

ネット・ゼロという世界 2050年 日本 (試案)

2020年6月公表



地球環境戦略研究機関(IGES)
気候変動統合チーム
栗山 昭久

印刷版も無料でお送りできます！

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

本日の発表のポイント（お伝えしたいこと）

1. 今後、様々な社会変革（トランスフォーメーション）が進む。

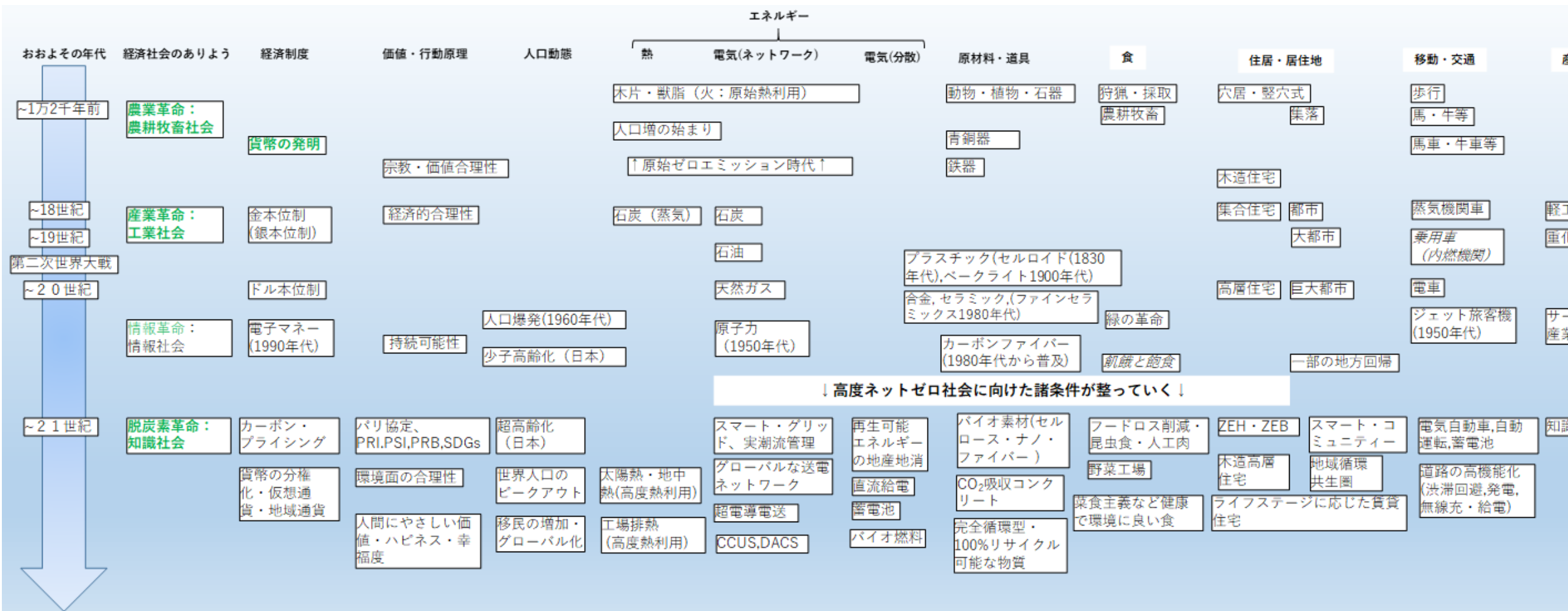
ネットゼロに向けて、これまでの低炭素シナリオ（80%削減シナリオなど）とは、**考え方を根本的に変える**必要がある。

2. 明るく豊かな暮らしが見える将来像としてのネット・ゼロの世界もある。

- **化石燃料依存から脱却**し、国内に投資が回りうる
- 国、県、基礎自治体の**各部局の連携**が必要であり、そのためには、**目の前の課題解決とその先**をどのように描くか一緒に考える
- **将来世代**が納得する内容を、今の大人たちが示す必要がある

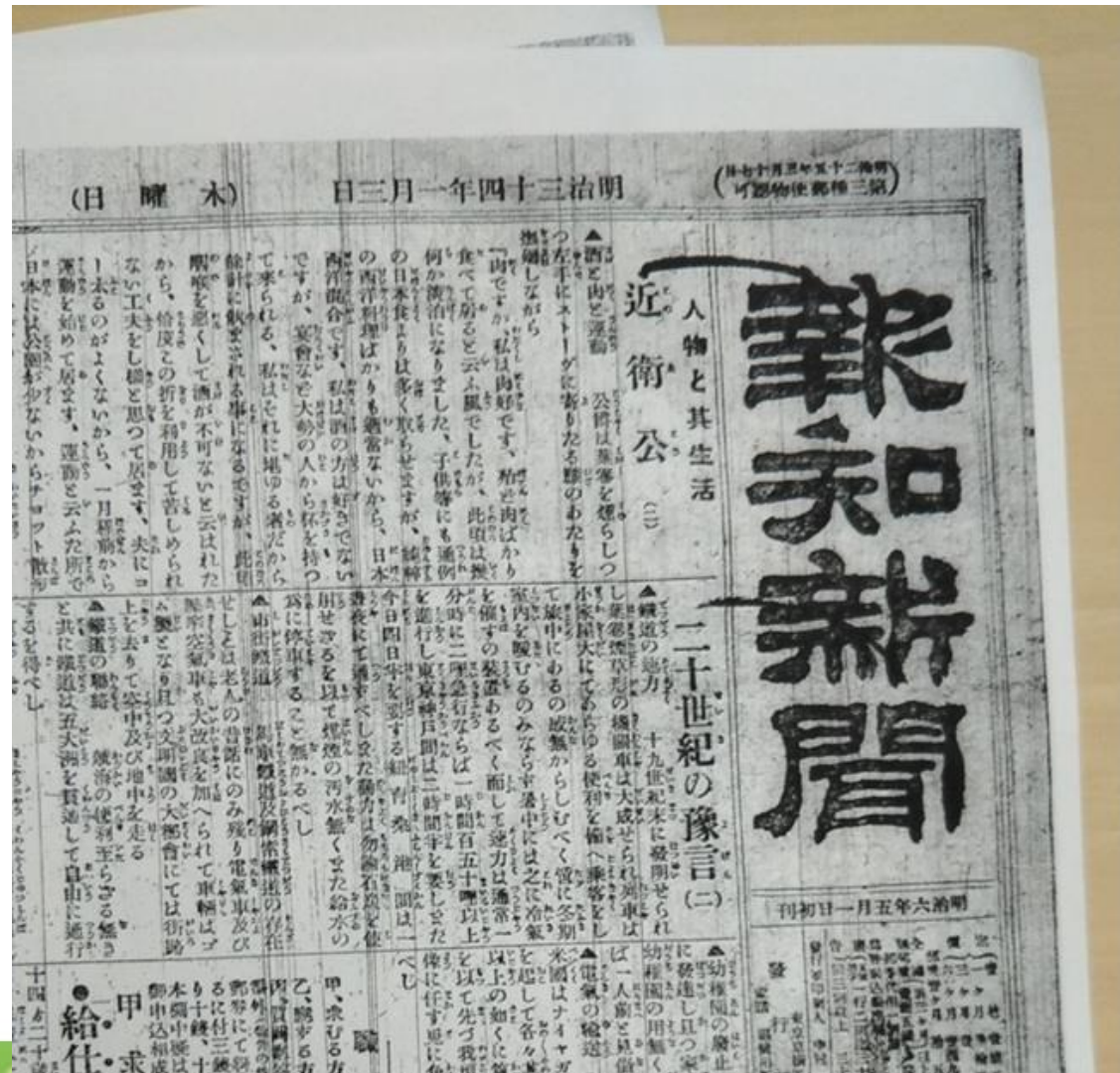
様々な社会変革は、進むのか？

→今という時代の認識



様々な社会変革は、実現するのか？

→120年前の将来予測



報知新聞 「二十世紀の預言」 1901年1月2日、3日
国立国会図書館所蔵

預 言	◎	△	×
機関車は、冷暖房完備となり、東京神戸を2時間半で結ぶ	✓		
都会では、電車が街路を去り、地下や空中を走るようになる	✓		
欧州の戦場に行かずに天然色の写真を添えて、東京で最新の戦争記事が書けるようになる	✓		
十里離れたところにいる恋人と愛をささやくことができる	✓		
手元の商品図録を見ながら、その場で買い物ができ、地中管で配達される	✓		
世界一周は、7日間でできるようになる（当時は八十日を要した）	✓		
天災の予測が1か月前に可能となる。台風は大砲で雨と為す			✓
薪炭石炭枯渇し、電気が燃料となる		✓	
電気を以て野菜を育てる	✓		
蚊や蚤が絶滅する		✓	
犬猫猿と自由に対話できるようになり、犬が人の使いで歩き回る			✓

