

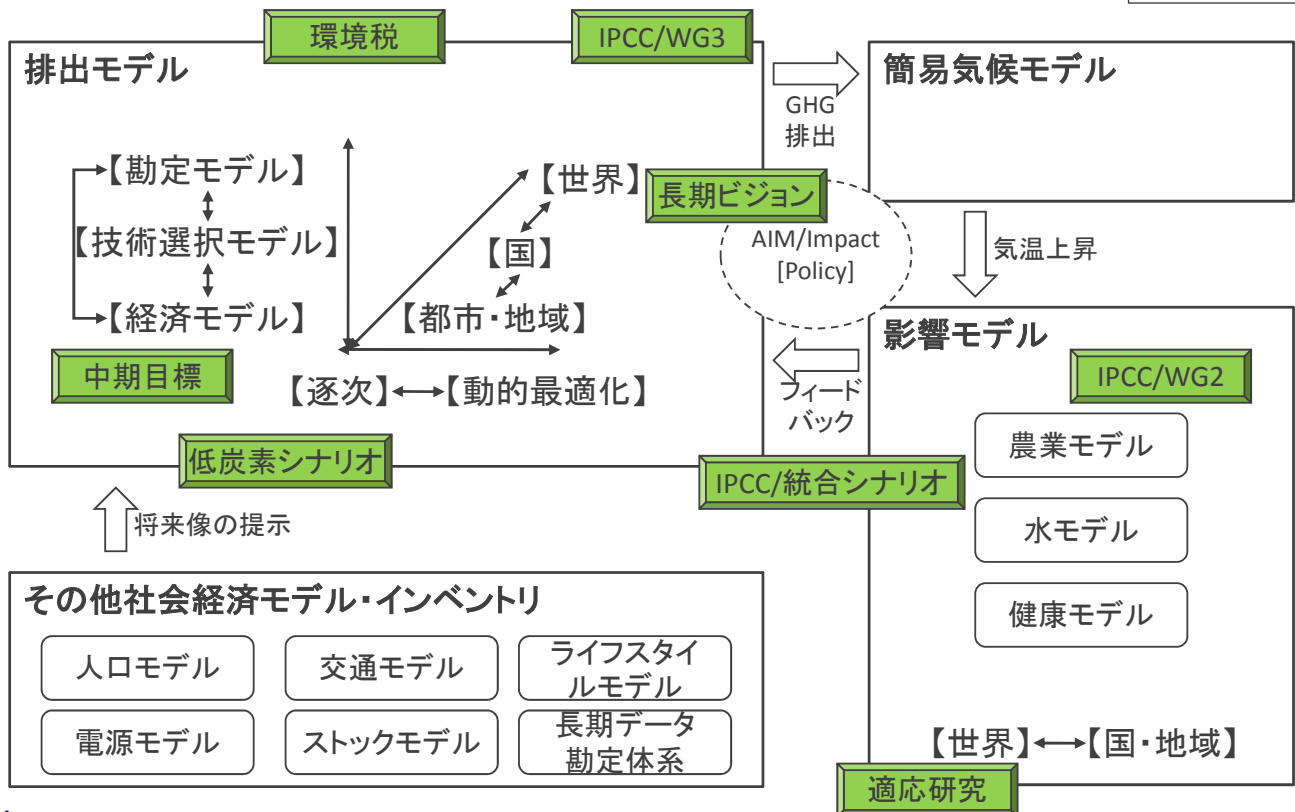
社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会
国土交通技術行政の基本政策懇談会
話題提供資料
2018. 08. 31

都市・地域の将来空間シナリオを内生化
する技術評価モデルの検討
(環境都市 技術アセスメントシステムの開発研究)

((国研)国立環境研究所 社会環境システム研究センター長
東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授
藤田 壮

社会経済・環境エネルギーの将来シナリオを定量化する統合評価モデル
AIM (Asia-Pacific Integrated Model) の俯瞰図

国立環境研
増井室長作成

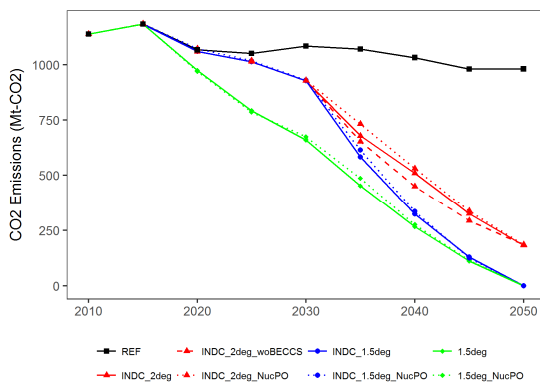


統合評価モデルを用いた2050年ゼロ排出シナリオの定量化

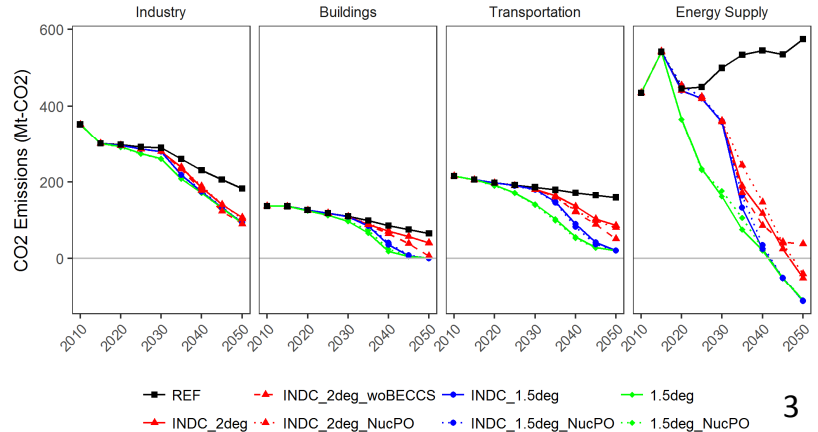
国立環境研
高橋室長(2018)

- 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)



Oshiro et al. (2017), Carbon Management

3

地域社会特性を踏まえた技術政策評価モデル(地域AIM)

地域統合モデルと地域空間モデルの開発による政策・技術評価モデル(地域AIM)の開発

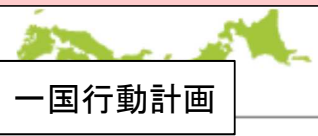
統合モデル(AIM)

一国システム分析モデル(AIM)

