

국내외 에너지 전환 과정에서 재생에너지의 역할과 시사점

2020. 7. 21. 화요일 코엑스 컨퍼런스룸 401호

2050 장기 저탄소 발전전략 수립을 위한 전문가 토론회

발표: 전남대학교 경제학부 배정환 교수

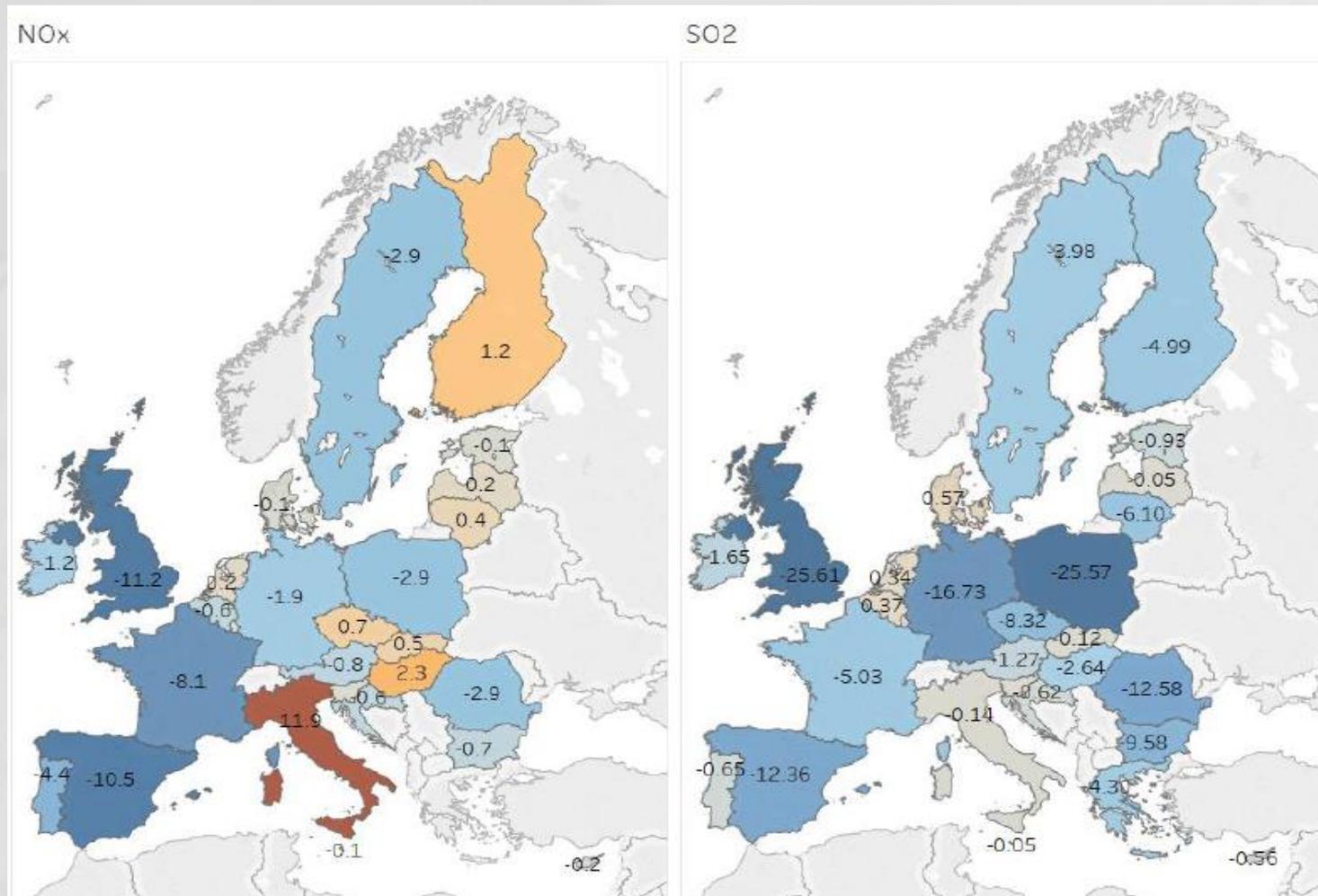
(이메일: jhbae@jnu.ac.kr)

에너지 전환에서 재생에너지의 역할과 이슈

에너지 전환의 필요성과 이슈

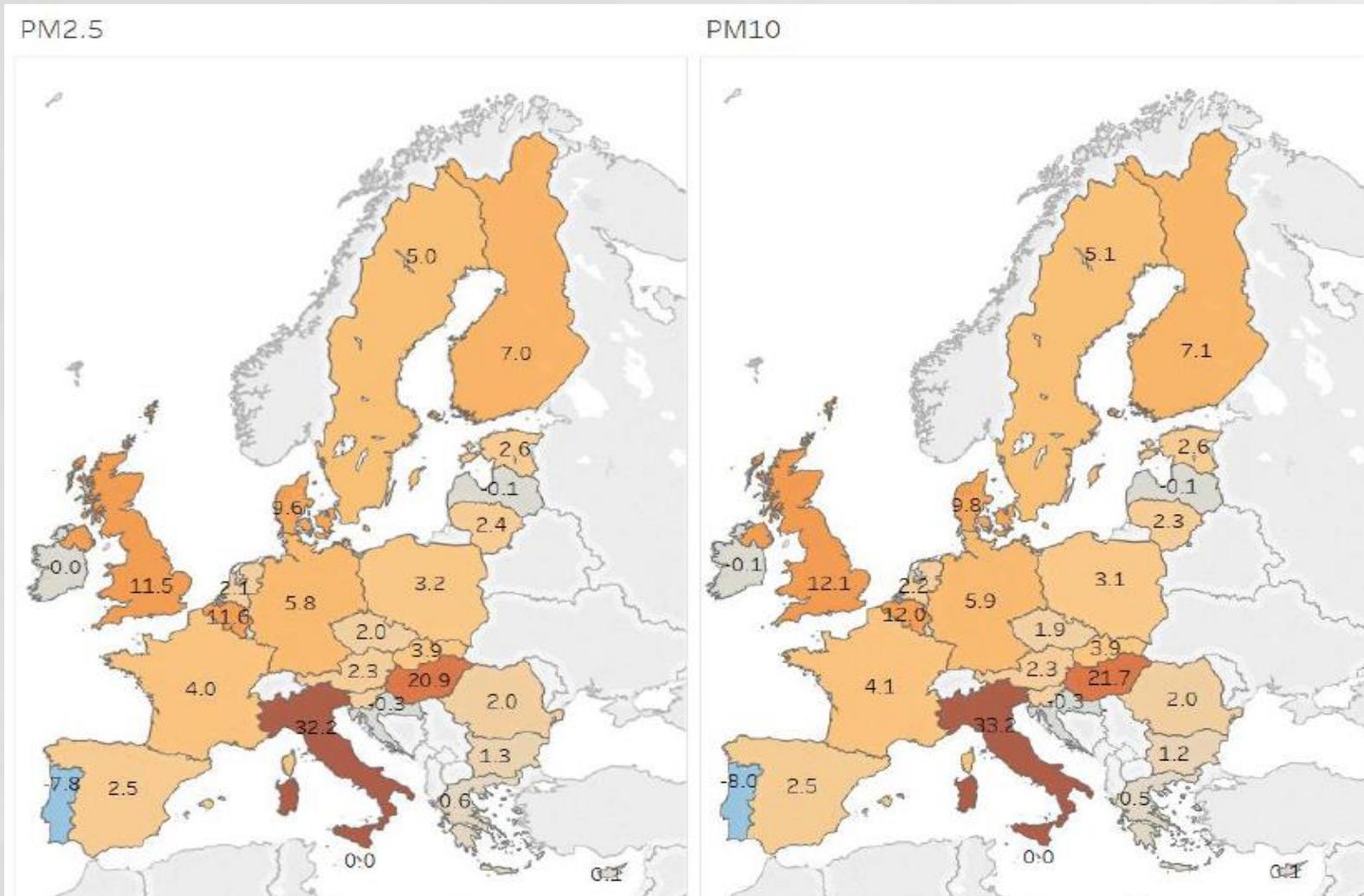
- 화석에너지에서 재생에너지로의 전환은 세계적 추세
 - 기후변화 가속화, 대기오염 문제 심화, 화석에너지 고갈, 에너지 국산화를 통한 에너지 안보, 일자리 창출 등이 driving factors!
- 재생에너지의 명과 암
 - 재생에너지는 클린에너지이지만 다양한 문제를 야기
 - 태양광, 풍력과 같은 간헐성 에너지 자원은 기저부하 역할에 한계
 - 출력 변동성 문제로 전력 품질 저하 문제
- ‘문제가 있는 곳에 혁신이 있다!’
 - 간헐성, 변동성 문제 해결을 위해 ESS (보조서비스) 시장 발달
 - 소규모 분산형 전력자원의 효율적 활용을 위한 가상발전시스템 (VPP) 및 블록체인 기반 P2P 시스템 개발
 - 변동성 재생에너지의 전력공급 예측력 개선을 위한 빅데이터 기반 전력예측시스템 개발 (드론, IoT 활용 등)
 - REC 시장 가격 변동성 문제: 수요독점적 시장 구조의 개선 필요 (민간 부문의 시장 진입 허용)

