

気候変動ぜい弱性研究会報告書「原発は気候危機に耐えられるか」2023年10月の要約的紹介とコメント

岡本良治^{*1}

{要旨}

- ・気候変動への基本的対策は影響の緩和(mitigation)と、適応(adaption)の両方が必要であると言われている。
- ・当該報告書の主題は気候変動に対する原発の脆弱性の批判的分析であり、本邦初ではあるが、新しい側面に光りを当てていると思われる。

§1 関連する情報

<原発と気候変動(気候危機)をめぐる従来の論点>

原発は気候変動、特に緩和方策として、有効性がどの程度あるか、またはメリットとデメリットはどうか、であった。

<本報告は、原発を利活用した場合、気候変動(気候危機)にどの程度、適応できるかを分析している>

- ・「原発による発電容量を世界で3倍」！？に抗議の声続々 緊急共同プレスリリース「原発は気候変動対策にならない」2023.12.4

<file:///C:/Users/Public/Desktop/Skype.lnk>

§2 報告書の概要

- ・松久保 肇 (NPO 法人原子力資料情報室) による概要報告 {松久保 20231208}
- ・著者グループ：原発の気候変動脆弱性研究会
鮎川ゆりか (千葉商科大学名誉教授、CUC エネルギー株式会社 取締役)
大島堅一 (龍谷大学 政策学部 教授、原子力市民委員会座長)
蓮井誠一郎 (茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科 教授)
川井康郎 (プラント技術者の会)
松久保 肇 (原子力資料情報室事務局長)
オブザーバー 山口 幸夫 (原子力資料情報室共同代表)

1 原発への気候変動の影響—本報告書の概観—

1.1 前提 原発からのCO2 排出量

表 1-1 原子力発電所から排出されるCO2 排出量

表 1-2 再生可能エネルギーと原発のCO2 排出量比較

1.2 気候変動が与える原発への影響

図 1-1 気候変動がもたらす環境変化と原発に与える影響

気候変動はどのようにして原発に影響を与えるのか。

- 1 つ目は原発施設への直接の影響、
- 2 つ目は原発事故時の影響の深刻化、
- 3 つ目は原発が存在する社会環境そのものへの影響。

表 1-3 原発導入を検討・計画・開始した国々

1.3 本報告書の構成

2 原発派気候変動対策に効果的な選択枝かー経済性の観点からー

2.1 稼働までの期間

図 2-1 非化石電源ごとの計画から稼働までの期間

図 2-2 原発の着工から稼働までの期間 (2001~2022)

2.2 CO2 削減効果

2.3 コスト

図 2-3 電源別発電コスト

図 2-4 電源別 CO2 削減費用

2.4 削減ポテンシャル

図 2-5 緩和オプションの概要と、2030 年におけるコストと可能性の 推定範囲

2.5 脱炭素電源としての原発

図 2-6 PWR 型原発のステージ別 CO2 排出量 (g-CO2/kWh)

表 2-1 既知のウラン埋蔵量のウラン含有量別割合

図 2-7 ウラン採鉱・製錬に伴うウラン品位別 CO2 排出量

図 2-8 ウラン採鉱・製錬に伴う将来の CO2 排出量推計

表 2-2 世界の原発設備容量推計

2.6 まとめ

- 1) 気候変動対策に取りうる選択枝は複数存在し、原発はその中の 1 つのオプション。
- 2) 気候変動対策が喫緊の課題である以上、費用対効果の観点は非常に重要である。
- 3) 原発はコストが高く、時間がかかりすぎ、気候変動対策たり得ない。
- 4) また、原発のライフサイクル CO2 排出量は現時点では低く評価されているが、将来も低いかどうかは疑問である。特にフロントエンドにおける CO2 排出量は将来、ウラン品位の低下に伴い大幅に増加する可能性が高い。

3 原発の安全性を脅かす気候危機への影響

3.1 世界は東日本大震災をどう見たか

3.1.1 はじめに

3.1.2 求められる原発の気候変動脆弱性に関する安全対策の国際基準

MIT 報告『世界の原子力発電所の気候変動に対する脆弱性』(2019 年) {MIT2019};