一国産業経済モデル

技術評価モデル

一国目標策定



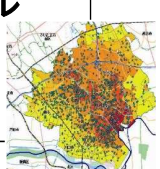
一国行動計画

環境都市 シミュレーション

低炭素都市デザインモデル

環境空間ゾーニングモデル

森林エコシステムモデル



地域AIM

都道府県システム分析モデル

地域
特性
パラ
メータ

地域
産業
経済

地域
技術
評価

地域
目標
設定

地域
行動
計画

低炭素地区街区モデル

地域熱エネルギー需給システム

低炭素産業コンビナート



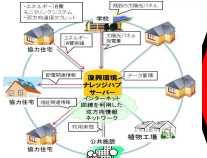
都市・自治体の計画モデル

スナップ
ショット
モデル

計画策
定支援
ツール

地域
目標
設定

環境都市・街区社会
モニタリングシステム



地域統計・技術・政策データ
ベース

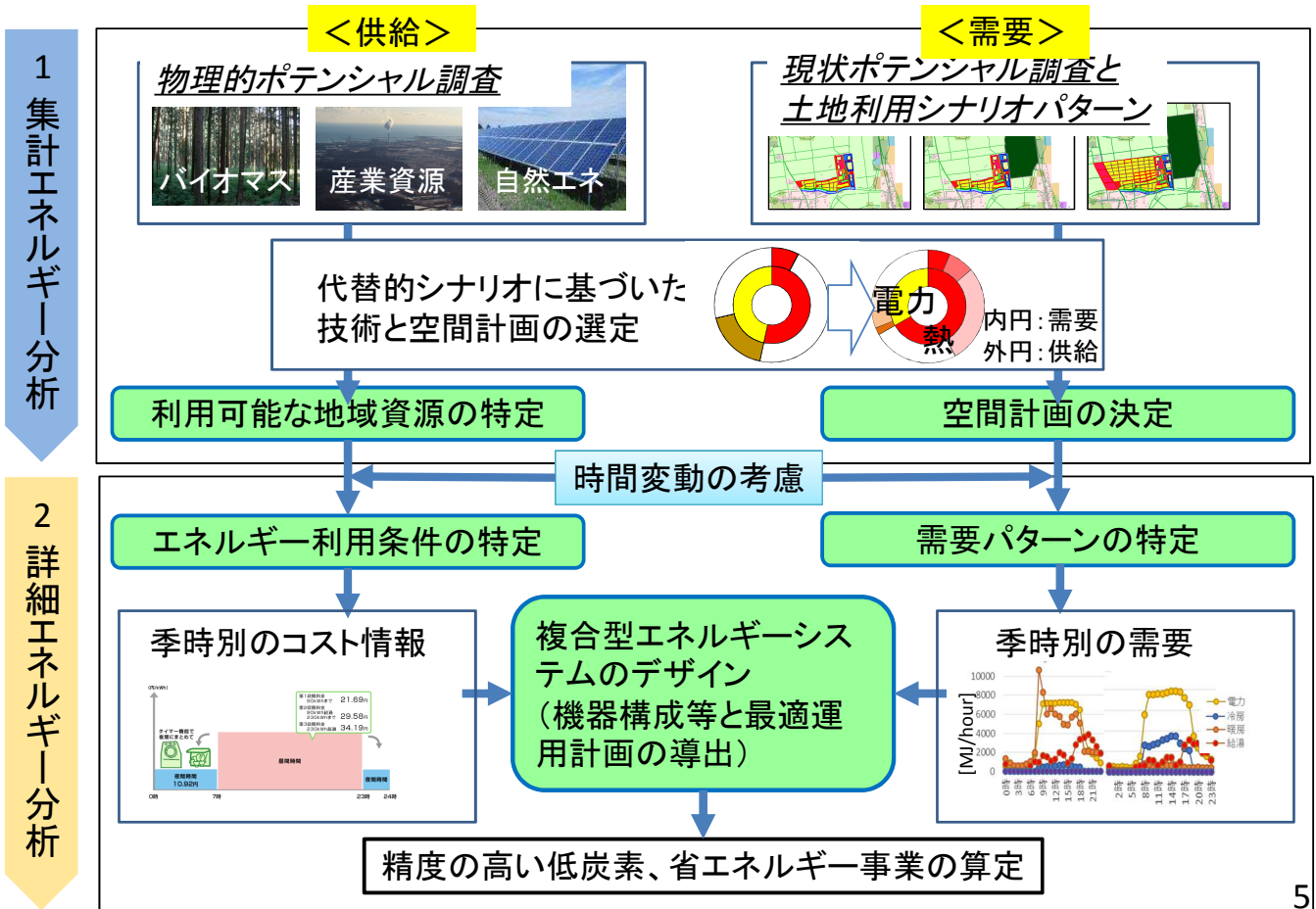
建設・インフラ

暮らし・自然

農林水産・産業・循環・地域エネルギー

4

将来の土地用シナリオを考慮する地域エネルギー事業検討



カーシェアリング等の地域交通システム導入の効果分析の検討

対象サービス

- 国内で導入実績がある交通サービスのほか、欧米を中心に普及が進んでいる交通サービス全般を評価対象とする。
- 類似したサービスであれば同じ指標(所要時間・費用など)を用いることで同様に評価する。

対象とする地域交通システムの例

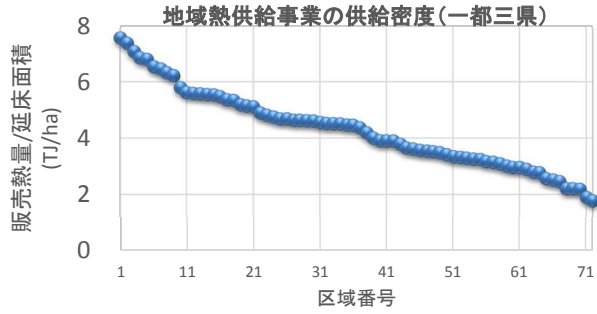
	利用形態・特徴	メリット・デメリット	評価指標
カーシェアリング	・専用のポートから車両をレンタルし、元のポートあるいは別のポートに返却する	・各家庭でマイカーを保有する必要がなくなる ・共同保有のため、EV等の低炭素車両が導入しやすい ・各所に専用のポートを設置する必要がある ・混雑時は利用できない場合がある	・アクセス・イグレス時間 ・乗車時間 ・費用 ・シェア抵抗
ライドシェア	・車の所有者が自分と同じ目的地の人を募り、乗り合って移動する	・各家庭でマイカーを保有する必要がなくなる ・乗り合うことで走行距離を縮減できる ・個人保有のため、EV等の低炭素車両を導入しにくい ・行先が車の所有者のニーズに依存しやすい ・「旅客自動車運送事業」(白タク)に該当する場合がある	・アクセス・イグレス時間 ・乗車時間 ・費用 ・乗合抵抗
デマンドバス	・運行ダイヤを持たず、利用者の要求に応じて送迎する ・同じ目的地の人は乗り合って移動する。	・路線バスと異なり、ルートに縛られない運行が可能 ・乗り合うことで走行距離を縮減できる ・EV等の低炭素車両が導入しやすい ・同乗者の送迎のため、移動時間が長くなりやすい ・混雑時は待ち時間が長くなりやすい	・アクセス・イグレス時間 (+ 配車待ち時間) ・乗車時間 ・費用 ・乗合抵抗
LRT・路面電車など	・道路上の専用レーンを走行する軌道系車両	・鉄道駅のような大規模ターミナルの設置が不要 ・大量輸送が可能のため、環境負荷が低い ・インフラ(車両と専用レーン)の整備費が高価 ・運転士は専門資格が必要	・アクセス・イグレス時間 (+ 乗車待ち時間) ・乗車時間 ・費用

土地利用密度と地域エネルギー、地域交通技術導入特性

地域エネルギー事業の導入要件

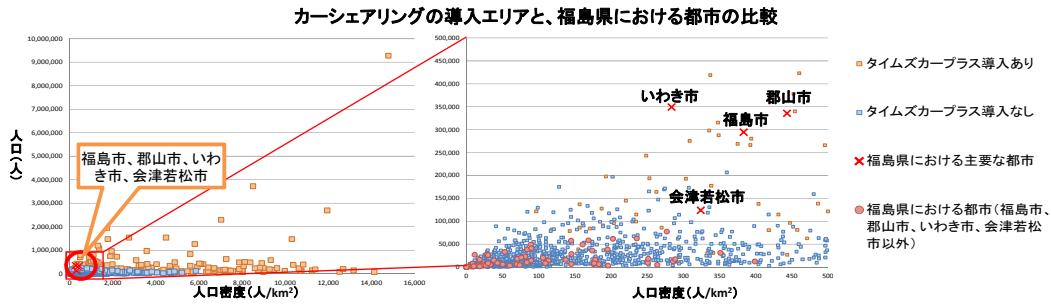
- 一都三県における既存の地域熱供給事業を対象として区域毎の供給床面積に対する販売熱量(供給密度)を示す。
- 供給密度は概ね2TJ/ha以上である。

出所:平成26年度版熱供給事業便覧にもとづき作成(販売熱量がゼロの区域は除外した。)



地域交通事業(カーシェアリング)の導入要件

- 現在、日本においてカーシェアリング(タイムズカープラス)が導入されている市区町村は、概ね人口1万人以上、人口密度100人/km²以上である。
- この中で、事業として十分に成立していると考えられる基準は人口密度4000人/km²以上である。



環境未来都市・モデル都市・SDGs未来都市の支援ツール

●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



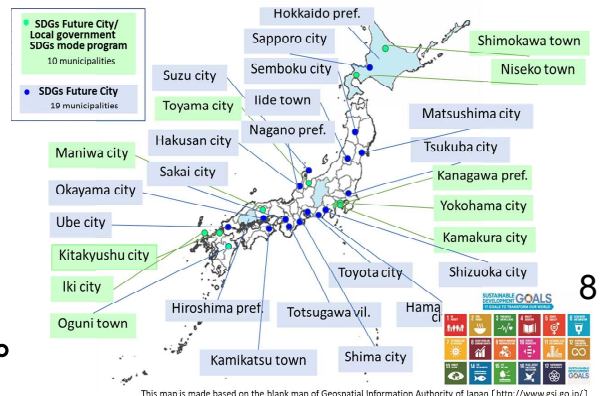
●環境未来都市(2011～)

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～)

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る。



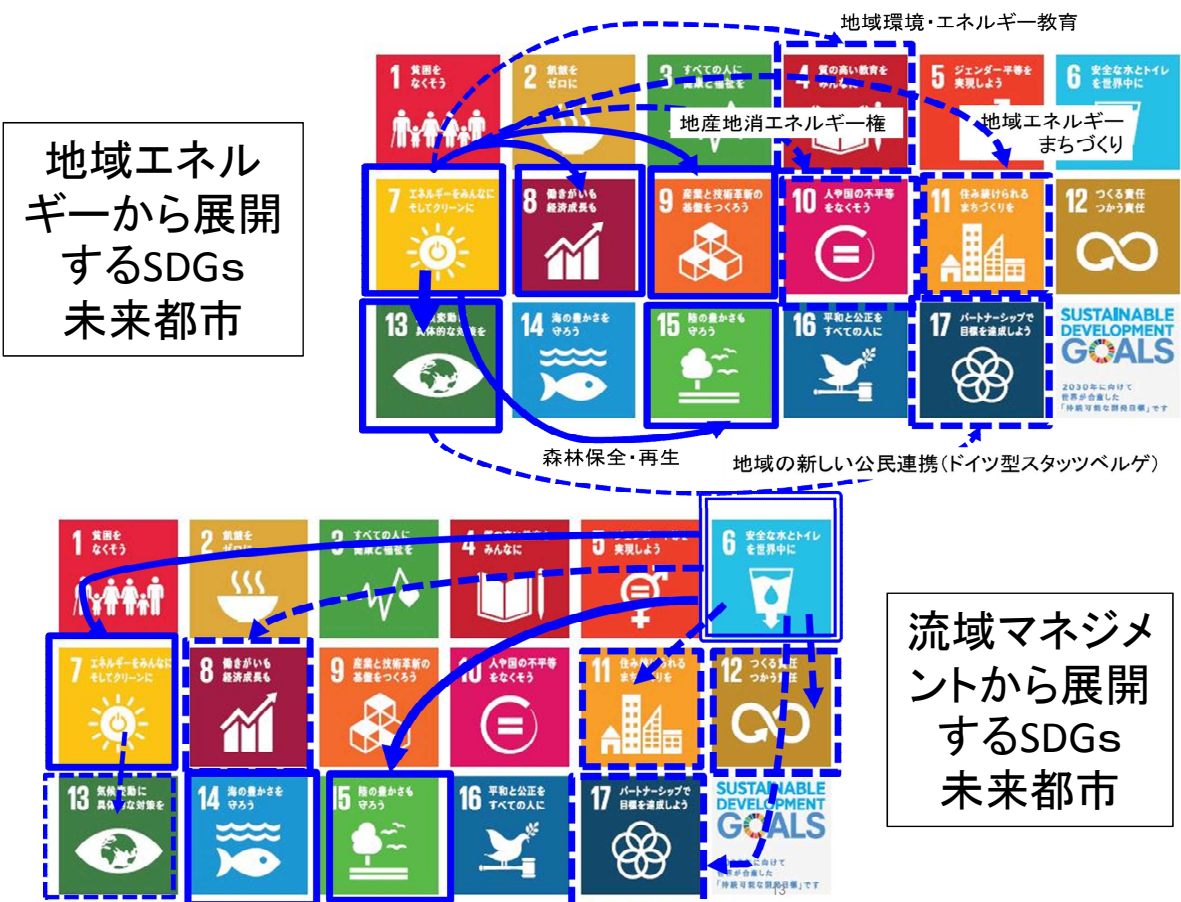
SDGsモデル事業の10都市における 2030年に向けての優先的なゴールの俯瞰

藤田作成(2018)

