

第441回定例研究報告会 2022年7月22日

資源価格高騰下の 再生可能エネルギー拡大の課題

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

電力・新エネルギーユニット
再生可能エネルギーグループ
研究主幹 二宮 康司

本報告のポイント

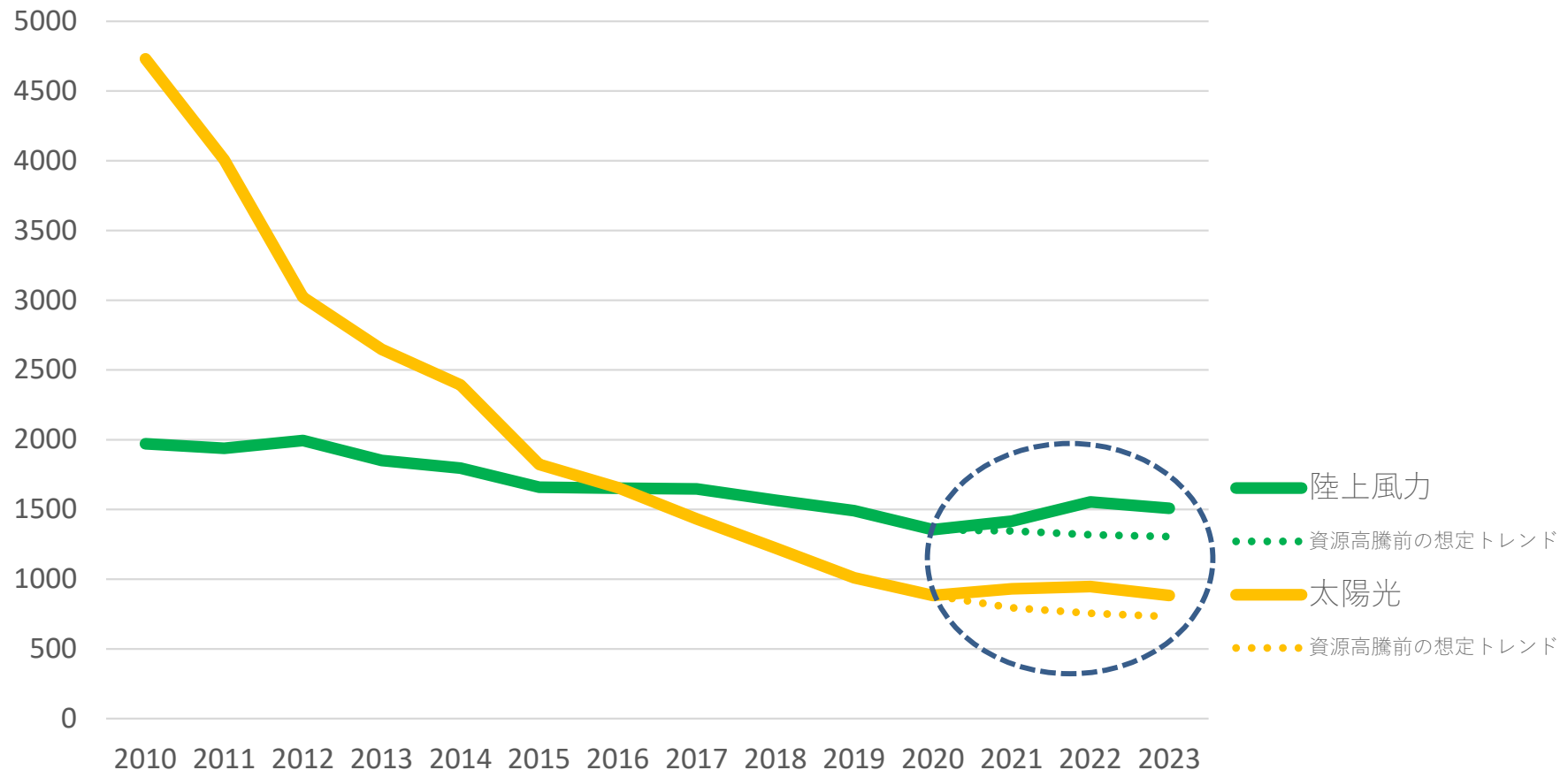
- ✓ 2021年以降の資源価格高騰によって再エネ発電設備の製造・運搬コストが上昇している。過去10年以上継続してきた太陽光・風力発電のコスト低下トレンドに変調が生じ、初めてのコスト上昇局面を迎えた。ウクライナ危機はコスト上昇に一層拍車をかけ、2022年の再エネ発電設備の新設設置コストは2020年比で太陽光7%、陸上風力15%程度それぞれ増加の見込み。
- ✓ 同時に、資源高騰とウクライナ危機は火力発電コストも世界的に大幅に上昇させた。こうした火力発電コスト上昇と比較すると、太陽光・風力発電の発電コスト上昇は相対的に限定的であり、結果として、太陽光・風力発電のコスト優位性が維持された形となっている。
- ✓ 世界の再エネ導入量は、2020年に270 GW、2021年に280 GWと過去最大を更新した。資源価格高騰・ウクライナ危機の最中も再エネ発電容量は拡大を続け、2022年には300GWを超えるものと予想される。
- ✓ 世界の発電量に占める再エネシェアは1%ポイント/年のペースで拡大を続け、2022年の同シェアは29%程度（うち、水力15%、太陽光4%、風力7%）に達すると見られる。
- ✓ 日本ではFITからFIPへの制度変更、FIT買取価格の低下、太陽光発電の適地減少、再エネ開発に対する地元住民の反発等から2021年以降の再エネ導入量の鈍化傾向が顕著となっており、2030年再エネ導入目標達成に向けて政策の強化が必要となる。
- ✓ 再エネの増加に伴って、特に日本では大量の自然変動再エネ（VRE）の受け入れを可能とする電力システムの柔軟性確保が喫緊の課題として急浮上している。短期的対策としては需要側エネルギー資源制御、中期的対策としては出力調整可能な電源の確保・蓄電池設置・系統運用改善等、そして長期的対策としては系統増強・関係拡大など、多様な対策を講じ続ける必要がある、これらは再エネ導入に伴う追加コストとなる。
- ✓ ウクライナ危機によって特定国へエネルギー供給を大きく依存することの安全保障上のリスクが顕在化した。再エネについては、特に太陽光パネル供給が中国一極集中していることに対する危機感が高まっている。このため、多様かつ複線的なサプライチェーンの形成がエネルギー安全保障上不可欠との見方が国際的に広がっている。
- ✓ 太陽光・風力発電設備機器は、稀少鉱物資源等への依存度が火力発電と比較して相対的に高い。今後、同資源への依存度を低下させる取り組みとともに、その安定供給確保に向けた世界的な協力体制の構築が必要である。

資源価格高騰で再エネコスト低下トレンドに変調、初のコスト上昇局面に

- 2021年以降の資源価格高騰によって再エネ発電設備の製造・運搬コストが上昇している。過去10年以上続けてきた太陽光・風力発電のコスト低下トレンドに変調が生じ、初めてのコスト上昇局面を迎えた
 - ウクライナ危機はコスト上昇に一層拍車をかけ、2022年の再エネ発電設備の新設設置コストは2020年比で太陽光7%、陸上風力15%程度それぞれ増加の見込み

(米ドル/kW)

太陽光発電と陸上風力の新設設置コスト推計値（世界加重平均）

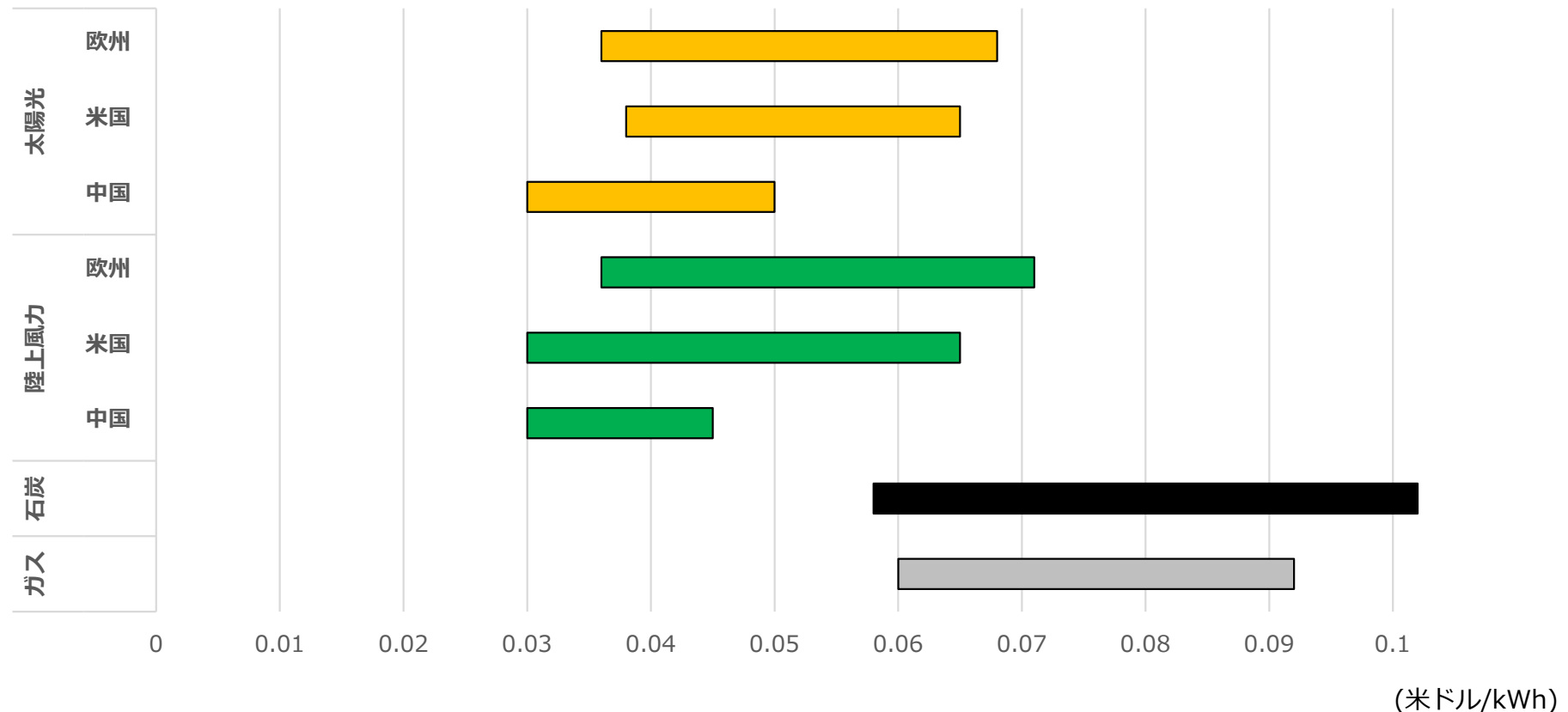


出所：IRENA Renewable Power Generation Costs in 2020, IEA Renewable Energy Market Update Outlook for 2022 and 2023等を参照して作成

