

2024年12月8日(金)
エコプロ展イベントステージ(東京ビッグサイト)
パネル座談会「一つの地球で生きる」
主催:一般社団法人サステナブル経営推進機構

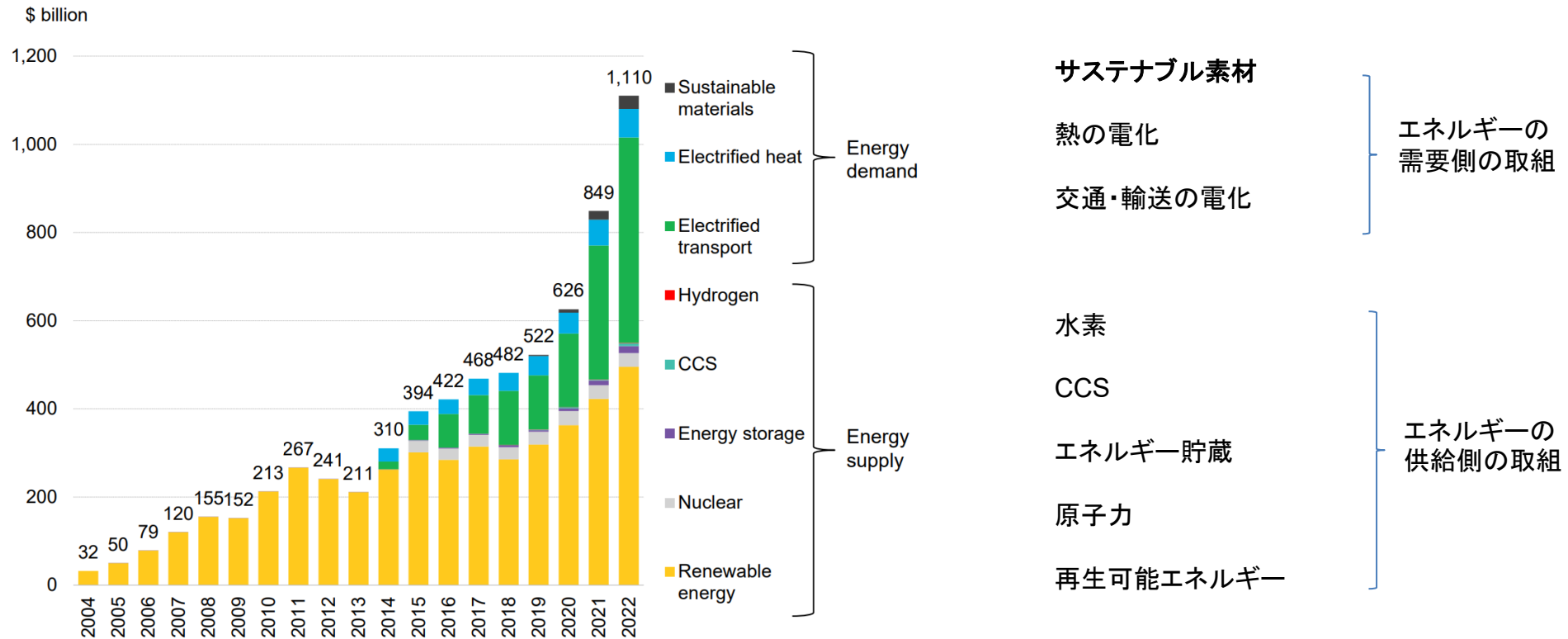
再生可能エネルギーへの期待と可能性

東京大学 教養学部附属教養教育高度化機構
環境エネルギー科学特別部門
松本 真由美

エネルギー転換への投資は 2022年 1兆ドル(約134兆円)を超える

- 再生可能エネルギーへの投資は、4950億ドル(約65兆9560億円)となった。
- EVと充電インフラへの投資は、4660億ドル(前年比54%増/約62兆919億円)で2番目に投資額が大きい。
- サステナブル素材(サーキュラーエコノミー/リサイクル、バイオプラスチック)は、300億ドル(約4兆144億円)の投資がされた。

Global investment in energy transition by sector



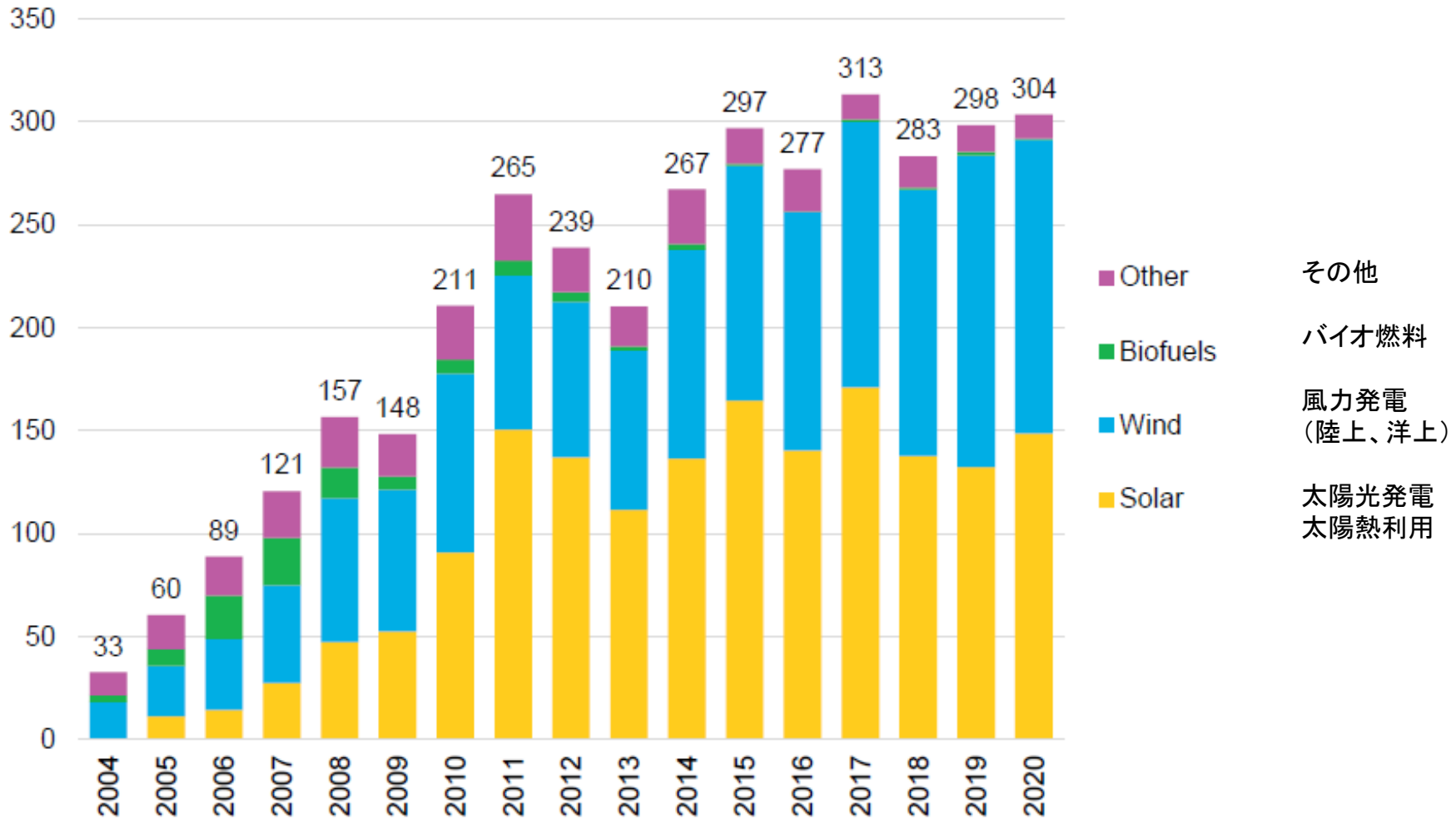
Source: BloombergNEF. Note: start-years differ by sector but all sectors are present from 2019 onwards; see Appendix for more detail. Nuclear figures start in 2015.