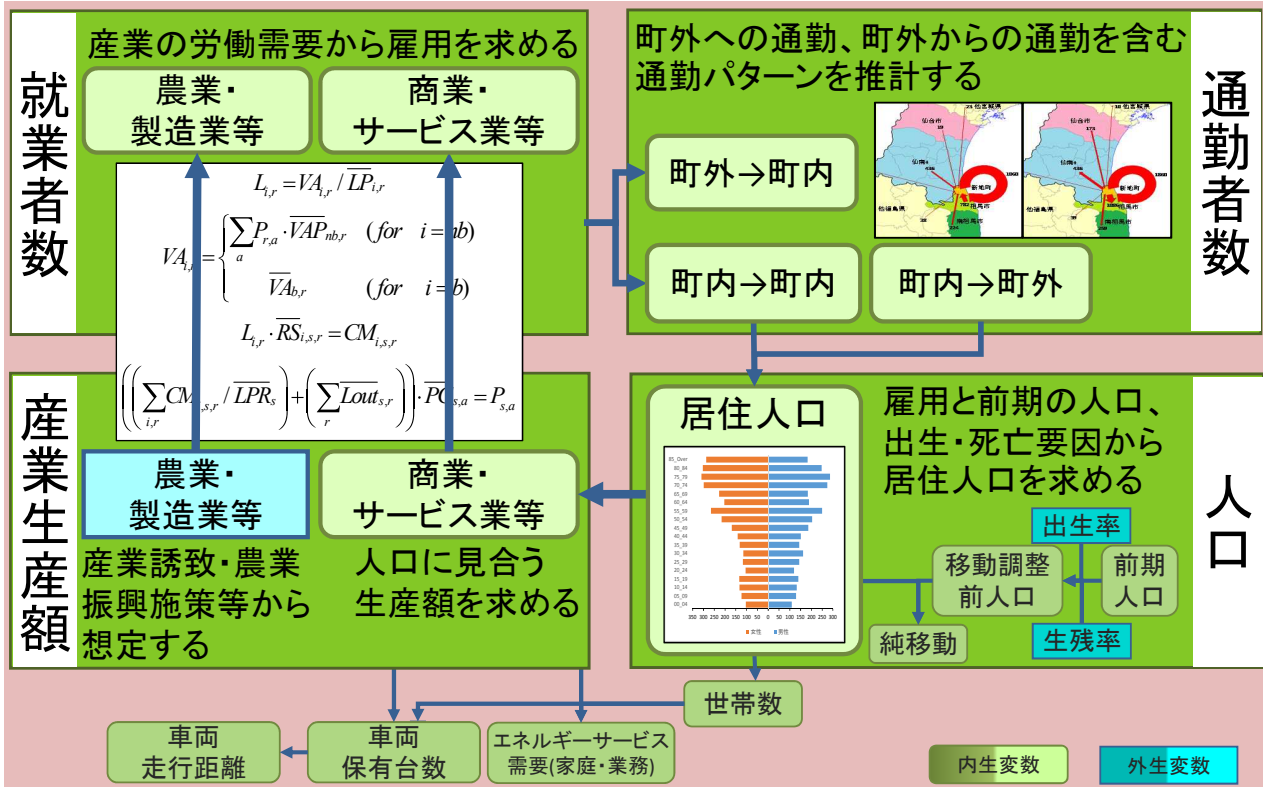
	福祉・健康					教育	都市・コミュニティ		産業・雇用				環境・エネルギー・水と緑				
	1	2	3	5	10	16	4	11	17	8	9	12	6	7	13	14	15
二セコ市						社会		環境	社会	経済	経済		環境				経済
下川町		経済	社会	社会	経済		社会	社会	社会	経済	経済	環境	環境	環境			経済
神奈川県			社会		社会				社会	経済	社会			環境			
横浜市			社会	社会				社会	社会	経済	経済	経済					
鎌倉市				経済				環境	経済	経済	経済						
富山市			社会				共通	共通			経済			環境			
真庭市			社会				社会	経済		経済		環境	環境	環境			環境
北九州市					社会		(環境)	環境	経済	経済	環境		環境	(環境)			
志岐市			社会				社会	社会		経済	経済	環境		環境			
小国町							社会	社会	社会		環境	社会		環境	社会		環境

9

SDGs未来都市でのシナジー効果の定量化ツール

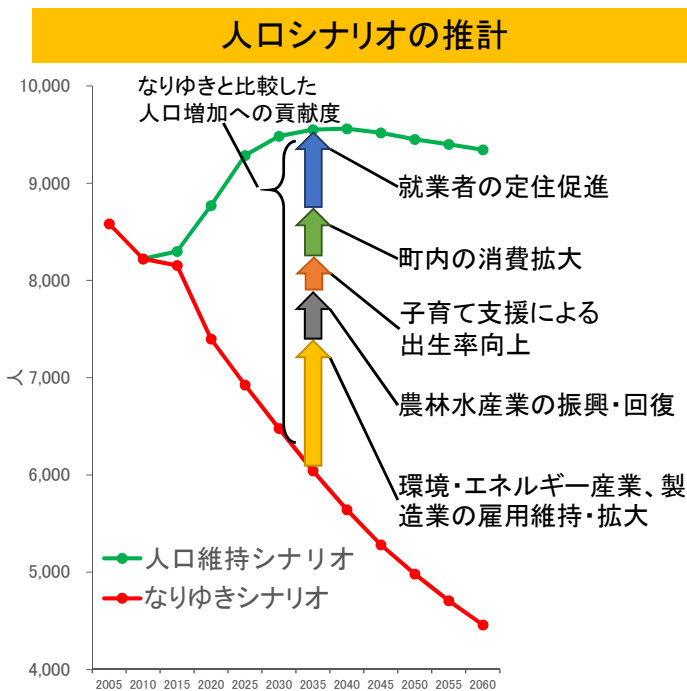


地域統合評価モデルの一つとして人口・経済を推計するモデルを開発した。
産業の波及効果や町外との通勤も考慮し、産業・雇用・人口の将来像を推計する。

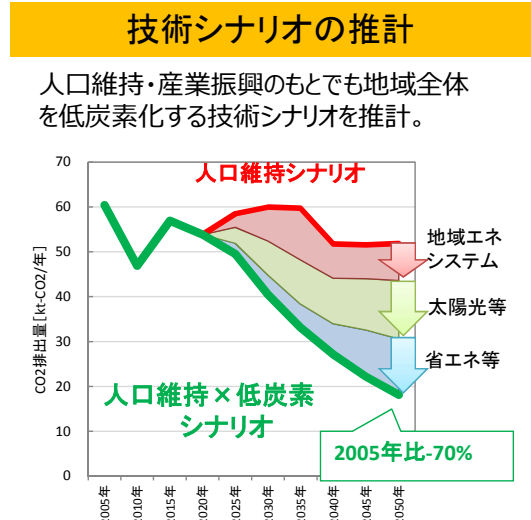


将来シナリオと復興のロードマップの構築例(福島県新地町の算定例)

- 新地町の人口目標達成と具体的取り組みの根拠を示す
- 人口維持に必要な各分野の施策の目標水準を分析。環境・エネルギー産業の貢献度も。
- さらに人口維持しつつ低炭素となる技術シナリオを構築。

