탄소중립의 사회경제적 파급효과와 새정부 에너지정책방향 평가

에너지대전환과 일자리 토론회
그린피스, 에너지전환포럼, 연세대학교 공과대학

2022년 7월 20일(수)

홍 종 호
서울대학교 환경대학원
(사)에너지전환포럼

탄소중립과 에너지대전환은 거스를 수 없는 대세

기후변화는 환경문제가 아닌 경제문제다.

뉴노멀로서의 탈탄소 무역규범이 현실화하고 있다.

기후위기/에너지전환은 상수요,
에너지공급망 교란/전쟁은 변수다.

재생에너지 확대와
전력화 인프라 구축에 집중해야 한다.

탄소중립의 사회경제적 파급효과: 사회적 편익 및 일자리 창출

❑ 탄소중립 정책의 경제적 타당성을 평가하기 위해 2050년까지 발생하는 사회적 편익을 추계

- 2050 탄소중립 목표 및 시나리오가 발표된 이후, 탄소감축에 소요되는 사회적 비용에 대한 검토가 부재하다는 비판의 이면에는 탄소중립 달성에 따른 사회적 편익이 존재한다는 사실을 무시하거나 간과하는 경향 존재.

❑ CP19를 기준선으로 설정, NZ50 시나리오에 따른 온실가스 및 대기오염물질 감축량을 통해 사회적 편익 추계

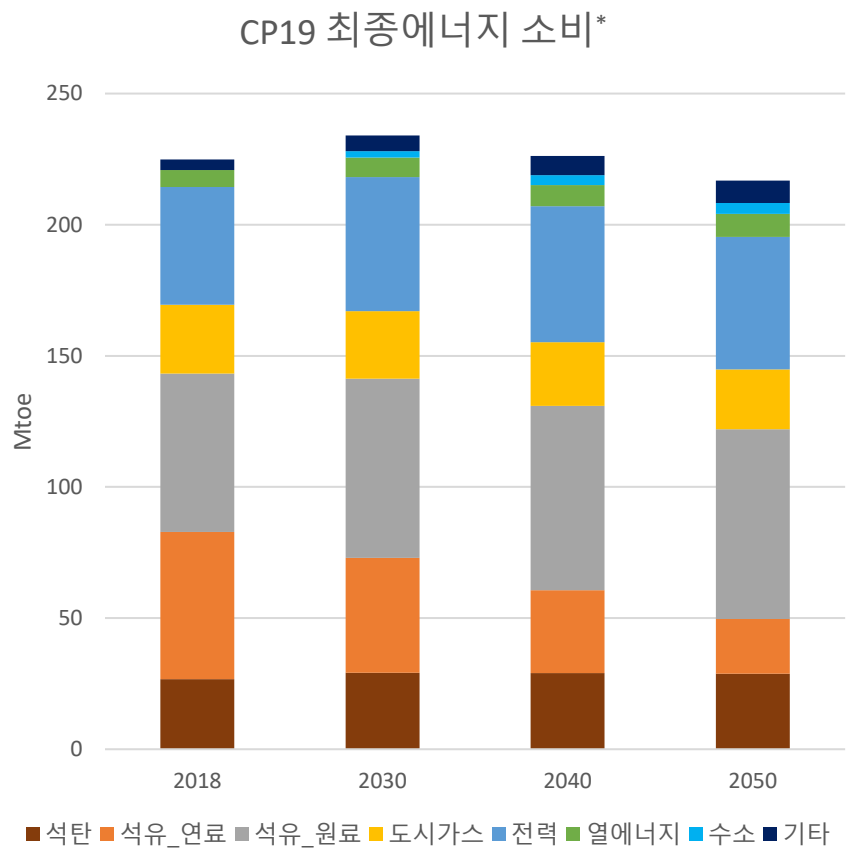
- CP19(Current Policy 2019): 탄소중립 목표 이전 정부가 설정한 온실가스 감축 노력이 유지되는 상황 상정
- NZ50(Net-Zero 2050): 2050년 탄소중립 실현 시나리오

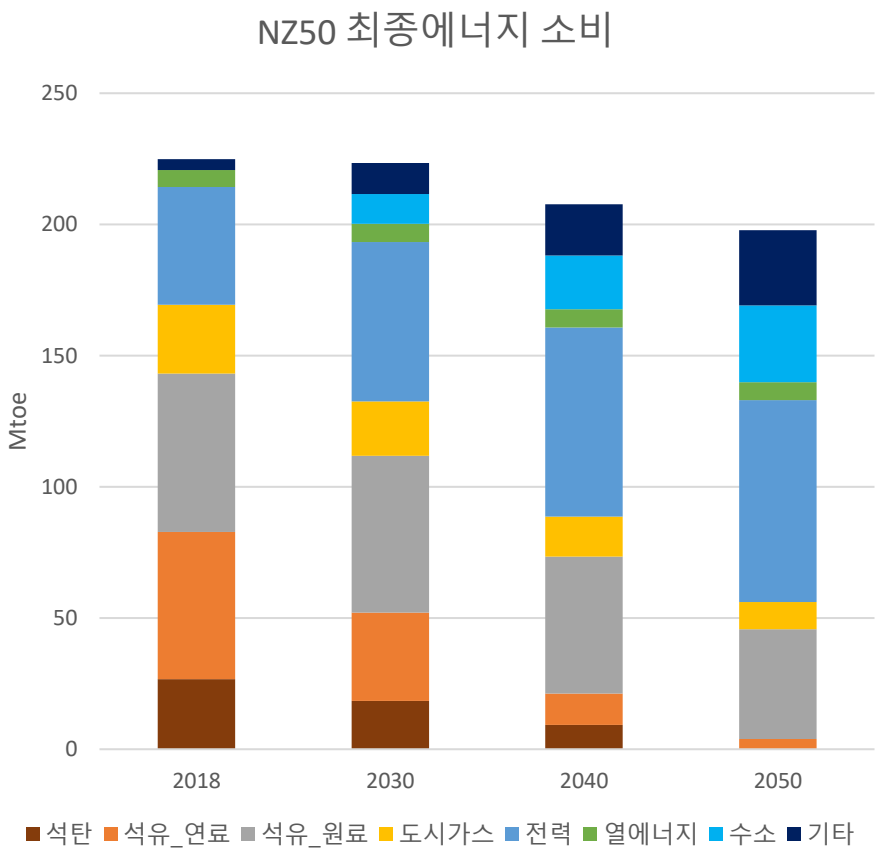
구분	시나리오 내용
CP19	3차 에너지기본계획('19) 목표수요 최종소비, 에너지 믹스에 근거한 시나리오
	에너지 소비: 전기, 가스 소비기술의 1.0%/yr 선형 효율 개선 가정, ('18년 대비 '50년 37% 증가) 수소, CCUS: 수송부문 수소 차, '30년 CCUS 10MtCO_2eq 지속
	전원구성: 9차 전력수급기본계획('20) 목표 시나리오 '30년 구성 반영 -(신)재생 발전원 비중: '30년 20.8%, '40년 35%, '50년 50%
NZ50	탄소중립 시나리오 A안(화력발전 중단 등 배출 감축 최대 가능 안)에 근거한 시나리오
	에너지 소비: 전기, 가스 소비기술의 1.5%/yr 선형 효율 개선 가정, ('18년 대비 '50년 61% 증가) 수소, CCUS: 수송부문 외 산업(철강, 화학)에서 수소 활용, CCUS '30년 10MtCO_2eq -> '50년 55MtCO_2eq 확대
	전원구성: 탄소중립 A안 '50년 구성 반영, '35년 석탄화력발전 퇴출 -재생에너지 발전 비중: '30년 30%, '40년 50%, '50년 70%

