

세계 에너지시장 인사이트

제24-6호
2024.3.18.

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

현안 분석

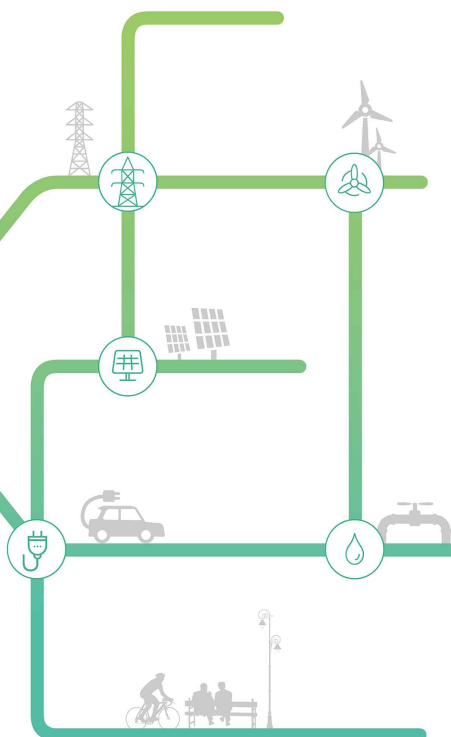
- 주요국 청정수소 인증제 수립 동향과 시사점

포커스

- 2024년 G20 에너지전환실무그룹(ETWG) 의제와 논의 방향
- 수송부문의 탈탄소화를 위한 이퓨얼(e-fuel) 활용 여건과 동향(IEA)

주요단신

- 카타르, 2030년까지 LNG 생산용량 16MMtpa 추가 확대 계획 발표
- 미 정부, 러·우 전쟁 2주기를 맞아 금융·에너지·국방 부문 중심의 對러시아 제재 발표
- 미국 증권거래위원회, 대기업의 온실가스 배출량 공개 의무화
- 미 하원, 원전 보급 확대 위한 법안 통과
- EU 회원국, 영국에 이어 에너지 현장 조약(ECT) 공동 탈퇴 합의
- 리창 중국 총리, 양회 정부업무보고에서 2024년 에너지 중점 방향 발표
- 일본 경제산업성, 남벌방지 위해 재생에너지 지원 법규 개정



CONTENTS

제24-6호
2024.3.18.

현안 분석

p. 3 주요국 청정수소 인증제 수립 동향과 시사점

포커스

p. 15 2024년 G20 에너지전환실무그룹(ETWG) 의제와 논의 방향

p. 23 수송부문의 탈탄소화를 위한 이퓨얼(e-fuel) 활용 여건과 동향(IEA)

주요 단신

국제 p. 35 • 카타르, 2030년까지 LNG 생산용량 16MMtpa 추가 확대 계획 발표

미주 p. 36 • 미 정부, 라우 전쟁 2주기를 맞아 금융·에너지·국방 부문 중심의 對러시아 제재 발표
• 미국 증권거래위원회, 대기업의 온실가스 배출량 공개 의무화
• 미 하원, 원전 보급 확대 위한 법안 통과

유럽 p. 40 • 영국 정부, 재생에너지 경매 예산 증액 및 황재세 시행기간 연장 발표
• 독일 정부, '탄소 관리 전략' 초안 및 이산화탄소 저장법 개정안 발표
• EU 회원국, 영국에 이어 에너지 한장 조약(ECT) 공동 탈퇴 합의
• EU 집행위원회, 역내 태양광 산업 지원을 위한 다양한 방안 모색

중국 p. 44 • 리창 중국 총리, 양회 정부업무보고에서 2024년 에너지 중점 방향 발표
• 중국 전인대 및 정협 위원, 중국 양회에서 에너지 관련 정책 제안
• 중국 NDRC, 2024년 전력부문 발전 과제로 초고압(UHV) 송전 강조
• 중국 NDRC, 녹색저탄소전환산업 지도목록 발표

일본 p. 49 • 경제산업성, 남별방지 위해 재생에너지 지원 법규 개정
• 경제산업성, GI기금을 활용한 해상풍력 저비용화 사업 추진 방침 제시
• 경제산업성, 페로브스카이트 대상 FIT 매입가격 높은 수준 설정
• 경제산업성, OCCTO의 광역계통 장기방침의 재생에너지 출력제어 평가



WORLD ENERGY MARKET

insight

현안
분석

주요국 청정수소 인증제 수립 동향과 시사점

에너지기후정책본부 이해진 부연구위원(hyejin@keei.re.kr)

- ▶ 청정수소와 수소화합물은 산업부문·수송부문의 배출감축 수단이며, 발전부문의 유연성 자원으로서 중요성이 부각되고 있음. 더욱이, 청정수소는 탄소중립경로에서 유일한 교역 가능 에너지자원으로서, 전통적 에너지 수입 지역(동아시아, 유럽)의 에너지안보와 탈탄소화에 주요 전략자원으로 평가됨.
- ▶ 국내 산업구조, 재생에너지 보급, CO₂ 저장공간 등의 특징을 고려할 때, 청정수소는 우리나라 에너지안보와 탄소중립을 달성하는데 중요한 역할을 담당할 것으로 기대됨.
- ▶ 주요국은 자국 여건을 고려하여 수소생산의 전주기 배출량 산정을 위한 시스템 경계 정의, 배출허용 임계점 설정, 추진체계 정립, 청정수소 생산과정 추적관리 시스템 도입 등을 추진하고, 국가별 청정수소 인증제 운영방안을 마련 중임.
- ▶ 특히 인증기준을 설계 시 배출량 외에도 각국의 에너지정책에 따라 추가요건을 부여하고 있음. 즉 자원의 효율적 사용을 담보하며 현재의 가용 기술을 활용하여 최선의 청정수소 생산기술을 보급하는 추세임. 이에 국가 주도 청정수소 인증제도 이러한 차원에서 전략적 요소를 검토할 필요가 있음.

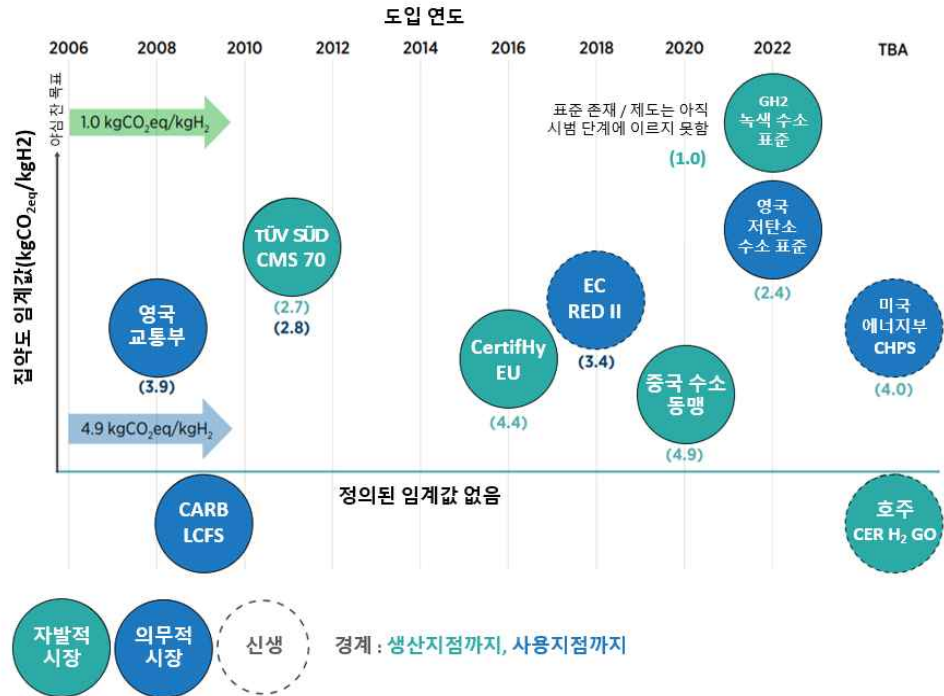
1. 청정수소 인증제 전개방향

- 청정수소는 블루수소(기존 천연가스 개질 기반 수소생산 설비에 이산화탄소 포집·저장기술을 적용), 그린수소(재생에너지 기반), 핑크수소(원전 활용) 등으로 정의됨.
- 인증제도를 구축 중인 국가들은 대부분 전주기 배출기준 임계점을 그레이수소(천연가스 개질수소) 대비 약 70%로 설정함.
- 현재 청정수소 인증제는 표준화된 제품을 대상으로 하는 상호인정체계가 당연시되는 제도라기보다는 각국의 여건과 에너지 정책방향에 따라 국가별로 수립되는 특징을 가짐.
 - 같은 EU 역내에서도 독일은 자국 에너지 정책에 따라 블루수소와 원전수소를 청정수소 범주에서 제외한 반면, 프랑스는 원전수소를 강력하게 지지함.
 - 또한 EU에서 분리된 영국은 초기에는 자국에서 필요한 수소를 직접 자국 내에서 생산하는 정책을 예고하면서 인증을 위한 전주기 수소 1kg 당 허용 배출량 임계점을 EU의 3.38kgCO₂eq/kgH₂ 보다도 훨씬 엄격한 수준인 2.4kgCO₂eq/kgH₂로 제시함.
 - 미국은 자국의 블루수소 생산 여건을 고려하여 배출량 임계점을 4kgCO₂eq/kgH₂로 설정하면서, 미국에 앞서 발표한 EU와 영국 기준치와 차이를 보인 사례가 대표적임.
 - 이처럼 G7의 주요국의 인증제는 설계 방향부터 차별화되면서 청정수소 인증제는 개별 국가의 에너지 정책과 에너지안보 전략, 그리고 자국의 기술·산업을 고려한 국가제도로 전개되고 있음.

“청정수소 인증제는 현재 기존 대비 70% 내외의 감축률을 확보할 수 있도록 설계중”

“청정수소 인증제는 국가별로 자국의 에너지 정책방향과 생산여건을 고려한 국가제도로 전개중임”

〈 의무적 및 자발적 시장 대상 주요국 청정수소 인증제 임계점 발표현황 〉



주 : CARB = 캘리포니아 대기자원 위원회(California Air Resources Board) / CER = 청정에너지규제청(Clean Energy Regulator) / CHPS = 청정수소생산표준(Clean Hydrogen Production Standard) / EU = 유럽연합(European Union) / GH2 = 녹색수소기구(Green Hydrogen Organisation) / H₂GO = 수소원산지보증(Hydrogen Guarantee of Origin) / LCFS = 저탄소연료표준(Low Carbon Fuel Standard) / RED II = 재생에너지 지침 II(Renewable Energy Directive II) / RTFO = 재생교통연료의무제도(Renewable Transport Fuel Obligation)

자료 : IRENA(2023). *Creating a global hydrogen market: Certification to enable trade*

○ 향후 시장이 성숙하고 각국의 전력망 배출계수 개선, 친환경선박 상용화 등과 같이 수소생산 여건이 개선됨에 따라, 국제 거래 활성화를 위한 상호인정체계가 구축될 가능성이 높음.

“장기적 관점에서 청정수소 국제 거래시장 활성화를 위해 국가간 상호인정체계 개발에 대한 노력이 필요함”

○ 현재 상호인정체계 구축 수요는 주로 다양한 인증 체계에 대응하는 부담이 있는 잠재적 수소 수출국과 온실가스 배출 허용 임계점 기준이 높은 EU 측 수요가 주요함.

○ 이러한 방향성에 기반하여 지난해 제28차 당사국총회(COP)에서 우리나라 포함 ‘청정수소 인증제 상호인정 선언문’를 체결한 바 있음.

– 동 선언문은 개별 국가의 인증제 관련 다양한 정책적 선택을 인정하는 핵심 원칙을 기반으로 장기적 관점에서 상호인정체계 정립과 국제 시장 발전을 위한 기술적 해법 개발 촉진에 협력하기로 합의하였음.

〈 다자 협력체 수소무역 규범 관련 논의 동향 〉

- ① 청정에너지장관회의(CEM) 수소이니셔티브에서 14개국*은 ‘국제수소 무역 포럼’ 설립을 위한 공동선언문 발표(‘23.7, 인도)
* 한국, 호주, 브라질, 캐나다, 칠레, 독일, 일본, 사우디, 네덜란드, UAE, UK, 우루과이, 미국, EU
- ② 「G20」 에너지전환 장관회의 결과문서 및 의장 요약문에서 수소 시장 가속화를 위한 5대* 자발적 원칙에 합의(‘23.7, 인도)
* 1) 인증제 상호인정을 위한 노력, 2) WTO 규정을 준수하며 저탄소 수소·암모니아의 공정거래, 3) 기술 및 비즈니스 분야 국제협력 강화, 4) 투자, 재정지원, 인프라 개발 강화, 5) 정보공유 및 역량강화 협력
- ③ 「G7」 기후, 에너지 및 환경 장관 성명서에서 인증제 포함 무역개발과 안전 관련 규정, 코드 및 표준화를 위한 노력에 합의(‘23.4, 일본)
- ④ 「제27차 당사국총회」 수소수요 창출, 표준 및 인증체계를 개발하기 위한 공동 작업, 개발도상국을 위한 양허 금융 및 기타 메커니즘에 대한 접근성을 촉진하기로 합의

2. 청정수소 인증제 구성요소

- 청정수소 인증제를 구성하는 핵심요소로는 1) 인증기준 2) 추진체계 3) 제3자 심사 4) 추적관리가 있음.
- (인증기준) 청정수소 생산과 관련된 전주기 과정 중의 배출량 산정을 위한 시스템 경계의 정의가 필요한데, 대부분 국가에서 원료 조달부터 수소생산까지의 ‘Well-to-Gate’(원료채굴부터 수소생산까지)를 채택하였으며, EU의 경우 수소 활용까지 포함한 ‘Well-to-Wheel’(원료채굴부터 수소 사용시점까지)을 제시하였음.
 - 따라서 사용후 폐기와 관련된 배출량을 제외하되, 연료와 원료의 상류부문의 배출량은 관리 범위에 포함하고 있음.
 - 다만 미국의 경우 산출물에 탄소원이 포함된 경우, 궁극적으로 이산화탄소로 배출될 것을 감안하여 배출량을 보정하거나, 여타 국가 주도의 의무화 인증제에서 CCU 기술을 적용시 감축량으로 인정하지 않는 등 시스템 경계 이후의 CO₂ 배출량을 제어하기 위한 장치를 마련 중임.
 - 예외적으로 일본은 청정암모니아 배출량 산정범위로 우선 상류부문 배출량을 배제한 채 시작하지만, 점차 배출량 산정범위를 확대해 나가면서 상류부문의 배출량을 고려할 것임을 예고함.
 - 이러한 가운데, EU는 재생에너지 지침에서 정의하는 다른 연료와 동일한 기준을 가져가기 위해 현재까지 발표된 인증제도 중 가장 확대된 범위의 시스템 경계인 Well to Wheel 범위를 적용하기로 하였는데, 이는 보다 바람직한 활용처에서 사용을 유도하기 위한 장치이기도 함.
 - 다만 Well to Wheel 범위를 적용하기 위해서는 육상 운송중의 배출량 제어가 필요하므로, 유럽 전역에 걸쳐 수소 전용 파이프라인과 같은 대규모 인프라 구축이 계획되고 있음.

“인증기준,
추진체계,
제3자 심사,
추적관리가
인증제도 설계를
위한 필수적인
구성요소임”

“대부분의 국가
주도 청정수소
인증제도는
수소생산을 위한
원료와 연료의
조달과 관련된
상류부문을 배출량
산정 시스템
경계에 포함하고
있음”

“국가의 청정수소
사용 의무물량
준수 또는
인센티브 수혜를
위한 의무화
인증제는 보다
엄격한 관리체계를
요구함”

- **(추진체계)** 인증제도 운영을 위한 추진체계는 아직 다 완비되지 않았으나, 유럽이사회에서 기존의 자발적 인증시장을 운영하고 있는 여러 체계 중 일부를 지정하여, EU의 의무적 시장을 정의하는 RED II, Art. 25. RFNBO 인증기준에 맞춰 운영할 계획임.
- **(제3자 심사)** 의무적 시장의 필수요건 중 하나는 독립적인 제3의 기관으로부터 객관적인 심사를 거쳐 배출량 산정이 제대로 되었는지 검증하는 체계를 갖춰 투명성을 확보해야 한다는 점임.
 - 예를 들어, EU의 경우 향후 지정될 자발적 인증제도 운영기관이 지정하는 제3의 기관이 심사 역할을 담당하게 됨.
- **(추적관리)** 인증서와 인증된 수소를 추적 관리할 수 있는 관리연속성(Chain of Custody) 모델의 선택이 필요한데, 청정수소 인증제에서는 물질수지방식(MB, Mass Balance) 또는 장부기입 및 청구방식(BC, Book & Claim) 중 하나를 선택하고 있음.
 - Mass Balance 방식은 수소와 인증서의 흐름이 같아야 하며, Book & Claim 방식은 물리적으로 수소와 인증서의 흐름이 이원화가 가능한 인증서 거래시장임.
 - 한편 민간의 저탄소·친환경 제품 소비를 촉진하기 위한 자발적 인증제도와 정부 주도로 저탄소·친환경 제품 생산 의무물량 준수 또는 인센티브제도와 연계되어 보다 엄격한 수준의 관리체계를 요구하는 규제형 의무적 인증제도가 있음.
 - 의무적 시장은 대부분 Mass Balance 방식을 선택하고 있는데, 이는 Book & Claim 방식 선택 시 인증서와 제품의 거래가 이원화되면서 발생할 수 있는 허위보고 등 문제를 회피하고, 최소한 자국 내 청정수소가 도달하게 하여 국가 탈탄소화에 직접적으로 기여하기 위한 조치이기도 함.

