

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第44回会合 発表資料
2021年6月30日(水)

脱炭素への社会転換に向けた エネルギーシナリオ分析の意義

—社会・暮らしの変革を捉えたシナリオ分析に向けて—

公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)

関連するIGES文献

ネットゼロという世界

<https://www.iges.or.jp/jp/news/20200604>

再エネ100%シナリオは本当に『現実的ではない』のか？

<https://www.iges.or.jp/jp/events/20210609>

連絡先

栗山昭久: kuriyama@iges.or.jp

松尾直樹: n_matsuo@iges.or.jp

発表の論点

2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析を今後発展させるにあたり、
以下の事項をさらに検討することで、
取りうる選択肢の可能性を追求することができるのではないか？

1

定量モデルを用いたシナリオ分析の目的の再確認と
分析結果の「意味」の解釈

2

社会変革による非連続的なエネルギー利用の変化を
考慮したエネルギーモデル分析

3

電力需要パターンの変化の可能性や、EVなどの新規関連技術
を活用し系統運用の柔軟性をより高めた電力システム分析

定量モデルを用いたシナリオ分析の目的の再確認

基本政策分科会における複数シナリオ分析の目的

- ✓ カーボンニュートラル実現に向けた**課題の抽出**および**対応の方向性を検討**すること。
- ✓ **政策の選択肢の可能性を追求**していくためのシナリオ分析であること。

「予測」のためのモデル利用ではなく「分析」のためのモデル利用

- ✓ 電源構成・コストなどの計算結果は、「**前提**」条件に**依存**して異なることに留意。
- ✓ 分析結果の比較を通じて、「**結果の意味**」について**十分な理解を深めることが重要**である。
(例：なぜそのような結果になったのか？ 前提が異なればどの程度結果が変わるか？)

幅広い社会構成員間の議論と行動を促すことを見据えたシナリオ比較

- ✓ 精緻で高度なモデルほど、**分析の前提条件と得られた結果から導かれる示唆に対する理解**を幅広い関係者に促すために、**十分なコミュニケーション**が必要となる。
- ✓ 単にシナリオによって「電気代が高い、低い」などではなく、たとえば「再エネ比率が高いシナリオで電気代を下げするためには EVをどのように活用するのが効果的なのか？」などの対策オプションに関して **より踏み込んだ議論を促すように用いる** ことが有効。

IGESのGHG排出量ネット・ゼロ達成に向けた考え方

1 社会・暮らしの大きな変革を捉えて考える必要がある

- ✓ 社会・暮らしの変化（社会変革）によって、エネルギー効率改善のみならずエネルギーサービス需要そのものが変わる。
（例：働き方や移動手段の変化に伴う移動量の減少、資源効率向上に伴うバージン素材生産量の減少、宅配サービスの増加や脱プラスチックに伴う紙製品生産量の増加）
- ✓ 需要側が変わることで、エネルギー供給側（発電機など）の機能や役割も変わりうる

2 社会・暮らしを変革するドライバーは気候変動対策だけではない

- ✓ 社会変革のドライバーとして、循環型経済、地方創生、働き方改革、人手不足解消、レジリエンスなどもある

3 多様な変化が想定されるシナリオ作成にあたり幅広い社会構成員の視点も重要となる

- ✓ 気候変動・エネルギーの制約だけでなく、「どのような社会にしていくのか」という論点を繰り返し対話することで、多様な主体の理解を深めることが可能となる
- ✓ 国・地方レベルにおいて様々な省庁が関係する政策を踏まえて議論する

幅広い社会構成員の間で対話を促すことを目的に リサーチレポート「**ネット・ゼロという世界 2050年日本(試案)**」 を公表(2020年6月)

2020年6月公表

主な特徴

- 社会変革にともなう資源利用・エネルギー需要を計算(費用最適化モデルではない)
- 技術や暮らしにおける大きな変化を想定
- 発電電力量と再エネポテンシャル、CO₂貯留量、化石燃料輸入量などの物理量を比較



<https://www.iges.or.jp/jp/pub/net-zero-2050/ja>

マクロ経済指標の想定

- 人口： 国立社会保障・人口問題研究所の予測値を参照に2050年値を作成
- GDP： 2015年をベース (= 一人当たりGDPは増加)
- 産業構造： 2015年をベース (ただし、需要の変化に応じて生産量が変化)
- 分析対象のガス： GHGs

比較検討したシナリオ

- **ロックインシナリオ**： 国際的動向に関わらず**現状維持の力が強く**働き、国内の社会変革がほとんど起きない。特徴として、**CO₂回収技術を多く用いる**ことで化石燃料の利用に依存しつつネット・ゼロを達成。
- **トランジションシナリオ**： 国際的動向や国内の社会問題、技術進展に応じて、既存の社会制度、生産工程、インフラなど重要な**社会的要素が変革**していく。特徴として、**デジタルトランスフォーメーション×電化×再エネ** を中心的に利用し、ネット・ゼロを達成。

トランジションシナリオでは、各省の将来ビジョンが示す社会・暮らしに関わる大胆な変化も一部取り入れている

暮らし	都市・地域	ものづくり	農林水産業
<ul style="list-style-type: none"> ・ テレワークを含む働き方の変化 [1,2] ・ 隙間時間、待ち時間の有効活用 [2] ・ 使い捨てるの習慣からリユース・リサイクルの習慣へ [1] ・ 安価で便利な宅配 [2] ・ 健康や防災情報に基づく行動変化 [1,2,4] 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電化+自動運転技術による公共交通の充実 [3] ・ 道路や駐車場における太陽光パネルの設置や無線給電の設備の充実 [1,2] ・ 街中心部の道路空間の変化 [3] ・ 東京一極集中の緩和と地方都市機能の集約化[5] 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3Dプリンタによるモノの現地生産 [1,2] ・ 循環経済の発達 (素材を高度にリサイクルし、必要となる原料生産が減少している) [1,6] 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサー技術の発達により作業効率の向上や使用する肥料の減少 [2] ・ 食品素材のデータ化による食材ロスの抑制 [2]

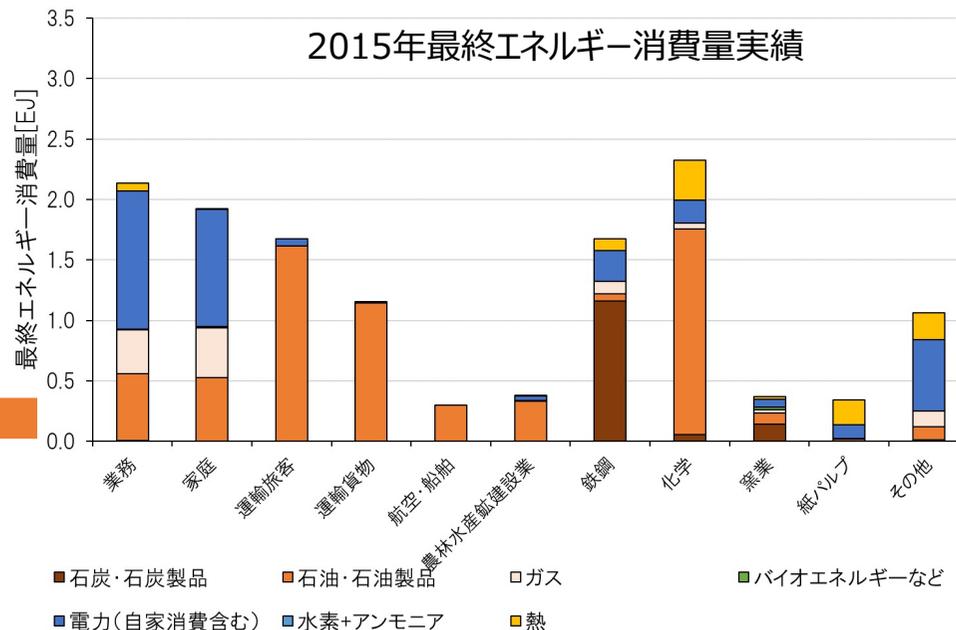
特に、**テレワークを含む働き方の変化**、**人々や物の移動の変化**、**循環経済の発達**が、GHG排出量に与える影響が大きい（詳細は「ネット・ゼロという世界 2050年日本（試案）」参照）

関連資料

- [1] 文部科学省(2020)令和2年版科学技術白書
- [2] 総務省(2018)未来をつかむTECH戦略
- [3] 国土交通省(2020)2040年、道路の景色が変わる
- [4] 未来イノベーションWG (2019)未来イノベWG中間とりまとめ
- [5] 内閣府(2021)選択する未来2.0
- [6] 東京都(2019)プラスチック削減プログラム

社会変革を伴う トランジションシナリオ ではエネルギー需要が減少・変化 (電化に伴い電力需要は増加)

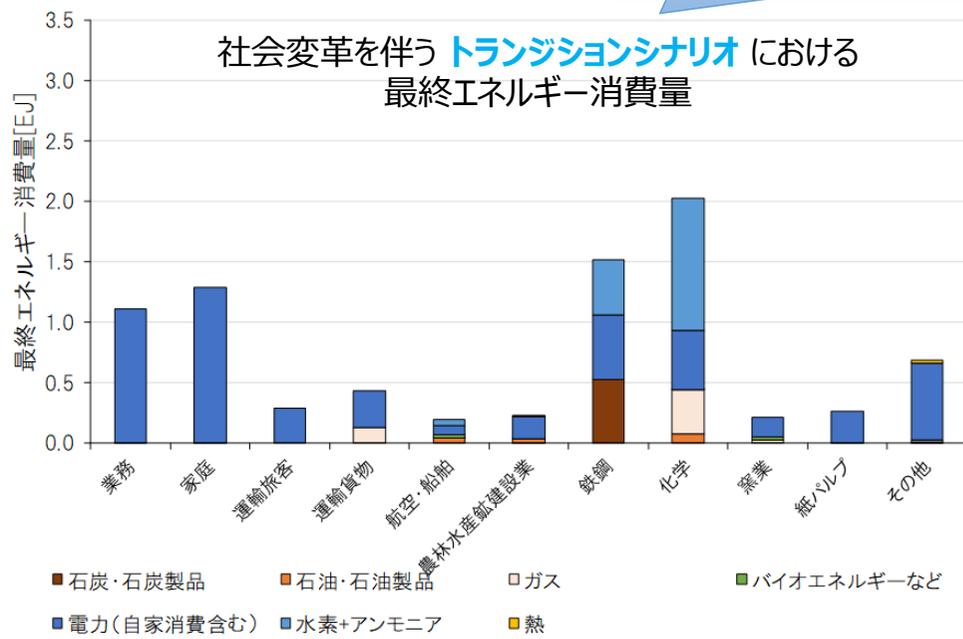
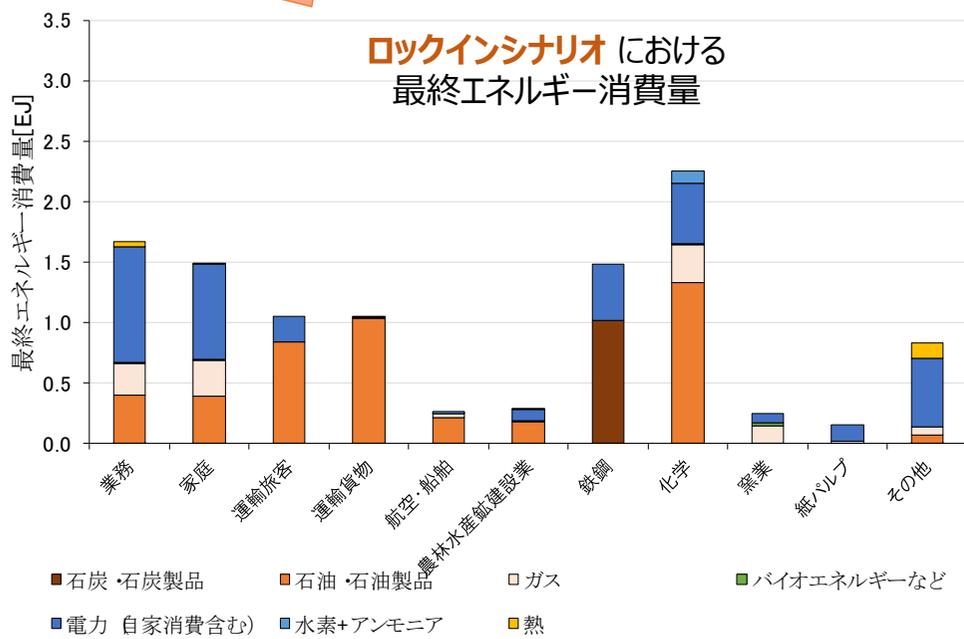
出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）



