

戦略的研究課題 (S-7)

「東アジアにおける広域大気汚染の解明と温暖化対策との
共便益を考慮した大気環境管理の推進に関する総合的研究」
(FY2009-2013)

プロジェクトリーダー

秋元 肇

(一財)日本環境衛生センター・アジア大気汚染研究センター (ACAP)



テーマリーダー

テーマ1: 金谷有剛 (海洋研究開発機構)

テーマ2: 大原利真 (国立環境研究所)

テーマ3: 鈴木克徳 (金沢大学)

研究の背景

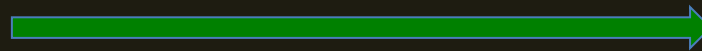
大気環境分野における科学と政策 (Science and Policy)

わが国で自然科学者と社会科学者が手を握って
大気汚染問題に取り組んだ初めての研究

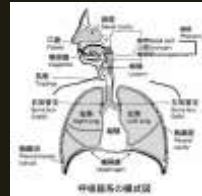
工場・自動車等による大気汚染
(NO_x, VOC, BC, SO₂, CO₂)



O₃, PM_{2.5}



健康影響



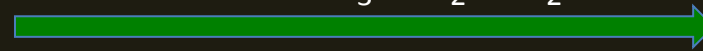
農作物影響



東アジア越境大気汚染
大陸間輸送・半球汚染



BC, O₃, SO₂, CO₂



温暖化・気候影響



大気汚染・気候変動
共便益・共制御

研究テーマ構成

テーマ 1: 金谷有剛 (JAMSTEC)

テーマ 3: 鈴木克徳 (金沢大学)

モデルと観測によるオゾン,
PM_{2.5}の越境大気汚染

東アジアにおける大気環境管理の
国際枠組みとコベネフィットアプローチ

テーマ 2: 大原利眞 (NIES)

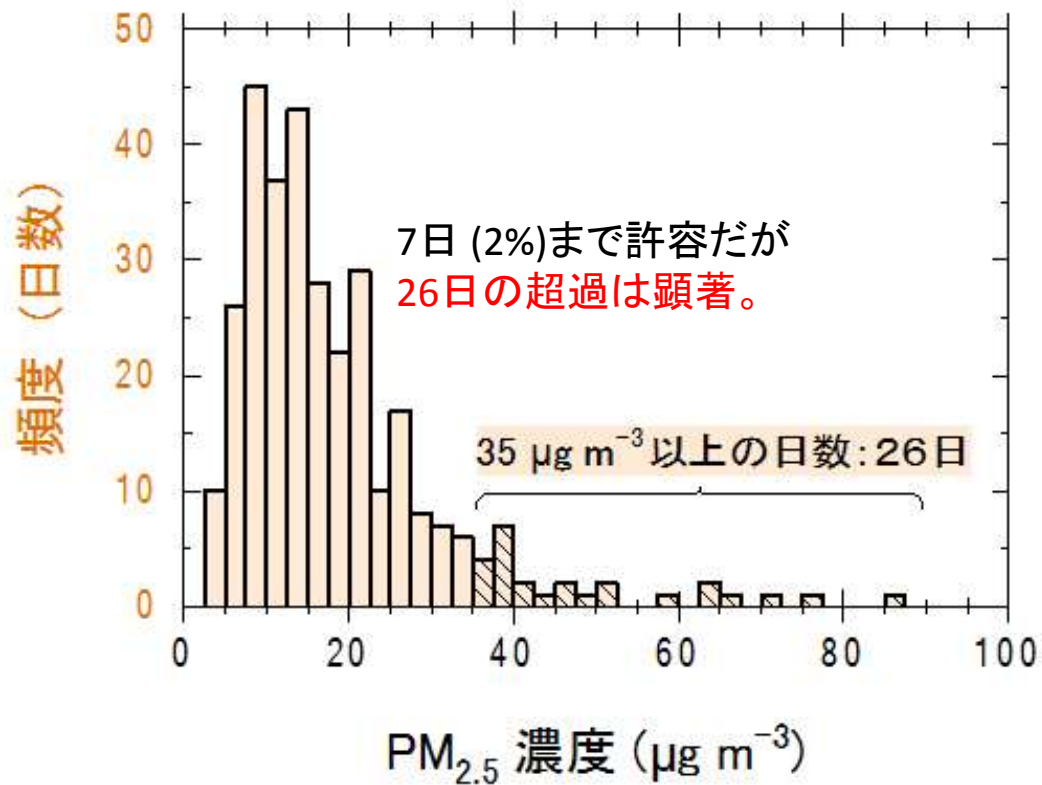
排出インベントリの高精度化と
大気汚染物質削減シナリオ

現実社会の動きとの同時進行

1. 研究当初のオゾン・オキシダントの越境大気汚染問題
2. 短寿命気候汚染物質(SLCP)とCO₂同時削減のコベネフィットアプローチ
3. 昨年来の中国における激甚大気汚染とPM_{2.5}への社会的関心の高まり

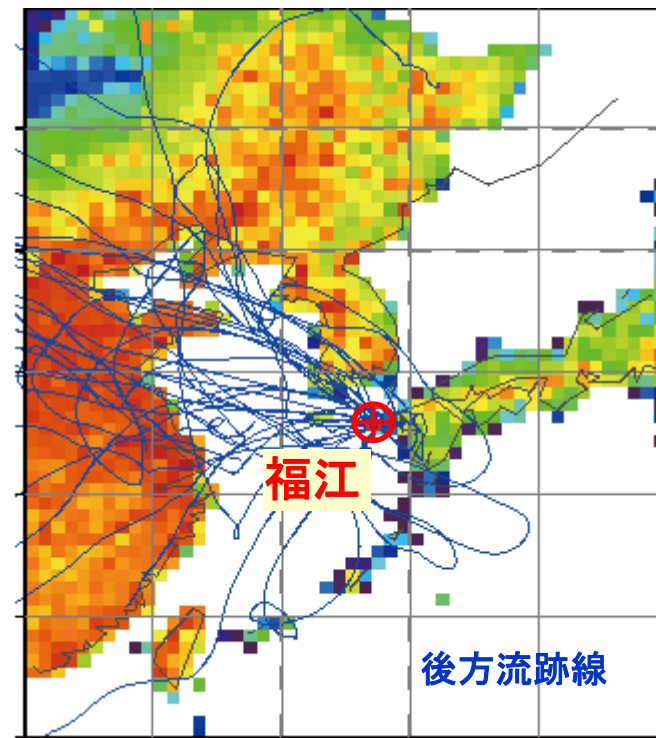
福江島PM_{2.5}通年観測

※環境基準(2009): 年平均値: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、かつ1日平均値: 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下



