
環境経済の政策研究 審査・評価会

**地方公共団体における
地球温暖化対策実行計画等の実施に伴う
環境・経済・社会への影響分析**

**研究代表者 神戸大学 小池淳司
株式会社 価値総合研究所**

2015年3月3日

目次

1. 研究の背景と目的
2. 研究の実施内容
 - 2-1. データベースの構築
 - 2-2. モデルの構築
 - 2-3. モデルによる現実的な評価
 - (1)交通モデル(全国版)による推計
 - ①運輸部門におけるCO2排出量の推計
 - ②リニア新幹線整備による影響予測
 - (2)経済モデル、交通モデル(全国版)による推計
 - ①市町村別のCO2排出削減ポテンシャルの計測
 - ②3環状道路整備による影響予測
 - (3)土地利用・交通モデルによる都市類型ごとに有効な低炭素化施策の評価
 - (4)経済モデルによる推計
 - ①地域における再エネ導入の影響予測
 - ②地域における省エネ機器導入の影響予測
 - 2-4. 地方公共団体実行計画策定のためのフレーム提示及び要因分析手法の確立
 - 2-5. 欧州の研究機関との協働
3. 本研究の成果と政策インプリケーション

参考: 対外発表等の実施状況

1. 研究の背景と目的

研究の背景①

1. 公共交通機関を骨格としたコンパクトシティ構築による多様な影響・効果の計測の必要性

- グローバリゼーション、モータリゼーションの進展により、都市の構造が拡散。
- 都市の拡散は、環境負荷の増大、地域経済の低迷、地方公共団体の財政悪化、中心市街地の衰退、防災力の低下、高齢者の生活利便性低下、公共交通機関の撤退等の一因となっている。
- これらの悪循環を断ち切り、持続可能な都市及び地域を構築するため、公共交通機関を骨格としたコンパクトシティの構築が急務である。
- そのためには、コンパクト化施策による環境、経済・財政、生活、防災等への影響を定量的に示すことが必要となる。

※地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)策定マニュアル(第1版)等ではCO2排出以外の記述は無いが、住民の様々な面に影響を及ぼすことを分析しておく必要がある。

2. 運輸部門のCO2排出量の計測手法の確立の必要性

- 運輸・民生部門は、「活動量」と「活動状態(混雑状態等)」を推計することが難しく、施策によるCO2排出量削減効果の計測が最も困難な分野である。
- 特に、運輸部門ではCO2排出原単位が活動状態に大きく依存するため、施策効果の計測では「活動量」だけでなく、「活動状態」の予測が重要。
- また、運輸部門では個々の主体の自由な意思のモデル化が必要である。これは立地場所、移動目的地、利用交通手段、利用経路等は政策的に制御できるものではなく、個々人の自由な意思で決定されているためである。

※地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)策定マニュアル(第1版)等ではこれらの影響は考慮されて 4
いない。

研究の背景②

3. CO2の排出要因分析ツールの必要性

- CO2排出量の算定式は、 $\text{CO2排出量} = \text{活動量} \times \text{CO2排出原単位}$
- 運輸部門では「活動量」はトリップ数等であるが、CO2排出原単位は「活動状態(混雑等の状態)」に依存。
- 「活動量」及び「活動状態」の把握には、自治体における経済の循環、人と物の移動などの因果関係を十分に分析する必要がある。
- この因果関係は都市構造や地形、経済規模などによって異なるものであり、これらも含めて現状の排出要因を分析することが必要である。

※実行計画を策定する際には、CO2排出要因について十分な分析が必要であるが、マニュアルでは要因分析について的手法は無い。

4. 個別市町村を基礎とした全国で統一的なデータベースの必要性

- 運輸・民生部門の計画は、基本的に地域別に局所的に行うことが多い。
- CO2排出量の算出根拠になる「活動量(交通量、市民経済計算など)」及び「活動状態(混雑状態など)」で統一的なデータが存在しないこともある。
- 地球温暖化対策による影響・効果の予測及び評価にあたっては、全国で統一的なデータが必要である。

※交通のデータでは都市圏別にパーソントリップ調査、都市間では旅客純流動調査等が存在するが、全国の全交通量を網羅したものではない。

※また、経済計算も市町村単位での経済計算は全国で網羅的なデータは無い。

研究の目的(3力年の研究で目指す最終成果)

1. 我が国の低炭素化施策の総合的な評価システム(政策的に活用可能)の開発及び現実的な評価

- 各地域での低炭素化施策(コンパクト化施策、再生可能エネルギー導入、省エネ設備更新等)が我が国全体のCO2排出量に与える影響を精緻に捉える。
- また、これらの施策が環境、生活や経済などに及ぼす影響について総合的に評価する。
- このシステムは全国を約2,000(もしくは7,000)の地域に分割した、把握可能な空間単位で施策を検討することを可能とする。
- 特に、再生可能エネルギー等の導入に伴う移入削減効果、域内循環効果については供給能力や価格の変化も考慮した分析を行うとともに、全国統一的なデータベースを用いることで都市間で施策効果を比較可能なものとする。

2. 地方公共団体実行計画策定のためのフレーム(人口や企業分布、経済、生活、環境指標)の計測

- 今後、都市のコンパクト化や再エネ導入など社会経済システムが変化していく中で、我が国の世帯や企業の分布、経済集積も大きく変化していくことが想定される。
- 特に、再エネ導入は空間的なエネルギー需給構造が変化するため経済集積に大きな影響を及ぼす可能性がある。
- そのため、これらの導入後の我が国の地域別の基本フレームを作成する。

