

自然エネルギー100%プラットフォーム 2050年脱炭素シナリオ～自然エネルギー100%の未来を考える～

国内外の自然エネルギーの現状と展望

NPO法人 環境エネルギー政策研究所 理事・主席研究員

CAN-Japan 共同代表

松原弘直

2023年10月5日

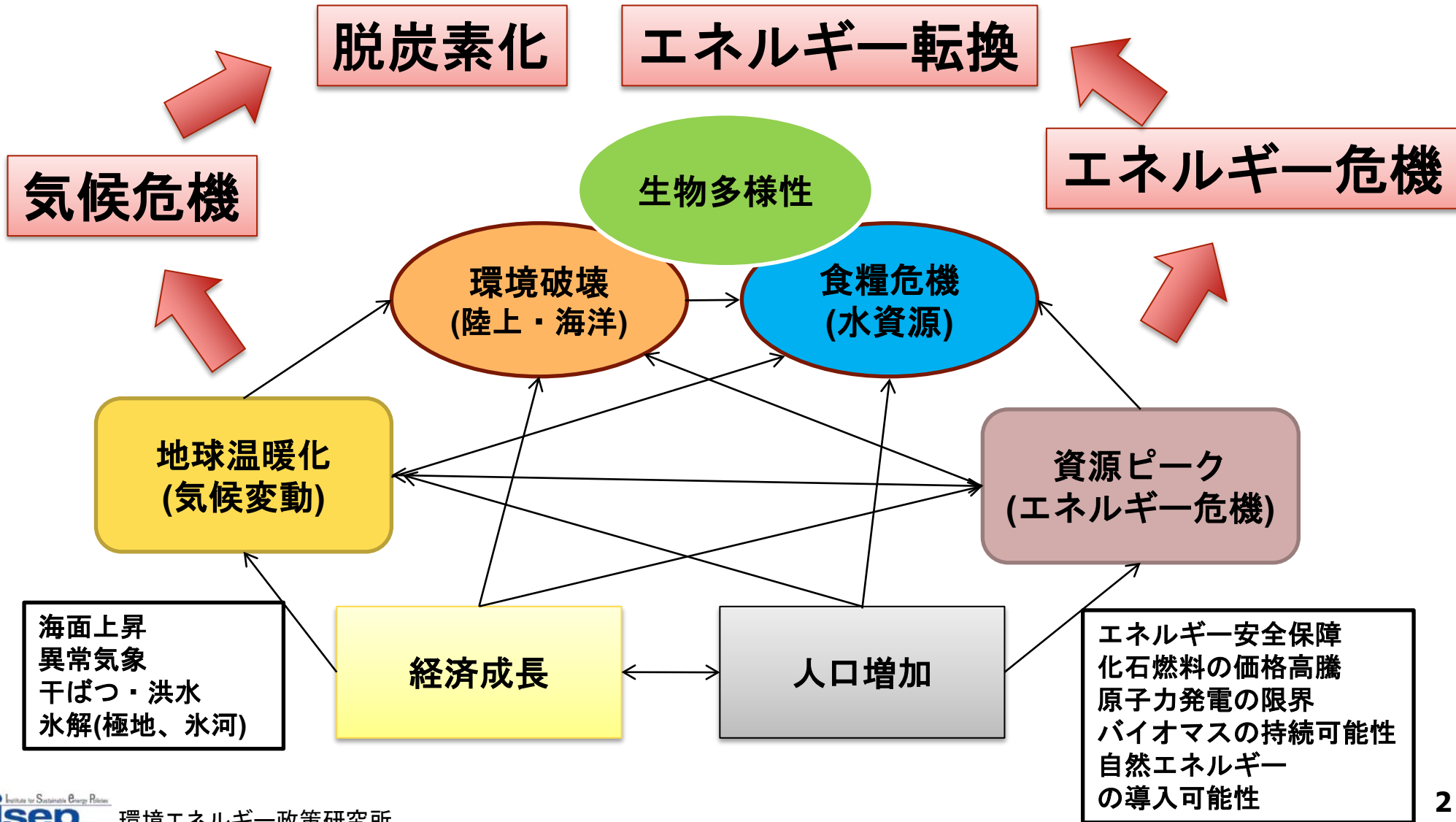
特定非営利活動法人 環境エネルギー政策研究所
東京都新宿区四谷三栄町16-16

Tel 03-3355-2200 Fax 03-3355-2205

<http://www.isep.or.jp/>

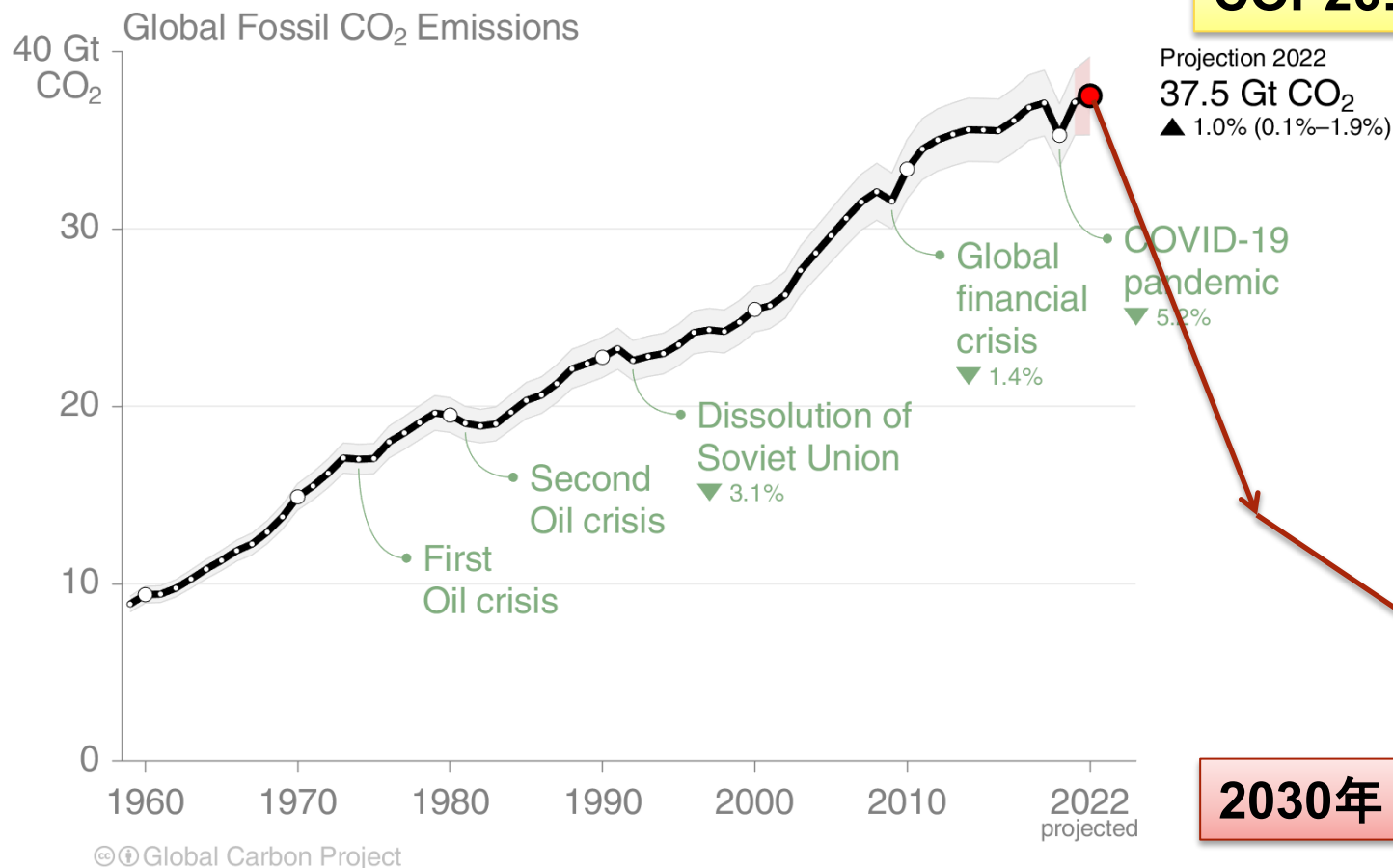
気候危機とエネルギー危機

- エネルギー転換と脱炭素化に必要な自然エネルギー



世界のCO2排出量の推移

- 新型コロナウイルスの影響で2020年は一旦は減少したが...



IPCC第6次評価報告書AR6

COP26: グラスゴー気候合意

世界平均気温の上昇を1.5°C未満に

2030年CO2排出
45%削減(2010年比)

2050年実質ゼロ

2030年

2050年

出所: Global Carbon Project: Carbon Budget 2022

<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>

自然エネルギーのコスト・経済性は？ 2030年におけるCO2排出削減対策と削減ポテンシャル

風力・太陽光は削減コストが安く
ポテンシャルも大きい

fig.14

CO2削減コストと削減ポテンシャル①

2030年(見込み)

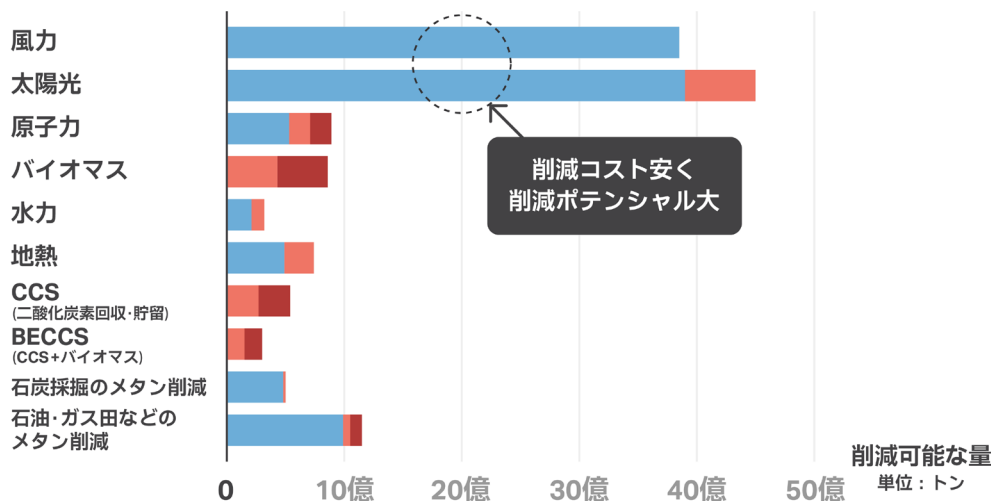
エネルギー関連

1トンあたりの削減コスト

50ドル未満

50~100ドル未満

100ドル以上

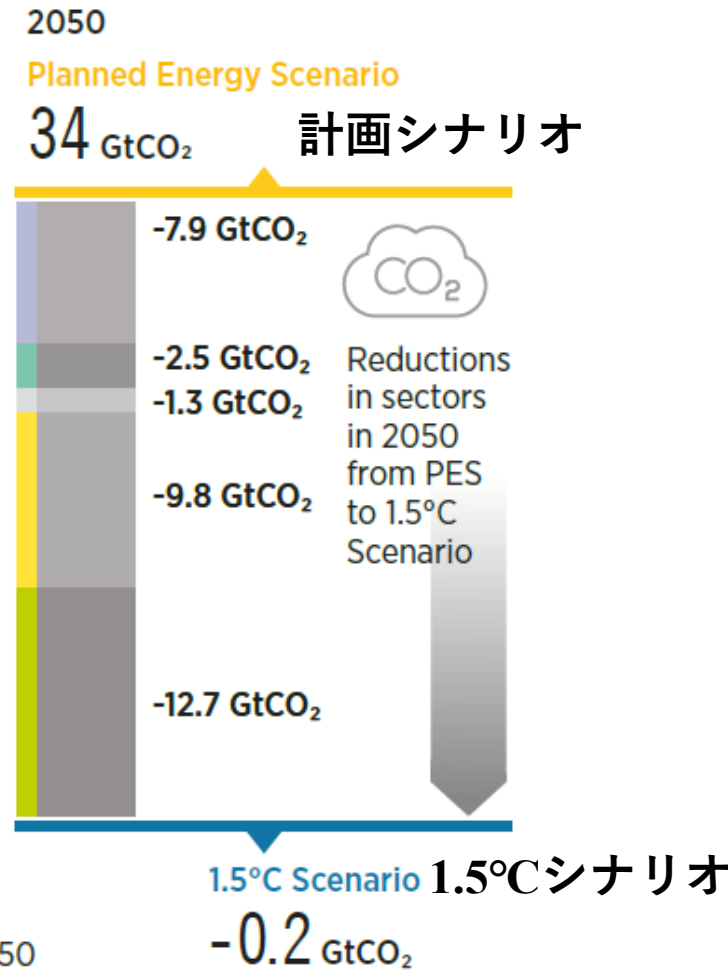
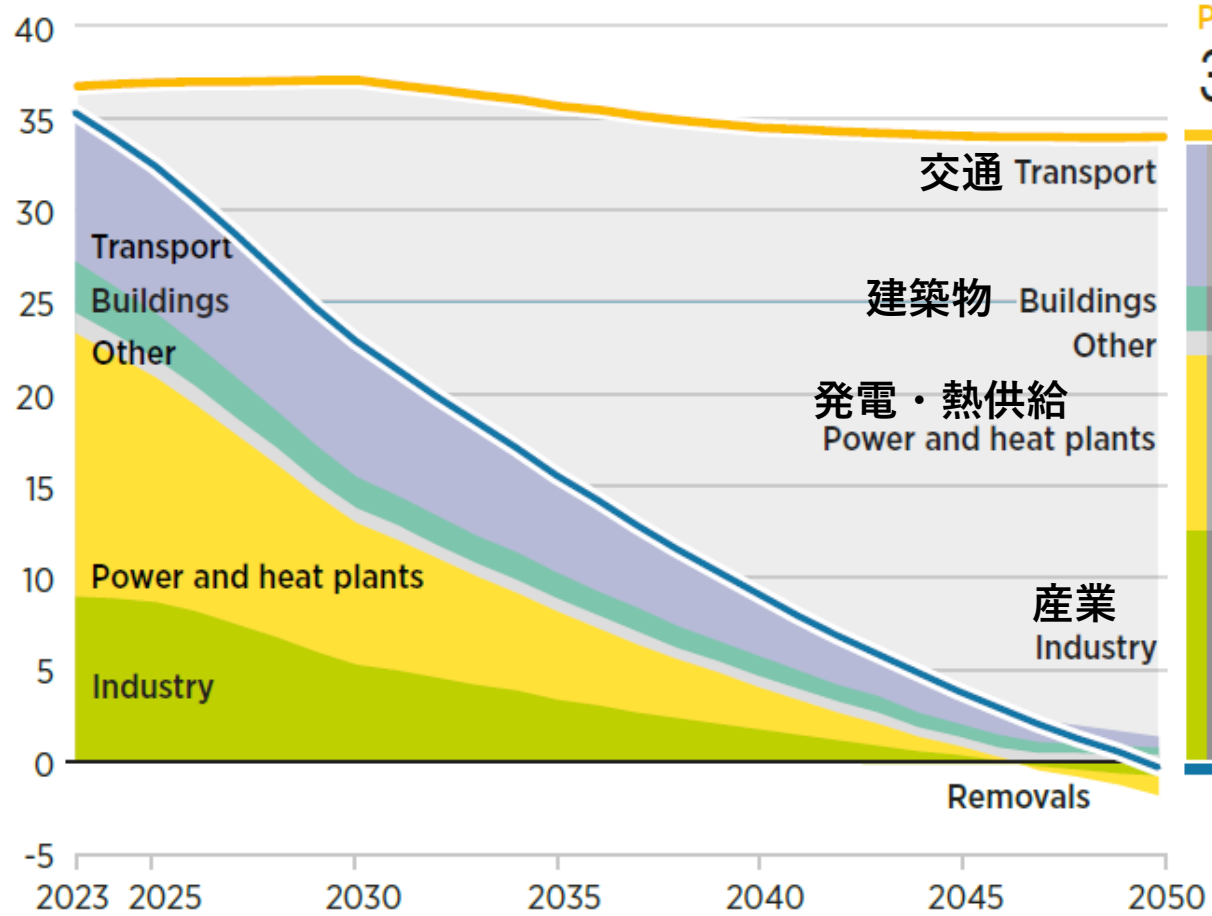


削減コスト安く
削減ポテンシャル大

100米ドル/tCO2までの対策で
CO2排出の半減が可能
(太陽光・風力・エネルギー効
率化・電化など20米ドル
/tCO2未満の対策が半分以上)

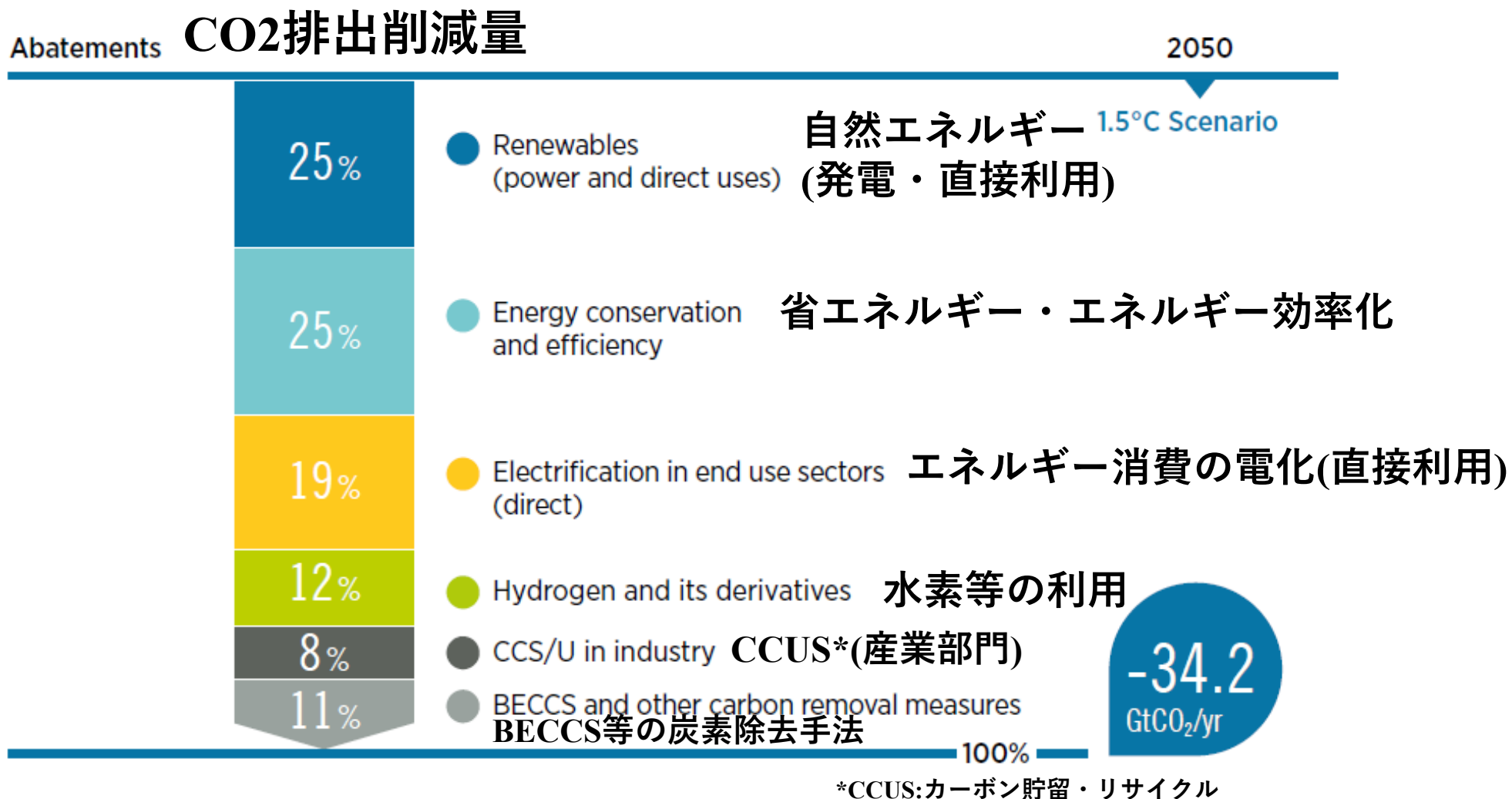
世界の脱炭素シナリオ IRENA(国際自然エネルギー機関):CO2排出削減のシナリオ

エネルギー起源CO2排出量(GtCO₂/年)



出所:IRENA “World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway” June 2023
<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

世界の脱炭素シナリオ IRENA: 1.5度シナリオでのCO2排出削減



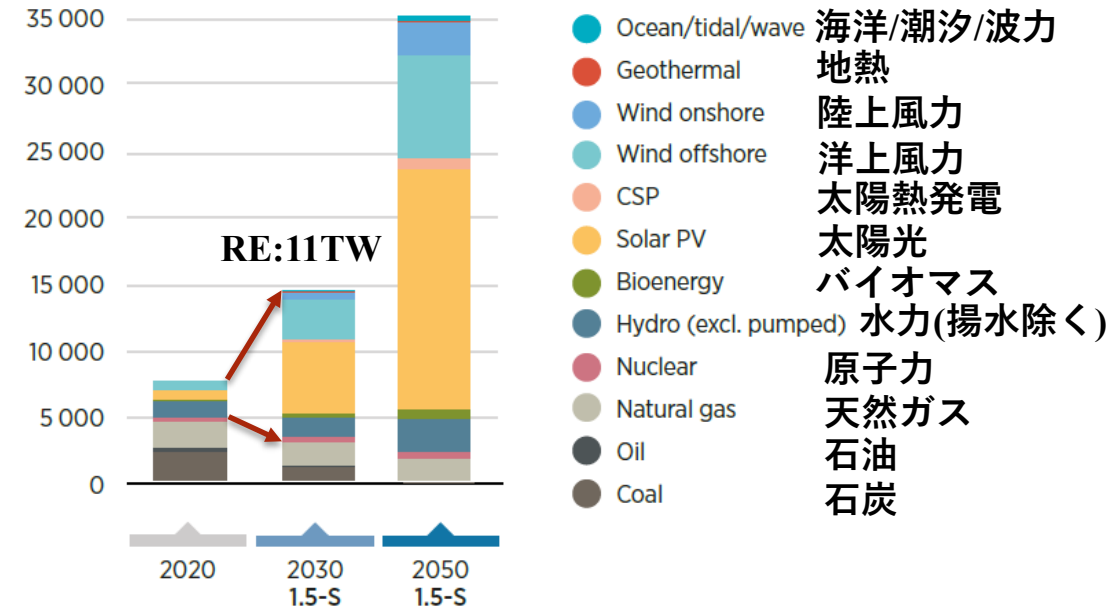
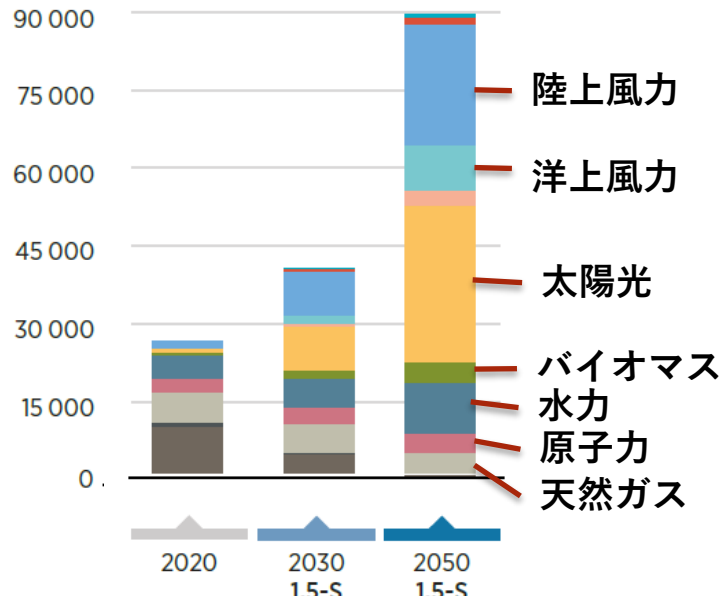
出所:IRENA “World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway” June 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

世界の脱炭素シナリオ IRENA: 1.5度シナリオでの再エネ累積導入量

年間発電電力量[TWh]

設備容量[GW]



2020	2030 1.5-S	2050 1.5-S
28%	68%	91%
9%	46%	70%

自然エネルギー割合
VRE割合

2020	2030 1.5-S	2050 1.5-S
37%	77%	94%
19%	62%	81%

Renewable energy share
VRE share
自然エネルギー割合
VRE割合

※VRE:変動性自然エネルギー(太陽光+風力)

出所:IRENA “World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway” June 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

2030年までに自然エネルギー発電容量を3倍の11TWに！ ～世界の関連主要組織250以上が公開書簡に賛同

「私たち250以上の団体からなる世界的なグループは、今年のCOP28において、世界の指導者とパリ協定の締約国に対し、2030年までに自然エネルギー容量を少なくとも11,000GWまで3倍に増やすという世界的な目標に合意することを強く求める。」

「我々は、今年のCOP28において、2030年までに再生可能エネルギー容量を3倍の少なくとも11,000GWに拡大することを確約するよう、世界の指導者とパリ協定の締約国に強く要請する。私たちは、政府、産業界、投資家、市民社会と手を携えて、今すぐ行動を起こし、より速く、自然エネルギーを拡大する用意があります。」



GRA: Global Renewables Alliance

その他、
250以上の団体が賛同

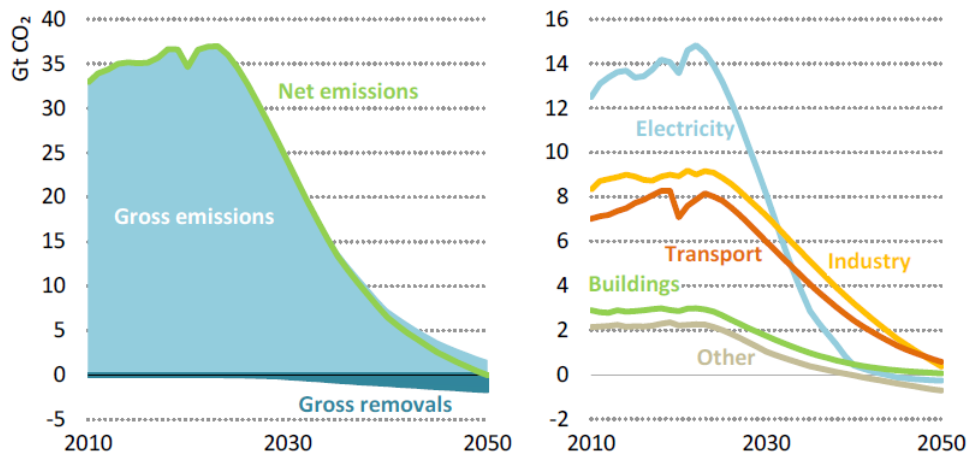
以下の分野における緊急の行動が必要：

- 2030年までの具体的な中間マイルストーンを伴う野心的なエネルギー転換計画にコミットする。
- 電力系統の自然エネルギー・プロジェクトに対する許認可制度を早急に合理化する。
- 電力網と熱供給網を迅速に構築するグリッド・アクション・プランへの投資を急ぐ。
- 多国間の自然エネルギー・パートナーシップと貿易協定を促進する。
- 自然エネルギーを含めることで、自然に配慮したエネルギー転換の可能性を最大化する。
- 公正で持続可能な開発目標を達成するため、持続可能な開発目標7へのコミットメントを強化する。
- 政策立案者は、その他の重要な実現の為の政策も考慮すべきである

自然エネルギー100%プラットフォーム <https://go100re.jp/3671>

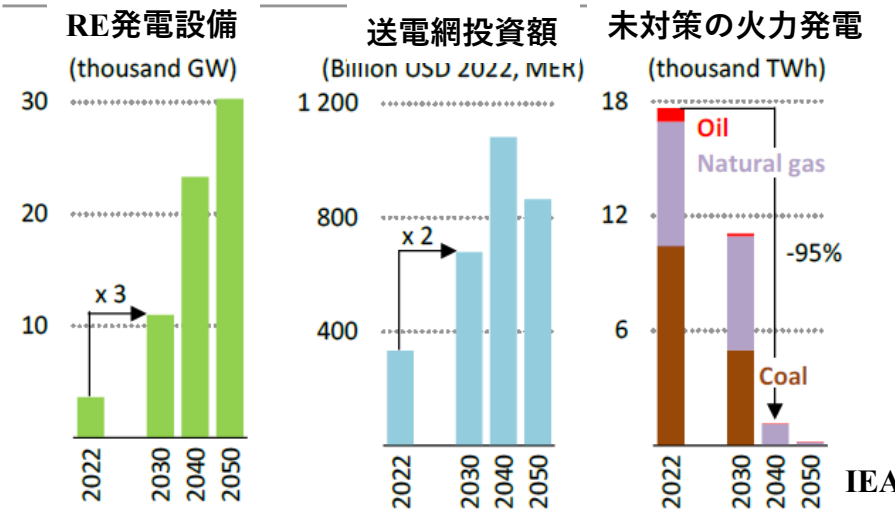
IEA(国際エネルギー機関)のシナリオ : Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach, 2023 Update

Net Zero(NZE)シナリオのCO2排出量

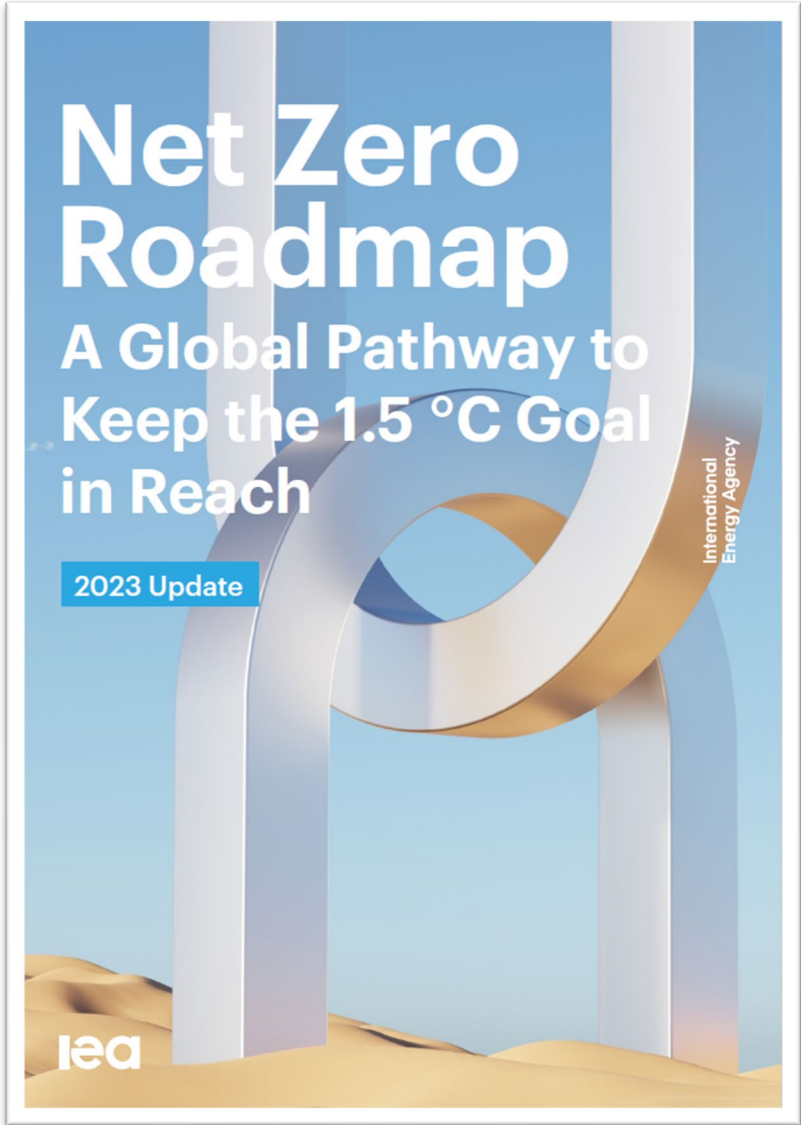


NZEシナリオでの電力セクターの主要ロードマップ

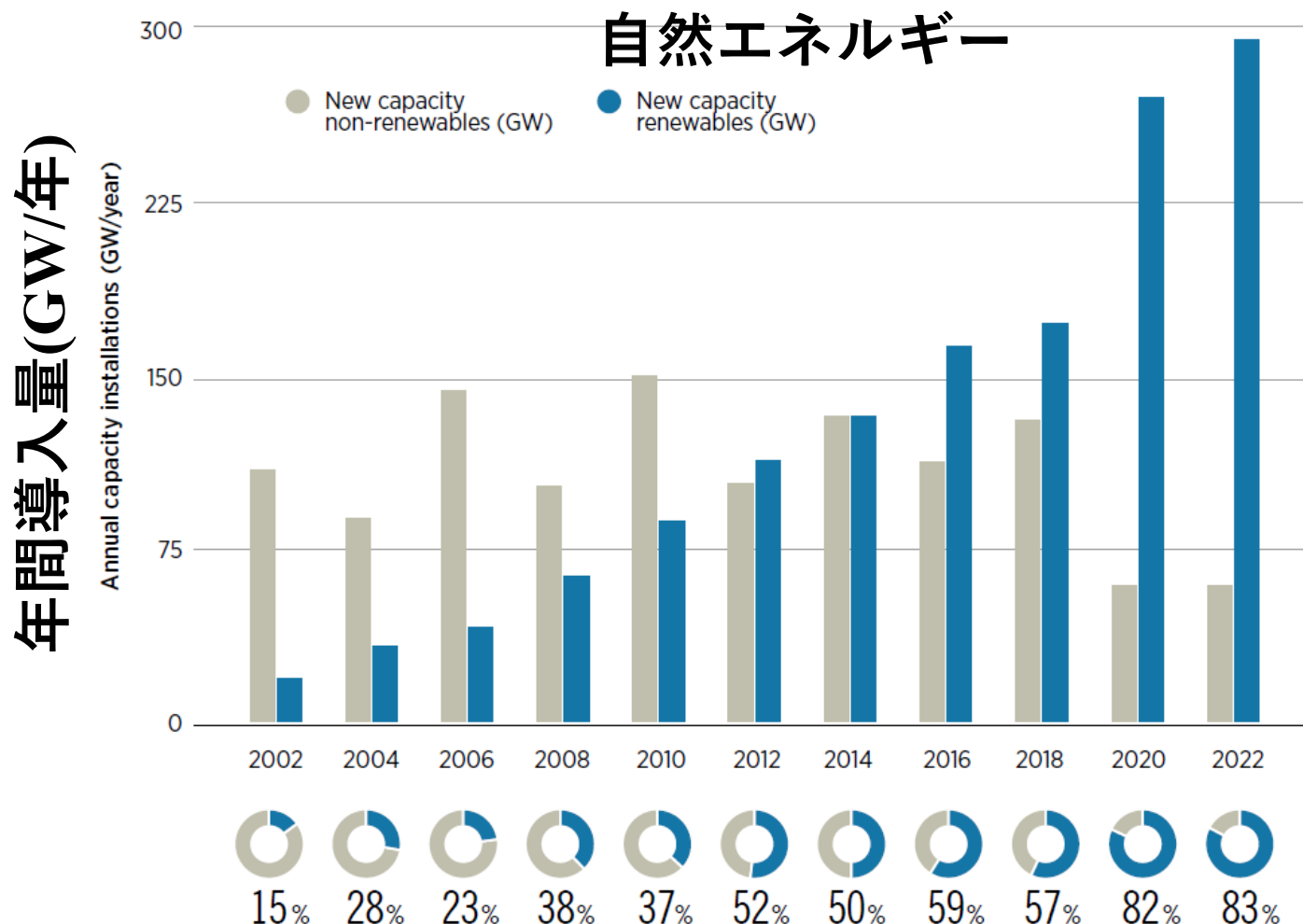
IEA, CC BY 4.0.



IEA, CC BY 4.0.



世界の発電設備の年間導入量の推移

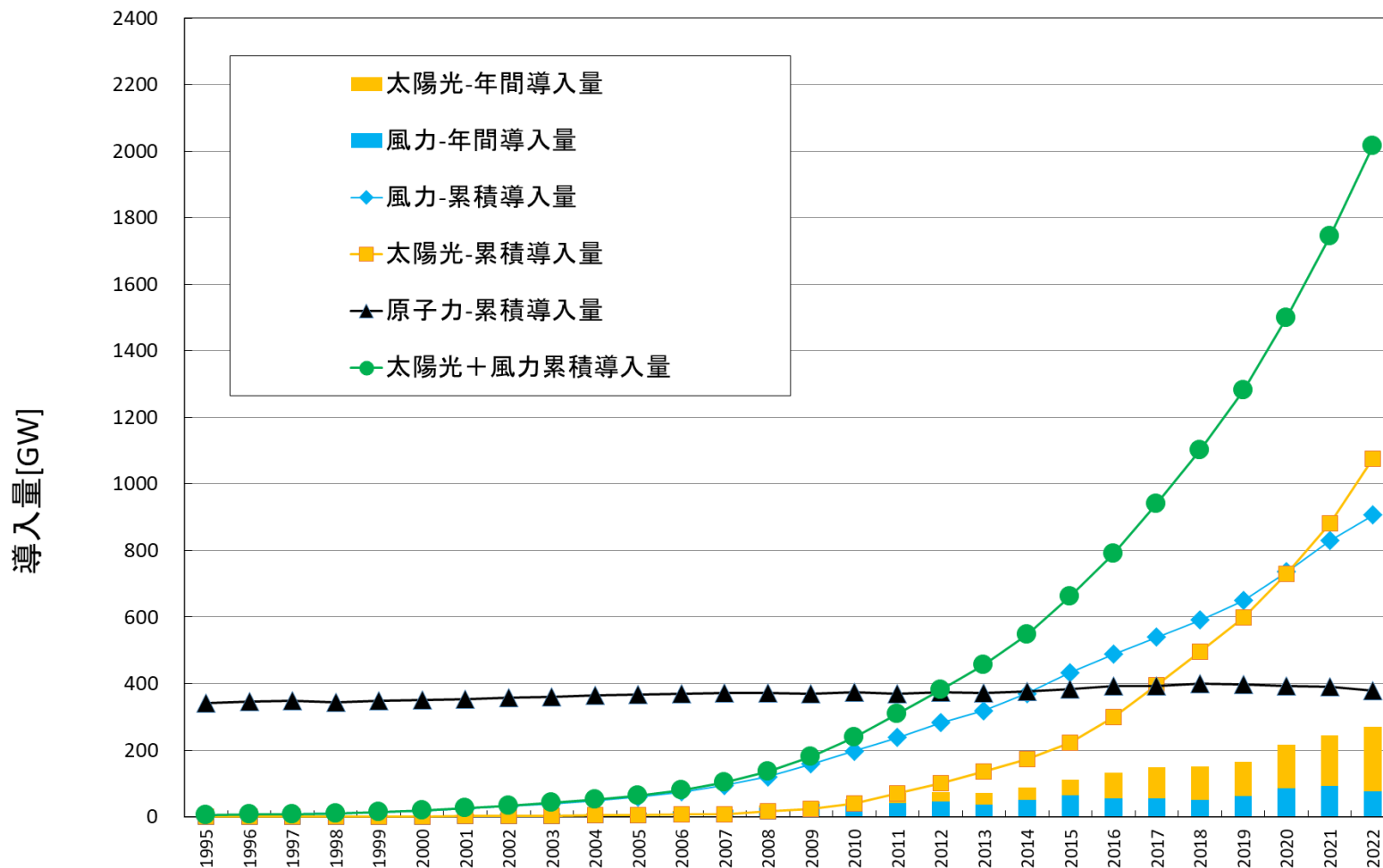


出所:IRENA “World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway” June 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

世界の再生可能エネルギー(風力発電と太陽光発電)の推移

- 2022年の太陽光および風力発電の新規導入量270GWは過去最高に達した。
- 太陽光発電と風力発電の累積導入量が2TWに達し、原発の5倍以上に



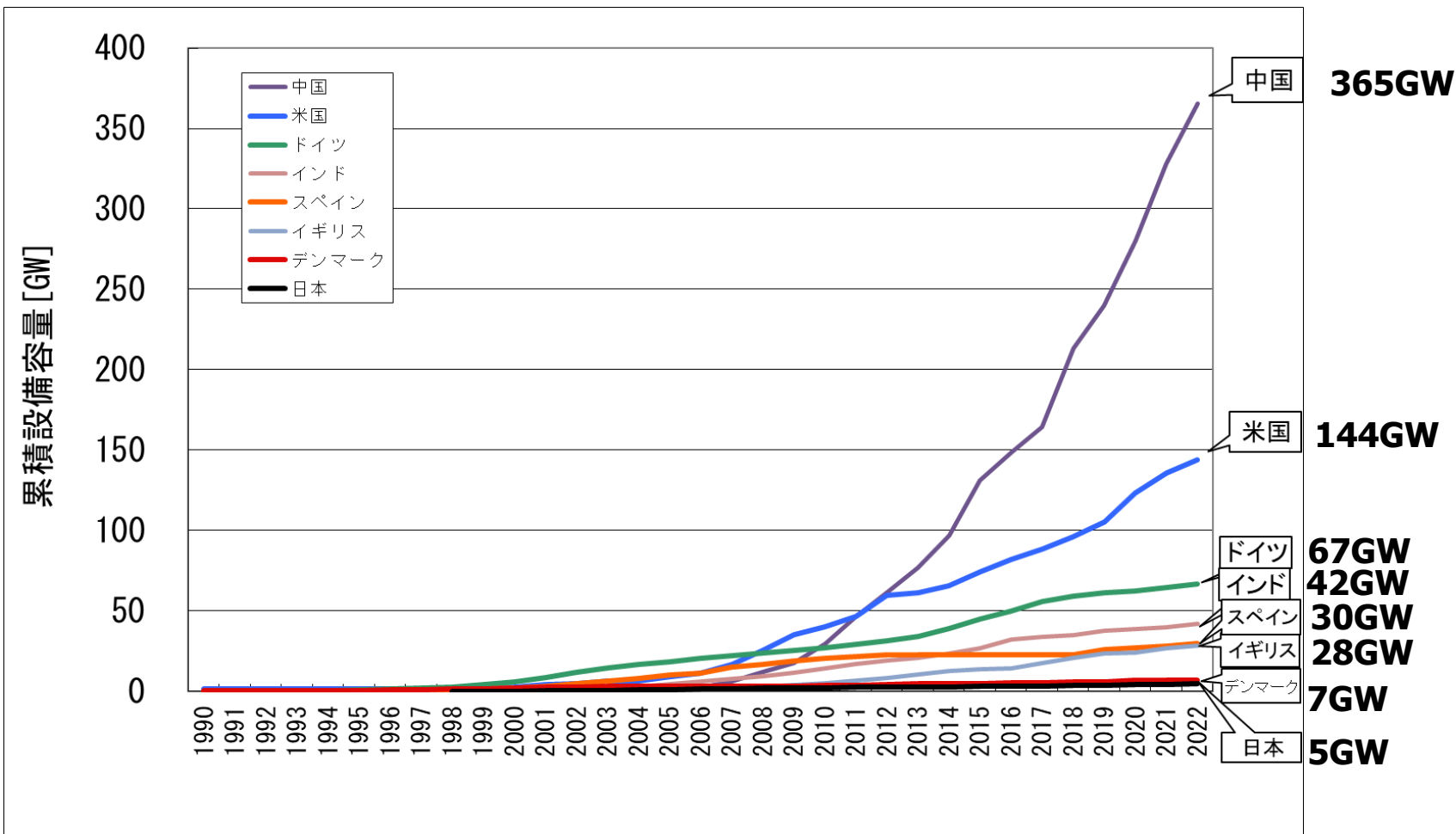
世界の再生可能エネルギーの動向：風力発電

20世紀での自動車産業の役割を、21世紀は再生可能エネルギーが果たす

・ 風力発電5大国：世界一の中国、後を追う米国、ドイツ、インド、スペインなど

・ 中国と米国の急成長、欧州各国の安定成長

風力発電の隆盛が再生可能エネルギーの本流化を導いた

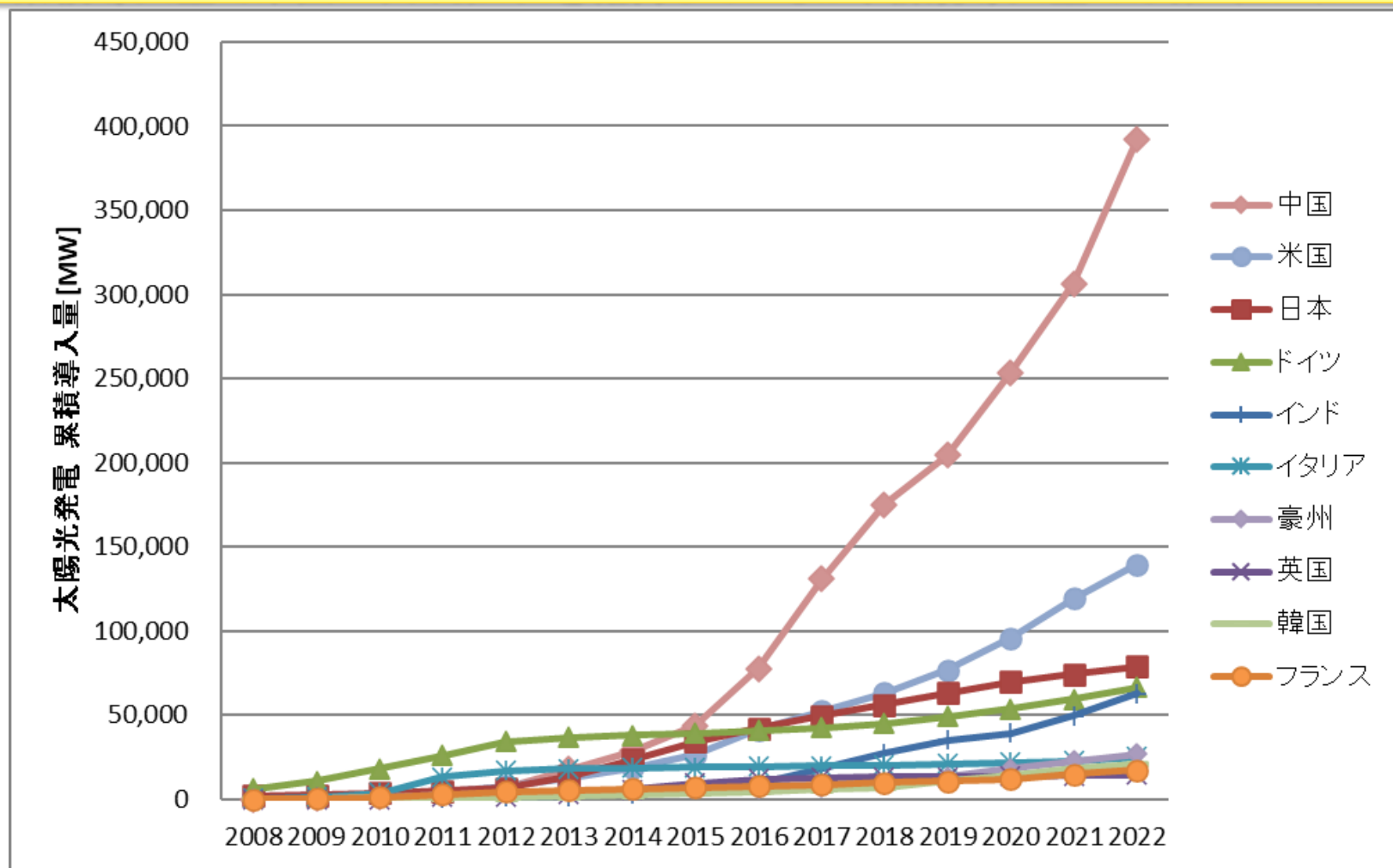


出所：WWEA, IRENAデータなどよりISEP作成

太陽光発電の累積導入量の国別比較

○中国が累積導入量も新規導入量も2015年以降、世界第1位になり、急成長を続けている。

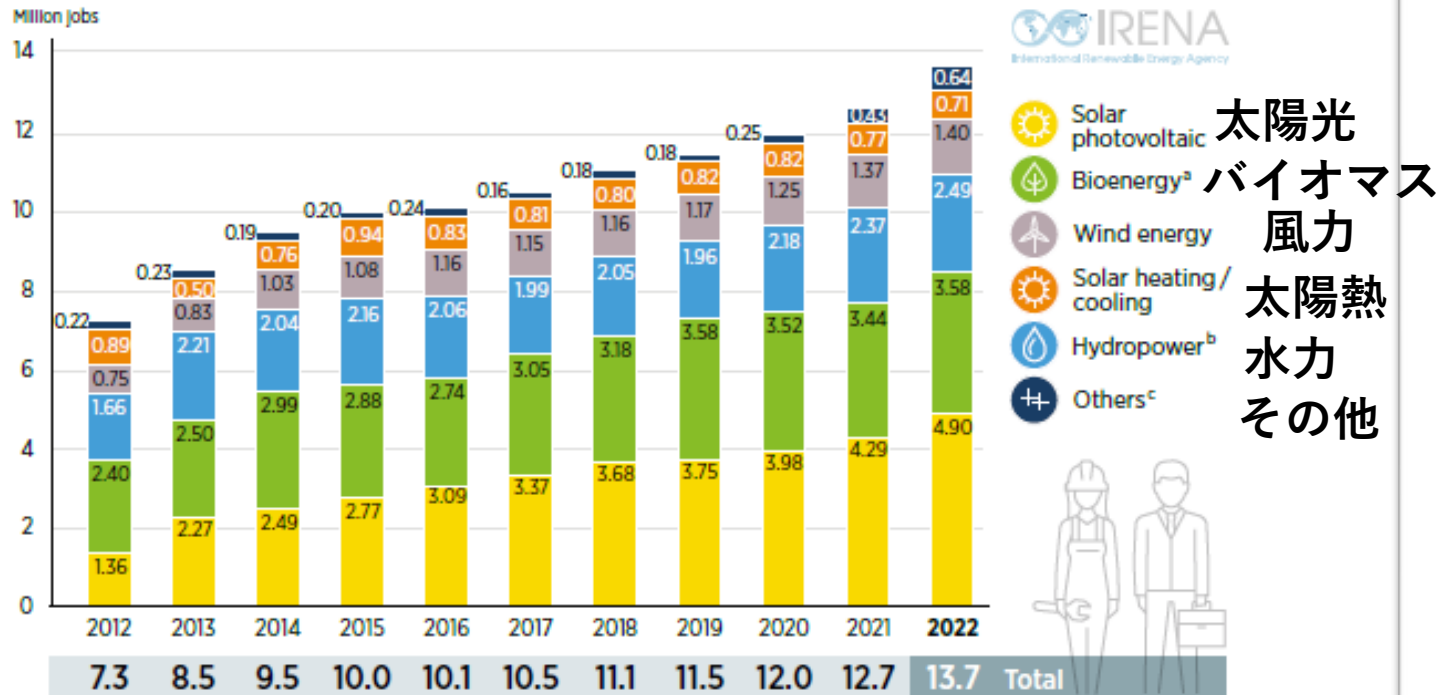
○日本は累積導入量で米国に次ぐ第3位を維持しているが、新規導入量では第7位に(2022年速報)



出典:IRENA,SEIAデータ等からISEP作成

世界の自然エネルギーによる雇用

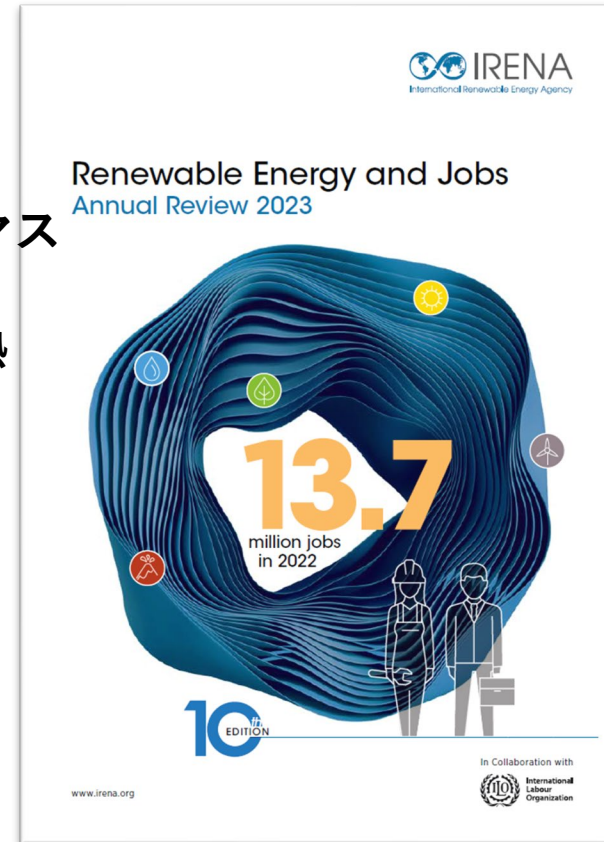
- 全世界の自然エネルギーによる雇用は1370万人に達し、増加し続けている(2022年)
- 太陽光発電の雇用は490万人 (バイオマス358万人,水力発電249万人,風力発電140万人)



^a Includes liquid biofuels, solid biomass and biogas.

^b Direct jobs only.

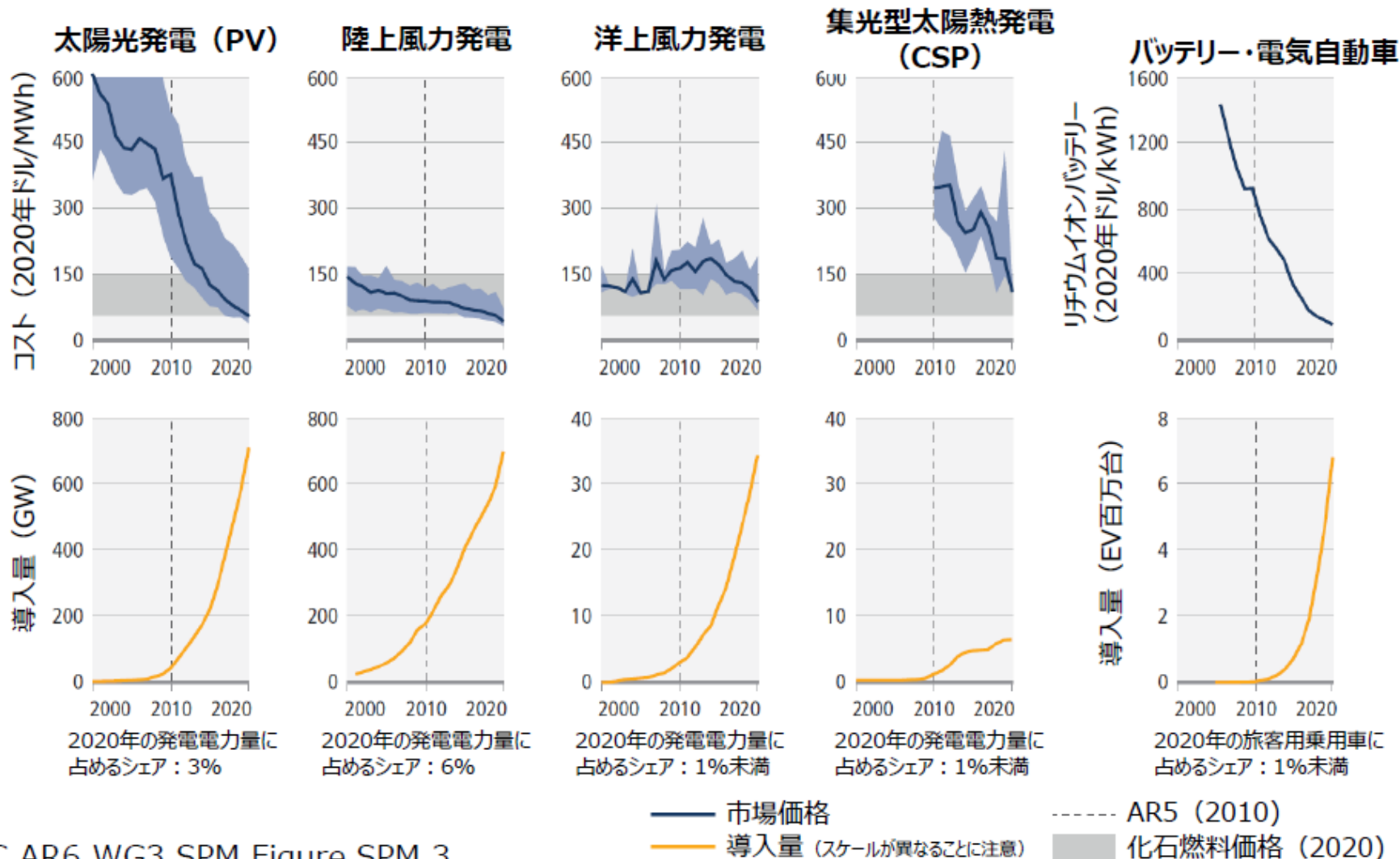
^c "Others" includes geothermal energy, concentrated solar power, heat pumps (ground based), municipal and industrial waste, and ocean energy.



出典:IRENA
 “Renewable Energy and Jobs
 Annual Review 2023”
<http://www.irena.org/>

再生可能エネルギー・蓄電池のコスト低下

再エネ発電技術とバッテリー・BEVのコスト低減と普及量（世界）



(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.3

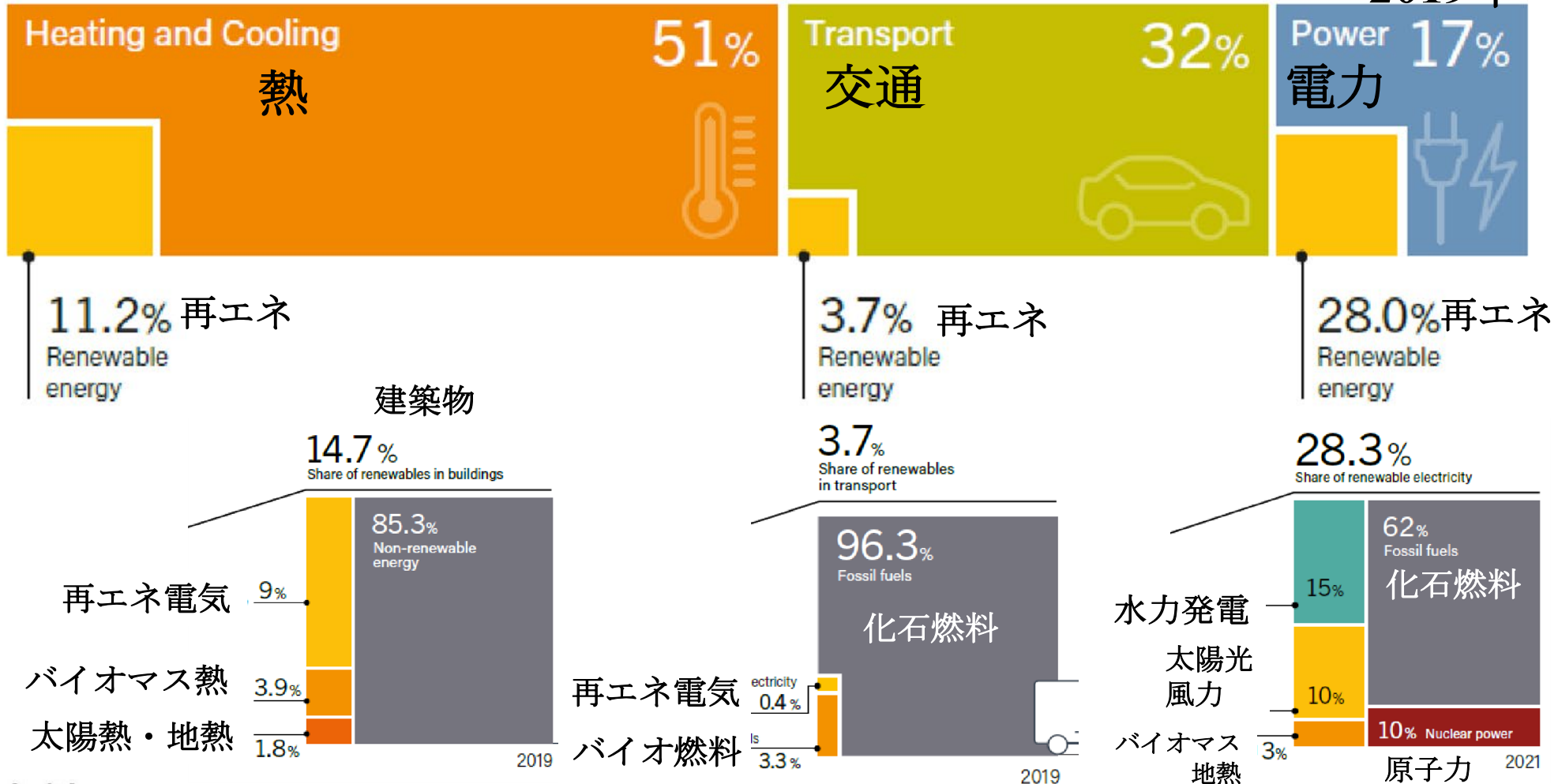
出所: IPCC第6次評価報告書 第3作業部会 報告書 SPM解説資料(国立環境研究所)

What(何を?): どの再エネが必要なのか?

世界のエネルギー需要に占める再生可能エネルギー割合

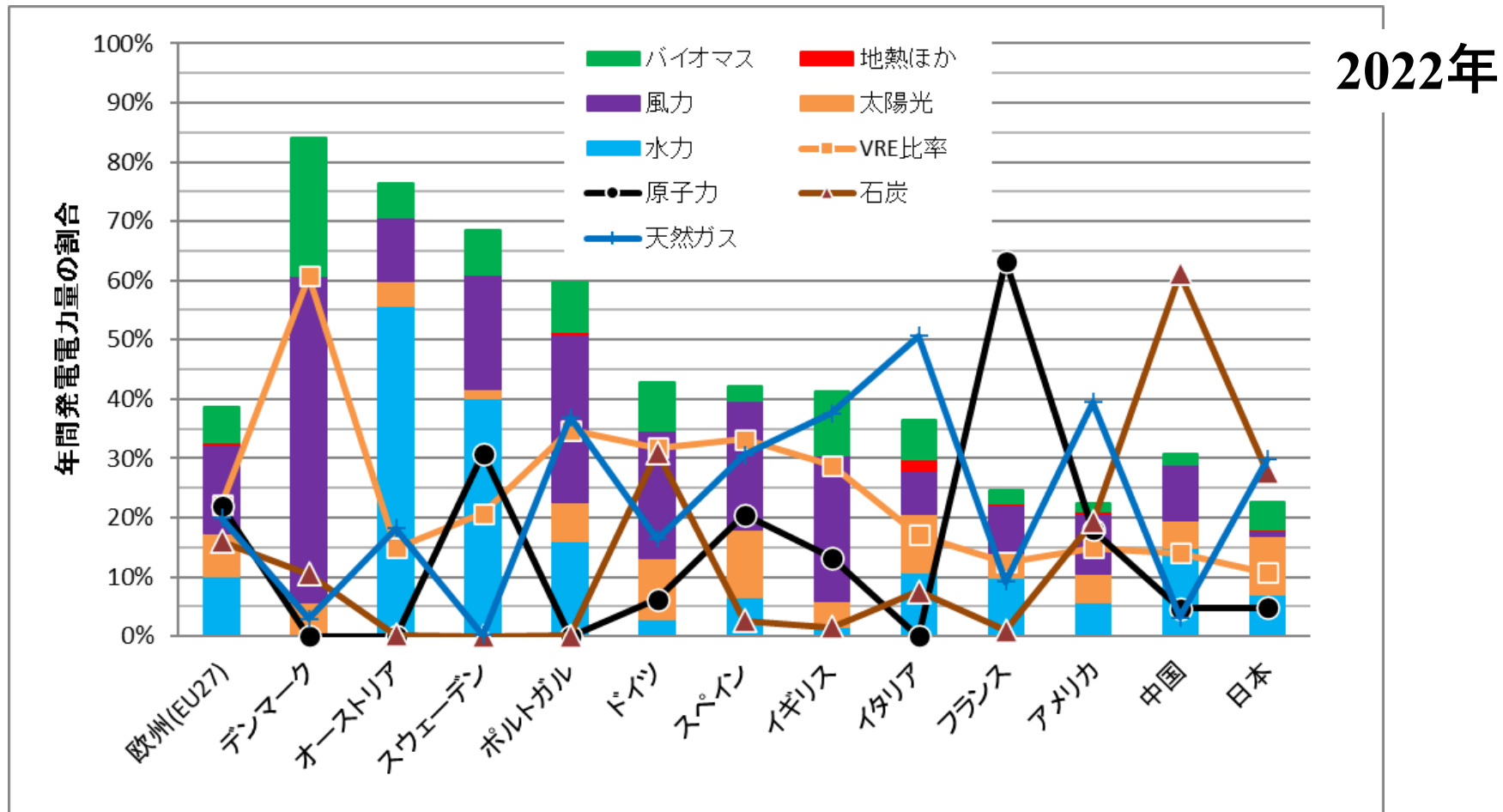
- エネルギー需要の約半分は熱(交通3割、電気2割)
- しかし、熱利用部門では再生可能エネルギーの導入はほとんど進まなかった

2019年



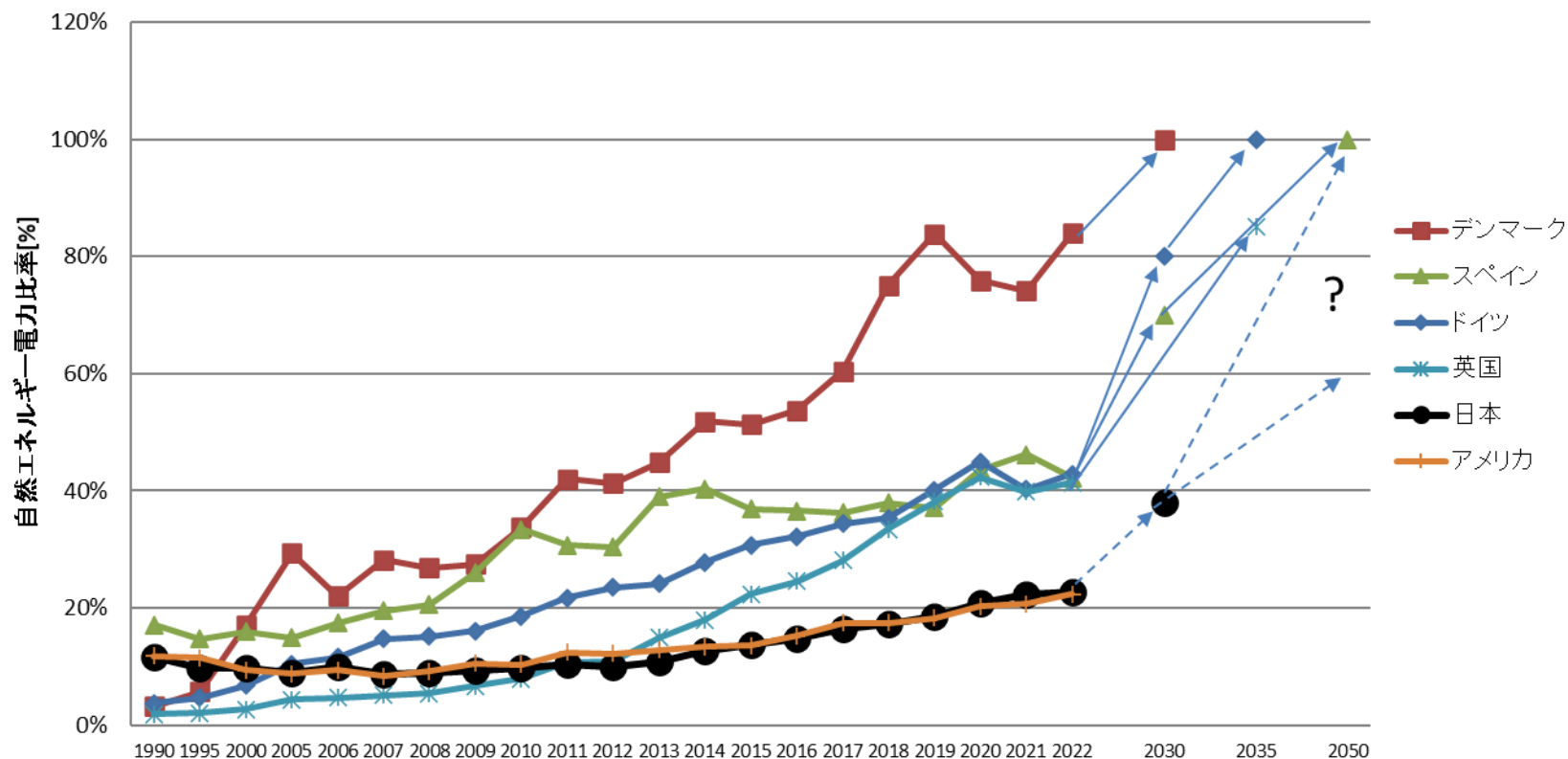
世界各国と日本の再生可能エネルギー一年間発電電力量の割合

- 欧州では再生可能エネルギー一年間発電電力量の割合が40%を超える国が多数ある。
- EU全体で再生可能エネルギーの割合は約39%(化石燃料40%と同程度)。
- 中国の再生可能エネルギー割合も約31%に達するが、日本はまだ23%程度



欧州各国と日本の再生可能エネルギー電力量比率の推移

- 欧州(EU28カ国)では自然エネルギー電力量比率の高い目標を定め、着実に増加しており、長期的には再生可能エネルギー100%を目指す国がある。
- 日本は2030年の再生可能エネルギー目標の見直しは？ そして2050年の目標は？

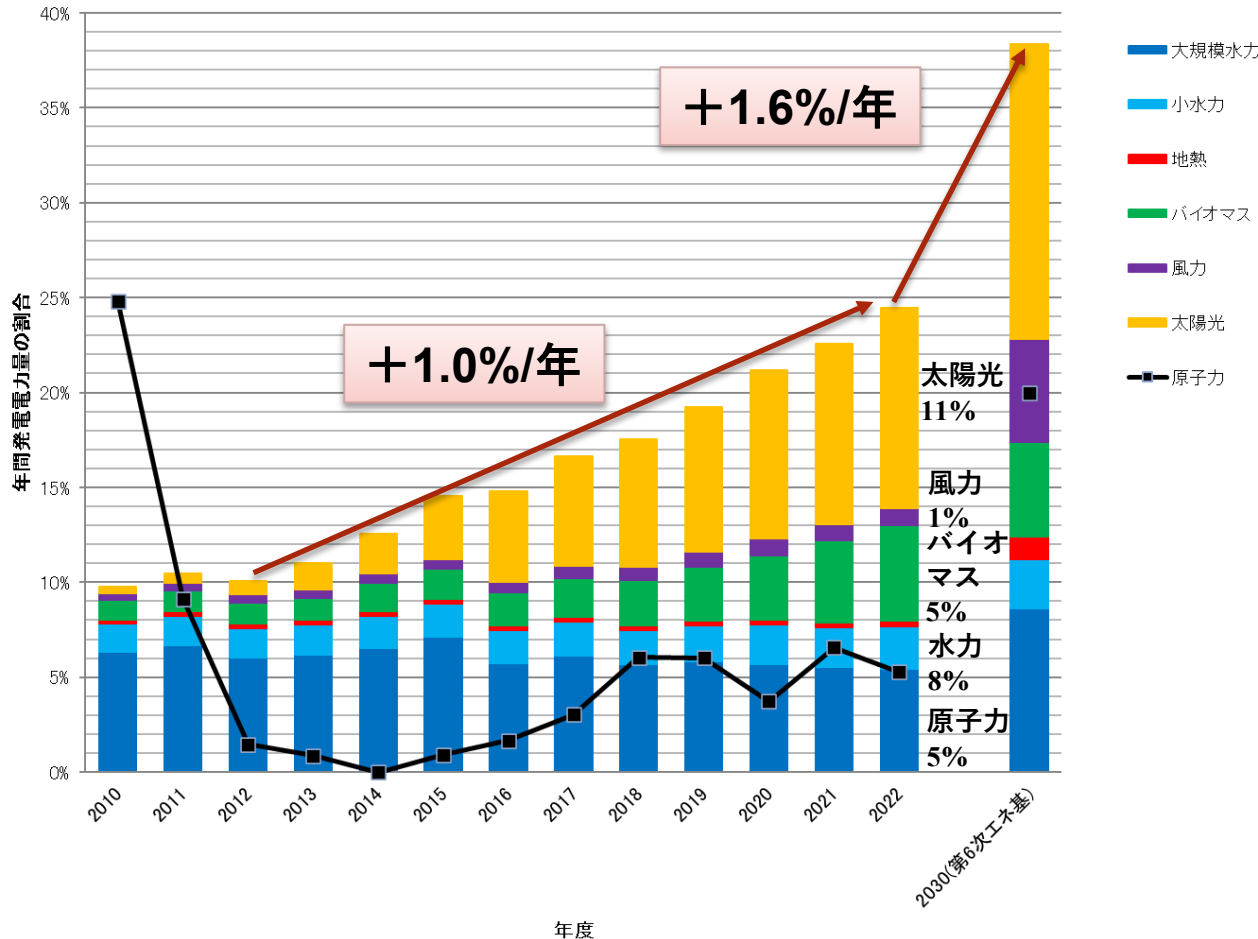


出所：EurObserv'ER, EUデータ等よりISEP作成

日本国内の再生可能エネルギーと原発の割合の推移

エネルギー基本計画の再生可能エネルギー目標(2030年)

- 2022年度の再生可能エネルギーの年間発電電力量の比率は約24%
- 2030年度の再生可能エネルギーの年間発電電力量の目標は36~38%(非化石58%)



2030年:第6次
エネルギー基本計画の目標値

RE: 36~38%

太陽光:14~16%

風力: 5%

バイオマス: 5%

地熱: 1%

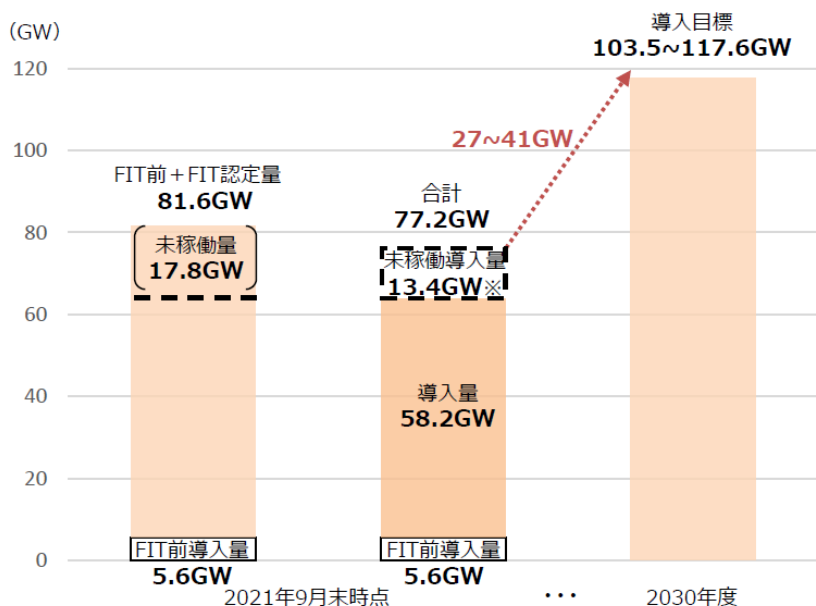
水力: 11%

原子力:20~22%

非化石 : 58%

太陽光発電の導入見込み(経産省)

【太陽光発電のFIT認定量・導入量の現状】



※未稼働案件の75%が稼働すると見込み、13.4GWを想定

足元の認定量推移	
2020年度認定量	1.7GW
2021年度認定量+落札量 (速報)	約2.4GW

- 残り40~54GWの導入が必要 (未稼働分13GWを含む)
- 年間4~6GWの認定が必要
- 主な追加施策
 - 非FIT/FIPによるオフサイトPPA
 - 屋根への導入拡大・自家消費モデル普及
 - FIT制度の活用
 - ZEHに対する支援(新築住宅)
 - オンサイトPPA
 - 住宅ローン・省エネリフォーム税制
 - 鉄道・軌道施設・空港施設など(国交省)
 - 営農型太陽光発電(農水省)
 - 公共部門の率先実行
 - 地域共生型再エネ導入促進 (ポジティブゾーニング)

出所:再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第40回)資料

再生可能エネルギー大量導入への施策 GX実現に向けた基本方針(2023年2月閣議決定)より

～2023春

～2025

2030年

2050年

【次世代ネットワークの構築】

- 再エネ適地のポテンシャルを有効活用するための**北海道からの海底直流送電の整備**（200万kW新設（2030年度））
- 東西の更なる連系**に向けた50/60Hz変換設備の増強(210万→300万kW(2027年度))
- 2022年度中に策定予定の**マスタープランに基づく系統整備**（約6～7兆円：広域機関による試算）
- 系統投資に必要な**資金（数兆円規模）の調達環境の整備**（系統整備の交付金（再エネ賦課金等を原資）の交付期間の拡充
公的機関による貸付）

【調整力の確保】

●定置用蓄電池の導入加速

- 2030年に向けた導入見通しを策定し、民間企業の投資を誘発
- 市場整備等による収益機会の拡大・円滑に系統接続できる環境整備・導入支援等によりビジネスを早期自立化

●長期脱炭素電源オークション

- 2023年度より実施する長期脱炭素電源オークションを通じ、蓄電池、揚水、水素・アンモニア等の調整力を有する脱炭素電源に対する投資を促進

●水素・アンモニアの活用

- 大規模かつ強靱なサプライチェーンの構築、余剰再エネ等を活用した国内における製造
既存燃料との価格差に着目した支援・拠点整備支援を含む、規制・支援一体型での包括的な制度整備

①再エネ大量導入に向けた
系統整備/調整力の確保

導入量（水素/アンモニア）
2030年:300万t / 300万t
2050年：2000万t/3000万t

【イノベーションの加速】

●国産 次世代型太陽電池（ペロブスカイト/屋根や壁面などの有効活用）

ユーザー実証（2023年度～）→需要創出（2026年度～）→早期のGW級の量産体制（2030年度）

●洋上風力

浮体式導入目標検討（2023年度）→実海域の浮体式実証（2023年度～）→浮体式入札（2020年代後半）

セントラル方式による風況・海底調査（2023年度～）→調査を踏まえた入札（2025年度～）

太陽光
2030年:104-118GW

1GW/年以上の案件組成

洋上風力案件組成
2030年:10GW
2040年:30-45GW

【国産再エネの最大限導入】

- 事業規律の強化**に向けた制度的措置の強化
- 国民負担軽減も見据え、入札制度の活用・新制度（FIP）の活用（2022年度～）**
- 地域と共生した再エネの導入拡大**
 - 公共部門の率先実行：設置可能な建築物等の約50%の導入（6.0GW）
 - 改正温対法に基づく促進区域制度等を通じた地域共生型再エネの推進（8.2GW）
- 既設再エネ（太陽光約60GW）の最大活用**：増出力・長期電源化に向けた追加投資の促進
- 廃棄等費用積立制度の着実な運用、2030年代後半の大量廃棄**に向けた計画的対応

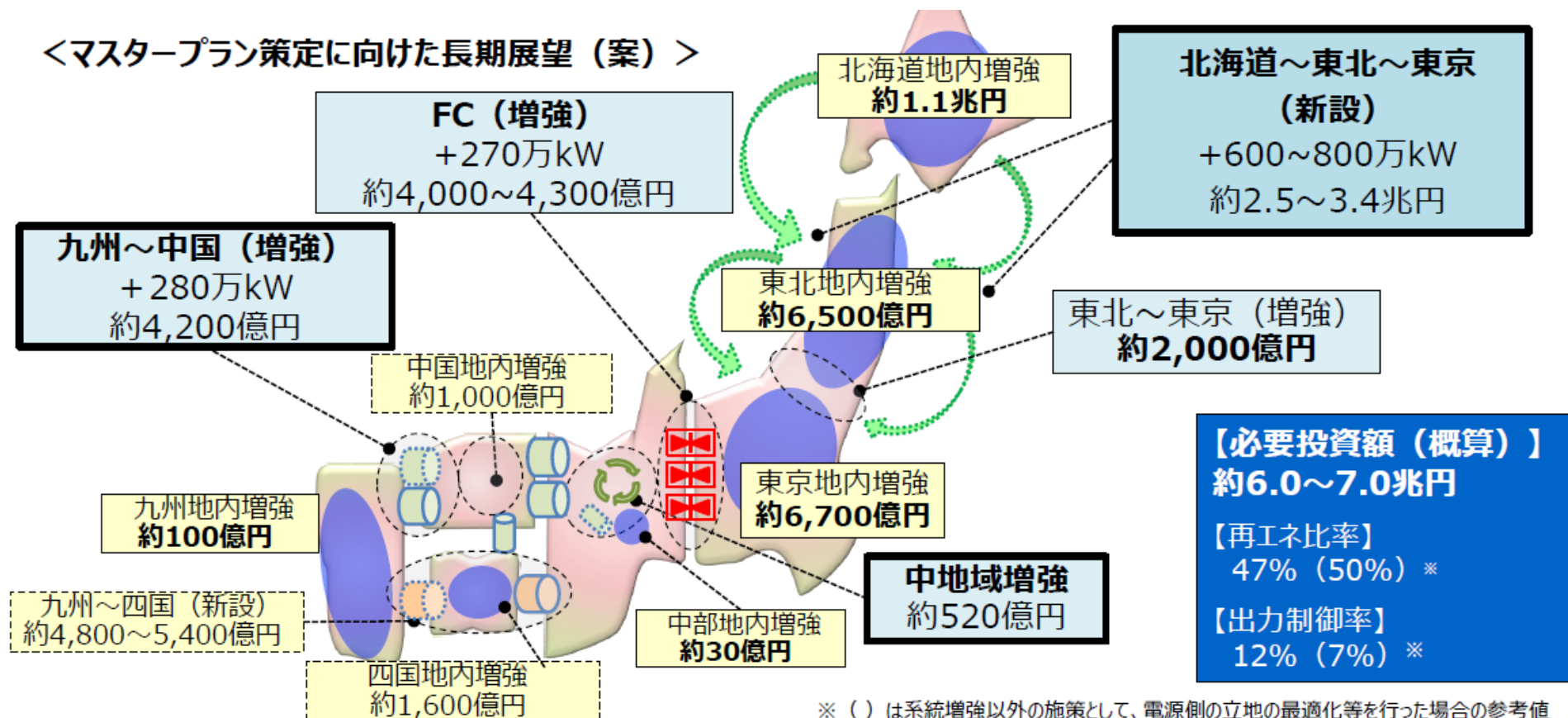
②国産再エネの 最大限の導入

2030年36～38%実現
(2021年10月閣議決定)

系統運用の見直しと送電網の増強

- ・ ノンファーム型接続の運用拡大
- ・ 送電線混雑時の出力制御、先着優先ルールの見直し
- ・ 再エネポテンシャルに対応する全国大での広域連系システムの形成を計画的に進める

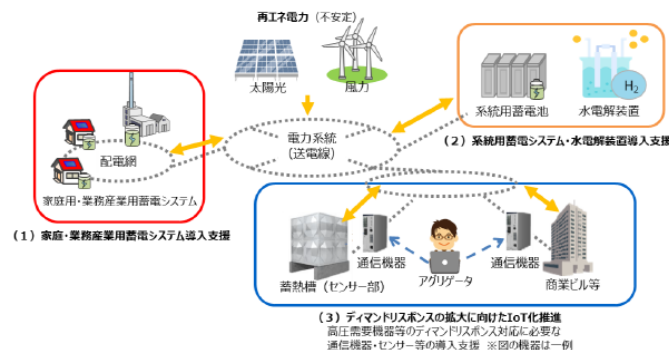
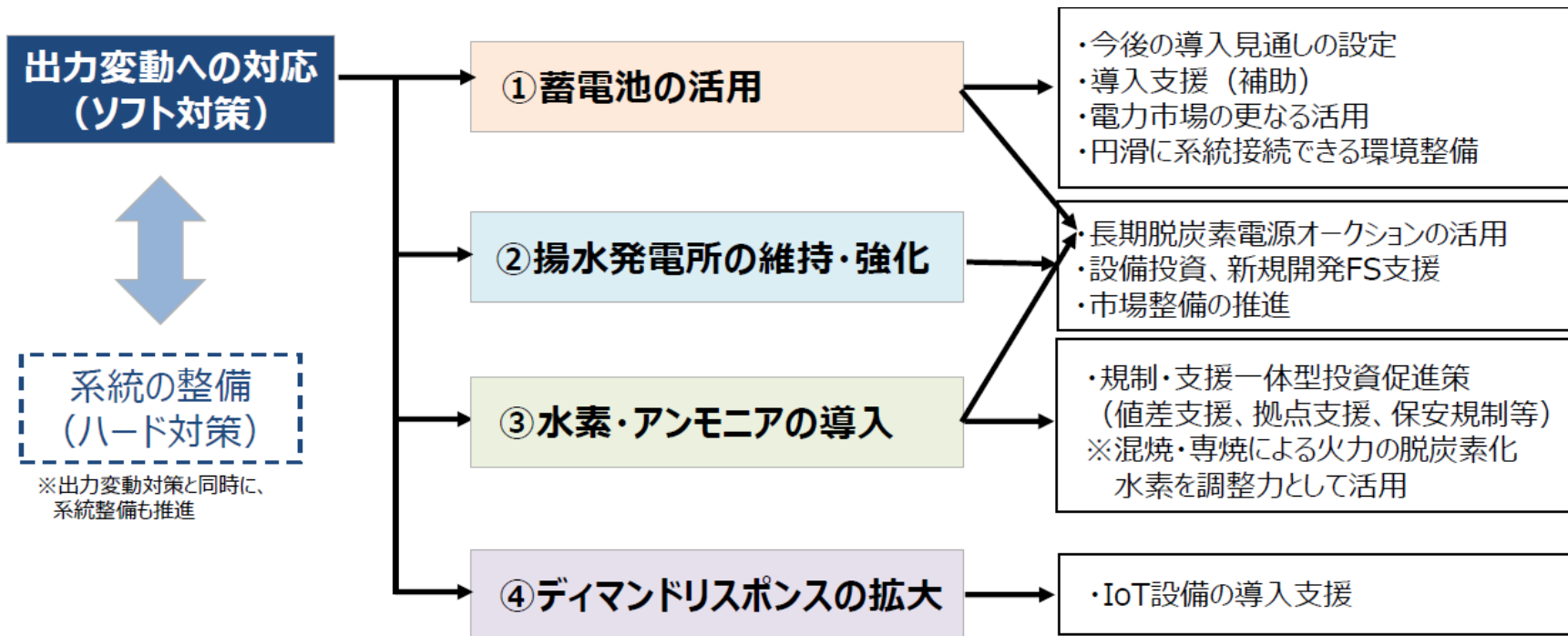
＜マスタープラン策定に向けた長期展望（案）＞



※ () は系統増強以外の施策として、電源側の立地の最適化等を行った場合の参考値

(出典) 第21回 広域連系システムのマスタープラン及びシステム利用ルールに関する検討委員会 資料1 地域間連系線および地内増強の全体イメージ (ベースシナリオ) より事務局作成

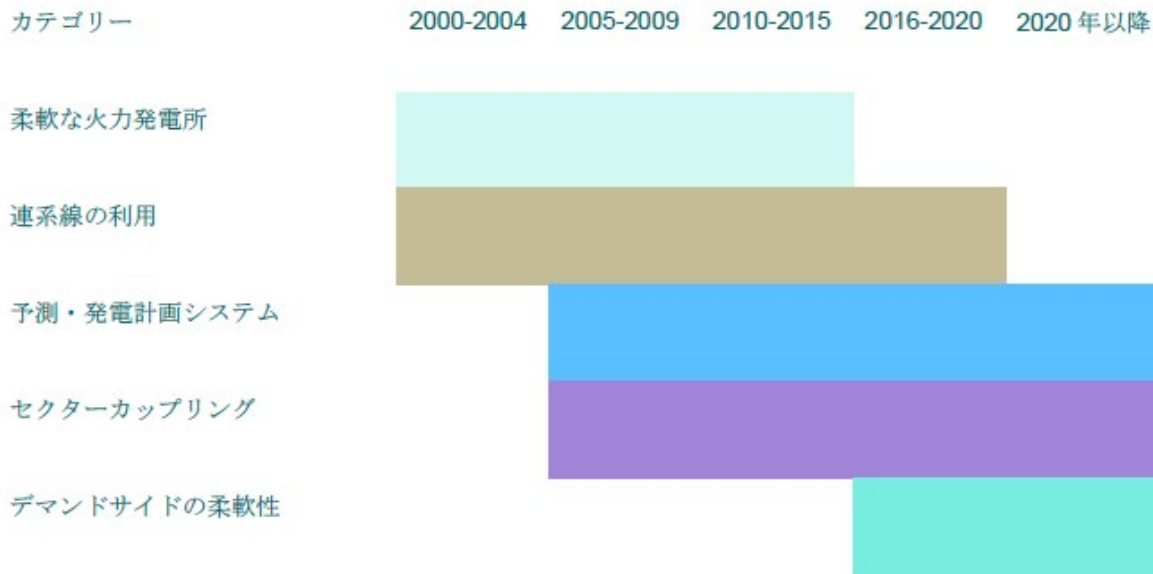
電力システムの柔軟性：調整力の確保



出所:再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（第47回）

「デンマークの電力システムにおける柔軟性の発展とその役割」 デンマークエネルギー庁(2021)レポート日本語版

- 変動性再生可能エネルギー(VRE)で電力の50%をまかなう：デンマークの電力セクターにおける柔軟性の役割
- 柔軟性の鍵としての電力市場
- 得られた知見：2000年から2020年までの柔軟性ソリューションを時系列で振り返る



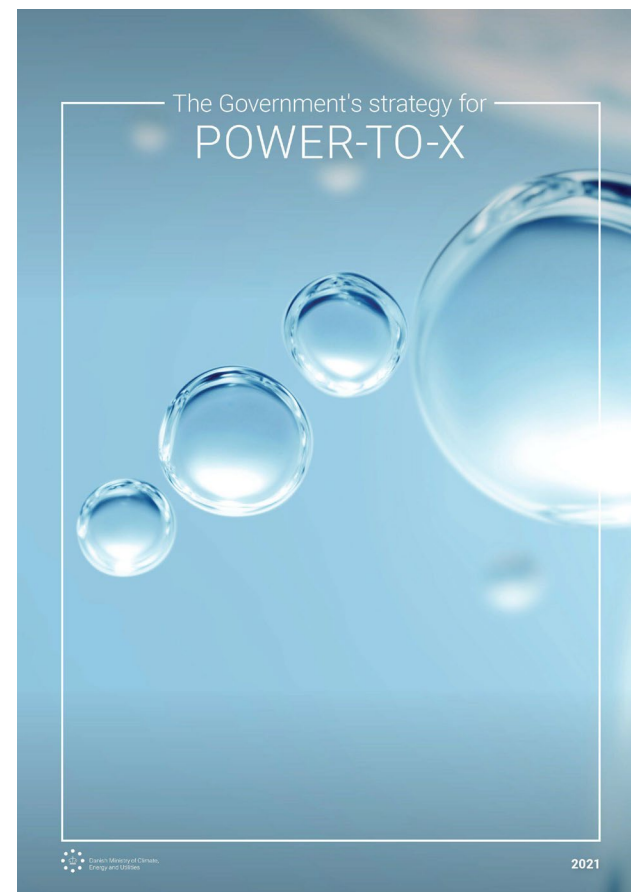
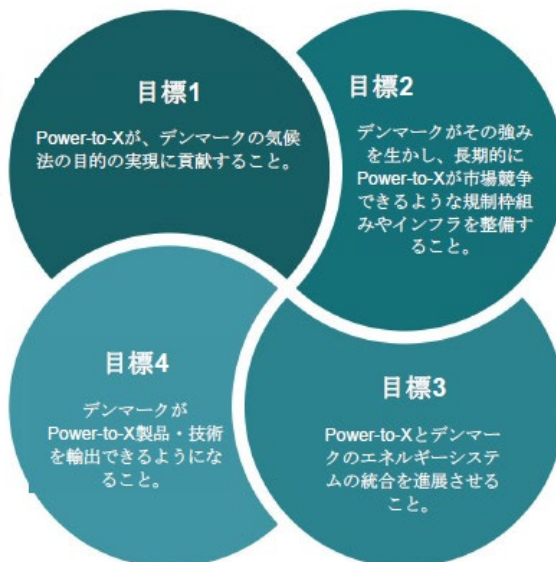
<https://www.isep.or.jp/archives/library/13612>

デンマークのPower-to-X戦略



<p>RE</p> <p>Vestas be</p> <p>SIEMENS Gamesa</p>	<p>電解プラント</p> <p>HALDOR TOPSOE</p> <p>DynElectro SIEMENS energy</p>	<p>燃料電池 (水素/メタノールを電気に変換する)</p> <p>IRD Blue World</p> <p>ADVENT BALLARD</p>	<p>水素インフラ</p> <p>Everfuel</p> <p>evida ENERGINET</p> <p>STRANMOLLEN</p>	<p>さらに変換 (X)</p> <p>REIntegrate</p> <p>Electrochaos HALDOR TOPSOE</p>
<p>工場オーナー/デベロッパー</p> <p>equinor</p> <p>Crossbridge</p> <p>Orsted</p>	<p>EUROWIND</p> <p>nature energy</p> <p>CIP</p> <p>VATTENFALL</p> <p>EUROPEAN ENERGY</p>	<p>エンドユーザー</p> <p>DRIVR</p> <p>MÆRSK</p> <p>SAS</p> <p>DFDS</p> <p>DSV</p> <p>CIRCLE K</p>		
<p>利害関係者</p> <p>Brintbrancher</p> <p>CONCITO</p> <p>wind denmark</p> <p>Biogas Denmark</p> <p>DANSK ENERGI</p> <p>DANSK FJERNVARME</p> <p>Drikraft Danmark</p>	<p>アドバイザー</p> <p>RAMBOLL</p> <p>COWI</p> <p>FORCE</p> <p>BCG NIRAAS</p>	<p>大学、ナレッジセンター、産業</p> <p>DTU Technical University of Denmark</p> <p>SDU</p> <p>AALBORG UNIVERSITY</p> <p>HYDROGEN VALLEY</p> <p>Green skive</p>		

デンマークにおけるPtXのバリューチェーン



<https://www.isep.or.jp/archives/library/14207>

地域と長期に共生する再エネ導入

＜地域と長期に共生する再エネ導入の実現＞



- 立地状況等に応じた手続強化
- 違反状況の未然防止・早期解消措置の新設
- 太陽電池出力増加時の現行ルール見直し
- 大量廃棄に向けた計画的対応
- 地域とのコミュニケーション要件化
- 事業譲渡の際の手続強化
- 認定事業者の責任明確化
- 関連法令順守の徹底

- 経産省
 - FIT・FIP制度を通じた屋根設置の推進
 - FIT制度における地域活用要件
 - 需要家主導による再エネ導入の促進
- 環境省
 - 温対法に基づく地域脱炭素化促進事業制度等による再エネ導入の促進
 - 自家消費型太陽光の導入促進
 - 公共部門の率先実行
- 国交
 - 建築物省エネ法による再エネ導入の促進
 - 空港の再エネ拠点化の推進
- 農水省
 - 農山漁村再エネ法に基づく再エネ導入の促進

出所:第5回 再生可能エネルギー長期電源化・地域共生ワーキンググループ

How(どのように?):どのように自然エネルギーへ転換するのか? 太陽光発電のギモン解決!よくある質問15選



目次

- 解説! 太陽光発電
- 一戸建てに設置した場合
- よくある質問15項目

1. どんな屋根につけたらいいですか? 設置するときの方角や角度、太陽光パネルが重くないか気になります。
2. 設置後に雨漏りするのでは?
3. いい業者の選び方を教えてください。
4. メンテナンスが面倒なのは?
5. 太陽光パネルを設置すると2階が熱くならないか心配です。
6. 火事の際に消火ができないのでは?
7. 住宅への太陽光パネル設置義務化を検討している自治体がありますが、全員設置しなくてはいけないのですか?
8. 電磁波の健康への影響は?
9. 太陽光パネルが風で飛ばされたり物が飛んできて壊れたりしませんか。
10. 太陽光パネル廃棄の問題が気になります。
11. 太陽光パネルには有害物質が入っているのでは?
12. 太陽光パネル製造時に大量のエネルギーを使うのでは?
13. 太陽光パネルの製造時に人権問題が絡んでいると聞きましたが?
14. 太陽光発電設置は自然破壊につながるのでは?
15. 太陽光発電の今後の展望を教えてください。

太陽光発電の ギモン解決!

よくある質問15選

気候変動による影響がますます大きくなっている今、二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギー(再エネ)の普及を最速で進める必要があります。中でも有力なのは、太陽光と風力による発電です。この10年で大幅に太陽光発電は導入が進んだ一方で、様々な疑問の声も聞かれます。

このパンフレットでは太陽光発電についての基本的な解説とよく寄せられる15の問いに答えています。もし太陽光発電についてわからないことがあったり、周りの人から疑問の声が寄せられた場合は、このパンフレットをぜひ活用してみてください。太陽光発電への理解が進み、一層の普及が進むことを願っています。

自然エネルギー100%プラットフォーム



<https://go100re.jp/>

<https://go100re.jp/3316>

自然エネルギー情報提供Webサイト「REコモンセンス」



The screenshot shows the RE Commons website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Q&A', and a search icon. Below this is a dark blue header with the text 'Science Based Renewable Energy Information' and 'REコモンセンス'. A white button labeled 'Q&A 一覧' is visible. The main content area is titled '新着 Q&A' and lists categories 'All', '太陽光発電', and '風力発電'. There are four question cards displayed, each with an image and a question text.

Q. 風力発電による騒音は、健康に影響を与えますか？

Q. 風力発電による低周波音は、健康に影響を与えますか？

Q. 太陽光パネルには有害物質が含まれていますか？

Q. 太陽光パネルはどのようにリユース・リサイクルされるのですか？

太陽光発電：

- 太陽光発電は、曇りや雨の日でも発電しますか？
- 太陽光パネルに雪が積もっても発電しますか？
- 土地への太陽光発電の導入ポテンシャルはどのくらいありますか？
- 建物への太陽光発電の導入ポテンシャルはどのくらいありますか？
- 太陽光発電は、製造時に大量のエネルギーを使うので環境に悪いのではないですか？
- 太陽光発電のエネルギーペイバックタイムはどのくらいですか？
- 太陽光パネルはどのようにリユース・リサイクルされるのですか？
- 太陽光パネルには有害物質が含まれていますか？

環境エネルギー政策研究所(ISEP)

<https://rec.isep.or.jp/>

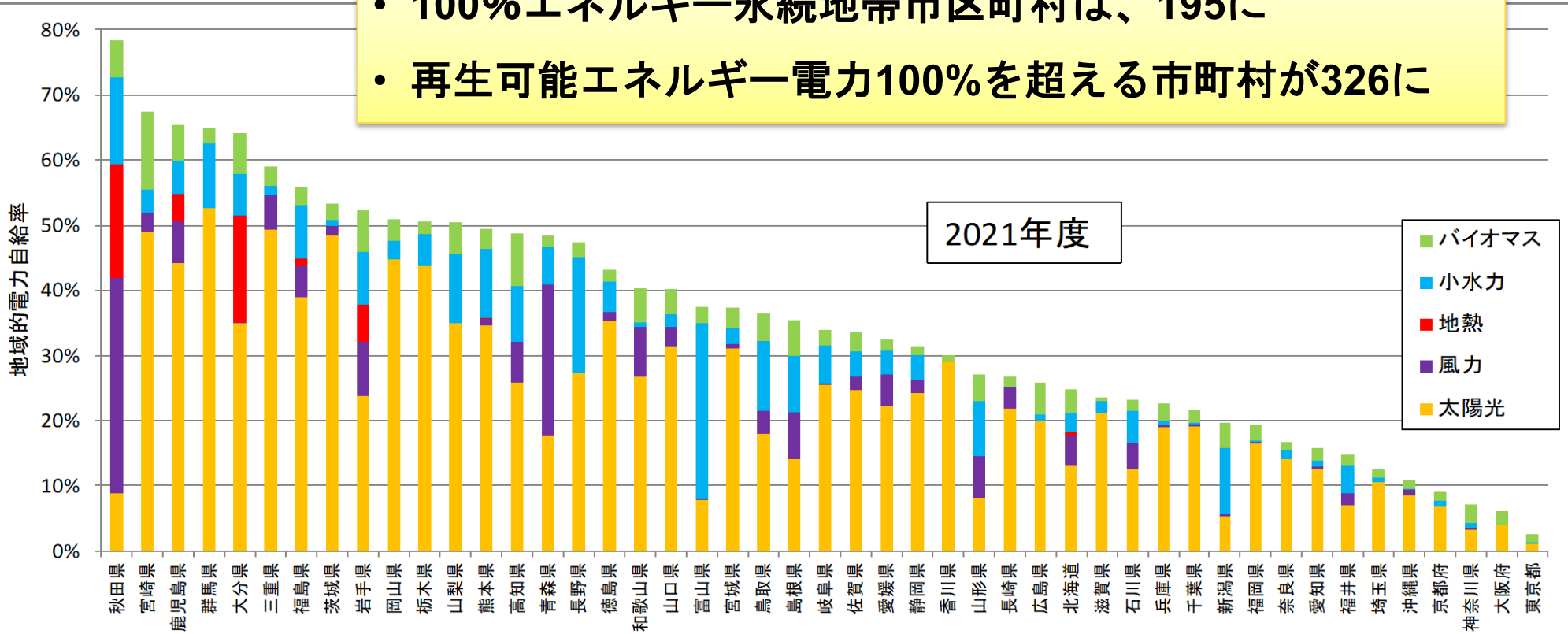
風力発電：

- 風力発電による騒音は、健康に影響を与えますか？

エネルギー永続地帯 都道府県別の再生可能エネルギー電力の供給割合 (2021年度の実績を推計)

都道府県別の再生可能エネルギー電力の供給割合

- 100%エネルギー永続地帯市区町村は、195に
- 再生可能エネルギー電力100%を超える市町村が326に



永続地帯2022年度版報告書(2023年6月リリース)
<https://sustainable-zone.com/sz2022report/>

出典:永続地帯研究会(千葉大倉阪研+ISEP)
 データよりISEP作成

ゼロエミッション東京戦略2020 Update&Report (2021年3月)

2030年までのCO2排出量の半減、
カーボンハーフの実現

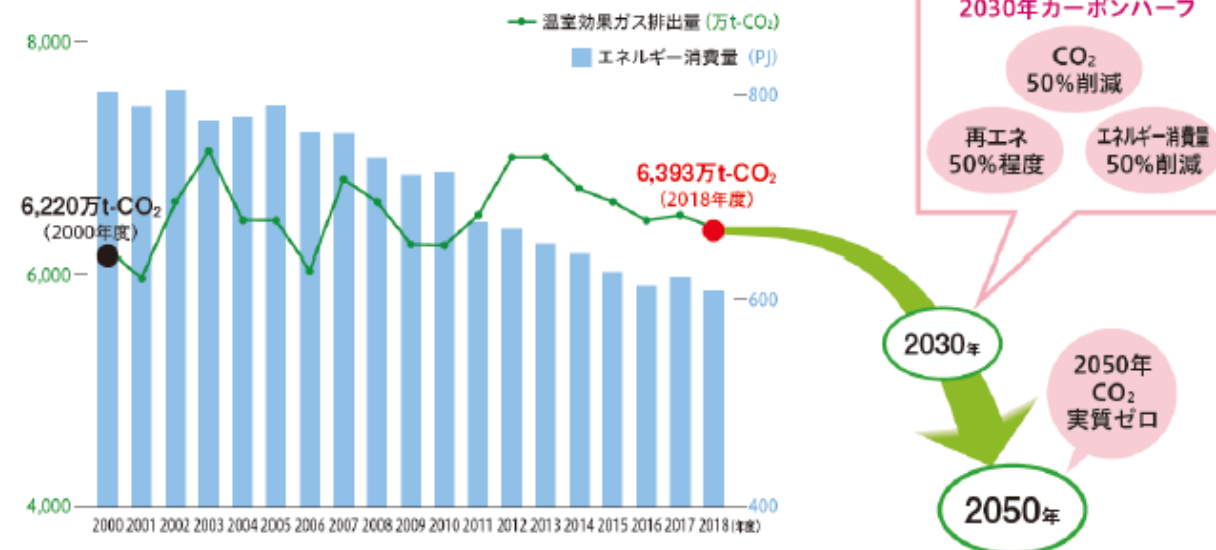


Zero Emission
Tokyo 15
ゼロエミッション東京戦略
2020 Update & Report

- (現行目標)
- 都内温室効果ガス排出量(2000年比) 30%削減 ⇒ **50%削減***
 - 都内エネルギー消費量(2000年比) 38%削減 ⇒ **50%削減***
 - 再生可能エネルギーによる電力利用割合 30%程度 ⇒ **50%程度***
 - 都内乗用車新車販売 ⇒ **100%非ガソリン化**
 - 都内二輪車新車販売 ⇒ **100%非ガソリン化(2035年まで)**

※ 温室効果ガス排出量等の目標と施策のあり方については、今後、東京都環境審議会において検討を進めていく予定

■ 温室効果ガス排出量の推移等



出所: 東京都環境局(2021年3月30日)

https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/policy_others/zeroemission_tokyo/strategy_2020update.html

東京都の再生可能エネルギー100%シナリオ

「東京都の再生可能エネルギー100%シナリオ
～グリーン・リカバリーによる 脱炭素化ロードマップ～」

- 東京都のゼロエミッション戦略の実現をより具体化するために、東京都の2050年までの再生可能エネルギー100%シナリオを検討し、脱炭素化と持続可能な経済復興（グリーン・リカバリー）との両立を提言した。
- 2030年の再生可能エネルギー電力の割合を50%から100%まで比較を行い、2050年までの脱炭素化（ゼロエミッション）と共に再生可能エネルギー100%を実現するシナリオを検討した。
- 2050年までのゼロエミッション東京の実現へのロードマップを示し、実現のための10の提言を行った。



<https://www.isep.or.jp/archives/library/13360>

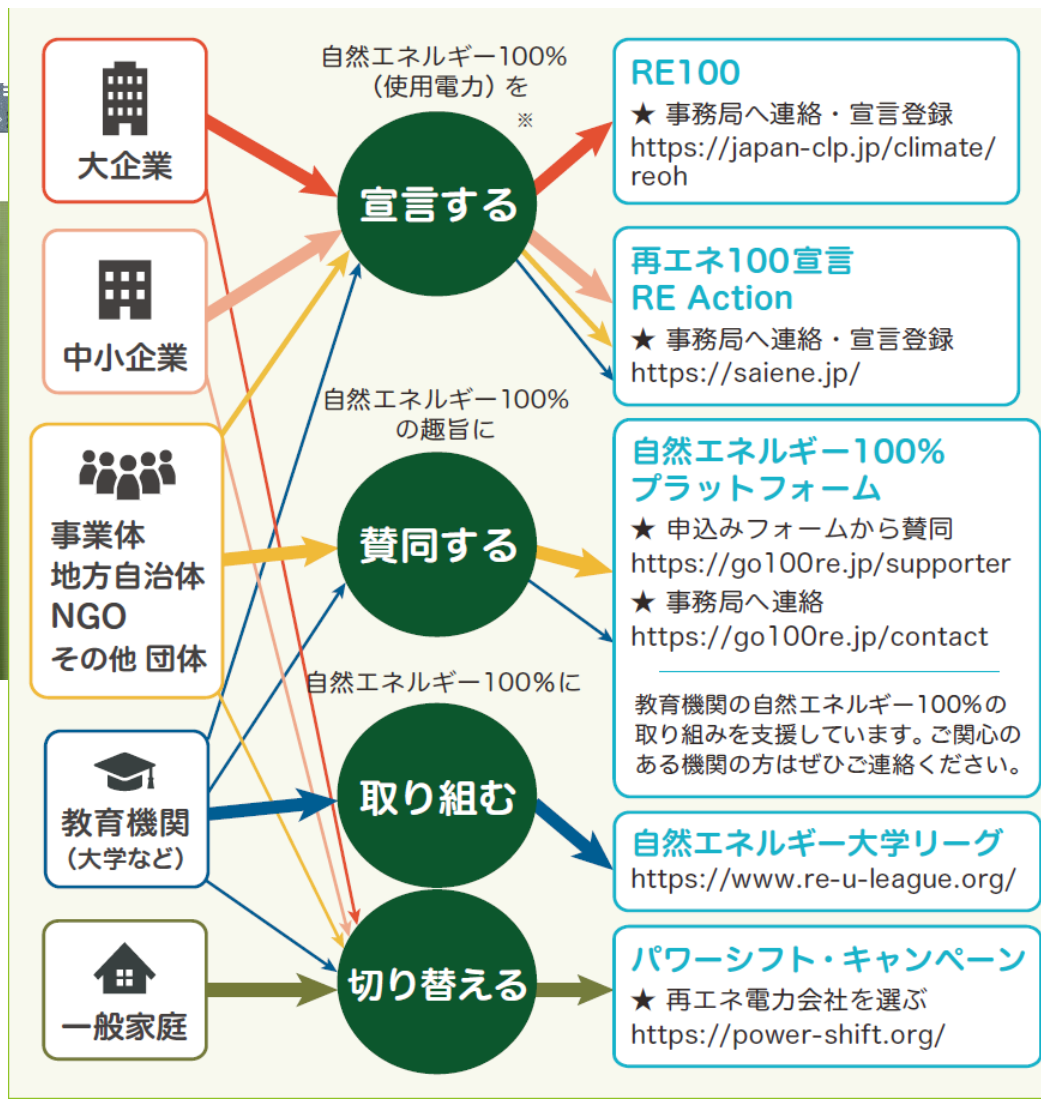
自然エネルギー100%プラットフォーム 国内キャンペーン



日本語Webサイト <http://go100re.jp/>



世界100%自然エネルギープラット
フォームと連携して、
日本国内での自然エネルギー100%プ
ラットフォームは、CAN-Japanが運営
(事務局：環境エネルギー政策研究所・
気候ネットワーク)



ご清聴をありがとうございました！

NPO法人 環境エネルギー政策研究所 理事・主席研究員

CAN-Japan 共同代表

松原弘直(まつばら ひろなお) 工学博士

- 環境エネルギー政策研究所：<https://www.isep.or.jp/>
- Energy Democracy: <https://www.energy-democracy.jp/>
- 自然エネルギー100%プラットフォーム <https://go100re.jp/>

特定非営利活動法人 環境エネルギー政策研究所
東京都新宿区四谷三栄町16-16
Tel 03-3355-2200 Fax 03-3355-2205
<https://www.isep.or.jp/>