유럽의 재생에너지 소비증가가 대기오염배출에 미친 영향 (2005-2015)

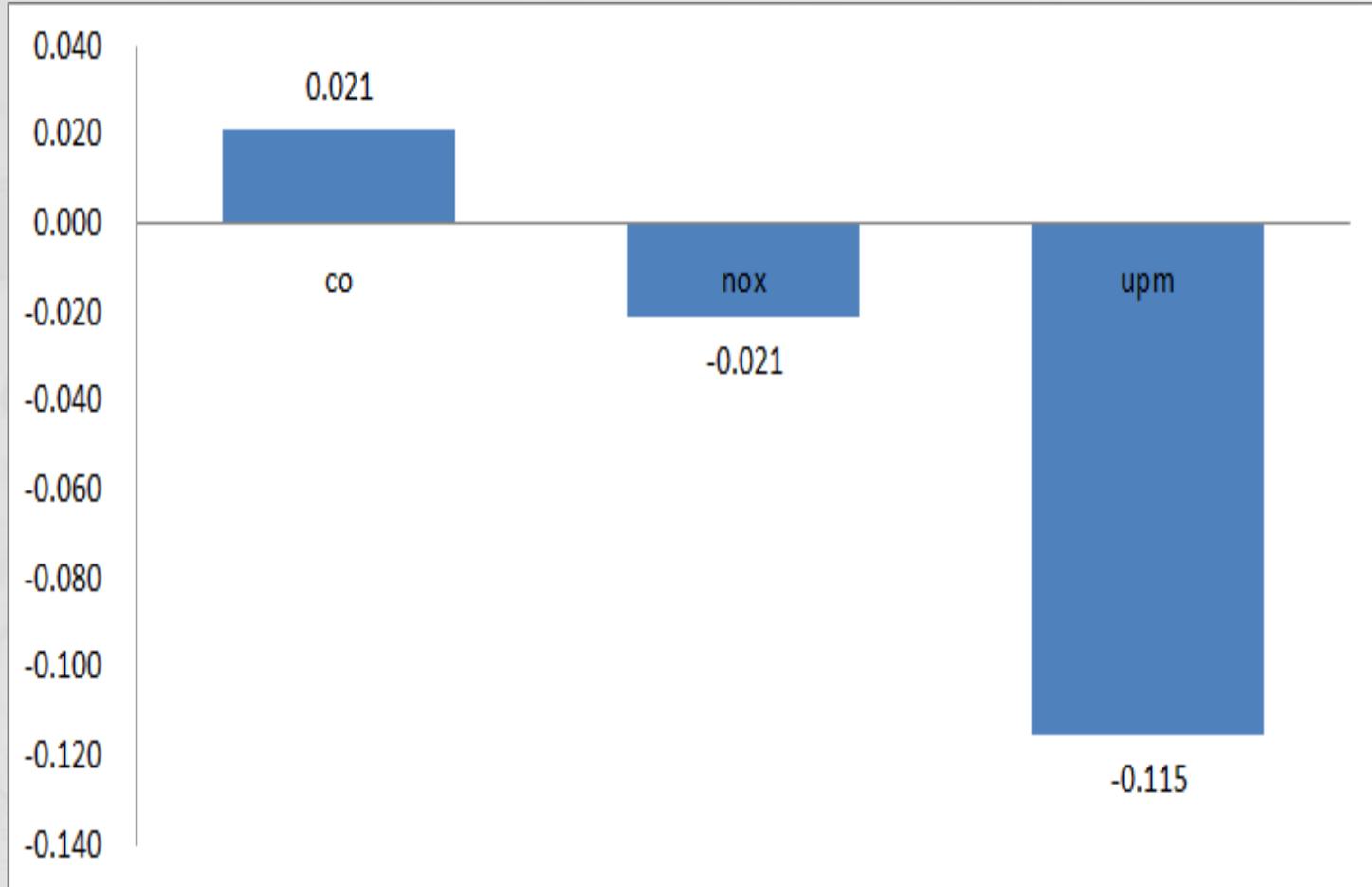


Source: European Topic Centre on Climate change mitigation and energy, 2019, 'Impacts of renewable energy on air pollutant emissions'

유럽의 재생에너지 소비증가가 대기오염배출에 미친 영향 (2005-2015)



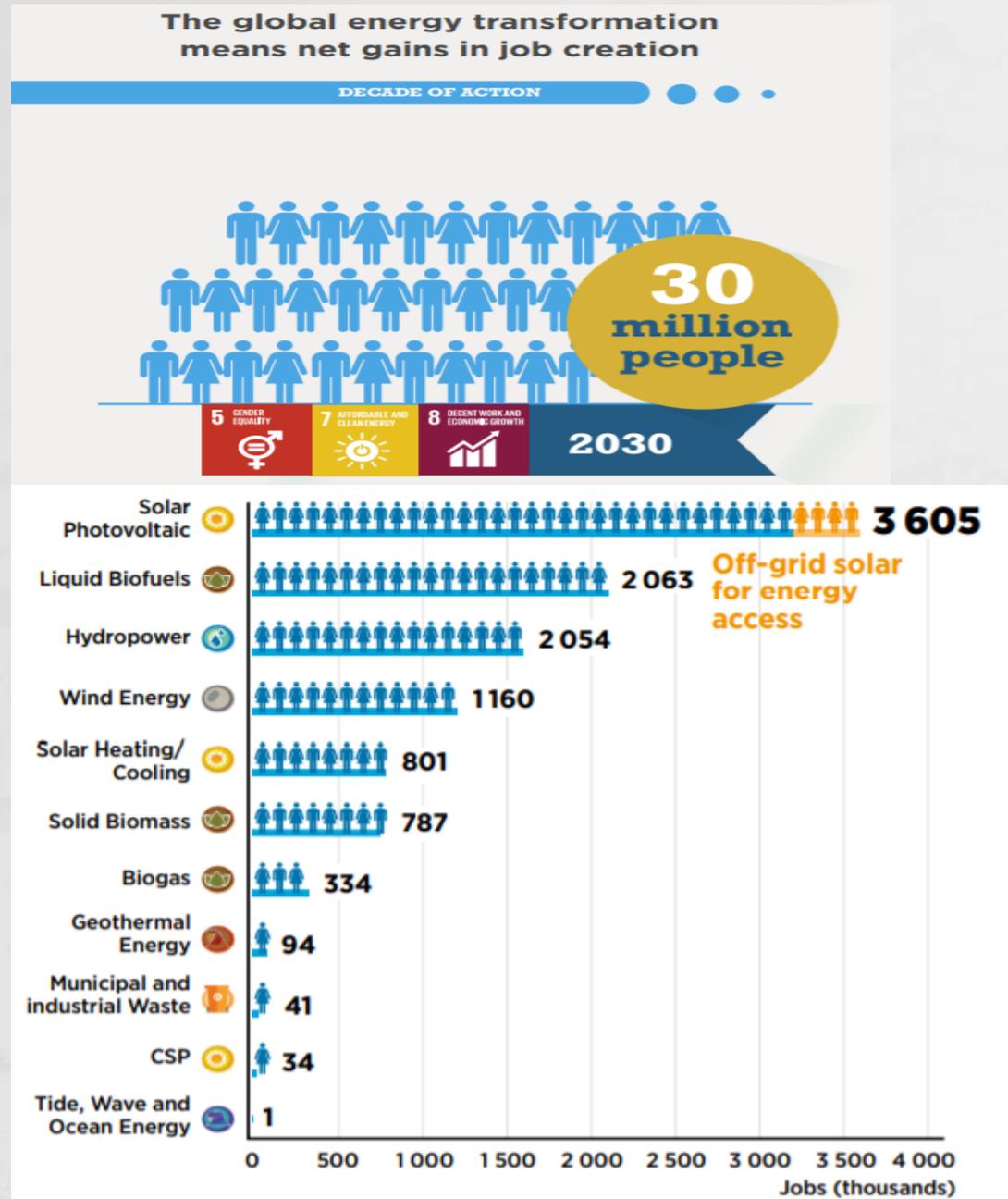
한국: 신재생에너지 1% 증가가 대기오염 배출 증가율에 미치는 영향



배정환, 정서림, 2020, '신재생에너지의 확산이 대기오염 배출 저감에 미치는 영향 분석', New & Renewable Energy Forthcoming

