

World Energy Outlook 2017

요약 보고서

Korean Translation



International
Energy Agency
Secure
Sustainable
Together



International
Energy Agency
Secure
Sustainable
Together

World Energy Outlook 2017

요약 보고서

Korean Translation

공식 사이트를 방문하시면 더 많은 정보를 보실 수 있습니다:
iea.org/weo/

국제 에너지기구

IEA의 주요 임무는 다음의 두 가지이다. 첫째, 회원국들이 석유수급 차질사태에 대해 공동 대응함으로써 회원국들의 에너지안보를 도모하는 것이다. 둘째, 29개의 회원국 및 여타 국가들에게 건설하고 경제적이며 청정한 에너지를 확보할 수 있는 방안을 수준 높은 연구와 분석을 통해 제공하는 것이다. IEA 회원국들은 각 나라별로 순수입 기준으로 90일 분의 비축유를 확보해야 하는 의무를 가지고 있으며, IEA는 회원국들간의 포괄적인 에너지 협력 프로그램을 추진하고 있다. IEA의 목표는 다음과 같다:

- 회원국이 모든 형태의 에너지를 안정적이고 충분히 공급을 받을 수 있도록 보장한다. 특히, 석유 공급 중단 시를 대비하여 효과적인 긴급대비 역량을 보유한다.
- 전 세계의 차원에서 경제개발과 환경보호를 고취시킬 수 있는 지속 가능한 에너지 정책을 촉진한다. 특히, 기후변화에 영향을 미치는 온실가스의 배출을 감소시킨다.
- 에너지 자료의 수집과 분석을 통해 국제시장의 투명성을 강화한다.
 - 미래의 에너지 공급을 확보하고, 그것의 환경적 영향을 감소시키는 에너지 효율의 개선과 저탄소 기술의 개발과 활용 등과 같은 에너지 기술에 대한 국제적 협력을 지원한다.
 - 비회원국, 산업, 국제기구 및 기타 이해관계자들과의 대화와 협력을 통해 전 세계 에너지 도전에 대한 해결책을 찾는다.

IEA 회원국:

호주
오스트리아
벨기에
캐나다
체코
덴마크
에스토니아
핀란드
프랑스
독일
그리스
헝가리
아일랜드
이탈리아
일본
대한민국
룩셈부르크
네덜란드
뉴질랜드
노르웨이
폴란드
포르투갈
슬로바키아
스페인
스웨덴
스위스
터키
영국
미국



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OECD/IEA, 2017

International Energy Agency
Website: www.iea.org

본 출간물은 그 사용과 배포에 있어 특정한 제한을 받고 있음에 주의하십시오. 관련 조건 및 조항은 다음 주소에서 온라인으로 확인할 수 있습니다:
www.iea.org/t&c/

유럽 연합 집행위원회 역시
IEA의 업무에 참여하고 있다.

금년 World Energy Outlook 2017 (WEO 2017)은 향후 전 세계 에너지 시스템에 큰 영향을 끼치게 될 4 가지 대규모 변화 흐름에 기반하고 있다.

- **청정에너지 기술의 급속한 확산과 비용 하락:** 2016 년 태양광 발전 설비용량이 모든 전원 가운데 가장 빠르게 증가하였으며, 2010 년 이후 태양광, 풍력, 배터리 비용은 각각 70%, 25%, 40% 하락하였다.
- **점차 강화되는 에너지의 '전기화':** 2016년에는 처음으로 전 세계 소비자들의 전력 소비 관련 지출이 석유제품에 대한 지출과 비슷한 수준에 도달하였다.
- **세계 최대 에너지 소비국인 중국의 점진적인 서비스산업 중심경제 및 청정 에너지믹스로의 구조전환**은 본 보고서의 구체적인 분석 대상이다.
- **저유가에도 불구하고, 지속 성장하는 미국 셰일가스와 타이트오일 생산**으로 인해 미국은 세계 최대 석유 및 가스 생산국으로서의 입지를 굳히고 있다.

이에 더해 에너지 생산자와 소비자 간의 전통적 구분이 점차 모호해지고 있으며, 인도를 주축으로 하는 새로운 개발도상국 그룹이 에너지 소비의 중심으로 부상하고 있다. 본 보고서는 이러한 변화들이 어떻게 진행되고 상호작용하는지, 특히 천연가스의 확대되는 역할에 대해 집중적으로 조명하였다. 또한, 본 보고서는 기후 변화 대응, 대기오염 저감 그리고 에너지에 대한 접근성 강화라는 전 세계적인 과제에 대한 통합적인 접근 방안, 그리고 에너지 안보에 대한 재평가와 강화 필요성에 대해 집중 분석하였다.

본 보고서는 2040년까지 세계 에너지 산업의 다양한 미래 경로를 설명하고 있다. 그 중에서 주 시나리오인 **신정책 시나리오 (New Policies Scenario)**는 기존 정책 수단 및 정책 공약들이 에너지시스템을 어떤 방향으로 변화시켜나갈 지에 대한 전망 결과를 제시하는데, 이것은 정책결정자가 본 보고서의 결과보다 더 나은 결과를 내고자 할 때 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다. WEO 2017에 새롭게 도입된 시나리오인 **지속가능한 발전 시나리오 (Sustainable Development Scenario)**는 에너지 관련 UN 지속가능발전목표(기후변화에 대한 적극적 대응, 대기오염 저감, 2030년까지 현대적 에너지에 대한 보편적 접근 달성)를 달성하기 위한 통합된 접근방법을 개괄적으로 보여준다. 지속가능한 발전 시나리오와 신정책 시나리오

간의 결과 차이는 지속가능발전목표 달성을 위해 현재 어떠한 부문에서의 노력이 가장 미흡한 지를 보여준다.

