



自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

2023年8月3日
「2035年60%削減の衝撃」

60%削減をめざす エネルギー転換と産業の変革

公益財団法人 自然エネルギー財団
常務理事 大野輝之

G7共同声明のどこが重要か①

コミュニケ第18項

- IPCCが第6次評価統合報告書で提起した**2035年までの2019年比GHG60%削減**を受け止め、削減の緊急性を認識
- COP30より十分前に、1.5℃目標と整合した2035年目標及び強化された2030年目標を提出する方針を確認（各国政府に呼びかけ）

We emphasize our strong concern, amplified by the latest finding of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and its Sixth Assessment Report (AR6), at the accelerating and intensifying impacts of climate change, and **highlight the increased urgency to reduce global GHG emissions by around 43 percent by 2030 and 60 percent by 2035, relative to the 2019 level, in light of its latest findings.**

...

We call on all Parties to submit their next round of NDCs and LTSs **well ahead of UNFCCC-COP30** that are informed by the outcomes of the GST, reflecting economy-wide absolute reduction targets including all GHGs, sectors and categories. **These should reflect significantly enhanced ambition aligned with a 1.5℃ pathway and should also include their revisited and strengthened 2030 targets.**

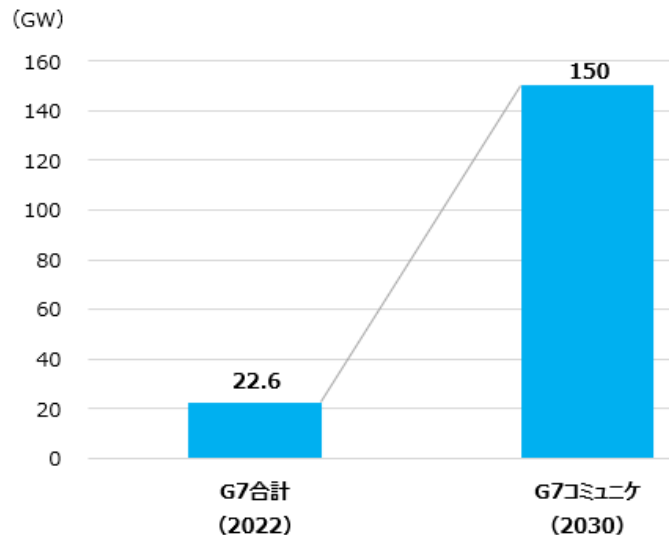


G7共同声明のどこが重要か②

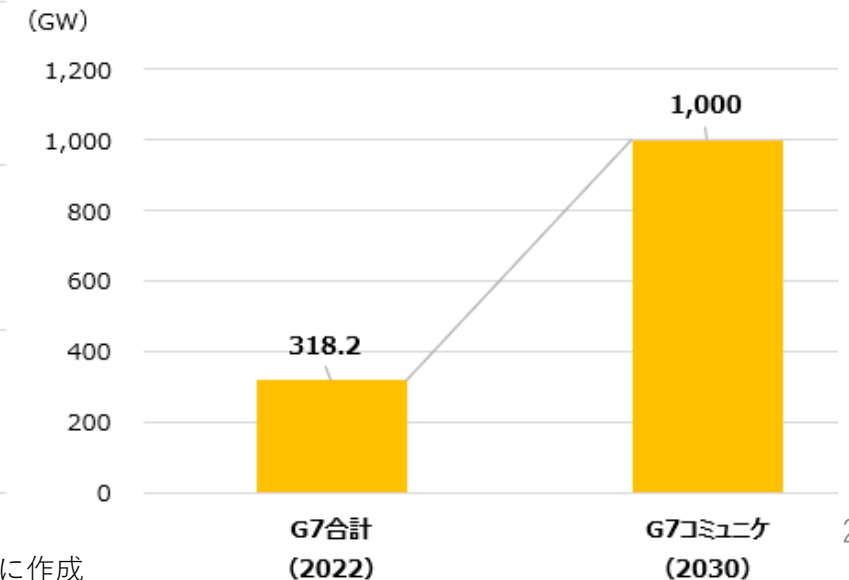
- 国は、「**多様な道筋の下で、2050年ネットゼロ達成をめざす**」ことが合意されたと強調。
- 原文は、「**多様な道筋を認識しつつも・・・1.5度に整合するよう遅くとも2050年までにネットゼロ**」を強調。
” While acknowledging various pathways..., we highlight that these should lead to our common goal of net zero by 2050 at the latest in order to keep a limit of 1.5 °C within reach.”

- 上記に続き、
 - **最初にエネルギー効率化・省エネルギーの重要性を強調し、「第1の燃料」として位置づけ。**
 - **更に「自然エネルギー導入の速度と規模を大幅に引き上げる」重要性を強調。**
 - **初めて、2030年までに洋上風力発電を150GW、太陽光発電を1TW（1000GW）導入するという具体的なG7としての数値目標を掲げた。**

洋上風力発電



太陽光発電



(出典) IRENA “Renewable capacity statistics 2023” (2023年3月) を基に作成

G7共同声明のどこが重要か③

昨年のG7サミット合意された

「2035年までに電力部門の全て、または大部分を脱炭素化すること」を今回も踏襲。

国名	自然エネルギー電力の割合		電力部門脱炭素化の目標
	2022年実績 (%)	2030年目標 (%)	2035年目標
カナダ	76	—	脱炭素化
ドイツ	48	少なくとも80	石炭火力廃止を前倒しし、 電力部門を脱炭素化 ^{*1}
英国	44	*2	脱炭素化 ^{*3}
イタリア	32	72 ^{*4}	*5
フランス	25	40	(現時点で自然エネ+原発で約9割)
米国	22	—	電源部門のGHG排出ゼロ ^{*6}
日本	22	36-38	—

■ 日本政府の解釈

「何割がプリドミナントリーかというのは、必ずしも決まった定義はないのですが、**少なくとも半分以上というところでもって、よしと。**」

(2022年5月31日山口環境大臣記者会見)

■ G7の他の6か国と対比して、
苦しい言い訳。

■ 2035年CO₂65%削減が
求められる中で、ますます通用しない。

*1 ドイツは2038年石炭火力廃止を2030年までに前倒しし、電力部門脱炭素化をめざす。

*2 英国は2022年4月の "British Energy Security Strategy" において「2030年までに低炭素電力で95%供給」をめざす。

*3 英国は気候変動委員会が2035年太陽光発電・風力発電で70%を供給と推計。

*4, 5 イタリアは "The Ecological Transition Plan" (2022年) において自然エネ電力の2030/2050年目標を設定。

2050年にはほぼ100%自然エネでの供給をめざしている。

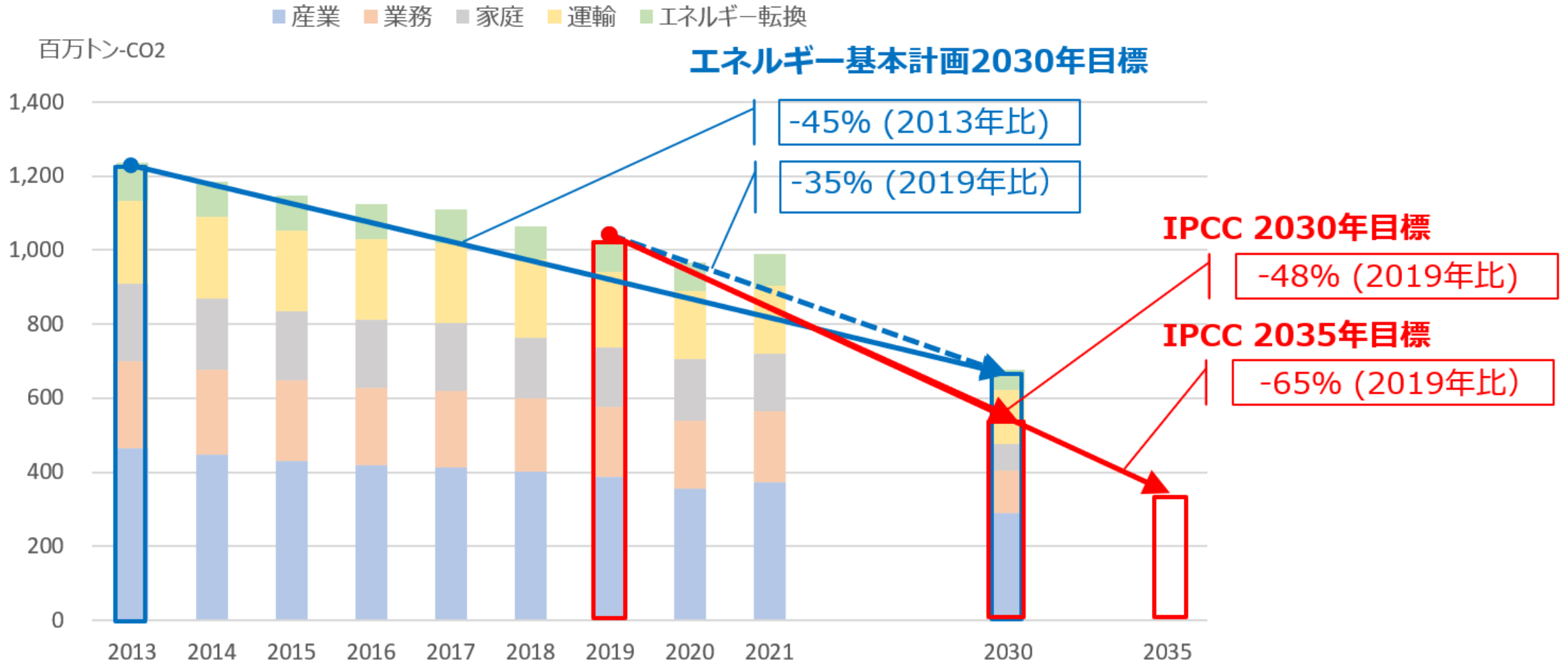
*6 米国はエネルギー省が2035年に自然エネで80%以上と推計。

自然エネルギー財団：2035年エネルギーミックスへの提言

- IPCC第6次評価統合報告書を受け、2035年に電力の80%以上を自然エネルギーで供給する可能性を示した初めての報告書
- 日本では、殆ど開始されていない2035年エネルギーミックスの議論、IPCC第6次報告書を受けた政策転換に向けた議論の開始をよびかけるために、公表したもの。
- 今回は主に電力部門を対象に、いわば積み上げ的に自然エネルギー拡大の可能性を示し、その実現に必要な政策課題を提起
- 今後、電力以外のエネルギー源を含めた 2035年のエネルギーミックスを検討していく。
- 電力需給の安定性、全体的な電力コストの検討も実施。



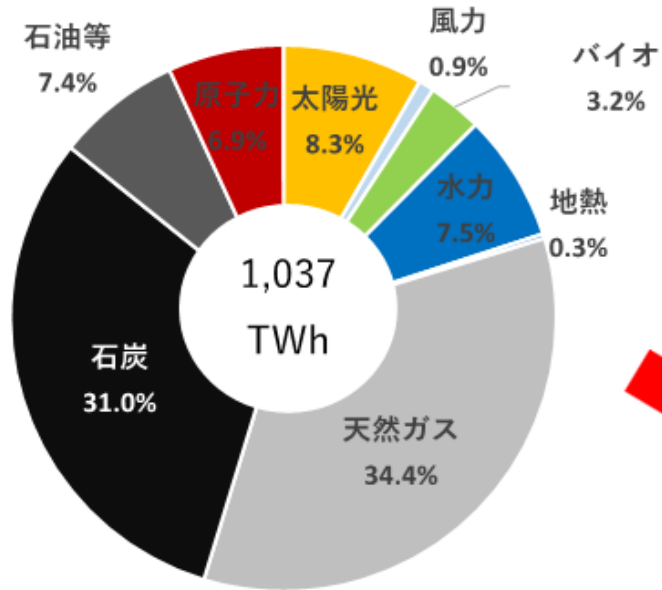
IPCCの求める排出削減のレベルとエネルギー基本計画の2030年目標



(出典) 資源エネルギー庁「エネルギー総合統計時系列表」、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」より財団作成

2035年脱炭素化電源ミックスの姿

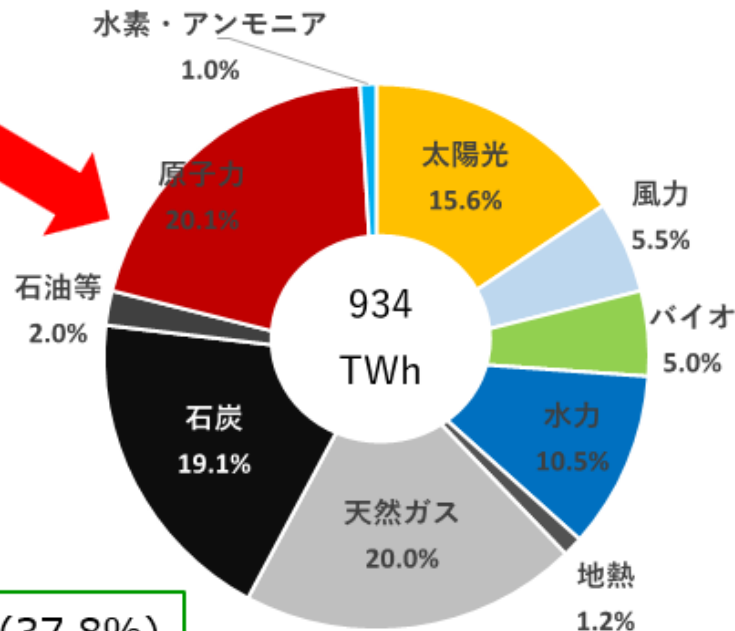
2021年度
(現状)



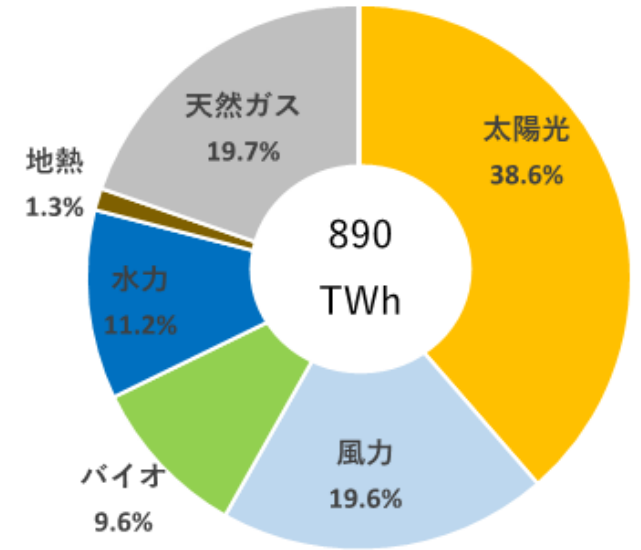
自然エネルギー : 210TWh(20.3%)

自然エネルギー : 353TWh(37.8%)

2030年度
(エネルギー基本計画)



2035年度
(脱炭素化電源ミックス)



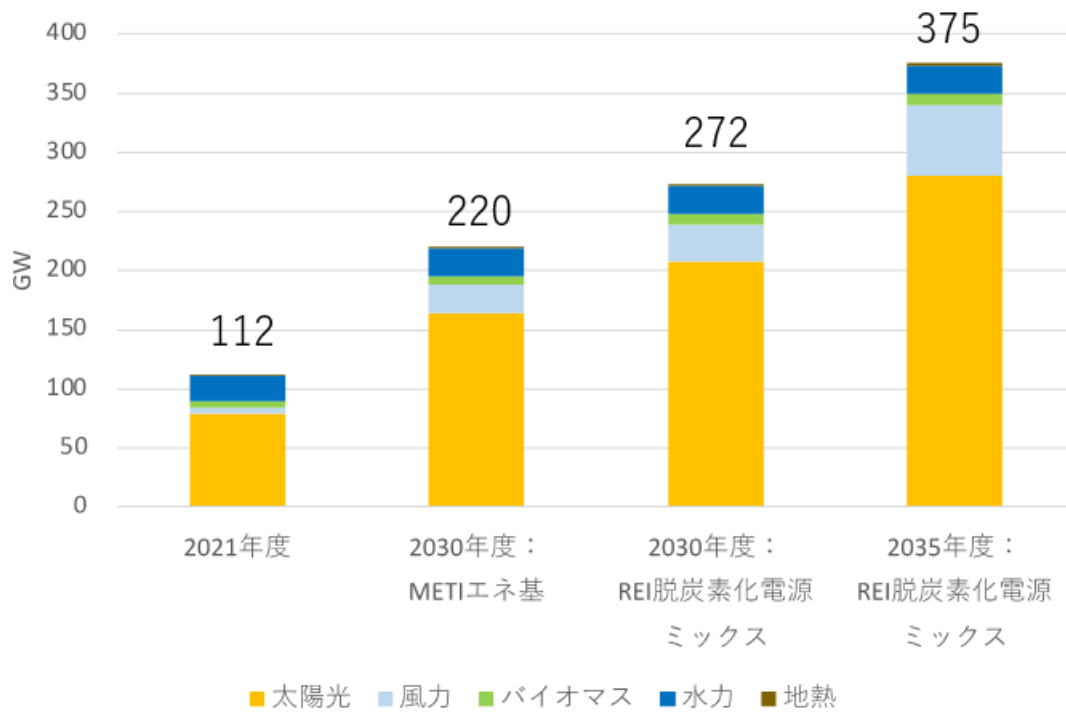
自然エネルギー : 714.5TWh(80.3%)

出典) 自然エネルギー財団作成

太陽光・風力を中心とした自然エネルギーの導入加速化

■規制改革の実施、推進施策の導入により、2035年までに
太陽光発電を280GW（現在の3.5倍）に、風力発電を60GW（同13倍）に

＜設備容量(GW)の変化＞



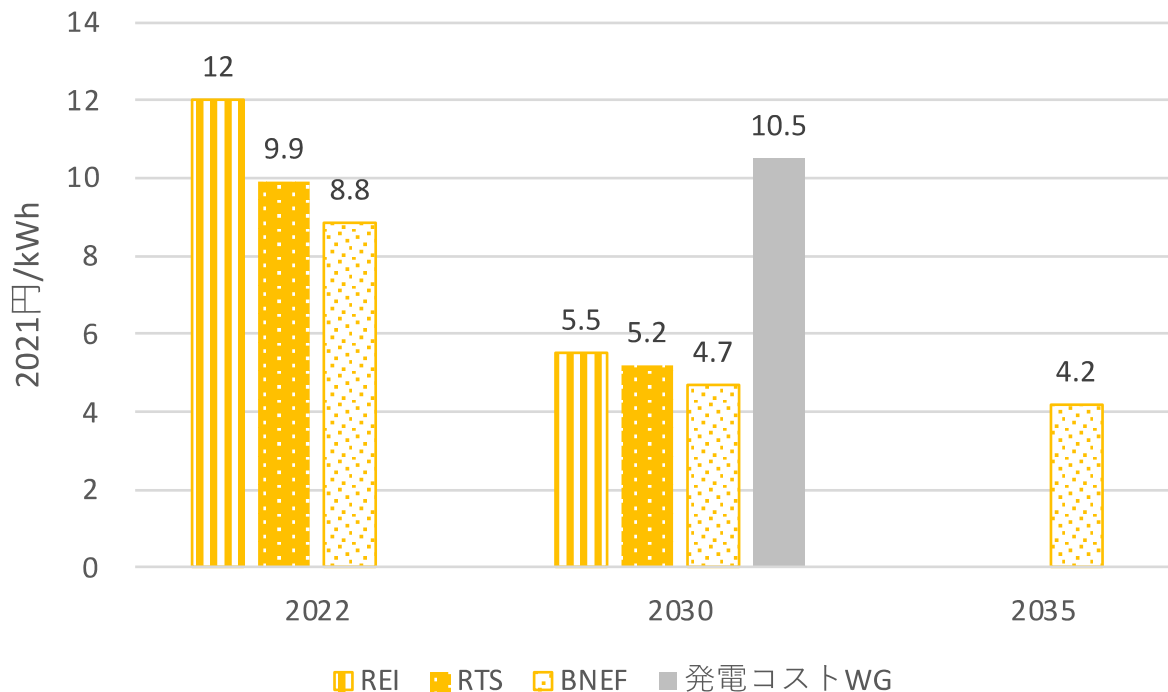
		2021年度	2030年度 (エネ基)	2030年度 (REI予測)	2035年度 (REI予測)
設備容量 (GW)	太陽光	79.2	164.0	208.0	280.2
	風力	4.6	23.6	30.9	59.8
	バイオマス	5.6	8.0	9.2	9.2
	水力	22.0	23.2	23.9	24.6
	地熱	0.5	1.5	0.7	1.6
	合計	111.9	220.3	269.7	375.4
発電量 (TWh)	太陽光	86.1	146.0	255.1	343.7
	風力	9.4	51.0	87.9	174.0
	バイオマス	33.2	47.0	59.6	85.7
	水力	77.8	98.0	93.1	99.6
	地熱	3.0	11.0	4.5	11.5
	合計	209.5	353.0	500.2	714.5

導入加速の可能性①：自然エネルギー発電コストの低下

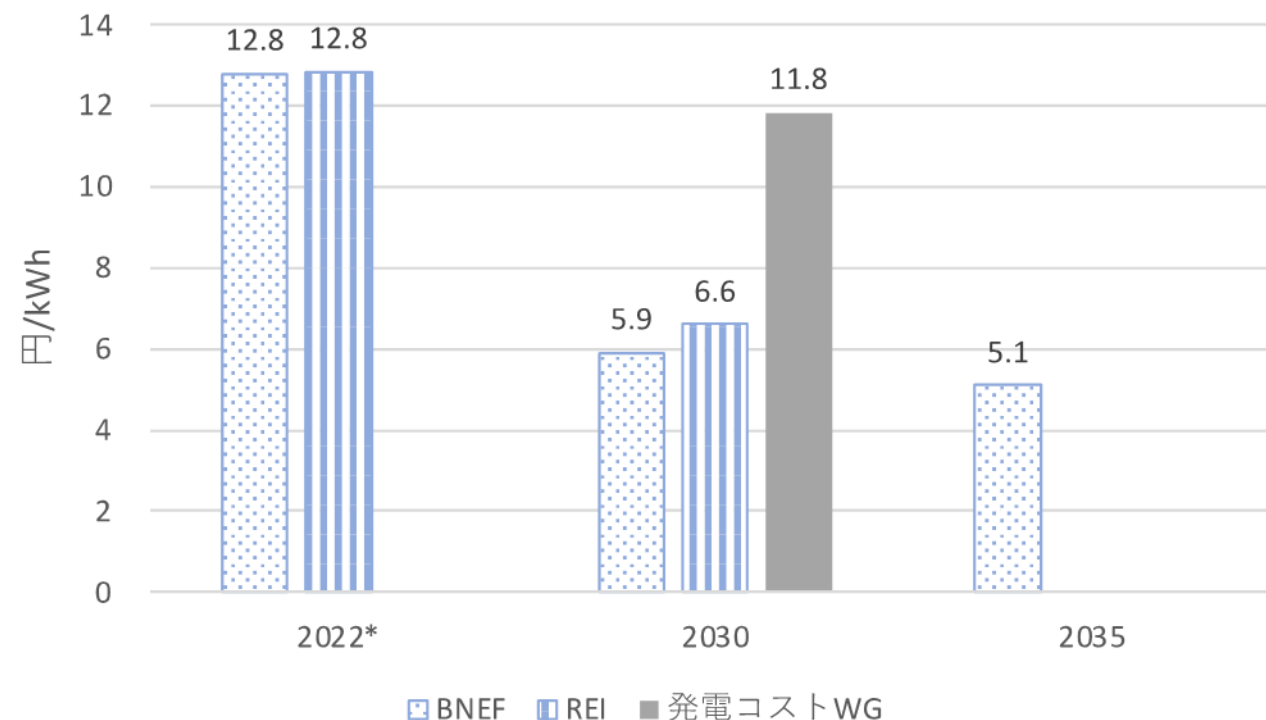
■導入を加速化させるコスト低下

- すでに最も経済的な電源になっている太陽光に加えて、風力も2030年には十分に安価に

太陽光発電



風力発電



(注) 各推計において、耐用年数、割引率などの設定に違いがある。詳細は、報告書を参照のこと

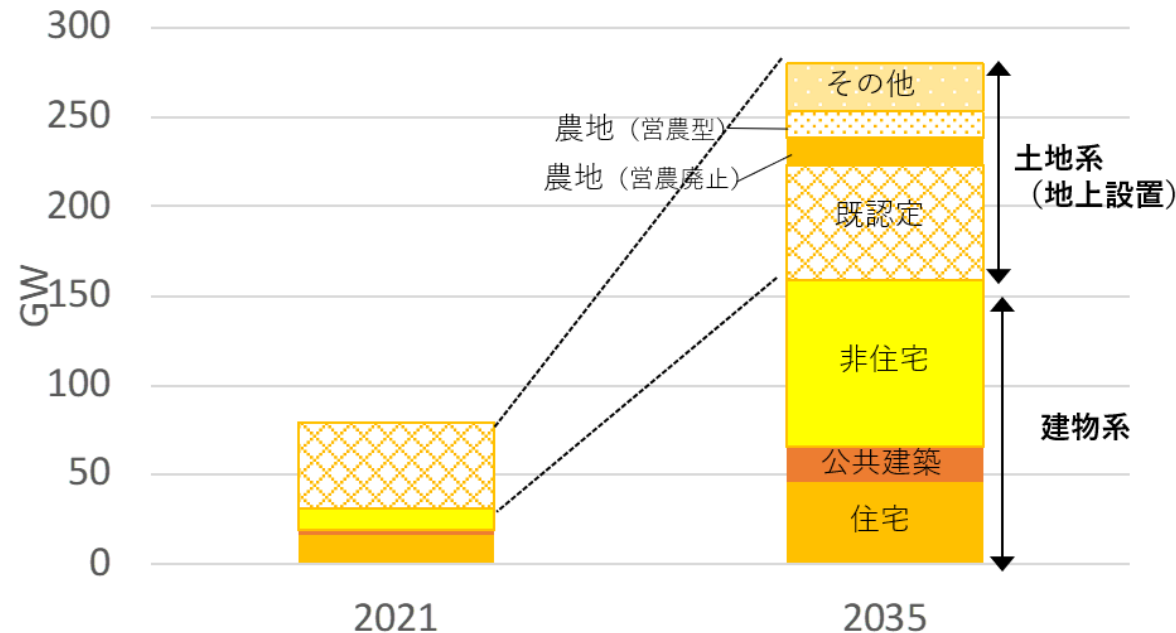
(出典) 「日本の太陽光発電の発電コスト現状と将来推計」(自然エネルギー財団、2019年7月)、(株)資源総合システム「日本市場における2030年に向けた太陽光発電導入量予測(2022年版)」(2022年3月)、ブルームバーグNEF(2H 2022 LCOE Update, 2022)、発電コスト検証ワーキンググループ「発電コスト検証に関するとりまとめ(案)」(2021年)より自然エネルギー財団作成

導入加速の可能性②：太陽光発電の導入ポテンシャルの大きさ

- 建築物屋上の活用：導入ポテンシャル 455GW*
- 駐車場・耕作放棄地など農地の活用が進む：導入ポテンシャル 1000GW*
 - 自然破壊をともしない形での拡大が可能
 - 設置コストの低減等により導入ポテンシャルの多くが実現可能
- 更にペロブスカイトなど新技術の実用化で、導入ポテンシャルが高まる。

* 令和4年度環境省委託業務「再エネ導入促進に向けたポテンシャル調査報告書」

太陽光発電の立地場所別の導入見込み



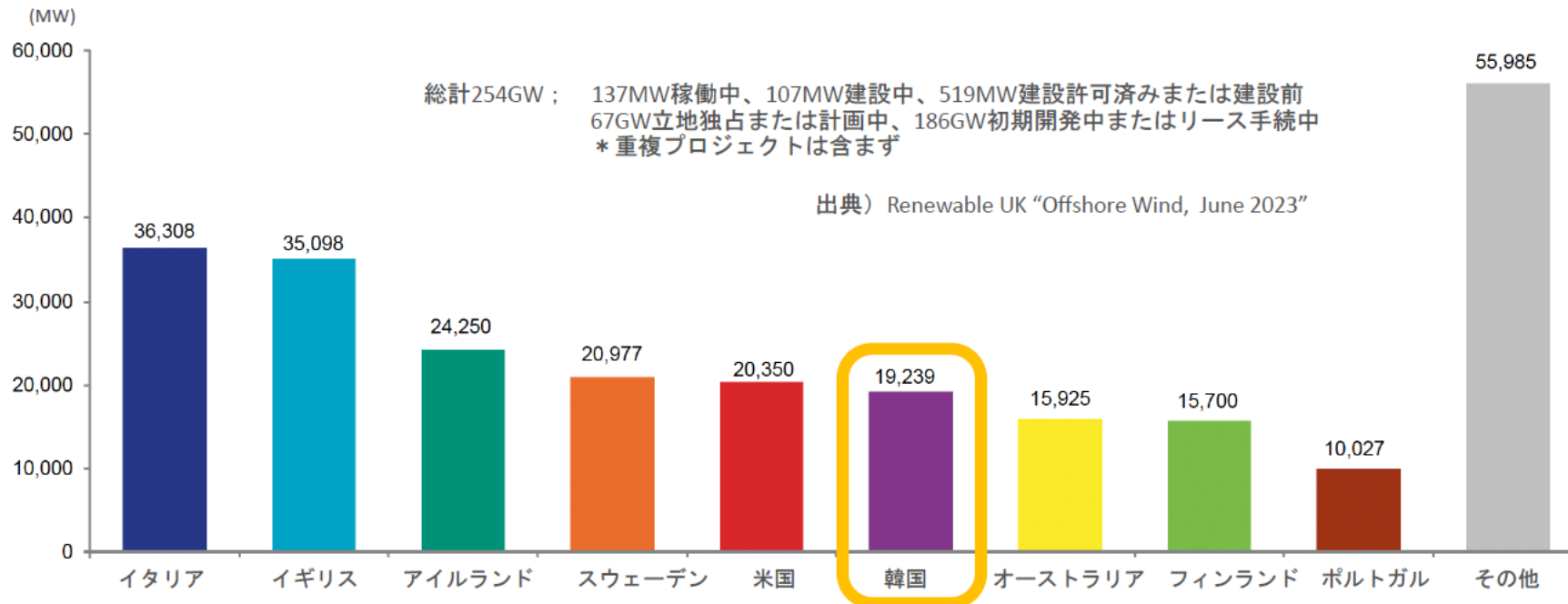
導入加速の可能性③：洋上風力発電のポテンシャル

- 全国の風力発電ポテンシャルは、陸上で264GW,洋上で392GW
- 発電コストの低下を受け、企業の自然エネルギー調達需要の拡大（PPAなど）により、特に洋上風力の拡大が進む
- 浮体式も国際的には商業段階に入っており、日本でも更に加速することが可能であり必要

浮体式洋上風力の開発状況・国別比較（計画含む）



世界の浮体式洋上風力発電の累計—確定した浮体式プロジェクトと浮体式になると予測されるプロジェクト



◎世界で開発中、またはすでに稼働している浮体式洋上風力発電容量は合計254GWであり、確定した浮体式プロジェクトと、水深に基づいて浮体式になると予測されるプロジェクトがカウントされている。このうち、137MWは6カ国の12のプロジェクトで完全に試運転済み、107MWが建設中、519MWが建設許可済みまたは建設前、67GWが立地独占または計画中、186GWが初期開発中またはリース手続き中である。

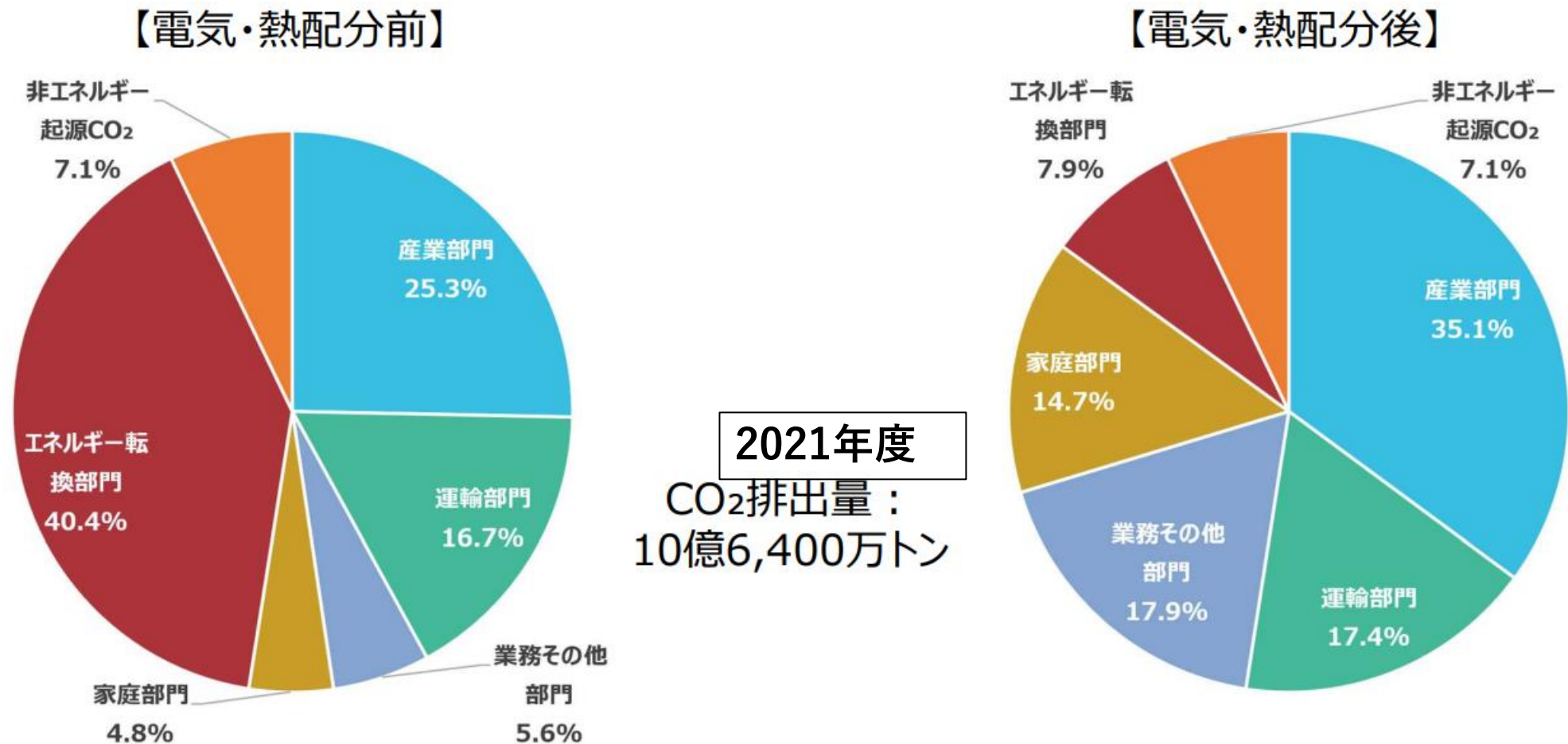
◎中国は、公表されたプロジェクト数が少ないため、グラフには記載がないが、2030年代に国家管理水域で多数のGWの浮体式風力発電の建設計画がある。

(出典)「浮体式産業戦略検討会」における自然エネルギー財団の提言
2023年7月11日

脱炭素化電力ミックス実現への7つの政策課題

1. エネルギー基本計画を早急に改正し、2035年自然エネルギー電力目標を80%以上に
2. 風力発電・太陽光発電導入を大幅に加速する規制改革の実施
 - (1) 風力発電の開発期間を半減する規制改革
 - (2) 新築建築物への太陽光発電設置義務
3. 所有権分離を中心とする電力システムの再改革
4. 自然エネルギーによる脱炭素化のための送電網増強の着手
5. 世界の脱炭素投資を日本に呼びこむカーボンプライシングの早期導入
6. コーポレートPPAの加速
7. 自然エネルギー開発における自治体の責務と実行力の強化

産業部門脱炭素化の重要性：直接排出で25%、間接排出で35%

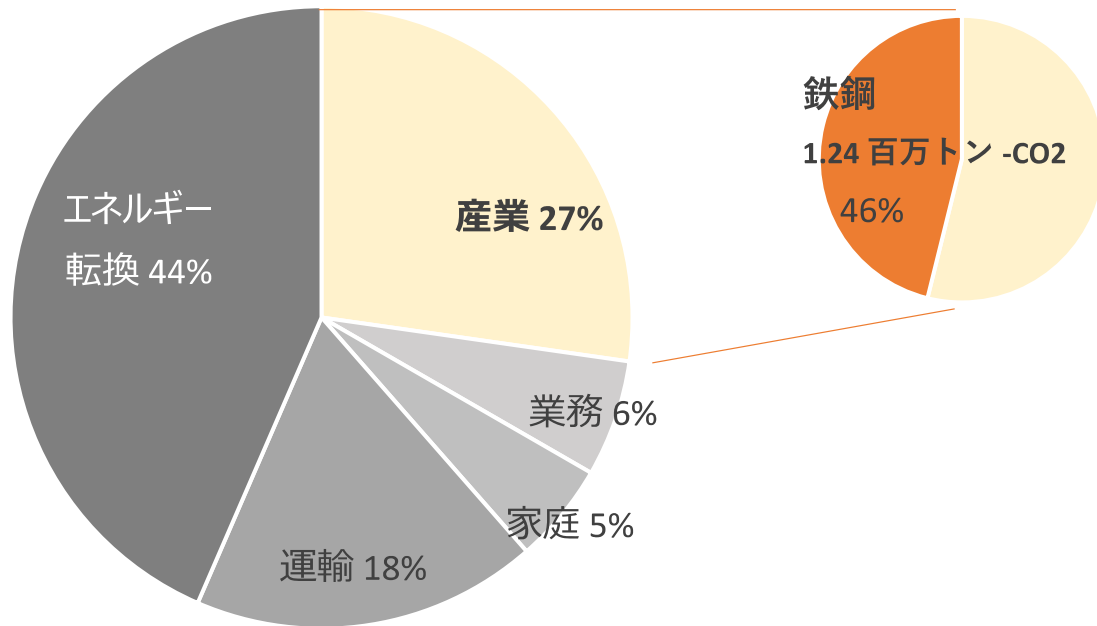


鉄鋼部門をはじめとする産業部門の削減対策強化が必要

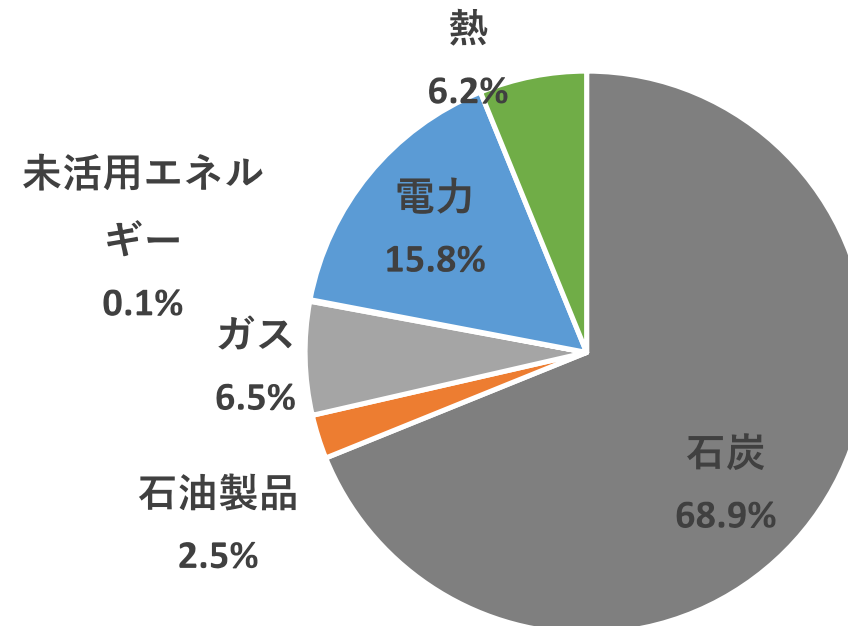
■鉄鋼部門：単独業種で日本全体の排出量の13%を占める

- 産業部門の中でも46%
- 高炉一貫製鉄による石炭の使用量が多いことが大きな排出の最大の要因

<鉄鋼業のGHG排出（2021年度）>



<鉄鋼業のエネルギー消費内訳（2021年度）>



脱炭素製鉄の主要な技術オプション

	従来の主要な技術・手法			脱炭素化の主要な技術・手法		
	一次製鉄 (鉄鉱石を原料)		リサイクル・二次製鉄 (スクラップ鉄を原料)	一次製鉄		リサイクル製鉄 二次製鉄
技術・手法	直接還元 -電炉法 (NGDR-EAF)	高炉-転炉法 (BF-BOF)	電炉法 (電気アーク炉) (EAF)	水素直接還元 -電炉法 (H ₂ DR-EAF)	高炉-転炉+CCS法 (カーボン回収・貯留) (BF-BOF+CCS)	電炉法 (電気アーク炉) (EAF)
エネルギー (一部還元材)	天然ガス 及び電力	化石燃料 主として石炭	電力	脱炭素水素 脱炭素電力	化石燃料 + CCS + オフセット	脱炭素電力
GHG 排出	中 (天然ガスを水素へ 移行すれば、低)	高	低	ニア・ゼロ (ほぼゼロ)	CO ₂ 回収・オフセット等を行えば、 低	ニア・ゼロ (ほぼゼロ)
成熟度	成熟	成熟	成熟	実証レベル 2030年までに 商用化	CCS、オフセット技術 などが未成熟	成熟

脱炭素製鉄の条件

高炉-転炉法+CCS法：排出するCO₂最大限回収して、最終的には永久に貯蔵（CCS）。100%回収は困難であるため、残るCO₂相当量を、オフセットする必要

直接水素還元-電炉法：電力および水素の脱炭素化

電炉法：電力の脱炭素化

日本の鉄鋼業脱炭素化の4つのボトルネック

2. 日本の鉄鋼業の脱炭素化 ボトルネック① CCSの積極活用の非現実性

CCSに適した地理的条件の不在

- 1) 日本にはCO₂貯留に適した既存の枯渇した油田やガス田がほとんどない
- 2) 日本の陸域には、CO₂貯留に適した場所がほとんどない
- 3) 日本では、CO₂貯留が高コストとなる、知見のない海域での開発が必要。社会実装規模の貯留が可能な適地は抽出されていない。
- 4) 日本では地震リスクなどCO₂貯留のもたらすリスク評価が行われていない

東南アジアへのCO₂輸出・貯留をめざす国の方針

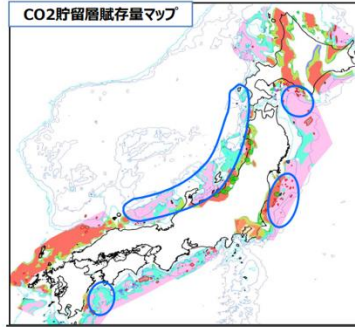
資源・燃料分科会 石油・天然ガス小委員会 (第13回) 2021年2月15日
「海外、特に東南アジア等近隣国では、ポテンシャルが大きく安価に貯留可能なCCS適地が存在」

→既に現地からの批判の声も

CCU?

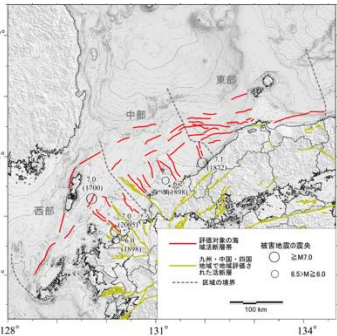
CCUで他の産業に炭素を渡しても、最終的には排出される。化石燃料由来炭素は最後はCCSまたは大気中CO₂増加へ

▶▶CCSに大きく依存しない脱炭素化の道筋へ



(出典) 経産省「CCSの事業化に向けた今後の論点整理」(2022年1月28日)

日本海西南部(評価対象海域)における評価対象の海域活断層と主な被害源の震災



(出典) 地震調査研究推進本部

2. 日本の鉄鋼業の脱炭素化 ボトルネック② 脱炭素水素

脱炭素水素の確保

鉄鋼業に向けた水素供給を予定していない「水素基本戦略」

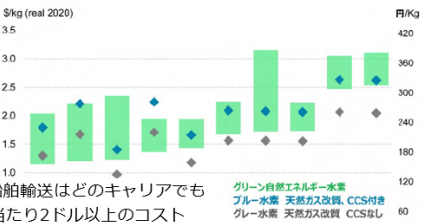
水素供給目標 2030年 30円/Nm³ (2.8 \$/kg) 300万トン 水素排出基準導入は2030年以降 (グレー水素可)

将来的にも輸入水素は、割高

船舶輸送では、最低2ドルのコスト輸送コストがかかり、世界の中でも低コスト水素が、国内生産と同じぐらいのコストに

▶▶海外での水素直接還元(グリーン鉄貿易)と国内水素供給の追求へ

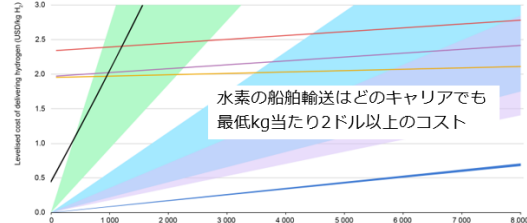
2030年の水素の均等化コスト予測



水素の船舶輸送はどのキャリアでも最低kg当たり2ドル以上のコスト

グリーン自然エネルギー水素
ブルー水素 天然ガス改質、CCS付
グレー水素 天然ガス改質 CCSなし

キャリア別の水素輸送コスト(2030年)



水素の船舶輸送はどのキャリアでも最低kg当たり2ドル以上のコスト

(出典) IEA「Global Hydrogen Review 2022」(2022年9月)

(出典) 自然エネルギー財団「日本の水素戦略の再検討」(2022年9月)
原典-Bloomberg NEF「1H 2022 Hydrogen Levelized Cost Update」(2022年6月)

2. 日本の鉄鋼業の脱炭素化 ボトルネック③ 脱炭素電源

電炉活用・脱炭素水素製造のための脱炭素電力の確保

大量の脱炭素電源の確保の必要

電炉へのシフトには、エネルギー源としての脱炭素電源を大量に確保する必要
水素製造を行うにはさらに大量の脱炭素電源の確保が必要

電源の脱炭素化を一層進める必要

現在のエネルギー基本計画の2030年の排出係数では、電源の脱炭素化は十分でない
NZEスチールの定義では、スクラップ鉄100%の場合、CO₂排出は50kg/粗鋼1トン vs. 現状の電炉鋼は約500kg/トン

原子力発電に依存できない日本 原子力発電の見通しの暗さ

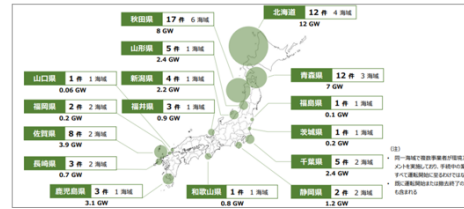
▶▶自然エネルギー電力、特に洋上風力の開発と活用へ

電力における自然エネルギー電力の割合 2030年目標と実績

国・地域	2030年	2021年実績
EU	69%*	-
独	80%	43%
仏	40%	26%
英	2035年脱炭素化	39%
米	2035年脱炭素化	21%
日本	36~38%	22%

*最終エネルギー消費における自然エネルギー割合45%の時の電力における自然エネルギー割合 (欧州委員会によるシナリオ分析結果)
(出典) 各国政府資料など

洋上風力発電の開発計画



(出典) 環境省「環境アセスメント事例情報」を基に自然エネルギー財団作成

2. 日本の鉄鋼業の脱炭素化 ボトルネック④ スクラップ鉄

電炉法によるNZEには、鉄源であるスクラップ鉄の確保が必要

1) スクラップ鉄供給量の確保

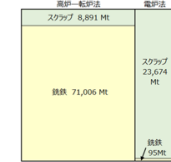
高炉製鉄が電炉にシフトし、スクラップ鉄を利用する場合、
現在の輸入分(830万トン)を国内消費に振替えても、スクラップ鉄が不足

2) スクラップ鉄の質の確保

品質をコントロールしにくい老廃スクラップが45%を占める
従来のリサイクル製鉄ではカバーしていない製品を作っていくにも質の向上が必要

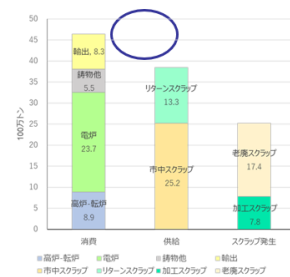
▶▶サーキュラーエコノミーへの転換で 内需削減とスクラップ鉄の最大活用を推進

製法別の消費鉄源(2019年度:千トン)



(出典) 鉄鋼新聞社「鉄鋼年鑑令和3年度版」を基に財団作成

鉄スクラップ消費量(2019年度)



スクラップの種類・性状・将来の方向

スクラップの種類	千トン	%	内容・品質	将来の方向
①リターンスクラップ	13,320	35%	製鉄、鋼材等の生産過程で生じるスクラップ。質が高い	鉄鋼生産量に連動し、大きく増加はしない。無炭素化を促進する方向
②加工スクラップ	7,808	20%	市中に出回るが、鋼材加工の段階で発生するスクラップで質が比較的高い	鋼材消費量に連動し、大きく増加はしない。無炭素化を促進する方向
③老廃スクラップ	17,384	45%	製品、建設物等に使用され、その後回収されるスクラップ。品質は様々	各種製品、建設物の過去の消費・需要と連動。量は増えなくとも質を向上させて徹底活用
合計	38,512	100%		
④輸出	8,286			輸出されるスクラップ。国内需給バランスを補充
				国内需給に連動し減少、内需での使用増大

(出典) (一社) 日本鉄源協会「鉄源年報第31号(2020)」等を基に自然エネルギー財団作成

(出典) 自然エネルギー財団セミナー「世界の鉄鋼業、2040年脱炭素化に向けて」
2023年7月12日講演資料

日本における2035年60%削減の隘路と打開の方向

- ① 自然エネルギー電力拡大が遅れたままでは、化石燃料による火力発電への依存が続き、電力の排出係数が高止まりする（欧米の2倍程度）
→ 日本企業の国際的な競争力を損なう
 - ② 化石燃料への依存を続けCCSで削減する戦略は、日本では実現できない。
→ 回収が出来ても国内に貯留する場所がない。アジアへの輸出は困難であり妥当ではない。
 - ③ 安価な自然エネルギー電力が十分に供給できなければ、国内でのグリーン水素生産ができず、産業の脱炭素化に活用できない。
- ① エネルギー効率化の徹底を、大前提として進める。
 - ② 太陽光・風力発電開発を加速し、自然エネ80%を実現。電力部門の排出削減を行う。
 - ③ 自然エネ電力を活用した産業の電化を進める。
 - ④ 電化できないエネルギー需要には、自然エネルギー由来のグリーン水素を活用する。
 - ⑤ 更にその先には、太陽光 + 風力 + その他自然エネ + グリーン水素発電による電力システムへ移行する。