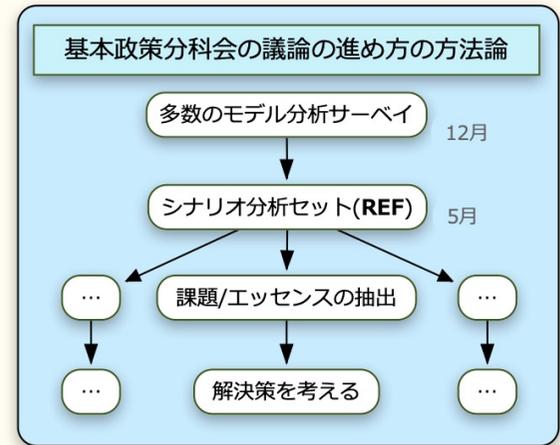
この需要減は必ずしも効率上昇ではなく、**エネルギーサービス需要自体の減少**が効いていて、これはこれまでの分科会の議論ではあまり考慮されていなかった。

大量のCO₂回収・貯留技術を用いることで、**ネット・ゼロを達成**

需要のパターンと大きさが、**現在とは大きく異なる**



基本政策分科会の議論の進め方をベースとした(一例として) IGESからのサジェスチョン



RITE(/IEEJ)分析セット as the "reference"分析セット

例として...

シナリオ分析をどうCN政策決定に活かすか?

シナリオ分析の代替的なアプローチ

ひとつのシナリオの理解や可能性の深化

前提

課題(0): モデルやシナリオ分析の「使い方」

非常に強力なツール群 but...
適切な理解なしでは大きな誤解の源泉となる

CN実現のための課題・対応の方向性を検討
政策の選択肢: ○可能性の追求 ×制限
「予測」ではなく「分析」のため

結果の「意味」について十分な理解の深化が必要

コストやエネmix等
アウトプットの
差異の分析

コスト以外の視点

・各種便益
[雇用, 成長戦略,...]
・各種リスク
・エネ自給率
・...

前提
・パラメタ
・対応策
・外的状況

シェアできるところ(議論のベース)は?

+ 価値判断

未来社会の可能性の選択

理解の深化 → 更なる議論へと繋げる

課題(1): 電力やエネルギーの
需要側の他のアプローチの仕方は?

むしろどんな社会を選択するか?
という視座も重要では?
(コスト最適解を超えた複数の未来像)

・社会・暮らしの変革
・非気候ドライバ

CNへの異なったアプローチ:
デジタルトランスフォーメーション×電化×再エネ

多様なステークホルダーとの
コミュニケーションによる
シナリオの見直し・深化

Ref. IGES 「ネットゼロという世界」

課題(2): RE100%シナリオの
電力系統統合費用が非常に高コスト

最初のコメンタリー

解説を受けた補論

理由
「曇天無風期間」対応
→ 新規蓄電池の大量導入

代替対応策
の可能性

代替的な方策で
コストは大幅に下げられる
(V2G, (既存火力as backups), DR)

× フィージブル? ○ どうすれば可能に?

コスト最小以外の視点

× RE100%シナリオ棄却, 十分視野に

RE100%シナリオに対する理解の深化 +
(シナリオ分析外も含めた)更なる検討項目の具体化

Ref. IGES 「再エネ100%シナリオは本当に『現実的でない』のか?」 (+補論)

浮かび上がった別の課題(3)
限界費用が平均費用の2倍

コスト指標の
理解・解釈

限界費用をそのまま
市場における電力価格と
(リンク)してよいか?

事業者利潤規模
cf. 総括原価方式

適切な市場設計とは?
(シナリオ分析の外へ
問題提起)

例: 蓄電装置
コストを広く
シェア

ひとつのシナリオの理解や可能性の深化

課題(2): RE100%シナリオの
電力系統統合費用が非常に高コスト

¥53.4/kWh (全電力コスト)

RE 50%では
顕在化しなかつ
た新たな挑戦.
1回/27年間で
5 TWh程度の
蓄電池が必要

最初のコメンタリー

解説を受けた補論

理由

「曇天無風期間」対応
→ 新規蓄電池の大量導入

浮かび上がった別の課題(3)
限界費用が平均費用の2倍

¥22/kWh (全電力コスト)

代替対応策
の可能性

コスト指標の
理解・解釈

限界費用と
平均費用の差
= 事業者利潤
(?)

別用途電池を拝借

ある想定では 1.4
TWh (半日分).
kW需給調整面
でも大きな柔軟性

DRと合わせて
新しいビジネスが
期待できる

代替的な方策で
コストは大幅に下げられる
(V2G, (既存火力as backups), DR)

限界費用を そのまま
市場における電力価格と
(リンク)してよいか?

事業者利潤規模
cf. 総括原価方式

× フィージブル? ○ どうすれば可能に?

適切な市場設計とは?
(シナリオ分析の外へ
問題提起)

