구개발 역량 등에 대한 정밀진단을 바탕으로 뛰어난 기술역량을 갖춘 기업을 혁신적인 기업으로서 집중육성·지원

\* 기업의 기술자산에 대한 가치평가 결과는 데이터 플랫폼화하여 관리

- 산학연 간 기술·인력·자본 등의 측면에서 활발하게 교류하고 사업 기회를 모색할 수 있도록 제도적 기반과 네트워크 구축

\* (예) 경쟁력과 상관없이 기업규모에 따라 사업 참여에 제한을 두는 제도나 관행 개선, 기업이 R&D 수행 시 연구내용 일부를 대학, 공공연 등에 위탁하여 수행하도록 활성화

- **(기술혁신형 창업)** 기술혁신에 기반한 창업 생태계를 조성하여 자금조달, 규제, 지식재산, 표준 등의 측면에서 성장주기별 단계적 지원

- 사회 전반에 창업에 대한 긍정적 인식을 형성하고 창업을 촉진하기 위해 기업가 정신 교육·훈련 강화, 관련 전문가 양성

### □ 기업과 산업이 직면할 리스크에 선제적 대응하고 핵심자원 확보

- **(산업별 리스크 대응)** 국내 산업·기술 중 해외 특정국가·기업에 대한 의존도가 높아 리스크가 큰 영역\*을 상시점검, 업계 공동대응체계 구축

\* (예) 소재, 부품, 장비, 소프트웨어, 디지털 플랫폼 등 산업

- **(핵심자원 확보)** 에너지 안보 보장\*, 광물자원(희토류) 및 생명자원(생물다양성, 생명정보) 등 핵심자원의 효율적인 수집·공유·활용 방안 필요

\* 에너지의 수입의존도가 약 93.5%(18, 한국에너지공단)에 달하는 우리나라는 미래에 발생할 수 있는 국가 간 에너지 분쟁에 대비하여 수입 다변화, 신재생에너지 등 국내 자체 에너지원 확보 등 추진 필요

◇ 모두가 혜택을 받는 사회문제해결형 연구를 지향

(1) 기술개발만이 아닌 문제해결을 위한 연구개발 추진체제로

- ☞ 미래에 점점 더 많은 사회문제가 등장하며, 과학기술로 이를 해결해야 한다는 수요 증가
- ☞ 책임소재와 역할이 불명확한 사회문제의 해결과정에 있어 권한과 책임을 명확히 할 필요

□ 사회적 난제해결을 위한 문제해결형 R&D 추진체계 설계

- (목표 구체화) 국가적으로 해결해야 할 사회적 난제에 대하여 국민적 공감대를 형성하고 달성목표와 성과지표를 구체화
- (시스템 완성형 R&D) 문제해결을 중심으로 하고, 일회성 해결이 아닌 시스템 완성형인 사회문제 해결형 R&D 추진체계를 지향
  - ※ 논문이나 특허, 특정기술 완성도(TRL)가 아닌 제품 양산시스템까지를 목표로 하는 '시스템 완성도'(SRL, System Readiness Level)를 평가지표로 도입
- (투자 확대) 공공 부문의 장기적이고 선제적인 대규모 투자 및 민간산업체의 투자를 유도하기 위한 인센티브 제공

□ 문제해결 전 과정에서 있어, 혁신가(entrepreneur)를 선정하여 권한을 부여하고 종합적으로 지원

- (추진 주체) 연구개발부터 사업화까지 문제해결 전 과정에 걸쳐 이해관계자를 모아 문제해결을 책임지고 추진할 혁신가 선정, 전권 위임
  - ※ 역량 있는 전문가 확보를 위해 美 DARPA, 국내 'R&D 혁신도전 프로젝트'처럼 민간전문가를 PM(Program Manager, 사업관리자)으로 초빙하여 전권 부여
- (정부 역할) 기업가 대상 원스톱 지원과 유사하게 사회문제 혁신가가 종합적 관리에만 집중하고 역할을 원활히 수행하기 위한 환경조성

## (2) 국민 모두가 참여하고 모두가 혜택을 누리는 과학기술

- ☞ 다수의 국민들이 과학기술에 참여하여 쌓이는 데이터, 아이디어 등은 문제해결 역량 증대
- ☞ 새로운 과학기술은 혜택을 주는 동시에, 인류 생명, 안전 등을 위협할 부정적 영향도 초래

### □ 과학기술 연구와 정책과정에 국민의 참여 확대

- **(국민참여 확대)** 과학기술의 주체를 다수 국민으로 확장하여, 연구·정책과정에 국민 참여채널 다양화 및 국민의 역할 강화 ⇒ 과학기술의 문제해결력과 사회적 공감대 확대

※ 국민이 도시 공간 등에서 다양한 사회문제 해결을 위한 연구개발 과정에 직접 참여하는 '리빙랩', 시범적 정책실험에 참여하는 등 정책 설계과정에 참여하는 '폴리시랩' 등

- **(국민 의견수렴)** 자발적 참여 외에 큰 부담을 주지 않으며, 국민 의견을 자연스럽게 상시적으로 수렴할 수 있는 다양한 방법론\* 개발 및 활용

