eシフト・「あと4年」セミナー

2030年温室効果ガスの大幅削減は脱原発と脱石炭で十分に実現可能

第6次エネルギー基本計画素案（7月21日発表）を傍目で見つつ

2021年7月27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

内容

1. 前提的な話
2. 日本の2030年原発ゼロ・石炭火力ゼロシナリオ
3. 再エネ・省エネ対策と影響の具体的なイメージ
4. まとめ

1. 前提的な話

言葉の定義が必要

脱原発？

脱石炭？

大幅な削減？

十分に実現可能？

今日のお話での定義

脱原発

→2030年原発ゼロ

脱石炭

→2030年石炭火力ゼロ

大幅な削減（？）

→2030年エネルギー起源CO_2を46%以上削減（2013 年比）
（ちなみに、エネ基素案は45%削減）

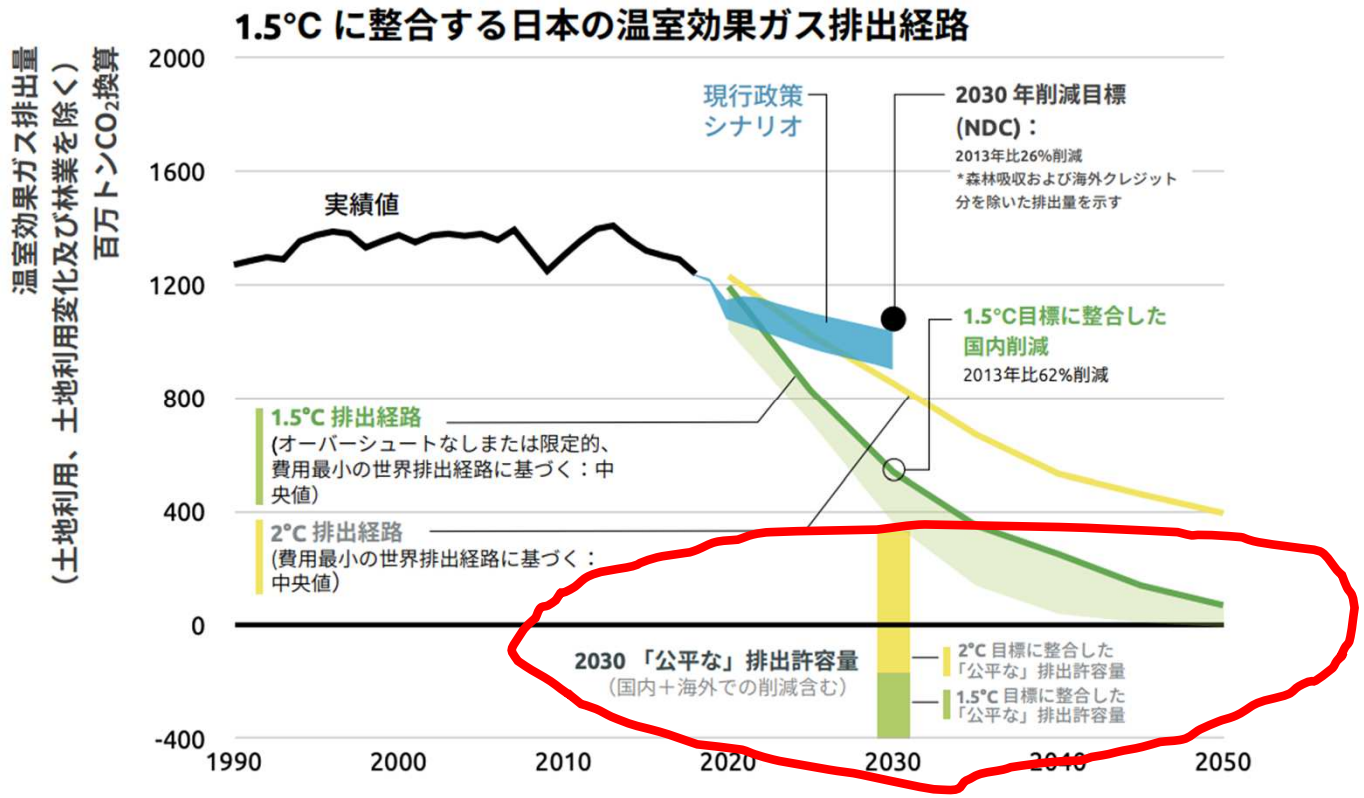
十分に実現可能

→上記を実現するシナリオの方が他のシナリオよりも経済性が同じ、あるいはより高い（発電コスト総額、発電コスト単価、エネルギーコスト、化石燃料輸入削減額、GDP、雇用）