世界の再生可能エネルギーへの投資

Global new investment in renewable energy by sector

変動電源の太陽光発電と風力発電のシェアが大きい。

\$ billion



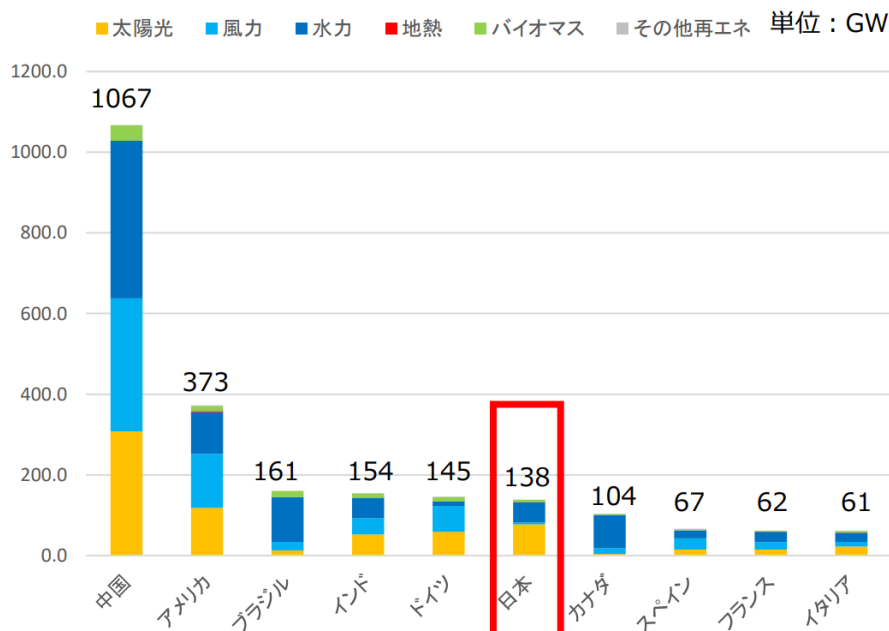
Source: BloombergNEF

出典: Bloomberg NEF, Energy Transition Investment Trends 2021

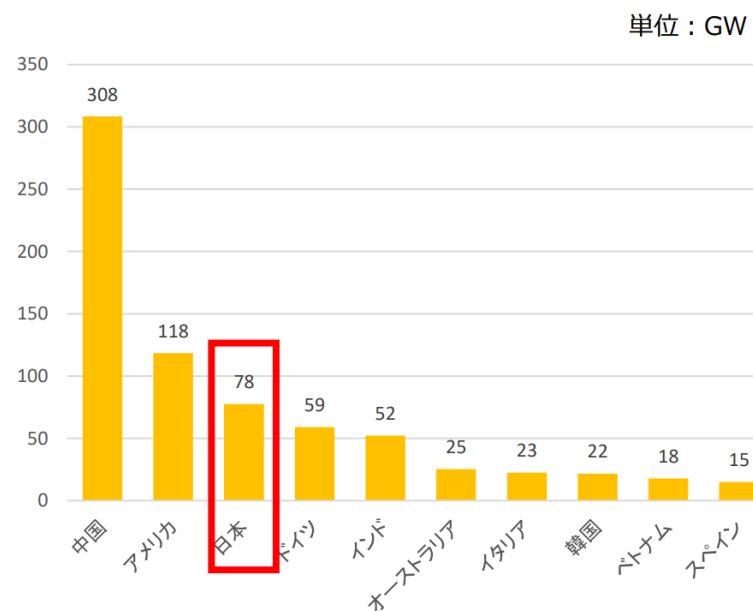
各国の再生可能エネルギー・太陽光導入状況

- 国際機関の分析によれば、日本の再エネ導入容量は世界第6位、このうち太陽光発電容量は世界第3位。

各国の再エネ導入容量（2021年実績）

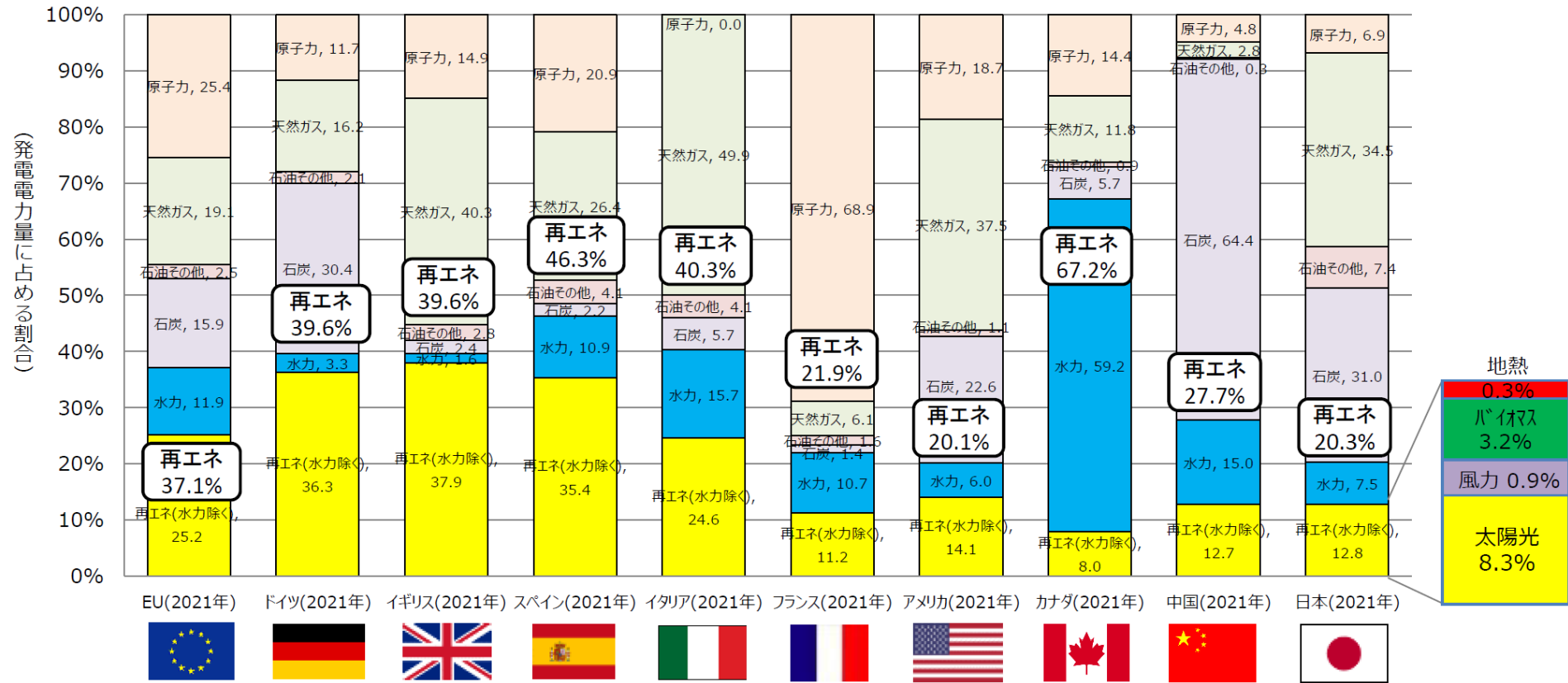


各国の太陽光導入容量（2021年実績）



出典：Renewables 2022（IEA）より資源エネルギー庁作成

(参考) 世界の動向：再生可能エネルギー発電比率の国際比較

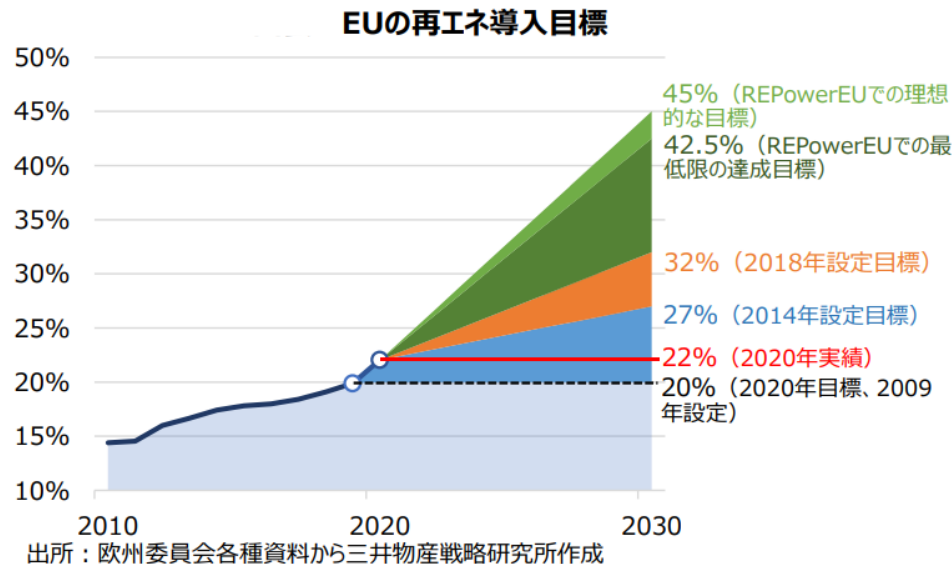


主要再エネ ※水力除く	EU(2021年)	ドイツ(2021年)	イギリス(2021年)	スペイン(2021年)	イタリア(2021年)	フランス(2021年)	アメリカ(2021年)	カナダ(2021年)	中国(2021年)	日本(2021年)
風力	13.4%	19.3%	20.9%	23.0%	8.8%	6.7%	8.8%	5.5%	7.3%	8.3%
再エネ 発電量	10,695 億kWh	2,338 億kWh	1,219 億kWh	1,255 億kWh	1,147 億kWh	1,208 億kWh	8,741 億kWh	4,320 億kWh	23,578 億kWh	2,093 億kWh
再エネ 発電量 ※水力除く	7,260 億kWh	2,146 億kWh	1,169 億kWh	959 億kWh	700 億kWh	619 億kWh	6,119 億kWh	512 億kWh	10,831 億kWh	1,317 億kWh
発電量	28,832 億kWh	5,909 億kWh	3,080 億kWh	2,709 億kWh	2,848 億kWh	5,505 億kWh	43,490 億kWh	6,429 億kWh	85,010 億kWh	10,328 億kWh

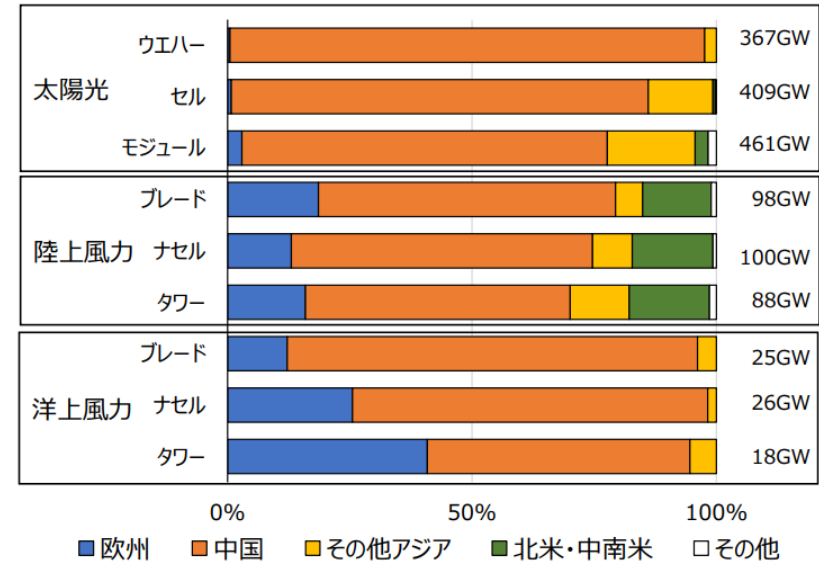
出典：IEAデータベース、2021年度エネルギー需給実績(確報)より資源エネルギー庁作成

EU、2030年の再エネ比率目標42.5%で政治合意 現状の2倍を目指す

- EU理事会と欧州委員会、欧州議会は、2023年3月30日、エネルギーミックスに占める再生可能エネルギーの比率目標を規定する再エネ指令の改正案に関して、暫定的な政治合意に達したと発表した。
- EU全体の最終エネルギー消費ベースのエネルギーミックスに占める再エネ比率について、法的拘束力のある2030年目標を42.5%、さらに努力目標として2030年の再エネ比率45%を目指す。
- 2021年EU全体の再エネ比率は21.8%で、2030年までに再エネ比率を2倍近く引き上げる必要がある。



図表4 太陽光・風力部品の国・地域別生産能力シェア



出典：三井物産戦略研究所（2023年8月）

中国依存度の低減策—ネットゼロ産業法案

- 対外依存低減に向け、EUも動き始めている。
- 2023年3月に欧州委員会が公表した、域内の脱炭素化関連産業の強化を目指す「ネットゼロ産業法案」では、太陽光や風力等を「戦略的ネットゼロ技術」に選定した。
- これら技術の域内生産拡大に向けた投資を促進するため、生産拠点設置の許認可手続きの緩和等を実施する。