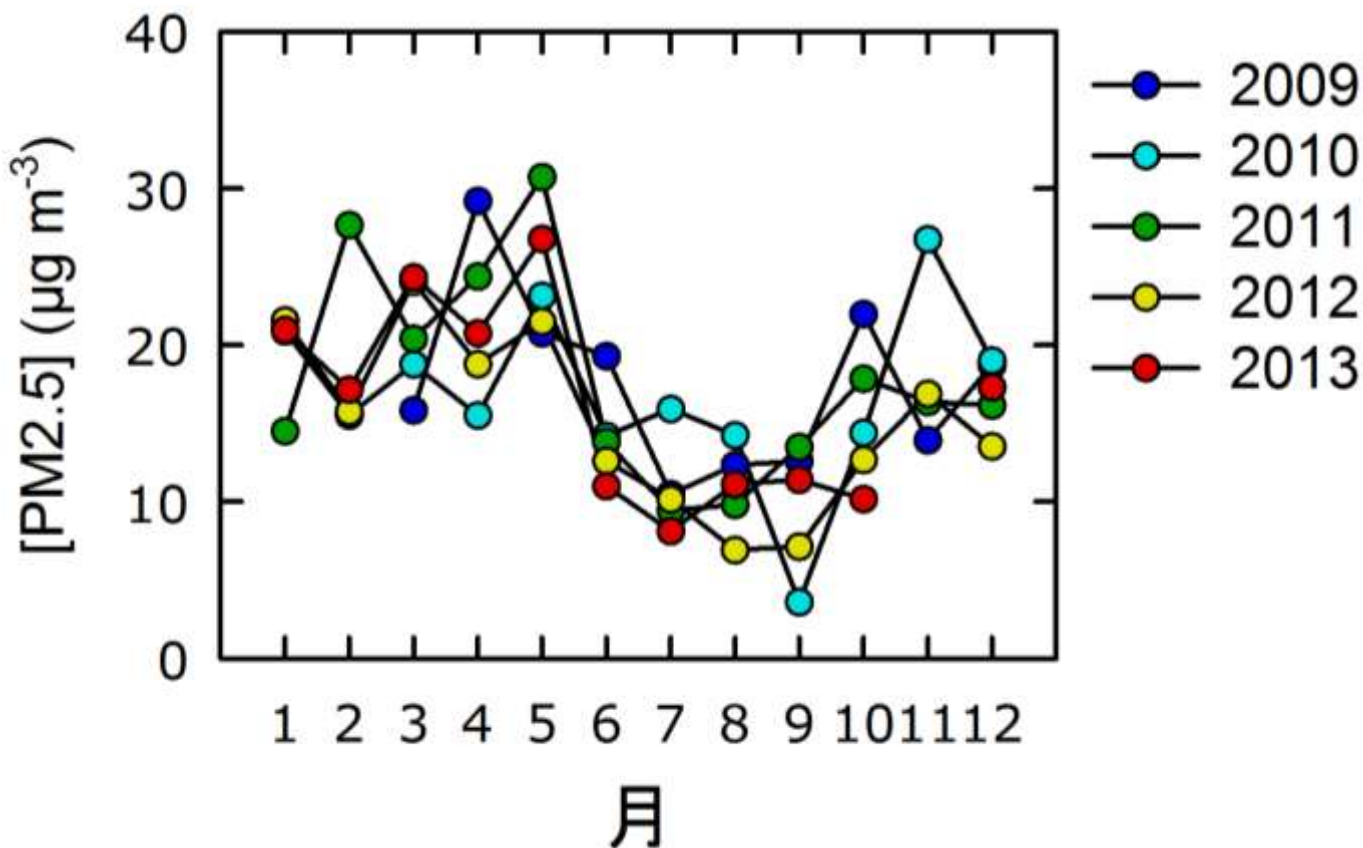
金谷ほか, 大気環境学会誌、2010

◎超過日の気塊は主に大陸方面から



離島でさえPM_{2.5}環境基準を超過: 越境大気汚染が主原因

福江島PM_{2.5}:月平均濃度変動



- 平均的には、冬・春・秋に高い、夏に低い傾向
- 2013年1-3月、10-12月がとくに高いわけではない
- この5年で急増しているわけではない

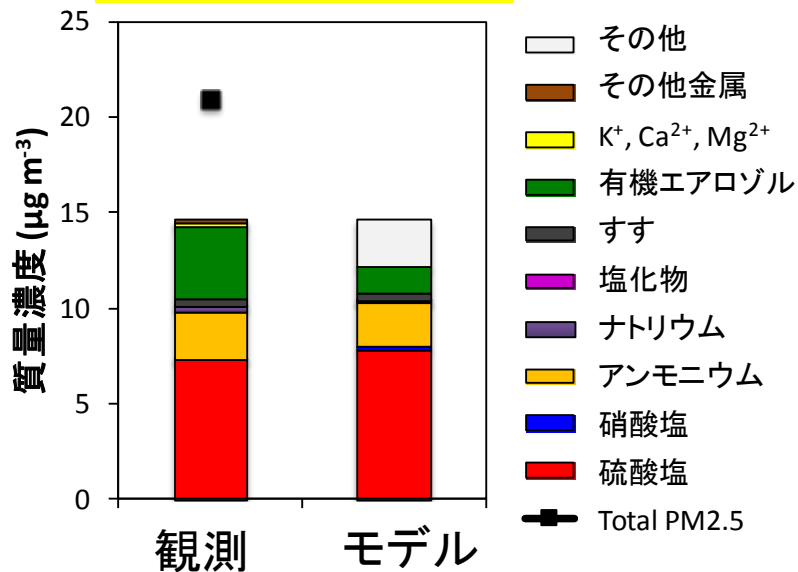
→ 急に騒ぐのではなく10年規模で注視することが重要

観測によるモデルの検証

PM_{2.5} の組成 (3地点)

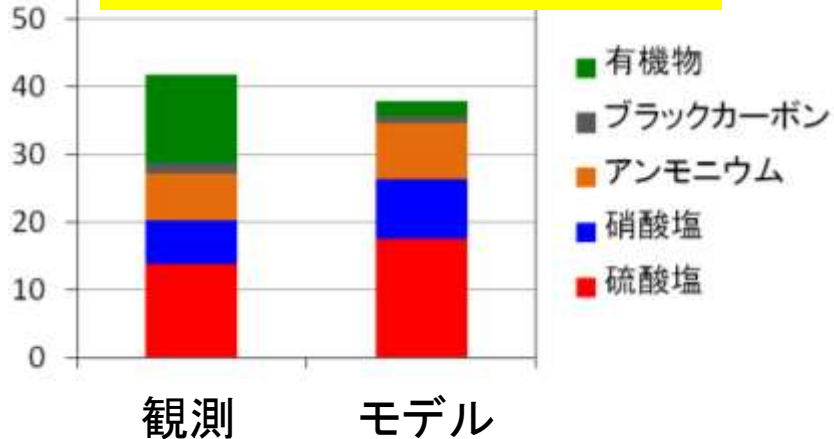


福江島 2009年春

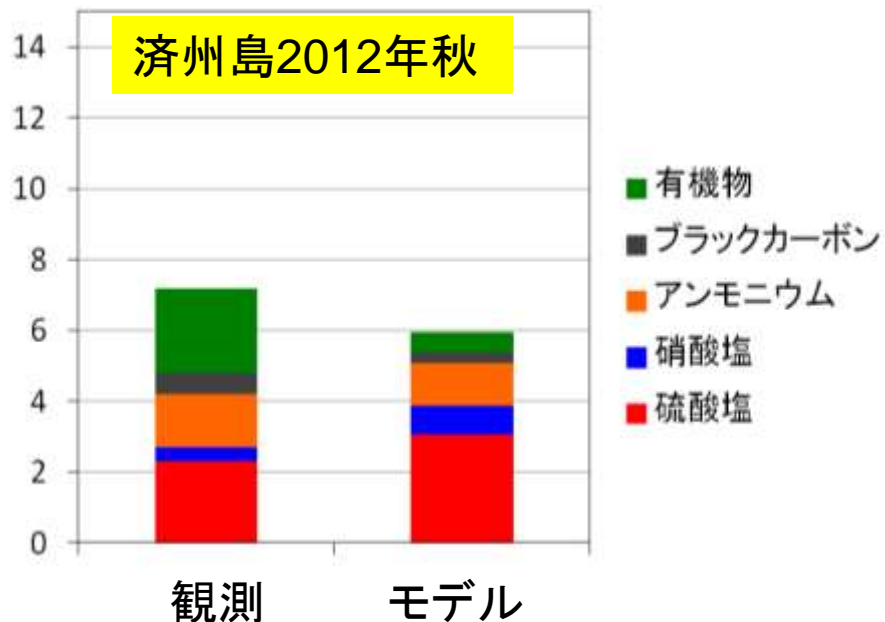


▶ (乾燥) 全量はよくモデルで再現。
 ▶ どこでも有機エアロゾル(OC)が5分の1と大幅に過小評価
 → 未知の二次成分 (SOC)

