

# 탄소중립 녹색성장 이행을 위한 자원 확보 방안

---

조 홍 종  
(단국대 경제학과)

기후변화센터  
2023년 11월 08일

# 1. 탄소중립 이행 조건

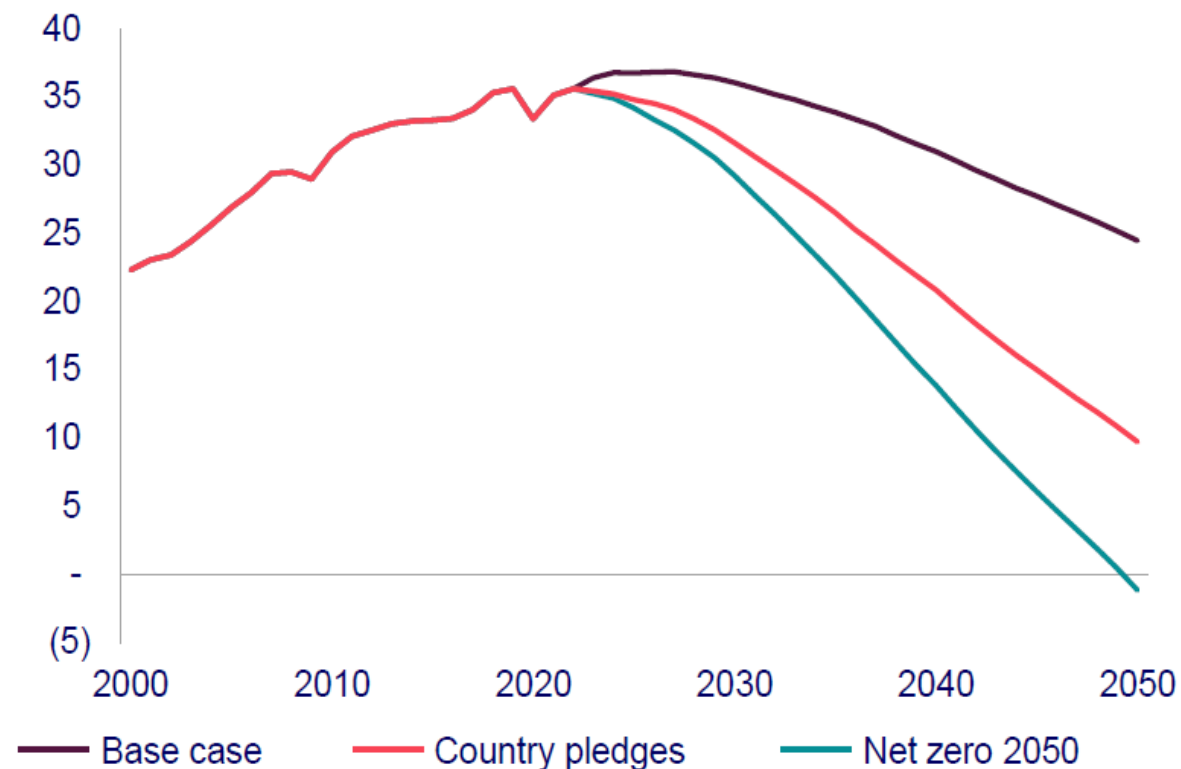
---

# 1. Net Zero Pathway

2050 Net Zero를 위한 최적 이행 경로는 지금과는 전혀 다른 paradigm change

The world needs to reach net zero before 2050 to meet the goals of the Paris Agreement

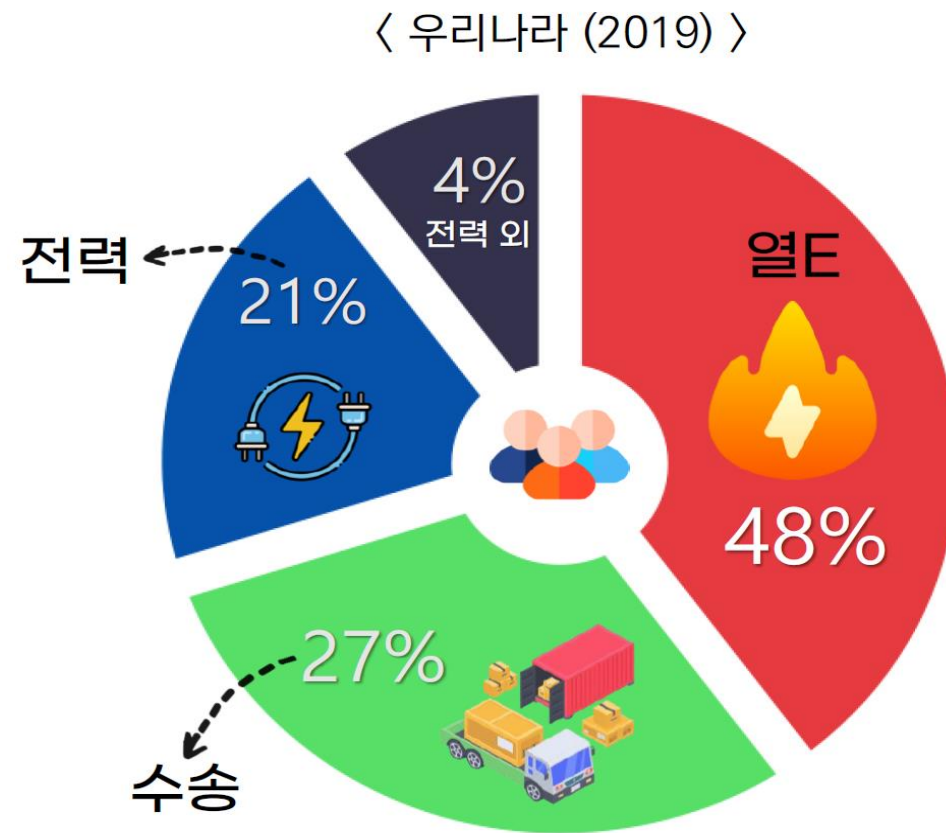
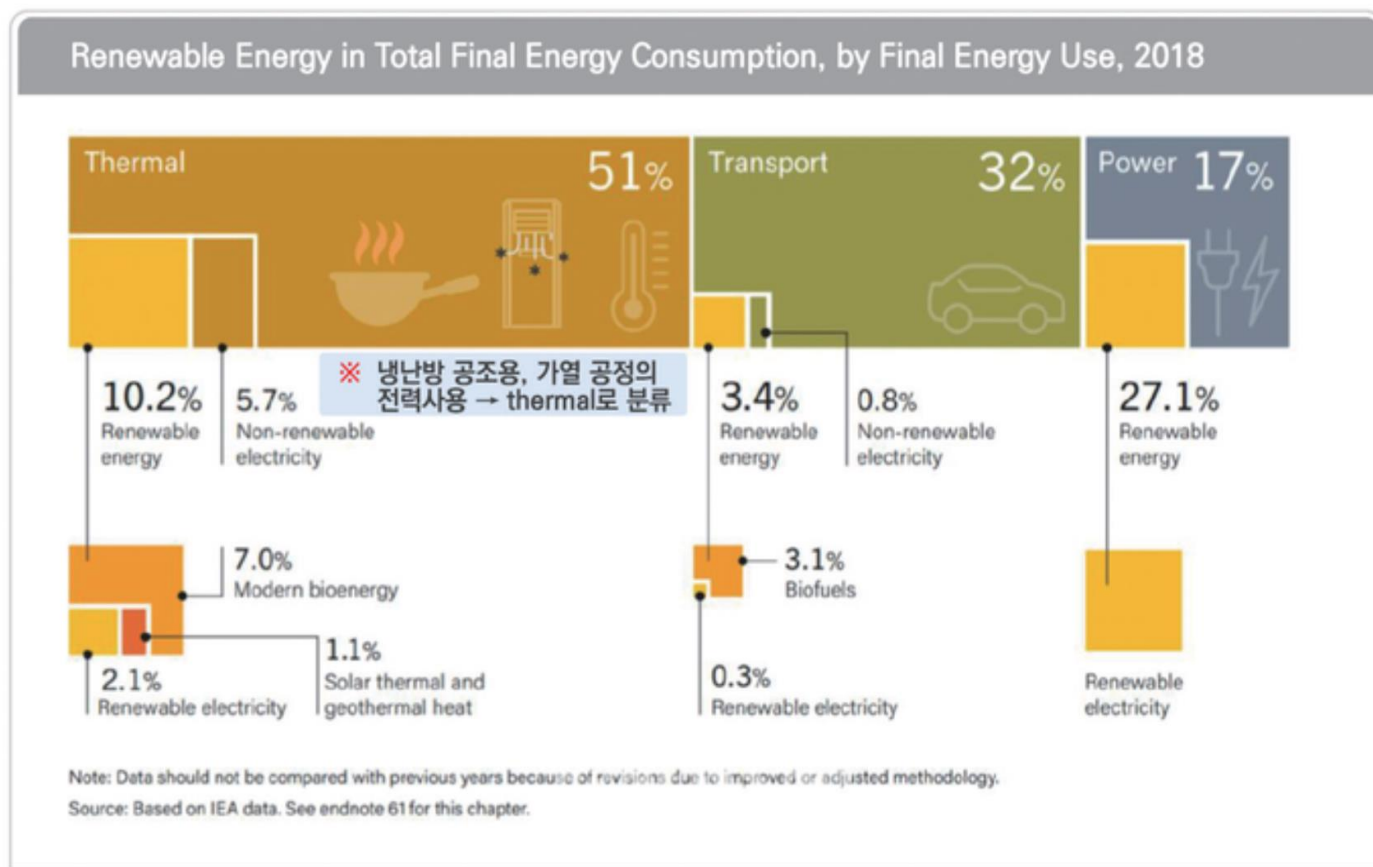
Global energy-related CO<sub>2</sub> emissions, billion tonnes (Bt)



Outlook	Trajectory	Policy	Enablers
Base case	Consistent with 2.5 degrees global warming	Evolution of current policies and aligns with our commodity outlooks released in H1 2023	Steady advancement of current and nascent technologies
Country pledges	Consistent with below 2 degrees warming (Global net zero by 2060)	Aligned with net zero pledges announced in the run up to COP28	Incorporates policy response to the current energy crisis, and geopolitical challenges facing global economy
Net zero 2050	Consistent with 1.5 degrees warming (Global net zero by 2050)	Aligned with most ambitious goal of Paris Agreement	Immediate peak energy; rapid hydrogen and carbon removal deployment; consumer shift

# 1. Final Energy Consumption

최종 에너지 소비 구조: 열E(51%), 수송(32%), 전기(17%), & 산업에서 50% 에너지 사용  
탄소중립의 핵심: 청정전기화, 열E & 수송부문 연료전환까지 포함해야 궁극적인 탄소중립 달성  
RE100 만으로 모든 문제 해결 불가능