- 選定分野では、2030年までに域内消費の40%を域内で生産することを目指す。

図表7 ネットゼロ産業法案の概要

目的	生産拠点の許認可プロセス等における規制枠組みを簡素化して投資環境を改善し、 ネットゼロ関連の技術開発と生産能力拡大を支援する。
目標	2030年までに「戦略的ネットゼロ技術」において、 年間に必要な分の40%を域内生産する。 戦略的ネットゼロ技術： <ol style="list-style-type: none">1. 太陽光・熱発電技術2. 陸上・洋上風力発電技術3. バッテリー・蓄電技術4. ヒートポンプ・地熱発電技術5. 水素製造用の電解槽・燃料電池6. 持続可能なバイオガス・バイオメタン技術7. 二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術8. グリッド技術（EV用スマート/急速充電施設も含む）

出所：European Commission 「Net-Zero Industry Act: Making the EU the home of clean technologies manufacturing and green jobs」、2023年3月16日、最終アクセス日2023年6月30日
(https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1665) から三井物産戦略研究所作成

世界最大の洋上風力発電事業者オーステッドが2事業中止の衝撃 急激なインフレで事業者は軒並み巨額赤字に

- 2023年11月1日、世界最大の洋上風力発電開発事業者であるデンマーク・オーステッドが米国ニュージャージー州で開発中の2事業(発電容量1100MW、1148MW)の中止を決め、巨額の減損(23年1~9月で合計40億ドル+落札した案件を中止するキャンセル料16億ドル)を公表した。
- オーステッドが2事業を落札したのはインフレ前の2019年6月と2021年6月。その後、世界的な資材高騰により事業費用が落札時の価格と大きく乖離したことが原因だ。風車価格は4割増。
- 事業を取り巻く環境の悪化が足を引っ張る展開となった。コロナ禍の金融緩和とウクライナ侵攻後のエネルギー価格の高騰などで起きたインフレは、いまだ終息が見えない。
- この他、最大手の独シーメンス・エナジーは、11月15日、風力発電機の品質問題で苦戦している風車タービン事業について、一部の市場や製品から撤退する可能性がある」と表明した。シーメンス・エナジーは14日、独政府による保証を含む民間銀行からの120億ユーロの融資枠を確保した。

ロッテルダム、欧州の水素ハブめざす シェルなどが整備

- ロッテルダムでは港湾の強みを生かし、水素の製造や受け入れ基地、輸送パイプラインなど関連インフラの整備を包括的に進める。
- グリーン水素の製造工場の集積地となる「コンバージョンパーク」の工事が進められている。英メジャー（国際石油資本）のシェルは20万kW分の水の電気分解装置を備えたグリーン水素工場の建設を決めた。2025年にも稼働する。隣接地では英BPなどの連合が電解装置25万kW分の工場を、仏産業ガス大手エアリキードも20万kWの工場を建てる。
- 水素製造に使う電力は北海の洋上風力発電でまかなう。2030年までに4カ所、合計740万kW分の電力をロッテルダム港につなぐ。オランダが計画する洋上風力発電の35%に相当する。
- 欧州連合（EU）は、2030年までに温室効果ガス排出を1990年比55%削減し、2050年までに実質ゼロにする目標を掲げる。ロッテルダム港もこの目標に沿って削減を目指す。
- ロシアのウクライナ侵攻を受けて見直したEUの環境・エネルギー戦略「リパワーEU」は水素導入をこれまでの2倍近い2030年に1000万トンに引き上げ、これとは別に域外から1000万トンを確保する目標を打ち出した。



