

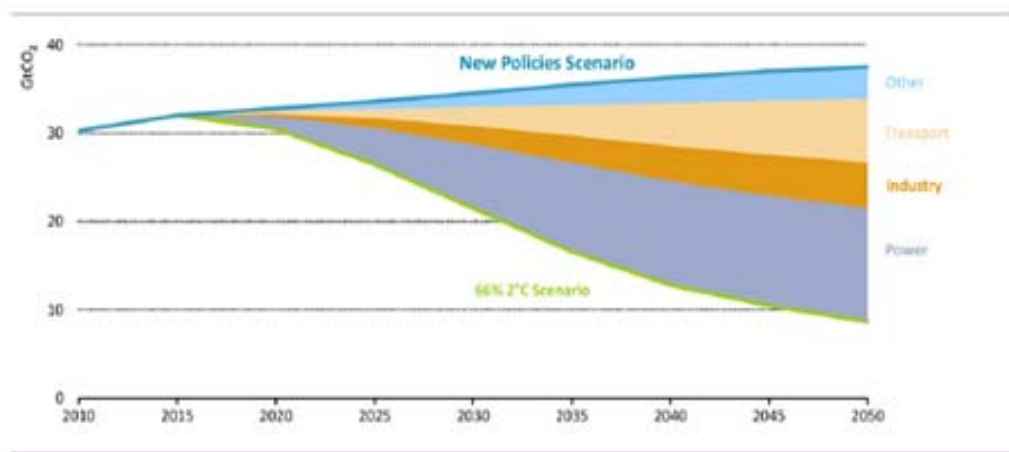
세계에너지협의회가 말하는 기후 리스크와 기회

세계에너지협의회가 말하는 기후 리스크와 기회

1. 개요

■ 기후변화는 더 이상 무시할 수 없는 사실

- 세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 에너지 섹터의 탈탄소화가 지구 온도 증가를 2°C 이하로 낮추는데 필수 요소라고 강조
- 국제에너지기구(International Energy Agency)는 이를 위해서는 온실가스 배출을 2050년에 현재의 70% 이상으로 감축해야 한다고 지적



자료: IEA and IRENA, 2017

〈그림 2-1〉 66% 2°C 시나리오속에서 기술에 의한 글로벌 CO₂ 배출감소

- ① New Policies Scenario: 신 정책시나리오는 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contributions (NDCs))의 에너지 부문에 대한 영향을 반영한 것
 - 국가 공무원 및 기타 이해관계자간의 광범위한 협의뿐만 아니라 에너지 관련 구성 요소의 함의에 대한

정량적 평가 결과를 반영

- 2016년 세계 에너지 전망에서 처음으로 발표되고, 타 시나리오와의 비교분석을 위해 2050년까지 이 시나리오 대로 진행된다고 가정
- 정책 입안자, 투자자, 소비자 및 기타 이해관계자들에게 2016년 중반의 정책이 향후 에너지 부문을 어떻게 변화시킬 것인가에 대한 지표를 제공

② 66% 2°C Scenario: 지구온난화의 장기간 상승을 2°C 이하로 제한할 확률이 66%일 때 에너지 관련 배출량의 궤적을 기술하는 시나리오

- 세계 평균 기온상승을 산업화 이전 수준에서 2°C를 훨씬 밑도는 것으로 제한하는 목표에 맞춰 에너지 부문의 온실가스(GHG) 배출을 제한하는 정책이 실행된다고 가정
- 이 시나리오에서는 에너지 부문 이산화탄소 배출량은 엄격한 CO₂ 예산(budget)에 의해 결정된다고 보는 것으로, 이 새로운 정책 시나리오를 따를 경우 66% 2°C 시나리오의 전체 에너지 부문 CO₂ 예산은 20년이 지나면 고갈될 것으로 예상

Table 2.2 • Selected key policy assumptions in the New Policies Scenario and additional measures in the 66% 2°C Scenario

