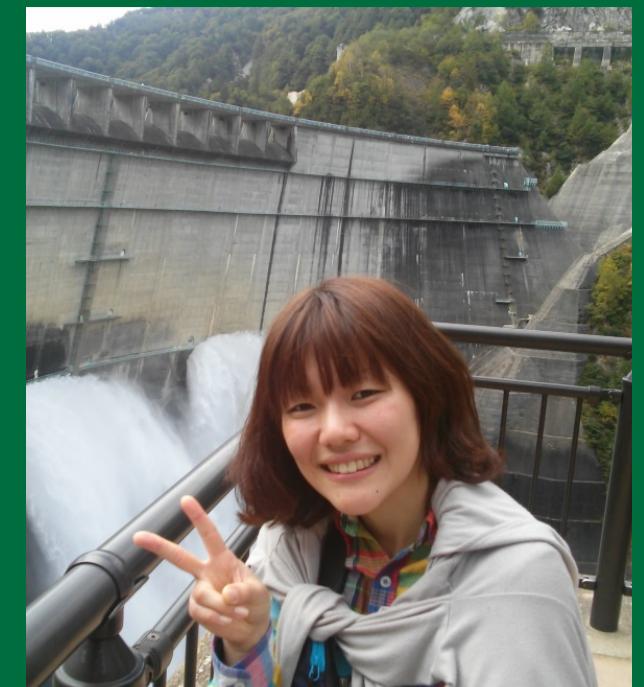




# 衛星観測を用いたグローバルな大都市における大気環境の分析と評価

藤川 亜矢(東京大学)



近年、世界の大都市で大気汚染が大きな社会問題となっており、他国への越境被害も生じるため、各国が協調して大気汚染問題に取り組む必要がある。本研究では、グローバルな大気環境を把握するための新しい可視化手法を提案するとともに、大気汚染物質と地上活動の関係を分析し、都市の大気環境を評価することを目的とした。エアロゾルの光学的厚さ(AOD)と、オングストローム係数(ANG)に着目し、2001年~2010年の世界60都市のAODとANGの関係を調べた。その結果、都市の大気環境を、大気環境悪化成分(R)、大気環境改善成分(G)、自然影響成分(B)の3成分に分解し、各成分それぞれにR、G、Bの色の成分と対応させることにより、全球における大気汚染悪化地域を効果的に可視化することに成功した。2004年~2013年の10年間で、東京ではGの増加、RとBの減少傾向が分かるなど、都市の大気環境変化を分化して定量的に明らかにした。次に2004年~2012年における都市のGDPとR成分を分析したところ、発展途上国の多くの都市は、Rの傾きとGDP増加率は分散している一方、先進国の多くの都市は、Rの減少傾向とGDP増加率がほぼ同様に分布し、ある程度都市が発展すると、大気環境は同様の割合で改善されることが明らかになった。次に衛星による観測が可能で、統計的な人為排出源データが入手可能なNO<sub>2</sub>とエアロゾルとの比較から、交通起源排出の割合が高いNO<sub>2</sub>と、自動車保有台数と排ガス規制との関係を調べたところ、東京、上海において、排ガス規制前後でNO<sub>2</sub>は減少傾向にあり、北京において、自動車保有台数は激増しているものの、NO<sub>2</sub>の傾向には変化が表れていないなど、排ガス規制の効果とその程度が確認された。

今後の課題として、本研究で扱わなかったCO<sub>2</sub>、VOCなども考慮し、大気環境、経済発展、環境規制の3つの関係性を分析、評価することが必要である。将来的に、大気環境を観測する衛星は、大幅な性能向上が見込まれている。各國が協調した大気環境の評価手法の確立が急務であり、得られた知見の環境規制への活用が一層重要になる。

## 1. Background

### ・社会的背景

近年、北京を始めとする世界の大都市で大気汚染が大きな社会問題となっている。大気汚染は、人類の産業発展とともに発生し、産業構造によって原因となる汚染物質も変化してきた。現在、経済発展中の国々においても、日本と同様あるいはそれ以上の大気汚染問題が起こりつつある。

