

大気研究WG報告

－ JATOP II 3ヶ年の研究成果：Part1 －

2015年3月9日

大気研究WG

森川多津子



本日の報告内容

1. 背景

日本の大気環境の課題/PM2.5の現状/JATOP大気研究の経緯

2. 研究課題と計画

JATOPの残存課題とJATOP II 取組テーマ/研究計画

3. 大気モデル/インベントリ

大気シミュレーション概要/2010年インベントリ更新/

CMAQ・WRFモデル更新/2010年再現性/2020年大気質予測

4. 大気観測

高濃度エピソード観測/圏外流入分・圏内生成成分解析

5. 二次粒子生成メカニズム解明

植物VOCの粒子生成能

6. JATOP II 大気研究成果のまとめ

7. 大気研究成果の活用

学会発表/行政への貢献/自治体業務等への排出インベントリの提供

8. 今後の課題(中長期的な技術課題)

Part1

報告: 森川

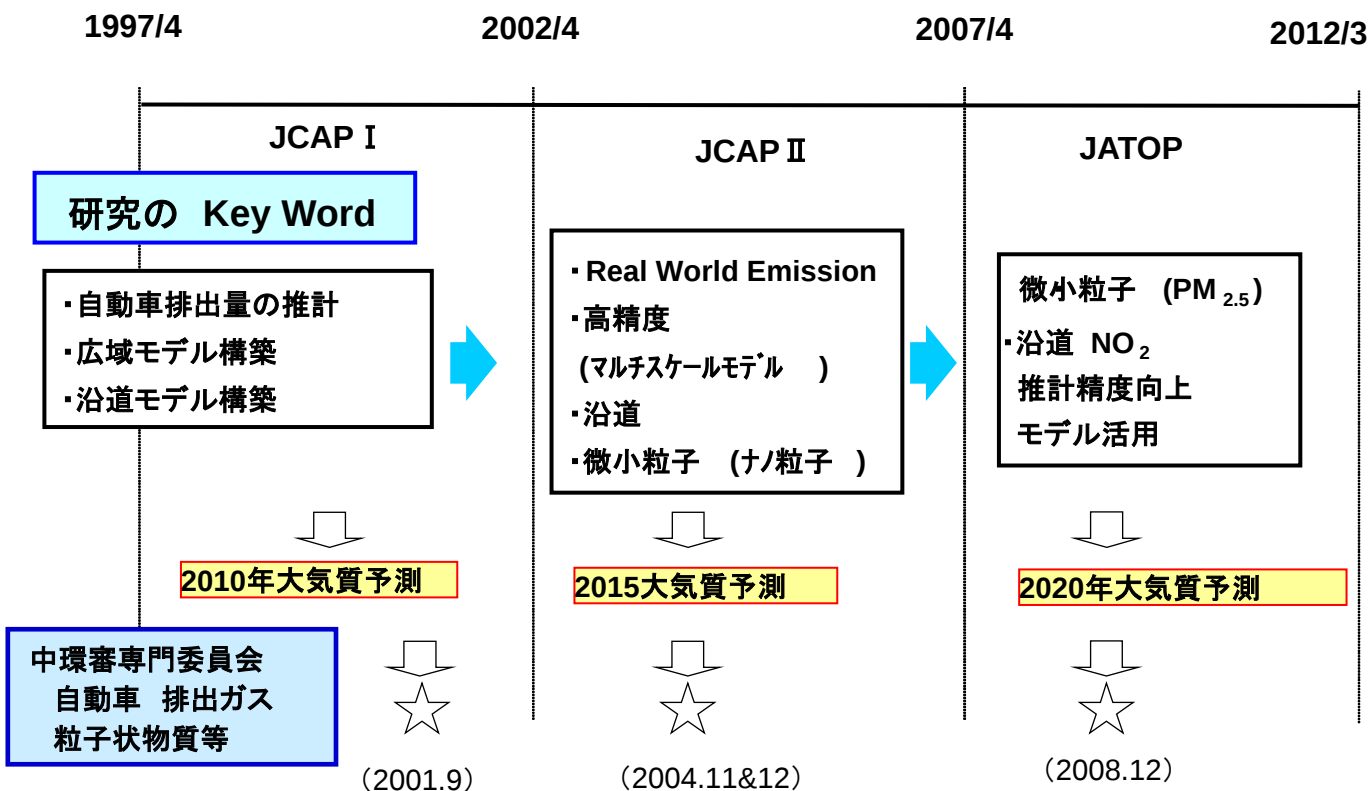
Part2

報告: 柴田

1. 背景

➤ JATOP/JCAPからの取組

1. 広域(日本全国)～沿道(交差点近傍)までの大気汚染物質(NO_2 、SPM/PM_{2.5}等)の濃度分布の予測が可能な大気質予測モデルを開発
2. 大気環境改善効果を定量的に評価するツールに初めて適用、排出ガス対策の将来効果を検証
3. 大気環境への効果の検証結果を環境施策に資する技術データとして国に提供

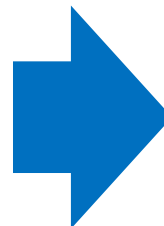


日本の大気環境の課題 -1

	これまでの取り組み、現状	今後の課題
①大都市 NO ₂ 、SPM	自動車単体規制、自動車NOx・PM法、低公害車の普及により、一部の測定局を残し、 <u>環境基準をおおむね達成</u> 。	すべての測定局、すべての地点での継続的な環境基準の達成
②光化学 オキシダント	固定発生源に係る規制と自主的取り組みにより、VOCをH12年比30%以上の削減見込みであるが、 <u>環境基準達成は1%未満</u> 。	実態解明のために、 <u>広域大気シミュレーションを活用し</u> 、汚染物質濃度の把握や <u>生成機構の解明</u> を行うとともに、 <u>排出インベントリの整備・改善、常時監視の体制整備</u> および精度向上などを図る。
③PM _{2.5}	環境基準が設定され、常時監視体制が構築されつつあるが、測定データから全国的に <u>環境基準を超える可能性</u> が示唆される。	
④広域大気 汚染	東アジア地域において、急速な経済発展に伴う大気汚染物質の排出利用が増加することで大気汚染が深刻化、日本に飛来する <u>黄砂に付着した有害物質の影響懸念</u> 。	広域大気汚染対策は、全体的な取り組みとして都道府県、国を超えた広域的な取り組みが必要。

環境基本計画(2012年度、大気環境)抜粋

残された汚染物質；
光化学オキシダントとPM_{2.5}

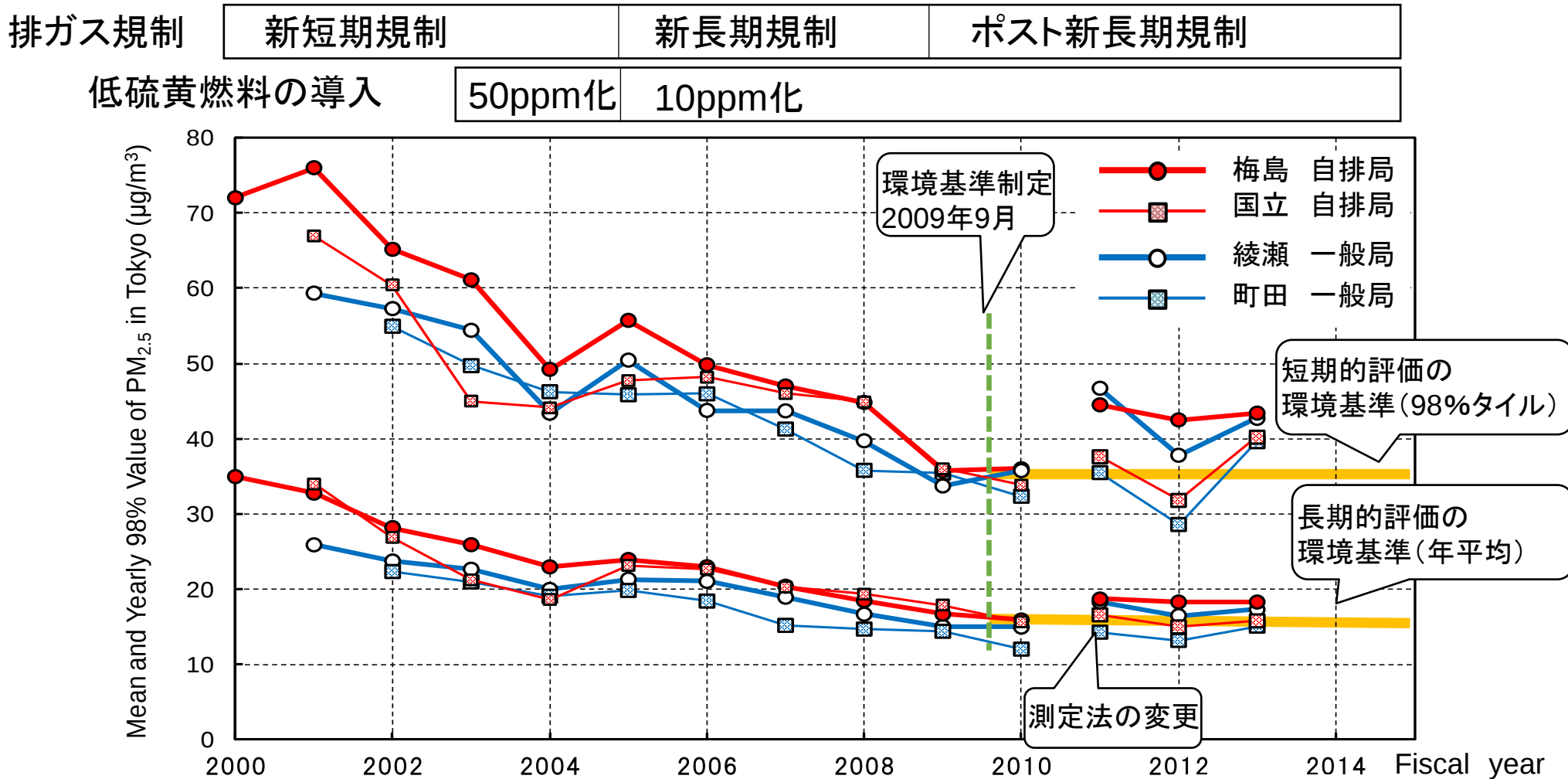


今後の課題

- 広域大気シミュレーション改善
- 生成機構解明
- インベントリ整備改善

日本の大気環境の課題 -2

東京都内におけるPM_{2.5}濃度の経年変化



PM_{2.5}濃度は自動車規制強化と低硫黄燃料の導入により
減少傾向にあるものの、環境基準未達 ➡ PM_{2.5}の削減が必要

PM_{2.5}とは

PM_{2.5}: 大気中に浮遊する粒子状物質で粒径2.5μm以下の細かい粒子

●自然や人間活動から発生

- 自動車や工場から排出される人為発生源からの粒子
- 土壌、海塩粒子や火山灰などの自然発生源からの粒子
- 大気中のガス状物質(前駆物質)が反応して発生する粒子

1次粒子

2次粒子

1次粒子

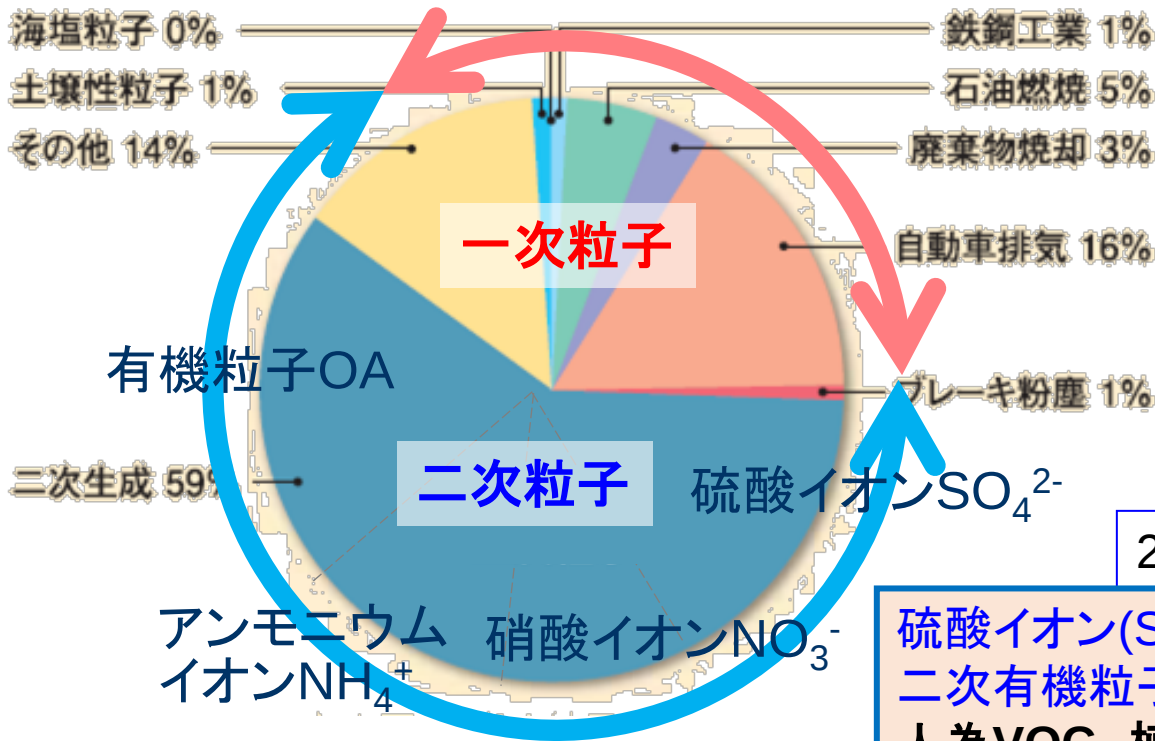
PM_{2.5}は、自動車を除くと、総量・成分共にほとんどデータが無い

2次粒子

PM_{2.5}の主要成分であるが、大気中での生成過程、挙動が不明

2次粒子の前駆物質

硫酸イオン(SO₄²⁻)...SO_x 硝酸イオン(NO₃⁻)...NO_x
 二次有機粒子(SOA)...VOC
 人為VOC、植物VOC共に日本の実測データが不足