Sector	New Policies Scenario	66% 2°C Scenario
Cross-cutting measures	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ prices in specific countries in the power and industry sectors implemented with a variety of delays ranging from USD 25 to USD 60 per tonne in 2050. • Cautious implementation of announced NDCs as part of the Paris Agreement. • All net-importing countries and regions phase out fossil fuel subsidies completely within ten years. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ prices in all countries ranging from USD 80 to USD 190 per tonne in 2050 in the power and industry sectors. • Fossil fuel subsidies removed by 2025 in all countries.
Power	<ul style="list-style-type: none"> • Implementation of GHG emission performance standards, renewable energy mandates and nuclear power development in accordance with NDC targets and national/regional policies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Widespread market reforms, including to reflect the value of flexibility. • Introduction of measures to integrate high shares of variable renewables, including RD&D for storage and support for demand-side responses. • Comprehensive GHG emission performance standards. • Widespread renewable energy mandates. • Expansion of nuclear power deployment (where acceptable). • Widespread deployment of CCS for both fossil fuels and bioenergy.
Industry	<ul style="list-style-type: none"> • Existing energy efficiency mandates and policies extended to 2050. • Standards and financial support for efficient and low-carbon technologies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stringent mandates to realise energy efficiency potentials. • Widespread industrial use of material efficiency. • Widespread deployment of CCS for both fossil fuels and bioenergy. • Extensive support for electrification to meet low-temperature heat demand, especially through the deployment of heat pumps. • Measures to stimulate widespread deployment of direct low-carbon heat (including bioenergy, solar thermal and geothermal)
	<ul style="list-style-type: none"> • Fuel economy targets for passenger vehicles and light-duty trucks (and heavy-duty trucks in some countries). 	<ul style="list-style-type: none"> • Stringent fuel economy and emissions standards. • Extensive support for electrification of road vehicles and necessary infrastructure including

<p>Transport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biofuel blending mandates. • Targets for the share of sales for next-generation vehicles. • Realisation of goals for improvements in aviation efficiency. • Sulfur dioxide emission standards for shipping. 	<ul style="list-style-type: none"> • catenary lines for trucks. • Increased taxation of oil-based fuels. • Strong efforts to improve urban planning and increase low-carbon public transport. • International fuel efficiency standards for aviation and shipping, and incentives for biofuels.
<p>Buildings</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partial implementation of energy efficiency mandates. • Strengthening efficiency standards for appliances and lighting (including full phase out of incandescent light bulbs). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mandates to maximise insulation and retrofits for new and existing buildings. • Prioritising the construction of zero-energy buildings. • Phase out of coal and kerosene for cooking. • Enforced phase out of fossil fuel boiler sales by 2025 in all regions, with exceptions. • Extensive support and mandates for electrification including the use of heat pumps, solar thermal and biomass. • Ban of all light bulb sales other than LEDs by 2025.
<p>Notes: The precise policy instruments introduced in each of the scenarios varies across different countries/regions. NDCs = Nationally Determined Contributions; RD&D = research, development and demonstration; CCS = carbon capture and storage; LEDs = light-emitting diodes.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • 이 시나리오의 CO₂예산 내에서 배출한다는 것은 모든 선진국에서 2050년 까지 CO₂ 톤당 190 달러의 가격을 요구하는 것으로, 새로운 정책 시나리오에서의 수준보다 3배 더 높은 가격을 요구하는 것 - 지구 평균 기온 상승을 2°C 이하로 66%의 확률로 제한하기 위해 상당한 범위, 깊이 및 속도의 에너지 전환이 필요 • 에너지 부문 이산화탄소 배출량은 2020년 이전에 최고 수준이었다가 2050년에는 지금 수준의 70%이상 떨어질 것으로 예상. 1차 에너지 수요에서 화석연료의 비율은 2014년에서 2050년 사이에 반으로 줄어든 것으로 예상 	
<p>자료: International Energy Agency (IEA) and International Renewable Energy Agency (IRENA) (2017), Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System</p>	

■ 2°C 목표달성을 위한 세계 에너지 협의회 (World Energy Council)의 제안 사항

- ① 탄소가격 메커니즘 (Carbon Pricing Mechanism)은 모든 경제 주체에 대해 오염자 지불 원칙 (Polluter Pay Principle)에 의거 설계
- ② 파리협약은 탄소가격 이니셔티브의 확장과 함께 메커니즘간 그리고 국가간 협력 가능성의 확대 필요
- ③ 각국 정부는 모든 장벽과 가격 왜곡, 특히 지속가능한 해결책을 위한 평등한 경쟁 구도를 조성하기 위해 화석연료 보조금을 폐지
- ④ 정부는 장기적인 기후 목표에 집중함으로써 저탄소 기술을 투입하고, 특히 개도국과 신흥 국가의 필요한 성장을 달성하기 위해서 재생가능 에너지에 대한 정책의 확실성과 안정성이 필요

- ⑤ 친환경적 미래를 주도하기 위해 재무 레버리지와 혁신 역량을 갖춘 민간 부문의 역할이 필요
- ⑥ 에너지 효율은 파리협약에서의 약속을 이행하기 위한 핵심적인 행동
- ⑦ 민간부문은 사업전략에 기후변화를 포함시켜, 철저한 평가 실시, 노출수준 공개, 공개 수준 향상이 필요

2. 기후 리스크와 기회의 주요 내용

■ 기후 리스크 (Climate Risks)의 유형

① 물리적 위험 (Physical Risk)

- 기후 리스크의 물리적 위험은 두 가지로 ① 폭풍, 홍수, 가뭄, 산불과 같이 빈번하고 강력한 극한 기후 현상 등의 '직접 위험'과 ②시간이 지남에 따라 기온 상승 또는 해수면 침식 증가 등으로 인해 연안 지역의 경제 활동에 영향을 미치는 '간접 위험'으로 나타남
- 물리적 위험으로 인한 환경, 건강 및 식량 안보에 미치는 경제적 비용은 2030년까지 총 1조 5,000억 달러~3조 7,000억 달러(누적기준)에 이를 것으로 추산
- 또한 이러한 물리적 위험은 2100년까지 매년 세계 GDP의 5~20%를 감소시키는 등 부정적 요인으로 대두

② 기술적 위험 (Technological Risk)

- 현재 건설 중인 온실가스 다 배출 시설 및 공장 등은 돌이킬 수 없는 기후변화 요인이 될 수 있음
- 기존의 화석연료 인프라는 전 세계적으로 15조 달러에 이르며 이에 대한 투자가 여전히 계속되고 있어 기후 목표 달성을 어렵게 함
- 세계자원연구소(World Resources Institute)는 지구온도 2℃ 상승 목표 달성을 위해서는 석탄, 석유, 가스 매장량의 3/4을 개발하지 않아야 한다고 주장

③ 규제 위험 (Regulatory Risk)

- 전 세계적으로 1,200 개 이상의 기후변화 관련 법규가 있으며 이들 법규는 최근 20년간 20배 이상 증가
- 기후변화에 대응하기 위해서는 명확한 감축목표 설정과 함께 엄격하고 높은 수준의 환경 규제가 필요
- 그러나 이러한 새로운 규제는 비즈니스 활동을 제한하는 새로운 장벽으로서 존재할 뿐 아니라 더 나아가 경제 활동에 대한 신호를 왜곡하는 등 위험을 증가시킴

④ 사회적 위험 (Social Risk)

- 기후변화를 보는 인식은 사회를 변화시킴으로써 비즈니스 아젠다에 지속가능성(Sustainability)을 포함시키도록 유도할 뿐만 아니라 기업이 공급망(Supply Chain)을 기후친화적으로 변화하도록 압력을 가할 수 있음
- 전과정평가(Life Cycle Assessment)는 제품 및 서비스의 환경영향을 평가할 수 있는 도구로서 활용 가능
 - 최근 순환경제 모델에 대한 관심이 증가함에 따라 요람(Cradle: 원료 채취)에서 무덤(Grave: 조각, 매립, 폐기, 재활용)까지의 접근법인 전과정평가(LCA)에 관심이 증대
- 새로운 비즈니스에 대해 탄소발자국을 줄이기 위한(예: 제조공정에서의 에너지 사용량 감소, 폐기물 감소) 시도가 본격화

■ 새로운 기회들 (New Opportunities)

① 새로운 시장 (New Markets)

