

# NUCLEAR FOR CLIMATE

ポジションペーパー

2023



# 行動喚起

Nuclear for Climateは、世界の温室効果ガス排出量を緊急に削減し、ネット・ゼロ目標を達成するために、政策立案者に対し、断固とした、根拠に基づいた行動をとるよう求めます。私たちは、これらの野心的な目標を効果的かつ効率的に達成するために、重要なクリーンエネルギー源として原子力を支援することの重要性を強調します。

---

## 要旨

- 原子力は1971年以来、63ギガトン以上の二酸化炭素の排出を回避してきた。
- 国際エネルギー機関（IEA）は、純炭素排出ゼロの目標を達成するためには、2050年までに原子力発電容量を倍増させる必要があると予測している。
- 30近くの国が、国別貢献目標や長期戦略の中で、原子力による緩和の可能性を認めている。
- 原子力のライフサイクル排出量の中央値は5.1g/kWhであり、太陽光や風力よりも低い。
- 原子力エネルギーは最も土地効率の高いエネルギー源であり、他のどの発電設備よりも必要とするスペースが大幅に少ない。
- フランスのように、多くの国が原子力エネルギーを電力網に組み込むことに成功し、クリーンで安価な電力を供給している。
- 原子力エネルギーは、医療、食糧安全保障、清潔な水へのアクセス、産業、経済成長など、国連の持続可能な開発目標を推進する役割を担っている。
- 原子力製品、サービス、燃料の世界市場は、今後10年間で5,000億ドルから7,400億ドルの価値があると推定され、経済発展と雇用創出に寄与する。

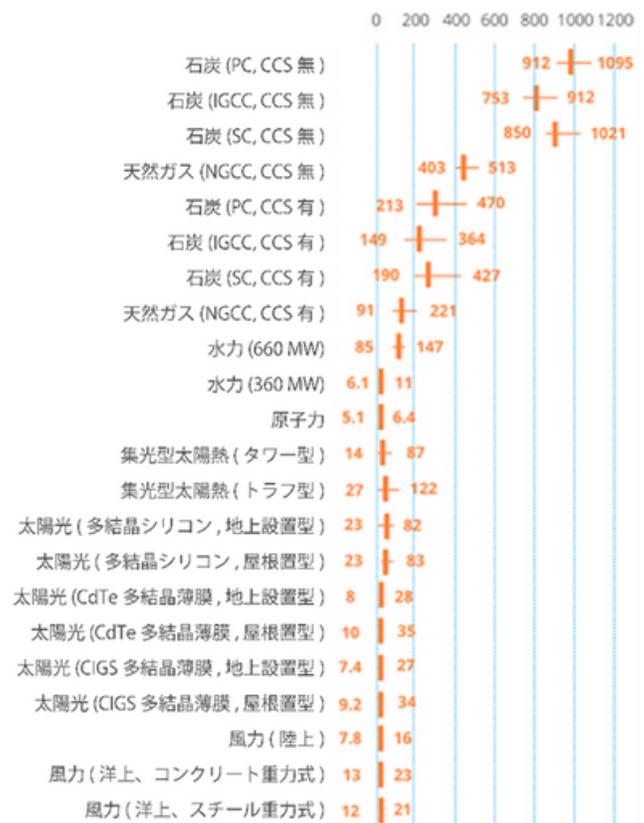
# グローバル・ストックテイクにおける原子力

すでに400基を超える原子炉が運転中であり、50基以上が建設中であることから、化石燃料に由来するはずだった1971年以降の63ギガトン以上の二酸化炭素の放出を防ぐことで、原子力エネルギーは気候緩和の取り組みにおいて重要な役割を果たしている（国際原子力機関, 2023）（国際エネルギー機関, 2019）。

原子力エネルギーは、脱炭素戦略を支える信頼できる電力源を提供し、風力や太陽光のような変動する低炭素エネルギー源の統合を可能にする。原子力エネルギーは、水力エネルギーに次いで世界第2位のクリーンエネルギー源である（世界原子力協会, 2023）。

IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）は、2050年までに脱炭素化・CO2排出ネットゼロを達成するためには、原子力発電容量を現在の413GWから2050年までに812GWに倍増させる必要があると予測している（IEA, 2022）。これを達成するためには、2030年代に年間原子力発電容量を27GWまで増加させる必要がある（IEA, 2022）。