### ・技術的背景

大気は移流、拡散を通じて時空間的に変化するため、定点測定では測定局が網羅的に配置されておらず、十分に大気環境を把握できない。

社会的、技術的背景から、各國が協調して大気汚染問題に取り組む必要があり、衛星観測を用いて全球における大気環境を把握することが急務である。

そこで、「大気環境の把握における新しい可視化手法の提案」と「地上活動との比較による都市の大気環境の評価」を本研究の目的とする。

## 3. Result

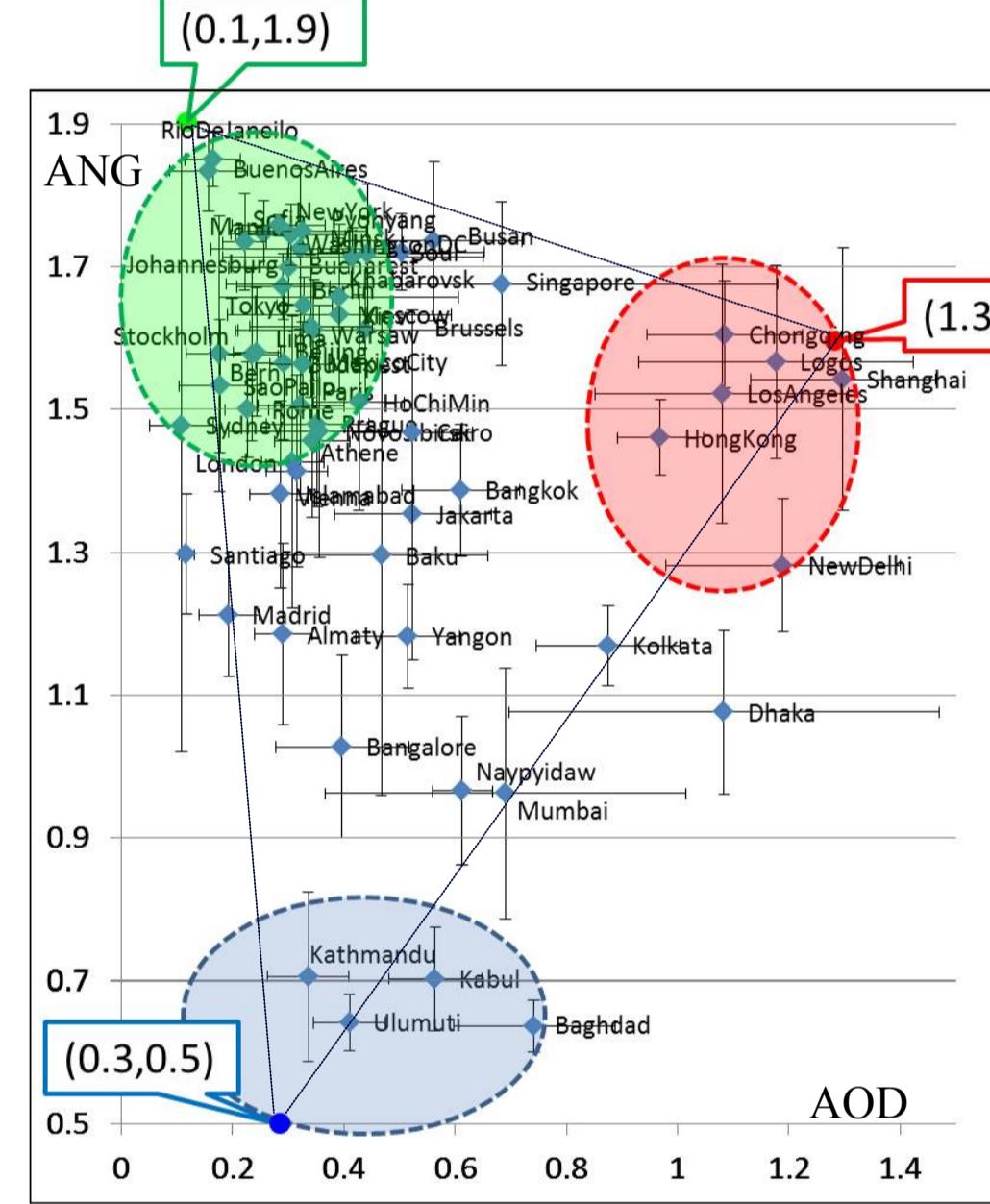


Figure 2 2001年～2010年の世界60都市の散布図

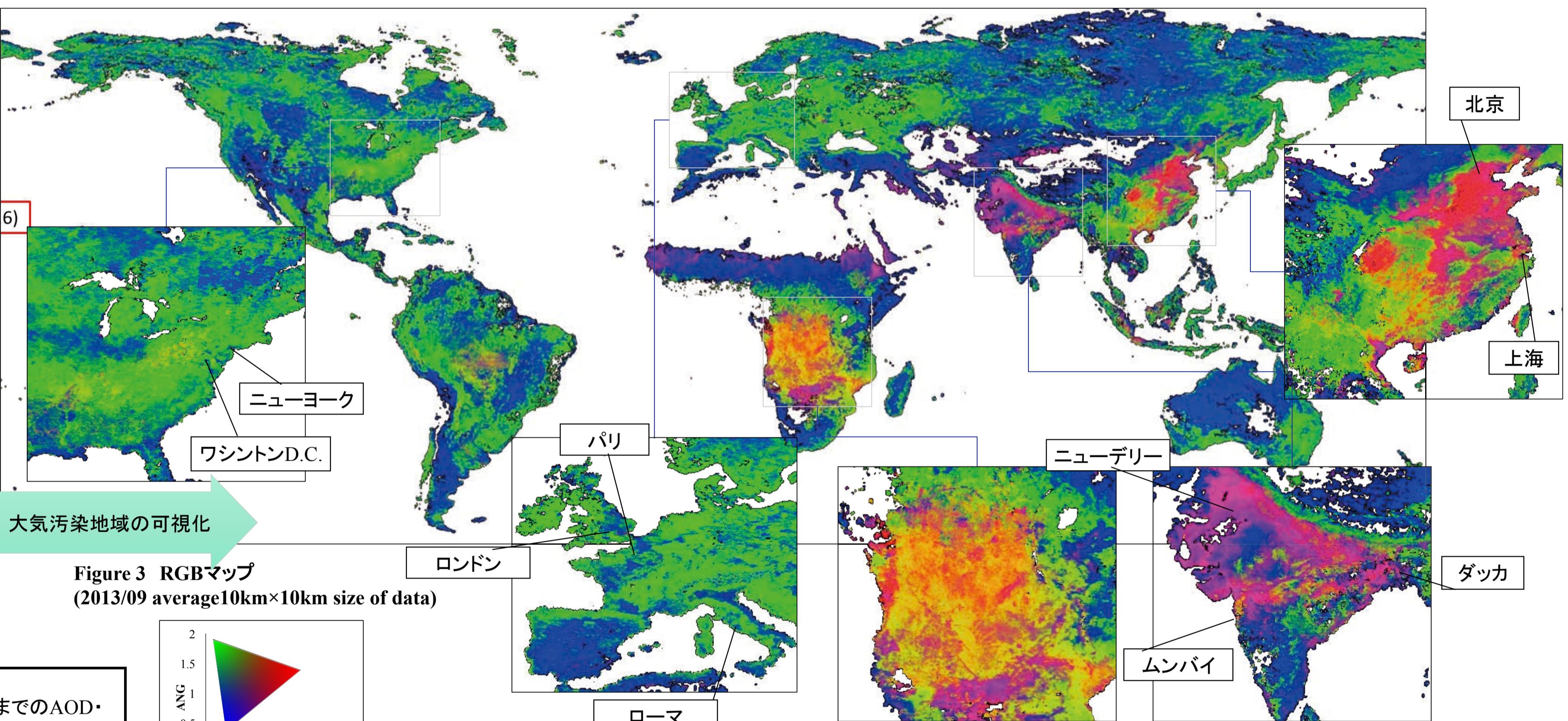


Figure 3 RGBマップ  
(2013/09平均10km×10km)