→電力需給バランスが問題ない

46%削減に関する根本的誤解

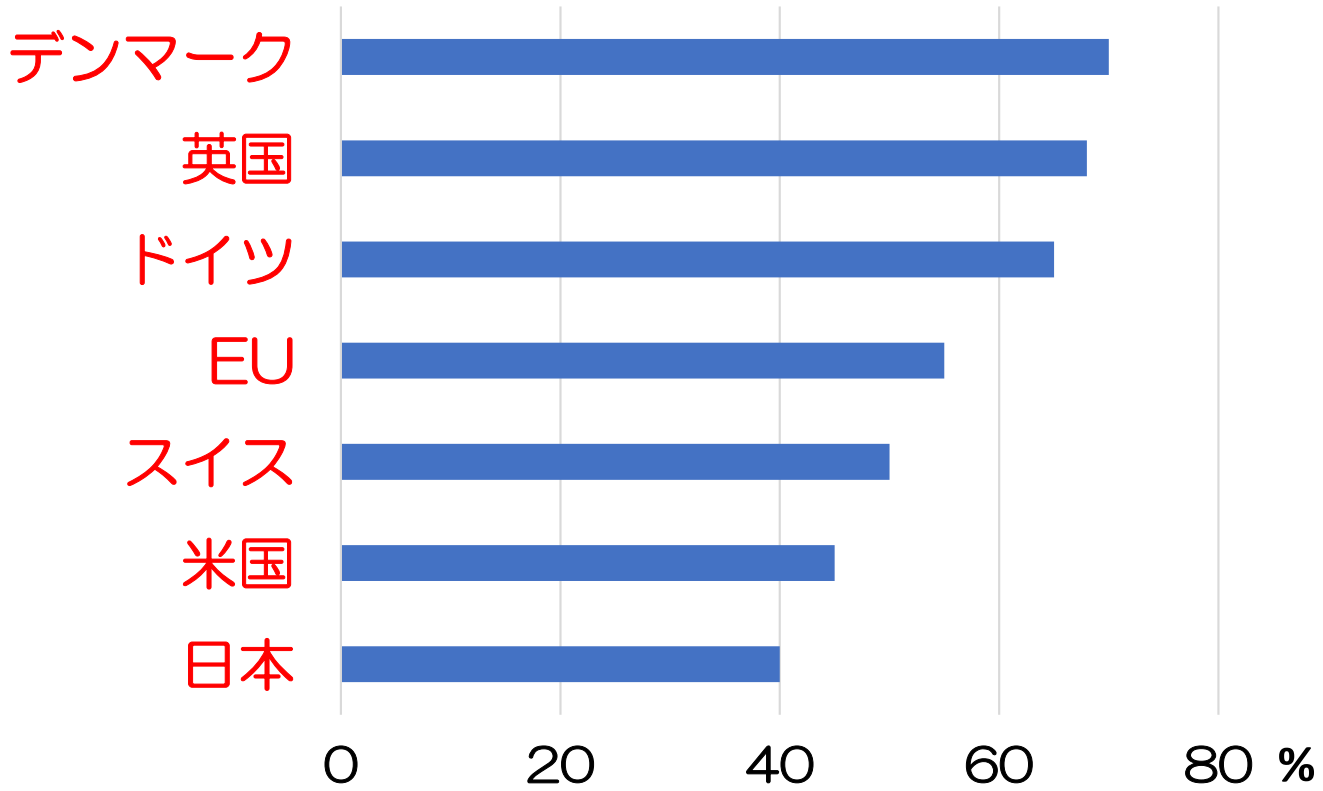
2030年46%削減（2013年比）というのは、公平性を考えると1.5度目標達成には全く不十分で、国際的にも見劣りがする



出典：Climate Action Tracker（2021）

日本の目標は他先進国に比べて非野心的

先進国の2030年CO_2排出削減数値目標の比較
（1990年比）



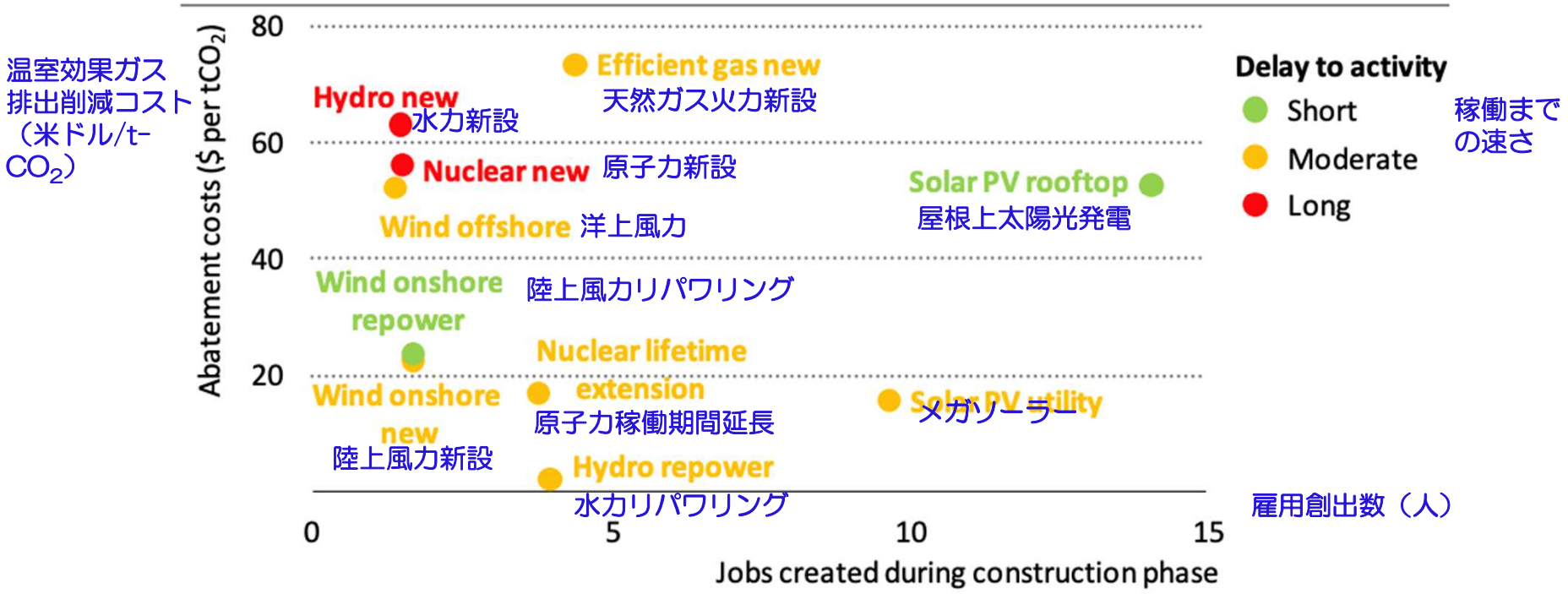
出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021b）

２項対立のフレーミング

1. 原発推進派（現状維持派）は「原発vs.温暖化」「原発vs.再エネ」「環境vs.経済」の２項対立のフレーミングを仕掛け、反対派の多くもそれに乗っかってしまっている
2. 原発推進派は、現在、逆風の中、再エネの「変動性」「統合コスト」「住民トラブル」を持ち出して「再エネ高い・使えない・場所ない神話」維持を画策
3. どちらの側も省エネの議論が圧倒的に欠如

