脱炭素地域計画支援システムの構築の社会実装研究の実現に向けて

藤田　壮[1]・林　徹[2]

[1]正会員　東京大学教授　大学院工学系研究科都市工学専攻（〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1）
E-mail: fujita77@env.t.u-tokyo.ac.jp

[2]非会員　東京大学助教　大学院工学系研究科都市工学専攻（〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1）
E-mail: hayashi@env.t.u-tokyo.ac.jp (Corresponding Author)

900 を超える自治体が 2050 年ゼロカーボンシティ実現を掲げる中，各地域が脱炭素化を含む複合的な価値を実現する計画づくりを行う必要がある．本稿では，文部科学省「大学の力を結集した，地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発」の採択事業「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」（代表機関：東京大学，2021～2025 年度）の概要や目標を紹介する．地域のシナリオや計画策定に向けて，社会経済特性，国の計画等を入力変数として，各ワーキンググループで研究を進めているエネルギー，交通，ストックマネジメント等に係る目標を設定し，社会経済効果や環境効果を算定するモデルに基づく「脱炭素地域計画支援システム」構築の取組やその状況を紹介する．

Key Words: *regional decarbonization, regional planning, carbon neutrality, social implementation, planning support system*

1. はじめに

900 を超える地方自治体が 2050 年ゼロカーボンシティ実現を掲げる中[注 1)]，各地域が将来へのシナリオを描き，脱炭素化を含めた複合的な価値を実現する戦略的な計画づくりを行う必要がある．各地域で，政策横断的に相乗効果をもたらすような技術や評価手法，地域の特性を踏まえつつ汎用的に活用できるツール等の提供などが必要となる．筆者らは文部科学省が進める，2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献する地域の脱炭素化への取組を支援するために必要な基盤研究開発として，各大学等の研究開発やその成果の展開等を通じた地域支援を推進している．各地域での産官学連携の研究体制を構築することにより，地域と大学等との連携を通じた地域の脱炭素化の取組の加速を支援することをめざしている．

本稿では，筆者らが推進している，文部科学省「大学の力を結集した，地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発」の採択事業である「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」（代表機関：東京大学，2021～2025 年度）（以下「本事業」という．）の概要や目的について紹介する．本事業では，各地域における脱炭素化（decarbonization）と都市転換（re-urbanization）を統合的に推進するために，脱炭素化に係る複数の主要な政策分野を横断的に捉え，地方自治体等が地域の脱炭素化に向けた総合的な計画策定等のために活用できる汎用的な「脱炭素地域計画支援システム」を開発することを目的としている．地域の脱炭素化へは，地域の現状を診断するとともに脱炭素化への代替的な将来目標を計画し，その実現に必要な事業を設計することが求められる．地域のシナリオや計画の策定に向けて，気候変動影響と社会経済特性，国の計画等を入力変数として，各ワーキンググループ（以下「WG」という．）で研究を進めている地域自律エネルギー，次世代交通システム，建設ストックマネジメント等に係る将来目標を設定し，社会経済効果や環境効果を統合的に算定するモデルに基づく「脱炭素地域計画支援システム」を構築する取組やその状況について紹介する．

脱炭素地域計画支援システムの構築のために，地域エネルギー，地域交通システムの構築，建設物の戦略的更新等の脱炭素化に係る主要な政策分野における先導地域において，地域の大学，自治体，企業等と連携し，それ

ぞれの政策分野における脱炭素化モデルを構築することとしている（研究テーマ 1）．また，各政策分野の脱炭素化モデルの統合や，市民等を巻き込んだ合意形成システムの開発等に係る研究を行っている（研究テーマ 2）．

2. 本事業の実施体制

(1) 研究テーマ 1: 主要政策分野における未来ビジョン策定と事業設計のための脱炭素化モデルの開発

地域自律エネルギー，次世代交通，建設ストック等の，脱炭素社会形成に係る主要な政策分野について，各分野における未来ビジョン策定と事業設計のための脱炭素化モデルの開発を行っている．すなわち，それぞれ先導的な取組を行う都市を拠点として，地域ニーズの解析とそれを踏まえた未来ビジョンの策定，その実現のための事業設計のための理論やモデル，評価手法等の開発を行うとともに，地域の脱炭素化に必要な技術・政策の要素となる情報を政策分野ごとに解析・体系化している．また，農村部等との地域連携に係る手法構築に関する研究等を行っている．大学等を中心とし，産業界や自治体と連携する地域脱炭素研究 WG（4 つのサブ WG から構成）において研究を推進している（**図-1**）．

