2. 세계 기후 위기 대응 현황

- 2021년 140개국 탄소중립 선언; 우루과이(2030), 핀란드(2035년) 달성 선언.
- 메탄 협약 선언; 2030년까지 30% 메탄 감축 목표. 약 40개국 참여
- **2040년까지 글로벌기업 100여개는 탄소중립 달성 선언**
  - 2019년 아마존과 옵티미즘이 설립 주도

주요국의 탄소 중립법 개정 현황

국가명	제·개정년도	명칭	주요내용
EU	2021	유럽기후법 (EU Climate Law)	• 법률 제정을 통해 2030년 중간목표로서 1990년대비 55% 감축 제시 • 2050년 목표로 EU의 기후중립대륙 달성을 설정
독일	2020	연방기후보호법 (Bundes-Klimaschutzgesetz)	• 법률 제정을 통해 장기목표인 2050년 탄소중립 목표 지향을 명시
프랑스	2019	에너지 및 기후에 관한 법 (2019.11.8.) (Loi du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat)	• 2050년 기후목표 법제화
영국	2019	기후변화법 (Climate Change Act)	• 법개정을 통해 주요 선진국 중 최초로 탄소중립 목표를 법정화
일본	2021	지구온난화대책추진법 (地球温暖化対策推進法)	• 법 개정을 통해 2050년까지 탈탄소사회* 실현 명시 * 인간 활동에 수반하여 발생하는 온실가스 배출량과 흡수작용의 보전/강화에 의해 흡수되는 온실가스 흡수량 간의 균형이 보전된 사회를 지칭

Kistep, “ 탄소중립 달성을 위한 정부 연구개발 정책 및 투자 방향,” 2021.19권 (319호)

‘Fit for 55’는 2030년까지 1990년 대비 평균배출량을 55% 삭감

1) 탄소 가격결정 관련 입법안 4개, 2) 감축목표 설정 관련 입법안 4개,
3) 규정 강화 관련 입법안 4개와 4) 포용적 전환을 위한 지원대책인 사회기후기금으로 구성

구분	주요 내용
EU ETS 개정 *탄소배출권거래제(Emission Trading System)*	- 해운업을 ETS 적용 대상에 포함 - 건물과 도로운송 분야에 별도의 새로운 배출권 거래제 도입 - 항공업에 대한 무료 할당을 단계적으로 폐지 - 기존 EU ETS의 수익은 기후 에너지 관련 프로젝트에 사용
탄소국경조정세(CBAM) 도입	- 2026년부터 수입품에 환경부담금을 부여하는 탄소국경조정제도(CBAM) 도입 - 철강, 시멘트, 알루미늄, 비료, 전기제품 등의 분야에 2023년 우선 시행 예정
토지/임업/농업	- 2030년까지 유럽 전역에 30억 그루의 나무를 심어, 3억 1천만 톤의 온실가스 흡수 - 2035년 까지 토지/임업/농업 에서의 탄소 중립 달성.비료사용 및 가축과 같은 농업용 non-CO2포함
항공/항만	- 항공 부문에서 EU에서 이륙하는 모든 항공기에 지속가능한 항공 연료 혼합 의무화 - 항만 부문에서 에너지의 온실가스 배출량 제한. 탈탄소화대응
재생에너지 사용 증대	- 2030년까지 재생에너지원으로 40%(기존 32%) 생산 - 바이오에너지 사용에 대한 지속가능성 기준 강화
내연기관차 규제	- 2021년 대비 2030년까지 신차들의 평균 배기량을 -55%, 2035년까지 -100%로 감소 - 2035년까지 내연기관차 판매 규제 - 고속도로에 60km마다 전기 충전소, 150km 마다 수소 충전소 설치 의무화
에너지 효율성 증대	- 매년 3%의 공공건물을 개조하여 에너지 효율 창출
에너지 과세지침 개혁	- EU 에너지 및 기후 정책과 에너지 제품과세를 연계하여 청정 기술 장려 및 현재의 감면 대상 축소

- (중국) 전기차 등 신 에너지차 비중을 ’25년 20%, ‘35년 50%로 확대 계획,

  - 탄소 배출권 시장 전국단위로 확대 등

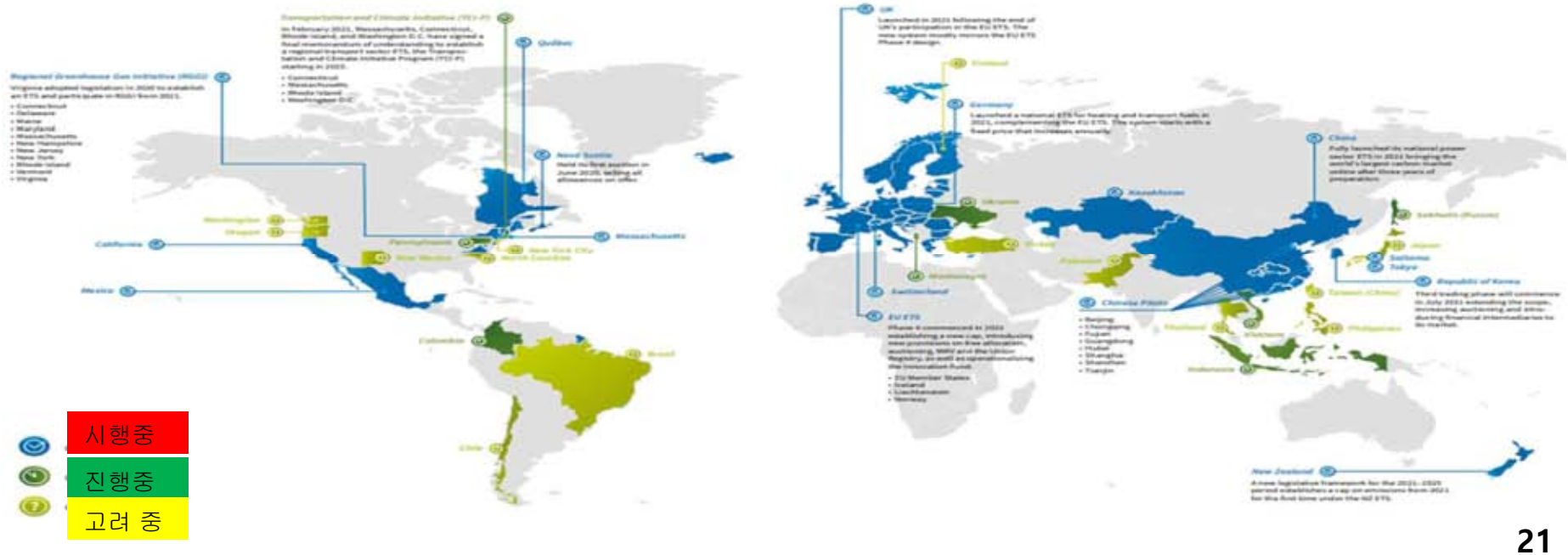
- (일본) 해상풍력, 수소 등 14개 분야 목표와 계획 반영 그린 성장전략 발표, ‘

자료; 유럽 환경 위원회, 현대 증권, https://blog.naver.com/hoonjaek/222456116662, 검색일 2021년 8월 4일

세계 ETS 시장 최근 현황

- EU; 2021년 4단계 시작(매년 2.2% 감축), 현대화 및 혁신 펀드 시작, 탄소 국경세 도입 논의, 스위스 거래제 연계 시작, 영국 제외
- 독일 ; 2021년 전국 시작; 열 및 수송 포함. (20212-25년 고정 탄소 가격, 2026년 부터 경매 시작)
- 중국; 2021년 8월 전국 거래제 시행, 집약도 근거한 거래제도, 발전 부분 부터 시작 하나 다른 8개 산업 순차 편입 예정, MRV 완성. 약 2,000개의 회사가 참여하고 배출권 규모는 약 40억 톤. 기존 8개 성과 시에서 하던 거래제도 지속. 전국과 중복되는 기관은 최종적으로 거래제 편입 예상

- 캘리포니아 ; 상쇄 크레디트 감축, 2030년까지 과감한 감축
- RGGI: 기존 12개 주정부에서 Virginia (21.1) 가입, Pennsylvania (2022) 가입 예정
- Transport and Climate Initiative((TCI-P) ; 2020. 12. MOU 체결 . Massachusetts, Connecticut, 로드아일랜드, 메사추세츠, 워싱톤 D.C.
- 수송 부분 온실가스 감축 참여. 보고서 제출 2022년, 2023년 평가 시작



3. 국외 산업 및 기업 대응 사례

정유 산업

- 13개 석유기업들은 파리협정 목표 아래 기후변화 대응의 불확실성에 공동으로 대응하고자 석유, 천연가스 기후 이니셔티브(The Oil and Gas Climate Initiative) 구성
- 총 1조 원 기금. 2030년까지 CCUS 기술 상업화 실현, 온실가스 배출 저감을 위한 에너지 및 산업 부문의 가시적 혁신 가속화 등을 목표
- 쉘은 2020년 4월 모든 제품의 탄소배출을 2050년까지 '순제로(Net-zero)'로 하겠다는 목표
- 신재생 에너지 중심의 저탄소 에너지 사업 다각화를 위한 투자확대를 통해 사업 전환을 가속화하고, 기존사업은 CCS(Carbon Capture & Storage)와 산림사업을 통해 온실가스를 직접 감축
- BASF는 2030년까지 생산 관련 배출량을 일정하게 유지하는 탄소중립 성장목표를 공개
- 생산 및 공정 효율을 높이고, 스팀 크래커(Steam Cracker) 에너지를 신재생에너지로 전환, 메탄 열분해를 통해 CO_2 가 발생하지 않는 수소제조 등 CO_2 저감을 위한 중장기 R&D 추진.
- 폐기물 재활용을 통해 순환경제를 구축함