資源高騰下での再エネ発電：コスト上昇でも対火力発電で優位性は維持

- 資源高騰とウクライナ危機は火力発電コストも世界的に大幅に上昇させた
 - こうした火力発電コスト上昇と比較すると、太陽光・風力発電の発電コスト上昇は相対的に限定的
 - 結果として、太陽光・風力発電のコスト優位性が維持された形となっている
 - 但し、火力発電コストは燃料価格の変動によって今後大きく変わり得るため、再エネ発電のコスト優位性が将来にわたって長期的に維持されるかは必ずしも明らかではない

欧州、米国、中国における2022年の新設主要電源の均等化発電原価（LCOE）の推定レンジ

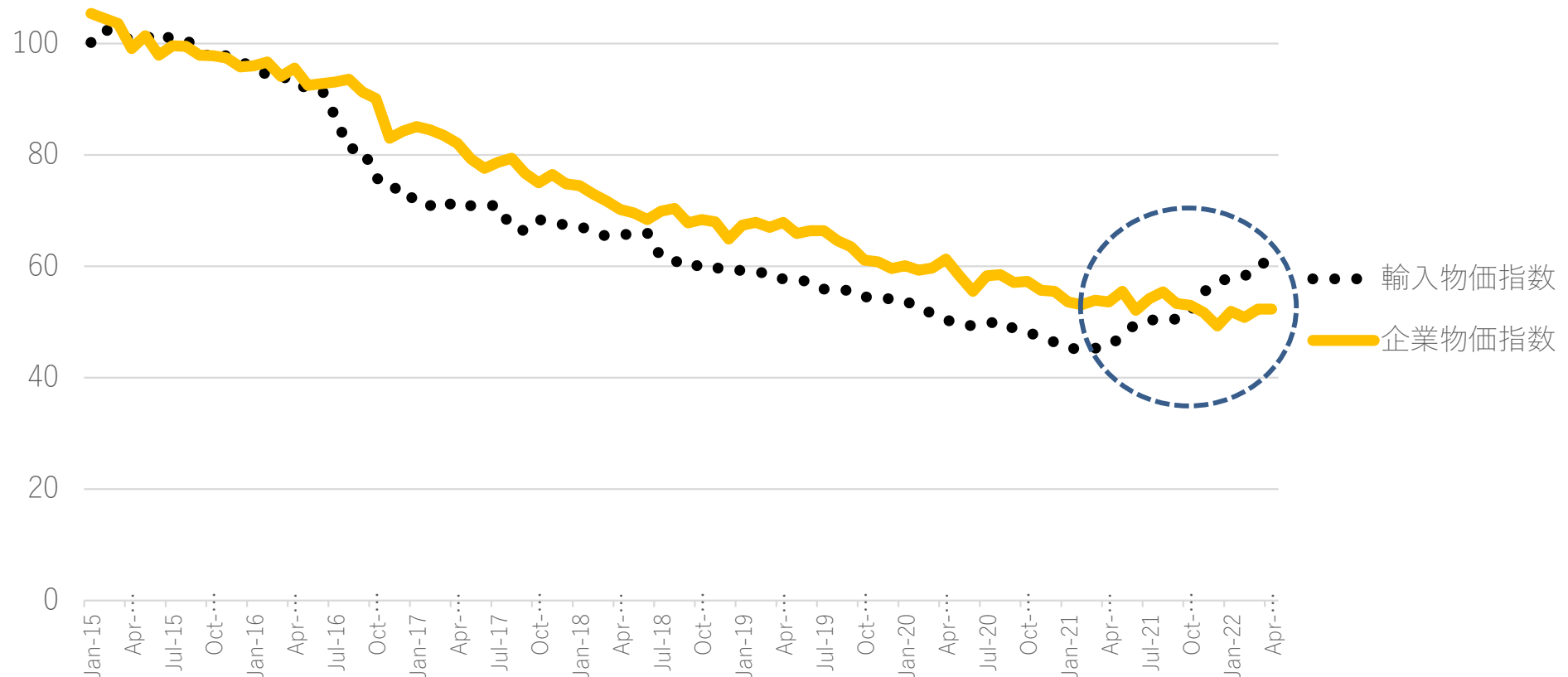


日本国内の太陽光パネル企業物価指数も2021年12月以降の増加局面に転じた

- 太陽光パネルの国内企業物価指数は2021年12月に長期の低下トレンドがストップ、以降にわずかながら増加局面に転じた
 - 他方、円ベースでの太陽光パネルの輸入物価指数は（円相場の急落も相まって）既に2021年1月以降に上昇が始まっており、直近では2018年水準まで価格が戻っている
 - 日本国内でも2022年中に太陽光パネル価格上昇の影響が次第に顕在化すると見られる

太陽光パネルの企業物価指数と輸入物価指数の推移（2015年1月～2022年4月）

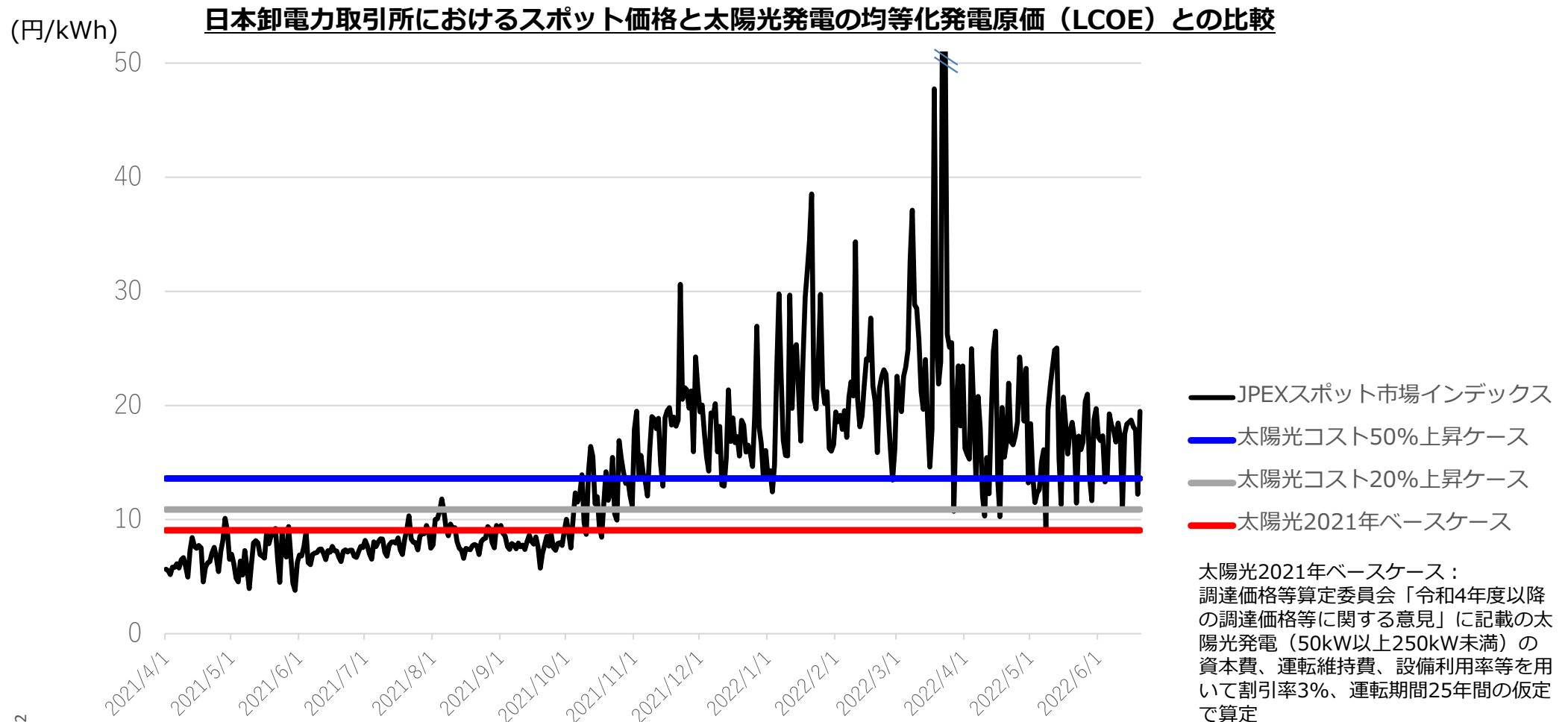
(2015年=100)



出所：日本銀行 企業物価指数・輸入物価指数を参照して作成

国内でも卸電力価格が高騰する中、太陽光発電コストは比較的低い水準にとどまる

- 太陽光発電の場合、発電設備設置・運転維持費が2021年ベースケース比で20%~50%上昇しても、均等化発電原価（LCOE）は11円~14円/kWh弱と推計され、高騰する卸電力価格の変動レンジと比較して依然として低いコスト水準にとどまる
 - 但し、卸電力価格が2021年以前の低水準に戻った場合はこの高低関係も逆転するため、必ずしも太陽光発電の「低コスト水準」が恒久的に確立されたわけではないことに注意

