

光化学オキシダントに関するモデル解析

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション
2. 東アジア～関東域シミュレーション

茶谷 聡¹⁾²⁾

1) 株式会社 豊田中央研究所

2) 一般財団法人 石油エネルギー技術センター

報告内容

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション

(トヨタ自動車 / 豊田中研・清華大学・TERI・IIASA共同研究)

- シミュレーションの概要
- 中国・インドの排出量予測
- 国内オゾン濃度に対する中印排出量変化の影響

2. 東アジア～関東域シミュレーション

(Japan Auto-Oil Program (JATOP))

- シミュレーションの概要
- オゾン濃度の再現性
- VOC濃度の再現性

3. 「今後対策を見据えた調査研究のあり方」に関する提言

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション

(トヨタ自動車 / 豊田中研・清華大学・TERI・IIASA共同研究)

- シミュレーションの概要
- 中国・インドの排出量予測
- 国内オゾン濃度に対する中印排出量変化の影響

2. 東アジア～関東域シミュレーション

(Japan Auto-Oil Program (JATOP))

- シミュレーションの概要
- オゾン濃度の再現性
- VOC濃度の再現性

3. 「今後対策を見据えた調査研究のあり方」に関する提言

研究の目的

東・南アジアの新興国のエネルギー・環境問題を解決し、
持続可能な発展へと導く



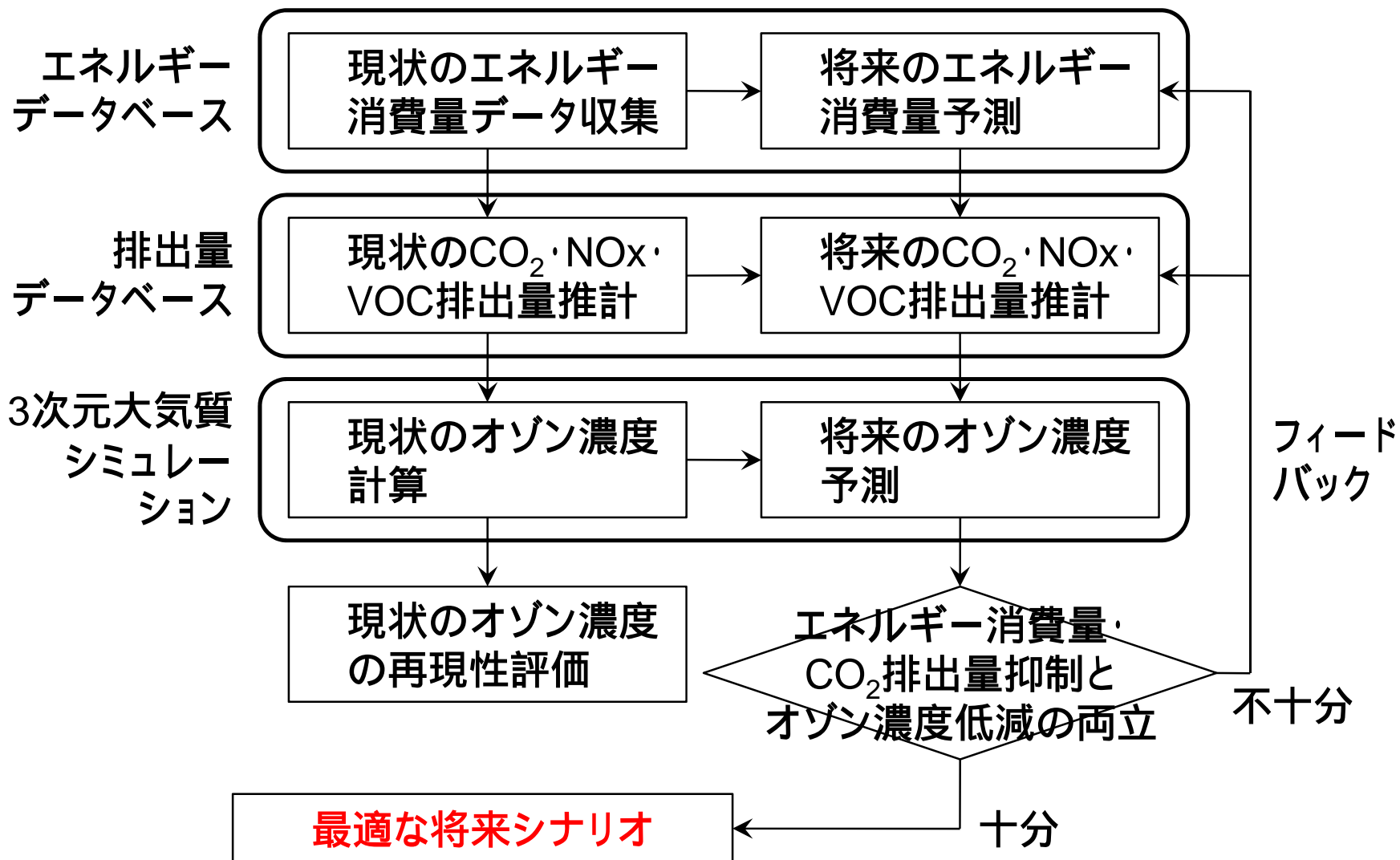
東・南アジア各国のエネルギー消費量およびCO₂排出量の抑制と
東・南アジア全体の大気改善を両立させる総合対策を立案



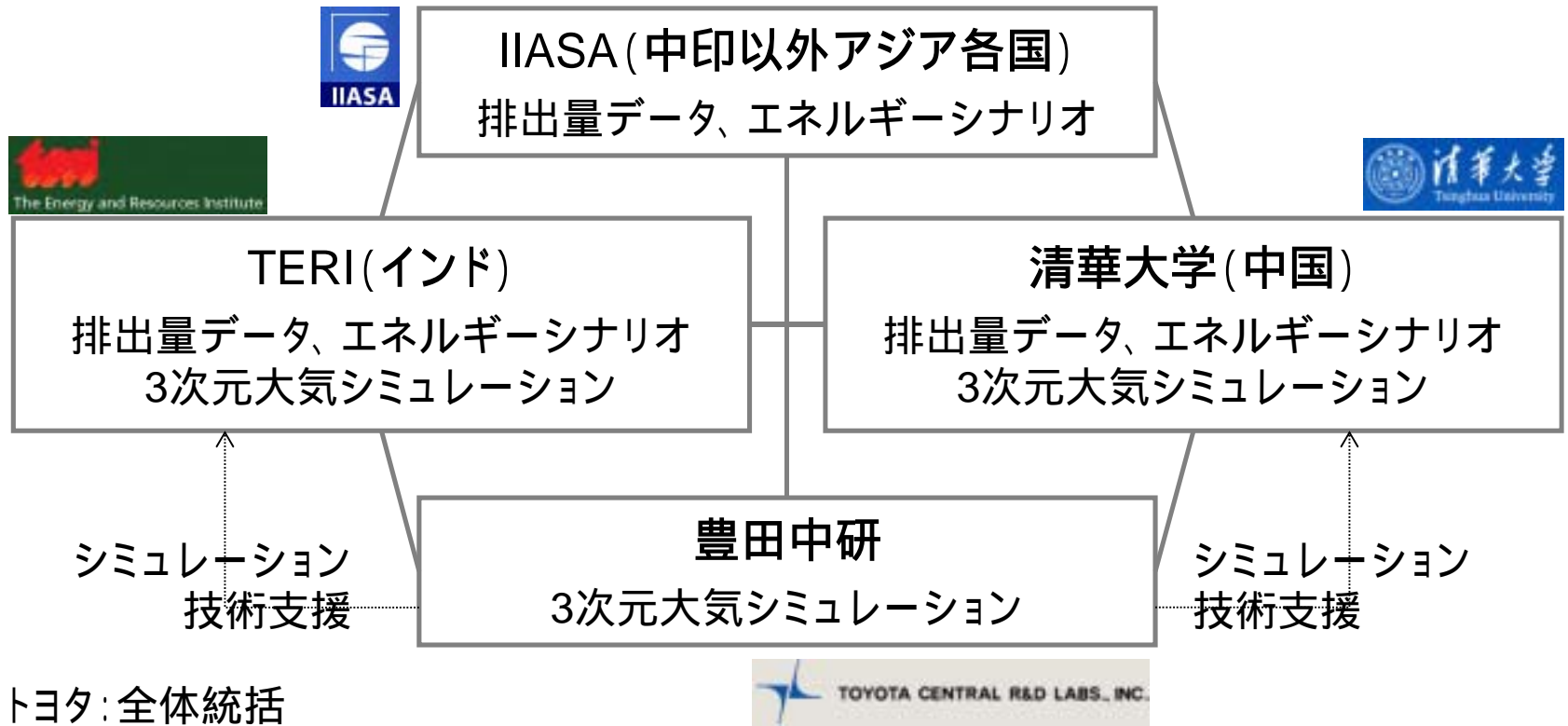
そのための解析の枠組みを構築

解析の主対象汚染物質: 対流圏オゾン (O₃)