시나리오 분석 결과: 최종 에너지 소비

❑ ‘18년 최종에너지 소비 대비→ NZ ‘50년 12% 감소, CP ‘50년 4% 감소

- NZ 전기화로 인해 전력 소비 및 비중 증가
- 최종소비에서 수소 비중 확대(수소기반 운송, 수소환원 기술 등)
- 최종에너지 전력은 송전망(Grid)과 분산형 전력(Rooftop PV 등)으로 공급

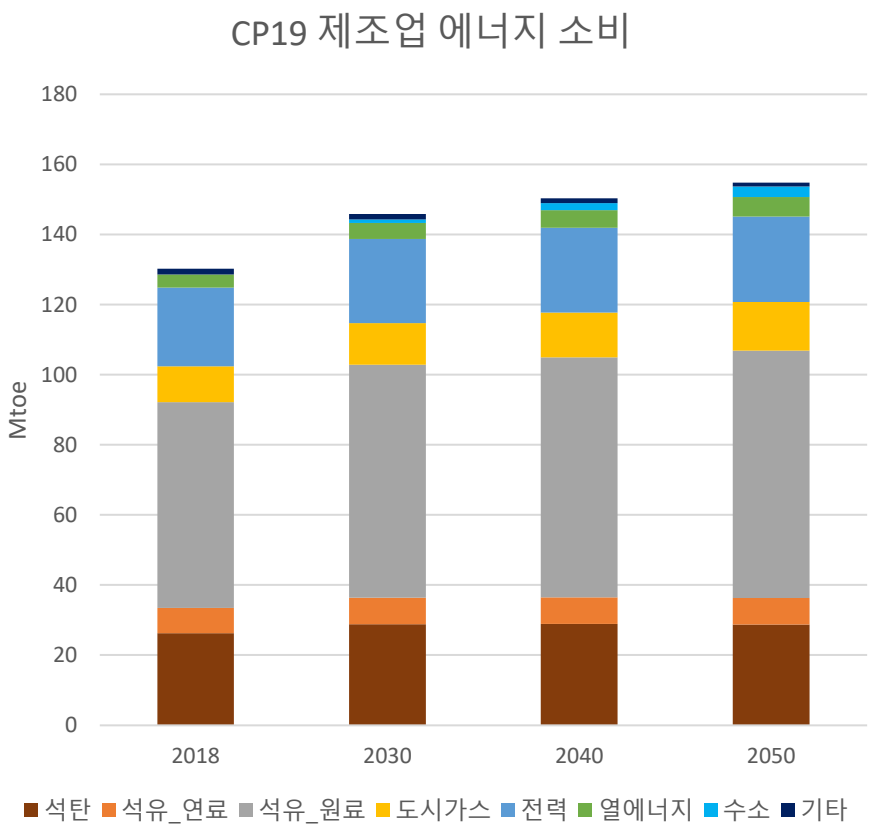


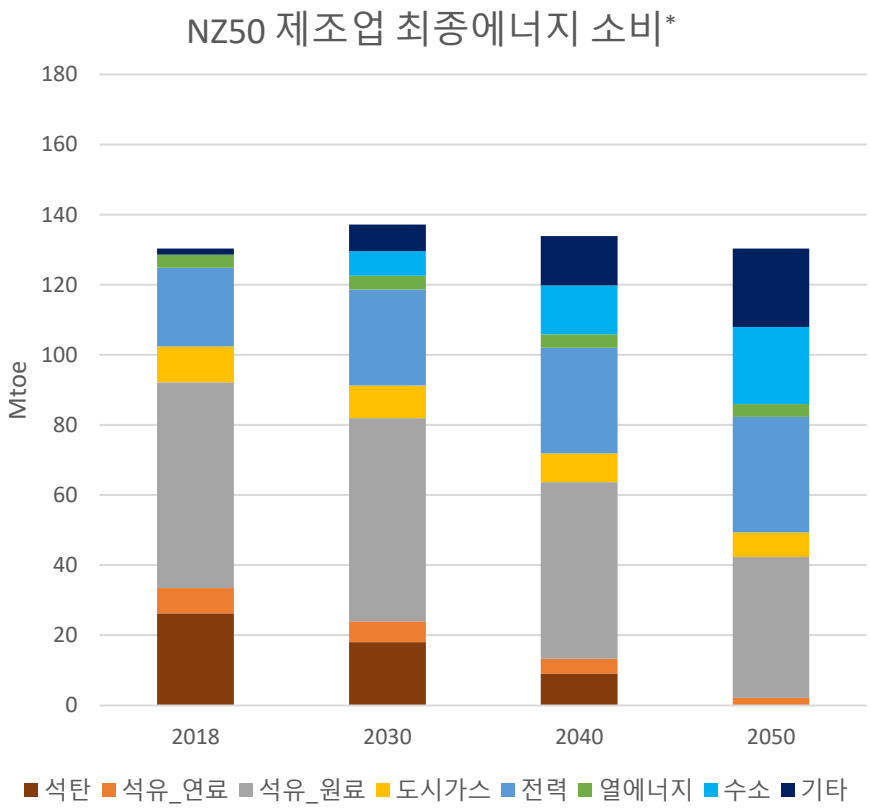


*석유_원료: 납사, 아스팔트 비에너지 석유, 기타: 바이오, 폐기물 등 연소성 에너지

시나리오 분석 결과: 제조업 에너지 소비

- ‘18년 제조업 최종에너지 소비 → NZ ‘50년 0.02% 증가, CP ‘50년 19% 증가
  - NZ 보일러, 원료용을 제외한 모든 용도(히터 및 건조기, 오븐 등)에서 전기화 진행
  - 철강산업 수소환원 기술 도입으로 석탄(유연탄) 소비 대체
  - 화학산업에서 바이오 플라스틱 비중 확대로 기타(바이오매스) 에너지 증가



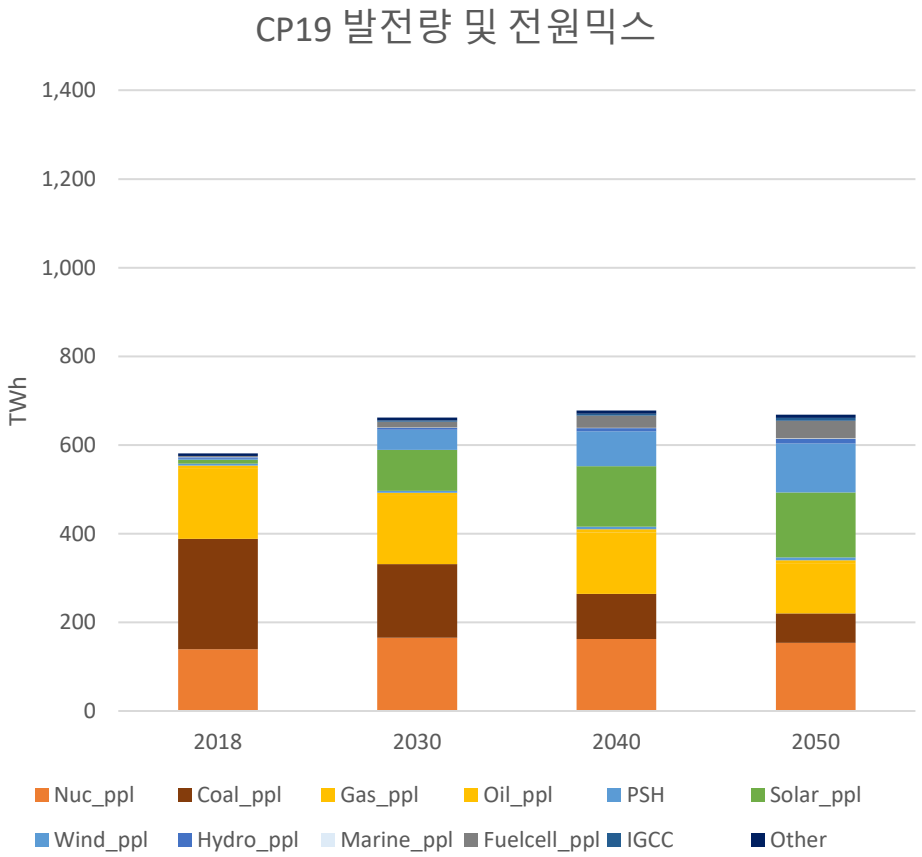


*주: 화학산업 원료용 납사 대체를 위해 사용되는 바이오매스는 이론적 잠재량(18Mtoe) 이외 부족분에 대해서 해외 수입으로 공급되는 것을 가정함