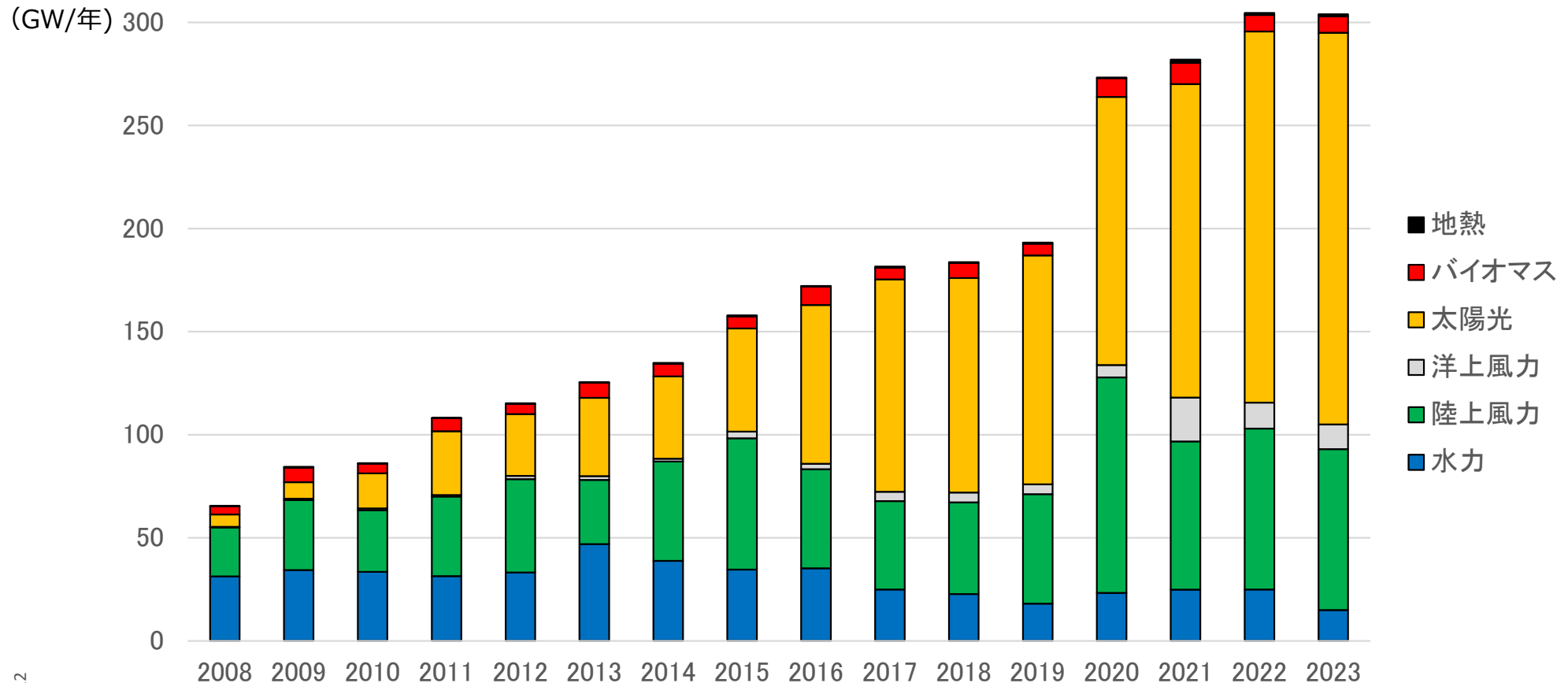


出所：JPEXスポット市場インデックス、調達価格等算定委員会「令和4年度以降の調達価格等に関する意見」を参照して作成

資源高騰下の2022年、世界の再エネ発電容量拡大は過去最大規模に

- 世界の再エネ導入量は、2020年に270 GW（うち太陽光130 GW、風力110 GW）、2021年に280 GW（同150GW、95GW）と過去最大を更新した
- 資源価格高騰・ウクライナ危機の最中も再エネ発電容量は拡大を続け、2022年には300GWを超えるものと予想される
 - 2022年以降の年間導入量は300GWが一つのベースライン水準として定着する可能性が高い

世界の再エネ発電設備容量の年間増加量

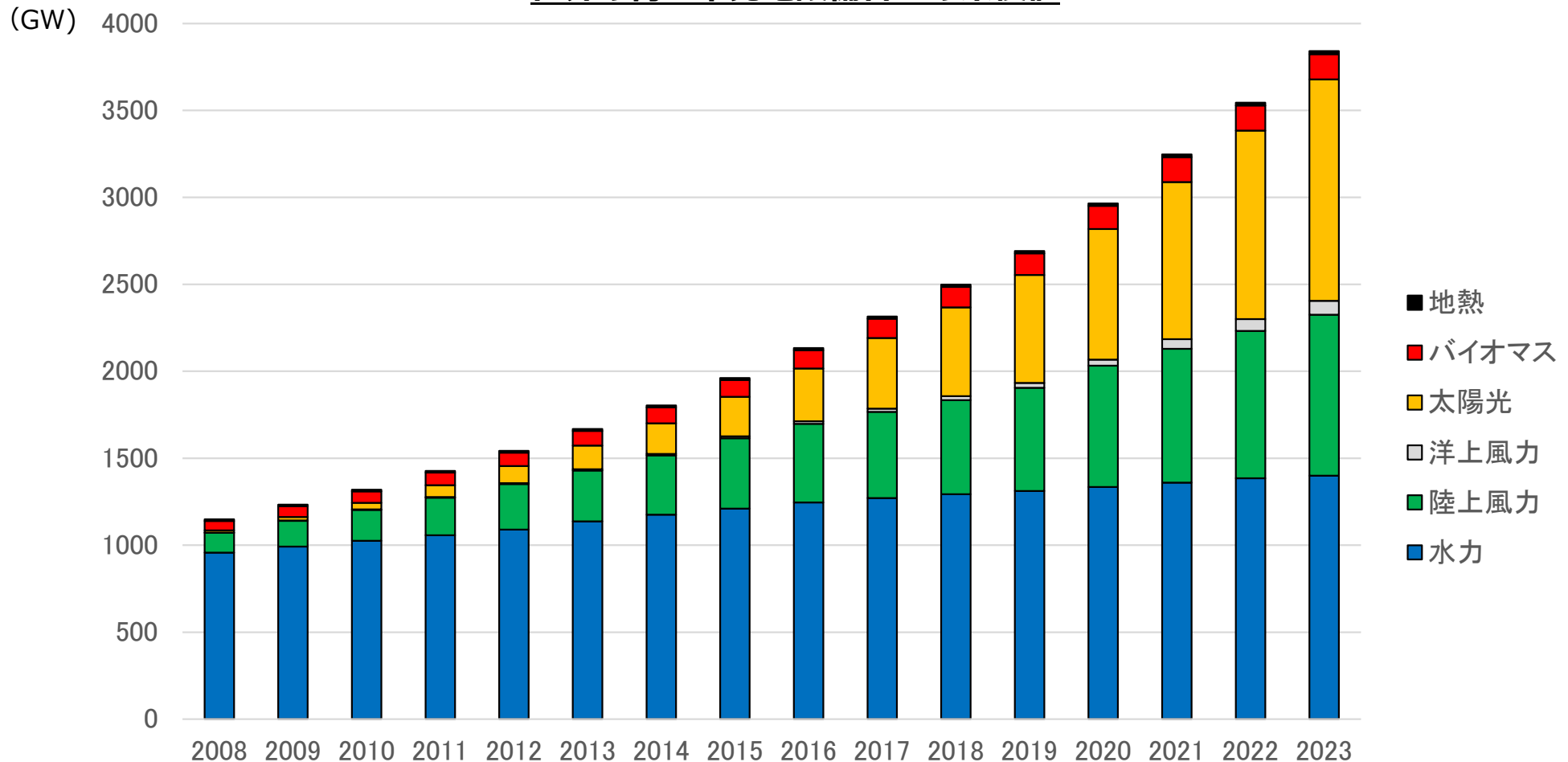


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

2022年末の累積の再エネ発電容量は3500GW程度まで増加の見通し

- 資源価格の高騰、再エネ発電容量は年率9%の高水準で増加を続けている
 - 2022年末には累積で3,500GWを超えるのは確実視されており2023年末には4,000GW近くまで増加する見通し
 - 2015年の1,900GWからわずか7年間で2倍に増加する勢いに衰えは見られず、2022年以降もこのペースが維持される可能性が高い

世界の再エネ発電設備容量の累積値

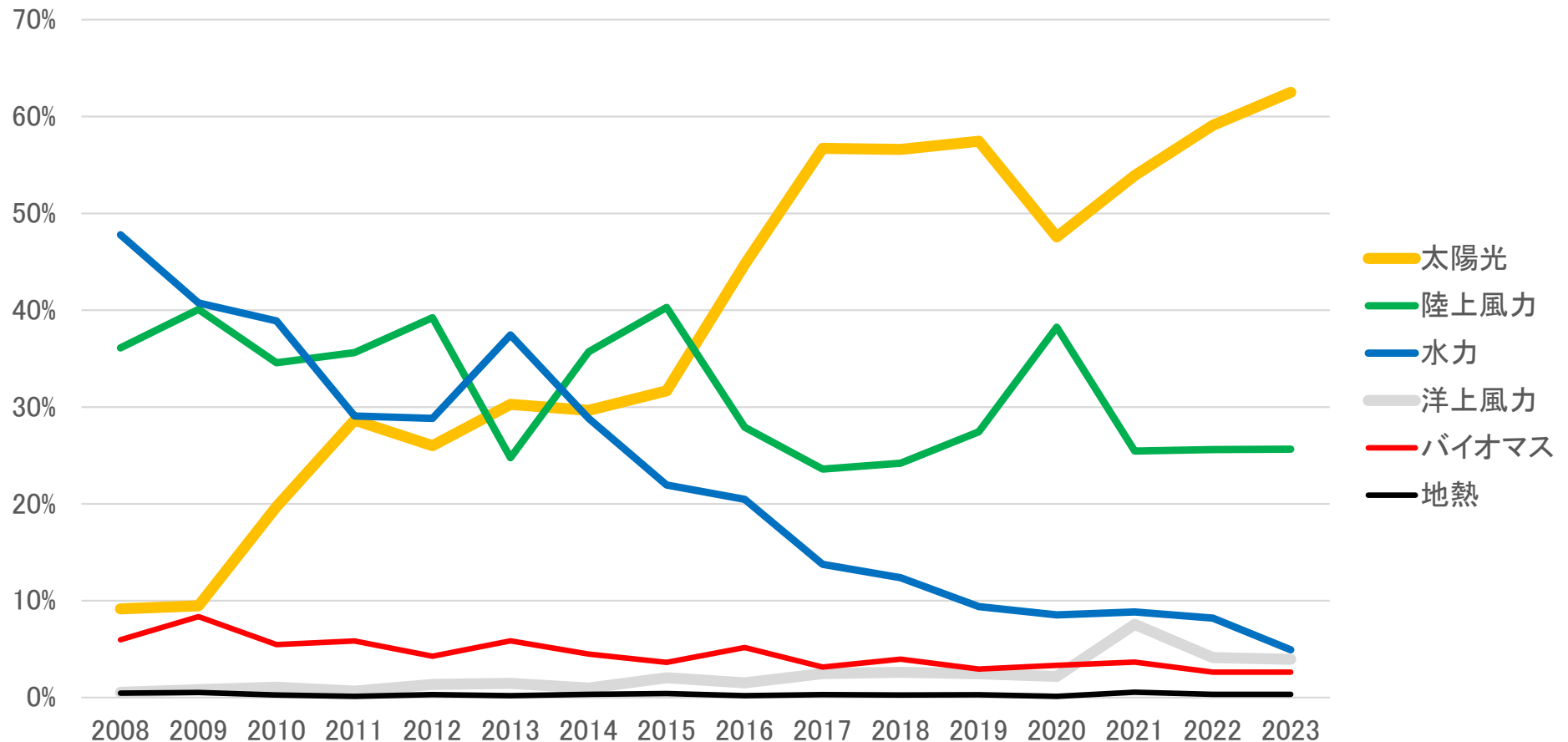


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

毎年の再エネ増加の6割を太陽光発電が占める状況が続く

- 再エネの年間増加量全体のうち太陽光の割合が圧倒的に高い
- 太陽光発電のコスト競争力の高さ、高い汎用性、維持管理の容易さ等の優位性は資源価格高騰下でも変わらず、2022年～23年も導入量全体の6割程度を太陽光が占める状況が維持される見込み