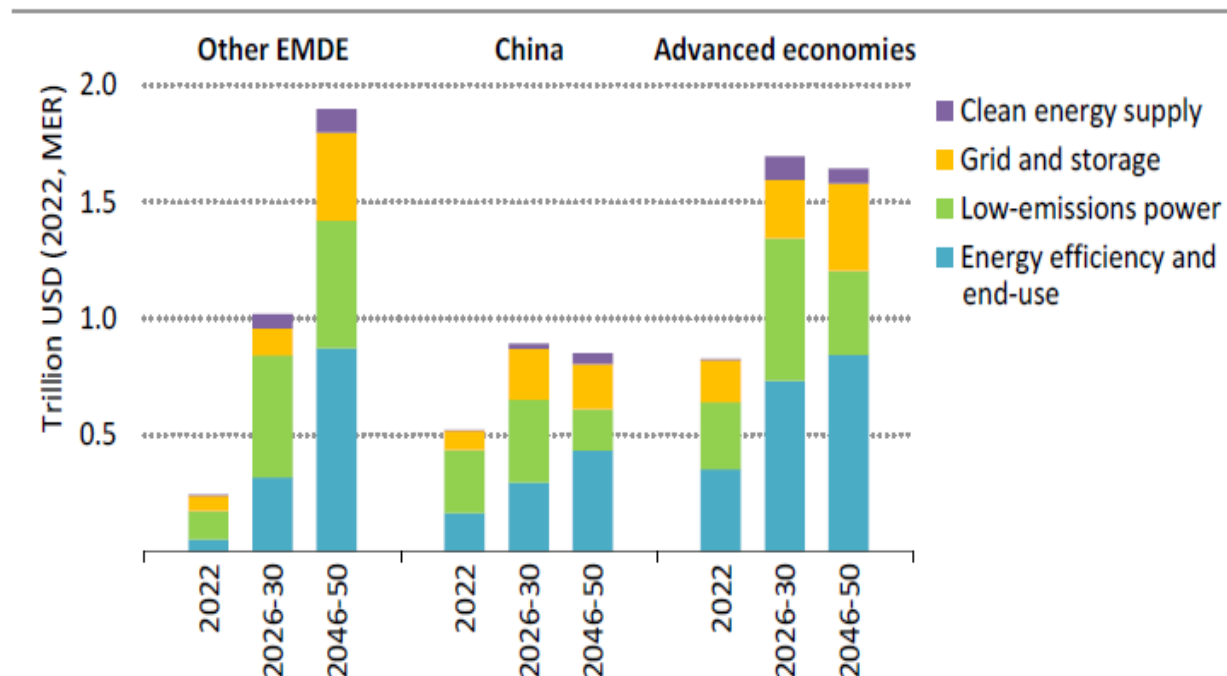


# 1. Energy Transition Investment

2050 Net Zero 달성을 위해서는 청정에너지에 대한 천문학적인 자원 투자 필요

Clean energy, Grid and storage, Low-emission power, Energy efficiency

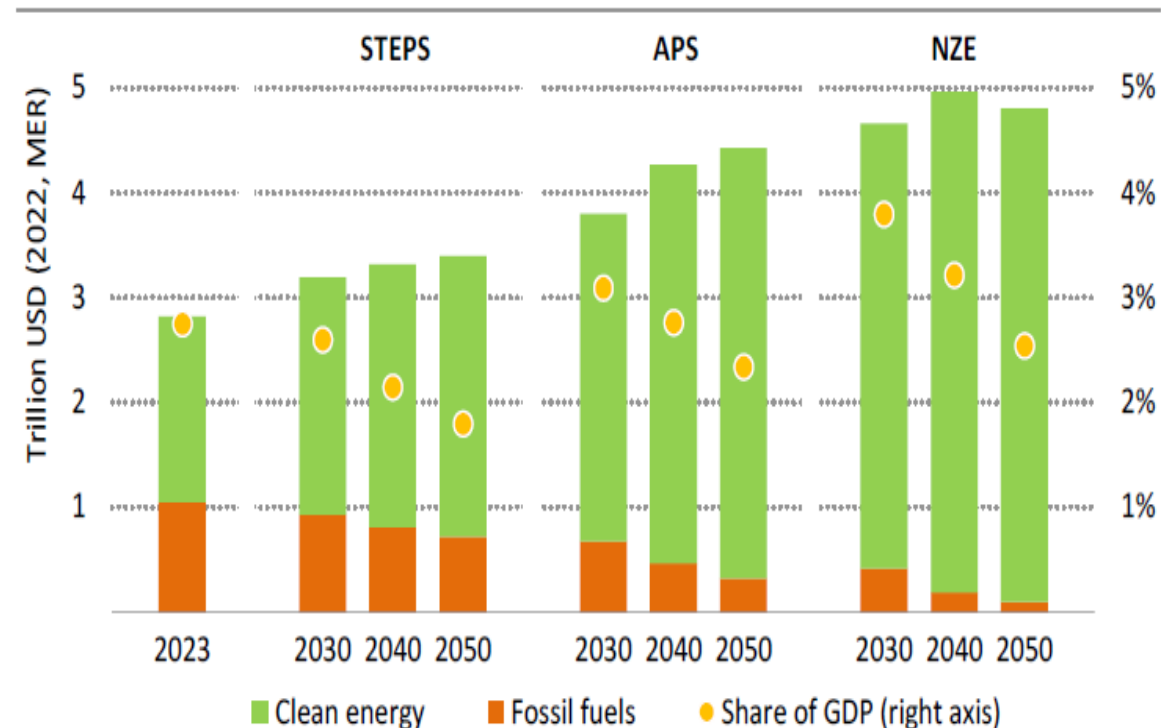
**Figure 1.18** ▶ Average annual clean energy investment needs by region/country in the NZE Scenario, 2022-2050



IEA. CC BY 4.0.

*The bulk of increased investment in clean energy is needed in emerging economies other than China; it rises more than sevenfold in the second-half of the 2040s relative to 2022*

**Figure 1.19** ▶ Investment trends as share of global GDP by scenario, 2023-2050



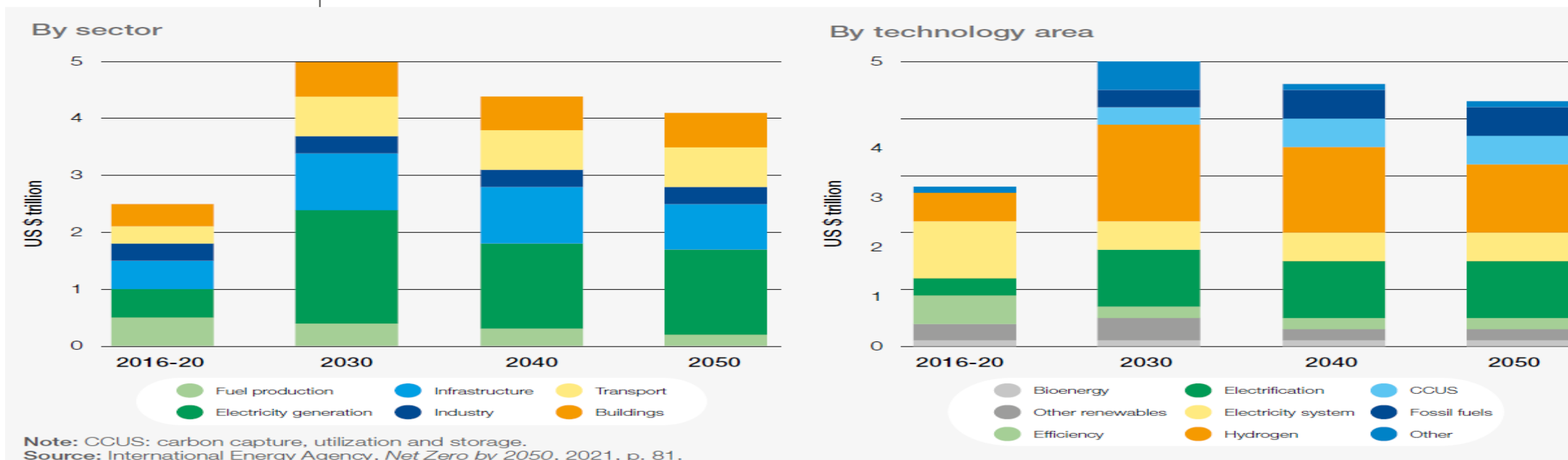
IEA. CC BY 4.0.

*A large increase in clean energy investment is projected in the APS and NZE Scenario, but fossil fuel investment declines and investment requirements as a share of GDP fall after 2030*

# 1. Investment Sectors and Scale

- Power demand doubles in the base case by 2050 and trebles in our net zero scenario
- Renewables account for 70% to 90% of supply to offset the decline in thermal power across scenarios
- Net zero requires 515 Mt Hydrogen and 12.7 Bt CO2 capture and removals by 2050
- Base metals and battery raw materials supply will be crucial to support electrification
- Annual global capital investment needs to increase up to \$5 Trillion to achieve net zero

FIGURE 2 | Annual average capital investment in the Net Zero by 2050 scenario (in \$ trillion)



## 2. 탄소중립 자원과 투자

---



## 2. 탄소중립 이행투자 및 핵심 기술

### 책임감 있는 탄소중립

원전 확대·계속운전  
신재생에너지 합리적 수준  
무탄소 신전원 도입

**에너지믹스 합리화**

산업별 공정전환  
순환경제 활성화  
세액공제·정책금융 지원

**산업구조 전환**

건물 에너지 효율기준 강화  
무공해차 보급 확대  
환경친화적 농축수산  
탄소흡수원 가치발굴

**국토 저탄소화**





### 혁신적인 탄소중립·녹색성장

미래기술 선정·로드맵 수립  
R&D 전 과정 관리  
불합리한 규제개선

**탄소중립 가속화**

원전생태계 복원  
재생에너지 산업 생태계 강화  
세계 1등 수소산업 육성  
CCUS 산업 활성화

**세계시장 선도**

온실가스감축인자예산서 기후대응기금  
K-텍스노미 녹색활동 지원  
배출권거래제 고도화

**친환경적 재정·금융**





### 함께하는 탄소중립

에너지 수요 효율화  
(산업, 가정·건물, 수송)  
공공·민간·주민 에너지 절약  
탄소중립 생활 소통 플랫폼

**에너지 소비 절감**

지역 맞춤형 탄소중립 전략  
지방 탄소·녹색위원회 구성  
탄소중립 자원센터 설립

**지방 중심 탄소중립**

산업·일자리 전환 조기경보  
근로자 고용안정 지원  
기업·지역 맞춤형 전환지원

**정의로운 전환**





### 능동적인 탄소중립

적응주체간 소통·협력 강화  
이상기후·재난 조기경보  
취약계층 돌봄·방문  
대심도 빗물터널, 가뭄 취약지도

**기후위기 적응**

국격에 맞는 기후협상  
그린 ODA 확대  
국제감축 기반 강화

**국제사회 선도**

정량·객관적 이행점검  
상시 관리시스템 구축  
범부처 협력체계 가동

**전 과정 이행관리**





분야	탄소중립 100대 핵심기술(안)	분야	탄소중립 100대 핵심기술(안)
태양광	초고효율 태양전지 기술	철강	탄소저감형 고로 및 전로 기술
	사용처 다변형 태양광 시스템 기술		순산로 고로 기술
동력	폐태양광 재활용 기술		초고속 전기로 공정 기술
	초대형 풍력터빈 기술	석유화학	저탄소 신원료재 활용 기술
수소공급	해상풍력 부유체 기술		수소환원제철 제조 기술
	해상풍력 발전 운영 및 관리 기술	시멘트	수소환원제철 기반 新 전기로 기술
무탄소신전원	수직축 방식의 부유식 풍력발전 기술		철강 부산물 고부가 업사이클링 기술
	수전해 수소 생산 기술	환경자동차	철강 부산물 CCUS 기술
전력저장	수소 저장 및 운송 기술		전기 가열로 시스템 기술
	해외수소 저장 및 운송 기술	산업일반	부생가스(메탄) 고부가전환 기술
전력망	수소 혼소 방식의 가스 발전 기술		바이오 올레핀 생산 및 응용 기술
	수소 전소 방식의 가스 발전 기술	원자력	바이오 PEF 생산 및 응용 기술
에너지통합시스템	미분탄 보일러 암모니아 혼소 기술		바이오 폴리를 생산 및 응용 기술
	유동층 보일러 암모니아 혼소 기술	환경	목질계 원료 활용 및 응용 기술
제로에너지건물	초고효율 연료전지 복합발전 기술		바이오 아크릴산 생산 및 응용 기술
	고효율 연료전지 열병합 시스템 기술	원자력	혼합 플라스틱 분류 및 전처리 기술
에너지통합시스템	단주기 에너지 저장 시스템 기술		페플라스틱 열분해 기술
	장주기 에너지 저장 시스템 기술	원자력	페플라스틱 가스화 기술
에너지통합시스템	사용후 배터리 ESS 시스템 기술		페플라스틱 해중합 기술
	지능형 송배전 시스템 기술	원자력	연료유기 기초화학연료 전환 기술
에너지통합시스템	실시간 전력거래 플랫폼 기술		저에너지 화학반응 공정 기술
	분산전원 및 유연자원 통합 운영 기술	원자력	저에너지 분리소재 공정 기술
에너지통합시스템	히트펌프 기술		석유화학 공정 스마트 플랫폼 기술
	태양열 기술	원자력	비탄산염 원료 전처리 기술
에너지통합시스템	전력·열·수소 하이브리드 시스템 기술		비탄산염 원료 소성 기술
	열에너지 네트워크 기술	원자력	비탄산염 공정 및 품질 제어 기술
제로에너지건물	초단열 외피소재 및 설비 기술		비탄산염 원료 사용비율 극대화 기술
	그린 리모델링 기술	원자력	저온 소성 원료 대체 기술
제로에너지건물	건축물 냉동공조 기기 효율화 기술		OPC 內 혼합재 함량 증대 기술
	건축물 에너지 시스템 효율화 기술	원자력	신규 혼합재 및 시멘트 기술
제로에너지건물	신재생에너지 이용 ESS 융합 기술		화석연료 대체 전기화 기술(보일러 등)
	연료전지 기반 융합 시스템 기술	원자력	수소 암모니아 바이오 매스 연료 활용 기술
제로에너지건물	미활용 에너지 활용 기술		고GWP(온난화지수) 공정가스 대체 기술
	건물에너지 데이터 통합 시스템 기술	원자력	바이오매스 유래 섬유 제조 기술
제로에너지건물	건물에너지 스마트 연계제어 기술		유리제조 공정 내 칼릿 비율 확대 기술
	연소 후 포집 기술	원자력	전동기 및 전력변환기 효율화 기술
CCUS	산업공정 포집 기술		배출가스 친환경 처리 기술
	연소 중 포집 기술	원자력	차세대 이차전지 기술
CCUS	직접 공기 포집 기술		구동 모터 성능 향상 기술
	육해상 저장소 탐사 및 평가 기술	원자력	전력변환장치 고도화(SIC 전력반도체) 기술
CCUS	저장소 설비 설계·구축 기술		유선 충전 시간 단축 기술
	저장소 CO <sub>2</sub> 주입 및 운영 기술	원자력	연료전지 시스템 내구성 향상 기술
CCUS	저장소 누출탐지 등 모니터링 기술		폐기물 발생저감 대체소재 기술
	화학적 전환 기술	원자력	토양·탄소장 및 탄소흡수원 등 국토복원 기술
CCUS	생물학적 전환 기술		기후변화 영향분석·리스크 저감 기술
	광물 탄산화 기술	원자력	폐차원으로부터 금속자원 회수 기술
무탄소선박	무탄소 연료 활용 내연기관 기술		블루카본(해조류, 염생습지 등) 증진 기술
	선박용 연료전지 및 배터리 시스템 기술	원자력	소형모듈원자로(SMR) 기술
무탄소선박	전기 모터 추진 시스템 기술		선진 원자력시스템 기술
	무탄소 연료 후처리 및 효율 향상 기술		원자력 폐기물 관리 기술

