

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

JCAP 大気シミュレーション 結果概要

2005年6月2日
大気企画WG 山崎 哲



JCAP II
JAPAN CLEAN AIR PROGRAM

1. 本講演の結論
2. JCAP 大気シミュレーションモデルの概要
3. 自動車排気排出量の推計
4. 自動車排出粒子のSPMへの寄与
5. 光化学反応の寄与
6. 長距離輸送の寄与
7. 沿道における自動車排気の寄与解析
8. キーワード まとめにかえて

1. 本講演の結論 - 1 -

広域大気環境改善への提言

1. 2015年時点においては、**使用過程車(ハイエミッター、オフサイクル走行、等)に対する対策**が新車規制より有効である。
2. NO_xの単独での削減は、結果としてオゾンの増加をもたらす。**VOCを含めた総合対策**が重要である。
3. SPMについては、固定発生源及び巻き上げ粉塵が排出量の8割以上を占める。**巻き上げ粉塵は粗大(>2.5 μ)粒子への寄与**が大きい。
4. SPMに占める二次粒子の比率が大きくなり、その中でも**長距離輸送(境界外からの流入)**の割合が大きくなる。海外を含めた広域の施策が必要である。

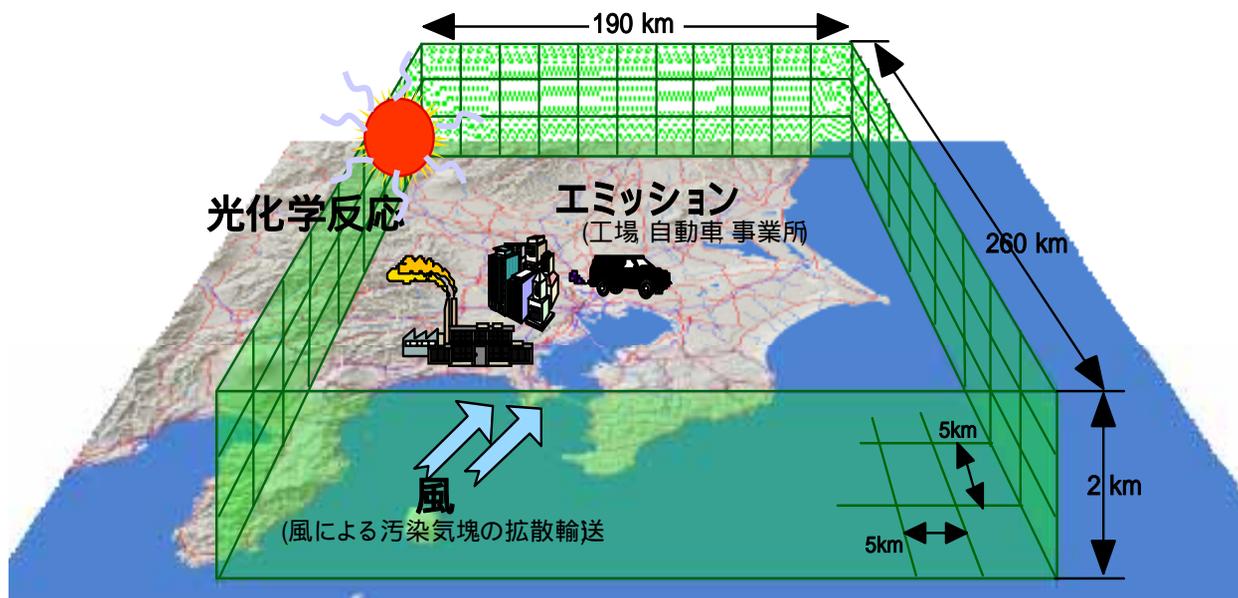
1. 本講演の結論 - 2 -

沿道大気改善のための提言

1. 沿道大気は、バックグラウンド・直近道路両者の排気の加算になるが、**ホットスポットにおいては、直近道路からの排気の寄与**が大きい。
2. 2015年には現行規制の効果によりホットスポットにおいても大幅な大気改善が見込まれるが、**沿道においても、都市域における改善**が重要である。

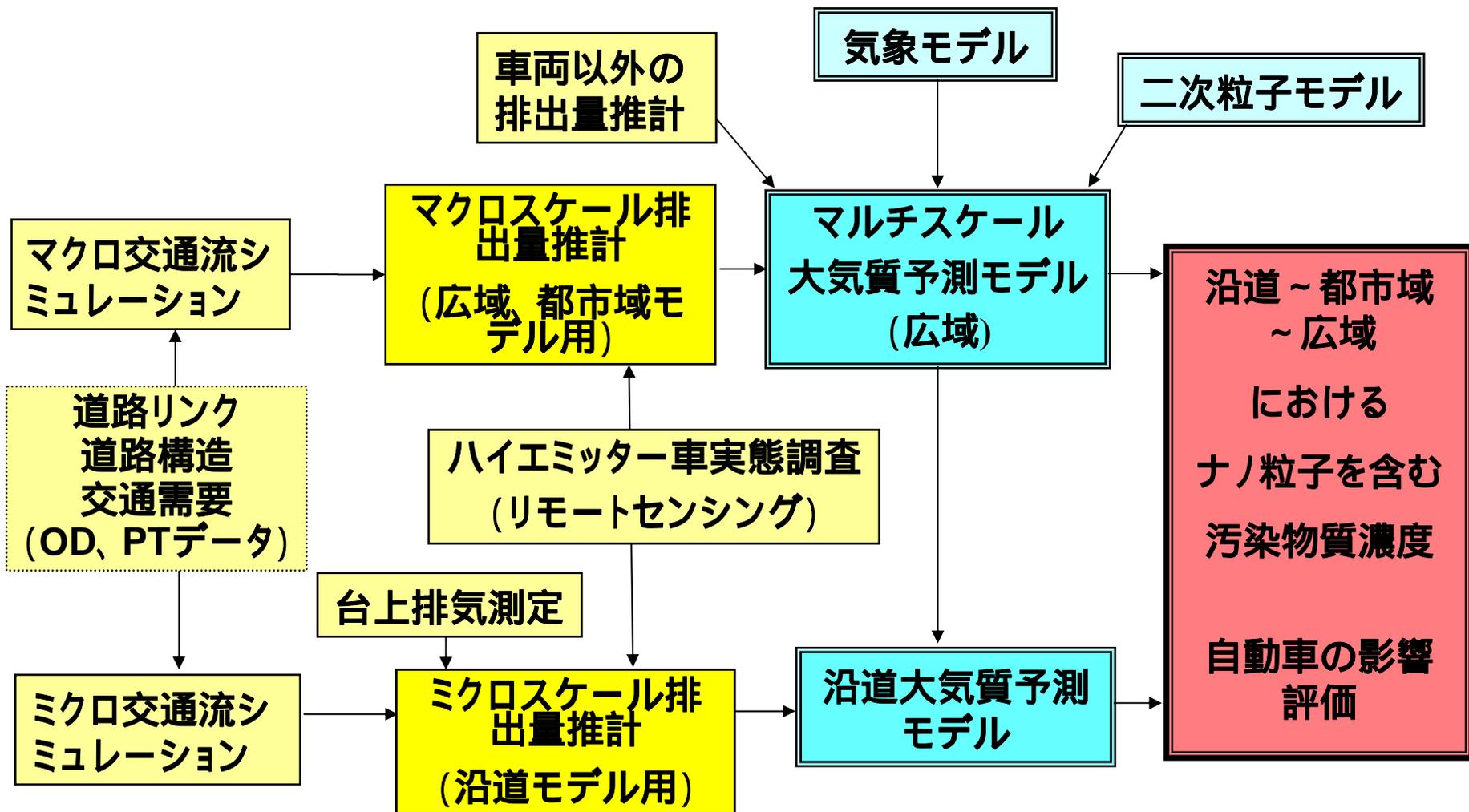
2. JC-API 大気モデルシミュレーションの概要

2.1 都市域大気質予測モデルの全体像



- 大気中における汚染物質の排出、移流拡散、化学反応による生成、沈着等の物理、化学現象を数値計算により予測

2.2 大気モデルのデータの流れ



2.3 今回対象とした領域とエピソード

エピソード:

1999年12月8～10日(評価日:12/10)

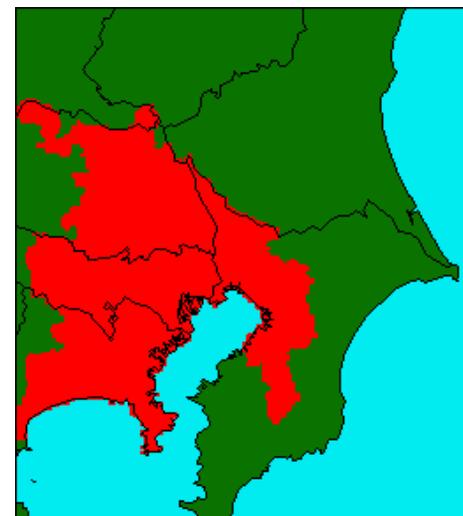
JCAP で大規模観測を実施し、モデルの
評価をおこなったエピソード。

初冬季高濃度の気象条件を現出。

評価対象物質: NO₂、SPM

評価領域:

関東圏NO_x・PM法規制地域平均濃度
地域内最高濃度地点



大気モデル計算領域

(朱色部分:

関東圏NO_x・PM法規制地域)

(平均濃度の定義:

観測値・測定局濃度をグリッド平均に直したもの、

計算値・測定局のあるグリッド濃度、高度補正した後平均処理)

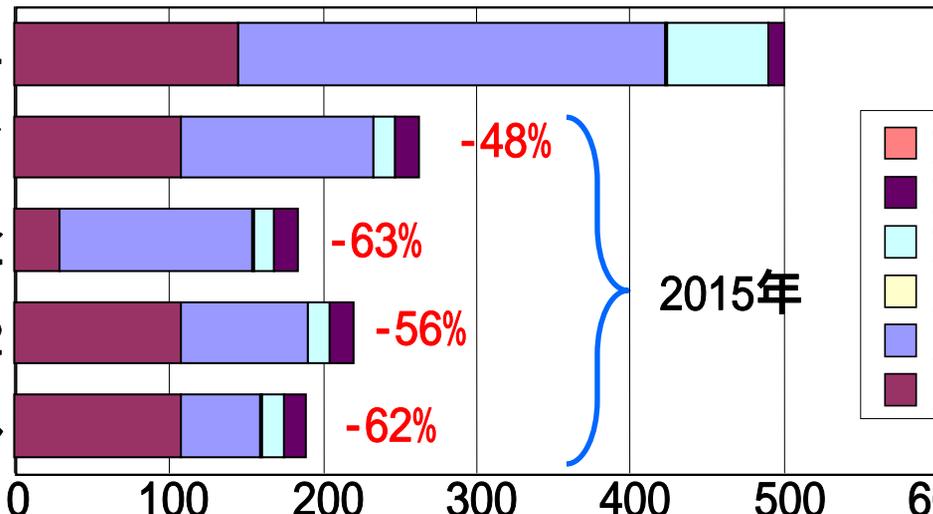
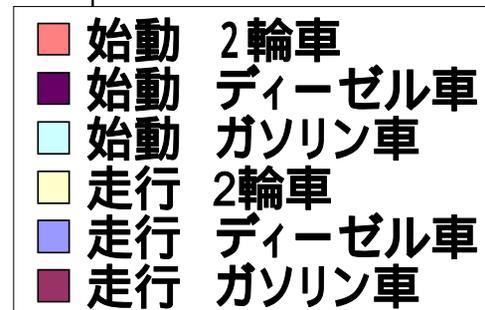
3. 自動車排気排出量の推計

2015年時点においては、**使用過程車(ハイエミッター、オフサイクル走行、等)に対する対策**が新車規制より有効である。

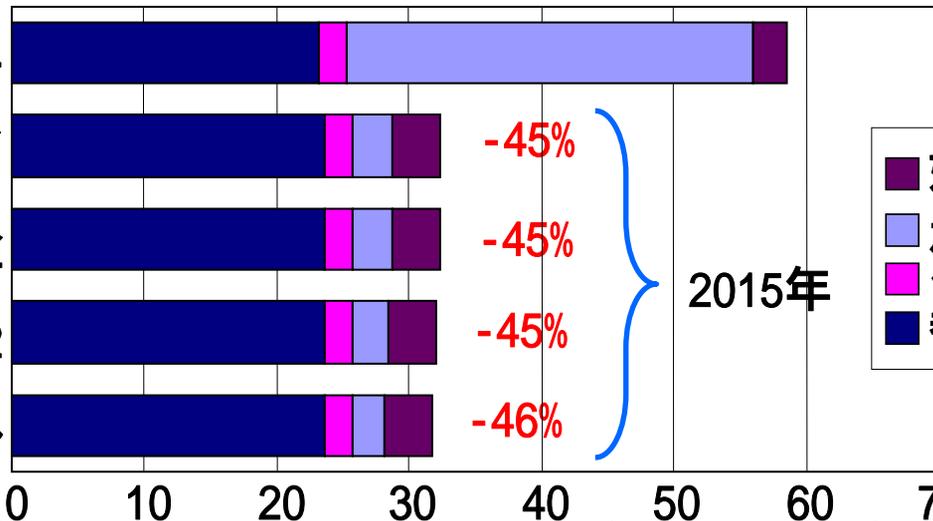
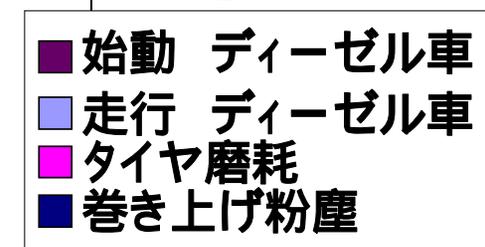
3.1 2000 2015年の自動車排出量の推移