3. 地方公共団体実行計画策定のための要因分析ツールの構築

- CO2排出要因である地域の「活動量」及び「活動状態」だけでなく、活動間の因果関係等を把握し、他都市と比較可能な現状分析システムを構築する。

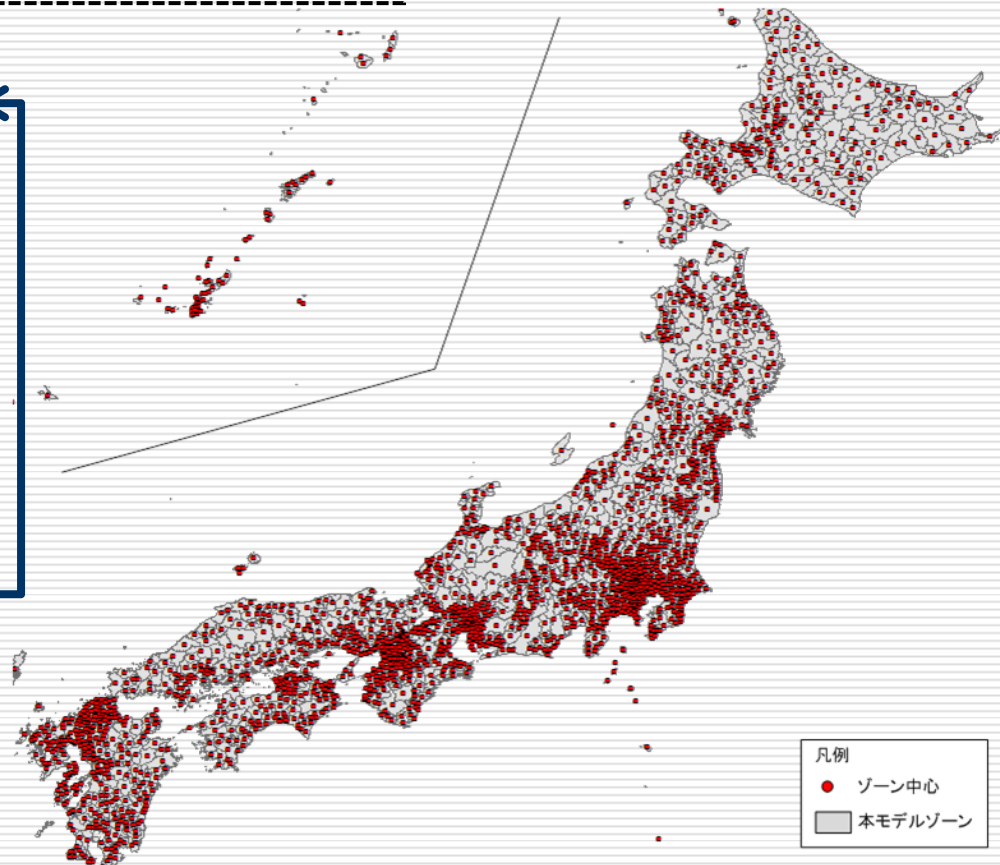
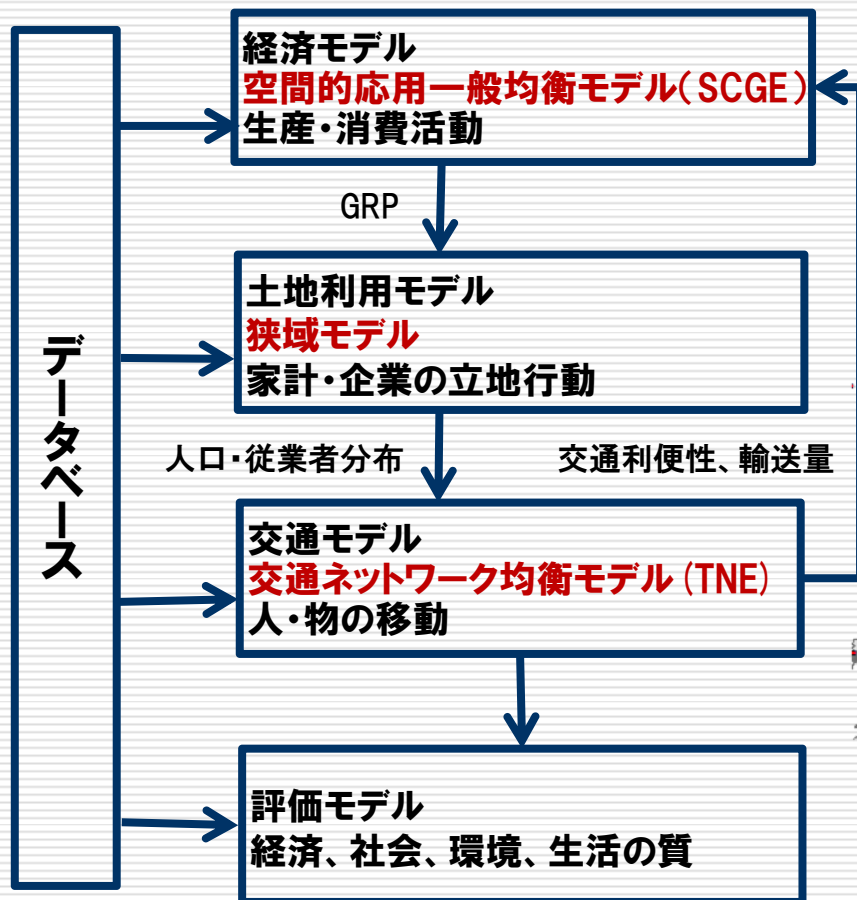
用いる方法論(全国版モデル)

モデルの規模:

市区町村レベルで1,860ゾーンに分割。

※ただし、交通量配分については6,931ゾーンに分割。

ゾーン単位のアウトプットを得る。
→地域別の施策効果を評価可能



行政ニーズとの関連・環境政策への貢献

1. 環境・社会・経済の多様な指標の計測(SCGEモデル)

- CO2削減効果の計測に加え、社会・経済に関する多様な指標を地域別に計測可能。
- 多様な価値観を考慮した政策判断の基礎分析を可能とする。

2. 地域別削減ポテンシャルの計測と全国目標との整合(交通モデル)

→削減割当ての検討

- 上記1より、地域別の削減ポテンシャルの把握が可能となり、全国の削減目標に照らし合わせた評価が可能となる。
- わが国全体の削減目標達成により実効性を持たせるため、地域別・部門別の削減割当ての考え方があるが、本研究により、具体的な割当ての数値の検討が可能となる。

3. システム・ツール化による科学的な計画策定の普及促進及び担当者の作業負担軽減(CO2排出要因分析ツール)

- 構築するモデル・データベースによる分析プロセスは、可能な限り自動化(システム・ツール化)することを目指す。
- これにより、科学的な計画策定の普及促進、担当者の作業負担軽減が期待される。

研究参画者

参画者	所属機関・職名	役割
小池淳司	神戸大学大学院工学研究科教授	経済モデル、要因分析、研究全般
堤盛人	筑波大学大学院システム情報工学研究科准教授	土地利用モデル、土地利用データセット
石倉智樹	首都大学東京大学院都市環境科学研究科准教授	交通モデル(幹線)、幹線データベース
福田大輔	東京工業大学大学院理工学研究科准教授	交通モデル(都市内)、都市内データベース
山本雅資	富山大学極東地域研究センター准教授	削減ポテンシャル、都市圏類型施策
山崎清	株式会社価値総合研究所 パブリックコンサルティング事業部主席研究員	モデル構築全般、要因分析、フレーム提示



2. 研究の実施内容

過年度までの実施内容

H24年度の実施内容

1. データベース構築(交通データ、土地利用データ、経済データ)
2. モデル構築(交通モデル、土地利用モデル、経済モデル、狭域モデル)
3. モデル分析(地域別CO2削減割り当ての検討、東日本大震災の経済被害予測)
4. 要因分析手法の検討(交通面、土地利用面、経済面、等)

H25年度の実施内容

1. データベースの更新(H17→H22)
2. 経済・土地利用・交通の統合モデルの構築
3. 評価モデルの確立(環境、社会、経済の多様な指標を算出)
4. 欧州モデルとの意見交換(EU全域を対象としたTRANS-TOOLS)

H26年度の実施内容

H26年度の実施内容

1. データベースの追加的整備
2. 交通モデル・経済モデルの統合
3. モデルによる現実的な評価
 - (1)交通モデルによる推計
 - ①運輸部門におけるCO2排出量の推計
 - ②市町村別のCO2排出削減ポテンシャルの計測
 - ③都市類型ごとに有効な低炭素化施策の評価
 - (2)経済モデルによる推計
 - ①リニア新幹線整備による影響予測
 - ②3環状道路整備による影響予測
 - ③地域における低炭素化施策の影響予測
4. 地方公共団体実行計画策定のためのフレームの提示及び要因分析手法の確立
5. 欧州研究機関との協働



2-1. データベースの構築

各モデルのデータ一覧

✓ 平成24年度は平成17年統計ベース、平成25年度は平成22年統計ベースでデータセットを構築した。

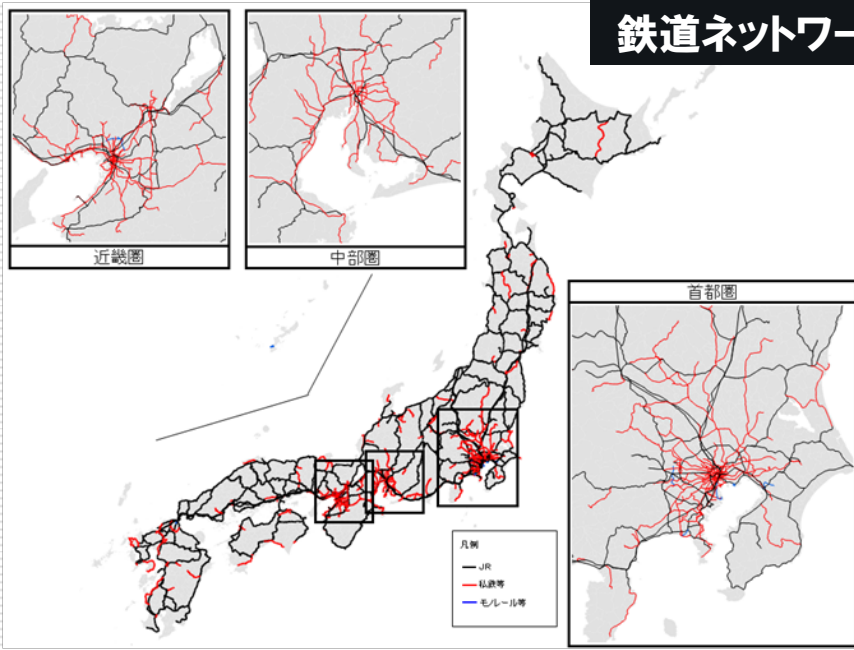
項目		データの出所・作成方法
経済モデル	付加価値	平成22年県民経済計算の産業別産出額を按分し、付加価値比率(工業統計、県民経済計算より)を乗じて推計
	賃金・資本支払	賃金 平成17年全国産業連関表より産業別に労働シェアを求め、付加価値に乗じて推計 資本支払 付加価値と賃金の差として推計
	支出	平成22年県民経済計算と都道府県産業連関表をもとに産業別の都道府県の支出データを推計し、これを市区町村別に人口等で按分して推計
	地域間移出入マトリクス	全国貨物純流動調査対象産業 同調査の貨物OD表を用いてフレーター法により推計 その他の産業 市区町村間の道路利用一般化費用より二重制約型重力モデルにより推計
	地域間労働所得・賃金マトリクス 地域間資本マトリクス	労働所得 賃金と市区町村間の通勤比率(平成22年国勢調査)より推計 資本所得 支出から労働所得を差し引き推計
土地利用モデル	人口	平成22年国勢調査(町丁・字等集計)
	従業者数	平成22年事業所企業統計(調査区等に関する集計)
	宅地面積・利用可能面積	平成21年国土数値情報土地利用細分化メッシュから作成
	地代	平成22年地価公示、平成22年都道府県地価調査から作成 地価ポイントの無い場合にはクリギングにより補正
交通モデル	道路ネットワーク	デジタル道路地図(DRM)から作成(都道府県道以上)
	鉄道ネットワーク	国土数値情報から作成
	航空ネットワーク	航空輸送統計年報等から作成
	海運ネットワーク	全国総合交通分析システム(NITAS)から作成
	交通量データ※	自動車(旅客・貨物) 道路交通センサス起終点調査から作成 鉄道・バス・航空(旅客のみ) 幹線旅客純流動調査および都市圏パーソントリップ調査に基づき推計