研究の構成と解析の流れ



研究参画機関と役割分担

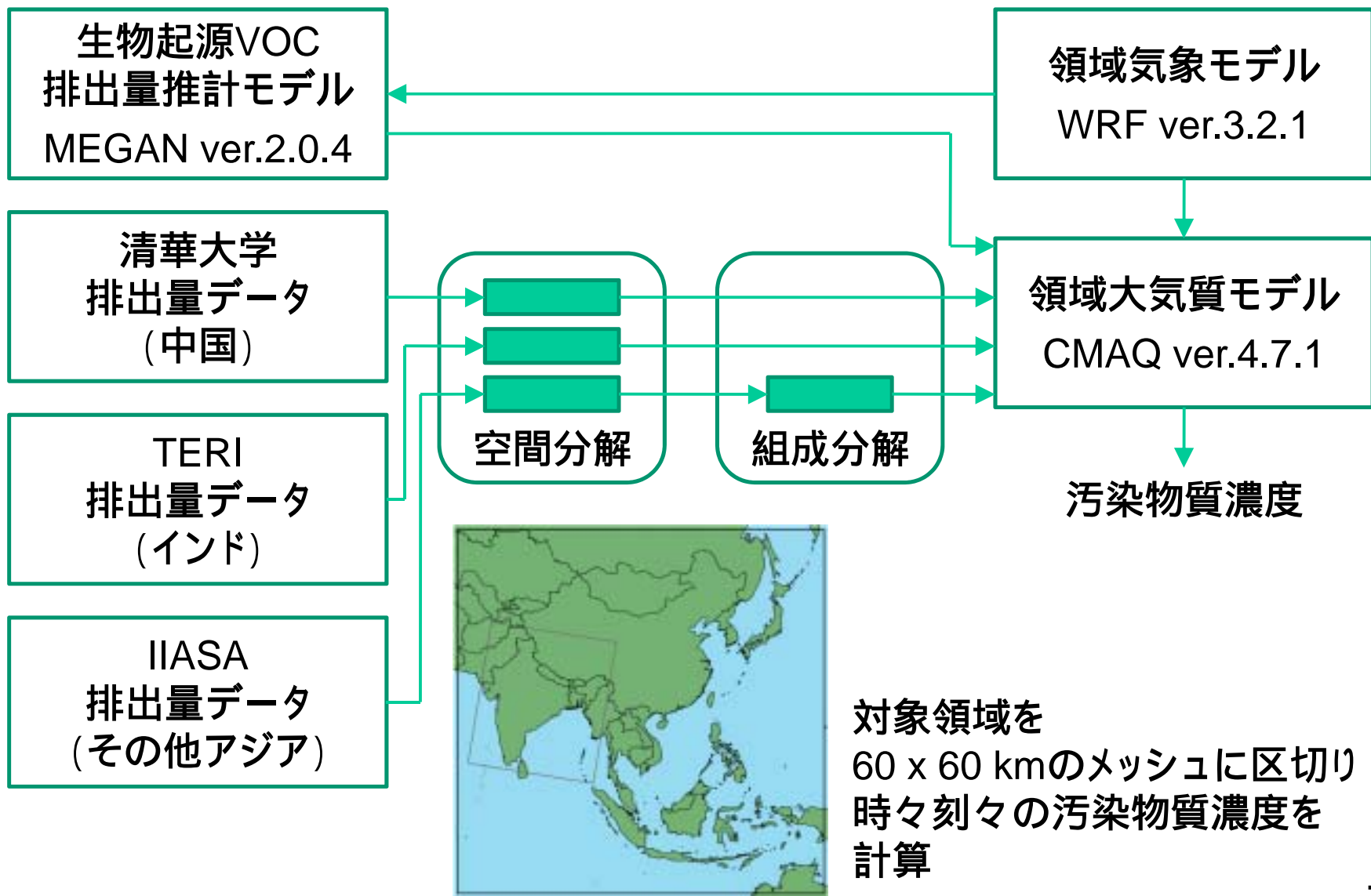


清華大学: 1911年に設立された中国を代表する総合大学の一つ。教授・准教授の数は約3000人、学生数は約36000人。

TERI (The Energy and Resources Institute、エネルギー資源研究所): 1974年に設立されたインド有数の研究機関。研究員約900名。所長はパチャウリIPCC議長。

IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis、国際応用システム分析研究所): 1972年に設立された国際研究機関。研究員約200名。所在地はオーストリアのウィーン近郊。

3次元大気質シミュレーションの構成



シミュレーション計算ケース設定

中国・インドの将来排出量変化の影響を別々に評価できるように計算を実行

計算ケース	中国排出量	インド排出量
2005	2005年	2005年
BAU_China	2030年(成り行き)	2005年
ALT_China	2030年(対策強化)	2005年
BAU_India	2005年	2030年(成り行き)
ALT_India	2005年	2030年(対策強化)

