

中国華北平原におけるCO濃度と火災件数の関係

茅場 聡子^{1*}、林田 佐智子¹、小野 朗子¹ (¹ 奈良女子大学)

1. 研究の背景と目的

CO は大気中の化学過程においてメタン(CH₄)や対流圏オゾン(O₃)濃度に関与することから、重要な間接的温室効果ガスと見なされており、その時空間変動を把握することは重要である。COの主な発生源として、工業活動による排出とバイオマスバーニングの二つが挙げられる。中国華北平原で6月初旬に行われる冬小麦収穫後の残渣焼却は、大気中CO濃度に大きな影響を及ぼしていることが指摘されており[Wang et al., JGR, 2002]、更に2006年の中国泰山における現地観測とモデルシミュレーションによって確認されている[Kanaya et al., ACP, 2013 及び ACP 特集号参照]。また、近年の急速な経済成長に伴い、工業活動によるCOの放出が急増している[Ohara et al., ACP, 2007]。この様に火災(バイオマスバーニング)と火災以外のソースが混在するこの地域において、火災発生地域とCO濃度の関係を調べることは、ソースの違いを把握することに繋がると考えられる。

本研究では、衛星観測データを用いてアジア域、中でも中国華北平原に焦点を絞り、そこでの火災発生地域とCO濃度の関係を調べる。更にCO濃度の増加とオゾン発生の関連を解明することを目的とする。

