

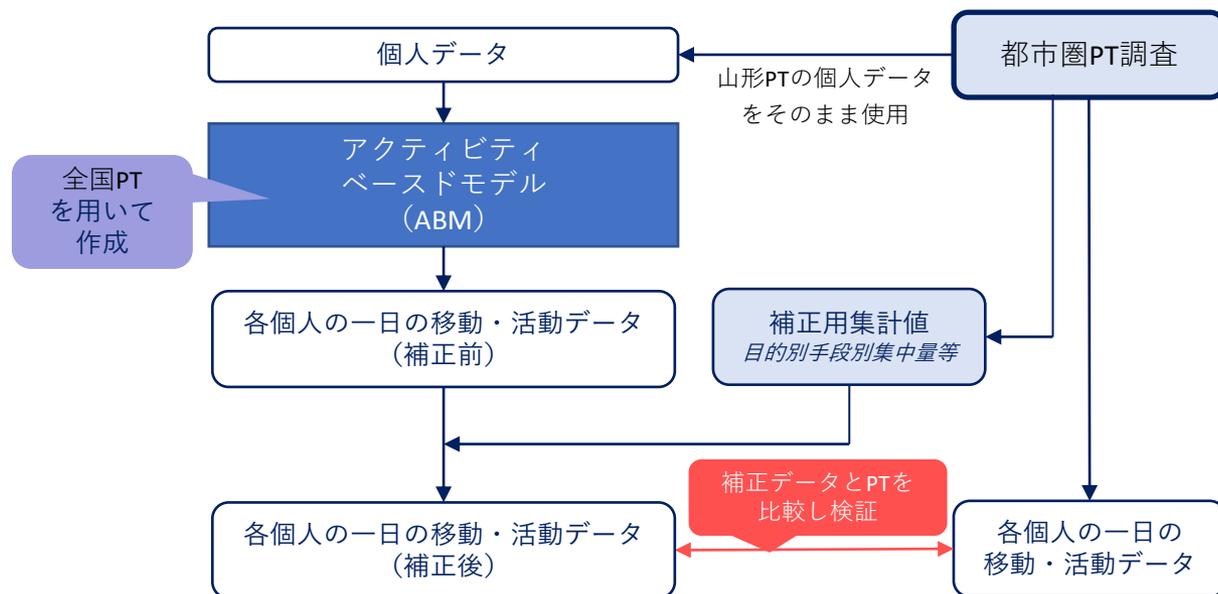
シミュレータの補正に関する検討

2024.2.13

第5回 都市交通調査の深度化に向けた検討委員会

シミュレーション結果補正の検証の考え方

- シミュレーション結果の目的別発生トリップ数、目的別ゾーン別集中トリップ数および交通手段分担率の補正を主眼とし、効率的に補正可能な手法およびデータを検討する。
- 検証においては、過去の都市圏PT調査結果を用いて補正を行う。
- 都市圏PT調査結果から集計した集計値を用いて補正し（IPF法）、都市圏PT調査結果と比較検証する。補正は複数パターン行い、それぞれの効果を検証する。



補正の検証のフロー

参考：IPF法の計算方法

- 非集計データを、複数の断面に合うよう個別に重みづけを繰り返すことで、複数の断面と整合した重みを得るように計算

[IPF法の計算イメージ]

■マスターデータ

個人	年齢	住所	トリップ番号	O	D	...	拡大係数
1	45	○○	1	自宅	通勤先		80
1	45	○○	2	通勤先	自宅		80
2	24	●●	1	自宅	通勤先		110
2	24	●●	2	通勤先	買物先		110
2	24	●●	3	買物先	自宅		110
...

② 拡大係数の更新

※断面1つずつ更新

③ 収束するまで 繰り返し計算

■性年齢別人口×滞留人口（13時）

		性年齢別人口			合計
		男性 ~15歳	女性 ~15歳	...	
滞留人口	Zone A	1,000	800	...	50,000
	Zone B	1,500	1,600	...	70,000

合計		8,000	10,000	...	

55,000
60,000
...