〈 주요국 의무적·자발적 청정수소 인증제 설계 현황 요약 〉

국 가	제도명	인증 라벨	법적 근거	추진체계	추적 방법	배출량 산정 기준	기준치 (kgCO ₂ e/kgH ₂)	시스템 경계 ²⁾
미 국	Clean Hydrogen Production Tax Credit (IRA section 13204)	-	IIJA(Infrastructure, Investment and Jobs Act) Tax 45V, Tax 45Q	-	-	GREET	4	WtG
영 국	Low-carbon Hydrogen Standards	저탄소 수소	-	-	MB	-	2.4	WtG

국 가	제도명	인증 라벨	법적 근거	추진체계	추적 방법	배출량 산정 기준	기준치 (kgCO ₂ eq /kgH ₂)	시스템 경계 ²⁾
EU	CertifHy	그린 수소	RED II, Art. 19	민간	BC	CertifHy	4.4	WtG
		저탄소 수소	RED II, Art. 19	민간	BC	CertifHy	4.4	WtG
		재생 수소	RED II, Art. 25. RFNBO	민간 (CertifHy)	MB	RED II	3.38	WtW
	ISCC Plus	재생 수소	RED II, Art. 25. RFNBO	민간 (ISCC협회)	MB	RED II	3.38	WtW
	Renewable Energy Directive (RED II)	재생 수소	RED II, Art. 19	자발적제도 (VS)	BC	-	-	WtG
		재생 수소	RED II, Art. 25. RFNBO	유럽이사회 지정 자발적제도 (VS)	MB	RED II	3.38	WtW
	Hydrogen and gas markets decarbonisation package	저탄소 수소	Gas Directive 2009/73/EC & Gas Regulation (EC) No 715/2009	미정	-	-	3.38	WtW
독 일	H2Global	재생 수소	RED II, Art. 25. RFNBO	HINT.CO (SPC)	MB	-	3 ¹⁾	WtP
프 랑 스	Guarantees of traceability	재생 수소	France Ordinance No. 2021-167	-	MB	-	3.38	WtG
		저탄소 수소			MB	-		
호 주	Product Guarantee of Origin scheme	-	-	공공	MB	IPHE	-	WtW
	Zero Carbon Certification Scheme	재생 수소	-	민간	MB	-	-	WtG
일 본	Low-carbon hydrogen certification	저탄소 수소	-	민간 (일본수소협회)	-	-	3.4	WtG
		청정 암모 니아	-	민간 (청정연료 암모니아협회)	-	-	0.84tCO ₂ eq/tNH ₃	GtG
한 국	청정수소 인증제	청정 수소	수소법 및 시행령	지정예정	MB	자체 모델	4	WtG

주 : 1) “MB(Mass Balance)”는 물질수지방식,

“BC(Book & Claim)”는 장부기입 및 청구방식을 의미

2) 독일의 H2Global 체계가 EU의 RED II 발표 이전에 먼저 입찰에 들어가면서, 시스템 경계를 수입항만까지로 축소시키면서 임계점도 이를 반영하여 설정한 바 있으며, 동 입찰시장 공고문에서 RED II Art. 25. RFNBO이 확정된 이후 조정을 예고한 바 있음.

3) “WtG(Well-to-Gate)”는 원료채굴부터 수소생산까지,

“WtW(Well-to-Wheel)”은 원료채굴부터 수소 사용시점까지,

“WtP(Well-to-Port)”는 원료채굴부터 수입항만 도착지점까지,

“GtG(Gate-to-Gate)”는 수소생산지점을 의미

자료 : IPHE(2023) *2nd draft of Certification Scheme Inventories*를 기본으로 하며 누락정보는 IEA(2023) *Towards Hydrogen Definitions based on their Emissions Intensity*; DENA(2023) *Establishing an National Hydrogen Standard*; IRENA(2023) *Creating a Global Hydrogen Market – Certification to enable trade*; CertifHy 웹사이트; ISCC 협회 웹사이트 자료를 바탕으로 저자 정리

3. 청정수소 생산을 위한 추가요건

“전반적인 자원의
효율적 활용을
유도하기
위해서는,
청정수소 생산을
위한 투입원료와
연료의 적정성에
대한 추가적인
정의가 필요함”

“그린수소
생산기술에
대해서는
재생에너지
발전설비의
추가성,
공간적상관성,
시간적상관성을
추가요건으로
제시되고 있으며,
해당 요건들은
점진적으로 강화될
것으로 예상됨”

- 청정수소 인증 기준값 외에도, 국가별 상황에 따라 수소를 생산하지 않았을 때와 비교하여 순감축효과를 측정하거나, 원료에 대해 추가성 및 지속가능성 기준을 부과하는 등 추가적인 보완조치가 요구되고 있음.
 - 청정수소 인증을 위해 배출량 이외에 추가적인 보완조치를 포함하는 이유는 자원 활용을 최적화하고, 전반적인 에너지전환 체계 아래서 청정수소 생산 경로를 효율적으로 운용하기 위함.
- 우선 자국 내 또는 역내에서 대규모 그린수소를 생산하기 위한 목표를 수립한 국가들의 공통적인 추가요건은 기존 건설된 재생에너지 발전설비가 수소생산으로 이탈하여 전력망 탈탄소화에 부정적 영향을 미치지 않도록 제어하는 데 초점을 맞춤.
 - EU는 2023년 제정된 재생에너지지침(RED II) 위임법안을 통해 2028년부터 그린수소 생산을 위한 재생에너지 발전설비는 수소생산설비 구축 시점으로부터 3년 이내 건설된 설비만 인정하는 추가성 요건을 제시한 바 있음.
 - 이외에도 EU는 2030년부터는 재생에너지 발전량과 수소생산에 투입된 전력량을 1시간 단위로 일치되는 부분만 인정하는 시간적 상관성, PPA 계약 등 전력망을 통해 전력을 조달 시에는 동일한 입찰구역에 있는 전력을 쓰도록 유도하는 공간적 상관성을 추가요건으로 제시하고 있음.
 - 미국은 2023년 12월 재무부에서 발표한 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA) 청정수소 생산세액공제 잠정 가이드스를 통해 EU와 마찬가지로 세 가지 추가요건을 모두 적용할 것임을 예고하면서, 1시간 단위 시간적 상관성은 EU보다도 2년 앞선 2028년부터 적용할 예정임을 발표함.
 - 영국은 2023년 12월 저탄소수소 표준안에서, 발전설비에 대한 추가 요건은 없으나, 영국 전력망으로 공간적 상관성을 한정하고 시간적 상관성으로는 전세계에서 가장 강력한 요건인 30분 단위로 측정하여 일치시켜야 함을 발표함.

〈 EU RED II 위임법안 내 재생에너지 연계 수소생산 인정 기준 〉

구분	전력망 연계	재생에너지 직접연계	PPA 체결 전력망 연계
추가성	- 해당사항없음	(‘28.1.1 이전 가동시) - ‘37.12.31까지 제약 없음 (‘28.1.1 이후) - 수소생산설비 구축전 3년 이내 발전 개시 - CAPEX 또는 OPEX 지원받지 않은 발전원	
공간적 상관성	- 전년도 재생에너지 전력 평균 비율 90% 초과하는 입찰구역에 수소생산설비가 치하거나, - 또는 전력망 평균배출량이 18gCO ₂ e/MJ 이하인 입찰구역에 수소생산설비 위치시, - 1차년도 입증자료가 5년간 유효	- 물리적으로 발전원과 직접 연결 - 동일한 시설 내 위치 또는 직접 연결을 통한 다른 시설에서의 수소 생산 - 단, 재생에너지 설비가 그리드에 미연결되었음을 입증 필요	- 재생에너지 발전사업자로부터 PPA 계약을 체결하여 구매한 전력과 연결된 그리드 - 재생에너지 설비 위치 · 수소생산설비와 동일한 입찰구역 · 하루 전 현물시장 전력가격이 수소생산구역보다 높거나 동일한 인접입찰구역 · 수소생산구역과 인접한 역외입찰구역
시간적 상관성	- 연간 공급 전력의 재생에너지 비율에 따른 최대시간을 초과하지 않고 생산	- 동일한 시설 내 위치 또는 직접 연결을 통한 실시간 발전 소비	(‘29.12.31까지) - 월별로 발전량과 전력소비량이 동일해야함 (‘30.1.1이후) - 발전 시간대와 동일한 시간대(hour period)에 수소가 생산되어야 함 - 입찰구역 하루 전 현물시장 전력정산가격이 €20/MWh 이거나 ETS 배출권가격의 0.36배보다 작거나 같아야 함

자료 : EU Parliamentary Research Service(2023). *EU rules for renewable hydrogen (europa.eu)* 자료를 바탕으로 저자 정리

○ 바이오수소의 경우 원료인 바이오매스의 생물다양성, 토지이용변화에 따른 문제 등 지속가능성 문제를 고려하고, 수소 외에 대안적 활용 가치가 있는지 여부를 검토하여 원료 시장의 왜곡 현상을 방지하고 바이오자원 자체를 효율적으로 활용하는 데 초점을 맞춤.

- 우선 우리나라를 비롯한 미국, 일본, 중국, 호주, 독일, 브라질 등 20여개국의 정부가 참여중인 국제수소연료전지파트너십(IPHE, International Partnership for Hydrogen & Fuel Cells in the Economy)에서 배포한 전주기 청정수소 배출량 산정지침에서 수소생산을 위한 적정 바이오자원을 언급함.
- 동 보고서에서는 폐기물 바이오매스 공급원으로 “폐기물”을 의도적으로 생산되지 않았거나, 원산지 국가에서 가치를 부여할 가능성이 희박한 모든 바이오 원료를 수소생산을 위한 적정 바이오자원으로 정의함.

“바이오연료
생산과 같이
바이오자원을
활용할 수 있는
대안적인 경로가
있는 경우에는
보다 타당한
방식으로 한정된
바이오자원을
활용할 수 있도록
해야함.”

- 미국은 2022년에 발표한 수소전략로드맵에서 적정 청정수소의 경로로 CCS 기술을 적용한 바이오자원 활용만을 언급한 바 있으며, 2023년 재무부 발표 IRA 청정수소 생산세액공제 잠정 가이드라인에서는 수소생산을 위해 최초로 활용된 바이오가스 또는 비산배출가스의 경우에만 활용을 인정하기로함.
- 특히 기존에 열, 전력 생산 등에 활용했던 바이오가스를 수소생산으로 전환하는 경우, 천연가스와 동일하게 배출량을 처리하겠다는 강력한 방향성을 제시함.
- EU는 RED II 위임법안에서 바이오자원으로 수소를 만들 경우, 바이오연료로 관리하겠다고 발표하며, 주로 태양광과 풍력 등 재생에너지를 연계한 그린수소를 지칭하는 “비생물계 재생에너지 연료”(Renewable fuels of non-biological origin, RFNBO)와 차별화하는 분류체계를 구성함.

“인증제 외에도 청정수소 생산과 활용을 위한 인센티브지원 또는 의무적 시장을 통해 적재적소에서 청정수소 활용을 통한 감축전략 마련이 필요함”

4. 청정수소 공급망 구축 정책과 시사점

■ 국가 전략자원으로써의 청정수소의 의의

- 온실가스 감축과 에너지안보 확보를 위해 주요국은 국가계획 및 로드맵 수립, 부문별 의무할당량 설정, 탄소경계조정메커니즘(CBAM) 도입, 차액보전 또는 정액지원과 같은 인센티브 메커니즘 개발 등 다양한 방식으로 청정수소 수요를 촉진하고 있음.
- 차액보전 메커니즘을 도입한 국가로는 영국, EU, 독일, 일본이 대표적이며, 입찰 시장을 통해 낙찰 받은 청정수소 공급업자를 대상으로 생산단가와 수요측의 구매가격과 차액을 보전하는 형태로 전개되고 있음.
- 정액지원 메커니즘을 도입한 국가로는 미국의 IRA 법안에 따른 청정수소 등급에 따른 생산단가 보전이 대표적인 사례로, 동 법안 예산 내역을 보면 세액을 공제하는 방안 외에도 세액공제 크레딧의 거래 허용과 직접보전 예산도 별도로 수립되어 있어 즉각적인 정책효과를 담보하고 있음.
- CBAM은 수입국의 탄소 가격을 역외 수출국에도 동일하게 부과하여 해외로의 탄소누출을 막는 한편, 교역국 사이의 정책의 차이에 따른 생산단가 격차를 줄여 수입국의 산업을 보호하기 위한 조치로, EU는 수소를 CBAM 관리 제품으로 추가한 바 있음.
- 2050년 넷제로 배출을 목표로 한 에너지전환 경로에서 수소와 수소화합물은 에너지 안보를 담당할 핵심 비축수단으로 주목받고 있으며, 이미 국가 간 국제협력 의제로 부상하고 있음.
- 특히 유럽지역과 동아시아 지역은 산업구조와 기후여건상, 탈탄소화 경로에서도 여전히 상당한 청정연료의 수입을 전망하고 있어, 수급 안정화를 위한 비축전략과 주변국과의 공조체계를 유지할 필요가 있음.

“자원안보 측면에서 청정수소는 전략물자로 관리하고, 비축에 대한 전략 마련도 필요함”

- 특히 비축을 위한 관련 인프라 건설에 상당한 비용이 소요되기 때문에 전략적 협력을 통한 공동수요개발 및 이를 통한 건설비용에 있어서 규모의 경제효과 창출을 하는 등 보다 적극적인 형태의 협력이 필요함.
- 다만, 국가 간의 비축 협력체계가 효과적으로 작동하기 위해서는 청정수소 인증 기준을 일치시키거나, 상호 합의하에 Book & Claim 형태의 관리체계를 일부 유연하게 활용할 필요가 있음.

■ 시사점

- 수소는 이차에너지이기 때문에 필연적으로 청정수소 인증제 설계방향은 대안 경로와 비교를 통해 기존 대비 추가적인 온실가스 감축량을 확보할 수 있으며, 동시에 자원 활용을 최적화할 수 있는 방향으로 초점이 맞춰져 있음.
- 더불어 전주기 관점에서의 총배출량 제어와 함께 수소생산시설 자체의 감축효과를 극대화하기 위한 방안으로, 90% 이상의 포집물과 CO₂ 저장만을 감축량으로 허용하는 등 가용할 수 있는 기술 중에서 가장 강도 높은 감축노력을 유도하고 있음.
- 전력망의 탈탄소화, IMO의 해운부문 온실가스 배출규제, 저탄소 천연가스 규제 등 수소 밸류체인과 연계된 유관 분야 제도의 발전과 함께 점진적으로 더욱더 청정한 수소생산이 가능해질 것임.
- 부가적으로 유럽, 미국 등이 주도하는 온실가스 배출량에 따른 새로운 무역장벽은 우리 스스로 제품의 정확한 탄소 함량을 측정하고, 전략을 구축이 필요하다는 관점에서, 국가 주도의 청정수소 인증제 추진 당위성을 더욱 공고히 해줌.
- 나라마다 처해있는 상황에 따라 보완조치에 대한 입장이나 인증을 위한 임계점 설정에 다소 차이가 존재하기 때문에 청정수소의 정의도 다소 차이가 존재하나, 장기적인 관점에서는 청정수소 인증제도의 조화를 이룰 수 있을 것으로 전망함.

“청정수소는 향후 유관 제도의 배출량 규제와 더불어 더욱 청정한 생산이 가능해질 수 있으며, 따라서 청정수소 인증제는 청정수소 생산시설 자체의 탈탄소화를 최우선적으로 고려해야함”

참고문헌

- EU(2023), *Renewable Energy Directive* (EU 2018/2001).
- EU Parliamentary Research Service(2023), *EU rules for renewable hydrogen*.
- IPHE(2023), *Methodology for Determining the Greenhouse gas Emissions Associated with the Production of Hydrogen*.
- IRENA(2023), *Creating a global hydrogen market: Certification to enable trade*.
- UK Department for Energy Security & Net Zero(2023), *UK Low Carbon Hydrogen Standard*.
- U.S. Department of the Treasury(DOT)(2023), *45V Notice of Proposed Rulemaking(NPRM) Proposed Rule. Federal Register /Vol. 88, No. 246*



WORLD ENERGY MARKET

insight

포커스

2024년 G20 에너지전환실무그룹(ETWG) 의제와 논의 방향¹⁾

에너지국제기구협력실 유학식 연구위원(hsyoo7@keei.re.kr)

- ▶ (2024년 G20 에너지전환 실무그룹) 2024년 G20 의장국(브라질)은 에너지전환 실무그룹(ETWG)의 주요 의제로 '에너지전환을 위한 금융 가속화', '에너지전환의 사회적 측면 고려', '지속가능 연료에 대한 혁신적 관점'을 제안
- ▶ (신흥시장 및 개도국 에너지전환 금융 가속화) 신흥시장 개도국은 자본비용이 높아 에너지전환을 위한 자본비용 저감이 필요. 따라서 본 의제는 청정에너지 프로젝트 자본비용 저감, 민간 투자장벽 제거, 공공투자 및 양허성 자원 확대, 국제 양허성 금융의 거버넌스·투명성 개선 등을 포함
- ▶ (에너지전환의 사회적 측면 고려) 개도국은 삶의 질 개선, 일자리 창출, 교육 및 훈련 등이 시급. 이에 따라 본 의제는 개도국 및 저소득 인구의 에너지접근성 및 경제성 제고 방안, 청정취사 전환 가속화, 여성 참여 확대 방안 등을 포함
- ▶ (지속가능 연료에 대한 혁신적 관점) 본 의제는 지속가능 연료의 생산과 활용 확대를 위해, 지속가능 연료의 전기화 경로 보완 및 통합, 생물기원 탄소의 잠재력 활용, 지속가능성 표준 협력, 지속가능 연료 정책 및 규제 프레임워크 및 시장 창출, 모범사례 교류 및 역량구축 방안 등을 포함.

