

平成29～令和元年度  
環境研究総合推進費課題（問題対応型）2-1706

**「再生可能都市への転換戦略  
－気候変動と巨大自然災害に  
しなやかに対応するために－」  
終了後報告（2020.9.25）**

***Transition Strategies to the Renewable City  
- To Resiliently Cope with Climate Change  
and Large-scale Natural Disasters -***

名古屋大学大学院環境学研究科

加藤博和（代表）

関西大学環境都市工学部

北詰恵一、井ノ口弘昭

徳島大学理工学研究部

山中英生、奥嶋政嗣、渡辺公次郎、井若和久

# 「再生可能都市」とは？

『**技術革新や意識改革だけで低炭素社会は実現不可能！**  
**都市・地域の空間構造を変更することが必須！**』

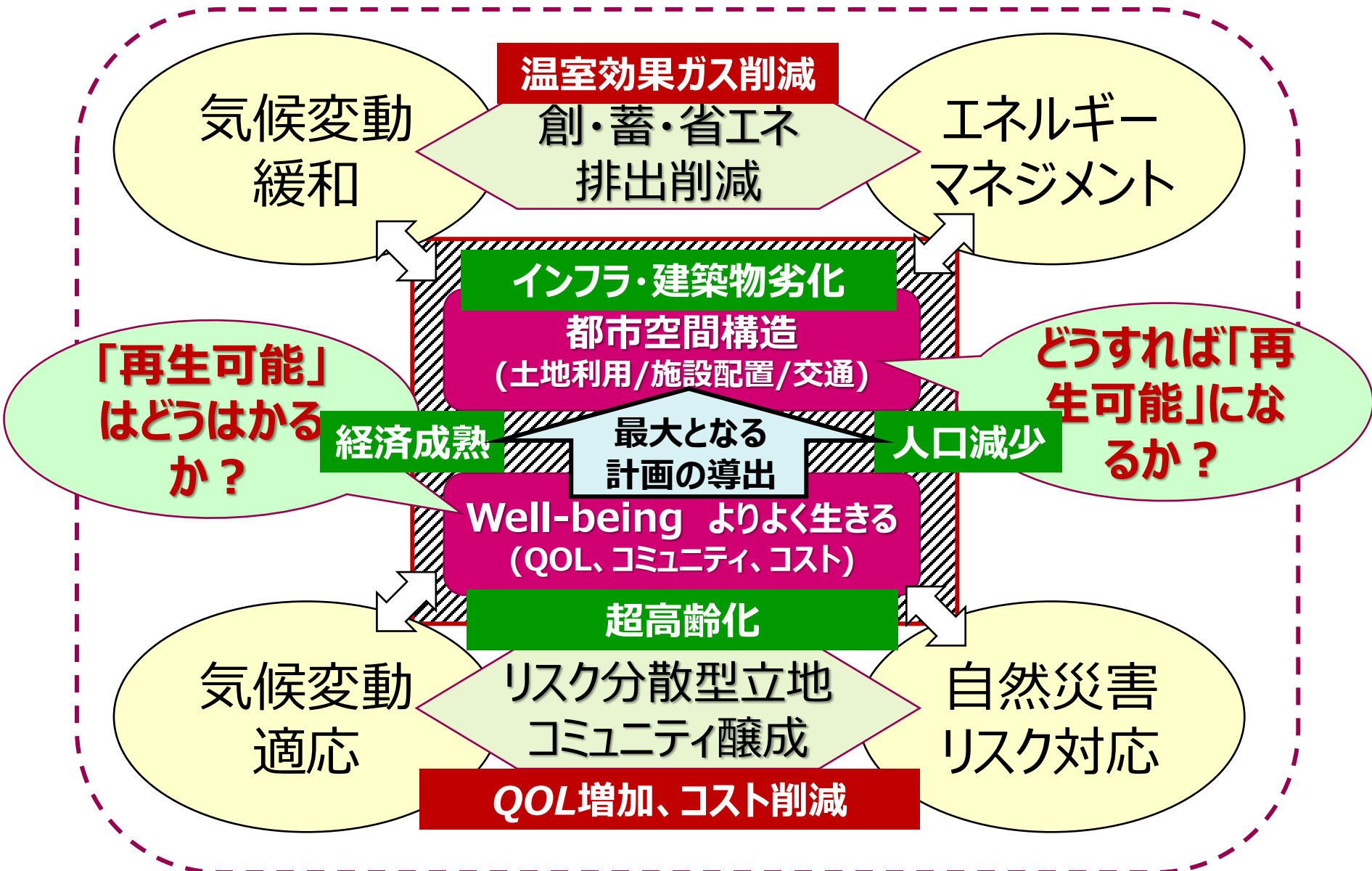
- 3つの脅威（「気候変動<緩和+適応>」「エネルギー供給危機」「**巨大自然災害**」：従来は別個に検討）にしなやかに対応できる（危機に瀕しても持ちこたえ再生していける）
- 2つの性能（**単位環境負荷・ライフサイクルコスト投入**で得られる「**健幸<QOL>**」）が高くなる  
ような空間構造を有する都市

## 【本研究の目的】

- **再生可能都市を中長期（建物・インフラ更新過程）で漸次（「一挙に」ではなく「だんだんと」）実現する戦略を、地域主体で立案・実施するための支援ツールを構築**

※実際の都市・交通計画に携わりながら低炭素・防災研究も進めてきた3大学のメンバーが集まり、自治体が実践可能な方法論構築に挑む

# 全体枠組



# 本プロジェクトでの評価の考え方

## Sustainability : 長期の安定

平常時・低費用・低環境  
負荷でのQOL確保

- 経済機会 (アクセシビリティ)、快適性、安全安心性に基づく **QOL**評価 (SDGsを意識)
- 空間構造変更策は短期コスト増加・長期コスト削減
- 災害は**QOL**各要素を脅かすリスク要因として考慮

## Resilience : 短期の回復

災害時・QOL低下抑制と  
早期回復 (防災・減災)

- 生命健康確保 : 死亡・負傷・二次被害の発生と回復を**QOL**(DALY)評価
- 生活環境確保 : 生命保持～文化的・社会的な生活保持のどの段階にあるかを **QOL**(QALY)評価

**CO<sub>2</sub>削減策によって平常時QOL低下  
気候変動によって巨大自然災害が激化し両QOL低下**

これらを両立するかどうかの観点から空間構造評価・改善策検討

**目指すべき空間構造にどうやって到達するか？**

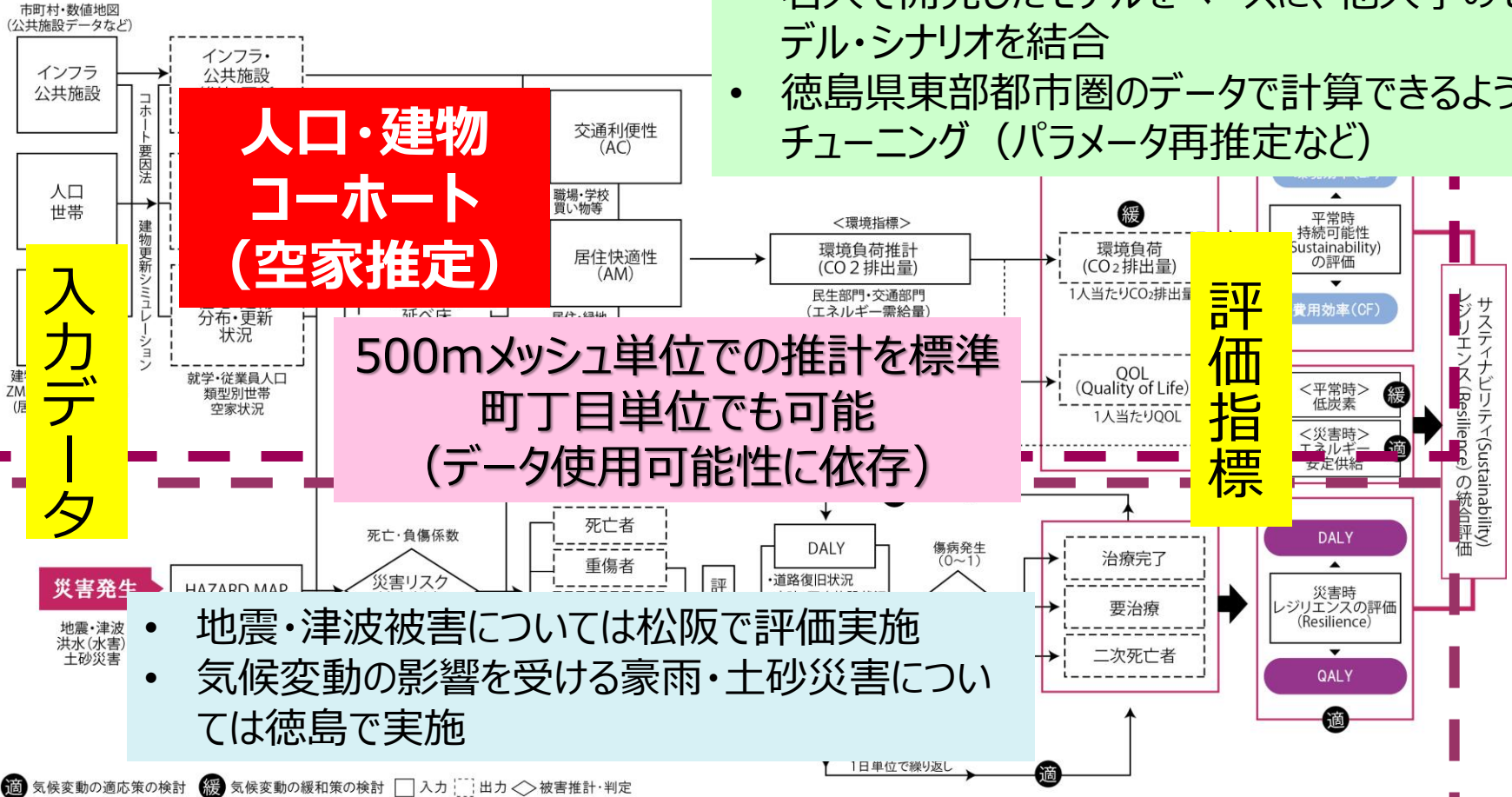
**地方公共団体実行計画 (区域施策編) や関連計画にインプット**

# 都市・街区のSustainabilityとResilienceを同時に考慮できる評価システムの開発

## Sustainability・・・緩和策

評価手法・長期的な評価システム

- 名大で開発したモデルをベースに、他大学のモデル・シナリオを結合
- 徳島県東部都市圏のデータで計算できるようにチューニング（パラメータ再推定など）



## Resilience・・・適応策

巨大自然災害ダメージ・短期回復過程評価

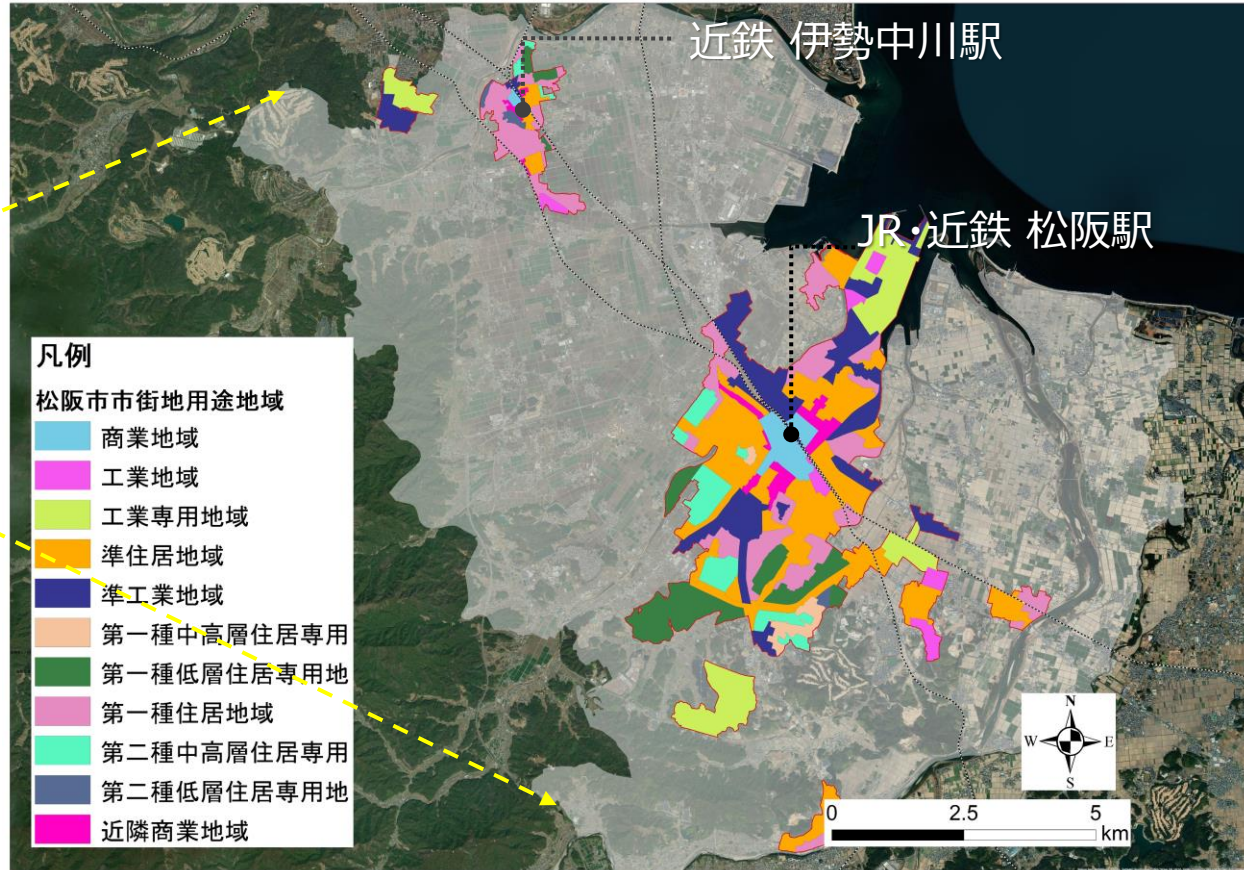
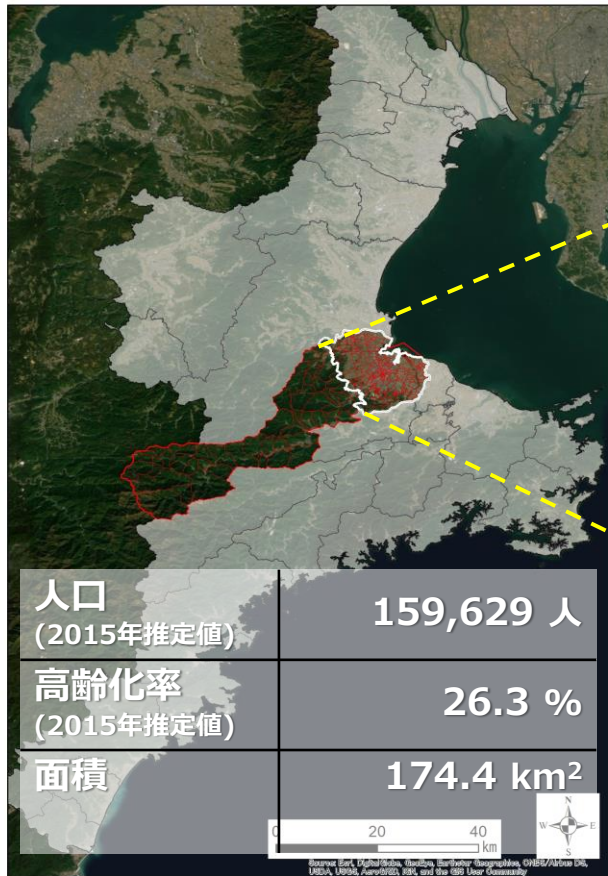
**1. 土地利用・インフラ戦略**

**2. 気候変動への適応・減災戦略**

**3. 低炭素・エネルギー戦略**

# 対象地域の1つ（今回見せる地域）

## 三重県松阪市の都市計画区域



- JR・近鉄線、複数の国道が交差する交通の要衝
- 伊勢湾に面する地区は、津波・洪水の危険性が高い

# 1. 土地利用・インフラ戦略



# 再生可能都市への転換策検討手法①

## ＜コーホートモデルによる将来推計＞

人口の総数と年齢・世帯構成・従業員数など  
建築物・インフラの更新、空家発生状況



交通・家庭・業務活動などの予測  
それに起因する環境負荷・QOL・維持更新費用を推計



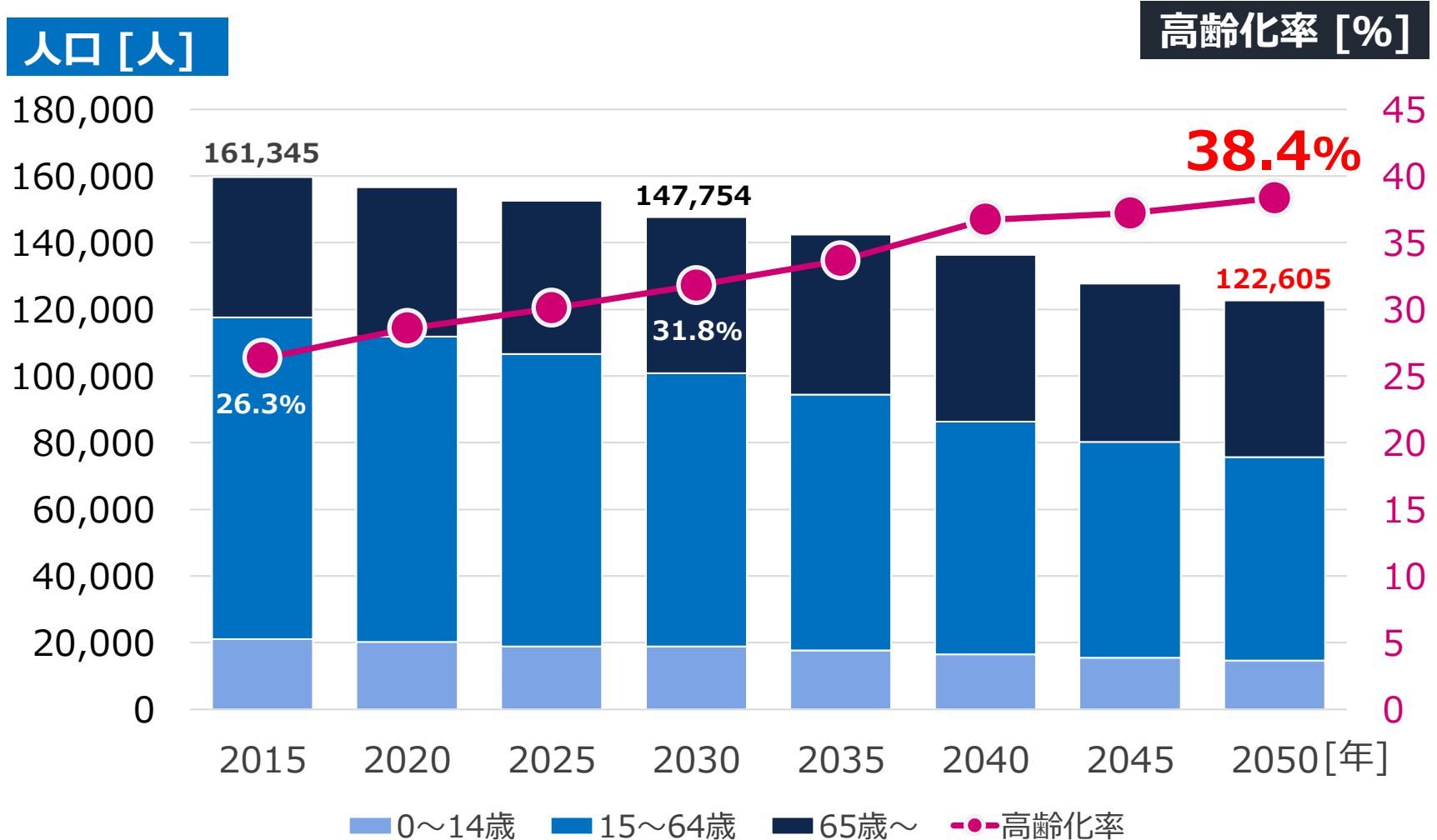
① 温室効果ガス削減に向けた政策の立案や検討に活用  
(温対：緩和策)

② 各地区の更新・集積・撤退のタイミング、  
都市域の空間的な再編の方向性などの検討に活用  
(都市マスや立適・網計画等：適応策)

# 人口の推移(都市計画区域全域)

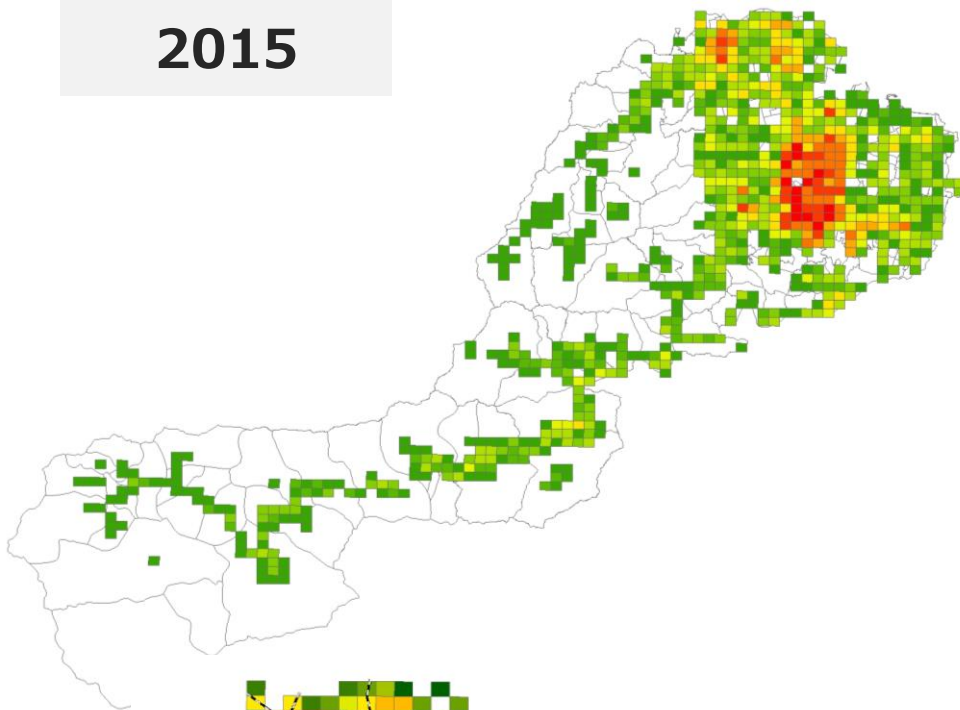
コーホート要因法による推計

- 人口減少傾向は顕著
- 64歳以下は**減少**、65歳以上は**増加**

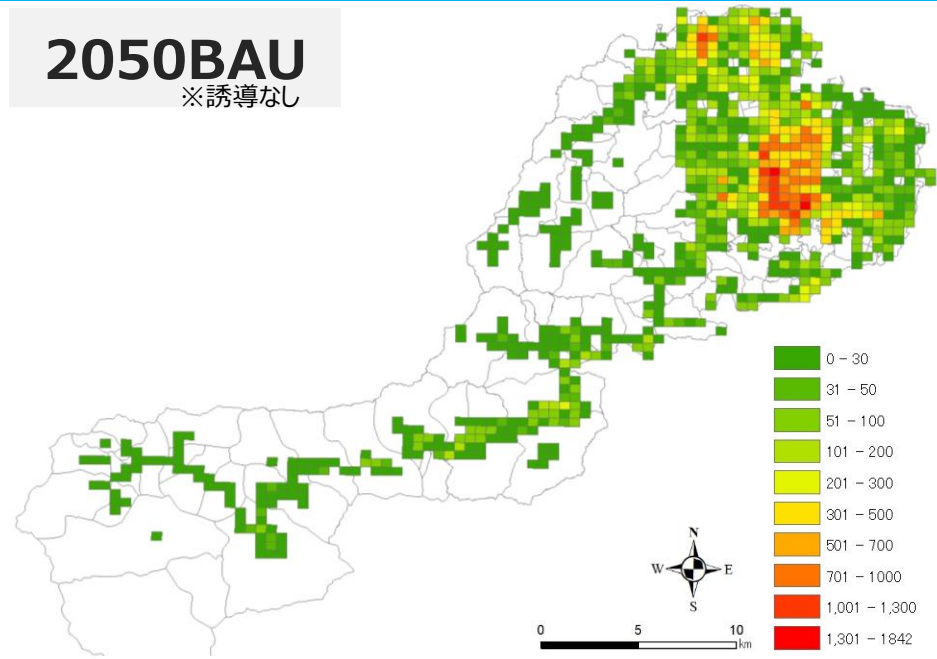


# 人口分布 BAU<立地(人口)誘導なし>

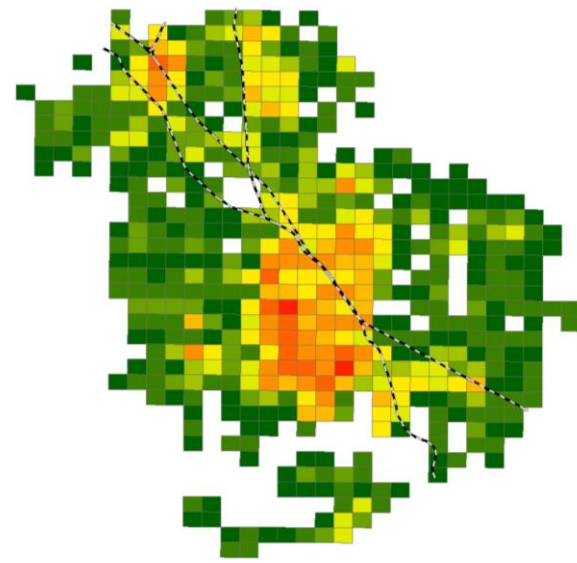
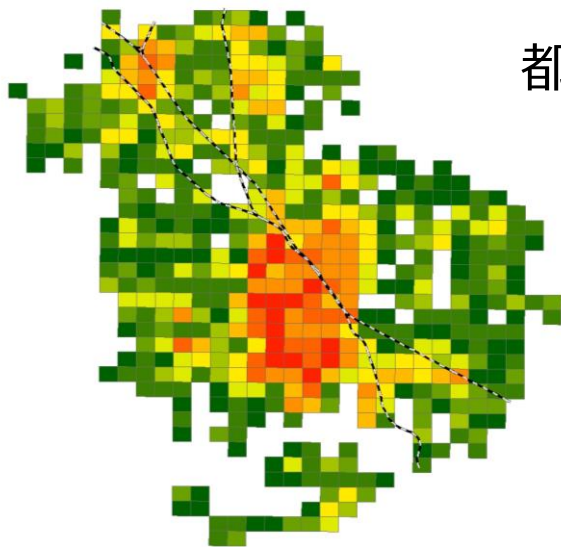
2015