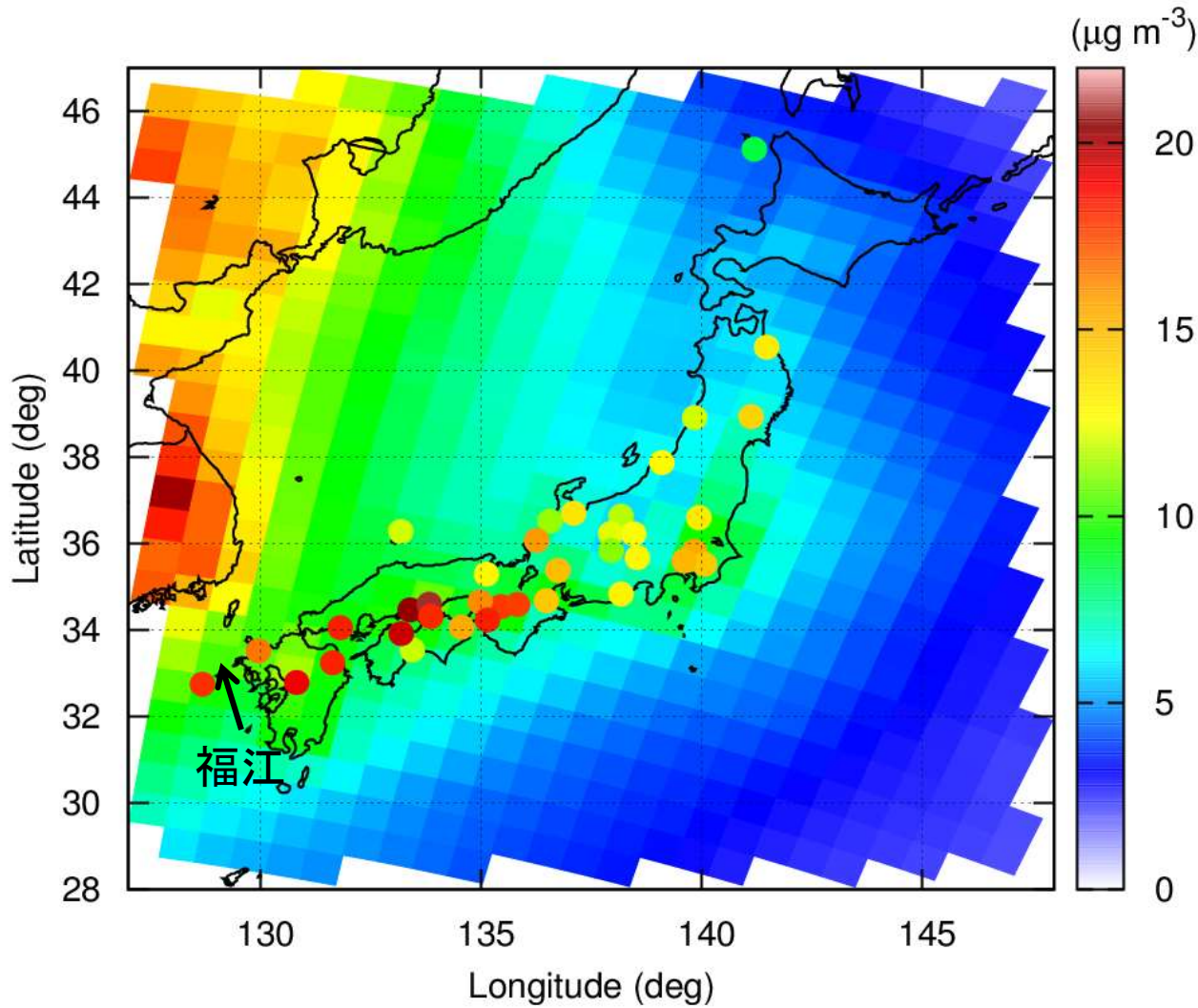
如東(Rudong) 2010年春



濟州島2012年秋



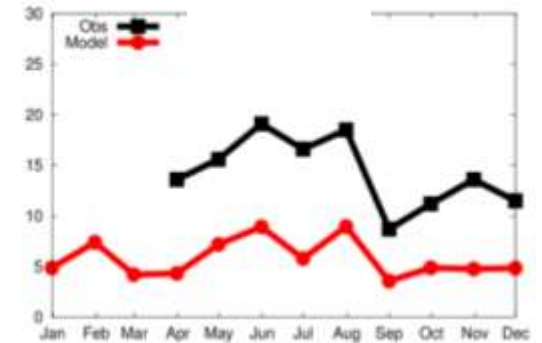
領域モデルと測定値の広域PM_{2.5}比較(2010年平均値)