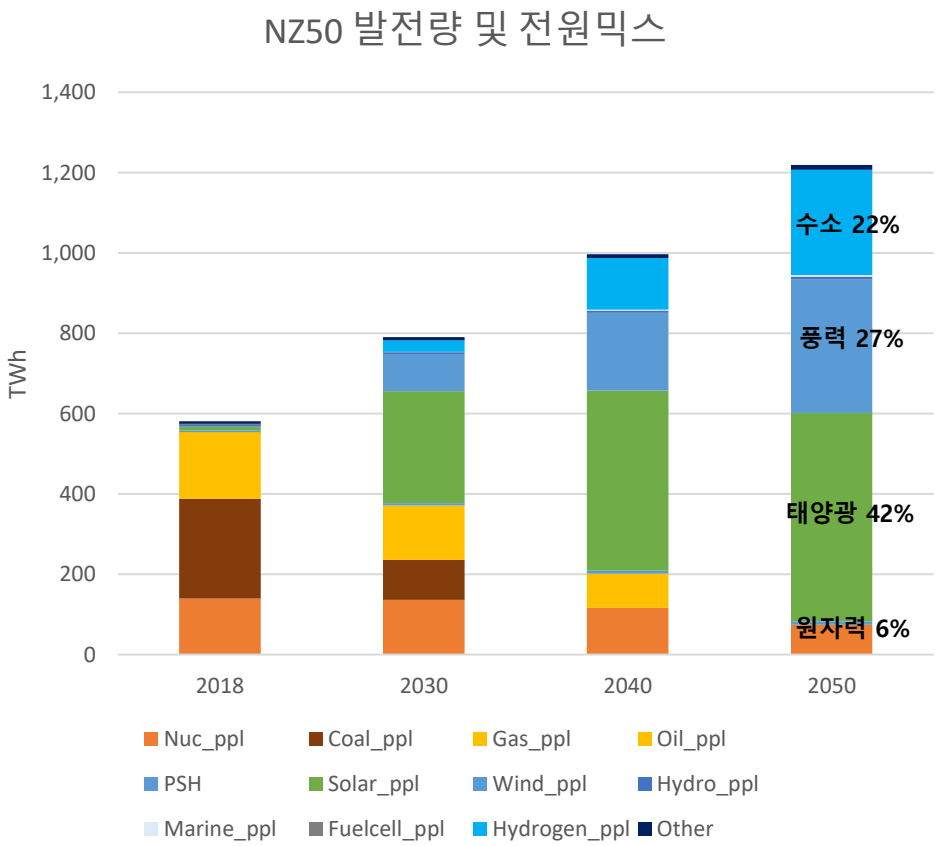
시나리오 분석 결과: 발전량 및 전원 믹스

❑ ‘18년 재생에너지 발전 비중 3% → NZ ‘50년 70%, CP ‘50년 40%

- NZ50의 경우 수소발전원 확대
- 최종소비 부문 전기화, CCUS 전기 소비, 수소 생산 등으로 ‘50 발전량 1,200TWh 수준



*Other는 폐기물, 부생가스 등을 소비하는 발전원을 의미함
PSH(Pumped-storage hydroelectricity) 양수 발전을 의미함

