

PRTRデータを用いた大気汚染物質の運命予測 : 大気拡散モデルによるアプローチ

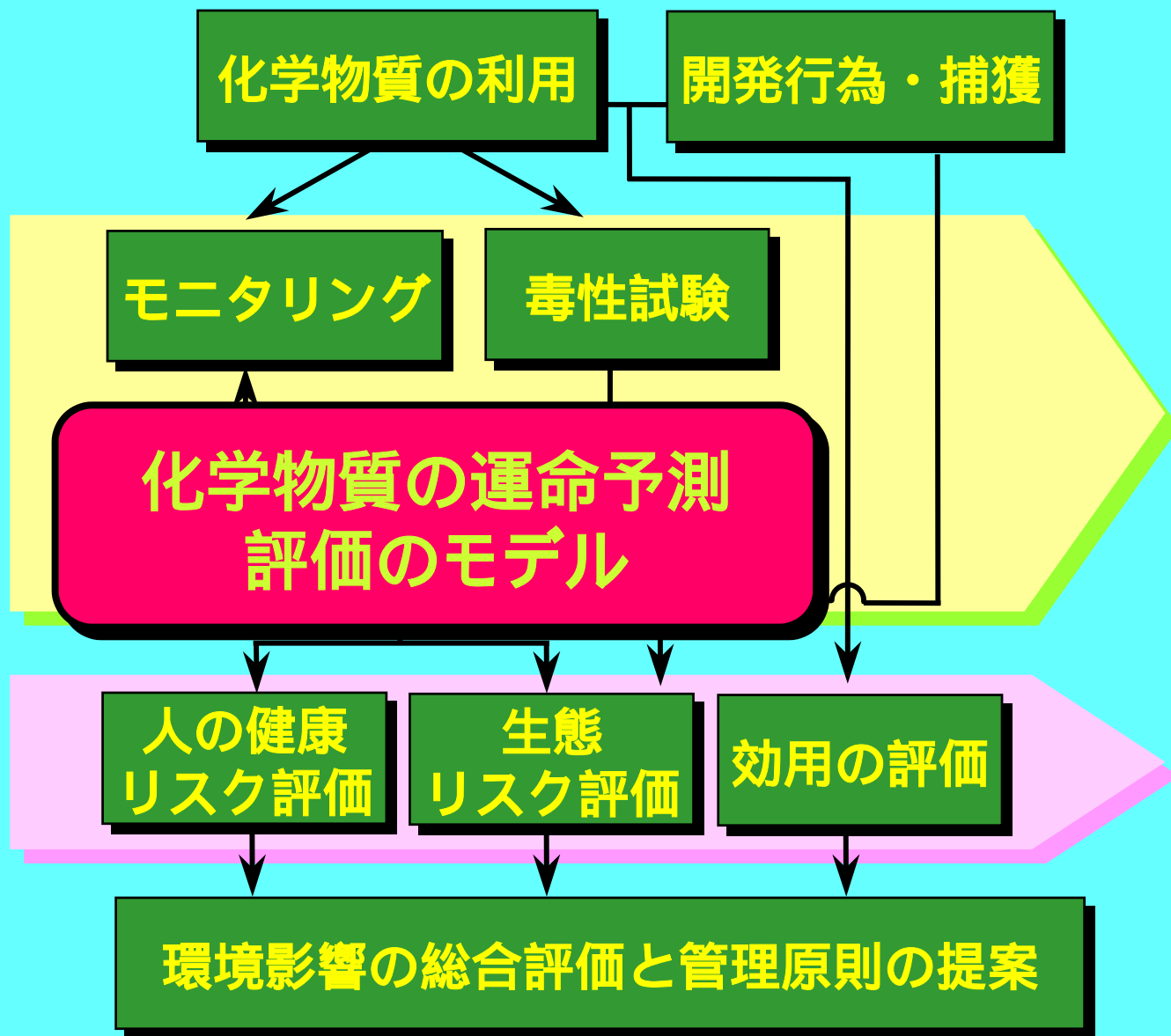
伏見暁洋¹, 梶原秀夫², 吉田喜久雄^{1,2,3}

¹ 横浜国立大学 環境科学研究センター

² 科学技術振興事業団

³ (株) 三菱化学安全科学研究所

RMGにおける本研究の位置付け



PRTRについて

・平成11年 7月 **PRTR法***が公布

*** PRTR法**: 特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律

・平成13年度 **PRTR制度**の実施

有害性のある化学物質の環境への排出量及び廃棄物に含まれての移動量を登録して公表する仕組み
行政庁が事業者の報告や推計に基づき、とりまとめる

約360の化学物質の環境排出データが公表

PRTRパイロット事業 ・平成 9年度, 10年度
・ 4地域 (川崎市, 湘南, 西三河, 北九州市)

排出データは推定値であり, 不確実性をもつ

排出データと環境濃度との整合性

PRTRデータ

移流・拡散, 反応,
他媒体への移動

排出量

モデル

計算濃度

比較

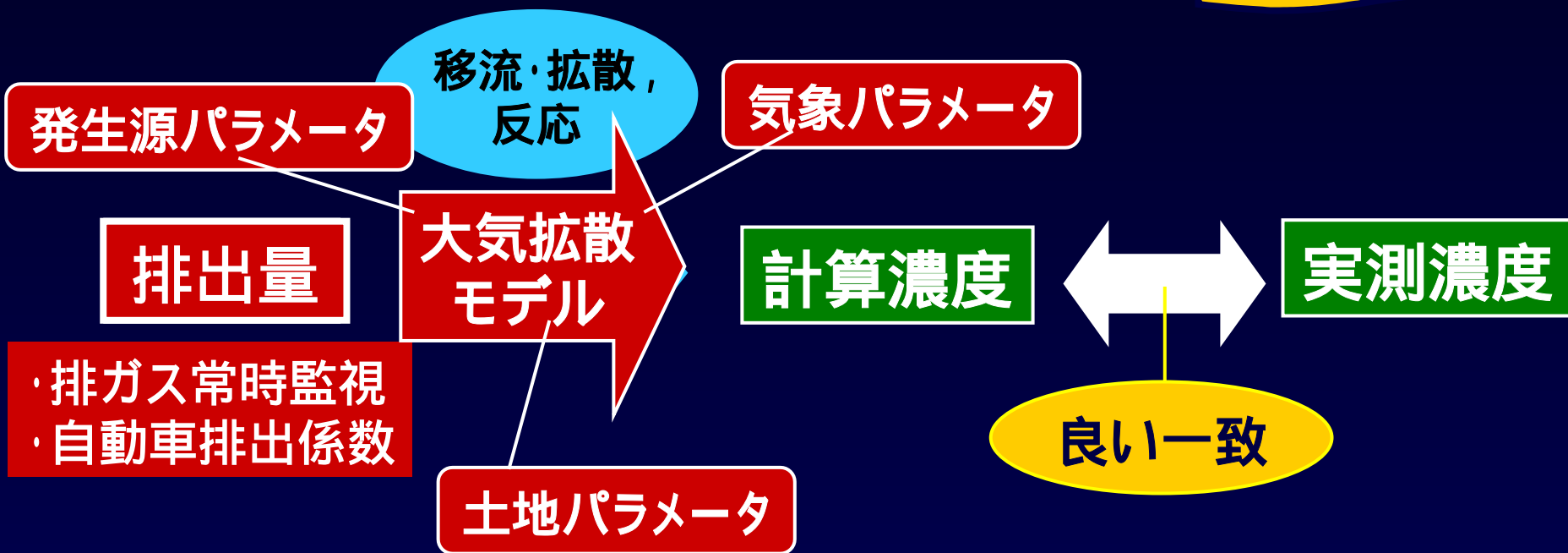
実測濃度

フィードバック

排出データと環境濃度の整合性を検証した例は少ない

総量規制モデル(NOx, SOx)

