2020년 9월호

그린에너지뉴딜 브리프

KETEP 한국에너지기술평가원

에너지정책센터가 전하는 에너지 정책·산업·기술 분석 보고서

KOREA INSTITUTE OF ENERGY TECHNOLOGY EVALUATION AND PLANNING

목 차

경제위기 극복과 각국의 그린뉴딜 전략 5

제주도 풍력발전 출력제어(Curtailment)로 본 재생에너지 수용성 확보 방안 19

PD 인사이트
- 제철공정의 온실가스 감축 동향 35

주요 단신
- 최신 리포트 41
- 화제의 기사

경제위기 극복과 각국의 그린뉴딜 전략

정회성 책임연구원(hschung@ketep.re.kr)

[정책동향]
경제위기 극복과 각국의 그린뉴딜 전략

COVID-19로 촉발된 경제 위기상황 극복을 위한 각국의 경제부흥 정책이 경쟁적으로 발표되고 있다. 우리 정부도 지난 7월 14일 대통령 주재 한국판 뉴딜 국민보고대회(제7차 비상경제회의)에서 「한국판 뉴딜 종합계획」을 발표했다.
다른 나라 정책과의 비교를 통해서 우리 그린뉴딜 계획에 보완할 부분은 없는지 시사점을 발굴해 보고자 한다.

SUMMARY

◆ 글로벌 경기부양 수단 중 '기후 위기' 대응 조치를 우선 시행해야 한다는 공감대

- (IEA) 세계적으로 6대 분야, 3년간 $1 trillion 투자가 적정할 것으로 예상
- (미국) 유력 대통령 후보 바이든, 지속가능한 인프라와 청정에너지 구축에 4년간 $2 trillion 투자 공약
- (EU) 유럽연합은 13개 정책, 10년간 €1 trillion 투자 계획

◆ 한국형 그린 뉴딜은 3대 분야 8개 추진과제에 5년간 73.4조원 투자

- (인프라) 생활환경 녹색 전환으로 기후·환경 위기 대응 안전망 공고화
- (에너지) 저탄소·분산형 에너지 확산, 전환과정에서 소외된 계층·지역 보호
- (녹색산업) 혁신적 녹색산업 기반을 마련하여 저탄소 산업생태계 구축

◆ 각국 그린 뉴딜의 유사점/차이점

- (유사점) 경기부양, 에너지전환 가속화 과정에서 경제적 격차가 발생하지 않도록 취약 계층, 취약 산업을 포용하는 정책도 같이 추진
- (차이점) 대부분 국가에서 '그린 뉴딜' 통해 두 마리 토끼(경기침체, 기후위기) 잡으려는 노력. 다만, 한국은 경기부양, 미국/EU는 기후위기 대응에 방점

◆ 시사점

- 도전적 목표(Net-zero), 5년 이후 장기 계획에 대한 구체적 논의 필요
- 대형 국책사업의 컨트롤타워 기능 필요

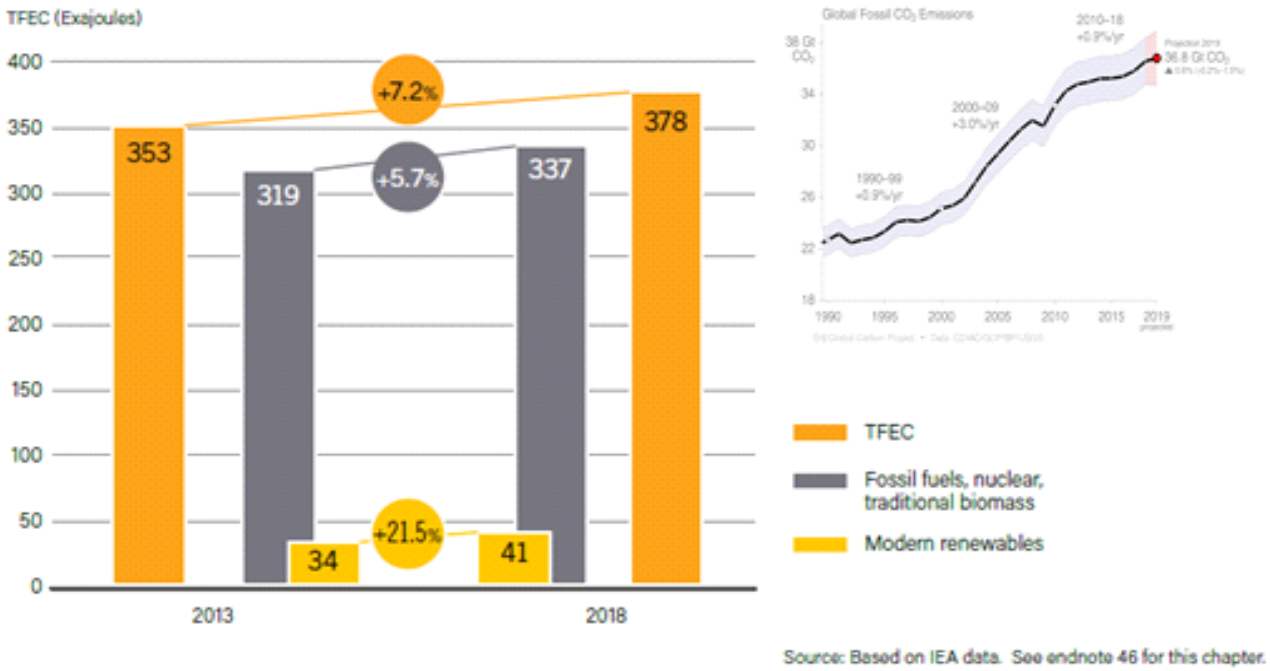
글로벌 경기부양 수단으로서의 그린 뉴딜

◈ 파리협약 이후 일반 시민의 기후변화 위기의식 보편화, 기후변화 대응 문제는 다보스포럼·G20정상회의 등 글로벌 다자협의체 최우선 아젠다로 부상

◈ COVID-19 확산 본격화 전, 각국은 UN에 장기저탄소발전전략(LEDS) 제출(~'20년말) 앞두고 탄소중립(Net-zero)과 같은 야심찬 목표와 과감한 재정투자 계획을 수립 중이었음

- 노르웨이(2030년), 스웨덴(2045년), 영국·프랑스·스페인·뉴질랜드(2050년) 등 73개국('19.12월 기준)은 2050년 전까지 Net-zero 선언하고 법제화 추진
- 美 하원 '그린뉴딜 결의안'('19.1월), EU '유럽 그린딜' 전략('19.12월) 발표
- '13년~'18년 태양광·풍력 등 재생에너지 확대가 빠르게 진행(21.5%)되고 에너지소비 증가의 1/3을 재생에너지가 차지하고 있음에도 불구하고 총 에너지소비에서 차지하는 비중은 여전히 과소(10.8%), 이에 반해 CO2 연간 배출량은 '19년 사상 최고치 경신

〈재생에너지 성장, 글로벌 CO_2 연간 배출량〉

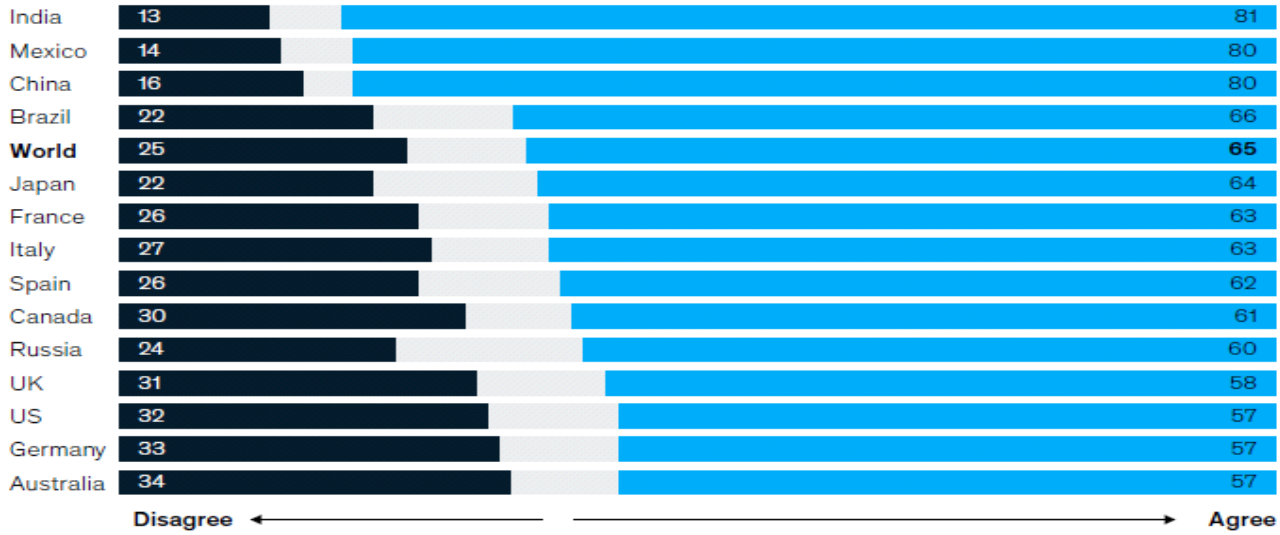


◈ 팬대믹으로 글로벌 경제가 최악의 상황에 직면하면서 각국 정부가 수립하고 있던 기후위기 대응 재정투입계획의 규모는 커지고, 일정은 앞당겨지는 추세

- 조 바이든 美 대통령후보와 민주당은 기후위기 극복을 위해 $2 trillion(향후 4년), 최대 $16 trillion(향후 10년) 재정 투입 공약을 발표
- 신규설비뿐만 아니라 기존 화석연료 사용을 획기적으로 줄일 수 있는 에너지전환에 투자함으로써 경제회복과 환경보존을 동시 달성하는 전략 필요

◈ 매킨지 보고서에 의하면, 일반 응답자 65%는 정부의 경기부양 수단 선정시 기후변화 문제해결과 관련하여 그 우선순위를 고려해야 한다는데 찬성

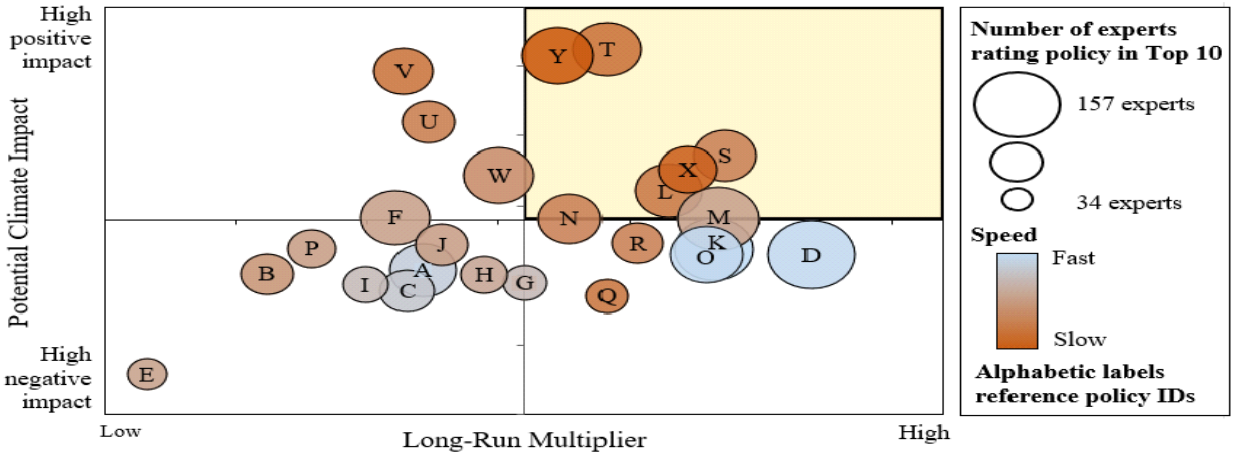
〈설문조사: 경제위기 극복 과정에서 정부는 기후변화 우선순위를 고려해야한다는데 동의하십니까?〉



자료: How a post-pandemic stimulus can both create jobs and help the climate(Mckinsey & Company, '20.5.)

◈ 옥스퍼드 스미스스쿨(SSEE) 보고서는 전문가 설문조사를 바탕으로 기후변화에 긍정적인 영향을 미치는 5가지 정책 추천 ①청정에너지 인프라투자, ②건물효율향상, ③코로나·에너지전환(탈탄소화)로 인한 실업자 재교육, ④녹지조성 및 자연생태계 회복, ⑤청정R&D 투자

〈설문조사: 25개 경기회복 정책수단에 대한 전문가 선호도〉



A	Temporary waiver of interest payments	N	Worker retraining
B	Assisted bankruptcy (super Chapter 11)	O	Targeted direct cash transfers or temporary wage increases
C	Liquidity support for large corporations	P	Rural support policies
D	Liquidity support for households, start-ups and SME's	Q	Traditional transport infrastructure investment
E	Airline bailouts	R	Project-based local infrastructure grants
F	Not for profits, education, research, health inst. bailouts	S	Connectivity infrastructure investment
G	Reduction in VAT and other goods and services taxes	T	Clean energy infrastructure investment
H	Income tax cuts	U	Buildings upgrades (energy efficiency)
I	Business tax deferrals	V	Green spaces and natural infrastructure investment
J	Business tax relief for strategic and structural adj.	W	Disaster preparedness, capacity building
K	Direct provision of basic needs	X	General R&D spending
L	Education investment	Y	Clean R&D spending
M	Healthcare investment		

자료: Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?(Oxford SSEE, '20.5.)

IEA, COVID-19 대응을 위한 지속가능한 회복 계획('21~'23년)

◈ 목표 : 경제 성장 촉진, 일자리 창출, 지속가능성 향상

◈ 6대 분야 추진방향

① (전력) 풍력 및 태양광처럼 저탄소 발전기 설치, 전력망 확장 및 현대화

② (수송) 보다 효율적인 전기자동차 및 고속 철도와 같은 청정 운송 수단 확산

③ (건물) 건물 및 가전 제품의 에너지 효율성 향상

④ (산업) 제조, 식품 및 섬유 산업 등에서 사용되는 장비의 효율성 향상

⑤ (연료) 보다 지속 가능한 연료 생산 및 사용

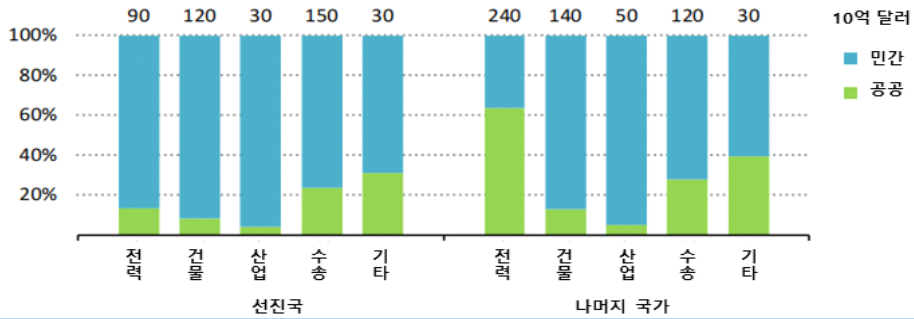
⑥ (기술개발) 수소, 배터리, CCUS, 소형모듈원전(SMR)을 포함한 중요 기술 분야 혁신 촉진

◈ 재정투입 규모와 기대효과

○ **(재정투입)** 연간 약 $1 trillion**(오늘날 세계 GDP의 0.7%)** 필요

- 3천억 달러(30%)는 정부 재정 투입, 7천억 달러(70%)는 민간에서 조달 가능

〈 지속가능한 회복 계획의 연간 공공 및 민간 지출(2021-2023) 〉



○ **(기대효과)** 3년 동안 **900만개** 일자리 창출, 3년 후 **GDP +3.5%**, CO_2 **3.5Gt 감축**

* IEA-IMF 거시경제지표 공동 분석 결과

경제성장	- 매년 세계 성장에 1.1% 기여 (개발도상국의 연간 성장률 약 1.3% 추가 상승) - 계획 미이행시보다 2023년 글로벌 GDP 3.5% 추가 상승
일자리 창출	- 향후 3년 동안 연간 약 900만 개의 일자리 창출 * COVID-19으로 위협 받고 있는 에너지분야 일자리는 약 600만개로 추산 - 유망 분야 : 건물 에너지 효율성 향상, 전력망, 재생 에너지 분야
에너지 지속가능	- 세계 에너지 부문의 탄력성(Resilience) 증가로 미래의 위기에 대비 가능 - 정전 위험 및 손실 감소, 유연성 증가, 풍력 및 태양광과 같은 가변 재생 에너지 통합을 통해 전력 보안 개선 가능
기후대응	- 온실가스 연간 배출량 2023년 45억 톤 감소, 대기오염 배출량 5% 감소 예상 * (CO2) 3.5Gt 감축, (메탄) 0.8Gt CO_2-eq 감축 - 청정 조리 솔루션(4.2억명), 전기보급(2.7억명) 등의 에너지 복지 혜택 확대

