



## 세계 에너지시장 인사이드

제22-23호  
2022.11.28.

세계 에너지시장 인사이트 홈페이지  
<http://www.keei.re.kr/insight>

### 포커스

- 미국의 탄소집약적 배출 산업의 탈탄소 로드맵
- 중국 재생에너지부문의 2021년 실적

### 주요단신

- 미, 경유와 난방유 수출 증가에 따른 미국 내 재고 감소로 가격 급등
- EU, '노력분담규정' 개정으로 배출량 감축 목표 강화 추진
- 영국, 내년도 예산안에서 가계 에너지요금 지원기간 연장 및 황재세 인상
- 중국, 비철금속부문 2030년 탄소피크 달성 방안 발표
- 경제산업성, 청정에너지자동차 보급 촉진 위한 보조금 사업 확대
- 사우디, 중동지역 넷제로 달성 위해 향후 10년간 25억 달러 지원



# CONTENTS

제22 - 23호  
2022.11.28.

---

## 포커스

- p. 3 미국의 탄소집약적 배출 산업의 탈탄소 로드맵
  - p.15 중국 재생에너지부문의 2021년 실적
- 

## 주요 단신

---

- 미주** p.27
    - 미, 경유와 난방유 수출 증가에 따른 미국 내 재고 감소로 가격 급등
    - 미 EPA, 메탄배출 저감 강화 위한 기존 규정 개정
    - 미 캘리포니아주, 부유층 옥상태양광 보유자에게 유리한 방향으로 일부 규정 개정
- 

- 유럽** p.32
    - EU, '노력분담규정' 개정으로 배출량 감축 목표 강화 추진
    - 영국, 내년도 예산안에서 가계 에너지요금 지원기간 연장 및 횡재세 인상
    - 프랑스와 이탈리아 정부, 에너지 요금 지원 패키지 발표
    - 독일과 폴란드 정부, 자국 내 러시아 Gazprom 자산 국유화
- 

- 중국** p.38
    - 중국, 비철금속부문 2030년 탄소피크 달성 방안 발표
    - 중국, 주요 부문에서 탄소배출 감축기술 R&D 계획 추진
    - 중국, 에너지 총소비량 및 에너지원단위 규제 대상에서 원료용 에너지 제외
    - 중국, 2022년 1~10월 신에너지차 판매량 전년동기 대비 약 2.1배 증가
- 

- 일본** p.43
    - 일본, 주택 에너지효율화 지원 강화
    - 경제산업성, 청정에너지자동차 보급 촉진 위한 보조금 사업 확대
    - Mitsui물산, 아시아-태평양지역에서 CCS 사업 확대
- 

- 기타** p.47
    - 사우디, 중동지역 넷제로 달성 위해 향후 10년간 25억 달러 지원
    - 이집트, 10GW 규모의 대형 육상풍력 발전단지 건설 위해 UAE와 협력
-





WORLD ENERGY MARKET

*insight*

포커스

# 미국의 탄소집약적 배출 산업의 탈탄소 로드맵

해외에너지정책분석팀 정귀희 전문원(ghjung@keei.re.kr)

- ▶ 2021년 미국 바이든 정부는 2035년 100% 무탄소 전력 공급 및 2050년 탄소중립 달성 목표를 수립하고 ‘미국의 장기전략’ 보고서를 발간하였으며, 이를 바탕으로 에너지부(Department of the Energy, DOE)가 금년 9월 탈탄소화가 특히 어려운 산업부문에서 탈탄소 달성을 위한 ‘산업 탈탄소 로드맵’ 보고서를 발표함.
- ▶ ‘산업 탈탄소 로드맵’ 보고서는 산업부문 탈탄소화에서 핵심이 되는 4개 축(pillars)으로 ▲에너지 효율, ▲전기화(electrification), ▲저탄소 연료·원료·에너지원(low-carbon fuels, feedstocks, and energy sources, LCCFFES), ▲탄소 포집·활용·저장(carbon capture, utilization, and storage, CCUS) 등을 함.
- ▶ 산업부문 탈탄소화를 통해 배출 감축 목표를 달성하려면 최신 기술의 조속한 도입과 저탄소 및 무탄소 기술 솔루션의 신규 개발이 필요하며, 구체적으로 ▲초기 단계의 RD&D, ▲다양한 저탄소 공정기술에 대한 투자, ▲시범/실증 사업을 통한 충분한 생산규모 실현, ▲모든 업종에서 산업공정 열 효율 개선 및 탄소배출 문제 해결, ▲발전원 탈탄소화, ▲솔루션 통합, ▲모델링 및 시스템 분석 실행, ▲지역사회 참여와 전문 인력 육성 등을 제시함.

## 1. 미국 에너지부의 산업부문 탈탄소 로드맵

- 2021년 미국 바이든 정부는 2035년까지 100% 무탄소(carbon pollution-free, 또는 clean electricity) 전력 및 2050년까지 넷제로(Net Zero) 달성 목표를 수립했으며, 이를 기반으로 지난 2022년 9월 미 에너지부(Department of the Energy, DOE)는 특히 탈탄소화가 어려운 산업부문에서 탈탄소 달성을 위한 로드맵을 담은 ‘산업 탈탄소 로드맵(Industrial Decarbonization Roadmap, 이하 ‘IDR’)' 보고서를 발표함.<sup>1)</sup>
  - 이번 에너지부(DOE)의 IDR은 지난 2021년 11월에 미 국무부와 대통령실이 발표한 ‘미국의 장기전략(The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050)’ 보고서에 기반함.
  - IDR은 철강, 화학, 식음료, 석유정제, 시멘트 등, 제조업 중 가장 탄소 집약적인 5개 업종에\* 대한 공동 기술과 공정, 관행을 연구함으로써 탈탄소화 기회를 탐구 및 정량화함.
    - ※ 철강, 화학, 식음료, 석유정제, 시멘트 등 5개 업종은 미국 산업부문 이산화탄소 배출의 50% 이상을 차지하며, 또한 화학, 정제, 철강, 시멘트 등은 지리적으로 위치가 집중되어 있는 반면, 식음료는 분산되어 있는 특징을 보임.
  - IDR은 2050년까지 산업부문의 넷제로 달성에 필요한 새로운 기술을 개발·보급하고, 특히 탄소집약적 배출산업과 발전부문의 탄소 배출 감축에 집중함.
  - 또한, 탄소배출 저감 과정과 생애주기 탄소배출량을 중시하고, 산업부문 탈탄소화를 위한 기술적 접근법을 설계함.

“DOE가 탄소다배출 산업 부문의 탈탄소 달성을 지원하기 위해 보고서 발행”

1) 본 포커스는 미국 에너지부가 2022년 9월 발간한 Industrial Decarbonization Roadmap 보고서를 소개하기 위한 자료임.

“미국의 2050 탄소중립 달성은 다방면에서 혜택을 제공할 것임”

- IDR은 온실가스 배출량 감축에 중점을 두지만, 산업부문 탈탄소화가 진행되면서 기타 오염물질 배출도 저감될 필요가 있음.

○ DOE는 미국의 2050 탄소중립 목표 달성은 공중보건, 경제성장, 기후 관련 재난 예방, 삶의 질 등에서 모든 미국인들에게 혜택을 제공할 것으로 기대함.

- 또한, 환경 정의(environmental justice)와 에너지 공정성(energy equity) 등은 2050 탄소중립 목표 달성 및 바이든 정부의 ‘Justice40 Initiative’에\* 기여할 것임.

※ 바이든 정부는 ‘Justice40 Initiative’를 통해 기후와 청정에너지에 대한 연방정부 투자로 발생하는 전체 편익의 최소 40%를 소외 지역사회에 제공한다고 약속함.

## 2. 5개 탄소다배출 산업에 대한 탈탄소 시나리오 분석

○ 미국에서 산업부문은 탈탄소화가 가장 어려운 부문으로 간주되는데, 이는 다양한 산업공정이 존재하며 생산 활동에 쓰이는 에너지 종류도 다양하기 때문임.

※ 산업부문은 2020년 미국 1차에너지 소비의 33%와 에너지 관련 이산화탄소 배출량의 30%를 차지함.

- 산업부문에서 이산화탄소 배출은 ▲연료소비, ▲산업용 전력 생산, ▲산업공정, ▲제품 생산 등에서 이루어짐.

○ IDR은 산업부문 탈탄소화에서 핵심이 되는 4개 축(pillars)으로 ▲에너지 효율, ▲전기화(electrification), ▲저탄소 연료·원료·에너지원(low-carbon fuels, feedstocks, and energy sources, LCFES), ▲탄소 포집·활용·저장(carbon capture, utilization, and storage, CCUS) 등을 제시함.

- 산업부문의 효과적인 탈탄소화를 위해 4개의 축은 모두 동시에 추진되어야 함.

- 또한, 소재 대체 및 이용 효율개선, 순환경제 접근법, 열운영 개선 등도 중요

※ 예컨대, 수명이 만료된 소재는 LCFES를 활용해 저탄소 공급원료(feedstock)를 제공할 수 있는 잠재력이 있음.

○ 에너지 효율 개선을 통한 탄소배출 감축 방법은 단기 탈탄소 솔루션으로서 가장 큰 감축 잠재력을 가지며, 많은 경우에 산업공정에서 커다란 조치를 필요로 하지 않고 배출량을 즉각적으로 저감할 수 있다는 장점이 있음.

- 주요 에너지 효율 목표로는 ▲시스템 효율과 공정 수율(process yield), 열에너지 회수 등의 향상, ▲에너지 수요관리 개선, ▲에너지 소비 감축을 위해 설계된 스마트 제조방식 시행 확대 등이 있음.

- 중장기적으로 저탄소 에너지원(전력, 수소, 바이오매스 등)을 산업공정열(process heat)로 활용하며, 이러한 장기 탈탄소 경로를 염두에 두고 단기 에너지 효율을 개선하는 것이 중요함.

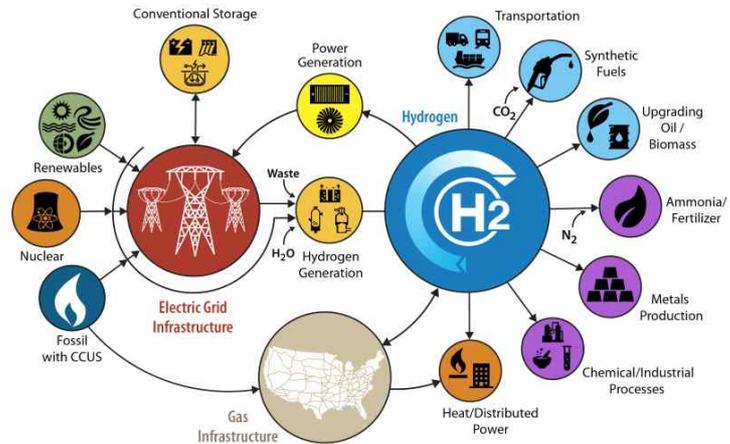
“IDR은 산업부문 탈탄소화에서 핵심이 되는 4개 축을 제시”

- **산업공정의 전기화**: 제조업에서 소비되는 전체 에너지의 50%는 산업공정 열에너지 생산에서 이용되며, 이 중 5% 미만이 전기화 되었는데, 특히 열 생산에서 전기화는 탈탄소화된 저비용 전력을 활용하고, 현장에서 화석연료 연소 시 배출되는 산업 부문 온실가스 배출을 크게 저감할 수 있음.
  - 저비용 전력원에는 2040년까지 청정에너지로 전환을 달성할 전력망의 효율 개선도 포함됨.
  - 산업부문 전기화 기술은 열 생산(히트펌프 등)이나 산업 공정용 수소 생산의 전기화를 포함하며, 히트펌프는 다양한 산업 전반에서 광범위한 중·저온 열 수요를 충족할 수 있음.
- **저탄소 연료·원료·에너지원(LCFES)**: 생산 과정에서나 에너지원 이용 시 대기 중으로 온실가스를 배출하지 않는 청정에너지 기술의 적용은 탈탄소화에 매우 중요함.
  - 재생에너지로 생산된 전력, 열병합 원전, 집광형 태양열 발전(concentrated solar power, CSP), 지열 에너지 등이 LCFES에 포함됨.
  - 수소에서부터 합성연료까지 저탄소/무탄소 에너지원 개발은 일반적으로 화석연료에 의존하는 산업과 비산업부문(수송 등)을 포함한 광범위한 부문에서 탈탄소화를 가능하게 할 것임.
  - LCFES 중 일부 기술은 초기 배출량 저감 목표 달성을 위해 조기에 실행될 수 있을 정도로 충분히 상용화 단계에 이르렀으나, 다른 기술들은 아직 RD&D 단계에 머물러 있음.
  - LCFES 기술에는 유연한 연료(flexible fuel), 청정수소 연료와 청정 공급원료, 바이오연료, 바이오공급원료, 원자력, CSP, 지열 등이 포함됨.
    - 청정수소 이용 확대를 위해 비용을 \$1/kg로 낮추고, 고·저온 전해조의 효율과 내구성을 향상시키는 것이 필요함.
  - 일례로, DOE의 H2@Scale 이니셔티브에서는 철광석 투입을 줄이기 위해 청정 수소를 이용함으로써 1차 제강(primary steelmaking)을 탈탄소화하고, 이산화탄소 배출을 야기하는 탄소기반 제철설비를 수소환원 제철설비로 교체함.
    - ※ H2@Scale은 여러 부문에서 탄탄소화와 수익 창출이 가능하도록 적정 가격에서 수소 생산과 수송, 저장, 활용을 개발하기 위한 이니셔티브임.
  - 수소환원 제철은 기존의 고로와 전로를 수소유동환원로와 전기로(electric arc furnace)로 교체함.
  - 이산화탄소와 재생에너지 전력으로 생산한 수소를 반응시켜 합성연료를 생산함.

“산업공정 열에너지 생산 과정의 전기화 비율은 5% 미만”

“무배출 청정에너지 기술은 탈탄소화에 매우 중요”

〈 DOE의 H2@Scale을 통한 수소 활용 기회 〉



자료: DOE(2022.9월), *Industrial Decarbonization Roadmap*

“CCUS를 제외한 다른 3가지 방법 만으로는 넷제로 달성이 불가능”

○ **CCUS:** 에너지 효율, LCCFES, 전기화 등은 CCUS보다 빠르게 보급될 수 있으며, CCUS를 제외한 다른 3가지 축으로 탄소배출 산업에서 탄소배출량의 40%를 저감할 수 있으나 3가지 접근법만으로는 넷제로를 달성하기에 충분하지 않음.

- IDR 모델링에서 CCUS는 장기 배출 저감을 가장 크게 달성할 수 있을 것으로 전망되었으며, 탄소 활용 및 저장은 다른 탈탄소 기술과 전략을 통해 달성할 수 없는 최종 탄소저감 단계에서 매우 중요한 것임.
- CCUS를 위한 우선과제로는 에너지 효율, 경제적 실행가능성, 안전 등에서 개선이 있으며, 촉매 및 공정설계 개선은 높은 수준의 효율, 저비용, 소재 소비 감축 등에서 매우 중요함.

○ **탄소흡수 기술 등의 대체 기술:** 산업부문에서 넷제로 달성을 위해서는 저감이 어려운 부문에서 배출량 감축문제 해결과 대기 중에 존재하는 이산화탄소(경우에 따라 비탄소 온실가스)의 흡수 등이 필요함.

- 대체 기술에는 식림(또는 조림)/재식림, 바이오 숯(biochar), 토양탄소 관리 등을 포함한 토지를 이용한 생태계 관리 활동이 포함됨.
- 기술적 접근법으로는 바이오&포집·저장(bioenergy with carbon capture and storage, BECCS)과 주요 배출원이나 대기로부터 직접 탄소포집(direct air capture, DAC) 등이 있음.

▣ 5개 다배출업종의 탈탄소 로드맵 시나리오 모델링에 포함된 범위 및 결과

○ IDR에서 5개 다배출 업종의 시나리오 분석에 포함된 배출량 범위는 부문별로 다름.