\* 스마트폰 등 디지털기기를 활용하여 데이터 수집·공유, SNS 텍스트마이닝(text-mining), 코호트(추적조사) 분석 등

### □ 역기능에 대응하고 혜택은 모두가 누릴 수 있도록 사회에 책임지는 연구 수행

- **(사회적 책임 강화)** RRI\*를 활용하여 기술의 부작용을 사전에 파악, 대응책을 미리 마련하고, 기술혁신 시 국민의견을 반영하여 기술의 원활한 사회적 도입·정착에 기여

\* 기존의 기술영향평가는 특정기술에 대해 사후적으로 사회윤리적 영향을 평가하지만, RRI(Responsible Research and Innovation)는 사업 선정 시 기술로 인한 부작용·위험을 사전에 기재하게 하고 기술혁신 과정에 국민·이해관계자 등 참여도를 평가함

- **(과학기술 윤리)** 인공지능, 생명공학 등 신기술에 대한 윤리연구 강화, 연구지침 제공, 법·제도 반영 등을 추진\*하고 대응책\*\* 수립

\* (예) 인공지능이 특정 가치관·편견이 반영된 데이터를 학습하여 편향된 의사결정을 내리는 것을 방지하도록, 인공지능 알고리즘에 대한 윤리 가이드라인, 자문 등 제공

\*\* (예) AI 코딩+윤리 교육 실시, 신뢰할 수 있고 투명한 AI 알고리즘 구현, 신기술 관련 윤리연구기관 설립 등

- **(과학기술의 혜택)** 성별, 계층 등에 상관없이 모두가 공정하고 차별 없이 과학기술을 통한 혜택과 성과를 향유할 수 있는 환경 실현

\* (예) 디지털·인텔리전스 디바이드 해소 및 접근성 강화, 노인·장애인 등 사회적 약자를 위한 기술개발(신체보조·간호 로봇, 휠체어 등 이동수단, 노인친화적 식품·의료용품 등) 촉진



## [참고] 미래 과학기술의 역기능과 고려사항

역기능·고려사항	주요내용 예시
① 기술적 결함·오작동 사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자 편집 기술에서 유전자 가위가 질병과 관련 없는 유전자를 제거하거나 관련 유전자를 제거 후 치료과정에서 부작용 발생</li> <li>- 뇌파통신 장비의 오작동에 의한 뇌 손상</li> <li>- 배터리 이상으로 인한 에너지저장시스템(ESS) 화재, 수소의 운반, 사용, 저장 등 과정에서 수소탱크 폭발</li> <li>- 하이퍼루프는 진공에 가까운 터널에서 움직이는 열차이기 때문에 자동차보다 사고위험이 적지만 사고가 발생한다면 피해가 크고, 시스템 고장 시 캡슐의 연쇄 충돌로 대형사고 발생</li> <li>- 우주, 심해, 극지 등 극한의 환경을 탐사하는 과정에서 기술 결함이나 악조건으로 인한 사고 발생</li> <li>- 재난재해 예측시스템의 오보로 인한 사회적 혼란과 경제적 피해</li> <li>- 원자력 관련 기술적 결함이나 관리 소홀로 인한 방사능 유출</li> </ul>
② 육체적· 정신적 거부반응	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오 인공장기, 뇌파통신장비 등을 이식할 때 인체의 거부반응</li> <li>- 가상현실 기술로 인해 현실공간과 가상세계를 혼동하고 현실생활에서 장애를 경험</li> </ul>
③ 환경오염 및 생태계 교란	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 극초음속 비행기는 교통수단 중 이산화탄소를 가장 많이 배출하는 것으로 알려진 기존 비행기보다 연료를 많이 소모하고 높은 고도에서 운행되어 에너지 사용량 및 대기오염 증가</li> <li>- 우주, 심해, 극지 등에 대한 경쟁적인 개발로 인한 환경 파괴</li> <li>- 인공강우로 다른 지역에 가뭄이 오거나 태풍의 경로조절 시 다른 지역이 피해를 입는 등 기후변화 대응 및 기상조절 기술로 인해 환경·생태계에 미치는 부정적인 영향</li> </ul>
④ 자원의 과소비·낭비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 블록체인은 참여자 간 모든 정보를 공유하는 특성으로, 기존에 컴퓨터 1대가 처리하던 작업을 컴퓨터 수천, 수만 대가 중복되어 처리하기 때문에 전력, 통신망 등 많은 자원을 소비</li> <li>- 우주, 심해, 극지연구는 대부분 높은 비용이 투입되나, 경제적인 효과는 장기적으로 실현되므로 경제성에 대한 논란 존재</li> </ul>
⑤ 범죄에 악용, 범죄 유발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자율주행차, 플라잉 카를 해킹하여 특정인을 가해</li> <li>- 무인드론을 이용한 대량 인명 살상</li> <li>- 인공지능을 활용해 만든 딥페이크 영상(위조영상)을 사기, 여론조작, 명예훼손 등에 악용</li> <li>- 가상공간에서의 폭력, 사기</li> <li>- 바이오 인공장기의 제작을 위해 인체세포를 얻는 과정에서 폭력 등 불법적 행위 발생</li> </ul>