成り行き

各国で既に決まっているエネルギー・環境政策や計画を反映

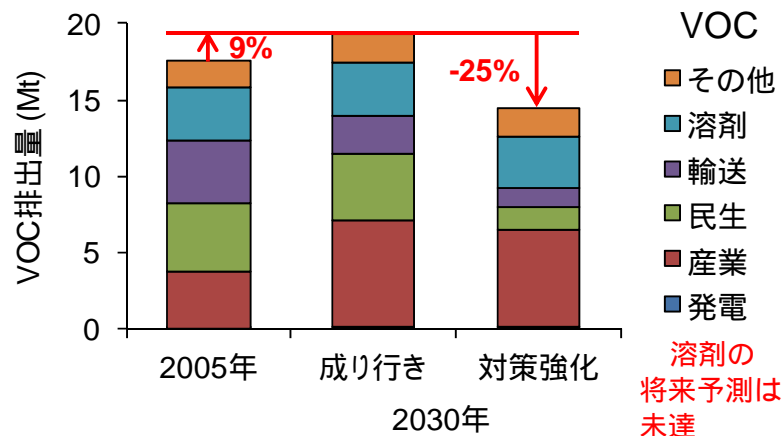
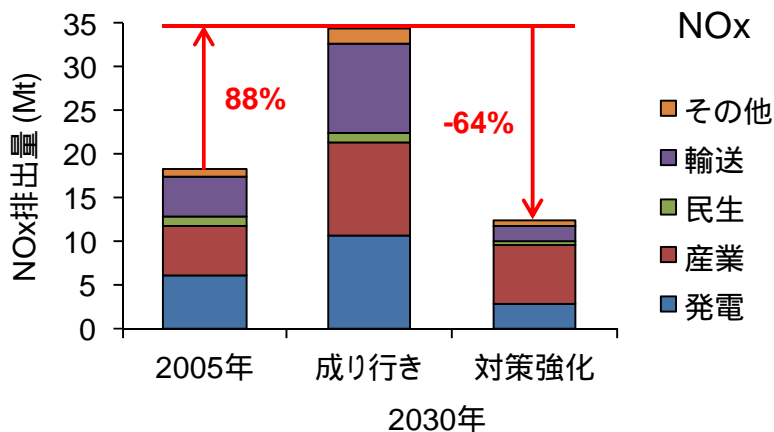
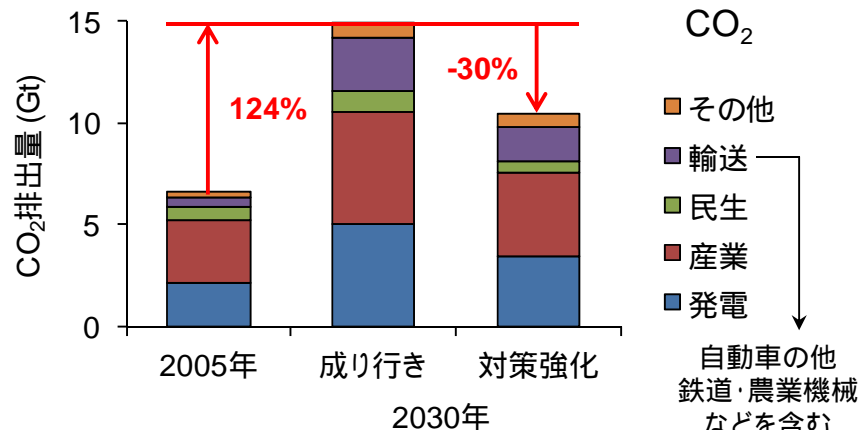
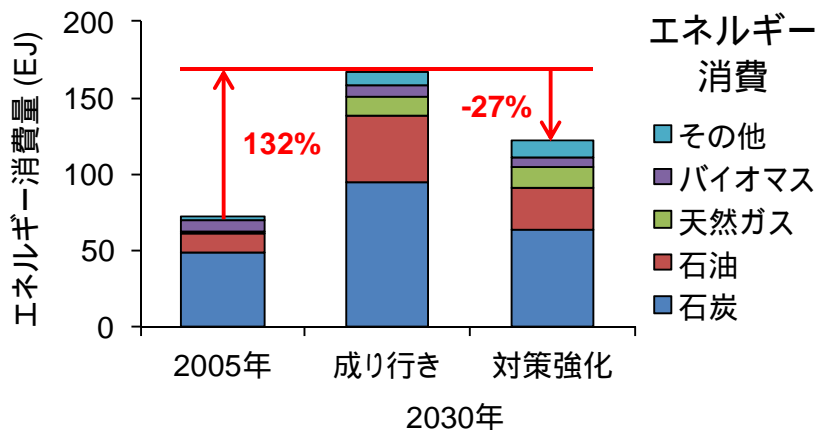
対策強化

発生源別に導入しうる具体的な技術や規制を”Best guess”により考慮したシナリオ

計算対象期間 : 2005年1月 ~ 12月

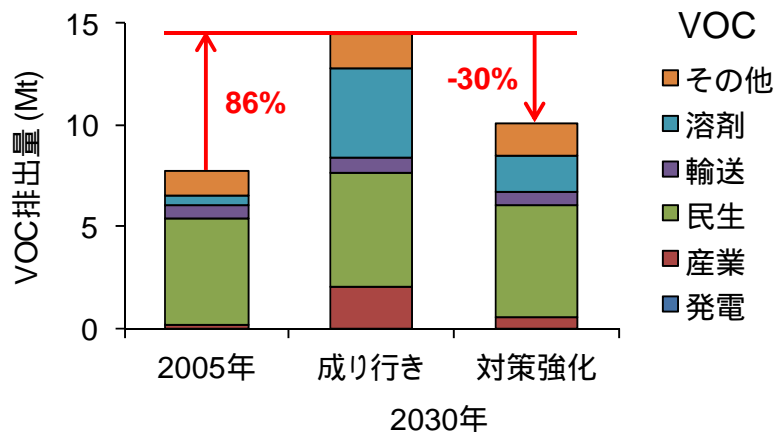
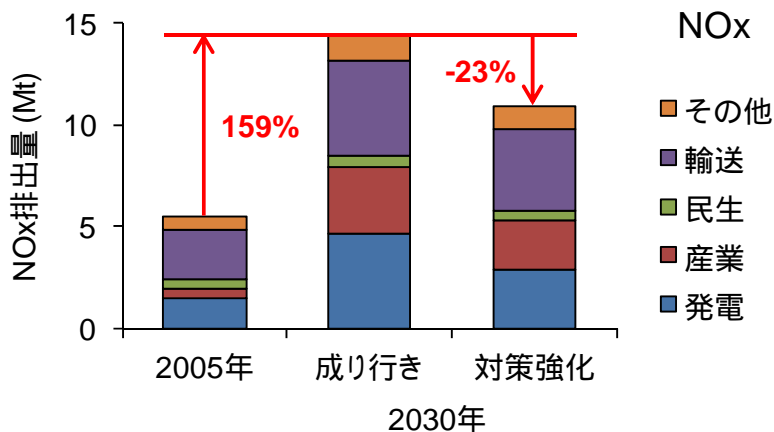
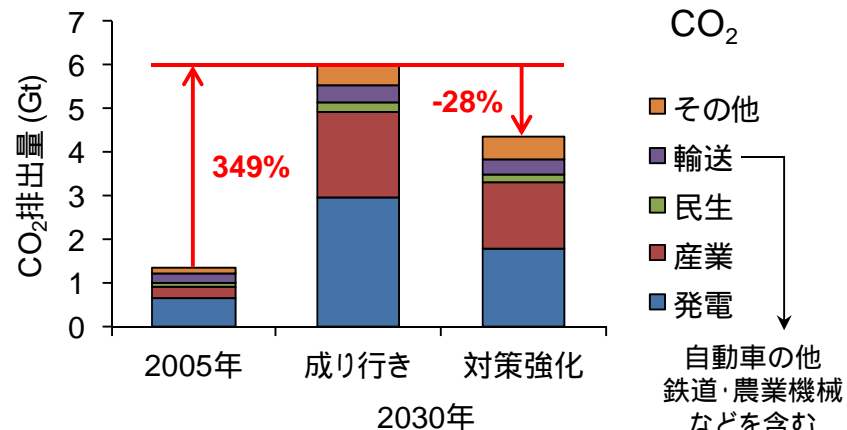
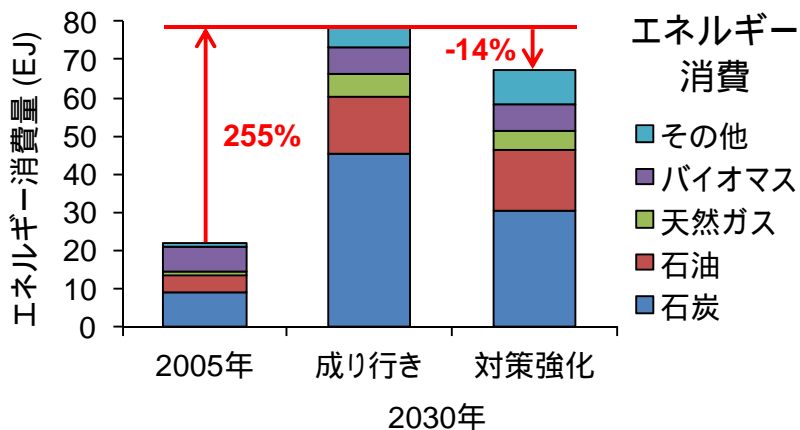
気象条件は2005年で固定

将来エネルギー消費量・排出量(中国)