明るく豊かな暮らしが見える将来像は人々を動かすのか？

アプローチ1：気候変動による深刻な影響を科学的に論じる



アプローチ2：新たな社会の構築に向けた可能性を展望する



レポート本文の説明

本レポートの背景

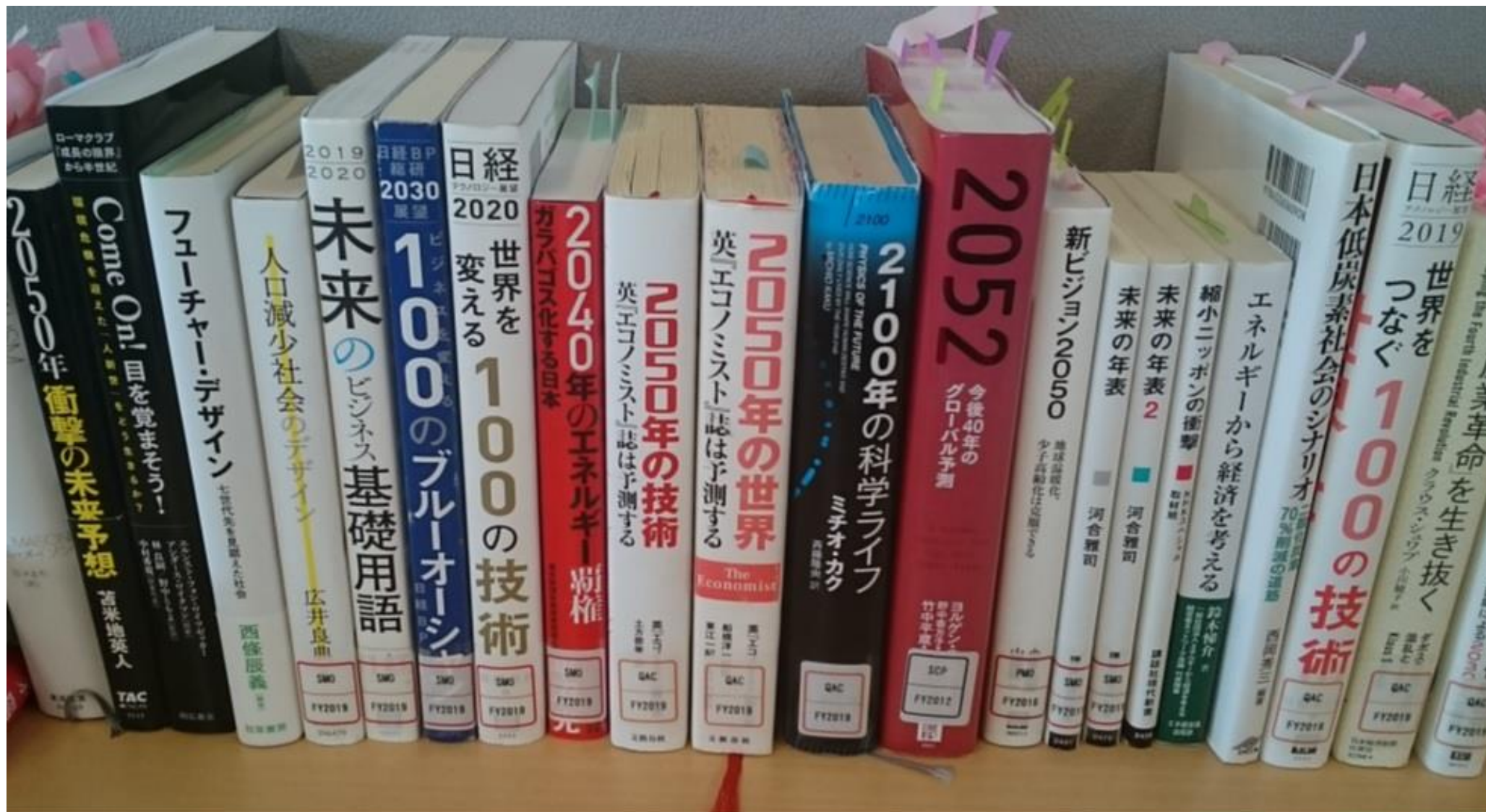
日本のCO₂排出量の9割が
エネルギー起源CO₂排出量

我々の暮らしや社会に
様々な変化が起こりうる

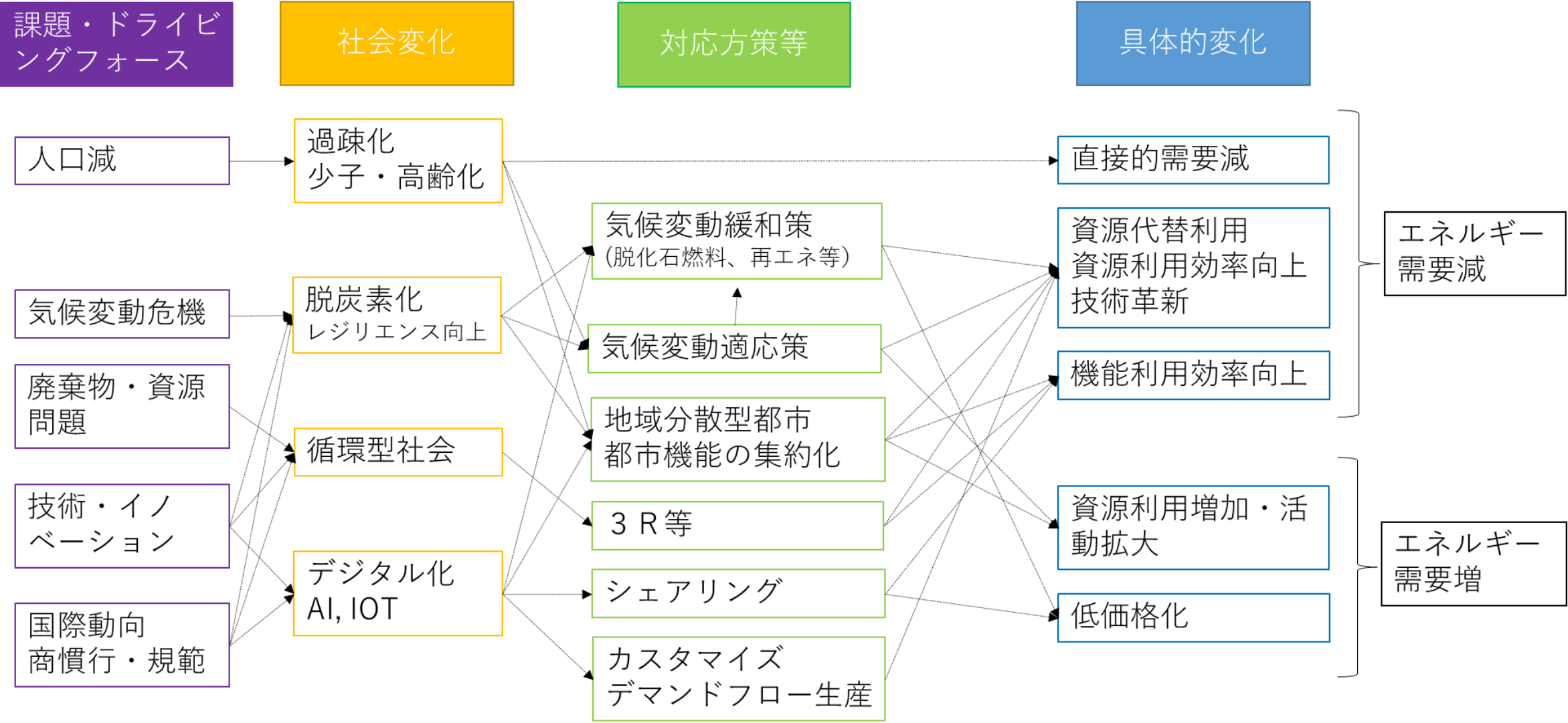
エネルギー利用や供給の在り方を中心に、社会・暮らしの
変化を考慮したネット・ゼロの社会を展望し、
それらを数値化する

これにより、目指すべき社会に対する示唆を得る

将来を展望する様々な書籍



社会変化の原動力とエネルギー需要の関係を捉えた報告書



ネット・ゼロ社会に向けた2つの極端なシナリオを分析

ロックインシナリオ：

国際的動向にかか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



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、技術の進展に応じて、既存の社会制度、経済構造、インフラなど重要な社会的要素を変革していく