<p>⑥ <b>사생활·인권 침해</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 맞춤형 서비스, 감염병 대응, 실시간 예방의료 등을 위해 수집된 개인정보(금융정보, 의료정보, 일상생활 등)의 유출</li> <li>- 무인드론이 개인의 물리적 공간을 침범</li> <li>- 감염병 대응 등을 위해 수집한 개인의 이동정보를 국가가 국민을 감시하는 용도로 악용(예: 중국이 CCTV로 사람의 얼굴을 실시간으로 인식)</li> <li>- 빅데이터 분석으로 파악한 '잠재적 범죄자'에 대한 집중 감시가 이루어질 경우 인권침해 가능</li> </ul>
<p>⑦ <b>실업 등 사회문제</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간 능력을 뛰어넘는 인공지능이 일자리를 대체하여 실업 증가</li> <li>- 기존의 제조공장, 농장들이 자동화되면서 해당 부문에 고용되어 있던 인력들이 직장을 잃게 되며 대규모 실업 발생</li> </ul>
<p>⑧ <b>사회적 차별 심화</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 알고리즘에 개발자가 가지고 있는 편견이나 편향적인 데이터가 반영됨에 따라, 인공지능이 인종, 성별, 직업 등에 대해 차별적인 판단을 내릴 위험</li> <li>- 유전자 시술로 열성인자를 제거하고 특정 능력을 강화한 인간인 '적격자(Valids)'와 자연임신에 의해 태어난 '부적격자(Invalids)' 간 차별로 새로운 계급사회 도래(예: 영화 '가타카')</li> </ul>
<p>⑨ <b>생명윤리 위배</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전질환을 방지하기 위해 태아의 유전자를 교정하는 것을 허용할 경우 비윤리적 목적으로 태아를 다루게 될 가능성 우려(예: 부모가 원하는 유전형질만 넣은 '맞춤형 아기' 생산)</li> <li>- 인공장기 개발을 위해 인간세포를 거래하는 등 비윤리적 행위</li> </ul>
<p>⑩ <b>사고책임 등 법적 분쟁</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자율주행차, 플라잉 카 등 무인 교통수단에 의해 사고가 발생할 경우 실제로 타고 있었던 탑승자, 자율주행 기능을 만든 개발사, 제조사 간의 사고책임의 소재 불분명</li> </ul>
<p>⑪ <b>국가 간 갈등, 충돌</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전염병 백신을 특정국가에서 우선 개발하게 될 경우, 분배를 위한 규범이 제정되지 않아 이를 독점하려 하거나 국제 권력으로까지 이용하는 백신 패권주의 경쟁</li> <li>- 우주, 심해, 극지 등 영토와 자원 확보과정에 과잉 경쟁으로 인해 국가 간 갈등이나 충돌 발생 가능</li> </ul>
<p>⑫ <b>군사적 용도로 오남용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신체능력 증강을 위해 사용되는 증강인간 기술이 사이보그 군대, 바이오로봇 등 군사적 용도로 사용</li> <li>- ICT, 우주기술이 발전하며, 현실에서의 전쟁을 넘어 미래 사이버, 우주전쟁으로까지 번질 우려</li> </ul>
<p>⑬ <b>디지털 격차 및 접근성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고령자, 장애인, 다문화가정 등 사회계층이 디지털, ICT 등 빠르게 변화하는 기술에 적응하기 어렵고 소외됨에 따라 지식이나 정보의 격차로 이어질 가능성</li> </ul>

## [2] 과학기술의 공간: 지역/글로벌

### 정책방향 5

### 산학연 주도로 혁신의 중심지가 되는 지역

#### ◇ 혁신의 허브로서 선진국 수준의 지역 경쟁력 확보

### [1] 혁신이 활발히 발생하는 광역화된 클러스터

- ☞ 미래지역은 과학기술혁신을 통해 지역문제를 해결하고, 지역 간 연계되어 국가전반의 발전에 기여
- ☞ 지역마다 특성을 살리고 협력과 경쟁을 거쳐 선진국 수준의 지역 경쟁력을 확보
- \* 2045년에는 연방제 수준의 '지방정부'가 '장관급'의 지역 과학기술부서를 통해 지역 과학기술혁신정책을 주도

#### □ 국가 차원의 혁신 목표에 부합하도록 지역 활성화를 위한 지역의 혁신 목표 설정

- **(목표 설정)** 국가의 혁신목표\*에 부합하고 지역상황을 반영해 대표 산업 육성, 일자리 창출, 지역 문제해결 등 지역혁신 목표를 명확히 설정

\* 인재 역량 발휘, 도전적·창의적 지식 창출, 성장동력 강화, 사회문제 해결 등

- **(지역사업 목표 연계)** 지역혁신 목표 관점에서 부처별, 사업별로 파편화되어 있는 지역사업들의 목표 간 연계성 강화

- 기존 개별부처별로 지자체와 기획하는 체제에서 다부처가 공동으로 지자체와 기획하는 체제로 전환 → 유사·중복사업 통·폐합, 지방재원 효율적 활용

