

H-UTokyo Lab.

日立東大ラボ 産学協創フォーラム

「第5回 Society 5.0を支えるエネルギーシステムの実現に向けて」

地政学的危機とトランジションのパスウェイ： 変動するランドスケープと地域からの視座

城山 英明

東京大学大学院法学政治学研究科 教授
未来ビジョン研究センター長

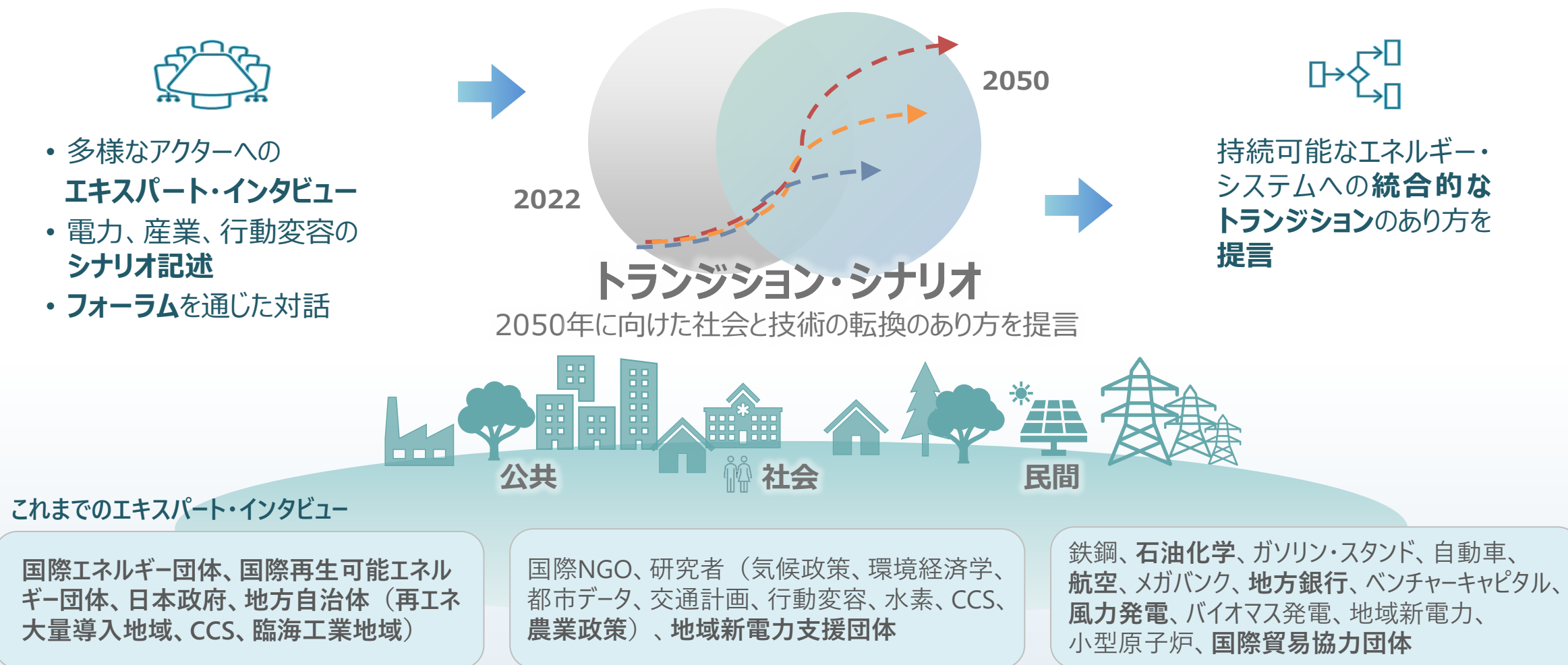
鈴木 朋子

日立製作所
研究開発グループ 技師長

2023年1月25日

1. 昨年度までのトランジション・シナリオの振り返り
2. 今年度のトランジション・シナリオのアップデートの方針
3. エネルギー地政学の国際的なランドスケープ
 - 3-1. 化石燃料価格の増大と世界の対応
 - 3-2. ヨーロッパで生じる脱炭素化の加速と新たな動き
 - 3-3. 日本とアジア太平洋のエネルギー貿易／協力の変容
 - 3-4. 石炭・ガス火力：過渡期の合意形成とグリーン雇用の創生
 - 3-5. 水素・アンモニア火力：社会的受容性とサプライチェーンの構築
 - 3-6. 原子力：政策転換と制約
4. 日本における地域と脱炭素化
 - 4-1. 地域新電力の可能性と足元の課題
 - 4-2. 再生エネ大規模導入地域における新たな変化（秋田）
 - 4-3. 産業クラスター／化学コンビナートの転換
 - 4-4. 太陽光：コスト競争力の高まりと事業の持続可能性
 - 4-5. 石油化学：サプライチェーン変革から循環型ビジネスモデルの転換へ
 - 4-6. 農業：食糧システムの転換と独自の課題
5. 今年度の活動から得られたインサイト

多様なアクターとの対話を通じて、トランジション・シナリオを構築、公正なシステム変化を促す



2020年11月～2022年12月に38回開催、太文字：2022年6月～12月実施

*CCS: Carbon dioxide Capture and Storage

1-2. 昨年度までのトランジション・シナリオの振り返り

日本のエネルギー、産業、市民のあり方にかかわる多元的なシナリオを記述 ドメインごとに将来のトランジションへのインサイトと戦略的示唆を得る

- 日本におけるカーボンニュートラル達成へのトランジションのあり方を、12のドメインと2つの時期区分に基づき明示
 - エネルギー、産業、市民のあり方について、2つの可能な将来像との関係で質的に記述
 - 主要なアクターや重要な分岐点を明らかにしつつ、インサイトと戦略的示唆を導出
- ※RITE（地球環境産業技術研究機構）報告書（2021）に基づき、2050年の日本の発電源構成に関する2つのケース（「多様なエネルギー」、および「再エネ100%」）を前提に、シナリオを記述。



12のドメイン

カテゴリ	ドメイン
電力	石炭火力
	ガス火力
	太陽光
	風力
	水力・地熱
	バイオマス
	原子力
	水素・アンモニア
産業	鉄鋼
	運輸
	石油化学
	行動変容
	統合

トランジションの2つの段階とケース

段階	2020-30年 第1段階	2030-50年 第2段階
特徴	電力、産業、行動変容のそれぞれの側面でトランジションの準備的な状況が形成	トランジションの加速的な進展により、さらにシナリオ間の状況の差異が広がる
分岐	「多様なエネルギー」ケース： 脱炭素化への国際的な動きの中でアンモニア混焼、CO₂回収の技術開発・政府間交渉が進む。 「再エネ100%」ケース： 再エネ分野への新たなアクターの参画が急速に拡大。 気候や環境にかかわる一般市民の関心の高まりが、 国政における政策転換に結びつく。	「多様なエネルギー」ケース： CCSつき化石燃料火力が維持。炭素やアンモニアの国際的な流通基盤が形成。 「再エネ100%」ケース： 都市生活のあり方そのものの変化のもとで、気候や環境に関わるグリーン雇用の創出へと大きな転換。

多様なアクターに着目したトランジション・シナリオの記述によって、
日本における短期・中長期の戦略のためのカギとなる論点が明確化

トランジション・シナリオ記述から見えてきた論点

1. エネルギー資源、イノベーション、送電網などにかかわる重層的な国際連携

日本におけるカーボンニュートリティ実現のために、水素やアンモニアにかかわる新たな資源の調達、再生可能エネルギーの専門人材の確保、国際送電網など、国際的な連携の基盤を重層的に構築することが重要。

2. 将来の脱炭素化のための過渡期的対策に関わる合意形成

CO₂の回収や貯留の実現については、国内のパブリックアクセプタンスはもちろん、貯留先の国や地域との合意が必要。

3. 公正なトランジションとグリーンな雇用の創出の設計

石炭火力、内燃機関車のサプライチェーン、地域のガソリンスタンドなど、グリーンな雇用の創出を通じた地域の繁栄のシナリオを描く。

4. 製造業における脱炭素化イノベーションへの投資

鉄鋼を含む産業分野では、幅広い選択肢を視野にもとづき、脱炭素型製造法にかかわるイノベーションへの長期的な投資が必要。

5. 都市、仕事、日常生活のあり方に関わる人々の価値枠組みの変化

エネルギー・システムの変化はその「コンテキスト」である社会の変化、とりわけ人々の価値枠組みや日常生活のスタイルのトランジションとともに生じていく。とりわけ、都市における移動、消費、エネルギーに関する選択は市民の強い関心の対象となる可能性がある。

6. 環境・エネルギーにかかわる新たな意思決定のあり方

環境とエネルギーの政策の統合と広い文脈への位置づけ：地方自治体、市民、NGO、金融機関など、新たなアクターの意思決定への参与。

2. 今年度の活動方針

2021年度までの活動

2020年度	Multi-level Perspective、トランジション・シナリオの理論、および関連先行研究の検討に基づく方法論の構築と、エキスパート・インタビューによる課題やアクターのマッピング
2021年度	エキスパート・インタビューのさらなる実施と、アクター分析にもとづく、ドメイン・シナリオ記述を基礎としたトランジションシナリオの策定、インサイトの導出