現在、国連気候変動枠組条約締約国は196カ国である。これらの締約国は、温室効果ガス排出削減に向けた実行可能な計画の実施を公約している。



2020年時点のライフサイクルにおける温室効果ガスの排出範囲 (g-CO2 eq./kWh) (国際連合欧州経済委員会, 2022)

NDC (Nationally Determined Contribution: 国別拠出金) およびLTS (Long-term Strategy: 長期戦略) に基づき、現在、約 30 の締約国が原子力による緩和の大きな可能性を利用している (国連, 2023)。これには、最新のNDCで原子力の重要な役割を認識した14の締約国と、LTSに原子力を盛り込んだ約20の締約国が含まれる (United Nations, 2023)。NDCとLTS以外にも、関心を表明している国から現在最初の発電所を建設している国まで、さらに50の締約国が原子力を推し進めている (国連, 2023)。

グローバルストックテイク2023の主な特徴:

- IEA (2023年) によると、世界のクリーン電力投資のうち、原子力はわずか11%に過ぎない。
- 2028年の次回のグローバル・ストックテイクでは、NDC目標を達成しようとする多くの国々のエネルギーミックスの一部として、より多くの原子力エネルギーが報告されると予想される。
- 2050年までに正味の炭素排出ゼロを達成するために、再生可能エネルギーと原子力でもって、化石燃料使用のほとんどを置き換える必要があること、また、原子力発電の能力を倍増させる必要があることをIEAは報告している (2022)。

	原子力発電利用国	原子力発電初号機建設中	その他
NDC および LTC に基づいた原子力利用	カナダ、中国、ウクライナ、英国、米国		
NDC に基づいた原子力利用	アルゼンチン、アルメニア、インド、イラン、ロシア連邦、UAE	トルコ	韓国、ガーナ
LTS に基づいた原子力利用	チェコ共和国、フィンランド、フランス、ハンガリー、日本、メキシコ、スロヴァキア、スロベニア、スウェーデン		オーストラリア、コロンビア、モロッコ、シンガポール

国家公約と戦略における原子力, 2022年 (International Atomic Energy Agency, 2023)



