

5-2105

対策によるオゾン濃度低減効果の 裏付けと標準的な将来予測手法の開発 (JPMEERF20215005)

主:【重点課題⑩】大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究

副:【重点課題⑮】化学物質等の包括的なリスク評価・管理の推進に係る研究

(5-11)光化学オキシダント等の削減対策による大気環境改善の効果評価

令和3年度～令和5年度

研究代表者 茶谷 聡(国立環境研究所)

研究分担者 嶋寺 光(大阪大学)

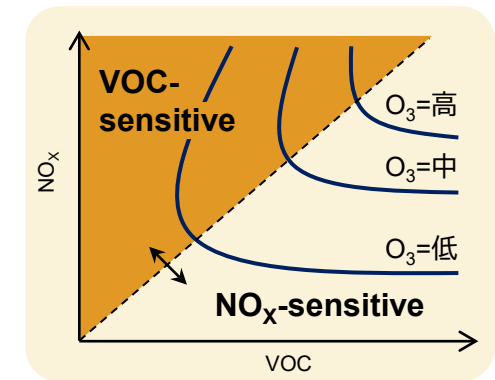
入江 仁士(千葉大学)

板橋 秀一(電力中央研究所)

2022年9月2日 環境研究総合推進費 令和4年度中間評価ヒアリング

はじめに(研究背景等)

- オゾンは、窒素酸化物(NO_x)と揮発性有機化合物(VOC)から大気中での光化学反応を経て生成
- オゾンの濃度低減対策を検討するためには、反応による非線形性を表現できる大気質シミュレーションが必須
- 大気質シミュレーションの残存課題
 - オゾン濃度低減対策の評価に用いるための具体的な手法が明確に定まっていない
 - NO_x とVOCの排出量の変化によるオゾン濃度の変化という観点での検証が十分になされていない



研究開発目的・全体目標

- 対策によるオゾン濃度の低減効果をシミュレーションで評価するための標準的な手法を開発する
- 現在まで蓄積されてきている地上・衛星計測に基づいた実際の大気質の経年変化に基づき、評価手法の有効性を科学的に裏付ける
- 全体目標
(アウトプット)
オゾン濃度の対策効果の評価手法を開発する
(アウトカム)
行政による対策効果の標準的な評価手法として確立させ、
対策によるオゾン濃度の確実な低減に貢献する

