

社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会

日時：令和4年8月2日(火)10:00～12:00

カーボンニュートラル2050を実現する 都市の技術・政策システムにむけて

Key Words 地域エネルギー、地域交通システム、脱炭素シナリオ

東京大学 大学院工学系研究科 都市工学専攻 教授

藤田 壮

fujita77@env.t.u-tokyo.ac.jp

「大学の力を結集した、地域の脱炭素化のための基盤研究開発」 (文部科学省) 代表機関：東京大学、令和3～7年度) の概要

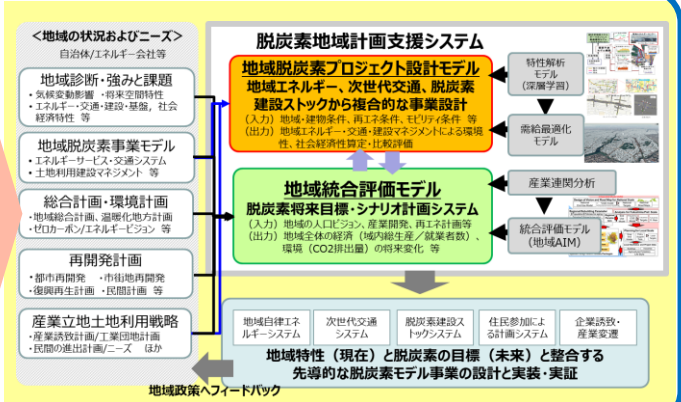
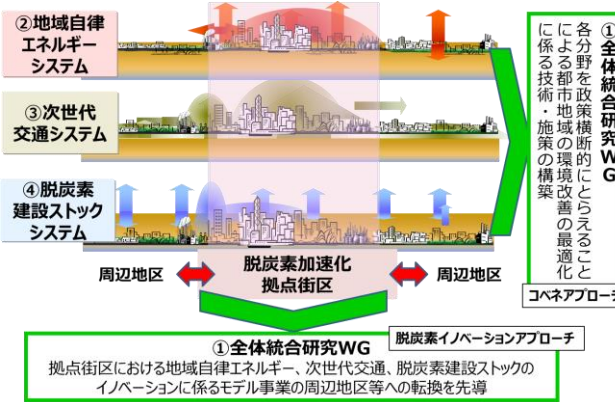
カーボン・ニュートラル達成に向けて、現在約400の地方自治体が2050年のゼロカーボンシティ実現を掲げるなか、各地域が将来に向けたシナリオを描き、脱炭素化を含めた複合的な価値を実現する戦略的な計画づくりを行う必要となる。一方、各地域においては、政策横断的に相乗効果をもたらすような技術や評価手法、地域の特性を踏まえた汎用的に活用できるツール等に係る知見が不足している。これを踏まえ、**各地域における脱炭素化 (de-carbonization) と都市転換 (re-urbanization) を統合的に推進する観点から、エネルギー、モビリティ、建設ストックの政策分野を中心に、これらを横断的に捉え、地域の計画づくりのために各地域の特性を踏まえつつ汎用的に活用できるシステムを構築し、環境・経済・社会の一体的な向上に向けた取組を推進するための基盤づくりと体制の構築を行う。**

東大、東洋大、国環研

①全体統合研究WG

地域のシナリオや計画策定に向けて、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、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。

※各地域WGにおいて構築した政策分野ごとのシステムを統合し、住民や企業等を含む地域対話によってこれを社会実装するプロセスに係る実証研究もおこなった上で、各地域が汎用的に活用できる政策横断的なシステムを開発。



各政策分野のモデルを統合し、住民参加プロセスも経てシステムを構築

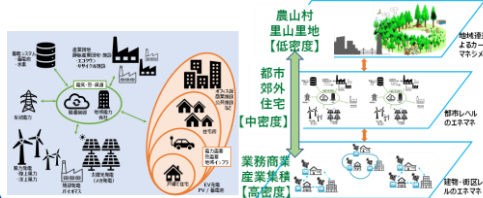
地域の実証研究による各政策分野のモデル・システム構築

北九州市大

エネルギー

②地域自律エネルギーシステムWG

多様な施設のエネルギー需給特性解析等に基づき、各地域が活用できる地域特性に応じた最適な地域エネルギーマネジメントシステム(CEMS)を構築。(連携自治体：北九州市等)



早稲田大、宇都宮大

交通

③次世代交通システムWG

公民連携による地域交通マネジメントのプラットフォームを構築し、各地域の計画に組み込むための次世代交通の導入効果評価システム等を構築。(連携自治体：宇都宮市等)

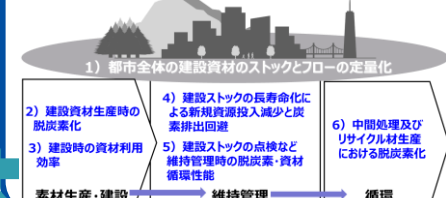


名古屋大、岐阜大

建築

④脱炭素建設ストックシステムWG

気候変動への適応・緩和策と長寿命型都市を目指す脱炭素建設ストックマネジメントシステムを構築する。(連携自治体：愛知県、岐阜県等)



地球研

地域特性や政策要素間の連関の解明

⑤地域連携WG

脱炭素化に関連する複合要因を用いて地域群を整理することによる地域特性の可視化や、エネルギー、交通、建築以外の政策分野も含めた各政策要素ごとに連関(シナジーやトレードオフ)の解明等。

⇒ 「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」における知見の共有と展開

カーボン・ニュートラルに関する都市・地域政策

本年6月7日に閣議決定されたデジタル田園都市国家構想基本方針において、

- 国は、2024年度までの地方創生の基本的方向を定めたまち・ひと・しごと創生総合戦略を抜本的に改訂し、構想の中長期的な基本的方向を提示するデジタル田園都市国家構想総合戦略(仮称)を策定としている。
- 脱炭素先行地域は、構想の実現に向けて提示する地域ビジョンの6つの例のうちの1つに位置付けられている。