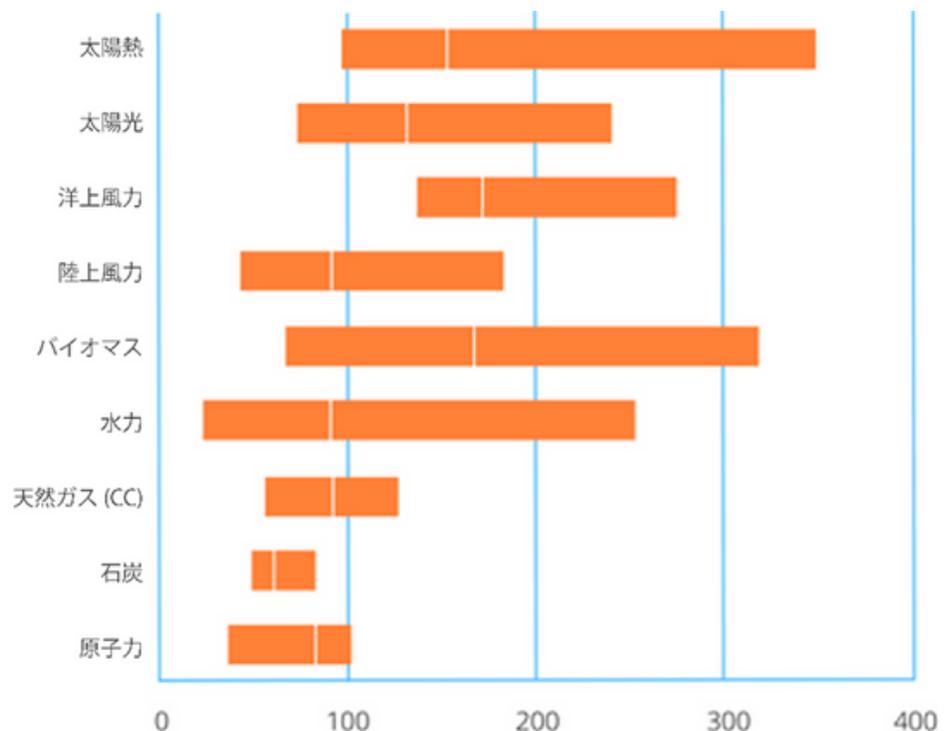
# 原子力は手ごろなクリーンエネルギー源

国連欧州経済委員会によると、原子力のライフサイクル排出量の中央値は1キロワット時当たり5.1gで、風力（7.8g）に匹敵し、太陽光（23g）よりも低い（国連欧州経済委員会、2022年）。これにより、大気汚染に関連する200万人の死亡を回避することができた（Kharecha, 2013）。

原子力エネルギーのもう一つの利点は、他のエネルギー源に比べて占有面積が著しく小さいため、エネルギー密度が高いことである。最も土地効率の高いエネルギー源であり、1MWhあたりの必要な土地面積は、太陽光発電所の27倍、陸上風力発電所の330分の1である（Ritchie, 2022）。再生可能エネルギーの可能性が限られている国では、原子力は、最小限の土地面積で

クリーンなベースロードエネルギーを供給することにより、エネルギー安全保障を提供する。

原子力発電所の初期資本コストや建設コストは高いと考えられているが、発電所が数十年間稼働するにつれて、発電量あたりのコストは減少する。典型的な建設遅延によるコスト超過は、主に米国と欧州において、原子力プロジェクトの主要なコスト要因として認識されている（Eash-Gates, 2020）。しかし、韓国のような国々は、国内でもアラブ首長国連邦（UAE）でも、より効率的かつ低コストで原子炉を建設すること

