

Issue Monitor

넷제로(Net Zero)로 가는 길,
에너지 안보와 새로운 에너지 믹스

January 2023 | 제152호

삼성KPMG 경제연구원

—
home.kpmg/kr

넷제로(Net Zero)로 가는 길, 에너지 안보와 새로운 에너지 믹스

Issue Monitor | January 2023

Contacts

삼성KPMG 경제연구원

엄이슬
책임연구원

Tel: +82 2 2112 3918
yeom@kr.kpmg.com

김나래
수석연구원

Tel: +82 2 2112 7095
nkim15@kr.kpmg.com

정미주
선임연구원

Tel: +82 2 2112 4802
mijujung@kr.kpmg.com

본 보고서는 삼성KPMG 경제연구원과 KPMG Member firm 전문가들이 수집한 자료를 바탕으로 일반적인 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 보고서에 포함된 자료의 완전성, 정확성 및 신뢰성을 확인하기 위한 절차를 밟은 것은 아닙니다. 본 보고서는 특정 기업이나 개인의 개별 사안에 대한 조언을 제공할 목적으로 작성된 것이 아니므로, 구체적인 의사결정이 필요한 경우에는 당 법인의 전문가와 상의하여 주시기 바랍니다. 삼성KPMG의 사전 동의 없이 본 보고서의 전체 또는 일부를 무단 배포, 인용, 발간, 복제할 수 없습니다.

Contents

글로벌 탄소배출량이 2021년 사상 최고치를 기록하여 기후위기 대응이 시급해진 가운데, 러-우 전쟁으로 부상한 이슈인 ‘에너지 안보’는 ‘에너지 친환경성’과 ‘에너지 경제성’에 더해 에너지 전환에 대한 압박을 가속화하고 있습니다. 기업들의 탄소배출에 대하여 비용을 부과하는 것은 당장에 처한 현실이지만, 신재생에너지 상용화에는 시간이 걸리는 상황에서 본 보고서는 중장기적인 관점에서 천연가스와 원자력의 적극적인 활용을 강조하고 이에 대한 국내 기업의 대응전략을 제시합니다.

Page

Infographic Summary

3

에너지 믹스(Energy Mix)에 대한 고민이 필요한 시점

4

러시아-우크라이나 전쟁이 에너지 산업에 주는 메시지

4

탄소중립을 향한 국제사회의 발걸음은 빨라질 것인가

7

탄소 리스크를 관리하는 기업이 생존할 것

8

새로운 에너지 믹스의 방향은?

9

넷제로 이행과정에서 징검다리로서 천연가스의 역할

11

천연가스를 둘러싼 헤게모니의 변화

11

발전 부문에서의 천연가스

14

수송 부문에서의 천연가스

15

수소 생산 부문에서의 천연가스

17

원자력, 선택 아닌 필수일까?

20

빌 게이츠의 픽(Pick), 다시 돌아온 원자력

20

발전 부문에서의 원자력

23

수송 부문에서의 원자력

24

수소 생산 부문에서의 원자력

25

새로운 에너지 믹스에서 기업들의 대응전략

28

탄소중립을 향한 마일스톤(Milestone)

28

글로벌 공급망 전쟁, 핵심은 원재료 확보

29

핵심역량을 활용하여 부상하는 신시장 진입

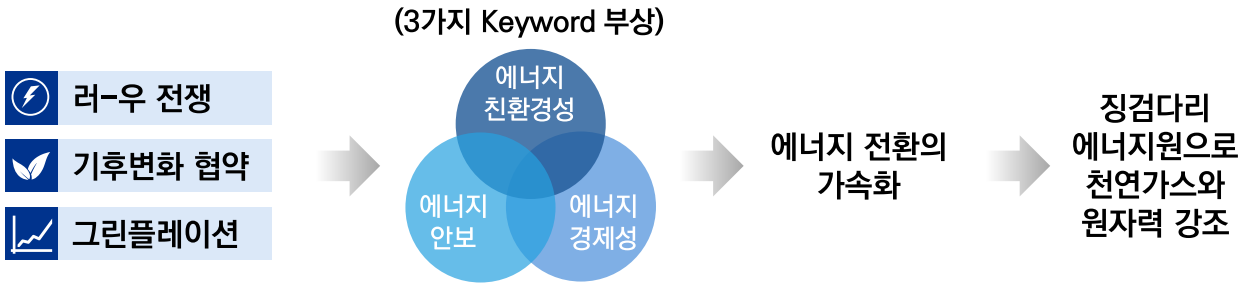
31

신시장 선점의 키는 신기술

33

Infographic Summary

Intro | 에너지믹스(Energy Mix)에 대한 고민이 필요한 시점



Gas | 넷제로 이행과정에서 징검다리로서 천연가스의 역할



Nuclear | 원자력, 선택 아닌 필수일까?



Strategy | 새로운 에너지 믹스에서의 기업들의 대응전략

- 글로벌 공급망 전쟁, 핵심은 원재료 확보
- 핵심역량을 활용하여 부상하는 신시장 진입
- 신시장 선점의 키는 신기술



에너지 믹스(Energy Mix)에 대한 고민이 필요한 시점

“

러-우 전쟁으로
부상한 '에너지 안보'의
중요성

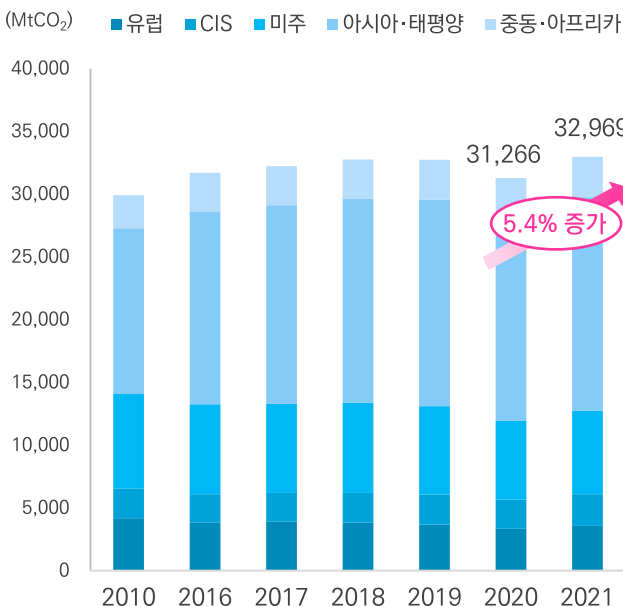
”

러시아-우크라이나 전쟁이 에너지 시장에 주는 메시지

에너지 산업에 대한 큰 손들의 잇따른 투자가 화제다. 워렌 버핏은 2022년 2분기 글로벌 에너지 기업 옥시덴탈페트롤리움(Occidental Petroleum)에 2조 원 이상 투자한 후, 9월 약 5,000억 원 추가 매수했다. 이미 1분기 10조 원의 투자로 워렌 버핏이 이끄는 버크셔 해서웨이(Berkshire Hathaway)가 옥시덴탈의 최대 주주로 올라선 직후 또 비중을 확대한 것이다. 뿐만 아니라, 버핏은 2분기에 슈퍼메이저 셰브론(Chevron)의 투자규모도 크게 늘렸다. 한편, 세계에서 가장 열정적인 넷제로 전도사로 손꼽히는 빌 게이츠는 청정에너지 투자펀드인 획기적 에너지 연합(Breakthrough Energy Coalition)을 결성하며 그린에너지에 대한 적극적인 투자를 지속하고 있는데, 2022년 초에는 지금까지 조성한 자금의 10배인 18조 원을 탄소 포집 및 그린수소를 포함한 청정기술에 투자하겠다는 포부를 밝혔다.

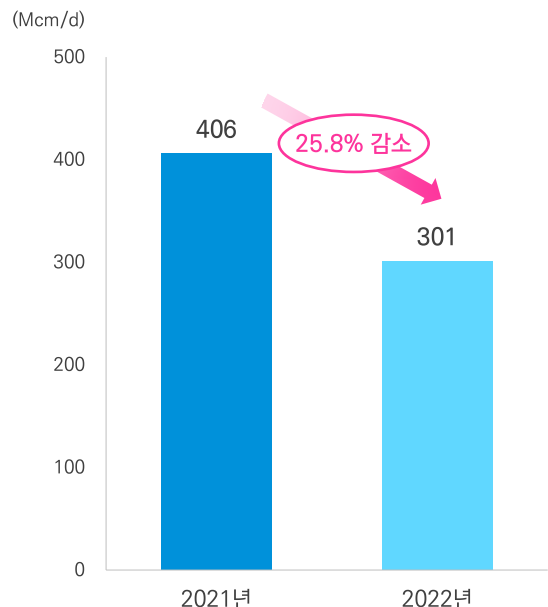
세계적인 선구안들의 굵직한 에너지 투자는 무엇을 가리키는가? 우리는 이 지점에 주목해야 한다. 버핏의 천연가스와 탄소 포집 등 청정기술에 강점을 보이는 옥시덴탈, 셰브론에 대한 투자 그리고 빌 게이츠의 청정에너지 투자는 모두 '에너지 전환'을 가리키고 있다. 2021년 글로벌 탄소 배출량이 전년 대비 5.4% 반등하며 사상 최고 수준에 도달한 상황에서 인류는 앞으로 에너지 대전환의 시대를 경험할 것이다. '에너지 믹스(Energy Mix)의 획기적인 변화'를 뜻하는 에너지 전환(Energy Transition)은 앞으로도 꾸준히 주목될 이슈이며, 단순히 1차 에너지원의 변화라는 개념을 넘어서 인류의 일상, 도시 인프라 및 산업, 투자 패러다임 등을 완전히 바꿀 것이다. 따라서 패권 선점을 위해 새로운 양상의 전쟁이 발발할 것으로 예상된다.

[글로벌 이산화탄소 배출량 추이]



Source: Enerdata
Note: 2021년 기준

[유럽의 러시아산 LNG 수입량 변화]



Source: 에너지경제연구원
Note: 2021년 평균과 2022년 1월~5월 평균 비교

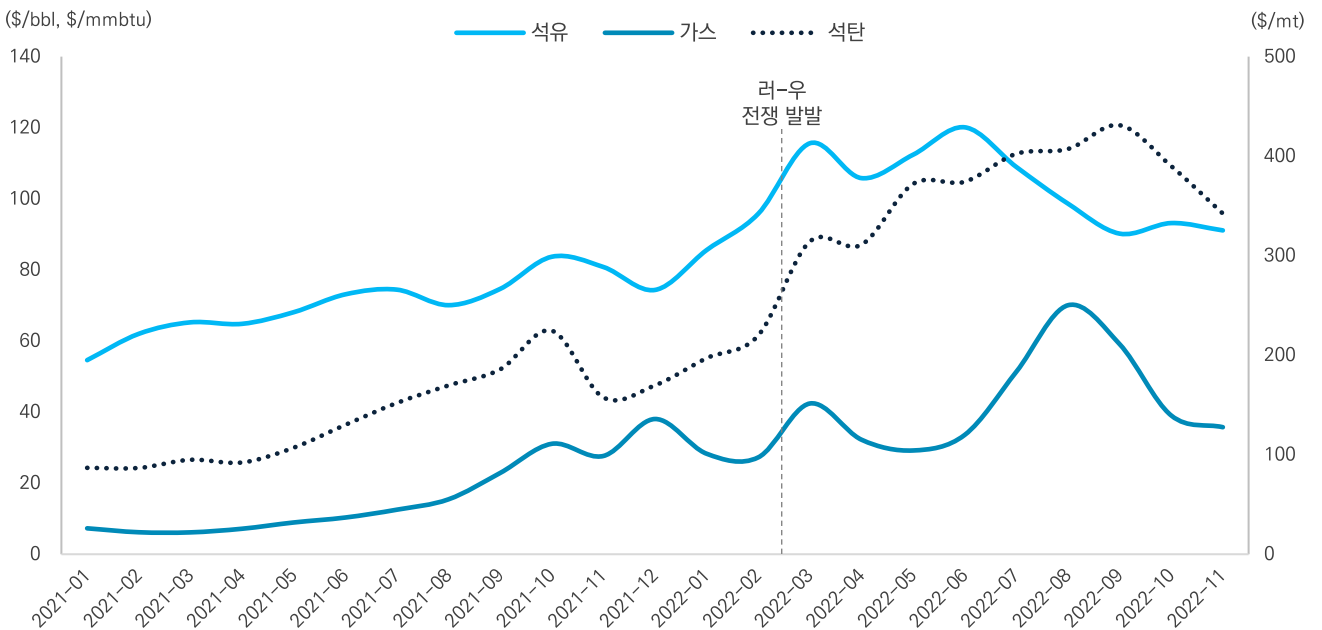
“
러-우 전쟁의 여파로
2022년 8월 유럽 가스
가격은 전년대비 4배 이상
오름
”

사실, 에너지를 둘러싼 물리적 전쟁은 러시아의 우크라이나 침공으로 이미 시작됐다. 러시아는 유럽 최대 가스 공급망인 노드스트림(Nordstream) II의 완공 직후 우크라이나를 침공했다. 전쟁 직후 유럽의 PNG 수입량은 ¼ 감소할 만큼 노드스트림 II의 완공으로 러시아는 유럽의 에너지 안보를 장악할 수 있었고, 러시아에 대한 국제사회의 제재는 오히려 부메랑으로 돌아와 유럽을 중심으로 에너지 수급난을 일으키고 국제 에너지 가격은 롤러코스터를 타고 있다.

유럽 가스가격 벤치마크인 TTF(Title Transfer Facility)를 살펴보면, 유럽 천연가스 가격은 2021년 상반기 MMBTU 당 10달러도 채 되지 않았으나 이후 지속적으로 상승했다. 2022년 3월 미국과 영국의 러시아산 에너지 금수 조치가 발표된 이후에는 40달러를 돌파하고, 8월 들어서는 약 70달러까지 치솟았다. 러-우 전쟁의 여파로 유럽 가스 가격이 1년 전 대비 4배 이상 비싸진 것이다. 동기간 석탄 가격은 2배 이상, 브렌트유는 1.4배 올랐다. 이렇게 전쟁으로 국제 에너지 가격이 폭등하면서 새롭게 부상한 키워드가 ‘에너지 안보’다.

그간에는 에너지 산업 내 이슈가 에너지의 ‘친환경성’, ‘경제성’에 초점이 맞춰져 있었다면 2022년에는 안보의 중요성이 부각되었다고 할 수 있다. 러시아는 글로벌 천연가스 생산 2위, 원유 생산 3위 국가이다. 러-우 전쟁으로 전 세계 에너지 시장의 변동성이 이렇게 커진 것은 그만큼 러시아에 대한 에너지 의존도가 높았기 때문이다. 지금 에너지 시장에서 발생하고 있는 지진은 한 국가가 에너지를 얼마나 안정적으로 공급해낼 수 있는지가 국제 경제, 정치 및 패권다툼에서 압도적인 힘을 발휘하는

[러-우 전쟁 이후 요동치는 국제 에너지 가격]



Source: World Bank(2022.12)

Note: 원유는 브렌트유, 천연가스는 유럽 벤치마크인 TTF(Title Transfer Facility), 석탄은 호주 가격 기준



EU는 에너지 안보를 위해
신재생에너지 보급 확대를
포함한 REPowerEU 계획
발표

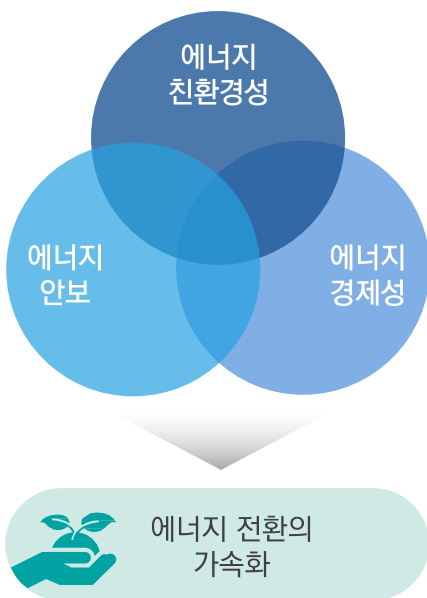


양상을 단적으로 보여주고 있는 셈이다. 전쟁으로 촉발된 에너지 안보 위기는 에너지 전환에 후퇴를 일으킬 것인가 아니면 더 큰 행동을 위한 촉매제가 될 것인가?