1. G20 에너지전환실무그룹(ETWG) 개요

■ G20

- (출범 배경) 2007년 미국 서브프라임 사태 및 대형금융기관의 파산을 시작으로 미국발 금융위기가 빠르게 세계로 확산되자 글로벌 경제 문제를 국제 협의와 협력을 통해 대응하고자 주요 20개국이 참여하는 국제기구로 G20이 2008년에 출범하였음.
 - 2008년 EU 의장국 프랑스는 2008년 9월, UN총회를 계기로 같은 해 11월 중 주요국 정상과 국제금융기관이 참여하는 세계경제회의 개최를 제안
 - 미국은 G7, 한국, 호주 등 주요 국가와 중국, 인도, 브라질 등 신흥경제국까지 포함하여 2008년 11월 15일에 최초로 G20 정상회의를 개최
- (회원국) G20은 19개 회원국과 EU로 출범하였으며, 2024년 AU(아프리카연합)이 추가로 정식 회원기구가 되었음.
 - 19개 회원국은 아르헨티나, 호주, 브라질, 캐나다, 중국, 프랑스, 독일, 인도, 인도네시아, 이탈리아, 일본, 한국, 멕시코, 사우디아라비아, 남아프리카공화국, 러시아, 튀르키예, 영국, 미국임.
 - G20 회원국은 세계 GDP의 약 85%, 세계 무역의 75% 이상, 세계 인구의 약 3분의 2를 차지함.
- (의장국) G20은 별도의 사무국을 두지 않고, 매년 회원국들이 돌아가며 의장국을 번갈아 맡는 방식으로 운영함. 올해는 브라질이 의장국임.

**"G20은 2008년
글로벌 경제
문제를 다루고자
주요 20개국이
참여하여 출범"**

1) 본고는 G20 에너지전환실무그룹(ETWG)의 2024년 논의 의제와 추진 전망을 제시하고자 주로 G20 ETWG 1차 회의(24.2월)에서 공유된 내용 중 공개 가능한 내용을 중심으로 작성됨.

- (주요 의제) 출범 초기 G20은 주로 글로벌 거시 경제 문제에 초점을 맞추었으나 이후 무역, 지속가능한 개발, 보건, 농업, 에너지, 환경, 기후변화 및 반부패 같은 주제까지 의제를 확장하였음.
- (운영체계) 크게 두 개의 활동 트랙으로 셰르파 트랙(Sherpa Track)과 재정 트랙(Finance Track)을 두고, 트랙 산하에 주제별 실무그룹(WG)을 운영
 - 셰르파 트랙에서는 주제별 협상이 이루어지며, 정상회의에 포함될 의제를 논의하고 조정함. 현재 셰르파 트랙 내에 15개의 주제별 실무그룹과 2개의 태스크포스, 1개의 이니셔티브를 운영하고 있음.
 - 주제별 실무그룹 : 농업, 반부패, 문화, 재난위험 감축, 개발, 디지털 경제, 교육, 고용, 에너지전환, 환경 및 기후 지속가능성, 보건, 관광, 무역 및 투자, 연구 및 혁신, 여권 신장
 - 재정 트랙은 글로벌 거시경제 문제를 다루며 회원국의 재무장관과 중앙은행수장이 참여함.

■ G20 에너지전환실무그룹(ETWG, Energy Transition Working Group)

- G20의 셰르파 트랙 내, 주제별 15개 실무그룹 중의 하나로, 청정하고 지속 가능한 에너지원의 사용과 공정하고 접근가능하며 포용적인 에너지전환을 향한 글로벌 에너지전환에 대해 논의 및 협의함.
- 의장국 브라질은 2024년 G20 ETWG 의제로 (특히, 신흥시장 및 개도국에서의) ‘에너지전환을 위한 금융 가속화’, ‘에너지전환의 사회적 측면 고려’, ‘지속가능 연료에 대한 혁신적 관점’을 제안함.
 - 이하에서는 G20 ETWG의 3개 의제를 각 챕터별로 자세히 살펴보기로 함.

“G20 내, 주제별 15개 실무그룹 중, 에너지전환 실무그룹(ETWG)은 글로벌 에너지전환에 대해 논의 및 협력”

2. 신흥시장 및 개도국 에너지전환을 위한 금융 가속화

■ 의제의 중요성 및 배경

- 그동안 G20 ETWG에서는 청정에너지 보급 가속화에 있어서 특히 신흥시장 및 개도국(Emerging Markets and Developing Economies)에서의 에너지전환의 중요성에 주목해왔음.
 - 2023년 G20 정상들은 청정하고, 지속가능하며, 정의롭고, 저렴하며, 포용적인 에너지전환을 위해서는 개발도상국 저탄소 전환 지원의 필요성을 인식하고, 저비용 재원의 조달을 촉진하기 위해 노력하기로 동의했음.
- 특히 신흥시장이나 개도국에서는 자본 비용이 선진국보다 크게 높을 수가 있어 이를 극복하기 위해서는 공공재원과 양허성 재원 확대가 필요함.

- 또한 신흥시장 및 개도국을 위한 재원조달 도구를 빠르게 보급하기 위해서는 실행가능한 로드맵이 필요함.
- 금년도 의장국인 브라질은 이러한 요구에 응답하고 신흥시장 및 개도국의 에너지전환 재원 조달을 가속화하기 위한 전략과 조치를 강구하고자 함.

■ 주요 원칙과 논의 주제

- 에너지전환 금융 메커니즘의 방식과 조건은 신흥시장 및 개도국, 특히 저소득 국가의 지속가능한 개발을 훼손하지 않으면서 정의롭고 포용적인 방식으로 감축을 지원하고 역량에 맞게 이루어져야 함.
- 또한, 청정에너지 프로젝트의 장기적 지속가능성을 확보하기 위해 신흥시장 및 개도국의 재원 조달에 기술이전 및 역량 구축이 동반되어야 함. 특히 에너지 정책 역량과 전문성을 배양해야 함.
- 민간, 공공 및 국제 금융기관과 국가 및 지역의 에너지 계획 당국 간의 조정은 자본비용 감소뿐만 아니라 투자자에게 적정 수익을 보장하고 보조금 의존도를 낮추기 위해서 필수적임.
 - 이러한 강건한 정책은 일부 개발도상국의 부채부담 해소 등 개혁 정책으로 작동해야함.
- 신흥시장 및 개도국은 저비용 재원 접근성을 높이기 위해 녹색채권과 같은 지속가능한 금융 상품에 대한 인식도 제고할 필요가 있음.
 - 신흥시장 및 개도국의 녹색채권이나 지속가능채권 발행을 장려하고, G20 회원국은 통화 위험을 줄이는 방안을 논의해야 함.
- 이러한 원칙들을 고려하여 G20 ETWG가 지향할 논의 방향은 아래와 같음.
 - 위험 제거 및 공유 방안과 정책 등을 통한 신흥시장 및 개도국의 청정에너지 프로젝트에 대한 자본 비용 감소 방안
 - 민간 투자 장벽 완화 방안
 - 청정에너지 보급 프로젝트에 촉매제 역할을 할 수 있도록 더 많은 공공투자와 양허성 재원 제공 방안
 - 국제 양허성 재원 조달의 거버넌스 및 투명성 개선 방안
 - 개발금융기관 간 조정 촉진 방안
 - 국가 및 지역 차원의 에너지 계획에 대한 제도적 역량 구축 방안

“특히, 신흥국, 개발도상국, 저소득국에서는 자본비용이 크게 높아 에너지전환을 위해서는 이를 완화할 수 있는 방안이 필요”

“개발도상국에서의 삶의 질 개선, 고용 창출, 교육 기회 증진 등 사회적 기회와 영향을 고려하여 논의할 필요”

3. 에너지전환의 사회적 측면(접근성, 청정 취사, 여성 참여) 고려

■ 의제의 중요성 및 배경

- 신흥시장 및 개도국은 선진국과는 다른 여건에서 에너지 수요 증가와 기후변화에 대한 취약성으로 큰 도전에 직면하고 있음.
- 에너지전환의 계획과 추진에 있어, 에너지 부문 배출량의 감축뿐만 아니라 삶의 질 개선, 일자리 창출, 교육 및 훈련 등이 가져올 수 있는 경제적 및 사회적 기회를 고려해야 함.
 - 이에 개도국의 에너지전환에 있어서 사회적 측면에 대한 고려는 이전의 G20 회의에서 지속적으로 중요한 의제로 포함되어 왔음.
- 의장국 브라질은 SDG(지속가능발전목표)7이 “2030년까지 모든 사람을 위한 저렴하고 신뢰할 수 있으며 지속가능한 현대적인 에너지에 대한 접근성 보장”을 내용으로 함을 상기하며, 이에 대한 논의와 협력을 발전시키고자 함.

■ 개도국 및 저소득 인구의 에너지 접근성 및 경제성 제고

- 신흥시장 및 개도국에게 에너지 접근성과 경제성은 에너지전환 과정에서 시급한 과제임. 세계적으로 약 6억 7,500만 명의 인구가 전기를 이용하지 못하고, 이들은 대부분 개발도상국에 거주함.
 - 세계적으로 2억 명 이상의 어린이들이 전기 공급이 없는 초등학교에 다니고 있으며, 약 10억 명이 전기가 없는 병원에 의존하고 있음. 전력 공급 부족으로 저온유통체계(콜드체인)가 붕괴되어 식량 문제도 심화됨.
 - 이대로라면, 2030년이 되어도 여전히 6억 6천만 명의 인구가 전기를 사용하지 못할 것으로 예상됨.
- 많은 경우, 국가 또는 지역 전력망에 통합하는 것이 접근성 향상을 위한 가장 적합한 옵션이 될 수 있음.
 - 그러나 전력망 통합이 불가능한 지역에서는 독립형 또는 커뮤니티 태양광 발전, 수력 발전, 하이브리드 미니 그리드, 저장, 바이오매스 및 바이오연료 등이 대안으로 고려됨.
- 한편 에너지 서비스 공급이 가정의 경제 활동을 촉진하여 빈곤 퇴치에도 기여할 수 있다는 점 또한 중요한 포인트임.
 - 또한, 전력에 대한 접근성은 전체적으로 가계 소득을 높여 지불능력이 있는 전력 수용가를 확대할 수 있음.

- 결과적으로 가계 수입 증가는 지역사회가 자체적으로 전력 공급 비용을 충당하고 신규 프로젝트를 추진하는 데 도움이 됨.
- 나아가, 반복되는 정전 등 전력공급 불안정성 해결, 농촌과 도시 간 전력보급을 격차 해소, 저·중소득국의 빈민가와 같은 도시 내 저소득 인구에 대한 에너지 접근성을 개선하는 것도 시급함.
 - 전압 변동 및 전력공급 중단은 경제활동을 방해하며, 저소득 지역에서는 저효율 가전제품 및 장비 사용으로 전기요금 부담이 더 커질 수 있음.
 - 또한 건물부문이 세계 최종 에너지 소비의 약 3분의 1을 차지한다는 점에서 주택 및 도시개발 정책과도 깊이 연계됨.
- 한편, 개도국 저소득층의 많은 사람들은 청정에너지 기술을 선택하더라도 이를 부담할 소득이 없는 경우가 많다는 점도 세심히 고려되어야 함.
 - 에너지효율 규제 또한 새 가전제품이나 주택 개조에 대한 지출로 빈곤층에게는 부담이 될 수 있으므로, 저탄소 기술의 채택이 저소득인구의 신규 부채를 유발 하도록 해서는 안 됨.
- 따라서 세금 감면, 탄소배출권, 대출 장려, 고소득 가구에 대한 교차 보조금 등 금융 솔루션뿐만 아니라 지불능력을 제고하는 정책도 필요함.
 - 동시에 이러한 정책 인센티브가 저소득층보다 고소득층이 더 많은 혜택을 누리는 결과를 가져오지 않도록 신중하게 설계되어야 함.

“전력 미공급
지역에의 전력
공급뿐만 아니라,
공급 불안정성
해결, 도농 간 또는
도시 간 전력보급
격차 해소,
저·중소득국
빈민층 등 도시 내
저소득 인구에
대한 전력 접근성
개선도 시급”

■ 청정취사 전환 가속화

- 세계적으로 약 23억 명의 인구가 청정취사 접근성이 결여되어 있음. 미세먼지 등 오염물질을 배출하는 재래식 취사로 인해 세계적으로 매년 370만 명이 조기 사망하는 것으로 추산됨.
 - 특히 사하라 이남 아프리카의 많은 국가는 청정취사 접근성이 매우 취약
 - 청정하지 않은 취사로 인한 보건적 피해액은 약 1조 4천억 달러에 이르고, 탄소 배출로 인한 기후영향 비용도 연간 2조 4천억 달러에 달함.
 - 비효율적인 바이오매스 연소로 인한 이산화탄소가 배출량은 세계 이산화탄소 배출의 약 2%를 차지
 - ※ 전기화와 청정취사는 현대적 에너지의 공급이라는 점에서 이미지가 겹치지만, 청정취사 미공급 인구(23억 명)가 전력 미공급 인구(6억 7,500만 명)보다 훨씬 많다는 사실은 전력 접근성 문제와 청정취사 문제는 분명히 달리 접근해야 함을 시사함.
- 문제는 2030년까지 청정취사의 보편적 접근을 이루기 위해서는 약 80억 달러가 투자되어야 하나, 실제 투자는 이의 30% 수준에 그치고 있다는 점임.

“청정취사 미공급 인구는 전력 미공급 인구보다 3배 이상 많아, 전력 접근성 문제와는 다른 차별화된 솔루션 필요”

- 비청정 재래식 취사에 노출된 인구, 특히 여성들의 경우 땀나무 채취, 숯 운반, 조리 등 노동 집약적 활동에 일주일에 20시간 이상을 소비하기 때문에, 이러한 환경을 개선할 때 상당히 긍정적 효과가 기대됨.
- 재래식 취사에 투입되는 시간을 학습, 업무, 인터넷 접속과 같은 생산적 활동에 사용할 수 있으며, 연료용 재래식 바이오매스를 운반하는 노동에서 해방될 수 있음.
- 한편 청정취사 문제는 토착민과 지역 사회, 여성, 청소년, 아동, 이주민, 장애인, 빈곤층 등 지역적 여건과 인구·사회적 특성을 고려하는 것이 중요함.

■ 에너지전환 과정에 여성 참여 확대

“기존의 에너지 산업에 여성 참여율은 16%로 정의롭고 포용적인 에너지전환을 위해서는 여성 참여 확대 등 폭넓은 관점이 필요”

- 신흥시장 및 개도국에서의 청정에너지 일자리 창출은 사회 통합에 기여할 수 있음.
- 그러나 현재 대부분의 청정에너지 관련 경제적 기회는 청정에너지 기술과 서비스를 제3국에 수출하는 선진국에서 창출되고 있음.
- 진정으로 정의롭고 포용적인 에너지전환을 이루려면 G20 국가가 신흥시장 및 개도국에서 혁신, 역량 강화 및 전문 교육을 행할 필요가 있음.
- 또한 에너지 부문 노동 시장에서 양성평등과 다양성 부족으로 기술개발에 대한 사업적 또는 정치적 결정에도 영향을 미침.
- 여성은 세계 노동력의 39%를 구성하고 있음에도 불구하고 현재 전통적 에너지 산업에서는 16%만을 차지하고 있음.
- 따라서 특히 개발도상국에 관심을 두고 화석연료 부문 노동자의 재교육과 에너지 부문에서의 여성 참여 등 더 넓은 시각에서 에너지 전환에 접근해야 함.
- 이러한 맥락에서 그동안 G20 에너지 장관들은 에너지전환에 있어서 여성 역량 강화와 성평등에 집중하고, 이를 지원하고 장려하기로 합의하였음.
- G20이 역량 구축을 더욱 촉진할 수 있는 또 다른 측면은 개발도상국, 특히 저개발 국가의 장기 계획을 위한 역량 구축에 관한 것임.
- 특히 개도국 노동 인구의 절반 이상과 에너지전환으로 어려움에 직면하게 될 중소기업의 90%이 연관된 비공식적 경제에도 관심을 가져야 함.
- 이에 G20은 중소기업의 에너지전환 역량을 강화에도 관심이 필요함.

■ 논의 주제

- 기존의 G20 합의와 이니셔티브를 통해 얻은 교훈
- 보다 효과적으로 에너지전환 노력을 장려하기 위한 ‘정의롭고 포용적인 에너지전환’의 재정의

- G20 ETWG와 G20 인프라 및 개발 실무그룹과의 교류 촉진 필요성
- 임파워먼트와 에너지 접근성, 경제성을 확보할 수 있는 기술 및 금융정책
- 삼각 협력(북-남-남)을 고려한, 자발적 협력 기반의 청정취사 솔루션
- G20 회원국의 재생에너지 기술을 장려하고, 역량 배양과 기술 이전을 촉진하기 위한 개발도상국과의 협력 방안

3. ‘지속가능 연료’에 대한 혁신적 관점

▣ 의제의 중요성 및 배경

- G20는 발전부문뿐만 아니라, 산업 또는 수송부문과 같은 최종 소비 부문에서 ‘지속가능 연료’(Sustainable fuels)의 생산과 보급을 속히 확대할 필요성에 공감대 형성
 - 국제에너지기구(IEA)와 국제재생에너지기구(IRENA)는 에너지전환에 액체 바이오 연료, e-연료, 저배출 가스(수소 및 바이오가스), 녹색 암모니아 등 저배출 연료를 포함한 다양한 기술의 필요성을 인식
- 글로벌 대화와 협력, 특히 모범사례와 경험 교류는 시장 개발, 상업화, 지속가능한 연료 사용에 대한 장애요소 식별에도 도움을 줌.
 - 협력을 통해 지속가능성 국제 기준의 조화성을 높이고 시장 개발 및 통합에도 기여할 수 있음.
 - 시장과 공급망의 조화와 통합이 확산되면 다양한 지역에서 지속가능 연료 프로젝트 및 프로그램에 대한 투자 확대와 공급 원료의 지속가능한 조달, 생산 및 보급에도 도움이 됨.
 - 청정에너지 기술 및 공급망의 지리적 집중을 줄이며, 신규 시장의 개발은 많은 국가와 부문에서 상당한 기회를 창출할 것임.
- 이에 ‘지속가능 연료’에 대한 주요 장애요소를 극복하기 위한 논의가 필요함.
 - 공급 원료의 가용성 및 지속가능성 확보, 지속가능성 표준, 탄소 산정방법론 및 에너지 효율성 평가, 국제 교역, 시장 규제, 법적 체계, 수소·액체 바이오연료·고체 바이오매스 인증 등에 대한 논의가 필요함.
 - 경쟁 활성화와 비용 절감을 위해서 국가 전략은 물론 정책 및 규제 체계에서 다양한 기술, 공급원료 및 전환 프로세스를 고려할 필요가 있음.
- 이에 ‘바이오미래 플랫폼’(Biofuture Platform) 및 ‘글로벌 바이오연료 동맹’(Global Biofuels Alliance)과 같은 국제 이니셔티브는 경험 교류와 토론의 장으로서 역할이 기대됨.