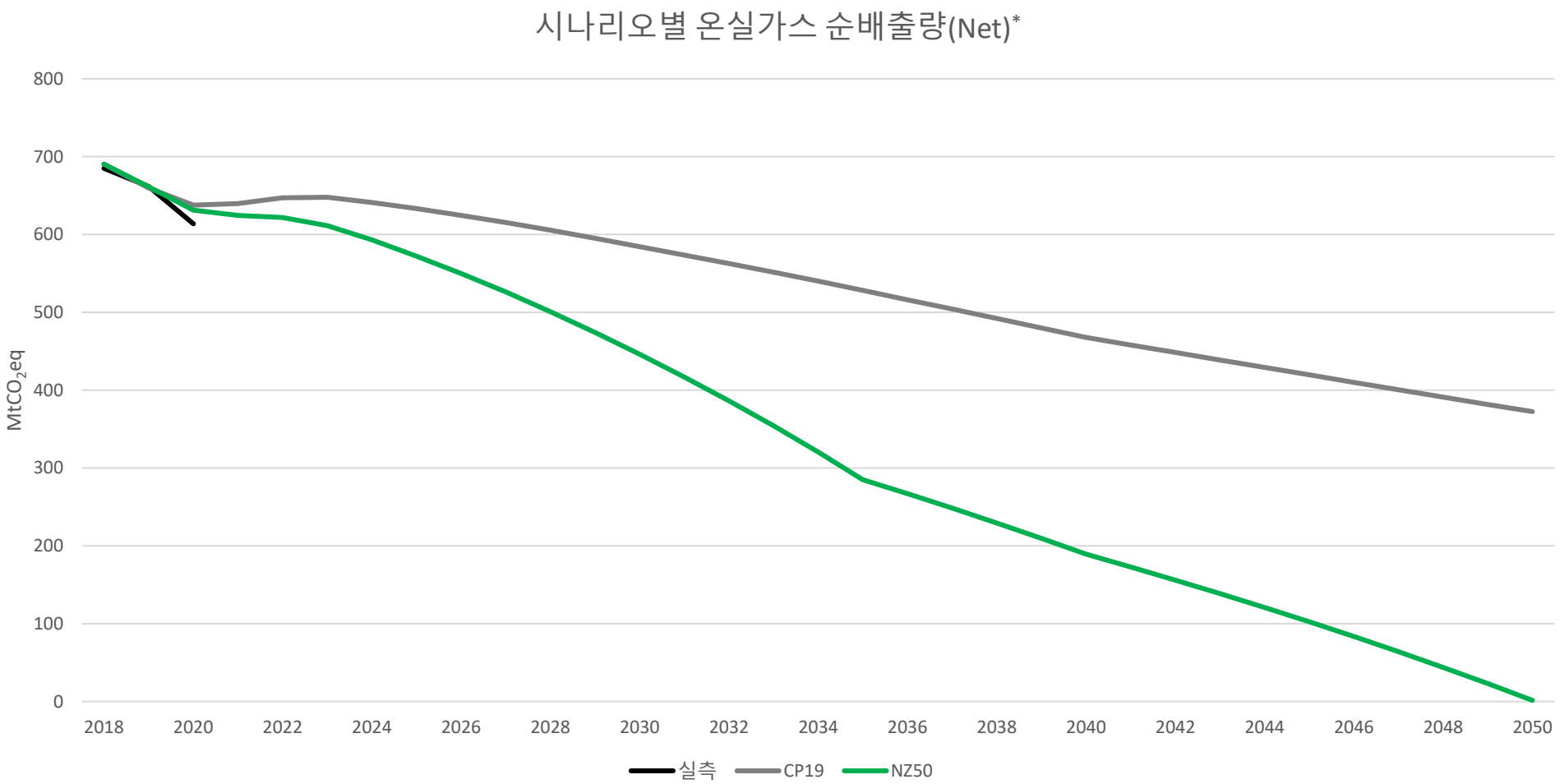


*Hydrogen_ppl은 무탄소 가스발전(수소터빈, 암모니아 발전)을 의미함

시나리오 분석 결과: 온실가스 배출량

❑ 온실가스 배출량 '18년 690.5MtCO_2eq → NZ '50년 100% 감축, CP '50년 46% 감축

- NZ '35년까지 석탄화력발전소 운영 중단 가정

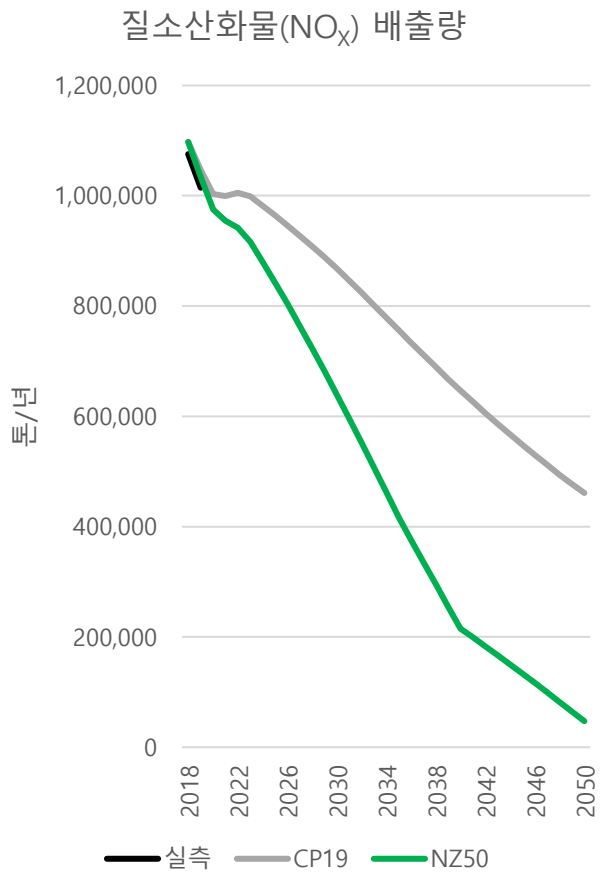


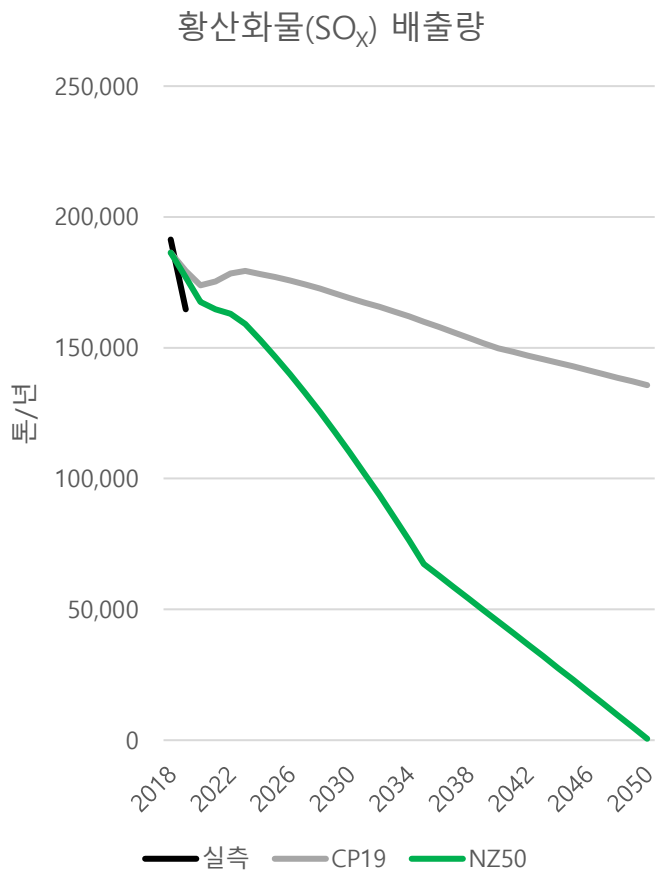
*주: '19년 실측은 2021년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2019)공표 자료 사용,
'20년 실측은 환경부 보도자료(21.06.09) 20년 (-7.3%) 수치를 적용해 계산함

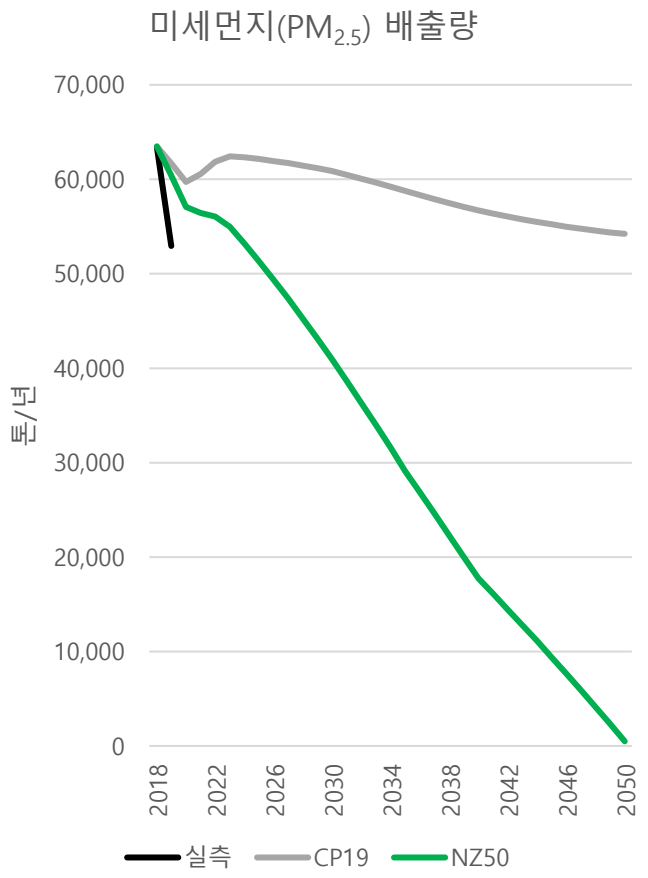
시나리오 분석 결과: 대기오염물질 배출량

❑ 대기오염물질 배출량 '18년 1,072kton → NZ '50년 96% 감축, CP '50년 44% 감축

- NZ '40년까지 도로부문 디젤, 가솔린 내연기관 차량 퇴출(수송부문 NO_X 배출량 비중이 높음)
- 계절 관리제 석탄발전 감축 등 대기오염 정책을 반영하는데 일정한 한계가 존재(SO_X, $PM_{2.5}$)







2050 탄소중립에 따른 사회적 총편익 추계

❑ CP19 대비 탄소중립 NZ50 시나리오에 따른 현재가치화 총편익은 393조 원 ~ 1,902조 원으로 추계

- 기준년도 2020년, 사회적 할인율 3%, 2%, 1% 적용

❑ 사회적 할인율에 따라 사회적 총편익은 민감하게 변화

기간	사회적 할인율		
	3.0%	2.0%	1.0%
2022~2030	56	109	228
2022~2040	210	434	944
2022~2050	393	845	1902

주: 1 USD = 1,200 KRW 가정

2050 탄소중립 시나리오에 따른 일자리 창출효과 추계

❑ 2050년 국가 차원 RE100 달성 경로에서 발생하는 재생에너지 부문의 일자리는 각각 282,602개(30년), 389,064개(40년), 2030년 503,274개(50년)로 추산

시나리오	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
BAU	9,313	10,667	13,246	16,743	19,082	21,748	24,143
MTS	89,216	123,179	154,363	180,728	209,772	239,247	269,027
ATS	63,334	89,797	114,070	132,106	151,987	171,561	190,611
VTS	177,076	230,232	282,602	333,751	389,064	444,672	503,274

새정부 에너지정책방향 평가

◆ 구체성 부족과 원전에 경도된 전력 믹스

◆ 정책방향: 실현 가능하고 합리적인 에너지 믹스의 재정립

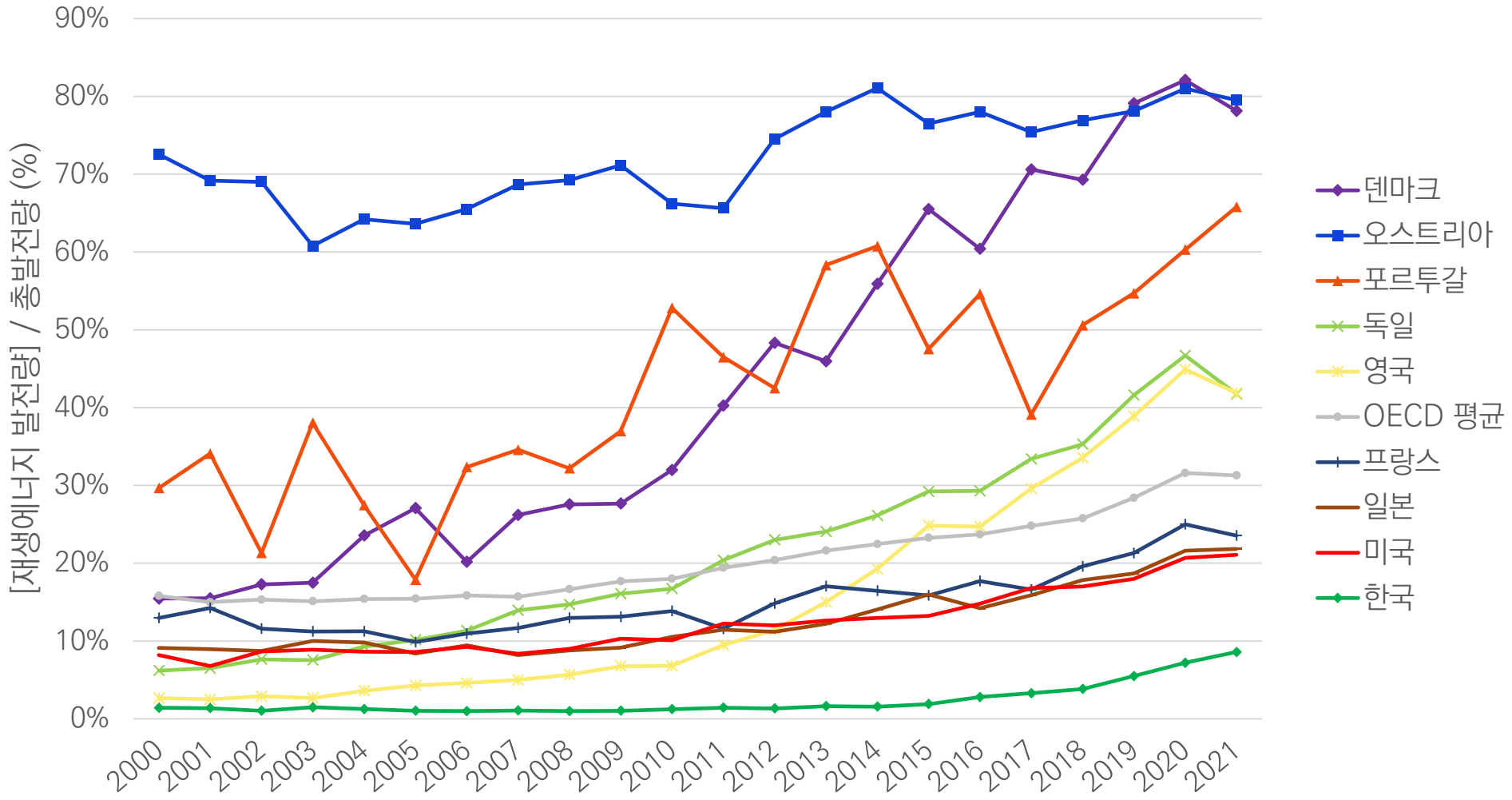
- 신한울 3·4 건설, 계속운전 등 원전 비중을 2030년 30% 이상으로 확대
- 재생에너지, 석탄, 가스 비중이 제시 없음
- 석탄 및 가스 발전 비중 계획에 따라 재생에너지 발전 비중 유동적
- 새정부 5년 기간 중 4기 신규 원전 운전 시작, 노후원전 수명연장 공언 → 역대 최다 원전 기수, 최대 설비 규모

◆ 문제점

1) 원전산업 육성 최우선 과제, 재생에너지 확대 무시(포기) → 에너지전환에 따른 사회적 편익과 일자리 창출 효과 감소

2) 재생에너지 시장 불확실성 확대 → 투자 위축 → 재생에너지 산업생태계 부실화 → 뉴노멀 탈탄소 무역장벽 대처 불가능 → 산업경쟁력 약화 → 산업공동화(空洞化)와 일자리 위기

재생에너지 발전량 / 총발전량 (2021년, 단위: %)



IEA (2021), *Renewables Information,* Paris; IEA (2022), *Monthly Electricity Statistics*, Paris

