

## 여전히 취약한 에너지 시장, 에너지 안보 향상 및 배출량 저감 방법은 존재

세계 에너지 위기에 따른 압박이 일부 완화되었으나, 에너지 시장, 지정학, 세계 경제는 여전히 불안정하고, 추가 혼란 리스크는 높다. 화석연료 가격은 2022 년 최고치에서 하락하였으나, 시장 긴장과 변동성은 여전히 높은 상황이다. 러시아의 우크라이나 침공 이후 1 년 이상 지속된 전쟁에 중동의 오랜 분쟁 갈등까지 더해졌다. 고질적인 인플레이션, 높은 대출 금리와 부채 수준으로 인해 거시경제 분위기는 암울하다. 현재 세계 평균 지표면 온도는 이미 산업화 이전 대비 약 1.2°C 높고, 이로 인해 폭염 및 이상기온 현상이 증가하고 있으나, 아직 온실가스 배출량은 정점에 이르지 않았다. 에너지 부문은 또한 대기 오염의 주원인이다. 세계 인구의 90% 이상이 오염된 공기를 마시면서 매년 600 만 명이 조기 사망으로 이어지고 있다. 전력과 청정 취사 시설에 대한 접근성 개선 추이는 더뎠으며, 일부 국가에서는 심지어 상황이 악화되었다.

이러한 복합적인 상황에서도 태양광과 전기자동차가 견인하는 새로운 청정에너지 경제의 출현은 희망적이다. 청정에너지에 대한 투자는 2020 년 이후 40% 증가했다. 탄소 배출량 저감을 위한 노력이 핵심 요인이나, 유일한 이유는 아니다. 청정에너지 기술의 경제성은 매년 빠른 폭으로 개선되고 있으며, 에너지 수입국들에서는 에너지 안보를 비롯한 산업 전력 및 청정에너지 일자리 창출 의지 등이 중요한 요소로 기여했다. 풍력 등 일부 청정 에너지 기술은 공급망으로 인한 압박을 받았으나, 변화의 속도가 빨라지고 있다는 사실을 보여주는 사례는 여전히 많다. 2020 년에 판매된 자동차 25 대 중 1 대가 전기차였던 것에 반해, 2023 년에는 5 대 중 1 대가 전기차였다. 올해에는 500GW 이상의 재생에너지 발전설비용량이 추가될 것이며, 이는 역대 최고 기록이다. 하루 10 억 달러 이상이 태양광 보급에 지출되고 있으며, 청정에너지 시스템 핵심 부품인 태양광 모듈, 전기차 배터리 등의 제조 용량 역시 빠르게 확대되고 있다. 이 같은 사실이 최근 IEA 가 발간한 『탄소중립 로드맵(Net Zero Roadmap)』 업데이트 보고서에서 지구온난화 수준을 1.5°C로 억제하는 경로가 어렵기는 하지만, 아직 가능하다고 결론 내려진 이유이다.

『2023 년 세계에너지전망(World Energy Outlook 2023, WEO 2023)』은 객관적인 데이터에 근거해, 정책 결정자들이 신속하고, 안전하며, 포용적인 에너지 전환을 추진하기 위한 가이드를 제공한다. WEO-2023 은 미래에 대한 하나의 관점을

제시하기보다, 정책 및 기술의 전개 방향에 따른 여러 시나리오를 탐색한다. STEPS(Stated Policies Scenario, 기존 정책 시나리오)는 에너지, 기후, 산업과 관련하여 현재의 정책 기조를 바탕으로 한 전망을 제공한다. APS(Announced Pledges Scenario, 공약 달성 시나리오)는 각국 정부가 선언한 모든 국가 에너지·기후 목표를 제때 완전히 달성하는 것을 가정한다. 그러나 지구온난화를 1.5°C로 억제하는 NZE(Net Zero Emissions by 2050, 2050 탄소중립) 시나리오 목표를 달성하기 위해서는 더 많은 노력이 필요하다. WEO-2023 은 이들 주요 시나리오와 더불어 중국 경제의 구조적 변화, 태양광 보급 속도 등과 같은 주요 변수가 미래 에너지 산업에 미칠 영향에 대해서도 탐구한다.