3. アジアにおけるCO濃度と火災件数の時空間分布

バックグラウンドにおけるCO濃度の季節変動

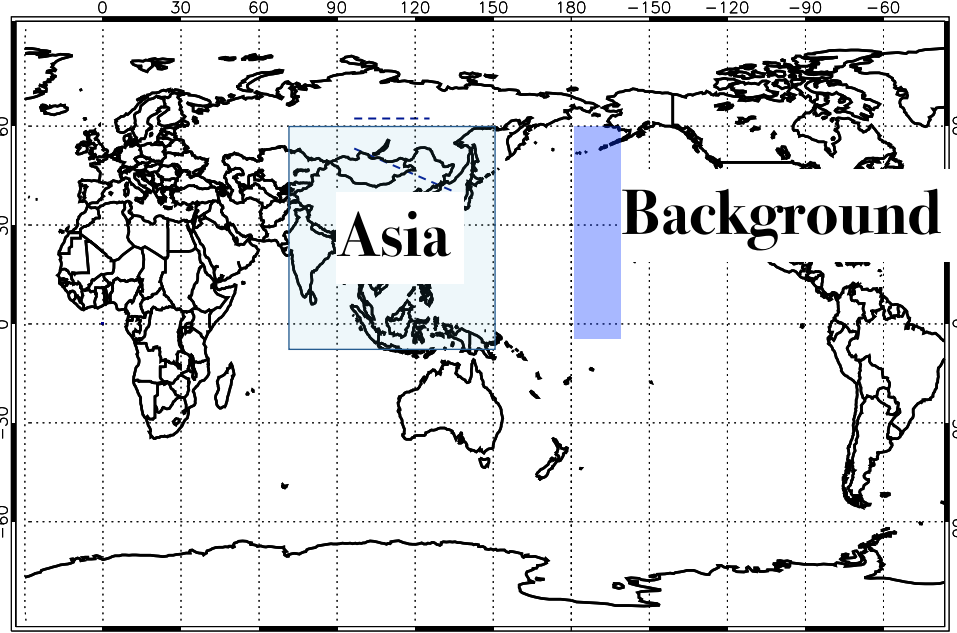


図3.1 アジア域に対し定めた海上のバックグラウンドエリア

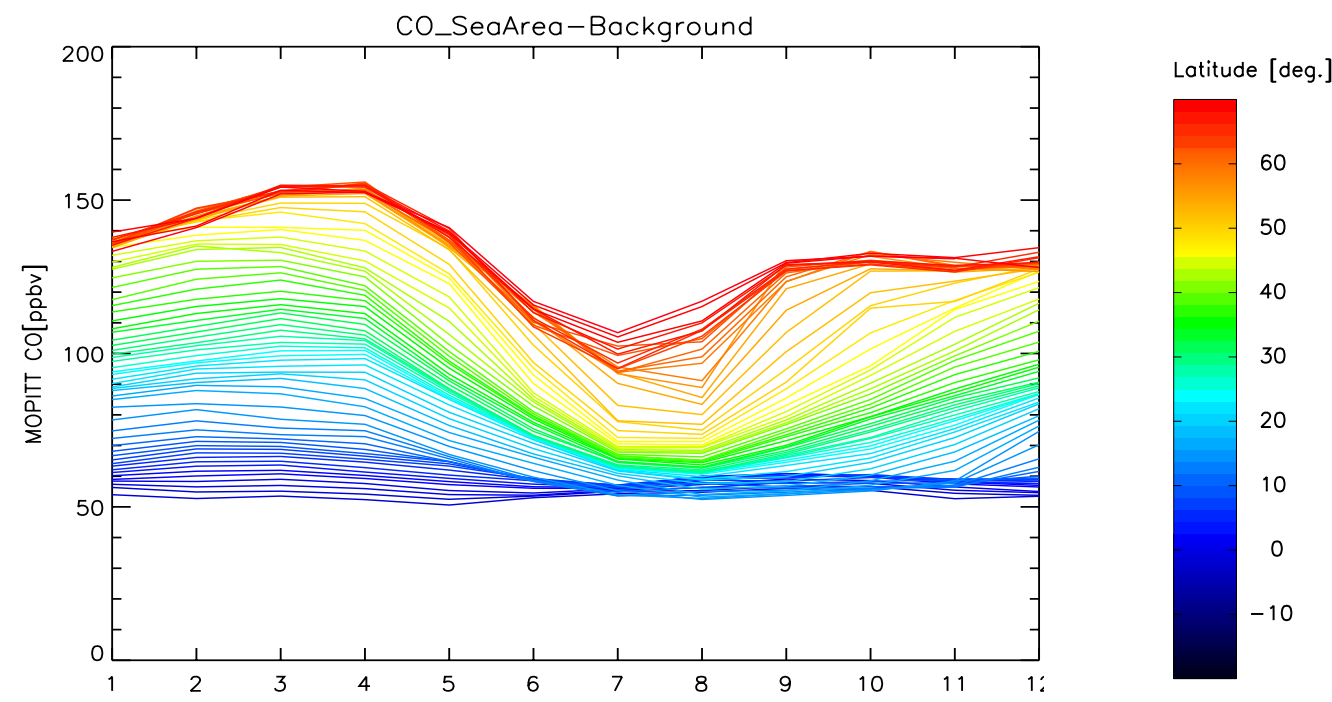


図3.2 太平洋のバックグラウンドエリアにおけるCO濃度の季節変動(2001~2012年の平均値)。縦軸はCO濃度[ppbv]、横軸は月。緯度帯-10~60°Nを1°毎に色別の線で示す。

- ・図3.1に示す海上のバックグラウンドエリアにおけるCO濃度の季節変動の特徴(図3.2)
- ① 夏季に最小、冬~春季に最大となる
 - ② 緯度帯により最大値、変動幅が異なり、最大値・変動幅共に緯度0°付近で最小となる

◆バックグラウンドにおけるCO濃度は緯度帯により異なる。

⇒ 発生源による増加分のCO濃度を明瞭化するという目的のもと、リトリバル値(CO_{retrieval})からバックグラウンドの季節変動(CO_{background})を差し引いた濃度を導出し、それをexcessCOと定めた。

excessCOの算出

$$excessCO = CO_{retrieval} - CO_{background} \text{ [ppbv]}$$

CO_{retrieval} : CO濃度(リトリバル値)
CO_{background} : バックグラウンドのCO濃度
excessCO : 発生源による増加分CO濃度