今はIEAも、再エネは安くて速くて雇用創出大きいので経済復興にも温暖化対策にもおすすめと言ってる

Figure 2.3 ▷ Job creation per million dollars of capital investment in power generation technologies and average CO_2 abatement costs



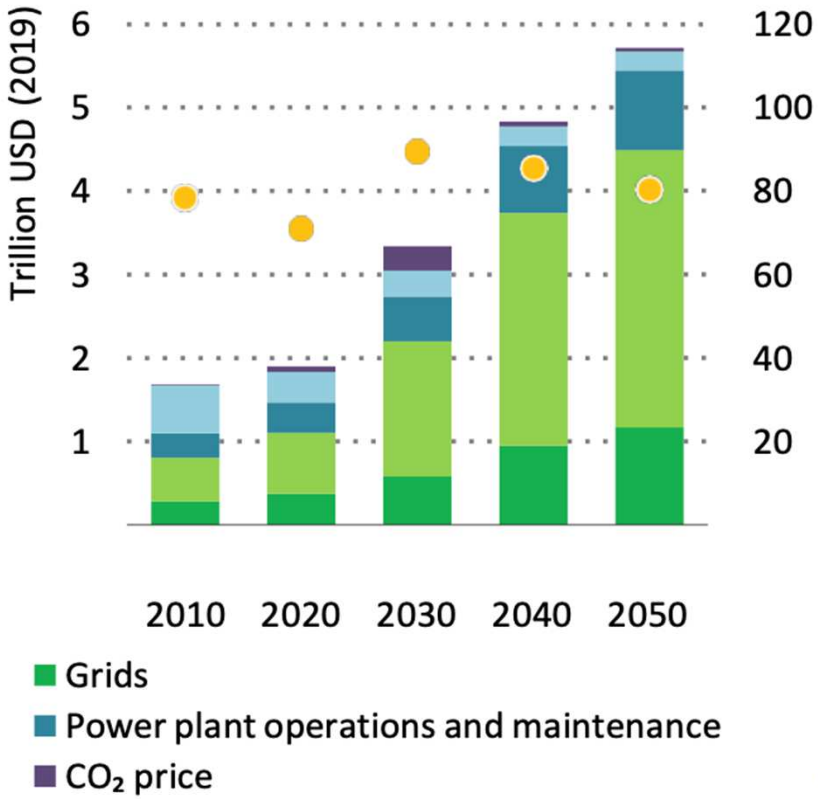
New solar PV and wind have low abatement costs, as do nuclear lifetime extensions and repowering existing wind and hydro facilities; solar PV provides the largest boost to jobs.

出典：IEA（2020）

Note: Avoided CO_2 emissions calculated based on displacing coal-fired generation, global averages shown.

同じくIEAは、2050年ネットゼロ（再エネ発電量割合約90%、太陽光＋風力約70%）でも発電コスト単価は上がらないと言っている

2050年ネットゼロの場合の世界全体の電力システムコスト



◍が発電コスト単価で単位（右縦軸）はUSドル/MWh (2019)