（地域脱炭素研究 WG の構成：4 つのサブ WG）
- 地域自律エネルギーシステム（北九州市立大学）
- 次世代交通システム（早稲田大学，宇都宮大学）
- 脱炭素建設ストックシステム（名古屋大学，岐阜大学）
- 地域連環 （総合地球環境学研究所）

(2) 研究テーマ 2: 各脱炭素化モデルの統合と社会実装合意形成システムの開発等を通じた「脱炭素地域計画支援システム」の開発

研究テーマ 1 において開発する，脱炭素に関わる主要な各政策分野における脱炭素化モデルや，その実現のための主体間連携や行動に係るロードマップ等に係る知見を地域の脱炭素化のための技術・政策のナレッジプラットフォームとして統合的に体系化し，各地域における特性と社会・経済・環境的な制約，脱炭素に係る現状分析等を踏まえた将来目標の設定，その実現に向けた複合的な事業設計に係るガイドラインの構築を行っている．さらに，技術・政策の社会実装を実現するための合意形成システムを構築することにより，計画ガイドラインと社会実装合意形成システムから構成される「脱炭素地域計画支援システム」の開発を進めている．

研究の推進に当たり，研究テーマ 1 を推進する地域脱炭素研究 WG との連携協働の下，東京大学，国立環境研究所，東洋大学で全体統合研究 WG を形成している（**図-1**）．各地域において開発する政策分野別の脱炭素化モデルの統合を行うとともに，各政策分野横断的に都市機能と脱炭素化の効果を複合的に高めるアプローチと，拠点地区におけるイノベーションを周辺地区に波及させるためのアプローチを追求している．また，東洋大学が中心となり，各地域において創出する脱炭素化モデルや統合モデル等の社会実装を進めるための社会実装合意形成システムとして，関係主体の意識と行動変容を促す仕組みを体系的に構築することを目指している．

あわせて，「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」においては総合地球環境学研究所が事務局となり，本事業における研究成果も含めた多様な

