

일본의 2050 탄소중립과 그린성장전략

김 규 판

대외경제정책연구원(KIEP)

2021년 3월 30일

I . 세계주요국의 그린 뉴딜:EU, 미국

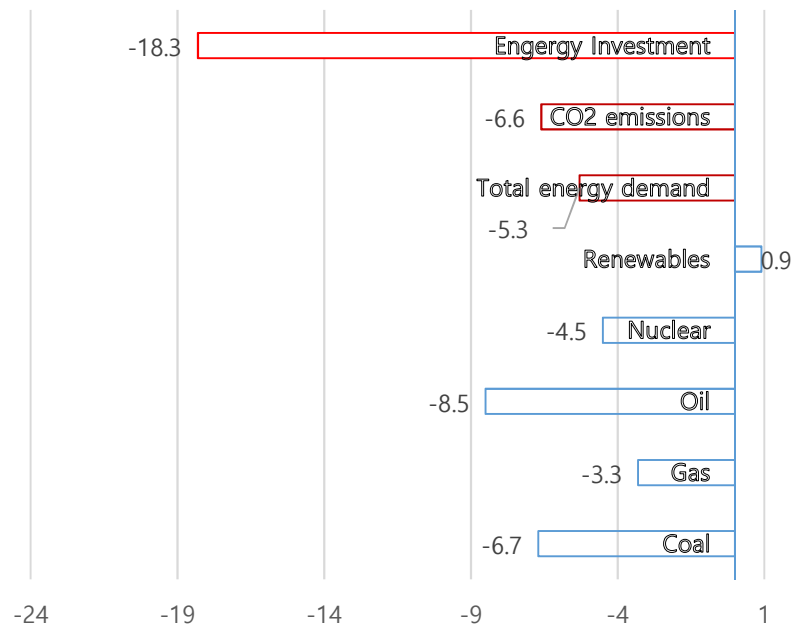
1. 코로나19와 그린뉴딜

'20년 글로벌 에너지 수요는 전년비 5% 감소, 투자 18.3% 감소, CO₂ 배출량 7%(2.4 Gt) 감소→'08년 글로벌 금융위기 당시보다 경기회복이 더딜 것임을 시사

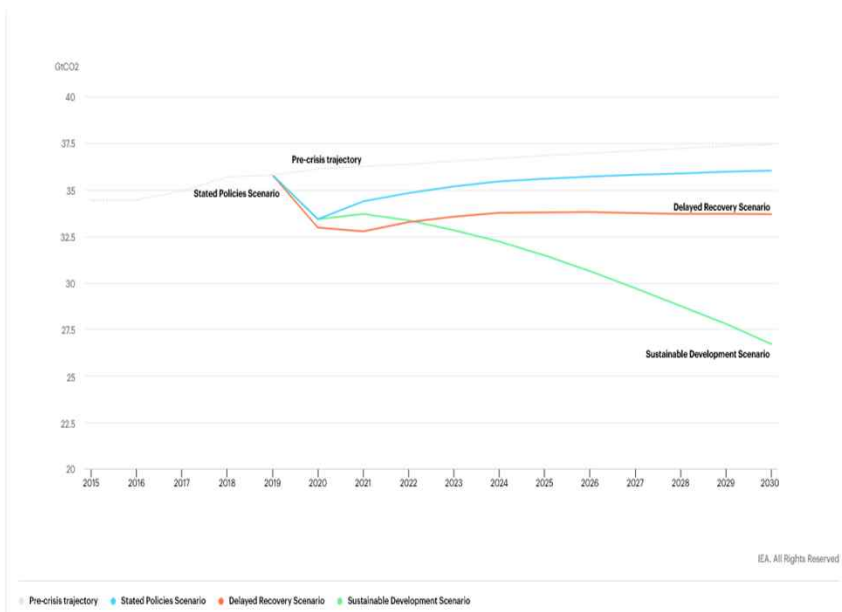
- 코로나19가 2021년 종식+현행 정책(Stated Policies Scenario)→2030년에야 2019년 글로벌 CO₂ 배출량(36Gt) 수준을 회복