이에 대한 답은 EU의 움직임이 힌트가 될 수 있다. EU는 현재의 위기를 에너지 자립 강화와 화석연료 의존도 감축의 계기로 삼겠다고 선언하며 2022년 5월 ‘REPowerEU’ 계획을 발표했다. 핵심내용은 40%에 달하는 대(對)러시아 가스 의존도를 2022년 말까지 3분의 2 수준으로 감축하고 늦어도 2030년까지는 러시아로부터의 가스 수입량 제로를 달성하겠다는 것이다. 이를 위해 에너지 효율을 높여 에너지 소비를 절감하면서 에너지 공급망을 다변화하는 것은 물론이고, 신재생에너지 보급에 더욱 박차를 가할 계획이다.

먼저, 신재생에너지를 최우선 공공 이해관계 사항으로 지정하고, 2030년까지 풍력·태양열 평균 배치율 20% 확대하고 600GW의 발전역량을 확보하기로 했다. 또한, 2030년까지 역내 1,000만 톤의 수소 생산역량을 갖추고 추가 1,000만 톤의 수소 수입원을 확보할 계획이다. EU 태양산업연합(EU Solar Industry Alliance)을 발족하여 온실가스 감축프로젝트 비용과 탄소배출권 시장가격 간의 차액을 지원해주는 제도인 탄소차액계약제도(CcFd) 도입 등을 통해 태양광 및 수소에너지와 관련된 산업경쟁력을 강화하고자 한다. 결국, 국가의 에너지 자립도를 높이기 위해서는 에너지원 포트폴리오를 다각화하는 것이 핵심인데, 이는 에너지 전환에 대한 압박을 가속화하는 강력한 요인으로 작용할 것이다.

[에너지 전환을 가속하는 최근 트렌드]



Source: 삼성KPMG 경제연구원

[에너지 안보를 위한 유럽의 REPowerEU]

에너지 소비절감	장기적으로는 EU 에너지효율지침에 따른 2030년 9% 에너지 소비 감축 의무를 13%로 확대하고, 단기적으로 소비자의 에너지 절약을 통해 에너지 소비를 5% 절감
에너지 공급망 다변화	EU 대외에너지전략(External Energy Strategy)을 통해 에너지 공급망 다변화, 에너지 공급국과 장기적인 수소 보급 및 친환경 기술 협력 등 대외 에너지 협력 강화
신재생에너지 보급 확대	신재생에너지를 최우선 공공 이해관계 사항으로 지정 (태양광) 2025년까지 EU 역내 태양광 발전 역량을 2배 확대하고, 2030년까지 600GW 발전역량 확보 (수소) 2030년까지 EU 역내 1,000만 톤의 수소 생산역량 및 추가 1,000만 톤의 수소 수입원 확보
산업 및 운송 부문 화석연료 소비 감축	EU 태양산업연합(EU Solar Industry Alliance) 발족, 탄소차액계약제도(CcFd)* 도입 등을 통해 태양광 및 수소에너지 관련 산업경쟁력 강화
운송 부문 탈탄소화 지원	일정 규모 이상의 기업과 공공기관 차량에 대한 친환경 차량 의무 보유 비중을 확대하는 법안 제안을 검토 예정

Source: 한국무역협회, 언론보도종합

Note*: 탄소차액계약제도(Carbon Contract for Difference, CcFd)란 온실가스 감축프로젝트 비용과 탄소배출권 시장가격 간의 차액을 지원해주는 제도

“
 현실화된 그린플레이션에도
 탄소중립을 향한 국제사회의
 발걸음은 느려지지 않을
 전망
 ”

탄소중립을 향한 국제사회의 발걸음은 빨라질 것인가

러-우 전쟁으로 에너지 ‘안보’가 최근 에너지 산업내 주요 이슈로 부각된 반면, 에너지 ‘친환경성’은 비교적 오랜 기간 중시된 이슈다. 국제사회는 2100년까지 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5°C 이내로 제한한다는 목표를 공유하며, 한국은 이를 달성하기 위해 5년마다 UN에 제출하는 각국의 목표인 국가온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 기존 대비 상향 조정하여 제출한 바 있다. 이러한 탈탄소를 향한 노력은 친환경 정책에 따른 원자재 가격상승을 비롯한 전반적인 물가상승으로 이어지는 그린플레이션(Greenflation)을 현실화시키고 있다. 전쟁으로 인한 에너지 수급 불균형 및 그린플레이션 등으로 에너지 시장이 극도로 취약한 상태인 상황에서 과연 탄소중립을 향한 국제공조에 영향은 없을지 의문이 제기된다. 아무래도 기업과 소비자 비용부담을 커지기에, 값싼 화석연료로 회귀하려는 움직임이 있지 않을까?

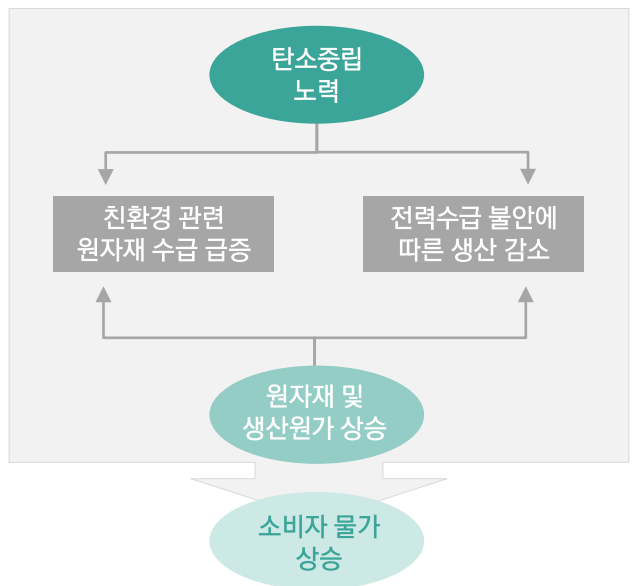
다행히 2022년 11월에 폐막한 제27차 기후변화협약 당사국 총회(Conference of Parties, COP27)에서 국제사회는 넷제로를 향한 발걸음의 속도를 늦추지 않을 것을 약속했다. 그린뉴딜로 5조 달러 투자를 약속한 바이든 정부가 집권하면서 미국은 파리협약에 복귀하였고, 코로나19 위기와 러-우 전쟁 발 에너지 위기를 극복할 카드로 꺼내든 인플레이션 감축법안(Inflation Reduction Act, IRA)은 총 투자액의 85%를 에너지 안보와 기후위기 대응에 투입할 예정이다. 유럽은 그린 딜(Green Deal)의 정책 수단으로 2030년까지 탄소배출량을 1990년 수준 대비 55% 감축하기 위한 입법 패키지 Fit for 55을 내세웠고, 중국과 일본도 환경 비즈니스 육성과

[당사국 만장일치로 합의된 COP27 주요 의제]

- 지구 평균 온도 상승폭 1.5도 제한 목표 재확인
- 석탄 발전의 단계적 감축 유지
- 기후변화 적응 프레임워크 설립
- 연간 1,000억 달러 지원 재확인
- 손실과 피해 관련 신규 기금 설립
- 국제 탄소시장에 대한 기술지침 마련

Source: 삼정KPMG 경제연구원
 Note: COP27 참여 198개국에 모두 만장일치로 합의한 사항

[Greenflation의 전개 양상]



Source: KDB미래전략연구소



탄소가격제(Carbon Pricing)의 적용범위가 확대되고, 탄소 가격은 인상되고 있음



친환경 사회구조 정착의 두 마리 토끼를 잡는다는 목표 아래 코로나19로 침체된 경기를 에너지 신사업으로 돌파하기 위한 전략을 꾀하고 있어 국제사회는 오히려 탄소중립에 엑셀을 밟고있다.

최근 발표된 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 연구결과에 따르면 현재의 NDC 하에서도 지구 평균 온도 상승폭이 2040년이면 1.5°C를 초과할 가능성이 높다는 연구결과가 나왔다. 1.5°C는 그냥 나온 수치가 아니다. 이 수치를 초과하면 현재 전 세계의 40%가 살고 있는 적도 지역은 생존 한계에 직면할 것으로 분석된다. 즉, 1.5°C는 인류 생존을 위한 마지노선이며, 전 지구적인 총력전이 필요한 상황인 것이다.

탄소 리스크를 관리하는 기업이 생존할 것

국제사회의 공조도 중요하지만, 개별 기업 입장에서는 에너지의 ‘경제성’ 이야기를 빼놓을 수 없다. 아무리 친환경에너지가 중요하다고 해도, 기업의 목표는 이윤추구이기 때문이다. 현재는 탄소에 대한 가격부과(Carbon Pricing)로 탄소 배출에 대한 비용은 증가하는 반면, 신기술 개발로 친환경에너지의 단위가격은 빠르게 하락하고 있는 상황이다. 2021년 4월 기준 전 세계에서 시행 중인 탄소세 및 배출권거래제(Emission Trading System, ETS)는 64개인 가운데, 최근 들어 탄소가격은 인상되고 적용범위도 확대되고 있다. 또한, 유럽은 수입품에 탄소 비용을 부과하기 위한 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)를 2023년부터 시범 도입하기로 했다.

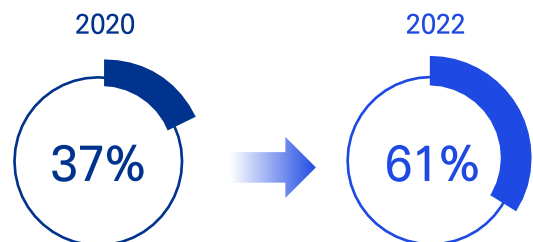
[주요국의 탄소가격제 운영현황]

국가	구분	탄소가격 (\$/tCO ₂ e)	배출총량 대비 탄소가격제 운영범위(%)	탄소가격제 운영수입 (백만달러)
EU	ETS	48.8	39	22,548
프랑스	탄소세	52.4	35	9,632
캐나다	탄소세	31.8	22	3,407
스웨덴	탄소세	137.2	40	2,284
영국	탄소세	24.8	23	948
한국	ETS	15.9	74	219
싱가폴	탄소세	3.7	80	144
합계				53,069

Source: World Bank(2021)
 Note: 탄소가격은 2021년 기준, 탄소가격제 운영수입은 2020년 기준

[전 세계 기업의 TCFD 채택률]

TCFD(Task Force on Climate-related Financial Disclosures)란 기후변화와 관련된 재무정보 공개를 위한 협의체로 탄소저감 관련 정보 공개 가이드를 제공



Source: KPMG(2022)
 Note: 2021년 포춘(Fortune)이 선정한 500대 기업 중 매출액 기준 상위 250개 기업을 대상으로 한 설문조사 결과

“

ESG 정보 공시 의무화가
확산되면서
기업의 탄소 리스크 관리가
더욱 중요해 짐

”

이렇게 탄소비용이 증가하는 상황에서 장기적으로는 청정에너지의 활용을 통해 탄소 리스크를 관리하는 기업이 생존할 것이라는 데에 글로벌 CEO들은 동의하고 있다. 2050년까지 기업에서 사용하는 전력의 100%를 재생에너지로 대체하자는 국제적 기업간 협약 프로젝트인 RE100(Renewable Energy 100)에 참여한 기업은 2022년 기준 349개이며, 이중 애플, 구글뿐 아니라 리프트(Lyft), 웰스파고(Wells Fargo) 등 다양한 업종의 61개 기업이 이미 목표를 달성했다. 특히, 애플은 RE100을 조기달성한 이후 2030년까지 공급망 전체와 애플 제품 전주기에 대한 탄소중립 달성까지 도모하고 있다.

ESG 관련 정보 공시 의무화도 이제 전 세계적인 트렌드가 될 예정이다. 미국은 기후리스크 공시법이 2021년 통과되어 2022년 말부터 탄소저감 관련 정보 공개를 모든 상장사에 의무화하기로 했다. 기후변화와 관련된 재무정보 공개를 위한 협의체인 TCFD(Task Force on Climate-related Financial Disclosures)의 가이드에 따라 탄소저감 정보를 공개하는 기업은 2022년 2,600개 이상이며, 글로벌 TCFD 채택률은 61%까지 상승했다.

EU는 기업 지속가능성보고지침(Corporate Sustainable Reporting Directive, CSRD) 최종안에 합의했는데, 이는 2024년부터 연차보고서에 ESG 정보를 의무적으로 공개하는 지침으로 250명 이상 및 매출액 4000만 유로 이상 기업은 상장여부와 상관없이 대상에 포함된다. 한국도 2025년부터 일정 규모 이상 상장사를 대상으로 ESG 공시를 의무화하며 2030년 부터는 모든 상장사에 적용할 예정이다. ESG 점수는 특히, 자본조달 비용에 영향을 미치기 때문에, 앞으로 탄소 리스크를 관리하지 못하는 기업은 생존에 어려움이 가중될 것으로 보인다.

새로운 에너지 믹스(Energy Mix)의 방향은?

IEA의 발표공약시나리오(Announced Pledges Scenario, APS)에 따르면 각국의 새로운 공약들이 적시에 완전히 실현되는 경우, 2030년 신규 발전용량 대부분을 저탄소 전원이 차지하게 되며 전력 부문 석탄 소비는 최근의 최고치에 비해 20% 감소하게 된다. 석유 수요는 2025년 정점을 이루고 둔화되며 총 에너지 수요 증가세 또한 효율 향상으로 2030년 정체될 것이지만, 그럼에도 불구하고 글로벌 탄소배출량은 2050년까지 넷제로가 아닌 40% 감소에 그칠 것으로 예측된다.

따라서 탄소중립을 향한 여정은 지속적으로 전 세계에 중대한 패러다임이 될 것이다. 이러한 가운데 앞으로는 기존에 중시된 에너지 ‘친환경성’, ‘경제성’ 과 더불어 ‘안보’라는 3가지 키워드가 에너지 산업의 미래를 견인할 것으로 보인다. 에너지 안보는 단순히 에너지에 대한 접근성을 유지하는 것이 아니라, 적정 가격으로 에너지 공급을 확보하는 것을 의미한다. 러-우 전쟁으로 절실해진 에너지 자립은 에너지 전환의 당위성을 더욱 견인하는 계기가 되었다.

“

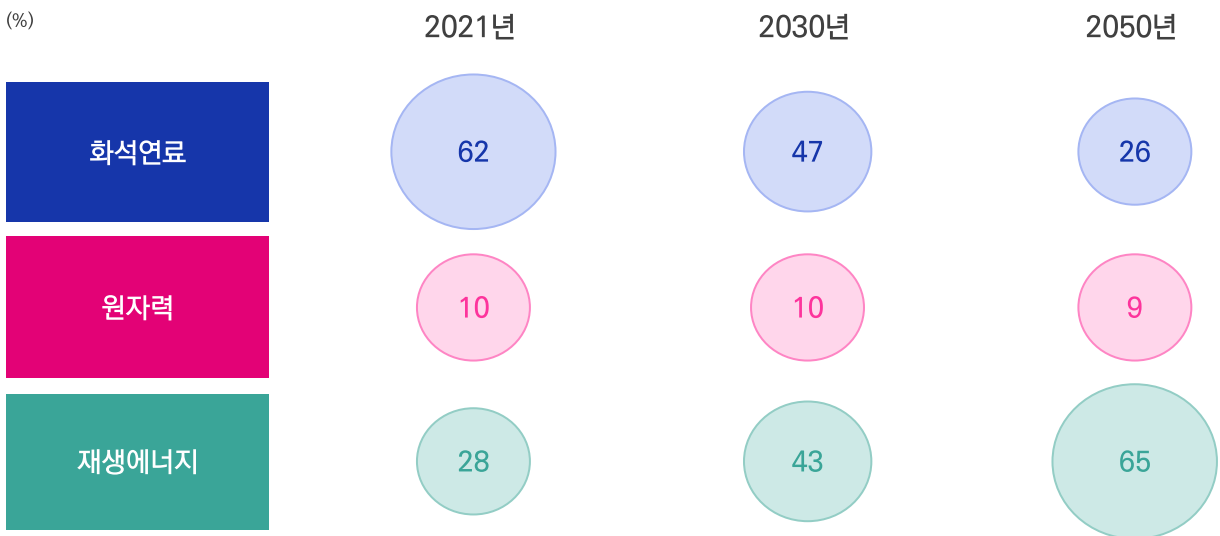
새로운 Energy Mix의
방향으로 중장기적 관점에서
천연가스와 원자력 활용
확대를 제시

”

에너지 안보까지 감안한다면 지금 글로벌 에너지 믹스(Energy Mix)는 그간 논의되어온 흐름에서 약간의 변화가 요구된다. 에너지 전환이란 한번에 일어날 이벤트가 아니라 시대를 거쳐 발생할 일이라서 구간별로 주목해야 할 에너지 구분이 필요하기 때문이다. 기존에는 무조건 재생에너지 비중 확대만을 외쳤지만, 정책과 규제, 가격, 기술, 인프라 등으로 구체적인 보급시기와 속도가 지역별로 달라지면서 지금은 현실적으로 경제성을 만족하면서 에너지 자립도를 높이고 기저발전으로 사용할 수 있는 천연가스와 원자력의 적극적인 활용이 어느 때보다 중요한 시점으로 보인다.