①スマートシティ・
スーパーシティ



②「デジ活」
中山間地域



③産学官共創
都市



④SDGs未来
都市



⑤脱炭素先行
地域



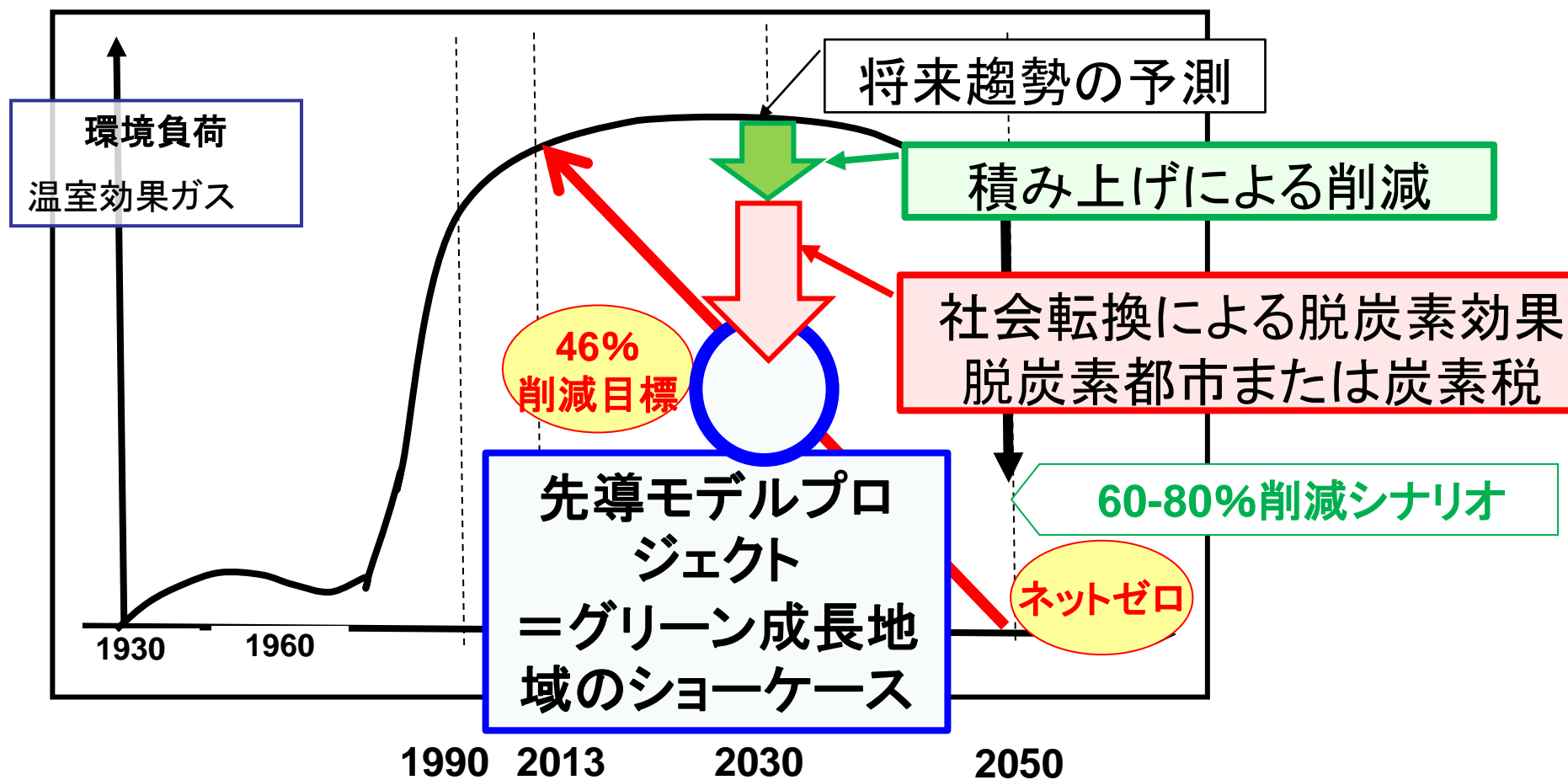
⑥MaaS実装
地域



出典：デジタル田園都市国家構想基本方針について（令和4年6月 内閣官房デジタル田園都市国家構想実現会議事務局）
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/pdf/20220607_gaiyou.pdf

本領域において、地域脱炭素効果に加えてSDGs地方創生指標、Well-being指標等の統合的な評価体系を確立することで、国の都市構想も参考にしつつ、脱炭素等の地域ビジョン全体の達成を支援することを目指す。

脱炭素未来に向けての先導プロジェクト計画

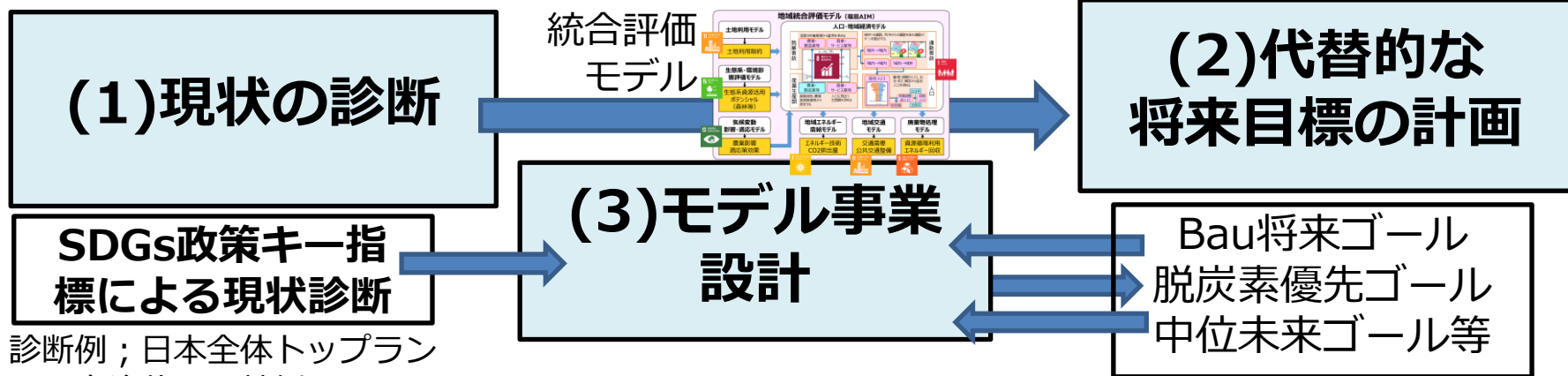


環境都市では都市・地域の環境資源、社会資源を活かした社会資本整備などを先行

トップダウン(厳格な規制) + ボトムアップ(緩やかな実行)

脱炭素地域計画支援システムの開発；エネルギー、交通、建設を統合する脱炭素の地域診断、将来目標計画、モデル事業設計システム

地域の現状診断とともに、脱炭素の将来目標の計画と、そこに至るモデル事業の設計のプロセスを構築する。【計画書 図9を引用加工】



(1)現状の診断
SDGs政策キー指標による現状診断
診断例；日本全体トップランナー自治体の比較例

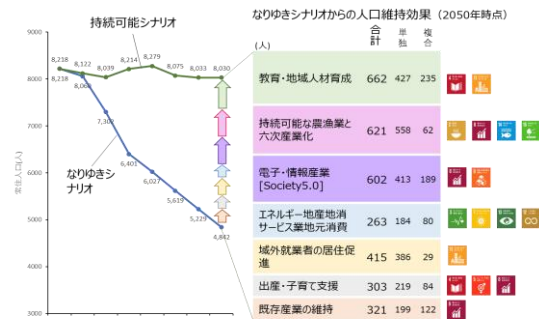
Goal	Global Indicator (GI)	Localized Indicator (LI)	Goal	Global Indicator (GI)	Localized Indicator (LI)
1	8.1.1	人口増加率(人口増加率)	8	8.9.1	雇用創出率(雇用創出率)
3	3.4.1	4人平均寿命(平均寿命)	9	9.2.1.2	製造業の活性化(製造業の活性化)
3	3b.3	3人平均寿命(平均寿命)	11	11.2.1	ベンチャー・CASEの活用(ベンチャー・CASEの活用)
4	4.1.1 (Revised)	4人平均識字率(識字率)	12	12.5.1	循環経済の取組(循環経済の取組)
6	6.4.1	下水処理率(下水処理率)	13	13.3.1	持続可能な消費(持続可能な消費)
8	8.2.1	製造業の生産額(製造業の生産額)	14	14.4.1 (Revised)	持続可能な消費(持続可能な消費)

・SDGs政策キー指標を用いた現状特性診断とともに、統合評価モデルを用いた代替的な将来の環境、経済、社会ゴールの設定により施策オプションの優先分野を設定してインベントリデータを用いて定量的な効果を算定する。
・将来ゴールの政策キー指標の達成水準の算定結果を用いて、施策の比較評価、導入水準の検討をステイクホルダー間の協議で決定する。