재생에너지의 일자리 창출 효과

- IRENA (2019)에 의하면 2018년 기준 11백만명이 재생에너지 산업에 고용됨
- 태양광 3.6백만명, 바이오연료 2백만명, 수력 2백만명, 풍력 1.1백만명 고용
- 2030년에는 에너지 전환을 통해 3천만개의 새로운 일자리가 창출될 전망



국내외 재생에너지 보급 및 투자 현황

국내 신재생에너지 보급 현황

- 2018년 총1차에너지 생산량: 302,065천 TOE
- 신재생에너지 생산비중: 5.25%
 - 2017년 4.62%이고, 2007년 2.04% 대비 2.58%p 증가
 - 2018년 17,837,507TOE가 생산됨
- 2018년 신재생에너지 믹스
 - 폐기물이 50.9%로 가장 많은 비중을 차지함
 - 바이오에너지가 24.9%, 태양광이 11.1%로 뒤를 이음
 - 수력 4.0%, 풍력 2.9%, 연료전지 2.1%

❖ 에너지원별 생산 비중 비교

(단위 : toe)

| 구 분 | 2017 | | 2018 | | 전년대비 증감 | | 기여도 (%) | |
|-------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|---------|-------|
| | 생산량 | 비중(%) | 생산량 | 비중(%) | 생산량 | 증감율(%) | | |
| 1차에너지(천toe) | 302,066 | 100.00 | 307,501 | 100.00 | 5,435 | 1.80 | - | |
| 신·재생에너지 | 16,448,380 | 5.45 | 17,837,507 | 5.80 | 1,389,127 | 8.45 | 100.0 | |
| 재생에너지 | 15,861,216 | 5.25 | 17,098,676 | 5.56 | 1,237,460 | 7.80 | 89.1 | |
| 신에너지 | 587,164 | 0.19 | 738,831 | 0.24 | 151,667 | 25.83 | 10.9 | |
| 재생에너지 | 태양열 | 28,121 | 0.2 | 27,395 | 0.2 | △725 | △2.6 | △0.1 |
| | 태양광 | 1,516,343 | 9.2 | 1,977,148 | 11.1 | 460,805 | 30.4 | 33.2 |
| | 풍력 | 462,162 | 2.8 | 525,188 | 2.9 | 63,026 | 13.6 | 4.5 |
| | 수력 | 600,690 | 3.7 | 718,787 | 4.0 | 118,097 | 19.7 | 8.5 |
| | 해양 | 104,256 | 0.6 | 103,380 | 0.6 | △876 | △0.8 | △0.1 |
| | 지열 | 183,922 | 1.1 | 205,464 | 1.2 | 21,542 | 11.7 | 1.6 |
| | 수열 | 7,941 | 0.0 | 14,725 | 0.1 | 6,784 | 85.4 | 0.5 |
| | 바이오 | 3,598,782 | 21.9 | 4,442,376 | 24.9 | 843,594 | 23.4 | 60.7 |
| | 폐기물 | 9,358,998 | 56.9 | 9,084,212 | 50.9 | △274,786 | △2.9 | △19.8 |
| | 신에너지 | 연료전지 | 313,303 | 1.9 | 376,304 | 2.1 | 63,001 | 20.1 |
| I G C C | | 273,861 | 1.7 | 362,527 | 2.0 | 88,666 | 32.4 | 6.4 |

한국에너지공단, 2019, '2018년 신재생에너지 백서'

❖ 국내 신재생에너지 생산 추이



한국에너지공단, 2018, ' 신재생에너지 보급통계 '

❖ 에너지원별 발전 비중 비교

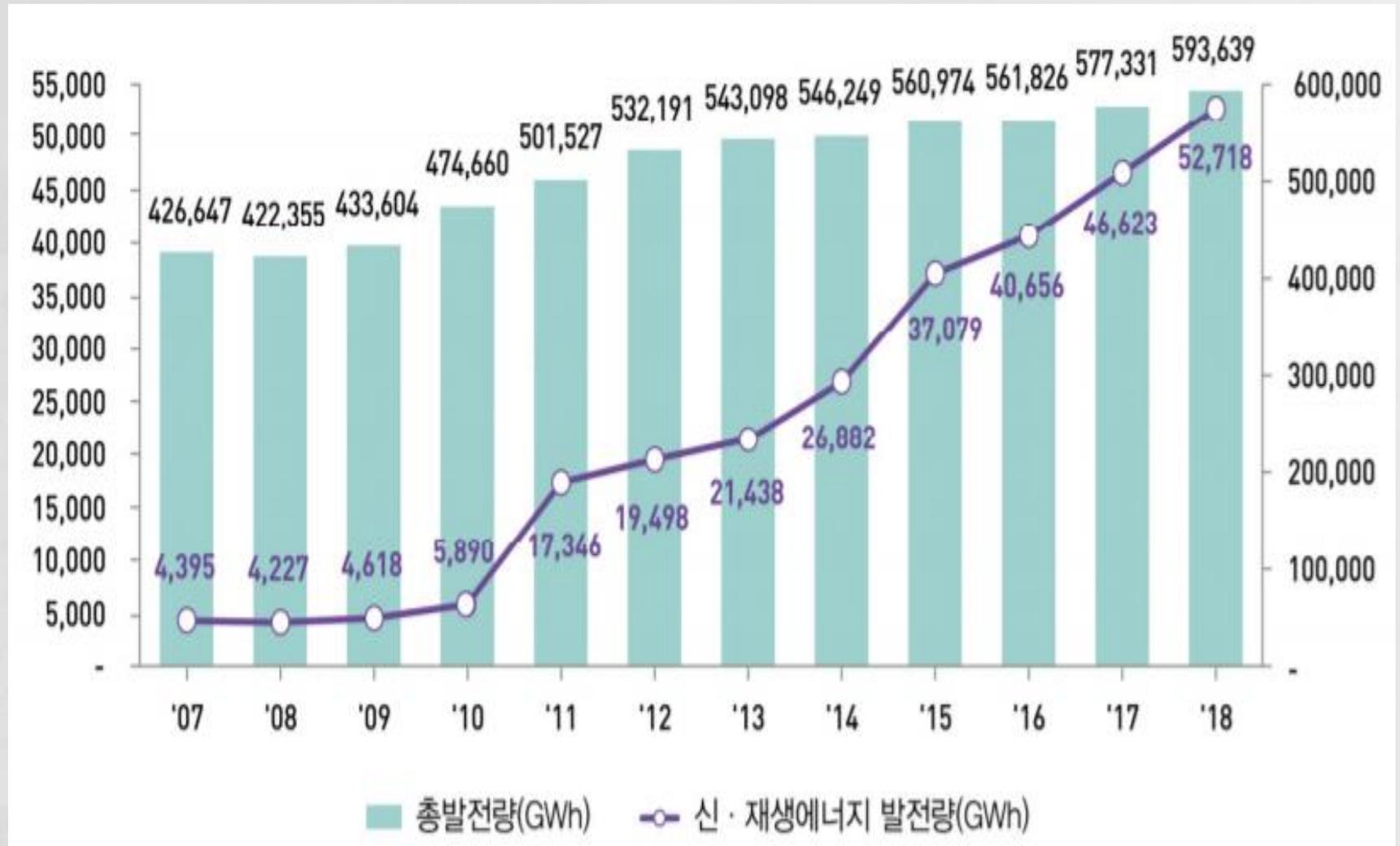
(단위 : MWh)

| 구 분 | 2017 | | 2018 | | 전년대비 증감 | | 기여도 (%) | |
|---------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-----------|---------|------|
| | 발전량 | 비중(%) | 발전량 | 비중(%) | 발전량 | 증감율(%) | | |
| 총 발전량 | 577,331,030 | 100.00 | 593,638,916 | 100.00 | 16,307,886 | 2.82 | - | |
| 신·재생에너지 | 46,623,321 | 8.08 | 52,718,258 | 8.88 | 6,094,937 | 13.07 | 100.00 | |
| 재생에너지 | 43,868,299 | 7.60 | 49,251,304 | 8.30 | 5,383,005 | 12.27 | 88.32 | |
| 신에너지 | 2,755,022 | 0.48 | 3,466,954 | 0.58 | 711,932 | 25.84 | 11.68 | |
| 재생에너지 | 태양광 | 7,056,219 | 15.1 | 9,208,099 | 17.5 | 2,151,880 | 30.5 | 35.3 |
| | 풍력 | 2,169,014 | 4.7 | 2,464,879 | 4.7 | 295,865 | 13.6 | 4.9 |
| | 수력 | 2,819,882 | 6.0 | 3,374,375 | 6.4 | 554,492 | 19.7 | 9.1 |
| | 해양 | 489,466 | 1.0 | 485,353 | 0.9 | △4,113 | △0.8 | △0.1 |
| | 바이오 | 7,466,664 | 16.0 | 9,363,229 | 17.8 | 1,896,565 | 25.4 | 31.1 |
| | 폐기물 | 23,867,053 | 51.2 | 24,355,370 | 46.2 | 488,317 | 2.0 | 8.0 |
| 신에너지 | 연료전지 | 1,469,289 | 3.2 | 1,764,948 | 3.3 | 295,659 | 20.1 | 4.9 |
| | I G C C | 1,285,733 | 2.8 | 1,702,006 | 3.2 | 416,272 | 32.4 | 6.8 |