탄소배출에 대하여 비용을 부과하는 것은 당장에 처한 현실이지만, 신재생에너지 상용화에는 시간이 걸리는 상황이다. 따라서 본 보고서는 새로운 에너지 믹스의 방향으로 중장기적인 관점에서 천연가스와 원자력의 적극적인 활용을 강조하고자 한다. 넷제로를 달성하기 위한 과정에서, 왜 현재 천연가스와 원자력이 중요한 지 알아보자.

[IEA의 글로벌 Energy Mix 전망]

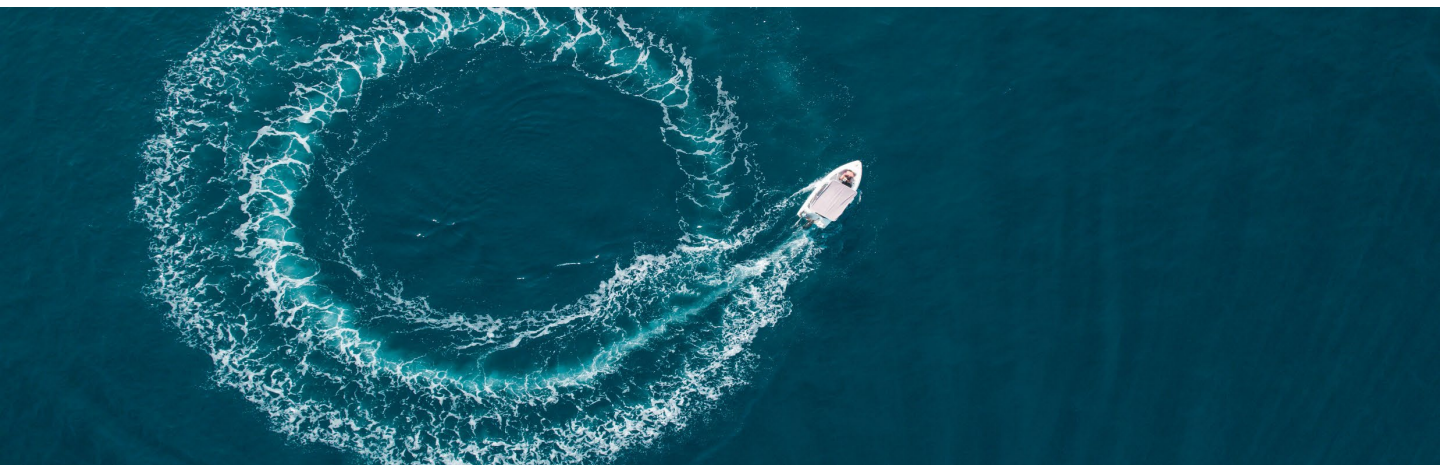


Source: IEA(2022)

Note1: 발전량(TWh) 기준

Note2: 화석연료는 석탄, 석유, 천연가스를 포함하며, 재생에너지는 태양광, 풍력, 수력, 바이오 에너지, 태양열, 지열, 해양을 포함

Note3: 전망치는 STEPS(Stated Policies Scenario, 선언정책시나리오) 기준으로 정부가 실제로 실행했거나 개발 중인 정책 효과를 반영



넷제로 이행과정에서 징검다리로서 천연가스의 역할

천연가스를 둘러싼 헤게모니의 변화

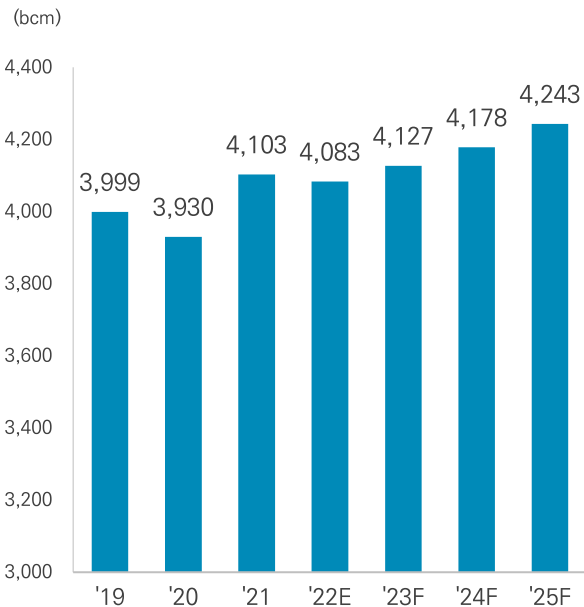
세일혁명을 통해 가격경쟁력을 확보한 천연가스는 타 화석연료 대비 높은 에너지 효율로 에너지 믹스에서 비중이 커지고 있다. 또한, 화석연료 중에서 가장 탄소배출량이 적은 자원으로 에너지 친환경성 조건에도 알맞다. 발전뿐만 아니라, 운송, 화학 및 철강 등 다양한 산업 부문에서 기존 에너지를 대체할 수 있는 천연가스는 수소, LNG 벙커링, 분산 발전과의 결합 등 다양한 신사업 기회도 창출하고 있다. 코로나19 속에서도 멈추지 않은 LNG 프로젝트로 르네상스가 재현되었다고 평가되었던 천연가스지만 최근 전 세계적인 인플레이션, 러-우 전쟁으로 인한 에너지 공급 차질 등으로 천연가스 시장의 헤게모니가 격변하고 있다. 천연가스 소비는 앞으로 어떨까?

2021년 글로벌 천연가스 소비량은 전년 대비 4.4% 증가한 4,103bcm으로 이러한 증가세는 코로나19로 인한 2020년 천연가스 소비 감소폭의 2배가 넘는다. 이때의 강력한 수요 증가는 코로나19 회복에 따른 글로벌 경기 개선과 극단적인 기상 현상 등에 힘입은 것이다. 그러나 IEA는 2022년 천연가스 소비와 생산이 모두 감소세로 전환될 것으로 예측했다. 글로벌 최대 천연가스 생산국인 러시아의 우크라이나 침공 여파로 가스 가격 상승세가 지속되고 서방국의 러시아 제재, 이에 대한 러시아의 맞대응 등으로 수급 불안이 확대되면서 가스 시장이 크게 흔들리고 있기 때문이다. 전통적으로 EU와 러시아는 긴밀한 에너지 교역 관계를 유지해왔고 상호 의존도가 높는데, EU는 PNG를 대부분 수입(80%)에 의존해왔고, 이 중 러시아산 비중이

“
IEA는 2022년 천연가스 소비와 생산이 모두 감소세로 전환될 것으로 예측

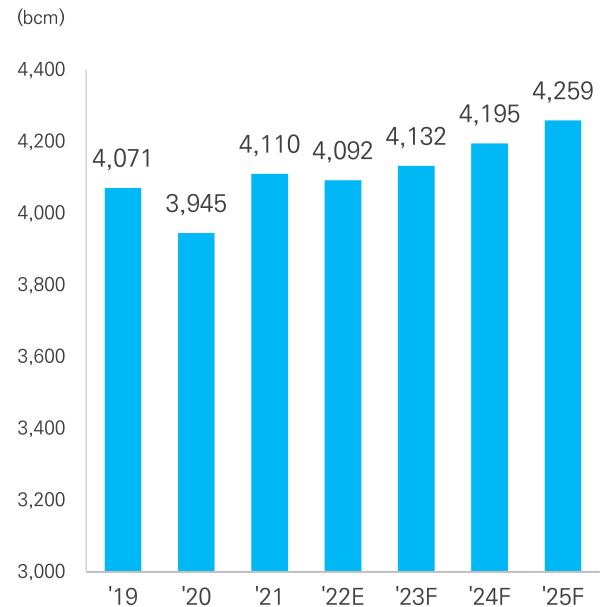
”

[글로벌 천연가스 소비]



Source: IEA(2022)
Note: 2022년 3분기 기준

[글로벌 천연가스 생산]



Source: IEA(2022)
Note: 2022년 3분기 기준

“

러-우 전쟁이 심화되면서
2025년까지 단기적으로는
가스 수급이 과거 대비
위축될 것으로 전망

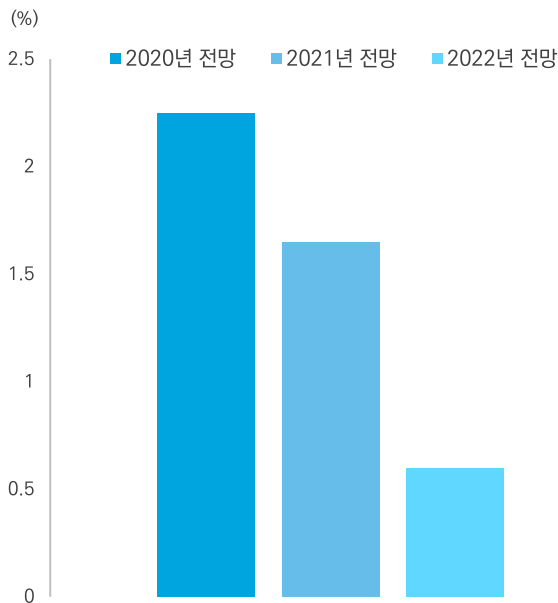
”

약 40%를 차지했다. 그러나 우크라이나 침공 직후인 3월 이후, 주요국은 러시아 은행에 대한 자산동결 및 거래중지, 첨단 제품 및 기술 수출금지와 더불어 러시아산 에너지 수출품에 대한 제재를 시작했다. 러시아는 4월 이후 비우호국에 대한 제재로 폴란드, 불가리아, 핀란드에 대한 PNG 공급을 중단했다. 6월부터는 독일에 대한 가스 공급을 60% 줄이고, 이탈리아, 슬로바키아에 공급의 50%를 축소했다. 프랑스에는 6월부터 러시아산 가스 공급이 전면 중단되었다.

프랑스는 원전이 높은 발전 비중을 차지하고 있고 가스 수입선이 상대적으로 분산되어 있어서 리스크가 다소 제한적이지만, 독일은 러시아 가스의 수입 의존도가 65%로 높아 타격이 막대했다. 러시아는 곧 7월 유럽 PNG 수송을 책임지는 가장 큰 천연가스 송유관 중 하나인 노드스트림(Nord Stream) I의 운영도 중단했다. 러시아의 재정에 타격을 주어 전쟁을 억제하려 했으나 오히려 서방국은 역공을 맞은 셈이 된 것이다. 그 결과 프랑스 에펠탑의 불이 꺼지고, 유럽을 중심으로 극심한 에너지난을 맞았다.

에너지를 둘러싼 총성 없는 전쟁이 심화되는 가운데, 2025년까지 단기적으로는 천연가스 수급이 위축될 것으로 전망된다. 유럽의 러시아산 PNG를 대체하는 데 있어서 LNG가 주요한 역할을 하겠지만, 미국 LNG의 재고수준이 빠르게 하락하고 전 세계 LNG 수출 능력 추가가 제한됨에 따라 단기적으로는 공급 긴축이 불가피하기 때문이다. 이미 화석연료에 대한 신규투자가 감소한 상황에서 가스 가격의 급등은 다시 수요 위축을 야기할 것이다. IEA가 제시한 천연가스의 연평균증가율(2021-2024년)은 0.5%를 겨우 상회하며 최근 들어 가장 낮은 수치를 보였다.

[연도별 천연가스 CAGR 전망 비교]



Source: IEA(2022)

Note: 2021년부터 2024년까지의 연평균성장률 전망으로 IEA에서 구체적인 수치를 적시하지는 않았으나 상기 추세 제시

[시나리오별 20년 간 가스 수요 증감률]

시나리오	시기 (년)	수요량 (bcm)	20년 전 대비 가스 수요 증감률 (%)
Historical Data	2010	3,329	-
Stated Policies Scenario ¹⁾	2030	4,372	31.3
	2050	4,357	-0.3
Announced Pledges Scenario ²⁾	2030	3,874	16.4
	2050	2,661	-31.3

Source: IEA(2022)

Note1: STEPS(Stated Policies Scenario, 선언정책시나리오)로 정부가 실제로 실행했거나 개발 중인 정책 효과를 반영

Note2: APS(Announced Pledges Scenario, 발표공약시나리오)로 새롭게 상향된 NDC가 적시에 완전히 실현되는 효과를 반영

“

천연가스가 2022년
그린 택소노미에 포함되면서
2030년까지 소비량은
꾸준히 확대될 것

”

그러나 2030년까지 가스 소비량은 꾸준히 확대될 것으로 예측된다. 유럽의회는 2022년 천연가스와 원자력 관련 활동을 EU 택소노미(Taxonomy)에 포함하기로 결정했다. 택소노미는 녹색 경제활동을 판별하는 기준으로 이에 포함되지 않은 업종들은 투자에서 전략적으로 배제 가능한 반면 포함된 업종에 대한 투자는 격려된다. 한국에서도 2022년 천연가스와 원자력이 K-택소노미에 포함됐다.

따라서 향후 넷제로를 향한 징검다리 에너지원으로서 천연가스의 입지는 확대될 것으로 보인다. 다만, 러시아 PNG를 대체하기 위한 미국 LNG 수입 수요 증가에 따라 미국 LNG 프로젝트가 늘어나면서, 앞으로는 미국 주도의 가스 시장이 전개될 것이다. 유럽의 가스 수급구조가 기존 PNG에서 LNG 중심으로 이동하고, 동남아 내 석탄 발전을 LNG가 대체하면서 글로벌 가스 소비는 2030년까지 20년 전 대비 30% 이상 증가할 전망이다. 그렇다면 어떤 부문에서 천연가스의 역할이 확대될지 검토해보겠다.





COP27에서 한국을 포함한
46개국은 석탄 발전을
2040년대까지 최종
중단하기로 합의



발전 부문에서의 천연가스

IEA에 따르면 탄소 배출의 가장 많은 부문을 차지하는 것은 발전(40%), 수송(23%), 산업(19%) 등의 순서로 나타난다. 따라서 본 보고서에서는 넷제로 여정에서 천연가스와 원자력의 역할을 각 부문으로 나누어서 설명하는 가운데 산업의 경우에는 철강, 시멘트, 화학 등 주요 탄소 다배출산업 전반에 걸쳐 활용되는 대표적인 신에너지원인 수소의 생산 부문에 초점을 두어 기술하고자 한다.

먼저, 발전 부문이 이산화탄소 배출의 40% 이상을 차지하고 있는 만큼 넷제로를 위한 최우선순위는 석탄 발전의 축소이다. COP27에서 당사국 198개국은 석탄 발전의 단계적 폐지에 재확인했으며, 한국을 포함한 46개국은 석탄 발전을 2040년대까지 최종 중단하기로 했다.

이러한 상황에서 천연가스가 에너지 전환의 한 축이 되는 주요한 이유는 당장 기저발전원으로서 활용성을 갖기 때문이다. 수소 및 재생에너지의 경우 에너지저장시스템(Energy Storage System, ESS)과 같은 보조발전원과의 결합이 필요하고, 인프라 확산이나 가격경쟁력 확보 등 아직 기저발전원으로서 해결해야 할 숙제가 남아있다. 에너지의 안정적인 공급이라는 에너지 안보의 키워드를 감안할 때 천연가스가 적합한 대안이 된다.