- ・気候変動関連の災害、特に沿岸にある原発は高潮や暴風嵐などにより Fukushima 級の事態が起こることは考え得る。殊に 1960 年代に建設された古い原発では。
- ・気候変動関連異常気象により原発の受けた影響事例紹介
- ・【結論】 こうした原発への悪影響を免れるためには国際協調が必要
 - IAEA が音頭を取り、気候変動から原発を守る国際基準を作る
 - 各国の原発の導入状況が異なるため、事業者が取り組めないなら、各国政府がやる
 - それも無理なら、IPCC が基準を作るべき

3.1.3 気候変動の影響で運転停止に追い込まれる原発

3.1.4 高まる気候変動による異常気象の中で、原発の経済性は？

コラム 原発と二つの冷却方程式 @p. 24

3.2 海面上昇

3.2.1 IPCC の警告

3.2.2 米国国防総省 (DOD) は 2010 年から気候変動リスク分析・対策強化を行っている

図 3-1 IPCC 第 6 次評価報告書で使用される 5 つの例示的なシナリオの下での地球規模の気候変動に関する主な指標

3.2.3 原発と海面上昇

3.2.4 使用済み核燃料プールは海面上昇でどのような影響を受けるか

3.3 水温上昇の影響

@p. 19

「IPCC 第 6 次評価報告書によると、陸上の平均気温は産業革命前に比べて 1.07℃の上昇だが、海面の水温はそれより低く、0.88℃上昇とされている。 **しかし陸上の河川や湖などの温度は海水より高い。それにより、原発は大いなる影響を受けている**ことは、すでに述べた。WMO (世界気象機関) は、2023 年 1 月 12 日に「2015 年からの 8 年間は史上最も暑い年だった」と発表し 47、そのうち 2016 年が最高で、2019 年、2020 年がトップ 3 である。2022 年も暑かったがエルニーニョ現象で多少気温が低めになった。しかしヨーロッパでは 2022 年夏が史上最も暑い夏であったと EU の地球観測機関コペルニクス気候変動サービスが伝えている 48。春の後半と夏に気温が高くなると同時に、雨が降らず、土壌が乾き、ヨーロッパ南部、中央部は干ばつに見舞われ、飲料水が配給される事態となった。夏、特に 8 月にかけて、気温が 40℃になる日々が長期間続く熱波に 4 度も見舞われた。年間を通して観測史上 2 番目に暖かい年であった。そのため、フランスでは深刻な電力不足に陥った。フランスは電力の 7 割ほどを原発に頼っている。」

p. 20

「2022 年、通常は電力輸出国であるフランスが年間で初めて電力の輸入国となり、ドイツなどの隣国から電力を輸入せざるを得なかった。」

そのドイツでもライン川が干上がり、冷却水として使えないだけでなく、船の航行も難しくなり、石炭火力発電所へ石炭を運び込めなくなった。ドイツは水の消費量の半分が原発や化石燃料の火力発電の冷却水に使われている。また水位が低くなった水力発電所も発電ができなくなった。」

「一方、原発から再生可能エネルギーに替えているスウェーデン（水力、風力など）やドイツ（太陽光発電、風力など）は逆にフランスに電力を輸出することになった、とエネルギー経済財政分析研究所（IEEFA）のフランク・バス氏は記事で書いている。氏は「フランスの原発トラブルは、再生可能エネルギーを多様を持つことの必要性を示している」と書き、原子力が今後頼れる電源ではないこと、多様な再生可能エネルギーの組み合わせを持つことの必要性を説いている。」

<関連する分析>

「フランスのエネルギー政策は22年に試練を迎えました。発電比率の7割を占める原子力発電は、熱波による河川の水温上昇で冷却水を十分に確保できず、定期点検や腐敗による運転停止も重なり、全面的に稼働ができなくなりました。原子炉全56基のうち最大21基が一時停止したことで、22年の原発の発電電力量は282テラワット時（TWh）を記録し、過去10年平均の395TWhを大きく下回りました。

原発不調は、ヨーロッパ有数の電力輸出国としてのフランスの地位を揺さぶります。フランスは送電線網の接続に有利な地理的位置にあり、周辺諸国（ドイツ、ベルギー、スペイン、イタリア、英国、スイス）と約50の電力の相互接続点があります。しかし、国内発電量の低迷に伴い、フランスから周辺諸国（特にドイツ）への電力輸出量が著しく低下しました」〔高橋 2023〕