“넷제로 달성을 위해서는 4개 축 외에도 대기 중 탄소를 흡수해야 함”

〈 5개 업종의 탈탄소 로드맵 시나리오 분석 대상 〉

산업 업종	전력 생산 탄소 배출	연료 연소 탄소 배출	산업 공정 탄소 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, 기타 비이산화탄소 온실가스	대상 범위
철강	포함	포함	포함*	미포함	전체 업종
화학	포함	포함	미포함	미포함	일부*
식음료	포함	포함	N/A***	미포함	일부*
석유정제	포함	포함	N/A***	미포함	전체 업종
시멘트	포함	포함	포함	미포함	전체 업종

- \* 철강산업의 산업공정 분야에서 이산화탄소 배출은 대부분 코크스 소비 시 발생함. 일부 연구는 코크스를 에너지 관련 배출로 분류하고, 다른 연구는 공정 관련 배출로 분류하나, 본 연구는 범주와 상관없이 코크스 소비로 발생하는 배출량을 모두 포함함.
- \*\* 화학 및 식음료 산업은 시나리오 분석에 포함하기 위해 대표적인 업종 제품을 선택함. 식음료업의 대표 제품은 옥수수 제분, 대두유, 자당, 첩제당, 음용유, 적색육 가공, 맥주 등임. 화학산업의 대표 제품은 암모니아, 메탄올, 에틸렌, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 방향족(xylenes aromatic) 등임.
- \*\*\* 미 환경보호청에 보고된 식음료 및 석유정제의 산업공정에서 탄소 배출은 없었음. 석유정제 부문의 탈루배출은 포함되지 않음.

자료: DOE(2022.9월), *Industrial Decarbonization Roadmap*

○ IDR은 핵심적인 RD&D 수요와 주요한 장벽 및 기회도 분석했는데, 그 결과 2050 탄소중립 달성을 위해서는 에너지 집약적인 5개 산업에 대한 통합적인 RD&D 계획이 필요함.

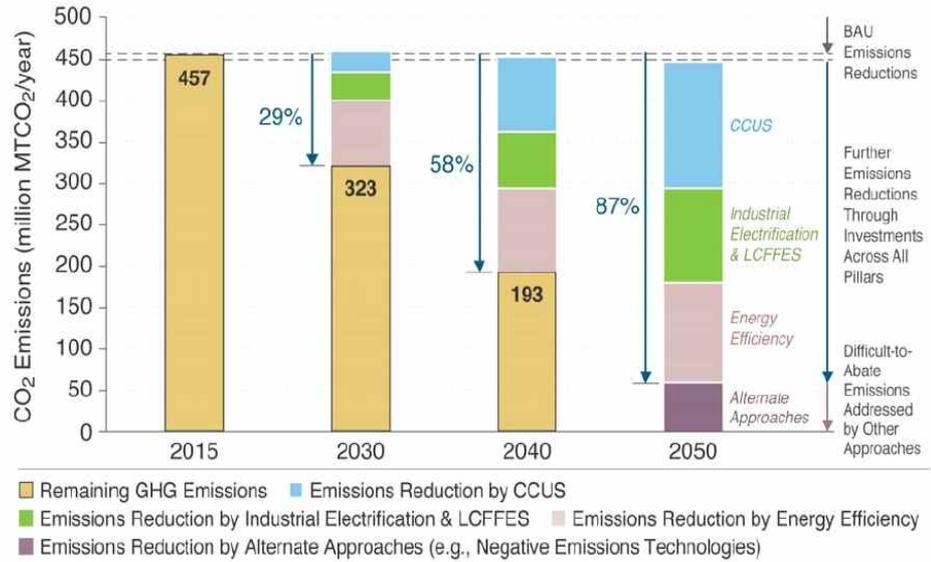
- IDR은 2050년까지 5개 업종에서 배출량의 87% 감축(이산화탄소 4억 톤)을 위한 기술 경로를 제시했는데, 이를 탄소 흡수 기술과 같은 대체 접근법과 함께 적용 시에 연간 총 4억 5,700만 톤의 온실가스 배출을 저감할 수 있음.
- 2050년까지 탄소다배출 업종에서 넷제로를 달성하기 위해서는 다양한 탈탄소 기술과 접근법의 동시 적용을 포함한 ‘전방위(all of the above)’ 전략이 요구됨.

○ IDR 시나리오 분석에서 전체 산업부문의 실제 온실가스 배출 저감 잠재력은 해당 시나리오 분석에 반영된 잠재력보다 크게 나타나므로, IDR에서 제시한 시나리오 분석 결과는 CO<sub>2</sub> 배출 저감 잠재력의 예비분석으로 보아야 함.

- 궁극적으로 산업부문 탈탄소화 요구사항을 완벽히 파악하기 위해서는 모든 산업 부문(모든 온실가스 배출량 포함)에 대한 분석이 필요함.
- 5개 탄소다배출 산업에서 제조된 제품과 관련한 탄소 배출의 “생산부터 출고까지 (cradle-to-gate)” 또는 “생산부터 재활용까지(cradle-to-grave)”의 수명주기 평가가 IDR 분석에서 완전히 반영되지 않았음.

“2050 탄소중립을 위해서는 탄소다배출 산업에 대한 통합적인 RD&D가 필요”

〈 미국의 5개 탄소다배출 산업에서 탄소중립 달성 경로 〉



\* IDR 분석에는 철강, 화학(암모니아, 메탄올, 에틸렌, 자일렌 만), 식음료(맥주, 첨채당, 자당, 음용유, 적색육, 대두유, 옥수수 제분 만), 석유 정제, 시멘트 제조 등의 산업 업종이 포함되었고, 특정한 산업공정에서 탄소 배출은 제외되었음.

자료: DOE(2022.9월), *Industrial Decarbonization Roadmap*

“IDR은 산업부문 탈탄소화를 위해 필요한 단계를 제시”

- IDR에서는 산업부문에서 탈탄소화를 달성하는 데 필요한 단계를 제시하며, 각 단계는 2050년까지 넷제로를 달성하기 위해 동시에 추진되어야 하는 탈탄소화의 4가지 주요 특성에 따라 구분됨.
  - 각 특성은 분리하여 표시되었으나 서로 독립적이지 않기 때문에, 서로 시너지 효과를 내고, 장벽을 해소하며, 발전을 가속화하는 부문 간 기회 추구가 가능함.
  - 5년 단위로 설정된 처음 두 기간을 제외하고, 나머지는 10년 단위로 기간을 설정해 에너지 및 온실가스 배출량의 조기 감축 실현, 경제여건 개선, 상업적 적용 촉진, 혁신적 미래기술에 대한 전문역량 강화 등을 위해 산업부문이 나아가야 할 방향을 나타냄.
  - 넷제로 달성을 위한 변화를 현실화하기 위해 이들 특성 간 병행투자가 필요함.
- 산업부문 탈탄소화에 필요한 변화를 이뤄내기 위해 단기, 중기, 장기적 관점에서 RD&D 투자가 이루어져야 하며, 업종 간 시너지를 활용할 수 있는 전략을 수립해야 함.

〈 탈탄소화 특성별 RD&D에 따른 변화 〉

CCUS	-가까운 미래에 포집 및 활용 기회 파악 및 추구	-CO2 관련 인프라 개발 시작 -산업현장에서 CCU 기술을 통해 주변의 이용 가능한 CO2 재사용	-실행 가능한 CCUS를 저감이 어려운 (hard-to-abate) 산업 업종에서 활용	-실행 가능한 CCUS가 저감이 어려운 산업 업종에서 시장 침투	
LCFFES	-청정연료/저탄소 연료를 통합하고, 산업부문의 유연성·탄력성·가치를 향상시킬 차세대 프로세스 및 공급망을 위한 RD&D 촉진	-제품 생산을 위한 공급원료 및 저탄소/무탄소 프로세스의 실증 및 규모 확대	-내재탄소 감축 제품 및 내재탄소 중립 제품의 시장 수용성 확대	-청정 프로세스 및 제품의 시장 주도	
산업 부문 전기화	-청정전력과 함께 기존의 전기화된 프로세스와 운영의 확대 및 보급 가속화 -화석연료 기반의 운영을 대체할 신규 전기 기술에 대한 지속적 R&D 진행	-희트펌프, 물질 및 운동량의 단위 조작(unit operations)을 상업적으로 활용 가능한 규모로 실증	-전기화된 혁신적 프로세스의 광범위한 활용	-전기화의 활용 최대화	
에너지 효율	-기존 프로세스 및 운영의 효율 극대화 -스마트/지속가능하며 효율적인 신기술의 시장 보급 확대	-첨단소재 효율, 순환경제, 청정e 및 분산형 에너지 발전 기술의 광범위한 도입	-혁신적 생산성 향상의 보편화	-실질 최소 에너지소비 및 최소 탄소배출, 제로에 가까운(near zero) 폐기물 배출	
	2020	2025	2030	2040	2050

자료: DOE(2022.9월), Industrial Decarbonization Roadmap

### 3. 주요 권고사항

○ 산업부문 탈탄소 및 배출 감축 목표 달성을 위해서는 최신 기술을 조속히 도입하고, 저탄소 및 무탄소 기술 솔루션을 새롭게 개발해야 함.

※ 기술 솔루션 외에도 정책적 한계를 비롯한 기타 장벽이 해결되어야 하지만, 본 보고서에서는 이에 대해 중요하게 다루지 않음.

- 초기 단계의 RD&D: 기술적 성숙도가 높은 기술을 부문 전반에 도입하면서 기술적 성숙도가 상대적으로 낮은 기술이나 기초과학의 발전을 위한 기본 및 응용 RD&D를 동시에 진행해야 함.

• 2050년까지 넷제로 달성을 위해서는 향후 수십 년 내에 초기 단계에 있는 모든 기술이 상당한 수준으로 개발되어야 할 것임.

- 다양한 저탄소 공정기술에 대한 투자: 산업부문 탈탄소화를 위한 실행 가능한 경로를 보장하기 위해 다양한 저탄소 공정기술에 대한 투자를 동시에 추진해야 함.

- 시범/실증 사업을 통한 충분한 생산규모 실현: 많은 탈탄소화 기술은 응용 RD&D를 통해 이미 실증이 이루어졌으나, 상업적 활용 단계까지 확장된 기술은 아직 많지 않음.

“산업부문 탈탄소화를 위해 최신 기술의 조속한 도입이 필요”

“탄소다배출  
업종에서 산업  
공정 열 효율  
개선과 탄소 배출  
문제 해결이  
필요”

“시스템 차원에서  
탄소 배출 저감을  
위해서는 신규  
기술을 시스템과  
공급망에 통합  
필요”

- 기술적·경제적 실현 가능성 실증(결과적으로 시장 도입)은 해당 기술의 시장 보급에 영향을 미치는 여러 가지 요인으로 인해 특히 더 어렵기 때문에 시장 보급을 가속화하기 위해서는 민간부문 투자를 촉진하고 위험을 줄여 줄 시범 및 실증 프로젝트가 필요함.
  - 첨단기술 도입 가속화 및 장애물 극복을 위해 혁신과정 전반에서 에너지, 원자재, 시스템 등에서 효율을 극대화하는 접근 방식을 추구해야 함.
  - 시장 보급 확대/촉진을 위해 상업적으로 활용 가능한 규모의 실증을 통한 신뢰도 제고가 필요하나, 2050년까지 넷제로를 달성하기 위해 보급이나 구매 등 다른 수단을 통해 활용도를 높이는 것도 가능함.
- **모든 업종에서 산업공정 열 효율 개선 및 탄소 배출 문제 해결:** 산업부문에서는 열 생산으로 상대적으로 많은 에너지가 소비되며, 열 생산에 사용되는 에너지 대부분이 화석연료 기반임.
    - 폐열 회수, 열 업그레이드/재사용과 같은 열에너지 캐스케이드(thermal energy cascade)와 관련한 효율 및 자원 활용도를 극대화하는 동시에 전기화·저탄소 연료 및 에너지원으로 대체하기 위한 노력이 필요함.
  - **발전원 탈탄소화:** 산업부문에서의 온실가스 넷제로 달성을 위해서는 완전히 탈탄소화된 전력시스템이 필요하며, 산업부문의 탄소 배출을 줄이는 데 있어 전기화의 효과(및 속도)는 미국 전력시스템의 탈탄소화 속도에 달려 있음.
    - 이와 동시에 저탄소 발전 단지나 허브 등의 조성을 통해 산업시설 근처에 저탄소 발전원을 개발함으로써 산업 활동이 집중된 중심지 주변에서 전기화를 촉진할 수 있음.
  - **솔루션 통합:** 새로운 기술에만 초점을 맞추는 것이 아니라, 시스템 차원에서 에너지 소비 및 탄소배출량 감축을 위해 새로운 기술을 운영체제 및 공급망에 통합시키는 것에도 중점을 두어야 함.
    - 저탄소 경제로의 전환으로 인한 공급망 및 가치사슬의 변화를 예측하기 위한 연구가 필요하며, 공급망의 유연성 및 탄력성을 극대화하면서 산업 인프라, 기술, 서비스 등이 어떻게 미래의 요구를 충족시킬 수 있을지 보다 잘 이해하기 위한 연구도 이루어져야 함.
  - **모델링 및 시스템 분석 실행:** 기술경제 분석, 수명주기 평가 등을 포함한 통합 분석 접근법을 통해 저탄소 솔루션의 상업적 활용과 긍정적 영향을 보장해야 함.
  - **지역사회 참여와 전문 인력 육성:** 모든 산업에 걸쳐 필요한 인력은 광범위한 수준에서 저탄소 기술 제고 및 탈탄소화 기술의 상업적 적용을 지원할 다양한 역량을 갖추어야 함.

■ 5개 탄소다배출 업종의 2050 넷제로 달성 경로

○ IDR은 5개 탄소다배출 산업에서 2050 넷제로 배출 달성을 위한 주요 시사점과 탈탄소화 경로를 제시함.

〈 5개 탄소다배출 산업의 넷제로 솔루션을 위한 주요 시사점 〉

업종	주요 시사점
철강	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 초저배출(near-zero) 시나리오에서는 미국의 철강 생산량이 2050년까지 12% 증가하는 반면, 철강 산업의 온실가스 배출량은 같은 기간 거의 0으로 감소함.</li> <li>온실가스 배출 감축량의 2/3 이상은 에너지 효율 개선과 저탄소 및 무탄소 연료 전환, 전기화에서 기인함.</li> <li>수소 기반 철 생산이나 철광석 전기분해 공정, CCUS와 같은 혁신적 기술을 위해 적극적인 RD&amp;D 및 보급 필요</li> <li>제강 과정에서 청정수소 및 저탄소 전기 사용에 대한 수요는 2050년까지 크게 증가함. 전기분해장치의 효율성을 개선하기 위한 적극적인 RD&amp;D 활동 필요</li> </ul>
화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>업종 탈탄소화를 위한 공통의 기회로써 연료 또는 원료로서 수소/바이오매스/폐기물 사용, CCUS 적용, 열 및 전기 저장, 자원 순환 등이 있음.</li> <li>산업공정에서 기회로써 음향(열음향 등) 및 플라즈마 등을 포함한 비접촉 에너지 전달(noncontact energy transfer), 전기 전달, 전기화학 프로세스 조정 등이 포함</li> <li>태양광 및 풍력과 같은 가변적 재생에너지를 효과적이고 경제적으로 활용하여 현재의 에너지원에서 저탄소 에너지원으로 전환함으로써 빠른 기회 선점 가능</li> <li>전기화학 프로세스의 개선을 위해 전기분해장치의 효율 제고 필요</li> <li>통합 화학설비를 위해 다양한 프로세스에 걸친 시스템 효율 및 스마트 제조에 대한 연구 확대 필요</li> </ul>
식음료	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업공정 열의 전기화(특히 오븐 및 튀김기용), 전기 및 하이브리드 보일러, 증발 및 저온살균 공정에 대한 RD&amp;D 필요</li> <li>식음료 제조상의 안전 및 품질 문제를 개선하기 위해 기술변화가 최종제품에 미치는 영향에 대한 연구지원 필요</li> <li>제품의 유통기한 연장을 위한 식음료 가공 방식 및 기술에 대한 RD&amp;D를 통해 업종에서 발생하는 상당한 양의 폐기물을 줄일 수 있음. 포장 폐기물 발생량 감소, 재활용 등에 초점을 맞춘 연구지원 필요</li> </ul>
석유 정제	<ul style="list-style-type: none"> <li>수소화분해(hydrocracking), 상압증류(atmospheric distillation), 접촉분해(catalytic cracking), 증기 메탄 개질(steam methane reforming) 및 재생식 촉매 개질(regenerative catalytic reforming) 등 5가지 에너지 집약적 정유 공정은 미국 정제부문 탄소배출의 대부분을 차지하며, 이들 공정에서 RD&amp;D를 실시할 경우 정제부문의 배출량 감축에 있어 가장 비용 효율적인 효과를 가짐.</li> <li>정유 및 운송연료 시장은 고도로 통합되어 있어서 미국 전체 에너지 관련 탄소 배출량의 35%가 정유소를 '통과한' 후 '자동차 배기관'에서 배출됨.</li> <li>온실가스 순 배출량이 낮은 액체 탄화수소 연료를 생산하는 것은 탄소집약도가 낮은 새로운 정유공정을 개발함과 동시에 수송 및 화학 공정에서 탈탄소화를 달성할 기회가 됨.</li> </ul>
시멘트	<ul style="list-style-type: none"> <li>초저배출 시나리오에 따르면, 2050년에는 미국의 시멘트 생산량이 46% 증가하는 반면, 시멘트 생산 관련 온실가스 배출은 거의 0으로 떨어지는 것으로 나타남.</li> <li>2050년까지 제로(0)에 가까운 탄소배출을 이루기 위해 필요한 총 온실가스 저감량의 약 65%가 CCUS 도입에 따른 것임.</li> <li>2050년까지 넷제로를 실현하기 위해 CCUS 및 혁신적 화학기술(주로 시멘트 생산에서 클링커를 시멘트 보충제인 SCM으로 대체)에 대한 적극적인 RD&amp;D, 시범사업, 기술 보급 촉진 등의 노력 필요</li> </ul>