향후 세계 에너지 수요 성장 규모 = 현재 중국과 인도 에너지 수요의 합

전 세계 에너지 수요는 증가세는 과거보다 둔화하지만, 여전히 지속 성장할 것으로 전망된다. 2040년 에너지 수요는 현재보다 약 30% 증가할 것으로 전망되는데, 이는 현재 중국과 인도 에너지 수요의 합에 상응하는 규모이다. 연 평균 3.4%의 경제 성장, 현재 74억 명에서 2040년 90억 명 이상으로 인구 증가, 매 4개월마다 중국 상해시 규모의 새로운 도시가 생겨나는 급격한 도시화 진행 등이 이러한 전망을 견인하는 요소들이다. 인도는 향후 세계 에너지 수요 증가에 가장 큰 기여(약 30%)를 할 것이며, 세계 에너지 소비에서 인도가 차지하는 비중은 2040년 11%에 달할 것으로 전망된다 (세계 인구에서 인도가 차지하는 비중 18% 보다는 다소 낮은 수준). WEO 2017 시리즈에서 별도의 특별 보고서로 분석된 동남아시아 지역은 세계 에너지 수요 증가를 견인하는 또 하나의 엔진으로, 향후 중국의 2배 속도로 수요가 빠르게 증가할 것으로 전망된다. 전체적으로 향후 세계 에너지 수요 증가의 2/3가 아시아 개발도상국에서, 나머지가 주로 중동, 아프리카, 남미 국가들에서 비롯될 것으로 전망된다.

재생에너지 부상, 그리고 점차 축소되는 석탄의 입지

지난 25년과는 달리 향후 증가하는 에너지 수요를 충족하는 주도적인 역할은 천연가스, 빠르게 증가하는 재생에너지, 그리고 에너지 효율 개선이 담당할 전망이다. 에너지효율 개선은 증가하는 에너지 수요를 충족해야 하는 공급 측면의 부담을 줄이는 데 큰 역할을 할 것이다. 에너지효율 개선이 없다면 최종 에너지 소비 증가 폭은 30%가 아니라 그 두 배인 60% 수준이 될 것이다. 재생에너지는 미래 에너지수요 증가의 40%를 담당할 것이며, 전력 부문에서 재생에너지의 폭발적인 성장은 2000년 이후 진행되어 온 석탄발전 전성시대의 종식을 의미한다. 2000년 이후 석탄화력 발전용량의 순 증가분은 약 900 GW에 달하였으나, 현재부터 2040년까지의 순 증가분은 그 절반 이하인 400 GW에 그칠 것으로 예상되며, 이들 중의 상당부분은 이미 건설 중에 있다. 인도의 경우, 전원 믹스에서 석탄이 차지하는 비중은 2016년 약 75%에서 2040년 50% 이하로 떨어질 것으로 예상된다. 대규모로 상용화된 탄소 포집·저장 기술이 마땅치 않은 상황에서, 전 세계 석탄 수요는 현 수준에서 크게 변화하지 않을 것이다. 석유 수요의 경우, 성장의 속도는 둔화되지만 2040년까지 계속 증가할 것으로 전망된다. 천연가스

수요는 2040년까지 45% 증가할 전망이다, 전력 부문에서도 수요가 성장하긴 하지만 가장 큰 수요 증가는 산업 부문에서 발생할 것이다. 지난해 대비 원자력 발전의 성장 전망은 다소 하향 조정되었지만, 중국의 원자력 발전은 꾸준히 증가하여 2030년에는 중국이 미국을 제치고 세계 최대 원자력 발전 국가가 될 것으로 전망된다.

많은 국가들에서 재생에너지가 최소비용 전원이 됨에 따라 전 세계 투자의 2/3가 재생에너지에 집중될 것으로 전망된다. 인도와 중국이 이끄는 태양광 발전의 급속한 증가로 태양광은 2040년에 저탄소 발전원 중 최대 전원이 되며, 2040년 전체 발전량에서 재생에너지가 차지하는 비중은 40%에 이를 것으로 전망된다. EU의 경우, 신규 발전설비용량의 80%를 재생에너지가 차지하며, 육상 및 해상 풍력의 급속한 성장에 힘입어 2030년경에는 풍력 발전이 최대 발전원으로 자리매김할 전망이다. 전 세계적으로 재생에너지 확대를 위한 정책적 지원은 지속될 것으로 예상되며, 점차 FIT (Feed-in Tariffs)보다는 경쟁 입찰 방식으로 지원 방식이 변화할 것이다. 또한, 수백만 가정, 지역사회, 기업 등에 의한 분산형 태양광 발전의 빠른 성장은 이러한 전력 부문에서의 변화를 가속화하게 된다. 재생에너지의 성장은 전력부문에만 국한되지 않는다. 난방과 운송부문에서 재생에너지 소비량이 두 배로 증가할 것이며, 브라질의 경우 최종에너지 소비에서 재생에너지가 직·간접적으로 사용되는 비중은 현재 39%에서 2040년 45%로 증가할 전망이다 (같은 기간 전 세계 평균의 경우 9%에서 16%로 증가할 전망).

