

CCNE連続オンライントーク
「原発ゼロ社会への道」2022 第11回

気候変動対策として 原発は最悪の選択

2022年12月13日

東北大学 東北アジア研究センター・同大学院環境科学研究科教授

明日香壽川

asukajusen@gmail.com

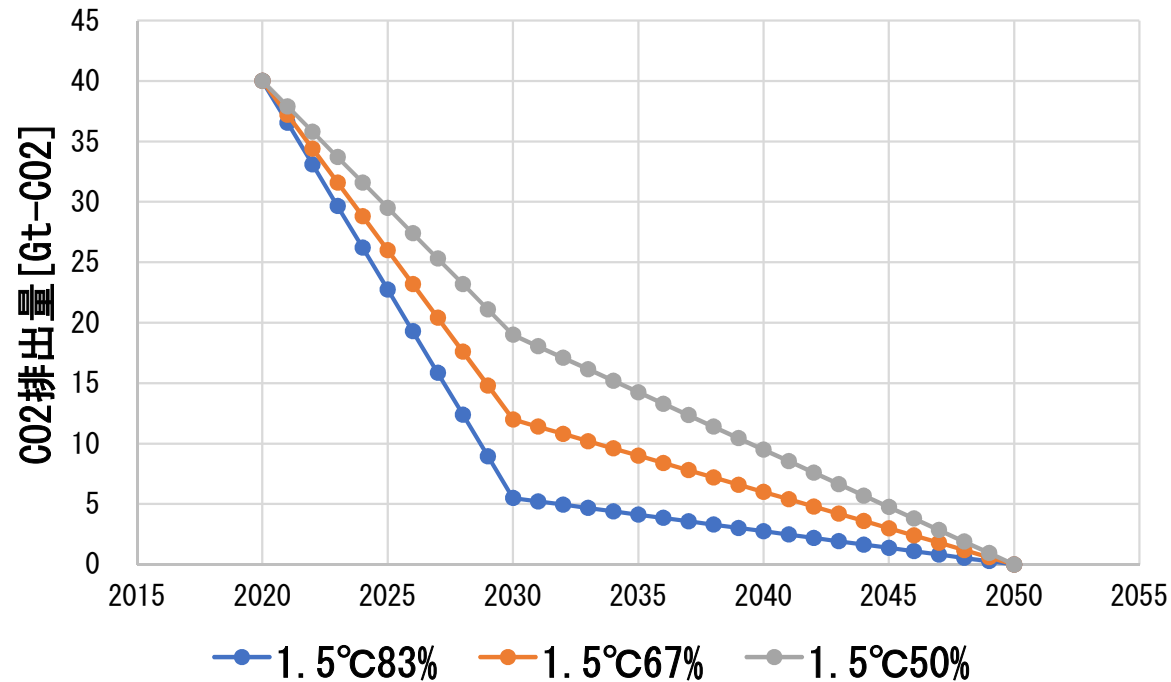
内容

1. 早急な温室効果ガス排出削減の必要性
2. GX実行会議の背景および温室効果ガス排出削減策としての原発の非合理性
3. 日本版グリーン・ニューディール（レポート2030）
4. まとめ

1. 早急な温室効果ガス排出削減 の必要性

1.5°C目標達成の排出経路

IPCC AR6 1.5°Cの排出経路
(カーボン・バジェット)



