

탄소 중립에는 원자력이 필요합니다

Nuclear for Climate 는 기후 변화에 대한 탄소제로 솔루션에 원자력을 포함해야 할 필요성에 대해 정책 입안자 및 대중과 소통하기 위해 150 개 이상의 협회의 원자력 전문가와 과학자들의 뜻을 모으는 풀뿌리 이니셔티브입니다.

우리는 모두를 위한 깨끗하고 지속 가능하며 풍부한 저탄소 미래에 대한 **비전**을 가지고 있습니다. 우리의 **임무**는 원자력과 신재생 기술 간의 협력을 추진하여 2050 년까지 탄소 중립을 달성하기 위한 전 세계의 역량을 가속화하는 것입니다. 우리는 다음과 같은 이유로 탄소 중립에 원자력이 필요하다고 확신합니다.

- **원자력은 입증되고 효과적인 저탄소 에너지원입니다:** 원자력은 온실 가스 배출을 줄이는 입증된 저탄소 에너지원으로, 환경을 오염시키는 화석연료원에 대한 현재의 의존도를 대체할 수 있습니다.
- **원자력은 이용·확대·배치가 가능합니다:** 탄소 중립 목표를 달성하려면 새로운 원자력을 재생 에너지와 함께 대규모로 긴급하게 배치해야 합니다.
- **원자력은 유연하고 경제적인 청정 에너지원입니다:** 원자력은 증가하는 가변 재생 에너지 공급과 통합하여 효율적이고 저렴한 청정 에너지 시스템을 제공할 수 있습니다.
- **원자력은 저탄소 전기 제공 외에도 다양한 분야의 탈탄소화를 지원합니다:** 원자력은 난방 및 운송과 같은 다른 부문의 탈탄소화도 지원할 수 있습니다.
- **원자력은 포용적이고 지속 가능한 국제 개발을 지원합니다:** 원자력은 전 세계의 사회 경제적 혜택을 촉진하고 UN 지속 가능 개발 목표에 강력하게 부합합니다.

파리기후변화협약에 서명한 지 5 년이 지난 지금, 우리는 지구 온도 상승을 1.5°C 로 제한하기 위해 전 세계가 직면해야 할 과제가 매우 크다는 것을 깨닫고 있습니다. 지구 기후는 중요한 시점에 있으며, 기후 목표를 달성하고 지구의 미래를 보호하려면 2050 년까지 순 탄소배출량 제로에 도달해야 합니다. 하지만 우리는 이미 궤도를 벗어나 있고 시간이 부족합니다. 그러므로 우리는 지금 당장 행동해야 합니다.

스코틀랜드 글래스고에서 개최될 COP26 은 국가들이 함께 모여 행동을 취하고, 기후에 대한 우리의 생각을 총체적으로 바꾸고, 탄소 중립을 달성하기 위한 경로를 설정하는 중요한 기회입니다.

우리는 COP26 에 참여하는 모든 협상가와 정책 입안자들에게, 에너지 정책 및 자금 조달에 대해 과학적이고 기술 중립적인 접근 방법을 취함으로써 원자력과 재생 에너지 간의 지속 가능한 협력을 촉진할 것을 촉구합니다.

주요 연락처:

- (영국) - NI YGN - 주 저자 - chair.ygn@nuclearinst.com
- (유럽) ENS – Emilia Janisz - emilia.janisz@euronuclear.org
- (캐나다) CNA – John Gorman - gormanj@cna.ca
- (미국) ANS – John Starkey - jstarkey@ans.org
- (일본) JAIF – Daniel Liu - dyc-liu@jaif.or.jp

원자력은 입증되고 효과적인 저탄소 에너지원입니다: 원자력은 온실 가스 배출을 줄이는 입증된 저탄소 에너지원으로, 환경을 오염시키는 화석연료원에 대한 현재의 의존도를 대체할 수 있습니다.