## 2030 년 전 모든 화석연료 소비가 정점에 달할 전망

최근 에너지 위기는 화석연료 시대의 종말을 촉발하는 계기일 수 있다. 강력한 청정에너지 전환 모멘텀으로 인해 STEPS 에서 세계 석탄, 석유, 가스 수요는 2030 년 전 정점에 다다를 것으로 보인다. 수십 년간 세계 에너지 공급의 약 80%를 유지하던 석탄, 석유, 가스 수요는 STEPS 에서 하향 곡선을 그리기 시작하고 2030 년 73%로 감소한다. 이는 중대한 변화이다. 하지만 이처럼 화석연료 수요가 높은 수준에서 유지되면, 세계 기후 목표 달성 가능성은 희박해질 것이다.

세계 주요국들은 앞다투어 청정에너지 지원 정책을 강화하고 있다. STEPS 에서는 2030 년 미국 내 신규 등록 차량의 50%가 전기차가 될 것으로 전망되며, 이는 대체로 ‘인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA)’ 덕분이다. 2 년 전 WEO-2021 에서 해당 수치는 12%에 불과했다. STEPS 에서 2030 년 EU 의 히트펌프 설치는 NZE 시나리오에서 필요한 수준의 2/3 에 이르나, 2 년 전에는 1/3 에 그쳤다. 현재 중국의 2030 년 태양광 및 해상풍력 증설 전망은 WEO-2021 대비 3 배 높다. 일본, 한국, 미국 등이 기존 원자로의 수명 연장을 지원한 데다, 다른 여러 국가들이 신규 원전 건설을 지지함에 따라, 주요국의 원자력 전력 전망 역시 상향 조정되었다.

최근 몇 년간 화석연료 수요가 높기는 했으나, 변화의 징조도 있다. 청정 에너지 기술 확산에 힘입어, 화석연료 기반 신규 자산이 에너지 시스템에 추가되는 속도는 현저히 둔화되었다. 내연기관 자동차 및 이·삼륜차 판매량은 코로나 19 이전보다 훨씬 낮다. 전력 부문에서는 전세계 석탄 및 가스화력발전소 증설 규모가 이전 최고치보다 50%

낮은 수준이다. 가정용 가스보일러 판매는 감소세를 보이고 있으며, 현재 유럽과 미국 등 많은 국가에서 히트펌프 판매량에 추월당하였다.

## 변화하는 중국

중국은 세계 에너지 동향을 결정짓는 데에 막대한 역할을 지닌다. 중국의 경제 둔화, 사회 구조 변화, 청정에너지 이용 증가 등으로 인해 중국의 영향이 변화하고 있다. 지난 10년간 중국은 세계 석유 소비 증가의 약 2/3 와 가스 소비 증가의 1/3 을 점하고, 석탄 시장을 주도해왔다. 그러나 중국의 경제가 변곡점에 이르고 있다는 많은 신호가 드러나고 있다. 중국에서 물리적 인프라가 급속히 확충된 이후, 추가 규모는 축소되고 있다. 중국의 1인당 GDP는 일본보다 훨씬 낮지만 1인당 주거 면적은 일본과 동일하며, 중국은 이미 세계 최고의 고속열차 네트워크를 보유하고 있다. 이 같은 상황은 곧 시멘트 및 철강을 비롯한 에너지 다소비 부문의 미래 수요가 낮아진다는 의미이다. 중국은 또한 청정에너지 강국으로, 2022년 세계 풍력 및 태양광 증설의 절반가량과 세계 전기차 판매량의 50% 이상을 점유했다.

중국의 경제성장을 뒷받침한 모멘텀은 서서히 사라지고 있으며, 더욱 둔화된다면 화석연료 수요가 더 감소할 가능성이 있다. IEA 시나리오에서 2030년까지 중국의 GDP 성장률은 연평균 4%를 소폭 밑돈다. 따라서 중국의 전체 에너지 수요는 2020년대 중반경 정점에 달하고, 청정에너지 보급의 대폭 확대로 전체 화석연료 수요와 배출량이 감소세로 돌아선다. 중국의 단기 성장이 1%p 더 둔화된다면, 2030년 석탄 수요는 현재 유럽 전체의 석탄 소비량만큼 감소한다. 중국의 석유 수입은 5%, LNG 수입은 20% 이상 감소할 것이며, 이는 세계 에너지 수급 구조에 막대한 영향을 미칠 것이다.