滞留人口（ビッグデータ）

7,000	11,000	...	
-------	--------	-----	--

母集団人口（国勢調査）

① 集計

ステップ0: 初期値の設定

- 繰り返し回数 $m = 0$ とする。
- 拡大係数 $w_{ps}^{(m=0)}$ の初期値をつぎのように設定する。

$$w_{ps}^{(0)} = 1 \quad \forall p \in P, s \in S$$

p : 夜間人口 s : 滞留人口

ステップ1: 集計データの作成

- 初期の拡大係数を用いて、ゾーン別性年齢階層別人口およびゾーン別滞留人口の仮値を集計する。

ステップ2: 拡大係数の更新

- 真の合計値 N に対する仮値の比率から拡大係数を更新する。
- まず、 N_p : ゾーン別性年齢階層別人口、 n_p : ゾーン別性年齢階層別のサンプル数として、拡大係数を以下のように更新する。

$$w_{ps}^{(m)} = w_{ps}^{(m)} \frac{N_p}{\sum_{s \in S} w_{ps}^{(m)} n_p} \quad \forall p \in P, s \in S$$

- 次に、上記で更新した拡大係数 $w_{ps}^{(m)}$ 用いて、 N_s : ゾーン別滞留人口、 n_s : ゾーン別滞留人口のサンプル数として、拡大係数を以下のように更新する。

$$w_{ps}^{(m+1)} = w_{ps}^{(m)} \frac{N_s}{\sum_{p \in P} w_{ps}^{(m)} n_s} \quad \forall p \in P, s \in S$$

ステップ3: 収束判定

- 例えば、次の収束条件を満たせば計算を終了とする

$$w_{ps}^{(m+1)}; w_{ps}^{(m)} \quad \forall p \in P, s \in S$$

- この条件を満たさなければ、 $m = m + 1$ としてステップ1へ戻る。
- 具体的には以下の条件のいずれかを満たした段階で終了
 - 収束回数 \leq 回数上限 (500 など)
 - 拡大係数変化率 $<$ 変化率上限 (0.001 など)

前回検討会の振り返り

- 山形都市圏は小ゾーンの空間解像度が非常に高いため、小ゾーン滞留人口による補正は難しい。山形都市圏であれば中ゾーン（1ゾーンあたり人口約5,000人）レベルでも活用できると考えられる。
- 「小サンプルPT調査 + 中ゾーン滞留人口」で中ゾーン（1ゾーンあたり人口約5,000人）単位の集中量の補正が可能かどうかの検討を行うことを確認した。

滞留人口ビッグデータを用いた補正の有無による補正結果の比較（前回検討会の振り返り）

	小サンプルPT（4,000サンプル程度） の使用を想定した補正	小サンプルPT（4,000サンプル程度） + 滞留人口ビッグデータ の使用を想定した補正
集中量による補正	大ゾーン別 目的別集中量 で補正	大ゾーン別 目的別集中量 で補正
滞留人口による補正	なし	<u>小ゾーン別</u> 自宅・自宅以外別 9時～17時台滞留人口で補正
中ゾーン別 目的別集中量 の補正結果	概ね補正される	概ね補正される
小ゾーン別 目的別集中量 の補正結果	補正されない	<u>補正されない</u>

※補正項目は、表中の項目のほか、市町別目的別属性別生量、着地大ゾーン別目的別集中量、着地中心駅距離帯別目的別手段別集中量、小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口、市町村別就業・非就業人口は共通して使用。

※（参考）山形都市圏におけるゾーンあたり人口は、小ゾーンで400人程度、中ゾーンで5,000人程度。

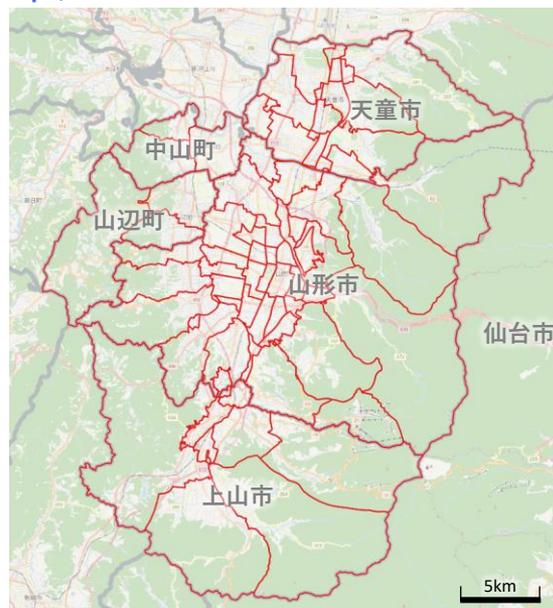
参考：山形都市圏PTデータの概要

調査時期	平成29年 10～11月
調査範囲	山形広域都市圏（山形市・天童市・上山市・山辺町・中山町） 人口：358,606人 ※平成27年国勢調査、5歳以上人口 面積：828km ²
サンプル数	回収サンプル数 23,100人 標本率 6.55% ※サンプル設計の考え方：道路交通センサスBゾーンの目的別手段別発生集中量 ゾーン数37、目的4区分、交通手段4区分
ゾーン数	大ゾーン：26 中ゾーン：73 小ゾーン：898 ➡ 1ゾーンあたり人口400人程度と非常に小さい