- 지구온도 2°C 상승의 목표를 달성하려면 신재생 에너지의 점유율은 2030년 15%에서 2050년 약 65%까지 확대가 필요
 - 태양광발전(Solar Photovoltaics, PV)기술은 전 세계적으로 청정에너지 비즈니스 모델의 핵심 중 하나
 - 에너지 비용을 줄이면서 청정하고, 재생가능하며 에너지를 스스로 생산할 수 있는 기회를 제공하며 남은 전력을 그리드에 연결함으로써 수익을 거둘 수 있고, 거대 송전선로를 필요하지 않기 때문에 에너지 접근성에서 유리
 - 2016년 현재 전 세계적으로 75 GW의 태양광발전이 설치되었으며, 세계 전기 수요의 1.8%를 공급
 - 중산층의 증가로 인해 2035년까지 자동차(상용차 및 승용차) 대수는 1.4~2.3억 대에 이를 것으로 예상되며, OECD 이외 국가에서 80% 이상의 성장이 이루어질 것으로 예상
 - 2050년까지 80% 탈탄소화를 위해서는 육상운송 부문에서의 95% 탈탄소화가 필요 (McKinsey 2009)
 - 전기차는 정부 지원정책에 힘입어 2050년까지 신차 출시의 70%까지 증가해야 함
- ※ 자율주행 자동차 및 새로운 이동 서비스와 연계된 배터리 기술의 급속한 발전으로 전통적인 자동차의 수요는 감소될 것이며, 이에 따른 배기가스(tail-pipe) 제로화는 공기질 향상에 기여할 것임

② 혁신 (Innovation)

- 재생가능하며 지속가능한 기술은 에너지 시스템의 탈탄소화에 커다란 역할을 할 것이지만, 풍력 및 태양과 같은 일부 기술은 기상 조건에 영향을 크게 받는 등 비연속성도 내재

- CO₂가 수소와 결합하여 합성메탄을 생산하는 기술은 글로벌 삼림 재치환 (replant), CCS (Carbon Capture & Storage) 기술과 함께 중장기적으로 기후 변화에 대처하기 위한 주요 해법임
 - 또한 배터리 기술의 진보는 전력망에서의 재생가능 에너지 공급을 확대할 수 있도록 도와줄 수 있음
 - 배터리의 광범위한 적용은 당초 예상된 2045년도보다 빠른 2020년경에 경제적으로도 유의미한 결과가 나올 것으로 예상
 - 이미 EU의 일부 국가에서는 재생에너지가 에너지 믹스에서 중요한 역할을 하기 시작 했으며, 이와 관련하여 태양열 온수기(Solar Water Heater), 열병합 발전(CHP) 또는 현대식 바이오매스 열 생산과 같은 기술을 지원하기 위한 제도 및 재정 메커니즘도 확립됨
 - ICT가 접목된 기기의 사용으로 건물의 에너지 효율을 향상시키는 것도 중요
- ③ 접근성, 다양성, 역량 및 협력(Access, Diversity, Capability and Collaboration)
- 현재 많은 기업들이 지속가능한 자원(Sustainable Sources)으로부터 전력 구매를 희망. 특히 재생가능 에너지는 구매자에게 유가 변동과는 상관없이 20년간 고정가격으로 전력을 구매할 수 있다는 메리트가 있음
 - 결과적으로 재생가능한 에너지 인프라의 안정적이면서 장기적인 수입 창출은 전통적인 발전시설의 신용등급과 배당금 지급 능력에 있어 약화를 초래
 - 저탄소 에너지는 이미 비용 면에서 경쟁력을 갖추고 있으며, 보조금 의존도 또한 낮아지고 있음(McKinsey 2017)
 - 2017년 네덜란드와 덴마크의 해상 풍력 프로젝트는 전력요금이 50 €/MWh 이하로 낮아질 수 있음을 실증. 이는 2017년에 EU 기업의 평균 전력요금인 110 €/MWh과 가정의 평균 전기요금 200 €/MWh에 비해 경쟁력이 있음
 - 그러나 재생가능한 에너지 공급이 증가하고 있지만 화석연료는 에너지 전환에도 계속 역할을 할 것으로 예상
 - 대체연료의 하나인 천연가스는 장기적 탄소배출 감축목표를 고려하지 않을 경우 관련 시설에 대한 투자가 장래 자산 위험을 초래할 수 있음
 - 파리협정 목표를 달성하기 위해 기존의 116조 달러의 인프라 투자 외에 29조 달러의 추가 투자가 필요
 - 정부가 인프라의 회복력(Resiliency) 향상을 위한 투자에 대한 관심이 필요
 - 2030년까지 인프라 투자는 약 90조 달러에 이를 것으로 예상되며, 모든 기금이 지속가능하고 회복력을 향상시키는 인프라와 저탄소 및 에너지 효율적인 프로젝트에 지출되도록 보장하는 것이 중요