出典：IEA（2021）

欧州各国は2030年に高い変動電源（太陽光＋風力）比率を目標としている

例えば、日本と同じような孤立系統であるアイルランドやスペインは、2030年の再エネ電力割合として、それぞれ70%、74%をコミット

7月23日のイタリア・ナポリでのG20エネルギー環境大臣会合では石炭火力2025年フェーズアウトが争点の一つだった（Reuters 7月24日）

日本のメディア報道の多くは、中国、インド、ロシアが「抵抗勢力」だったとしているが…

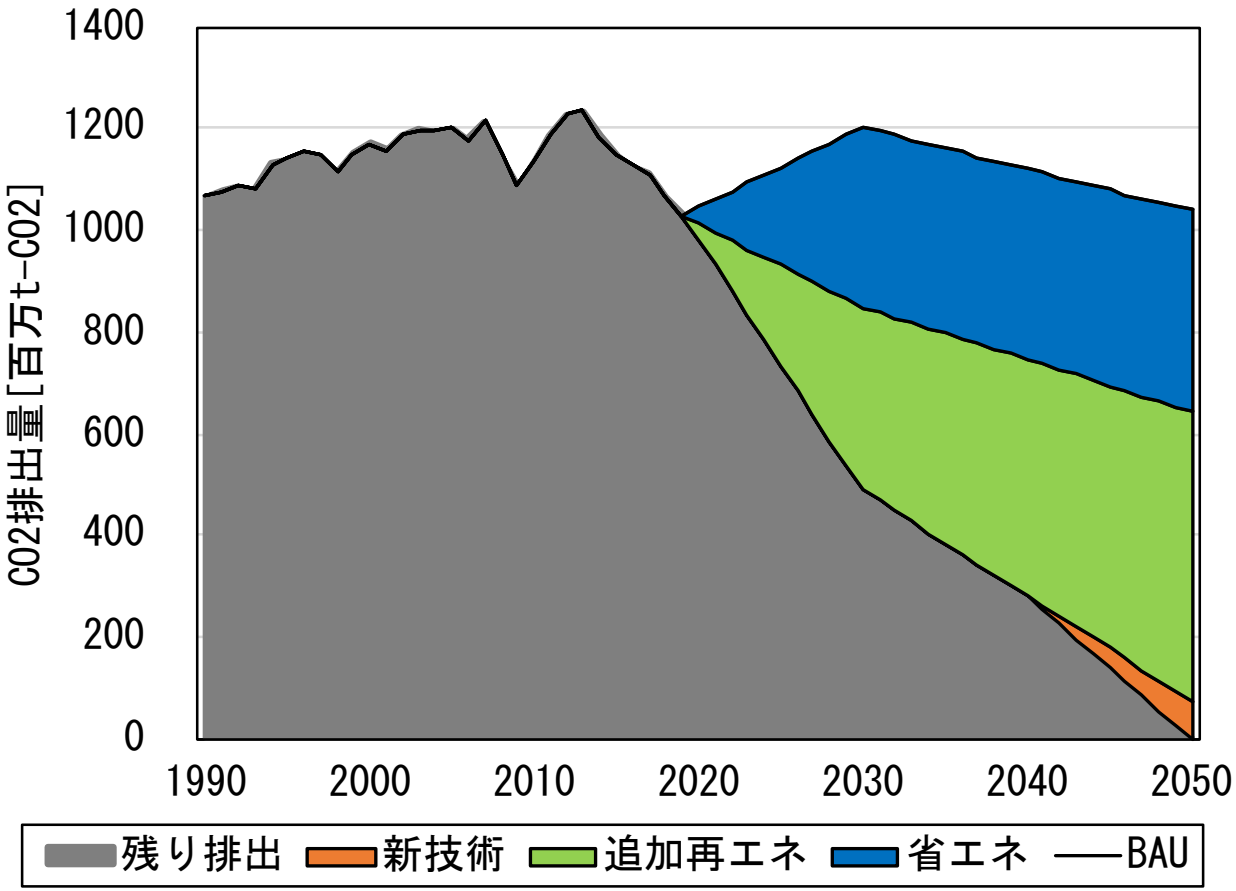
EU各国+αの石炭火力フェーズアウトコミットメント

国名	フェーズアウト年	国名	フェーズアウト年
フランス	2022	フィンランド	2029
オーストリア	2020	ベルギー	2016
デンマーク	2030	スウェーデン	2020
ギリシャ	2028	ドイツ	2038
ハンガリー	2025	イタリア	2025
アイルランド	2025	スペイン	2030
ポルトガル	2021	英国	2024
オランダ	2029	カナダ	2030
イスラエル	2030	米国	2035?
ルーマニア	2032	注：赤字は現時点で原発ゼロ、あるいは将来の原発フェーズアウトを決めている国	

2. 日本の2030年原発ゼロ・石炭火力ゼロシナリオ

CO_2削減は再エネと省エネの組み合わせ

2050年カーボンニュートラルのシナリオ



出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）

2030年46%削減の3つのシナリオ

		シナリオ1（政府）	シナリオ2	シナリオ3
特徴		政府が46%削減実現のために検討中とされるシナリオ	再エネ拡大	省エネ拡大
CO_2 排出削減量（注2）		46%	50%	50%
原発・石炭火力		利用継続	2030年フェイズアウト	2030年フェイズアウト
再エネ電力割合		36～38%（38%で計算）	50%	44%
生産量等		経産省審議会通り。鉄鋼、化学は2019年度実績		
燃料転換	電源構成	石油 3%、LNG 23%	石油火力ゼロ、LNG・都市ガス火力等47%	石油火力8%、LNG・都市ガス火力等45%
		原発20～22%（21%で計算） 石炭15%、石油3%、LNG23%	原発ゼロ、石炭火力ゼロ、未活用エネルギー3%	
	熱利用	2019年実績を維持		

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021b）

2030年46%削減の3つのシナリオ（続き）

		シナリオ1（政府）	シナリオ2	シナリオ3
省エネ	産業素材	経産省審議会通り	2030年に鉄鋼・化学・セメント・製紙で優良工場レベル（偏差値60レベル）の省エネ達成。鉄鋼電炉割合を現在の約25%から50%に引き上げる。	
	産業その他	経産省審議会通り	経産省審議会通り	生産設備10%、冷暖房空調等は25%エネルギー効率向上、低温熱の3分の1電化しヒートポンプ利用。
	業務家庭	業務の建築物の省エネ強化（300m2以上規制化による）、家庭の建築物の省エネ強化（300m2以上規制化による）	経産省審議会通り	業務部門の床面積比エネルギー消費を25%改善(断熱建築導入など)
	運輸	運輸の燃費規制強化（2030年乗用車燃費規制、2025年重量車規制を反映	自動車省エネは経産省審議会通り	乗用車の2030年燃費基準、バストラック重量車の2025年燃費基準を見込む。
		ハイブリッド車29%導入、電気自動車16%導入	電気自動車割合を自家用乗用車20%、タクシー・バス・トラックで3%とする。	

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021b）

脱原発・脱石炭でも電気代は高くならない

	シナリオ1（政府）（再エネ電力38%）	シナリオ2（再エネ電力50%）	シナリオ3（省エネ拡大）
エネルギー起源CO_2排出量	46%削減	50%削減	50%削減
最終エネルギー消費量	23%削減	23%削減	30%削減
再エネ電力供給量	約4000億kWh	約5200億kWh	約4200億kWh
再エネ電力割合	38%	50%	44%
化石燃料輸入削減額（2018年１９兆円比）	約7兆円	約7兆円	約7兆円
発電単価	15円/kWh	15円/kWh	15円/kWh
発電コスト総額	15.4兆円	14.4兆円	14.0兆円
雇用創出数	135万人/年	200万人/年	170万人/年