[주요국 석탄 발전소 단계별 감축 및 폐지 계획]

국가	중단 시기	주요 내용	석탄 발전 비중('20년)
미국	'20년	오리건주, Broadman(575MW)을 마지막으로 폐쇄 완료	20%
	'40년	콜로라도주, 2040년까지 총 13기(3.05GW) 폐쇄 예정	
	'40년	아리조나주, 전체 9기(2.96GW) 중 2032년까지 5기 폐쇄 확정	
프랑스	'22년	2022년까지 3기 완전 폐쇄, 비상용 1기 2026년까지 폐쇄 예정	1%
노르웨이	'23년	Longyearbyen 발전소를 디젤로 전환, 석탄 발전은 폐쇄 예정	1%
영국	'24년	2024년까지 3기(4.53GW) 폐쇄 예정	2%
네덜란드	'29년	2024년까지 2기(1.23GW) 폐쇄, 나머지 3기(3.5GW)는 바이오매스로 전환 예정	7%
핀란드	'29년	2029년까지 3기 완전 폐쇄 예정	4%
독일	'30년	2030년까지 갈탄 21GW, 무연탄 25GW 폐쇄 예정	24%
덴마크	'30년	2022년(Fyns), 2023년(Orsted), 2028년(Nordjylland)에 순차적으로 폐쇄 예정	11%
한국	'50년	2016년 10기 폐쇄, 2034년 24기 LNG 전환, 2050년 37기 폐쇄 예정	36%
중국	-	2050년 석탄 발전 목표 비중 31.7%	63%
일본	-	2030년 석탄 발전 목표 비중 19%	30%
인도	-	2030년 석탄 발전 목표 비중 50%	72%

Source: 에너지경제연구원, 하이투자증권

Note: 중국, 일본, 인도는 석탄 발전의 단계별 폐지가 아닌 감축에 합의. 미국은 주별로 상이



제10차 전력수급계획의 LNG 설비 비중은 2030년 43.4% 목표로 발전원 중 가장 많이 늘릴 계획



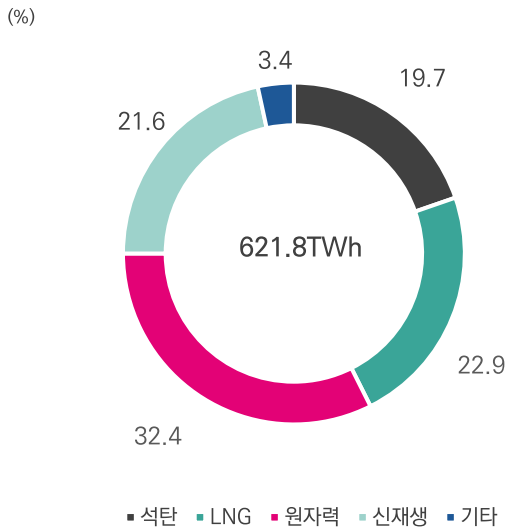
OECD의 가스 발전 비중(27.4%)은 이미 2018년에 석탄 발전 비중(25.4%)을 넘어서 1위에 올랐다. 특히, 미국은 셰일 발원지인 만큼 가스 가격이 상대적으로 저렴해 이미 가스가 전체 발전량의 40%를 넘는 기저발전원으로 활용되고 있다. 한국도 2023년 1월 발표한 제10차 전력수급계획에서 2030년 LNG 설비 비중 43.4%를 목표로 발전원 중 가장 많이 늘릴 계획인 가운데, 노후 석탄 발전소 28기를 LNG 설비로 전환할 것을 발표했다. 이로서 국내에서도 기저발전원으로서 가스의 명성을 기대해 볼 수 있을 것이다.

기후변화 대응이라는 목표 아래에서도 가스 발전의 석탄 대체 가능성은 충분하다. IEA에 따르면 가스는 연소 시 석탄 대비 40%, 석유 대비 20% 적은 CO₂를 배출하는 화석연료로 기존 인프라를 활용하여 전력 부문을 석탄에서 천연가스로 전환하면 최대 1,200Mt의 탄소 감축이 가능하다. 또한, 탄소 포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization & Storage, CCUS)와 결합하여 저탄소 에너지 공급원이 될 수 있다. 신재생에너지 상용화까지는 시간이 필요한 반면 탄소가 본격적으로 기업의 비용부담이 될 시점은 눈 앞에 다가왔기에 가스는 석탄을 대체할 좋은 기저발전 대안으로 부각된다.

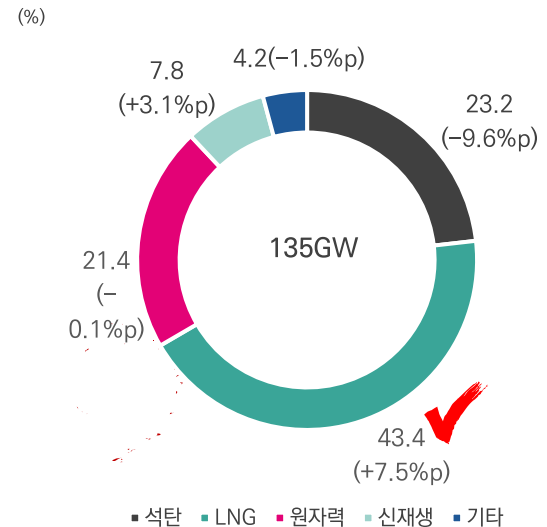
수송 부문에서의 천연가스

2021년 전 세계 자동차 판매량은 코로나 이전인 2019년 대비 감소하였으나, 전기차 판매는 187.0% 증가한 660만 대로 역대치를 기록했다. 노르웨이를 제외한 주요국은 2050년 내연기관 판매 금지를 선언했다. 정부의 강력한 규제강화와 더불어 글로벌 완성차 업체들도 전기차 판매 비중을 최소 30% 최대 50% 수준까지 확대한다는 계획을 내세우고 있다.

[국내 2030년 Energy Mix 발전량 전망]



[국내 2030년 Energy Mix 설비 전망]



Source: 제10차 전력수급기본계획
Note: 발전량 기준, 기타에는 유류, 양수 등 포함

Source: 제10차 전력수급기본계획
Note: 설비 기준, 괄호안은 2022년 대비 증감, 기타에는 유류, 양수 등 포함

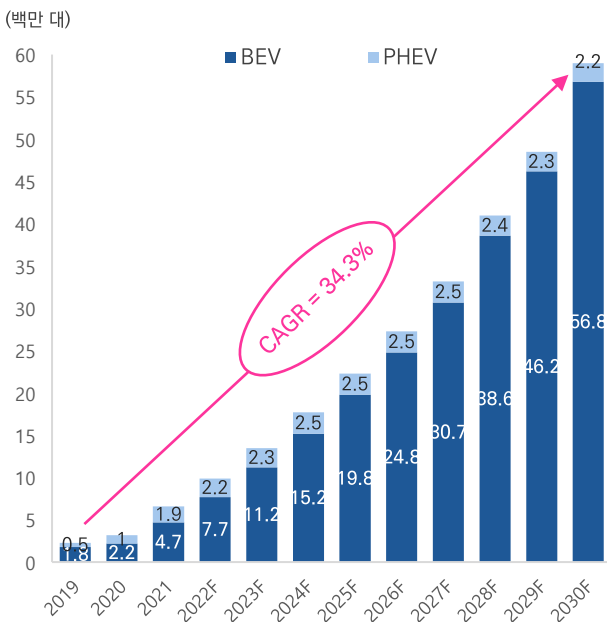
“ LNG 발전 친환경차, LNG 연료 화물차 등 육상뿐 아니라 LNG추진선 등 해상에서도 활용되는 천연가스 ”

SNE Research에 따르면 전기차 판매는 2030년까지 연평균 34.3% 증가하여 5,900만 대에 이를 것으로 예측된다. 이러한 전기차의 확산은 수송 부문에서 절대적이었던 석유의 영향력을 점차 약화시킬 것이다. 석유로는 전력 발전을 거치지 않기 때문에 수송 부문에서의 전기화 (Electrification)를 뜻하는 E-모빌리티 (E-mobility)가 가속화된다면 가스 발전이 증가하면서 수송 부문에서의 가스 역할이 확대될 것으로 전망된다.

한편, 전력으로 전환되지 않은 1차 에너지원으로서 가스의 가치도 수송 부문에서 높아지고 있다. 대형 화물차를 중심으로 연료가 디젤에서 LNG로 전환되는 추세가 대표적이다. 유럽에선 이미 LNG를 이용한 대형 상용차가 확산되고 있다. 2019년에 신규로 등록된 유럽의 천연가스 상용차 중 LNG트럭은 전년대비 3배 증가한 4,510대로 이는 전체 상용차 신규등록 중 절반 이상인 것으로 나타났다. 국내에서도 화물차 분야에서의 저공해·친환경 연료 전환정책으로 상용차의 수소 전환을 시도하고 있다. 이때, LNG상용차는 수소 상용차 대중화 전의 공백기를 채울 수 있을 것으로 판단된다.

도로뿐 아니라 해상에서 LNG의 역할도 기대된다. 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)가 2020년부터 황산화물 규제를 시행한 이후 친환경선박의 발주 비중이 지속적으로 증가하고 있다. 특히, LNG추진선은 2022년 상반기 전 세계 발주량(2,153만 CGT)의 60% 이상을 차지하며 앞으로 글로벌 신조 선박의 성장세를 견인할 것으로 평가된다.

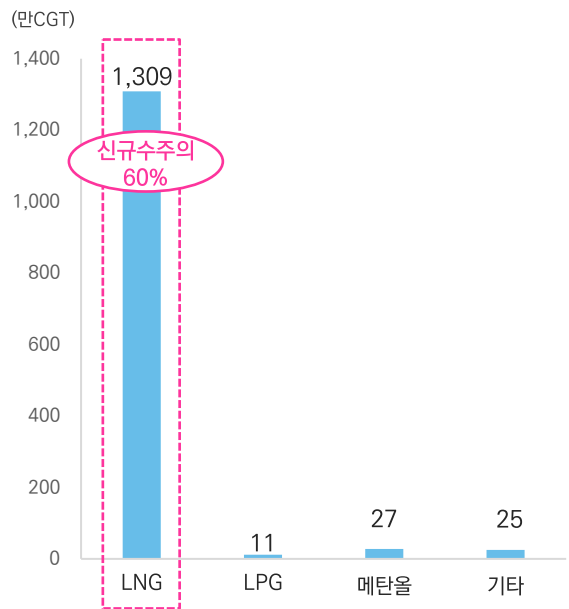
[글로벌 전기차 판매 비중]



Source: SNE Research(2022)

Note: BEV(Battery Electric Vehicle)는 순수배터리전기차, PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)는 플러그인하이브리드차

[친환경선박 연료별 수주실적]



Source: Clarkson

Note: 2022년 상반기 기준

“
 가스는 2030년 이후에는
 단독 활용뿐 아니라 수소와
 같은 저탄소 연료를
 확산시키는 데 활용되면서
 명성을 유지할 것
 ”

수소 생산 부문에서의 천연가스

수소(Hydrogen)는 넷제로 여정에서 재생에너지의 입지가 확대되기 위한 필수 조건으로 여겨진다. 활용성이 무궁무진한 수소는 발전 부문뿐 아니라 비전력 부문에서도 저탄소화가 본격화될 수 있는 출발선이며, 재생에너지의 간헐성이 수소에너지로 보완될 수 있기 때문이다. 간헐성은 재생에너지의 가장 큰 약점으로 이를 극복하기 위해 기존에는 ESS와 함께 활용되어 왔으나, 저장용량이 아직 최대 10MWh로 한계가 있으며, 저장기간도 하루 24시간에 미치지 못한다. 반면, 수소를 통해 에너지를 저장하는 방식인 P2G(Power to Gas)의 형태로 잉여전력을 저장하게 되면 저장용량과 저장기간이 모두 확대된다.

이때, 가스는 수소 생산의 주에너지원과 원료가 된다. 가스에서 증기개질 방식을 통해 생산한 개질수소는 그레이수소에 포함되는데, 이러한 그레이수소 생산 시 배출되는 탄소를 포집한 블루수소, 혹은 가스를 고온반응기로 열분해한 청록수소도 생산이 가능하다. 즉, 탄소 배출 제로 단계에 해당하는 그린수소가 상용화되기 전까지 수소 생산에 가스가 전방위적으로 사용되는 것이다.

노르웨이 수전해설비 기업 넬(Nel)은 그린수소 생산단가를 2025년까지 1kg 당 1.5달러로 화석연료와 비슷한 수준을 목표로 하고 플러그파워(Plug Power)는 2025년까지 그린수소 생산량을 하루 500톤 이상으로 확대할 계획이다. 따라서 수소는 빠르면 대량생산과 생산비 하락 등이 본격화되는 2025년 이후부터 입지가 더욱 확대될 것으로 기대된다.

[수소 생산에 활용되는 천연가스]

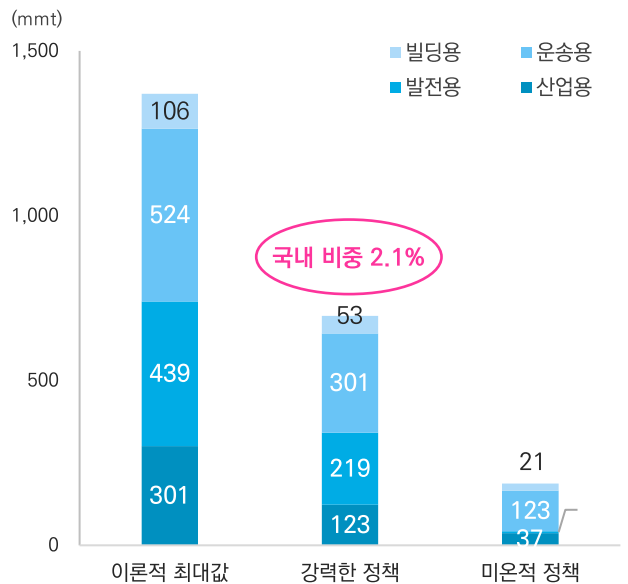
색상	에너지원	원료	공정	결과물
블랙/브라운 수소	석탄	석탄, 수증기, O ₂	가스화	H ₂ + CO ₂
그레이수소 ¹⁾	가스	가스, 수증기	증기 개질	H ₂ + CO ₂
블루수소 ¹⁾	가스	가스, 수증기	증기개질+ CCS	H ₂ + CO ₂
청록수소	가스	가스, 수증기	열분해	H ₂ + C
그린수소	재생 에너지 전기	H ₂ O	전기 분해	H ₂ + O ₂

Source: H2 Bulletin, Ricardo 외

Note 1: 가스를 활용한 그레이수소와 블루수소는 개질수소에 해당

Note 2: 수소의 색상 분류는 국가마다 상이하며 아래로 갈수록 탄소배출이 적어지는 수소 생산법

[2050년 글로벌 수소 수요 전망]



Source: Bloomberg(2020)

Note: 1mmt(million metric tonne)으로 1mt=1,000kg임을 감안 시 696mmt=8,960억 kg으로 환산

한국의 수소경제 활성화 로드맵은 ‘수소전기차 및 연료전지 세계시장 점유율 1위 달성’을 목표로 수소 신사업에 대한 강력한 드라이브를 걸고 있다. 각국이 강력한 수소 정책을 실시한다면 2050년 글로벌 수소 수요는 696mmt까지 증가할 것으로 전망되는데, 국내 비중이 2.1% 차지할 것으로 예측된다. 이를 감안하면 대략 2030년 이후에 가스는 단독 활용뿐 아니라 청정 신기술과 결합하거나 수소와 같은 새로운 저탄소 연료를 확산시키는 데 활용이 되면서 명성을 유지할 것으로 예측된다.