전기화 되는 미래

지난 25년간 최종 에너지 소비의 증가를 석유가 이끌어왔다면 다가오는 25년은 전력이 최종 에너지 소비 증가를 주도할 것으로 전망된다. 2040년까지 최종에너지 소비 증가에서 전력은 약 40%로 가장 큰 비중을 차지할 것으로 전망되는데, 이는 지난 25년 간 석유가 차지했던 비중과 비슷한 수준이다. 산업용 전기모터 시스템이 전력수요 증가의 1/3을 차지하며, 소득 수준의 증가에 따라 수백만 가구가 다양한 종류의 가전제품을 구입하고 (스마트 커넥티드 디바이스의 비중 확대 포함), 냉방시스템을 설치하면서 전력 수요는 빠르게 증가할 전망이다. 2040년 중국의 냉방전력 수요는 현재 일본의 총 전력 수요를 넘어설 것이며, 저소득 국가에서 전력에 대한 접근성이 증가하면서 매년 4,500만 명의 전력 소비자들이 새롭게 생겨날 것이다 (하지만 그럼에도 불구하고 2030년까지 100% 접근성을 달성하기에는 부족한 수준). 전력은 또한 난방 및 운송 부문에도 사용되어,

2040년에는 최종에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중이 약 25%에 이르게 될 것이다. 2040년까지 휘발유 및 디젤 차량 판매를 단계적으로 중단시키기로 결정한 프랑스와 영국 정부의 최근 정책적 움직임과 더불어 산업계의 노력이 강화되면서, 전 세계 전기차 보급이 현재 200만대에서 2040년에 2억 8,000만 대로 급증할 것으로 전망된다.

증가하는 전력수요를 충족시키기 위해 중국은 2040년까지 현재 미국 전력 시스템에 상응하는 규모의 전력 시스템을, 인도는 EU 규모에 상응하는 전력시스템을 각각 추가로 확충해야 한다. 급증하는 미래 전력수요를 충족함과 동시에 저탄소 시스템으로의 전환을 도모해야 하는 전력 부문의 당면과제는 왜 2016년에 처음으로 전력부문에 대한 투자가 석유·가스 부문에 대한 투자를 상회하였는지, 그리고 전력안보가 정책현안으로 부상하고 있는지를 설명해 준다. 재생에너지의 비용 하락만으로는 저탄소 체제로의 전환과 안정적 전력 공급이라는 두 가지 목표를 달성하기에 충분하지 않다. 풍력과 태양광 비중이 증가함에 따라 이를 안정적으로 통합하기 위한 전력망에 대한 충분한 투자, 그리고 유연성을 제공할 수 있는 발전원(예, 천연가스) 확보가 중요한 정책 과제로 등장하고 있다. 디지털 기술의 사용 확대는 전력 시스템의 효율성을 제고하고 유연한 운영을 가능케 하지만 동시에 보안 등 새로운 잠재적 취약점들도 발생시킨다.

중국이 변할 때, 모든 것이 변한다

중국의 에너지 정책은 전력, 천연가스, 청정·고효율·디지털 기술 등에 대한 강조와 함께 새로운 단계로 접어들고 있다. 중공업, 인프라 개발, 상품 수출 등에 기반한 과거의 경제발전은 수억 명을 빈곤으로부터 구원했지만, 석탄에 의존하는 에너지 시스템과 심각한 환경오염 문제를 남겼고, 대기 오염으로 인해 매년 200만명에 가까운 사망자를 발생시키고 있다. 하지만 “에너지 혁명”, “대기오염과의 전쟁”, 그리고 서비스 중심 경제모델로의 이행 등에 대한 최고 정책결정자의 지시는 에너지 분야를 새로운 방향으로 변화시키고 있다. 에너지 수요 증가 속도는 2000~2012년 연평균 8%에서 2012년 이후 2% 미만으로 급격히 둔화되었으며, 향후 더욱 감소하여 2040년까지 연평균 1% 수준에 그칠 전망이다. 에너지효율 규제가 이러한 속도 하락의 많은 부분을 설명하는데, 에너지효율에 대한 규제들이 없다면 2040년 최종에너지 소비는 주 시나리오보다 40% 더 높은 수준이 될 것이다. 하지만 효율 규제에도 불구하고 2040년 중국의 1인당 에너지소비는 EU의 1인당 에너지 소비 수준을 상회할 것으로 전망된다.