2050BAU  
※誘導なし



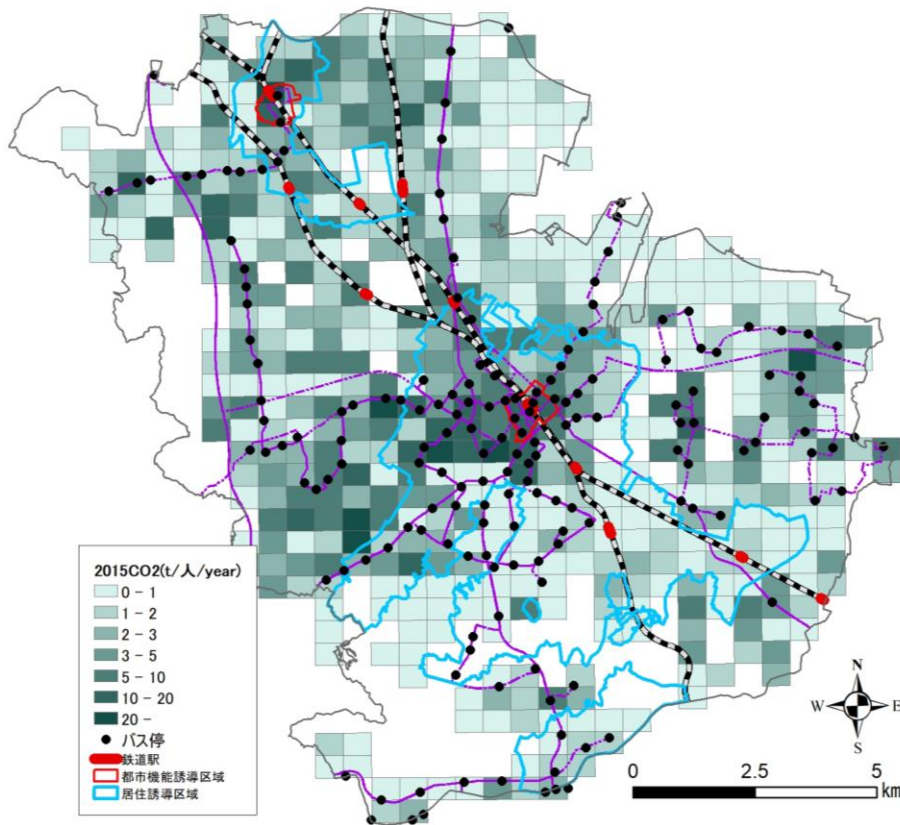
都市計画区域



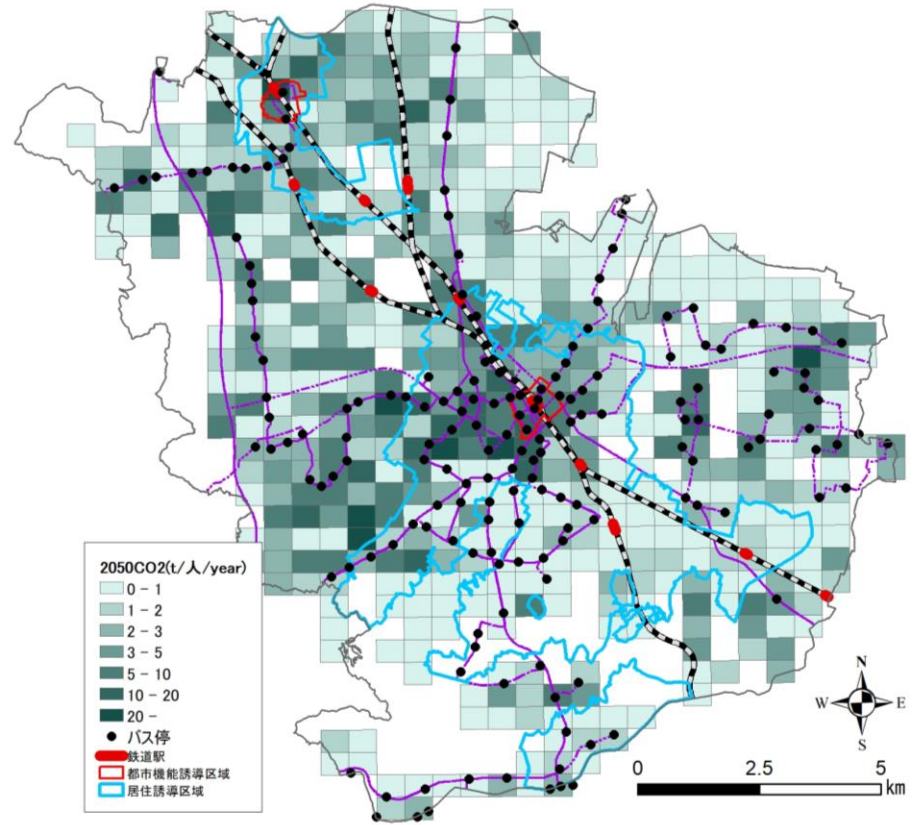
# 人口1人当たりCO<sub>2</sub>排出量 (2015・2050BAU)

※誘導なし

民生 (住宅・商業・業務…) + インフラ (道路・ガス・水道) + 交通 (OD) 部門



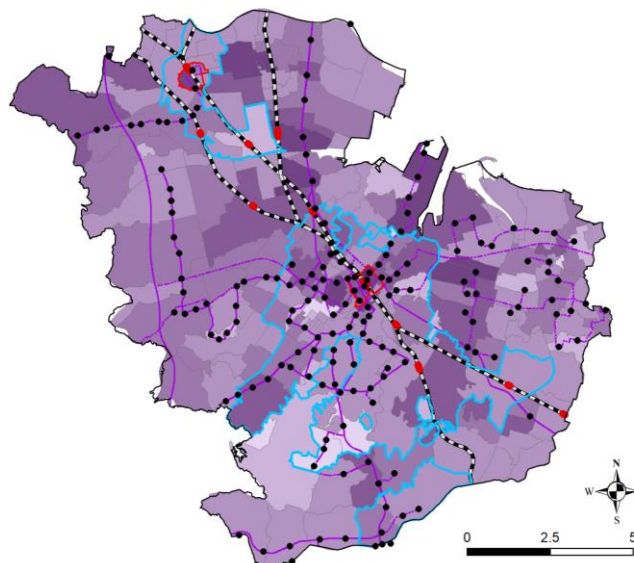
2015



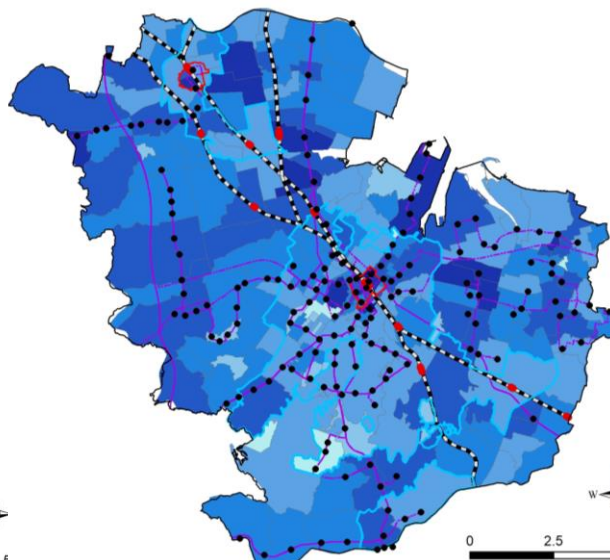
2050BAU

# 部門別人口1人あたりCO<sub>2</sub>排出量（町丁目）

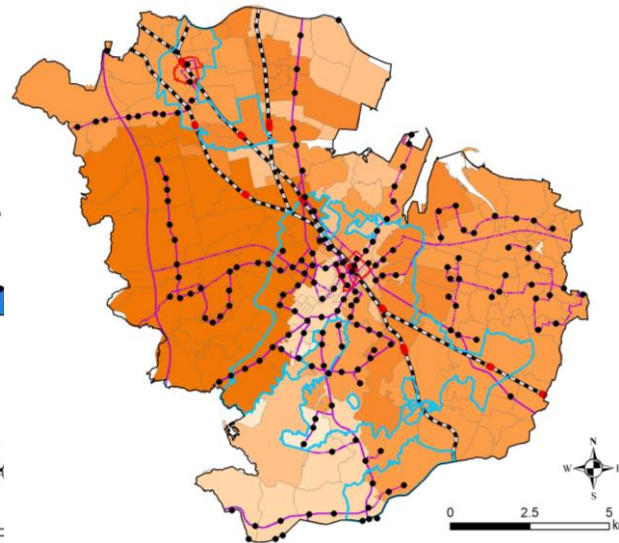
2015 民生部門



インフラ部門

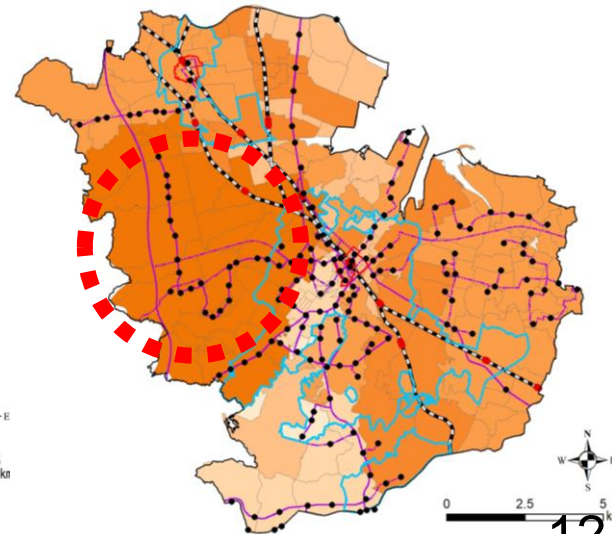
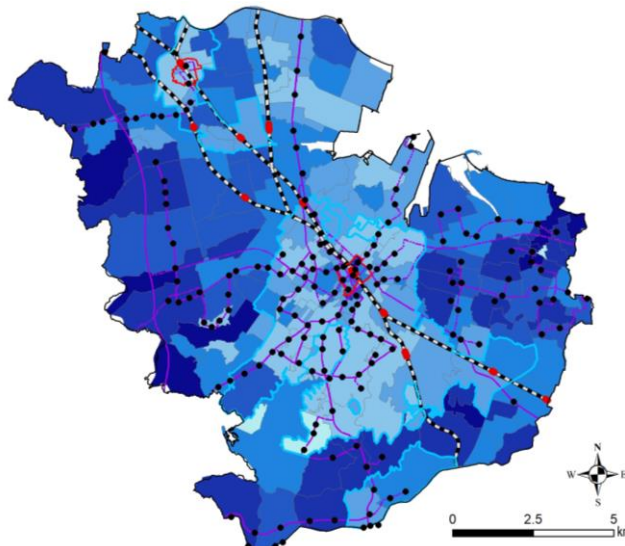
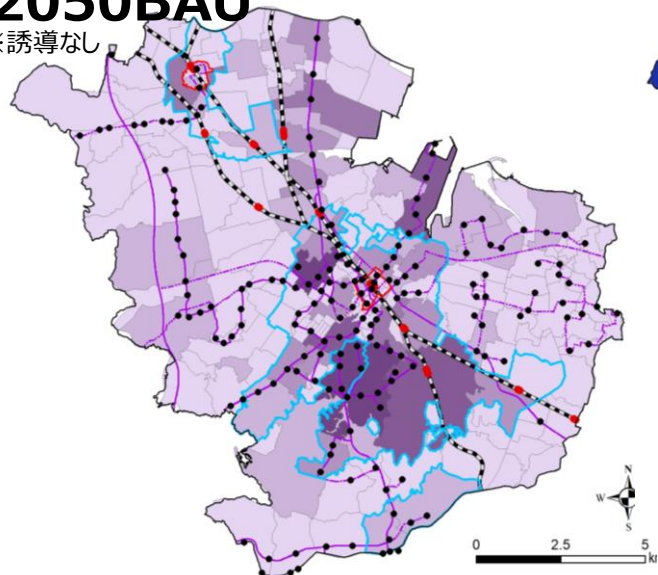


交通部門



2050BAU

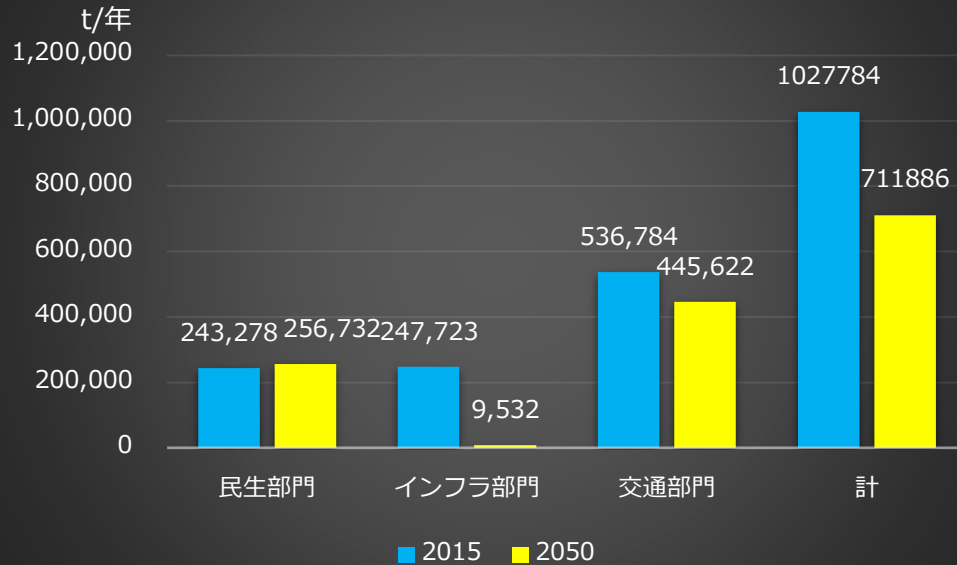
※誘導なし



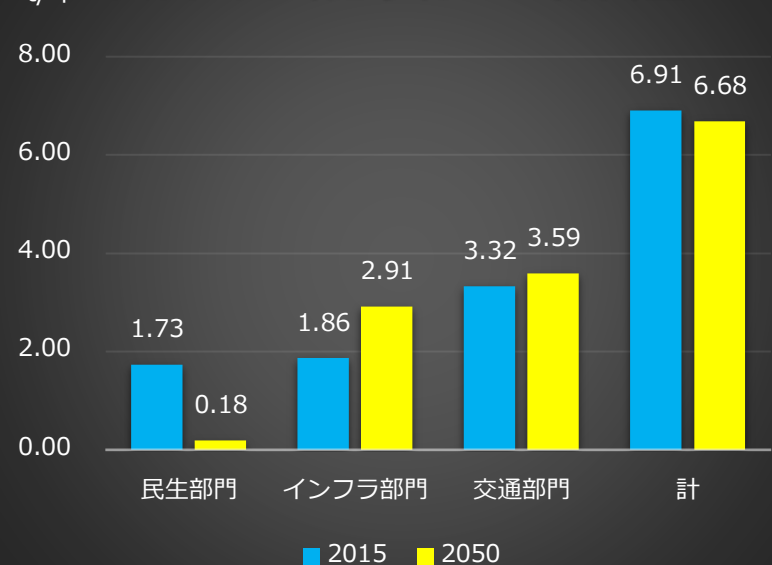
# CO<sub>2</sub>排出量の推計（2015・2050BAU）

※誘導なし

## 総CO<sub>2</sub>排出量



## 人口1人当たり総CO<sub>2</sub>排出量



- 建物・民生部門：総排出量は増加の傾向
- インフラ部門：排出量減少、1人あたりは増加(人口減少等)  
→建て替え時のインフラの除却・新設工事によるCO<sub>2</sub>排出量が減った影響が大きい
- 交通部門：総排出量は減少したものの、1人あたり排出量は増加→人口減少・個人の利用増加など

# QOL値の評価方法

生活環境質 **QOL**

=

**LPs**

×

居住者の価値観を表す重み **W**

(アンケート調査をもとにコンジョイント分析で推定)

QOL向上要素 (Life Prospects)

<b>交通利便性</b> AC : Accessibility	就業施設利便性	就業場所へのAC
	教育・文化施設利便性	高校へのAC
	健康・医療施設利便性	病院へのAC
	買物・サービス施設利便性	大型小売店舗へのAC
<b>居住快適性</b> AM : Amenity	居住空間使用性	1人あたり居住延床面積
	建物景観調和性	建物高さのばらつき
	周辺自然環境性	1人あたり緑地面積
	局地環境負荷性	交通騒音レベル
<b>災害安全性</b> SS : Safety & Security	地震危険性	地震による死亡リスク
	洪水危険性	洪水による期待浸水深
	犯罪危険性	年間街頭・侵入犯罪件数
	交通事故危険性	年間人身事故発生件数

# 都心／中山間住民の価値観(W)の推定結果

松阪市民を対象としたアンケート結果 (n=1122) をもとにコンジョイント分析

※2011  
調査

個人属性		AC				AM				SS			
男/女	年齢	就業利便性	教育・文化利便性	健康・医療利便性	買物・サービス利便性	居住空間使用性	建物景観調和性	周辺自然環境性	局地環境負荷性	地震危険性	洪水危険性	犯罪危険性	交通事故危険性
		AC1	AC2	AC3	AC4	AM1	AM2	AM3	AM4	SS1	SS2	SS3	SS4
男性	10代	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20代	0.042	0.043	0.050	0.060	0.139	1.840	1.438	-3.275	-1.000	-1.000	-2.532	-2.123
	30代	0.802	1.963	1.403	0.442	0.363	3.030	2.131	-7.468	-1.000	-1.471	-1.617	-1.905
	40代	0.044	0.119	0.094	0.093	0.099	0.099	0.099	-0.998	-1.000	-1.174	-1.315	-0.898
	50代	0.020	0.043	0.060	0.038	0.038	0.038	0.038	-0.687	-1.000	-1.656	-1.680	-0.998
	60代	0.026	0.071	0.084	0.075	0.022	0.408	0.395	-0.433	-1.000	-1.252	-1.100	-0.687
	70代	0.003	0.007	0.009	0.011	0.011	0.682	0.395	-0.288	-1.000	-1.000	-1.000	-0.686
女性	10代	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20代	0.744	0.949	0.941	0.192	0.047	0.600	2.770	0.871	-1.000	-0.683	-1.456	-1.976
	30代	0.053	0.091	0.062	0.055	0.045	0.703	0.438	-1.175	-1.000	-1.865	-1.197	-0.892
	40代	0.032	0.100	0.074	0.053	0.040	0.848	0.866	-1.042	-1.000	-1.996	-1.337	-1.507
	50代	0.024	0.060	0.063	0.065	0.021	0.208	0.420	-0.446	-1.000	-1.036	-0.862	-0.764
	60代	0.009	0.040	0.049	0.044	0.014	0.327	0.467	-0.188	-1.000	-0.833	-0.510	-0.470
	70代	0.009	0.040	0.049	0.044	0.014	0.327	0.467	-0.188	-1.000	-0.833	-0.510	-0.470

＜都心地域＞  
AC (交通利便性) ・ AM (居住快適性) を重視

個人属性		AC				AM				SS			
男/女	年齢	就業利便性	教育・文化利便性	健康・医療利便性	買物・サービス利便性	居住空間使用性	建物景観調和性	周辺自然環境性	局地環境負荷性	地震危険性	洪水危険性	犯罪危険性	交通事故危険性
		AC1	AC2	AC3	AC4	AM1	AM2	AM3	AM4	SS1	SS2	SS3	SS4
男性	10代	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20代	0.027	0.075	0.060	0.048	0.036	0.509	0.630	-0.826	-1.000	-4.454	-1.644	-3.409
	30代	0.027	0.075	0.060	0.048	0.036	0.509	0.630	-0.826	-1.000	-4.454	-1.644	-3.409
	40代	0.027	0.075	0.060	0.048	0.036	0.509	0.630	-0.826	-1.000	-4.454	-1.644	-3.409
	50代	0.037	0.023	0.070	0.038	0.033	0.440	0.372	-0.508	-1.000	-1.217	-0.559	-0.714
	60代	0.020	0.041	0.045	0.049	0.017	0.221	0.221	-0.228	-1.000	-1.845	-0.940	-1.060
	70代	0.034	0.095	0.167	0.167	0.668	25.427	15.316	-17.893	-1.000	-1.309	-1.102	-0.674
女性	10代	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20代	0.091	0.181	0.181	0.098	0.055	0.226	0.312	-1.133	-1.000	-0.820	-1.720	-1.720
	30代	0.098	0.181	0.088	0.098	0.035	0.326	0.416	-1.083	-1.000	-0.720	-1.720	-1.720
	40代	0.174	0.372	0.432	0.214	0.132	2.633	4.101	-5.182	-1.000	-1.000	-1.200	-1.407
	50代	0.129	0.243	0.248	0.249	0.055	1.681	2.434	-1.546	-1.000	-1.983	-2.456	-1.348
	60代	0.045	0.029	0.035	0.122	0.006	0.219	0.189	-0.154	-1.000	-1.358	-1.163	-1.321
	70代	0.045	0.029	0.035	0.122	0.006	0.219	0.189	-0.154	-1.000	-1.358	-1.163	-1.321

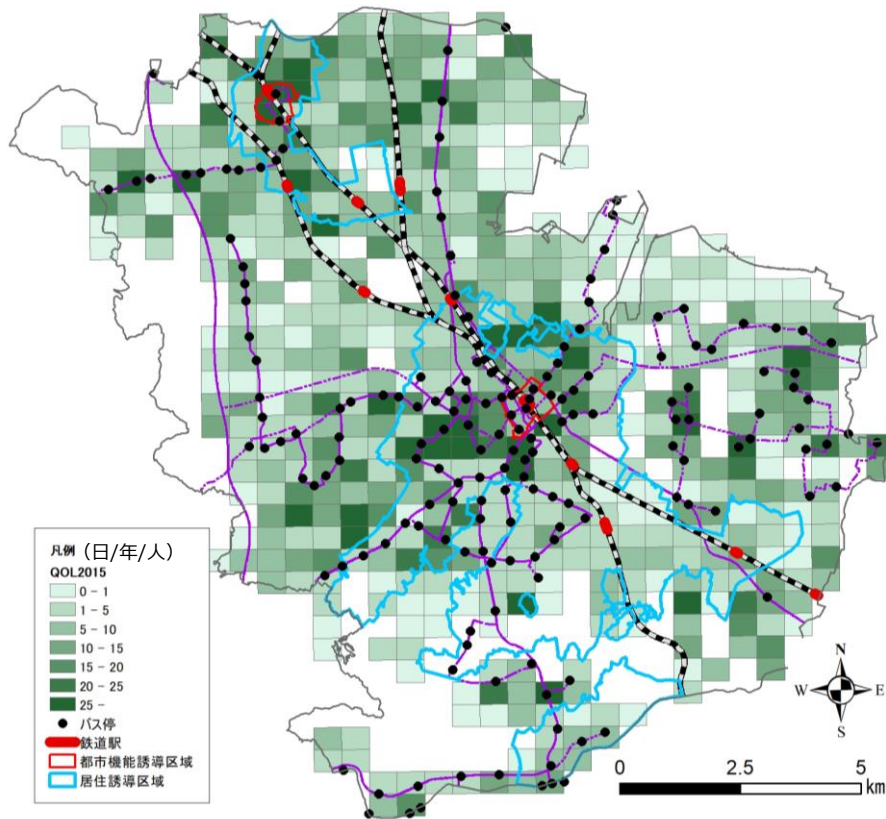
＜中山間地域＞  
AM (居住快適性) ・ SS (安心安全性) を重視



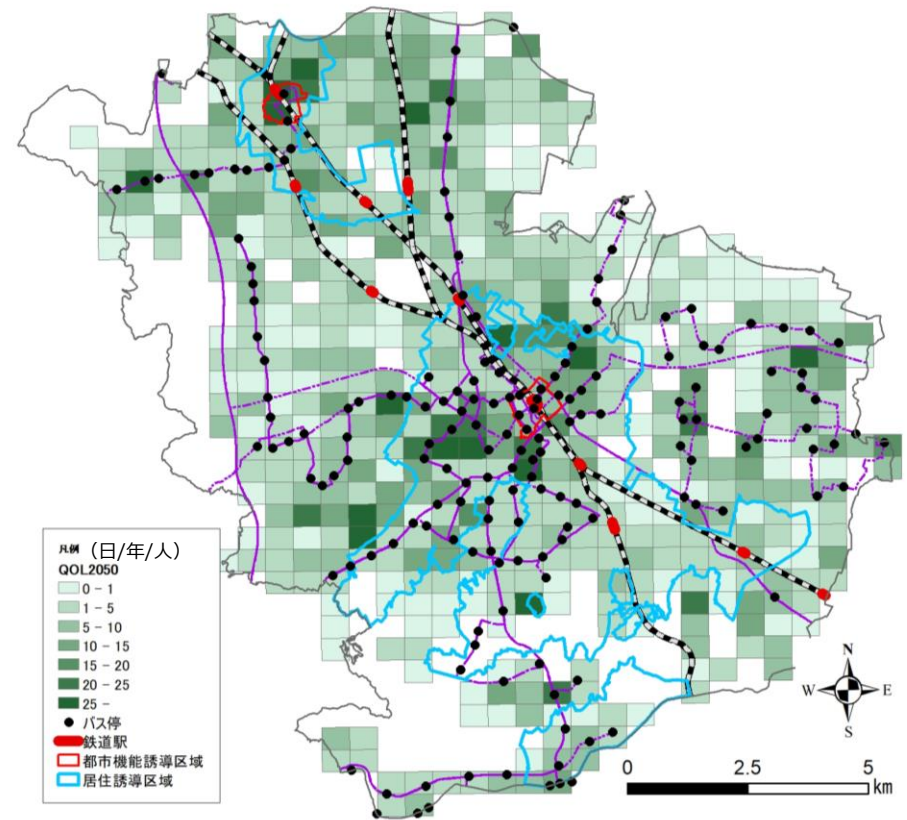
# QOL値 (2015・2050BAU)

