

社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会 技術部会
国土交通技術行政の基本政策懇談会(第17回)

日時: 令和2年12月24日(木)10:00~12:00 (Web開催)

資料2-4

カーボンニュートラル2050をめざす 都市の技術・政策システム

Key Words 地域分散エネルギー、脱炭素シナリオ、MAAS、カーボンサイクル、

東京大学 大学院工学系研究科 都市工学専攻 教授

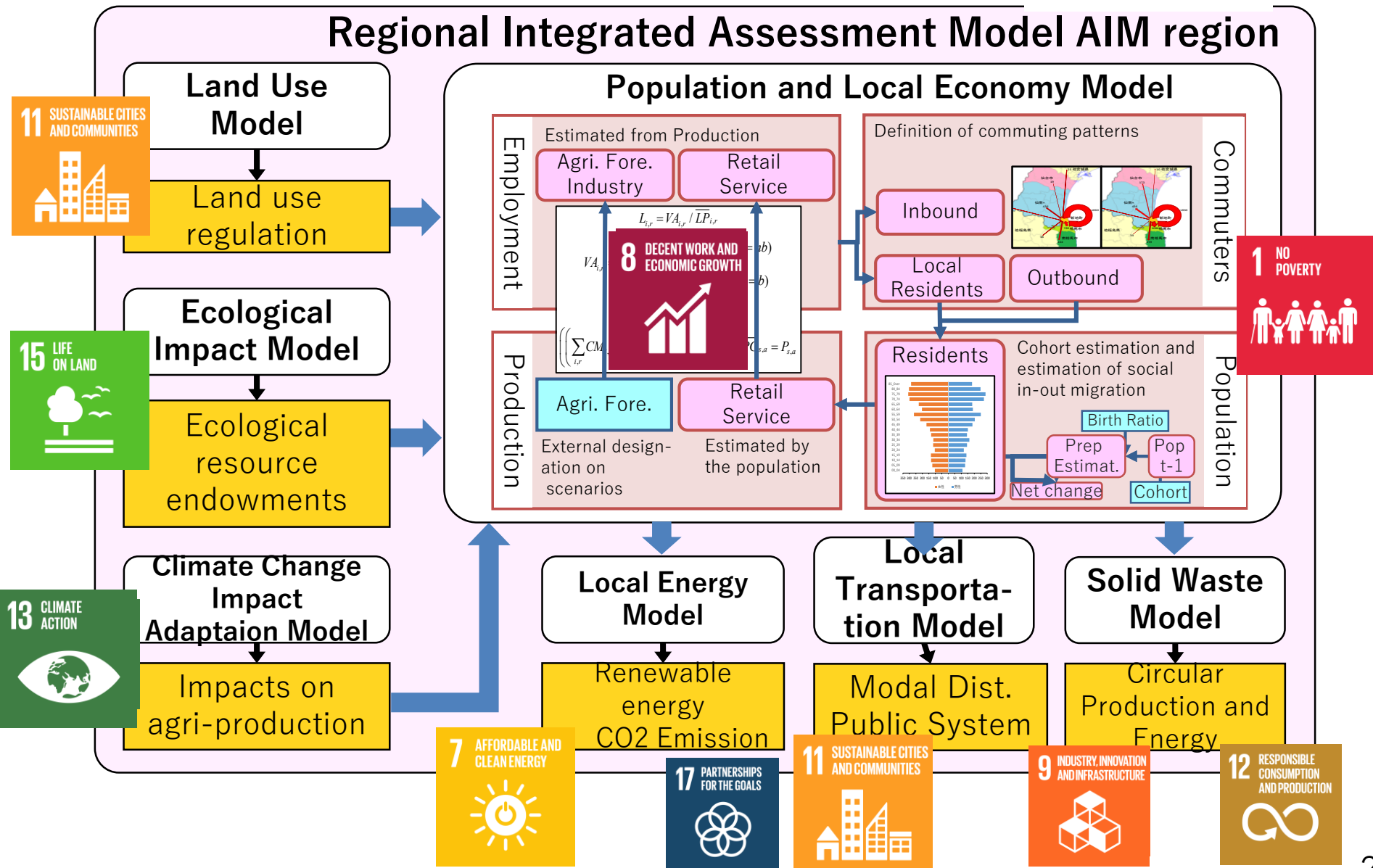
藤田 壮

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

AIM Regional Model to Quantify the SDGs Accomplishments

Dr. Gomi NIES

Regional Integrated Assessment Model AIM region

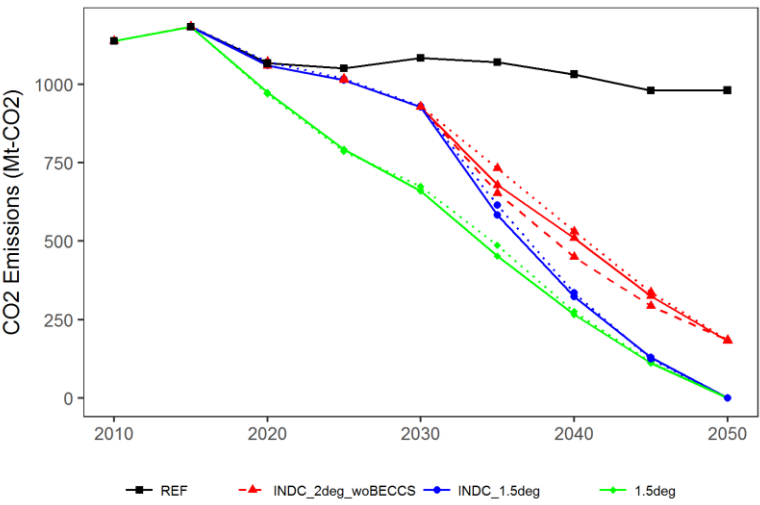


統合評価モデルを用いた2050年ゼロ排出シナリオの定量化

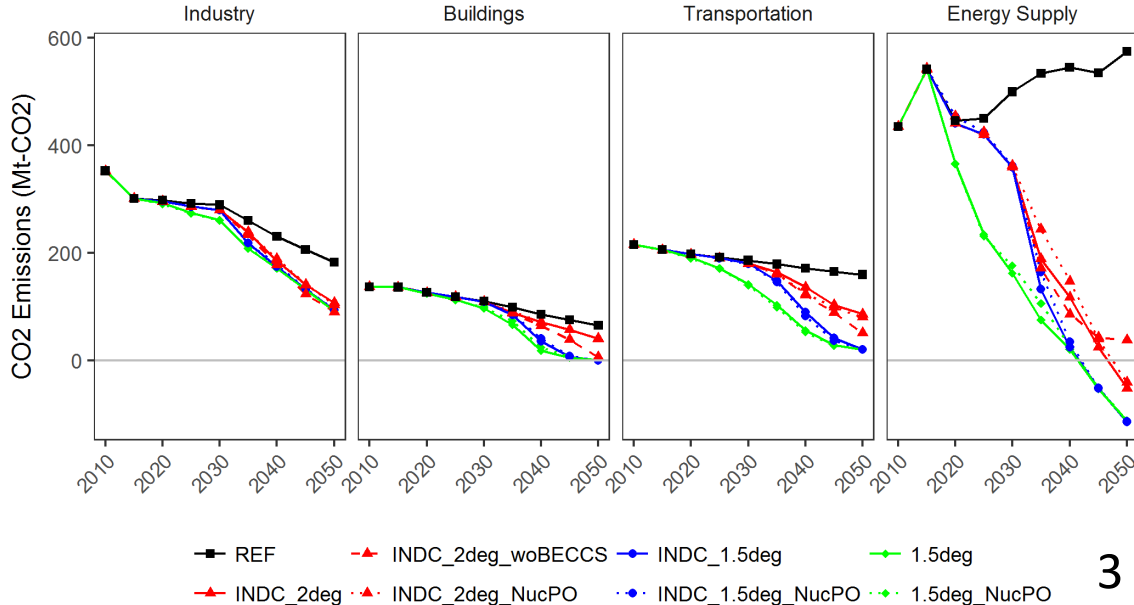
国立環境研
高橋室長(2018)

