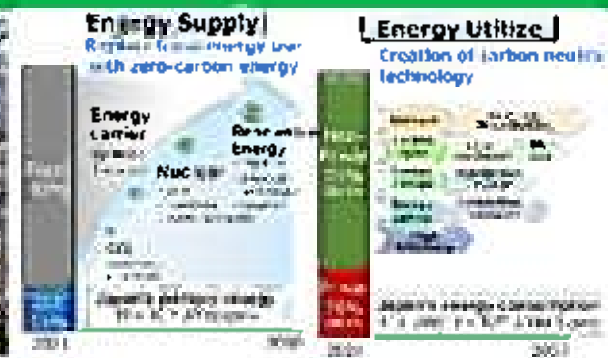
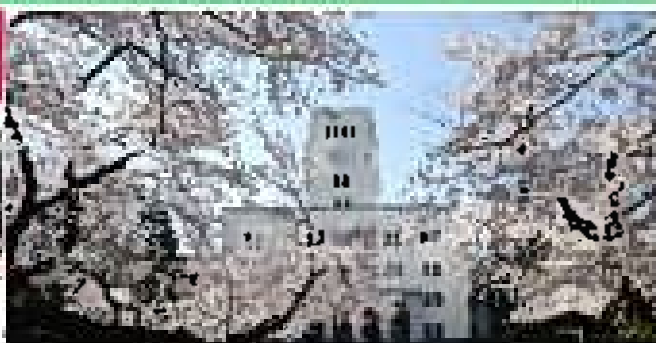


静岡県 第13 回原子力経済性等検証専門部会

# 「次世代軽水炉の検討状況」

令和5年(2023年)1月16日(月) 13:00~14:30 (13:05~13:35)  
於県庁本館4階特別会議室









東京工業大学ゼロカーボンエネルギー研究所  
特任教授 奈良林 直  
(北海道大学名誉教授)

# 1) 再エネは不安定で高コストだ

# 我が国は既に世界の太陽光発電大国

- 2020年、日本の太陽光の発電能力は**67GW (ギガワット)**  
100万kWの原発**67**基相当 (1GW=100万kW)
- 中国、米国に次いで世界第3位
- 太陽光は原発54基を上回る大規模電源になった
- 太陽光の発電能力を国土面積で割ると日本は中国の7倍、米国の22倍