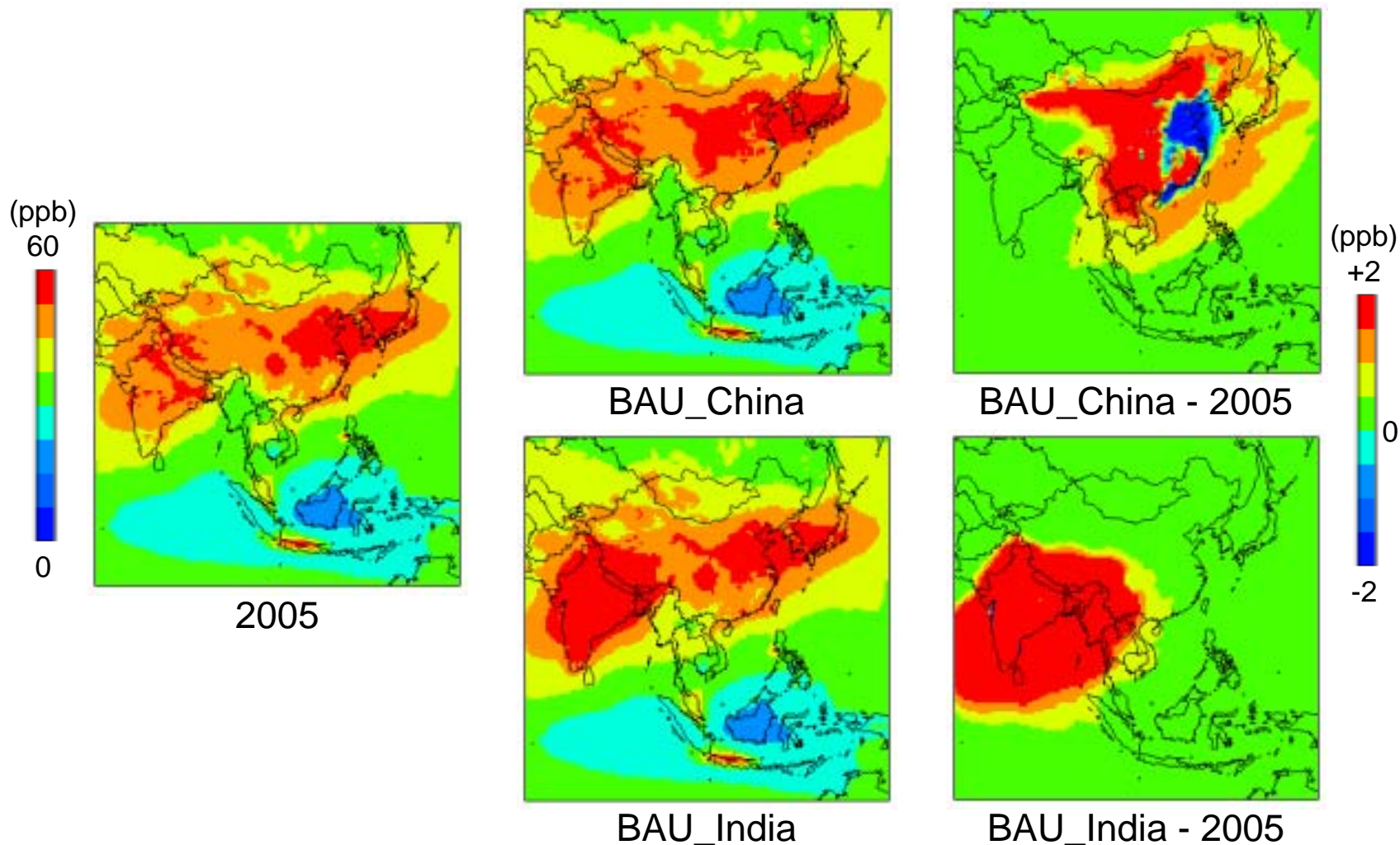
- 成り行きの場合、エネルギー消費量とCO₂・NOx・VOC排出量が大幅増加
- 想定されうる最大の対策を仮定した場合、排出量が顕著に減少

将来エネルギー消費量・排出量(インド)



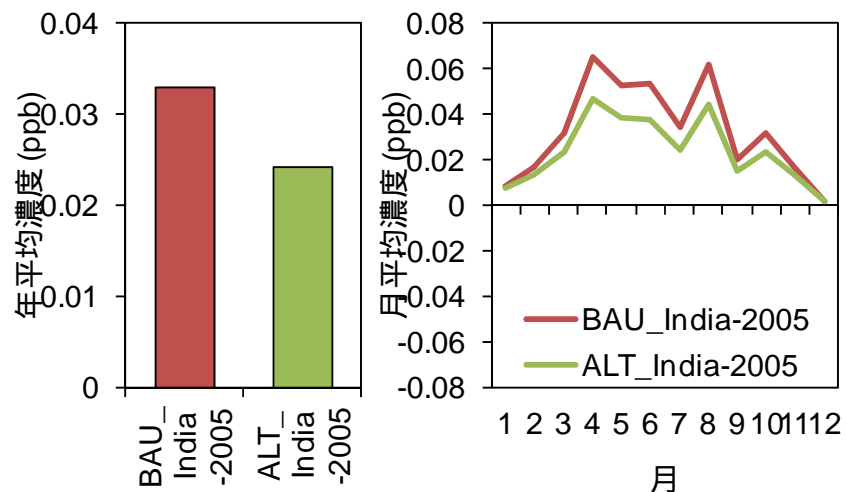
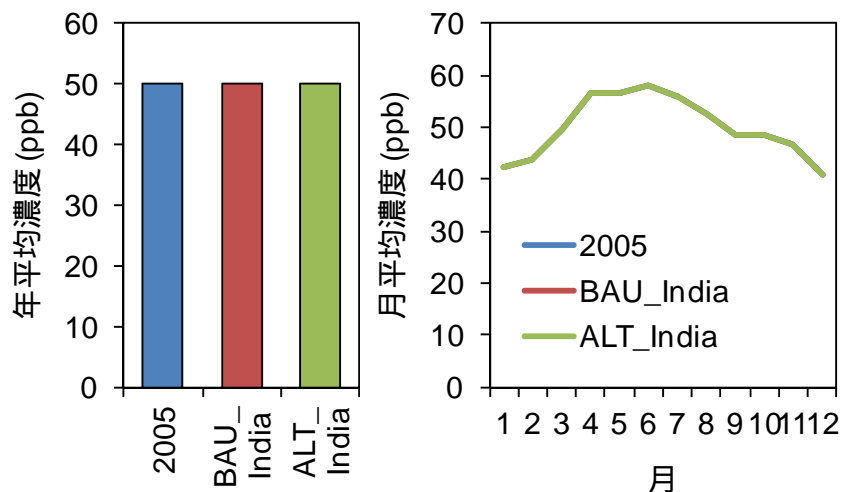
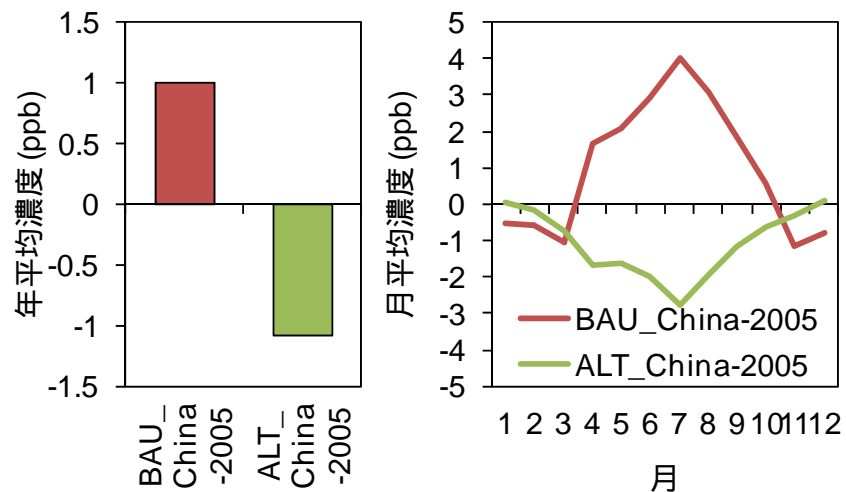
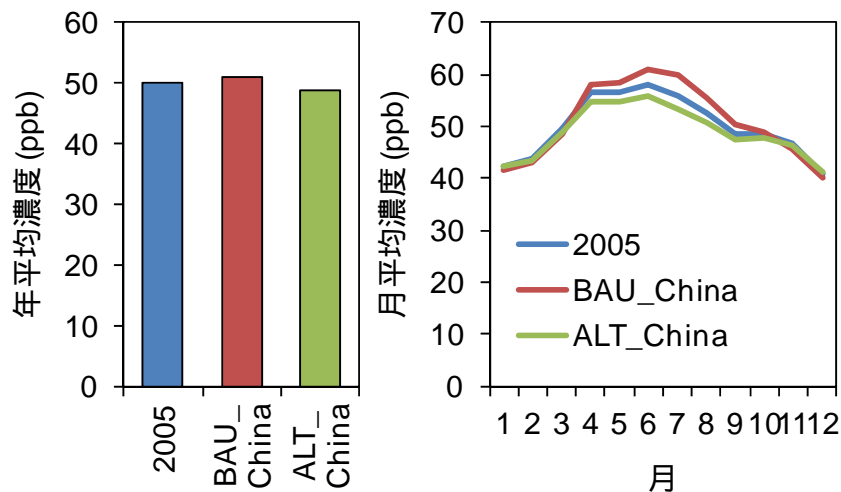
- 成り行きの場合、エネルギー消費量とCO₂・NOx・VOC排出量が大幅増加
- バイオマス(薪・藁など)の燃焼による民生部門のVOC排出量の寄与大