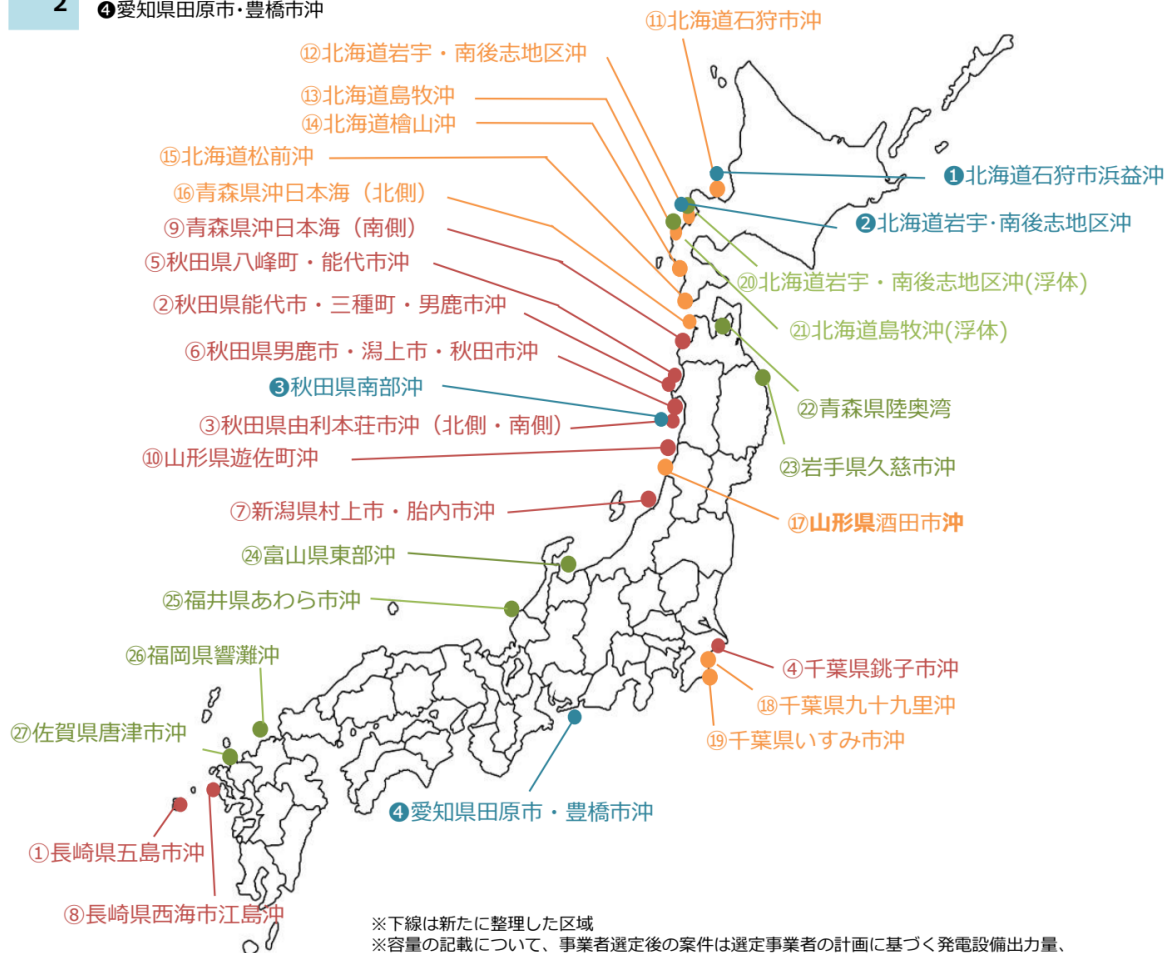
石炭火力発電所の敷地でもグリーン水素の政策を検討する
(ロッテルダム港にある独ユニバーの石炭火力発電所)

再エネ海域利用法等における各地の進捗と導入目標

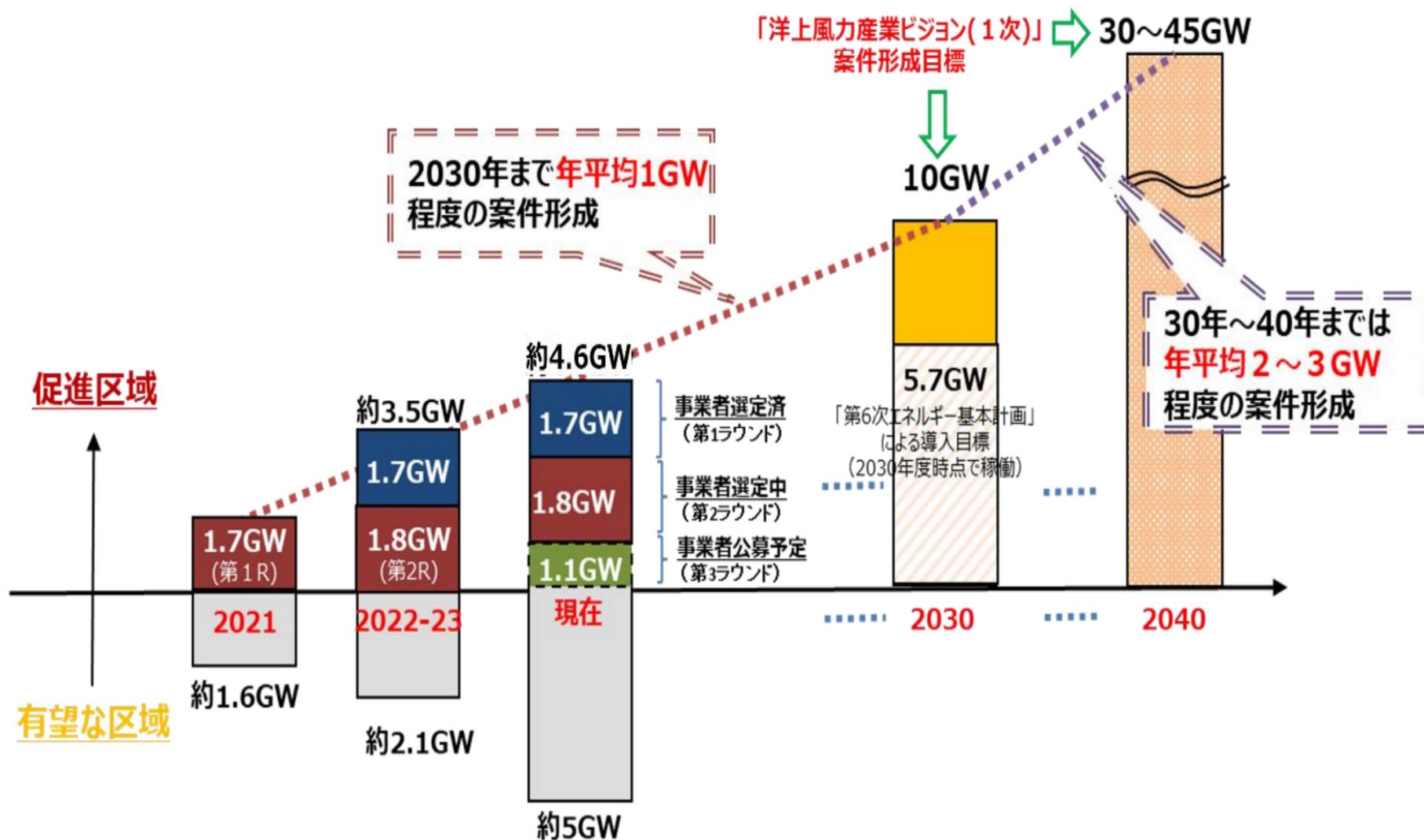
2030~40年導入目標:30~45GW

区域名	万kW	
事業者選定済	①長崎県五島市沖 (浮体)	1.7
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	49.4
	③秋田県由利本荘市沖	84.5
	④千葉県銚子市沖	40.3
促進区域 選定評価中	⑤秋田県八峰町能代市沖	36
	⑥秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	34
	⑦新潟県村上市・胎内市沖	35,70
	⑧長崎県西海市江島沖	42
	⑨青森県沖日本海(南側)	60
	⑩山形県遊佐町沖	45
	⑪北海道石狩市沖	91~114
	⑫北海道岩宇・南後志地区沖	56~71
有望区域	⑬北海道島牧沖	44~56
	⑭北海道檜山沖	91~114
	⑮北海道松前沖	25~32
	⑯青森県沖日本海 (北側)	30
	⑰山形県酒田市沖	50
	⑱千葉県九十九里沖	40
	⑲千葉県いすみ市沖	41
準備区域	⑳北海道岩宇・南後志地区沖(浮体)	㉔富山県東部沖 (着床・浮体)
	㉑北海道島牧沖(浮体)	㉕福井県あわら沖
	㉒青森県陸奥湾	㉖福岡県響灘沖
	㉓岩手県久慈市沖(浮体)	㉗佐賀県唐津市沖
		㉘佐賀県唐津市沖