#### □ 지역 경제·산업을 견인할 수 있도록 광역클러스터의 경쟁력 확보

- **(광역클러스터화)** 지역 간 경쟁·협력을 통해 혁신목표가 유사한 지역은 자발적 연계·결합하여 효율적·유기적 형태로 진화하도록 유도

- **(민간참여 촉진)** 클러스터 내 기업·대학·연구소 유치·신설\*, 주거·근로 환경 개선으로 우수 인적자원을 확보하여 기업의 자발적 참여 유도

\* (예) 글로벌 대기업 제2본사 유치, 아시아 지역본부, 기업 R&D센터 등 유치

## [2] 선진국 수준의 지역경쟁력을 갖춘 지역혁신생태계

- ☞ 지역 혁신을 기획부터 실현까지 주도적으로 추진할 주체 또는 혁신체계가 요구
- ☞ 지역산업에 대한 전문성과 현장의 정보력이 정부보다 앞서는 지역 산학연의 역할 증대

- 지역혁신 목표를 가장 잘 구현할 주체인 지역 산학연이 지자체와 협력하고 지자체는 재정분권을 통해 지역 산학연에 사업예산 지원
  - **(지역 거버넌스)** 지자체 내 중앙정부 수준의 과학기술추진체계를 구축하고 지역혁신 목표를 잘 구현할 산학연 컨소시엄 등 산학연 협력조직 활용
    - ※ 2045년에는 연방제 수준의 지자체 내에 핵심역할을 수행할 과학기술 전담부서 운영 전망
  - **(역할 분담)** 대표산업·지역문제 선정부터 지역 산학연이 참여하고, 지방정부는 성과 평가·관리, 기업 등의 애로사항 해결에 집중
- 산·학·연 간 협업을 촉진하기 위한 과학기술 수요·공급 간 매개 강화 및 지식클러스터, 테스트베드 등 혁신 친화적 공간 조성
  - **(수요·공급 간 매개)** 기술의 개발과 활용의 간극을 줄이기 위해 기술인큐베이션\*, C&BD 네트워크\*\* 운영 등의 활동을 촉진
    - \* 기술인큐베이션이란 실험실 수준의 초기 기술을 제품이나 서비스에 활용 가능한 숙성 기술로 전환하는 일련의 과정
    - \*\* C&BD(Connect&Business Development)는 다양한 주체가 참여하여 연구개발 사업 간 연계, 연구개발 성과 간 연계, 연구개발 주체 간 연계 등을 통해 기술사업화 달성
  - **(지식 클러스터)** 혁신의 성과(경험·노하우) 공유, 지식 순환 촉진을 위한 소프트 인프라에 투자하여 산학연 간 협업 및 융합연구 등을 추진
    - 연구데이터 플랫폼, 기술지식거래 플랫폼 등을 통해 물리적 거리에 구애받지 않는 지식·정보 공유 활성화
  - **(글로벌 혁신 테스트베드)** 기술성과를 현장에서 실증할 수 있는 지역별로 차별화된 테스트베드를 구축하고, 세계에 개방해 혁신중심지로 도약
    - ※ 지역별 주력산업과 연계한 규제프리존 지정 및 규제샌드박스 제도 적극 활성화

◇ 세계의 중심이 되는 글로벌 과학기술 강국

(1) 과학기술 생태계의 글로벌 개방성 강화

- ☞ 과학기술 R&D의 글로벌화는 한정적인 국내자원을 보완하는 혁신 경쟁력의 필수적 정책수단
- ☞ 장소를 가리지 않고 해외 연구자와 상시 협력·교류하기 위한 정책·제도적 지원 필요

□ 과학기술 생태계를 국내 중심 → 글로벌로 개방·확장

- **(R&D 글로벌화)** ‘국경 없는 개방형 혁신’의 시대, R&D 전략의 참여주체를 글로벌로 확장하고, 국제협력R&D 투자의 지속적 확대
  - 세계 정상급 연구그룹과의 전략형 국제공동연구(예; 글로벌연구실)와 함께, 우리 연구자의 글로벌 혁신 네트워크\* 참여를 적극 지원
    - \* (예) ITER, CERN, Horizon Europe 등 대형 연구프로젝트의 적극적 참여와 기여
- **(협업체계)** 글로벌 협력사업의 성과분석 및 DB 구축, 전략적 로드맵 설정 등을 위한 종합적 지원체계 마련(예: 범정부 협의회, 공공(연)간 협업체)
  - 과학기술 전문성과 외교적 노하우를 고루 갖춘 과학기술 국제협력 전문가 양성
- **(해외 진출·유치)** 국내기관의 해외 R&D센터 진출, 해외 연구기관 및 다국적 R&D기업 등 유치지원 강화 → “동북아 R&D 허브”로 성장
  - ※ KIST Europe, 파스퇴르 및 듀폰 연구소 유치 등 과거 사례의 면밀한 성과분석을 통해 전략 고도화