“지속가능 연료의 생산과 활용을 확대하기 위해서는 글로벌 대화와 협력, 특히 모범사례와 경험 교류를 통한 시장 개발, 상업화, 장애요소 식별이 필요”

■ 논의 주제

- 지속가능 연료를 통한 전기화 경로 보완 및 통합 방안
- 저배출 연료 공급을 위한 생물기원 탄소의 잠재력 활용 방안
- 지속가능 연료 시장의 확대와 통합을 위한 지속가능성 표준의 조화 방안
- 지속가능 연료의 생산 및 사용 촉진을 위한 정책 방안과 정책 및 규제 프레임워크를 통한 기술 추진 및 시장 견인 방안
- 지속가능 연료의 생산 및 보급 확대를 위한 정부 외 이해관계자, 특히 산업계 및 연구계의 역할
- 과학, 기술 및 혁신을 촉진하기 위한 대화와 협력, 남북·남남·삼각 협력의 교훈 및 모범 사례 교류와 역량 구축 방안

5. 향후 추진 방향

■ G20 에너지전환실무그룹(ETWG) 논의

- 통상적으로 G20 ETWG는 G20 에너지전환장관회의 이전에 2~4회 회의를 가지며, 올해는 2월에 제1차 회의를 하였음.
- 이후 4월, 5월, 10월에 각각의 의제에 대해서 집중적으로 논의할 계획임.

■ G20 에너지전환장관회의, G20 정상회의 연계

- G20 ETWG에서 논의하여 최종 합의에 도달할 경우, 오는 10월 개최 예정인 G20 에너지전환장관회의(Energy Transition Minister's Meeting)에서 공동성명서(Ministers' communique)로 발표됨.
 - 합의에 이르지 못할 경우, 의장요약문(Chair's Summary) 형태로만 발표되기도 함.
- 또한, G20 에너지전환장관 공동선언문은 G20 정상선언문의 에너지전환 관련 문구의 바탕을 이룸.

참고문헌

외교부 홈페이지. <https://www.mofa.go.kr>

G20 Energy Transitions Working Group, *Issue Note*. 2024.

수송부문의 탈탄소화를 위한 이퓨얼(e-fuel) 활용 여건과 동향(IEA)²⁾

재생에너지정책연구실 오현영 부연구위원(hyunoh@keei.re.kr)

- ▶ 이퓨얼(e-fuel)은 발전단가를 낮춘 재생에너지 전력의 대폭 확대와 예상되는 전기분해 장치의 비용절감에 힘입어 2030년까지 실행가능한 수송부문 탈탄소화 정책수단이 될 수 있으며 빠르게 확대될 수 있음.
- ▶ 이퓨얼은 전기분해 수소를 활용해 생산된 연료임. 따라서 이퓨얼 생산에는 기본적으로 수소 생산, 질소 또는 이산화탄소 포집, 합성 시 공급 가스를 새로운 분자로 변환, 최종 제품 업그레이드 등 4단계가 필요함.
- ▶ e-등유, e-디젤, e-가솔린과 같은 드롭인 이퓨얼은 기존 급유 인프라와 호환되며 석유계 연료와 제한적으로 혼합될 수 있음. 대조적으로, e-암모니아 및 e-메탄올과 같은 대체 이퓨얼을 수송부문에서 사용할 수 있으려면 유통 인프라 및 최종 사용 장비에 대한 투자가 필요함.
- ▶ 고품질 재생에너지 자원과 최적화된 프로젝트 설계를 통해 저배출 e-등유 비용을 USD50/GJ(USD 2,150/t)로 줄일 수 있으며, 이를 통해 바이오매스 기반의 지속가능한 항공연료와 경쟁할 수 있음.
- ▶ EU는 ReFuelEU(항공) 및 FuelEU(해운)를 통해 2030년까지 이퓨얼 전용 목표를 설정함. 항공부문은 2030~2031년 연간 최소 0.7% 비중과 해당기간 동안의 평균 비중 1.2%를 목표로 함. 목표는 2050년까지 35%로 점진적으로 증가하며, 해운의 경우 2034년까지 저배출 이퓨얼 목표 비중을 2%로 함.

1. 이퓨얼(e-fuel) 활용 필요성 및 특징

■ 저배출 연료의 신속한 보급은 수송부문의 탈탄소화 가속화에서 중요

- 도로수송 부문에서는 연비 개선과 전기자동차(EV) 보급 확대를 통해 화석연료 수요를 크게 줄일 수 있음.
- 그러나 항공 및 해운 부문은 탈탄소화를 위해 연료 기반 솔루션에 더 의존하고 있음.
 - 지속가능한 항공연료(SAF)는 항공연료 믹스의 일부로 자리매김 중임.
 - 신규 선박에 대한 주문은 대체연료를 고려하는 추세를 보이고 있음.
- 이퓨얼(e-fuel)은 발전단가를 낮춘 재생에너지 전력의 대폭 확대와 예상되는 전기분해 장치의 비용절감에 힘입어 2030년까지 실행가능한 정책수단이 될 수 있으며 빠르게 확대될 수 있음.
 - 수송부문에서 저배출 이퓨얼은 지속가능한 바이오연료에 대한 보완 솔루션을 제공함.
 - 특히 항공부문에서 이퓨얼은 기존 운송, 저장, 유통 인프라, 최종 사용 장비를 활용할 수 있는 능력으로부터 이점을 얻음.

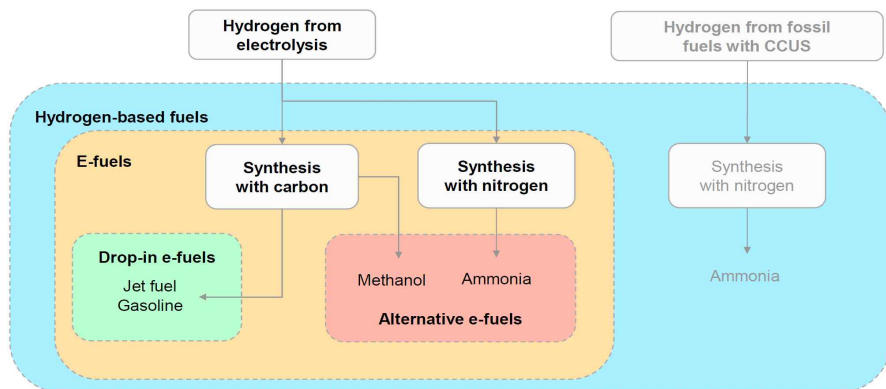
“이퓨얼은 2030년까지 실행가능한 정책수단이 될 수 있으며 빠르게 확대될 수 있음.”

2) 본 포커스는 IEA의 보고서 *The Role of E-fuels in Decarbonising Transport*의 내용을 요약정리함.

■ 이퓨얼(e-fuel)의 종류

- 이퓨얼은 전기분해 수소를 활용해 생산된 연료임.
 - 이퓨얼은 저배출 전기를 사용하여 수소를 생산하고, 모든 탄소 투입량을 수명주기 온실가스 저배출 방식으로 얻을 때 저배출 연료임.
 - 수소와 질소의 결합은 오늘날 주로 비료의 전구체로 사용되는 기체 화합물질인 암모니아를 생성하지만 연료로도 사용됨.
 - 탄소와 수소의 결합은 알코올에서 에테르, 탄화수소 연료에서 윤활유에 이르기까지 광범위한 제품을 생산할 수 있는 가능성을 열어줌.
- e-등유, e-디젤, e-가솔린과 같은 드롭인 이퓨얼은 기존 급유 인프라와 호환되며 석유계 연료와 제한적으로 혼합될 수 있음.
- 대조적으로, e-암모니아 및 e-메탄올과 같은 대체 이퓨얼을 수송부문에서 사용할 수 있으려면 유통 인프라 및 최종 사용 장비에 대한 투자가 필요함.

〈 이퓨얼의 종류와 생산경로 〉



자료 : IEA(2023.12.), *The Role of E-fuels in Decarbonising Transport*

“이퓨얼은
전기분해 수소를
활용해 생산된
연료임.”

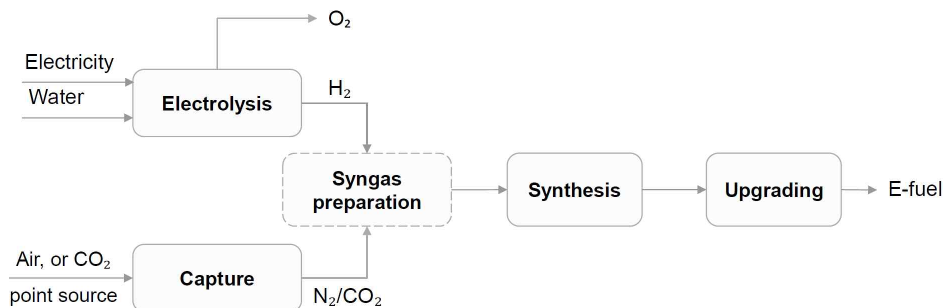
■ 이퓨얼의 생산 공정

- 전기분해는 이퓨얼 생산 공정의 핵심 구성요소임.
 - 여기에는 전류를 통해 물 분자를 수소와 산소로 분리하고 이를 두 개의 제품 생산경로로 분리하는 작업이 포함됨.
 - 물 전해조는 알칼리, 양성자 교환막(PEM), 고체 산화물 전해조(SOEC), 음이온 교환막(AEM) 기반 시스템을 포함한 소수의 기술을 기반으로 함.
 - PEM 솔루션도 상업적으로 이용 가능하지만 알칼리 기술이 오늘날 시장을 지배하고 있음.
 - SOEC 및 AEM 전해조는 현재 시범 단계에 있으며, 이 중 SOEC는 대형화가 가능하여 곧 상용화될 것으로 예상됨.

- 이퓨얼 생산에는 기본적으로 수소 생산, 질소 또는 이산화탄소 포집, 합성 시 공급 가스를 새로운 분자로 변환, 최종 제품 업그레이드 등 4단계가 필요함.
 - 합성 전에 반응물(H_2 , CO_2 또는 N_2)을 적절한 양으로 혼합하여 다운스트림 합성의 화학양론적 요구 사항을 준수해야 함.
 - Fischer-Tropsch(FT) 경로를 통해 액체 탄화수소 연료를 생산하려면 CO_2 공급원료를 (기술에 필요한, 보다 쉽게 사용할 수 있는 탄소 형태인) 일산화탄소(CO)로 변환하는 추가 합성가스 준비 단계가 필요함.
 - 여러 가지 접근 방식이 가능하지만 현재는 모두 기술 준비 수준(TRL)이 상대적으로 낮음.
- 주요 이퓨얼 생산기술은 이미 성숙하며 상용화도 가능하지만, 전체 프로세스를 한 번에 처리하는 완전 통합형 생산설비는 아직 시범운영이나 프로토타입 단계에 머물고 있어, 대규모 상용화까지는 시간이 걸릴 것으로 예상됨.

“이퓨얼 생산에는 기본적으로 수소 생산, 질소 또는 이산화탄소 포집, 합성 시 공급 가스를 새로운 분자로 변환, 최종 제품 업그레이드 등 4단계가 필요”

〈 이퓨얼 주요 생산공정 개념도 〉



자료 : IEA(2023.12.), *The Role of E-fuels in Decarbonising Transport*

■ 이퓨얼의 생산 비용

- 저배출 이퓨얼은 현재 생산 비용이 많이 들지만, 화석연료와의 비용 격차는 2030년 까지 크게 줄어들 수 있음.
 - 고품질 재생에너지 자원과 최적화된 프로젝트 설계를 통해 저배출 e-등유 비용을 USD 50/GJ(USD 2,150/t)로 줄일 수 있으며, 이를 통해 바이오매스 기반의 지속가능한 항공연료와 경쟁할 수 있음.
 - 저배출 e-메탄올 가격을 USD 35/GJ(USD 700/t)로, e-암모니아를 USD 30/GJ(USD 550/t)로 낮추면 2010~2020년 기간 상한가의 메탄올 및 암모니아 가격과 비교 할 때 경쟁력을 갖출 수 있으며, 이를 통해 선박용 저배출 연료로 사용하는 길이 열릴 것임.
 - 또한 항공용 이퓨얼 생산 시 상당량의 e-휘발유가 부산물로 생산됨.

- 저배출 이퓨얼은 2030년에도 여전히 고가겠지만 10% 점유율에서 운송 가격에 미치는 영향은 제한적일 것임.
 - USD 50/GJ의 비용에서 e-등유는 10%의 이퓨얼을 사용하는 항공편의 항공권 가격을 단 5%만 인상시킬 것임.
 - e-메탄올과 e-암모니아는 e-등유보다 생산비용이 저렴하지만 선박연료로 널리 사용하려면 호환되는 병커링 인프라와 선박에 상당한 투자가 필요함.
 - 100% e-암모니아 또는 e-메탄올 연료 컨테이너선의 총 소유 비용은 화석연료를 사용하는 기존 컨테이너선보다 75% 더 높음.
 - 상당한 증가에도 불구하고 추가 비용은 컨테이너로 운송되는 상품의 일반적인 가치의 1% 미만에 해당함.

■ 이퓨얼 생산에 투입되는 자원과 인프라

- 여러 변환 단계 및 관련 손실로 인해 일반적으로 이퓨얼 생산은 효율성이 낮아 자원과 인프라 투입 요구량이 많음.
- 저배출 이퓨얼을 대량 생산하면 2030년까지 약 2,000TWh/yr의 추가 재생에너지 전력 수요가 발생할 수 있음.
 - 상당한 증가이기는 하지만 이는 지난 10년 동안 저배출 전력 성장의 약 1/5에 해당할 것임.
 - 저배출 연료를 생산하면 고품질 재생에너지 자원과, 대규모 재생에너지 프로젝트 개발에 사용할 수 있는 광대한 부지를 갖춘 원격지의 엄청난 잠재력을 활용할 수도 있음.
- 항공 및 해운 모두에서 2030년까지 이퓨얼의 10% 점유율을 달성하려면 전해조 설비의 상당한 증설이 필요할 것임.
 - 2030년까지 전 세계 전해조 프로젝트 파이프라인의 전체 규모와 동일한 400GW 이상의 전해조 용량이 필요함.
- 선박용 저배출 이퓨얼의 보급을 가속화하려면 연료 보급 인프라와 선박에 상당한 투자가 필요함.
 - 해운부문에서 10% 점유율을 달성하려면 연간 약 70Mt의 e-암모니아 또는 e-메탄올이 필요함.
 - 이는 현재 세계 암모니아 거래량의 3.5배, 메탄올 거래량의 2배에 해당함.
 - 해운부문에 대한 추가 누적 투자는 암모니아와 메탄올 선박 사이에 투자가 어떻게 분배되는지에 따라 300억~750억 달러가 될 것임.
 - 이는 2023~2030년 기간 동안 누적 조선시장 규모의 5% 미만을 차지

“저배출 이퓨얼은 2030년에도 여전히 고가겠지만 10% 점유율에서 운송 가격에 미치는 영향은 제한적일 것임.”

- 벙커링 인프라에 대한 증분 투자도 100억~300억 달러 정도가 될 것으로 예상됨.
- 탄소 함유 저배출 e-등유와 e-메탄을 생산을 위해 CO₂ 활용을 대폭 증가시켜야 함.
 - 바이오에탄올과 바이오메탄 공장에서 나오는 부산물 CO₂가 가장 저렴한(USD 20-30/t CO₂) 배출원에 속하기 때문에 바이오연료 생산에는 상당한 잠재적 시너지 효과가 존재함.
 - 지속가능한 생물자원에서 나오는 이 연료는 수명주기 동안 온실가스 저배출 이퓨얼을 생산할 수 있음.
- 항공용 e-등유의 10%를 생산하려면 약 2억 톤의 CO₂가 필요할 것이고, 해운용 e-메탄올의 기여도가 10%가 되려면 150Mt CO₂가 필요할 것임.
 - 저비용의 바이오계 공급원만으로는 이 양을 공급하는 것이 불가능하지만 비용이 더 들더라도 펄프 제조를 통해 보충할 수 있음.
 - 어떤 경우든, 현재 개발되지 않은 자원을 활용하려면 현재 바이오계 자원에서 수집하는 양의 100배가 넘는 대규모 확대가 필요함.
- CO₂의 직접 공기 포집(DAC)은 지리적 제약 없이 잠재적으로 무제한의 CO₂ 공급원료를 제공할 수 있지만 2030년에도 여전히 고비용 옵션으로 남을 것으로 예상됨.
- 대조적으로, 무탄소 분자로서 암모니아 생산에는 CO₂가 필요하지 않음. 따라서 프로젝트 개발에 대한 제약이 적음.

2. 이퓨얼 생산 및 정책 동향

■ 이퓨얼 생산 현황

- 수소 기반 제품을 얻기 위해 전해 수소를 사용하는 것은 신기술이 아님.
 - 전력망 또는 수력발전을 사용하여 물과 공기로부터 암모니아를 생산하는 것은 20세기 전반에 일반적이었으며, 여러 발전소의 용량은 100MWe 이상임.
 - 그러나 저비용의 화석연료(배출저감 無) 기반 생산방식(주로 천연가스 사용 증기 개질, 중국의 경우 석탄 가스화 포함)으로의 전반적인 전환으로 인해 이러한 플랜트들은 폐쇄됨.
 - 마지막으로 가동을 중단한 발전소는 2015년에 100MWe의 전기분해 용량을 폐쇄한 짐바브웨와 2019년에 165MWe의 전기분해 용량을 폐쇄한 이집트였음.
 - 현재 이 기술 전환에서 살아남은 발전소는 페루의 Industrias Cachimayo임. 이 발전소는 1965년부터 가동되어 20MWe 전해조를 기준으로 일간 약 50t의 암모니아를 생산하고 있음.