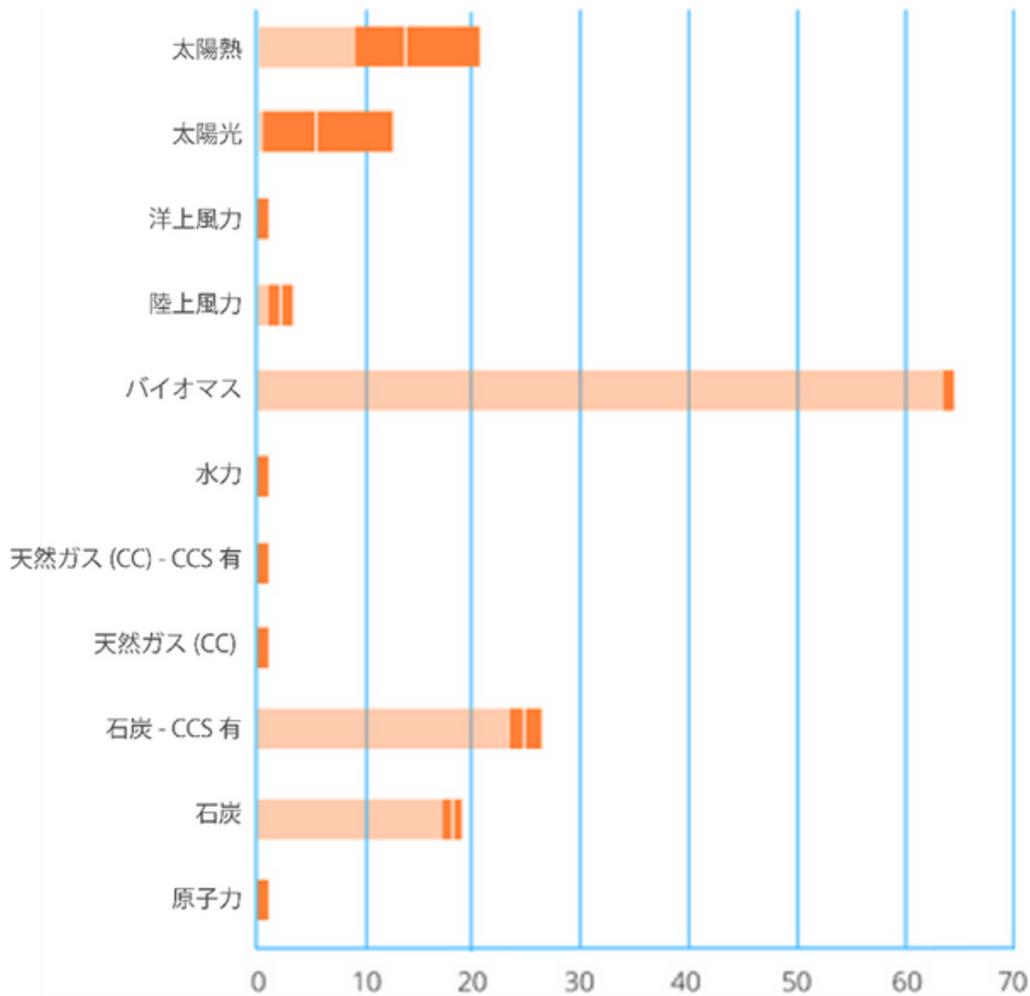


市場割引率7%での発電コスト (US\$2013/MW-h) . 棒グラフは低い見積もり、中央値、高い見積もり (International Atomic Energy Agency, 2017)

に成功している（世界原子力協会, 2023）。

SMR（Small modular reactor: 小型モジュール炉）には、いくつかの点で原子力の経済性を改善する可能性がある。SMRはサイズが小さく、工場で作ってからの現地に輸送できるため、建設コストが削減できる（Murakami, 2022）。このアプローチは、標準化された生産と合理化された製造工程を可能にし、規模の経済をもたらす（Murakami, 2022）。

多くの国が、原子力エネルギーを国家送電網に統合し、クリーンで安価な電力を供給することに成功している。例えば、フランスは原子力エネルギーに大きく依存しており、電力の70%以上が原子力によるものである（IEA, 2021）。原子力のおかげで、フランスは先進国の中で国民1人当たりの排出量が最も少ない国となっている（IEA, 2021）。フランスの電気料金は、EUで最も高い電気料金にもかかわらず、EUの平均を下回っている（IEA, 2021）。



必要なライフサイクル土地占有率 (m-年/MW・h)



# 水供給と農業における原子力

原子力による海水淡水化は、淡水資源が限られている地域の水不足に対する潜在的な解決策となる（Shatilla, 2020）。逆浸透や多段フラッシュ蒸留などの海水淡水化プロセスでは、原子力エネルギーを熱源として利用し、海水から塩分や不純物を分離する。この方法は、持続可能な清浄水源を提供し、従来の淡水源への負担を軽減することで、水供給の安全保障を促進する。ブラジル、中国、スペイン、アラブ首長国連邦で採用されている。

さらに、原子力技術は水資源管理にも一役買っている。同位体トレーサーや核を利用したセンサーは、地下水の埋蔵量や水文システムにおける水の動きを正確に評価する（Vystavna, 2022）。この情報は、水の安全保障に不可欠な水配分や保全計画への情報提供に役立つ。

核由来のSIT（sterile insect technique：無菌昆虫法）は、昆虫害虫を対象とした、環境に優しい害虫管理方法である。化学殺虫剤には広範囲に及ぶ効果があり、例えば花粉媒介者や天敵などの非標的生物を意図せず殺してしまう（国際原子力機関，日付不明）。SITの場合、化学殺虫剤とは異なり、昆虫がSITに耐性を持つことはなく、この技術は人体に有害な化学物質を使用しない（国際原子力機関，日付不明）。

最後に、食品に制御された放射線量を照射することで、有害な微生物を除去し、食中毒のリスクを低減することができる。食品照射として知られるこのプロセスは、公衆衛生を促進するだけでなく、各国の衛生要件を満たすことで国際貿易を促進する。気候変動に直面する中、食品照射は賞味期限を延ばし、食品廃棄物を減らし、水、エネルギー、土地資源を節約する（国際原子力機関，2015）。さらに、このプロセスは栄養価、味、食感を大きく変えることはない（国際原子力機関，2015）。



## 医療における原子力

核医学は放射性核種を使用することで、がん、心臓病、神経疾患など様々な病状を診断・治療している（IAEA，2017）。毎年、世界中で4,000万件以上の核医学処置が安全に実施されている（IAEA，2017）。これらの手技には画像診断技術が含まれ、放射性トレーサーと呼ばれる少量の放射性物質を用いて診断し、特定の臓器の機能性に関する情報を提供する。