<2020年>

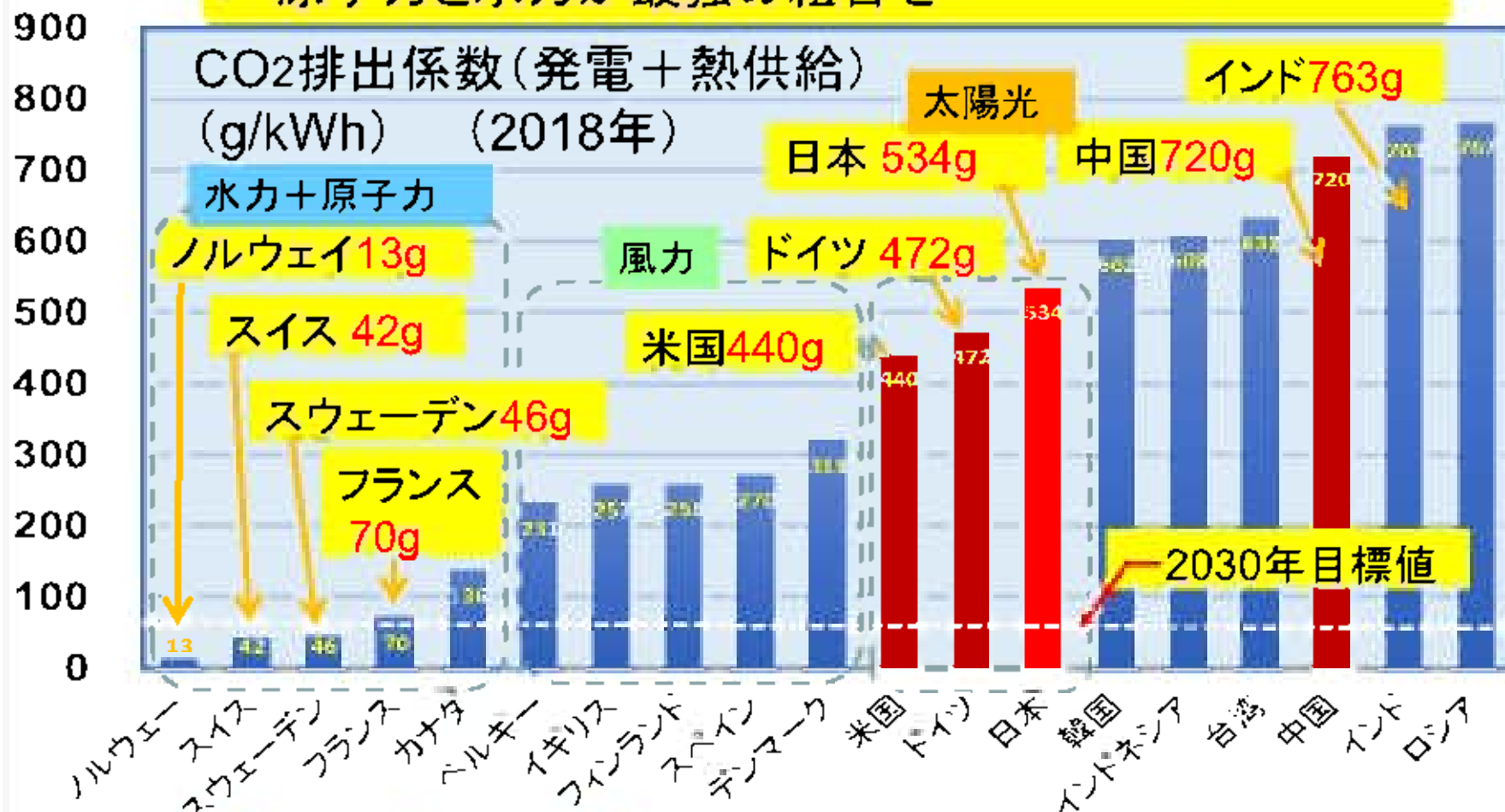
順位	国名	GW(ギガワット)	国土面積当たり 太陽光kW/km <sup>2</sup>
1	 中国	254GW	26
2	 米国	74GW	8
 3	 日本	<b>67GW</b>	<b>177</b>
4	 ドイツ	54GW	151
5	 インド	39GW	12

出典BP, <https://www.globalnote.jp/post-3240.html> \* 奈良林が国土面積で除して算出

# 世界のCO2の排出係数ランキング

- 1kWhの電気を得るのに何gのCO2を排出したか
- 太陽光はCO2排出削減に十分に貢献できていない
- 原子力と水力が最強の組合せ

g/kWh



出典BP, <https://www.globalnote.jp/post-3233.html> \* 奈良林がCO2排出量を電力発電量で除して算出

# 我が国の電源構成(2020年)

水力除く再エネ計12.9%

地熱  
0.3%

太陽光  
8.5%

風力  
0.9%

バイオマス  
3.2%

再エネ  
計20.8%

VRE(変動する自然エネルギー:  
太陽光+風力)の割合は9.4%

水力  
7.9%

原子力  
4.3%

石炭  
27.6%

火力(2020年)  
計74.9%

2019年とほぼ同じ  
原子力は特重で2%減  
2020年はコロナ禍  
で電力需要減  
※その分再エネ比率  
が増加

その他火力  
9.9%

LNG  
35.4%

石油  
2.0%

2019年度

太陽光	7.6%
風力	0.8%
バイオマス	2.8%
地熱	0.2%
水力	1.9%
石炭	5.8%
石油	6.0%
原子力	RE合計19.2%

出典: 環境エネルギー政策研究所 (iecep) の2020年データ <https://www.iecep.or.jp/archives/brary/13158>