중국의 선택이 전 세계 에너지 산업의 트렌드를 결정하는 데 중요한 역할을 할 것이며, 청정에너지로의 보다 빠른 전환을 촉발할 수 있다. 중국의 청정에너지 보급, 기술수출, 투자 규모는 전 세계가 저탄소 사회로 이행함에 있어 결정적 역할을 한다. 신정책 시나리오에서 전 세계 신규 풍력 및 태양광 발전 용량의 1/3 이 중국에 설치되며, 전 세계 전기자동차 투자의 40% 이상이 중국에 의해 이루어진다. 중국은 2040 년까지 전 세계 가스수요 증가의 1/4 을 차지하며, 2040 년 약 280 bcm 의 가스를 수입하면서 EU 에 이은 최대 가스 수입국이 될 전망이다. 중국은 2030 년경 미국을 제치고 세계 최대 석유 소비국이 될 것이며, 2040 년 석유 순 수입량이 1,300 만 b/d 에 달할 것으로 전망된다. 그러나 자동차와 트럭에 대한 엄격한 연료 효율 규제와 2040 년 자동차 4 대 중 1 대 꼴의 빠른 전기차 보급은 더 이상 중국이 세계 석유소비 증가의 주된 동력이 아니라는 것을 의미하며, 2025 년 이후에는 인도의 석유수요 증가분이 더 클 것으로 전망된다. 중국은 세계 석탄 시장에서 여전히 중요한 위치를 차지하겠지만, 석탄 소비는 이미 2013 년에 정점을 찍었고 2040 년까지 약 15% 감소할 것으로 전망된다.

세일혁명과 함께 수출국으로 변모하는 미국

새로운 자원을 비용 효율적으로 개발하는 능력은 미국의 석유·가스 생산량을 한 국가가 지금껏 생산했던 최대 수준보다 50% 더 높은 수준까지 증대시킬 것으로 전망된다. 미국은 이미 가스 순수출국이며, 2020 년대 후반에는 석유 순수출국이 될 것이다. 2010 년부터 2025 년까지 미국의 타이트오일 생산량은 8 백만 b/d 증가할 것으로 전망되는데, 이는 세계 석유시장 역사상 단일 국가가 기록했던 최대 생산량 증가분과 맞먹는 규모이다 (1966 년-1981 년 사이 사우디아라비아의 생산량 증가분). 2008 년 이후 15 년간 미국의 세일가스 생산은 630 bcm 규모로 증가하여 이전 소비에트 연방이 기록했던 생산량 증가분을 훨씬 상회할 것이다. 이러한 생산량 증가는 북미 지역에 광범위한 영향을 미치며, 석유화학 및 다른 에너지 집약산업에 대한 투자를 촉진시키고 있다. 이는 또한 국제 교역흐름과 기존 공급자 중심의 비즈니스 모델에 큰 변화를 가져오고 있다. 2020 년대 중반에 미국은 세계 최대 LNG 수출국이 될 것이며, 그로부터 몇 년 후에 석유 순수출국이 될 것이다. 미국은 여전히 자국 정제설비에 적합한 중질원유의 주요 수입국이지만, 그보다 더 큰 규모의 경질원유와 석유제품을 수출할 것으로 전망된다. 공급 측면의 변화가 이러한 수출입 포지션 변화의 유일한 원인은 아니다. 자동차 연비기준의 지속적인 강화가 없다면, 미국은 석유 순수입국으로 남게 될 것이다. 캐나다와 멕시코

로부터의 추가 공급물량을 포함하면, 북미는 향후 전 세계 시장에 원유를 추가적으로 공급할 수 있는 가장 큰 공급원이 될 것으로 전망된다 (중동지역의 정제설비 증설과 수요 증가는 중동으로부터의 추가적 원유수출 규모를 제한). 2040년까지 전 세계 석유거래의 약 70%가 아시아 지역으로 향할 것이며, 아시아 지역의 원유 수입량은 약 900만 b/d 수준의 큰 폭의 증가를 보일 것이다. 이러한 교역 흐름의 변화는 석유 안보와 이를 담보하기 위한 접근 방법에 대한 재검토를 요구한다.

빠른 전기차 보급에도 불구하고, 석유 시대의 종말은 아직 이르다

2025년까지 미국이 전 세계 석유 공급 증가의 80%를 견인하며, 단기적으로 유가에 대한 하방 압력을 가할 것으로 예상되는 가운데, 전 세계 에너지 소비자들은 아직 석유 시대에 대한 작별을 고할 준비가 되어 있지 않다. 신정책 시나리오에서 석유 수요 증가세는 2020년 중반까지 견고하게 유지되지만, 그 이후로는 효율개선과 연료전환이 승용차 부문의 석유소비를 감소시키면서 (2040년에 세계 자동차 대수가 현재 대비 두 배 증가한 20억 대에 이룸에도 불구하고) 수요 증가세는 현저히 둔화될 것으로 전망된다. 하지만 다른 부문에서 강력한 수요증가가 승용차 부문의 감소를 상쇄해 전 세계 석유수요는 지속 증가하여 2040년 1.05억 b/d에 달할 것으로 전망된다: 석유화학제품 생산을 위한 석유 소비가 가장 큰 수요 증가 원인이며, 근소한 차이로 트럭 (세계 승용차 판매의 80%에 연료효율 규제가 적용되나, 트럭 판매의 경우 50%에만 적용), 항공, 선박 부문에서의 석유 소비 증가가 뒤를 따를 것이다. 2020년 후반에 미국의 타이트오일 생산이 정체되고 비 OPEC의 석유 생산이 전반적으로 감소하면, 국제 석유 시장은 수요 충족을 위해 중동에 점점 더 의존하게 될 것이다. 2040년까지 총 6,700억 배럴 규모의 신규 자원을 개발하기 위한 지속적인 대규모 투자가 필요하며, 이 중 대부분은 수요 증가분을 충족시키는 목적보다는 기존 유전에서 생산량 감소를 상쇄하기 위한 것이다. 유전 설비 및 서비스 산업에 대한 수요가 증가하고, 석유기업들이 보다 복잡한 신규 프로젝트를 추진하게 되면서, 개발 비용과 유가는 지속적인 상승압력에 직면할 것이다.