デジタルトランスフォーメーション(+α)

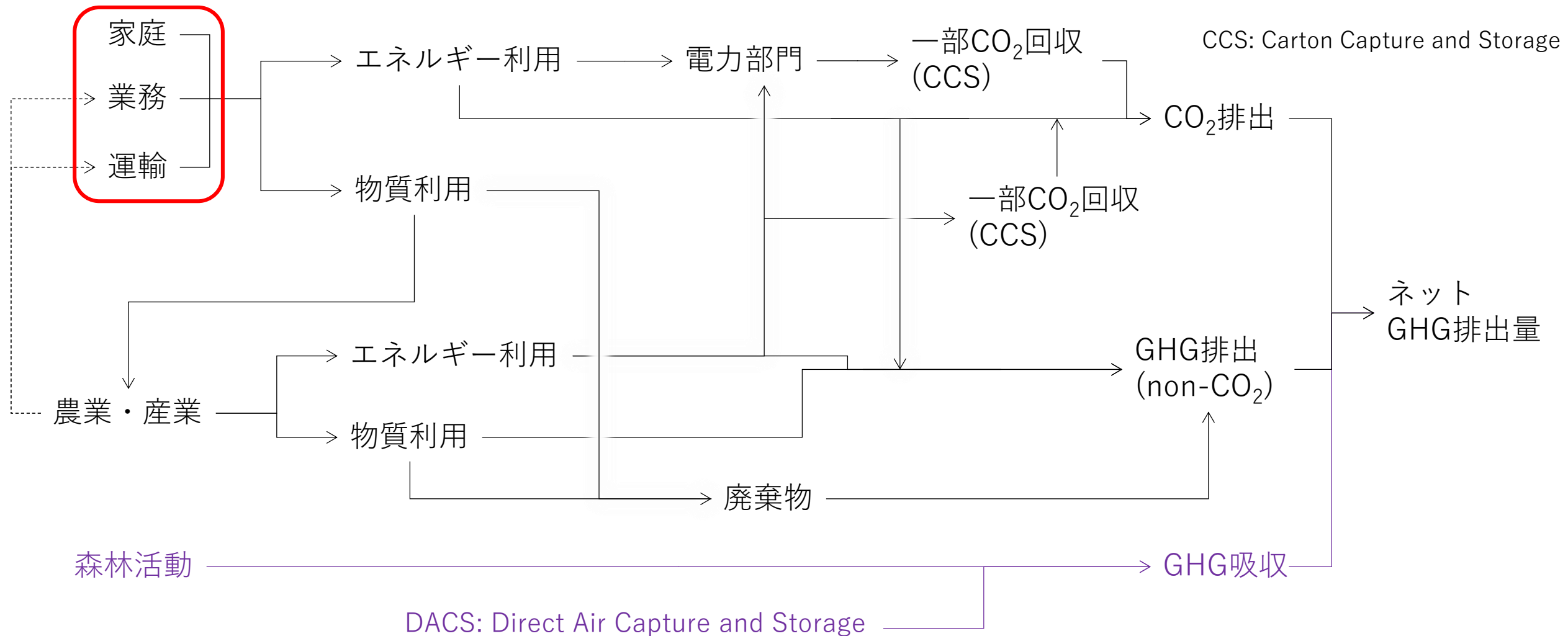
+電化+再エネを利用して
ネット・ゼロを達成

- GDPについては、2015年と同程度（＝一人当たりGDPは増加）

トランジションシナリオの暮らしの視点

都市・地域	暮らし	産業活動	農林水産業	適応
<ul style="list-style-type: none">•都市機能の集約化と電化+自動運転技術による公共交通の充実•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•建物に使用されるエネルギーの電化（暖房、給湯、調理含む）•防災・減災や気候変動適応に対応した街づくり（住宅や産業インフラ）など	<ul style="list-style-type: none">•テレワークを含む働き方の変化•隙間時間、待ち時間の有効活用•使い捨てるの習慣からリユース・リサイクルの習慣へ•大きなものを個人で運んでいない。必要なのは自宅まで配達されているし、自宅から発送している。•健康や防災に関する正確な情報を得て、具体的な行動を起こしている。•木材などの自然素材がより身近に	<ul style="list-style-type: none">•製造プロセスの電化（高温用のヒートポンプ、再エネ由来の水素利用など）•3Dプリンタによるモノの現地生産•大気中のCO₂を用いたプラスチックの製造•循環経済の発達（鉄やプラスチックまでも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）•地球温暖化係数の低い冷媒の使用など	<ul style="list-style-type: none">•生産プロセスの電化•センサー技術の発達により人が直接畑で作業する時間が大幅減少•使用する肥料の減少•食品・素材のトレーサビリティが向上し高品質（必ずしも高価格ではない）な製品の主流化•農地林地からのエネルギー供給など	<ul style="list-style-type: none">•緩和策にもなる適応策の検討（住む場所、住み方の再検討）•ハザードマップの情報が高度化し、気候変動リスクを織り込んだ都市と地域の形成•災害リスクのリアルタイム監視と情報提供など