年間平均日最大濃度分布の変化



- 中国の排出量変化により、中国及び周辺各国のオゾン濃度が上昇
- インドのオゾン濃度の上昇は顕著であるが、東アジアへの影響は小

日本平均日最大濃度の変化



- 中国の排出量動向の影響によりオゾン濃度が数ppbの範囲で増減
- インドの排出量変化が直接日本のオゾン濃度に及ぼす影響は微小

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション

(トヨタ自動車 / 豊田中研・清華大学・TERI・IIASA共同研究)

- シミュレーションの概要
- 中国・インドの排出量予測
- 国内オゾン濃度に対する中印排出量変化の影響

2. 東アジア～関東域シミュレーション

(Japan Auto-Oil Program (JATOP))

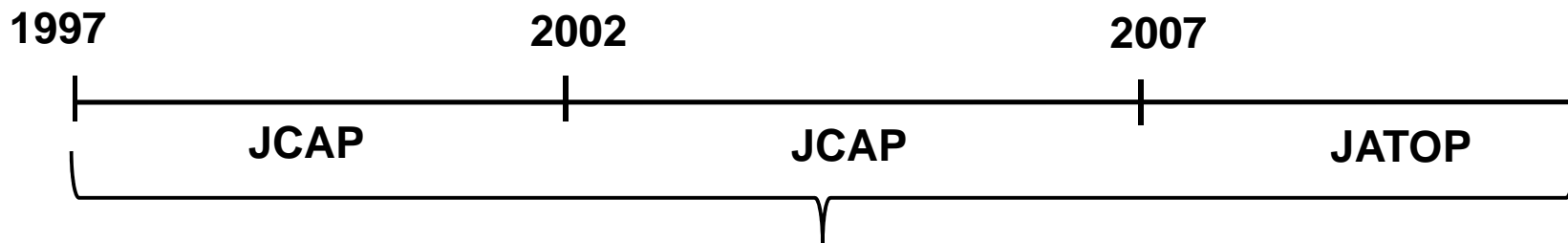
- シミュレーションの概要
- オゾン濃度の再現性
- VOC濃度の再現性

3. 「今後対策を見据えた調査研究のあり方」に関する提言

研究の概要

狙い

新規排出ガス低減技術による大気環境への効果を予測
(環境施策に資する技術データの提供)



マルチスケールの3次元大気質シミュレーションと
排出量インベントリの構築



東アジア領域
(40 × 40kmメッシュ)

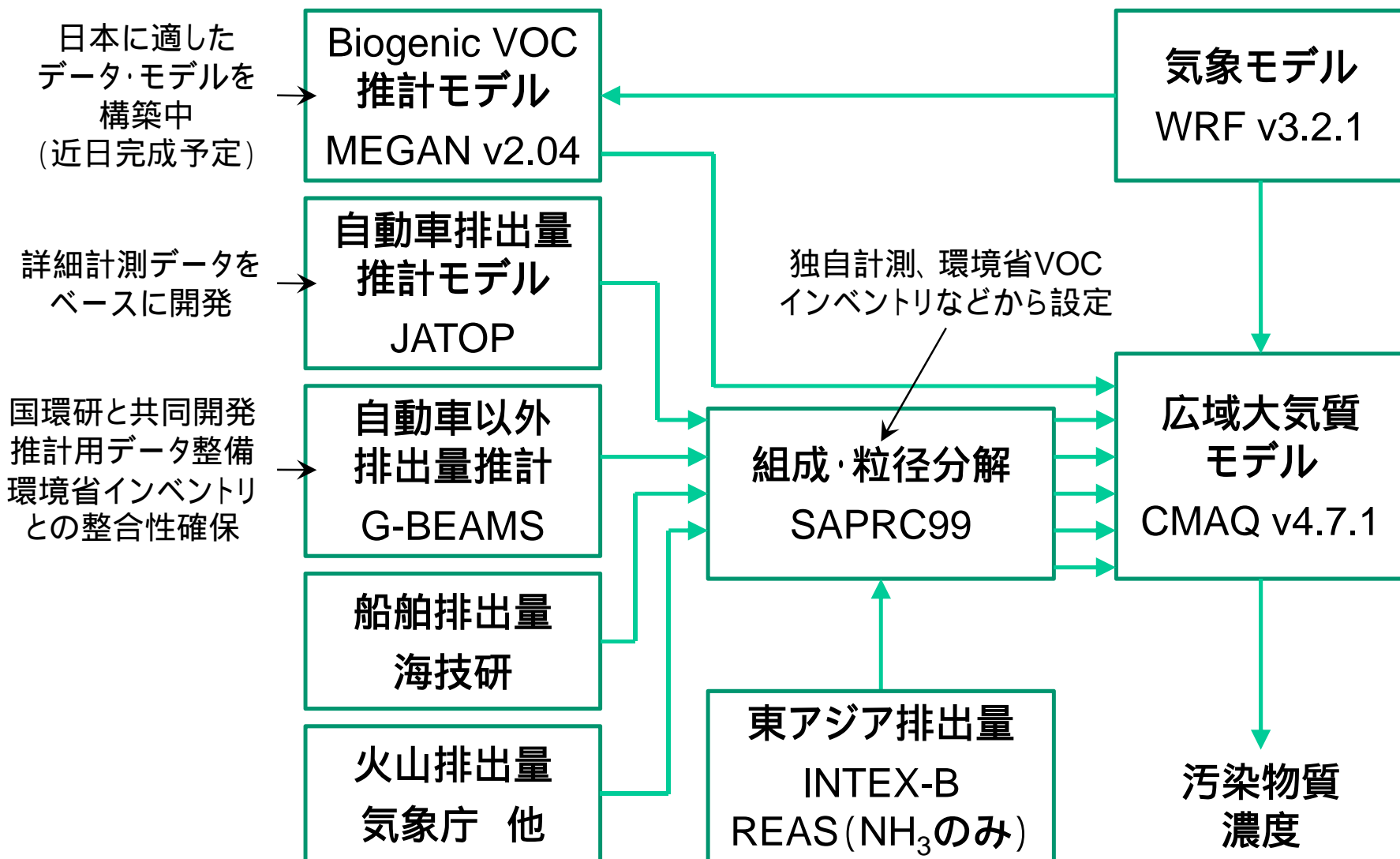


日本領域
(20 × 20kmメッシュ)