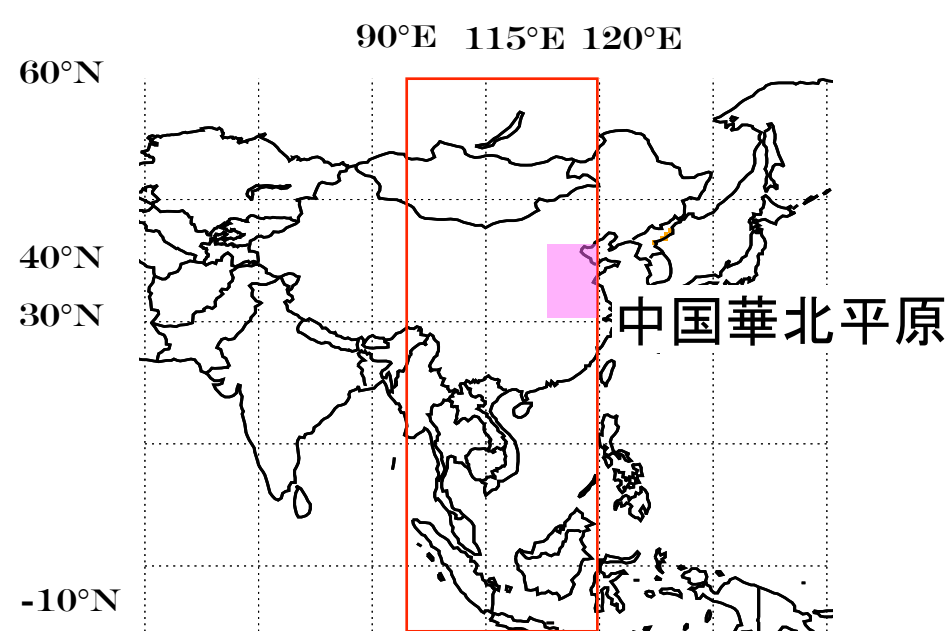
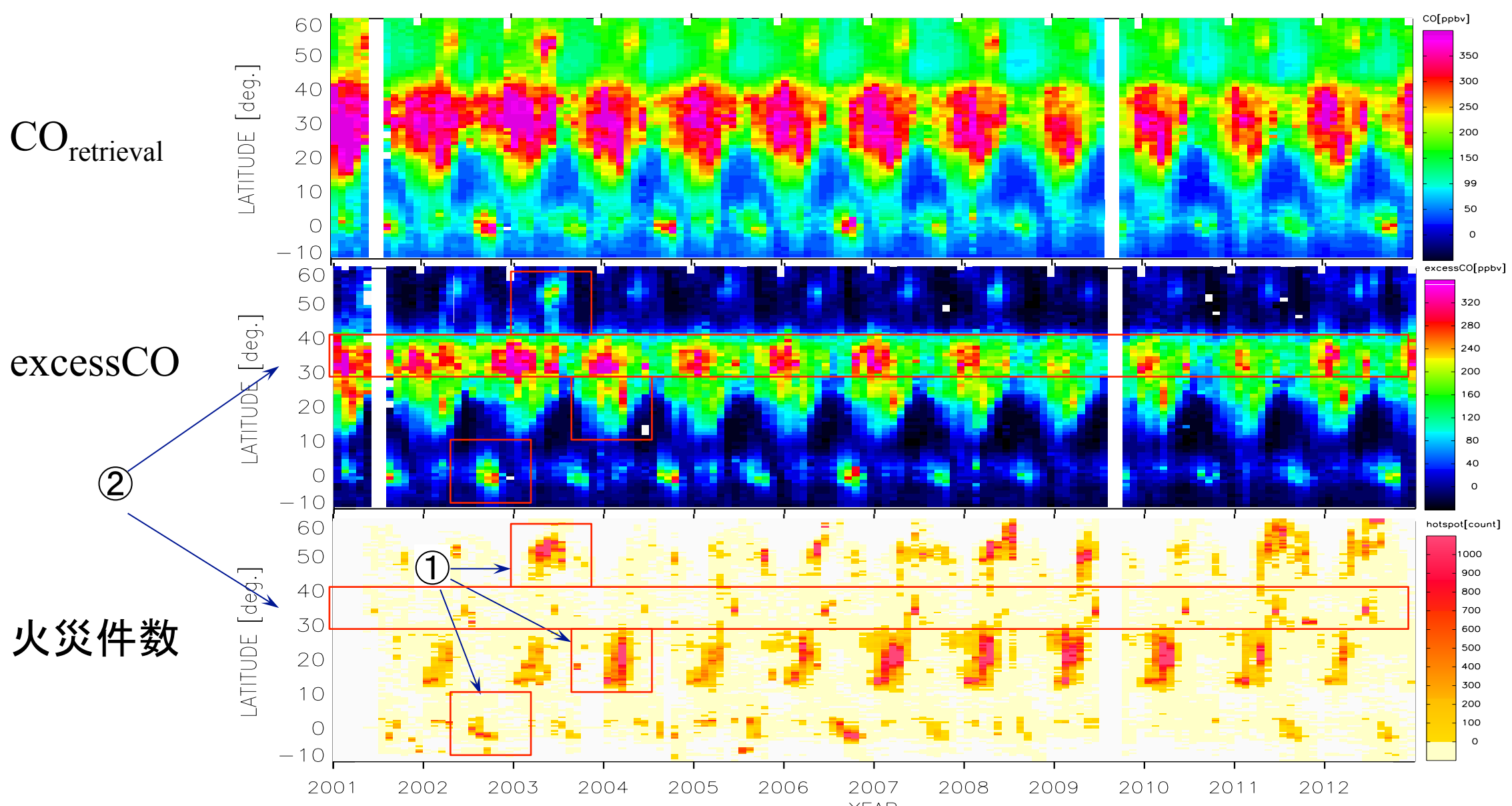