“온실가스 초저배출 시나리오에서는 철강 생산이 증가해도 배출량은 거의 0으로 감소”

“미국의 5대 에너지 집약적 정유 공정에서 RD&D 실시 시 가장 비용 효율적”

자료: DOE(2022.9월), *Industrial Decarbonization Roadmap*

■ 전체 산업부문에서 2050 넷제로 달성을 위한 고려사항

- 전체 산업부문의 탈탄소화에 대한 보다 포괄적인 평가를 위해서는 5개 탄소다배출 산업 이외의 추가적인 산업에 대한 분석 및 검토가 이루어져야 함.
  - 일례로 펄프·제지 산업은 2020년 미국의 산업부문 에너지 사용량의 6.2%를 차지할 정도로 에너지 사용량이 매우 많고 열부하도 높음.
  - 탈탄소화 기술 및 전략은 각 업종에 따라 다르게 나타나며, 원하는 수준의 탈탄소화를 달성하기 위해서는 업종별 전략과 기술을 개발하는 동시에 적용 가능한 공통의 기술을 식별하고 활용할 수 있는 능력이 중요해질 것임.
- IDR에서는 여러 업종에서 영향을 미치는 장벽과 기회에 대해 분석하였는데, 예를 들어, 디지털 제조(digital manufacturing)는 탈탄소화 촉진을 위한 업종 공통의 기회가 될 것임.
  - ‘4차 산업혁명’이라는 개념은 사물 인터넷, 인공지능, 자동화, 로봇공학, 빅데이터 등과 같은 최첨단 기술 적용을 통해 생산 효율성을 제고할 수 있음.
  - 이러한 수단은 프로세스 제어 개선, 디지털 트윈(digital twinning)과 같은 기술을 사용한 산업 시스템 및 시나리오 시뮬레이션 실행, 센서 기술 향상, 빅데이터 툴을 사용한 공급망 특성 분석 개선, 시설의 입지 선정 최적화 등을 통해 업종공통의 효율성 제고에 도움이 될 수 있음.
- 천연자원에서 원료를 추출하고 가공할 때 상당한 양의 탄소가 배출되기 때문에 제품 및 원료의 소비감축이나 재사용 및 재활용 할 수 있는 기회를 포함한 순환 경제 전략을 활용하면 천연자원 고갈로 인한 환경·경제·사회적 문제를 줄일 수 있음.
- 또한, 모든 넷제로 경로의 필수요소에 속하는 친환경 전력생산(원자력, 재생에너지, CCUS를 활용한 화석연료 등)의 보급을 확대할 때는 변화하는 에너지 환경을 고려하여 종합적인 탈탄소화 접근법을 취해야 할 것임.
  - 전력시스템의 탈탄소화 확대에 의한 산업부문의 온실가스 배출 감축 기회 이외에도 산업부문에서 청정에너지를 직접 사용할 기회 또한 점차 커지고 있으며, 이러한 기회에 대한 보다 상세한 분석이 필요함.
    - 여기에는 원자력(핵분열 및/또는 핵융합), 연료 및 원료로 사용되는 바이오 에너지, 집중형 태양열 에너지(concentrating solar-thermal, CST) 등이 포함됨.
- IDR에서 제시한 소비감축 효과 달성을 위해서는 정책 및 인센티브 개발 및 보급 확대가 중요할 것임.
  - 미국은 탈탄소화 목표를 달성하기 위해 기술개발 시스템을 구축하고, 기술 상용화 비율을 높여야 함.

“순환 경제 전략을 활용하면 천연자원 고갈에 따른 문제를 줄일 수 있음”

- 최근 추가 자금지원과 민관 파트너십 확대를 통해 DOE의 투자가 더욱 강화 및 가속화되었기 때문에 상용화 수준으로 기술 보급을 이루어낼 수 있다는 확신을 주는 데 도움이 될 것임.
  - DOE는 기본 및 응용 RD&D 활동 이외에도 탈탄소화에 가장 큰 영향을 주는 의사결정을 위한 분석, 모델링, 툴 개발, 민관 파트너십 등 다양한 역할을 갖추고 있음.
    - ‘더 나은 사업장(Better Plants)’이나 ‘더 나은 기후 도전(Better Climate Challenge)’과 같은 DOE 주관의 민관 협력 프로그램은 제조 과정에서의 탈탄소화 경로를 개발하고 가속화하는 데 도움이 될 수 있음.
    - ※ 미국의 주요 제조사와 폐수 처리 기관은 Better Plants 프로그램을 통해 향후 10년간 미국의 모든 운영에서 에너지 집약도를 25% 낮춘다고 약속하고 도전적인 에너지·폐수, 탄소저감 목표를 수립함.
    - ※ 정부 기관이나 기업은 향후 10년간 포트폴리오 전반의 온실가스(Scope 1과 2) 배출을 최소 50% 감축하기 위해 Better Climate Challenge를 통해 DOE와 제휴할 수 있으며, DOE는 기술 지원 제공 및 탄소 저감을 위한 최선의 관행 공유를 담당함.
  - DOE 투자가 효과를 발휘할 수 있도록 데이터 분석, 평가 도구, 방법론 등의 개발을 포함하는 통합된 지식 인프라가 필요하며, 이러한 지식 인프라는 DOE 부처, 다른 연방기관, 그리고 민간 파트너 등과 공유되어야 함.
- 즉, 산업부문의 탈탄소화를 이루기 위해 최첨단 기술의 신속한 도입 및 보급이 필요하며, 탈탄소화의 모든 특성에 관한 새로운 저탄소 및 무탄소 기술 솔루션을 개발해야 함.
- 모든 특성에 적합한 탄소배출 감축기술을 엄격히 개발·보급하더라도, 배출 저감이 어려운 공정에서 발생하는 산업부문 온실가스는 여전히 존재할 것임.
  - 따라서 직접공기포집(direct air capture, DAC)이나 기타 탄소 흡수 기술(negative emissions technology) 등 대안적인 저감 접근법에 대한 RD&D를 실시하여 이러한 기술의 비용을 절감하고 성능을 향상시킬 필요가 있음.

“산업부문  
탈탄소화를 위해  
각 특성에 관한  
새로운 저탄소 및  
무탄소 기술  
솔루션을 개발이  
필요”

#### ■ 경제 전반에서 2050 넷제로 달성을 위한 고려사항

- 주택, 상업, 운송 부문과 같은 비산업부문에서 진행되는 탈탄소화 경로 또한 산업부문의 탈탄소화 경로와 기술 투자에 영향을 미칠 것임.
  - 2050년까지 운송부문의 온실가스 순배출 제로로의 전환은 미국 기업에 정유 및 화학제품 제조 공정, 비즈니스 모델, 시장구조 등을 개선시킬 기회를 제공할 것임.
  - 온실가스 순 배출량이 낮은 액체 탄화수소 연료의 생산은 탄소집약도가 낮은 새로운 정유 및 화학 공정을 구축하는 동시에 운송 및 화학 부문의 탄소 배출을 줄여 2050년까지 새로운 제품 및 산업을 창출할 수 있는 기회가 될 것임.

- 정유부문의 탈탄소화 RD&D는 경제 전반의 탈탄소화와 함께 추진되어야 하며, 이러한 시장을 책임질 수 있는 견고하고 총체적인 수명주기 기반의 ‘전 주기에 걸친(well-to-wheel)’ 거버넌스에 대한 필요성이 대두될 것임.
- 경제 전반에 걸친 탄소 순배출 제로 연구의 필요성이 더욱 커지고 있음. 일례로 미국 경제 전체를 구성하는 여러 부문의 통합 탈탄소화 분석은 다른 부문에서 이뤄낸 성과를 활용하는 등 산업부문의 주요 탈탄소화 기회에 대한 보다 포괄적인 관점을 제공할 것임.
- 산업부문 탄소 순배출 제로로 나아가기 위해서는 광범위한 탄소 회계(carbon accounting) 개선 및 탈탄소화 기술의 성공적 실현을 지원할 다양하고 새로운 기술이 필요함.
  - 특히, 소외된 지역사회에 중점을 두고, 州/지방/부족 단위의 지역사회의 참여를 이끌어내는 것은 산업부문 탈탄소화의 이점과 긍정적 영향을 공정하게 분배하는 데 매우 중요함.
  - 넷제로 기술 및 전략에 대한 투자는 공중보건이나 탄소배출 감축과 더불어 미국의 제조업 경쟁력 강화에 따른 삶의 질 향상이라는 경제적 기회 제공 및 신규 일자리 창출로 이어질 것임.

### 참고문헌

US Department of the Energy, *Industrial Decarbonization Roadmap*, Sept. 2022.

# 중국 재생에너지부문의 2021년 실적

해외에너지정책분석팀 김나연 전문원(nykim0806@keei.re.kr)

- ▶ 기후변화 대응과 최근의 고유가 상황으로 재생에너지 중심의 에너지전환이 중국을 비롯한 전세계적으로 가속화되고 있음. 2021년에 코로나19 팬데믹에도 글로벌 재생에너지 산업은 빠르게 성장했는데, 2021년 말 기준 세계 재생에너지 누적 설비규모는 약 3,064GW에 달했으며, 신규 설비규모는 약 257GW를 기록함.
- ▶ 중국은 에너지 특히 전력 수요 증가, 탄소중립 목표 발표 등의 영향으로 재생에너지 발전을 적극 증대시키고 있는데, 2021년에는 중앙정부 차원에서 재생에너지 산업성장을 위한 일련의 정책을 수립하였음.
- ▶ 2021년 말 기준, 중국 재생에너지발전 누적 설비규모는 1,064GW로 중국 전체 누적 발전 설비규모에서 44.8%를 차지하였음. 이 중 수력발전은 391GW, 풍력발전 328GW, 태양에너지발전 307GW, 바이오매스발전 38GW을 각각 기록하였음.
- ▶ 또한, 2021년 말 기준, 에너지저장설비의 누적 설비규모는 약 5.7GW, 신규 설비규모는 2.5GW를 가각 기록하였음.
- ▶ 2021년 중국 수소 연간 생산량은 3,342만 톤으로 전년대비 33.7% 증가했으며, 2021년 말 기준 누적 수소 충전소는 255개를 기록하였음.

## 1. 2021년 중국 재생에너지부문 실적<sup>2)</sup>

### ■ 세계 재생에너지부문 성장세 지속

○ 중국 재생에너지기술연구원(China Renewable Energy Engineering Institute, CREEI)이 발표한 ‘중국 재생에너지 성장 현황 2021년’에 따르면, 세계 다수 국가에서 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 상향 조정하고, 40개가 넘는 국가에서 탄소중립 목표를 수립하였음.

※ 중국 CREEI는 국유기업인 중국전력건설그룹(Power China) 산하 기관으로 중국 전력 및 재생에너지 관련 산업정책 및 기술을 연구하고, 수력, 풍력, 태양에너지 등 발전소의 설계·품질검사·안전검수 등을 담당함.

- 이에 재생에너지가 기후변화 대응을 위한 글로벌 콘센서스로 형성되면서 재생에너지 중심의 에너지 전환이 빨라지고 있음.
- 2021년에 코로나19 팬데믹으로 글로벌 경제도 큰 타격을 받았지만, 글로벌 재생에너지부문은 빠른 성장세를 유지하였음.
  - 2021년 말 기준, 글로벌 재생에너지 누적 설비규모는 약 3,064GW에 달했으며, 신규 설비규모는 약 257GW로 2020년과 유사한 수준을 보였음.

“2021년 코로나19 팬데믹에도 글로벌 재생에너지부문은 빠른 성장세 유지”

2) CREEI, 2022.6.24.

“재생에너지부문  
성장을  
뒷받침하기 위한  
일련의 정책  
수립”

■ 중국 재생에너지부문의 2021년 실적

○ 중국 에너지수요 증가, 2030년 탄소 배출량 피크 및 2060년 탄소중립 목표 발표 등의 영향으로 재생에너지 발전의 필요성이 두드러진 상황에서, 중국 정부는 2021년에 재생에너지부문 성장을 위한 관련 정책들을 마련하였음.

- 2021년 3월, ‘14.5계획 및 2035년 장기 목표’ 발표<sup>3)</sup>
- 2021년 9월, ‘탄소피크·탄소중립 업무에 관한 의견’
- 2021년 10월, ‘2030년 이전 탄소피크 달성 행동방안’<sup>4)</sup>
- 2021년 12월, ‘14.5 현대에너지 시스템 구축 계획’ 발표<sup>5)</sup>

※ 2022년 6월, 중국의 재생에너지부문 14.5 계획 및 전략을 발표함.<sup>6)</sup>

○ 2021년 말 기준, 중국의 누적 발전 설비규모는 약 2,377GW로 전년대비 7.9% 증가했는데, 이 중 재생에너지발전 설비규모는 전년대비 14.4% 증가한 약 1,064GW로 중국 총 설비규모에서 44.8%를 차지하였음.

- 재생에너지원별 발전 설비규모의 경우, 풍력 328GW(이중 해상풍력 26.4GW), 태양에너지 307GW, 수력 391GW, 바이오매스 38GW 등이며, 이중 변동적 재생 에너지(풍력, 태양에너지)가 총 발전설비규모에서 차지하는 비중은 26.7%이며, 계속 증가하는 추세를 보이고 있음.

〈 중국 재생에너지 발전 설비규모 변화 추이(2016년~2021년) 〉

(단위: GW, %)



자료: CREEI(2022.6.24.), 中國可再生能源發展報告2021

3) 인사이트, 제21-6호, 2021.3.22., pp.3~10.  
 4) 인사이트, 제21-22호, 2021.11.15., pp.26~28.  
 5) 인사이트, 제22-7호, 2022.4.11., pp.25~36.  
 6) 인사이트, 제22-14호, 2022.7.18., pp.9~20.

- 2021년 중국의 총 발전량은 약 8,377TWh로 전년대비 9.8%를 증가했는데, 이 중 재생에너지 발전량은 전년대비 12.1% 증가한 2,486TWh로 총 발전량에서 29.7%를 차지하였음.
- 2021년 재생에너지 총 소비량은 7억 5천만tce로 1차에너지 총 소비량에서 14.2%를 차지하였음.