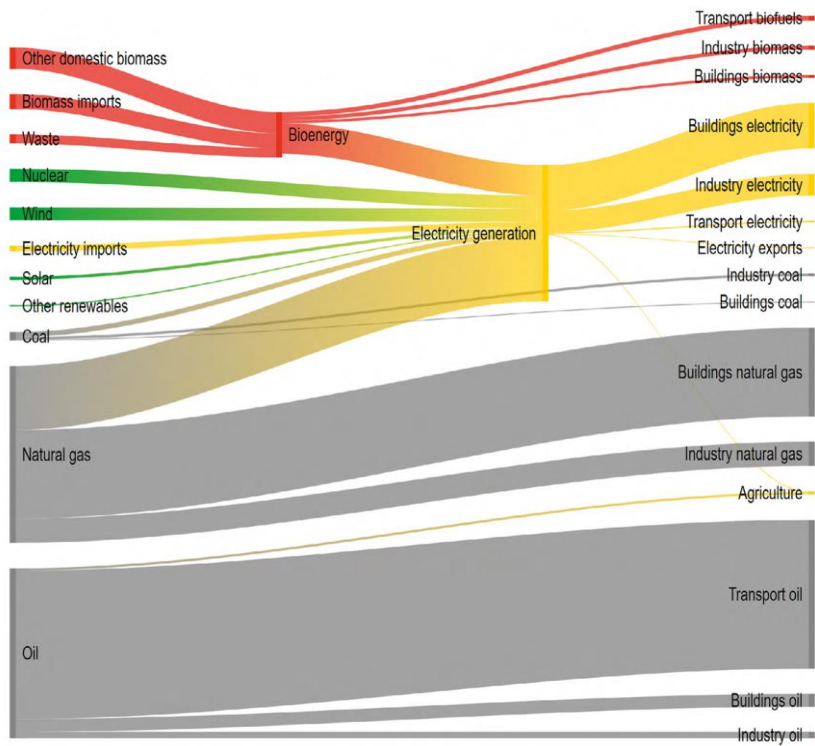


## 2. 탄소중립 투자 자원 마련

### ● 비용과 자원에 대한 로드맵 수립

- 비용구조 파악과 자원 마련 방안 구체화
- 기술적 발전, 성숙도, 사용화에 따른 시점적 비용 구조가 명확하게 파악되고 구체화 되어야 함
- 기술적 로드맵+비용 로드맵+자원 마련 로드맵 시점적 매칭
- 과학적, 경제적, 민주적 이행 방안 마련해야
- Scenario-based roadmap 구축

Figure 5: 2019 energy generation and end uses<sup>6</sup>



High electrification scenario: energy generation and end uses in 2050

High resource scenario: energy generation and end uses in 2050

High innovation scenario: energy generation and end uses in 2050

## 2. Public 탄소중립 투자 자원 마련

### ● 단기적

- 배출권 유상할당 수입금, 경제상황에 맞는 유상할당 비중 증가
- 전력산업기반기금, 전력요금의 3.7%
- 정부 출연금
- 보조금
- 세금 혜택(production/investment tax incentive)
- 관세경감
- 설비투자 감가상각 가속화, 감각상각비 손익산입특례

### ● 중장기적

- 에너지관련 세제 개편
- 탄소세 도입: 교통·에너지·환경세 개편 및 에너지 관련 세제를 세수 중립적 정비
- 에너지 및 환경 관련 특별회계를 탄소중립 특별회계로 일원화
- 세수확대, 국채발행

### ● 궁극적 방안

- 에너지요금 현실화, 전기, 가스, 열 요금 현실화
- 에너지전환과 탄소중립을 원한다면 비용 현실화 우선 전제되어야

## 2. Private 투자 확대 방안

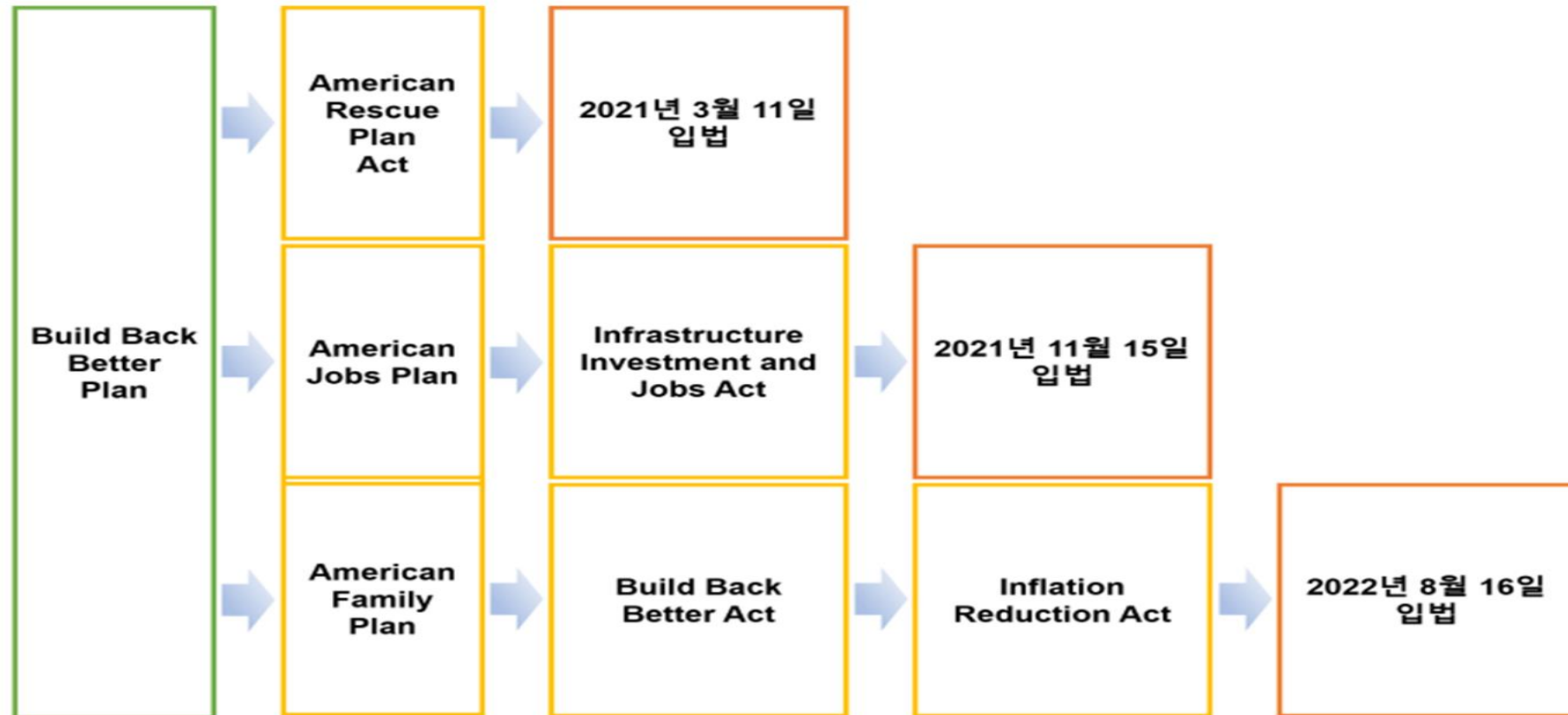
- 탄소금융: 탄소중립 투자 시 저금리 대출 제도 마련
- 친환경 공정지원 금융: 친환경 공정을 도입하는 기업 전용 우대 금융
- RE100 전용 금융: RE100 & ESG 우수기업 전용 우대 프로그램
  - RE100 참여 기업에 대해 녹색 보증 지원, 대출금리 인하 등 녹색금융 활성화와 재생E 투자·구매 확산
  - RE100 라벨링 부여 및 EGS 활동 지원 및 공공조달 시스템 우대 검토
- 보증확대
  - 탄소가치평가 등 기술력 중심으로 우수기업 발굴
  - 탄소중립 친환경 우수 기술 보유 기업 및 발전사에 금융보증(녹색보증)
  - 에너지공단, 기술보증기금, 시중은행 공동으로 운영
- 생태계 펀드
  - 신재생에너지 발전 프로젝트, 제조 벤처기업 등 지원위한 신재생 생태계 펀드 조성
  - 사업비 용자, 지분출자, 운영자금 등 기업수요에 따라 다양한 분야에 지원
- 유동화 증권
  - REC 미래 현금 흐름을 담보로 자산유동화 증권
  - 미국 Solar City사는 설비수익담보 자산유동화 증권 발행

## 2. 미국 Build Back Better Plan

### ● Build Back Better Plan:

- American Rescue Plan Act(1.9조달러), Infrastructure Investment and Jobs Act(1.2조달러), Inflation Reduction Act(0.73조달러)

[그림 4-1] Build Back Better 계획의 수정 및 입법과정



## 2. 미국 Build Back Better Plan

<표 4-3> 미국 구조 계획의 지원부문과 지원 금액

(단위: 억 달러)	
지원 부문	지원 금액
중소기업 보조금	550
지자체 보조금	3,500
학교 방역용품비 지원	1,700
주택 자금	476
코로나19 백신 지원금	1,933
파산에 가까운 기업&조합 지원	860
대중교통 보조금	600
농업 보조금	104

<표 4-4> 미국 인프라법의 투자부문과 투자금액

(단위: 억 달러)	
투자 부문	투자 금액
이전 법안 내용에서 재허가된 기존 교통 프로그램	6,500
도로, 교량 및 관련 프로그램	1,110
에너지, 전력 및 전기 그리드 신뢰성	1,075
화물 및 여객철도	660
고속통신망	650
수도 및 폐수 기반시설	550
대중교통	392
공항	250
자연재해 예방 및 완화	233
유희 부지 정리	210
육군 공병	167
고속도로 및 보행자 안전	110
하만 및 해안경비대	78
사이버 보안 및 기타 인프라 프로그램	101.1

<표 412> 미국 인플레이션 감축법 요약

총 세수(+)	금액(10억 달러)
15% 최저법인세	222
처방약 가격 개혁	265
IRS(국세청) 세무조사 강화	124
1%의 자산주매입 수수료	74
손실한도연장	52
합계	737
총 투자(-)	금액(10억 달러)
에너지 안보와 기후변화 대응	369
건강보험개혁법 연장	64
서부 가뭄 복원력 제고	4
합계	437