“탄소 함유 저배출 e-등유와 e-메탄을 생산을 위해 CO₂ 활용을 대폭 증가시켜야 함.”

“현재 이퓨얼로
활용할 수 있는
수소 기반 제품을
얻기 위해 전
세계적으로 70개
이상의 프로젝트가
진행되고 있음.”

- 화석연료 수요부문에 대한 탈탄소화 대안이 필요하여 이 기술에 대한 새로운 관심이 생겼으며, 이번에는 변동성 재생에너지를 활용했음.
 - 현재 운영 중인 프로젝트의 대부분은 6MWe 전해조를 사용하여 메탄을 생산하는 ETOGAS 파일럿 플랜트(독일)와 같은 소규모 실증 프로젝트임.
 - 그러나 암모니아와 메탄을 생산의 경우 화학산업에서 이미 사용하고 있기 때문에 몇 가지 주목할 만한 예외가 있음.
 - 중국에서는 닝샤 태양광 수소 프로젝트가 2021년부터 가동을 시작했음.
 - 이는 150MWe 용량을 운영해 메탄올을 생산하는 세계에서 두 번째로 큰 수전해 프로젝트임.
 - 현재 재생에너지 전기만을 사용하여 암모니아를 생산하는 가장 큰 공장은 Iberdrola가 2022년 스페인에서 가동을 시작한 20MWe 프로젝트임.
 - 그러나 이 경우 전기분해에서 나온 수소는 암모니아에 들어가기 전에 천연가스에서 나온 수소와 혼합됨.
- 현재 전기분해를 통해 수소를 생산한 후 이퓨얼로 활용할 수 있는 수소 기반 제품을 얻기 위해 전 세계적으로 70개 이상의 프로젝트가 진행되고 있음.
 - 이러한 프로젝트의 대부분은 시연 규모임.
 - 이들 모든 프로젝트의 총 생산량은 매우 적어 생산량이 20kt(kt H₂) 미만이며, 그 중 대부분은 산업용 메탄올 및 암모니아 생산에 사용됨.

■ 이퓨얼 생산 프로젝트 추진 현황

“이퓨얼 생산을
위한 저배출
전기로부터의 수소
공급은
2030년까지 거의
1,400만 톤에 달할
수 있음.”

- 최근의 제한된 보급 여건에도 불구하고 발표된 프로젝트의 수가 빠른 속도로 증가하고 있음.
- 현재 개발 중인 모든 프로젝트가 적시에 실현된다면, 이퓨얼 생산을 위한 저배출 전기로부터의 수소 공급은 2030년까지 거의 1,400만 톤에 달할 수 있음.
 - 이는 발표된 모든 저배출 수소 프로젝트의 잠재 생산량(3,800만 톤)의 약 1/3에 해당함.
- 그러나 대부분의 프로젝트(약 800만 톤에 해당)는 개발 초기 단계에 있으며 소수(약 4%)만이 확고한 최종 투자 결정(FID)에 도달했음.
- 비용 격차를 줄이고 수요를 자극하기 위한 추가 정책 조치가 없으면 저배출 이퓨얼 생산자는 대규모 투자를 뒷받침할 충분한 구매자를 확보하지 못하여 현재 프로젝트 파이프라인의 실현을 위태롭게 할 것임.
- 발표된 프로젝트의 총 잠재 이퓨얼 공급량 중 암모니아가 90%를 차지하고, FT 연료(5%), 메탄올(4%), 메탄(1%)이 그 뒤를 따름.

- 발표된 프로젝트 중 암모니아의 비율이 높다는 것은 전해 수소를 사용하는 수소 기반 제품 생산의 주요 동인이 암모니아를 연료로 사용하는 것이 아니라 산업용 응용분야에서 나온다는 것을 시사함.
 - e-암모니아 생산을 목표로 하는 프로젝트 용량의 약 1/4은 특히 비료 산업에서의 사용을 목표로 함.
- 글로벌 시장에서 저배출 e-암모니아를 거래할 수 있는 잠재력은 프로젝트 개발의 또 다른 중요한 동인임.
 - 암모니아 무역은 또한 발전 및 수송에서 저배출 이퓨엘로 잠재적인 응용이 가능하다는 점에서 매력적임.
 - 왜냐하면 많은 경우 암모니아는 수송 및 저장 비용을 고려할 때 가장 저렴한 저배출 이퓨엘이기 때문임.
 - 수출 지향 프로젝트는 발표된 용량의 거의 60%를 차지하지만 단 두 개의 프로젝트 (사우디아라비아의 NEOM Green Hydrogen 프로젝트와 오만의 Scatec과 ACME 간의 합작 프로젝트)만이 FID를 받아 건설을 시작했음.
 - 암모니아는 생산에 탄소가 필요하지 않다는 사실로 인해 공급망이 단순화되고 생산비용이 낮아져 매력적인 초기 캐리어가 됨.
- 기타 저배출 이퓨엘 생산에서는 프로젝트 부지 선정 시 재생에너지 자원 외에도 탄소 공급원료(특히 생물자원)의 가용성을 고려해야 함.
 - 이러한 추가 제한 사항은 암모니아 프로젝트에 비해 개발 중인 프로젝트 수가 적고 평균 규모도 더 작다는 것을 설명함.
- 메탄올의 경우, 여러 해운회사가 메탄올 연료 선박 건조에 전념하고 있음.
- 메탄의 경우 산업용 공급원료로 사용됨에도 불구하고 기존 수요의 대부분은 연료 응용분야에서 발생함.
 - 개발 중인 대부분의 프로젝트는 일반적으로 가스 그리드에 주입되는 연료로 사용하는 것을 목표로 하며, FID에 도달한 비율은 매우 낮음(1% 미만).

■ 이퓨엘 보급 정책 동향

- 저배출 이퓨엘은 특히 항공 및 해운 부문에서 탈탄소화 솔루션으로 정책적으로 인정을 받고 있음.
- 2023년부터 이퓨엘은 항공연료 수요의 거의 절반, 해운연료 수요의 1/5 수준으로 저배출 수송연료의 수요와 공급을 늘리는 것을 목표로 하는 기존 규정 및 세금 인센티브에 참여할 수 있음.

“저배출 이퓨엘은 특히 항공 및 해운 부문에서 탈탄소화 솔루션으로 정책적으로 인정을 받고 있음.”

- 예를 들어, 저배출 이퓨얼은 EU(유럽연합)의 재생에너지지침을 충족할 수 있으며, 미국 인플레이션 감소법을 통해 세금공제를 받을 수 있음.
- 이퓨얼은 또한 많은 국가에서 수소 활용 전략에 포함됨.
- 전 세계 해운 및 항공 부문은 넷제로 계획을 채택했으며, 저배출 이퓨얼은 잠재적으로 국제기구의 전략에서 핵심 역할을 함.
 - 2022년 184개 국가는 UN의 국제민간항공기구(ICAO)를 통해 2050년까지 국제 항공에 대한 장기적인 탄소배출 제로 목표를 설정함.
 - ICAO에 따르면 이퓨얼은 기술 개발과 정책 구현에 따라 2035년까지 항공연료의 3~17%, 2050년에는 8~55%를 차지할 수 있음.
 - 국제해사기구(IMO)는 국제 해운 배출량을 줄이기 위한 기술 경로로 저배출 이퓨얼을 추가로 포함시킴.
- 저배출 수송연료의 공급 및 수요 증가를 목표로 하는 기존 규정 및 세금 인센티브에는 온실가스 배출을 줄이기 위해 이퓨얼이 포함되는 경우가 많지만, 전용 목표를 설정한 곳은 소수에 불과함.
 - 정부 프로그램에는 종종 혼합의무 사항, 재생에너지 연계 요구사항, GHG 감소 목표가 포함되어 있음.
- 화석연료와 저배출 이퓨얼 간의 비용 격차를 줄여 지원하기도 함.
 - 차량 효율성, 차량 CO₂ 요구 사항, 대기오염 규제, 연료세율 등 다양한 정책이 이퓨얼 채택에 영향을 미칠 수 있음.
- 미국에서는 전해 수소에서 얻은 지속가능한 항공연료가 인플레이션 감소법(IRA)을 통해 여러 세금공제, 저탄소연료 크레딧을 받을 수 있으며 재생에너지 연료 혼합의무 화제도(RFS)에 포함될 수 있음.
- EU는 ReFuelEU(항공) 및 FuelEU(해운)를 통해 2030년까지 이퓨얼 전용 목표를 설정함.
 - 항공부문은 2030~2031년 연간 최소 0.7% 비중과 해당기간 동안의 평균 비중 1.2%를 목표로 함.
 - 목표는 2050년까지 35%로 점진적으로 증가하며, 해운의 경우 2034년까지 저배출 이퓨얼 목표 비중을 2%로 함.
- 독일은 2030년까지 저배출 e-등유 SAF 2%라는 더욱 엄격한 목표를 설정했으며, 이를 위반할 경우 USD 75/GJ의 벌금을 부과함.
- 브라질에서는 항공 온실가스 감축 목표를 2027년까지 1%, 2037년까지 10%로 늘리는 것이 포함되어 있으며, 저배출 이퓨얼은 목표 달성을 위한 하나의 옵션임.

“독일은
2030년까지
저배출 e-등유
SAF 2%라는 더욱
엄격한 목표를
설정”

– 2023년 현재 브라질은 이퓨얼을 허용하는 저배출 수송연료 정책을 갖춘 유일한 신흥국임.

○ 미국, 인도, EU, 일본, 캐나다는 연구개발을 강화하기 위해 이퓨얼을 수소 전략 및 로드맵에 포함시킴.

■ 이퓨얼의 기술기준 및 온실가스 배출 가이드라인 마련 동향

○ 탄소 함유 이퓨얼은 연료 품질 및 안전 표준을 충족하는 한 기존 연료와 혼합될 수 있음.

○ ASTM은 100% 비혼합 이퓨얼에 대한 사양을 개발하기 위한 태스크 포스를 창설했.

– 비혼합 이퓨얼에 대한 연료 품질 지침을 확립하기 위한 작업도 진행 중임.

– 그러나 암모니아와 같은 일부 연료에는 IMO와 ISO가 현재 개발 중인 새로운 품질 및 안전 표준이 필요함.

○ 이퓨얼에 대한 수명주기 온실가스 배출 추정치를 개발하기 위한 프로토콜 및 지침은 저배출 운송 연료로 광범위하게 보급하기 위한 전제조건임.

○ 캘리포니아의 저탄소연료 기준과 같은 EU, 영국, 캐나다, 미국 주 차원의 정책은 이미 이퓨얼에 대한 수명주기 온실가스 배출 추정치를 개발하기 위한 경로와 지침을 제공하고 있음.

○ 일본은 또한 온실가스에 대한 권장지침과 LNG/수소/암모니아 프로젝트에 대한 탄소집약도 지침을 제공함.

○ 국제 수준에서 CORSIA(국제항공 탄소 상쇄 및 저감 계획)와 IMO는 수명주기 배출계수 개발에 대한 지침을 제공하지만 아직 이퓨얼 경로에 대한 기본값을 발표하지 않았음.

○ ICAO의 항공 환경보호 위원회는 이퓨얼 수명주기 배출 경로를 개발하고 있음.

참고문헌

IEA, *The Role of E-fuels in Decarbonising Transport*, 2023.12.



WORLD ENERGY MARKET

insight

주요
단신



국제

■ 카타르, 2030년까지 LNG 생산용량 16MMtpa 추가 확대 계획 발표

○ 카타르가 최근에 대규모 가스 매장지를 발견함에 따라 추가적인 LNG 생산용량을 생산용량 건설 계획을 발표하였음(2024.2.25.).³⁾

– 이는 카타르 정부가 이미 계획/발표했던 LNG 생산용량과는 별개이며, 이에 따라 2030년까지 카타르의 LNG 생산용량은 현재 대비 85% 확대될 것임.

※ 국영 가스기업 QatarEnergy의 현재 LNG 생산용량은 77MMtpa임.

– LNG 생산용량 추가 확대는 신규 매장지 발견에 따른 것으로, 이 같은 계획이 실현되면 카타르의 2030년 총 LNG 생산용량은 142MMtpa이 될 것임.

· Saad al-Kaabi 카타르 에너지부 장관은 대대적인 평가 시추 및 실험을 통해 North Field 가스전의 생산층이 서부까지 이어지는 것을 확인했으며, 이로 인해 Ras Laffan에 신규 LNG 프로젝트를 개발할 수 있게 되었다고 밝혔음.⁴⁾

– North Field 가스전에서 새롭게 대량의 가스 매장량이 발견된 이후 카타르의 가스 매장량은 240Tcf 증가되어, 현재 총 2,000Tcf에 달함.

– 카타르의 LNG 생산용량 확대 발표는 세계 가스 수요가 증가하는 가운데 나온 것인데, 세계 가스 수요가 계속해서 높은 수준에 머무를 것이라는 카타르 정부의 확신을 보여주는 것으로 해석되고 있음.

※ IEA는 2024년 1분기 가스 보고서에서 세계 가스 수요가 2024년 2.5%(100Bcm) 증가할 것으로 전망함.

※ 2023년 카타르는 미국과 호주에 이어 세계 3대 LNG 수출국이었으며, 세계 LNG 생산용량의 20%를 차지함.

○ 카타르는 12년간 유지해왔던 North Field 가스전 개발 중단 조치를 2017년 해제한 이후 2018년부터 LNG 생산용량 확대를 위해 노력해왔음.

– 카타르는 2020년까지 LNG 생산용량을 100MMtpa까지 확대하겠다고 2018년 발표했으나, 같은 해 2024년까지 10MMtpa를 추가 확대한다고 목표를 수정했으며, 2019년 또다시 2027년까지 LNG 생산용량을 총 126MMtpa로 확대하겠다고 목표를 상향 조정한 바 있음.

3) Financial Times, 2024.2.26.

4) S&P Global Commodity Insights, 2024.2.25.



미주

▣ 미 정부, 러·우 전쟁 2주기를 맞아 금융·에너지·국방 부문 중심의 對러시아 제재 발표

○ 미국 정부가 러·우 전쟁 2주기 및 옥중 의문사를 당한 Aleksey Navalny의 사망을 계기로 500여 개인 및 기업 등을 對러시아 제재 대상에 추가한다고 발표하였음(2024.2.23.).⁵⁾

– 이는 러·우 전쟁 이후 최대 규모의 제재로, 미 재무부(Department of Treasury) 산하 해외자산통제국(Office of Foreign Assets Control, OFAC)은 300여 개인과 단체를 제재하고, 미 상무부는 90개 이상의 기업을 제재 명단에 추가했음.

· 또한, 국무부(Department of State)는 러시아 정부 관리 3명이 Navalny 사망과 연관 있다고 지목하였음.

– 이번 제재 대상은 ▲러시아의 에너지 생산·개발 및 수출 관련 분야 ▲러시아 최대 국영 해운사 Sovcomflot 및 유조선 14척 ▲러시아의 금융 인프라 ▲對러시아 제재의 우회·회피에 관여한 제3국인 ▲러시아 군사산업 기반 및 기타 부문 등임.

· 에너지 생산·개발 및 수출 관련해서는 Arctic LNG 2 프로젝트의 운영사인 Arctic LNG 2 LLC를 위해 설계된 LNG 운송선의 자금 조달과 건조에 관여한 주요 단체 2곳과 Arctic LNG 2 프로젝트 및 기타 러시아 에너지 프로젝트(Yakutia Gas Project, Ust-Luga LNG terminal) 개발과 기타 지질/광물 탐사 프로젝트 등에 참여한 단체도 제재 대상이 됨.

· 그 외 러시아 국영 원자력공사 ROSATOM의 일부 자회사와 더불어 러시아 최대 해운사인 Sovcomflot 및 Sovcomflot이 실제 소유하는 14개 유조선도 제재 대상에 포함됨.

○ 추가로, 미 재무부는 이란의 러시아와 후티 반군 지원에 동원된 유조선을 대상으로 새로운 제재도 발표하였음(2024.2.27.).⁶⁾

– OFAC는 이란 국방·군수사령부(Ministry of Defense and Armed Forces Logistics, MODAFL)를 대신해 중국으로 1억 달러 이상의 이란產 원자재를 수송한 파나마 국적의 유조선 Kohana를 제재함.

· 미 정부가 MODAFL을 겨냥한 이유는 우크라이나와의 전쟁에서 러시아를 지원하기 위해 무인 항공조종기 등의 무기를 수송하고, 이라크와 시리아에서 미군을 공격하는 반군에 무기를 공급해 왔기 때문임.

– OFAC는 또한 Kohana의 소유주인 홍콩 국적의 Kohana Company Limited 및 동 유조선의 운영사인 마셜군도 소속의 Iridescent Co Ltd.도 제재 명단에 추가함.

5) Department of Treasury, 2024.2.23.

6) S&P Global Commodity Insights, 2024.2.27.

- 이외는 별개로 OFAC는 유조선 Artura와 해당 선박을 소유·운영하는 홍콩 소재의 Cap Tees Shipping Co. Ltd.와 Mohammad Reza Falahzadeh 이란 혁명수비대 쿠드스군(Islamic Revolutionary Guard Corps-Qods Force, IRGC-QF) 부사령관도 제재 명단에 추가함.
- Artura선박을 제재한 이유는 후티 반군과 IRGC-QF을 지원하기 위해서 이란産 원자재를 판매할 때 이용되었기 때문임.

○ 한편, 전문가들은 이번 제재로 인해 인도의 러시아産 원유 구매가 어려워질 것이라고 전망하였음.⁷⁾

- 관계자에 따르면, 인도 정유사들은 이번 제재로 인해 러시아産 원유를 수송할 유조선을 용선하기가 어려워지고 수송 요금도 인상될 것으로 우려하고 있음.

■ 미국 증권거래위원회, 대기업의 온실가스 배출량 공개 의무화

○ 미국 증권거래위원회(Securities and Exchange Commission, SEC)가 기업의 기후변화 정보 공개에 관한 규정을 최종 확정함에 따라 일부 상장 대기업들의 온실가스 배출량 공개가 의무화될 예정임.⁸⁾

- SEC의 회의에서 기업의 직접 배출(Scope 1)과 간접 배출(Scope 2)이 투자 결정에 영향을 미칠 가능성이 있는 경우에 해당 정보를 투자자에게 공개하도록 요구하는 규정에 대한 표결을 실시한 결과, 3 대 2로 통과되었음.

