

2013年冬季における 東アジアのPM_{2.5}越境汚染の シミュレーション

京都大学大学院工学研究科
都市環境工学専攻

○倉田 学児・妹尾 賢・松岡 譲

発表者: 妹尾 賢

2013-09-19



背景と目的

2013年冬季に中国で高濃度PM_{2.5}大気汚染発生

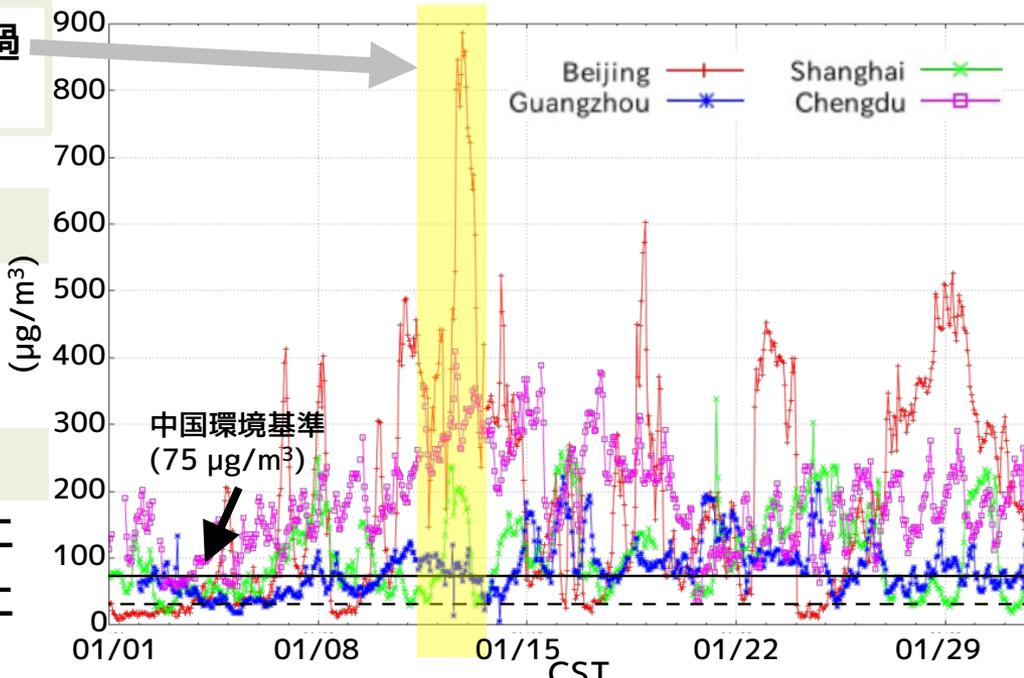
北京 01/12夜の濃度: 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過
 環境基準の達成: 4日間のみ

汚染の範囲

汚染の面積: 約143万 km^2
 曝露人口: 約8億人

汚染の被害

- 健康影響
- 交通機関の停止
- 工場の生産停止
- 建設工事の中止



在中米大使館による1時間毎のPM_{2.5}濃度観測値

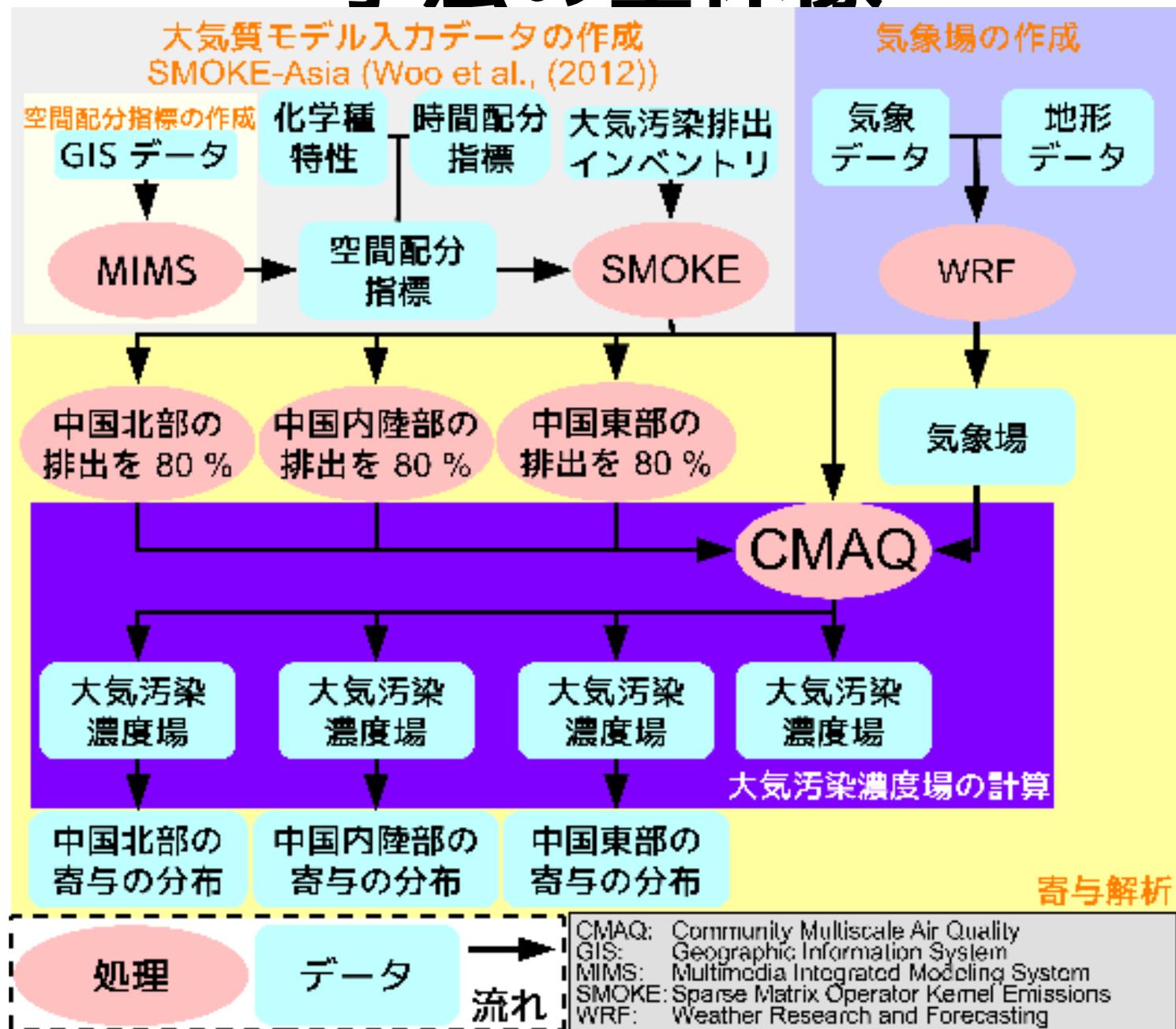
出典: 中国北京日本大使館

越境汚染 の懸念

- 汚染がどのように広がったか
- どの地域の寄与が大きかったか

数値解析により明確にする

手法の全体像



入力データ

WRF
version 3.4.1

- 地形データ: USGS (U.S. Geological Survey)
- 土地利用データ
- 気象データ: NCEP FNL (Final analysis)
- 2013-01-01~03-01の期間

SMOKE
version 2.1

- INTEX 2006 version 1.1
- 使用物質: CO, PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x, VOC, SO₂
- TRACE-P 2000 (NH₃に使用)