코로나19와 에너지원 수요, CO₂ 배출량

에너지분야 투자, CO배출량, 주요 에너지원 수요 2020년 vs. 2019년



IEA 시나리오별 CO₂ 배출량 추정

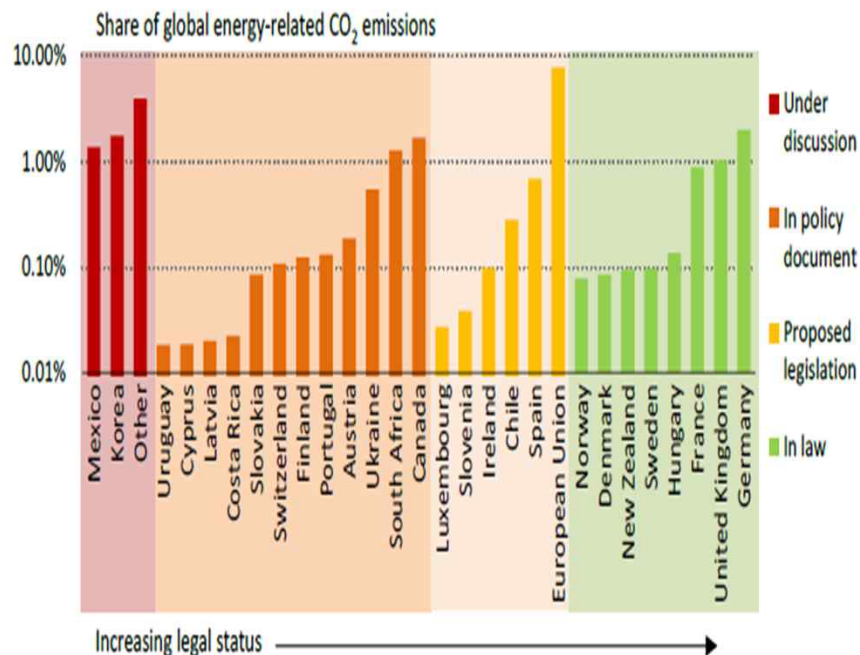


1. 코로나19와 그린뉴딜

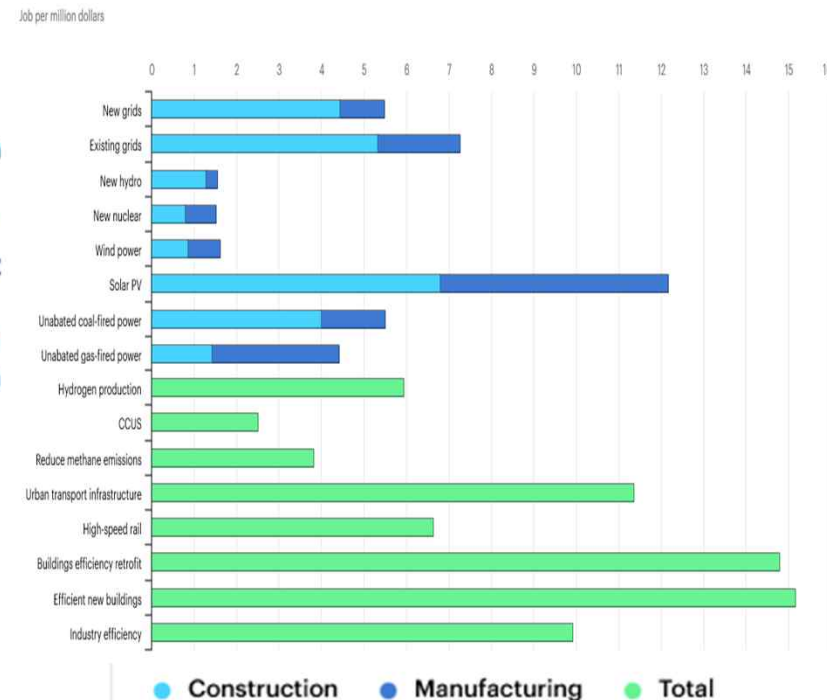
코로나19 국면에서 재생가능에너지 등 클린에너지에 대한 대폭적인 투자확대는 경기회복은 물론 일자리 창출과 CO₂/온실가스 감축을 동시 달성할 수 있는 정책으로 부상(Green New Deal)

- '20.8월 기준 EU, 영국, 캐나다, 한국, 뉴질랜드 등 125개 국가가 "2050년까지 CO₂ 혹은 온실가스 제로" 선언. 일본은 '20.10월 선언.
- IEA는 IEA Sustainable Recovery Plan을 '21년부터 3년간 실행하면 연간 글로벌 경제성장률 1.1% p. 연간 900만명의 일자리 창출, 3년 후 온실가스 배출량 45억 톤 감축 효과를 기대할 수 있다는 연구결과 발표('20.6월)
- 2030년 온실가스배출 삭감 목표치: EU→1990년 대비 55% 삭감. 영국 68% 삭감. 미국은 2021.4월 발표 예정

Net Zero Emissions by 2050



Source: IEA, *World Energy Outlook 2020*, 12 Oct 2020.



Source: IEA, *Sustainable Recovery*, June 2020.

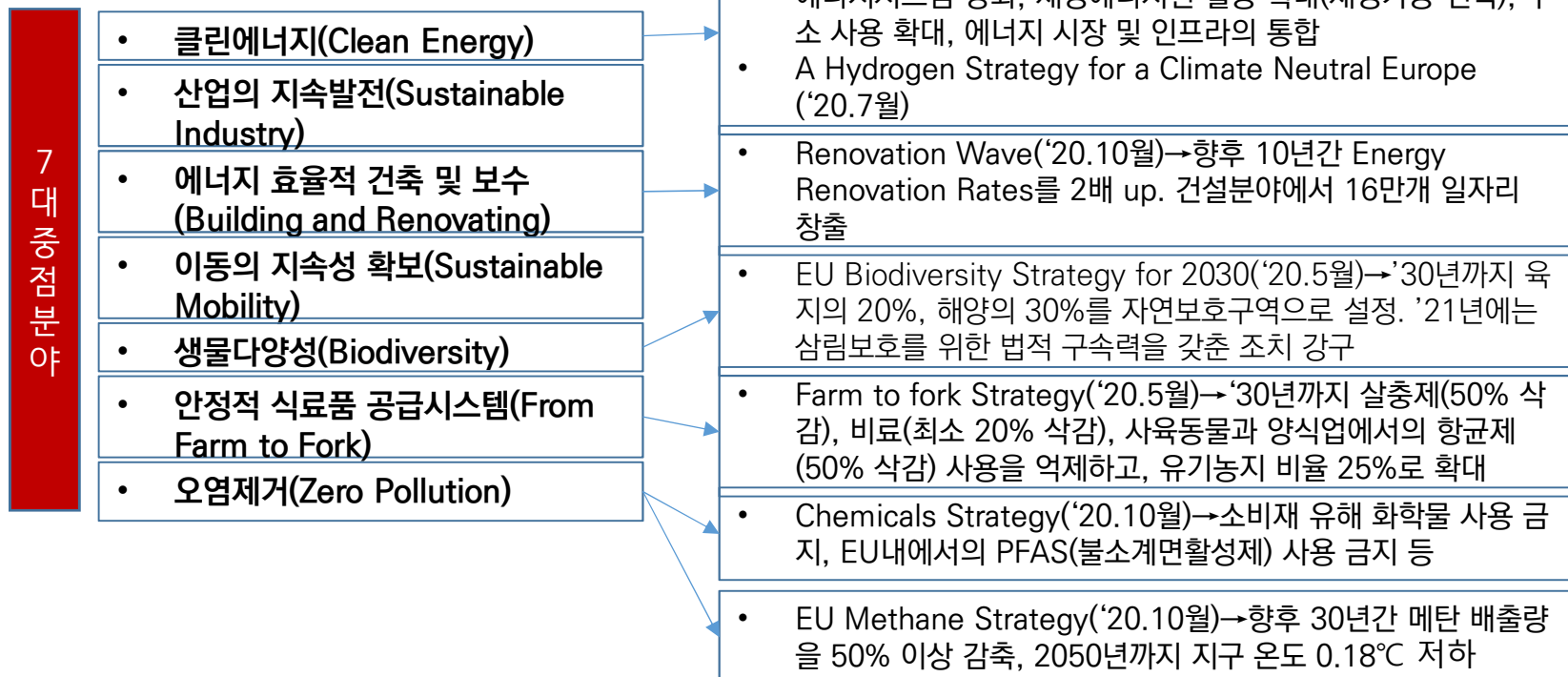
2. 유럽 그린딜

'19.12월 라이엔(von der Leyen) 신임 EU집행위원회가 유럽그린딜 발표

- EU차원에서 2050년까지 기후중립(Climate Neutrality) 실현 선언. 중점분야별 행동계획(Action Plan)을 명시. 정책범위가 환경을 뛰어넘어 에너지, 산업, 건축, 모빌리티(이동), 생물다양성, 식료품 공급 등에까지 포괄 EU의 사회경제적 구조전환을 유도하는 新경제성장전략

EU의 유럽그린딜

기본방침·전략



2. 유럽 그린딜

'19.12월 라이엔(von der Leyen) 신임 EU집행위원회가 유럽그린딜 발표

- 유럽그린딜 후속조치→ '20.1월 European Green Deal Investment Plan 및 Just Transition Mechanism 발표, 3월 European Climate Law 초안 작성, European Climate Pact 공청회 개최. 그 후 잇따라 7대 중점분야별 2030 전략 발표

EU의 수소전략(A Hydrogen Strategy for a Climate Neutral Europe, '20.7월)

- EU 수소전략→클린 수소에 대한 시장수요 환기, 수소 인프라 및 물류네트워크 관련 시장규범 확립, 클린 수소 기술 개발 R&D 확대, 국제협력→글로벌 수소시장 확립, 산관학플랫폼(European Clean Hydrogen Alliance)의 역할 등을 강조