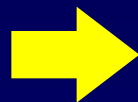
大気に限定



排出データと環境濃度との整合性が検証

問題点

- ・ 計算内容が不透明
- ・ 計算条件が複雑



他者による利用・検証, 不可能

リスク評価, PRTRデータの検証のためのモデル

(1) 他者による利用, 検証が可能

- ・ 公開 (汎用) ソフトを利用
- ・ 計算条件を簡略化

(2) 多様な排出データに対応可

➡ モデルの骨格: **ISC** (Industrial Source Complex model)

- ・ 大気拡散モデルの代表格 (米国EPAが開発)
- ・ プログラム・ソースコードが公開, 十分な検証
- ・ 無償で入手可, 利用が容易
(米国EPAのWeb Siteからダウンロード可能)
<http://www.epa.gov/scram001/>
- ・ 発生源種別 (道路, 工場) を任意に設定可

本研究の目的と構成

目的

- (1) 公開されたモデルによる大気濃度予測手法の検証
- (2) PRTRデータに基づく予測, PRTRデータの検証

構成

(1) 計算条件の設定, モデルの検証

物質: NOx

地域: 川崎市, 東京都

排出データ: 市区町村別排出データ^{1,2)}

比較対象: 総量規制モデルの計算結果^{1,2)}

(2) PRTRデータを用いた予測

物質: ベンゼン(発ガン性物質)

地域: 川崎市

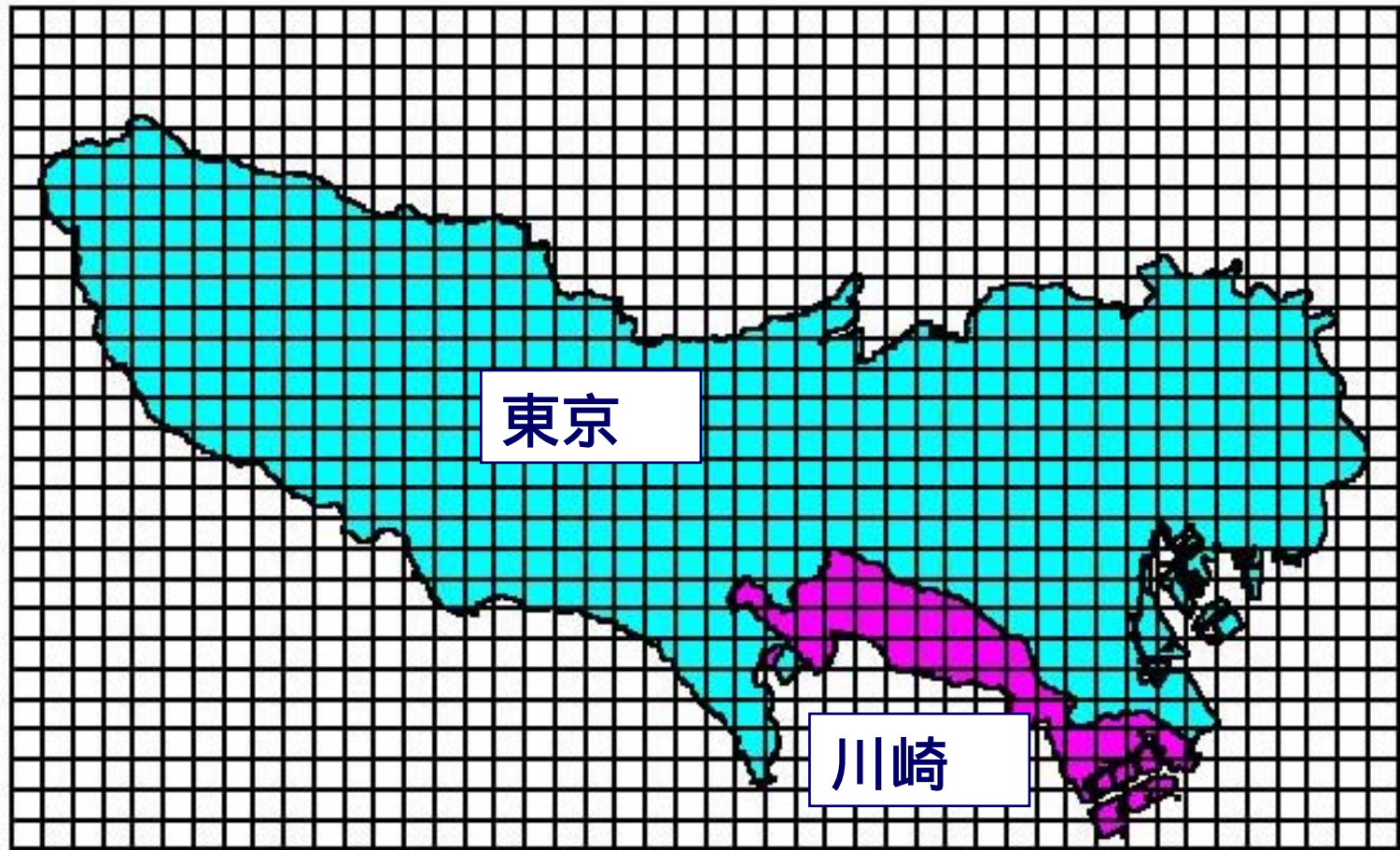
排出データ: 地域別排出データ

(平成10年度PRTRパイロット事業)

¹ 川崎市における今後の窒素酸化物対策及び浮遊粒子状物質対策について(川崎市, 1998)

² 窒素酸化物削減対策基礎調査報告書(東京都, 1997)

川崎市, 東京都の地図と 2×2 km 正方メッシュ



19座標系 第9系に基づくメッシュ。GISソフト“Arc View”を用いて作

川崎市におけるNOx排出量 (1993年度)

(トン/年)

区	工場・事業所*	自動車*	船舶**	民生**	合計
川崎区	11,307	1,342	624	78	13,351
幸区	28	296		78	402
中原区	62	273		78	413
高津区	124	618		78	820
多摩区	17	338		78	433
宮前区	17	766		78	861
麻生区	79	136		78	293
合計	11,634	3,768	624	548	16,574

川崎市における今後の窒素酸化物対策及び浮遊粒子状物質対策について(川崎市, 1998)