例: 蓄電装置
コストを広く
シェア

平均費用推計
にはバウンダリー
設定が必要
↓
海外から輸入
の扱い

コスト最小以外の視点

× RE100%シナリオ棄却, 十分視野に

やりとり → 理解の深化

RE100%シナリオに対する理解の深化 +
(シナリオ分析外も含めた)更なる検討項目の具体化

- V2G (EV)等の柔軟性の効果検討
 - 電力市場設計のありかた検討
 - 需要への積極的な働きかけ方検討, ...
- あらたにシナリオへの組み込み

Suggestion

**複数のモデルによるシナリオ分析からの知見
を深化させる「メタ分析」を行いませんか？**

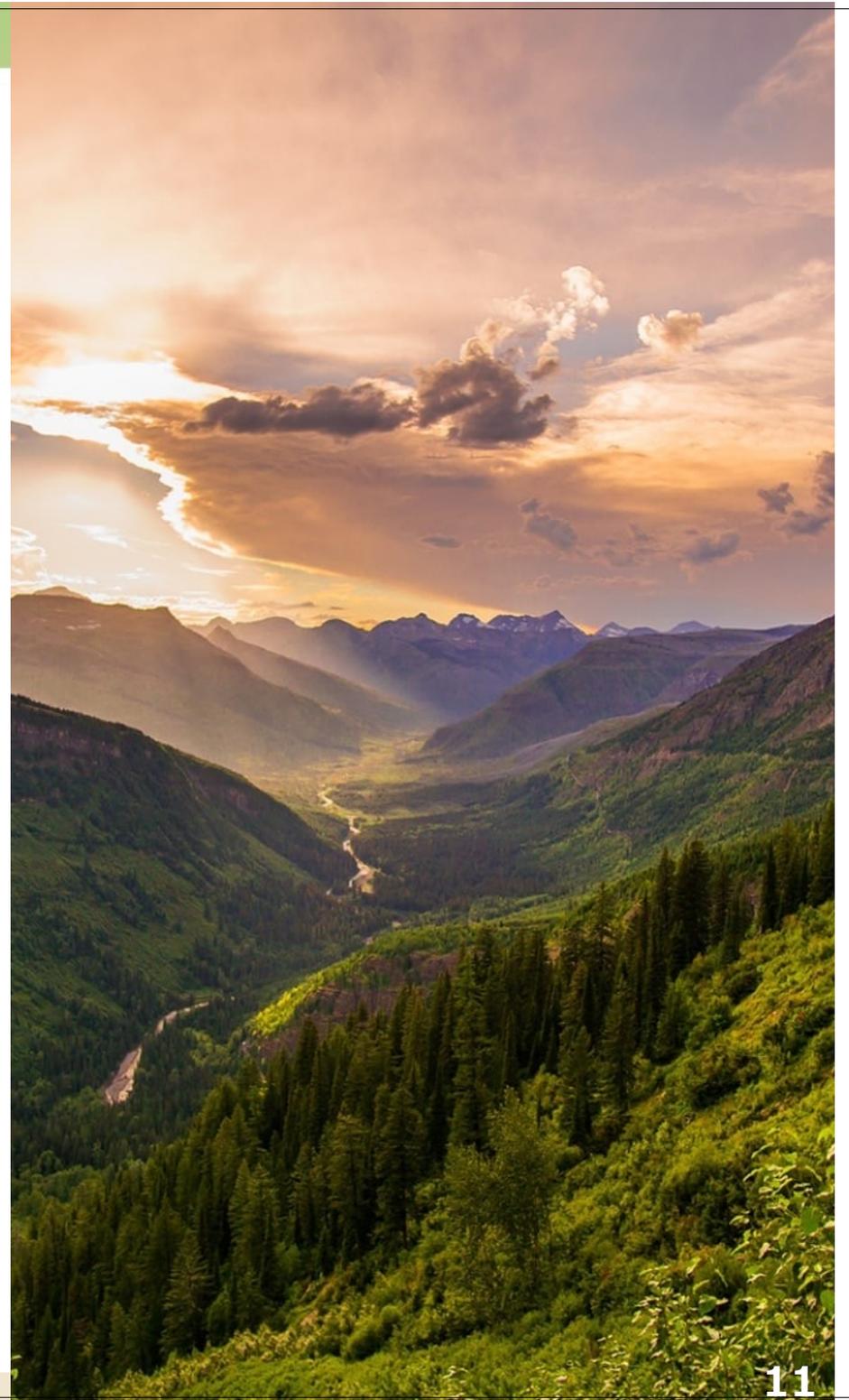
ご清聴ありがとうございました

連絡先

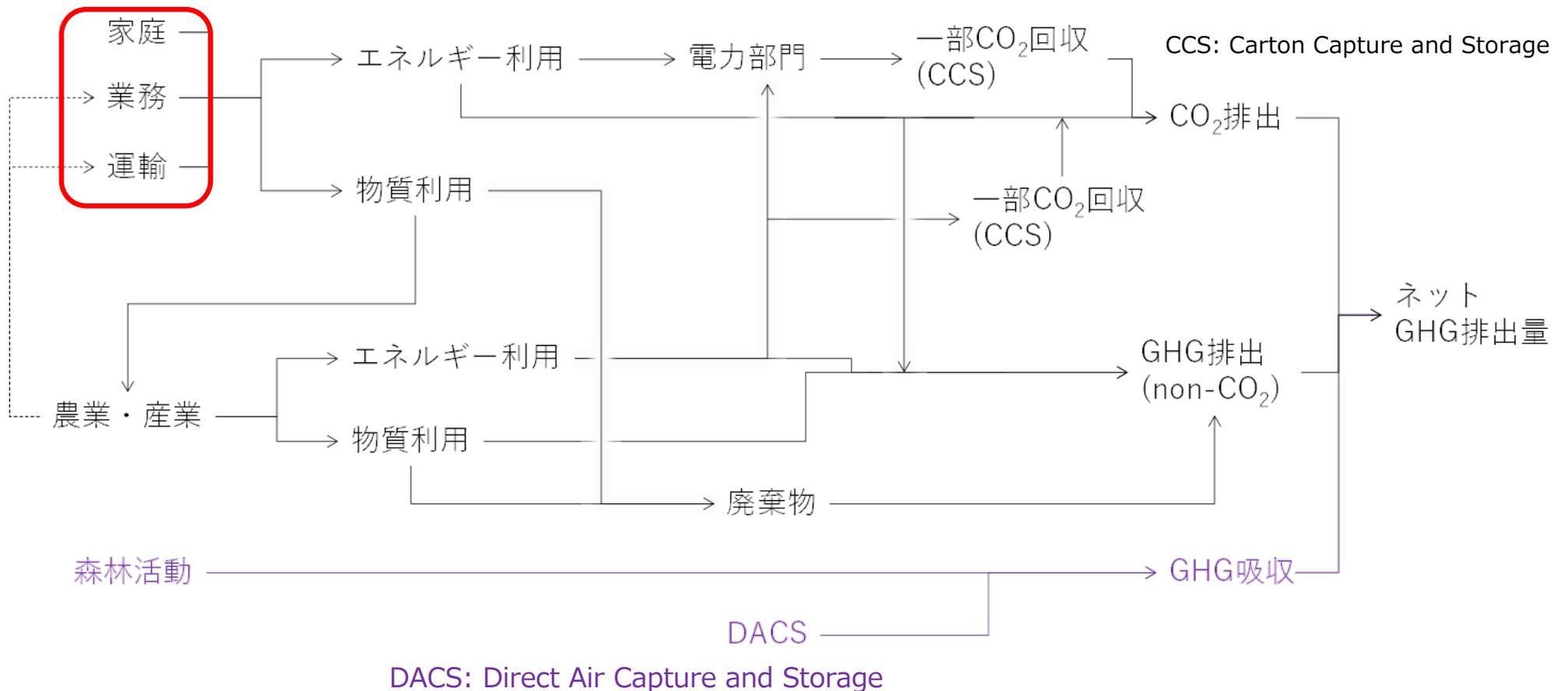
栗山昭久: kuriyama@iges.or.jp

松尾直樹: n_matsuo@iges.or.jp

參考資料



リサーチレポート「ネット・ゼロという世界 2050年日本(試案)」における GHG排出量推計アプローチ概念図

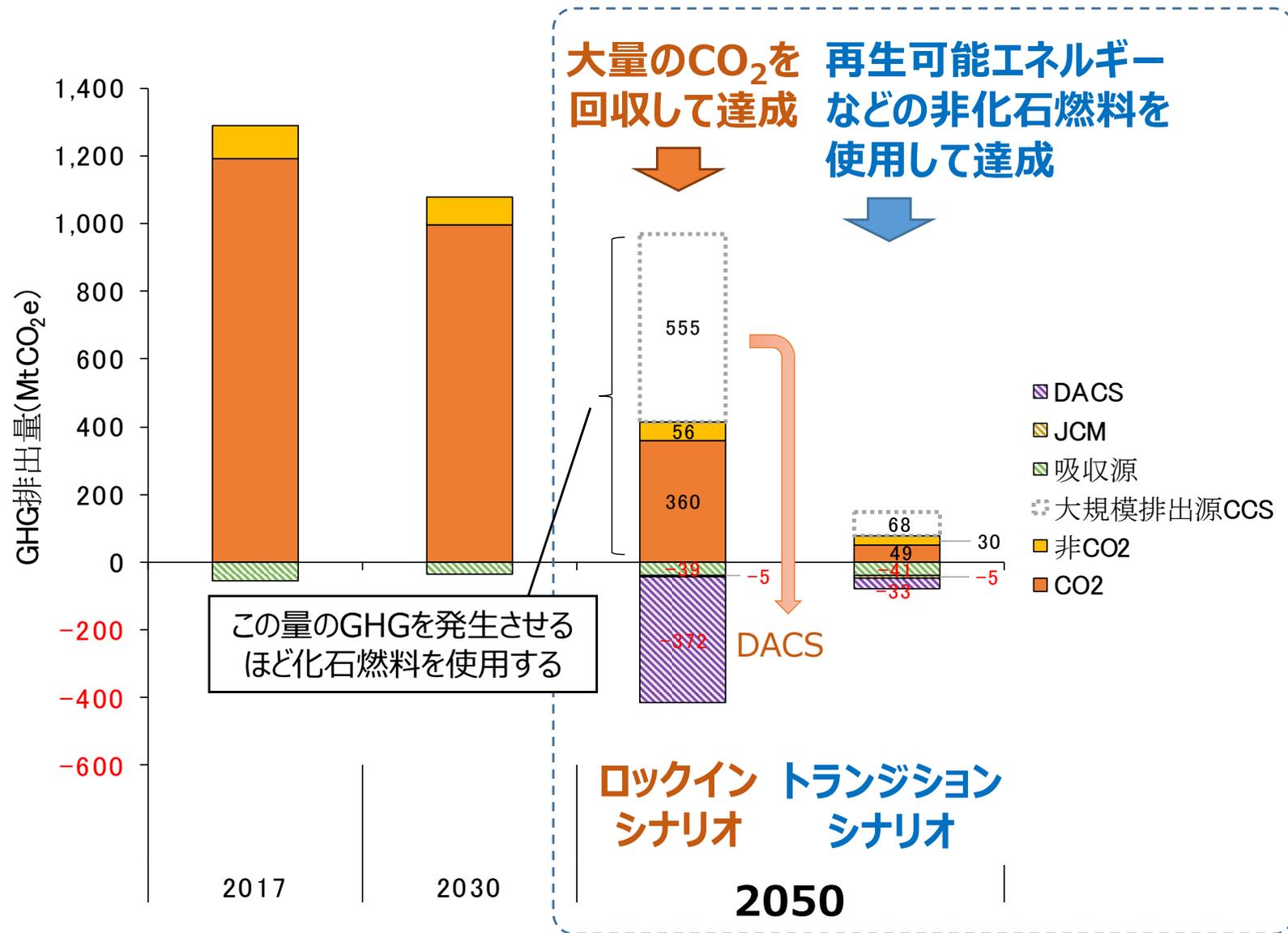


注1：産業部門における物質利用では、大気中のCO₂を回収し利用する技術が含まれている。

注2：各部門で変化する活動量を捉えたGHG排出量のアカウントングアプローチであり、最適化アプローチではない。

GHG排出量及び吸収量の構造

トランジションシナリオでは、化石燃料由来のCO₂排出が大幅減



出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

排出されるCO₂をすべて国内貯留した場合の貯留地利用可能年数

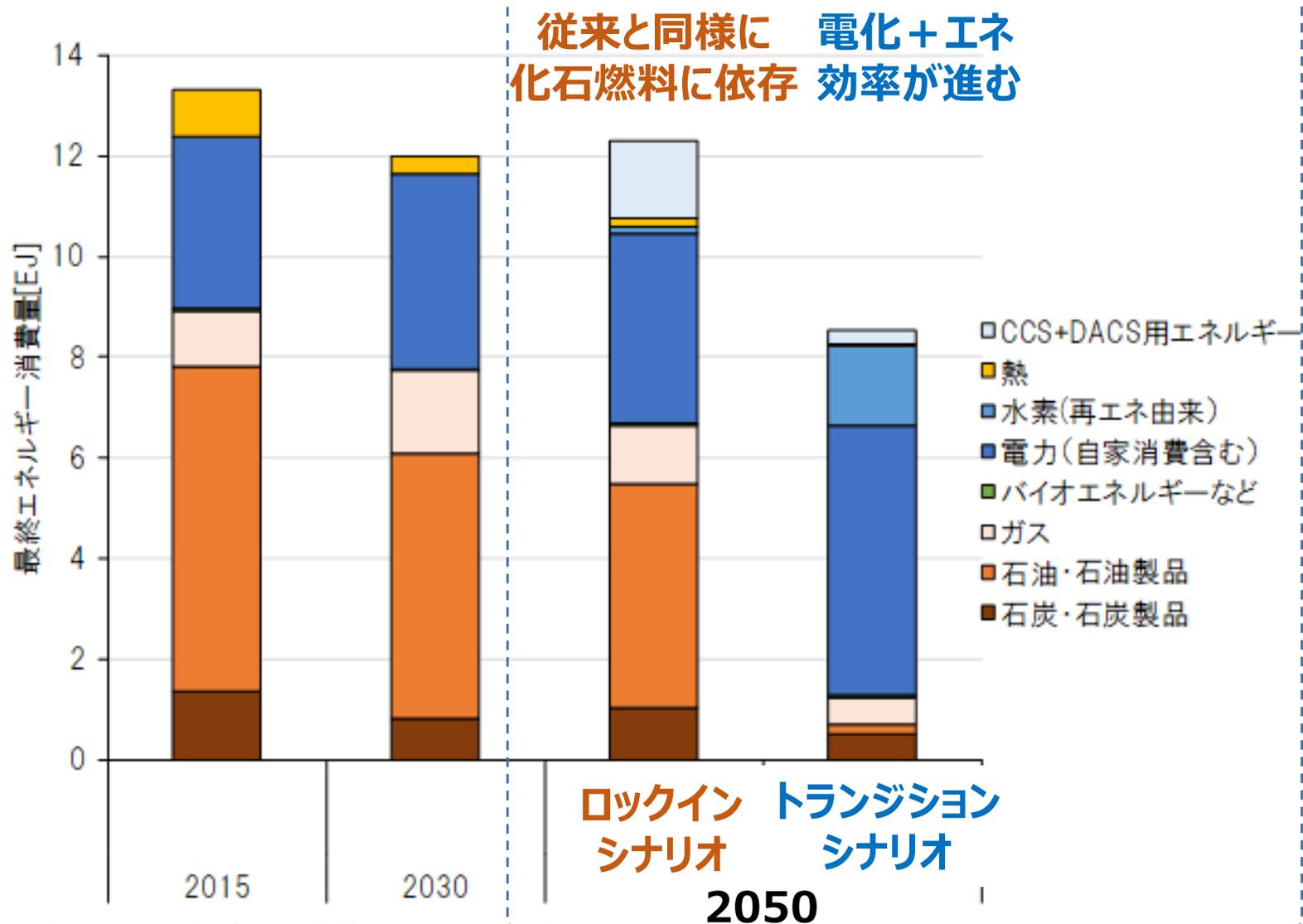
トランジションシナリオでは、限りある国内のCO₂貯留地をより長く利用できる

国内CO ₂ 貯留地カテゴリ	ロックインシナリオ	トランジションシナリオ
ポテンシャル量の確実性：高 (既存油田・ガス田など)	4年	34年
ポテンシャル量の確実性：中 (ボーリング調査による特定)	6年	51年
ポテンシャル量の確実性：低	23年	211年
ポテンシャル量の確実性：不明	125年	1,143年
全ポテンシャル量	158年	1,440年