図3.6 赤枠: アジアの解析域(-10°~60°N, 90°~120°E)
桃色: 中国華北平原(30°~40°N, 115°~120°E)

図3.7 アジアの解析域におけるCO_{retrieval}, excessCO, 火災件数の緯度時間断面図
縦軸: 緯度[deg.] 横軸: 年 CO_{retrieval}, excessCOは経度方向の平均値、火災件数は積算値



・解析域(図3.6赤枠)におけるCO, excessCO, 火災件数の時空間分布の関係と緯度帯毎の相対的な特徴

- ① 30°~40° N帯以外において火災に伴うCO濃度の上昇が見られるが、それ以上に
- ② 30°~40° N帯において、冬季に火災を伴わないCO濃度上昇が顕著である。
↑ 中国の特徴が反映されており、中国は解析域においても最大のソース領域であることが確認できる。

5. まとめと今後の展望

- ・衛星観測データを解析し、火災発生地域と高CO濃度分布の関係を調べた。
- ・バックグラウンドにおけるCOの季節変動は緯度帯により異なるという特徴を持つことから、衛星観測によるリトリバル値のCO濃度データに対し季節変動を差し引く前処理を行いexcessCOを導出した。発生源による増加分を表すexcessCO値を見ると、中国における高CO濃度分布の他の地域に対するコントラストが明瞭化され、中国はアジア域において最大のCOソースの一つであることが確認された。
- ・中国東部に位置する華北平原地域での高CO濃度と火災件数の対応は時期(季節)により異なる。6月は火災件数の増加とCO濃度の上昇が対応している。一方で、秋~冬にかけては対応しておらず、火災がほぼ検知されていないにも関わらずCO濃度値は上昇し、その値は非常に大きい。これは、この地域における年間を通してのCO濃度の上昇は、火災(6月における冬小麦残渣焼却)と火災以外(工業活動と予想される)という異なる二種のソースから成るためと考えられる。
- ・今後は最新データを用いて、年々変動の動向について解析を行う必要がある。
また、エミッションインベントリデータと照らし合わせ、バイオマスバーニングや工業活動など異なる発生源別にそれらがもたらすCO濃度増加を把握し、解析エリアを細分化し、より詳細な解析を行っていきたいと考えている。

2. 解析したデータ

CO濃度データ

・Terra衛星搭載のMOPITT (Measurement Of Pollution In The Troposphere) センサにより観測されたデータ。本研究では1°×1°にグリッド化されたLevel 3, Version5のCO混合比データ(Retrieved CO Surface Mixing Ratio Day)を使用する。

火災発生件数データ

Terra, Aqua 衛星搭載のMODIS(MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) センサによる熱異常値データ(Thermal Anomalies & Fire)。Asiaデータは東京大学生産技術研究所の竹内渉准教授がMODISの熱異常値データに火災検知アルゴリズム[Giglio et al., RSE, 2003]を適用して作成されたアジア域森林火災プロダクト[竹内ら, 2006]を用いる。0.5°×0.5°内に検知された火災発生件数の総計データを使用する。

