



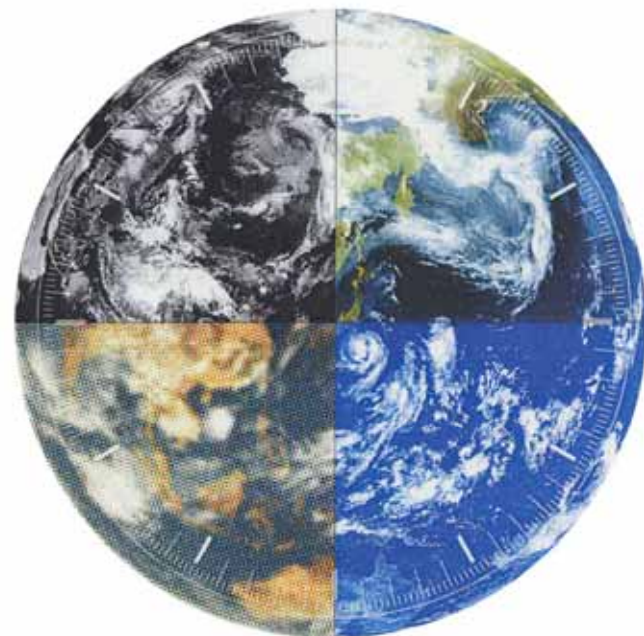
よりよい大気をめざして
自動車と燃料のさらなる挑戦

JCAP第4回成果発表会

大気企画WG報告

JCAP II 統合化大気モデルの開発

2005年6月2日



報告内容

1. JCAP II 大気モデル研究の背景
2. リアルワールド(排出量推計)
3. 高精度 (広域大気モデル)
4. 沿道モデル
5. ナノ粒子モデル
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
8. 大気モデル統合化

1. JCAP II 大気モデル研究の背景

2. リアルワールド(排出量推計)

3. 高精度 (広域大気モデル)

4. 沿道モデル

5. ナノ粒子モデル

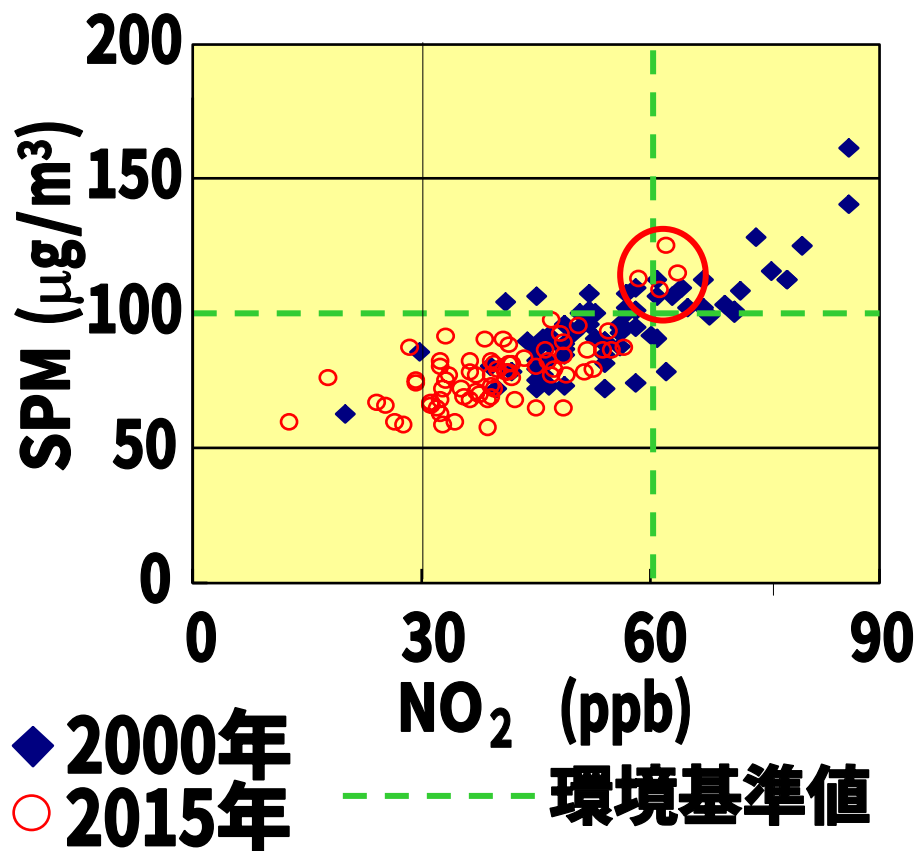
6. まとめ

7. JCAP II 後半の課題

8. 大気モデル統合化

1.1 JCAP I の結果とJCAP II への課題

結果：2000→2015年、東京都、
98%値による評価



JCAP II で取り組むべき課題

- 排出量推計精度の向上
 - 自動車排出量
 - 自動車以外
- 大気モデルの改良
 - 超広域(東アジア)～沿道、マルチスケールモデルの開発
- 粒子モデルの改良
 - 粒子組成・粒径分布の精度向上
 - 平衡モデル ⇒ 動力学的モデル

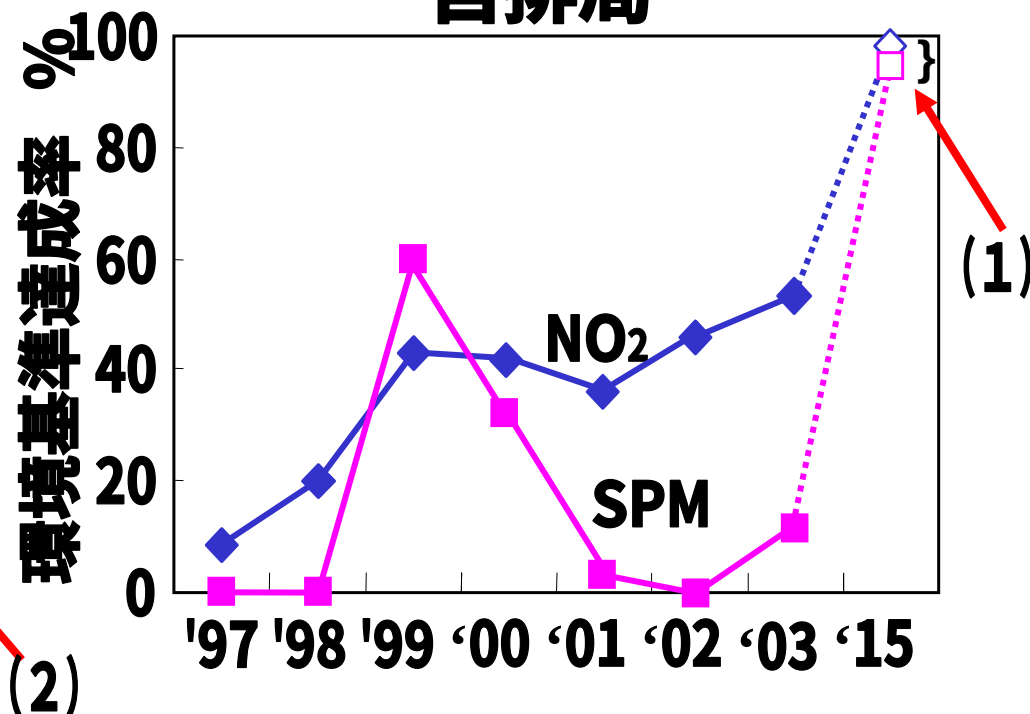
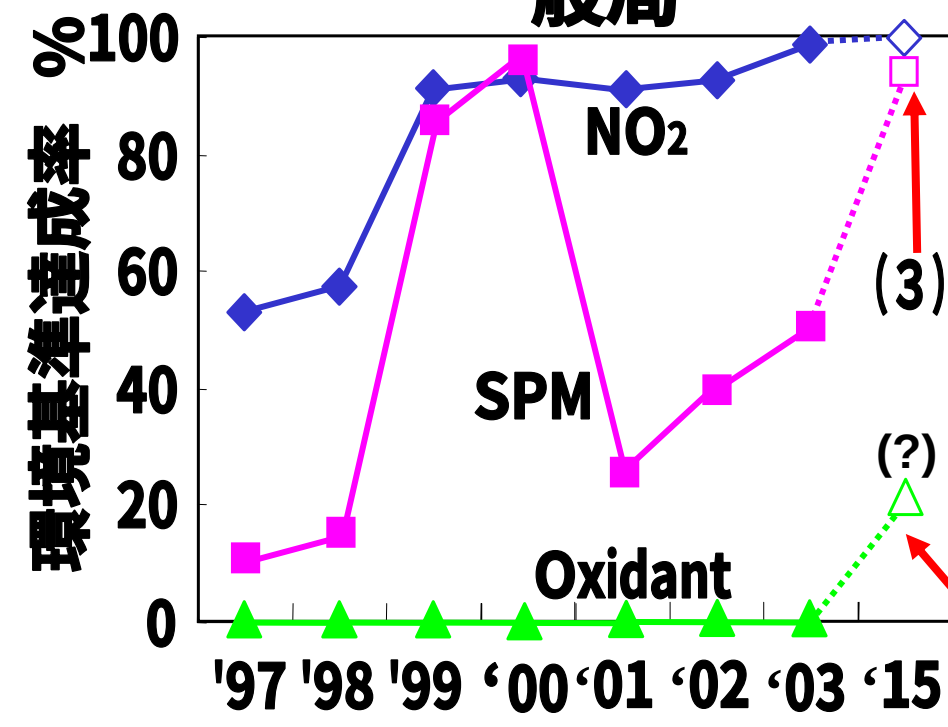
2015年には、自排局の一部を除き、環境基準を達成すると予測

1.2 日本の大気環境の実情と課題

-都内における環境基準達成率- (白抜き、点線は予測値)

一般局

自排局



出典: 東京都調査データ

環境基準未達の問題点と検討課題

- (1) 沿道における高濃度局 … 自動車排出量、予測精度
- (2) 光化学オキシダント … NO_x/HC比、B/Gオゾン濃度
- (3) 一般局SPMの基準未達成 … 黄砂、2日間条項

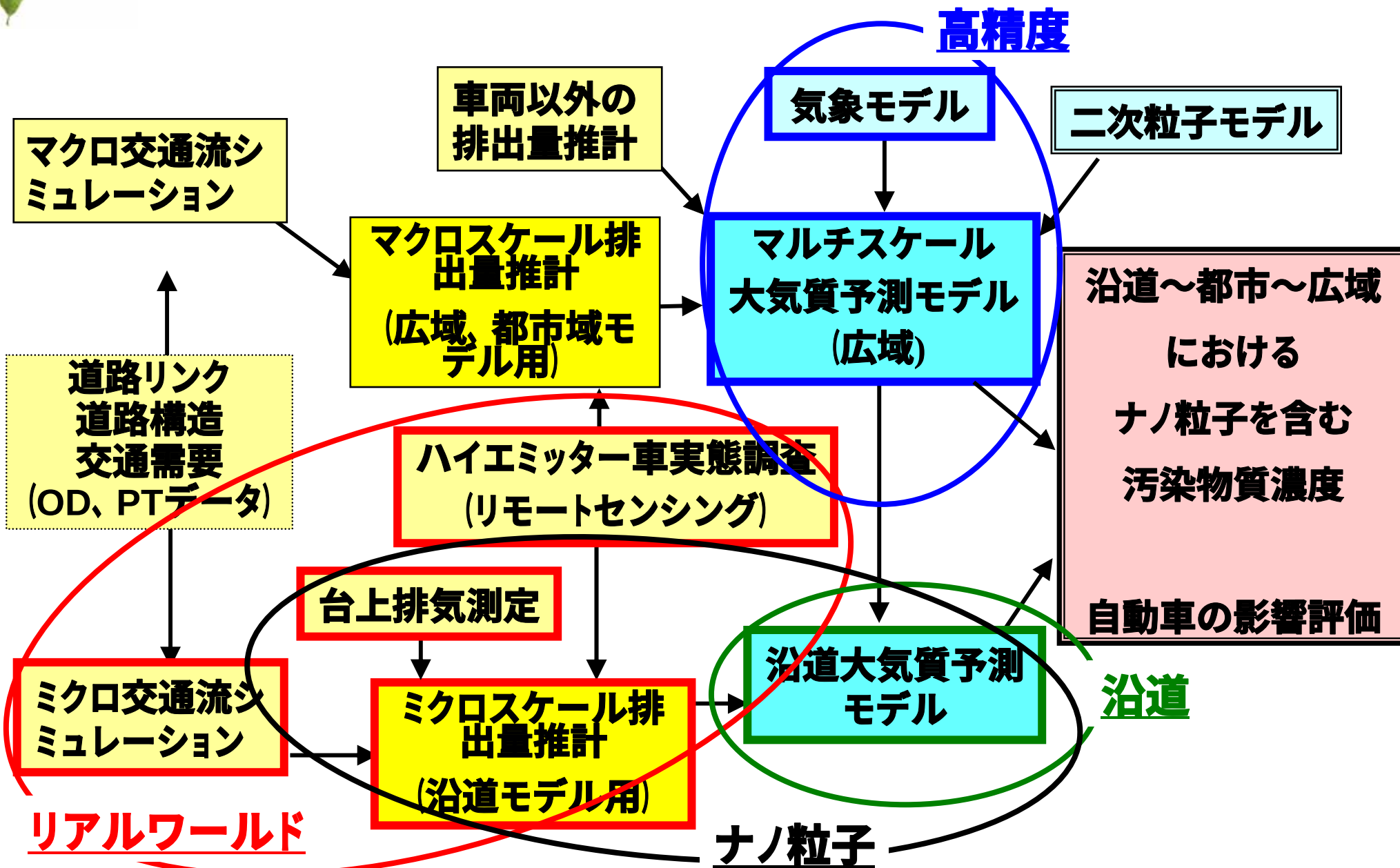
1.3 JCAP II 大気モデル研究の課題

- (1) 信頼性の高い、デファクト化を目指した、都市域と沿道を統一的に解析できる、モデルの開発
- (2) さらなる大気改善に向けた、効果的政策立案に資するデータおよびツールの提供

キーワード:

- ・ **リアルワールド**・・実走行での排出量推計
- ・ **高精度**・・B/G(都市～東アジア)の濃度(沿道への寄与)
 - ・ マルチスケールモデル
- ・ **沿道**・・交差点近傍の濃度分布
- ・ **ナノ粒子**・・テールパイプアウト⇒動力学的挙動
(JCAP II で新規に取り組み)

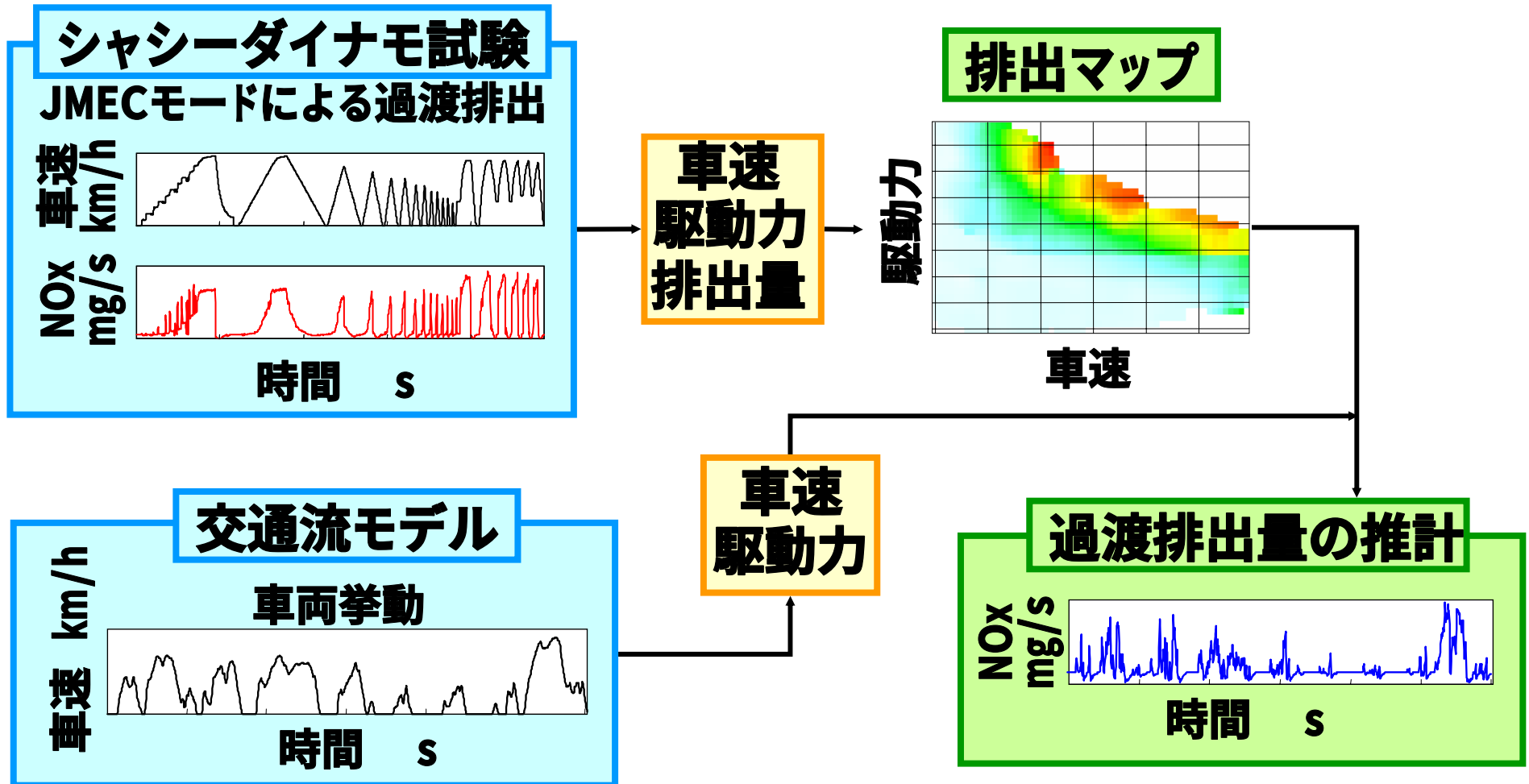
1.4 大気モデルのデータの流れ



1. JCAP II 大気モデル研究の背景
- 2. リアルワールド(排出量推計)**
3. 高精度 (広域大気モデル)
4. 沿道モデル
5. ナノ粒子モデル
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
8. 大気モデル統合化