→ 「脱炭素」や「2050カーボンニュートラル」は
ミスリーディング

日本の今の目標（2030年に2013年比で46%削減）は、1.5°C目標に全く整合していない

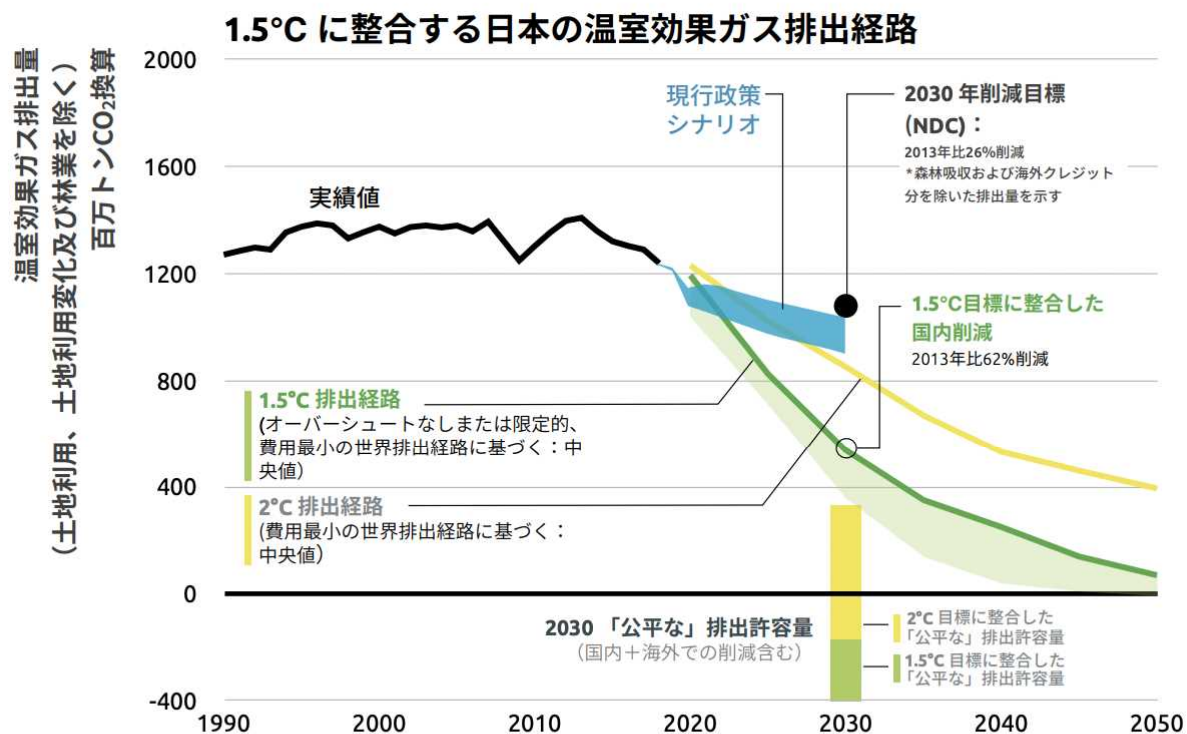
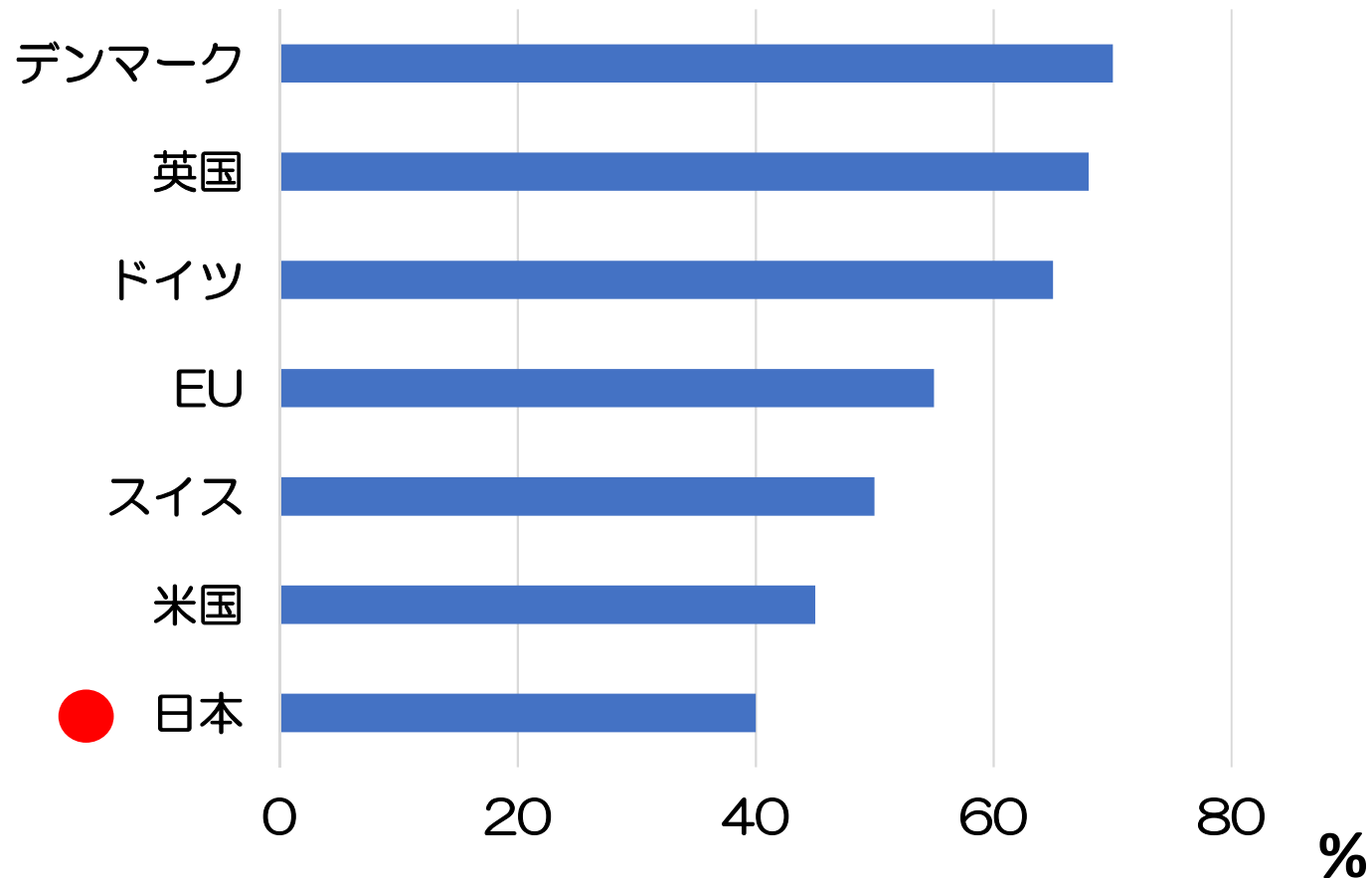
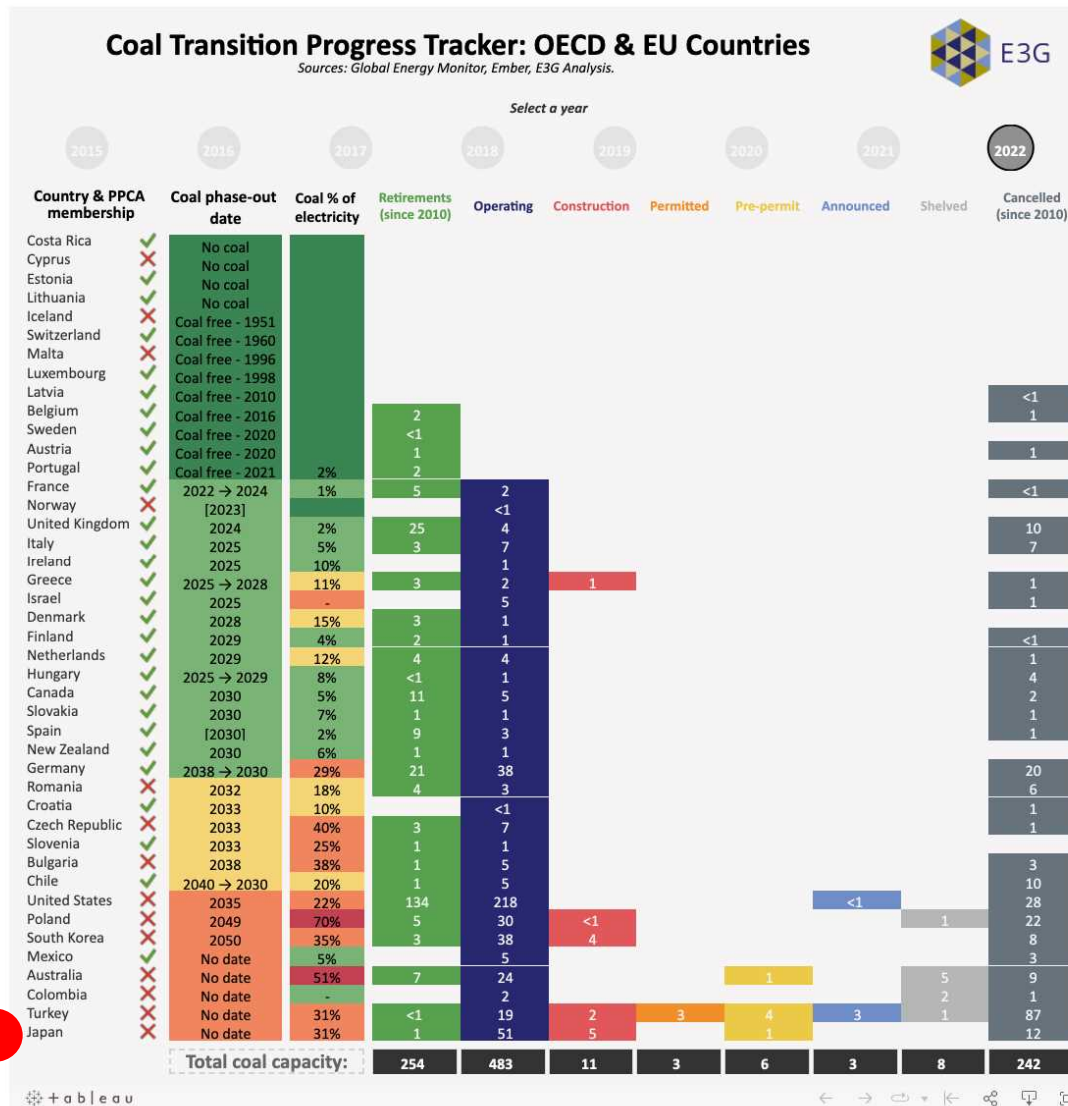