- 원자력은 60 년 이상 주요 저탄소 에너지원이었습니다. 현재 30 개국에서 약 440 개의 원자로가 가동 중이며 ¹, 2019 년 말 세계 전력 생산량의 10 %를 원자력이 차지했습니다 ². 원자력은 수력에 이어 세계에서 두 번째로 큰 저탄소 에너지원입니다.
- 원자력이 제공하는 에너지 대비 원자력의 전주기 CO₂ 배출량 (탄소 집약도)은 풍력 및 수력 발전과 유사하게 매우 낮습니다 ³. 탄소 집약도가 가장 낮은 국가는 원자력과 수력 발전의 규모가 큰 국가입니다. 원자력으로 전력의 약 4 분의 3 을 생산하는 프랑스는 7 대 선진국 (G7) 중 1 인당 탄소배출량이 가장 낮습니다.
- 원자력이 화석 연료를 대체한 직접적인 결과로 1970 년 이래 전 세계적으로 60Gt⁴ 이상의 CO₂ 에 해당하는 온실 가스 배출을 막을 수 있었습니다. 또한 화석 연료 대신 원자력을 사용하여 약 184 만 명의 대기 오염 관련 사망을 예방했습니다. 원자력이 대규모로 화석 연료를 대체한다면 2050 년까지 추가적으로 700 만 명의 사망을 피할 수 있을 것으로 추정됩니다 ⁵.
- 2000 년과 2018 년 사이에 태양열 발전과 풍력이 전 세계적으로 인상적으로 성장(5 배) 했음에도 불구하고 화석 연료 사용은 전 세계 총 에너지 공급의 약 80 %를 차지하며 일정하게 유지되었습니다. 이는 이 기간 동안 원자력 발전이 절대적으로 증가했지만 ⁶ 발전 비중이 감소한 것과 관련이 있습니다.
- 최근 몇 년 동안 원자력 발전소를 폐쇄한 국가들은 환경을 오염시키는 화석 연료에 대한 의존도를 줄이기 위해 고군분투했습니다. 독일은 탈원전 이후, 신재생 에너지원 에 대규모로 투자했지만(178 억 유로) 주요 에너지원인 화석 연료의 비중 감소율은 2010 년 ⁷ 이후 1 % 미만에 그쳤습니다 ⁸.

원자력은 이용·확대·배치가 가능합니다: 탄소 중립 목표를 달성하려면 새로운 원자력을 신재생 에너지와 함께 대규모로 긴급하게 배치해야 합니다.

- 주요 국제 기구 (UN, OECD-IEA⁹, EU¹⁰) 들은 탄소 중립이라는 목표를 달성하기 위해 원자력을 포함한 모든 저탄소 기술이 긴급하게 대규모로 배치되어야 한다는 합의에 도달했습니다. 이는 최신 IPCC 보고서 ¹¹ 에도 반영되어, 지구 온도 상승을 1.5°C 로 제한하기 위해서는 2050 년까지 원자력의 1 차 에너지 공급량이 현재의 두 배 이상 요구되는 중앙값 추정을 보여주고 있습니다.
- 원자력은 이용 가능하고 확장 가능한 기술이며, 제한된 탄소발자국을 가지고 있고 과거에 빠른 배치를 통해 긍정적인 효과를 가져왔습니다. 지난 50 년 동안 새로운 원자력 프로젝트는 연간 1 인당 청정 에너지 증가의 측면에서 탈탄소화를 달성하는 가장 빠른 방법이었습니다.

¹ IAEA Nuclear Power Plant data (2019)

² IEA - Electricity Information Overview (2020)

³ IPCC Wg3 Energy Systems (2018)

⁴ IEA - Data and Statistics (2020)

⁵ Environmental Science and Technology "Prevented Mortality and Greenhouse Gas Emissions from Historical and Projected Nuclear Power" (2013)

⁶ IEA - Nuclear Power in a Clean Energy System (2019)

⁷ IEA - World Energy Balances (2020) - Total Energy Supply (TES) by source - Germany

⁸ German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) "Renewable Energy Sources in Figures" (2020)

⁹ IEA - World Energy Outlook (2020)

¹⁰ EUCO3232.5 - Energy Efficiency Modelling (2019)

¹¹ IPCC - Global Warming of 1.5 °C Report (2019)

예를 들어 스웨덴은 1970 년부터 15 년 간 10.9GWe 의 새로운 원자력 용량을 추가하였으며,¹² 스웨덴의 1 인당 CO₂ 배출량은 1970 년 이후 75 % 감소했습니다.¹³