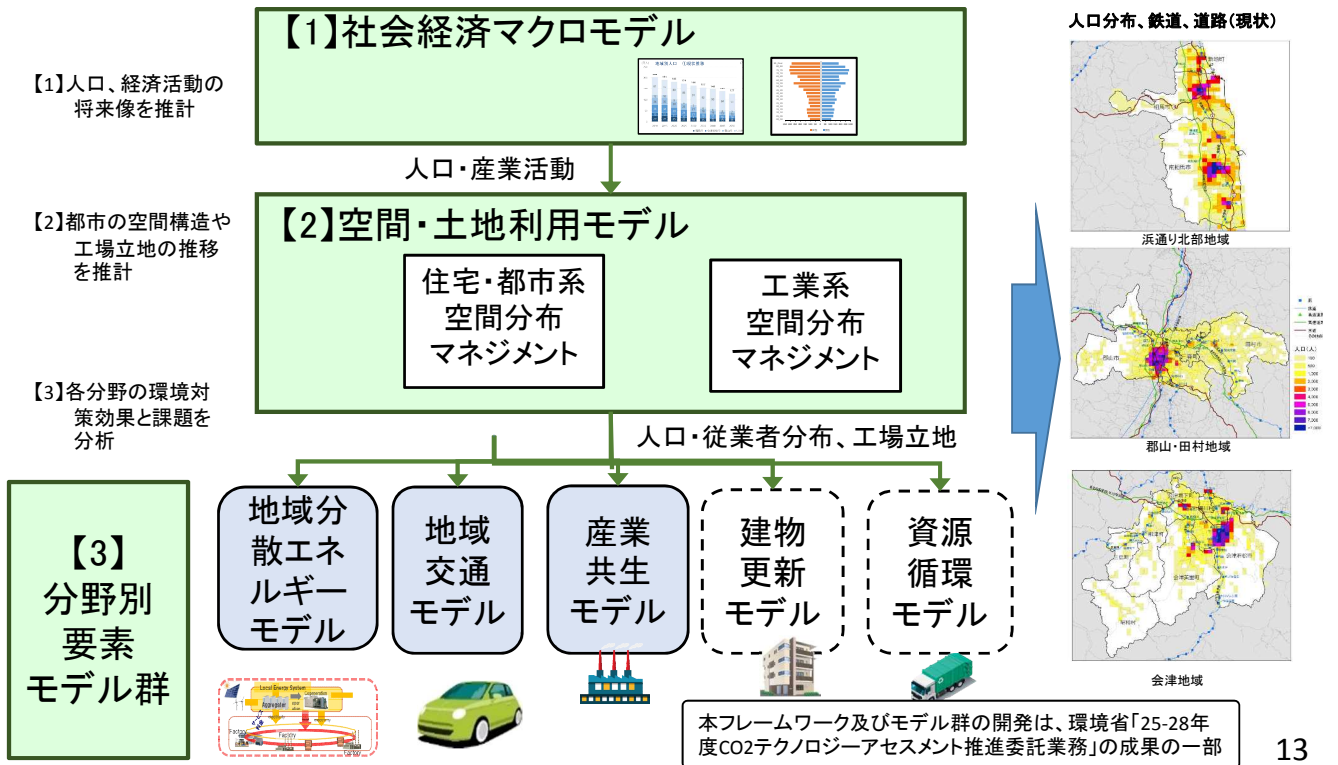


2016年3月策定の新地町人口ビジョン・総合戦略に反映。



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



将来の土地利用推計モデルの検討

既往研究の体系化

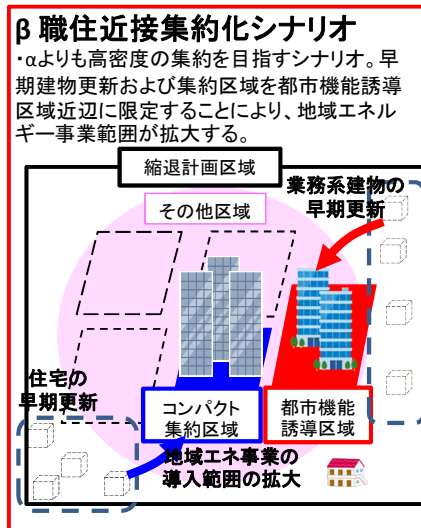
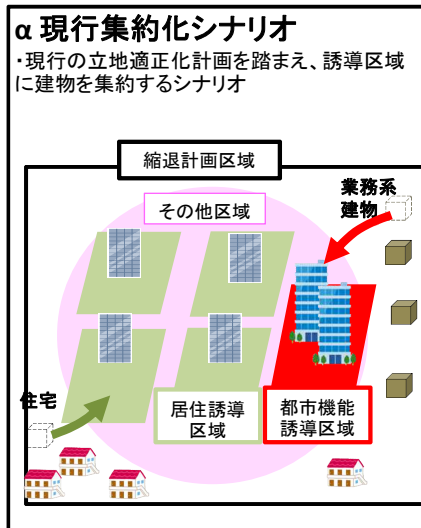
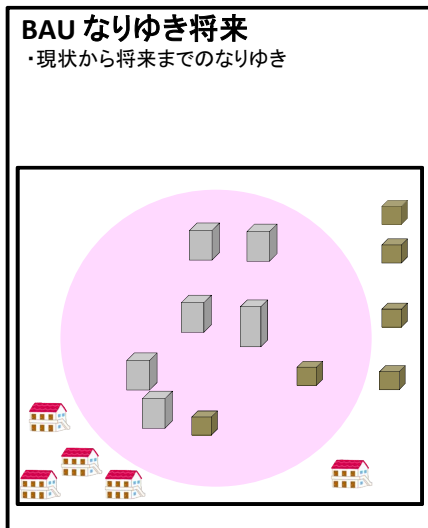
- 集約化シナリオおよび既往研究動向を踏まえた上で本研究における「集約化モデル」を構築。

	予測モデル	最適化モデル
建物ベース	谷川ら(2010)は名古屋市内を対象に集約化範囲をシナリオにより設定し、コーホートモデルにより建物総数を推計した上で更新建物の立地誘導などの施策影響を計量	堤ら(2012)は応用都市経済モデルを用いて建物市場を考慮した上で建物床供給面積および人口・従業者数、交通量を推計
人口ベース	大門、森本(2013)らは公共交通便利地域へ居住地を誘導する事に着目し、居住地選択(住み替え)モデルを用いてモビリティ価値などを計量	戸川ら(2008)は都市の人口動態を推計するために、居住地選択(住み替え)モデルおよび土地市場モデルを用いてゾーン毎の居住世帯数を推計

集約化モデルの検討

- 建物および人口の誘導をベースとした予測・最適化モデルが適用されている。
- 最適化モデルの場合、土地市場の均衡に向かうため抜本的な将来の都市構造変化を表現する事が難しいことに対して、予測モデルでは、政策などによる抜本的な将来の都市構造変化を表現する事ができると思われる。
- 予測モデルを適用する場合、本研究におけるシナリオを踏まえると谷川ら(2010)の研究が類似している。しかし、谷川ら(2010)は都市の人口動態を推計した上で建物総数および「集約化対象エリア」への移転を予測しているものの、具体的な「拠点地区」の選定基準について議論していない。
- 本研究では、「拠点地区」の選定アルゴリズムを考慮した上で建物の立地誘導に伴う集約化モデルの開発を行う。

土地利用の将来シナリオ設定の考え方(例)

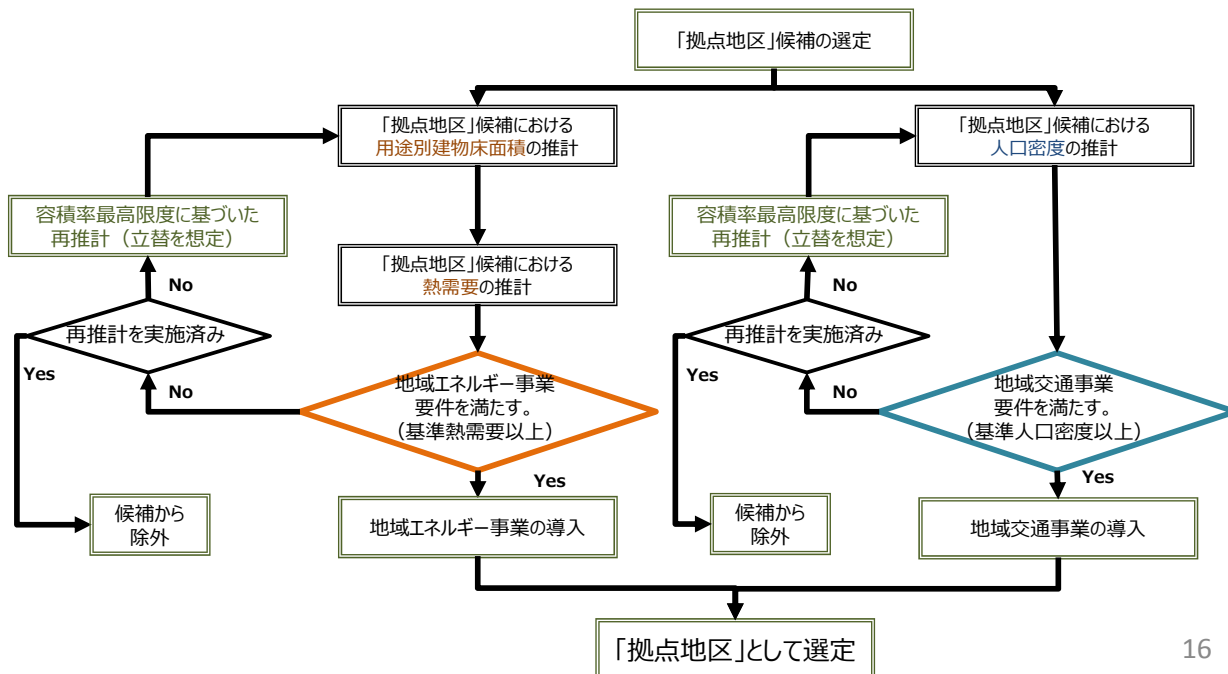


	BAU なりゆき将来	α 現行集約化シナリオ	β 職住近接集約化シナリオ
建物更新率	建物廃棄曲線に基づき設定 (過去から現在までの実績)	建物廃棄曲線に基づき設定 (過去から現在までの実績)	H11以前の建物が2050年までに90%更新されるよう廃棄率を設定
集約率	—	40%	100%
集合住宅転換率	—	戸建住宅は戸建住宅のまま。低層集合住宅は100%高層集合住宅として更新	戸建住宅は戸建住宅のまま。低層集合住宅は100%高層集合住宅として更新
誘導区域	—	人口:居住誘導区域(都市機能誘導区域を含む) 従業者数:都市機能誘導区域	人口:コンパクト集約区域(都市機能誘導区域を含む) 従業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

「集約化拠点地区」の選定アルゴリズムの検討例

集約化拠点の検討

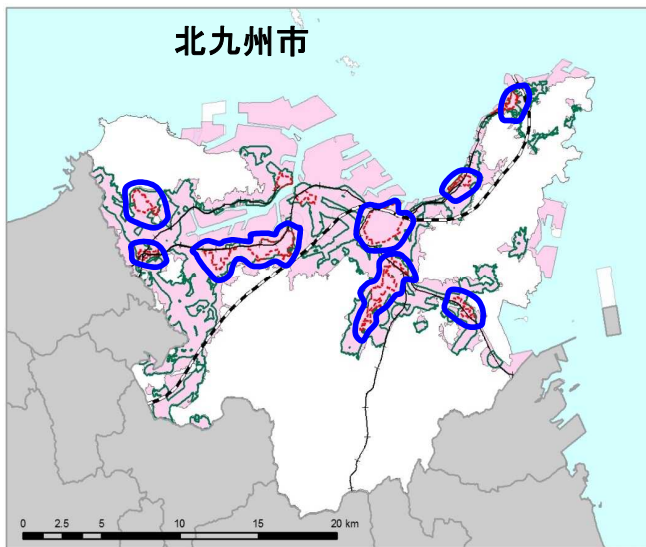
- 人口・産業の「集約化拠点地区」を交通・エネルギー利用の観点から選定する
- まず、拠点地区の現在における建物・人口情報から選定の評価を行う。
- 要件を満たすことができない場合は、将来の再開発を想定し、容積率最高限度の場合における建物・人口情報から選定の再評価を行う。