➢ 기후변화와 저탄소경제에 대한 기업 대비 평가 국제기구 TPI(Transition Pathway Initiative) 유럽계 메이저의 탄소저감목표 '순제로' 목표 달성 평가

➢ 첨단 누출 감지 시스템과 수리 기술의 개발 및 예측 능력이 우수한 AI와 machine learning을 연구개발 중

유럽 주요 정유 기업의 탄소 감축 전략

회사	계획
BP	– 재식림 사업(나무심기)과 CCS 기술 적용 등을 통해 연간 3억6,000만톤의 CO_2 배출량을 저감 · 상쇄 계획 – 2050년까지 석유 · 가스 투자를 줄이고, 신재생에너지사업 투자 확대 – 2023년까지 모든 석유 · 가스처리시설에 메탄 측정 장치를 설치하여 메탄강도 2018년 대비 50% 감소 * 상기와 관련한 구체적인 계획은 9월 예정된 투자자회의에서 발표 예정
Shell	– 지난해부터 2021년까지 3년간 연간 U$10억씩 총 U$30억 투자 – 탄소배출권 구입, 전기차충전소 설치, 재식림 사업 등을 중심으로 투자설계 – 지난해 4월17일부터 네덜란드 주유소에서 고급연료인 Shell V-Power를 구매하면 Shell社는 일정량의 탄소 크레딧을 구입 후 소각해 소비자가 운전하면서 발생하는 온실가스 배출을 상쇄 중 – 올해 2월, 향후 10년 내 네덜란드 북부에 풍력발전을 기반으로 하는 대규모 그린수소 발전소를 세우겠다는 목표를 발표
Total	– 2040년까지 저탄소사업을 전체 전력 믹스의 15~20% 수준으로 확대 – 재생에너지 발전용량을 2020년까지 6GW, 2025년까지 25GW로 늘릴 계획 – 2035년까지 에너지믹스 중 가스 비중을 60%까지 확대 계획
Repsol	– 상류부문 투자 개선, 배출 상쇄, 재생에너지 투자 확대 등의 방안 제시 – CCS 기술 활용 및 삼림조성을 통해 탄소배출을 상쇄 – 2030년까지 1.6GW 규모의 재생에너지 프로젝트에 투자해 총 재생에너지 발전용량을 5.6GW까지 확대계획
ExxonMobil	– 올해까지 메탄과 가스 플레어링 배출량을 2016년 대비 각각 15%와 25% 감축계획 달성과 관련해 향후 10년간 온실가스 저배출기술에 대한 연구 · 개발을 위해 U$1억 규모의 투자 계획
Chevron	– 신재생에너지관련 목표, 비전, 로드맵은 아직 발표되지 않음

김준석, "에너지전환이 석유업계에 미치는 영향과 대응전략 분석(하)", 2021, 5 주간 석유 뉴스

철강 산업

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

- 탄소 배출량 제로 강재 이용 촉진 단체 '스틸 제로(Steel Zero)' 조직; 오스테드와 영국 아일랜드 등 8개사 참여

1) 덴마크 세계 최대 해상 풍력발전 회사 오스테드사; 2050년까지 CO_2 제로 강재 100% 사용

2) 호주 건설사 레이튼(Leighton) 그룹과 영국의 부동산 대기업 그로브너(Grosvenor) 그룹 – 영국·아일랜드 법인 등 강재를 사용하는 수요 기업 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_2 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

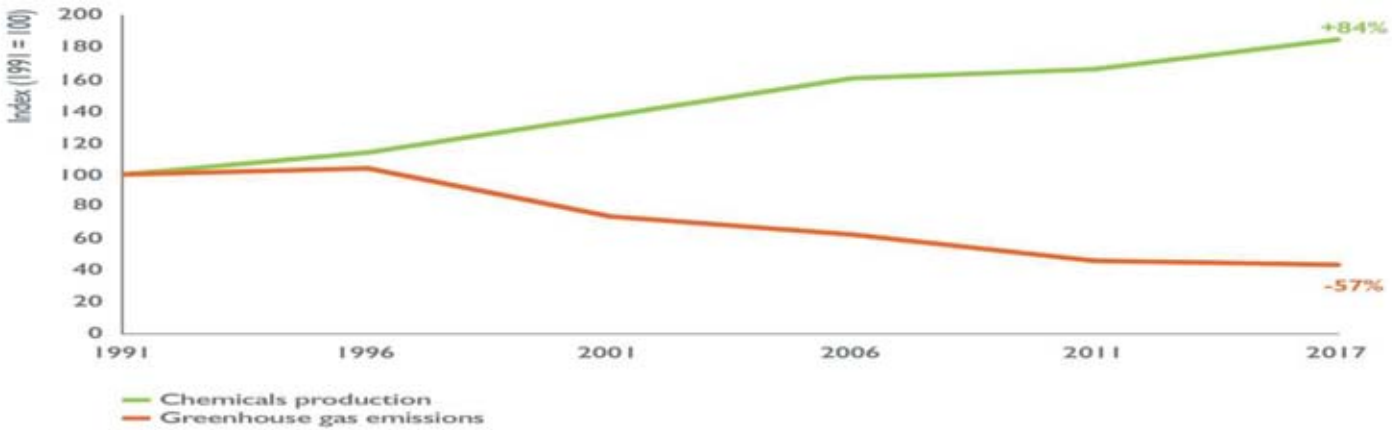
4) 스웨덴의 SSAB ; 수소 환원 파일럿 플랜트인 'HYBRIT'
- 철강사 SSAB, 철광업회사 LKAB, 유럽 최대 전력회사 Vattenfall 합작으로 2016년 가동

- 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

석유화학 산업

- Cefic(유럽의 석유화학협회)는 산업계와 EU-27 간의 협의를 촉구하면서 "Clean Industry Package" 또는 "Low carbon industry alliance" 를 주장
- WWF, CDP 등과 함께 "Science Based Targets initiative (SBTi"에 동참 하기로 42개 사
  - 중국 15사 포함. 이미 감축 목표를 수리하여 추진 중
- 유럽의 석유화학사들은 199-2017년 동안 탈동조화 이룸 .
- 온실가스 감축은 60%, 그러나 생산은 85% 증가 달성.
- 정유 및 석유 화학사들 다른 제품의 저 탄소에도 영향
- 풍력, 태양광 패널, 단열재 및 전기자동차 등 영향

유럽 석유화학 회사의 생산량과 온실가스 배출 추이(1990-2017) ; 탈 동조화 사례



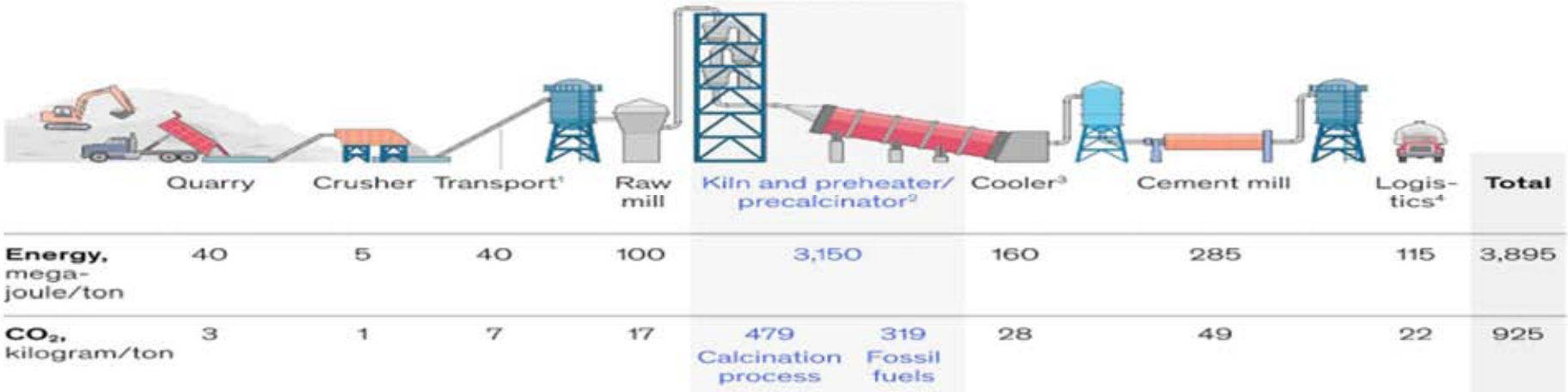
Source: European Environment Agency (EEA) and Cefic analysis 2019
* Including pharmaceuticals
** Energy (Fuel and Power CO_2) included

Unless specified, chemical industry excludes pharmaceuticals
Unless specified, EU refers to EU28

시멘트 산업

- 국제시멘트콘크리트협회 2030년까지 25% 감축 목표 (50억톤)
- 2017년 기준 시멘트에서 온실가스 배출은 산업 부분 7% 차지
- 부가가치 기준 ; 가장 높음(6.9kg of CO2 per $), 철강 (1.4kg of CO2 per $)