◈ 지속가능한 회복 계획 6대 분야 20개 수단의 고용·일자리·지속가능성 효과

〈지속가능한 회복 계획 수단 평가(Assessment of measures)〉

	적시성	단기 고용효과	실직 근로자 일자리 제공	장기적 편익	배출량 감축 비용 효율성
전력					
전력계통 현대화	●	●	●	●	●
태양광/풍력	●	●	●	●	●
원자력·수력 수명연장	●	●	●	●	●
가스화력 without CCUS	●	●	●	●	●
석탄화력 without CCUS	●	●	●	●	●
수송					
전기차·고효율자동차	●	●	●	●	●
고속철도	●	●	●	●	●
도시 인프라	●	●	●	●	●
건물					
기축·신축건물 효율향상	●	●	●	●	●
가전제품 효율향상	●	●	●	●	●
청정 조리	●	●	●	●	●
연료					
유가스 Upstream 메탄 감축	●	●	●	●	●
화석연료 보조금 개정	●	●	●	●	●
바이오연료	●	●	●	●	●
산업					
효율	●	●	●	●	●
소재 효율	●	●	●	●	●
기술개발					
수소	●	●	●	●	●
배터리	●	●	●	●	●
CCUS	●	●	●	●	●
소형원자로(SMR)	●	●	●	●	●

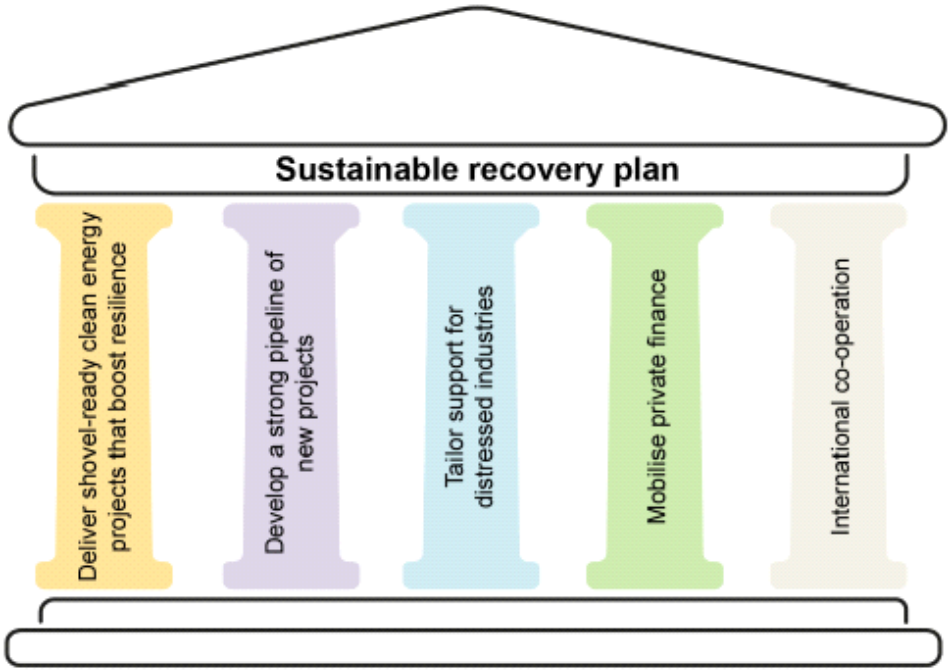
● : 적합 ●: 보통 ●: 부적합

〈평가항목〉

구분	내용
적시성	상대적으로 소규모이며 장기 프로세스가 필요하지 않은 시책들의 즉각적인 일자리 창출 평가
단기 고용효과	백만 달러의 투자 또는 지출 당 창출되는 일자리 수를 기준으로 평가
실직자 일자리 제공	COVID-19의 결과로 일자리를 잃거나 잃을 수 있는 근로자를 위한 일자리 창출 평가
장기적 편익	장기적인 경제 성장 지원 및 에너지의 회복력·지속 가능성 향상에 대한 평가
배출량감축 비용효율성	비용의 현재가치(NPV)를 해당 기간 동안 회피되는 CO_2 배출량으로 나눈 값을 기준으로 평가

자료: IEA(2020), Sustainable Recovery

◈ **지속가능한 회복 계획** 이행 지원을 위한 5가지 핵심 정책분야와 정책 예시



〈 5 policy pillars and examples of policies 〉	
바로 착수가능한 청정에너지 프로젝트	• 정부소유 공공건물의 대폭적인 개보수(Retrofit) 착수 • 규제 승인절차 완화 및 재생에너지, 기타 청정에너지 프로젝트의 세액공제 확대 • 에너지관리시스템(EMS) 활용 촉진
지속적인 신규 프로젝트 개발	• 민간의 투자결정을 유도하기 위한 확고한 정책추진 의지와 장기 비전 제시 • 전력망 같은 신규 기반시설에 대한 세액공제 및 보조금 지급 • 신축·기축 건물의 에너지 효율 개선을 촉진하는 대출기준 완화 및 보조금/환급 제도 시행 • 에너지 소비효율 등급제 및 최소에너지성능표준 강화 • 고속철도, 전기차 충전소 같은 도시 및 공공 교통 인프라 개발 지원
취약 산업에 대한 맞춤지원	• 에너지 효율 목표의 강화, 자동차 산업의 청정연료(zero carbon) 사용 촉진 • 고효율, 제로에너지건물에 요건 도입·강화를 통한 건설, 재건축 활성화 • 석유, 가스로부터의 메탄 배출 측정 및 절감에 관한 규제 도입·강화
민간금융 동원	• 보조금, 이자율 할인, 공공조달 및 발전차액지원 등을 통한 초기 투자비용 경감 • 장기 계약, 장기 보증, 자본비용을 줄이기 위한 보험증권 및 보증 제공 • 중소기업 기술자문 및 역량강화 프로그램, 탄소세(Carbon price) 도입·강화
국제 협력	• 붕괴된 에너지 공급망(Supply Chain) 재건 • 에너지효율 표준 협력 • 국제교역 상품과 기술의 수요 촉진과 생산 지원을 상호 연계 • 국제 운송, 항공업을 위한 대체연료(바이오디젤 등) 공급 인프라 구축

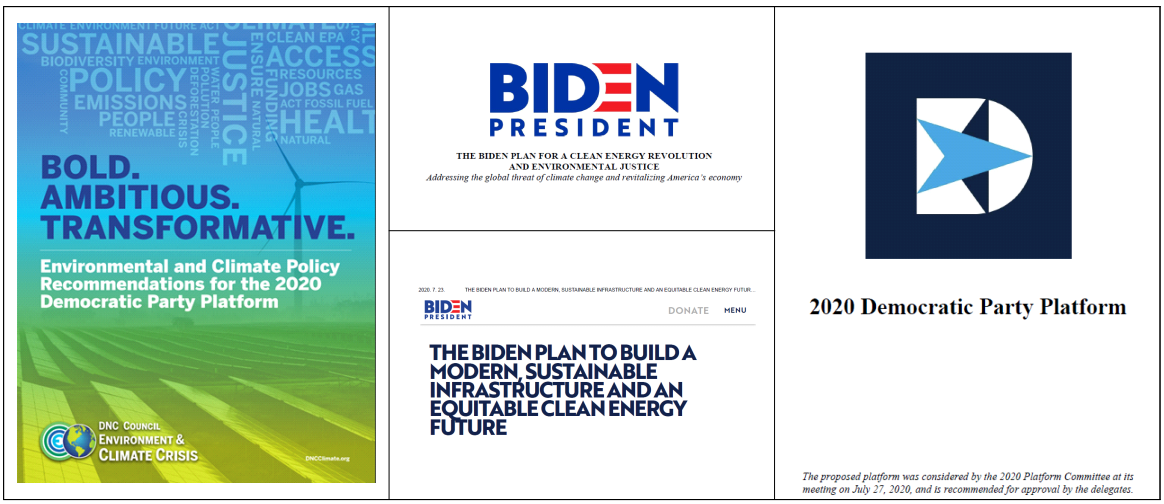
미국의 그린 뉴딜과 바이든(美민주당 대선후보) 공약

◈ The Green New Deal

- 美민주당 소속 의원에 의해서 기후변화, 경제적 불평등 문제를 해결하고자 Green New Deal 결의안 발의('19.2월) 되었으나 상원에서 부결('19.3월)
- 주요 내용으로는 재생에너지, 에너지효율향상, 전기차, 고속철도에 대한 투자와 탄소세뿐만 아니라 헬스케어, 독과점 방지 내용도 포함. 이후 美민주당 대선 정강정책(공약집)에 내용 반영

◈ 바이든(美민주당 대선후보) 공약('20.8월)

- 지속가능한 인프라와 청정에너지 구축(The Biden Plan to Build a Modern Sustainable Infrastructure and an Equitable Clean Energy Future, **4년간 $2 trillion**)
  - (인프라) 도로, 교량, 수계관리, 전력망, 무선통신망 등
  - (자동차 산업) 미래형 자동차산업 선점, 100만개 일자리 창출
  - (수송) 대기오염 없는 대중교통
  - (전력) 친환경 발전산업 구축을 통한 일자리 창출
  - (건물) 빌딩 4백만개, 주택 2백만개 리모델링 지원, 친환경주택 1.5백만개 보급
  - (혁신) 기후변화대응·친환경 R&D 4년간 $400 billion 지원, 특화된 R&D 전담기관 설립
  - (농업) 지속가능한 농업과 자연보호 투자
  - (환경) 환경 정의 확립과 공평한 경제적 기회
- 청정에너지 혁명과 환경문제 해결(The Biden Plan for a Clean Energy Revolution and Environmental Justice)
  - 2050까지 청정에너지경제 및 탄소중립(Net-zero) 달성
  - 더 강하고 회복탄력성(Resilient) 있는 국가
  - 기후변화 위기 대처를 위한 국제 공조
  - 환경 오염원으로부터 저소득 취약계층 피해 구제
  - 에너지전환으로 타격을 입은 석탄산업 구제

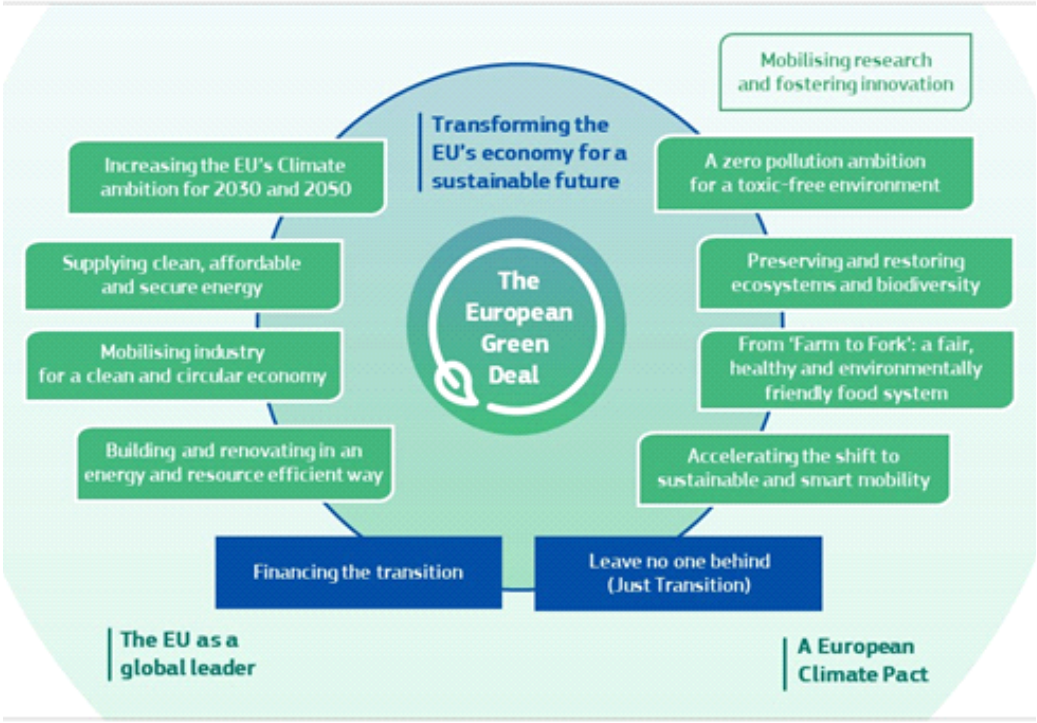


<바이든 에너지 관련 공약과 美민주당 정강정책 보고서>

유럽연합의 The European Green Deal('20~'30년)

◈ 유럽연한집행부(EC)는 UN SDGs 실행을 위한 통합 전략으로 2050 온실가스 배출 Net-zero 달성과 지속가능한 번영을 이루기 위한 성장전략 발표('19.12월)

- (법제화) 2050 기후중립을 명시하는 법률안 발의(European climate law, '20.4월)
- (금융) 재정운영 원리(Just Transition), **10년간 €1 trillion** 투자계획 선언('20.1월)



〈The European Green Deal〉

◈ 심층 전환 정책(Designing a set of deeply transformative policies)

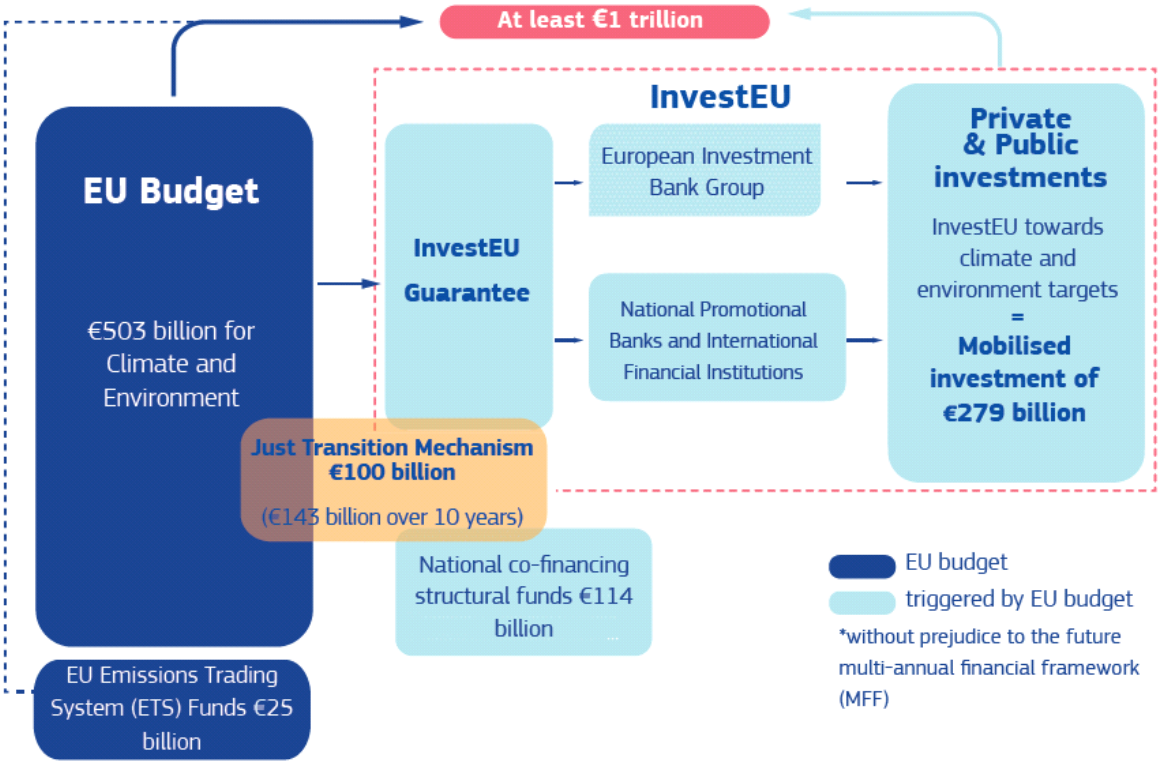
① (목표) '30년까지 1990년 대비 50~55% 수준으로 온실가스 감축, '50년까지 Net-zero 달성
② (공급) 비용측면에서 적정하고, 깨끗하고, 안정적인 에너지 공급
③ (산업) 청정·순환 경제를 위한 산업 전략
④ (건물) 건축물의 리모델링을 통한 에너지, 자원 효율화
⑤ (수송) 지속가능하고 스마트한 수송으로 전환 가속화 : 非육상운송, 非화석연료로의 전환
⑥ (농업) 공정하고 건강하며 친환경적인 식품 체계
⑦ (자연) 생물다양성의 보존·복원
⑧ (환경) 독성물질 없는 환경을 향한 오염배출 제로화

◈ 모든 EU 정책에서 지속가능성 추구(Mainstreaming sustainability in all EU policies)

① 녹색금융, 녹색투자, 취약산업 구제를 위한 공정한 전환(Just Transition Mechanism)
② EU 회원국 예산의 녹색화, 가격시그널 시장에 제공
③ 연구개발과 혁신 확산 : EU 연구의 35%를 기후 친화 기술에 투자
④ 교육과 직업훈련 강화
⑤ 녹색선언 (Do No Harm 원칙 적용)

〈 EU Green Deal 예산과 프로젝트 예시 〉

ㅇ 총 10년간 € 1 trillion 이상
- 정부(EU) 예산 : € 528 billion
- 민간 투자 : € 393 billion
- Just Transition Mechanism : € 143 billion