将来の土地利用転換シナリオ検討例(北九州市の例)

- 北九州市を対象とした土地利用計算では、立地適正化計画に定められている誘導区域、“コンパクト集約区域”への活動量・建物の集約を考慮する。

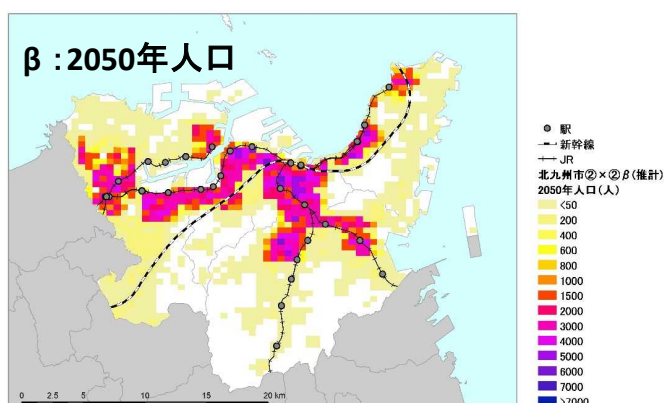
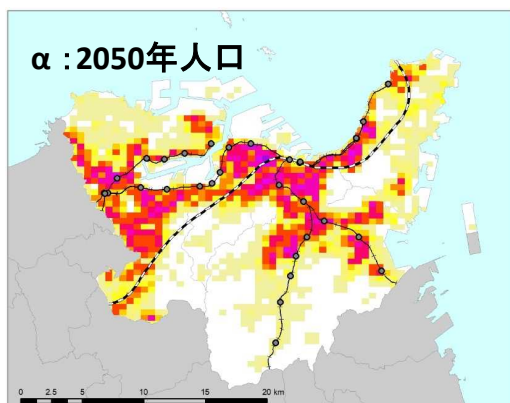
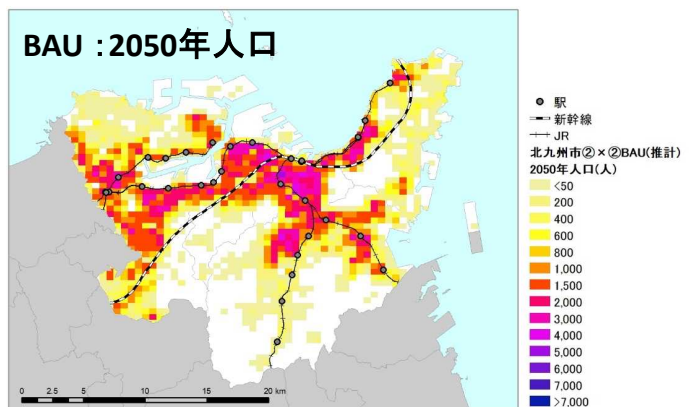
概要	
都市機能誘導区域	医療・福祉・商業等といった民間の生活サービス施設等の都市機能を誘導する区域を指す。都市機能が一定程度充実している区域や周辺からの公共交通によるアクセスの利便度が高い区域等が指定されている。
居住誘導区域	人口減少の中にあっても一定のエリアにおいて人口密度を維持することにより、生活サービスやコミュニティが持続的に確保されるよう、居住を緩やかに誘導する区域を指す。
“コンパクト集約区域”	市全域に分布している居住誘導区域を都市機能誘導区域に近接した範囲まで限定した区域を指す。これにより居住地から就業地までの通勤距離が短縮され、交通起因のCO2排出量が削減される。



参考: 北九州市、北九州市立地適正化計画

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。



土地利用シナリオと連動して導入する技術対策システムの設定例

東京都圏環境対策分析における対策技術・施策		対策・施策の実施強度 (現状→2020年→2030年→2050年)	
		対策ケースα	対策ケースβ
地球温暖化			
家庭・業務	高断熱建築物 (住宅)	普及率 6%→17%→30%→70%	普及率 6%→17%→30%→70%
	高断熱建築物 (業務)	普及率 22%→30%→39%→70%	普及率 22%→30%→39%→70%
	家庭用高効率機器の普及	普及率 機器により、 ~13%→45~49%→85~100%→100%	普及率 機器により、 ~13%→45~49%→85~100%→100%
	業務用高効率機器の普及	普及率 機器により ~9%→23~49%→44~100%→100%	普及率 機器により ~9%→23~49%→44~100%→100%
	HEMS	普及率 0.2%→45%→100%→100%	普及率 0.2%→45%→100%→100%
	BEMS	普及率 6%→24%→47%→100%	普及率 6%→24%→47%→100%
	CEMS	-	対象地区で2030年以降5%
	照明の効率的な利用	実施率 15%→53%→100%→100%	実施率 15%→53%→100%→100%
	国民運動の推進	クールビズ・ウォームビズ実施率 約80%→89%→100%→100%	クールビズ・ウォームビズ実施率 約80%→89%→100%→100%
製造業等	素材製造業の省エネルギー型設備・プロセス導入等	普及率 業種により 0~36%→ →数基~64%→数基~100%→100%	普及率 業種により 0~36%→ →数基~64%→数基~100%→100%
	農業部門の省エネ	現状からのエネルギー消費削減率 (現状)→5%→11%→25%	現状からのエネルギー消費削減率 (現状)→5%→11%→25%
	業種横断省エネ技術	普及率 24%→34%→46%→100%	普及率 24%→34%→46%→100%
運輸	自動車単体対策	次世代自動車 普及率 3%→24%→50%→100%	次世代自動車 普及率 3%→24%→50%→100%
	公共交通機関の利用促進	鉄道の利便性増進・バスの利便性増進	鉄道の利便性増進・バスの利便性増進 (αの2倍程度の実施強度)
	交通流対策の推進	自転車道200km整備	都市圏全体での自転車利用環境整備
	トラック輸送の効率化	貨物自動車の平均積載効率を5%程度向上	貨物自動車の平均積載効率を10%程度向上
	自動車単体対策	次世代自動車 普及率 3%→24%→50%→100%	次世代自動車 普及率 3%→24%→50%→100%

19

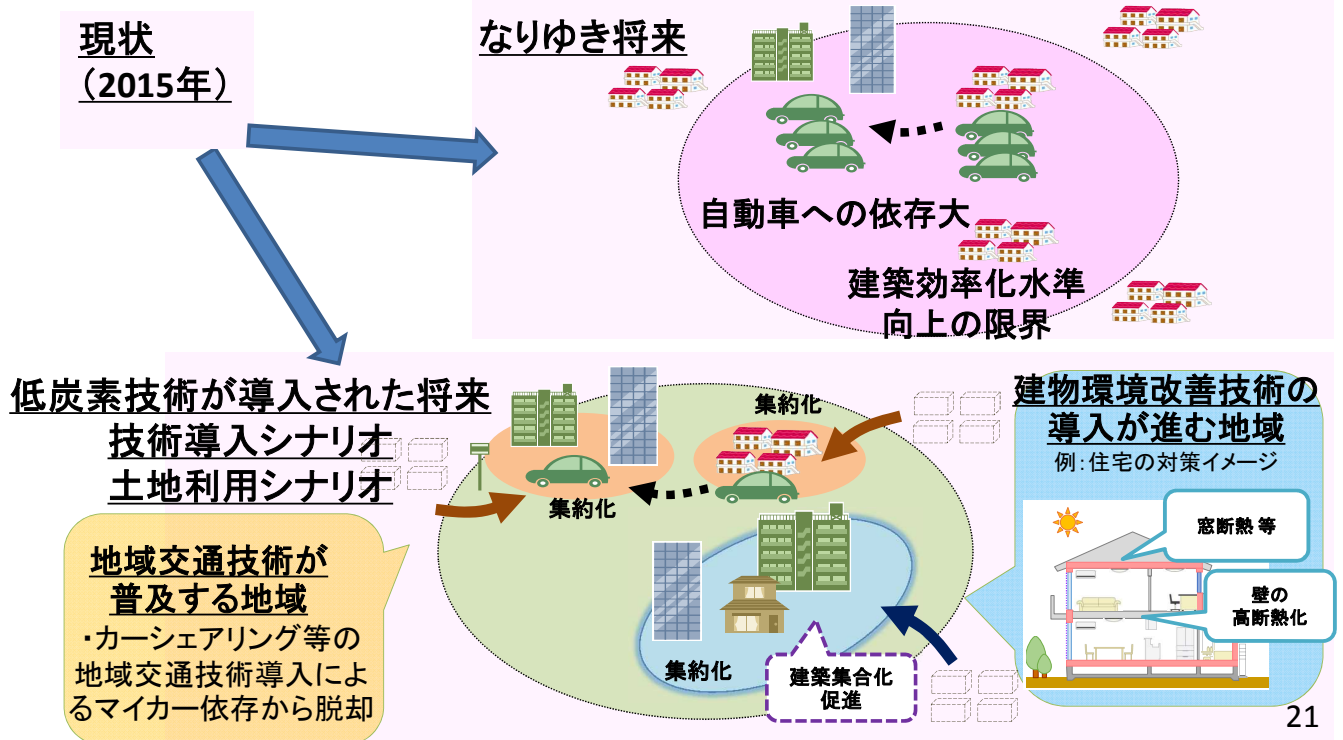
土地利用シナリオと連動して導入する技術対策システムの設定例 (2)