- AIM/Enduse [Japan]を用い、2050年CO2排出ゼロ、および80%減のケースを試算。
- 2050年ゼロ排出となるケースでは、BECCSを含む対策により、エネルギー供給部門からの排出は正味で負となる。
- 需要側では、運輸部門において大幅な追加削減が必要。民生では80%減ケースでもほぼゼロ排出を達成。産業部門からの排出量が残存するため、その削減が課題。
- ゼロ排出となるケースでは、追加コスト・炭素価格が大幅に増加。今後は、多様な社会シナリオを踏まえた分析を進めていくことが必要。

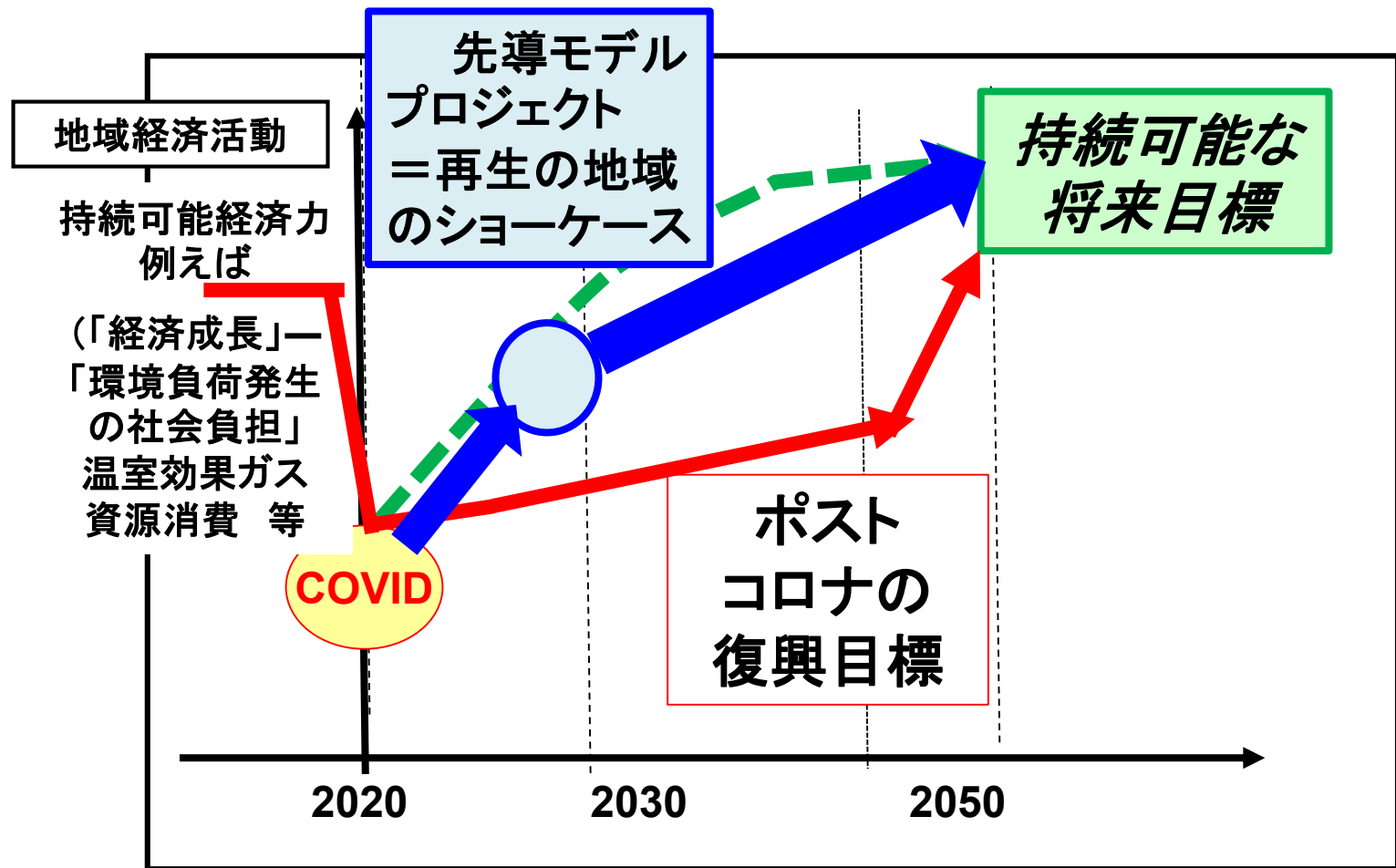
エネルギー起源CO₂排出量



エネルギー起源CO₂排出量(部門別)



コロナ後のニューノーマル下の再生の未来目標設定とモデルプロジェクトの設計



日本で形成されてきた循環経済型のまちづくり

URBAN REDEVELOPMENT TYPE EIP

北九州

Green Institute (Minneapolis) Rural Area

CITY-FARM COLLABORATION TYPE EIP

北海道

Cape Charles Sustainable Technology Park (Virginia)

Recycle go retail & sale
Ecological consulting company*
Sustainable technology research company*



Environmental Information Business Support CCR



IEP Center; Demonstration building*
Environmental data bank
Collaborative marketing purchase
-Waste collection and recycling
-Eco-material, Recycled Material
-Design for environment

Ecological equipment manufacturing



Clean Energy Supply System Energy Storage System*

Environment conscious pedestrian Path

Chen and Fujita et. al.,
Euro. J. of Operation Research,



Environmental education*

Environmental communication*



Residential Districts

Urban Area

秋田、大阪

INDUSTRIAL SYMBIOSIS TYPE EIP



Brownfield Neighborhood



Industrial complex



Cement factory



Chemical factory



Petro chemical factory



Power plant*

Industrial symbiosis type

Heat

Fly ash

Heat

Heat

Oil

Fertilizer



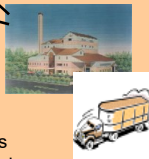
Plastic recycle center*



Organic waste Methane fermentation Composting



Building material recycle center*



Collaboration reverse logistics District heat supply

PRODUCT REMANUFACTURING TYPE EIP

川崎、水俣

Water Front

国立環境研究所の都市研究連携； 内閣官房の環境未来都市・モデル都市(2011～)

●環境モデル都市(2008～ 2013～)都市・地域での一体的な低炭素化の取組み ●低炭素都市推進協議会 ●低炭素都市づくりベストプラクティス



●環境未来都市(2011～)

世界に冠たる「環境・未来構想」の作成と集中投資で、成功事例を作り、国内普及・国際展開



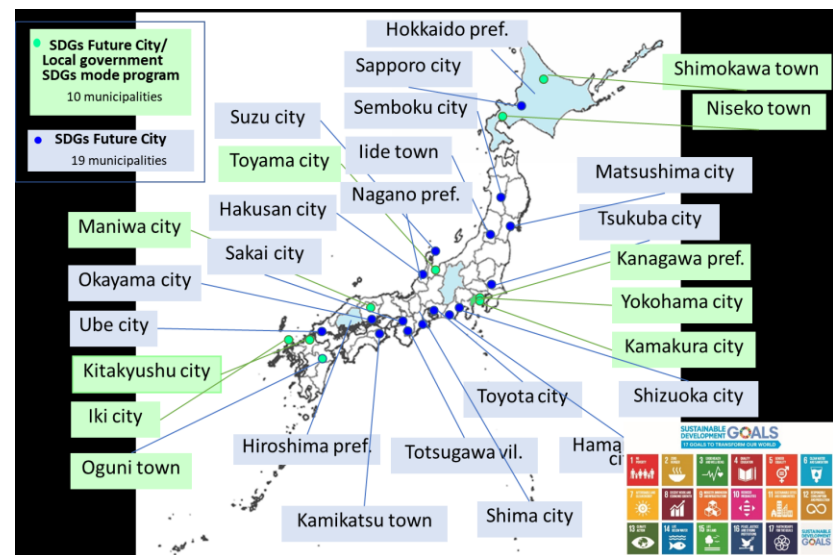
●SDGs未来都市・自治体SDGsモデル事業(2018～)