その他、地震リスクからも評価しているが、ロックインシナリオでは、地震震源断層がない地域の国内CO₂貯留地を**23年**で使い尽くしてしまう。

シナリオ別の最終エネルギー消費量

トランジションシナリオでは、エネルギー消費量が大幅に減り、電化と水素利用が進んでいる。

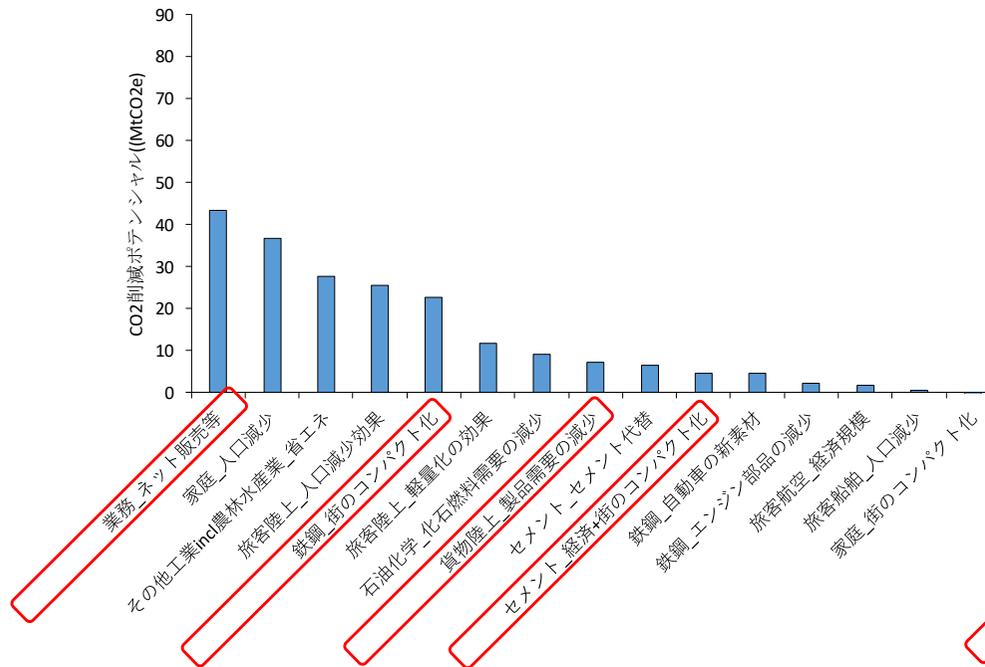


出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本-(試案)

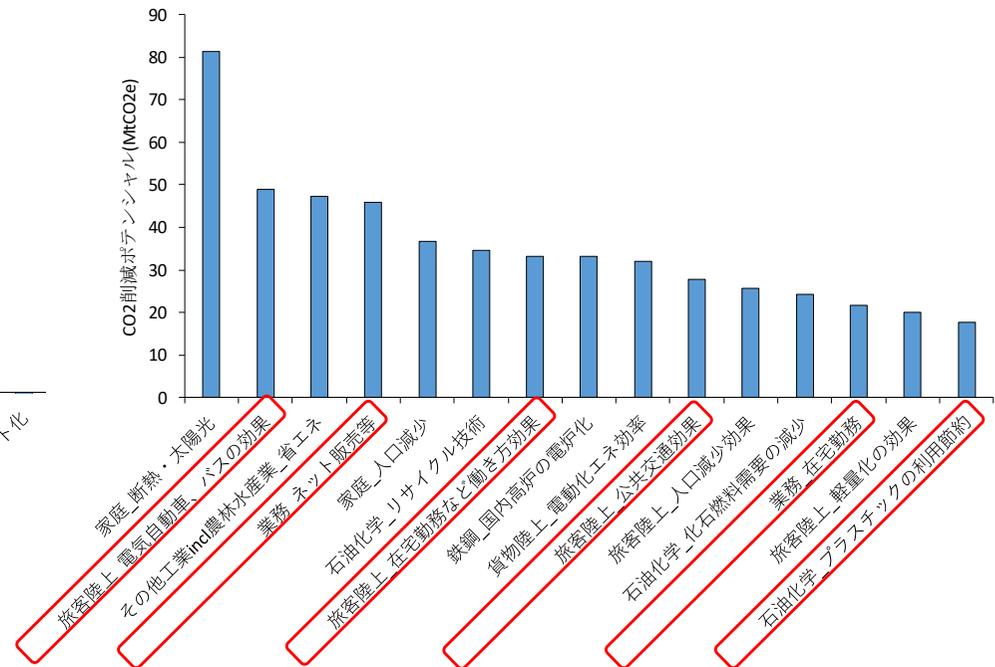
シナリオ別の社会変化によるCO₂削減量

社会・暮らしの変革の度合いによっては、GHG削減に大きく寄与するものもある

ロックインシナリオ



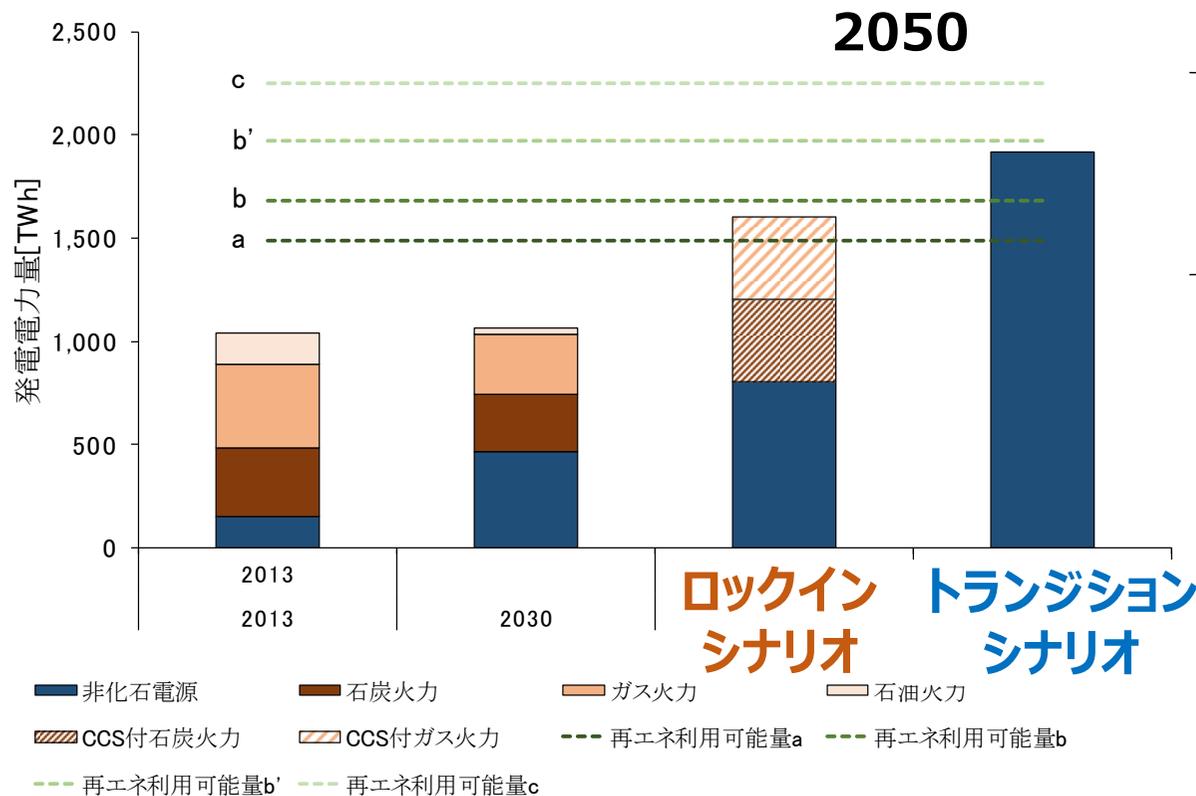
トランジションシナリオ



注：各取り組みのCO₂削減量を足し合わせた場合、オーバーラップが起きることから、全部門での削減量の合計にはならない

各シナリオにおける発電電力量と再エネポテンシャルとの比較

再生可能エネルギーだけでトランジションシナリオが必要とする電力量を供給しうる。ただし、電源の設置場所、電源コスト、系統安定化に関わる様々な課題を解決する必要があり、決して容易ではない。



