



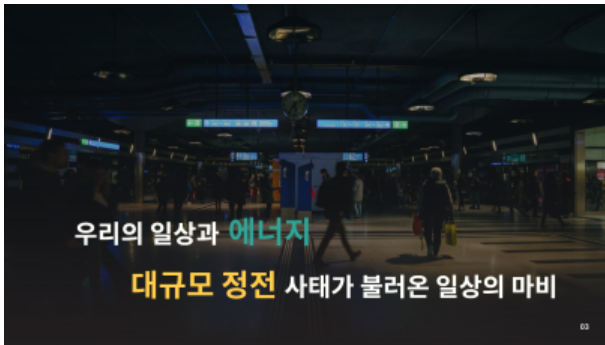
LEARN & ACT 교사 가이드

지속 가능한 에너지

목차

들어가며	1
1. 에너지 발전은 인류 발전	2
2. 화석에너지란	3
3. 재생에너지란	3
4. 글로벌 에너지 현황	4
5. 지구촌 에너지 위기의 원인	6
6. 지속 가능한 에너지 생산을 위한 국제사회의 목표	6
7. 지속 가능한 에너지 사용을 위해 가장 중요한 일	7
8. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력	8
9. 인류 모두를 위한 지속 가능한 에너지	10

도입 1 : 에너지와 함께 하는 삶



▶ p.03

● 우리의 일상과 에너지

우리는 매순간 에너지를 사용한다. “에너지는 어두워진 후에도 아이들이 공부할 수 있게 도와준다. 농작물을 기르기 위한 물을 펴 올릴 수 있게 해 주고, 음식과 약을 상하지 않게 보관하는 데에도 큰 역할을 한다. 요리와 난방을 위한 현대식 연료는 여성들이 오랜 시간에 걸쳐 땀감을 운반하며 겪는 위험 요소를 줄여준다 (UN).” 우리는 에너지를 활용해 자동차를 운행하고, 비행기를 타고 먼 나라로 여행을 떠난다. 스마트폰, 컴퓨터로 실시간 정보를 손쉽게 얻을 수도 있다. 오늘날 우리의 삶은 에너지를 통해 이어지고 있으며, 한 국가의 경제 발전과 안보 유지에도 에너지는 매우 중요하다.

● 대규모 정전, 마비된 일상

전기 사용량이 공급량을 초과하면, 전력 공급에 차질이 생겨 정전이 일어난다. 2003년 미국 동북부와 캐나다 온타리오주에서는 대규모 정전이 발생했다. 당시 265개의 발전소가 작동을 멈췄고, 3일 후에야 전력 공급망이 복구됐다. 정전 3일 동안 도시는 큰 혼란에 빠졌다. 통근 열차 운행이 중단되어 승객들이 택시로 몰리자 택시 기사들은 평소의 16배에 달하는 바가지요금을 요구하는 사건일 벌어졌고, 휘발유 가격은 전년 대비 24% 가까이 치솟았다. 항공기 운항 또한 중단되었고, 많은 공장이 문을 닫아 엄청난 손실을 가져왔다.

도입 2 : 에너지와 함께 하는 삶, 그 이면



▶ p.04

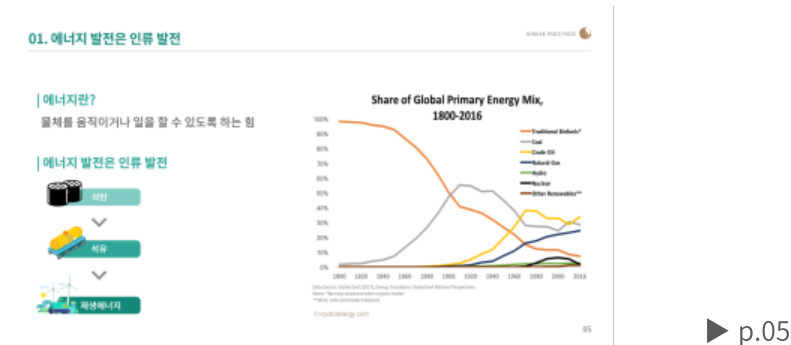
● 화석 연료가 초래한 지구온난화

인류가 사용하는 에너지의 대부분은 화석 연료로 만들어진다. 석탄과 석유로 대표되는 화석 연료는 태워질 때 엄청난 온실가스를 배출하는데, 이는 지구 온도를 상승시키는 주범이다. 지구온난화는 생태계 전반을 변화시키며 인류와 동식물의 삶 전체에 막대한 위협이 되고 있다.