시멘트 생산의 전 과정; 에너지 소비와 이산화탄소 발생



가정 – 수송(1) 1kwh/t/100m, (3) cooler ; 5kwh/t/clinker (4) 평균 lorry /200km

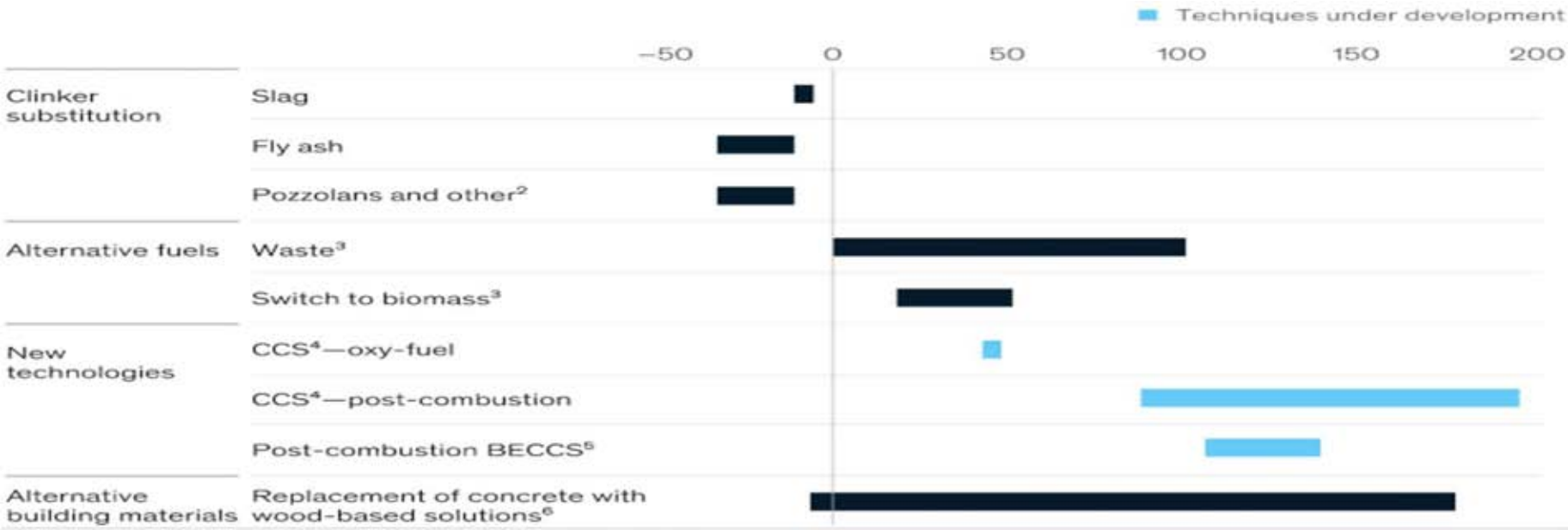
https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/laying-the-foundation-for-zero-carbon-cement

"The cement industry is a top source of CO_2 emissions, but abatement pressures could prompt efforts to reimagine the business검색일 2021년 2.21

시멘트 산업

- 맥켄지 전망 ; 대규모 투자가 발생할수록 한계 저감 비용은 하락
- <미래 기술 분야>
- 그링커 대체는 네가티브 비용; 스래그, 플라이 애쉬 천연 포졸란((백토, 규산 백토, 의화암 풍화물 등)
- 연료 대체 (폐기물 사용, 바이오 매스 전환)은 기술 개발안보다 비교적 낮은 비용
- 신기술: CCS, 바이오 에너지 CCS(BECCS)
- 다른 건물 소재 EMC (energetically modified cement) ; 저탄소 저 에너지 물질로 미국 텍사스에서 이미 건설에 사용중. 영국은 건축 중이나 폭파후 잔폐물을 시멘트에 이용함

시멘트 부문별 한계 저감 비용 (2050)



출처, global cement and concrete association, “Setting the number right,” 2019.

미국 주요 기업의 대응

◆ 미정부 '30년까지 50% GHG 배출량 감축, 주요기업 408개사 공개지지 표명

- 바이든 대통령의 2050년 탄소배출 제로 공약에 이어 '21.4월 기후정상회의에서 2030년까지 미국 온실가스 배출량을 절반으로 줄이겠다는 계획 제시
- 미국 주요기업 408개사가 공개 서한을 통해 미국 행정부의 과감한 기후행동 지지, 협력 다짐

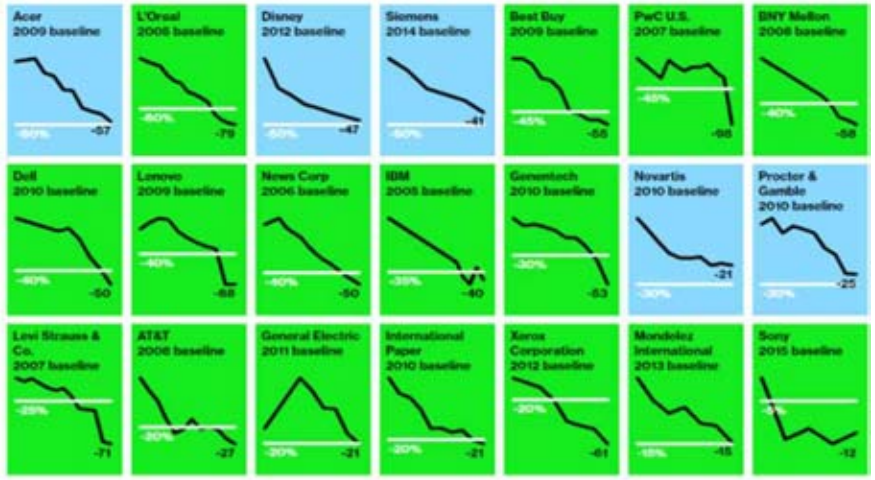
◆ S&P 500에 포함된 미국기업 대상 분석결과 기후 공약 적극 이행 중

- '20년 목표로 제시한 187개 기후조치사항 중 138개 이행하여 73.7% 이행률 달성
- 주요 21개사 탄소 감축 동향 조사결과 16개사가 꾸준히 탄소 감축 목표 달성

미국 주요 기업별 기후 공약 이행 현황

[출처: Kotra 해외시장뉴스]

미국 기업 21개사의 탄소 배출 감축 목표 달성 현황

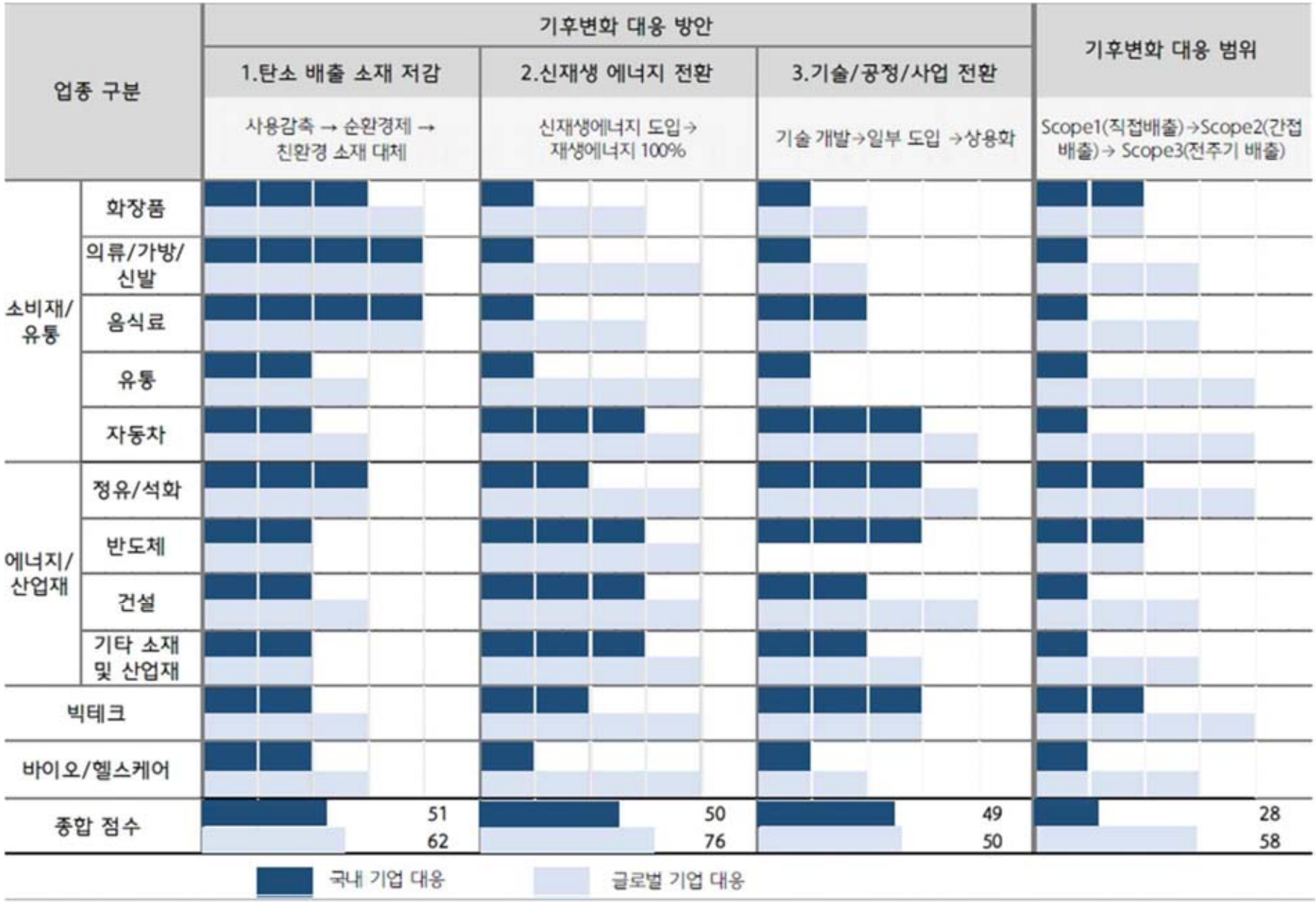


주: baseline은 목표 기준 연도를 뜻함.(예: Acer사의 목표는 2009년 대비 탄소 배출 60% 감축)

자료: Bloomberg.com

[출처: Kotra 해외시장뉴스]

국내외 기업들의 기후 변화 대응



하나연구소,"기후변화 대응을 위한 기업들의 슬기로운 환경 생활" 2022.3.28

산림과 탄소 중립 대응

'탄소중립' 위한 국가별 주요 산림정책

국가	주요 정책
미국	산림 2000만 ha 조성, 산림경영방법 개선, 도시숲 관리 강화, 목재제품 사용 확대
캐나다	산림경영 방식 개선, 목재제품·바이오매스 이용 확대
EU	산림경영 순환경제 활성화, 산림 재해 훼손 방지
프랑스	신축 공공건축물 50% 이상 목재 등 친환경 소재 건축 법제화 추진
일본	3층 이하 공공건축물에 대해 4분의 1 이상 목조 사용

- 한국은 50년생 나무의 탄소 흡수량은 20년생의 60%에 불과
- 국내 산림의 순 온실가스 흡수량은 2008년 6140만 t에서 2017년에는 4570만 t
- 2030년 2000만 t 내외 전망.