関東圏NOx・PM法規制地域総量 (単位:トン/日)

NOx



SPM



自動車の排出量削減効果 => ハイエミッター除去 > 新規新車規制の導入 (今回はガソリン車のみ考慮)

3.2 ハイエミッターの推計手法(ガソリン車)

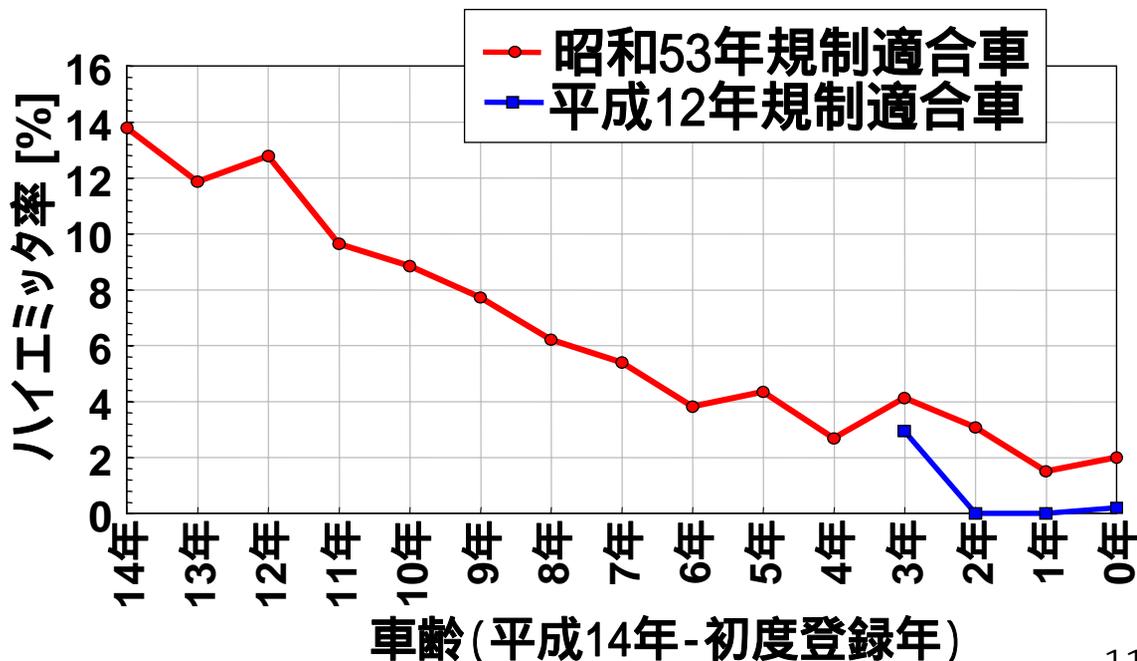
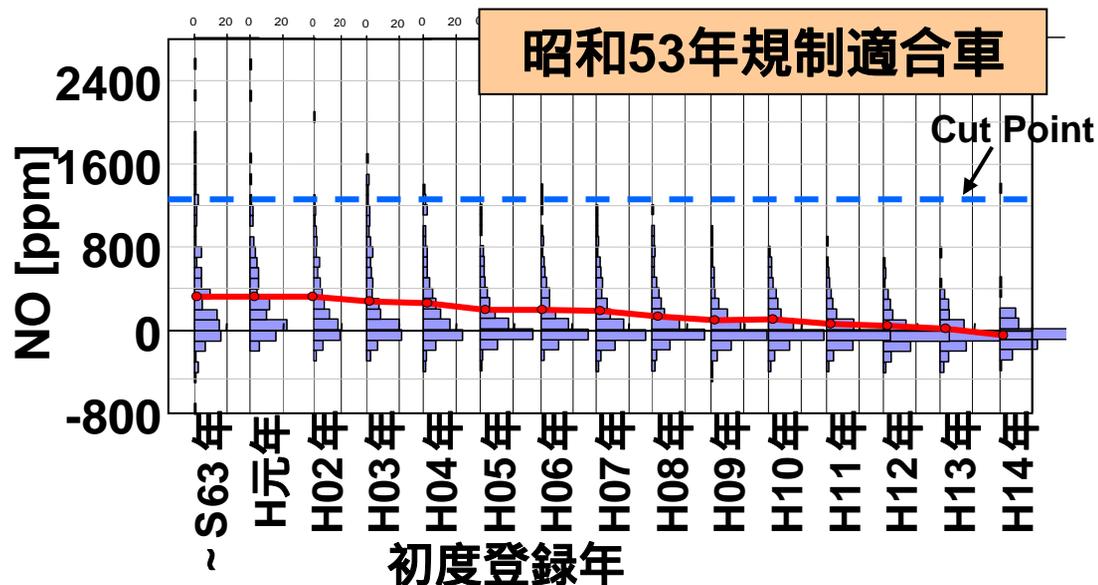
RSDによる排出量計測

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台数比率推計

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)

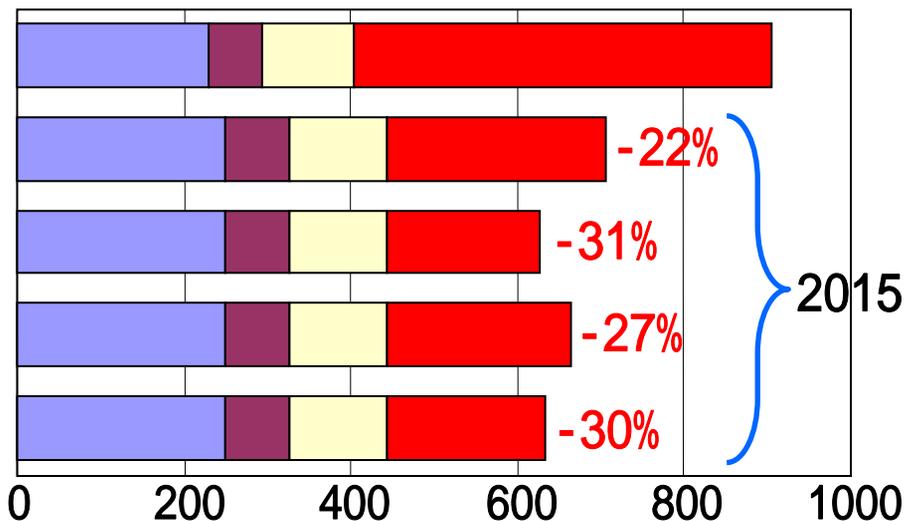
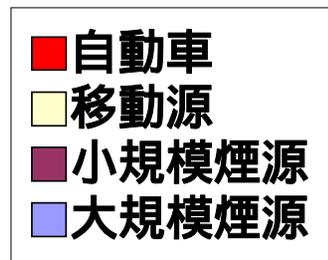
ハイエミッターの排出量推計



3.3 2000 2015年の全発生源排出量の推移

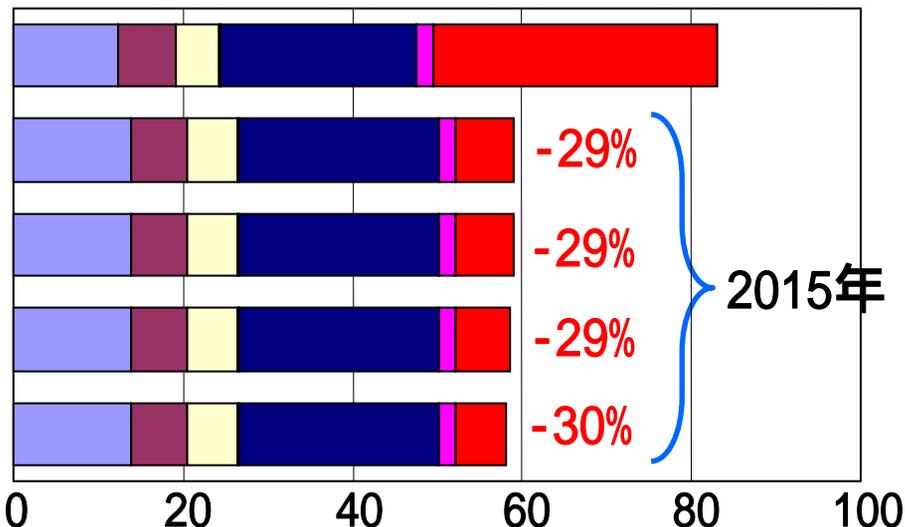
関東圏NOx・PM法規制地域総量 (単位:トン/日)

NOx



2015年

SPM



2015年

NOx: 固定発生源 > 自動車

SPM: 固定発生源、巻き上げ粉塵で8割を占める

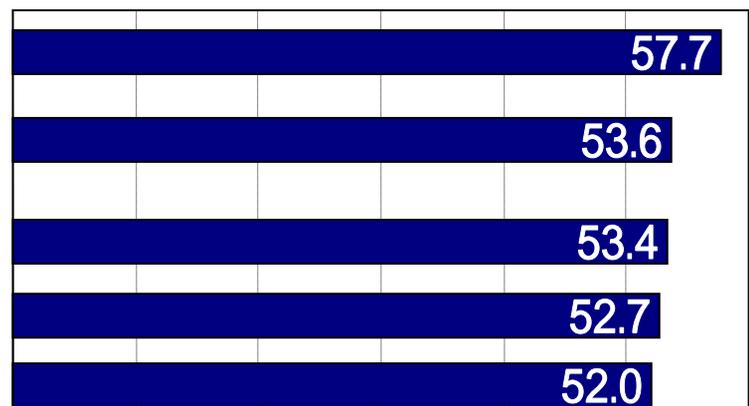
3.4 排気規制によるNO₂、SPM低減効果

NO₂

2000年
2015年ベース
新長期規制導入
ハイエミッタ除去
新長期規制1/2
US07規制相当



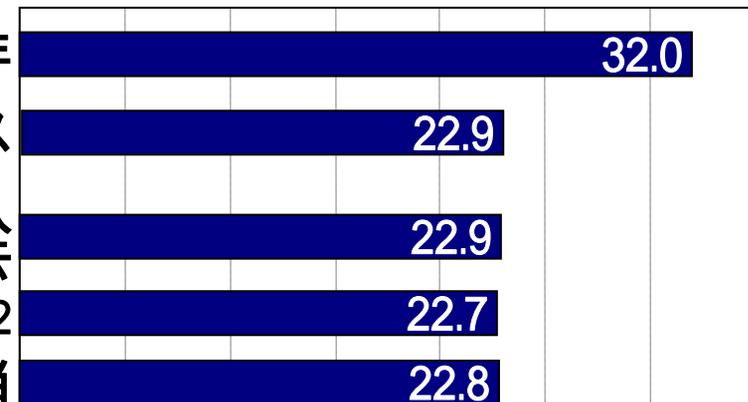
0 5 10 15 20 25 30 350
規制地域内NO₂平均濃度 (ppb)



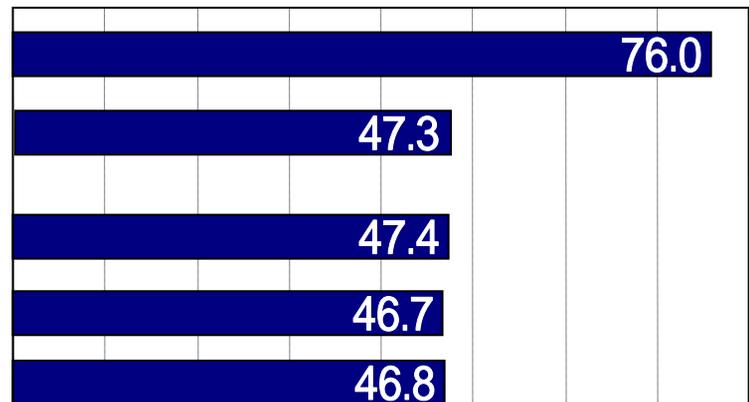
10 20 30 40 50 60
規制地域内NO₂最高濃度 (ppb)

SPM

2000年
2015年ベース
新長期規制導入
ハイエミッタ除去
新長期規制1/2
US07規制相当



0 5 10 15 20 25 30 350
規制地域内SPM平均濃度 (µg/m³)



10 20 30 40 50 60 70 80
規制地域内SPM最高濃度 (µg/m³)

