IRENA
International Renewable Energy Agency
국제재생에너지기구

산업분야 에너지 전환

Dolf Gielen
국제재생에너지 기구 혁신과 기술센터장
EU와 한국에서의 2050년 넷제로 배출 달성을 위한 전략 및 정책 웨비나
2020년 7월 21일

유럽의 에너지 전환

- EU의 에너지 전환 현황 : 2020년 상반기 기준 재생에너지 전력 42% , 2020년 최종 에너지에서 재생에너지 비중 20% 및 에너지 효율 20% 증가 , 2030년까지 재생에너지 비중 32% 및 에너지 효율 32.5% 증가 (상향 조정 예정), 2050년 CO2 넷제로

- 향후 수년 내 재생에너지 중심으로의 전환 : 그리드 통합, 스마트 그리드, 단계별 석탄 퇴출 등에 집중해야 함

- 탄소배출 넷제로 달성을 위해서는 건물, 산업 및 수송 분야의 에너지 전환 필요: 전기화, 수소, 순환 경제 등

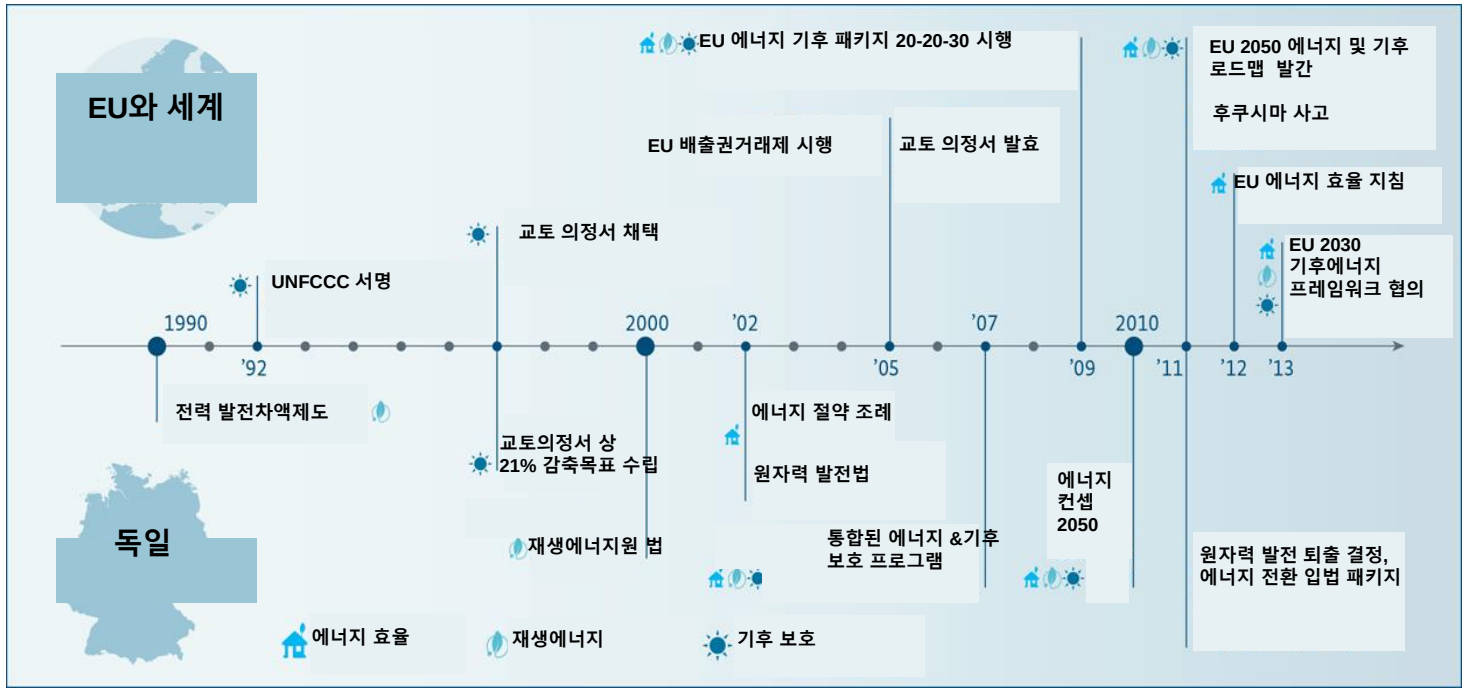
- 혁신으로 기회 증대: EU는 해상풍력, 전기차 보급, 수소 철강 생산 등에서 세계를 선도

- 산업 정책 기회로서의 재생 에너지 및 에너지 전환: 그린딜, 그린 수소, 첨단 바이오 연료 등

사례: 독일의 전력 부문 전환

- 2020년 1분기 재생에너지 점유율 54% (2000년 1분기 6%)
- 1990년 1차 에너지 소비량의 약 60% 수입에 의존, 2000년 그 비중이 70% 이상으로 증가: 에너지 공급 안보 문제가 주요 동인이 됨
- 2010~2011년 “에너지전환(Energiewende)” 개념 공식화 (후쿠시마 이후)

- 발전차액지원제도부터 경매제도까지
- 공급기지 확대 (해상풍력)
- 그리드 확장 및 유연성에 초점
- 신개념의 녹색수소를 포함한 분야 간 결합
- 유럽의 맥락에서