미국의 타이트 오일 개발이 가속화 되고, 전기차로의 전환이 보다 신속하게 이루어지면, 유가는 보다 오랫동안 낮게 유지될 가능성이 있다. 금번 보고서에서는 '저유가 시나리오'를 통해 어떠한 상황 하에서 저유가가 지속 유지될 수 있는지를 살펴보았는데, 이 시나리오에서는 주 시나리오 대비 2배 이상 많은 타이트 오일 자원량 (약 2,000억 배럴), 디지털 기술의 광범위한 적용에 의한 개발 비용 상승

억제, 적극적인 정책 지원에 힘입어 2040년 약 9억 대에 이르는 빠른 전기차 보급(主 시나리오에서는 2.8억 대)을 가정한다. 이 경우, 주요 석유 생산 지역이 저유가로 인한 생산수입 하락과 이로 인한 예산 압박을 견뎌낼 수 있다면, 2040년까지 국제 유가는 배럴당 50~70달러 선에서 유지될 수 있을 것으로 전망된다. 그러나 이러한 상황도 전 세계 석유 소비 흐름을 근본적으로 바꾸기엔 충분치 않다. 승용차 부문에서의 빠른 변화에도 불구하고 세계 석유 수요가 정점을 찍으려면, 다른 부문에서 석유 수요 억제를 위한 더 강력한 정책이 추진되어야 할 것이다. 그렇지 않으면 저유가 상황에서 에너지 소비자들은 석유에서 다른 연료로 전환하거나 석유를 보다 효율적으로 소비하려는 경제적 유인을 갖지 못하게 된다. 한편, 단기적으로 세계 석유수요 증가세가 견고하게 지속될 것으로 전망되는 상황에서 2017년까지 3년 연속 지속된 전통 유전에 대한 투자 감소는 2020년대에 공급 부족(및 이로 인한 빠른 가격 상승)을 유발할 수 있는 위협 요인이다.

LNG가 가져오는 세계 가스 시장의 새로운 질서

금년 WEO 2017의 특별 분석 대상인 천연가스는 신정책 시나리오에서 2040년 세계 에너지 수요의 1/4을 차지하며, 석유에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하는 연료가 된다. 중동과 같은 자원 부국에서는 가스가 석유를 대체할 기회가 풍부하여 가스 소비를 증대시키는 것이 비교적 용이하다. 미국에서는 풍부한 셰일가스 공급 및 이로 인한 낮은 가격으로 인해 석탄 사용을 제한하는 정부 정책 없이도 전력 발전에서 가스의 비중이 높게 유지될 것이다. 그러나 2040년까지 전 세계 가스수요 증가의 80%는 중국, 인도, 동남 아시아 국가들과 같은 개발도상국에서 발생한다. 이들 국가는 높은 수송비용을 들여 가스를 수입해야 하고, 가스 인프라가 충분히 갖추어져 있지 않은 등 여러 제약 조건이 존재하는데, 그럼에도 불구하고 가스가 타 연료 대비 CO₂와 오염물질을 보다 적게 배출하면서 열, 전력, 운송 서비스를 제공하며, 대기 오염과 관련된 여러 우려들을 해소시키는데 도움을 주기 때문에 이들 정부 정책에서 중요한 위치를 차지하게 된다. 하지만 가스가 당면하는 도전은 결코 만만치 않다. 2020년대 중반이 되면 일부 지역에서 재생에너지가 가스보다 더 저렴한 발전원이 되기 때문에, 가스는 석탄과 재생에너지 양 쪽으로부터의 도전에 직면하게 되며, 기저부하를 담당하기 보다는 수급의 균형을 맞추는 역할을 주로 담당하게 될 것이다. 정부의 에너지 효율 정책도 가스소비를 제한하는 역할을 할 것이다. 가스화력 발전량은 2040년까지 50% 이상 증가할 것이지만, 고효율 설비에 대한 의존도가 높아지면서 가스 소비량은 1/3 증가하는데 그칠 것이다.