注: 上表は平成24年度研究で構築したデータベースの概要

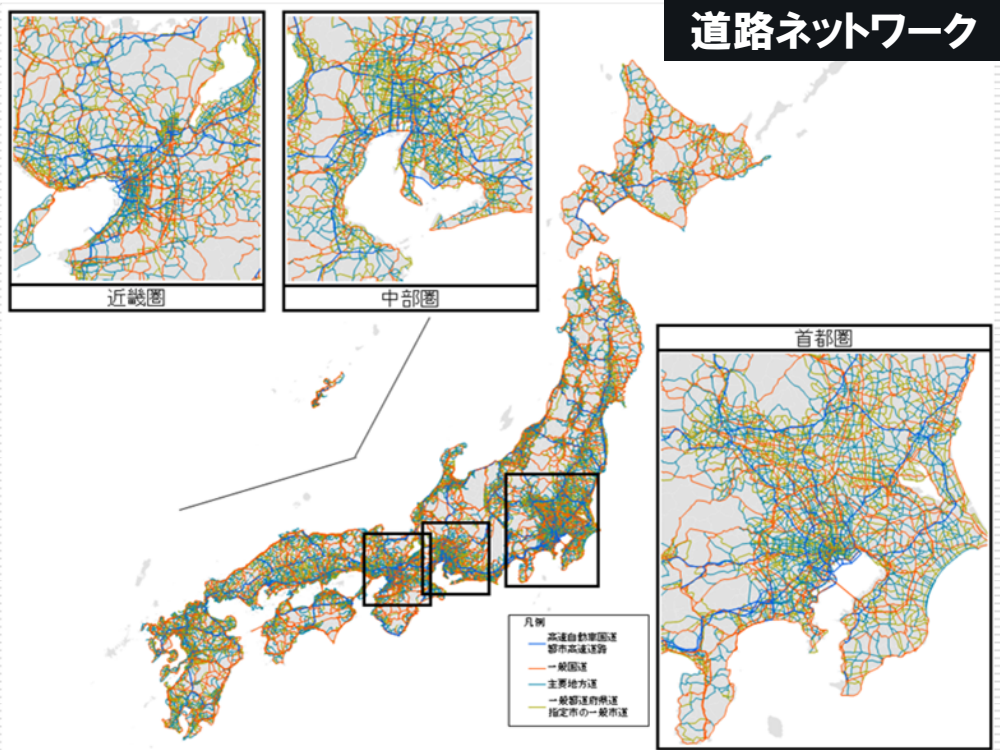
※ 旅客は手段・目的別に作成。貨物は自動車のみを扱い、車種別に作成。

運輸・交通データ①旅客交通ネットワーク

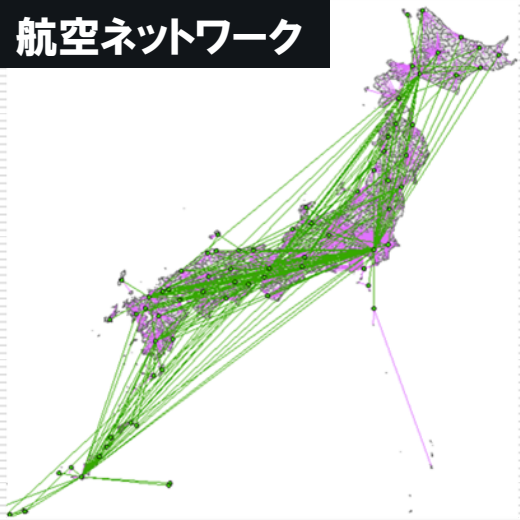
鉄道ネットワーク



道路ネットワーク



航空ネットワーク

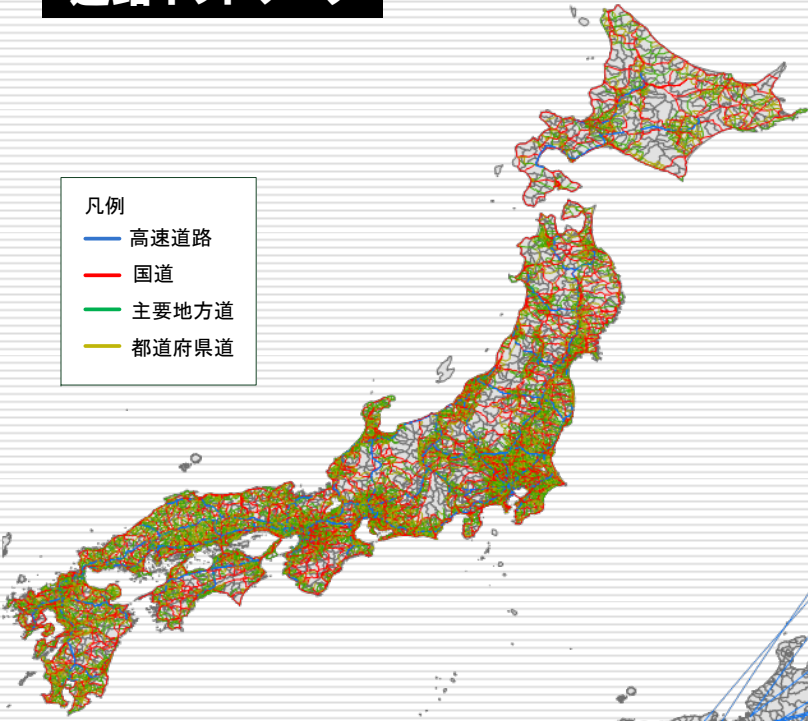


項目	データの作成元
道路	デジタル道路地図 (DRM)
鉄道	国土数値情報
航空	国土数値情報

運輸・交通データ②貨物交通ネットワーク

道路ネットワーク

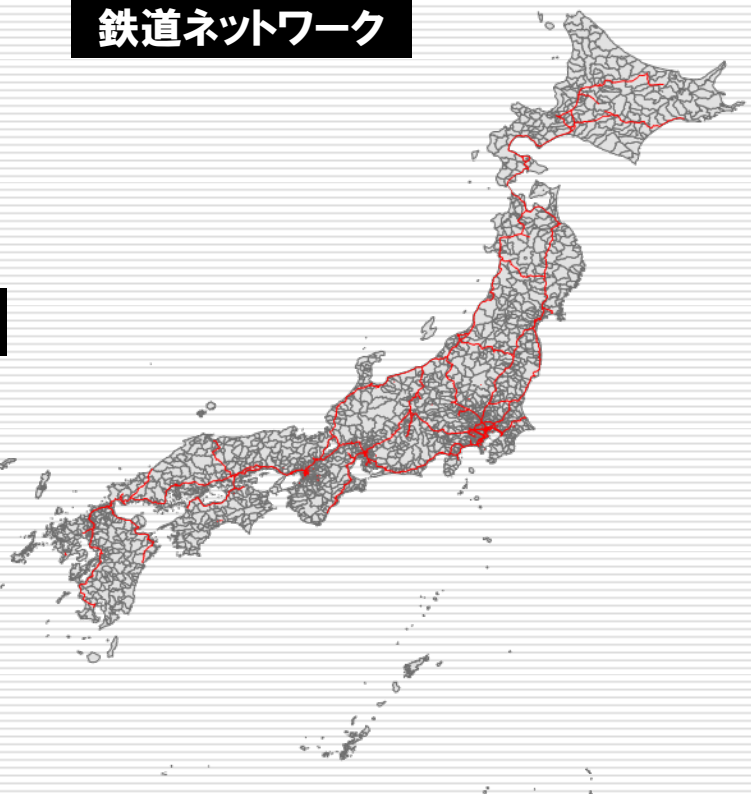
- 凡例
- 高速道路
 - 国道
 - 主要地方道
 - 都道府県道



海運ネットワーク

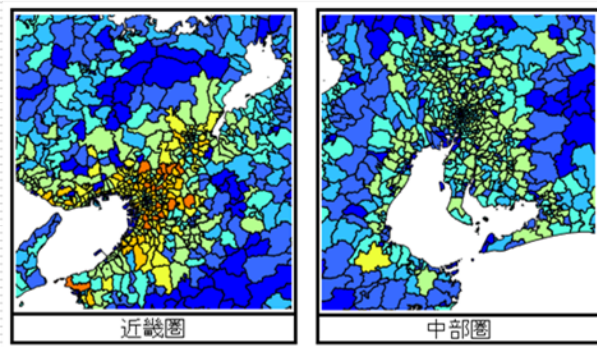


鉄道ネットワーク



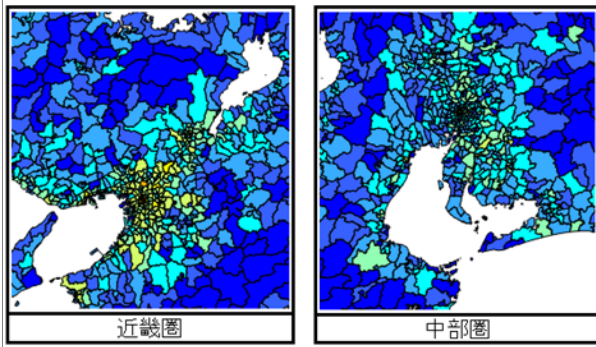
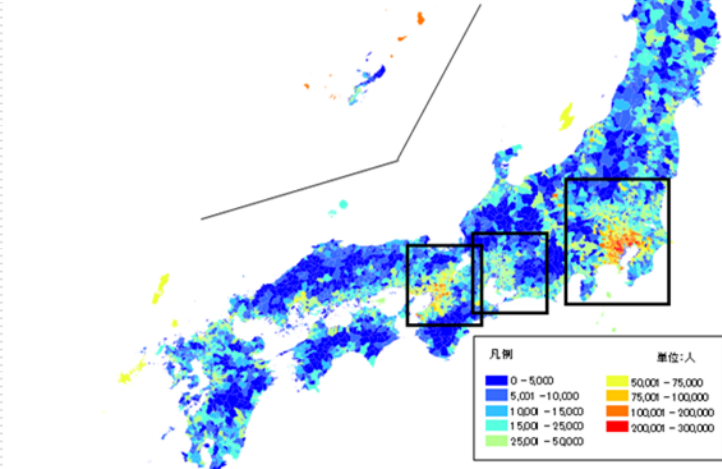
項目	データの作成元
道路	デジタル道路地図 (DRM)
鉄道	国土数値情報
海運	全国総合交通分析システム (NITAS)

土地利用データ①人口・従業者数

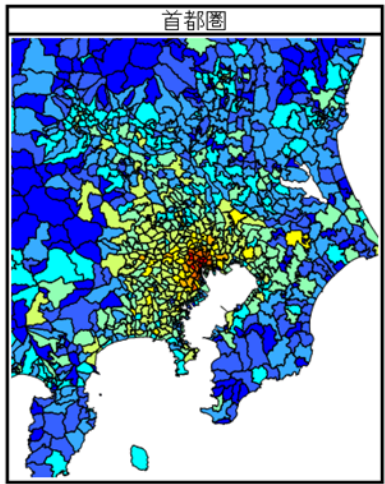
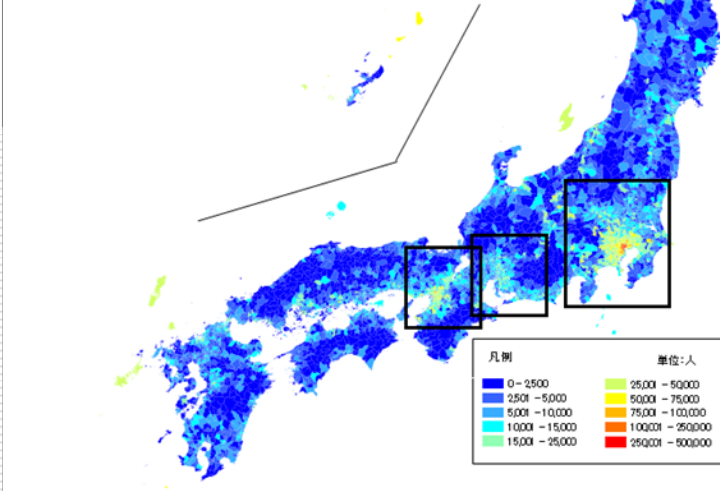