3.4 冬の豪雪と原発

p. 20

「気温上昇に伴い、空気中の水蒸気は増える。それは気温上昇により河川や海水の温度が上がり、それらが水蒸気になって大気に含まれることになるからである。大気は気温が高いほど水蒸気を大量に含むことができる。それが夏だと大雨をもたらす、台風やハリケーンの際の降雨量を増やし、気温が氷点下になると雪となる。そのため日本だと日本海、米国では五大湖、メキシコ湾が関係して、巨大ハリケーンや豪雪をもたらしている。」

p. 21

「気候変動が進むとこれらの大雪は増えるのだろうか。気象庁気象研究所の川瀬宏明氏によると、一冬に降る雪の全体量は減るが、北海道や北陸地域で、短時間に大量の雪が降る「ドカ雪」は増えるかもしれない、とのことだ58。」

p. 22

「この「ドカ雪」は近年、毎年起きていて、記憶に新しいところでは、新潟県での記録的大雪により、2022年12月19日から長岡市などの国道8号と17号が通行不能の立往生になった。これは21日午前8時に渋滞が解消し、通行止めが解除されるまで26時間程続き、現場から5人が病院に搬送された59。ここで懸念されるのは、こうした事態のもと、新潟県柏崎市・刈羽村にある柏崎刈羽原子力発電所に何かあったときに、誰も避難もできず、また発電所を救出するために発電所へ向かうことすらできないのではないか、ということである。」

「住民は大雪との複合災害時の避難を懸念しているが、対策は見えてない63。」

p. 23

「日本海側には新潟県の柏崎刈羽原発（100万kW以上7基）を始め、石川県には志賀原発2基、福井県にはかつて「原発銀座」と呼ばれた若狭湾沿岸に美浜3号、大飯3-4号、高浜1-4号、敦賀2号機の合計8基があり、さらに廃止措置中の原発が、高速増殖炉もんじゅを含め7基ある70。島根県には島根12号機があり、総勢26基もある71。迫りくる気候変動による極端現象で豪雪が発生した中、電源喪失などにより原発事故が起きた場合に、避難路がなくなることは、非常に不安な事態と言えよう。」

3.5 結論：日本の原発は気候変動の影響を考慮せず、安全性を保つ適応策を取っていない
4 新規制基準における気候変動

p. 25;

「実用発電用原子炉に係る新規制基準には将来の気候変動への対策を義務付けるような規定はない。

「但し、設備に損傷を与える可能性のある外部事象として地震（第四条）、津波（第五条）、その他の外部からの衝撃（第六条）を考慮すべきとしている。更に第六条では、想定される自然現象として「洪水」「風（台風）」「竜巻」「凍結」「降水」「積雪」「落雷」「地滑り」「火山の影響」「生物学的事象」「森林火災」等が挙げられている。そして、これら事象の発生時においても施設の安全機能が損なわれてはならないとされている。また、想定されるべき外部事象の規模として、原子力施設毎にそれぞれ「基準地震動」（第四条）と「基準津波」（第五条）が設定されると共に、第六条に挙げられた自然現象については「過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を踏まえて、適切に予想される」ものとしている。」

4.1 対象となる自然現象

4.2 温暖化に関連する自然現象の現状想定と対策

4.2.1 津波と高潮

4.2.2 強風と竜巻

4.2.3 その他の自然事象に対する考慮

4.3 まとめ

p. 26;

以上より、現行の規制や設計の基準は、設計時点における最大外部衝撃予測値に対して安全機能が損なわれない設備を求めているだけのものであり、温暖化や異常気象による将来的なリスクは、設計余裕を除いては考慮されていない。

将来リスクとしては以下のような事象が考えられる。

- 想定を超える強風、遡上津波高さ、豪雪といった外部事象の襲来 26
- 設備の老朽化に伴う強度劣化、機能劣化による対策の不全化
- 地盤沈下による相対的な海面上昇 ➤ 海水温度上昇による受容範囲を超えた発電効率の低下
- 発電設備周辺における障害の発生。例えば、避難ルート、資材・人員の輸送ルート、外部電源設備（送電線、変電所など）、等々
- 地震、ならびにこれら事象の重畳

5 気候安全保障と原発—その論理と対策としての原発の有効性の検討—

5.1 背景としての気候変動予測の研究結果

図 5-1 世界平均気温の変化の歴史と最近の温暖化の要因

5.2 気候安全保障という考え方

p. 29;