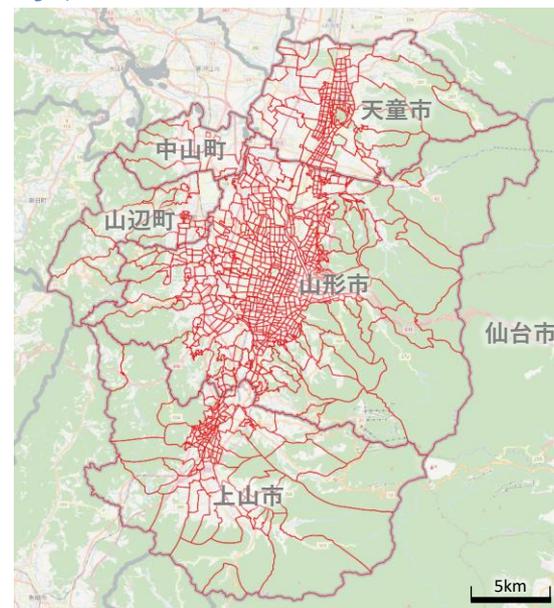
大ゾーン



中ゾーン



小ゾーン



補正計算の仕様

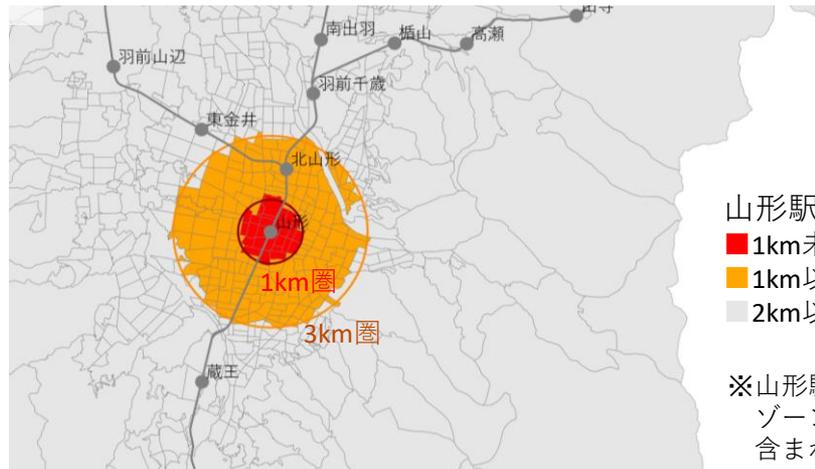
- 小サンプルPTのみを用いた補正と、滞留人口ビッグデータも用いた補正を想定した2つの補正パターンを設定した。
- 補正に用いる集計値を得るために必要なサンプル数については、削減方法を今後検討予定。

補正項目	パターン① 小サンプルPT (4,000*1サンプル程度)	パターン②: 小サンプルPT (4,000サンプル程度) + ビッグデータ
人口	小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口 市町村別就業・非就業人口	同左
発生量	市町別 高齢非高齢別 就業有無別 発生量	同左
目的地	市町別 目的別 集中量	同左
交通手段	着地中心駅距離帯別 手段別 集中量※3)	同左
滞留人口	なし	中ゾーン別 自宅/自宅以外別 9時~17時滞留人口※2)