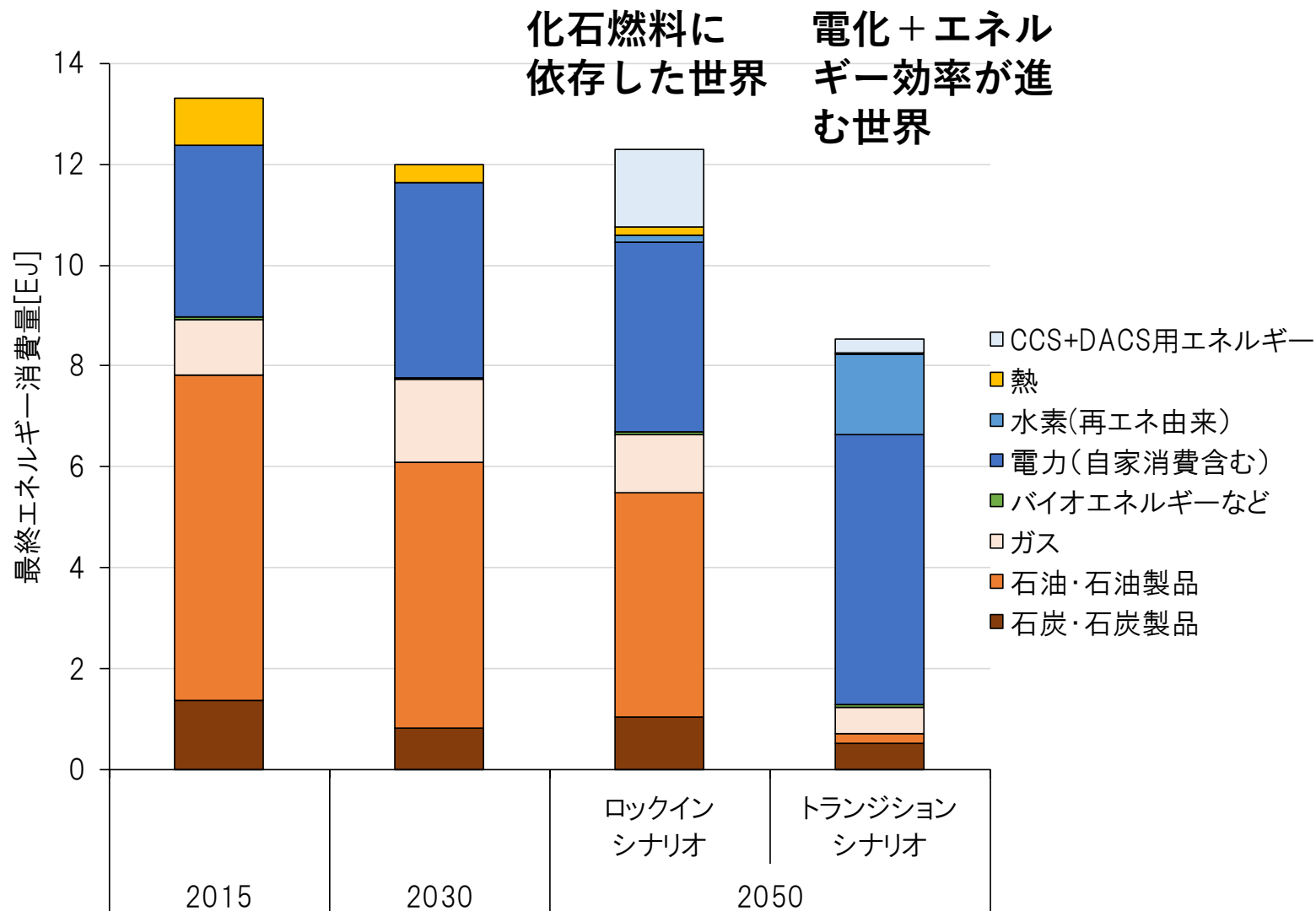
2つのシナリオのGHG排出量推計アプローチ



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。

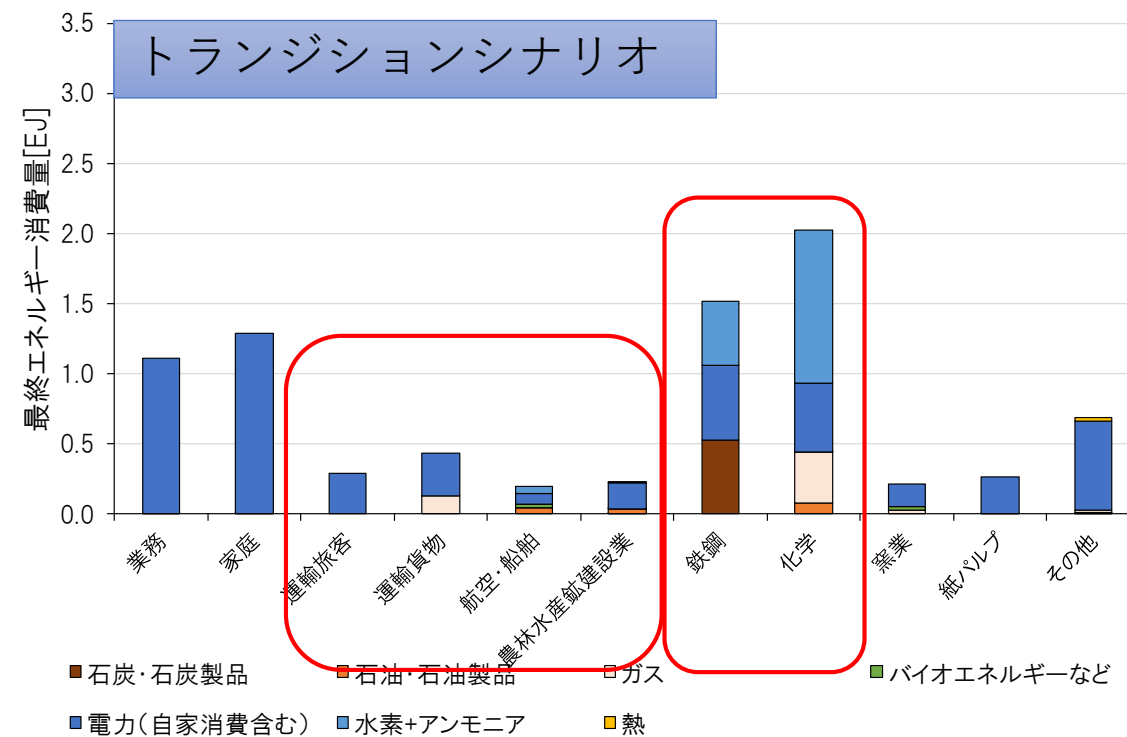
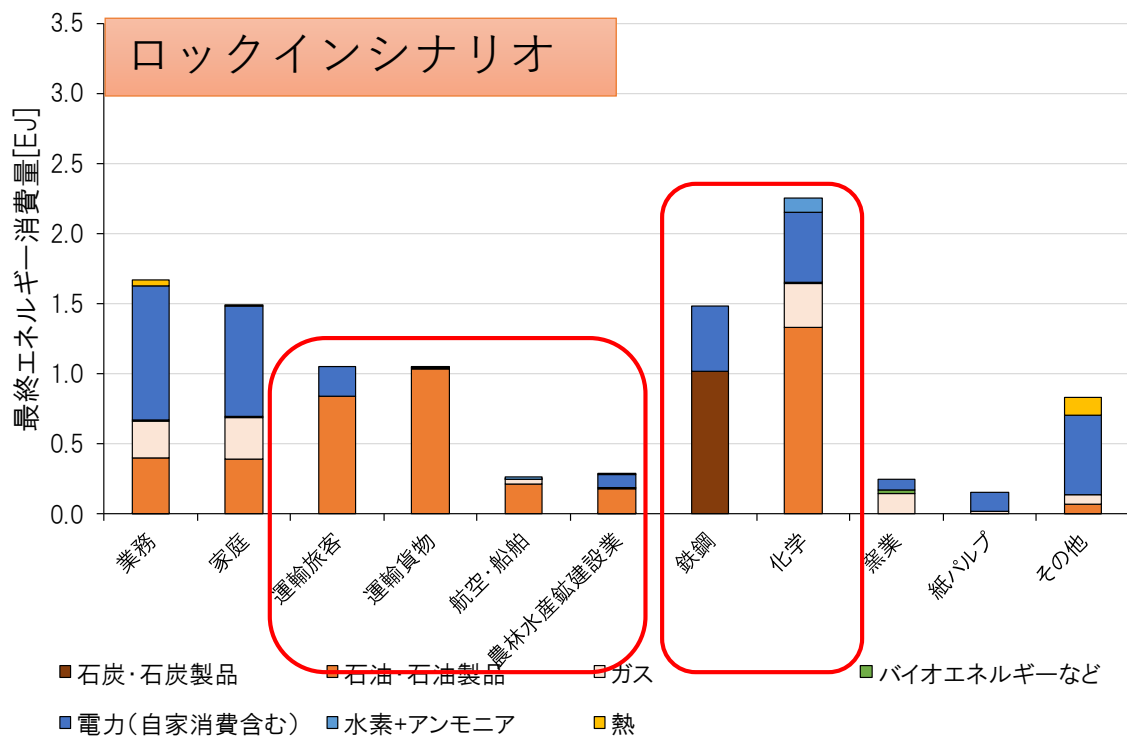
注2: GHG排出量のアカウントリングアプローチであり、最適化アプローチではない。