2022年度の活動

1	エネルギーと気候変動の地政学	エネルギーと気候変動に関して、2050年の日本のカーボンニュートラル実現にとって考慮すべき地政学的条件について理解し、シナリオ改訂への示唆を明確化
2	日本のさまざまな地域に着目したトランジションの検討	再エネ大量導入や産業転換の重要エリアなど、強い関連性を持つ日本の地域に着目し、そのケース・スタディを通じて、シナリオ改訂への方針を得る
3	定量的な研究とのより一層のリンク	定性的シナリオの定量的裏付け、WG1-2との連携
4	新たな分野の検討	エキスパート・インタビューのさらなる実施と、新たなドメインのシナリオの検討 農業、化学産業における循環、持続可能な航空燃料（SAF*）など



新たな知見に基づきトランジション・シナリオのアップデート

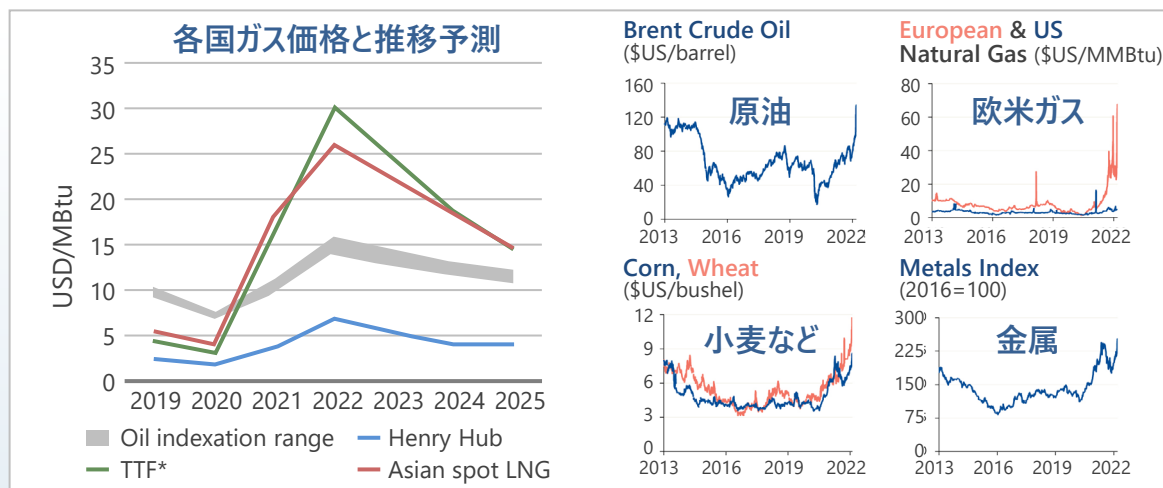
気候変動対策の中、ウクライナ侵攻によりエネルギーと物価が大きく変化 ヨーロッパは脱ロシア依存のためのLNG確保へ、アメリカはインフレ抑制法で脱炭素化を加速

気候変動対策

2021年まで各国が気候変動対策を推進してきたが、1.5度上昇に抑える施策は不十分であった

ウクライナ侵攻による燃料価格の高騰

2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻以後、両国が輸出していたエネルギー（原油、ガス、石炭）および食料（小麦、肥料など）の価格が高騰



*TTF: Title Transfer Facility



ヨーロッパ諸国：エネルギーのロシア依存脱却を急速に推進

- ・ 欧州首脳会合「ヴェルサイユ宣言」（3月）
- ・ 加盟国の化石燃料への依存度の低減加速
- ・ 供給源と供給ルートの多角化
- ・ 水素市場の更なる開発など



<https://presidence-francaise.consilium.europa.eu/en/news/the-versailles-declaration-10-and-11-march-2022/>

→ドイツではLNG投資拡大、フランスでは石炭火力の運転制限の緩和などの措置



アメリカ：「インフレ抑制法」（IRA*）を成立（8月）

- ・ 過去最大の気候変動対策パッケージ
 - ・ 最低法人税率などの改革で、7370億ドル税収増。うち3690億ドル（およそ52.5兆円）を「エネルギー安全保障と気候変動対策」に
 - ・ 2030年までに炭素排出40%削減（パリ協定目標には未達）
 - ・ カーボンプライシングのような「規制」ではなく、税控除「インセンティブ」
- 法人税がイノベーションを抑制するという意見や、アメリカの生産者を優先し、世界貿易機関の規範に反するとの批判も

*IRA: Inflation Reduction Act

ロシア依存度高いヨーロッパは、化石燃料への逆戻りリスクの中、
トランジションの前倒しをめざす。EU独自のガバナンスが意思決定に影響



EU：「REPowerEU」ヨーロッパ委員会（2022年5月）「Fit for 55」の目標を前倒し、追加政策、追加投資
2030年までのロシア化石燃料からの脱却をめざし、ヨーロッパ委員会がエネルギー法案発表

重要施策 (1) 省エネ、(2) クリーンエネルギーの加速、
(3) エネルギーの多元化、(4) 投資と改革

短期的対策

- ・ ガス、LNG、水素の「共同購入」、ガス備蓄は能力比80%
- ・ 信頼できる供給元との新たなエネルギー・パートナーシップ
- ・ 太陽光、風力、水素エネルギープロジェクトの早期操業開始
- ・ バイオメタンの生産加速
- ・ 市民や企業への省エネ推奨のコミュニケーション

中期的対策（2027年まで）

- ・ 国別に3000億ユーロ相当の投資・改革
- ・ 産業の脱炭素化の前倒し（30億ユーロの基金）
- ・ 再エネプロジェクトの認可加速
- ・ ガス・電気統合ネットワーク・インフラへの投資
- ・ 2030年EUの省エネ目標：9%から13%へ引き上げ
再エネ率：40%から45%へ引き上げ
- ・ クリティカル資源へのアクセス確保
- ・ 産業用エネルギー確保のため水電解装置、水素の規制枠組みの整備



EU独自のガバナンス：

EUでは欧州委員会（European Commission）が法案を提出。これが欧州議会・欧州連合理事会に諮られる。各国政府は直接選挙に左右されるが、EUは短期的な経済的便益ではなく、EUが重視する諸価値（理念）に基づくガバナンスを可能にしているという見方も。

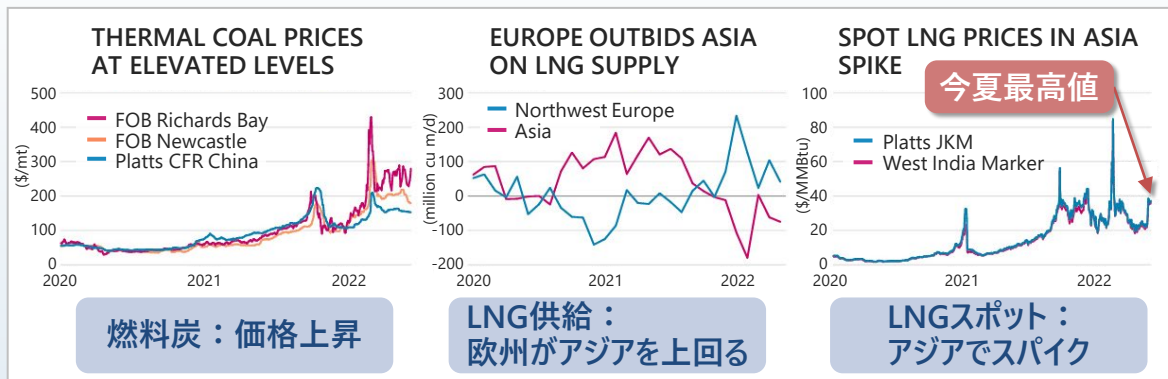
気候変動とコロナで傷つくアジア諸国に、エネルギー・物価高騰は政治経済危機をもたらす 新たな重みをもつ資源国オーストラリアなどとともに、アジア地域での新たな連携が必要

中国・インド：ロシアのエネルギーを安価に輸入

- 中国：エネルギー安全保障の観点から、アメリカ海軍や中東政治に影響を受けない調達ルートを確認
- インド：インフレ・経済混乱抑制のため、安値のロシア産原油を輸入ガス価格の上昇に伴い、インドでは石炭の需要が上昇

その他のアジア諸国：気候・コロナ影響のもと、物価高が打撃に

- 歴史的豪雨や熱波の中、エネルギーと食料の同時高騰が貧しい地域に影響 Ex. パキスタン
- コロナからのダメージにより十分な対策ができない国では政治経済の危機が生じている Ex. スリランカ、バングラディッシュ



オーストラリア：ロシアのオルタナティブ？

- ヨーロッパのロシア脱却が進む中、アジアではオーストラリアが資源国としての存在感を増す可能性
- 日本は、天然ガス39.2%、石炭59.2%をオーストラリアに依存
- 政治に安定しており、日本、アメリカ、インドとはQUADを形成

国内気候政治の転換と、新たな成長への展望

- 2022年5月に労働党政権が誕生、政策転換
- 現在のガス輸出の利益を享受しつつ、需要拡大が見込まれる水素・アンモニア、レアメタル（リチウム、ニッケル、レアアースなど）などへ転換をめざす