## 2. 2021년 풍력과 태양에너지의 실적

- (풍력) 2021년 말 기준, 풍력발전 누적 설비규모는 약 328GW로 전년대비 16.6% 증가해서 계속 빠른 증가세를 보이고 있으며, 중국 총 발전 설비규모에서 13.8%를 차지하였음.
  - 2021년 신규 풍력발전 설비규모는 약 47.6GW로 사상 최고치를 기록했던 2020년 (약 71.7GW)보다는 감소하였음. 신규 설비의 61%는 중동부 및 남부 지역에 설치되었음.
    - ※ 2020년에 신규 풍력발전 설비규모는 사상 최고치를 기록하였으며, 2021년에 다소 줄어들었으나 2번째로 높은 수치를 기록하였음. 2019년에는 25.7GW, 2018년에는 20.59GW를 기록하였음.<sup>7)</sup>
  - 풍력발전 전체 누적 설비규모에서 육상풍력은 약 301.6GW(전체에서 92%), 해상풍력은 약 26.4GW(8%)임.
  - 2021년 풍력 발전량은 크게 증가했는데, 전년대비 40.6% 증가한 약 656TWh를 기록하여, 2021년 중국 총 발전량에서 7.8%를 차지하였음.

“풍력발전 설비규모는 계속 증가세 유지”

### 〈 중국 풍력발전 설비규모 변화 추이(2010년~2021년) 〉

(단위: GW)

자료: 中商情報網(2022.1.27.), 近十年來中國風電裝機情況 海上風電發展趨勢明顯

7) 全國能源信息平台, 2021.2.18.

○ (해상풍력) 2021년 말 기준, 해상풍력 누적 설비규모는 약 26.4GW, 누적 대수는 5,237기에 달하였음.<sup>8)</sup>

- 지역별로는 장쑤가 약 11.8GW로 중국 해상풍력 설비규모에서 46.5%를 차지했으며, 그 외에 광둥(24.6%), 푸젠(9.1%), 저장(7.4%), 랴오닝(4.2%), 상하이(4.0%) 등이 뒤를 이음.
- 2021년에 해상풍력 신규 설비규모는 사상 최고치를 기록했으며, 주요 분포지역은 장쑤, 광둥, 저장, 푸젠, 랴오닝, 산둥, 상하이 등 7개 지역임. 이 중 장쑤의 신규 설비규모는 약 5GW에 달해 신규 설비규모에서 34.4%를 차지하였음.

〈 중국 해상풍력발전 누적 설비규모 변화 추이(2016년~2021년) 〉

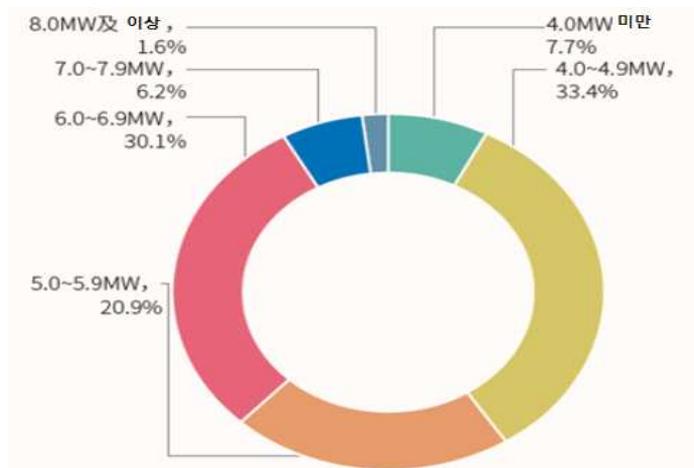
(단위: GW)

“중국의 기술 발전으로 인해 풍력발전기가 점차 대형화되는 추세”

자료: 中商情報網(2022.1.27.), 近十年來中國風電裝機情況 海上風電發展趨勢明顯

- 해상풍력 1기당 발전용량 규모별 비중을 보면, 4.0MW 미만 7.7%, 4.0~4.9MW 33.4%, 5.0~5.9MW 20.9%, 6.0~6.9MW 30.1%, 7.0~7.9MW 6.2%, 그리고 8.0MW급 이상이 1.6%를 각각 차지하였음.

〈 중국 해상풍력발전 1기당 규모별 비중(2021년) 〉



자료: 鑄造頭條(2022.7.19.), 2021年我國海上風電裝機情況

8) 人民資訊, 2022.2.9.

○ 2021년 육상 풍력프로젝트의 평지지역 제조단가\*는 kW당 5,800위안(약 899달러\*), 산간지역 제조단가는 kW당 7,200위안(약 1,116달러)을 기록하였음. 해상풍력은 단기간 내 설비공급 및 시공재 부족으로 kW당 18,500~23,500위안(약 2,868~3,643달러)을 기록하였음.

※ 여기서 제조단가(单位千瓦造价)는 발전시스템의 KW당 투자비용을 의미하며, 투자액에는 설비비용, 운임비, 설치비, 토건비 등이 모두 포함됨. 이 중 설비비용이 총 투자규모의 70~80%를 차지함.

※ 2021년 연평균 환율 1달러당 6.4515위안 적용

○ 2021년 풍력발전 설비의 연평균 가동시간은 2,246시간으로 전년대비 149시간 증가했으며, 풍력발전 기공률은 3.1%로 전년대비 0.4%p 감소하였음.

※ 기풍·기광(棄風·棄光)은 송전망 접속용량 부족, 전력공급의 간헐성 등 이유로 생산된 전력 일부가 전력망으로 공급되지 않거나 설비가 가동되지 못해 풍력·태양에너지가 낭비되는 현상을 의미함.

○ 중국의 풍력발전기는 기술 발전으로 점차 대형화되고 있으며, 반직접 구동 풍력발전기의 시장점유율이 점차 증대되고 있음.

- 블레이드 길이는 계속해서 사상 최고치를 기록하고 있으며, 육상풍력 타워 높이, 해상풍력 지지구조, 전압형 변환기 고압직류송전(VSC-HVDC) 등과 관련한 측량 기술도 빠르게 발전하고 있음.

○ (태양에너지) 2021년 말 기준, 중국 태양에너지 누적 설비규모는 전년대비 약 21% 증가한 약 307GW로, 중국 총 발전 설비규모에서 12.9%를 차지하였음.

※ 2021년 중국 태양에너지 누적 설비규모는 약 253GW를 기록하였음.

“중국의 기술 발전으로 인해 풍력발전기가 점차 대형화되는 추세”

“태양광발전의 수요 증가로 집중형 kW당 제조단가는 전년대비 4% 증가, 분산형은 10.6% 증가”

〈 중국 태양에너지 설비규모 변화 추이(2011년~2021년) 〉



자료: CREEI(2022.6.24.), 中國可再生能源發展報告2021

- 2021년 신규 발전 설비규모는 약 54.93GW로 전년대비 14.0% 증가했는데, 이 중 태양광 신규 설비규모는 54.88GW, 태양열은 0.05GW를 기록하였음.
- 분산형 태양광발전 누적 설비규모는 100GW를 넘어서 총 태양광발전 설비규모에서 약 30%를 차지하였음.
- 2021년 태양에너지 발전량은 327TWh로 전년대비 25.5% 증가하였음.
- 중국의 태양광 산업은 빠른 성장세를 보였는데, 폴리실리콘 생산량은 50만 6천 톤, 웨이퍼 226.6GW, 태양전지 197.9GW, 모듈 181.8GW 등을 기록하였음.
- 태양에너지부문에 대한 신규 투자 규모는 약 2,157억 위안(약 334억 달러)으로 전년대비 17% 증가하였음. 태양광 발전의 수요 증가로 kW당 제조단가는 상승했는데, 집중형은(6MW 이상) 전년대비 4% 증가한 4,150위안(약 643달러)/kW, 분산형(6MW 미만)은 10.6% 증가한 3,740위안(약 580달러)/kW을 기록하였음.
- 태양에너지 발전소의 연평균 가동시간은 1,163시간으로 전년대비 3시간 증가했으며, 2021년 기광량은 약 6.8TWh, 기광률은 2%로 전년과 유사하였음.

### 3. 2021년 기타 재생에너지원별 실적

- (수력) 2021년 말 기준, 수력발전 누적 설비규모는 약 391GW(양수발전 약 36GW)로 전년대비 5.6% 증가했으며, 중국 총 발전 설비규모에서 16.4%를 차지하였음.

〈 중국 수력발전 누적 설비규모 변화 추이(2016년~2021년) 〉

(단위: GW)

“2021년 말 기준,  
중국 수력발전  
누적 설비규모는  
전년대비 5.6%  
증가한 391GW”

자료: CREEI(2022.6.24.), 中國可再生能源發展報告2021

- 2021년 신규 수력발전 설비규모는 약 21GW이며, 2020년에 신규 설비규모 12GW에서 비해 크게 증가했음.
- 2021년 수력 발전량은 약 1,340TWh로 전년대비 1.1% 감소했으며, 이 중 양수발전 발전량은 약 39TWh로 전년대비 16.3% 증가하였음.

- 2021년 수력발전 가동시간은 3,622시간으로 2020년보다 203시간 감소하였음.
- (바이오매스 에너지) 2021년 말 기준, 중국 바이오매스발전 누적 설비규모는 약 38GW에 달했으며, 2021년 신규 설비규모는 약 8.1GW로 최근 5년간 신규 설비 규모에서 34.7%를 차지하였음.
  - 2021년 바이오매스 발전량은 크게 증가했는데, 전년대비 23.5% 증가한 약 164TWh를 기록하여 2021년 중국 총 발전량에서 2.0%를 차지하였음.
  - 2021년 중국 바이오매스발전 연평균 가동시간은 농림업부문에서 바이오매스 원자재 가격 급등으로 2020년보다 350시간 감소한 4,804시간을 기록하였음.
  - 바이오가스 연간 생산량은 0.18Bcm에 달했으며, 바이오매스 에너지 난방면적은 3억 1천만㎡, 고체성형 바이오매스 연간 생산량은 2,200만 톤, 에탄올 연료 290만 톤, 바이오디젤 120만 톤을 기록하였음.
  - 바이오매스 발전부문 투자도 지속 증가하고 있는데, 2021년 투자액은 1,400억 위안(약 217억 달러)으로 전년대비 15% 증가하였음.
  - 코로나19, 세계 주요국들의 양적완화 정책 등 영향으로 2021년 바이오매스발전의 제조단가는 2020년보다 8% 이상 증가하였음.

〈 중국 바이오매스발전 설비규모 변화 추이(2016년~2021년) 〉



“2021년 말 기준, 중국 에너지저장 누적 설비규모는 약 5.7GW”

자료: CREEI(2022.6.24.), 中國可再生能源發展報告2021

- (지열에너지) 2021년 말 기준, 중국의 신규 지열난방 면적은 1억㎡를 넘어섰으며, 허난, 산시(陝西), 허베이, 칭하이 등 지역에서 주로 활용되고 있음.
  - 심층 지열에너지 난방의 건설비용은 90~160위안(약 14~25달러)/㎡, 난방 운영 비용은 5~10위안(약 0.8~1.6달러)/㎡이며, 지열발전소의 제조단가는 일반적으로 20,000~35,000위안(약 3,100~5,425달러)/kW임.

○ (에너지저장) 2021년 말 기준, 에너지저장설비의 누적 설비규모는 약 5.7GW이며, 2021년 신규 설비규모는 약 2.5GW를 기록하였음.

- 풍력발전소 비중이 빠르게 증가함에 따라 전력시스템에서 장시간 에너지저장 기술에 대한 수요도 늘어나고 있음.
- 리튬이온배터리의 원자재 가격이 급등함에 따라 에너지저장용 리튬인산철 소재의 평균 가격은 1월 톤 당 약 4만 위안(6,200달러)에서 12월 약 10만 위안(15,500달러)으로 상승함.
- 리튬은 주로 해외 수입에 의존하는 것과 달리, 바나듐은 중국 내 생산량이 세계에서 60% 이상 차지하기 때문에 바나듐 레독스 배터리(Vanadium Redox Battery, VRB) 비용은 감소할 것으로 보임.
- 최첨단 단열 압축공기 에너지저장시스템 설비의 국산화가 빠르게 추진되고 있는데, 모든 설비가 국산화되면 총 투자비용의 약 30%를 절감할 수 있을 것임.

○ (수소) 2021년 중국의 수소 연간 생산량은 3,342만 톤으로 전년대비 33.7% 크게 증가하였음.

- 2021년 말 기준, 누적 수소충전소는 255개를 기록했으며, 2021년 신규 수소 충전소는 127개를 기록함.

“2021년 중국 수소 연간 생산량은 3,342만 톤으로 전년대비 33.7% 증가”

〈 중국 수소 연간생산량 변화 추이(2016년~2021년) 〉

(단위: 만 톤)



자료 : CREEI(2022.6.24.), 中國可再生能源發展報告2021

- 2021년 수소산업의 총 투자규모는 전년대비 92% 증가한 3,100억 위안(약 480억 달러)을 넘어섬. 또한, 수소산업 하류부문에서 점차 상류부문으로 투자가 확대되고 있음.
- 현재 수소 생산·저장·수송·충전·소비 등 각 산업별 시범사업을 추진하고 있으며, 장자커우, 닝둥, 네이명구 등 다수 지역에서 그린수소 생산 시범 사업을 추진하고 있음.

## 참고 문헌

- 에너지경제연구원, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제21-6호, 2021.3.22.  
\_\_\_\_\_, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제21-22호, 2021.11.15.  
\_\_\_\_\_, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제22-7호, 2022.4.11.  
\_\_\_\_\_, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제22-14호, 2022.7.18.  
中商情報網, 近十年來中國風電裝機情況 海上風電發展趨勢明顯, 2022.1.27.  
人民資訊, 2021年全國水電發電量13401億千瓦時, 2022.1.29.  
CREEI, 中國可再生能源發展報告2021, 2022.6.24.  
鑄造頭條, 2021年我國海上風電裝機情況, 2022.7.19.





WORLD ENERGY MARKET

*insight*

주요  
단신





# 미주

## ▣ 미, 경유와 난방유 수출 증가에 따른 미국 내 재고 감소로 가격 급등

- 미국의 경유와 난방유 재고가 역대 최저 수준으로 떨어지면서 산업, 화물운송, 농업, 가정 등 여러 부문에서 이용되는 이들 연료의 가격이 급등하고 있음.<sup>9)</sup>
- 미 에너지정보청(EIA)이 11월 16일 공개한 자료에 의하면, 경유와 난방유 등이 포함된 석유 제품의 재고가 11월 둘째 주 1억 740만 배럴로 떨어졌는데, 이는 같은 시기 기준으로 1951년 이후 최저 수준임.

### < 미국 전체 및 동부지역의 주간 석유제품 재고 변화 추이 >

(단위: 100만 배럴)



자료: Financial Times(2022.11.17.), "US diesel and heating oil stocks scrape lows before winter"

- 이처럼 이들 연료의 재고 수준이 낮아지면서, 고속도로에서 경유 가격이 전년 동기보다 47% 높은 갤런당 5.35달러에 달하고, 난방유도 전년동기 대비 70% 높은 갤런당 6달러에 이르렀으나, WTI유 가격은 동기간 6% 상승하는 데 그쳤음.
- 경유 가격 급등으로 최근 휘발유와 경유 간 가격 차이는 계속 확대되었는데 최근에 1.61달러를 기록했음. 특히 뉴욕 항구에서 거래되는 경유와 원유의 가격 차이는 역대 최고치를 기록함.<sup>10)</sup>
- 현재 미국 내 경유 공급 부족이 지속될 것으로 예상되지 않지만, 앞으로 날씨가 더 추워지면 특히 경유가 북동부지역 가정에서 널리 이용되는 난방유로 이용될 수 있기 때문에 여전히 수급 불안 위험이 있음.

9) Financial Times, 2022.11.17.

10) Wall Street Journal, 2022.11.16.