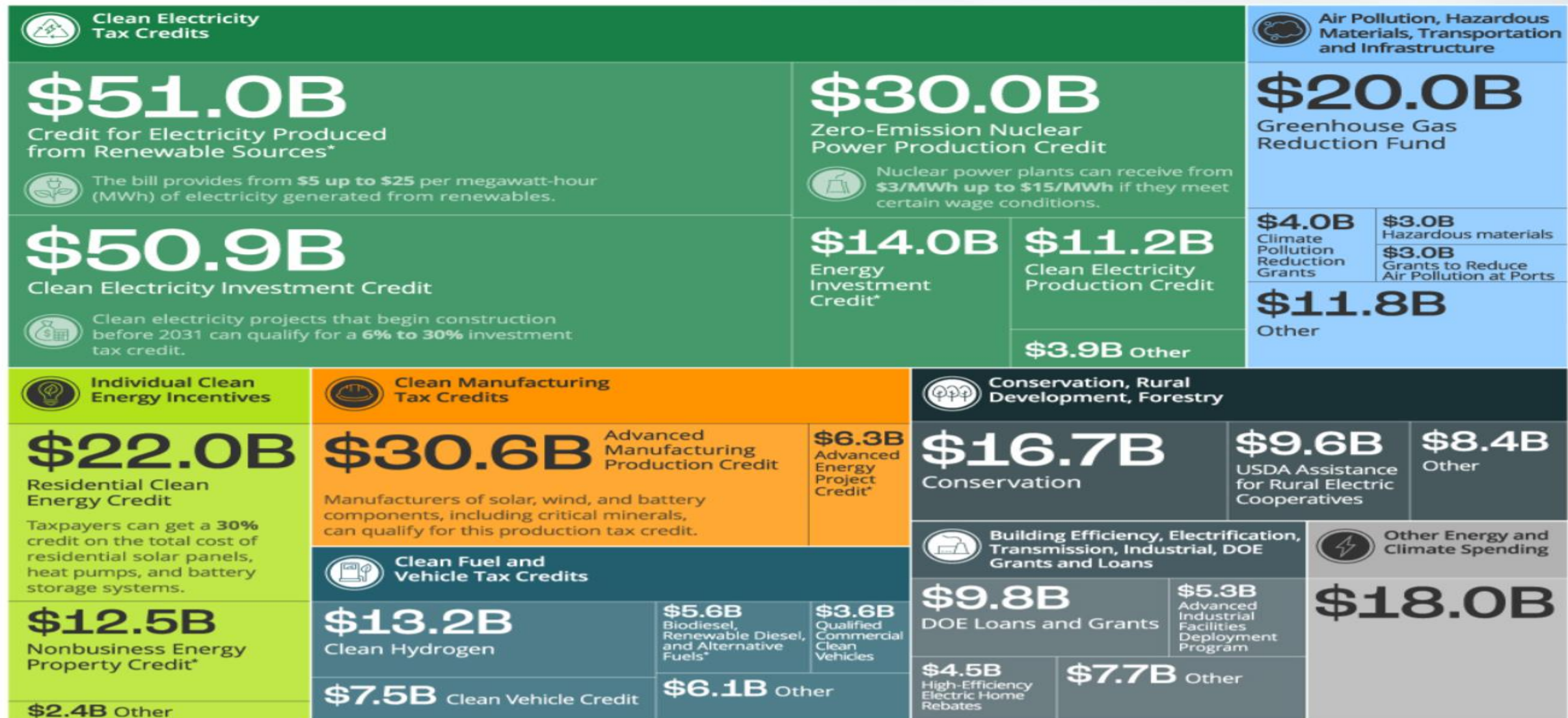


## 2. IRA Spending Breakdown

### Estimated Spending

(2022-2031) USD

Total Spending (2022–2031) **\$392.5B**



Source: Congressional Budget Office

\*Indicates extensions or modifications of existing credits

## 2. 국내외 기후대응기금

### ■ 국내외 기후대응기금 비교

분류	EU 혁신기금	일본 그린 혁신기금	국내 기후대응기금
지원사업 유형	탄소저감 기술 상용화 지원에 특화	‘그린 성장전략’에 명시한 주요 산업 기술 집중 지원	제반 탄소중립 전환 사업 지원
주요 재원	EU-ETS 수익금, NER 300	정부예산	정부예산(일반회계, 특별회계, 외부 기금 전입금) 및 ETS 수익금
주요 타깃 기술 분야	5개 분야	14개 분야(3개 산업군)	모호
지원사업 규모	대규모 기술 프로젝트 중심	대규모 기술 프로젝트 중심	소규모 프로젝트 분산 지원
전체 추진 경과보고서 작성	○ (정기적 작성)	○ (민간 사업 주체를 참여시켜 정기적으로 작성)	△ (개별부처의 실적보고서로 같음)
온실가스 감축 결과(성과)와 인센티브 연계	○	○	X
프로젝트 규모	大	大	小
대규모 금융기관 참여 정도	상 (유럽투자은행)	중 (금융기관 참여 독려 중)	하 (금융기관의 참여 정도는 다소 미비)
사업추진 과정 공개 여부	공개	공개	사업별 상이
지원현황판	有	有	無
전문가 그룹보조 (개발지원)	기금 총괄 전문가 그룹 상시 운영, 외부 신규 전문가 풀을 지속 모집	산업별 워킹그룹(WG) 전문가 그룹 포진	세부 사업별 상이
지역 균형 지원 고려 여부	국가(지역)별 균형발전 고려	-	-

## 2. EU 혁신펀드(Innovation Fund)

### ● EU 혁신펀드는 2020년 발족

- 저탄소 기술 혁신 지원을 위한 세계 최대 자금 지원 프로그램
- (재원) 2020년-2030년 EU-ETS 5.3억개 allowances의 경매 수입금 + 유럽 집행위와 유럽투자은행이 설립한 NER(New Entrance Reserve)300 프로그램에서 사용되지 않은 자금
  - NER300: 신재생에너지 개발, 이산화탄소 포집/저장 기술개발 및 실증 등 29개 프로젝트에 총 21억 유로를 투자지원('12-'16)
- (예상 기금 규모) 2021-2030년 기간 동안 탄소 가격 변동에 따라 약 400억 유로 규모 예상(CO2톤당 평균 75유로 기반 추정치) & 현재 53개 프로젝트 58억유로 확정
- (지원 분야) 탄소 집약적 산업 및 에너지 집약적 산업의 저탄소 기술 혁신, CCUS, 신재생에너지 발전, ESS
- (지원 대상 프로젝트 선정) EU 집행위 산하 유럽 혁신네트워크 운영기관(INEA)에서 온실가스 배출 감소, 혁신수준, 프로젝트 성숙도, 프로젝트 확장성, 비용효율 등 5가지 평가기준에 의거해 선정

## EU funding for climate action

### Innovation Fund

Funding innovative low-carbon technologies to reach climate neutrality in Europe.

### Modernisation Fund

Modernising energy systems and improving energy efficiency in 10 EU countries.

### LIFE Climate Change Mitigation and Adaptation

EUR 905 million to develop and implement innovative ways to respond to climate change.

### Supporting climate action through the EU budget

To help achieve its climate goals, the EU has decided to integrate, or mainstream, climate action across the entire EU budget.

### NER 300 programme

Funding innovative low-carbon technology, focusing on Carbon Capture and Storage.



## 2. EU CRMA & Net-Zero Industrial Act

### ● EU CRMA(Critical Raw Material Act)

- 에너지안보, 공급망 안정 및 IRA 대응 법안
- IRA와 달리 자국산 선호, 외국산 차별조항 없음
- 단일국 수입 의존도 65% 이하 선언적의미
- EU 수출용 전기차 배터리 셀 및 소재부품 기업에 영향
- 중국에 과다 의존된 국내 공급선 다변화 필요

**유럽 CRMA 초안**

목적	특정국 공급망 의존도 축소 역내 투자 확대 안정적 원자재 공급
내용	2030년까지 전략 원자재 소비량의 10% 추출, 40% 가공, 15% 재활용 2030년까지 전략 원자재 제3국 의존도 65% 미만
전략 원자재	비스무트, 붕소, 코발트, 구리, 갈륨, 게르마늄, 리튬, 마그네슘 금속, 망간, 천연 흑연 니켈, 플래티넘 금속, 영구자석용 희토류, 실리콘, 티타늄, 텅스텐

자료 EU 집행위원회

그라픽 배서는 가자 Newsway

### ● EU Net-Zero Industrial Act

- EU 역내 투자환경 개선이 초점
- 8가지 핵심 탄소중립 기술
- CCS관련 별도 조항, 천연가스 등 자원개발 의지 확인
- 공급망 안보가 중점이며 중국의 독점적 VC 경계
- 탄소중립 기술 인센티브 통한 탄소중립산업 육성
- 원자력과 제조시설의 청정전환 기술 등을 기술 목록 개정 예고



## 2. 일본 그린 혁신 기금

### ● 2021년 일본 정부의 기술 투자

#### 예산

- 그린성장전략 이행 위한 핵심 기술 투자 자금
- (대상) 에너지, 운송/제도, 가정/사무실 관련 산업군에 속하는 중소기업, 대학, 연구기관, 기술 연구조합, 컨소시엄 등
- (지원규모기간) 10년간 2.7조엔, 프로젝트 당 평균 200억엔 이상 규모 투자 진행
- IEA가 공시한 TRL 4 이상 기술수준 프로젝트에 투자(상용화에 관점)

### ■ 그린 혁신기금 지원 분야 및 기술 목표

산업	세부 투자분야	기술 목표	목표연도
에너지 산업	해상풍력 태양광 및 지열산업 (차세대 재생에너지)	- 30~45GW 발전량 도달(해상풍력) - 14엔/kWh의 발전비용 달성(태양광)	2040년 2030년
	수소 및 연료 암모니아 산업	- 약 2,000만 톤 수소 도입 (수소) - 동남아 5,000억 엔 시장 공략(연료 암모니아)	2050년
	차세대 열에너지 산업	- 기존 인프라에 합성 메탄올 90% 이상을 주입 목표	2050년
	원자력 산업	- 고온 가스냉각 원자로(HTGR) 무탄소 수소 생산 관련 원전기술 확립	2030년
운송/제조 산업	자동차 및 배터리 산업	- 신차 판매의 100%를 전기차로 구성	2035년
	반도체 및 정보통신산업	- 탄소중립 달성	2040년
	해운업	- 무공해 선박 상업 운항 실현	2028년
	식품, 농업, 임업, 어업	- 화석연료 기반 탄소배출량 0% 달성	2050년
	물류, 유동인구, 토목 인프라 산업	- 탄소중립 항만 구현 및 건설공사 탈 탄소화	2050년
	항공기 산업	항공 배터리 기술 핵심 기술 확보	2030
	탄소 재활용 및 소재 산업	- 인공광합성으로 생산한 플라스틱 원재료 가격 상업화 단계 도달 - 탄소배출 제로 철강 생산	2050년
가정 / 사무실 관련 산업	주택 및 건축 산업과 차세대 전력관리산업	- 신축 건축물(주택, 건물) 제로 에너지 실현	2030년
	자원순환 관련 산업	- 약 200만 톤의 바이오 플라스틱 도입	2030년
	생활 관련 산업	- 일상 생활 수준에서 탄소중립 달성	2050년

자료 : 경제산업성 및 NEDO 자료 재가공



## 2. 일본 GX 추진전략

- Green Change(GX) 추진전략'은 2023년 5월 성립된 「GX 추진법」과 「GX 탈탄소 전원법」에 의거 추진
  - 「GX 탈탄소 전원법」은 원자력 활용 및 재생에너지 도입 지원과 관련된 법적 근거를 제공
  - 「GX 추진법」으로 탄소가격제를 본격적 도입 세계 최초 그린이행채권의 국채 2023년부터 10년간 GX 경제이행채(탈탄소 성장형 경제구조 이행채)를 발행 150조엔 규모, 화석연료부과금·특정 사업자 부담금 으로 상환(2050년까지 상환)
  - 자동차(34조엔), 재생에너지(20조엔), 주택건축물(14조엔), 탈탄소목적디지털투자(12조엔) 등