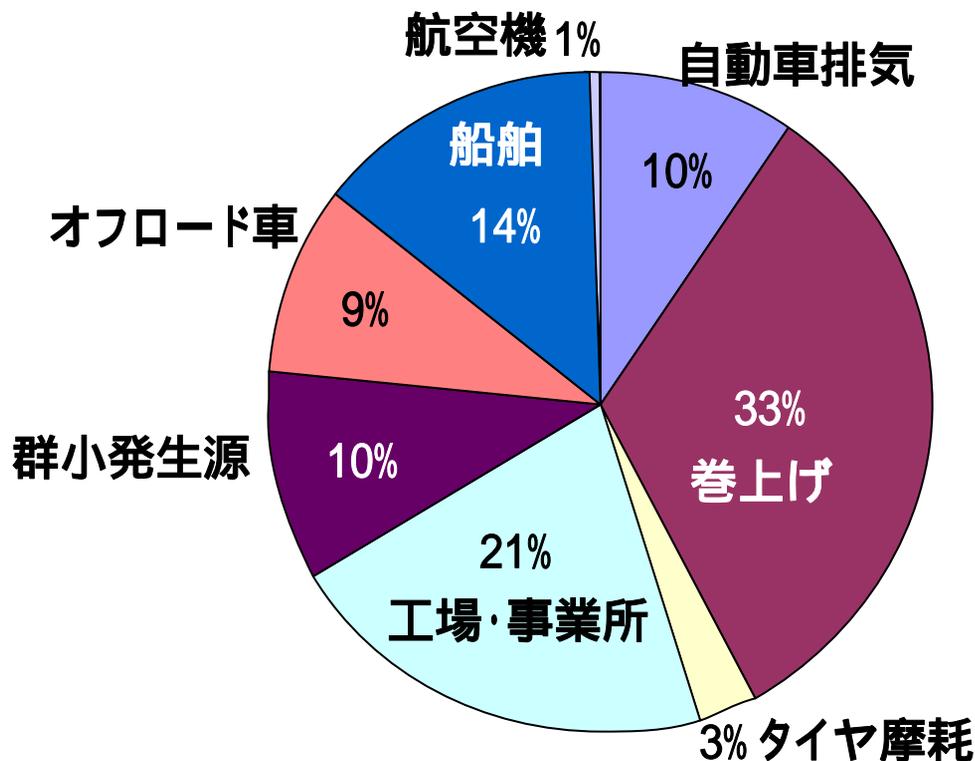
NO₂、SPM濃度に対しては、新車に対する規制、ハイエミッターの寄与は同等

4 . 自動車排出粒子のSPMへの寄与

SPMについては、固定発生源及び巻き上げ粉塵が排出量の8割以上を占める。**巻き上げ粉塵は粗大(>2.5 μ m)粒子の寄与が大きい。**

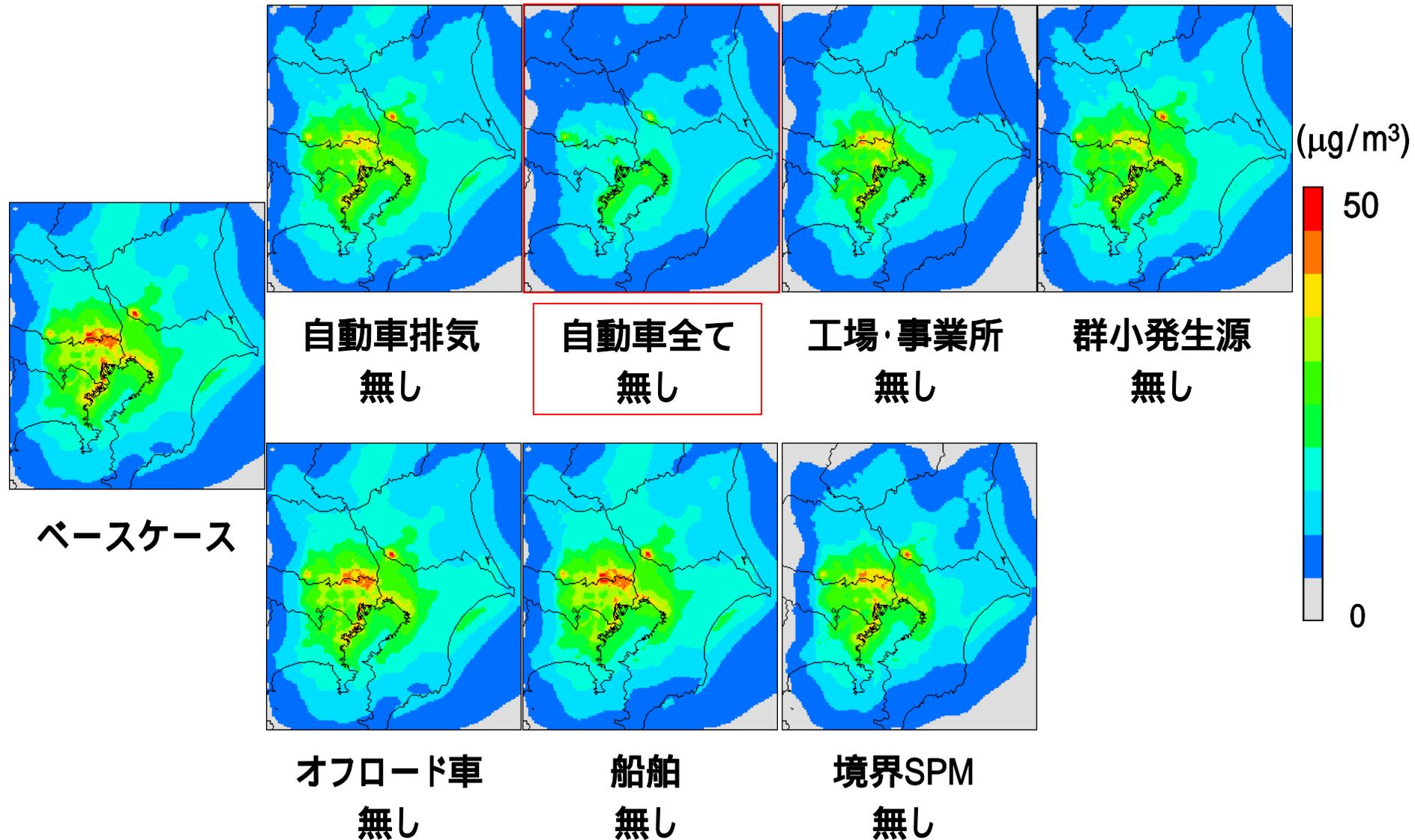
4.1 SPM排出量総量に対する寄与率

SPM排出量総量に対する各発生源の寄与率
(2015年、関東圏NOx・PM法規制地域 + 東京湾)



- 工場・事業所 …… 大気汚染物質排出量総合調査(マップ調査)対象発生源
- 群小発生源 …… 調査対象外の業務施設(小型ボイラーなど)、住宅
- オフロード車 …… 建設機械、産業機械(フォークリフト)、農業機械

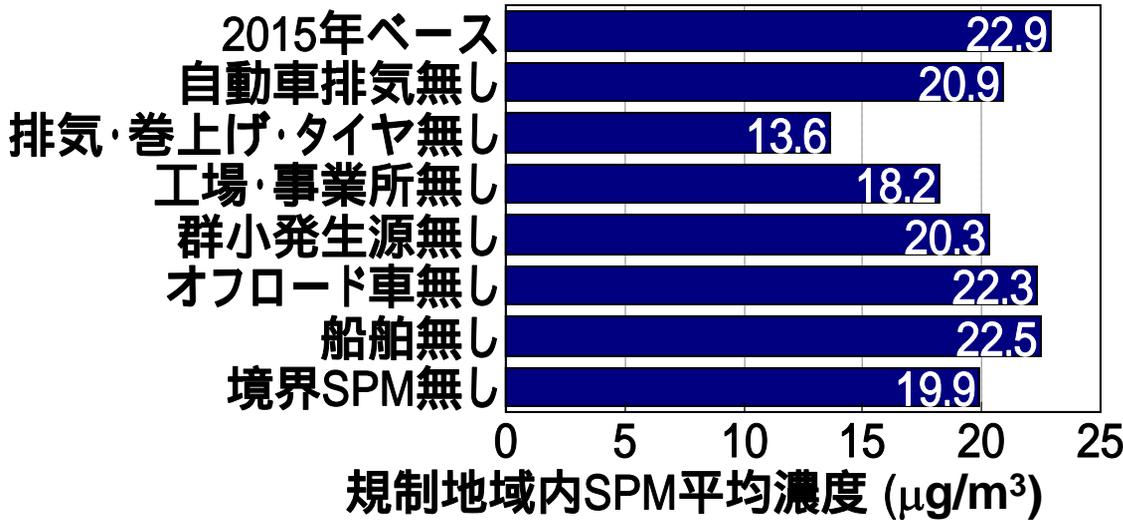
4.2 SPM濃度分布に対する各発生源の影響





4.3 NOx・PM法規制地域内SPM平均・最大濃度

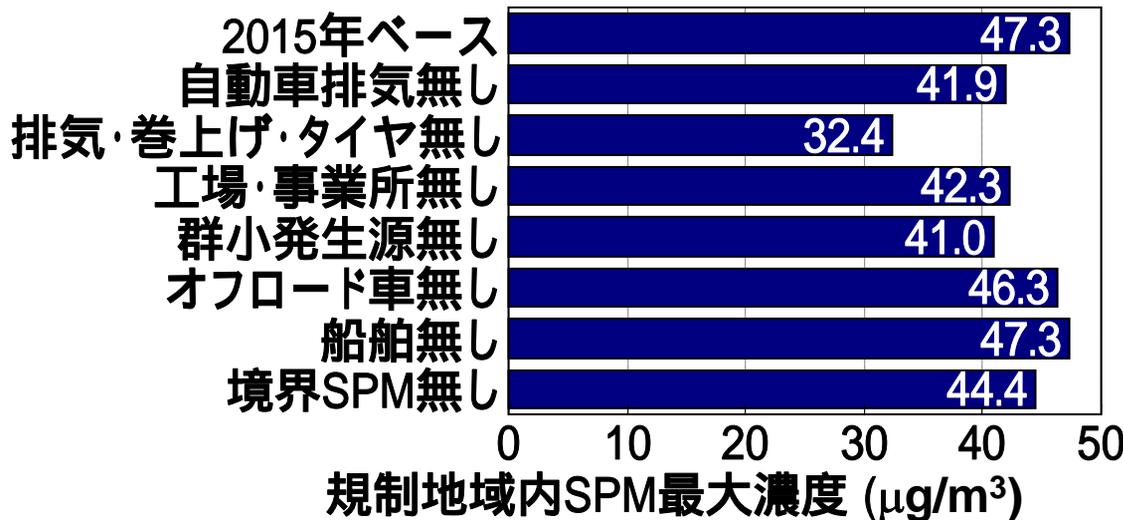
SPM平均濃度



ベースケースに対する増減率

自動車排気無し	-8.7%
排気・巻上げ・タイヤ無し	-40.6%
工場・事業所無し	-20.3%
群小発生源無し	-11.1%
オフロード車無し	-2.4%
船舶無し	-1.8%
境界SPM無し	-13.1%

SPM最大濃度

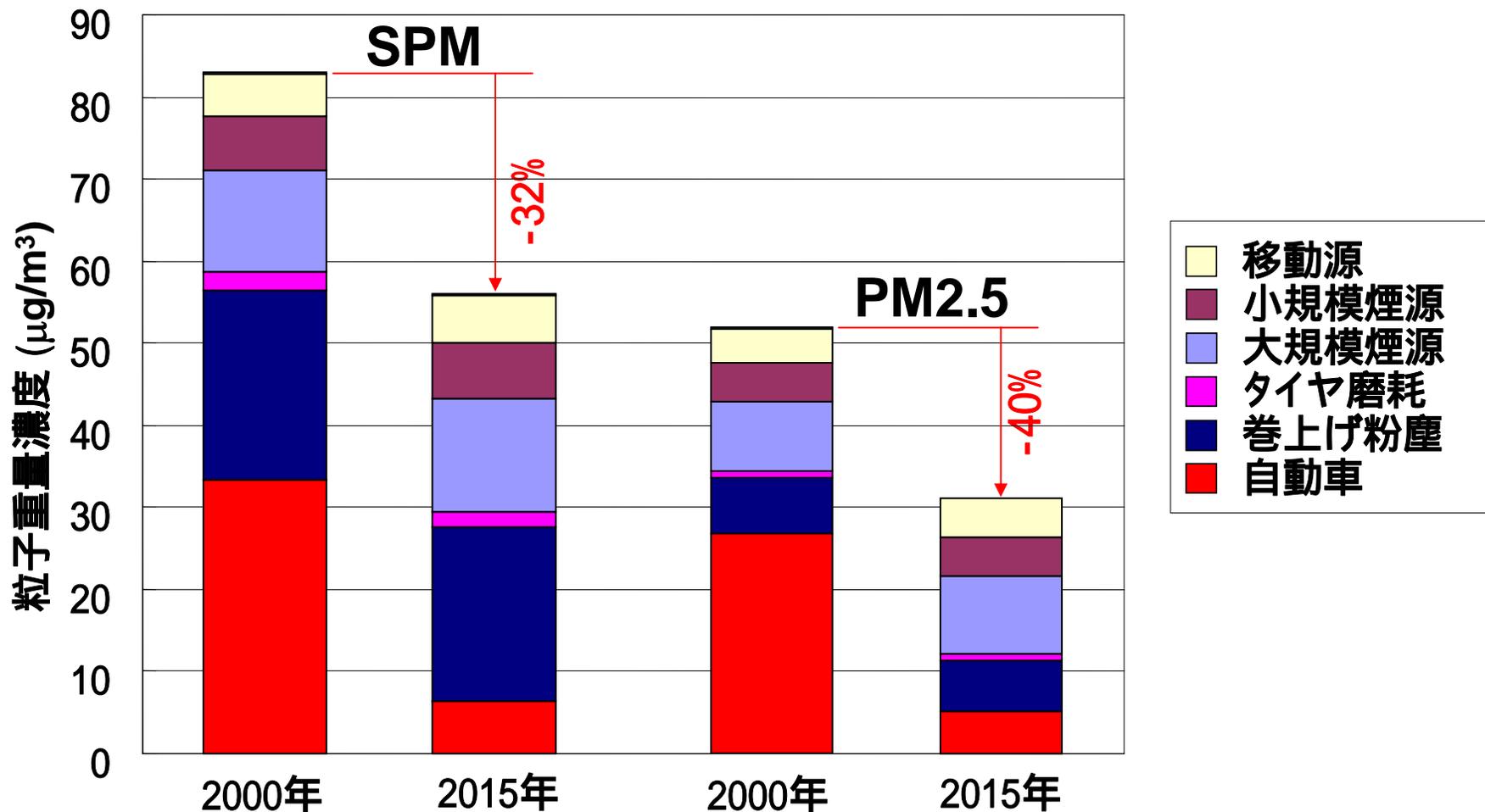


ベースケースに対する増減率

自動車排気無し	-11.4%
排気・巻上げ・タイヤ無し	-31.6%
工場・事業所無し	-10.6%
群小発生源無し	-13.4%
オフロード車無し	-2.1%
船舶無し	0.1%
境界SPM無し	-6.2%