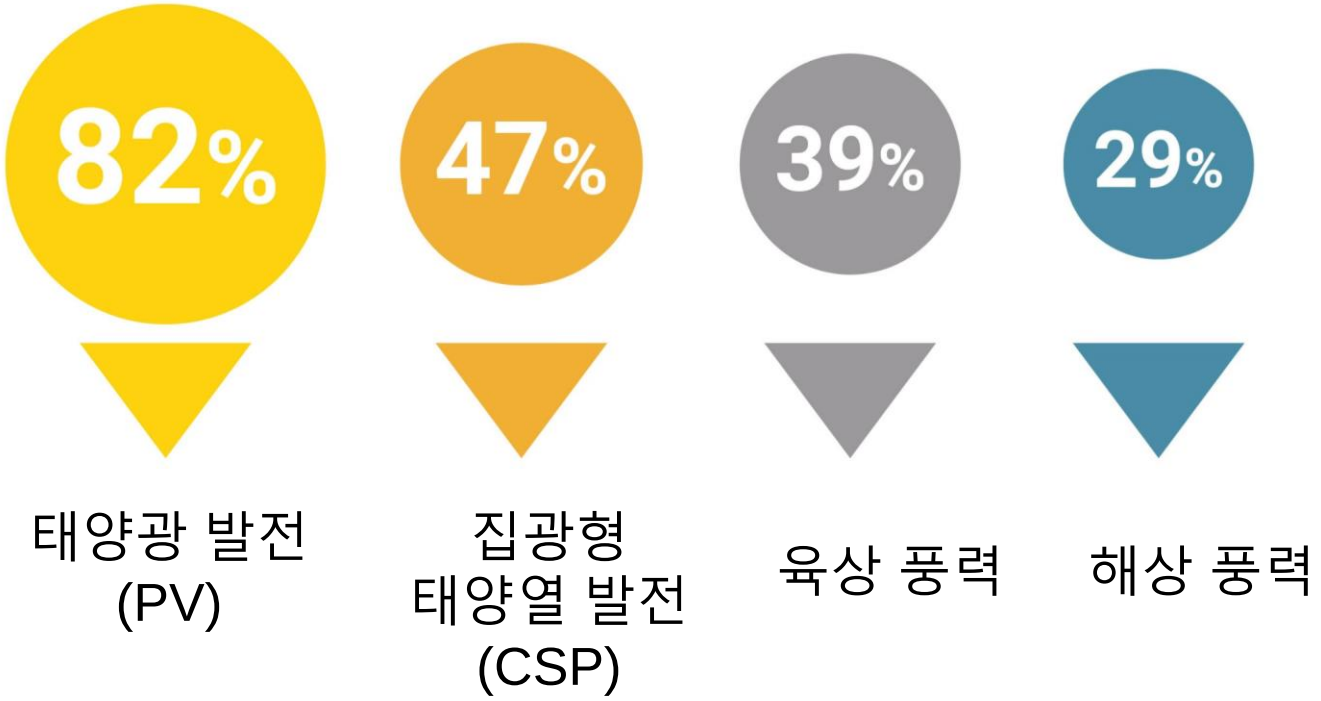
사례: 덴마크의 지역난방과 가스시스템의 녹색화

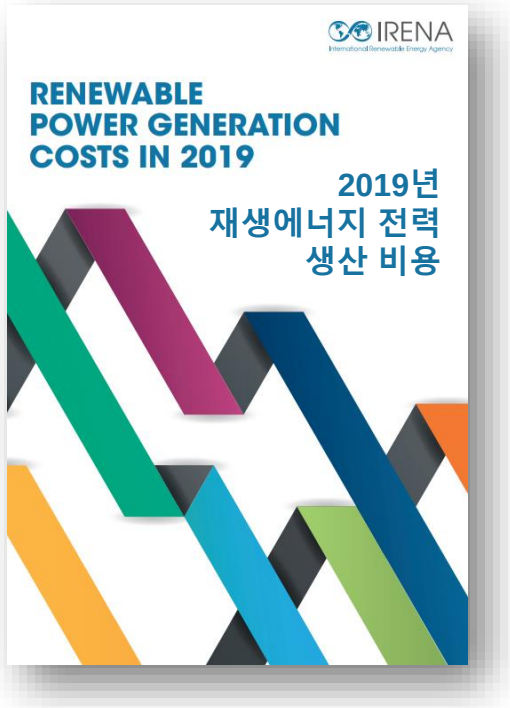
- 지역난방에서의 재생에너지 사용이 2005년 34.4%에서 2017년 58.9%로 증가
- 바이오매스, 지열 및 태양열로 전환
- 인구의 65%에게 난방 서비스를 제공하는 31,000km 지역 난방
- 혁신에 대한 관심 증대 (예. 계절별 저장 기능이 있는 태양광 시스템)

- 목표 : 2050년까지 모든 화석연료 교체
- 녹색 가스 점유율의 급격한 상승
- 2020년 1분기 13~15% 녹색 가스(바이오메탄) (2019년에는 2.8 TWh)
- 바이오메탄 생산 측면에서 대규모 행위자의 등장 및 강화
- 가격은 78유로/MWh, 절반 보조금

발전 비용 감소

재생에너지 비용은 지난 10년(2010-2019) 동안 급격히 감소





2020년 6월

2019년 재생에너지 발전 비용

아시아는 풍력 설비 용량 증가를 주도할 것으로 예상

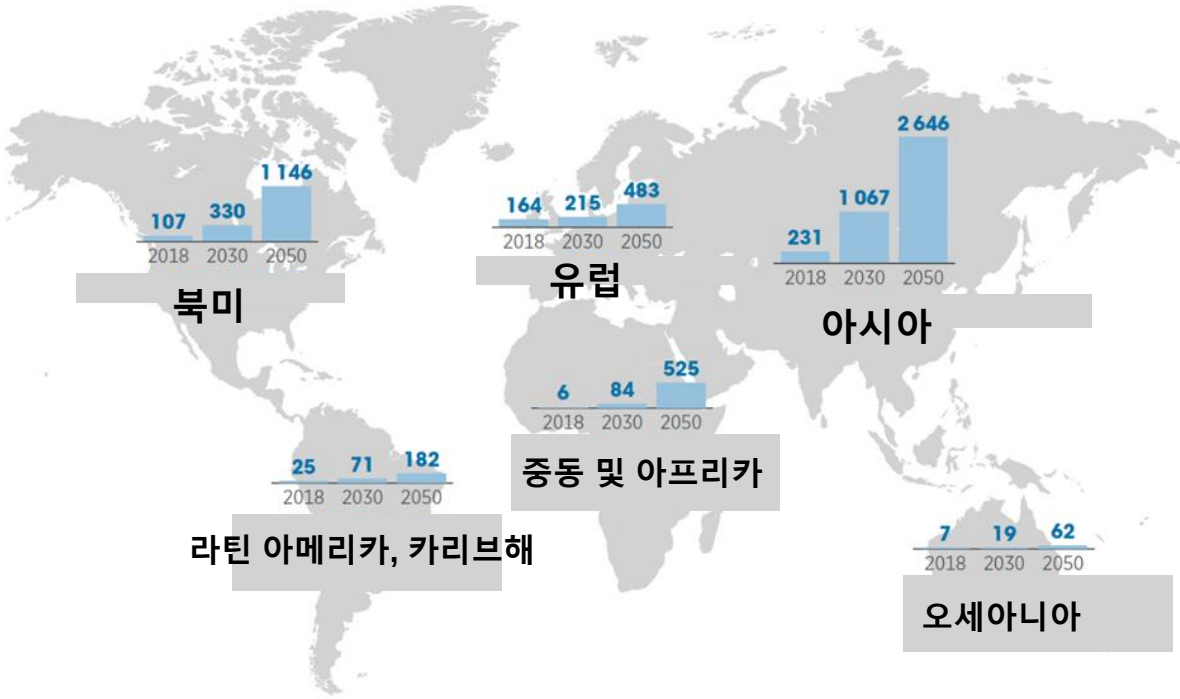
육상풍력 균등화발전원가 (2019 USD/kWh)

- **대한민국 – 0.071**
- 아시아 – 0.048
- 유럽 – 0.066
- 글로벌 – 0.053

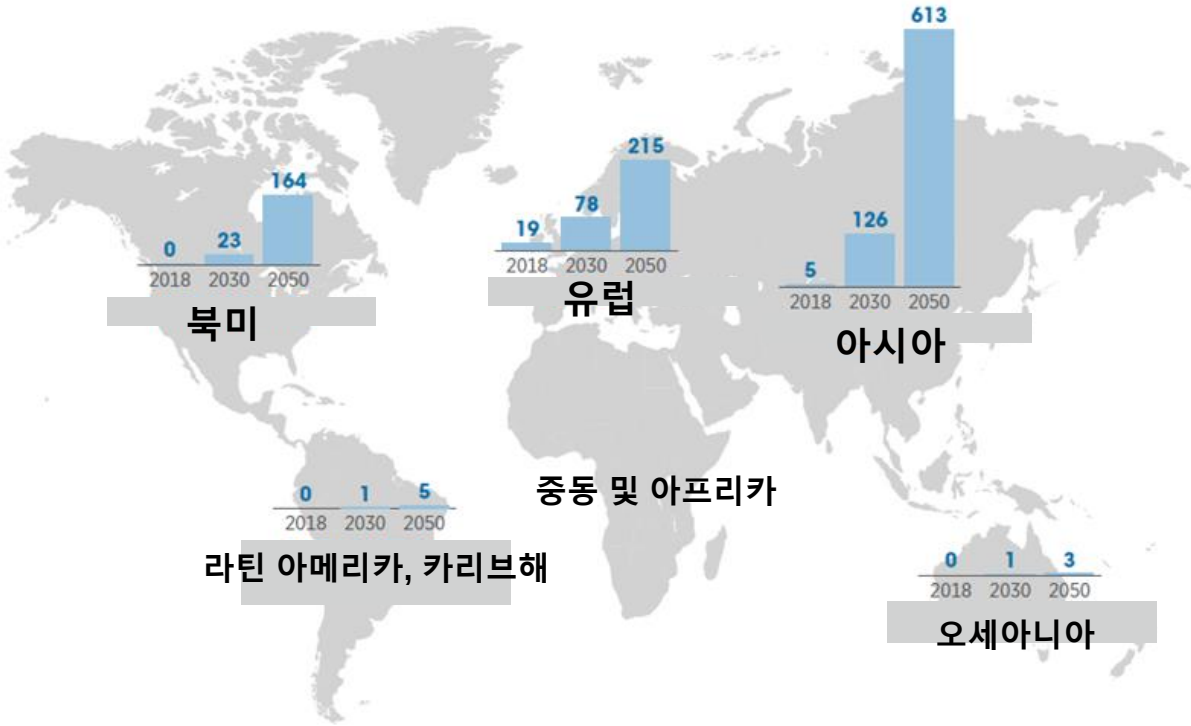
해상풍력 균등화발전원가 (2019 USD/kWh)