東京都圏環境対策分析における対策技術・施策		対策技術・施策の実施強度	
		対策ケースα	対策ケースβ
地球温暖化			
エネルギー転換	再生可能エネルギー発電 (太陽光発電、風力発電)	発電に占めるシェア 約10%→15~16%→22~24%→70%	発電に占めるシェア 約10%→15~16%→22~24%→70%
	再生可能エネルギー発電 (一般廃棄物からの廃棄物発電)	現状からの設備容量増加 (現状)→1.7万kW→7.1万kW→7.1万kW	-
	再生可能エネルギー発電 (食品廃棄物からのメタン発酵)	設備容量 0.2万kW→0.3万kW→0.5万kW→0.5万kW	設備容量 0.2万kW→0.3万kW→24.1万kW→30.5万kW
	再生可能エネルギー発電 (建設廃棄物からのバイオマス発酵)	設備容量 9.1万kW→10.6万kW→10.6万kW→10.65万kW	設備容量 9.1万kW→10.6万kW→10.6万kW→10.7万kW
	ごみ焼却拠点の集約・高効率化	-	施設数 161→161→86→77
	系統電力の低炭素化	低炭素電源の発電に占めるシェア 10%→16%→44%→100%	低炭素電源の発電に占めるシェア 10%→16%→44%→100%
土地利用	都市コンパクト化に伴う地域分散型エネルギーの有効活用と交通需要削減 (1,950ha) が100%完成すると想定。	拠点において40%程度の立地のしやすさの向上に相当する整備事業を想定。民間開発計画は住宅系 (613ha) 業務系 (1,950ha) が100%完成すると想定。	拠点において80%程度の立地のしやすさの向上に相当する整備事業を想定。民間開発計画はαと同じ。
物質循環			
地域再生資源利用 (マテリアル利用)	容器包装プラスチック収集率 57%→70%→80%→85%	容器包装プラスチック収集率 57%→75%→85%→90%	
地域再生資源利用 (製造業)	鉄鋼・セメントでの廃プラ利用 23.4万t→28.7万t→35.5万t→35.5万t	鉄鋼・セメントでの廃プラ利用 23.4万t→28.7万t→35.5万t→35.5万t	
大気環境 (ヒートアイランド)			
緑化 (樹木緑化、芝生化)	-	緑化率・面積を設定	
舗装等 (透水性・保水性舗装、遮熱性舗装、打ち水)	-	当該舗装の施工率を設定	
建物 (屋上高反射性塗料、屋上緑化、壁面緑化)	-	当該技術の施工率を設定	
都市排熱削減 (建物・自動車)	家庭・業務・交通の環境対策による省エネルギー効果を反映	都市排熱削減 (建物・自動車)	

20

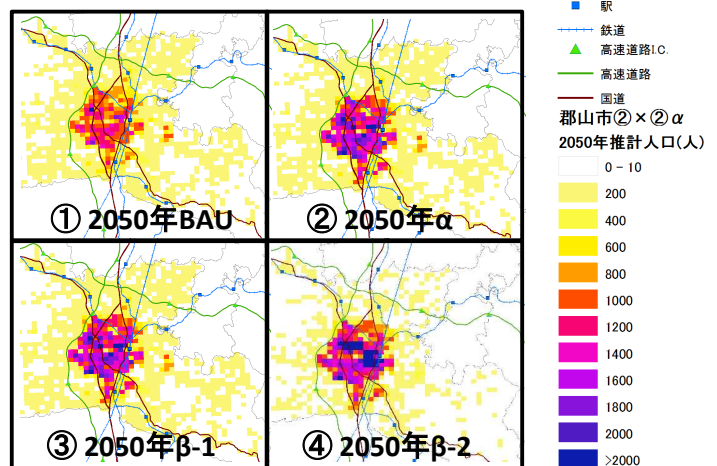
コンパクト都市の将来効果を算定する土地利用・技術シナリオモデル

- 地域交通技術については、都市の集約化を考慮し、カーシェアリング、シェアライド等の地域交通システム導入により低炭素化を促進する。
- 建物環境改善技術については、既築建物の改修(断熱改修等)、建物の新築および街区更新を契機とした技術の導入により、建物内エネルギー消費量を削減する。

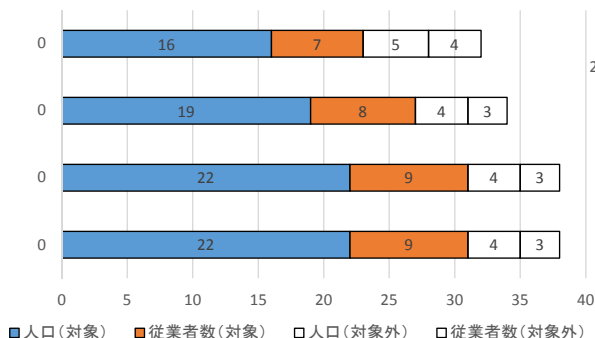


コンパクト都市によるSDGs効果の算定結果例

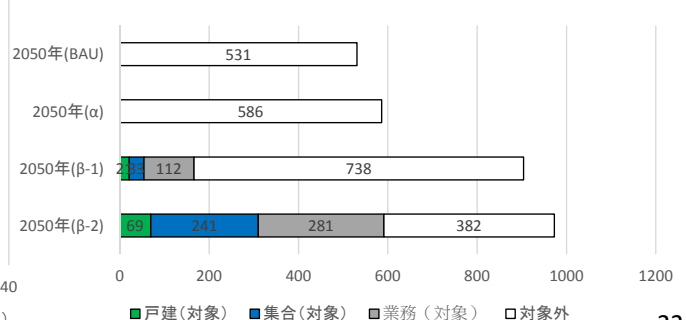
- 2010年から2050年を対象に集約化計算を4シナリオを実施。
- 計算の結果、シナリオ β -1 の拠点数は13箇所、シナリオ β -2の拠点数は3箇所と選定。
- 地域交通事業は、 α から β -2にかけて要件を達成するメッシュが増加するとともに対象となる人口・従業者も増加する。
- 地域エネルギー事業は、 β -2が事業導入の対象床面積が最も大きい。



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)

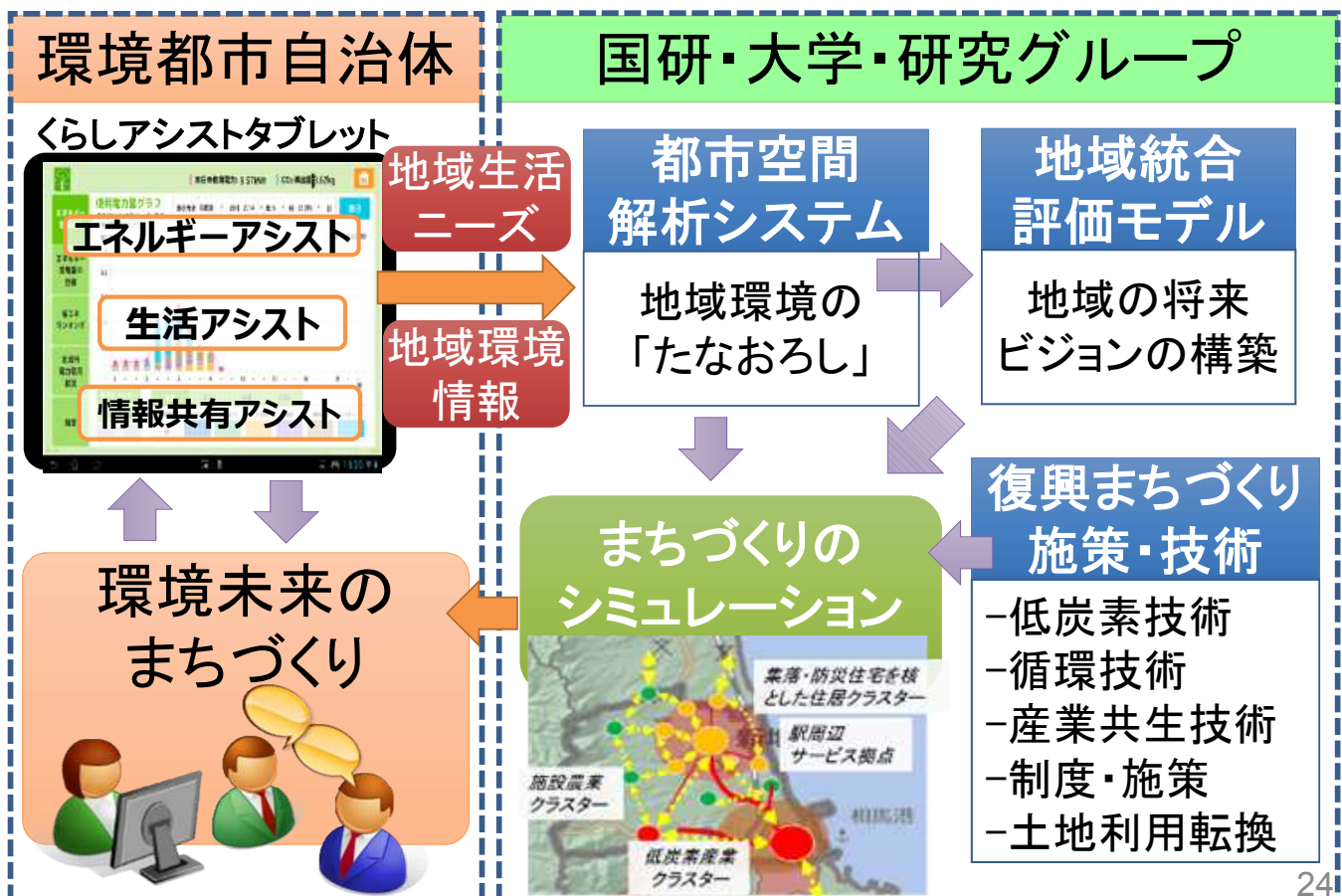


CO2テクノロジーアセスメント モデル・調査等の汎用モデル

地域交通システム及び建物環境改善技術の導入による低炭素効果を汎用的に分析可能な手法を開発する。また、市区町村を対象に2050年の将来シナリオも含めて一般的な統計情報に基づく適用可能性を検討する。(将来推計年は2030年、2050年とする。)