自然起源排出は未考慮

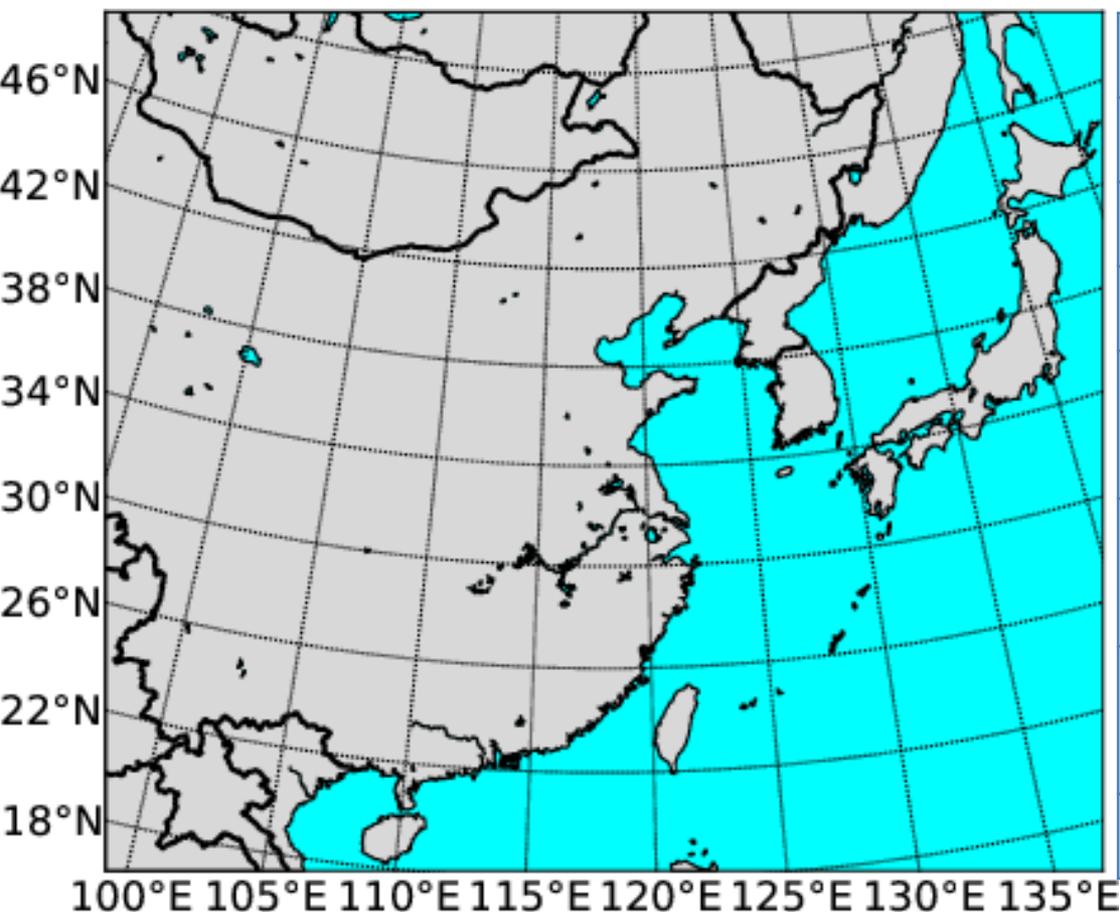
MIMS
version 3.6

- 人口・面積・家畜頭数・森林面積・道路長
- 海岸GISデータ: GSHHG version 2.2.2

CMAQ
version 5.0.1

- 気相の化学反応: CB05
- エアロゾルモジュール: AERO5

計算領域設定



項目	設定
計算期間	2013-01-01/03-01
格子長	36 km
格子数	120×105
鉛直 レイヤ数	28
中心 緯度経度	35°N, 118°E
地図投影	Lambert Conformal Conic
標準緯線	30°E、60°E

領域: 越境汚染確認のため中国と日本を覆う範囲

期間: 高濃度PM_{2.5}大気汚染の発生した1月と2月

AMeDASと地表気温の計算の比較

AMeDASの観測 vs WRFの計算 → 気象場の妥当性を検証

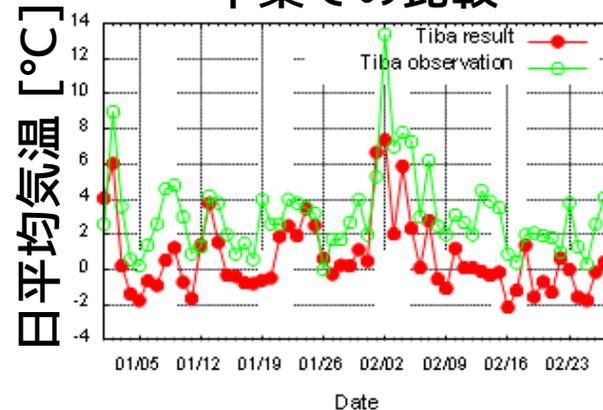
比較対象観測所の位置



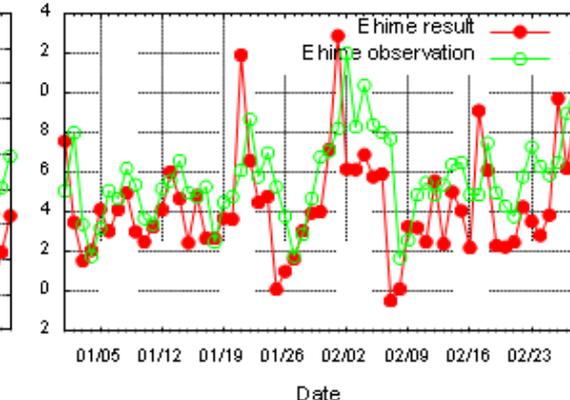
都道府県	都市名	緯度	経度
広島	福山	34.45	133.25
石川	七尾	37.03	136.99
千葉	成田	35.76	140.39
愛媛	松山	33.84	132.78