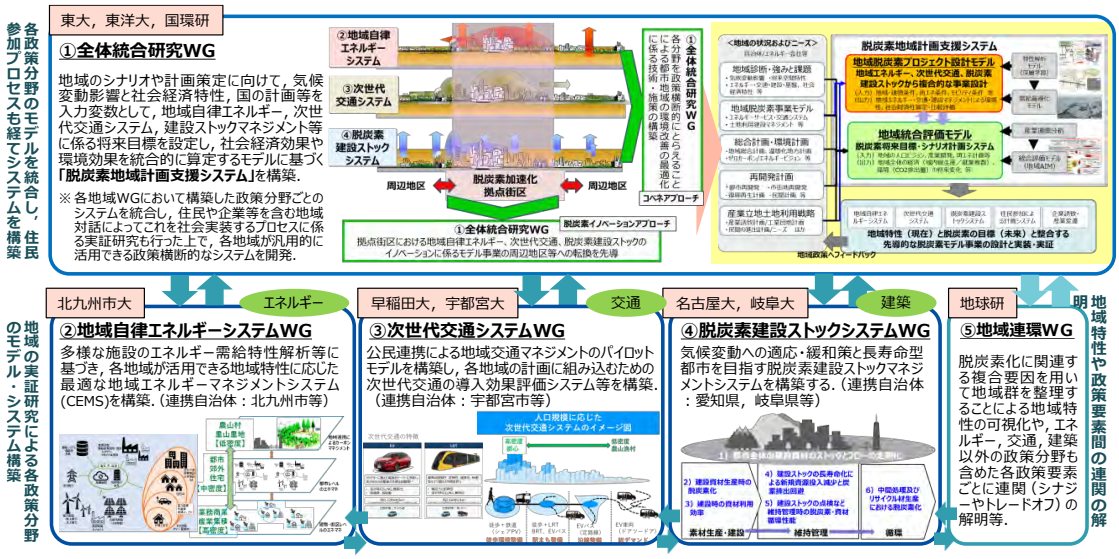


図-1 本事業の実施・連携体制

研究や取組の成果等の情報を共有し，発信する活動等を進めている[注2)]．

3. 脱炭素地域計画支援システムの構築の社会実装研究の実現に向けて

(1) 包摂的な脱炭素社会の形成に向けた分野横断と面的波及

本事業において筆者ら東京大学のメンバーが全体統合研究 WG で行っている研究の方向性についてさらに述べる．

研究テーマ 1 で開発する政策分野別の脱炭素化モデルの統合を行うために，各政策分野横断的に都市機能と脱炭素化の効果を複合的に高めるアプローチを検討している．地域エネルギー，地域交通等の，地域での脱炭素効果の実現を先導する上で中核的な役割を果たす施設が持つ機能が，エネルギー，交通，建設ストックマネジメント等の異なる分野での脱炭素効果を複合的に高める効果とその実現のプロセスを定量的に解析して客観的なエビデンスとして明らかにする「コベネアプローチ」をめざしている（図-2）．これにより，脱炭素社会実現の包摂性を考慮して，その実現に向けて分野横断の効果の発現を図っている．同時に，その評価についても SDGs 等の理念，指標等を援用して地域における脱炭素の推進と環境，経済，社会の持続可能性を総合的に評価する手法を構築することによって，地域自律エネルギー，次世代交通，脱炭素建設ストックのシステムの重層的な価値の創出による新しい脱炭素社会の構築のゴールとそこに至るロードマップを描くための論理と方法論や，その実現のためのプロセス，評価手法を開発することをめざす．

さらに，上記の地域での脱炭素において中核的な役割を果たす施設や地区での個別（点）の試みを周辺地区に波及させ面的なイノベーションに展開する「地域地区イノベーションアプローチ」についても，科学的なエビデンスとして定量化，客観する手法を開発することにより，施設と地区の相乗効果を高めるプロセスを明らかにする（図-2）．

前者によって，脱炭素社会実現の包摂性を考慮してその実現に向けての分野横断の効果の発現を図り，後者によって，異なる空間スケール間の波及的な効果の発現を明らかにする（図-2）．また，地域における脱炭素社会実現の中核となる地域の拠点地区・施設を重層的にネットワークさせ，マネジメントすることにより，地域の短期・中長期の経済社会価値を高めるメカニズムの構築を検討している．脱炭素や資源循環などの「グリーンイノベーション」のショーケース事業を実装する産官学連携研究を推進する．

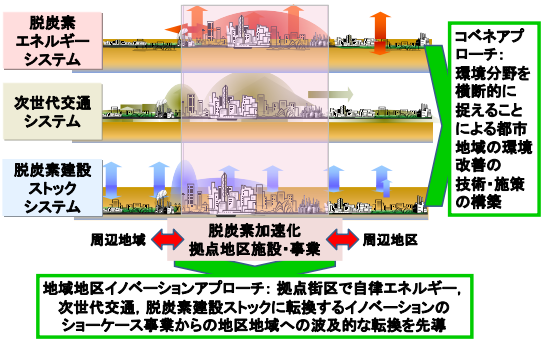


図-2 包摂的な脱炭素社会の形成のスコープ

(2) 地域の脱炭素化のための技術・政策のナレッジプラットフォーム形成と経験・理論手法の共有

さらに，これらのアプローチに係る知見が地域の脱炭素計画に活用されるよう，地域の特性診断や各地域における将来の合理的な脱炭素目標の設定を可能とする「脱炭素地域計画支援システム」を開発している．地域の特性を解析して，将来の代替的な脱炭素目標を計画した上で，短中期での脱炭素効果の実現を可能にする中核的な事業について先導的な実現の方策を計画するプロセスを構築している（図-3）．

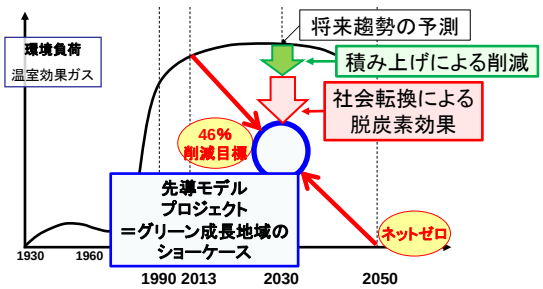


図-3 合理的な脱炭素目標の設定と地域の現状特性診断を整合する脱炭素の先導的事業計画

その中において，エネルギー，交通，建設ストック等の個別の分野における脱炭素の中核施設を計画するプロセス及びその脱炭素効果を定量的に解析，予測するための方法論の体系化に取り組むとともに，「コベネアプローチ」，「地域地区イノベーションアプローチ」の定量化に取り組む．さらに，このシステムに各地域における異なる脱炭素の先導的実践を取り込むことにより，地域の脱炭素化のための技術・政策のナレッジプラットフォームを形成し，経験と理論手法の地域間での共有を進めることを目指している．地域脱炭素研究 WG で対象としている，脱炭素社会へ先導的に取り組みつつある地域，都市についても，地域自律エネルギー，次世代交通，建設ストックマネジメントなどそれぞれの地域における脱

炭素社会形成の主要なテーマについて，当該地域の大学を中心にして産官学連携の研究・社会実装体制を整理している．分野横断での効果の発現を支援するガイドラインのフレームとして，脱炭素に取り組む地域の経験と理論，手法を要素化，一般化，複合化するプロセスを構築して，研究機関及び関係行政主体，専門家等との共有を進める．

(3) 脱炭素地域計画支援システム

本事業で開発を進めている脱炭素地域計画支援システムは，現状の診断，代替的な将来目標の計画，モデル事業設計の 3 段階から構成される．現状の診断により地域の長所と課題を抽出する．さらに，取組の重点分野と将来の目標を定量的に設定し，地域の統合評価モデルで現状の社会経済状況でのなりゆきシナリオと産業，住宅政策等各種政策により脱炭素を実現するシナリオを定量的に算定する．その上で，重点分野を踏まえた脱炭素を先導的に実現する地域の中核事業を構成する重点技術・政策をステークホルダー間の協議の中で同定，決定し，社会実装へとつなげるフレームとなっている（図-4）．

現状の診断については，環境面に加えて経済，社会面の評価を行うために SDGs 指標の体系を活用して，地域診断から将来目標の設定，具体的な事業設計に資する「SDGs 政策キー指標」等を用いた評価により，地域の長所と課題を抽出する手段を構築した．SDGs の 17 のゴールについてのグローバル指標[注 3)]や内閣府で議論されてきた地方創生 SDGs ローカル指標を踏まえて[注 4)]，自治体が持続可能な未来を形成するための評価指標を提案し，SDGs の特徴である包摂性，統合性をもって日本の自治体の現状評価と計画策定の指針を得るために活用することを目指している．国際連合が構築した SDGs グローバル指標約 250，内閣府が各省庁との協議で設定した日本のローカル指標 138 から脱炭素地域の計画のために各自治体の現状を診断できる指標として 30 程度を抽出し，これを暫定的なひな形として自治体が「政策キー指標」を検討する出発点として検討することとした．

代替的な将来目標の計画（地域統合評価モデル）では地域の合理的な脱炭素目標の設定を可能にするために，これまでの研究[1),2),3)]を参考に，統合評価モデル等の論理的なダウンスケールにより，実用的な地域シミュレーションモデル，統合評価モデルの地域版の開発を進めている（図-5）．このモデルを用いて，なりゆき（BaU）シナリオ，持続可能シナリオ，我々の地域はどの程度の脱炭素を目指すのか，あるいはどの程度経済成長するのかという代替的な目標を定量的に提示できる．地域自律エネルギー，地域交通システム，建設ストックマネジメントを含む代替的な脱炭素の未来目標を計画する「地域統合評価モデル」の実用性を高めることにより，長期の持続可能なビジョンに至る具体的なロードマップと先導的なモデル事業を具体的に検討する．

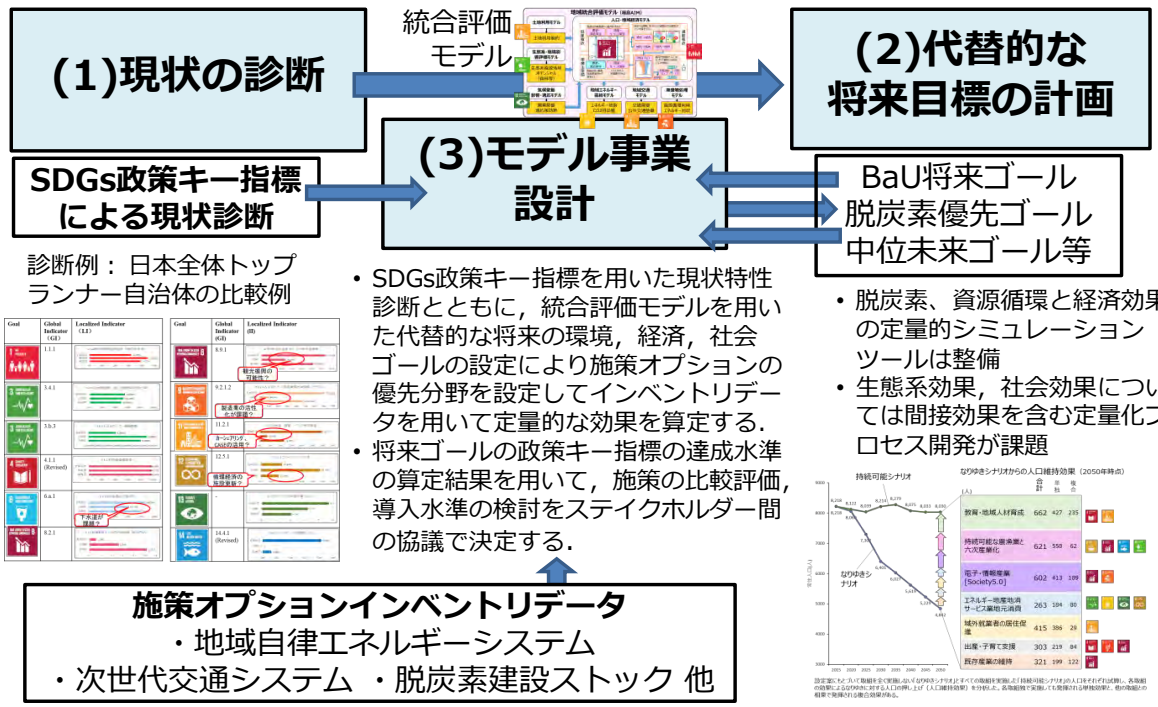


図-4 脱炭素地域計画支援システム

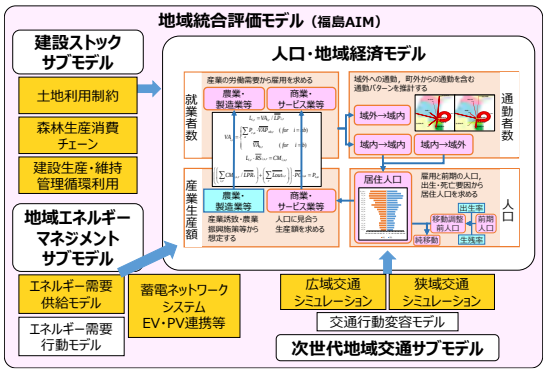


図-5　各サブ WG と連携する地域統合評価モデルの検討フレーム

さらに，脱炭素地域計画支援システムにおいては，脱炭素地域の実現に向けてナレッジの共有と社会実装を進めるために，ステークホルダーと連携して対話することによる社会実装合意形成システムをも実装することを目指している．科学的な計画支援システムとして ICT を活用することで，解析シミュレーションと関係主体が双方向で協議を進めるシステムの構築を進めている．地域の行政，産業，市民などの主体と研究者が連携して，地域特性を客観的に共有した上で，将来的なターゲットを見据えた将来ビジョンの策定，モデル事業の計画について，社会対話を通じて構築するプロセスを検討している（**図-6**）．脱炭素への取組が地域において実践されるよう，持続可能な目標にするため，地域経済と社会構造，環境基盤等の将来水準を定量的に提示して，関係主体が幅広く共有できるようにする仕組みを構築している．

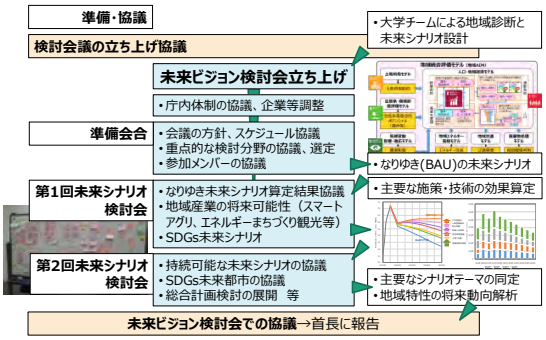


図-6　公民連携のプラットフォームの例

また，導入する技術・政策のインベントリを整備している．政策分野の選定，目標水準を選択的に協議して，導入する技術，政策の費用，その実装する時期や外生的な人口や経済成長の要素についても関係者の意思を反映して選択肢を提示することで，より多くの関係者が合意できる方法についても検討を進めている．将来目標，短中期のモデル事業の計画策定，選定とともに，評価指標についても研究者から画一的に提示するのではなく，社会対話のプロトタイプとして準備的に提示した上で，追加，選定するシステム構築について検討を進めている．このような一連の取組を社会実装合意形成システムとして構築するとともに，各サブ WG と連携して，それぞれの脱炭素地域研究での実証展開のプロセスを検討したいと考えている．

4.　おわりに

本稿では，文部科学省「大学の力を結集した，地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発」の採択事業である本事業において筆者らが開発を進めている脱炭素地域計画支援システムやその方向性について述べた．現状の地域の特徴を客観的に診断して，長期目標と整合しつつ短期的に成果を出す先導モデル事業を具体的に計画し，事業の選択や社会実装への合意形成を支援するシステムを構築している．各要素やその統合の研究を進めるとともに，市民とのワークショップなども行い始めている．地域脱炭素に資する科学的知見・ツールが使いやすい形で提供され，多くの地域で脱炭素化が促進されることを目指している．

謝辞：本研究は，文部科学省 大学の力を結集した，地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発 JPJ010039 の助成を受けたものです．

NOTES

注1) 環境省：地方公共団体における 2050 年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況，https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html，(2023.8.21 最終閲覧)

注2) カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション，https://uccn2050.jp/，(2023.8.21 最終閲覧)

注3) 外務省：SDG グローバル指標，https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/index.html，(2023.8.21 最終閲覧)

注4) 内閣府地方創生推進事務局：自治体 SDGs 推進のためのローカル指標検討ワーキンググループ，https://www.chisou.go.jp/tiiki/kankyo/kaigi/lwg.html，(2023.8.21 最終閲覧)

REFERENCES

1) 五味馨，仲座方伯，松岡譲：地域経済の開放性を考慮した低炭素社会シナリオの構築手法の開発と京都市への適用，環境システム研究論文集，36 巻，pp. 1-9，2008．[Gomi, K., Nakaza, M., and Matsuoka, Y.: Development of a method to create local low carbon society scenario considering openness of regional economy and its application to Kyoto City, *Environmental Systems*

Research, Vol. 36, pp. 1-9, 2008.]
2) 五味馨，芦名秀一，藤田壮，増井利彦：人口・産業の相互関係を考慮した地域将来シナリオ策定手法の開発と福島県相馬地域における適用，土木学会論文集 G（環境），71 巻 6 号，pp. II_151-II_162，2015. [Gomi, K., Ashina, S., Fujita, T., and Masui, T.: Development of a methodology for regional future scenarios considering interaction of industry and population and application in So-ma Region in Fukushima Prefecture, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, Vol. 71, Issue 6, pp. II_151-II_162, 2015.]
3) 奥田啓太，越智雄輝，長谷川知子，五味馨：京都市を対象とした 2050 年二酸化炭素排出実質ゼロの姿の定量化，土木学会論文集 G（環境），77 巻 5 号，pp. I_285-I_292，2021. [Okuda, K., Ochi, Y., Hasegawa, T., and Gomi, K.: Quantification of the vision of net zero carbon dioxide emissions in 2050 for Kyoto City, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, Vol. 77, Issue 5, pp. I_285-I_292, 2021.]

(Received June 19, 2023)
(Accepted August 21, 2023)

TOWARD THE REALIZATION OF SOCIAL IMPLEMENTATION RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF A SUPPORT SYSTEM FOR REGIONAL DECARBONIZATION PLANNING

Tsuyoshi FUJITA and Toru HAYASHI

To achieve carbon neutrality, more than 900 local governments have committed to achieving zero carbon cities by 2050. Each region needs to draw up scenarios for the future and develop a strategic plan to realize combined value, including decarbonization. On the other hand, each region lacks knowledge on technologies and evaluation methods that can bring about synergistic effects across policies, as well as tools that can be used universally based on regional characteristics. Here we introduce the outline and goals of the project “Development of Regional Planning System of Green Innovation for a Decarbonized Society and Establishment of Social Implementation Network through Regional Coalition Action” adopted by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) under its program for “Research and Development for Accelerating Local Climate Actions in Partnership of Universities” (FY2021–FY2025, Representative organization: The University of Tokyo). Toward regional decarbonization, it will be necessary to diagnose the current state of the region, plan alternative future goals for decarbonization, and design the projects necessary to achieve these goals. We introduce our efforts and status of building a “support system for regional decarbonization planning” based on a model that sets future goals related to regional energy, next-generation transportation systems, construction stock management, and others that are being studied by each working group of the project, using climate change impacts, socioeconomic characteristics, and national plans as input variables and integrally estimating socioeconomic and environmental effects for the development of regional scenarios and plans.