※1) 都市圏全域を共通の抽出率で無作為抽出する際に、量の少ない鉄道トリップ数の統計的制度を担保するための必要標本数。

※2) 9時~17時の滞留人口による補正率を計算したのち、その平均補正率を用いて補正を実施。

※3) 山形都市圏では、山形駅を中心駅とした。



山形駅距離帯

■ 1km未満

■ 1km以上2km未満

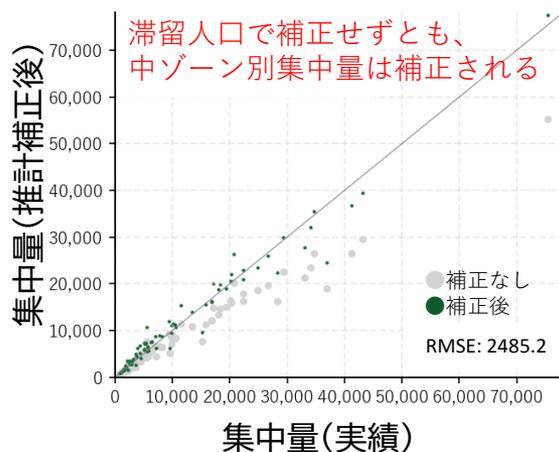
■ 2km以上

※山形駅から1km・2kmのバッファを生成し
ゾーン面積の7割が当該バッファ内に
含まれるかどうかで区分を付与

中ゾーン別集中量の補正結果

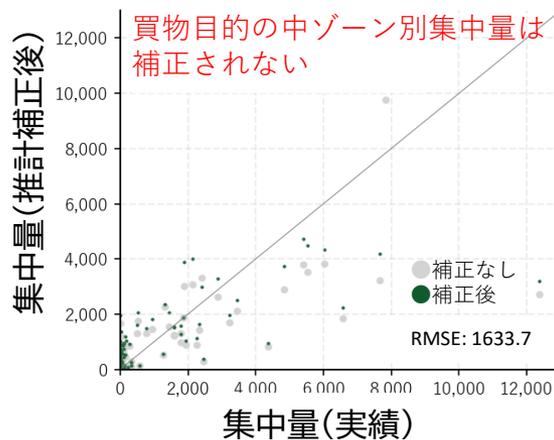
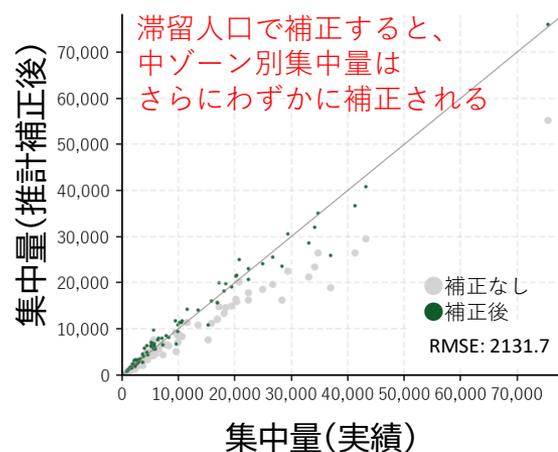
- 小サンプルPTのみによる補正であっても、全目的の中ゾーン別集中量は補正される。
- 詳細な目的別の中ゾーン別集中量は、一部の目的に関しては、補正されない場合がある。

パターン①：小サンプルPT
市町別目的別集中量で補正

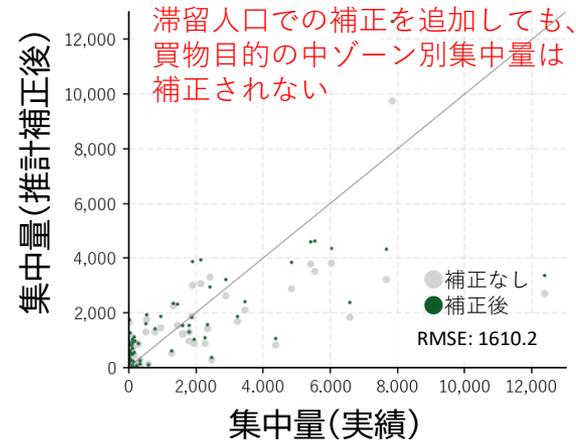


中ゾーン別集中量
(全目的)