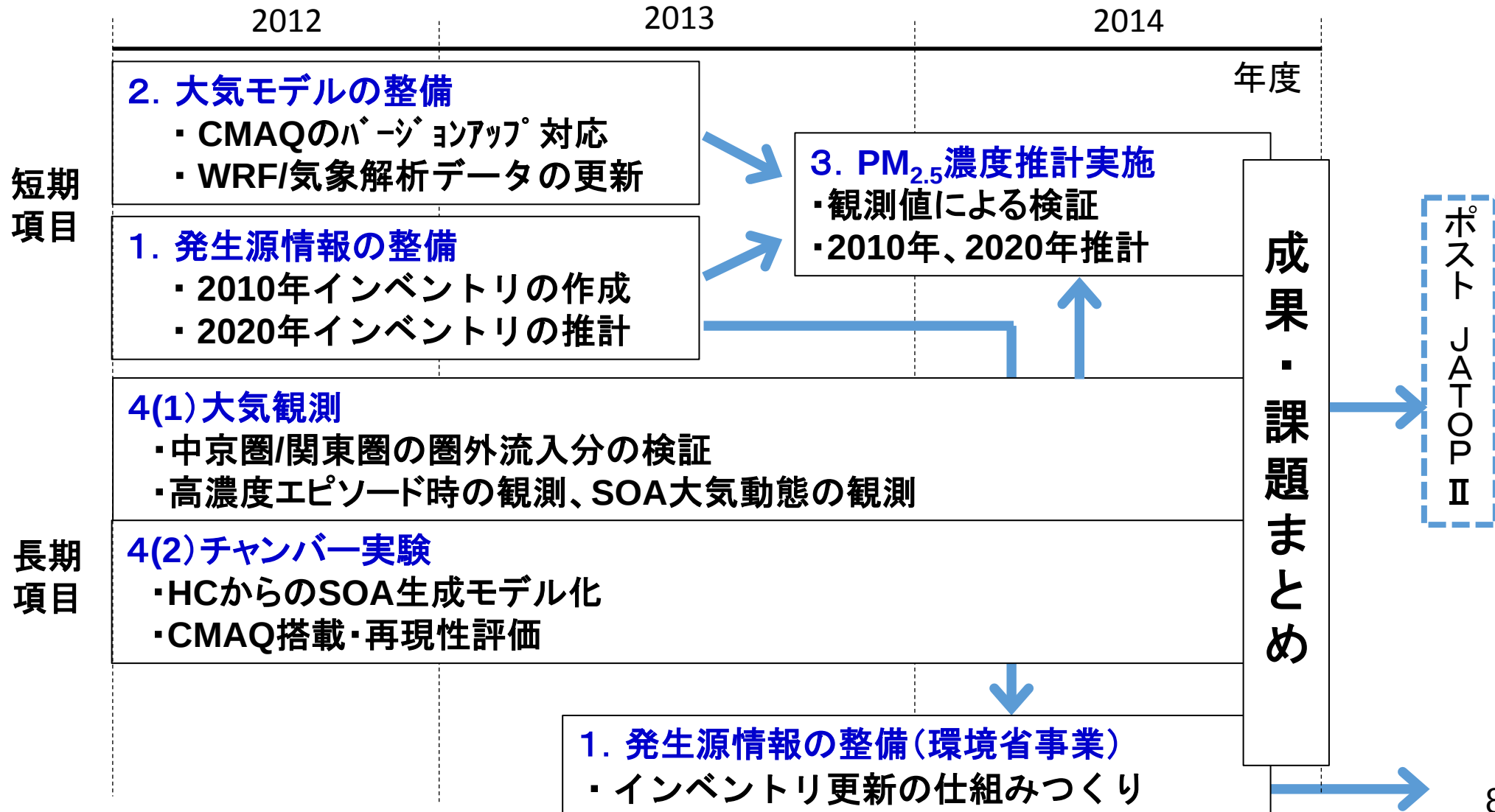
2. 研究課題と計画

JATOP I の成果・JATOP II の課題

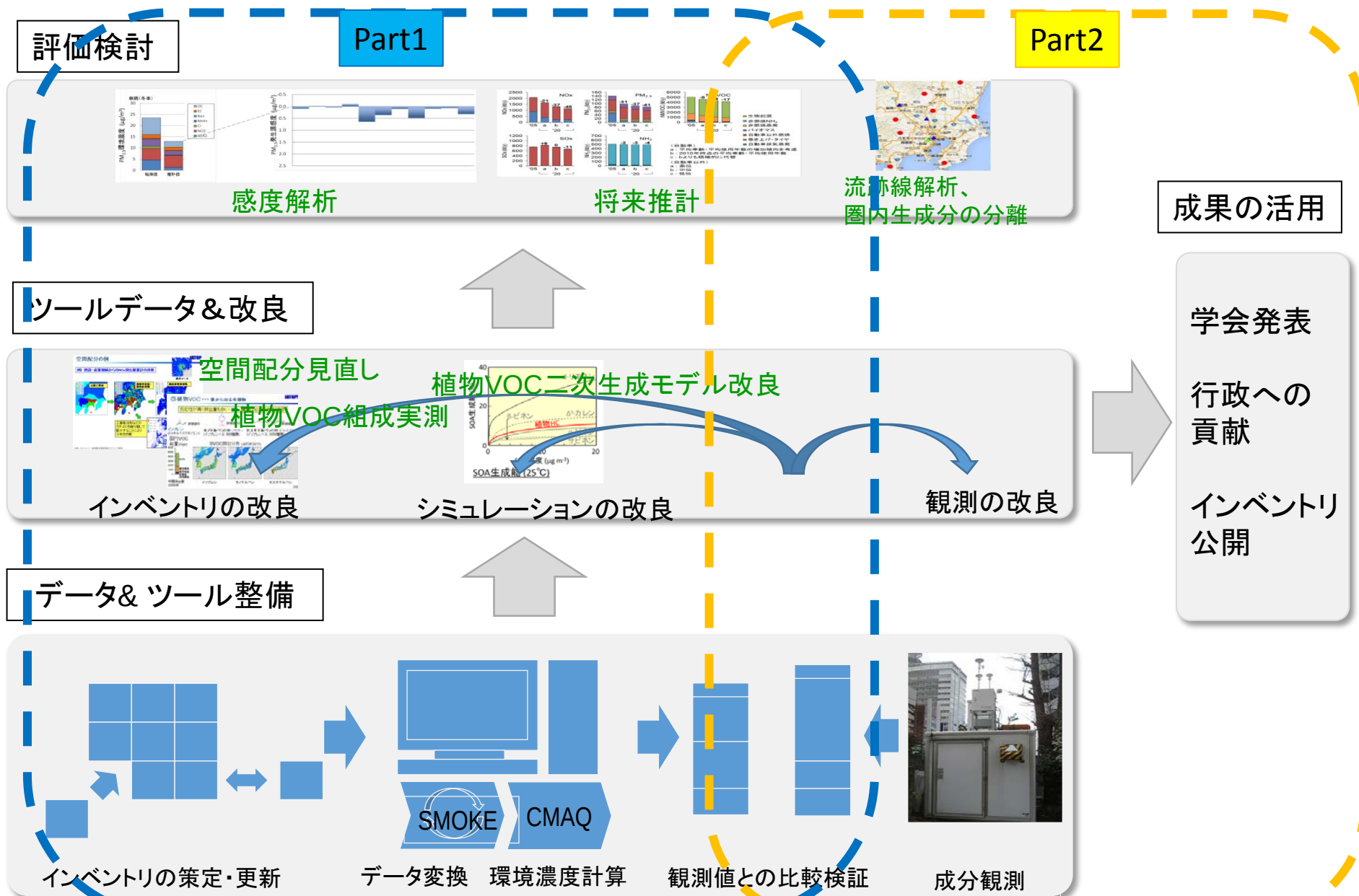
	JATOP I 成果	JATOP II の課題
1. 発生源情報の整備 ・排出インベントリ ・発生源プロフィール	・広域大気モデル用の2005年排出インベントリと発生源プロフィール(自動車、固定発生源、植物、火山等)を整備した。	・日本国内の状況を反映した最新の排出インベントリへの更新 ・更新したインベントリをベースとした将来推計 ・インベントリ更新しくみ作り
2. 大気モデルの整備	・三次元広域大気モデルCMAQver4を採用し、反応スキーム(SAPRC、aero)に必要なデータベースを整備した。 ・広域大気モデルは、日平均濃度は観測値を概ね再現するが、PM成分の再現性は不十分であった。	・PM成分の再現性改善のため、最新の広域大気モデルや気象モデルの知見の調査、更新。
3. 濃度推計実施	・2005年、2020年のPM _{2.5} 濃度を推計し、PM _{2.5} が1割程度低下する。 ・2020年の自動車の発生源感度解析を実施した。	・更新した最新のインベントリ/広域大気モデルの再現性や発生源感度の検証。 ・2020年大気質予測。
4. 大気観測・実験 ・環境モニタリング ・二次生成解明	・夏・冬2回の同時多地点観測により、二次生成挙動に関する知見を得た。	・PM _{2.5} 及びその成分の更なる大気中実態・挙動解明。 ・SOA生成メカニズムの解明

JATOP II 大気研究の実施項目・実施計画

目標 PM_{2.5}環境基準達成に向けた対策検討に資するデータ提供



JATOP大気研究のフレームワーク



3. 大気モデル/インベントリ- 大気シミュレーション概要

将来における各種排出源が大気環境に与える影響を検討・分析し、今後の環境影響に関する正確な知見を得るために、①発生源情報 ②気象モデルの情報を入力として、大気中の汚染物質濃度を予測計算する。

大気シミュレーション

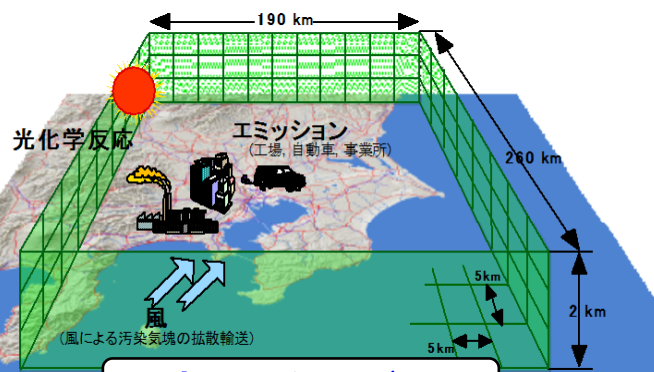
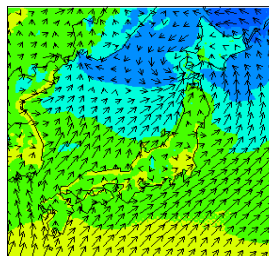
発生源情報