解析期間は2001年~2012年である。

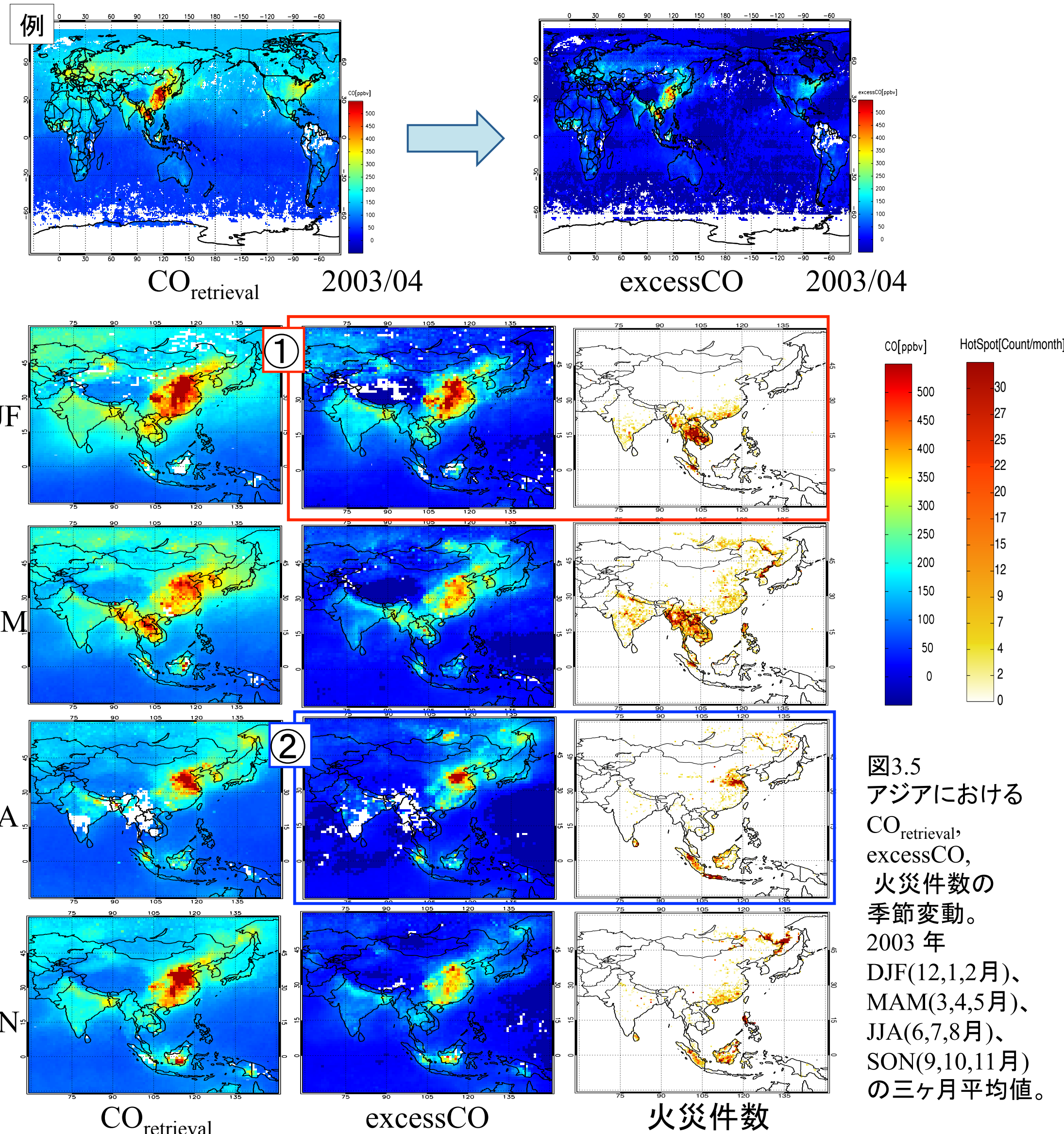