- 아시아 – 0.113
- 유럽 – 0.116
- 글로벌 – 0.115

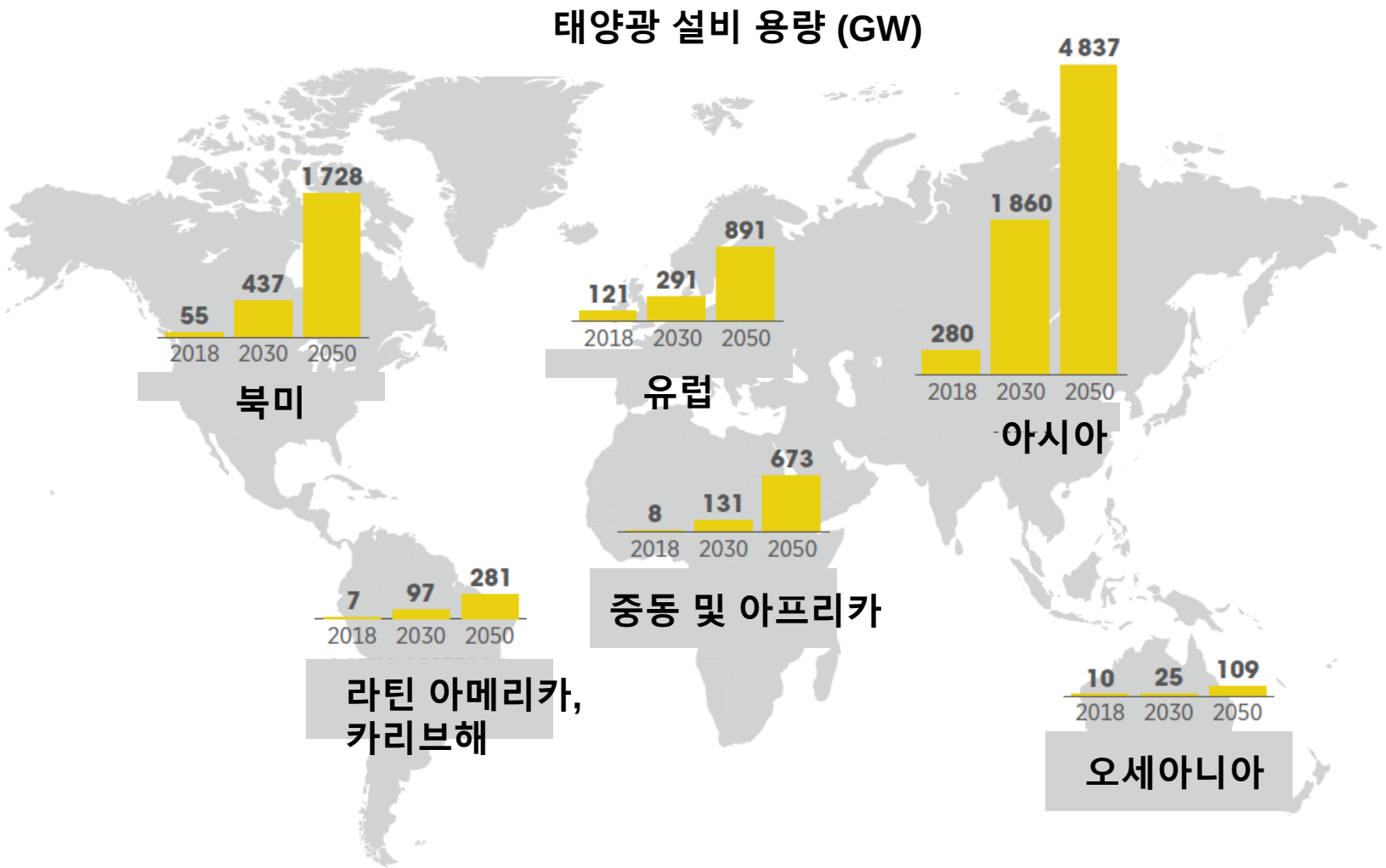
육상풍력 설치 용량 (GW)

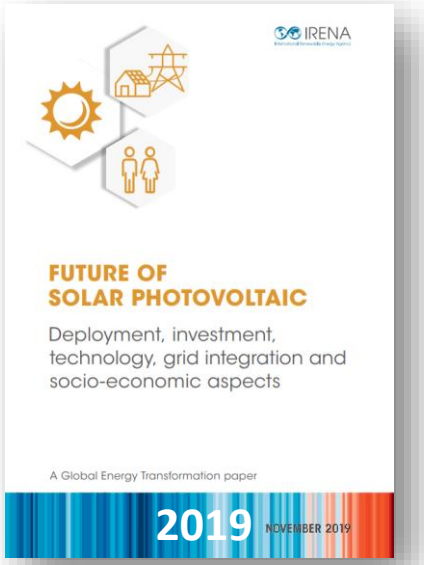


해상풍력 설치 용량 (GW)



아시아는 태양광 설비 용량 증가를 주도할 것으로 예상





태양광 균등화발전원가
(2019 USD/kWh)

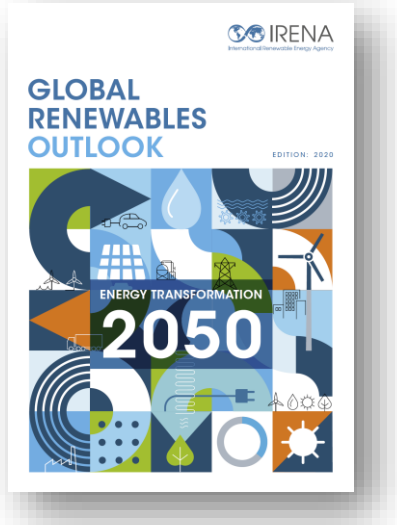
- **대한민국 – 0.091**
- 아시아 – 0.065
- 유럽 – 0.073
- 글로벌 – 0.068

2050년에는 설비 용량 면에서 아시아(대부분 중국)가 태양광 발전을 주도할 것이며, 북미(20%), 유럽(10%)이 그 뒤를 이음

글로벌 재생 에너지 전망 (2020년판)

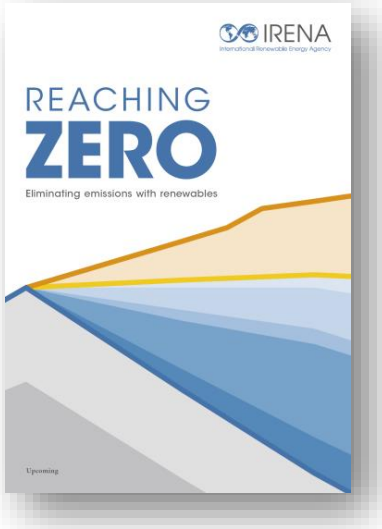
IRENA의 글로벌 재생에너지 전망(4월 20일 발간)의 주요 내용

- 2050년까지 기후변화 대응력 제고를 위한 전환적인 에너지 발전방안
- 심층 탈탄소화를 향한 경로 (산업과 교통)
- 현재와 2050년 사이의 투자 필요성