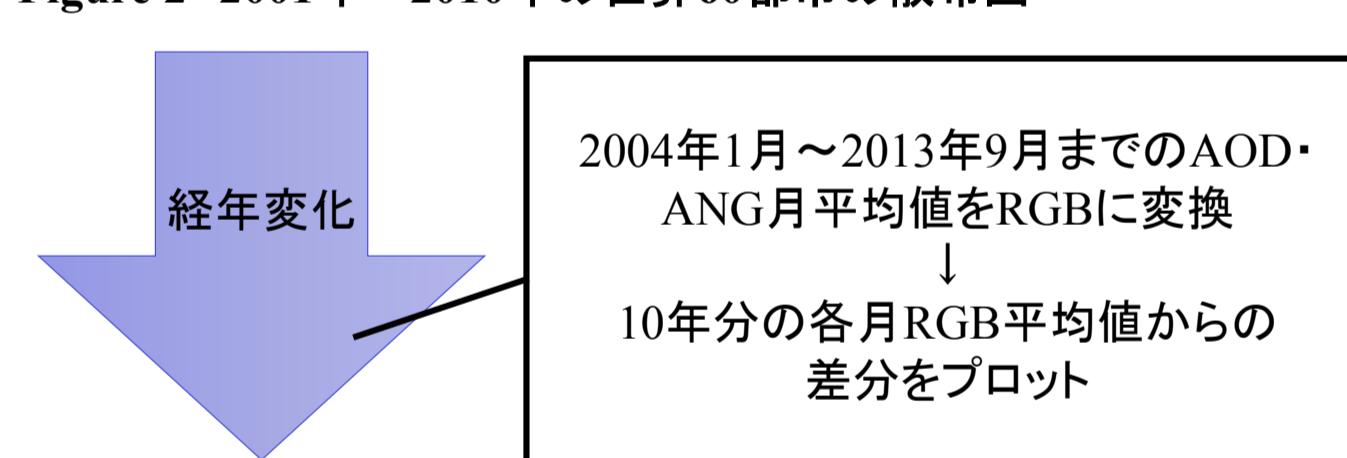


Figure 4 東京におけるRGB成分経年変化(LAT:35°45N,LON:139°39E)