McKinsey & Company

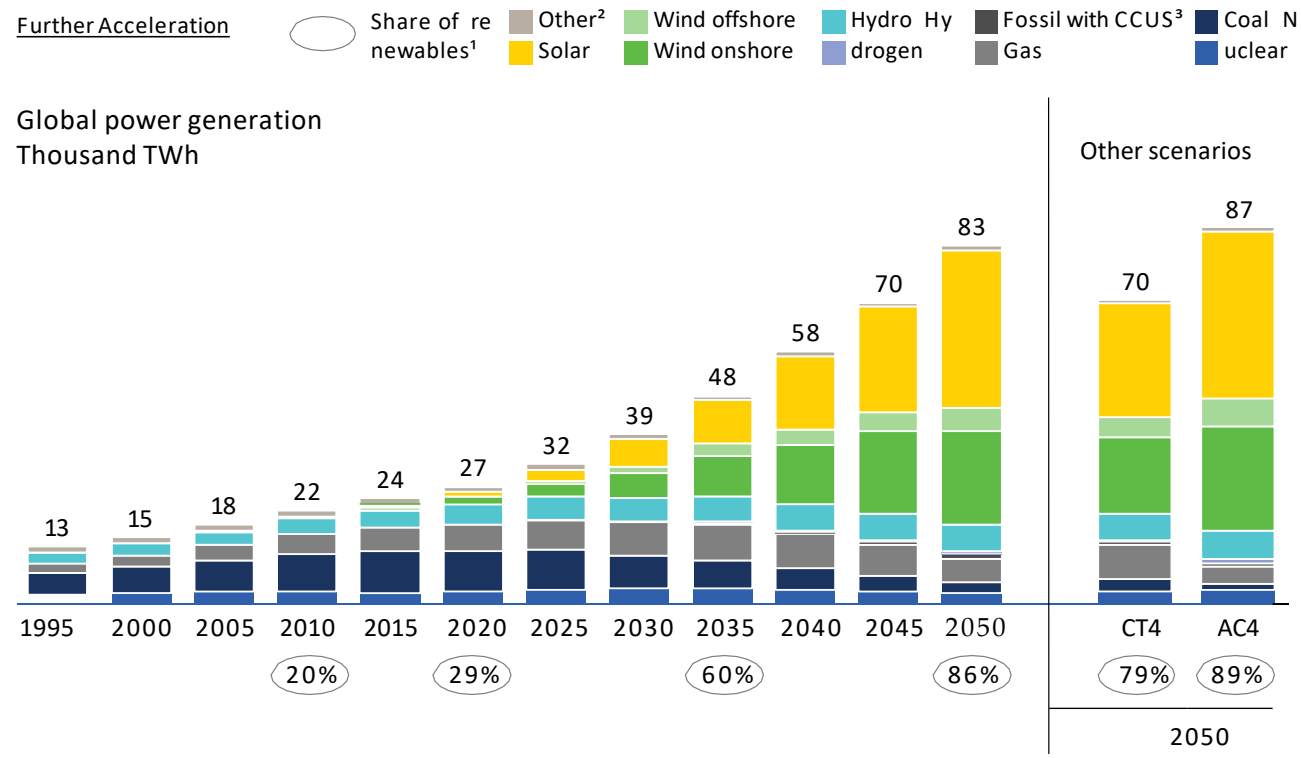
Global Energy Perspective 2022

Executive Summary

April 2022

Renewables are projected to account for 80—90% of power generation globally by 2050

Share of renewables in the power mix is projected to double in the next 15 years



In all scenarios, renewables are projected to lead the power generation mix, reaching 80—90% in 2050. In the Further Acceleration scenario, RES share is expected to double in the next 15 years, from 29% to 60%

Most of the growth in RES is expected to come from solar and onshore wind, due to declining costs, and they are projected to make up 43% and 26% of generation respectively in 2050 under the Further Acceleration scenario. Off-shore wind is projected to remain limited to less than 7% of global generation due to permitting constraints and policy hurdles, with potential to grow further if constraints on onshore wind such as land use persist

Thermal generation is still expected to play an important role as a flexibility provider, with gas providing substantial shares of base-load generation up to 2040 in regions with favorable fuel costs

Nuclear generation is still expected to require economic support from policies, which is not yet present in many regions as public acceptance continues to prove challenging

1. Includes solar, wind, hydro, biomass, BECCS, geothermal, and marine and hydrogen-fired gas turbines
2. Other includes bioenergy (with and without CCUS), geothermal, marine, and oil
3. Includes gas and coal plants with CCUS
4. CT refers to the Current Trajectory scenario; AC refers to the Achieved Commitments scenario

Source: McKinsey Energy Insights Global Energy Perspective 2022; McKinsey Power Model

독일 산업부문 감축 전략

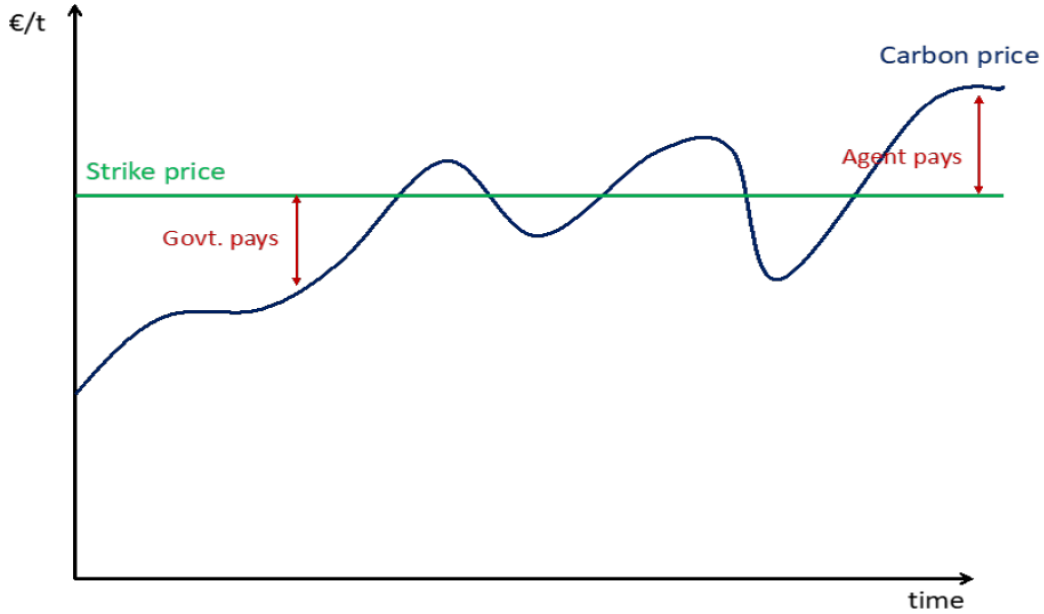
❑ **국가수소전략: 그린수소 활성화를 위한 CCfD, 투자, 시범사업 등 다양한 정책방안 제시**