(넷)제로 달성을 위해서는 탈탄소화가 어려운 산업 및 교통 분야에서 탈탄소 방안, 특히 재생에너지의 역할을 구체화하여야 함

- 화학 및 석유화학
- 철강
- 시멘트



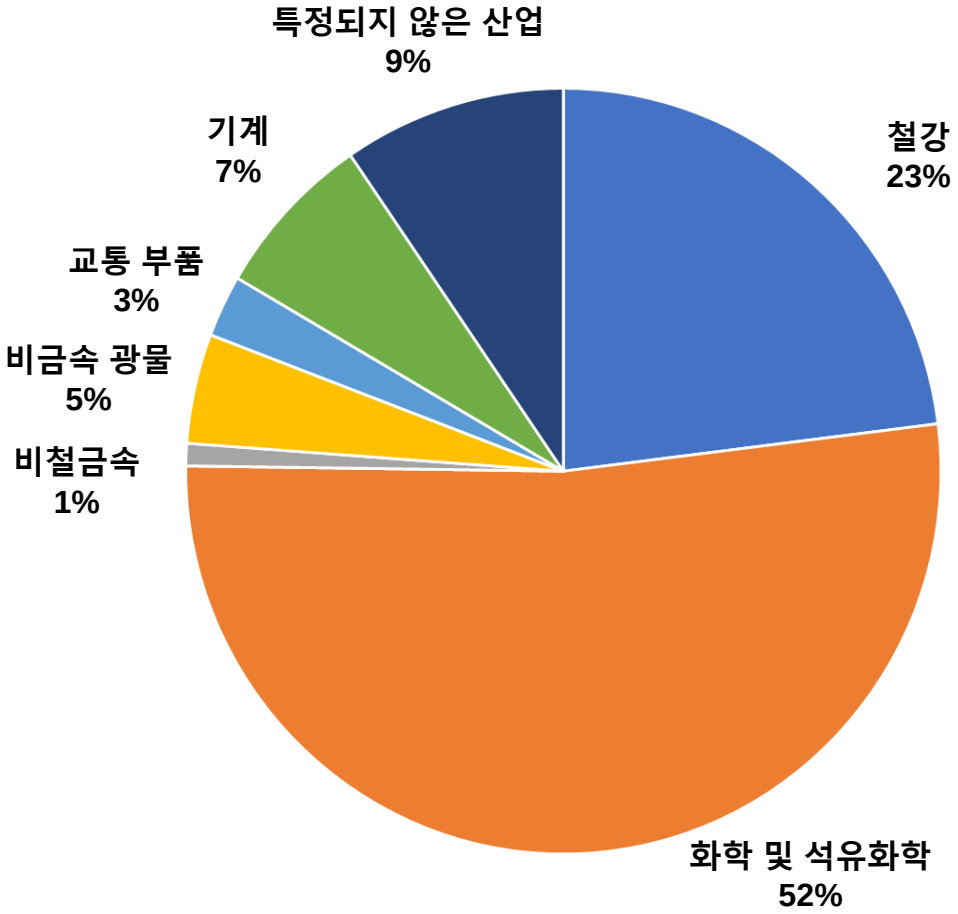
발간 예정

에너지 집약적 산업의 비중이 큰 경제

한국의 중공업

- 2018년 52Mt의 시멘트, 45Mt의 시멘트 클링커 생산
- 2018년 72Mt의 철강 생산, 2/3 BOF 1/3 EAF
- 10 Mtpa의 에틸렌, 10 Mt의 프로필렌, 7.2 Mt의 벤젠, 2.1 Mt의 톨루엔, 4.1 Mt의 자일렌.
  2020년 0.7 Mt 카본 블랙 생산력

- 11.8 EJ의 총 1차 에너지 공급, 0.6 EJ의 용광로/코크스 제조 가마, 1.8 EJ 의 제조업, 2.2 EJ 공급 원료 사용
  – 총 1차 에너지 공급량에서 산업 점유율 40%



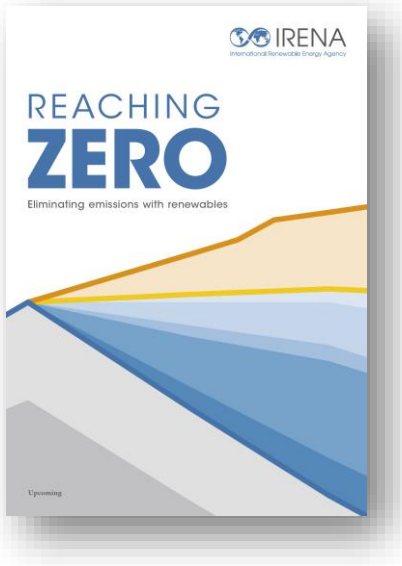
추가 정책 여력을 만들기 위해 필요한 기술과 경제

- 전력과 열 공급의 탈탄소화: 재생에너지의 특별한 역할
- 에너지 최종사용 부문의 전력화: 전기 자동차, 소형 트럭, 난방용 히트펌프, 온수, 산업용 건조 및 중온(mid-temperature) 난방 프로세스
- 다음과 같은 도전적인 분야를 위한 새로운 솔루션 개발
  - 철강 (수소, 재생에너지 전기, 바이오매스, 재배치, CCS)
  - 시멘트 (CCS, 새로운 시멘트 종류, 소재 대체, 대체 공급 원료, 재생 에너지)
  - 화학 및 석유화학 (수소, 전기, 생화학 물질, 순환 경제)

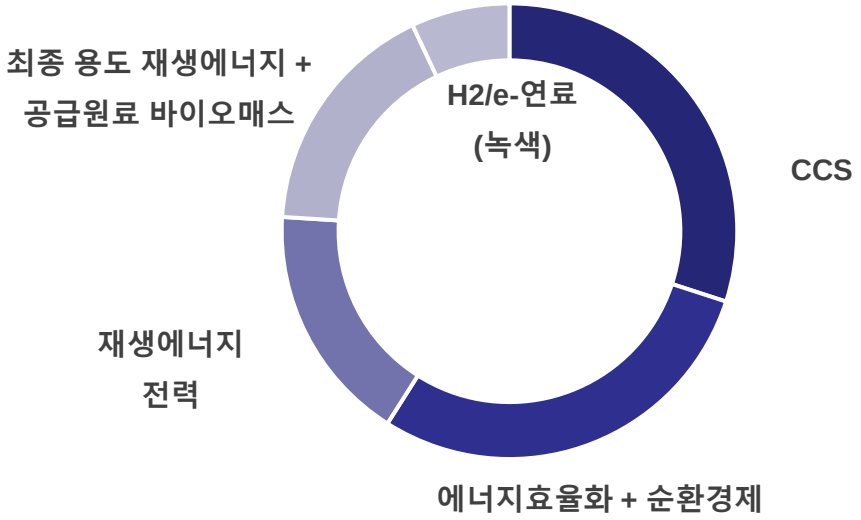
- 우리에게 (기후위기를 극복할) 시간이 얼마 남지 않았으나, 전환에는 수십 년이 소요됨

제로에 도달하기 위한 감축 수단 (기준치와 비교하여)