〈 미국 난방유 가격 변화 추이(2021년 vs. 2022년) 〉

(단위: \$/갤런)



자료: Financial Times(2022.11.17.), “US diesel and heating oil stocks scrape lows before winter”

- 석유제품 재고 감소는 미국 내 꾸준한 수요와 對유럽 수출이 증가하는 가운데 나타난 것으로, 2021년 미국의 경유 생산량이 소비를 2억 배럴 초과한 것을 감안할 때 미국 내 경유 공급 부족은 대체로 수출 증가에 따른 것으로 보임.
- 유럽이 오는 12월 5일까지 러시아産 원유의 해상 수입을 90% 감소시키고, 내년 2월까지 석유제품의 해상 수입도 90% 감소시키는 것을 감안할 때 동절기 미국의 경유와 난방유 재고는 더욱 축소될 것임.<sup>11)</sup>
- 낮은 재고 수준으로 공급을 확보하기 위한 미국과 유럽 간 입찰 경쟁이 더욱 심화될 것으로 보이는데, 최근 IEA(International Energy Agency)는 러시아 이외 지역産 경유에 대한 경쟁이 더욱 치열해질 것이라고 경고하였음(2022.11.15.).
  - 세계적인 석유 가격평가기관인 OPIC(Oil Price Information Service)에 따르면, 높은 가격 때문에 이미 트레이더들이 유럽으로 향하는 경유 카고의 일부를 미국 북동부로 목적지를 변경하였음.
- 경유는 휘발유와 같이 원유를 정제한 제품으로 대부분 농장이나 제조 장비의 엔진용 연료로 이용될 뿐만 아니라 상품을 수송하는 트럭과 열차 운행에도 이용되는데, 경유 가격에는 정제비용이 포함되며, 경제비용은 정제 과정에서 이용되는 가스 가격에 상당한 영향을 받음.<sup>12)</sup>
  - 경유 공급 부족을 야기한 주요 원인은 러시아·우크라이나 전쟁에 따른 유럽의 러시아에 대한 제재 일환인 러시아산 원유 및 석유제품의 수입 금지 조치이며, 특히 러시아産 원유보다 경유 수출이 지장을 받으면서 공급이 부족해진 데다, 러시아의 對유럽 가스 공급 제한으로 정제비용이 상승하였음.
  - 게다가 일부 발전사들이 높은 천연가스 가격으로 인해 발전연료로 경유 사용을 증대한 것도 경유가격 상승에 영향을 미쳤음.

11) Financial Times, 2022.11.17.

12) Wall Street Journal, 2022.11.16.

- 한편, 미 정부는 석유제품 재고 감소에 대응하기 위해 모든 선택지를 고려하고 있으며 여기에는 수출 제한도 포함된다고 밝혔다.<sup>13)</sup>

## ■ 미 EPA, 메탄배출 저감 강화 위한 기존 규정 개정

○ 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)이 메탄 및 기타 대기오염 물질 배출을 저감하기 위한 강화된 기준안을 발표하였음(2022.11.1.).<sup>14)</sup>

- 이번 개정안은 2021년 11월 발표된 기준을 보완하는 것이며, 광범위한 이해관계자와 대중 의견 약 50만 건을 반영하였으며 기후 및 인간에게 악영향을 미치는 대기오염물질을 저감하기 위해 더욱 포괄적인 의무사항을 포함하였음.
- 개정안은 혁신적인 메탄 탐지 기술과 기타 최첨단 솔루션의 이용을 촉진할 것으로 기대되며 구체적으로 다음과 같은 내용을 포함함.
  - 모든 유·가스정이 위치한 현장은 이들 정이 제대로 폐쇄될 때까지 메탄 누출을 정기적으로 모니터링 하도록 함.
  - 혁신적이고 비용효율적인 메탄 탐지 기술을 이용할 수 있도록 산업에 유연성을 제공하고 개발된 신규 탐지 방법을 승인하는 과정을 일원화함.
  - 대규모 메탄 누출을 식별하고 이에 대응하기 위해 원거리 감지 기술을 이용한 데이터를 활용함.
  - 배출량 저감을 위해 수반가스 연소(flaring)에 대한 의무조건을 강화하는 방향으로 개정함.
  - 현재 규제 대상이 아닌 건조밀폐압축기(dry seal compressor)에 대한 배출량 기준을 수립함.
  - 모든 산업부문의 공압제어장치(pneumatic controller)와 공압펌프(pneumatic pump)에 대한 무배출 기준을 수립함.

그대로 두면 폐기될 수 있는 가스의 회수를 확대함.

- 또한, 새로운 내용으로 신뢰할 수 있는 제3의 기관이 보고한 대량의 메탄 누출에 대해 운영사가 대응하도록 의무화하는 ‘대량 배출원 대응 프로그램(Super-Emitter Response Program)’도 개정안에 포함되어 있음.
  - EPA는 해당 프로그램 시행으로 누릴 수 있는 환경 편익이 2023년부터 2035년까지 총 340억~360억 달러에 이를 것으로 추정함.
- EPA는 최종 확정 시 강화된 기준이 미국의 근로자와 지역사회를 보호하고, 노조 친화적, 고품질 일자리를 유지 및 창출하고, 미국의 신규 기술 혁신과 제조를 촉진함과 동시에 기존에 버려지던 가스를 회수함으로써 상당한 경제적 혜택을 제공할 수 있을 것으로 기대함.
- EPA는 2023년 2월 13일까지 개정된 기준에 대한 의견을 수렴할 것이며, 2023년 안에 최종 규정을 발표할 예정임.

13) Financial Times, 2022.11.17.

14) Environmental Protection Agency, 2022.11.11.

## ■ 미 캘리포니아주, 부유층 옥상태양광 보유자에게 유리한 방향으로 일부 규정 개정

- 캘리포니아주 공공사업 위원회(California Public Utilities Commission, CPUC)가 옥상 태양광 시스템에 대한 규제안을 개정·발표하였음(2022.11.10.).<sup>15)</sup>
    - 새로운 규제안에는 저소득층을 위한 수백만 달러의 신규 지원책이 포함되어 있고, 그리고 태양광을 보유한 가정에 매월 부과되는 전력망 연결 비용 부과는 제외되었음.
      - CPUC는 지난 2021년 12월 발표한 규정안에서 전력망 유지비용을 충당하기 위해 옥상 태양광을 설치하는 신규 고객에게 매달 \$8/kW를 부과하겠다고 밝혔지만, 이번 규제안에서 이를 철회한 것임.
    - ※ 만약 전력망 연결비용 부과 시에 6kW 시스템을 보유한 가정은 매월 48달러 또는 연간 576달러를 지출했을 것임.
  - 또한, 이번 개정 규제안은 옥상 태양광을 보유한 가정에서 초과 생산된 전력(잉여 전력)을 유틸리티 기업에 판매할 때 적용되는 가격도 하향 조정하였음.
    - 태양광 산업이 현재 개정안을 검토하고 있으나, 캘리포니아 태양광·저장설비협회(California Solar & Storage Association, CALSSA)는 기존에 \$0.30/kWh이던 잉여전력 가격이 \$0.08/kWh로 떨어질 것으로 잠정 추산하였음.<sup>16)</sup>
  - 향후 최종안 확정 시에도 기존에 태양광 발전시설 보유 가정에는 새로운 규정이 적용되지 않고 기존의 보상 규정이 그대로 유지될 것임.<sup>17)</sup>
  - CPUC는 이번 개정안에 대해 오는 12월 15일 투표를 실시할 것이며, 최종 개정안은 2022년 4월 15일부터 발효될 것임.
    - ※ 캘리포니아주는 2035년까지 전력의 90%를 재생에너지로 공급하는 것을 목표로 함.
- 재생에너지 공급 확대를 추진해온 캘리포니아주는 인센티브의 더욱 공정한 배분을 요구하는 비판에 대응하기 위해 노력해왔으나, 옥상 태양광 시스템은 여전히 논쟁의 대상임.
  - 이번 개정안을 놓고 일각에서는 캘리포니아주의 부유층이 청정에너지 시스템의 상당부분을 소유하고 있는 만큼, 전력망 연결 비용을 부과하지 않으면 사실상 부유층에 유리한 개정 작업이 될 것이라고 비판하고 있음.
    - ‘모두를 위한 청정에너지(Affordable Clean Energy for All)’의 대변인은 이번 개정안이 실행되면 저소득층과 같이 태양광을 보유하지 않은 고객이 대체로 부유한 옥상 태양광 보유자를 위한 보조금을 지불하기 위해 숨겨진 세금(hidden tax)을 계속해서 부담하게 될 것이라며 매우 실망스럽다고 밝혔음.

15) Reuters, 2022.11.10.

16) Los Angeles Times, 2022.11.10.

17) Reuters, 2022.11.10.

- 그러나 최근 CPUC는 잉여 전력을 저장하기 위한 배터리 저장설비 도입을 장려함으로써 금번 개정안을 정당화시킨 바 있음.
- 또한, CALSSA의 Bernadette Del Chiaro는 개정안이 유틸리티 기업의 독점을 보호하고, 이들의 수익을 확대시키는 동시에 태양광의 가격 적정성을 떨어뜨리고, 100% 청정에너지 달성도 지연시킨다고 비판함.



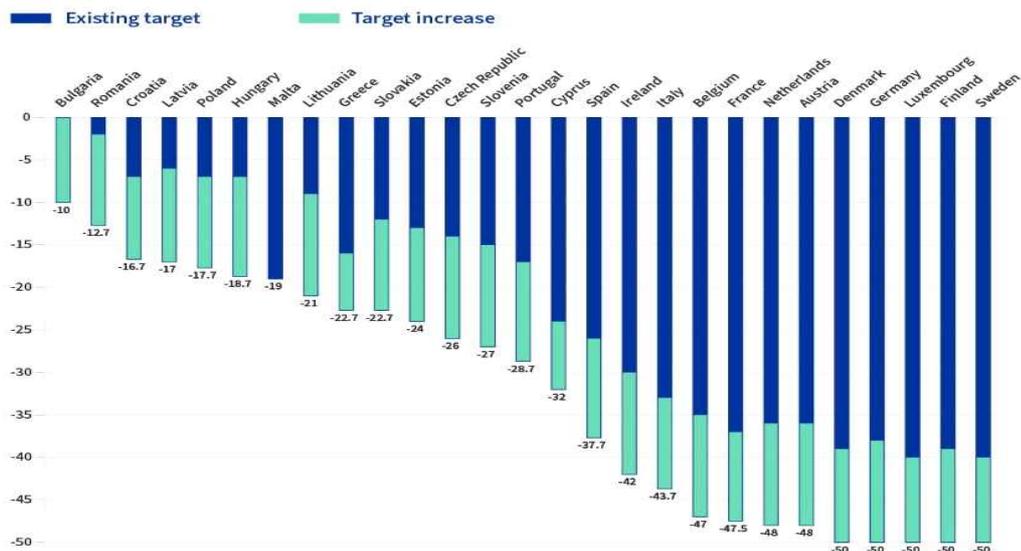
## 유럽

### ■ EU, ‘노력분담규정’ 개정으로 배출량 감축 목표 강화 추진

○ EU 회원국들은 2021년 발표된 ‘Fit for 55’ 패키지에 따라 ‘노력분담규정’(Effort Sharing Regulation, ESR) 개정에 잠정 합의하였으며, 이에 따라 노력분담규정 적용대상인 농업, 폐기물, 일반 제조업, 도로수송, 건물 난방, 소규모 생산설비 등 EU-ETS에 포함되지 않는 부문의 2030년 온실가스 감축목표를 2005년 대비 29%에서 40%로 상향조정함.<sup>18)</sup> 앞으로 EU 이사회의 최종 결정만 남아 있음.

- EU 전체 온실가스 배출의 약 60%가 노력분담규정에 의해 관리됨.
- 노력분담규정은 모든 회원국이 온실가스 배출 감축에 기여하도록 회원국별 연간 감축의무량을 부과하고 있으며, 회원국은 부여받은 연간 감축의무량 달성을 위한 부문별 감축 정책을 마련해야 함.<sup>19)</sup>
- 노력분담규정의 온실가스 감축 목표가 상향조정됨에 따라, 회원국별로 부여된 연간 온실가스 감축의무량도 상향조정 되었음. 감축의무량은 1인당 GDP가 상대적으로 높은 회원국에 더 높게 부과됨.

〈노력분담규정에 따른 국가별 2030년 탄소배출 감축 목표〉



자료: Council of the EU(2022.11.8.), “Infographic – Fit for 55: reducing emissions from transport, buildings, agriculture and waste”

18) Council of the EU, 2022.11.8.

19) 세계 에너지시장 인사이트, 21-15, 2021.7.26.

- 개정안은 배출권 이월을 허용하고 있는데, 회원국은 2022~2029년까지의 배출량이 연간 배출 할당량보다 낮을 경우에 할당량의 최대 25%를 2030년까지 이월할 수 있음.<sup>20)</sup>
  - 2021년에 한해 배출량이 연간 배출 할당량보다 낮을 경우, 2030년까지 할당량의 최대 75%를 이월할 수 있음.
  - 배출량이 연간 한도보다 높은 연도에는 배출량을 차입할 수 있으며, 2021~2025년에는 할당량의 최대 7.5%까지, 2026~2030년까지는 최대 5%까지 차입 가능함.
  - 2021~2025년까지 연간 배출 할당량의 최대 10%, 2026~2030년까지 연간 배출 할당량의 최대 15%까지를 거래할 수 있음.
  - 또한, 코로나19와 같이 배출량에 영향을 미치는 불확실성을 감안하기 위해 각 회원국에 설정된 배출 선형 경로를 2025년에 업데이트하며, 이에 따라 2026~2030년까지의 연간 배출 할당량이 상향 혹은 하향 조정 될 수 있음.

#### ■ 영국, 내년도 예산안에서 가계 에너지요금 지원기간 연장 및 횡재세 인상

- 영국 정부는 지난 11월 17일 내년도 예산안을 발표하였는데, 공공지출 삭감과 증세로 국가재정으로 550억 파운드를 확보하고, 기업에 대한 지원을 2023년 4월 이후부터 대폭 축소하며, 가계 에너지요금 국가 지원기간을 2024년 4월까지로 12개월 연장하기로 함.<sup>21)</sup>
  - 그러나 가계 에너지요금 상한선을 연간 2,500파운드에서 3,000파운드로 인상함.
    - 이로 인해 일반 가정은 내년 4월부터 금년보다 약 3배 높은 에너지요금을 지불하게 될 것인데, 금년에 정부가 제공한 일회성 할인지원금(400파운드)을 감안해도 2022년보다 연간 약 900파운드를 더 지불하게 될 것으로 예상됨.
    - 영국 정부는 이러한 상한선 조정을 통해 약 140억 파운드 이상의 재정지출을 절약할 것으로 추산하고 있으며, 여기서 확보된 재원을 연금 수령자, 장애인 등 취약 계층에 대한 지원에 사용하려고 함.
  - 2023년 4월 이후에 기업에 대한 정부 지원은 대부분 중단되며, 가장 취약한 산업/기업에 한해서 최소한의 지원만 제공될 것임.
- 또한, 석유·가스 기업에 부과되는 횡재세율을 25%에서 35%로 인상하고 2028년 3월까지 부과 기간을 연장함. 그리고 재생에너지 및 원자력 발전기업의 전력 도매가격이 75파운드/MWh를 상회하는 경우에 45%의 횡재세를 새롭게 부과함.<sup>22)</sup>
  - 석유·가스기업에 대한 횡재세 개정안과 이번에 일부 발전기업에 대한 횡재세 도입안은 2023년 1월부터 시행될 것임.

20) Council of the EU, 2022.11.8.

21) Financial Times, 2022.11.18.

22) Financial Times, 2022.11.18.