※誘導なし

QOL (Quality of Life) : 交通利便性 (AC) + 居住快適性 (AM) + 安心安全性 (SS)



2015

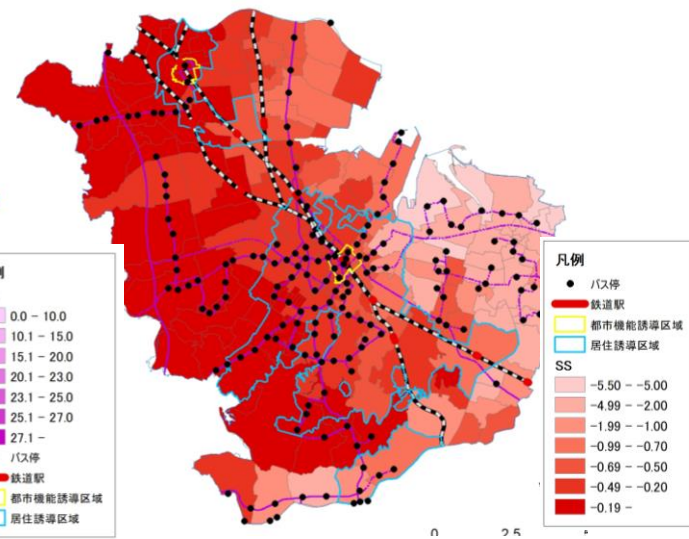
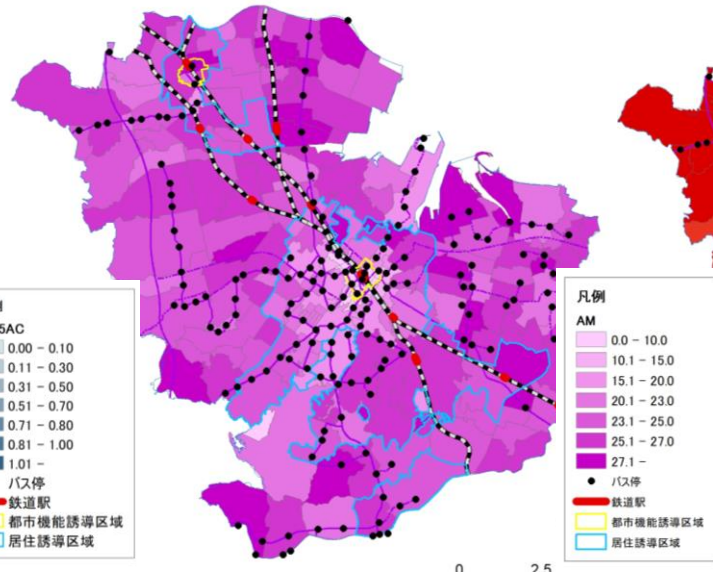
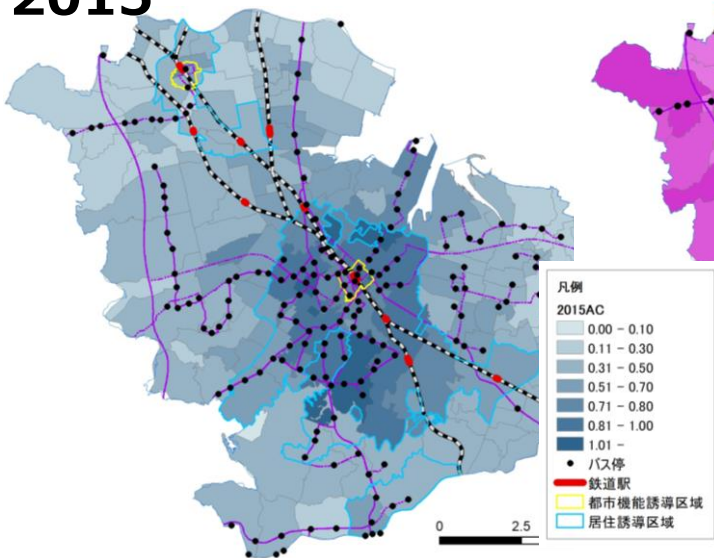


2050BAU

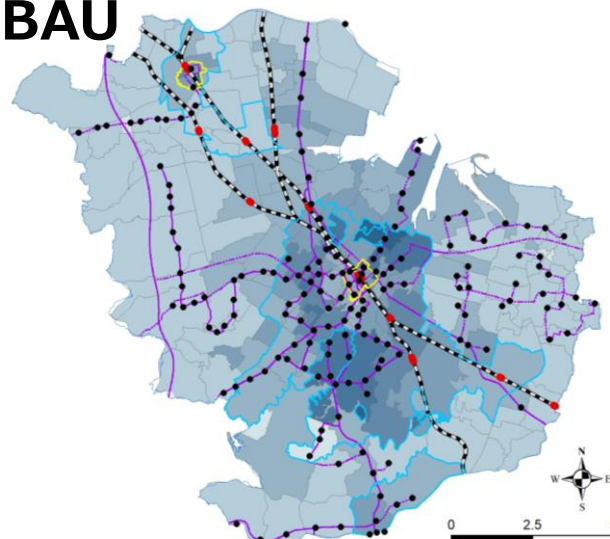
濃い方が高い (いい)

# 交通便利性 / 居住快適性 / 安心安全性

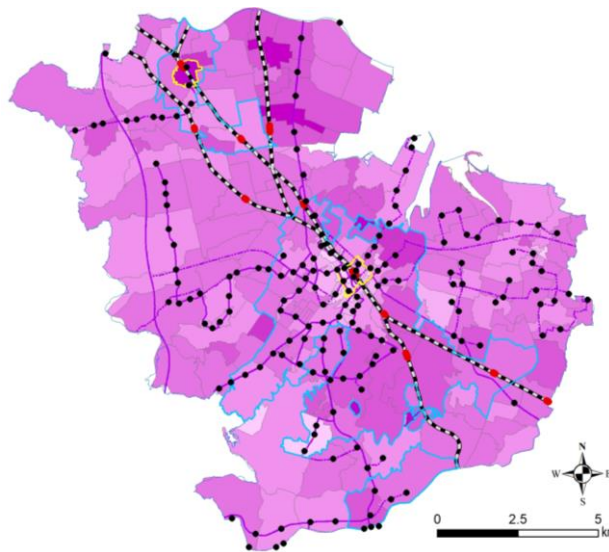
2015



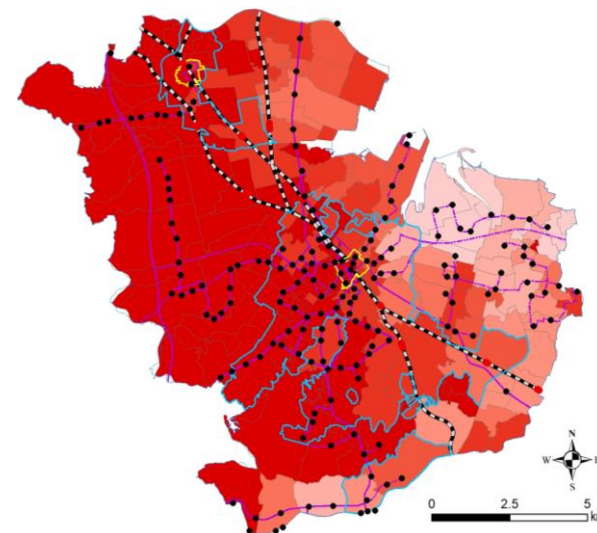
2050 交通便利性 (AC)  
BAU



居住快適性(AM)



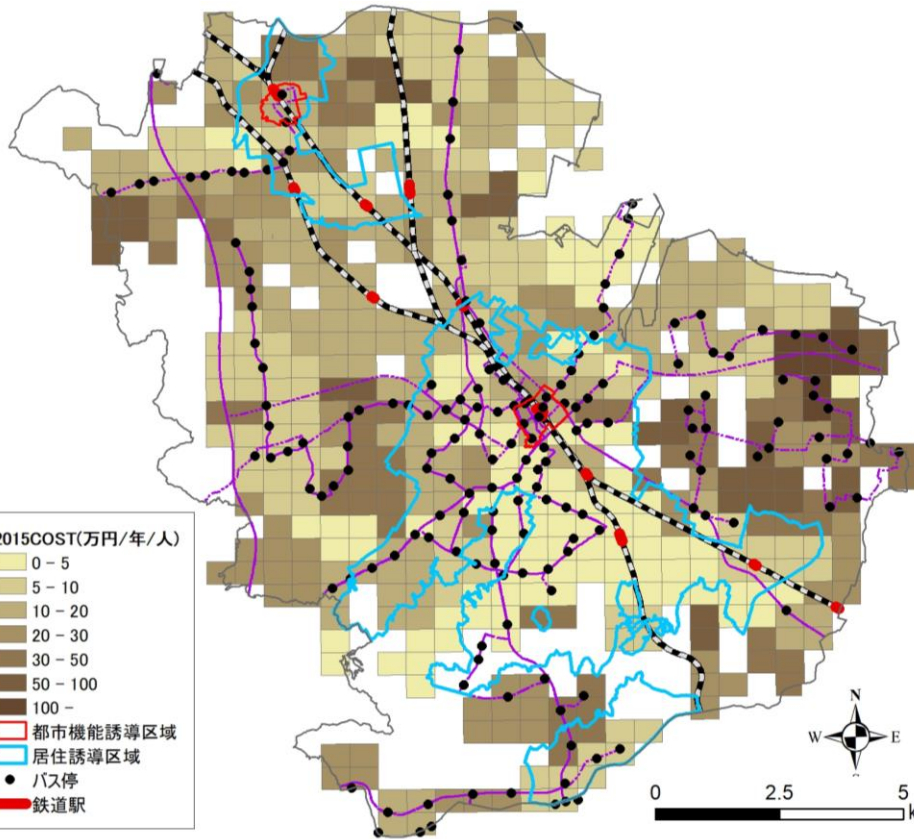
安心安全性(SS)



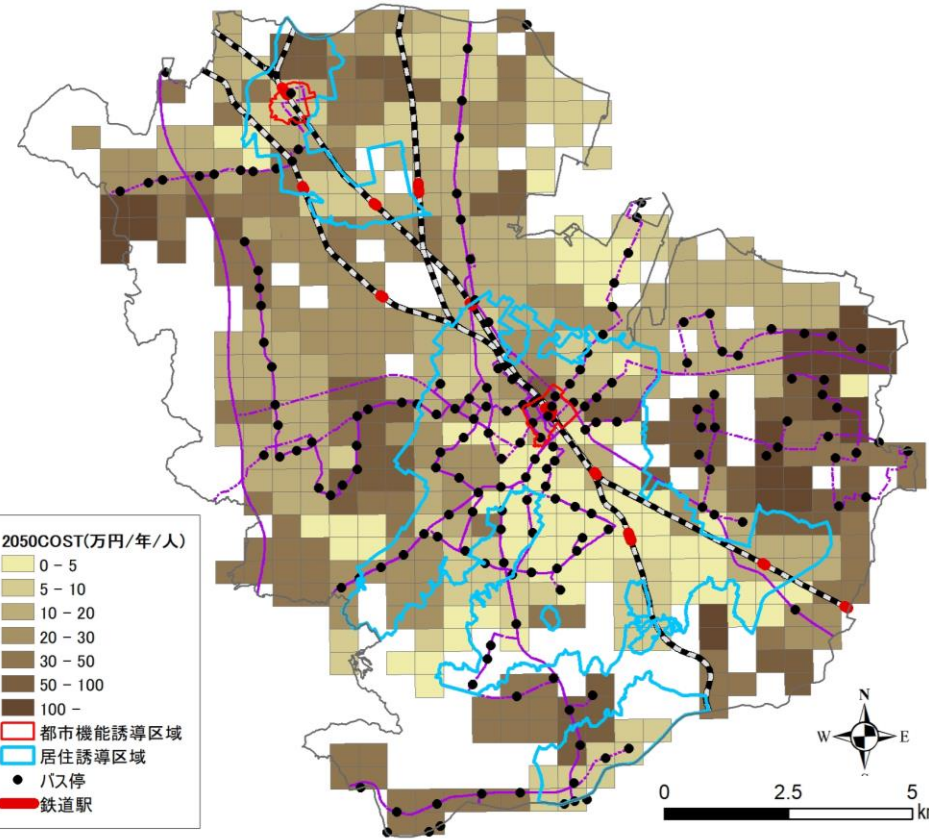
# 1人当たり市街地維持・更新費用 (2015・2050BAU)

※誘導なし

インフラ（道路・水道・排水施設など） + 公共施設（公園・医療施設・学校など）



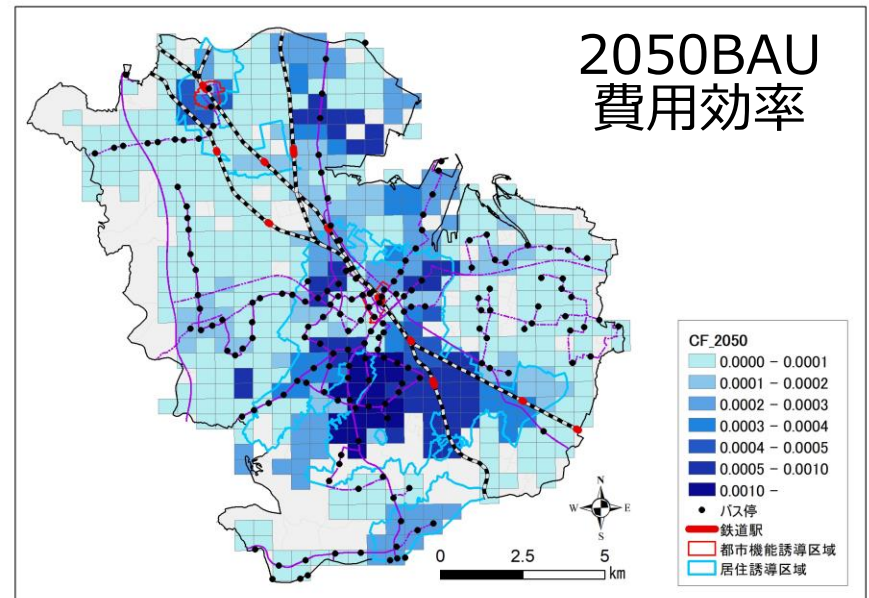
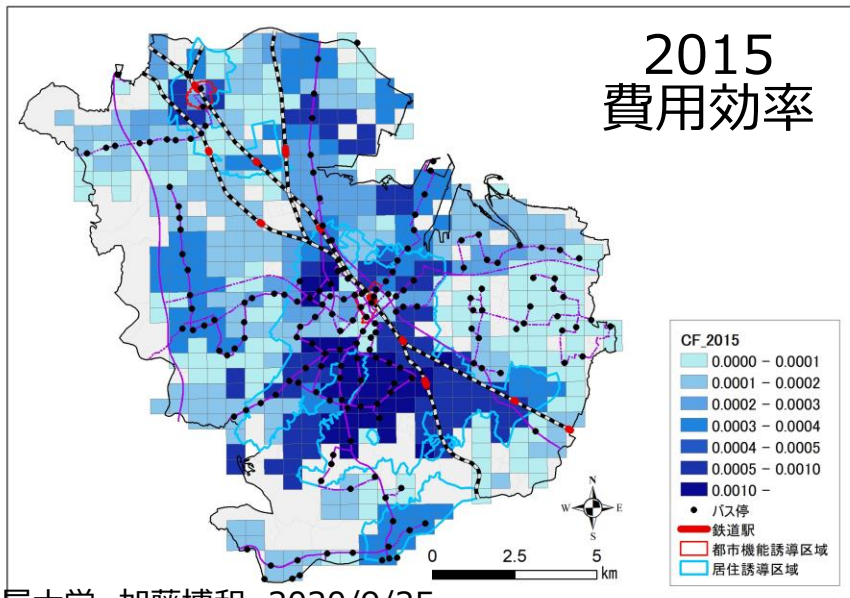
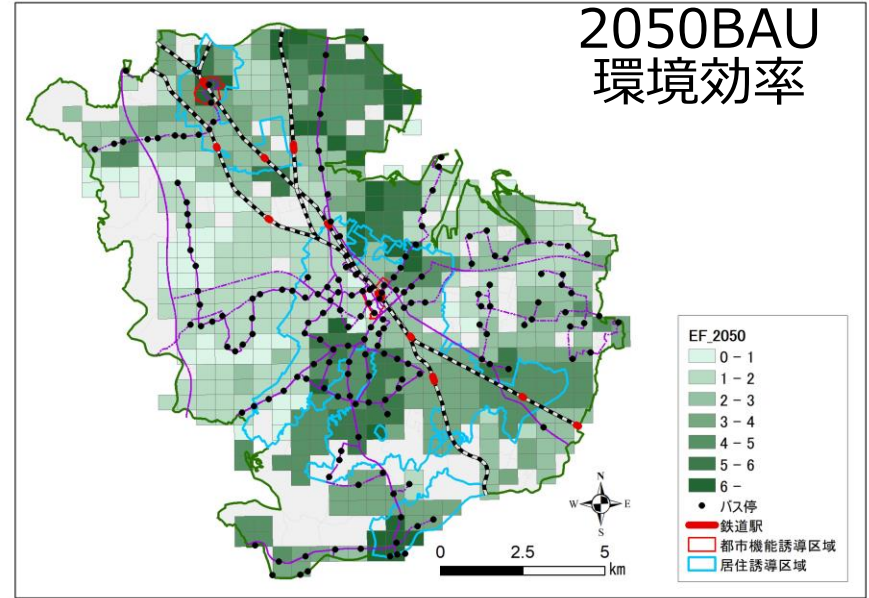
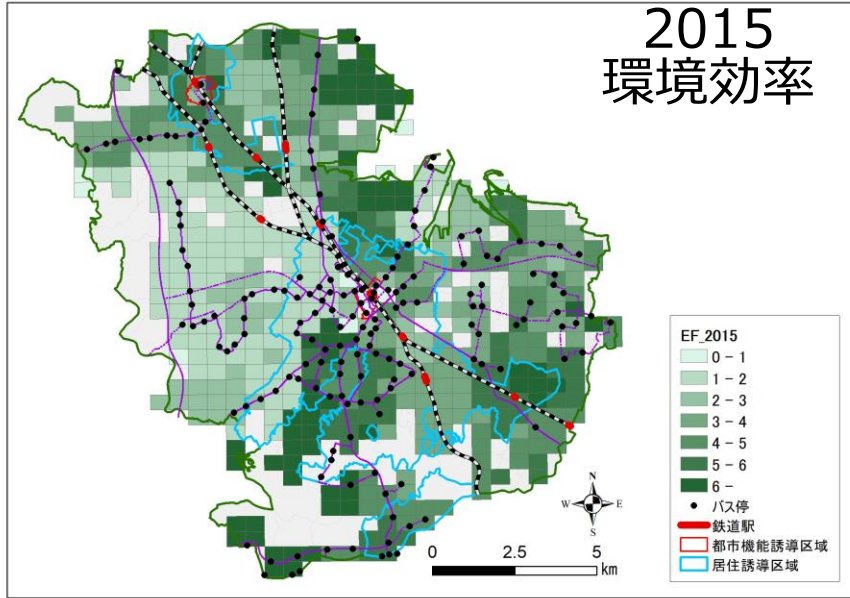
2015



2050BAU

# 環境効率と費用効率 (空間分布)

● 環境効率(EF) :  $QOL/CO_2$ 排出量 ● 費用効率(CF) :  $QOL/$ 市街地維持・更新費用



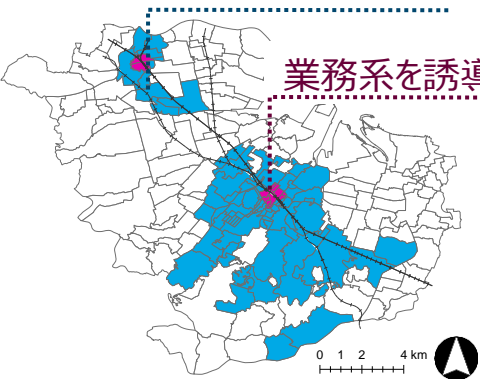
# 人口誘導シナリオ

## 2015年から2050年にかけて漸次誘導

### 立適

住宅・学校を誘導

業務系を誘導

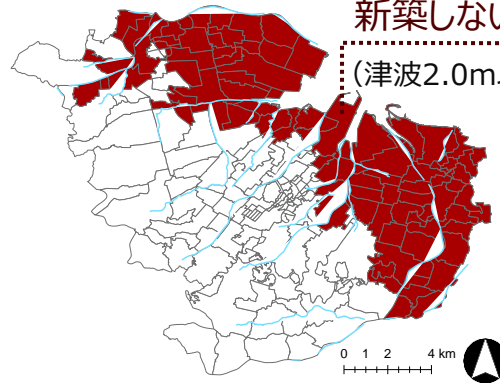


- 居住誘導区域
- 都市機能誘導区域

居住・都市機能を  
考慮した立地誘導

### 防災

新築しない  
(津波2.0m以上)



- 浸水区域
- 河川

被災想定区域から  
撤退

### コンパクト

都心域  
都心・地域拠点連携  
多様な都市機能集積

新築しない  
(津波2.0m以上)  
都心域

地域拠点

地域拠点間連携  
歩いて暮らせる住環境

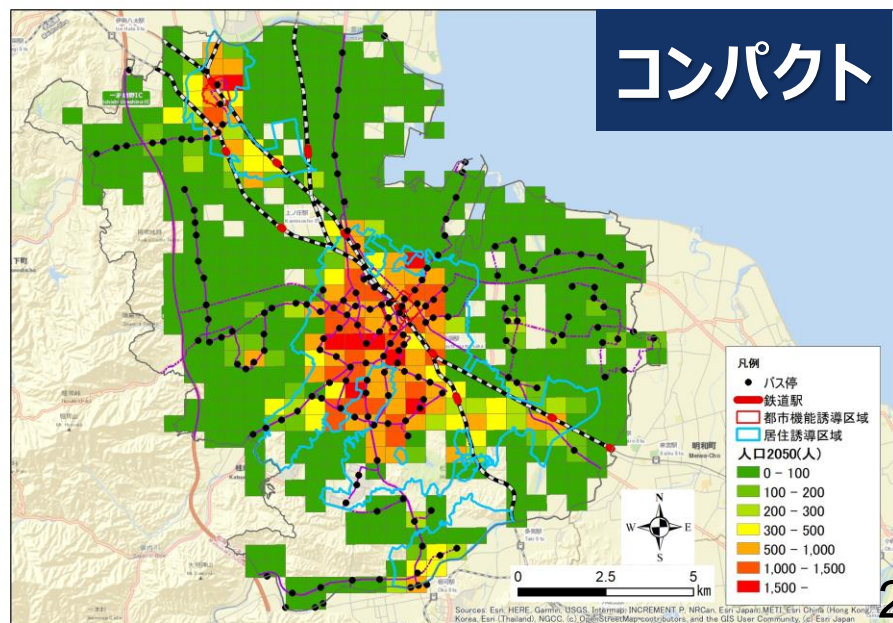
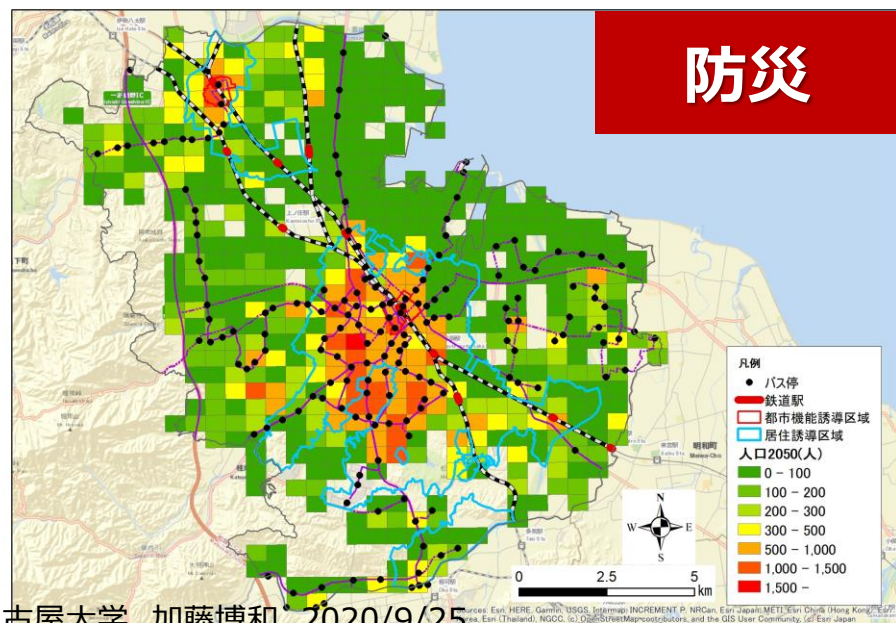
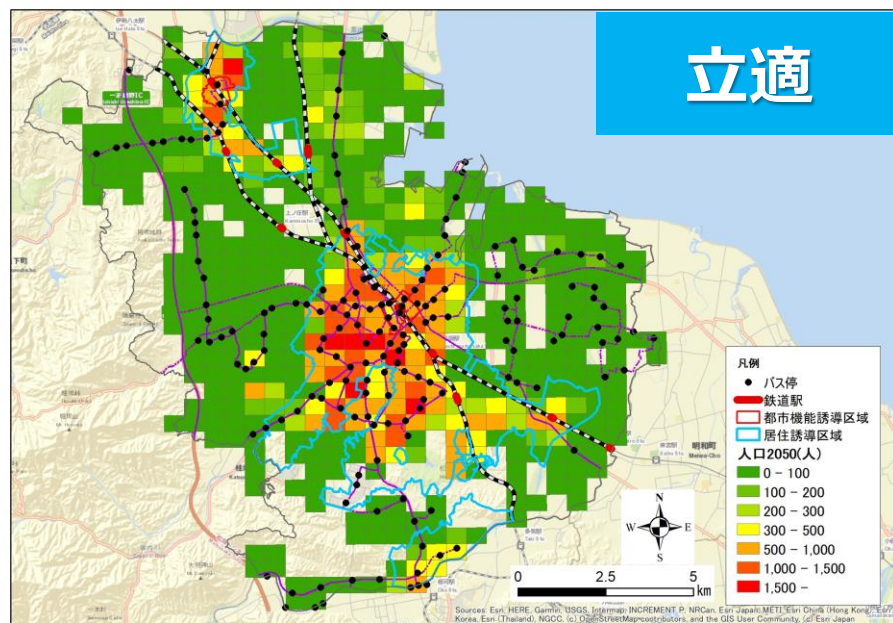
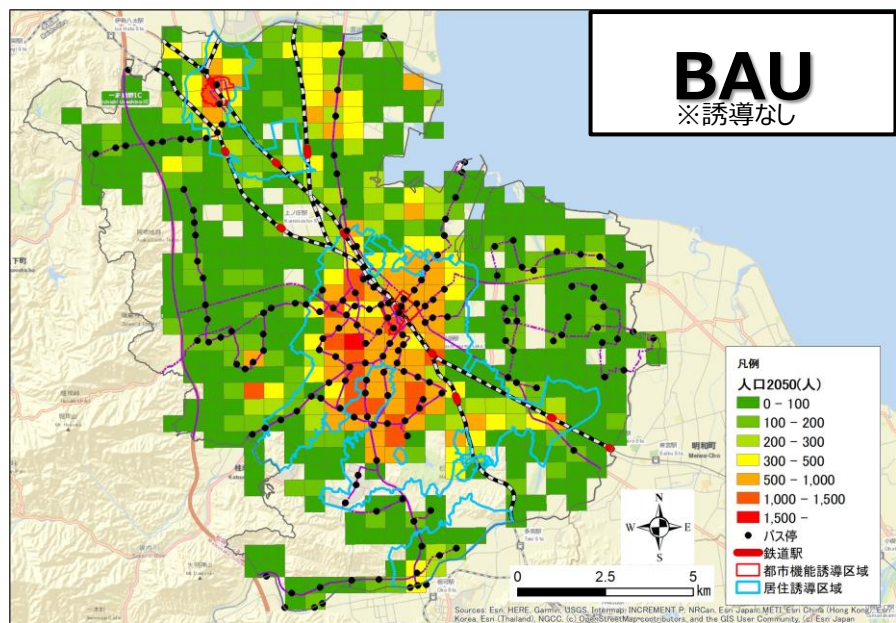
バス停・駅周辺800m