주) 국내 총발전량은 사업자+상용자가+신재생자가용 합계임

한국에너지공단, 2018, '신재생에너지 보급통계'

신재생발전량 추이



한국에너지공단, 2018, '신재생에너지 보급통계'

전세계 재생에너지 현황

- 2016년 기준 전세계 최종에너지 소비의 18.2%가 신재생에너지로 공급
 - 현대식 재생에너지 비중은 10.4%로 열에너지(바이오매스, 지열, 태양열) 7.8%, 수력 3.7%, 풍력, 태양광, 바이오매스 발전, 지열발전 1.7%, 바이오연료 0.9%
 - 재래식 재생에너지 비중은 7.8%
- 2016년 기준 최종에너지소비 대비 아이슬란드 89.6%, 뉴질랜드 38.8%, 노르웨이 38.5%, 스웨덴 34.7%, 칠레 31.3%, 오스트리아 30.1%, 핀란드 30.0%, 덴마크 25.1% 등
- 신재생에너지 주요 투자국
 - 중국이 1위이고, 미국, 일본, 인도, 독일이 뒤를 이음
 - 지열 용량은 뉴질랜드, 수력과 태양광, 풍력, 태양열은 중국, CSP, 바이오디젤, 에탄올 용량은 미국이 1위

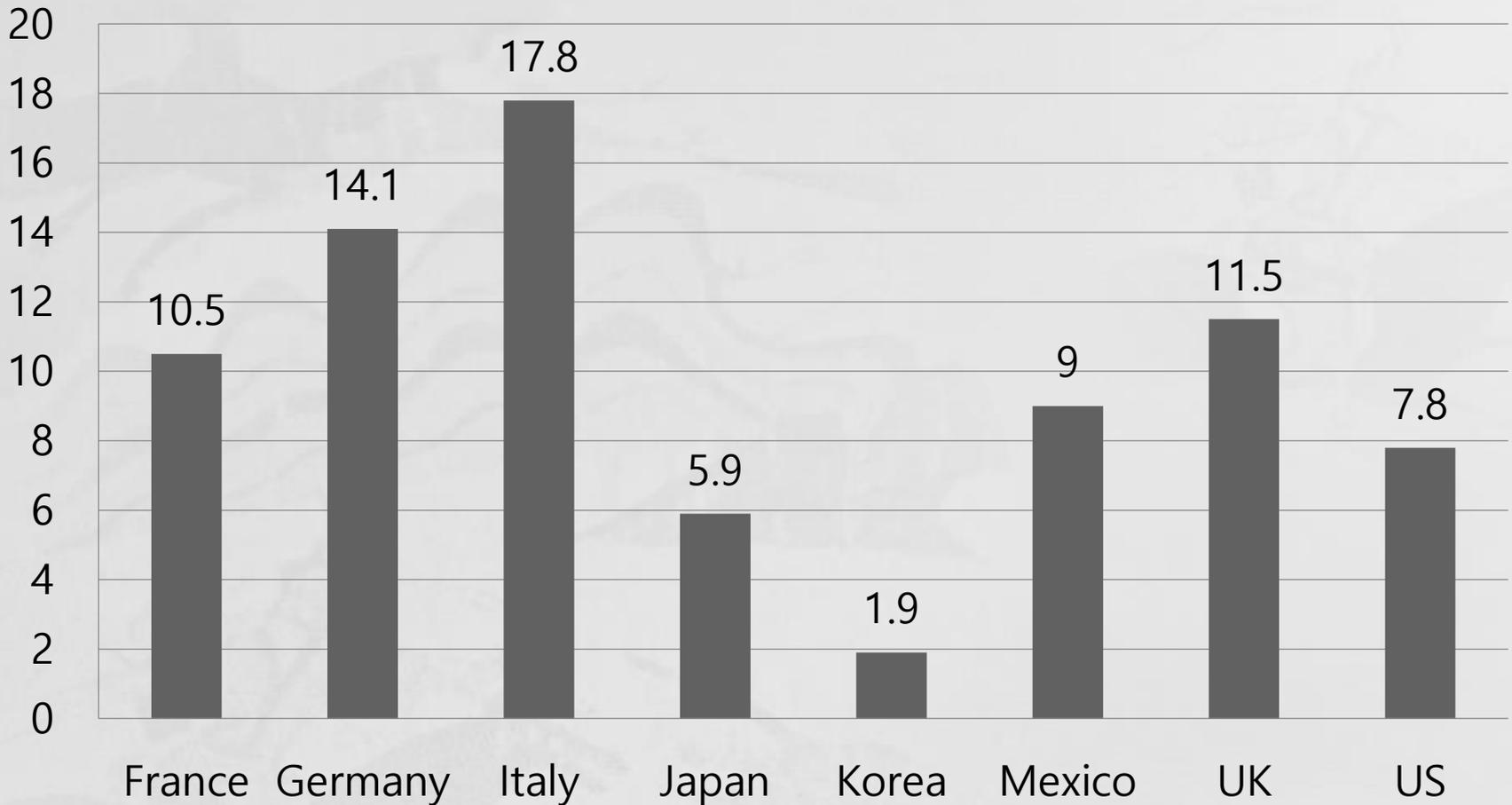
주요국 신재생에너지 생산량 비교 (2018)

신재생에너지 생산량 (GWh)



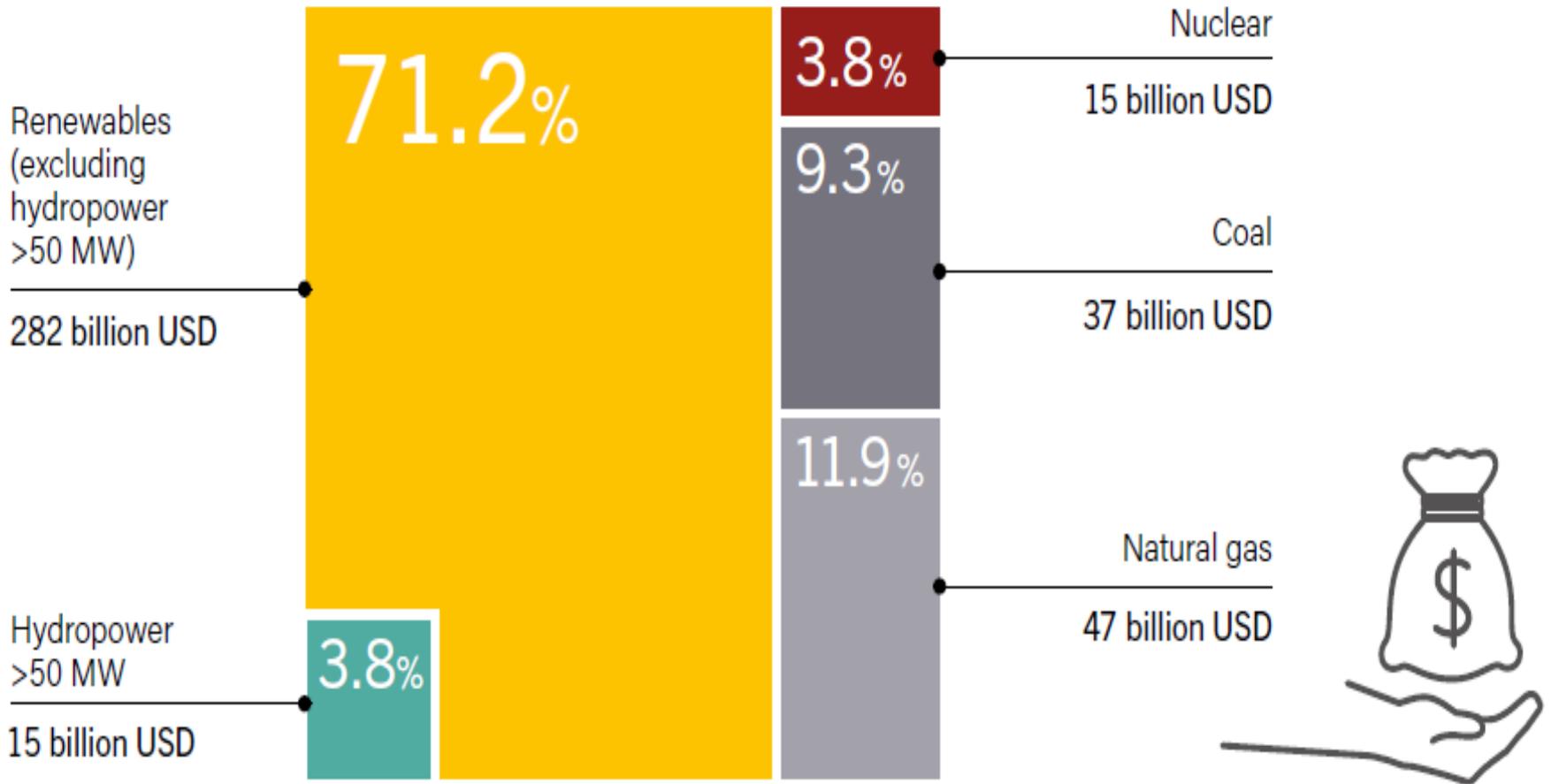
한국에너지공단, 2018, ' 재생에너지 보급통계 '