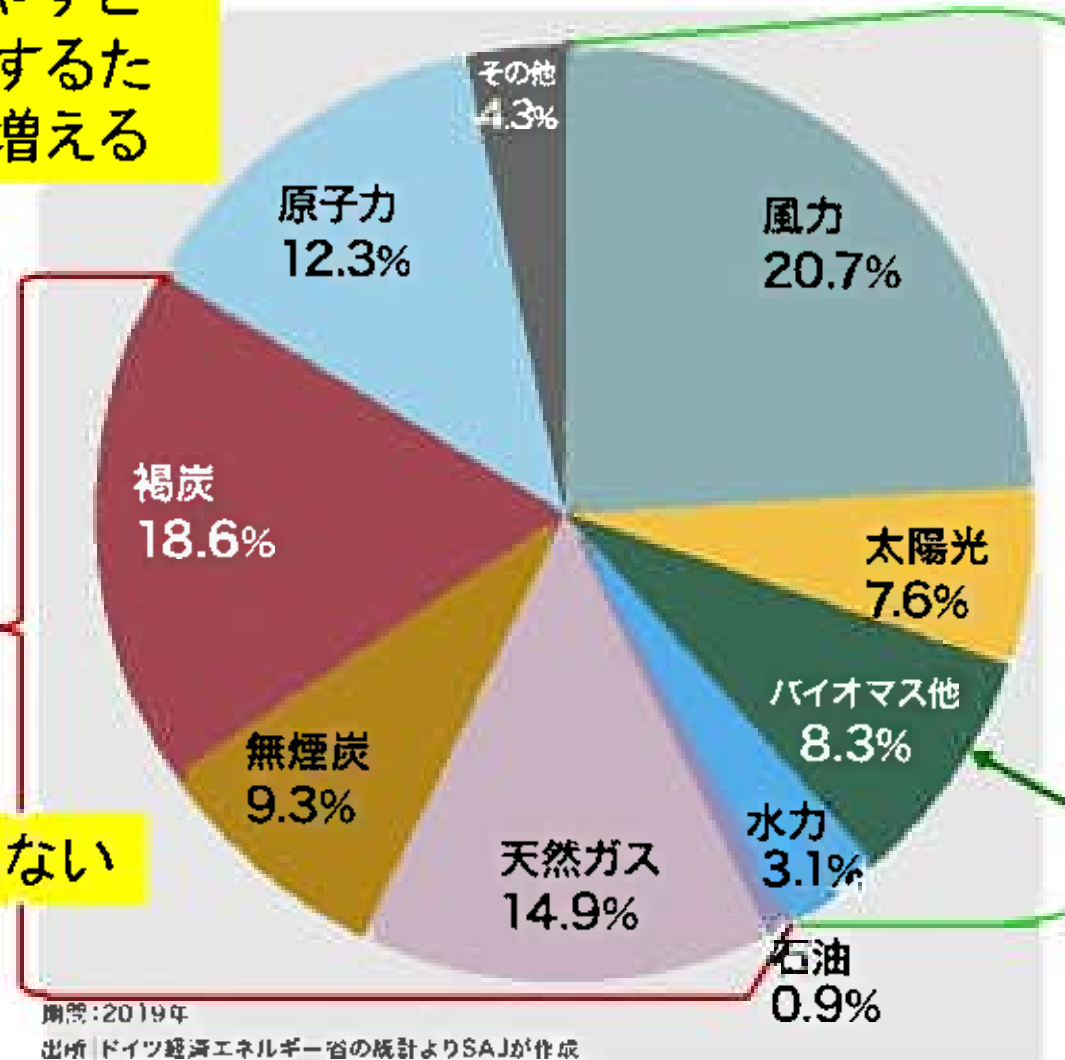
# ドイツのエネルギー政策の失敗(2019年)