気候変動が世界的に注目を浴び、その影響が広く認識されるようになると、「気候安全保障(climate security)」という表現が 2005 年頃から国際政治を含む様々な場面で用いられるようになってきた。ただしここでの「安全保障(security)」は伝統的な考え方である軍事的な国家安全保障(national security)よりも広い含意をもつ。その意味で、気候安全保障は 80 年代の安全保障の再定義の議論がもたらした「新しい安全保障論」あるいは「批判的安全保障論」のひとつだといえる。

気候変動が安全保障上の脅威と認識される背景には、問題を安全保障化

(securitization)することによって政治的に注目を集めたり、予算や資源を獲得したり、2005 年当時は気候変動対策に後ろ向きだったアメリカを動かそうという思惑が働いた面もあったと考えられる。だが何よりも重要なのは、気候変動が**安全保障上の脅威の要素である「人為性」「能力」「意図」**について、その要件が揃ってきたことにある。

「人為性」については、前述の通り IPCC の評価報告書が「疑う余地がない」としたことが重要である。また**「能力」**についても同じ IPCC の評価報告書（とくに第 2 作業部会 (WG II)）が広範で深刻な影響、即ち加害能力を詳細に描き出している。**「意図」**については**「未必の故意」**が成立することで認められる。「未必の故意」とは、それを確定的な結果として認識あるいは求めてはいないが、その発生の蓋然性を認識しながらも、

原因となる行為を行うことである。現在では、IPCC などの努力で気候科学が進歩したことにより、GHG の排出は気候変動につながるということが世界的に明らかになった。そこでたとえ気候変動を望まずとも、排出を続けたり増やしたりすることは、その主体が気候変動という結果発生を予測しながらも許容していることを示す。それは法的には故意に気候を変動させようと意図しているのと同じ責任が成立すると考えられる。これらのことから、GHG 排出による気候変動は、軍事的侵略と同様に安全保障上の脅威としての要件が備わったことになる 74。

気候安全保障の概念自体は、その後も世界で研究が続き、亀山・小野によると 2020 年段階の論文では様々な文献で提示された気候安全保障概念の定義から、次の表 5-1 のように整理できるとされている 79。

表 5-1 気候安全保障の 4 種類の定義

定義の分類	何を脅威としているか	何を脅威から守ろうとしているか	安全保障のための手段
長期的かつ不可逆的な地球規模変化	温暖化や気候変動等の地球規模の変化	地球、人類、生態系	温室効果ガス排出量の削減（緩和策）
個人への短期的かつ突発的なリスク	地域あるいは個人レベルでの異常気象やそれに付随する様々な損失・損害	人々の日常生活や、その前提となる食料やエネルギー等基本的な物資の安定供給	適応策、レジリエンス構築
紛争や暴力の根源的要因	人々の移住等、人の対立の原因となるもの	民族等、人の基本的まとまり	社会不安につながる諸要素の除外
軍事力や防衛力への影響	海面上昇等の長期的変化、および、異常気象等突発的事象	国土、軍事施設、防衛施設	防衛その他軍事的体制分野での適応策