신재생에너지 비중 국제 비교



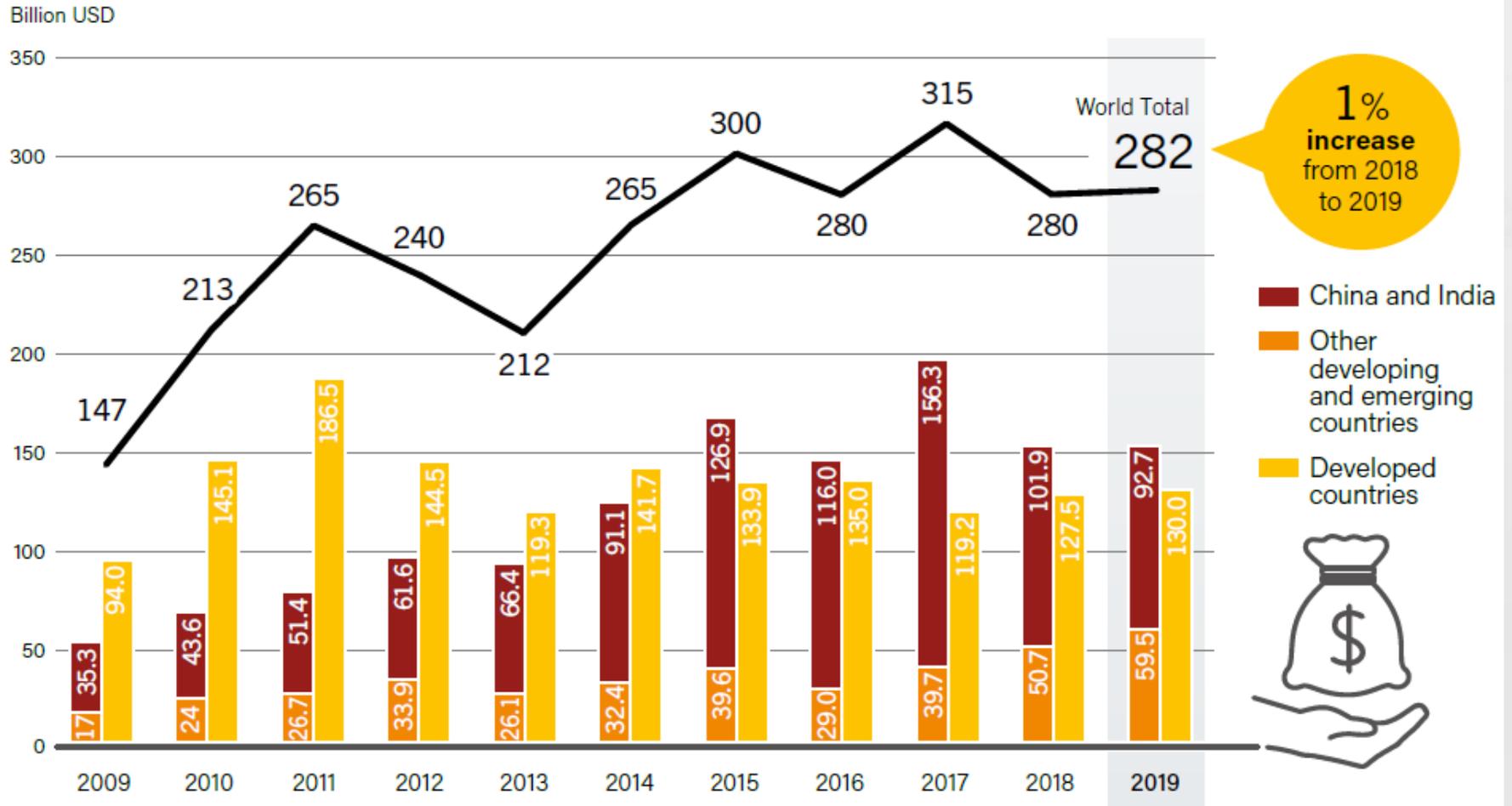
한국에너지공단, 2018, '신재생에너지 백서'

전 세계 재생에너지와 화석에너지 투자 비교



(REN21, 2020, 'Renewables 2020 global status report')

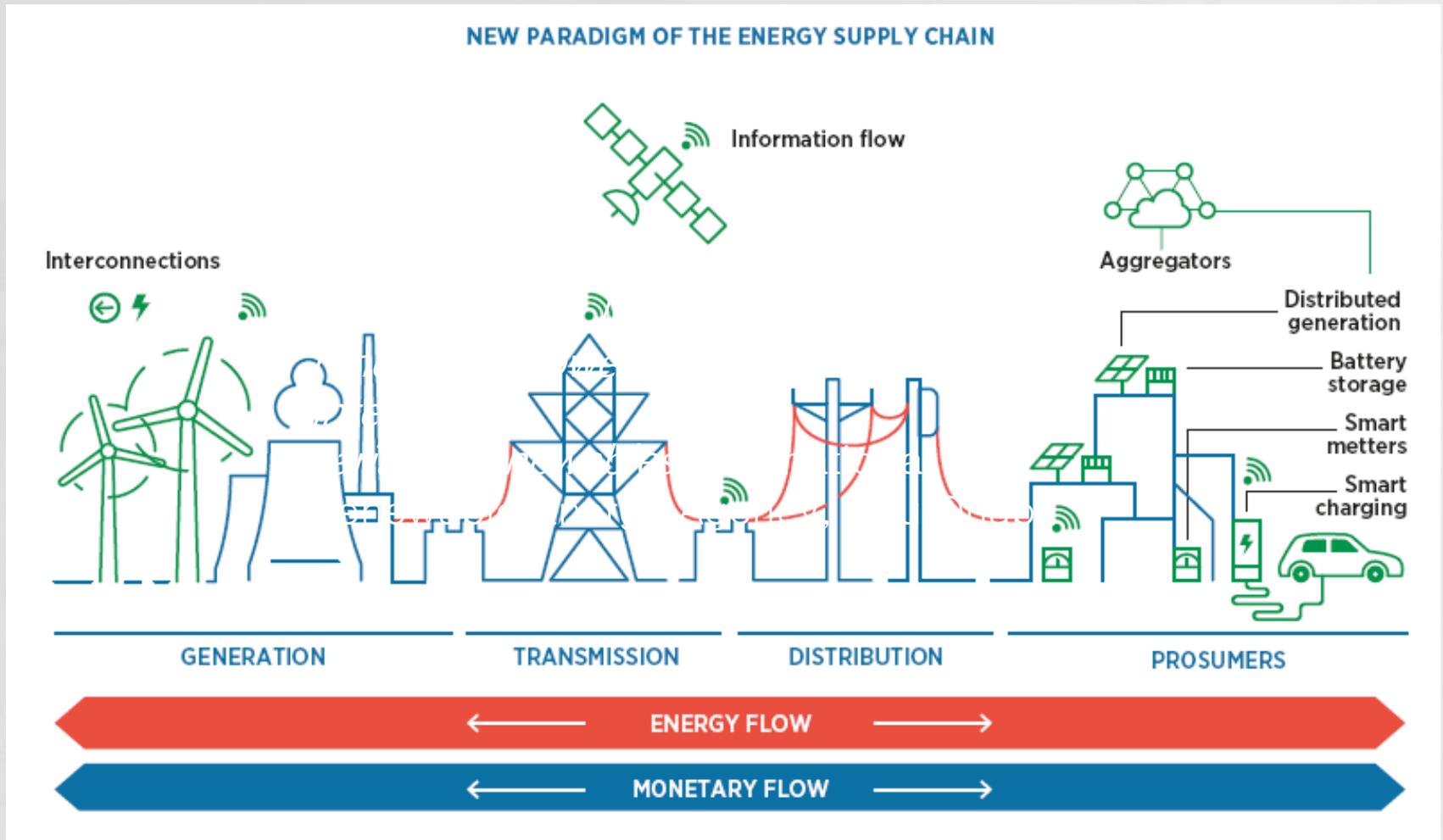
전세계 재생에너지 부문 투자 규모



(REN21, 2020, 'Renewables 2020 global status report')