* 工場・事業所, 自動車の区毎排出データ: 川崎市からの私信

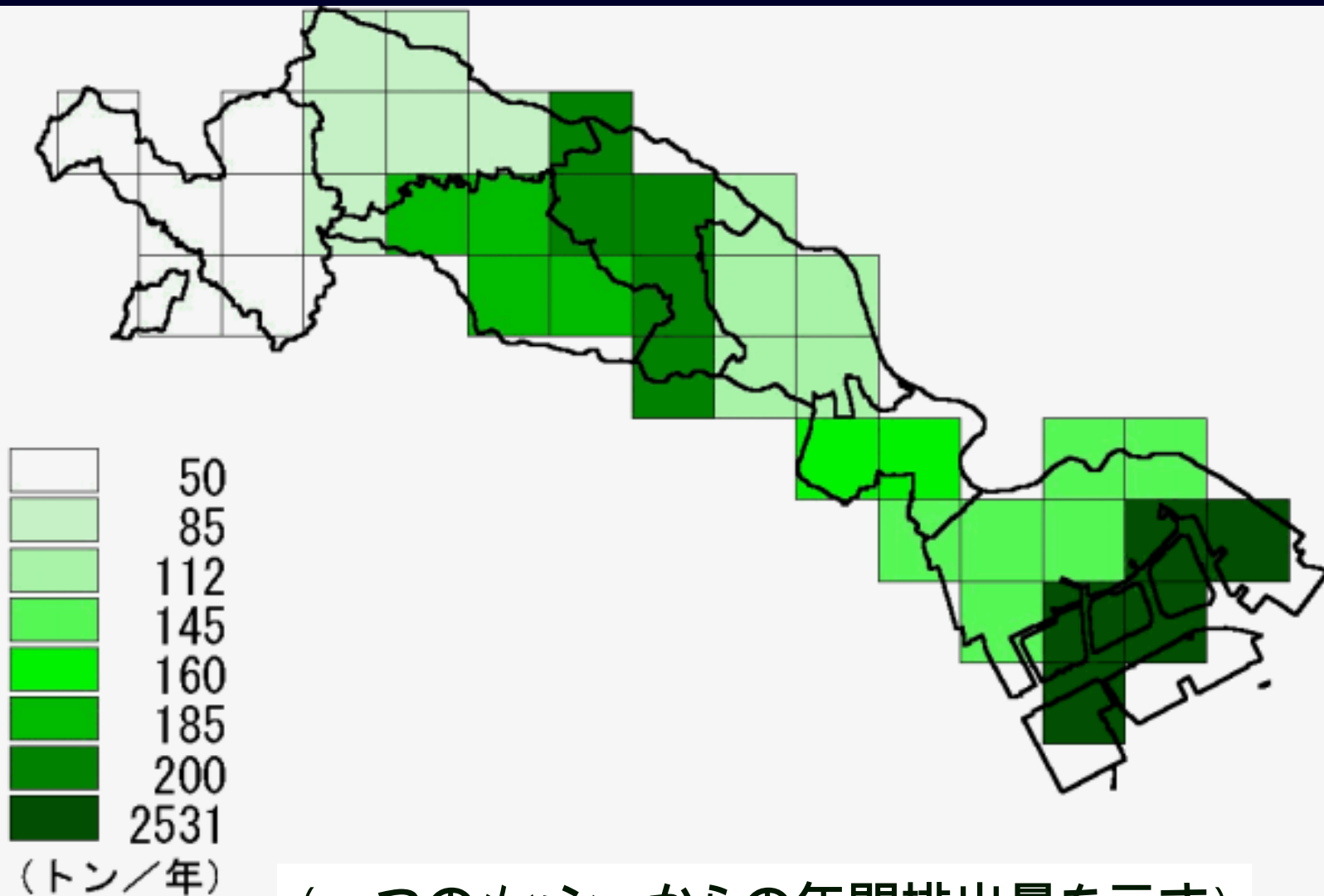
** 船舶, 民生の区毎排出データ: 筆者が割振り

パラメータ名

パラメータ値, 説明

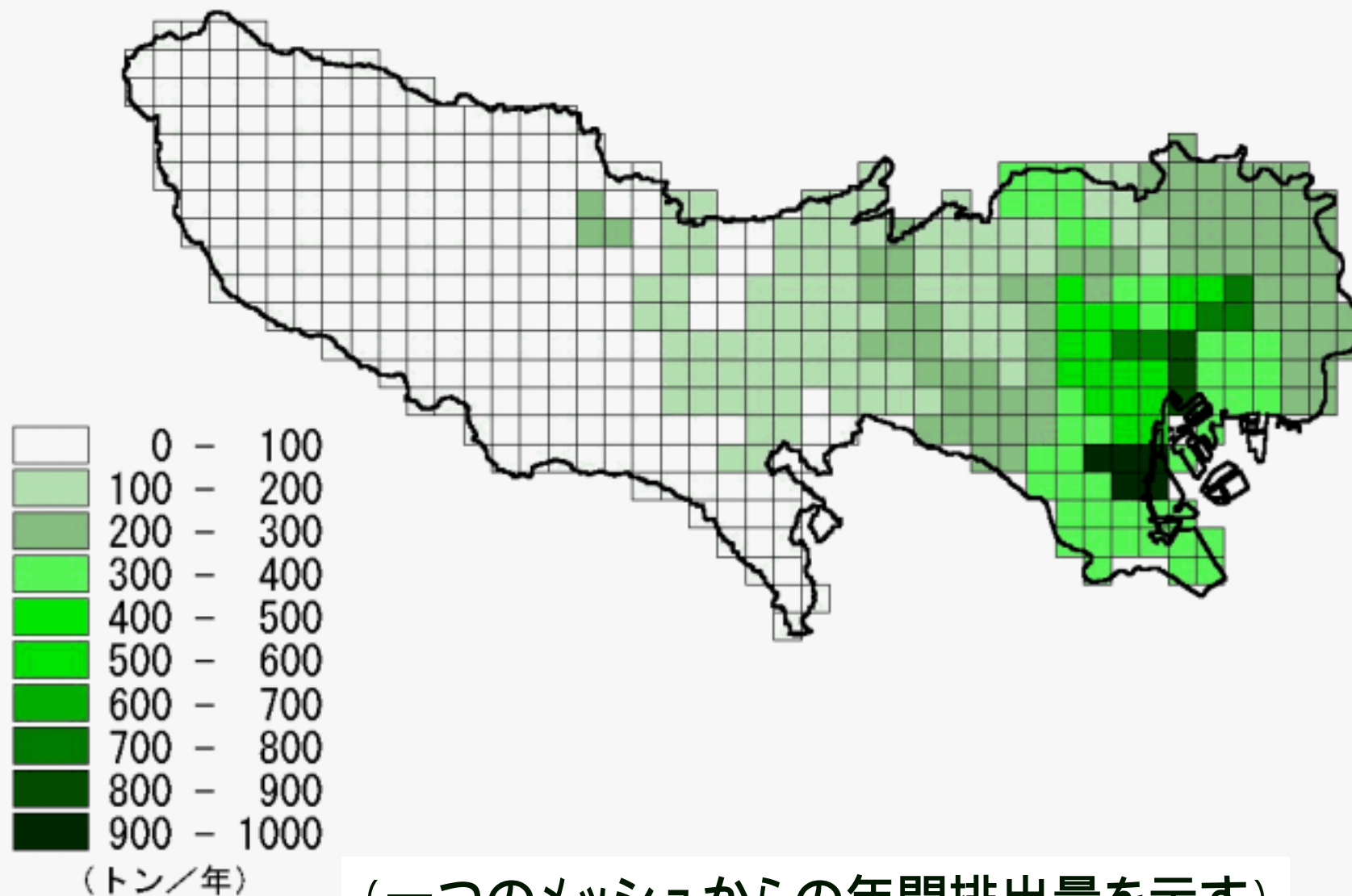
気象	気象データ	東京気象台データ(1997年): 全域に適用
	大気安定度	パスキルの安定度分類
	混合層高度 (m)	800(A), 600(B), 500(C), 300(D), (E), (F)
発生源	発生源形態	全て面発生源 (2×2km 正方形メッシュ)
	排出高度	工場(川崎区臨海部) … 100 m 工場(その他の区,市) … 50 m その他の発生源 … 1.5 m
レセプター (計算点)	配置 … 発生源メッシュの中央点 高度 … 1.5 m	
大気中での反応・消失	無視	

川崎市 NOx 排出マップ (1993年度)