核医学のもう一つの種類は放射線療法で、乳がん、前立腺がん、肺がんなど様々な種類のがんを治療するために高エネルギーの放射線を使用する治療技術である。がん細胞を死滅させる高エネルギー放射線の発生には放射性同位元素が使用される（Mayo Clinic，2023）。これらの核医学はすべて、生活の質と寿命の改善に役立っている。

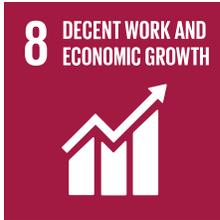


## 産業における原子力

自動車製造、鉄鋼生産、電子機器製造、消費財生産などの産業は、重機械、産業機器、組立ラインの円滑な稼働を確保するため、安定した電力供給に依存している。原子力発電所は信頼性が高く、24時間365日稼働可能で、天候の変動にも強い。

電力以外にも、放射性同位元素は様々な産業用途に使用されており、コバルト60やセシウム137は材料の非破壊検査に使用されている。同位体はまた、物質の密度、厚さ、含水率を測定する核計にも使用されている。これらは、建築材料の品質と完全性を保証するために、建築、土木、鉱業で広く使用されている。

原子力発電所（SMRを含む）は、プロセス熱を利用した電気以外の用途にも利用できる（国際原子力機関，2021）。一部の原子炉は水素の生産もサポートしているため、現在水素の大部分を生産しているCO<sub>2</sub>排出量の多い化石燃料発電所に代わるクリーンな選択肢となる（英国王立協会，2020）。電気と非電気用途のエネルギーのコージェネレーションは、プラント全体の熱効率を改善し、廃熱を減らして経済性を向上させる。



# 原子力は雇用と経済成長を生み出す

原子力産業は、雇用創出と経済成長に不可欠な役割を果たし、短期的・長期的な雇用と経済的利益をもたらすことができる

(NICE Future, 2022)。調査によると、原子力発電所で創出される直接雇用の数は、電力1ギガワット当たり400人から1,000人の間である。

フランスやアメリカなどの国々では、原子力発電所の労働者は再生可能エネルギー部門の労働者よりも3分の1多く稼いでいる。

世界原子力協会の元シニア・アドバイザーであるフィリップ・コストス氏は、

「風力発電と同様に、原子力発電も建設中は発電所周辺や地域経済に雇用をもたらしますが、運転中は、原子力発電だけが地域経済や地域経済に重要かつ持続可能な雇用をもたらします」と述べている

(Watson, 2022)。

国際的な新規原子力発電所プロジェクトは、現在、許認可取得と高度な計画段階にある。その結果、今後数年間は、世界の原子力産業向けの材料、部品、サービスに対する需要が急増することになる(米国エネルギー省, 2020)。米商務省は、原子力製品、サービス、燃料の世界市場を、今後10年間で5,000億~7,400億ドルと見積もっている(米国エネルギー省, 2020)。

韓国は、原子力産業の成長と経済発展の相関関係を示す代表的な例である。韓国の原子力部門への投資は、エンジニアリング、製造、建設における進歩に拍車をかけ、原子力産業に利益をもたらし、輸送や物流などの部門にもプラスの波及効果をもたらした。さらに、原子力産業の成長は強固な国内サプライ・チェーンの構築を刺激し、鉄鋼メーカーから電気機器プロバイダーに至るまで、さまざまな専門サプライヤーの出現を促した。

国	原子力発電容量 (GWe)		直接雇用数	間接雇用数	誘発雇用数	原子力部門の総雇用数
フランス	63		125,000	114,000	171,000	410,000
韓国	18		29,400	36,700	27,400	93,500
アメリカ	98		70,000		430,000	500,000

原子力計画による国全体の雇用創出 (NICE Future, 2022)

# 参考文献

Eash-Gates, P. K. (2020). Sources of cost overrun in nuclear power plant construction call for a new approach to engineering design. *Joule*, 2348-2373.

International Atomic Energy Agency. (2015). *Manual of Good Practice in Food Irradiation*. Vienna.

International Atomic Energy Agency. (2017, April). Retrieved from <https://www.iaea.org/sites/default/files/nuclear-medicine-for-diagnosis-and-treatment.pdf>

International Atomic Energy Agency. (2017). *Nuclear Power for Sustainable Development*. Vienna. Retrieved from <https://www.iaea.org/sites/default/files/np-sustainable-development.pdf>

International Atomic Energy Agency. (2021). *Technology Roadmap for Small Modular Reactor Deployment*. Vienna.