浮体実証を行う候補海域	
G I 2	①北海道石狩市浜益沖
	②北海道岩宇・南後志地区沖
	③秋田県南部沖
	④愛知県田原市・豊橋市沖



(参考) 目標達成に向けた案件形成状況について



洋上風力サプライチェーン構築に向けた動き

- 日本に立地する鉄鋼産業、重電産業、機械産業等の競争力を活かし、基礎(モノパイル、ジャケット)、ナセルをはじめとする各種資機材等の国内生産に向けた取組が進められている。
- 大手建設会社によるSEP船、洋上風力発電施設に作業員や資材を輸送する「作業員輸送船(CTV)、地元企業単独での起重機など、洋上風力発電の建設・O&Mに係る船舶の建造が進んでいる。

□ 資機材等の国内生産の動き

事業者名	製品	事業実施場所
東芝エネルギーシステムズ(株)	風力発電設備部品(ナセル)	神奈川県
NTN(株)、(株)NTN宝達志水製作所	発電機等部品(軸受)	石川県
thyssenkrupp rothe erde Japan(株)	発電機等部品(軸受)	福岡県
(株)山田製作所	発電機等部品(シャフト)	愛知県
TDK(株)	発電機等部品(磁石)	千葉県
(株)ヤマヨ	発電機等部品(墨染)	富山県
福井ファイバーテック(株)	ブレード・ハブ	愛知県
JFEエンジニアリング(株)	基礎(モノパイル等)	岡山県
JFEスチール(株)、JFE物流(株)、JFE瀬戸内物流(株)	基礎(鋼材)	岡山県
日鉄エンジニアリング(株)、日鉄鋼構造(株)	基礎(ジャケット)	福岡県
三菱長崎機工(株)	基礎	長崎県
東光鉄工(株)	基礎(架台)、ダビットクレーン	秋田県
和田山精機(株)	その他(金型)	岐阜県

(出所) 経済産業省サプライチェーン対策のための国内投資促進事業費補助金(1次、2次3次公募)採択事業者一覧を基に作成

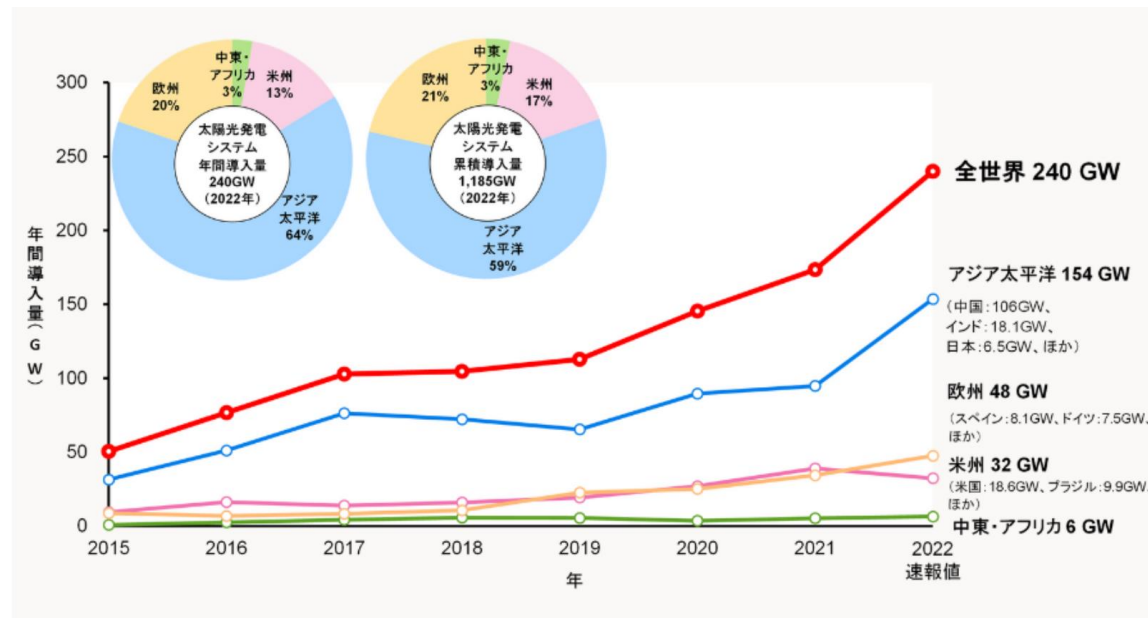
□ SEP船、CTV、作業船等の建造事例

種類	船名、事業者	概要
SEP船	五洋建設等	CP8001(800t、供用中)、CP16001(1,600t、完成済)、共に非自航
SEP船	清水建設	Blue Wind(2,500t)。自航式
SEP船	大林組、東亜建設工業	非自航式「柏鶴」(1,250t)
CTV	東京汽船	JCAT ONEをはじめ7隻のCTVを運航
CTV	Akita OW Service	RED STAR、RED STAR II Akita OW Serviceは、大森建設、沢木組、秋田海陸運送、東京汽船の出資会社
CTV	イオス・エンジニアリング	Anemol
起重機船	大森建設	第七大福号(550t)
起重機船	加藤建設	第三若美号(300t)
起重機船	沢木組	第七大雄号(400t)
起重機船	三国屋	いばらき700(700t、建造中)