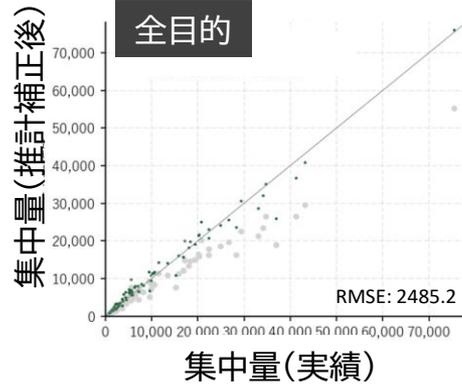
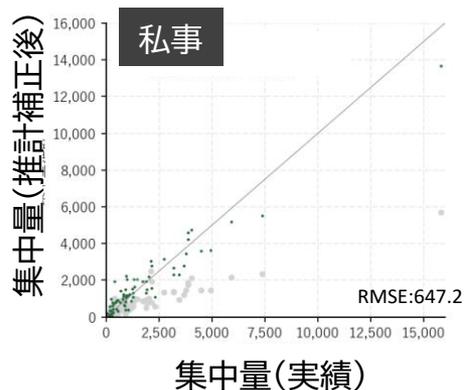
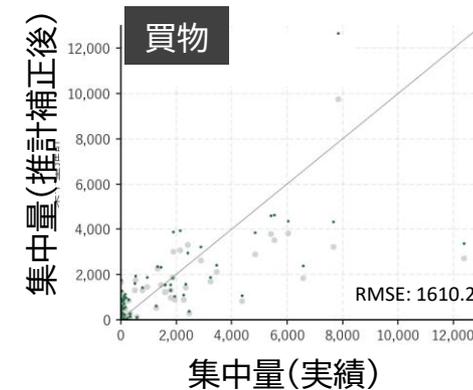
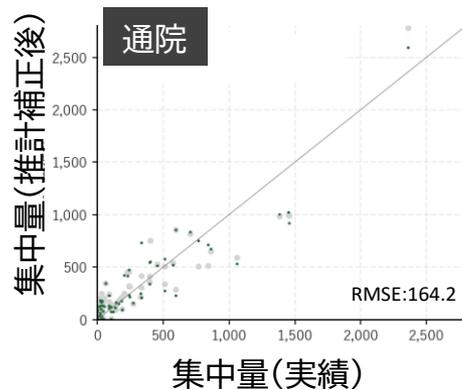
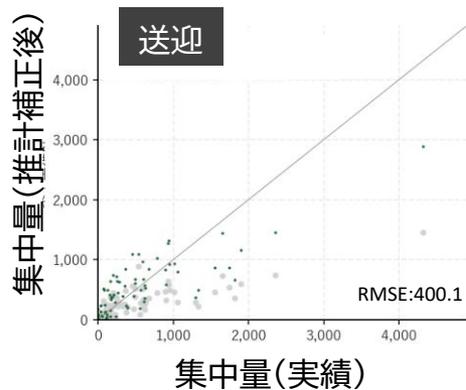
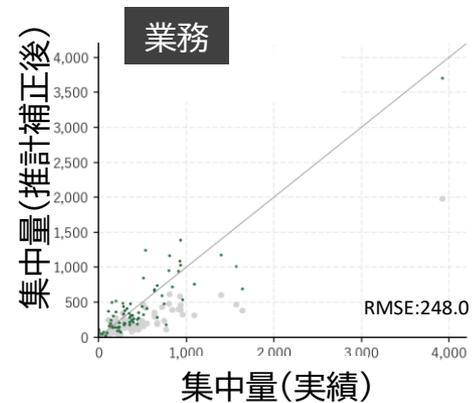
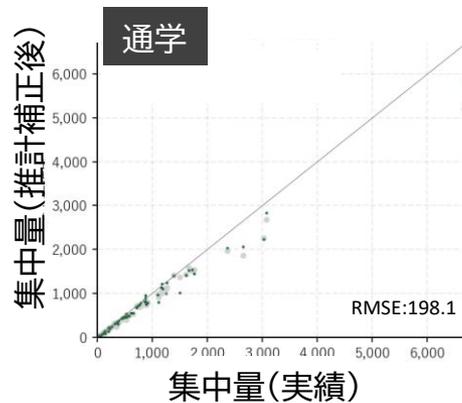
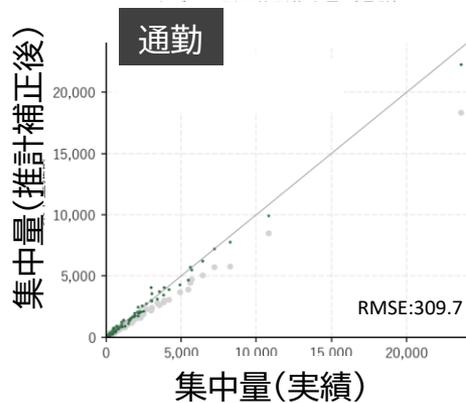
パターン②：小サンプルPT+ビッグデータ
市町別目的別集中量+中ゾーン別滞留人口で補正



中ゾーン別集中量
(買物)



(参考) 中ゾーン別目的別集中量の補正結果



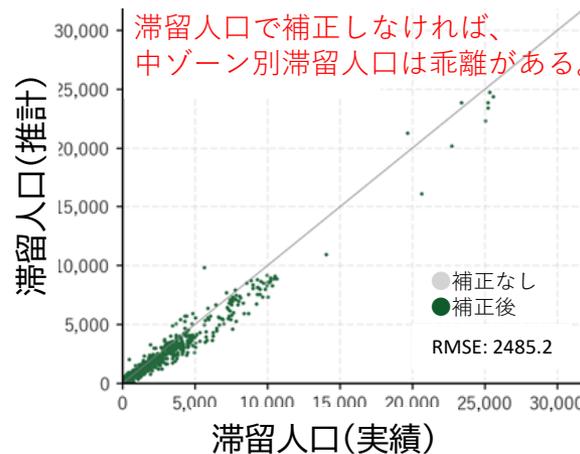
※いずれも、パターン②：小サンプルPT+ビッグデータ
(市町別目的別集中量+小ゾーン別滞留人口で補正)
で作成