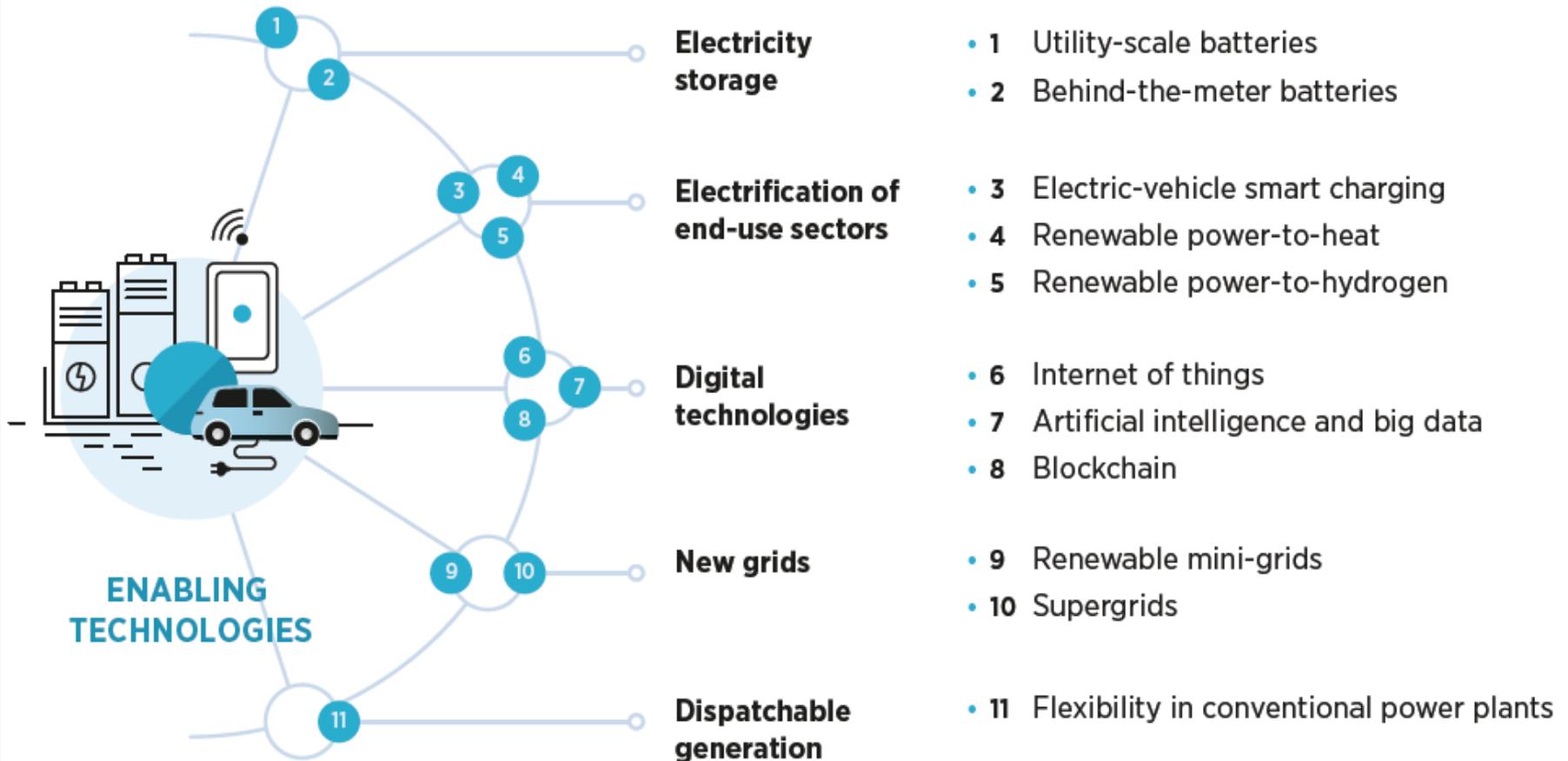
재생에너지와 4차 산업기술 혁신

미래 에너지 공급망

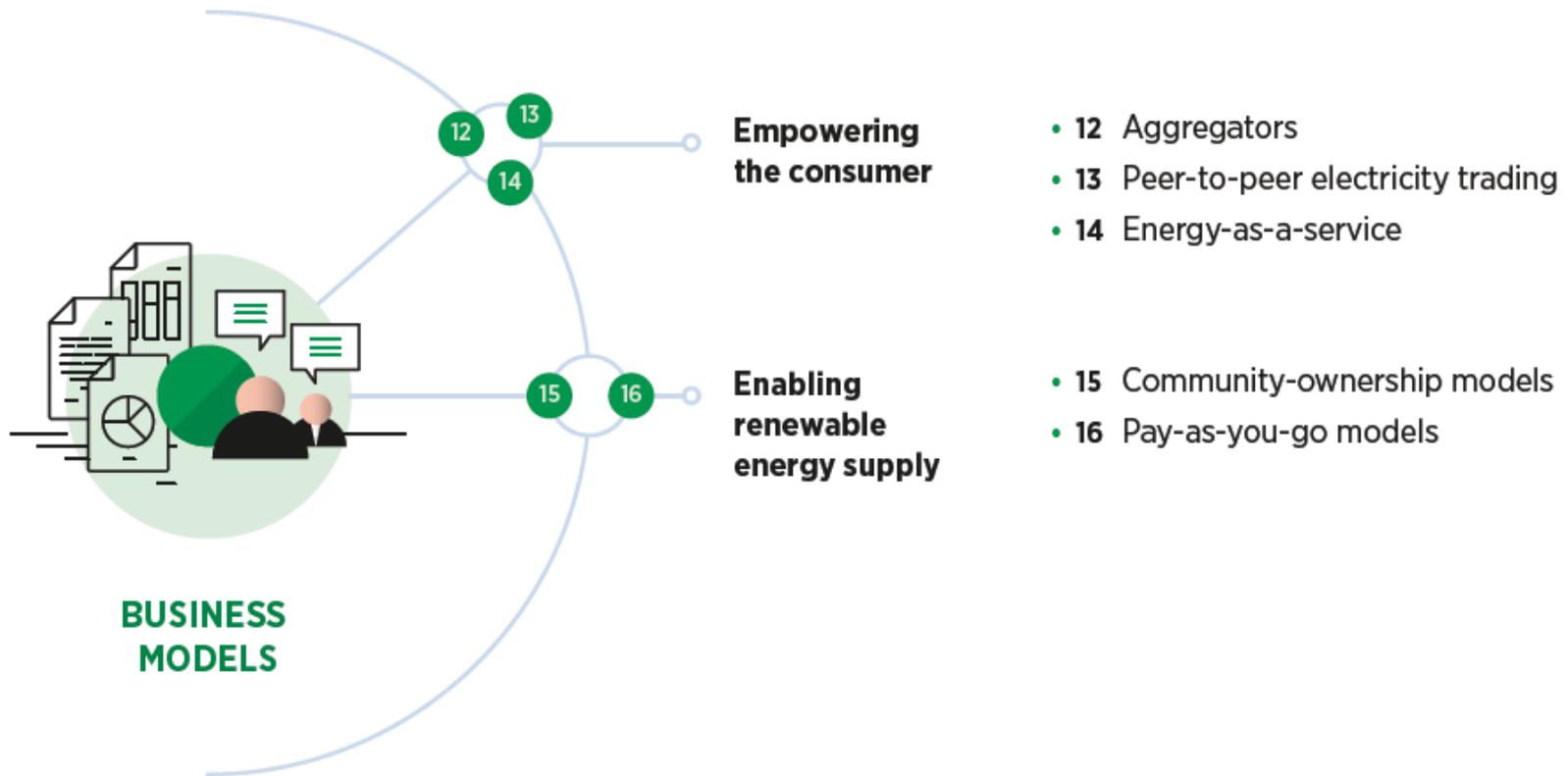


IRENA (2019), *Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

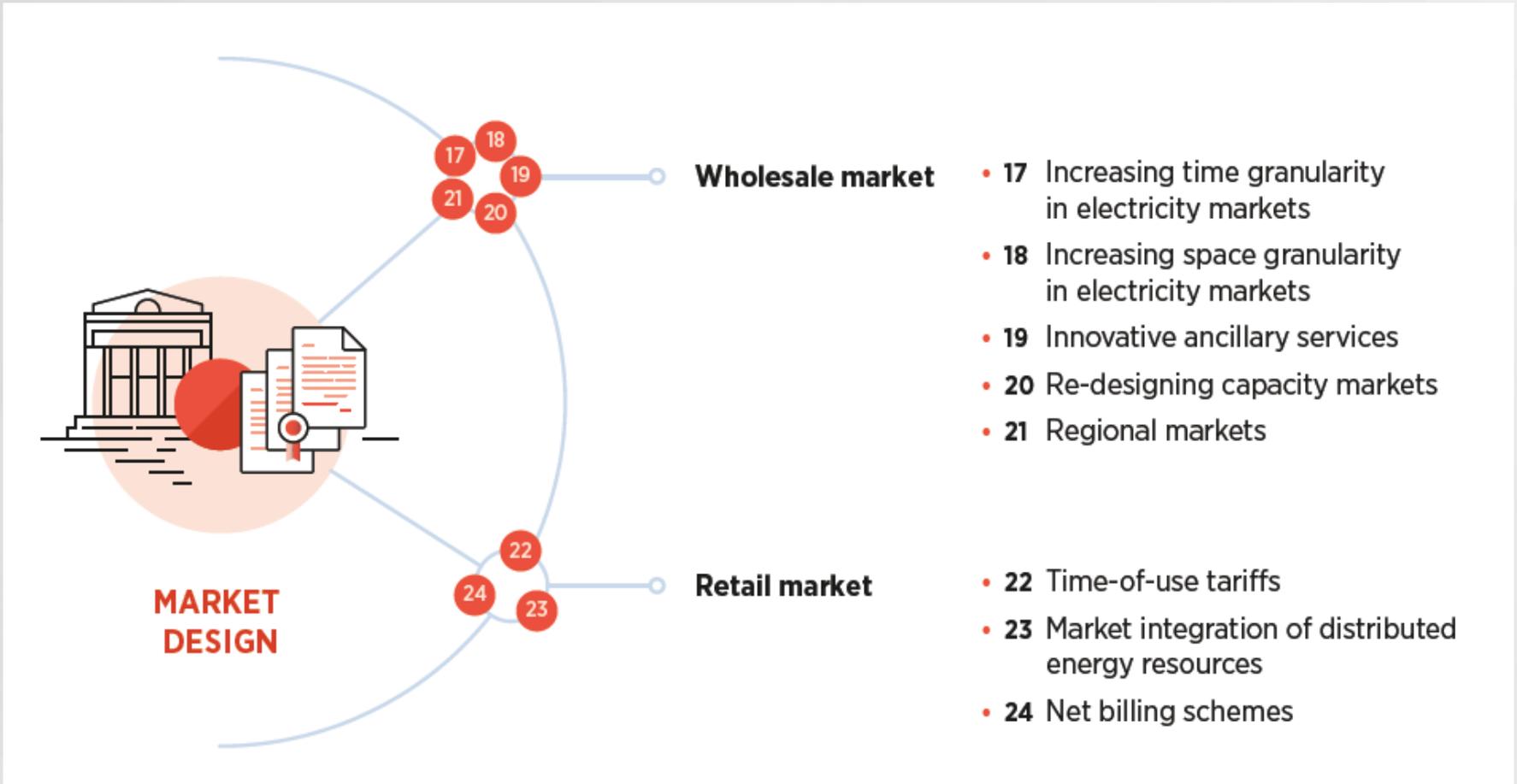
재생전력 확산을 위한 혁신 기술



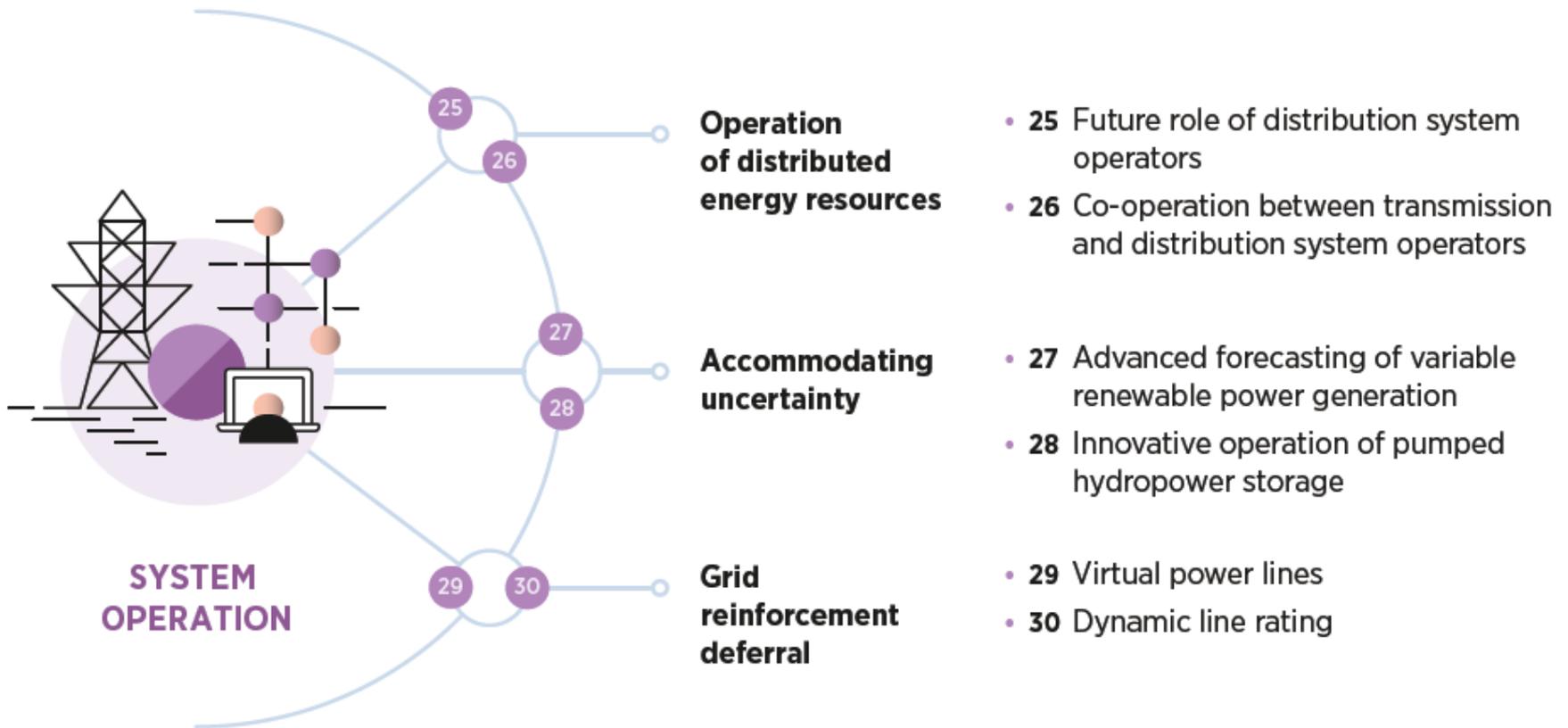
BM 혁신 솔루션



시장 설계 혁신 방안



시스템 운영 혁신 솔루션



재생에너지 확산을 위한 과제

REC 시장 이슈

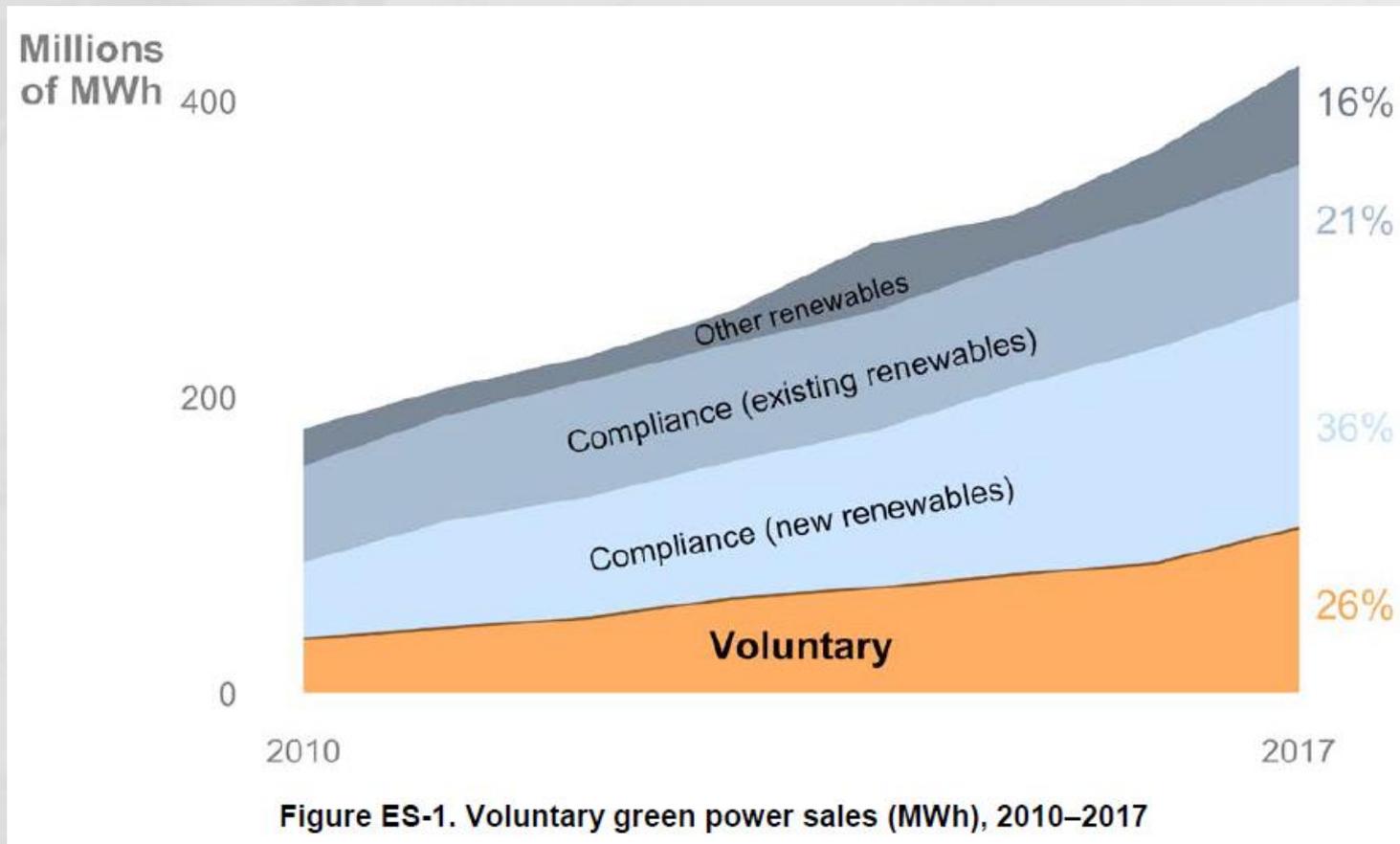
- 단기현물시장 평균가격은 '19년 1월 75,000원에서 '20년 3월 29,956원으로 60% 하락
 - 재생에너지 생산비 하락에 따른 요인이외 구조적, 제도적 요인이 존재
 - RPS 의무대상 발전사들의 수요과점적 지위, REC 공급 대비 낮은 수준의 RPS의 무비율, REC누적초과공급비축량의 지속적 증가(2019년 146% 증가) 등이 요인
- 양방향 REC 현물거래시장의 스프레드(최고가와 최저가 차이) 변동성이 증가하고 있어 재생에너지 사업 투자 불확실성이 증가함
- REC 단기현물거래시장의 스프레드 변동성이 높은 상황이므로 신재생에너지 사업자의 기대수익 안정화를 위해서는 스프레드 허용폭을 제한할 필요(허용폭을 초과할 경우 주식시장의 서킷 브레이크와 같은 안정화 장치 필요)