技術革新・社会変革が必要

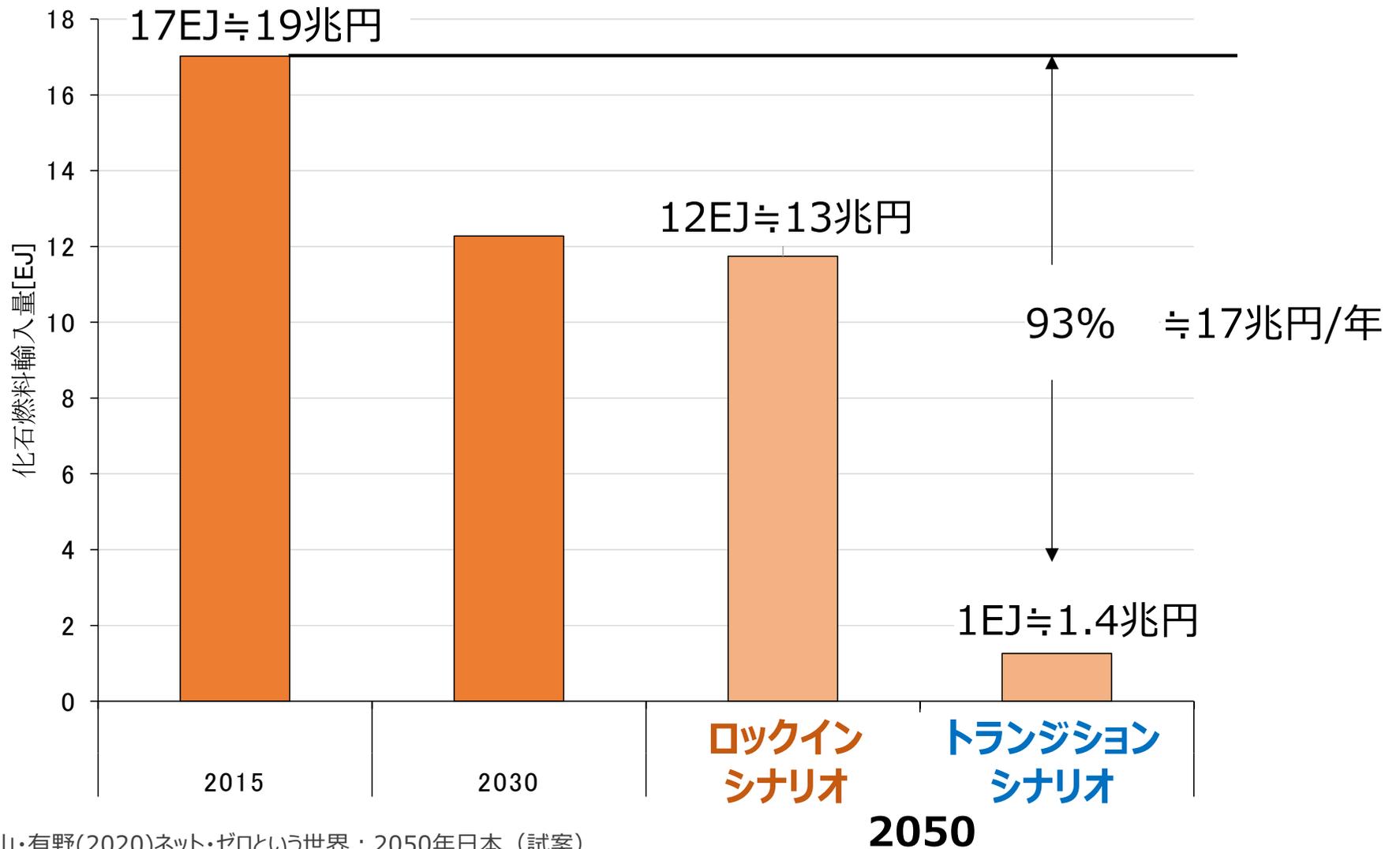
- 浮体式の洋上風力
- 高効率な太陽光発電
- 新たな設置場所
- (国際送電網)
- etc

再生利用可能量a-cについては、環境省、資源エネルギー庁、コスト検証委員会、JSTの文献をもとにIGES作成。詳細については、リサーチレポート本文を参照されたい。

出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

各シナリオの化石燃料輸入量

トランジションシナリオでは、化石燃料輸入量が2015年比90%程度減る。



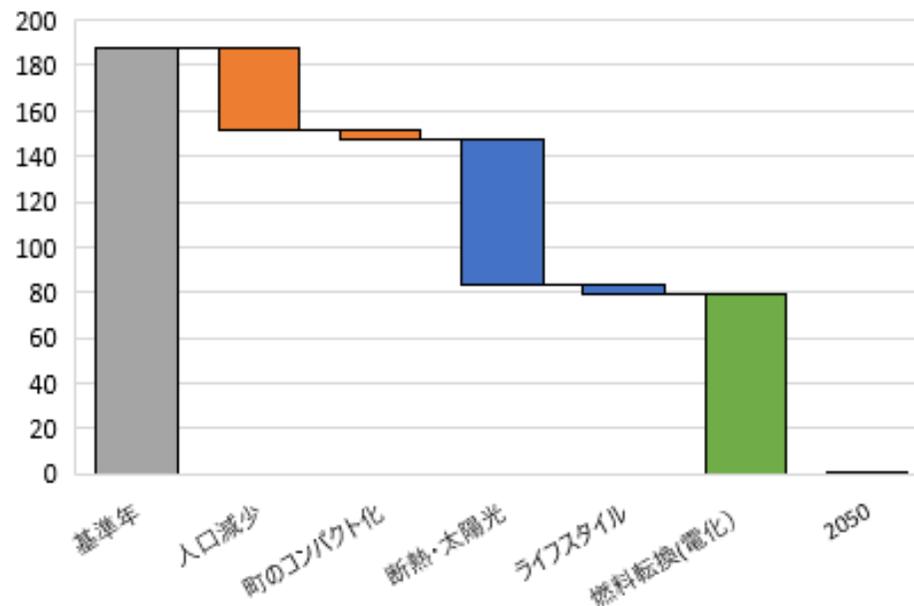
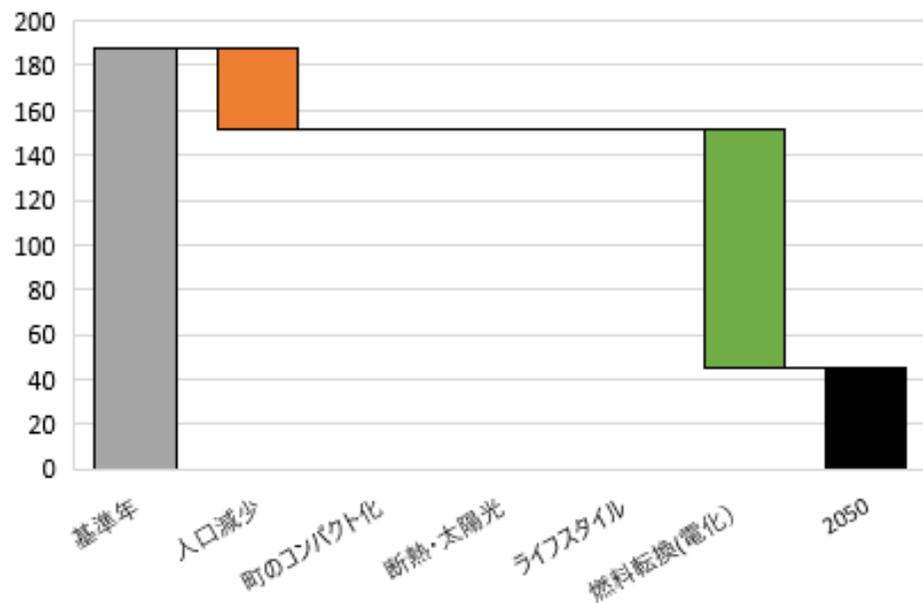
出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

家庭部門における社会変化・技術変化の要素別CO₂削減量

2050

ロックインシナリオ

トランジションシナリオ



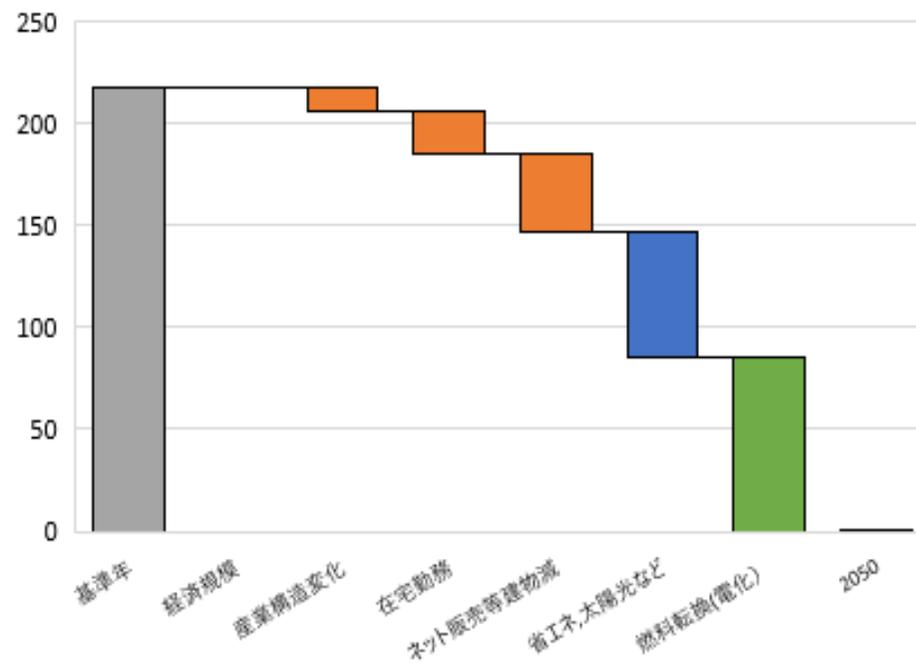
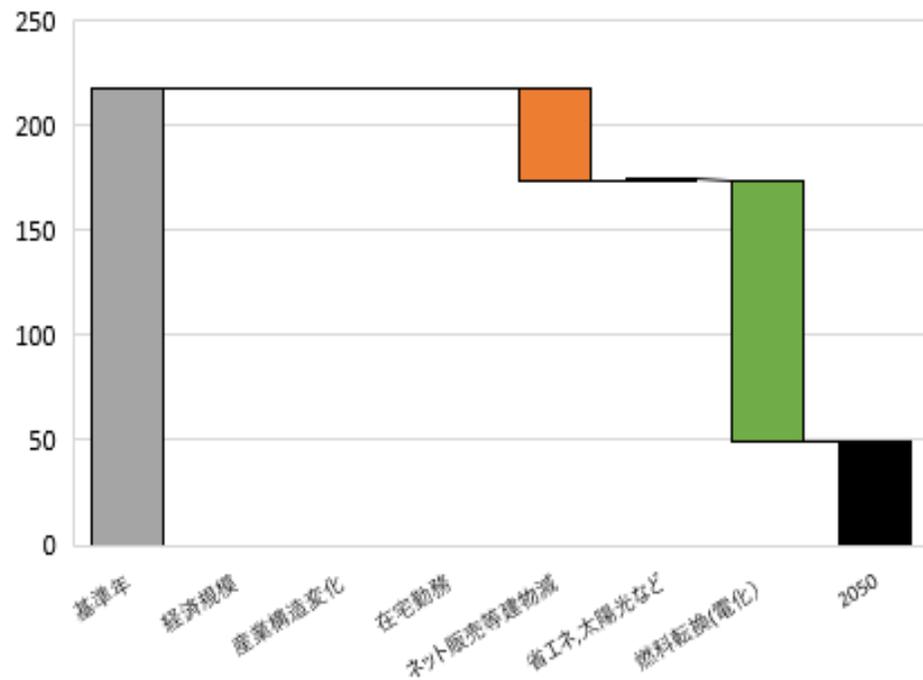
出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