□ 과학기술 생태계의 글로벌 개방성 확대를 위한 제도적 기반 구축

- **(개방형 연구생태계)** 글로벌 R&D 협력 활성화를 위한 제도 유연화\* 및 국제협력 성과가 사업화로 연계되는 선순환 생태계\*\* 조성
  - \* 해외 연구자 참여 활성화를 위해 주관기관 선정, 연구성과물(지재산) 소유, 연구비 정산, 연구과제 평가 등에 있어 국제공동연구 특성을 반영한 제도적 지원책 마련
  - \*\* 국제협력 성과의 주기적 공유·모니터링, 후속사업 기획, 성과확산 등
- **(글로벌 개방형 연구환경)** 해외 우수인재·자본 유입을 촉진하기 위해 글로벌 수준에 맞춘 연구·사업하기 좋은 환경\* 조성
  - \* (예) 비자/영주권 제도 개선, 세제 지원 등

## (2) 국제무대에서 과학기술 의제를 선도하는 대한민국

- ☞ 단순교류·협력 증진만을 위한 글로벌화가 아닌 국제적인 목표 달성을 위한 글로벌화 필요
- ☞ 중국의 '일대일로', 일본의 '아세안 인프라 프로젝트'처럼 체계화된 글로벌 협력 전략 필요

### □ 우리 주도의 글로벌 의제 발굴·제안 및 데이터 주도권 확보

- **(글로벌 주도권 확보)** 지속가능발전목표(SDG) 등 국제적인 체제에 대해 적극적으로 참여하고 구체적 의제를 제시하여 주도권 확보
  - ※ 도전적·창의적 지식 창출, 성장동력 강화, 사회문제 해결 등 동 전략의 도전과제 해결을 위한 세부전략을 글로벌 의제화
- 아세안 국가 중심으로 우리 주도의 협력 프로그램\*을 통해 리더십 확보
  - \* 신남방정책지원 등을 연계한 아시아판 'Horizon 사업' 추진
- **(데이터 주도권)** 미래의 자원, 데이터에 대한 국가간 교류·활용 촉진과 상호 운용성 확보를 위한 협력 확대로 데이터 기반 신산업\* 주도권 확보
  - \* 스마트제조, 전기·자율차 등 ITS, 지능형로봇, 사물인터넷, 스마트시티 등

### □ 주변국과의 전략적 협력을 통한 동북아 과학기술 중심국가 도약

- **(중국·일본)** 인접국의 과학기술 역량과 지리적 이점을 활용, 동북아 과학기술 리더십 확보를 위한 장기적 관점의 한·중·일 공동연구 협력체계 구축
  - ※ 한·중·일 과학기술장관회의를 적극 활용하여 전략적 협력 아젠다 및 프로그램 발굴
- **(남북협력)** 상대적으로 협력이 용이한 기초과학 분야부터 시작하여 통일시대 대비 남북 과학기술 교류·협력\*을 단계적으로 확대
  - \* (예) 백두산 화산, 북한 생물자원, 북한주민 보건환경 등 남북한 간 연구 교류·협력
  - ※ 특히, 북한의 중요한 이슈 중 하나인 감염성 질환에 대해 신약개발 시 북한주민에 대해 임상실험을 실시할 수 있다면 남북 모두에게 이익이 되는 win-win 전략 구사 가능

### □ 과학기술 협력을 통한 우군 네트워크 확대

- **(실행전략)** 공동연구, 인적교류, 공적개발원조(ODA), 국제기구 활동, 한류 확산 등 글로벌화 관련 쏠 수단을 과학기술 국제협력 테마에 통합·연계
  - 특히, 신남방·신북방 주요국과의 연구인력 교류 및 과학기술을 활용한 공통문제 해결 등을 경제분야 협력과 연계함으로써 효과성 제고
- **(협력 네트워크)** 국내 연구자의 국제기구 및 글로벌 미래전망 활동 참여 확대, 지역별 전문가 네트워크 및 글로벌 우군 네트워크 강화



### [3] 과학기술의 정책환경: 과학지향/미래지향

#### 정책방향 7

#### 과학기술과 국가정책 간 연계를 강화하는 과학지향 국가

#### ◇ 과학기술을 국정운영의 기본원리로

#### (1) 끊임없이 확대되는 과학기술 투자와 인프라

- ☞ 미래의 환경 변화에도 과학기술에 대한 투자를 지속하기 위한 국가적 원칙 설정 필요
  - 미래에 인구감소로 국가재정이 악화되면 과학기술처럼 미래를 대비한 투자가 줄어들 우려
- ☞ 과거 '경부고속도로', '초고속 인터넷망'과 같은 국가발전을 이끌 새로운 과학기술 인프라 필요

#### □ 미래 사회의 도전과제를 해결하는 과학기술에 지속적으로 투자

- **(규모)** 미래 환경변화에도 정부예산 또는 GDP 대비 일정 비율(예: 5%)을 과학기술에 일관되게 투자한다는 원칙 수립
- **(전략)** ① R&D 투명성 확보\*를 통한 R&D투자에 대한 사회적 공감대 조성, ② 사회변화 등에 유연하게 대응할 수 있도록 R&D투자의 전략성 확보\*\*
  - \* R&D투자 개념·범위 명확화, 비효율적 집행 개선, R&D내용·성과의 투명한 공개 등
  - \*\* 미래를 위해 일관되게 투자하는 '지속적 투자예산'과 각 정권이 전략적 투자에 활용하거나 급격한 상황변화 대응에 활용하는 '전략적 투자예산'으로 나누어 배정(예: 8:2의 비율로 투자)