再エネを増やすと  
変動を吸収するた  
めの火力も増える

原子力  
と火力  
56.0%

火力  
43.7%

CO<sub>2</sub>が減らない

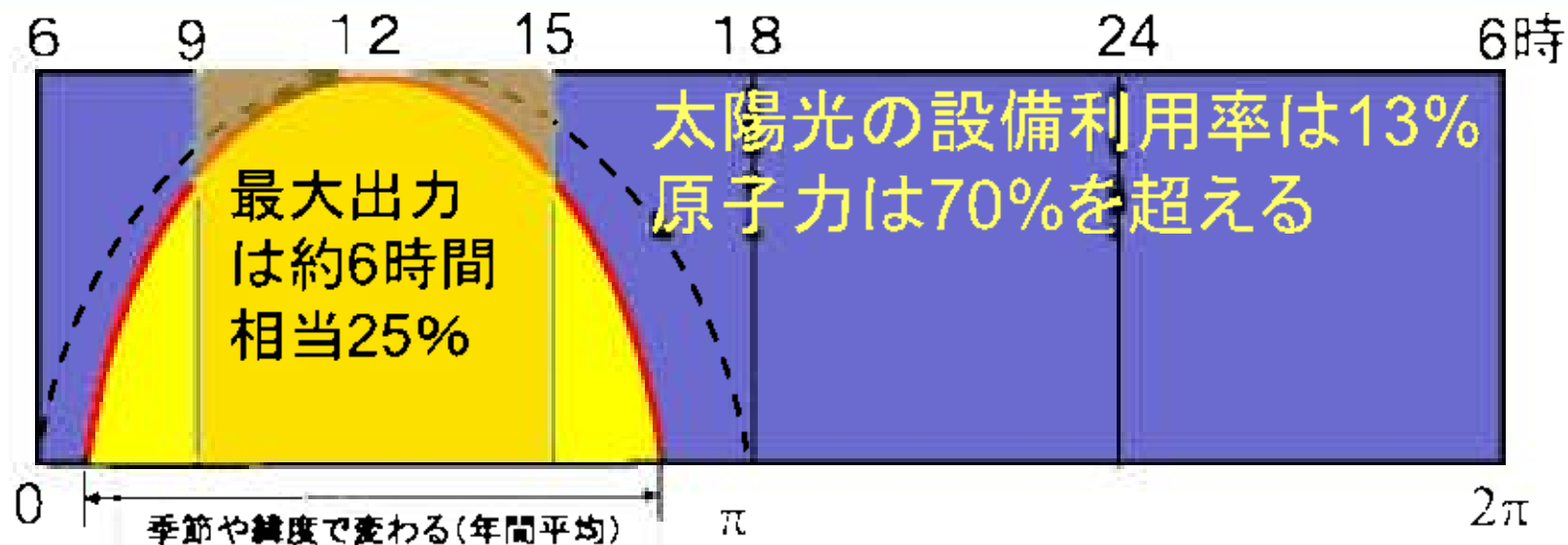


変動再エネ  
(太陽光  
+風力)  
28.3%

再エネ  
39.7%

ドイツのバイオ  
マスのために  
熱帯雨林が伐  
採・環境破壊

# 太陽光や風力は他の電源を必要とする



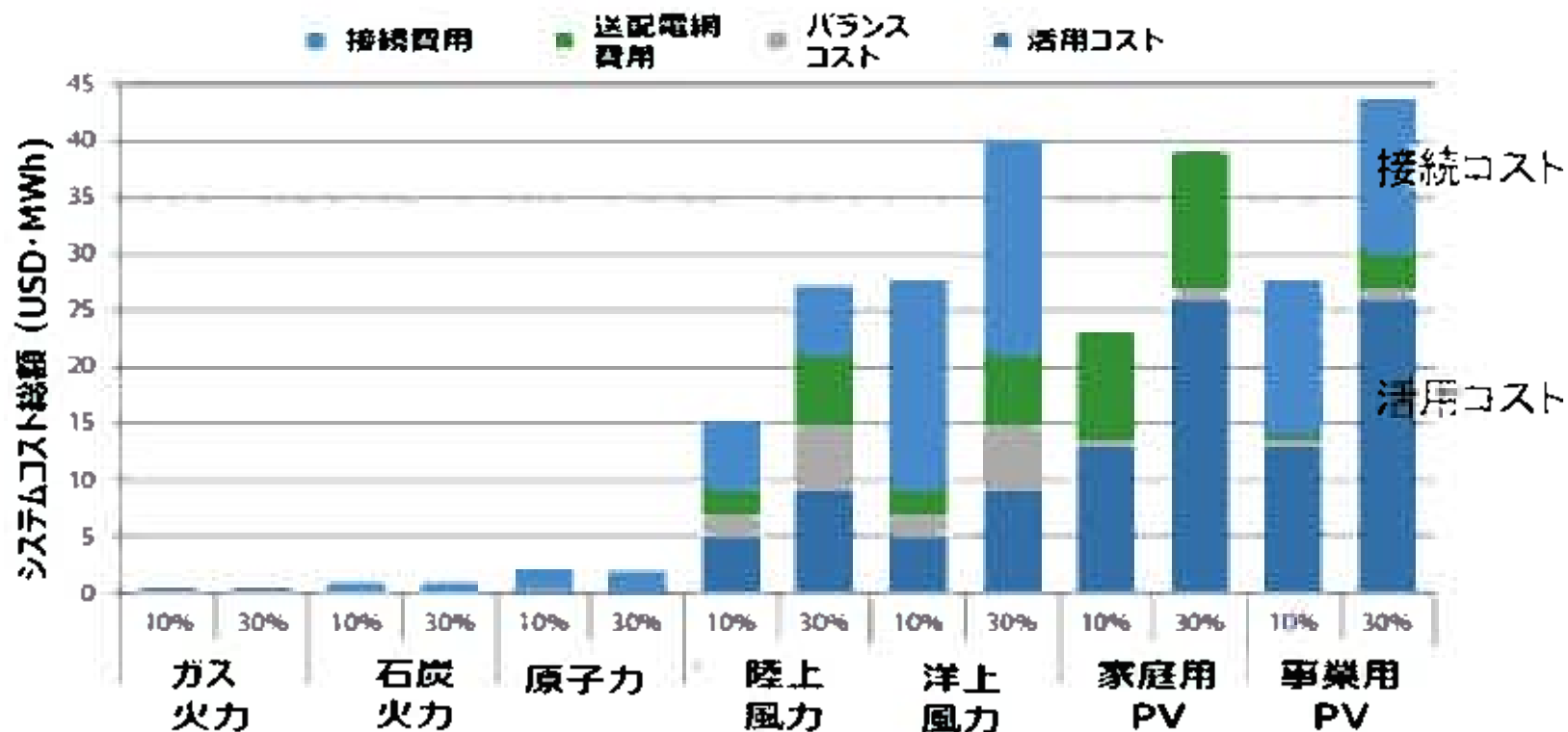
$$\int_0^{\pi} \sin \theta \, d\theta = [-\cos \theta]_0^{\pi} = 2 \quad 2/2\pi = 1/\pi = 0.32, \text{ 最大32\%}$$

- 晴天になる確率50%を掛けると16%、電気回路損失など差し引くと、**設備利用率は高々13%が我が国の実績**
- 1日では6時間相当。残りの分は水力・火力・原子力で補完。
- 風力発電の設備利用率は高々25%、再エネ合計で38%
- 更に曇天・無風の日には火力・原子力発電必要

出典: 奈良林が作成

# 出力が変動する太陽光・風力のシステムコストは高い

- 変動性再エネの発電コストは低下しているが、総発電量に占めるシェアの拡大に伴い、接続コスト（電源を送電網に接続するためのコスト）、送配電網コスト（増強）、バランスコスト（変動性再エネの不確実性に備えるためのコスト）、活用コスト（需要と無関係に発電する再エネを受け入れるための調整用電源の利用率低下等のコストアップ等）が増大



出所: OECD/NEA Fuel Cost of Electricity Provision 2018

14



# 太陽光のシステムコスト



メガソーラーを国内の  
電力需要の7.7倍設置

大容量バッテリー  
(NAS電池、水素製造)

送電線を7.7倍の電気が送電で  
きる送電線

太陽光に必要な送電線とバッテリーの膨大なコストが必要  
出力を絞った火力発電所の発電コストが上昇する

出典: 奈良林が作成したイメージ図

# 再エネ・高温ガス炉による水素製造

- 太陽光のシステムコストが発生しない使い方
- 水素貯蔵のための圧縮エネルギーやアンモニア製造エネルギー
- 水素を燃焼させて電気に変えると元の電気の半分以下
- 電気分解80%の効率X(火力で60%、燃料電池70%)=約50%