ある程度都市が発展すると、  
大気環境変化と都市の発展度は一定になる

大気環境変化と都市の発展度を比較

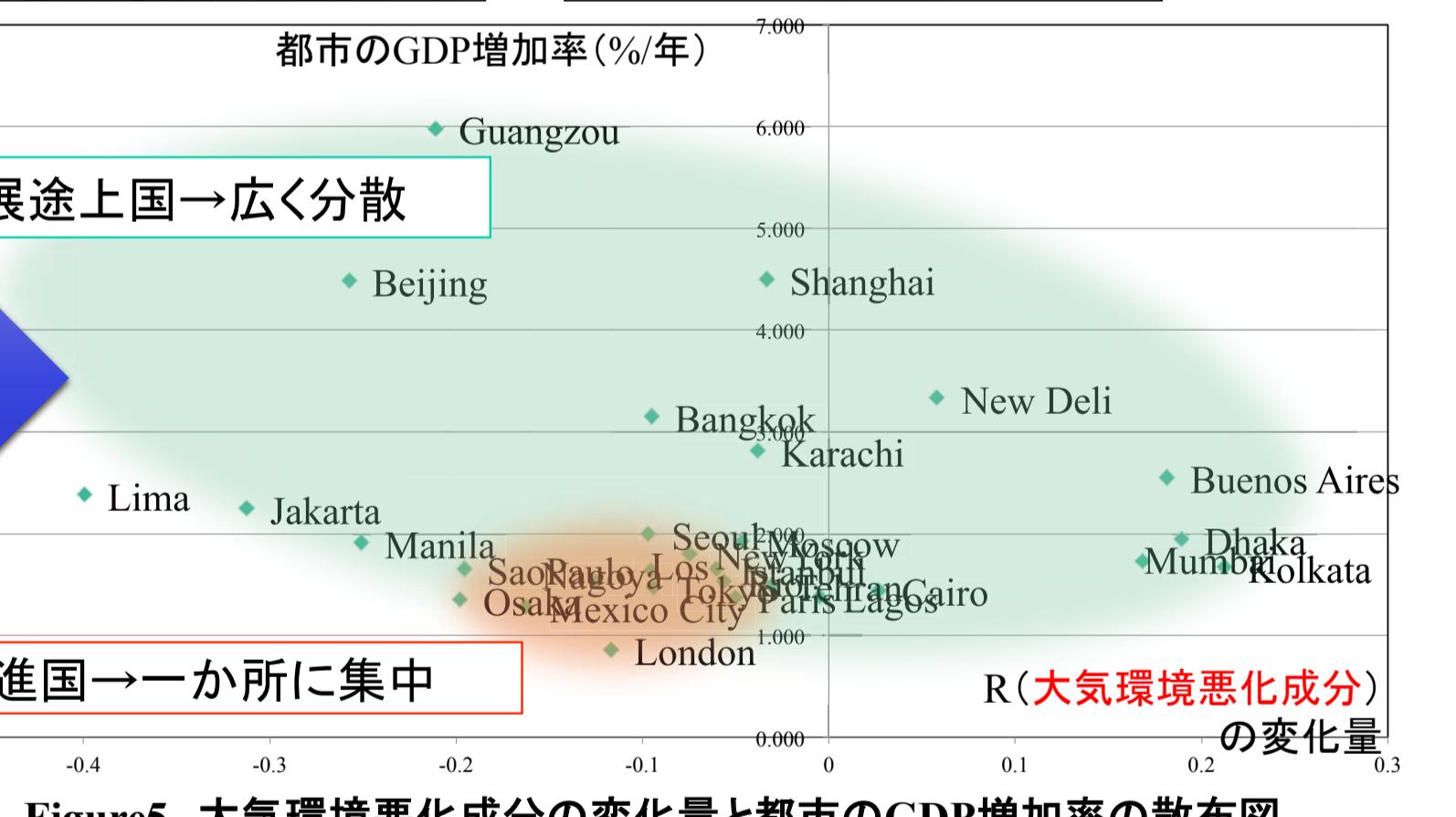


Figure 5 大気環境悪化成分の変化量と都市のGDP増加率の散布図

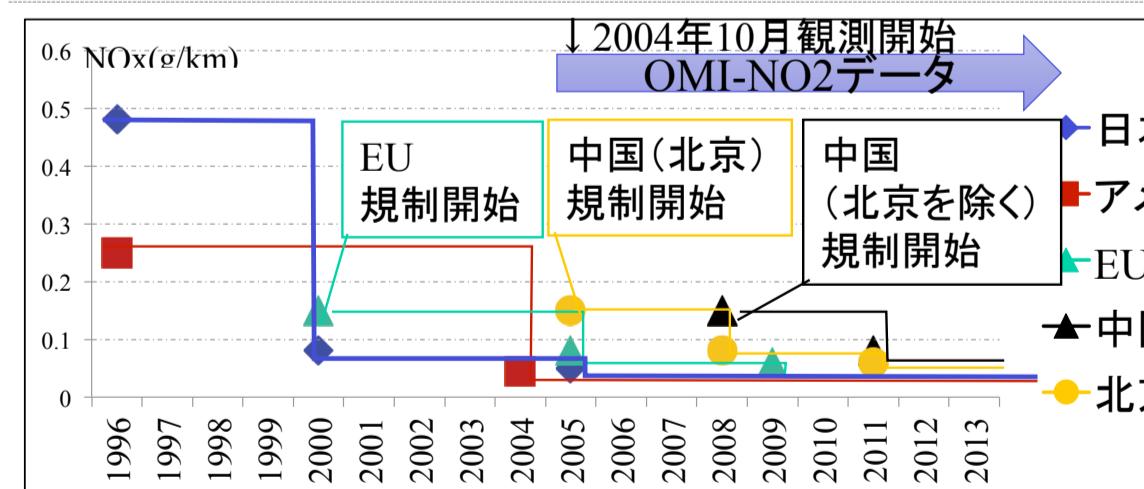


Figure 6 代表国における近年の自動車NOx規制状況