図1: 1.5°C目標に沿った、世界全体での最小費用シナリオと整合する日本のGHG排出経路(土地利用、土地利用変化および林業(LULUCF)を除く)。過去の排出実績値(1990-2018)、現行のNDC(LULUCFおよび海外削減分を除く)、現行政策シナリオ下の排出見通し並びに2°C目標と整合した排出経路も示す。
出典: クライメート・アクション・トラッカー (近日公表; 2020c)

各国の2030年CO₂削減目標 (1990年比)

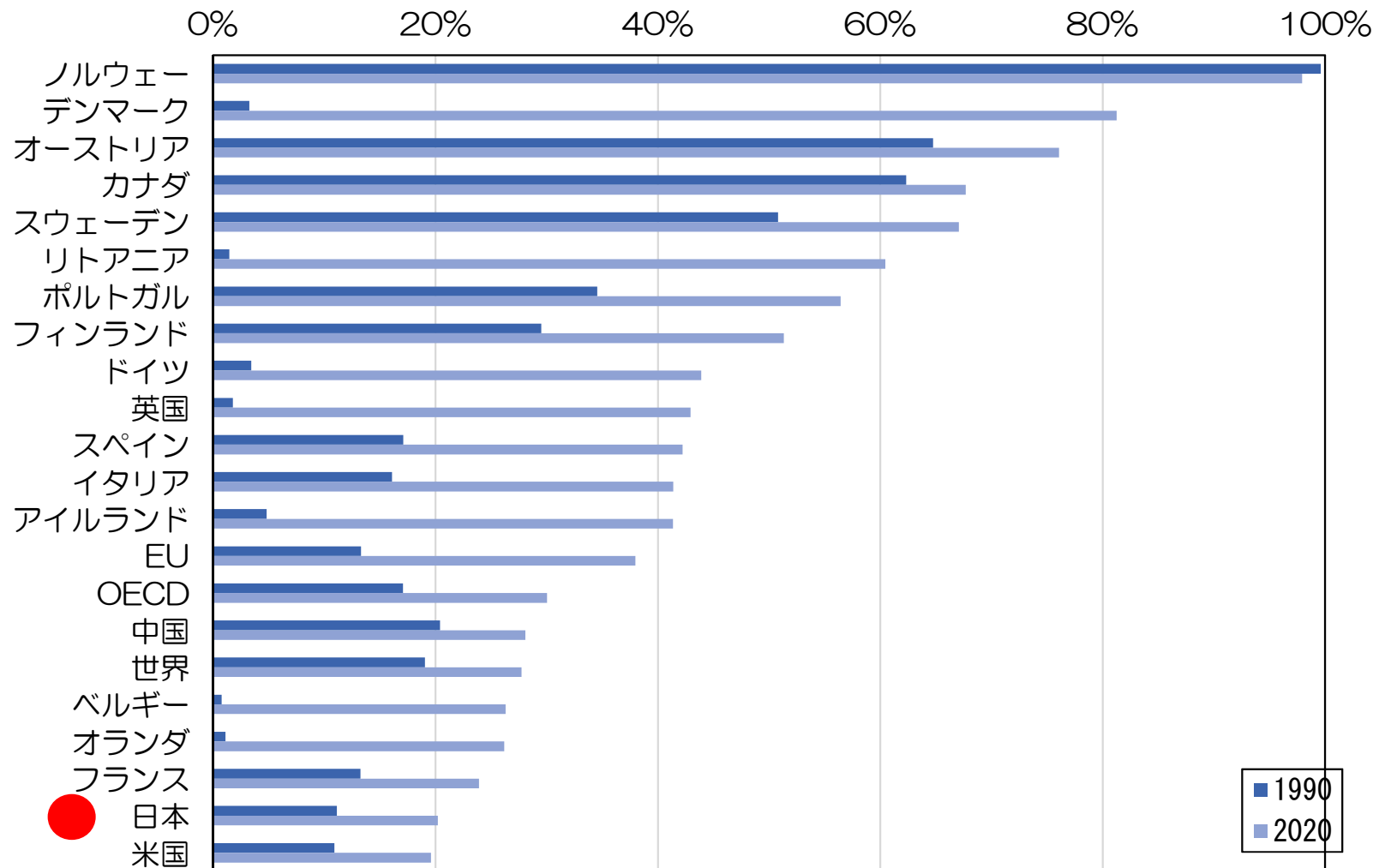


石炭火力転換ランキング



13 Apr. 2022

世界の再エネ電力割合 (1990-2020)