2018;29 2019;31 2020;33

自治体によるSDGsの達成に向けた取組を公募し、「SDGs未来都市」を選定し、自治体SDGs推進関係省庁タスクフォースにより強力に支援す



※内閣官房地域活性化総合事務局「環境未来都市」構想より



Newest Smart Community underway in Fukushima



Shinchi Town,
Soma-Futaba Region, Fukushima Prefecture
Population: 8,247 / Households: 2,754 /
Area: 46.35 km² (As of Jan. 1st, 2017)

SDGs from Local Energy Business



社会実装例；福島県新地町における地域エネルギー事業

まちづくりとの一体的な推進：
低炭素効果・事業性を高める「自律分散型・地域エネルギーシステム」実現



熱電需要を持つ施設の立地誘導
(ホテル、温浴、施設農業、ホール、住宅他)

ホテル温浴施設

エネルギーセンター
・コジェネによる電熱併給
・地域周辺の施設の運営

まちづくりと連携する将来の
事業拡大検討

住宅

シュタットベルケ型複合
地域エネルギー事業



地域
利用



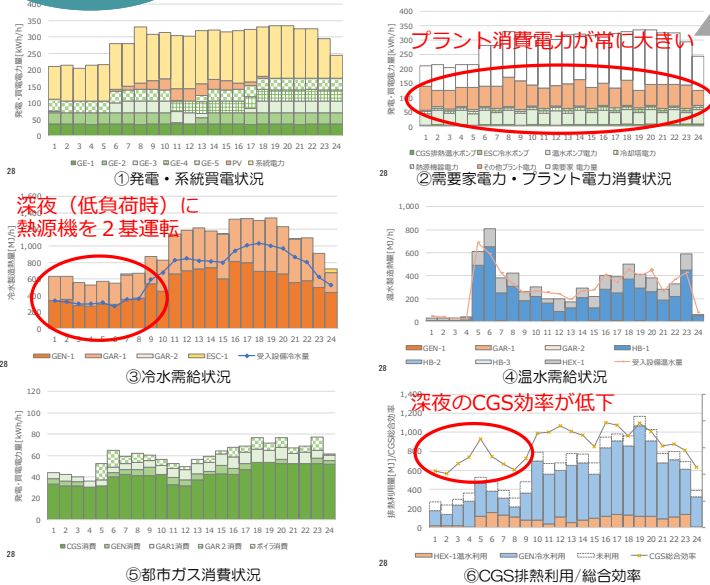
新地スマートエナジー株式会社 出資金5000万
町、7社＋金融機関
2015年-16年環境省、経産省FS事業、2017年構築事業
2018年2月会社設立、2019年操業開始

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**

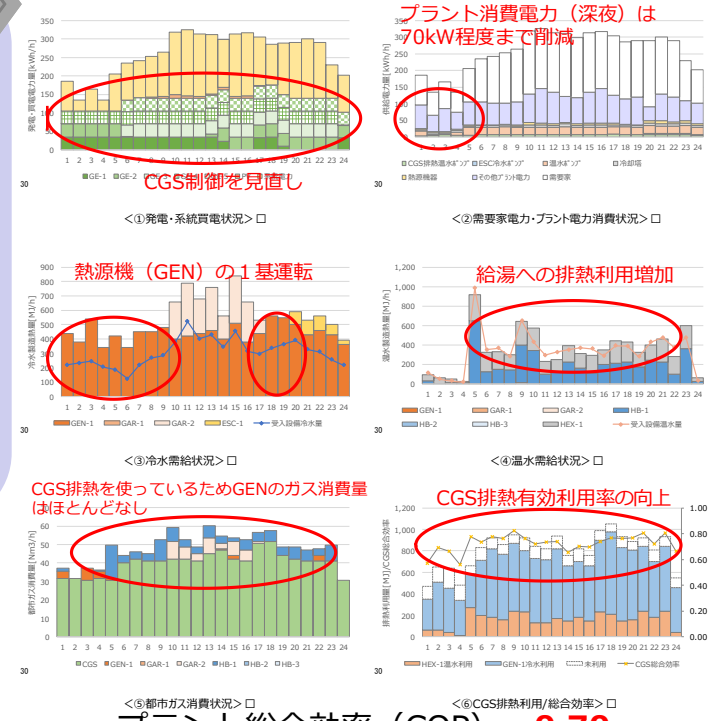
運用変更 → 需要マネジメント

- 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



・プラント総合効率 (COP) : **0.70**

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

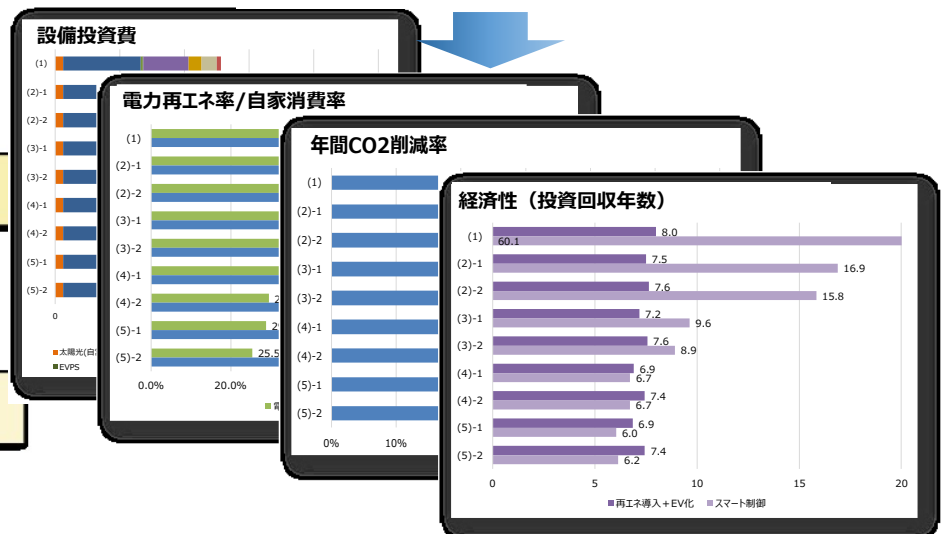
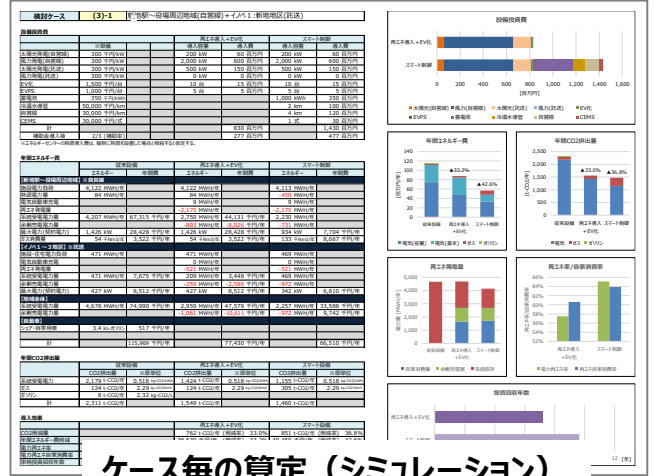
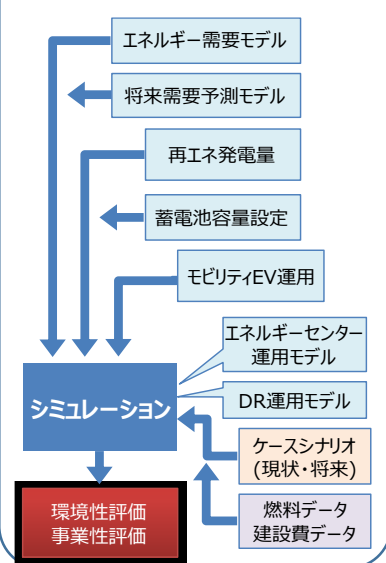
地域のエネルギー高効率マネジメントに活用する将来需要推定システム —地域エネルギーマネジメントの計画範囲を操作する需要推定—