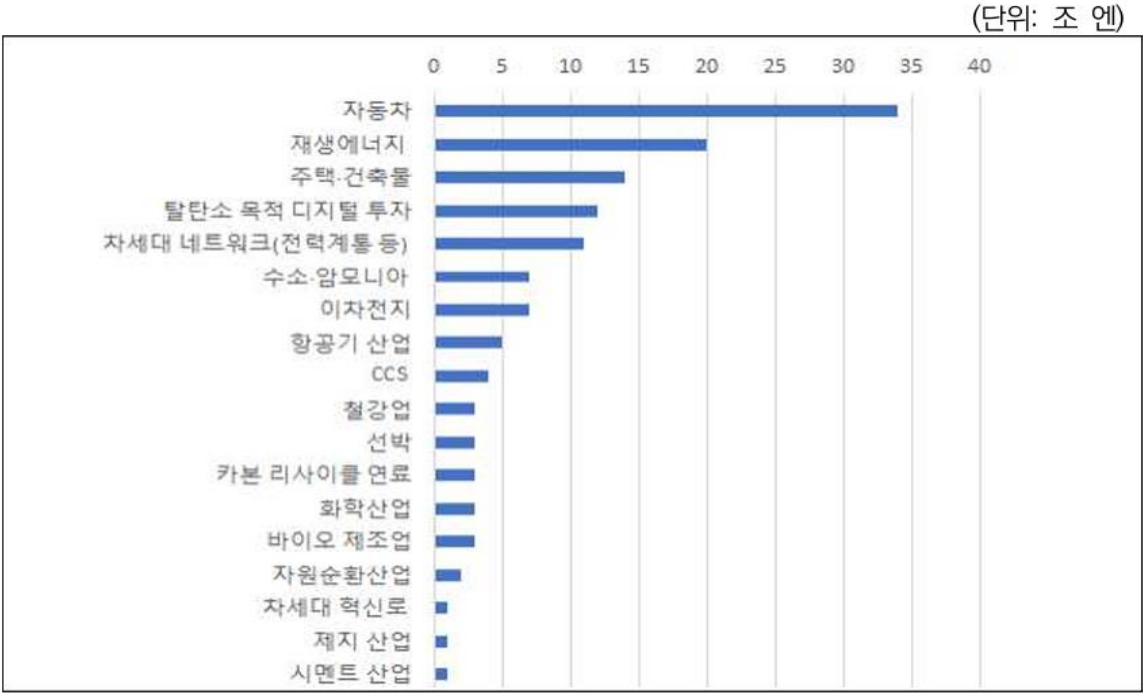
표 3. '성장지향형 탄소가격제'의 주요 내용

세부 분류	내용
GX 경제이행채	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2023년부터 10년간 20조 엔 규모의 GX 경제이행채 발행</li><li>• 민간 차원에서 투자 판단이 어려운 분야에 대해 국가가 선행투자 지원</li><li>• 산업경쟁력 강화 및 경제성과 배출감축 요건을 바탕으로 지원대상 선정</li></ul>
탄소가격제	<p>[배출권거래제]</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2023년부터 시범 사업인 'GX 리그' 시행</li><li>• 2026년부터 본격적인 배출권거래제 도입</li><li>• 2033년부터 발전산업을 대상으로 유상할당 시행</li></ul> <p>[탄소부과금]</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2028년부터 화석연료 수입사업자를 대상으로 탄소부과금 제도 도입</li></ul> <p>[GX 추진기구]</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• '성장지향형 탄소가격제' 구상을 전담하는 'GX 추진기구' 신설(2024년 예정)</li></ul>
새로운 금융수단	<ul style="list-style-type: none"><li>• 녹색금융 및 이행금융 확대를 위한 △기준 명확화 △기술 로드맵 확충 △평가방법 확립 등을 시행 예정</li><li>• △혼합금융(공적자금+민간자금) 확대 △기업 GX 정보공개 지원 △금융기관의 기업 탈탄소화 지원 촉진방안 마련</li></ul>

자료: 経済産業省(2023), 「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」, pp. 14~23.

대외경제정책연구원, 세계경제포커스(2023.09)

그림 3. 분야별 GX 투자 금액



자료: 経済産業省(2023), 「GX実現に向けた基本方針 参考資料」를 바탕으로 작성.

## 2. 한국 기후대응기금

기후대응기금 재원 마련 방안으로는 구체적인 탄소중립 기술로드맵과 매칭이 안되고 턱없이 부족  
정부회계 이외의 재원은 차입과 배출권 유상할당 수입뿐

### ● 탄소중립기본법(기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법)의 기후대응기금

- 제69조제1항 : 정부는 기후위기에 효과적으로 대응하고 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장을 촉진하는 데 필요한 재원을 확보하기 위하여 기후대응기금(이하 "기금"이라 한다)을 설치
- 제69조제2항 : 기금의 재원
  - 1. 정부의 출연금
  - 2. 정부 외의 자의 출연금 및 기부금
  - 3. 다른 회계 및 기금으로부터의 전입금
  - 4. 제71조에 따른 일반회계로부터의 전입금
  - 5. 제3항에 따른 금융기관·다른 기금과 그 밖의 재원으로부터의 차입금
  - 6. 「공공자금관리기금법」에 따른 공공자금관리기금으로부터의 예수금(豫受金)
  - 7. 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제12조제3항에 따라 배출권을 유상으로 할당하는 경우 발생하는 수입
  - 8. 기금을 운영하여 생긴 수익금
  - 9. 그 밖에 대통령령으로 정하는 수입금

## 2. 한국 기후대응기금

### ● 탄소중립·녹색성장 기본법에 의해서 설치

- 연간 2.5조원 예산, 배출권 유상할당 수입, 교통·에너지·환경세 전입금, 전력기반기금 등을 재원으로 활용
- 기술투자 포함한 사회 전반에 걸친 탄소중립 지원
- 4대 지원 축: 온실가스 감축, 기후위기 적응, 공정한 전환, 녹색성장
- R&D 40.2% 비중에 불과
- 기재부가 기금예산총괄, 16개부처가 개발사업진행 이원체계

» (운용현황) 2023년 기후 대응 기금 총예산은 전년 대비 7.5% 증가한 2조 4,876억 원으로 계획

- 전년도와 올해 모두 ▲온실가스 감축, ▲신유망·저탄소 산업 생태계 조성, ▲공정한 전환, ▲제도·기반구축 4대 핵심 분야에 대한 지원사업으로 편성

### | 2022, 2023년 기후대응기금 지출 예산안

(단위: 억 원)

항 목	2022년 당초	2022년 수정(A)	2023년 계획안(B)	증 감	
				(B-A)	%
◦ 사업비	23,539	22,592	24,290	1,698	7.5
- (온실가스 감축)	9,498	9,498	9,634	136	1.4
- (신유망·저탄소 생태계)	6,436	5,488	6,357	869	15.8
- (공정한 전환)	1,837	1,837	2,038	201	10.9
- (제도·기반구축)	5,769	5,769	6,260	491	8.5
◦ 기금운영비	22	22	27	5	22.7
- (인건비)	13	13	19	6	46.2
- (기금운영비)	9	9	8	△1	△12.5
◦ 공자기금 예수이자상환	20	48	90	42	87.5
◦ 비통화금융기관예치	1,013	984	461	△523	△53.2
합 계	24,594	23,646	24,867	1,221	5.2

주 : 2023년 지출은 계획(안)으로, 전체 사업예산 및 세부 내역은 향후 일부 조정 예정

자료 : 2023년 기획재정위원회 소관 예산안 및 기금운용계획안 검토보고서

## 2. 한국 기후대응기금

### ● 배출권 매각 대금 예상보다 저조

- `22년 배출권매각수입/기금예산=30%
- `23년 16%만 계획됨
- 유상할당 가격 하락 및 계획량과 실적치 차이

### | 2023년 기후대응기금 수입 계획(안)

(단위: 억 원)

항 목	2022년 당초	2022년 수정(A)	2023년 계획안(B)	증 감	
				(B-A)	%
배출권매각대금	7,306	7,306	4,009	△3,298	△45.1
일반회계(교통세)	10,766	7,631	12,223	4,591	60.2
교특회계 여유재원	3,000	3,000	3,000	0	좌동
전력기금 여유재원	2,000	2,000	2,000	0	좌동
복권기금 여유재원*	-	-	910	910	순증
공자기금 예수금	1,522	3,709	2,726	△983	△26.5
합 계	24,594	23,646	24,867	1,221	5.2

한국무역협회 국제무역통상연구원, 국내외 기후대응기금 활용 비교 분석(2023)

### | 배출권 매각수입액 현황

(단위: 백만 원)

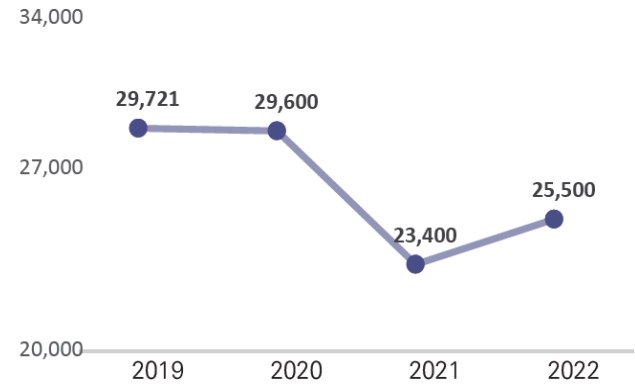
구분 \ 연도	2019	2020	2021	2022	2023
배출권매각대금 예산	240,000	270,112	566,514	730,584	400,896
배출권매각대금 결산	266,290	297,562	306,792	316,714	-

자료 : 2023년 기획재정위원회 소관 예산안 및 기금운용계획안 검토보고서

- 실제 유상할당 경매 낙찰가격은 2021년도 이후 크게 감소했으며, 계획량 대비 실적량간의 격차 또한 증가 중

### | 유상할당 경매 낙찰가격 추이

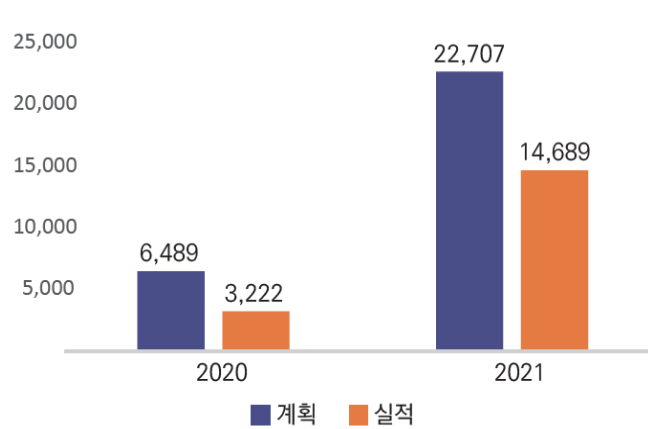
(단위: 만 원)












자료 : 기획재정위원회 검토보고서(2022)

### | 배출권 유상할당 계획량 대비 실적량 (2020~2021)

(단위 : 천 톤)



## 2. 탄소중립 Ecosystem for Stakeholders

Ecosystem stakeholders			Develop an enabling environment	Establish & operate projects with support measures		
			Preparation	Design and construction	Early operations	Later operations
Private sector–Financial Institution	Banks 	Net-zero pledge	Debt financing (e.g. Term A loans, bond issuance) / refinancing			
		Transition finance commitments				
	Alternative investors /asset owners 	Net-zero pledge	Equity/tax equity investments	Green/sustainability linked bond investments		
		Transition finance commitments				
	Insurers 	Net-zero pledge	Tech and normal risk measures	Credit enhancements		
		Sustainability linked products		Green bond investments		
Private sector – Industry	Project owner (borrower) 	Equity investments	Warranties, equipment performance guarantees	Sale of by-products		
		Deconsolidate green unit into SPVs				Portfolio/utility approach to create scale
	Project customer /other players 	Net-zero pledge	Equity investments	Tolling structures/lower green premiums		
			Offtake agreements/green premiums			
	Technical firms /standard setters 	Certification standards	Independent verification of technology	Performance/safety assessments		
Public sector	Governments /policy-makers 	Procurement requirements	Loan guarantees			
		Green mandates	Capex grants	Contract for difference/feed-in tariff		
		Carbon tax/carbon pricing	Capital/tax incentives			
	MDBs/state financiers 	Technical assistance/ capacity building	Loan guarantees / blended finance / subordinated debt tranche			
			Traditional debt financing			
	Export credit agencies 		Debt financing			
			Financial guarantees			
			Credit insurance			

Note: SPV: special purpose vehicle

Source: World Economic Forum and Oliver Wyman, based on *Financing the Transition to a Net-Zero Future* initiative insights.

World Economic Forum, *Financing the Transition to a Net-Zero Future*(Oct. 2021)

Public  
Private Industry  
Financial Institution의  
공동 투자를 통해서만 자원마련 가능

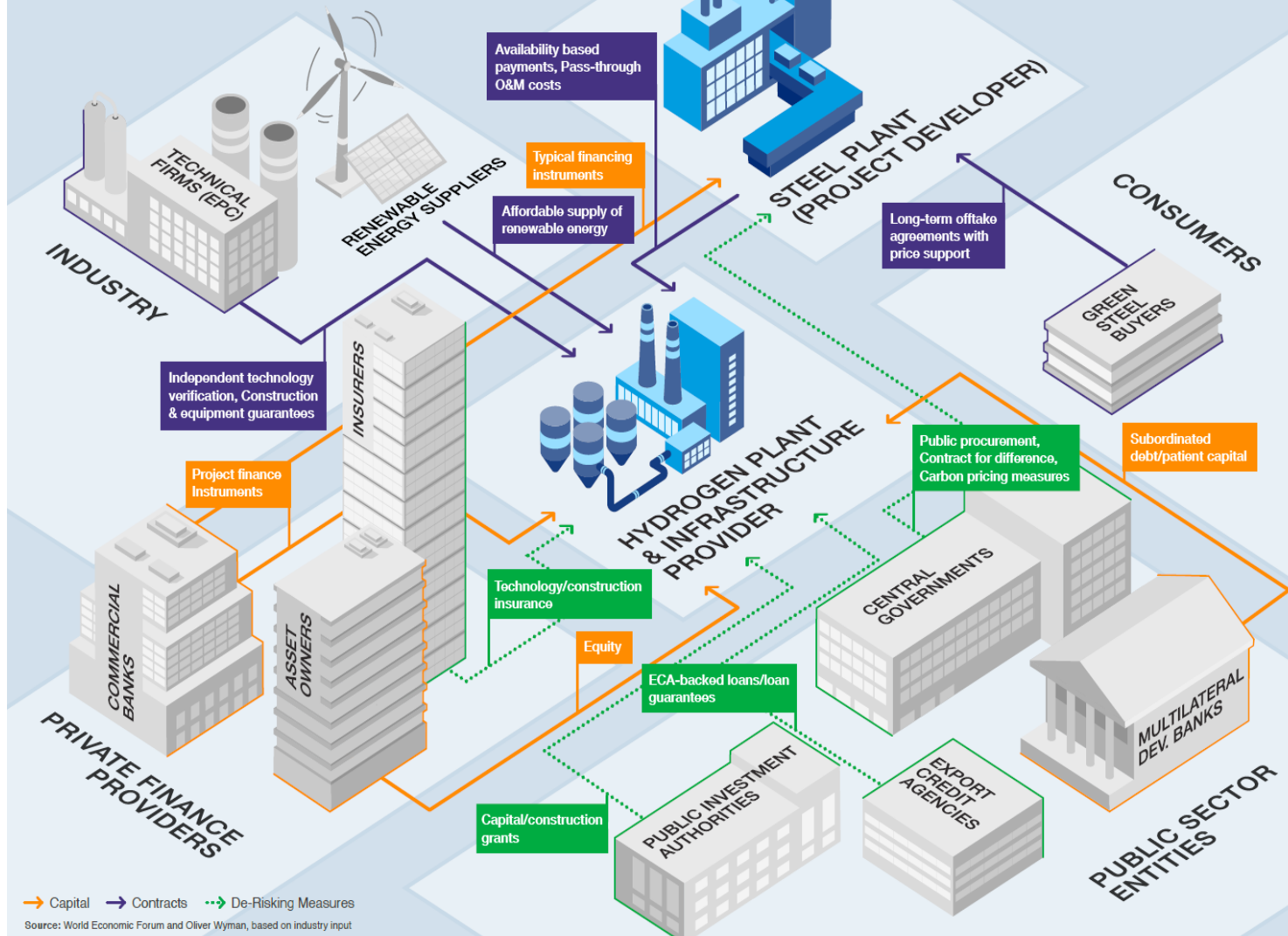
- Financing and De-risking Mechanism 동시 추구
- Private & financial sector
- Private & industry sector
- Public Sector
  - Loan guarantee
  - Capex guarantee
  - CfD, FiT, FiP
  - Capital/tax incentives
  - Production incentives
  - Debt financing,
  - Credit insurance



## 2. H2-DRI steel

### ENABLING STEEL DECARBONIZATION

Deal structuring and financing blueprint for H2-DRI steel production (green steel)



- Owner/equity provider
  - Steelmaker, hydrogen plant and infrastructure provider
- Capital
  - Private capital: project finance
  - Steel plant: up to 60% debt & 5-8 year tenor
  - Hydrogen plant: up to 60% debt & 8-12 year tenor
  - Public capital: subordinated debt/patient for affordable cost & 14 year tenor
- Contracts
  - Demand: offtake agreement for green steel with green premium & Tolling for hydrogen plant & payment and pass-through operation
  - Supply: affordable renewable supply & verification of H2-DRI & EPC guarantee
- De-risking measure
  - ECA(Export Credit Agency) Measure: ECA backed loan guarantee
  - Public enablers: public procurement & capital/construction grants & incentive scheme(e.g. EU ETS rebate) & price support subsidies steel(e.g. CfD)
  - Private measure: technology/engineering insurance & construction risk insurance

### 3. 탄소중립과 거시경제 효과

---

# 3. Bumpy road to Net Zero

## 최근 경제 상황은 Net Zero가 쉬운 길이 아님을 확인 중

### Energy security fears have increased

- COVID-19 and the war in Ukraine unsettled general public more widely.
- Russia's invasion of Ukraine reduced the supply of energy and metals to the world, amplifying the impact of underinvestment over the last decade. It's led to supply security fears around the world, and higher prices fueling inflation.
- Many countries are facing a multi-year period of slow growth and weak investment. Energy transition offers an opportunity to invest in new technologies that boost local manufacturing and create jobs.
- Investment is now accelerating across all sectors.
- But low-carbon sectors such as renewables are growing fastest.

### Financial landscape is less favourable

- High interest rates, cost inflation globally and supply chain issues are slowing pace of change to below required levels.
- Renewable technologies are capital intensive. Companies not keen to deploy more capital into early stage projects that are risky and don't assure returns. High interest rates changed the calculus and FID criteria.
- Easy locations for solar and wind have been utilised. Next phase of growth requires investment into grid infrastructure and interconnections. These projects are significantly more capex heavy and are sitting unconnected at record levels.
- Historically, governments have invested in infrastructure projects and energy transition is likely to be no different.
- Partnership and cooperation will be key to mitigate risks.

### Not on track to hit emissions targets

- No major country is currently on track to meet their 2030 emissions reduction goals.
- Urgently need to address obstacles including permitting restrictions and constraints in the electricity supply chain. Policy landscape is shifting to direct incentives and targeted support to accelerate the development of new technologies.
- Governments can't meet their 2030 emissions targets but they don't want to bin their Net Zero Emissions goals yet because they have been legislated and passed into law.
- CCUS offers significant opportunity. Once operationalised and scaled this technology makes up for 'lost decades' of no or limited reductions in carbon emissions. This is resulting in increased investment and corporate activity in this sector.

### 3. Low Carbon Economy is bumpy but keep going



DANIEL YERGIN

“ The objective of this transition is not just to bring on new energy sources, but to entirely change the energy foundations of what today is a \$100 trillion global economy. [Tweet](#) ”

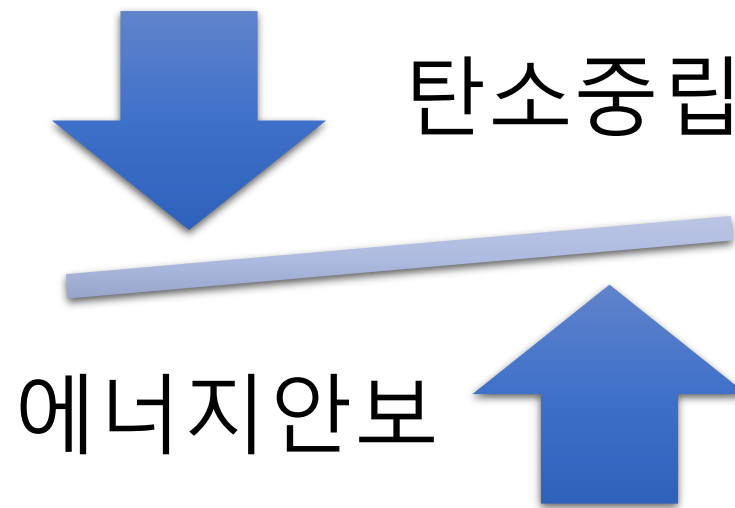
에너지안보

탄소중립 속도

국가간 불평등

광물자원공급망

- The return of energy security as a prime requirement for countries
- Lack of consensus on how fast the transition should and can take place, in part because of its potential economic disruptions
- A sharpening divide between advanced and developing countries on priorities in the transition
- Obstacles to expanding mining and building supply chains for the minerals needed for the net-zero objective

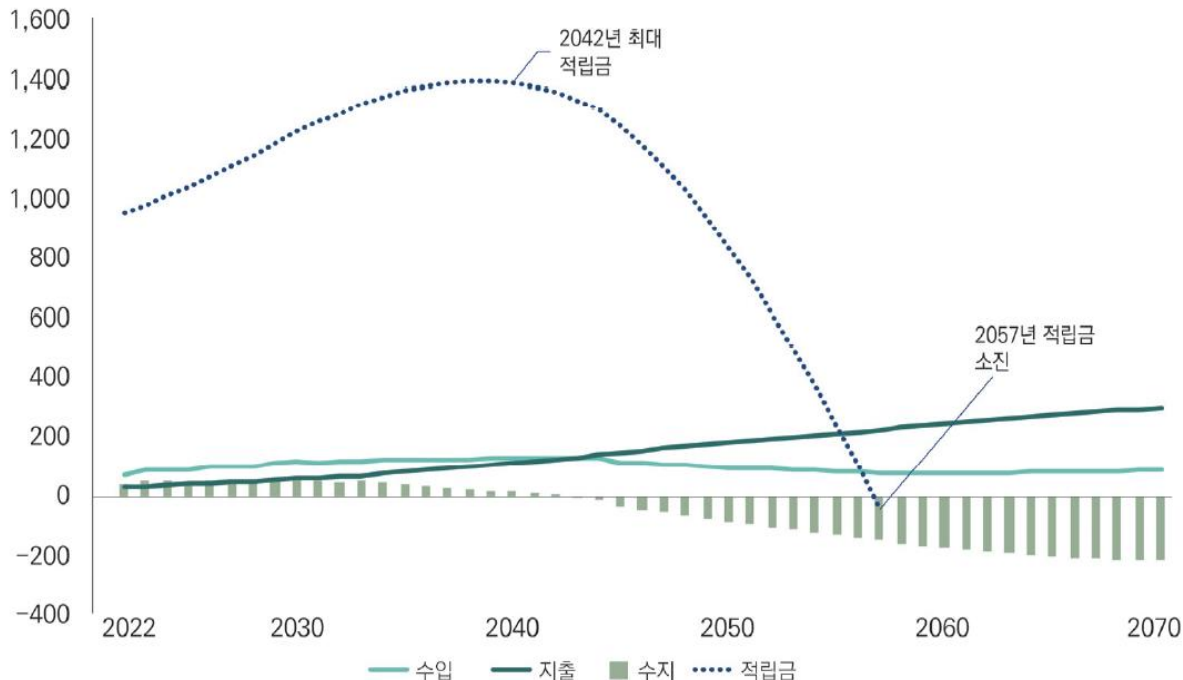


### 3. 암울한 국내 재정전망

- 인구감소, 노령화 가속화, 지역소멸=>국가 경제성장률 하락
- 국가 재정난, 연금개혁, 노동개혁, 교육개혁 불가능 =>탄소중립 투자 위한 자본 부족
- 생산성 증가를 위한 기술 R&D 투자 증대와 글로벌 친환경 기술 leading company 육성해야

[국민연금기금 장기 재정전망]

(단위: 조원)

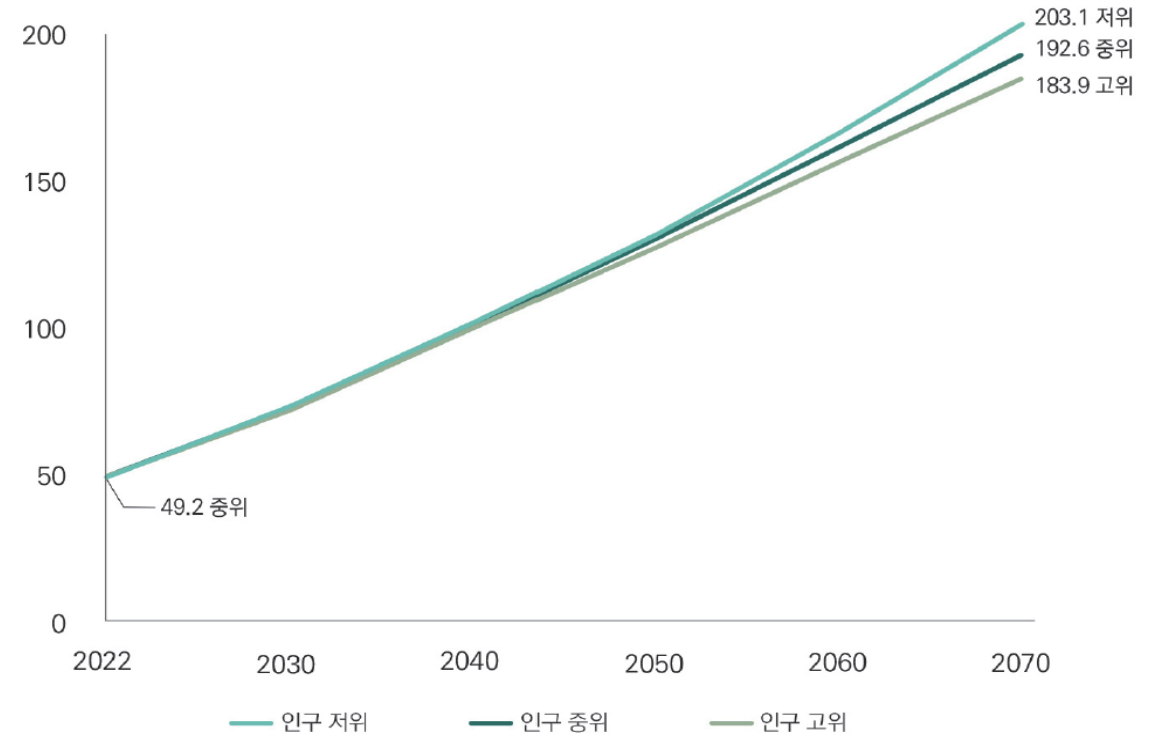


주: 전망액은 2022년 불변가격(다만, 최대 적립금은 경상가격 기준)

자료: 국회예산정책처

[인구추계 가정별 GDP 대비 국가채무 비율 전망(재량지출 시나리오1 기준)]

(단위: GDP 대비 %)



자료: 국회예산정책처



### 3. 에너지 요금 현실화

#### ● 한전의 재무적 위기 확대

- 한전 한해적자: 32조('22년)+8조4,000억('23년2/4분기)
- 한전 시가총액('23년8월말): 11조 5천억
- 한전 부채비율('23년2분기): 574%

#### ● 가스공사 미수금 확대

- 미수금('23년2분기): 15조6천원
- 부채비율('23년2분기): 499.6%

#### ● 가격 시그널: 요금 현실화 연동제 적기 적용

- 미래 사용자에게 비용 전가 행위
- ratepayer → taxpayer로 전가 중, 다사용자 유리
- 저소비 사용자가 다소비 사용자 보조하는 중
- 연동제를 룰대로 정착

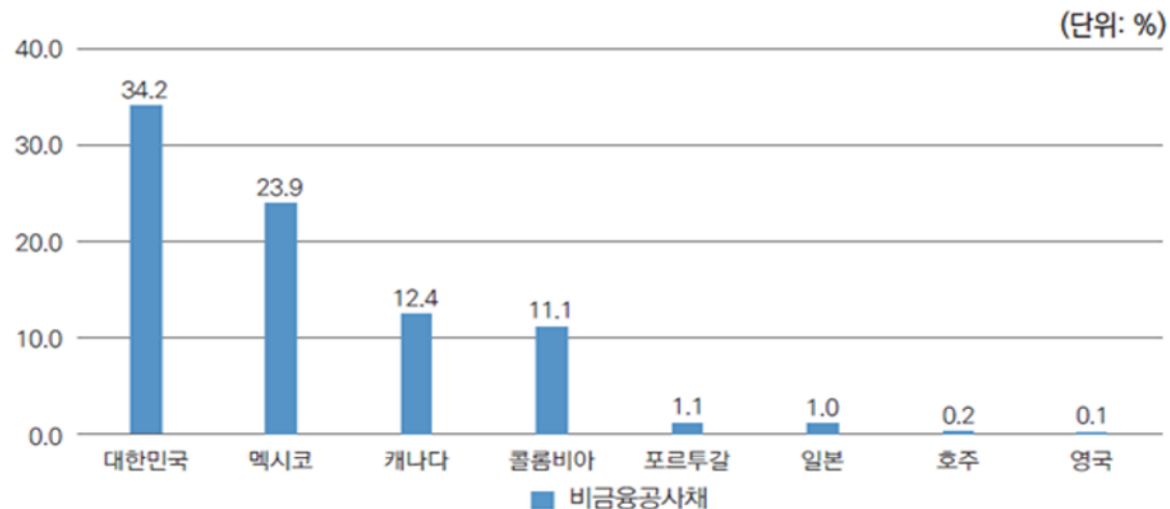
#### ● 에너지 요금 독립결정위원회 필요

- 금융통화위원회 모델이 가장 적합
- 예산과 인사의 자율성 확보

[부채 유형별 개념 및 활용]

유형	2020년 규모 (GDP 대비)	포괄범위	산출기준	활용
국가채무 (D1)	846.6조원 (43.8%)	중앙 및 지방정부의 회계·기금	국가재정법, 현금주의	국가재정 운용계획
일반정부 부채 (D2)	945.1조원 (48.9%)	D1 + 비영리공공 기관	국제지침, 발생주의	국제비교 (IMF, OECD)
공공부문 부채 (D3)	1,280.0조원 (66.2%)	D2 + 비금융공기업	국제지침, 발생주의	공공부문 재정건전성 관리

[그림 4] 2019년 국채 발행 부채 대비 공사채 발행 부채의 비중

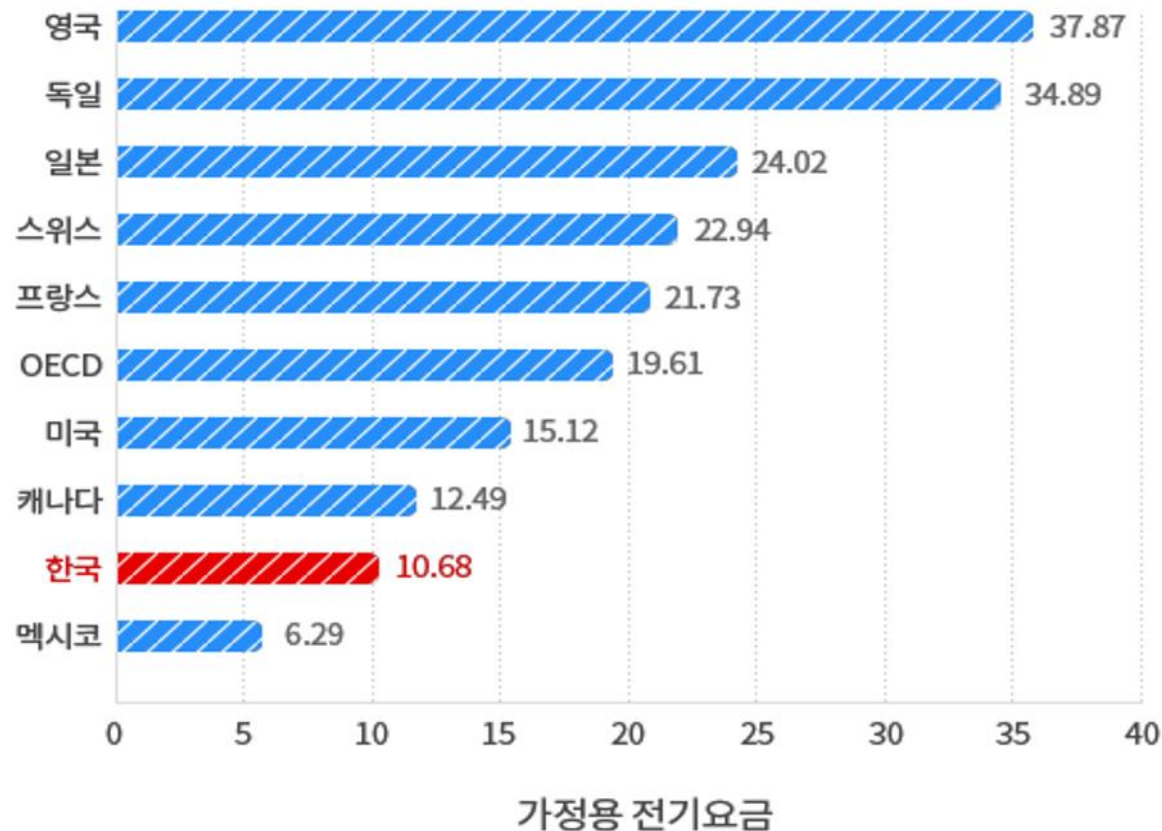


### 3. 에너지 요금 인상 불가피

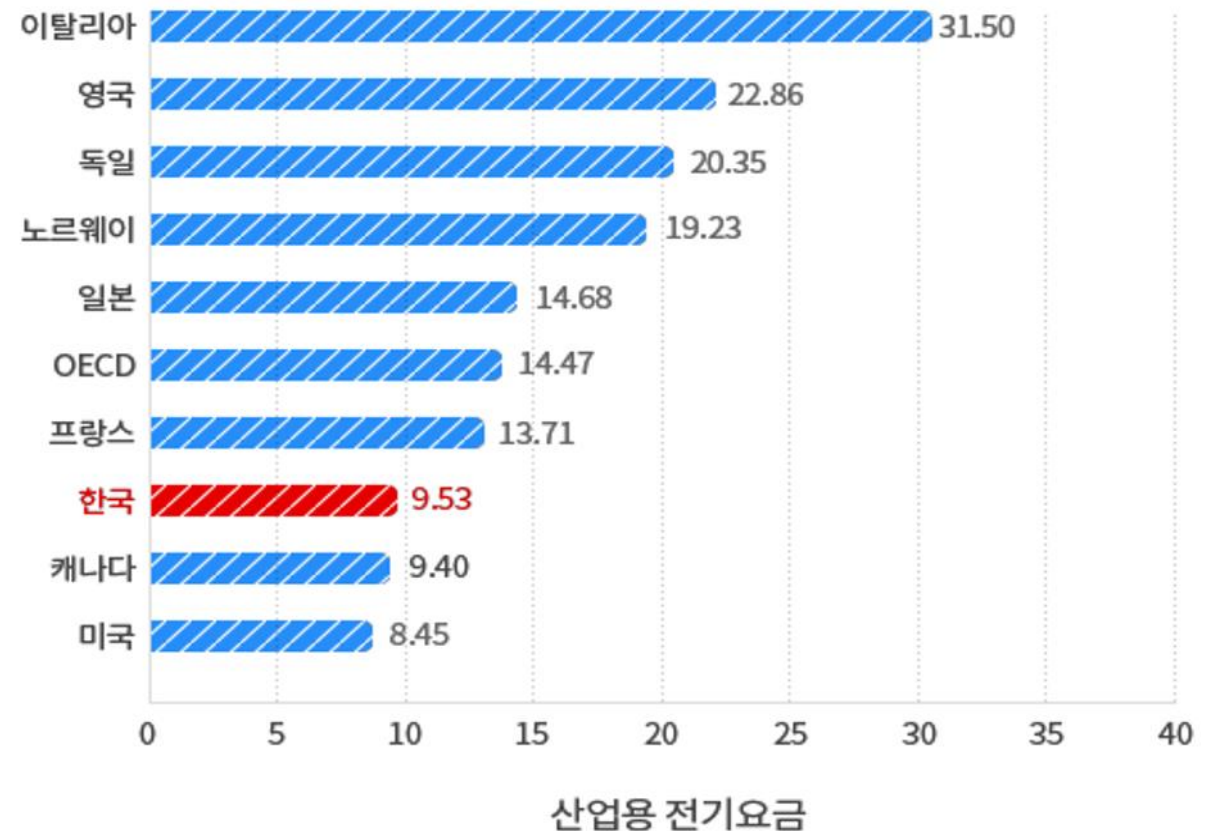
한국 전기요금은 전세계 최하위 수준  
탄소중립이 전기요금 상승 불가피, 전력 인프라 투자 불가능한 상황  
산업의 열전환을 재생E 전기로 대체한다면 급격한 가격 인상 & 난감축산업은 기술자체가 불가능

< 2022년 기준 OECD국 전기요금 >

(단위: ₩ /kWh)



(단위: ₩ /kWh)



### 3. 기후정책과 거시경제 효과

#### ● 탄소중립 정책이 거시경제 효과(BOK)

- 기후변화 억제 시나리오=>GDP 감소, 소비자물가 상승 for sure
- 탄소저감 투자 방식과 규모에 따라  
=> GDP 감소, 소비자 물가 상승의 효과 상이함
- 탄소세 부과 후 저감기술 투자=> 경제 부정적 영향 최소화

〈표 4〉 BOKDSGE 시나리오별 정책대응의 거시경제효과<sup>1)</sup>

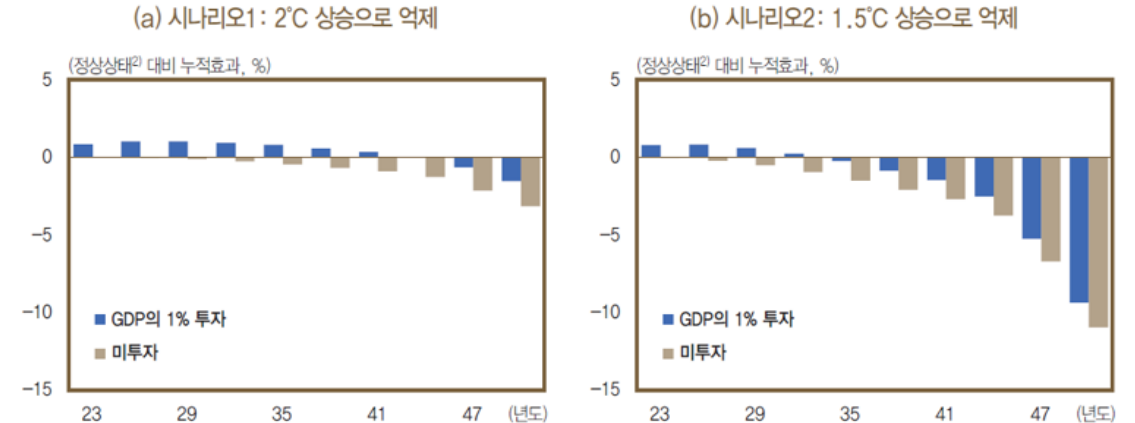
(정상상태<sup>2)</sup> 대비 누적효과, 연평균, %p)

시나리오	거시변수	2021~2050년 연평균
시나리오 1 (2°C 상승으로 억제)	GDP 성장률	-0.08
	소비자물가 상승률	0.02
시나리오 2 (1.5°C 상승으로 억제)	GDP 성장률	-0.32
	소비자물가 상승률	0.09

주: 1) 탄소포집·활용·저장기술 보급 효과 포함  
2) 기후변화 정책대응이 없는 균형경제 상태

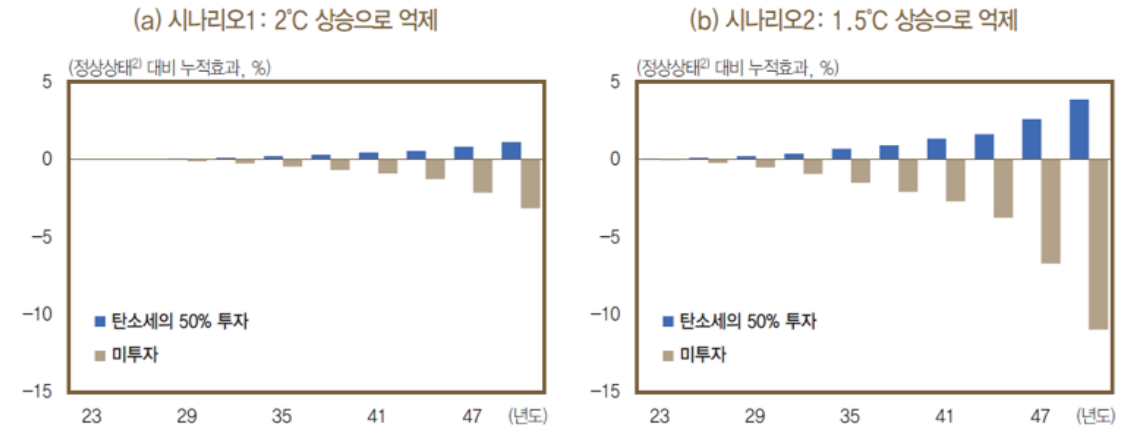
#### <탄소중립 정부투자 효과>

〈그림 7〉 시나리오A 정부투자의 GDP 효과<sup>1)</sup>



주: 1) '미투자'는 탄소세 시나리오별 효과, 'GDP의 1% 투자'는 탄소세 시나리오별 효과와 정부투자 효과의 종합 효과를 의미  
2) 기후변화 정책대응이 없는 균형경제 상태

〈그림 8〉 시나리오B 정부투자의 GDP 효과<sup>1)</sup>



주: 1) '미투자'는 탄소세 시나리오별 효과, '탄소세의 50% 투자'는 탄소세 시나리오별 효과와 정부투자 효과의 종합 효과를 의미  
2) 기후변화 정책대응이 없는 균형경제 상태

### 3. CBAM 효과(한국 vs EU)

Eora26은 189개국, 26개 산업으로 구성된 다지역산업연관표(Multi Regional Input-Output, MRIO)  
CBAM 2035년 전격 100% 유상할당 실시 시 한국과 유럽의 물가 인상 효과  
유럽의 전반적 물가 상승

<전세계 부가가치 비용 상승의  
한국 최종재 물가파급효과 분석 결과>

부문	최종재 물가 변화율(%)
농업, 임업	2.76
어업	1.77
광업	1.28
식료품 및 음료 제조업	3.46
섬유제품 및 의복 제조업	3.96
목재 및 종이제품 제조업	4.87
석유, 화학 및 비금속 광물 제품 제조업	12.96
금속 제품 제조업	7.42
전기 및 기계장비 제조업	6.64
운송 장비 제조업	2.15
기타 제조업	2.17
재생용 재료 수집 및 판매업	0
전기, 가스 및 수도 공급업	2.56
건설업	2.02
유지관리 및 수리업	1.52
도매업	1.82
소매업	2.23
숙박 및 음식점업	3.08
운수업	2.32
우편 및 통신업	1.84
금융 중개 및 사업서비스업	6.98
공공행정	1.09
교육, 보건 및 기타 서비스	1.90
가구 내 고용활동	1.28
기타	1.74
재수출-재수입	0.03
전부문 평균	5.83

<전세계 부가가치 비용 상승의  
EU-27 최종재 물가파급효과 분석 결과>

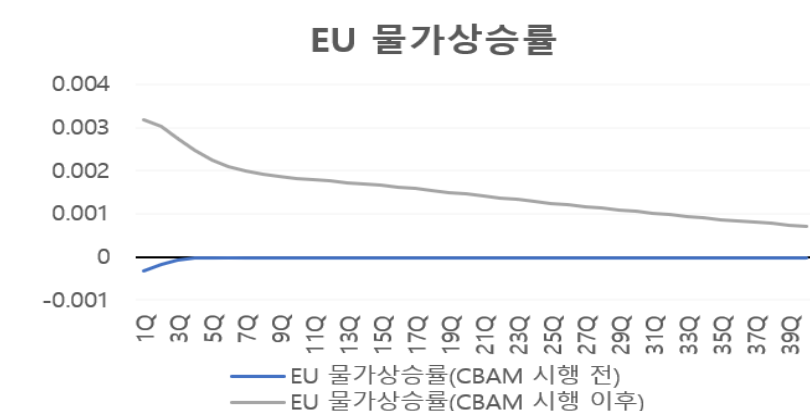
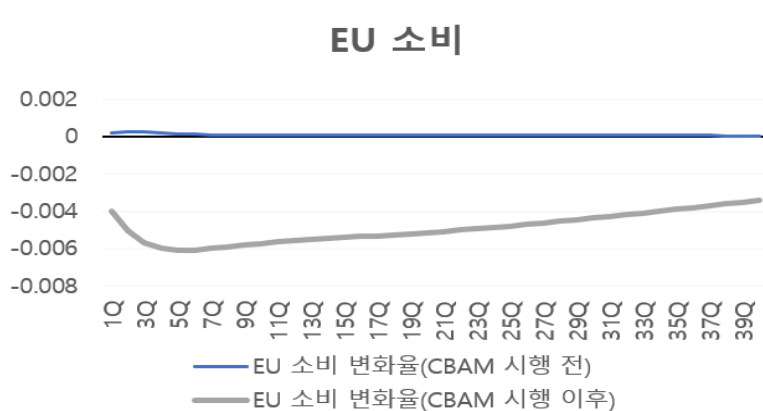
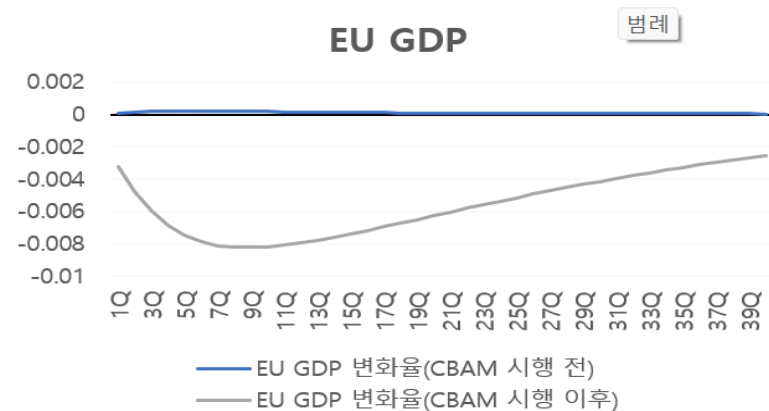
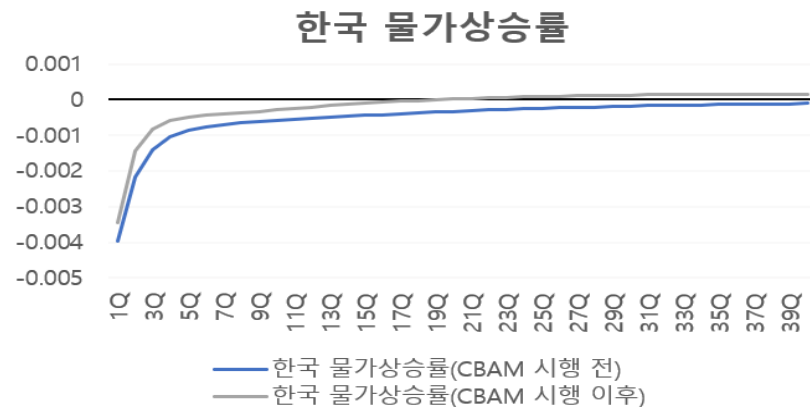
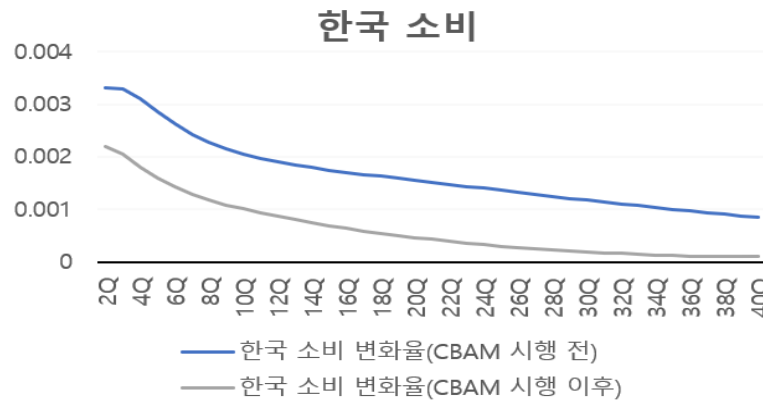
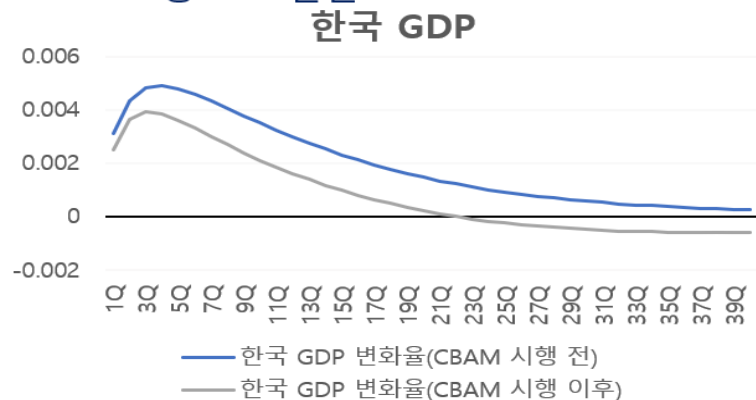
부문	최종재 물가 변화율(%)
농업, 임업	5.95
어업	0.36
광업	4.08
식료품 및 음료 제조업	8.34
섬유제품 및 의복 제조업	9.35
목재 및 종이제품 제조업	15.69
석유, 화학 및 비금속 광물 제품 제조업	37.25
금속 제품 제조업	29.24
전기 및 기계장비 제조업	23.77
운송 장비 제조업	7.63
기타 제조업	2.84
재생용 재료 수집 및 판매업	1.22
전기, 가스 및 수도 공급업	6.30
건설업	4.48
유지관리 및 수리업	2.23
도매업	10.26
소매업	4.14
숙박 및 음식점업	1.97
운수업	12.09
우편 및 통신업	4.52
금융 중개 및 사업서비스업	33.50
공공행정	1.40
교육, 보건 및 기타 서비스	6.46
가구 내 고용활동	0.41
기타	0.26
재수출-재수입	16.73
전부문 평균	16.71

### 3. CBAM 효과(한국 vs EU)

#### DSGE(Dynamic Stochastic General Equilibrium) 모델 활용 CBAM의 거시경제 효과 분석

##### ● CBAM 시행 전후의 한국의 총요소생산성(기술) 1% 상승 충격에 따른 거시변수 변화

- 총요소생산성 상승 충격은 기본적으로 두 국가 모두에 GDP, 소비를 증진시키고, 물가상승률을 낮추는 효과가 있음
- CBAM 시행 이후 한국 거시변수의 긍정적인 효과가 소폭 상쇄되지만, EU에서는 물가상승률이 크게 높아지면서 GDP, 소비는 음(-)의 방향으로 전환



**감사합니다.**

---