① 탄광촌 경제 재건 프로젝트 (폴란드)
- 석탄광산이 있던 지역 마을에 박물관, 주민센터, 콘서트홀 건립 지원

② 낮은 에너지 요금과 이산화탄소 배출 저감 프로젝트 (리투아니아)
- 가정에 PV설치 지원, 아파트 리모델링 지원, 산업체 에너지 효율향상 지원

③ 친환경 신기술 투자 프로젝트 (이탈리아, 스페인, 루마니아)
- 냉장고 등을 친환경 냉매로 교체함으로써 온실가스 저감 효과, 에너지 효율 동시 달성

④ 석탄 산업 종사자 재교육 프로젝트 (체코)
- 용접기술 직업훈련, 포크레인/트럭 운전면허 취득 지원

⑤ 자동차 배기가스 저감 프로젝트 (폴란드, 이탈리아)
- 신차 3만대 차체 경량화, 재생가능 부품사용을 통한 온실가스 저감

⑥ 저가 공공주택 건설 지원 (스페인)
- 524개 동 건설 기간동안 700명 고용 창출, 난방비용 1/10 이하로 절감

한국형 그린 뉴딜('20~'25년)

◈ 목표 : 경제기반의 친환경·저탄소 전환 가속화

◈ 추진방향 : 인프라·에너지 녹색전환 + 녹색산업 혁신→ 탄소중립(Net-zero) 사회 지향

① (인프라) 생활환경 녹색 전환으로 기후·환경 위기 대응 안전망 공고화

② (에너지) 저탄소·분산형 에너지 확산, 전환과정에서 소외된 계층·지역 보호

③ (녹색산업) 혁신적 녹색산업 기반을 마련하여 저탄소 산업생태계 구축

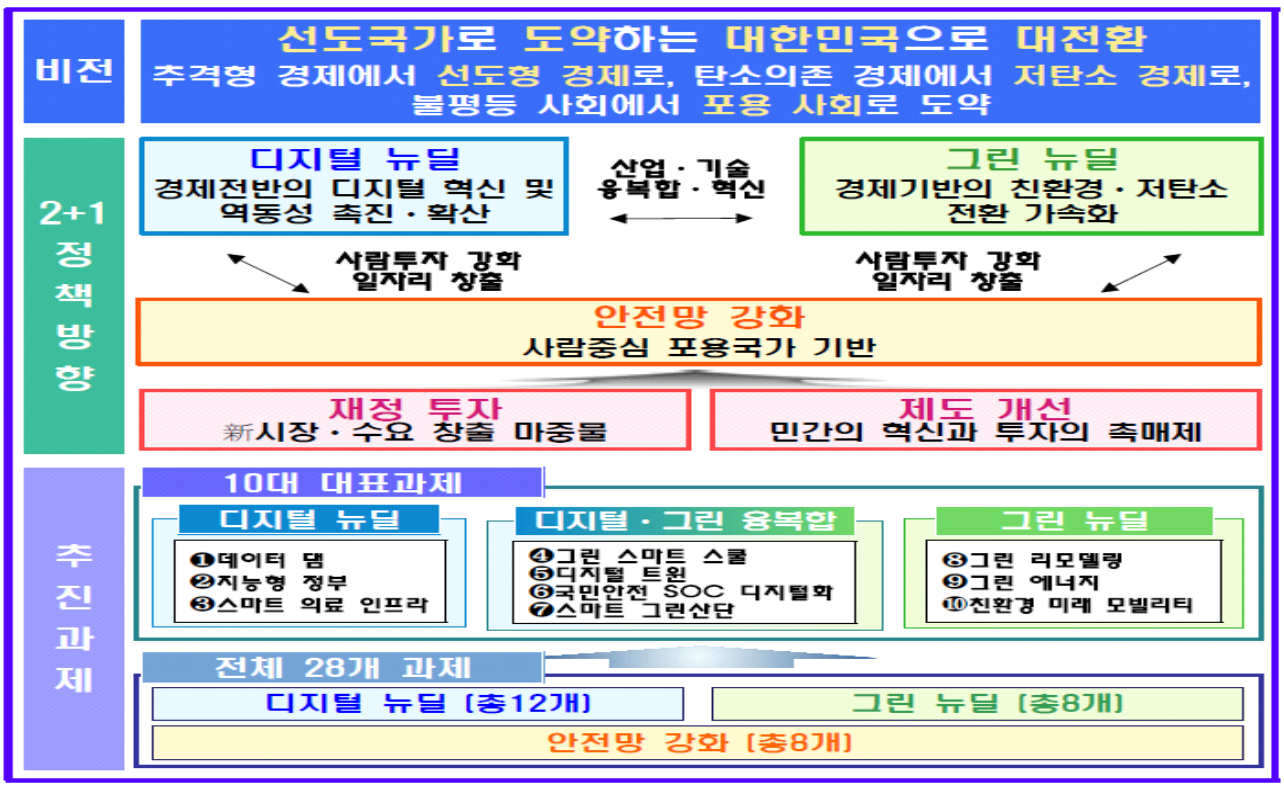
◈ 추진과제 : 경제·사회의 과감한 녹색전환 추진에 **5년간 73.4조원 투입**

〈 3대 분야 8개 추진과제 〉

도시·공간·생활 인프라 녹색 전환	저탄소·분산형 에너지 확산	녹색산업 혁신 생태계 구축
1 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화 2 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복 3 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축	4 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원 5 에너지관리 효율화 지능형 스마트 그리드 구축 6 전기차·수소차 등 그린 모빌리티 보급 확대	7 녹색 선도 유망기업 육성 및 저탄소·녹색산단 조성 8 R&D·금융 등 녹색혁신 기반 조성
(투자) 30.1조원 (일자리) 38.7만개	(투자) 35.8조원 (일자리) 20.9만개	(투자) 7.6조원 (일자리) 6.3만개

자료:「한국판 뉴딜」종합계획(관계부처 합동, '20.7월)

〈 한국판 뉴딜의 구조 : 디지털 뉴딜 + 그린 뉴딜 + 안전망 강화 〉



◈ 24개 세부 과제

한국판 뉴딜 10대 대표과제에 포함

도시·공간·생활 인프라 녹색 전환	
1 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화	
그린 리모델링	민간 건물의 에너지 효율 향상을 유도하기 위해 공공부문 건물에 대해 선제적으로 제로에너지화 추진
그린 스마트 스쿨	친환경·디지털 교육 환경을 조성하기 위해 교실 속 그린+스마트 융합 추진
2 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복	
스마트 그린도시	도시 기후 · 환경 문제에 대한 종합진단을 통해 환경 · ICT 기술 기반 맞춤형 환경개선 지원 (25개 지역, ~'22년)
도시 숲	도시민의 삶의 질 제고를 위해 미세먼지 저감 및 열섬 현상완화 등이 가능하도록 도심 내 녹지 조성
국토생태계	식생·토양의 자연성 보전 및 야생 동·식물 서식지 보존
해양생태계	해양의 자연적 기능 회복 및 해양 생물의 서식지 보존
3 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축	
스마트 상하수도	국민이 안심하고 마실 수 있는 식수를 위해 상·하수도 全과정 통합관리를 위한 ICT·AI기반 관리체계 마련
먹는물 관리	상수도 노후관 및 정수장 등의 안전 관리를 위해 시설 고도화
수량수질 관리	지역 여건에 따라 깨끗한 물이 원활하게 공급되도록 감시·측정시스템 구축 및 생태수로 조성
기후위험 대응	가뭄·홍수 등 기후변화에 따른 물 관리 중요성이 대두됨에 따라 AI 기반 기후변화 대응체계 구축
저탄소·분산형 에너지 확산	
4 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원 (그린에너지)	
R&D·실증	신재생에너지 보급 확대 및 산업 생태계 육성을 위해 연구 인프라 구축
보급	융자·보급 지원 등을 통해 신재생에너지 설비 보급 확대
공정전환	석탄발전 등 사업축소가 예상되는 위기지역 대상 신재생에너지 업종전환 지원
5 에너지관리 효율화 지능형 스마트 그리드 구축	
분산형 시스템 확대	전력망 효율향상·분산형 전원 확대를 위해 소비자 중심의 스마트 전력망 및 통합관제시스템 구축
건물에너지진단 DB 구축	에너지사용·기술정보 통합 제공
전선 지중화	학교 주변 통학로 등 지원 필요성이 높은 지역의 전선·통신선 공동지중화 추진(~'25년까지 총 2조원 투자)
6 전기차·수소차 등 그린 모빌리티 보급 확대 (친환경 미래 모빌리티)	
전기·수소차	기후변화·미세먼지 대응 및 미래차 세계시장 선도를 위해 미래차(전기·수소차) 보급 가속화
노후 차량 친환경 전환	미세먼지·온실가스를 많이 배출하는 노후 차량·선박의 친환경(LPG, LNG, 하이브리드 등) 전환 확대
핵심 R&D	미래차·친환경 선박의 보급 가속화, 新시장 창출 및 산업 생태계 조성을 위한 연구개발 추진
녹색산업 혁신 생태계 구축	
7 녹색 선도 유망기업 육성 및 저탄소·녹색산단 조성	
녹색 기업·산업	국내 환경산업의 주력화·규모화를 위해 양질의 녹색기업을 육성하고 녹색 융합 클러스터 등 집적지역 조성
스마트그린 산단	에너지 발전·소비를 실시간 모니터링·제어하는 마이크로그리드 기반 스마트 에너지 플랫폼 조성(10개소)
친환경 제조공정	환경규제 대응 및 공정상 오염물질 배출 최소화를 위해 작업장 진단, 설비교체 등 생산방식 전환
8 R&D·금융 등 녹색혁신 기반 조성	
연구개발	기후 및 환경문제에 대응하고 녹색기술 분야의 새로운 비즈니스 창출을 위해 기술 개발·평가 시스템 마련
녹색금융	환경·에너지 관련 기업들의 원활한 자금조달을 위해 공적자금을 제공하고, 제도적 기반 마련 등 강구

각국 그린뉴딜 특징 비교

◈ (유사점) 정책실행 수단에 있어서 방향성 일치

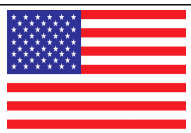
- (혁신) R&D 투자 확대를 통한 온실가스 저감 신기술 확보
- (포용) 공정 전환을 통한 취약 산업과 취약 계층 보호
- (Push & Pull) 인센티브와 적절한 규제를 동시에 추진함으로써 정책적 효과 극대화

◈ (차이점) 대부분 국가에서 '그린 뉴딜' 통해 두 마리 토끼(경기침체, 기후위기) 잡으려는 노력. 다만, 한국은 경기부양, 미국/EU는 기후위기 대응에 방점

- 미국/EU는 COVID-19 발생 전부터 기후위기 문제의 심각성을 인식하고 숙의를 거쳐 '그린 뉴딜' 초안이 2019년에 만들어졌으나 한국은 코로나 확산이 본격화된 이후 '경기부양' 필요성에 의해 '그린 뉴딜'에 관심을 갖기 시작
- 그렇다보니 한국 '그린 뉴딜'은 비전·목표의 도전적 설정(탄소중립) 어렵고 단기 추진과제 로 구성된 반면 EU와 미국은 10년 계획으로 추진중
- COVID-19로 인한 경제 피해가 각 나라마다 다른 만큼 경기부양책의 규모도 0.7%~2.3% 까지 격차가 큼

  * 유럽 개별 국가는 EU '그린 뉴딜' 재정 투입(0.6%) 이외에도 개별적인 경기부양책 운영

〈 각국 '그린 뉴딜' 특징 〉

구분	한국	EU	 미국(민주당)
예산/기간	73 조원/ 5년	€ 1 trillion/ 10년	$2 trillion/ 4년*
GDP 대비 예산규모	0.7%	0.6%	2.3%
	(IEA, Sustainable Recovery Plan 0.7% 제시)		
정부재정/총사업비 비중	37%	53%	-
Net-zero 목표	△	○	○
법제화 추진	X(시도 없음)	○(추진중)	X(부결, 재추진 예상)
공정 전환 (Just Transition)	○	○	○
원자력 포함여부	X	X	○
에너지·기후 R&D 예산 확대	○	○	◎ (대폭확대, 전담기관 설립)

* 바이든 후보는 7월 중순 $1.7 trillion/10년 → $2 trillion/4년 기후변화 공약 예산 대폭 확대

시사점

o 현재의 '그린 뉴딜'은 에너지전환을 효과적으로 가속화할 수 있도록 재생에너지 확대, 수요분야의 효율향상(수송·산업·건물), 에너지전환으로 인한 취약 산업 지원 등 전체적인 틀은 잘 구성되었음

* IEA '지속가능한 회복 계획', EU 'The Green Deal', 바이든 美대선후보 공약에서도 이러한 틀은 공통적으로 유지되고 있음

o 비전과 목표에 있어서 탄소중립(Net-zero)를 명확히 하고 있지 않는 부분은 보완이 필요하며, 계획의 체계적이고 안정적인 실행을 위해서 법제화 추진도 검토할 필요가 있음

* 2050년 탄소중립 달성은 현 시점에서 매우 도전적인 목표이므로 R&D와 지속적인 혁신을 통한 문제해결 의지가 중요

o 단기 경기부양 목적을 위해서는 5년 '그린 뉴딜'이 합리적이지만 기후위기 문제에 적극적으로 대응하고 지속가능한 사회로의 전환을 앞당기기 위해서는 5년 이후에 대한 '포스트 그린 뉴딜' 필요

* 단기적 경기부양, 고용창출 효과가 높은 프로젝트 보다는 장기적으로 저탄소 사회로의 이행에 효과적인 다양한 정책수단을 추가하는 것이 바람직

o '그린 뉴딜'과 같은 대형 국책사업의 경우 관련 부처, 지자체 및 참여기관간 책임과 역할 조율이 사업의 성패를 좌우

- 다양한 프로젝트 총괄·관리를 위해서는 산업(산업부), 수송(국토부), 건물(환경부) 사이의 컨트롤타워 필요

* 바이든 美대선후보는 기후문제 해결을 위한 별도의 고등연구 전담기관 설립(ARPA-C) 공약

참고문헌

[1] 「한국판 뉴딜」 종합계획(관계부처 합동, '20.7월)
[2] 2020 Democratic Party Platform(美민주당, '20.8월)
[3] The Biden Plan to Build a Modern, Sustainable Infrastructure and an Equitable Clean Energy Future(Joe Biden for President:Official Campaign Website, '20.8월)
[4] World Economic Outlook Database(IMF, '19.10월)
[5] Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?(Oxford SSEE, '20.5.)
[6] Sustainable Recovery(IEA, '20.6월)
[7] Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the region-The European Green Deal(European Commission, '19.12월)
[8] How a post-pandemic stimulus can both create jobs and help the climate(Mckinsey & Company, '20.5월)
[9] Environmental and climate policy recommendations for the 2020 democratic party platform(DNC Environment & Climate Crisis Council, '19.6월)

제주도 풍력발전 출력제어(Curtailment)로 본 재생에너지 수용성 확보 방안

박수영 책임연구원(xiuling@ketep.re.kr)

제주도 풍력발전 출력제어(Curtailment)로 본 재생에너지 수용성 확보 방안

제주도는 탄소없는 섬 2030(Carbon Free Island Jeju by 2030)정책에 따라 신재생에너지 발전설비가 빠르게 확산되며 최근 풍력발전 출력 제한 사례가 급증(`15년 3회 → `19년 46회)

정부의 성공적인 에너지전환 정책실현을 위해서는 신재생에너지 보급 확산 뿐 아니라 신재생에너지 수용성(계통 유연성·안정성) 문제와 활용성 제고 방안 등에 대한 대책마련이 필요

SUMMARY

◆ 제주지역 재생에너지 추이

- (보급용량) 전국평균보다 빠른 증가세('12년~'18년 기간 동안 연평균 증가율 36.5%)를 보이며, 그 중에서 태양광이 54.9%의 증가율로 크게 늘어남(전국평균 보다 17.4%p 높은 수준)
- (발전량) 제주지역 신재생에너지 발전량은 설비용량 증가에 따라, '12년~'18년 연평균 42.1% 증가(전국 평균 18% 대비 2.3배 수준)

◆ 출력제어 현황

- 풍력발전 출력제어는 '15년 최초 발생(3회, 152MW) 한 이후 꾸준히 증가하여 '19년 46회, 9,223MWh 수준으로 시행

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020.4月
출력제어횟수	3회	6회	14회	15회	46회	34회
제어량(MWh)	152	252	1,300	1,366	9,223	11,562

◆ 출력제어 해소 방안 제언

- **(제도)** 신재생에너지 수용능력 향상으로 표준전압 유지범위 변경
- **(기술)** 실시간 통합감시 제어시스템 기술개발 및 도입
- **(정책)** 미활용 재생에너지에 대한 출력제한 보상방안 마련

제주지역 에너지정책 및 신재생에너지 현황

◈ 주요 정책

○ 제주특별자치도는 2030년까지 제주도를 전 부문 탄소 없는 섬 달성을 목표로 한 '탄소 없는 섬 2030(Carbon Free Island Jeju by 2030, 이하 CFI 2030)' 계획을 발표('12.5)

○ 2019년 6월 CFI 2030 수정보완계획을 통해 신재생에너지 보급 목표 수정
- 제주도 전력수요 100% 대응하는 신재생에너지 설비도입 계획은 변동이 없으나, 신재생에너지 보급목표를 기존 4,311MW에서 4,085MW로 목표를 수정