人口

項目	データの出所
人口	国勢調査
従業者数	事業所企業統計

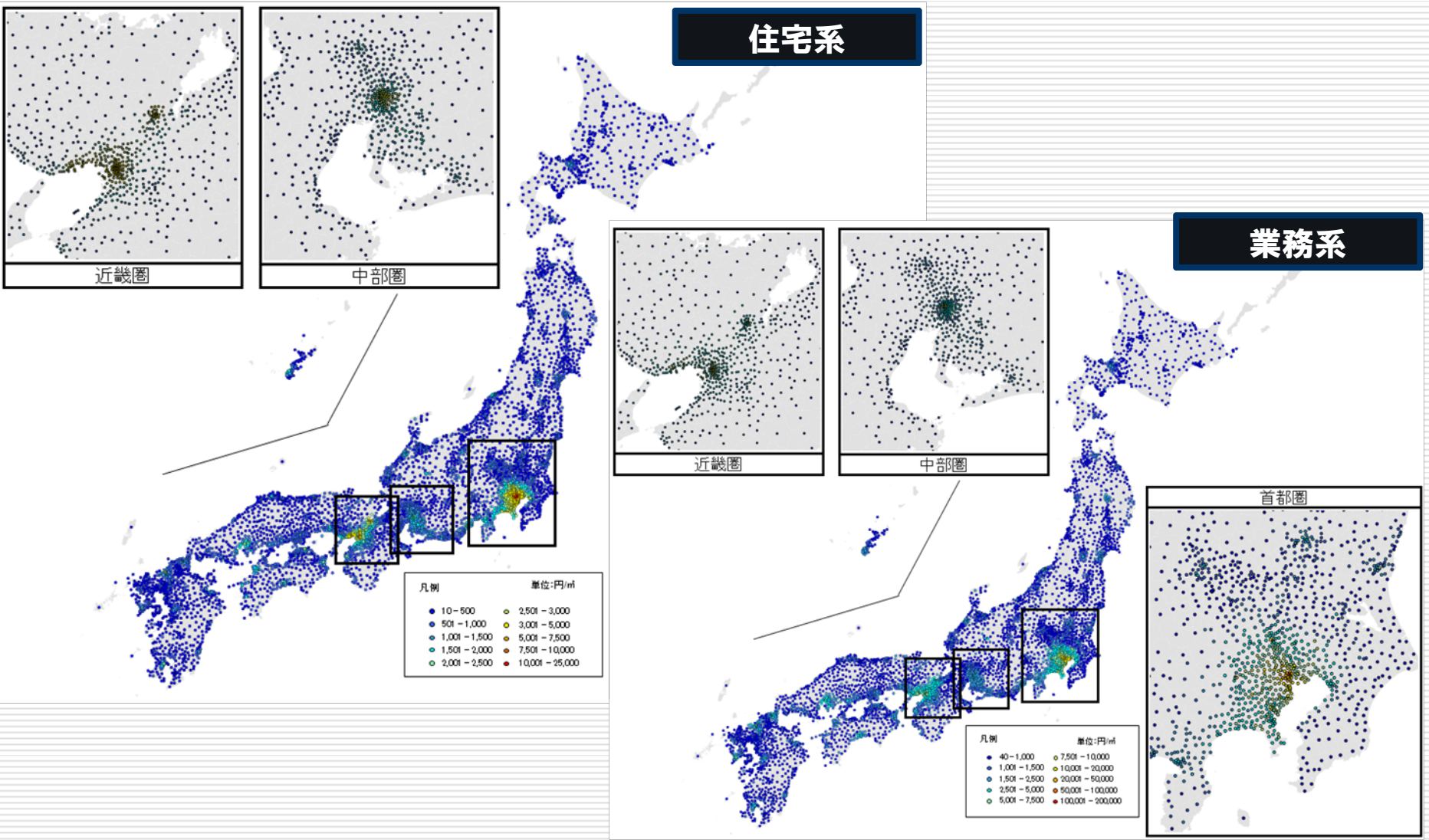


従業者数



土地利用データ②地代

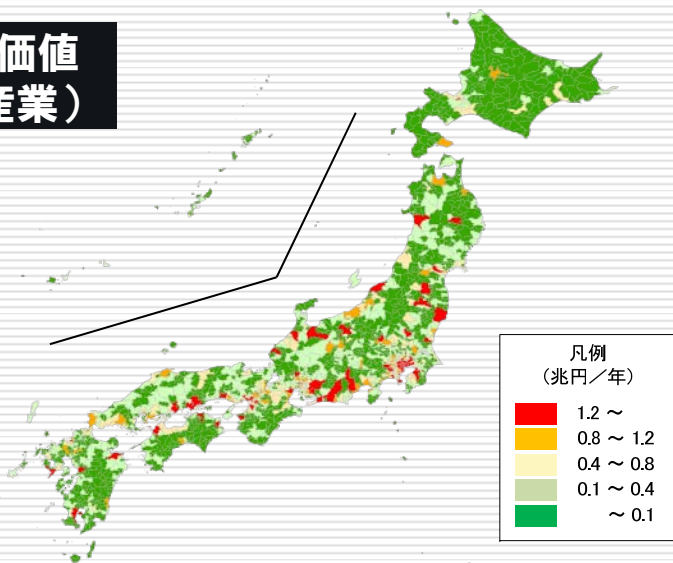
✓ 地価公示、都道府県地価調査に基づき作成。地価ポイントがない場合にはクリギングで補正。