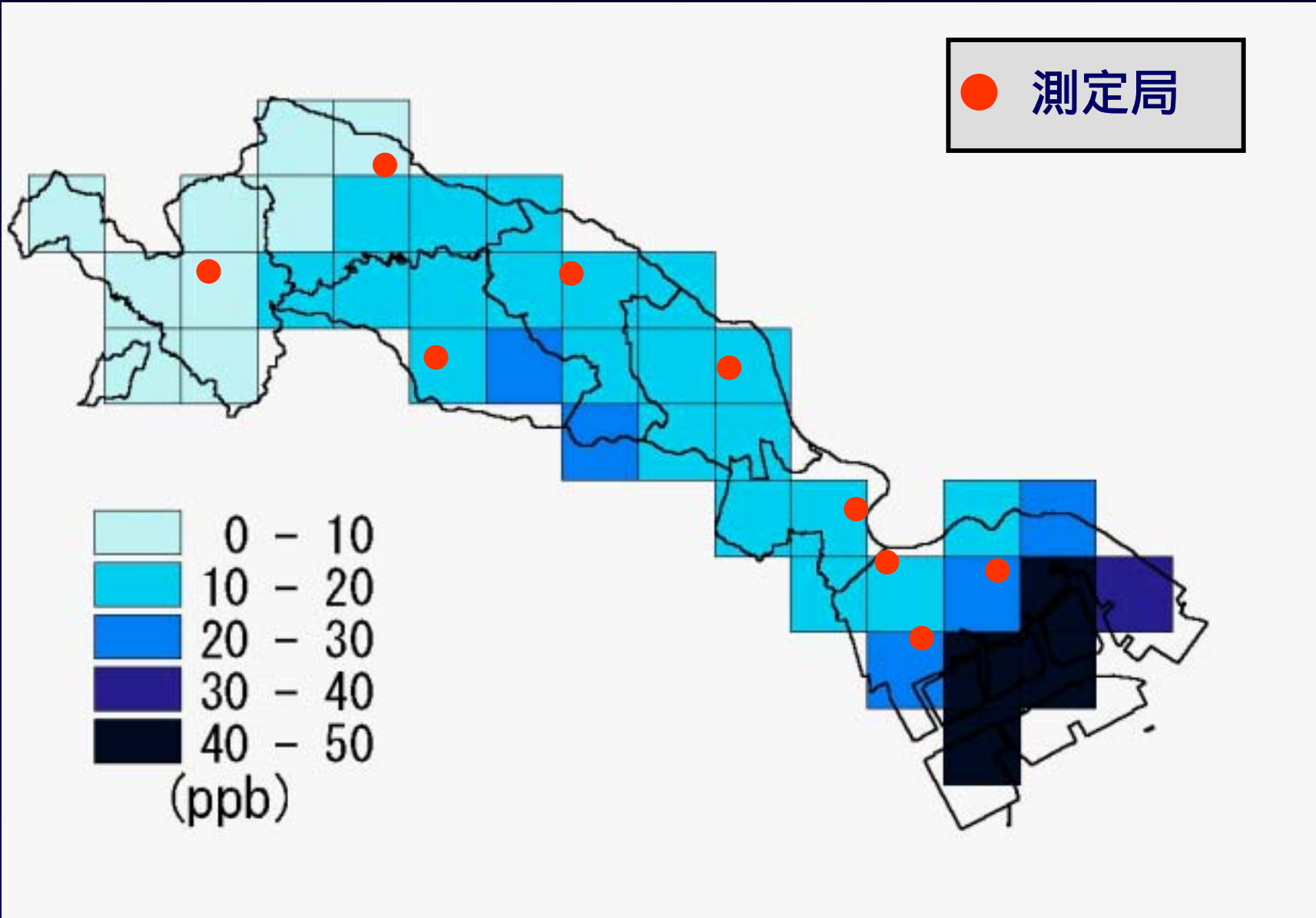
川崎市における今後の窒素酸化物対策及び浮遊粒子状物質対策について(川崎市, 1998)の区毎排出データより作成

東京都 NOx 排出マップ (1995年度)



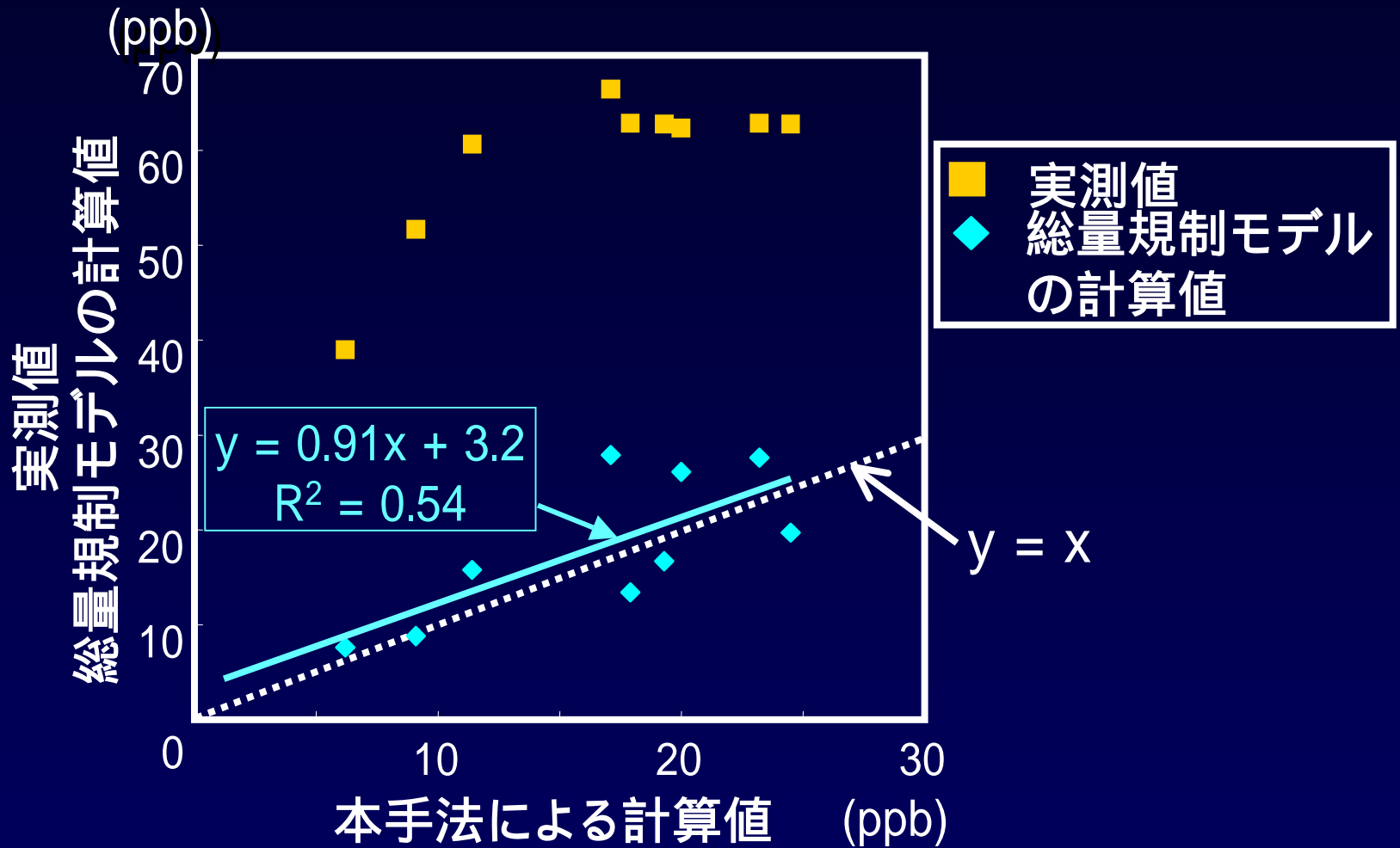
(一つのメッシュからの年間排出量を示す)

川崎市 NOx計算結果 (1993年度)