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。



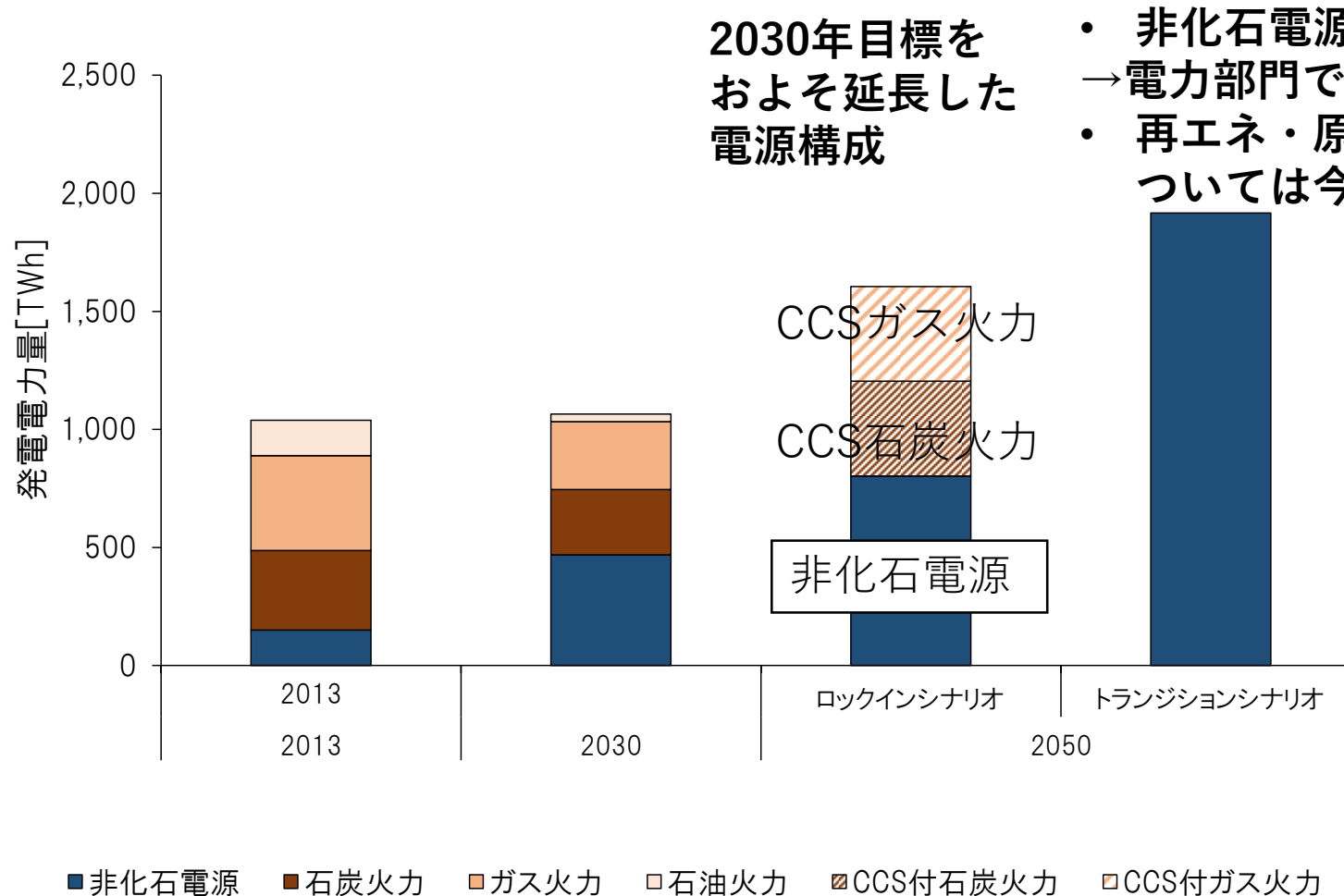
特に、運輸・重化学工業エネルギーの使い方に 大きな差異がある

部門別の最終エネルギー消費量



注: CCS+DACs用エネルギーは部門別に推計していない

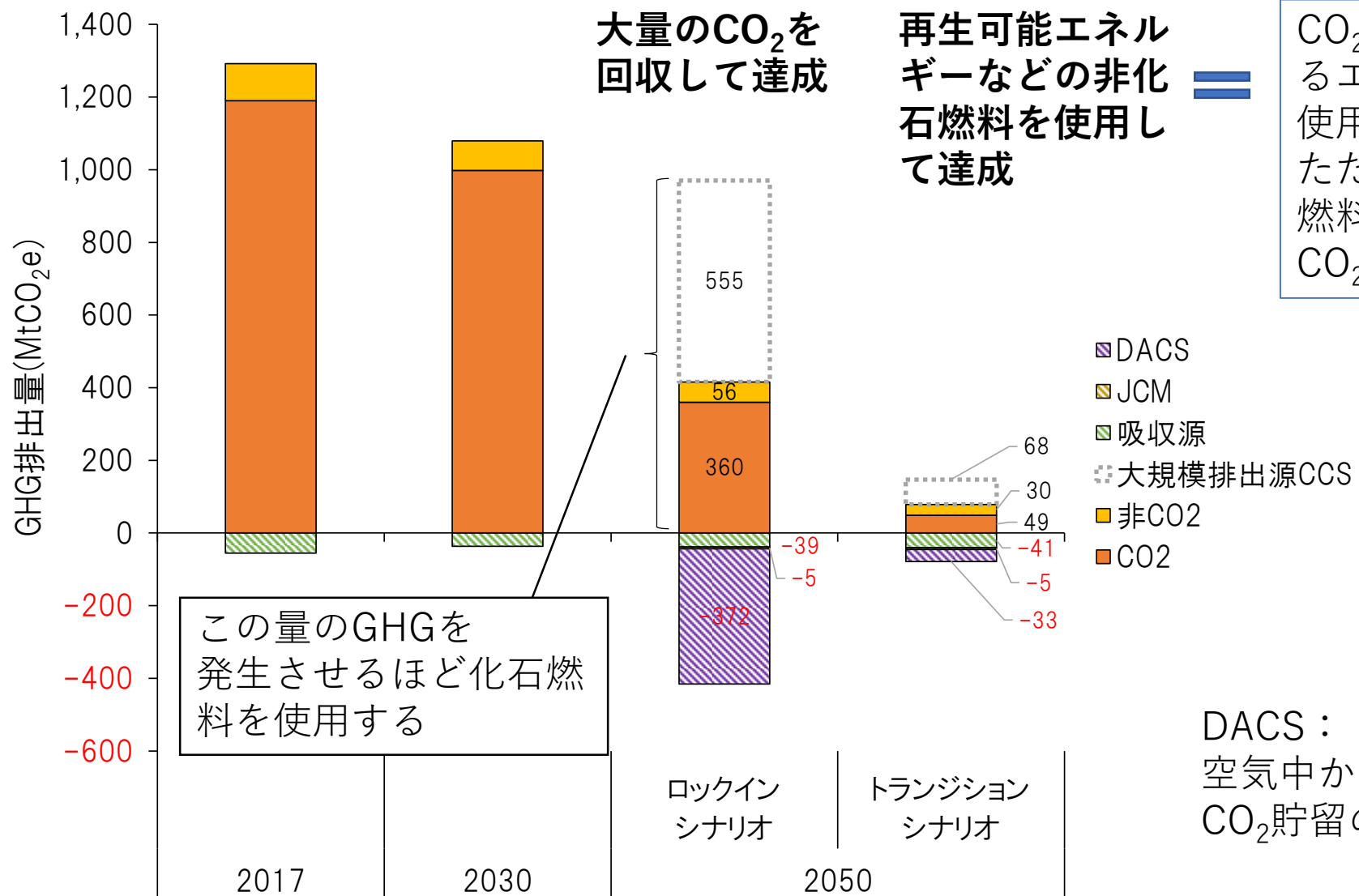
トランジションシナリオでは、発電電力量が増える 電力は非化石電源によって供給される