観測とWRFの計算の比較

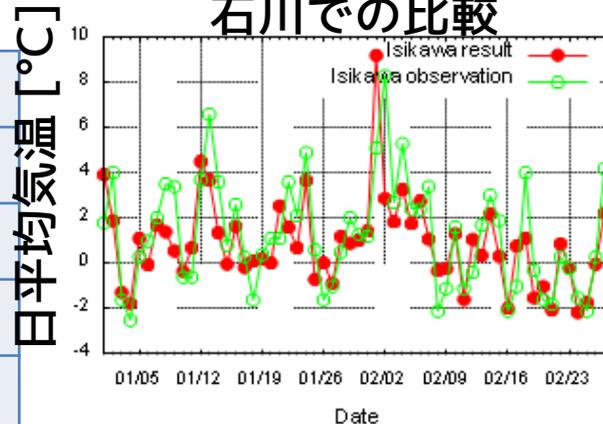
千葉での比較



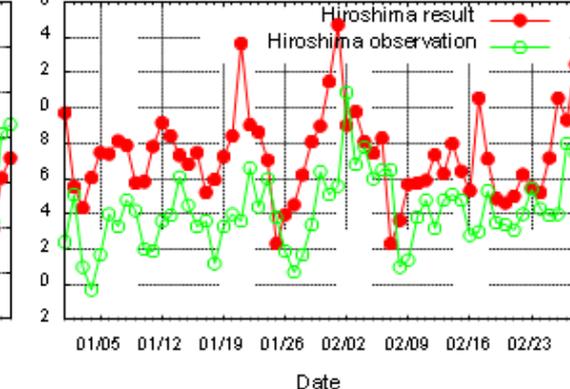
愛媛での比較



石川での比較



広島での比較

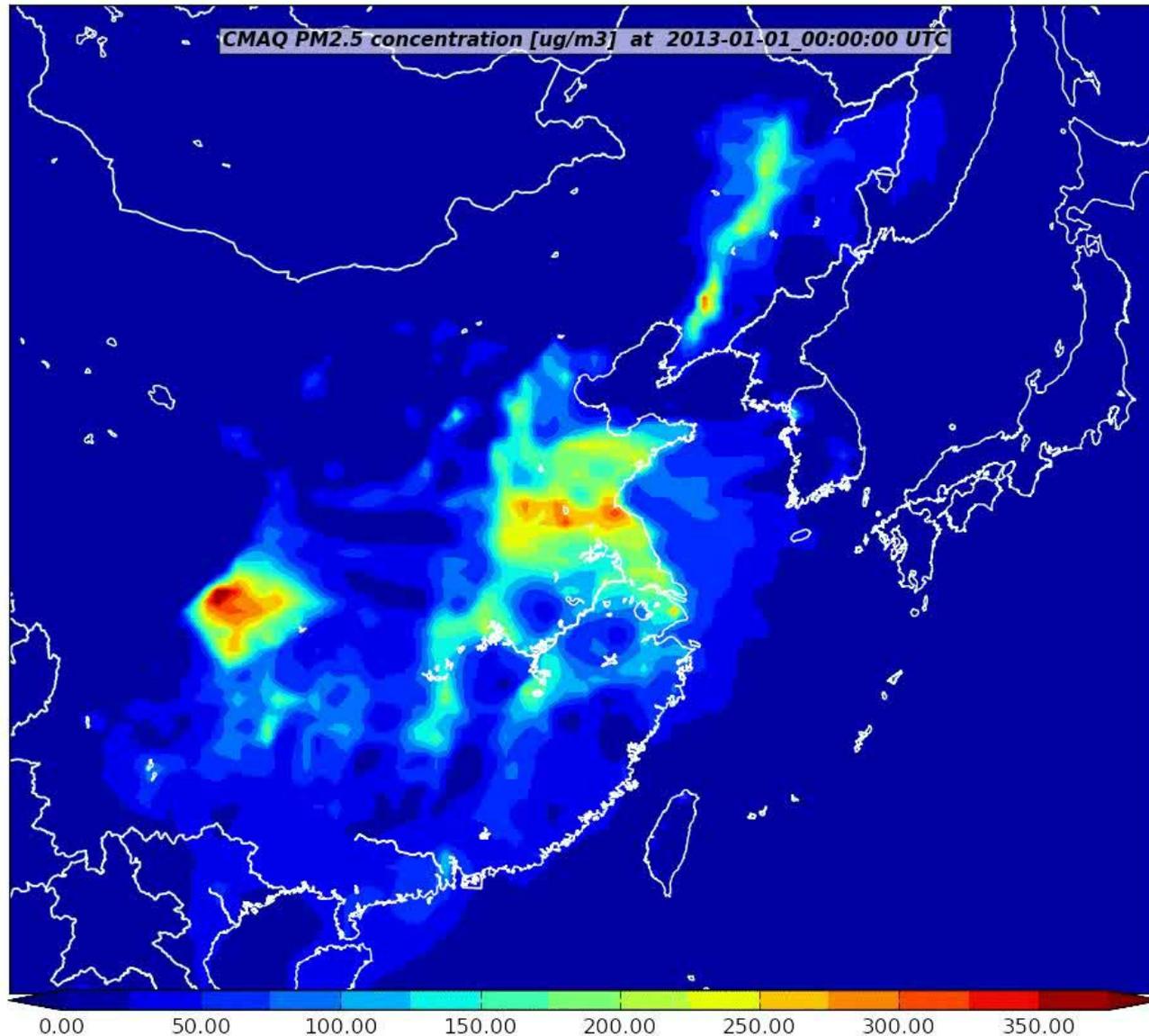


比較結果

観測の時間変動に追従

格子が36 kmと荒く観測とは一致しない

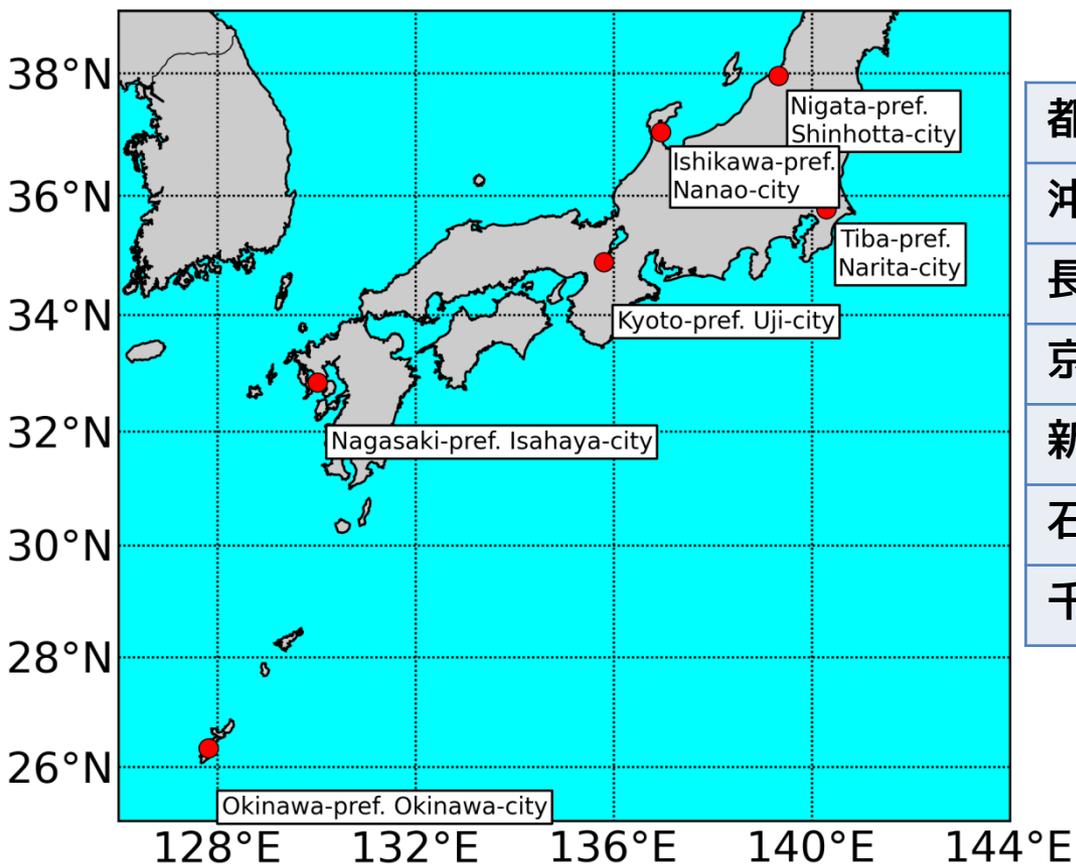
PM_{2.5}の計算の時間・空間分布



高濃度日付： 01/12、02/01、02/28

PM_{2.5}濃度の日本の観測所

各都道府県のPM_{2.5}の常時観測 vs CMAQ



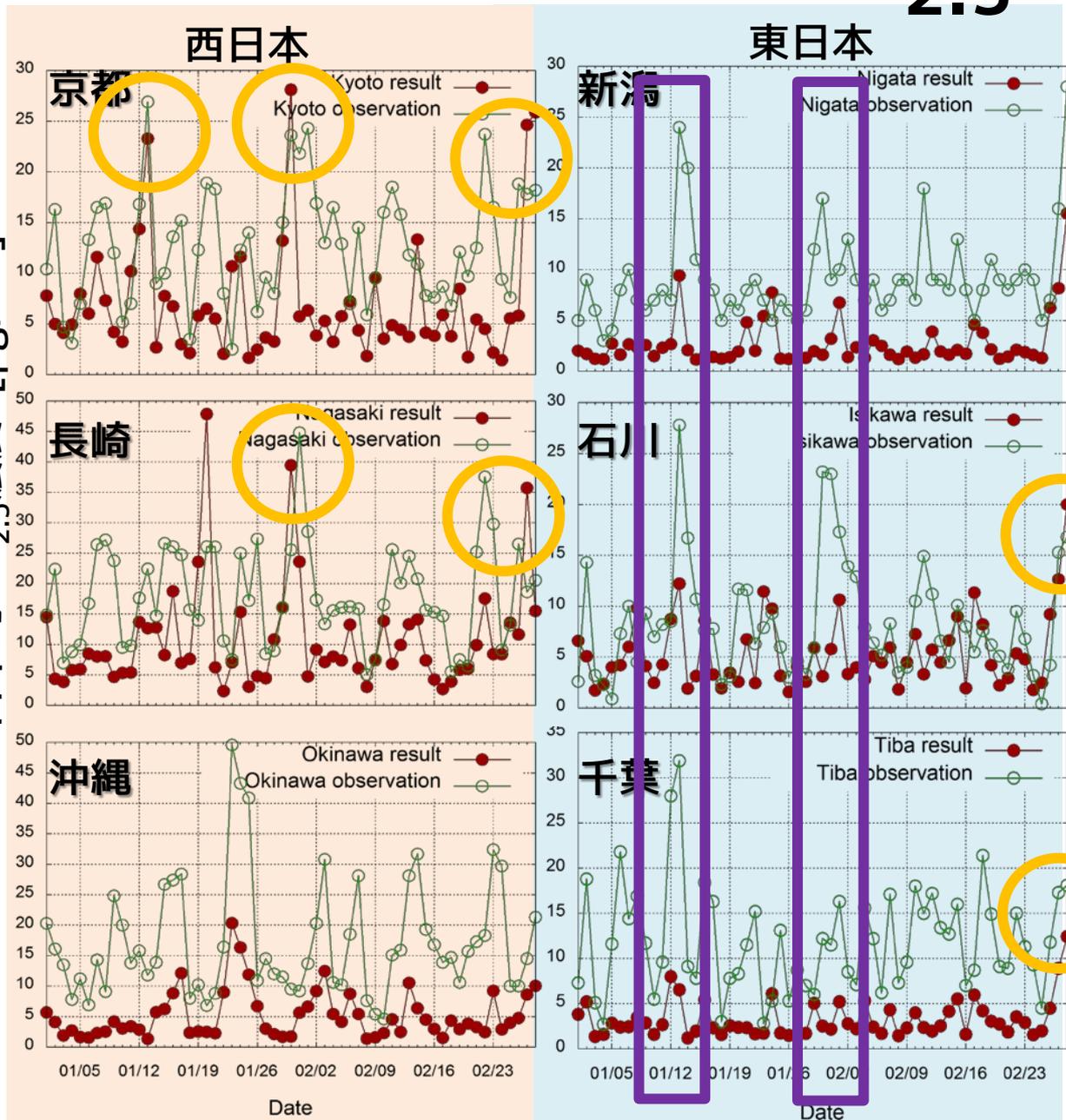
都道府県	名前	緯度	経度
沖縄県	沖縄	26.35	127.82
長崎県	諫早	32.84	130.02
京都府	宇治	34.89	135.80
新潟県	新発田	37.96	139.33
石川県	七尾	37.05	136.96
千葉県	成田加良部	35.77	140.30

