

能登半島における過去10年間の越境 大気汚染物質の観測

唐寧

金沢大学

医薬保健研究域・薬学系
衛生化学研究室

時事通信 2014年3月25日(火)9時12分配信

大気汚染で700万人超死亡

—WHO推計

【ジュネーブ時事】世界保健機関（WHO）は25日、微小粒子状物質「PM_{2.5}」など大気汚染を原因とする死者が2012年に世界で推計700万人超だったとの報告を発表した。先進国、途上国を問わず、「**大気汚染は環境健康リスクで最も深刻な要因**」（ネイラ公衆衛生・環境局長）と警告、各国が連携し対策に取り組む重要性を訴えた。

多環芳香族炭化水素類

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: PAHs

人為起源



自然起源



NO_x, SO₂,
HC, PM_{2.5}
etc.

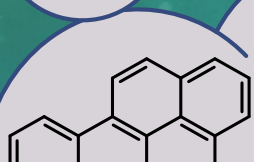
•OH

NO₃•

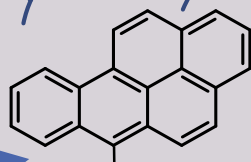
O₃



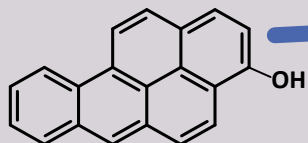
曝露



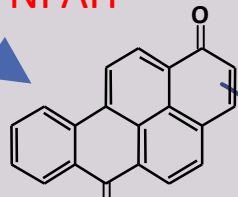
benzo[*a*]pyrene
PAH



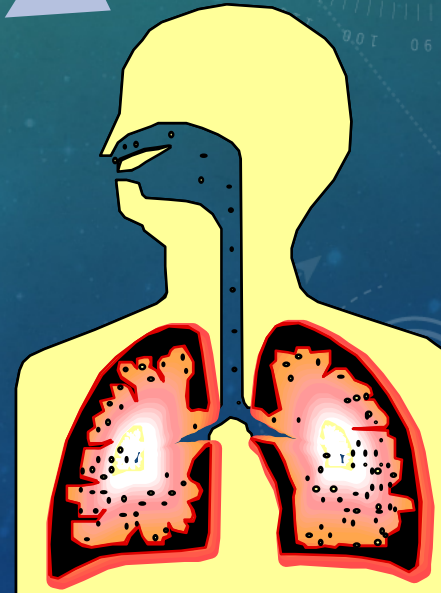
6-nitrobenzo[*a*]pyrene
NPAH



3-hydroxybenzo[*a*]pyrene
OHPAH



Benzo[*a*]pyrene-1,6-dione
OPAH



- IARC: Group 1, 2A と 2B に属するものが多い
- 変異原性があり
- アンドロゲン／抗エストロゲン等の作用があり

発がん！
内分泌かく乱！
など

発がん性がある, または疑われるPAH、NPAH

Group1 (carcinogenic to humans): 1 PAH

Benzo[*a*]pyrene

Group2A (probably carcinogenic to humans): 3 PAHs and 2 NPAHs

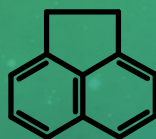
Dibenz[*a,h*]anthracene, Dibenzo[*a,l*]pyrene, Cyclopenta[*c,d*]pyrene
6-Nitrochrysene, 1-Nitropyrene

Group2B (possibly carcinogenic to humans): 12 PAHs and 10 NPAHs

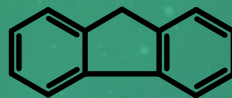
Benz[*a*]anthracene, Benzo[*b*]fluoranthene, Benzo[*j*]fluoranthene,
Benzo[*k*]fluoranthene, Benzo[*c*]phenanthrene, Chrysene,
Dibenzo[*a,e*]pyrene, Dibenzo[*a,h*]pyrene, Dibenzo[*a,i*]pyrene, Naphthalene,
Indeno[1,2,3-*cd*]pyrene, 5-Methylchrysene
3,7-Dinitrofluoranthene, 3,9-Dinitrofluoranthene, 1,6-Dinitropyrene,
1,8-Dinitropyrene, 2,4-Dinitrotoluene, 2,6-Dinitrotoluene,
5-Nitroacenaphthene, 2-Nitrofluorene,
4-Nitropyrene, 3-Nitrobenzanthrone



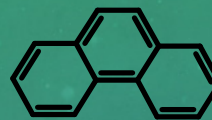
naphthalene
(Nap)



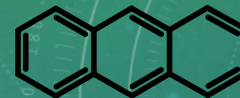
acenaphthene
(Ace)



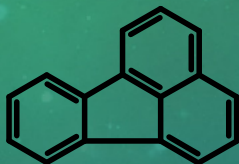
fluorene
(Flu)



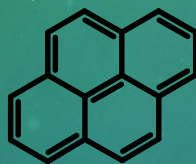
phenanthrene
(Phe)



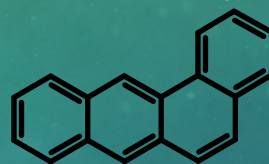
anthracene
(Ant)



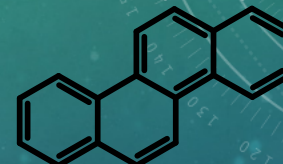
fluoranthene
(Flu)



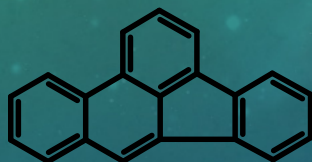
pyrene
(Pyr)



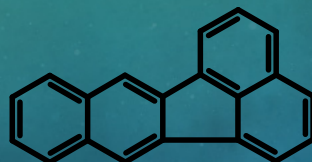
benz[a]anthracene
(BaA)



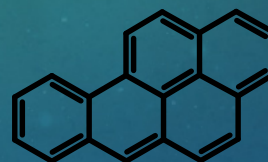
chrysene
(Chr)



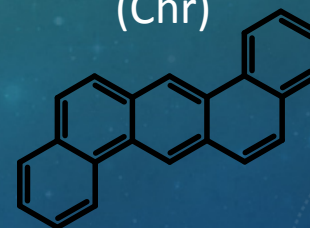
benzo[b]fluoranthene
(BbF)



benzo[k]fluoranthene
(BkF)



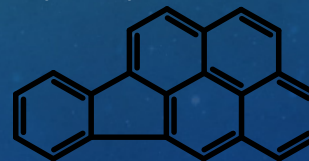
benzo[a]pyrene
(BaP)



dibenz[a,h]anthracene
(DBA)

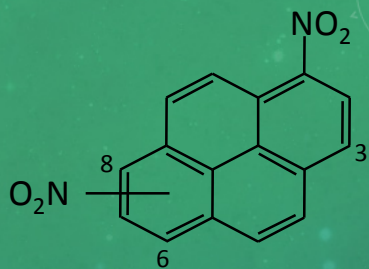


benzo[ghi]perylene (BgPe)

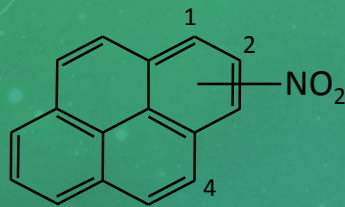


indeno[1,2,3-cd]pyrene (IDP)

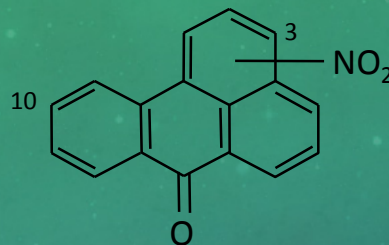
分析对象PAHs (USEPA)



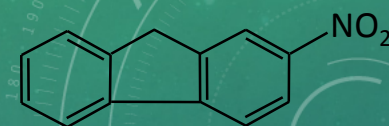
dinitropyrene
(DNP)



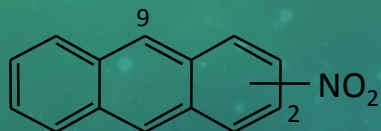
nitropyrene
(NP)



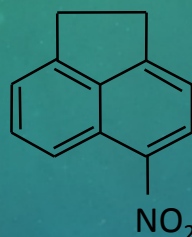
nitrobenzanthrone
(NBA)



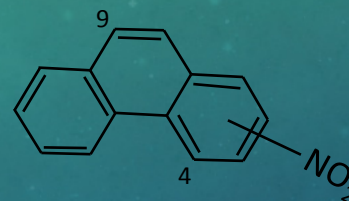
2-nitrofluorene
(2-NF)



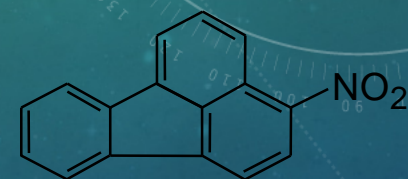
nitroanthracene
(NA)



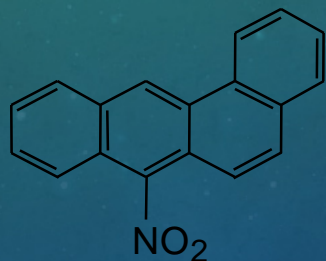
5-nitroacenaphthene
(5-NAc)



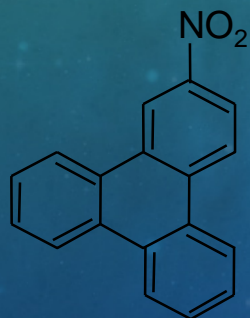
nitrophenanthrene
(NPh)



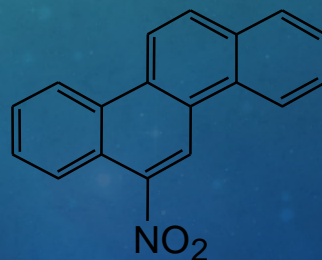
3-nitrofluoranthene
(3-NFR)



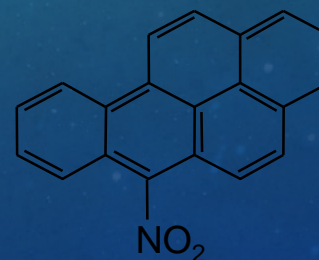
7-nitrobenzo[a]anthracene
(7-NBaA)



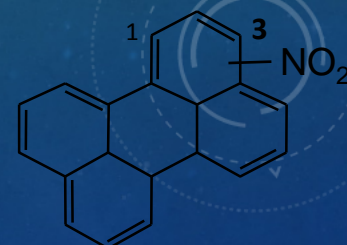
2-nitrotriphenylene
(2-NTP)



6-nitrochrysene
(6-NC)



6-nitrobenzo[a]pyrene
(6-NBaP)



nitroperylene
(NPer)

分析对象NPAHs

主な内容

- 大気中PAH, NPAHの主要発生源及び存在様態
- 東アジアの都市の大気中PAH, NPAH
- 能登半島における過去10年間の越境PM_{2.5}観測



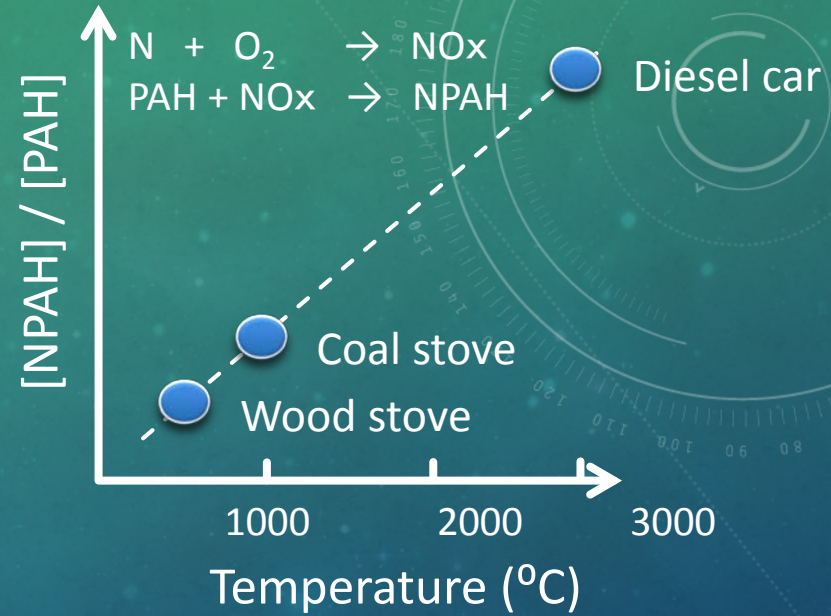
Diesel car



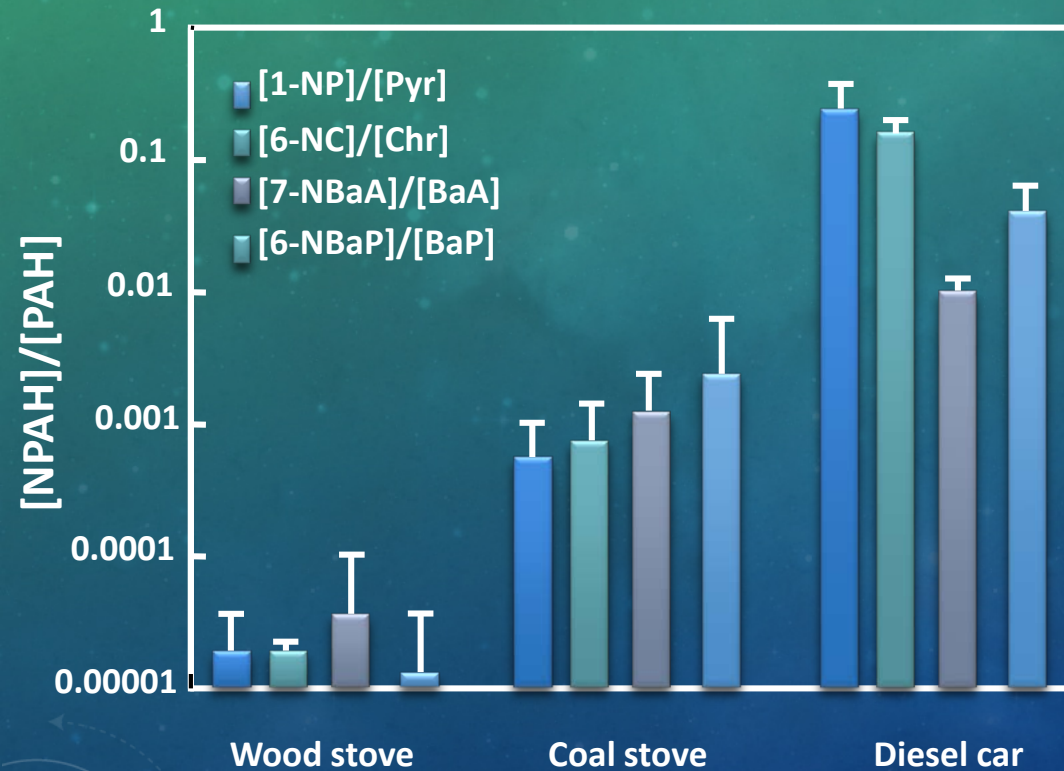
Coal stove



Wood stove

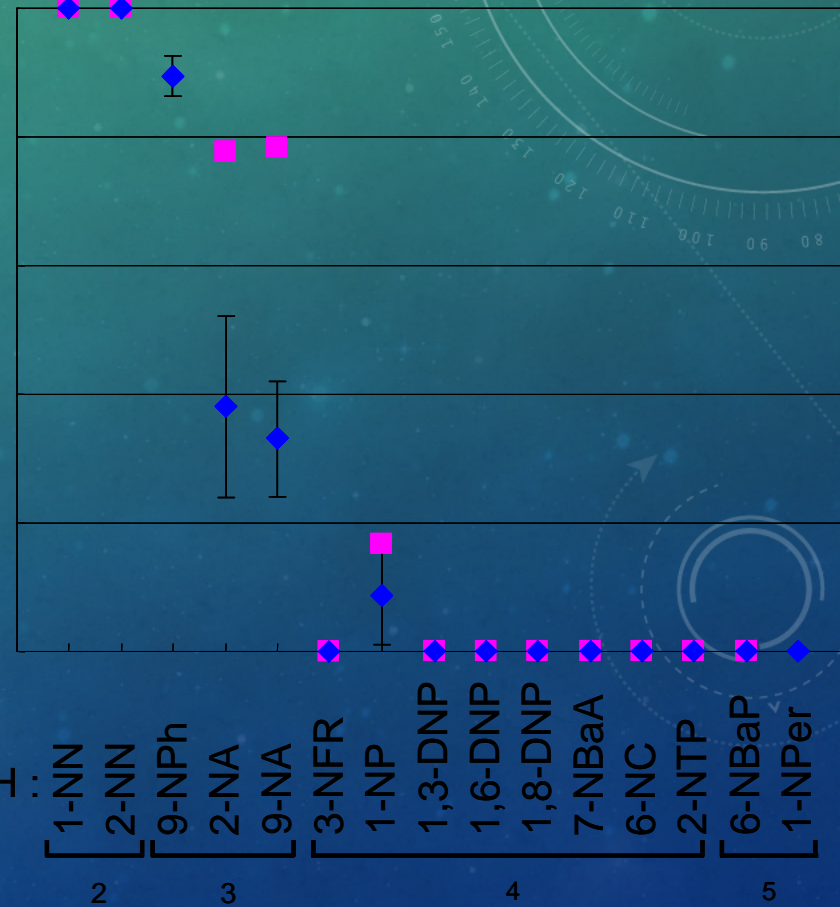
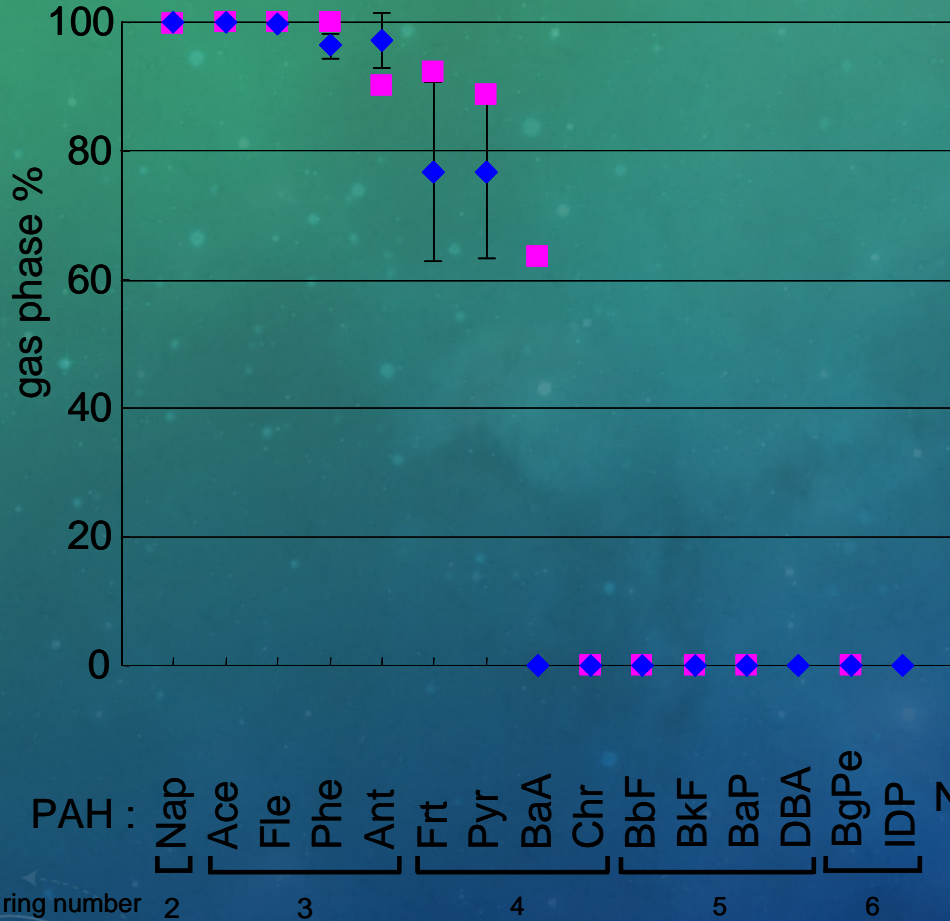


Tang et al., *Atmos. Environ.*, 2005
 Taga, Tang et al., *Mutat. Res.* 2005
 Tang et al., *J. Ecotech. Res.* 2007
 Araki, Tang et al., *J. Health Sci.*, 2009
 Hattori, Tang et al., *Environ. Forensics*, 2009
 Yang, Igarashi, Tang et al., *Mutat. Res.* 2010
 Tang et al., *Environ. Forensics*, 2011
 Hayakawa, Tang et al.,
Genes and Environ. 2014

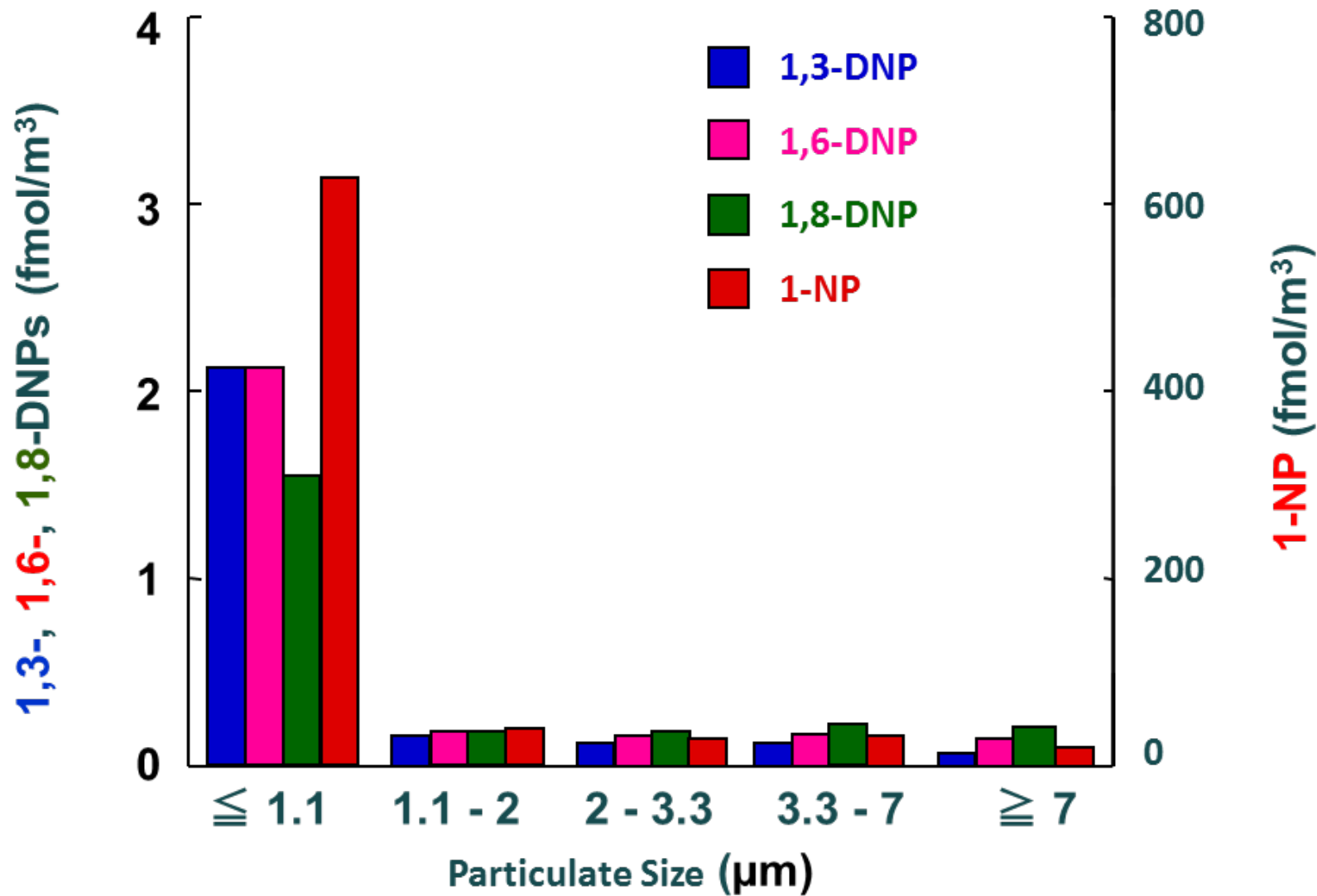


発生源別PAHに対するNPAH濃度比

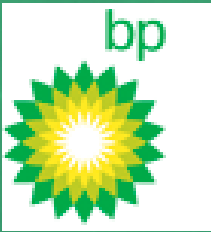
◆ winter
 ■ summer



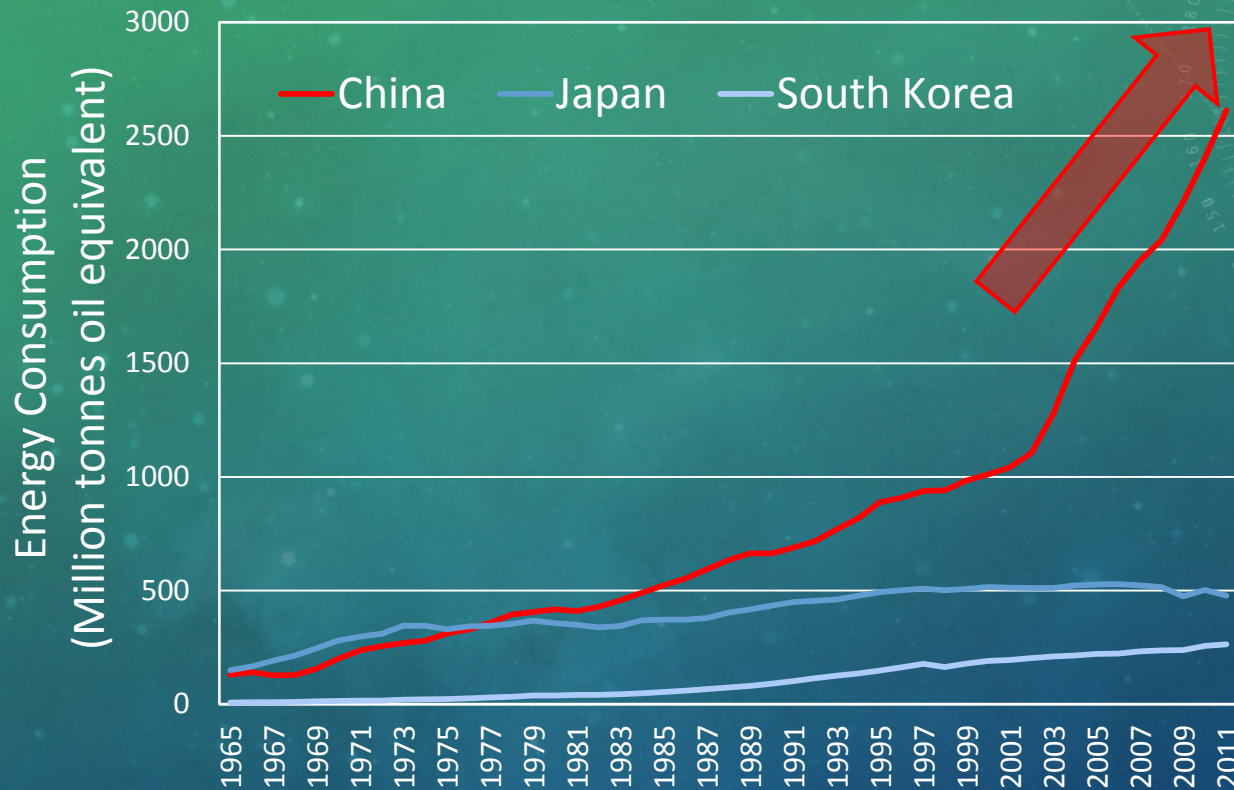
金沢沿道大気中PAH, NPAHのガス／粒子分配



金沢沿道大気中PAH, NPAHの粒径分布



東アジア主要国のエネルギー事情



2011年



東アジア地域における大気モニタリング都市



国内: 1995年～
国外: 1999年～

ロシア: 1都市
中国: 7都市
韓国: 2都市
日本: 7都市

計: 17都市

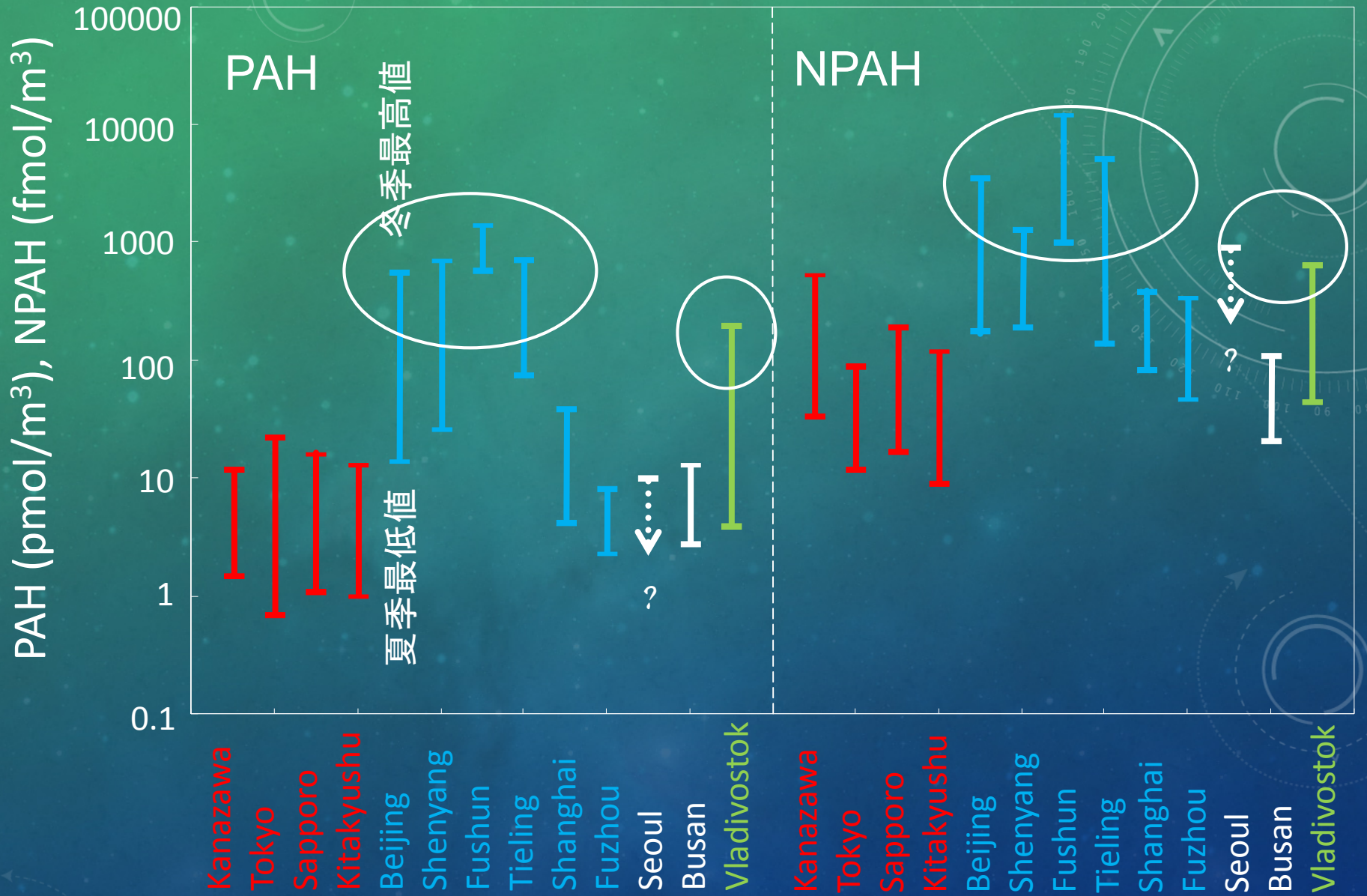
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

© 2011 Cnes/Spot Image

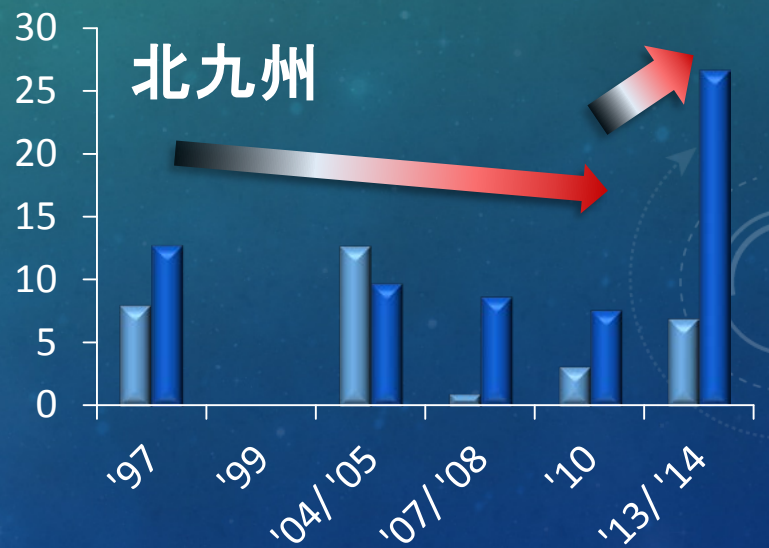
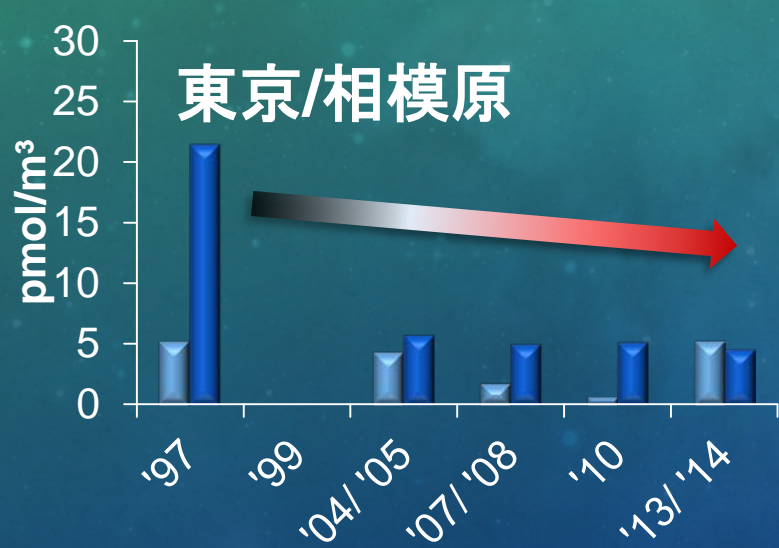
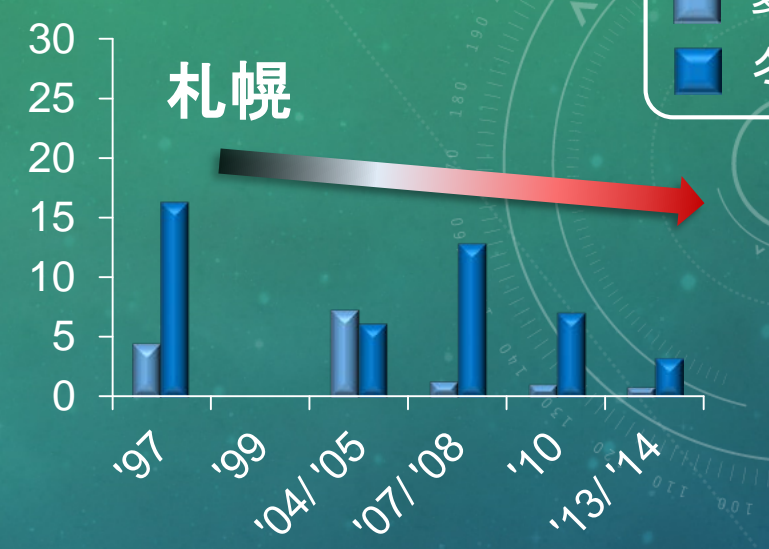
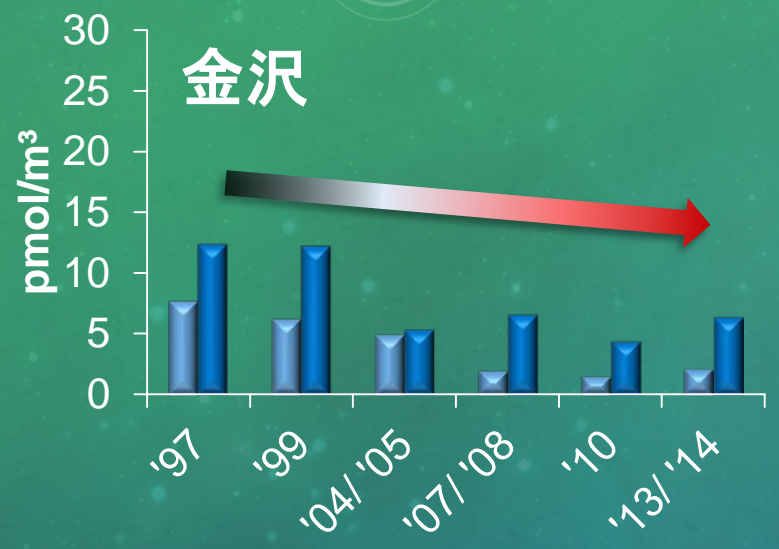
Data © 2011 MIRC/JHA

Image © 2011 TerraMetrics

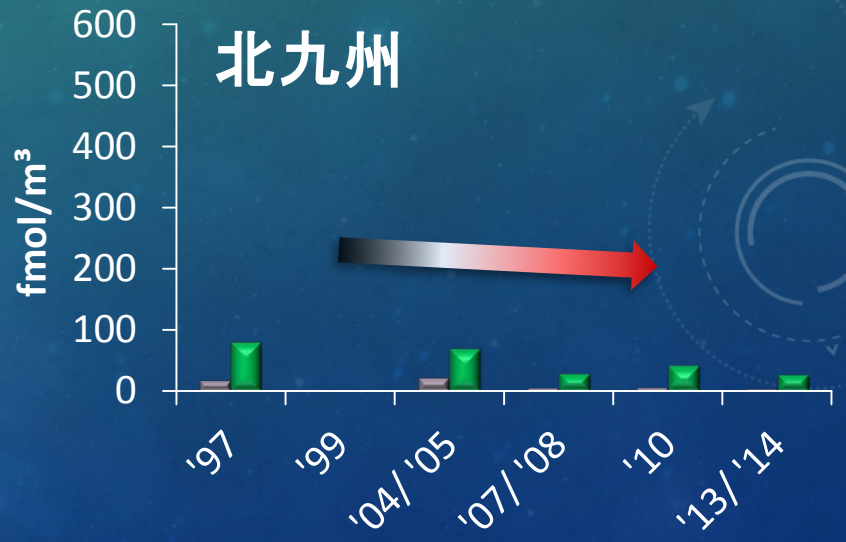
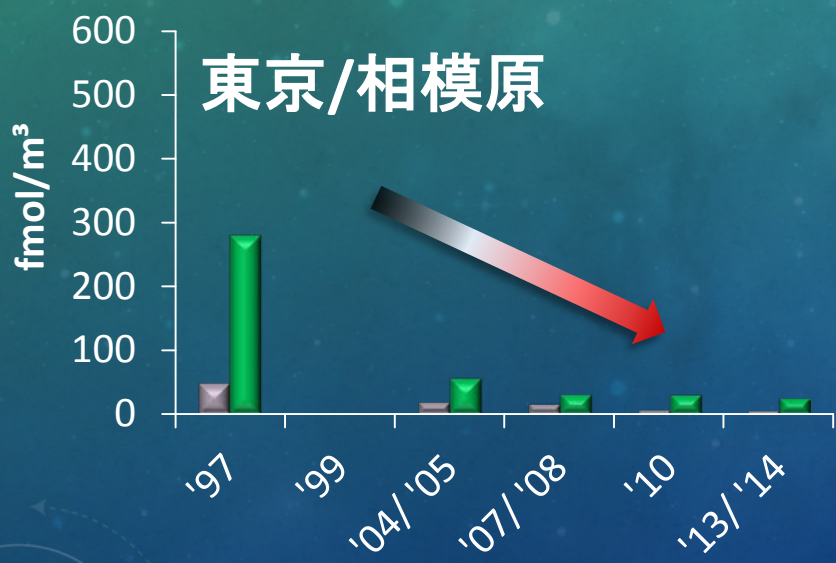
40° 17' 52.00" N 137° 20' 17.79" E 標高 -2565 m



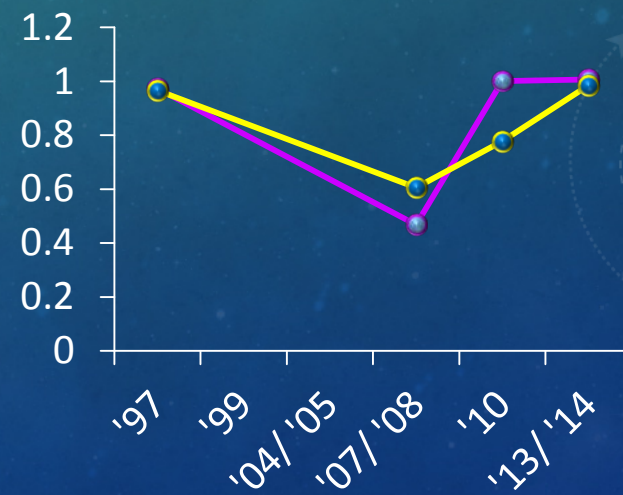
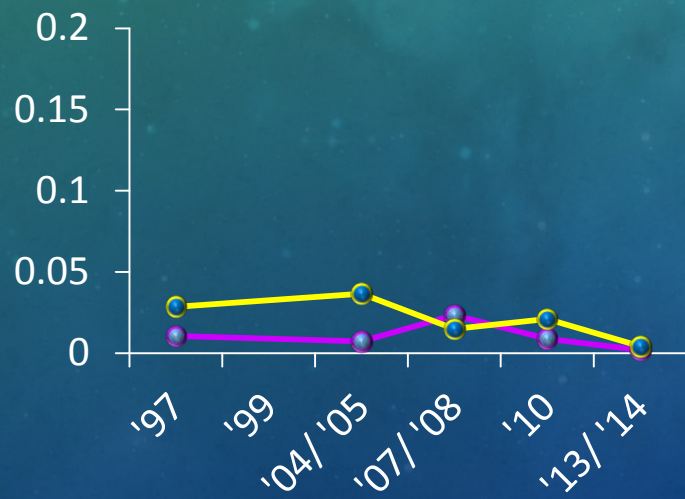
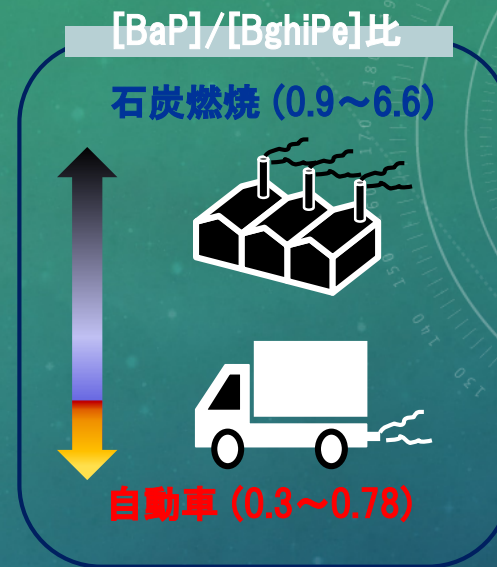
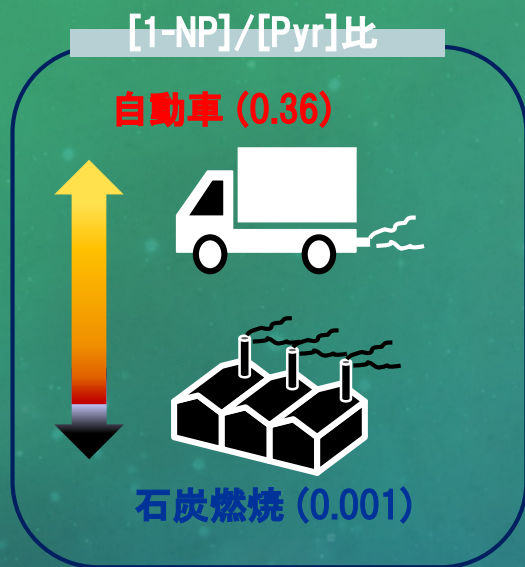
東アジア地域の都市の大気中PAHs濃度の比較



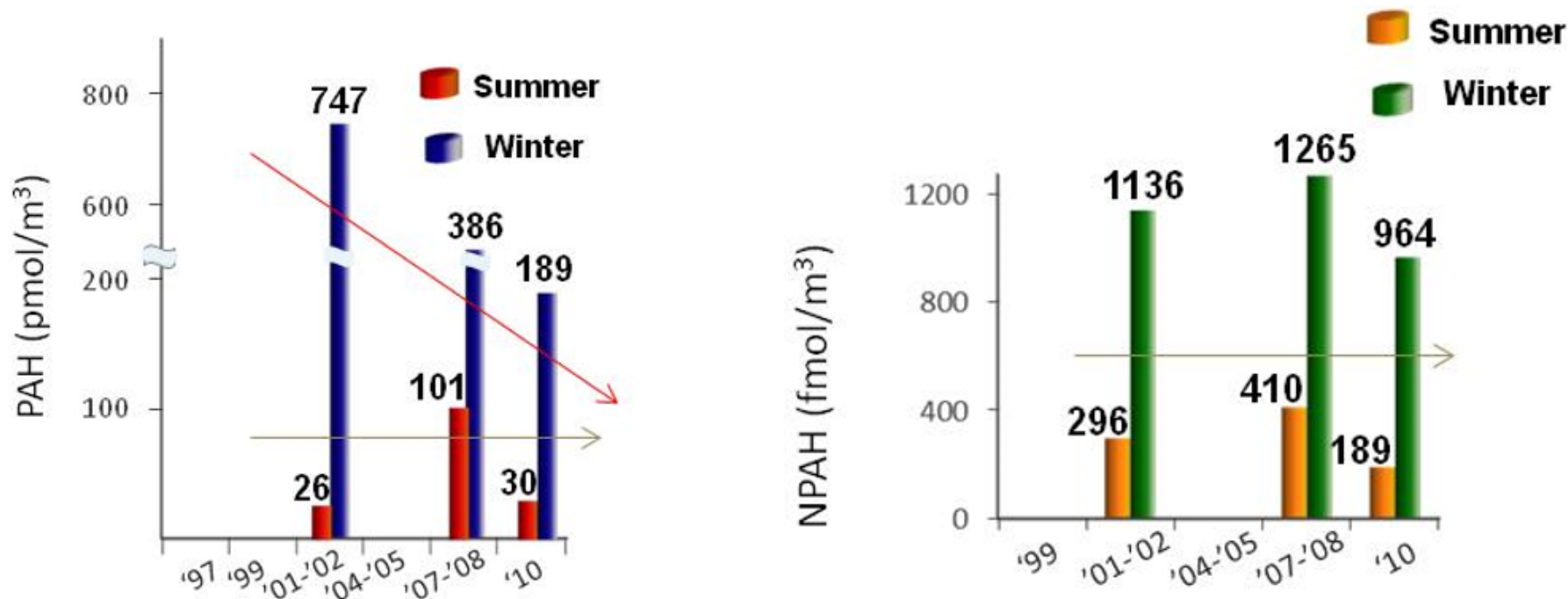
日本の都市における大気中総PAH濃度の経年変動



日本の都市における大気中総1-NP濃度の経年変動



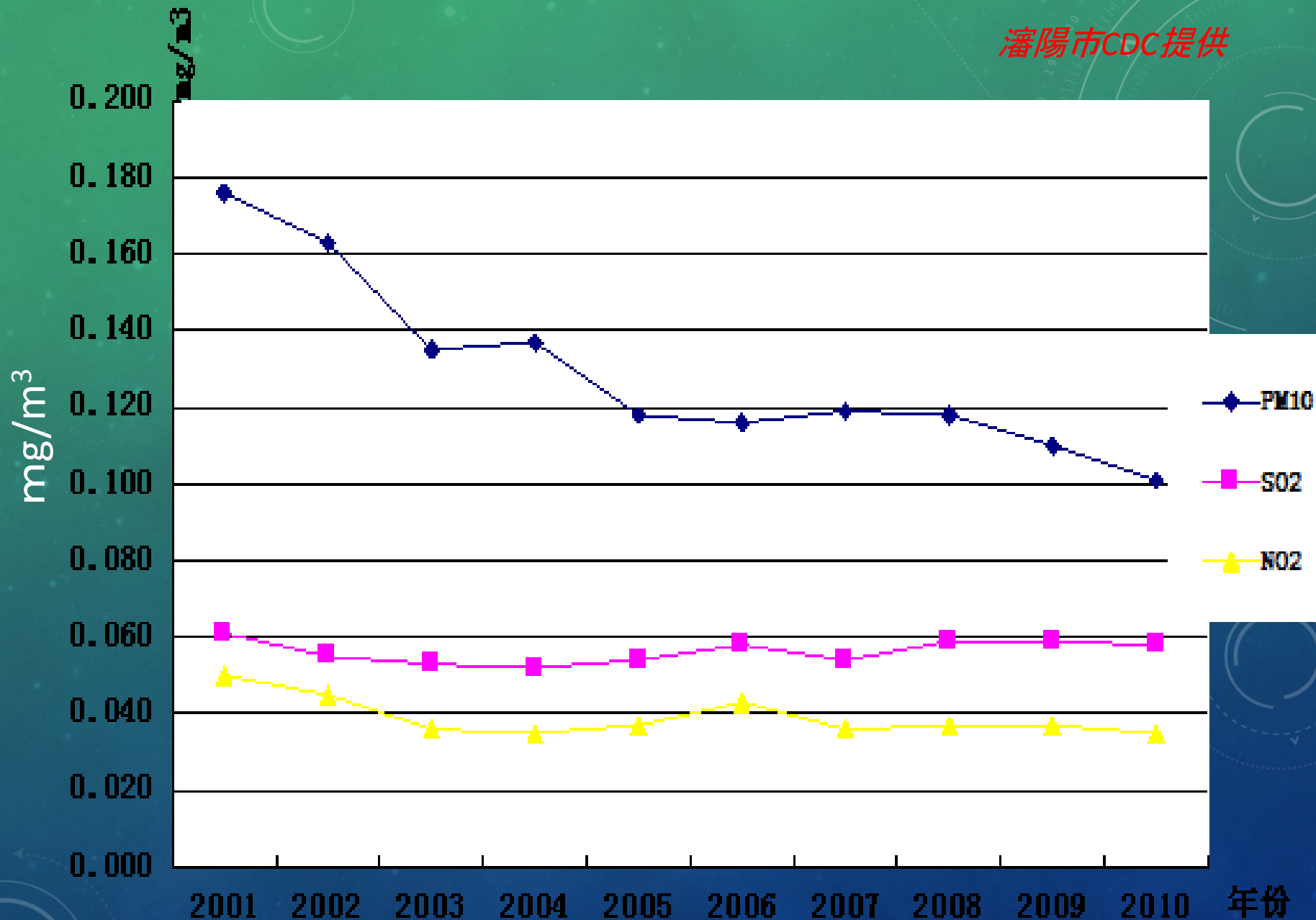
北九州の大気中PAH, NPAH経年変動要因の推定



主要因： 瀋陽市政府が2001年より青空計画を実施

1. 2001年～2006年： 100超事業所の郊外移転と休業
2. 2001年～2007年： 5000基石炭ボイラーの撤去
3. 2000年～2012年： 自動車保有台数が36万台から120万台に増加

瀋陽の大気中PAH、NPAH濃度推移及び主要因

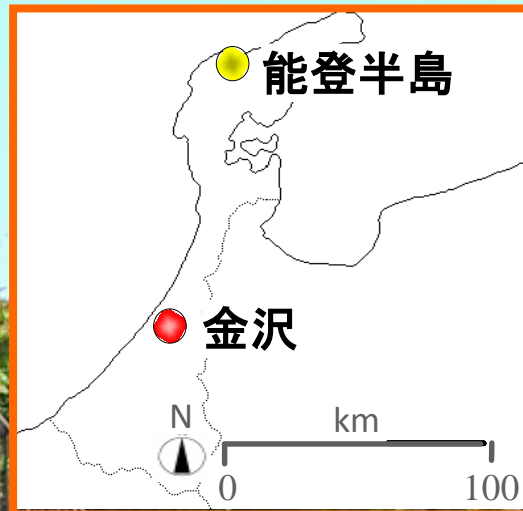


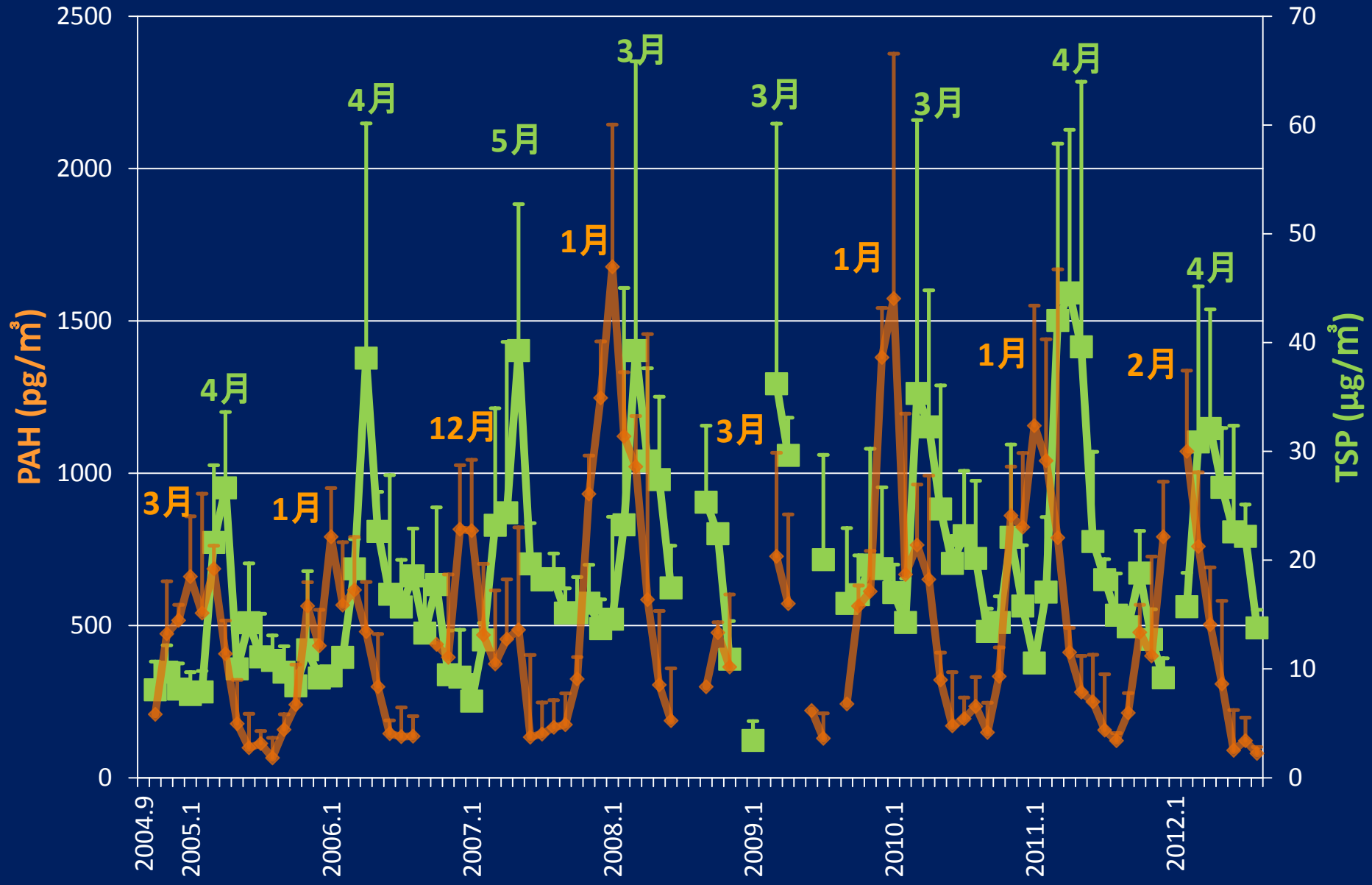
瀋陽の大気中大気汚染物質の経年変動

東アジア地域における大気汚染物質の越境輸送

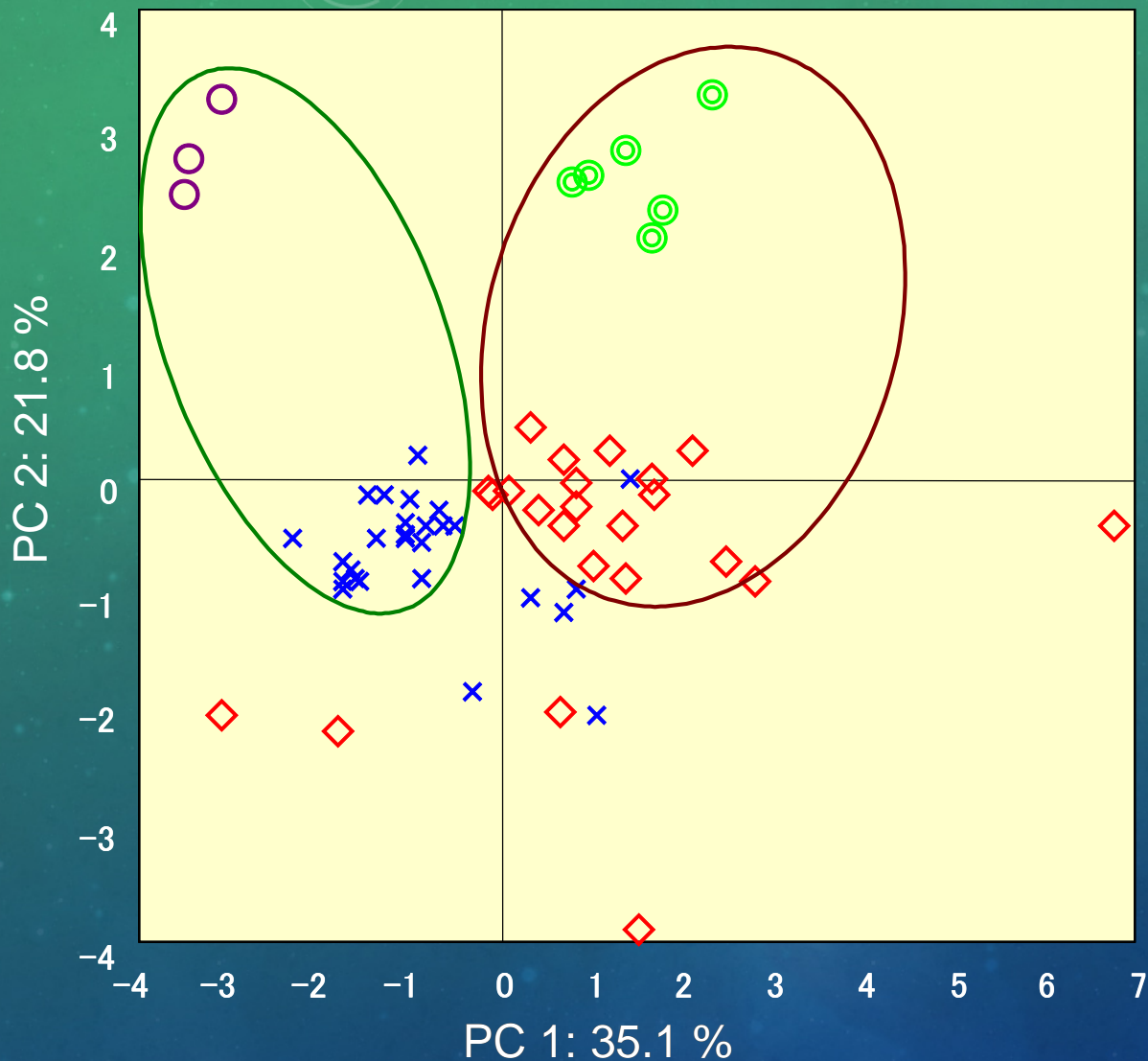


東アジア地域における大気汚染物質 の長距離輸送





能登半島における総PAH及びTSP濃度の月間変動



- ×: Wajima (heating)
- ◇: Wajima (no-heating)
- : Shenyang (winter)
- ◎: Kanazawa (winter)

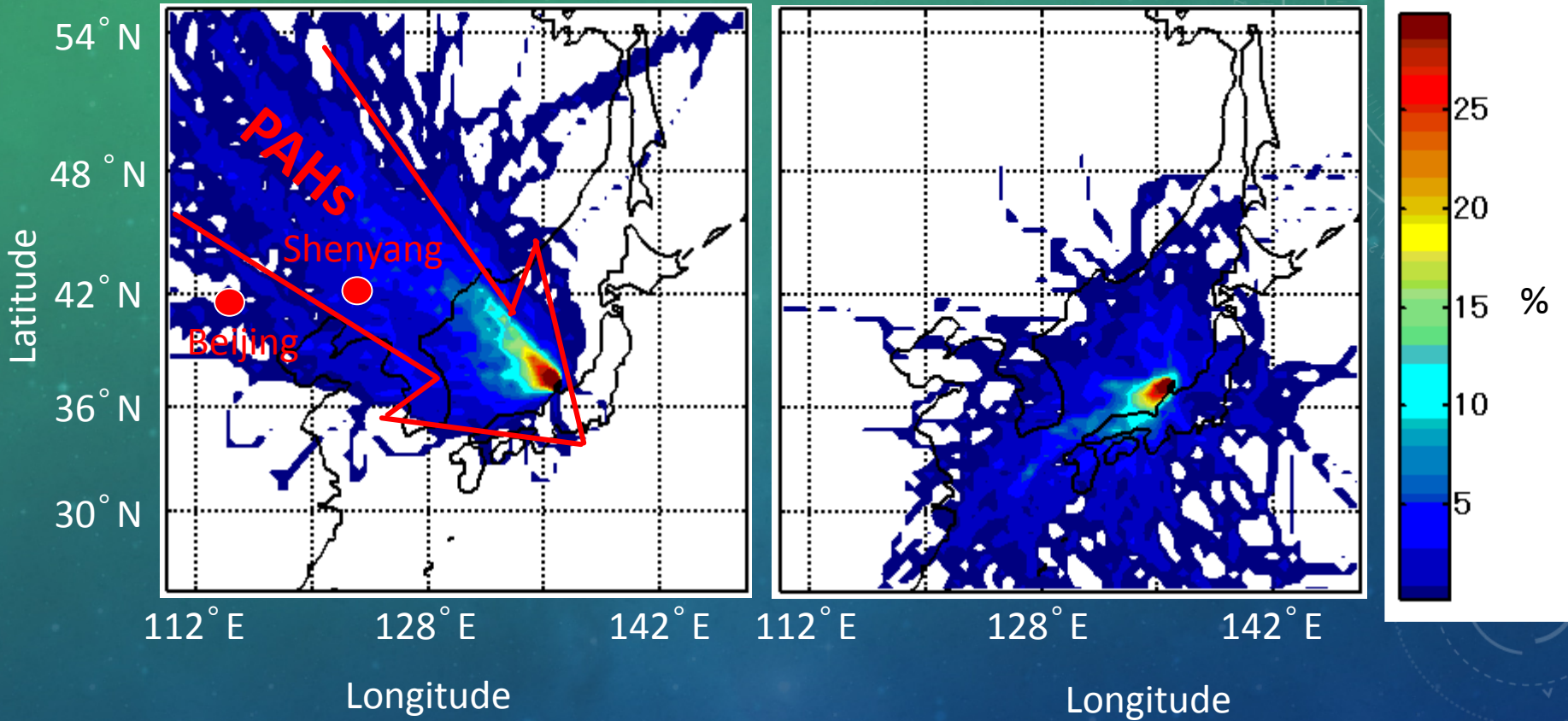
(Data of PAHs)

能登半島，金沢及び瀋陽の大気中PAHsの組成比較

Yang, Okada, Tang et al., *Atmos. Environ.* 2007

Winter (Jan. – Mar.)

Summer (July – Sep.)



能登半島に飛来する空気塊の起源

Correlation coefficients among selected NPAHs and PAHs.

Compound	2-NFR	2-NP	1-NP	FR	Pyr	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	BgPe
2-NP	0.4109										
1-NP	0.7461	0.3204									
FR	0.8483	0.3773	0.8058								
Pyr	0.8611	0.3969	0.8307	0.9764							
BaA	0.8615	0.3796	0.8299	0.9744	0.9823						
Chr	0.8770	0.3919	0.8197	0.9763	0.9866	0.9839					
BbF	0.8808	0.4194	0.7506	0.9209	0.9213	0.9031	0.9188				
BkF	0.8368	0.3908	0.6875	0.8374	0.8480	0.8185	0.8635	0.9070			
BaP	0.8867	0.4356	0.7690	0.9023	0.9215	0.9027	0.9237	0.9836	0.9213		
BgPe	0.8730	0.4279	0.7448	0.8594	0.8899	0.8700	0.9000	0.9561	0.9016	0.9762	
IDP	0.8383	0.4158	0.6806	0.8774	0.8656	0.8473	0.8689	0.9797	0.8855	0.9600	0.9462

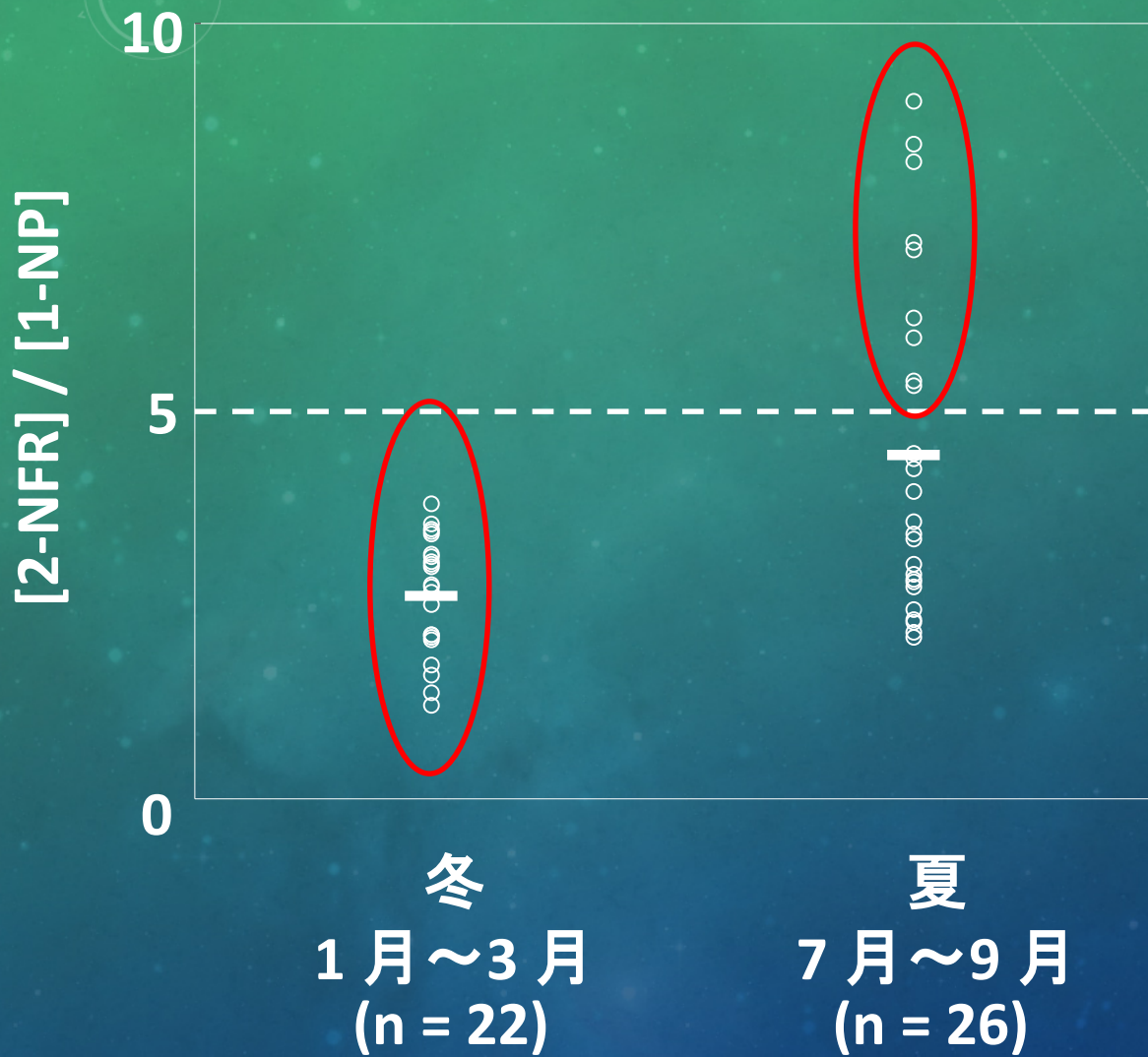
Level of significance: $p < 0.01$ ($n = 89 - 99$).

Correlation coefficients between three NPAHs and several meteorological factors at WAMS^a.

Compound	Snow	Precipitation	Temperature	Sunshine
	(d/M)	(mm/M)	(°C)	(h/M)
2-NFR	0.4869*	0.1038	-0.7590**	-0.6744**
2-NP	0.3234	0.0675	-0.5247**	-0.3894
1-NP	0.7626**	0.0710	-0.8653**	-0.7228**

Level of significance: *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$ ($n = 24$).

^aMeteorological data from Japan Meteorological Agency (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>).

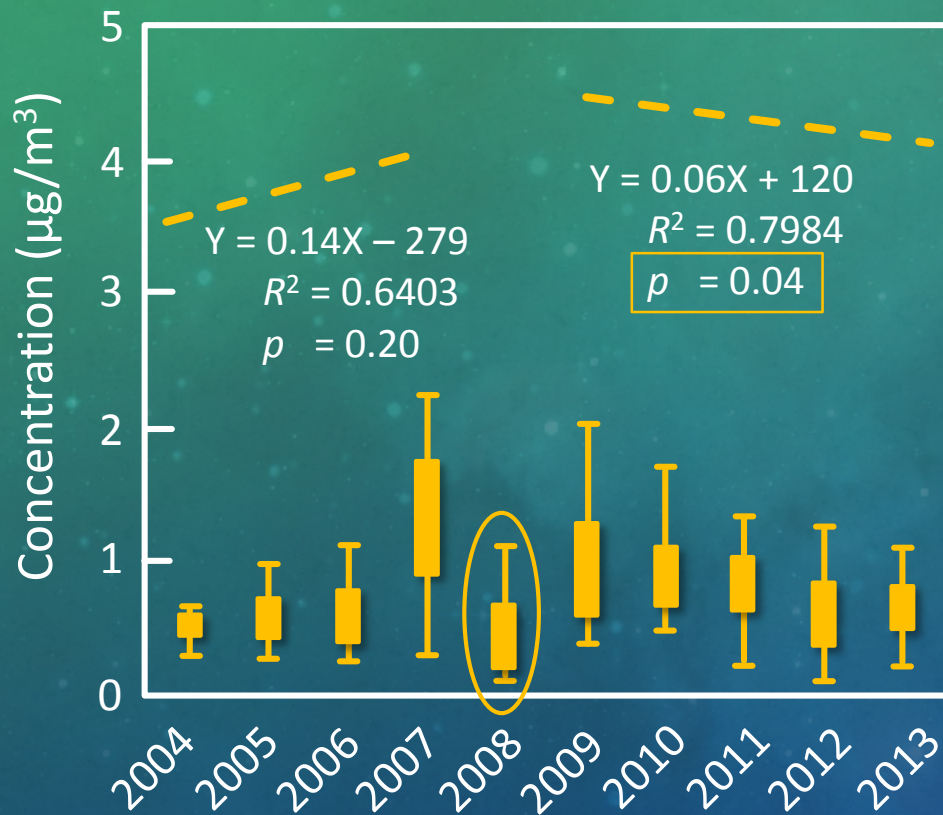


能登半島の大気中[2-NFR] / [1-NP] 比

Cold season:

from November to May of next year

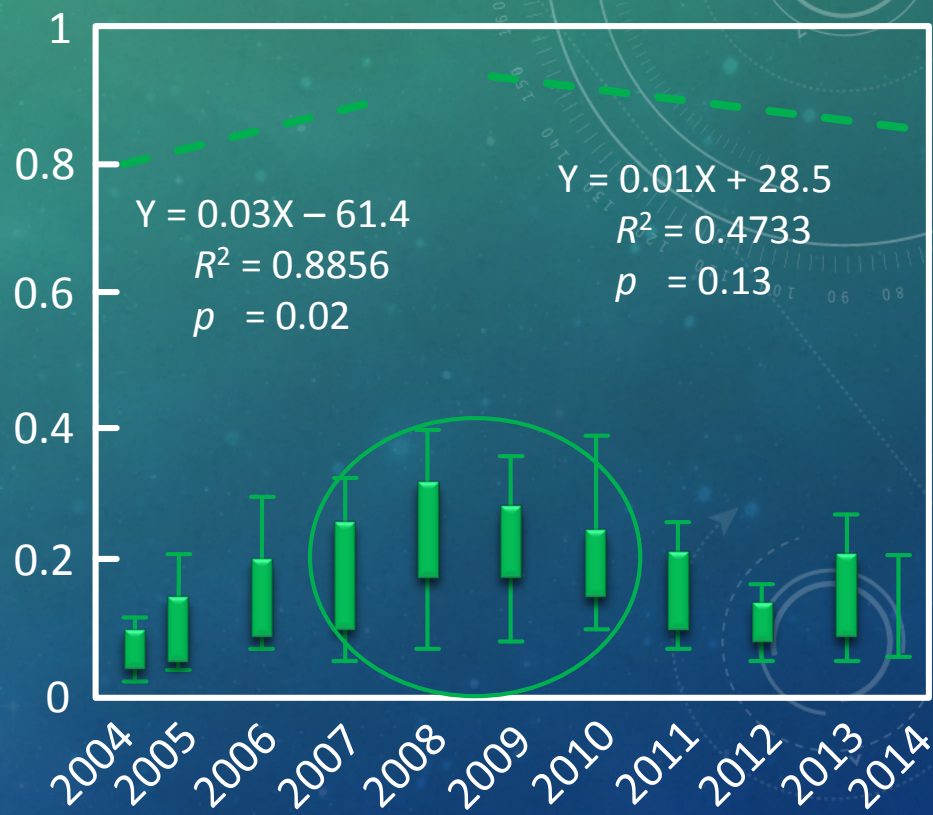
$n = 280$



Warm season:

from June to October

$n = 175$



能登半島の大気中PAHsの季節別経年変動

2015年11月3日 北京



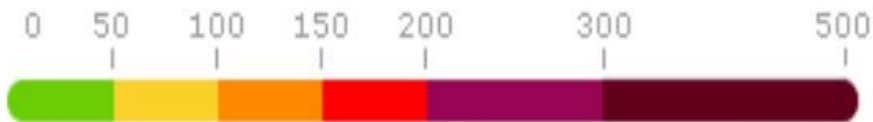
2015年11月1日 長春



Beijing Real-time Air Quality Index

北京实时空气质量指数

更新: 2015年11月03日 20时



210

PM_{2.5}: 180 μg/m³

AQI指数

カテゴリ(健康影響)

0 - 50

Good (良い)

51 - 100

Moderate (並)

101 - 150

Unhealthy for Sensitive Groups
(敏感なグループにとっては健康に
良くない)

151 - 200

Unhealthy(健康に良くない)

201 - 300

Very Unhealthy
(極めて健康に良くない)

301 - 500

Hazardous (危険)

謝 辞

- 石川県保健環境センター：横江氏，柿本氏，岡氏，橋場氏
- 金沢市環境部環境保全課：田中氏、安島氏
- 北海道環境科学研究センター：酒井氏
- 麻布大学：後藤先生
- 産業医科大学：嵐谷名誉教授
- 福州大学：Zhenyu Lin先生
- 復旦大学：Qing Wu先生
- 清華大学：Jinming Lin先生
- 瀋陽市疾病予防コントロールセンター (CDC)：Xue-Mei Zhang氏
- 中国環境科学研究院：Xiao-Yang Yang先生
- 国立環境研究所，田村 憲治先生
- ロシア科学アカデミー極東支部：Vasiliy F. Mishukov 先生
- 釜山大学校薬学大学：Hae Young Chung 先生
- 中国科学院生態環境研究中心：Lixia Zhao 先生