業務部門における社会変化・技術変化の要素別CO₂削減量

2050

ロッキンシナリオ

トランジションシナリオ



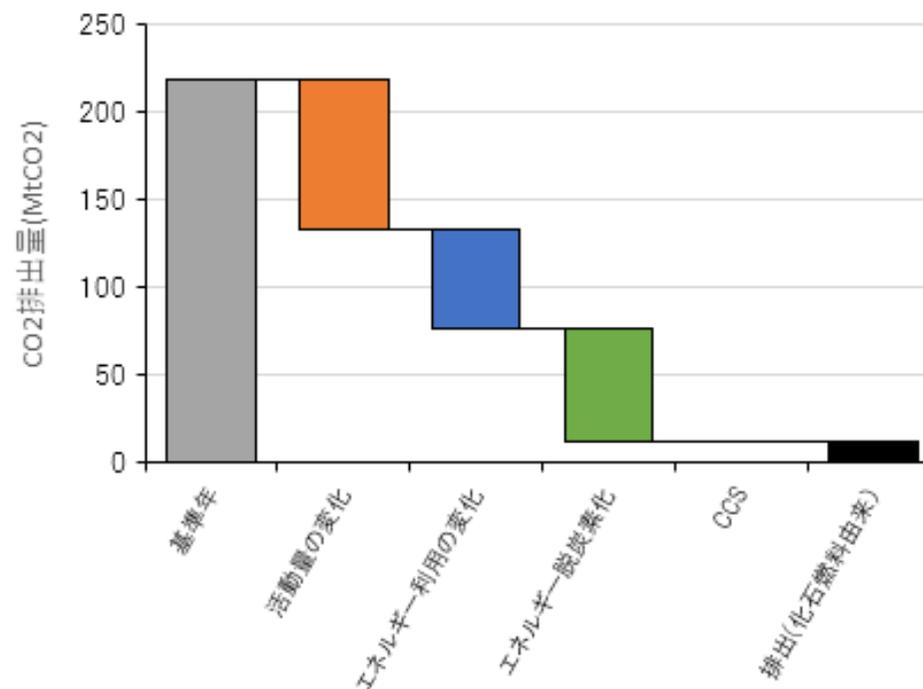
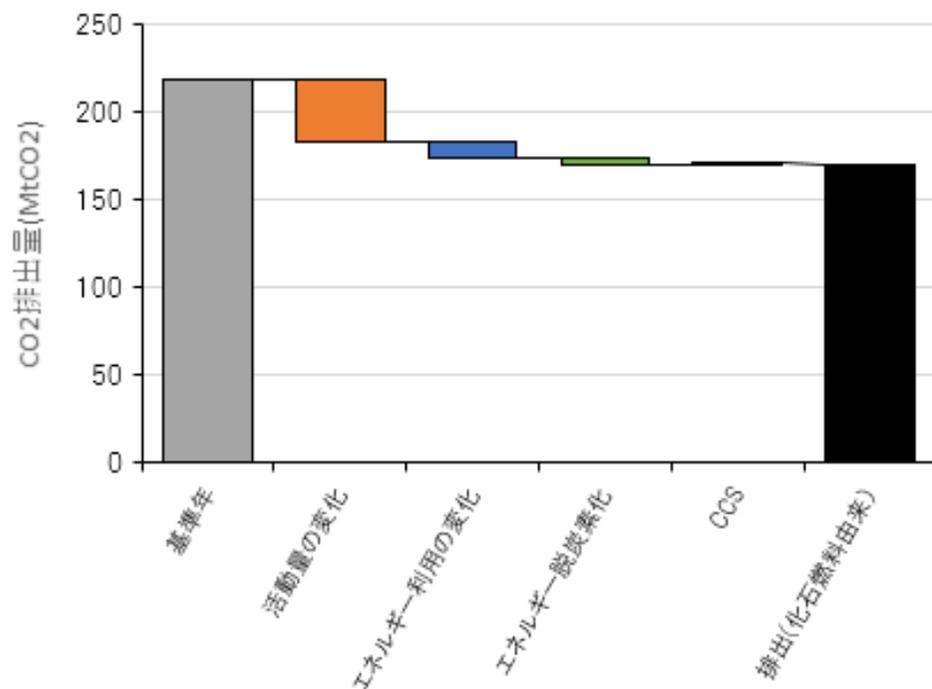
出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

運輸部門における社会変化・技術変化要素別CO₂削減量

2050

ロッキンシナリオ

トランジションシナリオ



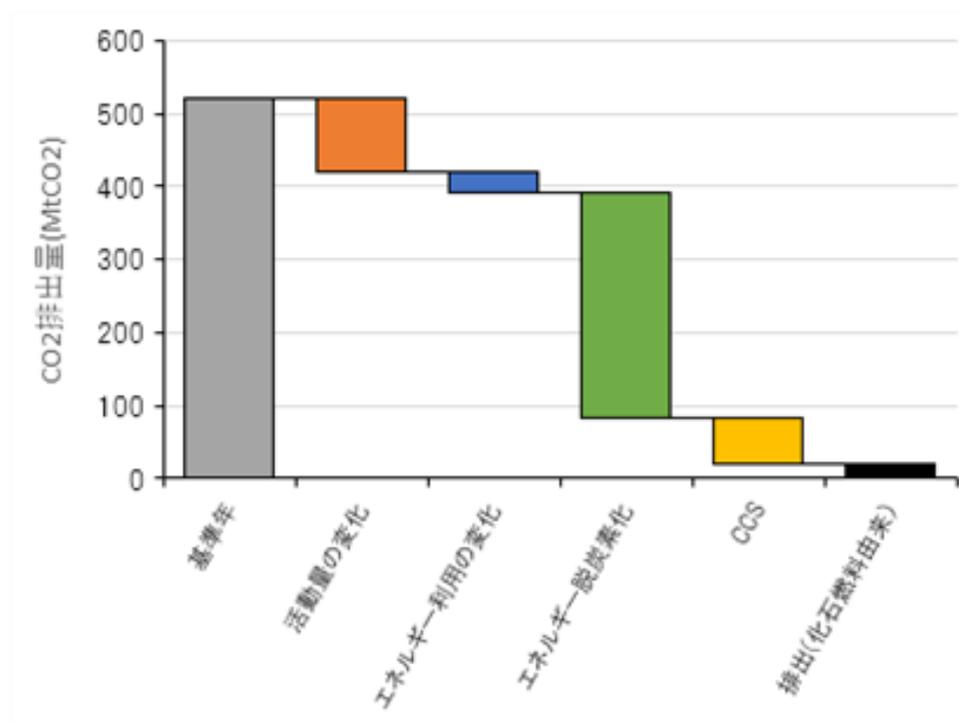
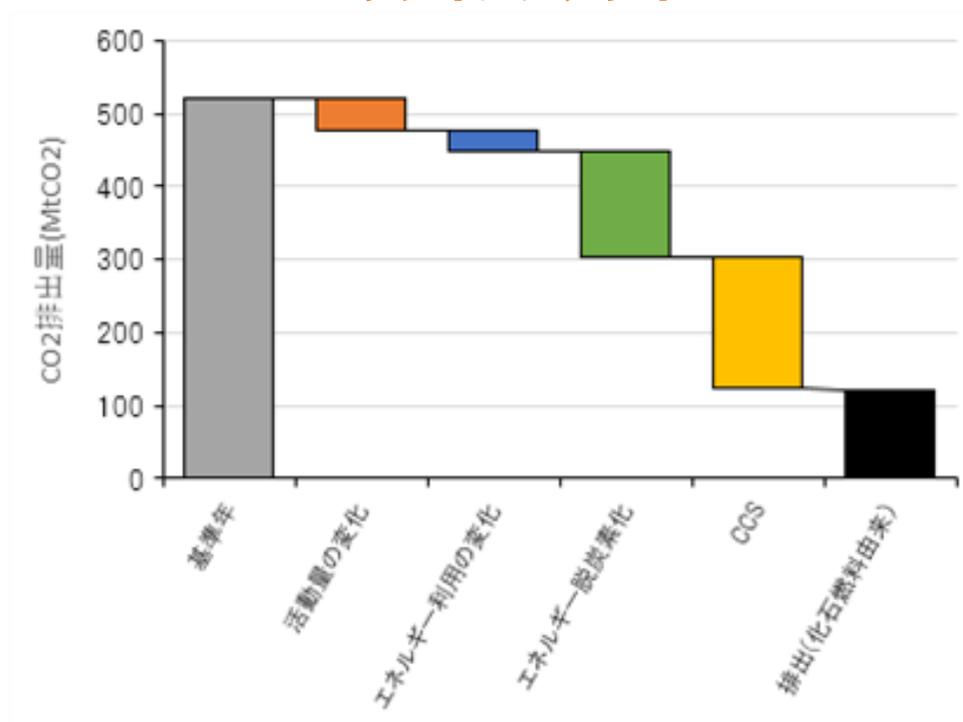
出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

産業部門における社会変化・技術変化要素別CO₂削減量

2050

ロッキンシナリオ

トランジションシナリオ



出典：川上・栗山・有野(2020)ネット・ゼロという世界：2050年日本（試案）

定量モデルを用いたシナリオ分析結果の「意味」の解釈 の重要性に関する一事例



(参照) 田中勇伍・松尾直樹「再エネ100%シナリオは本当に『現実的ではない』のか？：電力部門脱炭素化の実現のため、対策オプションの幅を広げよう」2021年5月、IGES Commentary

- ✓ 本分科会で提示されたRITE殿のシナリオ分析結果
 - 限界費用で価格形成が行われることを想定した「電力コスト」を提示（⇔制度設計、市場への参入等により変化）
 - 減多に使わない新規蓄電池・送電線等の大量導入を想定（⇔EVの活用など様々なオプションで低下）