- バス停・駅周辺800m
- 電車路線・駅

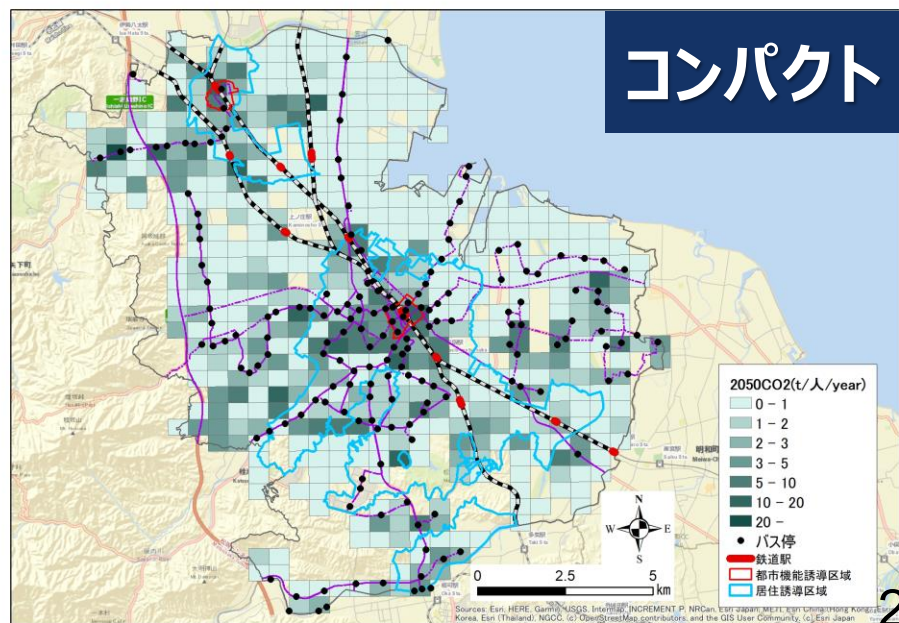
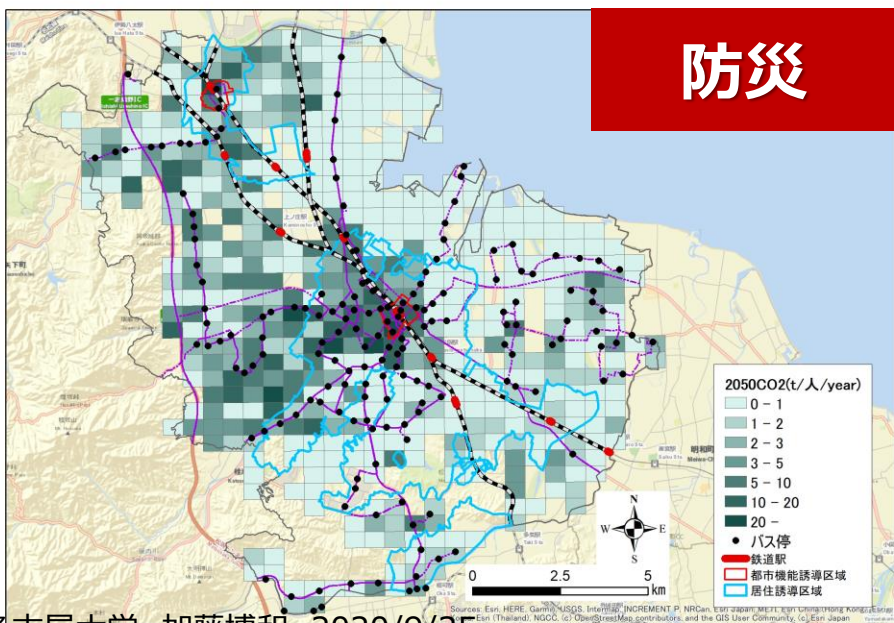
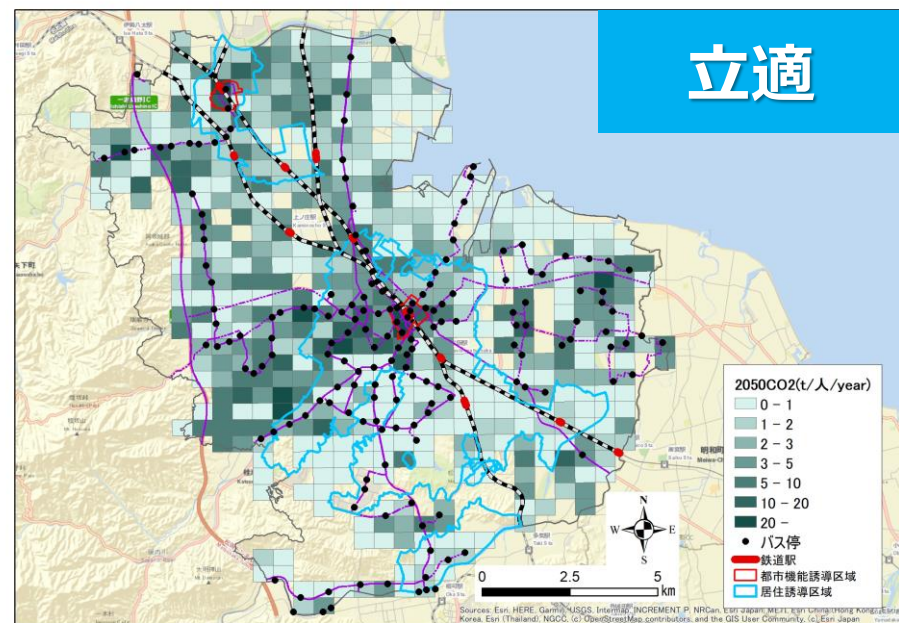
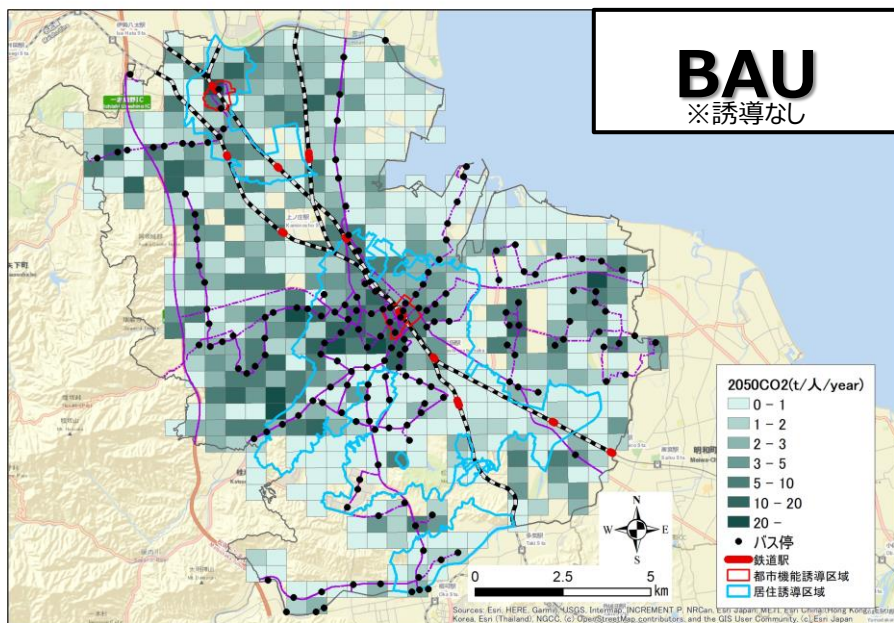
歩いて暮らせるまち  
(安全・機能・交通)

各施策ごと、および組み合わせのシナリオを考える

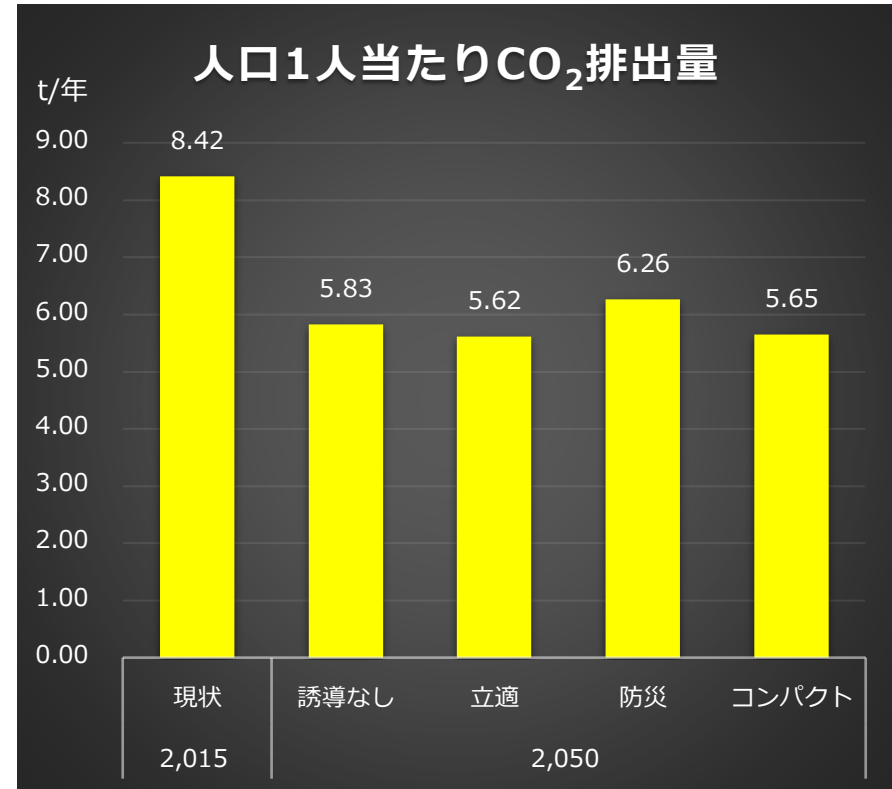
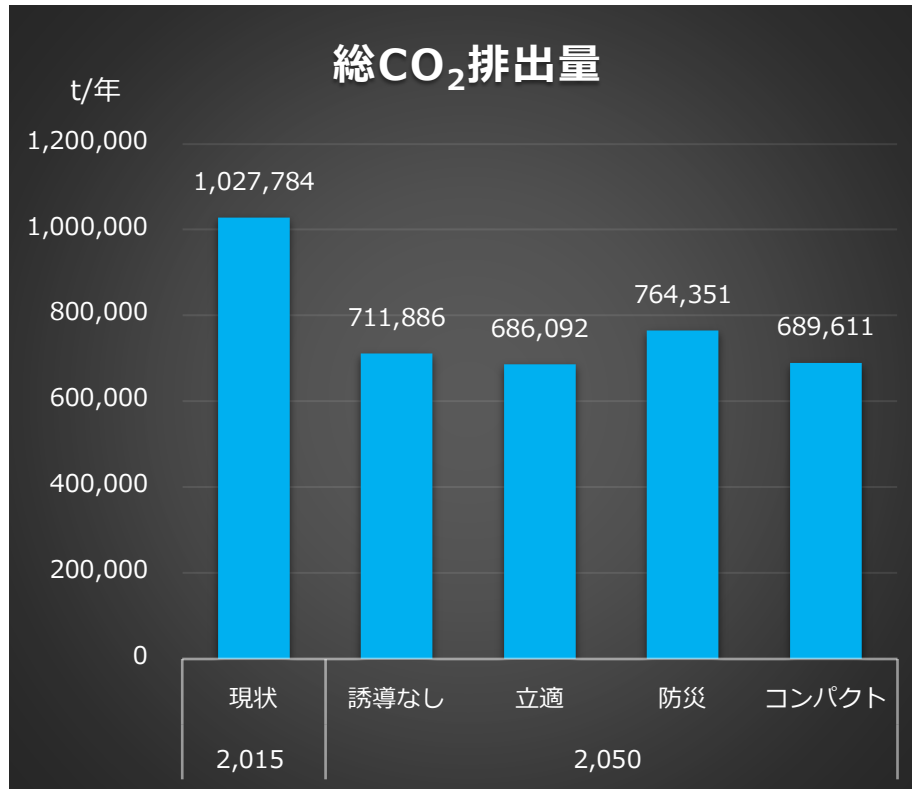
# 立地誘導後の人口の空間分布 (2050シナリオ別)



# 人口1人当たりCO<sub>2</sub>排出量 (2050シナリオ別)



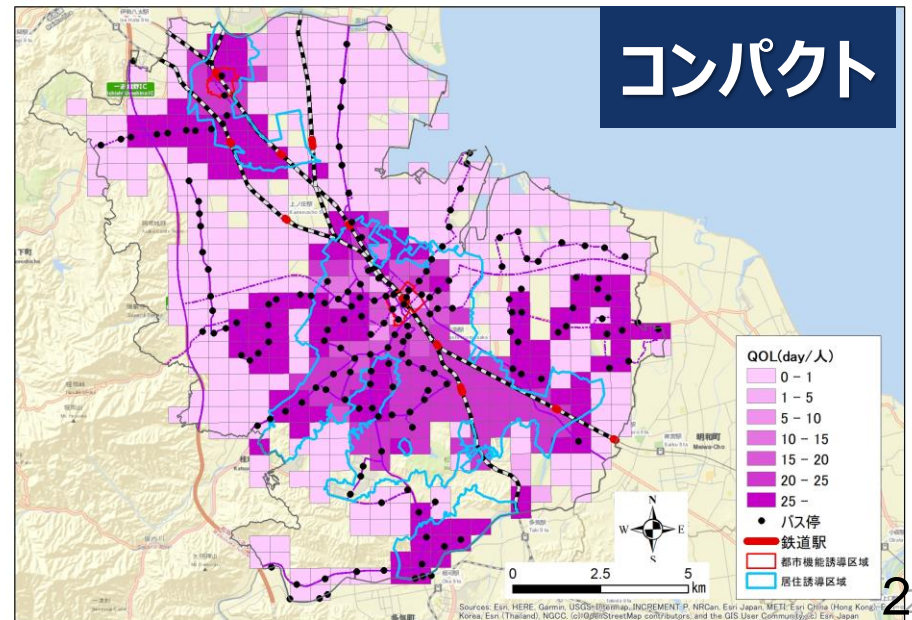
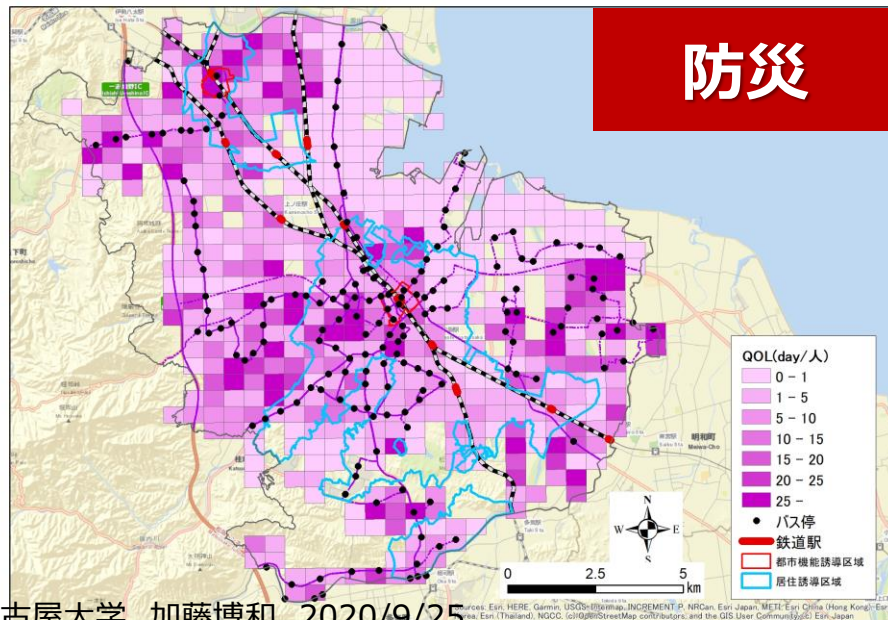
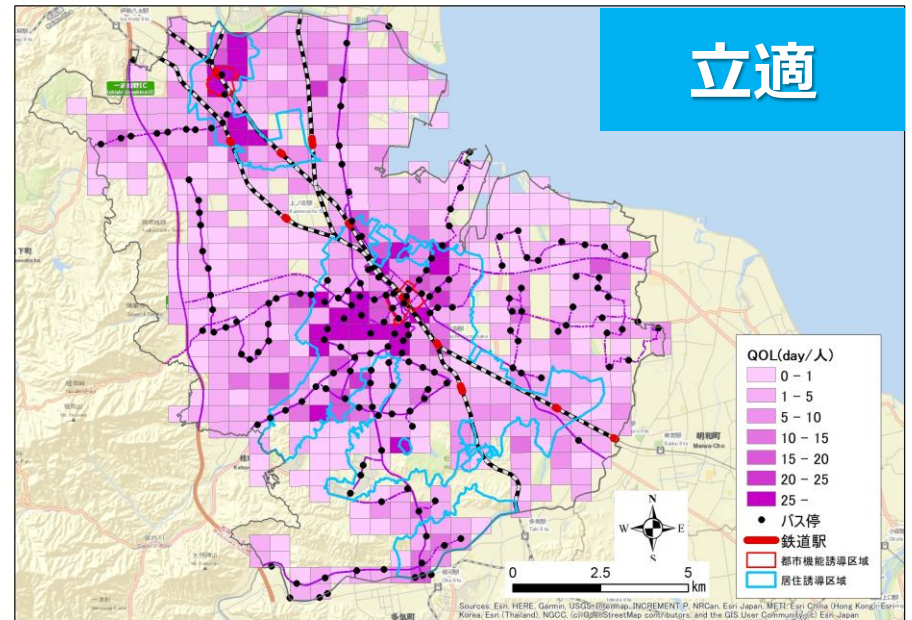
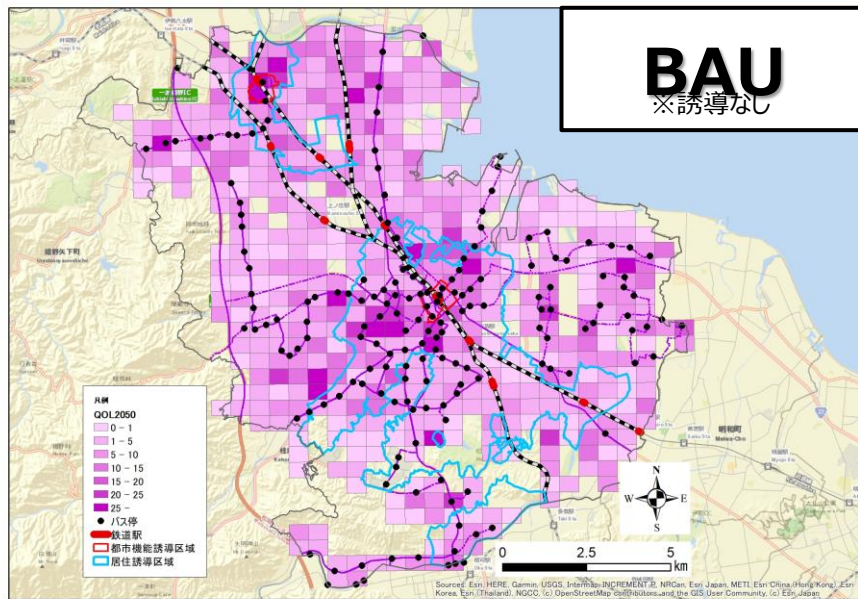
# CO<sub>2</sub>排出量の推移（シナリオ別）



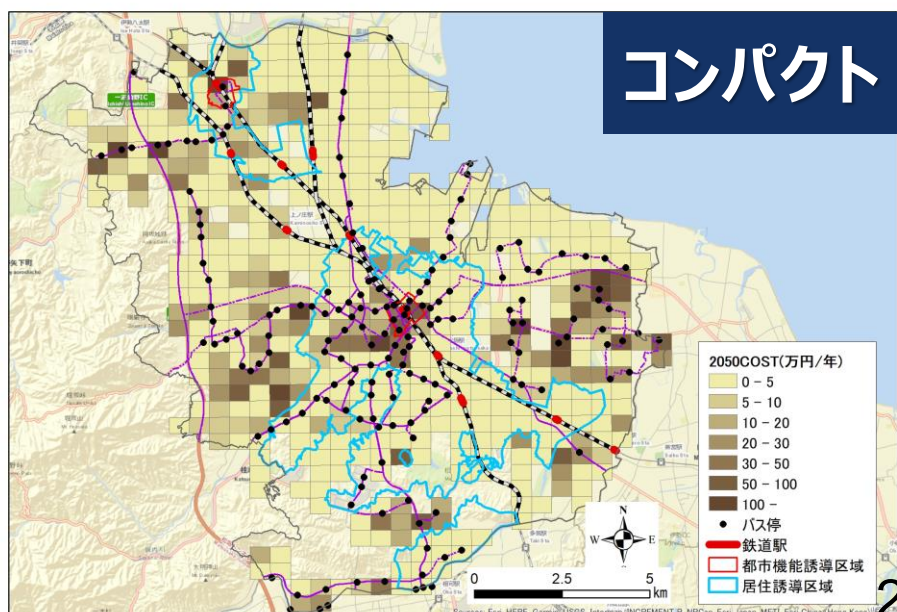
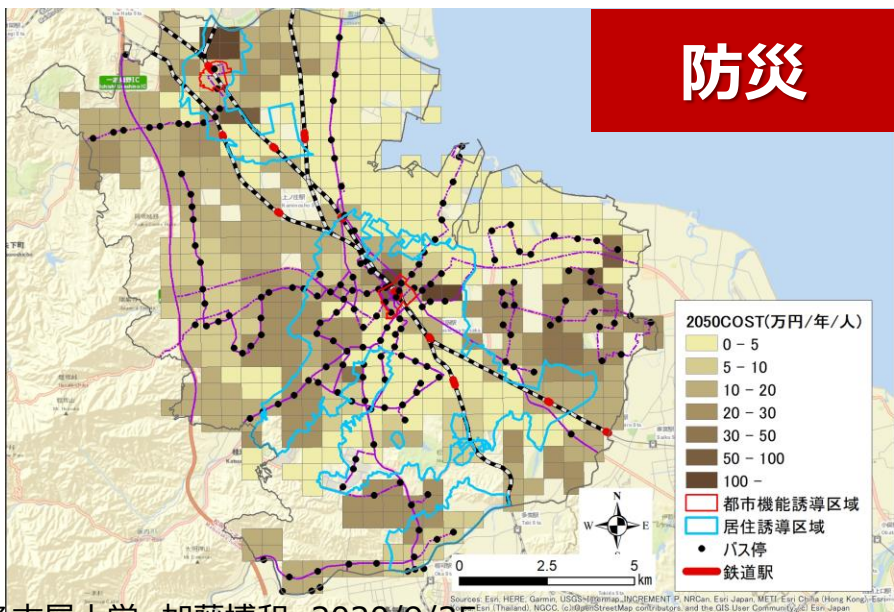
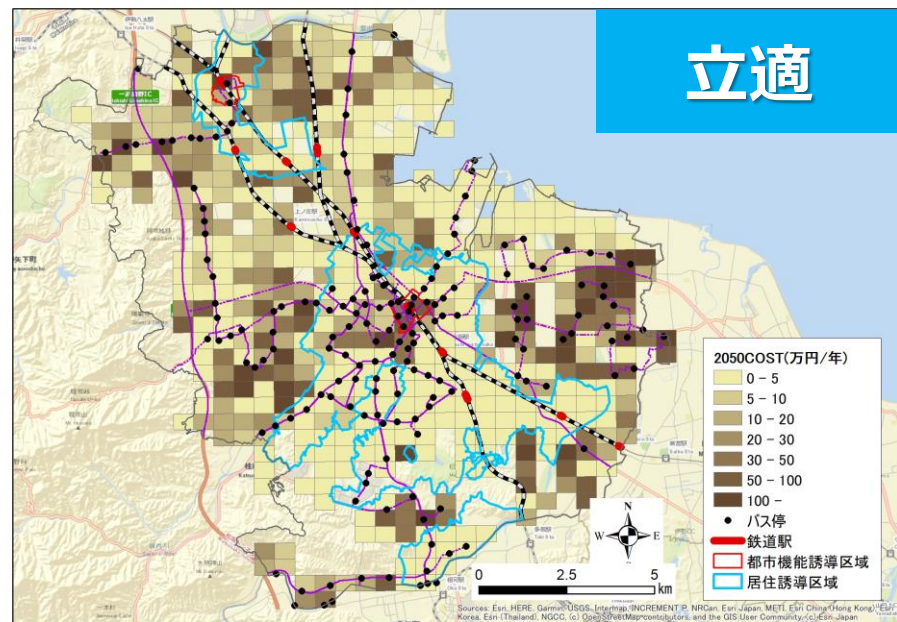
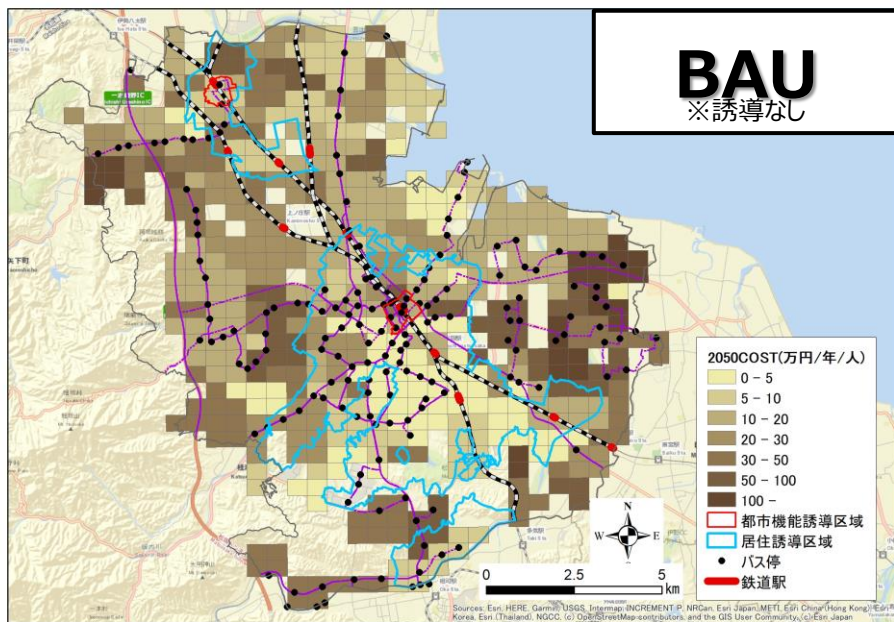
**立適 > コンパクト > BAU > 防災**