재생에너지의 핵심 역할

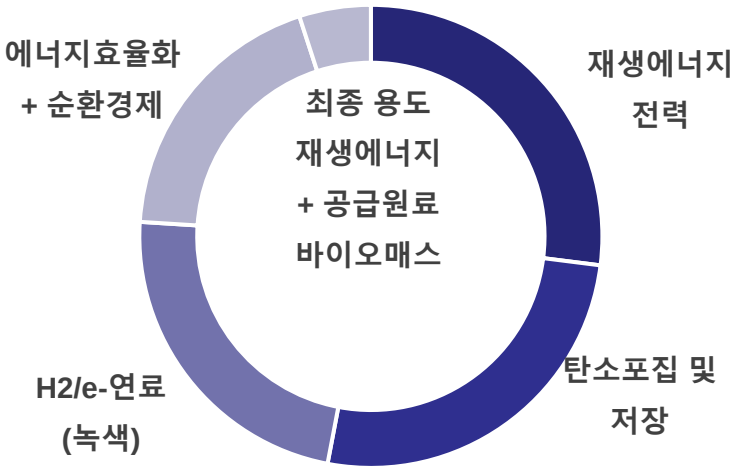


화학 및 석유화학

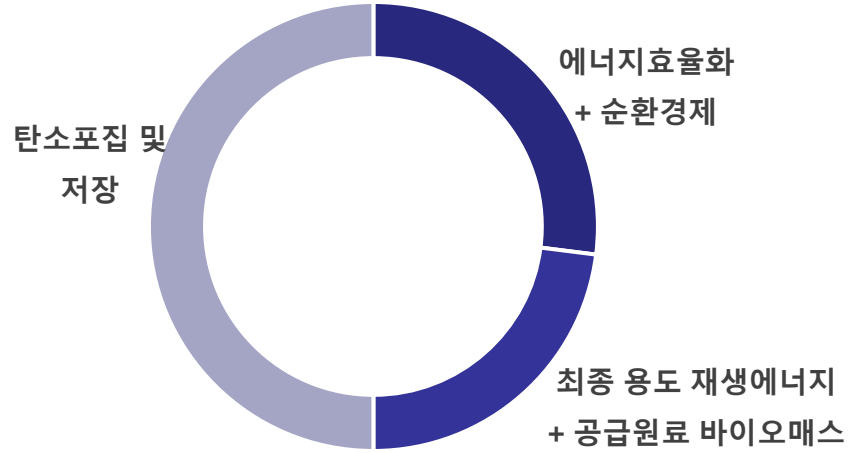


IRENA 추정

철강



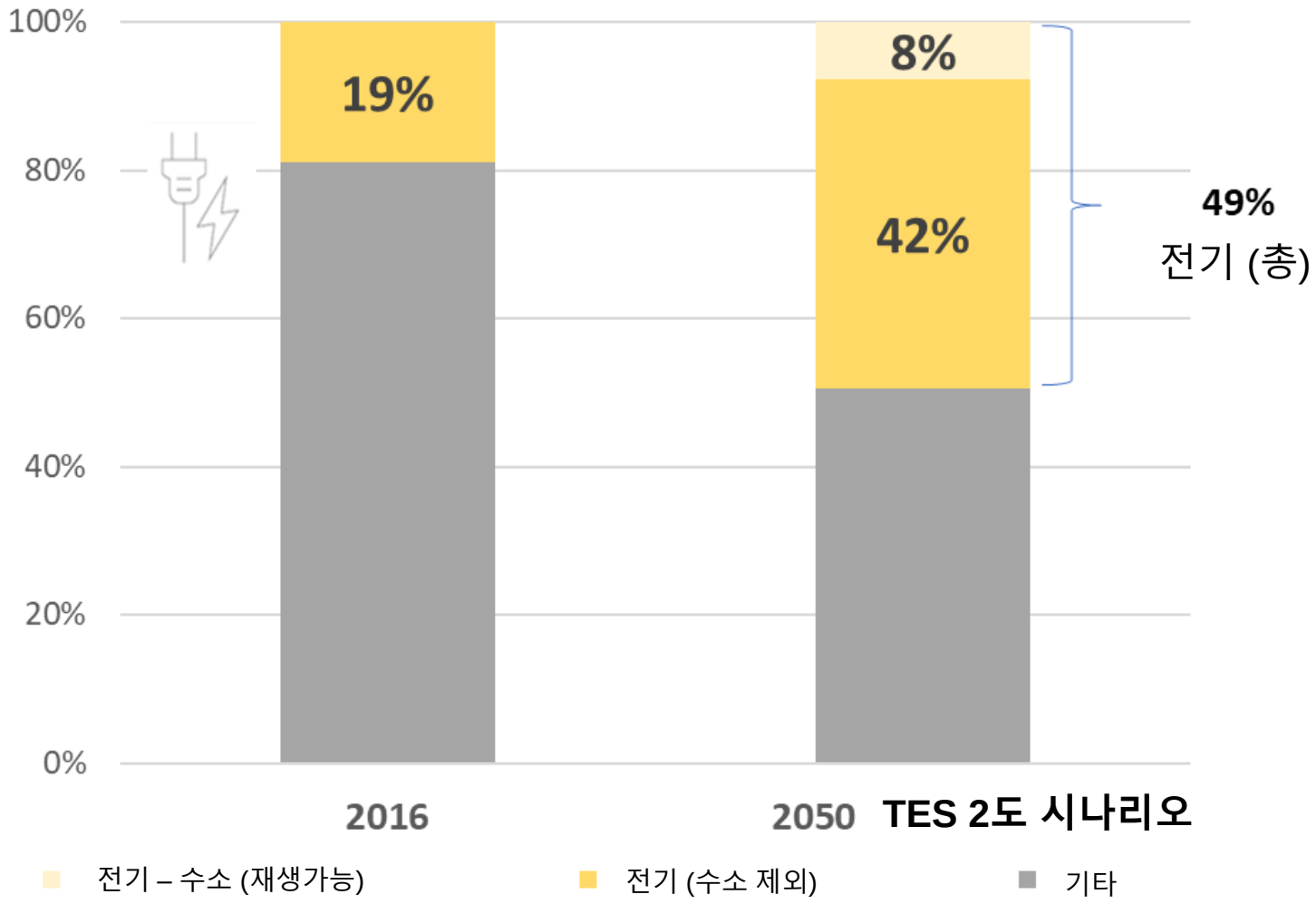
시멘트 및 석회



건물, 산업, 운송에서 에너지 전달체로서 전기의 역할 증대

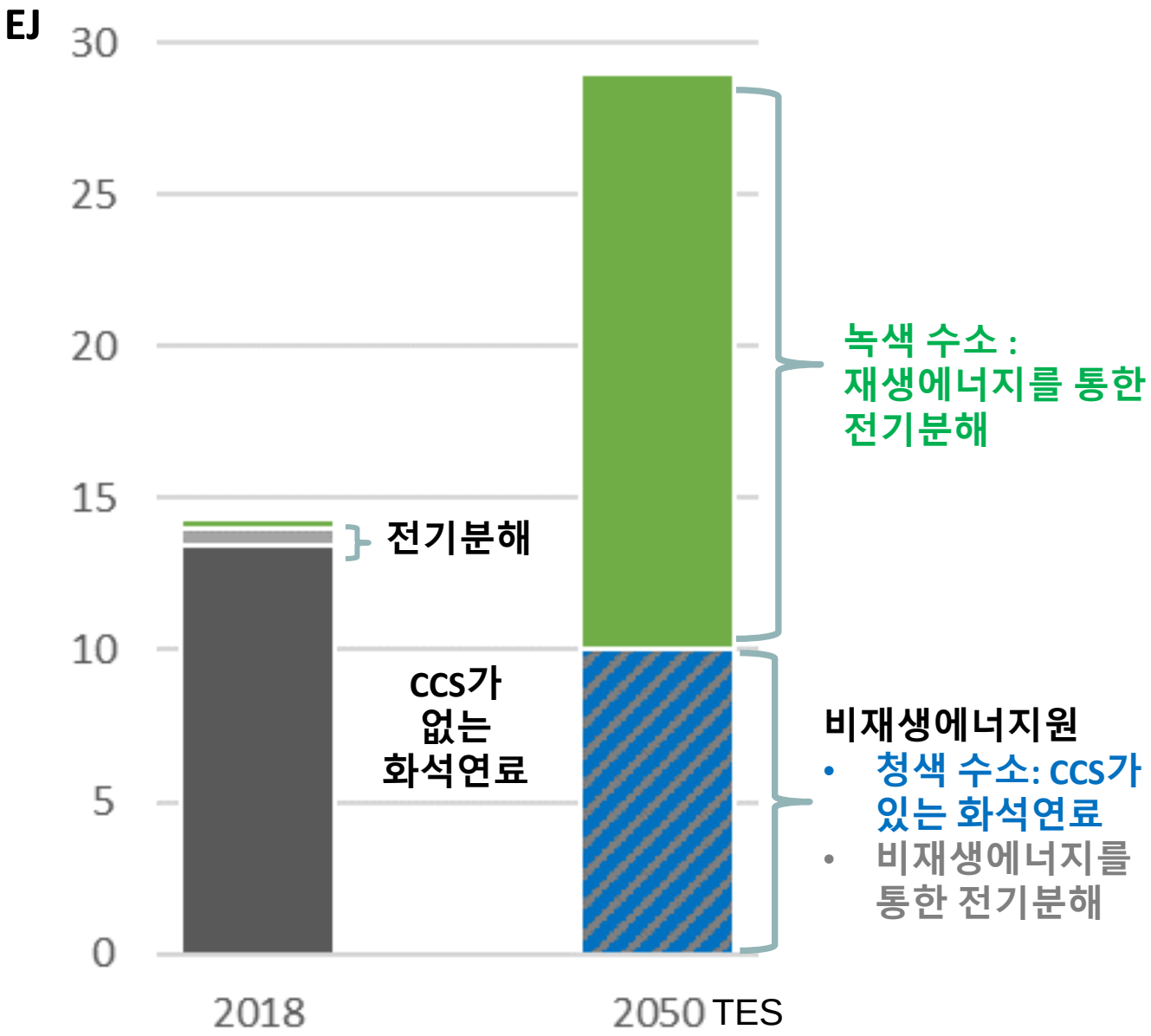
IRENA
International Renewable Energy Agency

총 최종 에너지 소비 전력 (EJ/년)



- 다음을 위한 친환경 수소 및 PTX :
  - 암모니아 생산
  - 철 생산
  - 메탄올 생산
  - 탄화수소 합성

수소의 원료 – 오늘날과 2050년
녹색 수소가 핵심 역할을 하는 청정 수소로의 전환



오늘날:
주로 화석연료에서 생산됨 – 녹색과 청색 수소 생산량은 각각 약 총 1%

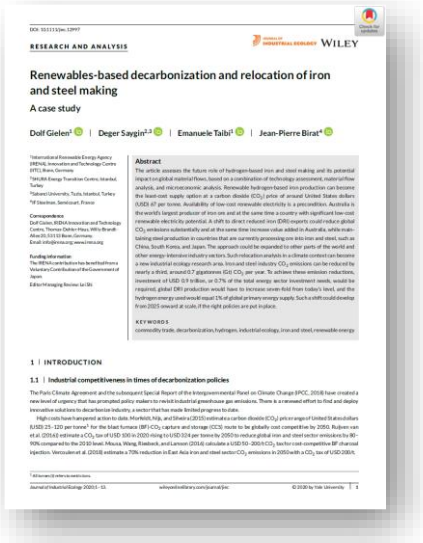
2050:
생산될 수소의 3분의 2는 녹색 수소로 만들어질 수 있음.
심층 탈탄소화가 이루어질 경우, 수소 수요는 2배 또는 4배까지 증가 가능

녹색 암모니아로 인해 녹색 수소 활용이 앞당겨질 수 있음 (최근 프로젝트 발표)

녹색 물자 수입 – 무탄소 제강 사례

- 직접적인 CO2 배출의 대부분은 철 제조 공정과 관련이 있음
- 오늘날 철을 만드는 것은 코크스와 석탄을 기반으로 함
- (재생에너지에서) 수소를 사용할 수 있는 흥미로운 기회
- 수소 기반 직접환원철(Direct Reduced Iron, DRI)이 기술적으로 가능

Photo copyright: Steel-360



RESEARCH AND ANALYSIS

WILEY