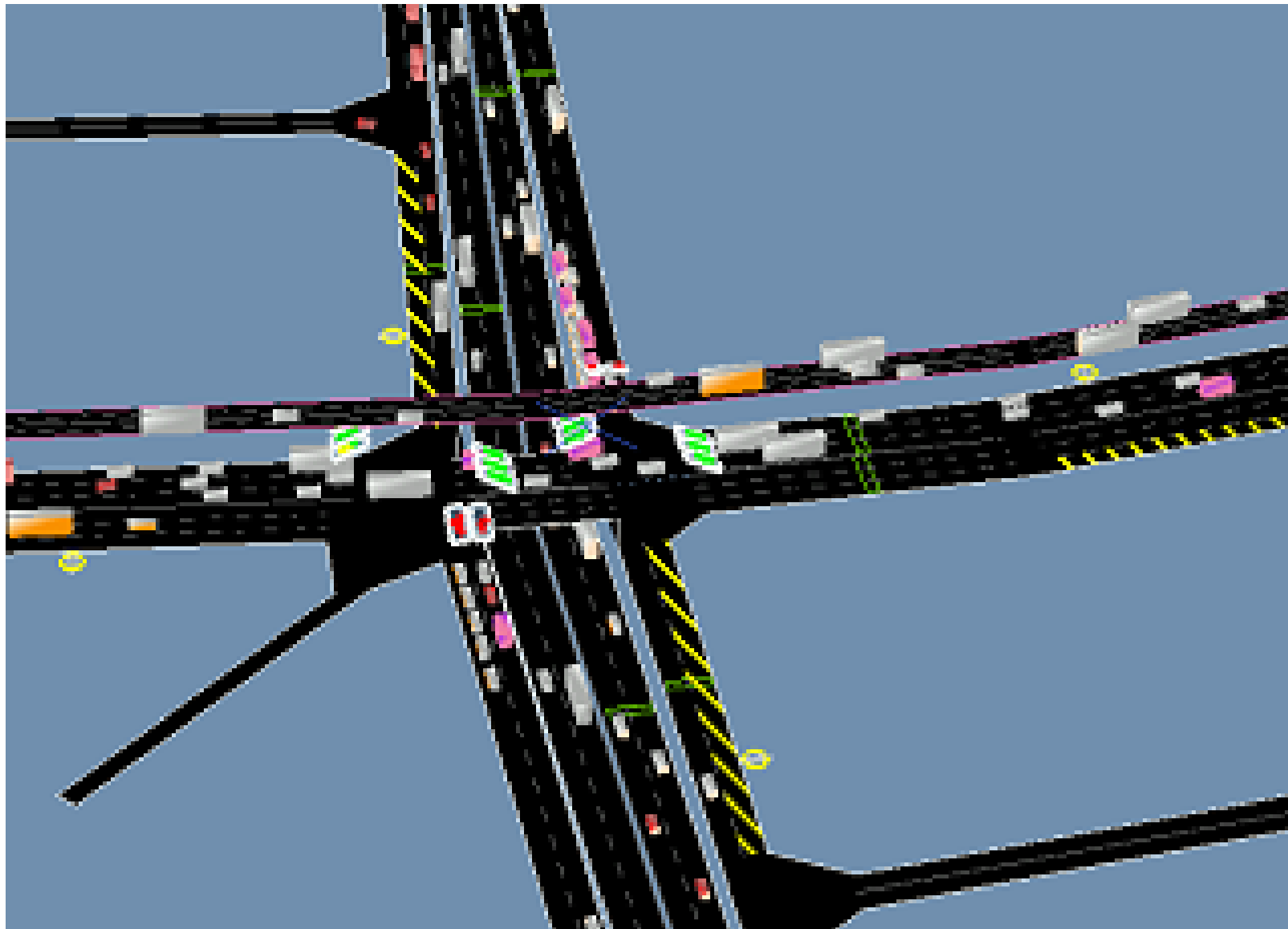
2.1 排出量推計の概要

リアルワールドに即した排出量予測モデル 過渡排出マップの作成と交通流モデルによる推計



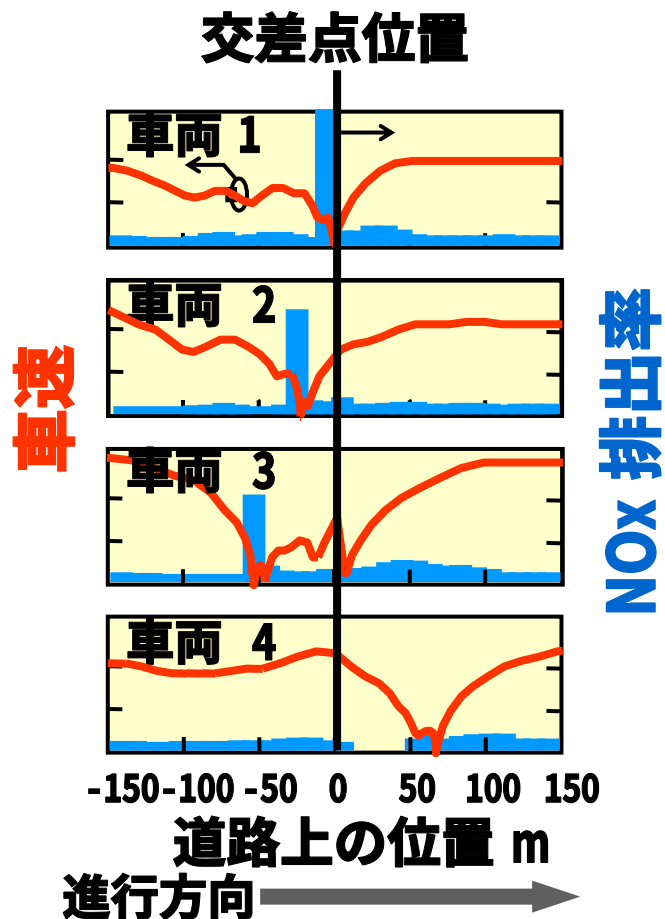


2.2 Traffic Flow - Animation

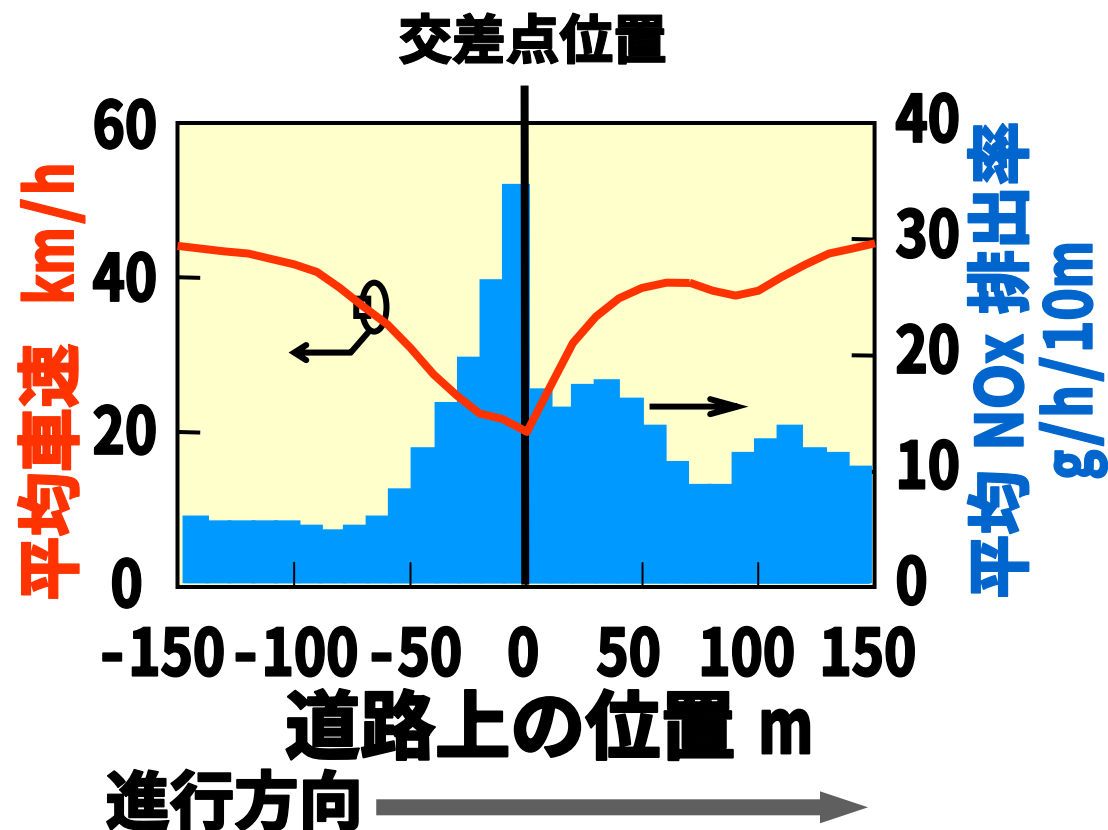


2.3 過渡排出量推計のフロー

個別車両の排出量分布(例)



1時間平均排出量分布

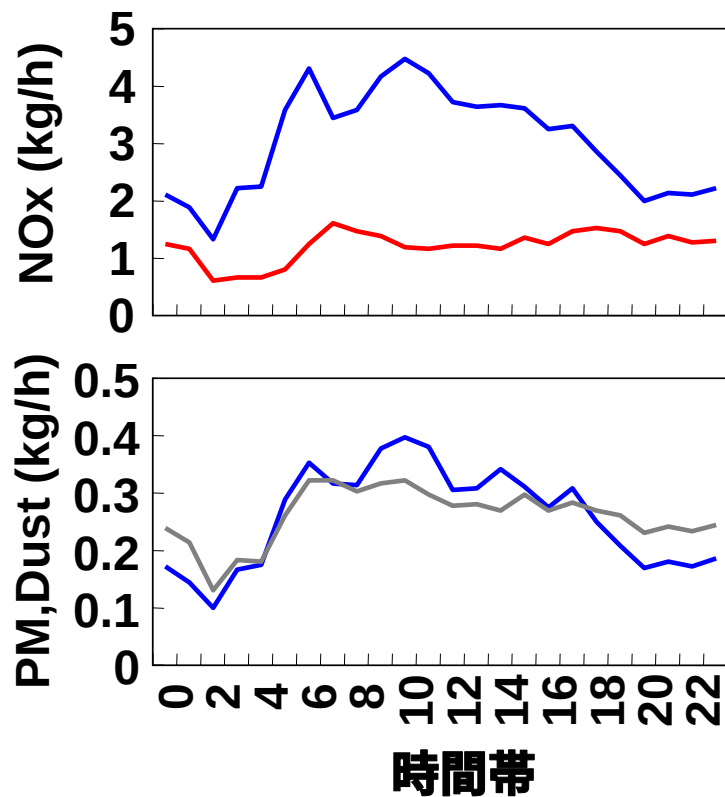


加減速・停車のある交差点前後の排出量を詳細に予測することが可能

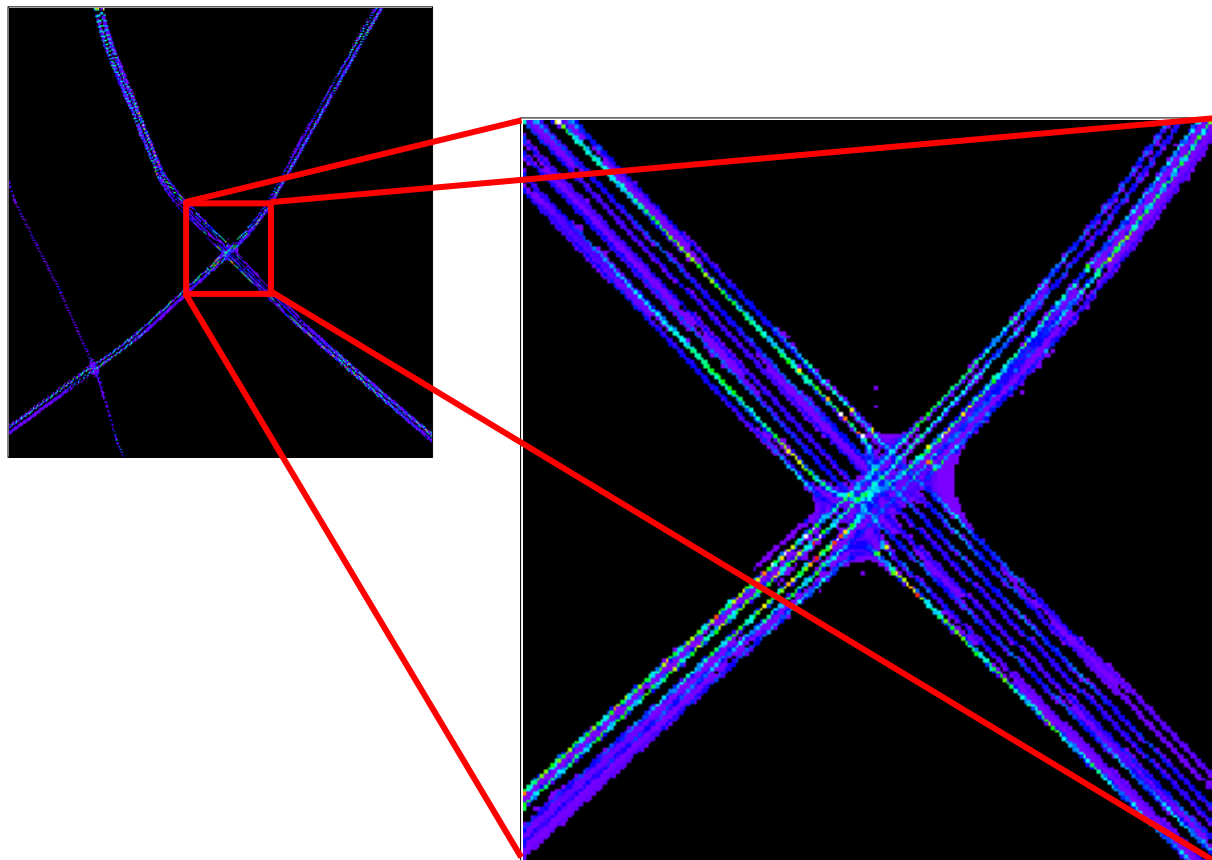
2.4 過渡排出量推計結果 (上馬交差点付近)

交差点から半径200m以内の
排出量時間変化

排出量分布 (7~8時)



— ガソリン車
— ディーゼル車
— タイヤ磨耗・巻上げ

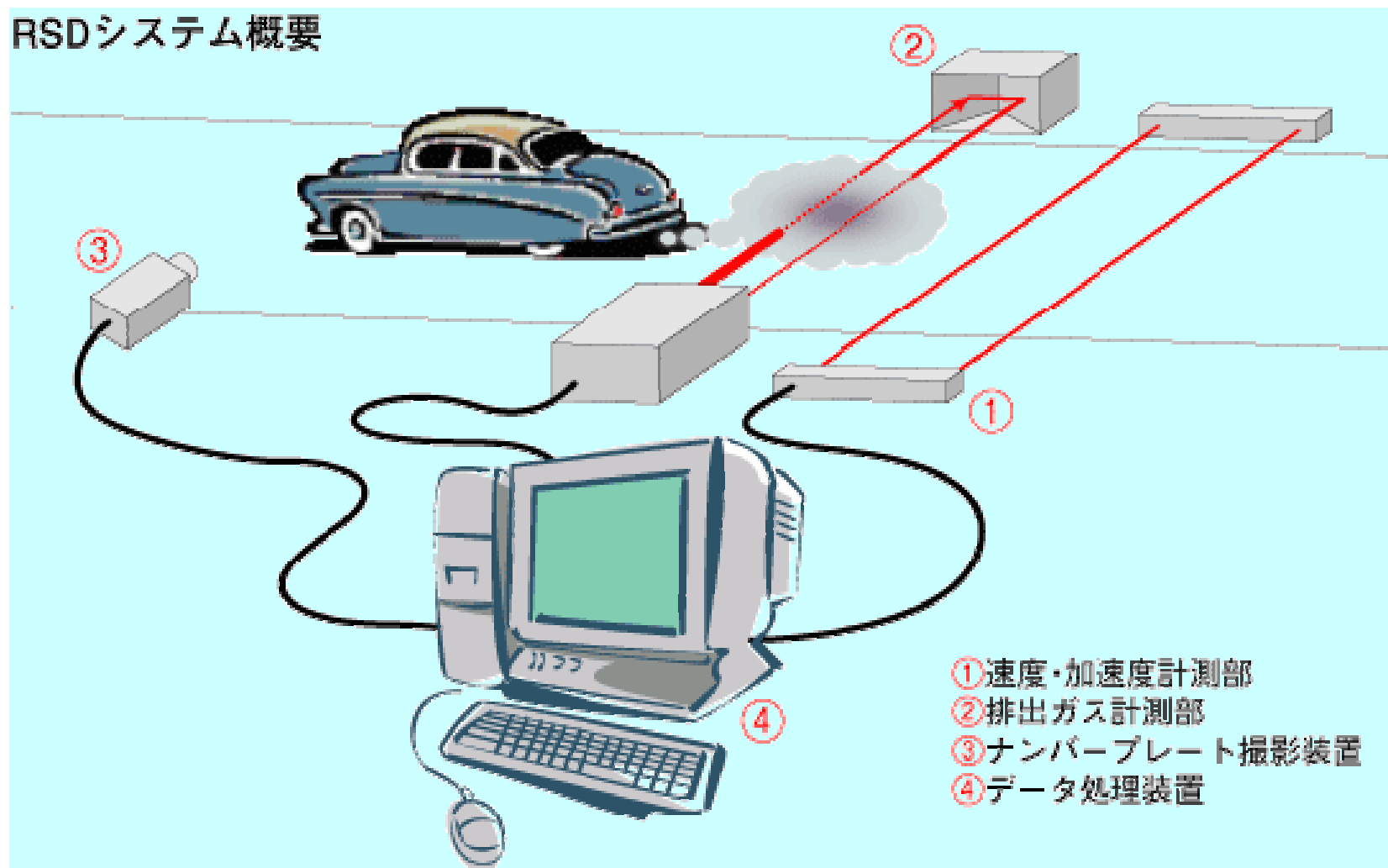


0.5 1.0 1.5 2.0 2.5
NOx (g/h/m²)

2.5 高排出量車の排気の取り込み

(1) リモートセンシングによる走行実態把握

RSDシステム概要



(2) 高排出量車の推計例(ガソリン車)

RSDによる排出量計測



速度・加速度の領域を限定して、
 ハイエミッターのCut Point設定
 (Ex.NO:1250ppm、米国I/Mテ
 ストCut Point*2倍レベル)



年式別ハイエミッター比率推計

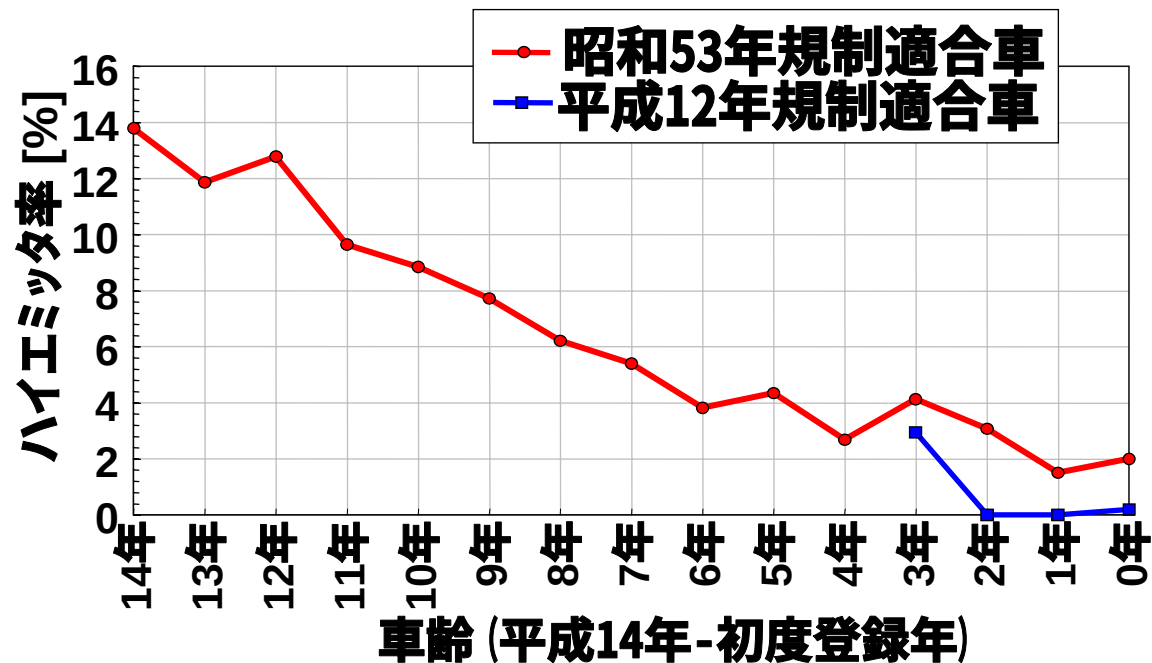
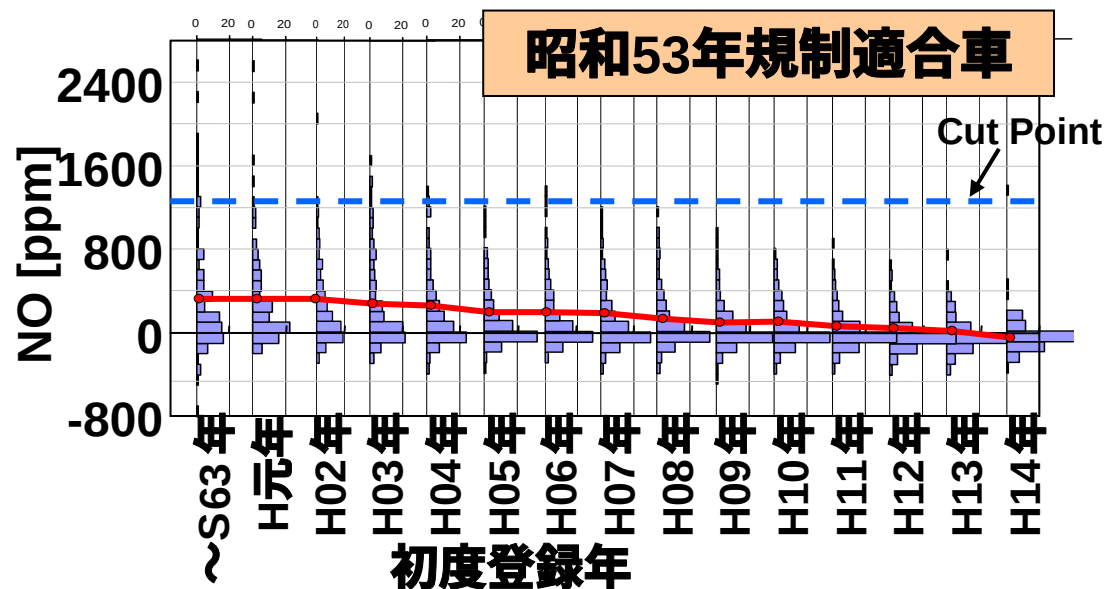


ハイエミッターの排出係数設定
 (53年規制車の触媒なしを基準)



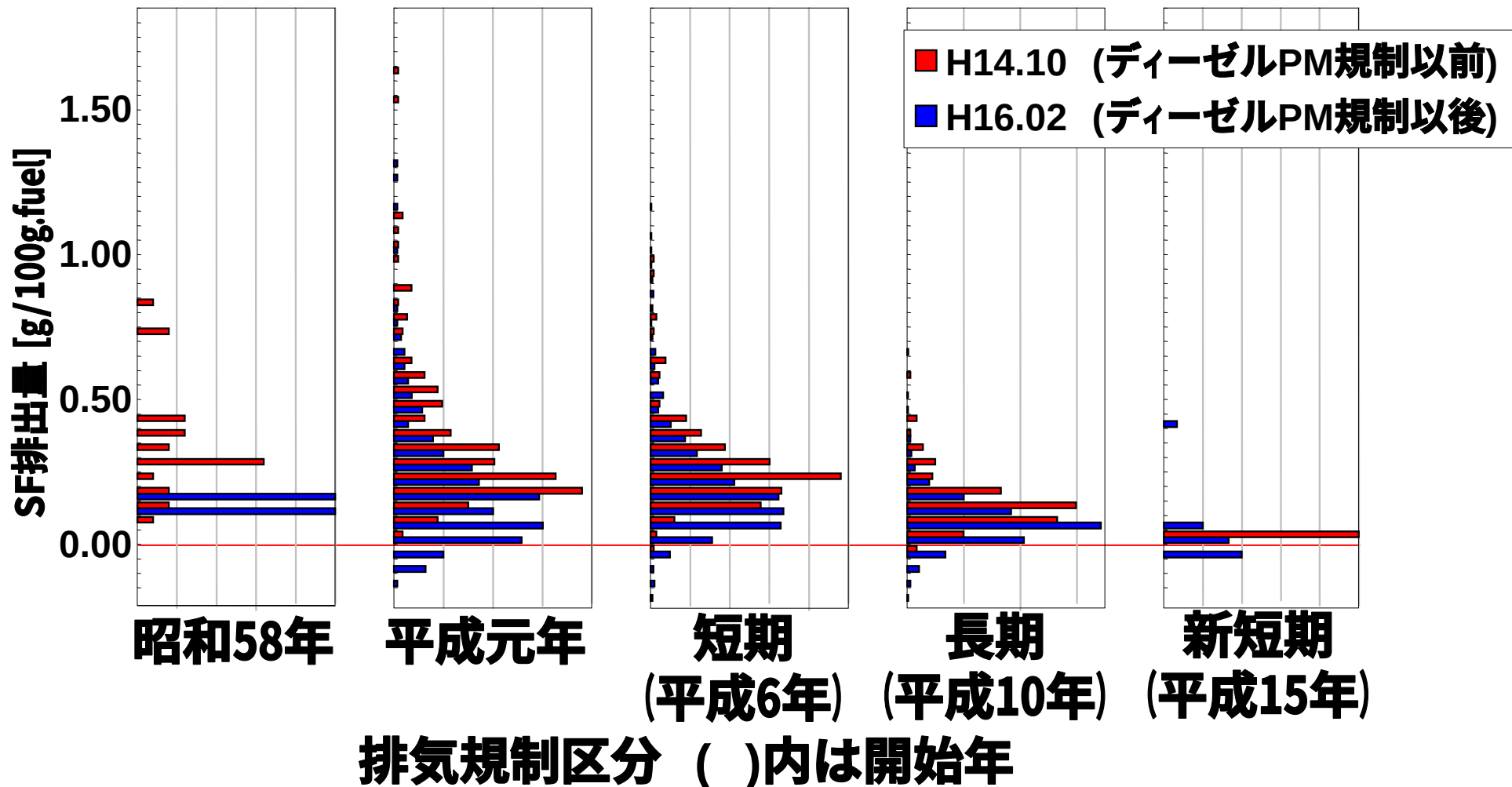
ハイエミッターの排出量推計

古年式車ほどハイエミッターは
 多い(平均で数%)