国内で排出される1次粒子及び2次粒子前駆物質



国外から流入する1次粒子及び2次粒子前駆物質

気象モデル

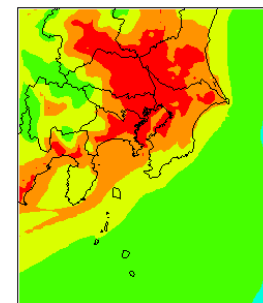


広域大気モデル

PM_{2.5}濃度

PM_{2.5}
成分濃度推計値

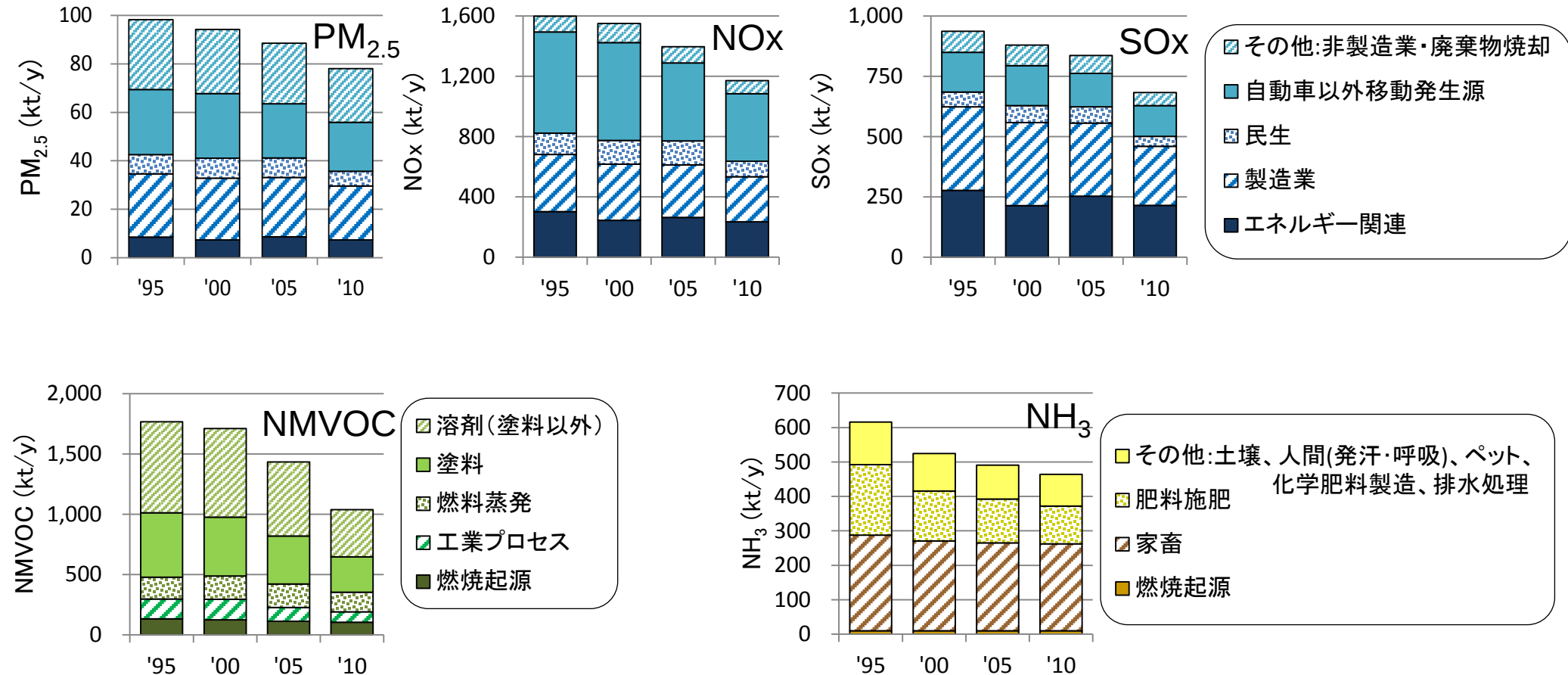
OA
EC
SO₄²⁻
NO₃⁻
NH₄⁺
Na⁺
他



2010年度の排出量推計 -1 自動車以外排出量推計

2010年度の統計値で2010年度の自動車以外排出量を更新

燃料消費量などの活動量

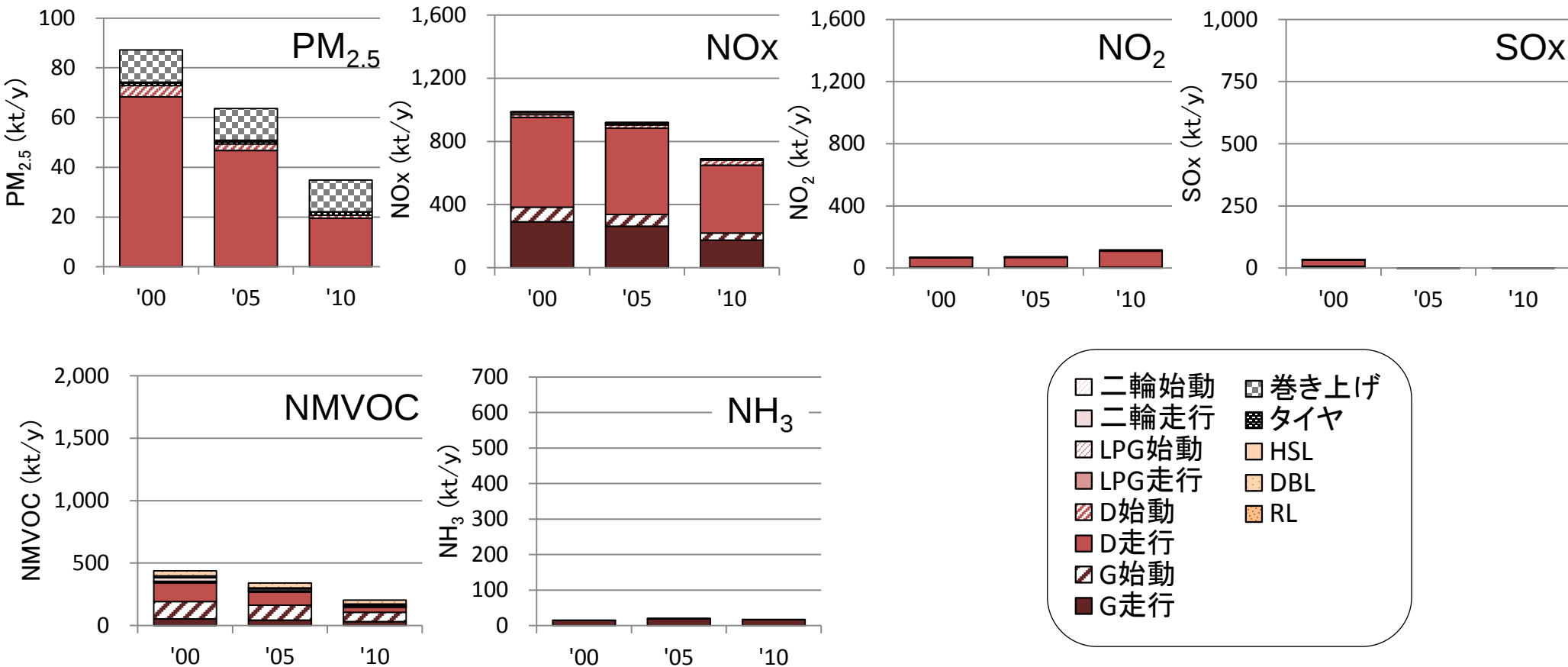


SOx、NOx、PM、VOCともに排出量は減少傾向

2010年度の排出量推計 -2 自動車排出量推計

2010年度の統計値で2010年度の自動車排出量を更新

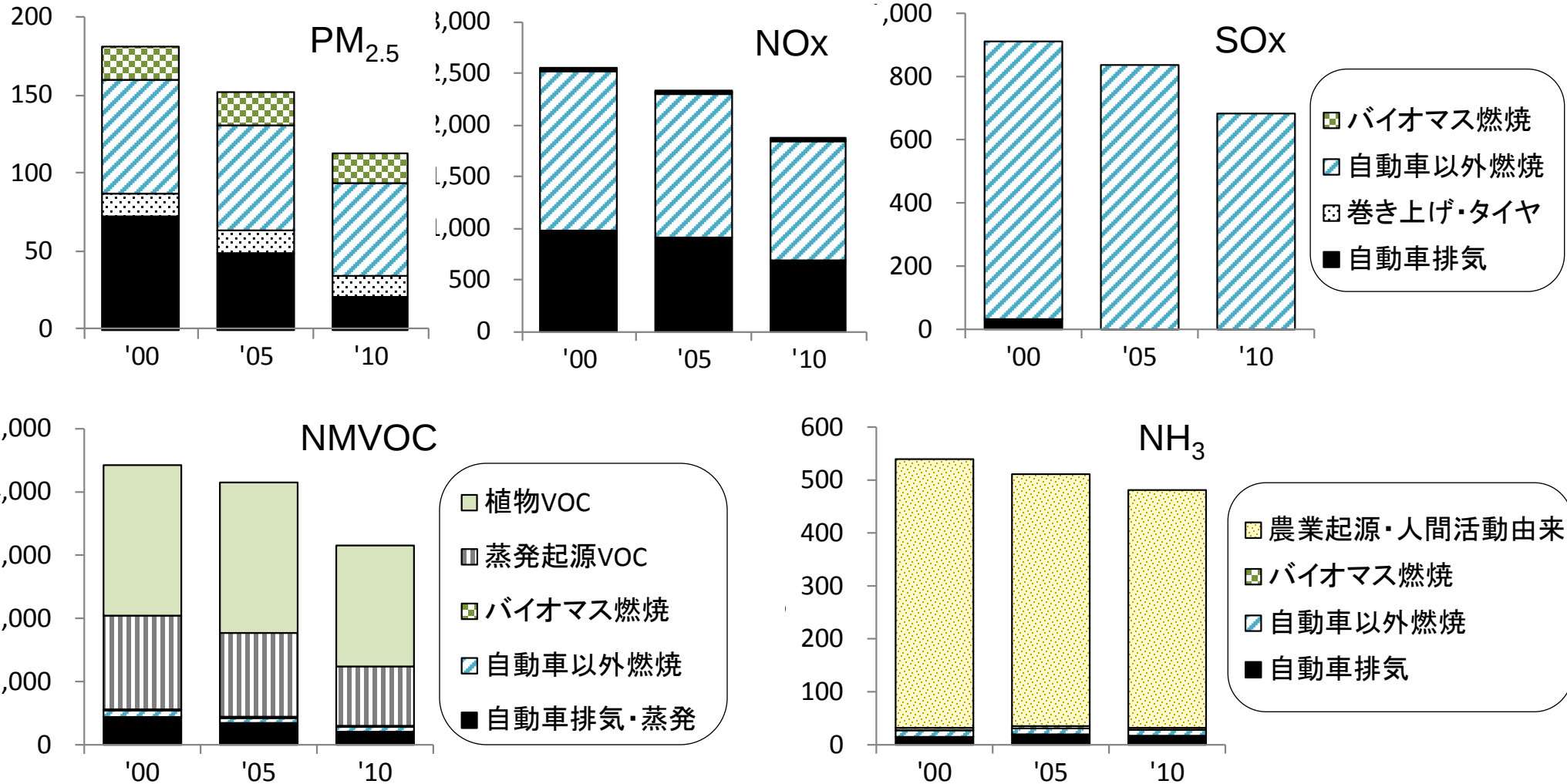
- ① 排出原単位 ② 保有台数データ
③ 道路交通センサス ④ 気象データ



経年的には、2000年からの減少傾向は変わらず、2005年と比較した場合、大きく減少

-3 すべての発生源からの排出量推計

自動車、自動車以外、自然起源などからの排出量推計の総和 (kt/y)



すべての排出量は減少傾向、自動車排気蒸発の寄与は縮小傾向

広域モデルの更新

気象モデル Weather Research and Forecasting Model (WRF)

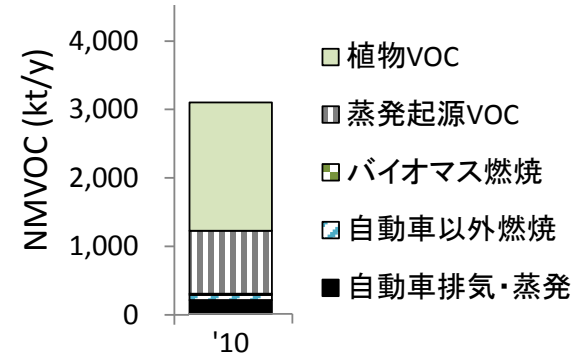
WRF	モデルバージョンアップ	Ver. 3.4.1 → 3.5.2
	客観解析データの進歩	海水面気温 NCEP 0.5度グリッド → 0.083度グリッド
		日本領域 気象庁 RANAL 20kmグリッド6時間おき → 同 MSM 5kmグリッド3時間おき
	土地利用の更新	関東領域は国土地理院2006年度に田と市街地を更新