## 투자 양상 변화

화석연료 수요의 정점이 화석연료 투자 종말을 의미하지는 않지만, 지출을 확대할 근거는 계속 희박해지고 있다. 이전 WEO에서는 STEPS에서 예상되는 수요 충족을 위해 2020년대까지 석유·가스 투자 확대가 필요할 것이라고 분석했으나, 청정에너지 전망 개선 및 화석연료 수요 감소 전망으로 인해 상황이 변했다. 현재 석유·가스 투자 규모는 NZE 시나리오의 2030년 필요 수준 대비 약 2배 규모로, 이는 화석연료 이용을 오래 지속시켜, 1.5°C 목표 달성을 어렵게 만들 수 있다.

석유·가스 지출 축소만으로 NZE 시나리오와 같은 궤도에 오를 수 없다. 순조로운 전환의 열쇠는 청정에너지 시스템의 모든 측면에 대한 투자를 확대하는 것이다. 청정에너지 시스템 개발 및 그에 따른 배출감축 효과는 노후화된 석탄 화력 등 비효율적인 자산을 퇴출시키고 신규 증설을 제한하는 정책에 의해 강화될 수 있다. 그러나 특히 시급한 과제는 중국 이외의 여러 신흥국과 개발도상국에서 신규 청정에너지 프로젝트의 보급 속도를 높이는 것이다. NZE 시나리오에서 필요한 수준에 도달하기 위해서는 중국을 제외한 신흥국과 개도국의 에너지 전환 투자가 2030년까지 5 배 이상 확대되어야 한다. 강력한 국제적 지원과 같은 새로운 노력이 높은 자본 비용, 제한된 정부의 재정적 지원, 어려운 사업 환경 등과 같은 장벽을 해소하는 데 중요할 것이다.

### 지속가능한 개발이 조속한 에너지 전환의 핵심

세계 석탄, 석유, 가스 수요의 정점 도달이 의미하는 바는 각국 경제의 개발 단계에 따라 다르다. 신흥국과 개도국의 에너지 서비스 수요 확대 동력은 여전히 강력하다. 이들 지역의 도시화 속도, 인당 건축 면적, 에어컨과 자동차 소유 수준 등은 선진국의 수준보다 훨씬 낮다. 세계 인구는 2050년까지 약 17억 명 증가할 것으로 전망되며, 이 중 대부분은 아시아와 아프리카의 도시지역에 추가된다. STEPS에서 인도는 동남아시아와 아프리카를 누르고 세계 최대 에너지 수요 증가원이 된다. 이들 국가의 증가하는 에너지 수요를 충족시키고 자원을 조달할 수 있는 저배출 방안을 모색 및 지원하는 것이 세계 화석연료 소비 감소 속도를 결정하는 데 매우 중요하다.

청정 전기화, 효율 개선, 저탄소 및 무탄소 연료로의 전환은 신흥국과 개도국의 국가 에너지·기후 목표 달성을 위한 핵심적인 수단이다. 탄소중립을 포함한 이들 목표를 달성하기 위한 궤도 안착은 이들 국가의 향후 에너지 전환 경로에 막대한 영향을 끼친다. 인도의 경우, 본 목표들이 달성되면 2030년까지 부가가치 1달러당 이산화탄소 배출량이 현재보다 30% 감소하고, 승용차 주행거리 1km 당 이산화탄소 배출량이 평균 25% 감소한다. 2030년 판매되는 이륜차·삼륜차의 약 60%는 전기차이며, 이는 지금보다 10 배 높은 비중에 해당한다. 인도네시아에서는 2030년까지 발전 전원 중 재생에너지 비중이 35%를 초과한다. 브라질에는 현재 25%에 해당하는 바이오연료 비중이 2030년 수송용 연료 수요의 40%에 이른다. 사하라 이남 아프리카에서 다양한 국가 에너지·기후 목표가 달성되는 것은 곧 2030년까지 신규 발전설비의 85%가 재생에너지 기반이 될

것이라는 의미이다. 2030년까지 약 6.7억 명이 추가로 청정 취사시설에 대한 접근이 가능하게 되며, 5억 명이 전기를 이용하게 되는 등, 현대적 에너지에 대한 보편적 접근에서 상당한 성과가 달성된다.