(3) ディーゼル車の解析結果

排出ガス規制レベル別PM排出量(Smoke Factor)分布



古年式車のディーゼルPM規制の効果が認められた

2.6 排出量推計のまとめ

- **交通流モデル、排出係数マップ、過渡排出量推計モデルの組み合わせにより、沿道の詳細な排出量分布データを作成した。**
- **ガソリン車のハイエミッターを考慮した排出量推計を実施した。**
- **ディーゼル車のハイエミッターについて、有無・レベルの検討が課題**

1. JCAP II 大気モデル研究の背景
2. リアルワールド(排出量推計)
- 3. 高精度 (広域大気モデル)**
4. 沿道モデル
5. ナノ粒子モデル
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
8. 大気モデル統合化

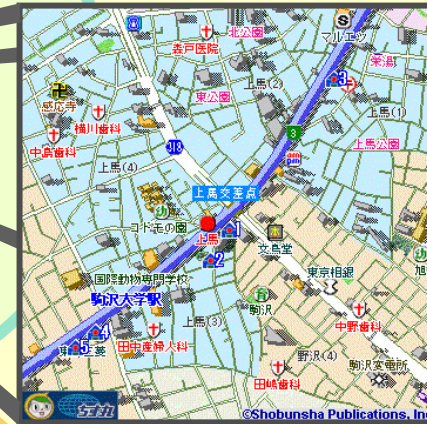
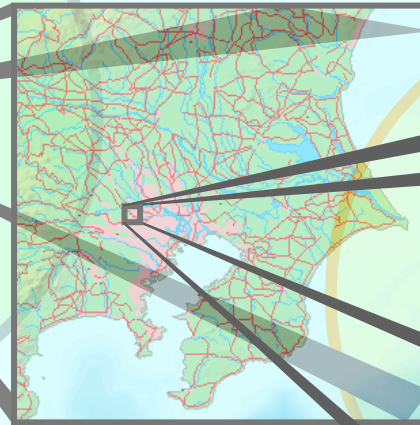
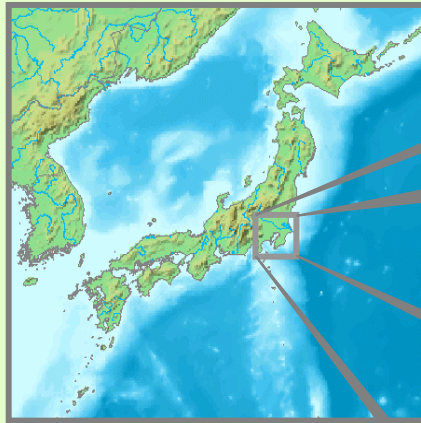
3.1 マルチスケールモデルの概略図

広域～都市域～沿道スケールの接続

CMAQ: 東アジア ～ 広域都市圏

URM: 広域都市圏 ～ 都市域

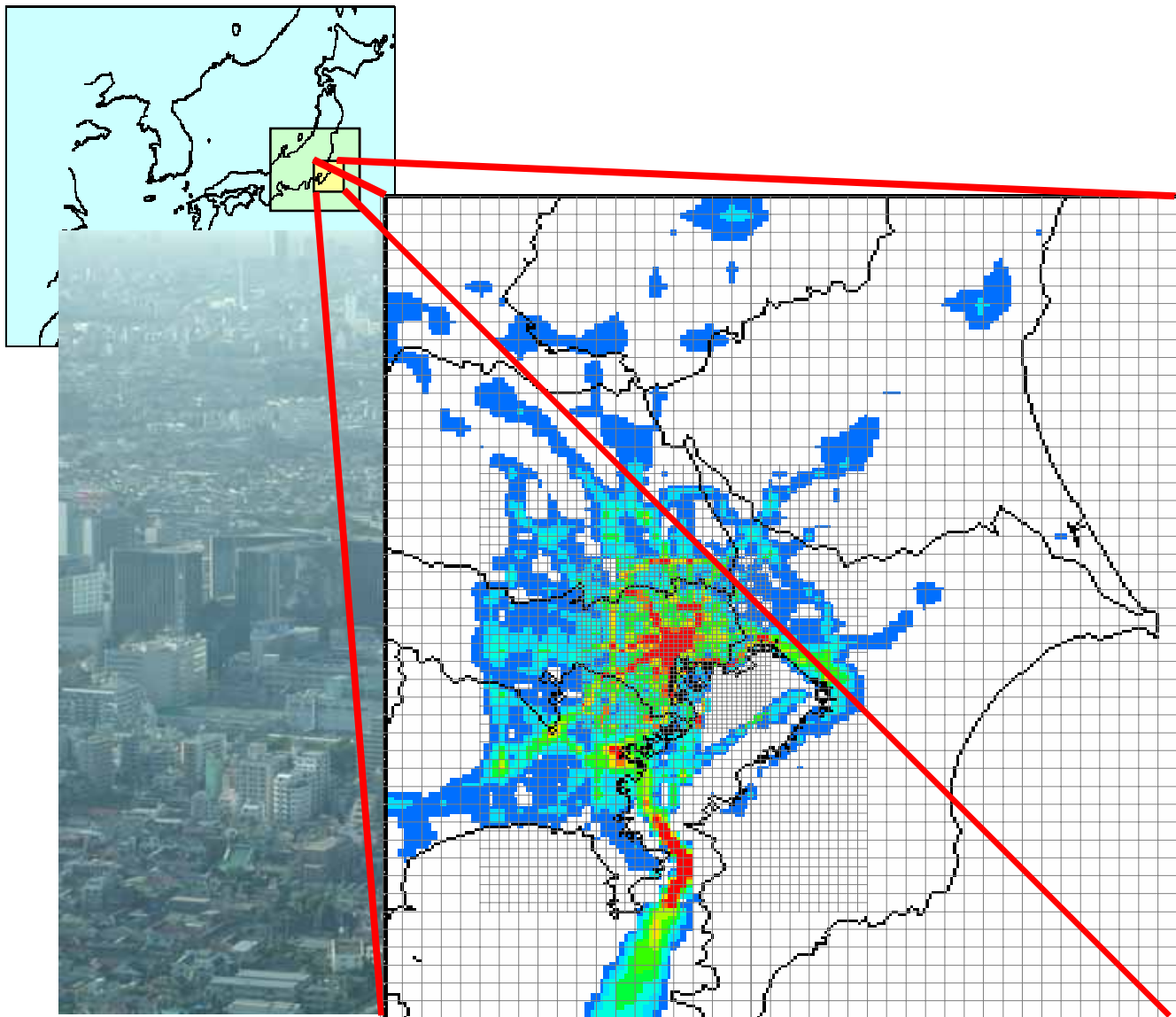
CFD モデル:
都市域～沿道スケール



モデル間で情報を共有

3.2 大気モデル開発の重要ポイント

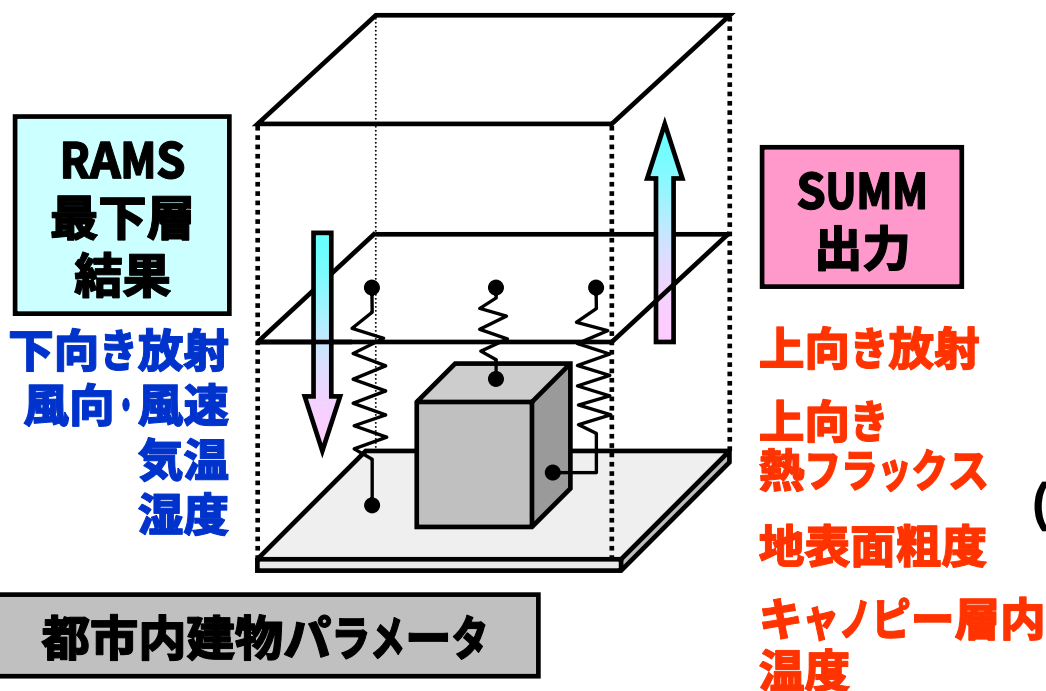
(1) 感度解析による精度向上の方策



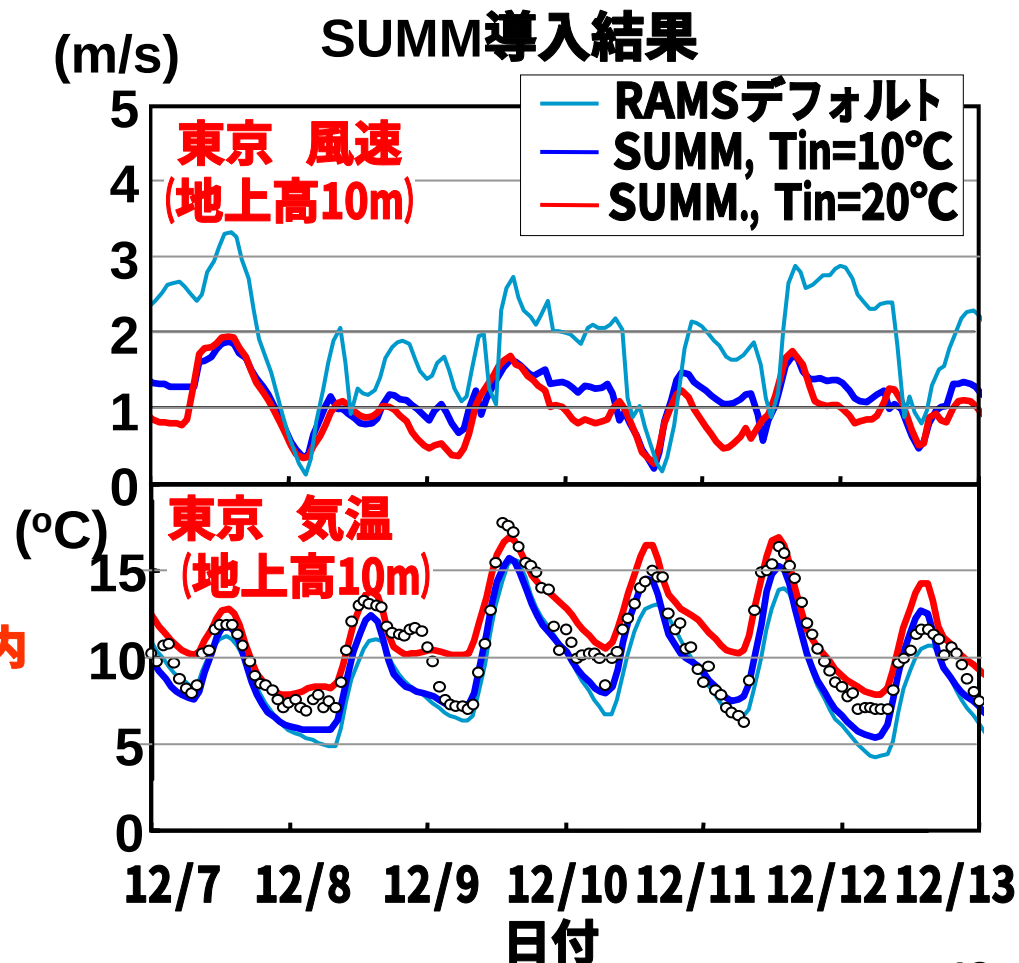
- i) マルチスケールモデルの採用
- ii) 都市中心部の複雑気象の再現
- iii) 境界外からの大気汚染の考慮
- iv) 発生源データの三次メッシュ化

(2) 気象モデルの改良

気象モデルRAMSにSUMM (都市の熱収支をパラメータ解析するモデル) を導入地表付近の拡散・弱風の再現性を向上



建ぺい率, Frontal area index,
平均高さ, 建物室内温度



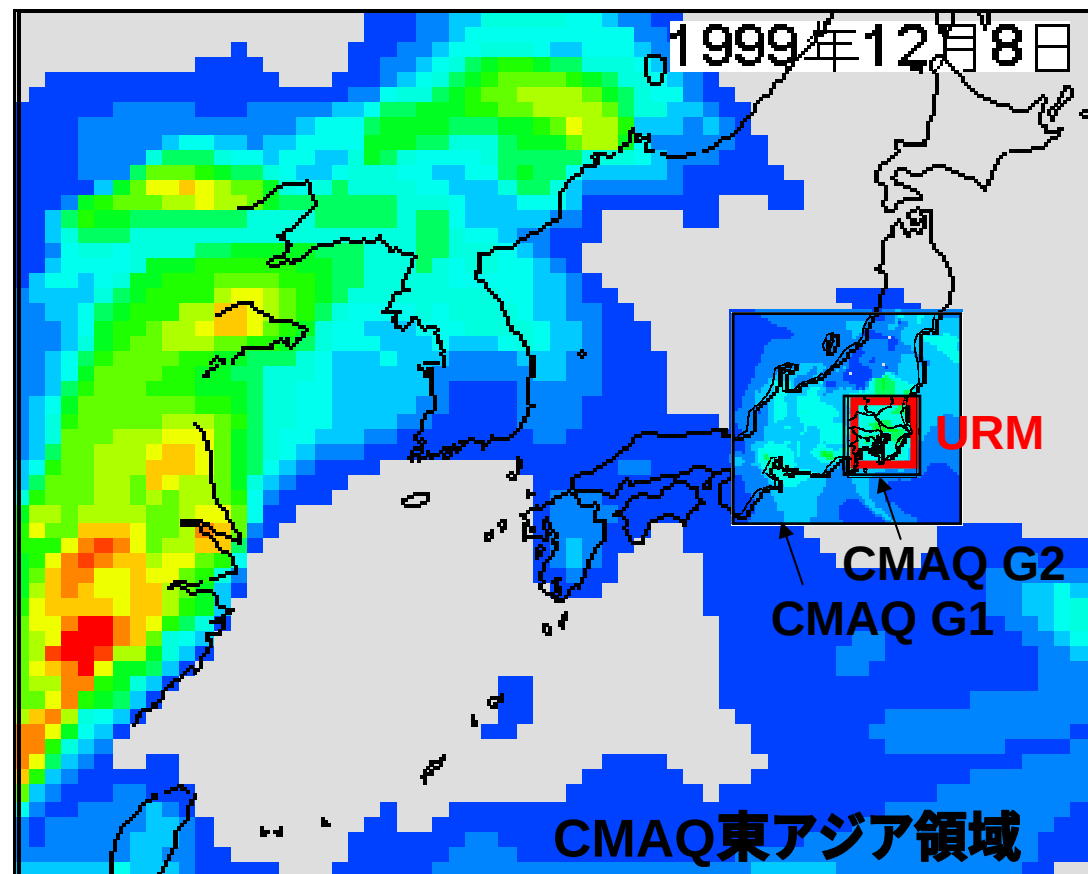
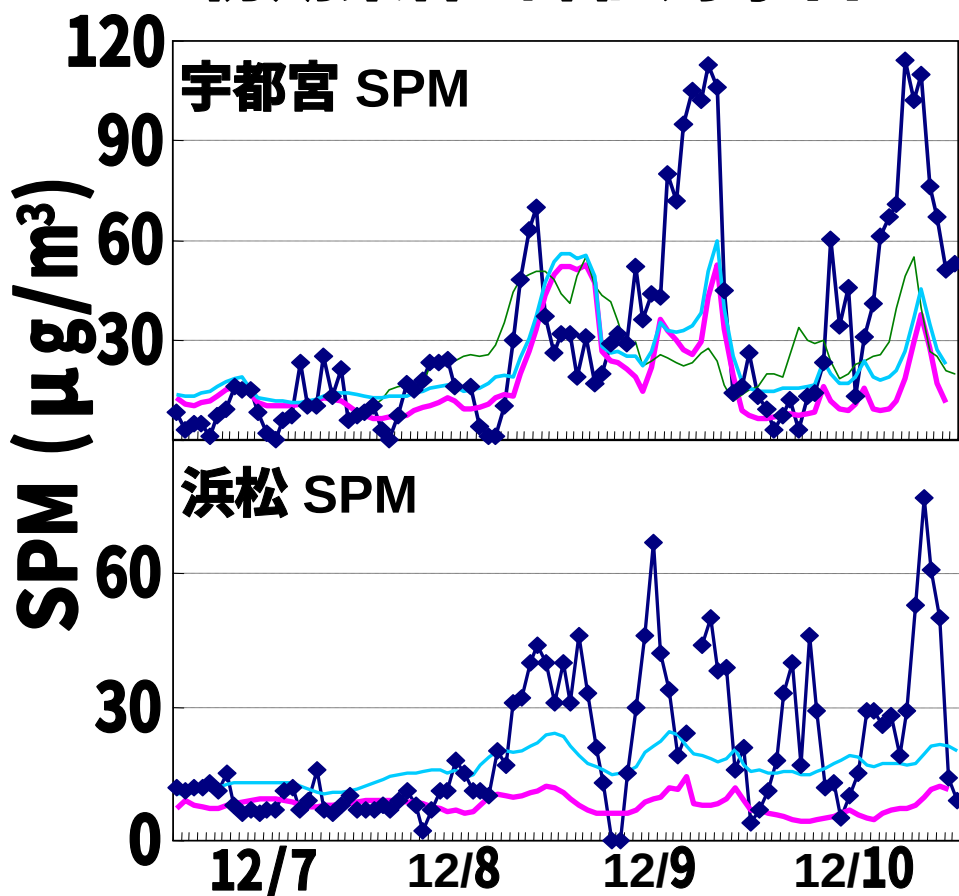


(3) 長距離輸送の影響の組み込み

境界条件: CMAQによる10-4kmメッシュ計算結果を適用

CMAQの境界は東アジア領域の計算結果

初期条件: 評価対象日より8日前から計算開始

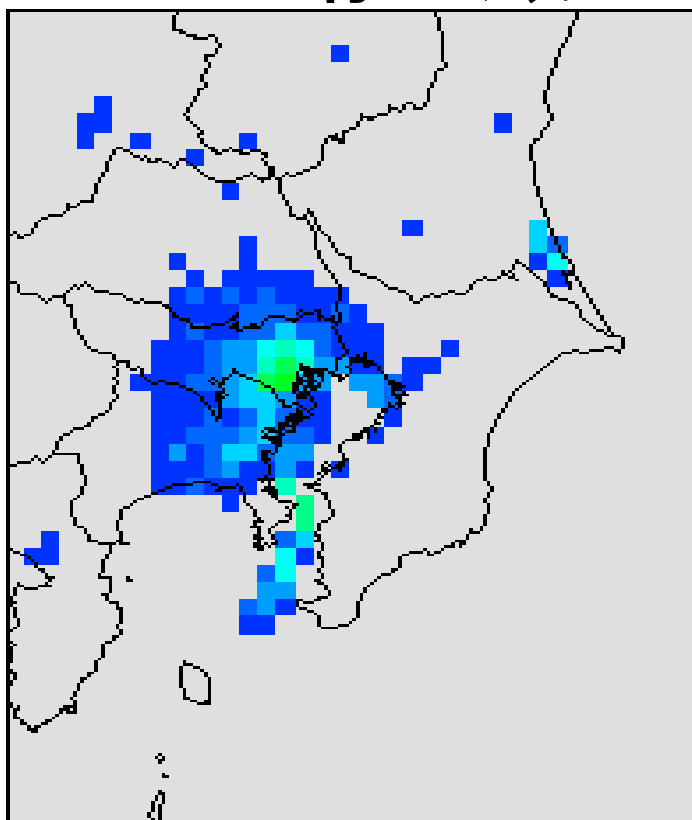


SPM濃度分布

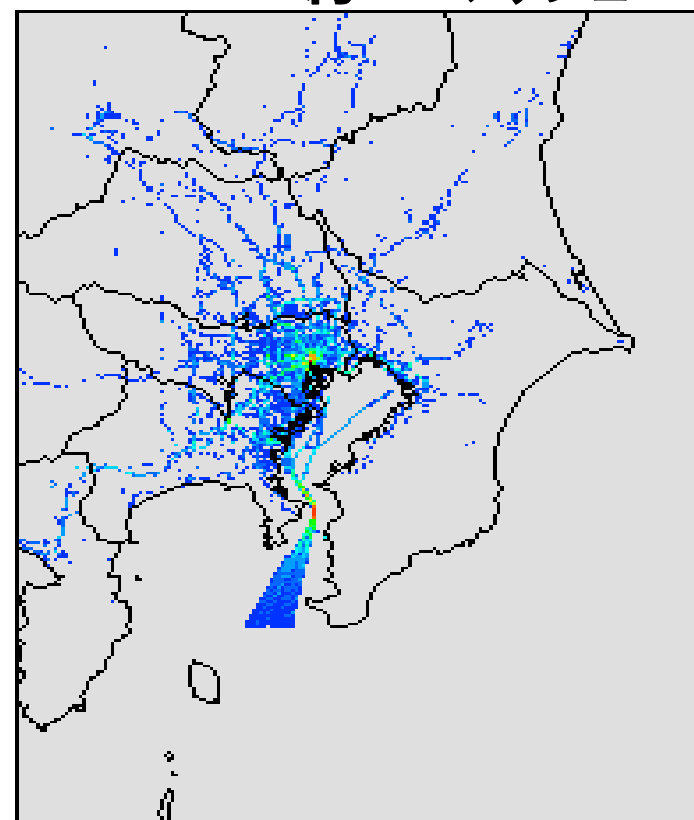
(4) 自動車以外の排出量推計

未考慮の発生源追加・・・建機、産機、農機、野焼き、等
全排出量分布の例 (NO_x)