✓ 수령 오래된 산림과 수목은 벌채 후 목재자원, 흡수력이 높은 수종으로 교체

✓ 목조주택 건설 활성화

✓ 철근콘크리트로 집(189m² 기준) ; 106t의 이산화탄소를 배출

✓ 목조주택은 52t 만 배출

✓ 프랑스 ; 2022년까지 신축 공공건축물의 50% 이상을 목재 등 친환경 소재

✓ 일본은 '공공건축물 등에서의 목재 이용의 촉진에 관한 법률(201)' 3층 이하 공공건축물의 4분의 1 이상 목조 건축

✓ 산림 바이오매스 에너지 적극 활용

https://www.donga.com/news/Society/article/all/20201213/104426728/1, 검색일 4월 10일

- 지멘스 ; 2015년 글로벌 기업 중 최초 2030년까지 탄소중립 선언.
- 마이크로소프트사; 2019년 탄소 처리 기술개발 1조 2300억원 '기후혁신기금' 조성. 2050년까지 탄소 중립 및 네커티브 달성 선언
  - 마이 크로소프트 2012년부터 회사 차원의 '사내 탄소세(internal carbon tax)' 시스템 도입
  - 세계 100개국 사업부서의 배출량(metric ton 기준)에 15 달러(약 1만 7천 원) 탄소세 부과
  - 조성된 기금을 탄소 처리를 위한 프로젝트에 활용
- 네슬레, 네슬레 워터스는 지속가능성에 우선순위를 두고 제품의 라이프사이클 전과정 분석 비교가 가능한 GEF(Global Environmental Footprint Tool) 툴 개발
- 구글(2030), 아마존(2040)- 기후대응기금 조성, 애플(2030), 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

- 포드(Ford)는 공정 개선 및 재생에너지 확대 를 통한 Scope 1, 2에 대한 감축 노력 외에도 관리 대상을 공급망으로 확대하여 가치사슬(Value Chain) 전반 에 대한 탄소 관리체계 구축을 위해 노력
- 월마트(Walmart)는 'Gigaton PPA' 프로그램을 통해 월마트에 제품을 납 품하는 업체들이 재생에너지를 구매할 수 있도록 교육. 또한, 납품업체들을 연계시켜 전력 구매계약 (PPA)에 참여할 수 있도록 공유 플랫폼을 개발
- BP, 로열더치셸, 쉐브론, SK 등 기존 석유사업 축소; 재생에너지, 배터리 신사업 확대

● 지멘스 (Simens)

◆ **2030년까지 배출량의 약 50%를 저감하고, 2030년에 탄소중립 달성**

- '15년 탄소중립 프로그램에 착수하여 실행 중
  > 전세계 시설의 에너지효율을 높이는 것 주력
  > 자체 분산에너지 사용으로 총 소요전력의 10% 감축
  > 사업장 내 차량 배출을 '25까지 33% 저감
  > 총 소요 전력의 70%를 그린 에너지로 구매
- 지능형 빌딩 시스템, 스마트 철도운송 솔루션 등 친환경 포트폴리오 제품 개발
  > '20년 기준 180억 유로매출 달성 (총 매출의 32%)
- 사내 부서별 발생 탄소량을 측정하고 내부탄소가격 (Internal Carbon Pricing) 부과
- UK 사업장 ; '19년 톤당 13파운드 내부탄소가격 부과하여 약24만 파운드의 기금 조성

● 스칸스카 (Skanska)

◆ **2030년까지 탄소배출량을 50% 감축하고, 2045년 넷제로 달성**

- 건축물 생애주기 동안 발생하는 탄소량 (Embodied carbon)을 감축하는데 주력
  > Embodied carbon 계량화 위한 EC3* 개발

*EC3 : 콘크리트, 철강, 목재 등 6,000여종의 건설자재 탄소발자국 데이터를 디지털화한 오픈소스 DB

  > 자재량 및 건설 공법을 근거로 Embodied Carbon을 산출 가능, 자재와 공법 변경을 통한 시뮬레이션으로 배출량 감소 확인
  > MS사 본사 건물 리모델링시 최초 적용해 탄소 배출량의 약 30% 저감 효과 달성

● 바스프 (BASF)

◆ **독일 화학기업 바스프는 2030년 탄소중립성장 우선 달성 뒤 2050년 탄소중립 실현**

- '탄소중립성장(Carbon Neutral Growth)이란? 회사가 양적 성장을 지속해도 탄소배출량은 '18년 수준 유지해 성장해 비례한 탄소배출 증가가 없는 것
- 회사연구비의 50%를 탄소관련 에 투자
- 신규 설비나 플랜트 건설시 최대한 탄소배출 감축되도록 설계
- 글로벌 사업장에서 사용하는 전력을 신재생 발전으로 생산된 에너지로 최대한 구매
- 화학산업 내 온실가스 배출의 약 70% 차지하는 기초유분 생산 공정의 탄소감축 방안을 집중
- 세계 23개 생산시설에서 사용하는 전력은 카본프리(carbon-free) 전력으로 구매

● 쉘 (Shell)

◆ **생산공정 넘어 산업생태계 전체의 탄소배출을 줄이기 위한 공동 이니셔티브를 적극 추진**

- 딜로이트사와 공동으로 해운업계 분야별 전문가를 섭외하여 2050 탄소중립을 위한 로드맵 개발 및 보고서 발간
- 항공업계와는 지속가능한 항공유 개발을 목표로 세계경제포럼산하 'Clean Skies Tomorrow' 이니셔티브 운영

◆ **2035년까지 연간 2.5백만톤의 CO2 포집, 저장 목표로 CCS 전 밸류체인에 걸쳐 연구개발 투자**

- 캐나다에 세계 최초 CCS 일관 플랜트 건설(연간 100만톤 상당 CO2 포집, 지하저장
- 호주 Gorgon 지역에 세계 최대 연간300만~400만톤 규모 CCS 플랜트에 투자. 지분25% 보유중

Apple

[출처: apple.com]

◆ **2030년까지 완전한 탄소 중립 실현 계획을 발표('20.7월)**

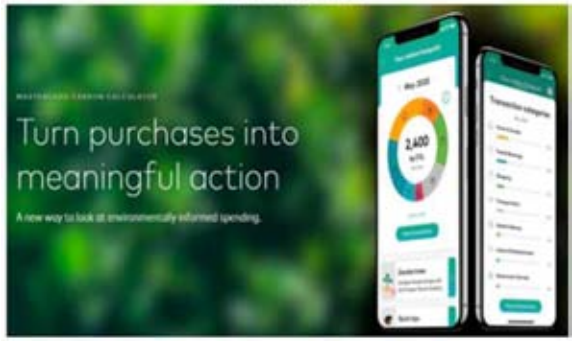
- 공급망, 제조공정, 제품수명 포함 전 비즈니스에서 탄소중립
- 복원기금(Restore Fund)으로 2억 달러 투자기금 조성 발표

> 연간 100만M/T CO2 제거에 사용

> 건축자재, 종이로 사용될 수 있는 나무 생산하는 지속가능한 숲 투자

> 소규모 자작농 플랫폼(아프리카)

Master Card



[출처: mastercardapple.us]

◆ **2050년까지 넷제로 목표 수립 및 전략 실행 중**

- 소비자들의 탄소배출영향 쉽게 알도록 '탄소계산기 어플' 출시

> 식음료, 의료 등 카테고리별 탄소 배출 영향 계산

> 카드 사용 시 스마트폰 알림 통해 지속적인 경각심 제고

> 배출한 온실가스 흡수에 소요되는 나무 수 알림, 나무심기 기부 유도

JPMorgan

[출처: 데일리뉴스]

◆ **향후 10년간 2.5조 달러 기후변화 지원 자금조달 계획 발표**

- 기후변화 해결하고 지속가능한 개발에 기여하는 솔루션 지원 목적
- 청정기술, 폐기물 관리 및 보존개발 등을 지원 위해 1조달러 반영
- 화석연료 사업에 대한 금융지원 감축에 동참

> 탄소중립 은행연합(NZBA) 참여

• GE(General Electric)

❑ GE Money Earth Rewards Platinum Master Card

- 카드 소유자의 지출 금액의 1%에 해당하는 리워드를 온실가스 배출량을 저감하는 사업에 양도
- 매년 지구의 날(Earth Day)에 모인 금액만큼을 탄소상쇄 크레딧을 구매하는 데 사용
- 탄소상쇄 사업에 직접적인 투자자 혹은 풍력 터빈이나 다른 대체 에너지 장비의 간접적인 제조자로써 적극적으로 참여
- 전력 투자회사인 GE AES Greenhouse Gas Services는 석탄광과 매립지에서 발생하는 메탄가스 포집 사업에서 상쇄를 구매

<그림> GE 탄소상쇄 카드(Earth Rewards Card)

For every $100 spent on an Earth Rewards Platinum MasterCard, G.E. offers $1 in carbon offsets.