具体的な復興事業の空間立地計画の検討が可能な場合は、域エネルギーマネジメントシステムの導入効果を評価する手法およびシステムを検討。福島県新地町をケーススタディ対象とし、地域エネルギーマネジメントシステムの範囲や設備を変更した複数のシナリオを比較評価し検証

ケーススタディ対象（新地町）



評価システムフロー



複数シナリオの比較評価・検証

脱炭素未来に向けての地域ガバナンス情報基盤(脱炭素DXシステム)

①脱炭素行動支援ネットワーク

あなたの節電ランキングは区内〇〇位です
CO2〇分の節電ができました

今日はたくさん節電できたね

コツを友達に教えてあげよう

図書館に囲碁クラブの仲間が5人いるから、いってみるか。



・エネルギー消費モニタリングシステム
・双方向通信タブレット
→設置

学校

既設の太陽光パネル

エネルギー消費実績

太陽光パネル発電量



③地域交通支援ネットワーク


公共交通システム

GPSシステム

超高齢化に対応した公共交通システム運行計画

運行実績

データ蓄積



地域DXハブ

インターネット回線を利用した双方向情報ネットワーク

節電関連情報

産官学連携で運営



将来のまちづくりへの基礎情報として活用

協力住宅



協力住宅



公共施設

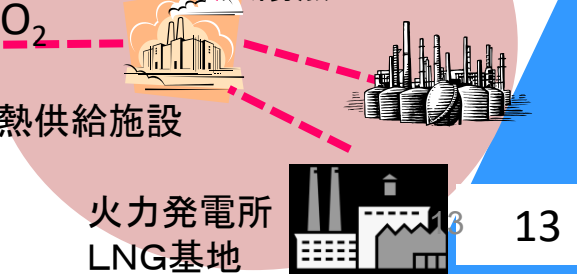


④農業、工業、流通の地域支援

熱・CO₂

熱供給施設

火力発電所
LNG基地



②くらし・健康のリアルタイム情報

福島の再生と未来志向の実現要素の検討例

は定量化を進めているもの

交通・まちづくり
2030 2040 2050
福島再生・未来プロジェクト
 ・未来志向の環境創造型復興
 ・脱化石によるCO2排出ゼロ地域
 ・脱化石産業集積による人口回復・地域活性化

地域エネルギー

循環共生型産業

復興・再生の情報インフラプラットフォーム

- ◆クラウドEV都市
 - ・水素ステーションコンパクトまちづくり
 - ・EVクラウド蓄電

- ◆ハイブリッド交通
 - ・自動運転ネットワーク
 - ・パーソナルモビリティ、バリアフリー歩行ネットワーク

- ◆脱化石型コンパクトネットワーク
 - ・長期的な視点でのコンパクトゾーニングとネットワークサービス
 - ・都市産業共生地区の形成

- ◆気候変動への適応
 - ・戦略的市街地コンパクト化
 - ・地域適応コンソーシアム
 - ・防災基盤建設

- ◆水素エネルギー
 - ・CO2フリー水素製造
 - ・水素製造拠点
 - ・水素ストレージ 等

- ◆スマートモビリティ
 - ・MAAS (Mobility-as-a-Service)
 - ・公共交通ネットワーク
 - ・渋滞予測、信号機制御
 - ・公共カーシェアリング

- ◆復興ビジネス/科学観光
 - ・浜通りの復興/まちづくり再生/地域エネルギー/産業開発拠点等の地域ネットワーク観光
 - ・自然公園のグリーン観光

- ◆エネルギー集約型産業の低炭素コンビナート
 - ・素材型産業の広域拠点
 - ・LNG基地の冷熱ビジネス
 - ・LNG火力の地産地消熱電供給
 - ・LNGパイプラインでの減圧分散供給の地産地消クラスター
 - ・高効率CCS事業による0炭素化

- ◆大規模再生エネ
 - ・メガ、メソソーラー
 - ・風力(陸上・洋上)
 - ・バイオマス(森林、メタン、藻類、バイオ燃料、)ブルーカーボン 等

- ◆スタットベルゲ型スマートエネルギー
 - ・DR等の効率的需給マネジメント
 - ・熱電エネルギーネットワーク
 - ・Society5.0型地域サービス

- ◆産業共生型スマートアグリ施設農業システム
 - ・育成リスク情報ネットワーク
 - ・消費者、流通リアルタイム情報ネットワーク
 - ・トリジェネレーションによる熱電炭酸ガス供給
 - ・加工販売を含む6次産業化

- ◆カスケード木質社会
 - ・森林除染・木材分別技術
 - ・建設資材利用システム(CLT、集成材、内装材、クラフト材)
 - ・熱電供給バイオマスI初級
 - ・木質コンパクト都市

- ◆スマート・ウェルネス
 - ・スマート長寿健康サービス
 - ・ロボット、ドローン配送
 - ・スマートパーソナルモニタリング 等

- ◆未来志向のグリーン地域ファイナンス
 - ・事業化支援拠点 TIF債等
 - ・ESG投資
 - ・グリーンボンド、ファナシ
 - ・実質RE100企業誘致 等

- ◆カーズド・ループ・リサイクル
 - ・高付加価値リサイクル
 - ・ソーティングセンター
 - ・太陽光パネルリサイクル拠点 EV蓄電池リユース拠点 等

- ◆情報ネットワークを活用する地域絆
 - ・ICTを活用する地区内地区間コミュニケーション
 - ・ICTを活用する公共サービス
 - ・遠隔ふるさと支援システム

- ◆安心安全の復興情報共有ネットワーク
 - ・中間貯蔵・特定廃棄物処理
 - ・放射能監視テレメータシステム等との連携
 - ・リスクコミュニケーション・放射能風評解決情報システム
 - ・復興リアルタイム情報共有