- 표결은 당적에 따라 결정되었는데, Gary Gensler SEC 위원장을 비롯한 민주당 성향의 위원 3명은 모두 해당 규정에 찬성했으며, 공화당 위원 2명은 반대표를 행사함.

- SEC는 2010년 기후변화 관련 정보 공개에 대한 원칙 중심의 해석 지침을 제안한 적은 있으나, 기후변화 정보 공개에 특화된, 일관성 있고 비교 가능한 규정을 수립한 것은 이번이 처음임.⁹⁾

- 최종 규정이 확정됨에 따라 일부 상장 기업은 기후변화가 어떤 방식으로 자사의 사업에 리스크로 작용하는지 공개하도록 요구될 것이나, 소규모 기업에는 기후정보 공개 의무가 미적용됨.¹⁰⁾

- 첫 배출량 보고 시점은 상장 대기업의 경우에 2026회계연도이며, 상장 중견기업의 경우는 2028회계연도임.

○ 최종 확정된 기후변화 정보 공개 규정은 2022년 3월에 발표되었던 초안보다 상당히 완화된 것임.

- 앞서 초안에서 SEC는 대규모 상장 기업이 직접 배출과 간접 배출뿐만 아니라 상류 및 하류 배출(Scope 3)까지 공개하도록 의무화하려고 했으나, 최종 규정에는 상류 및 하류 배출 보고 의무가 제외됨.¹¹⁾

- 최종 규정은 또한 대규모 기업조차도 배출량이 “중대(material)”하거나 자사의 손익에 상당히 중요하다고 판단될 경우에만 배출량을 보고하도록 함으로써, 기업들이 배출량 보고에 대한 자율권도 가지게 되었음.

7) Reuters, 2024.2.28.

8) The Hill, 2024.3.6.

9) Financial Times, 2024.3.7.

10) The Hill, 2024.3.6.

11) New York Times, 2024.3.6.

- 게다가, 각 기업 이사회 구성원의 기후 전문성을 공개하도록 요구하는 내용도 최종 규정에서 제외되었음.
- SEC는 이처럼 규정이 완화된 이유에 대해 현재 데이터 수집 방법을 통해 일관성 있고 신뢰할 수 있는 공개 가능 여부 및 상류 및 하류 배출 보고에 소요되는 비용 등에 대한 우려를 표명하는 의견이 다수 접수되었기 때문이라고 설명하였음.¹²⁾

■ 미 하원, 원전 보급 확대 위한 법안 통과

- 미국 하원이 선진 원자력 발전소 개발 속도를 높이는 내용을 담은 ‘원자력선진화법(Atomic Energy Advancement Act)’ 제정을 위해 표결을 실시한 결과 365 대 36으로 통과되었음(2024.2.28.).¹³⁾
 - 상기 법안은 신규 원전의 환경영향평가 기간 단축 및 선진 원자로 인허가 (신청) 비용 인하 등을 통해 미국 내 원전 보급을 확대하는 데 그 목적이 있음.¹⁴⁾
 - 표결 결과는 당적에 상관없이 공화당과 민주당 의원 모두 원자력에너지개발법을 지지하였는데, 민주당 의원들은 원전이 온실가스를 배출하지 않으며, 태양광과 풍력을 보조해 24시간 동안 전력을 생산할 수 있다며 해당 법안에 찬성함.¹⁵⁾
 - 또한, 기후변화 위험을 경시해왔으나 원자력이 미국의 경제 및 에너지 안보를 강화할 수 있다고 언급한 공화당 의원들도 해당 법안 제정을 지지함.
 - 해당 법안이 제정되면, 미국의 원자력 발전소를 감독하는 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission, NRC)는 신규 원자로 설계의 승인 과정을 일원화해야 할 것임.
 - 추가로 해당 법안에는 ▲NRC 인력 확충 ▲신규 원자로 설계 지원을 위한 금전적인 포상제도 마련 ▲폐쇄된 석탄화력 발전소 부지에 원전 개발 장려 등의 내용도 담고 있음.
 - 상기 법안은 또한 원자로의 안정성과 더불어 원전이 공공복지 향상에 기여할 수 있는 잠재력과 원자력 에너지 기술이 사회에 제공하는 편익도 고려하도록 NRC에 요구할 것임.
 - 미국 상원에서도 공화당과 민주당이 원전 도입 촉진을 위한 자체 법안을 발의한 바 있어, 향후 상원과 하원이 함께 두 법안의 차이점을 절충하기 위해 논의할 것으로 예상됨.
- 그간 바이든 정부는 원전을 강력히 지지한다는 의사를 표명해왔으며, 에너지부를 통해 선진 원자로 건설을 지원했으나, NRC의 신규 원자로 설계 승인이 너무 느리다는 점이 문제로 지적되어왔음.
 - 일부 민주당과 공화당 의원들은 NRC가 적용하는 규정이 이전의 원자로에 맞춰 작성되었다며 더욱 안전한 선진 원자로에 적합하지 않다고 주장하고 있음.
- 현재 원전은 미국 전체 전력의 18%를 공급하고 있으나, 1996년 이후 미국에서 지어진 신규 원자로로는 3기에 불과하며, 건설비용 및 건설 지연이 원전 개발에 가장 큰 장벽이 되고 있음.

12) The Hill, 2024.3.6.

13) Wall Street Journal, 2024.3.1.

14) The Hill, 2024.2.28.

15) Wall Street Journal, 2024.3.1.

- 전통적인 원자력 발전소는 건설비용이 지나치게 높아, 일부 유틸리티 기업이 파산하기도 하였는데, 최근 조지아 주 Vogtle 원전에 추가된 2기의 원자로 건설비용은 350억 달러에 달해 당초 예산보다 2배 높았음.
- 또한, 원전 건설 지연 및 예산 초과 등의 문제로 인해 다수의 유틸리티 기업이 새로운 원자력 기술에 투자하는 것에 반대하고 있다는 점도 문제로 지적됨.



유럽

■ 영국 정부, 재생에너지 경매 예산 증액 및 횡재세 시행기간 연장 발표

○ 영국 정부는 2024년 봄 재정계획·예산안을 발표하면서, 2024년 제 6차 재생에너지 차액계약 경매 라운드에 사상 최대 규모인 약 10억 파운드(13억 달러) 이상을 배정할 것이라고 발표함.¹⁶⁾

- 영국 정부는 ▲해상풍력에 8억 파운드를 배정하고, ▲태양광, 육상풍력과 같은 기존 재생에너지에 약 1억 2,000만 파운드, ▲조력발전에 2년 연속 1,000만 파운드를 별도 배정하고, 이를 포함하여 1억 5,000만 파운드를 부유식 해상풍력, 지열 등 신기술에 배정한다고 발표함.
- 영국 정부는 에너지 안보를 강화하고 기후목표를 달성하기 위해 재생에너지 보급을 대폭 확대하고자 사상 최대 규모의 예산을 편성하였다고 밝힘. 2023년도 제5차 경매에는 2억 2,700만 파운드의 예산이 투입되었음.¹⁷⁾
- 특히 영국 정부는 글로벌 기술 선두를 유지하기 위해 해상풍력 및 부유식 해상풍력 가격을 최대로 보장하는 등 해상풍력 부문에 대규모 지원을 약속하였음. 해상풍력 배정 예산(8억 파운드)은 제5차 라운드에 비해 4배 이상 증액된 것임.¹⁸⁾
 - 2023년 제5차 경매에서는 너무 낮은 보장가격이 책정됨에 따라 해상풍력 낙찰자가 선정되지 못한 바 있음.¹⁹⁾
 - 영국 정부는 2030년까지 해상풍력 발전설비 용량을 현재 약 14GW에서 부유식 해상풍력 5GW를 포함해 50GW까지 확대하고자 함.

○ 이와 함께 영국 정부는 에너지기업에 대한 횡재세 부과 기간을 연장한다고 발표하였음. 당초 2028년 3월 종료 예정이었던 횡재세는 2029년까지 1년 연장될 예정임.²⁰⁾

- 에너지이익부담금(Energy Profit Levy, EPL)으로 불리는 영국의 횡재세는 러시아의 우크라이나 침공 이후인 2022년 5월부터 도입되었음.²¹⁾
 - 도입 초기의 세율은 25%였으나, 2022년 11월부터 35%로 인상되면서 석유·가스 생산기업의 전반적인 세금 부담이 75%까지 상승하게 되었음.
 - 또한 재생에너지, 원자력 등 저탄소 전력기업으로까지 범위를 확대해 이러한 기업에게는 45%의 횡재세를 부과하였음.

16) GOV.UK., 2024.3.7.

17) Reuters, 2024.3.7.

18) GOV.UK., 2024.3.7.

19) Reuters, 2024.3.7.

20) BBC, 2024.3.7.

21) Reuters, 2024.3.5.

- 영국 정부는 이번에는 세율을 그대로 유지할 예정이며, 기업의 횡재세 지출을 상쇄할 수 있게 하는 횡재세의 투자 공제(investment allowance) 또한 현재의 29%를 유지할 것이라고 밝힘.

■ 독일 정부, '탄소 관리 전략' 초안 및 이산화탄소 저장법 개정안 발표

- 독일 경제·기후보호부는 CC(U)S에 대한 장애요소들을 제거하기 위해 '탄소 관리 전략' 초안과 이를 기반으로 한 이산화탄소 저장법 개정안을 발표하였으며, 이에 따라 독일에서의 CC(U)S, 탄소 수송 및 해양 저장이 가능해질 전망이다.²²⁾
 - 이번 발표는 배출량 감축이 어려운 시멘트, 석회 생산, 기초화학, 폐기물 소각 등에 초점을 두었으며, 해당부문이 탄소를 지하로 수송하고 해상에 저장할 수 있도록 허용함.
 - 연립정부 세 정당(사회민주당, 자유민주당, 녹색당)은 법안의 주요 내용에 동의하였으며, 내각의 최종 채택을 거치면 발효될 수 있음.
 - 독일은 2014년부터 자국 내 탄소 저장과 파이프라인 수송을 금지해왔으나, 이번 이산화탄소 저장법 개정안을 통해 북해와 발트해에 있는 독일의 배타적 경제수역(EEZ)이나 대륙붕에서의 탄소 저장 및 탄소 저장 부지 탐사를 허용함.
 - 다만, 육상 내 영구 저장과 해양보호구역에서 탄소를 인입하는 것은 허용되지 않음.
 - 또한 노르웨이 등 인접 국가의 저장시설로 탄소를 수송하는 것도 허용될 것임.²³⁾
 - 독일 정부는 탄소 배출량 감축이 어려운 부문(시멘트, 석회, 기초화학, 폐기물 소각 등)의 CCS 확대를 위해 투자, 혁신, 연구, 보급, 마이너스 배출 프로젝트 등에 15년 동안 보조금을 지급할 계획임.
 - 가스화력 발전소와 바이오매스 발전소에서의 탄소포집은 허용되나, 정부의 자금 지원은 배제됨.
 - 환경단체는 가스화력 발전소에 CCS를 허용하는 것에 대해 비판적인 의견을 보이고 있음.
 - 또한 석탄화력 발전소는 탄소 파이프라인 접근 자체가 제한되는 등, 탄소 포집도 금지될 것임.
 - 이러한 규정은 자국 내에서 행해지는 활동에 적용되며, 인접 제3국에서의 탄소저장을 허용하는 방안은 향후 EU 집행위에서 검토될 예정임.
 - 수송 파이프라인은 정부지원 없이 민간에서 운영될 것이며, 신규 파이프라인 건설을 위해 빠른 인허가 절차를 도입하고 법적 장애요인을 제거할 계획임.
 - 또한 독일 정부는 이산화탄소의 해외 수송을 가능하게 하는 런던협약 의정서에 따라 규정안을 비준하고 공해(公海)분담법(High Seas Contribution Act)에 필요한 사항 또한 변경할 예정임.
- ※ 런던협약 의정서(London Protocol)의 정식 명칭은 「폐기물 및 그 밖의 물질의 투기에 의한 해양오염 방지에 관한 협약 및 의정서」로, 2019년 개정되어 탄소 지하 저장을 위해 해외로 탄소를 수송하기 위해서는 당사국간에 규정을 만들어 합의할 필요가 있음.²⁴⁾

22) BMWK, 2024.2.26.

23) BloombergNEF, 2024.2.26.

■ EU 회원국, 영국에 이어 에너지 헌장 조약(ECT) 공동 탈퇴 합의

- EU 회원국들은 3월 4일 개최된 EU 에너지 장관회의에서 2월 22일 탈퇴를 발표한 영국에 이어, 에너지 헌장 조약(Energy Charter Treaty, 이하 ECT)을 공동 탈퇴하는데 합의하였음.²⁵⁾
 - 오는 4월 유럽 의회에서 탈퇴를 확정하기 위한 찬반 투표가 진행될 예정임.
 - 구소련 및 유럽 국가들의 에너지 투자 보호와 국제 협력을 위해 1994년부터 시작된 ECT는 에너지 기업이 자신들의 투자 활동에 피해를 줄 수 있는 국가 정책에 대해 각국 정부에 소송을 제기할 수 있도록 하는데, 이로 인해 최근 화석연료 기업들이 에너지 전환 정책을 시행하는 국가들을 고소하는데 이용되었음.
 - 2023년 말, 미국에 본사를 둔 석유기업 Klesch는 유럽이 에너지 위기 동안 에너지 기업에 부과한 황재세에 대해 EU, 독일, 덴마크 정부를 상대로 9,500만 유로의 소송을 제기하기도 하였음.
 - 덴마크, 프랑스, 독일, 룩셈부르크, 폴란드, 스페인, 네덜란드 등의 회원국이 잇따라 탈퇴 계획을 발표하자 EU 집행위는 2023년 7월 회원국의 조약 공동 탈퇴를 제안하였음.
 - 그러나 헝가리, 키프로스 등의 국가는 ECT 잔류를 희망하고 있는데, 이들 국가는 공동탈퇴가 조약 현대화를 위한 조약 개정 노력을 저해할 것이라고 우려하고 있음.
- EU 집행위는 ECT 조약 개정을 위한 노력을 지속하기 위해 회원국이 공동 탈퇴하기 전 먼저 ECT 조약 개정안이 통과될 수 있도록 회원국 간 합의할 것을 제안하였음.
 - ECT 조약 개정안은 EU의 승인이 있어야 통과될 수 있으나 EU 국가들의 의견 분열로 인해 2022년 한차례 개정안이 통과되지 못한 바 있음.
 - ECT 조약 개정안에는 ▲적용 에너지원 확대, ▲자국산 화석연료에 대한 투자 보호 배제, ▲5년 간격으로 적용 대상 에너지원 목록 검토,²⁶⁾ ▲일본, 터키 등 비EU 서명국 에너지 기업의 EU 역내 투자에 대한 ECT 보호 기간 단축(20년→10년) 등의 내용이 포함되어 있음.²⁷⁾

■ EU 집행위원회, 역내 태양광 산업 지원을 위한 다양한 방안 모색

- 유럽 태양광 패널 제조업체가 중국산 저가 제품과의 경쟁으로 인해 고전하면서 EU 국가들이 EU 차원의 조치를 요구함에 따라, EU 집행위 에너지 집행위원 Kadri Simson과 내부시장 담당 집행위원 Thierry Breton은 EU 의장국인 벨기에에 역내 태양광 산업 지원 방안을 제안하는 서한을 보냄.²⁸⁾
 - 2023년 EU의 신규 태양광 설비용량은 56GW로 사상 최고치를 기록하였음에도, 역내 태양광 공급망 기업은 저가 중국 제품으로 인한 압박으로 2차 반덤핑 관세 부과와 같은 조치를 요구하였음.

24) 세계 에너지시장 인사이트, 제23-19호, 2023.10.10.

25) Reuters, 2024.3.8.

26) 세계 에너지시장 인사이트, 제22-21호, 2022.10.31.

27) Reuters, 2024.3.8.

28) EURACTIV, 2024.3.7.

- 이에 Kadri Simson 집행위원은 ‘국경을 닫을 수는 없다’고 강조하며, 모든 상품이 구매 가능하도록 유통되는 가운데 2030년 기후 목표 달성을 위한 역내 태양광 산업 지원이 필요하다고 언급함.
- 두 집행위원은 서한에서 EU 국가들이 자발적 선언인 ‘유럽 태양광 헌장(European Solar Charter)’에 서명할 것을 제안함.
 - 유럽 태양광 헌장은 회원국이 공공조달 사업에서 역내 생산 제품을 의무적으로 우대하고, 유럽산 제품을 우대하는 태양광 경매 시스템을 설계하며, 영농형 태양광 등 다양한 태양광 발전 설비에 대한 인센티브 제도를 구축하는 조치를 포함할 수 있음.
 - 또한 IRA(인플레이션 감축법)의 영향을 받는 역내 기업들이 EU 국가 지원 규칙(State Aid Rules)이 완화된에 따라 좀 더 용이하게 EU의 지원을 받을 수 있게 되었다는 점을 언급하였음.
 - EU 의장국인 벨기에가 EU 집행위가 제안한 ‘유럽 태양광 헌장’의 초안을 작성할 것이며, 이는 차기 EU 에너지장관 이사회에서 논의될 예정임.



▣ 리창 중국 총리, 양회 정부업무보고에서 2024년 에너지 중점 방향 발표

○ 리창 중국 국무원 총리는 2023년 3월 4일 개최된 양회에서 2023년 업무실적과 2024년 업무목표를 담은 정부업무보고를 발표함.²⁹⁾

※ 양회(兩會)는 매년 3월에 정례 개최되는 중국 최대 정치행사로 전국인민대표대회(이하 '전인대')와 중국 인민정치협상회(이하 '정협')를 지칭하는 말임. 양회에서 중국의 향후 정책 방향이 결정됨. 국회 격인 '전인대'는 예산 통과, 법안 심의 등 업무를 담당하며, 각 쑤(직할시, 자치구), 홍콩, 마카오, 인민해방군 등의 대표로 이뤄짐. '정협'은 공산당 등 각 단체와 소수민족으로 구성된 정책 자문기구로서 각계각층의 의견을 전달함.