# QOL値の空間分布 (2050シナリオ別)

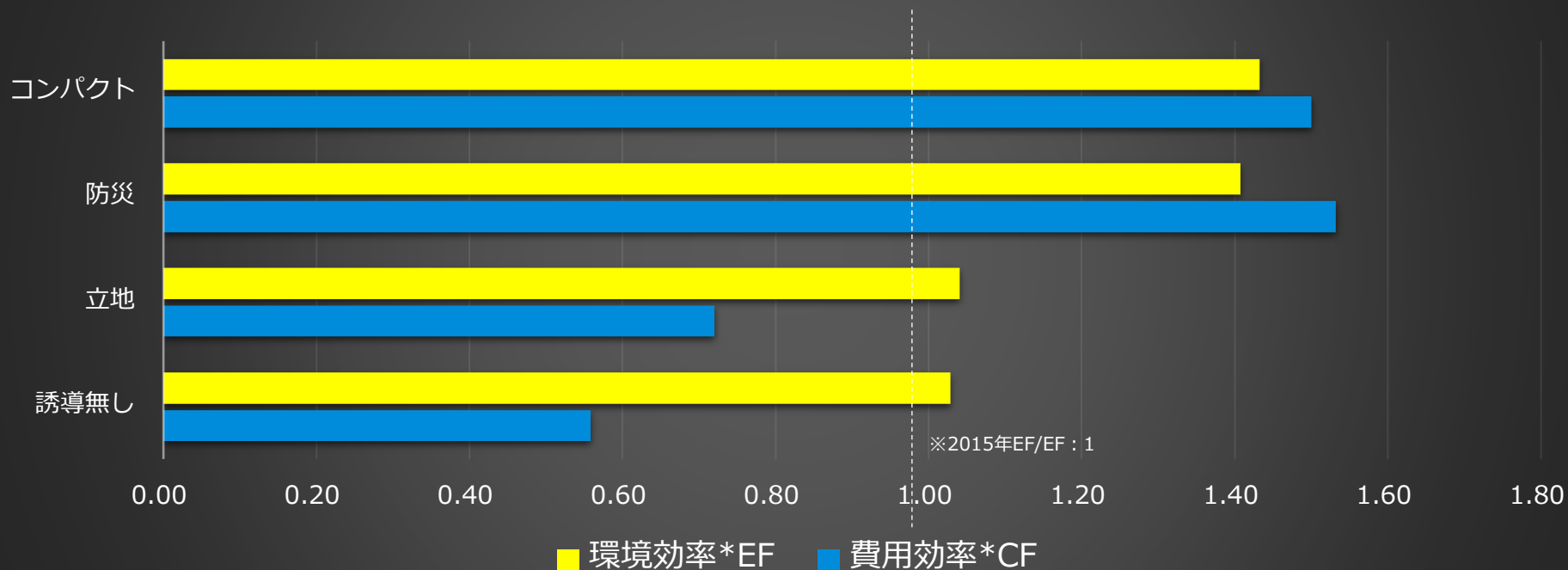


# 市街地維持・更新費用の空間分布 人口1人当たり



# 環境効率と費用効率（シナリオ別）

環境効率（QOL/CO<sub>2</sub>）と費用効率（QOL/COST）



「環境効率」：少ないCO<sub>2</sub>でいかに高いQOLを実現するか

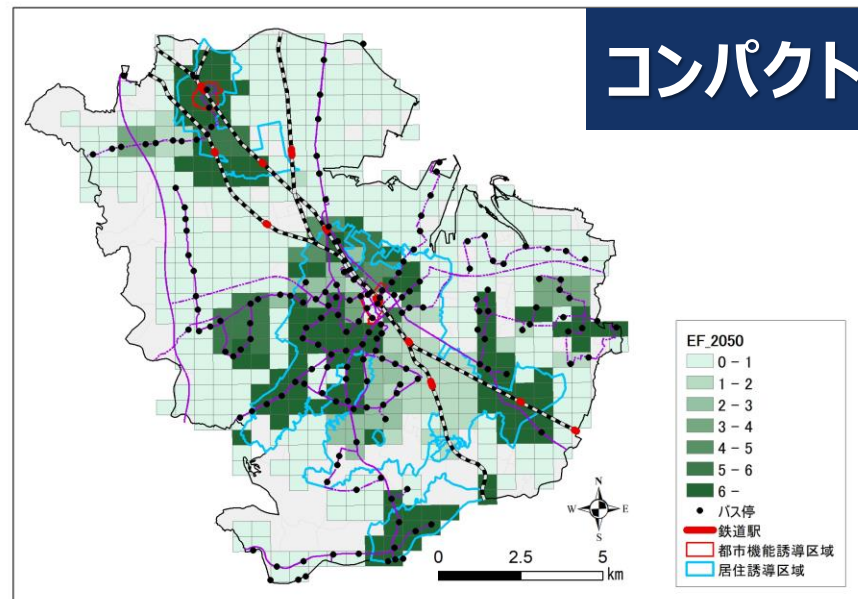
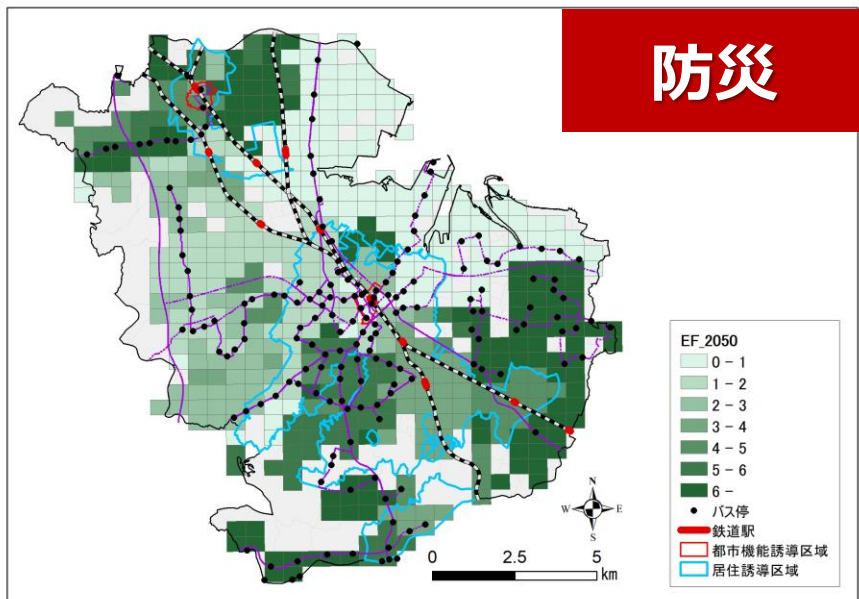
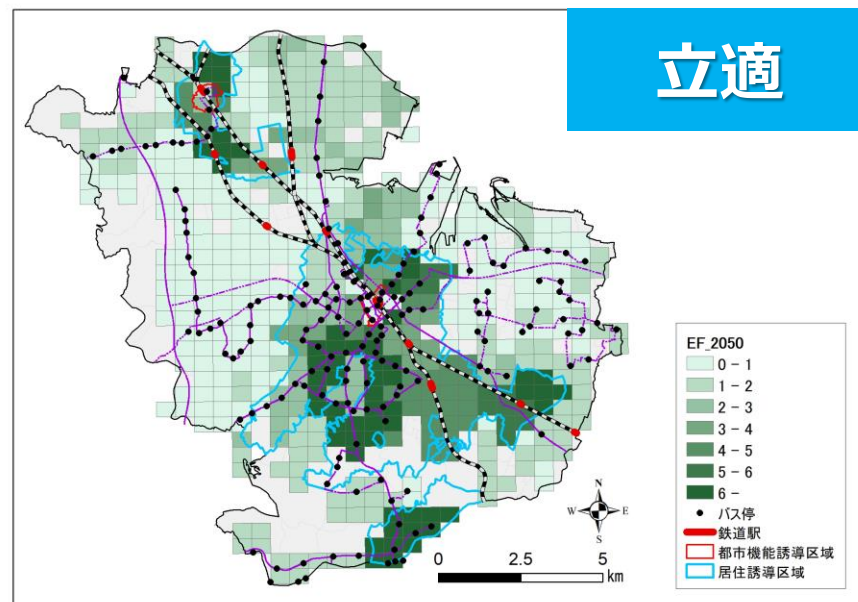
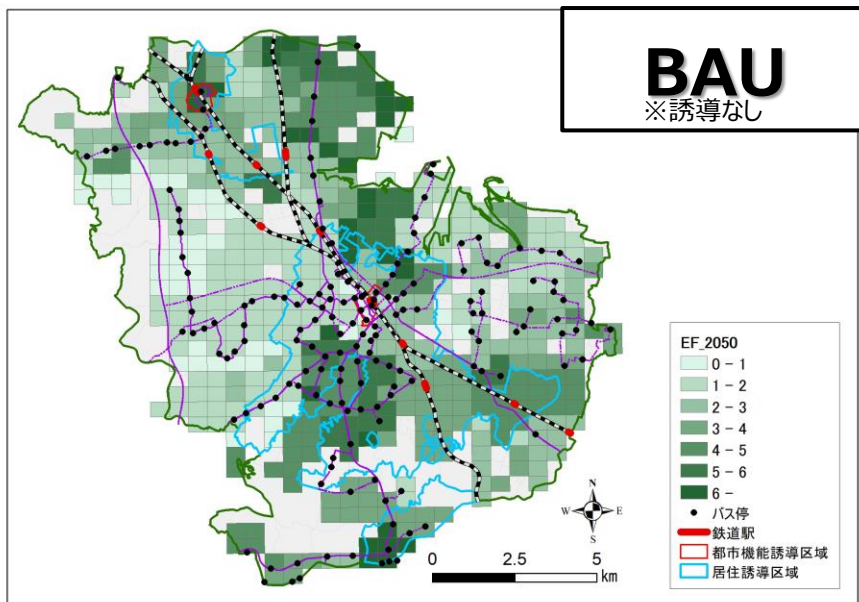
「コンパクト」 > 「防災」 > 「立適」

「費用効率」：少ないCOSTでいかに高いQOLを実現するか

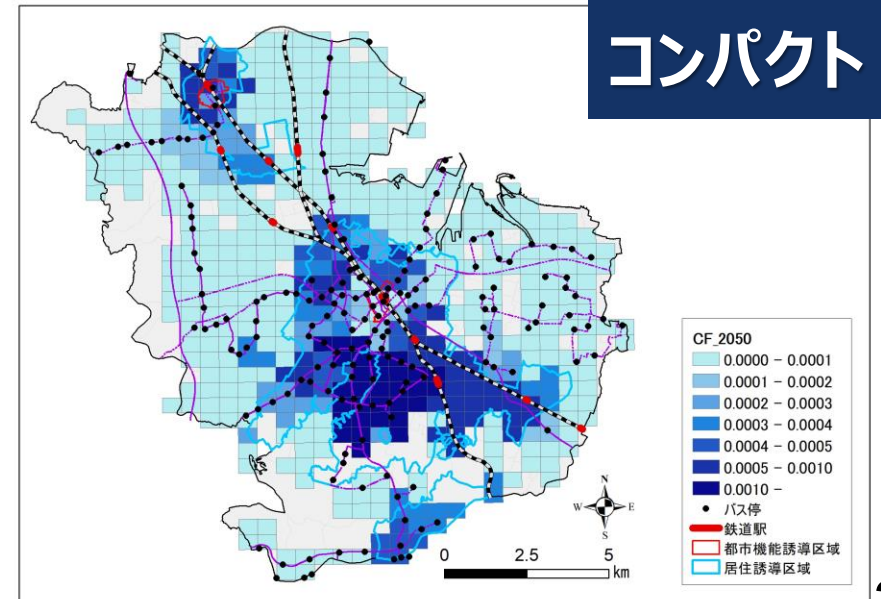
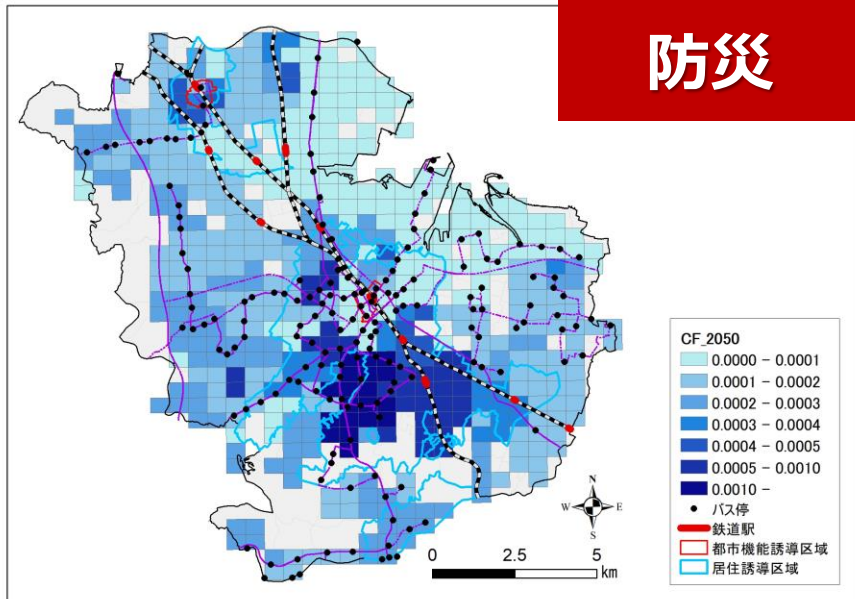
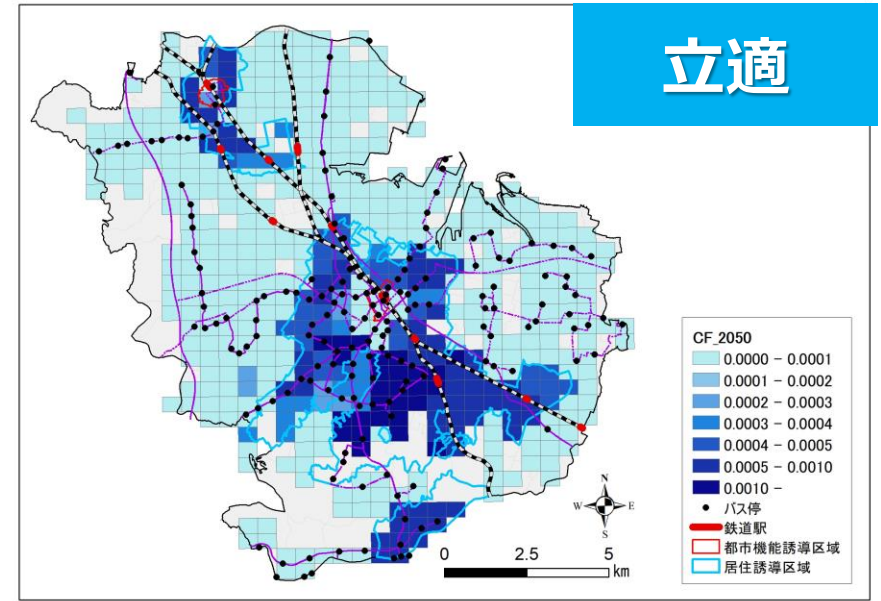
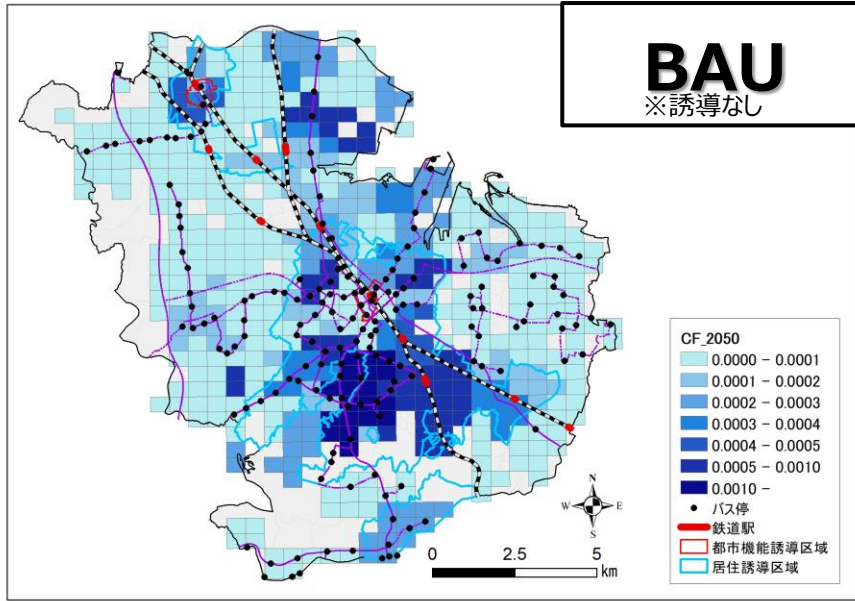
「防災」 > 「コンパクト」 > 「立適」

→環境・費用とも「コンパクト」「防災」の効果が見られる

# 環境効率の空間分布 (2050シナリオ別)



# 費用効率の空間分布 (2050シナリオ別)



## 2. 気候変動への適応・減災戦略

# 再生可能都市への転換施策検討手法②

## ＜災害時における被害予測・推計・対策＞

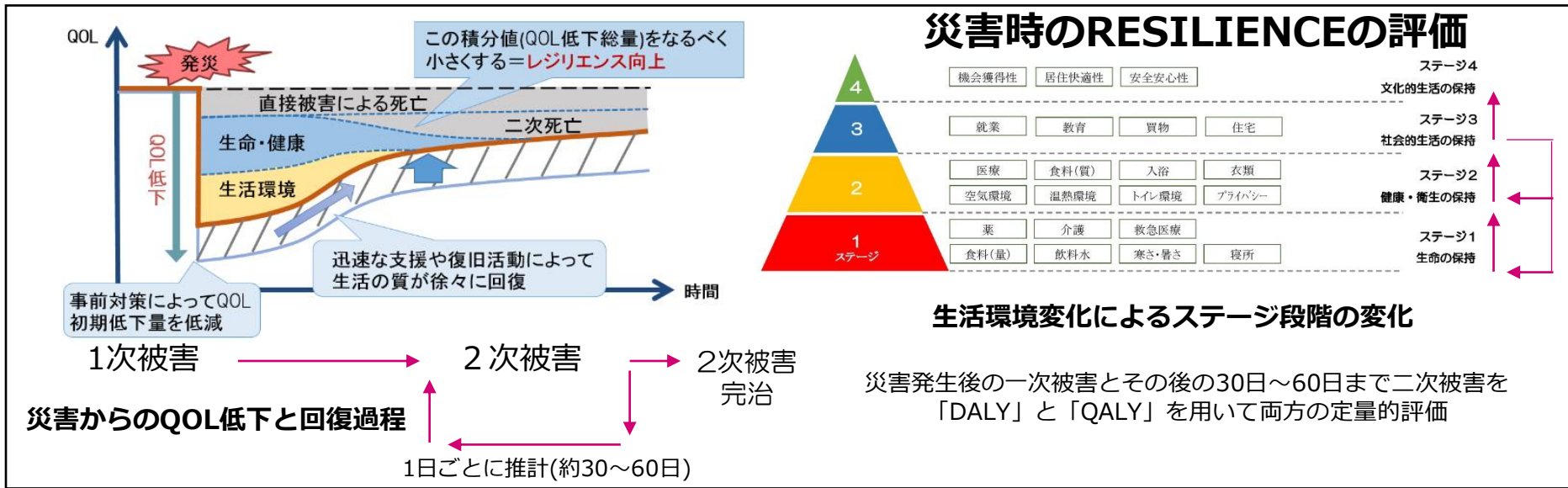
気温上昇などの影響による海面上昇や津波浸水深  
洪水などを予測、震度や津波による建物の全・半壊被害、  
ライフライン被害・生活水準低下、復旧などを推計



①危険地域から撤退勧告や、安全な場所への立地誘導、  
立地変更策など事前対策に活用  
(都市マス等：適応策)

②インフラ（堤防等）・建築物（医療施設・避難所等）  
の整備・耐震化、エネルギー・電力供給低下など、被害  
率の予測に対する事前・事後対策、施策検討に活用  
(エネルギー・防災計画等：適応策)

# 2. 気候変動への適応・減災戦略



**災害発生後の一次被害と、その後の二次被害を、  
発災後から30日~60日まで1日ごとに余命指標を用いて定量評価**

**生命健康被害**

**DALY (Disability-Adjusted Life Year)**  
傷病による日々のQOL損失量を時間積分

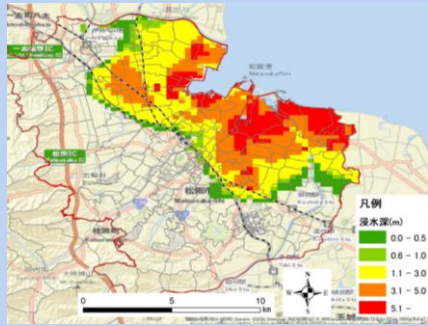
**生活環境被害**

**QALY (Quality-Adjusted Life Year)**  
避難生活による日々のQOL獲得量を時間積分



# 被害算出方法・データ

## 災害規模情報



- ・ 震度
- ・ 津波浸水深
- ・ 津波到達時間

## 人口・建物情報

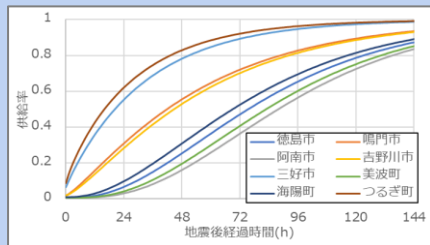


## 建物ポイントデータ

- ・ 建物情報  
(築年数, 構造等)
- ・ 居住者情報  
(人口, 年齢等)

<http://akiyama-lab.jp/yuki/works.html>

## インフラ状況 (経時的約30~60日まで)



- ・ ライフラインやインフラ  
(道路など) の被害状況
- ・ 復旧状況・シナリオ

## 一次被害(内閣府など)

- ・ 建物倒壊 (全・半壊)
- ・ 死傷者発生数(発災直後)

## 二次被害(既往研究など)

- ・ 病院機能状況
- ・ 避難所環境・支援物資
- ・ 生活環境の状況
- ・ 死傷者発生数(中長期)

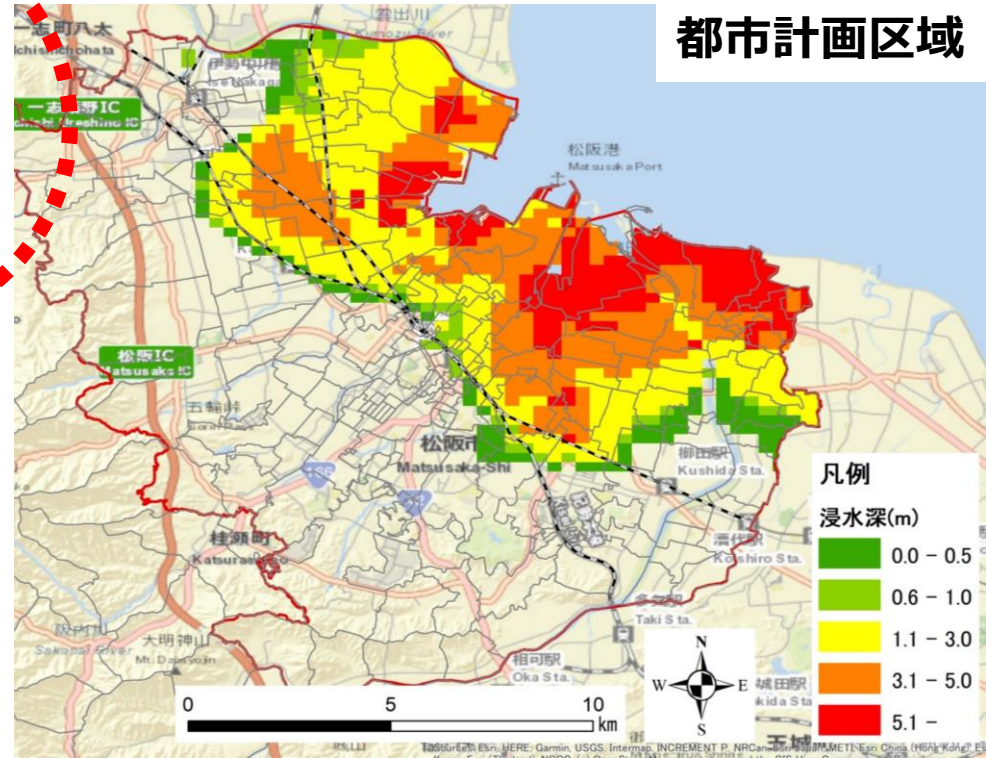
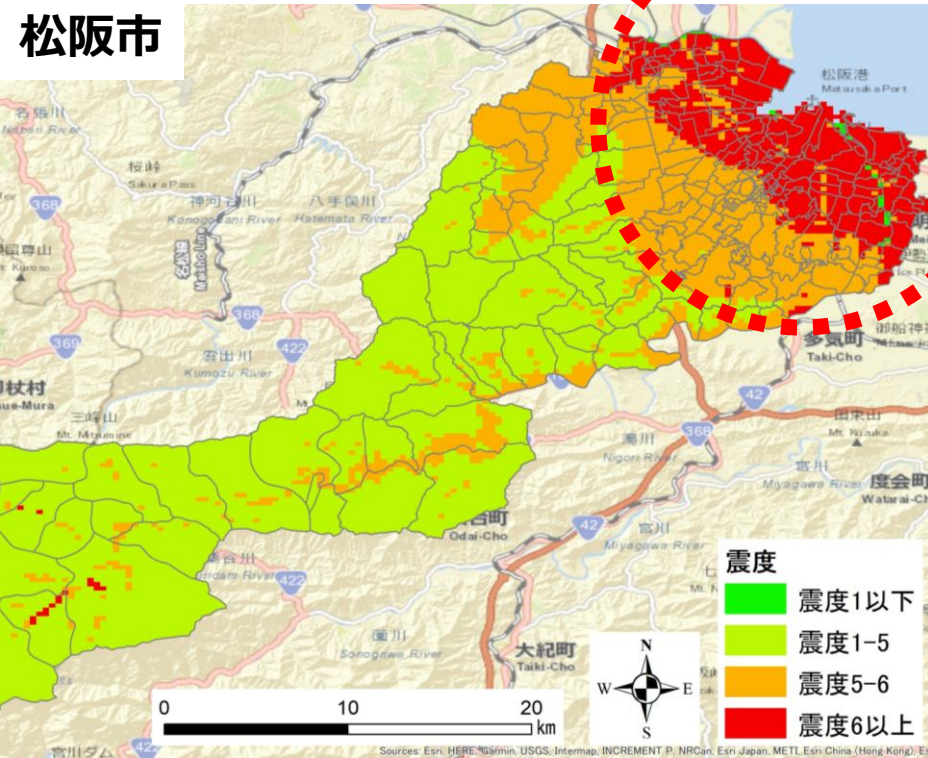
# 南海トラフ巨大地震の被害想定（松阪市）

【想定震度分布】

【津波浸水深】

松阪市

都市計画区域



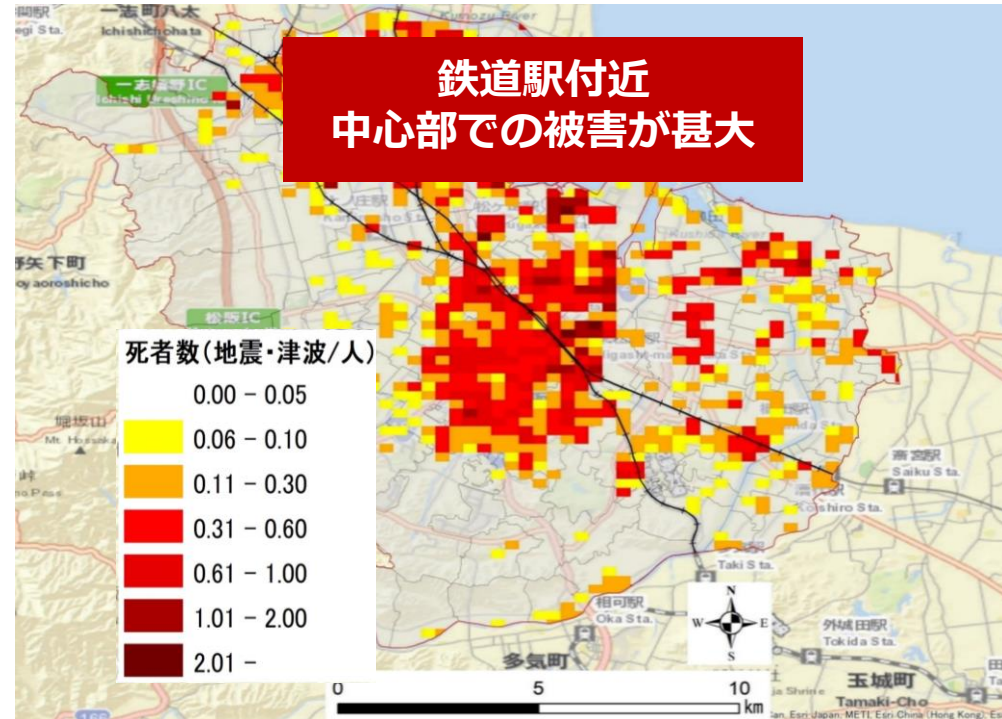
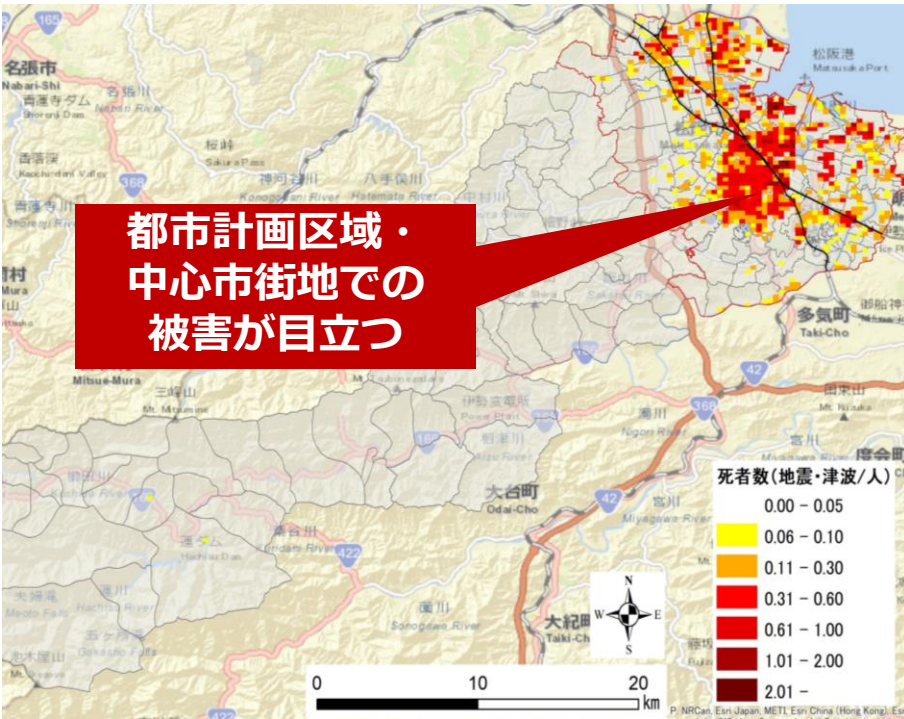
## 【災害ケース】

- 東海地方が大きく被災するケース
- 地震動：陸側ケース（最大）
- 津波：ケース①

※「駿河湾から紀伊半島沖に大すべり域+超大すべり域を設定したケース」を想定

※東海地方に与える津波被害が最も大きいケース

# 死傷者数の算出 (松阪市都市計画区域)

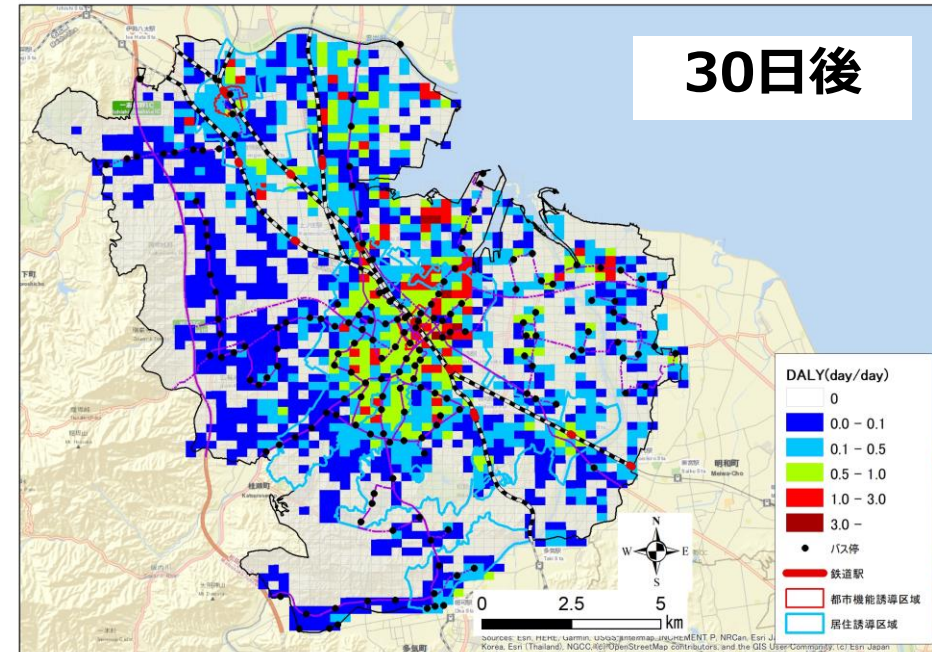
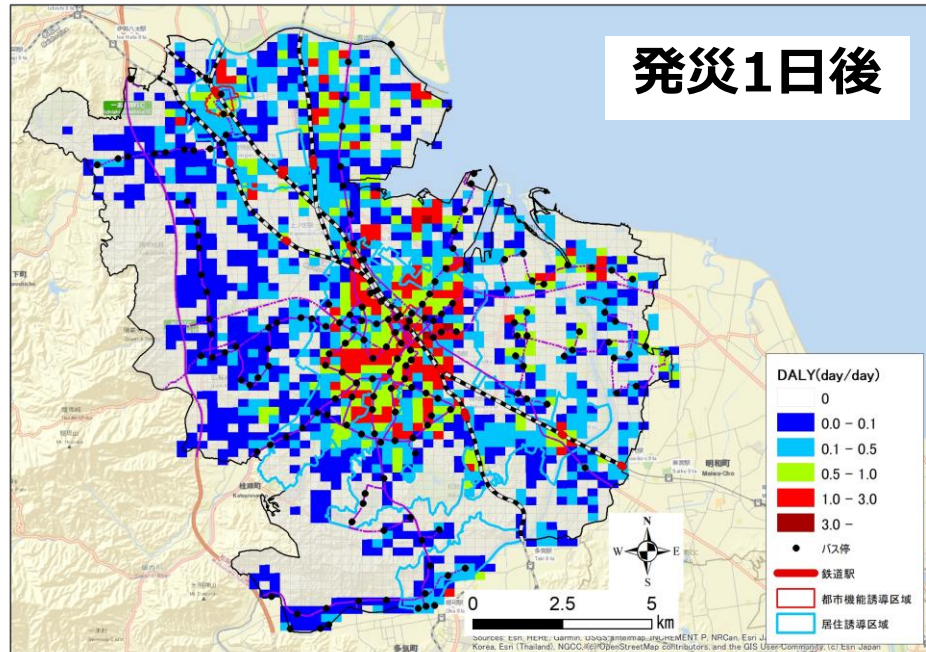


松阪市	地震動	津波	合計
死者数	309	3	313
重傷者数	131	1	132
軽傷者数	1348	13	1,361
避難者数	約32,176		

# 生命・健康被害（松阪市都市計画区域）

発災1日後

30日後



被害が大きい地区は、30日後も傷病者の生命・健康被害のDALY値は「0：健康」になっていない（地震・津波によるインフラ・医療機能の低下・長期化）

# 生活環境被害（松阪市都市計画区域）

発災当日

3日後

7日後

20日後

30日後

60日後



● 地震の被害が大きかった市街地は回復が遅い。

● 7日後まではほぼ変わらない。

● 7日後から急激にステージ2に回復

→津波による1次被害は少ないものの、

低地帯の津波浸水地域においては2次被害の恐れがある。

# 気候変動による海面上昇の考慮

温暖化を抑える **緩和策** は重要

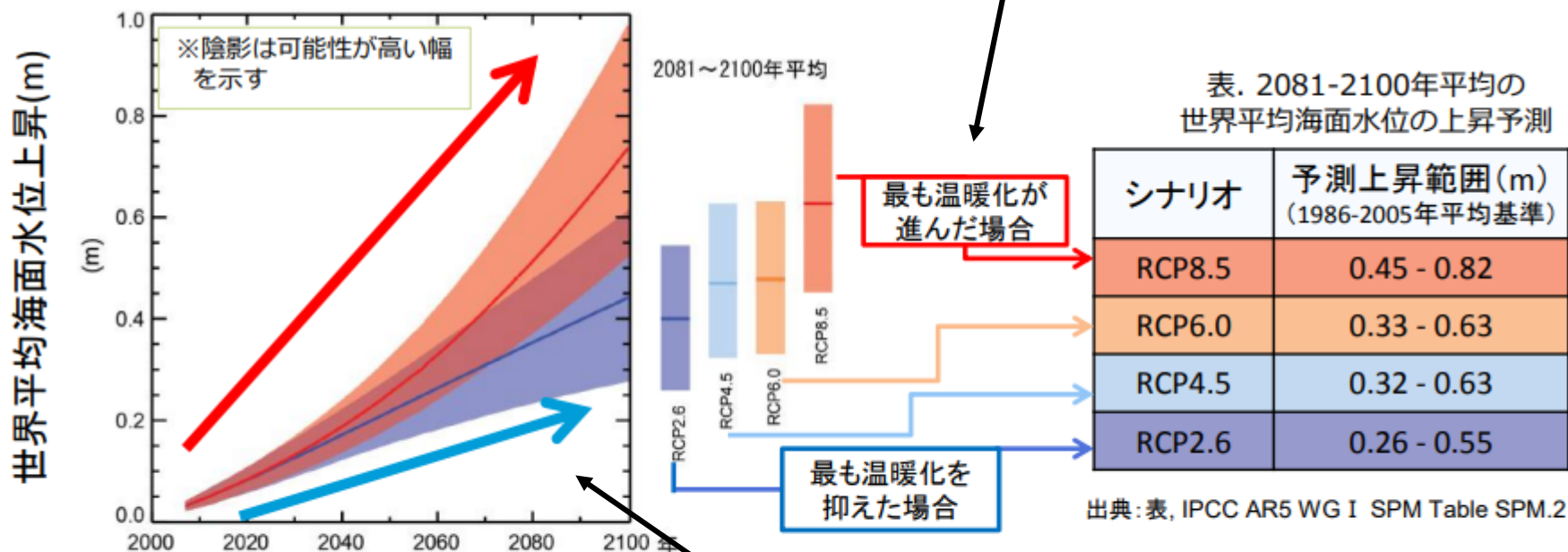


図. 21世紀にわたる世界平均海面水位の上昇予測  
(1986-2005年平均との比較)

出典: 図, IPCC AR5 WG I SPM Fig. SPM.9

出典: IPCC 第5次評価報告書  
環境省 IPCC第5次評価報告書の概要

温暖化を抑えたところで災害外力は増加する



災害の被害を抑える**適応策**が必要

# 検討する適応策

## ① 避難率の向上

安全なところに避難

死者数を減らす

## ② 一時避難場所・避難拠点の整備

物資の供給を容易に

生活環境の改善

ソフト

QOLの低下を抑える

QOLの回復速度を上げる

## ③ 海岸防災林の導入

避難時間の延長

浸水被害の軽減

死者数を減らす

インフラ復旧を容易に

## ④ ポンプ車の配備

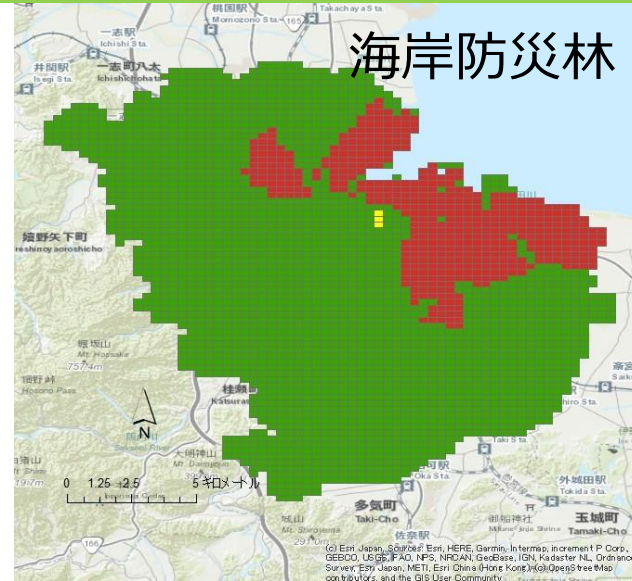
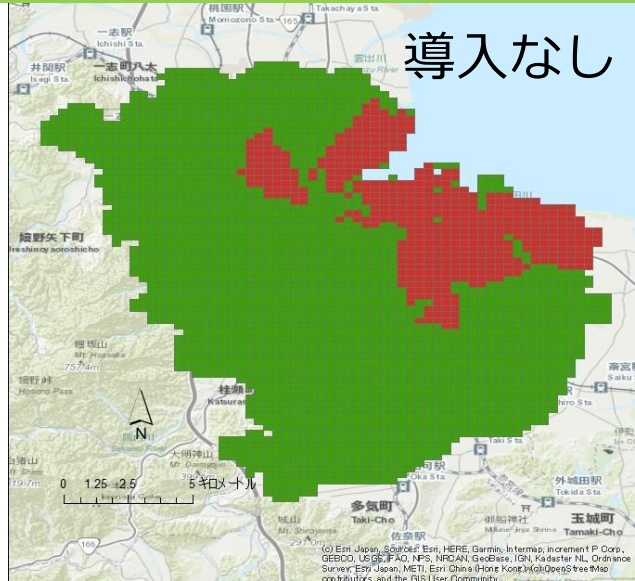
ゼロメートル地帯の排水

インフラ復旧を容易に

ハード

# 適応策導入効果

越流  
シナリオ  
**8日後**の  
生活環境  
(QOLス  
テージ)



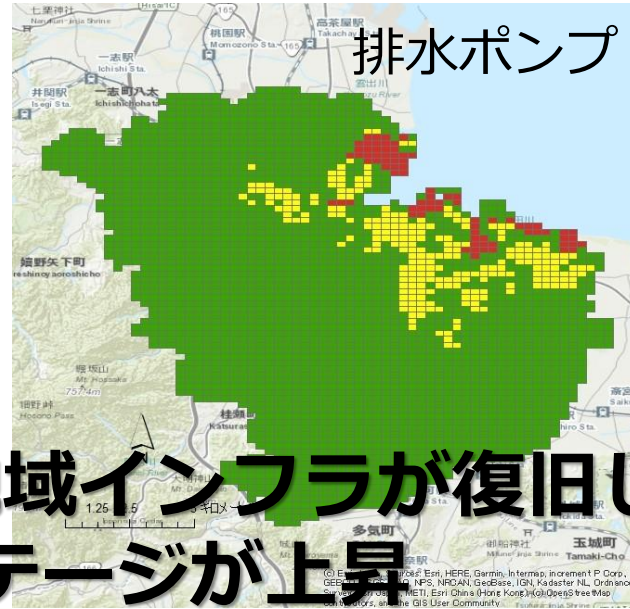
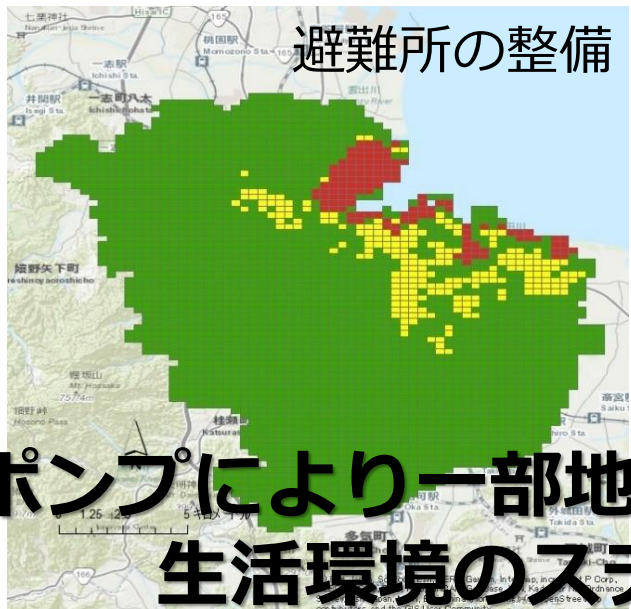
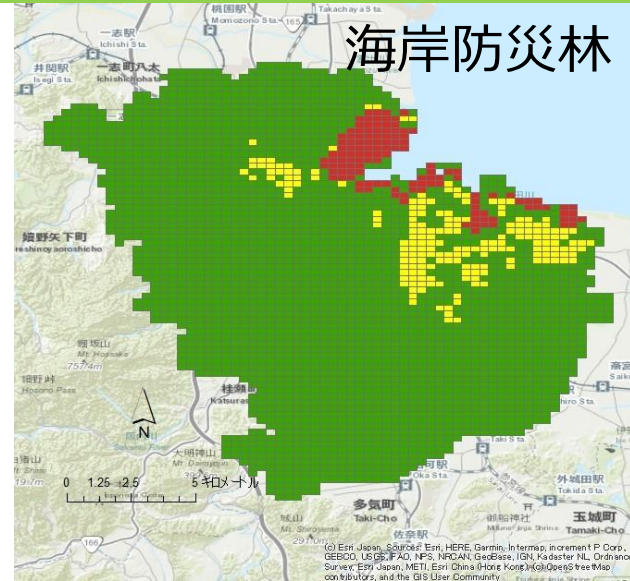
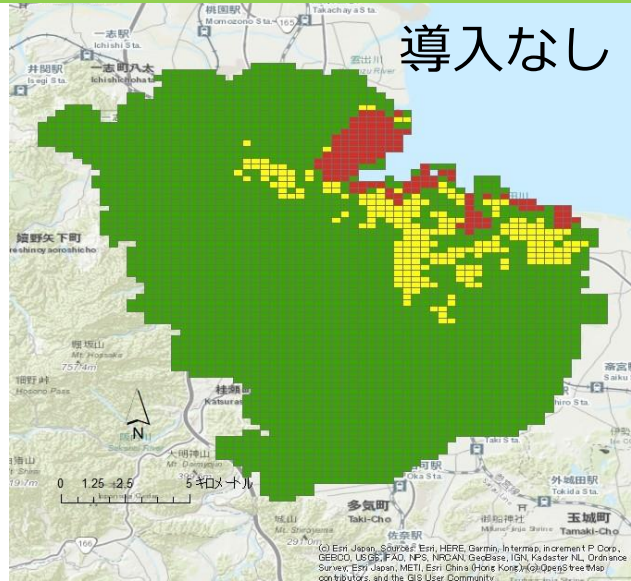
発災8日後で、海岸防災林・ポンプ排水の違いはほとんど見られない

- 1
- 生命維持の危機
- 2
- 生命維持の確保
- 3
- 健康・衛生の確保
- 4
- 社会的生活の確保



# 適応策導入効果

越流  
シナリオ  
**30日後**の  
生活環境  
(QOLス  
テージ)

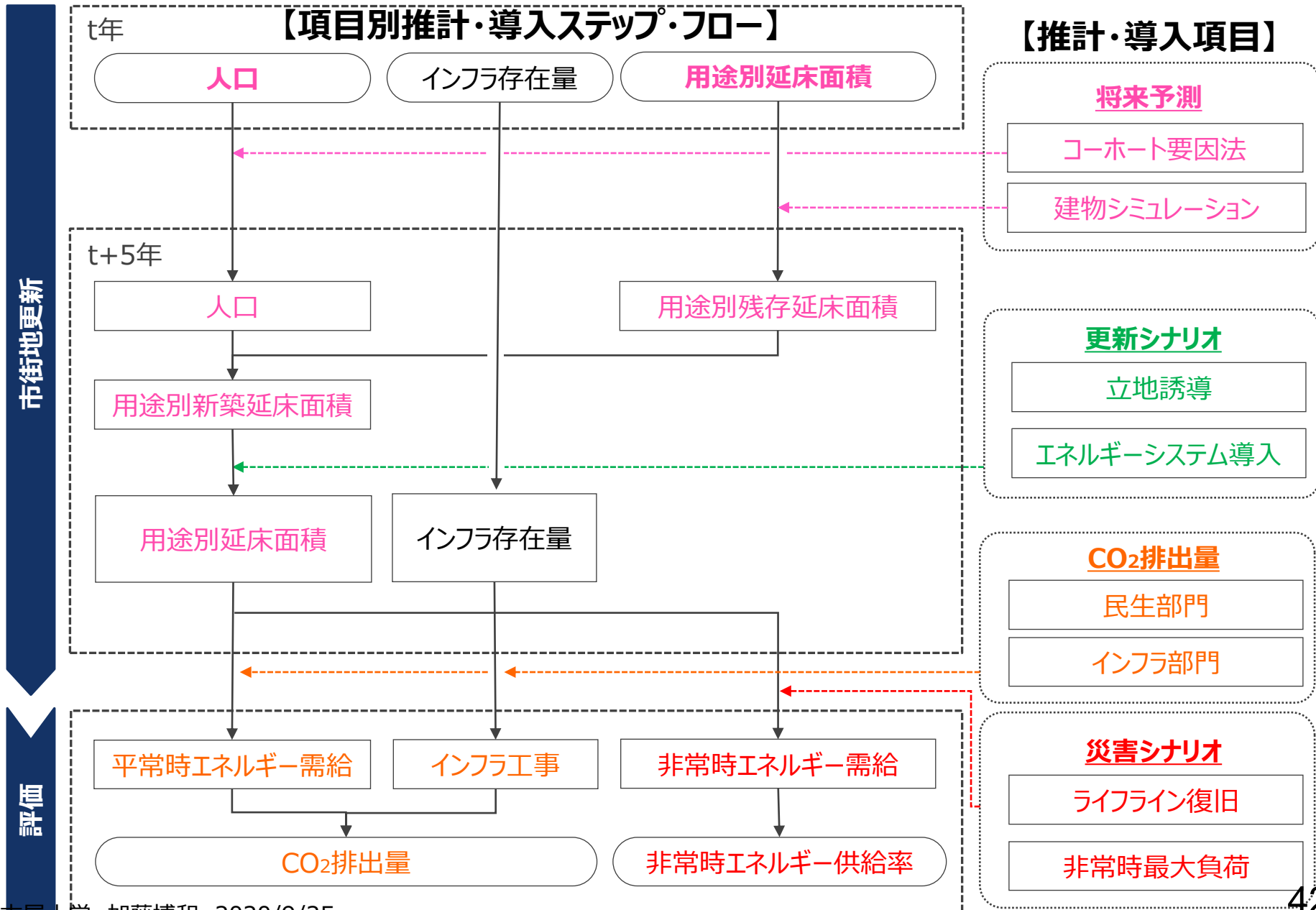


排水ポンプにより一部地域インフラが復旧し、  
生活環境のステージが上昇

- 1
- 生命維持の危機
- 2
- 生命維持の確保
- 3
- 健康・衛生の確保
- 4
- 社会的生活の確保

## 3. 低炭素・エネルギー戦略

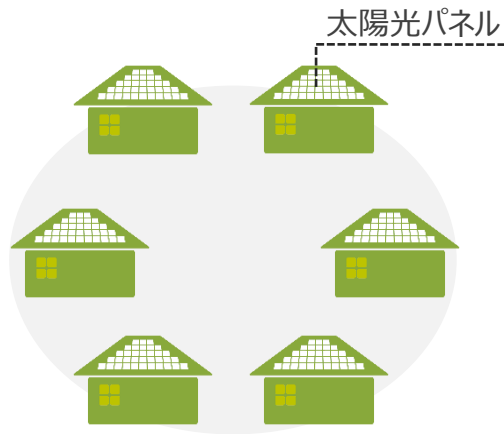
# モデルの全体フロー



# 「エネルギーシステム導入」シナリオ

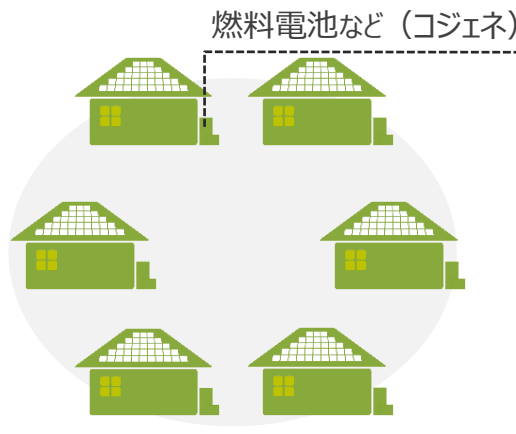
## オール電化

オール電化建物にし、太陽光発電を運用



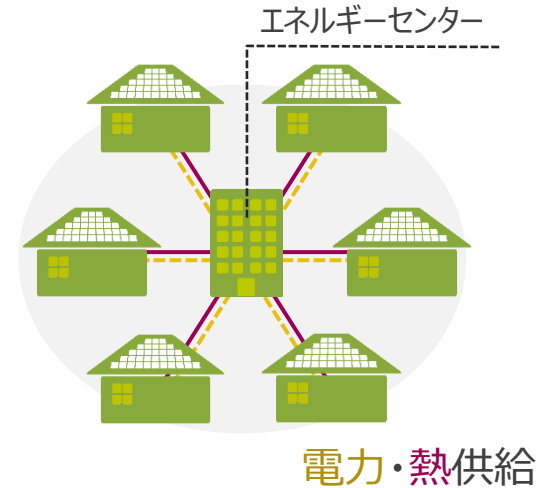
## 分散型（個別）

建物単位で個別に分散型電源を導入



## 分散型（面的）

街区単位で面的に分散型電源を導入



### エネルギー設備

電力 太陽光パネル  
蓄電池  
系統電力

給湯 ヒートポンプ給湯機

暖房 ヒートポンプ

冷房 ヒートポンプ

### エネルギー設備

電力 太陽光パネル  
燃料電池、ガスエンジン  
蓄電池

給湯 排熱回収ヒートポンプ  
蒸気ボイラー  
蓄熱槽

暖房 ヒートポンプ

冷房 ヒートポンプ

### エネルギー設備

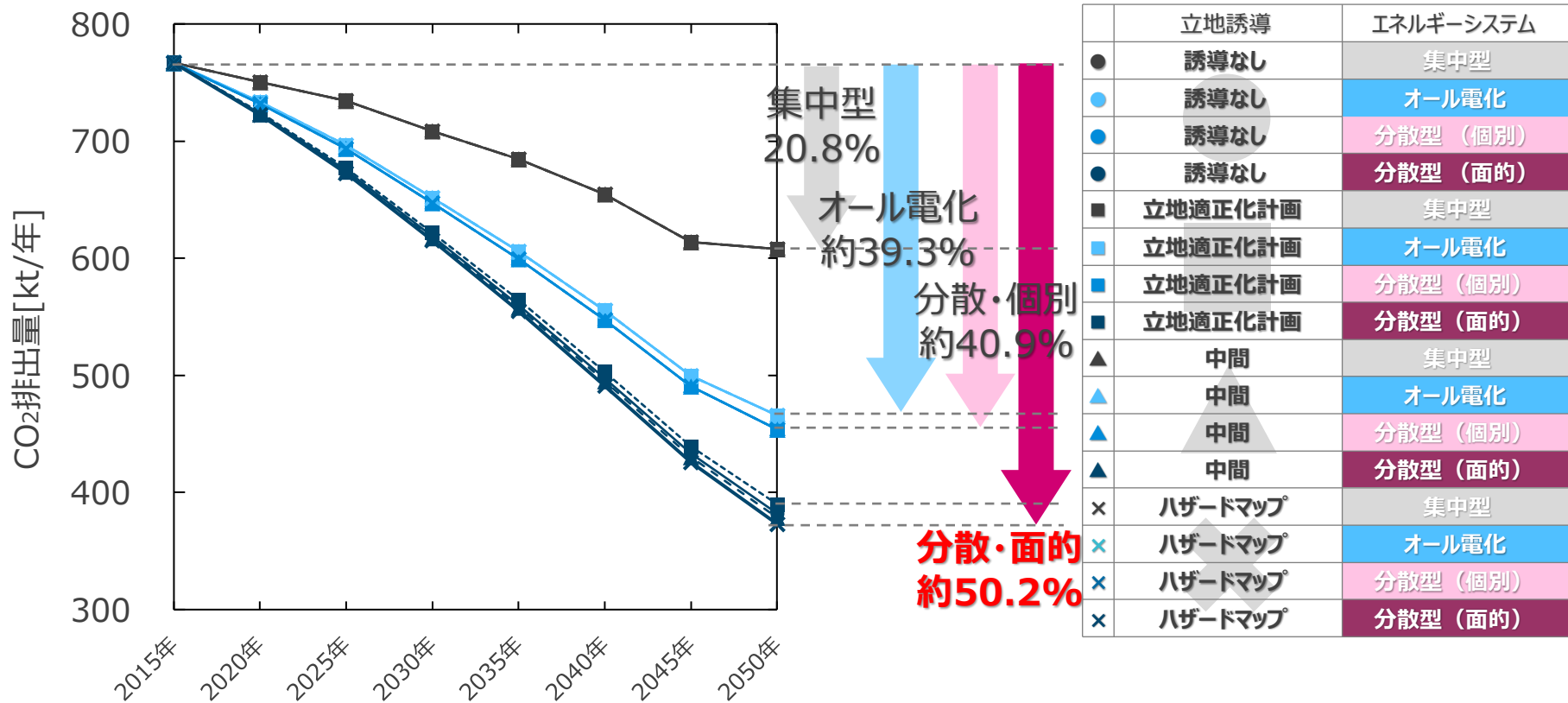
電力 太陽光パネル  
燃料電池、ガスエンジン  
蓄電池

給湯 排熱回収ヒートポンプ  
蒸気ボイラー  
蓄熱槽

暖房 ヒートポンプ

冷房 ヒートポンプ

# 民生部門CO<sub>2</sub>排出量の推計結果



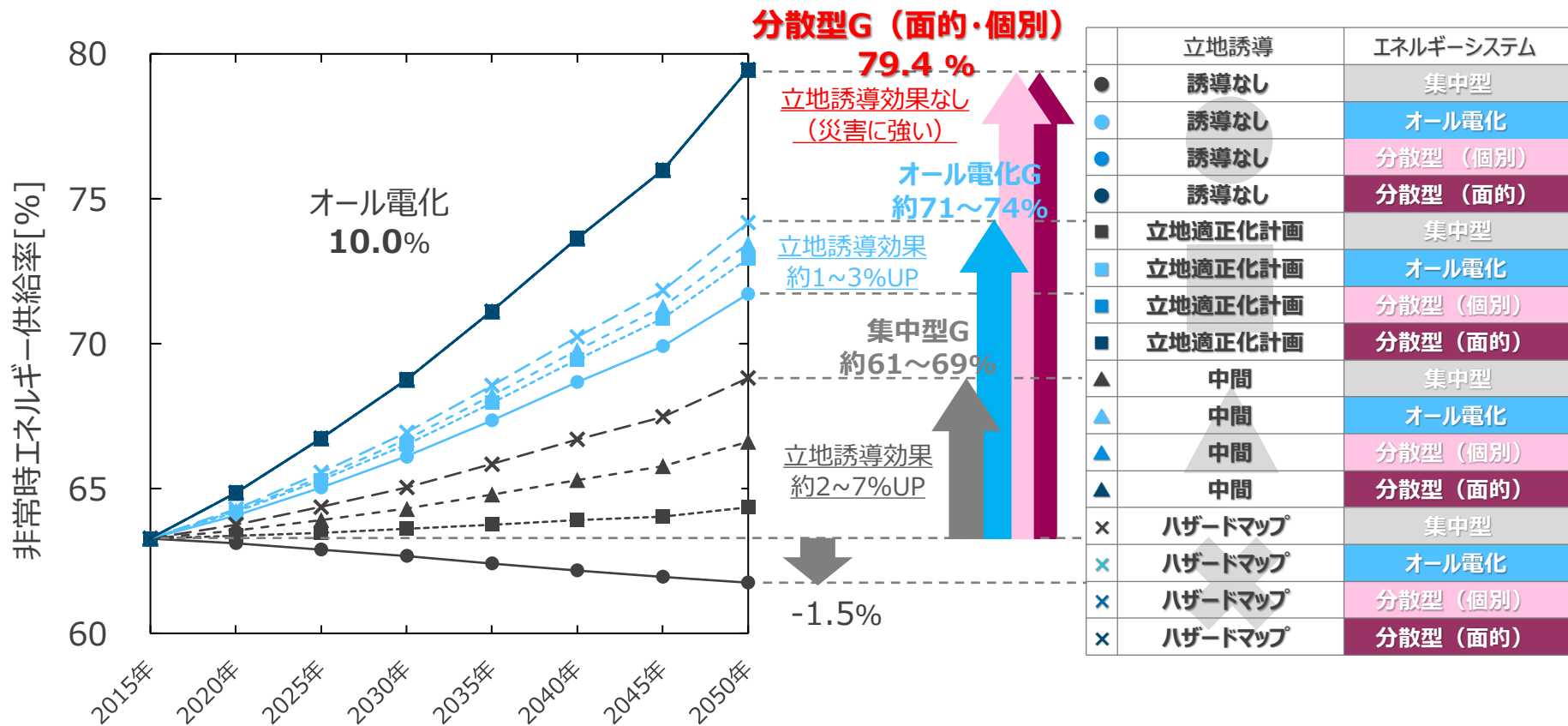
※G:グループ

1「**分散・面的G**」> 2「**分散・個別G**」> 3「**オール電化G**」> 4「**集中型G**」の順、  
1「**分散・面的G**」の立地誘導効果をみると、

①「+ハザードマップ」> ②「+中間」> ③「+誘導なし」> ④「+立適」の順

→立地誘導によるCO<sub>2</sub>削減効果は少ない→立地誘導場所が消費エネルギーに影響を与えない  
→立地誘導別の町丁目内の建物用途の混合比率が異なる→電力・熱の融通効率に影響

# 非常時エネルギー供給率の推計結果



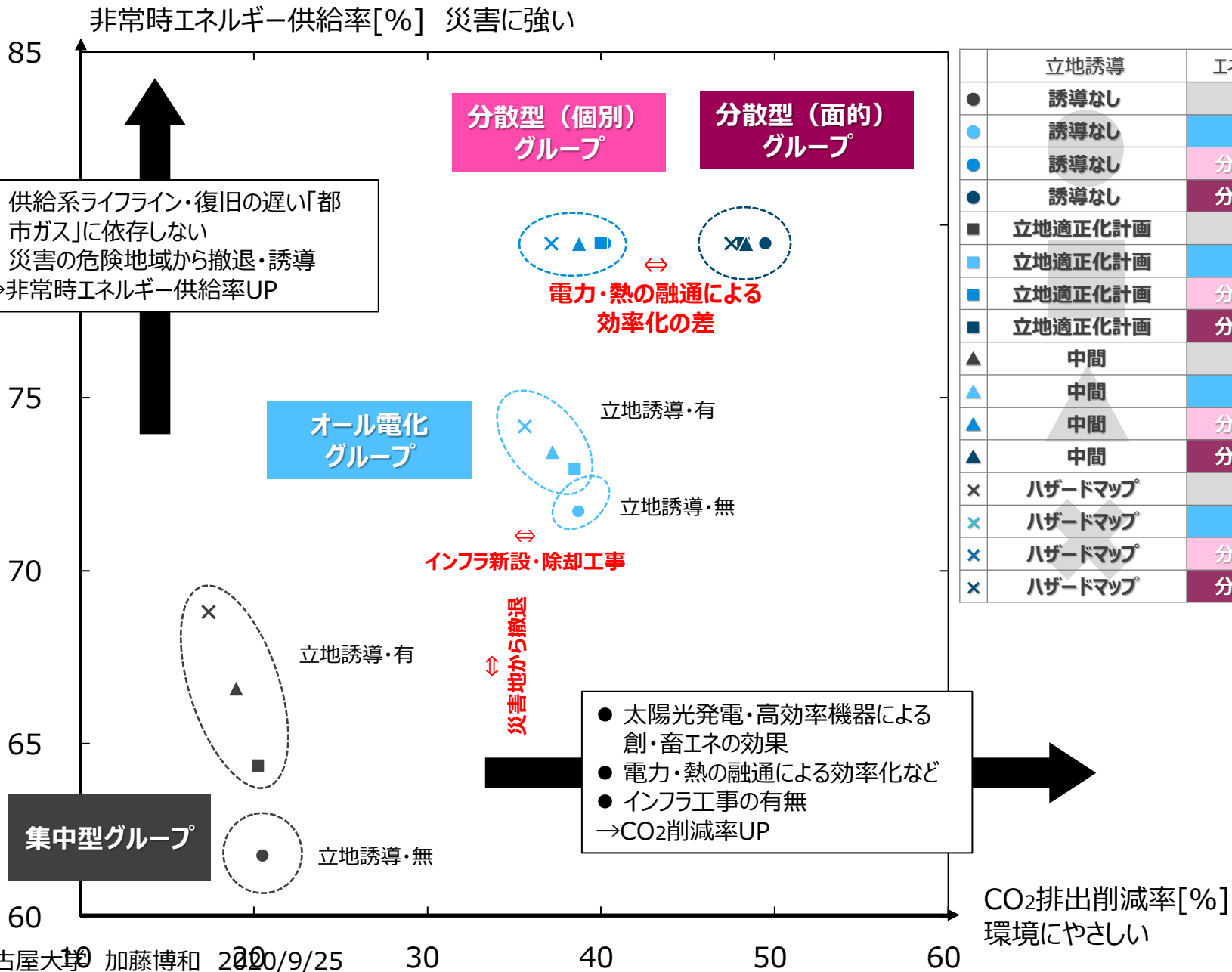
「非常時エネルギー供給率」は、

- ①「**分散・面的G**」と「**分散・個別G**」が同様に一番高い (79.4%) ②「**オール電化G** (約71%~74%)」> ③「**集中型G** (約61%~69%)」の順

「立地誘導の効果」は、

- ①「~+ハザードマップ」> ②「~+中間」> ③「~+立適」> ④「~+誘導なし」の順  
 → **災害地域から離れ (撤退し) ている程、誘導効果が高い**

# シナリオマッピング結果：2050年



- 供給系ライフライン・復旧の遅い「都市ガス」に依存しない
- 災害の危険地域から撤退・誘導  
→非常時エネルギー供給率UP

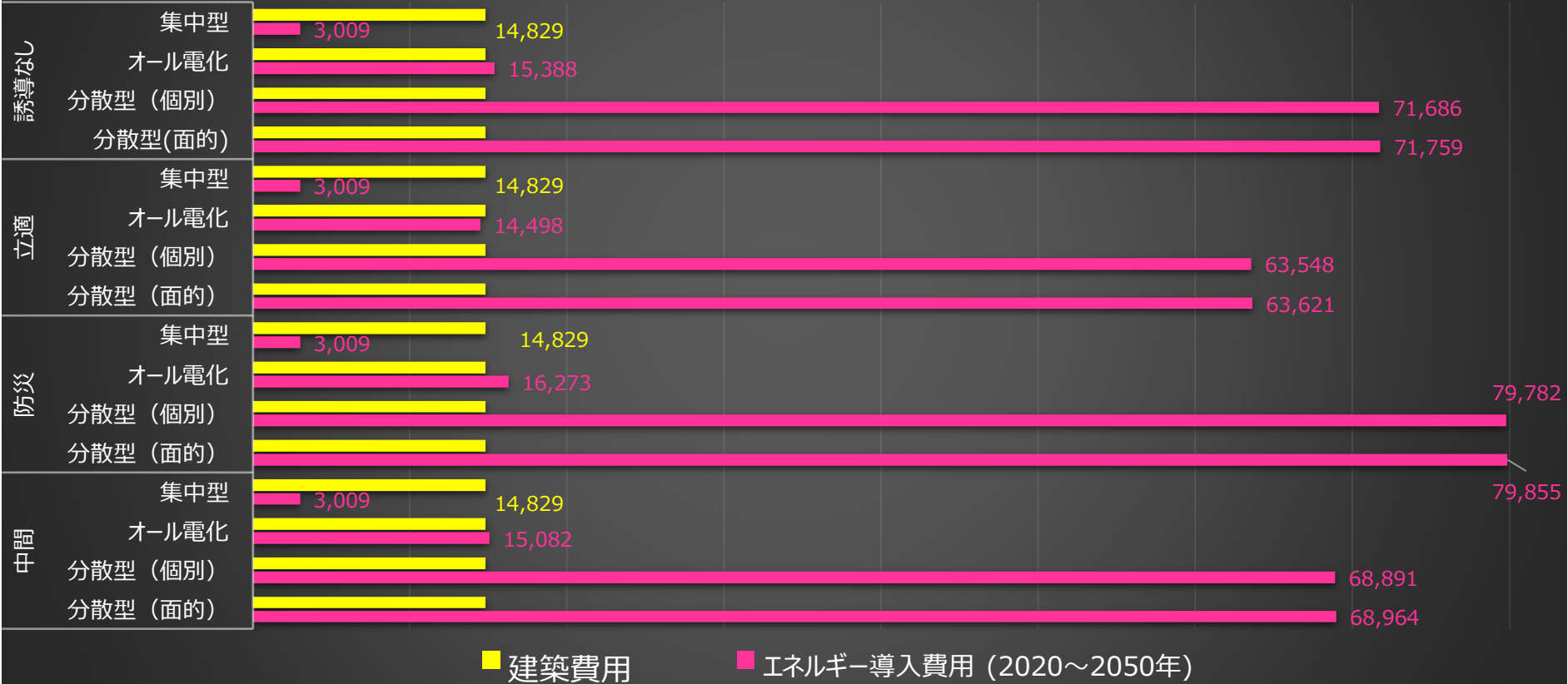
- 太陽光発電・高効率機器による創・蓄エネの効果
- 電力・熱の融通による効率化など
- インフラ工事の有無  
→CO<sub>2</sub>削減率UP

	立地誘導	エネルギーシステム
●	誘導なし	集中型
●	誘導なし	オール電化
●	誘導なし	分散型（個別）
●	誘導なし	分散型（面的）
■	立地適正化計画	集中型
■	立地適正化計画	オール電化
■	立地適正化計画	分散型（個別）
■	立地適正化計画	分散型（面的）
▲	中間	集中型
▲	中間	オール電化
▲	中間	分散型（個別）
▲	中間	分散型（面的）
×	ハザードマップ	集中型
×	ハザードマップ	オール電化
×	ハザードマップ	分散型（個別）
×	ハザードマップ	分散型（面的）

# 都市計画区域全体の建築・エネルギー導入費用

※単位：億円

0 10,000 20,000 30,000 40,000 50,000 60,000 70,000 80,000

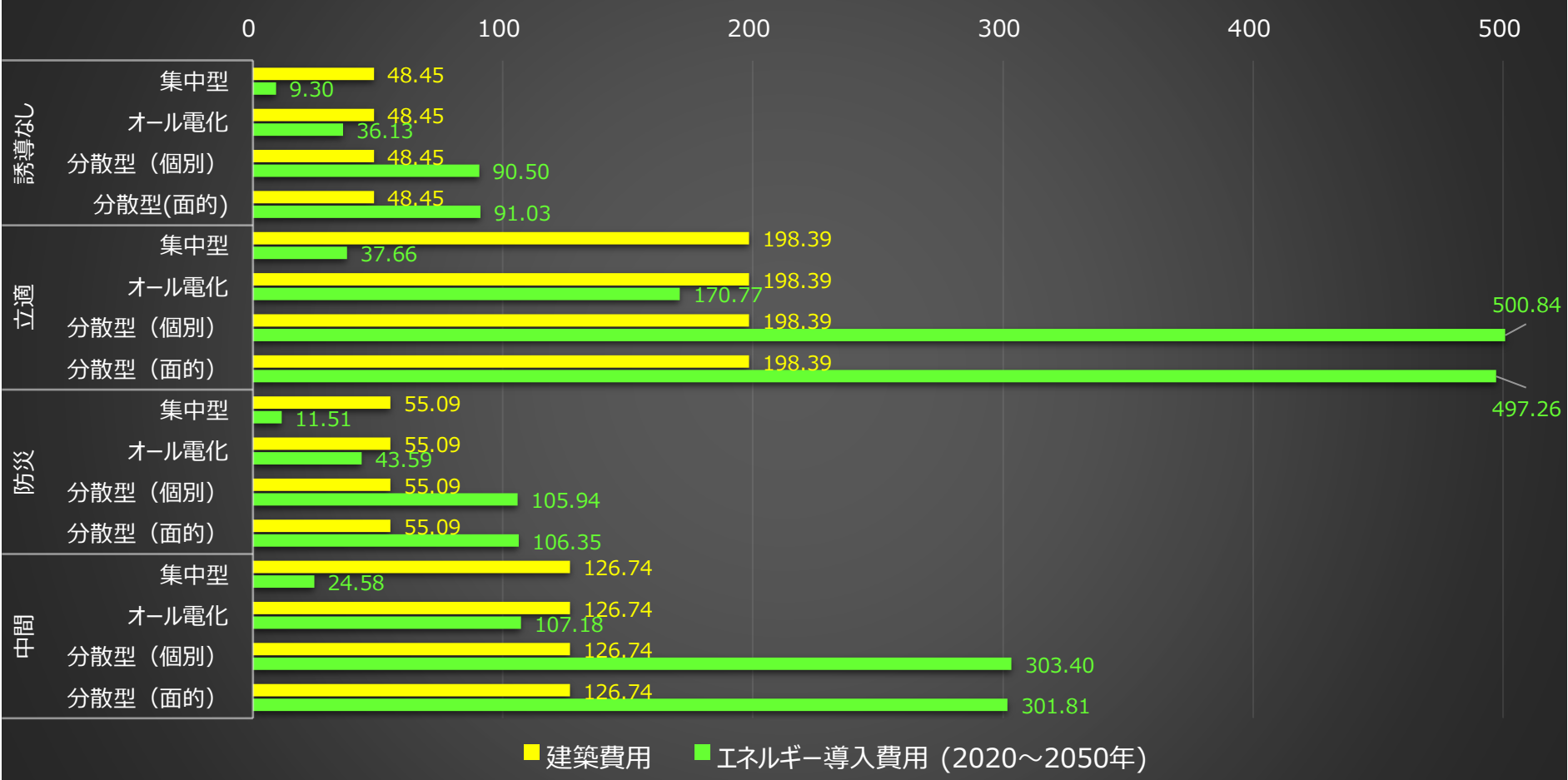


- 2020~2050年の費用は、**防災** > **誘導なし** > **中間** > **立適**の順に高い
- 分散型の費用が高い理由は熱導管(150~250万/m)の影響
- 「分散型エネルギー」の場合、立替や立地誘導時の新規建物の全体を対象に導入するのは現実的ではない