[참고] 글로벌 천연가스 가격 동향

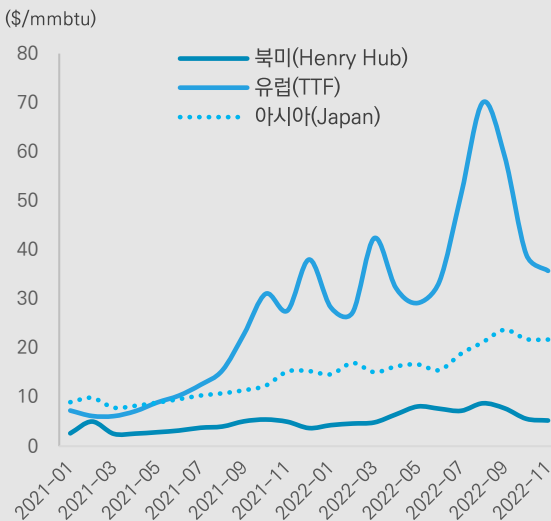
3대 권역마다 상이한 천연가스 가격에 비상이 걸렸다. 러시아산 천연가스 공급량이 줄면서 특히 유럽 천연가스 가격은 요동치고 있다. 러시아-우크라이나 전쟁 이후 새롭게 대두된 유럽 가스 가격 벤치마크인 TTF의 경우 World Bank에 따르면 연평균 기준 2022년 40.0\$/mmbtu까지 상승할 전망으로, 이는 전년대비 2.5배 상승한 수치다.

한편, 글로벌 LNG 물량이 유럽에 집중되면서 아시아 천연가스 가격(일본 수입가)도 이에 영향을 받고 있다. 2022년 1월 14.7\$/mmbtu였으나, 각국의 재고 보충 수요 급증과 러시아의 대 유럽 공급량 감소로 견조하게 상승하여 11월에는 mmbtu 당 21.7달러까지 올랐다. 연간 평균치로는 2022년 18.4\$/mmbtu에서 형성될 것으로 예측되는데, 이는 전년대비 70% 상승한 수치다.

북미 천연가스 가격(Henry Hub, HH)은 다른 지역에 비하여 상대적으로는 낮은 수준을 유지하고 있다. 2021년 1월 기준 2.7\$/mmbtu로 비교적 안정적인 추이를 보였으나, 2022년 8월에는 mmbtu 당 8달러를 초과하며 전년동월대비 2배 이상 상승한 모습을 보였다.

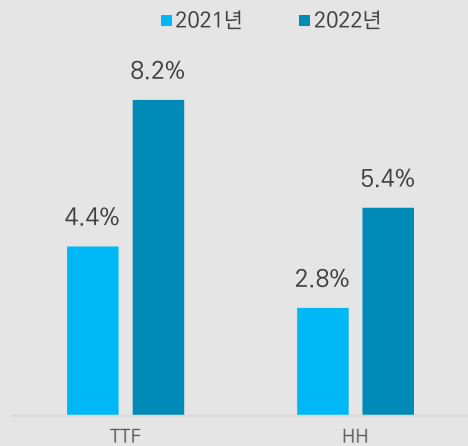
단기적으로는 국제 가스시장의 불확실성이 확산되기 때문에 동절기 대비를 위한 각국의 LNG 수입 경쟁 심화로 현물가격의 고공 행진은 불가피할 것으로 전망된다. 또한, 모든 지역에서 천연가스 가격의 변동성은 커지고 있는데 에너지경제연구원에 따르면 특히 유럽과 북미 시장의 경우 2022년 변동성이 전년대비 2배 가까이 증가했다. 이러한 가스시장의 변동성은 전쟁이 장기화 국면에 접어들며 당분간 지속될 것으로 보인다.

[국제 천연가스 가격 추이]



Source: World Bank(2022.12)
 Note: 북미는 헨리허브(Henry-Hub) 기준, 유럽은 TTF(Title Transfer Facility) 기준, 아시아는 일본 수입가 기준

[러-우 전쟁 이후 국제 천연가스 가격 변동성 비교]



Source: 에너지경제연구원
 Note: 변동성은 과거 30일 기준 지수가중이동평균법($\lambda=0.945$)으로 측정

원자력, 선택이 아닌 필수일까?



원자력은 탄소 배출이
재생에너지와 비슷하고,
가격변동성이 적어 에너지
안보에 뛰어남



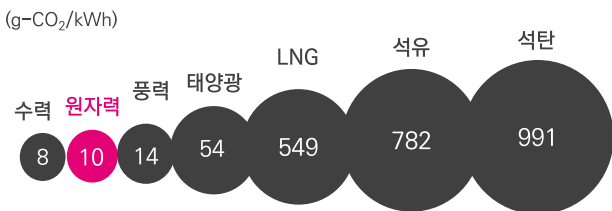
빌게이츠의 픽(Pick), 다시 돌아온 원자력

빌게이츠는 재생에너지 및 신기술이 상용화되는 데에는 시간이 걸리기에 당장 활용가능한 대안으로 원자력에 베팅하겠다고 언급했다. 빌게이츠가 설립한 테라파워(TerraPower)는 차세대 원자로 설계기술로 소형모듈원자로(Small Modular Reactor, SMR) 프로젝트를 진행하고 있으며, 2028년 가동을 목표로 한다. SK그룹은 해당 SMR 프로젝트에 2021년 3,000억 원 규모의 투자를 단행한 바 있다. 그렇다면 과연 원자력은 안전한 청정 에너지원일까?

원자력을 그린에너지원으로 분류할 것인가는 전 세계적으로 뜨거운 감자였다. 찬성 측에서는 원자력은 탄소 배출이 재생에너지와 비슷한 수준으로 깨끗한 에너지원임을 강조하면서, 가격변동성이 적어 에너지 안보 측면에서도 우월하다고 주장한다. 실제로 전체 전력 생산의 70%를 원전에 의존하는 프랑스는 국제 에너지 가격 변동에 큰 영향을 받지 않고 전력을 안정적으로 생산해왔다. 그러나 방사선 폐기물 안정성에 대한 논란과 방사능 유출 사고 등의 문제로 찬반 의견은 팽팽히 대립해왔다. 이에 EU 집행부는 원자력 분류 결정을 보류해왔으나, 최근의 그린플레이션은 원자력이 다시 주목받는 결정적인 계기가 됐다.

EC의 자문기구인 공동연구센터(Joint Research Center, JRC)에서는 2021년 원자력이 다른 에너지원에 비해 건강과 환경에 더 해롭다는 과학적인 근거가 없다는 결론을 발표했다. 이에 EU는 종합적인 검토 끝에 2022년 원자력과 천연가스를 EU

[발전원별 이산화탄소 등가배출량]



Source: 국제원자력기구(IAEA)

[주요국 원전 운영 및 건설 현황]

구분	운영중		건설중		원자력 발전 비중*
	대	GW	대	GW	
미국	92	94.7	2	2.2	19.4
프랑스	56	61.4	1	1.6	66.5
중국	55	52.2	18	18.5	4.7
러시아	37	27.7	4	3.8	19.9
한국	25	24.4	3	4.0	27.9
인도	22	6.8	8	6.0	2.9
일본	17	16.3	2	2.7	4.3
영국	9	5.9	2	3.3	16.1

Source: IAEA(2022.12)

Note: 각국의 원자력 발전 비중은 2020년 기준

[EU 탄소노미에 포함된 원자력 관련 경제활동]

구분	주요내용
경제활동	안전기준 강화하고 폐기물 최소화하는 폐쇄형 연료주기의 4세대 원자로
	신규 원자력 발전시설(3세대)은 2024년까지 건설허가 가능
	기존 원자력 발전시설의 설비개선은 2040년까지 가능

Source: 삼정KPMG 경제연구원



원자력은 2022년
EU와 한국의
그린 택소노미에 포함됨



그린 택소노미에 조건부로 포함하기로 결정했다. 2050년까지 원전 방사선 폐기물의 안전한 처분 계획 및 부지 확보, 신규 원전의 경우 2024년 이전 건설 승인, 기존 원전은 시설 개설을 통해 안전성 충족 등의 조건을 만족하면 친환경 투자자금의 유입이 용이해진 것이다.

한국에서도 2022년 원자력이 천연가스와 함께 한국형 녹색분류체계인 K-택소노미에 포함됐다. 이러한 결정은 원자력이 인류가 지향점으로서 추구해야 나가야할 에너지원은 아니지만 그린 전환에 도움되는 절충안이 된다는 점을 시사하는 것이다. 2022년 12월 기준 글로벌 원자력 발전소는 32개국에서 422기(378GW)가 운영되고 있으며, 석탄과 함께 원자력을 기저발전으로 활용하는 한국에서는 25기가 운영되고 있다.

다른 국가들은 원자력에 대하여 어떻게 말하고 있을까. 원전은 한때 글로벌 발전량 17% 이상을 차지하며 영광을 누리던 시절도 있었지만, 미국 스리마일 섬('79년), 우크라이나 체르노빌('86년), 일본 후쿠시마('11년) 등 대규모 사고가 발생하면서 반세기 동안 미국과 독일, 벨기에, 스페인 등 일부 유럽 국가를 중심으로 입지가 축소되어 왔다.

그러나 최근 주요국들은 원전에 다시 손을 내밀고 있다. 2021년 미국 에너지부는 원자력을 무탄소 발전원으로 정의하면서 현존 원전을 지속하고, 미국 내 대표 원자력 기업인 누스케일(NuScale), 테라파워(TerraPower), 엑스에너지(X-energy) 등이 추진 중인 SMR 프로젝트를 지원하여 차세대 원전인 SMR을 2029년 미국 역사상

[주요국 원자력 정책]

구분	주요내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> 원전 조기 폐쇄방지와 미래형 원전 개발을 위해 60억 달러 규모의 '상업원전 지원책' 발표('21) NuScale, TerraPower, X-energy 등에 SMR 개발 및 건설 지원('21)
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> SMR 개발 및 원자력 활용 수소 생산에 대한 계획을 포함한 'France 2030' 투자 계획 발표('21) 2035년 상업운전을 목표로 5년간 Nuward의 SMR 프로젝트에 10억 유로 지원('21)
영국	<ul style="list-style-type: none"> 롤스로이스 중심 영국 SMR 컨소시엄 수립 및 다수 SMR 건설 추진('21)
중국	<ul style="list-style-type: none"> 15년간 4,400억 달러 투입하여 150기 원전 증설 목표 및 SMR 개발('21) 제14차 5개년개발계획을 통해 '25년까지 원전설비를 70GW으로 확대('21)
일본	<ul style="list-style-type: none"> 제6차 에너지기본계획에서 원전 비중을 10년내 20~22% 달성을 선언('21)

Source: 삼정KPMG 경제연구원
Note: 2022년 기준

[국내 탈원전 폐기 정책]

원전의 적극 활용	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2030년의 원전 비중 상향 (25.0% → 32.8%) - 신한울 3,4호기의 건설 조속 재개 - 안전성을 전제로 만료원전의 계속 운전
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 원자력 안전 확보 및 방사성 폐기물 관리 - 원자력안전위원회의 전문성, 독립성 확보 - 방사성 폐기물 처분을 위한 전담조직 신설
원전 생태계 강화	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 원전의 수출 산업화 - '30년까지 10기 수출 목표로 적극적인 수주 - 노형, 기자재, 운영보수서비스(O&M) 수출 등 수출 다각화
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 원전 생태계 경쟁력 강화 - 원전 산업의 밸류체인 분석 및 핵심 기자재 국산화 - 소형모듈원전(SMR) 및 제4세대 원자로 등 차세대 기술 확보

Source: 삼정KPMG 경제연구원



글로벌 전력 소비
상위국들은 차세대 원전인
SMR 중심으로 앞다투어
원전 우호적 정책을 펼치는
모습



최초로 상업운전 개시한다는 계획을 발표했다. 또한, 바이든 대통령은 원전 조기 폐쇄방지와 미래형 원전 개발을 위해 60억 달러 규모의 ‘상업원전 지원책(Civil Nuclear Credit Program)’을 수립하고 이후 2022년 특히 차세대 원자로, SMR R&D 등에 16.5억 달러 예산을 배정했다.

대표적인 원전 우호국인 프랑스는 5년간 300억 유로 투자 계획인 ‘프랑스 2030’ 투자 계획에 원전을 포함하고, 2035년 상업운전을 목표로 누워드(Nuward)의 SMR 프로젝트를 지원하기로 했다. 뿐만 아니라 원자력을 활용한 수소 생산에도 관심을 보이고 있다. 2035년까지 모든 전력을 저탄소발전원으로 충당하겠다고 밝힌 영국에서는 가장 활발하게 차세대 원전 개발에 나서고 있는 기업인 롤스로이스(Rolls-Royce)를 중심으로 원전운영사, 터빈설계사, 연구기관 등으로 구성된 SMR 컨소시엄이 설립되어 SMR 건설을 추진하고 있다. 2030년 SMR 상업운전을 목표로 하는 롤스로이스는 2050년까지 SMR 16기를 건설할 계획이다.

한편, 중국은 500조 원에 달하는 투자 계획으로 150기의 원전 설립목표를 발표하기도 했는데, 최근 들어 전력 수요가 빠르게 증가한 중국, 러시아, 인도가 2022년 기준 신규로 건설되고 있는 원전의 절반 이상을 담당하고 있다. 후쿠시마 사고이후 원전에 대해 주춤했던 일본은 2021년 제 6차 에너지기본계획에서 원전 비중을 10년내 20~22% 달성할 것을 선언했다. 국내 원자력 시장은 2008년부터 2010년까지 1차 원자력 붐으로 성장을 이룬다 수년간 위축되었으나, 최근 정부가 탈원전 정책 폐기를 선언하며 탄소중립 수단으로 2030년 원전 비중을 32.8%로 상향하고 원전의 적극 활용 및 생태계 강화를 발표하면서 국내 2차 원자력 붐이 기대되는 상황이다.

이렇게 글로벌 전력 소비 상위 5개국을 차지하는 중국, 미국, 인도, 일본, 러시아가 원전에 대한 강력한 부양의지를 가지고 있는 상황이라는 점은 원자력이 에너지 시장의 게임체인저로서 다시 화려하게 복귀할 것을 예고하고 있다.

[국가별 Energy Mix 비교]

순위	구분	발전량 (TWh)	원전 정책 의지	Energy Mix(%)				
				석탄	가스	원자력	재생에너지	기타(유류, 양수, 폐기물 등 포함)
1	중국	7,028	○	63.2	3.2	4.7	11.1	17.8
2	미국	3,803	○	19.7	40.6	19.4	12.9	7.4
3	인도	1,294	○	72.1	4.5	2.9	9.7	10.8
4	일본	928	○	29.7	35.2	4.3	12.5	18.2
5	러시아	909	○	14.0	44.8	19.9	0.4	21.0
8	한국	527	○	36.3	26.7	27.9	6.5	2.6

Source: Enerdata, 한국에너지정보문화재단, BP, 삼정KPMG 경제연구원 재구성
Note: ■석탄 ■가스 ■원자력 ■재생에너지 ■기타(유류, 양수, 폐기물 등 포함), 2020년 기준

“
국내 정산단가가 발전원 중 가장 낮은 원자력은 에너지 안보와 친환경성, 경제성을 모두 만족
”

발전 부문에서의 원자력

아직 수소 및 재생에너지가 가격경쟁력 및 인프라 부족 등 기저전원으로서 안정적인 활용이 용이하지 않은 현재 상황에서 원전은 매력적인 선택지가 된다. 이러한 이유는 명확한데 첫째, 값싼 국내 원전 발전가격과 둘째, 낮은 탄소배출량 때문이다. 원자력의 국내 정산단가는 2022년 기준 53원/kWh로 발전원 중 가장 낮고, 탄소 발생량은 태양광 및 풍력과 유사한 수준이다. 에너지 안보가 단순히 에너지에 대한 접근성을 유지하는 것이 아니라, 적정 가격으로 에너지 공급을 확보하는 것을 의미한다는 측면에서 원자력은 에너지 안보와 에너지 친환경성, 경제성을 모두 만족하는 발전원이 된다.

이에 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)는 최근 발간한 연구보고서에서 지구 평균온도 상승을 1.5°C로 제한하기 위해서는 2050년까지 원자력을 2010년 대비 2.5~6배 증가시켜야 한다고 평가했다. IEA에 따르면 글로벌 원자력 발전은 2030년까지 20년 전 대비 21.6% 이상 증가할 전망이며, 그 이후에는 증가세가 더욱 가팔라질 것으로 예측된다.