< 川崎市 NOx >

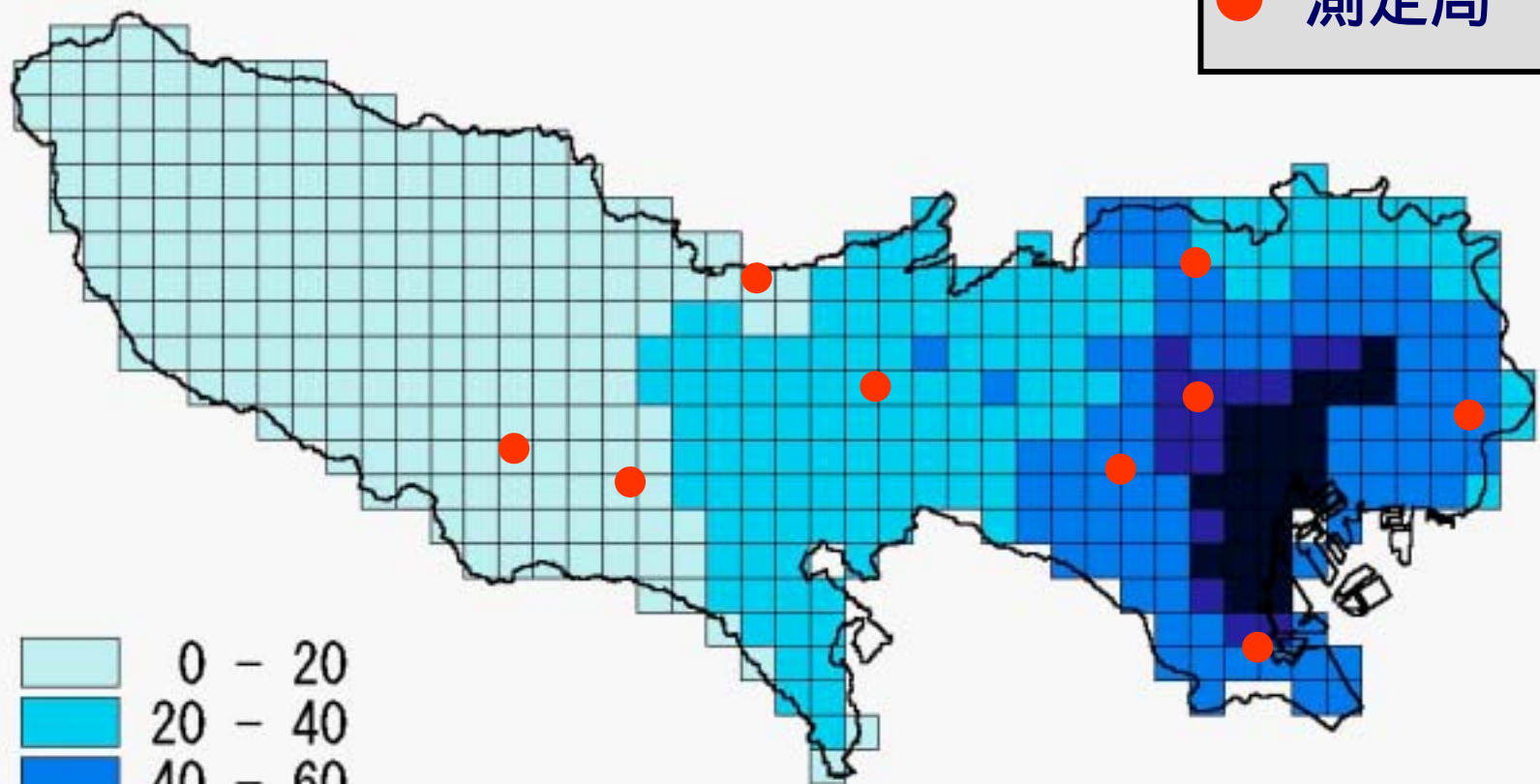
総量規制モデルの計算値，実測値との比較



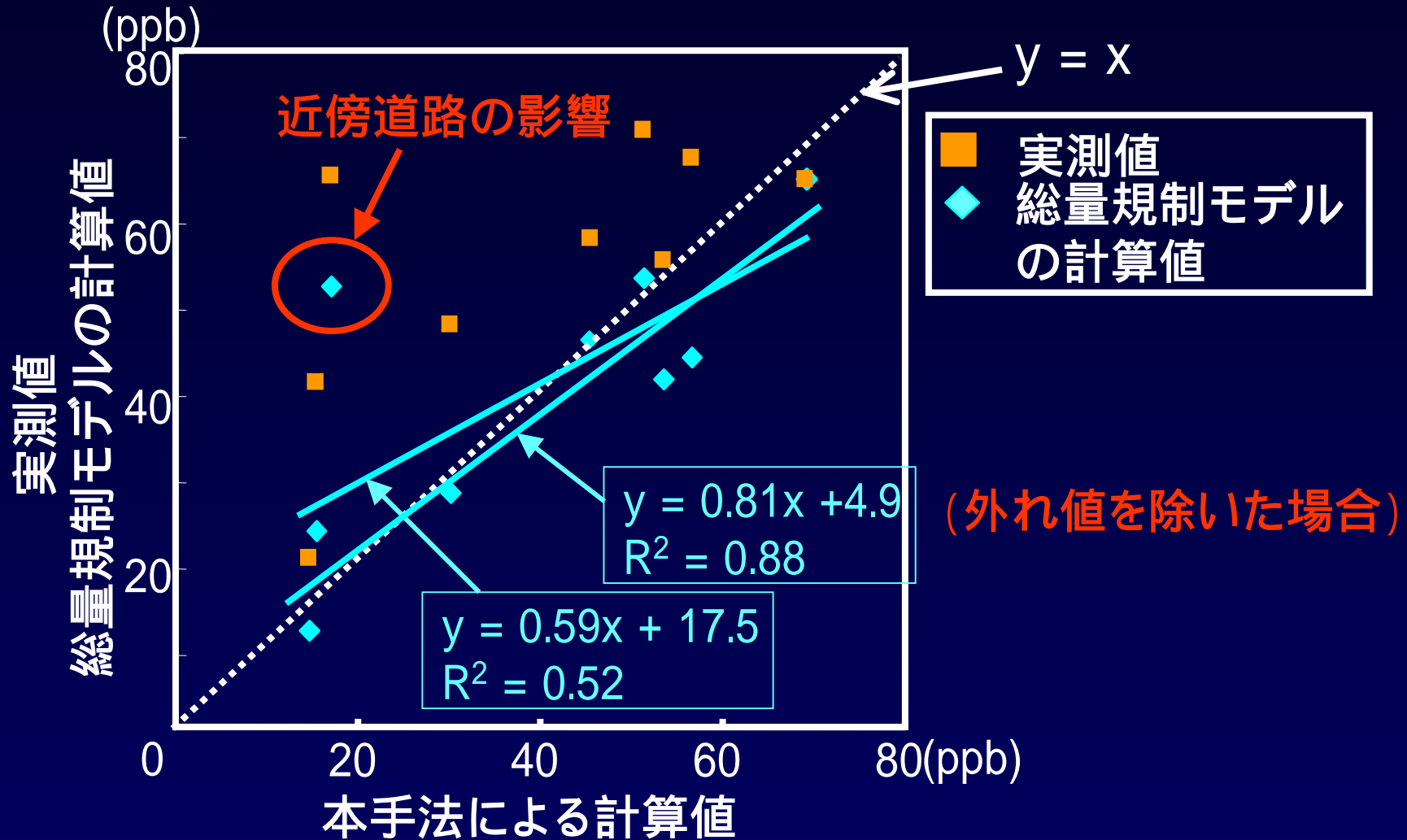
総量規制モデルの計算値とは良い一致を示したが、市外発生源を考慮していないため、実測値よりは小さな予測

東京都 NOx計算結果 (1995年度)

● 測定局



総量規制モデルの計算値，実測値との比較



総量規制モデルの計算値との良い一致を示し、都外発生源を考慮していないが、実測値とのズレは小さい

NOx: 計算結果のまとめ

~ 総量規制モデルの計算結果との比較 ~

	川崎市	東京都
計算濃度比	0.61 ~ 1.33 (0.91)	0.29 ~ 1.29 (0.96) 0.65 ~ 1.29 (1.07)
決定係数	0.54	0.52
相 関	有意 (p=0.05)	有意 (p=0.05)
傾き 1, 切片 0	有意 (p=0.05)	有意 (p=0.05)

総量規制モデルの計算を再現し, NOxの予測精度を確認

 PRTRデータを用いた予測へ

PRTRデータを用いた計算

川崎市におけるベンゼン排出量

(トン/年)

地域	工場・事業所	自動車	二輪車	船舶	鉄道	ガソリンスタンド	総量
臨海部	43.5	2.6	2.7	1.7	0	2.0	52.5
内陸部	0	3.4	8.5	0	0	2.9	14.8
丘陵部	0	3.2	6.6	0	0	3.0	12.8
合計	43.5	9.2	17.8	1.7	0	7.9	80.1

平成10年度 PRTRパイロット事業報告書(環境庁, 1999)