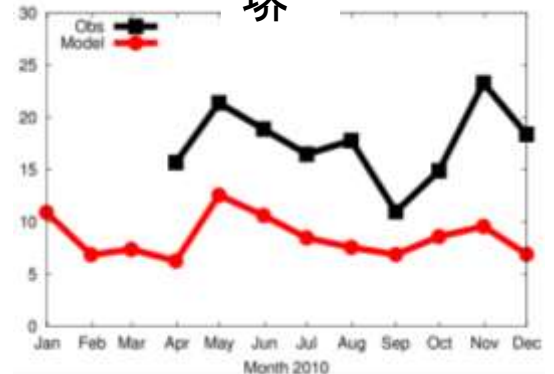
WRF-CMAQ, REAS2.0

観測
モデル

一関



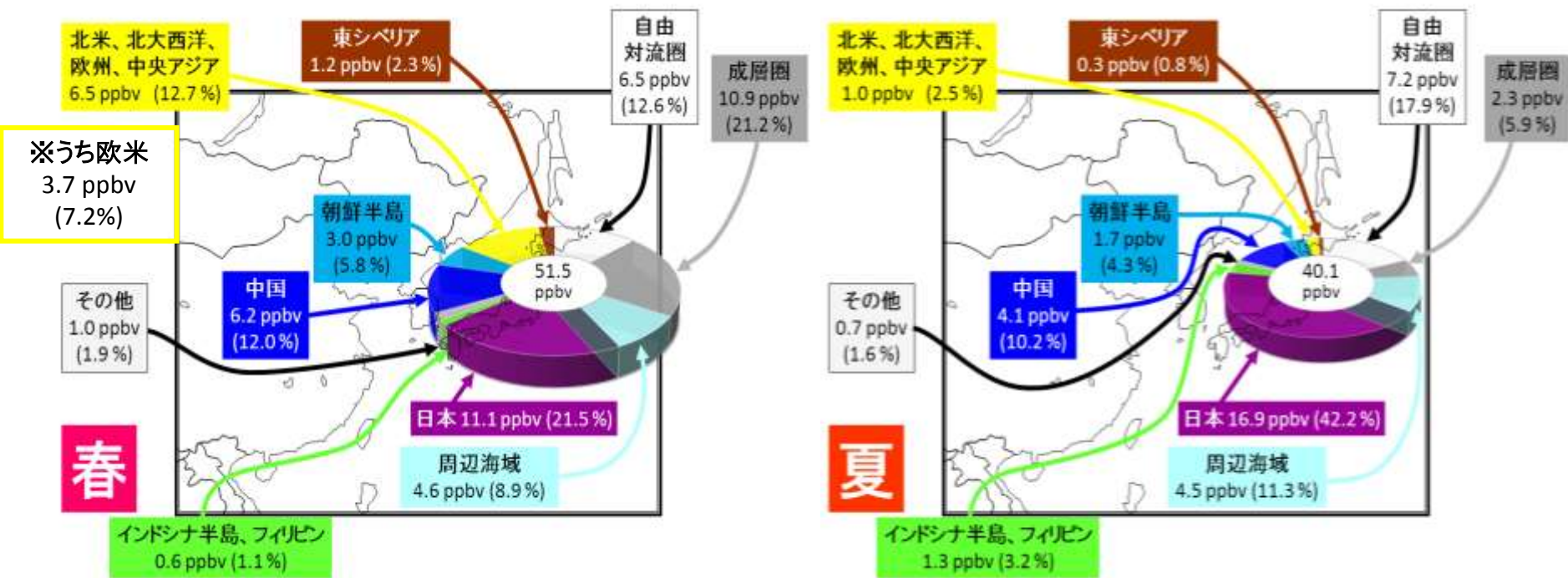
堺



- 東西濃度勾配・季節変化のモデル再現
- モデル過小(水分、有機成分)

全球モデルによるオゾンのS-R関係

Nagashima *et al.*, ACP 2010



2000年代前半の春季

2000年代前半の夏季

春季

- 自国(日本) → 22%
- 中国からの越境 → 12%
- 半球汚染の寄与 → 13%

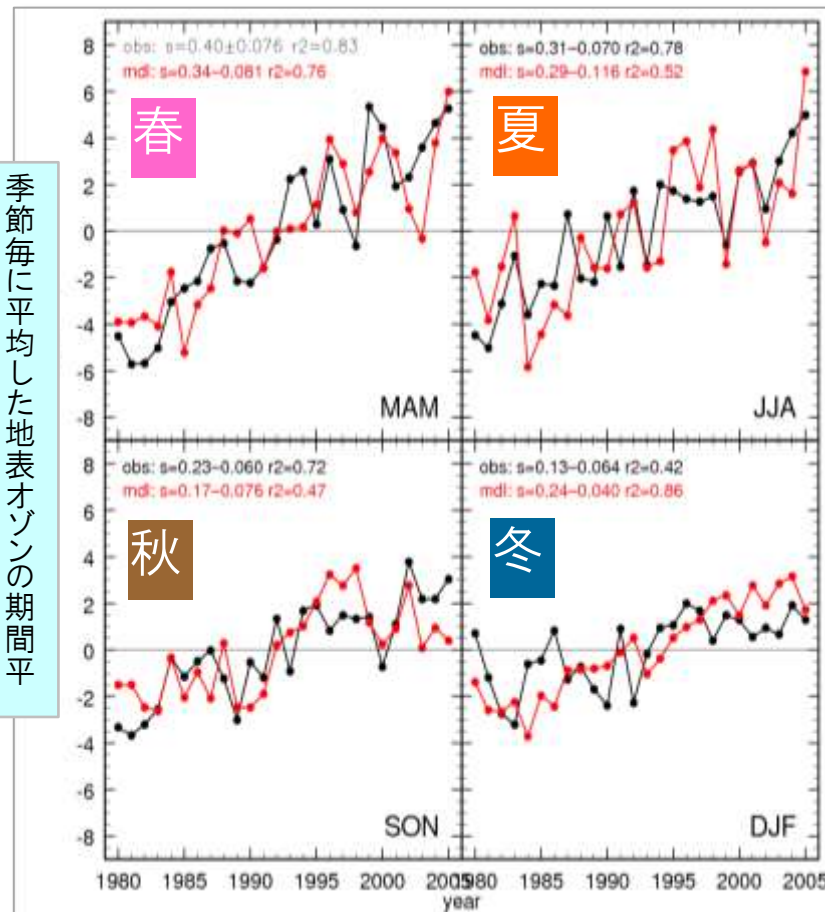
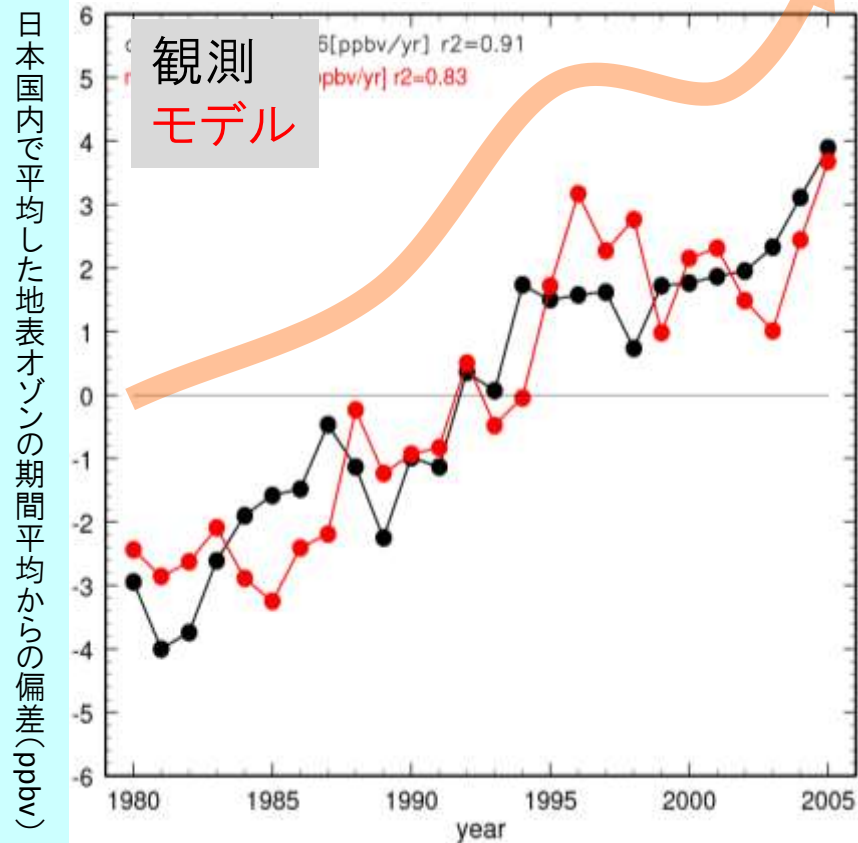
夏季