<https://time.com/6177436/australia-election-climate-change/>

日本とアジア太平洋の新たなパートナーシップ

- 地政学的な再編の下で、水素・アンモニア、レアメタル、炭素貯留などの新たな国際的供給網の構築が必要
- 気候変動とエネルギー安全保障に関する戦略的・互恵的な国際連携を通じ、逆行リスクを乗り越える



エネルギー危機のもと、非効率石炭火力のフェーズアウトと化石燃料火力比率の引き下げを推進 国際連携による炭素貯留や利用のサプライチェーン構築と地域のグリーン雇用創生



世界

- 欧州：REPowerEUで、脱ロシア化を2030年までに完結し、再エネ・省エネの前倒しを表明
- EU・英・米・中などでCCUSへ向けた実証や投資を推進



日本

- 第6次エネルギー基本計画で、火力比率はできる限り引き下げ
- 産業構造と社会経済を変化するためのグリーン成長戦略表明
- 「アジアCCUSネットワーク」（米豪含む）構築へ向けた国際連携開始

多様なエネルギー

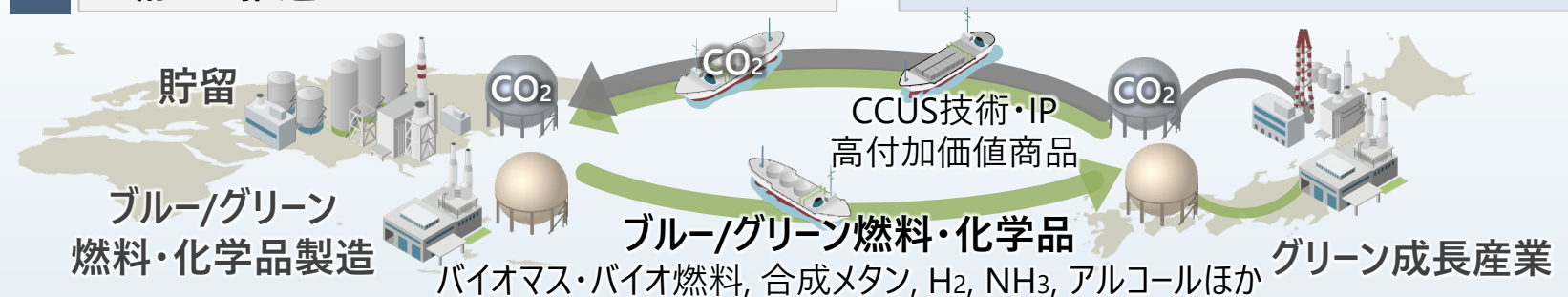
再エネ100%

シナリオ記述

- **2020-2030年**：ウクライナ侵攻で一時的な石炭回帰は起きたが、**非効率石炭火力のフェーズアウトとクリーン燃料転換を着実に推進**、CCUS技術開発と国際連携推進
- **2030-2050年**：CCUSネットワーク構築をAPAC連携により実現
- **2020-2030年**：化石燃料への投資停止、石炭・ガス火力のフェーズアウト加速
- **2030-2050年**：化石燃料発電事業者は事業撤退、バイオマス発電などへ転換。政府は地域経済振興策として**グリーン雇用創生を推進**

重要な分岐点と論点

- 非効率火力のフェーズアウト、持続可能な燃料への転換（バイオマスなど）、CO₂回収付き火力などの施策の着実な推進が必要。
- 上記フェーズアウトに伴い、グリーン成長戦略に即したグリーン雇用の創生が重要。
- CCUSの普及には、国内実証を含めた技術開発、パブリックアクセプタンス獲得、そして、APAC連携によるグローバルサプライチェーン構築が必要。



日本独自の水素・アンモニア混焼（化石燃料火力の一部継続）は社会的に容認されるか また、実現にはきわめて膨大なサプライチェーンの確保が必要

水素・アンモニアの混焼による化石燃料火力の継続の是非

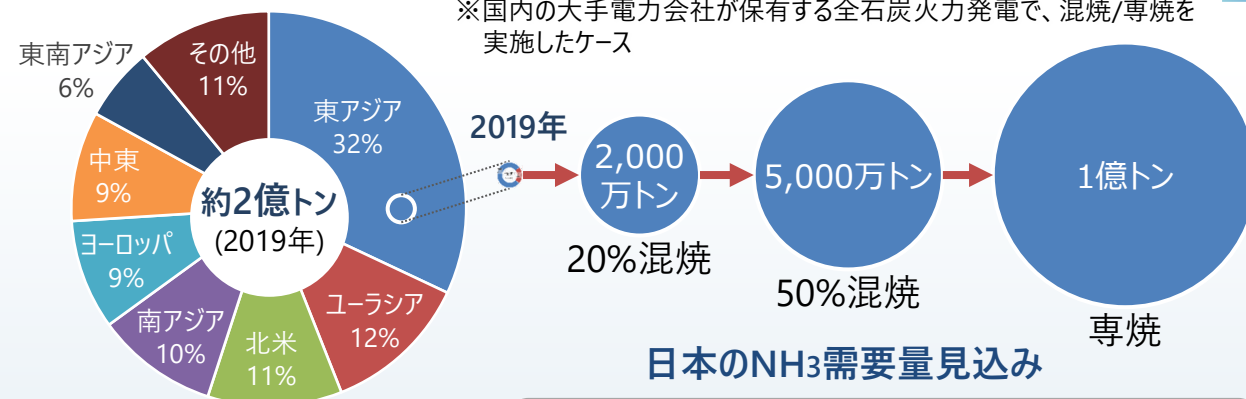
- 世界の水素利用は非電力部門で推進
- 国際的な石炭火力廃止への取り組みが進む中、日本は独自に水素・NH₃混焼・専焼による化石火力維持を推進



<https://mainichi.jp/articles/20171110/k00/00m/040/117000c>

混焼は現在の20-50倍、専焼は100倍のアンモニアが必要(※)

※国内の大手電力会社が保有する全石炭火力発電で、混焼/専焼を実施したケース



日本のNH₃消費量は約108万トン(2019年)。約8割を国内生産、約2割をインドネシアとマレーシアから輸入

シナリオ記述

2020-30年

- 日本は政府主導で国際的なサプライチェーンの整備を進める
- 水素・NH₃の海外大量生産が始まる (NH₃生産工場の移転が進む)
- 化石燃料火力を当面の電源として許容する国が増え、水素やNH₃の混焼・専焼への期待が高まる

多様なエネルギー

2030-50年

- 火力発電は延命し、混焼・専焼への転換が徐々に進む
- アジアの需要も生まれ、国際的なサプライチェーンが構築

再エネ100%

2030-50年

- 火力の閉鎖相次ぐ
- 混焼・専焼への転換とらず、国際的なサプライチェーンの構築が頓挫

重要な分岐点と論点

- 水素・NH₃の大量生産体制と国際的なサプライチェーンのインフラ整備
- 国際世論における過渡的な化石燃料利用の是非 (混焼を許すか)

政府は原子力政策を転換。2020-30年、「次世代革新炉」の建設準備、既存原発の再稼働や運転期間の延長が行われるが、2030-50年には低価格化・安定化する再エネと競合



世界

- IEA：ネットゼロ目標の達成のために、2030年まで毎年10GWの原子力発電能力の増加が必要と説明
- 2020年代後半には毎年1000億ドルの投資が必要と試算

多様なエネルギー



日本

- 気候変動対策や電力ひっ迫を背景として、2022年には政府のGX会議が原子力政策の転換を推進。
- 「再稼働への関係者の総力結集」「運転期間延長」「次世代革新炉の開発建設の推進」「再処理・廃炉・最終処分プロセス加速」

再エネ100%

シナリオ記述 2030-50年

- 発電所の跡地で「次世代革新炉」の建替え建設・準備が行われるが、「小型炉」は2050年時点では商業運用には至らず
- 20世紀に建設された発電所はすでに老朽化し、運転期間をさらに延長
- 2030年に20%程度となったシェアは、低価格化・安定化する再エネとの競争の中で漸次的に縮小し、2050年には10%程度に（RITEの参考値にもとづく）

- 大規模地震災害や安全保障に関する国民的な懸念が強まる
- 日本でも新型炉の建設の長期化や、投資回収の問題が世論の関心となり、徐々に発電量がゼロに

重要な分岐点と論点

- 中長期的に低価格化・安定化する再生可能エネルギーとの関係において、いかに原子力人材、技術開発、施設建設に合理的な投資を行うか
- さまざまな利点やリスクに関する国民全体の理解、および建設用地や放射性廃棄物の処理に関する地域住民との合意形成
- エネルギーにかかわる経済的議論と、環境や、住民意識を含む幅広い社会的現実の間に隔たり