JCAP I 約5kmメッシュ



JCAP II 約1kmメッシュ

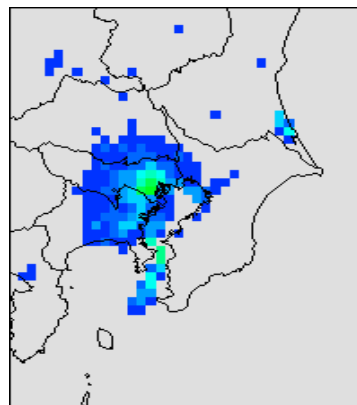


都心部での詳細推計が可能になった

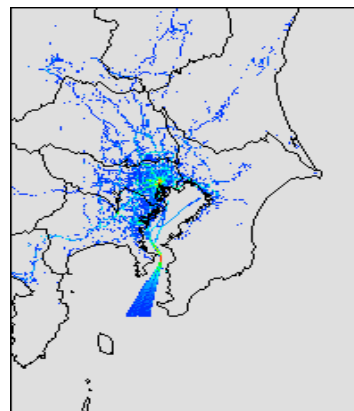


3.3 濃度推計結果 (1) NO₂

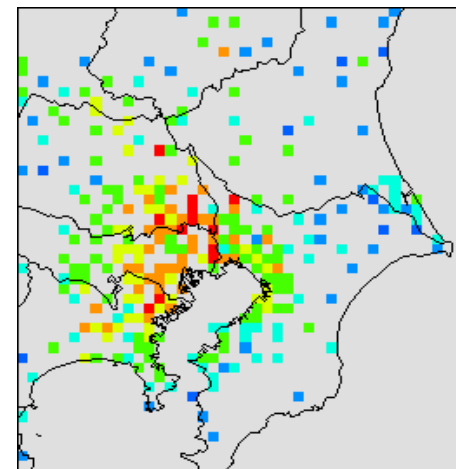
JCAP I ← JCAP II ('99年 12/10 18時)



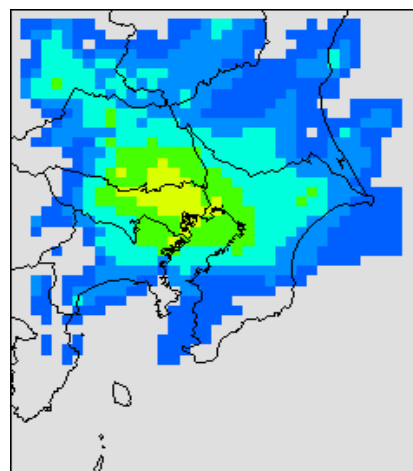
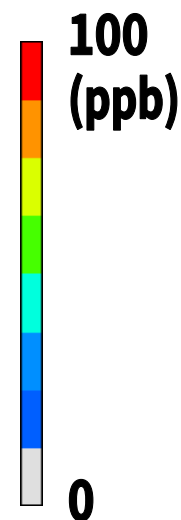
JCAP I
排出量データ



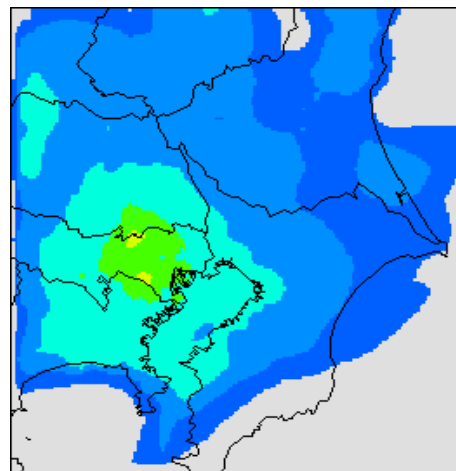
最新
排出量データ



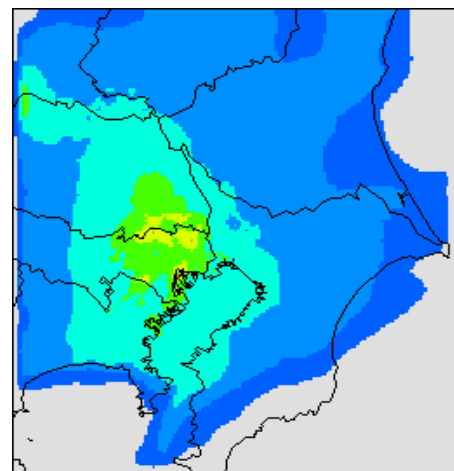
常監局観測データ



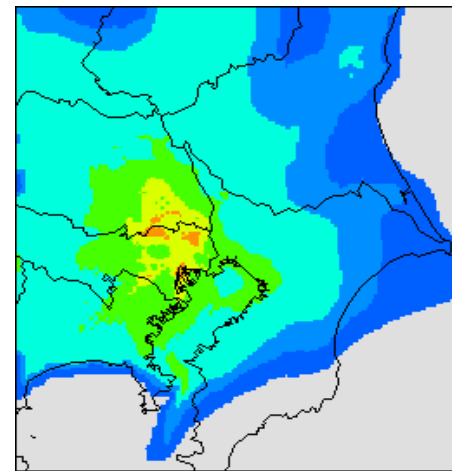
JCAP I



モデル・気象更新



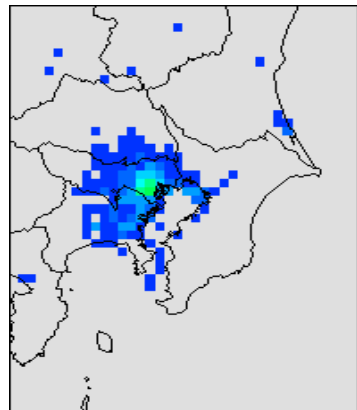
排出量更新



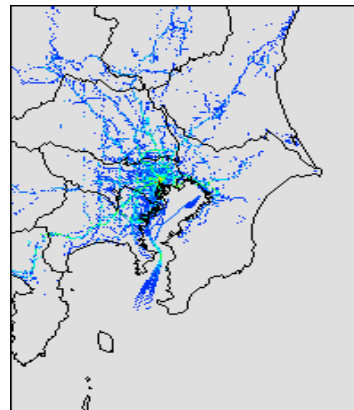
長距離輸送考慮

3.3 濃度推計結果 (2) SPM

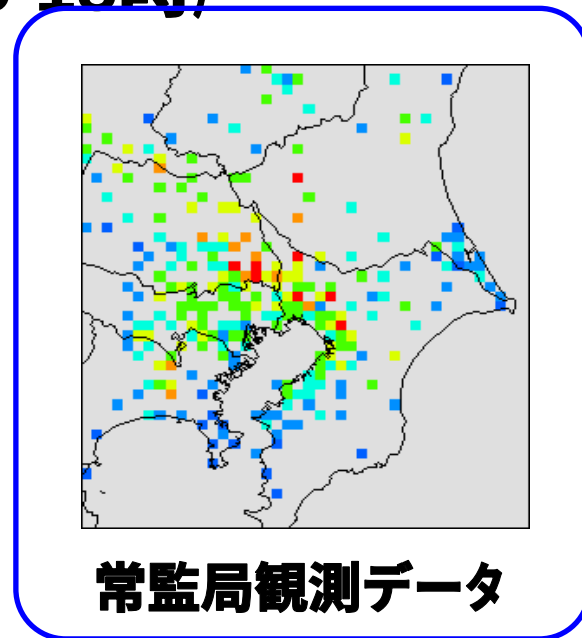
JCAP I ← JCAP II ('99年 12/10 18時)



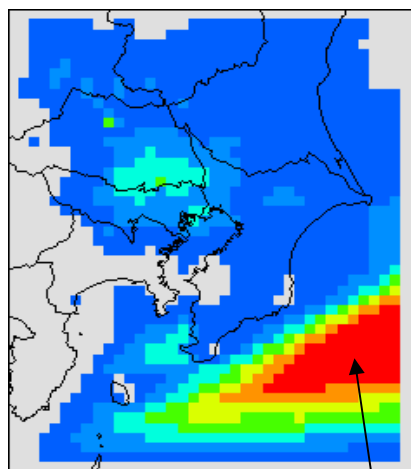
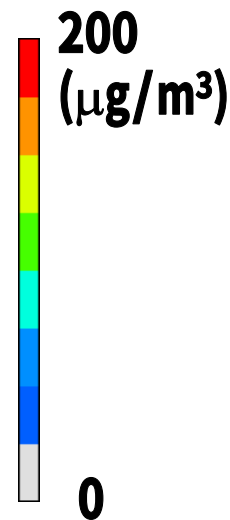
JCAP I
排出量データ



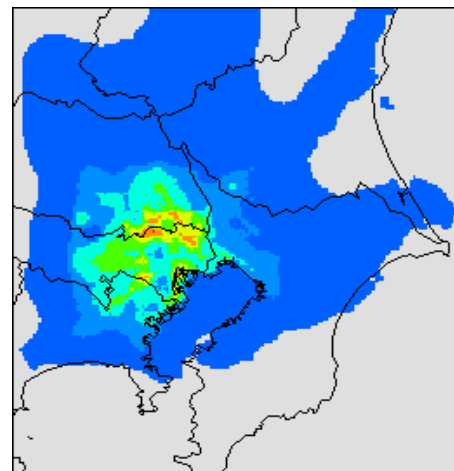
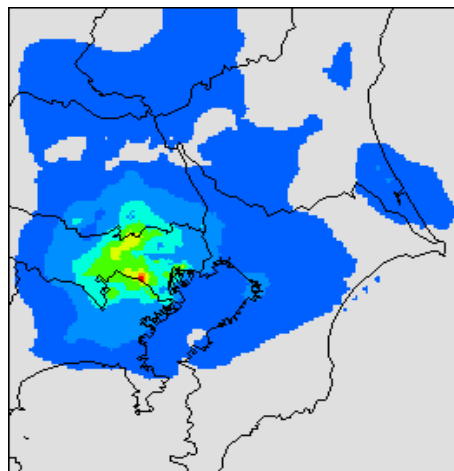
最新
排出量データ



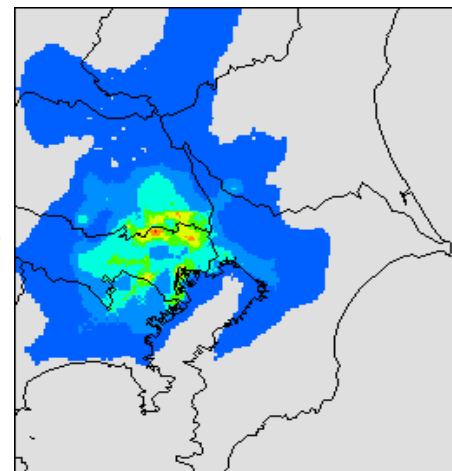
常監局観測データ



JCAP I 海塩粒子 モデル・気象更新



排出量更新

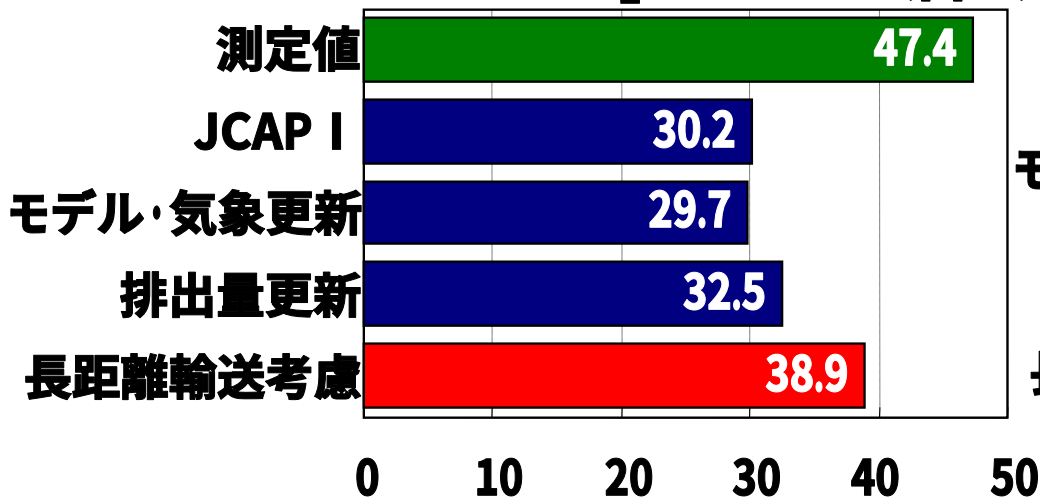


長距離輸送考慮

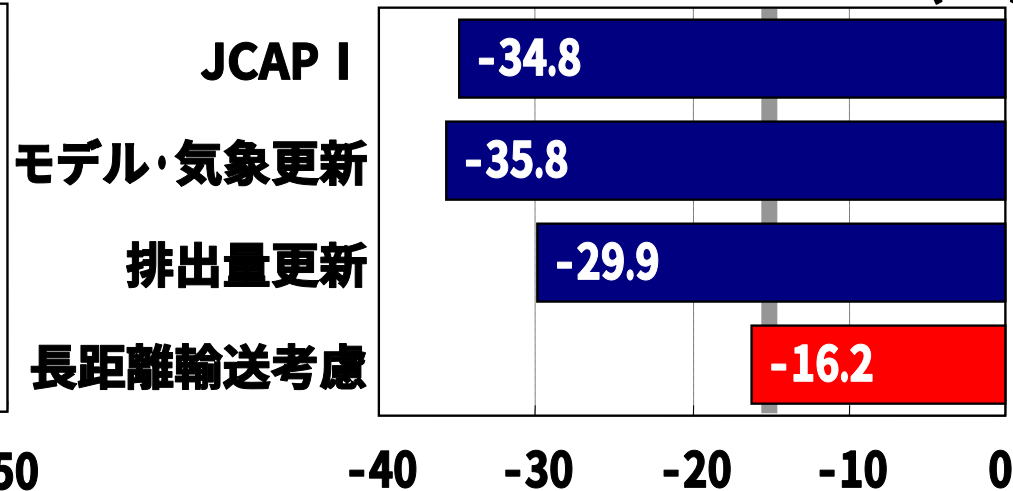


3.4 推計精度の検証 (1) NO₂

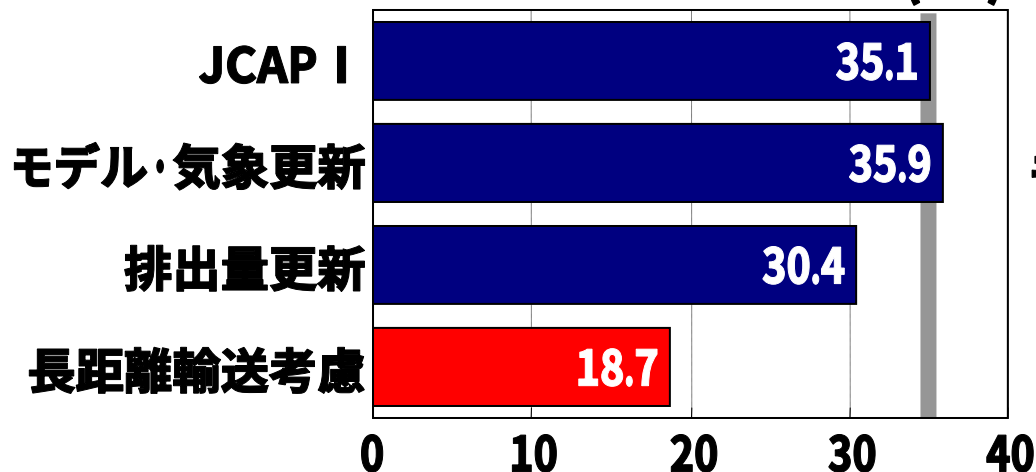
領域内NO₂平均濃度(ppb)



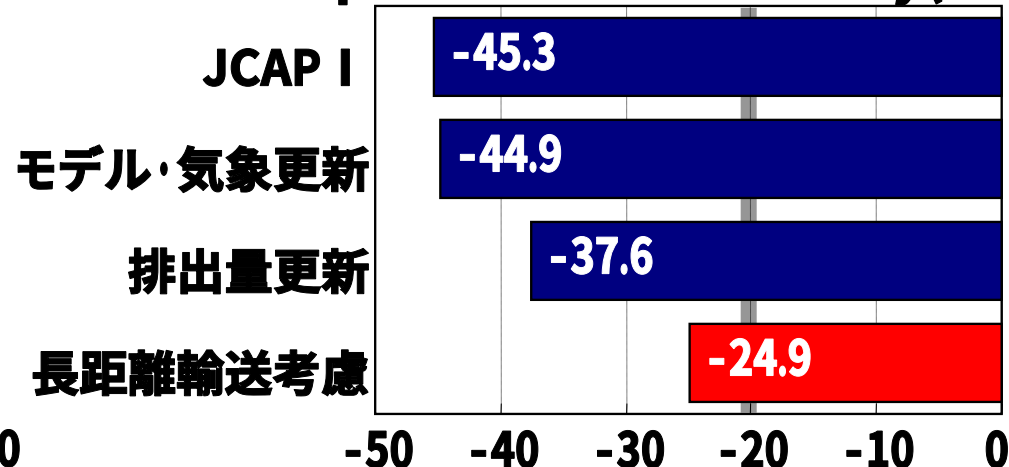
Normalized Mean Bias (%)



Normalized Mean Error(%)

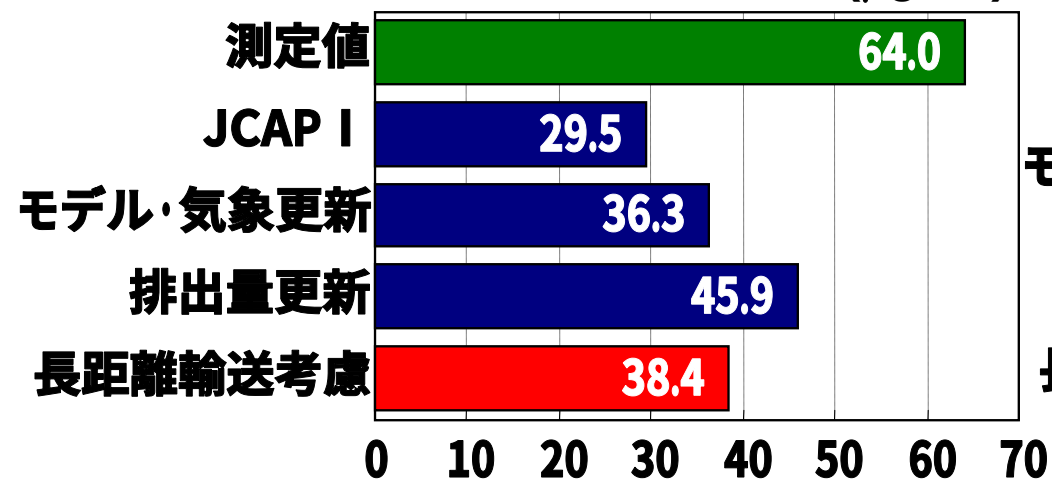


Unpaired Peak Accuracy(%)