한편, 이러한 글로벌 트렌드와 정책에 힘입어 국내에서도 원전 발전의 뚜렷한 확대가 기대된다. 2022년 발표된 제10차 전력수급계획 초안에서 가장 눈에 띄는 것이 에너지 믹스에서 원전 발전의 확대인데, 원전 발전 비중을 2030년 32.8%까지 늘리는 것이 목표로 제시됐다. 이는 기존 목표 대비 8.9%p 높아진 수치로 모든 에너지원 중에서 가장 강력한 상승폭이다.

[시나리오별 20년 간 원자력 발전 증감률]

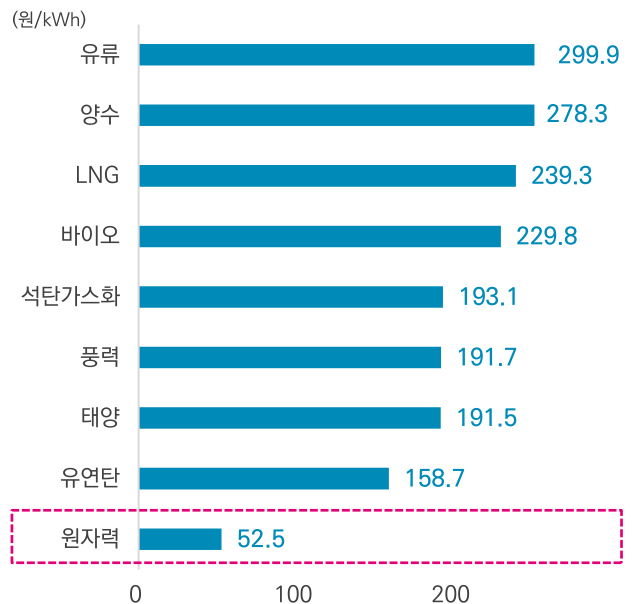
시나리오	시기 (년)	발전량 (TWh)	20년 전 대비 원자력 발전 증감률 (%)
Historical Data	2010	2,756	-
Stated Policies Scenario ¹⁾	2030	3,351	21.6
	2050	4,260	27.1
Announced Pledges Scenario ²⁾	2030	3,547	28.7
	2050	5,103	43.9

Source: IEA(2022)

Note1: STEPS(Stated Policies Scenario, 선언정책시나리오)로 정부가 실제로 실행했거나 개발 중인 정책 효과를 반영

Note2: APS(Announced Pledges Scenario, 발표공약시나리오)로 새롭게 상향된 NDC가 적시에 완전히 실현되는 효과를 반영

[국내 발전원별 정산단가 비교]



Source: 전력통계정보시스템(EPSIS)

Note: 2022년 기준

“ SMR은 기존 대형원전의 한계를 극복하면서 수송 부문에서 활용도가 뚜렷하게 증가할 것 ”

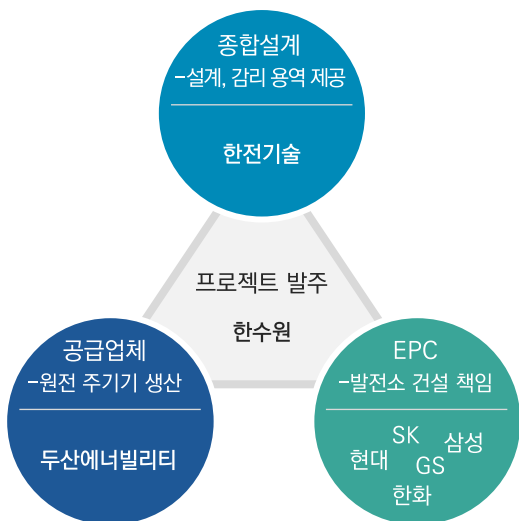
특히, 원자력의 2차 붐은 차세대 원전이 주도할 것이다. 대표적인 차세대 원전으로 꼽히는 SMR은 300MW 이하 출력을 가진 일체화 모듈형 원자로를 뜻하는데, 아직 안정적인 밸류체인 구축이 이뤄지지 않았지만 전 세계적으로 72개의 SMR이 개발단계에 있다. 미국 누스케일, 영국 롤스로이스의 본격적인 양산이 예상되는 2030년 이후에는 신재생에너지의 간헐성을 보완하며 분산전원으로 적극 활용할 수 있다는 점이 SMR의 핵심이다.

수송 부문에서의 원자력

기존 대형원전의 한계를 극복하기 위한 대체수요로 개발된 SMR은 발전뿐 아니라 수송, 수소생산 등 기존 대형원전에서 적용되지 못했던 부문으로 활용도가 다양하다. 대형원전은 큰 규모와 긴 공기로 정부 주도산업에 한정돼 있었던 반면 SMR은 모듈형 생산방식으로 상대적으로 짧은 공기와 적은 초기비용 투입이 가능하다는 것을 감안하면 민간 투자가 활성화될 것으로 예상된다.

현장 건설 비중이 높은 대형원전과 달리 모듈화된 작은 원전을 의미하는 SMR은 설치장소에 따라 설계를 변경할 필요가 없어서 표준화에 유리하다. 또, 대부분 국내 단위에서 공급망을 형성한 대형원전과 달리 전체 공정의 60~80%를 미리 공장에서 제작할 수 있는 SMR 시장에서는 국내 기업도 자동차 등 다른 산업처럼 전 세계를 무대로 공급망 확대가 가능해질 것이다. 더불어 피동형 안전설계로 중력이나 대류현상으로 작동하는 안전장치를 활용하여 인적 실수를 배제해 안정성도 확보했다. 이러한 차세대 원자로의 이점을 적극적으로 활용할 수 있는 것은 수송 부문이다.

[국내 원자력 사업 Player]



Source: 이베스트투자증권

[대형원전 VS. SMR의 분석]

구분	대형원전	SMR
부지면적	573m ² /MW (APR1400 기준)	대형원전 대비 절반
건설 리스크	현장에서 발전소 건설	모듈형 생산방식으로 60~80%단계 공장에서 제작
사업비	긴 공기(6년 이상)와 높은 초기비용으로 국가 주도	짧은 공기(3년 이하)와 적은 초기비용으로 민간 주도
운영 탄력성	대용량 출력 고정(기저부하)	분산전원 및 신재생에너지 결합
안전성	인간 개입이 있어 사고발생 위험 존재	피동형 안전설계*로 사고발생 위험 낮춤
경제성 확보	규모의 경제	대량생산
활용 부문	발전	담수, 발전, 수송, 수소생산 등 산업에 다양하게 적용

Source: 이베스트투자증권

Note*: 피동형 안전설계는 인간의 개입 없이 중력, 대류현상으로 작동하는 원자력 발전소 안전장치로 인간의 조작 실수 및 대처능력 미흡으로 인한 사고를 방지

“ 선박, 무인잠수정 등 해상에서부터 우주탐사선, 핵열추진로켓 등 우주까지 다양하게 활용될 원자력 ”

원자로에서 얻은 에너지를 추진동력으로 활용하는 원자력 추진선은 과거 주로 군사용으로 활용되어왔다. 한번 연료를 공급하면 핵분열이 마칠 수십년간 연료 무보급 항해가 가능하기 때문에 미국의 대부분의 항공모함은 원자력을 사용하고 있다. 한편, IMO 규제로 친환경선박 수요가 늘면서 원자력 추진선이 민간에서도 주목받기 시작했는데, 특히 사고로 액체 핵연료가 외부 노출 시 고체화되어 확산을 막을 수 있는 SMR을 활용하면 높은 운항속도가 필요한 고속 컨테이너선이나 대형 유조선, 벌크선 등 상업용을 중심으로도 수요가 늘 것으로 예상된다. 뿐만 아니라 해양기지에서 선박선과 무인 잠수정에서도 초소형 원자로가 쓰일 것이다.

또한, 원자력은 우주탐사선 연료로도 활용된다. 탐사선이 우주를 항해하기 위해서는 로켓 추진기, 관측 장비, 통신 등의 모든 기능을 작동시키기 위해서 다량의 열과 전기가 절대적으로 필요한데 수명이 길고 에너지 밀도가 높은 원자력은 대형 우주탐사선을 운행하기에 적합하다. 그동안 우주용 원자로 개발의 관건은 초소형 원자로 개발이었는데, 이제 로켓에 실어 우주로 보낼 수 있을 만큼 가볍고 한번의 연료 주입으로 10년간 전기를 생산할 수 있는 차세대 원자로가 발명된 것이다. X-Energy는 NASA와 핵열추진로켓을 통해 화성까지 가는 기간을 3개월로 줄이고, 2028년 달에 초소형 원자로를 설치해 우주 탐사의 새로운 지평을 열 계획이다.

수소 생산 부문에서의 원자력

수소 생산에는 천연가스뿐 아니라 원자력도 사용된다. 원자력으로 수소를 생산할 때 부산물은 물(O₂)로 이산화탄소(CO₂)나 탄소 이원자 분자(C₂)를 배출하는 천연가스

[2030년 이후 발전시장을 주도할 주요 SMR]

노형	타입	개발기업	국가
NuScale	경수로	NuScale Power	미국
Rolls Royce	경수로	Rolls Royce	영국
KLT-40S	경수로	OKBM	러시아
Xe-100	고온로	X-energy	미국
HTR-PM	고온로	칭화대	중국
MMR	고온로	USNC	미국
ThorCon	용융염원자로	ThorCon	미국
USNC	고온로	USNC	캐나다
eVinci	Heat Pipe 원자로	Westinghouse	미국

[수소 생산에 활용되는 원자력]

색상	에너지원	원료	공정	결과물
블랙/브라운 수소	석탄	석탄, 수증기, O ₂	가스화	H ₂ + CO ₂
레드수소	원자력 열	H ₂ O	열화학분해	H ₂ + O ₂
핑크수소	원자력 전기+열	H ₂ O	전기분해	H ₂ + O ₂
퍼플수소	원자력 열+전기	H ₂ O	열화학분해 + 전기분해	H ₂ + O ₂
그린수소	재생 에너지 전기	H ₂ O	전기 분해	H ₂ + O ₂

Source: H2 Bulletin, Ricardo, 한국원자력연구원 외
 Note: 수소의 색상 분류는 국가마다 상이

Source: 신한투자증권

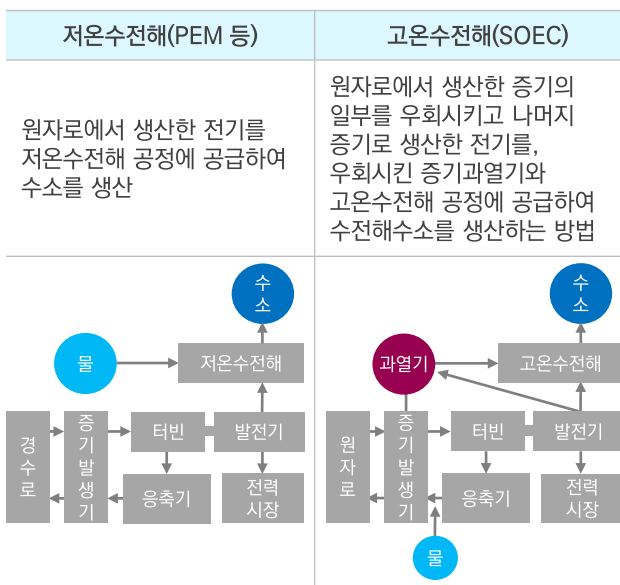
만든 수소보다 친환경적이라고 할 수 있다. 수소 생산공정에 따라 원자력 열을 열화학분해하는 방식의 레드수소, 저온수전해(PEM 등) 방식을 활용한 핑크수소, 고온수전해(SOEC) 방식을 활용한 퍼플수소로 분류된다.

원자로에서 생산한 전기를 상용기술인 저온수전해 공정에 공급하여 생산된 핑크수소의 경우 가동 중인 대형원전에서 생산한 전기를 활용할 수 있어 단기간에 실현가능한 방안이며, 아직 기술실증단계인 SOEC 공정을 활용하여 생산된 퍼플수소는 SMR과 연계하여 생산이 가능하다. 또한, 퍼플수소는 고온의 열에너지가 수전해에 소비되는 전기에너지를 일부 대체하기 때문에 에너지 효율도가 높다. 이 에너지 효율도는 특히 원자로의 출구온도와 비례하기 때문에 SOEC는 초고온가스로(Very High Temperature Gas-cooled Reactor, VHTR)와 결합하면 가장 효과적인 차세대 수소 생산방식이 된다. 현대엔지니어링은 한국원자력연구원과 SOEC와 VHTR을 결합한 플랜트를 캐나다에 건설할 예정이다.

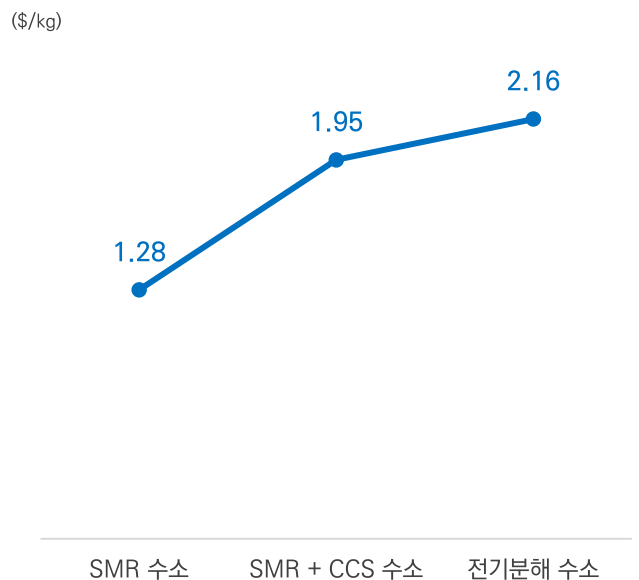
정부는 2050년까지 연간 2,790만 톤 청정수소 공급계획 아래 그 중 300만 톤은 그린수소, 200만 톤은 블루수소로 공급한다는 계획을 세웠지만, 국내 수소가격이 1,800원/kg 수준이 되어 경제성 확보가 가능할 것으로 분석되는 상황에서 2,500원/kg로 예상되는 그린수소의 생산단가는 비싸다. 이때, 무탄소 발전원 중 가장 저렴한 원자력을 활용하여 수소를 생산하면 이런 문제를 해결하면서 안정적인 대량생산이 가능하다. 스타티스타(Statista)에 따르면 미국의 경우 2030년에 이르면 SMR을 활용한 수소 생산이 1.28\$/kg으로 가장 저렴할 것으로 나타나며 국내에서도 이러한 순서는 유사할 전망이다.

“ 원자력을 활용하여 레드·핑크 수소 생산 가능. SMR 상용화 이후에는 퍼플 수소가 확산될 것 ”

[원자력을 이용한 수전해의 원리]



[생산방식에 따른 2030년 수소 가격 전망]



Source: 한국원자력연구원, 한국에너지기술연구원 외

Source: Statista
Note: 2022년 기준 미국 가격 예측치



원자력 수소 생산의 키는
관련 신기술 확보이며,
적극적인 정부 정책 아래
기업들의 투자 활발



국내에서는 한국수력원자력이 2025년 착공예정인 신한울 3, 4호기에 대용량 수소 생산기지 설립을 검토하고, 두산에너지빌리티, 포스코홀딩스 등이 원자력 수소 생산기술 상용화를 위한 MOU를 체결하기로 하면서 원자력 수소 관련 기술 확보에 속도를 내고 있다.

한편, 미국과 프랑스도 원자력을 활용해 더 싸고 친환경적인 수소 생산계획을 추진 중이다. 미국의 엑셀 에너지(Xcel Energy), 엑스 에너지(X-Energy) 등은 원자력 수소 상용화 프로젝트를 진행하고 있으며, 아리조나 주 소재 팔로 버디(Palo Verde) 원전은 수소 대량생산 허브로 검토 중이다. 또한, 프랑스 전력기업 EDF는 자회사 하이나믹스(Hynamics)를 설립하여 원자력 수소 사업화에 박차를 가하고 있다. 일본은 2050년까지 2,000만 톤의 수소 생산역량 확보를 목표로 하고 로드맵에 원자력 수소 포함시켰고, 미쓰비시(Mitsubishi)를 중심으로 철강회사 수소 환원제철 연구 및 실증사업에 적극적으로 참여하고 있다.