(出所) HP、新聞記事より作成

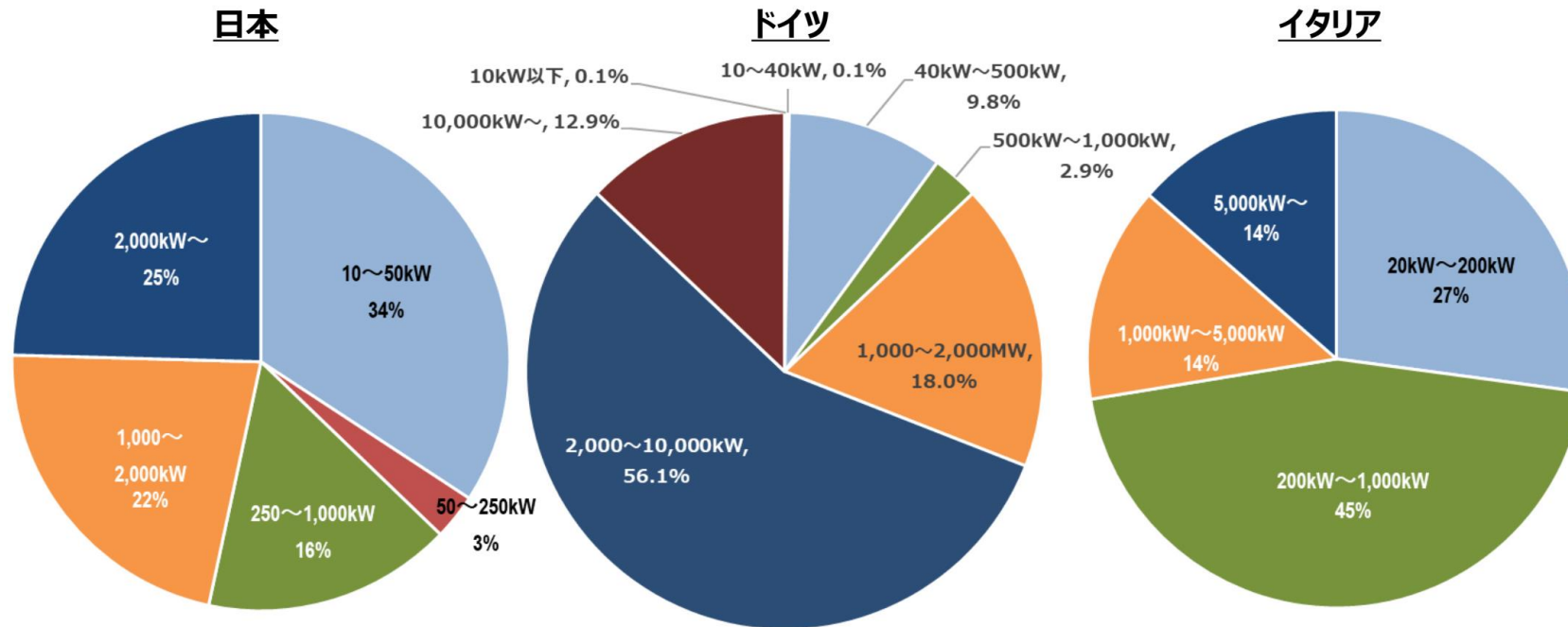
2022年の世界の太陽光発電システム導入量は37%増 2023年も成長傾向

- 資源総合システム「太陽光発電マーケット2023 ～市場レビュー・ビジネスモデル・将来見通し～」によると、世界の太陽光発電市場は、気候変動対策やエネルギーセキュリティへの対応を背景に、各国政府主導の普及インセンティブと市場原理の導入や発電コスト低下により、力強く成長している。
- 2022年の世界における太陽光発電システムの導入量は、前年比37%増の240GW、累積導入量は1.1TW超に達した。太陽電池の年間生産量は300GWを超え、生産能力は数年以内に1TW/年に達する見通しである。太陽光発電産業の事業環境は毎年大きく変化しており、年間数百GW～TW時代への対応に向けた転換期に入ったといえる。



事業用太陽光発電の規模の国際比較

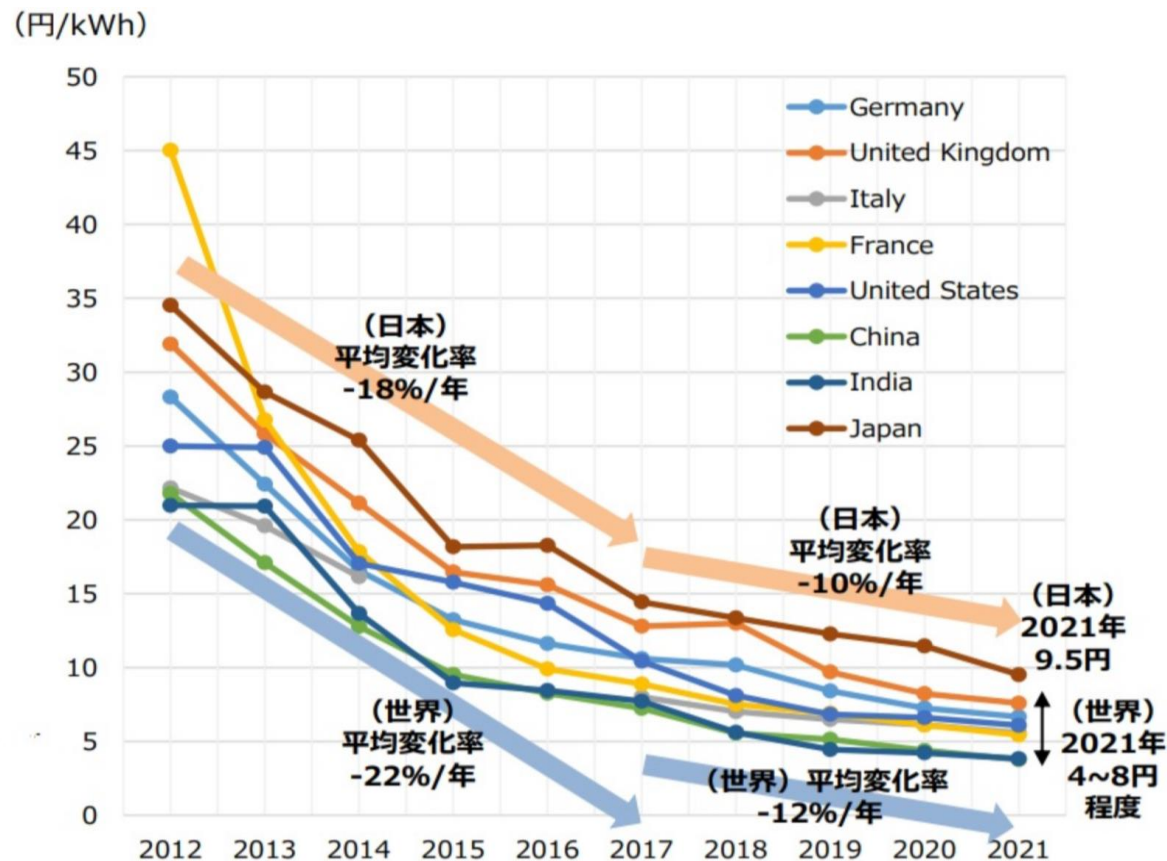
- 事業用太陽光の導入状況について、日本では、50kW未満が全体の約3割を占める。
- ドイツでは500kW以上が全体の約9割(うち、2000kW以上が約7割)、イタリアでは200kW以上が全体の約7割を占めており、諸外国では大規模な事業用太陽光が多い。



※日本は2021年9月末時点の累積導入量。
 ※ドイツは2019年12月末時点の累積導入量（ドイツ連邦ネットワーク庁公表のEEG in Zahlen 2019のデータに対して、2019年度の地上設置の割合を乗じて推定。）。
 ※イタリアは2020年12月末時点での累積導入量（イタリアGSE Rapporto Statistico）。

太陽光発電の発電コスト

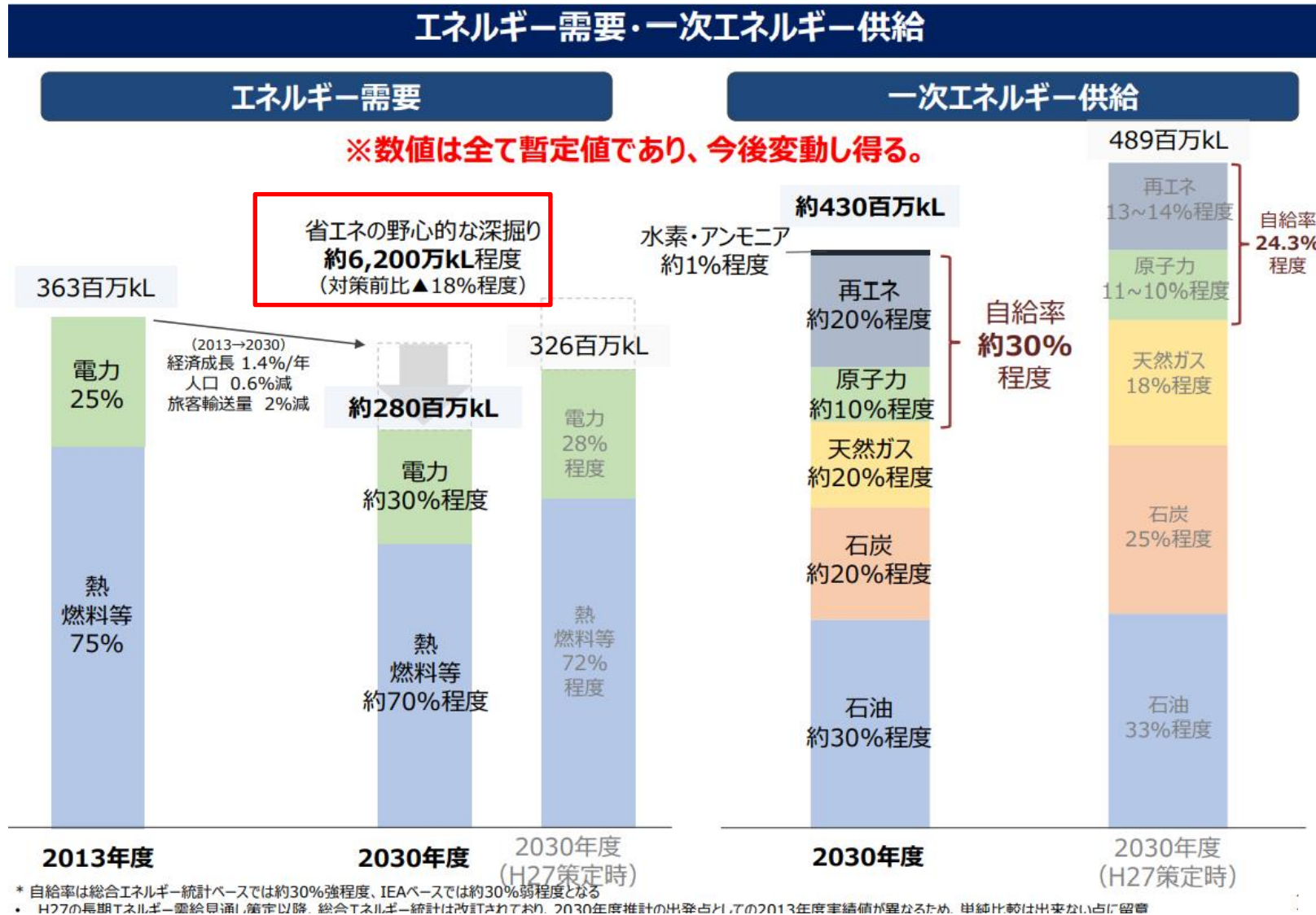
- 日本の太陽光の発電コスト(LCOE＝均等化発電原価)は、FIT価格の低下に引っ張られる形で10円前後/kWhまで下がってきた。
2022年3月に公表されたFIT入札制度の落札結果では、加重平均が9.99円/kWhと、初めて10円/kWhを切った。