<https://nettv.gov-online.go.jp/prg/prg24873.html>

4-1. 地域新電力の可能性と足元の課題

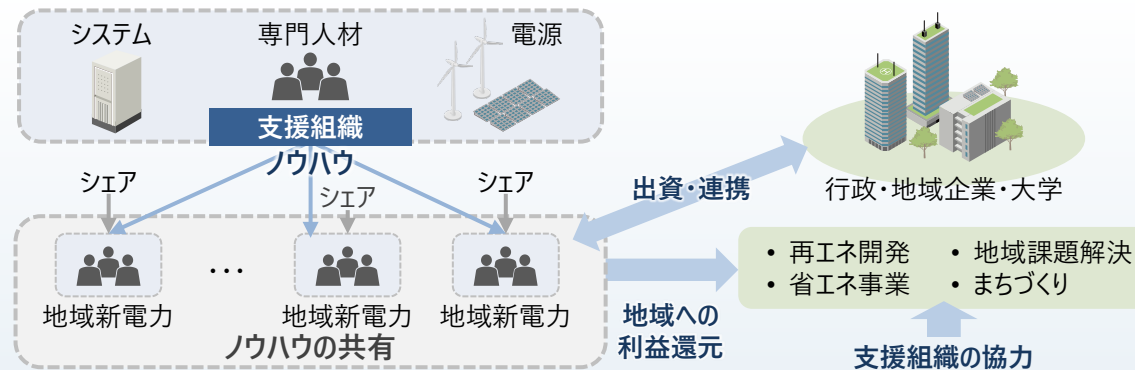
地域新電力は、エネルギーを軸に地域創生に取り組みつつ、脱炭素や循環経済の構築を推進
しかし、燃料価格高騰により多くの企業が苦しんでいる

地域新電力とは

地域の再生可能エネルギーなどを用いて、電力の地産地消をめざす小売電気事業者。自治体と民間企業が共同出資しているケースが多い。全体の発電量は増加傾向（2020年現在）。

地域へのサービス拡大とローカル・シンクタンクとしての役割

少子高齢化、産業衰退、脱炭素への要請のもと、地域の再生可能エネルギーの導入を促進し、営業利益によって地域サービスの拡大。地域のシンクタンクとしての役割を担う企業も。



再生可能エネルギーを起点に地域への価値の創出に挑戦

地域新電力会社	特徴
ローカルエナジー	鳥取県米子市。エネルギーの地産地消による新たな経済基盤の創出を目的として設立。
三河の山里コミュニティパワー	愛知県豊田市。事業利益を地域交通などに還元。
たんたんエナジー	京都府福知山市。域外に流出していたエネルギー費用の域内循環。環境、文化、スポーツに還元。
ひおき地域エネルギー	鹿児島県日置市。地域のガス会社が母体。特定送配電事業として圏外企業と連携。

課題 1

地域に雇用やノウハウを生まない形で、大都市に本部を置く新電力への事業委託が継続→地域企業参加がカギ。

課題 2

近年の燃料価格高騰により、新電力の倒産や撤退が急増。「地域」新電力は地元との信頼関係の維持と経営の両立が課題。

※原子力再稼働による電源価格抑制は新電力安定に寄与との見方も

独自の自然環境と社会課題を抱える東北では、自治体、地域再エネ業者、地銀、そして漁業者の連携を模索しながら、風力発電を中核に新たな産業創出に挑戦

東北・秋田の地域課題と風力発電

- ・ 高齢化、若者の県外流出、付加価値の低い産業構造など
- ・ 秋田県は風力発電適地で、296基の発電機が稼働。発電量は全国1位
- ・ 国内初の大規模の洋上風力発電プロジェクトに多様なアクターが取り組む



<https://www.city.akita.lg.jp/kurashi/recycle/1006073/1006102.html>

自治体：多様なアクターと連携し風力事業の推進



- ・ 市、町、国、漁業関係者と、研究会・協議会を設立
- ・ 県内産業創出：部品、メンテナンス産業。ライセンス取得支援
- ・ 大学・技術学校等と連携してグリーン人材育成
- ・ 住民への情報公開と合意形成

地域風力発電会社：独自の取り組みで地元産業を活性化



- ・ 適地の選定、パートナーの提携、発電所の立ち上げ、メンテナンスなどを含む幅広い事業に取り組む
- ・ 企業コンソーシアムを形成し、地域産業の活性化を図る
- ・ 外国企業のノウハウを蓄積しつつ、次の成長へつなげる

漁業者：構造的課題の克服めざし風力との共生を模索



- ・ 漁獲量減少や高齢化の課題に直面
- ・ 洋上風力発電開発による漁業への影響懸念
- ・ 漁業協調(漁礁化など)を模索

地方銀行：地元企業の支援



- ・ 大規模な資金調達の必要性
- ・ 与信力の少ない地元事業者と並走、プロジェクト・ファイナンスを実施

地元の風力発電会社

組立工場
組立工場
組立工場

地域経済への波及

若者の雇用
地元中小企業
秋田港の活性化
観光との連携
市民ファンド



国：地域資源の活用、分野横断型の制度設計のビジョン、透明性の高い事業推進プロセスを

高度成長を支えたコンビナートには多様な産業が集積し、炭素排出量は大きい
再エネや循環経済への転換を自治体が支援。投資負担の配分が課題

川崎臨海部の特徴

- 高度経済成長を支えた川崎臨海部には、石油精製・化学、鉄鋼、エネルギー、セメント、物流等の工場/施設が集積
- 市の炭素排出量は政令指定都市最多、うち臨海部が73%
- 国内水素需要の1/10が川崎、水素パイプラインあり
- 国内最大級のプラ・リサイクル拠点（国内の一割を処理可）

これまでの取り組み

- 川崎水素戦略('15) → 官民協議会
- 水素先端PJ、プラ・リサイクル促進
- 川崎CNコンビナート構想（'22/3）
（水素戦略・炭素循環戦略・
エネルギー地域最適化戦略）



コンビナートの課題



<https://www.k-kankou.jp/study/>

投資の分担

化学循環プロセスとビジネスモデルの設計

公的インフラ整備とその方針

- ① リサイクル・プラント、炭素分離、水素基地関連施設など、新たな投資の負担の配分
- ② 副生物を有効利用する化学プロセスにもとづく企業間連携の構築
- ③ 共有インフラの整備：行政のみで長期的設計ができない、既存企業の維持のみが目的ではない

国への要望

- 業種による縦割りでなく、産業集積地を統合的に捉えたビジョンと支援
- 持続可能なインフラの整備の支援
- 企業や市民の連携メカニズムの設計

CN社会へ向けた
産業集積地の方向性を示し、
旗振り役となること

ウクライナ侵攻以降、燃料高騰で太陽光のコスト競争力が増進。シナリオでは2020-30年に自家発電の需要が増大。多様な背景を持つ企業の参画のもと、オフィスや家庭で導入増



世界

- ウクライナ侵攻以降、太陽光設置コストは上昇。しかし、天然ガス、石油、石炭の価格がはるかに上昇したため、再生可能エネルギーの競争力がさらに改善
- 脱ロシア化のため再エネ計画前倒し

多様なエネルギー

再エネ100%

日本

- 第6次エネルギー基本計画にて、2030年の電源構成における再エネ率は、従来の22-24%から36-38%に引き上げ
- FIP (Feed-in Premium) 制度が導入。地域共生型再エネの導入拡大、既設再エネ最大活用

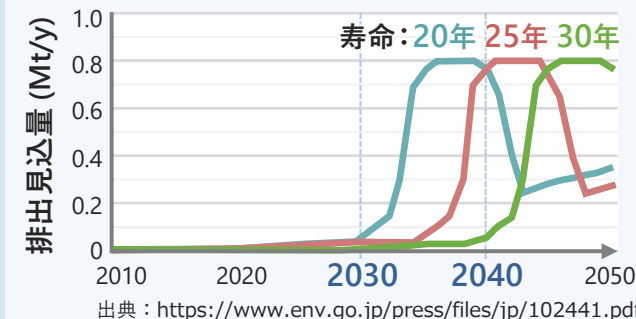
シナリオ記述 2020-30年

- 政府のエネルギー基本計画により、再エネ導入目標が増大するも、実際には初期の増加量と比べ導入が鈍化していた
- しかし、戦争後、電力価格が大きく高騰したことで、**太陽光発電のコスト競争力が高まるとともに、オフィスや家庭での自家発電の需要が高まった**
- 通信、自動車、石油化学など、**多様な背景をもつ企業が参画**
- 住宅設置型の義務化や、地方自治体による太陽光発電の推進が発電量拡大を後押し

重要な分岐点と論点

- 新たなアクターの参画があるが、**環境影響や事業規律**にかかわる課題の解決が重要
- 2030-40年代に機材の廃棄、入れ替えへの必要が生じる予想**
- EVの急速な普及、地域の脱炭素を支えるために、スマートな送配電網の普及が重要

太陽電池モジュール排出の見込み



2030-50年においては、循環経済にもとづくビジネスモデルが確立 新たなエコシステムの構築のための政策や企業間連携が重要な論点に

シナリオ記述 2030-50年

2020-30年

- 政府主導で炭素回収インフラ整備始まる。各社は炭素回収の技術・ノウハウを開発・蓄積を推進
- 非化石資源由来原料、ケミカルリサイクルへの社会的関心が高まり、生産プロセス、**国際的なサプライチェーンの変更**の取り組みが本格化

2030-50年

- 炭素回収の国際的なサプライチェーンが構築
- 薄利事業や国内生産が困難なプロダクトは海外展開、**産業の再配置**が進展
- 循環経済に対応するために、ビジネスモデルが変化し、エコシステムが刷新