- 自国(日本)分の寄与率が増加 → 42%
- 遠隔領域からの寄与が急減
中国 → 10%, 半球汚染 → 2.5%

オゾン長期トレンド(1980-2005)のモデルによる再現

日本地表オゾンの長期増加トレンドを良く再現

季節別長期増加トレンドを良く再現



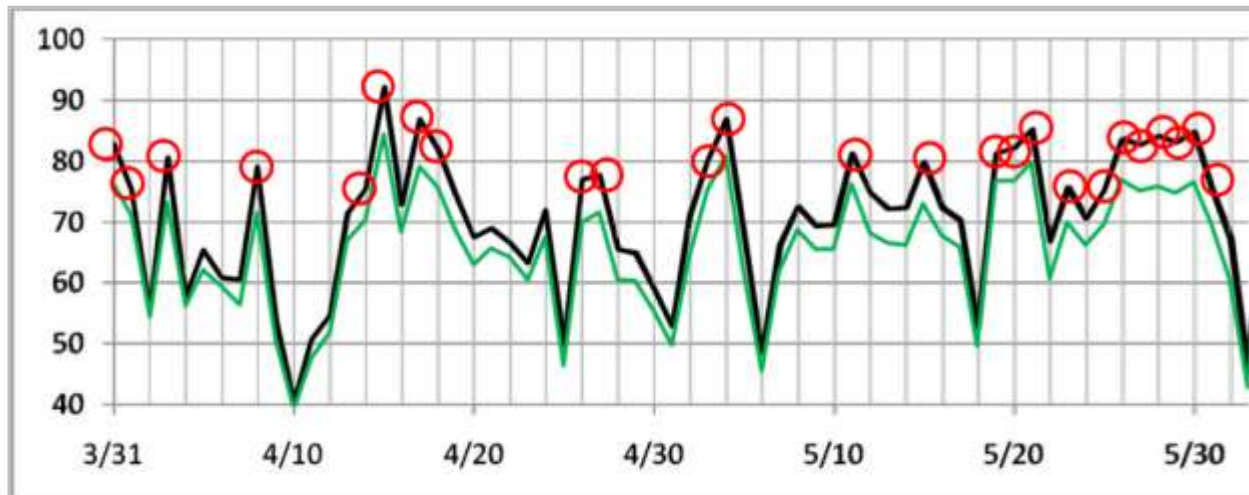
Nagashima *et al.*, in prep.

オゾン前駆体物質の削減感受性評価

国内オゾン日最高8時間値75ppb以下の達成に必要な排出削減量評価

北九州

4-5月, 日中(10-18時)
平均オゾン濃度(ppb)



— 削減なし(標準実験)

○ 75ppb超過日

— 日中韓(50%削減)

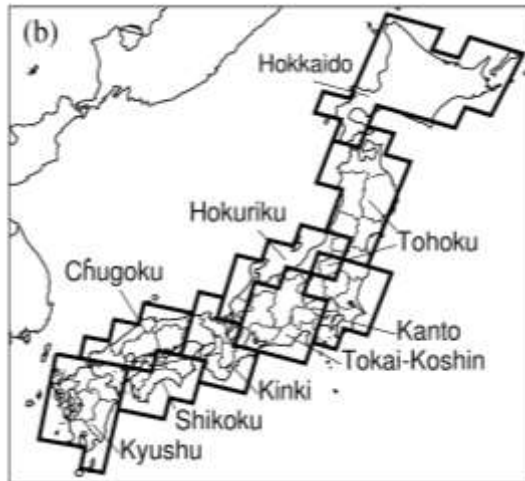
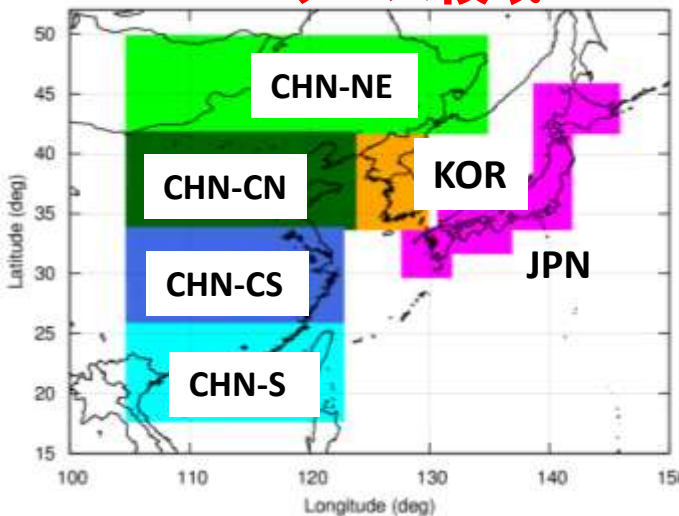
- 3-8月では41日超過 (平均 82ppb)
- 日中韓50%削減 → 13ppbの削減効果

超過日の平均値を75ppbにすためには、
日中韓で約25%の削減が必要

名古屋、大阪、新潟、埼玉では、必要削減量は21~28%
→ ガイドラインとして日中韓で25-30%削減

領域モデルによるPM_{2.5}年平均濃度に対する相対的寄与率

ソース領域 → レセプター領域



◎日本域(関東以西)への寄与:

国内	20~50%
朝鮮半島	0~10%
中国	40~60%

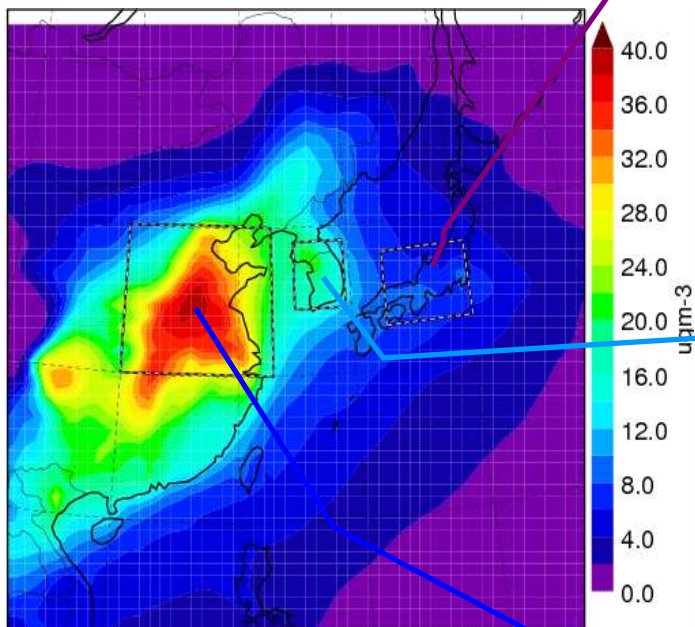
年平均濃度への各地域からの寄与率 %

● 各発生源地域からの発生量を20%削減した場合の応答を元に計算

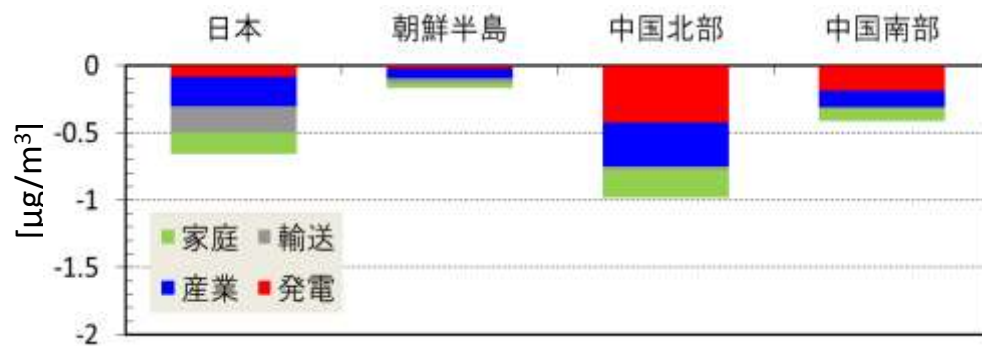
レセプター ソース	九州	中国	四国	近畿	北陸	関東
中国 (4地域合計)	61%	59%	59%	51%	55%	39%
朝鮮半島	10%	11%	8%	6%	5%	0%
日本	21%	25%	23%	36%	33%	51%