世界の再エネ発電設備容量の年間増加量の電源別シェア

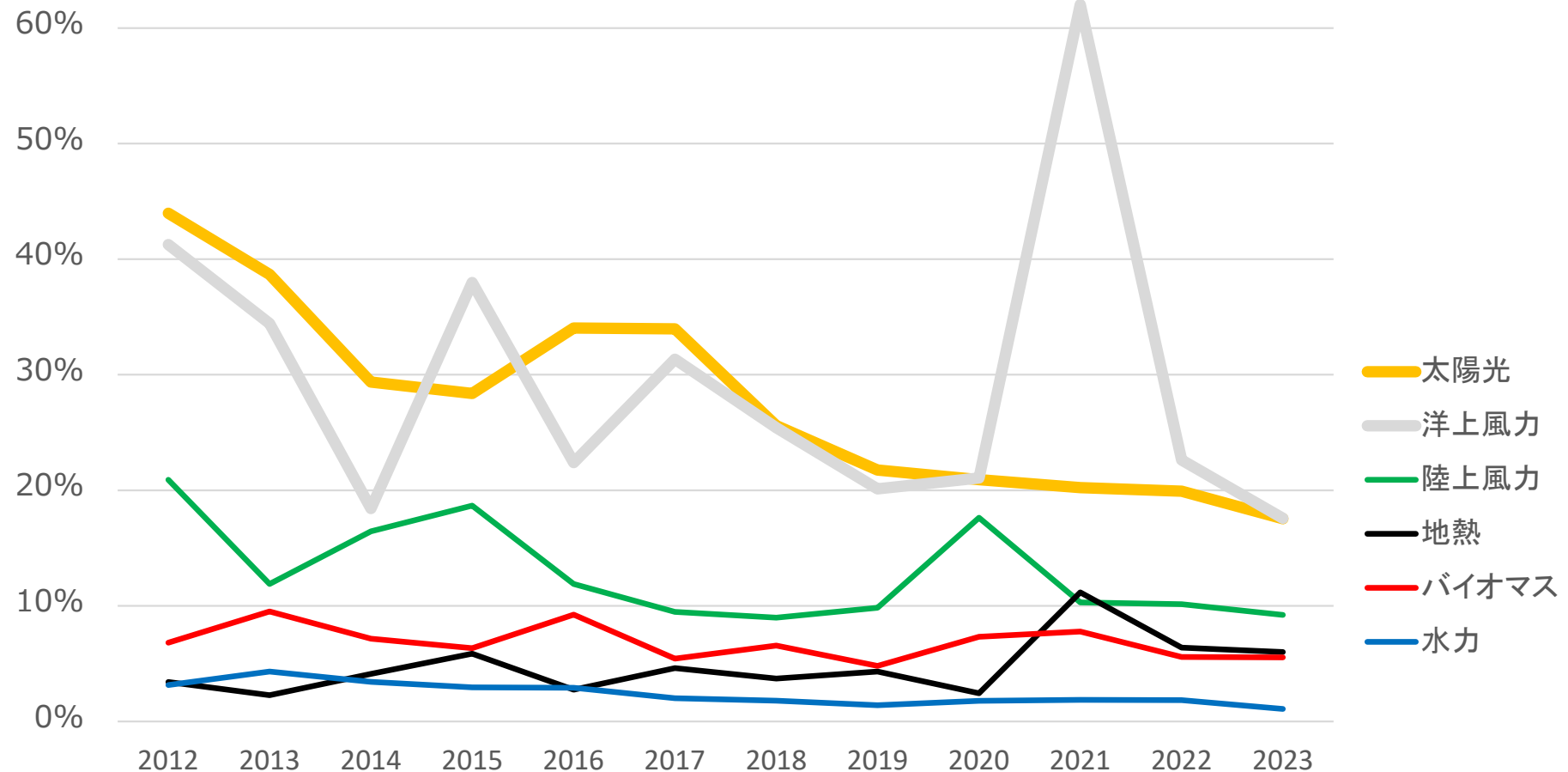


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

年間増加率では太陽光と並んで洋上風力が20%/年と高い水準を維持

- 再エネ発電設備容量の年間増加量を絶対値ではなく対前年増加率で見ると、太陽光と並んで洋上風力も年率20%を超えており、再エネの拡大が太陽光と洋上風力の2つに集約される状況が定着しつつある

世界の再エネ発電設備容量の電源別の年間増加率

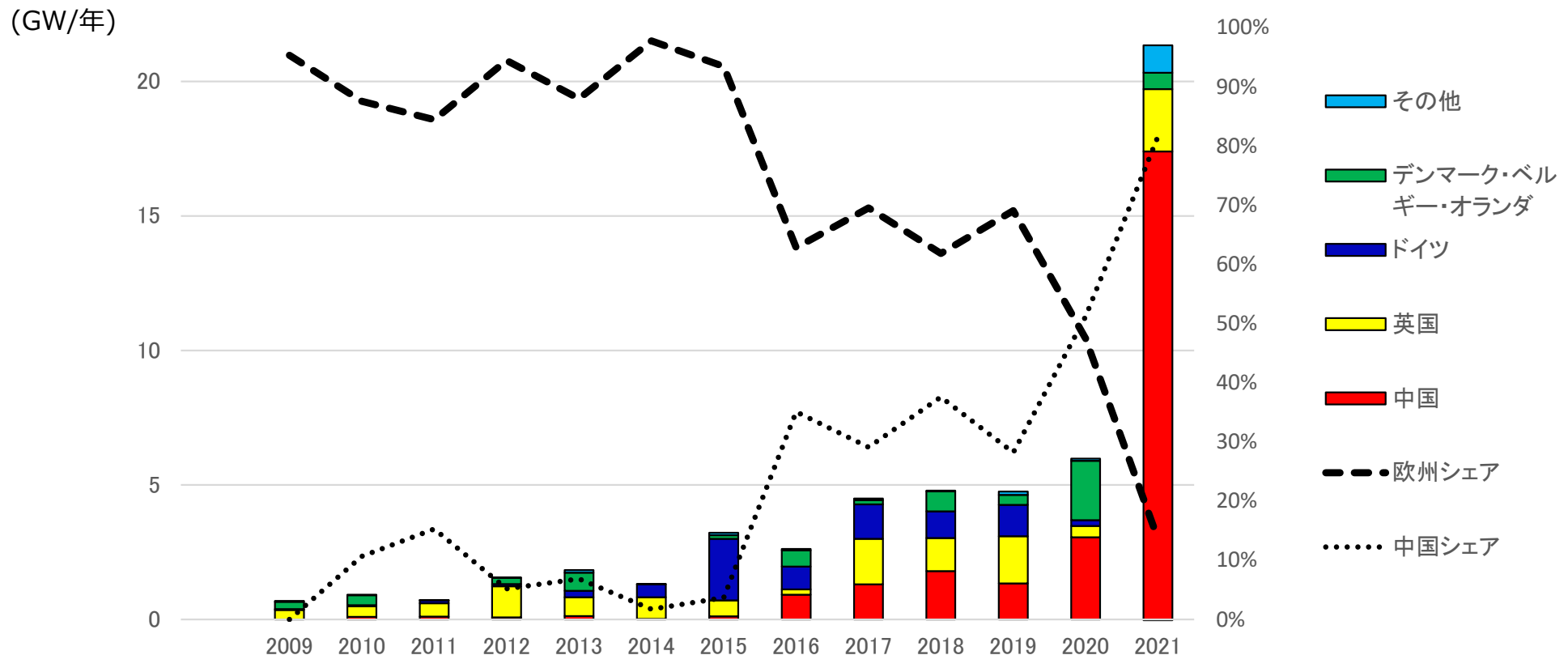


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

洋上風力でも中国が一国としては世界最大の導入量となった

- 洋上風力については、2021年に中国の導入量が急拡大した結果、26.3GWと一国の累積値としては中国が世界最大となった
- これまで洋上風力市場と言えば欧州（2021年末累積値は英国13GW、ドイツ8GW、オランダ2GW、デンマーク2GW等欧州全体で27.8GW）を指したが、2022年以降は中国が、太陽光、陸上風力に加えて、洋上風力でも一国で世界市場を牽引する新たなフェーズに入った

洋上風力発電設備容量の各国別の年間増加量（左軸）と欧州・中国のシェア（右軸）

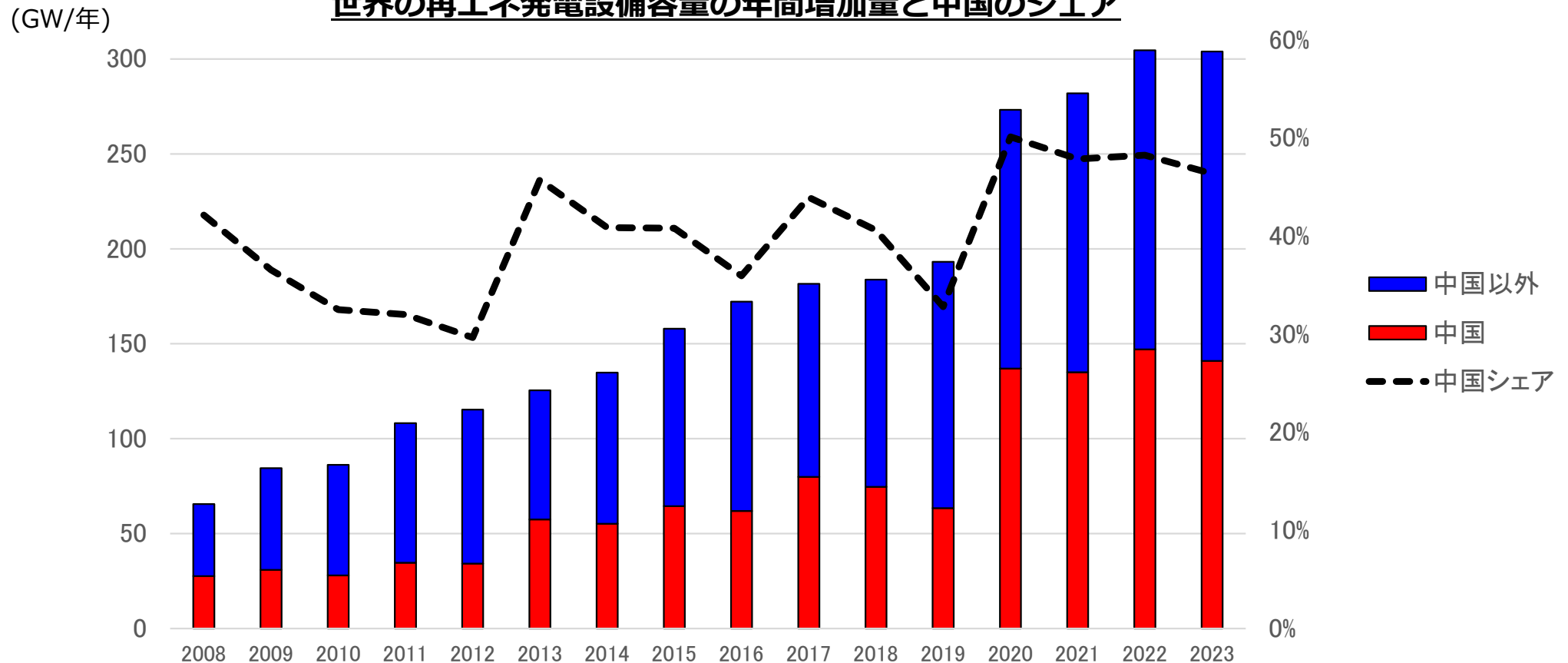


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

中国が再エネ増加量の約5割を占めて世界の再エネ市場を席捲する構図が定着

- 世界の再エネ発電容量の増加量に占める中国のシェアは、過去15年間かけて次第に上昇、2020年以降は世界全体の約5割を占めて市場を牽引する構図が定着
 - 太陽光、陸上風力に加えて、洋上風力でも世界1位の導入量となるなど、2060年脱炭素を目指す中国の再エネ導入の加速度的な増加に世界の再エネ市場が牽引されている
 - 欧州や米国等其他の大市場で現状を大きく超える導入が進まない限りこの市場構造が維持される可能性が高い