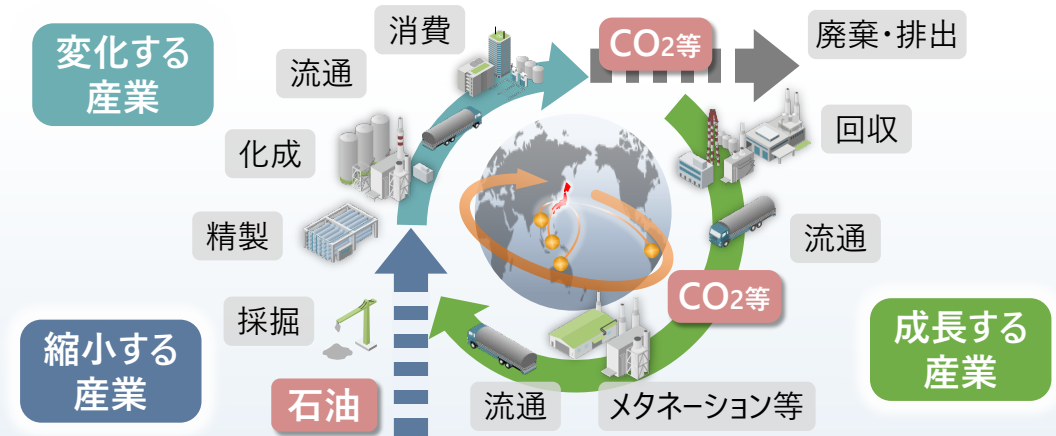
再エネ100%

2030-50年

- 国内の炭素回収は需要が減少（大口のCO₂排出源が減少）
- 体力がある事業者には国内は一本化、**産業の再配置**が進む
- 循環経済に対応するために、ビジネスモデルが変化し、エコシステムが刷新

重要な分岐点と論点

- 炭素回収や貯留の国内外のサプライチェーン構築と技術開発
- 産業集積地内外のビジネスモデル、エコシステムの革新（サプライチェーン上流・下流、産業間連携、国際連携）
- 官のリーダーシップ**(地域の先導や戦略的産業政策)と**民のリーダーシップ**
- 事業構造変化に伴う雇用と教育



燃料・原材料をめぐる需給が変化し、生産プロセス・流通が変容、産業の再配置が起きる ⇒ **エネルギーの適地利用と原材料の適地生産が進む**

炭素排出・環境崩壊に寄与する現在の食糧システムは、変化を迫られる
日本では化学農薬・肥料の低減を政府が主導。土地利用の改革や食の様式の転換がカギ

世界の食料システムの非・持続可能性（ローマ・クラブなど）

- 現在の食料システムは地球環境の観点から持続不可能
- 世界のGHG*排出の4分の1は食料システムから排出
- 森林破壊、生物多様性喪失。淡水の消費、農薬の流出
- 農地拡大を止め、再生型農業と持続的集約が必要



Farm to Fork (2030年目標)

- 地球の環境限界のもとでの食料の供給
- 農薬、肥料、抗菌剤半減
- 有機農業用地の拡大
- 持続可能な食糧消費と健康的な食事、など

- EU予算の4割が農政
- 共通政策の拘束力は強い



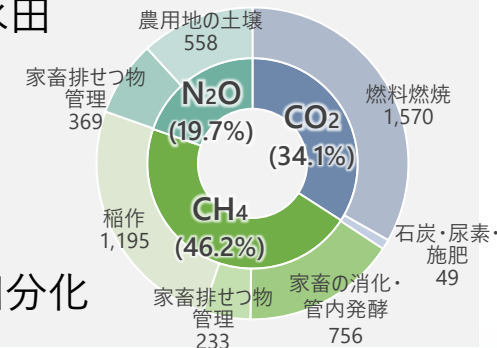
みどりの食料システム 戦略 (2050年目標)

- 農林水産業CO₂排出ゼロ
- 化学農薬の50%低減
- 化学肥料の30%低減
- 有機農業面積割合25%

農家の少子化・高齢化などの課題の中、食糧の安定供給、農業の多面的機能を重視

カーボンニュートラルへ向けた日本の農業独自の条件

- 生産部門からのGHG*排出は総排出量の約4%だが、半分近くがメタンガス。農地の4割は水田
- 農地土壌による炭素吸収に可能性
- 政府の直接財政支援と関税による価格支持は農家収入の40%程度
- 政府補助金のグリーン化が重要
- 土地利用改革が必要だが、所有は細分化



現在の食にかかわる習慣のあり方の転換

- 消費者の食の選択の転換。肉食から代替肉や菜食・ヴィーガニズムへの転換、フードロスの抑制



持続可能な航空燃料（SAF*）

- 航空の国際的取り決めにより、SAF*/ バイオ燃料需要は増大
- 国内においては農業セクターの経済的な参画が課題
- ただし、航空会社は石油化学産業の取り組みに期待

急激な地政学的変動のもとでも、アジア太平洋地域との新たな連携を模索しながら、地域の主体性に支えられた気候・エネルギー・トランジションを加速するガバナンス

1 現在の地政学的危機への対応が将来のパスウェイを規定。システム的变化を加速させる統治メカニズムをつくれるか

- EU、アメリカはロシア脱却の方針のもとに、中長期的には気候変動対策を加速。一方、日本の国民意識・構造転換には遅れも
- 急激な地政学的変化において、あらゆるセクターと統合的なトランジションを加速させるガバナンスが重要性を増す

2 気候変動、燃料高騰の中で、日本がアジア太平洋の気候・エネルギーのトランジションへの国際連携をリードできるか

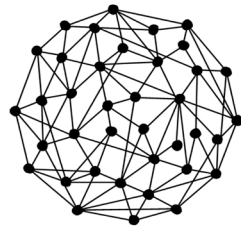
- アジア太平洋では、エネルギー・食糧価格の高騰によって脱炭素化に対する逆行リスクも
- 地政学的変化の中でも、水素・アンモニア、レアメタルなどの資源や炭素貯留のサプライチェーン確保が不可欠
- 気候対策を強化するオーストラリアや化石燃料依存が高いアジア諸国と、気候やエネルギーに関する重層的な国際連携のリードを

3 多様な自然環境のもとでローカル・アクターの主体性をエンパワーし、地域ごとに異なるトランジションの道程を示せるか

- 日本でも地域ごとに社会課題、生活様式、エネルギーのポテンシャルが異なり、トランジションの道筋は多元的
- 市民や地元企業など地域のアクター（行動主体）の能力構築を支え、エネルギーや食料のグリーン転換を中核とした繁栄をめざす
- 需要側の調整力は、地域のエネルギーの効率化や安定にとって重要であり、デジタル・イノベーションの果たす役割は大きい

4 政府は戦略的な産業政策のもとで、自治体の連携能力を支えながら、市民や企業とともに合意形成を行えるか

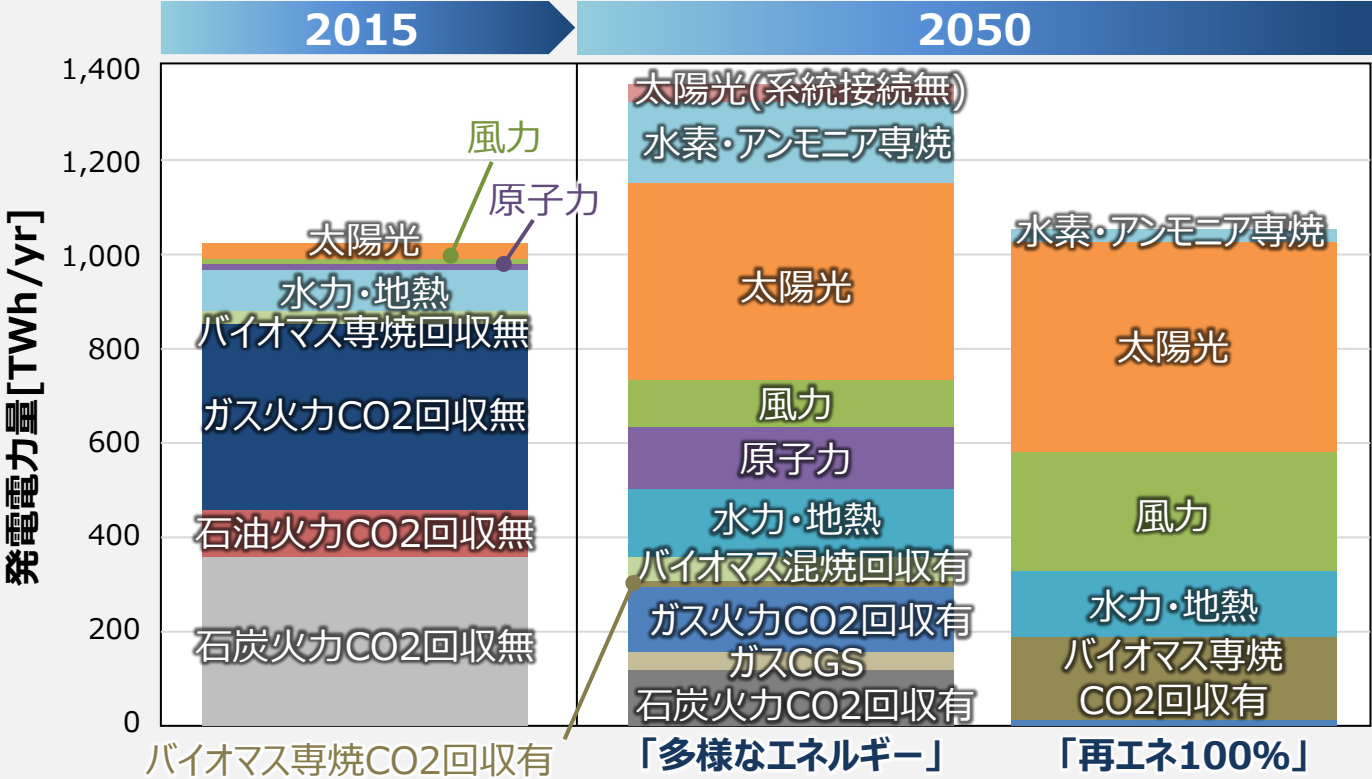
- 前例のない挑戦のために、自治体の調整機能の重要性が増している。一方、人的資本やノウハウ、横断的なしくみづくりが不足
- 政府は、戦略的な産業政策のもとで、縦割り行政を克服し、地域の力を最大化する支援を
- 政府・自治体は、市民や企業とともに、科学的データと開かれた対話にもとづく合意形成のプラットフォームの構築を