- 기술이전은 저개발국들이 지속가능한 방식으로 에너지 수요를 충족시키기 위한 핵심 요소

■ 변화를 유인하는 메커니즘

① 경제적 메커니즘 : Carbon Pricing의 사례

- 탄소가격 메커니즘으로는 탄소가격이 지역, 국가 또는 지방정부에 의해 결정되는 탄소세와 탄소가격이 전체 상한(overall capping)하에서 탄소 배출권을 거래하는 배출권거래 시스템(ETS)이 있음
 - 2015년 현재 총 39개국, 23개 지방정부에서 메커니즘을 운용 중이며, 전세계 배출량의 약 13% 차지
- 탄소세나 배출권거래 시스템과 같은 명시적인 가격 책정 이외에도 잠재적인(implicit) 탄소 가격도 고려해야 함
 - 여기서 문제는 화석연료에 대한 보조금 지급으로 인해 잠재적 탄소 가격을 추정하기가 어렵다는 것

② 지원 메커니즘 : 재생가능 에너지의 사례

- 2017년에 국가는 물론 지방정부 차원에서 재생가능 에너지 개발과 생산을 지원하기 위한 정책을 전개
 - 재생가능 에너지 목표를 이행하고 투자를 유도할 뿐 아니라 혁신을 촉진하고, 에너지 인프라의 유연성을 향상시키며, 에너지 저장 등 가능한 기술을 구현하도록 메커니즘을 지원
- 발전차액지원제도(Feed-in Tariffs, FIT), 입찰, 전력요금 인하제도(net metering) 및 재정 인센티브와 같은 다양한 정책이 국가 에너지 믹스의 저탄소화를 유도하기 위해 시행
- 정책의 불확실성은 특히 개도국과 신흥국에서 재생가능 에너지의 성장을 저해하는 주된 요인 중 하나
 - FIT가 재생가능 전력에 대한 지원책으로서 광범위하게 사용되고 있음에도 불구하고, 최근의 전력 부문에서의 중요한 동향은 관세에서 경매로 점진적으로 변화한다는 것
 - FIT 또는 녹색인증프로그램에서 경매로 전환할 때 재생가능 에너지 프로젝트 관세는 평균 30% 감소할 것으로 예측¹⁾
- 운송부문은 전기차 보조금 및 바이오 연료 혼합의무, 재정적 인센티브가 가장 보편적인 지원 형태
 - 지속가능성 문제를 비롯한 바이오연료 생산 및 사용에 대한 논쟁에도 불구하고 2016년까

1) Bloomberg New Energy Finance

지 많은 국가에서 바이오연료를 지원하기 위한 정책을 채택

③ 규제 정책 : Energy Efficiency 사례

- 2030년까지 3.7%의 연간 에너지 집약도(Energy Intensity) 개선이 필요
 - 에너지 효율개선은 배출가스 감축 외에도 에너지 안보 제고, 공기질 개선 및 재정적 자원 절약 등 많은 이점이 있음
- 전 세계적으로 시행되는 대부분의 에너지 효율 정책의 분류
 - 강제 표준 (예: 최소 에너지 성능 표준)
 - 에너지 절약 목표 및 의무
 - 라벨링 및 정보
 - 재정적 인센티브
 - 경제적 불이익 (예: 에너지세 또는 탄소세)
- 에너지 소비 절감 관련 정책추진에 있어 많은 장벽이 존재
 - 원자재 가격의 하락, 정책 입안자와 투자자 간의 지식 및 역량의 부족, 에너지 보조금 규제 및 다양한 이해 관계자들간의 잘못된 인센티브 등 포함

④ 활용 도구 : Green Finance

- 최근 시장에서 국제 녹색 채권이 저탄소 에너지 시설에 투자를 유도하기 위한 새로운 수단으로서 주목을 받음
 - 녹색채권은 고정 수입 제공 및 기후 또는 친환경적인 프로젝트로의 투자를 위해 조성되었으며, 선진국은 물론 개도국에서도 사용이 급속도로 증가
- 이러한 수단들은 인프라 투자로의 장벽을 낮추지만, 실제 자본 가용성(Capital Availability)은 기후 변화와 관련한 기관 투자자들의 투자 우선순위 변화에 영향을 받음