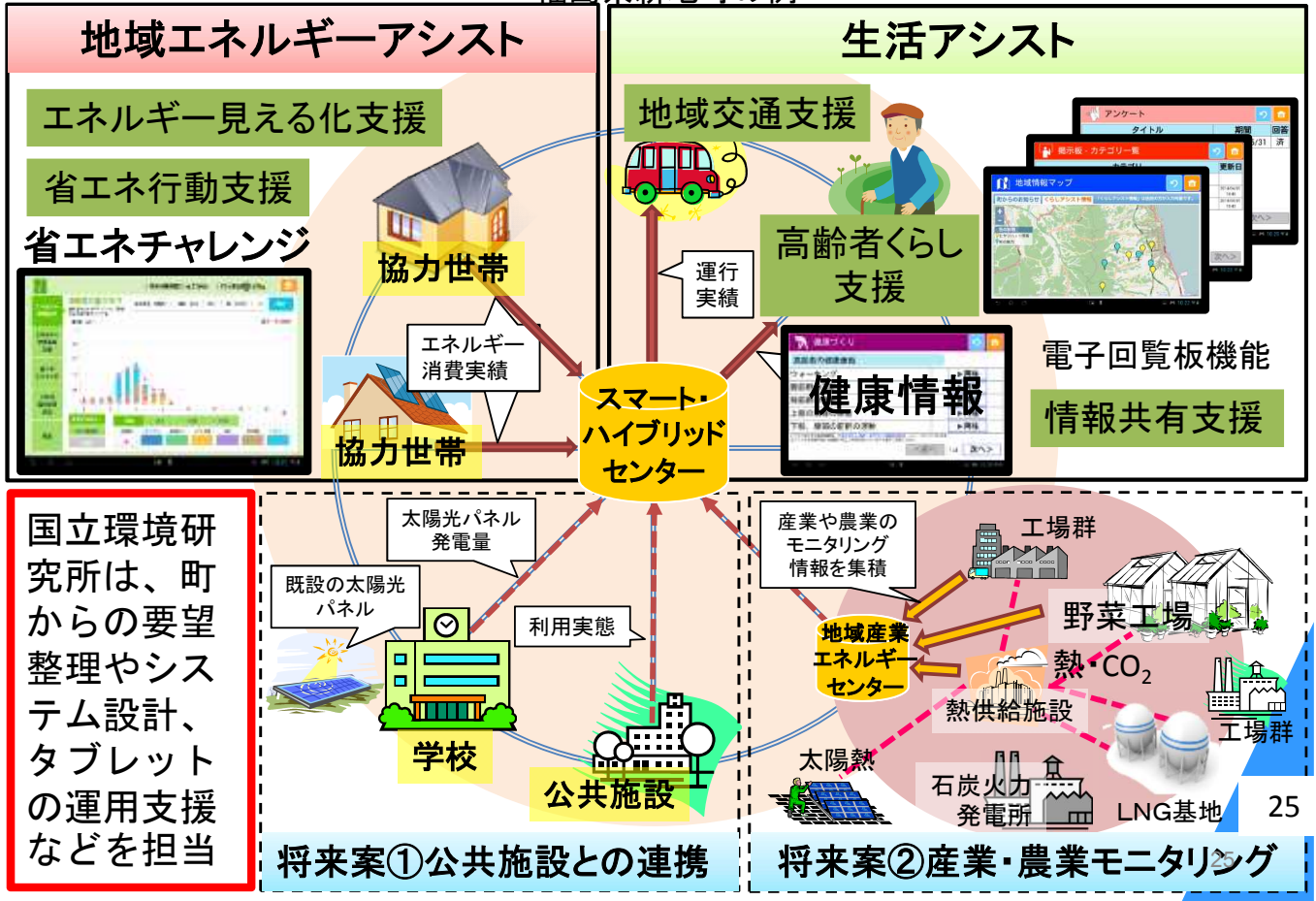


SDGs未来都市を支援する計画ツールの提供



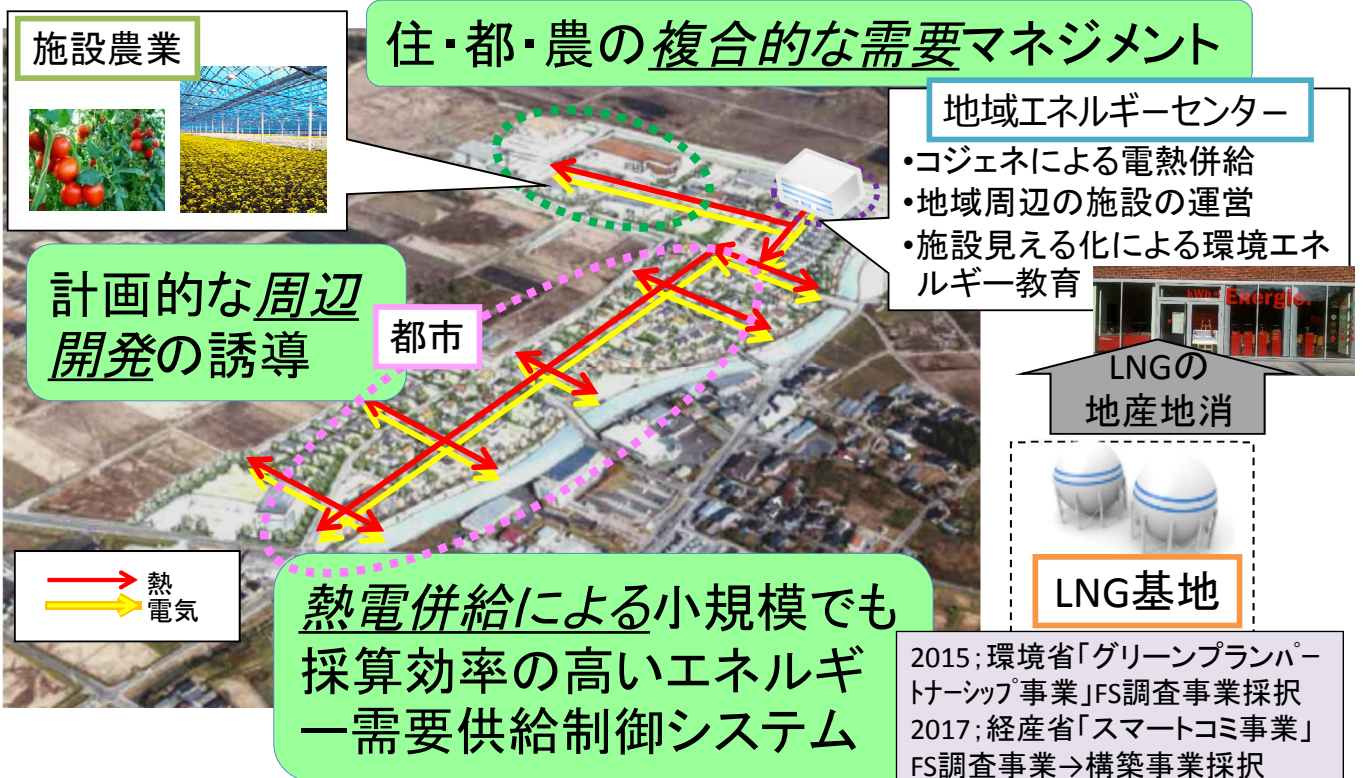
情報ネットワークによるスマートコミュニティ事業の検討例

福島県新地町の例

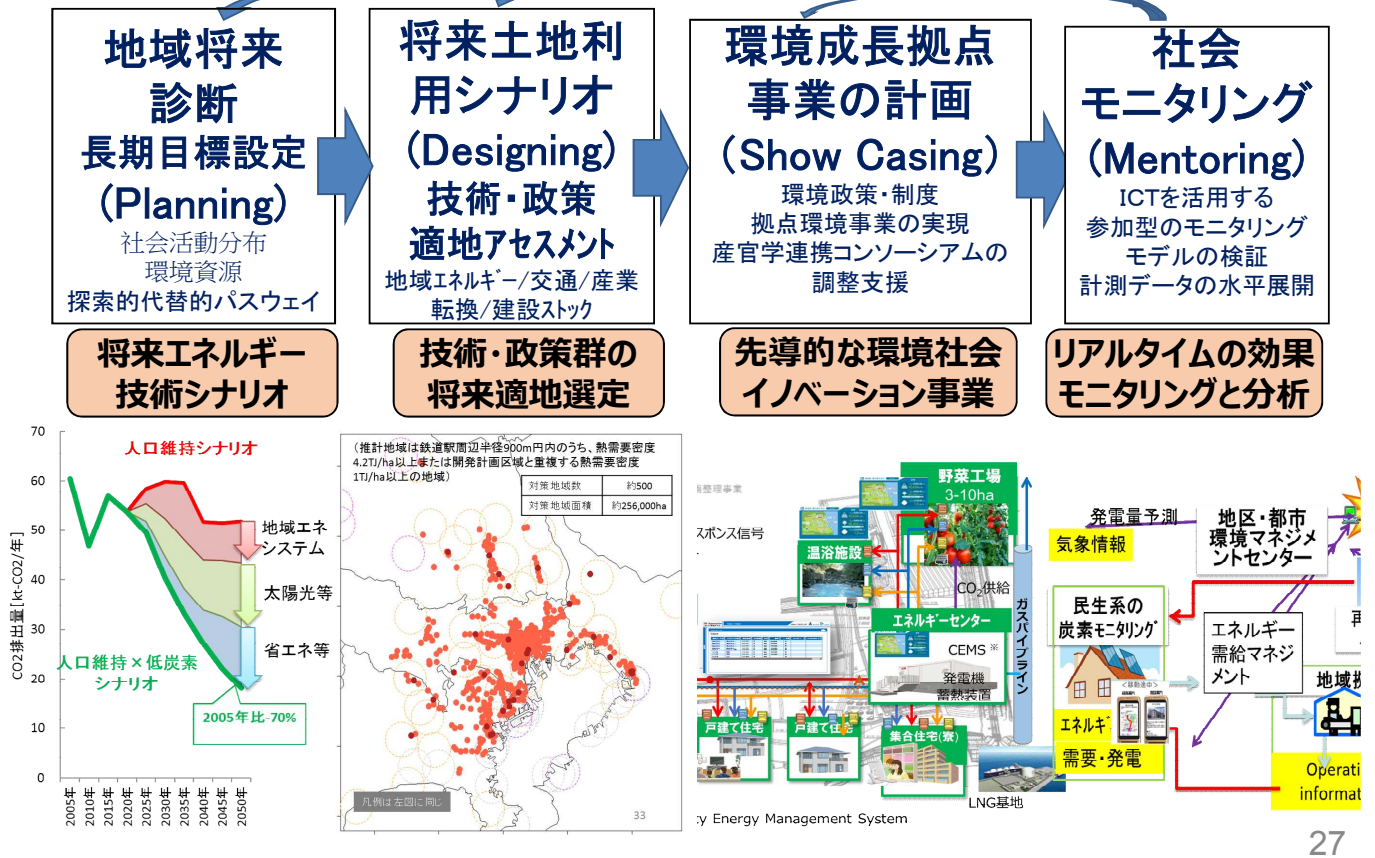


地域での複合的なエネルギー事業の計画

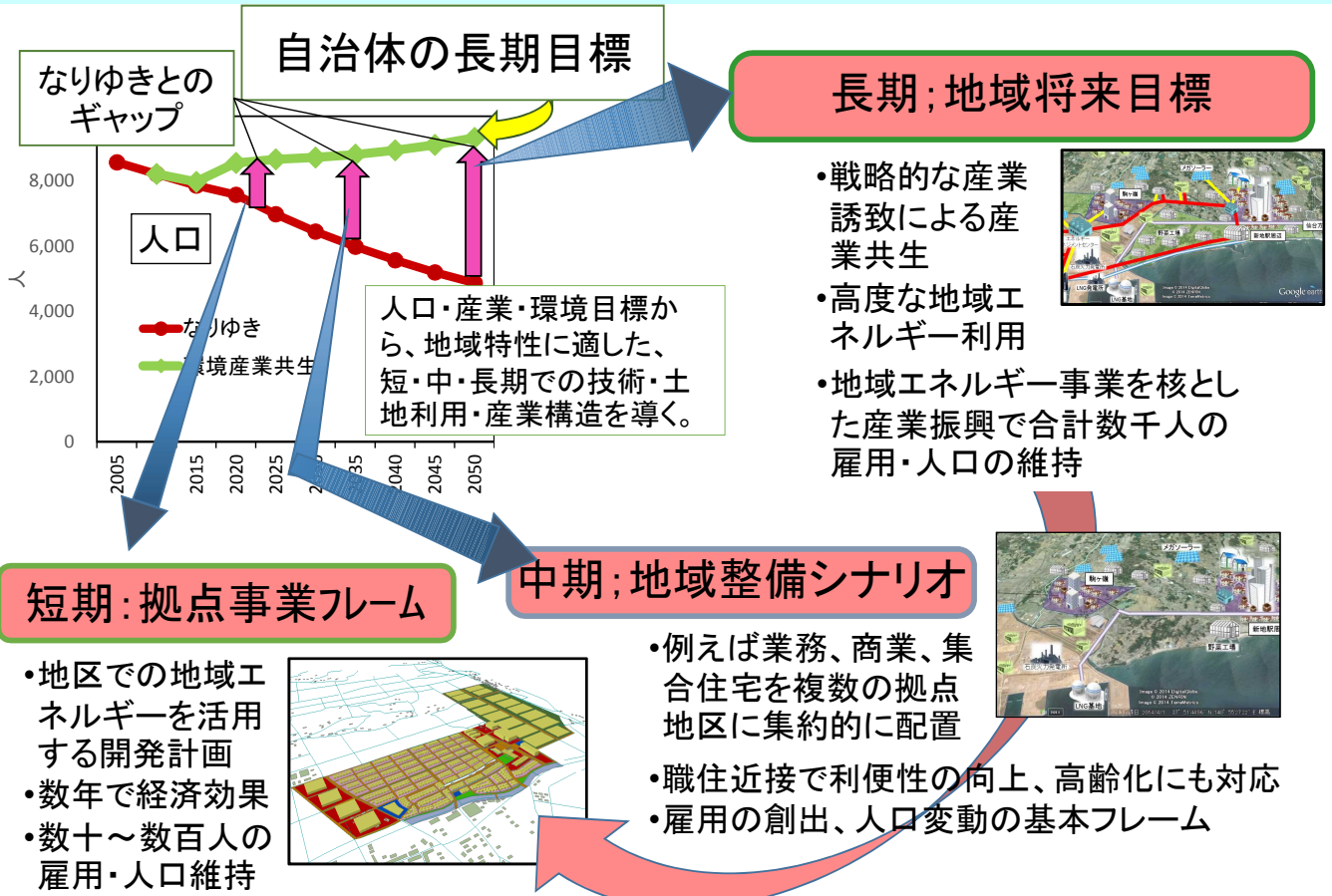
スマコミ事業; まちづくりと一体的に進めることで低炭素効果、事業性を高める「自律分散型・地域エネルギーシステム」を実現



社会・環境の変動転換の効果検証研究