4.4 SPM、PM2.5の比較-1- 排出量

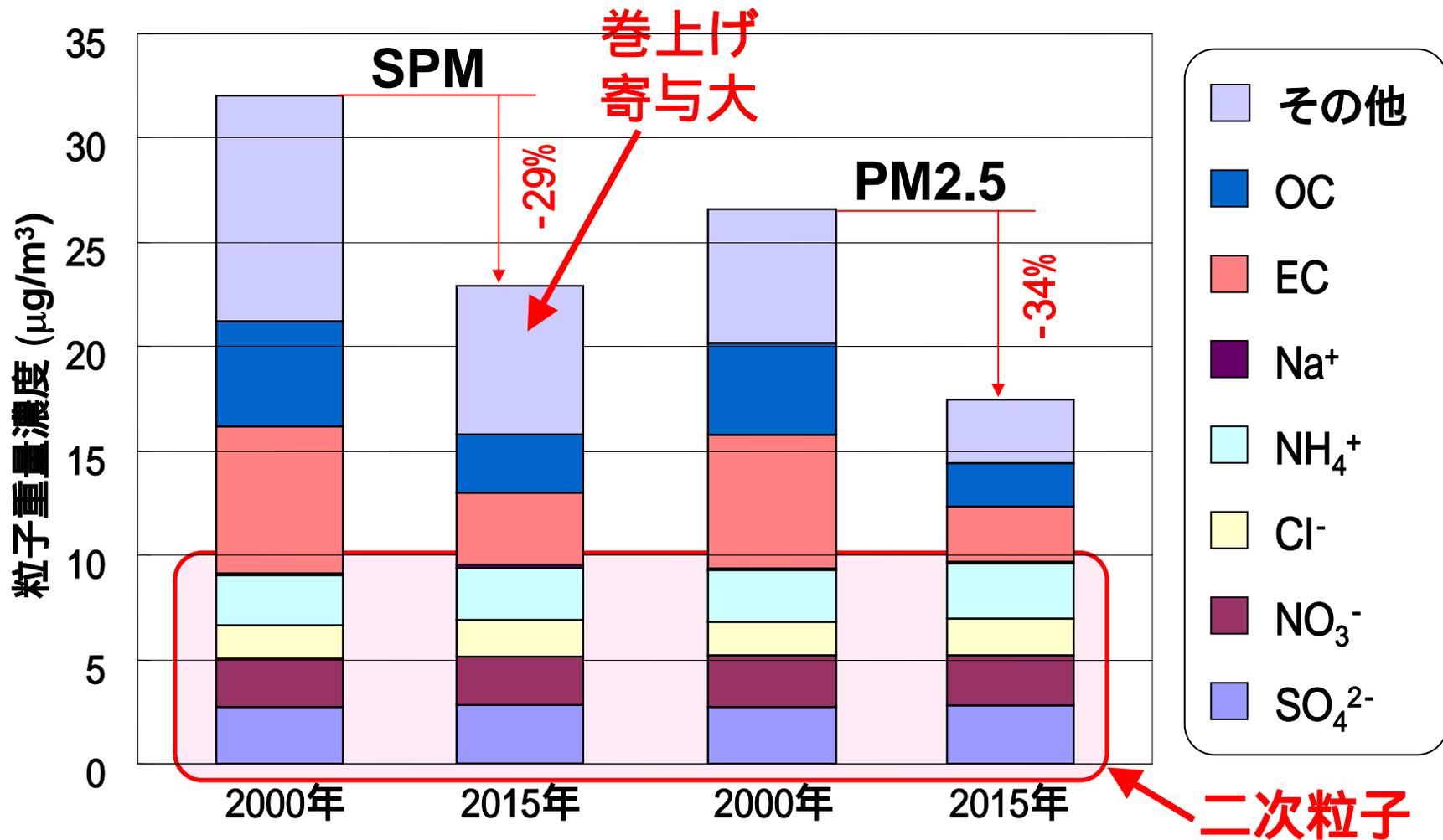
関東圏NOx・PM法規制地域総量 (単位:トン/日)



PM2.5の排出量は、自動車排ガス規制により大幅に低減

4.4 SPM、PM2.5の比較-2- SPM濃度

NOx・PM法規制地域内平均濃度



5 . 光化学反応の寄与 VOC/NO_xの寄与解析

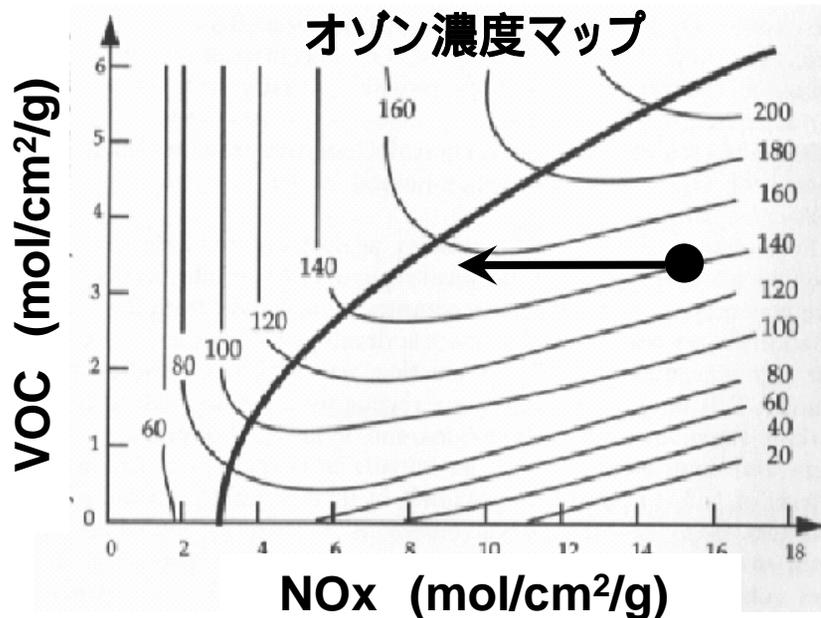
NO_xの単独での削減は、結果としてオゾンの増加をもたらす。**VOCを含めた総合対策**が重要である。

5.1 VOC/NO_xとNO₂、O₃生成のメカニズム

O₃とNO、NO₂の関係



オゾンとNO₂は平衡関係
 増加要因：NO₂直接排出
 光化学反応



光化学反応とNO₂、オゾン：

(反応式の例)



NO_xとVOCの比が濃度に影響(左図)

(例) から NO_x低減(矢印) オゾン増加

5.2 光化学反応寄与推計の前提条件

計算条件

気象条件: 1999年12月10日

ベース排出量: 2015年(新長期規制まで導入)

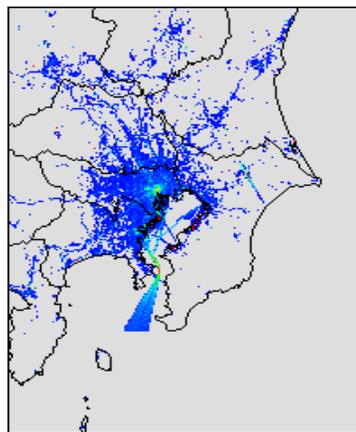
ケース設定:

発生源別NO_x低減 (HCは固定)

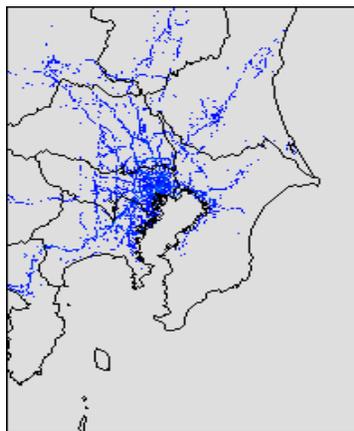
評価対象: NO₂、O₃

評価領域: 関東NO_x・PM規制地域の日平均濃度

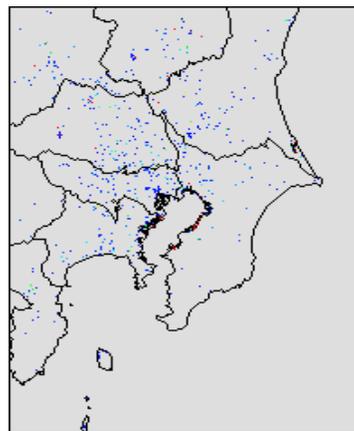
5.3 各発生源のNO_x排出量分布(2015年)



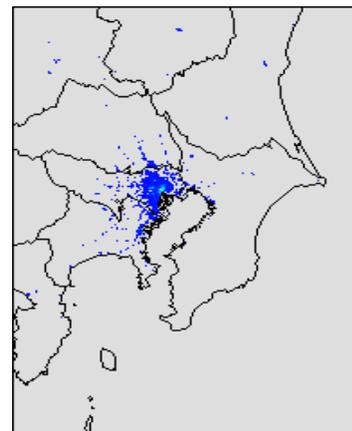
2015年ベースケース



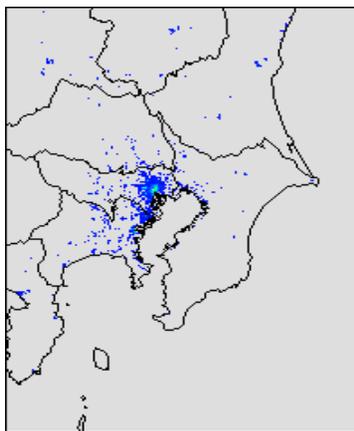
自動車排気



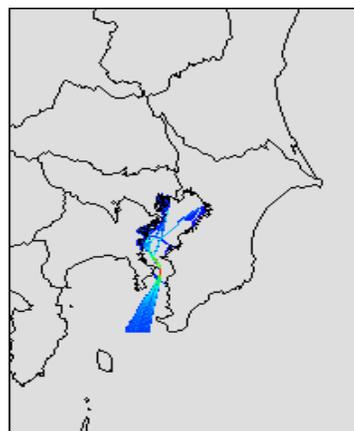
工場・事業所



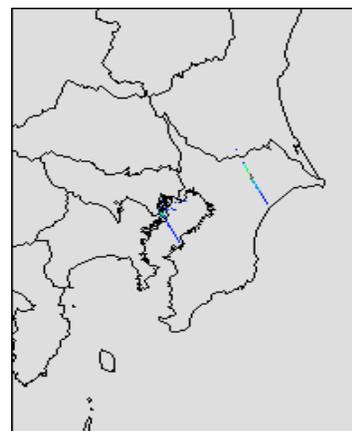
群小発生源



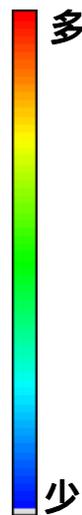
オフロード車



船舶

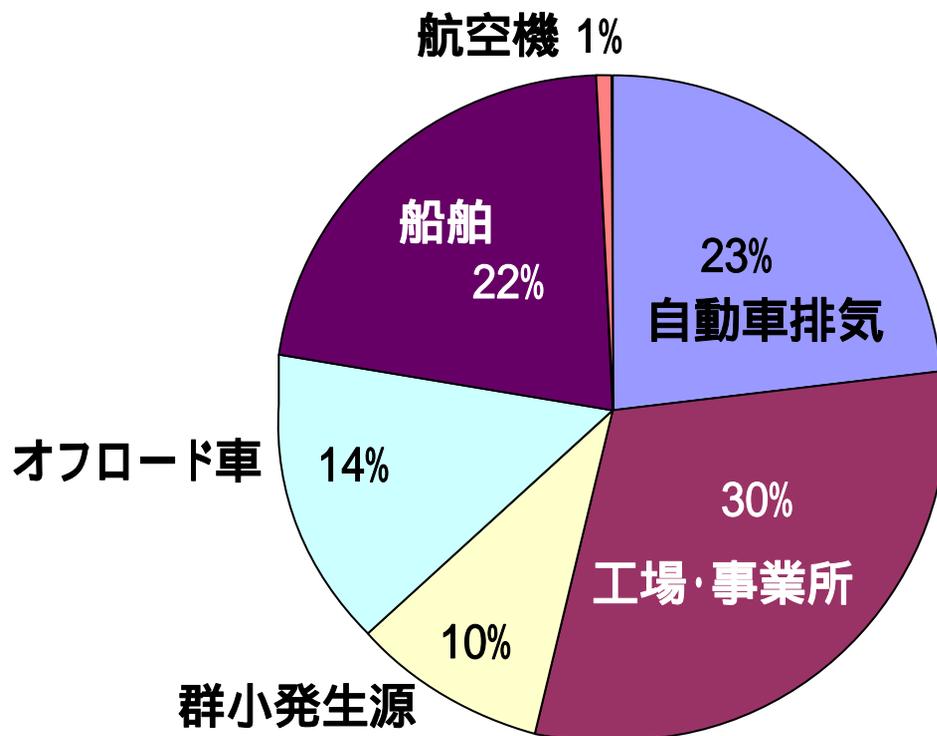


航空機



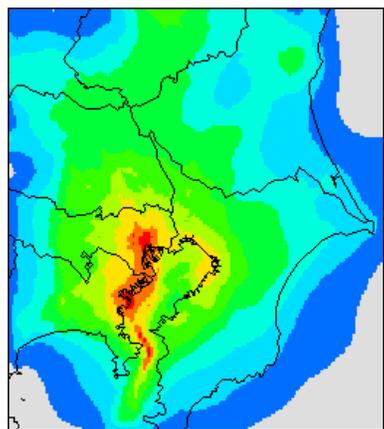
5.4 NOx排出量総量に対する寄与率

NOx排出量総量に対する各発生源の寄与率
 (2015年、関東圏NOx・PM法規制地域+東京湾)