大気質予測モデル Community Multi-scale Air Quality (CMAQ) Model

CMAQ	モデルバージョンアップ	Ver. 4.7 → 5.0.1
	化学反応スキームの更新	SAPRC99-aero5 → SAPRC07t-aeo6

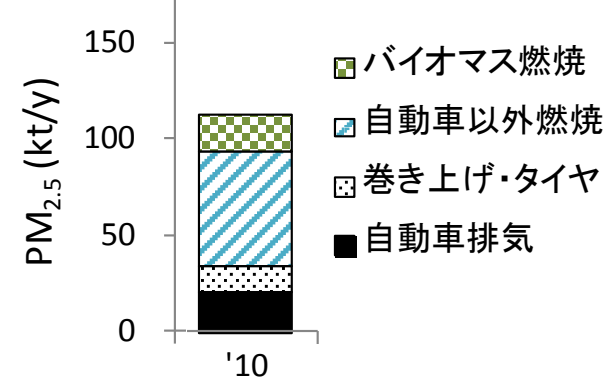
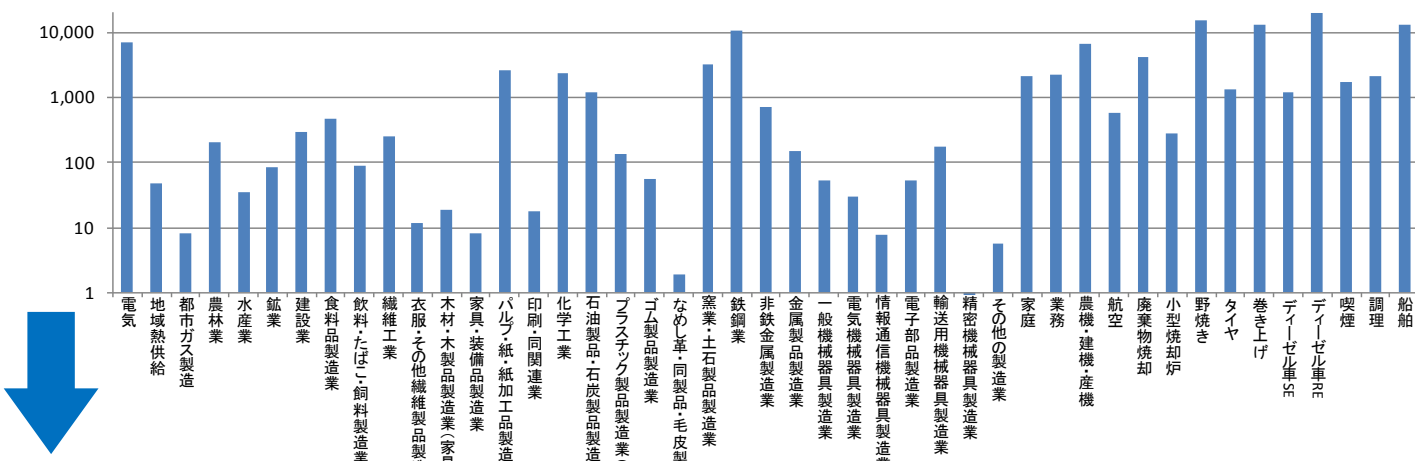
気象モデル結果の精度向上と、粒子生成にかかる反応モデルの改良で
PM_{2.5}予測精度の向上に期待

VOC総量

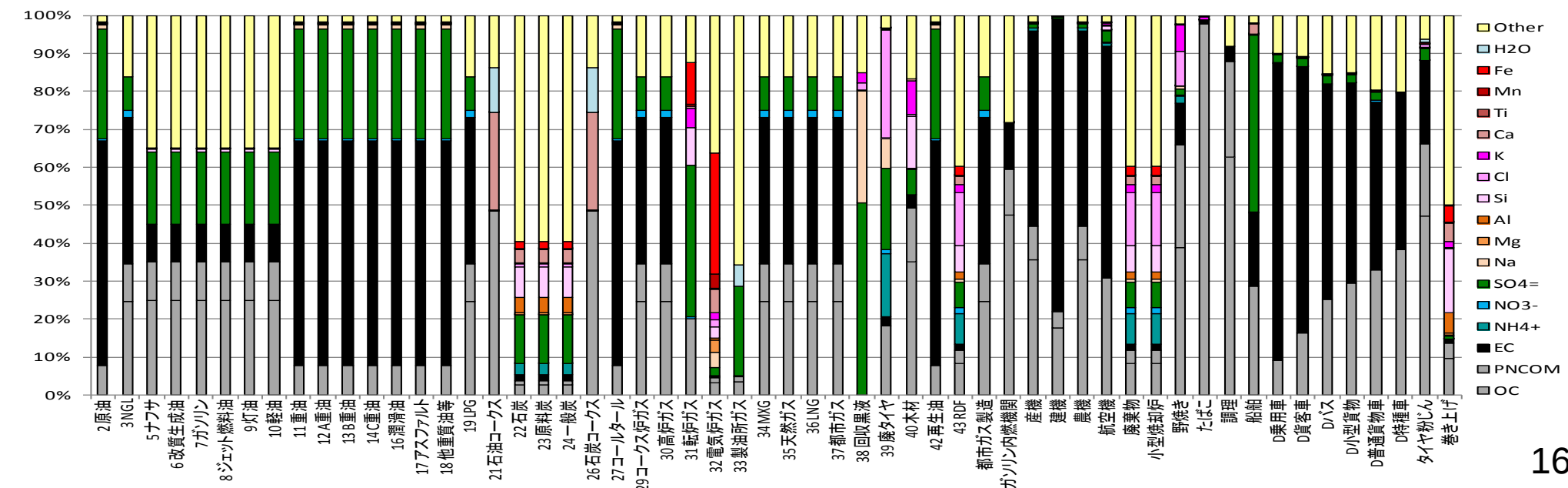


入力データとしてのPM組成プロフィール

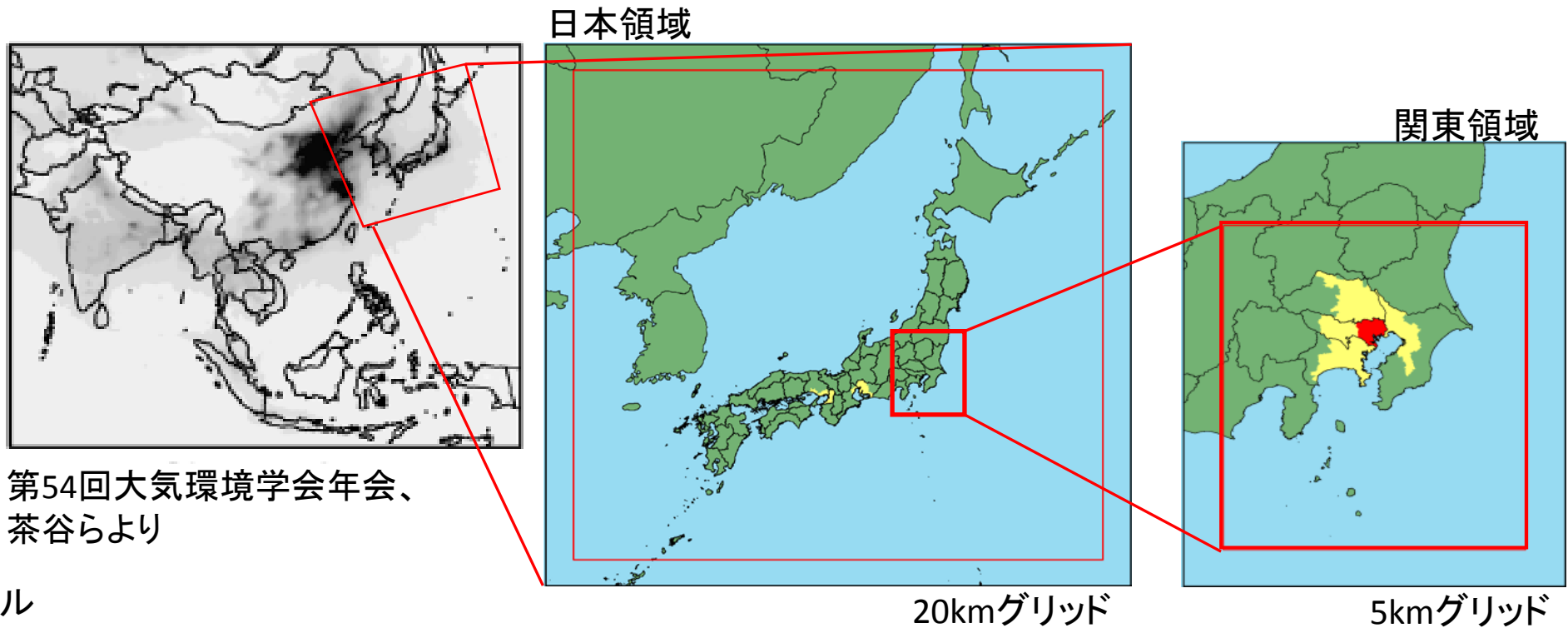
56発生源カテゴリからのPM排出



反応スキームaero6用に金属成分を新たに考慮、5成分から19成分に配分



大気質予測モデルの更新と領域



第54回大気環境学会年会、
茶谷らより

モデル

WRFver3.5.1 + CMAQver5.0.1
CB05+aero6

エミッション

中国: 2010年清華大学

その他: 2010年IIASA GAINS

	日本領域	関東領域
水平座標系	ランベルト正角円錐座標系 基準緯度30N、60N、基準経度140E	
WRFグリッド数	123 × 123 × 29	77 × 97 × 29
CMAQメッシュ数	110 × 110 × 22	60 × 70 × 22
メッシュサイズ	20×20 km	5×5 km
鉛直座標系	σ-P座標 最上層100hPa (約16776m)	
最下層高さ	約 31m	

2010年度の計算結果検証 -検証に使ったPM_{2.5}観測値

2010年度 通年成分別測定結果

大阪府立大学(堺市) 溝畑朗教授

株)豊田中央研究所(愛知県長久手市) 唐澤正宜氏

環境省の微小粒子状物質曝露影響調査における測定

4季節2週間ごとのサンプリング/成分分析

測定局リスト (一般局)