実施内容全体概要とサブテーマ間の連携

サブテーマ1

各種要因による排出量の変化を
統合的に反映させた長期排出
インベントリを新たに開発

↑ 要因の反映

データ
提供

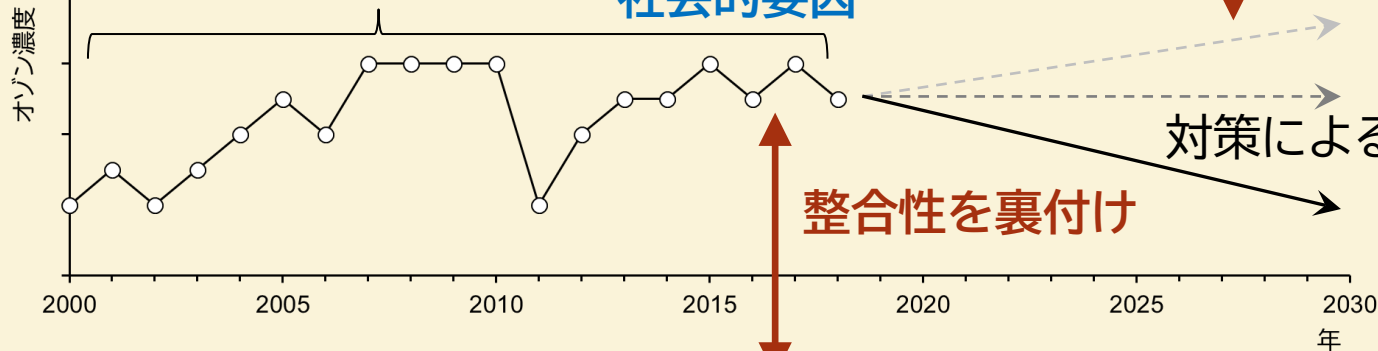


サブテーマ2

大気質シミュレーションに基づき、
オゾン濃度の経年変化の再現性と
各要因の影響を裏付けし、
対策効果の標準的な評価手法を確立

【濃度変化要因】

- ①VOC自主的取組
- ②自動車排ガス対策
- ③固定燃焼発生源対策
- ④越境輸送
- ⑤気象条件
- ⑥COVID-19等の社会的要因



サブテーマ3・サブテーマ4

地上分光計測(3)と衛星計測(4)に基づき、NO_xとVOCに対する
オゾン生成の依存性(オゾン感度レジーム)を検証

研究目標及び研究計画(サブテーマ1)

□ 研究目標

2000年以降の**長期間を対象に、過去の対策や社会要因等による排出量の経年変化を明示的かつ統合的に表現**し、シミュレーションによるオゾン濃度の経年変化の再現を実現する**排出インベントリを新たに開発**する

□ 研究計画

令和3年度	VOC自主的取組と越境輸送について、過去の長期排出量データを構築し、サブテーマ2に提供する
令和4年度	自動車と固定燃焼発生源について、過去の長期排出量データを構築し、サブテーマ2に提供する COVID-19等の社会的要因の影響を受けた活動量データを収集して排出量の推計を行い、サブテーマ4に提供する
令和5年度	対策の評価のために排出インベントリに求められる適切な経年変化の表現方法ならびに対策の反映手法としてとりまとめる

研究目標及び研究計画(サブテーマ2)

□ 研究目標

2000年以降の**長期間を対象にシミュレーションを実行し**、
関連物質濃度の経年変化との整合性を裏付けることによ
り、**標準的な対策評価手法として確立**させる

オゾン濃度の経年変化に対する各要因の寄与を定量化し、
今後の対策のあり方とシミュレーションの有効性を示す

□ 研究計画

令和3年度	長期シミュレーションにより、オゾン濃度変化に対する気象条件の変化と越境輸送の変化の影響を定量化する
令和4年度	前駆物質の排出量変化に対するオゾン濃度変化と感度レジームが正しく表現されているかを確認する
令和5年度	日本国内の対策によるオゾン濃度低減効果評価手法を確立する 過去の対策の効果を定量化し、今後の対策のあり方を示す

研究目標及び研究計画(サブテーマ3)

□ 研究目標

千葉とつくばにおいて**地上分光計測**で得られたNO₂、HCHO、オゾン濃度の直近10年間もの**長期連続データセットを構築**し、各成分の年々変動を明らかにする
実大気におけるオゾン感度レジームを導出し、オゾン濃度低減に対する**NO_xとVOCの排出削減の有効性を検証**する

□ 研究計画

令和3年度	地上分光計測を継続し、NO ₂ 、HCHO、オゾン濃度を導出する集中観測も実施し、誤差や衛星計測との整合性の評価を行う
令和4年度	NO ₂ 、HCHO、オゾン濃度の直近10年間もの長期連続データセットを構築し、オゾン感度レジームについての知見を得る
令和5年度	長期連続データセットを確立させ、観測から得られたオゾン感度レジームをモデルの結果と比較し、排出対策効果を検証する

研究目標及び研究計画(サブテーマ4)