◆제조업의 서비스화

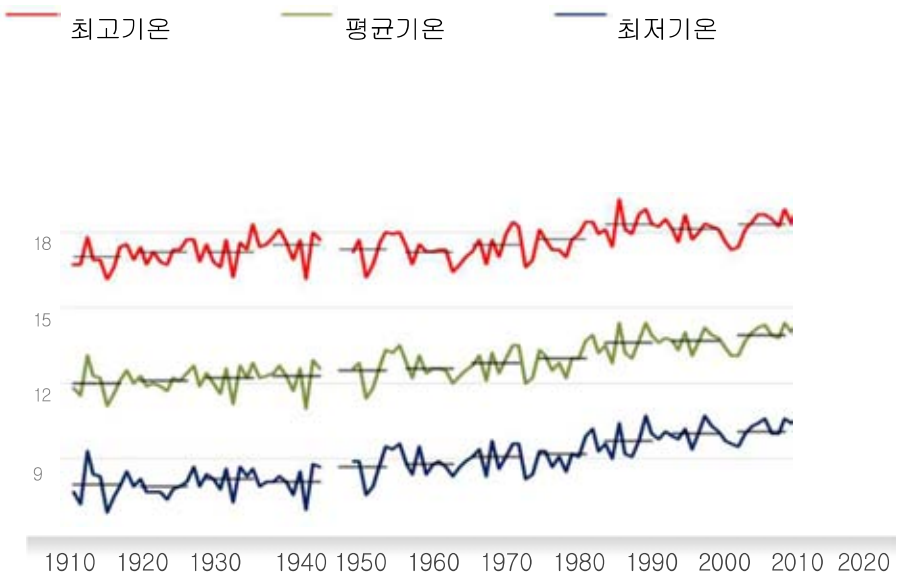
- 제조업과 서비스의 융합형태로 창출된 새로운 산업으로 대부분 **ICT**와 융합을 통해 새로운 형태의 산업군이 창출
  - ✓ 의료관광산업, 자동차 유비쿼터스, 의료 유비쿼터스 등
- 서비타이 제이션이 성공하기 위해서는 제조업과 서비스업의 파트너십과 다양한 시도 조성 필요
  - ✓ 제조업체는 서비스까지 수익 창출 영역 확대
  - ✓ 서비스업체는 자사의 무형적 상품을 제품으로 확대 필요

산업	기업	내용
전자	애플	아이튠스, 앱스토어를 통한 서비스 생태계 구축
	제록스	복사기 제조업체에서 문서 관리시스템 회사로 변화
	필립스	의료 서비스 사업을 위해 헬스와치(2006년) 등을 인수
자동차	GM	텔레매틱스 서비스를 제공하는 자회사 온스타에 550만 명의 가입자 확보
중공업	캐터필러	GPS를 통한 원격관리시스템으로 굴삭기의 상태와 이력을 분석하고 부품 교체, 연비향상, 불법사용 감시 등의 서비스 제공
건설	빈치 (프랑스 세계 1위 건설사)	전체 매출의 14%에 불과한 공항 · 도로 · 주차장 운영 서비스 사업이 영업 이익의 58%를 차지

4. 한국의 기후 위기 대응 사례

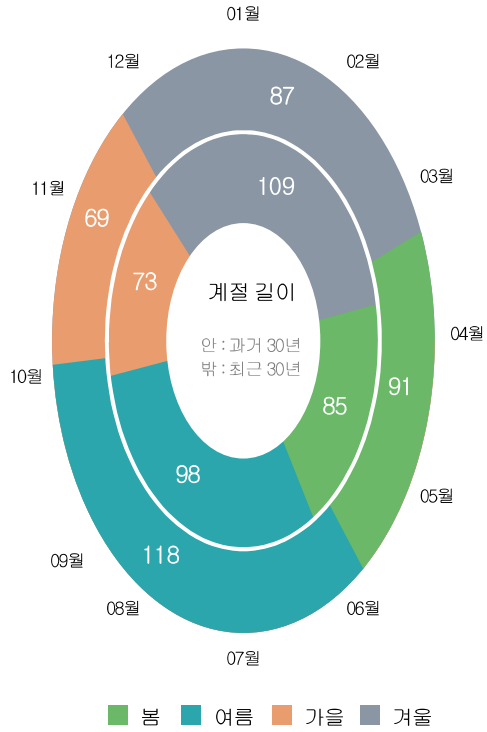
한국 온도 변화

과거 109년(1912-2020년) 동안 연평균 기온은
10년마다 0.2°C 씩 꾸준히 상승



한국 계절 변화

계절의 시작일과 계절 길이에 뚜렷한 변화 발생



과거 30년(1912-1940) 대비
최근 30년(1991-2020) 기준

여름일수

20일 증가

겨울일수

22일 감소

봄 시작일은 빨라졌으며,

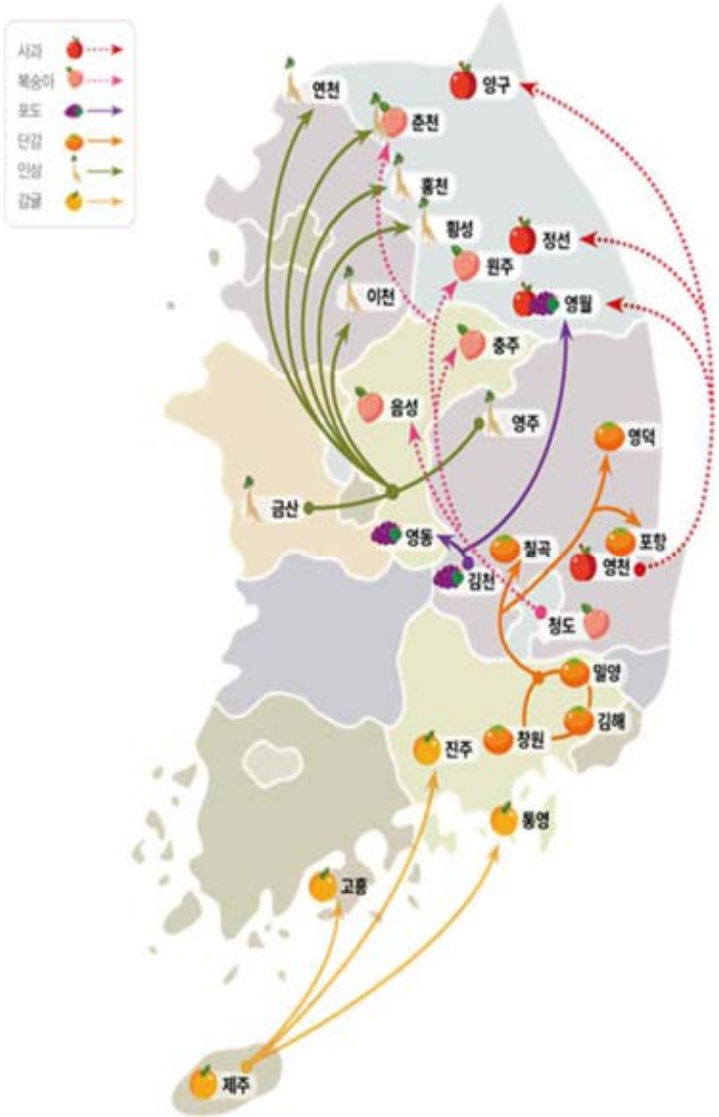
가을 시작일은 느려짐

[출처] 한반도 109년 기후변화 분석보고서(기상청, 2020)