H-UTokyo Lab.

化石燃料を含めた多様な発電源を利用する「多様なエネルギー」ケースと、化石燃料発電が廃止される「再エネ100%」ケースを想定し、ドメイン・シナリオを記述。

RITE（地球環境産業技術研究機構）報告書（2021）に基づき、2050年の日本の発電源構成に関する2つのケース（「参考値」＝「多様なエネルギー」、および「再エネ100%」）を選択し、シナリオを記述。再エネ100%は電源ベース。

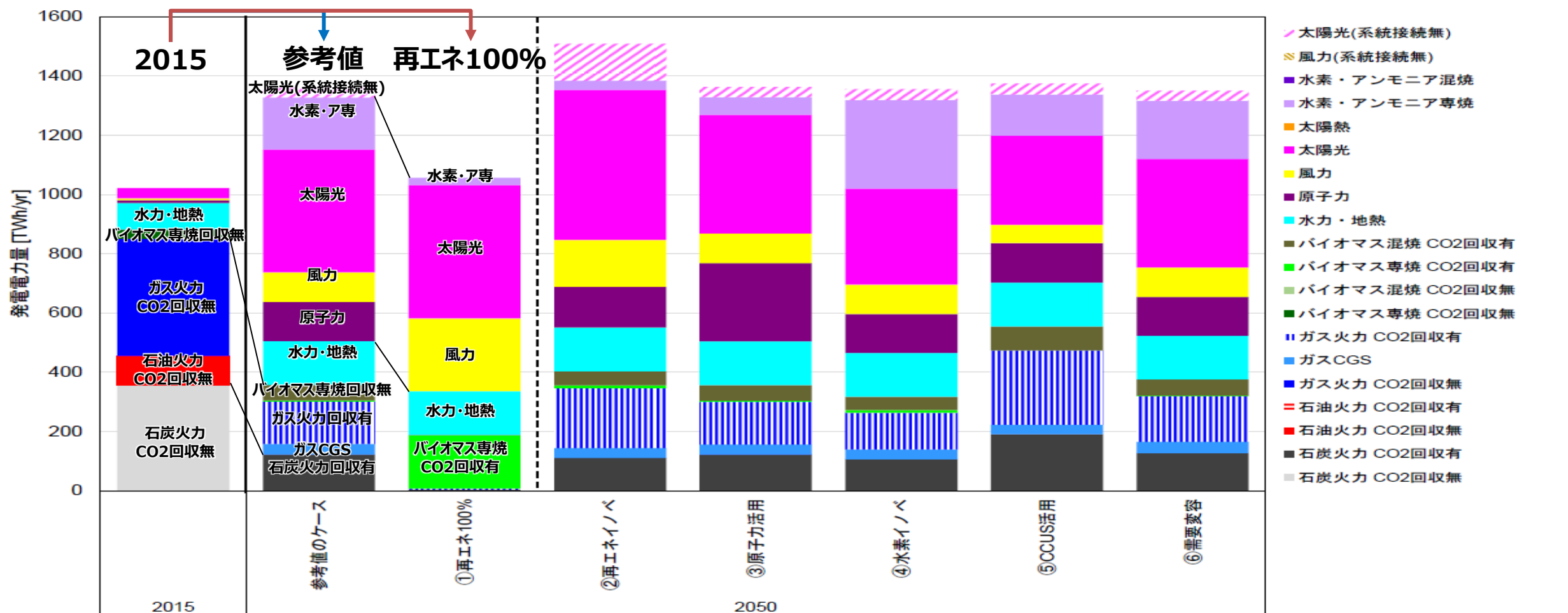


ドメイン・シナリオの2つのケース

○：実施、●：今回報告

カテゴリ	ドメイン	多様なエネルギー	再エネ100%
電力	石炭火力	●	●
	ガス火力	●	●
	太陽光	●	●
	風力	●	●
	水力・地熱	○	○
	バイオマス	○	○
	原子力	●	●
	水素・アンモニア	●	●
産業	鉄鋼	○	○
	運輸	○	○
	石油化学	●	●
行動変容		○	○
統合		○	○

RITEのレポート（2020）では、2050年の電源構成について7つのケースを想定
本活動では「参考値」「再エネ100%」に着目、それぞれが達成されるためのトランジションを記述