● 전 세계적으로 전기에 대한 접근성이 떨어지는 국가는 어디인가요?

지구촌 전반의 광범위한 에너지 사용 증가에도 불구하고, 한편에서는 생활 필수적인 에너지도 공급받지 못하는 사람들이 있다. 지구촌 인구 7명 중 1명은 전기에너지를 충분히 사용하지 못하고 있는데, 대부분이 저개발국과 개발도상국 사람들로, 이들의 인간다운 삶을 영위하기가 어렵다.

1. 에너지 발전은 인류 발전



● 에너지란?

에너지란 물체를 움직이거나 일을 할 수 있도록 하는 힘을 가리킨다. 에너지는 여러 형태로 존재하는데, 그 형태에 따라 운동 에너지, 위치 에너지, 열에너지, 전기에너지 등으로 나뉜다. 이 중 인류가 활용하는 대표적인 형태는 ‘전기에너지’다.

● 에너지와 인류 발전

에너지는 인류의 발전에 크게 기여했다. 석탄을 동력으로 한 산업혁명 이후, 다양한 운송수단과 공장 시스템을 통해 대량생산이 가능해져 인류의 생활은 더없이 풍요로워졌다. 대규모 인쇄·전신 기술의 등장은 산업의 발전을 가속화했다(19세기 석탄 연료 시대).

우리가 일상에서 흔하게 사용하는 전기에너지는 발전소에서 다양한 방법을 통해 만들어진다. 물의 운동 에너지를 이용해 발전기를 돌리는 ‘수력 발전’, 화석 연료를 태워 발전기를 돌리는 ‘화력 발전’, 핵분열 때 발생하는 에너지를 활용해 발전기를 돌리는 ‘원자력 발전’ 등의 방법이 있다(20세기 석유 연료 시대).

21세기 들어 인류는 ‘태양광’이나 ‘풍력’, ‘수소’ 등으로 대표되는 새로운 에너지 자원을 적극 개발, 사용하고 있다. 재생에너지는 탄소를 발생시키지 않는 친환경 에너지로, 기후변화의 저지를 위해 개발과 사용이 더욱 가속화될 전망이다(21세기 이후의 그린에너지 시대).

2. 화석에너지란 무엇일까요?

02. 화석에너지란 무엇일까요?

| 화석에너지란?
오래전 땅속에 묻힌 동식물의 유해가 열과 압력을 받으며 축적되어 만들어진 석탄, 석유, 천연가스

- 화석연료, 줄어드는 매장량
- 화석연료가 뿜어내는 온실가스
화석연료 = 재생 가능하지 않은 에너지



06

▶ p.06

● 화석에너지란?

화석연료는 오래전 땅속에 묻힌 동식물의 유해가 열과 압력을 받으며 축적되어 만들어진 연료다. 대표적으로 석탄, 석유, 천연가스가 있다. 화석 연료를 사용한 에너지를 화석에너지라고 하는데, 현재 인류가 사용하고 있는 에너지 중 가장 큰 비중을 차지한다.

● 화석연료, 줄어드는 매장량

화석연료는 특정 지역의 지하에 대규모로 묻혀있기 때문에 양이 풍부하고, 저장과 운송이 쉬울 뿐만 아니라 에너지 효율 또한 높은 편이다. 그러나 인류가 매우 빠른 속도로 이를 소비하고 있어 매장량이 점차 줄어들고 있다. 전문가들은 현재 속도로 계속 소비한다면, 석유는 50.7년 이후, 천연가스는 52.8년, 석탄은 114년 후에 고갈될 것이라고 전망한다(BP Statistical Review of World Energy 2016).





● 화석연료가 뿜어내는 온실가스

화석연료를 사용하면 이산화탄소가 배출되는데, 대기 중에 방출된 이산화탄소가 축적되면 온실 효과를 일으킨다. 이 때문에 지표면과 해수면의 온도가 상승하고, 온난화로 인해 지구촌 생태계가 급속도로 파괴되고 있다.