北海道札幌市西測定局

新潟県上越市深谷測定局

埼玉県蓮田市蓮田測定局

東京都板橋区氷川測定局

大阪府堺市金岡測定局

兵庫県神戸市垂水測定局

岡山県倉敷市玉島測定局

福岡県福岡市吉塚測定局

宮崎県日向市旧日向保健所測定局

宮城県仙台市長町測定局

茨城県取手市取手市役所測定局

千葉県市川市真間小学校

観測期間 2010年度

春季 5/14～5/28

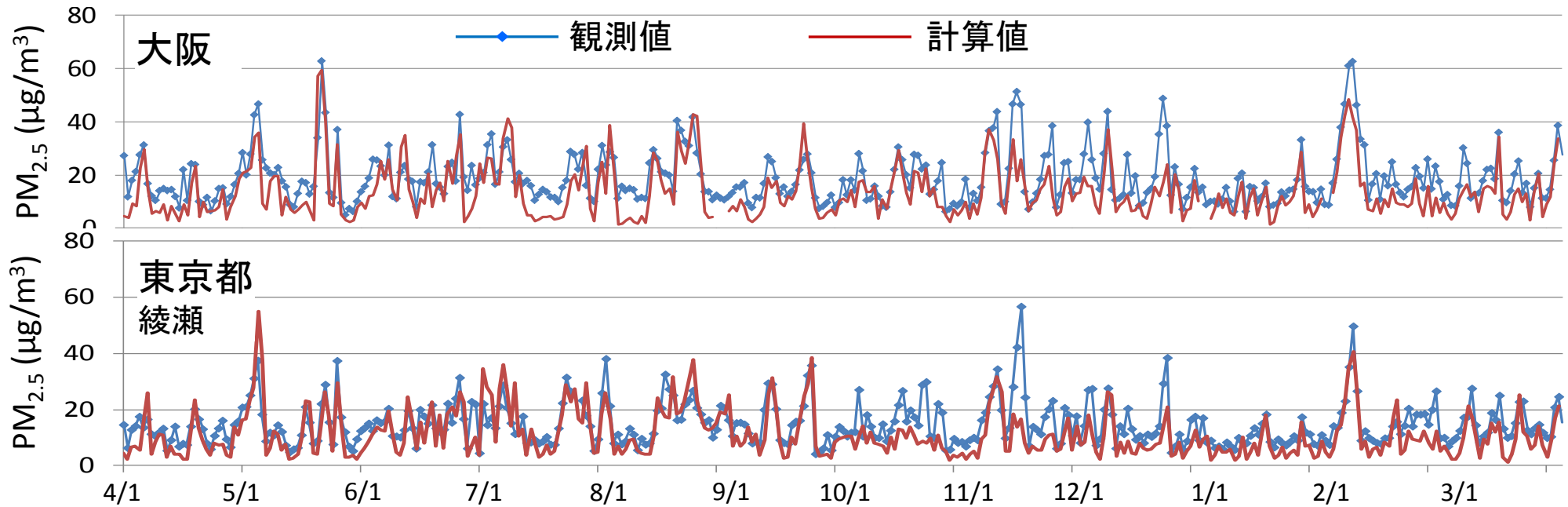
夏季 7/26～8/9

秋季 11/6～11/19

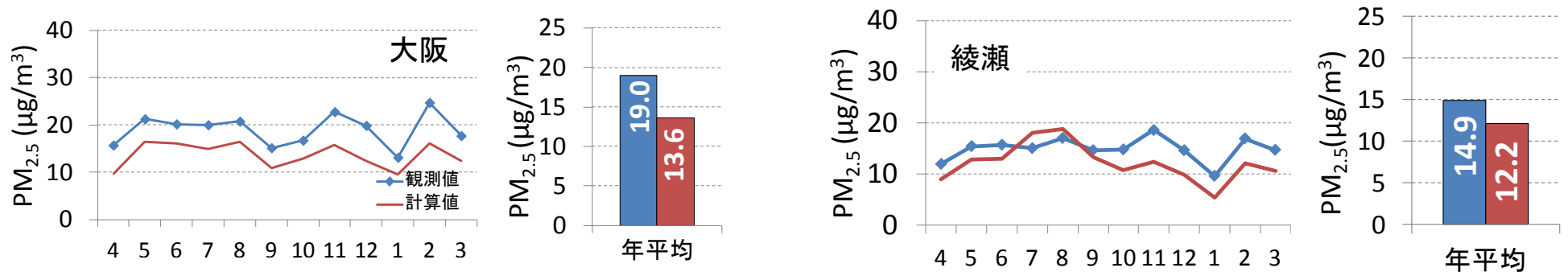
冬季 1/26～2/9



2010年度の計算結果 -1 PM_{2.5}重量濃度再現性



PM_{2.5}日平均濃度の変動は良好に再現

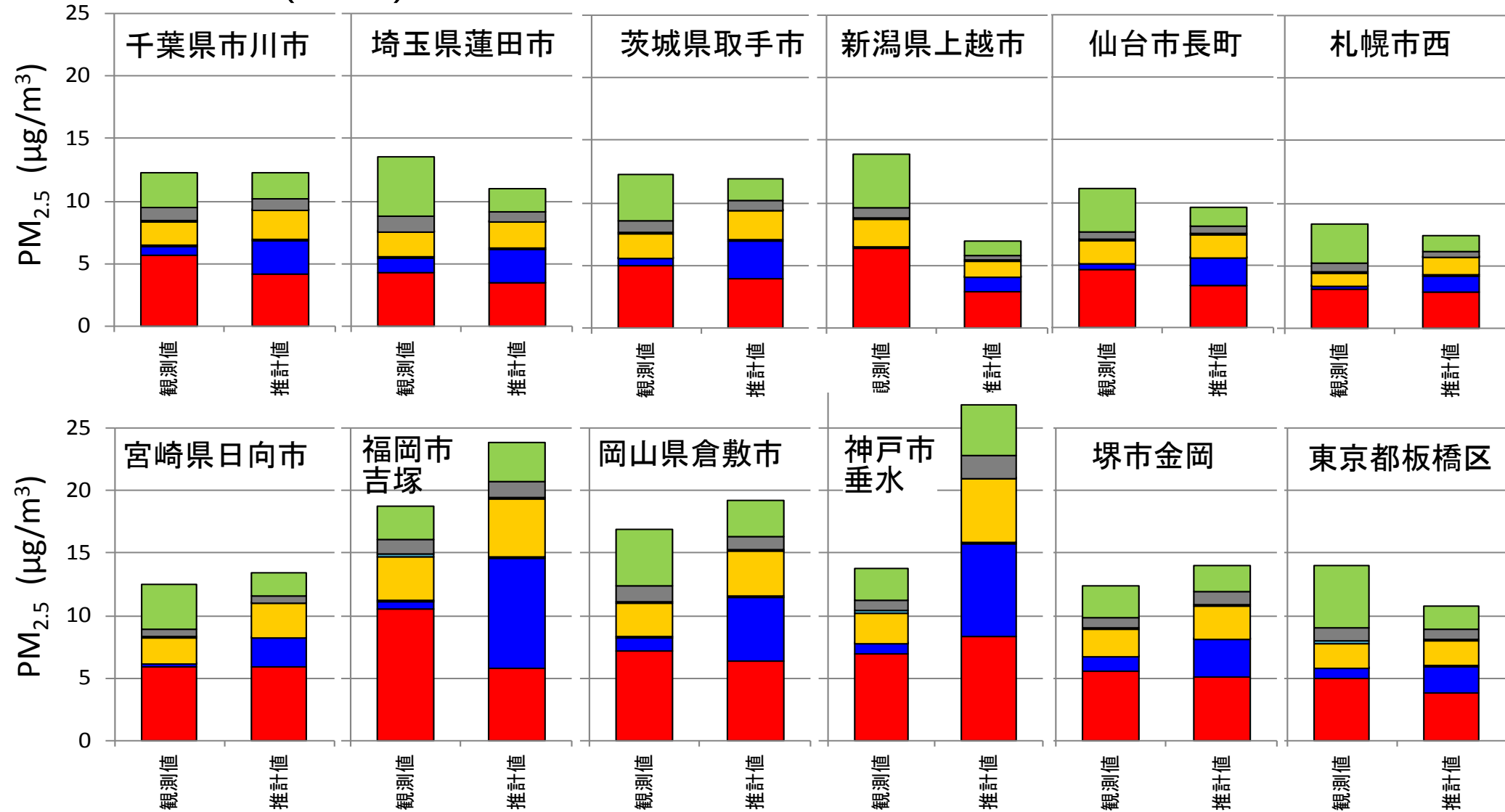


月平均濃度は冬季に若干過小評価傾向

2010年度の計算結果 -2 各地のPM_{2.5}主要成分別観測値との比較

春季 5/14~28 (2週間)の平均値

OA EC Na⁺ NH₄⁺ Cl⁻ NO₃⁻ SO₄²⁻



NO₃⁻が過大評価、ECがやや過小評価、OAが過小評価

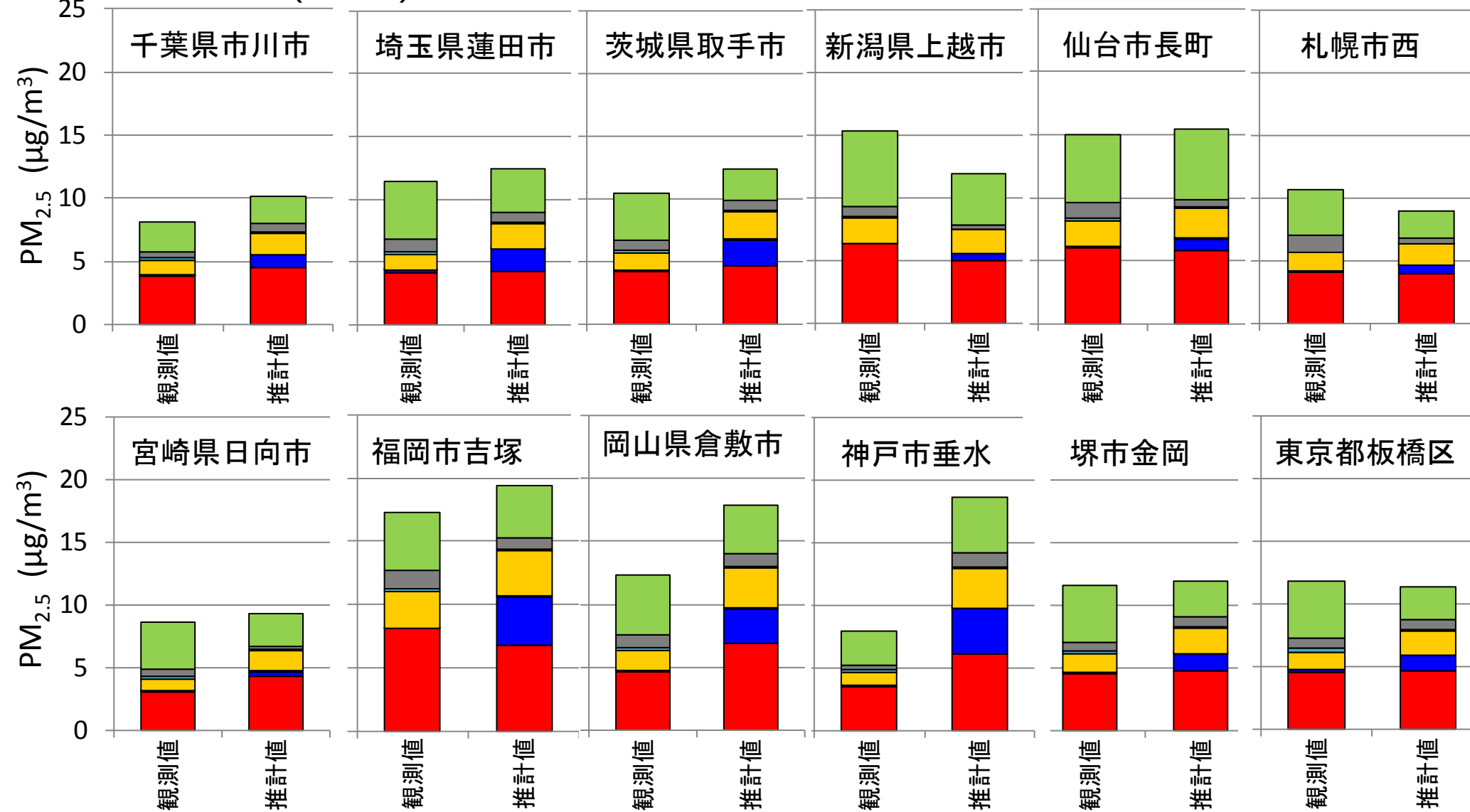
(OA : Organic Aerosol)