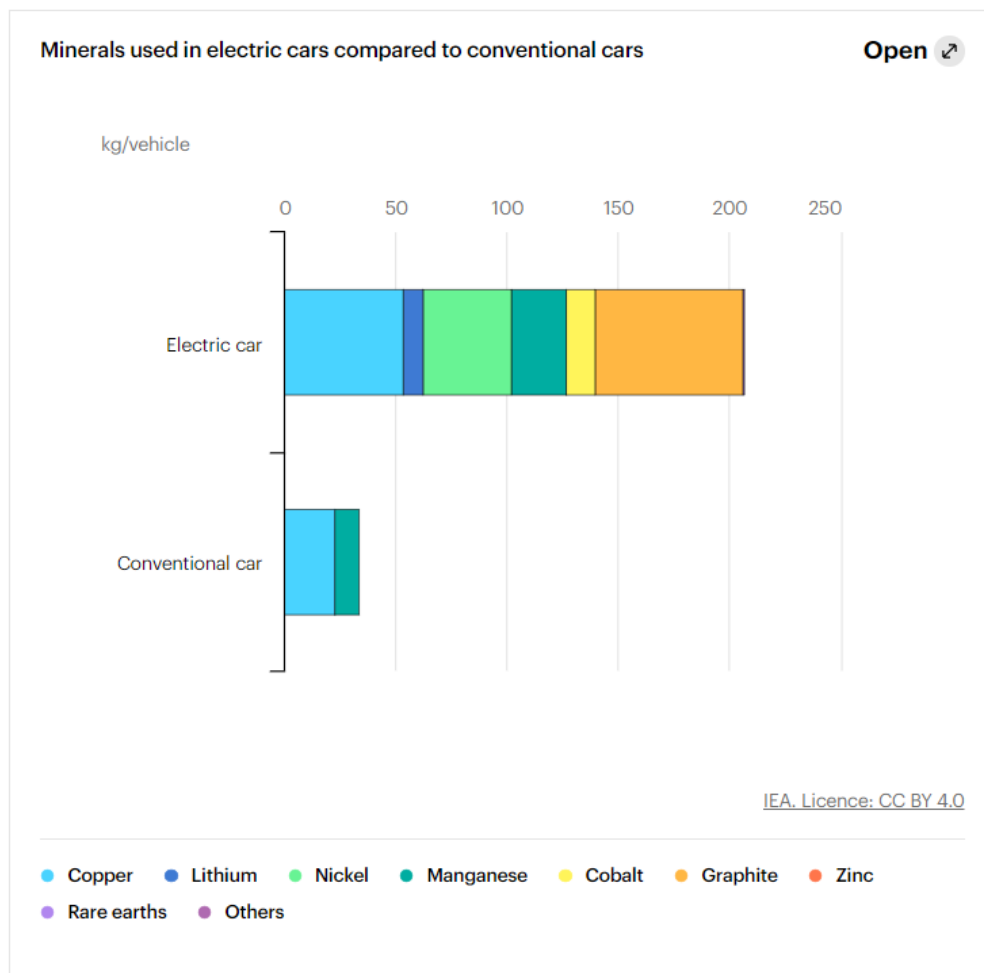


図1 電気自動車と従来型自動車に用いられる鉱物の比較

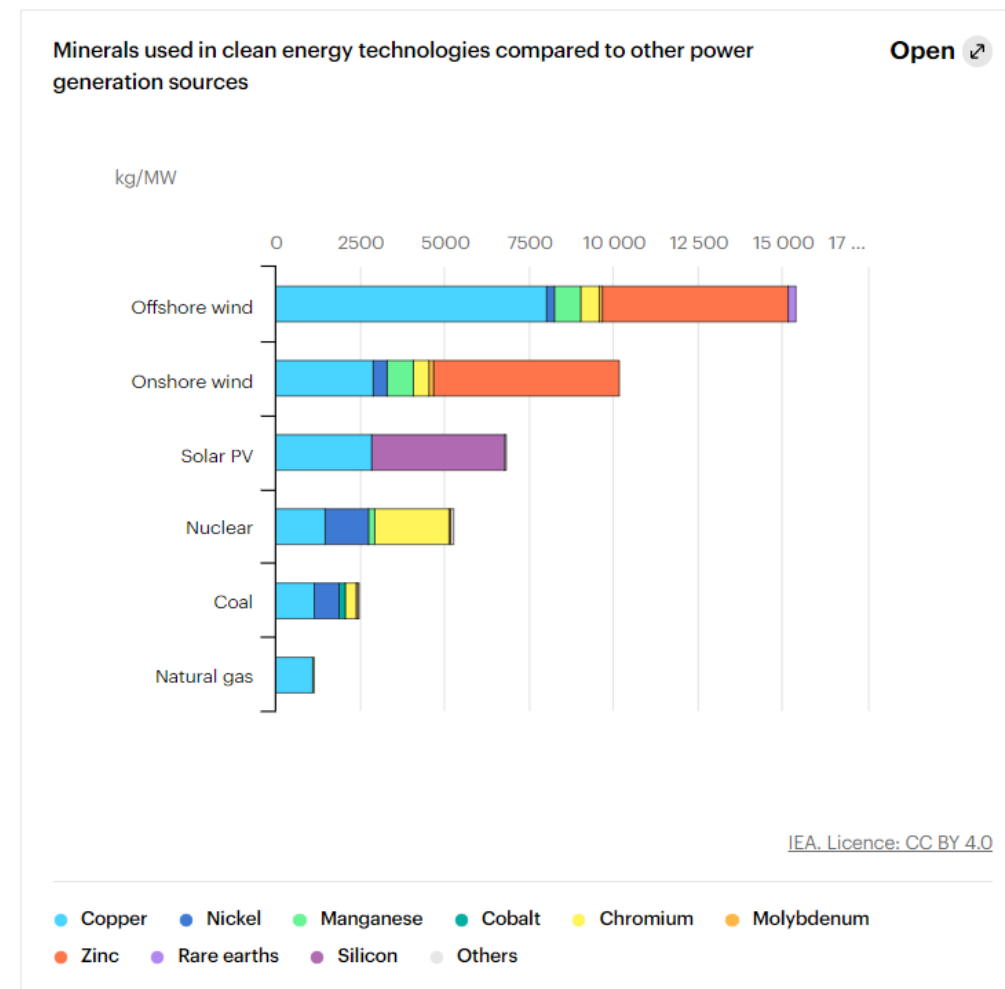


図2 クリーン・エネルギー技術とそのほかの発電源に用いられる鉱物の比較

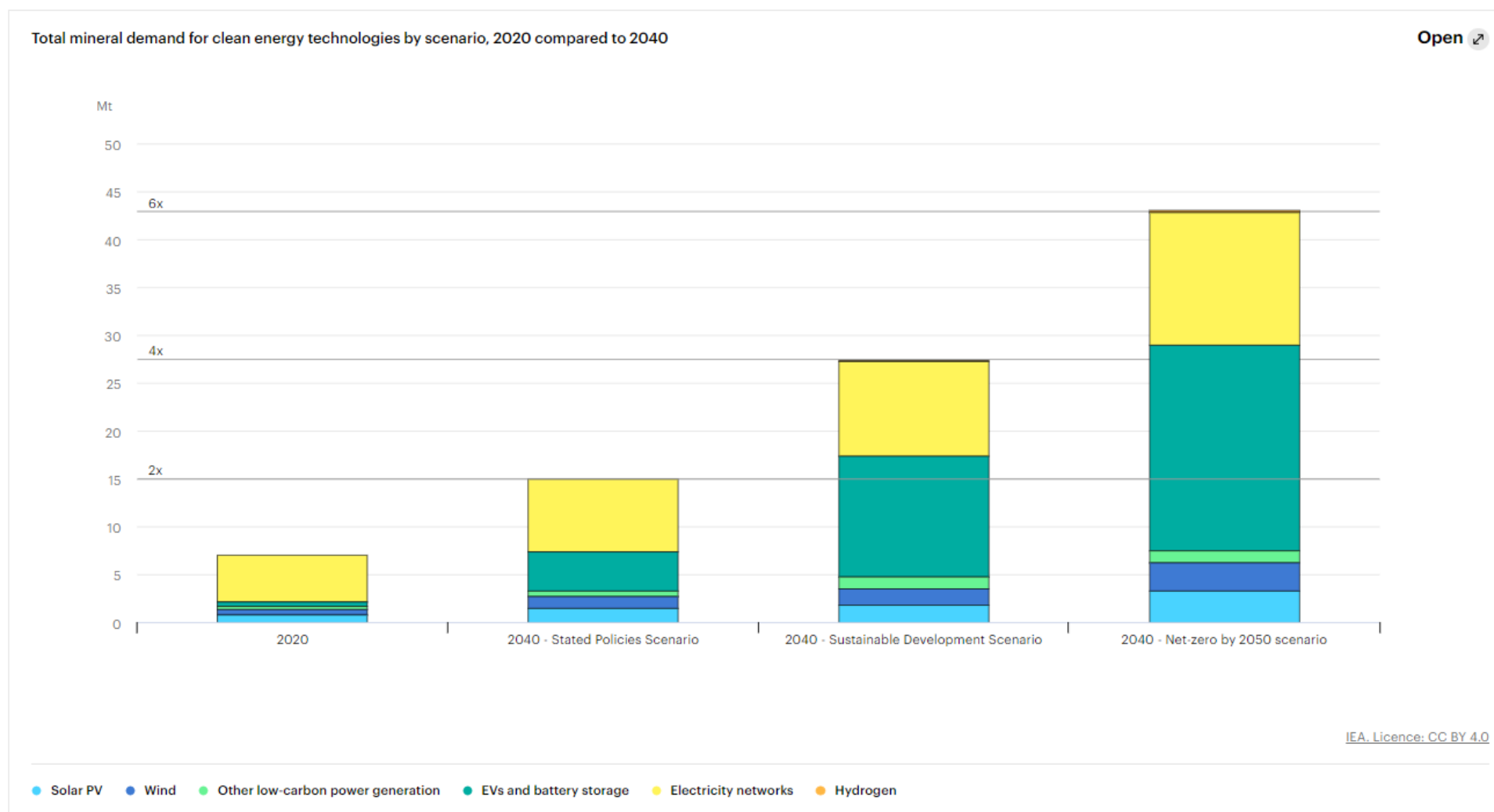


図3 クリーン・エネルギー技術に用いられる鉱物の総需要（2040年時点、2020年との比較、シナリオごと）

出典：IEA. 2021. “The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions”. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