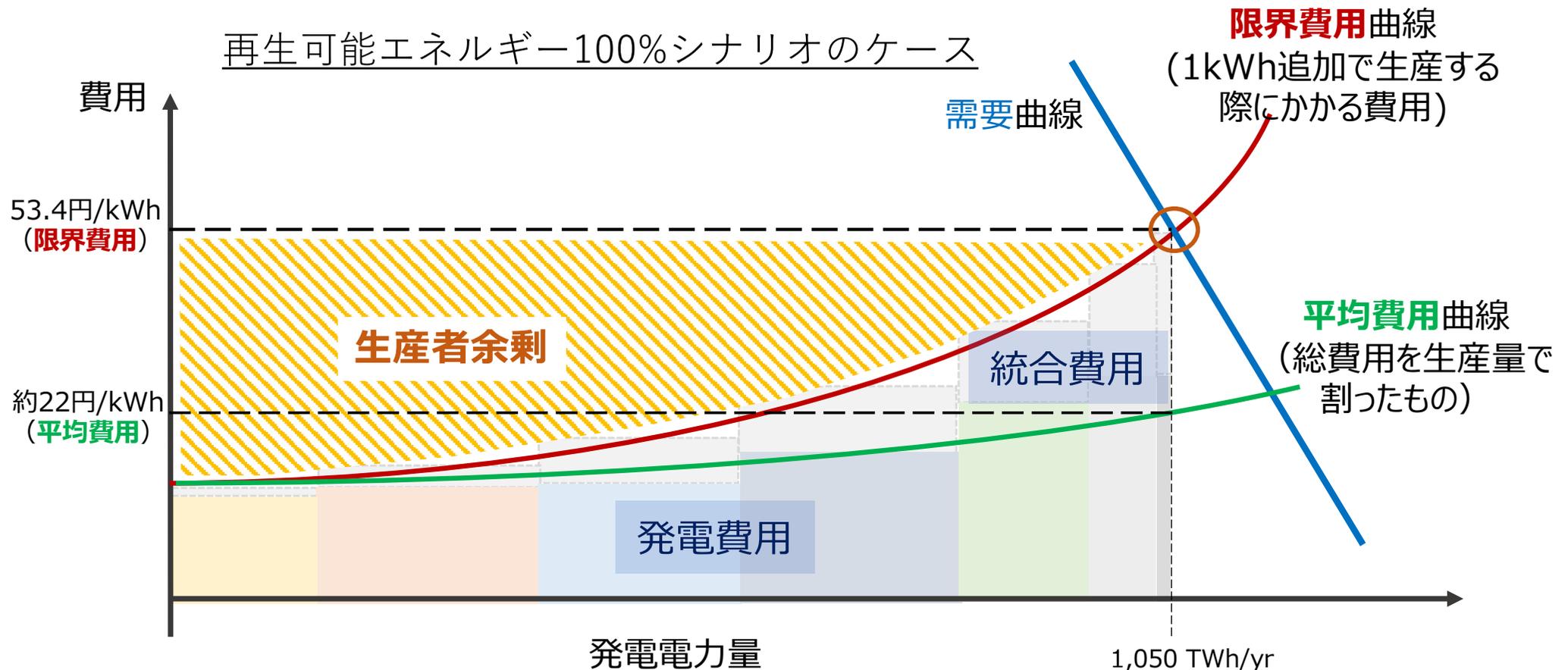
⇔「再エネ増で電気代が2倍、4倍に」と報道・喧伝されている

- ✓ 分析結果の数字が一人歩きしないように、分析結果（コストや電源構成）の「意味」を解釈することが重要（結果は前提条件や方法に依存）

✓ **コストは市場などの制度設計次第で大きく変わる。**

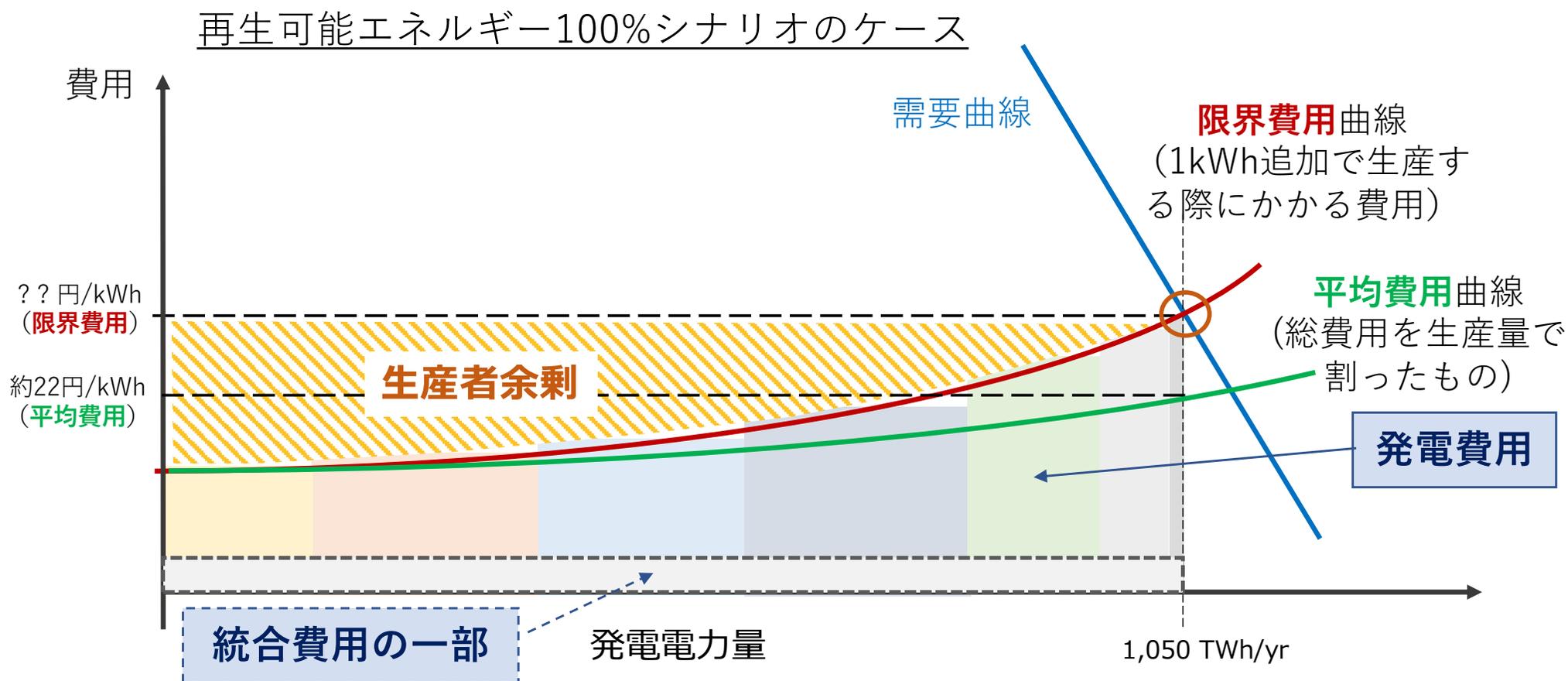
統合費用を各電源に対して個別に課した場合の 限界費用に基づく電力コストの解釈

- ✓ 長期の「**限界費用**」で電力価格を形成する場合、**限界費用**曲線と**需要**曲線の交点○で市場均衡価格が決まる。
- ✓ 市場均衡価格をもとに、年間の電力料金が規定される場合、**生産者余剰**（多くは事業者の利潤に相当）は図の**オレンジ色斜線**部分になると解釈できる。



統合費用の一部を各電源に一律に課した場合の 限界費用に基づく電力コストの解釈

- ✓ 長期の「**限界費用**」は、各電源独自の統合費用を想定した場合よりも下がる可能性がある。
- ✓ その結果、**限界費用**曲線と需要曲線の交点である 市場均衡価格も下がりうる。



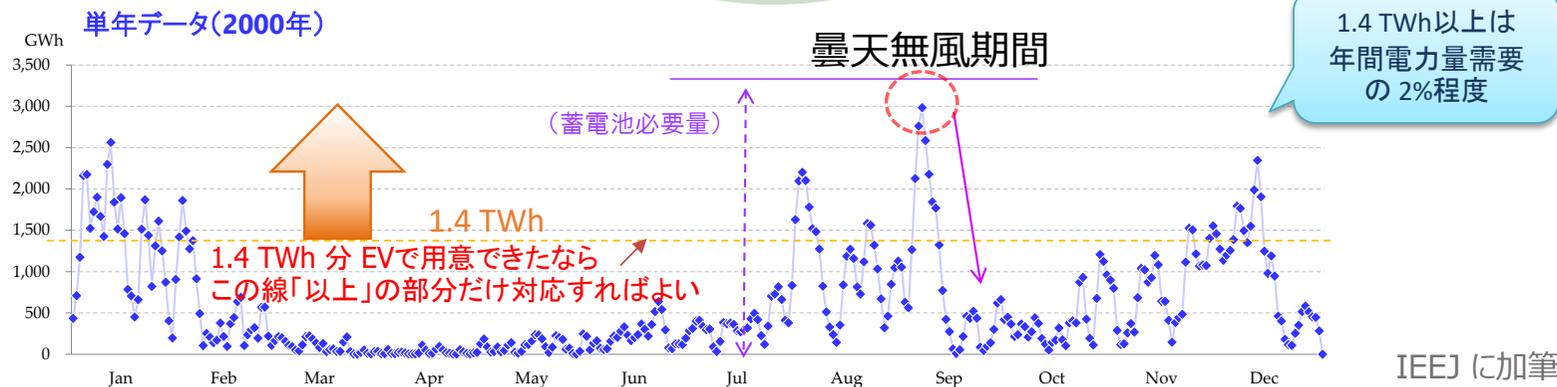
EVの蓄電池を電力系統用に用いた場合

Vehicle-to-Grid

電気自動車（自家用車）は90%以上の時間帯は使われていない

ポテンシャル試算

	kWh (電力量)ストレージ効果	kW (電力)需給調整効果
効果	1.4 TWh	120 GW
現在の日本の電力需要	2.9 TWh/日 (平均)	180 GW (過去最大)
現在の日本の電力需要比	1/2 日分	過去最大電力需要の 2/3
想定	電池容量 60 kWh/EV (現在の日産リーフ e+(450 km 走行)水準) (保護回路で容量の 60%利用可能とした)	3 kW/EV (家庭用充電スピード) 急速充電なら 20-50 kW が可能)
	日本の全自家用車 6,200 万台の 80% (EV 比率) × 80% (V2G 利用可能比率) を想定	



実潮流に基づく送電系統運用を行った場合の 東日本の再生可能エネルギー導入量評価分析概要



- ✓ 東日本全域（北海道地域、東北地域、関東地域から構成される）を対象とし、上位2系統の送電線の運用容量も制約条件として含めた、実潮流に基づく送電系統運用を行った場合の電力需給シミュレーションを行った。
 - ✓ 本分析で置いた前提の範囲内では、
 - 1) 実潮流に基づく送電系統運用の導入
 - 2) 火力発電の調整力の活用
 - 3) 揚水式、非揚水式のうち調整池式及び貯水池式の水力発電の調整力の活用
- を行うことで、陸上風力を12GW（2018年度の6倍、風力発電協会が2019年に示した陸上風力発電の2030年目標）、洋上風力を8GW（2018年度は導入実績なし、官民協議会が示す洋上風力発電の2030年目標）、太陽光発電の設備容量を42GW（2018年度の2倍、太陽光発電協会が示す太陽光発電の2030年目標）に増加させても、追加の基幹送電線を整備せずに系統接続し、ほとんど出力抑制することなく発電電力を供給できることが示された。

ゼロエミッション電力系統の実現に向けて、 シナリオ分析にて検討されることが望ましい要素

- ✓ 1. 変動性再生可能エネルギーの出力に合わせて、調整可能な電力需要（Flexible demandとInflexible demandの差異化など） [1,2]
- ✓ 2. 緩和策以外のドライビングフォースによって導入が進むと想定される蓄電技術（EVなど） [3,4]
- ✓ 3. 既存の送電線を含む系統運用ルールや増強計画の見直しによる既存設備の有効活用 [5,6,7]