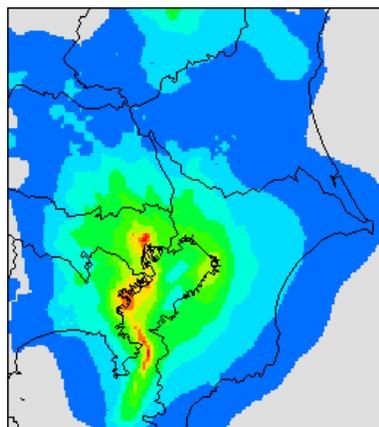


- 工場・事業所 …… 大気汚染物質排出量総合調査(マップ調査)対象発生源
- 群小発生源 …… 調査対象外の業務施設(小型ボイラーなど)、住宅
- オフロード車 …… 建設機械、産業機械(フォークリフト)、農業機械

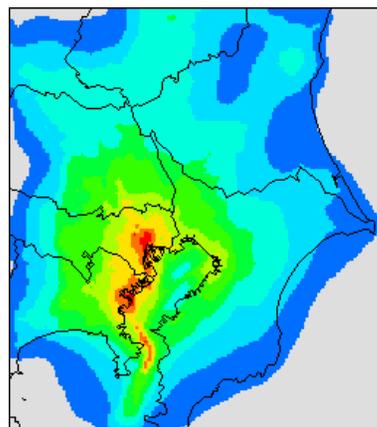
5.5 NO₂濃度分布に対する各発生源の影響



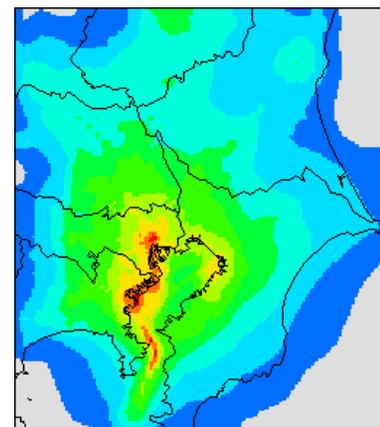
2015年ベースケース



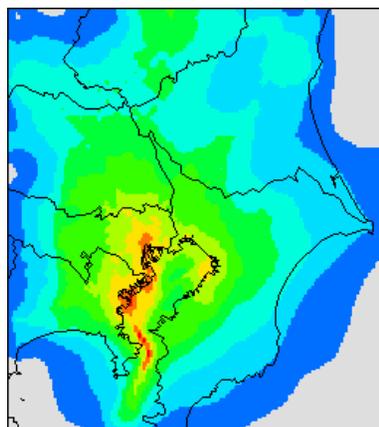
自動車排気
無し



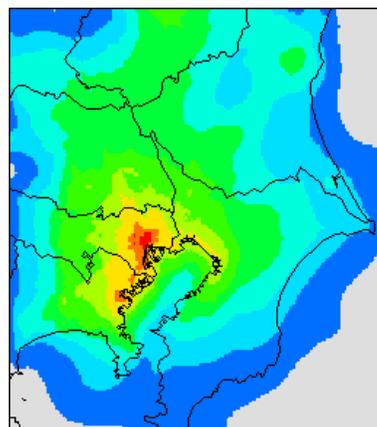
工場・事業所
無し



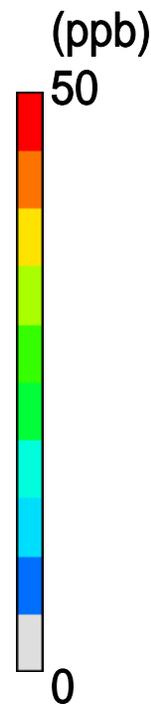
群小発生源
無し



オフロード車
無し

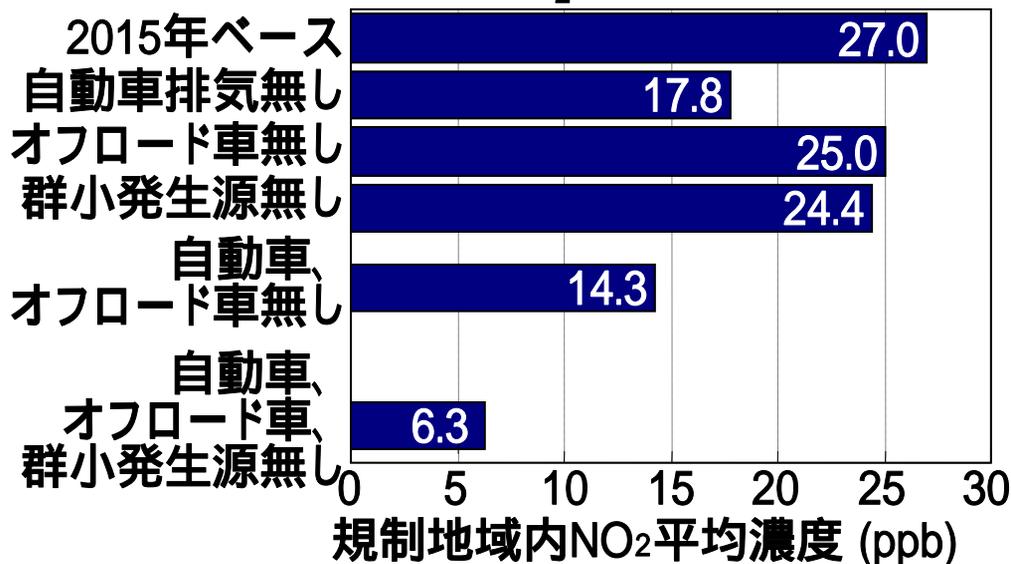


船舶
無し



5.6 NO_x・PM法規制地域内NO₂平均・最大濃度

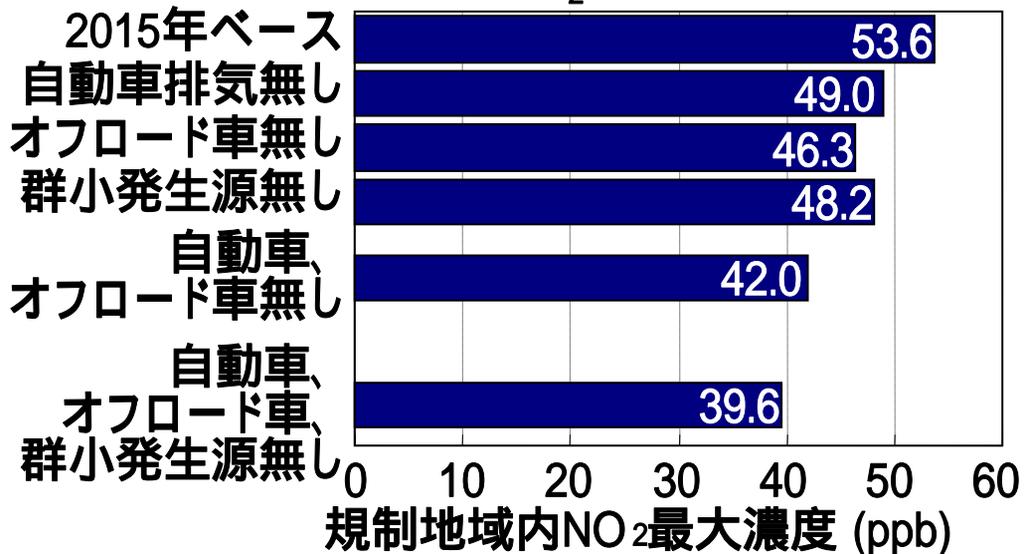
NO₂平均濃度



ベースケースに対する増減率

自動車排気無し	-34.1%
オフロード車無し	-7.4%
オフロード車無し (自動車 + オフロード車無しから計算)	-13.0%
群小発生源無し	-9.7%
群小発生源無し (自動車 + オフロード車 + 群小発生源無しから計算)	-29.6%

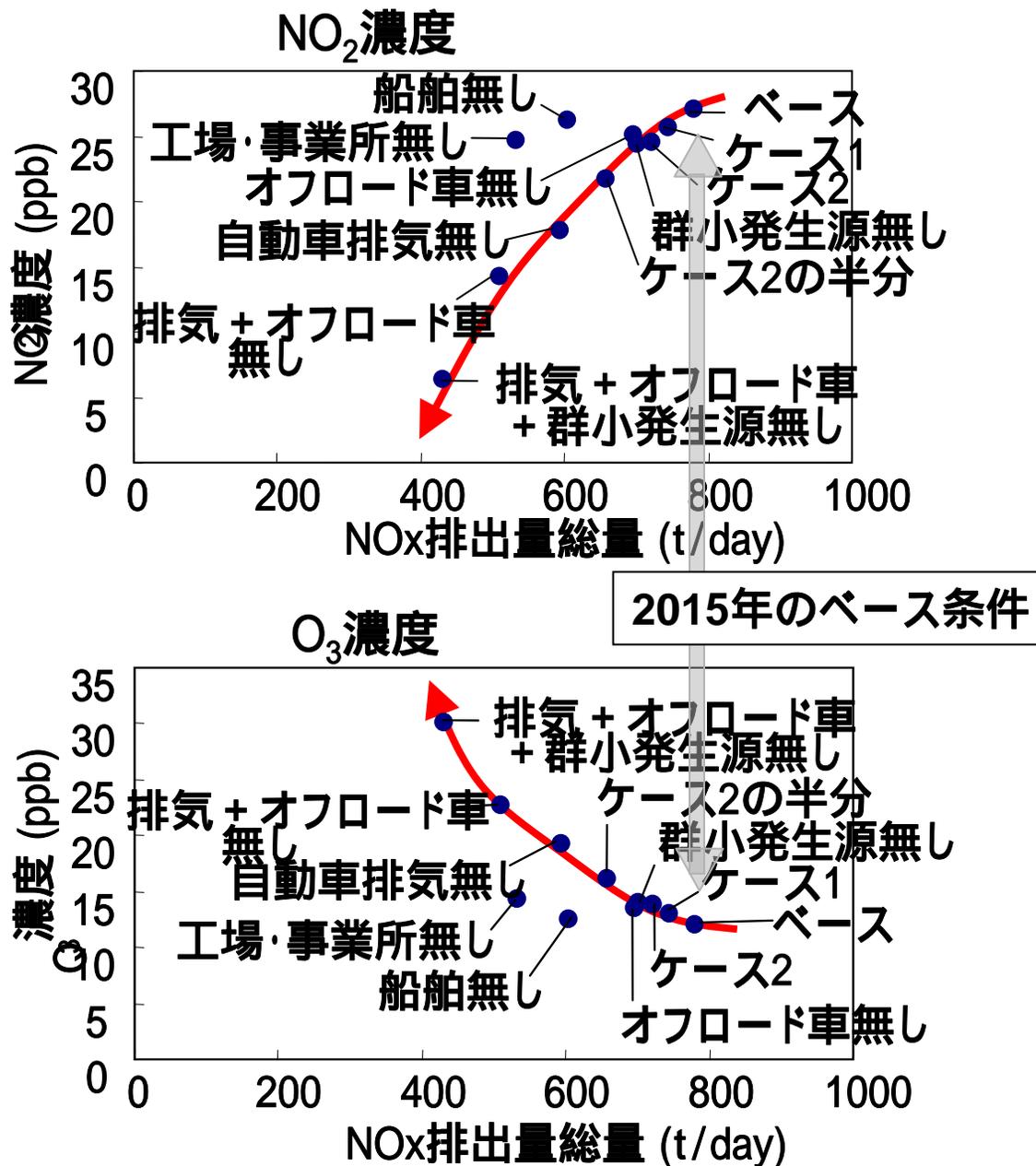
NO₂最大濃度



ベースケースに対する増減率

自動車排気無し	-8.6%
オフロード車無し	-13.6%
オフロード車無し (自動車 + オフロード車無しから計算)	-13.0%
群小発生源無し	-10.2%
群小発生源無し (自動車 + オフロード車 + 群小発生源無しから計算)	-4.5%