- 소형모듈원자로 (SMR)는 새로운 대규모 원자력 프로젝트를 촉진시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있습니다. SMR 은 구성 요소의 모듈식 제조를 통해 건설 공기를 단축할 수 있으므로, 설계가 검증된다면 자본 비용 및 관련 재정적 위험을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 배치 확장성을 높일 수 있는 가능성을 제공합니다. 몇몇 선도 국가들은 소규모와 대규모 원자력 프로젝트가 모두 탄소 중립 달성에 기여할 수 있을 것으로 예상하고 있습니다.^{14,15}

원자력은 유연하고 경제적인 청정 에너지원입니다: 증가하고 있는 가변적인 신재생 에너지와 원자력의 통합을 통해 효율적이고 저렴한 청정 에너지 시스템을 제공할 수 있습니다.

- 재생 에너지의 배치는 급속히 증가하고 있으며 계속해서 증가해야 합니다. 그러나 이러한 변화로 인해 에너지 시스템의 변동성이 증가하고 전력계통의 유연성 확보가 더욱 중요해집니다.¹⁶ 원자력은 급전 가능하고 유연한 청정 에너지원이므로 화석 연료를 대체하고 가변적인 신재생 에너지와 통합될 수 있습니다.
- 원자로의 가동 유연성과 효율성을 더욱 향상시키기 위해 설계뿐만 아니라 보다 다양한 적용 기술의 개발도 진행 중입니다. 여기에는 하이브리드 시스템 내에서 원자력으로 생산된 공정 열 또는 수소를 청정 에너지 저장하는 방식의 활용도 포함됩니다.¹⁷
- SMR 을 포함한 신기술은 신재생 에너지 및 기타 청정 에너지원과의 광범위하고 분산된 통합의 가능성을 제공하여 필요한 경우 분산형 시스템을 지원하고 공급을 수요 지점에 더 가깝게 만듭니다.
- 최근 연구에 따르면 원자력은 여전히 가장 저렴하고 급전 가능한 저탄소 기술이며¹⁸ 에너지 믹스에 이렇듯 청정하고 일관성이 높은 발전 용량을 최적의 양으로 포함할 때 전기의 탈탄소화 비용이 가장 낮습니다.¹⁹ 또 다른 최근 연구에 따르면 원자력은 탄소 집약도 감축에 있어 시스템 가치가 가장 높은 청정 에너지원입니다.²⁰ 시스템 가치는 폭넓은 에너지 시스템에 대한 각 에너지원의 총 영향을 정량화 하는 중요한 전체론적인 단위입니다.

원자력은 저탄소 전기 제공 외에도 다양한 분야의 탈탄소화를 지원합니다: 원자력은 난방 및 운송과 같은 다른 부문의 탈탄소화도 지원할 수 있습니다.

- 크게 증가할 것으로 예상되는 전 세계의 전력 생산은 현재 총 온실 가스 배출량의 40 %를 차지하고 있으며 여전히 화석 연료원이 지배적인 부분 (총 전기 생산량의 64 %)을 차지하고 있습니다.²¹ 화석 연료는 운송, 난방 및 산업 공정과 같은 다른 부문에서도 광범위하게 사용됩니다.
- 원자력은 수소를 효과적으로 생산할 수 있는 능력을 가지고 있어 보다 광범위한 탈탄소화를 지원하기 위해서 화석 연료의 대안으로 사용할 수 있습니다.^{22,23} 원자력으로 생산된 수소는 청정 에너지 시스템에서 전력계통의 유연성을 높이기 위해서도 사용될 수 있습니다. 청정

¹² IAEA – PRIS Country Profiles - Sweden

¹³ The World Bank – CO₂ Emissions (metric tonnes per capita) Sweden 1960-2016

¹⁴ The Climate Change Committee (CCC) UK Net Zero technical report (2019)

¹⁵ CER-REC “Canada’s Energy Future – Towards Achieving Net Zero 2050”

¹⁶ EC METIS studies S11 Effect of high shares of Renewables on power systems (2018)

¹⁷ NICE future “Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systems Report” (2020)

¹⁸ IEA & OECD-NEA “Projecting Costs of Generating Electricity” (2020)

¹⁹ MIT “The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World” (2018)

²⁰ NNWI “The Failings of Levelised Cost and the Importance of System-level Analysis” (2020)

²¹ IEA – Data and Statistics (2018)

²² IAEA – Nuclear Hydrogen Production (2020)

²³ Lucid Catalyst – “How Hydrogen-Enabled Synthetic Fuels Can Help Deliver the Paris Goals” (2020)

수소 경제의 개념은 전 세계적으로 관련 정책 및 프로젝트의 수가 급속히 확대됨에 따라 정치·사업적 추진력을 얻고 있습니다²⁴.