←福島県浪江町の  
水素工場

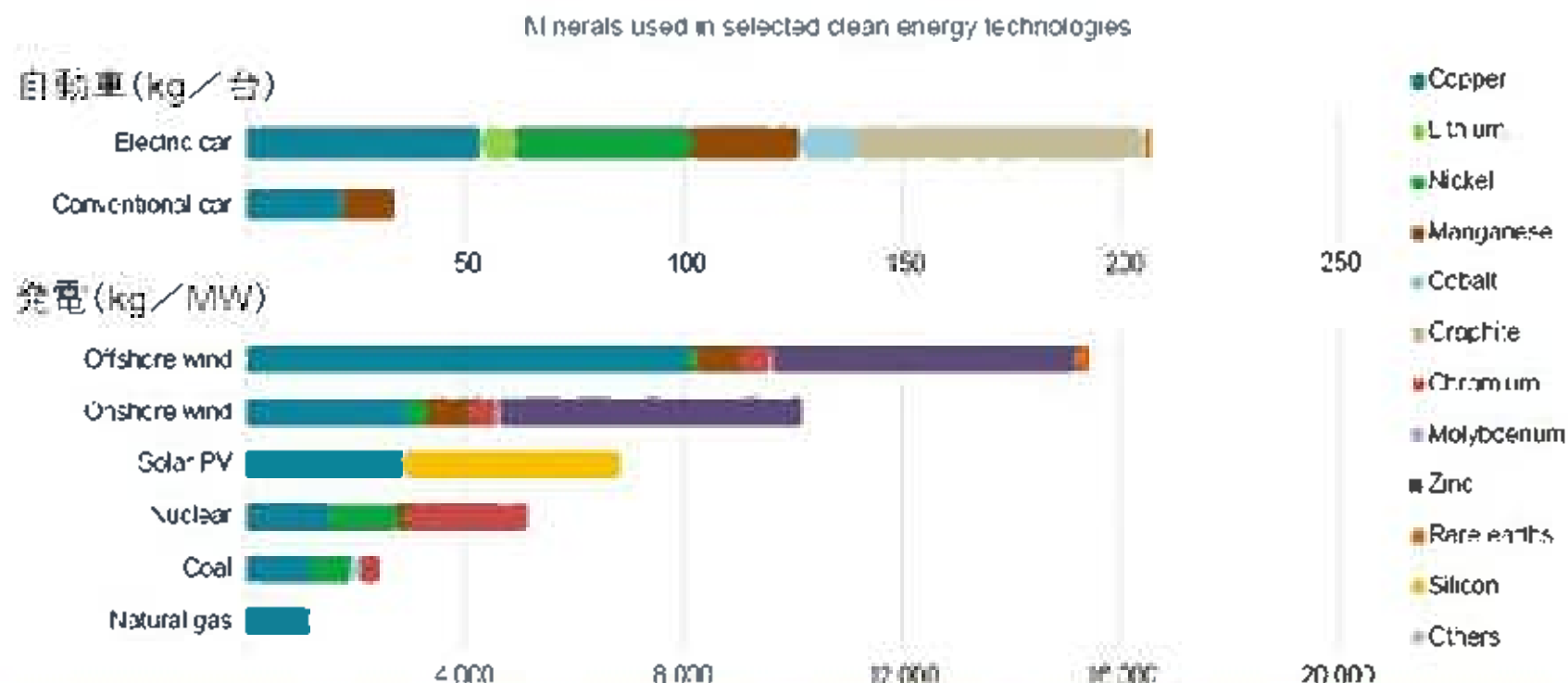
出典: 国家基本問題研究所・今週の直言「震災から10年の福島・双葉町を訪ねて」 <https://jif.jp/feedback/archives/34909>

「次世代軽水炉の検討状況」2023.1.16 静岡県原子力経済性等検証専門部会(第13回) 東工大 奈良林 直

# 再生エネルギーで必要となる鉱物資源

電気自動車、洋上風力に膨大な鉱物資源が必要  
これらの鉱物資源は圧倒的に中国のシェアが大きい

The rapid deployment of clean energy technologies as part of energy transitions implies a significant increase in demand for minerals



出典: 国際エネルギー機関(IEA) The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, World Energy Outlook Special Report (2021)

Notes: kg = kilogramme, MW = megawatt. Steel and aluminium not included. See Chapter 1 and Annex 1c for details on the assumptions and methodologies.

# 世界中の森林伐採木材チップが欧州に