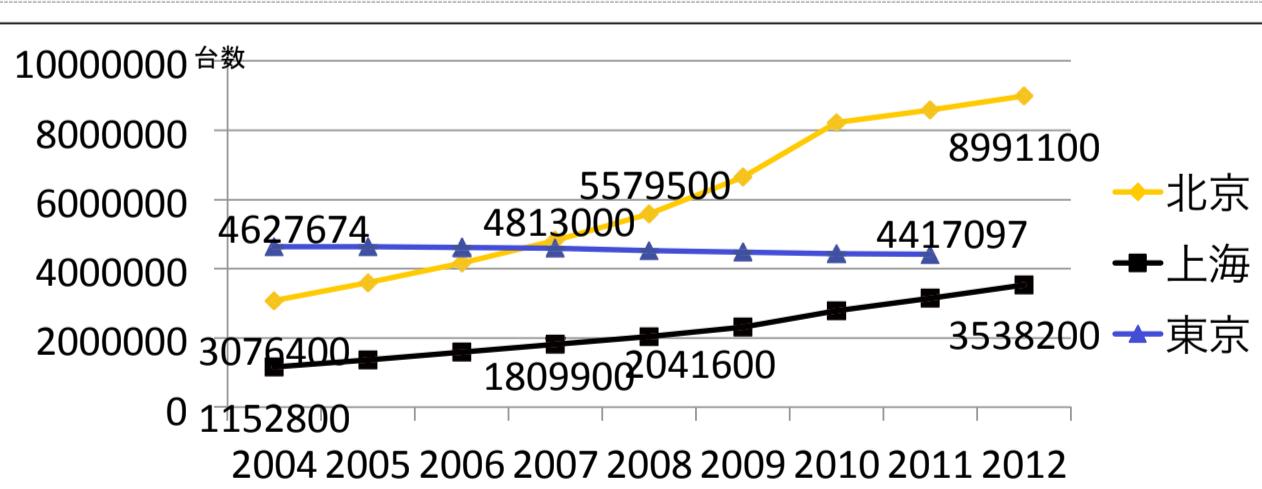


Figure 7 東京・上海・北京の近年の自動車保有台数の推移

先進国→一か所に集中

発展途上国→広く分散

R(大気環境悪化成分)の変化量

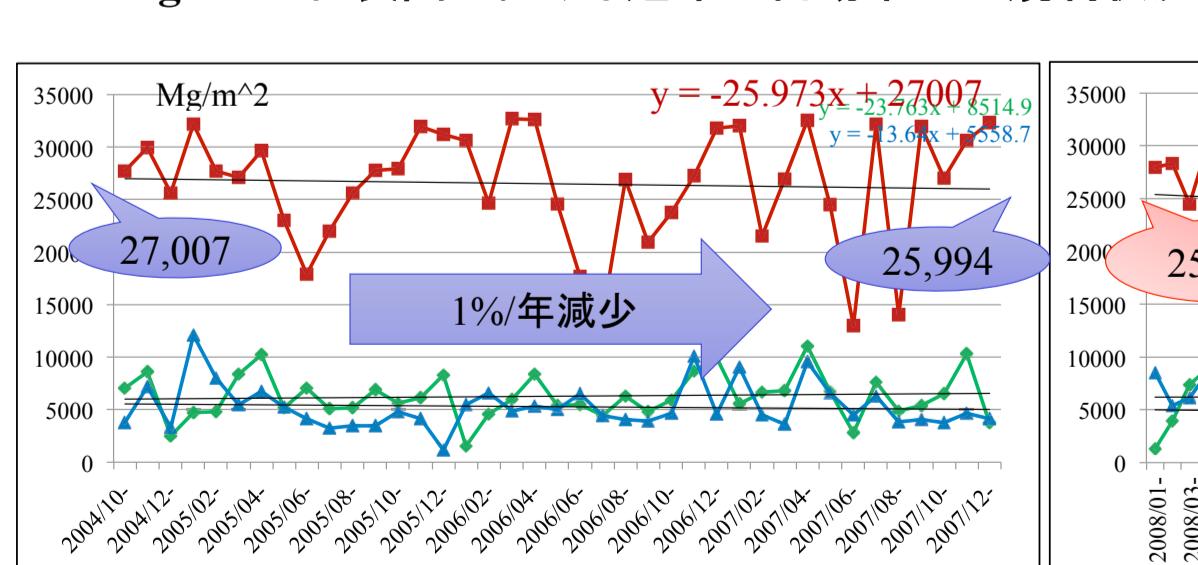


Figure 8 東京の2004年10月～2013年12月のNO2(解像度30km)