- 원자로는 경제적, 환경적, 효율성 관련 이점을 제공하는 다양한 비전기적 응용을 위한 열을 공급할 수 있는 능력도 있습니다²⁵. 이러한 광범위한 ‘코제너레이션(cogeneration)’ 응용 분야에는 특히 지역 난방, 산업 공정 열 및 해수 담수화가 포함될 수 있습니다²⁶.
- 더 높은 온도에서 가동하도록 개발되고 있는 새로운 선진 원자로는 폴리머 및 플라스틱 생산, 용광로, 농업용 비료 생산은 물론 고온 전기 분해 또는 열 화학적 방법을 통한 효율적인 수소 생산을 포함하여 다른 비전기적, 에너지 집약적 응용 분야에서 더 깨끗한 대안을 제공할 잠재력이 있습니다²⁷.

원자력은 포용적이고 지속 가능한 국제 개발을 지원합니다: 원자력은 전 세계의 사회 경제적 혜택을 촉진하고 UN 지속 가능 개발 목표에 강력하게 부합합니다.

- 원자력은 UN 지속 가능 발전 목표 (SDGs)에 강력하게 부합하며 전 세계적으로 청정 에너지를 제공하고 높은 생활 수준, 보건, 깨끗한 환경 및 지속 가능한 경제를 지원함으로써 에너지 빈곤 문제를 해결하는 데 사용될 수 있습니다²⁸.
- IEA 에 따르면 SDG 에 부합하는 지속 가능한 개발 시나리오 (SDS)를 충족하기 위해서는 2020년부터 2040년까지 매년 평균 15GWe의 원자력 용량 추가가 요구됩니다. 이는 보다 깨끗하고 포용적인 에너지 미래를 확보하는 데 매우 중요합니다²⁹.
- 현재 선진국에서 개발 도상국에 이르기까지 약 30 개국이 원자력 프로그램을 고려, 계획 또는 수립하고 있습니다. 방글라데시, 벨라루스, UAE 및 터키는 첫 번째 원자로를 건설 중이거나 최근에 가동을 시작했으며 아프리카의 여러 국가에서 원자력 개발을 청정 에너지 솔루션으로 고려하고 있습니다³⁰.
- 원자력은 숙련된 일자리와 경제적 이익을 제공합니다. 유럽 경제에 대한 최근 연구에 따르면 원자력에 사용되는 1 유로당 EU의 GDP가 5 유로가 증가하고, 원자력 산업에서 창출되는 일자리 한 개는 EU 경제 전체에서 3.2 개의 일자리를 창출합니다³¹.
- 이러한 이유로 새로운 원자력은 장기적인 일자리를 창출하고 지속 가능한 경제 개발을 촉진하는 동시에 에너지 복원력을 높이고 청정 에너지 전환을 추진하는 등 전 세계 COVID-19 이후 복구 프로세스를 직접적으로 촉진할 수 있습니다³².

²⁴ IEA – The Future of Hydrogen (2019)

²⁵ IEA – Innovation Gaps (2019)

²⁶ The Royal Society – Nuclear Cogeneration: Civil Nuclear Energy in a Low Carbon Future (2020)

²⁷ IAEA Nuclear and Renewables: Playing Complementary Roles in Hybrid Energy Systems (2019)

²⁸ IAEA - Nuclear Power for Sustainable Development (2017)

²⁹ IEA – Nuclear Power (2020)

³⁰ World-Nuclear-News ‘Nuclear Power can speed progress in the developing world’ (2020)

³¹ Foratom “Investing in low-carbon nuclear generates jobs and economic growth in Europe” (2019)

³² NEA - Creating high-value jobs in the post-COVID-19 recovery with nuclear energy projects (2020)