- 非化石電源100%
→ 電力部門でCCSは使わない
- 再エネ・原子力割合については今後検討。

注：
鉄鋼や石油化学部門では化石燃料は残る。
また、天然ガスはネットゼロ社会までのブリッジエネルギーとしての役割は大きい。

トランジションシナリオでは、化石燃料由来のCO₂排出大幅減



大量のCO₂を回収して達成

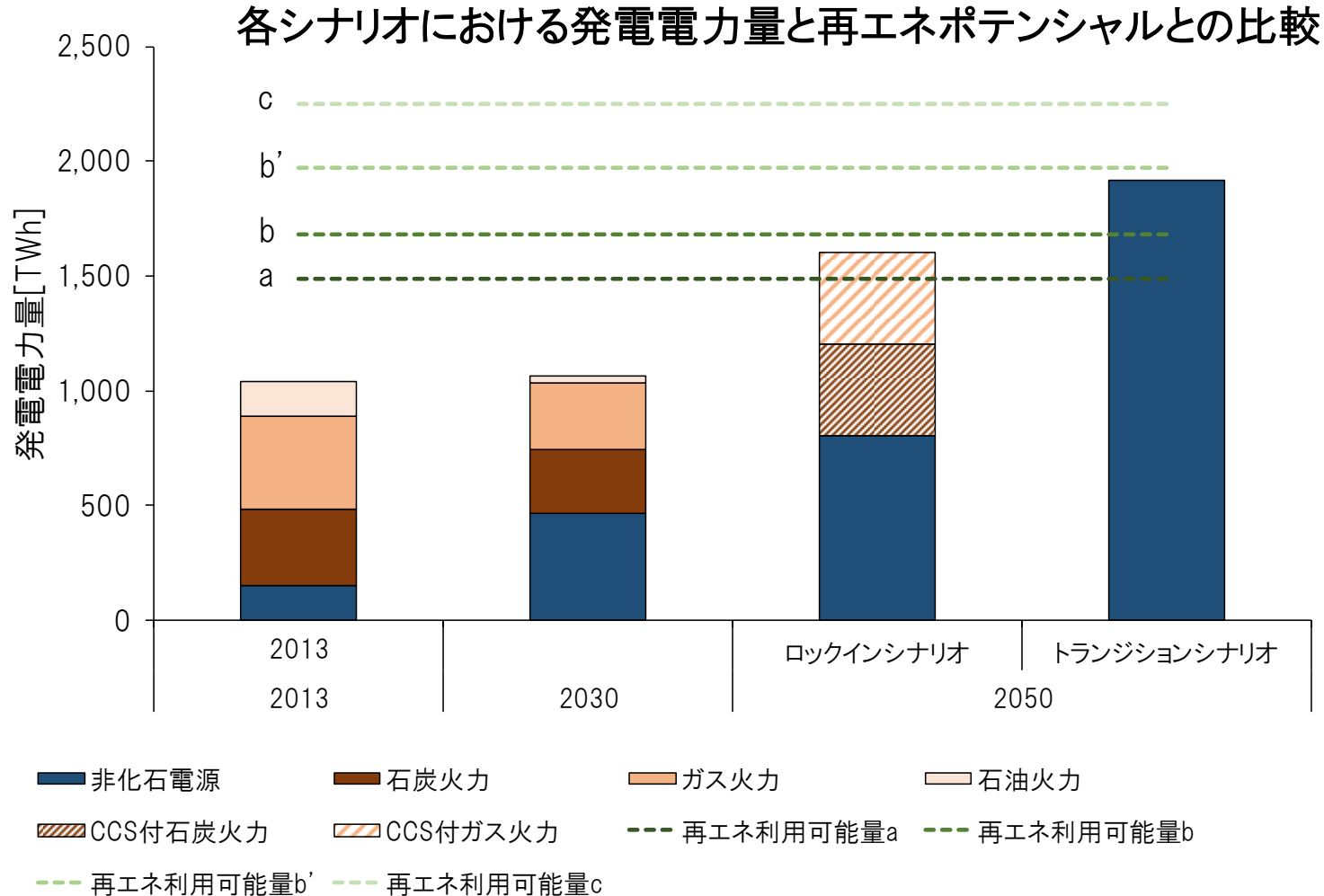
再生可能エネルギーなどの非化石燃料を使用して達成

CO₂の(多量の)排出につながるエネルギーはできる限り使用しない。
ただし、セメントなど化石燃料以外の物質に含まれるCO₂の排出は一部残る。

この量のGHGを発生させるほど化石燃料を使用する

DACS : 空気中からのCO₂の直接回収とCO₂貯留の組み合わせ

トランジションシナリオの論点①： 必要な再生可能エネルギーが国内のポテンシャルだけで足りうる



容易ではないが、可能とする様々な展望がある。

- 太陽光発電の発電効率40%以上
- 洋上風力
- 新たな設置場所
- (国際送電網)

etc

トランジションシナリオの論点②： 限りある国内のCO₂貯留地をより長く利用できる

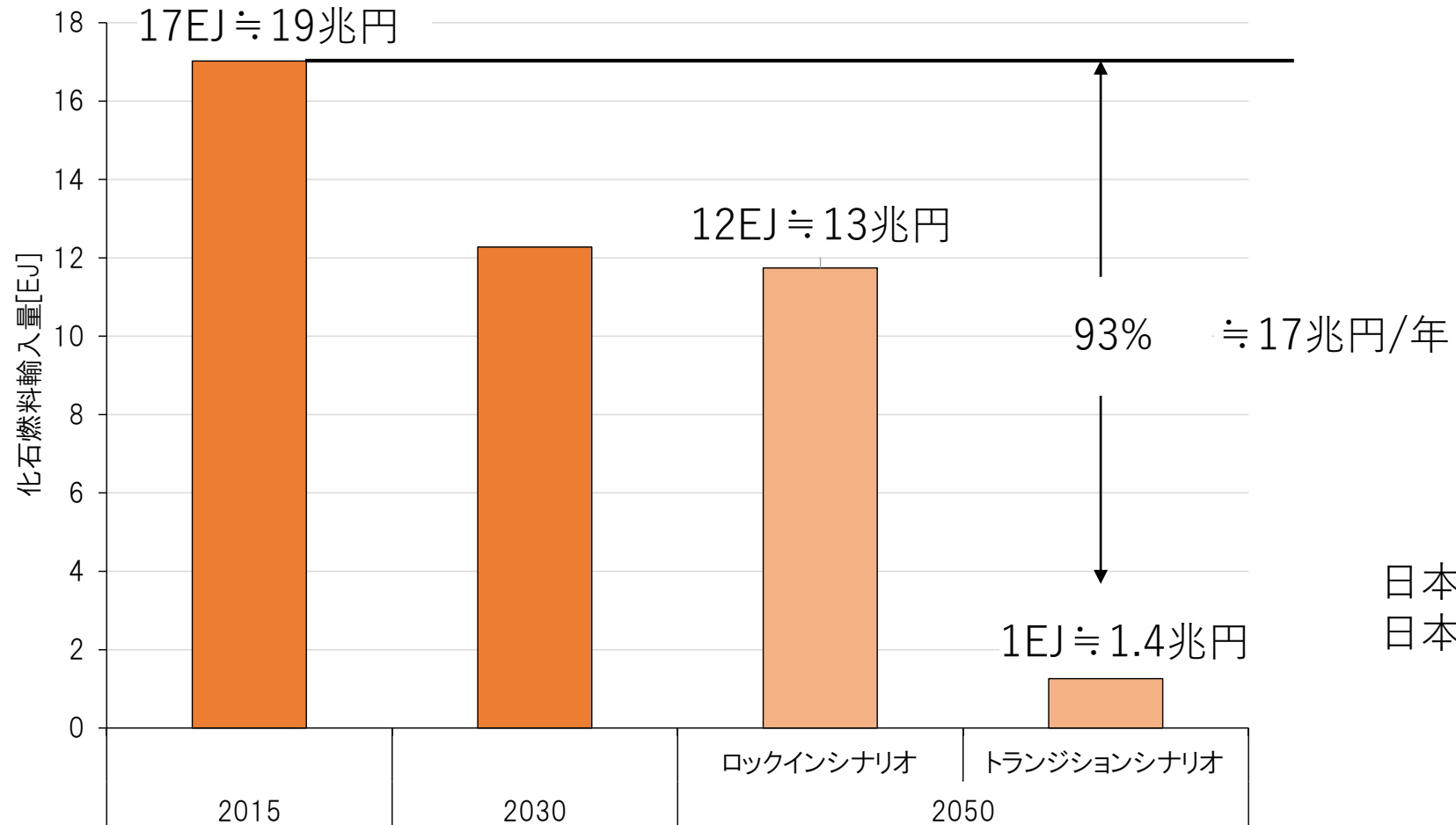
CO₂国内貯留地利用可能年数

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。

トランジションシナリオの論点③： 化石燃料輸入量を2015年比90%程度減らすことができる

各シナリオの化石燃料輸入量



日本の名目GDP：約550兆円
日本の国家予算：約100兆円

本レポートのメッセージ

1. 様々な**社会変革**を捉えた、トランジションシナリオが進むべき方向

- 再エネを中心としたエネルギー構造を達成
- 化石燃料依存から脱却し、国内に投資が回る
- 国内外の社会的課題も同時に解決する

2. ネット・ゼロに向けて、日本のすべての関係者が足並みを揃えて進めていくべき**国家的・全部局的な戦略**を策定・実行する必要がある

- 建物、大規模発電設備、産業部門の設備など、特に**使用年数が長いインフラ**については、現時点で長期的な方向性をもった更新が必要
- 大きな社会変革に向けて、**人々の意識**も徐々に変えていくようなことも必要 (e.g. デジタル化、新たな働き方、車を自ら運転しない移動への対応)
- 世界、**特にアジア地域**のネット・ゼロに向けた取り組みの協調

IGESの今後の関連活動①： 再生可能エネルギーの利用促進に向けた電力システム分析 および公正な移行に関する研究

実潮流に基づく送電線運用による北海道 地域の再生可能エネルギー導入量推計

- 北海道地域の電力システム分析
- 現在「空容量なし」とされる275kVの
基幹送電線も運用方法によっては、
風力・太陽光発電からの電力を送電
できることを示した。



Decarbonisation of the power sector to engender a ‘Just transition’ in Japan: Quantifying local employment impacts