● 補正なし
● 補正後

中ゾーン別滞留人口の補正結果

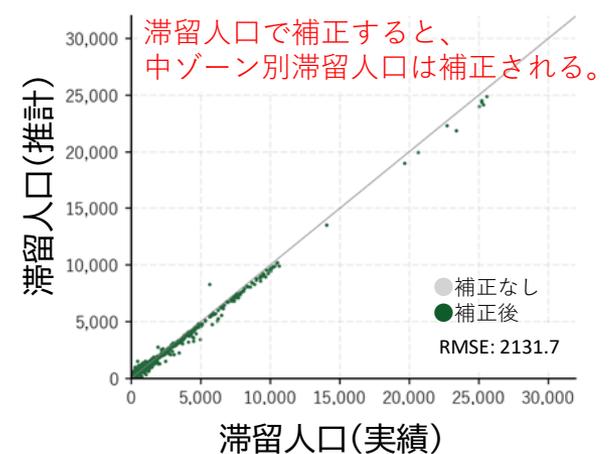
- 中ゾーン別滞留人口は、中ゾーン別滞留人口で補正したパターンで補正される。
- しかし、買物等の詳細な目的別の中ゾーン別滞留人口はあまり補正されない。

パターン①：小サンプルPT
市町別目的別集中量で補正

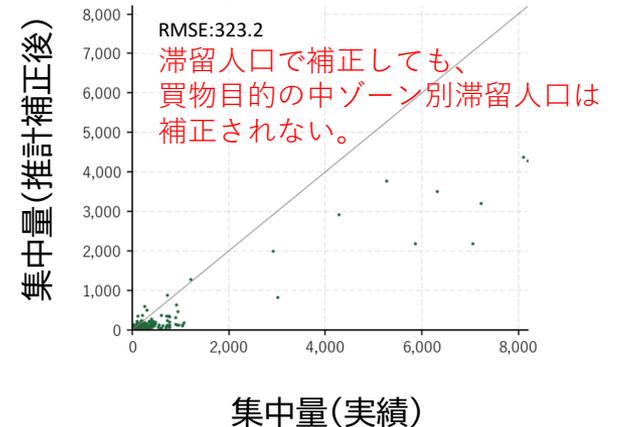
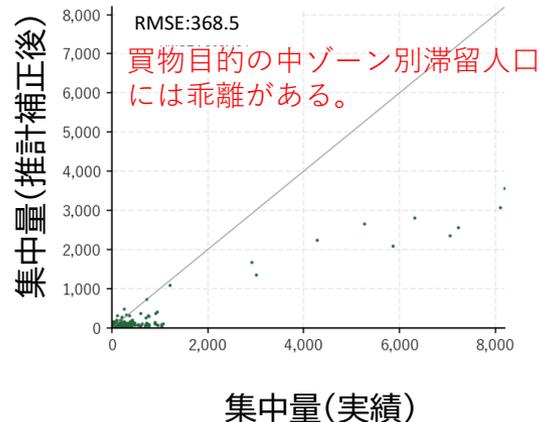


中ゾーン別滞留人口
(自宅以外)