#### □ 과학기술의 물리적·문화적 인프라를 확충하고 접근성 제고

- **(물리적 인프라)** 과학기술의 물리적 인프라\*가 세계 최고 수준을 유지하도록 지속투자하고, 국민 모두에 대한 접근성(accessibility) 강화
  - \* (예) 데이터 인프라, 실험공간(메이커스페이스, 바이오랩 등), 신기술 테스트베드 등
- **(문화적 인프라)** 과학문화 인프라 확충을 위해 과학기술이 국민에게 다가가는 활동\*과 국민이 과학기술로 다가오게 하는 활동\*\*을 모두 활성화
  - \* 국민친화적 온라인/오프라인 과학콘텐츠 개발, 과학커뮤니케이터, 대중적 과학자의 과학강연·교육 등 과학소통 활동 등
  - \*\* 과학기술 아이디어 공모전, 과학경연대회 등

## [2] 공정하고 합리적인 과학적 정책의사결정체계

- ☞ 사회 모든 분야에서 과학기술로 인해 발생하거나 과학기술로 해결해야 하는 문제 증가  
⇒ 미래에는 모든 개인과 조직이 과학기술을 이해·활용 ⇒ 분권화되는 과학기술정책 의사결정
- ☞ 과학적으로 의사결정하고 과학기술을 활용해 문제를 해결하는 과학적인 정부로 나아갈 필요

### □ 과학기술 정책 거버넌스를 컨트롤타워형에서 플랫폼형으로 전환

- (조직 강화) 정부부처별 과학자문관 임명\*, 행정가-전문가 간 협업체계 구축을 통한 과학기술 역량 강화, 정책담당자의 전문성·책임성 확보 지원\*\*
  - \* 개별부처 성격에 따라 과학자, 사회과학자, 경제학자 등 산학연을 아우르는 다양한 분야의 전문가를 과학자문관으로 임명 또는 배치하여 장관 및 R&D부서에 자문
  - \*\* (예) 우주개발 등 장기적 시각이 중요하고 국제협상 등 다년간의 경험이 필요한 분야의 경우, 순환보직제 적용에서 제외
- (거버넌스 전환) 컨트롤타워형(모든 정보를 중앙에 집중해 의사결정)  
→ 플랫폼형\*(참여자를 매개·조율하여 생태계를 발전시키는 역할에 주력)
  - \* 문제 해결을 위해 전문지식, 사례 등의 정보를 축적·제공하고, 시민사회, 기업, 연구기관 등이 협업할 수 있는 플랫폼 역할 수행
  - ※ (예) COVID-19 확산 시 공적마스크 유통 사례는 정부(마스크 공급수량 정보 제공)-기업(클라우드, 디지털맵 제공)-시민사회(앱, 웹 서비스 개발)가 성공적으로 협력하여 일종의 플랫폼형 거버넌스가 효과적으로 작동한 사례

### □ 국민이 참여하는 과학기술 기반 정책결정을 통해 국가문제 해결

- (신기술 활용) 인공지능\*, 블록체인\*\* 등 첨단 신기술을 사법, 복지 등 다양한 공공서비스에 활용하여 서비스 품질, 정책합리성, 효율성, 투명성 등 증대
  - \* 인공지능: 의사결정을 지원하여 정책적 판단을 보조
  - \*\* 블록체인: 데이터의 위변조가 불가능하도록 네트워크를 관리하여 투명성 확보
- (과학적 의사결정) 정책대안 도출 및 최선안 선택에 과학적 방법론\*을 활용하는 합리적 의사결정절차 확립 및 정책의사결정에 국민참여 확대
  - \* 각 정책대안에 대해 과학기술을 기반으로 충분한 근거와 데이터를 확보하고 분석



◇ 미래를 탐색하고 선제적으로 대응하는 대한민국

(1) 데이터를 기반으로 한 정확한 미래예측과 전망

- ☞ 저출산·고령화 등 인구변화와 인접국의 영향으로 인한 방사능, 미세먼지와 같은 환경변화 등 다양한 리스크를 직면하게 될 우리나라로서 미래에 선제 대비하는 역량이 핵심적 요소
- ☞ 미래에는 데이터, 인공지능 등 과학기술에 기반하여 미래를 탐색하고 전망

□ 미래에 대비해 장기적 투자를 실시하고 미래를 연구하는 역량 강화

- (미래 투자) 미래 불확실성과 과학기술의 급격한 발전속도를 고려해 특정기술보다는 국가적으로 해결할 문제\*를 정해 장기적 투자 실시
  - \* 본 전략에서는 건강한 삶 실현, 신체적·지적 능력향상, 자원고갈, 기후변화 및 환경오염 대비 등의 8대 도전과제(challenges)를 제시
- (미래연구 역량 강화) 미래에 대해 상상하고 분석·논의함으로써, 기회와 위협을 사전에 찾아내는 미래연구 역량에 대한 투자 강화