EU전역에 최소 6GW 규모의 재생수소 전해조 설치 지원/재생수소 100만 톤 생산 지원

EU의 통합에너지시스템에서 수소를 필수불가결한 요소로 자리매김

- EU전역에 최소 40GW 규모의 재생수소 전해조를 설치하고 재생수소 생산량도 1,000만 톤으로 확대

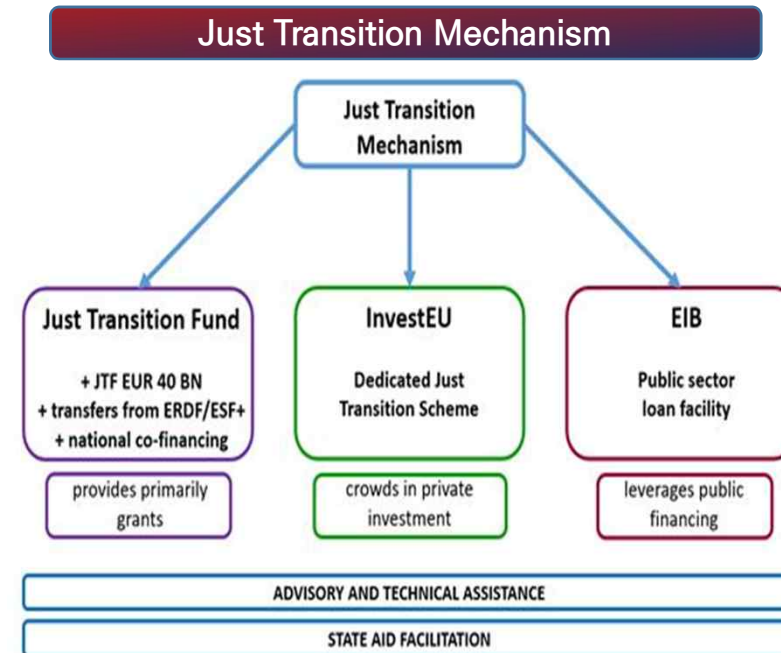
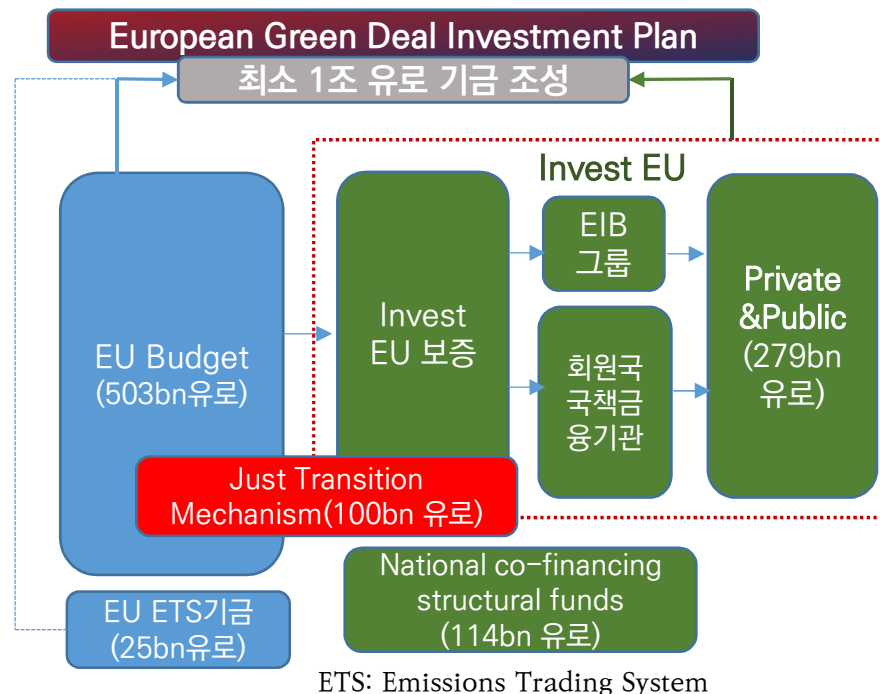
EU전역의 탈탄소화가 곤란한 분야에서 재생수소를 전방위적으로 활용

2. 유럽 그린딜

'19.12월 라이엔(von der Leyen) 신임 EU집행위원회가 유럽그린딜 발표

- 유럽그린딜 후속조치→ '20.1월 European Green Deal Investment Plan 및 Just Transition Mechanism 발표, 3월 European Climate Law 초안 작성, European Climate Pact 공청회 개최. 그 후 잇따라 7대 중점분야별 2030 전략 발표

- European Green Deal Investment Plan('20.1월): Recovery Plan for Europe(MFF 예산사업 '21~'27년, 150억 유로. '20.5월 발의)+ Next Generation EU(기금 7,500억 유로, '20.7월) 향후 10년간 1조 유로 이상의 기금 조성→ 유럽 디지털 뉴딜과 그린딜 사업(이노베이션 포함) 지원→'20.11월 유럽의회, EU회원국과의 합의 도출
- Just Transition Mechanism ('20.1월): 유럽 그린딜 관련 일종의 구조조정 지원 제도. '21~'27년 동안 1,000억 유로 기금조성. ①JTF 75억 유로:회원국별 배분율 기결정(원조성격) ②InvestEU(보증성격) ③EIB(대출성격)



2. 유럽 그린딜

'19.12월 라이엔(von der Leyen) 신임 EU집행위원회가 유럽그린딜 발표

- EU는 유럽그린딜의 후속조치로서 '20.1월 EGDIP(유럽그린딜투자계획), '20.3월 유럽기후법(European Climate Law) 제출, Just Transition Mechanism

유럽 기후법안(European Climate Law, '20.3월)

- 유럽기후법안 → 2050년 기후중립 실현을 법제화. 유럽그린딜의 핵심! '20.10월 EU 환경담당이사회, Partial general approach 합의. 유럽기후법안의 조기성립을 위해서는 EU가입국(EU이사회)의 '30년 온실가스 삭감목표 합의가 주요 관건.
- '20.9월 EU 집행위는 유럽기후법안에 의거, '30년까지 온실가스 배출량을 최소한 55% 감축한다는 계획 수립한 바 있음.(2030 Climate Target Plan). 현행 목표는 '90년 대비 40% 감축

1 포괄적 영향평가에 근거하여 2030년 온실가스 배출 감축 목표 제시 → 기후법 개정

2 '21.6월까지 2030 감축 목표 실현 차원에서 제반 관련 시책 재검토, 필요시 기후법 개정

- 유럽배출권거래제도(EU-ETS)관한 지침, 회원국의 배출감축 분담에 관한 규칙, 토지이용·토지이용변화 및 삼림(LULUCF)에 관한 규칙, 에너지효율화 지침, 재생가능에너지지침, 승용차 및 소형 상용차의 CO₂ 배출 표준

3 EU회원국의 감축 진척도를 평가하여 '30~'50년 EU전체의 온실가스 배출감축 궤도를 책정

4 23.9월까지(그 후는 5년마다) EU 및 회원국의 시책과 기후중립목표/'30~'50년 배출감축 궤도와와의 정합성 평가

5 상기 정합성 평가를 충족하지 못하는 회원국에 대해 EU 집행위가 권고 권한 보유(그 회원국은 설명책임)