- 영국 정부는 석유·가스 기업에 대한 횡재세로 100억 파운드, 재생에너지·원자력 발전기업에 대한 횡재세로 약 40억 파운드를 거두어들일 수 있을 것으로 예상함.
  - 단, 정부의 저탄소 차액 계약(low carbon ‘contracts for difference’)에 따라 고정가격으로 판매되는 재생에너지 전력은 횡재세 부과 대상에서 제외됨.
- 이에 대해 재생에너지 산업계는 재생에너지부문에 대한 투자 위축과 석유·가스 기업과 유사한 수준의 세금부과에 따른 불공정성을 이유로 정부의 횡재세 부과 조치에 반발하고 있음.
  - 스페인 전력기업 Iberdrola SA의 스코틀랜드 사업부 CEO Keith Anderson은 “재생에너지에 석유, 가스와 유사한 수준의 세금을 부과하는 것을 이해할 수 없고, 그리고 천연가스로 인한 위기 임에도 불구하고 재생에너지에 대한 과세를 통해 위기를 극복하려고 한다”라고 불만을 토로함.<sup>23)</sup>
  - 지난 5월, 당시 재무부 장관이었던 리시 수낙(Rishi Sunak)은 석유·가스 기업에 대한 횡재세를 도입했음. 그러나 신규 석유·가스 개발사업에 투자하는 기업에 대해 세액공제를 제공하였는데, Shell을 포함한 일부 석유기업들은 실제로 횡재세를 거의 내지 않은 것으로 나타났음. 이번 예산안에도 이러한 세액공제 제도가 그대로 남아 있음.<sup>24)</sup>
    - 이에 따라 재생에너지 업계도 청정에너지에 대한 투자에 대해서도 이러한 세액공제 적용을 요구하고 있음.
- 그리고 이번 예산안에는 그동안 면제되었던 전기차에 대한 소비세가 2025년 4월부터 부과되는 것으로 되었음.<sup>25)</sup>
  - 2025년 4월부터 1년간 전기차에 좀 더 낮은 세율을 적용하고, 2026년부터 표준 세율을 적용함.
    - 영국은 2021년에 최대 5,000파운드까지 할인을 제공하는 플러그인 자동차 보조금을 폐지한 바 있음.
  - 전기차 기업에 대한 법인세율은 낮은 수준으로 유지될 예정이며, 2025년부터 3년간 세율 인상은 연간 1%p 수준으로 제한될 것임.<sup>26)</sup>
  - 또한, 2030년부터 휘발유 및 디젤 엔진의 신차 판매를 중단할 계획임.
- 영국 정부는 최근에 신규 원전 프로젝트(Sizewell C)를 최종 확정하였으며, 이에 더해 재생에너지 개발 및 보급을 계속 확대하려고 함.
  - 2020년 5월 프랑스 EDF는 Sizewell C에 대한 건설신청서인 개발동의명령(Development Consent Order, DCO)을 제출함.<sup>27)</sup> 금년 6월 영국 정부는 Sizewell C 건설 자금 지원을 위한 RAB(자금조달 모델) 적용을 확정하고, 7월에 EDF가 제출한 DCO를 승인하였으나,<sup>28)</sup> Sizewell C의 지분 20% 보유 여부를 포함한 최종투자결정은 내리지 않은 상태였음.<sup>29)</sup> 이후, 지난 11월 4일 영국 정부의 지출삭감

23) BloombergNEF, 2022.11.18.

24) Financial Times, 2022.11.18.

25) Financial Times, 2022.11.18.

26) BloombergNEF, 2022.11.17.

27) EDF, 2020.5.27.

28) 세계원전시장인사이트, 2022.11.18.

29) BBC, 2022.11.4

정책 대상에 Sizewell C 원전 프로젝트가 포함되어있다는 언론 보도가 있었으나, 11월 17일 정부는 Sizewell C에 대한 최종승인을 확정하였음.

- 영국 정부는 Sizewell C 프로젝트가 영국의 에너지 안보를 강화하고, 탄소중립을 위해 필요한 더 깨끗하고 저렴한 에너지 확보에 큰 역할을 할 것이며, 이를 지원하기 위한 최종투자결정(약 7억 파운드 규모)도 몇 주 내로 서명될 예정이라고 밝힘.<sup>30)</sup>

#### ■ 프랑스와 이탈리아 정부, 에너지 요금 지원 패키지 발표

○ 프랑스 정부는 전력 및 가스 비용 상승으로 인한 경제적 부담을 완화하고 자국 기업의 경쟁력을 높이기 위해 기업의 에너지 요금 할인에 대한 재정지원에 총 84억 유로(약 86억 7,000만 달러)를 배정하였음.<sup>31)</sup>

- 전력에 대한 특별세를 EU가 허용하는 최소 수준까지 인하함.
- 기업이 원전에서 생산된 저렴한 전력을 이용할 수 있도록 특별한 메커니즘을 도입함.
- 중소기업은 가계에 적용되는 에너지 가격 상한제의 혜택을 받게 됨.
- 재무부는 이러한 패키지 지원규모(84억 유로)는 2022년과 2023년의 지원액을 합친 것이라고 밝힘.
  - 프랑스 정부는 지난 9월에 천연가스 및 전력 가격 인상률을 15%로 제한하기 위해 450억 유로(약 436억 달러)의 예산을 책정하였음.<sup>32)</sup>

○ 또한, 이탈리아 조르자 멜로니(Giorgia Meloni) 총리가 이끄는 우익 정부는 350억 유로(358억 4,000만 달러) 규모의 에너지요금 지원 패키지가 포함된 예산안을 승인했으며, 금년 말 의회 통과를 앞두고 있음.<sup>33)</sup>

- 이번 예산안은 에너지 가격의 인상을 억제하고, 근로자와 자영업자의 세금을 감면하는데 중점을 두고 있음.
- 에너지 요금 지원 패키지 규모 350억 유로 중에 60%인 210억 유로가 정부 예산으로 충당될 것임.
- 또한, 이탈리아 재무부는 자원 확보 차원에서 석유 및 가스 가격 급등으로 커다란 이득을 얻은 에너지 기업에 대한 황재세율을 기존 25%에서 35% 인상할 계획임.
  - 인상된 황재세율은 2023년 7월까지 적용됨. 한편, 황재세 과세 대상은 수입(revenues)이 아닌 이익(profits)임.

#### ■ 독일과 폴란드 정부, 자국 내 러시아 Gazprom 자산 국유화

○ 독일 정부는 지난 11월 초, 러시아 Gazprom의 독일 내 합작 현지법인인 Securing Energy for Europe(Sefe, 前 Gazprom Germania)가 연방 소유로 최종 이전되었다고 발표함.<sup>34)</sup>

30) EDF, 2022.11.17

31) Reuters, 2022.11.20.

32) Reuters, 2022.9.26

33) Reuters, 2022.11.22.

34) Financial Times, 2022.11.14.

- 경제부는 Sefc의 불분명한 소유구조로 인해 은행과 다른 사업 파트너들이 Sefc와의 관계를 끊었으며, 이로 인한 Sefc의 과도한 부채와 파산 위험이 사업 운영과 독일의 가스 공급을 위태롭게 해서 국유화를 결정하게 되었다고 발표하였음.
  - 지난 4월 국가 신탁 하에 놓인 Sefc는 국가지원 신용 한도를 통해 약 100억 유로를 지원받았음.<sup>35)</sup>
- Sefc는 독일 내 가스 수송 업무뿐 아니라 체코, 스위스 등 다른 유럽 국가로의 천연가스 수송 사업과 독일 및 오스트리아의 가스저장 사업도 운영하였음.
  - Sefc의 자산에는 독일 최대 가스 저장시설인 Rehden과 대형 산업 소비자에게 가스를 공급하는 유통 회사 Wingas, 대규모 LNG 및 전력거래소인 Gazprom Marketing&Trading이 포함됨.<sup>36)</sup>
- 새로운 에너지안보법에 따라, 독일 경제부는 Sefc의 자본금 삭감을 명령하여, 기존 등록자본금 2억 2,560만 유로를 0으로 변경함. 그리고 경제부는 Sefc의 시장가치에 따라 보상금을 결정할 것이며, 보상 절차는 아직 확정되지 않았다고 밝힘. 향후에 Sefc는 경제부의 지시에 따라 신주를 발행할 예정임.<sup>37)</sup>
  - ※ 독일 정부는 Gazprom Germania의 신탁 조치 이후, 비상상황 시 주요 에너지기반 시설에 대한 임시 통제 권한 마련을 위해 에너지 보안법의 개정을 준비함. 개정안의 주요내용은 에너지 기반 시설 운영 기업의 업무 차질·미흡으로 에너지 공급 위기가 예상될 시, 해당 기업의 통제권을 확보하는 것임. 동 개정안은 7월 내각의 승인을 얻음.<sup>38)</sup>
- 이에 따라 Sefc는 Uniper에 이어 러시아-우크라이나 전쟁으로 촉발된 에너지 위기의 결과로 국유화된 두 번째 독일 기업이 됨.
  - 또한 지난 9월 독일 정부는 러시아를 “더 이상 신뢰할 수 있는 에너지 파트너가 아니다”라며, 러시아 석유회사 Rosneft가 소유한 3개의 정유소를 점유하였음.

○ 또한, 폴란드 정부는 Yamal 파이프라인의 폴란드 현지 부분 684km를 소유하는 EuRoPol Gaz의 지분 중, Gazprom PJSC가 소유한 48%의 지분에 대한 강제 관리에 돌입해 폴란드 내 러시아 자산에 대한 정부의 통제를 강화하였음.<sup>39)</sup>

- 러시아에서 유럽으로 가는 3개의 주요 가스 경로 중에 하나인 Yamal 파이프라인은 벨라루스와 폴란드를 경유해서 독일로 가스를 수송함. 그러나 2021년 말부터 간헐적으로 운영되다가 러-우크라이나 사태 이후인 지난 5월에 러시아 정부가 동 파이프라인을 통한 폴란드로의 가스 공급을 완전히 중단시켰음. 이후 Yamal 파이프라인의 독일-폴란드 구간은 독일의 가스를 폴란드로 공급하는데 사용되었음.
  - 금년 초 폴란드는 러-우크라이나 전쟁에 따라 Gazprom을 포함한 수십 개의 러시아 기업과 개인에 제재를 가하고 자산을 동결함. 이에 러시아는 EuRoPol Gaz를 포함해서 Yamal 파이프라인과 같은 자산 이해관계가 있는 회사들을 제재함.

35) Reuters, 2022.11.15.

36) 세계 에너지시장 인사이트, 22-08, 2022.4.25., Financial Times, 2022.11.14.

37) Reuters, 2022.11.15.

38) 세계 에너지시장 인사이트, 22-08, 2022.4.25., Reuters, 2022.7.5.

39) BloombergNEF, 2022.11.15.

- 러시아 Gazprom의 폴란드에 대한 제재 이후 Yamal 파이프라인의 폴란드 구간 운영사인 폴란드 국영 가스운송 기업 Gaz-System은 파이프라인 설비에 대한 주요 결정을 내릴 파트너의 부재로 어려움에 처하게 되었고 이에 따라 폴란드 정부는 헌법에 따라 자국 내 Gazprom의 지분 몰수가 불가하기 때문에 강제 관리를 시행하기로 결정했다고 밝힘.<sup>40)</sup>

---

40) Reuters, 2022.11.15.



▣ 중국, 비철금속부문 2030년 탄소피크 달성 방안 발표

○ 공업정보화부, 국가발전개혁위원회(NDRC), 생태환경부 등 3개 부처가 ‘비철금속산업의 2030년 탄소피크 시행 방안’(이하 ‘방안’)을 공동 발표함(2022.11.15.).<sup>41)</sup>

- ‘방안’에서는 2030년 탄소피크를 달성하기 위해 5년 단위(2025년, 2030년)의 비철금속부문 탄소 배출량 감축 목표를 제시하였음.

- **(2025년)** ‘14.5 순환경제 발전 계획’에서 제시한 2025년에 폐기물 등을 재활용한 비철금속 생산량 목표에 맞춰 비철금속 산업구조 및 에너지소비 구조를 개선하고, 저탄소기술 연구개발 및 활용으로 주요 비철금속의 에너지원단위 및 탄소배출원단위를 개선하며, 재생금속 공급 비중을 24% 이상으로 확대하고, 알루미늄 전해 시 재생에너지 발전원의 사용 비중을 25% 이상으로 제고함.

※ ‘14.5 순환경제 발전 계획’에서 2025년까지 재활용(또는 재생) 비철금속 생산량을 2,000만 톤으로 확대하고, 이중 재활용 구리는 400만 톤, 재활용 알루미늄은 1,150만 톤, 재활용 납은 290만 톤으로 증대한다는 목표를 제시하였음.

- **(2030년)** 에너지소비 구조를 크게 개선하고 알루미늄 전해 시 재생에너지원 사용 비중을 30% 이상으로 확대하며, 저탄소녹색 및 순환성장 산업시스템을 구축함.

- ‘방안’은 목표 달성을 위해 ①제련 생산능력 규모 최적화, ②산업구조 조정, ③에너지절약 감축 기술 개발 및 보급 확대, ④청정에너지로의 대체, ⑤녹색제조 시스템 구축 등을 제시함.

• **(제련 생산능력 규모 최적화)** 업계 진입 문턱을 높이고, 알루미늄 전해 총 생산능력 규모를 엄격히 규제하며, 구리·납·아연 산화알루미늄 등 생산설비의 무분별한 증설을 예방하고, 정책을 통해 금속 실리콘과 마그네슘 등에서 수급 균형을 달성함.

• **(산업구조 조정)** 생산 및 재활용, 제련 및 가공 산업 클러스터를 조성하고, 비철금속, 석유 화학, 철강, 전자재 기업들과의 협력을 확대하며, 저효율 생산설비의 퇴출을 가속화함.

• **(에너지절약감축 기술 개발 및 보급 확대)** 비철금속업계 저탄소기술 발전 로드맵을 마련하고, 폐열 회수 등 핵심기술을 개발함.

• **(청정에너지로의 대체)** 석탄보일러를 전기보일러로 교체하고, 석탄 대신 가스 사용을 확대함. 기업이 태양광 및 풍력 발전, 수소, 에너지저장시스템 등을 개발·건설할 수 있도록 지원함. 전해 알루미늄 생산능력을 재생에너지원이 풍부한 지역으로 이전하여 화력발전 사용 비중을 축소함.

• **(녹색제조 시스템 구축)** 비철금속 자원의 회수 활용 시스템을 완비하고, 비철금속 기업이 저탄소녹색 공급망 시스템을 구축하도록 유도함.

41) 新浪財經, 2022.11.16.

- 공업정보화부는 비철금속업계에서 탄소배출이 가장 많은 단계는 제련으로 업계 총 탄소배출량의 90%를 차지하며, 비철금속 중에서는 알루미늄이 업계 총 배출량의 75%를 차지한다고 밝힘.<sup>42)</sup>
  - 전기 사용이 비철금속 부문의 주요 탄소배출원인데, 전기 사용으로 인한 간접배출량이 업계 총 탄소배출량에서 70%를 차지하며 연료 연소과정에서 발생한 탄소배출량이 그 뒤를 이음.
  - 이에 제련부문 생산능력의 무분별한 확대를 억제하고, 업계의 주요 탄소배출원인 석탄연료를 가스와 전기로 대체하여 화석에너지 소비를 제한하고, 알루미늄 전해 기업이 재생에너지원이 풍부한 지역으로 이전하도록 지원하여 재생에너지원 활용을 확대하도록 하고, 석탄화력 자가 발전 대신에 전력망의 전력을 이용하도록 유도하여 제품당 탄소배출량을 근본적으로 감축함.

### ■ 중국, 주요 부문에서 탄소배출 감축기술 R&D 계획 추진

- 중국 과학기술부, 생태환경부 등이 주요 부문에서 탄소배출량 감축 기술 연구개발을 명시한 ‘14.5 (2021~2025년) 생태환경부문 과학기술 혁신 특별 계획’(이하 ‘계획’)을 공동 발표하였음(2022.11.2.).<sup>43)</sup>
  - ‘계획’에는 ▲대기오염 방지, ▲고체폐기물 감축 및 자원화, ▲기후변화 대응 등 부문이 포함됨.
  - **(대기오염 방지)** 핵심 활성 배출원의 특성 및 검증 기술을 구축하고, 미세먼지 및 휘발성 유기 화합물(VOCs) 배출원의 화학적 특성을 수집·정리한 데이터베이스(DB)를 구축함. 오존·초미세먼지 스마트 예측 및 추적 시뮬레이션 기술을 연구하여 7~14일 단위의 다척도 대기질 시간별 예보를 시행함.
  - **(고체폐기물 감축 및 자원화)** 고체폐기물 위험 감지센서 및 디지털 제어 기술을 연구함. 플라스틱 포장 자동차 등 주요 제품의 수명주기 설계·평가 방안을 연구하고 분해성 플라스틱 제조 등 핵심기술을 개발함.
    - 고속열차, 비행기, 풍력발전기 등 중대형 장비의 핵심부품 스마트 분해 및 핵심장비의 재제조·재활용 관련 기술을 연구개발함.
  - **(기후변화 대응)** ①기후변화 영향 평가 및 위험경보 핵심 기술, ②주요 부문 탄소피크·탄소중립 핵심 기술, ③CCUS 기술, ④글로벌 기후변화 대응 지원 기술 등 대기오염 방지를 위한 기술을 연구함.
    - **(기후변화 영향 평가 및 위험경보 핵심 기술)** 기후변화 및 이상기후에 대한 다척도 영향평가, 위험경보, 동태분석, 정량분석 등 기술을 연구개발함.
    - **(주요 부문 탄소피크·탄소중립 핵심 기술)** 화력발전, 철강, 시멘트, 화학, 비철금속, 교통 등의 탈탄소 기술과 분산형 에너지시스템 지원 기술을 연구함. 산업, 교통, 건물 부문의 준탄소 중립(Near zero carbon emission) 및 넷제로 시범사업을 추진하고, 시범사업의 탄소배출량 탄소배출량감축의 평가 기술 및 관련 DB를 구축함. 메탄, 수소불화탄소, 질소산화물 등 배출량을 모니터링·감축 대체할 수 있는 기술과 제품을 연구함.

42) 工業和信息化部, 2022.11.15.

43) 生態環境部, 2022.11.2.

- **(CCUS 기술)** 차세대 탄소 포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS) 기술을 연구개발하고, 탄소 저장 잠재력 평가 기술과 해양 대염수층·육지 석유가스전 등에 저장하는 기술을 연구하며, 100만 톤급 CCUS 시범사업을 추진함. 산업부문의 전체 가치 사슬에 CCUS 클러스터 기술 시범사업을 추진하며, 중국 CCUS 클러스터 평가·활용 시범 플랫폼을 구축함.
- **(글로벌 기후변화 대응 지원 기술)** 빅데이터와 IoE 기술에 기반한 온실가스 배출량 산정 방법·기술 시스템을 구축하고, 고밀도 온실가스 배출 요인 연구 및 DB 구축을 강화하고, 유엔 기후변화협약(UNFCCC)과 파리기후변화협약 이행 중에 발생하는 핵심 문제를 연구함.

### ▣ 중국, 에너지 총소비량 및 에너지원단위 규제 대상에서 원료용 에너지 제외

○ 중국 국가발전개혁위원회(NDRC), 국가통계국, 국가에너지국(NEA)은 최근 관련 통지를 통해 에너지 총소비량 및 에너지원단위 규제 대상에서 원료용 에너지를 제외하기로 발표함.<sup>44)</sup>

- ※ 중국은 13.5계획(2016~2020년) 기간에 에너지원단위와 에너지 총소비량 규제 방안을 수립했고, 2021년 9월에 이를 개정하였음. '개정안'에 따르면, 중앙정부가 5개년 계획마다 에너지규제 5개년 목표를 설정하면, 省(자치구, 직할시)은 국가가 하달한 5개년 목표에 따라 연간 목표를 수립 및 이행해야 하며, 최종적으로 5개년 목표를 완수해야 함.
- ※ 에너지 총소비량은 일정 기간 내에 물질 및 비물질 생산 부문에서 소비한 각종 에너지의 총합을 의미하며, 에너지 소비 수준, 구성, 증가율을 관찰할 수 있는 지표임. NDRC는 '에너지 생산 및 소비 혁명전략(2016~2030)(2017.4.25.)'에서 2021~2030년에 에너지 총소비량을 60억tce 이내로 규제하고, 에너지 총소비량에서 비화석에너지 비중을 약 20%로 확대할 계획이라고 밝힘.<sup>45)</sup>
- 원료용 에너지는 석유화학과 같은 산업부문에서 연료가 아닌 원료 및 재료로 쓰이는 에너지 제품을 의미하며, 구체적으로는 올레핀, 알킨, 알코올, 합성암모니아 등 제품을 생산하는데 쓰이는 석탄, 석유, 천연가스 및 기타 제품을 의미함.
- 직접 연소로 다량의 탄소를 배출하는 연료용 에너지와는 달리 산업공정 과정에서 밀폐되어 다른 제품으로 생산되는 원료용 에너지는 탄소배출량이 연료용 에너지보다 현저히 적지만, 정부의 에너지 규제대상에 전면일률적으로 포함되면서 석유화학 등 관련 업계가 적지 않은 어려움을 겪었음.
- 2021년에는 에너지 규제 목표를 이행하기 위해 산둥, 저장, 상하이 등 다수 지역에서 전력사용 제한 조치에 들어갔으며,<sup>46)</sup> 일부 화학기업들의 가동이 중단됨. 일부 지역에서는 황린, 탄산나트륨, 초산 등 기초 화학원료의 생산 중단으로 공급 부족 현상이 나타나면서 화학제품 원자재 시장 가격이 급등하였음.
- 중국 석유·화학산업 컨소시엄의 통계에 따르면, 2021년 중국 석유화학업계 에너지 총소비량 중에서 원료용 에너지 소비 비중은 약 30%를 차지하였음. 경제사회 발전과 산업구조가 고도화 되면서 중국의 석유화학업계 규모가 지속 확대될 예정임에 따라, 원료용 에너지 소비량도 지속 증가할 전망이다.<sup>47)</sup>

44) NDRC, 2022.11.1.

45) 界面新聞, 2022.11.16.

46) 인사이트, 제21-20호, 2021.10.18., pp.33~35.

- 이에 중국 정부는 에너지 규제 정책으로 인한 전력난의 발생을 방지하기 위해 2022년 양회(兩會) 업무보고에서 2025년까지 종합 목표와 실제 상황에 따라 에너지원단위를 유연하게 개설했을 것이며, 에너지 총소비량 규제 대상에서 원료용 에너지 소비와 신규 재생에너지 발전량을 제외할 계획이라고 밝혔으며, 이번 조치는 동 계획의 일환임.
  - 한편, NDRC는 14.5계획(2021~2025년) 기간 동안에 전년대비 증가한 재생에너지발전 발전량을 에너지 총소비량 규제 대상에서 제외하기로 공식 발표함(2022.11.16.).<sup>48)</sup>
    - 재생에너지원 포함 대상은 풍력, 태양에너지, 수력, 지열에너지, 바이오매스 발전 등 5종임.

## ■ 중국, 2022년 1~10월 신에너지차 판매량 전년동기 대비 약 2.1배 증가

- 중국 자동차공업협회가 발표한 통계에 따르면, 10월 신에너지차(New Energy Vehicle, NEV) 생산 판매량이 빠른 성장세를 유지하여 연이어 사상 최고치를 기록함.<sup>49)</sup>
  - 중국의 금년 10월에 NEV 판매량은 81.7% 증가한 71만 4천대를 기록했으며, 시장점유율은 28.5%에 달하였음. 2022년 1~10월 동안 NEV 총 판매량은 528만 대로 전년동기 대비 약 2.1배 증가했으며 시장점유율은 24%에 달하였음.
  - 이 중 순수전기차(BEV) 판매량은 전년동기 대비 93.1% 증가한 411만 9천대를 기록했으며, 플러그인 하이브리드차(PHEV)는 115만 9천대로 전년동기 대비 약 2.7배 증가했으며, 수소 연료전지차(FCEV)는 2,400대로 약 2.5배 증가하였음.
  - 중국 NEV의 해외시장 인지도도 지속해서 높아지고 있는데, 2022년 10월 NEV 수출량은 10만 9천 대로 전년동월 대비 81.2% 증가했으며, 2022년 1~10월 NEV 총 수출량은 49만 9천 대로 전년동기 대비 96.7% 증가하였음.
  - 승용차시장정보연합회는 10월 이후 일부 기업들이 NEV 판매가격을 인하하였기 때문에 11월 NEV 판매량이 증가할 것으로 보인다고 하며, 중국 NEV 판매량은 2022년에 약 650만 대, 2023년에 약 840만 대에 달할 것이라고 밝힘.
    - 중국 NEV의 주요 수출지역은 서유럽과 동남아시아 지역이며, 주요 수출대상국은 벨기에, 영국, 슬로베니아 등임.<sup>50)</sup>
- NEV 판매량이 빠르게 증가하면서 전기차 배터리 생산량도 크게 증가하고 있음. 중국자동차전 기차배터리산업혁신연맹의 통계에 따르면, 10월 중국 전기차 배터리 생산량은 전년동월 대비 150.1% 증가한 62.8GWh를 기록했음.
  - 이 중 삼원계 배터리 생산량은 전년동월 대비 163.5% 증가한 24.2GWh, 리튬인산철 배터리는 142.6% 증가한 38.6GWh를 기록하였음.

47) 中國工業報, 2022.11.15.

48) NDRC, 2022.11.16.

49) 中國能源報, 2022.11.14.

50) 搜狐網, 2022.10.25.

- 2022년 1~10월 중국 전기차 배터리 누적 생산량은 425.9GWh로 전년동기 대비 166.5% 증가하였음. 이 중 삼원계 배터리 생산량이 171.4GWh로 전년동기 대비 137.9% 증가했으며, 리튬인산철배터리 생산량은 254.2GWh로 190.4% 증가하였음.
- 2022년 10월 중국 전기차 배터리 사용량은 30.5GWh로 전년동월 대비 98.1% 증가했으며, 1~10월 누적 사용량은 224.2GWh로 108.7% 증가하였음.
  - 이 중 삼원계 배터리 사용량은 88.0GWh로 전년동기 대비 62.8% 증가했으며, 리튬인산철배터리 사용량은 155.6% 증가한 136.0GWh로 빠른 증가세를 보였음.



## ▣ 일본, 주택 에너지효율화 지원 강화

- 경제산업성, 환경성, 국토교통성은 연계를 통해 주택의 에너지효율화 지원을 강화할 것이며, 이를 위한 보조금제도 등에 관련된 2022년도 추경예산안이 각의결정되었음.<sup>51)</sup>
  - 주택의 단열성 향상을 위한 선진적 설비 도입 촉진 사업(경제산업성) 및 단열창문 개보수 촉진 등에 의한 가정부문의 에너지효율 향상·CO<sub>2</sub> 감축 가속화 지원 사업(환경성)에 대한 2022년도 추경예산안에 계상된 금액은 1,000억 엔임.
    - 기존 주택 창문의 단열 개보수 관련 비용의 일부를 보조하여 냉난방비 부담을 경감하여 에너지가격 급등에 대응하고, 가정부문 CO<sub>2</sub> 배출량을 2030년에 2013년 대비 70% 감축 목표를 실현할 것임.
    - 기존 주택 창문의 단열 개보수 공사내용에 따라 일정 금액의 보조금을 지급할 것이며, 보조율은 1/2 수준으로 한 가구당 최대 200만 엔을 지급할 것임.
    - 보조금은 단열 개보수 공사를 실시하는 사업자의 신청에 의거하여 주택소유자에게 보조금 전액이 환원되는 것을 조건으로 해당사업자에 대해 지급할 것임.
  - 고효율 급탕기 도입 촉진에 따른 가정부문의 에너지효율 추진 사업비 보조금 사업(경제산업성)에 대한 2022년도 추경예산안에 계상된 금액은 300억 엔임.
    - 가정의 에너지소비에서 큰 비중을 차지하는 급탕부문에 고효율 급탕기 도입을 지원하여 2030년 에너지 수급 전망 목표를 실현할 것임.
    - 보조금은 소비자 등을 대상으로 가정부문 에너지소비량을 감축하기 위해 일정 기준을 만족하는 고효율 급탕기를 도입할 경우 관련 비용을 보조할 것임.
    - 가정용연료전지 15만엔/대, 하이브리드급탕기 및 열펌프급탕기 5만엔/대 수준의 보조금을 각각 지급할 것임.
  - 에너지가격 급등의 영향을 받기 쉬운 육아 가정(18세 미만 자녀 보유 가정) 등을 대상으로 에너지효율성이 높은 신축 주택 확보 및 개보수를 지원하는 사업(국토교통성)에 대한 2022년도 추경예산안에 계상된 금액은 1,500억 엔임.
    - 신축 주택(50m<sup>3</sup> 이상)의 경우, 일정 수준의 에너지효율성능을 만족해야 하며 한 주택당 100만 엔 보조금을 지급할 것임.
    - 개보수할 경우, 기존 주택의 창문·외벽의 단열 향상 및 에너지효율설비 설치 등에 대해 일정 보조금을 지급할 것이며, 상한 수준은 원칙적으로 30만 엔임.

51) 環境ビジネス, 2022.11.10.

- 보조금은 사업자의 신청에 의거하여 주택소유자에게 보조금 전액이 환원되는 것을 조건으로 해당 사업자에게 지급됨.

○ 도쿄도는 2020년에 개시한 기존 주택 창문 및 문을 높은 단열성능을 가진 제품으로 교체하는 사업(단열 리폼)을 2022년에 확대하였음.<sup>52)</sup>

- 도쿄도는 2020~2021년도에 창문 대상 단열 리폼 약 1만8천 가구, 문 대상 단열 리폼 약 6천 가구를 대상으로 실시하였으며 보조율은 1/6로 상한금액은 창문 50만 엔, 문 8만 엔이었음.
- 도쿄도는 2022년 1월에 보조율을 1/6에서 1/3로 올리고 상한금액을 창문 100만 엔, 문 16만 엔으로 약 두 배 확대하였음.

### ■ 경제산업성, 청정에너지자동차 보급 촉진 위한 보조금 사업 확대

○ 경제산업성은 청정에너지자동차 도입 및 청정에너지자동차 보급 촉진을 위한 충전 인프라 도입 보조금 사업에 관련된 2022년도 추경예산안이 각의결정되었다고 발표하였음.<sup>53)</sup>

- 청정에너지자동차 도입 촉진 보조금 사업(약 700억 엔)
  - (보조금 지급 대상 및 기준) 전기자동차(EV), 플러그하이브리드자동차(PHEV), 연료전지 자동차(FCV) 등 구입비 일부로, 보조대상 기준은 2022년 11월 8일 이후 신차 신규 등록 혹은 신차 신규 검사 신청(경차)한 자동차임.
  - (보조금 지급 대상자) 보조대상차를 구입하는 개인, 법인, 지자체 등임.
  - (보조금 지급 상한액) EV 65만 엔, EV(경차) 45만 엔, PHEV 45만 엔, FCV 230만 엔 등이며, 일부 조건(급전기능 보유 등)을 만족할 경우, 상한액이 높아짐.
  - 외부 급전기능을 갖춘 EV 및 FCV 등은 재해 발생 시에 비상용 전원으로 활용할 수 있으며, 재해가 발생한 경우, 가능한 범위 내에서 급전 활동 등에 협력할 필요가 있음.
- 청정에너지 자동차 보급 촉진을 위한 충전 인프라 등의 도입 촉진 보조금(약 200억 엔)
  - (보조금 지급 대상 및 기준) 충전설비 및 V2H 충전설비 구입비 혹은 공사비의 일부, 수소 충전소 정비비용 혹은 운영비용의 일부, 외부 급전기기의 구입비 일부임.
  - (보조금 지급 대상자) 보조대상설비를 구입한 개인, 법인, 지자체 등임. 다만, 충전설비의 경우, 여러 명이 사용 가능한 것이 조건으로 개인 주택 설치는 보조대상에서 제외됨.
  - (보조금 지급 대상 기준) 충전설비의 설치사업 계획을 신청하여 심사를 거쳐 보조대상액의 지급 결정 후, 기기의 구입 및 공사에 착수할 수 있음. 공사 완료 후, 신속하게 실적보고 하면 확정절차가 됨. 지급 결정 전 기기의 구입 및 공사에 대한 착수는 인정하지 않음.
  - (보조금 지급 상한액) V2H 충전설비의 경우, 설비비 75만 엔, 공사비(법인) 95만 엔, 공사비(개인) 40만 엔임. 외부급전기의 경우, 설비비 50만 엔임.

52) 日本經濟新聞, 2022.5.24.

53) 環境ビジネス, 2022.11.14.

- 동 보조금은 2050년 탄소중립 실현을 위해 환경성능이 뛰어나고 재해 발생 시에도 비상용 전원으로 활용 가능한 차량에 대해 수요 창출 및 차량 가격의 절감을 촉구함과 동시에 차량의 보급과 밀접한 관계에 있는 충전, 수소충전 인프라의 정비 등을 전국 각지에서 진행하는 것을 목표로 함.
- 일본 정부는 2050년 탄소중립 실현을 위해 청정에너지자동차 및 관련 인프라 보급 확대를 목표로 제시하고 있으나, 서구에 비해 뒤쳐지고 있음.
  - 일본 정부는 2035년까지 승용차 신차 판매량 중 청정에너지 자동차(EV·FCV·PHEV·HEV) 비중 100%를 실현하겠다는 목표를 제시하고 있음. 한편, 해당 목표에는 HEV도 포함되어 있어 서구에 비해 EV·PHEV 등의 보급이 늦어지고 있다고 보고 있음.
  - 또한, 일본 정부는 EV용 충전인프라 설비를 2030년까지 현재의 5배인 15만 기로 확대하고 FCV용 수소충전소를 현재의 6배인 1,000기로 확대할 목표를 제시하고 있음.

#### ■ Mitsui물산, 아시아·태평양지역에서 CCS 사업 확대

- 일본 종합상사 Mitsui물산은 공장·발전소에서 배출된 CO<sub>2</sub>를 지하에 저장하는 CCS와 관련해 아시아 태평양지역을 중심으로 2035년까지 연간 1,500만 톤의 저장 지분을 확보할 계획임.<sup>54)</sup>
  - 동 사는 일본에서 CO<sub>2</sub>를 수송하기 쉬운 아시아 태평양지역의 가스전 등에서 CO<sub>2</sub> 저장 지분을 확보하기 위해 해외 에너지 대기업 등과 사업화 조사를 실시할 것임.
    - 인도네시아 국영에너지기업 Pertamina와 수마트라섬 중부에 있는 육상 유전 및 가스전 지대에서 CO<sub>2</sub> 저장용량을 조사할 것임.
    - 말레이시아 국영에너지기업 Petronas와 해외로부터 CO<sub>2</sub>를 수입하기 위한 저장량 및 CO<sub>2</sub> 수송 선박 항로 등을 검증할 것임.
    - 태국석유공사(PTT) 산하 자원개발회사가 보유한 Arhit가스전에서 배출된 CO<sub>2</sub>를 회수하여 지하에 저장하는 CCS 사업 추진을 위한 조사를 개시하였음.
    - 또한, Shell과 일본을 포함한 아시아 태평양지역에서 지하 저장층을 평가하여 CCS 프로젝트 개발 가능성을 검증하고, 동시에 CO<sub>2</sub> 배출원에서 저장지역까지의 해상 수송 등 CCS 가치 사슬 사업화를 검증할 것임.
  - 동 사는 아시아 태평양지역을 중심으로 확보한 CCS 지분을 활용하여 2030년에 일본 기업 등을 대상으로 발전소 및 제철소 등에서 배출된 CO<sub>2</sub>를 회수·액화하여 선박으로 수송하고, 이를 지하에 저장하는 CCS 서비스를 개시할 것임.
- 경제산업성에 따르면, 일본 탄소중립 실현에는 2050년까지 연간 약 1억2,000만 톤의 CCS가 필요함.

※ 2021년에 에너지 분야의 CO<sub>2</sub> 배출량은 9억8천 톤임.

54) 日本經濟新聞, 2022.11.15.

- 경제산업성은 2030년 CCS 사업화를 목표로 홋카이도 도마코마이시에서 CCS 실증사업을 실시하고 있음.
- 한편, 일본의 경우, 고갈된 석유·가스전이 적고 CCS에 적합한 대상지역 확보가 어려운 과제로 되어 있음. 이에 일본 기업들이 일본에 비해 석유·가스전 개발이 활발한 아시아 태평양지역 등을 중심으로 해외에서 CCS에 적합한 지역을 찾는 움직임을 보이고 있음.
  - JGC 및 J-Power는 인도네시아 가스전에서 천연가스 생산과정에서 분리된 CO<sub>2</sub>를 파이프라인을 통해 지하에 저장하는 사업을 검토 중임.
  - Marubeni는 J-Power와 호주 석탄화력발전소에서 배출되는 CO<sub>2</sub>의 CCS사업에 참가할 것이며, Mitsubishi상사와 Mitsui물산은 상호 제휴하여 호주 앞바다에서 CCS에 적합한 지역을 조사할 것임.
  - Itochu상사는 Nippon Steel 등과 액화 CO<sub>2</sub>를 수송하는 전용 선박을 제조하여 교토부에서 홋카이도까지 해상 수송하는 실증실험을 실시할 것임.



## 기타

### ■ 사우디, 중동지역 넷제로 달성 위해 향후 10년간 25억 달러 지원

○ Mohammed bin Salman 사우디 왕세자가 향후 10년간 ‘중동 녹색 이니셔티브(Middle East Green Initiative)’에 총 25억 달러를 지원하고, 해당 이니셔티브의 본부를 자국 내에 두겠다고 발표하였음(2022.11.7.).<sup>55)</sup>

- 중동 녹색 이니셔티브는 중동 지역의 이산화탄소 배출 감축을 위한 노력의 일환으로 사우디 정부가 2021년 10월 출범하였으며, 중동 내 화석연료 생산에서 배출되는 탄소를 60% 이상 감축하는 것을 목표로 함.

※ 상기 목표 달성 시 세계 온실가스 배출 수준을 2.5% 줄이는 데 기여할 것임.

- 2021년에 사우디 정부는 동 이니셔티브의 청정에너지 프로젝트를 추진하기 위해서 필요한 104억 달러 중 자국이 15%를 제공하겠다고 발표했는데, 금년에 이를 상향하였음.
- bin Salman 왕세자는 이집트 Sharm el-Sheikh에서 열린 제27차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP27)에 참석해 2050년까지 사우디 국부펀드(Public Investment Fund)의 탄소중립을 실현하겠다고 약속함.

※ 사우디 정부는 2060년까지 탄소중립 달성을 목표로 하고 있음.

- 또한, 사우디가 2030년까지 전력의 50%를 재생에너지로 공급함으로써 2035년까지 탄소 약 4,400만 톤의 배출을 저감할 것이라고 덧붙임.
- 추가로 사우디 정부는 중동 지역에 500억 그루의 나무를 심고, 2,000만 헥타르에 달하는 황폐화된 토지를 복원할 계획이며, 대규모 탄소 포집·저장 허브를 구축하겠다고 발표하였음.

○ 그러나 사우디는 에너지전환을 추진하는 과정에서 화석연료 소비가 급격히 감소하지는 않을 것이라는 입장을 여전히 견지하고 있음.<sup>56)</sup>

- Adel al-Jubeir 사우디 외교부 장관은 COP27에서 기후변화 대응을 위한 노력이 화석연료에 대한 논의로 보지는 않는다고 밝혔음.
- al-Jubeir 장관은 또한 러시아·우크라이나 전쟁으로 오랫동안 존재했던 위선적인 행동들이 드러났다고, 사람들은 석유 생산을 감축해야 한다고 주장하면서도 위기가 닥치자 산유국에 석유 생산을 증대할 것을 요구하고 있는데, 이는 서로 상충된다고 언급함.
- 기후변화 대응 노력은 각국의 온실가스 배출 저감에 중점을 뒀야 하며 특정 부문에 집중해서는 안 된다고 al-Jubeir 장관은 덧붙임.

55) Reuters, 2022.11.7.

56) Financial Times, 2022.11.14.

- 그러나 EU와 미국은 화석연료 의존은 공급 감소에 대한 단기 대응에 불과하다며, 자신들은 다양한 녹색 자금조달 이니셔티브를 통해 계속해서 청정에너지로의 전환을 가속화하겠다고 약속함.

■ 이집트, 10GW 규모의 대형 육상풍력 발전단지 건설 위해 UAE와 협력

○ 이집트 재생에너지 기업 Infinity Power와 Hassan Allam Utilitie가 자국 내에 10GW 규모의 육상풍력발전단지를 조성하기 위해 UAE의 재생에너지 기업 Masdar와 양해각서(memorandum of understanding, MoU)를 체결하였음(2022.11.8.).<sup>57)</sup>

- 이번 MoU는 Masdar의 회장이자 UAE의 산업·첨단기술부 장관 및 기후 특사를 맡은 Sultan Ahmed Al Jaber와 Mohamed Shaker 이집트 전력·재생에너지부 장관 사이에 체결되었으며, 여기에 양국 정상이 배석하였음.<sup>58)</sup>

- 해당 육상풍력발전단지 조성 시에 연간 총 47.79TWh의 청정에너지를 생산할 수 있을 것으로, 이로 인해 이집트는 자국의 연간 이산화탄소 배출량의 총 9%를 차지하는 탄소 2,380만 톤의 배출을 저감할 수 있을 것으로 기대됨.<sup>59)</sup>

※ 현재 이집트의 총 발전설비용량은 59.5GW에 달함.

- 이집트는 2035년까지 전력의 42%를 재생에너지로 공급하는 것으로 목표로 수립하고 ‘재생에너지 전력망(Green Corridor)’ 이니셔티브를 출범한 바 있으며, 이번 육상풍력발전단지도 해당 이니셔티브의 일환이 될 것임.

- 이번 육상풍력발전단지가 완공될 시에 이집트는 상당량의 가스 소비를 감축하게 될 것이며, 이로 인해 절약되는 비용이 연간 약 50억 달러에 달하고 가스 수출도 증가할 것으로 기대됨.

- UAE의 Masdar는 이번 프로젝트가 자사의 최대 프로젝트가 될 것이라고 밝혔는데, 동 기업은 총 200억 달러 이상의 재생에너지 자산을 보유하고 있으며, 총 용량 15GW를 초과하는 수준임.

- Masdar의 Sultan al-Jaber 회장은 UAE와 자사가 이집트의 넷제로(net-zero) 목표를 지지하는 동시에 차기 기후변화협약 당사국총회를 준비하는 국가로서 COP27에서 거둔 성과를 더욱 확대시키기 위해 노력할 것이라고 밝혔음.

○ 이에 앞서 금년 4월에는 Masdar와 Hassan Allam Utilitie가 지중해 해안에 위치한 수에즈운하 경제구역에 4GW 용량의 녹색수소 생산 설비 구축을 위해 협력하고자 이집트 정부 지원 기관과 함께 2건의 MOU를 체결한 바 있음.<sup>60)</sup>

※ 이집트는 풍부한 태양광과 풍력 자원을 보유하고 있어 이를 이용한 재생에너지 발전 비용 경쟁력이 상당히 높은 편으로, 이를 이용한 녹색수소 생산도 유리한 데다 앞으로 녹색수소 수요가 가장 크게 확대될 지역과 인접해 있어 수소 수출도 용이할 것으로 보임.

57) Reuters, 2022.11.8.

58) Daily News Egypt, 2022.11.9.

59) Reuters, 2022.11.8.

60) Daily News Egypt, 2022.11.9.

- 이번 프로젝트 1단계는 2026년까지 녹색수소 생산 설비 건설 및 운영을 완료하고 병커링(bunkering)을 위해 연간 10만 톤의 e-메탄올(e-methanol)을 생산할 수 있을 것임.
- 이후에 해당 설비는 2030년까지 4GW로 확장되어 수출용 녹색 암모니아와 내수용 녹색수소 230만 톤을 생산하게 될 것임.



## 국제 천연가스·원유 가격 동향

### • 국제 천연가스 가격 추이

(단위: \$/MMBtu)

구 분	2022년									
	11/10	11/11	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/21	11/22	11/23
Henry Hub	6.24	5.88	5.93	6.03	6.20	6.37	6.30	6.78	6.78	7.31
NBP	31.06	26.81	32.01	35.65	31.97	31.57	32.27	31.78	32.56	36.25
JKM	27.55	27.23	27.23	27.40	27.40	27.40	26.39	27.30	29.22	31.12
TTF	32.71	27.87	32.32	34.97	32.14	31.91	32.76	33.19	34.15	36.66

주 : 1) 12월 선물가격, JKM은 1월 선물가격

2) NBP, TTF 선물가격의 단위는 각각 €/MWh, GBp/therm에서 US\$/€, US\$/£ 환율(종가)을 적용하여 산출함.

3) 소수점 이하 셋째 자리에서 반올림하여 오차가 발생할 수 있음. 자세한 데이터는 세계 에너지시장 인사이트 홈페이지(<http://www.keei.re.kr/insight>) 참조

자료 : 1) Henry Hub Natural Gas Futures;

2) UK NBP Natural Gas Calendar Month Futures;

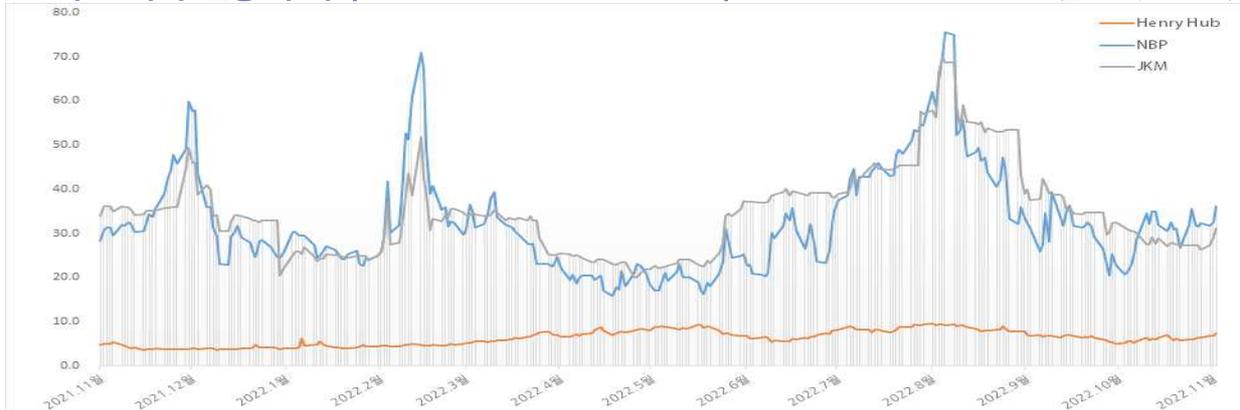
3) LNG Japan-Korea Marker Futures;

4) Dutch TTF Natural Gas Calendar Month;

5) CME Group 홈페이지, <https://www.cmegroup.com>

### • 가스 가격 변동 추이 (2021.11.23.~2022.11.23.)

(단위: \$/MMBtu)



### • 국제 원유 가격 추이

(단위: \$/bbl)

구 분	2022년									
	11/10	11/11	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/21	11/22	11/23
Brent	86.47	88.96	85.87	86.92	85.59	81.64	80.08	79.73	80.95	77.94
WTI	93.67	95.99	93.14	93.86	92.86	89.78	87.62	87.45	88.36	85.41
Dubai	87.18	91.05	91.04	86.83	88.06	87.18	84.35	81.27	82.35	81.83

주 : Brent, WTI 선물(1개월) 가격 기준, Dubai 현물 가격 기준

자료 : KESIS

### • 유가 변동 추이 (2021.11.23.~2022.11.23.)

(단위: \$/bbl)



세계 원유 수급현황과 석탄·우라늄 가격에 대한 자세한 데이터는  
세계 에너지시장 인사이트 홈페이지(<http://www.keei.re.kr/insight>) 참조



#### 단위 표기

Mcm: 1천m<sup>3</sup>

MMcm: 1백만m<sup>3</sup>

Bcm: 10억m<sup>3</sup>

Tcm: 1조m<sup>3</sup>

Btu: British thermal units

MMBtu: 1백만Btu

b/d: barrel per day

MMb/d: 1백만b/d

toe: ton of oil equivalent

Mcf: 1천ft<sup>3</sup>

MMcf: 1백만ft<sup>3</sup>

Bcf: 10억ft<sup>3</sup>

Tcf: 1조ft<sup>3</sup>

tCO<sub>2</sub>eq: 이산화탄소 상당톤

---

#### 에너지경제연구원 에너지국제협력센터

#### 해외에너지정책분석팀

세계 에너지시장 인사이트 홈페이지

<http://www.keei.re.kr/insight>

---

#### 세계 에너지시장 인사이트

#### World Energy Market Insight

발행인 임춘택

편집인 이성규 leesk@keei.re.kr 052)714-2274

편집위원 문영석, 허윤지, 김남일, 도현재, 손인성

장연재, 박용덕, 김해지

연구진 정귀희(미주), 김수경(유럽), 김나연(중국),

임지영(일본), 김경민(러시아/CIS)

문의 김해지 kimhj@keei.re.kr 052)714-2090

본 「세계 에너지시장 인사이트」에서 제시하고 있는 분석결과는 연구진 또는  
집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다.



WORLD ENERGY MARKET INSIGHT

# 세계 에너지시장 인사이드 *biweekly*



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute