

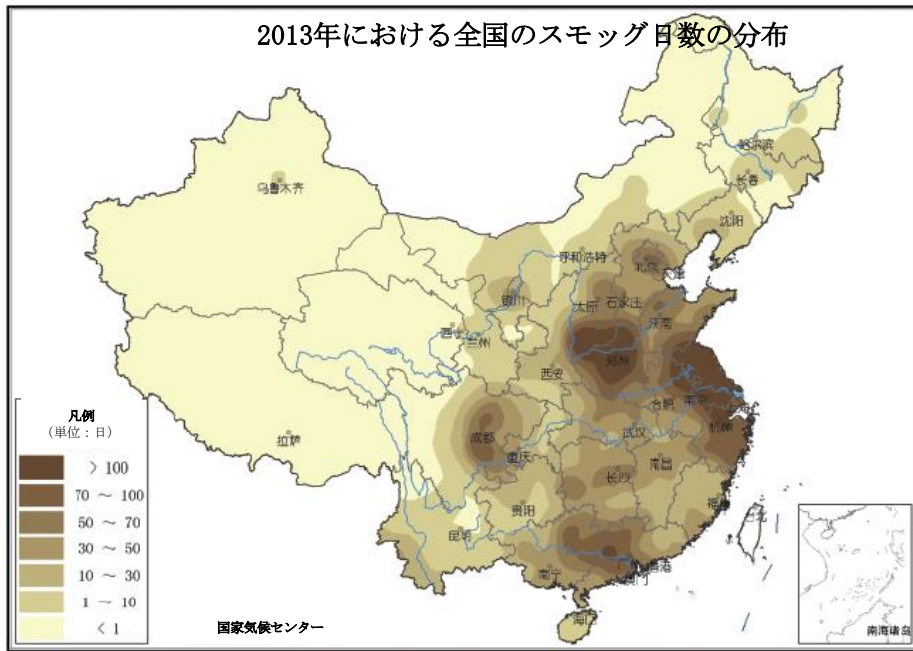
中国PM2.5汚染の現状と対策

賀克斌

清華大学環境学院



スモッグ汚染は全国260万km²に影響

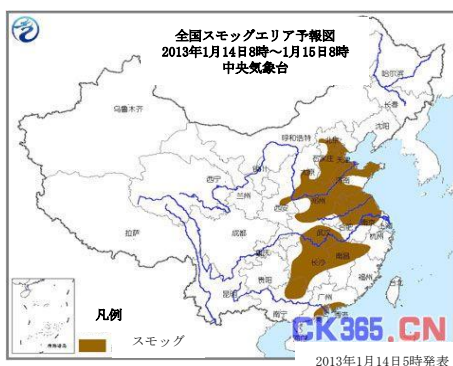


スモッグが全国の6億人近くの健康
に影響

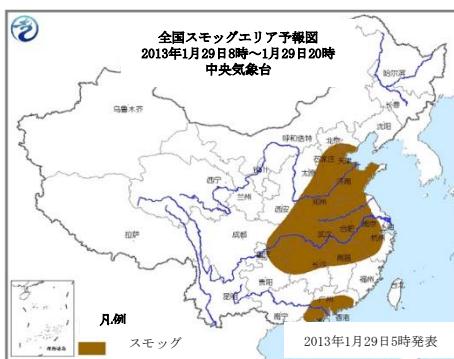


2013年における全国の主要スモッグ重度汚染プロセス

スモッグ重度汚染プロセスは毎回いずれも北京・天津・河北地域に及んでいる



Jan 14-15, 2013



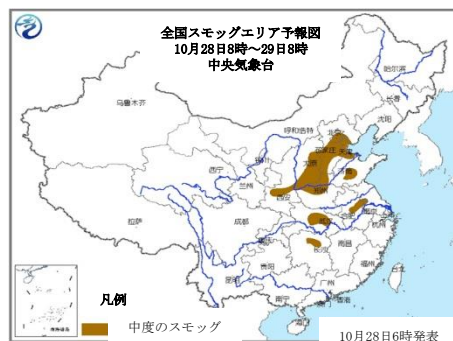
Jan 29, 2013



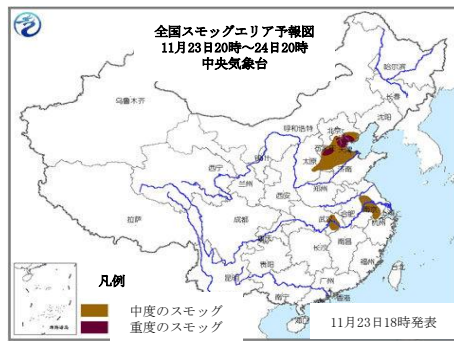
Feb 24-25, 2013



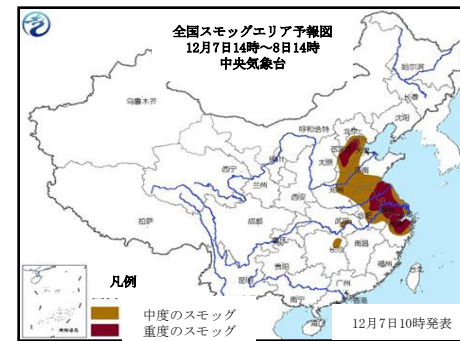
Oct 06-07, 2013



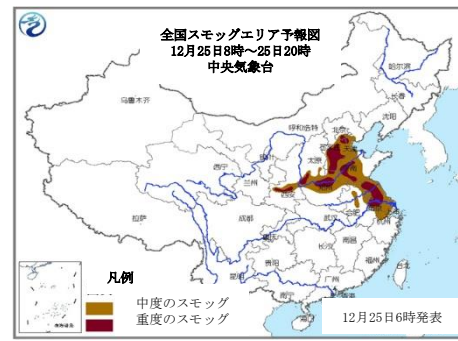
Oct 28-29, 2013



Nov 23-24, 2013



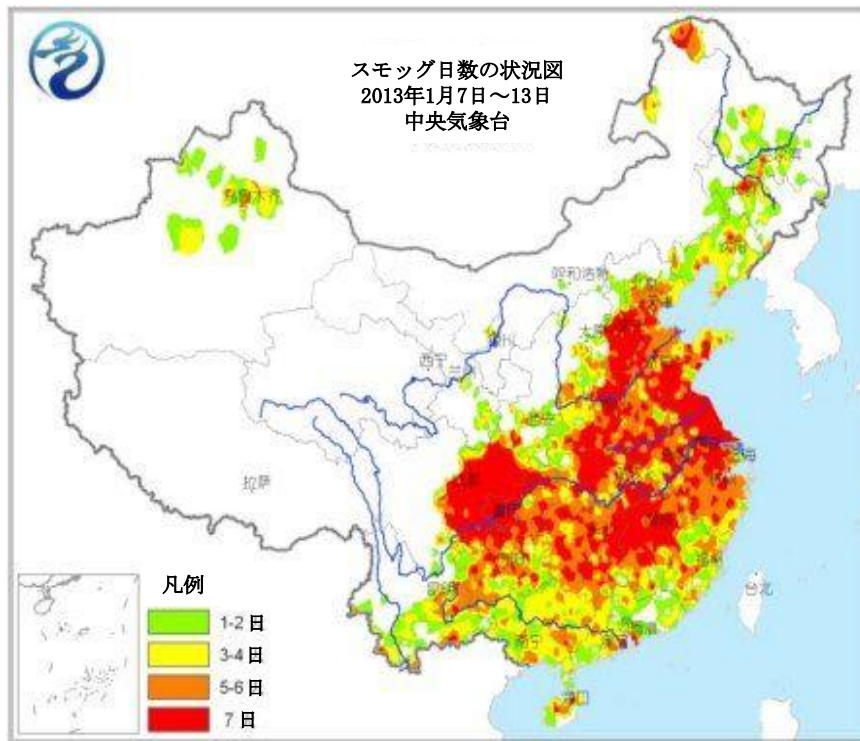
Dec 07-08, 2013



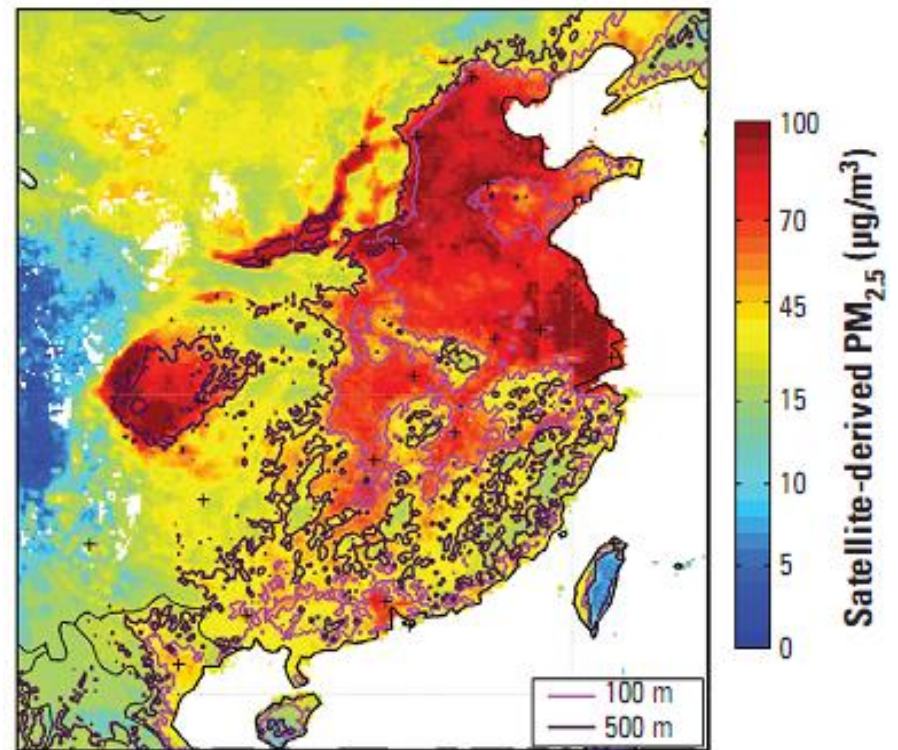
Dec 25, 2013

スモッグ汚染とPM_{2.5}は極めて高い相関性を呈している

スモッグ

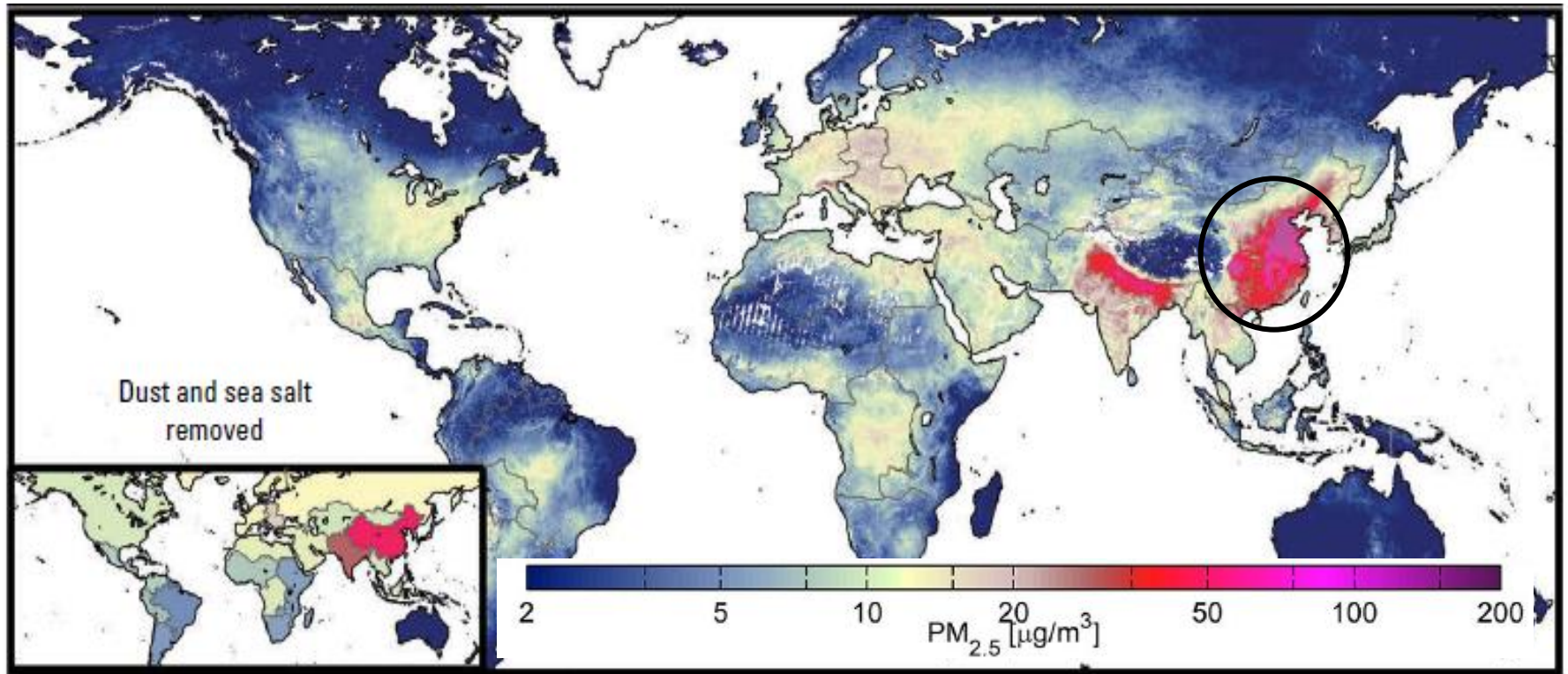


PM_{2.5}

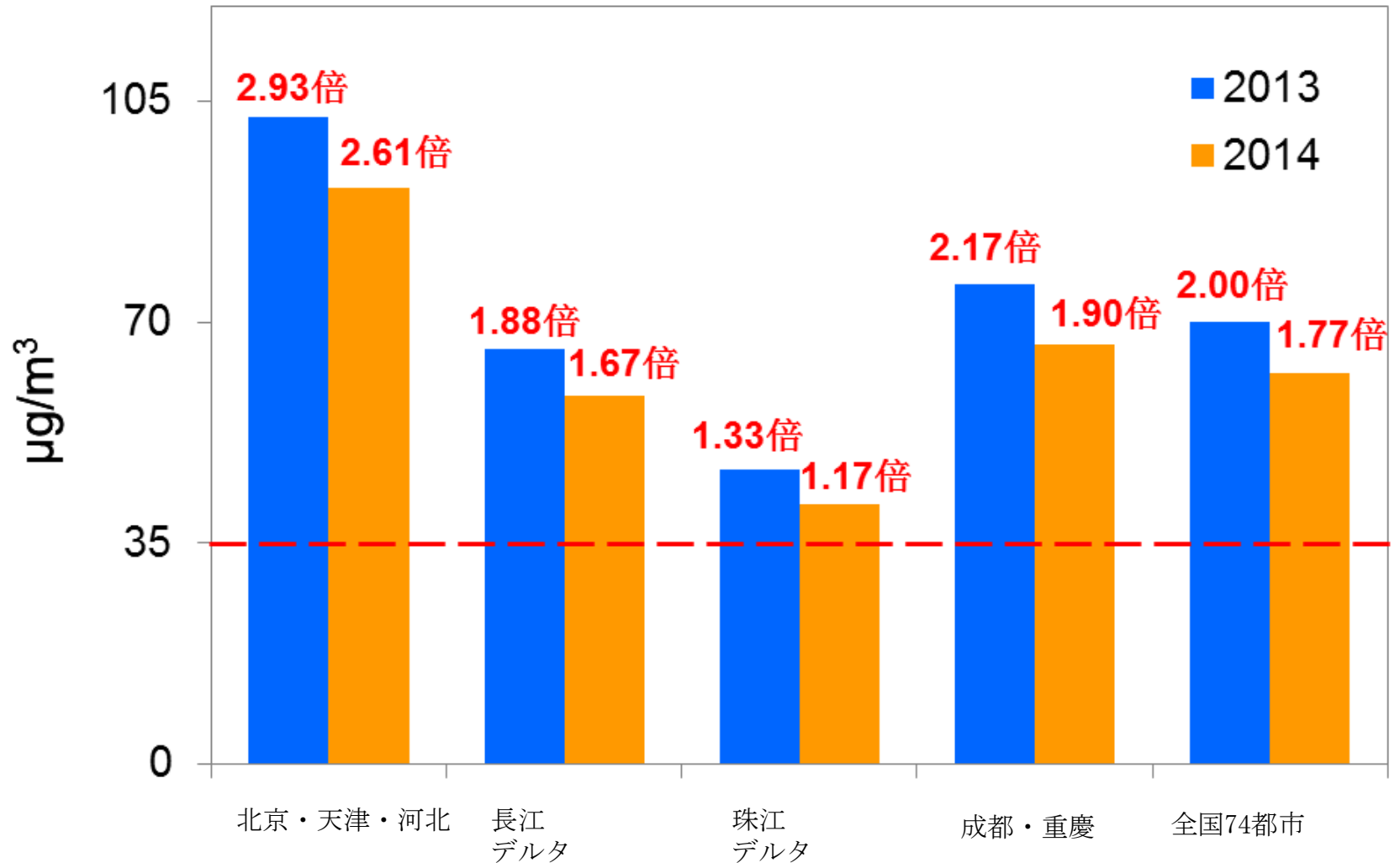


特徴1： $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が高い

中国は世界的に $\text{PM}_{2.5}$ の濃度が高いエリア

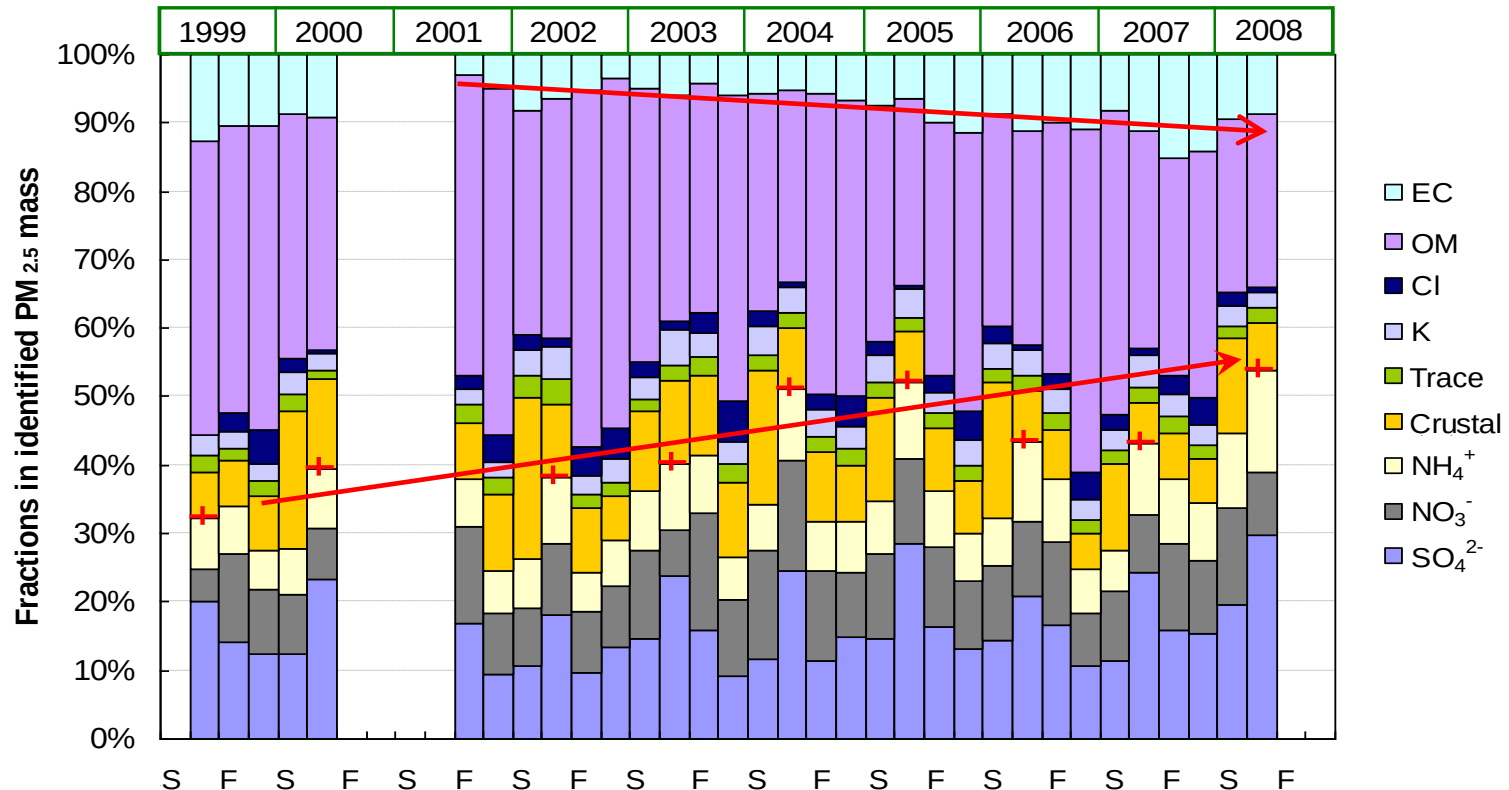


Annual PM_{2.5} concentration



特徴2：PM_{2.5}中の二次成分の比率が持続的に増加

北京のPM_{2.5}の化学組成の長期的な季節/年別変化

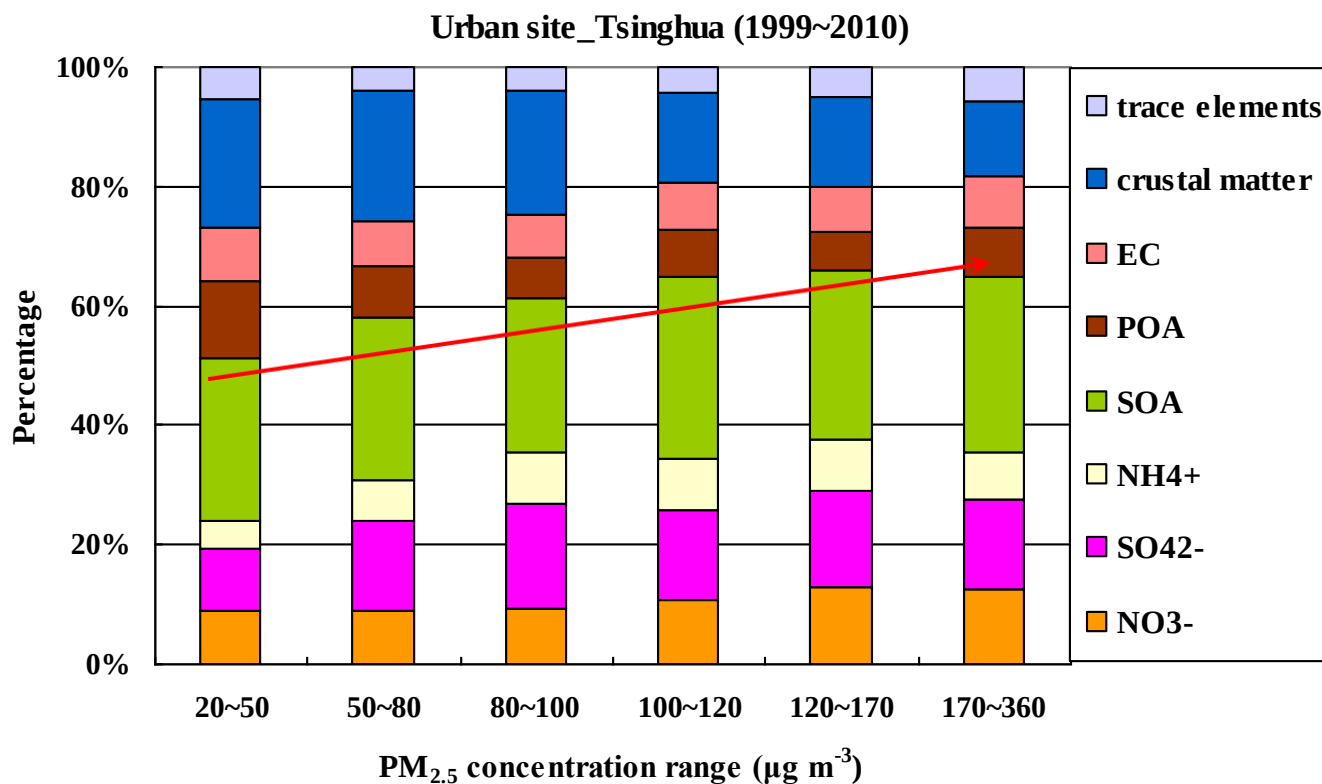


時系列分析によって以下の点が明らかになった。

➤SNAとECの北京のPM_{2.5}中における割合は10年余りにわたって増加し続けている。

➤SNAとECは消光効率が最も高い。このため、視界の低下に対する寄与度がこれに伴って増している。

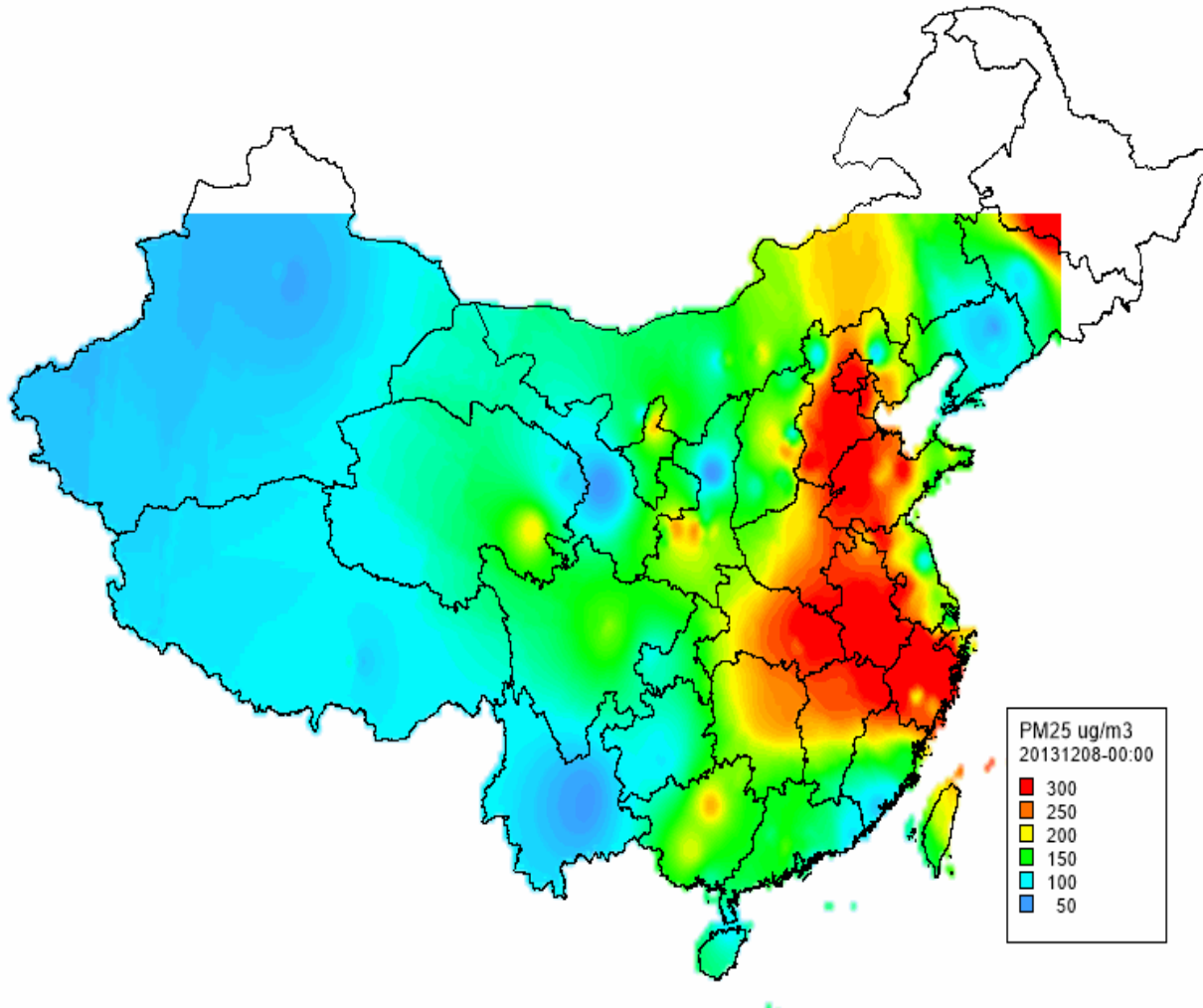
重度汚染時は二次成分の比率が高い



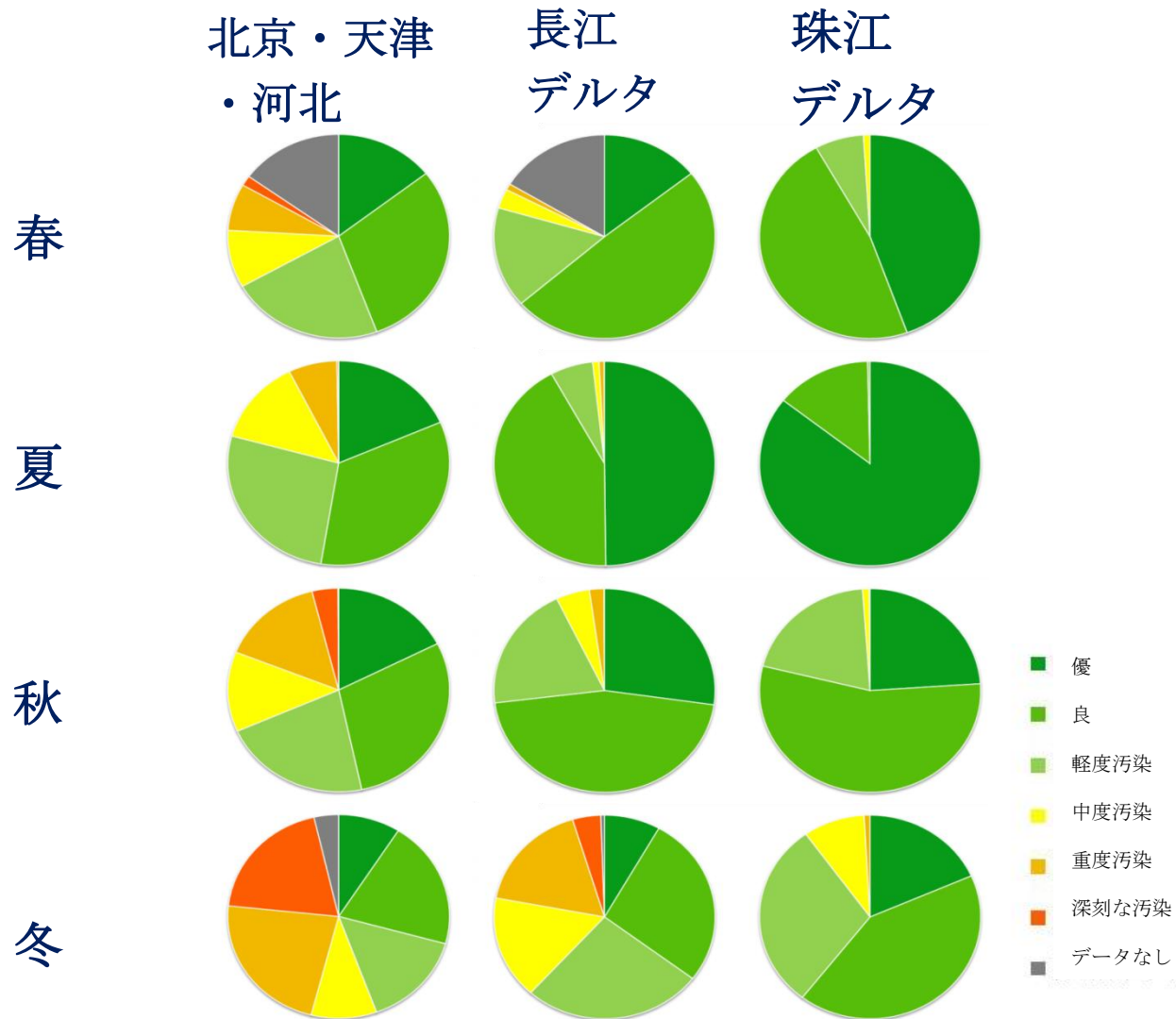
➤濃度別の分析によって以下の点が明らかになった：PM_{2.5}の高濃度な重度汚染が発生した時、二次成分（SNA/SOA）の比率は明らかに上昇している。このことは、重度汚染時の二次発生源に主に寄与しており、極端に高濃度な時の二次発生源に絶対的かつ主導的に寄与していることを意味する。

汚染の特徴3： 濃度分布は比較的高い地域性を呈している

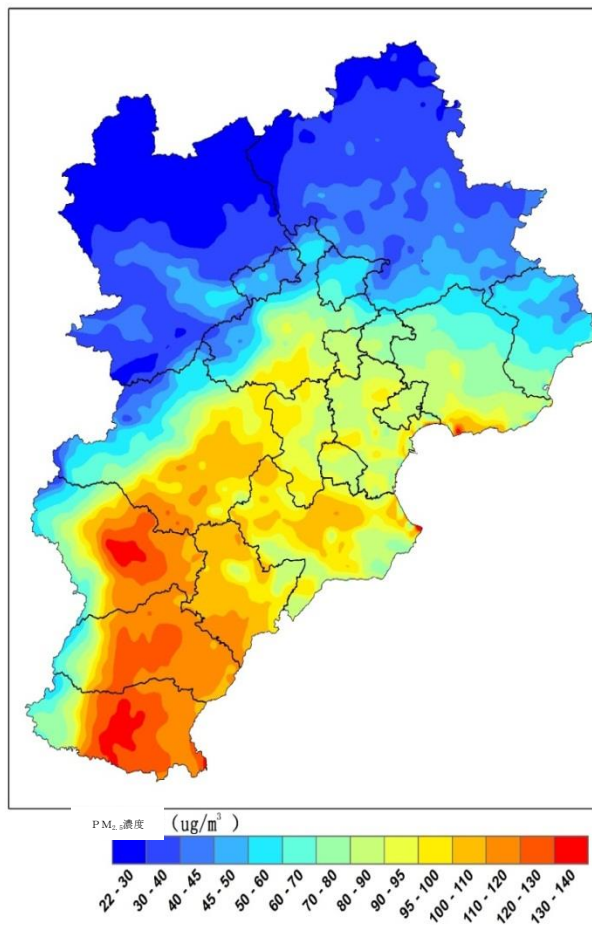
2013年12月における東部地域の深刻な汚染プロセス



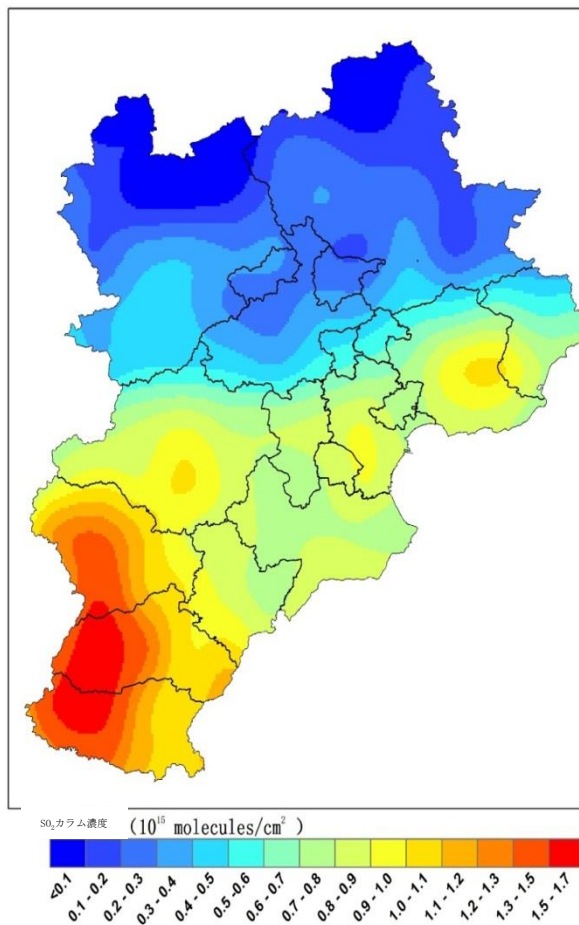
地表のモニタリング評価に基づく中国のPM_{2.5}の変化特徴： 重度汚染は主に秋・冬に発生



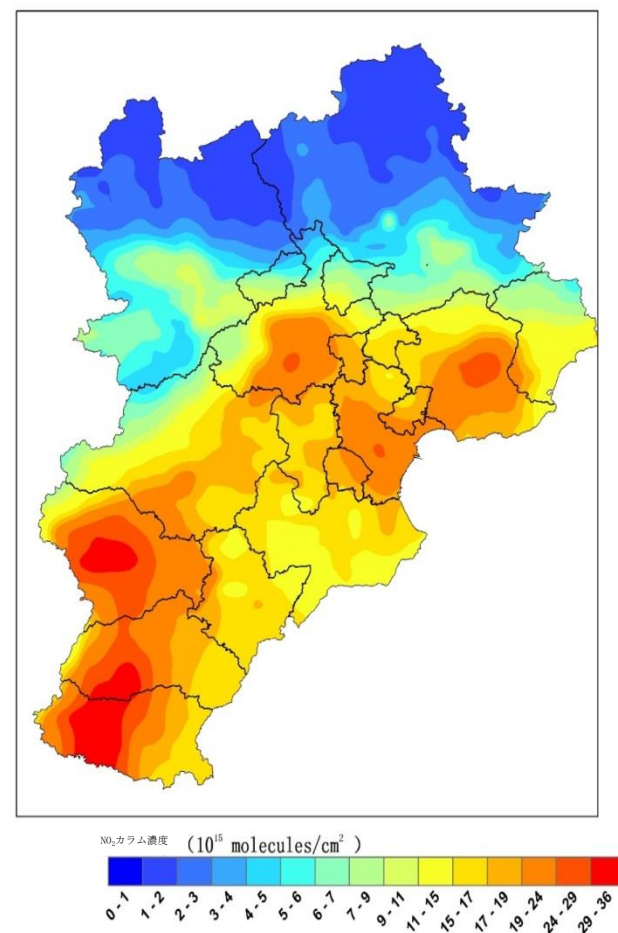
2013年の北京・天津・河北地域における
年間のPM_{2.5}濃度の平均値



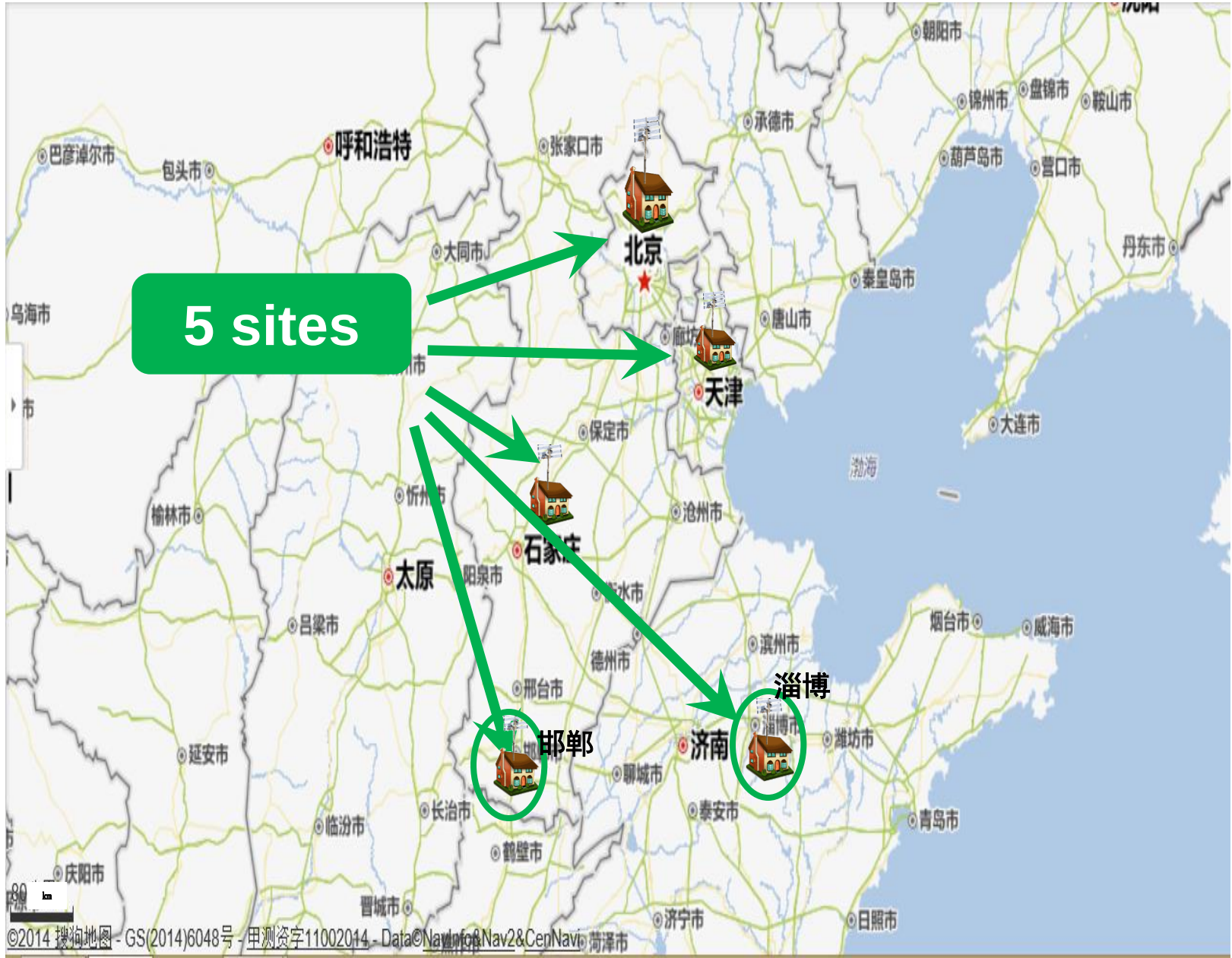
2013年の北京・天津・河北地域における
年間のSO₂柱濃度の平均値



2013年の北京・天津・河北地域における
年間のNO₂柱濃度の平均値



PM_{2.5} observation sites



1、2014年の北京、天津、石家荘の3都市における時間経過別の汚染の特徴：

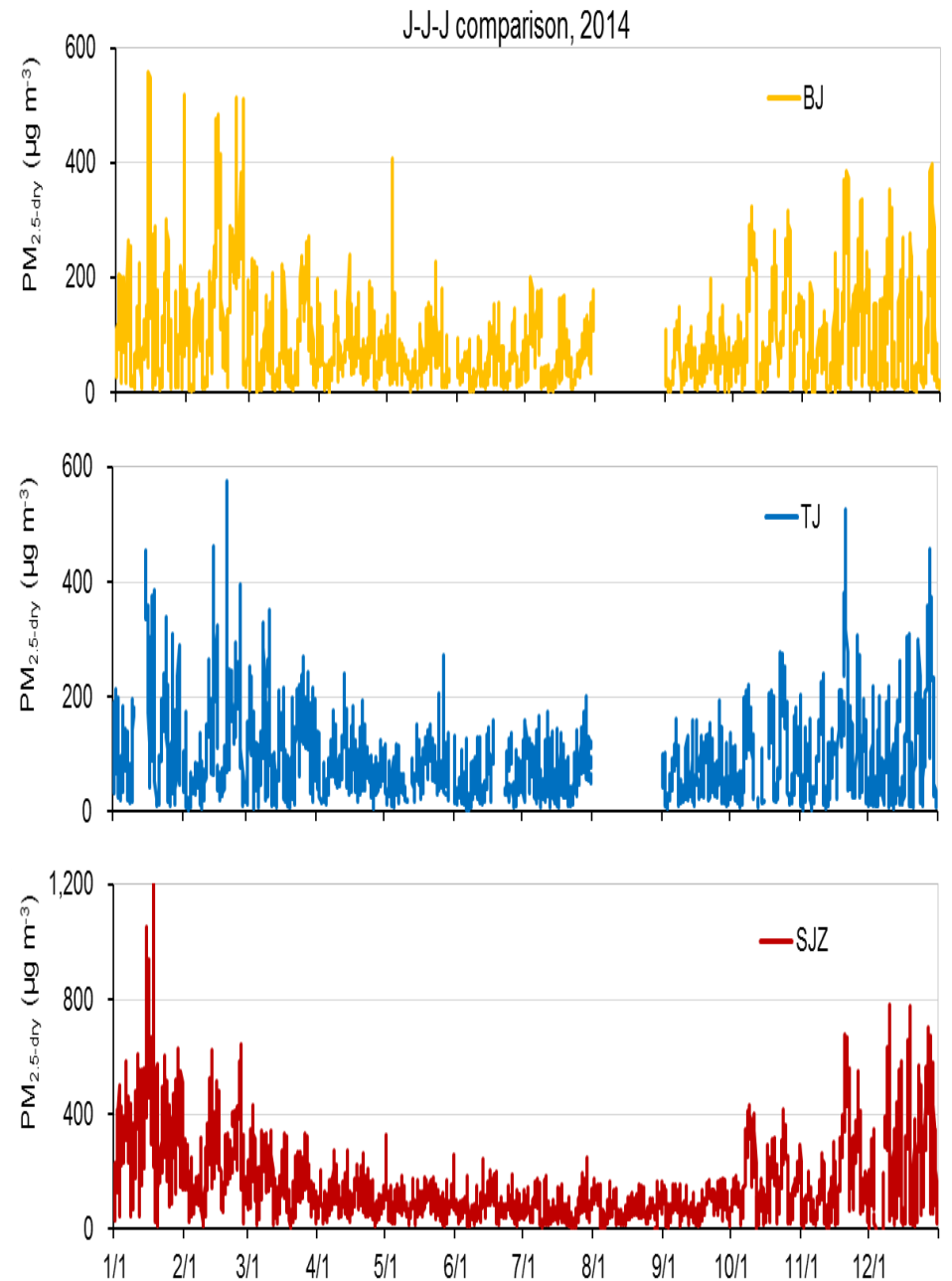
■PM_{2.5}は全体的に両端（秋・冬）が高く、中間（春・夏）が低いという変化傾向を呈している。

■時間経過別の濃度はいずれも「のこぎり形」の変化特徴を呈している。

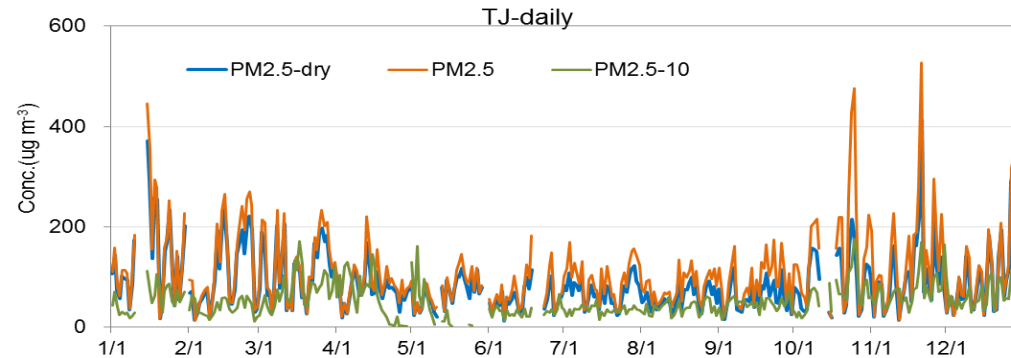
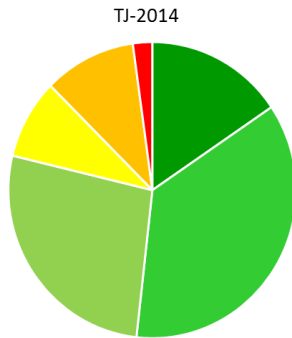
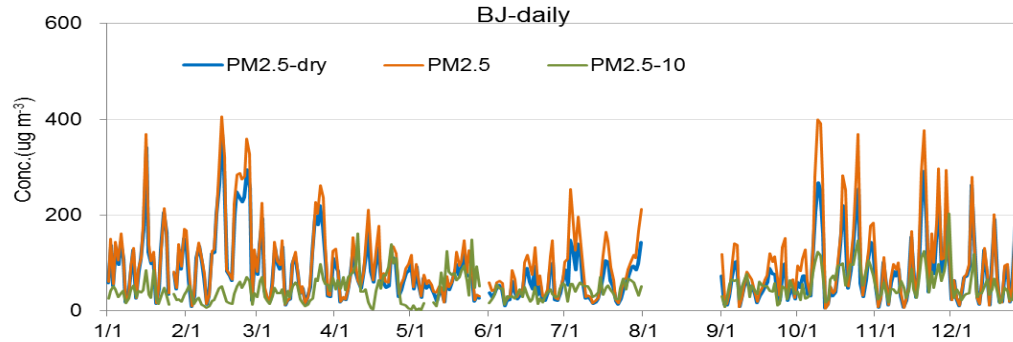
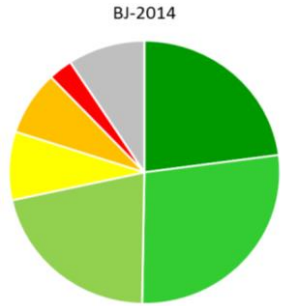
■時間別の濃度の最大値の差が顕著。

SJZ (1228 $\mu\text{g m}^{-3}$) > TJ (576 $\mu\text{g m}^{-3}$) > BJ (558 $\mu\text{g m}^{-3}$)

■年平均濃度の基準超過が深刻。SJZ (142 $\mu\text{g m}^{-3}$) > TJ (87 $\mu\text{g m}^{-3}$) > BJ (82 $\mu\text{g m}^{-3}$) で、それぞれ国の基準の4倍、2.5倍、2.3倍。



2、2014年の3都市における日毎の汚染の特徴：

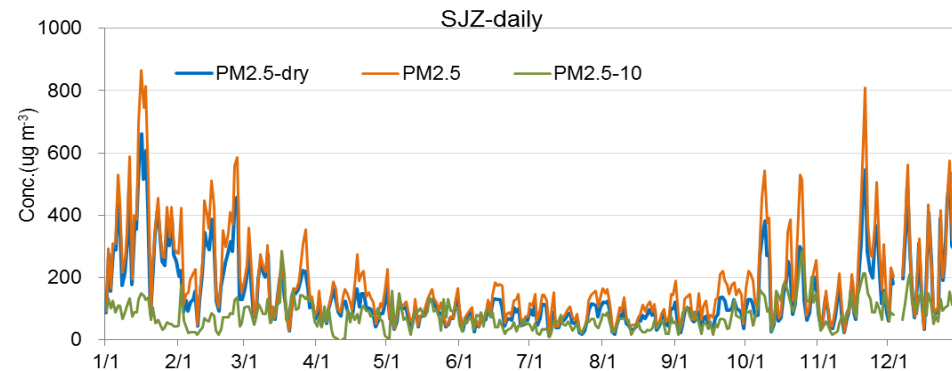
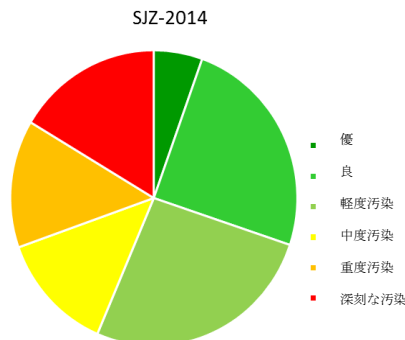


● 3都市のPM_{2.5}濃度の基準達成日数の比率：

52%、52%、30%

● PM_{2.5}濃度が重度汚染以上の日数の比率：

11%、13%、30%

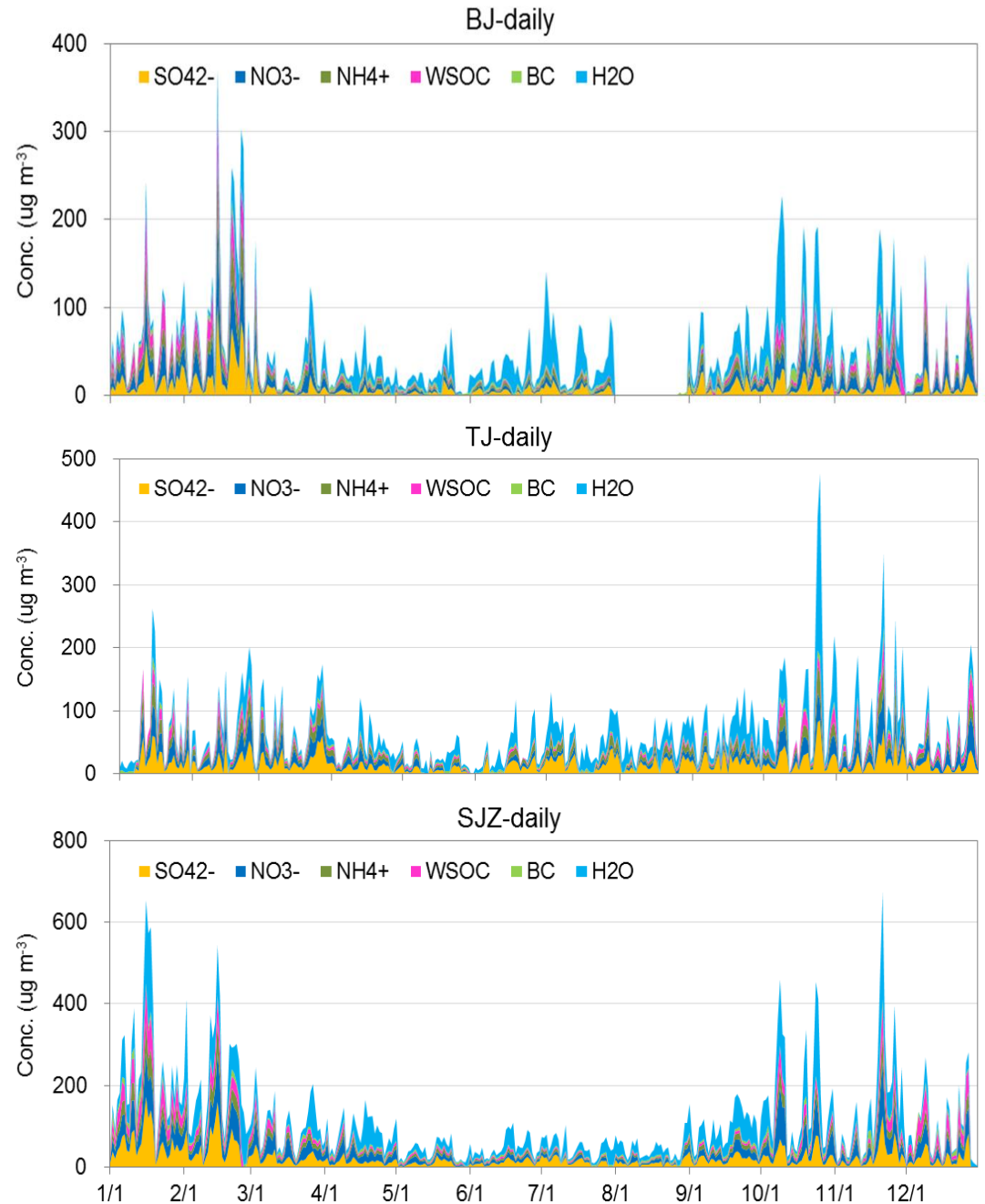


3、3都市の化学組成の特徴：

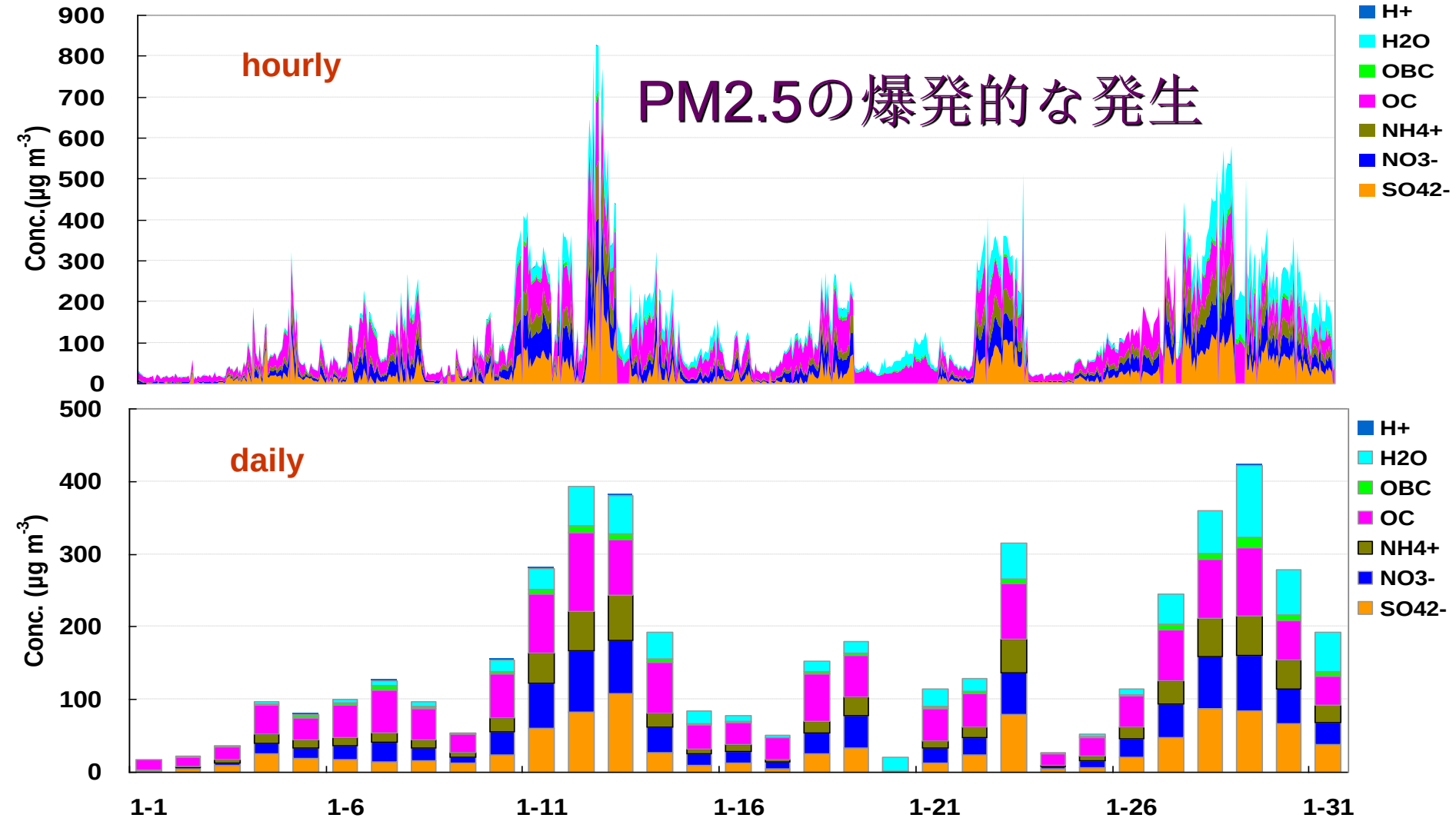
■6種の化学成分の和がPM_{2.5}

中に占める割合：BJ（58%）、TJ（66%）、SJZ（64%）

■H₂Oは寄与度が最も高い成分であり、3都市の比率は近い：BJ（18%）、TJ（20%）、SJZ（21%）

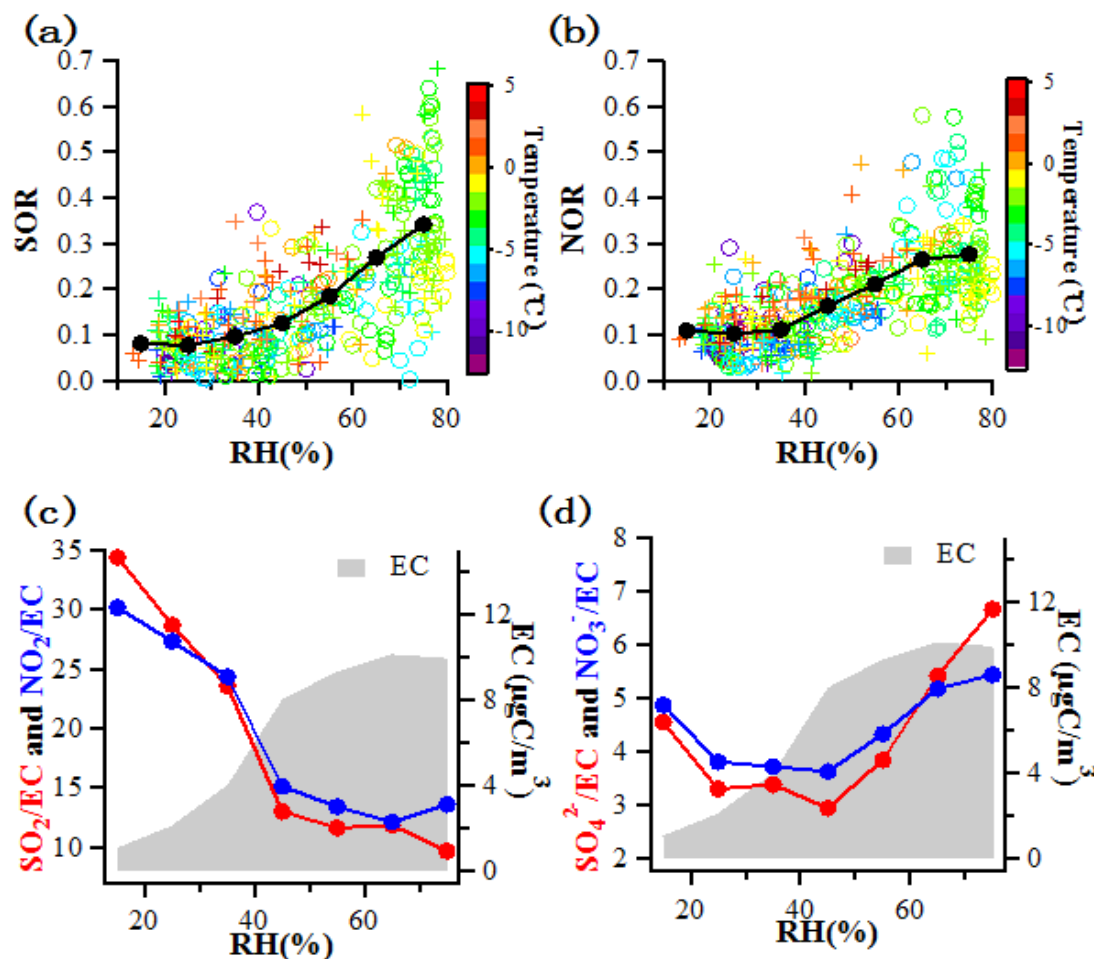


Episode in Jan. 2013: chemical composition



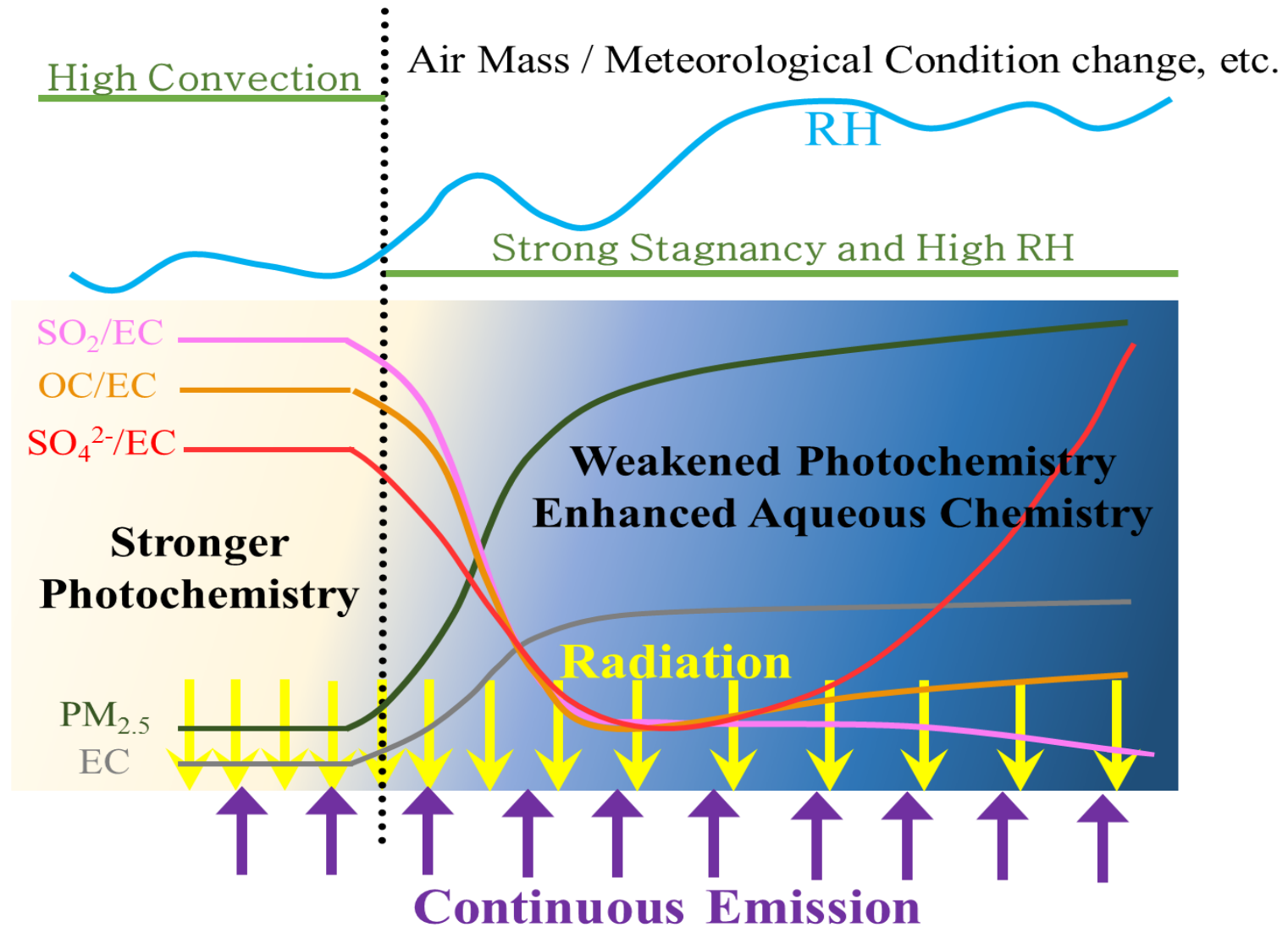
Chemical mechanism: Inorganic !

Episode in
Jan. 2013:

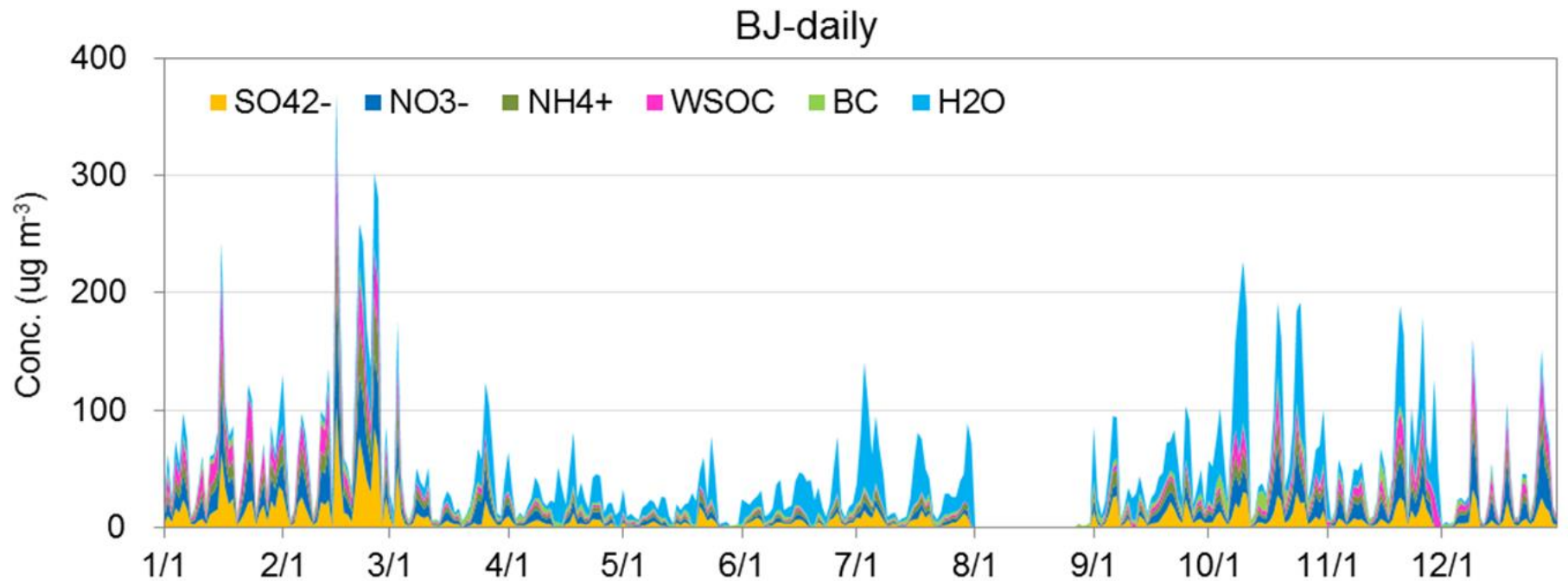
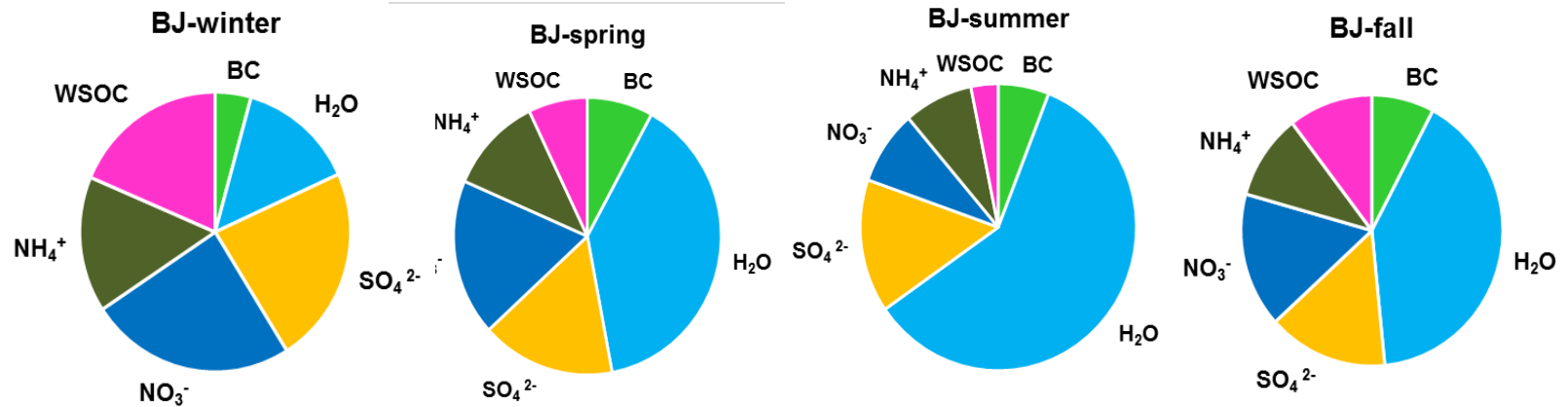


➤湿度は冬季のSNAの形成に対して決定的な影響を持つ。高湿度下における、 SO_2 と NO_x の鉱物を含有する粒子状物質の表面上での硫酸塩と硝酸塩への転化は、SNA濃度が急上昇する最も重要な原因である。

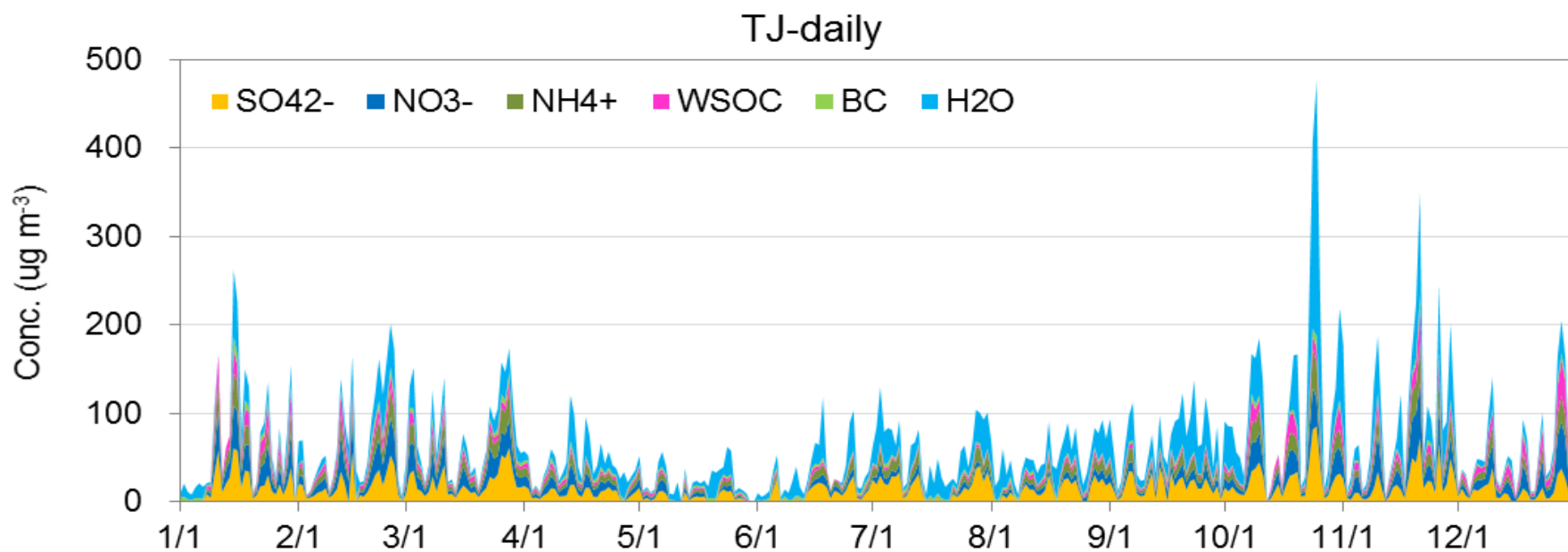
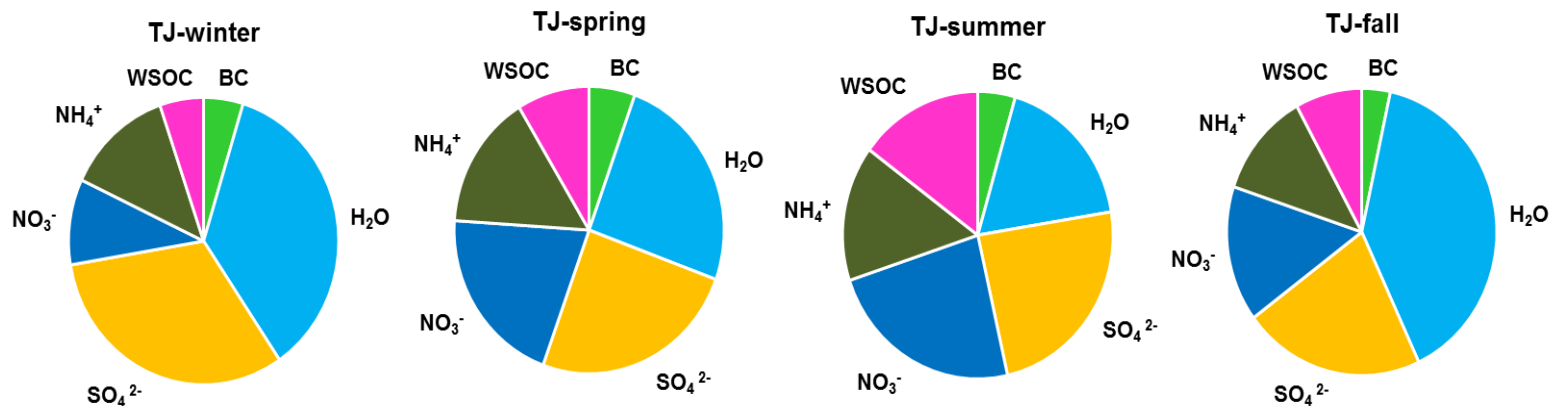
Concept model for heavy pollution Process



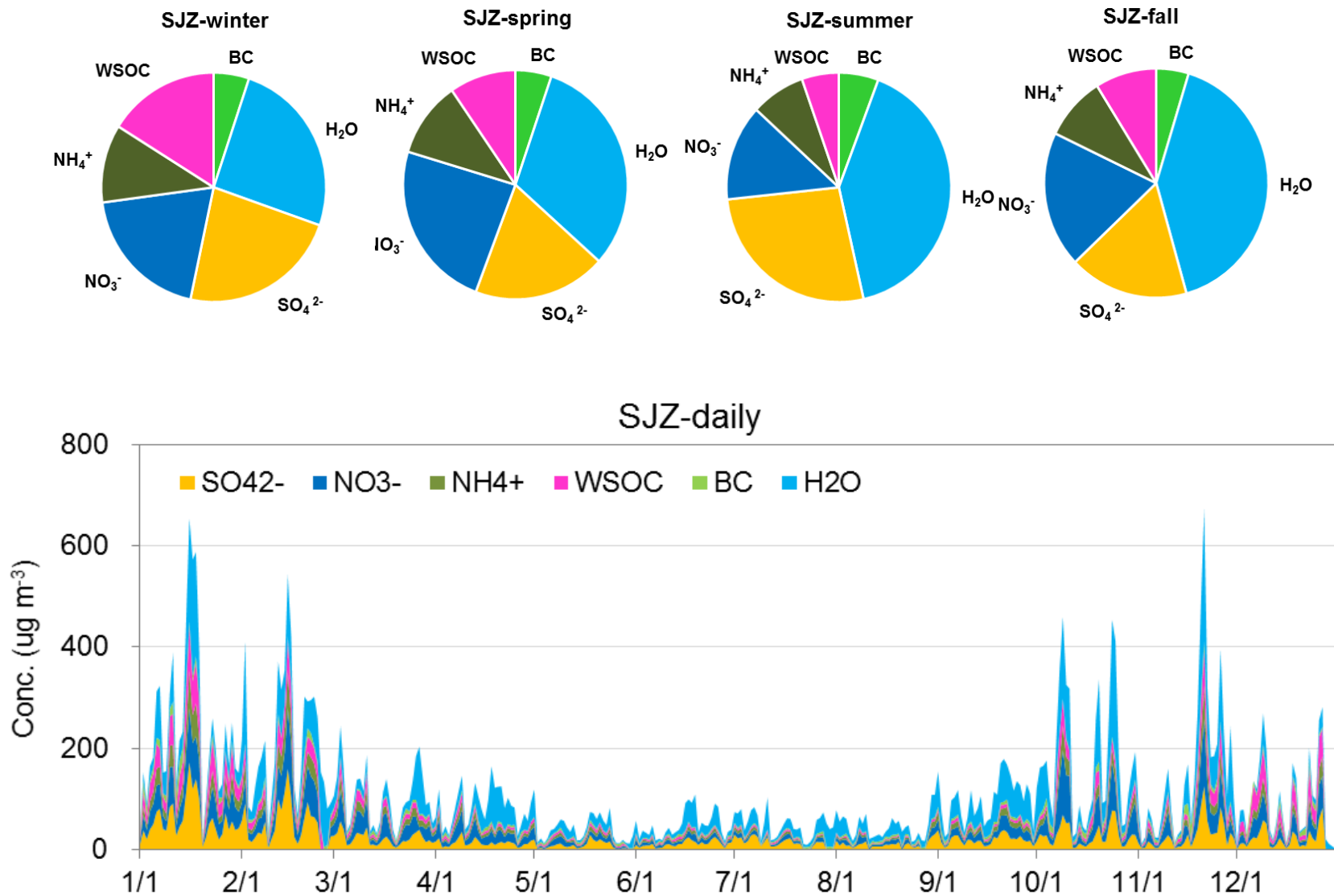
PM_{2.5}の季節別の化学組成の特徴：北京



PM_{2.5}の季節別の化学組成の特徴：天津



PM_{2.5}の季節別の化学組成の特徴：石家荘



4、硫酸塩、硝酸塩の転化率の影響要素

■ O_3 は、夏にほかの季節を上回る。このことは、夏は大気の酸化性が強いことを意味する。

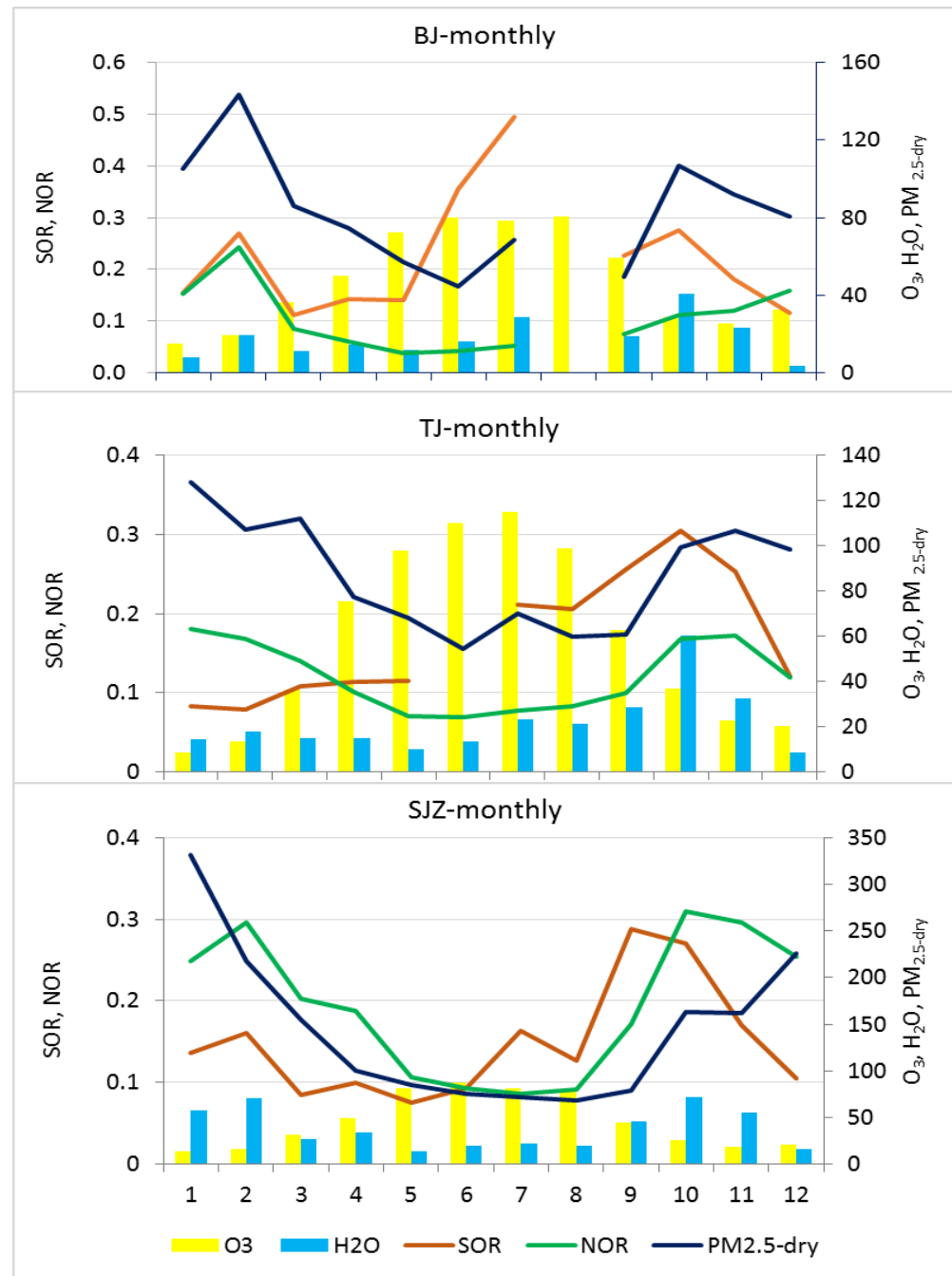
■ H_2O は、季節によって高い値の発生状況が異なり、最大値は10月に発生した。

■全体的に見ると、3都市のSORとNORの値の大きさにはそれぞれ特徴がある。

•BJ : SOR > NOR、TJ : SORとNORが近い、SJZ : SOR < NOR

•3都市のSORの値が高くなる季節はそれぞれ異なり、BJは夏が最も高く、TJ、SJZは秋が最も高い。このことは、BJの硫酸塩の転化率は O_3 の影響を大きく受ける一方で、TJ、SJZは H_2O の影響が大きいことを意味する。

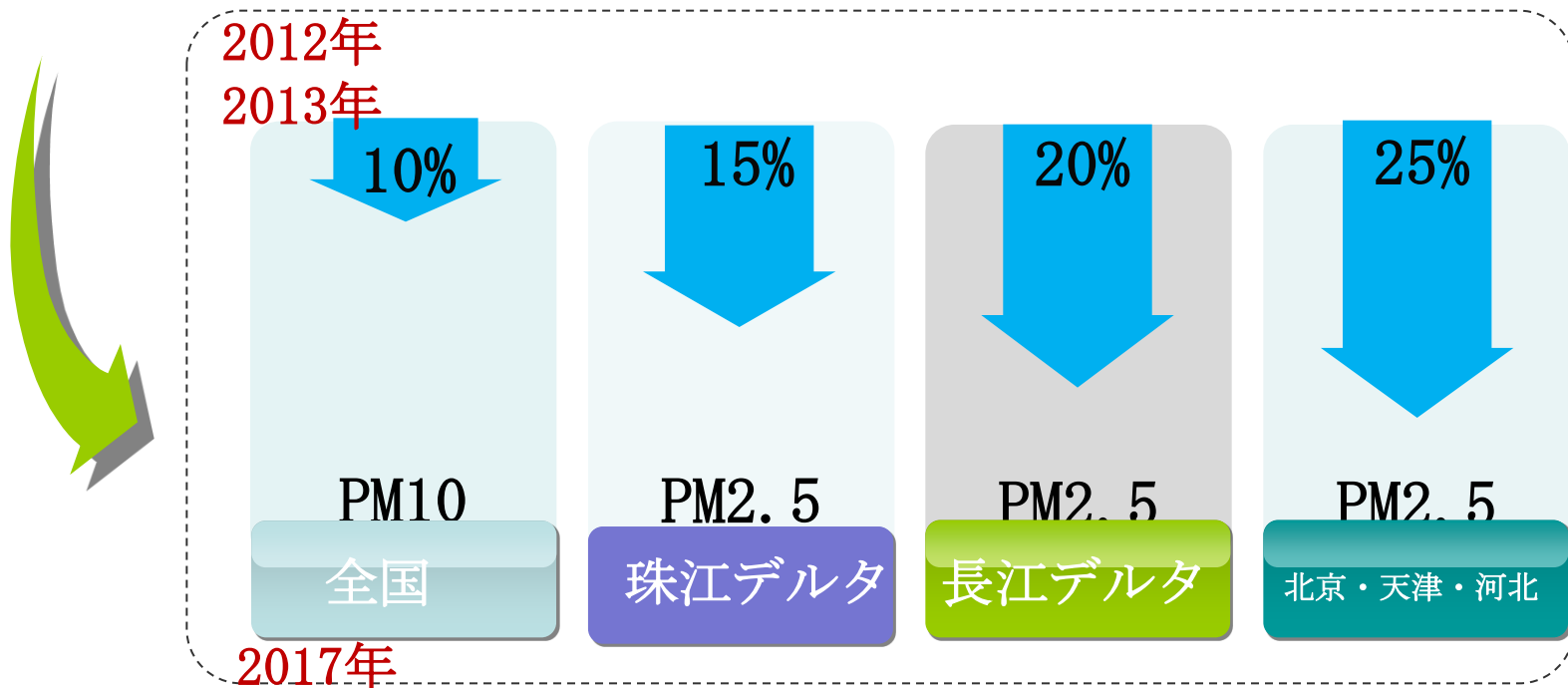
•3都市におけるNORの値が高くなる季節はいずれも秋・冬で、水分含有量の傾向と一致する。



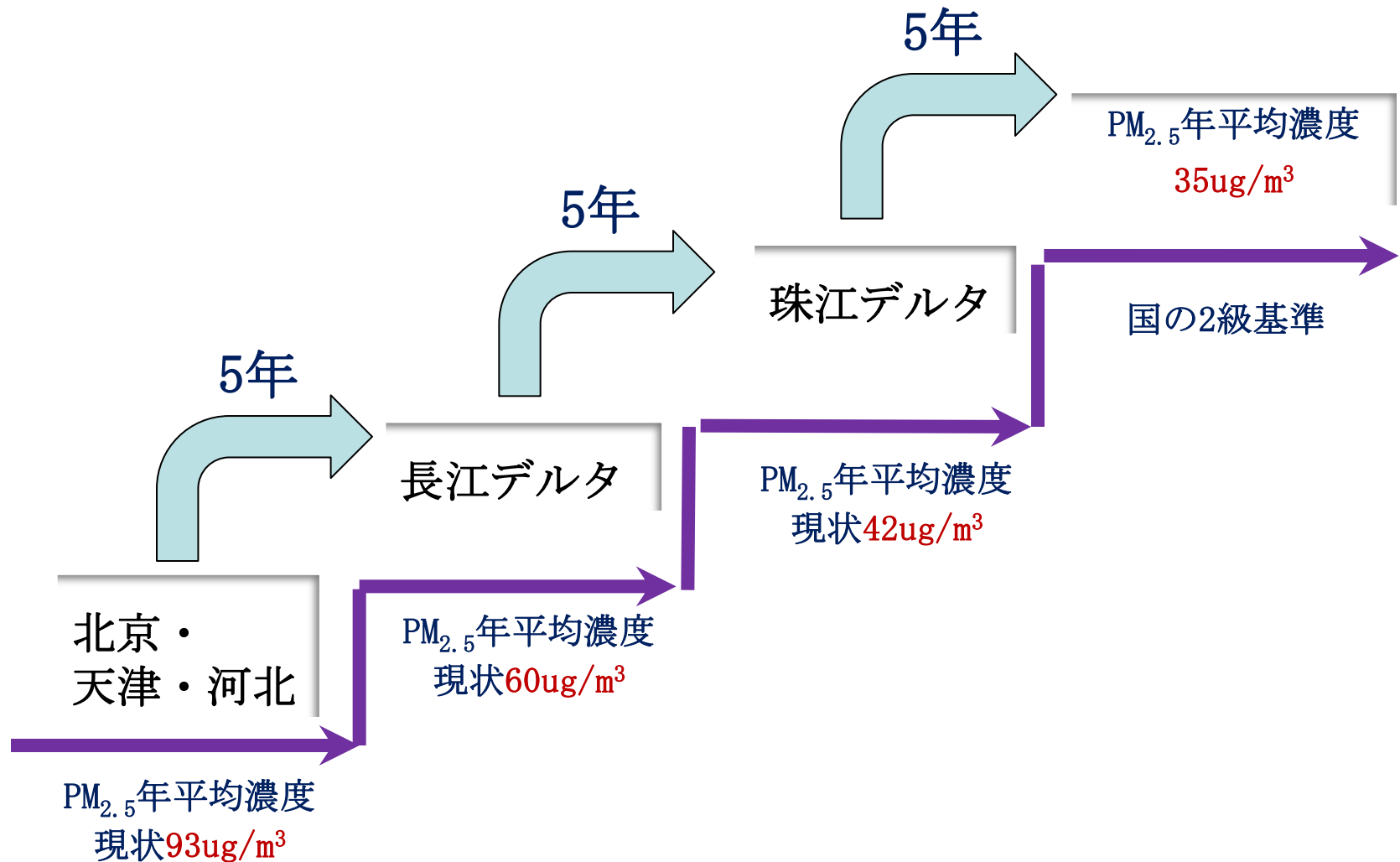
『大気汚染防止行動計画』（大気10カ条）

努力目標：5年にわたる努力により、全国の空気質を全体的に改善し、重度汚染の天候を大幅に減らす。北京・天津・河北、長江デルタ、珠江デルタなどの地域の空気質を顕著に好転させる。さらに5年間またはよりいっそう長い時間をかけて、重度汚染の天候を徐々になくし、全国の空気質を顕著に改善する。

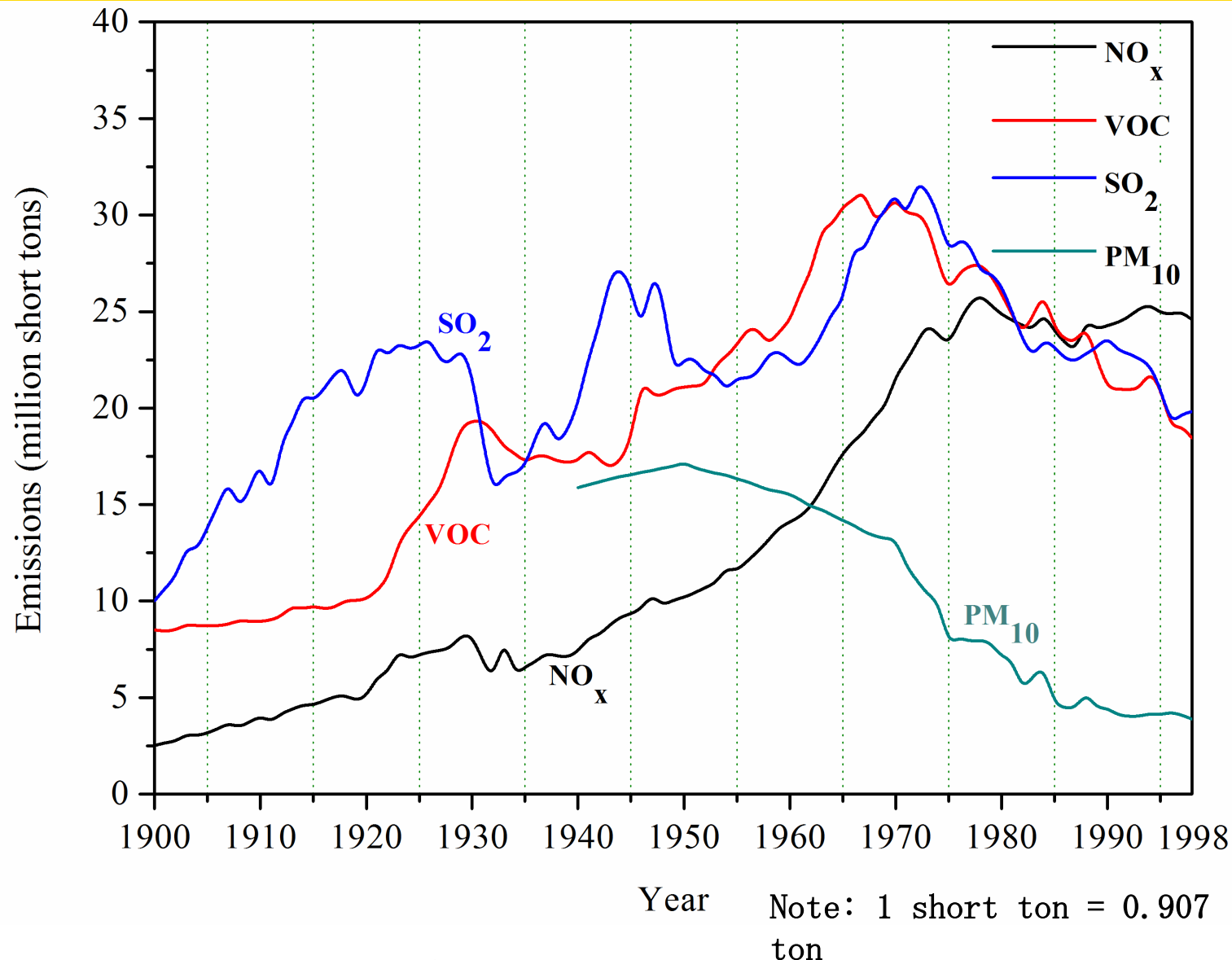
短期目標：2017年まで



第13次5カ年計画（2016～2020年）期から開始し、3回の5カ年計画分の時間を費やし、珠江デルタ、長江デルタ、北京・天津・河北での基準の順次達成を推進する



米国のNO_x, VOC, SO₂ and PM₁₀ 排出量 : 1900-1998

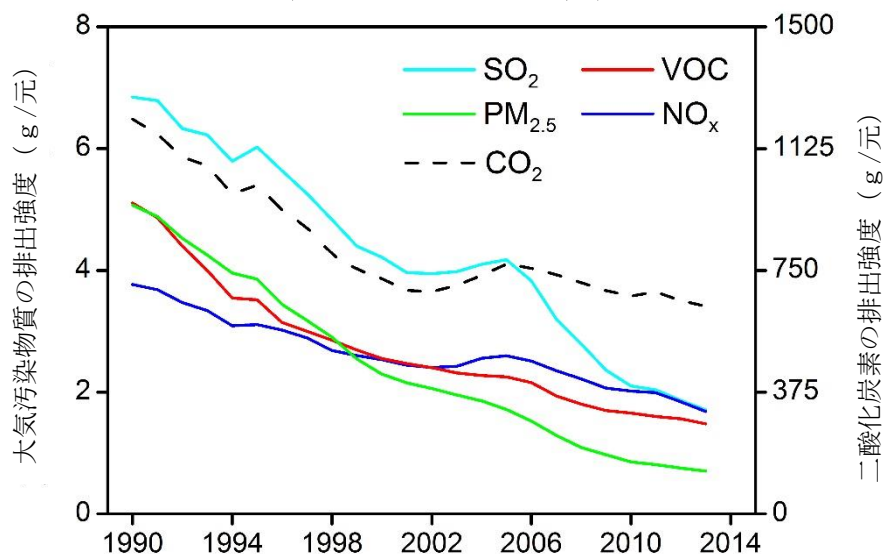


資料出典 : NATIONAL AIR POLLUTANT EMISSION TRENDS, 1900 - 1998, US EPA

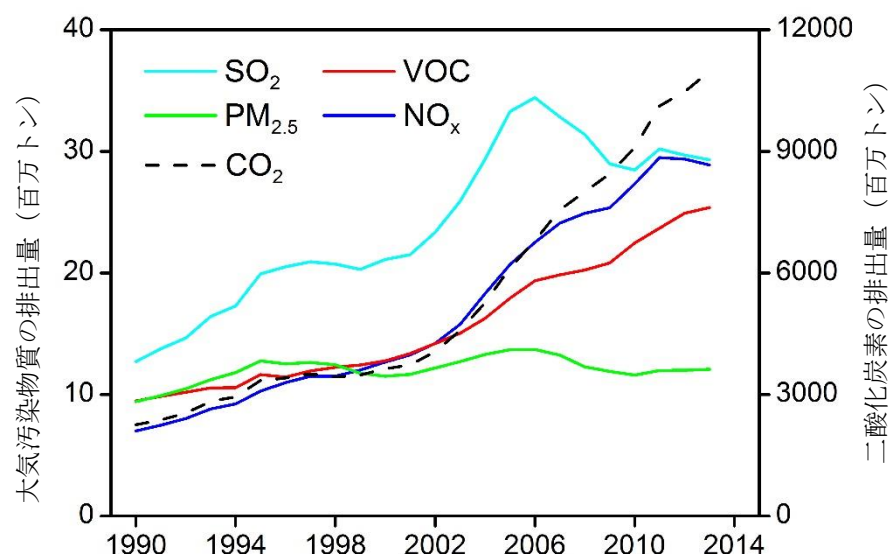


1990-2013年の全国における汚染物質の 排出の変化傾向

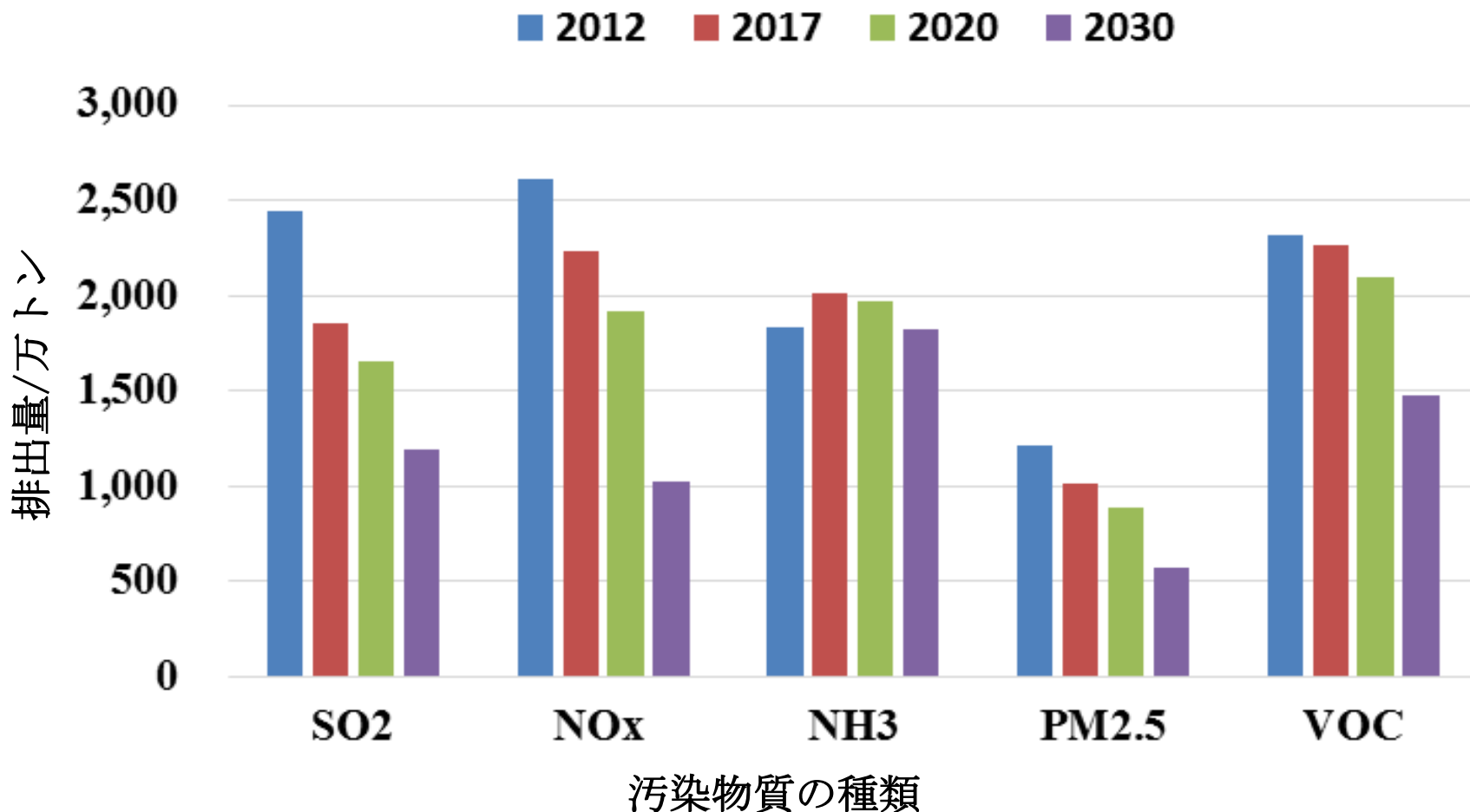
全国のGDP1億円当たりの 汚染物質の排出強度 (1990-2013年)



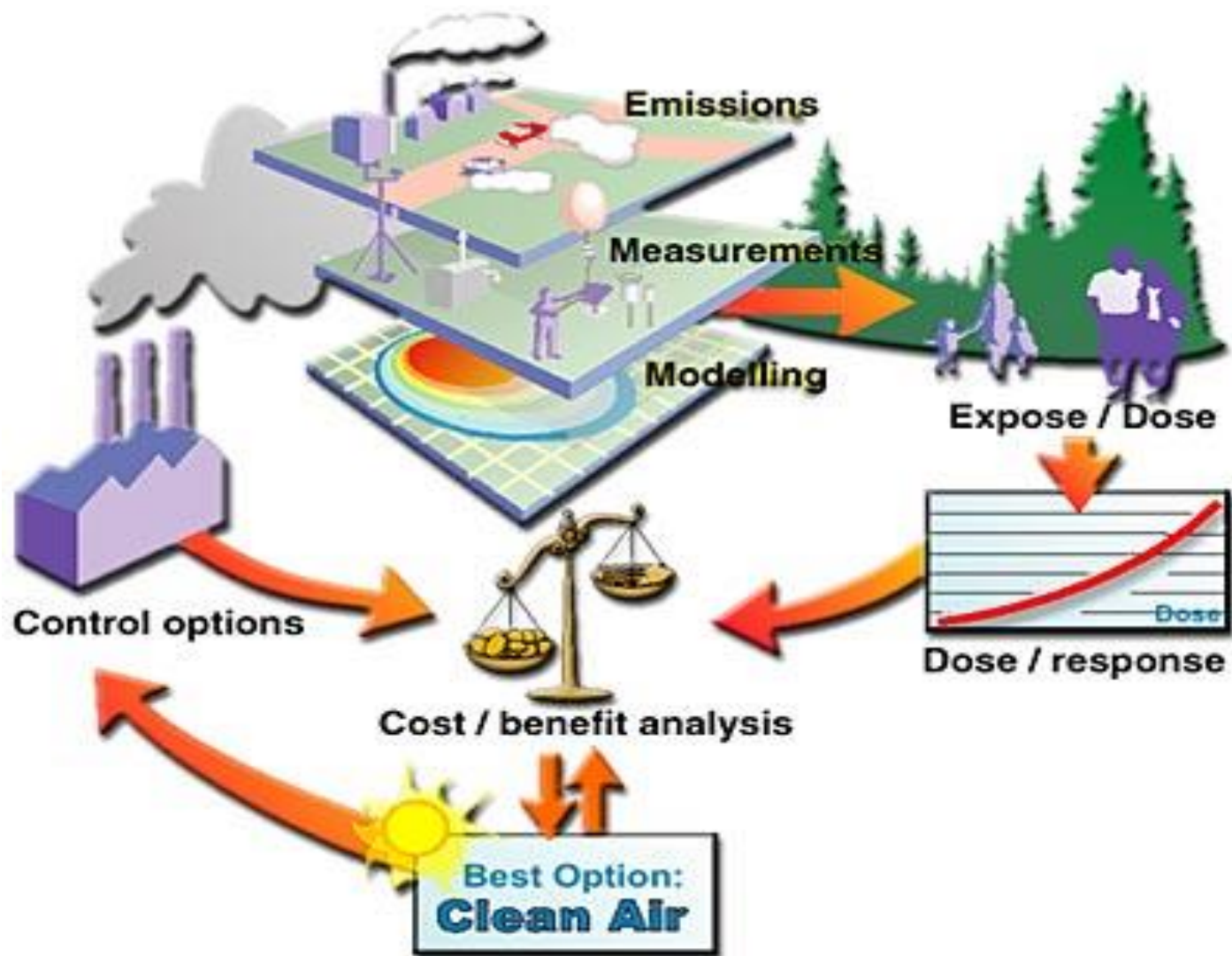
全国の汚染物質の排出量 の変化傾向 (1990-2013年)



2012年を基準として、2030年の全国のSO₂、NO_x、PM_{2.5}、VOC排出量をそれぞれ51%、64%、53%、36%削減し、NH₃排出量を2012年の水準に抑える



国際的な大気複合汚染の抑制に関するコア技術 によるサポート

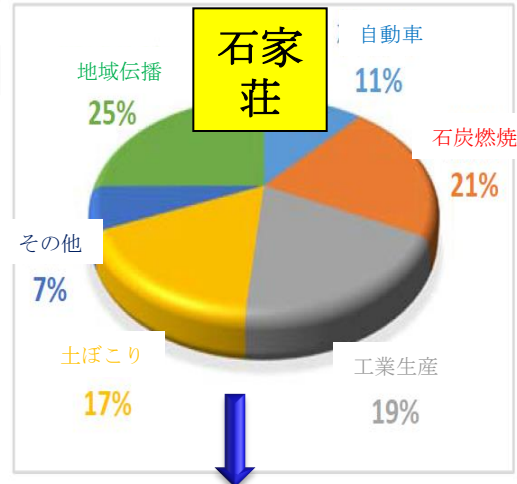
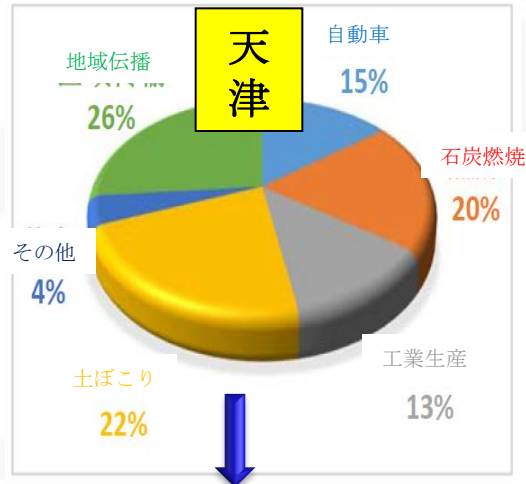
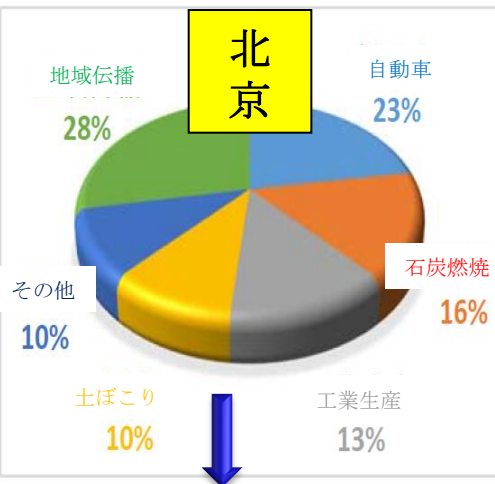


PM_{2.5} observation sites

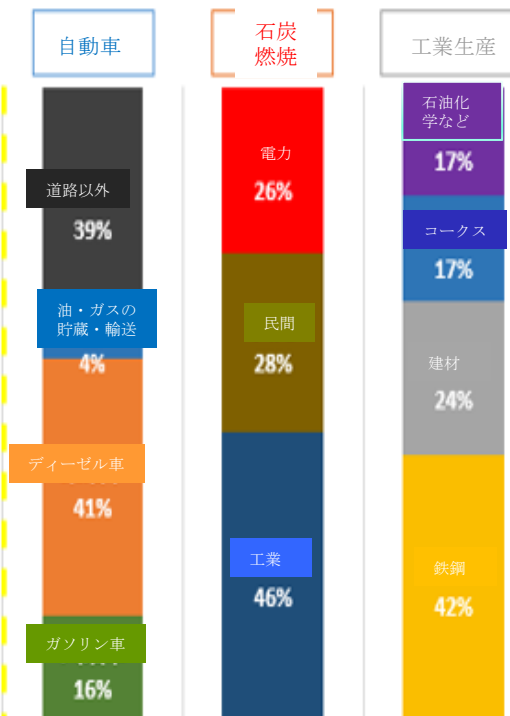
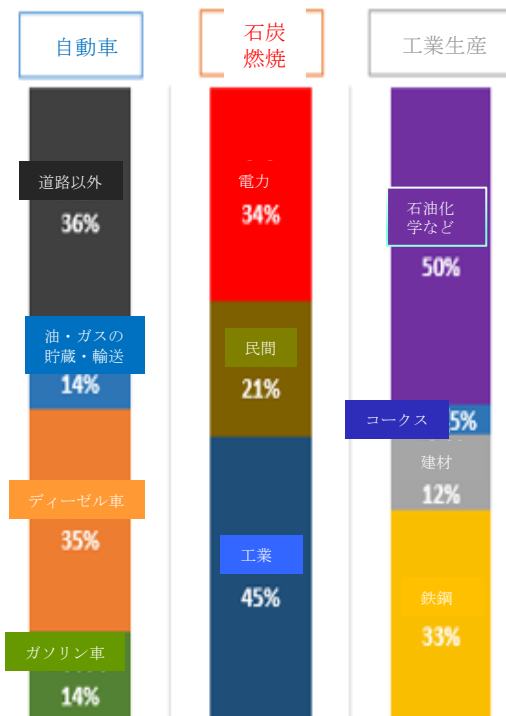
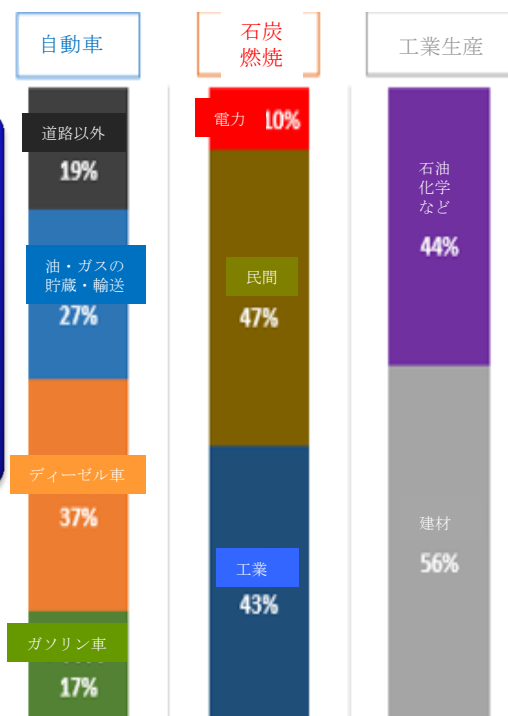


大気中のPM_{2.5}発生源に関する解析結果

受容体モデル

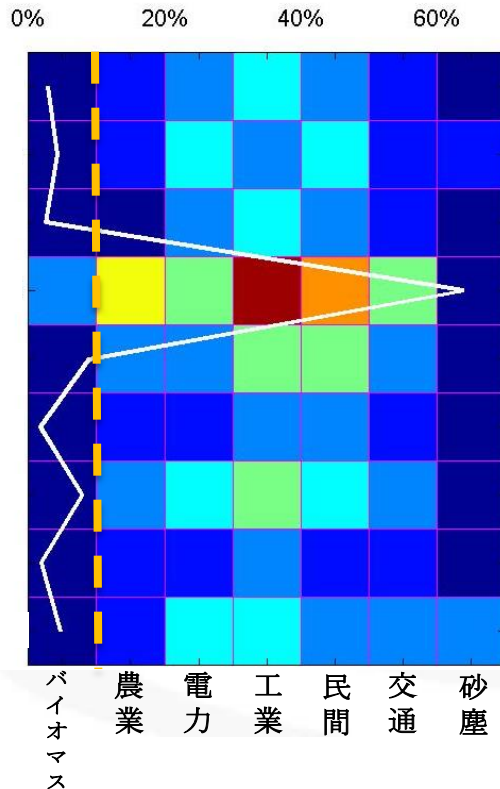


発生源追跡モデル

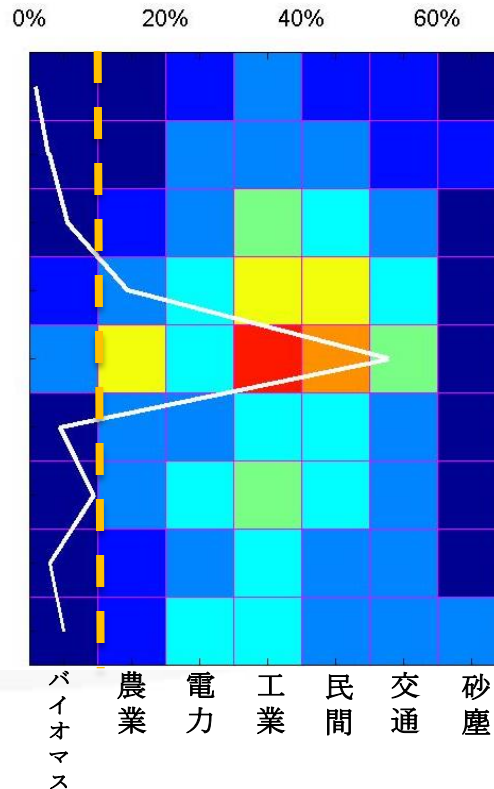


北京・天津・河北地域のPM_{2.5}発生源の解析

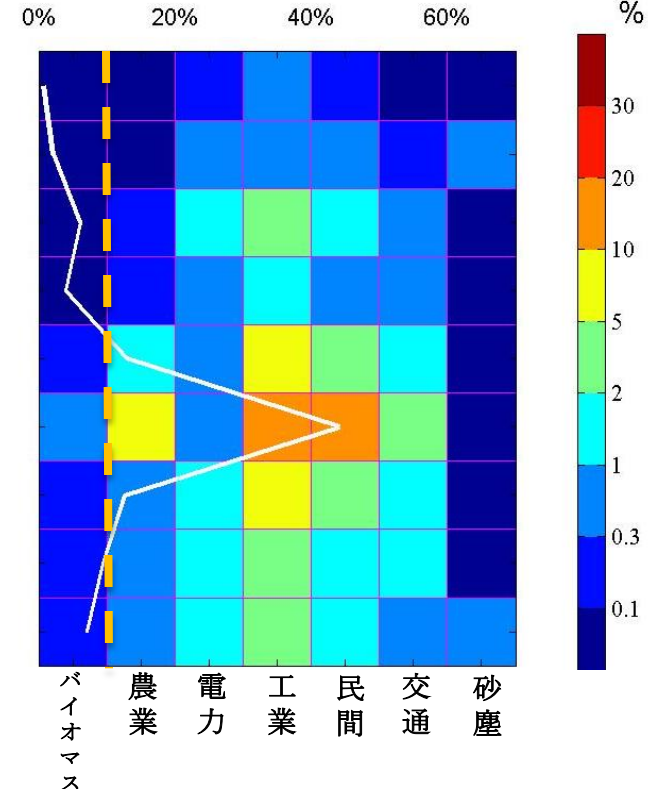
北京・天津 ・河北北部



北京・天津 ・河北中部



北京・天津 ・河北南部



白線は地域への寄与度を示している。北京・天津・河北北部の自地域への寄与度は64%で、その他地域への寄与度はいずれも10%を下回っている。北京・天津・河北中部の自地域への寄与度は53%で、北部からの伝播の影響も顕著にみられた。

色づけしたグリッドは各地域のセクター別の寄与度を示している。自地域および近隣地域への寄与度はいずれもおもに工業および民間セクターによる。

有り難うございました

Eメールアドレス：

hekb@tsinghua.edu.cn