5.3 安全保障上の脅威としての気候リスクの考え方

5.4 気候変動緩和策としての原発の有効性

図 5-3 2000 年以後に原子力施設に影響した出来事

図 5-4 国ごとの近い期間（2021-2040 年）から長期（2081-2100 年）における沿岸部の原発 サイトでの予測される海面の変化

図 5-5 いくつかの原子力施設の所在地周辺への最も重要な環境変化についての全球的な概観

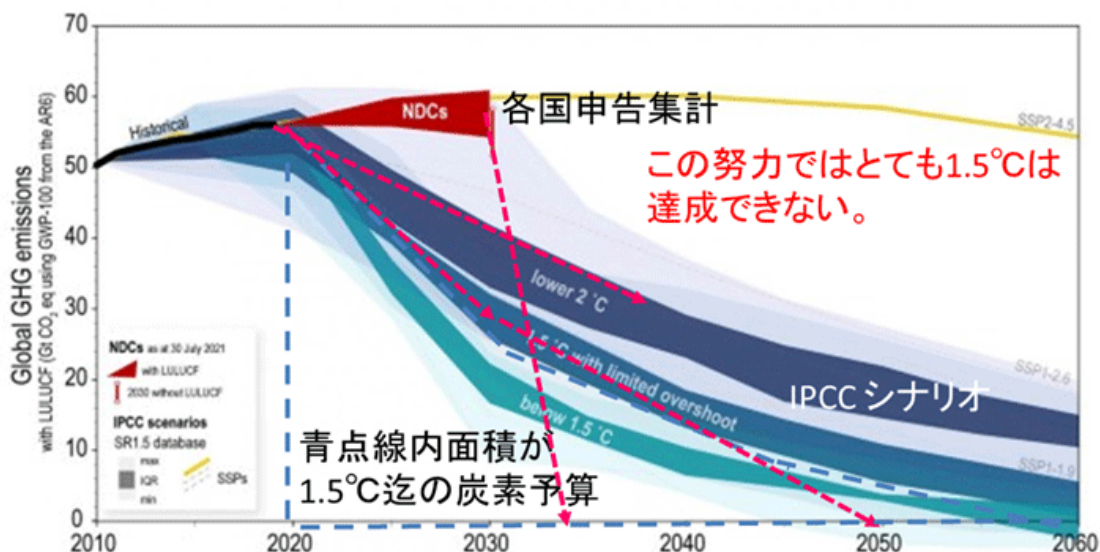
図 5-6 気象現象による原発の停止状況（プラント所在地別）

「このように日本の原発は①強い気候ストレスが将来待ち受けており、それには海面上昇のように超長期にわたるものも含まれる。②曝露される範囲は広がっており、様々な自然現象に対処していく必要性が増している。③新規規制基準の枠組みに沿っても、原発の気候変動対策の実施には非常に複雑な作業が必要で、困難を極めることから、**原発の気候リスクはこれから増大する傾向にあるとみるべきであろう**。その結果、停止のリスク、事故のリスク、労働者や公衆被ばくのリスク、環境汚染のリスクは増大していき、地域、ひいては国家レベルでかえって安全保障上のリスクをもたらすこととなる。」

「このような気候安全保障リスクを緩和するには、気候変動そのものを緩和することが有効であるが、**このままではそれは極めて難しいことは、IPCC 評価報告書などから日本の国立環境研究所が作成した図 57 からも明白である g。**」

g 国立環境研究所地球環境研究センターニュース 2022 年 5 月号 (URL : https://cger.nies.go.jp/cgernews/202205/37_8001.html) (2023/03/25 アクセス) より図 1 を引用。注釈のない原図は UNFCCC/PA/CMA/2021/8 の Figure 9。

図 5-7 1.5°C 脱炭素世界に向かっているだろうか



- ・113ヶ国2010から2030年へ12%増加、191ヶ国全部では16%増
- ・16%の増加は、科学の警告とはとても相いれない。
 - ・IPCC指摘:1.5°Cへは2030年 CO₂排出45%削減が必要
 - 2.0°Cへは 25%
- ・70ヶ国が今世紀半ばあたりの炭素中立達成を目論む。この時2030年には26%減を目指すことになる。
- ・今すぐの減少がなければ、21世紀終わりには2.7°Cの上昇

図 5-8 原子力と再生可能エネルギーの発電ミックスにおけるシェアと IPCC AR6 を通じて対応するシナリオ

5.5 新たな原発へのリスクとしての戦闘行為

p. 40

「原子力発電を使うためには、その社会に様々な前提条件が必要となる。本稿はその中でも気候変動を中心に広義の安全保障の視点から扱った。しかし、狭義の安全保障が担保されない中で原発を稼働し増設しそこに依存していくということは、その国にとっての脆弱性を高めることになる。ウクライナでは開戦後も、各種発電所へのロシア軍の攻撃は続き、多くのウクライナ国民が電力不足と冬の寒さに苦しんだ。」

「気候変動対策は喫緊の課題であり、かつ非常に長期にわたる課題でもある。目前の電力不足だけを見て対応すれば、長い将来にわたるリスクを背負うこととなる。IPCC の AR6 の統合報告書 (SYR) の警告を最後に示す。

C.1 気候変動は、人類のウェルビーイングと惑星の健康 (プラネタリー・ヘルス) を脅かすものである (確信度が非常に高い)。すべての人にとって住みやすく持続可能な未来を担保するための機会の窓は急速に狭まっている (確信度が非常に高い)。気候変動にレジリエントな開発は、万人のための持続可能な開発を進めるための適応と緩和の統合、また特に脆弱な地域、セクター、グループに対する適切な財源へのアクセス改善を含む国際協力の増進、そして包括的ガバナンスと協調した政策によって可能となる (確信度が高い)。この 10 年間に実施される選択と行動は、現在および数千年にわたり影響を与えるだろう (確信度が高い) 98。」

6 結論

p. 41;