### 생산 설비 규모의 빠른 증가는 더 큰 폭의 태양광 보급 확대를 지원할 것

STEPS 에서 재생에너지가 2030년 신규 발전설비용량의 약 80%를 구성할 것이며, 태양광이 절반 이상을 차지한다. 그러나 이는 전 세계 잠재력의 일부에 불과하다. 태양광은 세계적인 주요 산업이 되었고, 가장 보수적인 STEPS 시나리오에서도 전력 시장을 바꿔놓을 것이다. 제조 설비와 기술 경쟁력을 고려할 때 태양광은 더욱더 성장할 수 있는 상당한 여지가 있다. 2030년까지 세계는 연간 1,200GW 이상의 태양전지판을 생산할 수 있는 제조설비를 보유할 것이나, 실제 보급량은 STEPS 에서 2030년까지 500GW 수준에 그친다. 이 수준 이상으로 보급을 확대하려면, 복잡한 문제들이 제기된다. 전력 시스템에 태양광을 추가 통합하고 그 효과를 극대화하려면 여러 조치들이 요구되는데, 특히 전력망 확대·강화 및 저장설비 추가 등이 필요할 것이다. 또한 태양광 설비 생산 시설의 대부분이 지역적으로 매우 편중되어 있다. 중국은 이미 최대 생산자이며, 중국의 시설 확대 계획은 다른 국가를 가볍게 능가한다. 따라서 세계 태양광 보급을 지원하기 위해 지속적인 교역이 반드시 필수적일 것이다.

**예상 태양광 제조 용량의 70%를 활용하면 NZE 시나리오 수준으로 보급이 확대될 것이다. 효과적으로 통합 시 화석연료, 특히 석탄의 이용은 더욱 축소된다.** 민감도 분석에서, IEA 는 2030년까지 매년 800GW 의 신규 태양광이 설치될 경우 STEPS 가 어떻게 변화하는지 검토했다. 그 영향은 특히 중국에서 크게 나타났으며, 석탄화력 발전이 2030년까지 STEPS 대비 20% 추가 감소하는 결과로 이어질 전망이다. 추가 폐쇄가 없을 것으로 가정한 경우, 석탄화력발전소의 2030년 평균 설비이용률은 현재의 50% 이상에서 약 30%로 떨어진다. 이 같은 결과는 중국 이외 지역까지 확산될 것이다. 이 경우, 남미, 아프리카, 동남아, 중동 등에서 2030년까지 매년 평균 70GW 이상의 태양광 발전설비가 추가된다. 출력제한이 미미하더라도, 이로 인해 2030년 상기 지역의 화석연료 발전량이 STEPS 대비 약 25% 감소한다. 세계는 태양광만으로 기후 목표 달성 궤도에 오를 수 없으나, 다른 어떤 청정에너지보다 태양광이 크게 기여할 것이다.

## 대규모 신규 LNG 수출 프로젝트에 의해 변화하는 가스 시장

2025년부터 전례 없던 신규 LNG 프로젝트의 대거 급증으로 시장 판도가 바뀌고 가스 공급에 대한 우려가 해소될 전망이다. 러시아가 대 유럽 공급을 축소할 이후 가스 시장은 안보와 가격 급등에 대한 두려움으로 가득했다. 단기적으로 시장 균형은 위태로울 것이지만, 2020년대 중반부터 상황은 변화할 것으로 보인다. 이미 착공했거나 최종투자결정을 발표한 프로젝트를 통해 2030년까지 액화용량이 연간 250 bcm 씩 추가될 것이며, 이는 오늘날 전 세계 LNG 공급의 약 50%와 맞먹는다. 발표된 프로젝트들의 진행 일정을 보면 특히 2025년부터 2027년까지 크게 증가되는 것으로 확인된다. 신규 프로젝트의 50% 이상이 미국과 카타르에 위치한다.