□ 研究目標

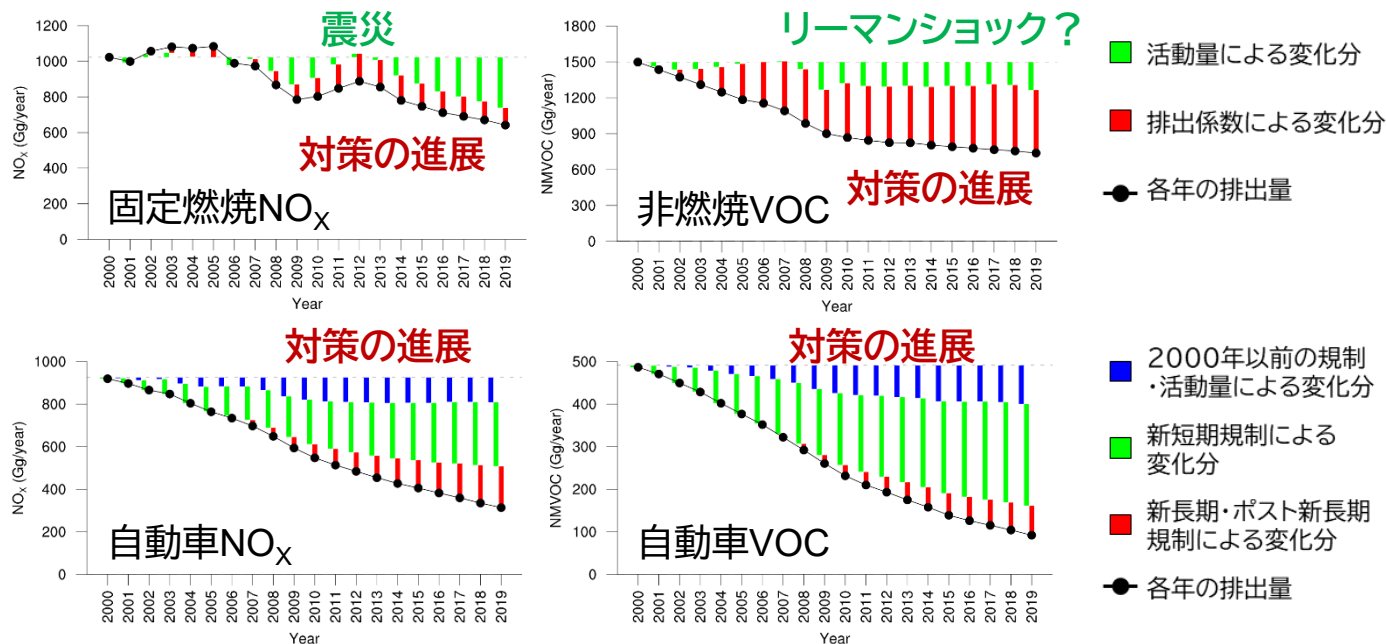
衛星計測によるNO₂とHCHO鉛直積算濃度の比からオゾン感度レジームを導出し、時空間的な変動を解明することで、**オゾン濃度低減に対するNO_xとVOCの排出削減の有効性を衛星計測から定量的に検証**する

□ 研究計画

令和3年度	OMI衛星計測データに基づき、NO ₂ とHCHO鉛直積算量の比からオゾン感度レジームを導出し、前駆体の濃度とレジームの空間的な経年変化を解析する
令和4年度	衛星計測データと地上分光計測、モデルシミュレーションによる鉛直濃度分布の情報とを統合的に解析することで、地表面近傍と対流圏のレジームの変動を解明する
令和5年度	劇的な排出量変化事例を対象とした濃度や感度レジームの変化の詳細な事例解析を実施し、排出対策効果を検証する

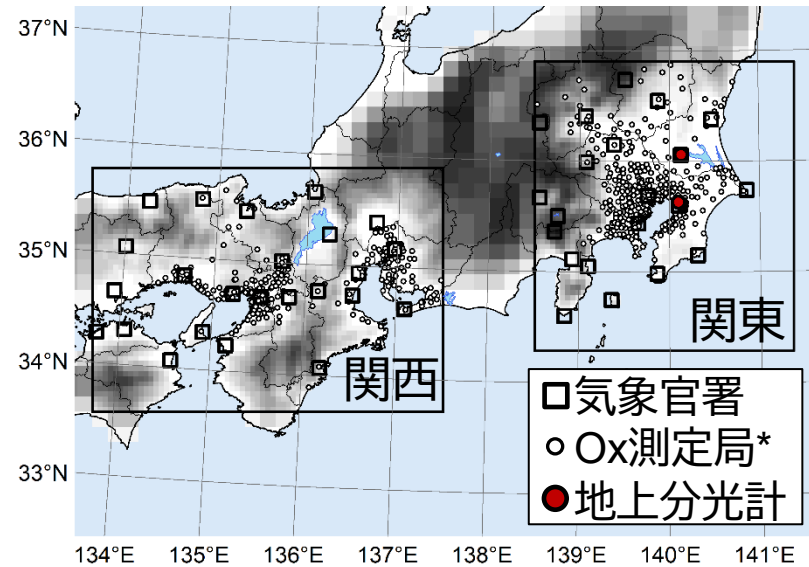
サブテーマ1

- 国内の主要発生源である固定燃焼発生源と非燃焼VOC発生源について、2000～2019年の排出量の変化要因を活動量と排出係数に分離して定量化
- 自動車についてはさらに車齢に分解して排出量を推計し対応する排出ガス規制の影響を定量化

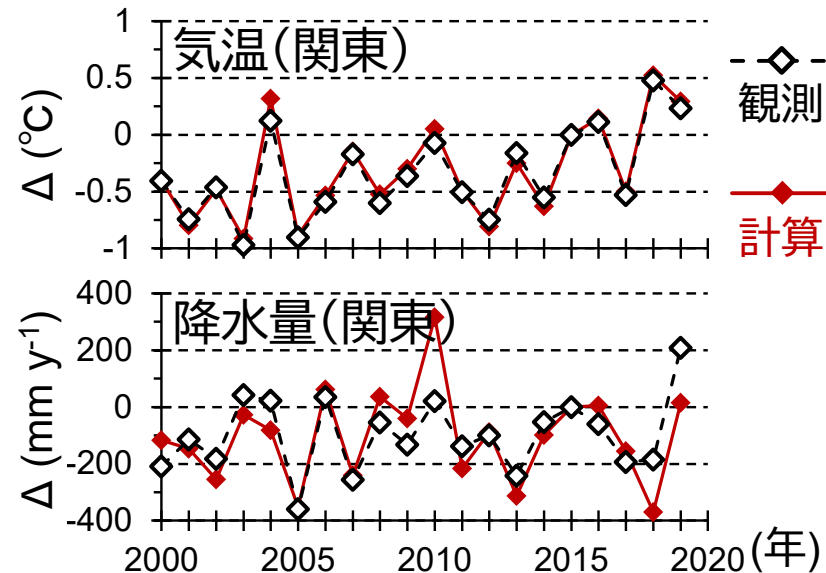


サブテーマ2 長期大気質シミュレーション

- オゾン濃度の経年変化を説明する
- 計算期間:2000–2020年
 - 基準年:2015年
- 計算領域:アジア、日本、関西・関東
- 大気質モデル:CMAQ v5.3.3
 - 排出量:サブテーマ1
 - 気象場:WRF v4.3 with ERA5
- 気象場の経年変化の再現性
 - 2015年に対する偏差(Δ)
 - 観測された経年変化と整合

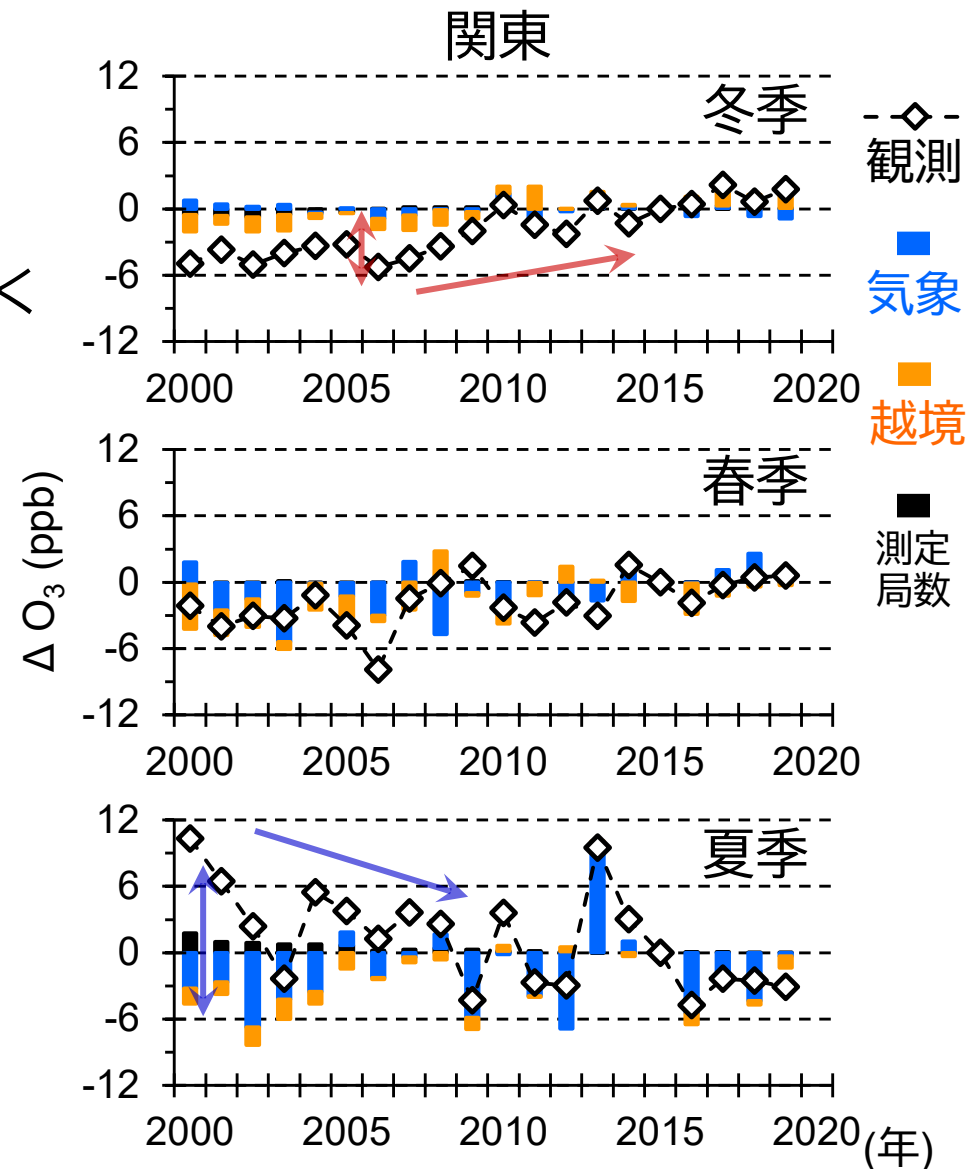


*紫外線吸収法のみ (2015年時点)



サブテーマ2 気象場と越境輸送の経年変化寄与

- 日最大8時間平均オゾン濃度
 - 2015年に対する偏差(Δ)
 - 観測された経年変化
 - 長期シミュレーションに基づく気象・越境変化の寄与
- 冬季(1月・12月): 上昇傾向
 - 越境変化が約4割を説明
 - 残りはNOx削減の影響か
- 春季(4月・5月): 横ばい～上昇
 - 気象変化 \approx 越境変化
- 夏季(7月・8月): 低下傾向
 - 気象変化 $>$ 越境変化
 - 2010年以降は観測と対応
 - 2000年代の観測との乖離は国内対策効果か



サブテーマ4 衛星計測データ解析

● Level 3(グリッド化データ)衛星計測データの解析

✓ NASA GES DISC (<https://disc.gsfc.nasa.gov>)

● OMNO2d (version 3.0) : 解像度0.25°

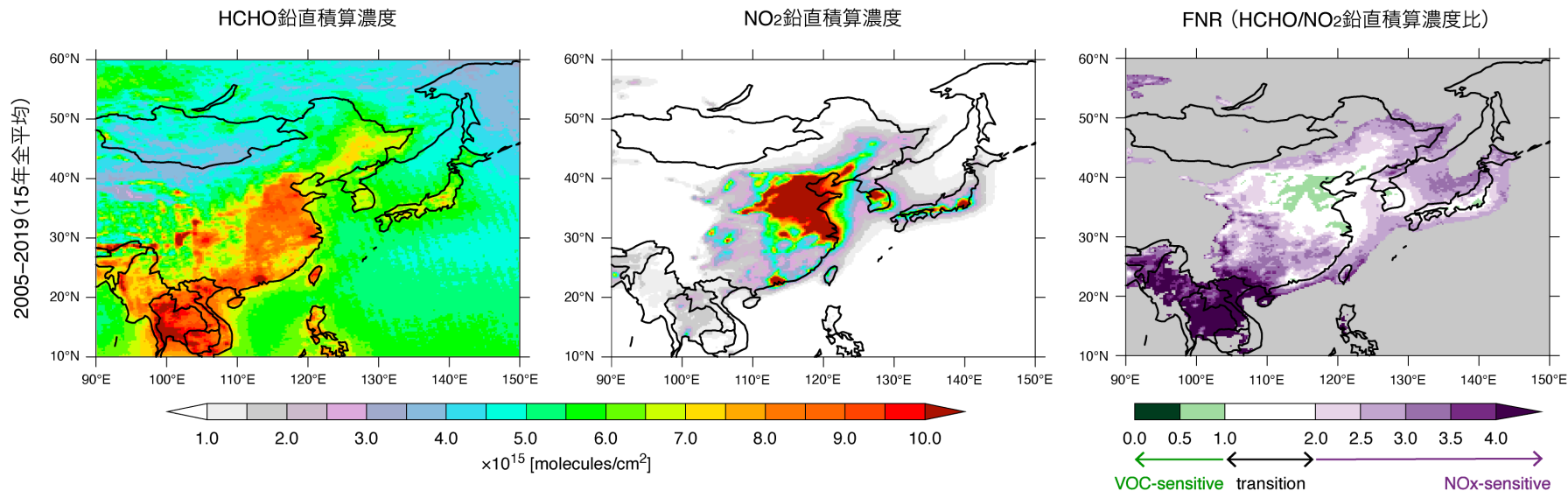
● OMHCHOd(version 3.0) : 解像度 0.1°

→ 極端な高濃度グリッドの除去, スムージング処理の後に0.25°の解像度に統一

● 鉛直積算濃度の比(Formaldehyde - Nitrogen dioxide Ratio; FNR)

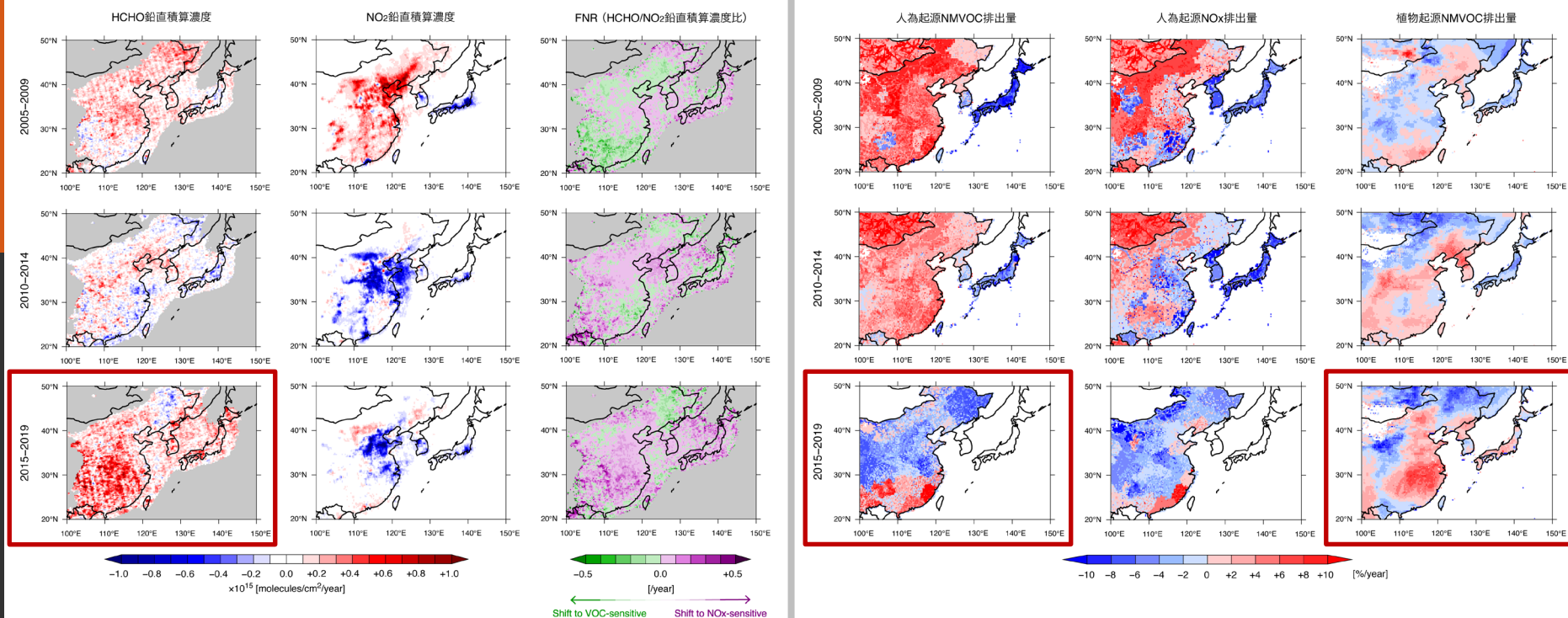
一オゾン感度レジームの判断基準

FNR < 1:VOC-sensitive, **1 < FNR < 2: transition**, **2 < FNR:NOx-sensitive**



サブテーマ4 感度レジームの長期トレンド解析

- 2005-2019年までの15年分の長期トレンドを解析
 - ・2015-2019年が特に顕著でHCHO増加/NO₂減少 → FNR増加
→ 東アジアスケールでNO_x-sensitiveに移行していることを示唆
 - ・NO₂鉛直積算濃度はNO_x排出量によく対応したが、2015-2019年のHCHO増加は人為起源NMVOC排出量の減少傾向からは説明ができない
→ 人為起源排出量の減少のため、植物起源排出量の重要性が増している



研究の進捗状況

- 全サブテーマとともに計画通り進展している
 - サブテーマ1
全発生源の長期排出量データを構築し提供
 - サブテーマ2
気象場と越境輸送の経年変化の評価完了
 - サブテーマ3
長期間のデータセットを構築し感度レジームを検証
 - サブテーマ4
衛星観測データの経年変化の解析を実施

研究の目標達成の見通し

- 全サブテーマとも目標を達成する見通し
 - サブテーマ1
COVID-19の影響評価、サブテーマ2～4の知見の反映
 - サブテーマ2
排出量の経年変化を考慮した計算実行、評価手法確立
 - サブテーマ3
10年間のデータセット確立と排出削減の有効性評価
 - サブテーマ4
衛星計測、地上分光計測とモデルの統合解析

環境政策等への貢献

- 排出抑制の取組による排出量の削減と大気質の改善の進捗状況を評価できる長期排出インベントリの確立
- 大気質シミュレーションによるオゾン濃度変動要因(気象場・越境輸送)の影響の把握
- 地上分光観測によるオゾン関連物質濃度と感度レジームの経年変動の要因の把握
- 衛星観測による感度レジームの経年変化の評価と即時的な診断に基づくNO_xとVOCの影響の把握
- 同程度の空間代表性を有する地上分光観測、衛星観測、モデルの統合的な解析による要因把握

いずれも今後の有効な対策立案に有用な情報を提供

研究成果の発表状況

□ 論文(査読あり): のべ9件

Progress in Earth and Planetary Science (IF: 3.604)

Remote Sensing (IF: 4.509)

Atmospheric Chemistry and Physics (IF: 7.320)

Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (IF: 2.342)

大気環境学会誌

□ 論文(査読なし): 2件

□ 口頭発表: のべ43件

□ 「国民との科学・技術対話」の実施: 4件

インターンシップ対応、研究所一般公開、動画配信、観測データ発信

□ マスコミ等への公表・報道等: のべ4件

□ 本研究費の研究成果による受賞: 1件