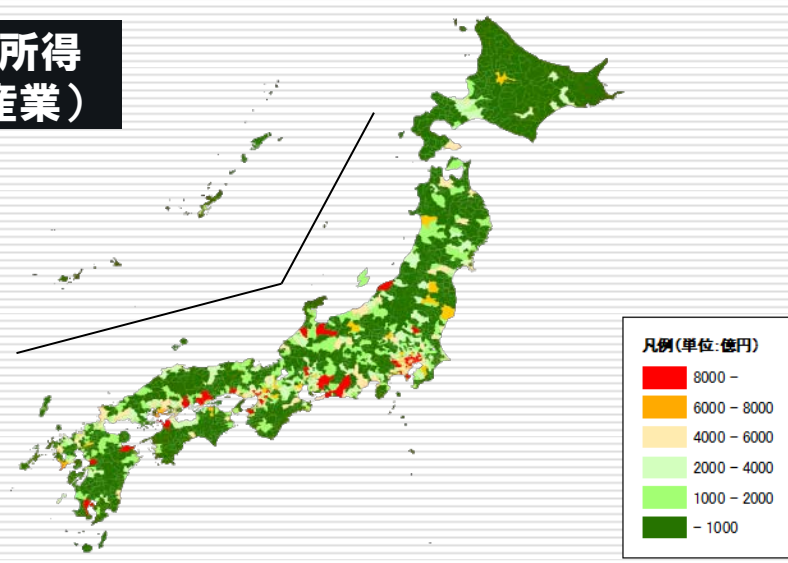
経済データ～付加価値・所得・支出のデータ

- ✓ 各市区町村で「付加価値＝賃金＋資本支払」及び「支出＝所得」が成立。
- ✓ 全国で三面等価が成立。

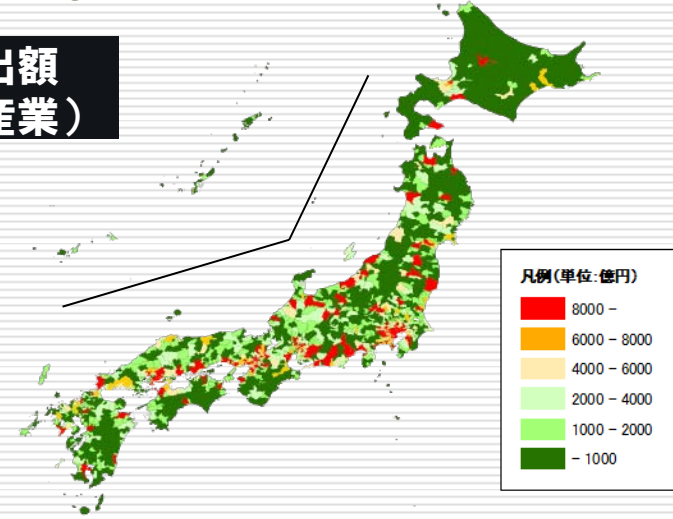
**付加価値
(全産業)**



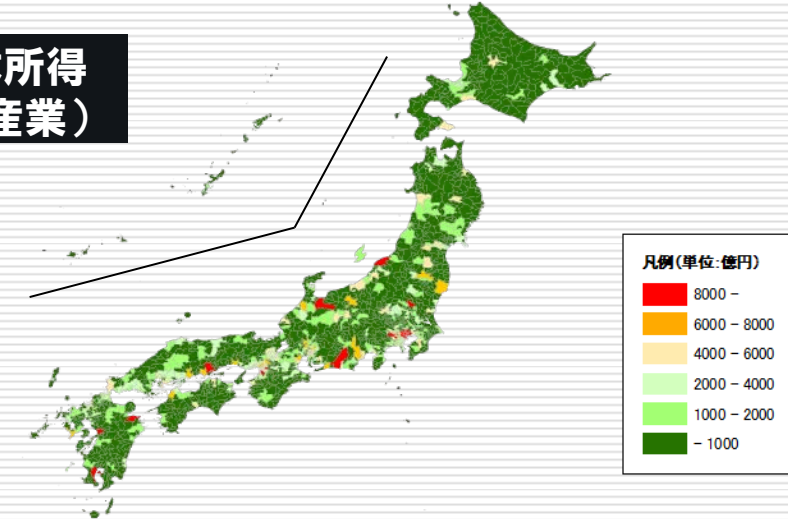
**労働所得
(全産業)**



**支出額
(全産業)**



**資本所得
(全産業)**



データベースの追加的整備

✓ H26年度には、より現実に近い人流・物流の動きを反映するため、以下の大きく2点の変更を行った。

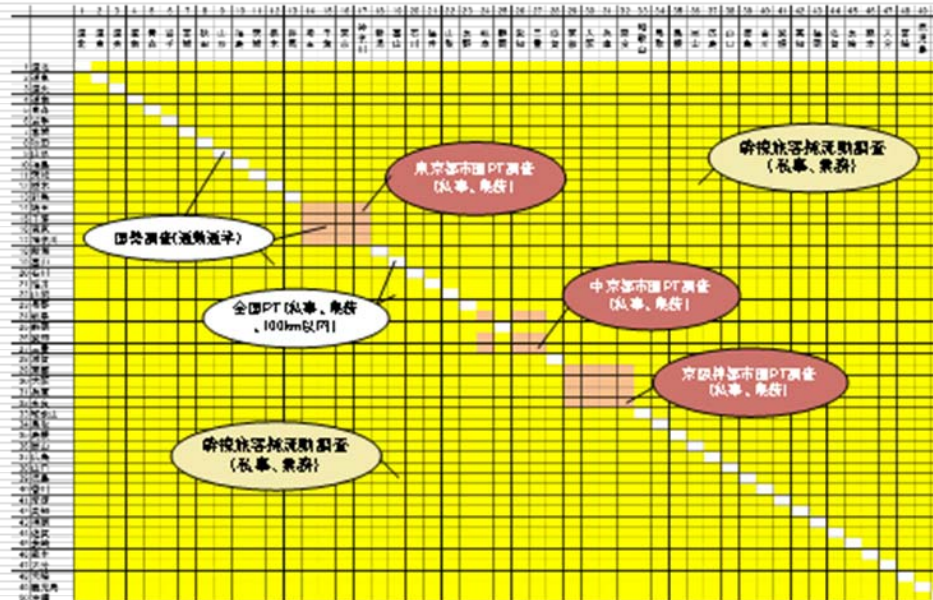
旅客：県間をまたぐトリップの追加