今のままでは、日本は2030年46%削減（2013年比）も達成できない

- 2030年46%削減（2013年比）に整合する第6次エネルギー計画では石炭火力の割合は19%。
- しかし、政府機関である電力広域的運営推進機関（OCCTO）の「2022年度供給計画の取りまとめ」によれば、2031年度の電源構成は石炭火力の割合は32%（Japan Beyond Coal 2022）
- 政府は、（現状を客観的に鑑みると）すでに2030年目標を（すら）放棄している

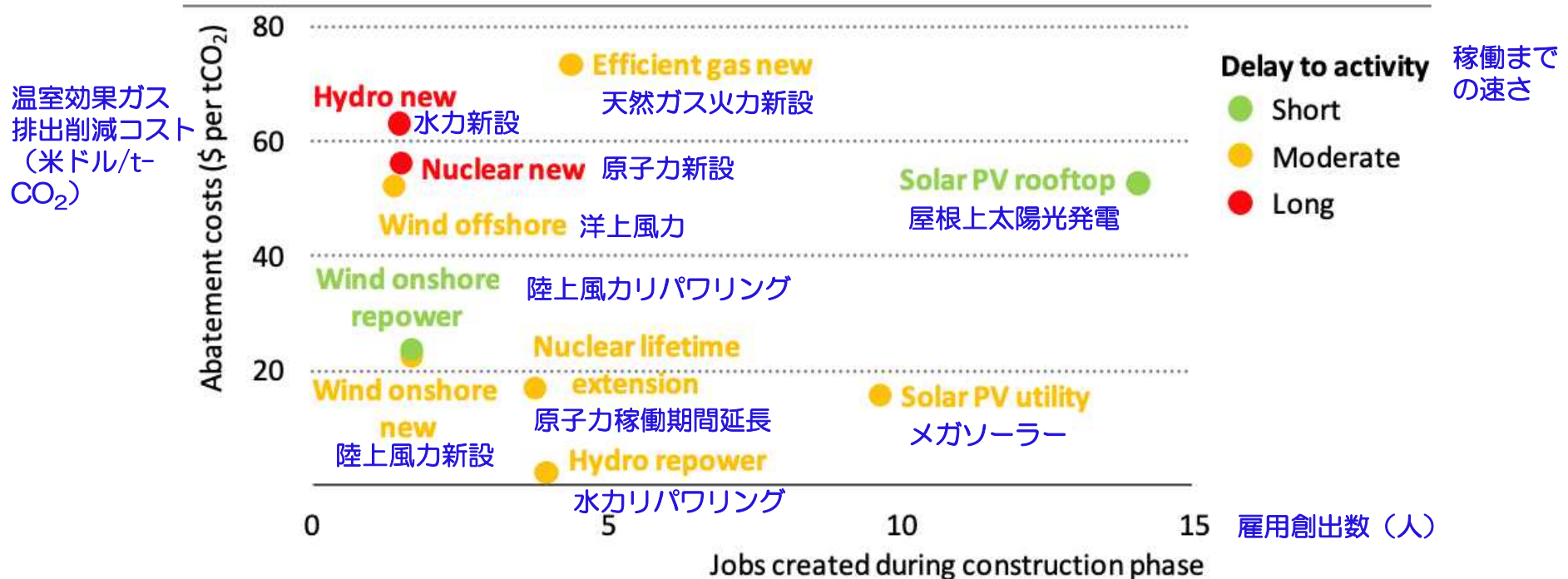
2. GX実行会議の背景および温室効果ガス排出削減策としての原発の非合理性

GX実行会議での岸田首相発言（8/24）

- 背景には、EUタクソノミー、韓国の政権交代、戦争、ドイツの状況、電力需給バランス問題、3年間国政選挙なしなど。米インフラ抑制法成立もあるかも
- 短期の話と中長期の話が混合（メディアも問題）
- ミスリーディングな「次世代革新炉」→革新軽水炉は欧州で建設中の第三世代プラスで次世代（第四世代）ではない。小型モジュール炉も昔からある技術
- 官邸と永田町・霞ヶ関の原発推進派の判断だろうけど、まあ、火事場泥棒的
- 関連予算確保や業界維持などには重要

再エネ・省エネによる温室効果ガス排出削減は安くて速くて雇用創出大きい

Figure 2.3 ▶ Job creation per million dollars of capital investment in power generation technologies and average CO₂ abatement costs