3. 시사점

- 2018년 현재 국내에서 추진되고 있는 각종 기후변화관련 정책을 종합하여 (특히 새롭게 시작하는 정책들을 중점적으로 하여) 한국형 New Politics Scenario를 작성할 필요성 증가
- 현재의 산업구조와 더불어 미래 한국 산업구조의 변화에 대한 기후변화관련 정책의 전환도 시나리오에 포함시켜 함께 분석하는 것이 필요
 - 2018년 6월 정부의 2030 국가 온실가스감축 기본로드맵 수정안 발표

- 부문별 2030년 배출량을 기존 로드맵 6억 3,200만 톤(BAU 대비 25.7% 감축)에서 최대 5억 7,430만 톤(BAU 대비 32.5%)으로 국내 감축량을 강화
- 다만, 전환부문의 추가 잠정감축량 3,410만 톤에 대해서는 현재 수립 중인 제3차 에너지기본계획 등과의 정합성을 고려하여 구체적인 감축량과 감축방안을 2020년 국가온실가스감축목표(NDC) 제출 전까지 확정할 예정
- 한편 시민단체는 수정안에 대해 국내에서 건설 중인 신규 석탄발전소의 건설 계획 취소, 혹은 석탄발전소의 가동을 제한과 수명 단축을 적극적으로 논의하고 실행해야 한다는 점과 향후 석탄 퇴출 목표 년도를 분명하게 선언하고 탈화석연료 사회로의 로드맵을 마련해야 한다는 점을 주장
- 또한 세계적으로 기후변화 대응에 효과가 없다고 판명된 기술은 과감히 계획을 폐기하고, 재생가능에너지 확대에 역량을 집중해야 할 것이라고 언급

〈표 2-1〉 2030 국가 온실가스감축 기본로드맵 수정안

(단위 : 백만톤, %)

배출원	부문	배출 전망 (BAU)	기존 로드맵		수정안	
			감축후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률	감축후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률
배출원	산업	481.0	424.6	11.7%	382.4	20.5%
	건물	197.2	161.4	18.1%	132.7	32.7%
	수송	105.2	79.3	24.6%	74.4	29.3%
	농축산	20.7	19.7	4.8%	19.0	8.2%
	폐기물	15.5	11.9	23.0%	11.0	28.9%
	공공기타	21.0	17.4	17.3%	15.7	25.3%
	탈루 등	10.3	10.3	0.0%	7.2	30.5%
감축 수단	전환	(333.2)	- 64.5		(확정 감축량) -23.7 (추가감축잠재량) -34.1	
	E신산업/CCUS	-	- 28.2	-	- 10.3	-
활용	산림흡수원		-		- 22.1	4.5%
	국외감축 등	-	- 95.9	11.3%	- 16.2	
기존 국내감축			631.9	25.7%	574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%	536.0	37.0%

자료: <https://blog.naver.com/harfko1989/221353399171>

- 2018년 이후 개발되거나 상용화되는 기술 중에서 기후변화에 대응하고 또한 개도국에 이전이 가능한 기술은 전과정평가를 실시하며, 환경경제효율성(eco-efficiency) 또는 환경경제효과성(eco-

effectiveness)을 측정하여 DB화 할 필요성이 존재

※ (녹색기술에 대한 법적 정의) 온실가스 감축기술, 에너지 이용 효율화 기술, 청정생산기술, 청정에너지 기술, 자원순환 및 친환경 기술 (관련 융합기술을 포함한다) 등 사회 경제 활동의 전 과정에 걸쳐 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 온실가스 및 오염물질의 배출을 최소화하는 기술 (저탄소 녹색성장 기본법 제2조 제3호)

■ 참고문헌

1. World Energy Council, A Fresh Perspective Emerging Opportunities Confronting Climate Change 2018
2. International Energy Agency (IEA) and International Renewable Energy Agency (IRENA) (2017), Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System
3. <http://www.greenpeace.org/korea/news/press-release/climate-energy/2018/greenhouse-gas-reduction-roadmap/>
4. https://www.kncpc.or.kr/green/stats_field.asp
5. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/interactive-diagram/efficiency-vs-effectiveness>
6. www.kipo.go.kr/upload/mobile/intellectualproperty/pdf/GE_judge_targ.pdf

작성: 김재연 (전 호서대 교수)

편집: 김지환 (녹색기술센터 책임)