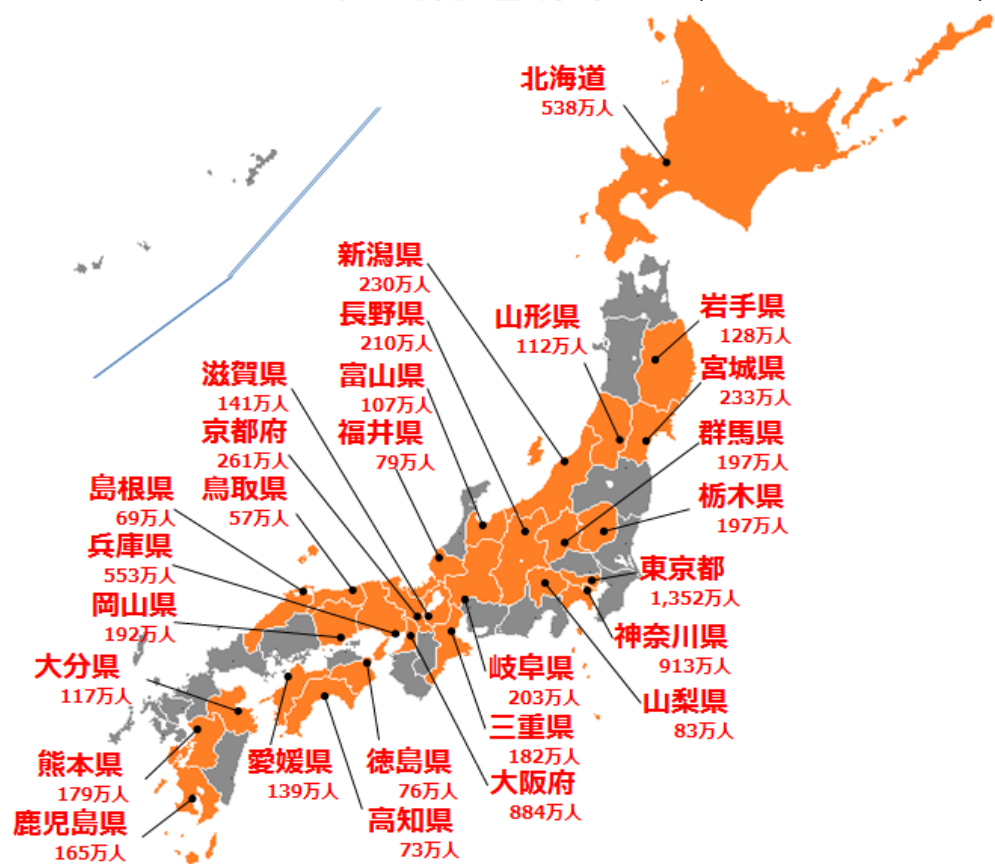
電力部門の脱炭素化を行うと、

- 地方地域の雇用にも正の影響
- 発電所に従事する技術者への影響は限定的かつ対策可能
- 再エネのメンテナンスに関する技術者の育成が急務



IGESの今後の関連活動②： 自治体によるネット・ゼロ宣言の支援

表明都道府県 (193の自治体)



今後のIGESの活動

1. 一部の自治体のネット・ゼロビジョン作成支援
2. 自治体のネット・ゼロに関する国際会議支援
など

IGESの今後の関連活動③：

アジア（中国、インド、ASEANなど）のネット・ゼロに関する分析

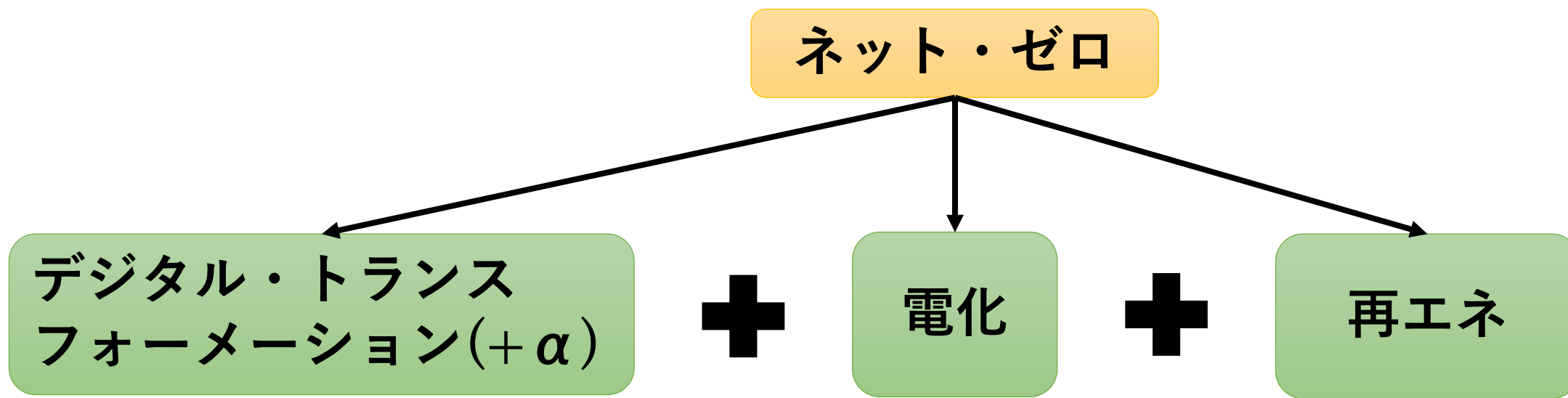
ネット・ゼロと国家発展戦略の親和性を分析

- ✓ *Eight regional strategies* (outer ring) to achieve a *goal* of “Net Zero World” while maximizing social welfare by meeting *eight development objectives* (inner ring)
- ✓ *Eight development objectives* to achieve net-zero world
 - Economy (e.g. poverty eradication, industrial transformation, employment)
 - Security (e.g. energy, resource, food)
 - Resilience (e.g. adaptation to climate change)
 - Finance (e.g. PRI, ESG, green finance)
 - Technology (e.g. digitalization, general-purpose technology, innovation)
 - Institutions (e.g. norms, values, rules, culture, behavioural principle)
 - Equity (i.e. Just transition***)
 - Environment (e.g. land use, air, water, soil, natural habitat)



參考資料

トランジションシナリオを捉える3つのキーワード



主に消費者（需要側）
→人々に近い・目に見える

主に生産者（供給）側
→人々から遠く見えづらい

トランジションシナリオの重化学工業における技術展望

消費者側の視点

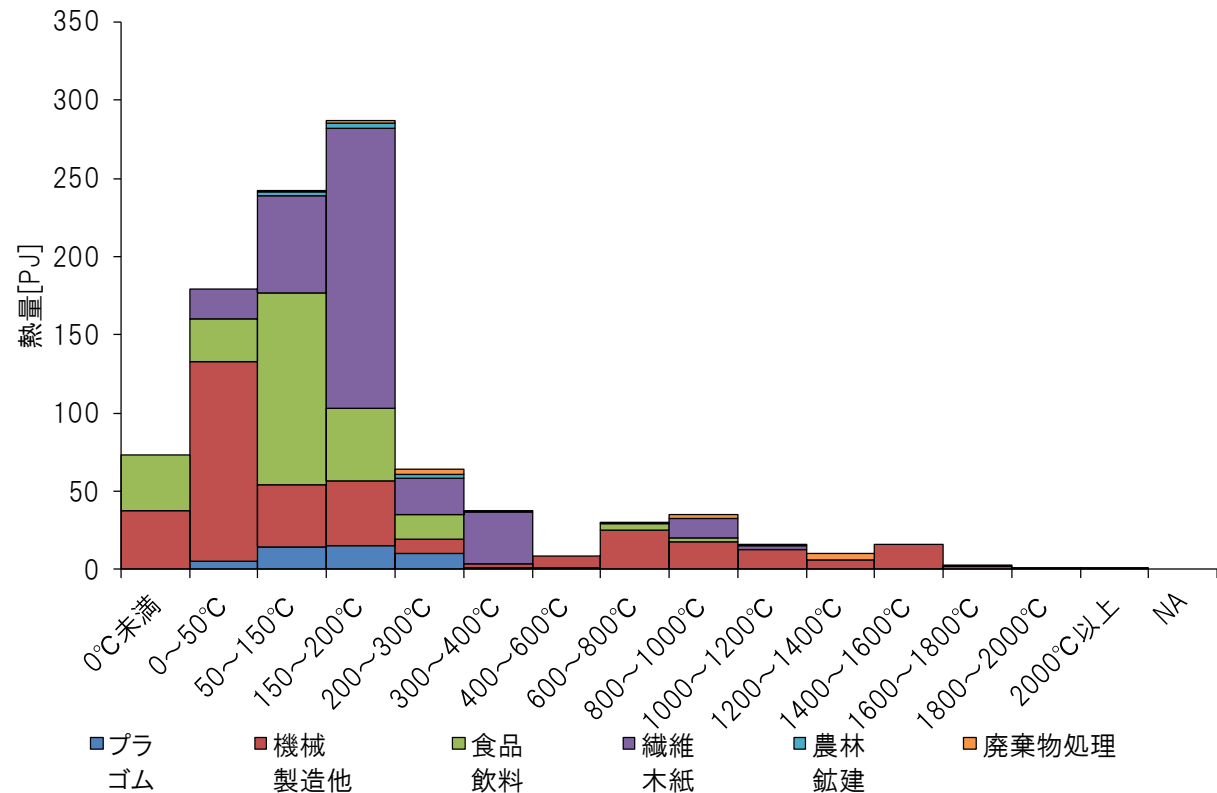
- トポロジー最適化 などにより資源生産性の向上
- 精度の高いマーケティングと柔軟な価格設定（Dynamic pricing）による売れ残りの減少
- 商品見本の3D/VR化が進み、需要者のリクエストにきめ細かく対応