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021b）

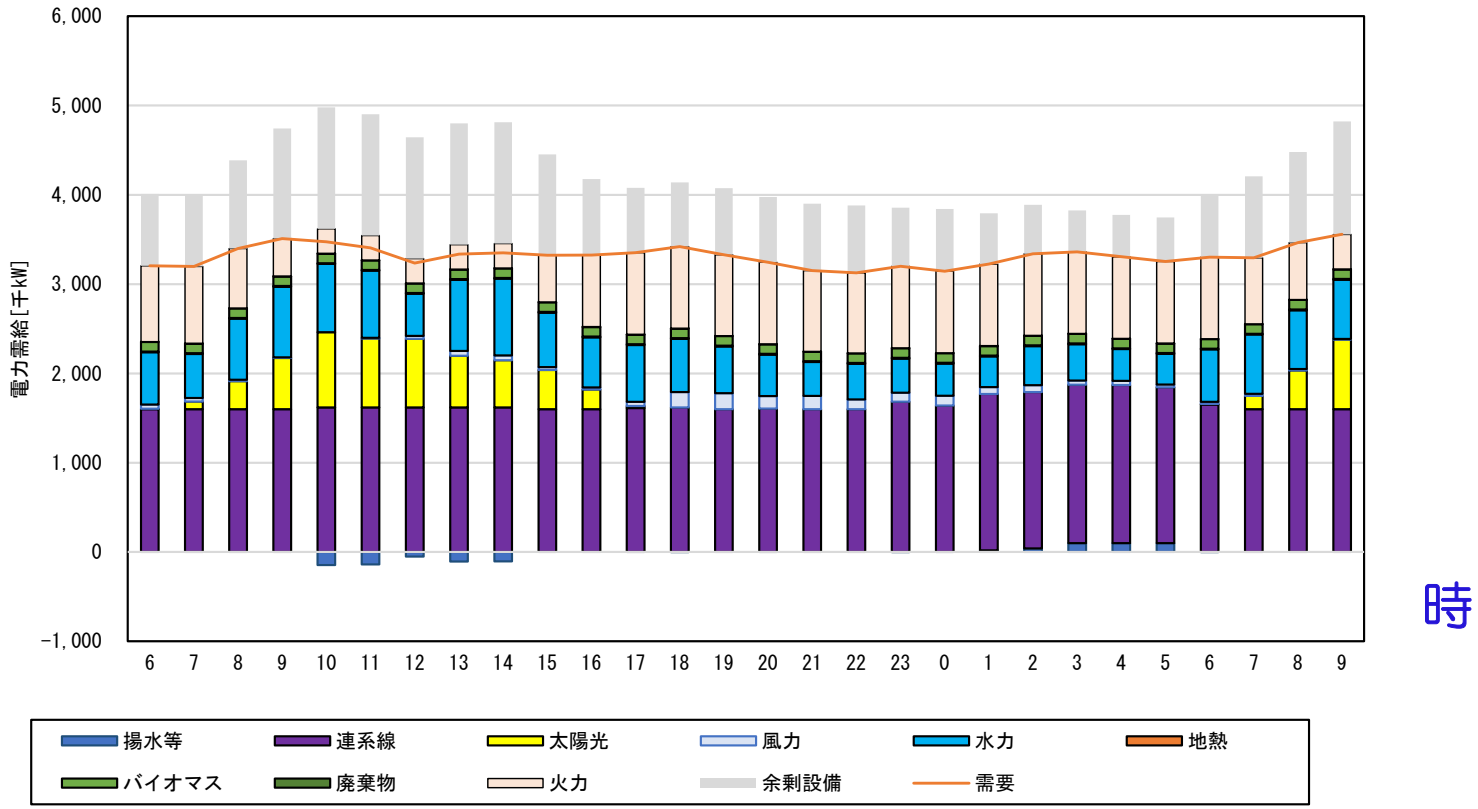
より野心的な61%削減シナリオでも電気代は高くならない

年	発電コスト総額[兆円]		発電コスト単価[円/kWh]	
	シナリオ		シナリオ	
	GR戦略	政府エネルギー・ミックス	GR戦略	政府エネルギー・ミックス
2018	16	16	16	16
2030	11	15	14	14
2040	10	14	12	14
2050	9	14	10	14

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）

より野心的な61%削減シナリオでも電力需給バランスは対策をとれば問題ない

過去3年（2016-2018年）で北陸電力管区で太陽光・風力の発電量が小さくて、かつ需要が最も大きかった日（2018年2月21-22日）



出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）

3. 再エネ・省エネ対策と影響の具体的なイメージ（61%削減シナリオの場合）

再エネ：2030年太陽光の想定

- 屋根上：全住宅の10%（2019年は6%）
- ソーラーシェアリング：農地・耕作放棄地の0.8%
- 今後の野立て（メガソーラー）：0%

（ただし、未利用産業用地4.6万haや荒廃農地27万haでのメガソーラーは検討可能。例えば、未利用産業用地の半分転用で太陽光は約1500万kW増）

→ポテンシャルはたくさんある！

再エネ：2030年風力の想定

- 陸上1000万kW、洋上1000万kW（日本風力発電協会の「堅実なポテンシャル」の数値を採用）
- 洋上は最近の政府認定想定と同じ。場所もほぼ決まっていて、投資もほぼ集まっているので、どれだけアセス期間を短くできるかがポイント
- ちなみに、EUは2030年に洋上6000万kW

省エネ：家庭・業務部門：機器交換・断熱基準強化・ゼロエミッションハウス義務化

事例：断熱基準（鳥取県）

断熱性能は３段階。県ではT-G2を推奨しています。

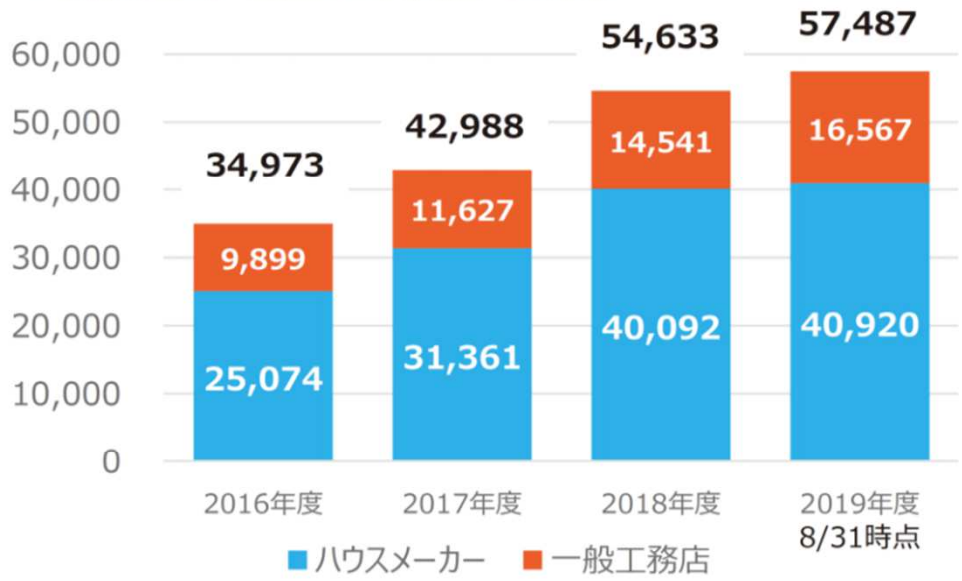
区分	国の省エネ基準			ZEH（ゼッチ）	とっとり健康省エネ住宅性能基準		
	等級2	等級3	等級4		T-G1	T-G2	T-G3
備考	旧基準(S55年)	新基準(H4年)	次世代基準(H11年)	2020年標準政府推進	冷暖房費を抑えるために必要な**最低限レベル**	経済的で快適に生活できる**推奨レベル**	優れた快適性を有する**最高レベル**
断熱性能 U_A値	1.80	1.54	0.87	0.60	0.48	0.34	0.23
気密性能　C値	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0
冷暖房費削減率	—	—	0%	約10%削減	約30%削減	約50%削減	約70%削減
世界の省エネ基準（U_A値）との比較※4	寒		今の日本	日本の省エネ基準は努力義務ですが欧米は義務化されている ●日本（0.87）	今の欧米	●フランス（0.36） ●ドイツ（0.40） ●英国（0.42） ●米国（0.43）	暖