5.7 NOx排出量とNO₂、O₃濃度との関係

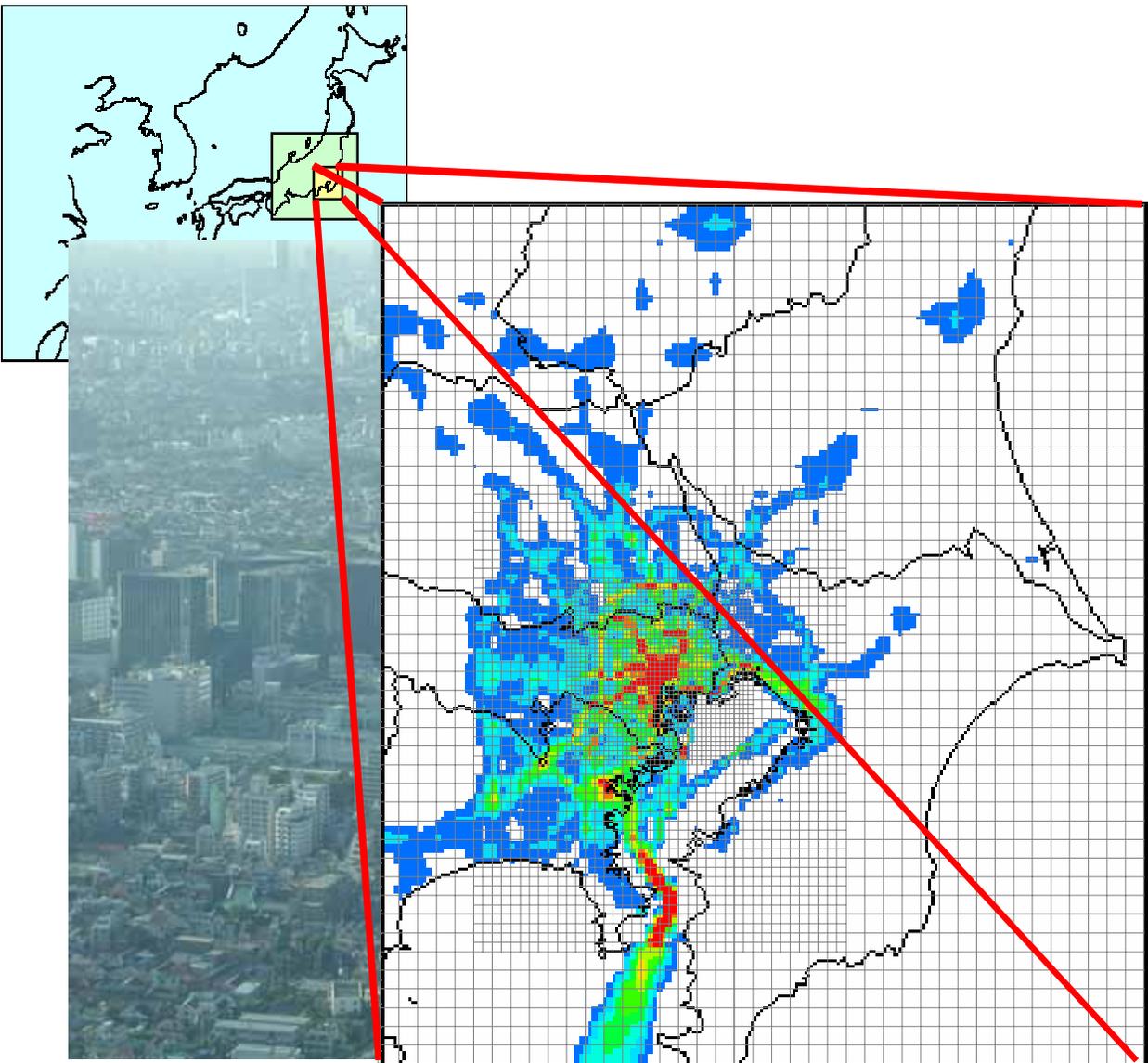


6 . 長距離輸送の寄与

SPMに占める二次粒子の比率が大きくなり、
その中でも**長距離輸送(境界外からの流入)**
の割合が大きくなる。海外を含めた広域の
施策が必要である。

6.1 大気モデル開発の重要ポイント

ー感度解析による精度向上の方策ー



i) マルチスケール化

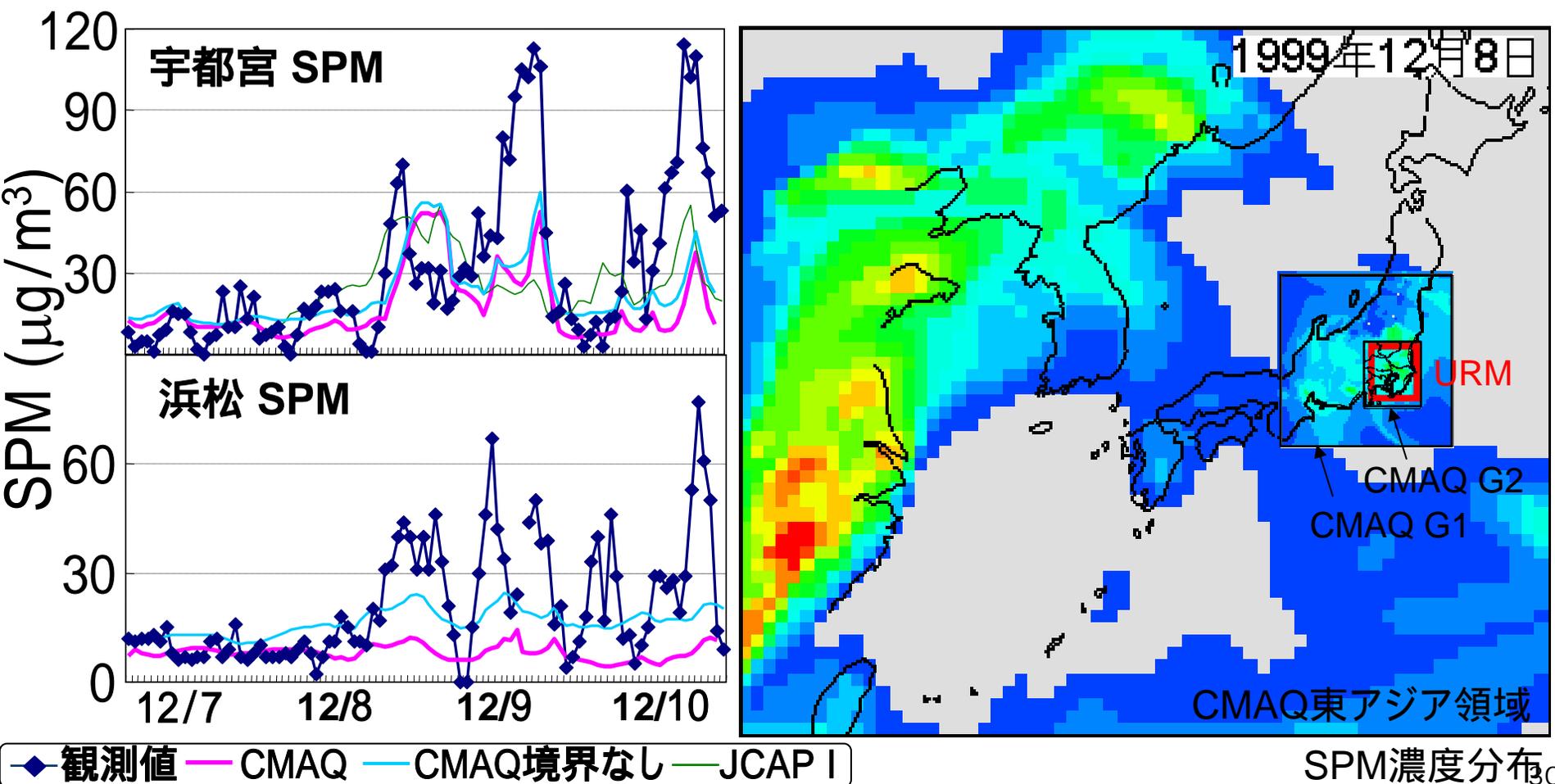
ii) 都市中心部の
複雑気象の再現

iii) 越境大気汚染
の考慮

iv) 発生源データの
三次メッシュ化

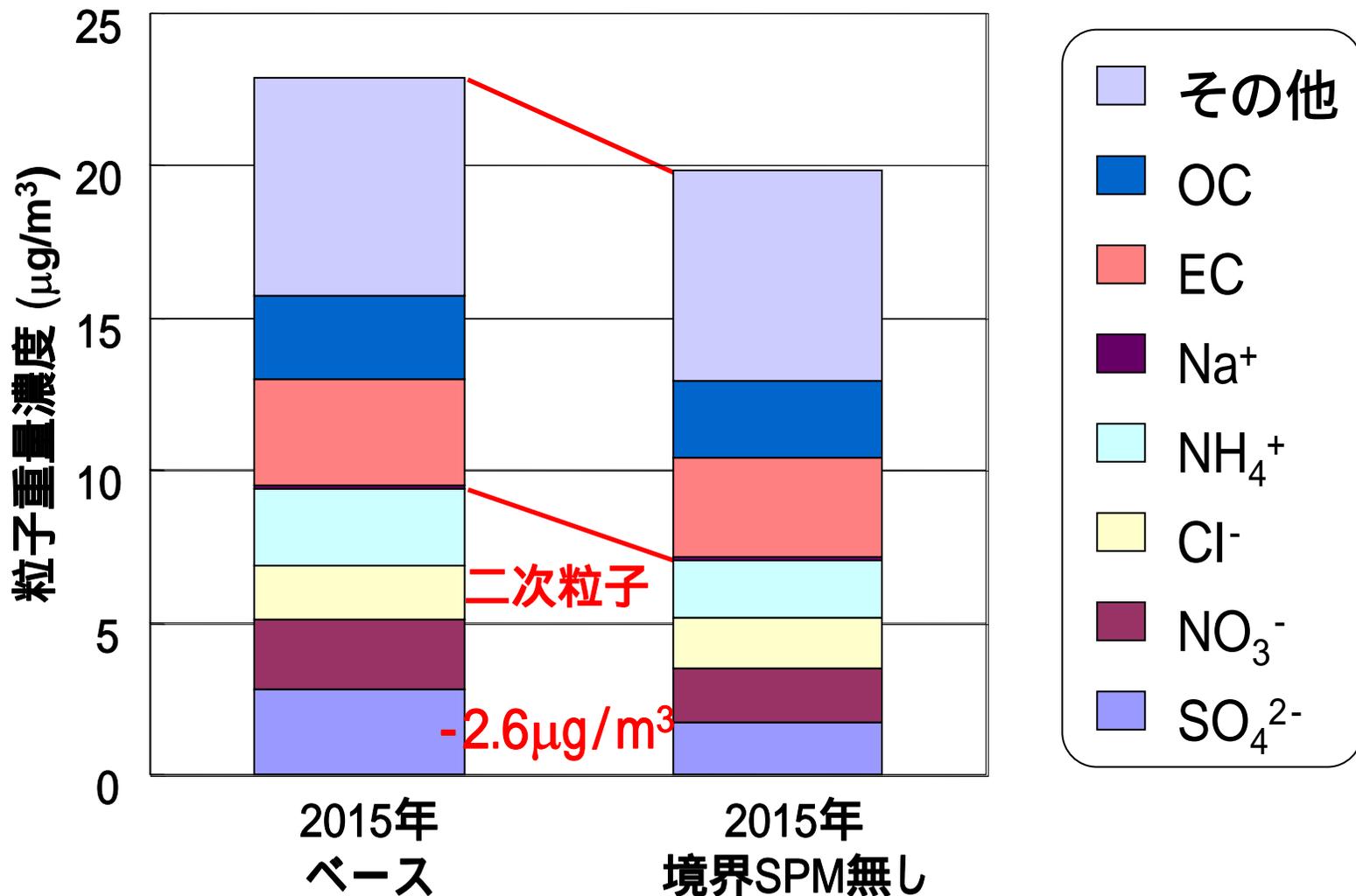
6.2 長距離輸送の影響の組み込み

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



6.3 二次粒子に対する長距離輸送の影響

NOx・PM法規制地域内平均濃度

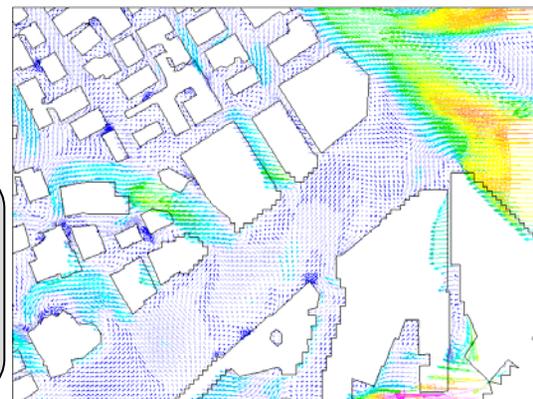
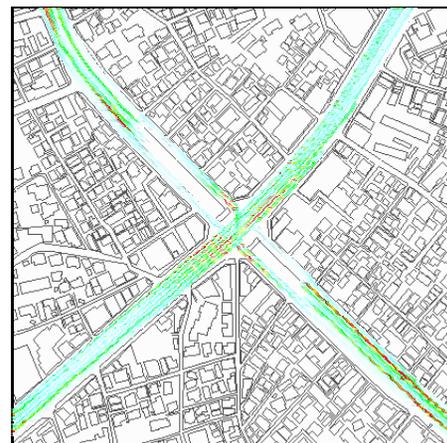
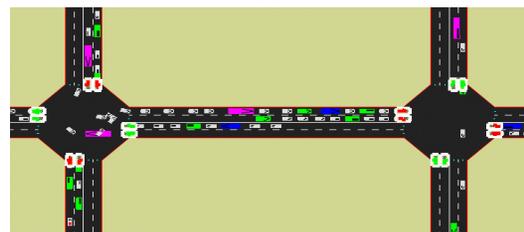
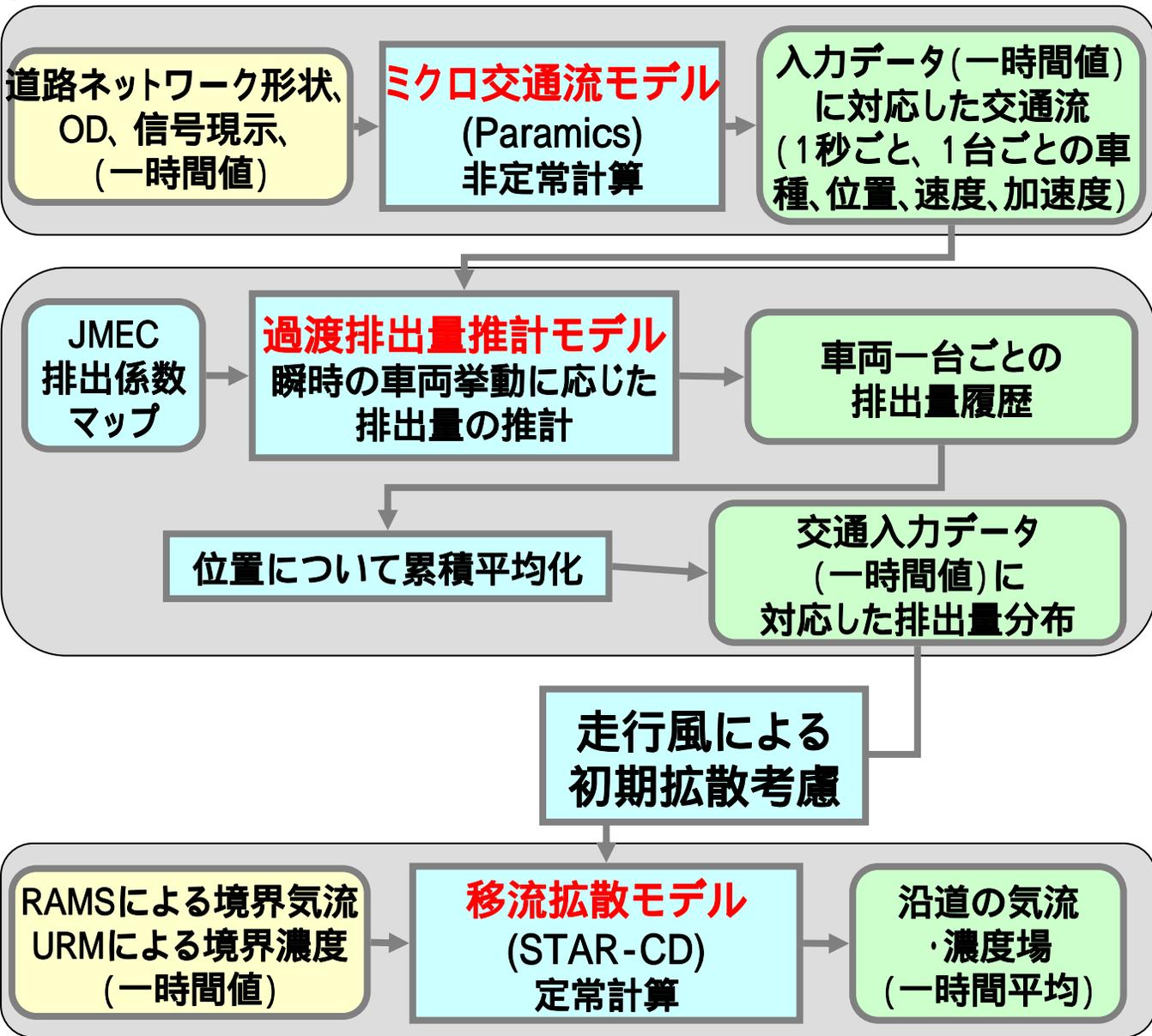