Renewables-based decarbonization and relocation of iron and steel making

A case study

Dolf Gielen | Deger Saygin | Emanuele Taibi | Jean-Pierre Birat

Abstract

1 | INTRODUCTION

1.1 | Industrial competitiveness in times of decarbonization policies

DOI: 10.1111/jiec.12997

- 직접환원철(DRI)은 벌크 화물*

(*벌크 화물: 석탄, 철광, 곡물처럼 대량으로 포장하지 않고 입자나 분말 형태로 운송하는 원자재)

- 해결책 : 철광석 수입을 광산에서 생산된 직접환원철(DRI) 수입으로 대체
- 재생가능 수소로 생산되는 직접환원철(DRI)은 호주, 브라질 등의 국가에서 수입하는 것을 고려
- 비용 절감 약 70USD/t CO2

석유화학

- 수요 감소 (예: 플라스틱 포장 사용)
- 대부분의 탄소는 제품 내부에 저장되어, 소비 후 폐기물을 소각할 때 방출됨
  - 바이오매스 공급 원료 (바이오 플라스틱, 메탄올, 에틸렌 등의 빌딩 블록)
  - 새로운 재활용 전략(열분해 포함)
- 옵션은 생산 비용을 증가시킴
  - 초기 전환을 위한 시장 창출 필요
  - 탄소 누출에 대처 필요

사진 출처 : JGC Holdings

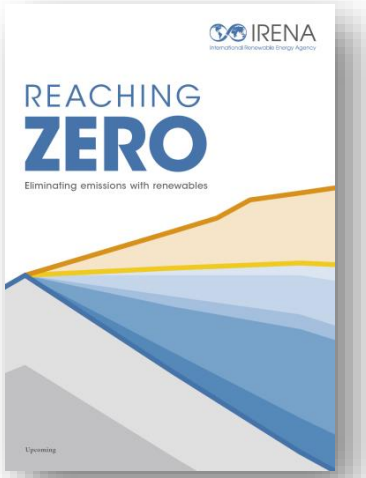
시멘트 제조

- 시멘트 클링커 생산량이 에너지 사용량 및 CO2 배출량을 압도
- 배출량의 절반은 공정과 관련됨
- 옵션:
  - 폐기물 & 바이오 에너지 연료
  - 클링커 및 원자재 교체
  - 콘크리트에서 클링커 사용 감소
  - 클링커 생산 CCS & BECCS