臨海部: 川崎区

内陸部: 幸区, 中原区, 高津区

丘陵部: 宮前区, 多摩区, 麻生区

ベンゼン

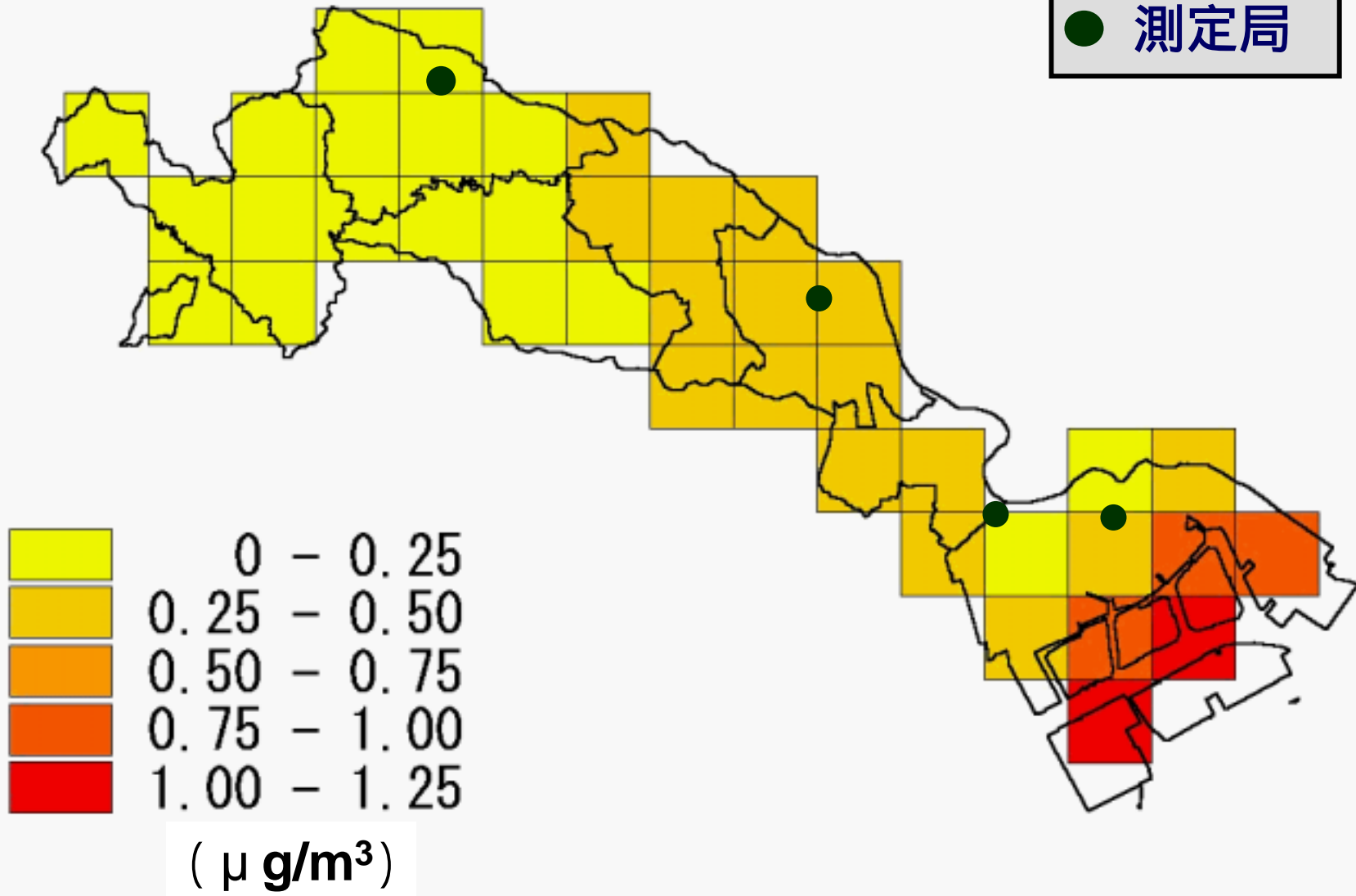
計算条件・パラメータ

パラメータ名	パラメータ値, 説明	
気象	気象データ	東京気象台データ(1997年): 全域に適用
	大気安定度	パスキルの安定度分類
	混合層高度 (m)	800(A), 600(B), 500(C), 300(D), (E), (F)
発生源	発生源形態	全て面発生源 (2 × 2km 正方形メッシュ)
	排出高度	工場 … 10 m その他の発生源 … 1.5 m
レセプター (計算点)	配置 … 発生源メッシュの中央点 高度 … 1.5 m	
大気中での反応・消失	無視	

工場の発生源高度以外の計算条件はNOxと同一

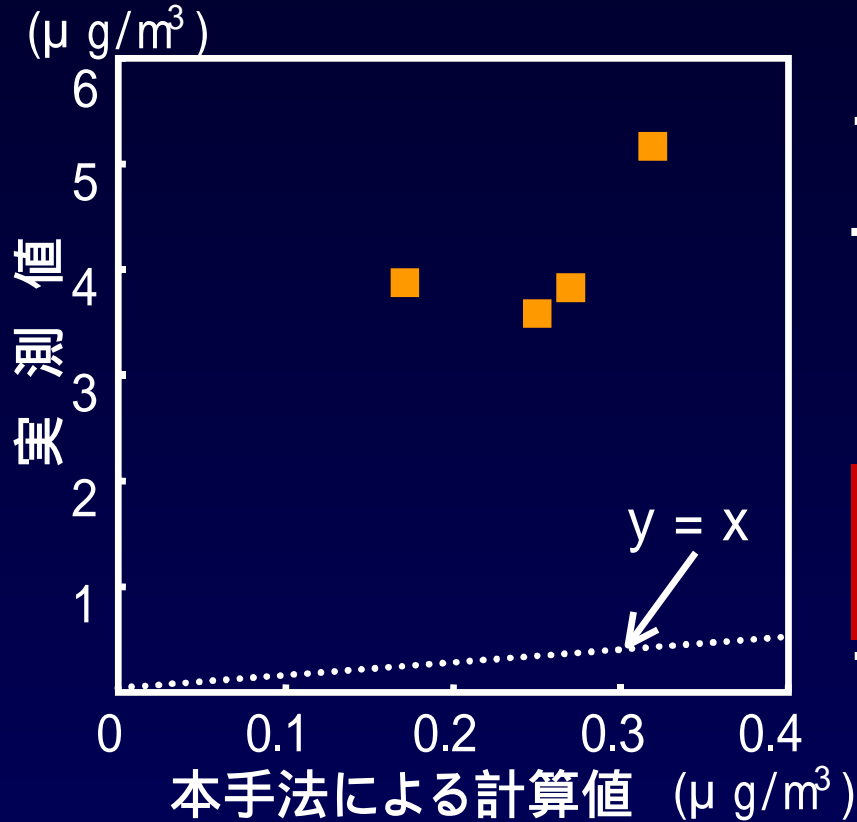
川崎市ベンゼン計算結果 (1997年度)