二次粒子に関しては、長距離輸送の寄与が約3割

7. 沿道における自動車排気の寄与解析

1. 沿道大気は、バックグラウンド・直近道路両者の排気の加算になるが、**ホットスポットにおいては、直近道路からの排気の寄与**が大きい。
2. 2015年には現行規制の効果によりホットスポットにおいても大幅な大気改善が見込まれるが、**沿道においても、都市域における改善**が重要である。

7.1 沿道モデルの全体構成



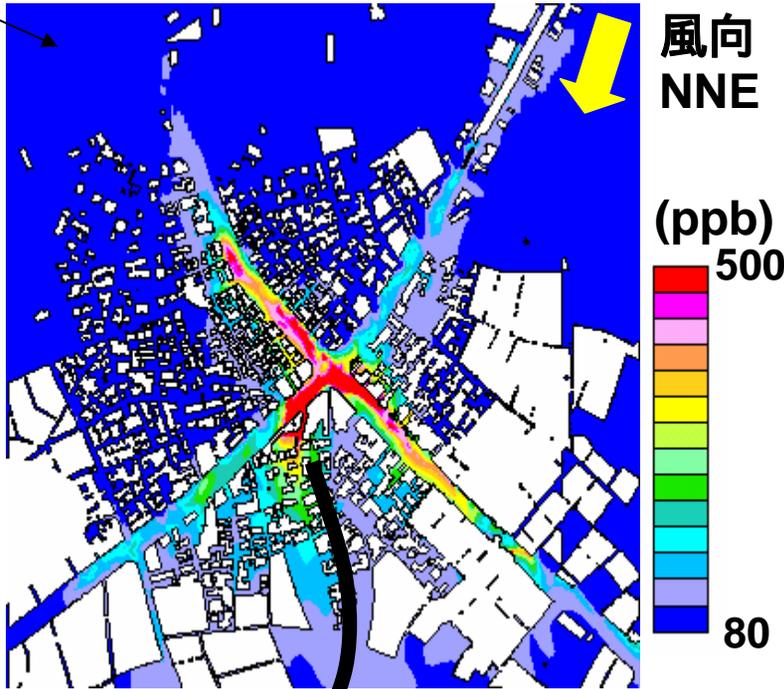
7.2 計算条件・評価方法

- ・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)
- 直接分 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、(NO₂)
- ・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

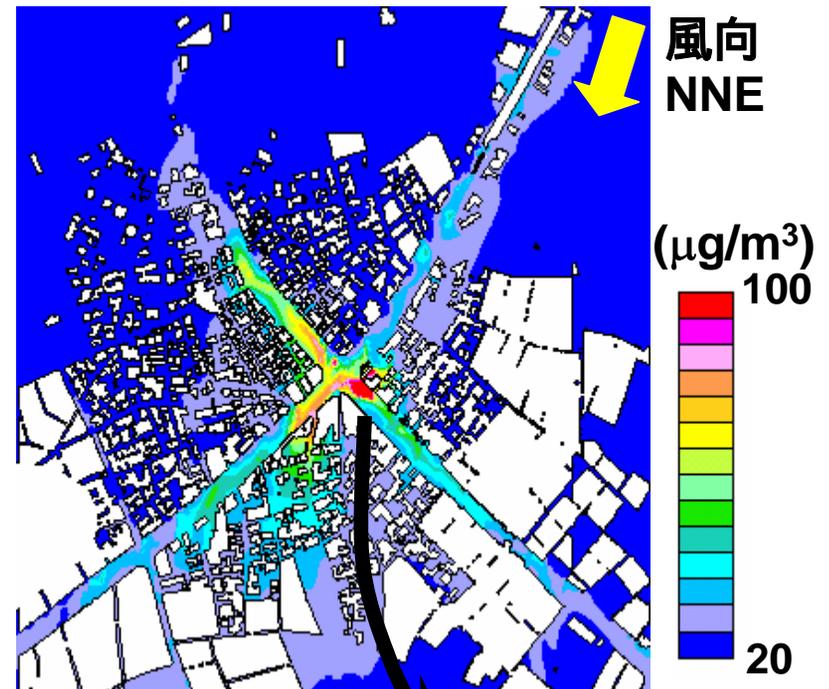
7.3 2000年計算結果 (1)

13～14時における濃度分布

B/G



NOx



SPM

車両の走行条件・車種構成によりNOxとSPMのホットスポットの出現位置が異なる

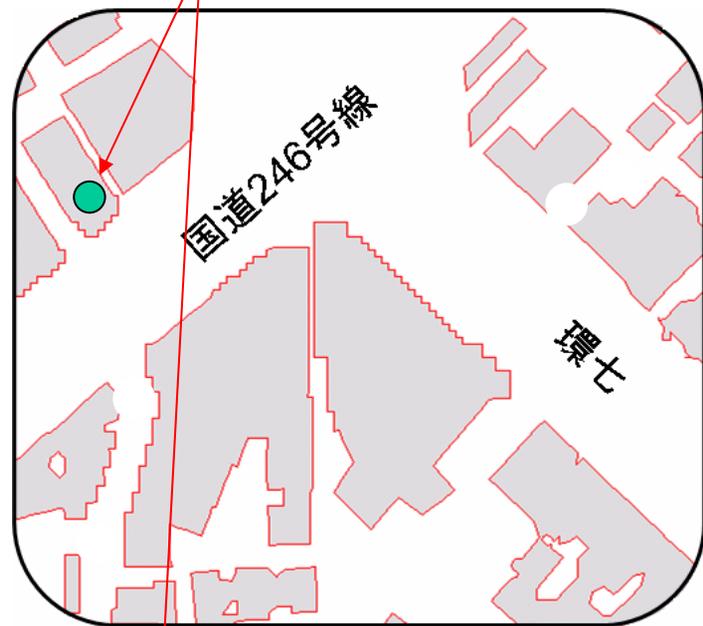
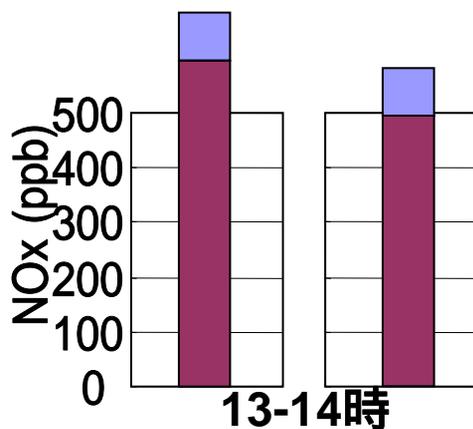
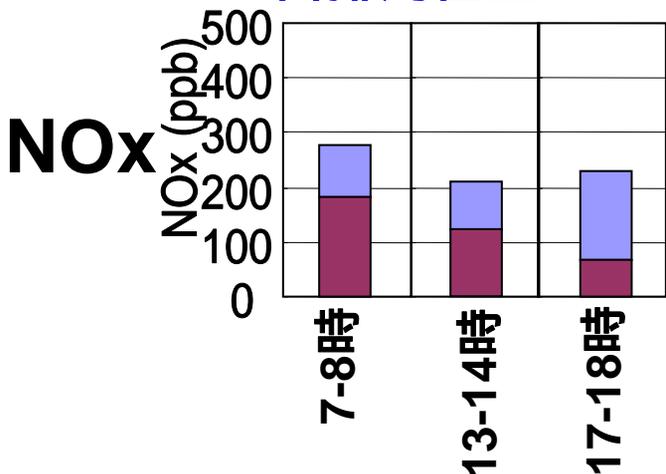
7.3 2000年計算結果 (2)

ホットスポットにおける自動車排気の寄与

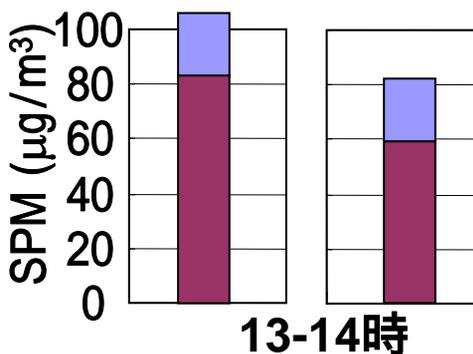
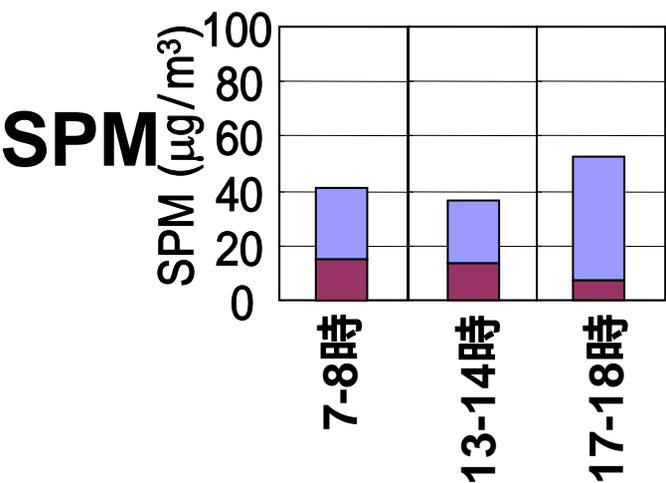
自排局位置