International Atomic Energy Agency. (2023). *First Global Stocktake - International Atomic Energy Agency Submission*. Vienna.

International Atomic Energy Agency. (2023). *Power Reactor Information System*. Retrieved from [pris.iaea.org/pris/](https://pris.iaea.org/pris/).

International Atomic Energy Agency. (n.d.). *Sterile insect technique*. Retrieved from <https://www.iaea.org/topics/sterile-insect-technique>

International Energy Agency. (2019, May 28). *Cumulative CO2 emissions avoided by global nuclear power in selected countries, 1971-2018*. Retrieved from <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/cumulative-co2-emissions-avoided-by-global-nuclear-power-in-selected-countries-1971-2018>

International Energy Agency. (2021, November). *France 2021*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/france-2021>

# 参考文献

International Energy Agency. (2022, June). Nuclear Power and Secure Energy Transitions. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-and-secure-energy-transitions>

International Energy Agency. (2023, May). Retrieved from World Energy Investment 2023: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>

Kharecha, P. A. (2013). Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power. *Environmental science & technology*, 4889-4895.

Mayo Clinic. (2023, April 20). Radiation therapy. Retrieved from <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/radiation-therapy/about/pac-20385162>

Murakami, T. &. (2022, September 27). Small Modular Reactor (SMR) Deployment: Advantages and Opportunities for ASEAN. Retrieved from Economic Research Institute for ASEAN and East Asia: [https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/RPR-2022-10/Small-Modular-Reactor-\(SMR\)-Deployment-Advantages-and-Opportunities-for-ASEAN.pdf](https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/RPR-2022-10/Small-Modular-Reactor-(SMR)-Deployment-Advantages-and-Opportunities-for-ASEAN.pdf)

NICE Future. (2022). Nuclear Energy-Providing Power, Building Economies.

Ritchie, H. (2022, June 16). How does the land use of different electricity sources compare? Retrieved from Our World in Data: <https://ourworldindata.org/land-use-per-energy-source>

Shatilla, Y. (2020). 7 - Nuclear desalination. In *Nuclear Reactor Technology Development and Utilization* (pp. 247-270). Woodhead Publishing Series in Energy.

The Royal Society. (2020). Nuclear cogeneration: civil nuclear energy in a low-carbon future. London.

U.S. Department of Energy. (2020). Restoring America's Competitive Nuclear Energy Advantage. Washington, D.C.

United Nations Economic Commission for Europe. (2022). Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources. Retrieved from [https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA\\_3\\_FINAL%20March%202022.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf)

# 参考文献

Vystavna, Y. (2022, March 22). World Water Day 2022: Making Invisible Visible – Using Nuclear Techniques to Assess and Manage Groundwater in Critical Situations. Retrieved from International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org/newscenter/news/world-water-day-2022-making-invisible-visible-using-nuclear-techniques-to-assess-and-manage-groundwater-in-critical-situations>

Watson, N. &. (2022, April 14). Towards a Just Energy Transition: Nuclear Power Boasts Best Paid Jobs in Clean Energy Sector. Retrieved from International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org/newscenter/news/towards-a-just-energy-transition-nuclear-power-boasts-best-paid-jobs-in-clean-energy-sector>

World Nuclear Association. (2023, June). Nuclear Power in South Korea. Retrieved from <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx>

World Nuclear Association. (2023, May). Nuclear Power in the World Today. Retrieved from <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>



原子力は重要なクリーンエネルギー源である。

# N4Cについて

Nuclear for Climate はパリでのCOP21開催後、2015年に共同設立されたイニシアチブである。世界各地から150を超える団体、専門家、科学者、熱意あるボランティアが集まり、政策立案者や一般市民に対して原子力について教育する機会を与え、エネルギー転換や気候変動緩和のためのカーボンフリーエネルギーとしての解決策の一つとして役立つ場合に原子力の利用を奨励することを目的としている。

---

## Contact

[netzeroneedsnuclear.com](http://netzeroneedsnuclear.com)

 @nuclear4climate\_

 @nuclear4climate

 @nuclear4climate

 Nuclear for Climate