[원자력을 통한 수소 생산 정책 및 기업 동향]

구분	주요 내용
미국	-정부와 민간기업이 함께 원자력 발전을 통한 청정수소 생산 사업 추진 -Xcel Energy: 원자력 발전에 SOEC 방식을 활용하여 3~5년내 그린수소 상용화 프로젝트 진행 -X-Energy: 원자로 X-100을 활용하여 '27년 미국 워싱턴주에서 수소 생산 실증 계획 -INL: FuelCell Energy, Bloom Energy와 협력하여 250kW급 SOEC 방식의 원자력 수소 대용량화 연구 -아리조나 주: 미국 에너지부와 협력하여 팔로 버디(Palo Verde) 원전을 수소 대량 생산허브로 활용 검토
프랑스	-원자력 포함한 70억 유로 규모의 청정수소 생산 정책 발표('20년) -EDF: 원자력 수소 생산 사업을 위한 자회사 Hynamics 설립, 가동원전 이용한 수소 생산 실증 및 사업화 추진
일본	-'30년까지 300만 톤, '50년 2,000만 톤의 수소 생산역량 확보를 목표로 하고 로드맵에 원자력 수소 포함('20년) -Mitsubishi: 철강회사 수소 환원제철을 위해 일본원자력연구원에 실증 제안
한국	-한국수력원자력: '25년 착공예정인 신한울 3, 4호기에 대용량 수소 생산기지 설립을 검토 -두산에너지빌리티, 포스코홀딩스 등: 한국수력원자력과 원자력 수소 생산기술 상용화를 위한 MOU 체결

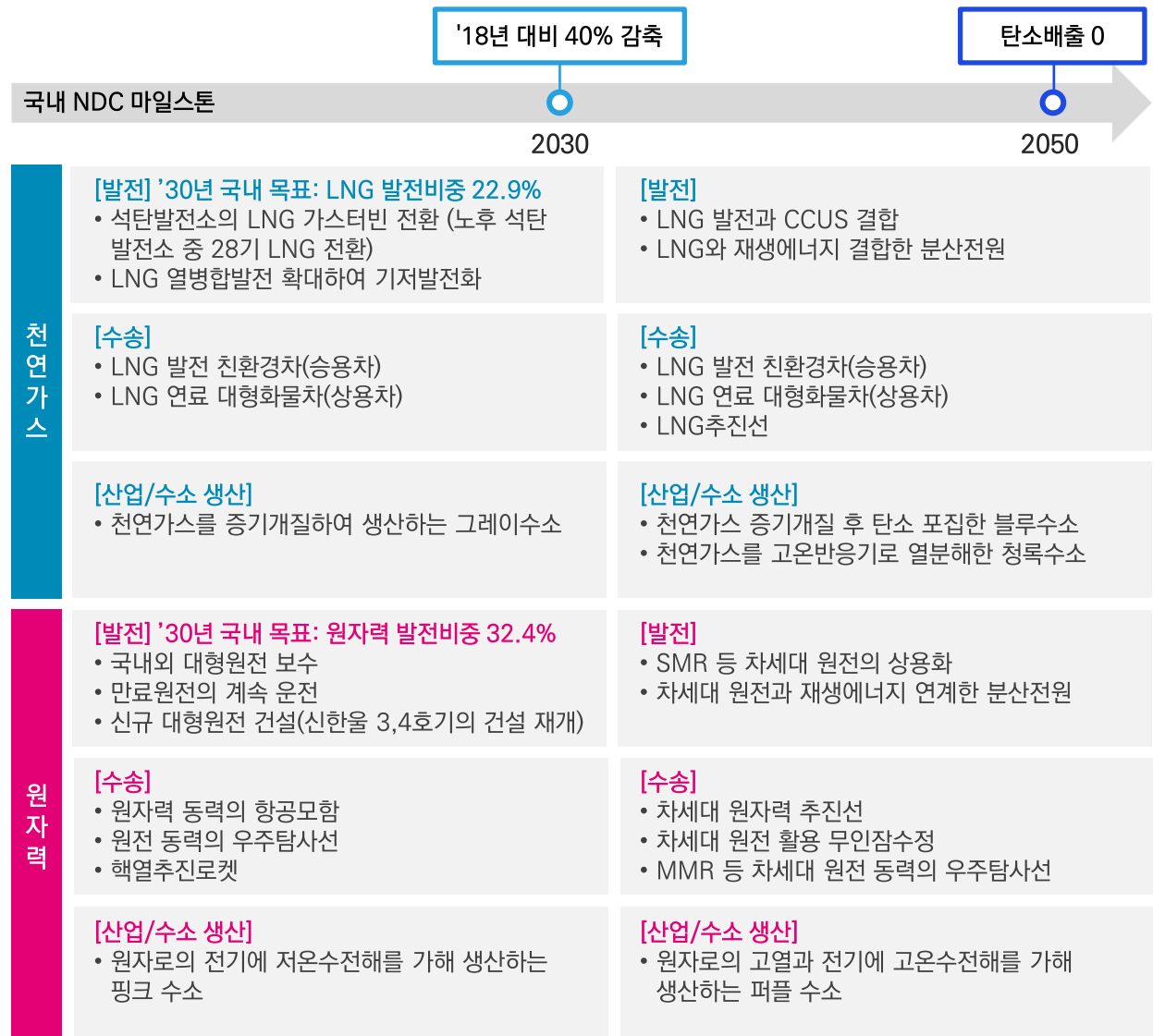
Source: 한국에너지기술연구원, 한국원자력연구원 외, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

새로운 에너지 믹스에서 기업들의 대응전략

탄소중립을 향한 마일스톤(Milestone)

서두에 제시한 에너지 산업에 대한 큰 손들의 투자는 에너지 전환의 방향을 암시한다. 먼저, 옥시덴탈페트로리움과 쉘브론은 세계적인 에너지 기업이지만 특히 천연가스에 강점을 보인다는 공통점이 있다. 옥시덴탈은 미국 내 최대 셰일지대인 퍼미언(Permian)에서도 가장 큰 셰일 생산업체이며, 쉘브론은 2020년 대규모 천연가스 광구를 보유한 노블에너지(Noble Energy)를 130억 달러에 인수하며 천연가스에 베풀겠다고 선언한 바 있다. 또한, 두 기업은 거대 석유기업이면서도 탄소중립을 이끌고 있는데, 재생에너지를 직접 생산하기보다는 탄소집약도를 낮추는 청정기술 투자에 집중하는 전략을 취하고 있다. 옥시덴탈은 탄소 포집 분야에서 미국 내 선도

[새로운 에너지 믹스에서 천연가스와 원자력의 역할]



Source: 삼성KPMG 경제연구원

“ 최근 큰 손들의 투자와 에너지 시장의 트렌드는 징검다리 에너지원과 청정 신기술의 중요성에 힘을 실고 있음 ”

기업이며, 쉘브론 또한 2028년까지 100억 달러 투자로 탄소 집중도를 줄이고 수소 생산 및 CCUS 등 저탄소 기술에 집중할 계획을 갖고있다. 한편, IEA는 2050 넷제로 로드맵에서 앞으로 탄소중립을 위해서는 신재생에너지와 원전이 대부분의 화석연료를 대체해야 할 것임을 강조했다. 결국, 최근 큰 손들의 투자와 에너지 시장의 트렌드는 넷제로 여정에서 징검다리 에너지원과 이를 친환경적으로 활용하기 위한 청정 신기술의 중요성에 힘을 실고 있는 것으로 보인다.

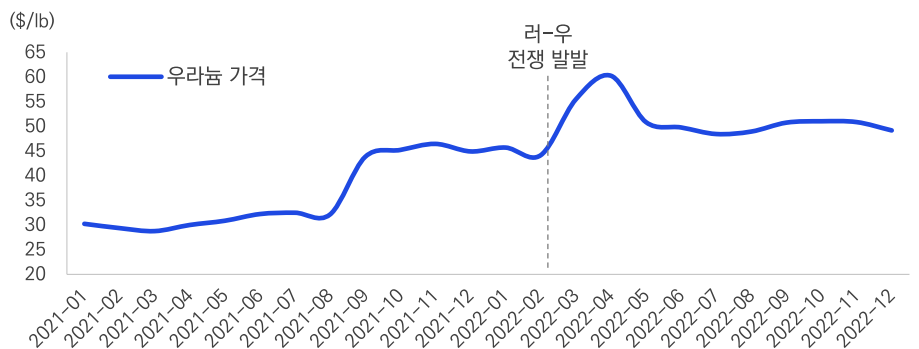
이러한 상황에서 천연가스와 원자력의 역할은 표(새로운 에너지 믹스에서 천연가스와 원자력의 역할)와 같이 정리된다. 국내에서 천연가스는 2030년까지 더욱 적극적인 활용이 요구되며, 2050년에 이르기까지는 CCUS 등 발전된 청정 신기술과의 결합이 필수적이다. 천연가스의 절대적 소비량은 2050년에 이르면 2030년과 유사한 수준에 머물 것이나, 청정 신기술을 활용한 저탄소 가스를 생산하는 기업만이 전체 가스 공급 중 절반에 가까운 양을 담당할 것이다. 한편, 원자력은 2030년까지는 기존 대형원전의 보수 및 신규설비 증설로 지속적으로 확대되다가 차세대 원전의 상용화가 예상되는 2030년 이후에는 신재생에너지와 결합한 분산전원 및 다양한 분야에 활용되면서 급격히 확산될 것이다. 성숙한 가스와 원자력 시장에서의 에너지 전환 정책은 가격 충격을 완화하고, 신흥국의 탈탄소화를 도울 것이다. 천연가스의 원자력의 적극적인 활용이 중요해진 상황에서 국내 기업들의 전략은 다음과 같다.

글로벌 공급망 전쟁, 핵심은 원재료 확보

① 장기 공급계약 및 공급선 다각화로 공급 리스크 관리

최근 리튬, 니켈, 희토류 등 광물에 대한 자원 민족주의가 대두되는 가운데 러-우 전쟁으로 인한 러시아의 천연가스 공급 제한은 에너지 안보의 중요성을 더욱 부각시켰다. 에너지 안보를 책임지는 큰 축 중 하나는 에너지 공급의 가격안정성이며, 가격안정성 확보를 위해서는 원재료 조달의 안정성 확보가 핵심이다. 핵연료의 원재료인 우라늄 가격을 살펴보면 러-우 전쟁 발발 이후 수급 불안 우려가 증폭되고

[국제 우라늄 가격 추이]



Source: 한국자원정보서비스
Note: Nuexco spot price 기준

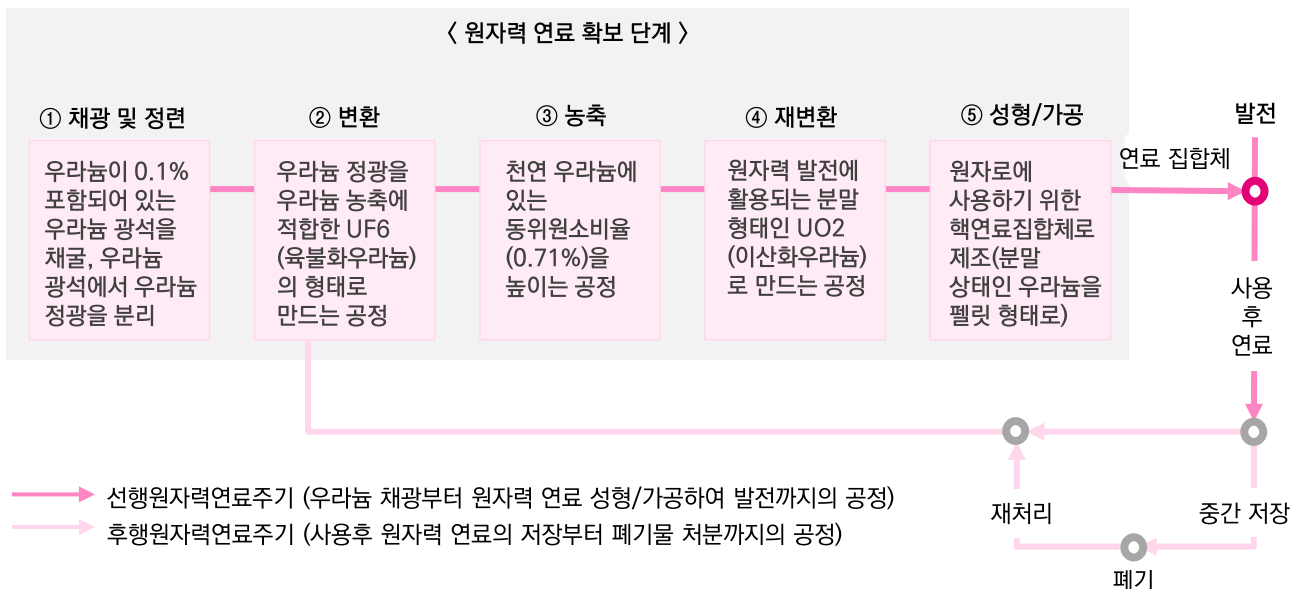
“
에너지 안보를 책임지는
가격안정성 확보를 위해서는
원재료 조달의 안정적인
확보가 핵심
”

기존 원자로 폐기 지연, 신규 원자로 건설 합의 등 유럽 내 에너지 정책이 변하면서 2022년 4월 60\$/lb를 초과했는데, 이는 전년동월대비 약 2배 증가한 수치다. 원자력 발전이 그린 택소노미에 포함된 상황에서 향후 SMR 시장이 새롭게 형성될 경우 원자력 발전 수요는 더욱 증가할 것이고 원료인 우라늄 수급 안정성은 더욱 부각될 것이다.

현재 러시아는 세계 우라늄 매장량의 10%를 차지하고 있고, 글로벌 농축 우라늄의 35%를 러시아 국영 에너지 기업 로사톰(Rosatom)과 관련 자회사가 공급하고 있다. 미국은 러시아의 우크라이나 침공 이후 로사톰에 대한 제재를 검토했으나 글로벌 전력난을 촉발할 수 있어 에너지 제재를 강화하는 상황에서도 우라늄 수입 제재는 시행하지 못했다. 미국은 2020년 기준 우라늄 공급의 러시아 의존도가 16%로, 이는 미국 내 가동 중인 93개 원자로에서 사용하는 우라늄의 6분의 1 이상을 러시아가 공급하고 있다는 뜻이다. 유럽은 우라늄 공급의 20%를 러시아에 의존하고 있다.

한국수력원자력에 따르면 한국은 2021년 기준 460톤의 농축 우라늄을 수입했는데, 러시아, 영국, 프랑스에서 약 33%씩 수입하고 있다. 농축 우라늄의 상당 부분을 러시아에 의존하다 보니 국제 사회가 러시아산 우라늄에 제재를 가하거나 러시아가 우라늄을 전략 물자화해 글로벌 주도권을 확보하기 위해 공급을 제한하면 국내 원전 확대에는 제동이 걸릴 것이다. 우라늄 농축시설은 국제 사회의 엄격한 감시 아래 특정 국가에만 위치해 있어서 대체 수급처를 찾는 것도 까다롭다. 이에 따라 향후 원재료의 안정적 확보 방안 모색이 중요해질 것으로 예상된다. 농축 우라늄에 대하여 장기 계약 위주로 실시하여 시장 리스크를 최소화하고 공급선 다각화를 통해 안정적 확보에 주력해야 한다.

[원자력 연료주기의 밸류체인(Value Chain)]



Source: 삼정KPMG 경제연구원



에너지 안보를 위해
공급선 다각화뿐 아니라
업스트림 직접 진출 전략도
검토해볼 수 있음



② 업스트림에 대한 적극적인 투자 검토

에너지 안보를 위해 공급선 다각화뿐 아니라 업스트림으로의 직접 진출 전략도 검토해볼 수 있다. 한국수력원자력은 장기적인 관점에서 우라늄의 안정적인 확보를 위해 해외 우라늄광 개발을 실시해왔다. 캐나다 워터베리(Waterbury)가 대표적인 예인데, 이 곳은 2만 2,000톤의 우라늄이 발견된 미드웨스트(Midwest) 광산과 인접해 부존 가능성이 높은 우량 광구로 평가받고 있다. 향후 우라늄의 초과수요가 예견되는 상황에서 국내 기업들은 우라늄 광산 개발 프로젝트를 적극적으로 검토해볼 수 있겠다.