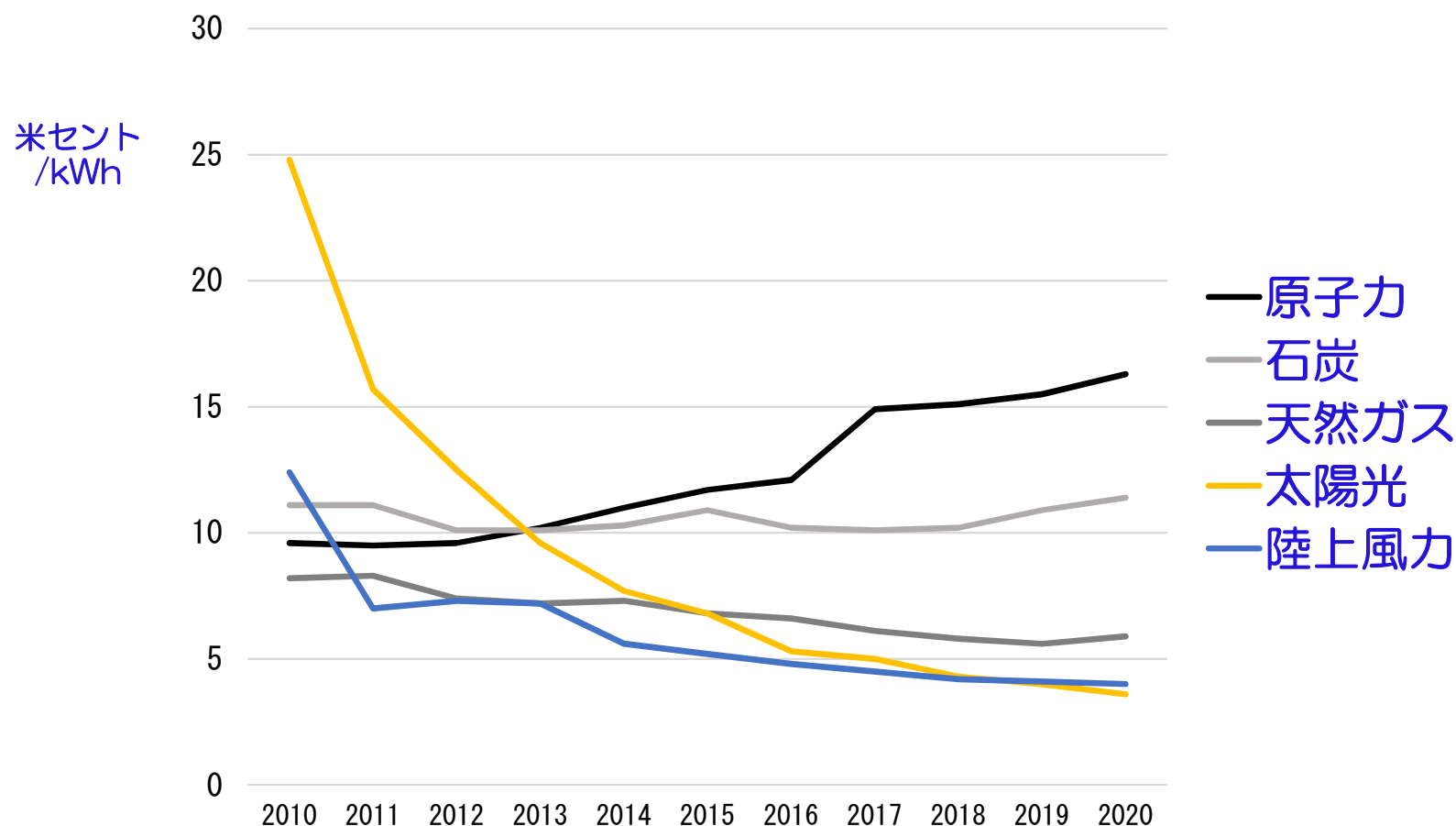


New solar PV and wind have low abatement costs, as do nuclear lifetime extensions and repowering existing wind and hydro facilities; solar PV provides the largest boost to jobs.

Note: Avoided CO₂ emissions calculated based on displacing coal-fired generation, global averages shown.

原発や石炭火力は高いというのが世界の常識

発電エネルギー技術のコスト比較（米国）



出典：米国のエネルギー関連投資会社Lazardの各年版データ

米政府機関の米エネルギー情報局 (EIA) も毎年そのような数値を公表

2022年発電エネルギー技術のコスト比較 (米国)

Table 1b. Estimated unweighted levelized cost of electricity (LCOE) and levelized cost of storage (LCOS) for new resources entering service in 2027 (2021 dollars per megawatthour)

Plant type	Capacity factor (percent)	Levelized capital cost	Levelized fixed O&M ^a	Levelized variable cost	Levelized transmission cost	Total system LCOE or LCOS	Levelized tax credit ^b	Total LCOE or LCOS including tax credit
Dispatchable technologies								
Ultra-supercritical coal	85%	\$52.11	\$5.71	\$23.67	\$1.12	\$82.61	NA	\$82.61
Combined cycle	87%	\$9.36	\$1.68	\$27.77	\$1.14	\$39.94	NA	\$39.94
Advanced nuclear	90%	\$60.71	\$16.15	\$10.30	\$1.08	\$88.24	-\$6.52	\$81.71
Geothermal	90%	\$22.04	\$15.18	\$1.21	\$1.40	\$39.82	-\$2.20	\$37.62
Biomass	83%	\$40.80	\$18.10	\$30.07	\$1.19	\$90.17	NA	\$90.17
Resource-constrained technologies								
Wind, onshore	41%	\$29.90	\$7.70	\$0.00	\$2.63	\$40.23	NA	\$40.23
Wind, offshore	44%	\$103.77	\$30.17	\$0.00	\$2.57	\$136.51	-\$31.13	\$105.38
Solar, standalone ^c	29%	\$26.60	\$6.38	\$0.00	\$3.52	\$36.49	-\$2.66	\$33.83
Solar, hybrid ^{c,d}	28%	\$34.98	\$13.92	\$0.00	\$3.63	\$52.53	-\$3.50	\$49.03
Hydroelectric ^d	54%	\$46.58	\$11.48	\$4.13	\$2.08	\$64.27	NA	\$64.27
Capacity resource technologies								
Combustion turbine	10%	\$53.78	\$8.37	\$45.83	\$9.89	\$117.86	NA	\$117.86
Battery storage	10%	\$64.03	\$29.64	\$24.83	\$10.05	\$128.55	NA	\$128.55

出典：USEIA (2022)

米エネルギー情報局は2010年時点で 2016年には風力の方が原子力より安い としている

2010年発電エネルギー技術のコスト比較（米国）

Plant Type	Capacity Factor (%)	U.S. Average Levelized Costs (2009 \$/megawatthour) for Plants Entering Service in 2016				Total System Levelized Cost
		Levelized Capital Cost	Fixed O&M	Variable O&M (including fuel)	Transmission Investment	
Conventional Coal	85	65.3	3.9	24.3	1.2	94.8
Advanced Coal	85	74.6	7.9	25.7	1.2	109.4
Advanced Coal with CCS	85	92.7	9.2	33.1	1.2	136.2
Natural Gas-fired						
Conventional Combined Cycle	87	17.5	1.9	45.6	1.2	66.1
Advanced Combined Cycle	87	17.9	1.9	42.1	1.2	63.1
Advanced CC with CCS	87	34.6	3.9	49.6	1.2	89.3
Conventional Combustion Turbine	30	45.8	3.7	71.5	3.5	124.5
Advanced Combustion Turbine	30	31.6	5.5	62.9	3.5	103.5
Advanced Nuclear	90	90.1	11.1	11.7	1.0	113.9
Wind	34	83.9	9.6	0.0	3.5	97.0
Wind – Offshore	34	209.3	28.1	0.0	5.9	243.2
Solar PV ¹	25	194.6	12.1	0.0	4.0	210.7
Solar Thermal	18	259.4	46.6	0.0	5.8	311.8
Geothermal	92	79.3	11.9	9.5	1.0	101.7
Biomass	83	55.3	13.7	42.3	1.3	112.5
Hydro	52	74.5	3.8	6.3	1.9	86.4