パターン②：小サンプルPT+ビッグデータ
市町別目的別集中量+中ゾーン別滞留人口で補正

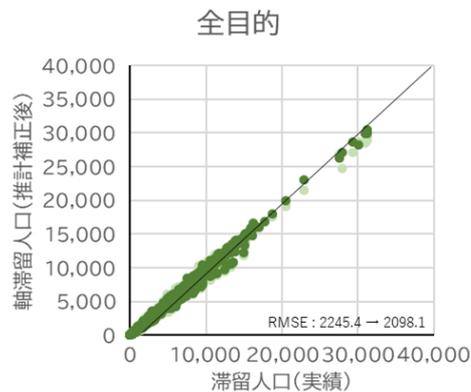
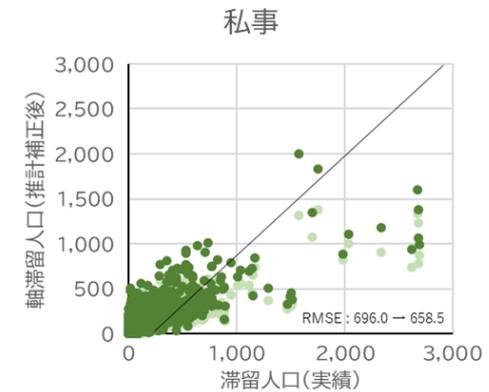
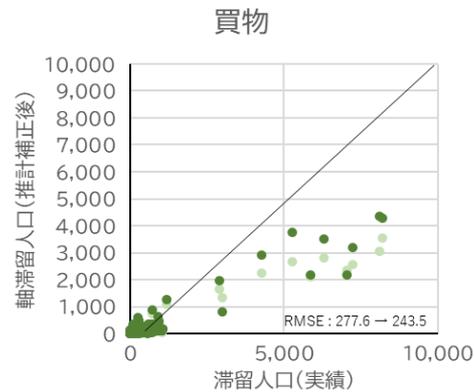
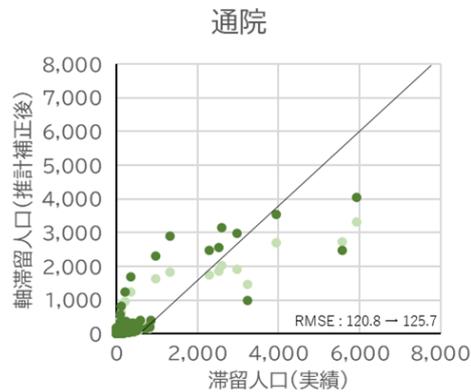
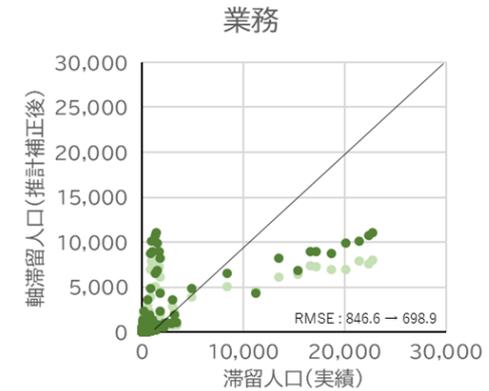
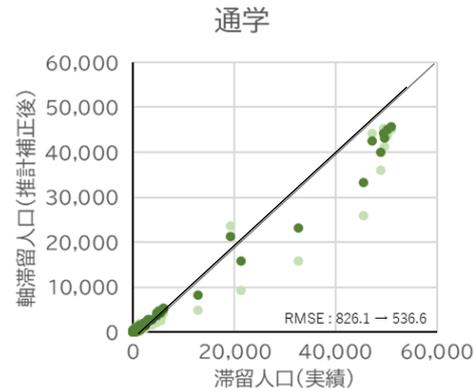
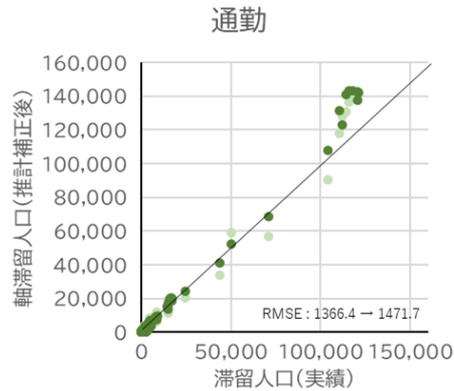


中ゾーン別滞留人口
(買い物)



(参考) 中ゾーン別目的別滞留人口の補正結果

- 滞留人口で補正しても、詳細な目的別の滞留人口は補正されない。



- パターン①：小サンプルPT
市町別目的別集中度で補正
- パターン②：小サンプルPT+ビッグデータ
市町別目的別集中度+小ゾーン別滞留人口で補正

検証結果のまとめと今後の予定

- 小サンプルPTを用いて、**中ゾーン**（1ゾーンあたり人口約5,000人）**別集中量を補正可能**である。
- **滞留人口**を用いると、さらにわずかに**補正可能**である。
- **目的別中ゾーン別集中量**は、小サンプルのPT調査による補正では、**補正されない目的が存在**する。滞留人口を用いて補正した場合も、滞留人口は詳細な目的が分かれていないため同様である。