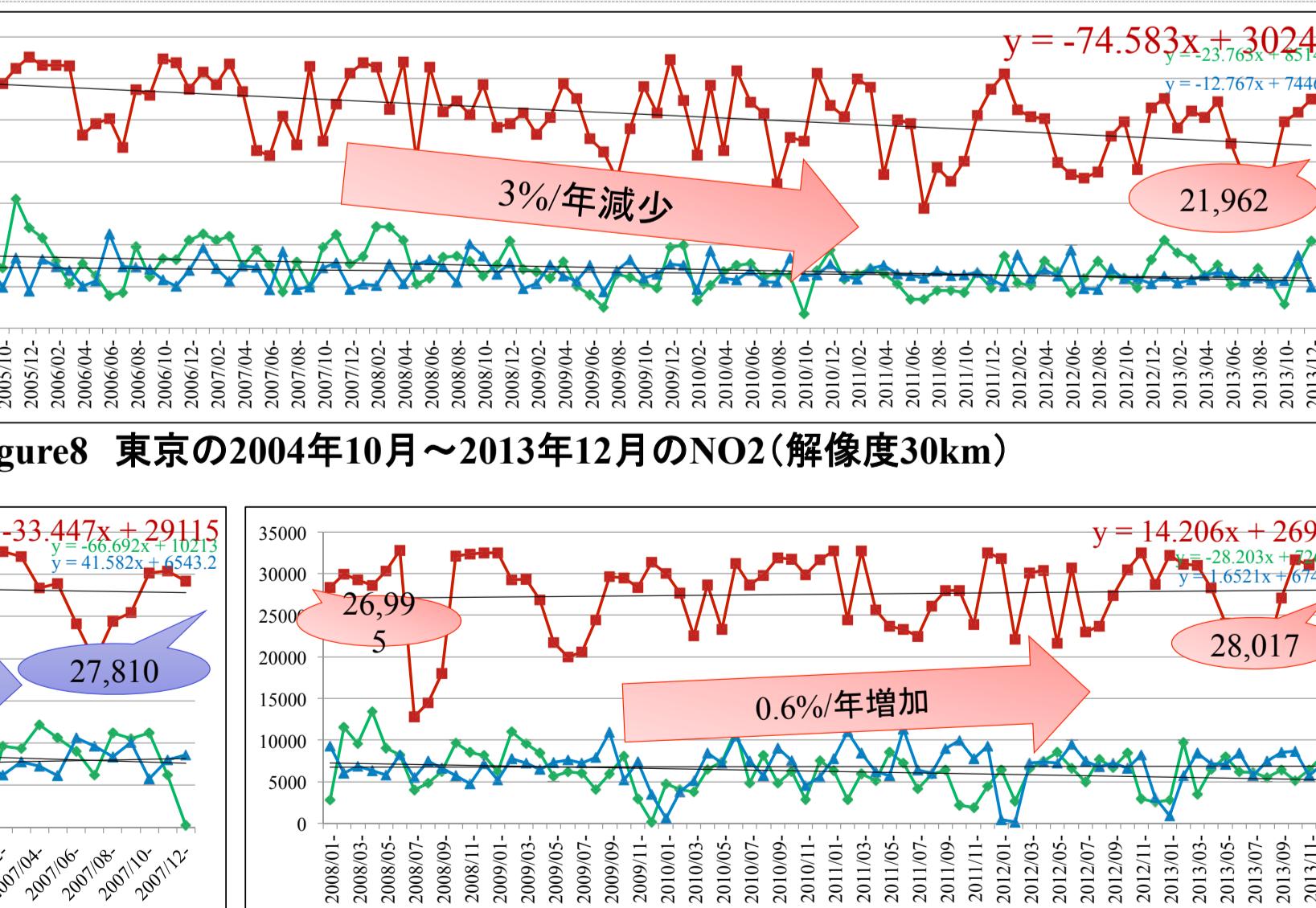


Figure 9 上海の2004年10月～2013年12月のNO2(解像度30km)