年平均地表PM_{2.5}に対する各セクター50%削減の影響

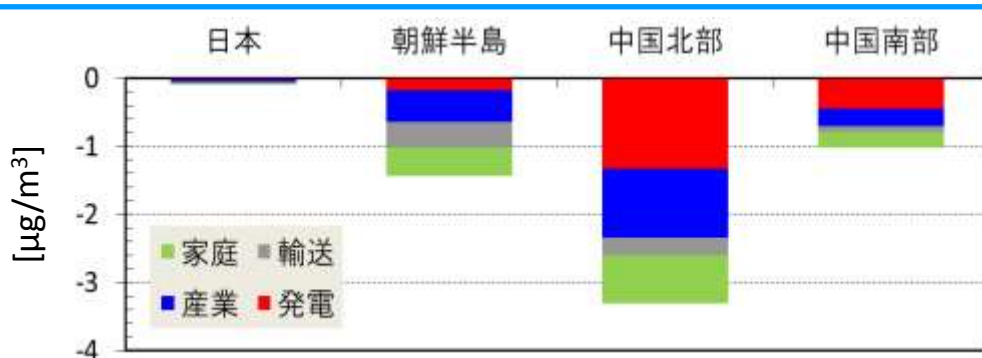
標準実験で計算された年平均地表PM_{2.5}[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



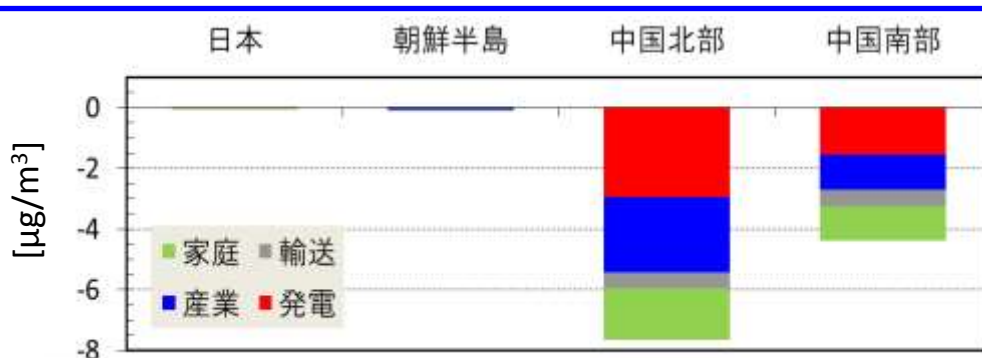
日本中央部



朝鮮半島



中国中央部



日本中央部への影響

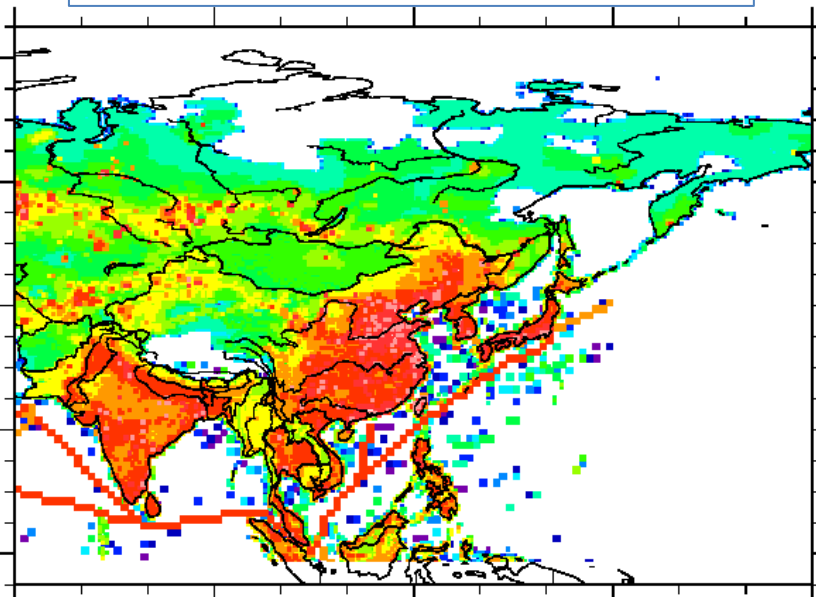
- 中国北部 > 日本 > 中国南部
- 中国: 発電 > 産業 > 家庭
- 日本: 産業・輸送 > 家庭 > 発電

排出インベントリ

アジア域排出インベントリ: REAS 2.1

Web上で一般公開: <http://web.nies.go.jp/REAS/>

Kurokawa et al. (2013) ACPD



項目	内容
対象領域	東, 東南, 南アジア 中央アジア, アジア域ロシア
対象年	2000-2008
空間分解能	0.25° × 0.25°
時間分解能	月間排出量
日本	JATOP/OPRF
韓国&台湾	公式推計値 (公開データ)

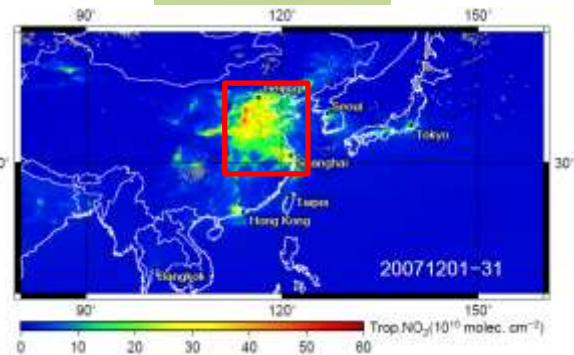
	SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	OC	NMV	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
燃料燃焼	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
産業プロセス	●		●	●	●	●	●	●	●		●	●
農業 (施肥)		●							●	●	●	
農業 (家畜)									●	●	●	
その他								●	●	●	●	