미국산 LNG 의 출현은 보다 유연하고 유동성 있는 가스 시장으로의 전환을 촉진하게 될 것이며, 이로 인해 세계 가스 시장의 새로운 질서가 도래할 것으로 전망된다. 가스가 장기적으로 큰 역할을 하려면 현재의 풍부한 공급과 낮은 가격 상황이 해소된 이후에도 경제성과 안정성을 확보하는 것이 중요하다. LNG 는 2040 년까지 원거리 가스 교역 증가의 90%를 차지할 것이다. 러시아와 중국간 가스관 노선을 포함한 몇몇 경우를 제외하고 높은 유연성을 가진 LNG 가 신규 가스관 사업들에 비해 더 선호될 것이다. 일본 및 타 아시아 국가에서 진행되는 시장 자유화와 광범위한 공급 역량을 보유하고 있는 포트폴리오 사업자의 부상은 가스 시장의 변화를 더 촉진시킬 것이다. (소규모) 신규 구매자들도 늘어나고 있다. LNG 수입 국가의 수는 2005 년 15 개에 불과하였으나 현재는 40 개로 증가했다. 가스 공급원도 더 다양해졌다. 미국, 호주를 비롯해 러시아, 카타르, 모잠비크, 캐나다에서의 액화 설비 증설로 2040 년 세계 액화설비용량은 현재보다 2 배 가까이 증가할 것이다. 가스 가격은 점차 유가 연동 방식 보다는 가스 간의 경쟁에 의해서 결정될 것이다. 미국산 LNG 는 도착지 제한조항이 없고, 허브기반 가격책정, 현물거래 용이성 등의 특성을 지니고 있어 가스시장 변화의 촉매제 역할을 한다. 그리고 이러한 가스 시장의 새로운 질서는 가스 안보에 있어 긍정적 효과를 가져올 것이다 (하지만 새로운 가스 시장으로의 변화 속도와 방향에 관한 불확실성이 신규 투자를 저해하면서 2020 년대 중반 이후 공급이 타이트해질 가능성은 여전히 상존한다). 장기적으로 더 확대되고 유연화된 LNG 시장은 수요 측면의 유연성이 부족한 일부 지역에서 감소된 유연성을 보충하는 역할을 할 수 있다 (예를 들어 석탄 화력발전 용량이 크게 줄어드는 국가의 경우, 가스 수요가 갑자기 늘어날 경우, 일시적으로 가스 발전을 줄이고 석탄 발전을 늘리는 방식으로 수요를 조절할 수 있는 유연성이 줄어드는데, 이 경우 LNG 가 늘어난 수요를 충족하는 역할을 할 수 있다). 2040 년에 주요 가스 수입지역에서 수입량을 10% 증대시키는 데에 약 10 일 정도가 소요될 것으로 추정되는데, 이는 유럽, 일본, 한국 등지에서 현재 소요되는 기간보다 약 1 주일 줄어든 것이다.

에너지 접근성, 대기오염, 온실가스 배출: 아직 부족한 노력

에너지 접근성 제고에 대한 국제 사회의 높은 관심에도 불구하고, 현재의 노력만으로 전역에의 보편적 접근(Universal access)을 달성할 가능성은 낮으며, 청정한 취사시설(Clean cooking)에 대한 접근성을 높이는 것은 더욱 어렵다. 몇 가지 긍정적인 징후가 있다. 2012 년 이래로 연간 1 억 명이 넘는 사람들에게 새로이 전력이 보급되고 있는데, 이는 2000~2012 년 사이 6 천만 명과 비교할 때 훨씬

향상된 수치이다. 인도와 인도네시아에서의 성과는 특히 인상적이었으며, 사하라 이남 아프리카 지역에서는 2014년에 처음으로 신규 전력보급 인구 수가 전체 인구 증가를 앞질렀다. 그러나 이러한 추세에도 불구하고 신정책 시나리오에서 2030년까지 전기에 대한 접근성이 없는 인구는 6억 7,500만 명에 달할 전망이다(이 중 90% 이상은 사하라 이남 아프리카에 거주)이고, 이는 현재 11억 명보다는 낮지만 여전히 매우 높은 수치이다. 취사용 연료로 전통적 바이오매스, 석탄, 등유 등 비청정 연료에 의존하는 인구는 23억 명(현재 28억 명 수준)에 달할 전망이다. 이러한 비청정 연료 이용으로 인한 가정에서의 대기오염으로 연간 280만 명의 조기 사망자가 발생하며, 여성들이 보다 생산적인 일에 투입되지 못하고 취사용 땀감을 구하는 데에 엄청난 시간을 소비하게 된다.

대기 질에 관한 정책적 관심이 고조되면서 주요 대기오염 물질의 배출량이 점차 감소할 것으로 전망되지만, 대기 오염이 건강에 미치는 영향은 여전히 심각하다. 오염물질 제어 기술이 보다 광범위하게 적용되고, 에너지 공급이 더 효율적으로 또는 청정하게(태양광, 풍력 등) 이루어진다고 해도, 신정책 시나리오에서 세계적으로 대기오염에 의한 조기 사망자는 현재 연 300만 명에서 2040년 연 400만 명 이상으로 증가할 것이다. 이는 많은 산업사회에서 고령화되는 인구가 대기오염에 의한 영향에 더 취약하고, 도시화가 진행되면서 운송수단에서 발생하는 오염물질에 대한 집중적인 노출이 증가하기 때문이다.

최근 에너지 분야에서의 CO₂ 배출 증가세가 둔화되었지만, 신정책 시나리오에서 전 세계 CO₂ 배출은 2040년까지 점진적으로 증가할 것이다. 기후변화의 심각한 영향을 피할 수 있을 만큼 충분하지는 않지만, 몇 가지 긍정적인 징후들도 있다. 신정책 시나리오에서 2040년 CO₂ 배출량(35.7Gt)은 2016년도 전망치(36.3Gt)보다 6억톤 가량 감소했다. 중국의 CO₂ 배출량은 2030년경 현 수준보다 약간 높은 9.2Gt 수준에서 정점을 기록하고 이후 점차 감소할 것으로 전망된다. 2040년까지 전 세계 전력 수요가 60% 증가하고, GDP는 125% 성장하지만, 발전 부문에서의 배출량 증가는 약 5%에 그칠 것이다. 그러나 발전 부문에서 이러한 성과가 다른 부문에서도 똑같이 나타나지는 않을 것이다. 석유 소비에 따른 운송 부문에서의 CO₂ 배출량은 2040년에 석탄 화력발전부문 배출량을 거의 따라잡을 것으로 전망되며, 산업부문에서 CO₂ 배출량도 20% 증가할 것이다.