우리나라 기후변화 영향과 북상

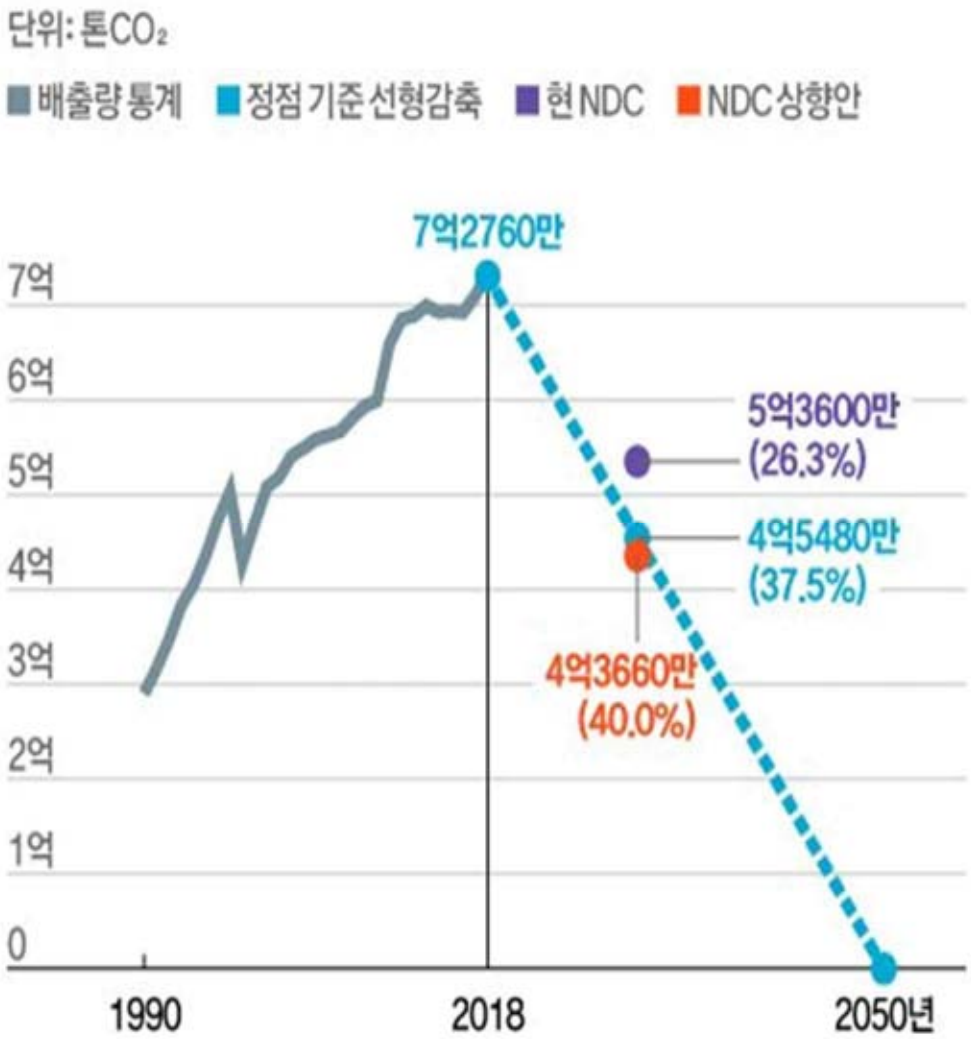
작물명	과거 주산지	이동 주산지
사과	경북 영천	강원 정선·영월·양구
복숭아	경북 청도	충북 충주·음성 / 강원 춘천·원주
포도	경북 김천	충북 영동 / 강원 영월
단감	경남 김해·창원·밀양	경북 포항·영덕·칠곡
인삼	충남 금산 / 경북 영주	경기 이천·연천 / 강원 홍천·횡성·춘천
감귤	제주	전남 고흥 / 경남 통영·진주

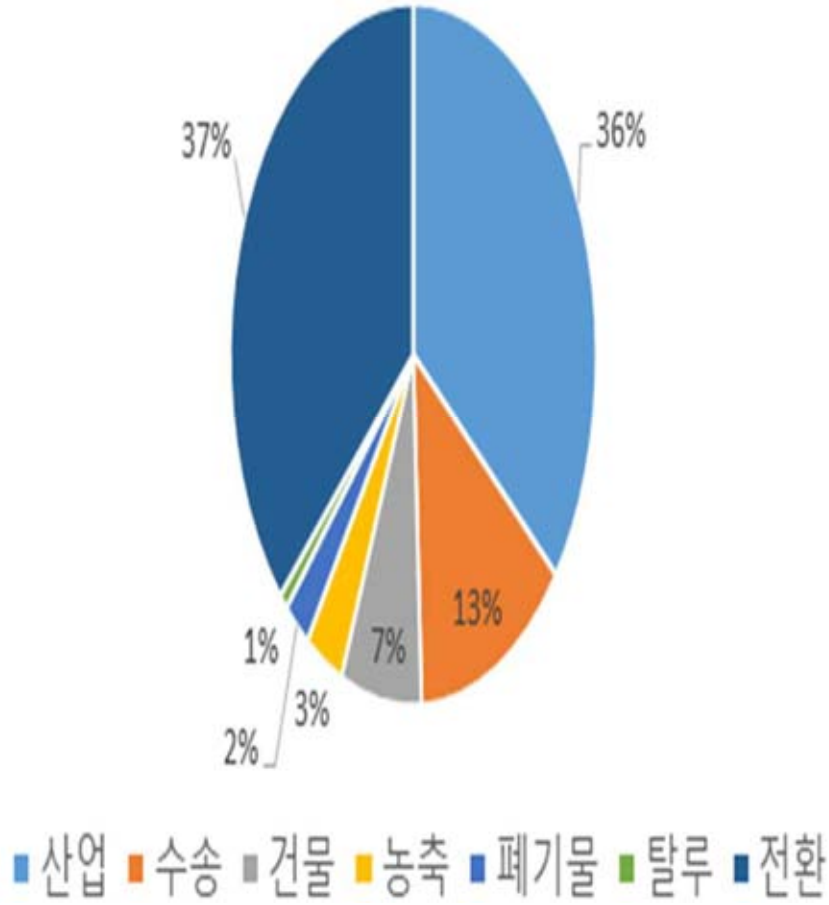
물관리	수온상승 및 가뭄에 따른 조류 증식으로 수질과 수생태계 악화
식 량	작물재배지(사과, 배추 등) 북상, 해충 발생 증가 등 식량생산 변화
건 강	기후변화로 인한 폭염으로 열사병, 탈수합병증, 감염병 등 질병 증가
산업 및 에너지	폭염, 열대야 등 극한기후현상으로 냉난방 전력소비 증가 자연재해로 제조생산설비 피해, 물류시스템 차질 등으로 인한 생산성 감소



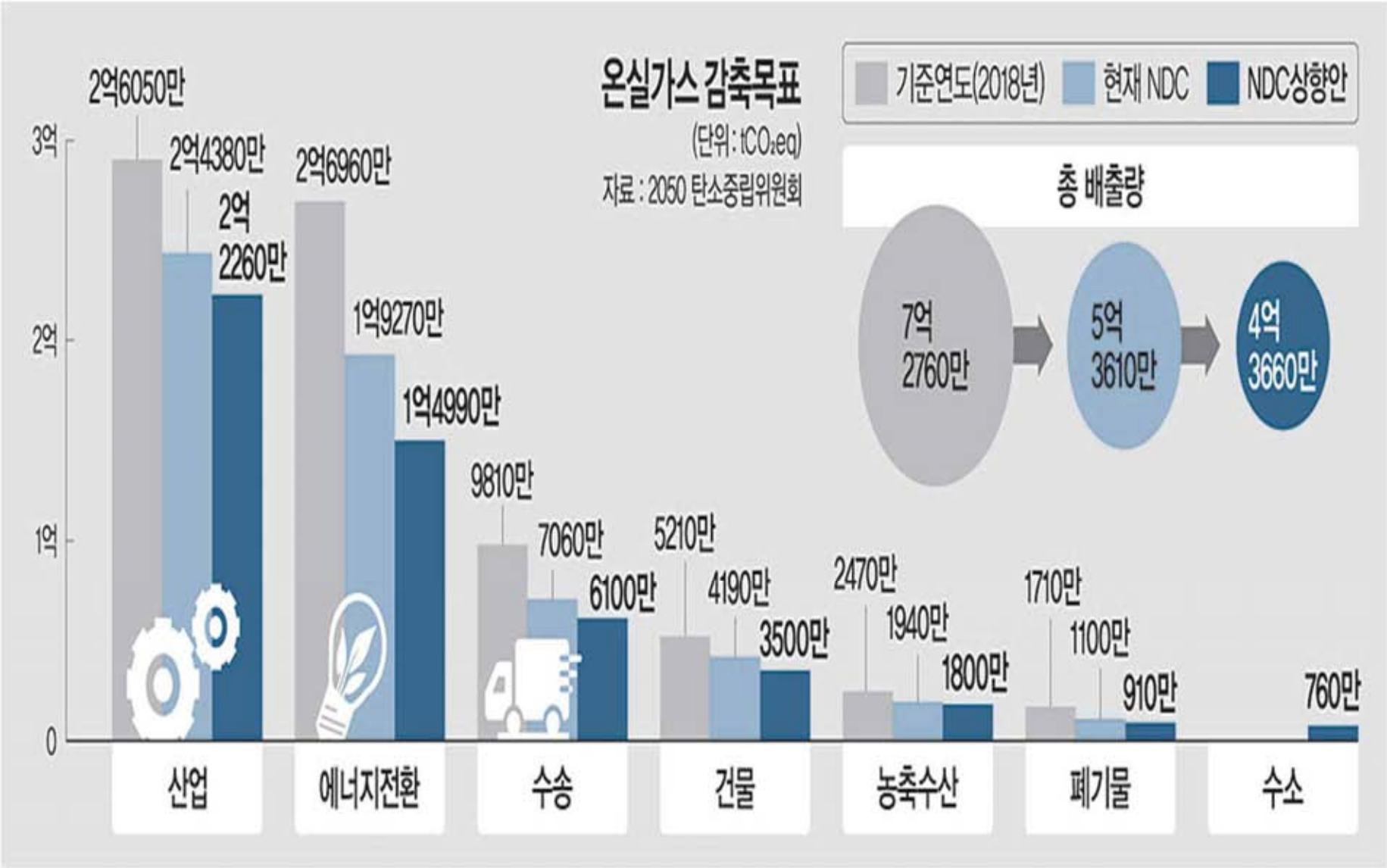
[출처] 한반도 109년 기후변화 분석보고서(기상청, 2020)

한국 2030(NDC), 2050(LEDS) 감축 목표 (2018년 부분별 비중)





탄소 중립 위원회 발표자료, 2021.10.8
중앙일보, "탄소 배출, 2030년 40% 감축-2050년 '탄소중립' 간다. 2021.10.18



출처 : 지앤이타임즈(http://www.gnetimes.co.kr)2021.10.14일 검색일 21일
https://m.science.ytn.co.kr/view.php?s_mcd=0082&key=202105181637593075 검색일 2021.10.21