6 EU회원국은 기후변화 영향에 대한 Resilience 개선책을 실시하고 취약성을 보완 책임

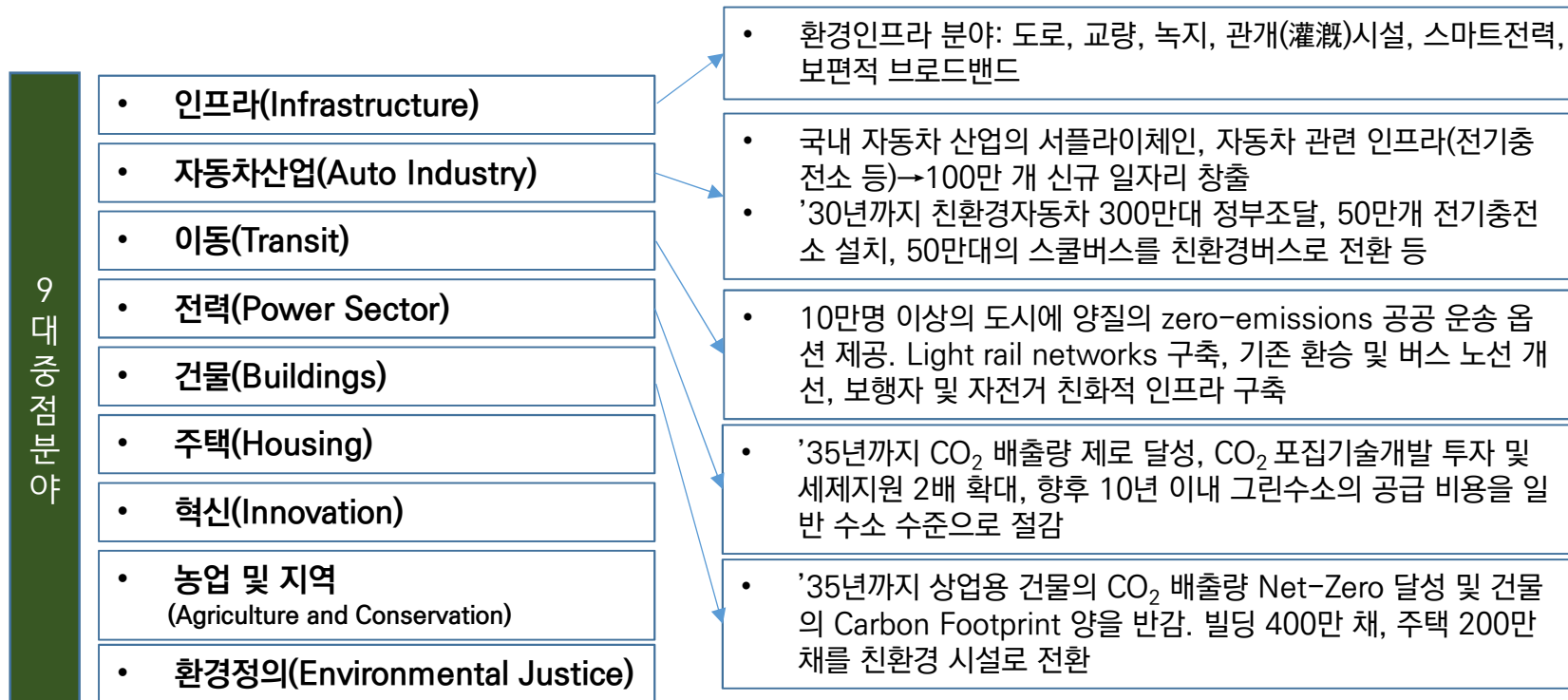
3. 미국: 바이든 후보의 청정에너지 계획

'20.7월 바이든 민주당 대선후보가 청정에너지 계획*을 통해 2050 Net Zero Emissions 언급

- 트럼프 미 행정부: '17.6월 파리협정 탈퇴, 셰일가스개발 등 에너지 자립정책 추구. '20.3월 코로나19 대책 예산(CARES ACT)에 재생에너지 분야 제외 & 코로나 경제대책으로서 그린뉴딜을 배제

청정에너지 분야 투자 계획('20.7월)

- 바이든 후보는 샌더슨의 Green New Deal을 경기부양책의 요체로 인식. 아래 9개 중점분야에 임기내 2조 달러 투자계획 발표. 일자리창출이 궁극적 목표



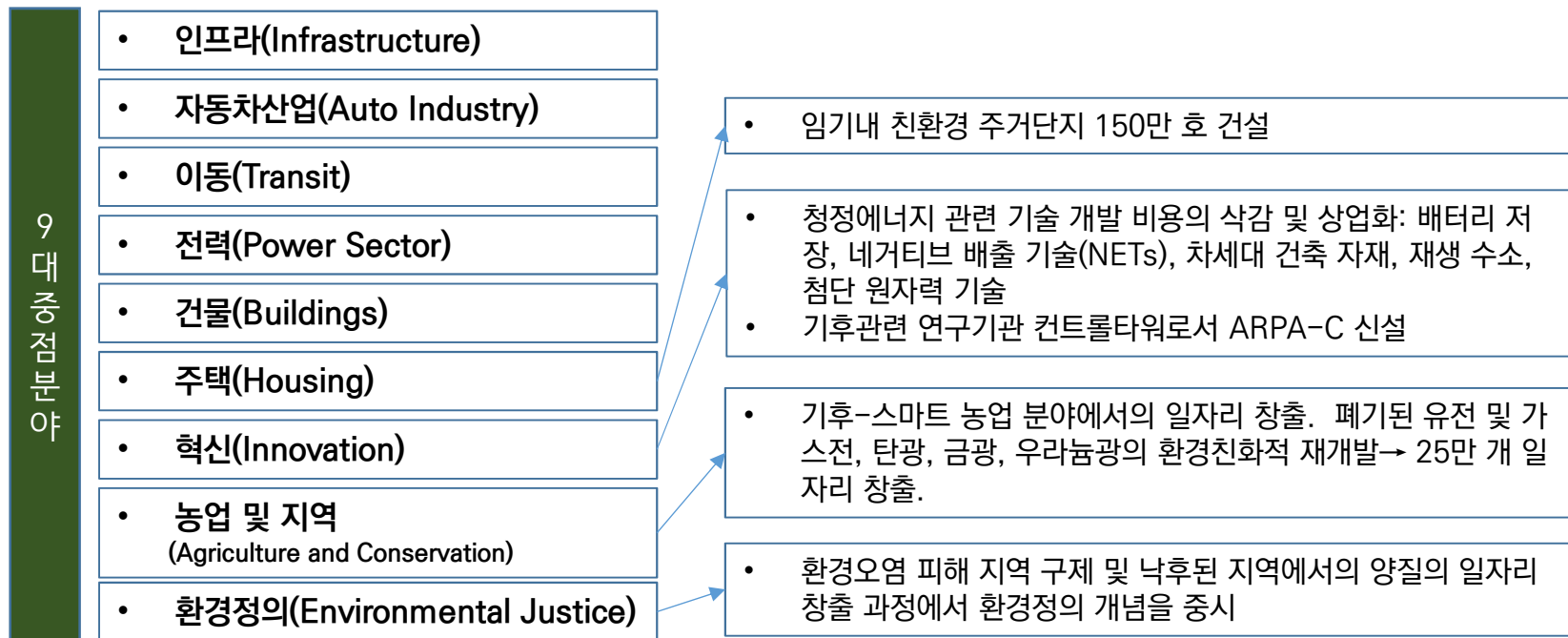
3. 미국: 바이든 후보의 청정에너지 계획

'20.7월 바이든 민주당 대선후보가 청정에너지 계획*을 통해 2050 Net Zero Emissions 언급

- 트럼프 미 행정부: '17.6월 파리협정 탈퇴, 셰일가스개발 등 에너지 자립정책 추구. '20.3월 코로나19 대책 예산(CARES ACT)에 재생에너지 분야 제외 & 코로나 경제대책으로서 그린뉴딜을 배제