3. 재생에너지란 무엇일까요?(1)

03. 재생에너지란 무엇일까요?

| 재생에너지란?
공해가 발생하지 않고, 꾸준히 소비해도 무한히 공급 가능한 에너지

<p>63%</p>  <p>수력</p>	<p>19%</p>  <p>풍력</p>	<p>9%</p>  <p>태양열과 태양광</p>	<p>3%</p>  <p>바이오매스</p>
--	--	---	--

07

▶ p.07

● 재생에너지란?

재생에너지는 활용 과정에서 공해가 발생하지 않고, 꾸준히 소비해도 무한히 공급 가능한 에너지를 가리킨다. 깨끗하고 고갈될 염려가 없다는 장점 때문에 화석에너지를 대체할 새로운 자원으로 주목받고 있다. 단, 에너지의 밀도가 너무 낮아 많은 양의 에너지가 필요한 곳에서는 실용적으로 사용할 수 없다는 단점이 있어 지속적인 연구와 개발이 필요하다.

● 재생에너지의 종류

가장 광범위하게 쓰이는 재생에너지는 수력(63%)이며, 풍력(19%), 태양(9%), 바이오 에너지(8%)가 차례로 그다음 비중을 차지한다(IRENA 2018).

① 수력

물의 힘을 이용해 발전기를 돌리는 에너지 생산 방식이다. 강에 댐을 만든 후 수문을 열어 빠른 속도로 이동하는 물을 이용하면 터빈을 돌리고 에너지를 생산할 수 있다.

② 풍력

바람의 운동 에너지를 활용하는 에너지 생산 방식이다. 세 개의 날개로 이루어진 풍차가 바람의 힘으로 돌면서 발전기를 작동시켜 에너지를 생산한다.

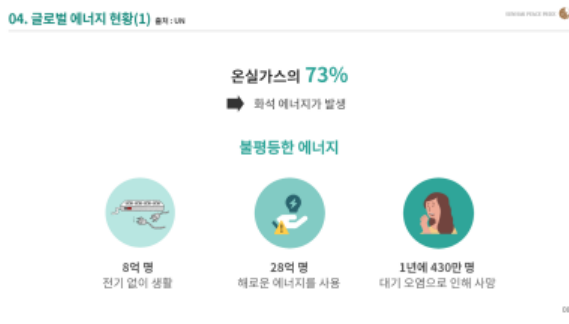
③ 태양열과 태양광

태양의 열과 빛을 활용하는 에너지 생산 방식이다. 태양열을 흡수하여 물을 데우거나 집열판을 이용하여 태양빛을 모은 후 태양 전지에 저장하였다가 이를 에너지 생산에 활용한다.

④ 바이오매스

살아있는 유기체를 활용하는 에너지 생산 방식이다. 곡식, 과일, 나무, 동물의 배설물, 폐기물 등을 변환하여 에탄올, 메탄가스 형태로 만든 후 에너지로 활용한다.

4. 글로벌 에너지 현황(1) (출처 : UN)



● 온실가스의 73%, 화석에너지가 발생

지구 기후 변화의 주범은 화석에너지이다. 지구온난화를 야기하는 온실가스 중 73%가 인류가 사용한 화석 에너지로부터 발생했다.

● 불평등한 에너지

에너지 이용은 불평등한 양상을 보이고 있다. 선진국에서는 에너지 낭비가 만연한 반면, 개발도상국에서는 안정적으로 에너지를 확보하지 못해 생산성 향상과 경제 성장에 어려움을 겪고 있다.

① 8억 명, 전기 없이 생활

전 세계 인구의 10%(7억 8천9백만 명)는 전기 없이 생활하고 있으며, 그들 중 50%는 사하라사막 이남 아프리카 지역에 살고 있다(2018년 기준).

② 28억 명, 해로운 에너지 사용

세계 인구의 1/3에 달하는 약 28억 명이 요리를 위해 목재, 숯, 석탄, 동물의 배설물 등 비위생적이고 해로운 연료를 사용하고 있다

③ 1년에 430만 명, 저품질 에너지 사용으로 사망

전 세계 많은 사람들이 실내에 유독가스를 뿜는 저품질의 가연성 연료 사용하고 있다. 2012년 한 해 동안 430만 명의 인류가 저품질 가연성 연료로 사망하였으며, 이 중 60%는 여성 및 소녀다

4. 글로벌 에너지 현황 (2) (출처 : UN)



● 에너지 효율 높이면 온실가스 40% 감축 가능

기후 문제를 해결하기 위해서는 에너지 효율성을 높이려는 적극적 노력이 필요하다. 에너지 효율을 높이기 위한 합리적 정책은 새로운 기술 개발 없이도 온실가스 배출량을 40% 이상 감소시킬 수 있다.

