

# 탄소 중립과 철강 산업의 대응

2021. 5. 11

김정인, 김삼용 중앙대학교 경제학부, 응용 통계학부

- 목 차 -

1. 탄소 중립의 배경

2. 국내외 R & D, 기술 동향

3. 산업계 동향

4. 철강 산업 동향

5. 철강 산업 탄소 중립방향

# 1. 탄소 중립 배경

## ❖ 유엔 IPCC 「기후변화 1.5°C 특별보고서(18.10)」

- 지구는 산업화 이전 대비 약 1.0°C 온도 상승, 현재 속도로 지속되면 2030~2050년 1.5°C 도달
- 1.5°C 달성 위해 온실가스 한계감축비용은 2°C 달성 보다 3~4배 높을 것으로 추정
- 1.5도를 유지하기 위해 지구온난화 가스를 감축해야 수준은 ?
  - 2050년까지 탄소 배출을 영(0)으로 만들어야 함 ; 탄소 중립, 또는 '순 - 제로(Net - Zero)'

➤ **탄소 중립**: 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고(-), 남은 온실가스(+)  
는 흡수(산림), 저장, 이용, 제거하여 실질 배출량 0이 되는 개념.

➤ **“Zeronomics(Zero+Economics) = “탄소 제로 경제 시대”의 도래**

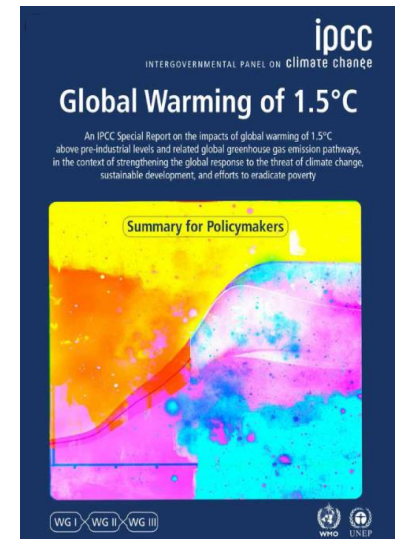
## 제로 탄소 사회로 나가는 길

에너지 전환  
산업구조 조정  
수송, 건물 변화

과감한 기술혁신  
재정확보

시민교육,  
공동 협력

- 에너지원의 대 전환
- 혁신적 산업 구조 조정, 4차 산업 혁명 가속화
- 기후변화 대응 기반시설 투자 확대,
- 기후 기술 R&D 지원과 과감한 기술 혁신
- 자원 확보와 공공 및 민간 금융 역할 증대
- 교육 강화 · 시민참여 독려와 소통 기능 강화 ,
- 공동체 기반 협력 강화

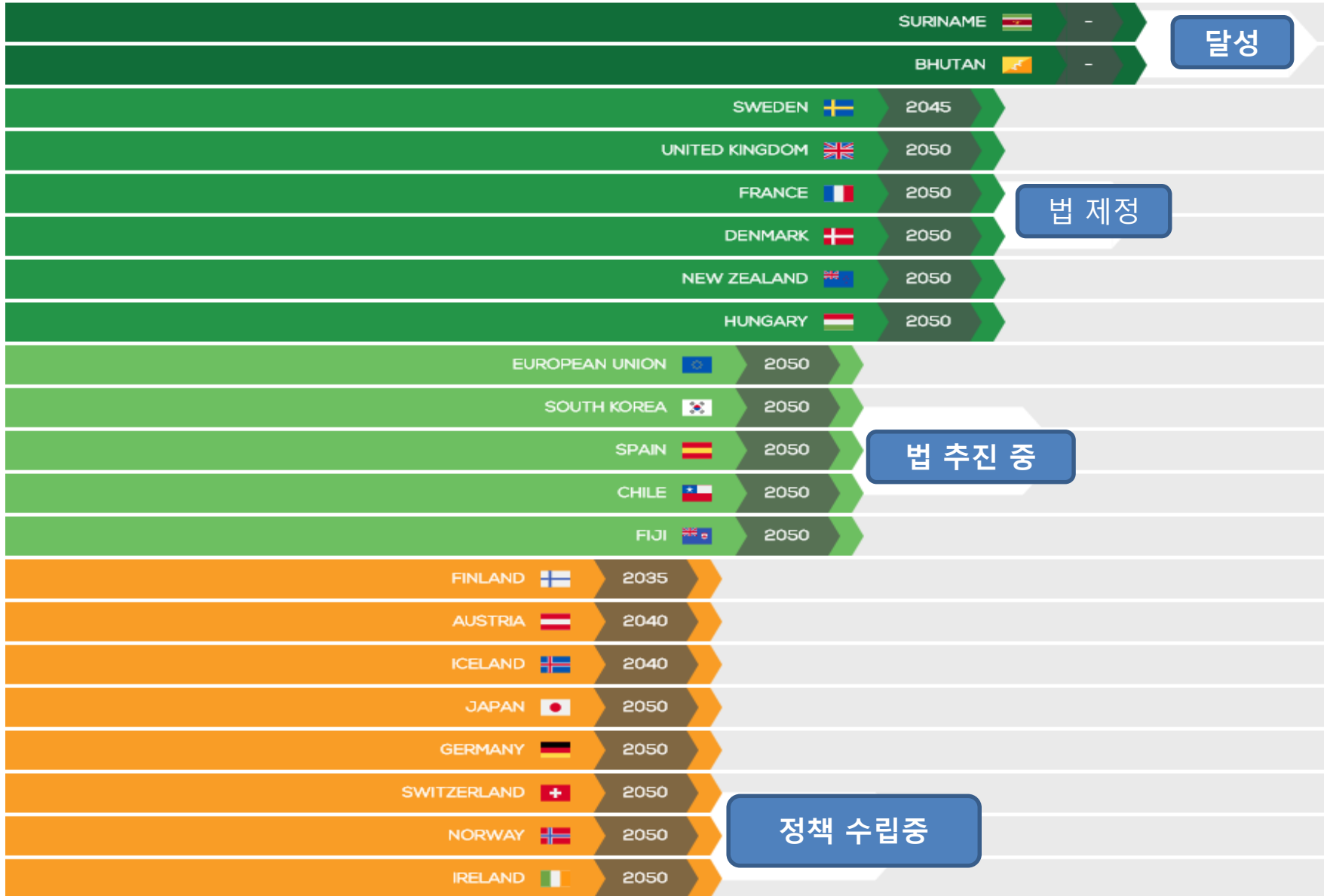


# OECD 2030 환경 전망 보고서, 2020

	[청신호]	[황신호]	[적신호]
기후변화		GDP 당 온실가스 배출의 감소	세계 온실가스 배출 기후가 변화하고 있다는 증거 증가
생물다양성 및 재생가능한 자 연자원	OECD 회원국 내 산림 면적	산림관리 • 보호지역	생태계의 질 • 생물종 감소 외래종 침입 열대림 • 불법 벌목 생태계 단절
물	OECD 회원국 내 점오 염원에 의한 수질 오염 (산업, 지자체)	지표수질과 하수처리	물 부족 • 지하수질 농업용수 이용과 오염
대기질	OECD 회원국의 SO <sub>2</sub> 및 NO <sub>x</sub> 배출	PM 및 지표면 오존 도로교통 배기가스 배출	도심 대기질
폐기물 및 유해 화학물질	OECD 회원국 폐기물 관리 OECD 회원국 CFCs 배 출	생활폐기물 발생 개도국 CFCs 배출	유해 폐기물 관리/운송 개도국의 폐기물 관리 자연계와 제품 내의 화학 물질

출처; “OECD Environmental Outlook to 2030, Summary in Korean,” 2020

# 전 세계 탄소 중립 국가 현황



자료: ECIU, Net Zero Tracker, 2020

## <2050년도까지 주요국 온실가스 감축목표(LEDs) 및 주요내용>

<p style="text-align: center;"><b>영국</b></p>	<p>'90년 대비 80% 감축</p>	<p>(전략) 저 탄소 미래를 위한 녹색성장 전략 (비 전) 청정 성장(Clean Growth)을 위한 도약 (주요내용)  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색투자기금 활성화</li> <li>· 에너지부문 생산성 및 효율성 강화</li> <li>· 자연자원 가치 증대</li> <li>· 공공부문 및 정부 주도적 참여</li> </ul> </p>
<p style="text-align: center;"><b>독일</b></p>	<p>'90년 대비 80~95% 감축</p>	<p>(전략) 2050 기후 행동 계획 (비 전) 금세기 중반까지 탄소중립 달성 (주요내용)  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 에너지 효율 및 재생에너지 확대, <b>R&amp;D 강조한 부문별 이행 전략</b></li> <li>· 생태세제 개혁, 교육 및 정보 공유 확대</li> </ul> </p>
<p style="text-align: center;"><b>프랑스</b></p>	<p>'90년 대비 75% 감축</p>	<p>(전략) 국가 저 탄소 전략 (비 전) 지속 가능한 저 탄소 경제 전환 (주요내용)  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 부문별 이행 전략 외 탄소발자국 저감, 공공 인식 증대,</li> <li>- 지속적 토지관리 및 폐기물 관리와 순환 경제 전환 이행</li> </ul> </p>
<p style="text-align: center;"><b>미국</b></p>	<p>05년 대비 탄소 중립 선언 (바이든)</p>	<p>(전략) 심층 탈 탄소화 반세기 전략 (비 전) 탈탄소경제를 향한 심층 순 배출 경제 추구 (주요내용)  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 정책 강화 및 장애요소 제거 등 에너지부문 탈 탄소화</li> <li>· 산림 부문 흡수원 증대</li> <li>· Non-CO2 배출 저감</li> </ul> </p>

<p>멕시코</p>	<p>'00년 대비 50% 감축</p>	<p>(전략) 기후변화 반세기 전략 (주요내용) · 지속 가능 도시 및 농업·산림 추구 · 단기 체류성 오염물질 저감</p>
<p>일본</p>	<p>'13년 대비 (추정) 80% 감축</p>	<p>(전략) 파리 기후 협정 장기전략 (비전) 2050년까지 저 탄소사회 추구, 금세기 내 탈 탄소화 (주요내용) · 전력화 전환 및 연료 제조 전 과정에서 CO2 배출 감축 전략 제시</p>
<p>캐나다</p>	<p>'05년 대비 80% 감축</p>	<p>(전략) 반세기 장기 전략 (비전) 배출감축 및 환경보호를 통해 깨끗하고 혁신적인 경제 창출 (주요내용) · 부문별 전력화 극대화 및 HFCs 등 Non-CO2 배출 저감 · 산림 및 토지 부문 흡수원 적극 활용 · 저 탄소 소비로의 행동 전환</p>

# ■ 유럽 그린 딜(European Green Deal)의 목표

- 2050년까지 기후 중립
- 순환경제: 2030년까지 수소 사용 청정 철강 생산, 배터리 재사용과 재활용
- 건물의 개보수율 2~3배 향상
- 2050년까지 오염 제로화(공기, 물, 토양)
- 생태계와 생물다양성, 새로운 산림 전략
- 환경친화적이고 건강한 농업시스템: 화학성분 농약, 비료, 항생제 사용 현저히 감소, 공통 농업정책과 그린 뉴딜 연계
- 수송, 95gCO<sub>2</sub>/km: 기후 중립 위해 2050년까지 수송부문 90% 감축
- 화석연료로부터의 전환에 따라 가장 영향 받는 지역을 위한 정의로운 전환 기금(Just Transition Fund) 마련 및 지원
- 연구개발: EU 연구의 35%를 기후친화기술에 투자
- 탄소 국경세 등 국가간 관계들

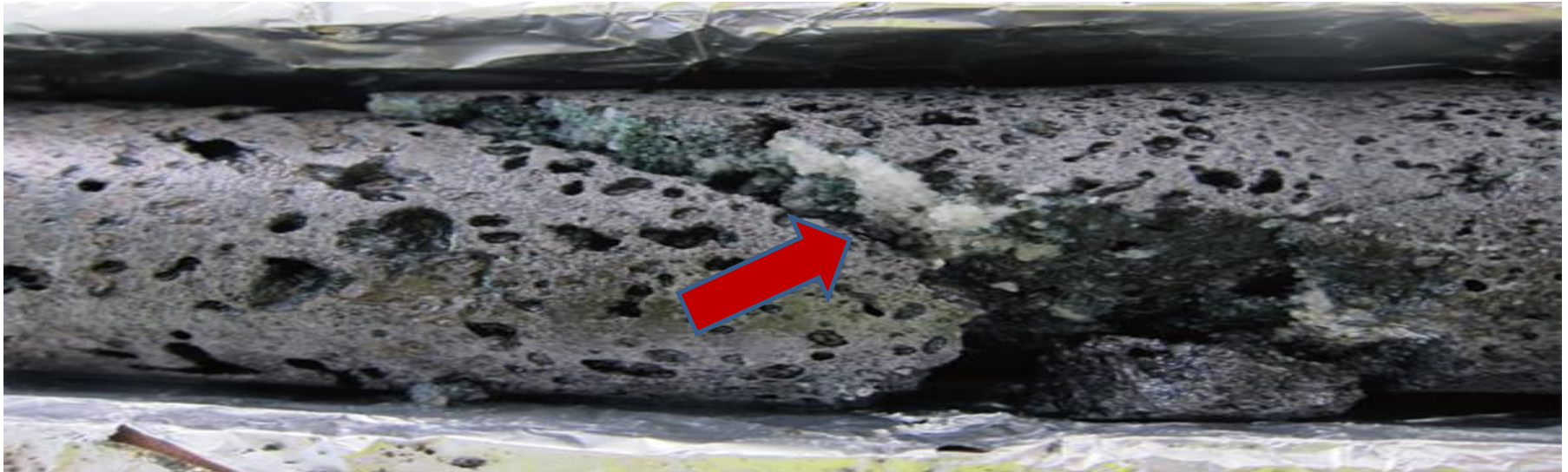
## 미국 그린 뉴딜과 조 바이든 기후변화 대응 정책

- 2019년 알렉산드리아 오카시오-코르테즈와 에드워드 마키 상원의원 그린 뉴딜 결의안(Green New Deal Resolution)'제출.
- 기후변화 대응 온실가스 감축과 청정 에너지 산업 일자리 창출 주력
- 조 바이든 2020년 7월 공약
- 기후변화 대응/ 청정에너지 전환 구축 4년동안 총 2조달러 투자 선언
  - » 10년간 1.7조 연방투자를 약속한 이전 기후공약보다 훨씬 과감
  - » 투자재원은 법인세율 인상분(21%⇒28%), 화석연료 보조금 철폐, 경기부양 패키지 자원 활용
- ◆ (전반) 2050년 이전 100% 청정에너지 경제 및 온실가스 순배출 제로 달성
- ◆ (발전) 2035년까지 탄소 무배출(carbon pollution free)
- ◆ (건물) 2035년까지 탄소 배출량(carbon footprint) 50% 감축
- ◆ (수송) 정량적인 핵심 목표는 제시하지 않고, 다만 부문별 목표(2030년까지 공공 전기차 충전소 50만 개 건설 등)만 제시

# 국내외 기업 탄소 중립 현황

- ▶ 지멘스 ; 2015년 글로벌 기업 중 최초 2030년까지 탄소중립 선언.
- ▶ 마이크로소프트사; 2019년 탄소 처리 기술개발 1조 2300억원 '기후혁신기금' 조성. 2050년 까지 탄소 중립 및 네거티브 달성 선언
- ▶ 네슬레, 구글(2030), 아마존(2040)- 기후대응기금 조성, 애플(2030), 영국 BP, 이케아, 스타벅스. RE 100 기업 (280개)
- ▶ 블랙록 ; 약 8600조원의 투자 자금 - 세계 최대 자산운용사
  - 환경 지속가능성을 떨어뜨리는 기업에는 투자 않음을 선언.
  - 석탄을 사용해 얻은 매출이 25%가 넘는 기업의 채권과 주식을 처분
- ▶ 노르웨이 국부펀드사 ; 탄소배출 많은 기업 투자 제외 “탄소 블랙리스트”
- ▶ 미국드락스(Drax); 2030년까지 탄소 네거티브 공표. 세계 최초 네거티브 선언
  - 바이오매스 이용 이산화탄소 포집·저장 기술 이용 기술 확보
- ▶ LG전자, LG화학, 포항제철([포스코](#), [현대제철](#), [동국제강](#), KG동부제철, [세아제강](#), 심팩 등 6개 철강업체), [우리금융 그룹](#), 네이버
- ▶ 삼성전자와 SK하이닉스, 삼성디스플레이, LG디스플레이 4개사 공동 선언문
- ▶ [정유 업계 탄소 중립 협의회 구성](#)

- ▶ 유럽 스타트업 클라임웍스(Climeworks)와 카브픽스(Carbfix)
  - 아이슬란드내 세계 최대 규모 CCS 공장 ‘오르카(Orca)’ 대형 흡입기로 공기 흡입후, 특수 소재 필터로 이산화탄소만 선별.
  - 땅속 현무암 지층 고압 주입시 흰색 광물 발현. 지열 에너지로 진행. 2021년 봄 완공
- ▶ 독일 아우디와 미국 핀테크 데카콘(기업 가치 10조원 비상장) 스트라이프 공장 가동 요청.
- ▶ 네이버 한국 최초 탄소 네거티브 선언
- ▶ LG 전자 2030년까지 제품 생산단계 발생 2017년 대비 50% 삭감, 외부 탄소감축 강화 제로
- ▶ LG 화학, 포스코, 우리금융 그룹도 탄소 중립 선언



# • 미래 사회의 변화

## 1) 4차 산업혁명시대 도래

## 2) 디지털 트랜스포메이션

- 전통적 사회구조를 디지털 기반한 기술이 모든 부분에서 이용됨.

## 3) 평균수명 100세대 시대의 도래

- 이미 2020년 현재 평균수명 80세 이상국가가 31개 국가
- 한국 OECD 국가중 가장 빠른 고령화, 65세 이상 고령 인구 연평균, 4.4 % 씩 증가
- OECD 평균 1.7배로 가장 빠른 속도 (한국 경제연구원, 2021)

## 4) 노동 인력 구조 변화

- 서비스업(특히 공공서비스) 증가
- 제조업의 전반적인 하락, 단 정보통신기술은 예외
- 학력 증가로 인한 대학졸업자 인력 수요 증가
- 시간과 공간 제약이 없는 직업인의 등장 (직업에 따라 움직이는 현대인)

## 2. 국내외 R & D, 기술 동향

- 국제재생에너지기구 ; 탄소 제로 달성 2050년까지 130조 달러 투자 필요 (20.4)
- OECD " 66% 2도 시나리오 달성 가능시 2016-30년 매년 6.9조 달러 소요
- EU: 2050년 탄소 제로 유럽 그린 뉴딜 추진중 ('30년까지 년 1천억 유로 투자)
- 저탄소 경제로 나아가기 위한 로드맵;
  - 2050년까지 배출량 1990년 대비 80% 감축, 2030년 40%, 2040년 60% 감축
  - 전력 탈 탄소화 교통 연료효율성 제고 및 저 탄소차량 보급확대, 건물 에너지 효율성 제고, 산업 공정개선 및 CCS), 농업 생산성 제고 및 토지이용
  - 향후 40년간 민간. 공공부문에서 연간 € 2,700억 (EU GDP의 1.5%) 추가 투자
- 한국은 재생 에너지 3020, 그린 뉴딜 소요 자원 ; 141조 추산 (신재생 92조), 저탄소 교통 (20조) 에너지 효율(29조)

1) IEA 에너지 기술 예측(Energy Technology Perspectives, 2020)

바이오 에너지, 수소, CCS, CCUS, 수송 전기화

\* CCS 플랜트 수요 2020년 100개, 2050년 3,400개 확대 예측,

2) 독일 ; 수소에너지 (그린 수소, 녹색 수소, 블루 수소, 청록 수소 Mix 포트폴리오,

Power 2 Gas 프로젝트), 그린 수소 확대 방안 - 수소 생산 탈 탄소화

3) 중국 ; <14.5 계획> (2021~25) 동안 5~6%대 성장

- 6개 핵심; △ ‘쌍순환’ 발전전략 (국내 대순환 중심으로 국내 국제 순환 촉진)

△ 혁신주도 성장 △ 산업구조 고도화 △ 내수시장 활성화 △ 신성장동력 창출

(디지털 경제 및 녹색성장 전환) △ 대외개방 전략임

- 혁신 주도 성장; 과학기술 자주 혁신과 국가 혁신주도 성장

(예) △인공지능 △양자 정보(量子信息) △반도체 △바이오 △ 뇌과학 △품종개량 △우주과학

△심해 및 지층 연구 등이 국가 중대 과학기술

(제조업 고도화) △차세대 정보기술 △바이오 기술 △신재생에너지 △신소재 △첨단설비

△신에너지 자동차. △환경보호 △항공우주 △해양설비 9대 전략 신흥산업

➤ 제조업과 기술 융복합 추진



#### 4) 호주 온실가스 감축을 위한 기술투자 로드맵(Technology Investment Roadmap)

- 향후 10년간 180억 호주달러(약 15조 1,600억 원) (2020.9.22.).
- 재생에너지청(ARENA), 청정에너지금융공사, 청정에너지규제청(CER)
- 기존 운용자금 활용 기술 투자 계획.
- 2040년까지 13만 개 일자리 창출과 연간 2억 5000만 톤 온실가스 감축
- 에너지·온실가스감축부 매년 기술 우선순위 '저 탄소 기술보고서(Low Emission Technology Statement)' 의회 제출.
- 정부와 대기업 대표로 구성된 자문위원회 구성

##### (1) 저 배출 우선 기술

▲수소, ▲에너지 저장, ▲ CCS ▲저 탄소 철강·알루미늄 제조, ▲토양 탄소 총 5개

- (수소) 2030년까지 수소 생산비용 kg당 2 호주달러 미만 목표.  
수소 생산 시 재생에너지뿐만 아니라 화석연료도 이용 가능
- (에너지 저장) MWh당 100 호주달러 미만.
- (CCS) 톤당 20 호주달러로 미만.
- (저 탄소 철강·알루미늄 제조)
  - 저탄소 철강 생산비용 톤당 900 호주달러 미만,
  - 청정 알루미늄 생산비용 톤당 2,700 호주달러 미만.
- (토양 탄소) 연간 토양탄소 측정비용 현재 90% 수준인 ha당 3 호주달러 미만

(2) 신형·활성화 기술 ; 에너지효율과 전기차 충전 시설

(3) 시험단계기술 ; 소규모 모듈형 원자로, 직접공기포집(direct air capture)

(4) 성숙 기술 ; 태양광, 풍력, 석탄 및 가스발전.

# 일본

- “환경 에너지 기술 혁신 계획, ‘과학기술혁신 종합전략, 제5기 과학기술기본계획 (2016-2020), 에너지 환경 이노베이션 전략(NESTI, 2050)

## ➤ 에너지전환(약 300억톤) 저감 예상

정책	중점 방안
1. 재생가능에너지 2. 주력전원	1 설치장소 제약 극복 유연·경량·고 효율 태양광 발전 실현 2 <b>지하 초고온·고압수 고효율발전 (초임계지열발전) 실현</b> 3 혹독한 자연조건에 적응 가능한 부유식 해상풍력기술
2. 디지털 기술을 사용한 강인한 전력네트워크 구축	4 재생가능에너지의 주력전원화; 저비용 차세대 축전지 개발 5 <b>계통 비용 억제 ; 디지털 기술에 의한 에너지제어시스템 개발</b> 6 고효율·저가형 파워 일렉트로닉스 기술
3. 저비용 수소 서플라이 체인 구축	7 제조: CO2 free 수소제조비용 1/10 실현 8 수송·저장 : 압축수소, 액화수소, 유기하이드라이드, 암모니아, 수소 흡착 합금 등 수송·저장 기술 개발 9 이용·발전: <b>저비용 수소 스테이션 확립, 低 NOx 수소발전 기술개발</b>
4. 혁신적 원자력 기술/핵융합의 실현 5. CCUS/카본 리사이클을 적용한 저비용 CO2 분리 회수	10 안전성 우수한 원자력 기술 11 핵융합에너지 기술 실현 12 <b>CCUS/카본 리사이클링</b>

- 수송 약(110억톤) 감축
- 산업 (140억톤)

정책	중점 방안
6. 다양한 접근방식 모빌리티의 확립	<p>13 자동차, 항공기 전동화 확대(고성능 축전지 등, 환경 성능 대폭 향상)</p> <p>14 연료전지 시스템, 수소저장시스템 모빌리티의 확립</p> <p>15 카본 리사이클 기술 사용, 기존연료와 동등한 비용 바이오연료·합성연료제조 및 관계 기술 개발</p>
7. 화석연료의존 탈피(재생가능에너지 유래 전력 및 수소 활용)	<p>16 수소환원제철기술 ; '제로 카본 스틸'</p> <p>17 금속 등 고효율 리사이클 기술</p> <p>18 플라스틱 등 고도자원순환기술</p>
8. 카본 리사이클링 기술 CO2 자원화 등	<p>19 인공광합성 이용 플라스틱 제조 실현</p> <p>20 제조기술혁신·탄소재자원화 ; 기능성 화학품 제조 실현</p> <p>21 저비용 메탄화(CO2와 수소 연료제조) 기술개발</p> <p>22 CO2 원료는 시멘트 제조 프로세스 확립/CO2 흡수형 콘크리트 개발</p>

➤ **업무·가정·기타· 횡단 영역 (약 150억톤)**

정책	중점 방안
9. 최첨단 온실가스 감축 기술 활용	23 분야간 연계- 횡단적 에너지효율화 기술 개발·이용확대 24 저비용 정치용 연료전지 개발 25 미이용 열·재생가능에너지열 이용 확대 26 <b>온실효과 극도로 낮은 녹색 냉매 개발</b>
10. 빅데이터, AI, 분산관리기술 이용 도시 매니지먼트 변혁	27 기술 사회 가속화(스마트 시티 실현)
11. 공유경제 에너지 효율/텔레워크/근태 혁신, 행동 변화 촉진	28 <b>공유경제/텔레워크, 근태개혁, 행동변화 촉진</b>
12. 온실가스 감축효과 검증	29 기후변화 메커니즘 해명/예측 정밀도 향상 관측, 조사연구, 정보기반 강화

출처) 閣議決定(2017), ‘科学技術イノベーション総合戦略’

➤ **농림수산업·흡 수원(약 150억톤)**

정책	중점 방안
<p>13. 최첨단 바이오기술 활용 자원이용 및 농림·산림·해양 CO2 흡수·고정</p>	<p>30 게놈 편집 ; BT 응용                      31 바이오매스 원료전환기술 개발                      32 바이오 활용 농지탄소 저장                      33 고층건축물 목조화, 바이오매스 유래 소재 이용 탄소저장                      34 스마트임업, 조생수, 엘리트 수목 개발·보급                      35 블루카본(해양생태계 탄소 저장)</p>
<p>14. 농축산업 메탄·N2O 배출 감축</p>	<p>36 벼 품종, 가축계통 육종 및 농지, 가축 최적관리기술</p>
<p>15. 농림수산업 재생가능에너지 활용 , 스마트 농림수산업</p>	<p>37 농산어촌 적합 지역생산·지역소비형 에너지 시스템                      38 농림업기계·어선 전화, 연료전지화, 작업 최적화 연료 및 자재 감축(농림수산업)</p>

### 3. 산업 및 금융 동향

한국의 온실가스 배출 경로 (2030)



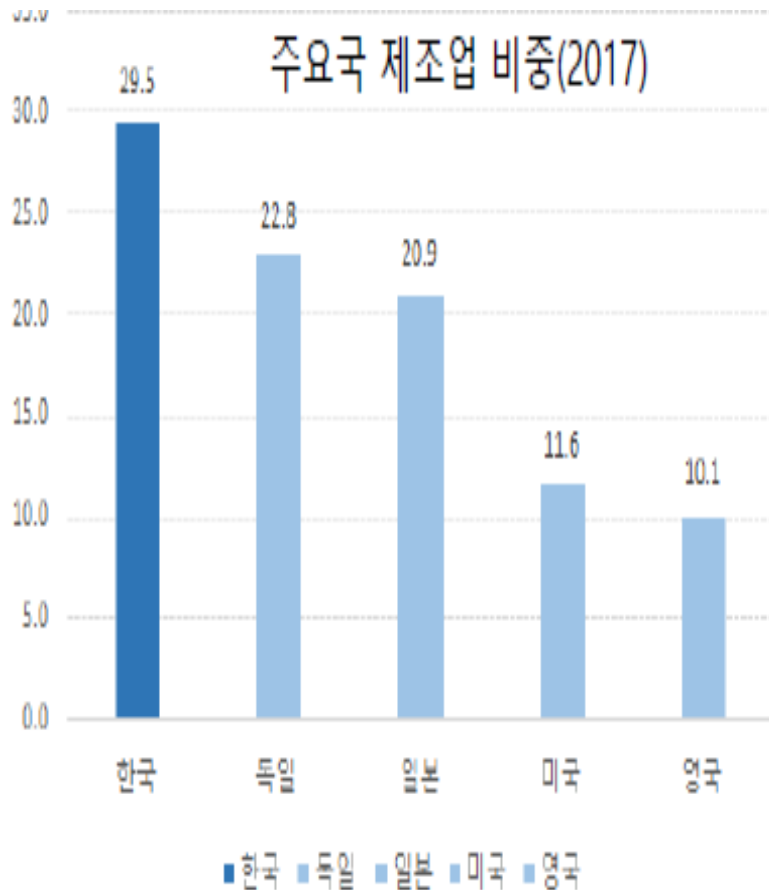
(백만 톤CO <sub>2</sub> e)	1990	2000	2010	2018	2019	2020	2030
실적 배출량 (2개년 평균)	292.2	502.9	656.3	727.6	702.8	-	-
				(715.2)			
목표 배출량	-			690.9			574.3*

\* 국내감축 목표 배출량 574.3백만 톤CO<sub>2</sub>e에서 산림(22.1백만 톤CO<sub>2</sub>e) 및 국외감축분(16.2백만 톤CO<sub>2</sub>e)의 추가감축량을 반영하여 536백만 톤CO<sub>2</sub>e 목표 달성

출처: GIR (2020) 국가 온실가스 인벤토리 보고서, 관계부처 합동 (2018) 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안, GIR 자체 분석

출처; 온실가스종합정보센터(2020). 2018-2019 온실가스감축이행실적평가종합보고서

# 우리나라 제조업 비중과 미래상



2018년			2030년		
순위	업종	부가가치비중	순위	업종	부가가치비중
1	메모리 반도체	8.9	1	메모리 반도체	9.8
2	내연차 및 부품	8.2	2	금속제품	7.5
3	금속제품	7.1	3	내연차 및 부품	5.1
4	기계 요소	5.3	4	기계 요소	4.5
5	범용 고무, 플라스틱 제품	4.8	5	기타 전기기계 및 장치	4.4
6	범용 석유화학	4.7	6	범용 석유화학	4.3
7	기타 전기기계 및 장치	4.1	7	시스템 반도체	4.3
8	식료품	3.5	8	바이오헬스	3.9
9	범용 철강	3.3	9	기타 전자부품	3.7
10	통신기기	3.3	10	범용 고무, 플라스틱 제품	3.7

단위: %

- 산업 구조적 측면에서 2030년까지 한국은 여전히 제조업 주도 전망.
- 서비스업과 비교하여 여전히 높은 제조업의 생산성 상승세에 기인
- 제조업 구조재편 및 질적 고도화가 진전될 것으로 예상.

# 산업부문의 온실가스 배출 전망 (추정)

- ◆ 산업부문의 2050년 온실가스 배출은 2017년 대비 52~68% 가능할 것으로 추정
    - 철강(공정+직접배출), 반디(공정배출), 전기전자(직접+공정배출)에서 높은 감축 예상
  - ◆ CCUS 포함시 64~82%로 상향 가능할 것으로 예상
    - 시멘트, 석유화학, 정유에서 CCUS 감축수단 부분 반영 전제
- \* 기술적 불확실성을 고려하여 강(도전적 저감목표), 중(적극적 저감목표), 약(완화된 저감목표) 시나리오 도입하여 추정

[ 산업부문 온실가스 배출 전망 ]

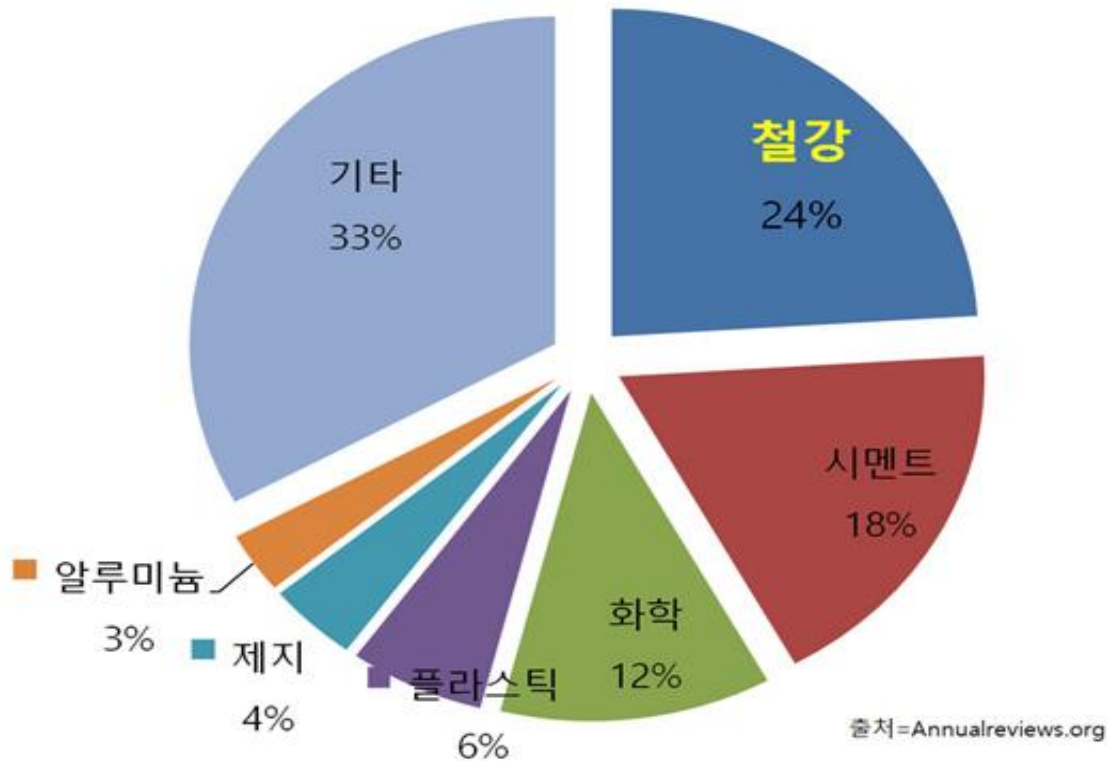
단위 : 백만 CO<sub>2</sub>eq, %

		2017	2030	2040	2050	'17년 대비 '50년 감축률
기본 전망	강	265,928	263,830	225,798	84,560	68.2%
	중		264,565	235,405	102,803	61.3%
	약		269,227	239,716	128,229	51.8%
CCU 포함	강	265,928	241,413	187,648	45,713	82.3%
	중		242,188	199,165	68,020	73.7%
	약		246,836	204,269	92,887	64.1%

자료 : 모형을 이용하여 산업연구원 추정

- 맥켄지 보고서 ; 2018년 기준 강철 1톤이 생산될 때 1.85톤의 이산화탄소가 배출
- 세계적으로 철강 중 70%가 석탄에 의존, 연간 탄소 배출의 8% 차지
- 중국은 2019년 기준 전체 산업 중 철강 산업 탄소배출량은 15% 차지.
- 중국은 2019년 이산화탄소 94억2870만t을 배출, 2위인 미국의 배출량 1.8배

국내 산업별 이산화 탄소 배출 비중( 2018)



이산화탄소 배출 산업별 비중 ( 출처 = Annualreviews.org )

## 주요 산업의 탄소중립 경로 : 주요 산업별

산업	주요 내용과 감축 경로
철강	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2050년 수소환원강이 전로강을 완전대체한다면 94% 감축 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2040년까지는 에너지효율개선, 전기로 비중 확대 추진</li> <li>- 수소환원제철의 기술적 불확실성 해소 가정</li> </ul> </li> </ul>
석유 화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원료전환, 연료전환 부분적 도입으로 '17년 대비 온실가스 감축률 31%~55% 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCUS 13.9백만톤은 석유화학, 공통기술개발로 달성 기대</li> </ul> </li> </ul>
정유	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연료전환(LNG의 바이오매스나 전력 대체), CCUS 기술 상용화한다면 53~89% 감축 전망</li> </ul>
시멘트	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐자원, 수소활용, 석회석 대체를 통해 '17년 대비 온실가스 감축률 44%(CCUS 미포함)~78% 전망 (CCUS 포함) : 자체적으로 CCU 기술(이산화탄소 경화 시멘트 개발, 탄산염 자원화) 개발로 '50년 360만톤 감축, 기타 배출량 중 일부는 CCS로 흡수 계획</li> </ul>
반도체· 디스플레이	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대체가스 개발, 저감장치 개선 및 중복 설치로 공정배출 대폭 감소 /간접배출이 큰 폭으로 증가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산 증가와 제품구조변화에 따른 간접배출 증가</li> <li>- 간접배출 포함 시 '50년 온실가스 배출은 '17년 대비 증가</li> </ul> </li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 간접배출 비중이 절대적이므로, 온실가스 감축도 전력배출계수 조정에 따라 발생               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지효율성 개선, 추가 전력화를 감축수단으로 설정</li> <li>- 기계산업의 경우 공통기기 효율개선 시나리오 적용하여 감축량 산정</li> </ul> </li> </ul>

- 선진국은 녹색 금융을 위한 정책 금융의 역할 강조
- 독일 KfW, 영국 투자 은행(Green Investment Bank, GIB- 1, 2017) - 호주 맥쿼리 (17.8 인수), 유럽연합 EIB 기존 정책금융 기관의 기능 개편
  - EIB는 정부 예산을 재원으로 보증 특별 계정을 설치 운용
  - EIB 기후은행 전환 ; EIB Group Climate Bank Roadmap 2012-2025 승인
    - EIB 운영중 EFSI(European Fund for Strategic Investemt)를 InvestEU 가 승계 예정 (335억 유로의 보증을 기반으로 5천억 유로 이상의 추가 투자 유도)
- 영국은 GIB(2) 추진 ;
- 에너지 장관은 30년 안에 '순 탄소 제로' 경제를 구축하겠다는 의지
- 새로운 녹색 개발 은행 계획 발표
- 런던경제대학(LSE)의 그랜담 연구소는 200억 파운드의 유급 현금을 새로운 국가 투자은행에 투입 요구 및 에너지 효율 업그레이드, 나무 심기, 습지 복원 자금 지원

- (독일, 특별에너지기후기금(EKF))
- 2011년 에너지효율 개선 및 기후변화 재투자 활성화 경매 수익금 전액 기금 조성
  - 독일 에너지기후변화기금법(Energy and Climate Act Fund) 근거
  - '17년 기준 2만 5천 건의 효율 개선사업 지원, 온실가스 100만 톤 감축 효과
  - 에너지 집약산업 전력 단가 보조금 지원 ; 약 2.9억 (14.1%) 집행
- 유럽연합 EIB 기존 정책금융 기관의 기능 개편
  - EIB는 정부 예산을 재원으로 보증 특별 계정을 설치 운용
  - 기후은행으로 전환; EIB Group Climate Bank Roadmap 2012-2025 승인
  - 운영중 EFSI(European Fund for Strategic Investment) InvestEU가 승계 예정 (335억 유로의 보증 기반으로 5천억 유로 이상 추가 투자 유도)
- 영국 GIB(2)추진. 에너지 장관은 30년 안에 '순 탄소 제로' 경제를 구축 "새로운 녹색 개발 은행 계획 발표"
  - 런던경제대학(LSE) 그랜담 연구소;
  - 200억 파운드 유급 현금을 새로운 국가 투자은행에 투입 요구
  - 에너지 효율 업그레이드, 나무 심기, 습지 복원 등에 대한 자금 지원

- 중앙은행의 지속가능금융정책과 기후변화재무 리스크식별 방법론 요구(TCFD)
- 기후변화 관련 재무정보공개 요구

### 국제 금융기관의 기후변화 대응 현황

기관명	감축목표	발표 일자	목표연도	TCFD 활동 및 관리 계획
ING Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>2007년부터 운영부문 탄소중립 달성</li> <li>2020년까지 2014년 기준 50% 감축, RE100선언</li> </ul>	2014.1	2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>2025년까지 석탄 관련 여신 제로화</li> <li>2018년 글로벌 최초 6천억유로 대출 포트폴리오의 기후시나리오 분석</li> <li>2022년까지 저탄소 펀딩&amp;여신 규모 2017년 기준 두배 확대 목표</li> </ul>
Barclays PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>투자 포트폴리오 넷제로 달성</li> </ul>	2020.3	2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020년 내 세부 목표 발표</li> <li>2021년부터 성과 보고서 발간 예정</li> </ul>
BNP Paribas Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023년 탄소 중립 목표 발표</li> <li>2020년 직원 CO2배출량 25% 감축</li> </ul>	2018.4	2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017년 셰일가스 산업 투자 중단</li> <li>저탄소 전환 기업 투자 1억 유로 배정</li> </ul>
Citigroup Inc	<ul style="list-style-type: none"> <li>2025년 저탄소 자금조달(환경재정목표) 2,500억달러, CO2 45% 감축 목표</li> </ul>	2020.7	2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>2014~2019년 저탄소 자금조달 천억달러 달성</li> <li>2025년까지 2,500억달러 목표</li> <li>2025년까지 CO2 45% 감축</li> </ul>
ANZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050 저탄소 경제로의 전환(넷제로) 지원</li> </ul>	2019.10	2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030년까지 발전 부문 투자는 재생에너지와 가스 발전으로 한정, 배출규모 100대 기업 인게이지먼트를 통해 2021년까지 저탄소 전환 계획 개발 유도</li> </ul>
HSBC	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객 자산 포트폴리오 넷제로 달성</li> <li>2030 RE100선언, 2도씨 시나리오 감축목표 수립</li> </ul>	2020.10	2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>저탄소 전환 부문에 향후 7500억~1조 달러 투자</li> </ul>
DBS Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050년까지 고객 자산 포트폴리오 넷제로 달성을 목표로 하나, 아직까지 구체적인 목표 수립 없음</li> </ul>	2020.10	2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>2024년까지 청정 및 재생에너지 개발에 100억 달러, 기타 녹색 사업 및 자산에 100달러 추가 자원 조달 목표</li> </ul>
Lloyds Banking Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>자산 포트폴리오 배출량 50% 감축</li> <li>영국 넷제로 지지</li> </ul>	2020.1	2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>석탄발전, 석유, 가스 관련 투자 제한</li> <li>저탄소 자동차 관련 부문 지원</li> </ul>

## ESG ; 환경, 사회, 지배 구조를 의미. 사회적 책임을 금융에 부과

- 우리나라는 2030년부터 모든 코스피 상장사의 ESG 정보 공시가 의무화될 예정
- 국민연금은 2022년까지 전체 자산의 50%를 ESG 기업에 투자

### ESG 국내채권 발행 사례 (녹색채권, 사회적채권, 지속가능채권)

- 국내 ESG 채권 시장은 달러화 채권 발행으로 태동 (2013년 수출입은행 아시아 금융기관 최초, 2016년 현대캐피탈 민간기업 최초 발행)
- 2018년부터는 KDB산업은행을 시작으로 ESG 원화채권 발행이 본격화되면서, 발행기업이 공기업에서 민간기업으로 확대 중



## 美, 英, 日 등 12개 국가내 27개의 녹색금융 전담기구가 존재

01. **호주청정에너지금융공사** 호주 국회가 2012년 “Clean Energy Finance Corporation Act” 입법으로 자본금 100억 호주달러(약 76억 달러) 규모 기관 설립
02. **영국녹색투자공사** 영국 국회가 2013년 “Enterprise and Regulatory Reform Act” 입법으로 자본금 30억 파운드(약 47억 달러) 규모 기관 설립
03. **뉴욕녹색은행** 뉴욕주 에너지연구개발청이 10억 달러 규모로 설립 (배출권 유상할당 판매수익 일부를 자본금으로 활용)  
(미국은 추가로 DC州, 코네티컷州, 몽고메리카운티 등이 녹색은행 기설립)
04. **일본녹색금융공사** 일본 환경성이 2013년에 설립하였으며 신재생에너지사업 지분투자에 1억 달러 이상 투자 (2012년 신설된 탄소세 일부를 자본금으로 활용)
05. **두바이녹색기금** 두바이에서 한전과 유사한 역할을 수행하는 두바이수전력청 (Dubai Electricity and Water Authority)이 6억 달러 규모로 설립

## 전세계 24개국에서 34개의 녹색금융기관 설립이 논의 및 추진 중

01. **미국 국가기후은행 또는 청정에너지 액셀러레이터**
  - 자본금 350억 달러 규모의 “국가기후은행(National Climate Bank Act)” 설립이 포함된 “Moving Forward 법안”, “Clean Economy Jobs and Innovation 법안” 각각 ‘20. 7월, 9월 하원 통과
  - 1,000억 달러 규모의 “청정에너지&지속가능액셀러레이터(Clean Energy & Sustainability Accelerator)” 추진 중
02. **영국인프라은행**
  - 영국의 2050 탄소중립 목표 달성과 기후위기 대응을 위해 170억 달러 자본금 규모의 재무부 산하기관으로 2021년 설립 예정(UK GIB 2.0)
  - 민간투자 창출을 위해 지분투자, 여신, 보증, 자문 등 다양한 금융서비스 제공 예정
03. **몽골녹색금융공사** 몽골 재정부, 상업은행 컨소시움, GCF가 각각 5백만 달러 자본금을 출자하고 추가로 GCF 등이 2천만 달러 양허성 여신 제공 (2020년 GCF 승인)

- ✓ 민주당이 청정에너지와 지속가능한 촉진법안을 소개하며 1000억 달러 그린뱅크 설립 제안 (지속가능에너지에 투입) 즉 1000억 달러 규모의 청정 에너지 및 지속 가능 엑셀러레이터 추진 중
- ✓
- ✓ 1000억 달러 규모 그린뱅크 법안이 통과시 민간부문 대출과 투자에 최대 5000억 달러 자금 지원 계획
- ✓ 향후 4년간 , 7840억 달러 추가 민간 투자, 400만개 일자리 창출, 및 투자액 40%가 취약 계층 대상 효과,
- ✓ 탄소저감 용량을 제시하고 있으나 자본과 신용이 어렵고, 증명된 기술을 보유하고 있어도 시장진출 문턱을 넘지 못한 청정에너지 및 탄소저감 비즈니스 섹터를 중심으로 자금 지원
- ✓ 법안은 재생에너지 발전사업, 건물에너지 효율, 전력망 시설, 산업부문 탈탄소화, 청정교통시스템, 삼림화, 기후 민감시설 등에 자금을 지원할 것을 명시.
- ✓ CGC ; 이미 19개 주정부와 지역사회가 그린 뱅크 자체 설립해 50만 달러 투입.

## 4. 철강 산업 동향

➤ **일본 철강 연맹** ; 철강업체의 제로화 시기는 2100년 정도

- 철강의 이산화 탄소 배출 ; 세계의 7%, 산업 부분의 24% 비중
- 유럽 철강 업계 ; 비 탄소중립 철강재 수입에 탄소국경세 도입 강력 요구.

- 그린피스, EY 한영 “기후변화 규제가 한국 경제에 미치는 영향 보고서 ;
- 미국, 중국, 유럽 탄소 국경세 도입시 ;
- 국내 철강, 석유 전자 해마다 6000억 지불, 2030년 1조 78천억 지불 예상

- 유럽 철강산업은 2030년에는 현 수준에 비해 약 30% 추가 감축 계획  
2005년 이래 생산을 14% 감축, 수입재 시장점유율은 80% 증가  
직접 종사자는 33만여명, 간접 종사자는 240만여명
- 유럽 철강사의 ‘녹색탄소강(Green Steel)’은 수입제품에 비해 35~100% 비싸다.

<http://www.hani.co.kr/arti/society/environment/981449.html#csidx2e86ef58cc815e9a496017008e9e69f>

출처 : 페로타임즈(FerroTimes)(<http://www.ferrotimes.com>)

## 영국의 비정부조직 (NGO)인 더기후그룹(The Climate Group)

- 탄소 배출량 제로 강제 이용 촉진 단체 ‘스틸 제로(Steel Zero)’ 조직; 오스테드와 영국 아일랜드 등 8개사 참여
  - 1) 덴마크 세계 최대 해상 풍력발전 회사인 오스테드사; 2050년까지 CO<sub>2</sub> 제로 강제 100% 사용
  - 2) 호주 건설사 레이튼(Leighton) 그룹과 영국의 부동산 대기업 그로브너(Grosvenor) 그룹 - 영국·아일랜드 법인 등 강재를 사용하는 수요기업 8개사가 참여를 결정
  - 3) 세계 1위 철강사 아세로미탈은 2050년까지 탄소 중립 선언 ;
    - 탄소배출을 줄이기 위해 484억 달러(약 53조 5788억원)를 투자
    - 특히 수소 환원 제철법에 최소 268조 3480억원 소요 예상
    - 제선 공정에 수소를 사용하는 수소환원제철법과 CO<sub>2</sub> 저장 기술
    - 수소환원제철법 ; 2022년부터 상용화 - 2030년 이후 적용 가능
    - 2023년에 독일 함부르크 공장에 수소 환원제 사용 새로운 DRI(Direct Reduction Iron, 직접환원철) 공장 착공 계획
  - 4) 스웨덴의 SSAB ; 수소 환원 파일럿 플랜트인 ‘HYBRIT’
    - 철강사 SSAB, 철광업회사 LKAB, 유럽 최대 전력회사 Vattenfall 합작으로 2016년 가동
    - 철광석 펠릿(Pellet)을 원료로 사용해 ‘직접 환원공정’에서 수소 가스를 통해 환원.
    - 수소가스는 풍력, 수력, 태양광 발전 등 재생에너지 방식으로 생산된 전기 물을 분해 사용.
    - 직접환원공정을 거쳐 펠릿은 스폰지철(Sponge Iron), 직접 환원

- 5) 티센크루프는 RWE AG와 협력, 뒤스부르크 제철소에서 수소환원제철법 선철 생산 시작
  - Lingen 소재 발전소 현장에서 100MW 전해조에서 전기분해 방식에 의해 시간당 1.7톤의 기체 녹색 수소를 생산. 또한 Lingen에서 Duisburg까지 수소용 파이프라인을 통해 운송. 약 5만톤의 기후 중립 철강을 생산
- 6) 중국 에서 치환(置換) ; 용광로를 저 탄소의 전기로 로 대체 (2억톤)
- 7) 일본제철 + 아세로미탈과의 합작사에 미국에 전기로 신설
- 8) US스틸 자회사인 빅리버스틸의 전기로 방식 열연강판 생산능력 늘리고 자동차 강판 생산
- 9) 아르세로말 ; 미생물 이용해 남은 일산화 탄소를 바이오 에탄올로 바꾸는 사업 (1억 5천만 유로 투자), 코크스 대체 ; 폐목재로 된 바이오 석탄 대체
- 10) 허베이 철강은 2060년 중국의 탄소중립 실현 목표
  - 2022년에 탄소배출 최대치를 기록 후, 2025년은 최대치 대비 10% 감소, 2030년은 최대치 대비 30% 이상, 2050년에는 탄소 중립
  - 수소환원제철 기술 개발 ; 360만톤 철강 생산  
60 만톤은 코크스로가스(COG), 300 만톤은 풍력과 태양광을 통한 그린수소
- 11) 바오산철강 2050년까지 탄소중립
- 12) 고려아연 자회사 인 호주 썬메탈(Sun Metals) ;
  - 전 세계 대형 제련소 중 최초로 'RE100'에 가입; 2040

## 중국의 철강산업 성장 추진에 대한 가이드라인 2021

(1)주요목표	내용
<b>설비수준 향상</b>	설비 수준을 대폭 향상시킬 것, 양질의 코크스 생산능력을 70%까지 향상시키고, 제철, 제련 생산능력 80% 이상으로 확대. 스마트 제조 시스템 강화하여 핵심 제조 공정 내 디지털화 수준 80%까지 향상시킬 것, 생산 설비 디지털화 수준은 55%에 달하게 하고, 50개 이상의 스마트 공장 구축할 것
<b>해외 자원 확보와 자급률 향상</b>	산업 체인, 공급 체인 다양화를 추진해 철, 망간, 크롬 등 광석 자원 등에 대한 국내 자급률을 45% 이상까지 확대시킬 것. 국내 연간 철스크랩 생산능력 3억톤이 목표. 글로벌 영향력과 시장 경쟁력을 갖춘 역외 철광산 1~2개 조성, 이후 전체 수입 철광석에서 역외 광산에서의 수입이 20%이상 차지하게 할 것
<b>산업 구조조정</b>	전년대비 조강생산량 단호히 감축할 것(坚决压缩粗钢产量 确保粗钢产量同比下降). 산업 집중도 향상시킬 것. 글로벌 초대형 철강 기업 그룹 및 전문화 일류 기업을 구축하고, 상위 5개 철강 기업의 집중도를 40%로, 상위 10개 철강 기업의 산업 집중도를 60%에 달하게 할 것. 전기로로 생산하는 조강 생산량 비중을 15%이상으로 향상시킬 것
<b>녹색 저탄소, 재활용</b>	산업간 융합 발전을 통해 자원을 재활용하여 탄소 배출을 줄여나갈 것. 산업의 초저배출 개조 완성율을 80% 이상에 달하게 할 것(각주: 참고로 중국에서는 2014년부터 석탄에너지 분야에서 '초저 배출 개조(설비능력 향상+전체 배출 총량에서 이산화황, 질소산화물 등 오염물질이 차지하는 비중 감축)'를 진행해왔고, 2020년까지 완성이 목표였다)를 진행해왔다. 핵심 지역 내의 기업은 초저 배출 개조를 완성시켜 오염물질 배출 총량이 20% 이상 감소하게 할 것이고, 에너지 총량과 수준(강도)을 모두 5% 이상 감소시킬 것. 수자원 소비 강도(수준)은 10% 이상 감소시킬 것이며, 수자원의 재활용률은 98% 이상에 달하게 할 것
(2)추가 향후 계획	<b>내용</b>
<b>철강 생산 능력 감축</b>	에너지 소모, 품질, 안전, 기술 등의 법규를 규정해 낙후 시설 도태와 과잉생산능력 재 확산을 엄격히 금할 것. 증비기업 퇴출을 확실히 할 것. 양으로 승부하는 발전방식을 버리고, 탄소 배출, 오염물 배출, 에너지 소비 총량, 생산 효율 등을 근거로 한 생산량 제한 체제를 점진적으로 수립하도록 유도할 것. 위성 모니터링 강화, 신고제도 활성화, 공동법 집행 강화, 철강 생산 에너지 통제 전자 지도 구축, 철강 업계 경보 강화, 블록체인, 빅데이터 등 기술을 충분히 활용하여 불법적인 철강 생산 행위 단속 확대

## 철강산업 애로사항

1. 중국이나 미국, 일본 등 철강 수요 감소, 침체, 공급 과잉 생산
2. 수요처인 건설, 자동차 경량화 ; 알루미늄, 플라스틱, 나무 사용 증대
3. 수소환원제철의 투자 비용 막대
  - 포스코의 경우 고로 1기를 수소환원제철 기법과 재생에너지 전원에 기반한 탄소 중립 제철 공정 전환 투자비 5조9000억원, 총 9개의 고로 투자비 약 53조1000억원이 필요
4. 수소 기반의 인프라 비용 막대 ; 생산 수송 저장 등
5. 고로에서 전기로로 이전 추진 증대
6. 유럽의 탄소 부과 에 따른 리스크 증대 ; 탄소 국경세
  - IMF 2023 년 30달러/톤, 2030년 75달러/톤 탄소국경세 부과 해야 주장
7. 비관세 장벽의 대두
  - 미국은 탄소 다배출 사업에 대한 무역 금융 중지를 제안
  - 모든 제품에 대한 탄소 조정비용 또는 쿼터 설정으로 개발도상국을 포함한 자국 외 국가에서도 온실가스 감축 의무를 충족하도록 유도할 예정
8. ESG의 의무화 강화 및 기후관련 재무 정보 공개 (TCFD)

출처 : [에너지데일리\(http://www.energydaily.co.kr\)](http://www.energydaily.co.kr)

### 3. 철강 산업 대응 방향

- ✓ “기후 변화 기금(가칭) ” 설립 필요성 요구 ; 연구개발 지원 기금도 설립
  - 기후변화 유상 할당(3%) - 약 5000억, (10%) 경우 1조 이상
  - 전력 산업 기반 기금 5조
  - 지역자원 시설세 (약 1조) 효율적 운용 연구과 저탄 소 기술과 연계
- 세계 최대 석탄기업 중국 국가에너지투자그룹(CHN ENERGY) ;
- 귀닝신에너지산업투자기금(이하 ‘기금’)을 조성해 신재생에너지 부문 투자
- 풍력, 태양광, 수소, 에너지저장 부문 투자; 자회사인 China Shenhua와 Guohua Energy Investment가 각각 약 6,800억원, 약 1,700억원 출자, 기금 총 규모는 100억 2,000만 위안(약 1조7,025억원)
- ✓ 공공 정책 (녹색) 금융 추진: 단기 수익 극대화. 위험 회피하는 민간상업금융이 상대적으로 위험이 큰 장기, 대규모 분야 투자 가능 수단 임.
- 시스템 R & D 추진 ; 제품 - 법- 유통 -폐기 - 재활용 등의 전과정 고려한 성공 기술

### 3. 철강 산업 방향

✓ 정부와 민간의 R & D 역할 재편을 통한 **민간 중심 기술 정책 유도**

- 정부 ; 원천, 기초 기술, 전문 인력 양성, 실증 단지 조성에 중점 출처
- 민간 ; 응용 기술, 상업화 기술 개발 중점

(예) 티센크루프의 Carbon2Chem 프로젝트에 €1.4억('16~'23),

잘츠기터의 수소/천연가스 DRI 공장 건설에 €500만 지원 (독일 'Steel Action Concept'에 근거)

#### <기술 투자 방향 >

- ✓ 저 탄소 원료 대체, 철 스크랩 (고철) 재활용 증대 기술 투자 확대 .
- ✓ 수소환원제철기술
- ✓ 그린 수소와 신재생에너지 전력의 안정적 공급
- ✓ 부생 가스 활용 수소사업 지원 필요
- ✓ 바이오 석탄 기술
- ✓ 청정에너지 사용과 자원순환 기업에 인센티브 확대 필요 및 세제 혜택 요구

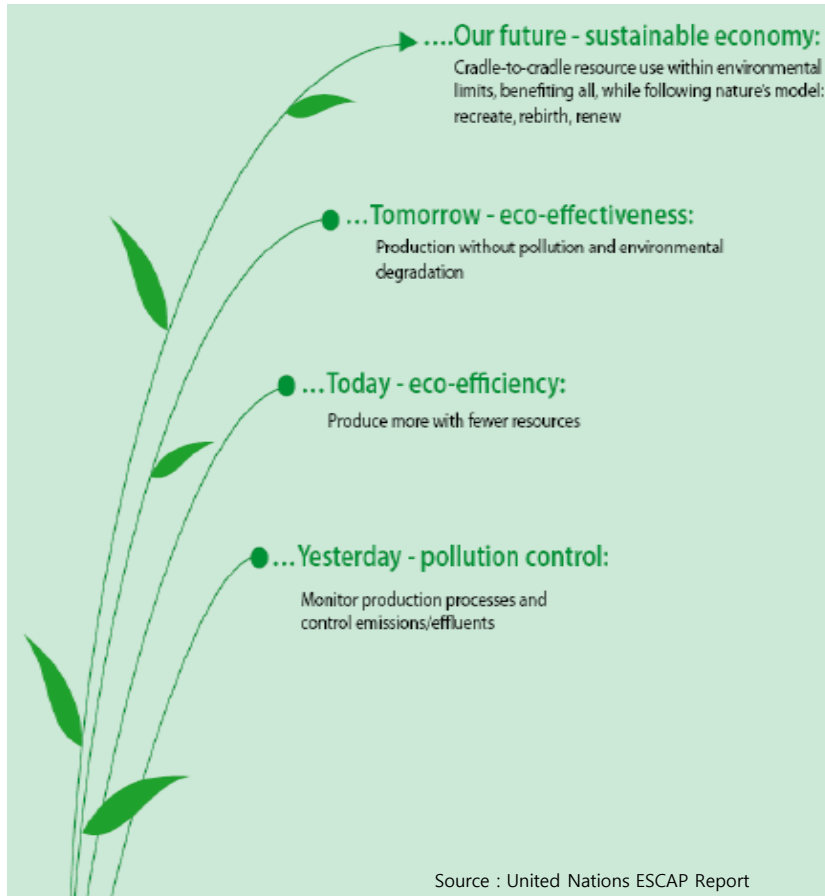
## 참고 ; 고로의 기술 분야

① 수소환원 기술 : 철광석의 환원에 사용되는 환원제를 탄소 대신 수소로 (일부) 대체하여 탄소계 환원제 사용을 저감하는 기술로서 기존 고로를 이용하여 석탄 사용을 일부 대체하는 방식3)과 직접환원철(DRI)을 전기로제강에 투입하여 탄소계 환원제 사용을 전면적으로 저감시키는 방식4).

② 고로 저탄소 대체철원 사용기술 : 철스크랩, 직접환원철 등 기존 철광석 대비 고 환원 원료를 고로에 사용하여 환원 대상인 산소의 장입량을 저감함으로써 탄소 계 환원제 사용을 저감하는 기술.

③ 고로 고반응 연·원료 사용 기술 : 고반응성 코크스와 같이 고로 내 장입원료의 반응성 증대로 환원가스 이용률 및 환원효율 향상을 통한 고로 탄소계

④ 미활용 배열 및 CO<sub>2</sub> 자원화 기술 : 고로 용융 슬래그의 현열 등 현재 제철소에 서 미활용되고 있는 배열의 회수와 배출되는 CO<sub>2</sub>를 고부가 케미컬(chemical) 또는 제철소 연료로 전환하여 사용함으로써 제선공정 배출 CO<sub>2</sub>를 간접적으로 저감 기술



감사합니다

jeongin@cau.ac.kr