청정에너지 분야 투자 계획('20.7월)

- 바이든 후보는 샌더슨의 Green New Deal을 경기부양책의 요체로 인식. 아래 9개 중점분야에 임기내 2조 달러 투자계획 발표. 일자리창출이 궁극적 목표



*Source: "Build a Modern, Sustainable Infrastructure and an Equitable Clean Energy Future" ('20.7.14)

II. 일본의 2050 탄소중립과 그린성장전략

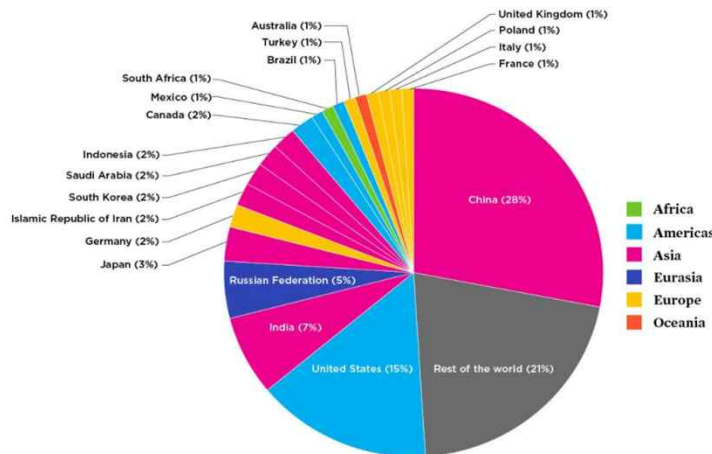
1. 일본의 2050 탄소중립 선언

'20.10월 스가 신임 총리가 2050년 탄소중립(Carbon Neutrality) 선언.' 21.4.22일 기후변동 주요국 정상회의 개최 예정. 6월 G-7 정상회의에서도 핵심 의제로 부상

- 일본 정부 내 일각에서는 미일 동맹의 새로운 협력의제로서 기후변동(2050 탄소중립)을 거론. '21.4월 중에는 스가 총리의 방미, 바이든 미 대통령과의 정삼회담 에서 일본의 2030년 온실가스 삭감 목표치에 대해 설명 예정.
- Apple(이미 자체 전력은 100% 재생에너지, 2030년에는 모든 서플라이체인에 걸쳐 탄소중립 실현), Microsoft→2030 Carbon Negative 선언. Nissan, Honda 등도 2050 탄소중립 선언

2050 탄소중립 선언('20.10월)

국가별 CO2 배출량 비중(2018)



- 일본의 현행 2030년 온실가스 삭감 목표치는 2013년 대비 26% 삭감, 그러나 이러한 수치목표로는 2050 탄소중립 실현 곤란→"일본이 파리협약이 설정한 목표(1.5C 제한 목표)에 부합하려면 최소한 60% 삭감해야"(Climate Action Tracker)
- 일본은 상기 온실가스 삭감 목표치 재설정+電源 구성 목표치 (energy-mix target) 재설정 예정(에너지기본계획). 현재 일본은 2030년 電源 중 재생에너지 비율을 22~24%로 설정. '19년 18%.
- 일본은 1997년 교토의정서의 제1 약속기간(2008~12년, 1990년 대비 6% 삭감)의 목표는 달성. 그러나 제2 약속기간(2013~2020년)에는 개도국에 대한 삭감 의무화 배제에 불만을 품고 불참.
- 2015년 COP21 참여. 그러나 2019.9월 기후행동서밋에서 미국과 함께 발언권을 얻지 못하는 등 전반적으로 탄소중립에 대한 이해도는 뒤떨어지는 것으로 평가

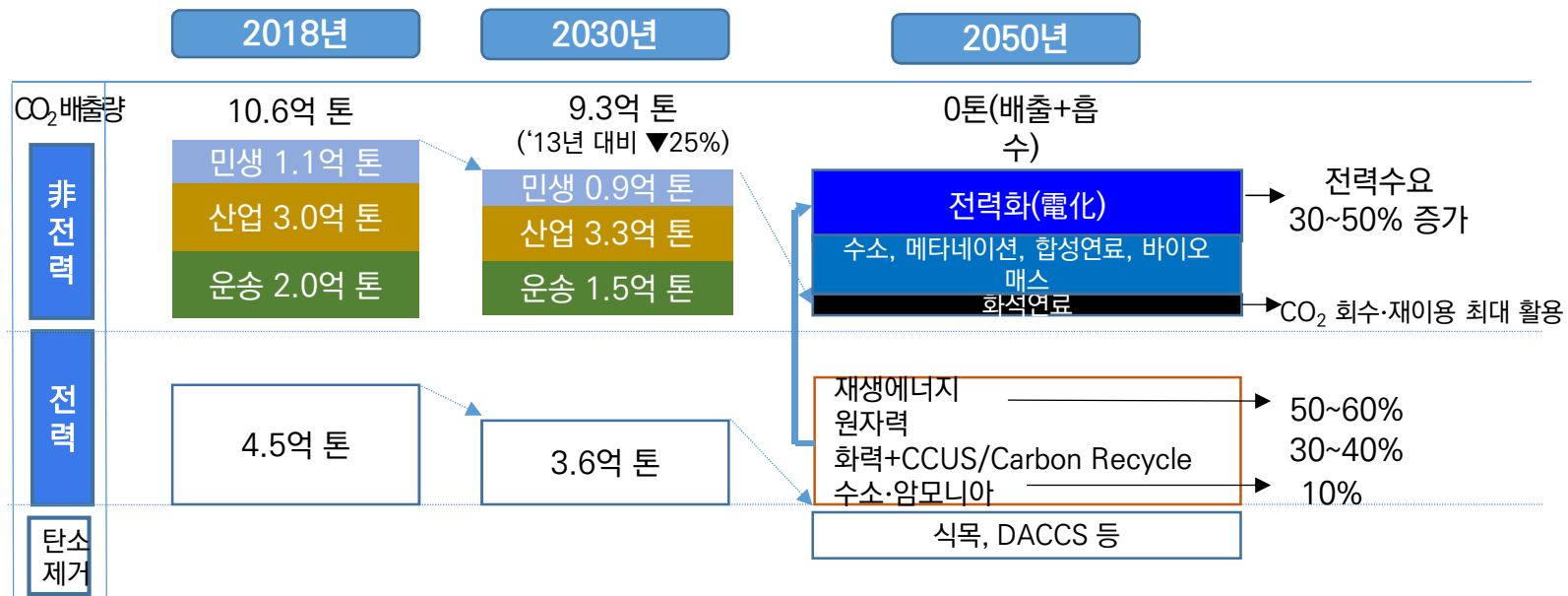
일본은 EU처럼 경제성장(일자리창출)/산업패권 패러다임보다는 에너지안전보장(안정적 수급구조 확립) 패러다임에서 탄소중립 정책 추진