구 분(MW)		CFI 기존안	CFI 수정안	비고
계		4,311	4,085	- 기존계획 대비 226MW 축소
풍력	소계	2,350	2,345	- 기존계획 대비 5MW 축소
	육상	450	450	- 자립형 보급사업 추진 - 경관 보전, 갈등 관리 강화
	해상	1,900	1,895 (고정식) 1,195 (부유식) 700	- 터빈 대형화, 고정식 해상풍력 잠재량 적극 활용 - '25년 이후 부유식 해상풍력 상용화
태양광		1,411	1,411	- 참여형/수익형 사업 확대 - 합리적 인허가 기준 정립
연료전지		520	104	- 부하대응 및 P2G 기술 상용화 고려
해양에너지		10	10	- 기존 계획 유지
바이오/폐기물		10 (바이오10)	40 (바이오/폐기물40)	- 도내 바이오/폐기물 자원 최대 활용
지열		10	-	- 안전성 및 수용성 문제로 도입 보류
바이오중유		-	175	- 기존 중앙 발전기 연료 교체

자료 : CFI 2030 계획 수정보완 용역보고서(에너지경제연구원,'19.6)

○ 국가 에너지기본계획, 보급추세, 잠재량, 계통 및 제주의 정책의지, 사회적 수용성 등을 반영하여 제주특별자치도 제6차 지역에너지계획에서 2025년까지의 신재생에너지 보급목표 설정

구 분(MW)		2020~2025계획	합계
풍력	육상	• 경관/환경성을 고려한 공공주도 사업 추진	120MW
	해상	• 고정식 해상풍력 중심 보급	325MW
태양광		• RPS 기반 도민참여형 사업발굴, 유휴부지 확보 • 보조 기반 자가소비용 보급사업 추진	291.MW
연료전지		• 보조 기반 건물용 연료전지보급 검토	1.5MW
해양에너지		• 기술상용화 및 실증 • 수용성 확보 및 입지 탐색	3MW
바이오/폐기물		• 수용성 확보 및 입지 탐색	21.2MW
지열		• 도입 보류	
바이오중유		• 기존 설비 활용	175MW
유연성자원		• HVDC 용량 및 역량 증대 • ESS/DR 도입 및 확대	
합계		신재생에너지 보급 확대 및 에너지 안정성 확보	936.9MW

자료 : 제주특별자치도 제6차 지역에너지계획(제주특별자치도,'20.1)

◈ 재생에너지 보급용량(설비용량) 및 발전량 추이

○ 제주 지역의 신재생에너지 보급용량은 전국평균보다 약 2배이상 빠른 증가세('12년~'18년 기간 동안 연평균 증가율 36.5%)를 보이며, 그 중에서 태양광이 54.9%의 증가율로 크게 증가(전국평균보다 13.7%p 높은 수준)

〈 제주도 신재생에너지 누적 보급용량(설비용량) 추이〉

(단위: MW, %)

구분		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR ('12~18)
전국 신재생 설비용량비중 (신재생 설비용량)		10.0% (8,141)	11.4% (9,937)	12.7% (11,860)	14.1% (13,729)	13.1% (13,846)	13.4% (15,703)	16.0% (19,027)	8.1 (15.2)
제주도 신재생 설비용량비중 (신재생 설비용량)		13.2% (114)	17.2% (143)	46.8% (418)	50.4% (513)	53.0% (576)	54.1% (603)	54.6% (737)	26.7 (**36.5**)
태양광	전국	1,024	1,555	2,481	3,615	4,502	5,835	8,099	41.2
	제주도	15	24	77	106	122	148	207	54.9
풍력	전국	492	583	645	853	1,035	1,143	1,303	17.6
	제주도	96	99	160	222	273	273	270	18.8

* 설비용량 비중 : 발전설비용량/신재생설비용량
자료: 에너지경제연구원 지역에너지 통계연보, 제주 제6차 지역에너지계획('20.1)

○ 제주지역의 신재생에너지 발전량은 설비용량 증가에 따라, '12년~'18년 연평균 42.1% 증가, 2018년 기준 제주지역 신재생에너지 발전량에서 풍력이 차지하는 비중은 28.9%로 전국신재생에너지 발전량에서 풍력이 차지하는 비중 4.7% 보다 6배 높은 수준

〈제주도 신재생에너지 발전량 추이〉

(단위: GWh, %)

구분		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR ('12~18)
전국 신재생 발전량비중 (신재생 발전량)		3.8% (19,498)	4.1% (21,438)	5.2% (26,882)	7.0% (37,079)	7.5% (40,656)	8.4% (46,623)	9.2% (52,718)	15.9 (18.0)
제주도 신재생 발전량비중 (신재생 발전량)		7.3% (225)	8.8% (279)	26.3% (811)	49.3% (1,494)	57.3% (1,789)	47.5% (1,488)	54.9% (1,851)	40.0 (**42.1**)
태양광	전국	1,103	1,605	2,556	3,979	5,122	7,056	9,208	42.4
	제주도	14	22	48	93	112	171	206	56.5
풍력	전국	913	1,148	1,146	1,342	1,683	2,169	2,465	18.0
	제주도	200	247	247	348	466	538	536	17.9

* 발전량 비중 : 발전량/신재생발전량
자료: 에너지경제연구원 지역에너지 통계연보, 제주 제6차 지역에너지계획('20.1)

〈 제주지역 풍력발전 시설현황(`20.4月 〉

□ 풍력

○ 풍력발전사업허가현황(총괄)

합 계	운 전 중	절차이행 중
30개소(923.2MW, 274기)	20개소(269MW, 119기)	10개소(654.2MW,140기)

○ 운 전 중 : 20개소·269MW(119기)

사업자		발전소명	위 치	규 모	사업기간
계			20개소	269MW(119기)	
제주자치도		행원연안국산화풍력	구좌읍 행원리	3MW(1기)	'12.01.~'14.02.
		김녕풍력실증단지	구좌읍 김녕리	10.5MW(2기)	'12.01.~'13.12.
제주에너지공사		행원풍력발전단지	구좌읍 행원리	11.45MW(12기)	'97.08.~'14.11.
		신창그린빌리지	한경면 신창리	1.7MW(2기)	'05.04.~'06.02.
		김녕 국산화풍력	구좌읍 김녕리	0.75MW(1기)	'08.11.~'10.02.
		가시리국산화 단지	표선면 가시리	15MW(13기)	'08.11.~'12.03.
		동북풍력발전단지	구좌읍 동복리	30MW(15기)	'14.08.~'15.08.
한국남부발전(주)		제주한경풍력발전	한경면 신창~용수	21MW(9기)	'03.06.~'07.12.
		성산풍력	성산읍 수산리	20MW(10기)	'07.04.~'10.09.
한국에너지 기술연구원		제주월정풍력발전	구좌읍 월정리	1.5MW(1기)	'05.12.~'06.03.
한신에너지(주)		삼달풍력발전	성산읍 삼달리	33MW(11기)	'07.03.~'09.09.
(주)GS풍력발전		제주월령풍력발전	한림읍 월령리	2MW(1기)	'09.07.~'10.05.
제주대학교 산학협력단		행원풍력3호기	구좌읍 행원리	0.66MW(1기)	'13.07.~'14.07.
특성화 마을	행원	행원마을풍력발전소	구좌읍 행원리	2MW(1기)	'12.10.~'13.03.
	월정	월정마을풍력발전소	구좌읍 월정리	3MW(1기)	'14.01.~'15.02.
	동복	동복마을풍력발전소	구좌읍 동복리	2MW(1기)	'16.12.~'17.12.
SK D&D		가시리풍력발전소	표선면 가시리	30MW(10기)	'14.01.~'15.01.
김녕풍력발전(주)		김녕풍력발전소	구좌읍 김녕리	30MW(10기)	'14.02.~'15.05.
한국중부발전(주)		상명풍력	한림읍 금악리	21MW(7기)	'15.04.~'16.08.
탐라해상풍력(주)		탐라해상풍력발전	한경면 두모리, 금능리 해안	30MW(10기)	'12.12.~'17.10.

○ 절차진행 중 : 10개소·654.2MW(140기)

사 업 명	예정사업자	위 치	규 모	비 고
계		10개소	654.2MW(140기)	
수망풍력 발전소	수망풍력(주)	남원읍 수망리	25.2MW(7기)	'18. 6월 착공 ('20. 2월 준공예정)
한림해상 풍력발전	제주한림 해상풍력(주)	한림읍 수원리 해역	100MW(18기)	공유수면 점·사용허가 진행 중
대정해상풍력발전	대정해상 풍력발전(주)	대정읍 동일1리 해역	100MW(18기)	지구지정 동의 절차이행 중
표선·하천·세화2 해상풍력지구	공공주도 (제주에너지공사)	표선면 표선리· 하천리·세화2리 해역	135MW(27기)	사업준비 중
한동·평대해상풍력		구좌읍 한동리·평대리 해역	105MW(21기)	'18.2월 지구지정, 환경영향평가 진행 중
월정·행원해상풍력		구좌읍 월정리·행원리 해역	125MW(25기)	사업준비 중
행원육상풍력		구좌읍 행원리	21MW(7기)	사업준비 중
동복·북촌 육상풍력2단계	제주에너지 공사	구좌읍 동복리	20MW(8기)	사업준비 중
북촌서모 풍력발전소	㈜북촌서모풍력	조천읍 북촌리	3MW(1기)	공사 착공('19. 12월)
어음풍력발전	한국남동발전(주)	애월읍 어음리	20MW(8기)	공사 착공('19. 9월)

자료 : 제주 에너지백서(제주에너지공사,'20.9)

제주지역 풍력발전 출력제어(curtailment) 현황

◈ 출력제어 현황

○ 최근 제주도의 재생에너지 출력증가로 인한 전력공급 과잉을 해소하기 위해 중앙급전발전기 출력감소, 풍력제어 등을 시행

* 근거 : 「제주도 고시」에서 풍력사업자는 전력거래소의 출력제어 지시를 이행토록 규정

○ 풍력발전 출력제어는 '15년 최초 발생(3회, 152MW) 한 이후, 꾸준히 증가하여 '19년 46회, 9,223MWh 수준으로 시행

*배전전용선로(22.9kV) 이상에 연계된 풍력발전기에 한정하여 시행

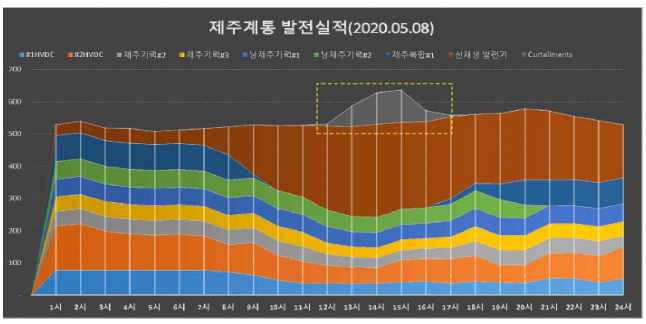
- 코로나 19로 인한 전력수요 감소와 전년 대비 태양광 설비 증가 등의 영향으로 '20. 4월 기준 출력제어는 전년 동기 대비 약4.8배 증가한 11,562MWh 시행('19. 4월 기준 2,410MWh), 이는 제주 전체 신재생 발전량의 4.43% 해당 되는 수치임

<연도별 제주 풍력발전 출력제어 현황>

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020.4月
출력제어횟수	3회	6회	14회	15회	46회	34회
제어량(MWh)	152	252	1,300	1,366	9,223	11,562
풍력전체발전량(MWh)	352,183	470,576	542,525	540,073	556,999	256,772
제어비중(%)	0.04	0.05	0.24	0.25	1.66	4.50

자료 : 전력거래소('20.4)

<주간시간대의 출력제어 현황>



- 최근 주로 주간시간대(오후 12시~ 17시까지) 출력제어가 빈번이 발생
- '20.05.08 총 307MW 발전에 대한 출력제어가 시행(총 전력수요 13,496MW)
- 총 전력생산량의 2.22% 수준에 해당

* 노란 점선표시가 출력제한에 따라 줄어든 발전량임

자료 :제주 카본프리 아일랜드 계통 유연성 확보 방안과 난제 발표자료(제주도청,'20.7)

○ 2020년 100회 이상의 출력제어가 전망되며, 2022년에는 240회로 증가하여 227억 규모의 손실이 예상됨, 제3 HVDC 연계 후, '30년 출력제약 비율은 역송 가능시 30%로 전망

구분	2020	2021	2022	2023
출력제어횟수	137회	201회	240회	32회*
제어량(MWh)	36,318	65,496	126,305	12,624

* # 3HVDC 준공 (전력거래소,'20.4)

제주지역 전력계통 현황 및 신재생에너지 한계용량

◈ 전력계통 현황

○ 제주 전력계통은 제주지역 발전소와 육지와 제주를 잇는 해저케이블인 고압직류송전설비(HVDC)로 구성되어 있으며, 육지 전력계통과는 독립적으로 운영함

* HVDC(High Voltage Direct Current) : 전력 그리드 시스템중 하나로써, 기존의 교류를 사용하는 그리드와 대조적으로 직류를 대량으로 송전하는 시스템. 먼 거리의 HVDC 송전은 일반적으로 같은 교류 송전보다 가격이 저렴하고 에너지 효율이 더 높음.

○ 송전망은 154kV 환상망(2개 경로(route) 이상으로 전원계통이 연결된 전력계통)으로 구축되어 있으며, 본 계통과 제주계통을 제1,2HVDC로 연계하여 수급안정 및 주파수 제어에 활용하고 있음

* GE그리드 솔류션 기술을 기반으로 1998년 해남-제주간 300MW급 제1HVDC를 구축하고 2014년 양방향 전력 송전이 가능한 400MW급 제2HVDC를 구축

○ HVDC 제1연계선의 설비용량은 300MW, 제2연계선 400MW이며, 공급능력은 각각 150MW, 200MW임. 1연계선은 현재 역송이 불가능하며 2 연계선은 역송으로 전환하는 데 18분이 소요됨

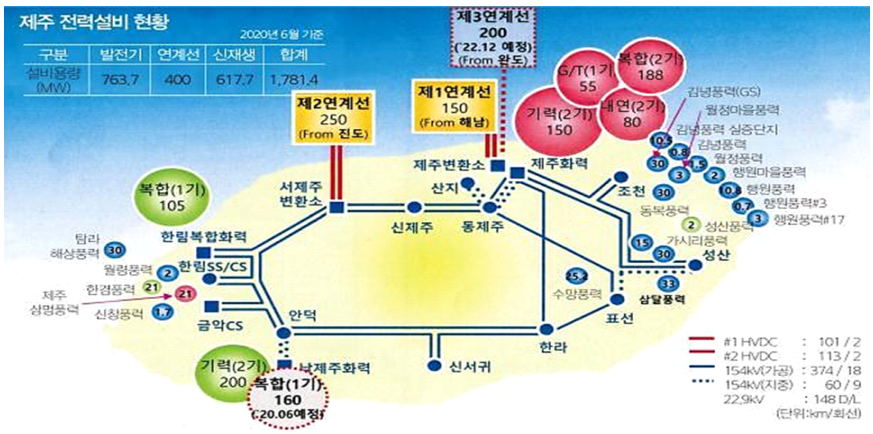
〈 HVDC 운전현황 〉

운전조건		#1HVDC		#2HVDC	
		#1Pole	#2Pole	#1Pole	#2Pole
정상 운전	50만kW 미만	7만kW 이하		14만kW 이하	
	50만kW 이상	10만kW 이하		20만kW 이하	
#1 또는 #2HVDC 정지시		6만kW 이하			
#1HVDC 1개 Pole 정지시		9만kW 이하		12만kW 이하	
		#1 + #2HVDC ≤ 15만kW			
#2HVDC 1개 Pole 정지시		9만kW 이하		14만kW 이하	
		#1 + #2HVDC ≤ 20만kW			

자료 : 2018 제주장기 신재생한계량(전력거래소),제2차 풍력발전 종합관리보고서(제주연구원)

○ 2022년까지 정·역송 제어가 용이한 제주~완도간 제3HVDC가 추가로 연계 될 예정(총사업비 2300억원 : 자재비 700억원, 시공비 1600억원)으로 국내 최초의 전압형 HVDC 사업임

〈 제주지역 계통도 〉



자료 : 재생에너지 확대 계통계획이 중요하다(전기신문,'20.8)

○ 2020년 6월 기준 제주도 전력설비 용량은 178만kW으로 LNG복합 등 중앙급전이 76만kW(43%), 신재생에너지 62만kW(35%), HVDC 연계선 용량 40만kW(22%) 임

◈ 완전수용가능 한계량

○ 역송이 불가능한 #1, 2HVDC만 운전이 되는 상황에서의 한계용량은 2024년 최대 590MW로, 제주도는 이미 신재생에너지 최대운전가능량의 한계에 달한 상태라고 할 수 있음

- 제3HVDC의 건설 및 역송 가능 여부에 따라 2024년까지 최대 1,237MW까지 늘어날 수 있으나, 건설·운영 전까지 출력제한 발생가능성이 높아져 신재생에너지 보급목표 설정 시 최대운전가능용량 기준을 감안하여야 함