가스 수요가 불확실한 시기에 이러한 LNG 추가 공급은 아시아로 시장을 다변화하려는 러시아의 전략에 상당한 도전이 될 수 있다. LNG 생산용량의 급격한 증가는 가격을 떨어뜨리고 가스 공급 문제를 해소시키지만, 이러한 설비 증가는 2010년대의 가스 “황금시대(golden age)” 이후 세계 가스 수요 증가세가 상당히 둔화된 시기에 일어날 것으로 예상된다. 따라서 신규로 공급되는 가스의 1/3 이상이 단기 시장에서 구매자를 물색할 것으로 추정된다. 특히 유럽과 같은 성숙시장에서는 구조적인 수요 감소가 더욱 확연하게 일어나고 있고, 신흥시장에는 더 많은 가스를 흡수할 수 있는 인프라가 부족한 상황이다. LNG 과잉 공급은 곧 러시아가 추가 시장을 확보할 수 있는 기회가 아주 제한적일 것임을 의미한다. STEPS 에서는 세계 가스 교역에서 러시아의 비중이 2030년까지 2021년의 수준이었던 30%의 절반으로 축소된다.

## 가격 적정성과 시스템의 복원력이 미래의 핵심 키워드

중동지역의 지정학적 갈등 고조는 러시아가 대 유럽 가스 공급을 축소할지 불과 1년 만에 석유 시장의 위험요소를 다시금 상기시켜주었다. 청정에너지 전환기에도 석유·가스 안보에 대한 경계는 중요하며, IEA 전망은 교역의 균형과 잠재적 취약성이 어떻게 변화하는지 보여준다. STEPS 에 따르면 2050년 중동에서 아시아로 향하는 해상수송 원유 교역의 비중은 오늘날 약 40%에서 50%로 확대된다. 아시아는 대부분의 중동산 추가 LNG 가 공급되는 최종 목적지이기도 하다.

세계 에너지 위기가 청정에너지 위기는 아니었지만, 이로 인해 신속하고 순조로운 인간 중심의 전환을 이룩하는 것에 대한 주의가 환기되었다. 가격 적정성에 대한 리스크, 전력 안보, 청정에너지 공급망의 복원력 등이 상호 연결된 문제 3 가지가 특히 중요해졌다. 각국 정부는 2022 년 변동적인 연료 가격으로부터 소비자를 보호하는 데 9,000 억 달러 이상의 긴급 지원을 투입했다. 향후 이 같은 지출을 줄이는 방법은 비용 효율적이고 청정한 기술을 대규모 보급하는 것이며, 특히 필요한 선행 투자금 마련에 어려움을 겪는 빈곤한 가정, 지역, 국가에 대한 보급 지원이 중요하다. 재생에너지 기반의 전력 시스템이 구축되면, 전력 공급 안보 역시 더욱 중요해질 것이다. 강력한 디지털 전력망 투자 확대가 필요하며, 이는 배터리, 수요 반응 등 단기적으로 시스템 유연성 제고를 위한 수단에 대한 투자와 병행되어야 한다. 또한 수력, 원자력, CCUS 연계 화석연료, 바이오연료, 수소, 암모니아 등 계절적 변화 대응을 가능케 하는 장기적인 시스템 유연성 제고 수단에 대한 투자 역시 중요하다.

**공급망 다변화와 기술 혁신은 청정에너지 기술과 핵심광물의 공급망과 관련된 위험을 줄이기 위한 최선의 전략이다.** 청정에너지 공급망의 복원력 강화 및 생산 집중도 완화를 위한 다양한 전략이 실행되고 있으나, 결실을 맺기까지 시간이 소요될 것이다. 세계적으로 리튬, 코발트, 니켈, 희토류 등의 핵심광물 탐사 및 생산에 대한 투자가 증가하고 있지만, 2022 년 세계 3 대 생산국의 비중은 변화가 없거나 2019 년 대비 증가했다. 발표된 프로젝트를 추적한 결과, 2030 년에도 특히 정제 및 가공 단계에서 설비의 집중도가 여전히 높을 것으로 보인다. 다수의 금속 제련, 정제 부문 프로젝트가 현재 주요 생산지역에서 개발되고 있다. 전세계에서 계획되고 있는 리튬 정제설비의 50%가 중국에서 개발되고 있으며, 90% 이상의 니켈 정제설비가 인도네시아에서 계획되고 있다. 공급 다변화에 대한 투자와 더불어 기술 혁신, 광물 대체, 재활용 등을 장려하는 정책은 공급에 대한 압력을 완화시킬 수 있어, 핵심광물 안보에 있어 매우 중요한 요소이다.