□ 미래 변화를 선제적이고 체계적으로 탐색하는 체계 구축

- (기회·리스크 탐색) 과학기술에 기반\*하여 향후 국가 차원에서 주목해야 하는 기회 및 리스크 요인을 주기적으로 탐색
  - \* 데이터·알고리즘 등 과학적 방법론 활용, 과학기술의 영향·문제해결력을 종합적 고려
- (주체) 미래탐색을 위해 사회 모든 주체\*가 각 분야에서 데이터 수집, 정부는 플랫폼을 구축하여 각 분야의 데이터를 연계 및 공유
  - \* 정부부처, 민간기업, 대학, 공공연구기관, 시민·사회단체 등
- (내용) AI, 기후변화 등 메가트렌드뿐 아니라 발생가능성은 낮지만 발생 시 사회적 영향력이 큰 X-이벤트\*를 선제적으로 파악·대응
  - \* 신종 전염병, 인터넷 단절, 동북아 원전사고, 식량위기 등

## (2) 미래변화에 **안정적 · 선제적**으로 대응하는 **거버넌스** 구축

- ☞ 미래에 다가올 기회·위험은 **분야 간 연계**되고 **융복합적인 성격**이 강해, **협력적 대응** 필요
- ☞ 정부의 역할은 **단기적인 현안 대응**에만 집중하기보다 **장기 미래를 준비**하고 **비전을 제시**

### □ 국가 역량을 결집해 대응하는 국가 미래대응 거버넌스 구축

- **(미래대응 조직)** 국가 차원의 장기 미래전략을 수립하고 분야별 정책과의 연계를 담당하는 상시적인 ‘과학기술 미래전략기구’ 설치

\* 공공·민간의 미래연구 조직 연계, 미래대응 방향성 및 가이드라인 제시 등 수행

< 참고 : 주요 해외 미래전략기구 사례 >

구분	영국	독일	EU
조직	- 총리실 산하 과학부(Government Office for Science) 내 미래연구팀(Foresight teams) 운영	- 연방교육연구부(BMBF)에서 민간 전문가 중심의 미래분석을 위한 프로그램(BMBF Foresight) 운영	- EU 집행위원회 산하 공동 연구센터로 EU 미래기술 연구원(IPTS) 운영
목적	- 과학적 증거와 미래분석 기술을 활용해 미래 변화를 예측하고 이에 영향을 미치는 이슈 규명	- 약 15년 기간의 미래예측을 통해 정책 아젠다의 조기 확립과 혁신 정책의 수립을 위한 가이드 제시	- EU 정책결정자들에게 경제·기술적 분석을 제공함으로써 미래정책 개발에 기여
역할	- 미래 대응전략 수립 지원을 위해 ‘미래전망프로그램(Foresight Project)’ 수행	- 전문가와 시민의 참여를 통해 사회 니즈를 반영하여 미래사회의 과제와 분야별 유망기술 도출	- 고용 경쟁력, 사회의 유지·발전을 위한 기술, 생명과학 등과 관련된 주제를 연구하며, EU집행위원회의 정책연구 요청에 즉각적으로 대응

- **(거버넌스 전환)** 사후적인 현안 해결형\* → 선제적인 미래 대응형\*\*

\* 중대한 사건 발생 후 컨트롤타워(예: 중앙재난안전대책본부)를 구성하여 해결하는 방식

\*\* 평시에는 플랫폼(매개조직)을 중심으로 동향파악, 대응전략 준비 등을 수행하고, 비상시에는 컨트롤타워로 전환하여 체계적으로 대응하는 방식

< 선제적 미래대응 거버넌스 추진 예시: 출연연 기반의 미래대응 연구체계 구축 >

- 미래의 주요 위기상황별로 협의체 및 전담연구기관을 구성(예: 지진화산→지자연, 우주 감시→천문연)하여 사전감시(Watchdog) 강화 및 위기발생 시 긴급대응연구 신속추진

### □ 미래 통찰을 정책에 활용하여 미래대응 역량을 지속적으로 향상

- **(수립 방식)** ①정책 수립 시 백캐스팅 접근법\*, ②정책영향평가를 통해 과학기술 정책이 경제·사회에 미칠 영향 및 가능성을 입체적 고려

\* 미래에 원하는 모습을 그리고 이를 달성하기 위한 다양한 경로를 비교, 선택하는 접근법

- **(정책 수립)** 정부는 미래에 대한 사전전망, 사후대응 작업 등을 밀접하게 연계하고, 그 결과를 지속적으로 축적·공유

※ (예) 미래의 기회나 리스크의 신호 및 그에 대한 대응상황을 기록한 「(가칭) 국가 미래전망 보고서」를 일정 주기(반기 또는 매년)마다 발간하고 차기 ‘국가 미래전략 보고서’ 수립 시 반영

## V. 결론, 실행을 위한 제언 및 향후계획

### 1

### 결론

- 우리나라가 원하는 미래로 가기 위해 연결과 확장의 과학기술을 활용하여, 국민 삶·경제성장의 질을 높이고 인류사회에 기여
  - 이를 위한 실현방안으로 8대 과학기술 도전과제에 대한 도전과 8대 과학기술 정책방향으로의 전환 필요
  - 궁극적으로 과학기술의 발전은 사람에 의해 이루어지고(과학기술 인재의 중요성) 사람을 위해서(국민행복) 한다는 관점을 항상 견지
- 미래 과학기술의 진보는 인간, 공간, 환경 측면에서 다음과 같은 2045년의 미래를 가져올 것으로 예상(☞ 미래예측 시나리오 제시)

#### < 2045년 미래예측 시나리오 >

##### (1) 인간의 능동적인 삶을 지원하는 과학기술

- 암·치매 등 난치병 질환에 대한 예방과 치료가 가능하여 건강수명이 크게 증가
- 인공장기나 조직을 통해 노화된 신체를 회복하거나 새 것으로 교체
- 가상현실로 오프라인만큼이나 현실감 있는 소통, 기계·동물과의 소통까지도 가능
- 기계와의 협업으로 생산성이 크게 증가하며 여가, 소비에 더 많은 시간을 소비

##### (2) 공간의 한계를 극복하는 과학기술

- 자율주행차가 상용화되고 전용도로가 도시 곳곳에 깔리며 교통사고나 체증이 급감
- 초고속 항공, 도시 간 하이퍼루프가 연결된 해저터널 개발로 전 세계 1일 생활권 실현
- 자체 우주발사체 엔진 개발을 통해 화성탐사에 성공하고, 자체 우주정거장도 완성

##### (3) 자연 환경의 지속가능성을 보장하는 과학기술

- 면적을 덜 차지하는 도심형 수직농장, 축산 없이 고기를 얻는 배양육 기술 등 상용화
- 탄소포집·활용, 친환경 신재생에너지 등 기후변화 대응기술을 국제협력을 통해 공유
- 생태계 교란을 최소화하며 기상기후를 조절하고 자연재해를 상시 모니터링하여 사전에 대비
- 신·변종 감염병의 등장에도 정확한 예측시스템과 신속한 백신개발로 관련피해 감소
- 플라스틱을 대체할 신물질 개발 및 폐플라스틱 에너지화 기술로 환경오염 완화

- **(대국민 공유)** 국민에게 과학기술 미래전략의 비전 및 지향점 제시
  - 동 전략은 국가 전체의 관점을 견지하여 정부, 연구기관, 기업, 개인에게 비전을 공유하며, 정부뿐 아닌 국민 모두가 전략의 실행주체에 해당
- **(전략 간 관계)** 과학기술 미래전략의 장기적인 연속성 유지 및 다양한 전략과의 연계 강화
  - 차기 전략 수립 시 과거 과학기술 미래전략\*들을 종합적 검토하고 당시 성과 및 향후 과제를 평가·분석하여 전략의 연속성 유지
    - \* 「2025 과학기술발전 장기비전」(1999), 「과학기술 미래비전 2040」(2010)
    - 다만, 미래의 빠른 변화속도, 불확실성 증가 등을 감안해 10년 주기로 수립해온 미래전략의 수립주기 단축(5년)을 고려할 필요
  - 국가 차원의 종합적인 미래전략\* 및 과학기술 외에 다양한 분야에서 수립되는 장기 미래전략\*과 연계 강화
    - \* 「비전 2030」(2006), 「혁신적 포용국가 미래비전 2045」(2019)
    - \*\* (예) '국토교통 비전', '해양수산 미래비전', '국가 에너지 기본계획', '장기 저탄소 발전전략' 등
    - 관련 정부부처 및 폭넓은 분야 국내·외 전문가의 참여·협력 중요
  - 과학기술 미래전략은 과학기술 중단기 전략\* 수립 시 지침이 되며, 반대로 중단기 전략은 차기 미래전략 수립 시 기초자료로 기능
    - \* 과학기술기본계획, 국가R&D 중장기 투자방향, R&D 혁신방안, 과학기술예측조사 등
- **(상시조직)** 동 전략이 단발성 기획으로 끝나지 않도록, 지속적 미래전망 및 후속전략 수립 등을 이행할 과학기술 기반 미래대응 상시조직 필요
  - ①외부 환경변화 모니터링, ②전략과 관련된 성과평가, ③중단기 전략과의 연계성 점검, ④미래예측 관련 전문가 네트워크, 데이터허브 등의 역할 수행

- ☐ 국가과학기술자문회의(심의회) 전략 보고 후 책자 발간(8월 말~)
- ☐ 전략 홍보 및 확산(9월~)

< 전략 홍보방안(안) >

- ▶ **(홍보용 책자)** 본 전략의 내용을 각색하고 일러스트·스토리텔링 등을 추가하여, 일반국민도 알기 쉽게 쓴 '홍보용 책자'를 과학관 등을 통해 배포
- ▶ **(과학관 전시·교육 활용)** 본 전략의 미래 유망기술 등 주요 콘텐츠를 5대 국립과학관 전시 또는 교육 프로그램 등으로 활용
- ▶ **(온라인 콘텐츠)** '과학기술을 통해 변화한 2045년 미래모습' 등을 주제로 영상·카드뉴스 등을 제작하여 SNS·유튜브 등에 게시

과학기술정보통신부 과학기술정책국 과학기술관계장관회의 지원팀	
담당자	황용준 사무관
연락처	전 화 : 044-202-6761 E-mail : door@korea.kr