西日本: 沖縄県、長崎県、京都府
東日本: 石川県、新潟県、千葉県

西日本と東日本の違いを確認

地表面1日平均PM_{2.5}濃度の比較 ⁹

日平均PM_{2.5}濃度 [μg/m³]



ピークの再現

京都 1/12, 1/30, 2/28
 長崎 1/30, 2/28
 石川 2/28
 千葉 2/28

追隨していない

東日本 1/12, 1/30

地域ごとの平均濃度の比較

	西日本	東日本
観測	20.8	22.5
計算	5.72	3.82

計算が過小評価 (μg/m³)

寄与解析

寄与解析により観測との違いの手掛かりを探る

中国を3地域に区分

- 北部: 青色
- 東部: 黄色
- 内陸部: 赤色

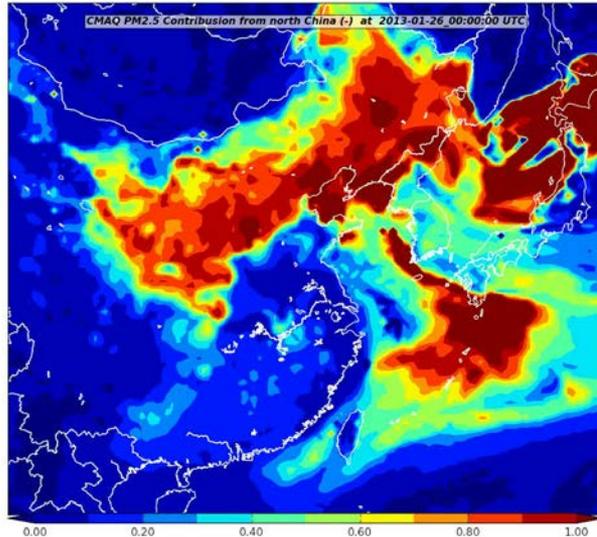


地域ごとの全部門・全汚染物質排出量を80%

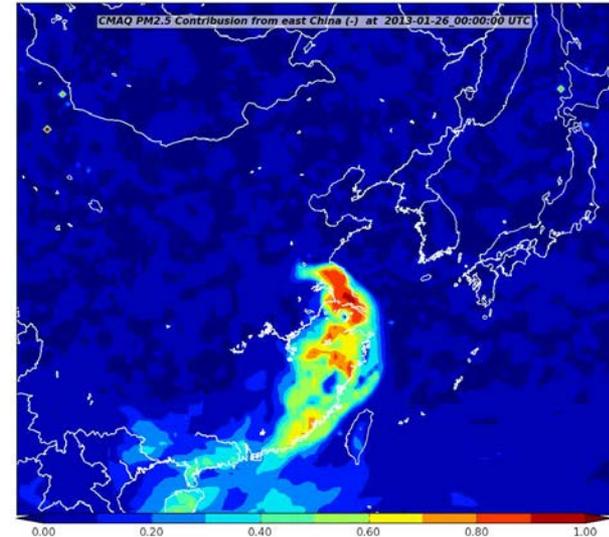
3地域の大気汚染への寄与を解析

対象期間: 2013-01-26~02-02

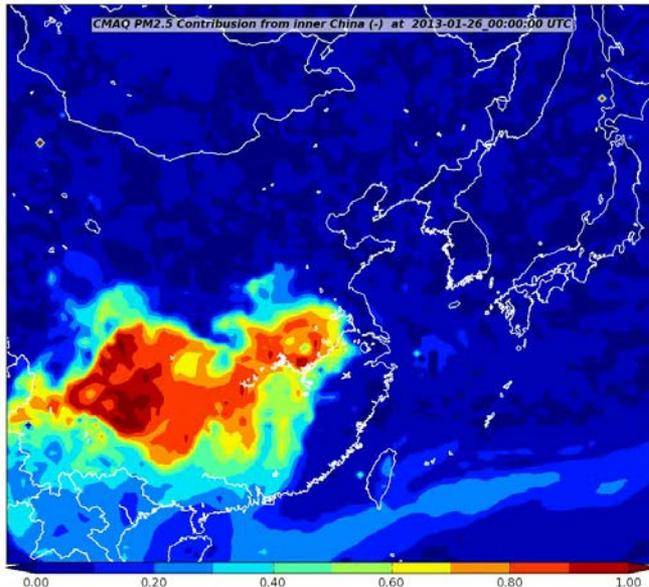
中国3地域のPM_{2.5}濃度への寄与¹¹



中国北部からの寄与



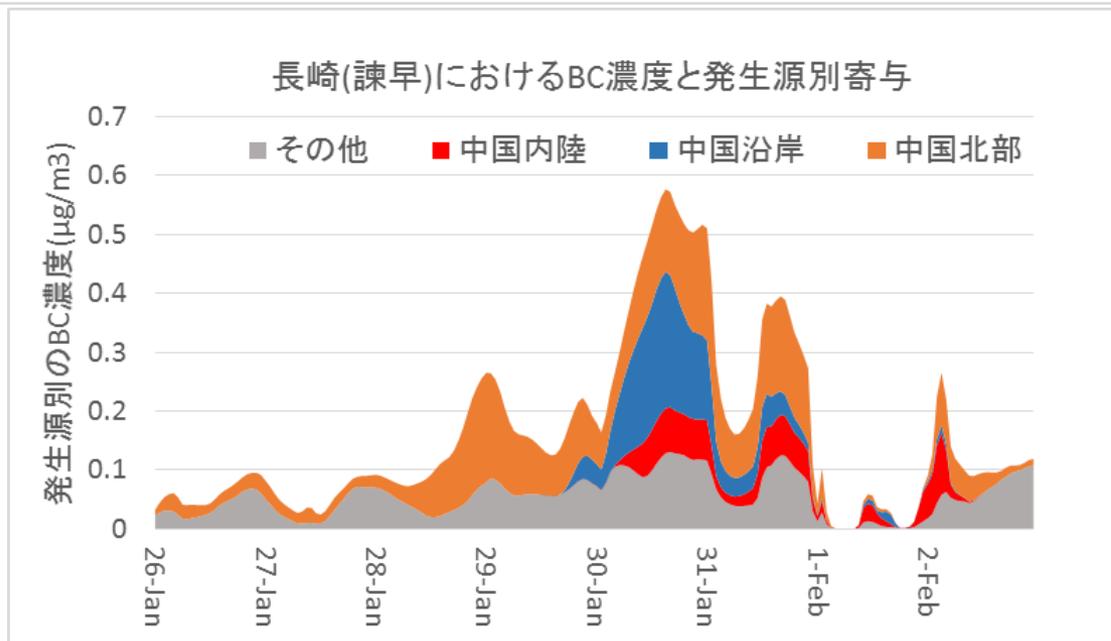
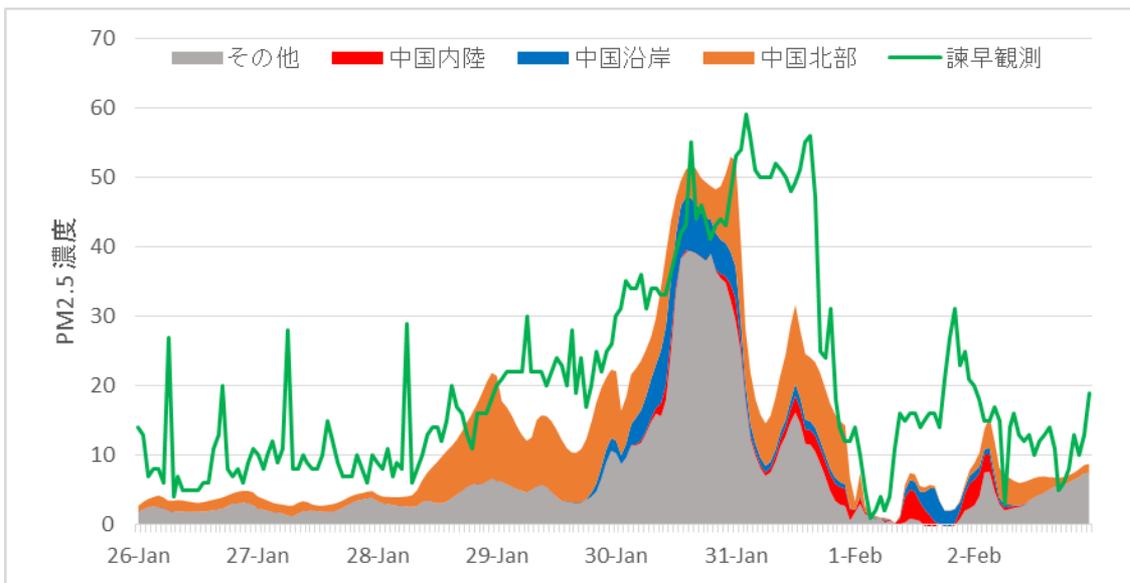
中国東部からの寄与