● 전 세계 전력량의 17.5%는 재생에너지

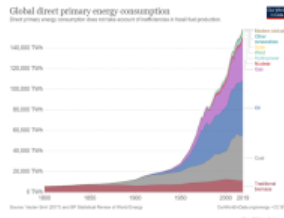
2017년 기준 전 세계 전력량의 17.5%가 재생에너지였다. 하지만 기후 위기를 극복하기 위해서는 재생에너지의 사용을 더 향상시켜야 한다. 국제재생에너지기구 (International Renewable Energy Agency, IRENA)는 2050년까지 전체 에너지 중 재생에너지의 점유율을 2/3까지 높여야 한다고 주장하고 있다.

● 재생에너지가 창출하는 일자리 1800만 개

지구촌 에너지 위기 해결을 위한 꾸준한 노력으로 전 세계 재생에너지 사용 비율은 꾸준히 증가하였다. 2019년에는 재생에너지 부문에서 1150만 명을 고용하였고, 앞으로도 관련 일자리 1800만 개를 더 창출 가능성을 지닌다.

5. 지구촌 에너지 위기의 원인

05. 지구촌 에너지 위기의 원인



- 01. 에너지 수요의 빠른 증가
- 02. 에너지 낭비 습관
- 03. 낮은 발전 인프라

10

▶ p.10

● 에너지 수요의 빠른 증가

2021년 기준 세계 인구는 약 78억 8천만 명이다. UN은 2019년 세계 인구 증가 추이 자료에서 2050년에는 세계 인구가 약 97억 명에 이를 것으로 예측했다. 이는 산업혁명 이전에 비해 약 10배가량 증가한 수치로, 늘어나는 인구와 비례해 에너지 수요는 더욱 증가할 전망이다.

● 에너지 낭비 습관

에너지 낭비 습관은 전 세계적으로 광범위하게 퍼져 있다. 인류는 일상(household)과 산업(industrial) 전 분야에 걸쳐 엄청난 에너지를 소비하고 있다. 특히 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석 연료는 인류의 과잉 소비로 인해 점차 그 매장량이 줄어들고 있는데, 이들은 모두 한번 쓰면 없어지는 비재생 에너지이다.

● 낮은 발전 인프라

전 세계 대부분의 에너지 생산 회사들은 낮은 장비를 계속 사용하고 있는데, 이는 에너지 생산의 효율성을 떨어뜨리고 에너지 부족을 야기한다.

6. 지속 가능한 에너지 생산을 위한 국제사회의 목표

06. 지속 가능한 에너지 생산을 위한 국제사회의 목표



UN의 지속가능발전목표 7
(Sustainable Development Goals, SDGs)
‘지속 가능하고 깨끗한 에너지’
고갈 없이 영위할 수 있고,
오염물질을 배출하지 않는 태양력 풍력 등의 에너지

11

▶ p.11

● UN의 지속가능발전목표 중 ‘지속 가능하고 깨끗한 에너지’

2015년 UN 총회에서 2030년까지 달성하기로 결의한 의제인 지속가능발전목표(SDGs)는 지속가능발전의 이념의 실현하기 위한 인류 공동의 17개 목표이다. 이 중 7번째 목표는 ‘지속 가능하고 깨끗한 에너지(Affordable and Clean Energy)’이다.

● ‘지속 가능하고 깨끗한 에너지’란?

‘지속 가능하고 깨끗한 에너지’란 고갈 없이 영원히 사용할 수 있고, 오염물질을 배출하지 않는 태양력 풍력 등의 에너지를 의미한다.

06. 지속 가능한 에너지 생산을 위한 국제사회의 목표

| SDGs 7 세부 목표

- 7.1 2030년까지 적정가격의 신뢰성 높고, 현대적인 에너지 서비스에 대한 보편적 접근을 보장
- 7.2 전 세계 에너지믹스(에너지원 다양화)에서 신재생 에너지의 비중을 대폭 확대
- 7.3 전 세계 에너지 효율을 2배 증가
- 7.a 재생에너지, 에너지 효율, 선진화되고 보다 청정한 화석연료 기술 등을 포함한 청정에너지 연구 및 기술 개발에 대한 접근을 촉진하도록 국제협력을 강화하고, 에너지 기반 시설 및 청정에너지 기술에 대한 투자를 증대
- 7.b 개발도상국, 특히 최빈국, 군소 도서 개발국, 내륙개도국에서 모두를 위한 각국의 지원 프로그램에 따라, 현대적이고 지속 가능한 에너지 서비스를 공급할 수 있는 기술을 발전시키고 사회기반시설을 확대