施策オプションインベントリデータ
・地域自律エネルギーシステム
・次世代交通システム・脱炭素建設ストック他

(2)代替的な将来目標の計画
Bau将来ゴール
脱炭素優先ゴール
中位未来ゴール等

・脱炭素、資源循環と経済効果の定量的シミュレーションツールは整備
・生態系効果、社会効果については間接効果を含む定量化プロセス開発が課題

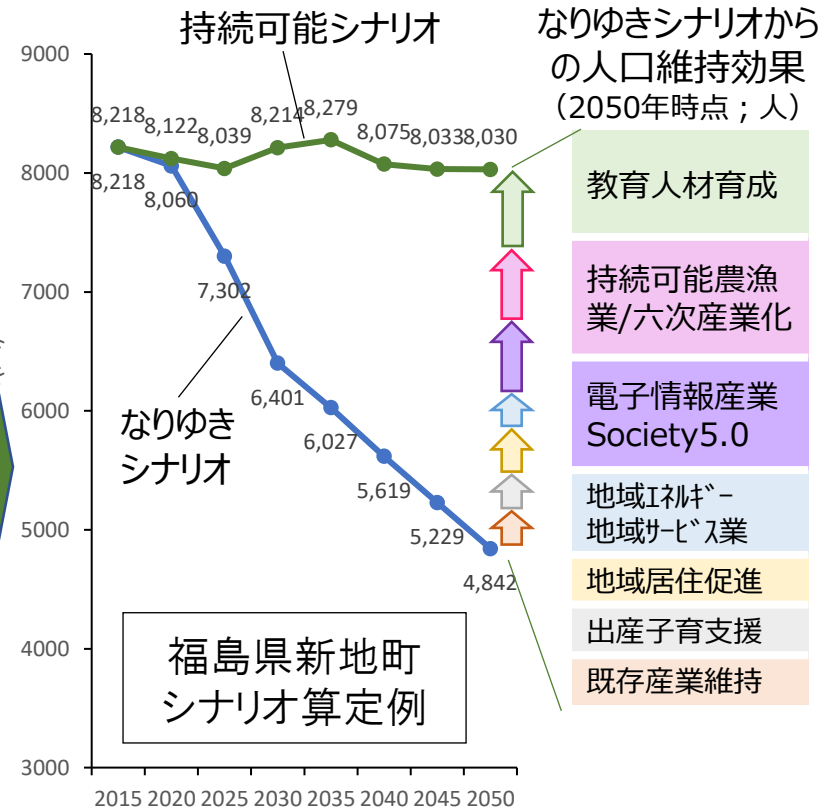
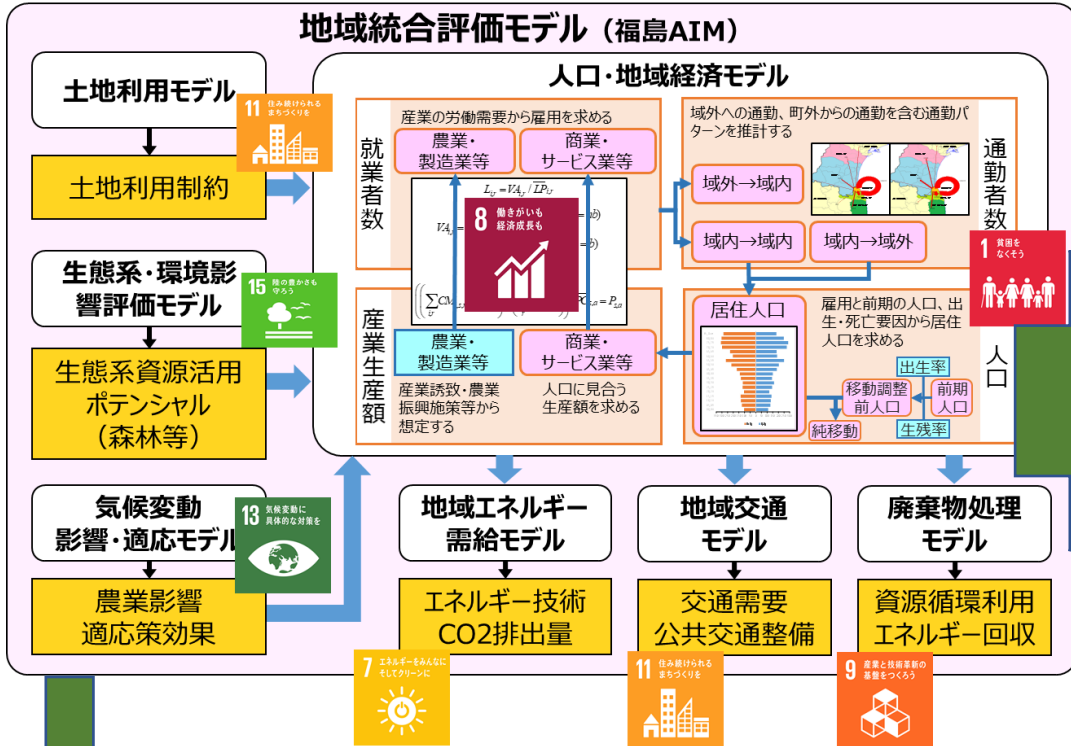


設定値に基づいて取組を全て実施しない「なりゆきシナリオ」および「持続可能なシナリオ」の人口をそれぞれ試算し、各取組の効果によるなりゆきに対する人口の押し上げ（人口維持効果）を分析した。各取組で実施しても発生する単独効果と、他の取組との相乗で発生する複合効果がある。

脱炭素地域の将来シナリオの計画評価モデル

地域の気候変動影響と社会経済特性と将来の国土圏域シナリオ等を入力変数として、**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**に加えて産業の創生、地域教育、定住促進等の将来目標を設定して社会経済、環境効果を算定するモデルを活用、実装、実証する。

地域の統合評価モデルと循環共生政策の計画パッケージ
(低炭素統合評価モデルをベースに展開)



幅広い地域ニーズ、地域特性に応じた循環共生の将来目標を算定するための、脱炭素に加えて、自然共生、SDGs社会目標の政策効果算定サブモデルを構築

熱電の需給制御による地域最適エネルギーマネジメントシステム開発 街区モニタリングデータ解析を活用する脱炭素地域技術、政策評価システム

地域における将来の復興シナリオ・まちづくり計画に基づき、地域特性に合わせた最適なシステム構築ロジックを設定し、地域条件、エネルギー需要を踏まえて再エネ、バイオマス等産地消費発電、自営線、蓄電池・EVの蓄電、コージェネや熱の面的利用などを活用した、地域の産地消費・脱炭素型エネルギーシステムを検討。

エネルギーシステム構築ロジックイメージ

地域将来復興シナリオ・まちづくり計画

①エネルギー需要想定



公共施設整備 園芸農業施設 EV充電設備

②再エネ/マイクログリッド/電力融通



太陽光・風力発電、蓄電池 バイオマス利用

③熱面的利用/CGS/燃料電池想定



地域エネルギーセンター CGS 燃料電池 (FC)

④地域モビリティ/水素利用/エネマネ



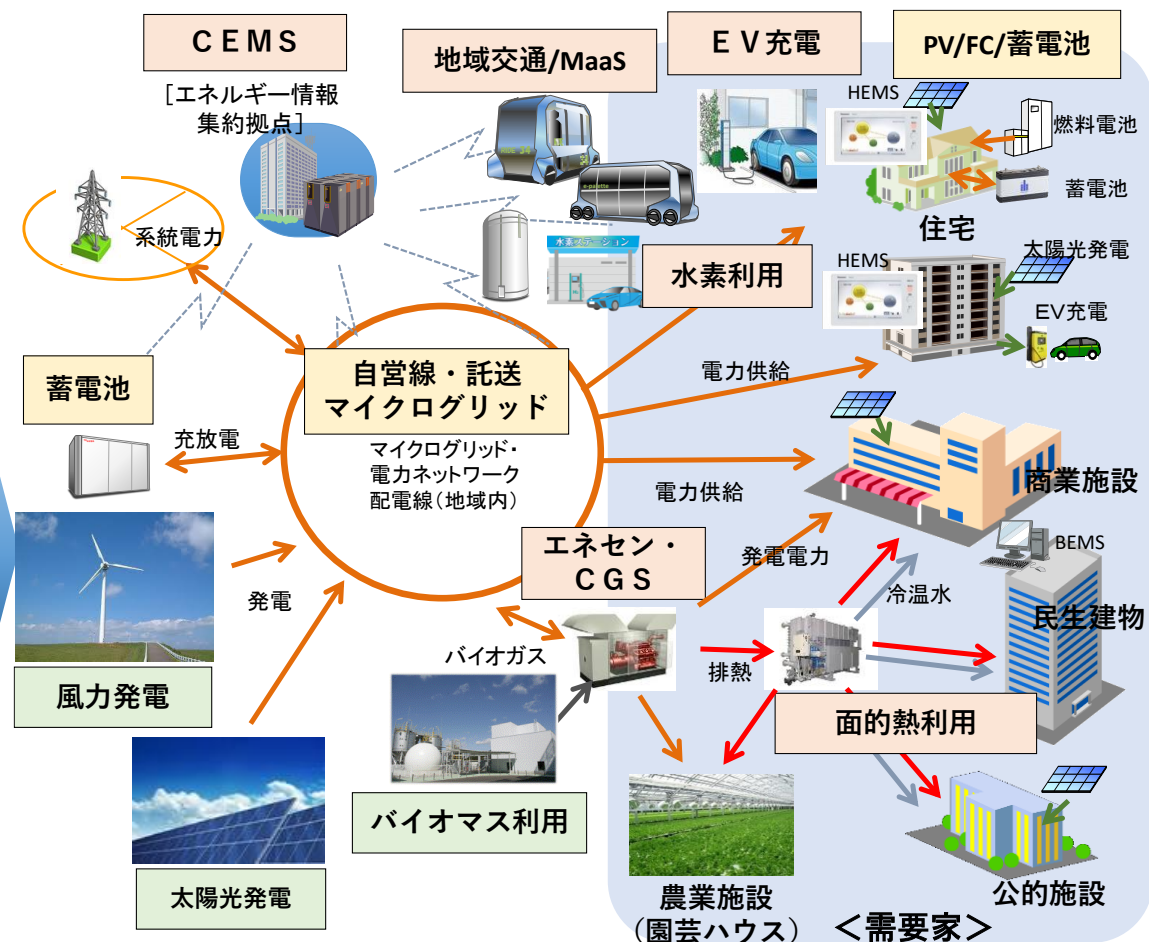
デマンド交通・MaaS 水素利用

需要想定

電力供給
(再エネ主力化等)