2. 일본의 탄소중립화 메카니즘

일본 2050년 탄소중립 구현을 위해서는 전력분야의 탈탄소화가 긴요하다고 인식

- 전력부문 → 재생에너지 보급 확대. 수소발전을 확대. 원자력은 “확립된 탈탄소기술”인 바, 안전우선하에서 재가동 추진. 화력은 CCUS 기술 활용 ⇨ 해상풍력산업과 축전지 산업, 수소산업, 카본리사이클산업, 연료암모니아산업을 육성
- 산업·운송·민생부문 → 화석연료를 전기나 수소연료로 전환. Mobility → 電動化+수소연료+바이오 연료 이용. 주택이나 건물의 Net Zero Energy화+電化+수소화, 축전지 활용 ⇨ 수소산업, 전기자동차·축전지산업, 운송관련산업, 주택·건물관련 산업을 육성

2050 탄소중립 스케줄



3. 그린성장전략

경제산업성은 그린성장전략에서 14대 중점분야를 ‘육성산업’으로 지목, 각 산업의 4단계별 실행계획을 책정하고 단계별 맞춤형 정부지원 메뉴를 제시. 예산(그린이노베이션기금), 세제, 금융, 규제개혁·표준화, 국제협력

- ①연구개발 단계→정부가 조성하는 기금과 민간의 연구개발투자에 의해 산업발전 추구. ②실증단계→민간투자를 전제로 한 관민협조투자 중심. ③도입확대 단계→공공조달, 규제, 표준화 등 규제정비에 의한 수요확대와 이에 따른 양산화, 생산비용 절감. ④자립상용단계→규제, 표준 등을 전제로 공적자원 없이도 자립적으로 상용화가 진전

그린성장전략(*20.12월)

| | | | |
|-----------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|
| 14 대 중 점 분 야 | 에너지 관련산업 | • 해상풍력산업(洋上風力) | • 풍차본체, 부품, 부체식 풍력 |
| | | • 연료암모니아산업 | • 발전용 버너(수소사회로의 이행기 연료) |
| | | • 수소산업 | • 발전터빈, 수소환원제철, 운반선, 수전해장치 |
| | | • 원자력산업 | • SMR, 수소제조원자력 |
| | 운송·제조 관련산업 | • 자동차·축전지산업 | • 전기자동차, 연료전지차, 차세대 배터리 |
| | | • 반도체·정보통신산업 | • 데이터센터, 에너지절약반도체 |
| | | • 선박산업 | • 연료전지船, EV船, 가스연료선 등(수소, 암모니아 등) |
| | | • 물류·人流·토목인프라 산업 | • 스마트교통, 물류용 드론, FC건설기계 |
| | | • 식료품·농림수산업 | • 스마트농업, 고층건물 목조화, Blue Carbon |
| | | • 항공기산업 | • Hybrid화, 수소항공기 |
| | | • 카본리사이클산업 | • 콘크리트, 바이오연료, 플라스틱연료 |
| | 주택·건물 관련산업 | • 주택·건물산업/차세대태양광산업 | • Perovskite Solar Cell |
| | | • 자원순환관련산업 | • 바이오소재, 재생재료, 폐기물 발전 |
| | | • 라이프스타일관련산업 | • 지역의 탈탄소화 비즈니스 |

3. 그린성장전략



경제산업성은 그린성장전략에서 14대 중점분야를 ‘육성산업’으로 지목, 각 산업의 4단계별 실행계획을 책정하고 단계별 맞춤형 정부지원 메뉴를 제시. 예산, 세제, 금융, 규제개혁·표준화, 국제협력

- ①연구개발 단계→ 정부가 조성하는 기금과 민간의 연구개발투자에 의해 산업발전 추구. ②실증단계→ 민간투자를 전제로 한 관민협조 투자 중심. ③도입확대 단계→ 공공조달, 규제, 표준화 등 규제정비에 의한 수요확대와 이에 따른 양산화, 생산비용 절감. ④자립상용단계 → 규제, 표준 등을 전제로 공적지원 없이도 자립적으로 상용화가 진전

일본 그린성장전략에 대한 평가

첫째, 14대 중점 분야→철강, 화학, 시멘트 등 소재산업, 석탄화력발전산업, 운송분야와 같은 CO₂를 대량배출하고 있는 분야에 대한 전략은 찾아볼 수 없음. 즉 일본의 그린성장전략은 산업 구조조정 관점이 결여됨

- 경제산업성은 스가총리의 2050 탄소중립 선언 이전까지는 일본의 탄소중립에 소극적 자세. “2013년 대비 2050년 온실가스 배출량을 80% 삭감하면 모든 정책수단을 동원한다해도 살아남는 산업은 농림수산업 등 2,3개에 불과할 것이다”(2017년, 「長期地球温暖化プラットフォーム報告書」)

:

둘째, EU와 비교했을 때 2050년 탄소중립을 구현하기 위한 자원조달 수단이 매우 미약. 일본에서는 탄소국경세에 대한 과민반응이 나타나고 있음. 2050 탄소중립은 EU 산업계의 경쟁력 만회를 위한 계약이라는 음모론

- EU는 탄소세, EU ETS(Emissions Trading System)와 같은 Carbon Pricing만으로는 2050 탄소중립 구현이 어렵다고 인식→투자보조금, 그린공공조달(인프라 건설 시 철강, 시멘트, 화학제품 등의 공공조달 시 기후중립적 제품의 우선조달), 탄소차액결제(Carbon Contracts for Difference:CCfDs)*→이래도 유럽의 소재산업 경쟁력이 회복되지 않으면 '탄소국경조정메카니즘' 도입을 검토. 유럽과 동등한 수준의 온난화 대책을 실행하지 않는 국가로부터 제품을 수입하는 경우 탄소세를 부과하겠다는 것

*탄소차액결제:철강, 시멘트, 폴리머 등 기초소재 중 저탄소 내지 기후중립적인 것은 범용품보다 고가여서 정부가 그 차액을 보전

4. 재생에너지

그린성장전략은 2050년 전원구성에서 재생에너지 비율을 50~60%로 설정. 국가적으로는 재생에너지 도입 비율 목표치 달성 여부보다는 비용 문제(효율성 문제)가 제기.