衛星観測データによる検証: NO_x排出量の経年変動

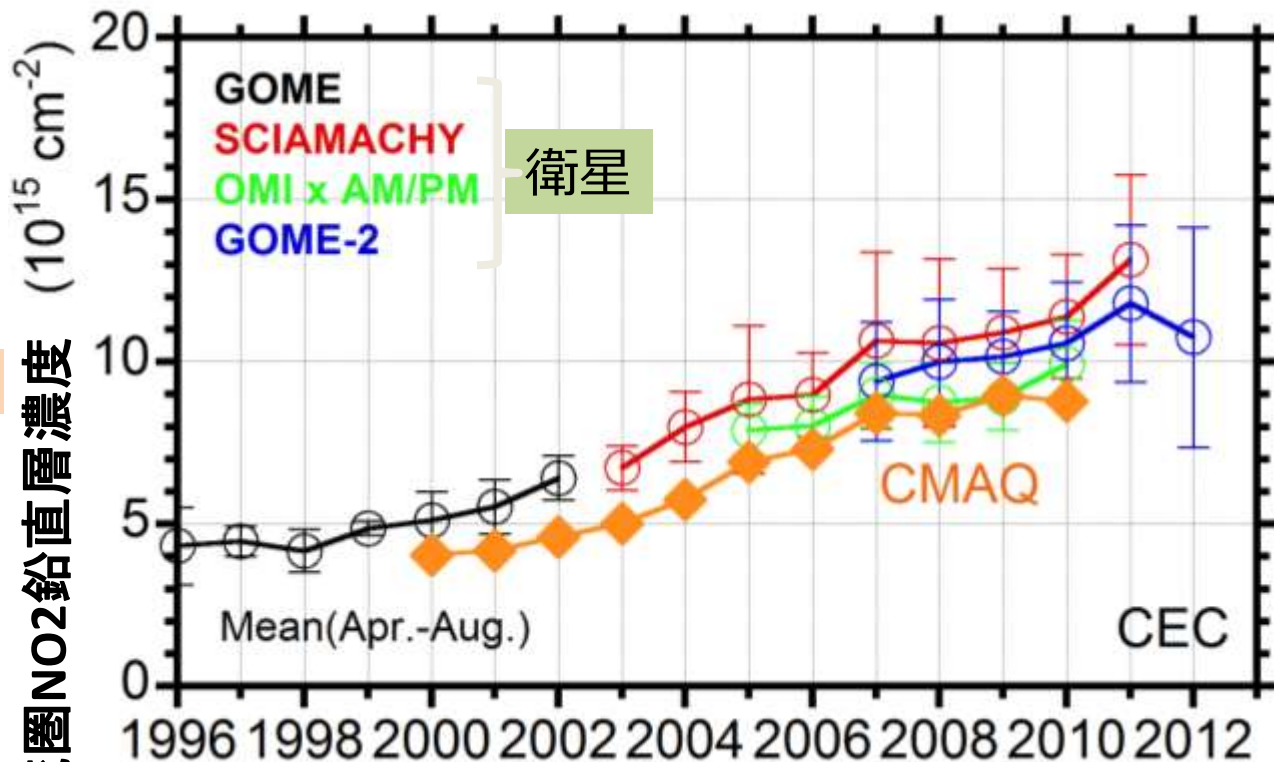
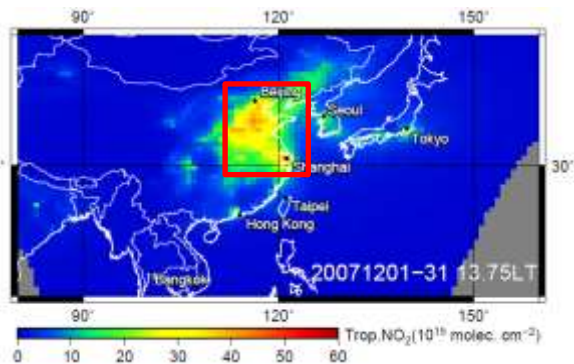
CECにおけるCMAQ/REAS 2.1 と衛星のNO₂濃度の比較

Irie et al. (2013)

衛星OMI



REAS2.1を使ったモデル(CMAQ)



アジアにおけるSLCP削減の概念設計に対する提言

SLCP (Short-lived Climate Pollutants):短寿命気候汚染物質

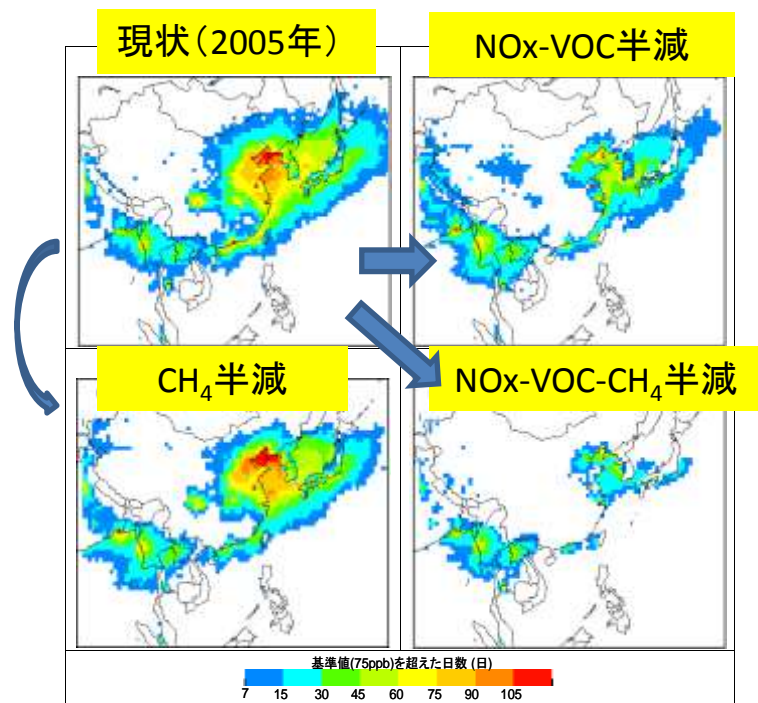
ブラックカーボン(BC)

