

개혁신당포럼 주경야독

에너지 정책의 속사정
권효재 COR Energy Insight 대표

12월 8일 저녁 6시 30분, 곧 시작합니다.

개혁신당포럼 <주경야독> 철학

이 자리는 함께 묻고 배우는 자리입니다.

이곳에서는 질문이 먼저이며, 누구나 자유롭게 의견을 나눌 수 있습니다.

우리는 정답보다 질문, 논쟁보다 경청이 있는 토론을 소중히 여깁니다.

모두가 동등한 참여자로서, 발언에는 위계가 없습니다.

모든 질문은 기록되어 사라지지 않고, 다음 논의의 출발점이 됩니다.

우리는 말과 태도로 정치를 바꾸고, 민주주의를 만들어갑니다.

이것이 우리가 만들어가려는 새로운 정치포럼의 모습입니다.

에너지 정책의 속사정

권효재 **COR Energy Insight** 대표

에너지 정책의 속사정

2025. 12. 8.

권효재

- 목 차 -

1. 에너지 정책 기초

2. 기후 위기의 심각성

3. 에너지 전환

4. 에너지 안보

5. 한국의 현실과 과제

1. 에너지란 무엇인가?

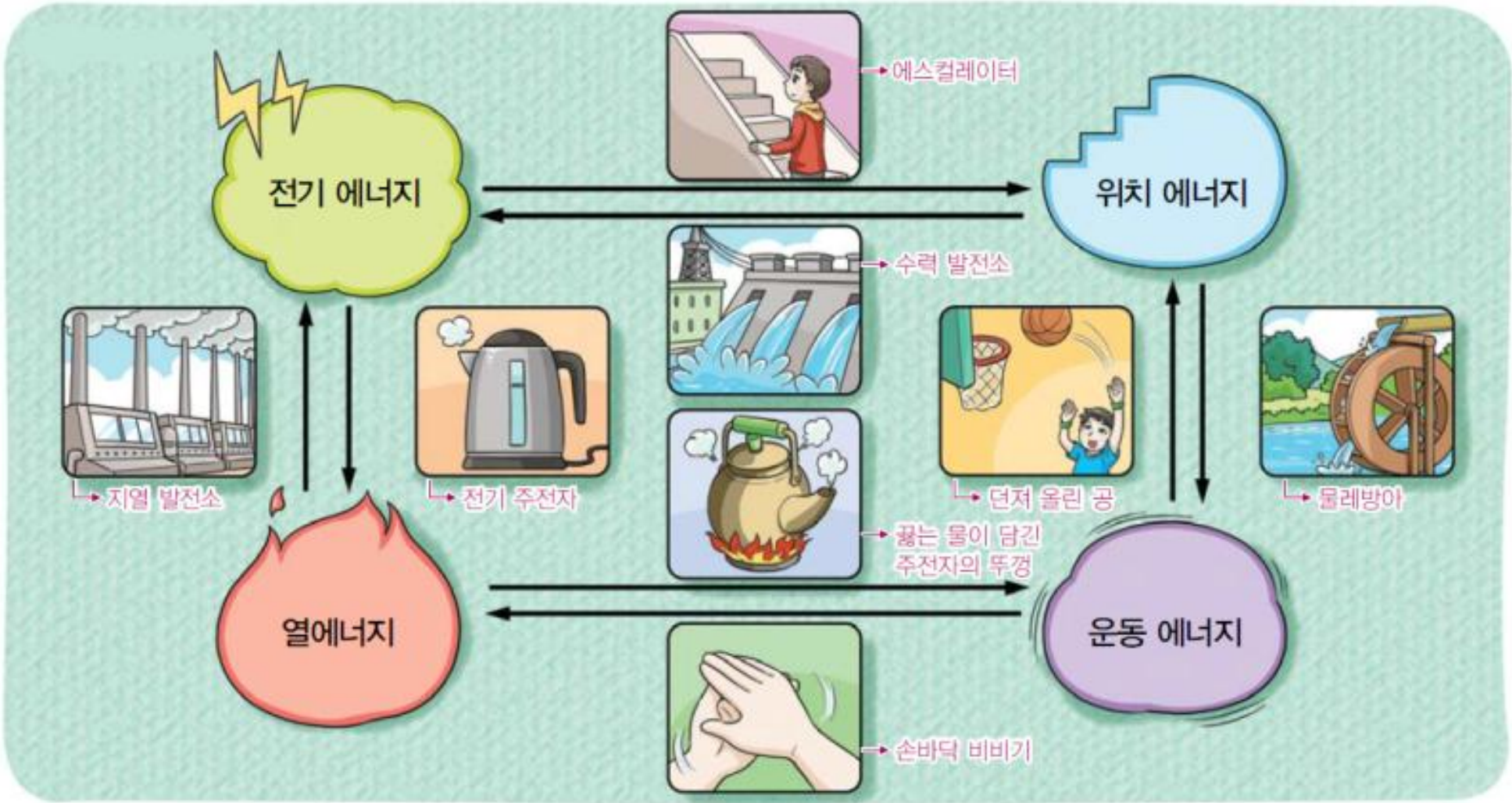
에너지: “일을 할 수 있는 능력“, 다양한 형태로 자연계에 존재, 유용성 중요

✓ 에너지의 종류 : 에너지의 형태에 따라 나눌 수 있다.

● 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합		
역학적 에너지	운동 에너지	운동하는 물체가 가지는 에너지
	퍼텐셜 에너지	높은 곳에 있는 물체가 가지는 에너지
빛에너지		빛의 형태로 전달되는 에너지 —● 가시광선이나 자외선 등의 형태
전기 에너지		전기 제품에 전류가 흐를 때 사용되는 에너지 전하의 이동에 의해 발생한다.
열에너지		온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동하는 에너지 ● 물체를 이루는 원자나 분자의 운동에 의한 에너지
화학 에너지		화학 결합을 통하여 물질에 저장된 에너지 —● 석유, 석탄, 화학 물질, 음식물 등에 포함된다.
파동 에너지		소리나 파도와 같은 파동이 가지는 에너지
핵에너지		★ 핵반응에서 발생하는 에너지

1. 에너지의 종류와 유용성

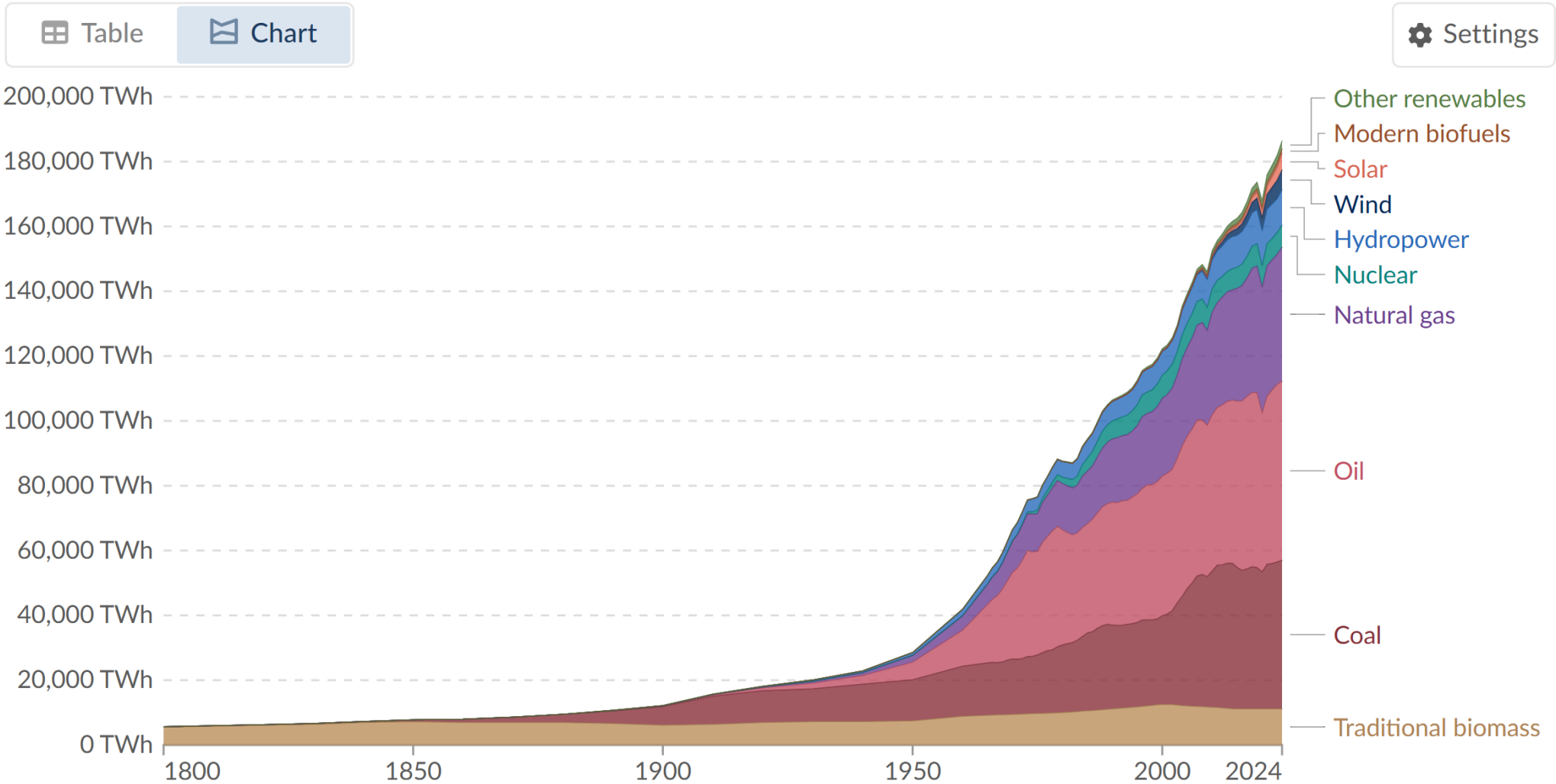
전기가 유용한 이유: 변환 과정의 효율이 높고 간편하며 깨끗함



1. 에너지 소비량은 산업혁명 후 약 40배 증가

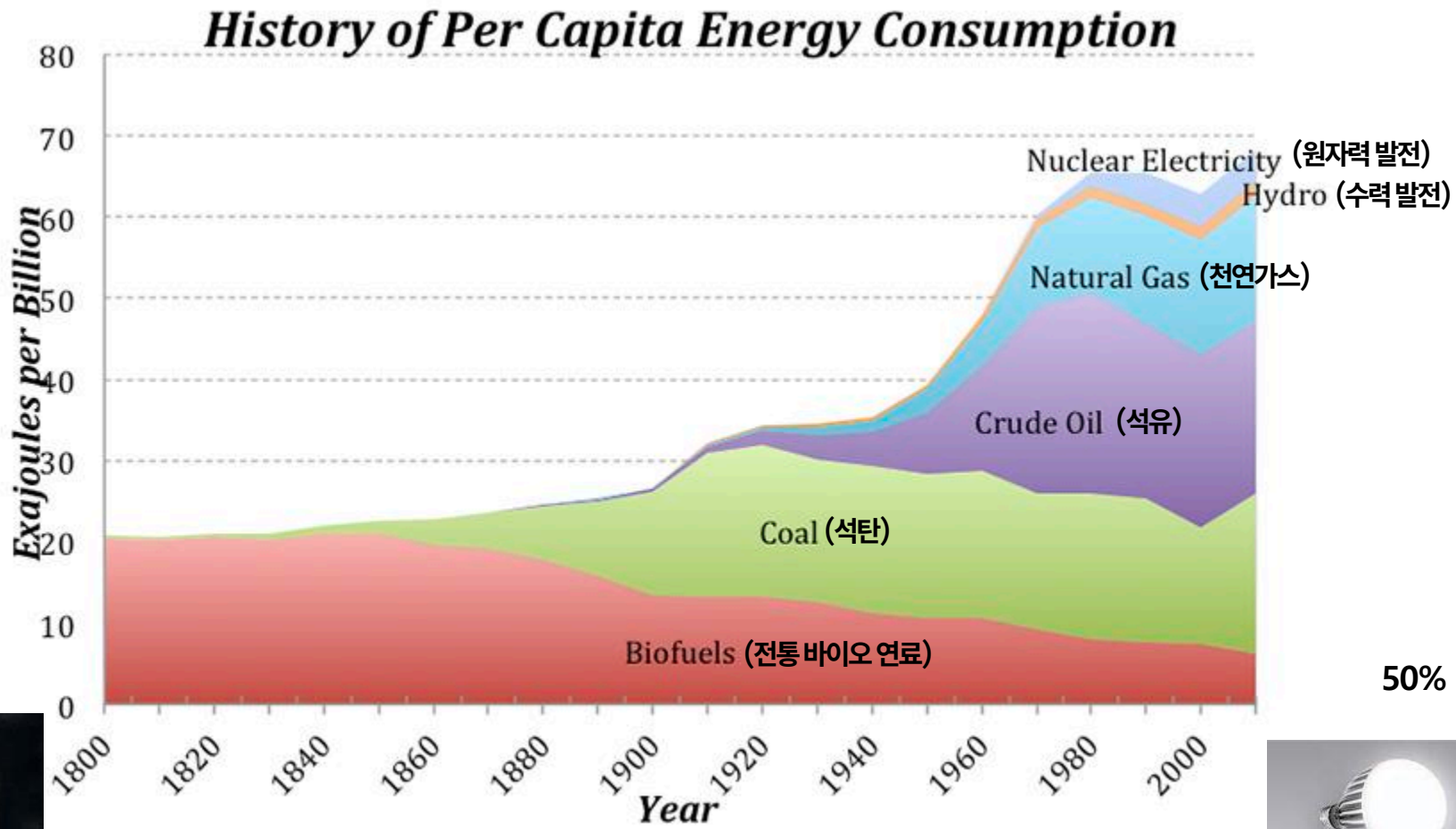
Global primary energy consumption by source

Primary energy is based on the substitution method and measured in terawatt-hours.