観測値 OA = OC × 1.6

2010年度の計算結果 -3 各地のPM_{2.5}主要成分別観測値との比較

夏季 7/26～8/9 (2週間)の平均値

OA EC Na⁺ NH₄⁺ Cl⁻ NO₃⁻ SO₄²⁻

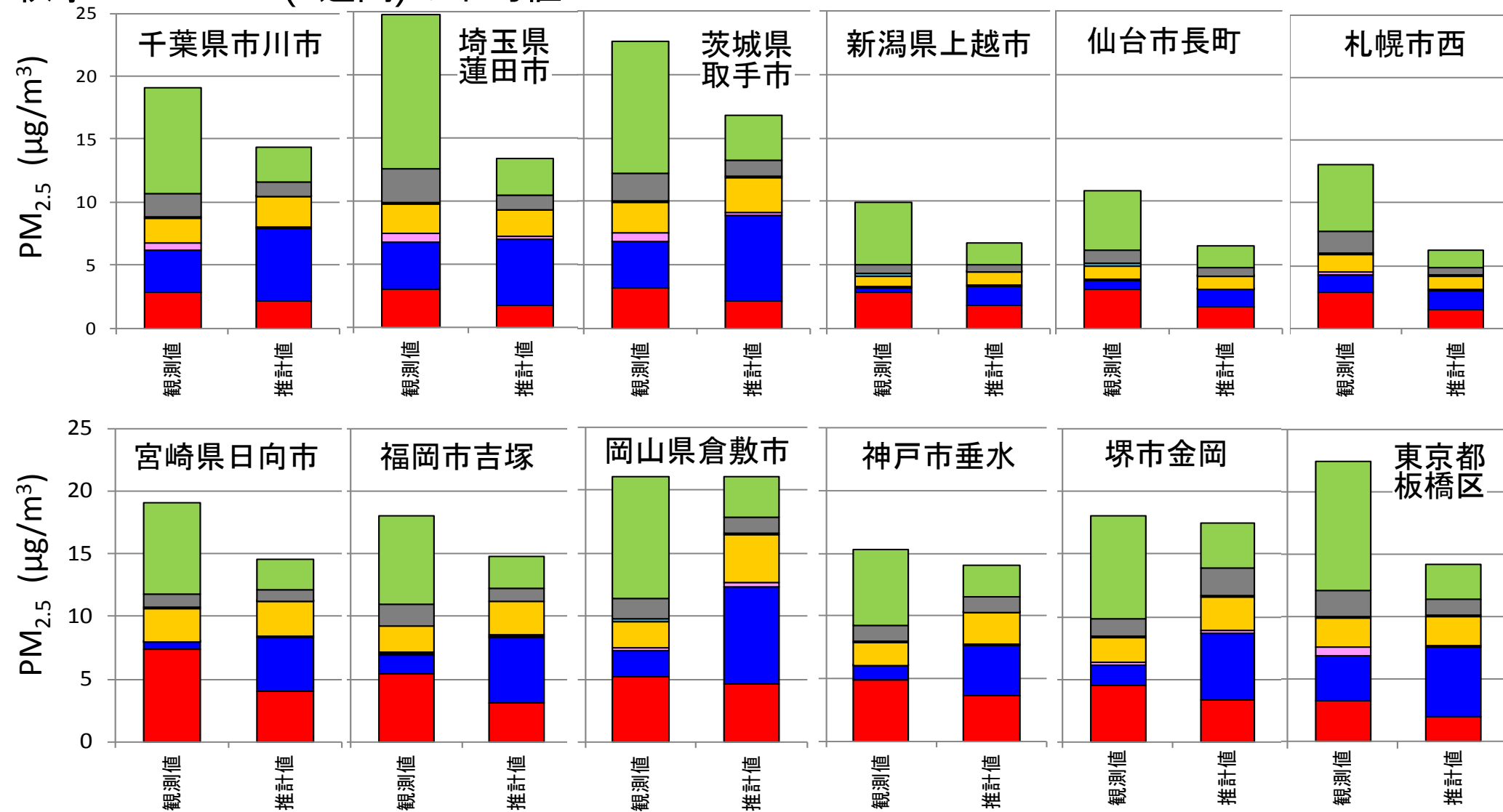


NO₃⁻が過大評価、ECがやや過小評価、OAが過小評価

2010年度の計算結果 -4 各地のPM_{2.5}主要成分別観測値との比較

秋季 11/6～19 (2週間)の平均値

OA EC Na⁺ NH₄⁺ Cl⁻ NO₃⁻ SO₄²⁻

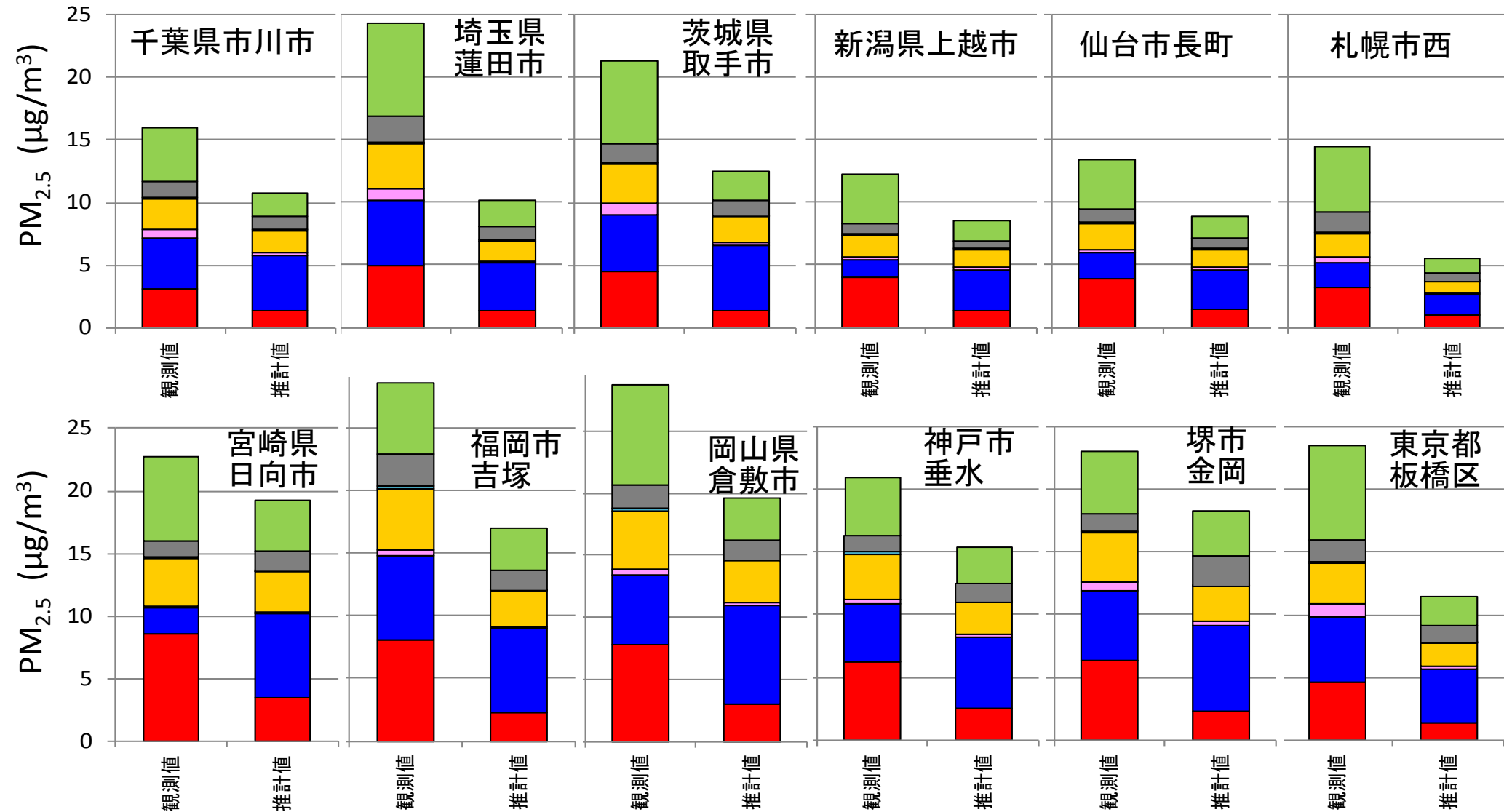


OAが過小評価、SO₄²⁻とECがやや過小評価、NO₃⁻が過大評価

2010年度の計算結果 -5 各地のPM_{2.5}主要成分別観測値との比較

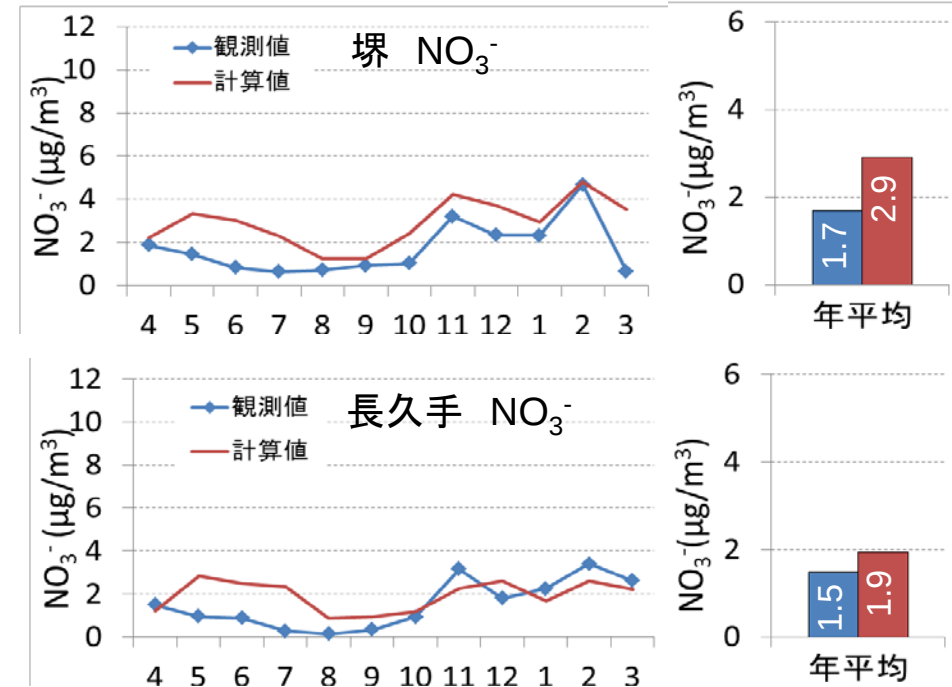
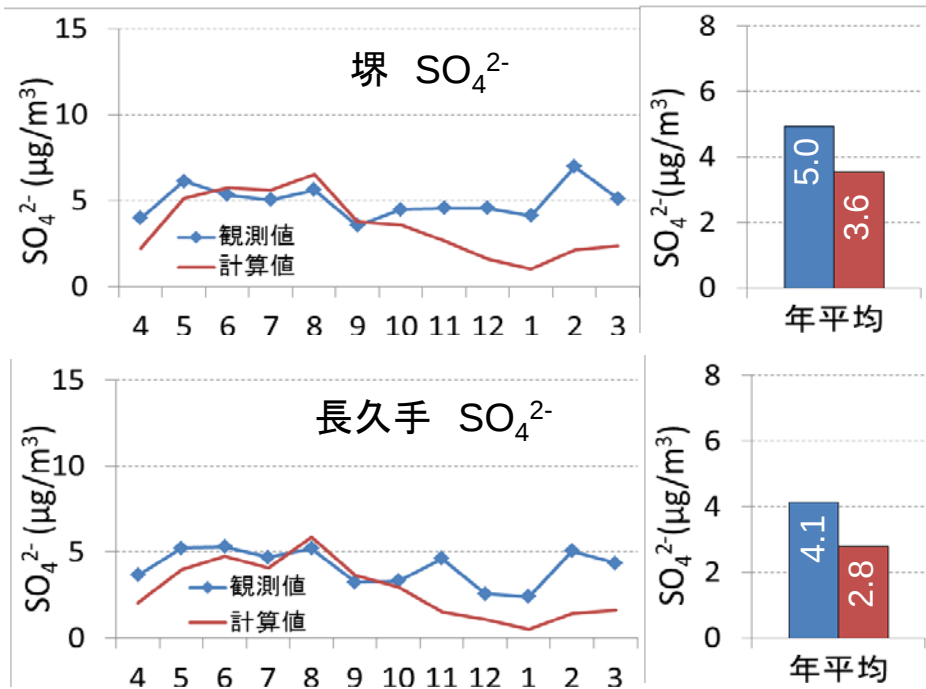
冬季 1/26~2/9 (2週間)の平均値

OA EC Na⁺ NH₄⁺ Cl⁻ NO₃⁻ SO₄²⁻



SO₄²⁻とOA が過小評価、ECはやや過小評価、NO₃⁻が過大評価

PM_{2.5}成分別年・月平均濃度再現性 - SO₄²⁻/NO₃⁻

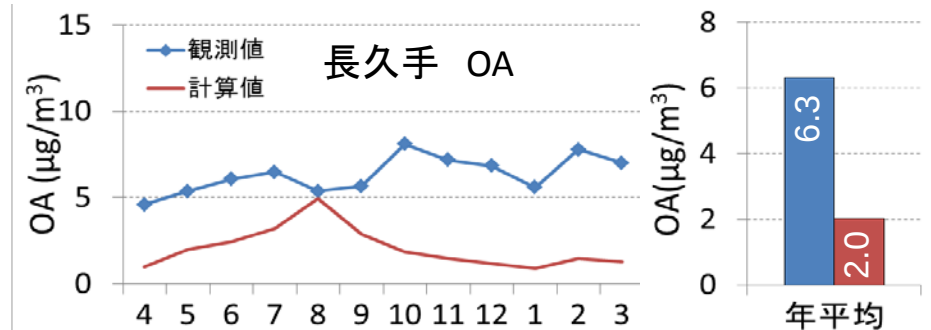
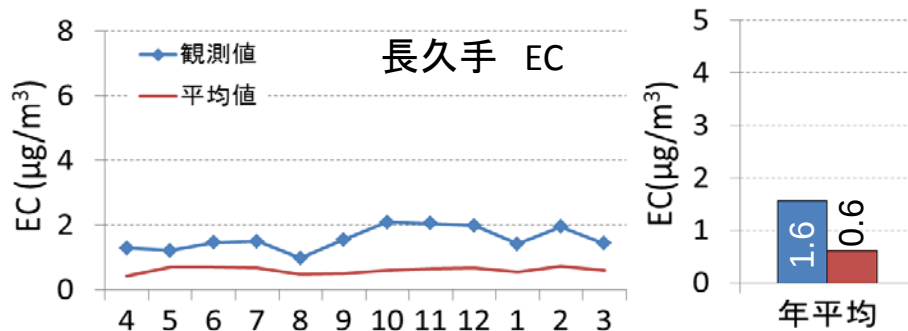
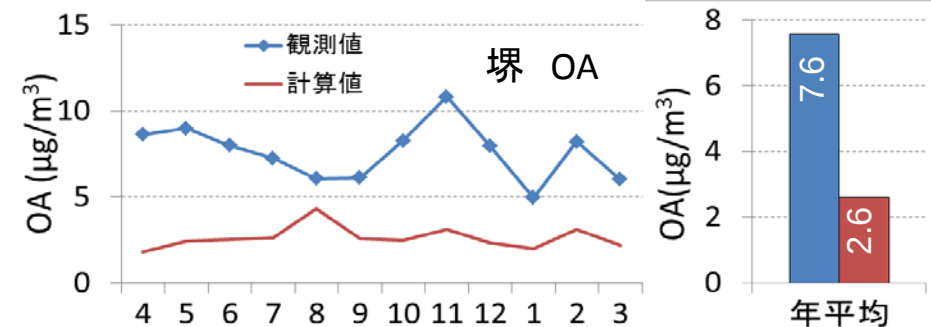
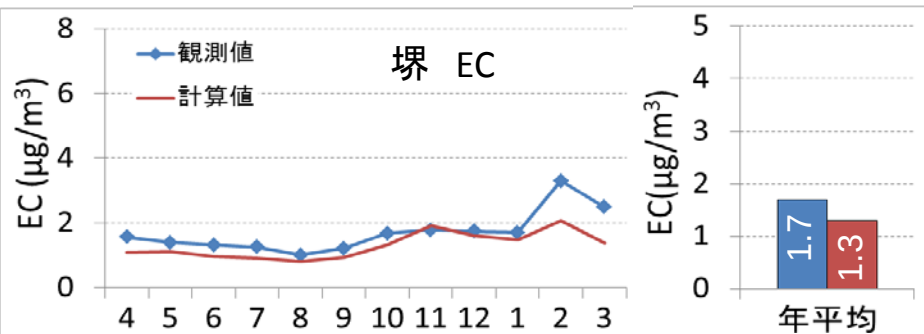