# 中心市街地域の建築・エネルギー導入費用 (松阪市京町：中心市街地・用途混合地域・非浸水地域・震度5)

※単位：億円

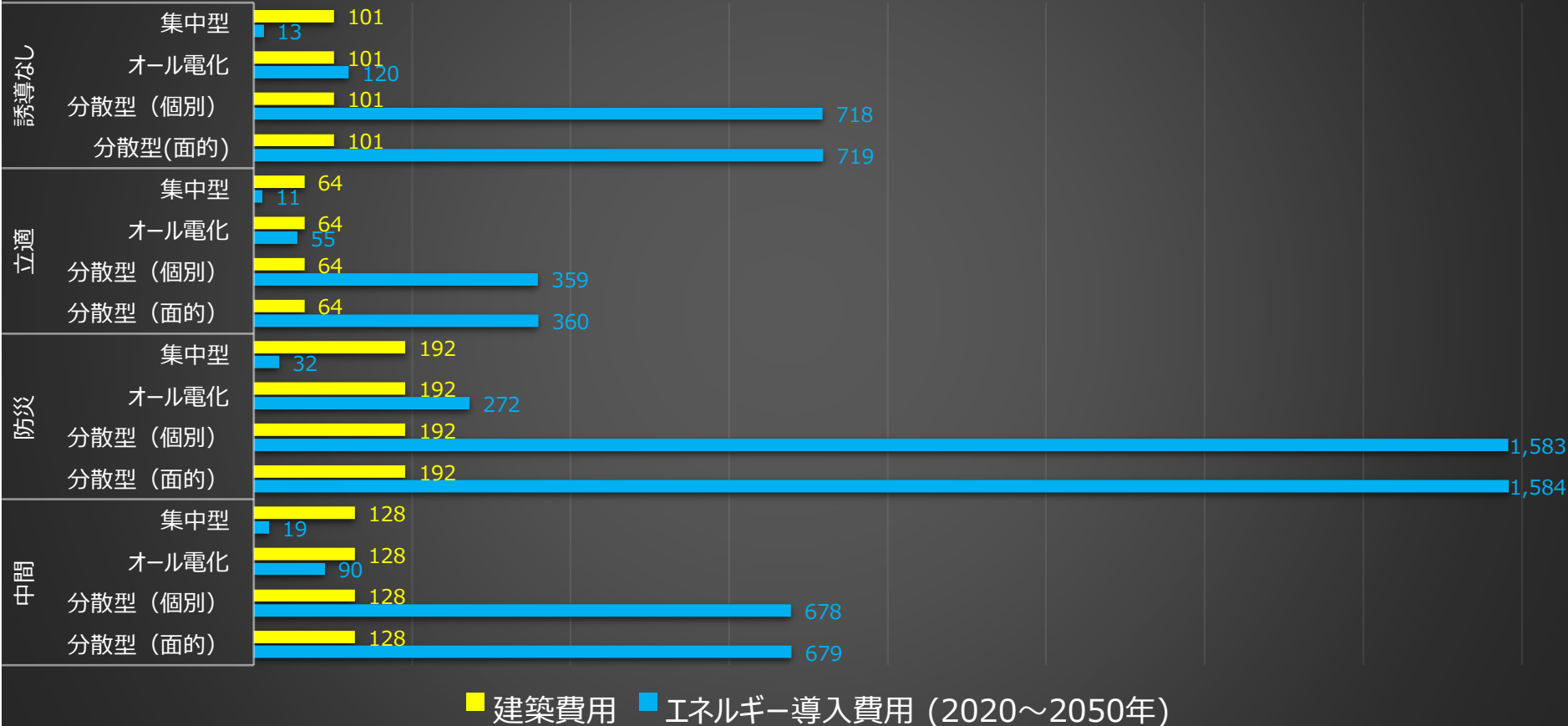


- 2020~2050年の費用は、**立適** > **中間** > **防災** > **誘導なし**の順に高い
- 非浸水地域の中心市街地(京町)を対象に「立適型」の立替・立地誘導・新規建物および分散型エネルギー導入は高費用で非効率的

# 郊外地域の建築・エネルギー導入費用 (松阪市小阿坂町：郊外地域・非浸水地域・震度3以下)

※単位：億円

0 200 400 600 800 1,000 1,200 1,400 1,600



■ 建築費用 ■ エネルギー導入費用 (2020~2050年)

- 郊外地域(小阿坂町)の費用は、**防災** > **誘導なし** > **中間** > **立適**の順
- 非浸水地域における「防災型」の立地誘導による建築・エネルギー導入費用は効率的ではない

# 建築・エネルギー導入費用のまとめ

## ＜都市計画区域全体＞

- 2020～2050年の費用は、**防災＞誘導なし＞中間＞立適**の順に高い
- 分散型の費用が高い理由は熱導管(150～250万/m)の影響
- 「分散型エネルギー」の場合、**立替や立地誘導時の新規建物の全体を対象に導入するのは現実的ではない**

## ＜中心市街地域＞

- 2020～2050年の費用は、**立適＞中間＞防災＞誘導なし**の順に高い
- **非浸水地域の中心市街地における「立適型」の立替・立地誘導・新規建物および分散型エネルギー導入は高費用で効率的ではない**

## ＜郊外地域＞

- 2020～2050年の費用は、**防災＞中間＞誘導なし＞立適**の順に高い
- **非浸水地域における「防災型」の立地誘導による建築・エネルギー導入費用は効率的ではない**



「分散型エネルギー」は、新規建物の全体を対象に導入するのは無理

- 「**巨大自然災害が懸念される地域**」：撤退・徒歩生活圏・コンパクト集約
- 「**撤退が難しい地域**」：大規模立替時・用途混合による**コンパクト集約＋分散型エネルギー導入が効率的**
- 「**郊外地域および低密度地域**」：環境・費用面では**オール電化が効率的**

# 立地誘導シナリオ別の各評価値の空間分布

地震動による被害性↑

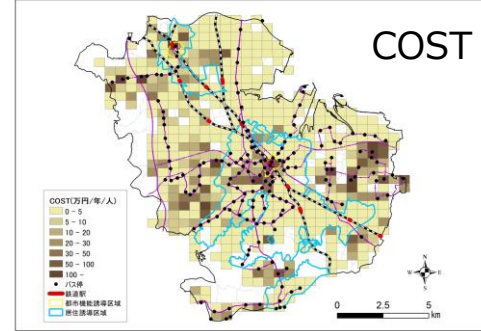
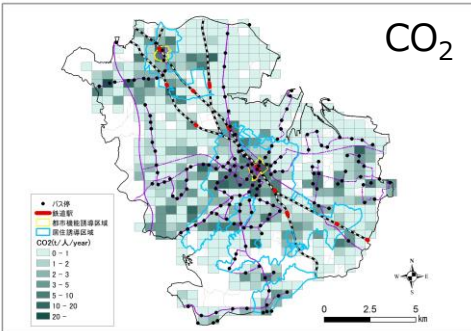
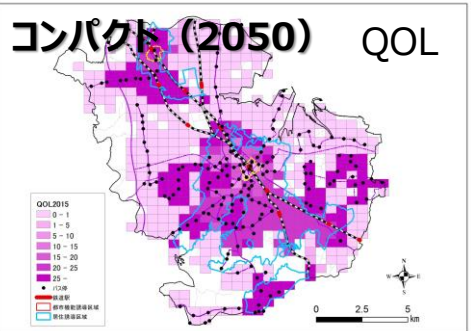
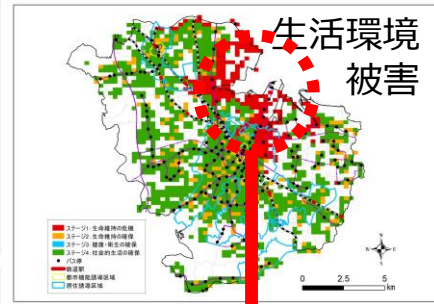
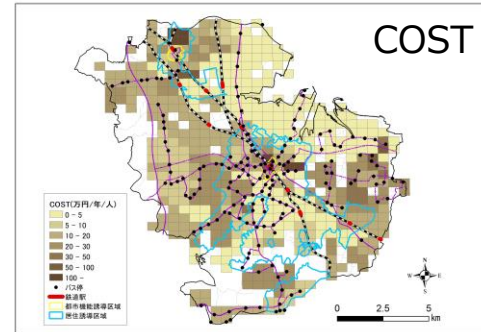
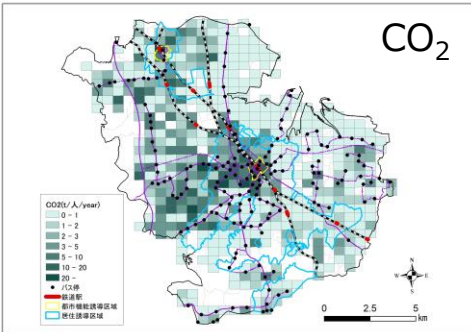
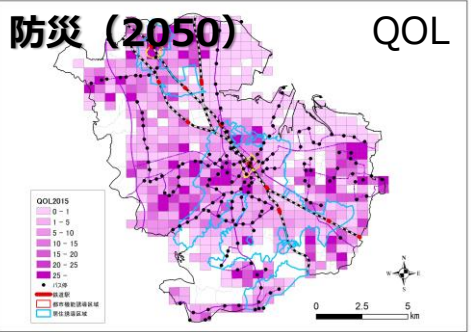
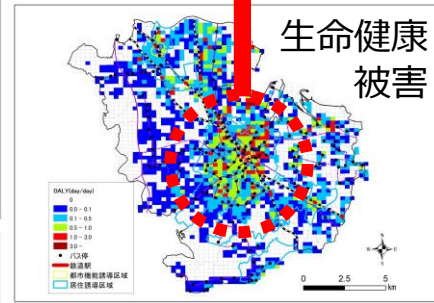
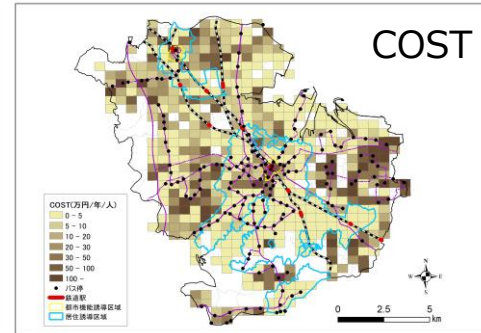
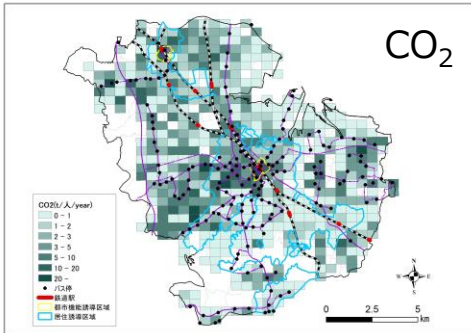
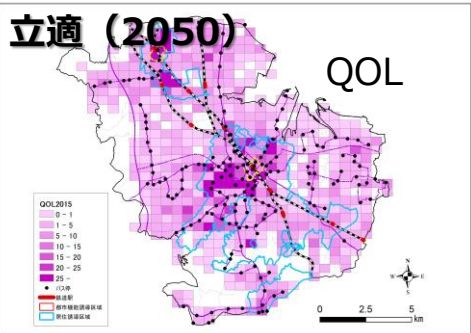
生命健康被害

生活環境被害

水害による被害性↑

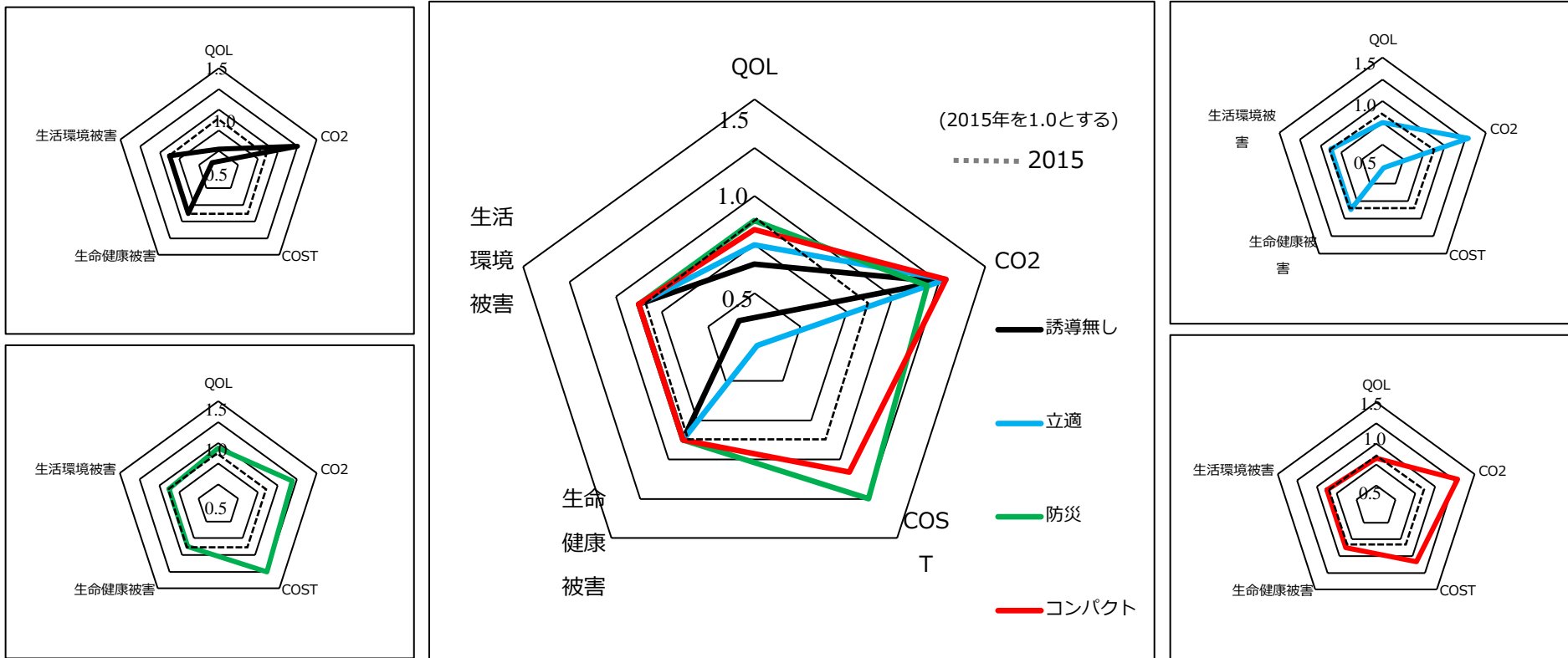
● QOL↓ CO<sub>2</sub>↑ COST↑

○ QOL↑ CO<sub>2</sub>↓ COST↓



- 東・西部低密度地域(農村・IC・海岸部等) : QOL・CO<sub>2</sub>・COST ↓ 効率的ではない
- 中心市街地 : QOL・CO<sub>2</sub>・COST ↑ 災害時災害危険性 ↓ (事前・後対策必要)
- 将来は、南部鉄道沿線・南北方向の公共交通沿線への漸次誘導が効果的

# 立地誘導シナリオ別の総合評価結果



- 立適：CO<sub>2</sub> ↓ COST ↑ 低密度地域の維持管理重要
- 防災：COST ↓ CO<sub>2</sub> ↑ CO<sub>2</sub>低排出量・環境効率が課題
- QOLを考慮しつつ、CO<sub>2</sub>とCOST結果に基づき、漸次的な撤退
- 交通・住環境を考慮した徒歩生活圏へのコンパクトな集約・誘導が効果的

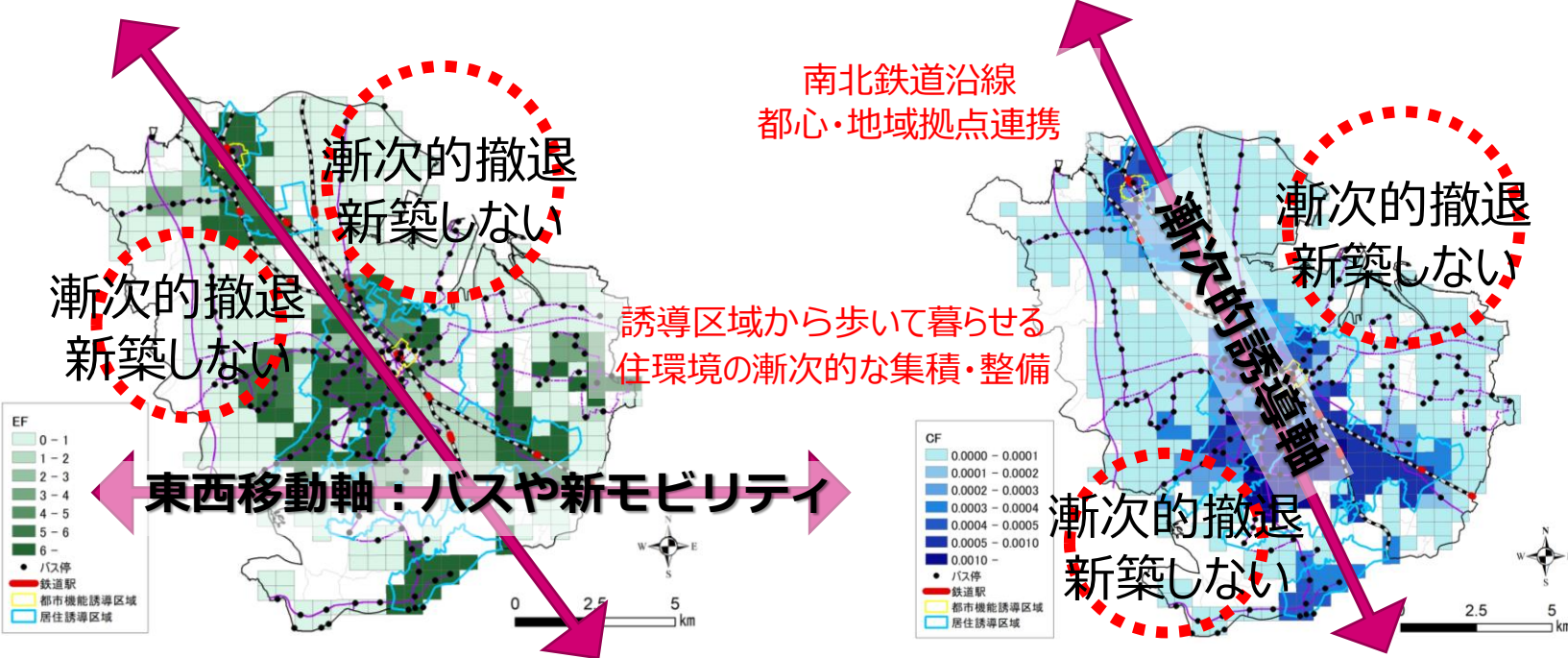
# 再生可能都市実現のための都市構造転換戦略提案

評価項目		施策	近	集	交	分	光	創	電	面
			リスク分散型 近居策	撤退+ 徒歩圏集約 + 用途混合	地域拠点の 交通ネットワー ク網整備	分散型 エネルギー 導入	太陽光 発電	創エネルギー 導入	EV・電動化 普及	エネルギーの 面的利用
TBL	CO <sub>2</sub>		●	●	●	●	●	●	●	●
	QOL	AC		●	●		●	●	●	
		AM		●	●					
		SS	●	●		●	●	●	●	●
	COST		●	●						
災害時 QOL	生命・健康被害	●	●		●	●	●	●	●	●
	生活環境被害	●	●		●	●	●	●	●	●

↑縦軸：本評価システムにおける都市・地域の評価項目  
 ↔横軸：適用・検討可能な様々な施策を整理，各分類を漢字一文字で示す  
 （技術・施策のハート・ソフト面の施策活用・検討が可能な場合に●）

- **浸水・危険地域**など：建物やインフラなどの更新タイミングに合わせて、漸次的に駅徒歩圏などにコンパクトに集約する策（表1「集」）
- **集約地域**：都心と地域拠点をつなぐ連携軸に位置付けた**公共交通ネットワーク網を整備**（表1「交」）検討、**面的利用を図った分散型エネルギーセキュリティシステムの導入**、用途混合による排熱の電気利用などを念頭においてエネルギー供給の効率性向上（表1「集・分・面・光」）などを図る→コベネフィットの追求・都市の将来像

# 再生可能都市実現のための都市構造転換戦略提案



環境面からみたQOL比効率的な誘導

費用面からみた場合QOL比効率的な誘導

- 東西部の低密度・浸水地域は新築せず、南北沿線沿いに漸次的誘導、誘導した地域は歩いて暮らせる住環境・都市機能の漸次的に集積
- 中心市街地は災害事前対策 + 事後20～30日間の対策が重要

# アウトプットの自治体計画策定への活用

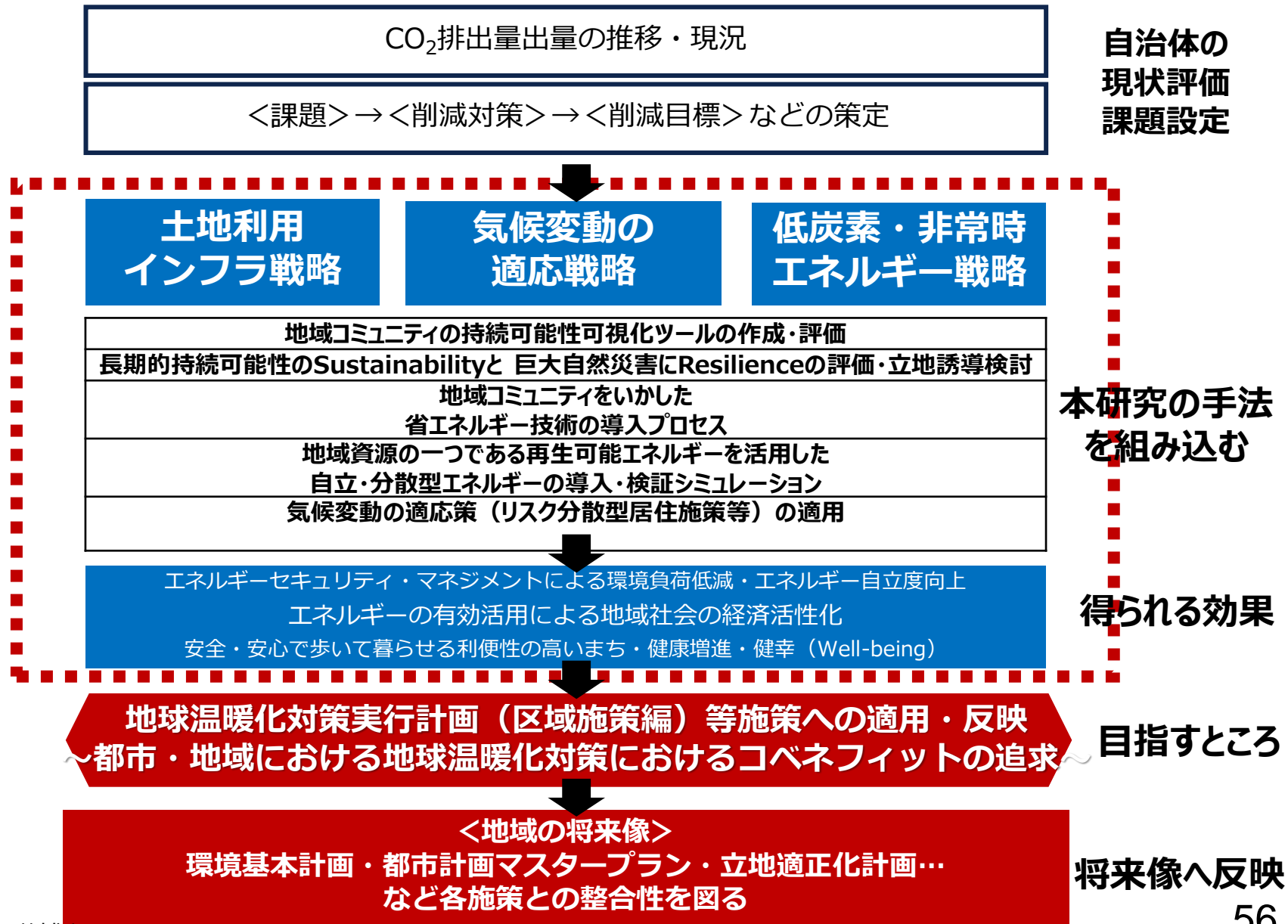
-長期的に「再生可能都市」に導いていくために-

- CO<sub>2</sub>・・・地球温暖化対策推進法の地方公共団体実行計画（区域施策編）の策定に活用可能（立地・交通施策の追加が可能に）
- QOL（平常時）、維持コスト・・・立地適正化計画、地域公共交通網形成計画の策定に活用可能
- QOL（災害時）・・・気候変動適応法の地域気候変動適応計画、立地適正化計画・都市計画マスタープラン、地域防災計画に活用可能

これら各計画の立案者、関係主体による検討に活用  
→ 総合的な視点に立った計画策定につながる



# 地球温暖化対策実行計画（区域施策編）への適用フロー



# 自治体担当職員との意見交換による システムの実装可能性検証

## 評価システムを適用した上で、 評価結果・反映などについて意見交換実施

-徳島市など徳島県東部都市圏(2020.3.6)・三重県松阪市(2020.3.14)-

- 多面的な評価が同時に可能であるため、多数の部局が本システムを活用しつつそのアウトプットを共有
- 部局間の認識共有や諸計画・施策の整合性担保を通じて、縦割りを打破した総合的な対応を実現することが見込まれる
- 懇談会でもその点のメリットに言及する自治体担当者が多く見られたのが印象的
- 徳島県：2020年度に気候変動適応戦略を策定  
環境部局が危機管理部局と統合、本研究の成果を活用予定
- 松阪市：市の全面協力でシステムの構築と計画評価への適用が可能

各計画の適用によって様々な分野に生じるコベネフィットの把握  
分野間の整合性確保を図る



「地域の将来像」の設定に貢献できるものとなった