- 장기적으로 발전사 중심 REC 시장에 대해 민간 참여를 확대할 필요(미국은 전체 REC 시장에서 RPS가 74%, 자발적 구매가 26%)

미국의 녹색전기 구매 방법

- Utility green pricing programs: 유틸리티는 가게 및 타 부문에 녹색전기를 판매하고 REC를 상계
- utility renewable contracts: 가정부문 이외 부문에서 유틸리티와 계약을 맺고 REC 구매 또는 유틸리티 green tariff 를 통해 인증서 획득
- Unbundled RECs: 대규모 녹색전기 생산자가 전력도매시장 및 REC 시장에 판매할 수 있음 (구매자도 주로 대규모 전기 소비자)
- Power purchase agreements: 비가계부문이 맺는 장기 계약
- competitive suppliers: 전력회사 이외에서 생산된 녹색전기를 소비자가 구매 하도록 한 제도 (전력회사는 송배전 담당)
- Community choice aggregations: 정부에서 관리하며 가게 및 소상공인 중심
- Community solar programs: 유틸리티가 생산한 태양광을 가입자가 bill credit 형태로 구매하여 이익을 얻음 (REC가 거래되지는 않음)

미국의 자발적 녹색전력 판매량 추이

- 2017년 5.5백만명의 소매전기소비자가 112백만MWh의 녹색전기 구매 (미국 전체 소매전기판매의 3% 수준)



Source: O'Shaughnessy, E., et al., 2018, 'Status and trends in the U.S. Voluntary green power market', NREL/TP-6A20-72204

미국의 녹색전기 구매 방법