## **더 멀리, 더 빨리 가야 되는 실정, 분열된 세계로는 기후·에너지 안보 문제 해소 불가**

에너지 안보와 지속가능성 목표의 보조를 맞추고, 변화 속도를 높이고, 1.5°C 목표 달성 가능성을 유지하는 데에 필요한 정책과 기술은 이미 존재한다. STEPS 에서는 2020 년대

중반에 에너지 관련 이산화탄소 배출량이 정점에 도달하나, 배출량은 2100 년 지구 평균 기온을 약 2.4°C 상승시킬 정도로 높게 유지된다. 이 같은 결과는 과거 WEO 대비 지속적으로 개선되어 왔으나, 기후변화의 영향은 여전히 광범위하고 심각하다. 2030 년까지 배출량을 감축하기 위해 필요한 핵심 조치는 널리 알려져 있고, 대부분 상당히 비용 효율적이다. 재생에너지 발전설비용량 3 배 확대, 에너지 효율 개선 강화 속도를 연 4%로 2 배 향상, 전기화 확대, 화석연료 생산 시 메탄 배출량 저감 등은 에너지 부분이 1.5°C 목표 달성 경로에 오르기 위해 필요한 배출량 감축분의 80% 이상을 제공한다. 추가로, 신흥국과 개도국에서 청정에너지 투자를 지원하려면 혁신적인 대규모 자금조달 메커니즘과 더불어 CCUS 없는 신규 석탄화력발전소 승인 종료 등 화석연료 소비의 순조로운 축소를 보장하는 조치가 필요하다. 각국은 각자에 맞는 경로를 찾아야 하며, 대중의 지지를 확보하기 위해 각 경로는 포용적이고 공평해야 한다. 이 같은 조치는 2023 년 12 월 두바이에서 열리는 COP28 에서 성공적인 결론을 도출하는데 아주 중요하다.

**어떤 국가도 에너지 시스템이 고립되어 있지 않으며 기후변화 리스크로부터 자유롭지 않기에 국제적 협력의 필요성은 그 어느 때보다 높다.** 특히 지금처럼 갈등이 고조된 시기에 각 정부는 에너지·기후 협력을 이어나갈 수 있는 방법을 찾아야 하며, 여기에는 규정 기반의 국제 교역 시스템 활용, 혁신 및 기술 이전 촉진 등이 포함된다. 그렇지 않으면, 지구 온도 상승을 1.5°C로 억제할 수 있는 기회는 사라질 것이다. 예상치 못한 충격에서 벗어나기 위해 상호 연결되고 제대로 기능하는 에너지 시장의 편익을 활용하지 못하다면, 에너지 안보 전망 역시 위태로울 것이다.

**1 차 석유 파동 이후 50 년 만에 세계는 에너지 불안을 해소하고 기후 위기 대응을 도울 수 있는 영구 해법을 지니고 있다.** 50 년 전 첫 석유 파동은 에너지 효율과 수력·원자력 중심의 저탄소 전력이라는 2 개의 중대한 정책 대응을 도출시켰다. 오늘날 에너지 결정권자들은 또 다시 지정학적인 긴장과 에너지 쇼크 리스크에 직면하고 있으나, 한편으로는 보다 더 광범위하고 경쟁력 있는 청정기술을 보유하고 있으며, 이들의 보급을 가속화시킬 수 있는 막대한 정책적 경험을 가지고 있다. 사용될 준비가 완료된 이러한 해결법들을 실천하는 것이 에너지 안보와 기후 위기 해결이라는 두 가지 과제를 같이 해결하는 데에 있어 매우 중요할 것이다.