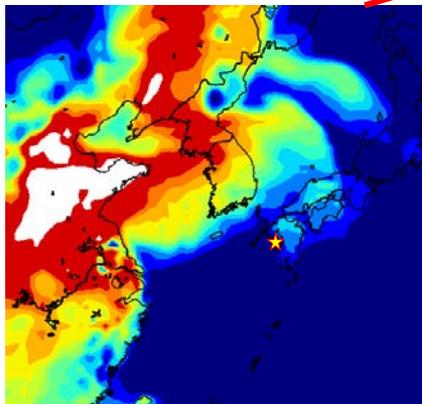
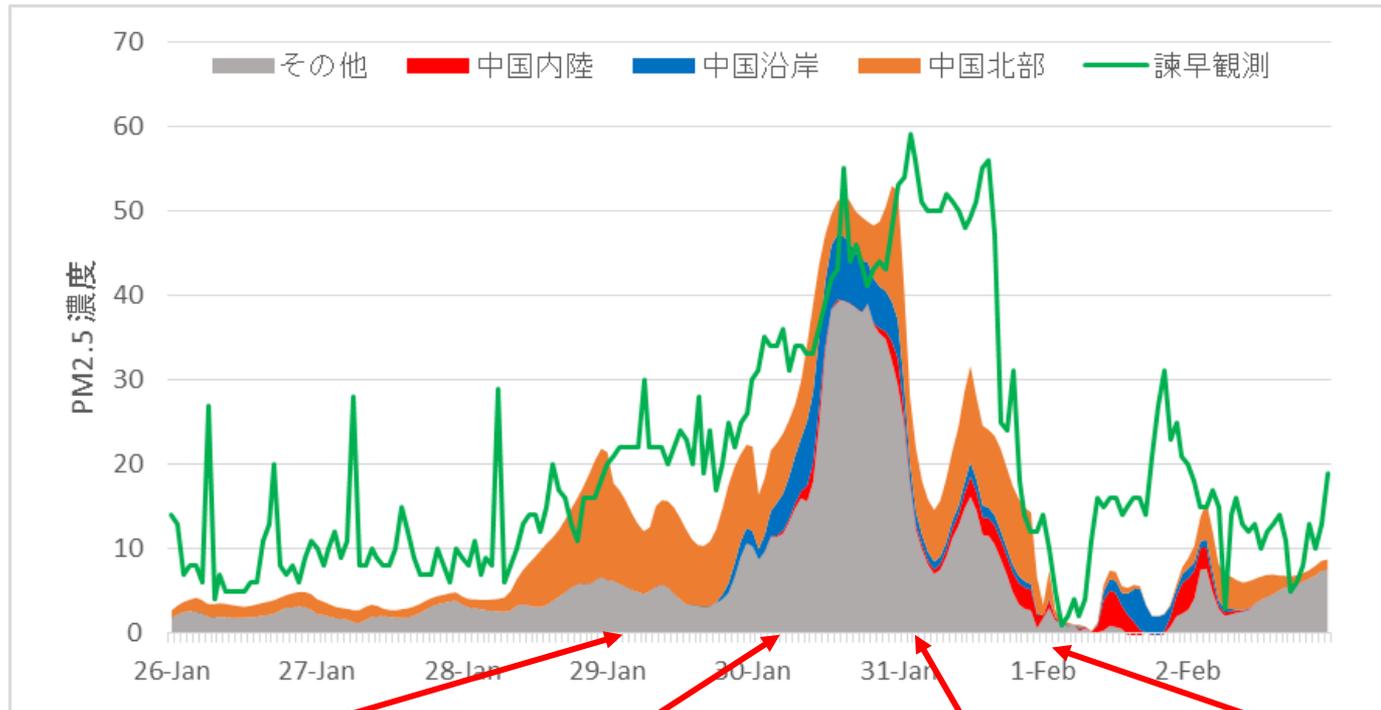
中国内陸部からの寄与