熱供給
(排熱・面的利用等)

地域インフラ
(D・DR・交通)

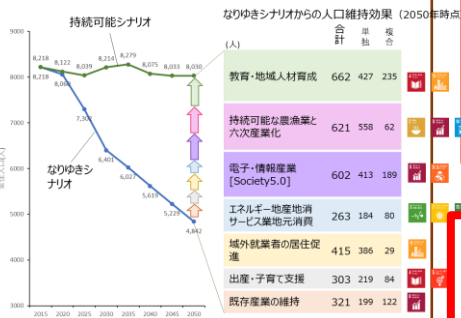


地域の産地消費・脱炭素型エネルギーシステムイメージ

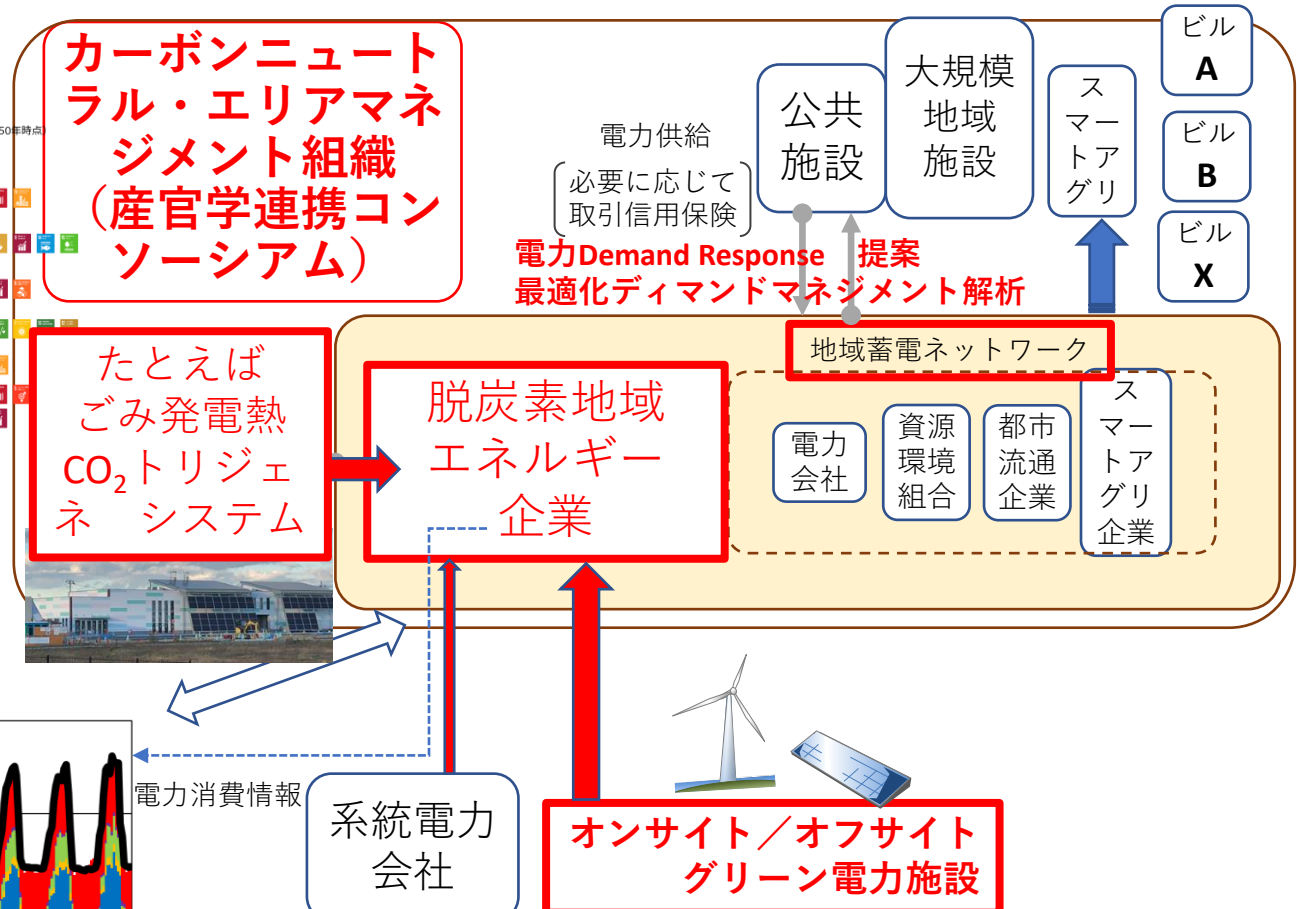
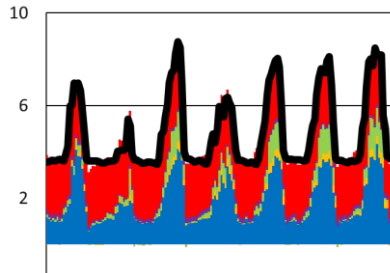
地域創発エネルギー-施設をカーボンニュートラル拠点として地域に展開

・変動の平準化、消費量の削減を実現するクラスターエネルギー管理のアルゴリズムを構築して、仮想的な「アグリゲート」機能、マイクログリッド運営、地域配電システムの短期的な経済効果とともに、再生エネルギー発電会社とシステムのノンファーム連携等による脱炭素街区ネットワークの実現のロードマップを設計する。

カーボンニュートラル地域戦略社会戦略へのシナリオシミュレーション

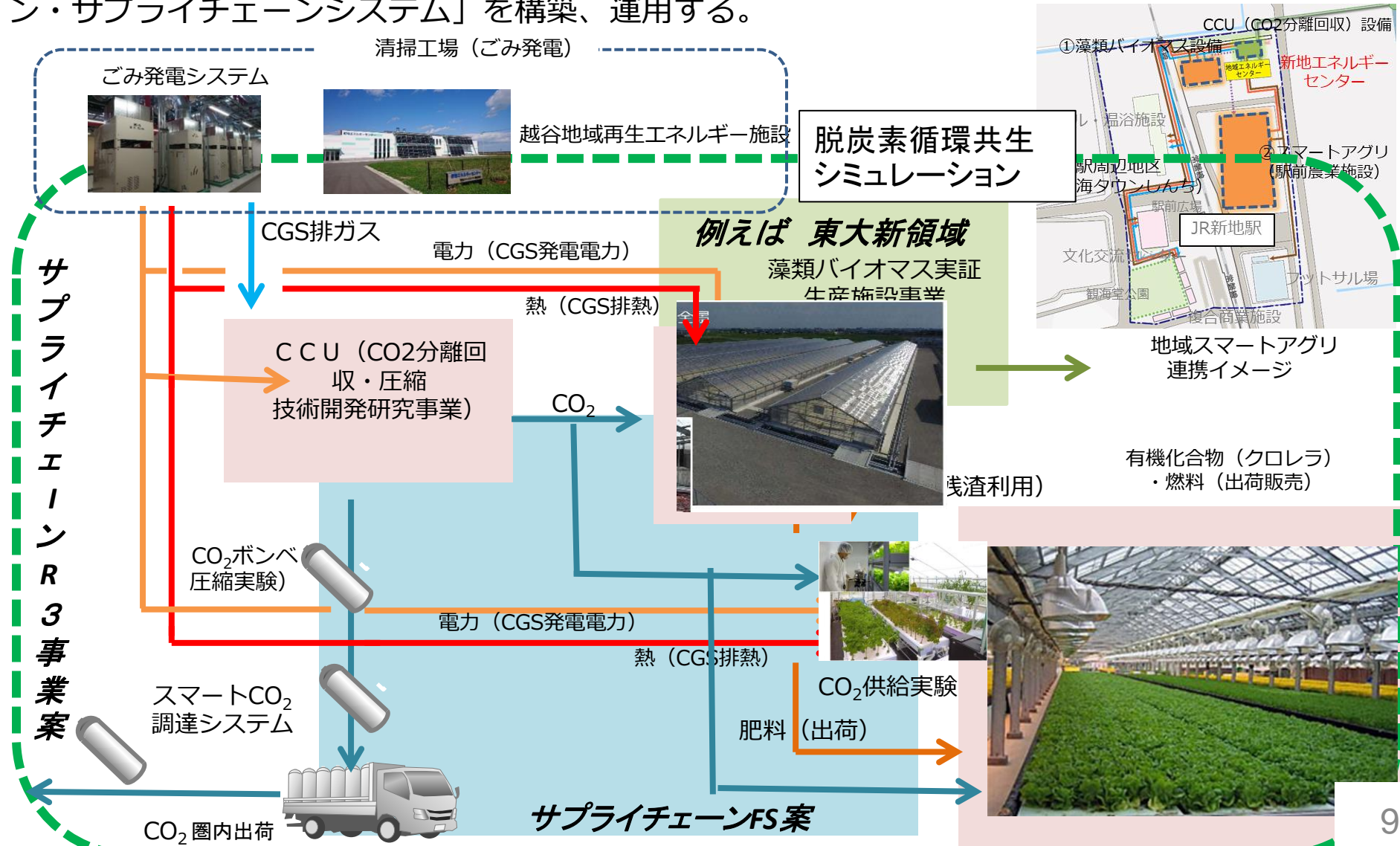


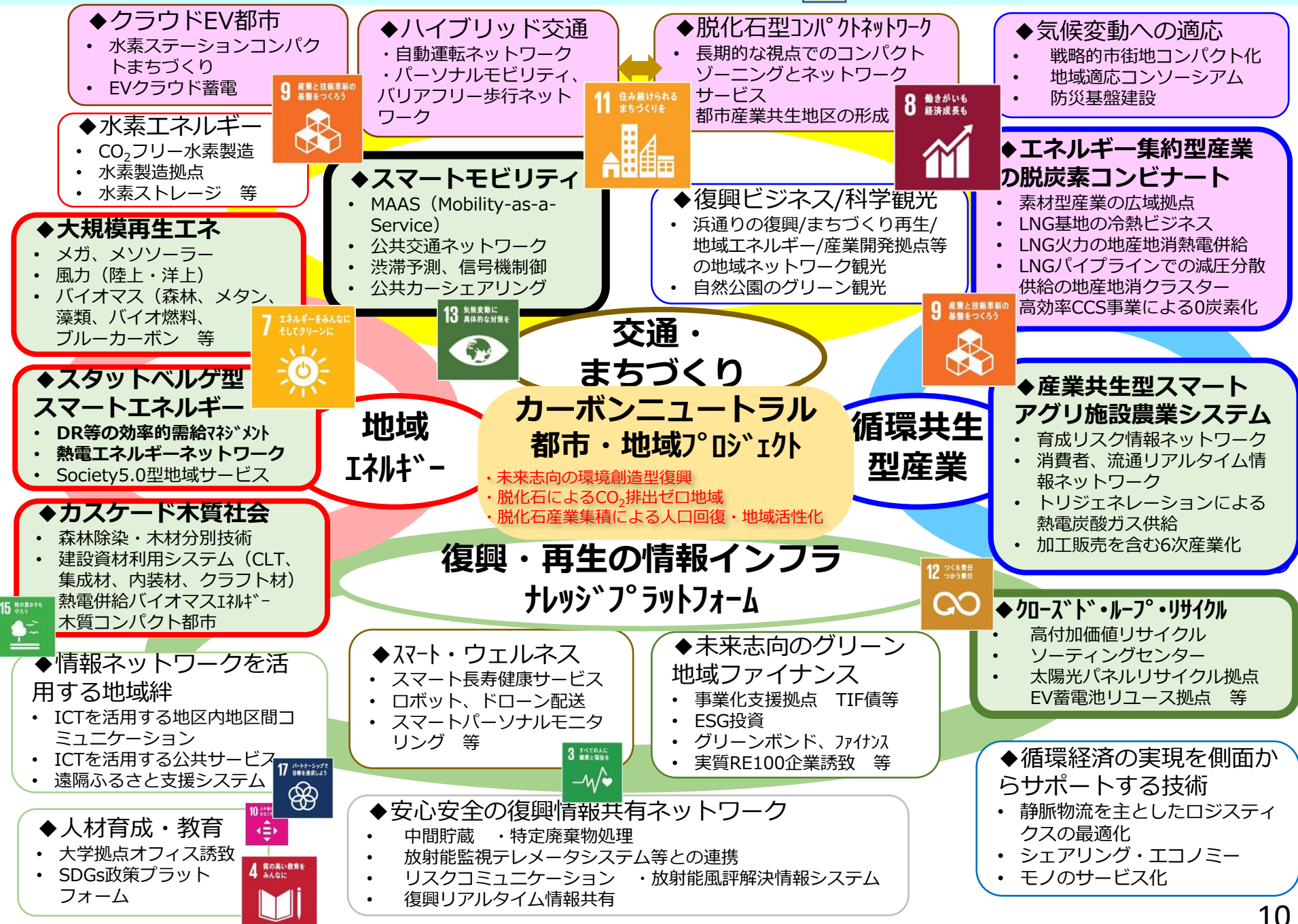
カーボンニュートラルエネルギー需給マネジメント解析システム



スマートアグリと連携する都市農連携のグリーンプロダクトエネルギーチェーン

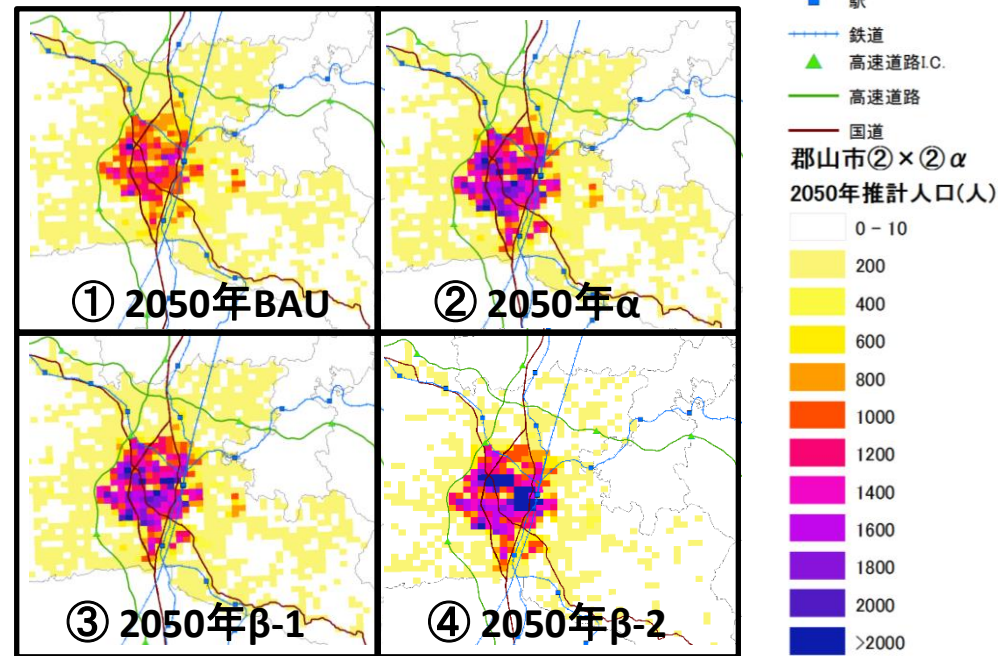
清掃工場排ガスから、CO₂を分離・回収するシステムとともに、その需要主体として施設農業、藻類バイオマス生産システムを整備して、熱電の地域共生型の有効活用および各システム技術の高度化とともに、二酸化炭素排出から抽出⇒回収⇒精製⇒流通⇒生産利用⇒「マイナスカーボン・サプライチェーンシステム」を構築、運用する。



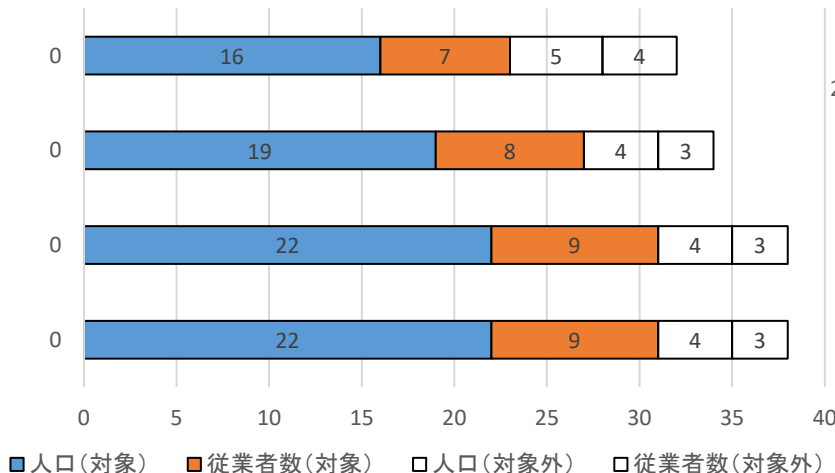


コンパクト都市による脱炭素効果の算定結果例

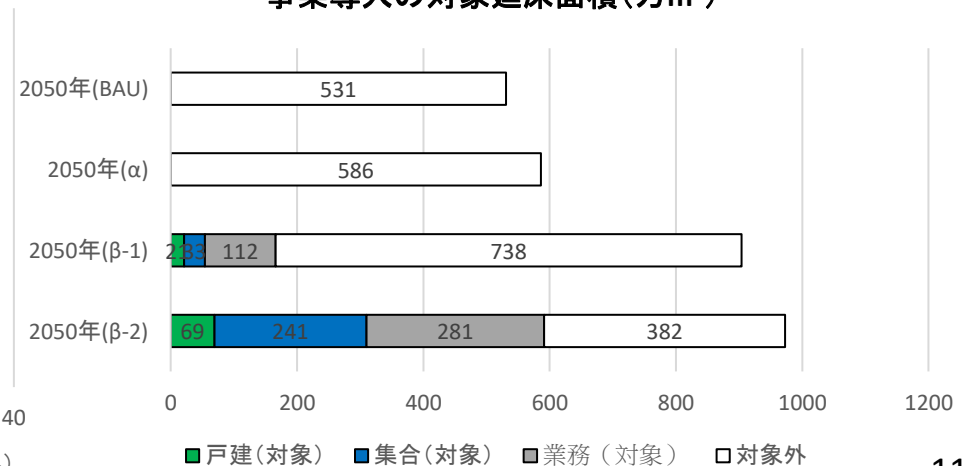
- 2010年から2050年を対象に集約化計算を4シナリオを実施。
- 計算の結果、シナリオ β -1 の拠点数は13箇所、シナリオ β -2の拠点数は3箇所と選定。
- 地域交通事業は、 α から β -2にかけて要件を達成するメッシュが増加するとともに対象となる人口・従業者も増加する。
- 地域エネルギー事業は、 β -2が事業導入の対象床面積が最も大きい。



市街化区域内における地域交通事業導入の対象人口(万人)

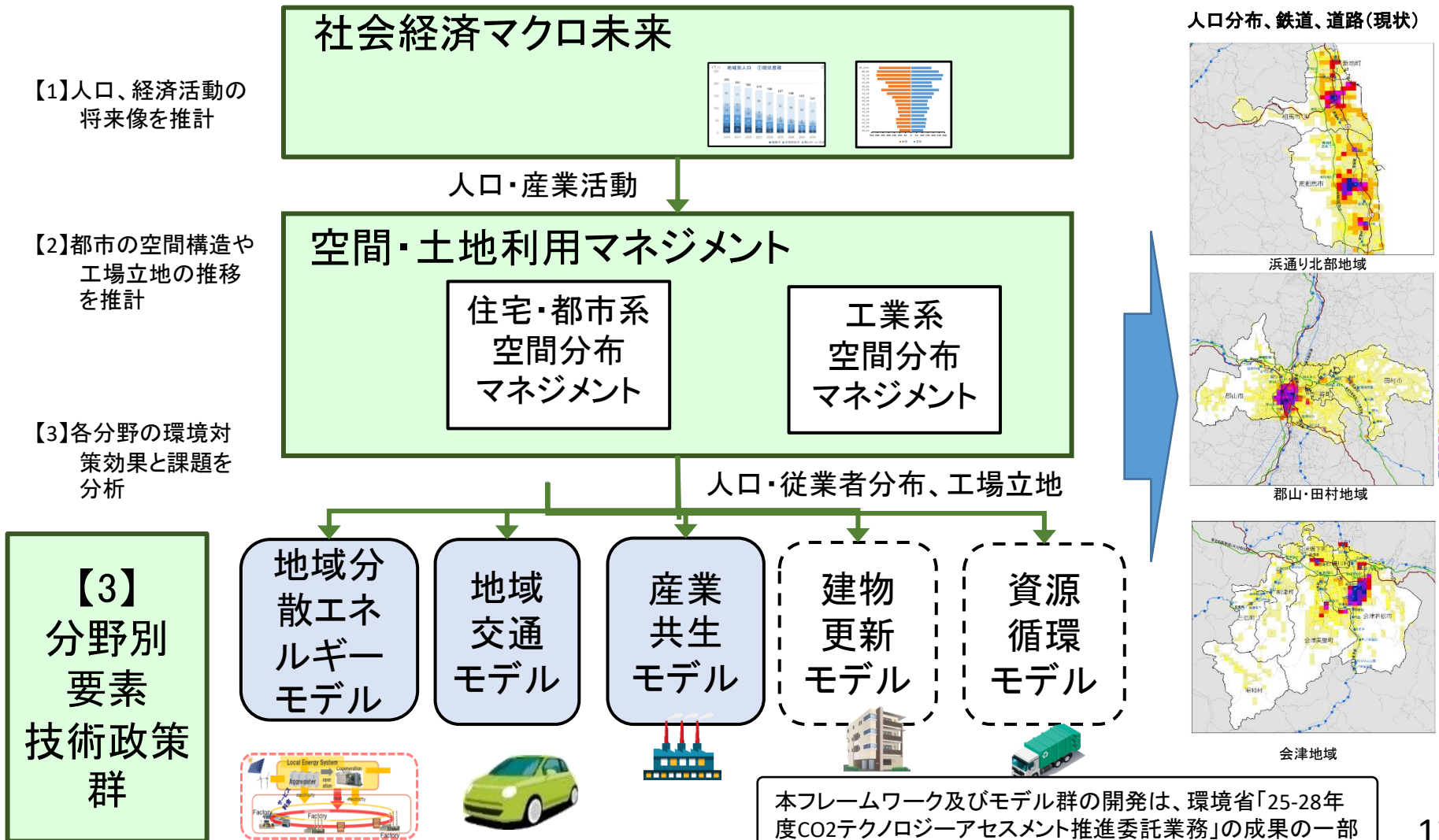


13拠点地区内における地域エネルギー事業導入の対象延床面積(万 m^2)



「脱炭素社会の立地論」地域統合評価モデルの開発と高度化

- 3層の構造からなる**統合評価モデルのフレームワークを構築**
- 地域全体の**将来像、空間分布、各分野の環境対策**を統合的に分析する手法を開発
- 福島県内の3地域（浜通り北部、郡山地域、会津地域）で将来シナリオの分析を開始

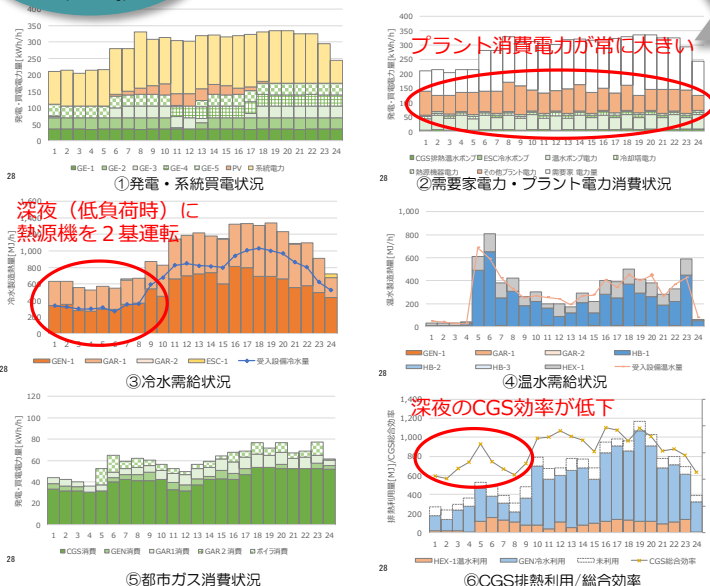


先導モデル事業のデータ解析による高精度エネルギー特性解析

地域の実際の需給データを活用し、運用改善・効率化・経済性向上に資する高効率エネルギーマネジメントシステムを開発。本検討の一環として新地エネセンの効率改善のコンサルティングを実施し、事業改善に貢献

需要特性の解析

通常の運用特性の解析



・プラント総合効率 (COP) : **0.65**

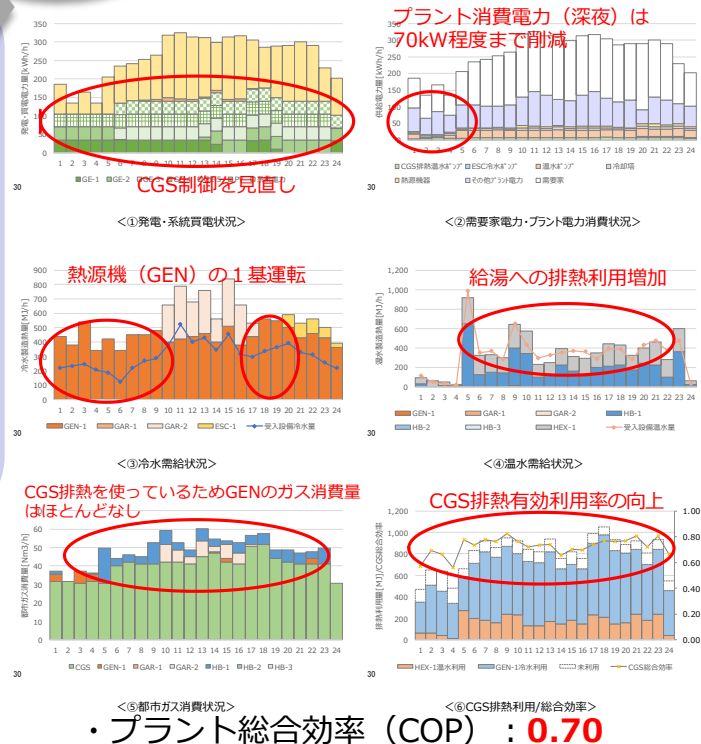
運用変更 → 需要マネジメント

- ①CGS運用制御の見直し
⇒排熱利用状況を考慮し
効率改善
 - ②冷熱源機器の運転見直し
⇒2基から1基運転による
補器電力の削減と部分
負荷効率改善
 - ③給湯への排熱利用増加
⇒排熱利用を踏まえたCGS
運用
- 等

計画に沿って、
運用方法を変更

供給特性の解析

運用変更による改善効果の解析



エネルギーデータを
収集・分析し現状の
問題把握と改善方法
を検討

エネルギーセンター
省エネ・
省コスト運用

評価に従い
運用方法を改善

エネルギー
データを踏ま
えて、改善結
果を評価

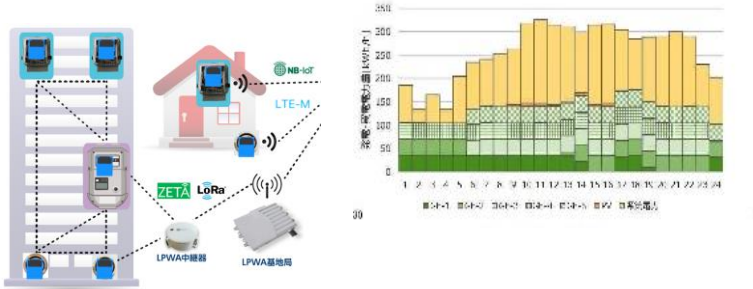
運用方法改善

プラントのエネルギー効率は約8%改善
(COP0.65⇒0.70へ)
改善により省エネ・省コストを実現

街区・都市のスケールでの地域エネルギー解析システム

エネルギー需要解析サブモデル

- ・電力、熱需要原単位
- ・ロードカーブ（時間一日一季節変動）
- ・機械学習、深層学習による需要予測



エネルギー供給解析サブモデル

- ・再エネによる電力（太陽光、洋上風力、バイオマス等）
- ・分散型電源（家庭用燃料電池コージェネ）
- ・工場、廃棄物焼却炉の廃熱
- ・カーボンフリー水素の供給



需要家行動解析サブモデル

- ・行動科学（ナッジ）による省エネ
- ・ダイナミックプライシング
- ・デマンドレスポンス

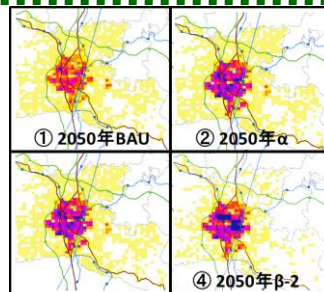


地区システムネットワーク解析サブモデル技術

- ・地域熱供給ネットワーク
- ・廃棄物発電のネットワーク化
- ・EV-PV連携（V2H, V2B）
- ・水素システムによる蓄電
- ・リース、リユースによるLIB活用



脱炭素未来に向けての土地利用の誘導サブモデル



街区・都市での統合的な地域エネルギー管理計画と評価システム

情報ネットワークによるスマートコミュニティ事業の検討例

福島県新地町の例

地域エネルギーアシスト

エネルギー見える化支援

省エネ行動支援

省エネチャレンジ



生活アシスト

地域交通支援



運行実績

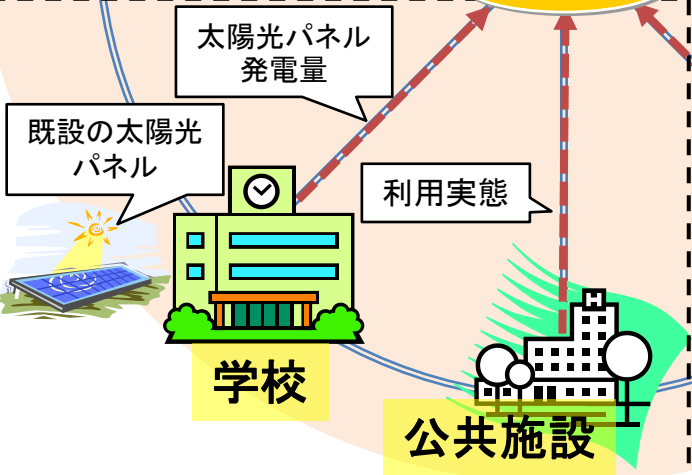
高齢者くらし支援

健康情報

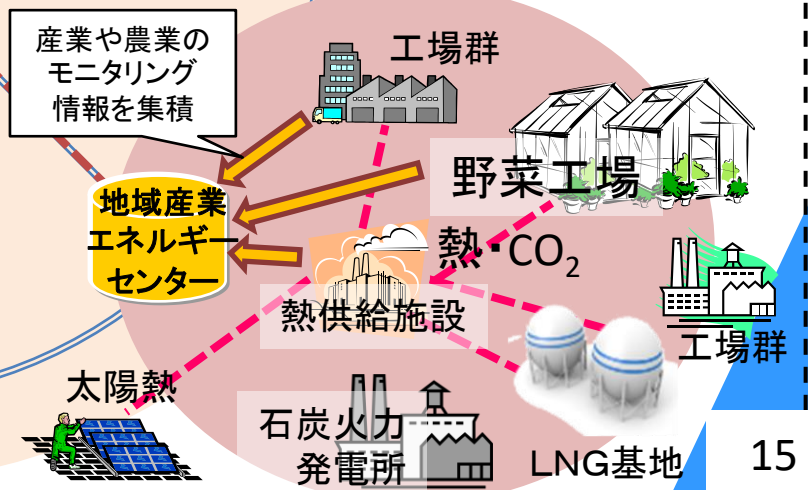


スマート・ハイブリッドセンター

国立環境研究所は、町からの要望整理やシステム設計、タブレットの運用支援などを担当



将来案①公共施設との連携

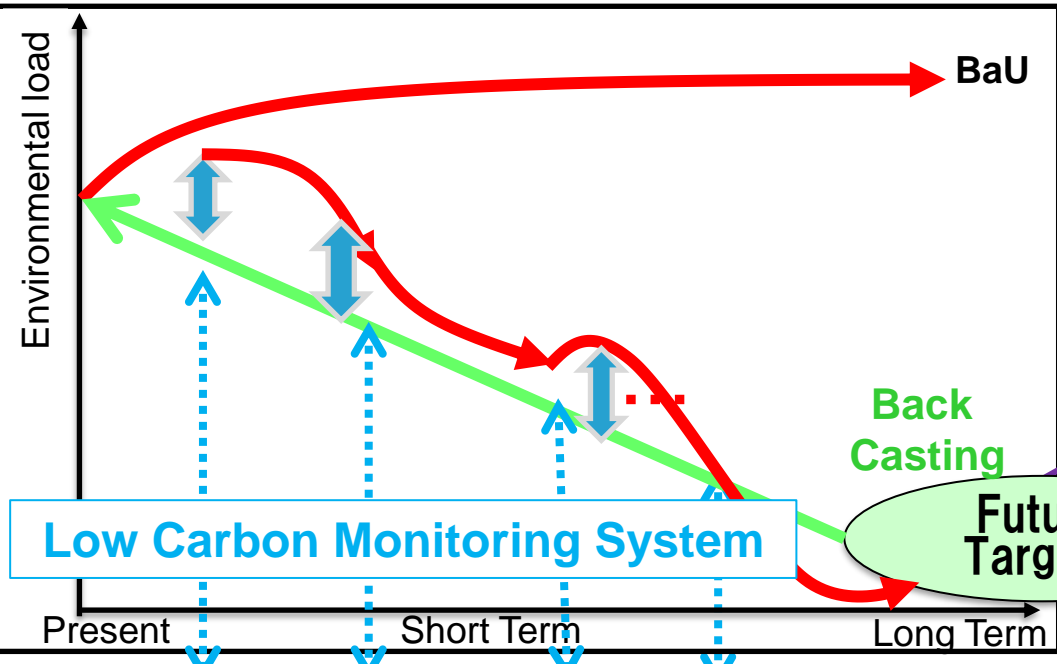


将来案②産業・農業モニタリング

脱炭素社会の社会モニタリングシステムネットワーク

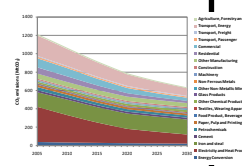
Low Carbon Solutions on Local Contents

Technology and policy Solution Design Adapting to Local Characteristics

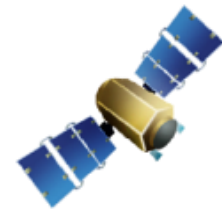
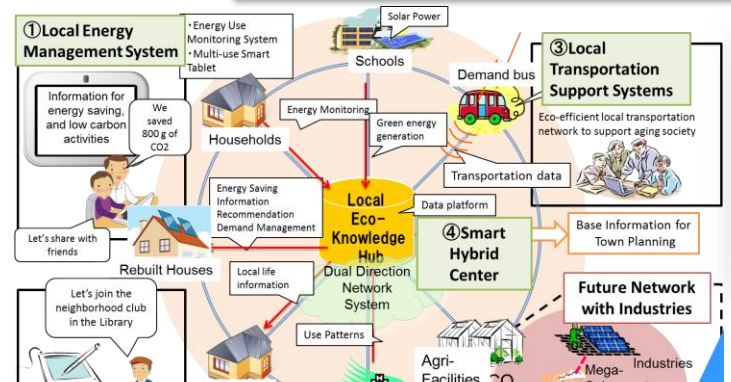


Integrated Model for Future Vision

Normative Targets by General Equilibrium Model



Dual Direction Low Carbon Monitoring Information System

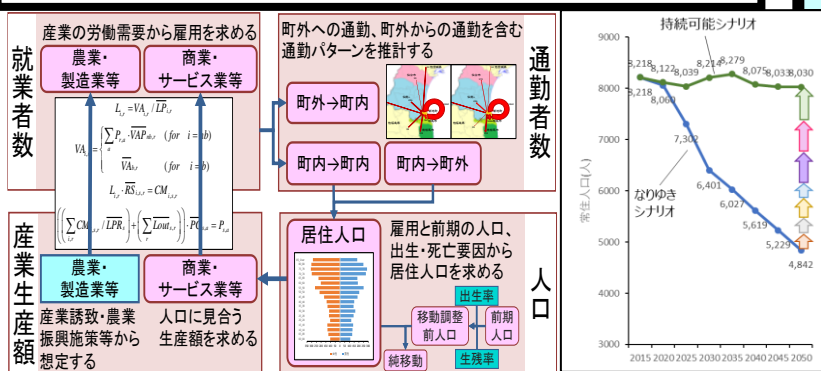


解析を地域主体と連携する「対話シミュレーションシステム」

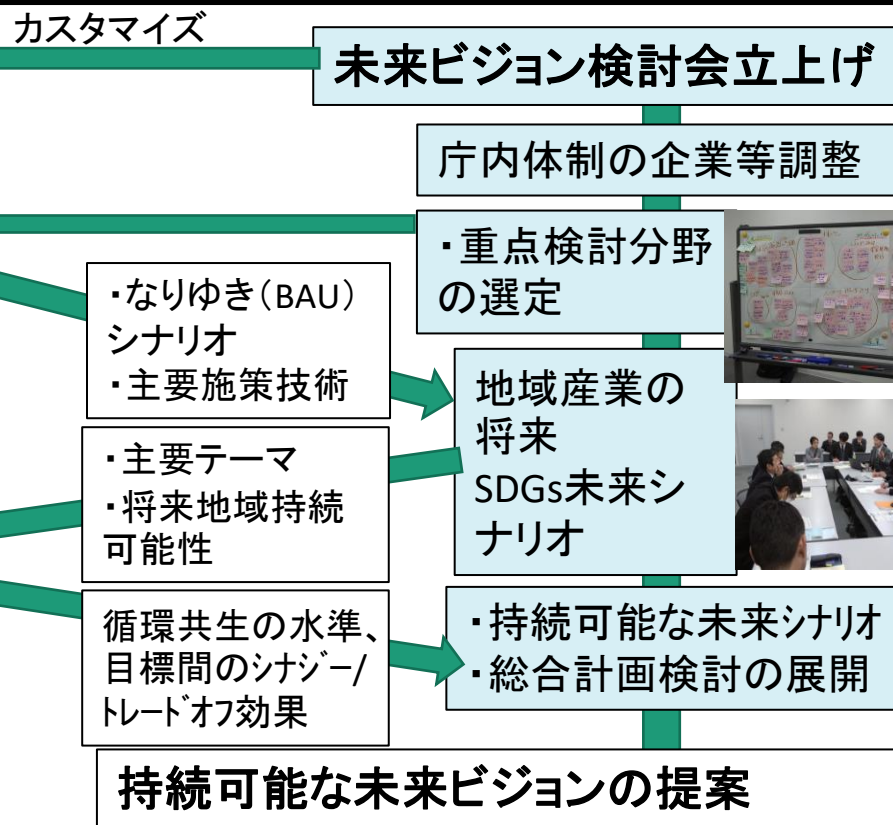
地域特性を活かした循環共生政策の計画と将来シナリオでの評価

地域のニーズ、主観的特性認知を反映して循環共生のナラティブな方針を引出し、重点的な技術・政策分野の選定と将来目標の水準を定量的に解析する対話型シミュレーションプロセスとして提供し、社会実装によってツールの実用性、汎用性、学術性を検証する。

① 将来目標と「未来シナリオ計画システム」



③ 地域主体と連携する「対話シミュレーションシステム」



② 「循環共生技術政策システム」



継続的な未来ビジョン検討→総合計画等へ

新地町における取組を複合化した将来シナリオのイメージ