SO₄²⁻: 春～夏季は濃度変化・レベルともに再現性は良いが、秋～冬季に過小評価
 NO₃⁻: 5～7月に過大評価だが、それを除くと濃度変化・レベルともに再現性は良い

PM_{2.5}成分別年・月平均濃度再現性 - EC/OA

(OA : Organic Aerosol)

観測値 OA = OC × 1.6



EC: 堺は再現性が良好であるが、長久手は過小評価

OA: 年間を通して過小評価。特に冬季に過小評価

2010年度の年間計算結果のまとめ

- 2010年度の排出量インベントリおよび最新モデルにより2010年度の年間計算を実施した
⇒ 2010年度のエミッションインベントリを国の発生源情報の整備のベースデータとして提供
- PM_{2.5}濃度は日々の濃度レベルおよび濃度変化をおおむね再現できていたが、季節変動は冬季に若干過小評価傾向
- PM_{2.5}成分別の濃度の再現性：地点毎、季節毎に再現性は大きく異なる。
 - SO₄²⁻ 春～夏季は再現性は良いが、秋～冬季に過小評価
 - NO₃⁻ 年間を通して過大評価。
 - EC 年間を通してやや過小評価。
 - OA 年間を通して過小評価であるが、特に冬季が過小評価。
- SO₄²⁻/OAの過小評価は、排出量・化学反応モデルの両面での課題。

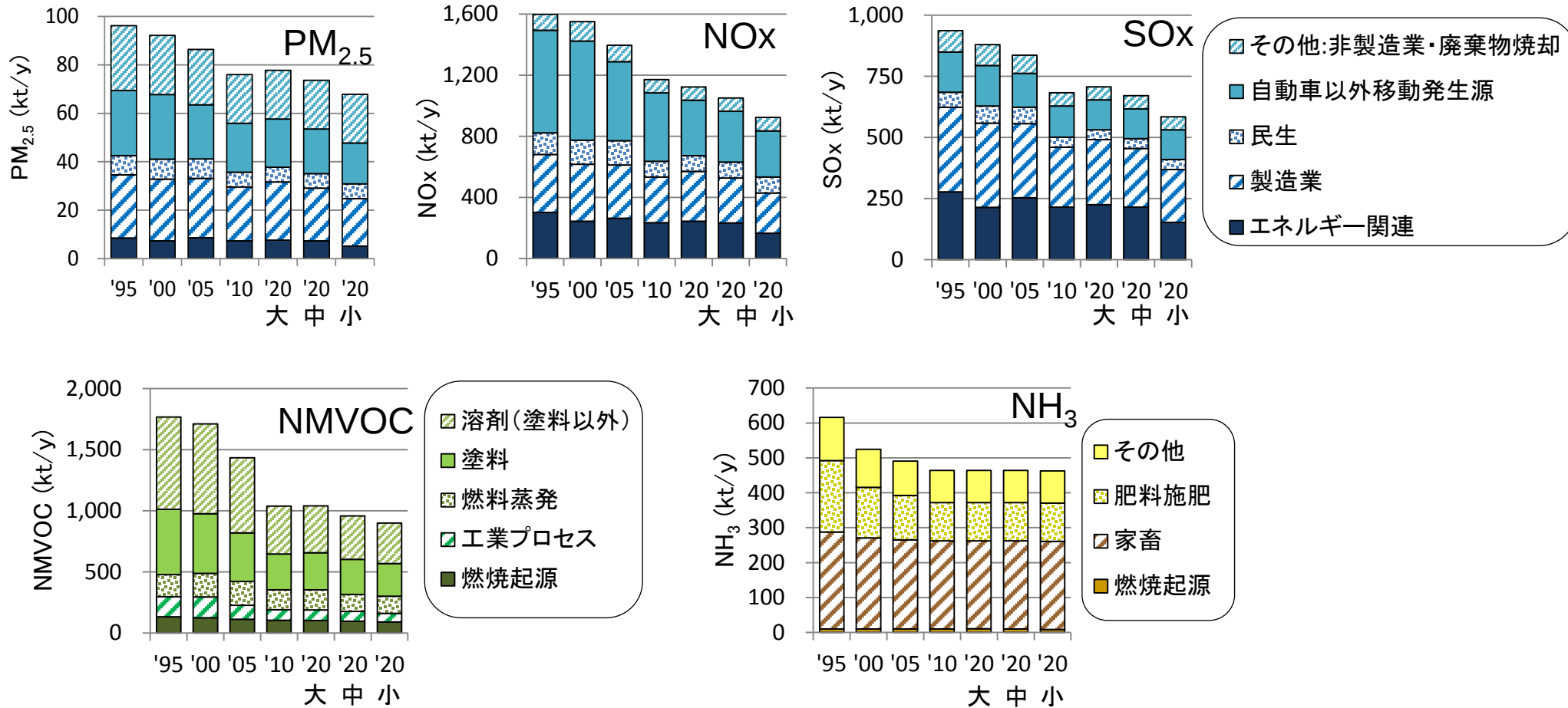
2020年度の将来排出量推計 -1 将来排出量推計条件

			ベースケースシナリオの排出量の作成方法
自動車		資源エネルギー庁のベース* 及び最大・最小**の 3種類の将来推計ケースを考慮	2020年保有台数は1.9%減、平均車齢は2010年時点と等しくし新車代替率を設定
自動車以外	電力		燃料別発電量(石炭、石油、LNG)の2020年/2010年比
	製造業		生産量等経済活動指標の2020/2010年度比
	民生		部門別最終エネルギー消費見通しの2020/2010年度比
	蒸発VOC		製造活動に関連する発生源は生産量等経済活動指標の2020/2010年度比を使用
	作業機械	保有台数は2012年度と同じで3種類のケースを考慮	車齢構成を2012年度と同じくし、規制に伴う車種代替の効果を考慮
	船舶	将来推計はベースケースのみ	海技研2020年推計値を使用
自然起源	廃棄物焼却	将来推計しない	適切な予測値がないため将来推計はおこなわない
	NH ₃ 発生源・野焼き		
	植物VOC		
	火山		

*ベース: 資源エネルギー庁「平成24年度エネルギー環境総合戦略調査(将来のエネルギー需給構造に関する調査研究)」の慎重シナリオ/技術固定をベースケースとして設定

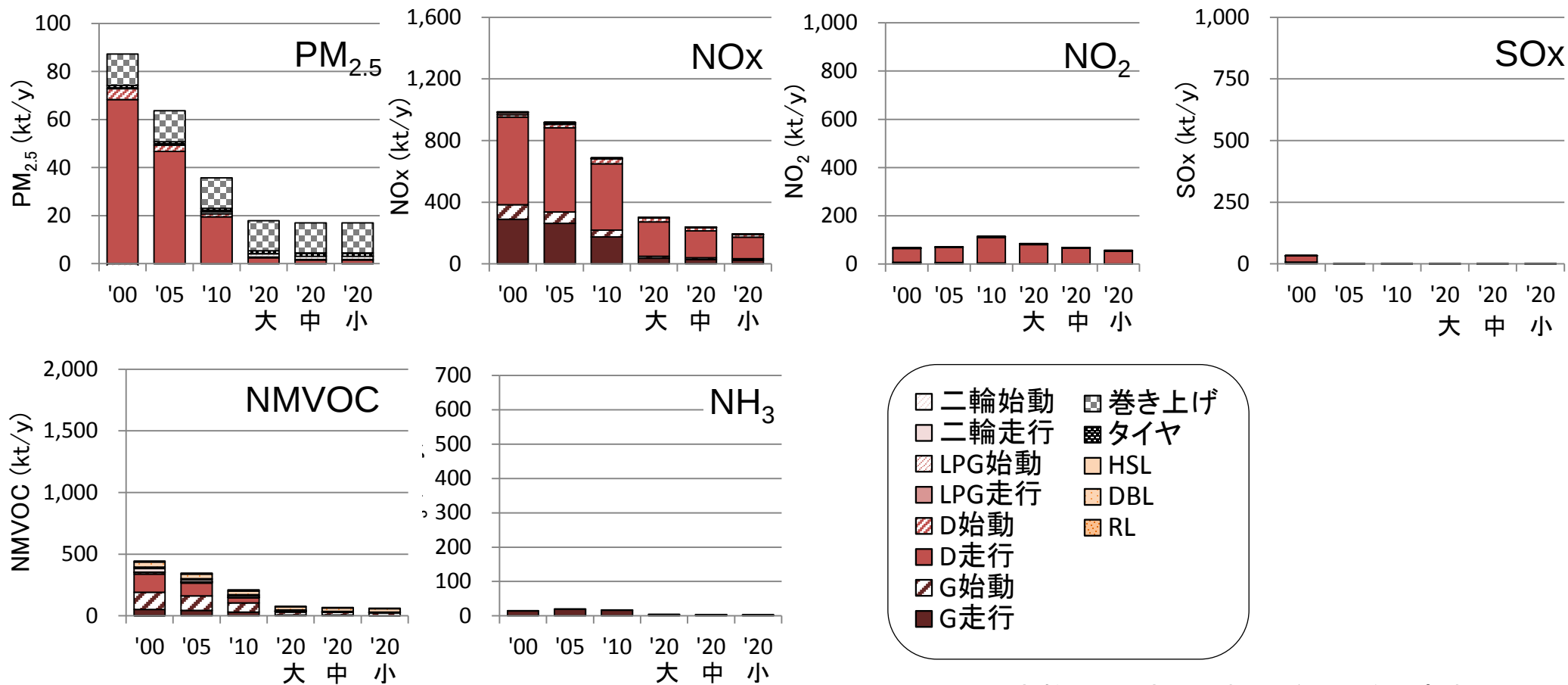
**最大・最小: 最大: 成長戦略シナリオ/技術現状固定、原子力0等、最小: 新慎重シナリオ/新技術最大導入等