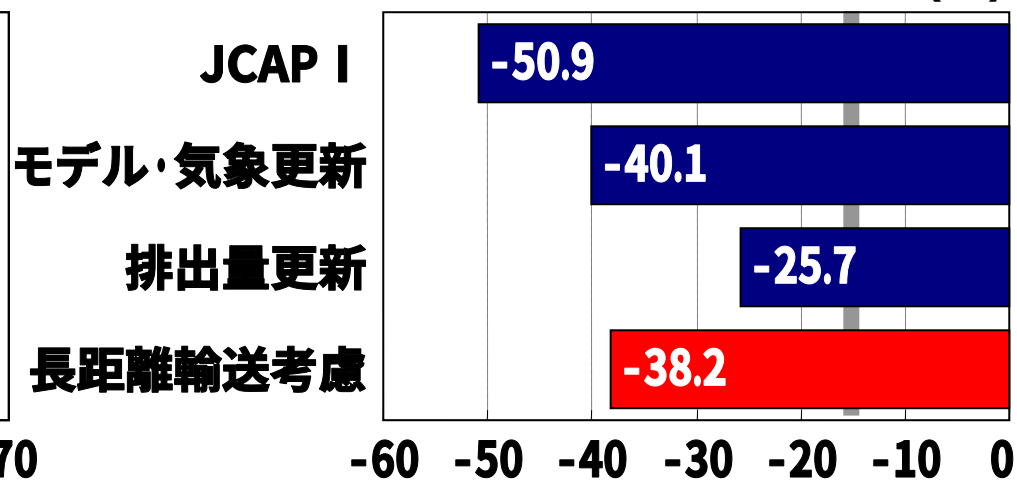


3.4 推計精度の検証 (2) SPM

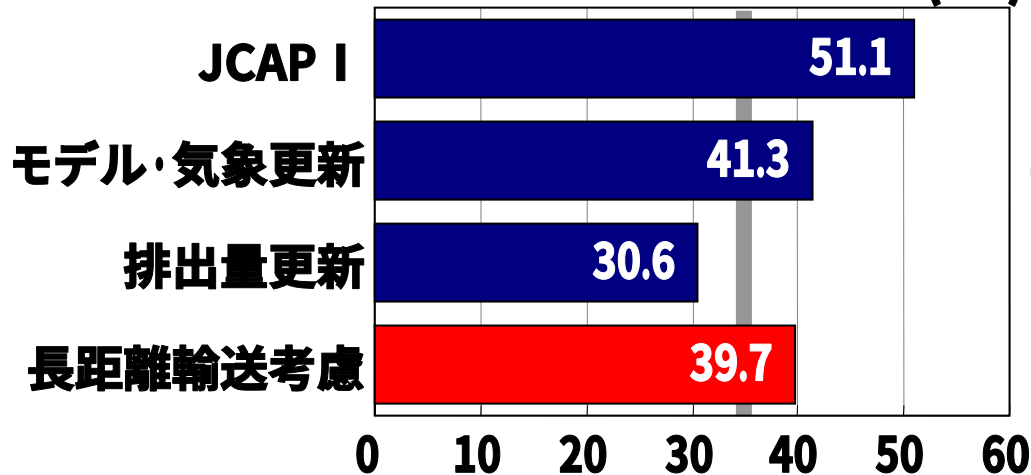
領域内SPM平均濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



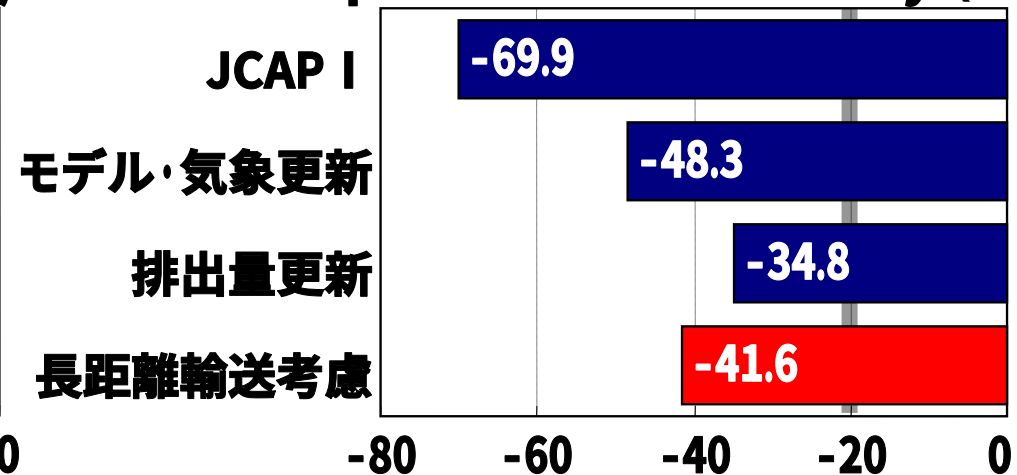
Normalized Mean Bias (%)



Normalized Mean Error(%)



Unpaired Peak Accuracy (%)



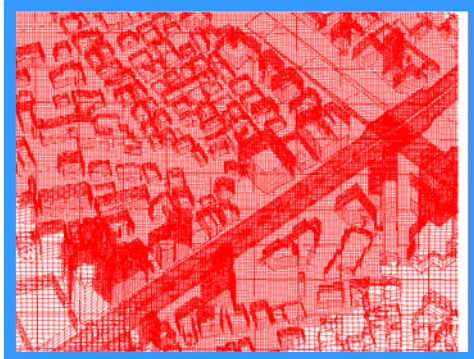
3.5 広域モデルまとめ

- マルチスケールモデル、都市気象モデル、境界外濃度の寄与、排出量推計精度の向上、により、東京都心の濃度推計精度が向上した。
- 長距離輸送推計のもう一段の精度向上が必要である



1. JCAP II 大気モデル研究の背景
2. リアルワールド(排出量推計)
3. 高精度 (広域大気モデル)
- 4. 沿道モデル**
5. ナノ粒子モデル
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
8. 大気モデル統合化

4.1 沿道モデルの構成



中心部：1.5m
 外側：3.0m
 最外側：24 m
 セル総数：
 約130万

ビル形状データに
基づく計算格子

気流モデル

気流場

移流拡散
モデル

自動車からの
排出ガスの
移流拡散濃度場

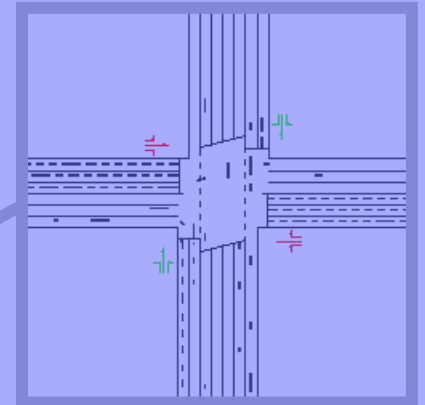
沿道大気質

ミクロスケール
交通流モデル

交通流

過渡排出量
推計モデル

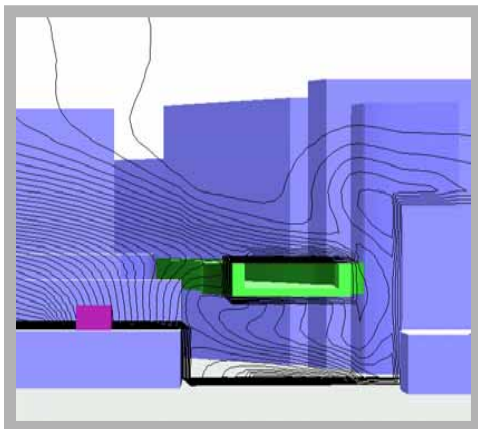
自動車からの
排出ガスの分布



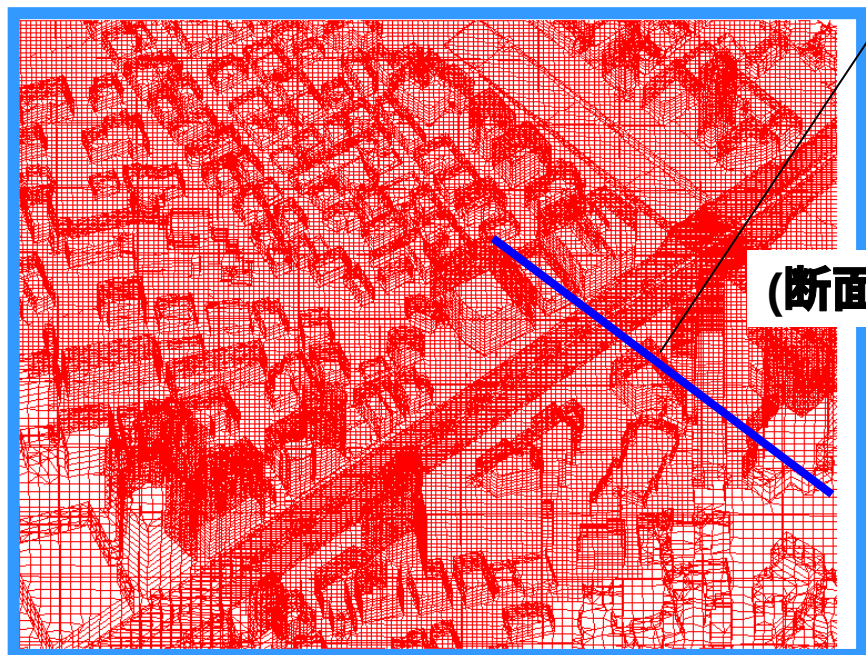
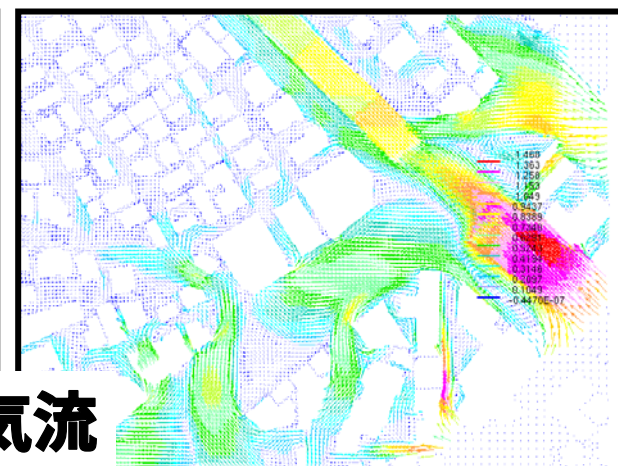
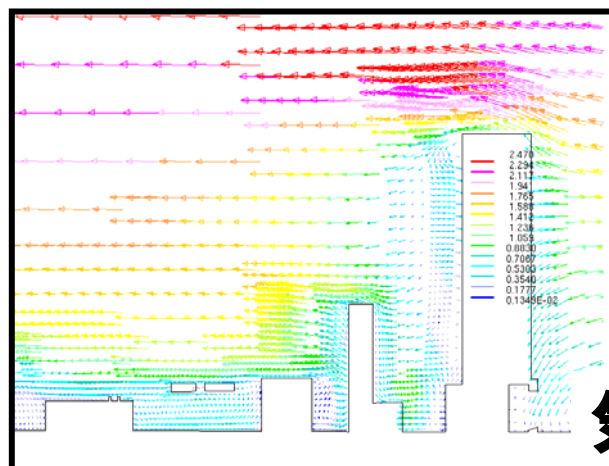
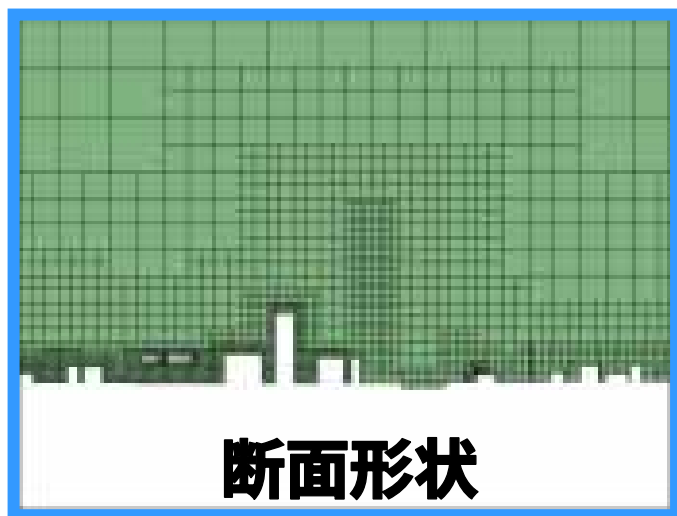
(リアルワールド)

バックグラウンド濃度

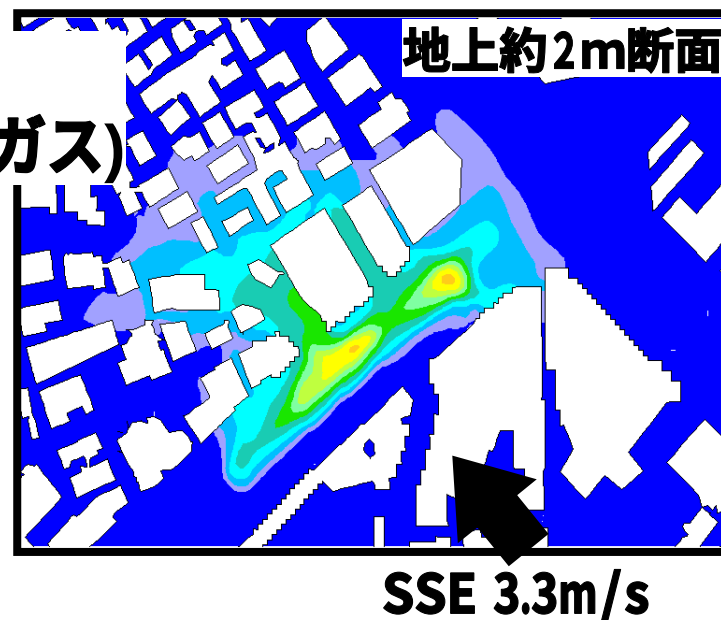
(高精度)



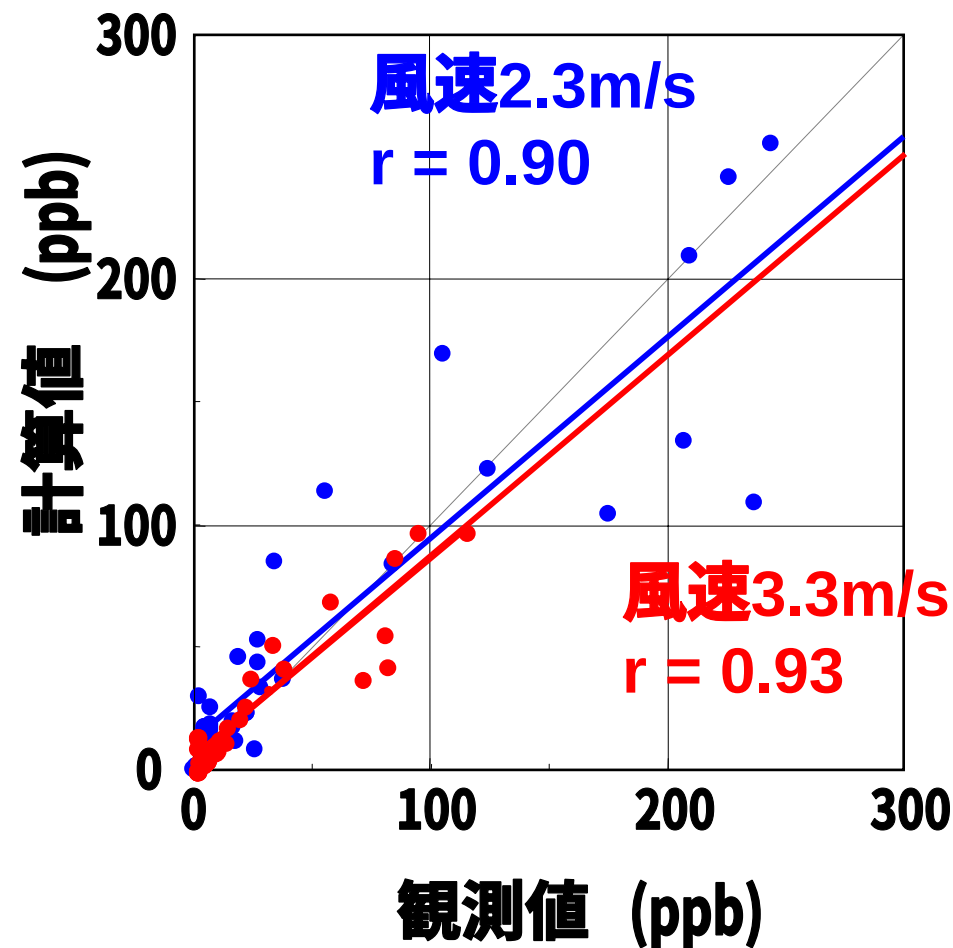
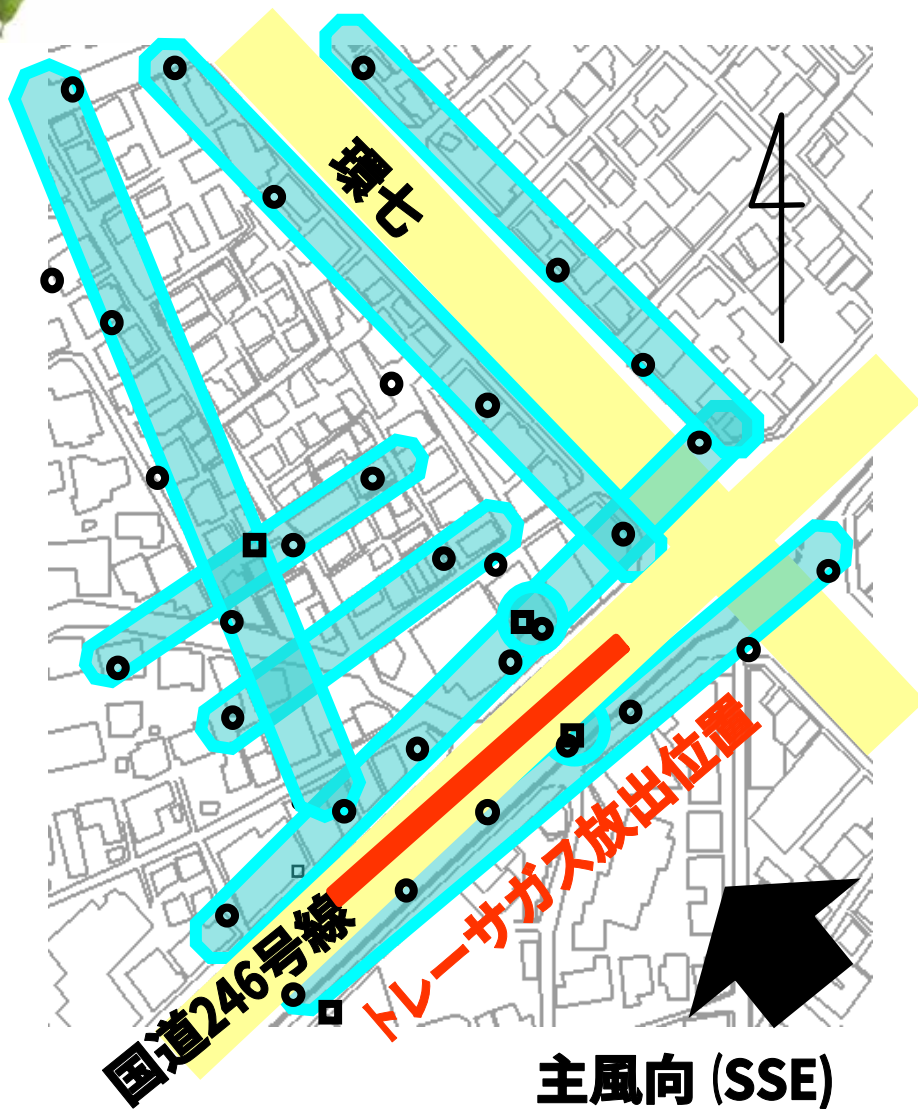
4.2 気流、トレーサガスの分布計算結果



中心部: 1.5m
外側: 3.0m
最外側: 24 m
セル総数:
約130万



4.3 トレーサ実験による検証



濃度予測は相関係数0.90以上で可能



4.4 沿道濃度計算

(1) 計算条件・評価方法

・計算条件:

推計対象 世田谷区上馬交差点周辺の濃度分布

(バックグラウンド (B/G)濃度

+ 直近道路における自動車排気の移流・拡散)

B/G濃度 URMによるエピソード推計結果 (1999年12月10日)

直近道路 交通流 (1999年度道路交通センサスに基づく計算結果)