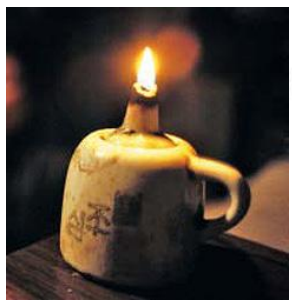


1. 기술 발전으로 효율이 향상되면, 더 많은 에너지를 사용

단순하게는 인당 에너지 사용량 4배 증가, 효율 개선까지 감안하면 에너지 사용량 50배 이상 증가



0.5%



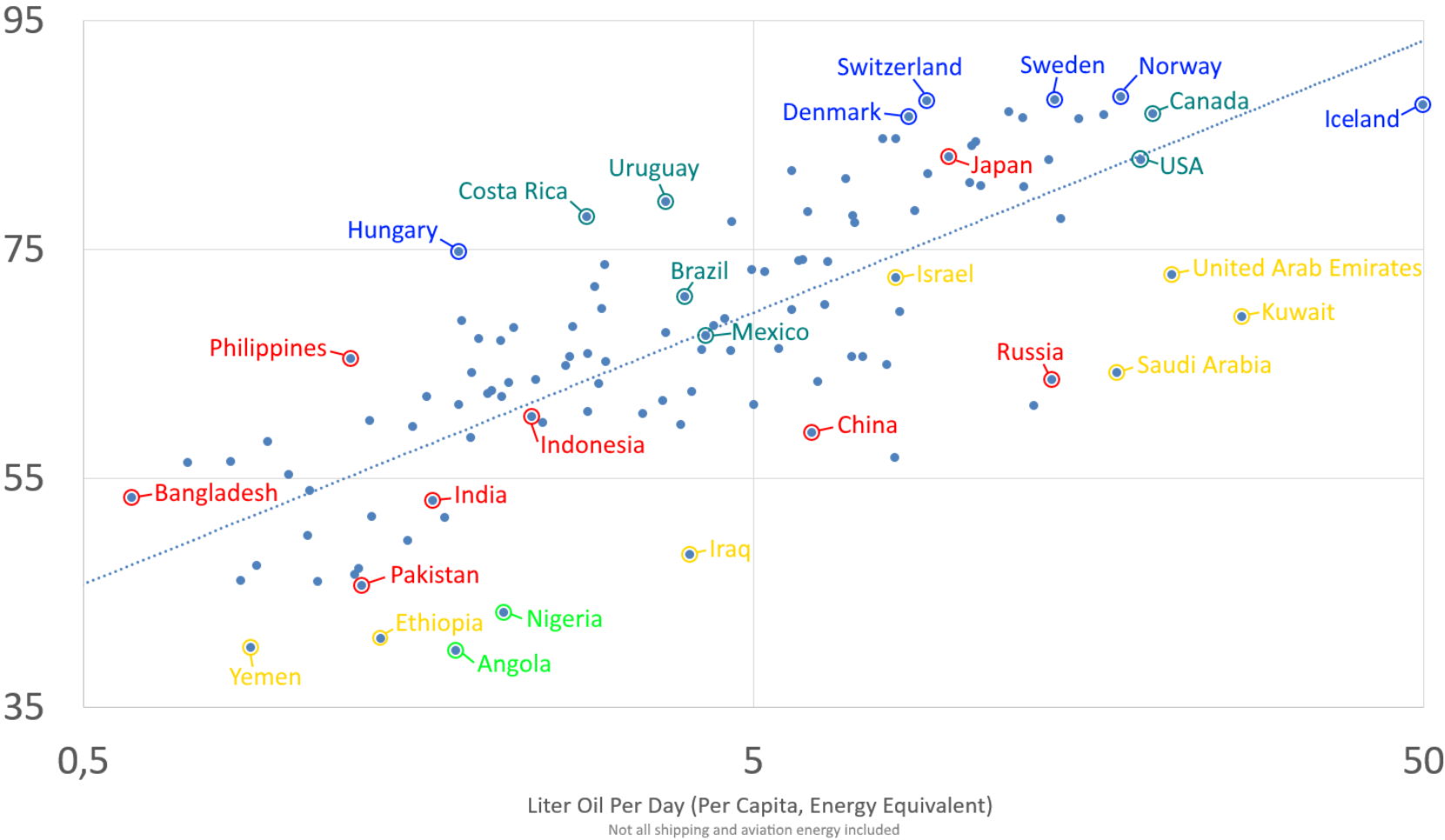
50%



1. 에너지 사용량과 삶의 질

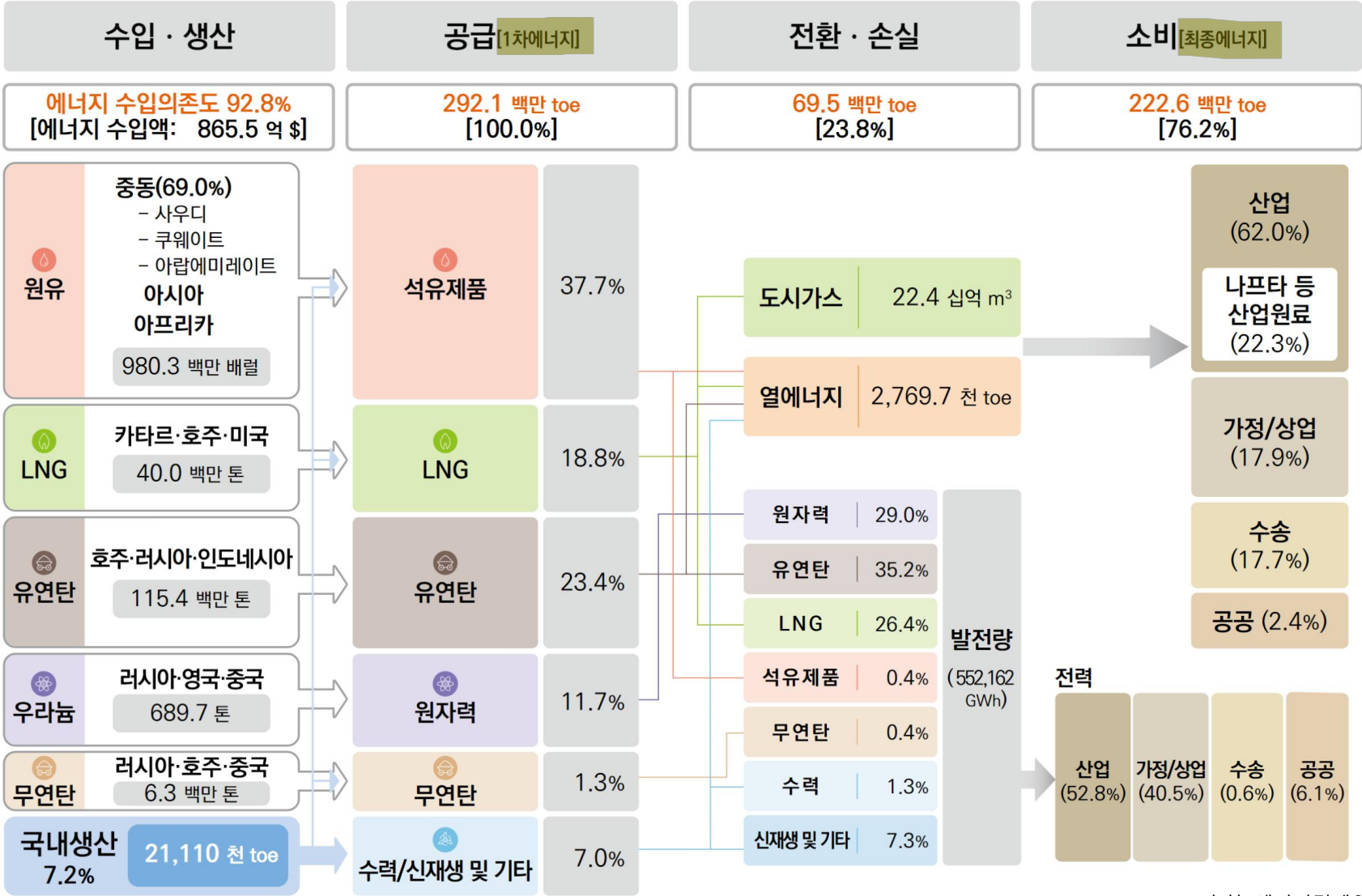
저렴하고 깨끗한 에너지에 대한 접근은 경제 발전, 삶의 질 개선 출발점

Social Progress Index vs Energy per country



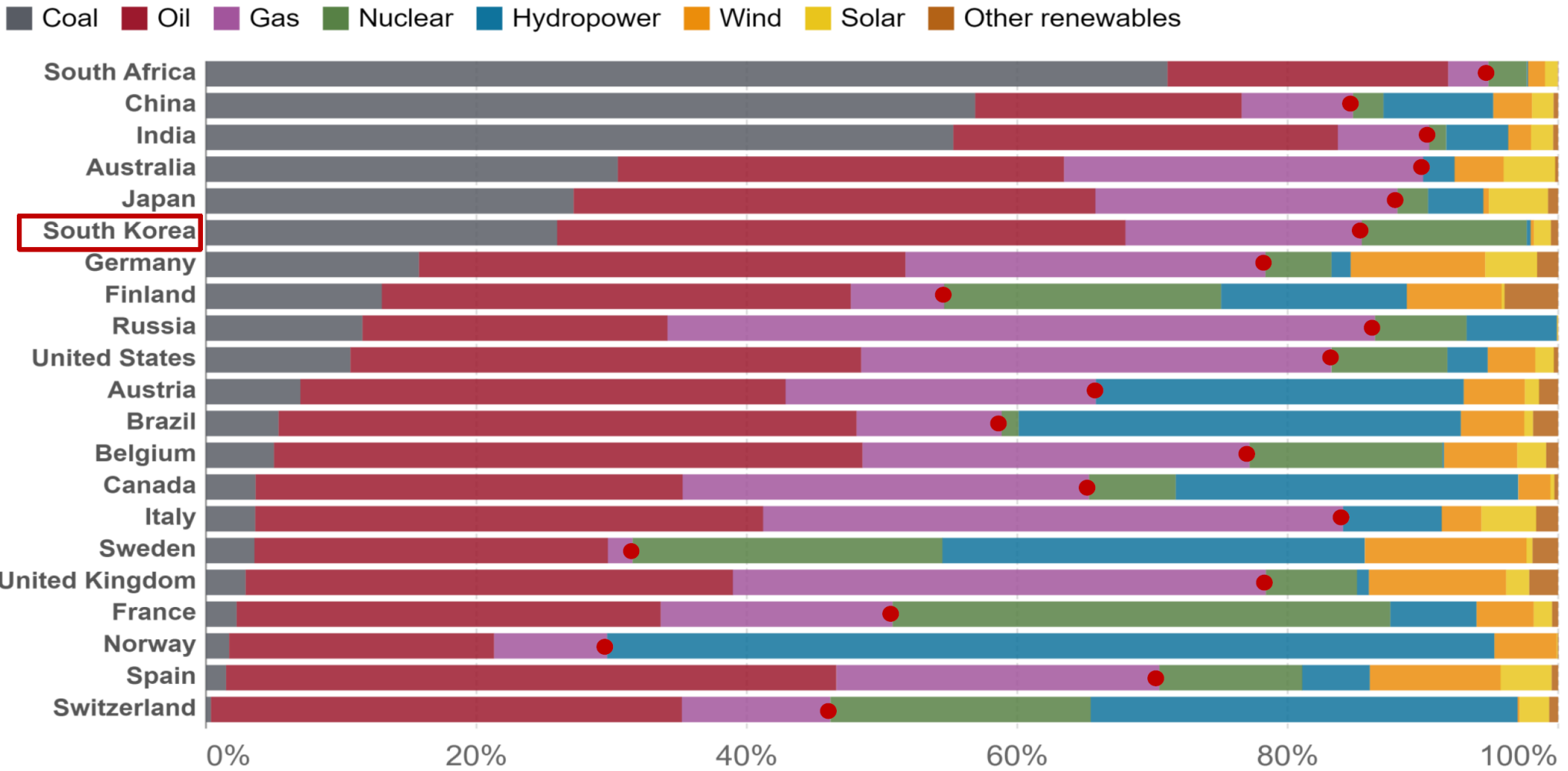
1. 한국의 현실

1차 에너지 중 화석연료 비중은 81%이며 전체 에너지의 93%를 수입



1. 한국 VS 글로벌: 국가별 상황은 모두 다르며 평균의 함정에 주의해야 함

2020년 주요국 1차 에너지 원별 구성은 모두 다르며, 일률적인 잣대를 적용할 수 없음



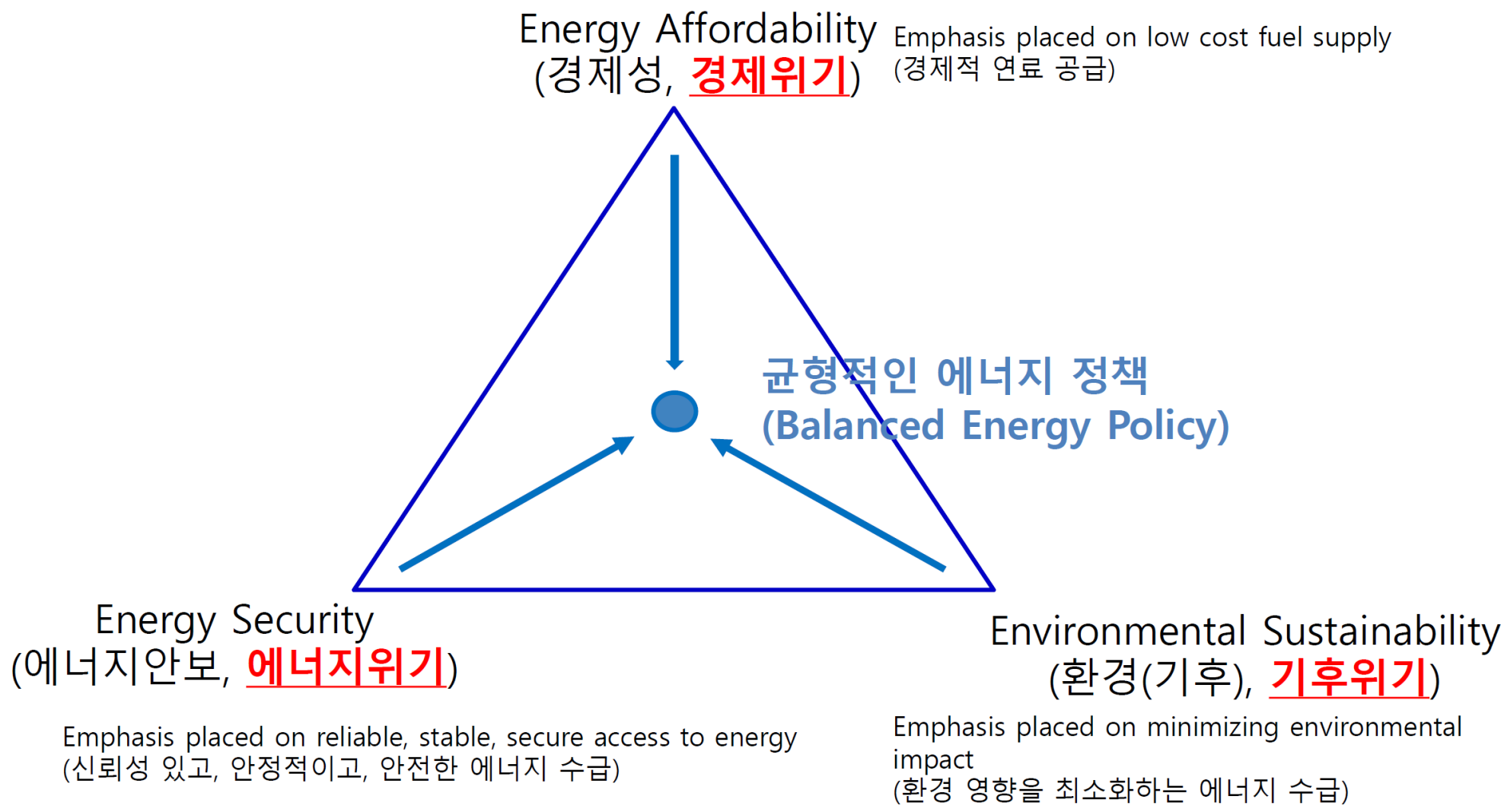
Source: Statistical Review of World Energy - BP (2021)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

출처: BP, 2021

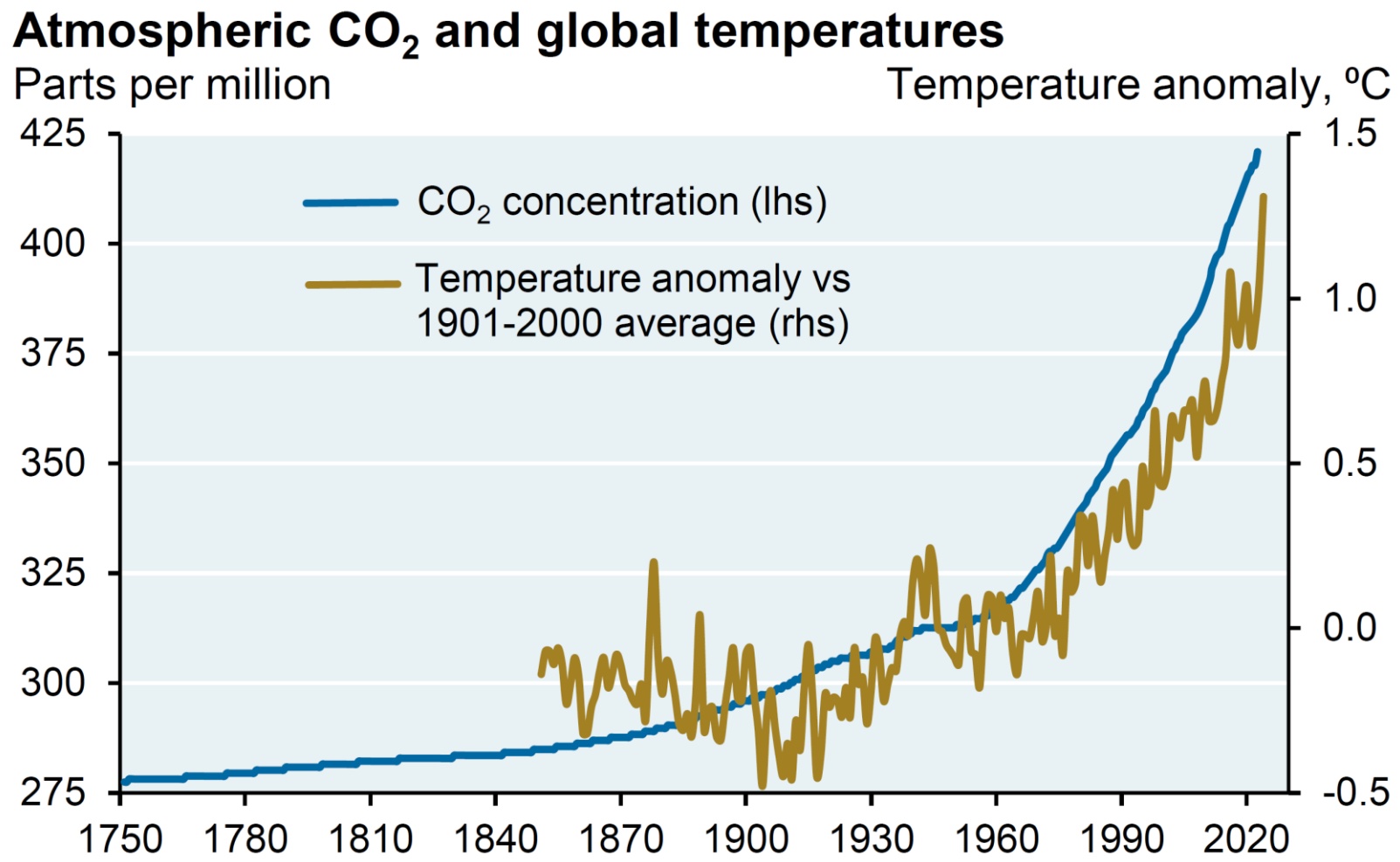
1. 에너지 트릴레마 – 경제성, 안보, 환경을 모두 충족시키는 방안?