参考資料：

- [1] Jacobson, Mark Z., Mark A. Delucchi, Mary A. Cameron, Stephen J. Coughlin, Catherine A. Hay, Indu Priya Manogaran, Yanbo Shu, and Anna-Katharina von Krauland (2019). "Impacts of Green New Deal Energy Plans on Grid Stability, Costs, Jobs, Health, and Climate in 143 Countries." *One Earth* 1 (4): 449–63.
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.003>.
- [2] Bogdanov, Dmitrii, Javier Farfan, Kristina Sadovskaia, Arman Aghahosseini, Michael Child, Ashish Gulagi, Ayobami Solomon Oyewo, Larissa de Souza Noel Simas Barbosa, and Christian Breyer (2019). "Radical Transformation Pathway towards Sustainable Electricity via Evolutionary Steps." *Nature Communications* 10 (1): 1077.
<https://doi.org/10.1038/s41467-019-08855-1>.
- [3] Renewable Energy Institute, Agora Energiewende, LUT University(2021): Renewable pathways to climate-neutral Japan. Study on behalf of Renewable Energy Institute and Agora Energie Wende.
- [4] 田中勇伍・松尾直樹(2021)「再エネ100%シナリオは本当に『現実的ではない』のか？：電力部門脱炭素化の実現のため、対策オプションの幅を拡げよう」、IGES Commentary, <https://www.iges.or.jp/jp/events/20210609>
- [5] 栗山・劉・内藤・津久井(2021)実潮流に基づく送電系統運用を行った場合の東日本の再生可能エネルギー導入量評価, IGES Working paper <https://www.iges.or.jp/en/pub/psa-east/ja-0>
- [6] 米国送電システム研究会（2020）イノベーションのカギを握る 米国型送電システム：グローバル時代の最新オペレーションを読み解く, 化学工業日報社
- [7] 岡本浩(2020)グリッドで理解する電力システム, 日本電位協会新聞部
など

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第44回会合(2021年6月30日)

団体間議論における各関係団体プレゼンテーション資料に対する質問事項

(公財)地球環境戦略研究機関

松尾直樹, 栗山昭久

本質問事項は、表記分科会の「団体間議論」の場において、短い時間においても準備を行った建設的なやりとりが可能となることを目的に、(プレゼンテーション資料暫定版をベースに)質問の意図を明確にした上で、事前に、各関係団体に対する質問事項を提示するものです。モデルの詳細ではなく、分析結果からどんな含意を得られるか?に着目いたします。

I. 国立環境研究所に対する質問事項

- 2050年の世界への変化を、「技術」、「+社会変容」という形で、セクター別に表現するアプローチは、示唆に富んでいると存じます。一方で、セクター別のグラフをみると、『2018年からの変化の大部分は「技術」で行われ、「社会変容」の寄与はそれに比較してかなり小さい』と意味しているように見受けられます。このような理解は適切でしょうか？
- 「+社会変容」とは具体的にはどのようなものでしょうか？業務と家庭部門における「+社会変容」について示唆はありますでしょうか？
- ここでの「技術」とは、サービス需要の『大きさが2018年と同一』であることを前提とした一種の『効率化』であり、「+社会変容」とはサービス需要の『大きさが小さくなる』ことを意味しているのでしょうか？サービスの『質』がそこには関係してくるのでしょうか？

【質問の意図】

導入される技術の多くは、それ自体が社会変容と不可分であることがあると思われます。むしろ社会変容のニーズがドライブすることも多いでしょう。すくなくとも「独立」と考えることはミスリードに繋がりそうです。技術と社会変容のどちらがドライブするかは単純ではないでしょうが、社会変容の寄与度もかなり大きそうな気がします。仮に、「社会変容」、「+技術」という逆の順番でグラフを作成した場合、見え方はかなり異なってくるでしょう。

「社会変容」を、どのようにシナリオの中で表現し、そこからどのような政策的含意を得ることができるのか?という問題意識を持っています。

II. 自然エネルギー財団に対する質問事項

- グリーン水素輸入量で、複数のシナリオを分析される中で、今回のご発表では 50% 輸入のケースを示されていると理解しております。この国産再エネ由来グリーン水素が大半を占めるシナリオと、海外輸入グリーン水素の比率が比較的高いシナリオの差異は、何に由来するものでしょうか？(国産再エネや電解の)「コスト」に由来するものでしょうか？それとも(国産再エネ)「ポテンシャル」に由来するものでしょうか？
- エネルギー価格という点で、「(国産再エネコストを反映した)実需要の電力価格」、「再エネの余剰電力の電力価格(国産グリーン水素製造に用いられる)」、「輸入水素価格(kWh あたり)」を比較すると、どのような大小関係になっているのでしょうか？またそれは、シナリオ分析のインプットでしょうか？それともアウトプットでしょうか？

【質問の意図】

日本で用いられる二次エネルギーのミックスを、2 種類の電力価格と、輸入水素価格が、どのような関係にあるときに、どのようなミックスになるのか？(逆にどうであればそのミックスは実現しないのか?)という点を、因果関係(コストや価格の大小関係)から分類・把握したいと思っています。

また、それらが「前提(インプット)」という形で手で与えたものなのか、アウトプットとしてモデルの「結果」として導かれたものなのか？という点を明らかにすることで、政策的含意を考えたいと思っています(たとえば水素製造のための余剰電力価格がほぼゼロと仮定されたとするなら、それが成り立つ条件はどのようなものか？という点に、考察を深めることができます)。

- 「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」とありますが、これらのプロシューマーの新しいビジネスによって、電力需給バランスにどのような影響が現れうるという結果となったのでしょうか？

【質問の意図】

これからの新しい電力システムへの参加のあり方として注目されるものが、アグリゲーターやバーチャルパワープラントによる新しい需要家が積極的に関与するビジネスだと思いき、今後モデルにおいても着目されるものと存じます。EV の蓄電池を需給調整に用いるのも、そのひとつでしょう。ただ、そのモデルへの組み込み(その効果の抽出)は簡単ではなさそうです。自然エネルギー財団のモデル分析は、その点を(部分的かもしれませんが)扱えるということなので、どのような結果が得られたか、大変興味があるところです。

III. デロイトトーマツコンサルティングに対する質問事項

- 「まとめ」の最初の項目として、「カーボンニュートラル社会実現には、発電電力量に占める再生可能エネルギーは71%、電力価格が約2倍となる結果を得た。」と主張されており、本文中でも「2050年のカーボンニュートラル社会では、約12円/kWh以上の電力コストの上昇が起こる可能性があり、再エネが最大限入る場合は約41円/kWhまでの上昇もあり得る」と、再エネ大量導入シナリオに対してかなり強く否定的なメッセージを出されているように感じられました。また、注)として、「実際の電力需要者に課せられる電力料金は、この数値に電力・小売会社の各種費用・利益、及び再エネ賦課金などが加算されるため、実際の電力料金とは異なる。」とあります。これは、5月のRITE分析のRE100%ケースに類似しているように見受けられます。質問としては、以下の点を明確にしたいと存じます：

- (a) 再エネ大量導入の場合には、41円/kWhよりかなり電力価格が高くなることを意味しているのでしょうか？
- (b) その高コスト化の主因は、需給調整用の大量の蓄電池や、設備利用率の低い水素電解装置や燃料電池を新規導入するとしたためでしょうか？コストを下げる手段はあるのでしょうか？
- (c) この電力コストは「平均」コストでしょうか？それとも「限界」コストでしょうか？
- (d) 後者だとした場合、平均コストはどの程度で、そのギャップはどう解釈できるのでしょうか？

【質問の意図】

一般に、電力価格が非常に高くなる、という結論は、そのシナリオに現実性がない、という強いメッセージを発するおそれがあります。あらゆることを考慮しても、それがロバストな結論であるならいいのですが、可能性のある手段を検討していなかったり、平均コストと乖離した限界コストをそのまま電力価格と想定して、結論とすることは、ミスリードする危険があると思います。したがって、得られた結論が、どの程度のロバストネスを持った結論なのかを、確認させて頂きたいと思いました。

IV. 日本エネルギー経済研究所に対する質問事項

- 「結論」の最初の項目として、「再エネ 100%を前提とした場合、森林や利害関係者とのコンフリクトが懸念される海域にまで発電設備を開発せざるを得なくなる。従って、発電設備の開発に伴う自然環境への影響や社会的受容性の影響について慎重な検討が必要」とあります。

この後半の文は、再エネ 100%シナリオのむつかしさを表しているようにも読めますが、むしろ「固定費・燃料費」のグラフや、「限界費用」のグラフを見ると、『RE100 シナリオではむつかしかったものが、RE100+シナリオではぐっと実現性が高まる』と読むこともできるのではないのでしょうか。

RE100 と RE100+の最大の差は、陸上風力のポテンシャルの大きな差であると理解でき、コストの小さい陸上風力が大量に入ることによって、RE100+シナリオはかなり低コストになりうることを示していると解釈できます。

このことの政策的含意は、「林業政策を軌道修正して、林業と風力発電が共生できるような国土利用に政策の方向性を変えていく、という政策が非常に有効である」ことを示唆しているとも解釈できる可能性があるのですが、この解釈は正しいでしょうか？（少なくともそのような政策の軌道修正には実現性がない、というような論証は、プレゼン資料からは見つけることはできませんでした）

【質問の意図】

シナリオ分析の利用方法のひとつは、パラメタの数値を変えてみることによる計算結果への影響をベースに、そのようなパラメタ変更の可能性を（そのモデルを離れて）現実世界で詳細に検討するきっかけとすることです。

この場合、もし、高コストの洋上風力ではなく、低コストの陸上風力が何らかの規制緩和のような政策変更などでポテンシャルが大幅に拡大できるなら、それは非常に重要な将来の検討項目になるはずです。加えて、このアプローチは、工夫次第で（道路整備などによる）林業振興や地方再生政策とのシナジーをはかることができそうです。

一概に「慎重な検討が必要」で終わるのではなく、（規制緩和の方法、シナジーの形成方法、... 等の）ポジティブな方策の具体的検討に繋げて、可能性の追求に繋がるようにすべきだと思っています。

V. 電力中央研究所に対する質問事項

- 各種モデルによるシナリオ分析の比較の結果、「... はシナリオごとに様々」、「すべてのシナリオにおいて... となっている」、「プラスとなるシナリオも、マイナスとなるシナリオもある」、「ただしいくつかの共通する傾向も確認された」などとありますが、それらの「理由」が明確ではないように見受けられます。また共通する傾向が、共通する「前提(インプット)」に由来するものなのか、「結果(アウトプット)」が同じになったのかも、読み取ることができませんでした。

世界や日本のモデルやシナリオの「比較分析」の結果、「理由がはっきりしたロバストな結論」として、注目できるインサイトやインプリケーションとしては、どのようなものがあったか？いくつか例示してもらえると今後の議論の参考になると存じます。

【質問の意図】

基本政策分科会において、2050年のカーボンニュートラリティを検討するにあたって、複数のモデルによる多数のシナリオ分析が、テーブルの上で議論されてきました。単にそれぞれのモデル結果を発表しあうだけでなく、この多数のモデルとシナリオの比較分析(一種のメタ分析)を、どのように次に活かすか？という点は、今後の検討方針において非常に重要だと思います。

いままでの比較分析から、何を学んで、それをどう次に繋げるか？(シナリオ分析というより、具体的に踏み込んだ個々の方策の検討など)という問題意識を、常に持たなければ、前進と深化は、非常に限定的なものになるという考えを持っています。