LG 전자

-2030년까지 제품 생산단계에서 발생하는 탄소를 2017년 대비 50%로 줄이고, 외부 탄소 감축 활동을 강화해 실질 탄소 배출량을 0 계획

LGC

- LG화학은 2050 탄소중립 성장(Carbon Neutral Growth)' 지속가능성 (Sustainability) 전략, 국내 화학산업에 서는 최초로 탄소중립을 선언
- 기후변화 대응, 재생에너지 전환, 자원 선 순환 활동, 생태계 보호, 책임 있는 공급망 개발·관리 등 5대 핵심과제를 선정하여 추진하겠다고 선언.
- 전세 계 사업장에 100% 재생에너지로만 제품을 만들겠다는 'RE100'을 추진

쌍용C&E

- 폐합성수지 등 순환 자원 사용량을 증대하기 위한 설비 개조 작업에 속도. 1,000억원을 투입해 유연탄을 폐플라스틱 등 순환자원으로 대체 위한 '1단계 생산투자혁신사업'
- 300억원 녹색채권도 2단계 공사의 일환으로 추진되는 동해공장 킬른 쿨러(Kiln Cooler) 교체 및 폐열발전설비 설치 사업자금으로 전액 조달

출처 이코노믹리뷰 (http://www.econovill.com)2022.5.2일 검색

포스코 ;

1단계로 에너지효율 향상과 경제적 저탄소 원료로의 대체
2단계에서는 스크랩 활용 고도화와 CCUS(탄소 포집·저장·활용) 기술 적용,
3단계는 기존 파이넥스(FINEX) 기반의 수소환원제철 기술 개발을 완료해 수소환원과 재생에너지에 기반한 탄소중립 제철공정을 구현

- 2030년까지 사업장 감축 10%와 사회적 감축 10%를 달성하기로 했다. 이어 2040년 50% 감축
- 고로 대신 전기로(EAF) 사용을 늘릴 예정; 광양제철소는 2025년까지, 포항제철소는 2027년까지 각각 250만t 규모의 전기로 1기를 도입

현대자동차

- 2040년까지 차량 운행, 공급망(협력사), 사업장(공장) 등에서 발생하는 탄소 배출량을 2019년 수준 대비 75% 축소
- CCUS(탄소 포집·활용·저장 기술) 등을 도입해 2045년까지 실질적인 배출량을 제로화
- 2045년까지 제품과 사업 전반에서 탄소중립을 달성하고, 지속 가능한 미래를 위해 친환경 모빌리티와 에너지 솔루션에 투자함
- 전동화 모델의 비중을 2030년까지 30%, 2040년까지는 80%
- 세계 사업장 전력 수요 2040(90%) 2035(100%) 재생에너지로 충족
- 체코 공장은 2022년 가장 먼저 재생에너지로의 전환 완료 예정

삼성전자
제품 생산·유통 전 과정에서 탄소 발생을 최소화하는 친환경
공정 도입을 통해 총 14개 반도체 제품에 대해 '국제 환경 인증'을 획득
석유화학 기업 SK지오센트릭은 플라스틱 리사이클링 기반 화학회사 전환 선언

산업계가 '탄소중립' 화석연료를 활용하기 시작; 탄소중립 석유 ??? (그린 워싱)
- 유럽 카본마켓워치; 에 따르면 탄소중립 광고가 유효하려면 우선 다음과 같은 정보가 공개돼야 한다. △전 과정에 걸친 온실가스 배출량과 계산방식 △어떤 사업을 통해 탄소배출권이 발행됐는지 △배출권 발행기관의 신뢰성 △배출권 가격 등이다. 실제 탄소중립 효과를 검증하기 위한 기본 데이터

기업별 탄소중립 화석연료 도입 현황

기업명	제품	도입시기	거래유형	제조사	총물량	총 탄소 배출량(톤)	배출량 산정방법	탄소배출권 출처	탄소배출권 가격
GS칼텍스	탄소 중립원유	2021	내부 사용	룬딘 (스웨덴)	200만배럴	비공개	비공개	VCS	비공개
포스코	탄소 중립LNG	2021	내부 사용	RWE (독일)	6만4,000톤	3만5,000	비공개	Gold Standard	비공개
GS에너지	탄소 중립LNG	2019	내부 사용	로얄더치쉘 (네덜란드)	비공개	비공개	비공개	비공개	비공개
SK에너지	탄소 중립휘발유/ 경유	2022	국내 소비자에 판매	자체제조	미정 (약 3만명 이상 주유)	3,000	비공개	비공개	비공개

한국일보' 석유 써도 온실가스 제로? 기업들, 근거는 공개 안 한다." 2022.3.9

국내 석유화학업계 ; 연간 약 71백만톤의 온실가스 배출. 국내 제조업 중 두 번째
- 세계 4위 석유화학 산업. 연간 5400만t 나프타를 국내 소비, 6100만 t 온실가스를 배출

ㅇ LG화학은 업계최초로 “2050 탄소중립성장”을 선언(‘20.7)
- RE 100(Renewable Energy 100%) 선언
- 플라스틱 대체 생분해성 신소재 개발 성공
옥수수 성분의 포도당과 폐글리세롤(바이오 디젤의 생산 공정 중 발생한 부산물)로 폴리프로필렌(PP) 등 합성수지 물성 구현
– 세계 최대 바이오디젤 기업 핀란드 네스테와 전략적 파트너십을 바이오 연료 상업화

ㅇ 롯데케미칼은 “2030 탄소중립성장”을 선언(‘21.1)

- 친환경 사업 등에 5조원 투자 등 ‘30년까지 친환경 부문 6조원 규모 성장 목표

ㅇ SK 종합화학은 그린중심의 딥 체인지(Deep Change)
- 친환경 제품 비중을 ‘25년까지 70%이상
- SPC그룹 – 친환경 생분해 포장재 확대
– 울산에 국내 최대 규모로 폐플라스틱 열분해유 공장

ㅇ 여천NCC는 글로벌 최고 에너지효율
ㅇ 한화토탈은 2050 넷제로 검토 중
ㅇ 한화솔루션 수소사업 로드맵.
- ‘수소 기술 연구센터’, 5년간 총 2조8000억원을 투자
- 강원도·한국가스기술공사와 함께 그린수소 실증 생산 단지 구축 (300억) 2022년 상업화
- 풍력발전소에서 공급하는 전력을 활용해 연간 290톤의 그린수소를 생산
- '폐플라스틱 열분해유 기반 나프타 생산 기술'사업 주관기업으로 선정

중소 기업과 좌초산업

- 탄소배출 저감을 위해 탄소 집약적 산업을 축소시키려면 해당 산업과 종사자, 산업이 분포한 지역사회가 직접적으로 타격,
- 산업연구원의 추정에 따르면 철강과 석유화학, 시멘트 등 고탄소 산업군을 중심으로 고용이 30년 만에 20% 이상 줄어.
- 석유화학·자동차·철강·조선·석유정제·플라스틱·시멘트산업이 대표적
- 이들 산업에 종사하는 노동자는 2019년 기준 약 82만5000명으로, 제조업 전체 노동자의 약 28%에 해당.

- 일부 제조업 저숙련 직종 및 오프라인·대면서비스업 중심으로 일자리 영향이 가속화 .
- 석탄화력발전사 퇴직 등 자연 감소와 인력 재배치로 대응, 그러나 일자리가 다소 줄어드는 것은 예상

- LNG 전환이 불가능한 원료 운반·저장 설비 등을 수행하는 지역기반 소규모 협력사는 단기간 내 일자리가 위협
- 철강산업 종사자는 제철·제강사와 압연·압출제품제조사 포함 약 1800여개사에 8만7000여명이 종사.
- 단기적인 일자리 영향은 작을 것. 그러나 공정 혁신과 스마트 공장 도입은 AI 인력 수요를 증가 요인

https://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/1014953.html#csidx21db8f43b4f04aeb227ff730fd9be8a

- 완성차업계는 7개사에 12만6000여명이 근무, 협력사 9000여개사에서 근무하는 인력도 22만명.
- 수소·전기차로의 전환은 전장부품, 배터리, 소프트웨어(SW) 등 전동화 및 자율주행 부품 수요를 증가시킬 전망.

- 엔진·동력전달장치 등 내연기관 전용부품에서는 협력사 사업 축소로 인한 일자리 감소가 예상

- 스마트팩토리 등 자동화로 인한 일자리 감소 우려
- 정비·판매 종사자 약 28만명, 주유·금융 종사자 26만명의 일자리도 간접적으로 영향

- 석유화학도 탄소 기반의 연·원료를 바이오매스, 수소, CCUS(이산화탄소 포집·활용·저장)로 바꿔 탈탄소 기반으로의 단계적 전환을 추진 중.
- 석유화학기업은 현재 종합화학산업체로의 전환을 추진 중. 인적 구조에서의 가시적 변화는 제한적
- 2040년 이후 공정 전환이 완료되면 인력 구조가 변화할 가능성

- 정유 산업도 단기적으로 고용 영향은 제한적 예상
- 석유화학과 마찬가지로 바이오매스, 수소, CCUS를 통한 탈탄소 기반 공정을 도입하고 사업 다각화 추진. 고효율 설비를 도입해 단기적으로 수출경쟁력을 유지할 것으로 보이나 2030년 이후 수송유와 난방유가 전기·수소화 되면 수요가 부진 가능성

- 반도체·디스플레이산업은 디지털 전환과 고기능화 진행으로 성장세를 유지
- 단기적으로는 공정 효율화, 고효율 설비 도입으로 대응하고 중장기적으로 저탄소 공정가스 개발 등을 통해 핵심 전자부품·제품의 경쟁력을 유지한다는 목표
- 탄소중립에 의한 신제품 수요 확대는 기회 요인
- 다만 LCD 생산기지 해외 이전 등은 고용 감소 요인
- LCD 제조업체 종사자는 2016년 159개사, 7만여명이었으나 2019년에는 133개사, 4만여명 감소.