+ 過渡排出マップを用いた排出量推計

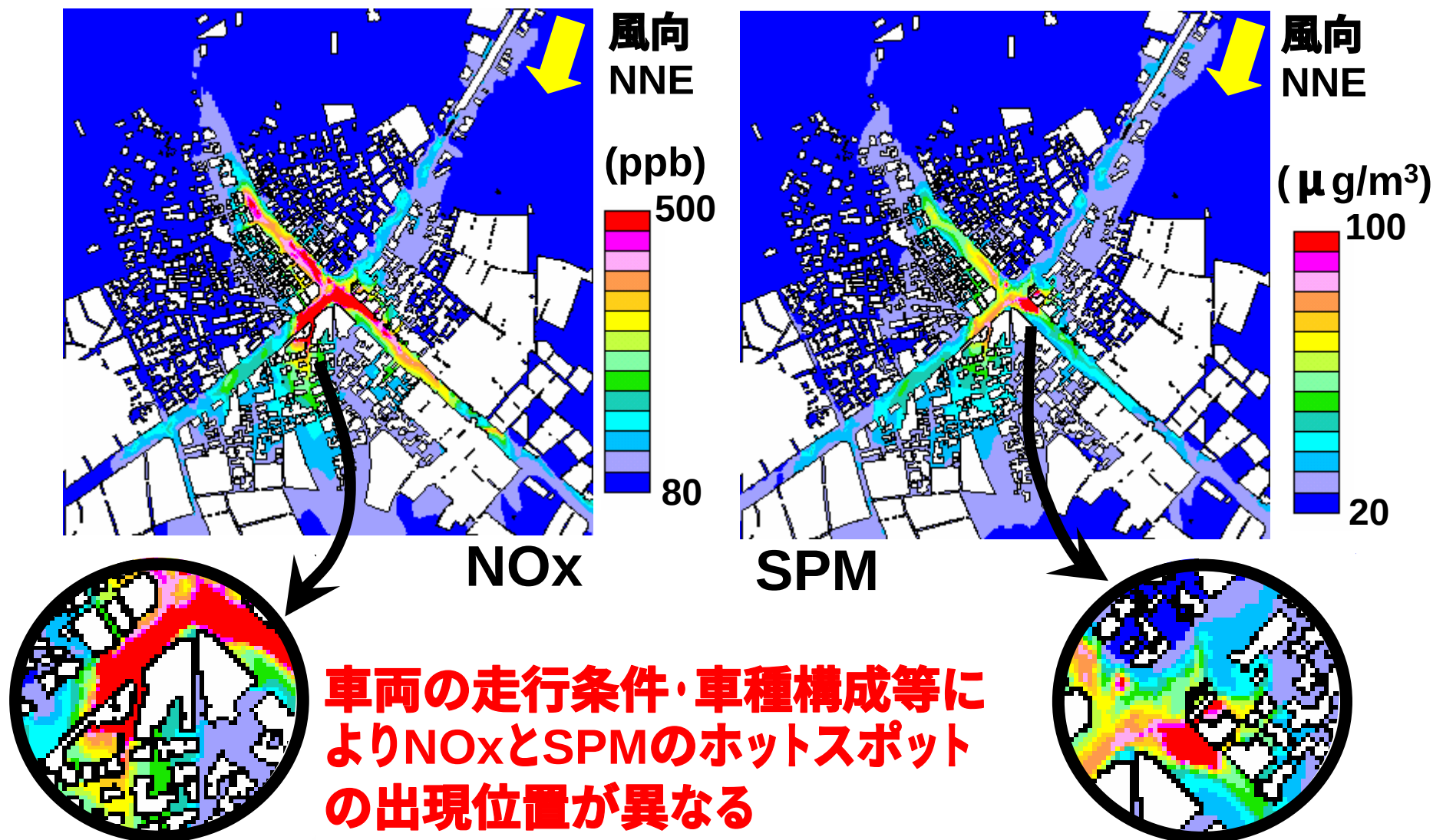
+ 移流・拡散計算 の結果

対象物質 NO_x、SPM

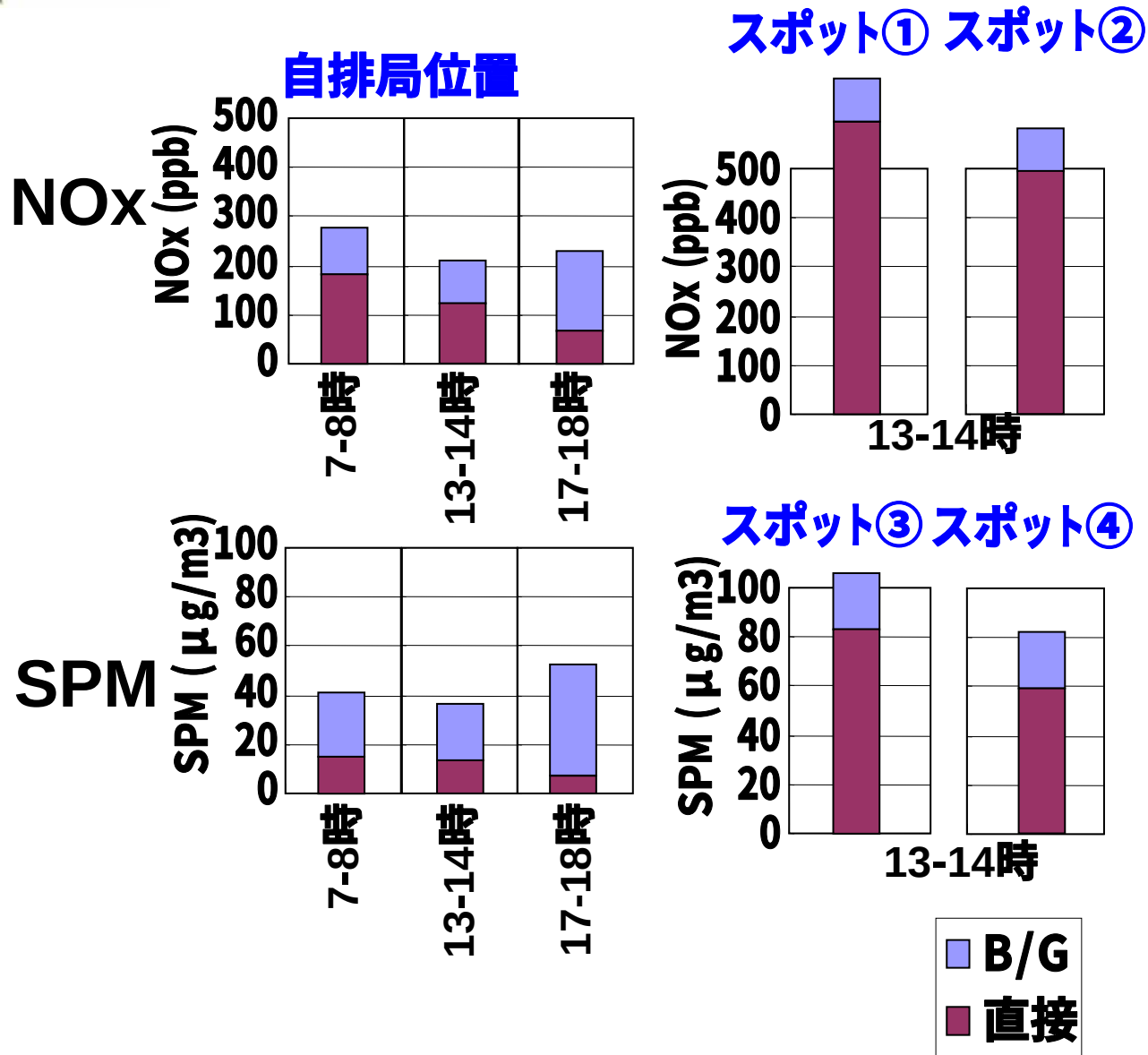
・評価方法: 1時間平均濃度の分布および自排局濃度との比較

4.5 計算結果

(1) 2000年 13~14時における濃度分布

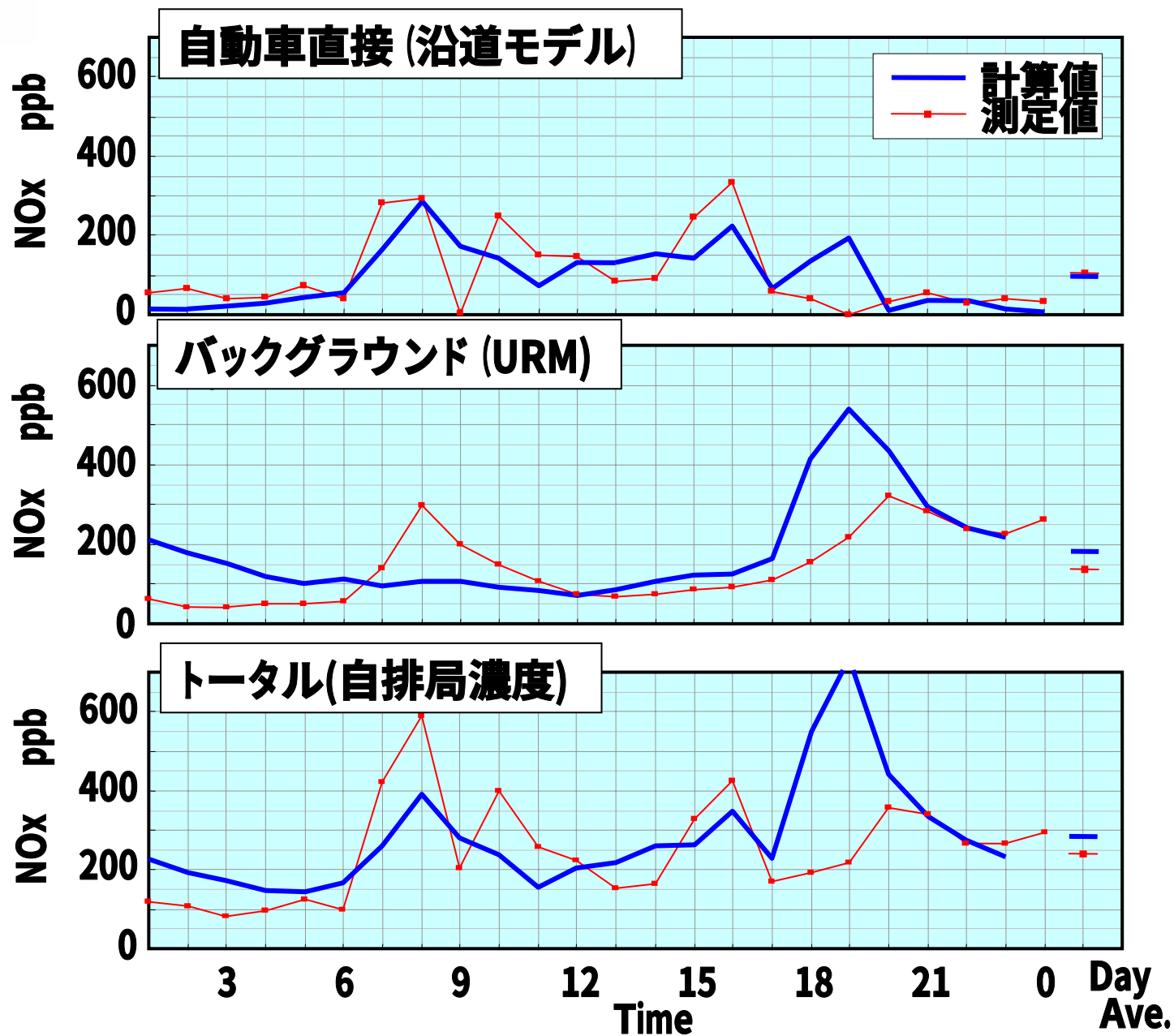


(2) ホットスポットにおける自動車排気の寄与



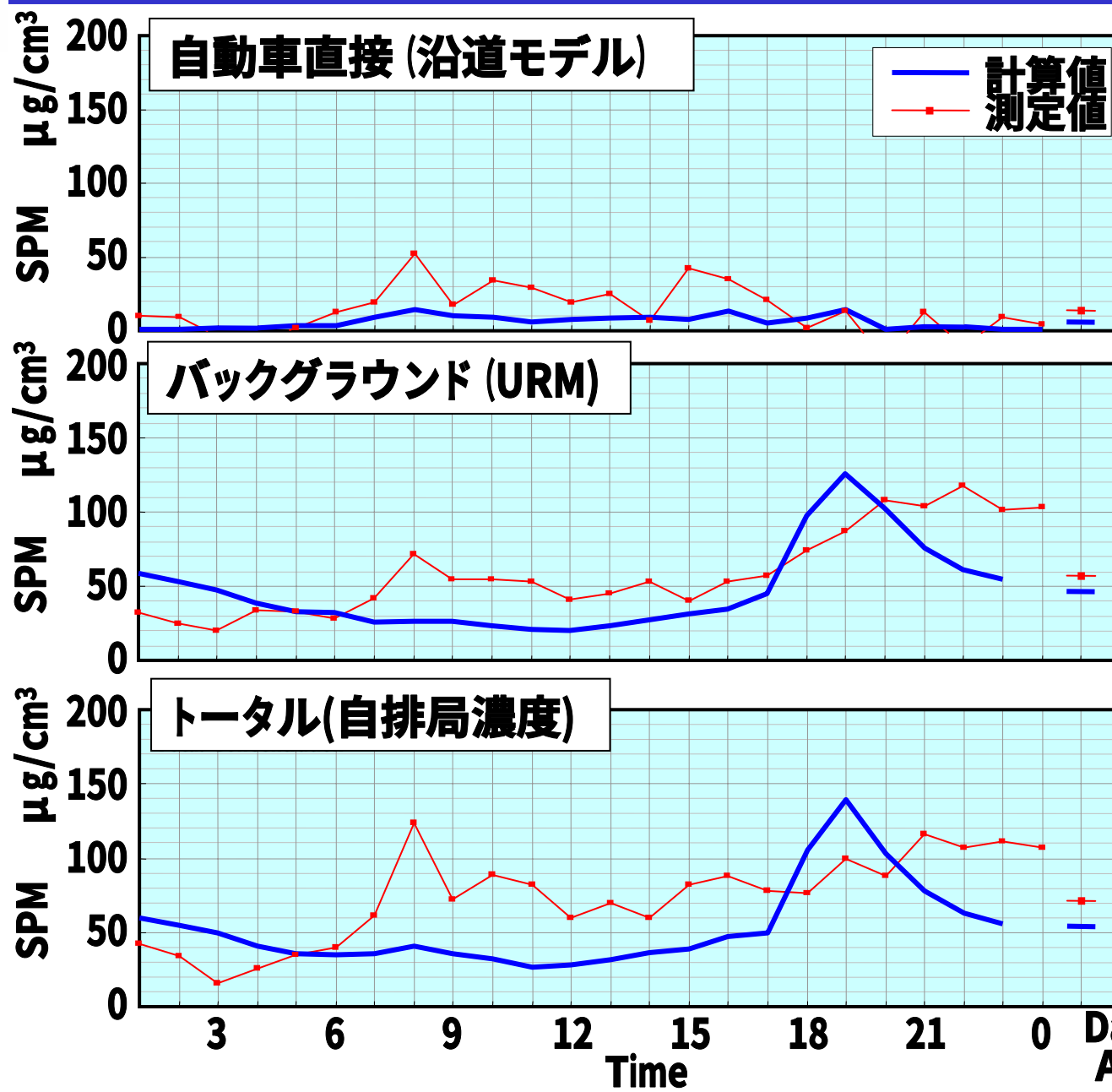


(3) 24時間計算結果 NOx



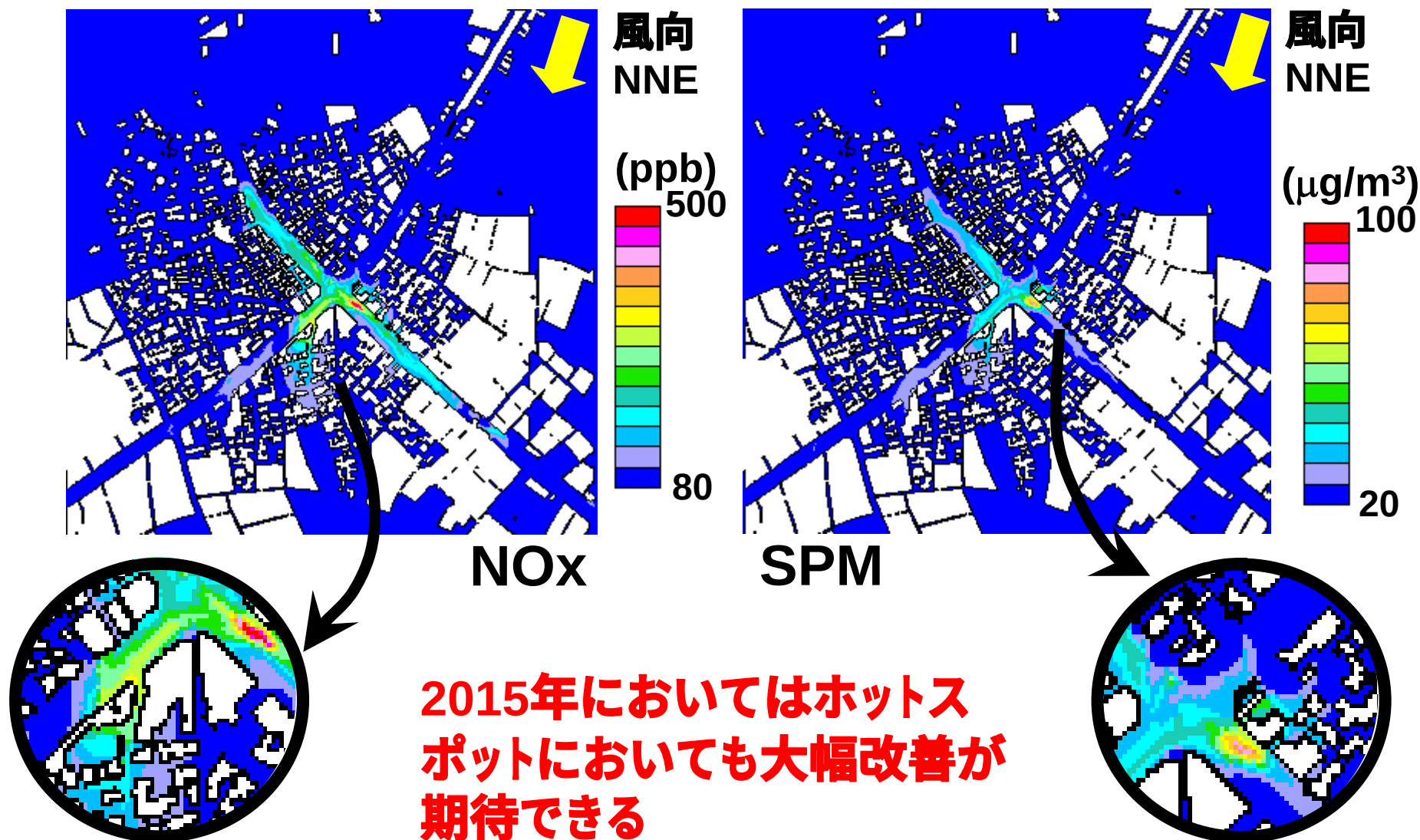
1999年12月10日

(4) 24時間計算結果 SPM

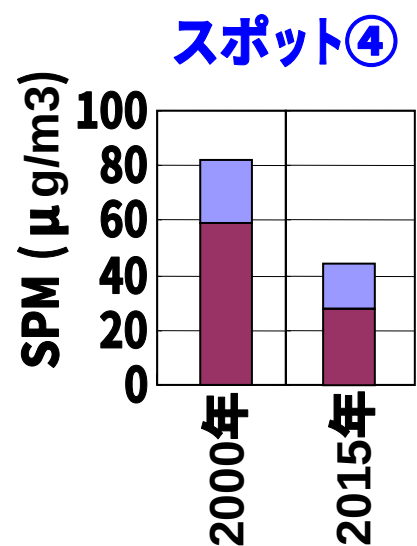
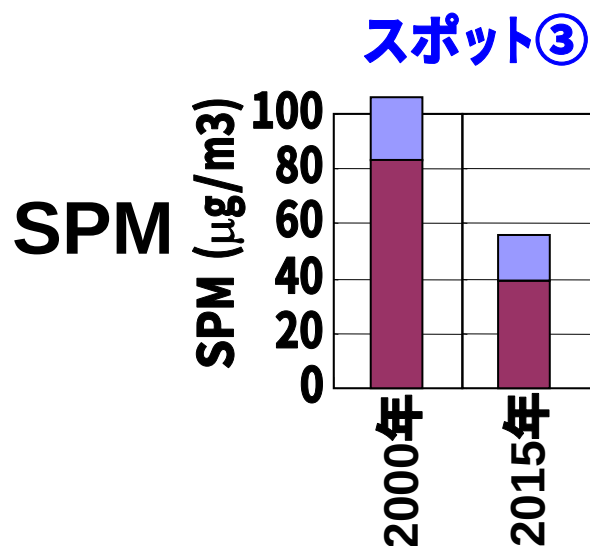
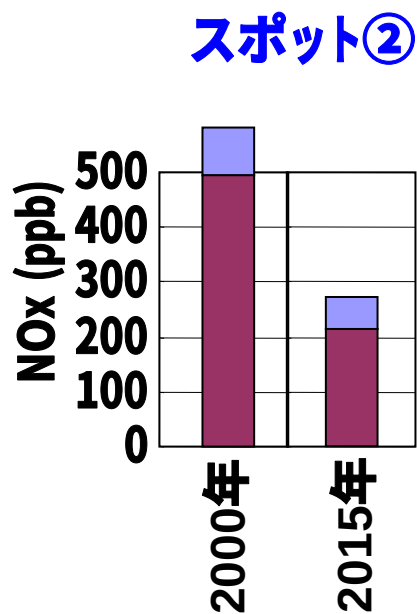
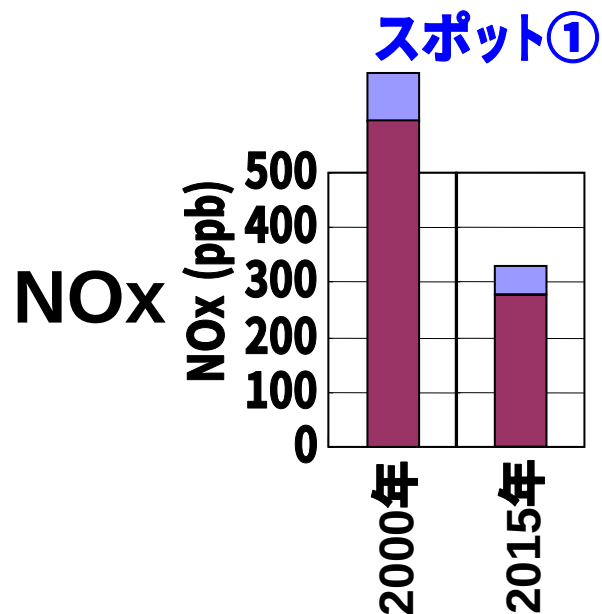


4.6 将来濃度の計算結果

(1)2015年ベースケース (新長期規制(ハイエミッター含)まで導入)