世界の再エネ発電設備容量の年間増加量と中国のシェア

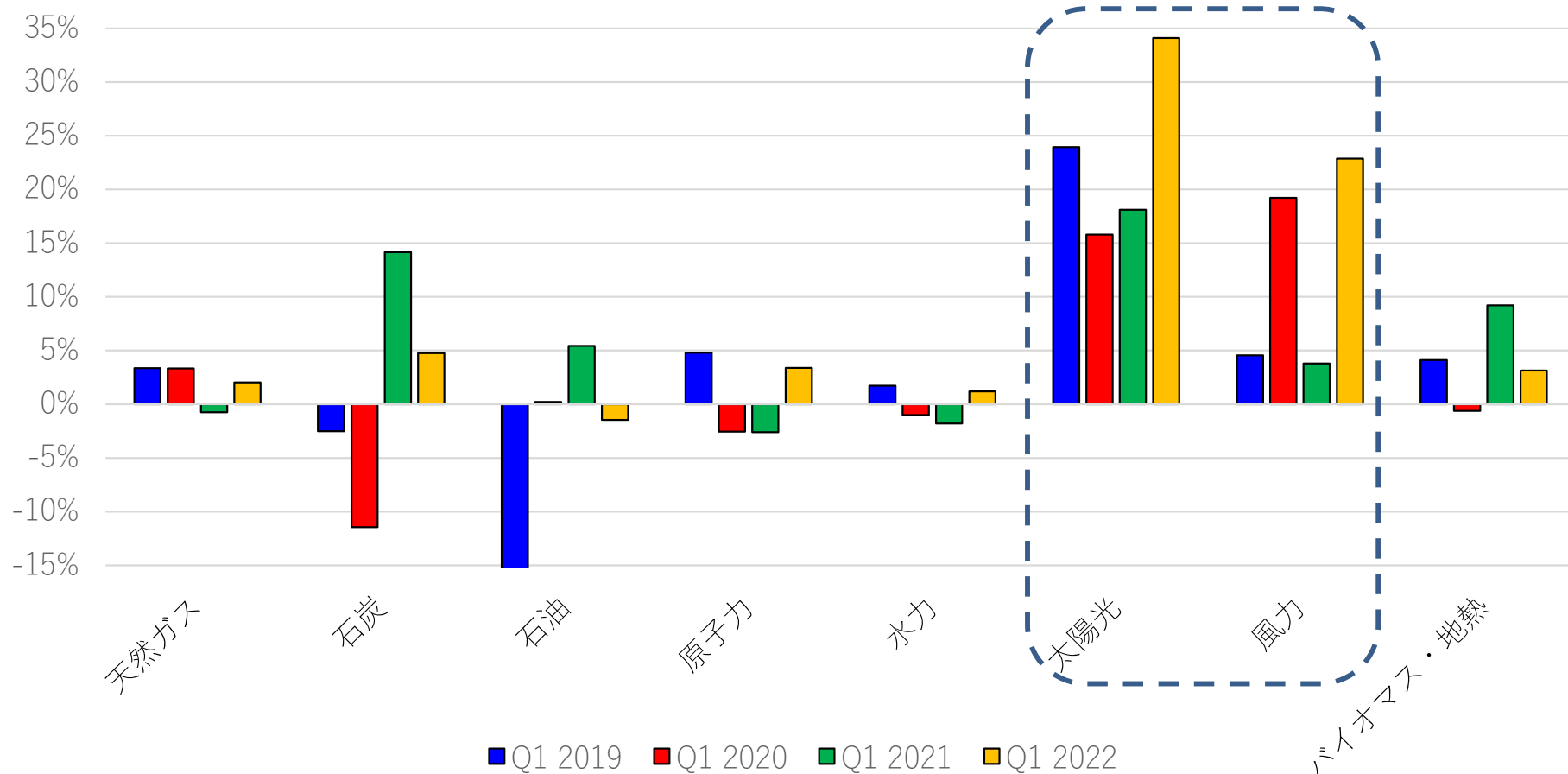


出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics, IEA Renewable Market Update 2022, IEA Renewables 2021他を参照して作成

2019年以降様々な混乱を経て2022年に至るまで再エネ増加トレンドは維持

- 世界主要国の電源別発電量の2019年～2022年第1四半期の対前年変化率を見てみると、
 - 火力発電・原子力が年ごとにアップダウンを繰り返して不安定（特に石炭が顕著）なのとは対照的に、太陽光と風力発電だけは2018年～2022年に発生したCOVID-19パンデミック、資源価格高騰、ウクライナ危機等様々な経済的混乱を経ても一貫して増加トレンドを維持し続けている

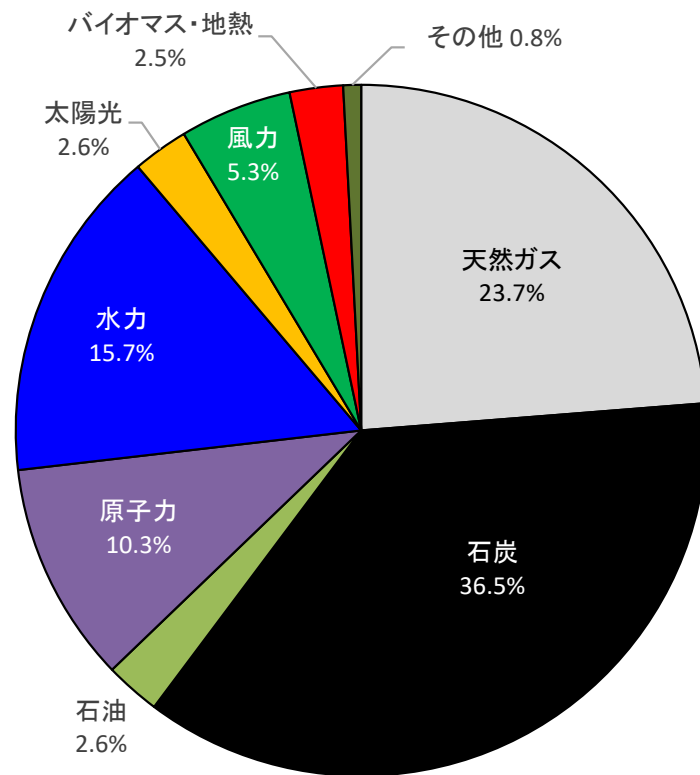
OECD+中国・ブラジル・インドの電源別発電量の対前年同期比変化率（2019年第1四半期～2022年第1四半期）



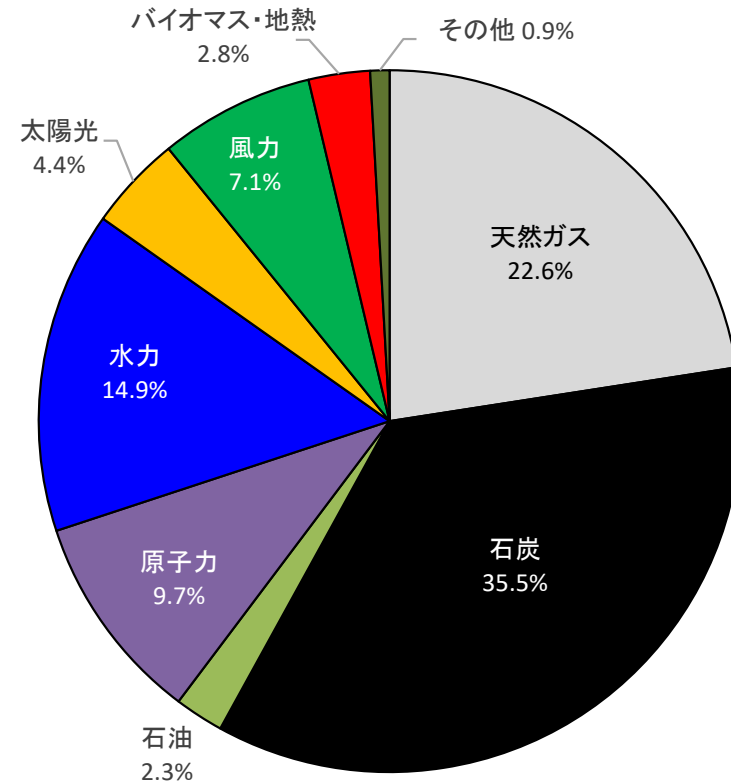
世界の発電量に占める再エネシェア拡大は概ね1%ポイント/年ペースで進行中

- 世界の発電量に占める再エネシェアは1%ポイント/年のペースで拡大を続け、2022年の同シェアは29%（うち、水力15%、太陽光4%、風力7%程度）に達すると見られる
 - 2022年に太陽光+風力の自然変動再エネ（VRE）シェアは11%を超え、2021年に逆転した原子力のシェア（9.7%）との差を一層広げる見込み
 - 但し、水力は年間降水量、風力は風況にそれぞれ大きく影響されるため、上記数値は平年並みの降水量、風況を前提とした推定であることに注意