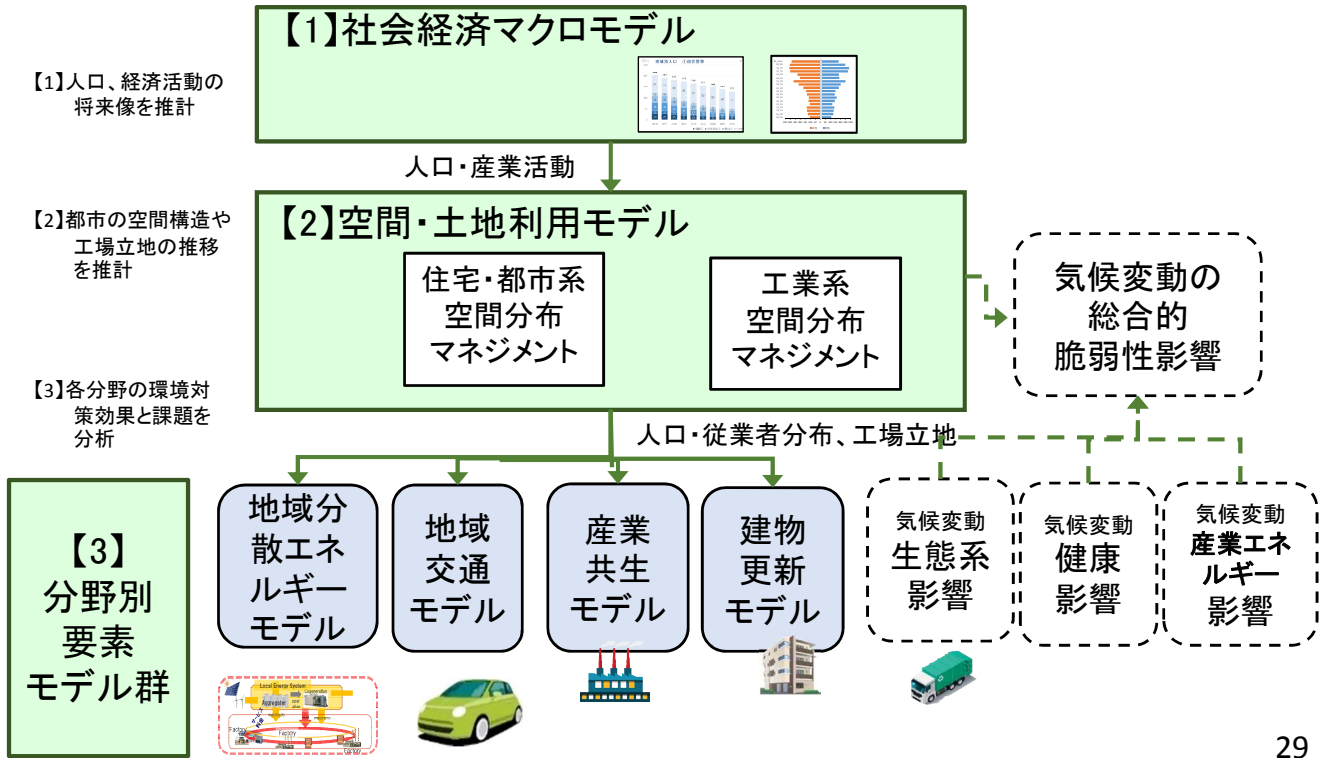


長期将来シナリオと整合する拠点事業の計画支援へむけて



将来展開;シナリオ分析に基づいた気候変動策の評価手法の開発

- 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



SDGs計画と評価をサポートする地域統合評価モデル

- 地域統合評価モデル(浜通り北部地域スナップショットモデル)
- 対象とする自治体、事業対象地域における産業波及効果や町外通勤を考慮し、産業・雇用・人口の将来像を推計
- この結果を利用して自治体、企業担当者に提供して将来ゴールを設定を支援。



将来シナリオから地域優先課題となる事象を定量化

自治体、企業担当者との協議で目標を選択的に設定