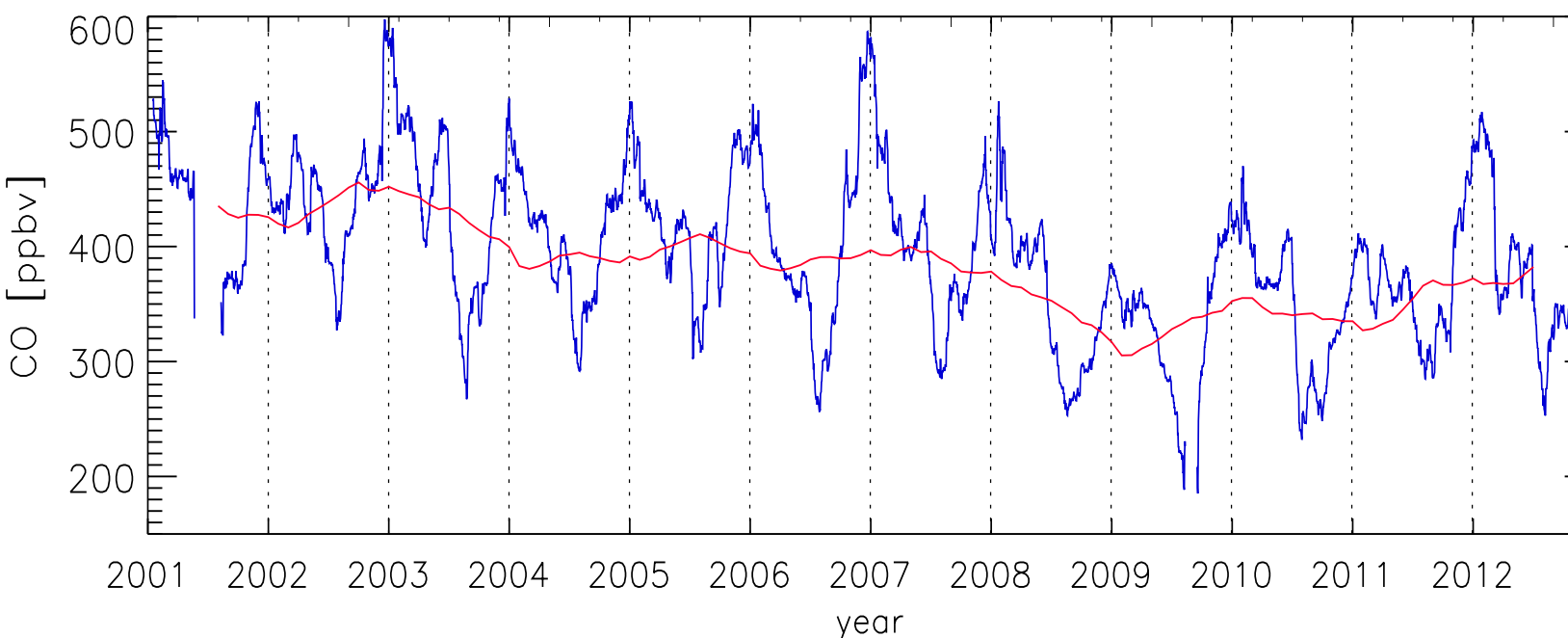