**2019年世界の発電量27,040TWhの電源別シェア
（再エネシェア26.0 %）**



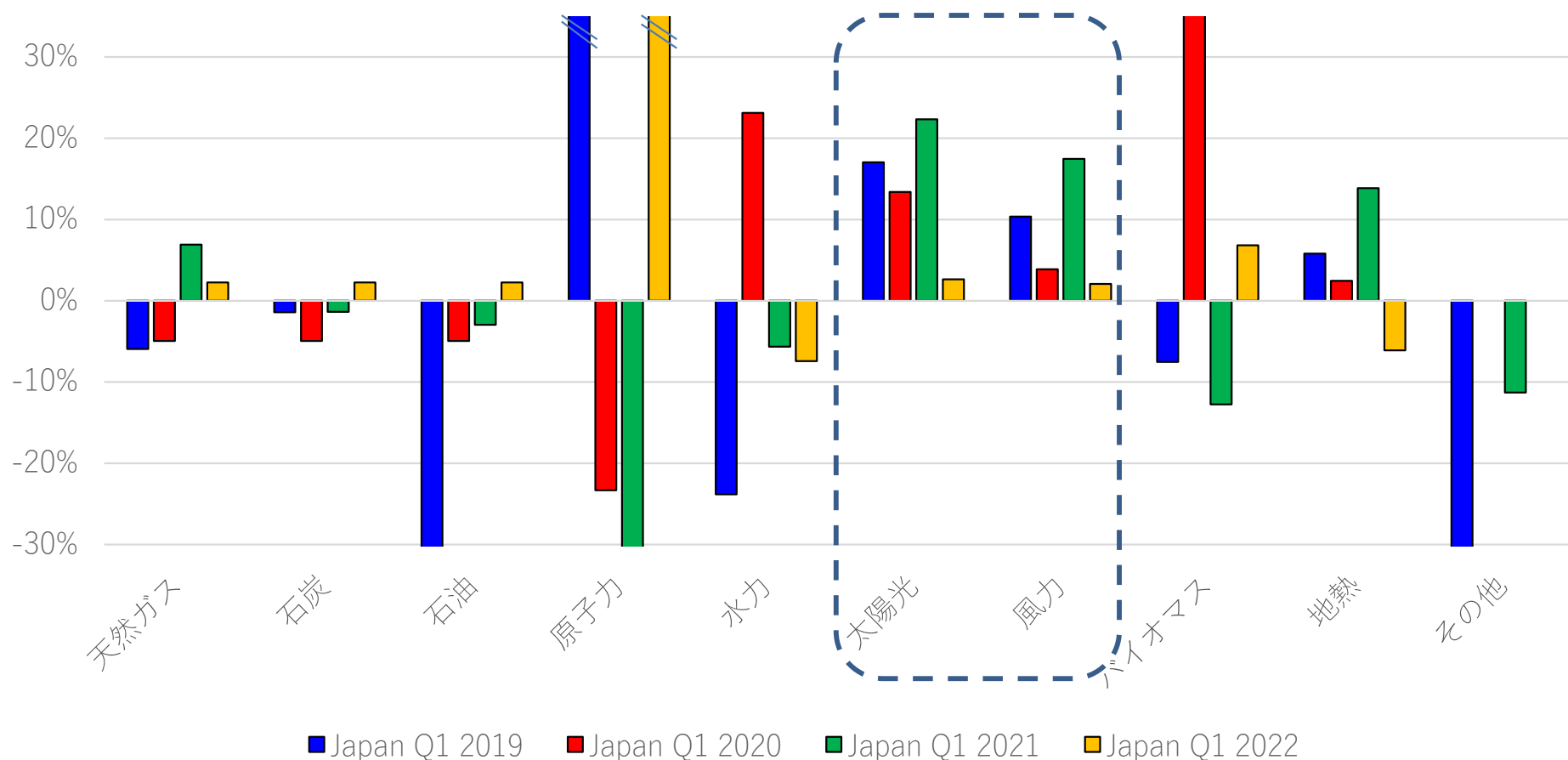
**2022年世界の発電量29,200TWhの電源別シェア（予測）
（再エネシェア29.2%）**



日本でも再エネ増加トレンドは維持されているが2022年Q1には急速に鈍化

- 2019年Q1から2022年Q1 まで太陽光・風力の安定的な増加トレンドは世界と同じ
 - 但し、2022年第1四半期には太陽光・風力の導入量の鈍化傾向が顕著になってきた
 - 太陽光・風力の導入が加速している世界とは対照的な状況を呈している

日本の電源別発電量の対前年同期比変化率（2019年第1四半期～2022年第1四半期）



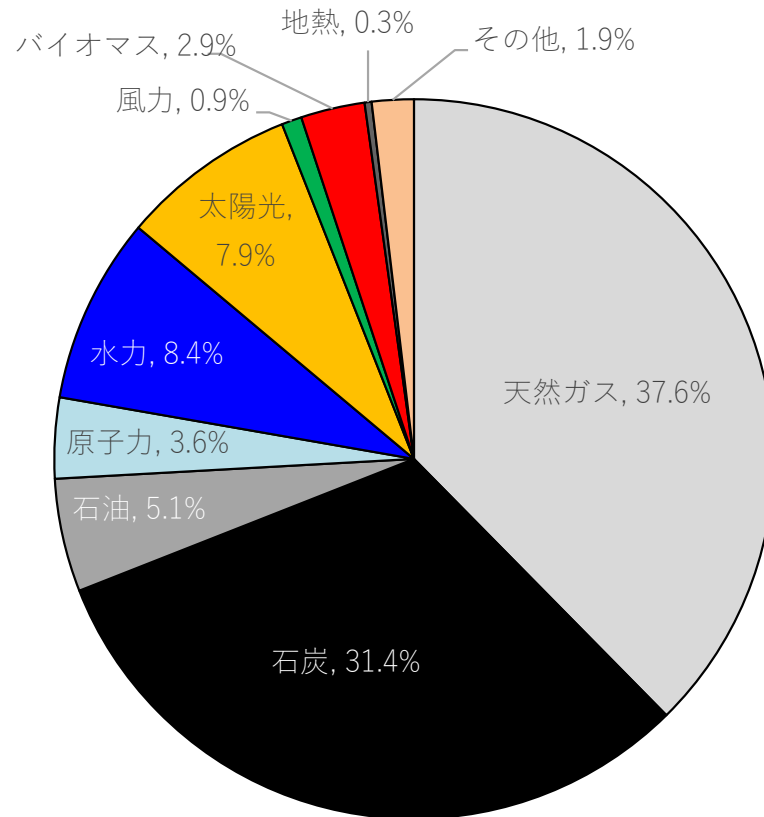
■ Japan Q1 2019 ■ Japan Q1 2020 ■ Japan Q1 2021 ■ Japan Q1 2022

出所：IEA Monthly Electricity Statistics June 2022を参照して作成

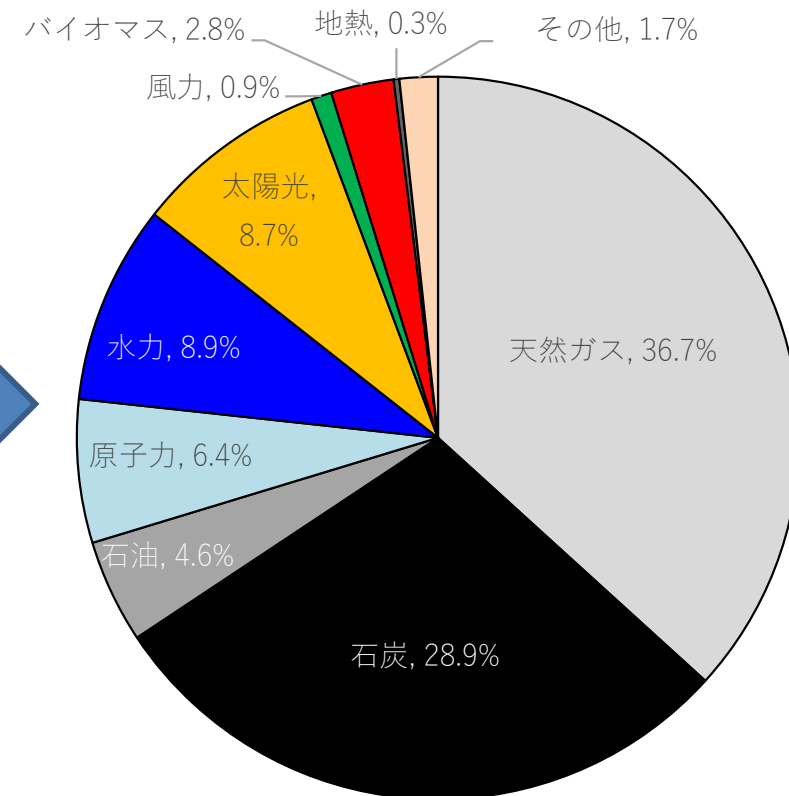
2021年度日本の発電量に占める再エネシェアは21%程度で前年比1%拡大

- IEA月次速報データから2021年度の日本の発電量全体に占める再エネシェアを推計すると、誤差を踏まえて21%程度であり、前年比で1～1.2%ポイント/年程度再エネシェアが拡大したと見られる
 - 2030年の再エネ目標達成には現状の導入ペースを上回る1.6%ポイント/年での再エネシェア拡大の継続が必要だが逆に鈍化傾向になってきており、2030年再エネ導入目標達成に向けて政策の強化が必要となる

2020年度発電量の電源別シェア（再エネシェア20.4 %）



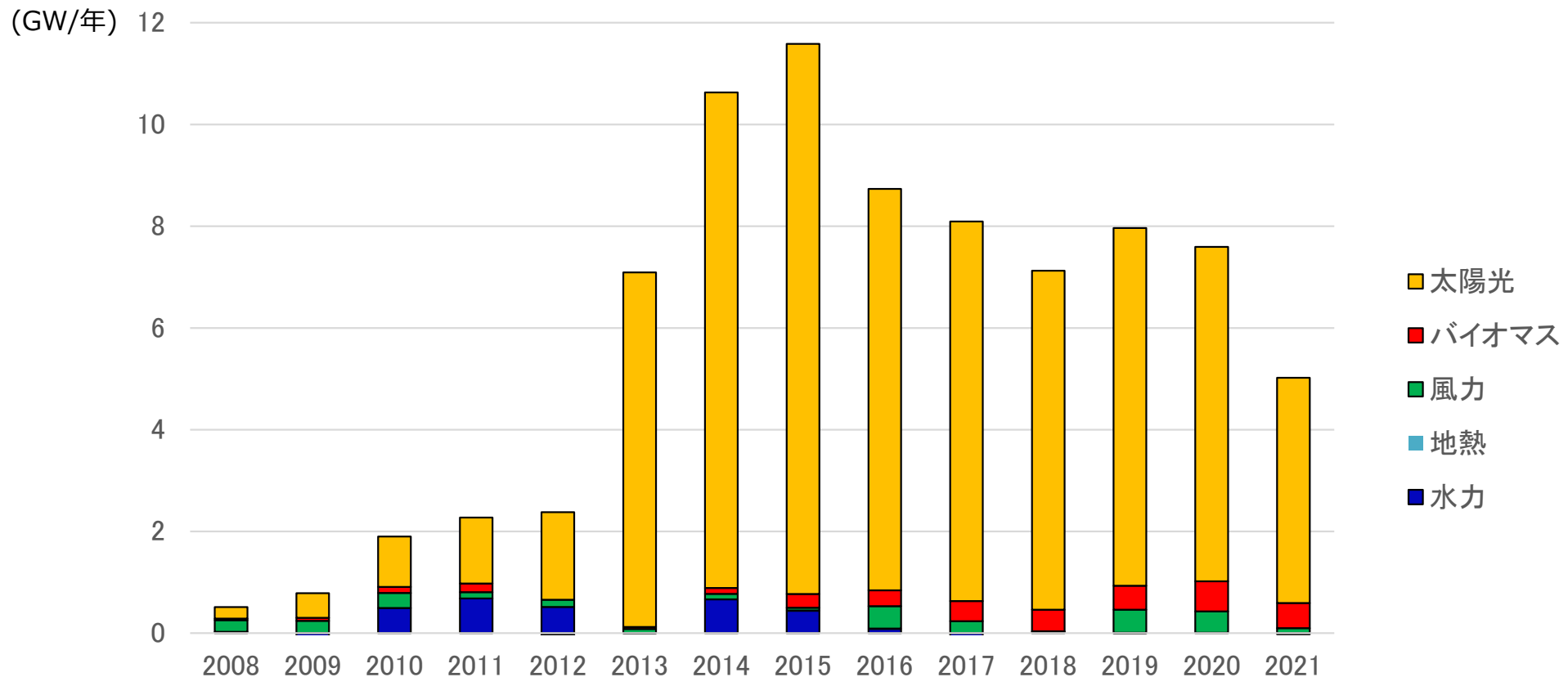
2021年度発電量の電源別シェア（再エネシェア21.6 %）



2021年日本の年間再エネ導入量はFIT開始後で最低水準、2022年も不透明感漂う

- 2021年の再エネ導入量は2012年FIT導入後で最低の5GW/年まで低下、2022年も不透明感が漂う
 - FITからFIPへの制度変更、FIT買取価格の低下、太陽光発電の適地減少、再エネ開発に対する地元住民の反発等から2021年以降の再エネ導入量の鈍化傾向が顕著となっており、2030年再エネ導入目標達成に向けて政策の強化が必要となる
 - 他方、電力価格高騰によって、再エネ発電のコスト競争力が相対的に優位になるケースも出てくるため、FIT・FIPに依存しない屋根置き太陽光やPPAを通じた自家消費を目的とした再エネの導入が今後進む可能性もある

日本の再エネ発電設備容量の年間増加量(2008年～2021年)



出所：IRENA Renewable Electricity Capacity and Generation Statisticsを参照して作成

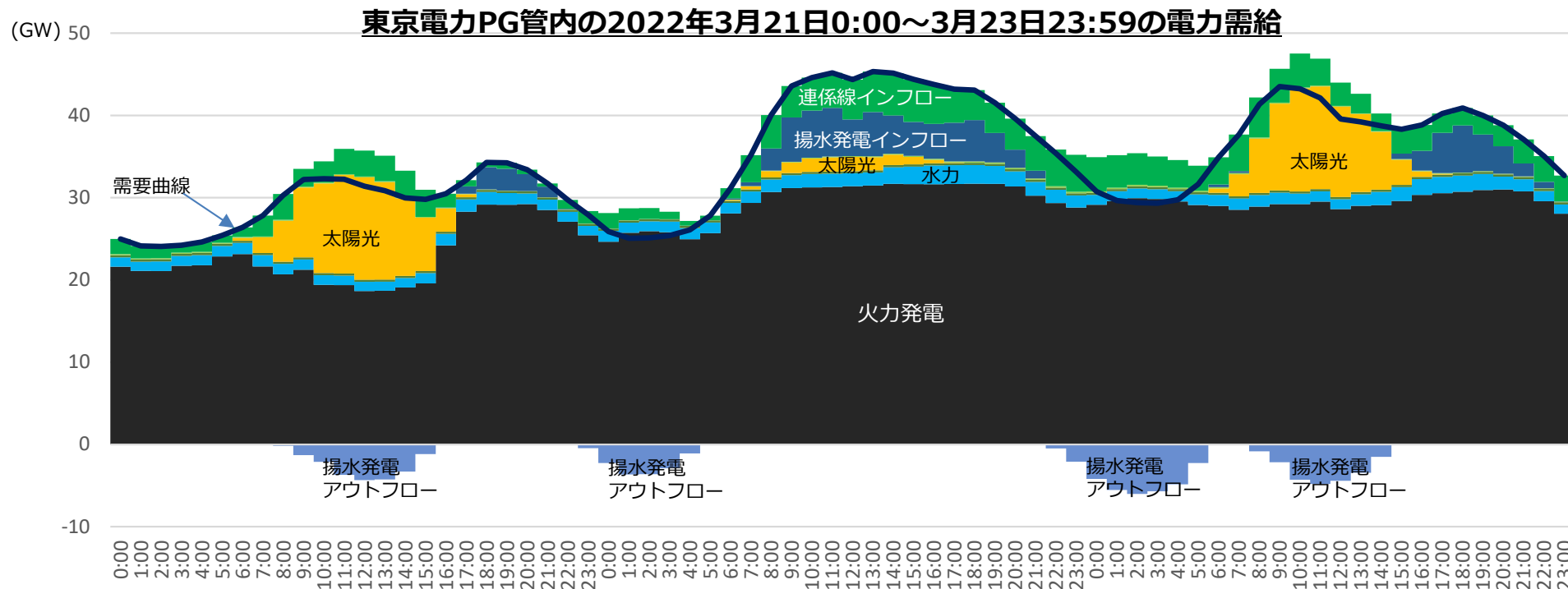
再エネの課題1：日本の再エネ拡大は鈍化、今後大量導入をどのように進めるのか

- 世界的な導入加速傾向とは逆に、日本ではFITからFIPへの制度変更、FIT買取価格の低下、太陽光発電の適地減少、再エネ開発に対する地元住民の反発等から2021年以降の再エネ導入量（特に太陽光）の鈍化傾向が顕著となっており、2030年再エネ導入目標達成に向けて政策の強化が必要となる

個別課題	強化すべき政策
FIT買取価格の切り下げ、入札によるFIT買取価格競争の激化	<ul style="list-style-type: none"> ● FITやFIPに依存しないPPA等非FIT型自家消費用途の再エネ発電ビジネスの拡大（系統への売電→自家消費へビジネスモデルの転換）
FITからFIPへの公的支援制度の変更	<ul style="list-style-type: none"> ● FITやFIPに依存しないPPA等非FIT型自家消費用途の再エネ発電ビジネスの拡大（系統への売電→自家消費へビジネスモデルの転換） ● アグリゲーションビジネスや再エネ発電量予測を新たなエネルギー産業として育成して、FIP制度下での再エネ発電事業のインフラとして整備
工場・事業所跡地や廃ゴルフ場等の大規模な太陽光発電事業用適地の減少	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有者不明土地の活用（改正特措法が第208回通常国会で成立） ● 荒廃農地の活用、営農型太陽光発電やため池等での浮体式太陽光発電の推進 ● 空港敷地等の未利用公有地での太陽光発電設置（改正航空法が第208回通常国会で成立） ● 新築住宅への太陽光発電設置強化等の自家消費屋根置き太陽光発電の設置促進（東京都で設置義務化条例を検討中） ● 国・地方自治体の新築公共施設に太陽光発電を設置義務付け
太陽光等再エネ発電開発に対する地元住民の反発、地方自治体による開発規制の強化	<ul style="list-style-type: none"> ● 従来事業者任せの野放図な再エネ事業開発から、再エネ促進区域を公的に指定して積極的な案件形成を行う法的なポジティブゾーニングへの移行 ● 地方自治体主導での再エネ開発計画策定に対する国からの支援による立地制約の克服（自治体レベルでの立地制約に対する国の積極的関与）

再エネの課題2：大量の自然変動再エネを受け入れ可能とする電力システムの柔軟性確保

- 再エネの増加に伴って、特に日本では大量の自然変動再エネ（VRE）を受け入れ可能とする電力システムの柔軟性確保が喫緊の課題として急浮上している
 - 東京電力PG管内では太陽光が15GW程度の発電能力を持っており、快晴・低負荷時には需要全体の約6割を太陽光が占めるようになっているが、冬季高負荷時の2022年3月22日には雨天のため太陽光が最大1.7GWしか発電できず、火力炊き増し、揚水発電・連係線インフロー、DRを総動員して大規模停電の危機を乗り切った



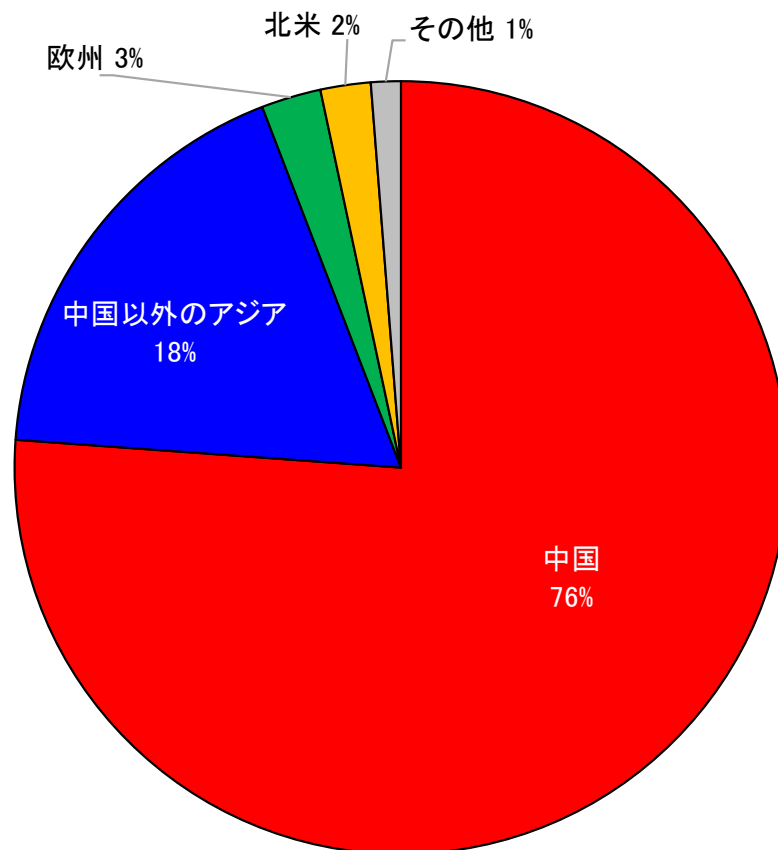
- 電力システムの柔軟性を確保するための以下のような多様な対策を短期～長期にわたって講じ続ける必要があり、これらは再エネ導入に伴う追加的コストとなる
 - 短期的対策：DR（デマンドレスポンス）、VPP（バーチャルパワープラント）等需要側エネルギー資源の制御 等
 - 中期的対策：出力調整可能な電源（当面はガス火力発電）の確保、蓄電池設置、系統運用改善 等
 - 長期的対策：系統増強・連係拡大、余剰電力からの水素生産・エネルギー貯蔵（P2G） 等

