

未来エネルギー技術予測とそれに基づいたメタバース及び 実空間での未来エネルギーモデル都市構築

① ビジョンの概要

本構想はカーボンニュートラル（CN）成熟期（例えば 2070～2100 年迄に実現）の未来エネルギー技術を予測し、メタバースの活用によりそれらを実装した有望な未来像を示す。CN 成熟期までの視野拡大によって CN 初期（2050 年）に、CN 成熟期へ最短で移行可能なエネルギー構成や CN 成熟期への期待に伴う国内投資の誘発、シームレスな経済成長、および総合知結集による連続的な革新的イノベーション創出が実現される。

② ビジョンの内容

本構想は、各種未来エネルギー技術を予測し、各未来技術を高度に繋いで仮想的に社会実装したモデル都市を CN 成熟期（例えば 2070 年から 2100 年迄に実現）の有望な未来像として示す。これによって、2050 年ビジョンに CN 成熟期までのスコープを付与する。CN 成熟期まで見通したスコープの中で 2050 年ビジョンを位置付けることにより、以下の効果が期待できる。

- a. CN 成熟期へ最短で移行可能な CN 初期（2050 年）のエネルギーポートフォリオが実現される。
- b. CN を時間制約の下で達成しなければならない 2050 年 CN 初期の厳しい状況においても CN 成熟期への期待が国内投資を誘発し、産業の空洞化防止やシームレスな経済成長が実現される。
- c. メタバースも活用した未来エネルギー都市研究に多くの分野の総合知が結集し、エネルギーの連続的な革新的イノベーション創出のプラットフォームが構築される。

本構想が目指す上記ビジョンは下記の予見を前提としている：

(1) 難易度の高い CN を時間制約の下で達成することに起因する非効率な脱炭素エネルギーチェーンが内在する CN 初期

(2) 非効率性が解消された CN 成熟期の有望な未来の可能性

<本構想が目指すビジョンの前提とする未来予見>

(1) CN 初期

日本は現状約 11 億トン CO₂/年相当の温室効果ガス（GHG）を排出しており、実質ゼロとするために再生可能エネルギー（再エネ）の主力電源化、省エネ、原発再稼働等によりエネルギー自給率を高めると共に、熱需要・産業などの電化・水素化を進めていくが、2050 年時点では国内の再エネと原子力を合わせても電力需要のみでさえ賄える見込みがない。そこで海外の豊富な再エネを水素やアンモニアなどのエネルギーキャリアを用いて大量に輸入し脱炭素化を進めることになる。それでも発生する CO₂ はできるだけ回収し固定するか変換して利用・再利用する。しかし、現実的なコストでは回収しきれない CO₂ は大気へ放出されるため、ネガティブエミッション技術等により大気から CO₂ を回収するか海外からクレジットを購入する。この状況は 2050 年という時間的制約の中での CN であり非効率なエネルギーチェーンも混在し、理想的なエネルギーポートフォリオとは異なる。

現在、日本はエネルギーのほとんどを輸入に頼り化石電源比率も高い。今後脱炭素化を進める上でも日射量、風況、土地条件といった再エネコストに関わる面でも欧米諸国と比較して不利であることを踏まえると、日本のエネルギーを取り巻く環境は他の先進国と比べても 2050 年において厳しいものになると予想される。

(2) あるべき CN 成熟期への方向性の転換

2050 年は CN 初期であると同時に重要な転換期と位置付けるべきである。2050 年以降は CN 維持という条件下で、2050 年までに蓄積された上記非効率を徐々に解消しながら CN 成熟期へ向かう過程となりえる。あるべき CN 成熟期では浮体式技術を始めとして再エネ大規模普及のためのコストが下がり、洋上風力等の国内再エネの拡大、あるいは革新的原発の推進などでエネルギー自給率が 100% に近づいていく。こうなるとエネルギー輸入のために海外に流出していた約 20 兆円/年もの国富が国内に還流される。さらに、需要に対して十分な量の国産 CN エネルギーの普及を進めることで化石燃料を消費しない低ランニングコストを背景とした、従量制ではない定額制のエネルギーが広がっていくなどのパラダイムシフトを起こしていく。これらによって産業の国際競争力が大幅に高まることが期待される。

③ 学術研究構想の名称

未来エネルギー技術予測とそれに基づいたメタバース及び実空間での未来エネルギーモデル都市構築

④ 学術研究構想の概要

未来技術・社会を見通し、地域の特徴を活かした未来エネルギー都市モデルを構築する。2050年のCN初期のみならず、脱炭素社会が成熟するCN成熟期も見据えた上で、未来エネルギーモデル都市の研究とそれに基づく都市設計およびモデル都市に導入する未来革新技術の選定を行うことで、地域発の脱炭素社会創生を目指すとともに過渡期からその先の未来に向けてシームレスに日本のエネルギー分野での研究・技術競争力の大幅な向上を目指す。

研究は以下のステップで推進する。

- (1) CN成熟期の未来エネルギー技術を分野ごとに予測する。
- (2) 未来エネルギー技術を高度につないだCN成熟期の未来モデル都市を、まずはメタバースに構築する。
- (3) 脱炭素化された実都市を、CN成熟期の未来モデル都市に最短で移行可能なCN初期のモデル都市として建設し、革新技術の実証研究とそこに住む人々の意識やwell-beingを評価する。

⑤ 学術的な意義

未来革新技術を予測し、それらをメタバースも活用して高度に繋いだモデル都市を創造し、あるべき脱炭素社会を探索する本構想は、近未来に必要とされる新しい学術基盤を創成する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

既存の研究では、新機能を市民のwell-beingに結び付けることはほとんどない。メタバースとエネルギーを結び付けた例はもほとんどなく、本構想は世界をリードし、従来のアプローチの限界（コスト、時間、規模）を克服しwell-beingを考慮した技術の設計、研究、改良を行う最初のモデル都市の構築を目指している。

⑦ 社会的価値

本構想によりCN初期およびCN成熟期を科学的に描画することで、日本のCN初期からCN成熟期へのwell-being向上を伴う移行を最短で実現することに貢献できる。

⑧ 実施計画等について

＜実施計画・スケジュール＞

R6年度～R10年度： 未来革新技術の予測

R11年度～R13年度： 予測精度の向上と未来革新技術データを組み込んだメタバースの構築

R14年度以降： CN初期の実モデル都市を脱炭素化された実都市として設計・提案し、民間資金も活用した事業プロジェクトを立ち上げる。革新技術の実証研究とそこに住む人々の意識やwell-beingの評価

＜総経費＞ 総額 54,644 百万円（設備費：14,800 百万円、人件費：19,404 百万円、研究費：20,440 百万円）

＜所要経費＞

1) CN成熟期の未来革新エネルギー技術の予測

再エネ利用・貯蔵技術、エネルギー変換、原子力、建築、移動体、農業、AI、量子、ロボット、センシング等に係る研究費 19,040 百万円（設備費：1,400 百万円、人件費：9,240 百万円、研究費：8,400 百万円）

2) 多様な未来革新技術の試行とwell-beingの評価

メタバースにおいて技術と環境の組み合わせを仮想的に試行し、人間のwell-beingの最適化に係る研究費 11,984 百万円（設備費：1,400 百万円、人件費：5,544 百万円、研究費：5,040 百万円）

3) 脱炭素化された実都市と革新技術の実証

CN初期の実モデル都市を設計して複数の地域に提案し民間資金も活用した事業プロジェクトを立ち上げる。23,620 百万円（設備費：12,000 百万円、人件費：4,620 百万円、研究費：7,000 百万円）

⑨ 連絡先

松崎 良雄（九州大学エネルギー研究教育機構）

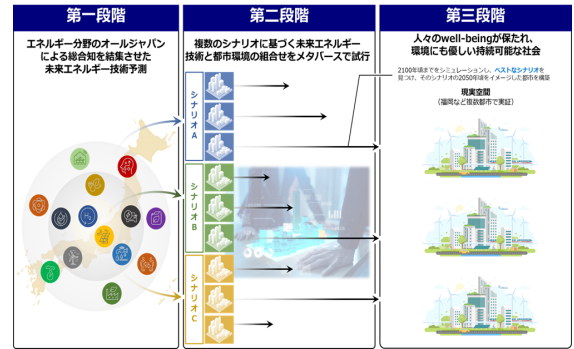


図1 未来エネルギーモデル都市への構想