これまでは県内で閉じていた地方都市圏の通勤通学・私事・業務ODについて、今回データセットでは県をまたぐトリップを追加した。

貨物：物流センサスのオリジナルの市区町村間ODを反映

鉄道と海運の品目別ODトリップについて、これまでは物流センサスのデータを加工して用いていたが、今回データセットでは物流センサスのオリジナルの市区町村間ODを用いた。

旅客の鉄道・バスODトリップで利用する統計データ

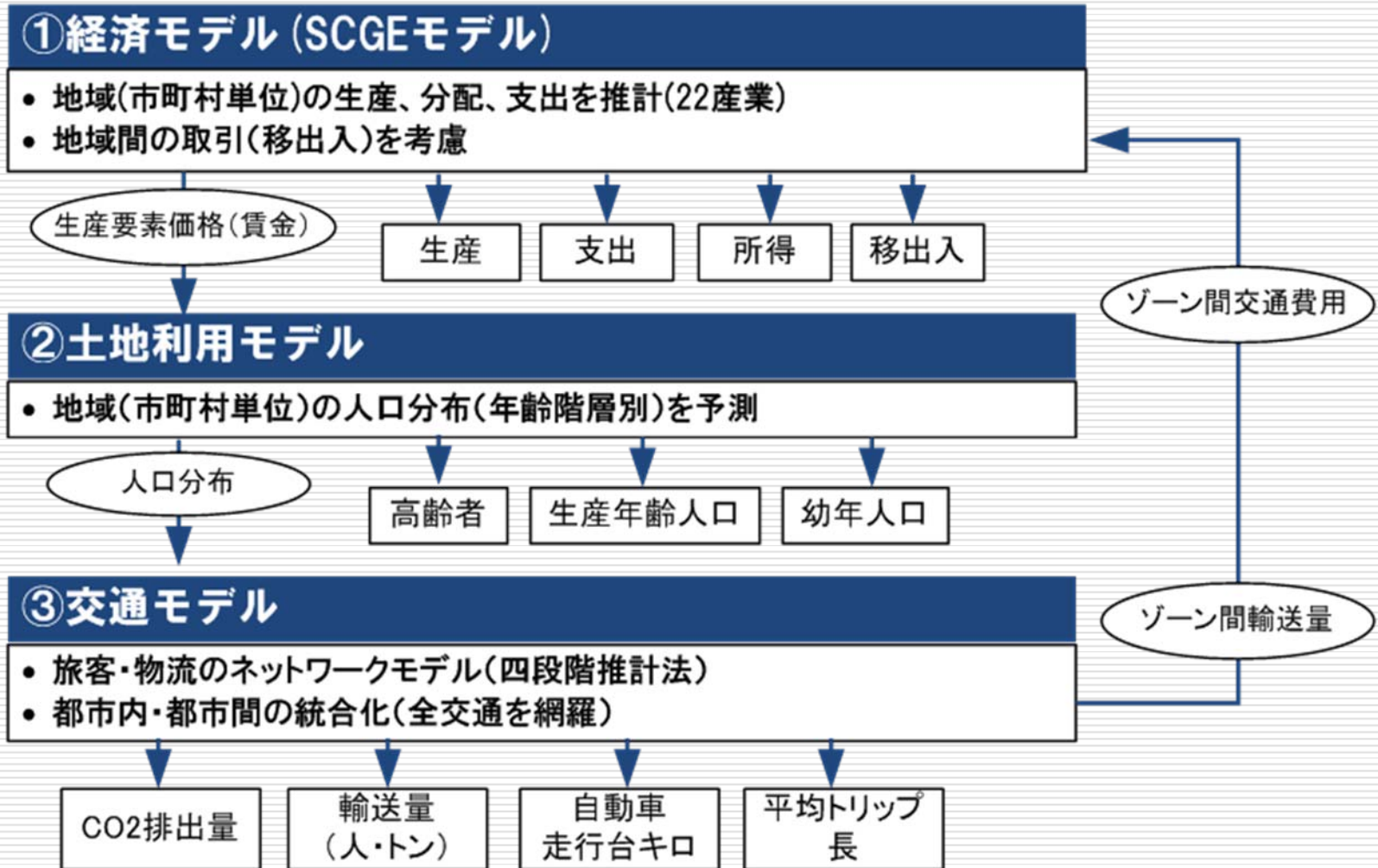




2-2. モデルの構築

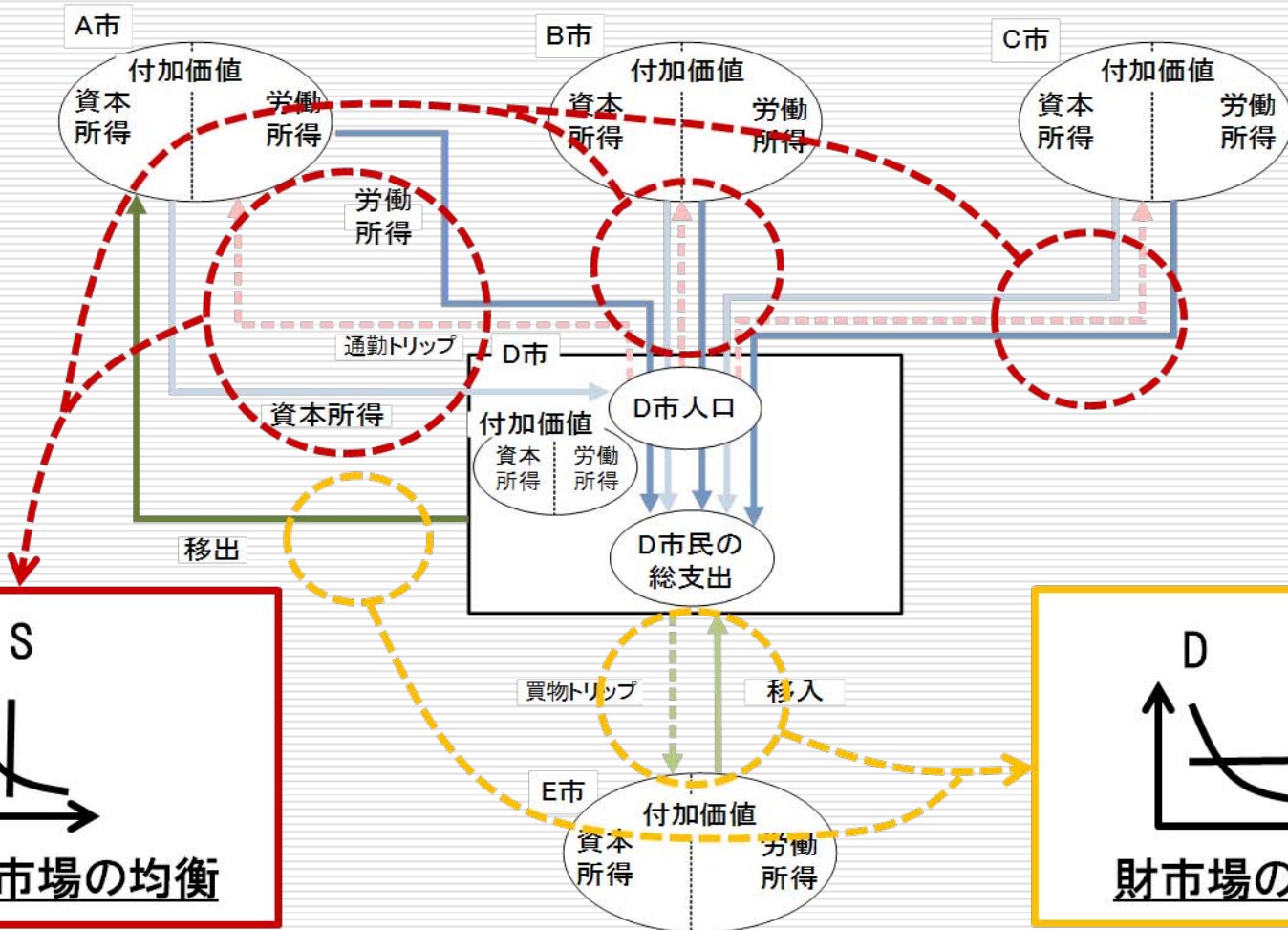
経済・土地利用・交通の統合モデルの全体構造

- ✓ H24年度研究において個別モデルを試作的に構築し、H25年度研究でデータベースの構築を行い、H26年度研究においてこれら3つのモデルを統合した。
- ✓ 経済面、土地利用面、交通面の各種政策を一体的かつ整合的に評価可能な枠組みを構築した。