지속가능한 발전 목표와의 격차를 줄이기 위한 통합된 접근 방법

지속가능한 발전 시나리오는 기후 변화 대응, 대기 오염 저감, 현대적 에너지에 대한 보편적 접근, 에너지 안보 위험 감소 등과 같은 지속가능한 경제 발전을 위해 필수적이고 다양한 에너지관련 목표들을 달성하기 위한 통합된 접근 방법을 제시한다. 이 시나리오는 이러한 목표를 달성하기 위해 필요한 정책 조건이 무엇인지를 고려한다. 그리고 목표 중에 핵심은 파리 기후변화 협약에서 합의된 대로 가능한 빠른 시점에 CO₂ 배출량의 정점에 도달하는 것과 그 이후 급격한 배출량 감축을 달성하는 것이다. 그리고 이 시나리오 분석의 주요한 시사점 중 하나는 전력 및 청정 취사시설에 대한 보편적 접근을 위한 노력이 기후변화 목표 달성을 더 어렵게 만들지 않는다는 점이다. 또한, 본 보고서에서는 '전환 가속화 시나리오'를 통해 어떻게 에너지 정책이 CO₂ 배출량을 더 빠르게 감소시키고, 기후 관련 위험을 더 급격히 제한할 수 있는지가 검토된다.

지속가능한 발전 시나리오에서 저탄소 에너지원이 전체 에너지 믹스에서 차지하는 비중은 2040년 현재보다 두 배 높은 40%가 될 전망이다. 이를 위해 에너지 효율 제고를 위한 모든 조치들이 강구되고, 석탄 수요는 감소하기 시작하며, 석유 소비는 2020년경 정점에 이를 것이다. 전력 부문에서는 거의 탈탄소화가 이루어지며, 이는 주로 재생에너지(60% 이상), 원자력(15%), 그리고 탄소 포집·저장 시설에 의한 효과(6%)에 기인한다. 탄소 포집·저장 기술은 산업 부문에서도 온실가스 배출을 크게 감축시키는 역할을 한다. 이 시나리오에서는 전기차가 주요 교통수단으로 보다 빠르게 자리매김하지만, 전체 운송 부문의 탈탄소화를 달성하기 위해서는 도로화물 운송부문에 대한 보다 엄격한 에너지 효율 규제가 필요하다. 지속가능한 발전 목표에서 정해진 2030년 재생에너지 및 에너지 효율 목표는 이 시나리오에서 대체로 초과 달성된다. 재생에너지 및 에너지 효율 제고는 저탄소 사회로의 이행을 촉진하는 한편, 대기오염 물질 배출을 감축하는 데에 주요한 역할을 한다. 비용 효율적인 결과를 창출하기 위해서는 (특히 주거 부문에서) 재생에너지와 에너지 효율 간의 상호 연관성을 고려하고 에너지 정책 수단과 시장 메커니즘을 적절히 조합하는 것이 필요하다. 분산형 재생에너지와 결합된 고효율 기기 보급도 전력망 접속이 어려운 농촌지역과 오지에 전기를 보급하고 취사환경을 개선하는데 중요한 역할을 한다.

천연가스는 청정 에너지 체제로의 전환에 도움을 줄 수 있지만, 해결해야 할 과제가 있다

지속가능한 발전 시나리오에서는 석유와 석탄 비중이 감소하고 재생에너지 비중은 증가하며, 천연가스는 전체 에너지 믹스에서 단일 연료로서 가장 큰 비중을 차지할 것이다. 가스 이용 확대를 통해 기후 변화 관점에서 확실한 편익을 얻기 위해서는 강력한 온실가스 중 하나인 메탄 유출을 최소화하는 노력이 반드시 수반되어야 한다. 지속가능한 발전 시나리오에서 천연가스 소비는 2030년까지 약 20% 증가하며, 2040년까지 해당 수준을 유지할 것이다. 이 시나리오에서 향후 에너지 믹스에서 가스의 기여도는 지역별, 부문별, 시점별로 상이하다. 중국과 인도처럼 에너지 시스템이 석탄에 크게 의존하고 있거나, 산업 부문처럼 재생에너지가 쉽게 이용되기 어렵거나, 높은 비중의 가변적 재생에너지원들을 통합시키기 위한 유연성이 필요한 에너지 시스템에서는 가스의 역할이 매우 중요해진다. 하지만 이를 위해서는 석유와 가스 공급 가치사슬에서 메탄 누출을 줄이기 위한 조치가 강화되어야 한다. 석유와 가스 분야가 인위적인 메탄 배출의 유일한 원천이라고 말할 수는 없지만, 메탄을 감축시키는 가장 경제적인 방법을 제공하는 분야라고 얘기할 수는 있다. WEO 2017에서는 전 세계적으로 매년 7,600만톤에 이르는 석유 및 가스 개발 과정에서의 메탄 배출량을 줄이기 위해 필요한 비용이 처음으로 분석되었다. 분석 결과, 배출량의 40~50%는 순비용 지출 없이 감축될 수 있는 것으로 나왔는데, 이는 포집된 메탄의 경제적 가치가 감축비용을 상쇄할 수 있기 때문이다. 이처럼 경제적으로 타당한 수단의 실행을 통한 메탄 배출 감축이 지구 표면의 평균온도 상승을 낮추는 데 기여하는 효과는 현재 중국에 존재하는 모든 석탄화력 발전소를 당장 폐쇄하는 것과 맞먹을 만큼 크다.