対流圏オゾン: 前駆体物質としての CH_4 , NO_x/VOC

欧米では中期気候変動対策に視点を置いたSLCP削減を提言しているが、東アジアでは大気汚染対策からの視点が重要

具体的にはオゾン汚染削減のため欧米では CH_4 の削減のみを推進しているが、アジアでは CH_4 と同時に NO_x/VOC の削減を優先する事が重要である。

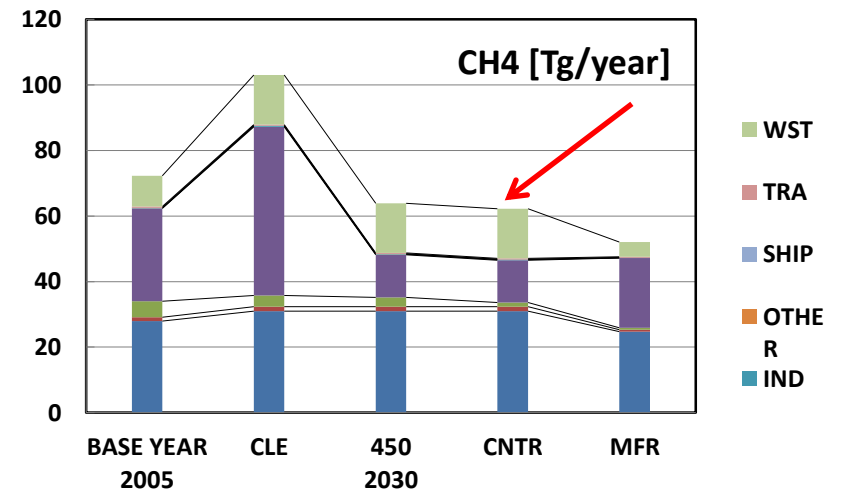
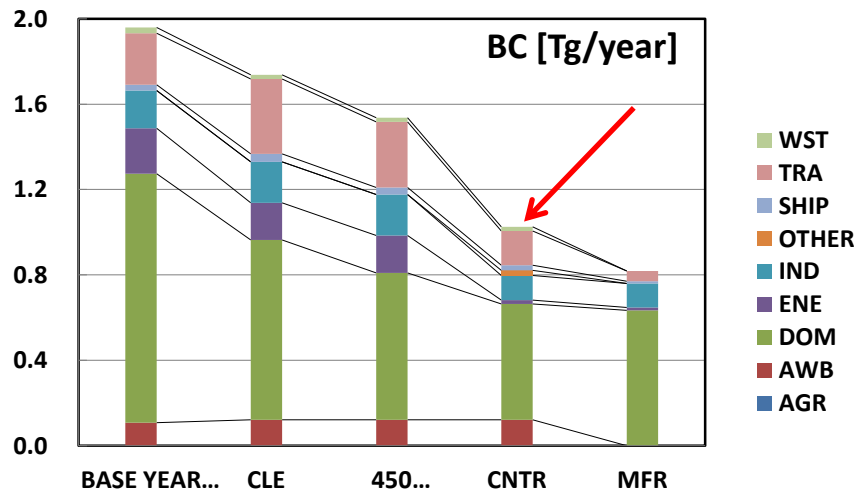
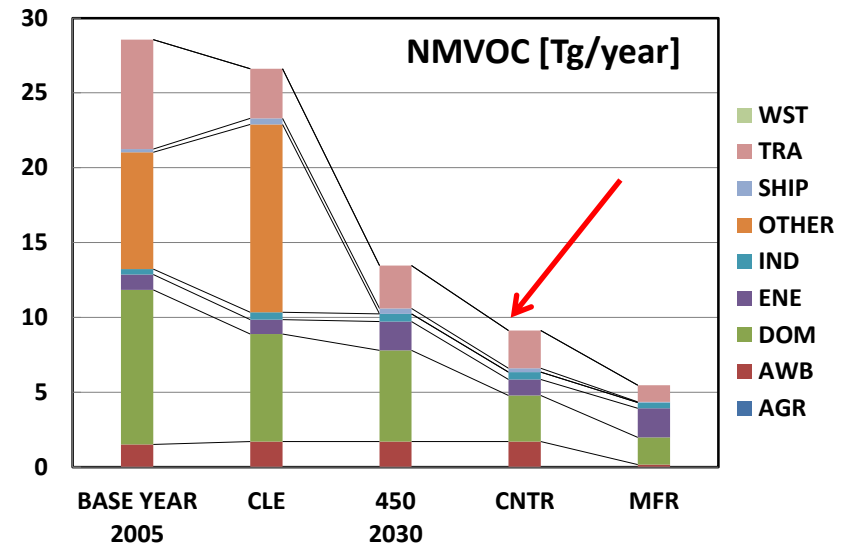
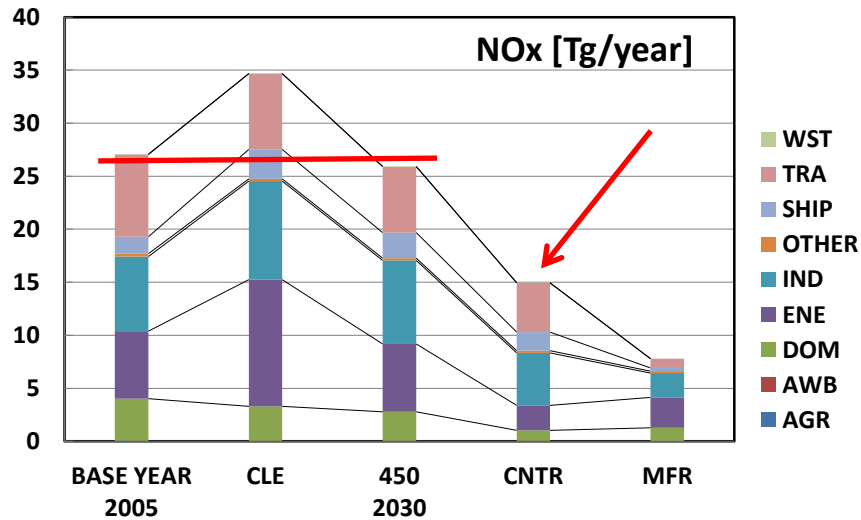
Climate and Clean Air Coalition (CCAC) Meetingなどで環境省から発表



IIASA共同研究：東アジアコベネシナリオの概念（2030年：基準年2005年）

気候シナリオ：CO₂-eq 450 ppm 安定化シナリオ

“450 ppm-cntr”：“450 ppm”シナリオに対し東アジアのNO_x: 30- 50%, VOC, BC: 約 30% 削減



新たな枠組みの考え方

- 当面は法的拘束力のない政治合意が現実的。ただし、世界共通の原則や手法に基づくことが必要。枠組みの要素に関する選択肢を提示。
- 短期的には、既存の各種の枠組みの整理・統合とリンクの強化が重要。
- SLCPIに関するコベネを活用した、対策促進のための支援の仕組み構築がカギ。
- 長期的には「越境汚染に関する国家責任の原則」に代わる新たな地域協力の原則が望まれる。

新たな原則の提案

国際法学的観点からの越境大気汚染対策に関する新原則

- 短期的には、大気汚染対策国家行動計画(NAP-AP)を策定し、国際機構で承認された場合には、NAP-APに基づく対策に対し、国際基金から対策費用を拠出する。
- 越境大気汚染問題の変質(TF-HTAPが示した大気汚染問題のグローバル化)を考慮し、長期的にはGlobal Common的な観点を導入し、応能負担原則を適用する。

大気・気候アジア科学パネル(ASPAC)提案 (Asia Science Panel for Air and Climate)

ASPACの目的

アジア地域の大气汚染に関して科学的知見を集約し、アジアの科学者と政策決定者との間の共通の理解をめざし、アジア科学者の見解を反映させた大気汚染と気候変動対策への統合的アプローチに対する国際的イニシアチブを発展させる。

- 大気環境に関するアジアの科学者の知的共同体の構築
- 科学者間で、また科学者と政策決定者間での共通の理解
- アジアの科学者の見解を反映し、大気汚染と気候変動問題に統合的にアプローチするような国際的なイニシアチブへ発展

ASPAC提案の進展状況

- これまでに様々な国際会議の場で提案し、各国の科学者から基本的な支持を得ている (ACID RAIN2011, BAQ2012, IUAPPA, EANET, ABC科学委員会等)。
- S-7-3として3月7-8日にASPAC立ち上げへの準備会合をかねた国際ワークショップを開催，下記の議論を行った。

ASPACの機能

大気科学的知見の集約

大気汚染影響評価

大気浄化技術・大気汚染削減対策知見の共有

社会・経済的知見を加味した政策提言

大気科学者の人材育成(キャパシティ・ビルディング)

ASPACの地理的範囲

アジア全域を考慮するが当面、東アジア・南アジアから立ち上げる。

- ASPACは政府にcontrolされるものであってはならないが、政策担当者にrecognizeされるものでなくてはならない。

現在ASPAC実現に至る具体的プロセスが進行中

- ・ 環境省からの賛同を得ており、環境省からUNEPへの拠出金を活用して UNEP.ROAP を事務局として、政府間の討議のプラットフォームである合同フォーラム (Joint Forum on Atmospheric Management in Asia and the Pacific) とリンクさせて、政策担当者への合意形成を図る。
- ・ 合意形成に到る第1ステップとして2014年度に「大気汚染・気候に関するアドホック・ハイレベルアジア科学者会議 (Ad Hoc High-Level Scientists Meeting on Air Pollution and Climate in Asia)」を開催し、ASPAC設立を要請する勧告を採択。
- ・ アドホック・ハイレベルアジア科学者会議については、1986年ノーベル化学賞受賞者 Yuan Tee Lee博士を議長に、メンバーの人選をUNEP.ROAPと協議中。

S-7プロジェクトを終えるに当たって

アジアにおけるリージョナル大気汚染解決のための 「科学と政策」に基づいた「大気環境管理」の あるべきパッケージ

観測・エミッションインベントリ・モデリングによる科学的知見の提供
健康影響・農作物影響に対するリスクの経済評価
浄化技術コスト算定に基づいた削減シナリオの提言
国際対応ガイドライン検討 (研究者・政策担当者)
国内・国際政策実施 (政策担当者)



支援の枠組みとしてのASPAC
科学と政策をつなぐコミュニケーターが必要