2020年度の将来排出量推計 -2 自動車以外排出量推計



2020年度排出量は、シナリオによっては2010年度排出量よりも増加

2020年度の将来排出量推計 -3 自動車排出量推計

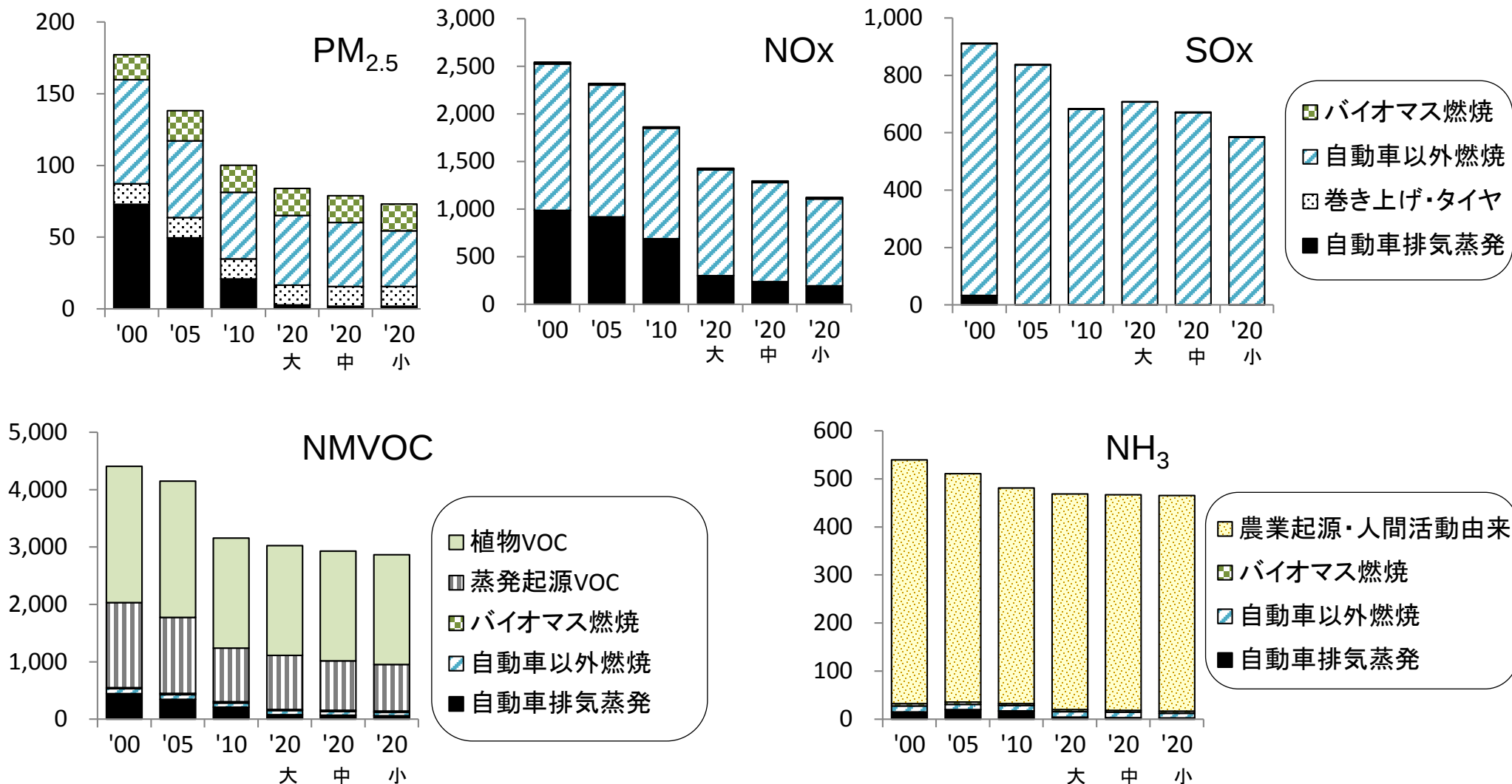


'20：平均車齢・平均使用年数の増加傾向を考慮
 最大：2010年時点の平均車齢・平均使用年数
 最小：bよりも積極的に代替

すべてのシナリオで2020年排出量は2010より低減

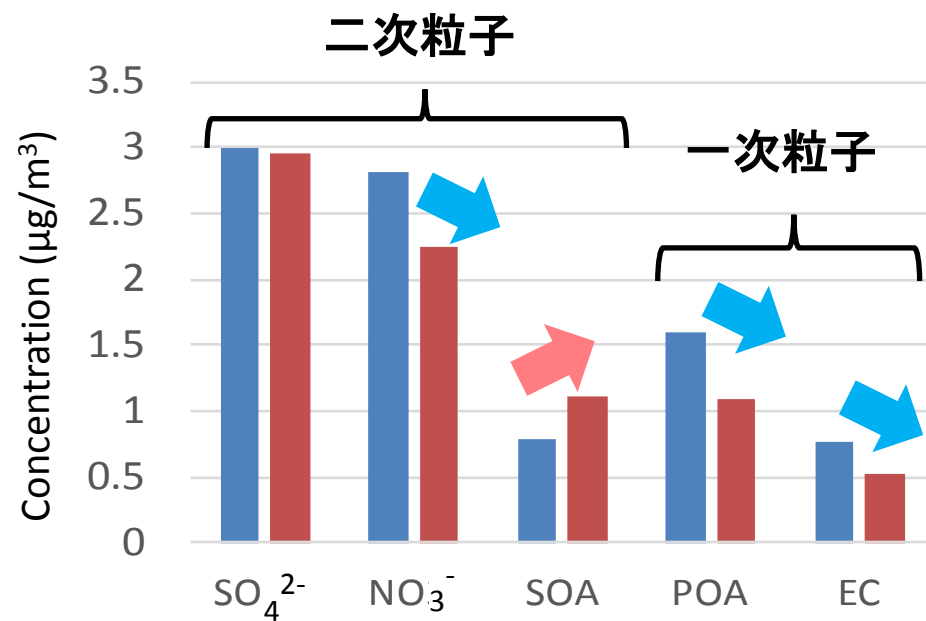
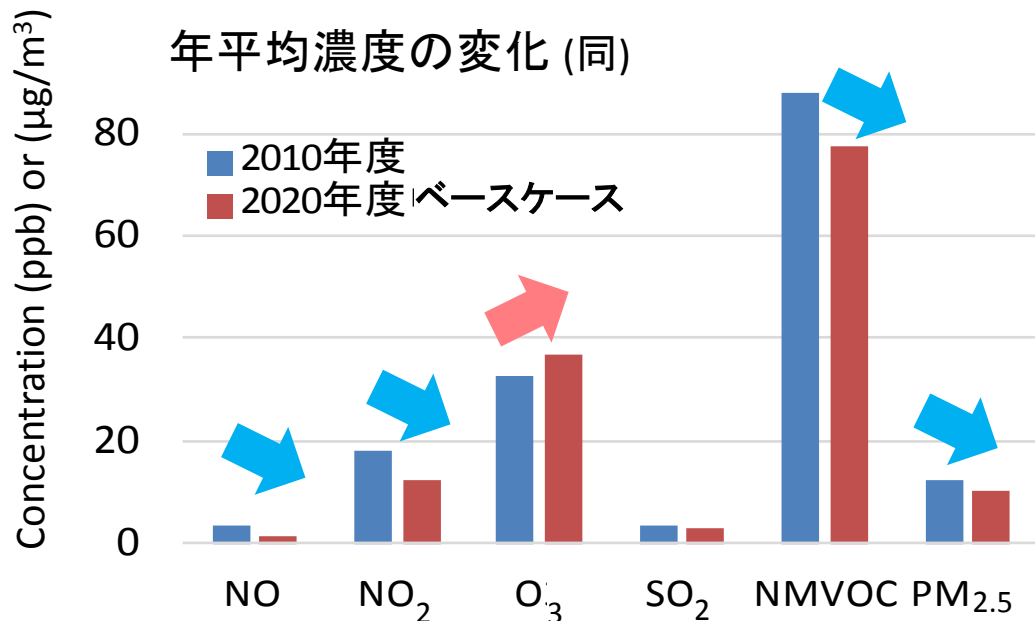
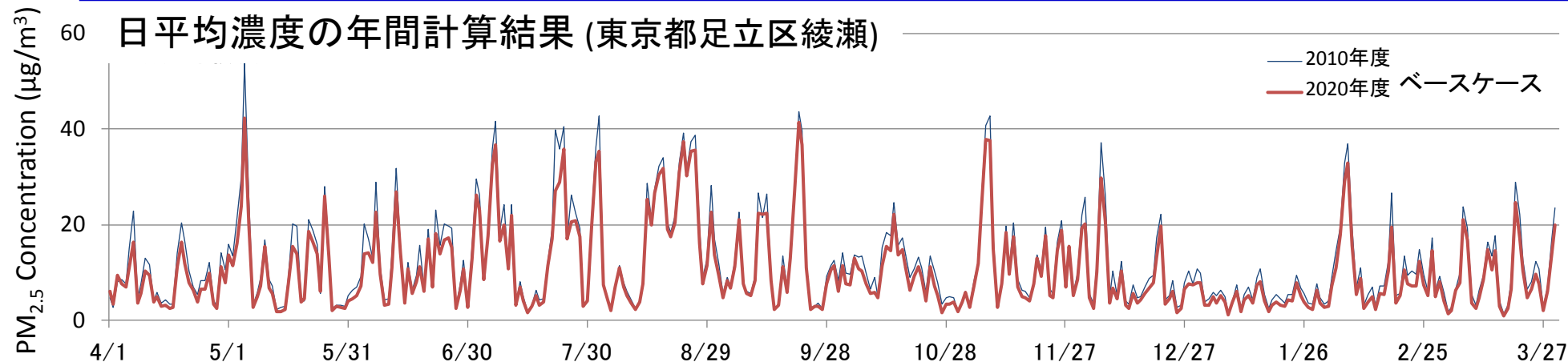
2020年度の将来排出量推計

-4 すべての発生源からの排出量推計 (kt/y)



SO_x、NMVOC、NH₃は2010年度から大きく変化しない

2020年度将来大気濃度推計結果 -1 ベースケース



PM_{2.5}濃度は微減

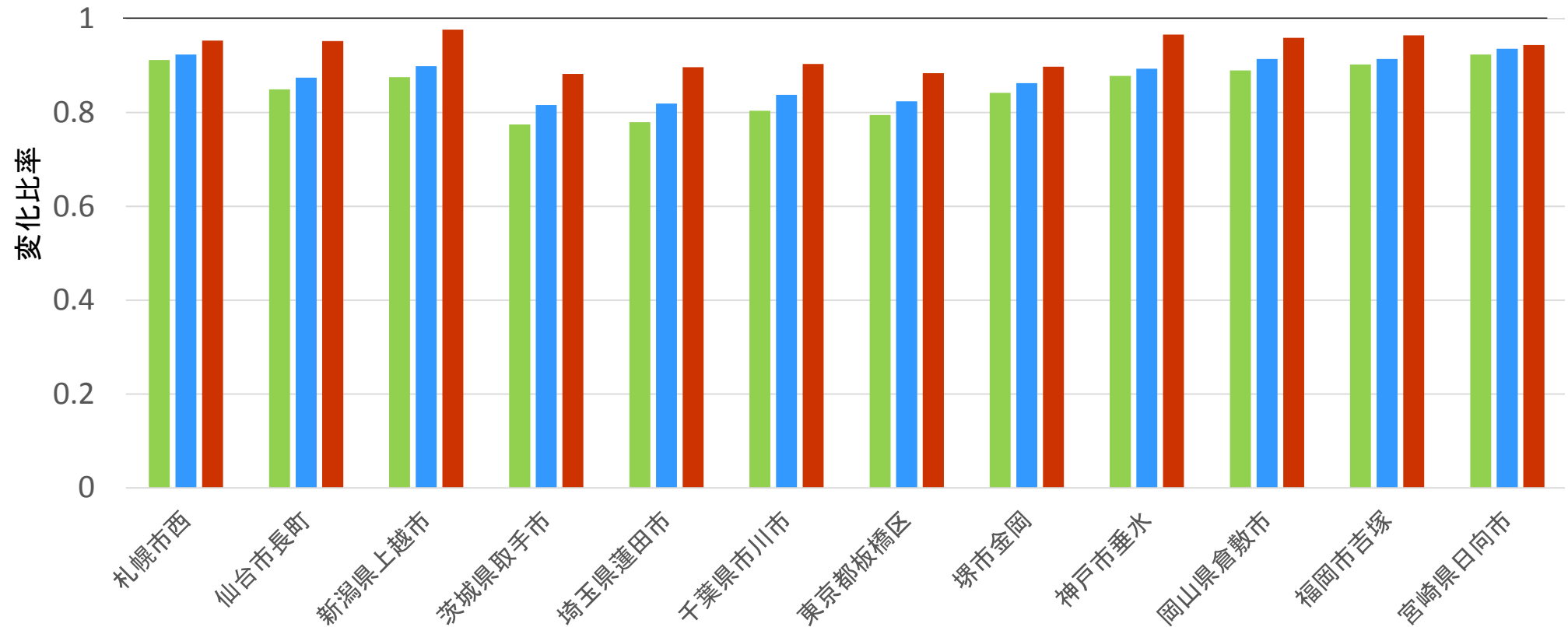
NO_x濃度減で、NO₃⁻濃度減
O₃濃度増で、SOA(二次有機粒子)濃度増

2020年度将来大気濃度推計結果

-2 排出量最大～最小ケースのPM_{2.5}濃度への影響

2010年度PM_{2.5}平均濃度を1とした場合の変化比率

最小
ベース
最大



2020年度排出量ベースシナリオでは2010年度比でPM_{2.5}濃度は約10%減。
最大・最小シナリオにおけるPM_{2.5}濃度変化幅は2010年度比で-23%～-4%

2020年度将来推計のまとめ

- 2020年度の排出量について、ベース、最大、最小の3シナリオに基づき排出量を推計した。
 - 2010年度の排出量と比較して、NO_xおよび一次PM排出量は低下するが、SO_x、VOC、NH₃排出量の変化は小さかった
- PM_{2.5}年平均濃度はベースシナリオで全国的に10%減であった。
 - 成分別にはNO_x排出量減により、平均NO_x濃度およびNO₃⁻濃度の低下がみられた。
 - 一方、平均O₃濃度が増加し、SOA濃度が増加した。

ご清聴ありがとうございました