図3.5 アジアにおけるCO_{retrieval}, excessCO, 火災件数の季節変動。2003年 DJF(12,1,2月)、MAM(3,4,5月)、JJA(6,7,8月)、SON(9,10,11月)の三ヶ月平均値。

- ① 冬季: 火災はインドシナ半島で多数検知されているにも関わらず、excessCO濃度は中国の方が高い値を取る。
 - ② 夏季: 中国において高CO濃度と火災件数の分布が良く一致している。
- ◆火災件数とCO濃度の対応は時期、地域により異なる。

4. 中国華北平原についての解析結果

4.1 CO濃度のトレンド



MOPITTの観測期間である2001年以降は2009年頃までわずかながら減少傾向⇒その後2010年からの3年間で増加に転じる可能性

図4.1 華北平原におけるCO_{retrieval}濃度の時系列と長期変動
縦軸: CO濃度[ppbv] 横軸: 年
青線: CO_{retrieval}濃度の時系列、赤線: CO_{retrieval}濃度の長期変動(13ヶ月移動平均)

4.2 CO濃度と火災件数の関係

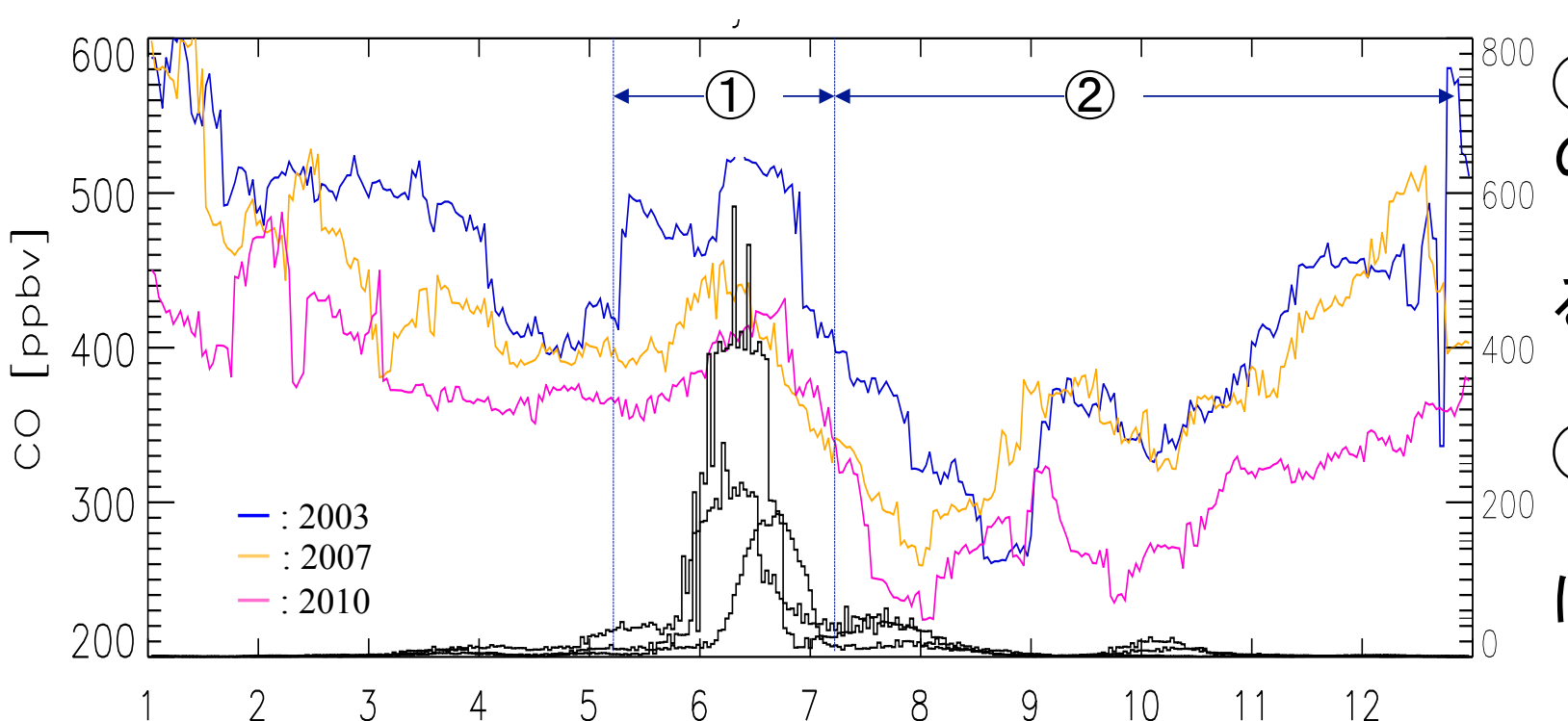


図4.2 華北平原におけるCO_{retrieval}, 火災件数の季節変動
左縦軸: CO_{retrieval}濃度[ppbv] 右縦軸: 火災件数[count] 横軸: 月
いづれも21日移動平均 例として2003, 2007, 2010年の3年分を示す

- ① 6月における火災件数の増加に伴うCO濃度の上昇
⇒ 毎年6月に行われる冬小麦の残渣焼却による影響であると考えられる。

- ② 冬季における火災を伴わないCO濃度の上昇
⇒ 工業活動(冬季は暖房のための石炭消費)による影響と考えられる。

異なる要因の①と②を比較すると、より大きな濃度上昇をもたらすのは②である

参考文献

- ・Ohara et al., 2007, Atmos. Chem. Phys., 7(16), 4419-4444, doi: 10.5194/acp-7-4419-2007.
- ・Kanaya et al., 2013, Atmos. Chem. Phys., 13(16), 8265-8283, doi: 10.5194/acp-13- 8265-2013.
- ・Yamaji et al., 2010, Atmos. Chem. Phys., 10(15), 7353-7368, doi: 10.5194/acp-10-7353-2010.
- ・Wang et al., 2002, J. Geophys. Res D: Atmospheres, 107(12), ACH 9-1 - ACH 9-10.
- ・竹内渉, 安岡善文, 2006, Aqua/Terra MODIS データを使用したアジア森林火災の準時間観測, 写真観測とリモートセンシング, 45(5), 59-63.

謝辞

本研究は、文部科学省の Green Network of Excellence, Environmental Information (GRENE-ei) 事業の支援を受けて実施しています。