出所：東京電力PG「エリア需給実績データ」を参照して作成

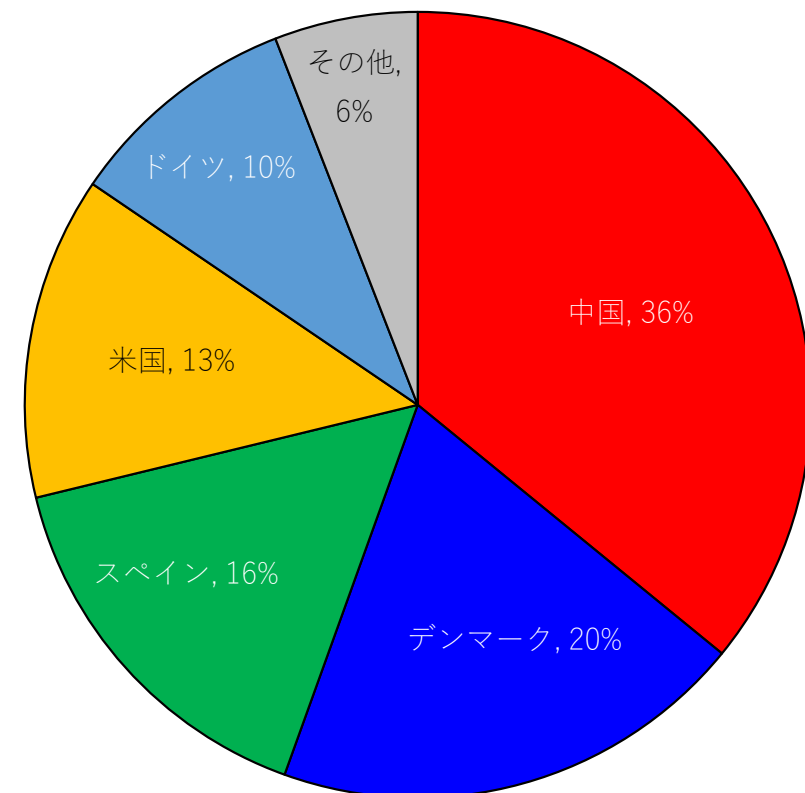
再エネの課題3：中国に一極集中する再エネサプライチェーン多様化の必要性

- ウクライナ危機によって特定国へエネルギー供給を大きく依存することの安全保障上のリスクが顕在化した
- 再エネについては、特に太陽光パネル供給が中国に一極集中していることに対する危機感が高まっている

太陽光発電モジュール生産設備容量の各国シェア（2021年）



風力発電タービン生産量の各国シェア（2020年）

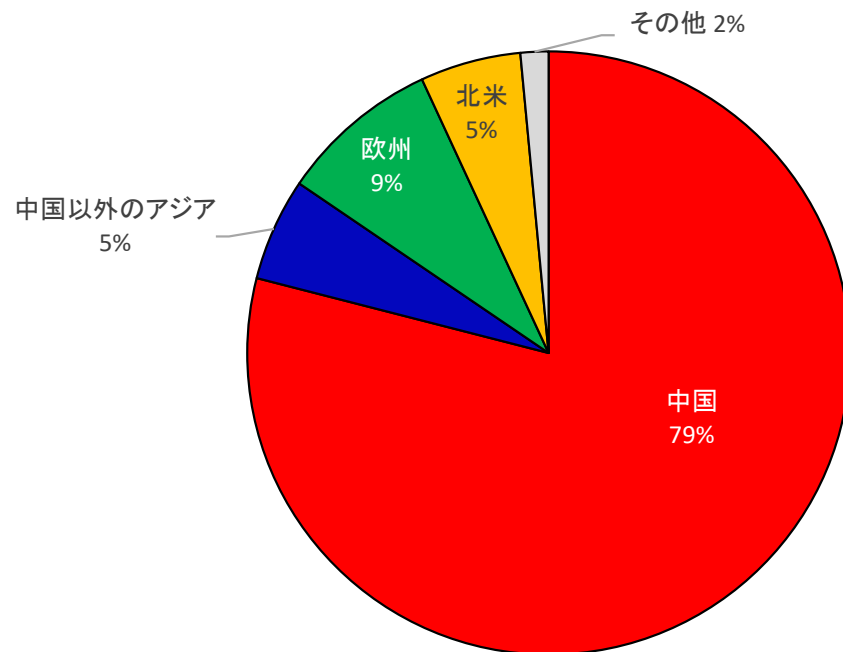


出所：IEA Special Report on Solar PV Global Supply Chains 2022、Global Wind Energy Councilを参照して作成

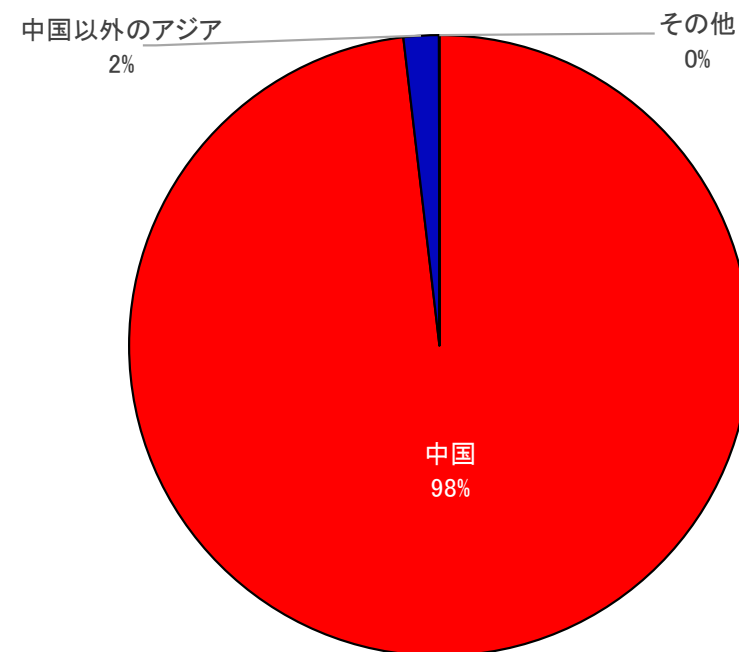
中国への集中が著しい太陽光発電サプライチェーン多様化が不可欠との見方広がる

- 太陽光パネルの主要生産過程（シリコン生産、ウェハー生産、セル生産、モジュール生産）のすべての段階において中国が約8割以上の市場を独占しており、著しい一国集中が進んでいる状況
 - 特にシリコンウェハーについては生産設備容量の98%が中国一国に極端に集中している状況

太陽光発電用シリコン生産設備容量の各国シェア（2021年）



太陽光発電用シリコンウェハー生産設備容量の各国シェア（2021年）

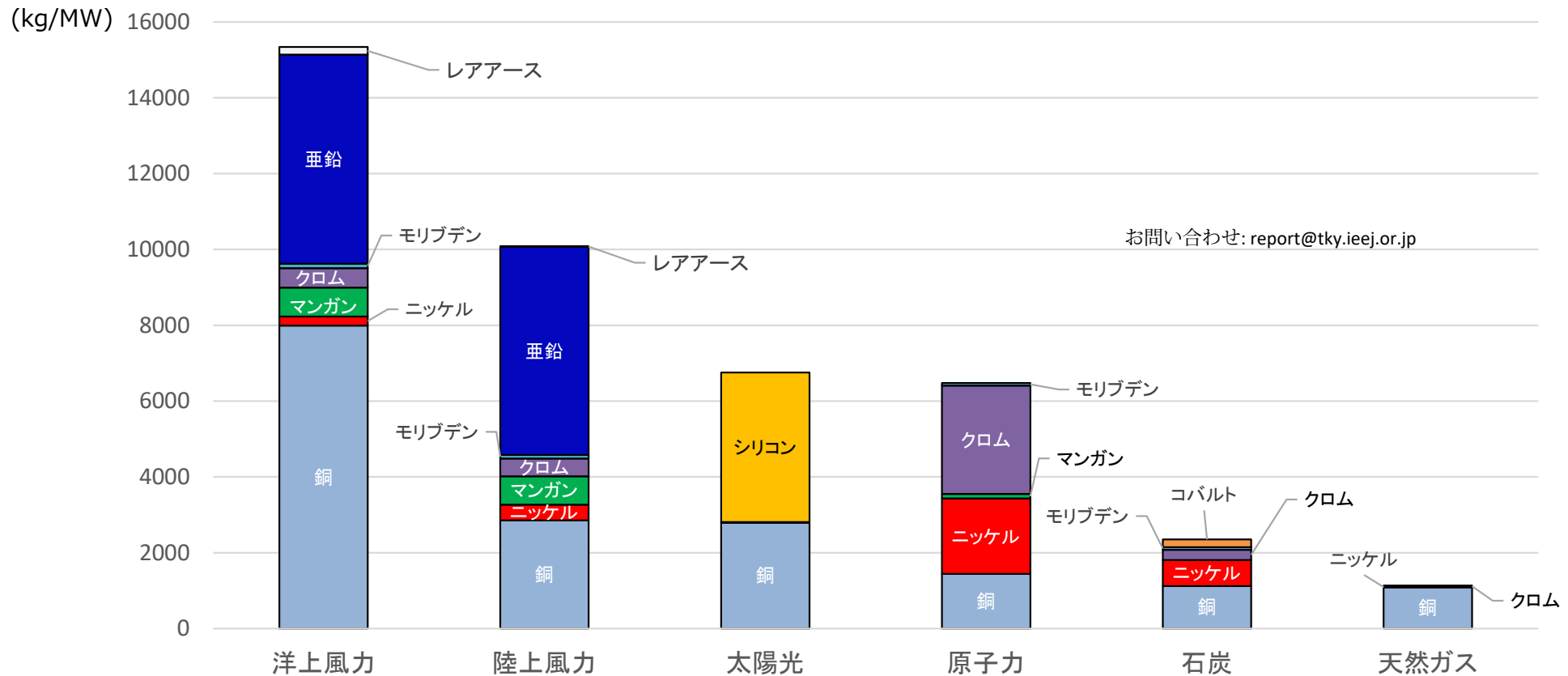


- このため、多様かつ複線的なサプライチェーンの形成がエネルギー安全保障上不可欠との見方が国際的に広がっている
- また、サプライチェーン多様化の観点からも、将来確実に発生する大量の太陽光パネル等の再エネ発電廃棄物のリユース・リサイクルの仕組み確立にも関心が高まっている

再エネ課題4：希少鉱物資源の安定供給対策の重要性

- 太陽光・風力発電設備機器は、希少鉱物資源等への依存度が火力発電と比較して相対的に高い
 - 特に太陽光発電はシリコンへの依存が非常に高く、シリコンの動向次第で価格や供給に大きな影響が出る可能性が高い
 - 資源高騰やウクライナ危機に伴って、特定の鉱物資源への高い依存、そして、今後世界的な脱炭素の流れの中で再エネ大量導入による希少鉱物資源の供給制約リスクへの懸念が高まっている
 - 今後、希少鉱物資源への依存度を低下させる取り組みとともに、その安定供給確保に向けた世界的な協力体制の構築が必要である

発電設備容量当たりの鉱物資源の使用量 (kg/MW)



お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp