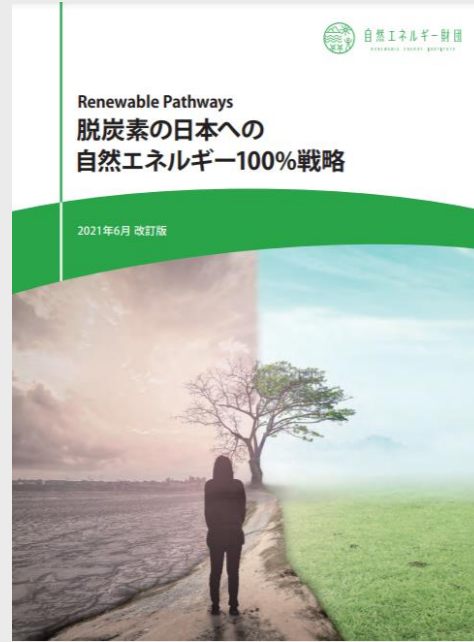




自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

2022年10月5日
100%プラットフォームウェビナー

需要から考える
2050年カーボンニュートラル

公益財団法人 自然エネルギー財団
シニアマネージャー 西田 裕子



自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

目次

- 2050年カーボンニュートラルの姿
- 2050CNに向かう需要の姿
 - 1. CO2削減
 - 2. 電化
 - 3. 自然エネルギー転換
 - 4. 電力システム貢献
 - 5. 熱需要への対応
 - 6. ライフサイクルで考える
 - 7. 需要側のアクション

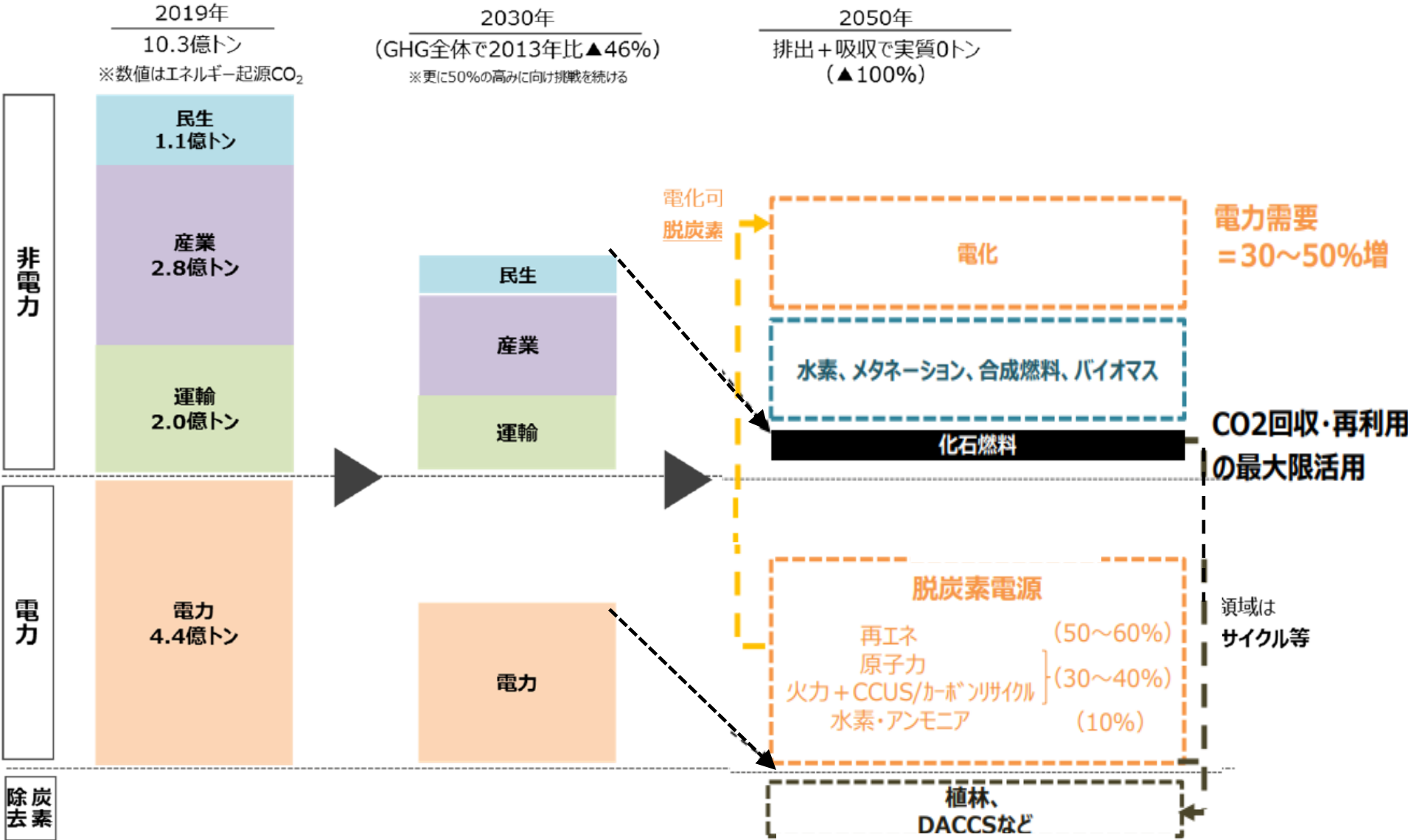
2050年カーボンニュートラルの姿ー日本の長期計画

2050年目標

セクターとして「カーボンニュートラル」？
日本政府は今のところ、具体的なシナリオは提示しておらず、このイメージ図だけ
欧米各国が示しているような、シミュレーションによる具体数値に基づく議論はなし

2030年度の発電電力量・電源構成

[億kWh]	発電電力量	電源構成
石油等	190	2%
石炭	1,780	19%
L N G	1,870	20%
原子力	1,880~2,060	20~22%
再エネ	3,360~3,530	36~38%
水素・アンモニア	90	1%
合計	9,340	100%



2050年カーボンニュートラルの姿ー日本の長期計画 2

■パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略 概要①

- パリ協定の規定に基づき策定
- **2050年カーボンニュートラル**に向けた基本的考え方、ビジョン等を示す

<基本的な考え方>

地球温暖化対策は**経済成長の制約ではなく**、経済社会を大きく変革し、投資を促し、生産性を向上させ、産業構造の大転換と**力強い成長を生み出す、その鍵となるもの**。

<各分野のビジョンと対策・施策の方向性>



エネルギー：

再エネ最優先原則

徹底した省エネ

電源の脱炭素化/可能なものは電化

水素、アンモニア、原子力などあらゆる

選択肢を追求



産業：

徹底した省エネ

熱や製造プロセスの脱炭素化



運輸：

2035年乗用車新車は電動車100%

電動車と社会システムの連携・融合



地域・暮らし：

地域課題の解決・強靱で活力ある社会

地域脱炭素に向け家庭は脱炭素エネ

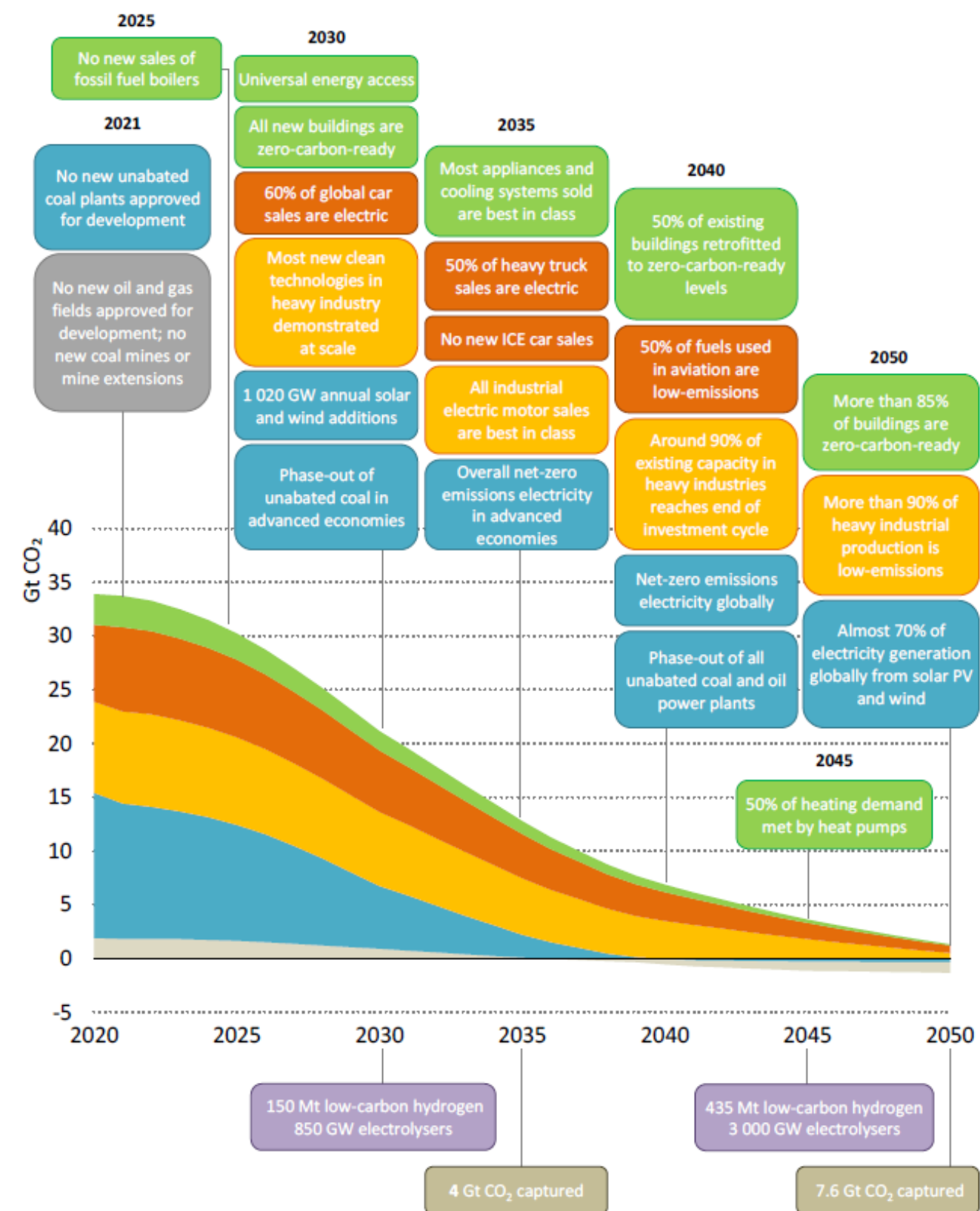
ルギーを作って消費



吸収源対策

森林吸収源対策やDACCS (Direct Air Capture with Carbon Storage) の活用

2050カーボンニュートラルの姿ーグローバル

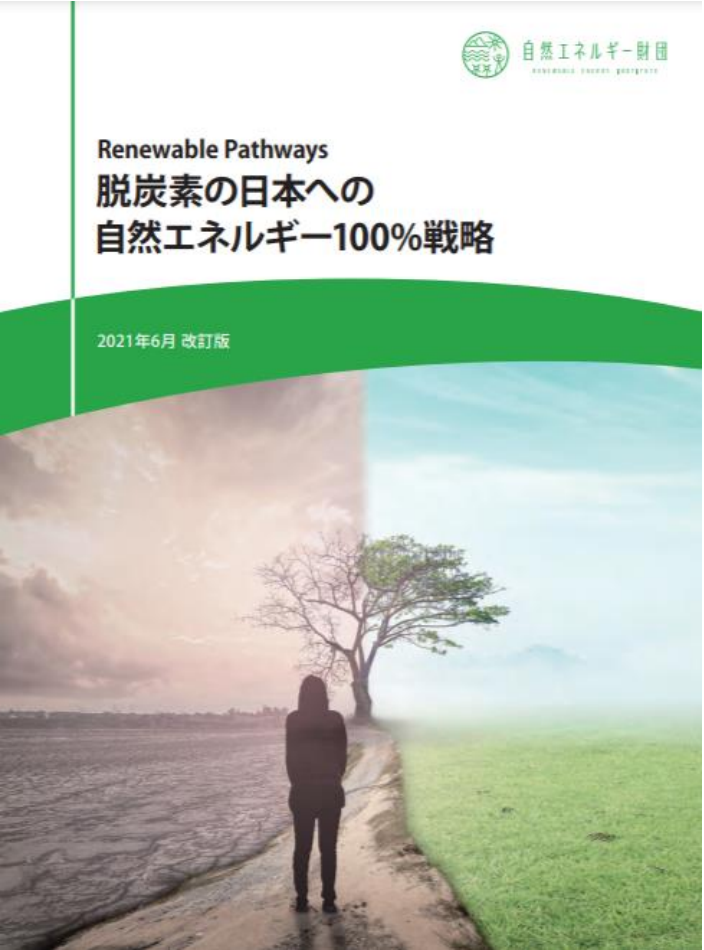


ネットゼロの道筋ー主要な道標

	2021	2030	2035	2040	2050
住宅・建築物	2025 化石燃料ボイラーの新規販売	全ての新規建物は ゼロ・カーボンレディへ ユニバーサル エネル ギー・アクセス	電気機器と冷房の 販売が最高潮に	既存の建物の50% がゼロカーボンレディ 改修 2045 暖房・給湯の50% がヒートポンプへ	85%以上の建物が ゼロカーボンレディ
運輸		新車販売の60%が EV	重量トラックの新車 販売の50%がEV 新規ICE販売なし	航空の50%が低排 出燃料へ	
産業		重工業における新 規のグリーン技術が 規模拡大して実施	産業用電動モーター の販売が最高潮に	重工業の既存設備 の90%が投資サイク ル終了	90%以上の重工業 生産が低排出に
電力・熱	新規の対策なしの 石炭発電の導入禁 新規石油・ガス採 掘・開発ストップ	太陽光・風力の年 増が1020GWに 先進国では、対策 なしの石炭発電廃 止	先進経済国では、 ほぼすべての発電が ネットゼロ排出に	世界の電力がネット ゼロ排出に 対策なしの全化石 燃料発電所廃止	世界の70%の発電 がPVと風力に
水素・CCS		低炭素水素150Mt G水素電解装置 85GW	CO2回収4Gt	2045 低炭素水素435Mt G水素電解装置 3000GW	

(出典) IEA, Net Zero by 2050 (2021年5月)

カーボンニュートラルの道筋



財団の2050提言「Renewable Pathways 脱炭素の日本への自然エネルギー100%戦略」

ドイツ・アゴラエナギーヴェンデ、フィンランド・ラッペンランタ工科大学（LUT）との共同研究がベース

LUTモデルの特徴

- ー電力・熱全体を統合的にモデル化し、脱炭素化へのエネルギー転換を分析可能
- ー2020年～50年の5年おきに**総エネルギーシステムコストの最小化を行う、最適化モデル**
- ー1時間毎に需給バランス確保（年間8760時間）：変動型自然エネルギーの需給分析が可能
- ーマルチノード（国内9地域）対応：地域ごとのエネルギー需給、地域間エネルギー融通の分析が可能
- ールーフトップPV（産業・業務・家庭）のプロシューマーとしての動きを統合して分析可能

シナリオ設定

全エネルギーを国産とするケース、一部エネルギーを輸入するケース、エネルギー需要を低く抑えたケース、脱炭素政策の導入速度が遅いケースを検討、その結果、下記のケースが、実現性が高いと判断、以下は、このシナリオの算定結果を示す。

項 目	シナリオの主な条件
排出削減目標	2050年で排出ゼロ、2030年で2010年比45%削減
石炭火力発電	2030年までにフェーズアウト
原子力発電	2030年までにフェーズアウト
カーボンプライシング	2030年で約5,000円、2050年で16,500円の炭素税を設定
輸入	グリーン水素需要の約半分、グリーン電力の一部を輸入

(Link) 財団提言: “Renewable Pathways 脱炭素の日本への自然エネルギー100%戦略”

https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20210309_1.php

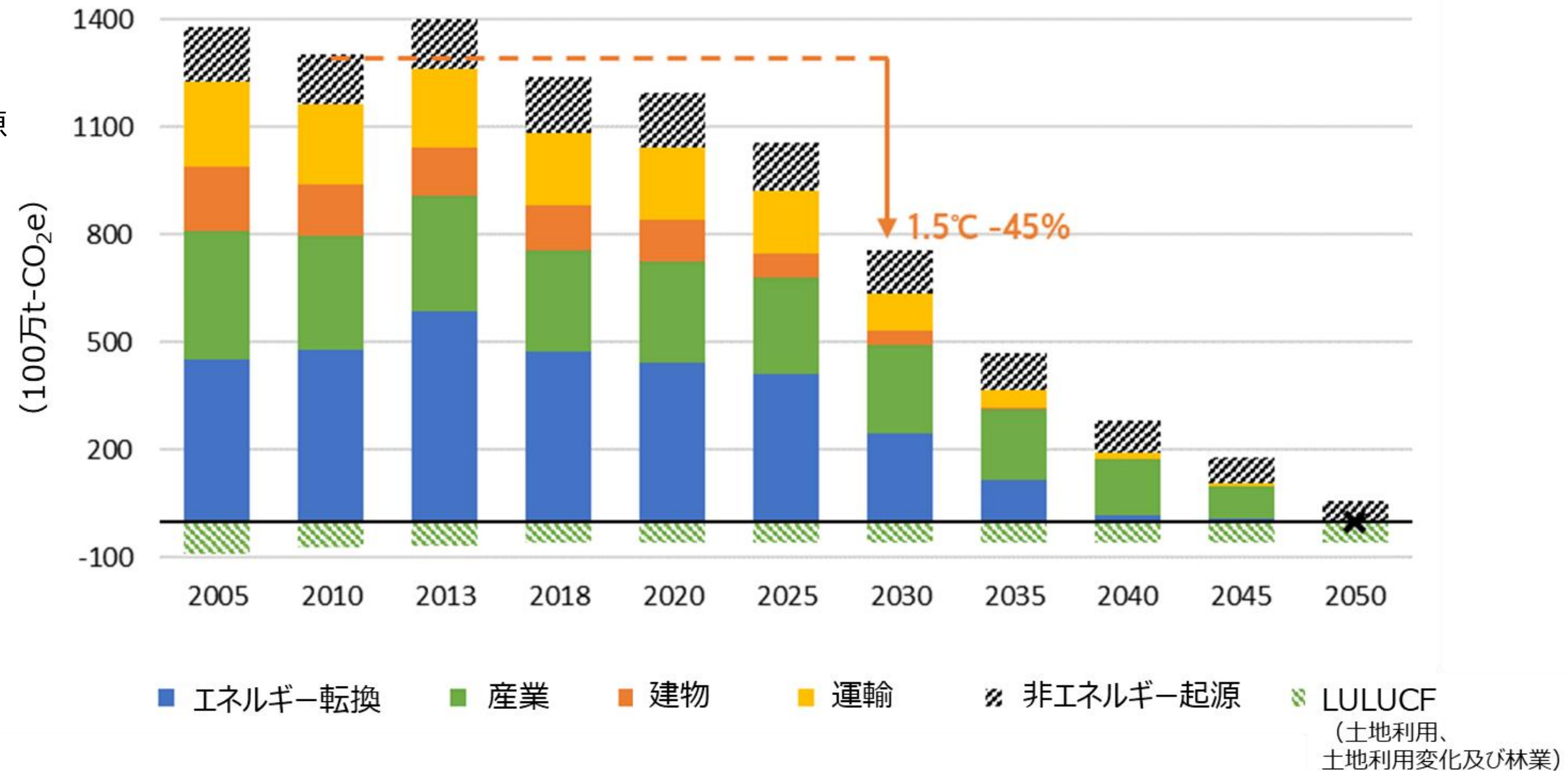
共同研究: “Renewable pathways to climate-neutral Japan”

https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20210309_2.php

2050年カーボンニュートラルの姿ーGHG排出

2030年45%削減を達成し、2050年で実質排出ゼロへ

1. 2030年までに2010年比GHG 45%削減
2. 2045年までに90%削減
3. 2050年までにエネルギー起源排出ゼロ



2050年のエネルギー構成

= 自然エネルギー電力の直接利用 + 間接利用（グリーン水素・グリーン合成燃料）

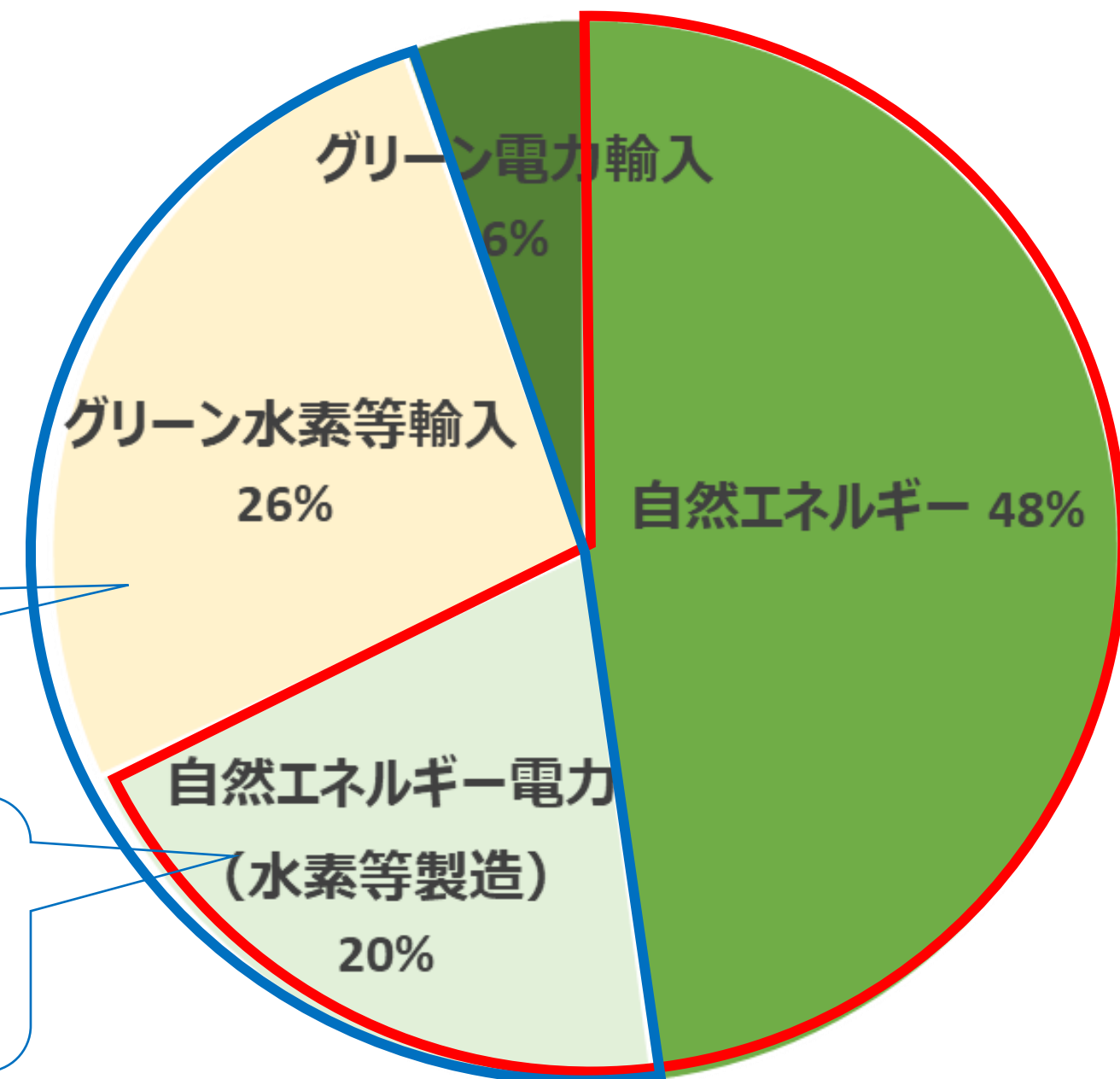
1. 電力は100%自然エネルギーを使う
2. 電化が難しい用途では、グリーン水素、グリーン合成燃料を使う

産業の一部で、グリーン水素、グリーンアンモニア等を使用
飛行機、船舶、一部トラックで、
グリーン合成燃料、グリーン水素を使用

飛行機等への水素合成燃料の製造は、
さらにエネルギーが必要、輸入？

水素を製造する電力が大きいことに注目
飛行機等への合成燃料の製造は、
さらにエネルギーが必要

2050年エネルギー構成



1. 2050CNに向かう需要の姿ーCO2排出削減

2050年のエネルギー（一次）

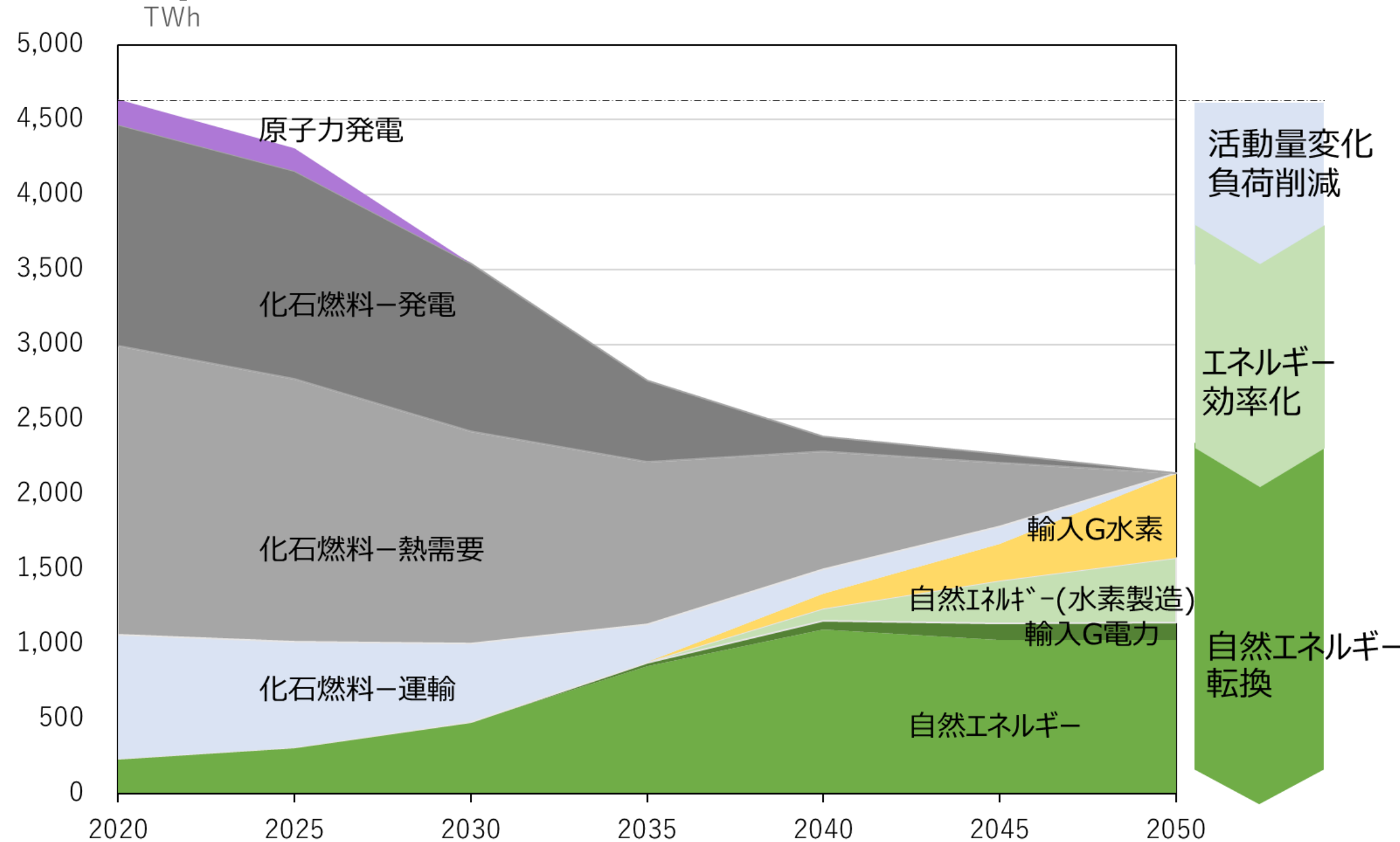
= 自然エネルギー電力の直接利用 + 間接利用（グリーン水素・グリーン合成燃料）

2020 >> 2050で54%削減

エネルギー需要の想定（活動量の減少と省エネ）
+ モデルによる算定

人口予測約20%減*を目安に、
活動量の減少と省エネで2050年までに35%減を想定

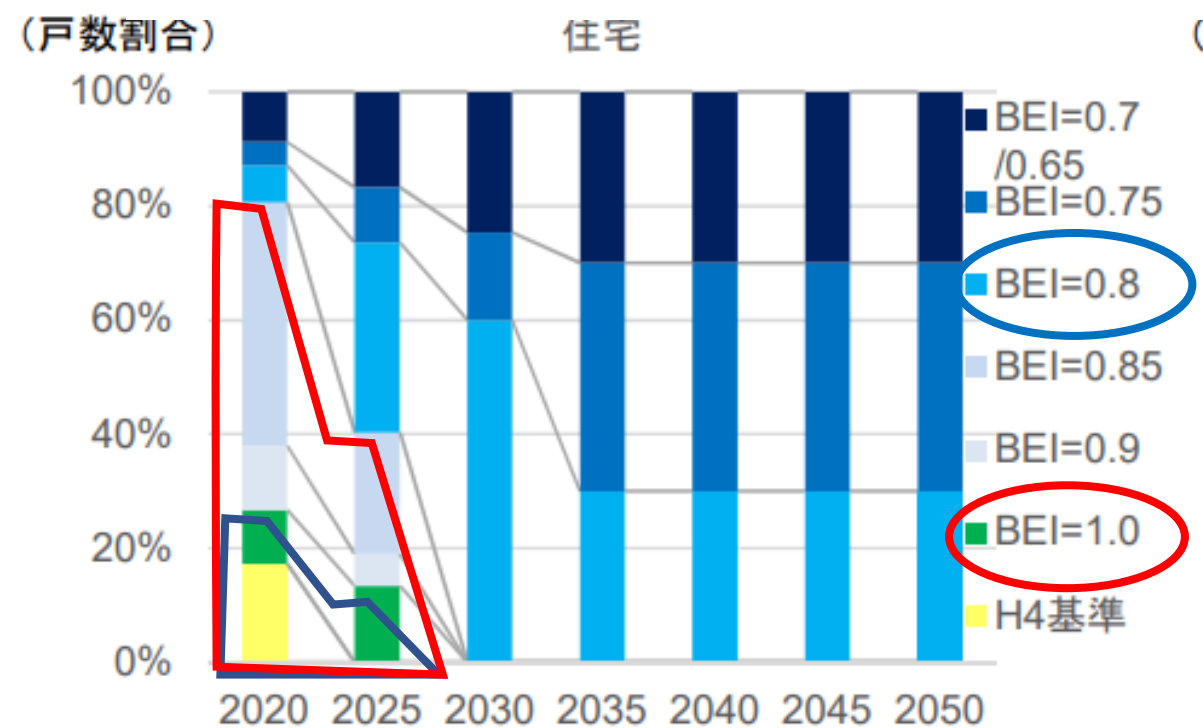
電化の促進による効率化と、
自然エネルギー転換によるエネルギーシステムの効率化
が実現（モデル算定）



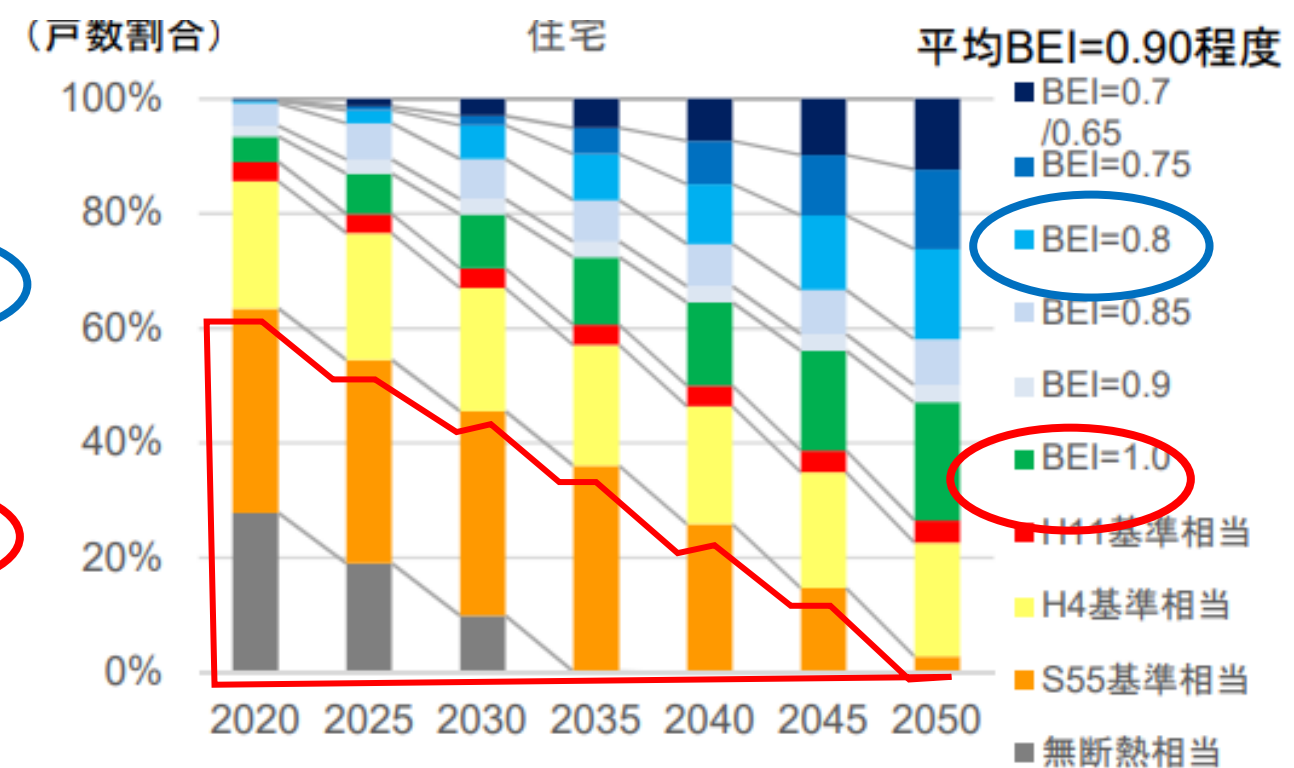
1. CO2排出削減ー建築分野

2050年までに必要とされる性能レベル

新築建物



既存建物



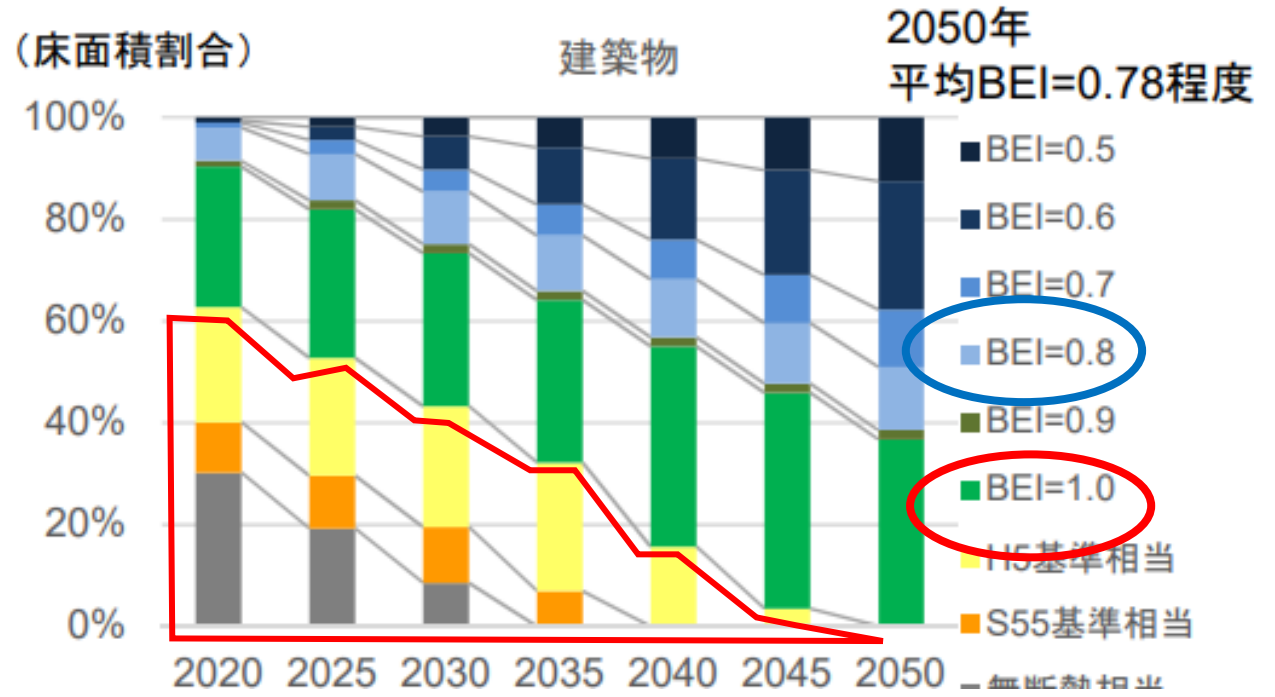
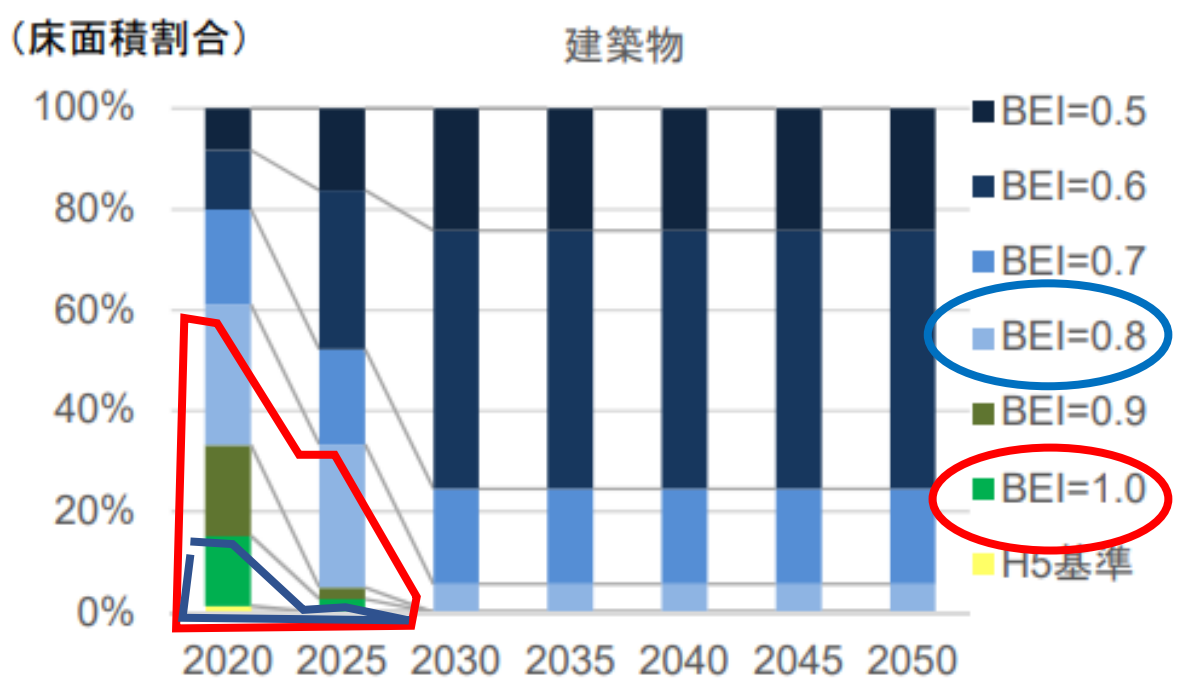
やらねばならないこと

新築では
2030年には、
現在のトップ**20%** のレベルの住宅性能が最低基準に。

2050年には、
ZEH,ZEB以上の性能の建物が
70%近くに。

住宅

非住宅



既存建物では
2050年までに
現在の**60%** を改修or滅失させ、ZEH・ZEB以上を
全ての建築の60%以上に

2. 2050CNに向かう需要の姿－電化

電化の進展 << 電力の脱炭素化

- ・自然エネルギーが電力の太宗を占めるようになり、電力の脱炭素化は先行 ⇔ 2035年までに先進国では電源脱炭素化
- ・非電力の脱炭素化に比べ、道筋がみえ、相対コストも低い。
- ・日本では、石炭火力への依存、再エネ促進の遅れ、原子力復活への期待、CCUSへの過度の期待などから電力の脱炭素化が遅れ
- ・それでも非電力部門の脱炭素化よりは早い
- ・ヒートポンプ利用のエネルギー効率化の重要性

電化領域の拡大

産業部門

近年の動向では、高温熱需要でもさらに電化が進行

家庭・業務部門

ヒートポンプ利用が進展

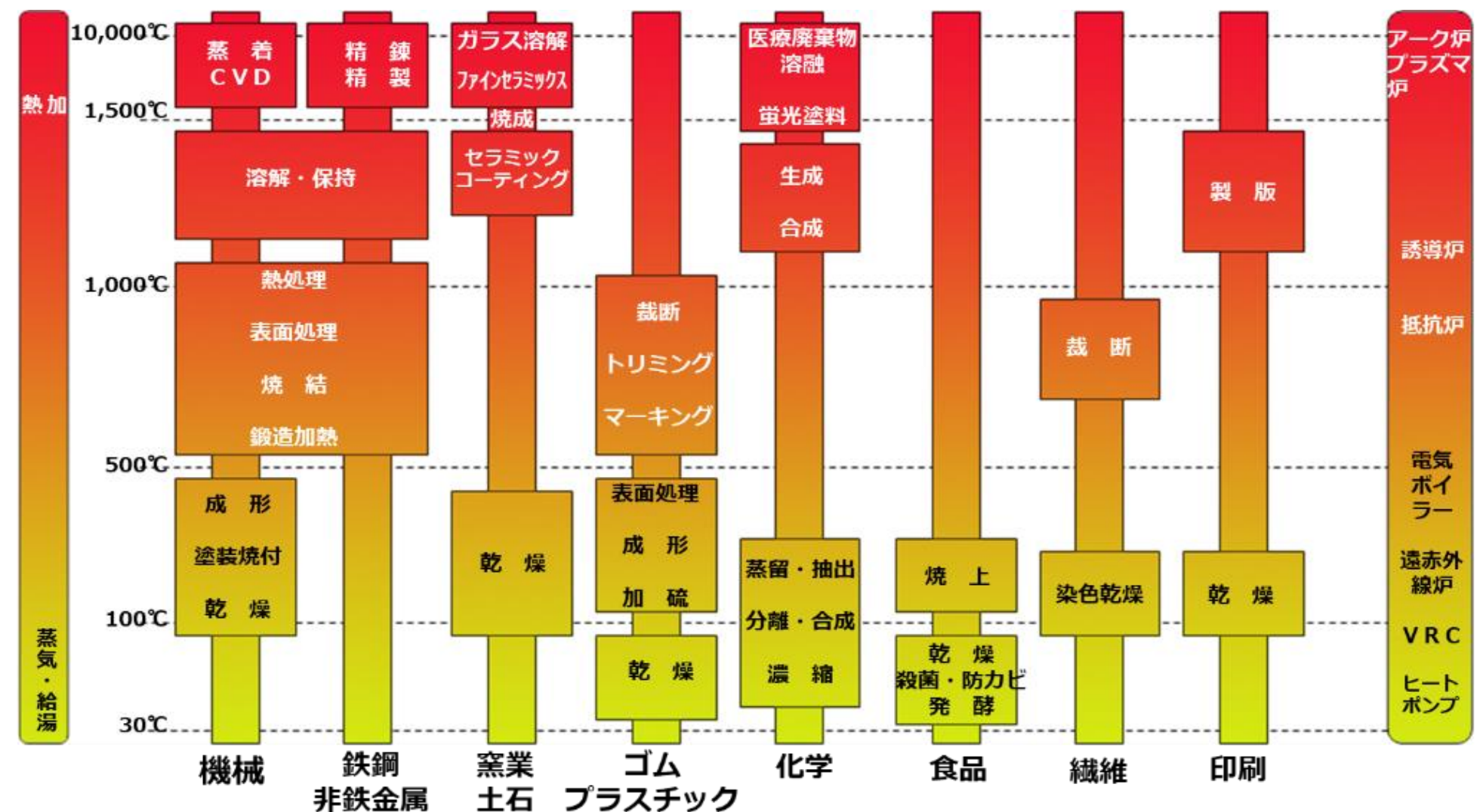
財団のコスト最適モデルでは、2040年でほぼ全て電化

運輸部門

財団スタディでは、自動車は重量車以外ではほぼEV化

近年の動向でも、トラックでも地域内移動、短距離の飛行機、フェリーなどで電化

産業用電気加熱の適用領域



出典) (一社) 日本エレクトロヒートセンター「エレクトロヒート 電気加熱システム 活用ガイド 紹介 (産業用電気加熱の適用領域)」 (2019年8月)

3. 2050CNに向かう需要の姿ー自然エネルギー転換

自然エネルギー電力転換・選択

- ・財団スタディでは、自然エネルギー電力のコスト低下が選択を促す
- ・今後日本では、さらに建物上、敷地内での導入が重要になっていく

・ウクライナ侵攻後は、
欧州を中心にさらなる自然エネルギー電力導入加速の動き

2030年目標を40%から45%へ引き上げ

電力は現在の65%を更に強化)

2030年までに太陽光発電を2倍に（600GWへ）

→ 住宅含め、新築建築物に太陽光発電を義務化

開発許可プロセスの簡素化・短縮化

REPowerEU Plan



4. 2050CNに向かう需要の姿ー電力システムへの貢献

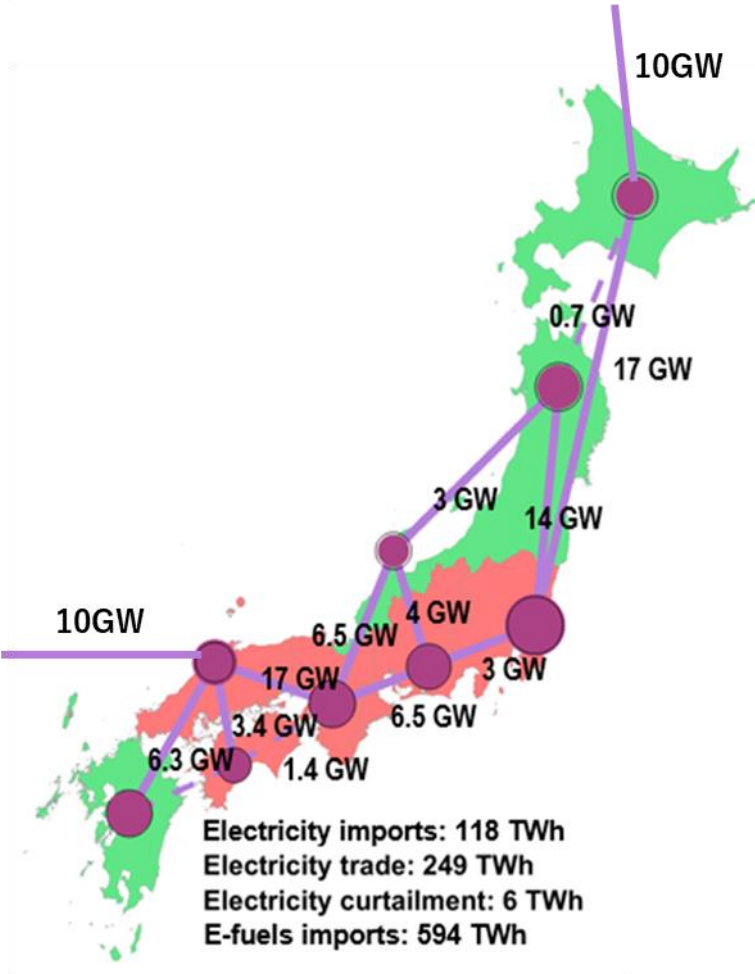
柔軟な電力システム構築のための需要側の貢献

- ・電力システムにおける、自然エネルギー電力の比率が高まるにつれて、柔軟な電力システムの構築が不可欠
- ・柔軟な電力システムは、需要・供給双方の様々な手法の組み合わせによる。
- ・**デマンド・リスポンスを活用**した需給バランス調整が重要になっていく

電力システムの柔軟性の確保手法

	手 法	技 術 ・ 対 策	事 例	効 果
供給側	地域間電力移出入 （取引）の強化	連系線運用強化		短～中期
		連系線増強、新設	国際連系も含む	中～長期
	電力貯蔵設備の 導入・運用	揚水発電		短～中期
		圧縮空気エネルギー貯蔵（CAES）	産業用	
		バッテリー	発電事業者用大規模	
			プロシューマーバッテリー	短期
需要側		自動車バッテリー V to G		
		熱貯蔵の導入・運用 （power to heat）	高温熱貯蔵（TES）	産業用
		熱・冷熱貯蔵	建物、DHC用	
需／供	合成燃料の製造と貯蔵	ガス貯蔵 （Power to fuel）	グリーン合成メタン（液体水素） 輸入合成燃料	中～長期
需要側	需要の柔軟運用 （デマンドレスポンスーDR）	産業ー電解装置	グリーン水素の製造	短～中期
		運輸ーバッテリー	EVスマートチャージ	短期
		産業ーその他電力消費設備	製鉄業における電炉のDR運用	短期
		業務・家庭ーその他電力消費設備	空調プレクーリング、貯湯などDR運用	短期

2050年 地域間および国際送電線



4. 2050CNに向かう需要の姿ーデマンドレスポンスの進展

プロシューマー化する需要家

- ・PV・蓄電池を活用するプロシューマーの増大
- ・EVを活用するスマートチャージング、蓄電池としての利用（V to G）も

産業部門

- 鉄鋼業における電炉使用によるデマンドレスポンス
- グリーン水素製造用の電解装置使用によるデマンドレスポンス

家庭・業務部門

- 住宅建築物におけるPV・EV・蓄電池活用によるデマンドレスポンス
- // ヒートポンプ給湯でのデマンドレスポンス
- // ピークシフトのためのプレヒート、プレクーリング

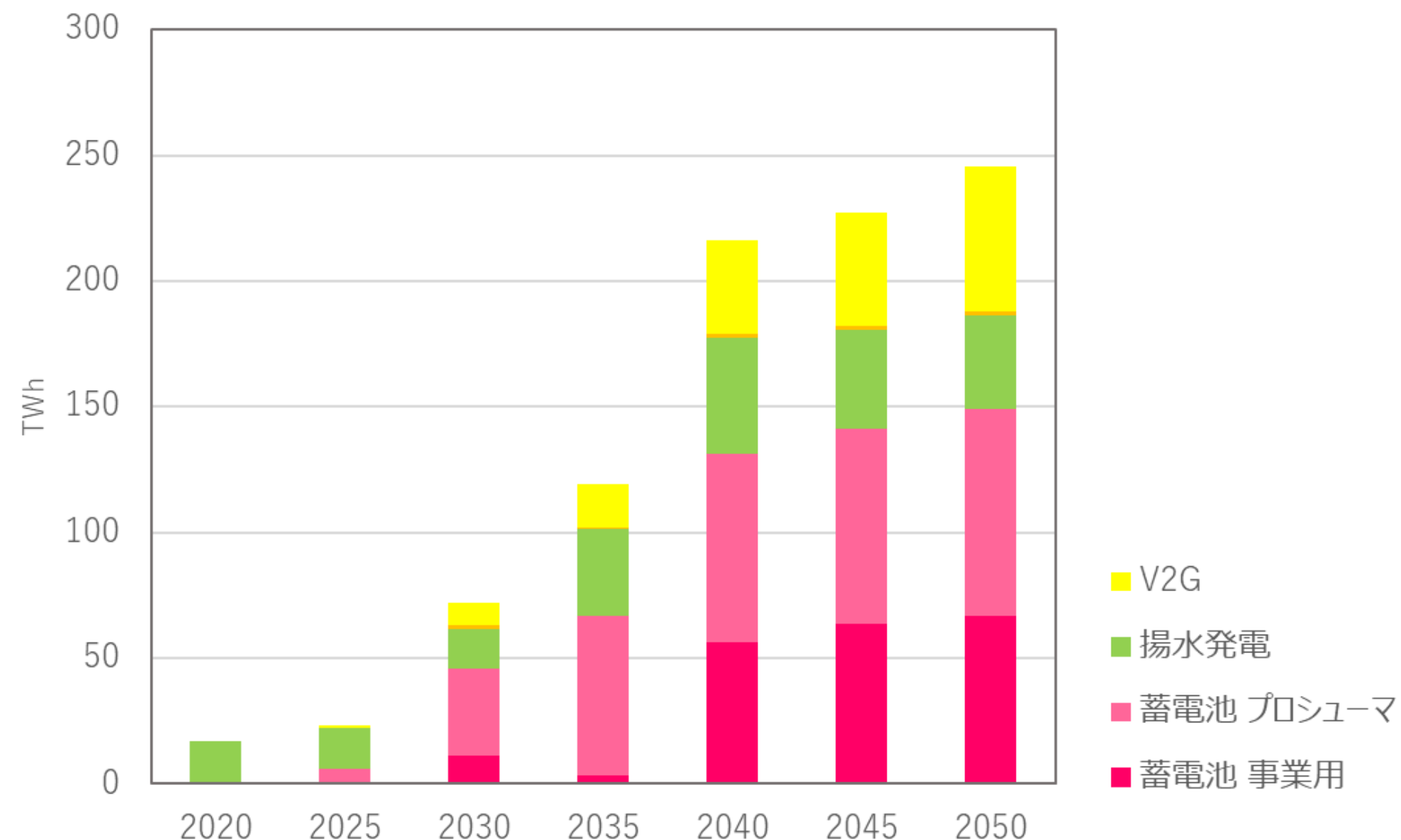
運輸部門

- EVを活用したデマンドレスポンスも

- ・電力市場の改革（時間帯別料金、市場の整備等）
- ・デジタル化の進展
- ・アグリゲーターの活躍

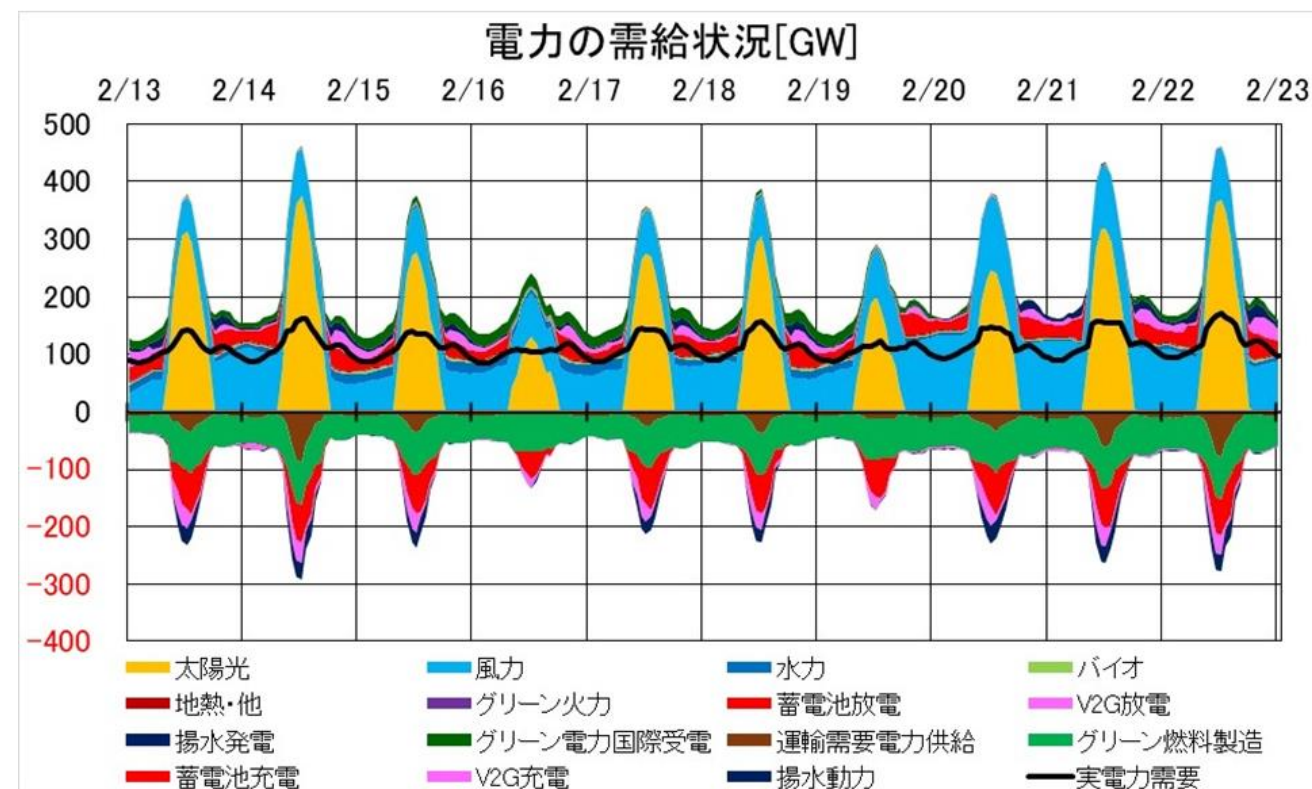
で一層の発展

貯蔵設備年間放電電力量の推移



4. 2050CNに向かう需要の姿ー柔軟な需要へ

2050年の電力需給バランス（冬の典型的な一週間）（GW）



冬は、風力の出力増＋太陽光発電で、電力供給が増大

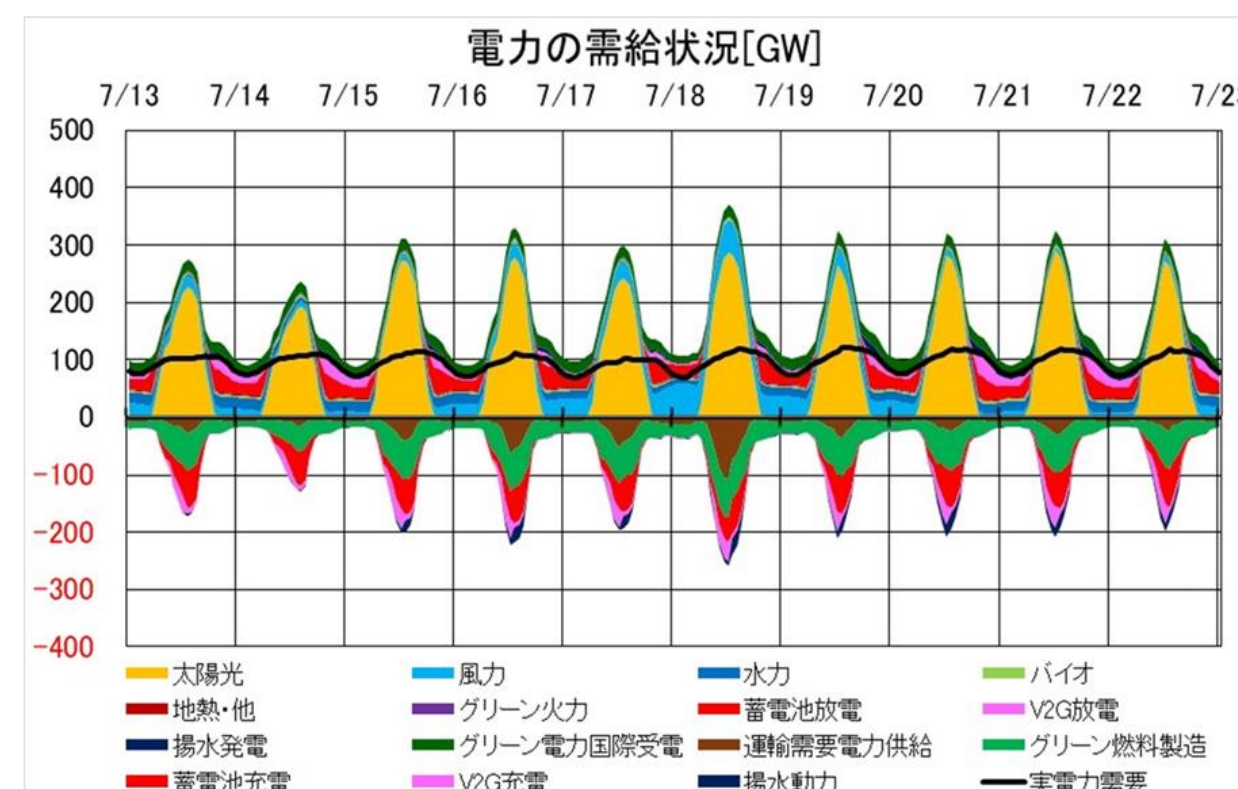
柔軟な需要ーグリーン水素製造、EVチャージが増大

ただし、即時の調整が可能な柔軟な需要であるため、電力供給量に合わせてその需要量を調整できる。

- ・従来型の需給調整手法（揚水発電、バッテリー等）
- ・柔軟な需要（水素製造、EVのスマートチャージ）
- ・地域間電力取引、国際送電

等が需給調整に貢献し、出力抑制は低レベルにとどまる。

2050年の電力需給バランス（夏の典型的な一週間）（GW）



夏は、夜間などに自然エネルギー発電量が少ない時間帯が生じる

柔軟な需要ー水素製造、EVチャージが縮小

残る「柔軟性のない需要」に対して

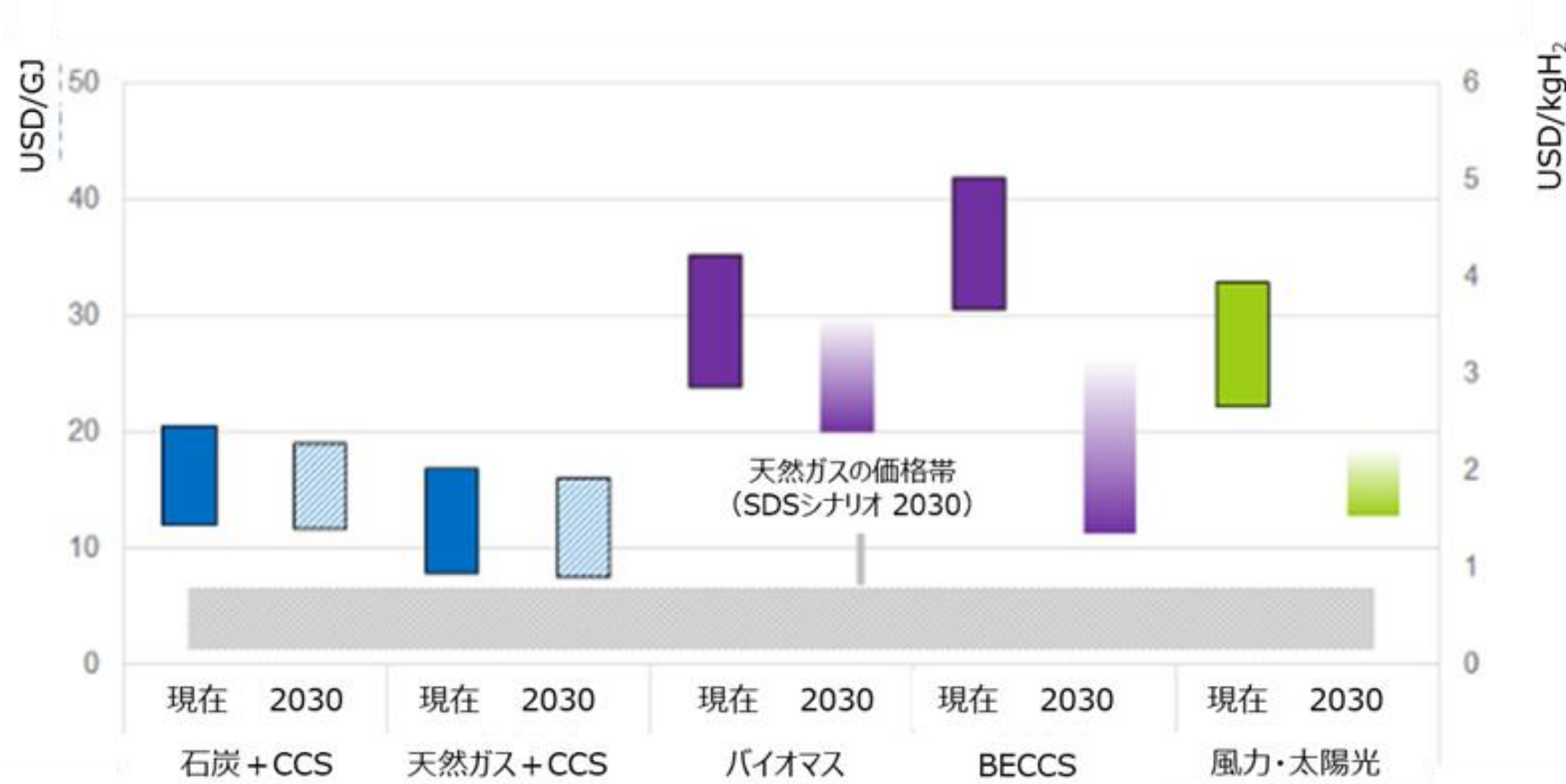
- ・水力、バイオマス、地熱等の発電
 - ・揚水発電
 - ・バッテリー等の貯蔵設備からの放電（EVのV2G含む）
 - ・地域間電力取引、国際送電
- 等が対応する。

5. 2050CNにむけた熱需要への対応ー水素はどこまで使えるか

電化が困難な用途には、グリーン水素・グリーン合成燃料を使用する

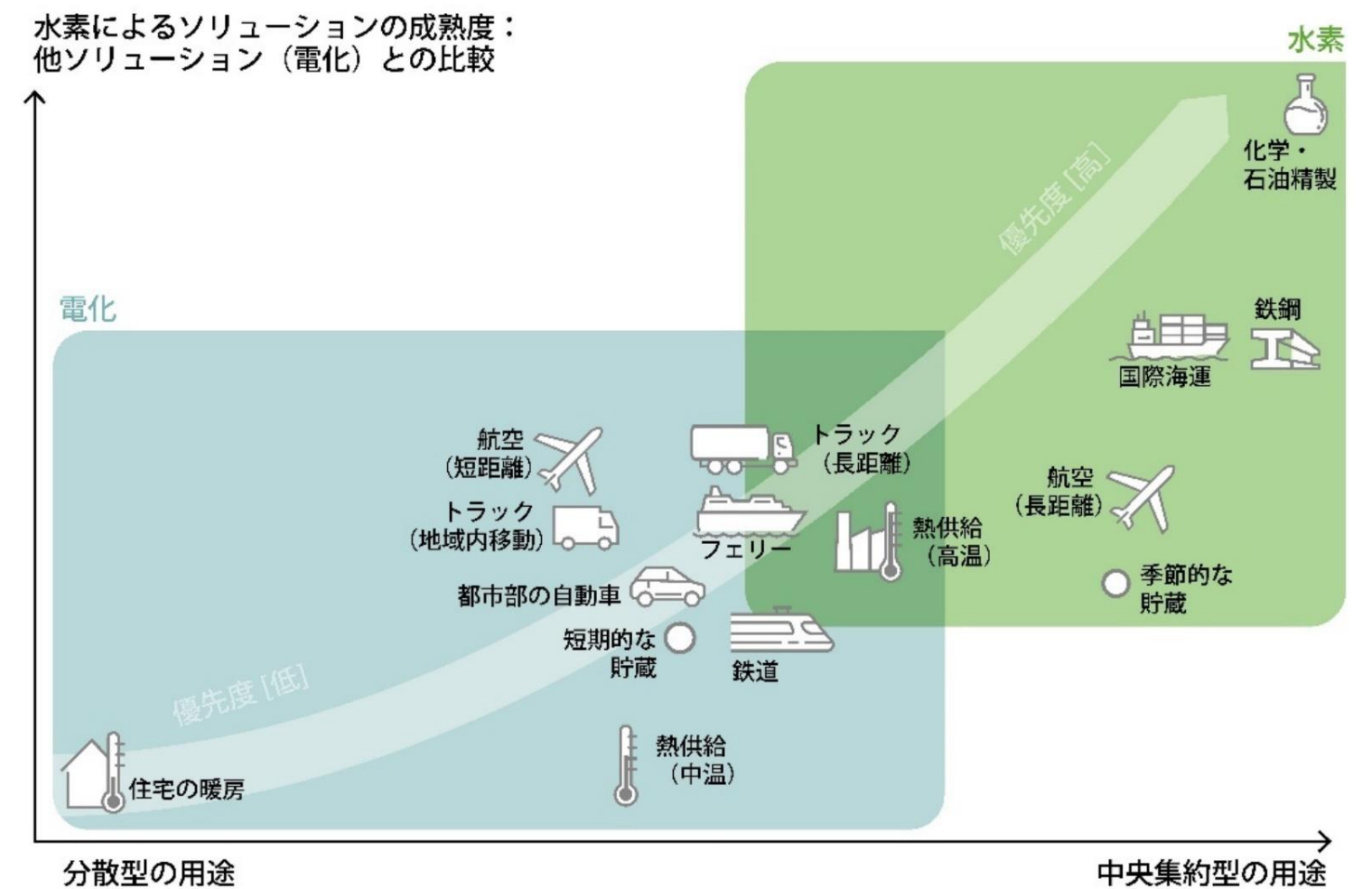
- ・従来より電化の適用範囲が拡大してきている
- ・コストは依然高い。2050年に向けて低下すると予測されているが。。
- ・日本は、世界の中でも最も水素コストが高い

製造法による水素コストと将来予測



出典) IEA "The Role of Low-Carbon Fuels in the Clean Energy Transitions of the Power Sector" (2022年2月)

水素と電化の用途による優先度のちがい



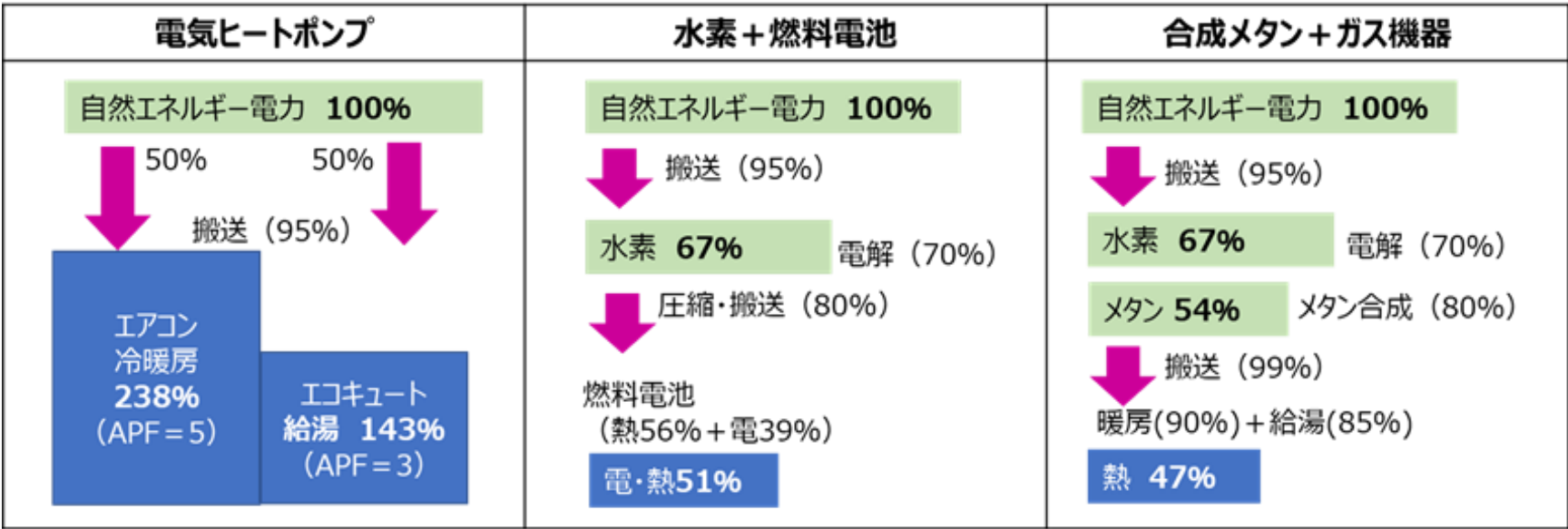
出典) IRENA "Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor" (2022年 1 月)

5. 2050CNにむけた熱需要への対応ー水素はどこまで使えるか 2

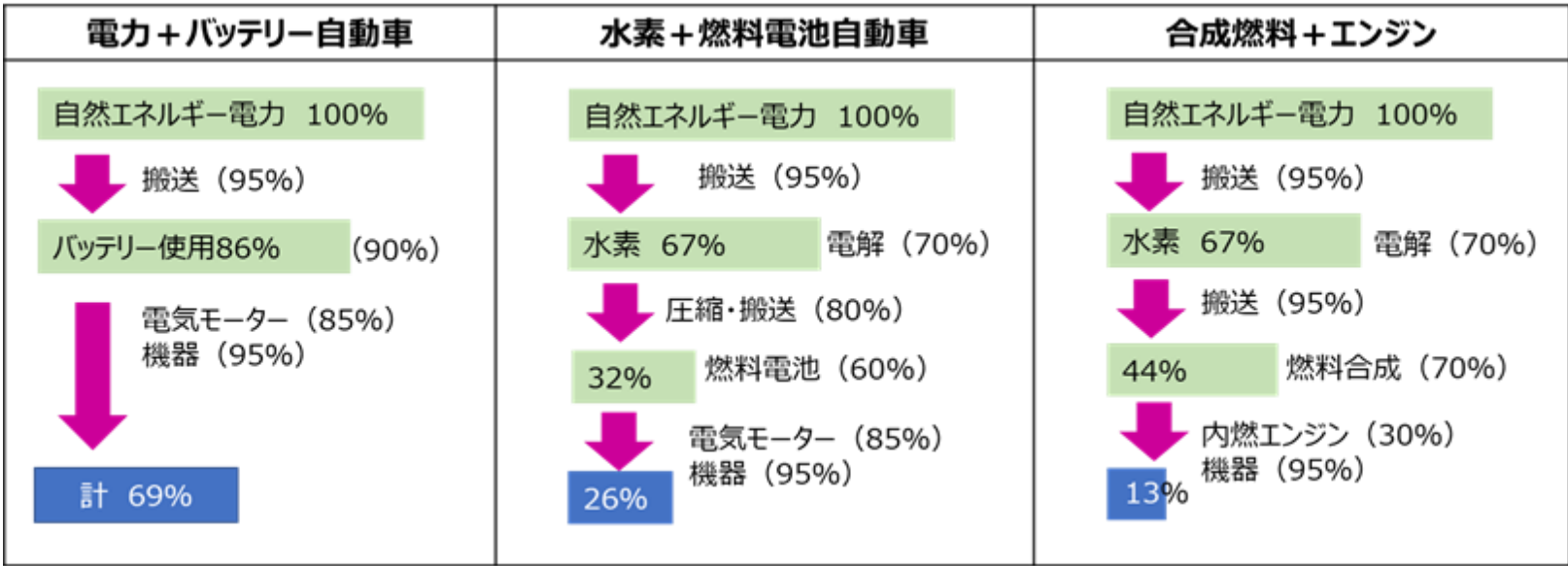
建築物単体での水素使用、乗用車での水素使用はまずい選択

- ・水素は電力使用に比べ、これらの用途では、エネルギー効率が悪い
- ・結果、コストも高いため、財団のコスト最適モデル算定では選択されなかった
- ・財団スタディでは、鉄鋼業など高温熱利用の産業は、化石燃料からグリーン水素に転換するとしているが。。

建物における熱利用の効率
(電気・ヒートポンプvs水素・燃料電池vs合成メタン・ガス機器)



自動車のエネルギー効率
(電気・バッテリーvs水素・燃料電池vs合成燃料・エンジン)



出典) Agora Energiewende "The Future Cost of Electricity-Based Synthetic Fuels" (2018年4月) を基に自然エネルギー財団作成

6. 2050CNに向かう需要の姿ーライフサイクルで考える

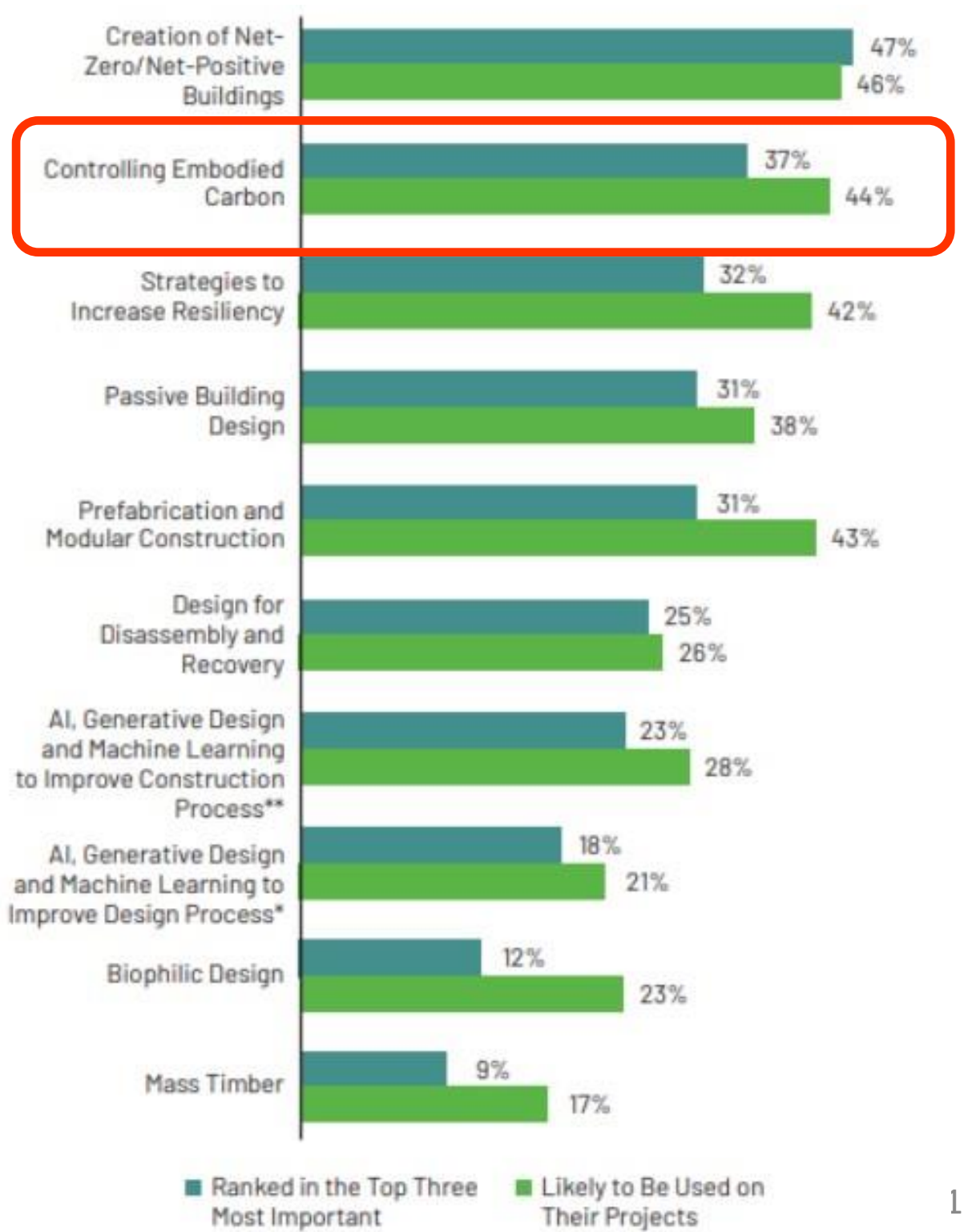
ライフサイクルで考え、エンボディドカーボンの削減へ

- ・建築におけるLCA評価の技術、制度の進化
フランスなどで既に実施、EUの建築エネルギー性能規制の改正案
- ・サイエンスベースドターゲット（SBT）による「SCOPE 3排出」
エンボディドカーボンも含めた削減



さらに、循環型経済（サーキュラーエコノミー）、資源効率からみてもサステナブルな需要のありかたへ

世界グリーンビル協会アンケート
今後5年で最も重要と考えるサステナビリティ増進手段



7. 2050CNに向かう需要の姿ー需要側のアクション

自らの排出を減らし、再エネ電力に転換し、デマンドレスポンスするだけでは足りない！！ アクションが必要だ

- ・素材産業ー鉄鋼やセメント、アルミニウム、化学品、海運、航空、トラック輸送など対策の難しい分野の脱炭素化に向けて、より低炭素な製品のバイヤーとなる、投資する、エンゲージメントするといったアクションが始まっている
- ・イニシアティブを発足させ、アクションをグループ化し、インパクトを高めようとする動きも

鉄鋼業の脱炭素化に向けてオフテイク、資本参加に動き出す自動車産業



自動車会社	鉄鋼会社	協力の形態	内 容
フォルクスワーゲン	ザルツギッター AG	2021オフテイク協定	低炭素鋼供給のMOU 2025から供給予定
ボルボ	SSAB	2021研究、開発、連続生産、商品化の協定	2026商業規模へ拡大予定
シェイブ (自動車部品)	SSAB	2022オフテイク協定	化石燃料フリー・スチール製の衝突管理システムおよび車体構造システムを市場に提供
ゲシュタンプ (自動車部品)	アルセロールミタル	2021パートナーシップク協定	XCarb® (リサイクル鋼材と100%RE電力で電炉で製造した脱炭素鋼材のグリーン・スチール認証を購入・使用
ダイムラー (メルセデスベンツ)	H2グリーンステール	2021資本参加	2025各種車種にグリーンスチール導入
BMW	H2グリーンステール	2022オフテイク協定	BMWグループのSBT目標に対応、野心的なCO2削減スケジュールの達成に貢献する技術協力にも合意。