(2)ホットスポットにおける将来の改善効果



4.7 沿道モデルまとめ

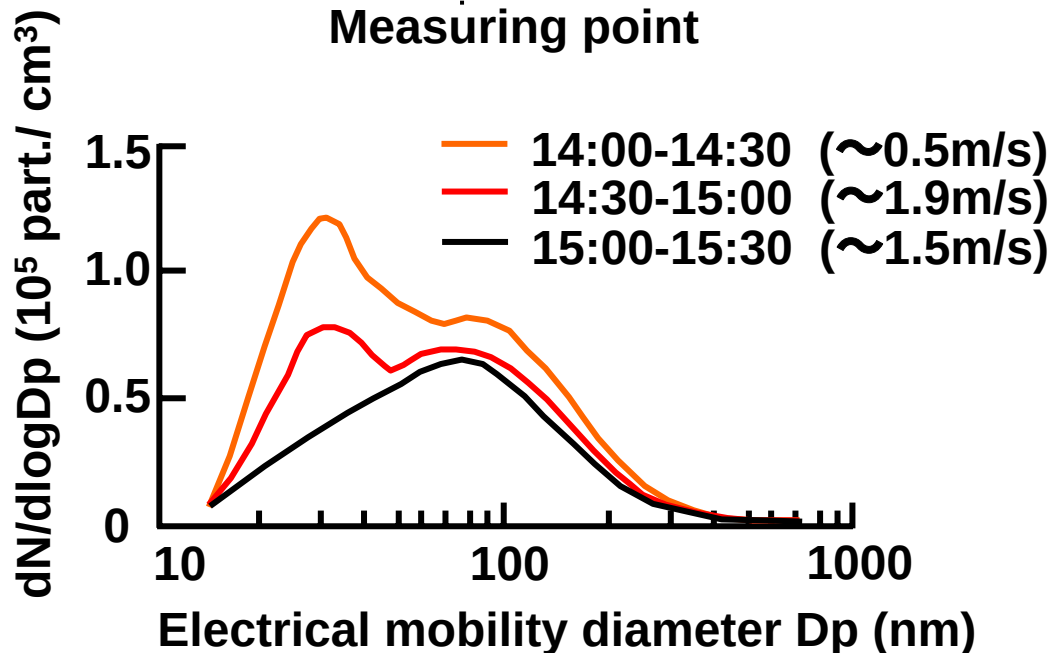
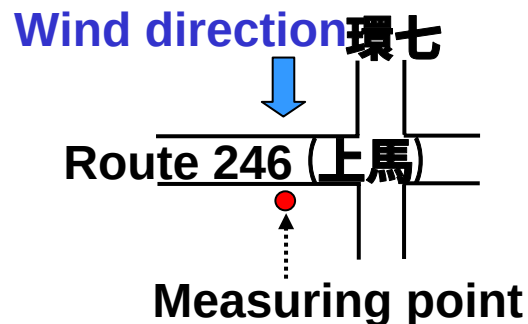
- **過渡排出量推計結果を入力に、詳細グリッド生成と汎用CFDモデルにより効率的なシミュレーションが可能になった。**
- **細街路への回り込みやホットスポットの解析が可能になった**
- **種々の沿道形状への適用を行い、汎用で使えるようにすることが課題**



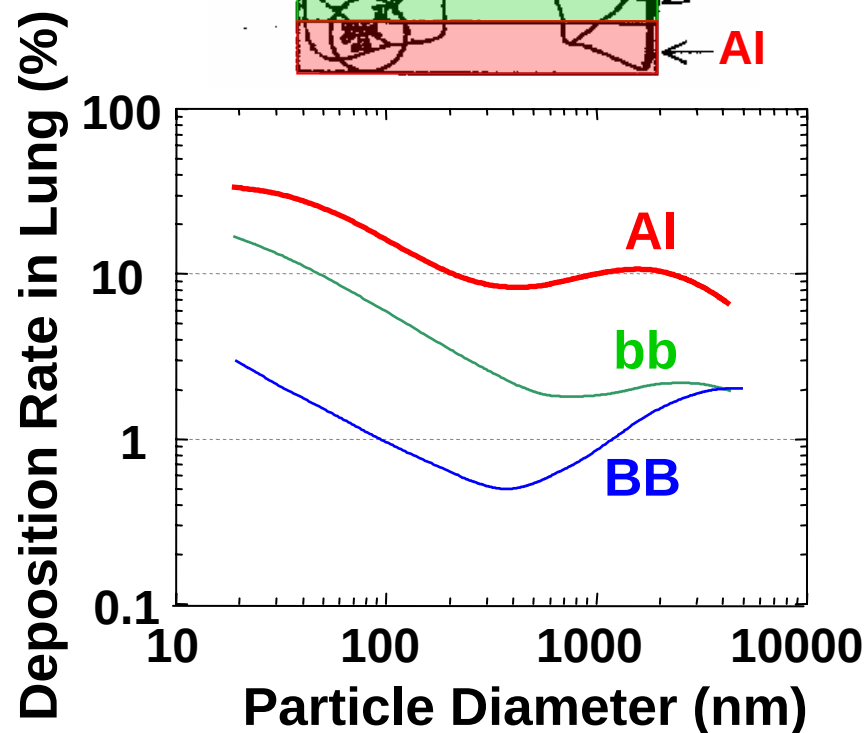
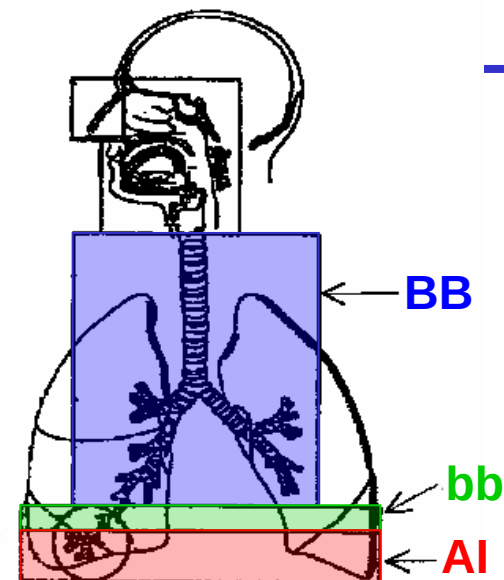
1. JCAP II 大気モデル研究の背景
2. リアルワールド(排出量推計)
3. 高精度 (広域大気モデル)
4. 沿道モデル
- 5. ナノ粒子モデル**
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
8. 大気モデル統合化

5.1 ナノ粒子研究の背景

大気中ナノ粒子の数濃度と体内沈着



大気中ナノ粒子の観測結果例



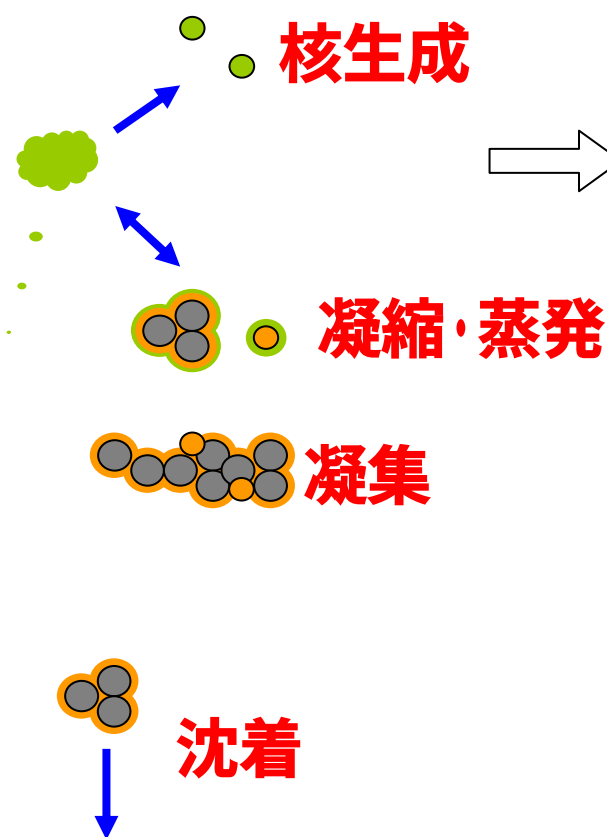
呼吸気系各部位への粒子沈着率

5.2 自動車排出ナノ粒子の大気中挙動

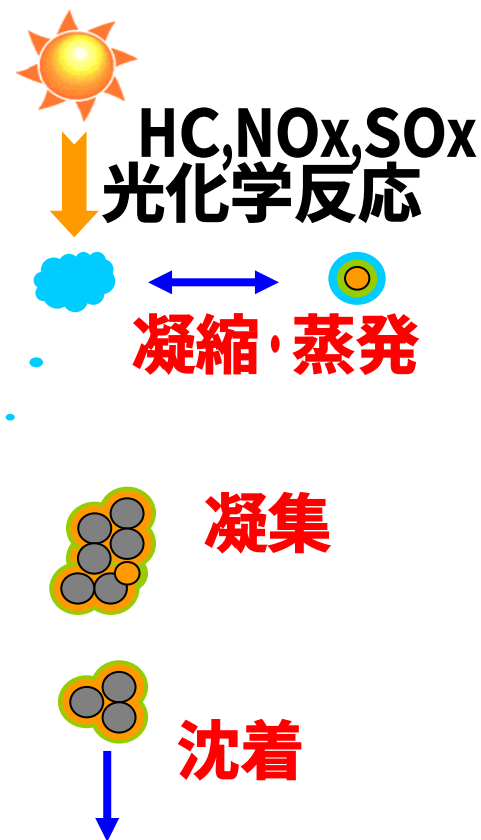
エンジン・排気



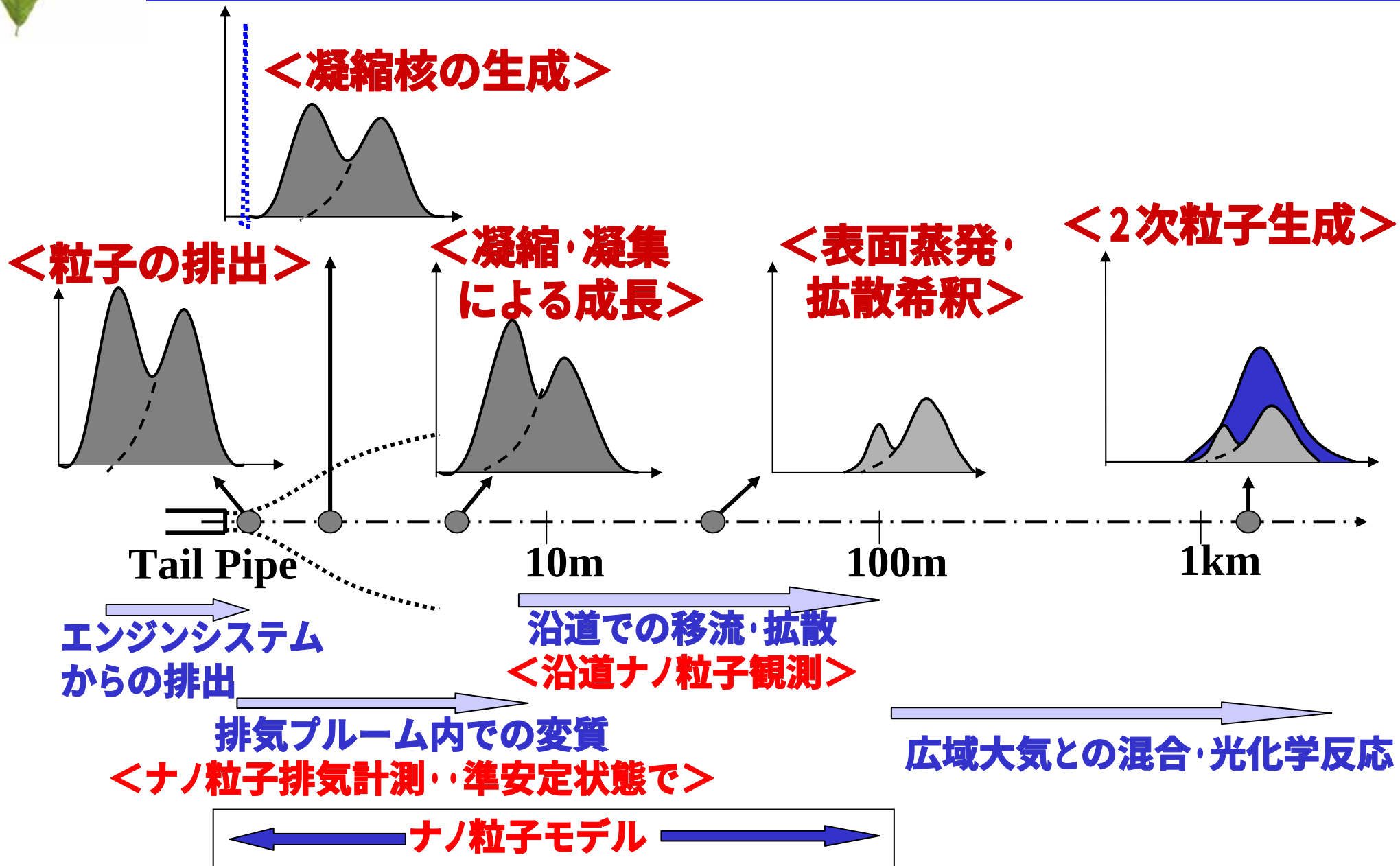
沿道



都市域・広域



5.3 自動車排出ナノ粒子の粒径変化挙動



5.4 JCAPP II におけるナノ粒子研究

ターゲット:

沿道大気中におけるナノ粒子の数濃度について、

1. 環境中の実態を把握する (沿道観測・次講演)



2. 車両排気からの排出実態を把握し、実環境を再現する計測法を確立する

(排気計測・次々講演)



3. 今後の排気改善、各種施策の効果を予測する手法を開発する

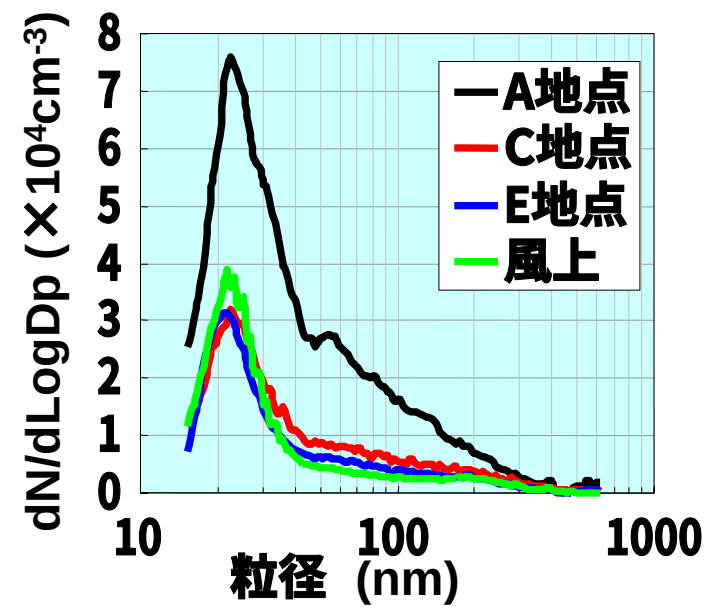
(ナノ粒子モデル・本講演、将来予測・今後の課題)

5.5 ナノ粒子濃度試算の概要



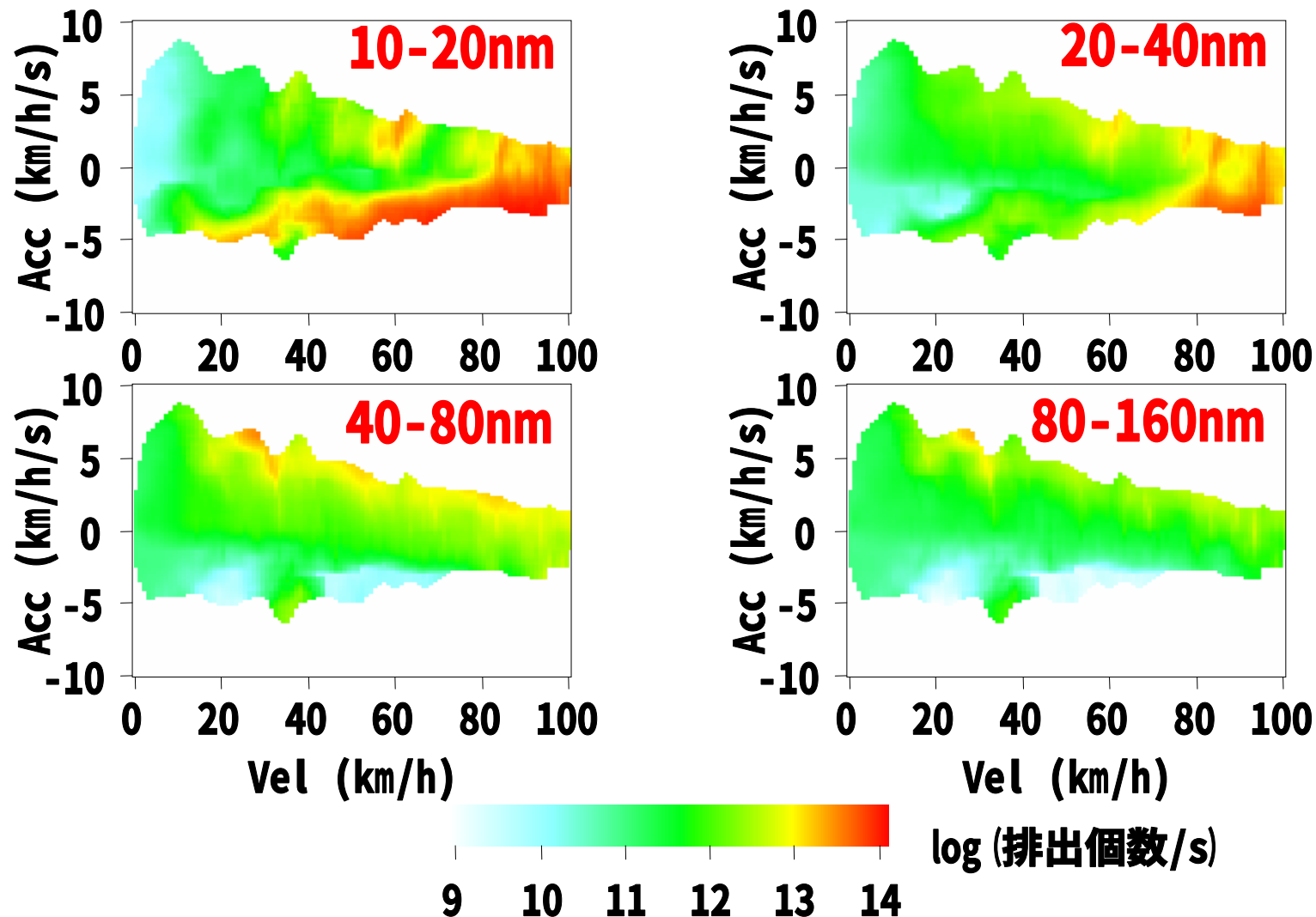
04年に実施した沿道ナノ粒子の観測結果再現を試行

ナノ粒子距離減衰測定結果



5.6 PM粒径別排出マップ

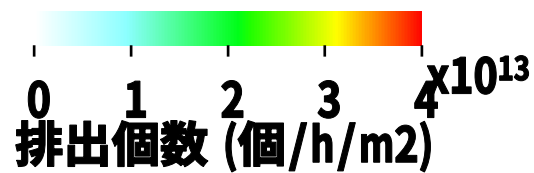
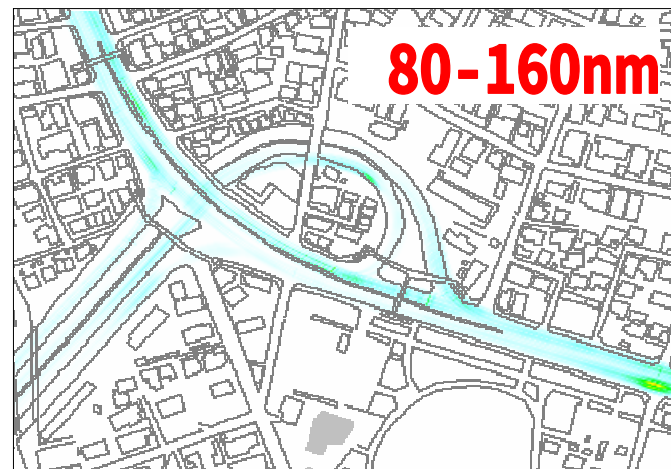
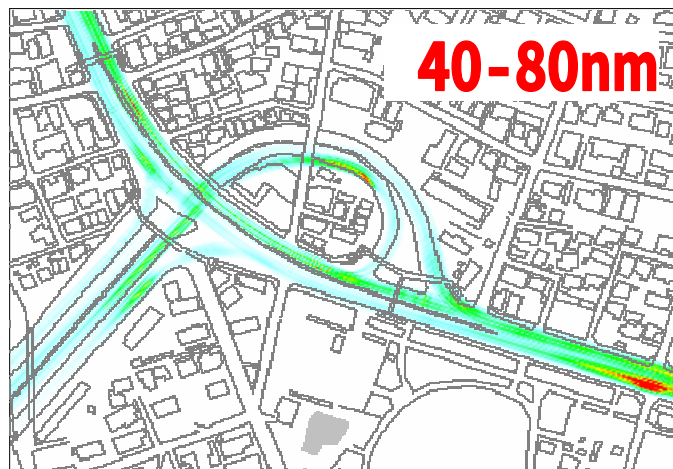
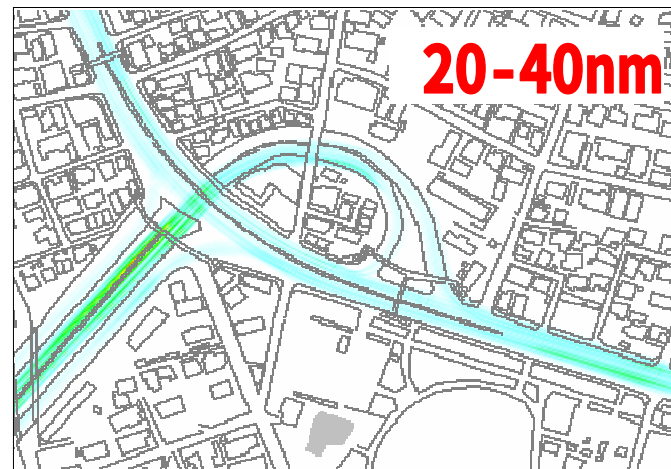
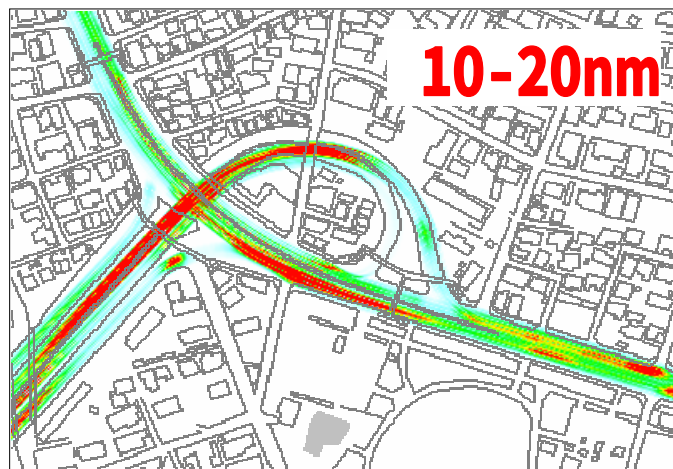
シャシーダイナモ試験結果により作成した過渡排出マップ