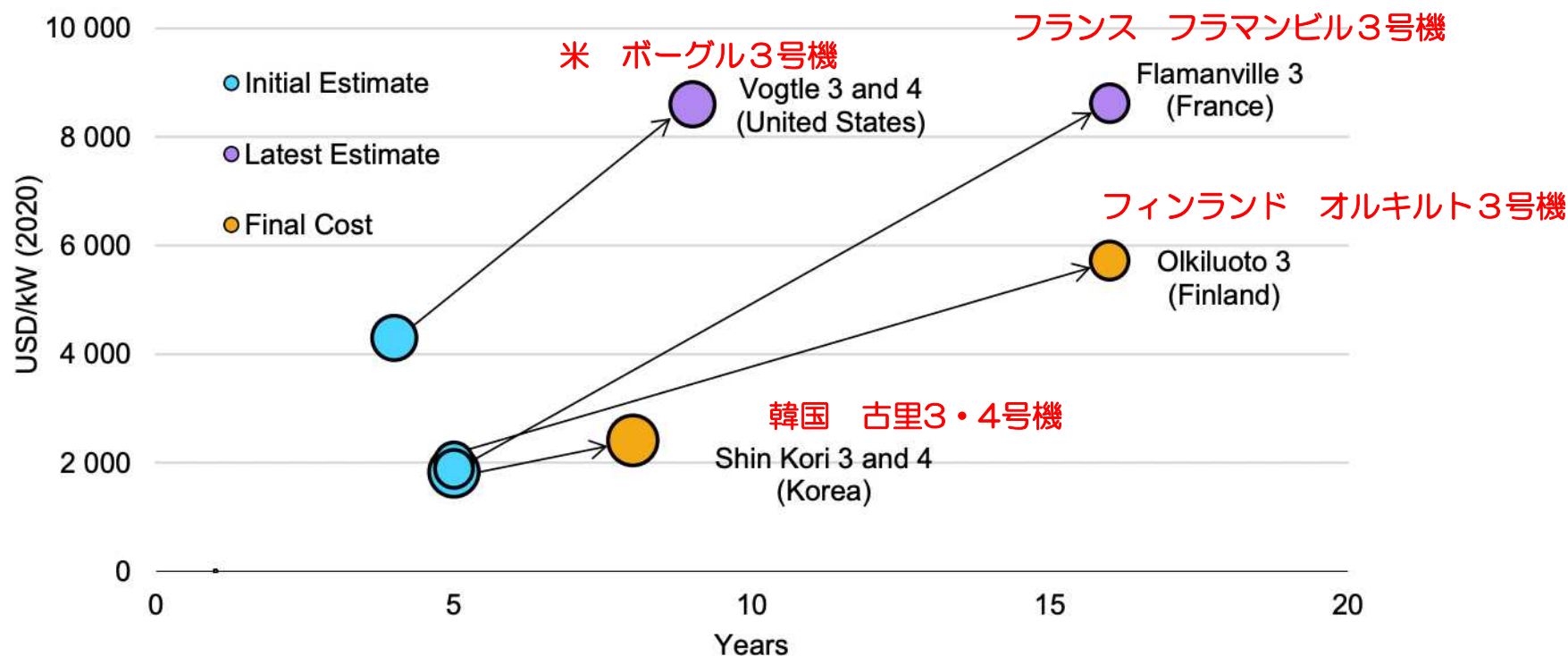


出典：USNRC
(2011)

原発は、基本的に（常に）建設コストが上方修正され工期は延長

工期延長およびコスト上昇事例

Overnight cost and construction times for selected recent nuclear projects



IEA. All rights reserved.

Source: Nuclear Energy Agency (2020), [Unlocking Reductions in the Construction Costs of Nuclear](#).

出典：IEA（2022）

小型モジュール炉 (SMR)

- 一番進んでいるのが米NuScale社で77メガワット6基建設中
- 2008年に「2015-2016年に稼働開始」と約束していたものの、現在は2030年に延期
- 日本の官民が出資（国際協力銀行132億円、日揮48億円、IHI不明）
- ユタ州などの48自治体が最終的な顧客候補（すでに27の自治体が契約しているが2024年まで契約破棄可能）

小型モジュール炉（SMR）（続き）

- 95%の稼働率が前提でコスト計算し、当初は58米ドル/MWhと主張。それにもかかわらず、稼働率を下げて需要に追従する柔軟性があると主張（矛盾）
- 最近、90-100米ドル/MWhになると修正
- 一方、再エネ+蓄電池は77米ドル/MWhまで低下（Makhijani 2022）
- 基本的に補助金頼み。日本の資源エネルギー庁（2022）によると、米政府は2013年以降530億円、2020年に今後10年間13.55億ドルの追加支援決定

小型モジュール炉（SMR）（続き）

- 2022年11月1日にユタ州ワシントン市の電力部門ディレクターは市の電力理事会で「経済競争力テストは恐らく不合格になるだろう」と説明（Hansen 2022）
- 2022年5月、スタンフォード大学グループが「発電電力量あたりの廃棄物は大型炉よりも2～30倍大きい」という研究結果をPNASという有名誌に発表（Lindsay et al. 2022。共著者の一人が前原子力規制委員会委員長）。反論は出ているものの議論は継続

大型炉とSMRに対する日本の代表的 専門家の意見

- 田中伸夫元国際エネルギー機関（IEA）事務局長：
「大型原子炉は再エネに対して競争力持たない」（朝日新聞2018年7月24日）
- 田中俊一前原子力規制委員会委員長：「（前略）、小型モジュール炉であっても、求められる安全性は従来の大型原発と同じだと指摘。経済性が成り立たないことは、中小型炉が長年実用化に至っていないことから明らかで、「電力会社は全く見向きもしないと思う」と述べた（後略）」（ブルーンバーグニュース2022年6月10日） <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-06-10/RD4T7ZDWRGG001>