- Energy Trilemma (에너지 정책의 기본 원칙)



2. 기후 위기 - 평균 기온 상승과 대기중 CO2 농도 변화

CO2 농도 증가와 지구 평균 기온 상승의 높은 상관 관계 → 화석연료를 줄이지 못하면 기온 상승은 불가피



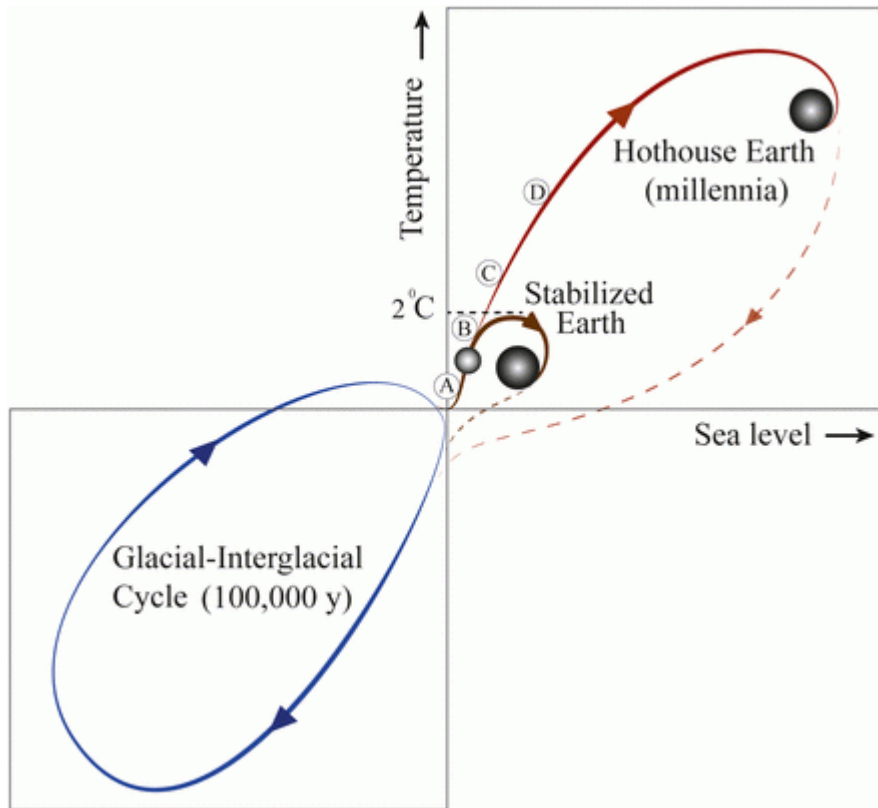
Source: NOAA, JPMAM, 2024

2. 기후 위기 - 2050 Net Zero 필요성

목표: 2050년까지 지구 연평균 기온 1.5도 상승 억제

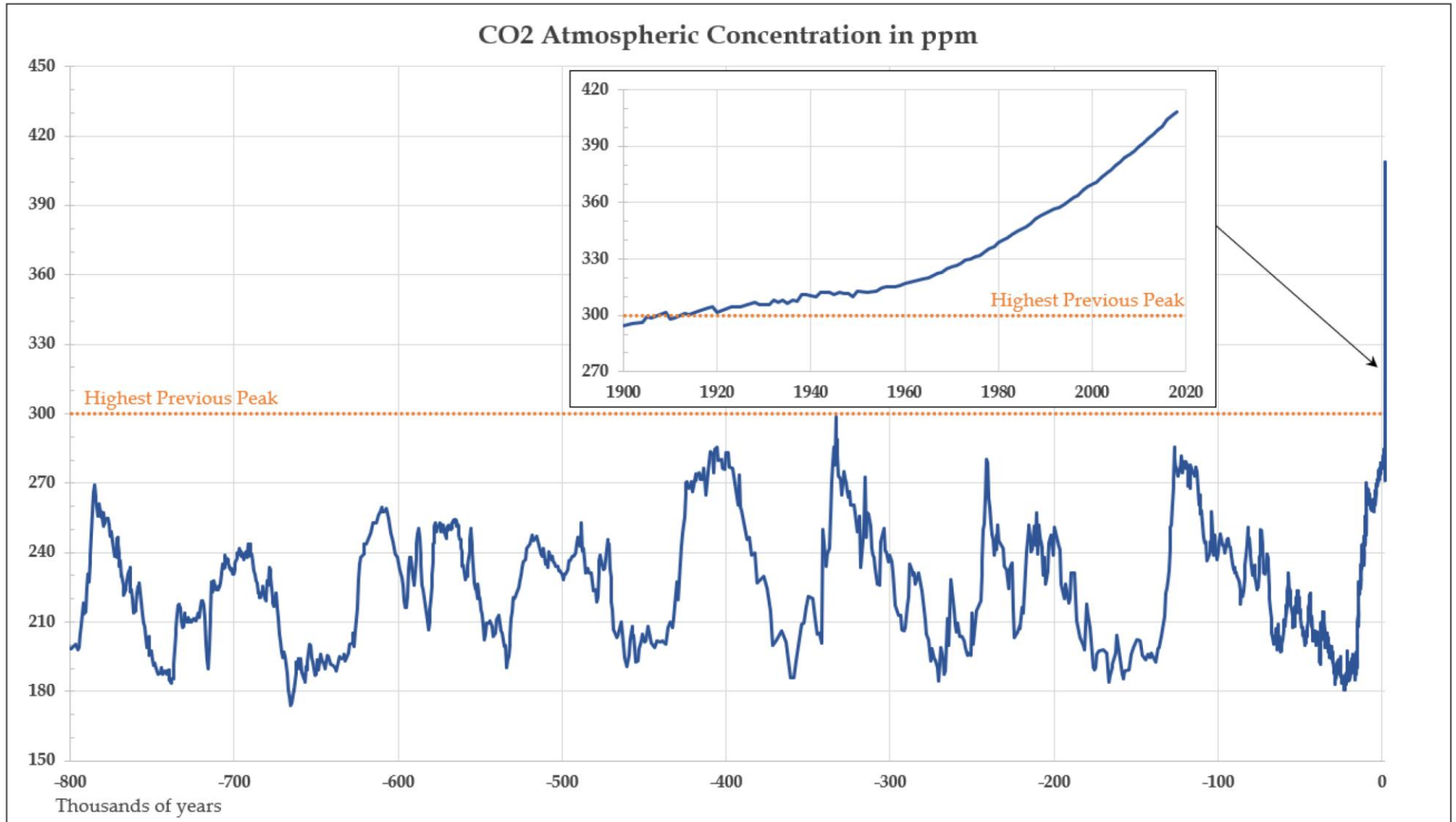
수단: 인간활동에 의한 온실가스 배출을 2050년까지 Net Zero 달성

- 산업화 이후 CO₂ 농도 2배 증가. 지구 평균 기온 1.4도 상승 (B 지점)
- 30년내 Net Zero 달성 실패 시 돌이킬 수 없는 기후 변화로 경제, 사회 대격변 발생 가능성



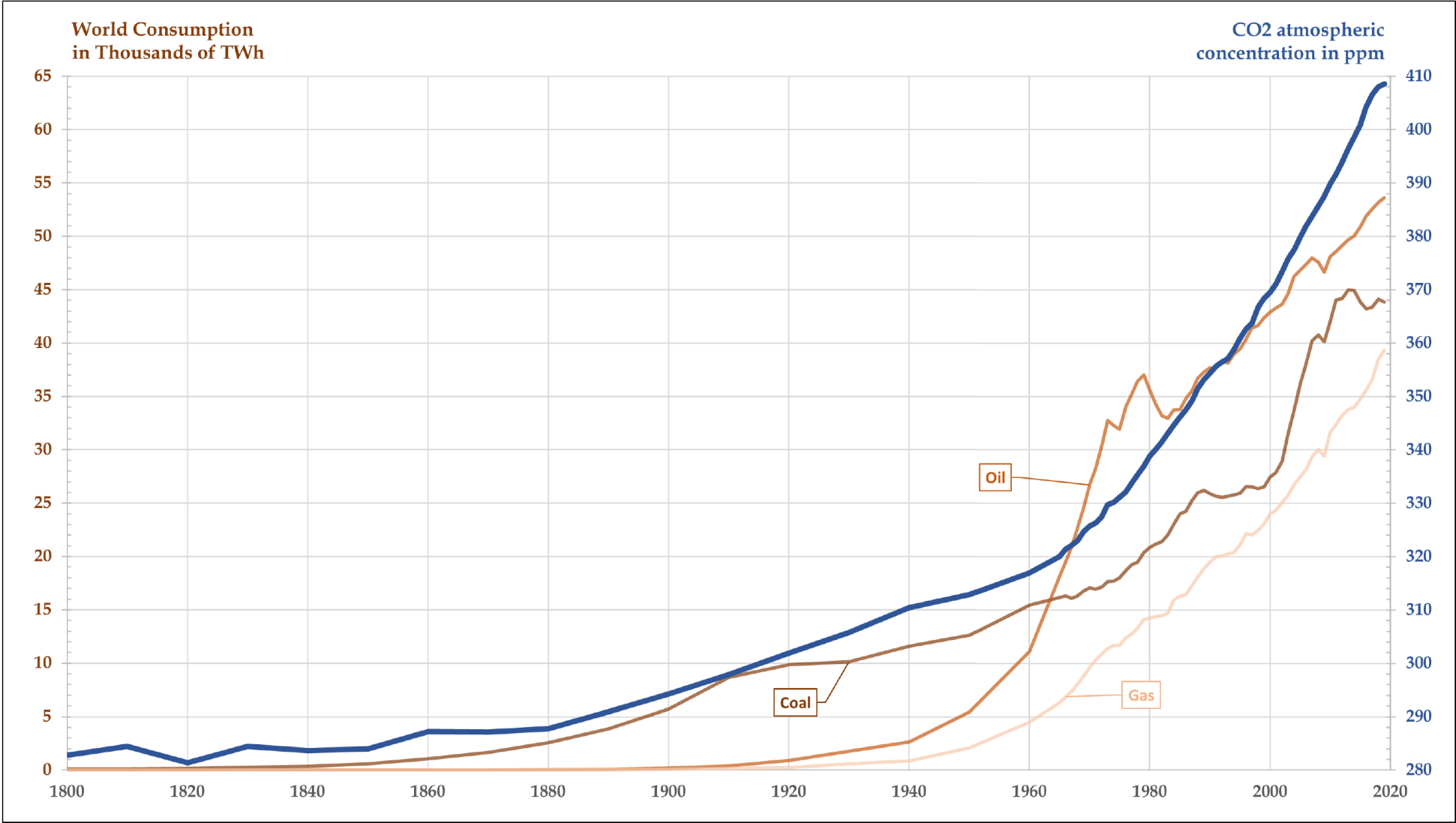
2. 기후 위기- 대기중 CO2 농도 변화

자연적인 CO2 농도 변화의 상한선을 급격하게 돌파 → 100배의 속도로 농도 상승, 현재 431ppm



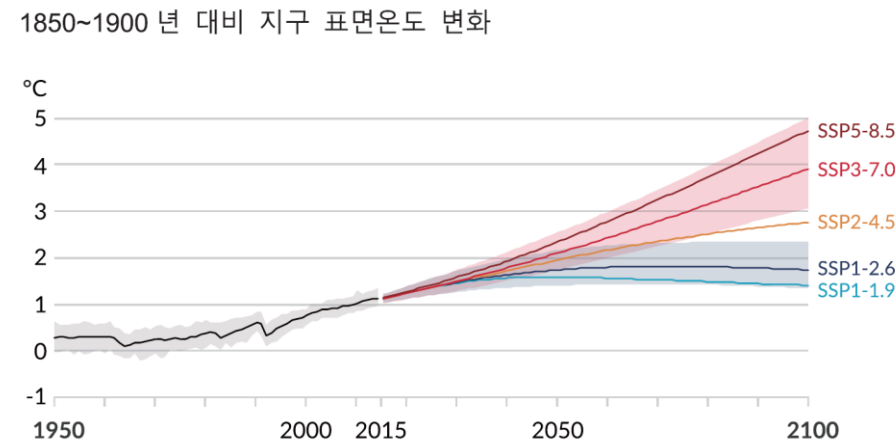
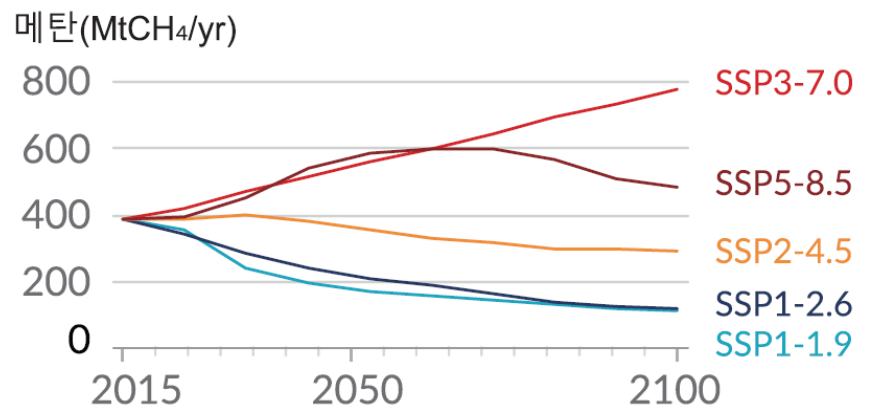
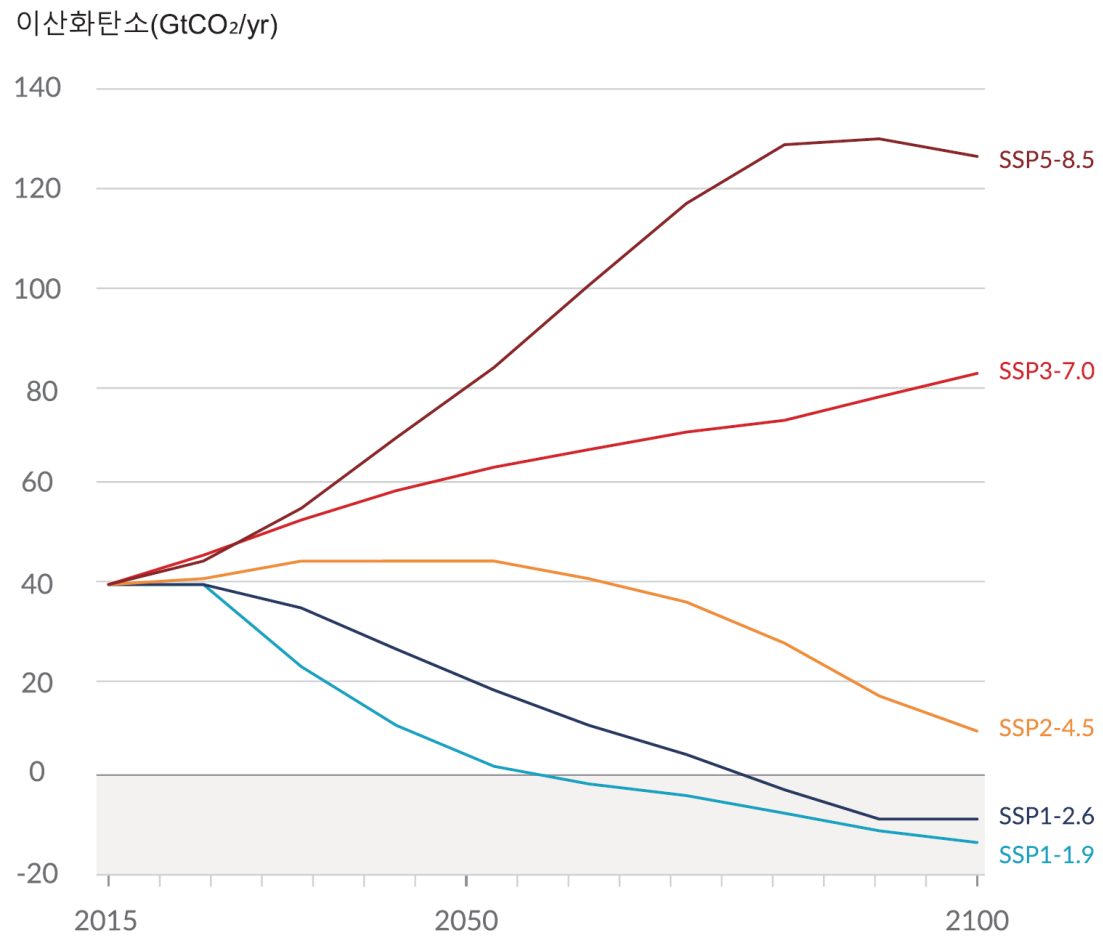
2. 기후 위기 – 화석 연료 사용 증가와 CO2 농도 변화

산업혁명 이후 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료 사용량 증가와 CO2 농도 상승의 직접적 상관 관계