生産者側の視点

- 鉄鋼、化学、セメントなどのエネルギー集約産業において電化、水素利用、CCU/CCS技術の利用、バイオマス利用など脱炭素型の製造技術の標準装備
- 鉄鋼業：水素還元法および電気分解法を中心に、鉄鉱石から銑鉄を生産。さらに循環型社会の発展及び再生可能エネルギー100%の電気を用いたアーク式電気炉による必要な品質が維持された鉄を再生する循環サイクル
- 化学産業：再エネ由来の水素とバイオマスまたはDAC技術による大気中などから回収されたCO₂から生成されるCOを用いた合成ガスによるオレフィン製造。合成ガスが大量に利用可能となるまでの間、ブリッジ技術（つなぎの技術）として、天然ガスの改質によるオレフィン精製。

トランジションシナリオのその他製造業の技術展望

- その他の製造業では、高温熱需要が限定されていることから、電化が進んでいる。熱需要については、抵抗加熱、誘導加熱、誘電加熱、赤外加熱、アーク・プラズマ加熱、レーザー加熱などのうち、いずれかの電気技術が応用されている



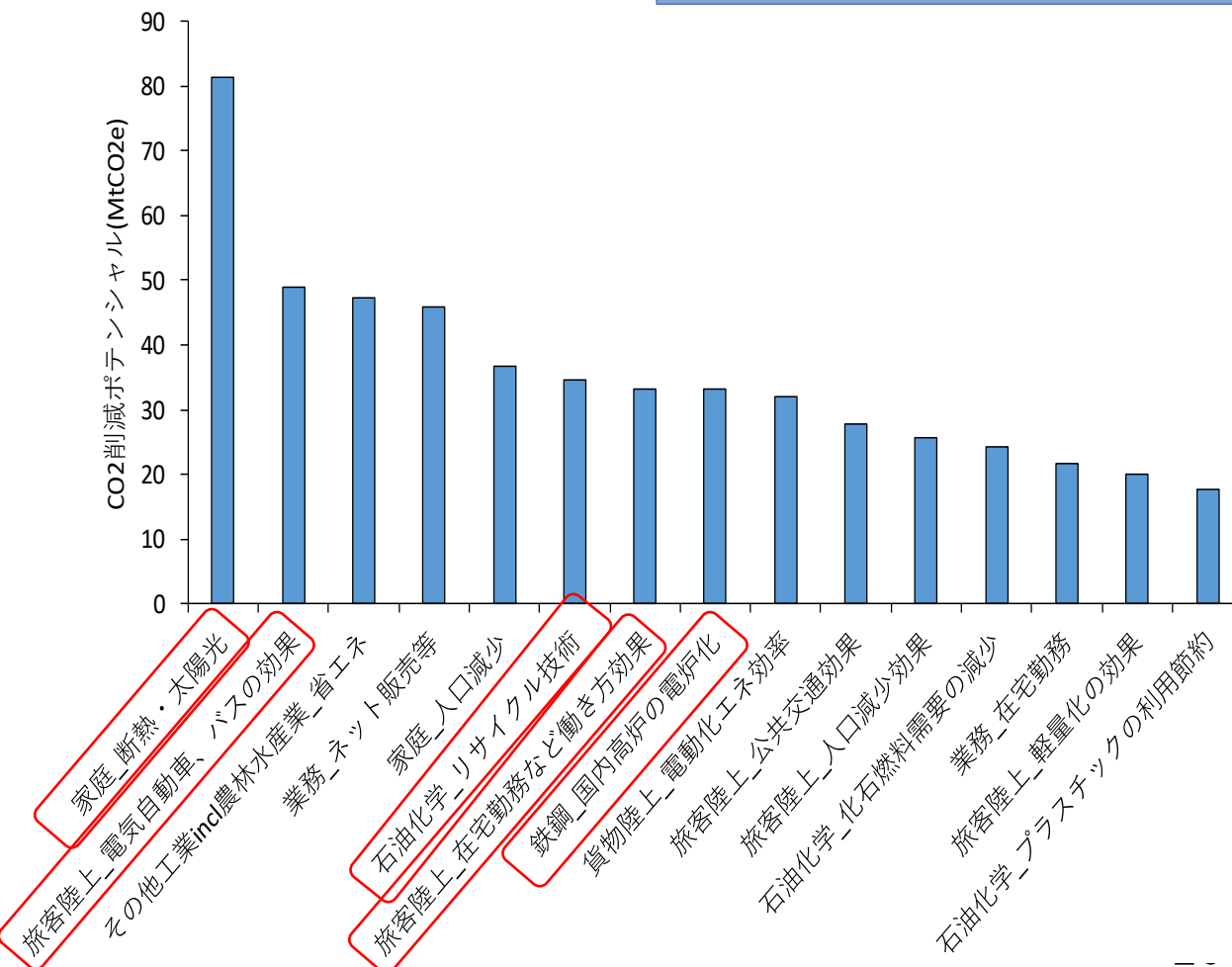
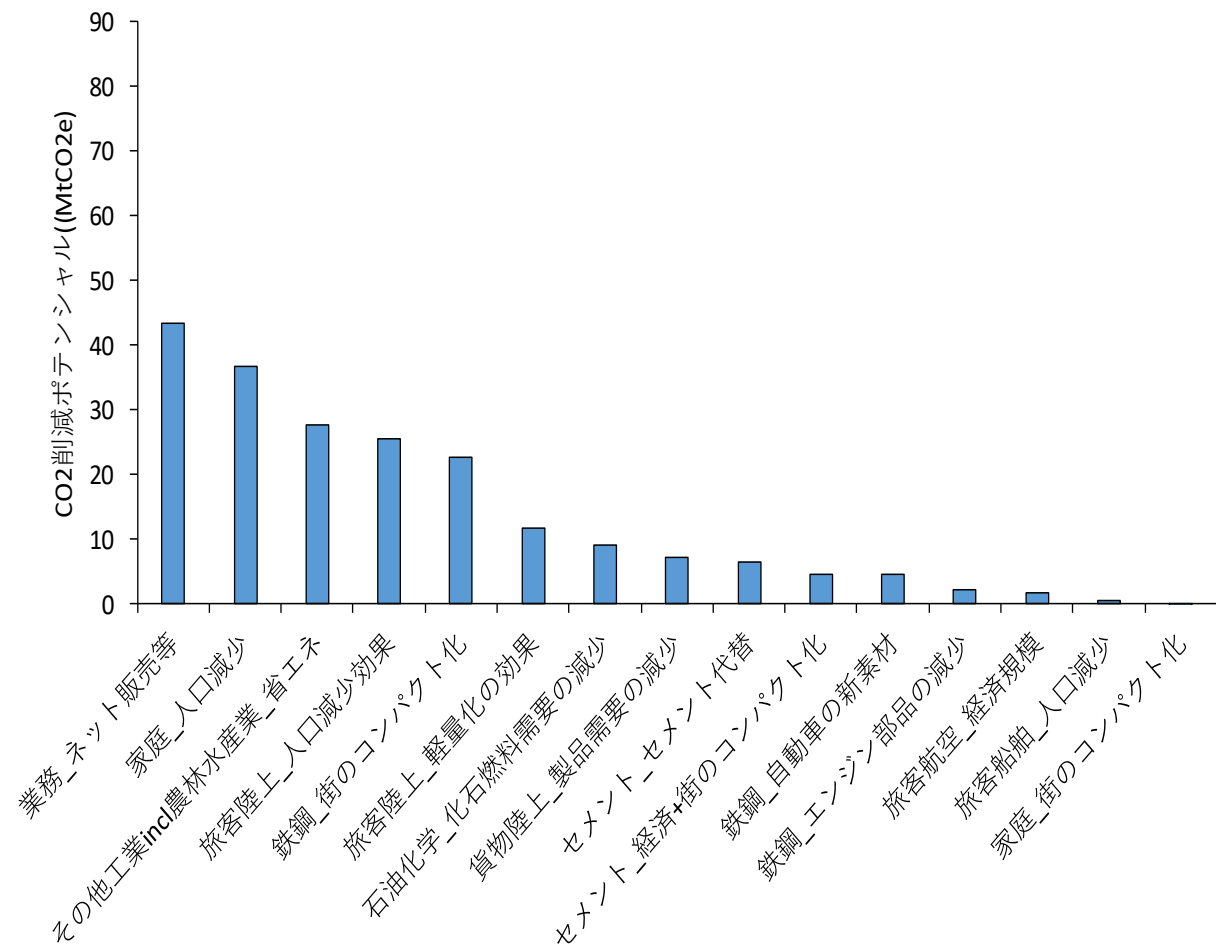
重化学工業を除く製造業における業種別・温度帯別熱需要

最終エネルギー消費量の変化は 社会の様々な変化に密接に関係している

ロックインシナリオ

シナリオ別の社会変化によるCO₂削減量

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