업스트림에 투자하거나 직접 진출하는 것은 천연가스 시장에도 주요한 전략이다. 유럽의 LNG 수요가 늘면서 아시아 천연가스 가격이 요동치는 상황에서 에너지 안보를 획득하기 위해서는 수급 불확실성을 낮추는 것이 중요하다. 특정 지역에 편중되어 있는 석유와 달리 천연가스는 해외자원 개발에 대한 지리적 선택의 폭이 상대적으로 넓다는 이점이 있다.

제6차 해외자원개발기본계획(2020~2029)으로 자원 안보가 강조되며 정부 정책이 민간의 해외자원 개발에 우호적인 상황이다. 특히, 최근 편성된 2023년 자원 공급망 관련 예산이 6,744억 원으로 전년대비 57% 증가한 가운데 해외자원 개발사업을 추진하는 기업에 지원되는 특별용자액은 1,754억 원으로 전년대비 3배 증가했다. 지금이 탐사-개발-생산 사업간 적정 포트폴리오를 적극적으로 점검해볼 타이밍이다.

핵심역량을 활용하여 부상하는 신시장 진입

징검다리 에너지원으로서 천연가스와 원자력의 역할이 확대됨에 따라 이는 기존 에너지원을 대체하는 것에 그치지 않고 신기술과 결합하여 다양하게 활용되고 있다. 이러한 움직임은 자연스럽게 신사업 확장으로 연결되는데, 기업들은 신규 비즈니스 확보에 따른 밸류체인 변화에 주목해야 한다. 먼저 원자력 시장을 살펴보면, 글로벌 탈원전으로 많은 기업들이 시장에서 퇴출된 상황이다. 기존 원전사업의 밸류체인은

[원자력 밸류체인(Value Chain) 내 주요 기업 현황]

원료	설계	기기제조	시공	운영	해체

Source: 삼성KPMG 경제연구원

Note: 한 기업이 밸류체인 전반에 걸친 경우에는 대표적인 사업 부문에만 표기

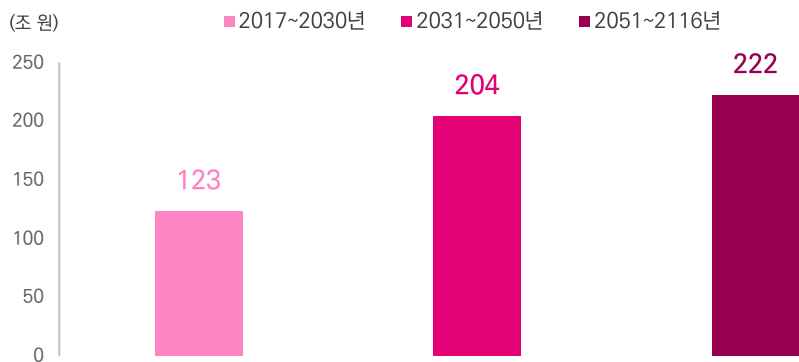
“

국내의 기업들은 기 보유한
핵심역량을 활용하여
신시장에 신속하게 진입

”

원료 → 설계 → 기기제조 → 시공 → 운영이 중심이었으나 스리마일 섬 사고 이후 미국에서는 대부분 설계 기업만이 남았다. 그간 기업들의 구조조정이 진행된 가운데 최근 2차 원자력 붐이 개화되고 원전 해체에 대한 수요가 늘면서 운영 다음 단계인 사용후 핵연료 처분 및 재사용과 해체 시장이 원자력 밸류체인 내에서 부상하고 있다. 전 세계에서 이미 207기에 달하는 원전이 영구 정지됐지만 아직 해체 시장의 선두주자가 없다는 점이 국내 기업에도 매력적인 대목이다. 아직 국내 기업들은 원전 해체 경험은 없지만 기 보유한 발전소 건설 역량을 활용하여 빠르게 대응하고 있다. 현대건설은 홀텍스(Holtecs)가 진행 중인 미국 원전 해체 사업에 참여하기로 했고, 대우건설은 월성 1호기 해체공사를 수주하면서 캐나다 등 해외시장 진출을 시도하고 있는 모습이다.

[글로벌 원전 해체 시장 전망]



Source: 아시아경제 외 언론보도 종합

원료 부문의 사업역량을 활용해 사용후 핵연료 처분 및 재사용 부문에 진출하려는 모습도 보인다. 원료부터 발전소 건설 사업까지 모두 다루던 프랑스 아레바(Areva)는 사명을 오라노(Orano)로 변경한 뒤 원전 건설에서 손을 떼고 사용후 핵연료 재사용 및 원전 해체 시장에 뛰어들고 있다. 한편, 핵심역량을 보유하지 않은 경우에는 직접 M&A에 나서고 있는데 신시장 관련 핵심역량을 지닌 기업의 인수를 통해 신시장을 포함한 밸류체인 전반에 걸친 플랫폼 구축을 도모하고 있다. 2022년 10월 캐나다의 우라늄 생산 기업 카메코(Cameco)가 미국 신재생에너지 투자회사인 브룩필드 리뉴어블 파트너스(Brookfield Renewable Partners)와 함께 약 11조 원에 웨스팅하우스(Westinghouse)를 인수한 것이 그 예이다.

천연가스의 경우에도 청정수소 시장이 커지면서 SK가스, 롯데케미칼, 한화그룹 등은 기존 역량을 활용하여 생산-저장-운송-충전-활용까지 수직적 통합으로 수소 전 주기 사업을 발굴하여 신시장 선점을 목표로 하고 있다. 에너지 기업뿐 아니라 삼성엔지니어링, DL E&C, 현대중공업 등 다양한 업종의 기업들도 연관 역량을 보유하고 있는 경우 천연가스 신사업에 뛰어들며 따라 치열한 경쟁이 예상된다. 이때, 블루수소와 같이 아직 상용화 이전의 기술을 활용한 신시장일 경우 결국 가장 월등한 기술을 지닌 기업이 밸류체인 내 시장점유율을 독차지할 것으로 예측된다.



아직 최적의 모델이 등장하지 않은 상황에서 빠르게 경제성을 입증하여 살아남은 기술만이 시장을 지배할 것으로 예측



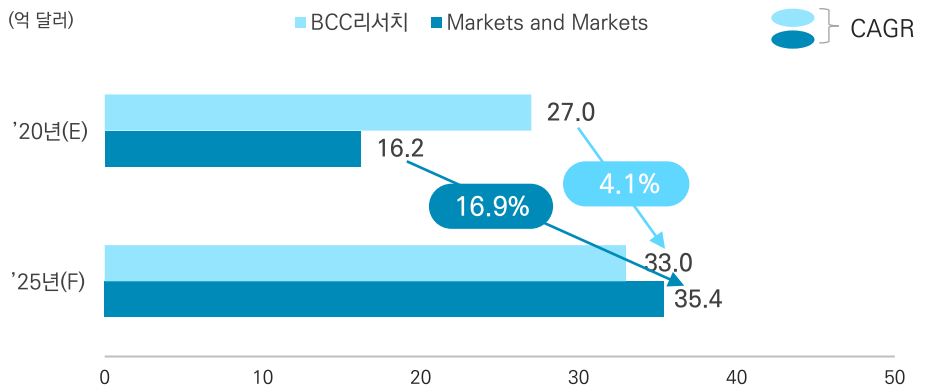
신시장 선점의 키는 신기술

천연가스 및 원자력 기반 청정수소 생산, SMR 및 원전 해체 시장 등 천연가스와 원자력 관련된 신규 비즈니스를 선점하기 위해서 필수적인 것은 바로 신기술이다. IEA에서도 신기술에 대한 투자가 부족함을 지적하며 2050년까지 넷제로는 2030년까지의 청정기술 추진에 달려있음을 강조했다. 2030년 이후의 천연가스와 원자력의 활용의 핵심은 CCUS, SMR 등 상용화가 되지 않은 신기술에 있다.

천연가스의 경우 2030년도 이후 활용의 핵심은 CCUS 기술 성숙도가 키가 될 것이다. 탄소를 원료로 하여 연료, 화학제품, 건설 소재 등으로 변환시키는 고부가가치 전환 기술인 CCUS는 아직 초기 단계이나 2025년까지 시장규모가 연평균성장률 4~17% 수준으로 성장할 것으로 예상된다. 2020년 기준 이산화탄소 포집 용량은 연간 최대 4,000만 톤의 수준이며, 약 16%씩 용량이 증가하여 2030년에는 연간 1억 9,400만 톤에 이를 것으로 전망된다. 엑손모빌(Exxon Mobil), 로열더치셸 (Royal Dutch Shell)과 같은 에너지 기업부터 미쯔비시 중공업 등 플랜트 기업도 CCUS 프로젝트를 적극적으로 실시하며 R&D에 집중하고 있다.

이때, 협업 시너지를 위한 적극적인 파트너십 구축도 요망된다. ‘Beyond EPC’를 선언한 삼성엔지니어링은 LNG 발전과 CCUS를 결합하여 수소 사업 전략을 펼치고 있는데, CCUS 솔루션을 미국의 에너지기술기업 베이커휴즈(Baker Hughes)와 파트너십을 통해 제공하기로 했다. 이는 각각 분야에서 경험과 기술을 보유한 이상적인 조합으로 협업 시너지를 통해 에너지 전환에 필요한 혁신 기술 및 서비스를 개발하여 관련 시장에 대한 입지를 선점할 수 있을 것으로 평가받고 있다. 아직 최적의 모델이 등장하지 않은 상황에서 빠르게 경제성을 입증하여 살아남은 기술만이 시장을 지배할 것으로 예측되는 상황에서 파트너십은 기업들의 신시장 선점의 효율성을 높이는 전략이 될 것이다.

[글로벌 CCUS 시장 기관별 전망]



Source: 삼성KPMG 경제연구원

“

해외 리딩기업과의
적극적인 파트너십 구축,
프렌드 쇼어링
(Friend-Shoring) 등이
신기술 확보에 유효한 전략

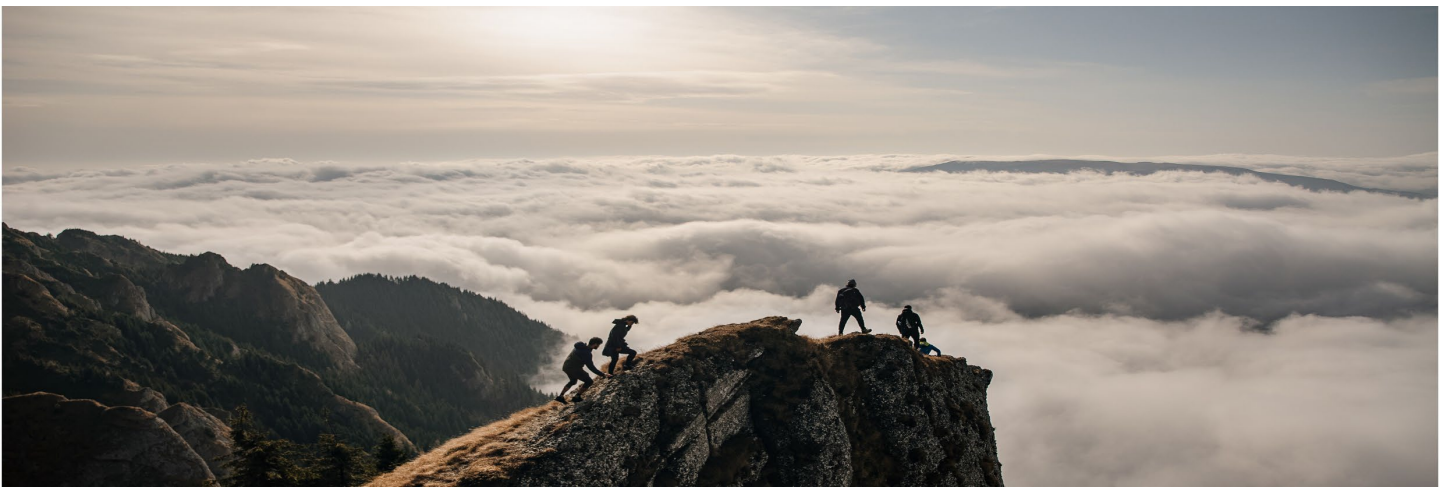
”

SMR 등 차세대 원전의 경우에도 전 세계적으로 아직 기술개발 단계이며 다양한 모델이 개발되고 있는데, 이 중에서 가장 효율적인 신기술을 결합하여 생존한 소수의 SMR만이 원자력 시장을 지배할 것으로 예견된다. 따라서 가장 경제적이고 안정적인 SMR 개발이 중요하며 이를 위해서는 R&D와 동시에 적극적인 파트너십 구축이 신기술 확보에 유효하다.

실제로 발전소 설계에 강점이 있는 미국과 원전 제조에 강점이 있는 한국간 협력이 진행 중이다. 원자로 주기기 제작이 가능한 두산에너지빌리티는 누스케일과 함께 SMR 원자로 모듈에 대한 제작성 검토 연구를 착수하여 2021년에 성공적으로 완료했고, X-Energy와도 300억 원 규모의 주기기 제작설계 용역 계약을 체결했다. 시공 부문에서는 삼성물산이 누스케일과 협력을 통해 SMR 사업을 본격화하기로 했고, 신사업 추진에 총력을 기울이겠다고 선언한 현대건설은 홀텍(Holtec)과 마케팅 및 입찰 공동 추진 등 해체 사업 전반에 걸쳐 해외 공략에 협력하기로 했다. 뿐만 아니라 SK건설도 테라파워와 파트너십을 구축하고 있는데 이러한 협력 과정에서 기술이전을 기대할 수 있다.

앞으로 글로벌 원자력 시장은 미국 동맹국과 중국 및 러시아 진영으로 양분화 될 것으로 보이며 각 진영의 밸류체인이 블록화되어 형성될 것으로 예측된다. 국내 기업들이 새롭게 개화되는 신시장에서 해외 리딩 기업과의 협력을 통해 견고한 블록 공급망을 선점한다면 국내뿐 아니라 글로벌 시장점유율을 확보하는 데 유리할 것이다. 2022년 한미정상회담에서 양국간 원자력 협력이 약속된 상황에서 파트너십을 통해 비용절감과 안보에 유리한 프렌드 쇼어링(Friend-Shoring) 구축 노력을 보다 적극적으로 전개해야 할 시점이다.

안토니오 구테흐스(Antonio Guterres) UN 사무총장은 COP27에서 "인류는 기후 지옥으로 가는 고속도로에서 가속 페달을 밟고 있다"고 표현하며 보다 적극적인 넷제로 활동을 촉구했다. 더이상 탄소배출이 공짜가 아닌 상황은 기업에 일견 부담으로 보이지만, 인류는 항상 전환의 시대에서 기회를 발견해왔다. 에너지 전환으로의 이행은 필연적으로 에너지 시장의 게임 체인저 등장을 야기하게 될 것으로 예상되는 바, 변화에 빠르게 적응한 국내 기업들이 새로운 시장을 선점할 기회로 삼기를 기대한다.



Business Contacts

에너지산업 전문팀

황재남
부대표
T 02-2112-7609
E jaenamhwang@kr.kpmg.com

강정구
부대표
T 02-2112-7629
E jeonggukang@kr.kpmg.com

이경석
전무
T 02-2112-0564
E kyungsuklee@kr.kpmg.com

이정수
전무
T 02-2112-0572
E jungsoolee@kr.kpmg.com

최연석
상무
T 02-2112-0129
E ychoi@kr.kpmg.com

김연정
상무
T 02-2112-0297
E yeonjungkim@kr.kpmg.com

이규홍
상무
T 02-2112-6916
E kyuhonglee1@kr.kpmg.com

조화수
상무
T 02-2112-3354
E hwasoocho@kr.kpmg.com

home.kpmg/kr

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavor to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.

© 2023 KPMG Samjong Accounting Corp., a Korea Limited Liability Company and a member firm of the KPMG global organization of independent member firms affiliated with KPMG International Limited, a private English company limited by guarantee. All rights reserved.

The KPMG name and logo are trademarks used under license by the independent member firms of the KPMG global organization.