탄소 중립/녹색 성장 기본법 주요 내용

주요 내용

가. 탄소중립 녹색성장 기본계획의 추진상황과 주요 성과에 대한 점검 결과 보고서를 매년 5월 31일까지 환경부장관에게 각각 제출하도록 함. (10년을 계획기간으로 함)

나. 기후변화영향평가 대상 개발사업을 시행하려는 사업자는 개발사업 실시에 따라 예상되는 온실가스 배출량 및 감축 방안 등을 고려하여 기후변화영향평가를 실시하도록 함.

다. 공공부문 온실가스 목표관리 대상 기관의 장은 환경부장관에게 제출하도록 하고, 그 이행 실적은 다음 연도 3월 31일까지 전자적 방식으로 환경부장관에게 제출하도록 함.

라. 온실가스 감축 인지 예산 제도를 실시 (24조). 예산의 적정 집행에 대한 대한 평가 실시
- 프랑스는 2020년 9월에 OECD 회원국 최초로 국가예산과 조세지출 전체를 포함하는 2021년 녹색 예산서를 정부예산안에 첨부하여 제출

마. 온실가스 감축 실적 얻으려고 기술지원 기술 투자, 구매 사업 (국제감축사업) 수행하려는 자는 사업계획서를 정부에 제출하고 사전 승인을 받아야 한다.

바. 지방 기후위기 적응 대책을 수립・시행하도록 하고, 매년 추진상황 점검결과 보고서를 작성하여 환경부장관 등에게 제출하도록 함.

사. 정의로운전환 특별지구의 지정을 받으려는 시・도지사는 산업・고용 및 지역경제 회복을 위한 자체 계획 등이 포함된 신청서를 산업통상자원부장관과 고용노동부장관에게 각각 제출하도록 함.
"정의로운 전환 지원 센터 " 설립 운영

아. 기획재정부장관은 기후대응기금의 운용・관리에 관한 회계 처리, 결산보고서 작성 등의 업무를 기획재정부장관이 지정하여 고시하는 법인에 위탁하도록 함.

탄소 중립과 국내 비용 추정 사례

1) 한국 원자력 학회 ; 2021.8.15 (전기신문)

- 신재생 에너지 목표치 약 70%를 달성하기 위해서는 연간 41조~96조원의 추가 비용 부담
- 현재 재생에너지전환 정책이 지속시 2050년 총 발전 비용이 현재보다 약 100조원 증가, 전기요금은 100% 이상 상승.
- 2019년 50조7000억원 수준인 국내 총 발전 비용 2050년 최소 94조7000억원- 최대 147조1000억원 증가 예상

2) 정은미 (산업연구원) "2017년 대비 2050년 탄소 배출량을 40% 줄이려면 철강·석유화학·시멘트 3개 업종에서만 최소 400조원 (1억1006만톤 전량 감축시)
-석유화학(270) ; 원료대체-218조, 재생 에너지 47조6000, 에너지 효율 향상 4조 4000
-철강(109); 연구개발 -2조5000억, 기존매몰 36조, 신설- 35조 4000억, 생산 비 - 35조 5000억

3) 에너지경제연구원, "재생 에너지 발전 비중에 따른 투자 비용"
40% - 248조, 50 - 312조 60% - 372조, 80% - 509조

4) 한국 은행, "기후변화 대응이 산업에 미치는 영향", 2021.9.30
- 탄소가격정책(탄소세) 통한 탄소배출규제가 친환경 기술 및 정책으로 보완 안되어 산업구조와 생산 비용에 미치는 영향
- NGFS(2021)의 (시나리오 1)은 1.5~2.0℃ 이내 시나리오 2(1'과 1.5℃ 이하로 억제)
- 산업별로 탄소세율이 부과되도록 설정

출처 : ESG경제(http://www.esgeconomy.com), 중앙일보입력 " 한국 석유업계 예상 배출량 1억톤", 2021.08.11 00:02

5. 기업의 미래 방향

1) 과감한 규제 개혁 ; 전력산업, 폐기물, 신재생 에너지, 건물, 수송 등

2) 연구 개발의 지원 강화

- 연구 개발의 중복성 검토를 통한 기술 개발의 효율성 제고
- 핵심기술의선정과 지속적인 지원 및 평가

** 전력 탈 탄소화, 교통 연료효율성, 저 탄소 차량, 건물 에너지 효율성, 산업 공정개선, 농업 생산성 제고 및 산림 관리 효율화, 수소, 신재생 에너지

** 4차 산업과 연계 ; 전력 IT, 배터리, 인공 지능, 빅 데이터, 로봇, 등

– 항공부문 수송 효율화, 배터리, 재활용, 탄소 재활용 및 흡수, 바이오 등

3) 적극적 재정 지원과 지원법 마련 ;

– 기후 기금 조성 예산의 증대

– 지역 녹색 은행 설립 지원에 관한 법 제정(초안) 으로 지역 금융 지원 활성화 ; 산업단지 (예) 여수, 안산, 포항 , 인천, 경기도 등

– 대한 상의 식의 "연구개발 조합의 활성화"지원

– 기존에 있는 기금이나 부담금의 전면적인 검토와 중복 및 비효율적인 것의 재조정

4) 해외 탄소 저감 사업 감축 지원을 위한 조직의 신설
- 판로, 수출 마케팅 및 실험 과 인증 혁신적 지원
- 탄소 상쇄 프로젝트 개발 (동남아시아 ; 외교부 중점 지원국 부터)

5) 지방 자치 단체의 책임과 의무를 강화 (행안부)
- 예산의 지원과 평가

6) 체계적인 전문 인력의 육성과 교육 시스템 구축
- 탄소 중립법에 근거한 평생 교육 및 의무화 조기 실천
- 중요 분야 (신재생에너지, 배터리, 수소, 바이오 연료 등)에 대한 전문 인력 육성
- 전환 지원 센터 및 탄소중립 지원 센터 설립

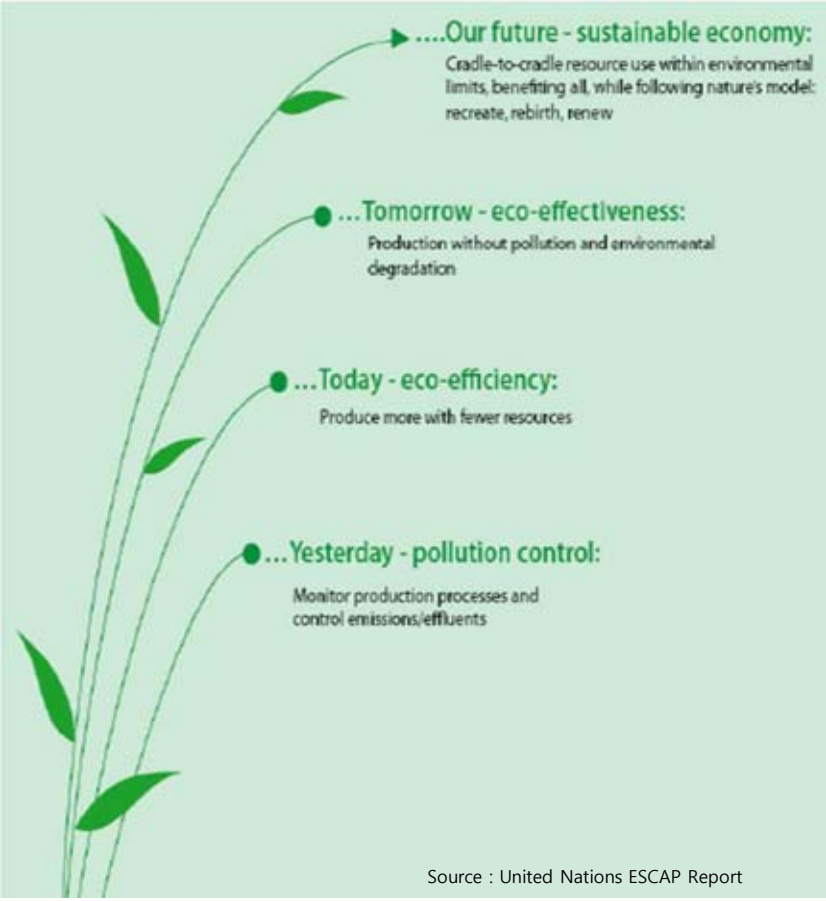
7) 대통령 산하 **탄소중립** 연구 혁신 기구 설립 및 기업 지원 (영국, 독일 사례)

□ 선정된 중점 분야별 연구개발-실증- 도입확대-자립화 단계로 전과정 지원체게 지원

- (연구개발) 정부기금+민간 연구개발 투자
- (실증) 민간투자유치를 전제로 한 민관 협조투자
- (도입확대) 공공조달, 규제·표준화를 통한 수요확대
- (자립상용화) 공적 지원이 없어도 상용화 추진

□ 국산화 기술 부분 연구 개발 Platform 구축; 태양광, 연료전지, 풍력발전 - 소재, 부품

8) 좌초산업에 대한 대비 및 지원 강화



Source : United Nations ESCAP Report

감사합니다

jeongin@cau.ac.kr