－ (2023년 업무실적) 2023년 GDP는 126조 위안을 넘어섰으며, 성장률은 5.2%를 기록함. 소비자 물가지수(CPI)는 0.2% 상승하였으며, 국제수지는 균형을 이룸.

- 중국 신에너지차(New Energy Vehicle, NEV) 생산·판매량이 세계에서 60% 이상을 차지하였으며, 4세대 원전이 상업운전에 들어감.
- 전기차, 리튬배터리, 태양광제품 등의 수출이 약 30% 증가하였으며, 재생에너지발전 설비규모가 사상 처음으로 화력발전을 넘어섬.

－ (2024년 업무목표) 경제부문에서 2024년 GDP 성장률 약 5% 달성, CPI 약 3% 달성 목표와 함께 에너지부문 정책 목표를 발표함.³⁰⁾

- (에너지원단위) 에너지원단위를 약 2.5% 감축하고 생태환경을 지속 개선함.³¹⁾
- (에너지안보) 에너지안보를 강화하고, 석유·가스 및 전략적 광물 탐사·개발 역량을 확대함. 비축 체계 구축을 가속화하고, 주요 비축 설비 건설을 강화함.
- (수송체계) 전력, 석유·가스, 철도 등의 종합 운송체계를 개혁하고 자연독점 부문의 관리감독 체계를 구축함.
- (일대일로) 디지털, 녹색 등과 관련한 협력을 강화하고 '서부 육해 新통로'를 빠른 시일 내에 건설함.

※ 일대일로(一帶一路, One belt, One road) 이니셔티브는 육상 실크로드 경제벨트(一帶)와 해상 실크로드(一路)의 총칭으로, 중국이 인접국가들과 지역경제통합발전을 추진하는 장기 구상임. 중국 시진핑 국가주석은 2013년 9월 카자흐스탄 방문 시 '신실크로드 구상'을, 10월 인도네시아 방문 시 '21세기 해상 실크로드'를 처음으로 제시하였음.

29) 新華社, 2024.3.5.

30) 中國電力報, 2024.3.6.

31) 新華社, 2024.3.5.

- **(탄소피크·탄소중립 추진 확대)** 탄소배출량 통계·검증 능력을 높이고, 탄소발자국 관리 체계를 구축하며, 전국 탄소배출권 시장의 에너지원 포함 범위를 확대함. 화석에너지 소비를 규제하고 새로운 에너지시스템을 구축을 가속화함.
 - **(송전선로·분산형 에너지)** 대규모 풍력·태양광단지 및 외부 송전선로 건설을 강화하며 에너지저장 및 분산형 에너지 개발·이용을 확대함.
 - **(석탄)** 에너지수요에 대응하기 위해 석탄과 석탄화력발전의 기저전원 역할을 공고히 함.
 - **(수소)** 수소에너지, 신소재 등과 같은 신흥산업 및 미래산업을 적극 육성함.
- 중국은 2021년에 연간 에너지원단위 감축 목표를 무리하게 강행하면서 전력난이 발생하자 2022년과 2023년에는 구체적인 목표를 설정하지 않았으나,³²⁾ 올해 정부업무보고에서는 연간 에너지원단위를 구체적으로 명시하였음.³³⁾
- 14.5계획(2021~2025년) 에너지원단위 감축 종합 목표는 13.5%로, 이는 연평균 약 2~3%를 감축해야 한다는 뜻임. 그러나 2023년에는 중국 정부가 경제회복에 주력하면서 2023년 에너지원단위 감축률은 0.5%에 불과하였음.³⁴⁾
 - 2024년에는 구체적 목표를 재설정하였으나, 2024년 목표를 달성하더라도 2020~2024년 에너지원단위 누적 감축률은 5.8%에 불과하여 14.5계획의 목표 감축률인 13.5%와는 차이가 발생할 것으로 보임.
 - 중국 정부는 향후 경제성장과 에너지소비 감축 간에 균형을 고려하여 14.5계획 에너지원단위 감축 종합 목표를 탄력적으로 조정할 것으로 보임.

■ 중국 전인대 및 정협 위원, 중국 양회에서 에너지 관련 정책 제안

- 중국 전국인민대표대회(이하 ‘전인대’) 및 전국인민정치협상회의(이하 ‘정협’) 위원들이 에너지시스템, 신재생에너지, 충전인프라, 원자력발전 등과 관련한 에너지 정책을 제안·발표함.³⁵⁾
- **(새로운 에너지시스템 구축)** 시장거래를 통해 재생에너지 발전기업이 고객과 직접적으로 연계 되면 재생에너지 이용 규모가 더욱 확대될 것이기 때문에 녹색전력 플랫폼을 서둘러 구축해야 함. 또한, 외부 송전선로 건설을 확대하여 재생에너지발전 소비 문제를 해소하고, 전원-전력망-부하-저장 통합화 정책 및 법규를 정비하여 전통 제조업 전기요금을 낮춰 전통제조업의 고도화 및 재투자 적극성을 높여야 함.
 - **(충전인프라 건설 확대)** 신에너지차(NEV) 이용 편의를 위해 충전기, 충전소, 배터리 교환소 등 인프라 건설을 서둘러야 함.³⁶⁾

32) 인사이트, 제22-6호, 2022.3.28., pp.1~8.

33) 貝殼財經, 2024.3.6.

34) 同花順財經, 2024.3.6.

35) 中國經濟網, 2024.3.5.

36) 中國經濟網, 2024.3.6.

- (녹색전력인증서에 원자력발전 편입) 원자력발전을 녹색전력인증서(Green Electricity Certificate, GEC)에 포함하여 GEC 발급 범위를 비화석에너지 전체로 확대하고, 시장 고객 구매 수요를 충족시키며 탄소배출저감에서 원자력발전의 역할을 제고함.³⁷⁾
- (수소에너지) 2023년 말 기준, 중국의 수소충전소는 428개로 세계 1위이나, 수량이나 보급 수준이 시장 수요에 미치지 못한다고 밝힘. 이에 수소 관련 정책 및 관련 조치를 빠른 시일 내에 제정 및 시행하여 수소산업을 활성화하고 전국적으로 연계된 수소 공급망을 구축해야 한다고 밝힘.³⁸⁾
 - 또한, 그린수소와 관련한 보조금 정책을 제정하여 그린수소산업을 지원해야 하며, 그린수소 설비 100% 국산화 연구개발을 지원하며, 재생에너지 잉여전력의 전력망 연계 정책을 수립하여 그린수소 생산 비용을 절감해야 한다고 언급함.
- 한편, 처음 시장에 출시되었던 전기차 배터리의 사용연한이 임박하여 폐배터리가 대량 발생될 것으로 예상되면서 이번 양회에서 신에너지차(NEV) 폐배터리 회수 산업에 이목이 집중됨.³⁹⁾
 - ※ 신에너지차(NEV)는 순수전기차(BEV), 플러그인 하이브리드차(PHEV), 주행거리 연장형 전기차(EREV, Extended Range Electric Vehicle), 수소연료전지차(FCEV) 등이 포함됨.
- 신에너지배터리 회수·이용 전문위원회는 2027년 말 기준, 중국의 누적 폐배터리량이 약 114만 톤에 달할 것으로 전망함.
- ‘전인대’ 및 ‘정협’ 위원은 최근 중국 폐배터리 회수 산업이 빠르게 성장하고 있지만, 시장메커니즘이 완비되지 않았으며 배터리 이력추적에 어려움이 있어 폐배터리 회수율이 25% 미만이라고 지적함. 배터리 회수·이용 기술이 부족한 점도 문제점으로 지적함.
- 이에 폐배터리 회수·이용률을 높이기 위해서 배터리 회수·이용 책임과 의무를 명확히 하고, 배터리 소재 회수·이용 연구개발을 지원하며 기술협력 플랫폼과 산업연맹을 구축해야 한다고 밝힘.

■ 중국 NDRC, 2024년 전력부문 발전 과제로 초고압(UHV) 송전 강조

- 중국 국가발전개혁위원회(NDRC)가 양회에서 ‘2023년 국민경제 및 사회 발전계획 집행 현황 및 2024년 국민경제 및 사회 발전 계획 초안’(이하 ‘초안’)을 전국인민대표대회(우리나라 국회에 해당)에 제출함.⁴⁰⁾
 - 동 ‘초안’은 2024년 사회 발전을 위한 전반적인 조건, 주요 목표, 정책 방향, 주요 10대 과제 등을 개술함.
 - 이 중 7번 과제(생태문명건설 및 저탄소녹색 성장 확대로 아름다운 중국 건설 가속화) 및 9번 과제(주요부문에서 안전 건설 강화로 경제 안전 수호)에서 2024년 신재생에너지 발전 방향을 명시함.

37) 中國經濟網, 2024.3.5.

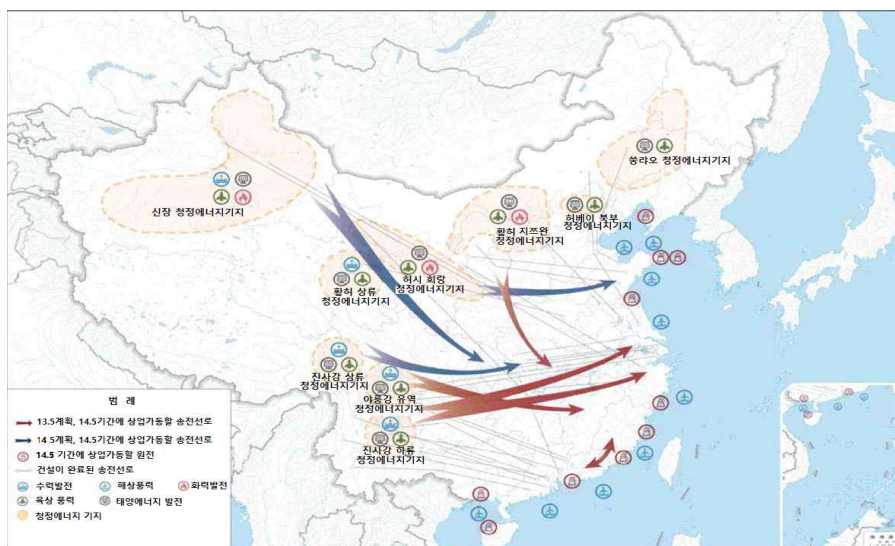
38) 中國經濟網, 2024.3.8.

39) 中國經濟網, 2024.3.7.

40) 能源界, 2024.3.9.

- ‘초안’은 대규모 풍력·태양광 단지 건설 및 주요 유역의 수력-풍력-태양광 통합 단지 개발 건설을 서두르고, 명시-징진지(京津冀: 베이징, 톈진, 허베이) 및 다통-톈진(남) 등 구간의 초고압(UHV, Ultra High Voltage) 송전망을 건설할 계획이라고 밝힘.
 - 또한, 서부지역 청정에너지기지 및 전력 외부 송전선로를 빠른 시일 내에 건설하며, 석탄화력발전과 같은 조정 전원 및 송전선로 건설을 가속화하고 에너지가격을 지속 관리해나갈 계획이라고 밝힘.
- 중국은 사막, 황무지 등지에 대규모 재생에너지 발전단지를 조성하고, 단지 주변에 청정·고효율의 석탄화력발전, 에너지저장, 태양열발전 등과 연계한 상호 보완 체계를 구축하고 있음. 또한, 서남지역 주요 유역에 재생에너지원 통합 청정에너지 기지를 건설하고, 수력-풍력-태양광-양수발전 등의 통합 개발을 추진하고 있음.⁴¹⁾
 - 2021년 말에 1차 풍력·태양광 발전단지(약 97.05GW) 건설 명단을 발표하였으며, 2차는 450GW 이상, 3차는 50GW 이상임. 그러나 국가에너지국(NEA) 통계에 따르면, 2023년 11월 말 기준 1차 풍력·태양광 발전단지 계통연계 규모가 약 45GW에 불과함.
 - 이에 중국은 UHV와 같은 신재생에너지 부대설비 건설을 올해 중요한 정책 방향 중 하나로 설정하고 있으며, 재생에너지발전 설비 건설 속도에 맞춰 초고압(UHV) 송전망 건설을 서두르고 있음. 현재 지역별로 부지선정 계획, 토지 예심, 부대 공사 등과 관련한 입찰에 들어감.
 - 2022년 NEA는 12개 UHV에 대한 논증 연구에 들어갔으며, 현재 룡둥(청양市)-산둥, 닝샤-후난, 하미(신장자치구)-충칭, 진상(푸저우市)-후베이 등 4개의 초고압직류(Ultrahigh-Voltage Direct Current, UHVDC) 송전망을 건설하고 있음.
 - 명시(네이멍구)-징진지(京津冀: 베이징, 톈진, 허베이) 및 다통(산시(山西)-톈진(남) 구간 UHV는 2023년 10월에 타당성 조사를 마침.

〈 중국의 청정에너지 기지 구축 계획 〉



자료 : 國務院(2021.3.11.), 中華人民共和國國民經濟和社會發展第十四個五年規劃和2035年遠景目標綱要

41) 인사이트, 제23-4호, 2023.2.27., pp.22~29.

■ 중국 NDRC, 녹색저탄소전환산업 지도목록 발표

○ 중국 국가발전개혁위원회(NDRC), 공업정보화부, 자연자원부, 생태환경부 등 10개 부처는 '저탄소 녹색전환산업 지도 목록(2024)' (이하 '지도목록2024')을 발표함.⁴²⁾

※ 중국은 녹색산업의 중점 발전 방향을 명시하고 가장 핵심적이고 긴박한 녹색성장 부문에 정책과 자금을 집중하기 위해 2019년 2월 '녹색산업 지도목록(2019)'를 발표하였음.

- '지도목록2024'은 ①에너지절감·탄소감축 산업, ②환경보호산업, ③자원순환활용산업, ④에너지 저탄소녹색 전환, ⑤생태보호·복원·활용, ⑥인프라 녹색 업그레이드, ⑦녹색 서비스 등 7개 부문으로 구성됨.
 - 이번 '지도목록2024'은 저탄소경제 성장과 탄소배출량 감축에 중점을 두고 정책 명칭, 목록 구조, 포함 범위 등을 개정하였으며, 정책 실용성을 제고함.
 - **(정책 명칭)** 탄소피크·탄소중립 목표 이행을 위해 지도목록 명칭을 '저탄소녹색 전환 산업 지도 목록'으로 전환함.
 - **(목록 구조)** 저탄소 전환 관련 산업을 새로 편입하였으며 녹색금융 및 전환금융 업무와 연계를 더욱 공고히 함. 에너지절감환경보호산업과 청정생산산업을 에너지절감·탄소감축산업, 환경보호 산업, 자원순환활용 산업 등 3부문으로 나누고 관련 목록을 조정하여 관련 산업의 구분을 명확히 함.
 - **(포함 범위)** 저탄소녹색전환 산업의 발전 현황 및 특징에 따라 온실가스규제, 주요 업계 저탄소 녹색 전환, 녹색물류, 정보 인프라, 녹색기술 제품 연구개발 인증 확대, 새로운 오염물질 관리, 수소에너지 전체 가치사슬(생산-저장-수송-사용) 장비 제조 등과 관련한 주요 신흥산업을 추가함.
 - 또한, '지도목록2024'은 중국 녹색성장 목표 및 과제에 근거하여 저탄소녹색전환 부문의 주요 지원 부문, 급성장이 필요한 산업, 관련 산업의 구체적인 의미와 요구사항 등을 명시하여 녹색 성장을 강화함.
- NDRC는 각 지방정부 및 부처에 '지도목록2024'와 지역별 중점 발전 방향에 기반하여 관련 정책을 제정·정비하라고 주문함.
- 각 지방정부 및 부처는 '지도목록2024'에 기반하여 현지 상황에 맞는 세부 목록을 제정 및 개정하여 운용성을 높일 수 있음.

42) 中國戰略新興產業, 2024.3.5.



일본

■ 경제산업성, 남별방지 위해 재생에너지 지원 법규 개정

- 경제산업성은 재생에너지 도입 확대를 늘어나는 남별 방지를 위해 재생에너지사업자 지원법규를 2024년 4월 개정할 예정임.⁴³⁾
 - 일본 정부는 2050년 탄소중립 목표 실현을 위해 재생에너지 도입 확대를 추진 중. 그 결과 과도한 별채로 인해 산사태가 발생하고, 재생에너지발전사업자와 지자체 간의 갈등이 증가함.
 - 후쿠시마시 시장은 2023년에 대규모 태양광설비 도입을 규제하였으며, 미야자키현은 2024년 4월에 삼림개발사업자를 대상으로 한 새로운 세금을 도입할 예정임.
 - 일본 정부는 현행법 상의 재생에너지설비 설치 허가 요건을 충족하지 못하고 삼림을 벌채하여 재생에너지설비를 설치한 경우, 삼림법 등 관련법에 근거한 행정지도를 실시하고 있음. 그러나 행정지도를 받아도 개선되는 사례가 많지 않음.
 - 행정지도 이후에도 개선되지 않으면 정부는 시정 명령 또는 재생에너지사업자 인가 취소 등을 실시할 수 있지만, 실제 사업인가 취소 사례는 적음.
 - 임야청에 따르면 2022년 기준 삼림법에 의거하여 위반 행위가 적발된 태양광발전설비는 41건임. 행정지도 실시는 51건이었으나, 개발 중지 및 상태 복구를 요구한 명령은 1건에 그침.
- 경제산업성은 지자체의 이해를 확보하면서 재생에너지 도입을 확대하기 위해 재생에너지특별법을 개정하여 재생에너지사업자를 대상으로 설치 규정을 강화할 것임.
 - 행정지도를 받은 재생에너지사업자를 대상으로 행정처분 규정을 신설하여 개선하지 않을 경우 FIT 등에 따른 지원금을 일시 중지할 것임.
 - FIT 지원금이 일시 중지되면 재생에너지사업자는 발전소 운영 유지가 어려워짐. 경제산업성은 재생에너지사업자가 개선할 경우, 일시 중지한 금액분을 포함한 FIT 지원금을 제공하여 위반 행위 조기 해소를 유도할 것임.