経済モデルの構造

- ✓ 経済モデルは応用一般均衡モデルを空間的に拡張した空間的応用一般均衡モデルとする。
- ✓ 各地域に各財を生産する代表的企業が存在する。家計は生産要素(労働・資本)を企業に供給して得た所得で消費を行う。財市場は地域間で開放されており、交易が行われる。
- ✓ 全ての地域において、生産要素(労働・資本)市場および全ての財市場の需給が一致する。

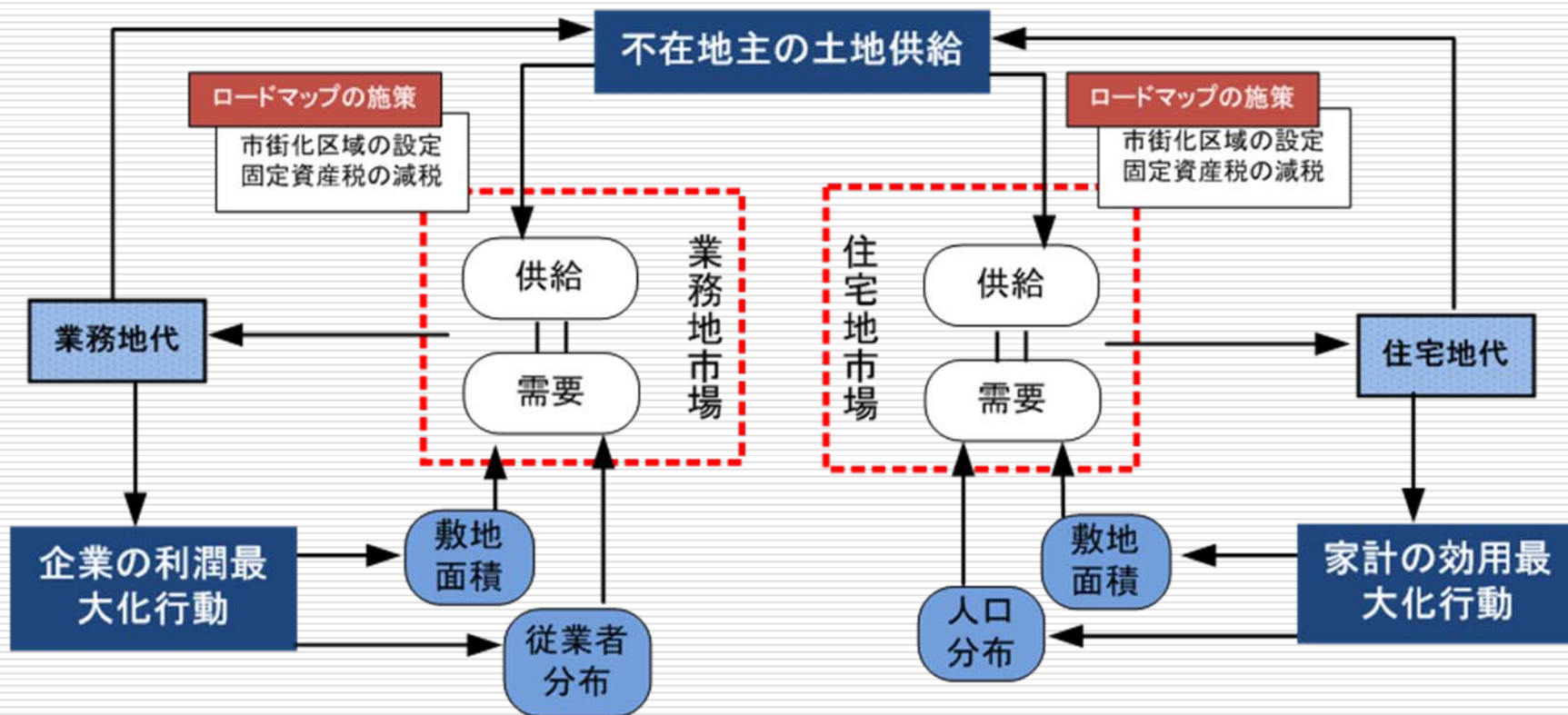


生産要素市場の均衡

財市場の均衡

土地利用モデルの構造

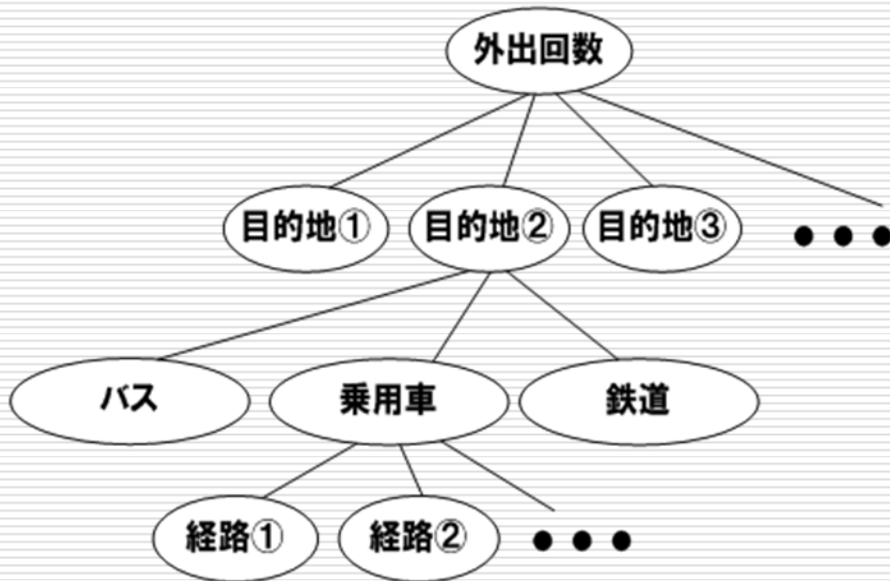
- ✓ 土地利用モデルは立地均衡モデルであり、土地の需要と供給が合致する土地市場の均衡モデルである。均衡への調整は価格(地代)を介して行われる。行動主体は家計、企業、地主の3主体であり、土地市場は住宅と業務の2市場である。
- ✓ 人口及び従業者の立地については「移動層」と「留保層」に分類し、「移動層」のみが市場メカニズムで立地を変更する。
- ✓ 都市のコンパクト化施策による都市構造の変化は土地利用モデルで計測される。具体的には利用可能面積(主に市街化区域)を変更すること、土地に係る税(固定資産税等)を変更することの効果把握することが可能になる。