12

▶ p.12

● SDGs 7 세부 목표

- 7.1 2030년까지 적정가격의 신뢰성 높고, 현대적인 에너지 서비스에 대한 보편적 접근을 보장
- 7.2 전 세계 에너지믹스(에너지원 다양화)에서 신재생 에너지의 비중을 대폭 확대
- 7.3 전 세계 에너지 효율을 2배 증가
- 7.a 재생에너지, 에너지 효율, 선진화되고 보다 청정한 화석연료 기술 등을 포함한 청정에너지 연구 및 기술 개발에 대한 접근을 촉진하도록 국제협력을 강화하고, 에너지 기반 시설 및 청정에너지 기술에 대한 투자를 증대
- 7.b 개발도상국, 특히 최빈국, 군소 도서 개발국, 내륙개도국에서 모두를 위한 각국의 지원 프로그램에 따라, 현대적이고 지속 가능한 에너지 서비스를 공급할 수 있는 기술을 발전시키고 사회기반시설을 확대

7. 지속 가능한 에너지 사용을 위해 가장 중요한 일



▶ p.13

● 자급자족이 가능한 재생에너지로 전환

재생에너지 이용 시스템 안에서는 모든 이들이 에너지를 소비하는 동시에 생산도 할 수 있다. 재생에너지를 통한 에너지 자급자족 시스템은 인류의 지속 가능한 에너지 환경을 조성할 것이다.

● 환경 및 자원 고갈 문제 해결

화석 에너지는 지구 온도를 높여 생태계 질서를 파괴하며 인류의 생존 자체를 위협하고 있다. 더불어 고갈 문제도 심각하다. 그러나 자연을 이용한 재생에너지는 오염물질을 배출하지 않고 영속적 생산이 가능해서 지구 환경 문제와 고갈 문제의 솔루션이 될 수 있다.

● 재생에너지 개발을 위한 국제적 협력

효율적인 재생에너지 사용을 위해서는 관련 기술의 개발, 전 세계적 기술 확산이 반드시 필요하다. 재생에너지 기술을 갖지 못한 나라들이 미래 에너지 자원 확보에 실패하지 않도록 국제적인 기술 협력 체계를 구축하여야 한다.

8. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력 (1. 캠페인)



● 탄소 중립의 추구

탄소중립은 이산화탄소 배출량을 '0(zero)'로 만든다는 개념이다. 기업과 개인이 배출하는 이산화탄소의 양만큼 그 흡수량도 늘려 이산화탄소 총량을 0, 중립으로 만들자는 것이다. 배출된 이산화탄소의 흡수를 위해 나무를 심어 삼림을 조성하거나 화석 에너지 대신 다양한 종류의 재생에너지를 사용하는 방법을 통해 전 세계 많은 국가가 탄소 중립을 추구하고 있다. 2016년 파리기후협약이 발효된 후 121개국이 '2050년 탄소중립 목표 기후 동맹'에 가입했고, 이후에도 유럽연합, 중국, 대한민국 등 주요 국가들이 탄소중립 선언에 동참하였다. 이로써 세계는 재생에너지 개발과 그 인프라 구축을 위해 더 적극적으로 움직이게 되었다.

● RE100 캠페인

RE100은 '재생에너지(Renewable Energy) 100%'의 약자이다. 기업이 사용하는 전력량의 100%를 2050년까지 재생에너지로 충당하겠다는 목표의 국제 캠페인으로, 2014년 영국의 다국적 비영리단체인 기후그룹(The Climate Group)이 발족하였다. RE100의 달성을 위하여 기업들은 재생에너지 발전 시설을 자체적으로 구축하거나 재생에너지 발전소에서 생산한 전기 소비하는 방식을 생산 과정에 적용 중이다. 애플, 구글, 이케아, 나이키, 존슨앤드존슨 등 글로벌 기업들이 자발적으로 참여하여 재생에너지 이용 확산에 기여하고 있다.

8. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력 (2. 국제기구 및 단체)

08. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력

| 2. 국제기구

1) 국제에너지기구(IEA)

합리적 에너지 정책 마련, 국가 간
에너지 기술 협력을 촉구



2) 국제재생에너지기구(IRENA)

재생에너지 개발 및 보급 확대를 위한 국제협력 강화



15

▶ p.15

● 국제에너지기구(IEA)

1974년 발족한 국제에너지기구는 OECD 산하의 정부 간 기구로 전 세계를 아우르는 에너지 단체다. 재생 에너지 개발, 합리적 에너지 정책 마련, 국가 간 에너지 기술 협력을 촉구하기 위해 지구촌 에너지 사용 추세 및 에너지 관련 기술 현황 등 각종 데이터를 모아 분석하고 다양한 솔루션을 제공한다. 2021년 기준 30 개국이 가입되어 있다.

● 국제재생에너지기구(IRENA)

2011년 설립된 국제재생에너지기구는 재생에너지 개발 및 보급 확대를 위한 국제협력 강화를 목적으로 하는 국제기구이다. 바이오 에너지, 지열, 수력, 태양 및 풍력 에너지 등 다양한 형태의 재생에너지의 광범위한 채택과 지속 가능한 사용을 전 세계를 대상으로 촉구하고 있다. 각국 정부가 재생에너지 투자를 활성화 하도록 권장하고 관련 인프라 구축에 대한 조언을 제공하며 지식 공유와 기술 이전을 촉진하여, 지속 가능한 에너지의 전 세계적 공급을 향해 나아가고 있다.

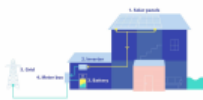
8. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력 (3. 다양한 아이디어)

08. 지속 가능한 에너지 사용을 위한 국제사회의 노력

| 3. 다양한 아이디어

1) 마이크로그리드(Micro Grid)

소규모의 독립적인 전력 체계로 외딴 지역,
독립적인 산업단지 등에서 전력의 생산과
소비를 자급자족할 때 활용



2) 아프리카 청정 에너지

(African Clean Energy : ACE)

바이오매스 연료를 활용하는 고효율 펌프



16

▶ p.16

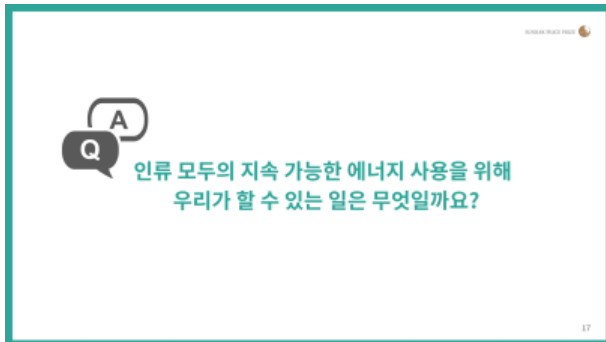
● 마이크로그리드(Micro Grid)

우리가 사용하는 전기 대부분은 중앙 집중식 전력망을 통해 공급된다. 이와 달리 마이크로그리드는 ‘소규모의 독립적인 전력 체계’를 바탕으로 에너지를 공급하는 전력망이다. 주로 개별 건물이나 외딴 지역, 독립적인 산업단지 등에서 전력의 생산과 소비를 자급자족할 때 활용한다. 독립적으로 전력을 생산, 공급하고 또 저장하기 때문에 에너지의 안정적인 수급이 가능하며 잉여 전력은 주변의 다른 수요자에게 판매할 수 있어 기존 전력 시스템의 에너지 부족을 보완할 수도 있다. 특히 태양광이나 풍력 등 재생에너지를 활용해 전기를 생산하기 때문에 인류가 겪고 있는 다양한 에너지 위기의 대안으로 여겨지고 있기도 하다.

● 아프리카 청정 에너지 (African Clean Energy, ACE)

2011년에 설립된 ‘African Clean Energy’는 바이오매스 연료를 활용하는 고효율 풍로를 개발하여 에너지 빈곤에 시달리는 사하라 이남 아프리카 지역에서는 보급하고 있다. 동물의 배설물이나 나뭇조각 등의 연료를 태워 가스를 연소시키는 이 풍로는 연기 발생도 적고 효율도 뛰어나 아프리카 지역의 새로운 에너지 대안이 되고 있다.

9. 인류 모두를 위한 지속 가능한 에너지 (브레인스토밍)



▶ p.17