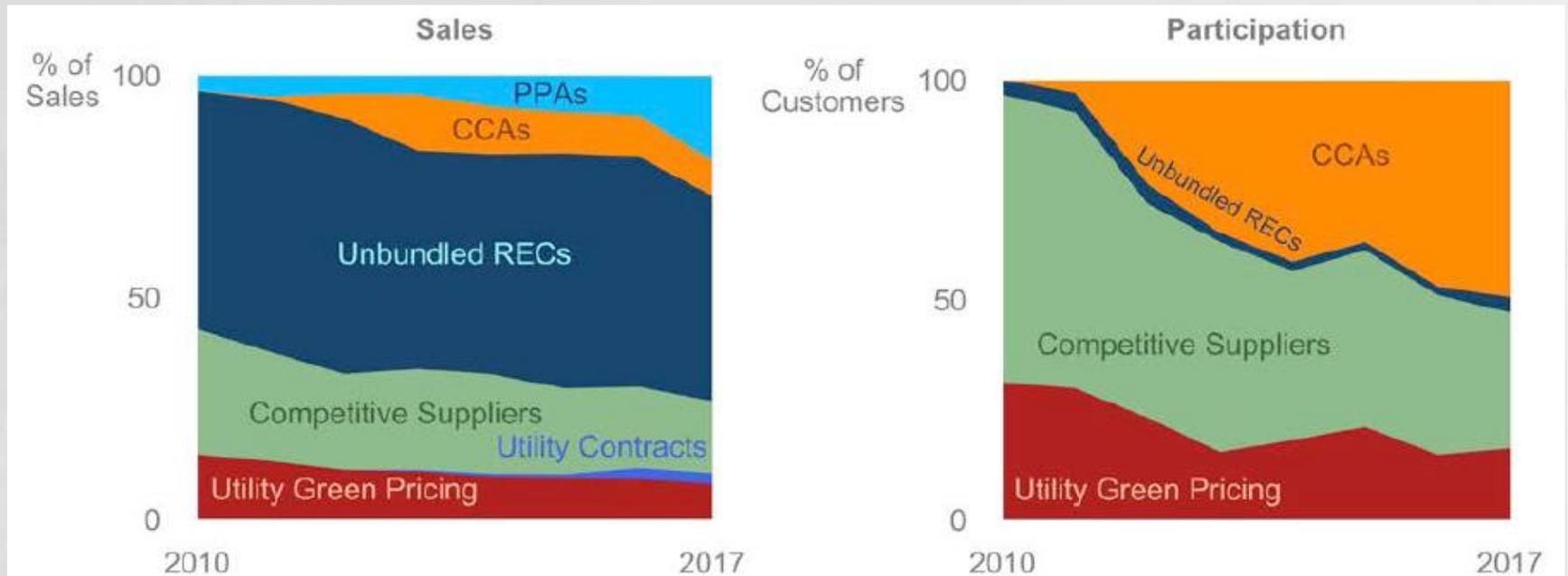


Figure ES-2. Voluntary green power market shares of different products in terms of sales (left) and customers (right), 2010–2017

PPA = power purchase agreement; CCA = community choice aggregation; REC = renewable energy certificates

Source: O'Shaughnessy, E., et al., 2018, 'Status and trends in the U.S. Voluntary green power market', NREL/TP-6A20-72204

에너지 전환의 시사점

- 재생에너지 보급 과정에서 발생하는 다양한 문제들을 해결하는 과정에서 '혁신' 과 '신시장 창출' 기대
- 특히 기술적인 측면에서 우리나라는 IT 강국이라는 점에서 재생에너지 확산에 유리한 조건
- 그러나 AI, IoT, 빅데이터, 드론, 3D 프린터 등 4차 산업기술이 중국, 미국, 일본 등에 비해 기술개발 수준이 떨어진다는 점에서 지속적인 투자 필요
- 특히, 시장 및 제도적 측면에서도 재생에너지 인증서 시장의 민간 개방, 실시간 전력요금제, 개인간 전력거래 허용 등 새로운 시도가 필요함
- 소규모 재생전력에 대한 중개거래시장 활성화를 위해서는 ESS와 태양광에 대한 단지내 설치 규제 완화 필요
- 에너지 산업을 2차 산업에서 서비스 중심의 3차 산업으로 전환할 필요

Thanks for paying attention to my
presentation!