정책은 에너지 투자 방향을 결정하고, 투자는 미래 에너지 전환의 방향성을 결정한다

WEO 2017 전망에서 나타나는 에너지 시스템의 변화는 에너지 투자 전망에도 큰 영향을 미친다. 신정책 시나리오에서 전력 부문 투자는 향후 에너지 공급 부문 총 투자의 거의 절반을 차지할 것으로 전망되며 (현재는 40% 수준), 이 비중은 지속가능한 발전 시나리오에서는 약 2/3로 늘어날 것으로 예상된다. 신정책 시나리오에서 청정에너지 기술 및 에너지 효율에 대한 투자는 총 60조 달러에 달하는 2040년까지의 누적 에너지 투자에서 점점 더 많은 비중을 차지할 것이며,

지속가능한 발전 시나리오에서는 총 69 조 달러의 투자 중 대부분을 차지할 것이다. 하지만 저탄소 사회로 빠르게 전환하는 지속가능한 발전 시나리오에서도 석유와 가스 상류부문에 대한 투자는 에너지 공급 안보를 위해 여전히 중요하다. 또한, 화석연료의 낭비적 소비를 조장하는 보조금(2016 년 화석연료 보조금 규모는 2,600 억 달러로 추산되며 이는 재생에너지 확대를 위한 보조금 규모의 2 배 수준)을 단계적으로 폐지하는 것을 포함해 가격신호와 정책 프레임워크를 제대로 설계하는 것이 매우 중요하다. 지역사회, 지방정부, 민간부문의 이니셔티브 확산과 함께 잘 설계된 에너지 정책은 보다 밝은 에너지 미래를 추구하는 데에 있어 지속적으로 중요한 역할을 할 전망이다.

Online bookshop

www.iea.org/books

PDF versions at 20% discount

Email: books@iea.org

International Energy Agency

iea

Secure Sustainable Together

Global Gas Security series

Energy Technology Perspectives series

World Energy Outlook series

Energy Policies of IEA Countries series

World Energy Investment series

Energy Statistics series

Oil

Energy Policies Beyond IEA Countries series

Gas

Coal

Renewable Energy

Energy Efficiency

Market Report Series

본 요약은 본래 영문으로 작성되었으며, 대한민국 산업통상자원부와 에너지경제연구원의 지원을 받아 번역하였습니다. 번역상의 오류를 줄이기 위해 최선을 다하였으나, 영문으로 된 원본과 한국어판 번역본 사이에 약간의 차이가 있을 수도 있습니다.

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication.

Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA/OECD possible corrigenda on: www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm

IEA Publications,
International Energy Agency
Website: www.iea.org
Contact information: www.iea.org/aboutus/contactus
Layout in France by DESK - November 2017
Cover design: IEA, photo credits: Shutterstock

World Energy Outlook 2017

세계 에너지 시장은 끊임없이 변화하고 있다. 주요 재생에너지 기술의 급속한 확산과 비용 하락, 에너지 소비에서 전력의 중요성 증대, 중국의 경제구조 및 석탄 소비를 억제하는 방향으로의 에너지 정책 전환, 미국 셰일가스 및 타이트오일 생산 급증 등과 같은 대규모 변화가 일어나고 있다.

*World Energy Outlook-2017*은 이러한 커다란 변화의 흐름을 반영하여 다양한 시나리오 별로 2040년까지의 에너지 수급을 전망하고 있다. 본 보고서는 또한 이러한 변화가 에너지 안보 및 환경, 그리고 에너지 산업과 투자에 미치는 영향을 자세히 분석하였다.

2017년 보고서는 에너지에 관한 중국의 선택이 어떻게 전 세계 에너지원과 기술 전망에 영향을 끼치는 지를 집중 분석하였다. 또한, 셰일가스와 LNG의 증가가 어떻게 전 세계 가스시장을 변화시키고 있는지, 그리고 저탄소 에너지시스템으로의 이행과정에서 가스의 역할, 기회와 위협요인에 대해 집중 분석하고 있다.

마지막으로 금년 *World Energy Outlook-2017*에서는 '지속가능한 발전 시나리오 (Sustainable Development Scenario)'가 새롭게 추가되었는데, 이는 기후변화 대응, 대기오염 감축, 에너지 접근성 강화라는 국제적으로 합의된 목표를 달성하기 위한 통합된 접근 방법을 제시한다.

40 years of World Energy Outlook

공식 사이트를 방문하시면 더 많은 정보를 보실 수 있습니다 :
iea.org/weo/