関東領域
(5 × 5kmメッシュ) 14

シミュレーションの構成



JATOPのBVOCインベントリ

実測と国内独自データに基づく



リーフ・チャンバー法



ブランチ・
エンクロージャー法

優占8樹種(45%)は実測
その他は、文献値(国内樹種を抽出)

放出量推計の一例

国内事情に合わせて独自に取得

葉重量
(資源量)



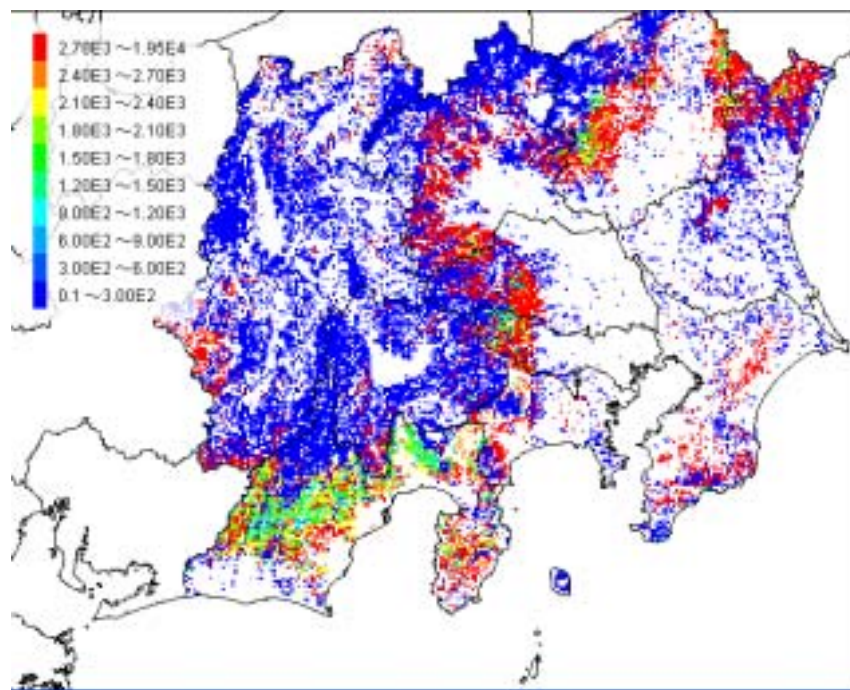
基礎
放出量



活動係数



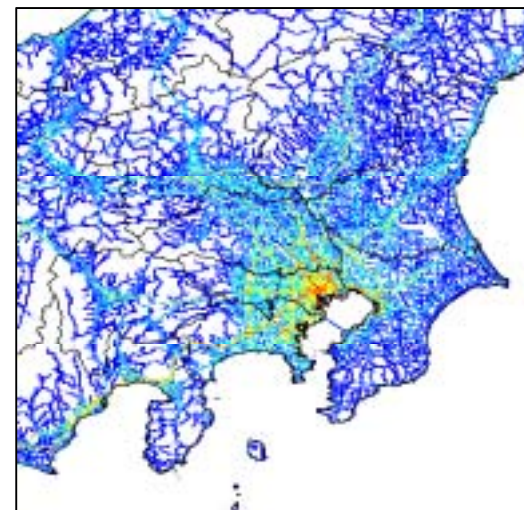
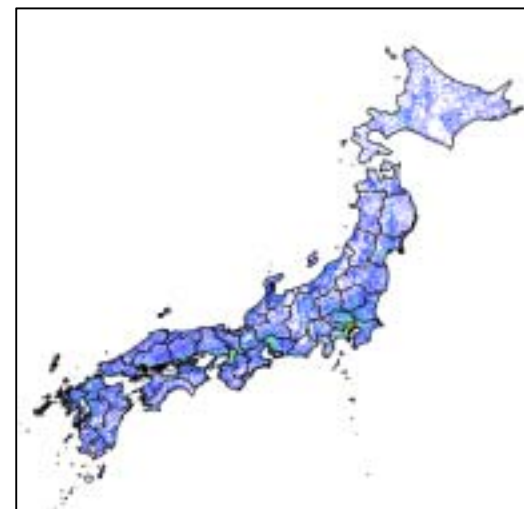
BVOC
放出量



JATOP広域自動車排出量推計モデル

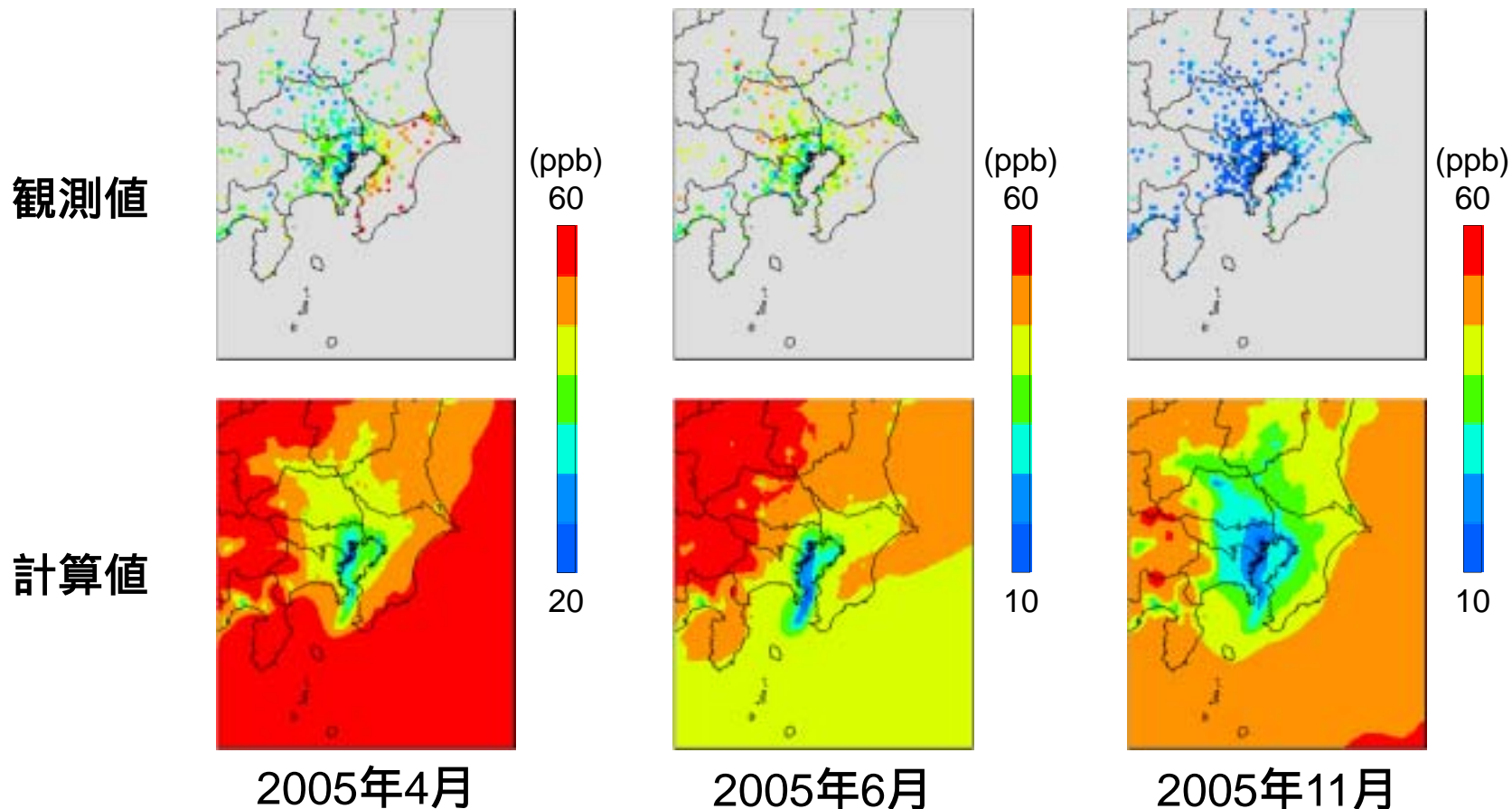
< 排出過程 >

- 幹線道路排出量
道路交通センサスによるリンク別→3次メッシュ別、
24時間別、平日休日別走行量から推計
- 細街路排出量
自動車輸送統計の走行量と幹線道路走行量から
3次メッシュ別走行量分布を算出し推計
- 始動時排出量
3次メッシュ別保有台数と始動回数等から推計
- 蒸発排出量 (Diurnal breathing loss、Running loss、
Hot soak loss)
- 巻き上げ粉塵・タイヤ摩耗
- 排出係数や各種補正係数には環境省原単位調査
及び独自調査データを使用
- NO/NO₂比率、VOC、PM成分比率データも整備