※IRENA「Renewable Power Generation Costs in 2021」より資源エネルギー庁作成。
1\$=110円換算

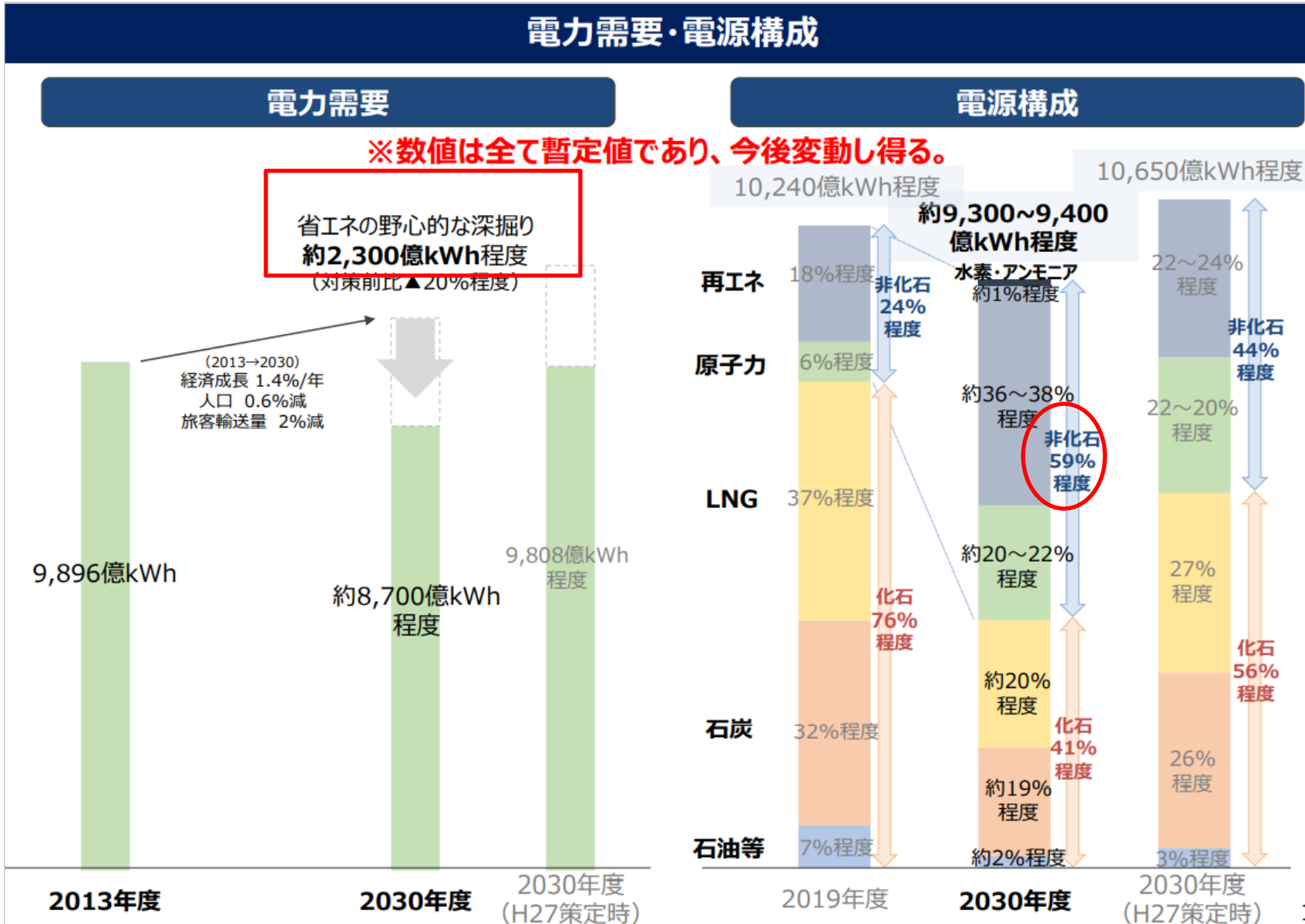
図3●事業用太陽光の発電コスト (LCOE)
(出所: IREAの資料を基に経産省作成)

【参考】第6次エネルギー基本計画(2021年10月22日閣議決定)



* 自給率は総合エネルギー統計ベースでは約30%強程度、IEAベースでは約30%弱程度となる
 ・ H27の長期エネルギー需給見通し策定以降、総合エネルギー統計は改訂されており、2030年度推計の出発点としての2013年度実績値が異なるため、単純比較は出来ない点に留意

【参考】第6次エネルギー基本計画



「GX実現に向けた基本方針」の概要

◆ 「GX実現に向けた基本方針」が2022年末にとりまとめられ、2023年2月に閣議決定。



(1) エネルギー安定供給の確保を 大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- 複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創設
- 省エネ効果の高い断熱窓への改修等、住宅省エネ化への支援強化

②再エネの主力電源化

- 次世代太陽電池（ペロブスカイト）や浮体式洋上風力の社会実装化

③原子力の活用

- 安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化
- 厳格な安全審査を前提に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り運転期間のカウントから除外を認める

④その他の重要事項

- 水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- カーボンリサイクル燃料（メタネーション、SAF、合成燃料等）、蓄電池等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進