原発新設発電コストと太陽光や風力の 新設発電コストとの価格差は数倍

米国の先進型軽水炉新設・補助金なしの場合

- 米投資会社Lazard：3～8倍（Lazard 2020）
- Bloomberg（世界の24,000以上のプロジェクトの実際のコストを追跡調査）：5～13倍（BNEF 2020）
- 米エネルギー情報局：2倍（EIA 2022）

原発は、温暖化対策として、高すぎ、 少なすぎ、遅すぎ、リスクありすぎ、 不確実すぎ

- 原発に投資すると、同じお金を再エネに投資した場合に比べてCO₂排出削減量は数分の1で、かつ、その排出削減は10数年後に実現
- その上に、事故リスク、攻撃対象リスク、核拡散リスク、廃棄物処理などの問題がある
- 雇用も生まない

→ゆえに、最低・最悪

ではなぜ原発？

原発建設には、下記のような温暖化対策や経済合理性を越えた理由がある

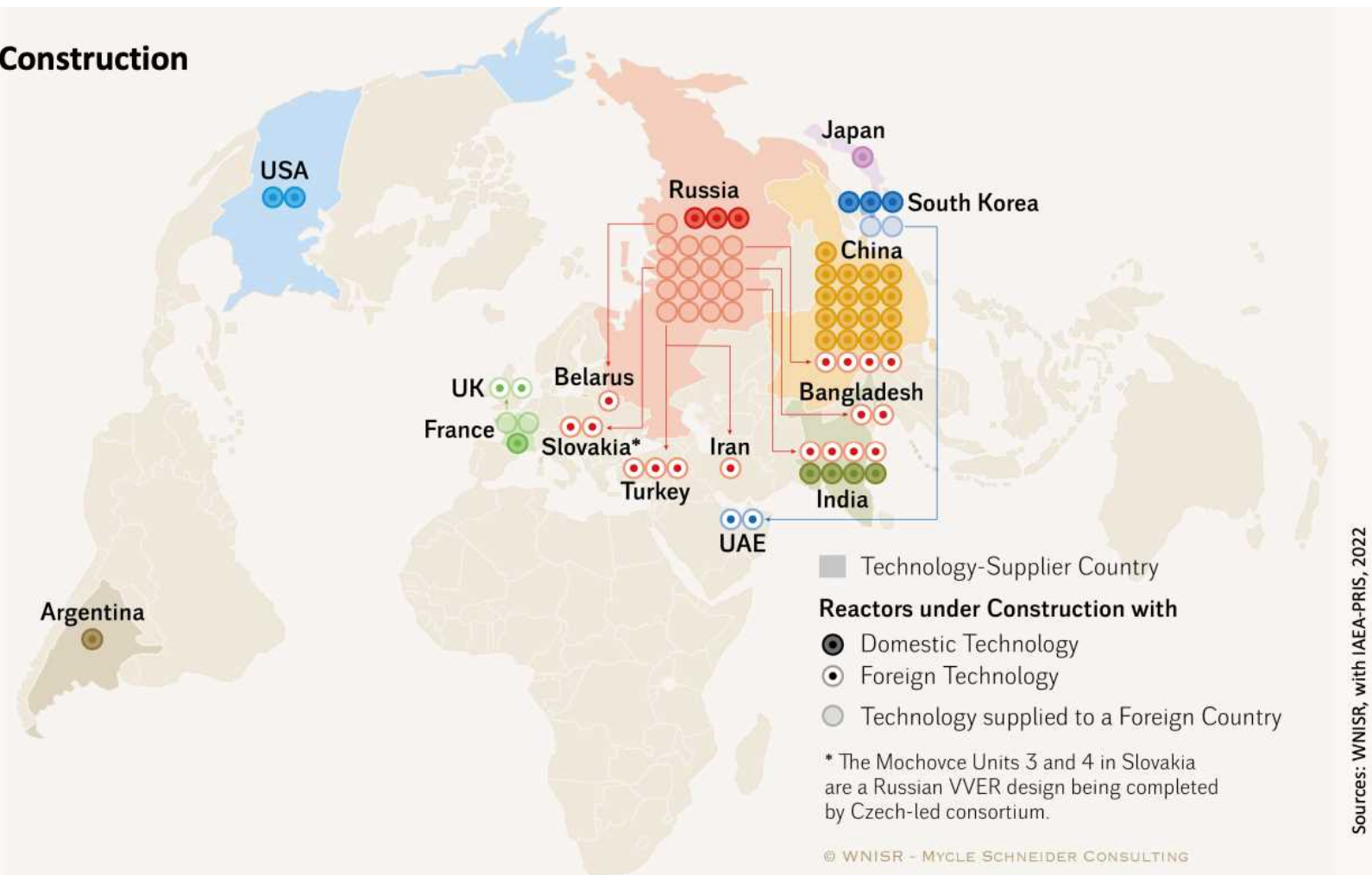
- 利権維持
- 火力発電維持
- 核兵器転用技術ポテンシャル維持
- 核兵器産業維持（原子力潜水艦開発なども）

今、原発を作っているのは中国とロシア

Nuclear Power Reactors Under Construction

By Technology Supplier Country

As of 1 July 2022



EUタクソノミーは死んだも同然

- もともとロシアのロビイングのもと、原発を入れたいフランスと天然ガスを入れたいドイツとの妥協の産物
- 原発反対国（オーストリア、ドイツ、ルクセンブルグ、ポルトガル、デンマーク）の一部やNGOは欧州司法裁判所に訴訟を予定
- 投資家も慎重
- ロシアのウクライナ侵略で、経済合理性が無いだけでなく、政治的にも困難になった

今冬の欧州原発保有国の憂鬱

- 今冬、原発がまともに動くかどうかで原発保有国であるフランス、スウェーデン、フィンランドの最大の心配事
- 例えば、フランスは、現在、59基ある原発のうちの20基が緊急点検で停止され、定期点検中の原発と併せて、現在合計29基が稼働停止中（2022年夏にはドイツから電力を輸入！）
- そもそも欧州の原発推進国は地震がない！