全てのディーゼル車について、この車両の排出マップを適用

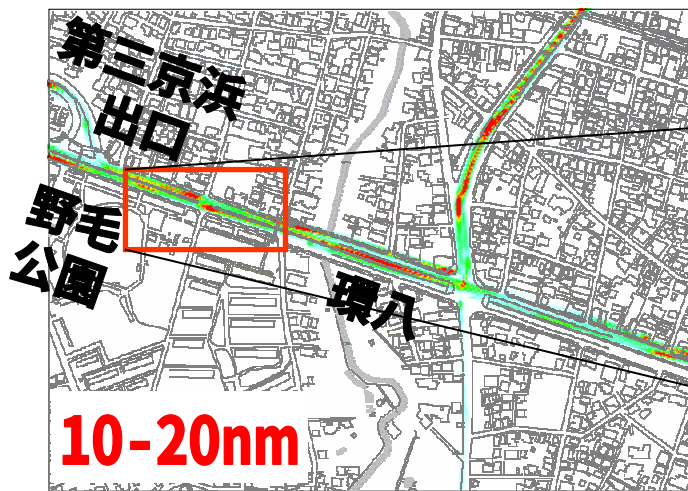
5.7 ナノ粒子数濃度分布

粒子区分ごとの排出個数分布

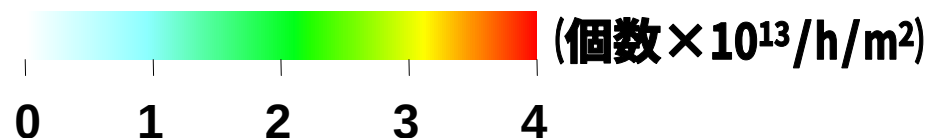
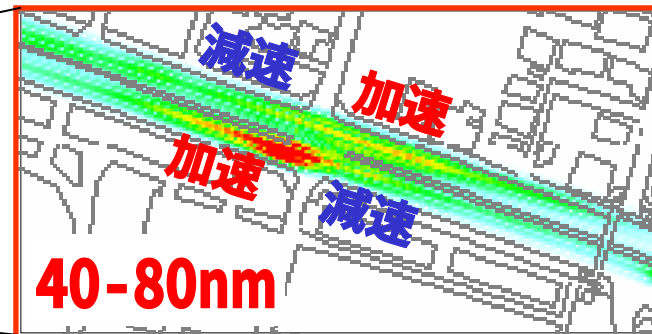
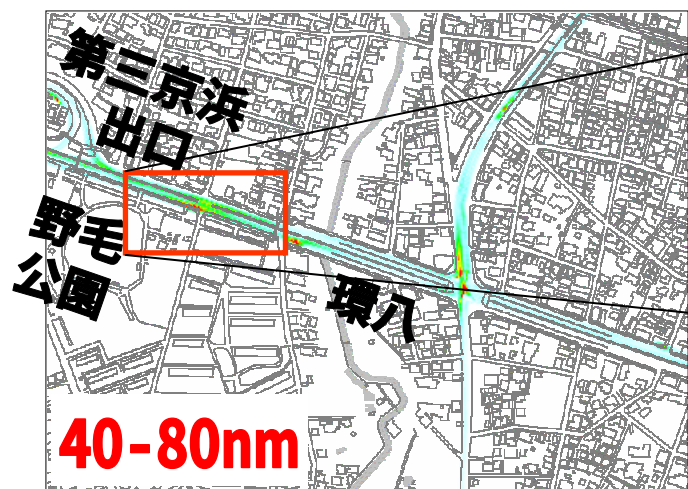
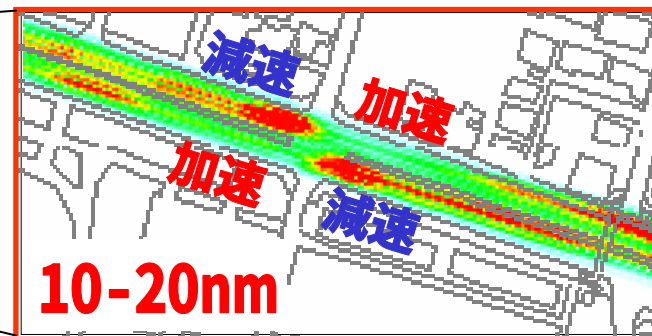


5.7 PM粒径別排出量分布(2)拡大図

ナノ粒子分布推計結果 (野毛公園前)



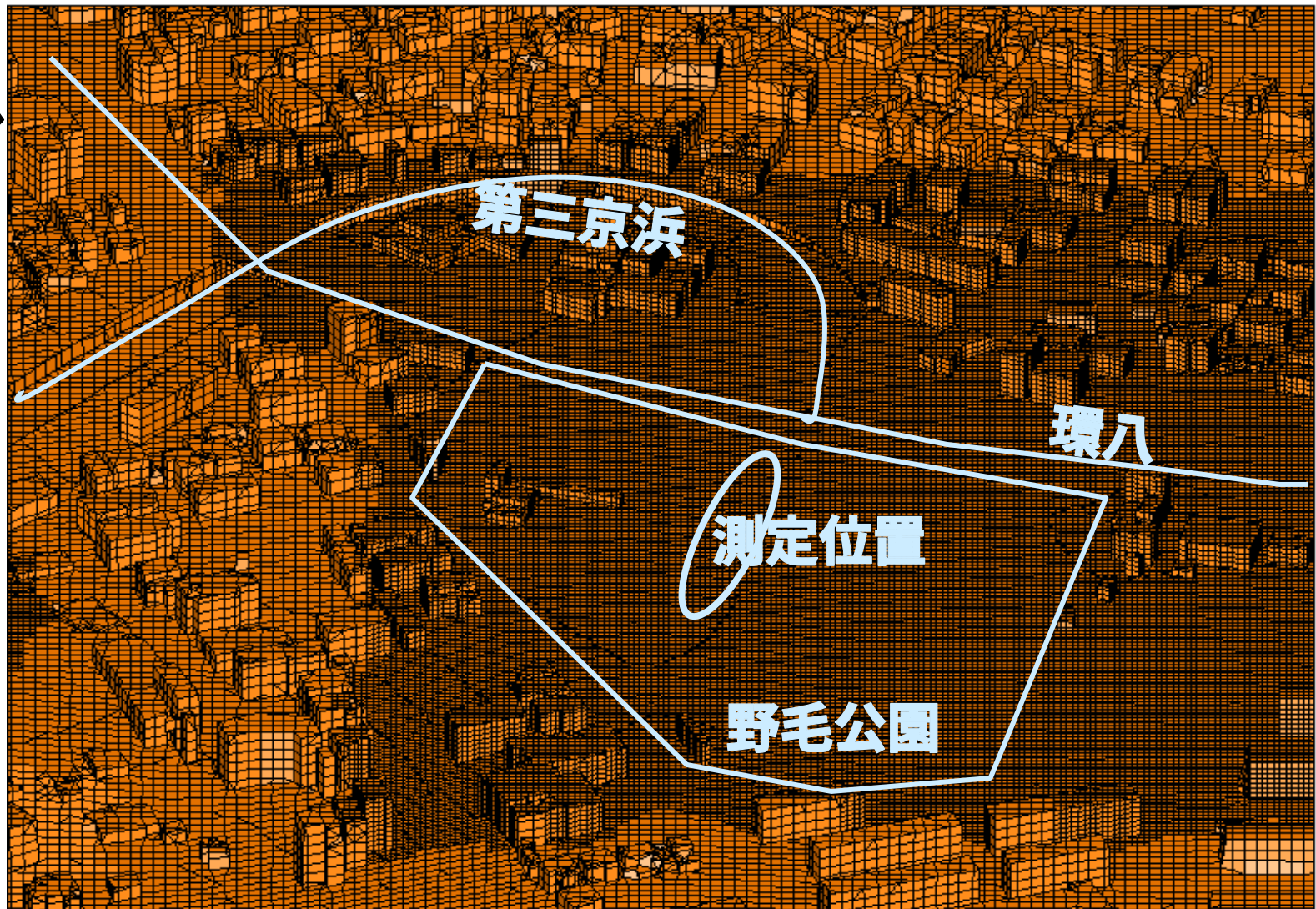
信号前後の排出挙動



5.8 計算格子

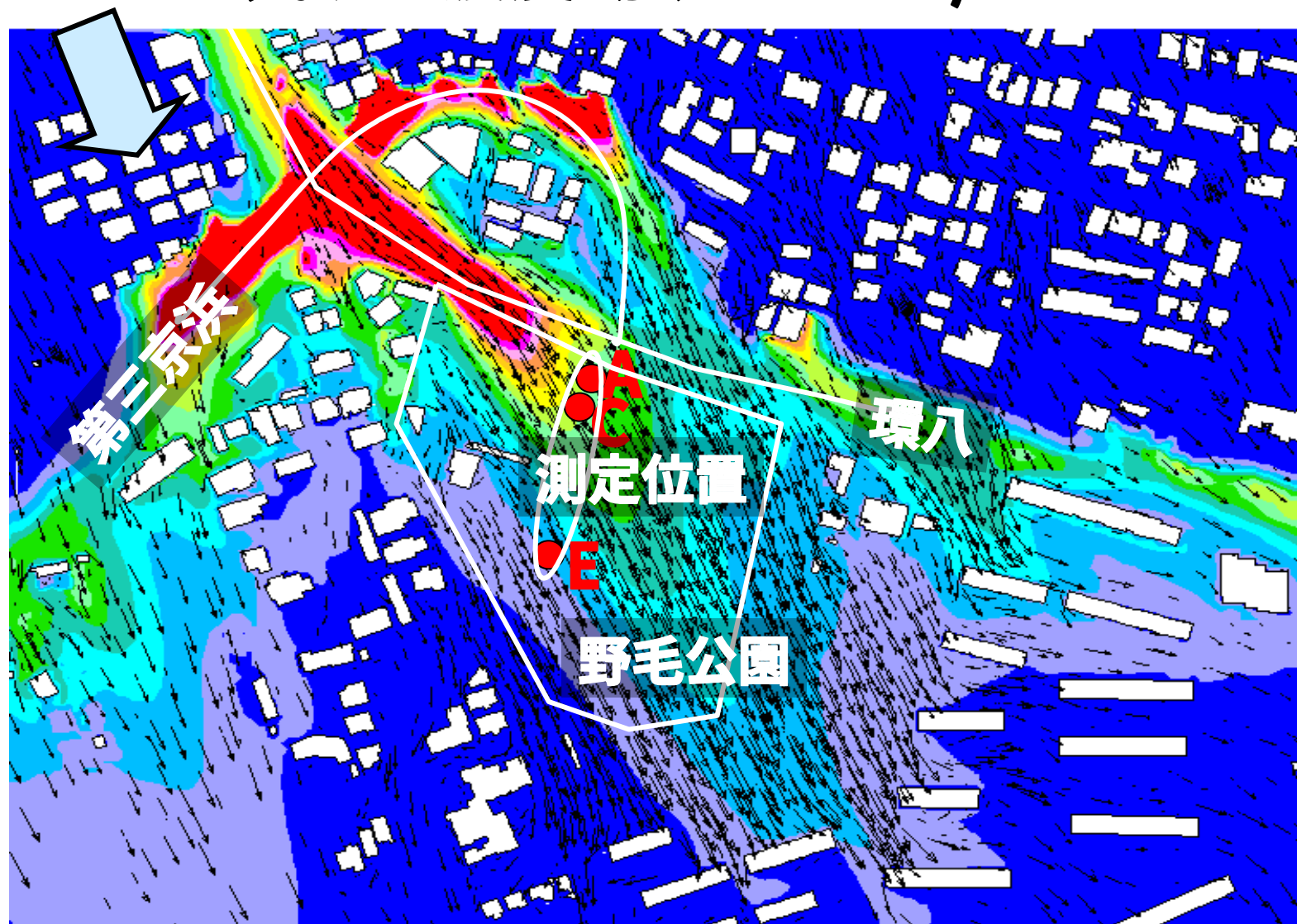
計算セルの様子

約110万セル
最小サイズ
1.5m



5.8 計算結果 (1) 濃度分布

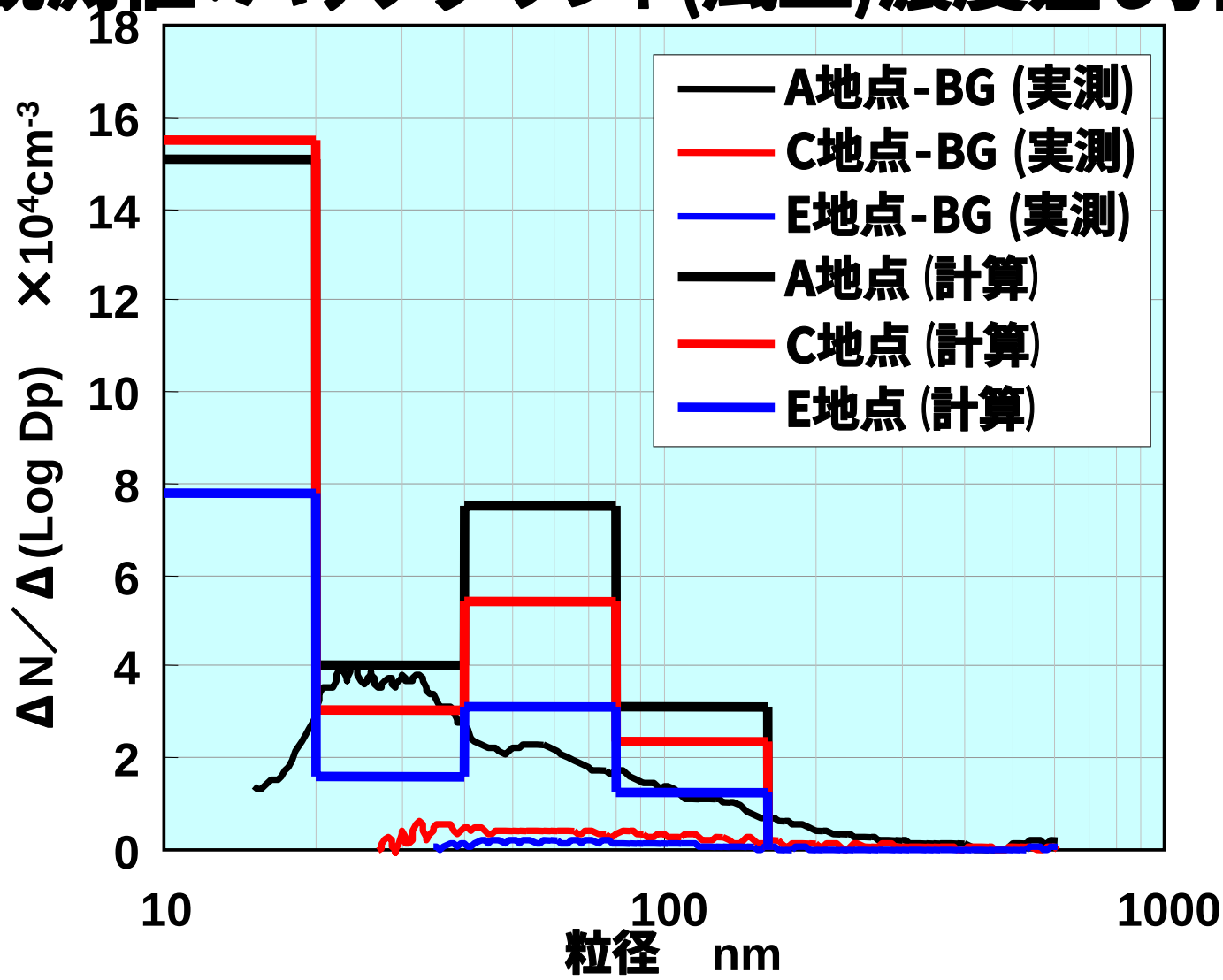
気流と濃度場 (10-20nm)



5.8 計算結果 (2)観測値との比較

距離減衰、計算と観測値の比較

(観測値：バックグラウンド(風上)濃度差し引き後)



5.9 ナノ粒子モデルまとめ

- ナノ粒子の数濃度シミュレーションを行った。桁が合うレベルの結果を得た。
- 排出係数マップの蓄積、気流計算の改良等により、定量的な評価が可能なレベルまで精度向上することが今後の課題である。

6. まとめ

JCAP II 開発モデル:

- アジア～都心までのマルチグリッドモデルの組み合わせによる沿道**後背地の大気汚染推計モデル**
- 汎用CFDモデルと交通流、過渡排出量推計の組み合わせによる**沿道大気汚染解析モデル**
- 自動車起源ナノ粒子の沿道における濃度を推計する**ナノ粒子推計モデル**
- 各種モデルを有機的に結合する**統合化システム**

(続き)

JCAP II 大気モデル研究の成果:

- ・ リアルワールドエミッション推計手法(排出係数マップ、RSD技術導入、等)による高精度**自動車排気排出量モデルの開発**
- ・ **都心部**における大気汚染**濃度推計精度の改善**(気流モデル、境界条件、エミッションの改善、等の効果・今回は言及せず)
- ・ **高濃度沿道**におけるスポット高濃度、**濃度分布推計精度の向上**
- ・ **ナノ粒子濃度分布推計モデルの構築**(精度への言及は今後の課題)

7. JCAPP II 後半の課題

1. 開発モデルの公開

- 当該分野の研究者への公開と課題の抽出
- 汎用化に向けての課題解決
- 統合化システムの完成

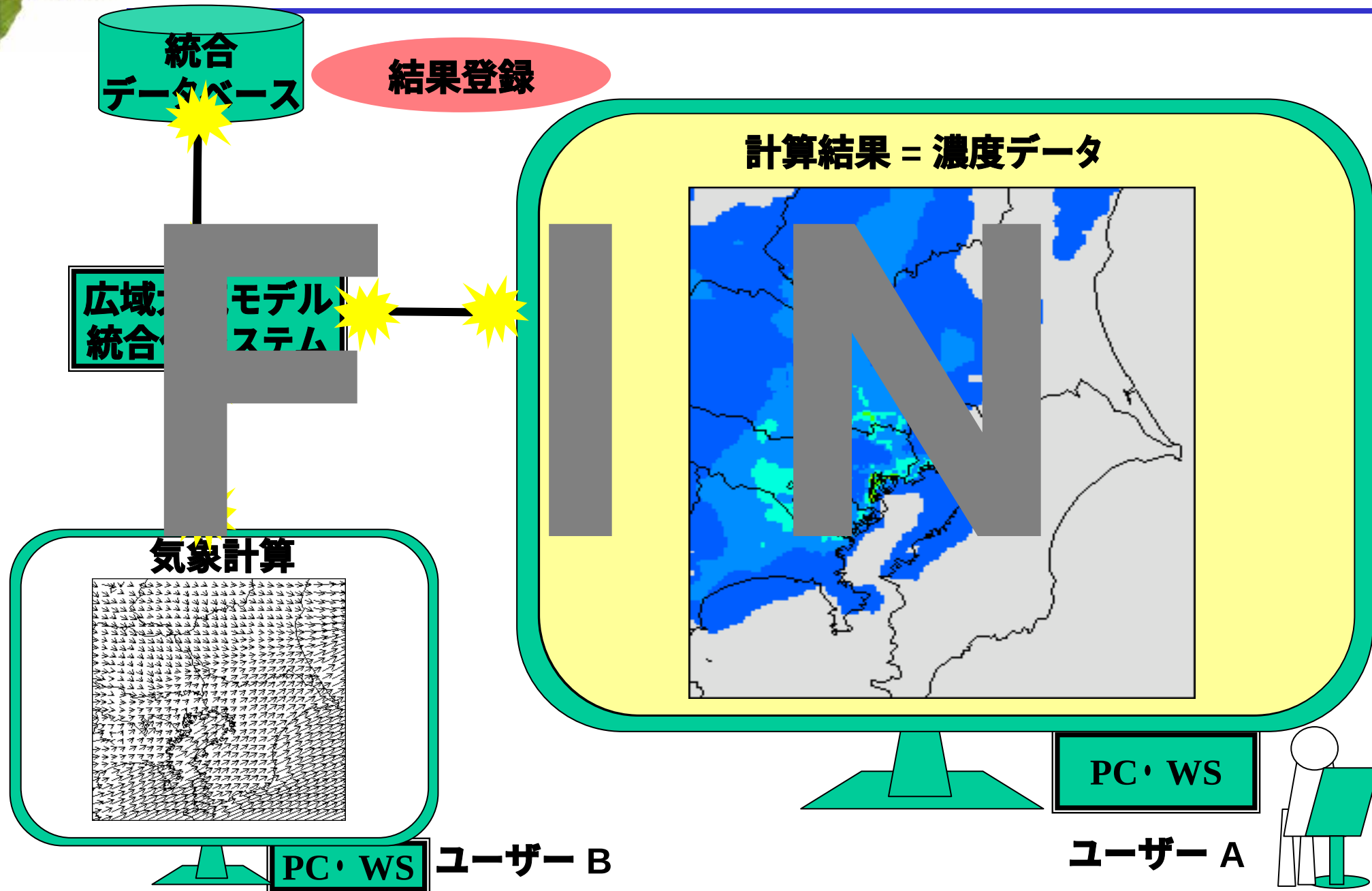
2. モデル精度の向上

- 広域交通流モデルの精度向上
- 沿道モデル精度向上
- 年間暴露量の推計
- 超広域モデルの精度向上



1. JCAP II 大気モデル研究の背景
2. リアルワールド(排出量推計)
3. 高精度 (広域大気モデル)
4. 沿道モデル
5. ナノ粒子モデル
6. まとめ
7. JCAP II 後半の課題
- 8. 大気モデル統合化**

8.1 広域モデル統合化システムの構築





以上