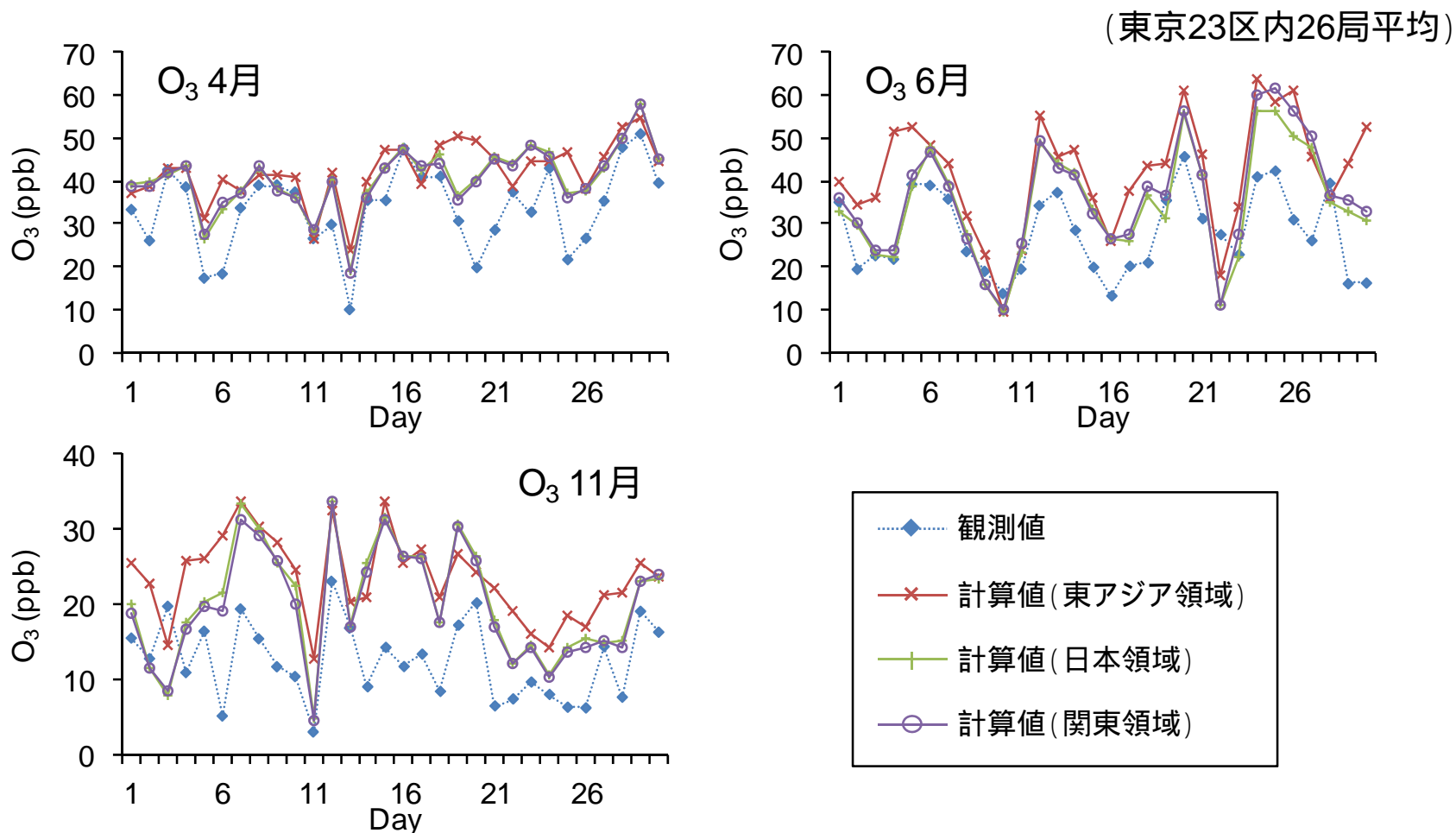
幹線道路
NOx排出量分布 17

オゾン月平均濃度分布の再現性



- 平均的なオゾン濃度が都心部で低く郊外で高い傾向を定性的に再現
- 後背地は過大評価と考えられるが、観測値がなく実態は不明

東京23区内オゾン日平均濃度の再現性



- 日によるオゾン濃度の変化傾向は定性的に再現
- メッシュの細分化により計算値が観測値に接近するが、過大評価が残存

VOC個別成分観測

グループ	SAPRC99	個別計測物質
AVOC	ALK1	ethane
	ALK2	acetylene, propane
	ALK3	isobutane, n-butane, 2,2-dimethylbutane, 2,3-dimethylbutane
	ALK4	isopentane, n-pentane, cyclopentane, 2-methylpentane, 3-methylpentane, n-hexane, methylcyclopentane, 2,4-dimethylpentane, 2,2,4-trimethylpentane
	ALK5	cyclohexane, 2-methylhexane, 2,3-dimethylpentane, 3-methylhexane, n-heptane, methylcyclohexane, 2,3,4-trimethylpentane, 2-methylheptane, 3-methylheptane, n-octane, n-nonane
	ETHENE	ethene
	OLE1	propylene, 1-butene, 3-methyl-1-butene, 1-pentene, 4-methyl-1-pentene
	OLE2	butadiene, trans-2-butene, cis-2-butene, trans-2-pentene, cis-2-pentene, 2-methyl-2-butene, cyclopentene, 2-methyl-1-pentene, trans-2-hexene, cis-2-hexene, styrene
	ARO1	0.295 x benzene, toluene, ethylbenzene, isopropylbenzene, n-propylbenzene
	ARO2	p,m-xylene, o-xylene, 1,3,5-trimethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene
BVOC	ISOPRENE	isoprene
	TRP1	α -pinene, camphene, β -pinene, limonene
OVOC	MEOH	methanol
	HCHO	formaldehyde
	CCHO	acetaldehyde
	ACET	acetone

観測地点

東京都環境科学研究所
(江東区東陽町)