● 測定局

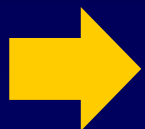


< 川崎市ベンゼン >

実測値との比較

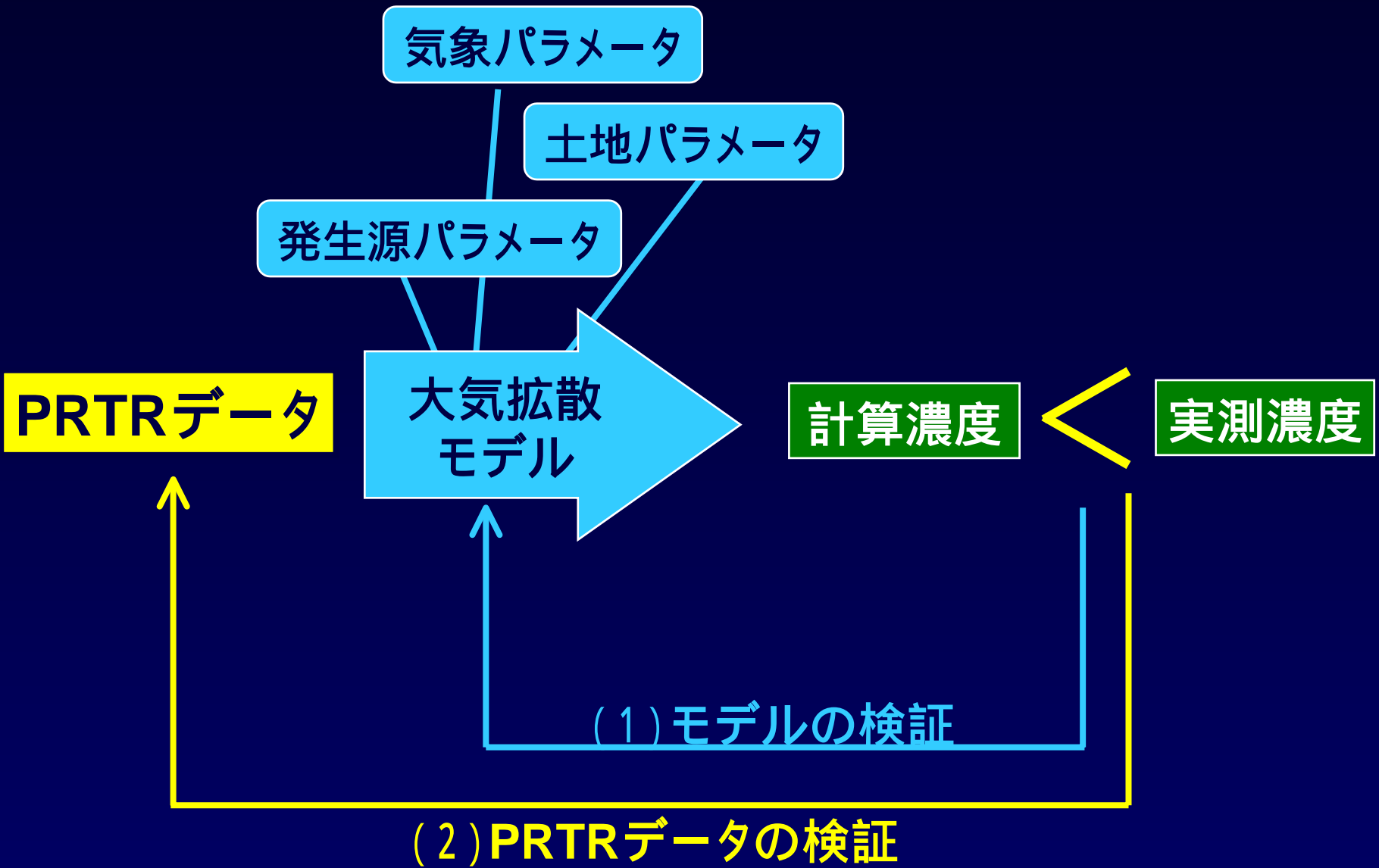


	ベンゼン	NOx
実測値	4.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59.5 ppb
計算値	0.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.1 ppb
<u>計算値</u> <u>実測値</u>	6 %	27 %



ベンゼンの計算結果は、NOxに比べて過小
(計算値 / 実測値 : 約4分の1)

[考察] ベンゼン過小推定の原因



モデルの検証(1): バックグラウンド濃度

ベンゼンのバックグラウンド濃度は $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と大きい

< 1 > 全国における測定結果

バックグラウンド濃度 $\left\{ \begin{array}{l} \text{NOx}^* \quad \dots \quad 0 \sim 4 \text{ ppb (ほぼゼロ)} \\ \text{ベンゼン}^{**} \quad \dots \quad \text{約 } 1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{array} \right.$

** 窒素酸化物総量規制マニュアル(環境庁, 1995)

* 有害大気汚染物質モニタリング調査結果(環境庁, 1998)

< 2 > 横浜国大における連続測定(1997年度)

$$[\text{ベンゼン}(\mu\text{g}/\text{m}^3)] = 0.067 [\text{NOx}(\text{ppb})] + 0.91$$

大気中での半減期: $\left\{ \begin{array}{l} \text{NOx} \quad 0.5 \sim 4.5 \text{ 日程度} \\ \text{ベンゼン} \quad 5 \text{ 日程度} \end{array} \right.$

➡ バックグラウンド濃度を考慮しても, ベンゼンは過小推定

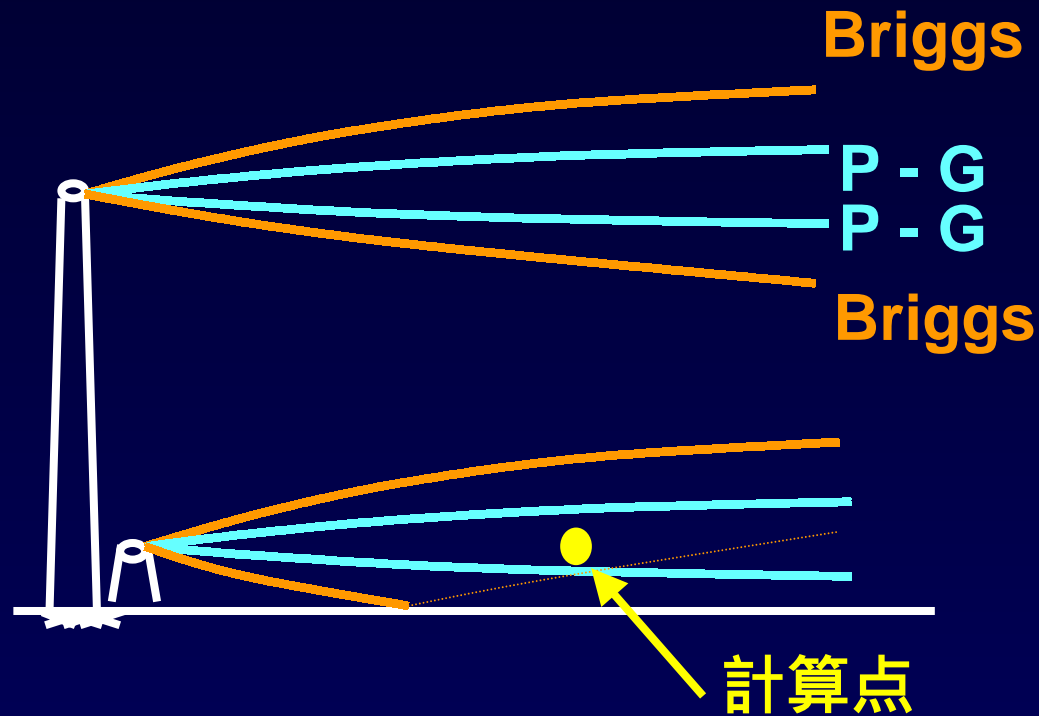
モデルの検証(2): 拡散幅の決定式

拡散幅の決定式

- 都市: Briggs式 (今回の計算に使用)
- 田園: P-G式

	排出高度 (m)	排出量 (%)
NOx	100	68
	50	2
	1.5	30
ベンゼン	10	54
	1.5	46

(計算点高度: 1.5 m)



Briggs式 P-G式

ベンゼンは一致が良くなるが, NOxは過大に

➡ ベンゼン過小推定の原因とは言えない

PRTRデータの検証

川崎市

	排出量 (トン/年)	実測濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\frac{\text{排出量(トン/年)}}{\text{実測濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}$
NOx	17000 *	110	150
ベンゼン	80 **	4.1	20

* 川崎市における今後の窒素酸化物対策及び浮遊粒子状物質対策について(川崎市, 1998)