中国北部の寄与が広範囲で大きい
2月2日は3領域からの寄与が高い
瞬間的な高い寄与・低い寄与が散見

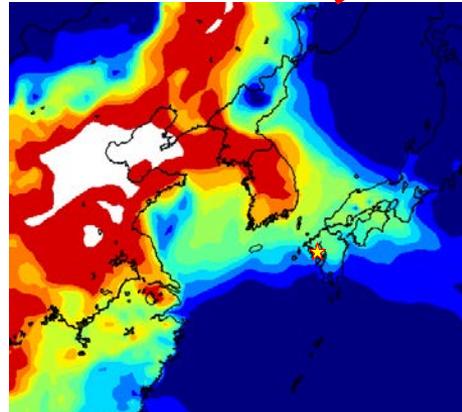
寄与の時系列変化



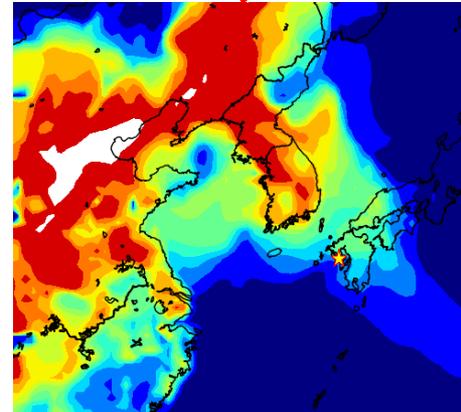
2013年1月31日の高濃度期間の再現⁴³



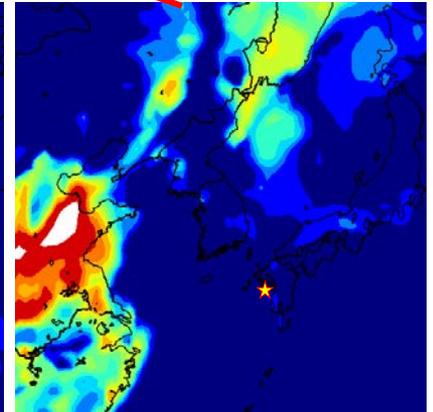
Jan 29 09JST



Jan 30 15JST



Jan 31 09JST



Feb 1 09JST

まとめ

2013年冬季の中国のPM_{2.5}汚染を解析

AMeDASの観測 と気象場を比較

- 計算は観測の時間変動を追従
- 格子の粗さから観測とは完全には一致しない

PM_{2.5}の 観測との比較

- 計算は観測に比べ濃度を過小評価
- 西日本で1月30日の高濃度を追従
- しかし東日本では追従しない

中国3地域の 寄与解析

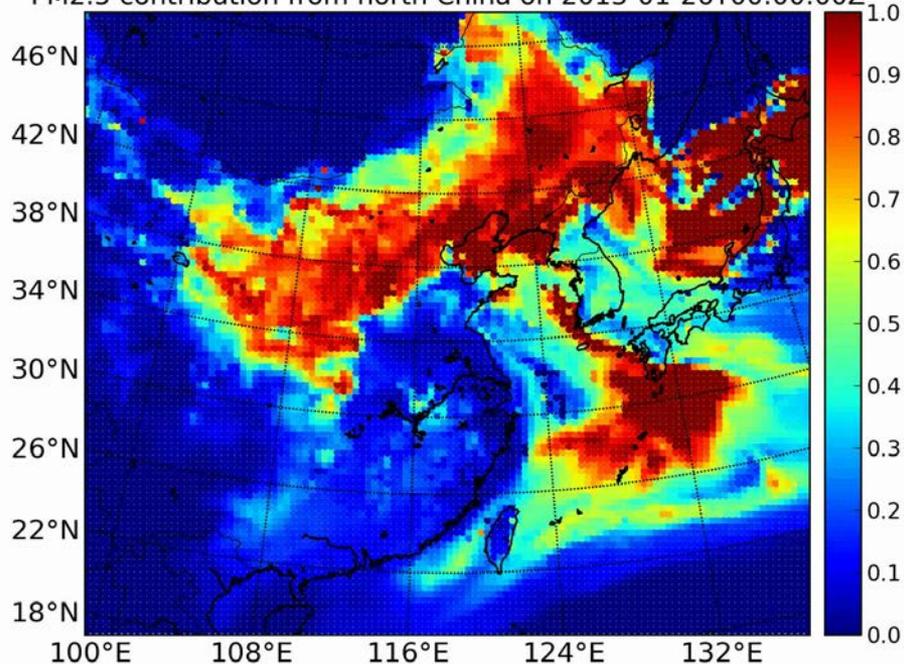
- 中国北部の寄与が広範囲で大きい
- 2月2日に3領域からの寄与が高い

質疑応答

バックトラジェクトリ解析

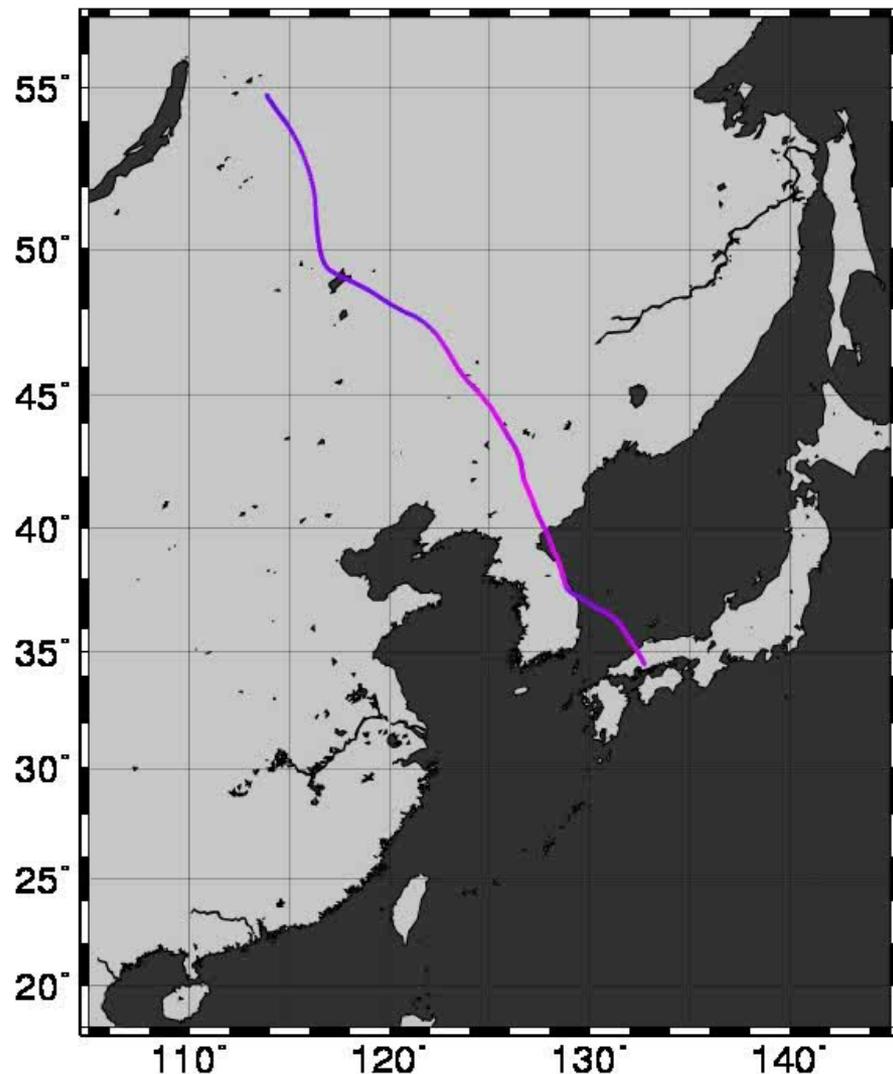
日本の空気の5日間の軌跡をみる
地表500 mの気流の流れを追跡

PM2.5 contribution from north China on 2013-01-26T00:00:00Z

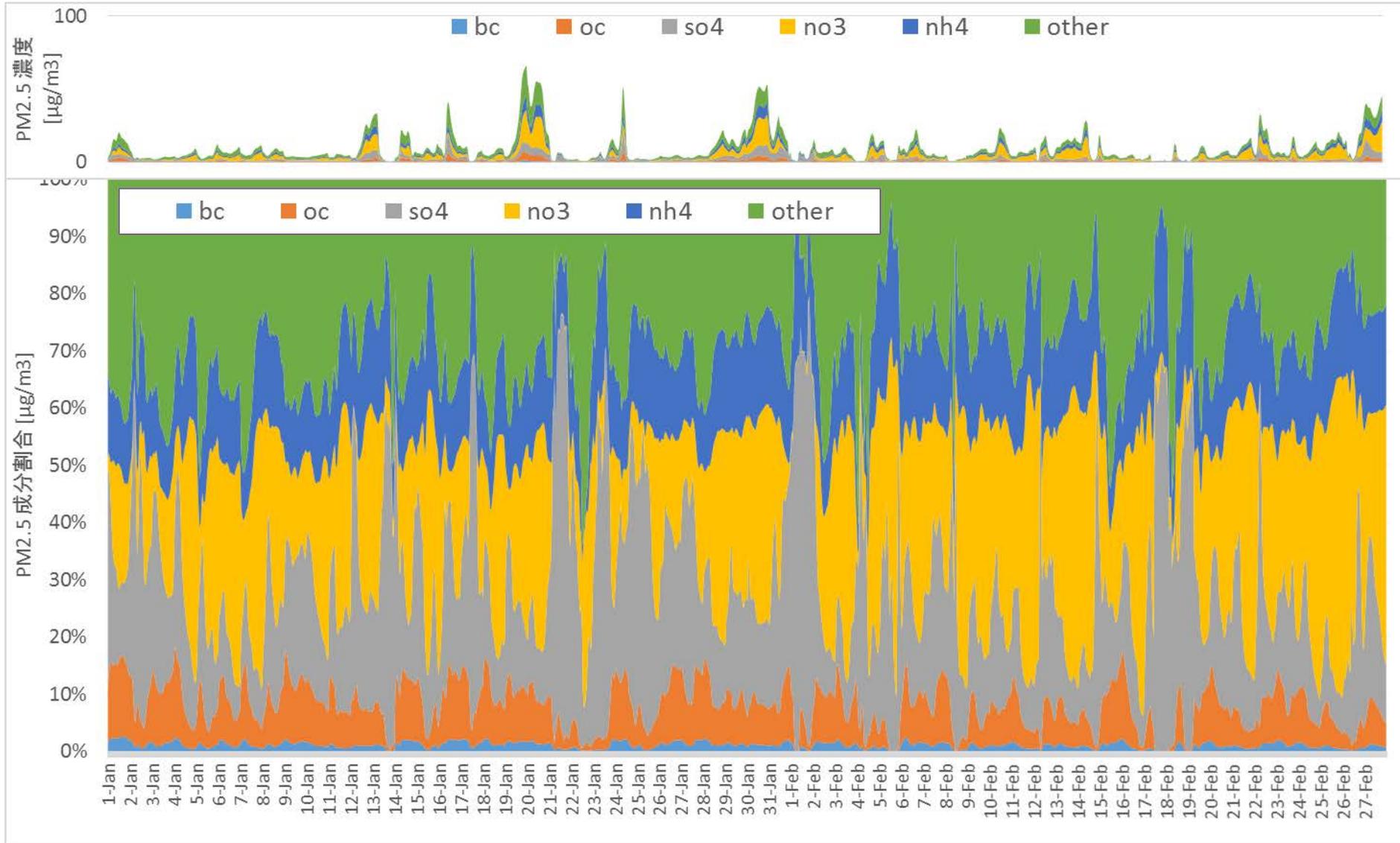


気流と濃度の分布が類似

Air back trajectory on 2013-01-26T00:00Z



成分別濃度の時間変化(1月~2月)¹⁷

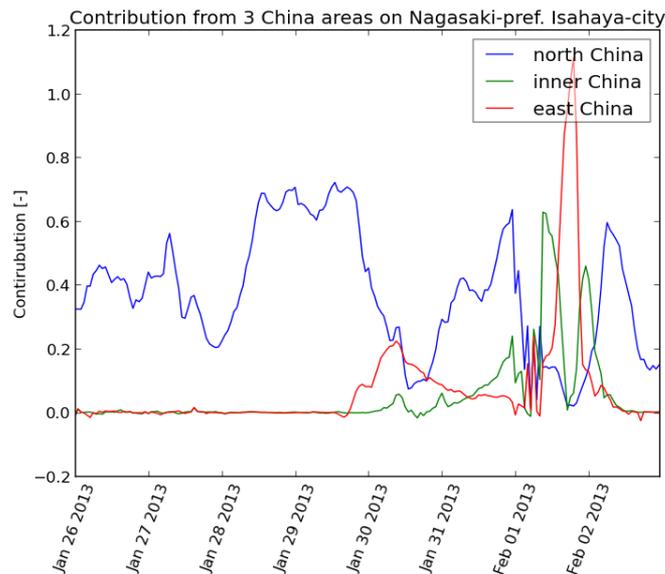


高濃度の後の低濃度時に硫酸塩が高い。

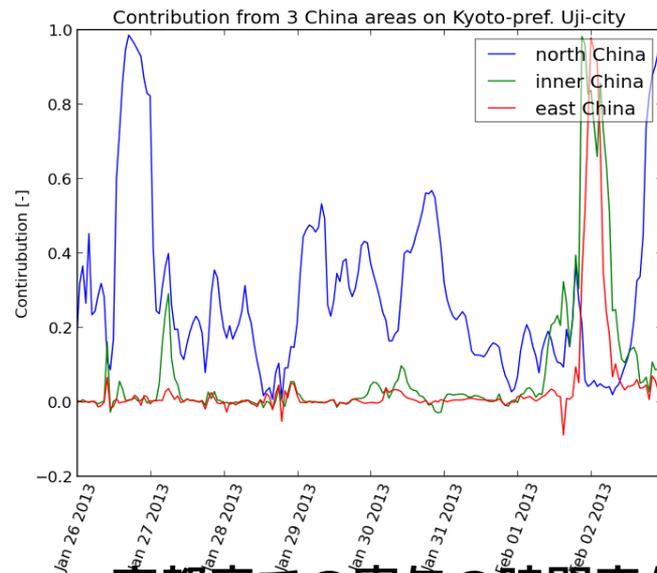
没スライド

- ここから先は見てもらって指摘を受けて没になったスライドを念のため載せておく。

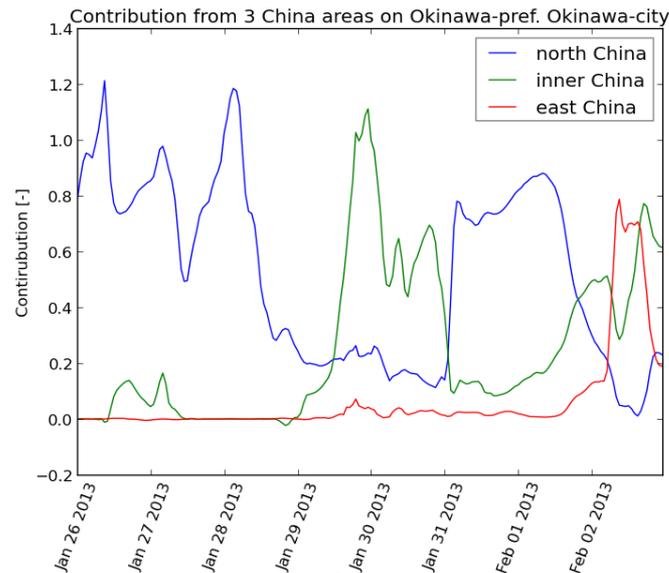
寄与の時系列変化



長崎県での寄与の時間変化