- ◆循環経済の実現を側面からサポートする技術
 - ・静脈物流を主としたロジスティクスの最適化
 - ・シェアリング・エコノミー
 - ・モノのサービス化

- ◆人材育成・教育
 - ・大学拠点オフィス誘致
 - ・SDGs政策プラットフォーム

空間構造を考慮した分析から分かること

空間計画案の設計

現状推移



事業の効果算定
地域エネルギー

住宅地

コンパクト化



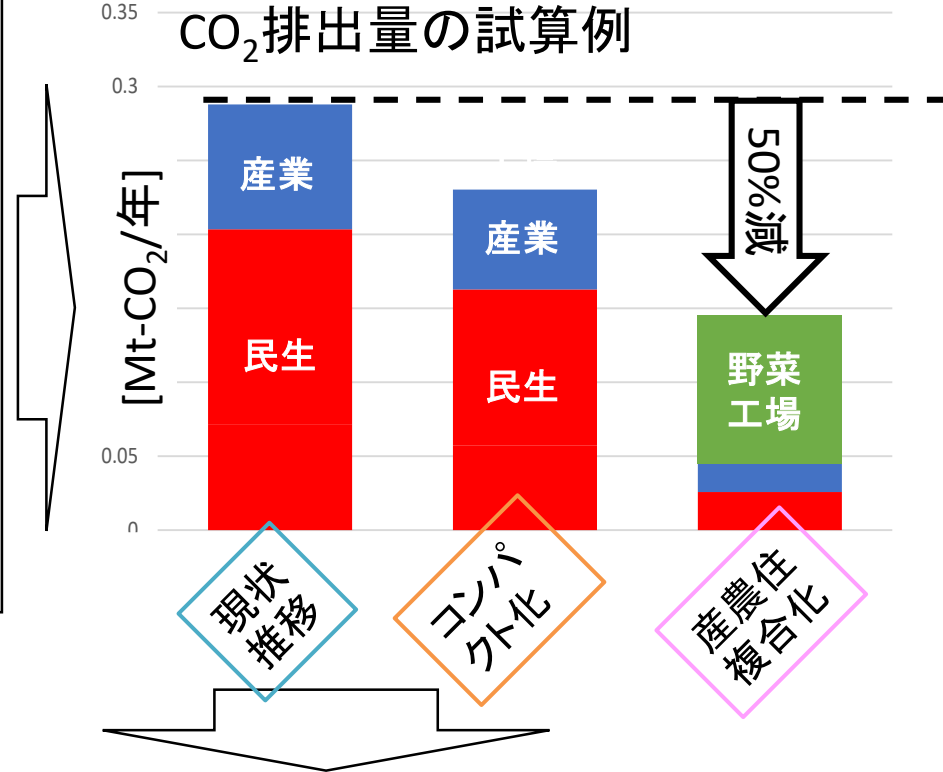
産・農・住

複合機能化



環境影響の定量評価

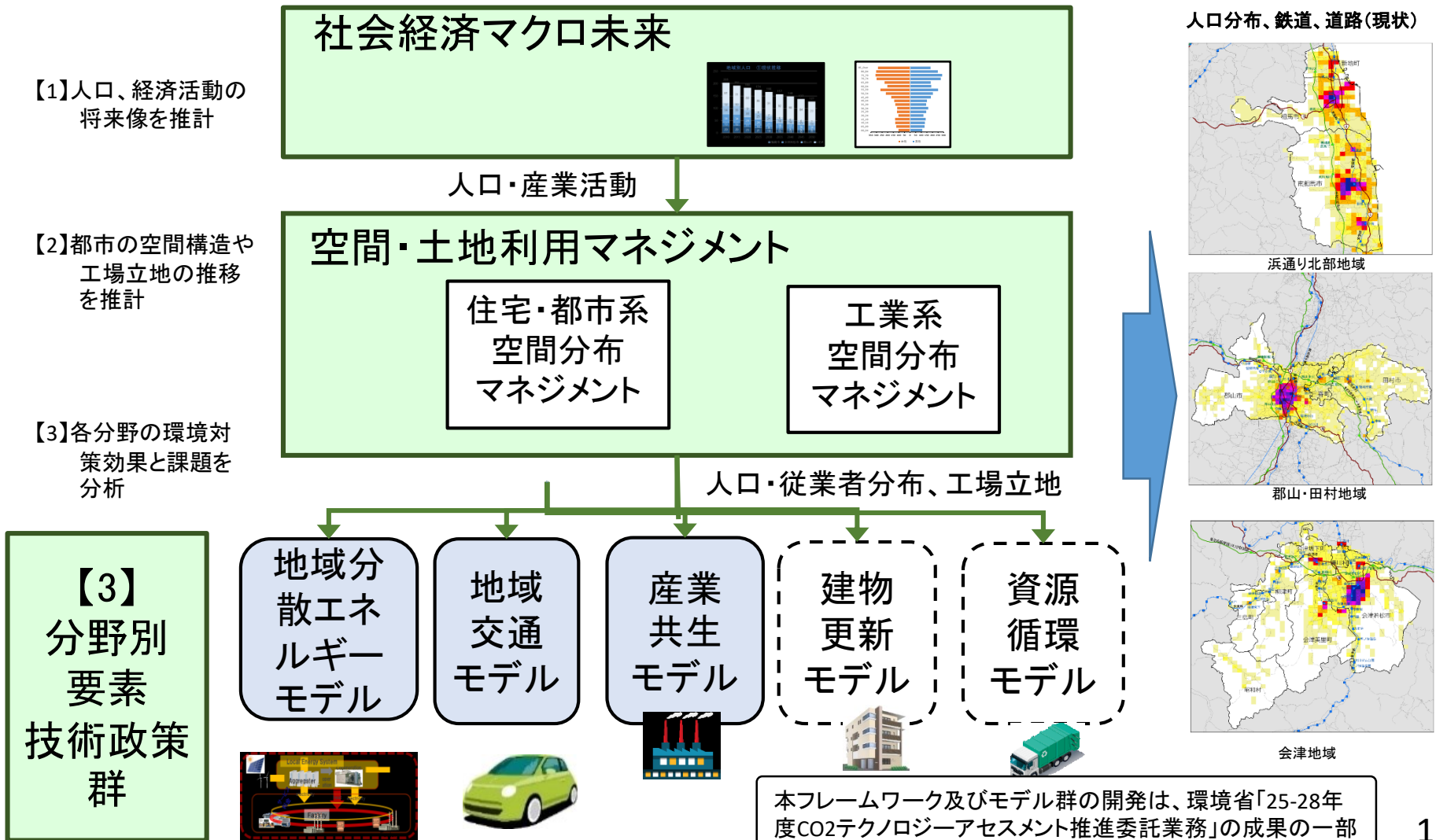
CO₂排出量の試算例



地域エネルギーを活用する
まちづくりで50%のエネルギーコスト削減の可能性

「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

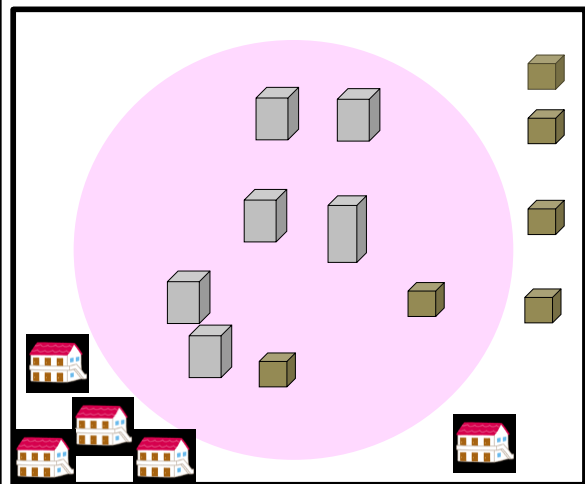
- 3層の構造からなる**統合評価モデルのフレームワークを構築**
- 地域全体の**将来像、空間分布、各分野の環境対策**を統合的に分析する手法を開発
- 福島県内の3地域(浜通り北部、郡山地域、会津地域)で将来シナリオの分析を開始



土地利用の将来シナリオ設定の考え方(例)

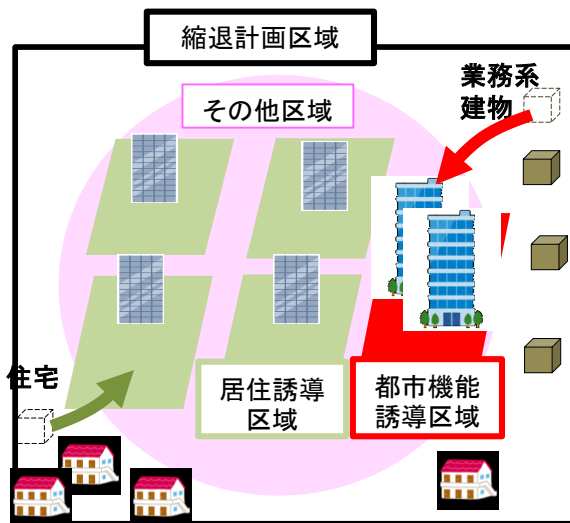
BAU なりゆき将来

・現状から将来までのなりゆき



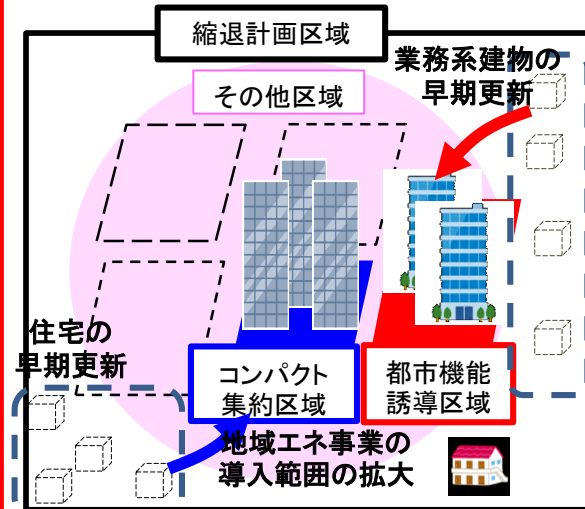
α 現行集約化シナリオ

・現行の立地適正化計画を踏まえ、誘導区域に建物を集約するシナリオ



β 職住近接集約化シナリオ

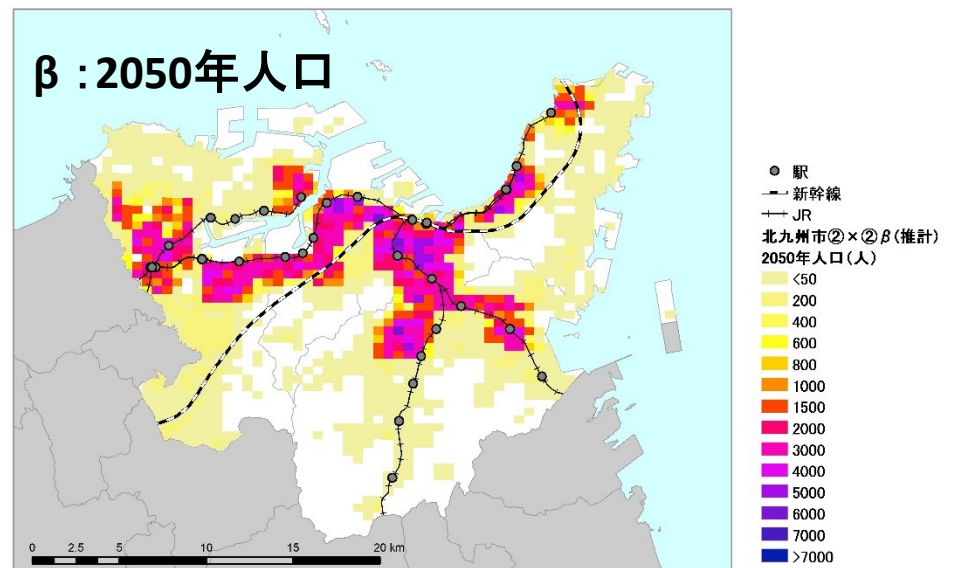
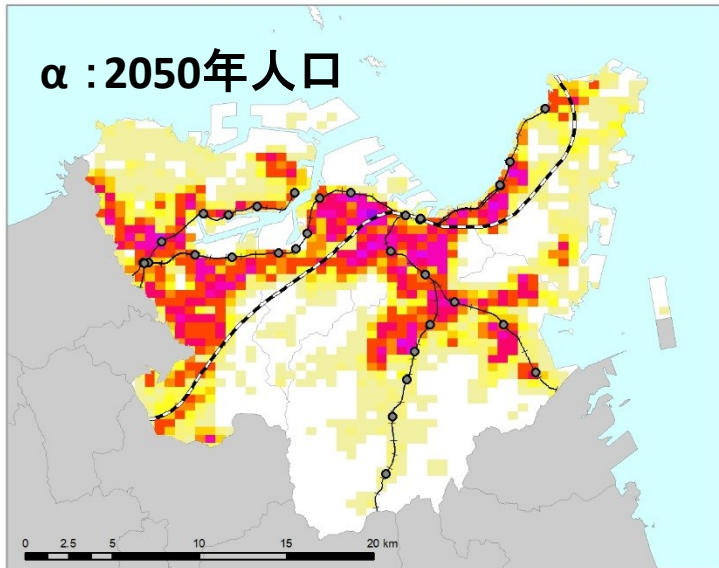
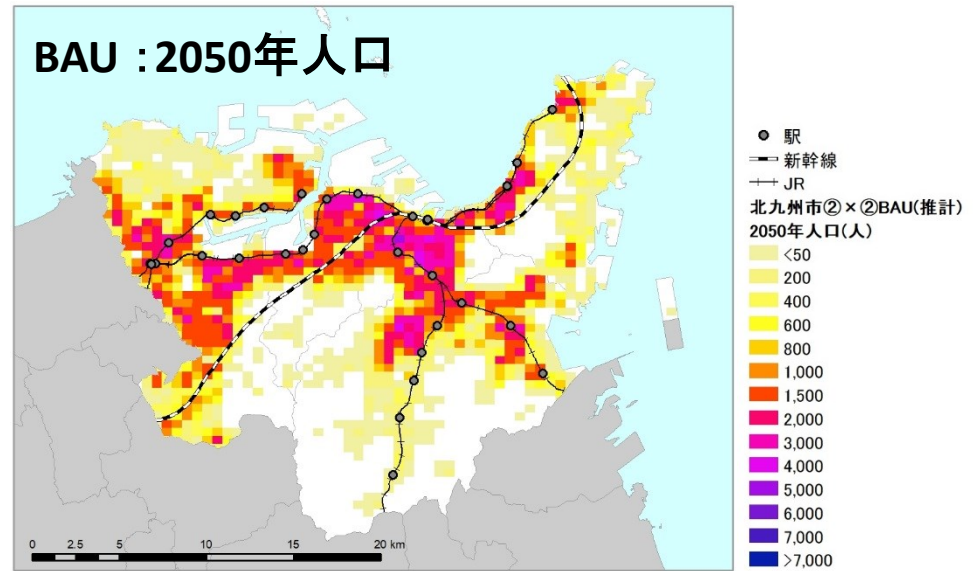
・αよりも高密度の集約を目指すシナリオ。早期建物更新および集約区域を都市機能誘導区域近辺に限定することにより、地域エネルギー事業範囲が拡大する。



	BAU なりゆき将来	α 現行集約化シナリオ	β 職住近接集約化シナリオ
建物更新率	建物廃棄曲線に基づき設定 (過去から現在までの実績)	建物廃棄曲線に基づき設定 (過去から現在までの実績)	H11以前の建物が2050年までに90%更新されるよう 廃棄率を設定
集約率	—	40%	100%
集合住宅 転換率	—	戸建住宅は戸建住宅のまま。低層集合住宅は 100%高層集合住宅として更新	戸建住宅は戸建住宅のまま。低層集合住宅は 100%高層集合住宅として更新
誘導区域	—	人口:居住誘導区域(都市機能誘導区域を含む) 従業者数:都市機能誘導区域	人口:コンパクト集約区域(都市機能誘導区域を含む) 従業者数:都市機能誘導区域
縮退計画 区域	—	人口:居住誘導区域以外の区域 従業者数:都市機能誘導区域以外の区域	同左

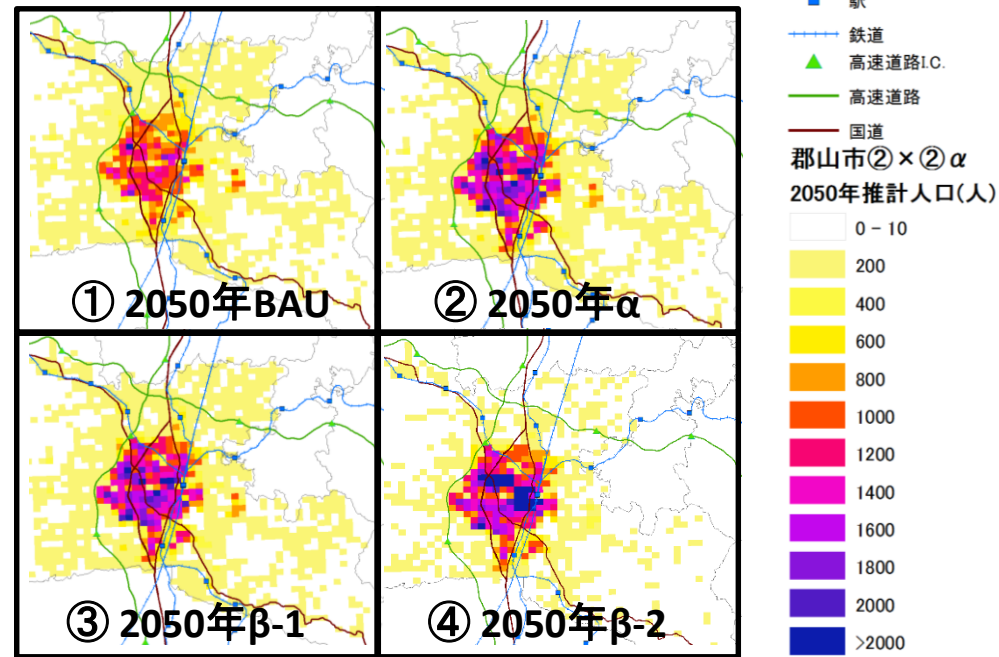
土地利用シナリオ：人口の算定結果（北九州の例）

- α シナリオでは立地適正化計画で示された居住誘導区域全域に人口が誘導され、BaUと大きくは異なる結果となった。
- β シナリオにおいて集約および建物早期更新を考慮することで、都心部の活動量が増加する。

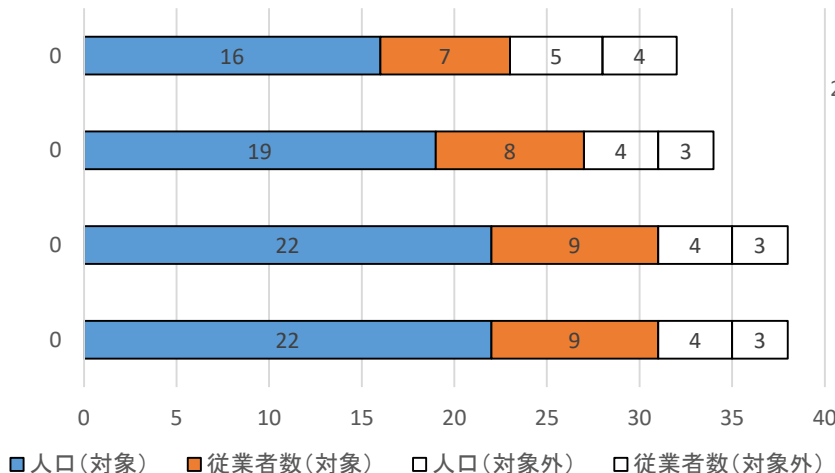


コンパクト都市によるSDGs効果の算定結果例

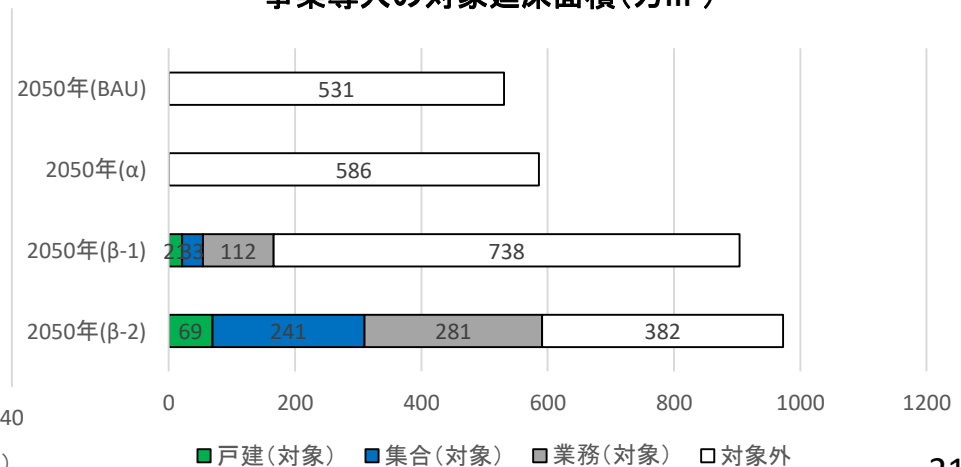
- 2010年から2050年を対象に集約化計算を4シナリオを実施。
- 計算の結果、シナリオ β -1 の拠点数は13箇所、シナリオ β -2の拠点数は3箇所と選定。
- 地域交通事業は、 α から β -2にかけて要件を達成するメッシュが増加するとともに対象となる人口・従業者も増加する。
- 地域エネルギー事業は、 β -2が事業導入の対象床面積が最も大きい。



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)

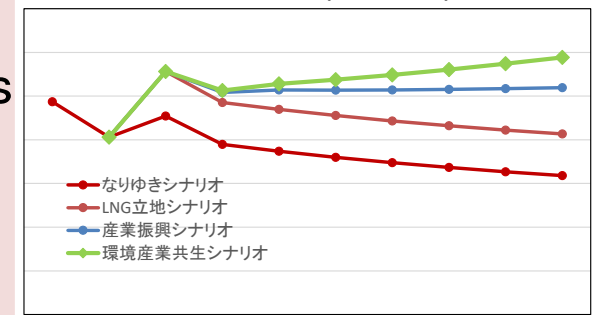


Multi Stage Approach for Eco-City and EIP Planning

① Macro-scope

Alternative future vision

- population, industries
- core developments
- energy locality



Future frame



② Spatial-scope

Land use zoning / network design

- land use distribution patterns
- local energy network
- location of core developments