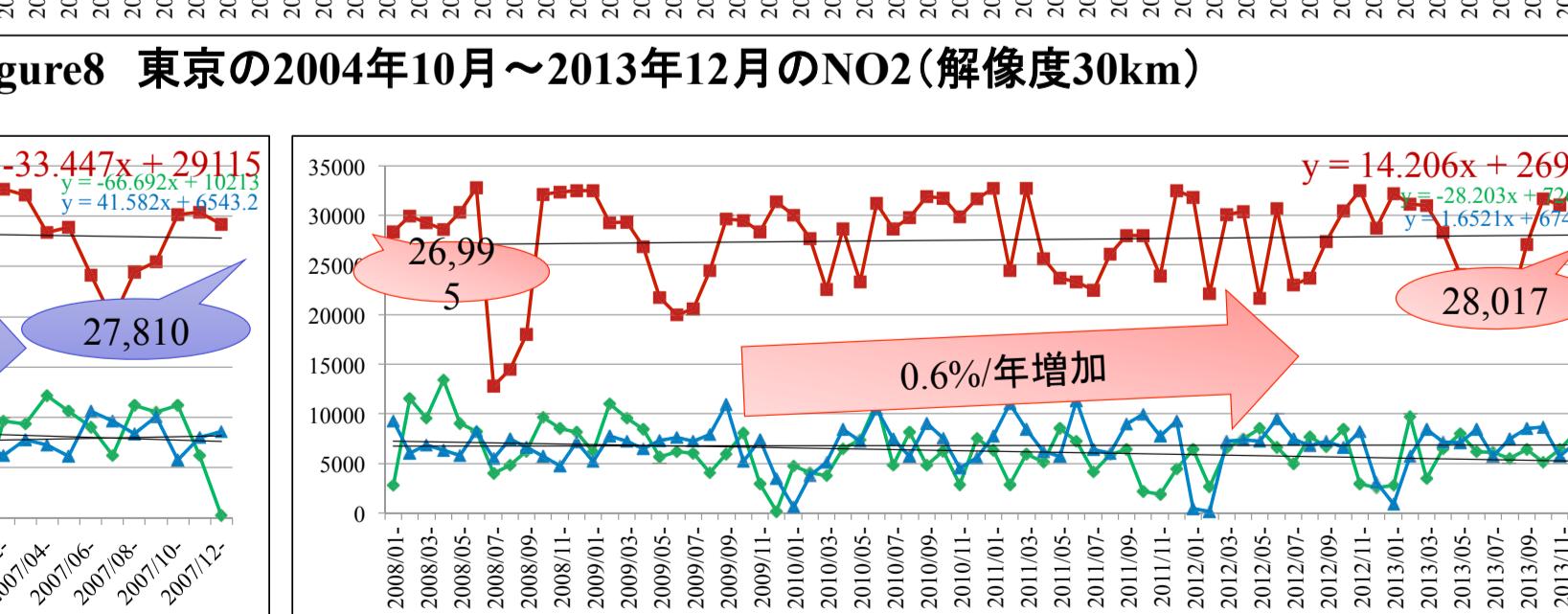


Figure 10 北京の2004年10月～2013年12月のNO2(解像度30km)

## 4. Conclusion

- ・エアロゾルの状態を色に変換することで、大気環境を効果的に可視化することに成功した
- ・都市の大気環境変化を分化して、定量的に明らかにした
- ・発展途上国の都市は経済発展と大気環境悪化成分の関係は分散している一方、先進国の都市は経済発展と大気環境悪化成分の減少割合がほぼ同様であることを示した
- ・自動車保有台数と環境規制の効果とその程度を、衛星観測で確認できた

## 5. Future works

- ・MODISにおけるAODとANGの欠損値を、AERONET(地上観測)データで補完した更なる分析
- ・CO<sub>2</sub>、VOC(揮発性有機化合物)など、本研究で扱わなかった大気汚染物質も考慮した、大気環境、経済発展、環境規制の関係性の分析、評価
- ・衛星観測データからの自動車台数の逆推定や、排出規制効果の評価手法の確立

### 謝辞

本研究は、Green Network of Excellence – Environmental Information (Grene – ei)の支援を受けて実施された

### Reference

- ・板橋秀一ほか: 2000-2010年の東アジア域におけるエアロゾル光学的厚さの経年変化、大会講演予講集99、pp259、2011
- ・北島武志ほか: 大気エアロゾルの偏光測光観測、理工学総合研究所研究報告14、pp13-24、2002
- ・堤之智ほか: 2002年春期の日本上空の地域によるエアロゾル光学的厚さとオングストローム係数の違いについて、大会講演予講集84、pp268、2003
- ・原由香里ほか: 東アジアにおける人為起源エアロゾルによる光学的厚さの近年のトレンドの解析、天気59(8), pp701-707、2012
- ・BUCELA, E. J., ET AL.: NEW STRATOSPHERIC AND TROPOSPHERIC NO<sub>2</sub> RETRIEVAL ALGORITHM FOR NADIR-VIEWING SATELLITE INSTRUMENTS: APPLICATIONS TO OMI, ATMOSPHERIC MEASUREMENT TECHNIQUES DISCUSSIONS, 2013, VOL. 6 ISSUE 1, p1361
- ・CHARLES ICHOUKU, ET AL.: A SPATIO-TEMPORAL APPROACH FOR GLOBAL VALIDATION AND ANALYSIS OF MODIS AEROSOL PRODUCTS, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOLUME 29, ISSUE 12, PPMDI1-PPMDI4, 2002
- ・N. BENASA, ET AL.: VALIDATION OF MERIS/AATSR SYNERGY ALGORITHM FOR AEROSOL RETRIEVAL AGAINST GLOBALLY DISTRIBUTED AERONET OBSERVATIONS AND COMPARISON WITH MODIS AEROSOL PRODUCT, ATMOSPHERIC RESEARCH, VOLUMES 132-133, pp102-113, 2013