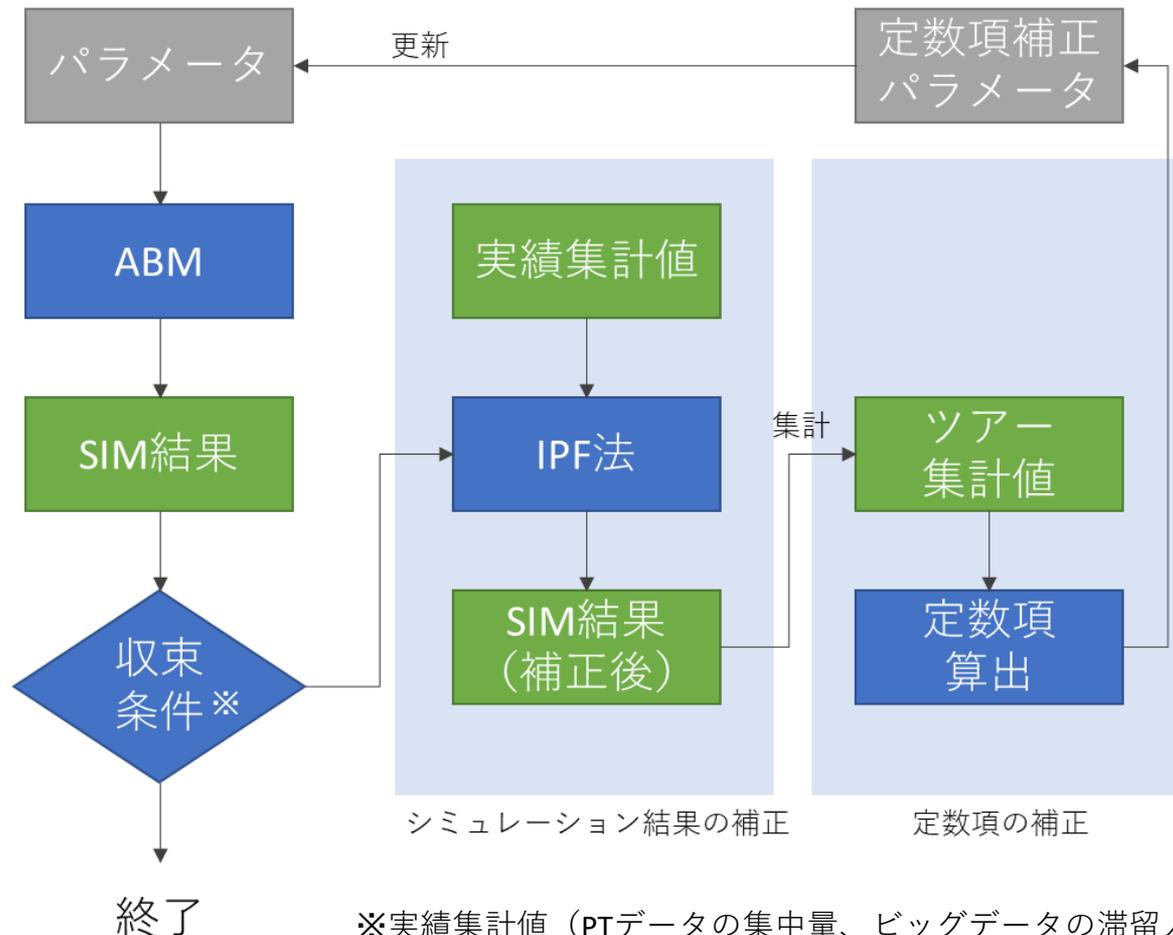
滞留人口ビッグデータを用いた補正の有無による補正結果の比較

	小サンプルPT（4,000サンプル程度） の使用を想定した補正	小サンプルPT（4,000サンプル程度） + 滞留人口ビッグデータ の使用を想定した補正
集中量による補正	市町別 目的別集中量 で補正	市町別 目的別集中量 で補正
滞留人口による補正	なし	中ゾーン別 自宅・自宅以外別 9時～17時台滞留人口で補正
中ゾーン別 自宅以外滞留人口 の補正結果	乖離がのこる	補正される
中ゾーン別 全目的集中量 の補正結果	補正される	さらにわずかに補正される
中ゾーン別 買物目的滞留人口 の補正結果	補正されない	補正されない
中ゾーン別 買物目的集中量 の補正結果	補正されない	補正されない

※補正項目は、表中の項目のほか、市町別高齢非高齢別就業有無別発生量、着地市町別目的別集中量、着地中心駅距離帯別手段別集中量、小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口、市町村別就業・非就業人口は共通して使用。

シミュレーション補正結果を用いたシミュレータのパラメータ更新

- シミュレーション結果をIPF法で補正した結果を用いてパラメータの定数項補正を行う。
- 定数項補正したパラメータを用いて再度シミュレーションを実施、結果が収束するまで繰り返す。
- 全てのモデルの定数項を更新すると、煩雑かつ収束に時間がかかる可能性があるため、まずは「ツアー発生回数」、「ツアー目的地」、「ツアー交通手段」の補正を行う。



※実績集計値（PTデータの集中量、ビッグデータの滞留人口等）との分布の一致度合い（KLダイバージェンス等）を収束条件とすることを想定