ドイツ原発廃炉延期に関する誤解

- 延期は来春まで
- 戦争という特殊事情
- 不足は電気でなく熱利用および産業利用の天然ガス
- ドイツ原発の核燃料棒はロシア製（来春まで利用可能）
- 原発を経営してきた電力会社自体が廃炉延期には反対（技術的に難しく経営的にも意味がない）
- 補助金を与えて廃炉を進めてきたのに、さらに補助金を与えて廃炉延期することは国民の理解も得られない

3. 日本版グリーン・ニューディール (レポート2030)



レポート 2030

グリーン・リカバリーと 2050 年カーボン・ニュートラルを
実現する 2030 年までのロードマップ



未来のためのエネルギー転換研究グループ

出典：未来のための
エネルギー転換研究
グループ（2021）

THE ROADMAP

20
30

A
GREEN RECOVERY
for
CARBON NEUTRALITY

メンバー

ダウンロード

内容

お問い合わせ

GREEN RECOVERY

2050年カーボン・ニュートラルを実現するためのロードマップ

<https://green-recovery-japan.org/>

4.まとめ

無駄にするお金や時間はない！

- 政府の2030年46%削減目標（13年比）は1.5度目標に整合性なく、それさえ目標達成を政府はほぼ放棄
- ゆえに、早急なエネルギー転換および温室効果ガス排出削減が必要
- 原発への投資は他の発電技術エネルギーへの投資と比較して排出削減量は小さくて、かつ排出削減は10数年後なので非合理的。ゆえに最悪の選択
- さらに、原発特有のリスクがあり、雇用も生まないので、**最低・最悪**
- 原発を選択する理由は誤解、利権、火力維持、核兵器転用ポテンシャル維持など

より良い代替案はあるけど特効薬はない

- 原発・化石燃料の代替案（再エネ・省エネ）の方が電気代が低下し、電力不足にもならない。GDP低下もなく、逆に雇用は全体的には増加（特に地方で増加）
- しかし、レポート2030にある代替案（13年比60数%）でも1.5度目標とは整合しない
- 基本的に、エネルギー転換や気候変動対策に特効薬はなく、すべての分野で再エネ・省エネ導入を進めるための政策を地道に策定・導入し、阻害するような政策を阻止・廃止していく必要がある（抵抗勢力は強い）

勝手に決めてしまおうGX実行会議と対抗するために

- とにかく原発は気候変動対策としても経済政策としてもデメリットしかなく、逆に気候変動対策を邪魔する存在であることを繰り返し強調すべき
- また、現在、日本では多くの新電力がつぶれて、再エネ市場が縮小し、電力自由化も不十分で、逆に寡占状態が進んでいることも国民に伝えるべき
- 労働組合との雇用転換に関する議論もできてない
- 研究としては、発電コストの再計算、原発・エネルギーに対する政府補助金の分析、地方版グリーンニューディールが重要

参考文献

- 明日香 壽川, 歌川 学, 甲斐沼 美紀子, 佐藤 一光, 槌屋 治紀, 西岡 秀三, 朴 勝俊, 松原 弘直 (2022) 「パリ協定およびグラスゴー気候協定の1.5°C目標の実現可能性をより高めるための日本の第6次エネルギー基本計画代替案」, 環境経済・政策研究, 2022 年 15 卷 1 号 p. 29-34

<https://press.un.org/en/2022/sgsm21285.doc.htm>

- 未来のためのエネルギー転換研究グループ (2021) 「レポート 2030 : グリーン・リカバリーと2050年カーボン・ニュートラルを実現する2030 年までのロードマップ」

<https://green-recovery-japan.org/>

- Bloomberg New Energy Finance(2021) by T. Brandily & A. Vasdev, “[2H2021 LCOE Update](#),” 21 Dec 2021 (subscriber content).
- Hansen L. (2022) Power Board Meeting for Washington City, Utah, 11/01/2022

<https://www.youtube.com/watch?v=-pJAokFacdQ>

- IEA (2022) Nuclear Power and Secure Energy Transitions From today’ s challenges to tomorrow’ s clean energy systems. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/0498c8b8-e17f-4346-9bde-dad2ad4458c4/NuclearPowerandSecureEnergyTransitions.pdf>

- IEA (2020) Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report.

<https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery/covid-19-and-energy-setting-the-scene#abstract>

- IRENA (2020) Post-COVID recovery: An agenda for resilience, development and equality.

<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Post-COVID-Recovery>

- Japan Beyond Coal (2022) 【ニュース】OCCTO電力供給計画を公表、2031年度に石炭32%を占める見通し

<https://beyond-coal.jp/news/occto-electricity-supply-plan2022/>

参考文献（続き）

- Lazard (2020) Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage - 2020

<https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/>

- Lindsay M. Kralla,1,2 , Allison M. Macfarlane, and Rodney C. Ewinga (2022) Nuclear waste from small modular reactors, PNAS 2022 Vol. 119 No. 23 e2111833119

<https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.2111833119>

- Makhijani Arjun (2022) Small modular reactors will not save the day. The US can get to 100% clean power without new nuclear, Utility Dive, Published Nov. 28, 2022

https://www.utilitydive.com/news/small-modular-reactor-smr-wind-solar-battery-100-percent-clean-power-electricity/637372/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%20Weekly%20Roundup:%20Utility%20Dive:%20Daily%20Dive%2012-03-2022&utm_term=Utility%20Dive%20Weekender

- USEIA (2011) *Annual Energy Outlook 2011*

<https://www.osti.gov/servlets/purl/1019039>

- USNRC(2011) Levelized Costs of New Generation Resources in the AEO 2011

<https://www.nrc.gov/docs/ML1202/ML12026A753.pdf>

- USEIA (2022) Levelized Costs of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2022, March 2022.

https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf

- 資源エネルギー庁2022「原子力産業をめぐる動向について」第13回原子力委員会資料第3号

http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryu2022/siryu13/3_haifu.pdf

- WNISR (2022) The World Nuclear Industry Status Report 2022

<https://www.worldnuclearreport.org/World-Nuclear-Industry-Status-Report-2022-870.html>