京都府での寄与の時間変化

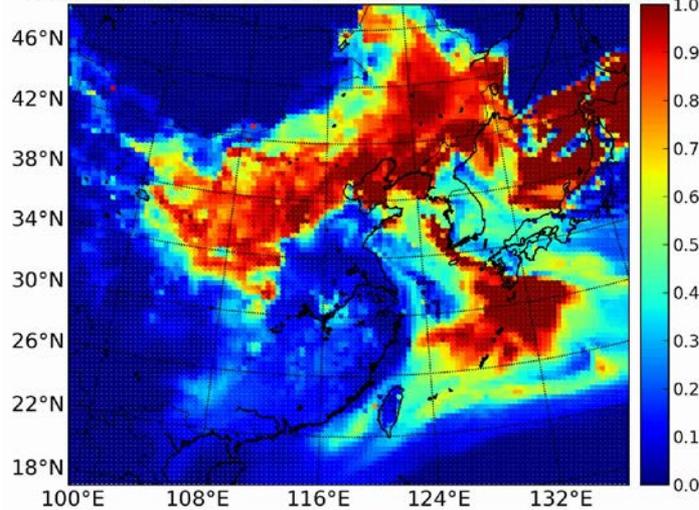


沖縄県での寄与の時間変化

- 地点毎に違う時間変動
- 2月初め
 - 東部と内陸部の寄与大

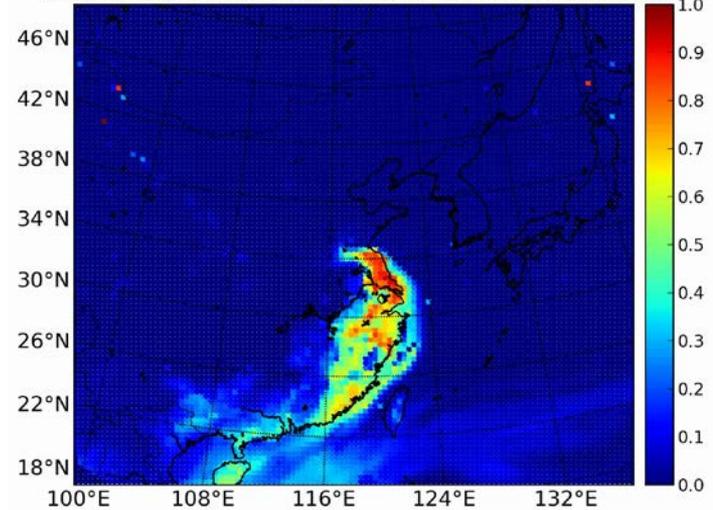
中国3地域のPM_{2.5}濃度への寄与 ²³

PM2.5 contribution from north China on 2013-01-26T00:00:00Z



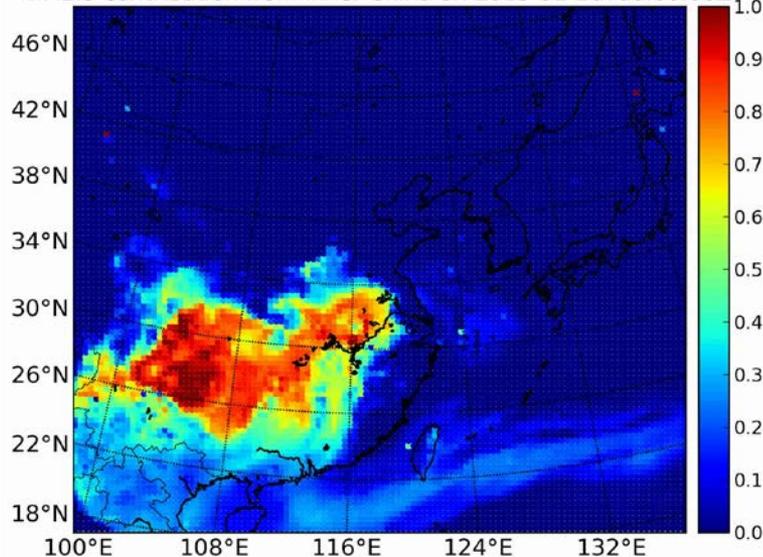
中国北部からの寄与

PM2.5 contribution from east China on 2013-01-26T00:00:00Z



中国東部からの寄与

PM2.5 contribution from inner China on 2013-01-26T00:00:00Z

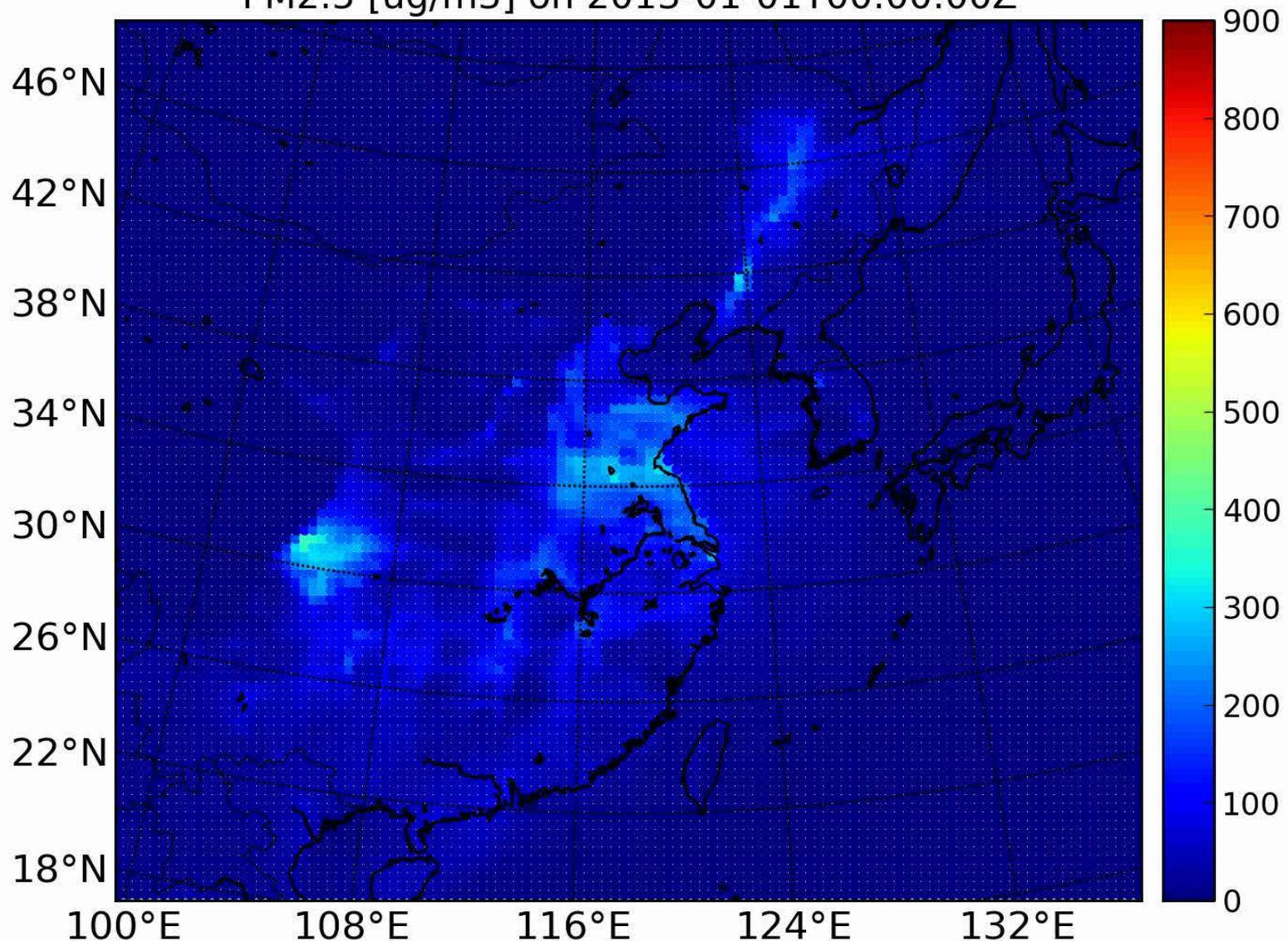


中国内陸部からの寄与

日本では**中国北部の寄与**が大きい
02/01の高濃度は3領域からの影響

PM_{2.5}の計算の時間・空間分布

PM2.5 [ug/m3] on 2013-01-01T00:00:00Z

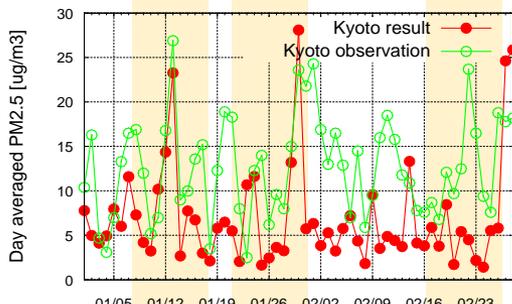


高濃度日付： 01/12、02/01、02/28

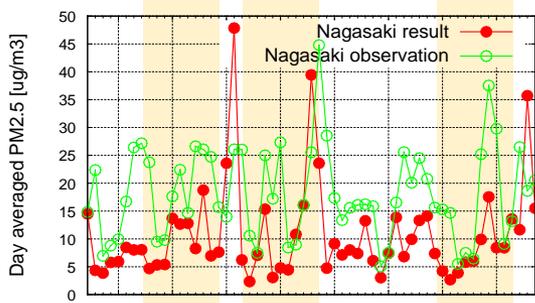
地表面1日平均PM_{2.5}濃度の比較 ²⁵

西日本

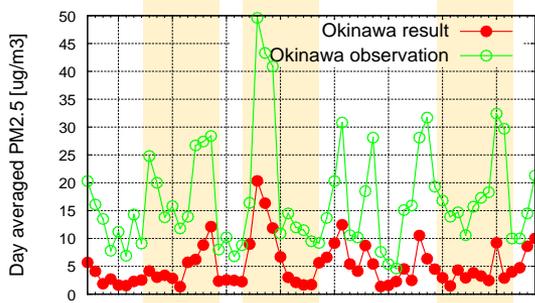
Comparison of point and result data at Kyoto



Comparison of point and result data at Nagasaki



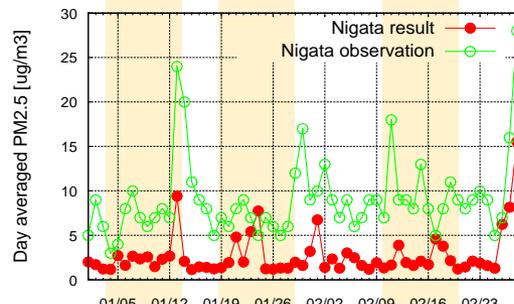
Comparison of point and result data at Okinawa



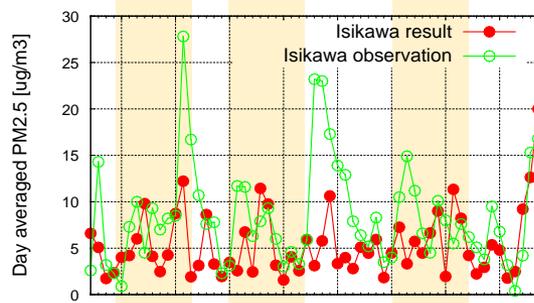
Date

東日本

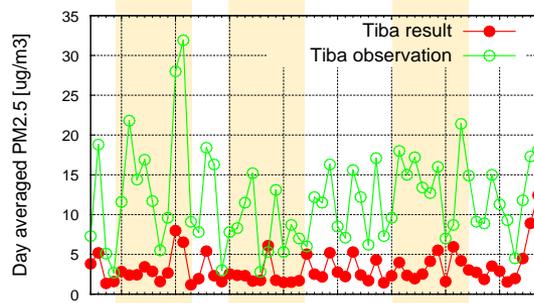
Comparison of point and result data at Niigata



Comparison of point and result data at Isikawa



Comparison of point and result data at Tiba



Date

観測の傾向

高濃度観測日：

01/12、02/01、02/28

	西日本	東日本
最高濃度	49.6 (沖縄)	31.9 (千葉)
最低濃度	2.5 (京都)	0.4 (石川)
平均濃度	20.8	22.5

計算結果の傾向 (μg/m³)

	西日本	東日本
最高濃度	47.8 (長崎)	20.0 (石川)
最低濃度	1.3 (沖縄)	1.2 (千葉)
平均濃度	5.72	3.82

観測に比べ計算は濃度を過小評価

入力データ

WRF version 3.4.1の入力

- 地形データ: USGS
- 気象データ: NCEP FNL (Final analysis) (2013-01-01/03-01の期間)

SMOKE version 2.1

- INTEX 2006 version 1.1 (CO, PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x, VOC, SO₂)
- TRACE-P 2000 (NH₃)
- 自然起源排出は未考慮



MIMS version 3.6

- 人口・面積・家畜頭数・森林面積・道路長
- 海岸GISデータ: GSHHG version 2.2.2

CMAQ version 5.0.1

- 気相の化学反応: CB05
- エアロゾルモジュール: AERO5

まとめ

2013年冬季の中国のPM_{2.5}汚染を解析

AMeDASの観測と気温を比較

計算は観測の時間変動を追従
格子の粗さから観測とは不一致

日本の常時観測とPM_{2.5}濃度を比較

計算は観測に比べ濃度を過小評価
西日本で1/30の高濃度を追従
しかし東日本では追従しない

中国3地域のPM_{2.5}の寄与解析

中国北部の寄与が大きかった
2月1日の高濃度は3領域からの影響

寄与解析の時間変動

2月初めにかけて東部と内陸部の寄与大
地点により寄与の変動が異なる

以上です。ありがとうございました。