(2) 「成長志向型カーボンプライシング構想」 等の実現・実行

①GX経済移行債を活用した、今後10年間で 20兆円規模の先行投資支援

②成長志向型カーボンプライシングによるGX投 資インセンティブ

③新たな金融手法の活用

⇒ 今後10年間で150兆円を超えるGX投資を
官民協調で実現・実行

④国際展開戦略

- クリーン市場の形成やイノベーション協力を主導
- 「アジア・ゼロエミッション共同体」(AZEC)構想を実現

⑤公正な移行などの社会全体のGXの推進

- 成長分野等への労働移動の円滑化支援
- 地域・くらしの脱炭素化を実現

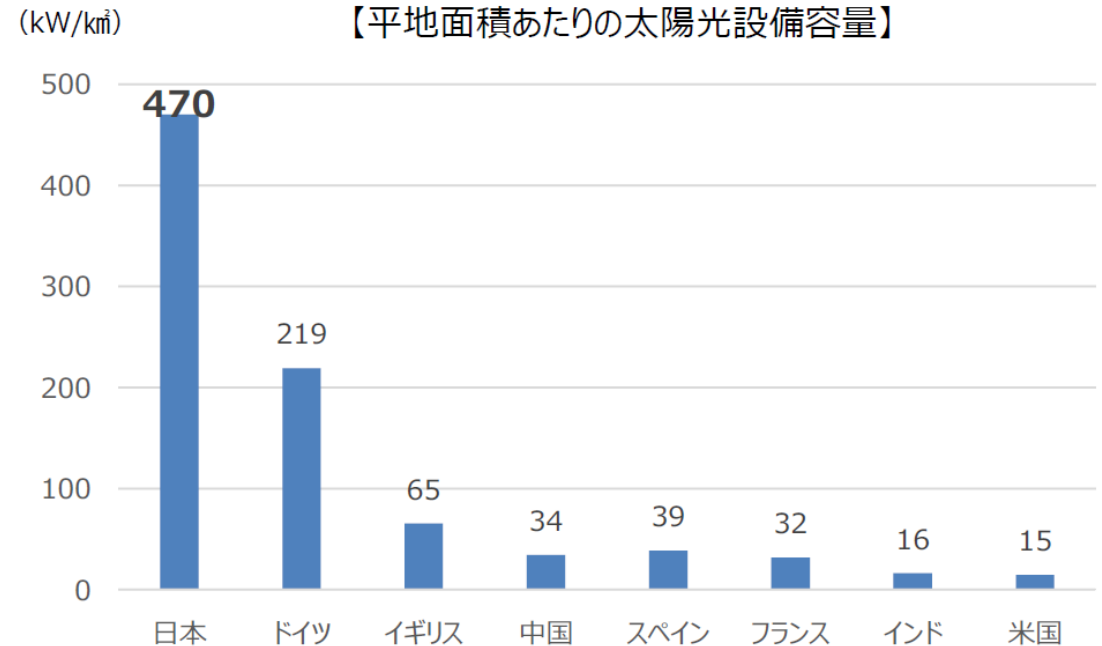
⑥中堅・中小企業のGXの推進

- サプライチェーン全体でのGXの取組を推進

次世代型太陽電池を開発する必要性

(適地の確保が難しくなっている)

- 日本は既に平地面積あたりの導入量は主要国で1位であり、地域と共生しながら、安価に事業が実施できる太陽光発電の適地が不足しているという点について、懸念の声があがっている。
- 既存の技術では設置できなかった場所(耐荷重の小さい工場の屋根、ビル壁面等)にも導入を進めるため、軽量・柔軟等の特徴を兼ね備え、性能面(変換効率や耐久性等)でも既存電池に匹敵する次世代型太陽電池の開発が不可欠。




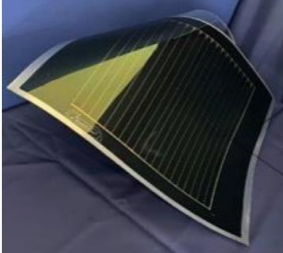
(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、
Global Forest Resources Assessment 2020

(<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)

IEA Market Report Series - Renewables 2020 (各国2019年度時点の発電量)、総合エネルギー統計(2020年度確報値)、FIT認定量等より作成

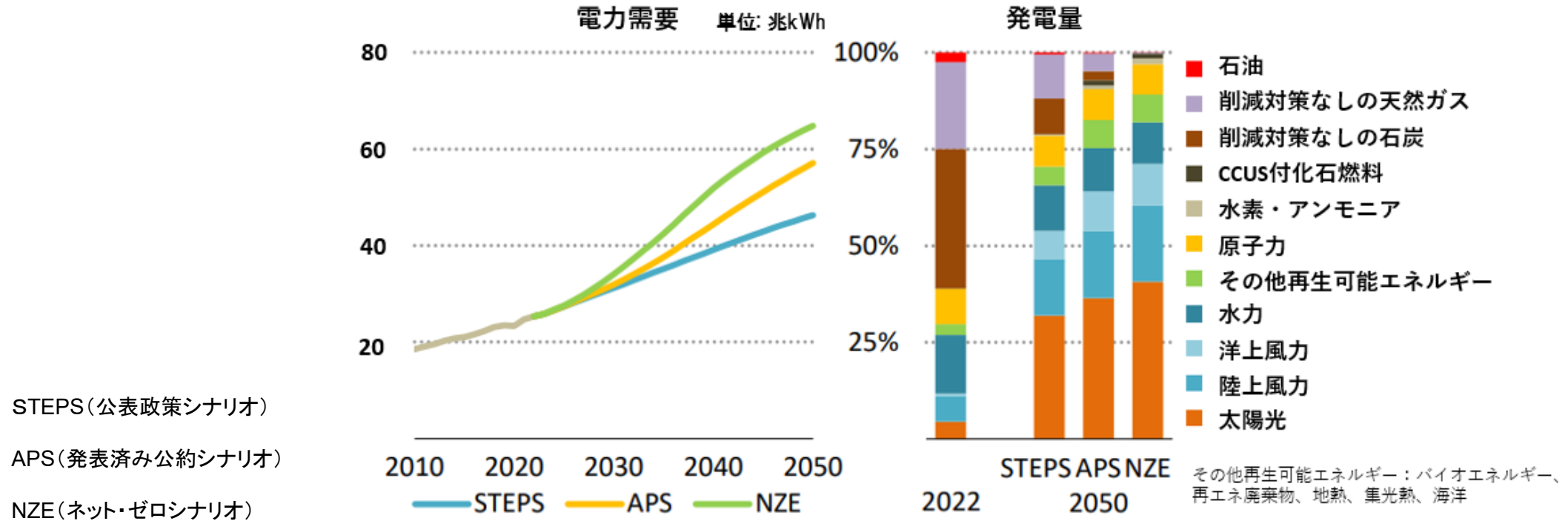
日本におけるペロブスカイト太陽電池の取組状況

- ペロブスカイト太陽電池は、既存の太陽電池と異なり、
 - ①少ない製造工程で製造が可能(製造コスト↓)
 - ②プラスチック等の軽量基板の利用が容易であり軽量性や柔軟性を確保しやすい。
 - ③主要な材料であるヨウ素の生産量は、日本が世界シェア30%(世界2位)を占めている。といった特徴を有し、シリコン系太陽電池以外で実用化が可能な技術として期待される。
- 現在、複数の企業において、グリーンイノベーション基金を通じて、製造技術の確立に向けた技術開発が進められている。(国費負担額: 上限498億円→648億円に積み増し)

<p><積水化学工業(株)> ビルの壁面や耐荷重の小さい屋根などへの設置が可能な軽量で、柔軟なフィルム型太陽電池を開発。</p> <p>出典: 積水化学工業(株)</p>		<p><(株) 東芝> メソカス塗布法を用いて、フィルム型の太陽電池を作製。エネルギー変換効率の向上と生産プロセスの高速化の両立を目指す。</p> <p>出典: (株) 東芝</p>	
<p><(株) カネカ> 建材一体型への展開を目指し、既存のシリコン太陽電池製造技術を活用した技術開発。</p> <p>ペロブスカイト太陽電池サブモジュール(モックアップ) 寸法: 100 cm x 30 cm (建材一体型太陽電池サイズ)</p> <p>出典: (株) カネカ</p>		<p><(株) エネコートテクノロジーズ> 京大発ベンチャーIoT機器、建物などへの展開も念頭に太陽電池を開発。</p> <p>出典: (株) エネコートテクノロジーズ</p>	<p><(株) アイシン> ペロブスカイト材料を均一に塗布するスプレー工法の技術を開発。</p> <p>出典: (株) アイシン</p>

世界の電力需要の推移、電力ミックスの見通し

世界の電力需要(2010~2050年)と電源構成(2022年と2050年、シナリオ別)



STEPS(公表政策シナリオ)
APS(発表済み公約シナリオ)
NZE(ネット・ゼロシナリオ)

IEA. CC BY 4.0.

電力需要はどのシナリオでも 2050 年までに80% から 150% 以上増加。削減対策なしの石炭と天然ガスが減少し、低排出電源によってますます賸られるようになる