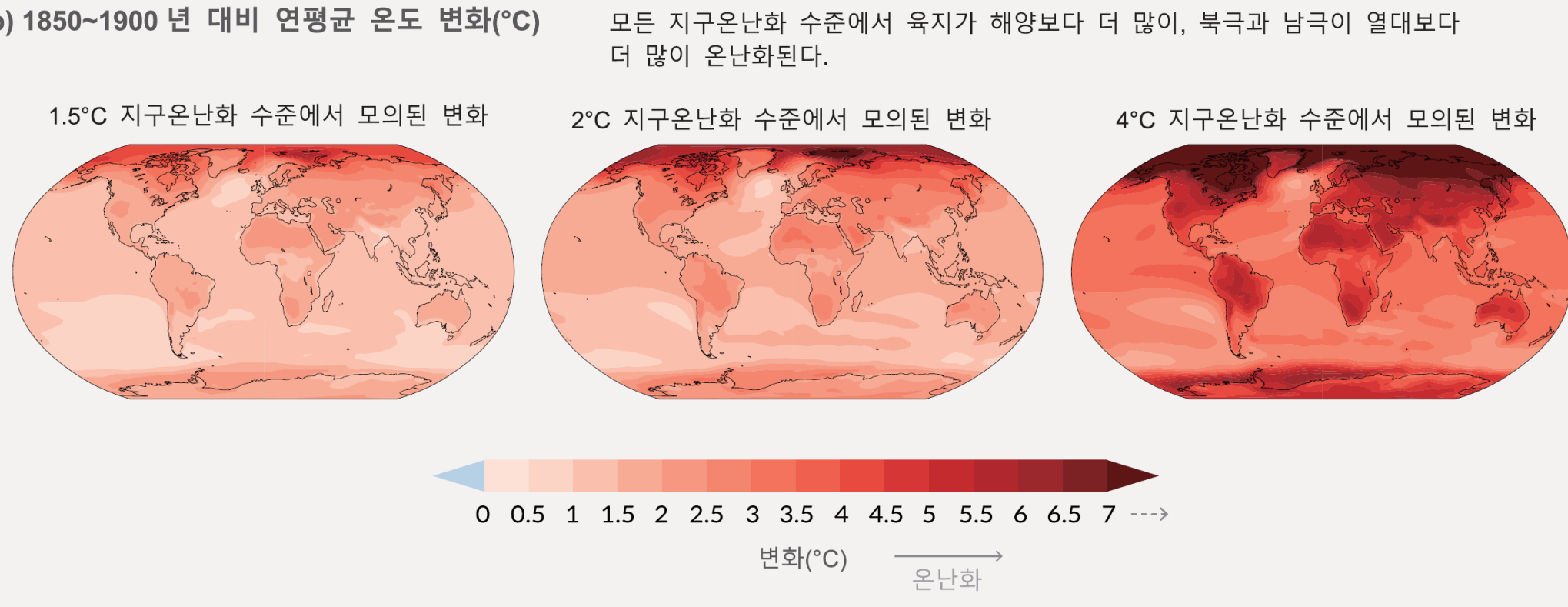
2. 기후 위기 – 미래 기후 예측 시나리오

40여가지 기후 모델링을 통합하여 5가지 미래 시나리오 도출 → SSP1-1.9가 2050 탄소중립 시나리오



2. 기후 위기 - 평균 기온 상승 전망

일부 지역은 지구 평균 기온 상승의 2배 이상 상승 → 국지적으로 심각한 영향. 빙하 소멸과 해수면 상승



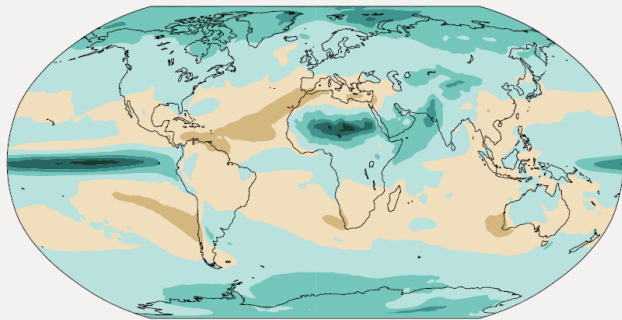
2. 기후 위기 – 잦은 가뭄과 폭우로 농업 위기와 인플레이션 우려

기존 경작지/주거지 중 더 이상 기능할 수 없는 지역 대폭 확대 전망. 농작물 소출 20% 이상 감소 우려

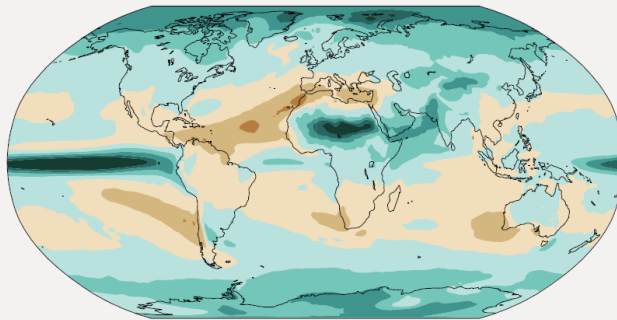
c) 1850~1900 년 대비 연평균 강수량 변화(%)

강수량이 고위도 지역과 적도 부근 태평양, 일부 몬순 지역에서는 증가하지만 아열대 지역과 열대 지역에서는 부분적으로 감소한다.

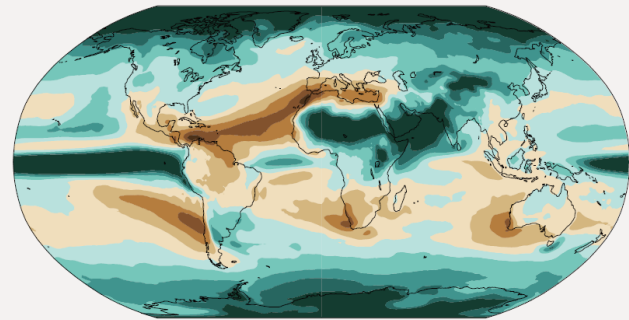
1.5°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



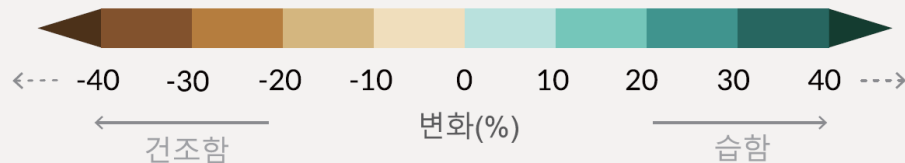
2°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



4°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



상대적으로 작은 절대 변화가 건조한 지역에서는 큰 비율(%)의 변화로 나타날 수 있다.



<독일 폭우 피해현장>



<캐나다 산불 현장>



<일본 산사태 현장>



2. 기후 위기 – 인프라가 감당할 수 없는 극한 기상 현상이 빈번하게 발생

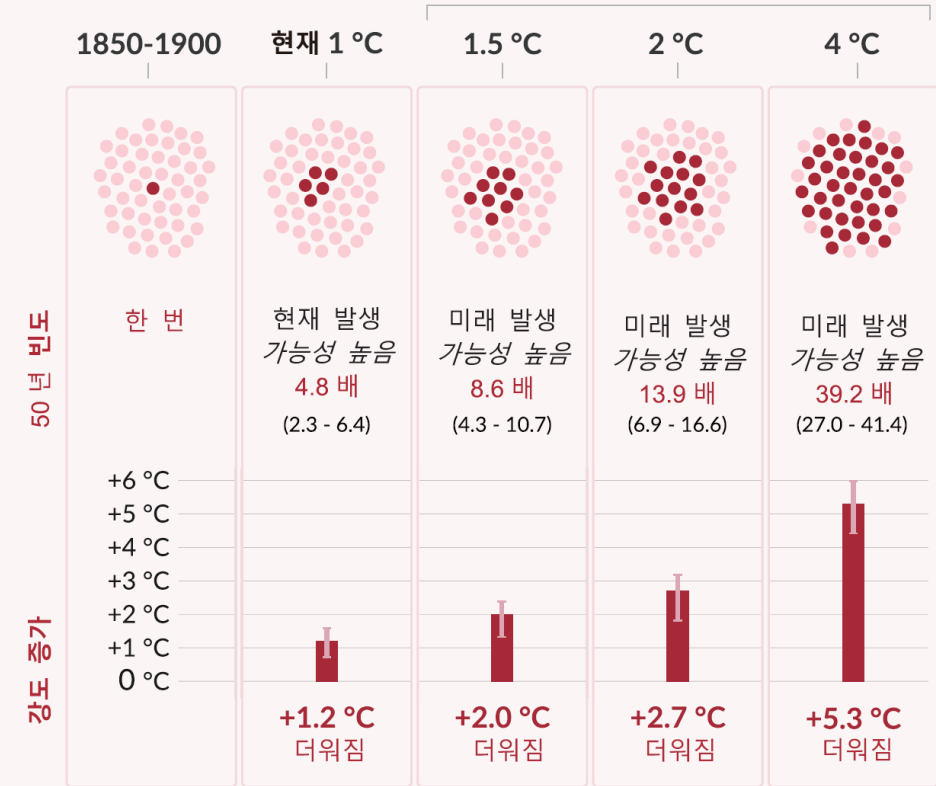
2018년 8월 1일 서울 39.6도 기록. 2024년 7월 10일 군산 시간당 146mm 비. 매년 반복되면?

극한고온

50 년 기준

평균 50 년에 한 번 발생한 이상기온 사례의 빈도 및 강도 증가
(인간 영향을 제외한 기후 조건)

미래 지구온난화 수준

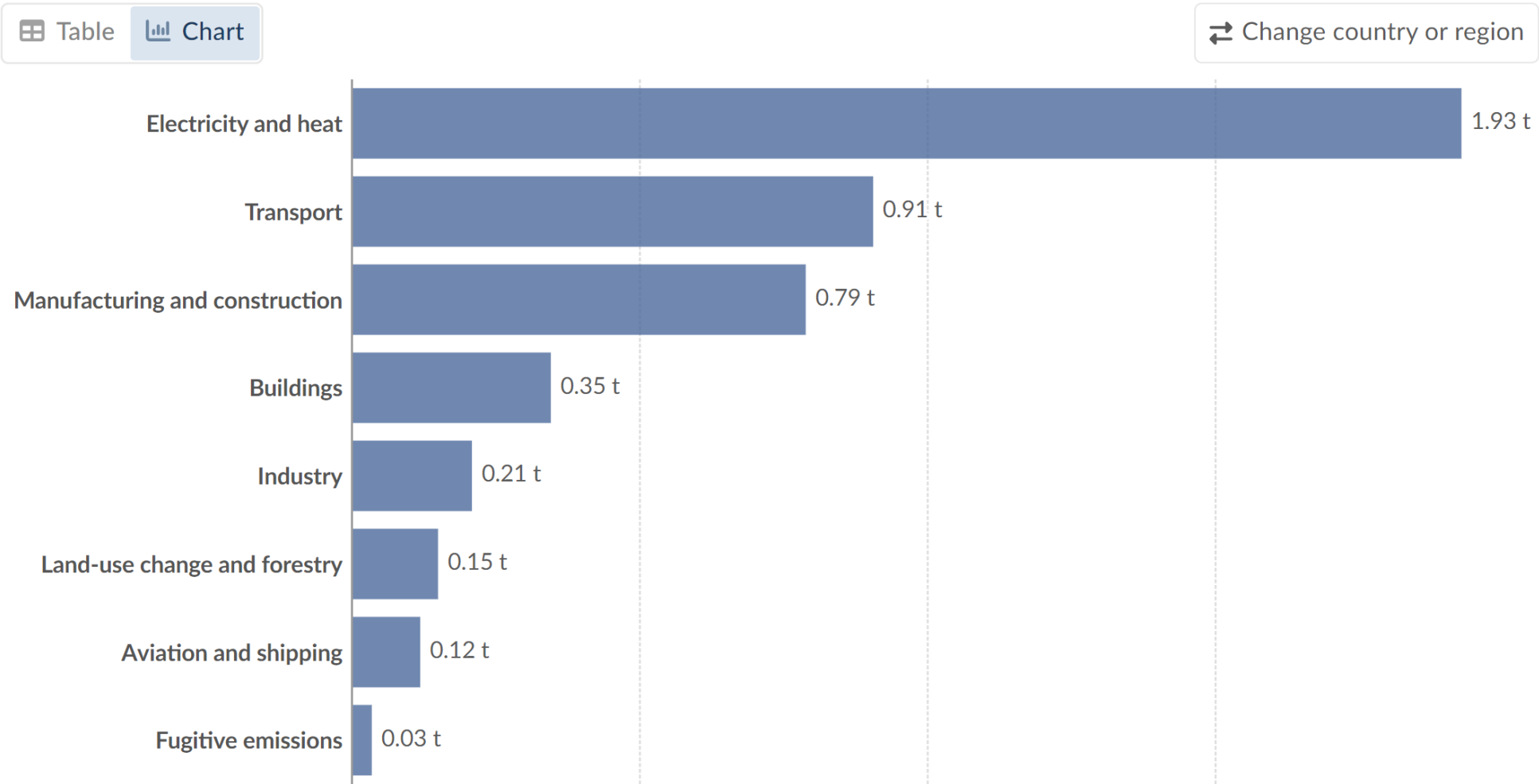


3. 에너지 전환 – 전기와 열 생산, 수송, 제조 분야의 온실가스 감축 필요

산업 혁명 이후 확립된 화석연료 연소 기반의 에너지 공급 체계, 제조 기술, 인프라에서 탈피해야 함

Per capita CO₂ emissions by sector, World, 2020

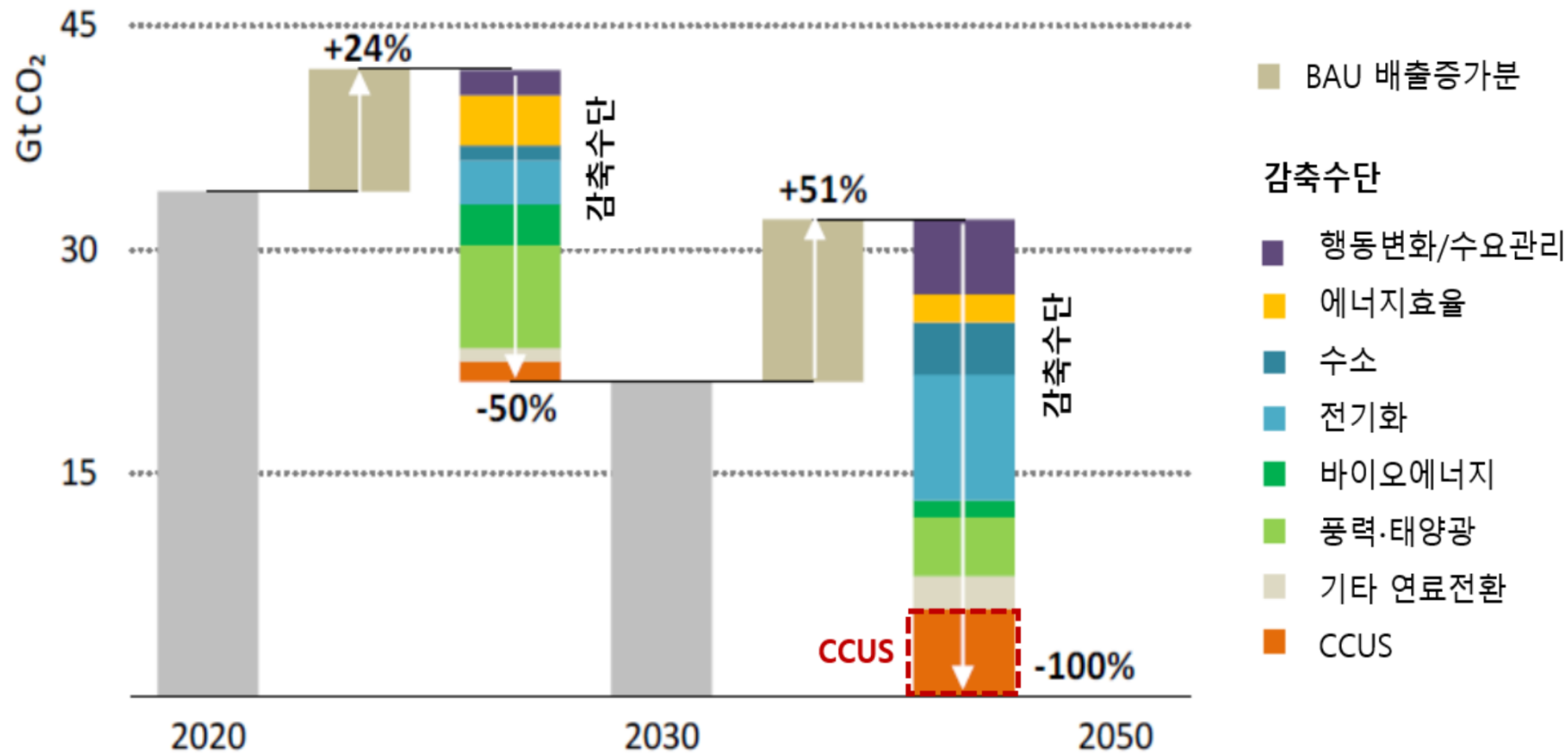
Our World
in Data



3. 에너지 전환 – 명확한 전략, 문제는 실천

VRE(풍력+태양광), DCE(수력+원전+바이오), 전기화, 효율 향상, 수소, CCUS, 행동변화/수요관리

<IEA, 2050년 감축수단별 CO₂ 감축기여도>



자료: IEA Net Zero by 2050 보고서(2021), POSRI 재구성

3. 전기화: 더 많은 분야에서 더 많이 전기를 써야 함

전세계 1차 에너지의 80%는 화석 연료, 최종 효율은 36%이므로 개선 필요 → “전기화” 트렌드

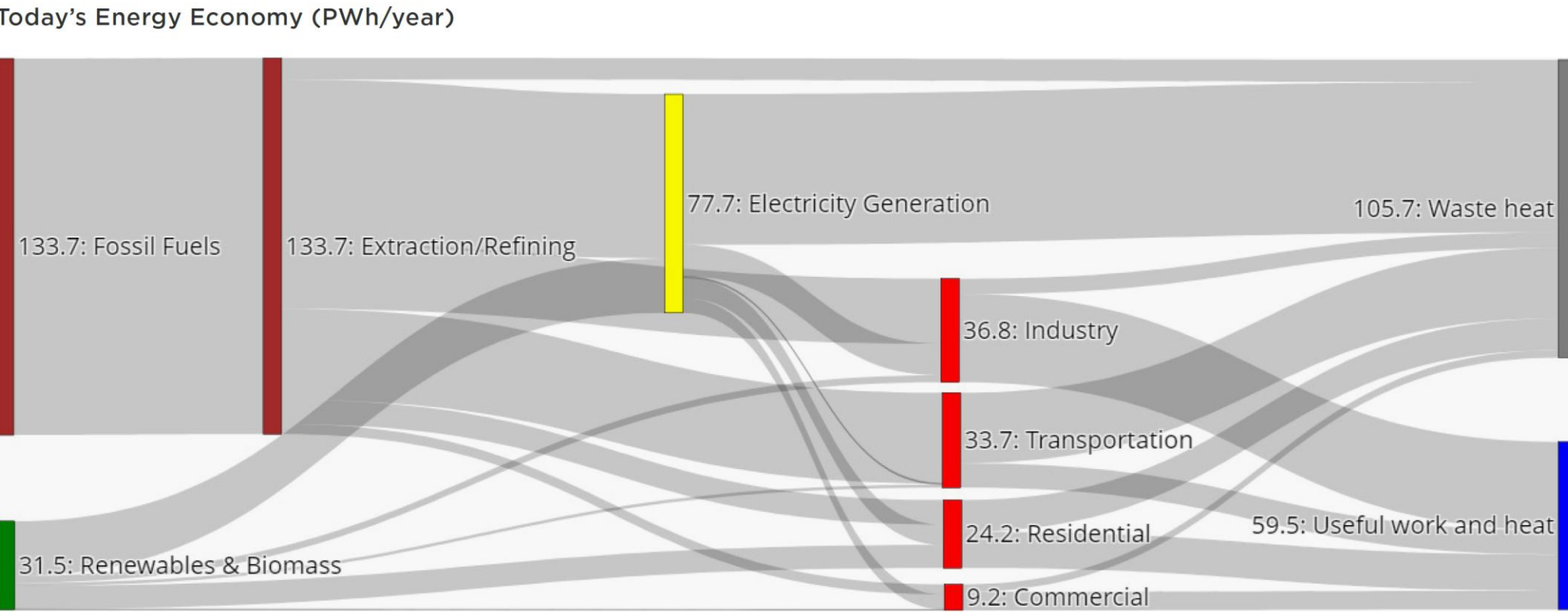
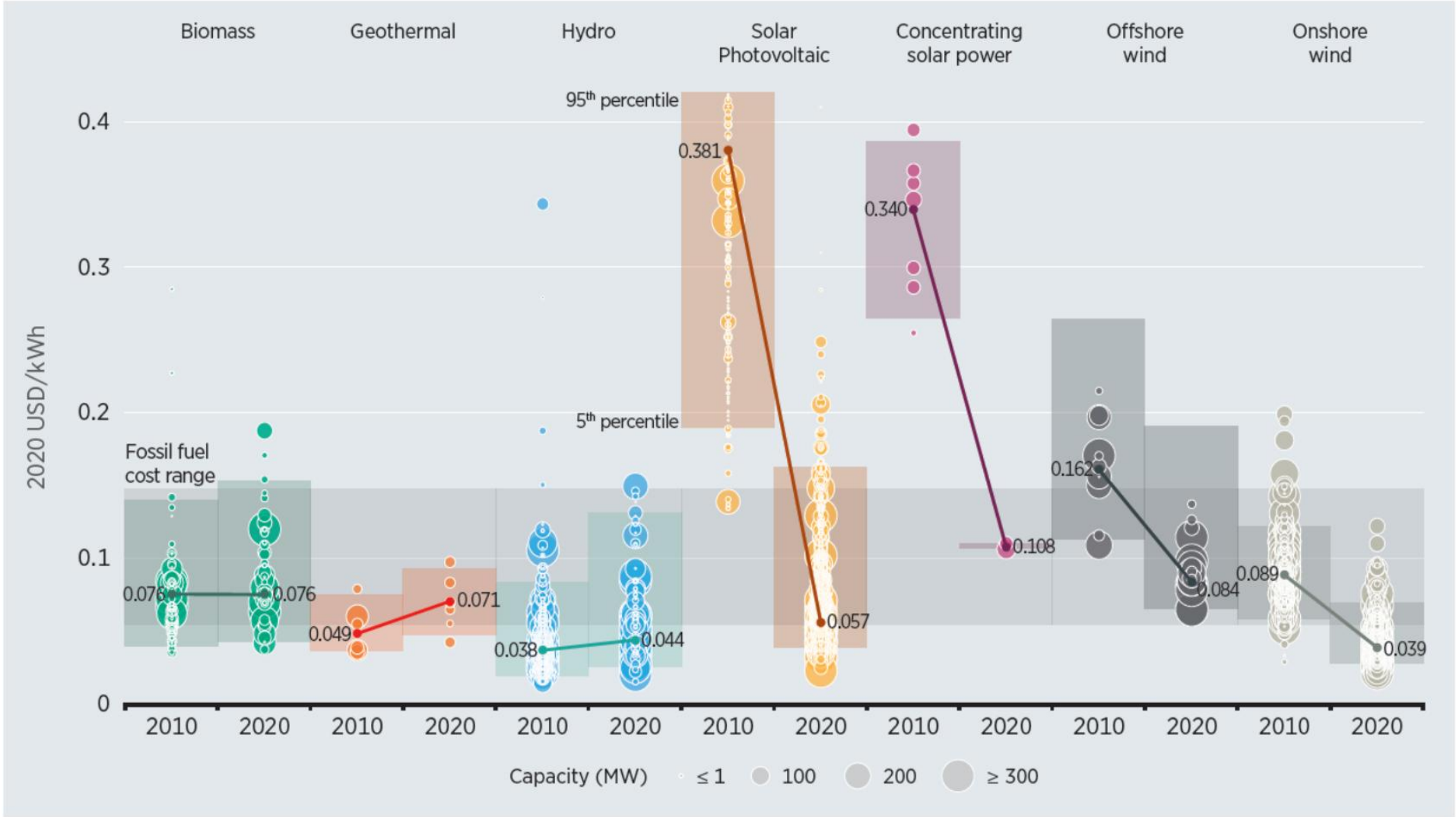


Figure 3: Global Energy Flow by Sector, IEA & Tesla analysis

→ 전기차로 서울부산 왕복하면 연료 비용 3만원, 휘발유차는?

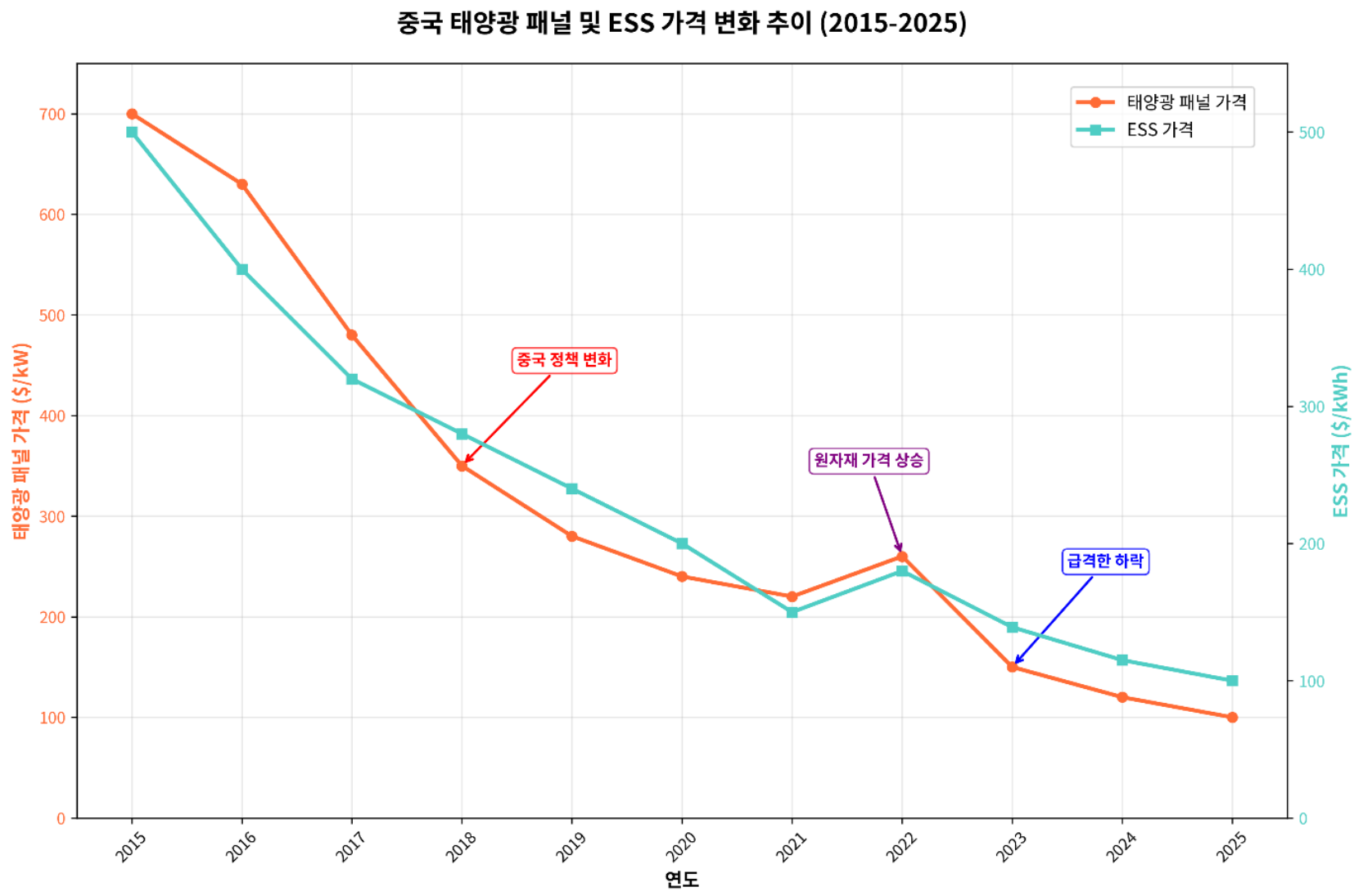
3. 에너지 전환－태양광 발전의 원가 하락이 두드러짐

발전기 차원의 비용만 보면 태양광 전기는 많은 지역에서 화석연료 전기보다 원가 낮아짐



3. 에너지 전환－ESS의 가격도 지속적으로 하락 중

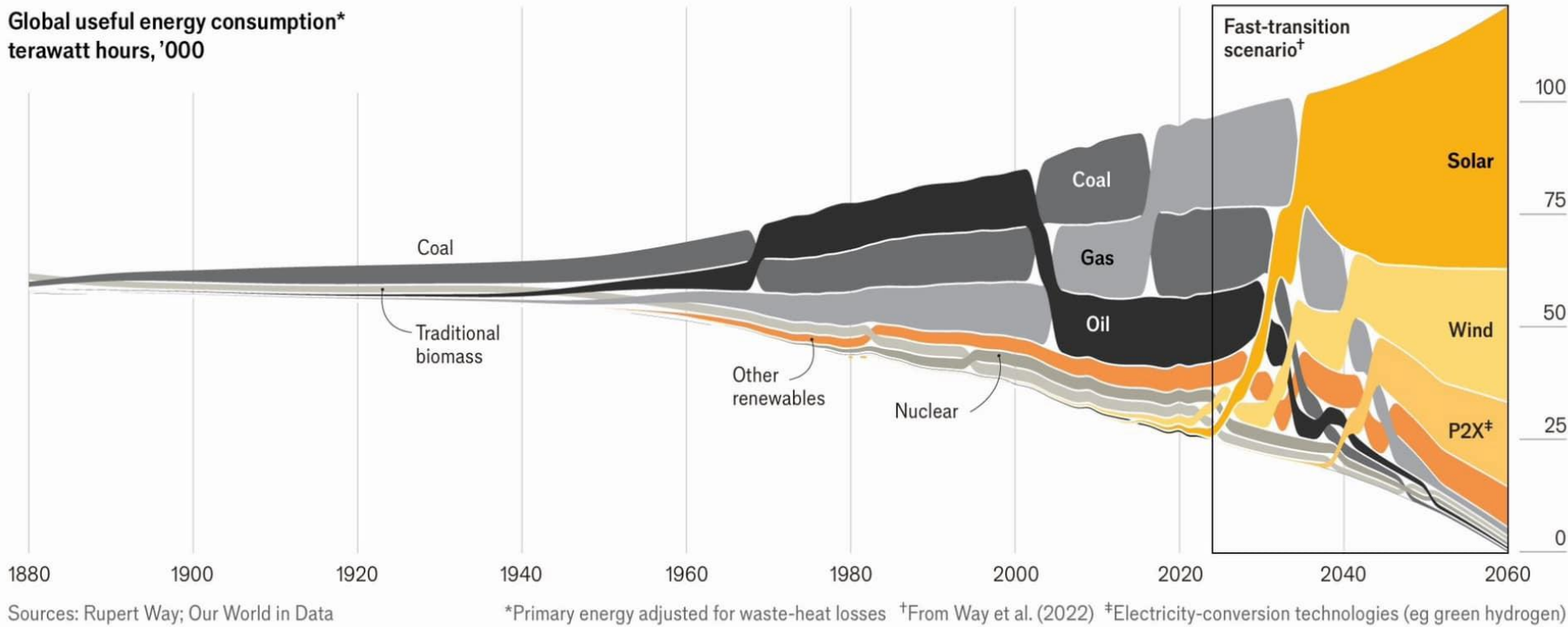
10년 동안 중국의 태양광 설비 가격은 1/7, ESS 설비 가격은 1/5로 낮아짐



3. 에너지 전환－ 화석연료 비중 축소, 재생에너지 비중 확대

석탄, 석유, 가스는 1/30로 사용량을 줄이고, 태양광 + 풍력 중심의 “빠른 전환” 시나리오

↓ HERE COMES THE SUN *the past and a possible future*



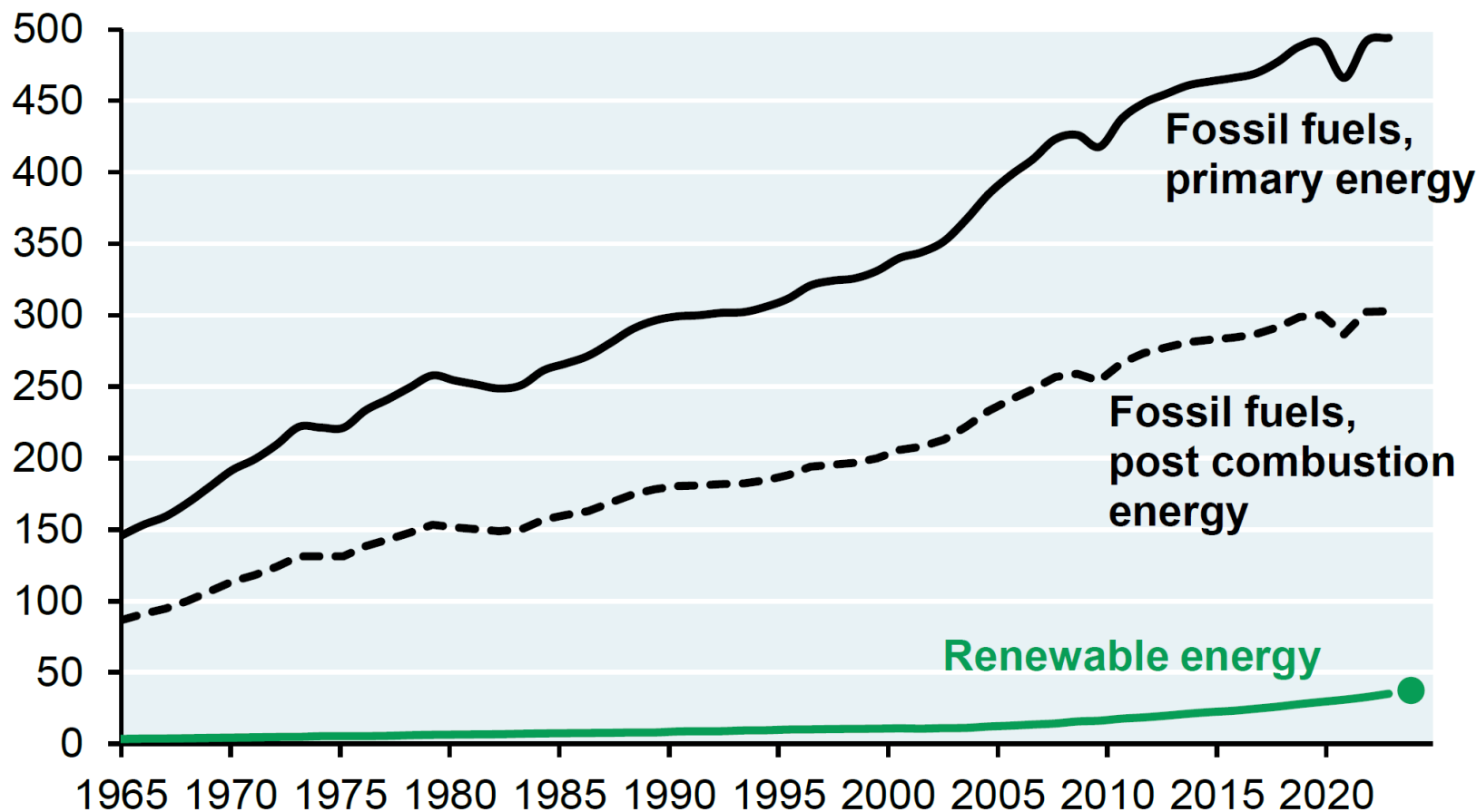
→ 원자력 기술은 개도국에게는 비싸고, 선진국에게도 비싼 ‘틈새 기술’이며 60년 이상의 안정적인 가동률이 보장되어야 하는 한계

3. 에너지 전환 – 재생에너지 증가 속도는 인상적이나 불충분

전체 에너지 사용량의 1/10 수준, 화석연료의 폐열 낭비를 고려해도 1/7 수준 → 점진적 변화 진행 중

Global fossil fuel and renewable energy use

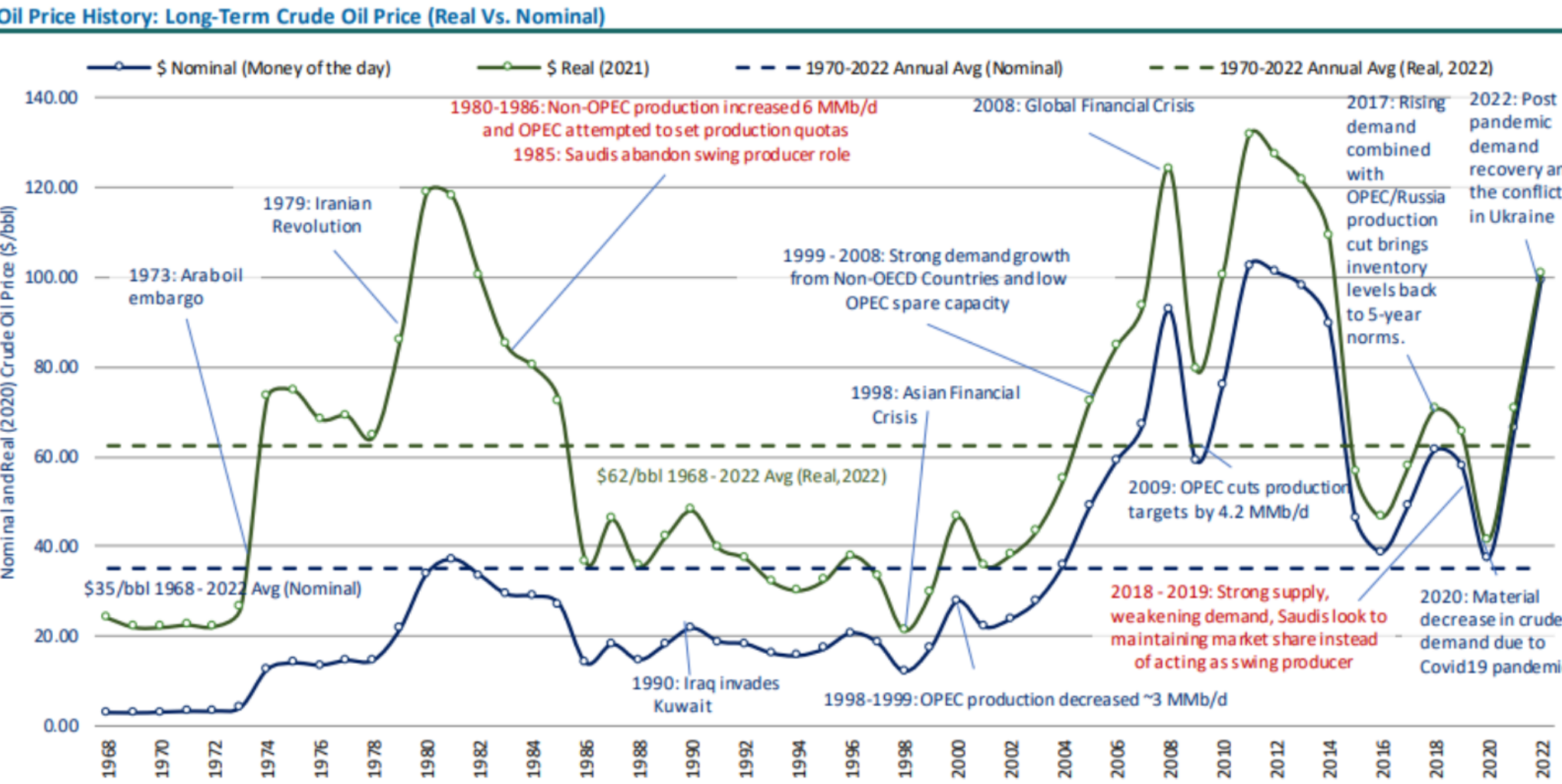
Exajoules



Source: EI Statistical Review of World Energy, IEA, JPMAM, 2024

4. 에너지 안보 – 유가 변동성 문제

Oil Price History: Long-Term Crude Oil Price (Real Vs. Nominal)



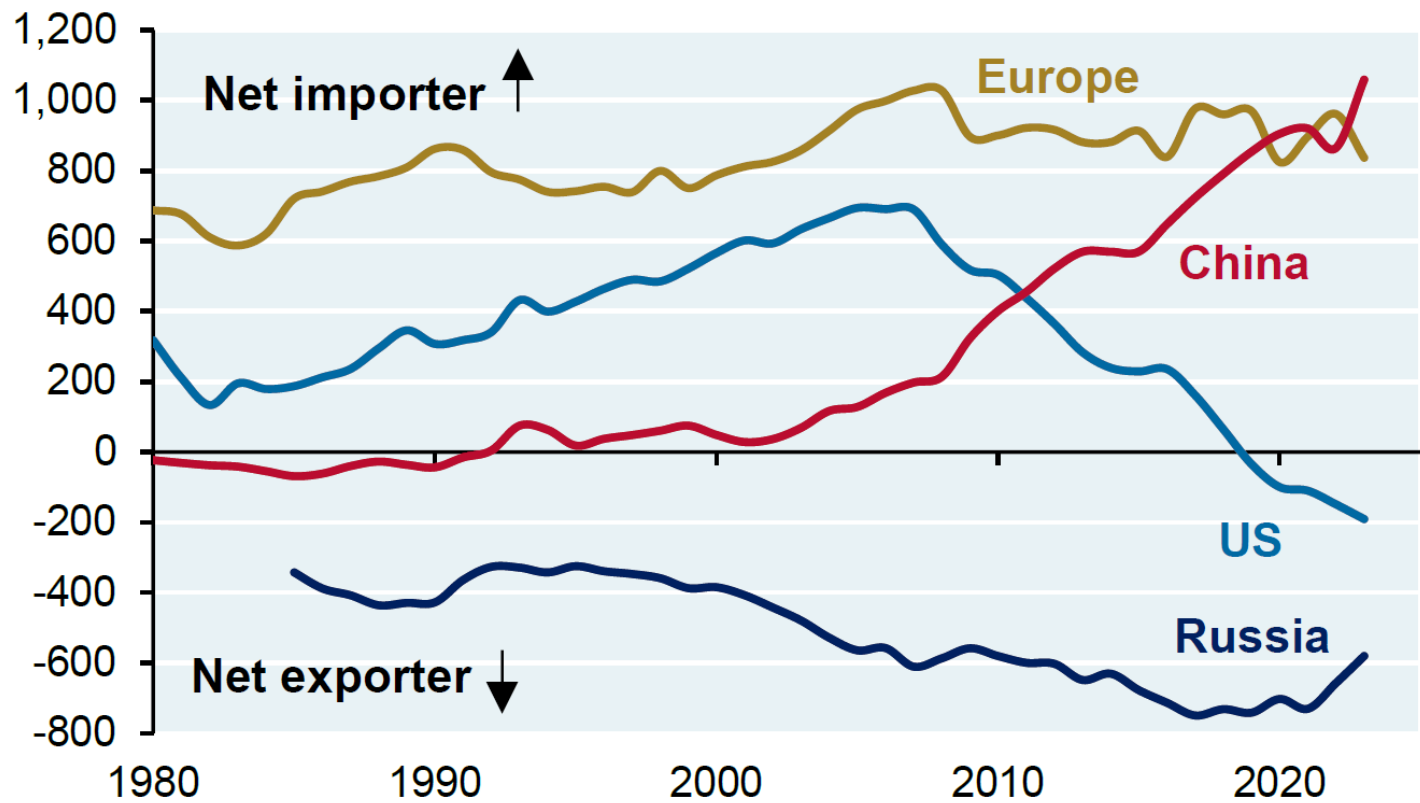
→ 2025년말 기준 유가는 60 \$/bbl 수준으로 매우 낮은 상태이나 투자 부족으로 재상승 가능성 높음

4. 에너지 안보 – 화석연료 확보는 패권 경쟁의 핵심

EU와 중국은 에너지 수입 의존, 미국은 자급자족, 러시아는 수출 확대

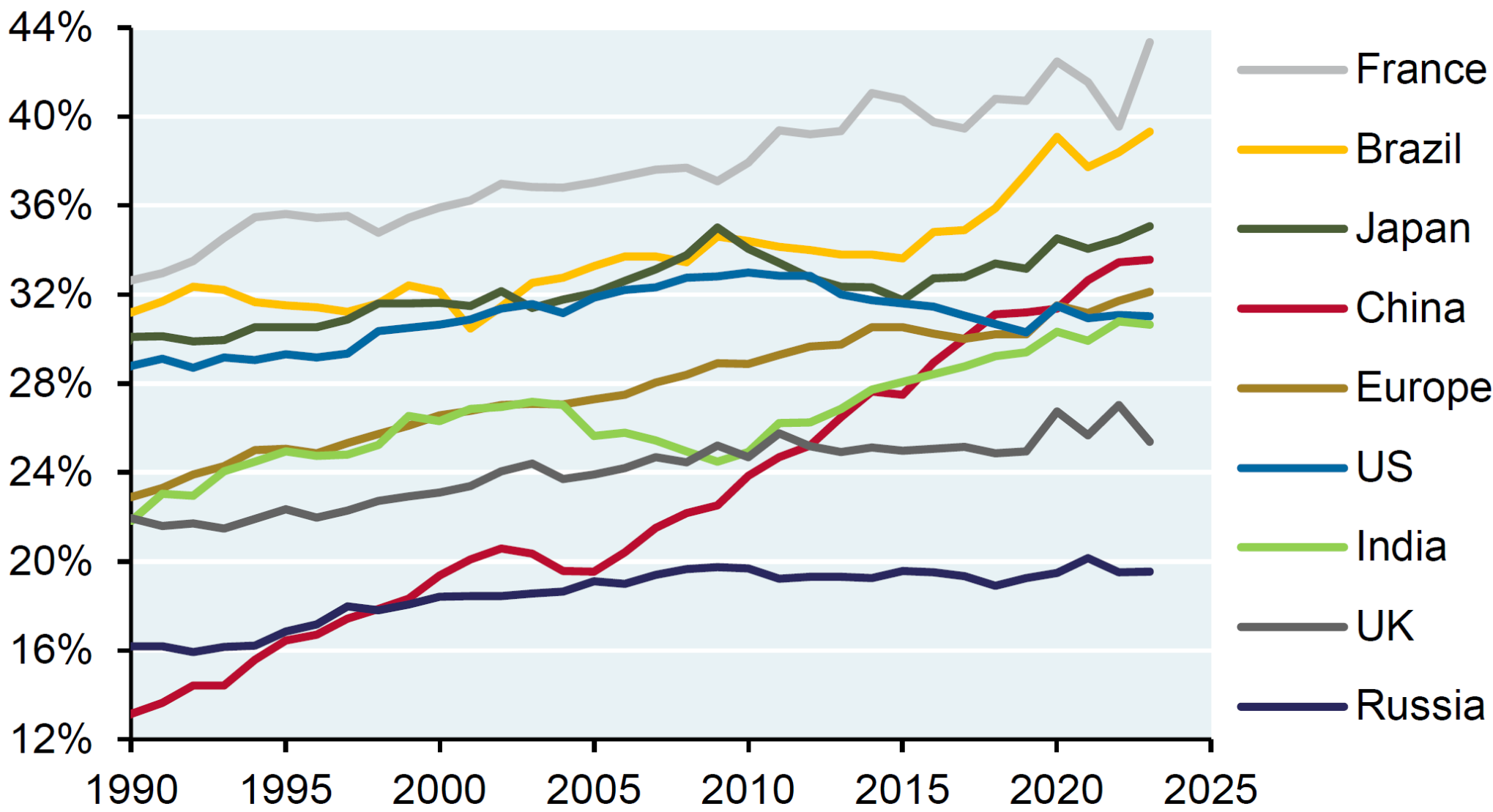
Energy dependence and independence

Net imports of oil, natural gas and coal in million tonnes of oil equiv.



Source: EI Statistical Review of World Energy, JPMAM, 2024

Major countries: electricity share of final energy consumption, Percent

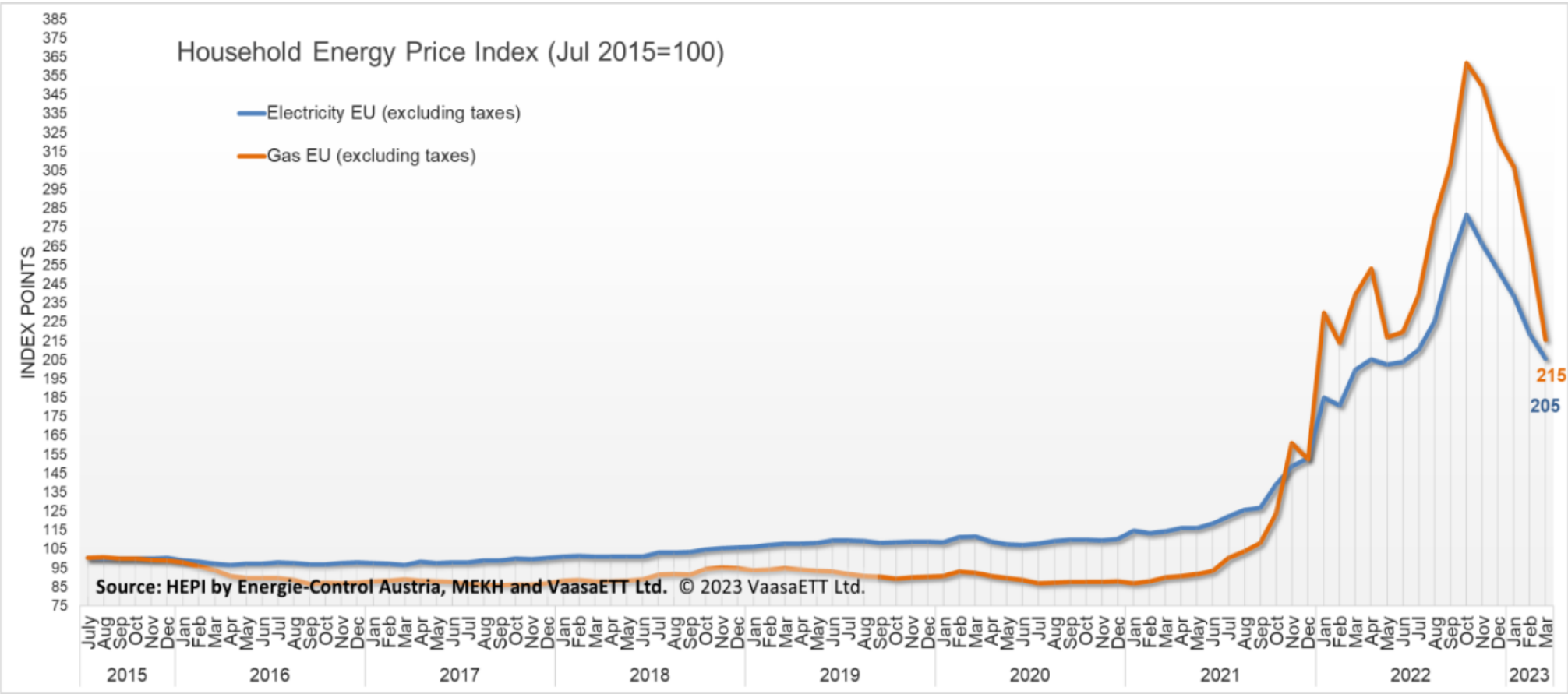


Source: EI Statistical Review of World Energy, JPMAM, 2024

4. 에너지 안보 – 수입 화석연료 부족과 가격 급등 위험

러우 전쟁으로 2022/23년 EU 가구들은 평균적으로 에너지 비출액 3배 증가

Figure 2: Evolution of residential energy and distribution prices excluding taxes in the EU¹

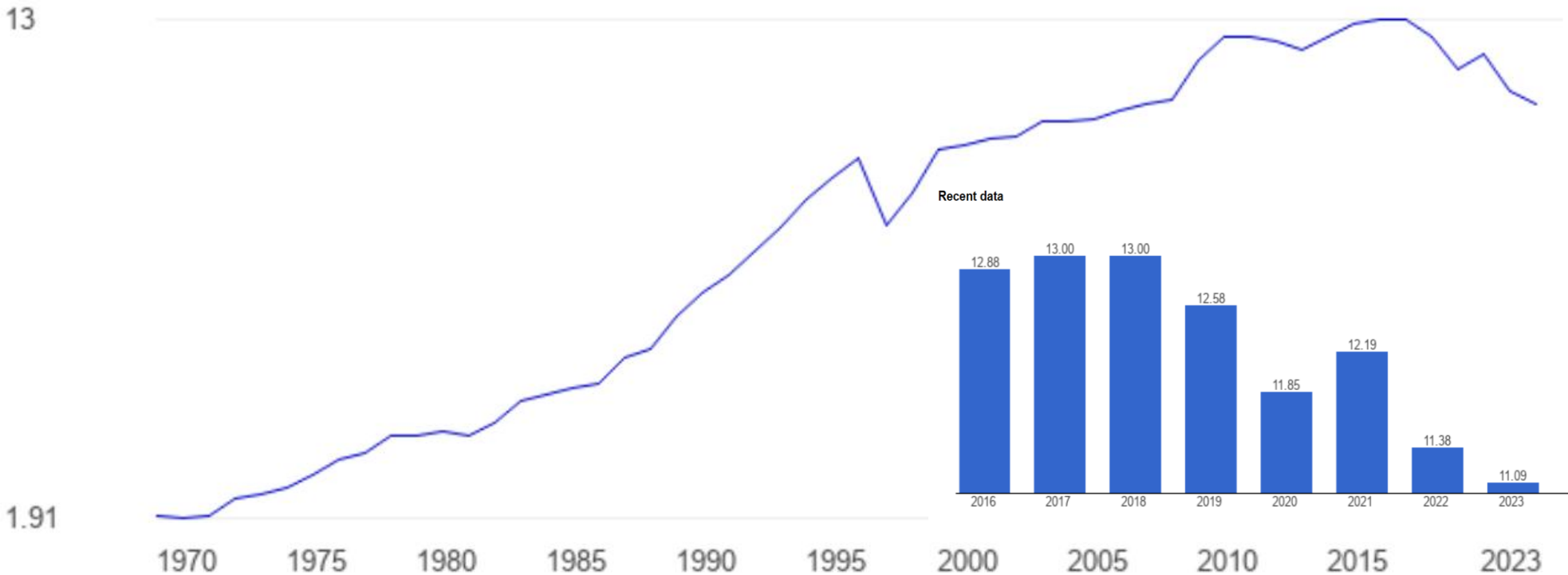


¹ EU-28 values were used between July 2015 - January 2020. EU-27 values are used from February 2020 onwards.

5. 한국의 온실가스 배출: 2018년 이후 점진적으로 감소 중

산업화로 2018년까지 지속적으로 인당 온실가스 배출 증가 후 서서히 감소

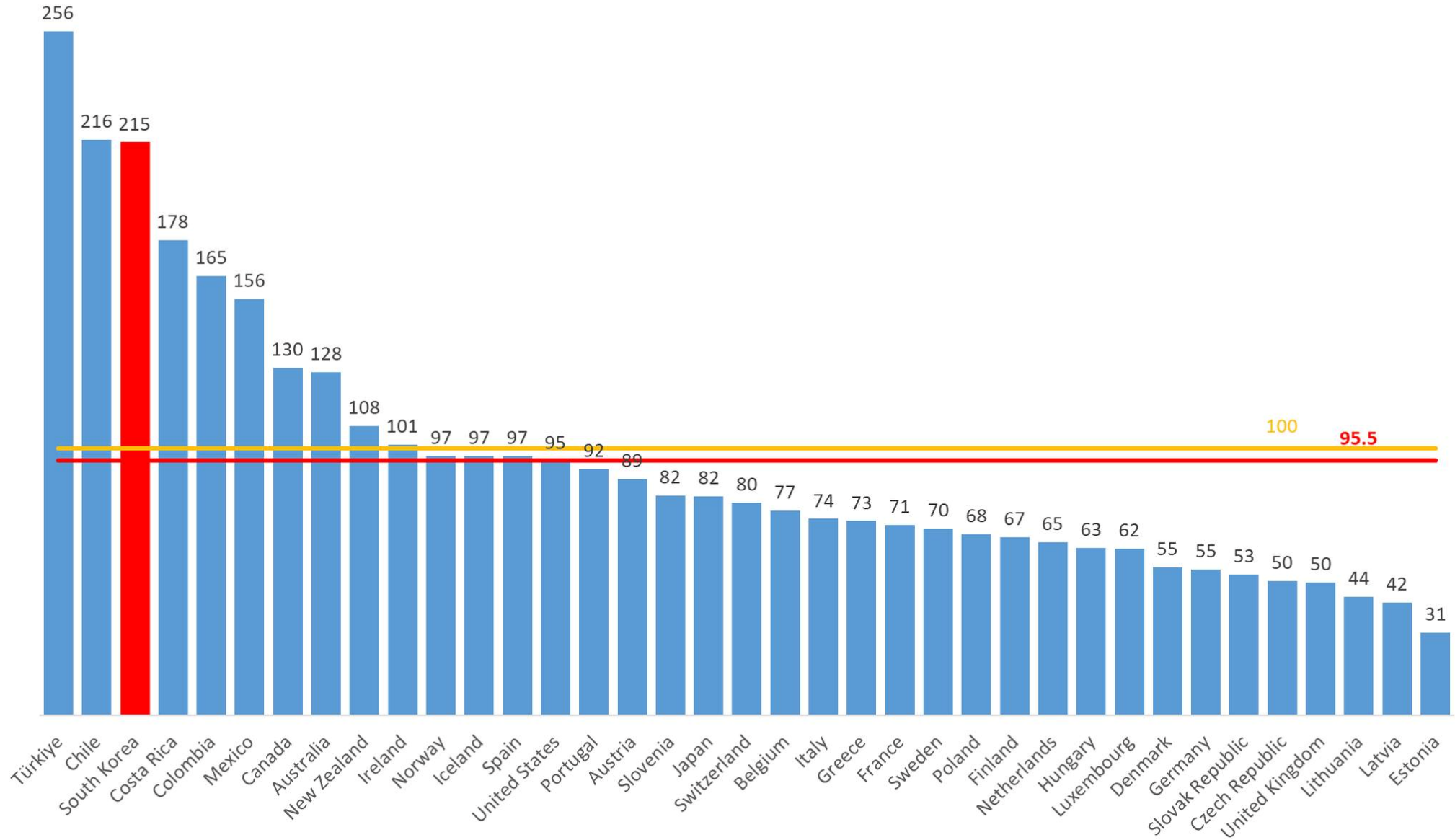
Historical series



OECD 국가별 1990년 대비 2024 온실가스 배출 증감률 [%]

* <https://edgar.jrc.ec.europa.eu>

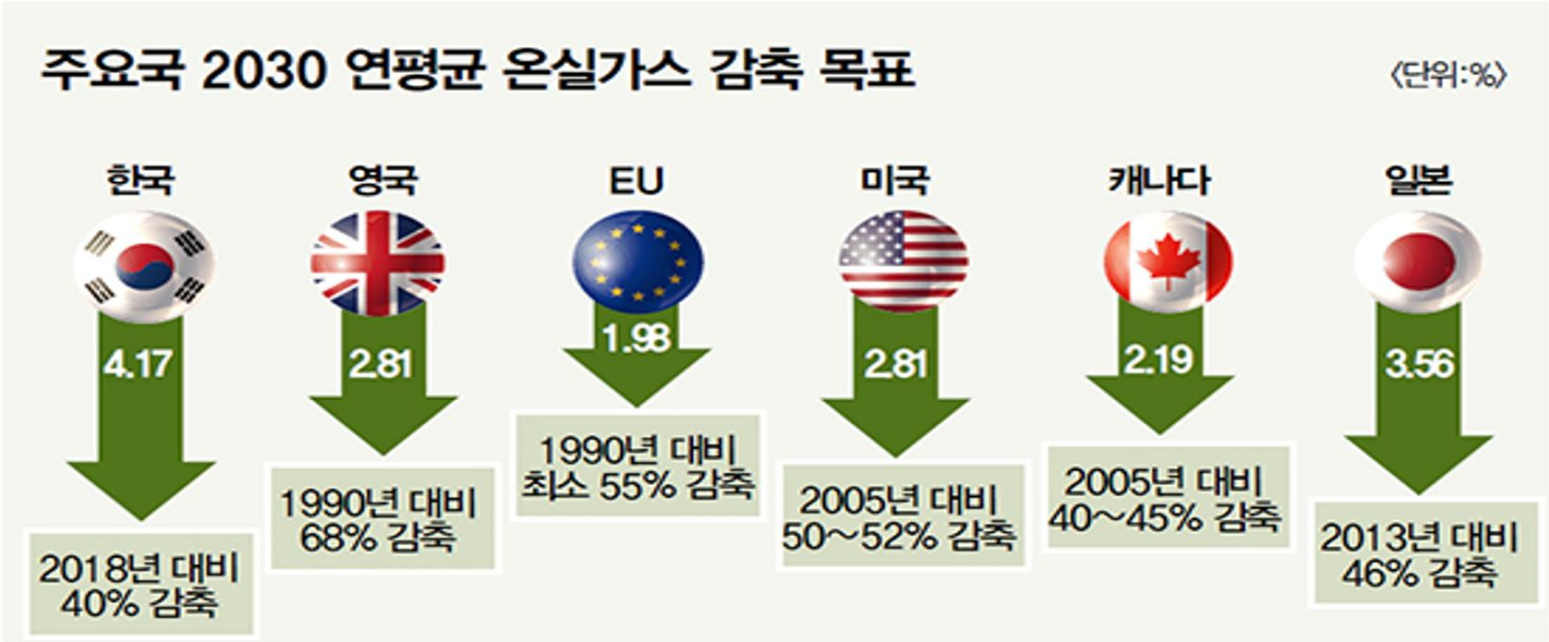
■ 2024 ■ 1990 ■ 2024 OECD 평균



5. 한국의 현실: 다른 선진국 대비 탄소중립 달성이 훨씬 더 어려움

2030 NDC 달성 과정에서 경제에 어떤 영향을 줄지 충분한 토의 없음

- 주요국 NDC(Nationally Determined Contribution) 현황

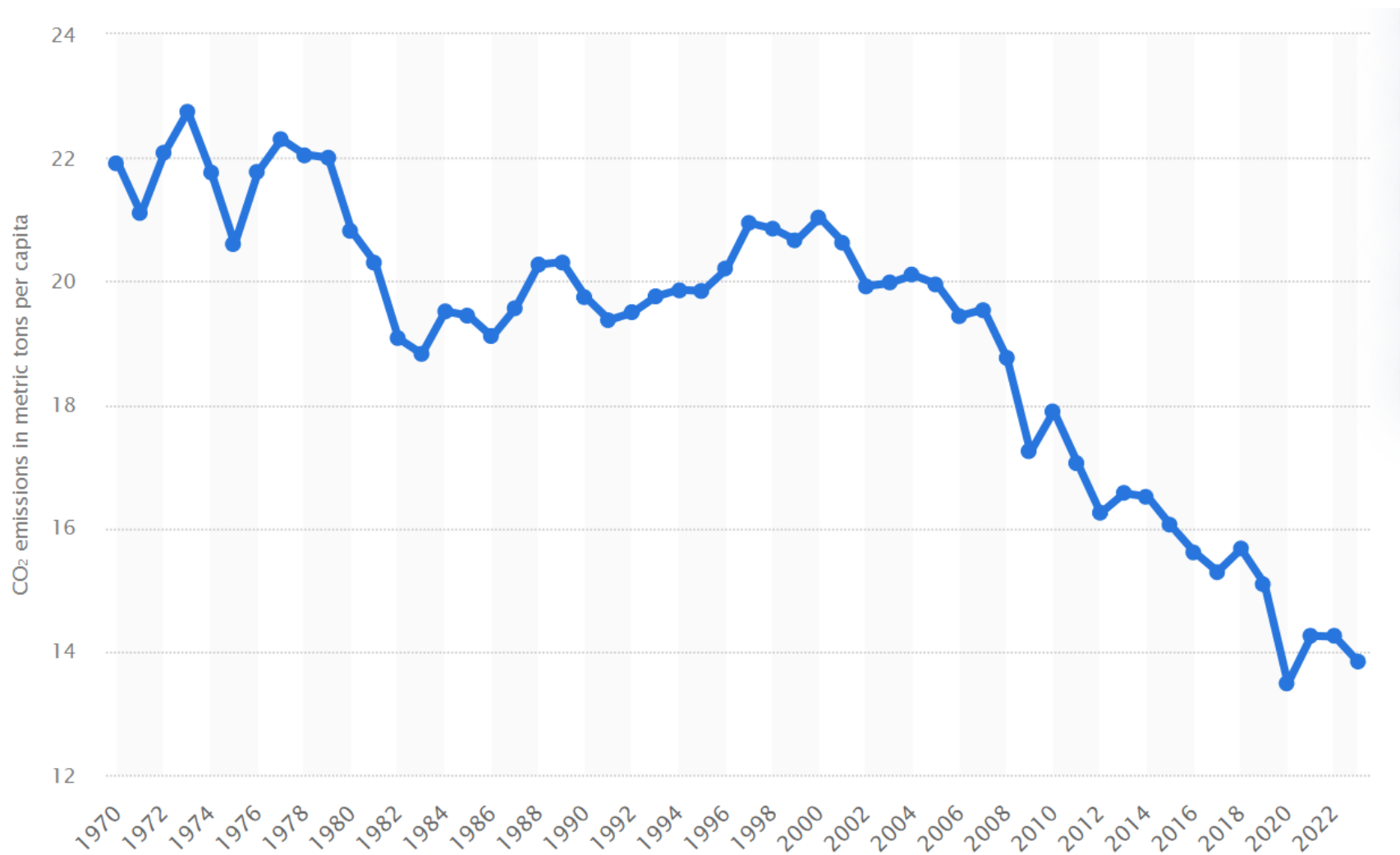


순위	1	2	3	4	5	6	G5 평균
제조업 비중	한국 (28.4%)	독일 (20.7%)	일본 (20.3%)	미국 (11.0%)	프랑스 (10.4%)	영국 (9.4%)	14.4%
탄소 다배출 업종 비중	한국 (8.4%)	일본 (5.8%)	독일 (5.6%)	미국 (3.7%)	프랑스 (3.0%)	영국 (2.9%)	4.2%

출처 : 산업연구원, 2019년 GDP 기준

5. 한국의 현실: 풍부한 에너지가 있어야 전기화와 에너지 전환 가능

미국은 2005년 이후 세일혁명으로 인해 인당 탄소 배출량을 30% 경감

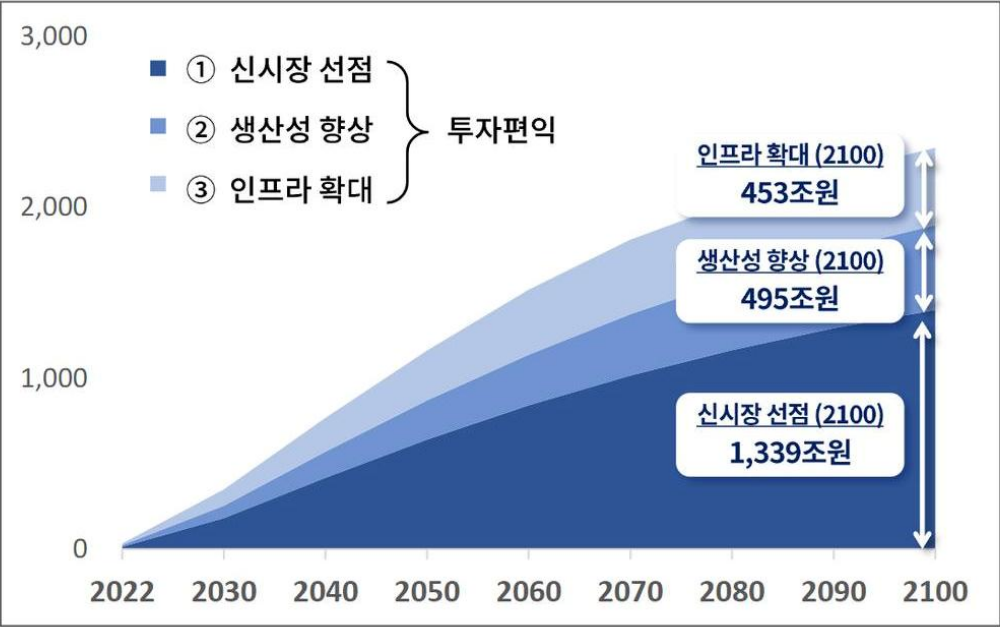


5. 에너지 전환을 위해서는 30년간 매년 GDP의 3~4% 투자 필요

에너지 시스템의 변화에는 20~50년 소요. 두 세대 후 혜택을 누리게 되는 초장기 투자 의사 결정

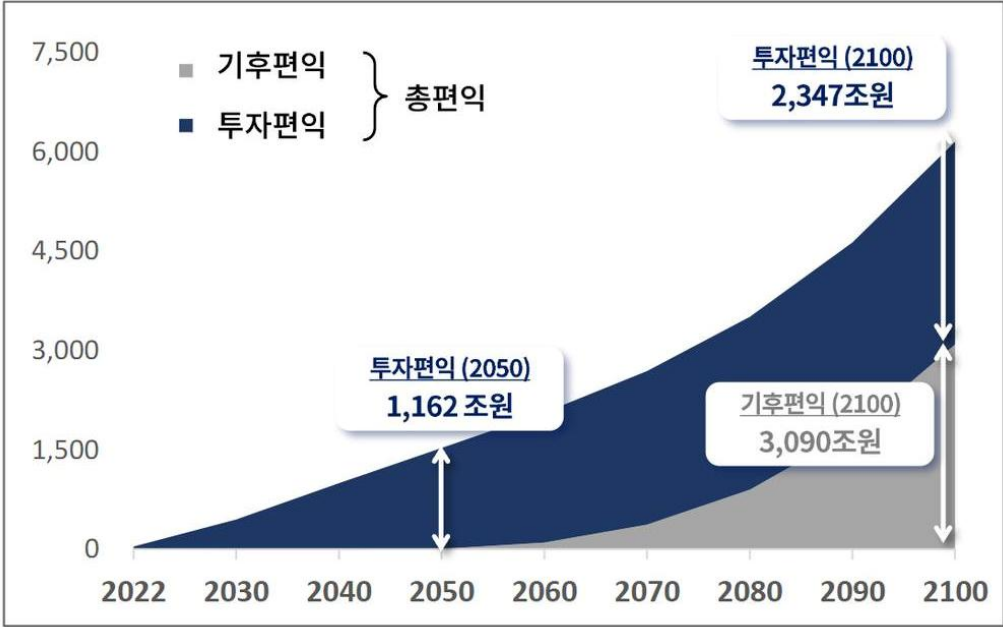
[투자편익 추정 결과]

(단위: 조원, 누적)



[탄소중립 총편익 곡선]

(단위: 조원, 누적)



주: 주요 기관(IEA, UNFCCC, KEI) 전망자료 활용한 Bottom-up type toy-model 구축해, 저탄소 전환에 따른 경로별 투자편익의 시기별 추이 등을 자체 추정함.
자료: SGI

- 한국의 탄소중립: 2050년까지 최대 2600조원 투자 필요
- 2050년 탄소중립을 달성해도 기후변화 완화는 2060년 이후 시작
- 2100년까지 NPV 기준 기후편익 3090조원, 투자편익 2347조원 발생 → 2세대 이후 혜택

[참고] 현 정부 에너지 정책 방향 - 에너지 고속도로와 RE100 산업단지

- 수도권 집중 해소 + 신성장 동력 + 에너지 전환 → 대대적인 변화 필요

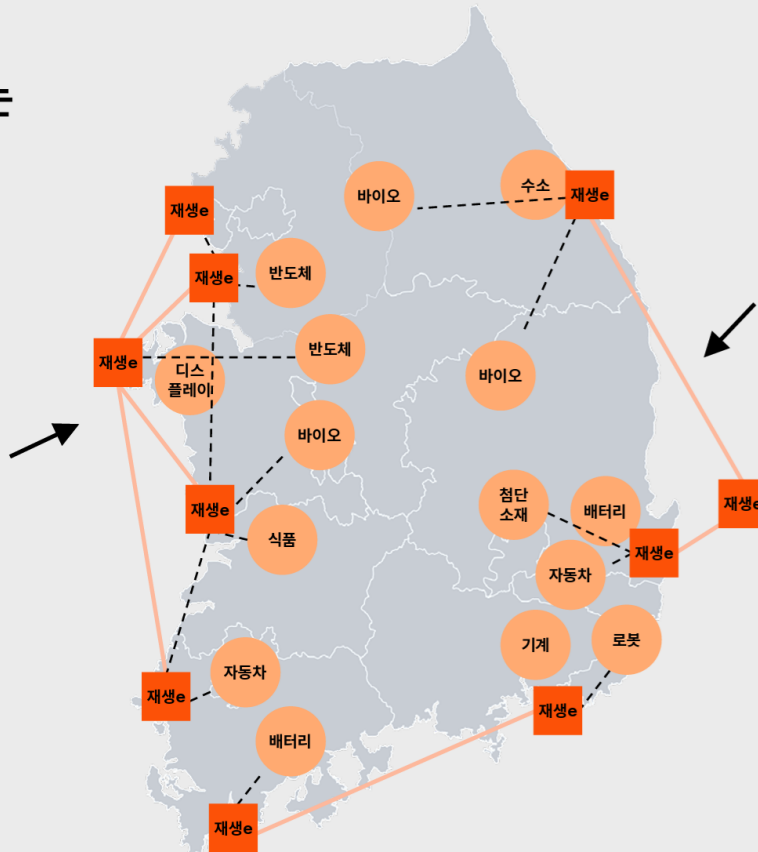
에너지 고속도로 예상(안)

재생e 에너지 고속도로를 위해 신규 건설되거나 기존에 있던 재생에너지 발전소로, 지역별 산업단지 등에 연결

풍력, 태양광 등 재생에너지 생산하여
산업단지와 생활 지역에 빠르게 보내는
전력망 구축 → 에너지 고속도로

'30년까지 서해안 에너지 고속도로

- 전남, 전북 지역에서 생산된 재생에너지 전력을 수도권에 공급
- 서해안 해상 풍력 단지 발전을 주요 산업 지역으로 송전



'40년까지 한반도 에너지 고속도로

- 남서해안-동해안 풍력단지에서 생산한 재생에너지를 산업단지 등 수요지 공급
- 남해안 재생에너지를 부울경 산업단지 등에 공급

[참고] 제11차 전력수급기본계획('24-'38)

- 발전량 전망: 재생e는 4배 증가, 석탄은 65% 감소, LNG 50% 감소

< 전원별 발전량 및 비중 전망 (단위: TWh, %) >

연도	구분	원전	석탄	LNG	재생e	신e	청정수소 암모니아	기타	합계	탄소	무탄소*
'23년 (실적)	발전량	180.5	184.9	157.7	49.4	7.2	-	8.3	588.0	358.2	229.9
	비중	30.7	31.4	26.8	8.4	1.2	-	1.4	100.0	60.9	39.1
'30년	발전량	204.2	110.5	161.0	120.9	18.7	15.5	11.8	642.6	302.0	340.6
	비중	31.8	17.2	25.1	18.8	2.9	2.4	1.8	100.0	47.0	53.0
'35년	발전량	236.0	88.9	101.1	179.9	24.3	32.8	28.5	691.5	242.8	448.7
	비중	34.1	12.9	14.6	26.0	3.5	4.7	4.1	100.0	35.1	64.9
'38년	발전량	248.3	70.9	74.3	205.7	26.4	43.9	34.9	704.5	206.7	497.8
	비중	35.2	10.1	10.6	29.2	3.8	6.2	5.0	100.0	29.3	70.7

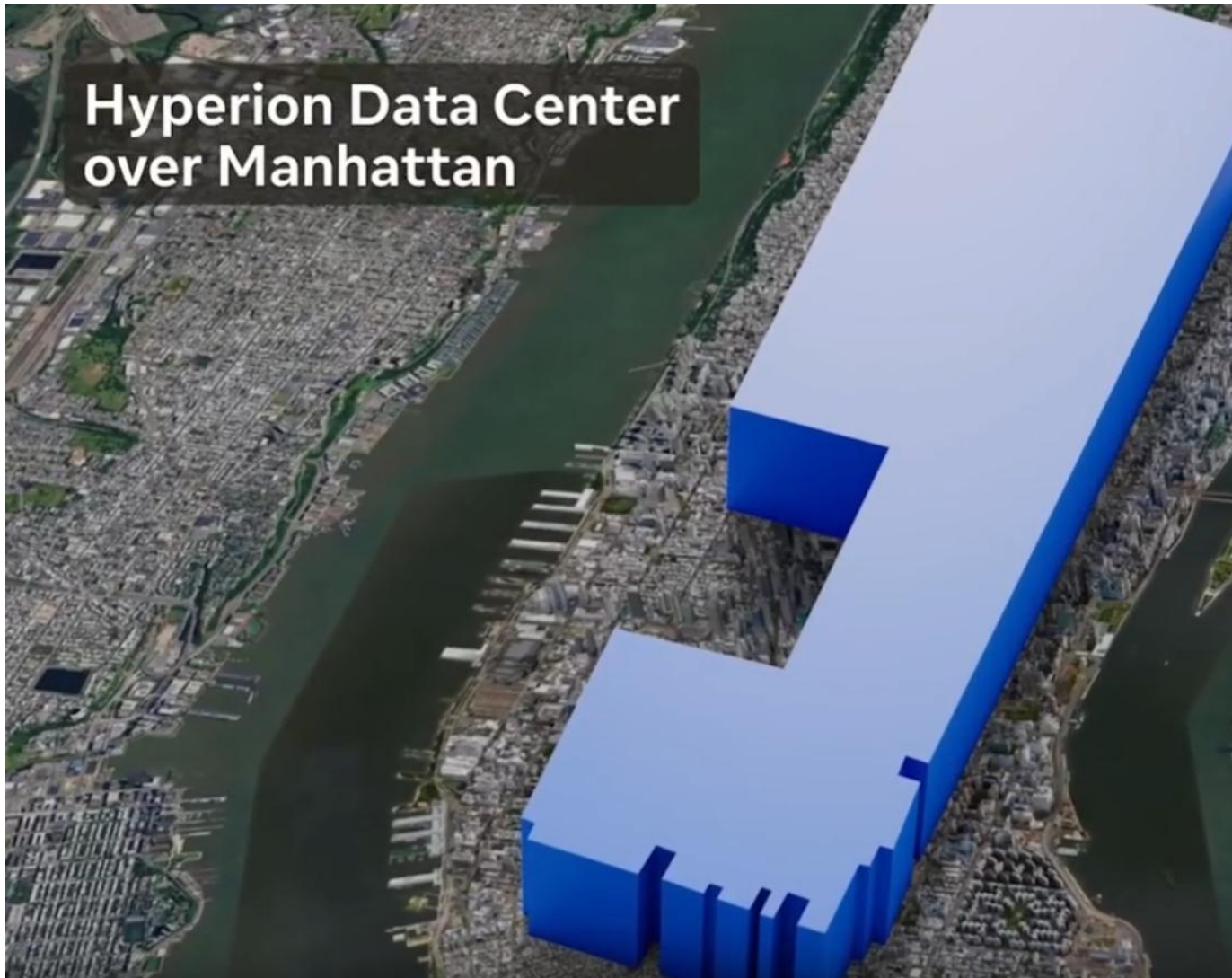
* 무탄소발전 : 원전 + 재생 + 청정수소·암모니아

** 신규설비 중 '무탄소경쟁' 물량은 수소전소(0.7GW) 및 ESS연계형 태양광(0.8GW)으로 반영

*** 무탄소경쟁 시장 여건, 유보 물량 처리 등에 따라 변동 가능

[참고] AI 전력 이슈: 미국을 중심으로 수요 급증

- GW 단위의 전력이 필요한 차세대 초거대 AI 데이터센터들

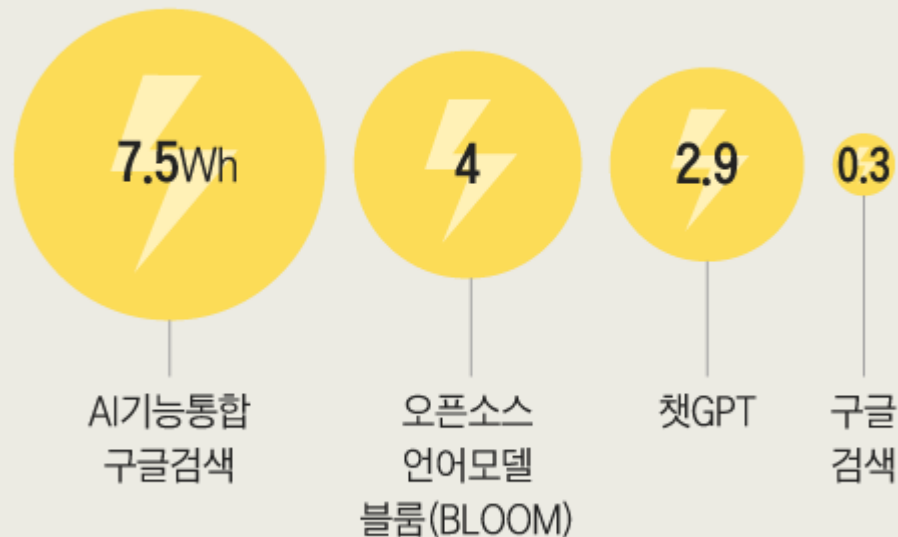


[참고] AI 대응: 전력을 많이 사용하는 AI 서비스

- AI 수요 → AI 반도체 수요 → 대규모 전력 수요

사용자 검색 방식에 따른 전력 소비량 비교

단위: 와트시(Wh)



자료=국제에너지기구(IEA), 삼일PwC경영연구원

▶ 단순 검색에 비해 AI 형 정보 검색에는 10배 이상의 전력 소비

글로벌 데이터센터와 국가별 전력 소비량 비교

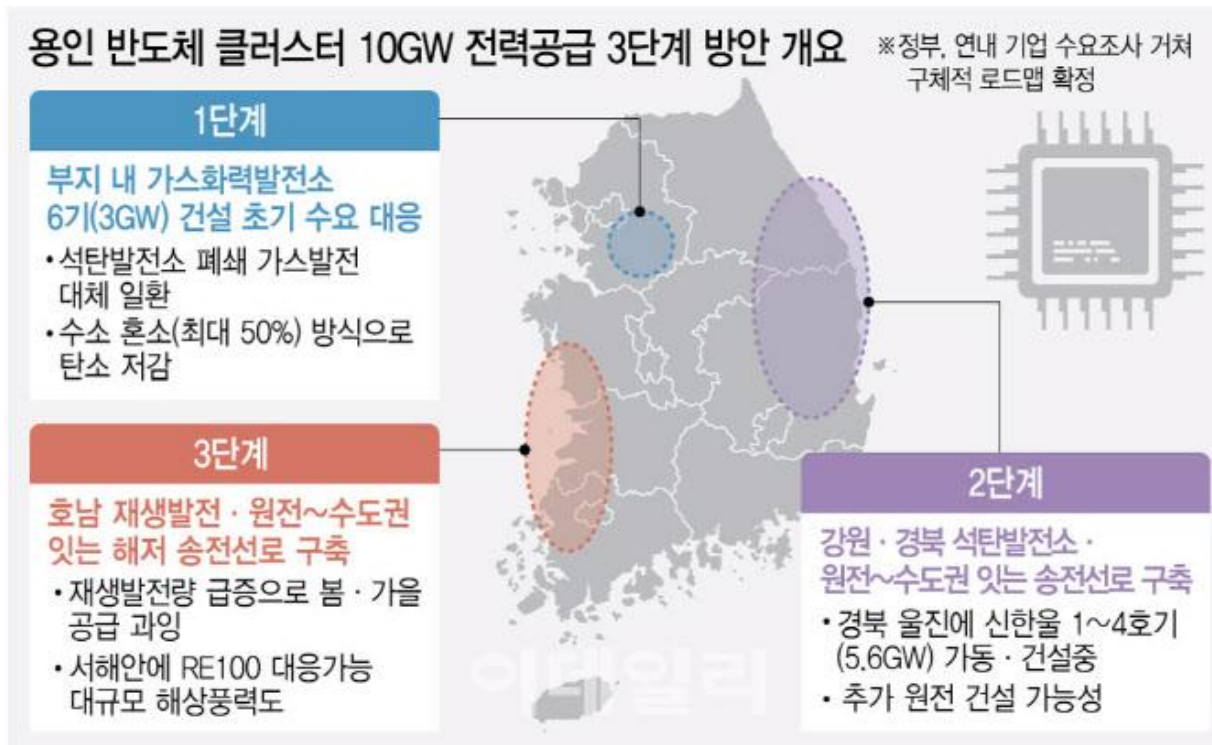
단위: 테라와트시(TWh)



자료=국제에너지기구(IEA), 삼일PwC경영연구원

[참고] AI 대응: 반도체 산단 대규모 전력 공급 필요

- AI 수요 → AI 반도체 수요 → 대규모 전력 수요 (경기남부 16GW)
 - (1단계) 용인에 2029년까지 500MW 열병합 LNG 발전소 6기 건설(3GW, 석탄 개체)
 - (2단계) 계통보강으로 동해안 석탄 및 신한울 3,4호기(2.8GW) 전력 공급
 - (3단계) 호남-수도권 서해안 해저 HVDC 건설을 통해 해상 풍력+PV 전력 공급 (RE100)



▶ 12차 전력수급기본계획 ('26-'40)에서 AI로 인한 전력수요 증가가 본격적으로 다뤄질 예정

[참고] AI 대응: 가격과 탄소배출 보다는 빠른 전력 공급 핵심

- 대규모 신규 전력이 지연되어 대안을 찾고 있는 빅테크들



[참고] 기존 원전 수명 연장 이슈

- 40년 운전 후 10년씩 수명 연장 → 절차, 주민 수용성, 경제성 문제

2030년까지 설계수명 완료되는 원전 10기

원전명	노형	설비용량	설계수명	상업운전 개시일	수명만료시점
고리2호기	가압경수로	650MW	40년	1983년 7월25일	2023년 4월
고리3호기		950MW		1985년 9월30일	2024년 9월
고리4호기		950MW		1986년 4월29일	2025년 8월
월성2호기	가압중수로	700MW	30년	1997년 7월1일	2026년 11월
월성3호기		700MW		1998년 7월1일	2027년 12월
월성4호기		700MW		1999년 10월1일	2029년 2월
한빛1호기	가압경수로	950MW	40년	1986년 8월25일	2025년 12월
한빛2호기		950MW		1987년 6월10일	2026년 9월
한울1호기		950MW		1988년 9월10일	2027년 12월
한울2호기		950MW		1989년 9월30일	2028년 12월

*자료: 한국수력원자력
그래픽: 김지영 디자인가자



- ▶ 38년까지14기의 원전에 대한 수명연장(계속운전)이 되어야 하나 허가는 0건
- ▶ 울진(한울)을 제외하면 수명연장에 대한 주민 반대 여론 강함
- ▶ 수명연장 기간은 설계수명 만료일에서 10년씩 허가되어 효과가 제한적 (비용 과다)

[참고] 신규 원전 건설의 어려움

- 부지 확보 포함 167개월(13년 10개월)내 신규 대형 원전 준공 어려움

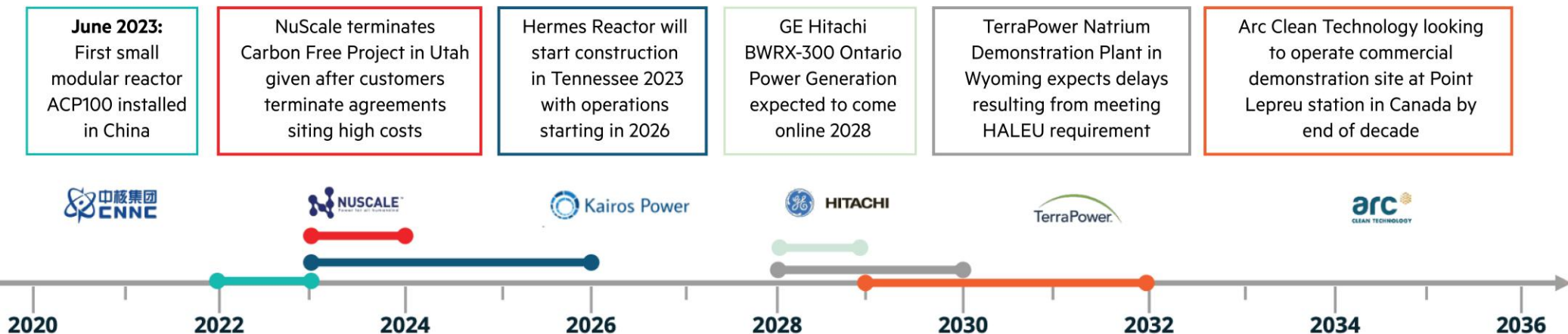
사업명	부지확보 시점	준공 시점	부지확보 후 건설기간
신고리 1호기	1997년 12월	2011년 2월	14년
신고리 2호기	1997년 12월	2012년 7월	15년
신한울 1호기	2002년 5월	2022년 12월	20년
신한울 2호기	2002년 5월	2024년 4월	22년
새울 3호기	2000년 9월	2025년 10월 목표	24년
새울 4호기	2000년 9월	2025년 10월 목표	25년
신한울 3, 4호기	2002년 5월	2032-2033년 목표	30-31년

- ▶ 신규 대형원전 부지는 미확보 상태. 향후 신규 대형원전의 가동 시점은 2040년 이후가 될 가능성 높음
- ▶ 설령 대형원전을 기한 내 건설해도 송전은 또 다른 문제
- ▶ 대형 원전과 SMR로는 당장의 대규모 전력 수요 충족 어려움

[참고] SMR 상용화는 아직 먼 이야기

- SMR 상업성 확인은 2030년 이후 가능

SMRs must overcome challenges **securing customers** and navigating **long licensing timelines**



Sources: Cleantech Group

Q & A

개혁신당포럼 주경야독

왜 또 부동산 문제가
-정말 어떻게 해야하나

김수현 전 정책실장

12월 15일 저녁 6시 30분
국회의원회관 제9간담회실

많은 관심과 참여 부탁드립니다.

감 사 합 니 다