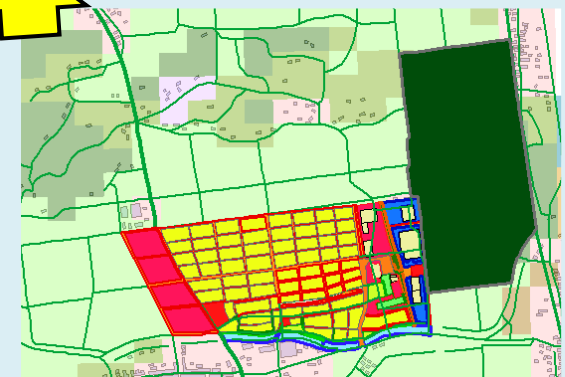
Feasibility Study



③ Project Design

Core projects for revitalization

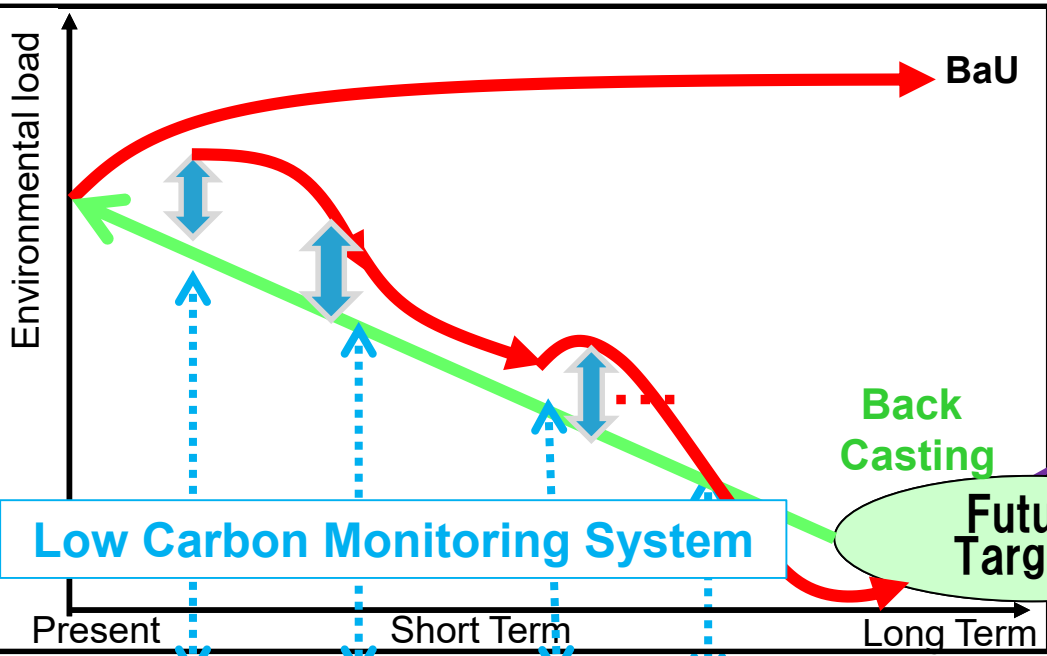
- zoning and regulation
- district planning
- key industries



脱炭素社会の社会モニタリングシステムネットワーク

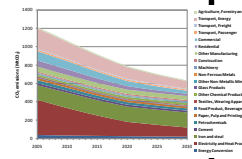
Low Carbon Solutions on Local Contents

Technology and policy Solution Design Adapting to Local Characteristics

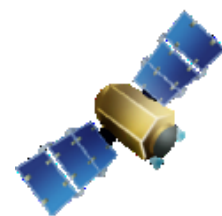
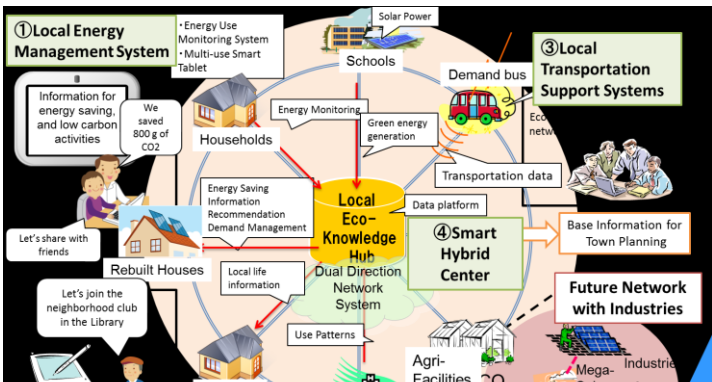


Integrated Model for Future Vision

Normative Targets by General Equilibrium Model



Dual Direction Low Carbon Monitoring Information System



地域診断と未来目標、パイロット事業計画の知的インフラ

Dialogue with Local Governments

Research Consortium

地域情報
 Statistics
 ・ GIS Population, Industries, (500mgrid)
 <2010年、2015年>

BAU シナリオ

**SDGsを用いた自治体と地域の診断
強みと課題**

**モデル事業分野の選定/
パイロットプロジェクトの設計**

将来SDGsのゴールと達成のシナリオ

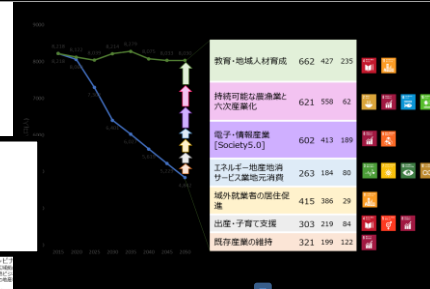
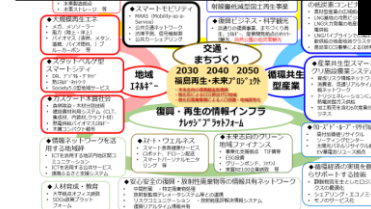
地方創生SDGsローカル指標取り組み状況
 本研究会の提案 (To Be-Quantile)
日本版ローカルSDGs指標138

国際的なSDGs指標 232

**社会対話で選定するSDGs政策
キー指標**



**対策技術政策
インベントリ**



Selected list of recent publications in the related topics

- Seiya Maki, Shuichi Ashina, Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, et.al (2018); Energy consumption monitoring system and integrative time series analysis models - case study in the green city demonstration project in Bogor City, Indonesia , Frontiers of Energy
- Remi Chandran, Tsuyoshi Fujita, et.al.(2018); Expert networks as science-policy interlocutors in the Implementation of a Monitoring Reporting and Verification (MRV) system, Frontiers of Energy, in press
- Yi Dou, Takuya Togawa, Liang Dong, Minoru Fujii, Satoshi Ohnishi, Hiroki Tanikawa, Tsuyoshi Fujita (2018) Innovative planning and evaluation system for district heating using waste heat considering spatial configuration: A case in Fukushima, Japan. Resources, Conservation and Recycling, 128, 406-416
- Yujiro Hirano, Kei Gomi, Shogo Nakamura, Yukiko Yoshida, Daisuke Narumi, Tsuyoshi Fujita (2017) Analysis of the impact of regional temperature pattern on the energy consumption in the commercial sector in Japan. Energy and Buildings, 149, 160–170
- Yujiro Hirano, Tsuyoshi Fujita (2016) Simulating the CO2 reduction caused by decreasing the air conditioning load in an urban area. Energy and Buildings, 114, 87-95
- Yong Geng, Tsuyoshi Fujita, et.al. (2016) Recent progress on innovative eco-industrial development. Journal of Cleaner Production, 114, 1-10
- Hiroto Shiraki, Shuichi Ashina, Yasuko Kameyama, Seiji Hashimoto, Tsuyoshi Fujita (2016) Analysis of optimal locations for power stations and their impact on industrial symbiosis planning under transition toward low-carbon power sector in Japan. Journal of Cleaner Production, 114, 81-94
- Satoshi Ohnishi, Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, et.al. (2016) Comparative analysis of recycling industry development in Japan following the Eco-Town program for eco-industrial development. Journal of Cleaner Production, 114, 95-102
- Takuya Togawa, Tsuyoshi Fujita, et.al. (2016) Integrating GIS databases and ICT applications for the design of energy circulation systems. Journal of Cleaner Production, 114, 224-232
- Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, et.al. (2016) Possibility of developing low-carbon industries through urban symbiosis in Asian cities. Journal of Cleaner Production, 114, 376-386

ご清聴ありがとうございました