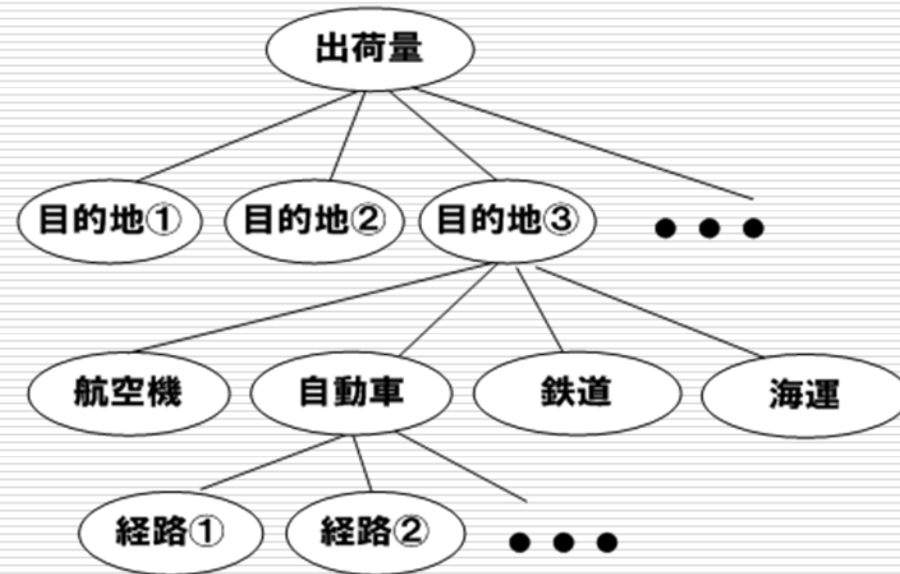
交通モデルの構造

- ✓ 交通モデルは、交通量発生モデル、目的地選択モデル、交通手段選択モデル、経路選択モデルの4段階からなる。
- ✓ 目的地選択モデルと交通手段選択モデルは、2段階ネステッドロジットモデルを構成する。目的地選択では、交通手段選択モデルにおいて算出されるOD毎のアクセシビリティ指標(ログサム変数)が反映される。
- ✓ 交通手段選択モデルは、選択肢を同列に扱う多項ロジットモデルとする。
- ✓ 旅客は目的別(通勤・通学、私事、業務)、貨物は品目別(素材型、加工組立・生活関連型)にモデルを構築する。

旅客の交通モデルのイメージ



貨物の交通モデルのイメージ



評価モデル(環境・社会・経済の多様な指標を算出)

- ✓ 統合モデルのアウトプットに基づき、環境面、社会面、経済面等の様々な評価指標を算出する。これにより、多様な観点からの政策評価を可能とする。
- ✓ 欧州のモデル分析による環境政策評価の先行事例であるPROPOLIS※を参考に、本研究のモデルで評価可能な指標を選定し、それらの計測方法を考案、整理した。

モデル	統合モデルの主なアウトプット		
経済モデル	・便益（等価変分）	・地域総生産（GRP）	・地域間交易（財の移出入）
土地利用モデル	・人口・従業者分布	・地価	・宅地面積
交通モデル	・発生トリップ数 ・交通手段分担率	・自動車台トリップ ・自動車平均旅行速度	・自動車走行台時 ・自動車平均トリップ長 ・自動車走行台キロ

項目		評価モデルによる評価指標
環境	地球温暖化	自動車走行によるCO2排出量
	大気汚染	自動車走行によるNOx排出量
	騒音	自動車走行による騒音レベル
	資源消費	土地の舗装、新規建設需要
社会	健康	大気汚染による健康被害、騒音被害、交通事故（死傷者数）
	公正（地域間格差）	大気汚染による健康被害の公正さ、騒音被害の公正さ、経済的便益の公正さ
	機会	居住水準、都市の活力、集積による生産性の向上
	交通利便性	1人当たり移動所要時間、公共交通機関のサービスレベル、通勤アクセス
経済	交通の便益／費用	交通投資費用、利用者の便益、交通機関運営者の便益、政府の便益 外部費用（交通事故、大気汚染、温室効果ガス、騒音発生）



2-3. モデルによる現実的な評価

(1)交通モデル(全国版)による推計

①運輸部門における市町村別CO2排出量の推計

運輸部門における市町村別CO2排出量の推計方法

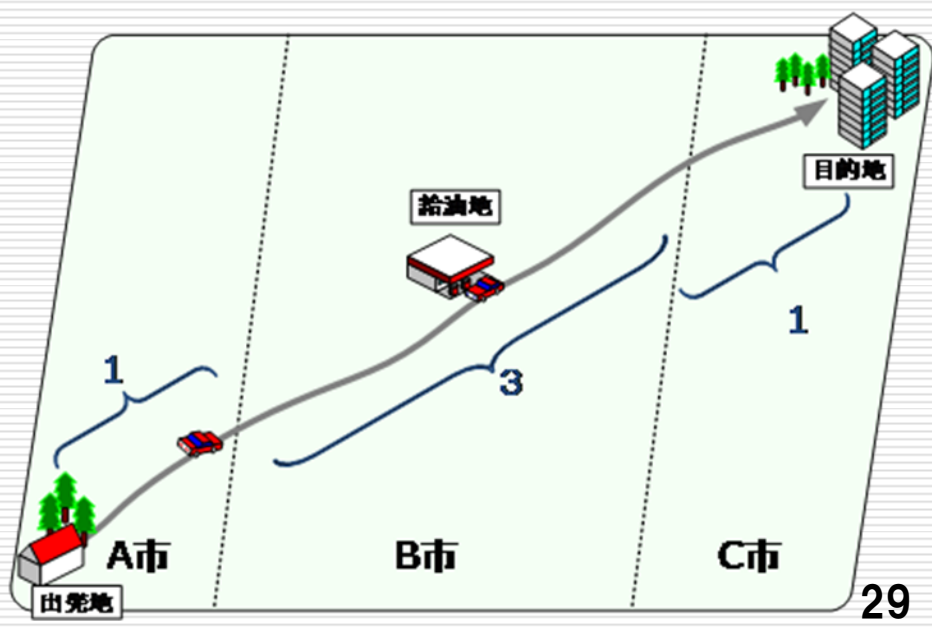
- ✓ 現況(2010年時点)の各市町村からのCO2排出量について、人口規模別や車種(乗用車・貨物)別、着地(市町村内・外)別等の詳細な内訳を推計する。
- ✓ これにより、CO2排出における人口規模別の傾向・特徴を把握する。

分析方法:発トリップベースで都市規模・車種・着地別のCO2排出量を集計

- 運輸部門における地域別のCO2排出量の推計方法については、確立・合意された方法があるわけではなく、少なくとも以下の5つの方法が考えられる。
- 本検討では、目的地選択や交通手段選択に関する政策評価に適する「②発トリップベース」で集計する。
- 発トリップベースでは、帰宅トリップも出発地に帰属させるため、平均的なCO2排出量をとらえている

運輸部門におけるCO2排出量推計の考え方

推計方法	CO2排出量の帰属	適合目的	上図の例
①車籍地	車籍(ナンバープレート登録)の所在地に帰属する。	居住者や地元企業の保有車両を対象とする政策評価に適する	→車籍地のCO2排出とする。
②発トリップ	トリップの出発地に帰属する(帰宅トリップも発地に帰属)。	目的地選択や交通手段選択に関する政策評価に適する。	→A市のCO2排出とする。
③着トリップ	トリップの目的地に帰属する。	通勤、買い物、レジャー等の来客を対象とする政策評価に適する。	→C市のCO2排出とする。
④走行距離	走行距離比に按分し、出発地・通過地・目的地に帰属する	特定の道路やエリアでの排出抑制に関する政策評価に適する。	→トリップのCO2排出量をA市:B市:C市=1:3:1として各市に配分する。
⑤給油地	給油量(燃料販売額等)比により按分し、出発地・通過地・目的地に帰属する。	排出総量の把握や燃料対策の評価に適する。	→B市のCO2排出とする。



自動車の市町村別CO2排出量の計算方法

ゾーン別のCO2排出量の推計式

ゾーン間のCO2排出量は、交通モデルから出力するゾーン間自動車台トリップ、速度、距離を用いて、下式により推計する。

$$CO2_{ij} = d_{ij} \cdot l_{ij} \cdot f(v_{ij})$$

$CO2_{ij}$:ゾーンij間のCO2排出量

d_{ij} :ゾーンij間の台トリップ

l_{ij} :ゾーンij間の距離

v_{ij} :ゾーンij間の速度(距離を所要時間で割ることで算出)

$f(v_{ij})$:ゾーンij間の速度別CO2排出係数(車種別に設定)

ゾーン別のCO2排出量は、前述の通り発トリップベースとして、下式により集計する。

$$CO2_i = \sum_j CO2_{ij}$$

$CO2_i$:ゾーンのCO2排出量

$CO2_{ij}$:ゾーンij間のCO2排出量