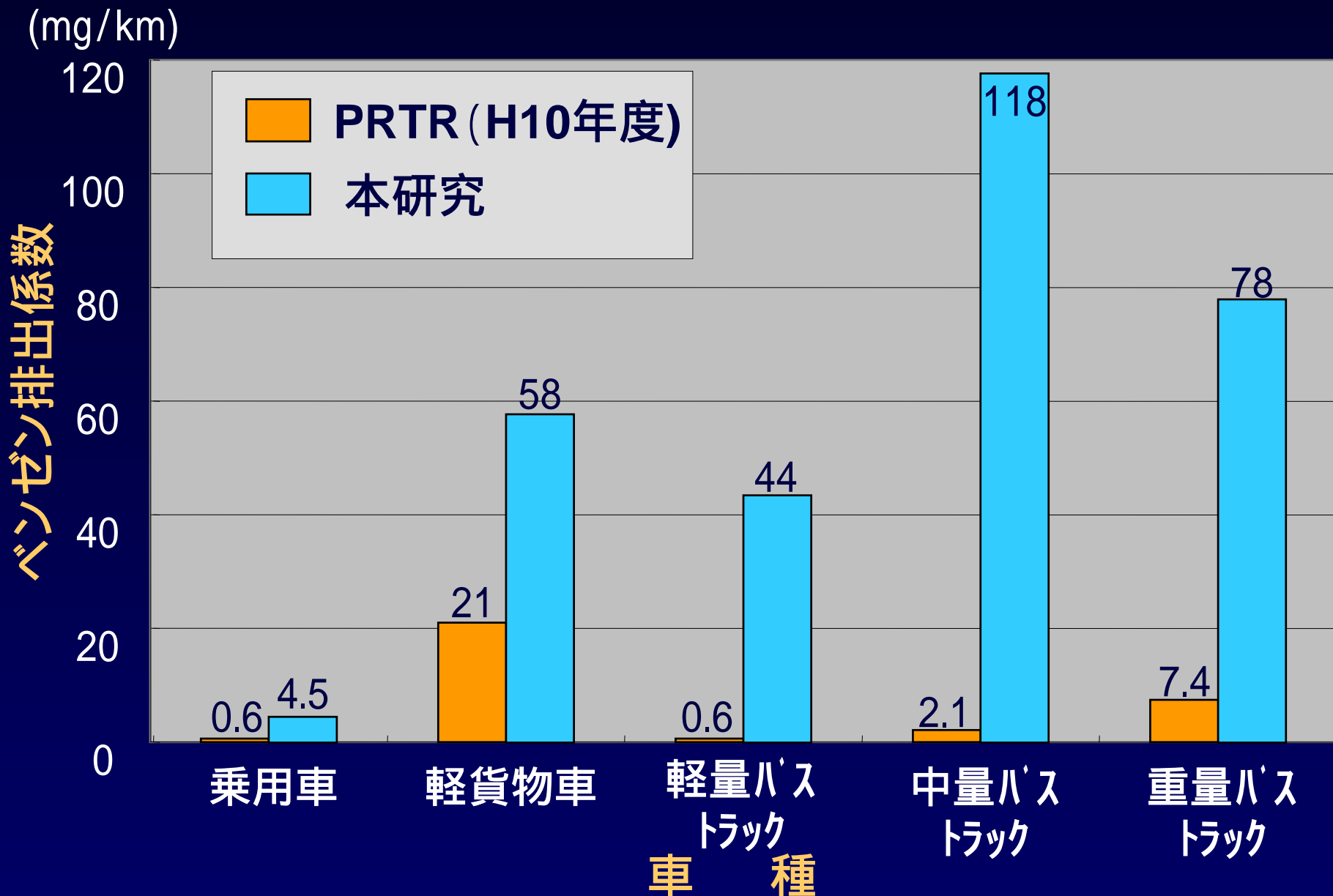
** 平成10年度PRTRパイロット事業報告書(環境庁, 1999)

PRTRデータの過小可能性

1. 工場・事業所(化学系製造業)からの報告率が55%と低い
2. 自動車及び二輪車の排出係数が過小

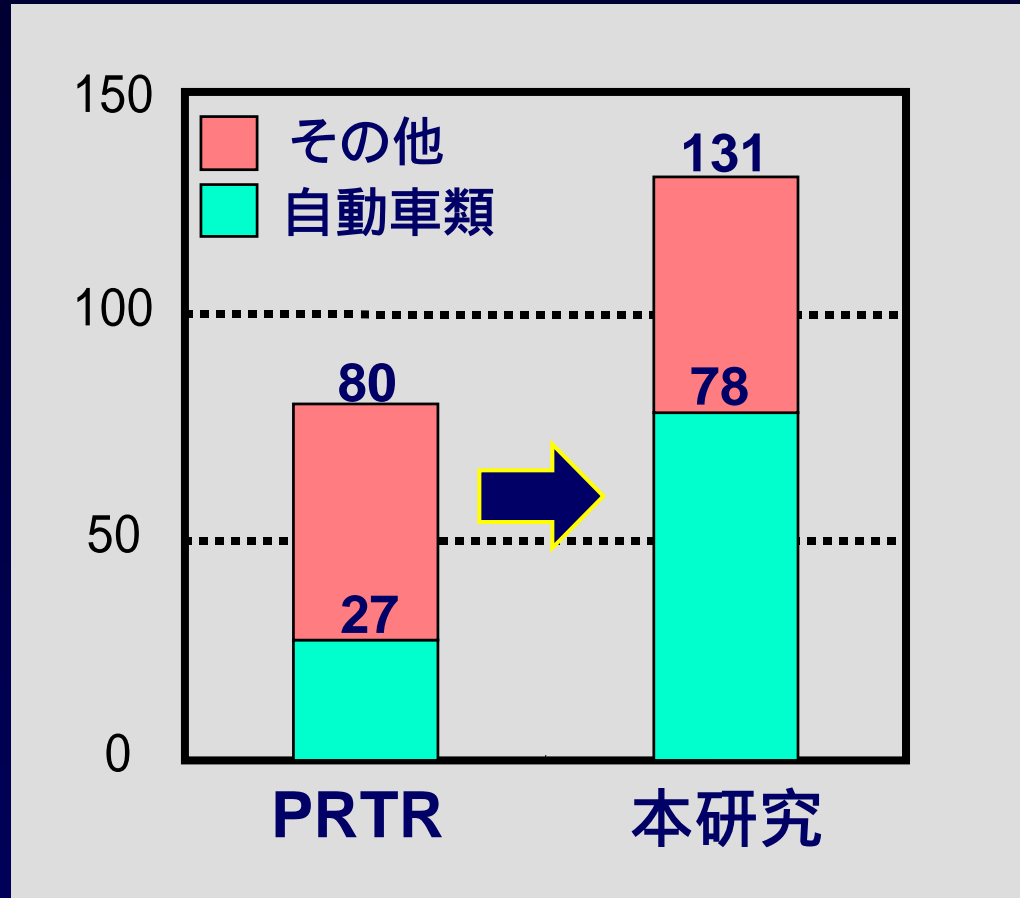
ガソリン車のベンゼン排出係数

～ 乗用車の実験値に、炭化水素の排出係数比をかけて算出 ～

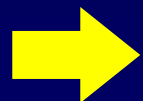


ベンゼン排出量の見積もり直し例

～ ガソリン車からの排出量のみ変更 ～



自動車類からの排出量は 2.9倍 , 総排出量は1.6倍に



ベンゼン過小推定の原因となりうる

まとめ

公開された大気拡散モデルを用いた計算の結果

- (1) **NOxの濃度予測**(川崎市, 東京都)においては,
総量規制モデルの結果と良い一致
- (2) **PRTRデータを用いたベンゼンの濃度予測**においては,
計算値と実測値との比はNOxの場合の4分の1と過小

ベンゼン過小推定の原因として

< モデルの検証 > (a) バックグラウンド濃度 (b) 拡散幅の決定式
原因を説明しきれない

< PRTRデータの検証 > PRTRデータが過小である可能性

➡ モデルの適用条件(物質, 地域)に課題が残るが,
PRTRデータが過小である可能性が示唆された