※ZEHは、ネット・ゼロ・エネルギー・ハウスの略。断熱化による省エネと太陽光発電などの創エネにより、年間の一次消費エネルギー量（空調・給湯・照明・換気）の収支をプラスマイナス「ゼロ」にする住宅をいいます。

出典：鳥取県HP（2021）

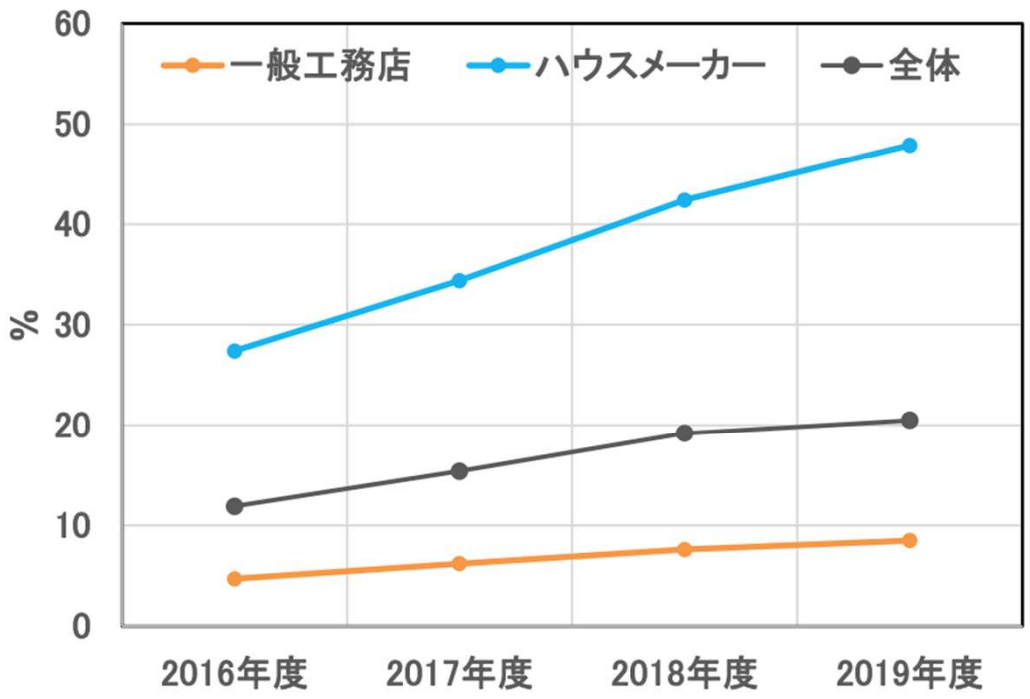
課題は一般工務店や一部ハウスメーカーのキャパビル

■新築注文戸建ZEHの供給戸数推移



※全国各地に営業拠点を有し、規格住宅を提供しているZEHビルダー/プランナーを「ハウス:

■新築注文戸建のZEH化率の推移



出典：資源エネルギー庁省エネ小委員会資料

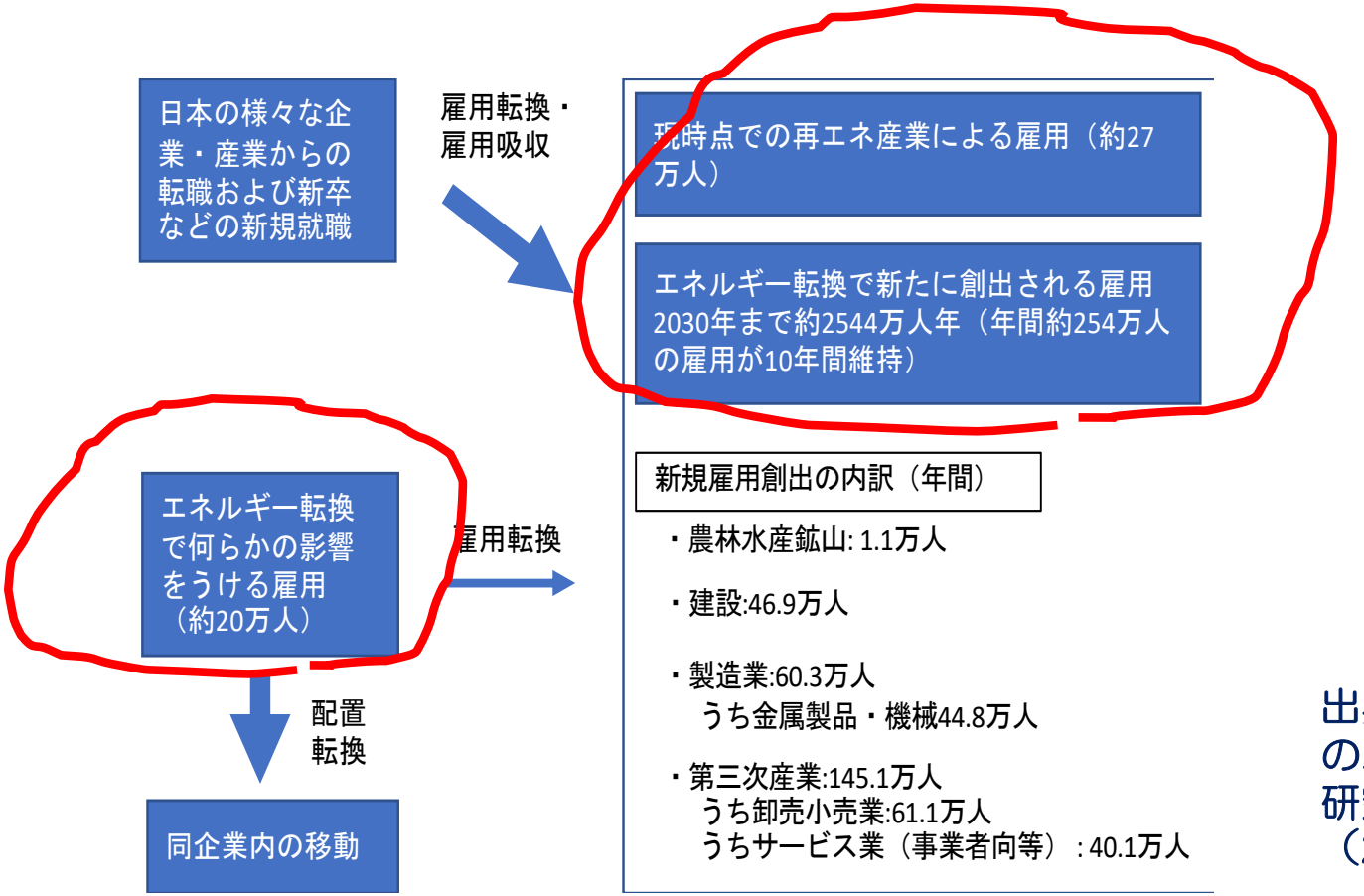
省エネ：運輸部門：電気自動車の導入拡大

- EUが2035年にハイブリッドを含めたガソリン車販売禁止（ベンツが2030年ガソリン車販売停止）
- ハイブリッド車がもたらす利益と温暖化問題の重みのバランスをどう考えるかの問題
- 重要なポイントは、温暖化問題がなくても、電気自動車シフトは進んでおり、日本だけが不利なわけではない（企業戦略の問題）

省エネ：産業部門：素材産業の省エネベンチマーク遵守義務付け

- 今の政府省エネ対策は、産業部門が圧倒的に不十分（特に素材産業：鉄鋼、セメント、石油製品、化学、製紙など）
- 少なくとも省エネベンチマークを遵守を徹底させるべき（偏差値60の工場レベルの効率を義務付ける）
- 電炉鋼割合引き上げ（2割→5割）
- ビジネス環境自体が大きく変化している

日本での雇用転換のイメージ



出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）

→６大CO_2排出産業の雇用およびGDP寄与割合は（意外に）小さい

日本の火力発電所での雇用（2017年）

	従業者数	雇用者割合	付加価値額	GDP割合	設備容量	人件費単価	人件費単価	発電量
	人		百万円		MW	百万円/MW	百万円/人	TWh
電気業					電力供給計画	コスト等検証WG	賃金構造基本統計調査	電力供給計画
石炭火力発電所	2,841	0.00%	208,303	0.04%	43350	0.45	7.5168	290.4
石油火力発電所	2,488	0.00%	45,190	0.01%	39380	0.475	7.5168	63
天然ガス火力発電所	4,682	0.01%	298,252	0.06%	82120	0.43	7.5168	415.8
その他					97290			161.6

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）

雇用転換はすでに世界では進んでいる

- 例えば、米国では、2019年時点で、エネルギー効率向上、再エネ、系統管理および蓄電、クリーン自動車、クリーン燃料の5つの分野の雇用数は合計で約335万人。一方、化石燃料分野および原子力発電分野の雇用数は、それぞれ約119万と約7万人（E2 2020）
- バイデン政権は、省庁横断で「石炭産業雇用転換タスクフォース」を設置

米国は天然ガスも2035年ゼロ

現在、米国政府は、2030年に電力分野の80%エミッション削減、2035年にゼロエミッションを事実上義務付けるClean Electricity Standardの法案化を検討中。天然ガスの扱いが争点となっている

4. まとめ

「脱原発と脱石炭で2030年温室効果ガスの大幅削減が可能」とは

- 可能、可能でないでなく、たくさんある中からどのようなシナリオを選ぶかという問題
- 46%は大幅でも野心的でもない
- あるシナリオを選んだら、その経済影響はプラスもマイナスもある（企業、個人、地域、国）
- 今のエネルギーシステムで経済的利益を受けている人たちは必死で抵抗する
- しかし、米、EU、中国は予想以上の速さで動いている

「脱原発と脱石炭で2030年温室効果ガスの大幅削減が可能」とは（続き）

- 省エネは再エネと同じく、あるいはそれ以上に重要なのに無視されている
- 多くの研究機関や国連機関が、再エネ・省エネ中心のシナリオの方が多くの国にとって総合的に国益にプラスになると分析（原発は高いので経済合理的な選択肢になりえない）
- 化石燃料産業のない日本にとって、石炭火力ゼロは、本来は比較的簡単なはず（それだけ電力会社が強い）

「脱原発と脱石炭で2030年温室効果ガスの大幅削減が可能」とは（続き）

- マイナス影響を受ける企業、個人、地域、国（彼らが抵抗勢力）のケアが最大の課題
- ただし、温暖化対策要因というよりもビジネス環境が大きく変化（日本だけが不利な訳ではない）
- 例えばバイデン政権は省庁横断の石炭産業雇用転換タスクフォースを設置
- 日本での真剣な政治的議論、特に雇用に関する議論はほとんどなし