政府は原子力の利点にばかり目を向けているが、本報告書で確認してきた通り、複数ある脱炭素電源の一つとされる原発は、コストが高く、時間がかかる。

さらに、気候変動の激化とともに、原発の利用環境、ひいては安全性も損なわれていく。また、将来的にはウラン資源に依存する原子力の CO2 排出量が増加する可能性もある。つまり、現実には、原子力の利点とされているものは幻想にすぎない。電源開発には比較的短時間で運転開始できる太陽光発電でさえ、ある程度の時間を要する。政府は原発再稼働と原発新設を推進する方針だが、原発再稼働には 10 年超、数千億円のコストと時間を要する。原発新設には 1 基あたり 1 兆～2 兆円のコストと 20 年の時間を要する。それだけのコストと時間をかけて運転開始した時には原発の発電に伴う CO2 排出量が非常に多くなっていた、となってしまうと取り返しがつかない。

原発には多くのリスクが存在しており、巨額の資金と時間を投じて原発を推進することは温暖化対策として合理的ではない。他に相対的に安価かつ短期間で導入できる脱炭

素電源がある中、原発を推進することは、他の対策を遅らせることにもつながり、カーボンニュートラルの実現を困難にする。少なくとも、原発を推進する前に、本報告書が指摘した多くの論点を検証するべきである。

§3 コメント(議論)

- ・ 原発推進側は「脱炭素電源として原発+再エネ」を主張、
- ・ 脱原発派（・反原発派）の多くまたは少なくない部分は「人為起源の気候変動」論に懐疑的で、「脱原発・再エネ」を主張する人々が多数であると思われる。

<しかし>

- ・ 原発推進派(または中間派)から「原発を利活用せず、再エネだけで気候危機に対処できるか、間に合うか？」と批判（または疑問）が出されるであろう。

<ではどうするか？>

- ・ 脱原発(または原発ゼロ)+省エネ+再エネ+産業構造の脱炭素化など) という主張がより説得力が強いのではないかと思われる。

- ・ 省エネで年2兆ドルの削減可能 既存の技術導入で、ダボス会議(世界経済フォーラム 2024 @Davos, Switzerland)

今後、再生可能エネルギーの導入拡大が見込まれるが、世界のエネルギー需要の増加には追いつかない可能性が高いとした上で「エネルギー利用効率の向上という需要家側の対策強化が、気候変動対策のパリ協定の目標達成に不可欠だ」{共同 20240118}{世界経済フォーラム 2024}

<やむを得ず、原発を利活用する場合、最低の前提条件の修正が必要>

- 1) 原子力規制基準に気候変動対策を明示的に取り入れ、修正された規制基準で再審査すべきである。
- 2) 原発事故に対する深層防護概念(深層防護思想)に気候変動対策を明示的に取り入れて再構築するべきである。

{参考文献、ホームページ URL}

{高橋 2023} 高橋雅英 (中東調査会 主任研究員)

原発再建と脱ロシアへ フランスエネルギー政策の歴史 エネルギー基礎知識⑥

Wedge Online, 2024/01/11

<https://wedge.ismedia.jp/articles/-/32638>

{共同 20240118} 省エネで年2兆ドルの削減可能 既存の技術導入で、ダボス会議 共同通信、2024/01/18。

<https://nordot.app/1120643216511550113>

{世界経済フォーラム 2024} 世界経済フォーラム

「エネルギー対策で経済成長、年 2 兆ドル節約、温室ガス削減へ 世界の CEO が発表」

2024 年 01 月 12 日

[https://jp.weforum.org/press/2024/01/enerugi-de-2-doru-gasu-he-n
oceaoga/](https://jp.weforum.org/press/2024/01/enerugi-de-2-doru-gasu-he-n
oceaoga/)

{報告書 202310} 気候変動ぜい弱性研究会報告書「原発は気候危機に耐えられるか」

<https://cnic.jp/50004>

{松久保 20231208} 松久保 肇 (NPO 法人原子力資料情報室) 原発の気候変動ぜい弱性研究会報告書 原発は気候危機に耐えられるか 2023 年 12 月 8 日。

[2bcde83d7d45eca9df7f13c4c894a108.pdf \(cnic.jp\)](#)

{MIT2019} Sarah M. Jordaan, Afreen Siddiqi, William Kakenmaster, Alice C. Hill; The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power. *Global Environmental Politics* 2019; 19 (4): 3-13. doi: https://doi.org/10.1162/glep_a_00527