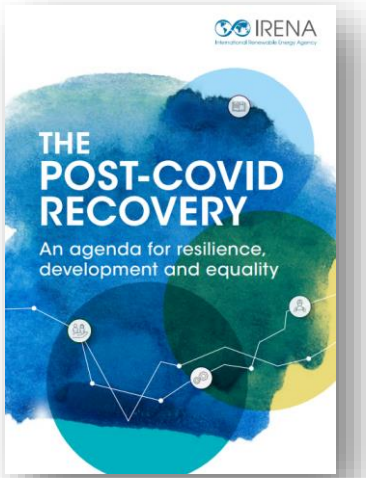
사진 출처 : Thermo Fisher Scientific

산업계 에너지전환 촉진 방안

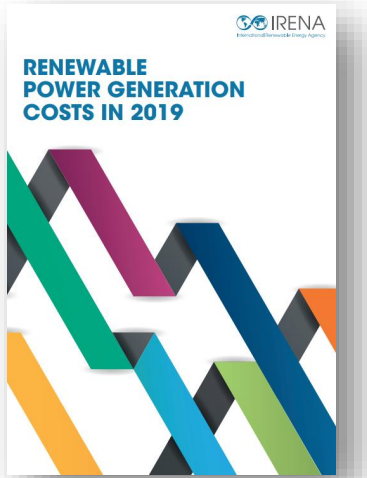
핵심요소	우선과제
1. 배출제로 달성을 위한 재생에너지 기반 전략의 중요성에 동의	- 재생에너지 비율이 증가함에 따라 전력화로 전환 - 기술개발 및 녹색 수소, 암모니아 등의 활용 촉진
2. 행동을 위한 장기 계획 제공	- 명확한 감축 목표 설정 - 재생에너지 기반 전략 실현을 위한 공유된 기술 로드맵 작성 - 정책시행 시 재생 에너지 및 순환 경제 접근법을 우선순위로 지정 - 초기 수요를 창출하기 위한 정책적 지원 제공
3. 지금 실행: 향후 10년 이내에 긴급히 조치를 취해야 할 분야 파악	- 인프라 구현에 투자 - 재원 조달 - 초기 시범사업 지원 - 탄소 누출 방지 및 시너지효과를 위해 전 부문에 걸친 접근 방식 촉진 - 산업계 또는 분야별 대안 지원을 위한 글로벌 탄소세 도입
4. 함께 행동 : 기술 학습과 협업을 위한 장 마련	- 과학 및 기술 협력방안 - 연구개발 우선순위에 대한 정보 공유 - 모범사례 (규제와 표준 포함) 및 사회적으로 포용적인 사업모델 공유를 위한 메커니즘