- 전세계적으로 재생에너지 분야에서의 기술혁신과 규모경제 발현으로 최근 10년간 태양광은 80%, 육상풍력은 40%까지 발전비용이 삭감. 그럼에도 발전소 신설 비용: 일본 석탄화력 74달러, 태양광 124달러, 풍력 113달러. 중국 태양광 33달러. 미국 풍력 36달러. 영국 풍력 42달러
- 일본은 '지리적 여건상' 재생에너지 도입 비용이 높음→'20년 재생에너지 발전량 비율: 영국 42%, 독일 45%, 일본 20%

재생에너지 보급확대 정책

첫째, 일본은 '12.7월 FIT(Feed-in Tariff) 도입. '17.4월 개정. 그러나 2030년 재생에너지의 전원구성 비율 목표치(태양광 9.3%, 수력 7.8%, 풍력 2.2%)를 달성하려면 정부의 FIT 비용은 현재보다 연간 2조 엔 증가

둘째, 일본은 '12.10월 탄소세(지구온난화대책세) 도입. 2012년 10월부터 1리터 당 0.25엔, 2014년 4월부터는 0.5엔, 2016년 4월부터는 0.76엔. 그럼에도 1세대당 부담은 석유, 가스, 전기 통틀어 월100엔.

셋째, 현행 FIT는 전력회사(소매전기사업자)가 일정기간(2021년 현재, 가정용태양광발전(10kW미만)→10년간, 지열발전→15년, 사업용태양광발전(10kW이상) 및 풍력, 수력, 바이오매스 발전→20년) 재생에너지로 발전한 전기를 모두 사들이는 제도. 단 전력회사가 재생에너지 전력을 사들이는데 드는 비용 일부는 소비자(가정)가 부담(재생가능에너지발전촉진부과금).

넷째, 일본은 태양광이나 풍력을 사용하여 발전한다 해도 전력회사의 송전망에 연결되기 어렵다는 문제 제기(전력회사의 송전망 독점 문제)→재생에너지 분야의 스타트업 성장 저해

“FIT 제도는 재생에너지 확대에는 기여하겠지만 재정부담(혹은 가계부담) 문제와 더불어, “과연 재생에너지 사업자가 기술혁신을 통해 비용절감을 도모할 인센티브가 있는가?”라는 근본 문제를 제기

3. 재생에너지:해상풍력

일본은 2011.3월 동일본대지진 이후 핵심 재생에너지원으로서 해상풍력(洋上風力)에 주목. 관련산업이 많고 서플라이체인이 길다는 점이 특징. 지자체들의 관심이 지대. 2030년까지 1,000만 kW 도입 목표.

- 전세계적으로 재생에너지 분야에서의 기술혁신과 규모경제 발현으로 최근 10년간 태양광은 80%, 육상풍력은 40%까지 발전비용이 삭감. 그럼에도 발전소 신설 비용: 일본 석탄화력 74달러, 태양광 124달러, 풍력 113달러. 중국 태양광 33달러. 미국 풍력 36달러. 영국 풍력 42달러
- 일본은 '지리적 여건상' 재생에너지 도입 비용이 높음→'20년 재생에너지 발전량 비율: 영국 42%, 독일 45%, 일본 20%

일본의 해상풍력 보급확대 정책

- 2013.3월 일본 최초로 NEDO와 도쿄전력의 공동 프로젝트 개시: 치바현 초시지역(銚子沖, 출력:2,400kW). '13.6월에는 기타큐슈시 오키(출력:2,000kW)→2019.1월 이후 상업 운전 개시

- 2019년 재생에너지해역이용법 시행→해상풍력 발전사업자의 일반해역 30년간 점유 인정. 2020.7월 아키타현과 치바현 해역의 3곳(4구역)을 해상풍력촉진지역으로 설정→2020.12.1일 해상풍력발전사업자 공모 개시. 2021년 10월 경 발전사업자 선정

“문제는 풍력발전기 시장에서 일본기업의 존재감이 거의 없다는 점”→ 2019년 세계 풍력발전기 시장점유율, 덴마크 베스타스 17.6%, 지멘스·가메사(독일) 15.0%, GE(미국) 13.5%, 金風科技 12.5%, 遠景能源 9.5%, 明陽風電集團 6.9%, 노르딕스·아쿠시오나(독일·스페인) 3.9%

☞ 2019.1월 히타찌제작소(日立製作所)가 해상풍력발전기 시장에서 철수. 2019년 4월 日本製鋼所는 일본고유의 기상환경에 맞는 기술개발 실패를 이유로 시장 철수. 2020년 11월 미쓰비시중공업은 자체개발 포기 발표

- 히타찌제작소는 연간 100기 정도 생산한 풍차발전기(발전용량:2MW) 시장에서 철수. 글로벌 풍력발전시장이 해상풍력으로 이동하고 풍차의 대형화 경쟁에서 살아남기 어렵다고 판단. 특히 일본의 협소한 국내시장만으로는 개발비 문제(북해: 수심이 얇은 광활한 해역→착상식 해상풍력발전, 일본 해역→고비용의 부체식 해상풍력이 주류)를 감당할 수 없다고 결론

- 일본제강소의 풍력발전시장 철수로 일본 국내의 육상 풍력발전설비는 출력 300kW기를 개발·제조하는 Komai Haltech가 유일. MW급의 육상풍차 제조업체는 없는 셈

- 미쓰비시중공업은 1980년대에 풍력발전설비 시장에 진입하여 그간 4,200기(약 440만 kW) 이상을 국내외에 공급. 2014년에는 덴마크 베스타스와 합작회사 설립하였으나 해상풍력 발전설비의 자체개발에는 실패

4. 수소전략

'17.12월 세계 최초로 수소에 관한 기본전략 수립. '19.3월 로드맵 개정. '19.9월 기술개발전략 수립→중점 기술개발 3분야 10개 항목 지정

- 이용측면→Mobility, 발전분야로 확대(FCV, FC버스, 수소충전소 보급확대, 수소발전의 상업화 및 대량소비)
- 공급 측면→제조단가 인하(해외 갈탄, 잉여 재생에너지 활용)+대량생산체제 확립(글로벌 서플라이체인 구축)

수소기본전략

(수소공급량) '17년 현재 0.02만톤→2030년 30만톤(EU:1,000만톤). 단, 그린성장전략에서는 300만톤. (수소제조단가) '17년 ~100엔/Nm³→2030년 30엔/Nm³

| | | 2020년 | 2030년 목표 | 비고 | |
|------|----------|---------|---------------------|--|--|
| 이용 | Mobility | Station | 162곳 | 900곳 | 정부 보조금 필수. 일본수소스테이션네트워크(도요타+JXTG에너지) 도요타, FCV 'MIRAI' 당초 계획 차질.'20년 연간 30,000대 생산 |
| | | FCV | 3,800대 | 80만대 | |
| | | FCBus | 99대 | 1,200대 | |
| | 발전 | 기술개발단계 | 상용화 17엔/kWh | LNG 화력발전단가 12엔/kWh('17년) 화력발전설비 132GW('17년) | |
| | FC | | Grid Parity달성 | | |
| FOPI | 화석/CCS | 수소제조단가 | 30엔/Nm ³ | '17년 대비 1/3. 제조:갈탄가스화. 저장·운송:액화수소탱크 규모 | |
| | 재생에너지 수소 | 수전해장치비용 | 5만 엔/kW | 20만 엔/kW | |

4. 철강업계의 탄소중립(Zero Carbon Steel)