- 탄소 차액거래계약 (Carbon Contracts for Differences, CCfD)
  - 정부와 기업간 특정 기간 동안 고정 탄소 가격(strike price)을 설정
  - 시장가격과 고정가격의 차이에 따라 정부가 차액을 보상해주거나 기업이 차액을 반납함
  - 미래 탄소 가격에 확실성 부여 (탄소저감과 관련된 민간 부문 기술 투자 활성화)
- CCfD와 같은 정책을 통해 미래 투자에 대한 불확실성을 줄여 산업부문 온실가스 감축 유인 극대화
  - 수소환원제철, 저탄소 산업공정 기술 등의 금융 지원에 대한 구체적인 투자 계획 필요

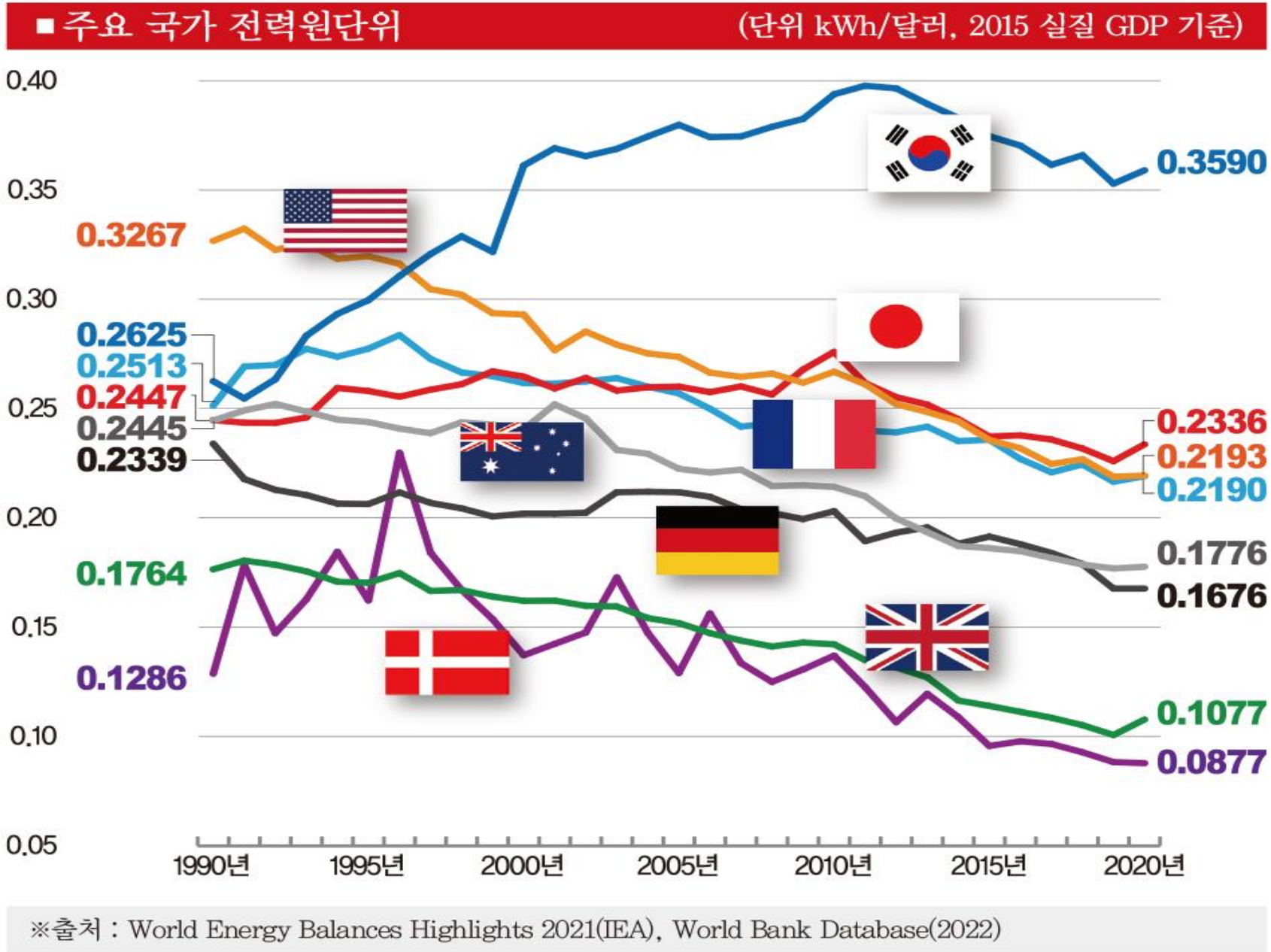
< 독일의 국가수소전략 업종별 계획 및 투자규모 >

업종	세부계획	투자규모
산업 전반	CCfD 시범사업 진행	6.5억 유로 (한화 8,828억 원)
철강산업	그린수소 투자	1억 유로 (한화 1,358억원)
	그린철강 시장형성 시범사업 (자동차 업종)	2,800만 유로 (한화 약 391억원)
화학업종	Chemistry4Climate에서 구상한 탈탄소 사업방안 지원	5,000만 유로 (한화 679억원)

< Carbon Contract for Differences 개념도 >



자료: Gerres and Linares(2020)



자료: "韓 전력이용효율 30년간 나홀로 뒷걸음," 이투뉴스, 2022년 6월 13일, 재인용