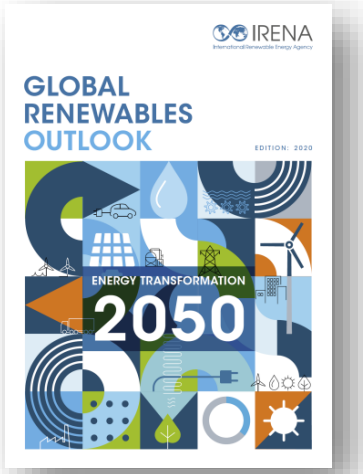
발간예정



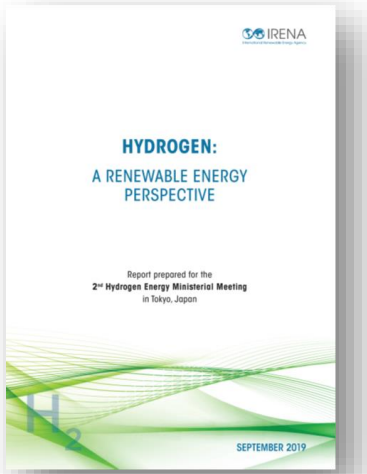
2020년 6월



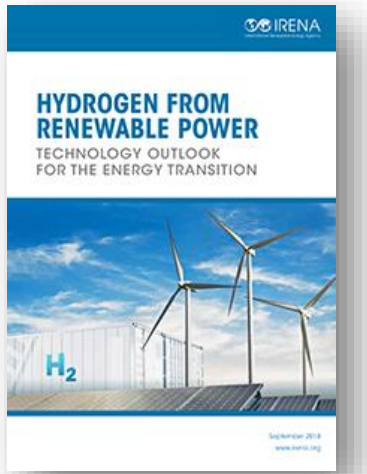
2020년 6월



2020년 4월



2019



2018

IRENA
International Renewable Energy Agency

www.irena.org

www.twitter.com/irena

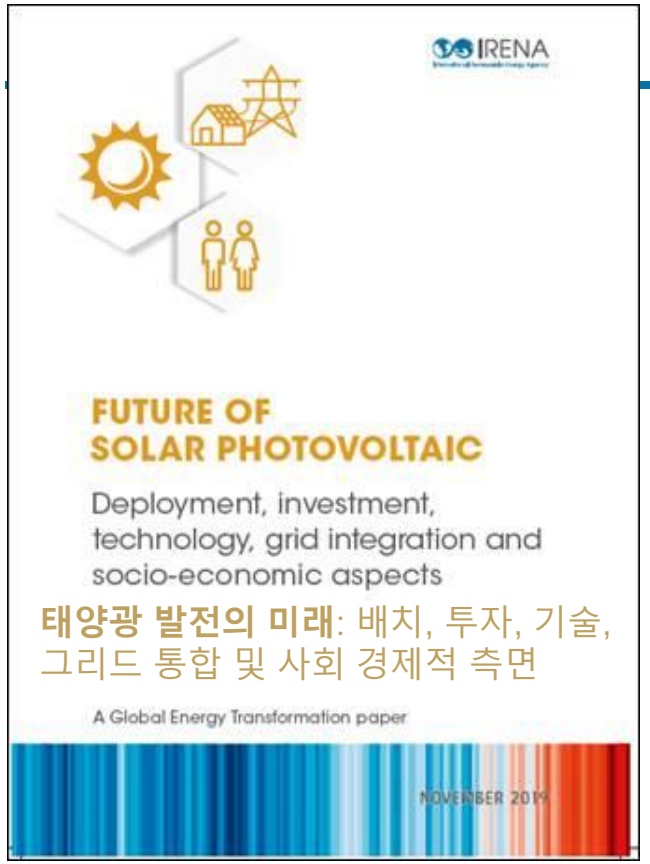
www.facebook.com/irena.org

www.instagram.com/irenaimages

www.flickr.com/photos/irenaimages

www.youtube.com/user/irenaorg

바람의 미래 : 배치, 투자, 기술, 그리드 통합 및 사회 경제적 측면

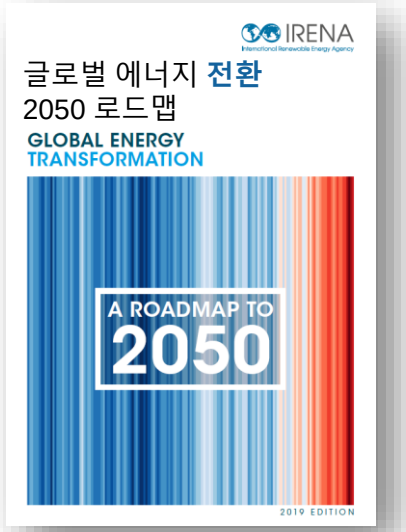


태양광 발전의 미래: 배치, 투자, 기술, 그리드 통합 및 사회 경제적 측면

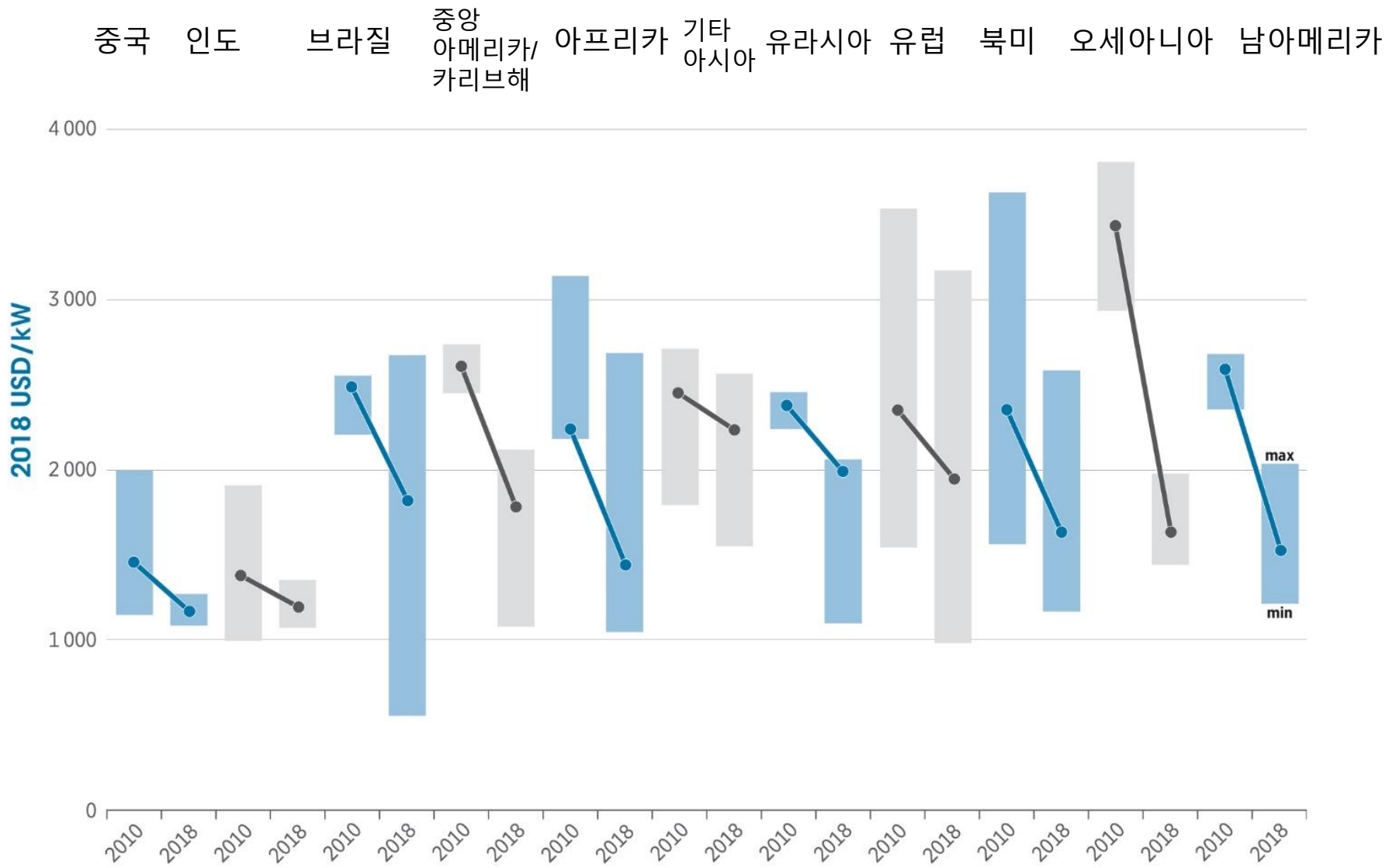
이 보고서를 다운받으시려면 아래를 방문해주세요:
https://www.irena.org/publications/2019/Oct/Future-of-wind

이 분석은 IRENA의 에너지 전환 보고서인 "글로벌 에너지 전환 : 2050년 로드맵(2019년판)"을 바탕으로 하였음

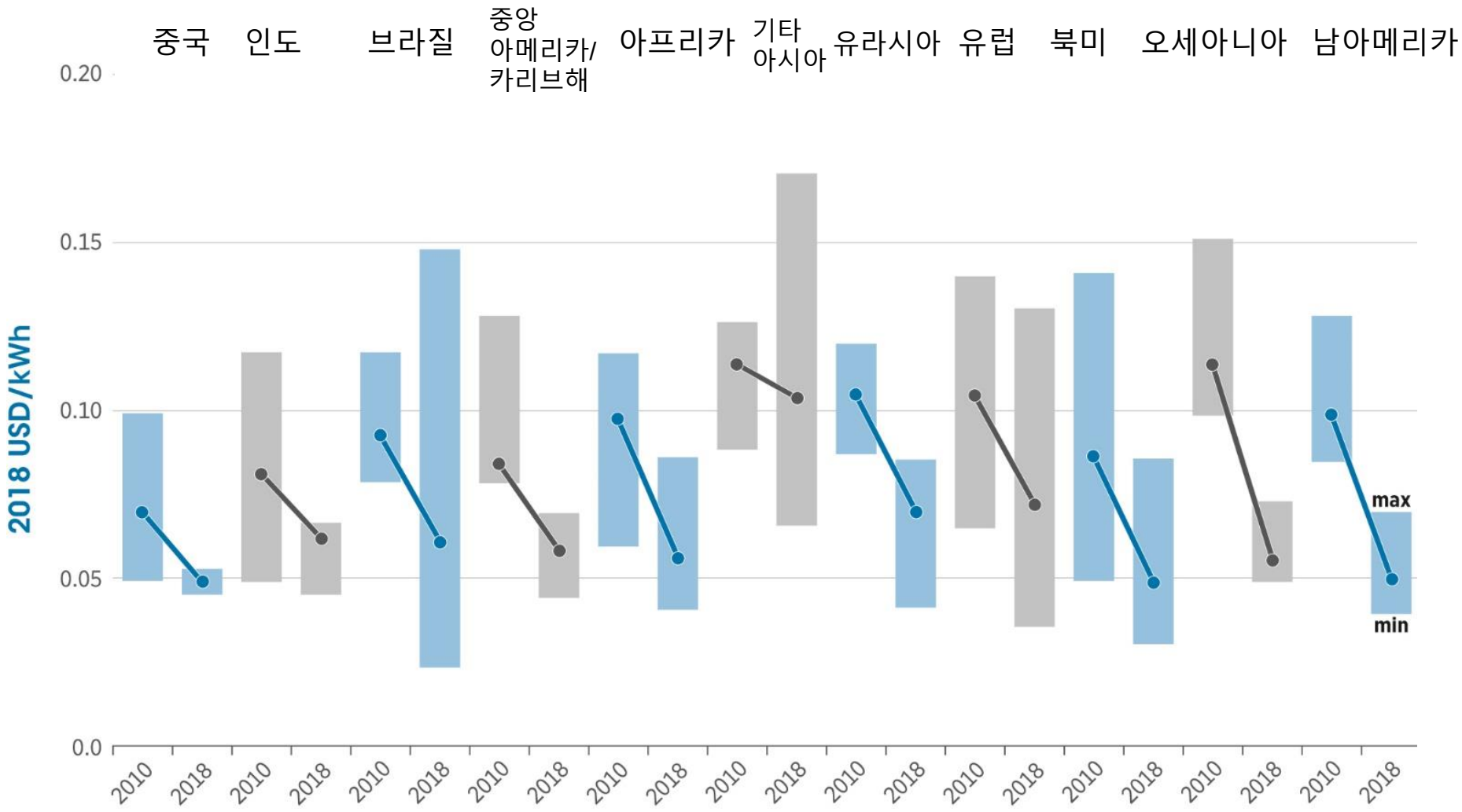
이 보고서를 다운받으시려면 아래를 방문해주세요 : https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf



육상 풍력 프로젝트의 설치 비용



육상 풍력 프로젝트의 균등화발전단가



한국의 수소정책

한국수소경제 로드맵의 핵심계획

- 수소 생산 및 공급
  - 회색수소에서 녹색수소로의 점진적 전환
  - 공급 목표 : 2018년까지 130kt/년, 2022년까지 470kt/년, 2040년까지 5260kt/년
  - 목표가격: 2022년까지 6000원/kg (5 USD/kg) , 2040년까지 3000 원/kg (2.5 USD/kg)
  - 운송: 파이프라인을 통한 전 국토 공급, 도로 화물

- 수소 이동성
  - 수소연료전지차(FCEV) 생산: 2018년까지 1800대-> 2040년까지 620만대(290만대- 국내 시장)
  - 수소충전 인프라: 2018년까지 14개소 -> 2040년까지 1200개소

- 수소 에너지
  - 발전용 연료전지 : 2018년까지 307.6 MW -> 2040년까지 15GW (8GW – 국내 시장)
  - 건물 내 고정형 연료전지 : 2018년까지 5MW -> 2040년까지 2.1GW