〈제주 중장기 신재생발전 한계용량〉

구 분 [MW]			연도별 재생에너지 최대운전 가능량				
HVDC		수요수준	2020	2021	2022	2023	2024
#1,2	#3						
역송	준공	최대	1,145	1,174	1,195	1,218	1,237
		중간	866	886	900	916	929
		최저	694	708	718	729	738
	지연	최대	978	1,007	1,028	1,051	1,070
		중간	699	719	733	748	762
		최저	527	541	551	562	571
정송 (역송불가)	지연	최대	498	527	548	570	590
		중간	307	327	342	357	370
		최저	177	191	201	212	221
보급 목표			1,098	1,385	1,777	1,886	1,976

자료: 전력거래소, 제주특별자치도 제6차 지역에너지계획, (제주특별자치도,'20.1)

○ 제주도는 제주도 제6차 지역에너지계획('20.1)을 통해 신재생에너지 한계용량 확대 방안 중 하나로 제1HVDC 연계선을 역송 가능하도록 업그레이드 하는 방안과 제3연계선의 최초 용량 200MW에서 300~400MW로 상향하는 방향을 제시하고 있음

- 그러나 높은 투자비용으로 인한 중앙정부와의 협의, 주민수용성 문제의 선결이 필요

출력제어 해소 방안 제언

◈ (제도) 신재생에너지 수용능력 향상으로 표준전압 유지범위 변경

○ 신재생에너지 수용 능력을 향상하는 방안은 물리적인 설비를 늘리는 것이 가장 직접적인 방법이나 높은 소요비용으로 전문가들은 신재생 수용용량을 확충하는 방안을 최우선으로 하고 있음

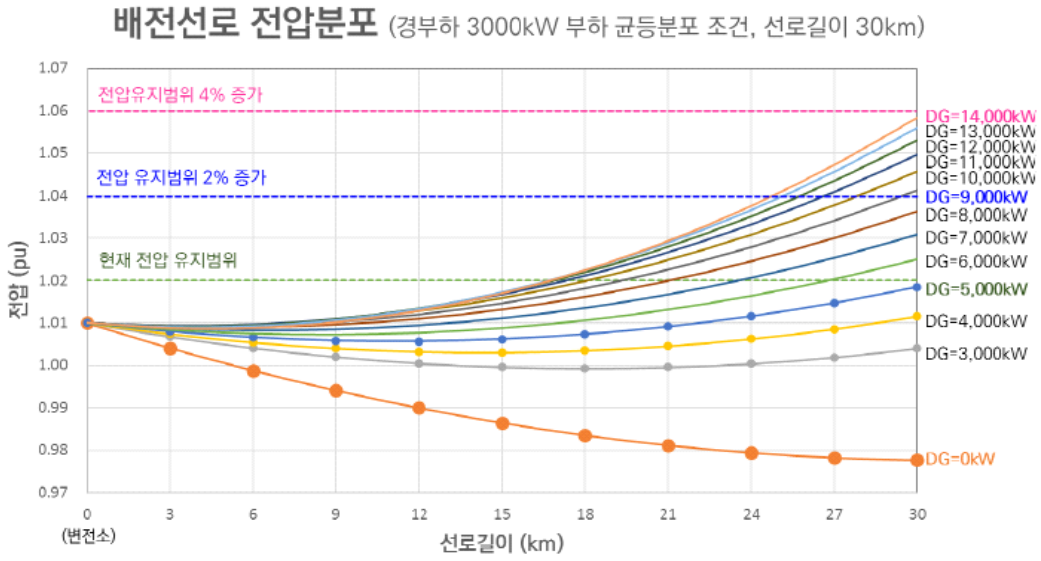
* 신재생 수용용량(DER Hosting Capacity)이란 현재의 전력계통 운영방식에서 추가적인 설비의 보강 없이 전력계통의 전기품질과 신뢰도에 나쁜 영향을 미치지 않고 연계할 수 있는 신재생 에너지 발전설비의 용량

〈전력계통의 신재생 수용용량 결정요소〉

①열적허용용량	②전기품질/전압	③보호 협조	④신뢰도/안전
변전소 주변압기	전압변동율	보호기기부동작	단독운전
특고압계통 전선	규정전압 유지범위	보호기기 오동작	계통운영 유연성
배전용 변압기	전압조정 제어영향	고장전류 증가	(선로전환 등)
저압계통 전선	탭 제어기 영향	역조류 영향	보상설비 제어성능

○ 2002년 개정된 국제 표준전압은 230V±10%이며, 2004년 KS 표준전압 개정안은 220V±10%로 현재 표준전압 유지범위에 대한 전기사업법 시행규칙을 개정 할 필요가 있음

- 국내 전압품질 기준은 전기사업법 시행규칙 제18조에 의거하여 220V±6%, 380V±10%로 정해져 있으나 이는 오래전 정립된 기준으로 정립 당시에는 전압 자체가 단일화 되어 있지 않았음
- 전기사업법 개정만으로도 신재생에너지 발전원의 수용용량 확대 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상



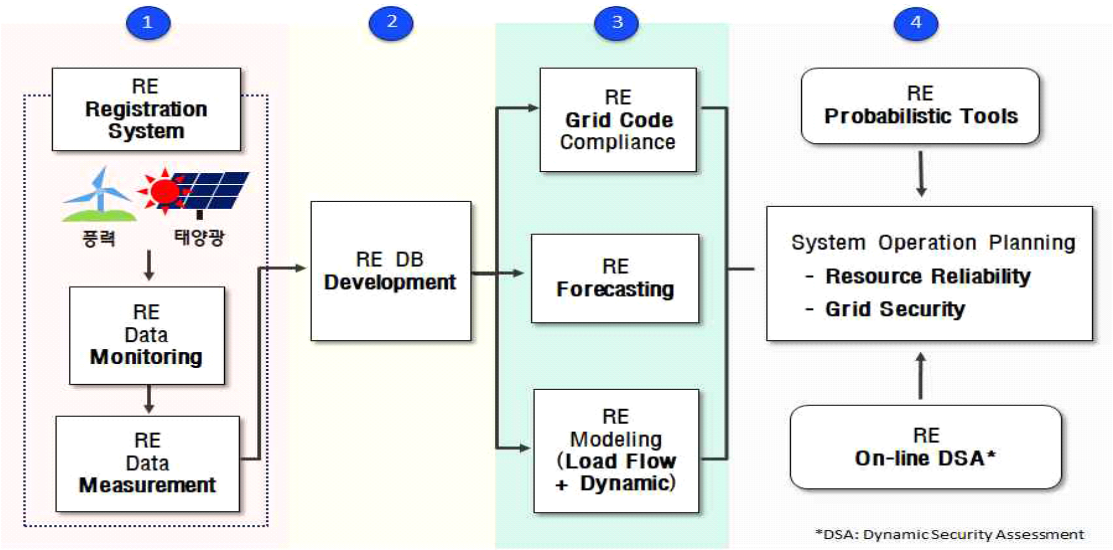
〈배전선로 전압 분포 유지범위 확대 시 신재생에너지 수용능력 확대 용량〉

◈ (기술) 실시간 통합감시 제어시스템 기술개발 및 도입

○ 전력계통에서 변동적 재생에너지를 안정적으로 운영하기 위해서는 신재생에너지 관제 센터 및 예측시스템 고도화가 필요

- 선진국에서는 신재생에너지 감시·제어시스템과 예측시스템을 활용하여 안정적인 계통 운영을 도모하고 있으며, 국내에서도 정부과제로 실시간 재생에너지 통합 감시제어 시스템(RMS)개발이 실증 준비 중

〈재생에너지 확대에 따른 신뢰도 개선방향〉



❶ RE Registration System(재생에너지 정보공유시스템) 개발

- 재생에너지 등록 및 데이터 수집 프로세스(Installation→Submission→Validation) 시스템 구축(예, 호주 DER Register)
- RE Data Monitoring(재생에너지 확대에 따른 새로운 감시 시스템) 개발 : 소규모 및 대규모 재생에너지(풍력/태양광) 효율적 계통연계를 위한 Aggregation 및 감시-제어를 위한 모니터링 시스템 구축(예, 스페인 모니터링 시스템)

❷ RE DB Development(재생에너지 포함 새로운 계통 Base Case) 수립 및 개발

- 재생에너지의 시간적 특성을 고려한 Base Case 생성 및 계통 운영/계획 계통검토 반영 필요(재생에너지 & 부하 특성을 고려하여 17개의 시간대로 분류 (계절 당 4개시간대/겨울 피크 부하))

❸ 재생에너지 계통연계기준(RE Grid Code) 개선

- 재생에너지 접속규정 및 연계규정 개선 및 강화 → 전력계통 신뢰도 고시 강화 및 개선(예, NERC 신뢰도 기준: ①Active Power Control Capabilities, ②Reactive Power and Voltage Control, ③Performance During and After Disturbances, ④Models for Facility Interconnection Studies, ⑤ Communications Between Variable Generation)

❹ 재생에너지 발전 출력예측(RE Forecasting) 모형 개발

- 기상 모형(풍속 예측) 및 통계 모형(전기적 출력 예측)의 Ensemble 예측 모형 개발 필요(Improved Forecast System 개발)

〈 스페인 신재생에너지 관제센터 사례〉

□ 스페인 신재생관제센터 (CECRE; Control Centre for Renewable energies)

- ㅇ CECRE는 신재생에너지의 발전출력을 감시(시각화) 및 제어할 목적으로 구축된 세계최초(`06년)의 신재생관제센터이며, 스페인 내 설치된 풍력발전설비 98.6%의 출력 데이터를 원격으로 수신하고 그 중 96%를 15분 이내 제어할 수 있는 체계를 가지고 있음
- ㅇ RD413/2014 규정에 근거, 2015년1월1일부터 5MW이상의 신재생발전단지(혹은 5MW이상 규모의 신재생발전그룹)를 의무적으로 발전출력 감시 및 제어하고 있음

□ 신재생관제센터(CECRE)의 급전운영 체계

- ㅇ CECRE의 하위에는 지역별로 신재생자원을 통합·관리하는 23개의 RESCC(Renewable Energy Source Control Centre)가 있음
- ㅇ RESCC는 중·대규모 발전사업자나 전력공급업체에 의해 운영되며, 5MW이상 신재생발전사업자는 의무적으로 RESCC에 소속되어 출력 및 발전전망치(향후 4시간) 정보 등을 RESCC에게 제공하여야 함
- ㅇ CECRE는 신재생발전사업자의 정보를 RESCC로부터 매 12초 단위로 제공 받으며, 통신규격은 ICCP(2개 회선) 체계를 따름
  - 연계 데이터 : 유·무효전력, 병입·병해 정보, 전압, 기상정보(제공가능 시 : 풍속·풍향·기온 등)
- ㅇ CECRE의 신재생에너지 감시 및 제어기능은 CECOEL/CECORE의 EMS(지멘스)의 일부 기능으로 개발하여 TSO와 신재생사업자를 직접적으로 연계, 신재생발전기를 보다 효율적으로 운영하는데 기여

□ 신재생관제센터(CECRE)의 풍력발전최대수용시스템(GEMAS)

- ㅇ GEMAS (Maximum Admissible Wind Power Generation in System)는 CECRE의 핵심 시스템으로 전력계통이 수용할 수 있는 풍력발전량을 최대로 유지할 수 있도록 풍력발전의 최대가용전력을 매 20분 단위로 산정, 제어 필요량을 산정 함
- ㅇ CEMAS는 실시간 풍력시나리오에 따른 전압변동(급감)이나 계통제약으로 풍력 발전력을 제어할 필요가 있을 시, “Set Point”를 계산하여 CECRE를 통해 RESCC에 제어필요량(Set Point)를 전달 함
- ㅇ RESCC는 “Set Point”를 전달 받고 15분 이내 소속된 풍력발전단지의 출력이 조정될 수 있도록 조치하여야 함

□ 풍력발전량예측시스템(SIPREOLICO) 운영

- ㅇ REE는 풍력발전설비를 효율적으로 운영·관리하기 위해 풍력발전량예측시스템 SIPREOLICO(Prediction System of the Wind Power)을 적용, 개별 풍력단지에 대해 매5분 단위의 예측정보 생성
- ㅇ SIPREOLICO의 기상예측(Meteological Prediction) : SIPREOLICO는 최소 100개 이상 지점의 기상(풍속, 풍향)을 예측(향후 48시간, 1시간단위)하고 있으며, 정확도 확보를 위해 2개 기상사업자의 기상정보를 추가 반영하고 있음
- ㅇ 풍력단지 출력정보(Online Production Data) 수집 : SIPREOLICO는 발전량 예측을 위한 통계처리 자료로 풍력단지별 기상 및 발전정보를 수집하여 기상조건별 발전량 특성곡선을 구현 함

※ 풍력발전사업자의 자체 예측정보 제공의무

- 고정가격에 의한 전력판매 사업자 : 거래일 30시간 전에 거래일에 대한 1시간 단위 발전량 예측정보를 제공하여야 하며, 전력조정 시간이 시작되는 1시간 전까지 예측값 수정 가능
- 예측정보와 실제 발전전력량의 차이가 허용범위를 초과하는 경우 발전사업자에게는 불일치한 전력량에 대한 비용이 부과 됨
- 자유시장에 의한 전력판매 사업자 : 해당 사업자는 대리인을 통해 전력판매를 시행하며, 대리인은 다수의 발전사업자의 예측정보에 총합을 기준으로 발전량을 거래함(예측정보와 실제 발전전력량 간 차이는 총 발전량 기준으로 산정 됨)

자료 : 차기 제주EMS 구축전략 수립 해외출장 결과보고(전력거래소,`17.12)

◈ (정책) 출력제한 보상방안 마련

○ 에너지경제연구원에서는 재생에너지 출력제한에 따른 전력시장 개선방안에 대한 연구를 진행중에 있으며, 출력제한 원인별 사안에 따른 보상제도(Jacobsen and Schröder(2012) 이론 인용)를 하기와 같이 제안하고 있음

- (네트워크 제약에 따른 출력제한) 네트워크 과잉투자 방지를 목표로 보상제도는 합의 수준을 초과하는 출력제한에 대해서는 완전한 보상을, 합의수준 미만의 출력제한은 무보상
- (네트워크 확장지연에 따른 출력제한) 망사업자의 네트워크 증설지연을 방지해야 하므로, 망사업자가 네트워크 증설 지연에 대한 책임이있는 경우에 우선적으로 급전권의 유무에 따라 보상기준을 차별화
- (시스템 안전문제에 따른 출력제한) 예비력 비용을 감소시켜 당위성을 지니므로 일반적인 시스템 안정성 유지의 목적으로는 보상이 필요 없으나 계통운영자가 기술적 원인을 알 수 없는 경우에는 보상 필요
- (과잉발전) 전력수급 유지를 유도해야 하므로 보상이 불필요하나 자발적으로 출력제한을 유도를 필요한 상황에서는 보상이 필요

〈경제적 최적 출력제한 보상안〉

구분	출력제한 근거	상황	출력제한에 따른 보상안
1: 네트워크 제약 (최적 출력제한)	네트워크 과잉투자 방지	합의되지 않은 수준의 출력제한	시장가격 (보조금 손실분과 함께)
		사전 협의된 수준까지 출력제한	• 합의 수준 미달: 보상 없음 • 합의 수준 초과: 완전한 보상
2: 네트워크 확장 (extension)지연	네트워크 증설지연 방지	우선 급전권 기부여 발전설비	완전한 보상
		우선 급전권 없는 신규 발전설비	시장가격 (보조금 제외)
3: 시스템안전문제	예비력비용 감소	시스템 안정성 목적 (일반적 경우)	없음 (비상조치 규칙에 의거)
		기술적 원인에 의한 출력제한 (통제불가 경우)	시장가격 (보조금 손실분과 함께)
과잉발전 (시장가격<=0)	수급일치	과잉발전	시장가격 (단, 시장가격=0)
		과잉발전상황에서 자발 적 출력제한 인센티브	보조금 부분만 보상 (시장가격 초과분

자료 : 저탄소 전력시스템으로의 전환을 위한 전력시장 제도개선 방안연구(에경연,'19.12)

○ 아직까지 재생에너지 출력제한 수행방법과 보상에 대해서는 관련 규정이 부재한 실정. 향후 정부, 한국전력거래소, 송배전사업자와 발전사업자(이해당사자) 등으로 구성된 협의체를 구성하여 출력제한 규정 수립을 위한 논의가 필요

〈 국외 변동적 재생에너지 출력제한 보상제도〉

〈북미 출력제한에 대한 보상현황〉

기관		보상내용
계통 운영자	AESO	• 수급 불균형으로 인한 감발은 보상, 풍력 보상 없음
	BPA	• 수급 불균형으로 인한 감발은 보상, 송전선로 혼잡으로 인한 감발은 보상 없음
	CAISO	• 수급 불균형, 송전선로 혼잡으로 인한 감발 보상, 계통 안정도로 인한 감발은 보상 없음
	ERCOT	• 풍력 보상 없음
유틸리티	PSCO	• 수급 불균형으로 인한 감발은 보상, 송전선로 혼잡으로 인한 감발은 보상 없음
	PSE	• 수급 불균형으로 인한 감발 보상
	SPP	• 계통 안정도로 인한 감발은 일반적으로 보상 없음. 최근에는 송전선로 혼잡으로 인한 감발도 비상 감발로 포함하여 보상하지 않으려는 추세
	APS	• 계약에 따라 보상, 비상 감발은 보상 없음

〈유럽국가 출력제한에 대한 보상현황〉

보상범위	사업자부담	적용국가
<총 기회비용 > (a) 하루전 시장가격+ 프리미엄 (b) FIT (c) Green certificate	없음 (전액보상)	• (a) 독일: 시스템 수준의 출력제약으로인한 경우. 단, 3MW이상 발전기가 연속 6시간동안 음의 가격이었던 경우제외 • (b) 이탈리아: 하루전 가격에 의해 추정된 손실, 손해 본 인센티브를 보상하기 위해 지원 기간을 추가적으로 연장 • (b) 포르투갈: 출력제한 규모가 (정격용량 × 50시간)을 초과하는 경우 • (c) 벨기에: 송전단 발생에 한함
95% ×(하루전 시장가격 +프리미엄)	5% × (하루전 시장가격 +프리미엄)	• 독일: 지역 송전선 제약으로 인한 경우
하루전 시장가격	프리미엄	• 덴마크: 육상풍력 • 아일랜드 (2018년 이후 폐지)
15% × 하루전 시장가격	85% ×하루전 시장가격	• 스페인
양자간 계약	계약가격	• 덴마크: 해상풍력 (법안 추진중)
없음	총 기회비용	• 아일랜드 (2018년 이후) • 스페인: 하루전 시장 이전에 출력제한 하기로 결정된 경우

〈일본(구주전력) 출력제한에 대한 보상현황〉

구분	적용대상	출력제어 보상
구 규칙	2015.01.25까지 연계 승낙 (태양광), 접속계약신청 (풍력)의 사업자 (대상: 500kW 이상 태양광 /풍력)	• 연간 30일까지 무보상
지정 규칙 (태양광만)	2015.01.26 이후 연계 승낙 사업자 (대상: 10kW 이상 태양광)	• 무제한 무보상
신 규칙 (풍력만)	2017.05.25까지 접속 계약 신청의 사업자	• 연간 720시간까지 무보상

자료 : 저탄소 전력시스템으로의 전환을 위한 전력시장 제도개선 방안연구(에경연,'19.12)

시사점

○ 재생에너지 확대에 따라 발생되는 출력제한, 계통유연성 문제를 해결하기 위해 정부는 내년부터 플러스DR*과 전기차 충전기 전류 제어를 추진 할 예정

* 플러스DR :약속한 시간에 전기를 사용하면 정산금을 받는 제도. 공급이 넘칠 때 소비를 갑자기 증가시켜 과잉 공급을 해소하는 것으로 전기를 쓰면 쓸수록 더 많은 보상이 돌아감(. 공급이 부족할 때 수요를 줄이는 기존 DR과는 정반대 개념)

* 충전기 전류 제어 : 전기차가 충전할 때 충전 전류를 제어해 출력을 조정하는 방식. 메인 서버와 충전기가 연결(커넥티드)된 상태에서 전기차 충전 시 전력 피크나 공급 과잉 등 상황에 따라 서버에서 출력을 조정하는 것을 말함

○ 정부는 최근 한전과 전력거래소, 전력연구원, 전력계통 전문가 등과 내부회의를 갖고 제주지역 태양광·풍력 출력제한(Curtailment) 해소대책 일환으로 '제2 HVDC 역송(逆送) 방안'을 논의하는 등 다방면으로 노력을 기울이고 있음

* 제2 HVDC를 역송할 시 최소 6시간 전부터 송전을 최소부하(20MW)로 낮춰 준비하여야 하며, 2개 회선 중 1개 회선을 이용해 제주전력 160MW를 육지로 송전하면, 다른 회선이 육지전력 20MW를 제주로 보내 140MW만큼의 유연성을 확보하는 방식(송전 가능용량±140MW 범위)

○ 제주도의 출력제어 급증 사례는 정부의 3020 정책 달성 가능성과 risk를 한번에 보여준 예로, 단순히 보급·확대측면에서의 재생에너지에서 안정적 계통운영을 담보로 하는 분산자원의 확보 측면에서 재생에너지로 정책을 집중해야 함

○ 그러나, 현재 출력제어에 따른 발전 사업자들에 구체적인 보상 체계는 물론 출력제한 설비용량 조건이나 대상, 발전기 선정 순서 등 세부 방안이 마련되지 않은 상황임

○ 단기간 내에 계통 안정 및 전력수급균형을 위해 출력제한 시행이 불가피하더라도, 2030년 재생에너지 설비용량 목표를 고려했을 때, 빠른시일내에 출력제한에 대한 규제체계와 미활용 재생에너지에 대한 보상기준이 마련되어야 할 것임

○ 제주도는 재생에너지 3020 실현을 위한 무대의 장이라고 할 수 있음, 제주도에서 발생하는 출력제한 문제는 더 이상 제주도만의 문제가 아니며, 각계 각층에서 머리를 맞대고 재생에너지 수용성 제고방안과 계통 안전성 방안에 대한 대책을 마련해야 함

○ 더불어, 코로나19 대유행으로 국가 독자생존과 생계의 위기가 사회적문제로 부상하고 있는 시점에서, 포스트 팬데믹 대비 국가 단위의 에너지자급자족의 준비를 시작해야 함

- 제주도 “RE300”사업 추진을 통해 에너지 자립을 넘어 에너지 기반의 친환경 에너지 섬 성공모델을 만들어 나가야 함

* RE300: 기존의 ‘RE100’을 확장한 개념으로 제주도에서 생산된 재생에너지 전력을 육지로 역송전해 공급하는 것을 핵심으로 함, 기본개념은 ‘RE100(기존 제주CFI) + RE100(제주인구증가/RE100 기업유치) + RE100(HVDC이용 육지로 역송전)’으로 정의

참고문헌

[1] CFI 2030 계획 수정보완 용역보고서(에너지경제연구원,'19.6)
[2] 제주특별자치도 제6차 지역에너지계획(제주특별자치도,'20.1)
[3] 2019 에너지경제연구원 지역에너지 통계연보(에너지경제연구원,'19.12)
[4] 제주 에너지백서(제주에너지공사,'20.9)
[5] 제주특별자치도 제2차 풍력발전 종합관리계획 수립(제주연구원, '18.9)
[6] 제주~완도 제3해저케이블 시동(제주일보,'20.6)
[7] 제주~완도 제3연계선 2,300억 해저케이블 사업 본격화(제주의소리, '20.4.1)
[8] 재생에너지 확대 계통계획이 중요하다(전기신문,'20.8)
[9] 제주사례로 본 재생에너지 확대 이슈와 해법(에너지테크포럼 보고서, '20.7)
[10] 재생에너지 간헐성 해소와 계통 유연성 확보의 핵심 난제와 해법(에너지테크포럼 보고서,'19.10)
[11] 차기 제주EMS 구축전략 수립 해외출장 결과보고(전력거래소,'17.12)
[12] 저탄소 전력시스템으로의 전환을 위한 전력시장 제도개선 방안연구(에너지경제연구원,'19.12)
[13] 제2 HVDC로 제주 신재생 잉여전력 역송 추진(이투뉴스,'20.8)
[14] 제주 전기과잉 공급 해소되나(전기신문,'20.8)

PD 인사이트 - 제철공정의 온실가스 감축 동향

한건우 온실가스PD(mdguru@ketep.re.kr)

PD 인사이트 - 온실가스
제철공정의 온실가스 감축 동향

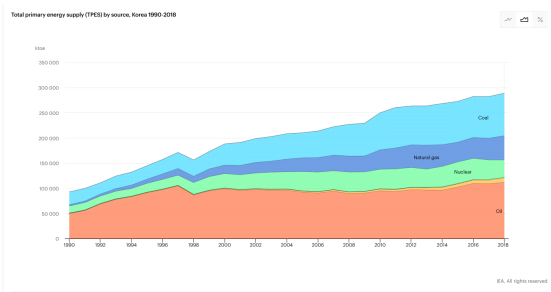
(요약) 제철은 에너지다소비업으로 온실가스 감축을 위한 기술개발이 절실하며, 단기적으로는 제철공정 특화 CCUS, 장기적으로는 수소 활용 환원기술 등이 필요

1 철강산업 온실가스 배출현황 및 감축 필요성

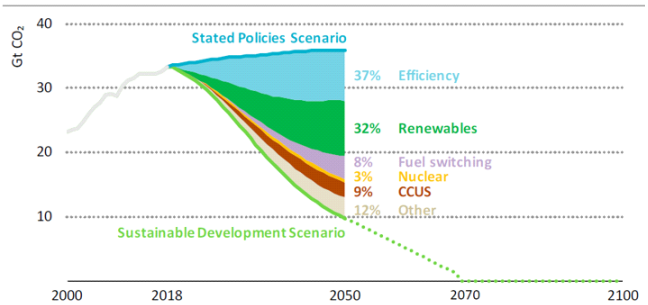
o 세계적으로 온실가스 감축노력은 계속되고 있으며, CCUS*가 중요한 역할을 할것으로 기대

* CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage): 대량 CO_2 배출원에서 CO_2를 직접 포집, 활용, 저장하는 기술

- 온실가스 감축을 위해서는 발전 및 산업부문에서 CCUS의 기여가 클 것으로 전망 [1]



〈발전원별 세계 에너지전망 [1]〉



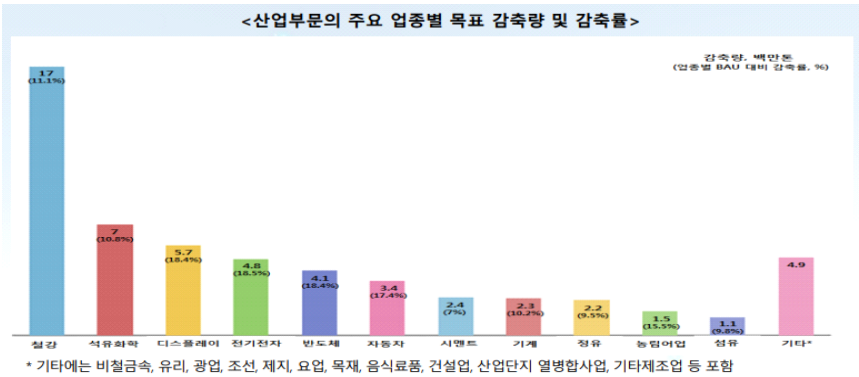
〈온실가스 감축수단별 기여 예상 [1]〉

- 산업부문에서의 온실가스 감축수단은 에너지 효율 향상, 연료 변경, 재생에너지 사용, 폐열 활용, CCUS 등이 있으며, 공정/설비의 변경이 용이하지 않은 경우가 많아 온실가스 감축 여지가 많지 않은 상황

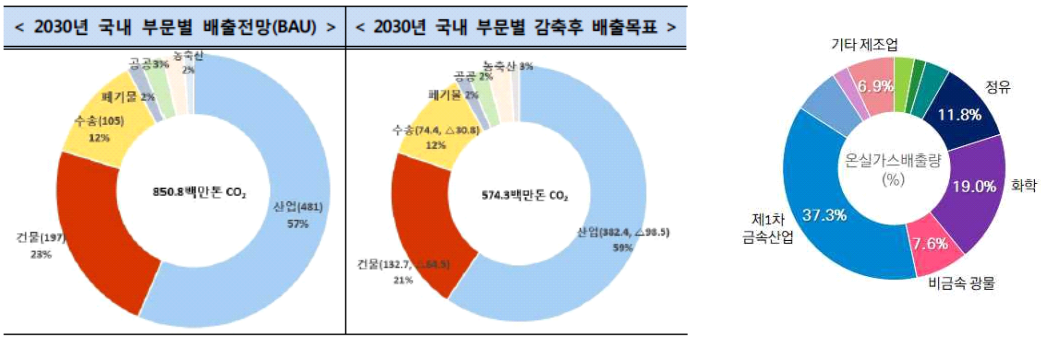
o 정부의 온실가스 감축 정책에 따라 철강산업의 온실가스 감축 요구가 증대

- [2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안]('18.7)에 따르면 산업부문 감축량이 증가되어 산업계 부담 가중

- 국내 주요산업중 철강산업은 화학, 정유, 시멘트산업 등과 더불어 온실가스 배출량이 매우 높은 산업('30년 철강업종 배출전망치의 11.1%이 1,700만톤 감축 필요, [2])



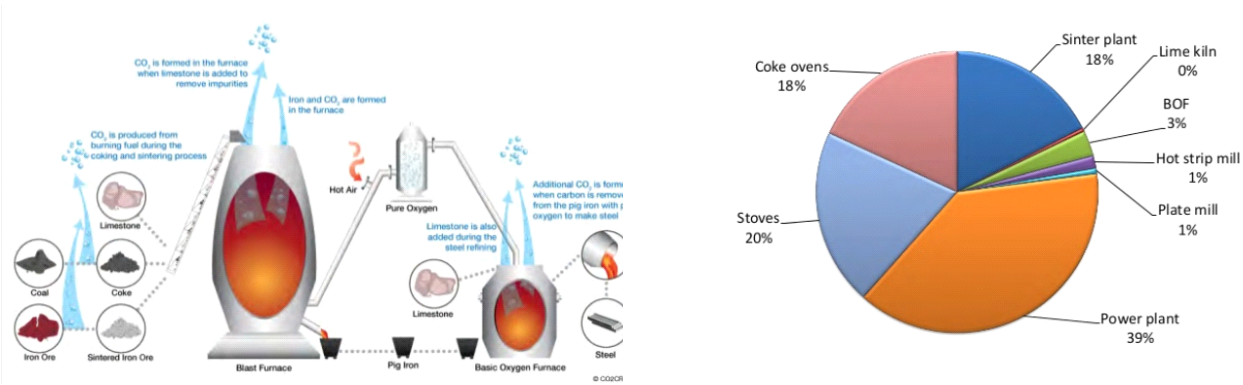
〈산업부문의 업종별 온실가스 감축 목표 [2]〉



〈2020년 국내 온실가스 배출전망 및 배출목표 [3] 및 업종별 온실가스 배출비중 [4] 〉

o 철강산업은 에너지다소비업으로 온실가스 배출량이 많으며, 일관제철에서는 제선공정에서 대부분 배출되나, CO_2 배출량 감축이 용이하지는 않은 상황

- 일관제철에서는 철강 1톤당 약 2톤의 CO_2가 배출되며, 코크스제조, 소결광제조, 고로공정 등 제선공정에서 온실가스 배출량의 80%이상 차지
- 국내 철강산업의 경우 에너지 효율이 매우 높은 수준이고, 미활용 폐열 회수도 기술적 난이도가 매우 높은 경우가 많으며(소결광 현열, 코크스오븐 현열 등이 미회수), 연원료의 전환도 용이하지 않은 상황
- 철강산업의 온실가스 감축을 위해 CCUS 기술의 적용이 필요할 것으로 생각되나, CO_2 감축 비용 절감 등이 필요



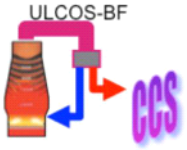
〈일관제철의 주요공정 및 직접 CO2 배출량 [5]〉

2 온실가스 감축을 위한 철강업계의 동향

o 2010년대 유럽, 일본, 미국 등 세계 철강사들은 CO_2 Breakthrough Program 등을 통해서 고로공정 CO_2 처리, 수소 환원 제철, 전기를 활용한 환원기술 등 온실가스 감축을 위한 다양한 기술개발을 진행

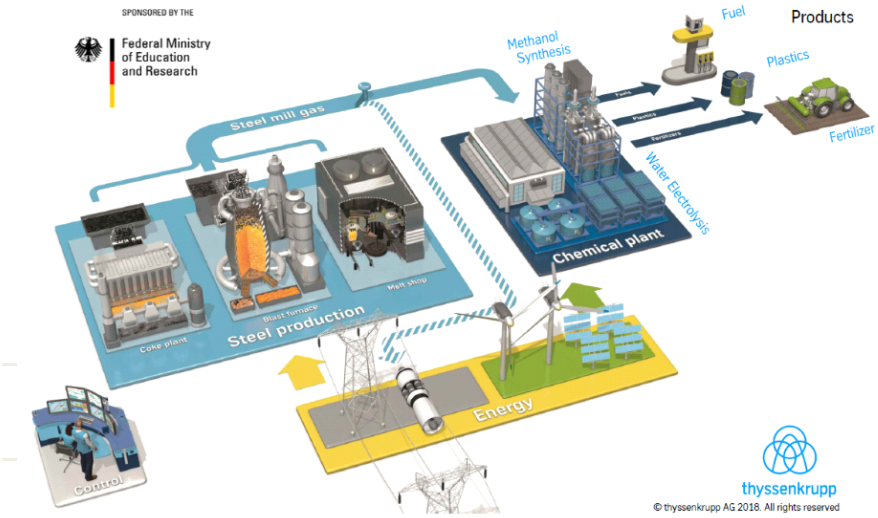
o 최근 유럽 철강사들은 경영 여건, CCS의 경제성 및 대중 수용성 등으로 기술개발은 다소 미진한 상황이나, '30년, '50년 등 중장기를 목표로 철강공정과 연계된 적극적 온실가스 감축 기술개발을 시도

- 유럽철강사들은 ULCOS(Ultra-Low CO_2 Steelmaking) Project를 통해 중장기적으로 온실가스 감축을 추진중이며, 대표적으로 '고로가스중 CO_2 분리 및 저장' 등을 진행했으나, CO_2 저장소 등의 문제로 CCS 기술개발 중단된 상황('18)

Coal & sustainable biomass		Natural gas	Electricity
Revamped BF	Greenfield	Revamped DR	Greenfield
ULCOS-BF 	HIsarna	ULCORED	ULCOWIN ULCOLYSIS
tuyere tests in Dunkerque	demonstrator under experimentation	reformulated as HYBRIT	scale-up as SIDERWIN

〈ULCOS50 프로젝트 [6]〉

- Thyssenkrupp은 최근 '30년까지 CO_2 배출량을 30% 감축, '50년에는 탄소중립을 선언하였으며, CO2를 탄소로 전환하는 Carbon2Chem과 석탄을 그린 수소로 대체, 환원하는 hydrogen rout를 시도 [7]



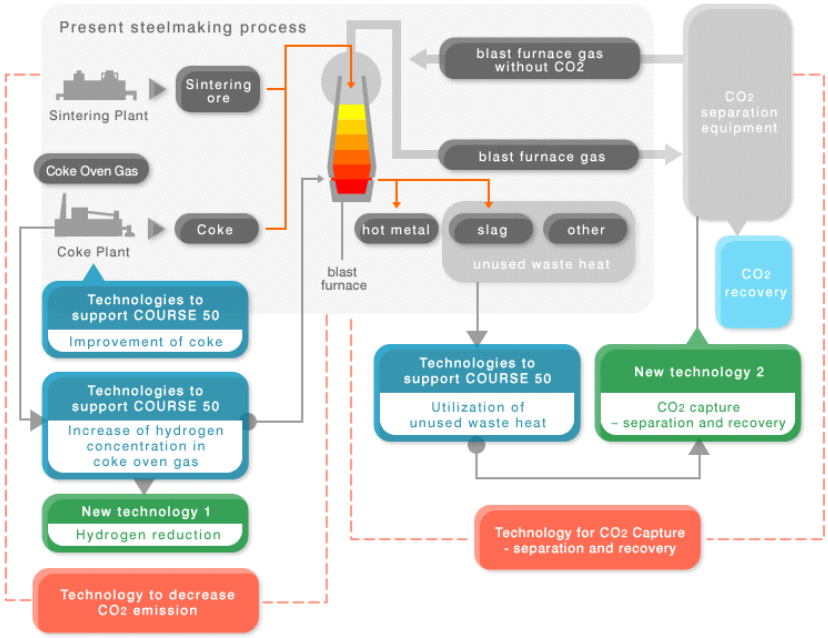
〈티센크루프의 Carbon2Chem 개념도 [8]〉

- Voestalpine는 철상 생산을 위해 수소를 활용하여 석탄을 대체하고자 하는 연구를 진행하고 있으며(EU의 H2FUTURE project 등), 장기적으로는 전기로를 사용하는 하이브리드 기술 및 그린 수소에 기반한 탈탄소를 위해서는 상업적으로 현실성있는 재생에너지 가격이 요구 [9]
- ArcelorMital은 European Commission 의 그린딜에 기여하기 위해 '30년까지 탄소배출 30% 저감을 목표를 발표했으며, 이에 앞서 '50년까지 탄소 중립의 도전적 목표 제시 [10]

o 일본에서는 CO_2 Ultimate Reduction in Steelmaking Process by Innovative Technology for Cool Earth 50(COURSE50)를 추진하였으며, 최근 철강연맹 차원의 철강부문 비전 선포 및 초혁신기술 개발 추진중

- 산업 영향을 고려한 정부의 저탄소 장기전략을 수립중이며, 철강연맹은 기존 한계를 뛰어넘는 2100년 제로카본스틸 비전을 선포 [11]
- COURSE 50는 NEDO 지원의 대형 온실가스 감축 프로젝트로 일본의 5대 철강사가 참여하여

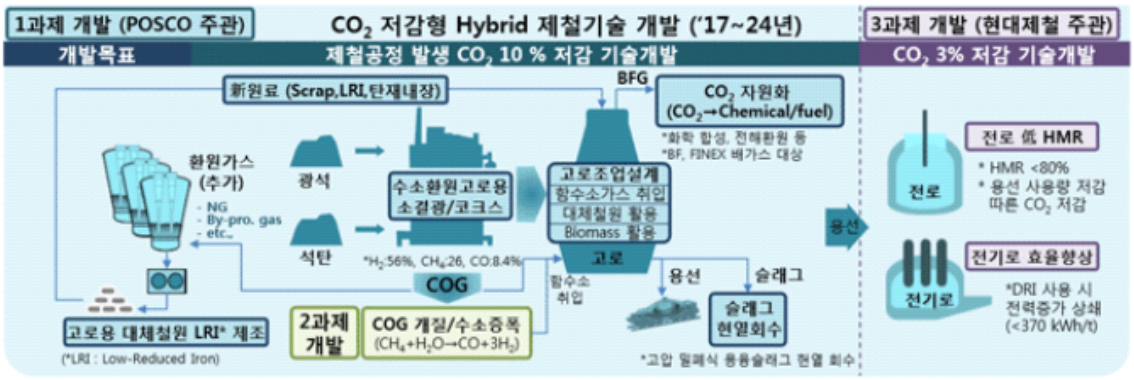
30%의 CO_2 저감 목표로 기술개발 추진하였으며, '고로에서의 CO_2 배출 삭감(Coke Oven Gas 개질)'과 '고로가스로부터 CO_2 분리 회수' 프로젝트 진행



<일본의 COURSE50 프로그램 [12]>

o 국내에서는 철강산업에서 획기적인 CO_2 배출량 감축을 위해 정부 R&D 사업을 추진

- 철강업계의 대표적인 CCUS 기술개발 과제로 '제철산업에서의 이산화탄소 포집 및 재자원화 기술개발 I, II('09-'14, 산업통상자원부)'를 통해 CO_2 흡수 및 화학적 전환 기술을 개발
- 최근 국내 철강업계에서는 온실가스 감축을 위해 'CO_2 저감형 Hybrid 제철 기술개발('17-'24, 산업통상자원부)' 과제를 수행중이며, 고로기반 제철공정의 CO_2 배출량 저감, COG(Coke Oven Gas)의 개질을 통한 수소 증폭, 전로/전기로의 대체철원 기반 CO_2 배출량 감축을 목표로 기술개발 수행



<CO2 저감형 Hybrid 제철기술 개발 과제 구성 [13]>

3 온실가스 감축 기술개발 추진 방향

o 기술성, 경제성을 갖춘 온실가스 대량 감축이 가능한 기술개발 추진이 필요하며, 저탄소 제철, 수소 활용 환원기술 등 추진

- 철강산업 등 대량 CO_2 배출원의 CO_2 배출량 감축을 위해서는 CO_2 포집 및 저장(CCS)이 필요하다고 생각되나, CCS 기술의 경제성 뿐아니라 지질 및 산업환경, 대중수용성 등을 고려해야 하며, CCU 기술의 경제성 증대 및 시장확보가 필요하고, CCUS와 관련된 법 제도 정비 등이 필요
- 일관제철의 경우 CO_2 배출량이 많은 제선공정에 집중한 CO_2 배출량 감축기술이 필요하며, 따라서 세계 철강업계에서는 고로기반 제철에서는 저탄소 제철기술 및 수소를 활용한 환원기술 개발 추진중

o 제철공정은 다양한 부생가스, 공정연계 등을 고려한 공정에 특화된 CCUS 기술개발 필요

- 유럽에서는 장기적으로 재생에너지를 활용한 '그린' 전기나 '그린' 수소를 활용하는 직접 환원 기술이 제시되고 있으나, 에너지 전환 등의 불확실성을 감안한다면, 가까운 미래에는 탄소기반의 제철공정에서의 CCUS 기술의 개발 및 적용이 필요할 것으로 판단
- 제철공정은 CO_2 배출량이 많으며, 고온공정에 의한 폐열, 부생가스 등 부생자원이 있으며, 코크스 등 환원제도 있어 배출된 CO_2를 포집, 저장하거나 전환/활용할 경우 온실가스 감축에 크게 기여가 가능하므로 부생자원, 전후공정 연계 등 공정의 특성을 고려한 CCUS 기술개발 및 적용 추진이 바람직

참고문헌

[1] World Energy Outlook 2019
[2] 강윤영(2019), 온실가스 감축정책 어디로 가나?, 국회철강포럼
[3] 연합뉴스, https://www.yna.co.kr/view/AKR20190517130900003
[4] 제2차 기후변화대응 기본계획(2019)
[5] Wiley and Ho(2014), https://www.slideshare.net/UKCCSRC/dianne-wiley-plenarycardiffbasep14, UK CCSRC Biannual Meeting
[6] J.-P. Birat (2020), "Society, Materials, and the Environment: The Case of Steel," Metals
[7] Thyssenkrupp, https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/thyssenkrupp-sets-clear-targets—group-aims-to-be-climate-neutral-by-2050------30-percent-emissions-reduction-planned-for-2030-12803.html
[8] http://www.circulary.eu/project/carbon2chem/
[9] voestalpine, https://www.voestalpine.com/group/en/group/environment/climate-protection-strategy/
[10] ArcelorMittal, https://corporate.arcelormittal.com/media/news-articles/2019-dec-13-arcelormittal-europe-sets-target-to-cut-carbon-emissions-by-30-by-2030)
[11] 스틸프라이스, http://www.steelprice.co.kr/news/articleView.html?idxno=24131
[12] COURSE50, https://www.jisf.or.jp/course50/index.html
[13] 스틸데일리, http://m.steeldaily.co.kr/news/n_view.asp?NewsID=132698&T_M_Code=0&D_F_Code=Main

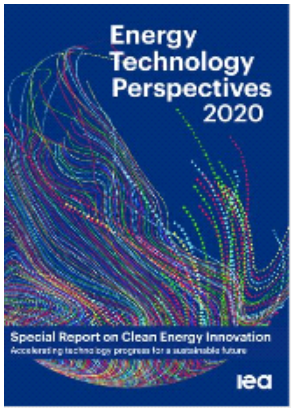
주요 단신

- 최신 리포트
- 화제의 기사

최신 리포트 발간 동향

IEA

「Energy Technology Perspectives 2020-Clean Energy Innovation (Accelerating Technology Progress for a Sustainable Future)」, IEA [발간일: 2020.07]



- 청정에너지 기술 혁신과 정부 및 기타 주체가 수행하는 역할
  -교육지원, R&D자금 지원, 네트워크 인프라 제공, 지적재산 보호 등
- 청정에너지 혁신의 세계적 현황
  -2020년 에너지 혁신활동에 대한 최신 정보(정책지원, 자금, 투자현황)
  -COVID-19위기로 미래 에너지혁신에 끼칠 영향
- IEA 지속 가능한 개발 시나리오의 혁신 요구
  -2070년까지 순 제로 CO2 배출량으로 전환하는데 필요한 기여도 평가
- "Net-Zero 시대를 위해 청정에너지 기술 혁신에 필요한 사항
  -Faster Innovation Case, Reduced Innovation Case 제시
- 청정에너지 기술 혁신을 촉진하기 위한 정책 입안자들의 권장사항
  -IEA가 제시한 5가지의 중요 혁신 원리

IRENA

「Business Models: Innovation Landscape Briefs」, IRENA [발간일: 2020.07]

- 통합 서비스 제공자 모델 (Aggregators)
  -중앙 집중식 IT 시스템을 사용해 DER를 원격으로 제어, 운영을 최적화
  -글로벌 시장 가치 : 2016 (762milion), 2023(4597milion)으로 예상
- P2P(peer-to-peer) 전기 거래 모델
  -프로슈머와 소비자가 중개자 없이 합의 된 가격으로 전기를 거래 할 수 있는 온라인 마켓플레이스를 생성.
  -다양한 나라가 실시한 P2P계획 (호주,방글라데시,독일,일본,영국,미국등)
- 서비스로서의 에너지 (EaaS : Energy as a Service)
  -분산된 에너지 자원의 배포 및 운영, 수요 관리를 지원, 이를 통해 수요 측 유연성 확보
- 커뮤니티 모델(Community ownership)
  -에너지 생성, 저장, 효율 시스템 등을 사용자가 공동으로 소유하고 관리
  -4000개 이상의 모델이 호주, 유럽 및 미국에서 전력 제공
- 페이고 (PAYG : Pay as you go) 모델
  -그리드 외 지역에서 에너지 접근을 개선

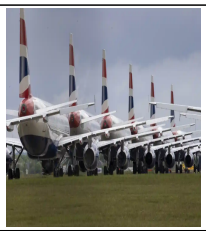
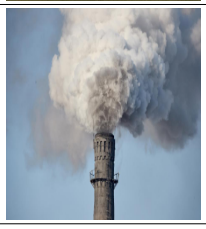
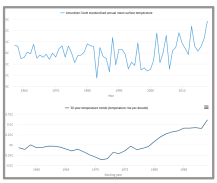
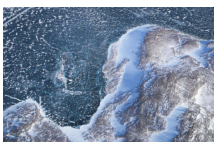
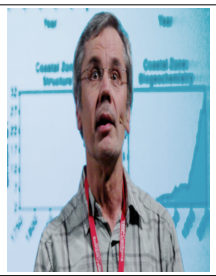
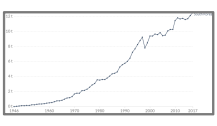
GWEC

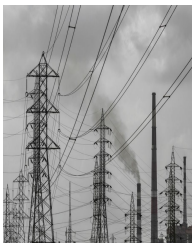
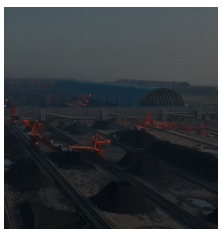
「Global Offshore Wind Report 2020」, GWEC [발간일: 2020.08]

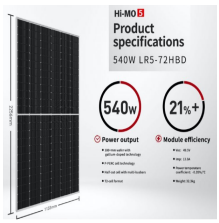
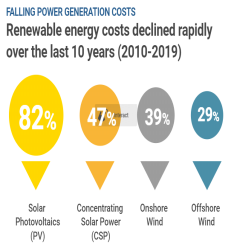
- 2019년 해상 풍력 리뷰
  -세계 해상 풍력 산업 역사상 최고의 해
  -총 글로벌 누적 설치 수 29.1GW(중국 2.4GW,영국 1.8GW,독일1.1GW)
- COVID-19로 인한 해상풍력 산업의 영향
- 해상 풍력 산업의 전 세계적인 진출 및 성장
- 지속적인 성장으로 에너지 전환에서 수백만 개의 지속 가능한 일자리 창출
  - 10년 동안 약 90만개의 일자리 창출 예상
- 2030년까지 아시아 태평양을 중심으로 234GW이상 급증 예상
- 차세대 해상 풍력 터빈 기술
  -효율성과 복원력을 개선하여 LCOE(균등화 발전비용)를 감소.
  -Power-to-X : 에너지 시스템의 탄소를 제거하는데 중요한 역할
- 해상풍력 배치를 가속화하기 위한 노력의 필요성

화제의 기사

기후 위기

	〈대기 중 이산화탄소 연평균 증가율 갈수록 빨라져〉 대기 중 이산화탄소 연평균 증가율: 1960년대 0.8ppm, 1980년대 1.6ppm, 2000년대는 2.0ppm, 2010년대 2.4ppm.	The Guardian '20.06.04
	〈2020 5월 이산화탄소 농도 최고치 기록〉 2020년 5월 이산화탄소 농도 417ppm, 사상 최고 기록. 2019년 5월 414.7ppm.	Forbes '20.06.10
	〈생태계 변화, 생물종 다양성 빠르게 사라져〉 세계적으로 향후 20년 내 500여 동물이 멸종할 것. 이러한 동물이 사라진다는 것은 하위의 생태계가 파괴된다는 의미. 인류의 멸종을 앞당기는 의미.	연합뉴스 '20.06.02
	〈남극 온도 3배 빠르게 상승〉 미국 관측소(The Amundsen-Scott station)에 따르면 남극은 1989~2018년의 평균기온 상승은 지구평균기온보다 3배 더 빠르다. 0.61℃/10년 속도로 상승했다. 남극의 기온 상승은 위치에 따라 다른데, 남극은 7배 빠르다. 남극의 평균 기온은 -49℃이다. 남극대륙의 얼음이 모두 녹으면 해수면은 60m 상승한다.	Carnon Brief '20.06.29
	〈얼음 없는 북극 15년 내 온다〉 〈Nature Climate Change〉에 따르면 북극의 얼음이 여름에 완전히 녹는 시기는 15년 안에 도래한다. 북극이 여름에 완전히 녹는 경우는 13만 년 전 간빙기 때 이후 처음이다.	Bloomberg Green '20.08.17
	〈호주 기후과학자 Will Steffen "인류는 이미 문명의 붕괴로 진입"〉 호주 기후과학자 Will Steffen는 세계적으로 알려진 티핑포인트 15개 중 9개가 활성화, 문명의 붕괴는 불가피한 궤적에 깊게 들어와 배출을 줄인다고 해도 찜통 지구는 피할 수 없을 것. 배출제로를 위한 시간은 기껏해야 30년 남았지만, 북극해의 얼음이 녹는 티핑포인트는 지나버렸는지도...	Voice of Acition '20.06.05
	〈우리나라 2017년 온실가스, 이산화탄소 배출량〉 한국 2017년 온실가스 배출량 709.1백만톤(세계 11위), 1인당 이산화탄소 배출량 12.54톤/년. 한국 2017년 이산화탄소 배출량 640.58백만톤(화석연료&시멘트 부문, 토지이용 제외, 세계 7위), 소비기준 669.12백만톤, 세계의 1.77% 한국 1750년 이후 화석연료 및 시멘트 생산에 따른 이산화탄소 누적배출량 158.4억톤, 세계의 1.17% 한국 2017년 원료별 이산화탄소 발생량 석탄 327.47백만톤, 석유	Our World in Data '20.08.

		189.07백만톤, 가스 98.73백만톤, 시멘트 25.32백만톤 한국 2016년 부문별 온실가스 배출량(단위 백만이산화탄소톤) 전력 및 열 356.6, 교통 101.3, 제조 및 건설 73, 산업 72.45, 건물 51.4, 항공 및 해운 48.7, 농업 14.06, 기타 연료 연소 12.98, 쓰레기 10.01, 비산 배출 5.2, 토지이용변화 및 숲 39.6 한국 2016년 부문별 메탄 배출량(단위 백만이산화탄소톤) 농업 9.21, 쓰레기 8.77, 비산배출 4.91, 기타연료연소 2.22, 산업 0.65 한국 2016년 부문별 아산화질소 배출량(단위 백만이산화탄소톤) 농업 4.85, 기타연료연소 3.86, 쓰레기 1.24, 산업 0.37, 비산배출 0.28	
화석연료		〈석유 메이저 평가절하 잇달아〉 프랑스 석유기업 토탈은 온실가스 규제 및 코로나 여파로 석유, 가스 시장 여파로 81억 달러 평가절하 함. 70억 가량은 캐나다의 오일샌드 프로젝트의 포기에서 발생. BP, Shell도 2020년 하반기 400억불 정도의 평가절하 예상. 평가절하 배경은 배럴당 60~80불의 유가가 하락했기 때문. 토탈은 2020년 브렌트유 기준 35불 예상, 장기적으로도 50불 예상. 미국 엑슨모빌, 쉐브론도 장기 전망에 대한 공개 압력을 받고 있음. 2020년 하반기 큰 손실을 기록할 것으로 예상.	Bloomberg Green '20.08.24
	Chevron EXXON Mobil	〈엑손모빌, 쉐브론 2분기 적자 기록〉 코로나 팬데믹 아래 석유가격이 25% 하락하고, 그 여파로 2분기 엑손은 11억불, 쉐브론은 83억불의 손실 기록	CNN (BUSINESS) '20.07.31
		〈92년 만에 다우지수에서 퇴출된 엑손모빌, 시대 변화의 상징〉 2020.10.31. 기준 엑손모빌은 다우존스에서 사라짐. 2007년 5천억불 주가, 지난 5년 40% 주가 하락, 현재 1,785억불. 이제 다우에는 석유 메이저로는 엑슬론만 남아.	CNBC '20.08.25
		〈2020년 사상 처음으로 세계 석탄발전 설비량 줄어〉 세계석탄발전추적(Global Coal Plant Tracker (GCPT))에 따르면 2020년 상반기 2.9GW의 석탄발전 설비가 감소한 2,047GW. 코로나 영향과 유럽 등의 규제강화가 이유. 그러나 189.8GW가 건설 중, 331.9GW가 계획 중. 유엔사무총장은 2020년 이후 신규석탄발전금지 촉구.	Carbon Brief '20.08.03
		〈호주 에너지시장운영자(AEMO) 신규 가스발전 필요성 낮아〉 호주 에너지시장운영자(AEMO), 신규 가스발전 필요하지 않아. 2035년까지 재생에너지가 90%의 전력을 공급하는 상황에서 양수발전과 배터리가 증가함에 따라 가스발전 역할 하락, AEMO는 소비자 이익에 초점, 재생에너지로 변화하는 것이 110억불의 시장이익. 이를 위해 신규 송전선 대규모 투자 필요. 2040년까지 소규모 배터리와 함께 설치하는 태양광발전은 13~22% 차지. 15GW의 석탄발전을 대체하기 위해 26GW의 대	The Guardian '20.07.29

	형 태양광발전, 풍력발전 필요. 6~19GW의 급전전원 필요, 재생에너지 지역에서 소비지까지 연결하는 대규모 송전선로 투자 필요. 기후 의존적 태양광발전, 풍력발전을 보완하기 위해 6개의 급전전원 소개. 양수발전, 대규모 배터리, 분산형 소규모 배터리, 가상발전소(VPP), 수요반응(DR)의 5개와 가스발전. 가스발전은 저장의 잠재적 보완재. 신규 가스발전 필요성 낮아(less likely). 향후 5년간 우선해야 할 프로젝트로 전력계통 연결 사업 발표. Victoria-NSW, NSW-South Australia의 중계기 설치, Snowy Hydro와 southern NSW의 송전선로 보강, Victoria-NSW의 새로운 연결, Marinus Link-Tasmania-Latrobe Valley의 새로운 연결 등. 적절한 시기에 적절한 방법으로 설치되지 않으면 소비자들이 대가를 치를 것. 향후 20년 동안 더 많은 송전선로가 필요할 것, 과잉투자, 호화투자 또한 경계할 것 주문. 재생에너지 투자와 송전선로 투자를 강화할 경우 20만의 일자리를 확보할 것. AEMO, 올바른 규제와 함께라면 호주는 태양광발전, 풍력발전을 통해 전력의 75% 공급가능.	
	 〈골드만 삭스, 2030년까지 태양광/풍력/배터리/전기차에 16조 달러 투자 예상〉 골드만삭스 보고서(titled Carbonomics)는 이산화탄소 톤당 40~80달러를 지불해야 하는 화석연료 프로젝트와 달리 태양광, 풍력, 배터리, 전기차 프로젝트는 순조로운 민간투자 전망. 지난 5년 동안 화석연료 투자 60% 하락. 내년에는 화석연료 투자 금액을 넘어설 것, 2030년까지 16조 달러 투자될 것. 2030년까지 세계 연간 1~2조 달러의 청정에너지 투자는 15~20백만 일자리를 만들 것. 기존 화석연료 일자리의 1.5~3배의 새로운 일자리를 창출하는 것.	The Energy Mix '20.06.21
	 〈태양광모듈 72셀 기준 500W 넘어〉 론지솔라 72셀 기준 540W 정격출력, 효율 21.2%, 신규 양면형 HiMO5, 모듈 크기 2,256 × 1,133 mm 2 기존의 붕소 대신 갈륨 도핑을 실시하여 광조사로 인한 태양전지의 효율저하 (light induced degradation) 감소. 첫해 98% 출력 보증, 이후 0.45%/year 효율감소율 보증. 이제 500W 넘는 모듈 시대 돌입.	PV-TECH '20.06.29.
	 〈IRENA 재생에너지 가격 하락〉 IRENA에 따르면 재생에너지는 기존 화석연료/원자력발전 가격보다 많은 국가, 지역에서 경제적이며, 지속적인 가격하락은 보조 없이 기존 발전을 대체할 것. 2010~2019년 동안 재생에너지 전기가격($/kwh)은 태양광발전 82%, 태양열발전 47%, 육상풍력 39%, 해상풍력 29% 하락.	IRENA '20.06.02

재생에너지 · 신산업

	〈독일 2040년 해상풍력 40GW 목표〉 독일은 최근 해상풍력법을 개정, 2030년 해상풍력 15GW를 20GW, 2040년 40GW로 상향.	Offshore WIND. biz '20.06.03
	〈Vattenfall 세계에서 가장 큰 해상풍력 투자〉 스웨덴 회사 Vattenfall Hollandse Kust Zuid 1-4 해상풍력발전 투자. 단일 사이트로는 세계에서 가장 큰 1.5GW 규모. 네덜란드 2백만 가정이 사용할 수 있는 전력. 2021년 착공, 2023년 준공 예정. 지멘스 해상풍력발전기 11MW(지름 198m), 140기 설치 예정. 지멘스는 14MW(지름 222.5m) 개발 중.	The Maritime Executive '20.08.28
REUTERS®	〈중국 2020년 석탄발전 설비 피크 예상〉 중국은 2020년에 석탄발전 설비의 피크 1100GW 예상. 향후 비효율 석탄발전기 점진 감축. 2019년 수력 340GW, 태양광/풍력 240GW, 2019년 전력계통 미 연결 풍력 4%, 태양광 2%.	REUTERS '20.06.18
	〈중국 2021-2023 신에너지차 규제 정책 발표〉 중국 2021-2023년 적용할 신에너지자동차 정책 발표 중국은 중국에서 판매한 자동차 중 신에너지자동차에 해당하는 차량을 일정 비율 이상 판매하도록 함. 신에너지자동차는 하이브리드 자동차에서 전기차에 이르기까지 다양, 각 자동차가 받는 크레딧이 다르게 책정. 각 년도별 의무비율은 다음과 같고, 이를 채우지 못하면 벌과금 부과. 2019: 10%, 2020: 12%, 2021: 14%, 2022: 16%, 2023: 18%	INSIDE EVs '20.06.24
CALIFORNIA REPUBLIC	〈캘리포니아 청정대기법과 기후 목표〉 연방 대기질 기준 핵심년도: 2023, 2030 2030년 온실가스 40% 감축, 석유 소비 50% 감축 2050년 온실가스 80% 감축 위 목표 달성을 위해 산업, 가정, 수송 등 모든 부문의 노력 필요	California Air Resources Board '20.06.25
	〈캘리포니아주 대형차량 2024년부터 배출제로 정책 시작〉 캘리포니아주는 2024년부터 판매되는 대형차의 배출가스제로 의무화 시행. 밴부터 대형 트럭까지 모두 포함. 다수의 전기트럭 제조업체는 300마일 주행거리, 충전 시간 20분 내외 차량 준비 중. 최소 7개 주와 콜롬비아가 뒤따를 듯.	NPR '20.06.26
	〈배터리 철도가 수소 철도보다 35% 경제적〉 Oliver Cuenca of International Railway Journal에 따르면 배터리 철도가 수소 철도보다 35% 경제적, 배터리 가격이 하락하고 있는 점은 덤.	Rapid Shift '20.07.27

〈유럽항공안전청 세계 최초 전기비행기 인증〉

유럽항공안전청은 세계 최초로 전기비행기 의 운항을 Pipistrel Velis Electro에게 인증함. 이 전기비행기는 2인승, 화물 600kg 운송, 비행시간 80분, 충전시간 40~70분임.
프랑스 정부는 15억의 연구개발비를 포함, 150억 유로의 전기 비행기 보조금 계획 발표. 계획에 따르면 2035년까지 항공부문의 제로배출을 정하고 있음.
미국 워싱턴 주에서는 9인승 전기비행기를 30분간 시험 비행한 바 있음.
중국에서는 배터리로 운항하는 시속 100km의 드론택시를 선보인 바 있음.
유럽은 재생에너지 연료에 대한 규정과 전기드론과 전기비행기에 대한 규정 마련이 시급.

Euractiv '20.06.12

〈풍력발전의 건강에 미치는 영향은 낭설〉

핀란드의 풍력발전의 건강에 미치는 영향에 대한 2년 간의 연구 결과는 해당 없음.
풍력발전 저주파로 인한 두통, 어지럼, 이명, 심장 이상 주장은 근거가 없음이 다시 밝혀짐.

Interesting Engineering '20.06.23

〈유럽 2020 상반기 재생에너지, 화석연료 발전 앞서〉

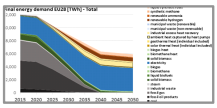
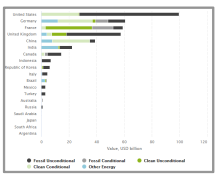
Ember에 따르면 2020 상반기 유럽 27개국은 팬데믹으로 전력수요가 감소한 가운데 재생에너지 발전 40%, 화석연료 발전 34% 기록, 전력총수요 7% 하락: 화석연료 발전 18% 하락(석탄발전은 23% 하락), 재생에너지발전 11% 증가, 전년도에 비해 발전부문 온실가스 23% 절감.
2020년 상반기 전력의 마이너스 가격 시간 비중 증가: 체코 1.3(%, 2019)-->2.3(%, 2020), 슬로바키아 1.2-->2.3, 덴마크 2.2--.2.5, 독일 3.2--.4.8, 아일랜드 1.1-->5.1

Bloomberg Green '20.07.22

〈호주 배출제로 가속화로 수십만 일자리 창출 가능〉

보고서는 재생에너지, 청정빌딩, 청정수송, 청정산업을 통한 경제의 탈탄소화로 경기 침체 극복 제안. 온실가스 배출 제로로 변화함으로서 수십만의 일자리 창출 가능.
보고서는 배출제로 정책을 통해 향후 5년 동안 호주 산업을 현대화 하면서 해마다 355천의 새로운 일자리 창출 가능. 일자리는 재생에너지와 그린빌딩에서 주로 발생.
현 화석연료 집약적인 산업보다 재생에너지 전력 생산 확대, 그린수소를 통한 그린철강, 바이오연료 등을 제조, 수출할 것과 해저 케이블을 통한 재생에너지 전력 수출을 제안.
그린수소는 액화, 운반 과정의 손실이 커서 직접 수출보다는 그린 철강을 제조, 수출하는 것이 경제적. 그린수소로 합성가스를 제조, 수출하는 것이 부가가치 및 일자리 창출에 도움.
호주의 에너지부문 노동자는 10만, 그 중 5.5만은 탄소집약적 산업 노동자. 재생에너지를 통한 새로운 수출산업육성으로 탄소 노동자들보다 더 많은 일자리를 창출 가능.
2019년 11월, 스웨덴 철강기업 SAAB, 2026년까지 그린수소로 그린철강 100% 선언.

The Guardian '20.06.28

에너지전환		〈CAN & EEB, 유럽 2040 넷제로 시나리오 발표〉 CAN(Climate Action Network) Europe, EEB(European Environmental Bureau)는 유럽이 파리협정의 1.5℃와 부합하는 PAC(Paris Agreement Compatible) 시나리오 제시. 에너지 수요 절감(주로 빌딩)과 재생에너지 확대(태양광/풍력 중심)가 두 축. 목표는 2030년까지 65% 온실가스 감축, 2040년 배출제로. 석탄발전은 2030년, 가스는 2035년 퇴출, 석유는 2040년까지 거의 퇴출. 산업공정 현대화, 빌딩 혁신, 행동 변화, 수송 전기화, 탄소 가격화, 태양광, 풍력, 수소, 히트펌프, 지열, 수력, 바이오 등 다양한 해결책 제시. “예방이 치료보다 낫다” “기후비상을 진지하게 대하라” 핵심적인 내용 1. 시민사회 주도의 협동 연구 2. 배출을 당장 줄여라 3. 유럽의 에너지 수요를 줄여라: 순환경제 이행, 산업공정 현대화(수소, 합성연료), 최대한의 에너지절감(빌딩 60% 감축), 수송의 효율화와 전기화, 4. 화석연료와 원자력 퇴출: 2030년 석탄, 2035년 가스, 2040년 석유 퇴출, 원전 최소화 5. 재생에너지 보급 최대화: 풍력은 전기화의 동력, 태양광은 프로슈머를 강화, 히트펌프를 활용한 냉난방, 수력은 신뢰할 수 있는 백업전원, 제한된 바이오에너지의 효과적 활용 보장, 6. PAC 시나리오를 살아있게 하라	Energy Post EU ,20.06.30
		〈에너지정책추적(energypolicytracker) 코로나19 구제 예산 분석〉 에너지정책추적(energypolicytracker)은 코로나19 대책으로 제시된 G20 국가의 예산을 분석. G20 국가는 3,468억달러를 에너지부문에 투자. 화석연료 47%, 청정에너지 39%, 기타 14%임. 우리나라는 61.7억달러($6.17bil.)를 투자, 화석연료 79.2%, 청정에너지 20.8% 투자.	Energy policy tracker '20.08.26
		〈SABIC 화학공장 100% 재생에너지로 운전 계획〉 사우디 글로벌 화학회사 SABIC은 스페인의 폴리카보네이트 화학공장을 세계 최초로 완전히 재생에너지로 가동할 계획. 폴리카보네이트는 자동차와 건설 부문에서 사용하는 소재. 이를 위해 2025년까지 4GW, 2030년까지 12GW의 태양광발전, 풍력발전 설비를 구축할 계획.	Packaging Europe '20.07.29

그린에너지 뉴딜 BREIF

발행처 | 한국에너지기술평가원 에너지정책센터

서울특별시 강남구 테헤란로 114길 14

T. 02-3469-8400 F.02-555-2430

www.ketep.re.kr

연구진 | 김창선, 이성호, 정회성, 박수영, 윤가혜, 서영상, 안나경, 정혜윤, 이정배, 강채연

KETEP
한국에너지기술평가원