観測期間

2007年8月21、22、26、27日

観測項目

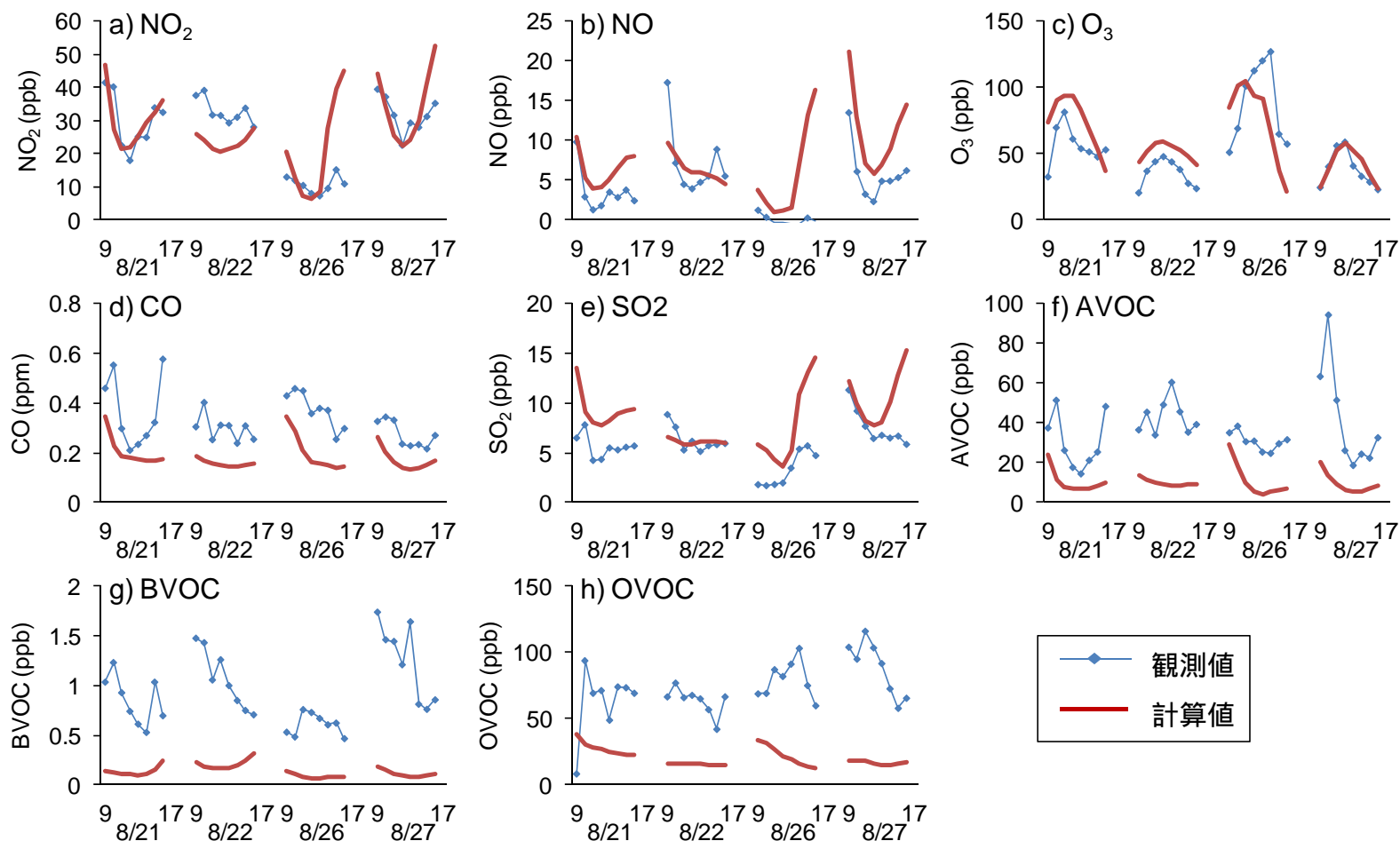
全OH反応性の直接計測

NO_x, O₃, CO, SO₂

個別の非メタン炭化水素
含酸素化合物の同定

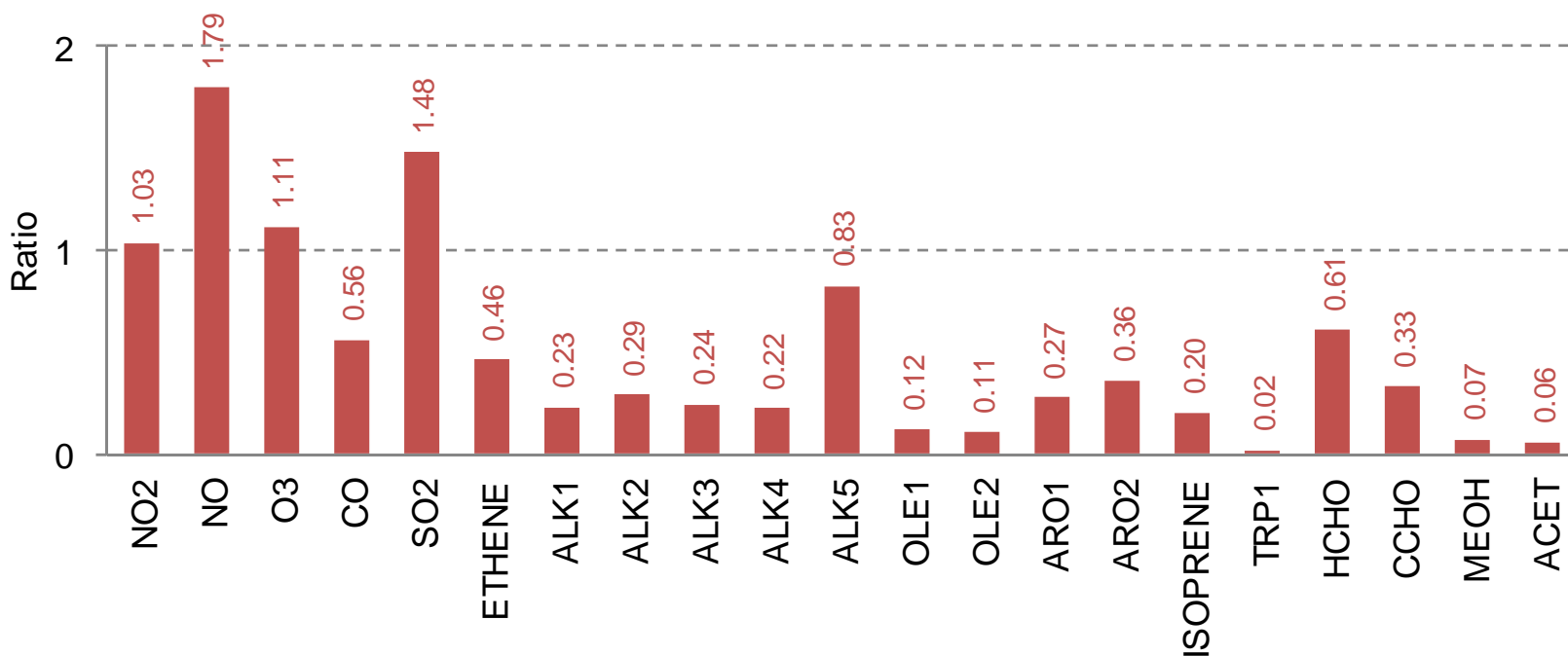
Chatani et al.: Sensitivity analyses of OH missing sinks over Tokyo metropolitan area in the summer of 2007, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 8975-8986, 2009

観測期間中の濃度再現性



- NO_2 や O_3 など主要物質の濃度時間変化の再現性は良好
- AVOC、BVOC、OVOCは全て大幅な過小評価

VOC成分濃度観測値に対する計算値比率



観測期間平均濃度観測値に対する計算値の比率

- 成分によって多少の違いはあるが、全てのVOC成分濃度が過小評価

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション

(トヨタ自動車 / 豊田中研・清華大学・TERI・IIASA共同研究)

- シミュレーションの概要
- 中国・インドの排出量予測
- 国内オゾン濃度に対する中印排出量変化の影響

2. 東アジア～関東域シミュレーション

(Japan Auto-Oil Program (JATOP))

- シミュレーションの概要
- オゾン濃度の再現性
- VOC濃度の再現性

3. 「今後対策を見据えた調査研究のあり方」に関する提言

調査研究のあり方に関する提言

- アジア全体の大気改善と短寿命物質も含めた気候変動に対する総合対策を検討・推進する国際的な枠組み
- 東アジア排出量インベントリの整備
- 国内排出量インベントリの整備
 - 自動車・自動車以外排出量インベントリの構築体制
 - 排出量インベントリと実大気との比較検証
- オゾン前駆物質の観測データの充実
 - VOC個別成分濃度観測による反応性の評価
 - 前駆物質の排出から風下におけるオゾンの生成までを包括的に評価できる観測網の整備

謝辞

1. 東・南アジア対流圏オゾンシミュレーション は
トヨタ自動車(株)の支援により実施されたものである。
2. 東アジア～関東域シミュレーション は
一般財団法人石油エネルギー技術センターが実施する
自動車と石油の共同研究(JATOP)の一環であり、
経済産業省の委託事業として実施されたものである。