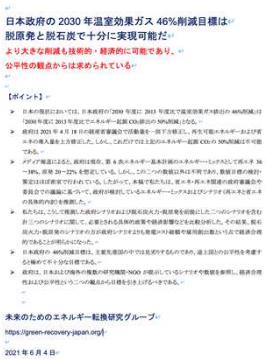
エネ基本計画素案（7月21日）を読んで

- 前のエネ基（第5次）よりは落ち着いた言葉遣い。曖昧な言葉や文章の中での矛盾は減少
- カーボンニュートラルや石炭火力ゼロという世界の潮流や外圧をそれなりに認識
- しかし、原発の安全神話・省エネ無理神話の維持や海外資源開発重視などは相変わらず
- 原発・化石燃料・経団連支持などの維持のために水素、メタン、アンモニア、CCSに逆張り
- 温暖化被害の拡大やビジネス環境変化の認識も鈍い

参考文献

① 未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021a）「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」2021年2月25日

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



② 未来のためのエネルギー転換研究グループ（2021b）「日本政府の2030年温室効果ガス46%削減目標は脱原発と脱石炭で十分に実現可能だ-より大きな削減も技術的・経済的に可能であり、公平性の観点からは求められている 2021年6月4日

https://green-recovery-japan.org/pdf/greenhousegas_2030.pdf

③ 『グリーン・ニューディール-世界を動かすガバニングアジェンダ』岩波新書　2021年6月20日

参考文献（続き）

- Climate Action Tracker (2021) Japan’s Paris Agreement target should be more than 60% by 2030 - analysis

https://climateactiontracker.org/press/japans-paris-agreement-target-should-be-more-than-60-by-2030_analysis/

- E2(2020) CLEAN JOBS AMERICA 2020, APRIL 2020.

https://e2.org/wp-content/uploads/2020/04/E2-Clean-Jobs-America-2020.pdf

- IEA(2021) Net Zero by 2050 Roadmap for the Global Energy Sector

https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad0d4830-bd7e-47b6-838c-40d115733c13/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector.pdf

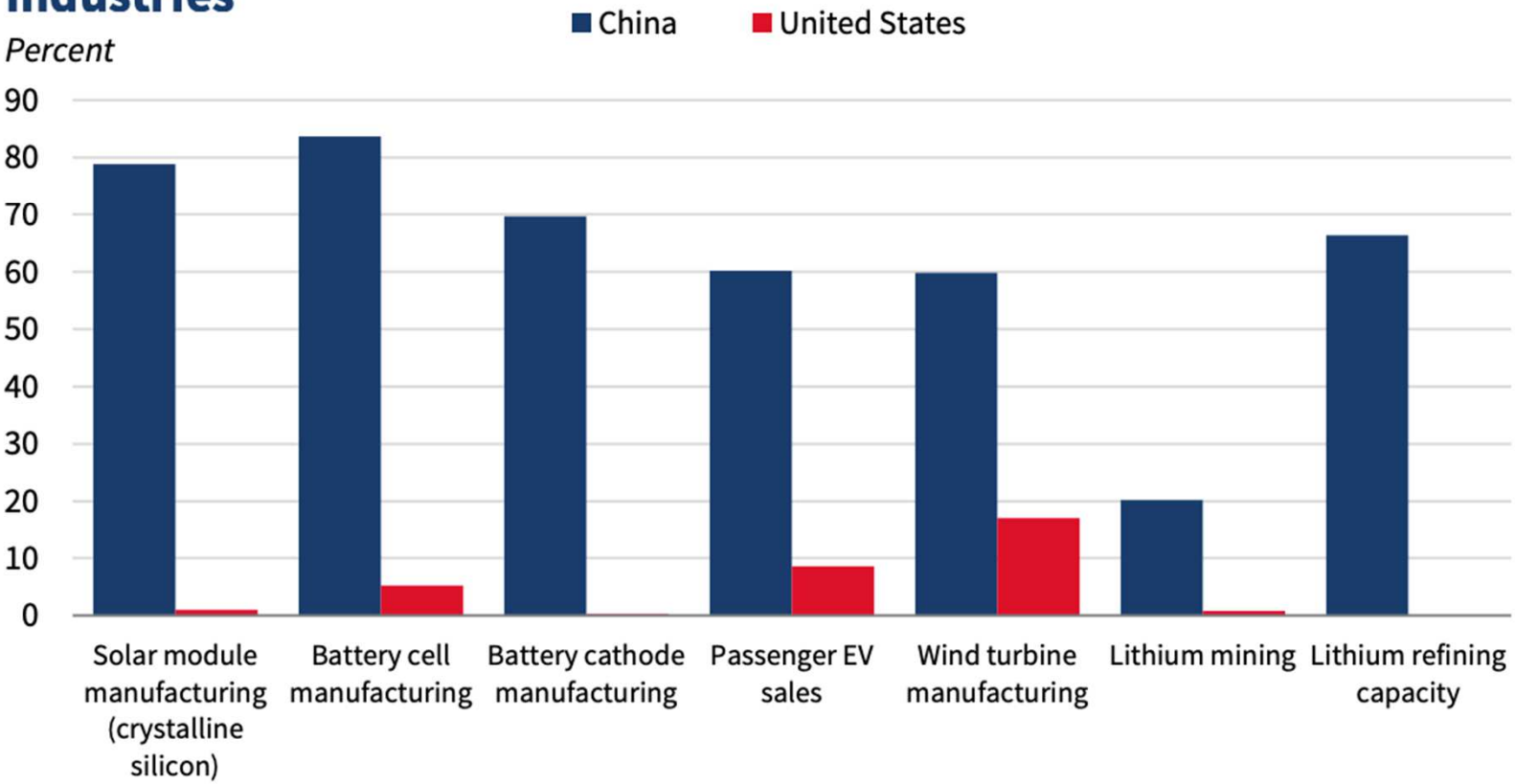
- IEA（2020）Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report.

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

補足

米国企業と中国企業のCleantech市場シェア比較

Figure 4. United States and China Market Shares across Cleantech Industries



Source: BloombergNEF.

出典：“Innovation, Investment, and Inclusion: Accelerating the Energy Transition and Creating Good Jobs” US COUNCIL OF ECONOMIC ADVISERS, April 23, 2021.