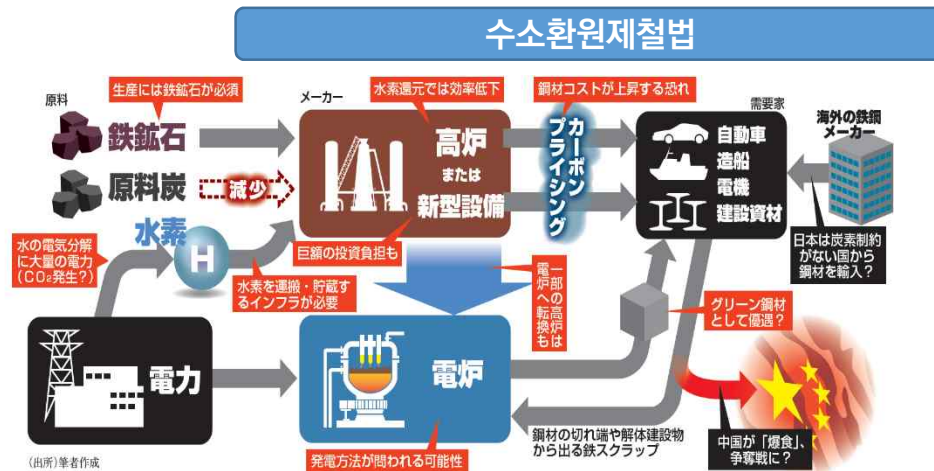
일본 철강업계는 국내수요 감소+중국업체와의 경쟁격화→ASEAN을 비롯한 해외진출 전략(국내 생산 조강을 해외 압연공정 거점에 수출, 최종제품으로 가공하는 사업모델 정착), 수소환원제철법 도입→“수소로 철을 제조하는 시대가 다가오고 있다”

- Arcelor Mittal→2023년 수소환원제철 실증 플랜트를 가동 예정. BAOSTEEL(宝钢集团) 등 중국철강업체→전로 도입, 수소환원제철, CO₂ 회수기술 개발

일본 철강업계의 2050 탄소중립

19세기 산업혁명 당시 “철은 곧 국가“. 고로(高爐)는 철의 저량·대량생산을 가능케 한 도구. 그러나 코크스의 C와 철광석(Fe₂O₃)의 O가 결합하여 CO₂가 발생. '18년 일본 산업계가 배출한 CO₂는 3.0억 톤. 이 중 철강업이 약 1억 5,900만 톤, 화학업계 약 5,700만 톤 순.

➢ 일본제철(日本製鉄)이 배출하는 CO₂는 9,400만 톤(2019년). 2위 JFE홀딩즈 5,420톤, 3위 고베제강소 1,650만 톤



- 2008년 경제산업성·NEDO·일본철강연맹→‘혁신적 제철 프로세스 기술개발(COURSE 50)’ 프로젝트 추진
- 일본제철: '20.3월 2050 제로카본스틸 선언. '20.2월에는 구조조정 발표(국내 15기 고로→'25년도 말 10기. 국내 조강생산능력 5,000만 톤→4,000만 톤)
- 일본제철의 동일본제철소 기미츠(君津)지구→수소환원제철법이나 CO₂ 분리·회수 관련 기술개발

자료: 週刊エコノミスト. 「日本から製鉄所が消える? 水素で代替生産は未知数」. 2021.2.23.p.79.

탄소중립은 철강의 대량생산모델과 양립가능할 것인가? 2018년 일본철강연맹이 “2100년 Zero Carbon Steel“을 선언한 데서 유추할 수 있듯이, 일본은 아직 수소환원제철과 같은 가시적인 기술개발 성과를 거두지 못하고 있음

4. 수소제조

“일본에서 수소사회를 구현하기 위해서는 화력발전연료를 수소로 바꾸고, 해외에서 수소를 제조하여 국내로 반입하는 서플라이체인을 구축하는 것이 급선무이다”

- 일본 정부는 Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project('02년~'10년)를 실시. 수소 운송수단으로서 압축수소와 액화수소를 실용화한 상태. 일본은 세계 최대규모의 수전해장치를 건설하고 요소기술 측면에서도 세계 최고 수준을 자랑.
- 경제산업성은 수소연료전지전략협의회 설치.'20.12월에는 도요타자동차, 미쓰이스미토모 파이낸셜그룹 등 88개 기업이 수소밸류체인추진협의회를 구성. 일본은 현재 제3차 “수소 붐”. 1차→'10년 전후 글로벌 자원위기 시. 2차→'15년 도요타자동차의 FCV MIRAI 판매

일본의 수소제조 프로젝트

☞ 수소제조 ①화석연료(석유, 석탄 등)에서 수소를 추출하고, 남은 CO₂를 회수하여 땅속에 매설하거나 CCUS 기술을 활용. ②재생에너지를 이용하여 물을 전기분해

화석연료→ 수소 채취

- 가와사키중공업, J파워, 이와타니산업등 민간7사와 NEDO→2020년 실증사업. 호주 갈탄에서 추출한 수소를 냉각하여 액화하여 일본으로 수송. 가와사키중공업은 2019년 12월 세계 최초로 액화수소운반선의 진수식 거행. 향후는 약 1,250톤 용량의 수소탱크를 비롯한 설비의 탑재나 배관공사를 거쳐 호주 운행을 개시한다는 방침. **그럼에도 2030년 목표의 상용화가 가능하려면 지금 실증선의 약 130배(16만 톤)의 용량이 필요.**
- 千代田化工建設、日本郵船、三菱商事、三井物産. 브루나이 현지에서 산출한 천연가스에서 수소를 제조하여 톨루엔과 합성하여 액화하는 'Organic Chemical Hydride Method:OCH'를 사용하여 일본으로 수송. 저장은 千代田化工建設. 2020년 3월~12월 약100톤, 연료전지자동차(FCV) 약 2만대를 충전할 수 있는 양을 제조·저장에 성공

재생에너지수소: 수전해장치

- NEDO의 나미에쵸(浪江町) 실증프로젝트: 도쿄돔 5개분의 부지시설 이용. 세계최대의 10,000kW급(원전 1기는 대략 100만 kW=1GW) 수소제조장치를 이용. 알카리 수전해법. 수소 용도는 발전용도(수소발전→전력시장), 모빌리티 용도(수소충전시설→연료전지차, 연료전지버스), 산업용도(공장) 3가지. 사업주체는 도시바에너지시스템, 이와타니산업, 토호쿠전력 3사. **그럼에도 연간 생산량은 약 900톤에 불과**

2050년에는 '화석연료+CCUS'로 제조하는 수소보다 더 저렴하게 제조 가능. 현재 세계 전체에서 169건의 수전해장치에 의한 수소제조 프로젝트가 진행 중. ☞ “일본기업들은 태양광패널, 대형 풍력발전설비, 전기자동차 등 거의 모든 탈탄소(그린성장) 분야에서 중국기업과의 경쟁에서 위기의식이 고조된 상태인데, 수소를 제조하는 수전해장치나 수소용 자동차엔진에서만은 세계패권을 장악하고자 하는 의지가 강하다 ”

감사합니다