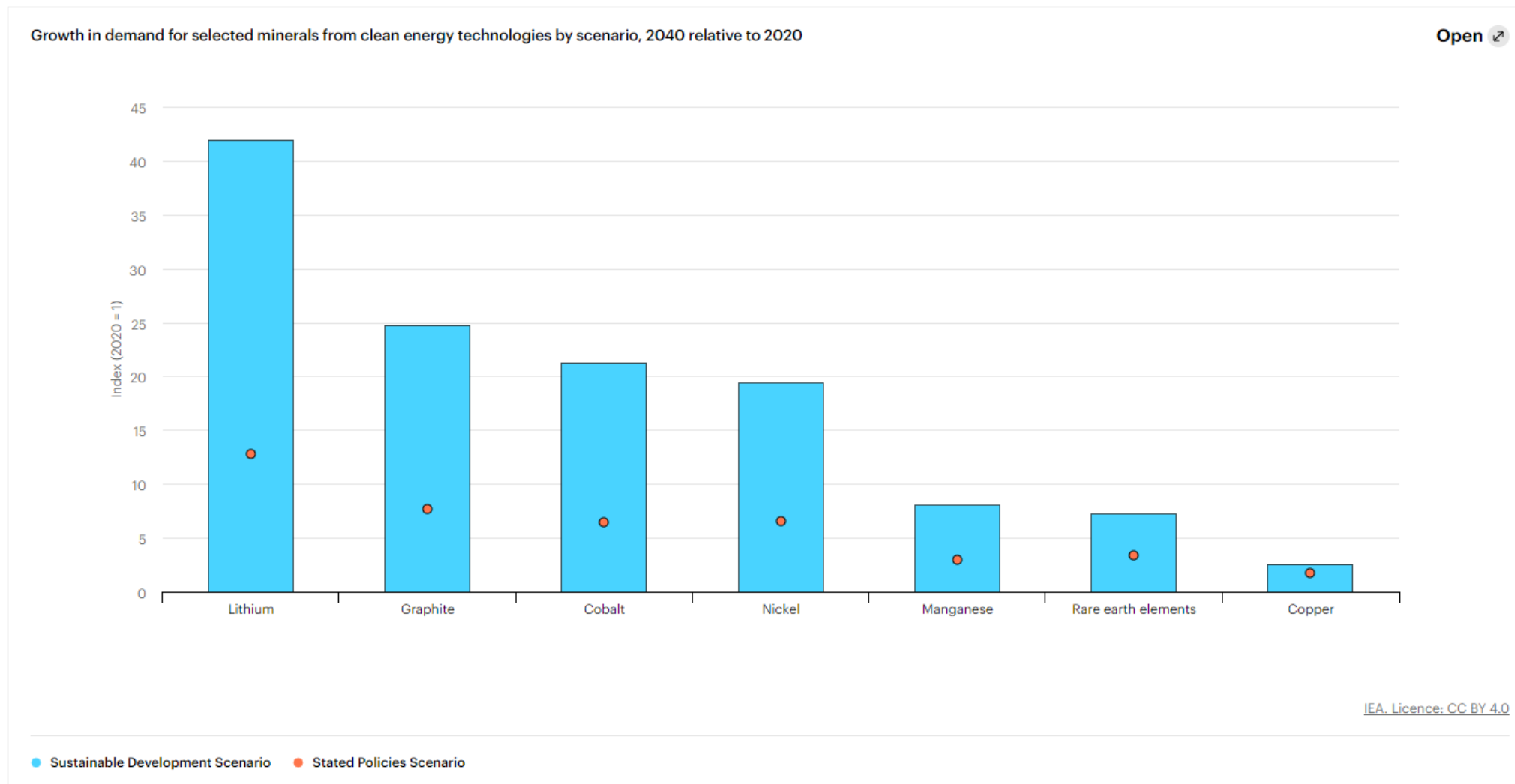


図4 クリーン・エネルギー技術に用いられる鉱物の需要の成長（2040年時点、2020年と比較、シナリオごと）

出典：IEA. 2021. “The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions”. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

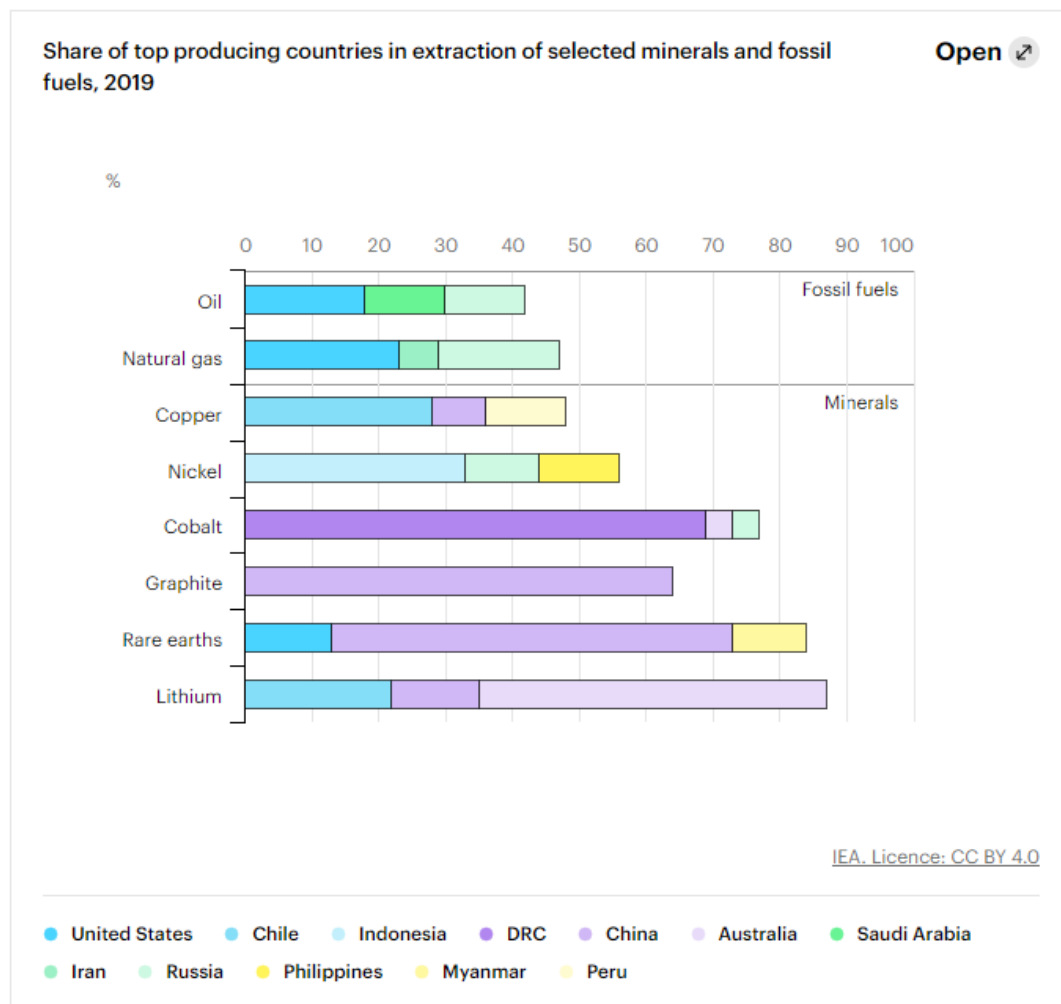


図5 主要産出国の鉱物と化石燃料の採掘量シェア（2019年）

出典：IEA. 2021. “The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions”. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

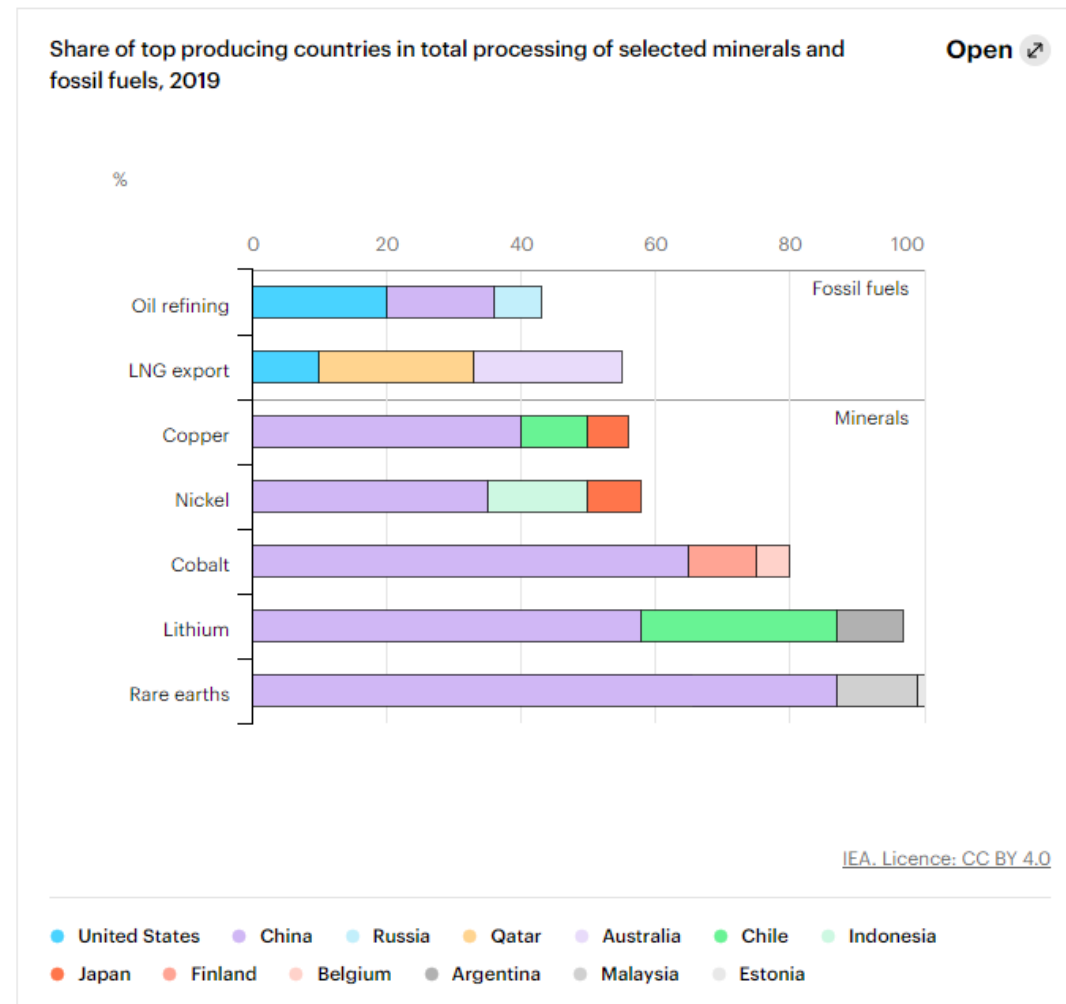
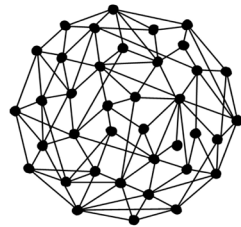


図6 主要産出国の鉱物と化石燃料の加工量シェア（2019年）



H-UTokyo Lab.