自排局位置

スポット スポット

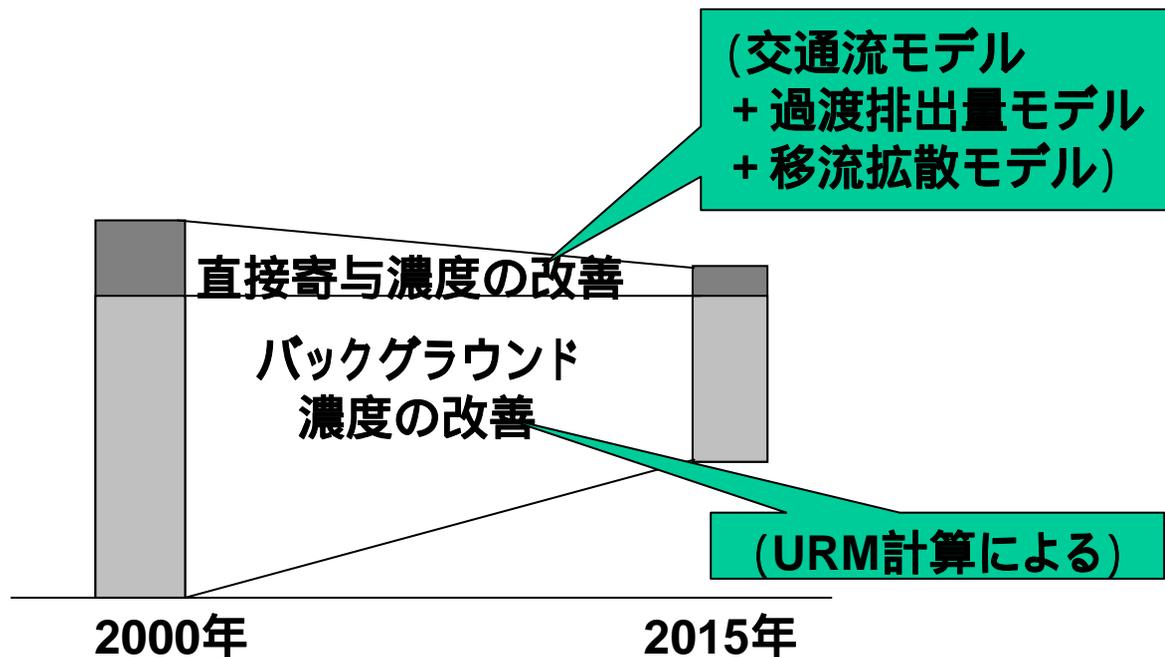


スポット スポット



■ B/G
■ 直接

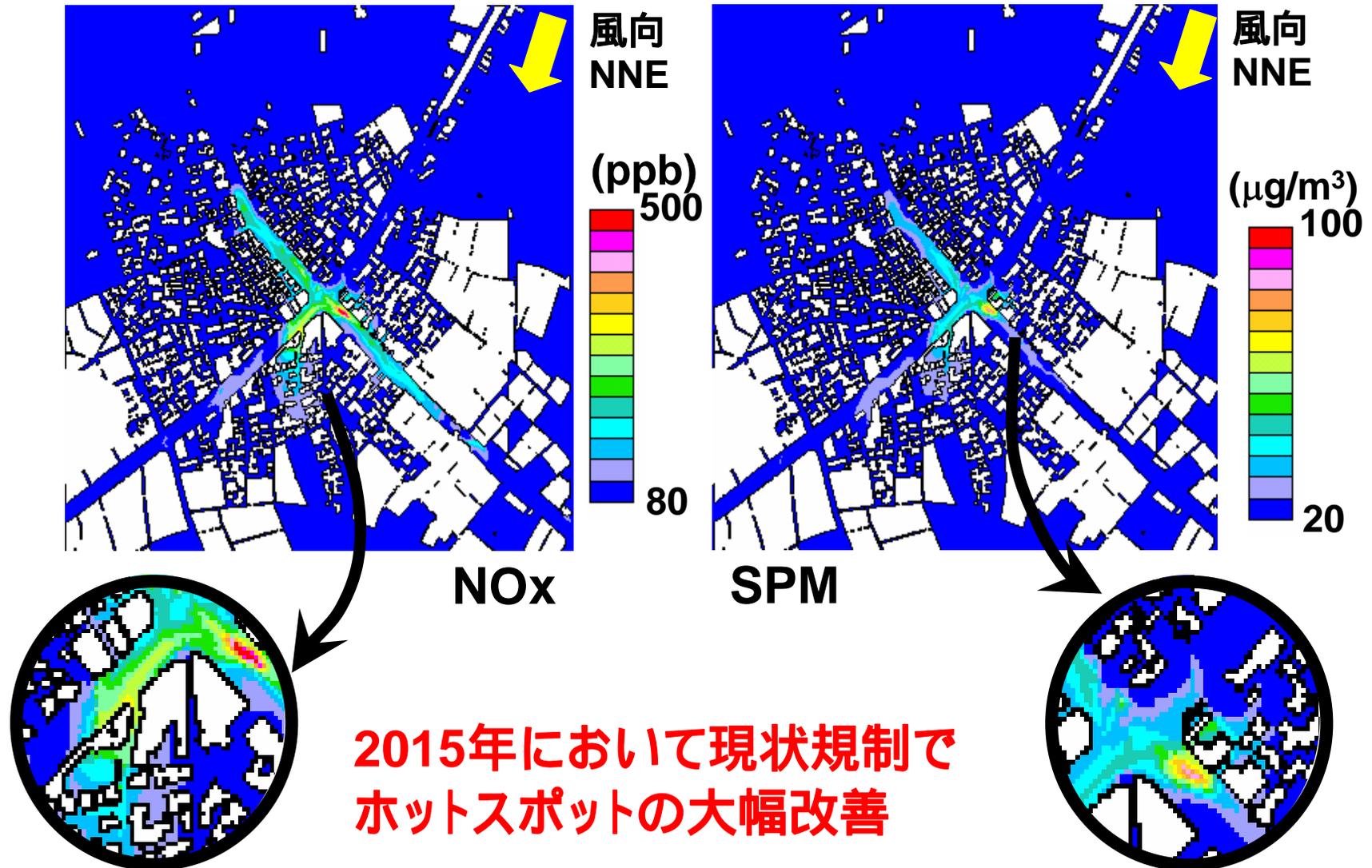
7.4 将来濃度分布推計手法



将来濃度推計も現状推計と同様に、B/Gと直接分の合計として濃度分布を求める。

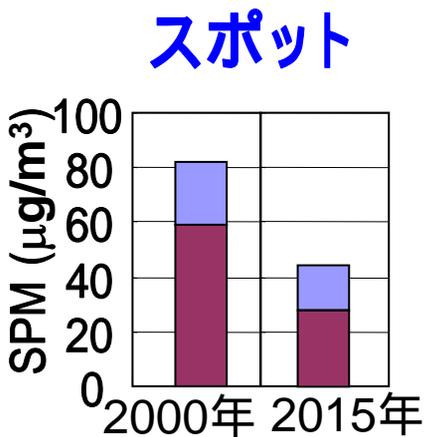
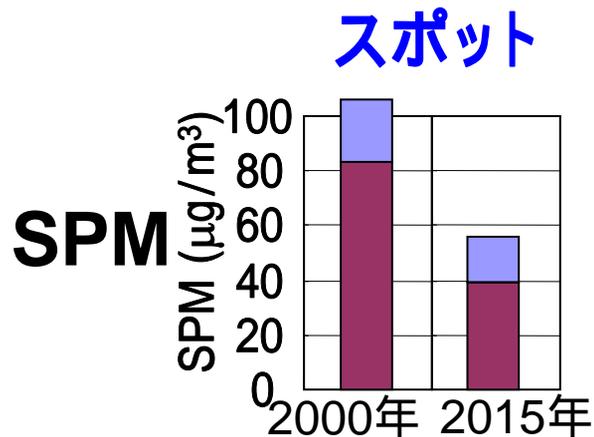
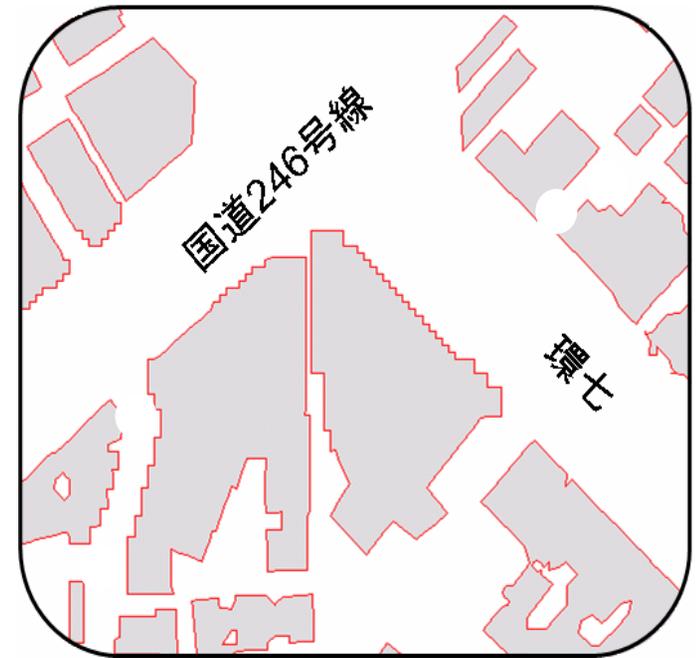
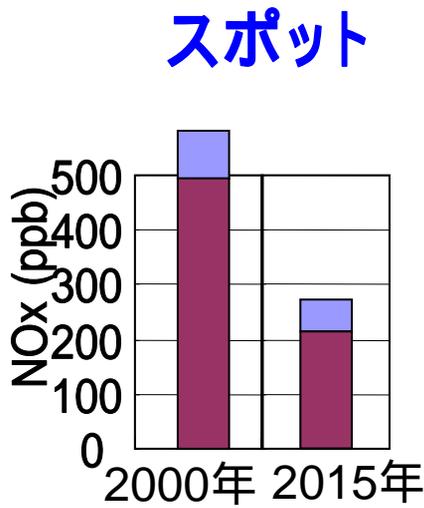
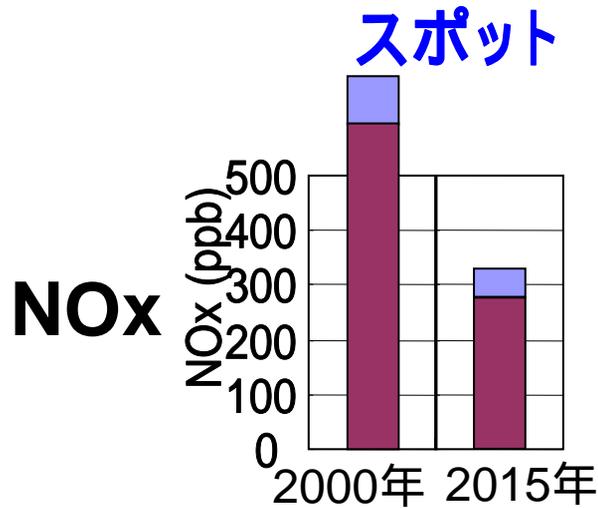
7.5 将来濃度の計算結果 (1)

2015年 新長期規制(ハイエミッター含)まで導入



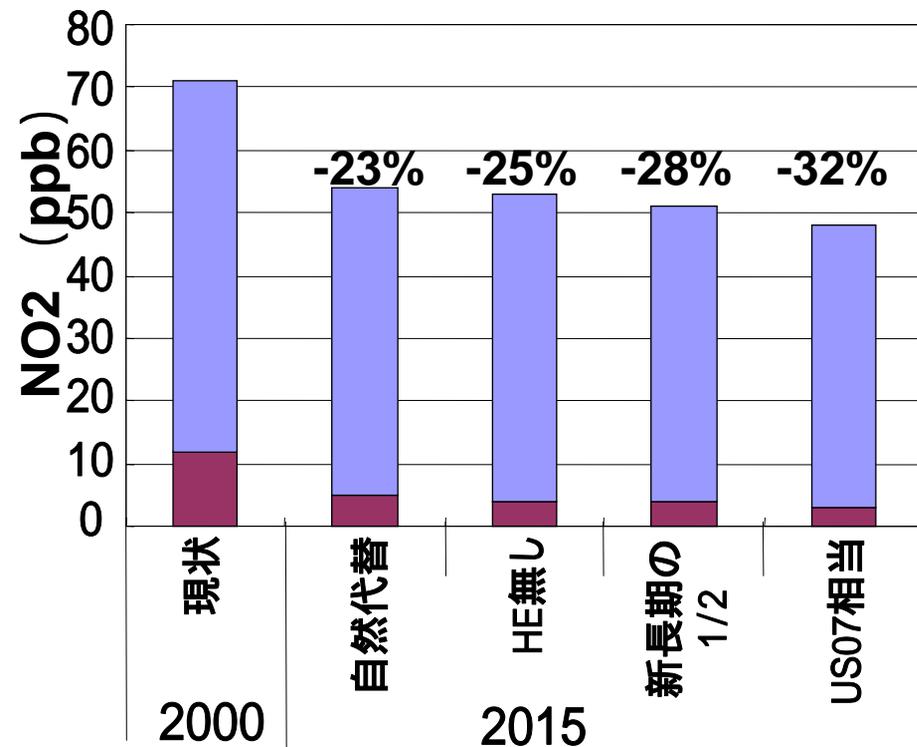
7.5 将来濃度の計算結果(2)

ホットスポットにおける将来の改善効果

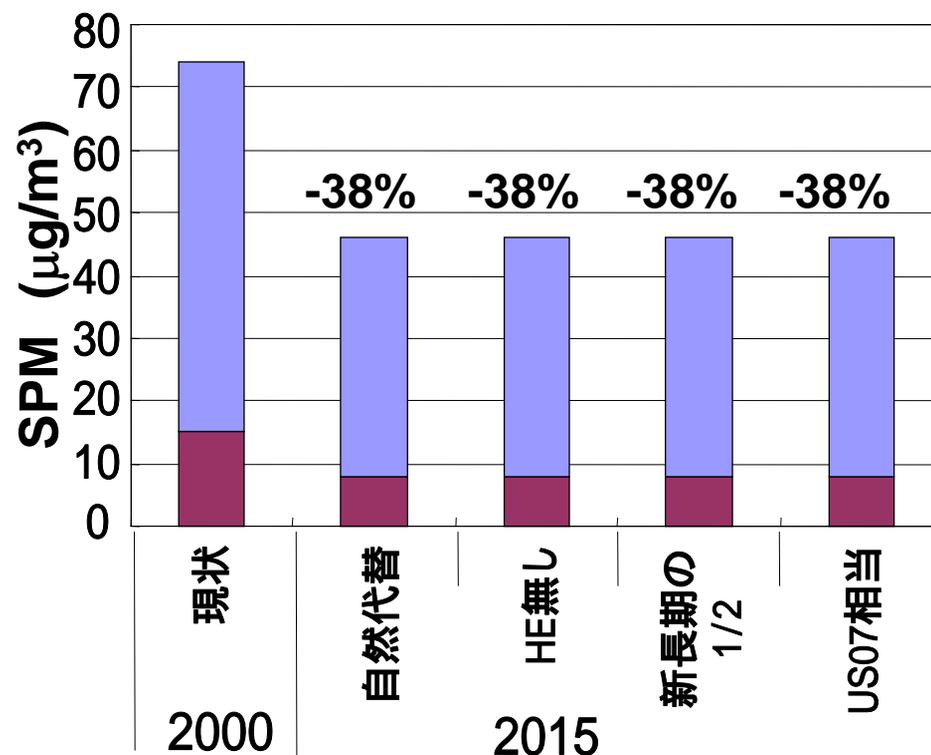


7.6 上馬自排局濃度推計結果

NO₂



SPM



沿道においても、B/G対策の効果が大きい



8. キーワード まとめにかえて

広域大気環境改善への提言

1. 使用過程車(ハイエミッター、オフサイクル走行、等)に対する対策
2. VOCを含めた総合対策
3. 巻き上げ粉塵は粗大(>2.5 μ m)粒子への寄与
4. 長距離輸送

沿道大気改善のための提言

1. ホットスポットにおいては、直近道路からの排気の寄与大
2. 沿道に対しても、都市域における改善の寄与大

以上