■ 경제산업성, GI기금을 활용한 해상풍력 저비용화 사업 추진 방침 제시

- 경제산업성은 Green Innovation(이하 'GI') 기금을 해상풍력 저비용화 사업에 활용할 방침을 제시하였음.⁴⁴⁾

43) 日本経済新聞, 2024.3.13.

44) 資源エネルギー庁, “グリーンイノベーション基金「洋上風力の低コスト化事業」の進め方”, 2024.2.27.

- 경제산업성은 기업의 탈탄소화 연구 개발을 지원하기 위해 NEDO 산하에 2조엔 규모의 GI 기금을 조성하였음. 경제산업성은 동 기금을 활용하여 '녹색성장전략'에 제시된 성장 유망분야 연구 개발 및 실용화 사업 등을 10년 간 지원할 것임.
- 경제산업성은 해상풍력 도입을 확대하려면 해상풍력기 대형화에 상응한 설비이용률 향상 및 비용 절감이 필요하다 판단하고, GI기금을 활용하여 관련 기술을 개발할 방침
- (1단계) 기상 조건 및 해상 조건 등을 고려하고 일본 기업의 강점을 활용하는 요소기술 개발을 추진할 것임. 일본 근해의 깊은 수심에 대응한 송전 및 계류, 시공 기술을 확립하면 유사한 특징을 가진 아시아 지역에 기술을 수출할 수 있음.
 - (차세대 해상풍력발전기 기술 개발 사업) 태풍, 지진, 낙뢰, 저풍속 등 자연조건을 고려한 해상풍력발전기 사양 최적화, 일본 생산기술 및 로봇틱스기술을 활용한 대형 해상풍력기의 고품질 대량 생산 기술, 차세대 해상풍력발전기 기술 개발 등에 약 5년 간 최대 180억 엔의 예산을 편성하였음.
 - (부유체 제조·설치의 저비용화 기술 개발 사업) 부유체의 대량 생산, 합성섬유와 철을 활용한 계류(mooring) 시스템, 점유 면적이 적은 TLP(Tension Leg Platform) 계류 등의 개발에 약 3년 간 최대 100억 엔의 예산을 편성하였음.
 - (해상풍력 관련 전기 시스템 기술 개발 사업) 부유체의 움직임에 연동하는 고전압(66kV 초과) 다이내믹 케이블, 부유식 해상 변전소 등의 개발에 약 3년 간 최대 25억 엔의 예산을 편성하였음.
 - (해상풍력 가동 보수 고도화 사업) 해상 환경에 적합한 수리 및 도장 기술, 가동률이 높은 작업 선박 개발, 디지털 기술을 활용한 예방 유지 관리 대응 고도화, 드론을 활용한 점검 기술 고도화 등에 약 3년 간 최대 40억 엔의 예산을 편성하였음.
 - 또한, 2023년에 해상풍력 관련 기본합의서(LOI)를 체결한 덴마크 등과도 연계하여 글로벌 표준화에 대한 논의를 실시할 것임.
- (2단계) 1단계에서 개발된 요소기술을 활용하면서 전체 시스템 관련 기술을 통합한 기술실증을 실시할 것임. 1단계에서 개발된 성과를 일정 수준 활용하는 사업에 대한 보조율을 1/2에서 2/3로 확대할 것임.
 - 해상풍력기, 부유체, 케이블, 계류 등을 일괄적으로 설계할 것이며, 약 8년 간 최대 850억 엔의 예산을 편성하였음.
 - 부유식 해상풍력 실증사업 후보 해역으로서 홋카이도 2개 해역, 아키타현 1개 해역, 아이치현 1개 해역을 선정하였음.
- 한편, 일본 정부는 제1차 '해상풍력산업비전'과 '제6차 에너지기본계획'을 통해 해상풍력 개발 및 보급 목표를 설정하고 있음.
 - 2020년 12월, 해상풍력산업비전에서 '2030년까지 매년 1GW를 넘는 사업계획 설정', '2030년까지 10GW, 2040년까지 30~45GW 사업계획 설정'이라는 목표를 제시하였음.
 - 또한, 2021년에 수립된 '제6차 에너지기본계획'은 2030년 보급 목표를 5.7GW로 확정하였음.

■ 경제산업성, 페로브스카이트 대상 FIT 매입가격 높은 수준 설정

- 경제산업성은 차세대 태양광발전장치인 페로브스카이트의 FIT 매입가격을 높은 수준으로 설정하여 신기술에 대한 민간 투자를 촉구하고 일본 재생에너지 도입 확대에 기여할 것임.⁴⁵⁾
 - － 경제산업성은 페로브스카이트로 발전한 전력을 10엔/kWh 이상으로, 현행 일반 태양광 FIT 매입가격보다 높은 수준으로 설정할 것임. 2024년에 경제산업성은 전문가회의를 통해 이와 관련된 상세내용을 논의할 것임.
 - － 일본은 국토 면적이 좁아 태양광패널 설치에 적합한 지역이 적어지고 있으며, 무분별한 산림 개발로 지자체와의 갈등이 빈번히 발생하고 있음. 페로브스카이트 보급이 확대되면 도시 빌딩 벽면 등 새로운 발전 장소를 확보할 수 있음.
 - － 일본의 페로브스카이트 제조에 필요한 아이오딘(iodine) 생산량은 칠레에 이어 세계 2위로 안정적인 자원 확보가 용이함. 이에 페로브스카이트 보급 확대는 일본의 재생에너지 도입 확대 및 경제안전보장 강화에 기여할 것으로 기대됨.
 - － 페로브스카이트의 보급을 FIT로 지원하는 것은 기술을 둘러싼 해외기업과의 경쟁이 심화되고 있는 것이 배경임.
- 일본 정부는 페로브스카이트 보급을 탈탄소전략 중 하나로 규정하고 2025년 실용화를 목표로 제시하였음. 또한, 일본 기업들이 페로브스카이트 실용화를 위해 기술 개발 및 실증을 실시하고 있음.
 - － 일본 화학제조 대기업인 Sekisui화학공업은 도쿄도에서 추진되고 있는 재개발 프로젝트에 설치 예정인 타워(2028년 완공 예정)에 발전용량 1000kW 이상인 페로브스카이트 태양전지를 설치할 것임.
 - － Panasonic은 유리 건축 자재 일체형 페로브스카이트 태양전지를 개발하여 모델하우스를 활용하여 장기 실증을 실시할 것임.
 - － KDDI는 무선통신을 실시하는 기지국에 페로브스카이트 태양전지를 활용하는 실증을 실시할 것임.

■ 경제산업성, OCCTO의 광역계통 장기방침의 재생에너지 출력제어 평가

- 경제산업성은 재생에너지 도입 확대 및 에너지 안정 공급을 위해 전략광역운영추진기관(이하 OCCTO)가 수립한 ‘광역계통 장기방침(광역연계계통 마스터플랜)(2023.3월)’에 의거한 지역 간 계통 정비 내용을 검토 중임.⁴⁶⁾
 - － 일본 정부는 2050년 탄소중립을 실현하기 위해 2050년 발전량 기준 재생에너지 비중을 50~60%로 확대할 필요가 있다고 보고 있음.
 - 현재 일본 내 재생에너지 도입이 확대되고 있으나, 이를 송전하기 위한 연계선이 부족한 상황이며 지역 간 전력 융통도 활발하지 않아 규슈지역은 잉여 전력으로 태양광설비에 대해 출력제어를 실시하는데, 수도권은 전력이 부족한 상황이 발생하고 있음.

45) 日本経済新聞, 2024.3.7.

46) 資源エネルギー庁, “電力ネットワークの次世代化について”, 2024.3.7.

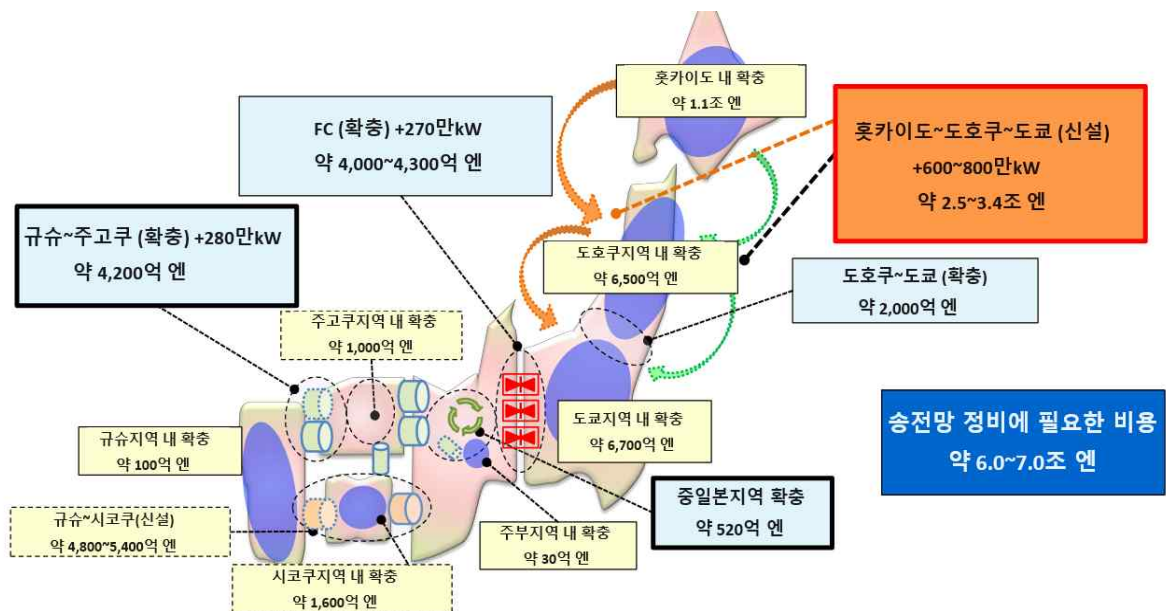
- OCCTO는 동 방침을 통해 재생에너지 비중 50% 달성을 전제로 재생에너지 전력과 소비지역의 거리에 따라 3가지 시나리오를 제시하였음. 이 중 기준 시나리오의 경우, 2050년까지 11.5GW~13.5GW 규모의 송전망 부설을 목표로 투자비용은 약 6조~7조 엔으로 추산하였음.
- (동일본) 홋카이도와 도호쿠지역에서 풍력을 중심으로 재생에너지 도입이 확대될 것으로 전망하고, 수도권에 전력을 송전하기 위해 해저케이블을 포함하여 6~8GW를 부설할 것임. 부설 비용은 약 2조 5천억 ~ 3조 4천억 엔이 될 것으로 추산됨.
- (서일본) 규슈지역에서 간사이 및 주부지역으로의 전력 용통을 확대하기 위해, 송전망을 확대할 것임. 규슈지역과 주고쿠지역 간 송전망을 2.8GW 확대할 것이며, 비용은 약 4,200억 엔이 될 것으로 추산됨.
- 경제산업성은 금번 전문가회의를 통해 계통 정비 계획에 대한 재생에너지 출력제어 가모 효과를 추산하였으며, 계통 정비에 소요되는 비용에 비해 효과가 작다는 의견이 제시되었음.
- 동일본지역의 지역 간 계통 정비로 홋카이도 및 도호쿠지역의 재생에너지 출력제어 감소율은 2030년 기준 17.4%이며 정비를 실시하지 않은 경우보다 6.3TWh의 재생에너지 전력을 활용할 수 있음. 또한, 2050년 기준 26.8%로 정비를 실시하지 않은 경우보다 10.1TWh의 재생에너지 전력을 활용할 수 있음.
- 서일본지역의 지역 간 계통 정비(간몬연계선 1GW 확충)로 규슈지역의 재생에너지 출력제어 감소율은 2030년 기준 6.9%이며 정비를 실시하지 않은 경우보다 210GWh의 재생에너지 전력을 활용할 수 있음. 또한, 2050년 기준 25.0%로 정비를 실시하지 않은 경우보다 1,110GWh의 재생에너지 전력을 활용할 수 있음.
- 한편, 계통 정비에 따른 재생에너지 출력제어 감소 효과가 예상보다 낮아 비용편익평가에 정량적 평가뿐 아니라 정성적 평가를 도입할 필요가 있다는 의견이 제시되었음.
- 경제산업성은 지역 간 연계선 확충에 따라 발생하는 편익을 정량적으로 평가하고 있음. 평가 항목에는 광역 전력 거래 실현에 따른 발전용 연료 및 CO₂ 대책 비용 절감 효과, 예비력·송전 여력 확보 수준, 송전손실, 재생에너지 출력제어율 등이 있음. 이를 금액으로 환산하여 비용으로 나눈 숫자가 1을 넘을수록 발생 편익이 많다고 평가됨.
- OCCTO 추산에 따르면 동일본 지역(홋카이도-도호쿠-도쿄)을 연결하는 해저송전선인 고압직류 송전(HVDC)의 비용편익평가는 약 0.63~1.72이며, 검토 중인 2개의 간몬연계선 확충안은 모두 1을 하회하였음.
- 이에 경제산업성은 계통 정비에 따른 효과를 정량적인 평가만으로는 측정하는 대신, 재생에너지 도입 확대 전망 및 회복력 강화, 사회적 니즈 등 정성적 평가도 고려하면서 확충 여부를 판단할 필요가 있다고 지적하였음.

〈 계통 확충에 따른 재생에너지 출력제어율 감소 효과 〉

계통 확충 지역	시기	계통 미확충	계통 확충
동일본	2030년	20.9TWh 25.0%	14.6TWh 17.4%
	2050년	55.8TWh 32.7%	45.7TWh 26.8%
서일본 (간몬연계선)	2030년	2.3TWh 7.6%	2.1TWh 6.9%
	2050년	23.6TWh 26.3%	22.5TWh 25.0%

자료 : 전기신문(2024.3.8.)

〈 기준 시나리오에 따른 광역계통 정비 계획 〉



자료: 資源エネルギー庁(2024.3.7.)

국제 천연가스·원유 가격 동향

• 국제 천연가스 가격 추이

(단위: \$/MMBtu)

구 분	2024년									
	2/29	3/1	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/11	3/12	3/13
Henry Hub	1.86	1.84	1.92	1.96	1.93	1.82	1.81	1.76	1.71	1.66
NBP	7.80	8.10	8.55	8.72	8.46	8.34	8.47	7.99	7.98	7.99
JKM	8.37	8.30	8.34	8.38	8.42	8.40	8.46	8.47	8.47	8.48
TTF	6.72	7.00	7.26	7.42	7.15	6.98	7.06	6.69	6.65	6.67

주 : 1) 4월 선물가격

2) NBP, TTF 선물가격의 단위는 각각 €/MWh, GBp/therm에서 US\$/€, US\$/£ 환율(증가)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;

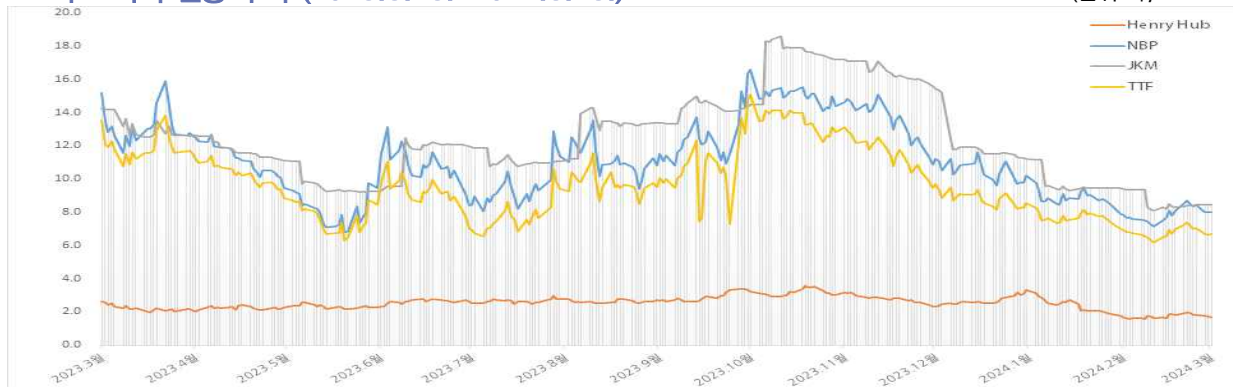
3) LNG Japan-Korea Marker Futures;

4) Dutch TTF Natural Gas Calendar Month;

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

• 가스 가격 변동 추이 (2023.3.13.~2024.3.13.)

(단위: \$/MMBtu)



• 국제 원유 가격 추이

(단위: \$/bbl)

구 분	2024년									
	2/29	3/1	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/11	3/12	3/13
Brent	83.62	83.55	82.80	82.04	82.96	82.96	82.08	82.21	81.92	84.03
WTI	78.26	79.97	78.74	78.15	79.13	78.93	78.01	77.93	77.56	79.72
Dubai	81.78	81.55	83.10	81.79	82.02	82.36	83.35	82.10	82.84	82.22

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

자료 : KESIS

• 유가 변동 추이 (2023.3.13.~2024.3.13.)

(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: 1천m³

MMcm: 1백만m³

Bcm: 10억m³

Tcm: 1조m³

Btu: British thermal units

MMBtu: 1백만Btu

b/d: barrel per day

MMb/d: 1백만b/d

toe: ton of oil equivalent

Mcf: 1천ft³

MMcf: 1백만ft³

Bcf: 10억ft³

Tcf: 1조ft³

tCO₂eq: 이산화탄소 상당톤

에너지경제연구원 에너지국제협력센터

해외에너지동향분석실

세계 에너지시장 인사이트 홈페이지

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

세계 에너지시장 인사이트

World Energy Market Insight

발 행 인 김현제

편 집 인 조일현 ihcho@keei.re.kr 052)714-2176

편집위원 이성규, 박정순, 김해지, 김종우, 도현재, 오현영,
유학식, 윤범석

연 구 진 정귀희(미주), 김수경(유럽), 김나연(중국),
임지영(일본)

문 의 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 인사이트 *biweekly*



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute