

東京都微小粒子状物質検討会

レセプターワーキング報告書

—レセプターモデルによる PM_{2.5} 発生源寄与割合の推定—

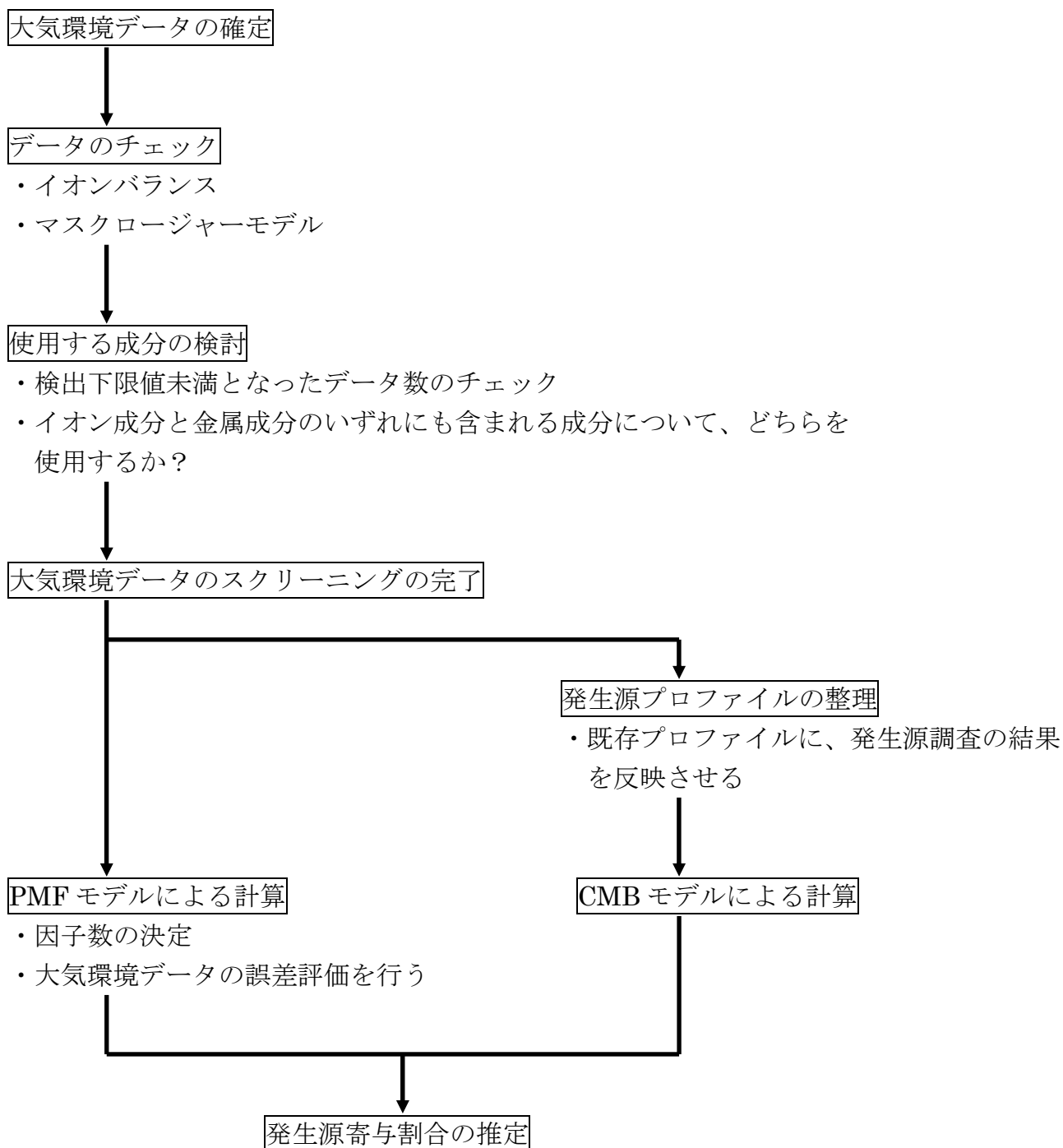
PM_{2.5} の発生源寄与の推定に関するワーキンググループ

目次

第1章 PM _{2.5} 発生源寄与割合の推定 作業フロー	335
第2章 PMF法1-季節や地点により分類しないデータへの適用	336
2-1 大気環境データのスクリーニング	336
2-1-1 大気環境データ	336
2-1-2 イオンバランスによるチェック	336
2-1-3 マスクロージャーモデルによるチェック	337
2-1-4 使用する成分の検討	338
2-2 PMF法による計算	340
2-2-1 因子数の決定	340
2-2-2 大気環境データの誤差評価	340
2-2-3 計算結果	341
2-2-4 因子の由来	343
2-2-5 因子の寄与割合	344
第3章 PMF法2-季節や地点により分類したデータへの適用	345
3-1 大気環境データのスクリーニング	345
3-1-1 大気環境データ	345
3-1-2 イオンバランスによるチェック	345
3-1-3 マスクロージャーモデル、イオン成分と金属成分の比較によるチェック	346
3-1-4 季節および地点によるデータの分類	347
3-1-5 使用する成分の検討	347
3-2 PMF法による計算	348
3-2-1 因子数の決定	348
3-2-2 大気環境データの誤差評価	349
3-2-3 計算結果	350
3-2-4 因子の由来および寄与割合	354
第4章 CMB法	356
4-1 大気環境データのスクリーニング	356
4-1-1 大気環境データ	356
4-1-2 イオンバランス、マスクロージャーモデルによるチェック	356
4-1-3 使用する成分の検討	356
4-2 発生源プロファイル	356
4-2-1 発生源プロファイルの整理	356
4-2-2 発生源プロファイルの検討	357
4-3 CMB法による計算	360
4-3-1 一般環境と道路沿道	360
4-3-2 区部と多摩部	360
4-3-3 各発生源の指標元素濃度	363
4-3-4 地点間における寄与濃度のばらつき	364
4-3-5 過去の調査との比較	366
第5章 まとめ	368

第1章 PM_{2.5}発生源寄与割合の推定 作業フロー

以下の手順により、PM_{2.5}発生源寄与割合の推定を行った。



第2章 PMF法1-季節や地点により分類しないデータへの適用

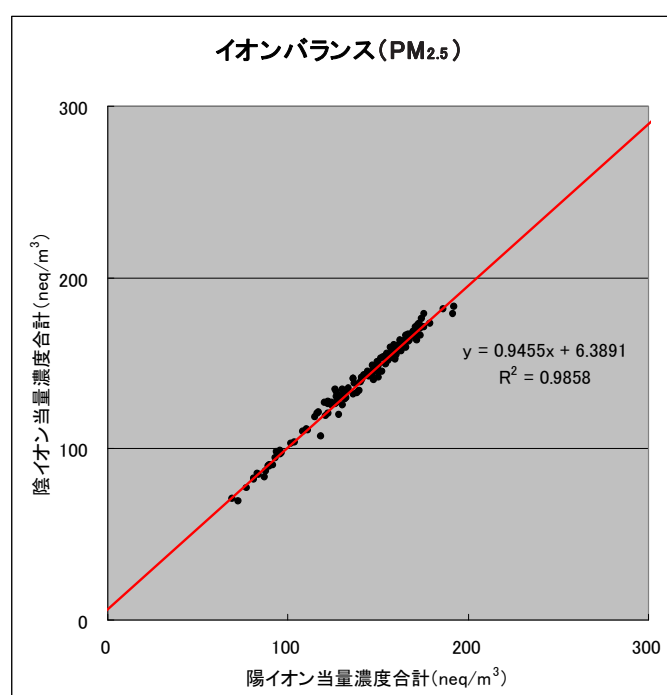
2-1 大気環境データのスクリーニング

2-1-1 大気環境データ

平成20年度のPM_{2.5}調査結果（都内17地点（一般環境9地点、道路沿道8地点）、各季節2週間、24時間採取）を使用する。また、金属成分（中長寿命）を含めるため、炭素成分、イオン成分、金属成分（短寿命）データは1週間分を平均した。

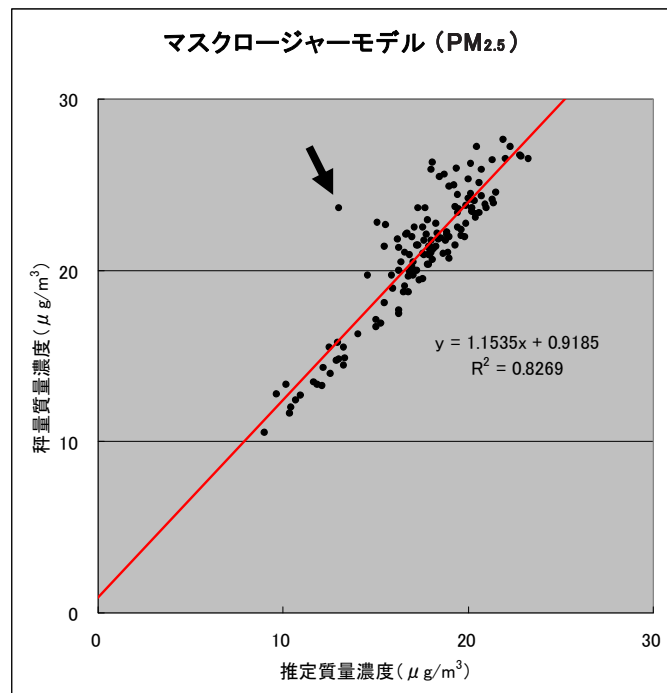
2-1-2 イオンバランスによるチェック

イオンバランスによるチェックを行った結果、特に問題になるようなデータはなかった。



2-1-3 マスクロージャーモデルによるチェック

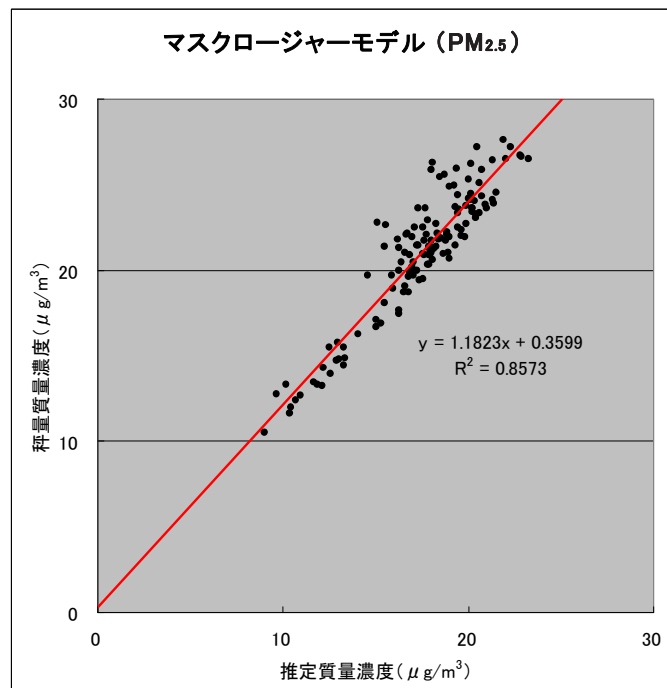
マスクロージャーモデルにより推定された質量濃度と秤量質量濃度の相関を調べ、大きくはずれたデータを解析の対象から除いた。



解析からはずしたデータ

・ 国立 秋季 後半

11/10-15、11/17 集合住宅工事



2-1-4 使用する成分の検討

① 検出下限値未満となったデータ数のチェック

検出下限値未満のデータが2割以上であった成分（炭素成分、イオン成分、金属成分（短寿命）は952データのうち190データ以上；金属成分（中長寿命）は136データのうち27データ以上）は解析に使用しなかった。

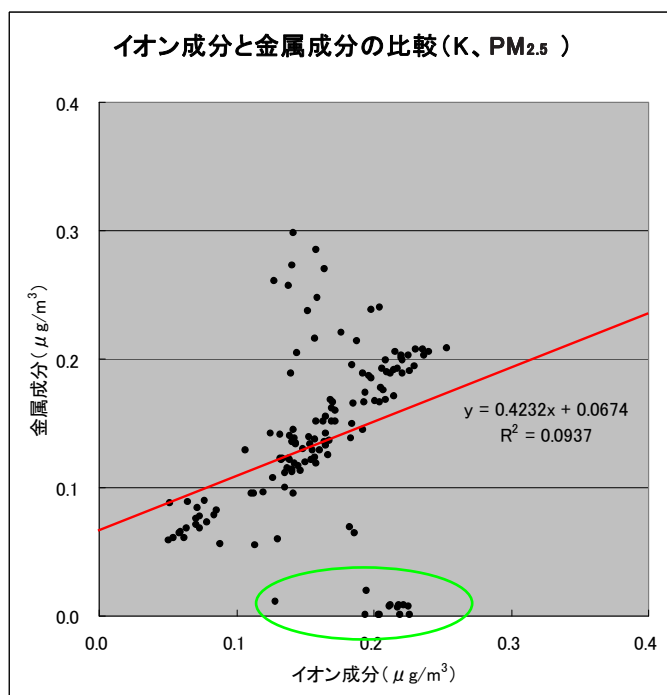
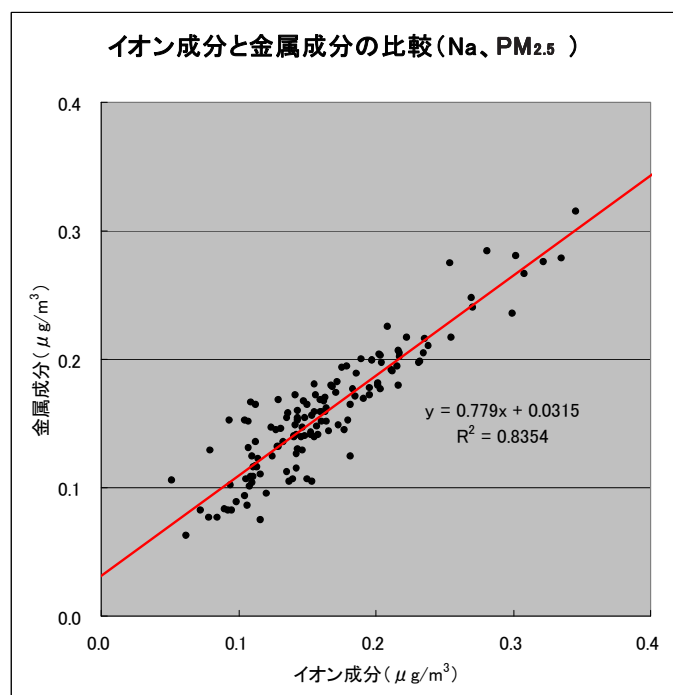
成分	検出下限値未満のデータ数		
炭素成分	EC	0	
	OC	0	
イオン成分	NH ₄	0	
	Na	32	
	K	42	
	Mg	752	×
	Ca	33	
	Cl	158	
	NO ₃	1	
	SO ₄	0	
	金属成分 (短寿命)	Na(S)	1
		Mg(S)	805
Al(S)		38	
Cl(S)		210	×
K(S)		465	×
Ca(S)		684	×
Ti(S)		913	×
V(S)		1	
Mn(S)		0	
Cu(S)		468	×
I(S)		21	
金属成分 (中長寿命)	Sc(L)	25	
	Cr(L)	13	
	Fe(L)	2	
	Co(L)	37	×
	Ni(L)	136	×
	Zn(L)	5	
	As(L)	0	
	Se(L)	4	
	Br(L)	1	
	Rb(L)	135	×
	Sr(L)	134	×
	Mo(L)	98	×
	Ag(L)	72	×
	Cd(L)	136	×
	Sb(L)	0	
	Cs(L)	101	×
	Ba(L)	126	×
	La(L)	0	
	Ce(L)	81	×
	Sm(L)	85	×
	Eu(L)	136	×
	Au(L)	134	×
	K(L)	22	
W(L)	41	×	

② イオン成分と金属成分のどちらを使用するか

ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、塩素は、イオン成分および金属成分として測定されているので、どちらを解析に使用するかを検討した。検出下限値未満となったデータ数のチェックにより、マグネシウムはいずれも使用不可、カルシウムと塩素はイオン成分に決定、したがって、ナトリウムとカリウムについて、検討を行った。

成分	イオン	金属(短寿命)	金属(中長寿命)
Na	○	○	—
K	○	×	○
Mg	×	×	—
Ca	○	×	—
Cl	○	×	—

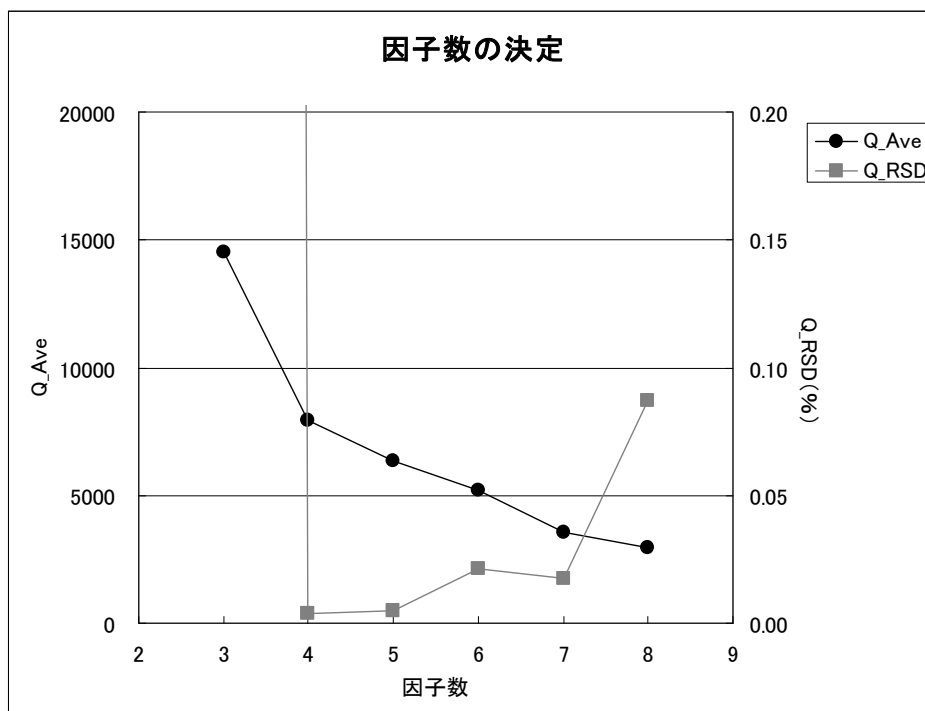
ナトリウムはイオン成分が金属成分に比べて高い傾向がみられたため(非水溶性成分も中性子放射化分析では測定されるため、金属成分がイオン成分に比べて高くなると考えられるが、本調査ではイオン成分の方が高かった)、カリウムは金属成分のデータに異常と思われるものがあったため(楕円で示した部分)、いずれもイオン成分を使用した。



2-2 PMF 法による計算

2-2-1 因子数の決定

各因子数について、10 回ずつ計算を行った結果、Q 値の平均 (Q_Ave) は因子数が大きくなるほど小さくなり、ばらつき (Q_RSD) は因子数が 4 と 5 のとき、小さくなった。そこで、因子数を 5 とした。なお、使用したソフトは EPA PMF 3.0 である。



2-2-2 大気環境データの誤差評価

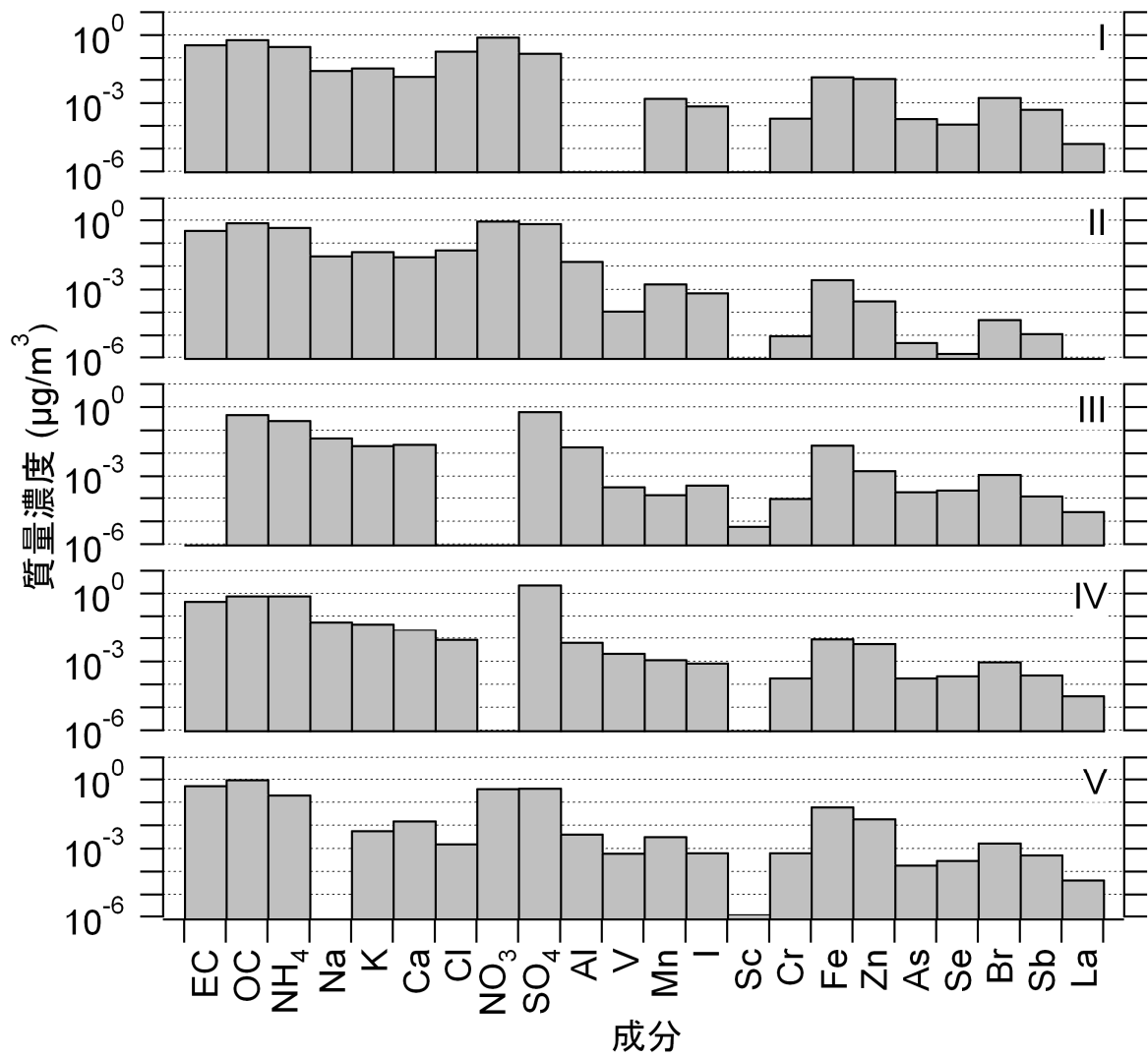
各測定値の誤差の評価を行った。測定値を C_i 、各成分の測定値の幾何平均を M 、幾何標準偏差を σ とおく。 $Cr = C_i/M$ を求め、

- $Cr \geq \sigma^2$ のとき、誤差 5%、
- $\sigma^2 > Cr \geq \sigma$ のとき、誤差 10%、
- $\sigma > Cr \geq \sigma^{-1}$ のとき、誤差 15%、
- $\sigma^{-1} > Cr \geq \sigma^{-2}$ のとき、誤差 20%、
- $Cr < \sigma^{-2}$ のとき、誤差 25%

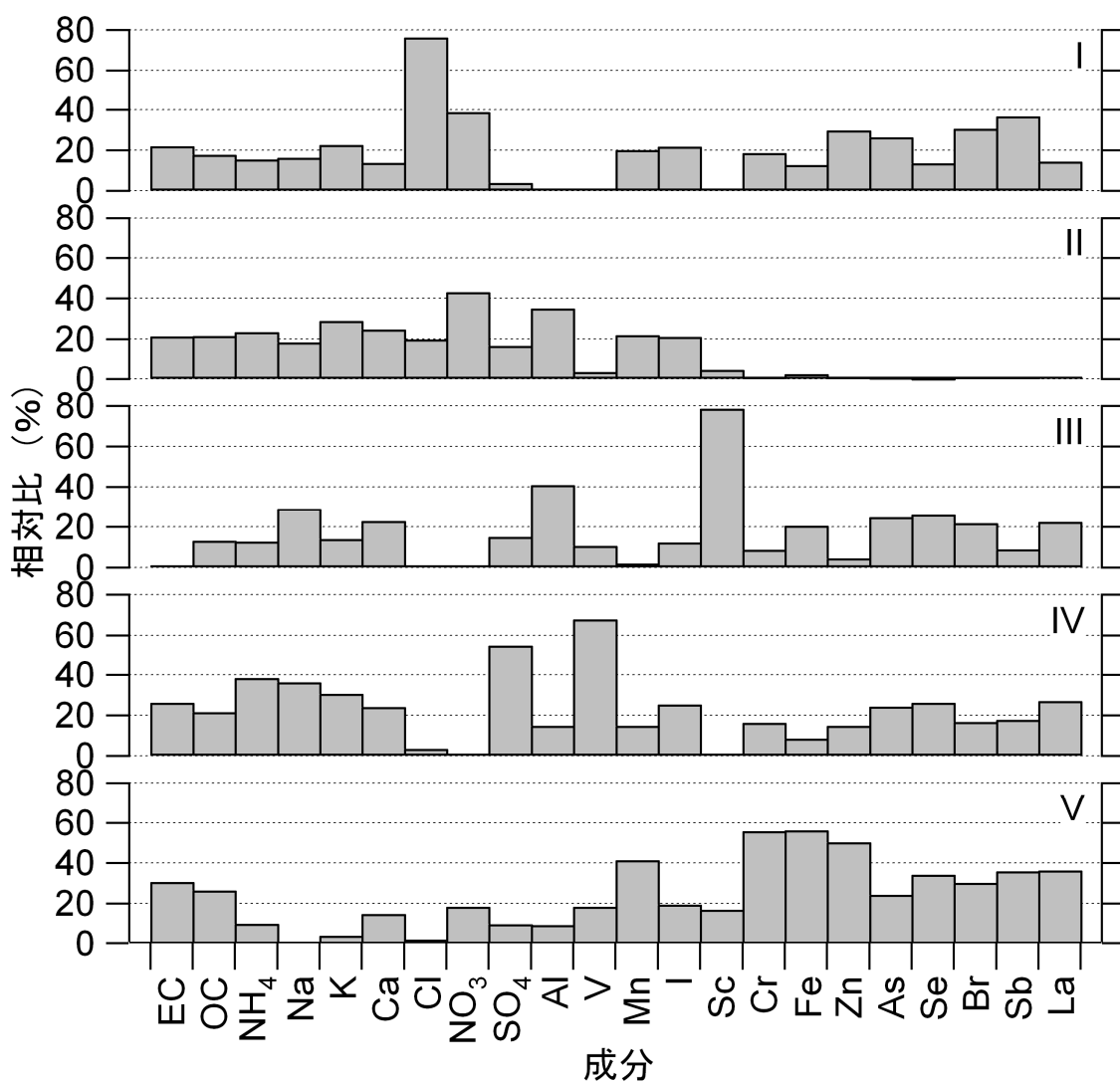
とした。

2-2-3 計算結果

① 各因子における成分を質量濃度で表示。



② 成分を相対比で表示（各成分について、因子 I から V までの合計が 100%になる）。



2-2-4 因子の由来

① 各因子の寄与

- ・一般環境と道路沿道の比較

	I	II	III	IV	V
一般環境(23区)	1.21	0.76	1.19	1.09	1.02
一般環境(多摩)	0.58	1.06	0.97	0.86	0.70
一般環境	0.93	0.89	1.09	0.98	0.88
道路沿道(23区)	1.22	0.97	0.92	1.09	1.27
道路沿道(多摩)	0.84	1.38	0.84	0.89	0.89
道路沿道	1.08	1.12	0.89	1.02	1.13
道路沿道/一般環境	1.16	1.25	0.81	1.03	1.29

- ・季節変動

	I	II	III	IV	V
春季	0.10	0.71	1.51	0.94	1.33
夏季	-0.07	0.03	0.27	2.73	0.84
秋季	2.60	0.97	0.49	0.21	1.37
冬季	1.39	2.24	1.60	0.39	0.41

② 各因子におけるイオンバランス

	I	II	III	IV	V
陽イオン(neq/m ³)	21.2	31.9	19.0	51.1	12.9
陰イオン(neq/m ³)	23.2	32.4	14.0	51.5	15.7
陰イオン/陽イオン	1.10	1.02	0.74	1.01	1.22
Naイオン(neq/m ³)	1.16	1.31	2.07	2.58	0.00
Clイオン(neq/m ³)	5.87	1.53	0.00	0.26	0.05
Clイオン/Naイオン	5.04	1.17	0.00	0.10	-

③ 各因子の由来の推定

・因子Ⅰ

塩素（76.2%）の比が高い。また、カリウム（22.6%）の比も比較的高くなっている。野焼きが多く行われる秋季に寄与が大きいので、バイオマス燃焼に由来すると推定される。

・因子Ⅱ

硝酸の比が43.0%と高く、塩素も19.8%となっている。寄与は夏季が小さく、冬季が大きいことから二次生成（硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム）に由来すると推定される。イオンバランスも1に近くなっている。また、ナトリウムと塩素のバランスが比較的よいことから、海塩粒子にも由来すると推定される。

・因子Ⅲ

カルシウム（22.8%）やアルミニウム（40.8%）の比が高いことから土壌・道路粉じん由来すると推定される。

・因子Ⅳ

硫酸（54.9%）の比が高く、寄与は夏季が大きいことから二次生成（硫酸アンモニウム）に由来すると推定される。イオンバランスも1に近い。また、バナジウムの比が67.7%と高いことから重油燃焼にも由来すると推定される。

・因子Ⅴ

一般環境に比べて、道路沿道における寄与が大きく、元素状炭素（30.7%）の比も高いので、自動車排出ガスに由来すると推定される。また、マンガン（41.3%）に代表される金属の比が高いことから鉄鋼にも由来すると推定される。

2-2-5 因子の寄与割合

各因子の寄与割合は、平均でPM_{2.5}の秤量質量濃度（21.0μg/m³）に対して、

- ・ 因子Ⅰ：13.0%
- ・ 因子Ⅱ：17.0%
- ・ 因子Ⅲ：7.5%
- ・ 因子Ⅳ：22.6%
- ・ 因子Ⅴ：12.9%

であった（大気環境調査におけるその他の成分は含まれない）。

第3章 PMF法2—季節や地点により分類したデータへの適用

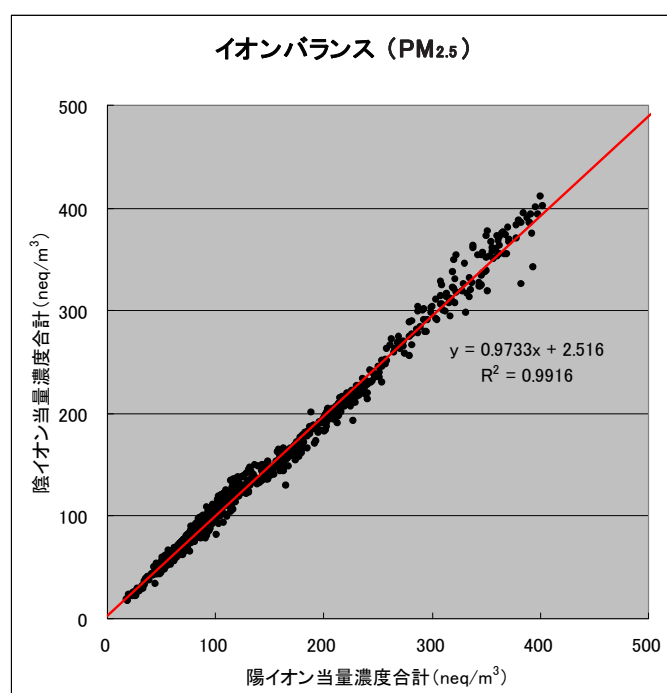
3-1 大気環境データのスクリーニング

3-1-1 大気環境データ

平成20年度のPM_{2.5}調査結果を使用する。対象とする成分は、1日ごとのデータが得られている炭素成分（炭素フラクション）、イオン成分、金属成分（短寿命）とした。

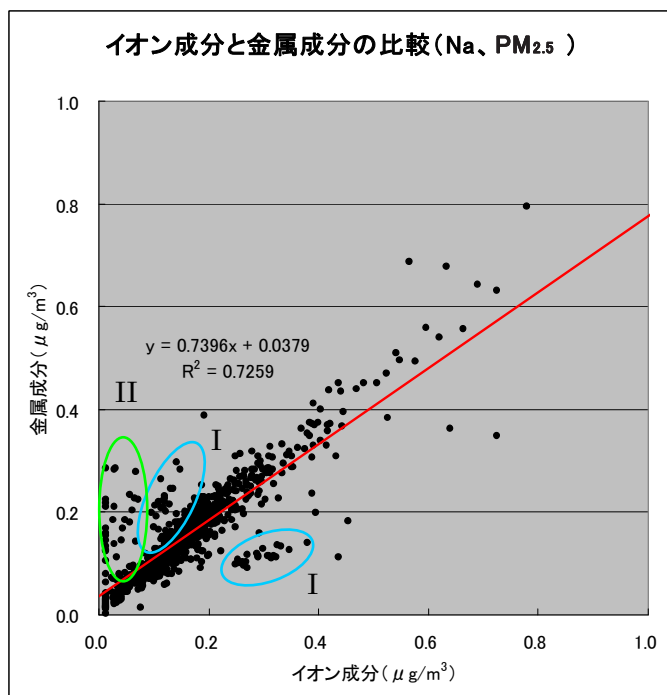
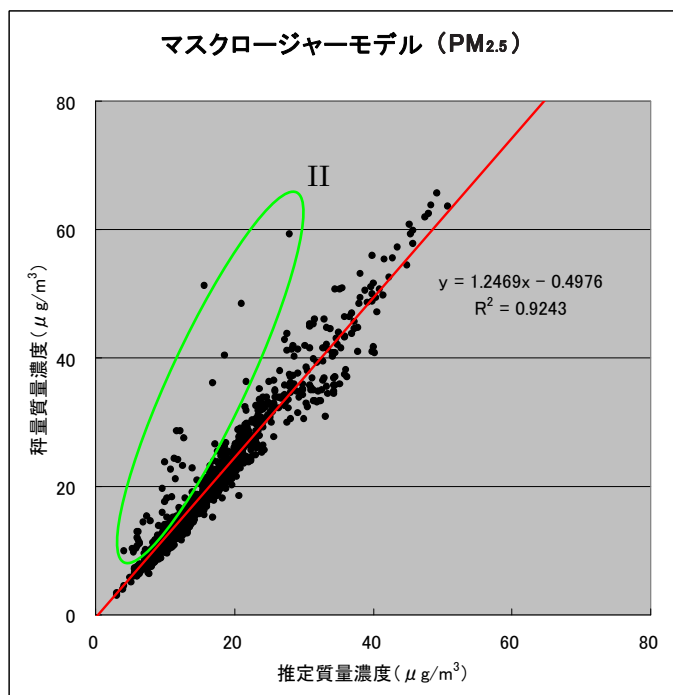
3-1-2 イオンバランスによるチェック

イオンバランスによるチェックを行った結果、特に問題となるようなデータはなかった。



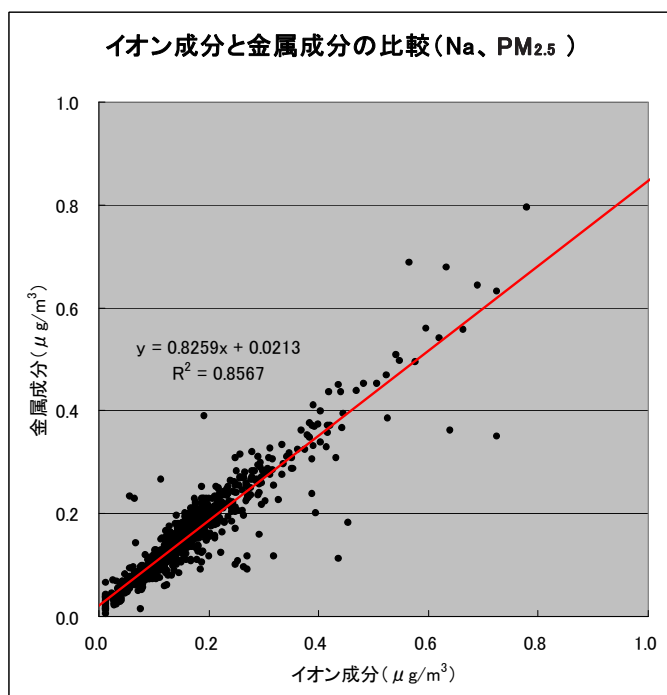
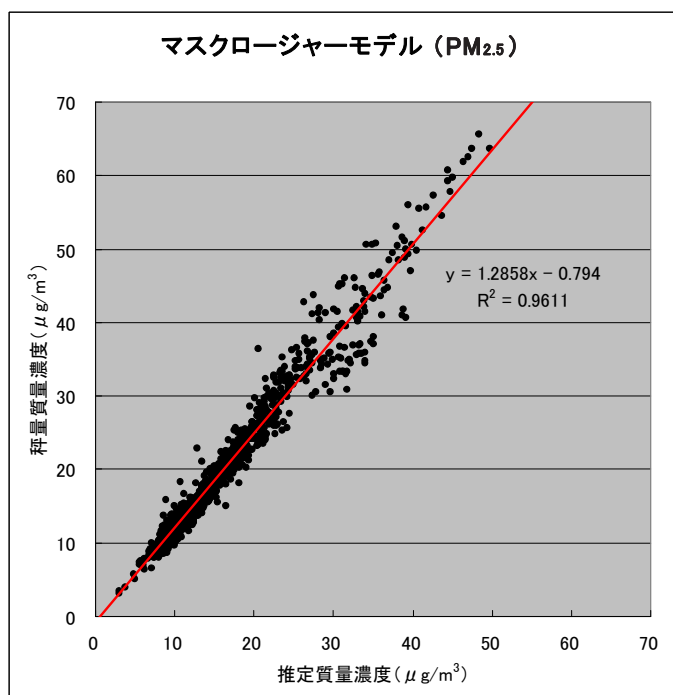
3-1-3 マスクロージャーモデル、イオン成分と金属成分の比較によるチェック

マスクロージャーモデルにより推定された質量濃度と秤量質量濃度の相関、ナトリウムについて、イオン成分と金属成分の相関を調べ、大きくはずれたデータを解析の対象から除いた。



I : 11/9-10、2/7-8 全データ

II : マスクロージャーモデルにより推定された質量濃度に対する秤量質量濃度の比が 1.8 以上となったデータ



3-1-4 季節および地点によるデータの分類

データを季節ごとに分け、さらに道路沿道と一般環境に分けた（8つのグループに分類）。ただし、下連雀は他の道路沿道に比べて元素状炭素の濃度が低いことから、一般環境に分類した。

3-1-5 使用する成分の検討

① 検出下限値未満となったデータ数のチェック

分類された8つのグループそれぞれについて、検出下限値未満のデータが2割以上であった成分（炭素フラクションは0以下となったデータ数をチェックした）は解析に使用しなかった。

② イオン成分と金属成分のどちらを使用するか

ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、塩素は、イオン成分および金属成分として測定されているので、どちらを解析に使用するかを、検出下限値未満となったデータ数のチェックにより決定した。その結果、カリウム、カルシウム、塩素はイオン成分に決定（金属成分は使用不可）、マグネシウムはいずれも使用不可であった。ナトリウムはいずれも使用可能であるが、検出下限値未満となったデータの数に金属成分の方が少なかったため、こちらを使用することにした。なお、イオン成分と金属成分のどちらを使用するかについては、8つすべてのグループで共通とした。

検出下限値未満となったデータの数
(全データ数は853で、2割以上のものを使用不可とした。)

成分	イオン		金属	
Na	○	16	○	1
K	○	28	×	420
Mg	×	654	×	713
Ca	○	25	×	615
Cl	○	148	×	203

解析の対象とした成分一覧

成分	春、一般	春、道路	夏、一般	夏、道路	秋、一般	秋、道路	冬、一般	冬、道路
EC1-Pyro	○	○	○	○	○	○	○	○
EC2	○	○	○	○	○	○	○	○
OC1	×	×	×	×	○	○	○	○
OC2	○	○	○	○	○	○	○	○
OC3	○	○	○	○	○	○	○	○
OC4	○	○	○	○	○	○	○	○
Pyro	○	○	○	○	○	○	○	○
NH ₄	○	○	○	○	○	○	○	○
K	○	○	○	○	○	○	○	○
Ca	○	○	○	○	○	○	○	○
Cl	○	○	×	×	○	○	○	○
NO ₃	○	○	○	○	○	○	○	○
SO ₄	○	○	○	○	○	○	○	○
Na(S)	○	○	○	○	○	○	○	○
Al(S)	○	○	○	○	○	○	○	○
V(S)	○	○	○	○	○	○	○	○
Mn(S)	○	○	○	○	○	○	○	○
Cu(S)	×	×	×	×	×	○	×	○
I(S)	○	○	○	○	○	○	○	○
データ数	134	96	136	95	119	69	120	84

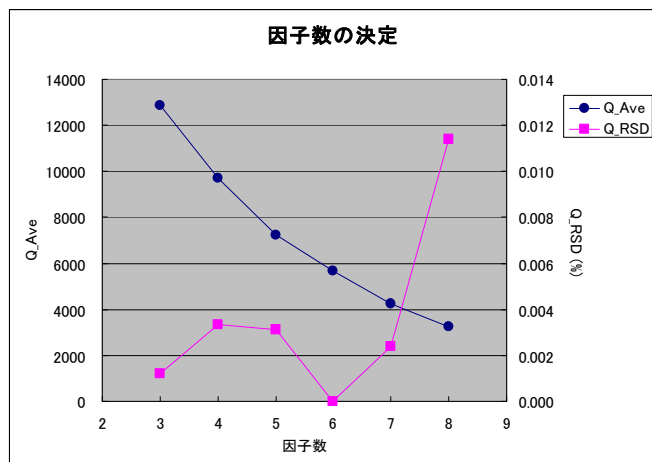
検出下限値未満のデータについては、検出下限値の 1/2 を使用した。冬季の一般環境と道路沿道の OC1 で、0 以下となったデータについては、他の成分との相関により（最も相関のよかった成分を使用。一般環境は NO₃、道路沿道は OC）値を推定した。

3-2 PMF 法による計算

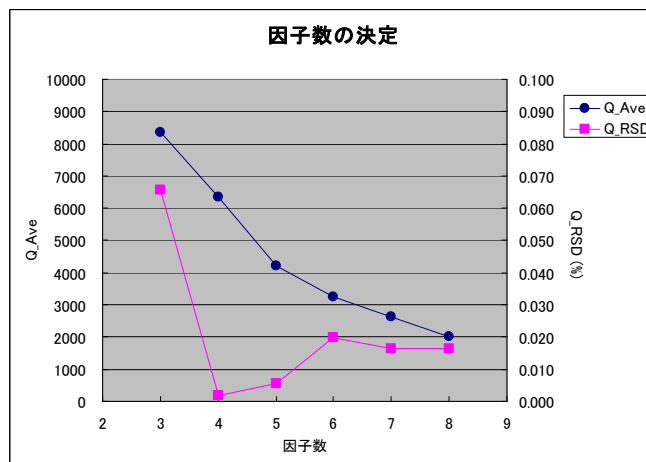
3-2-1 因子数の決定

因子数 3 から 8 までについて、それぞれ 10 回ずつ計算を行った。その結果、Q 値の平均 (Q_Ave) は因子数が大きくなるほど小さくなった。また、ばらつき (Q_RSD) も小さくなるように (0.01% 以下)、因子数を決定した。なお、使用したソフトは EPA PMF 3.0 である。

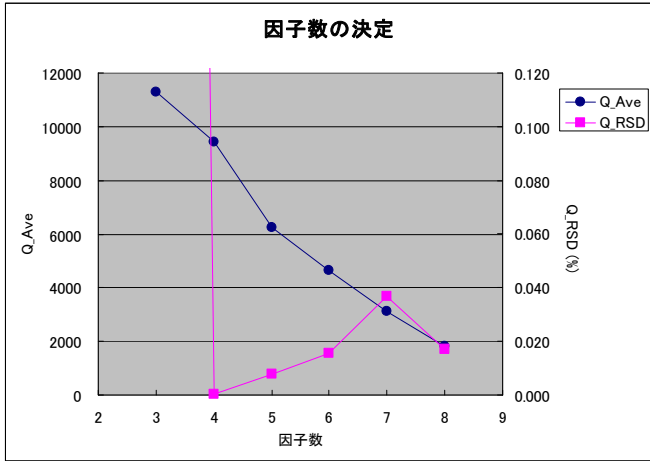
春季、一般環境 (因子数 6)



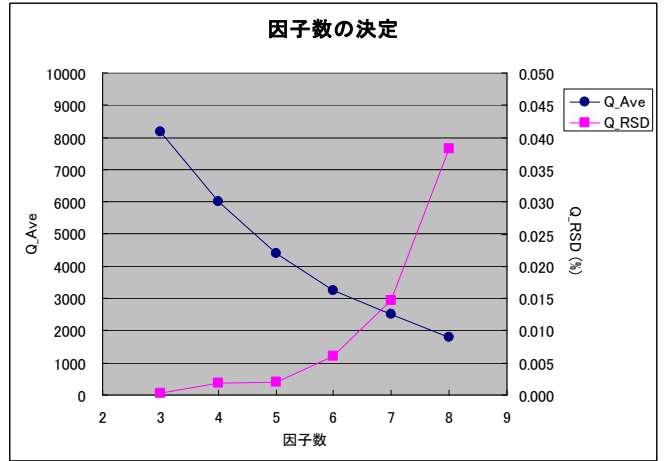
春季、道路沿道 (因子数 5)



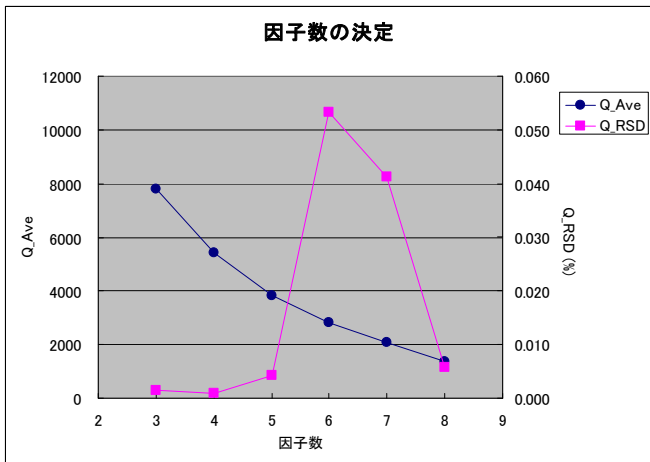
夏季、一般環境 (因子数 5)



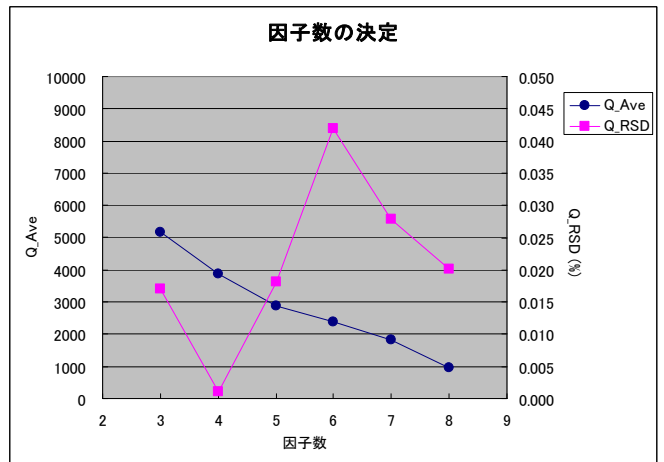
夏季、道路沿道 (因子数 5)



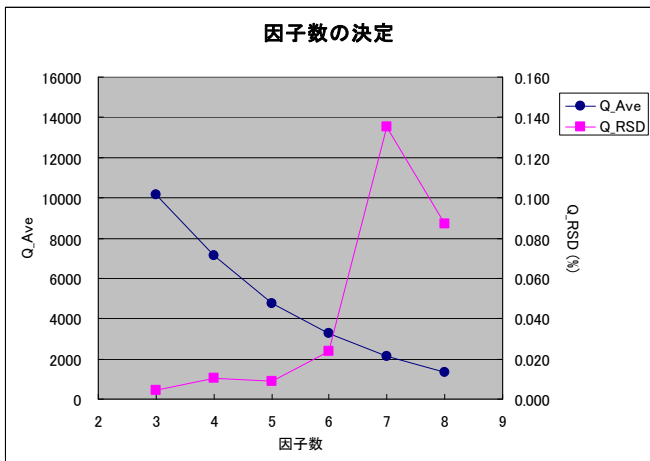
秋季、一般環境 (因子数 5)



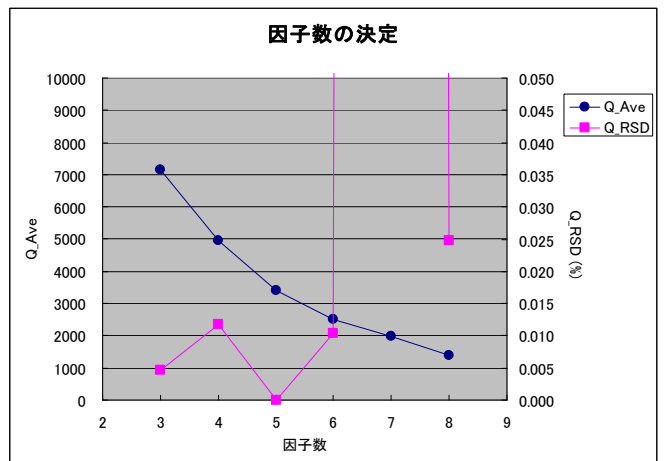
秋季、道路沿道 (因子数 4)



冬季、一般環境 (因子数 5)



冬季、道路沿道 (因子数 5)

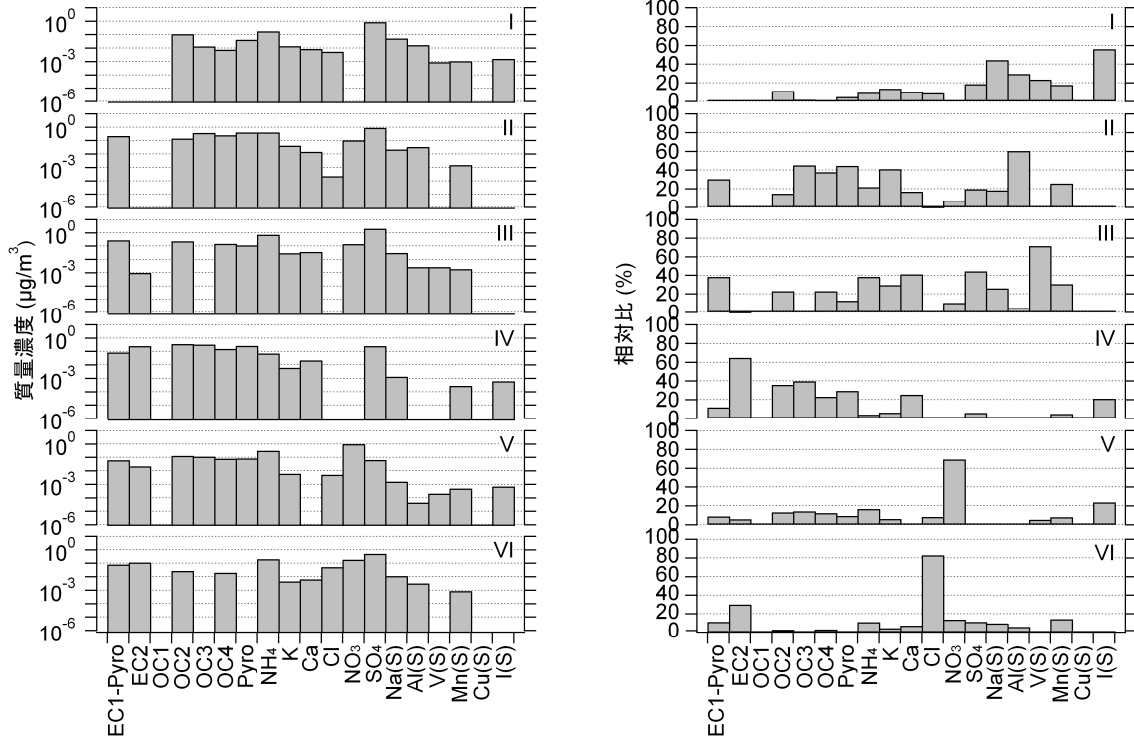


3-2-2 大気環境データの誤差評価
2-2-2 と同じ。

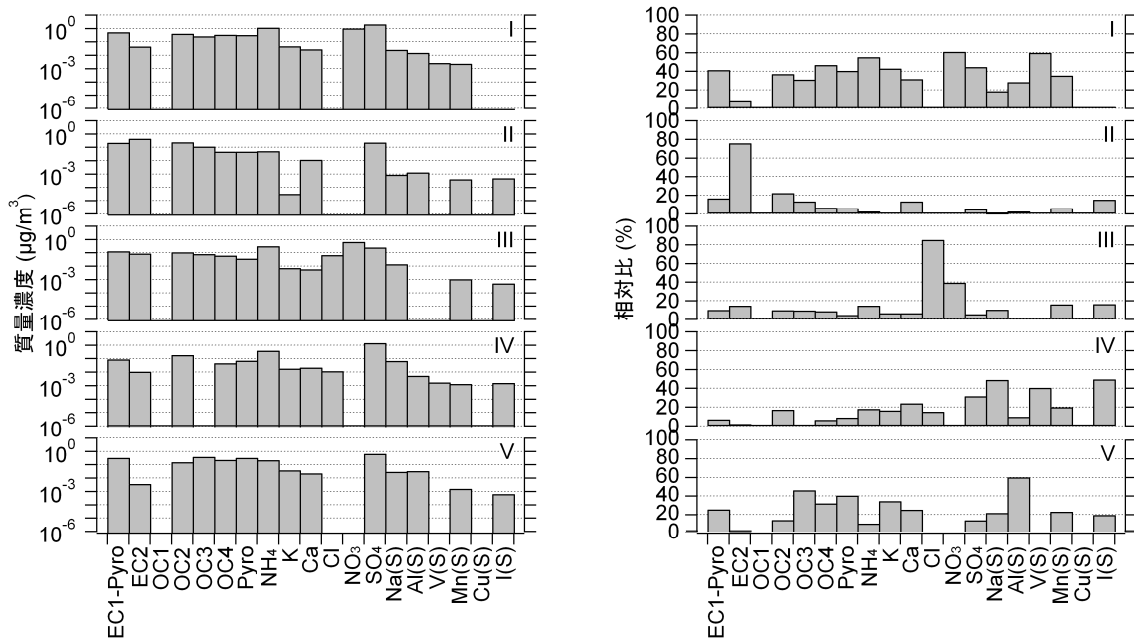
3-2-3 計算結果

グループごとに結果を示す。左側が各因子の成分を質量濃度で表示したもので、右側が成分を相対比で表示したものである（それぞれの成分について、各因子の合計が100%になる）。

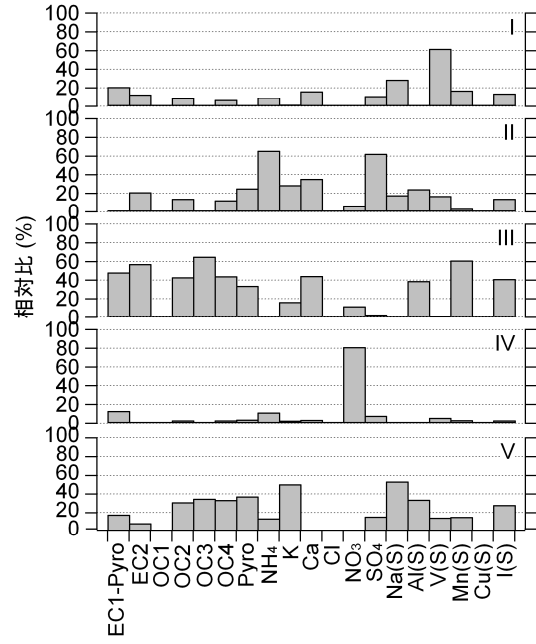
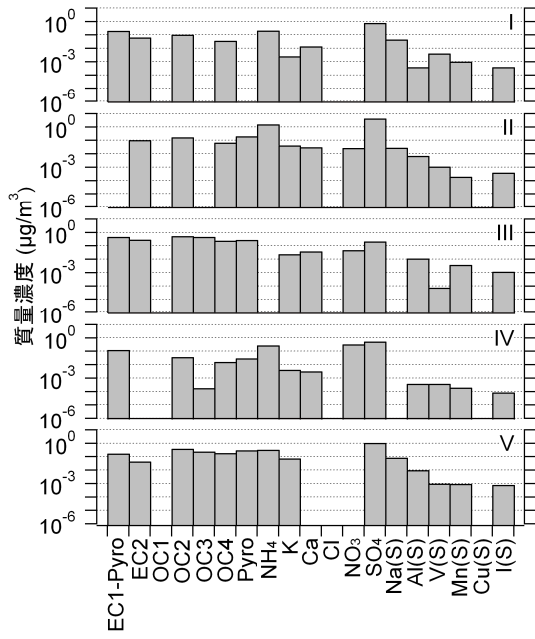
春季、一般環境



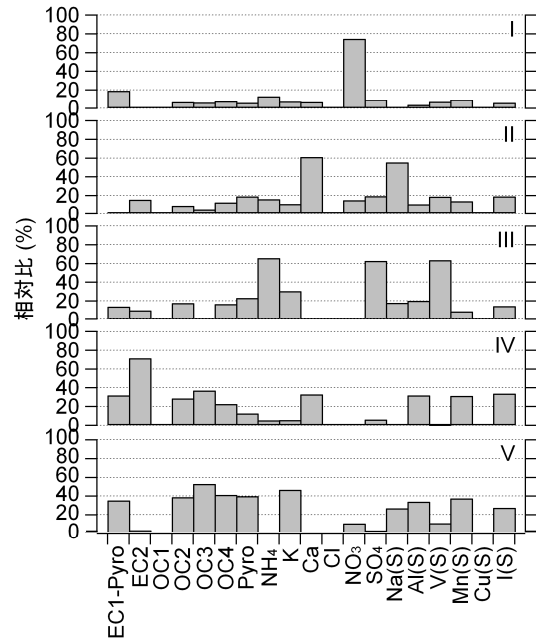
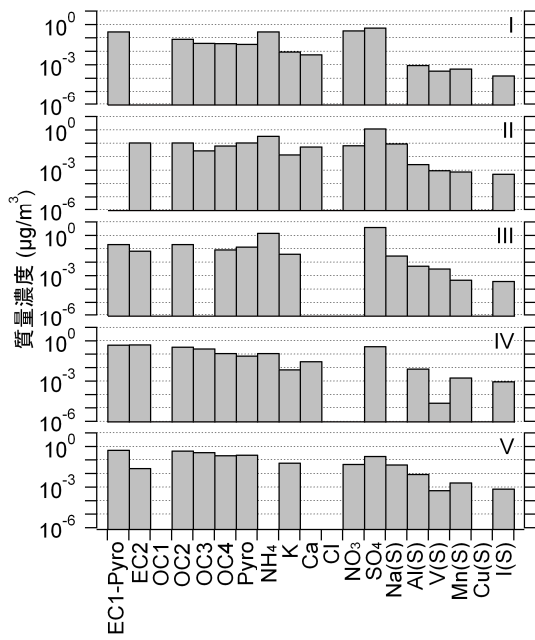
春季、道路沿道



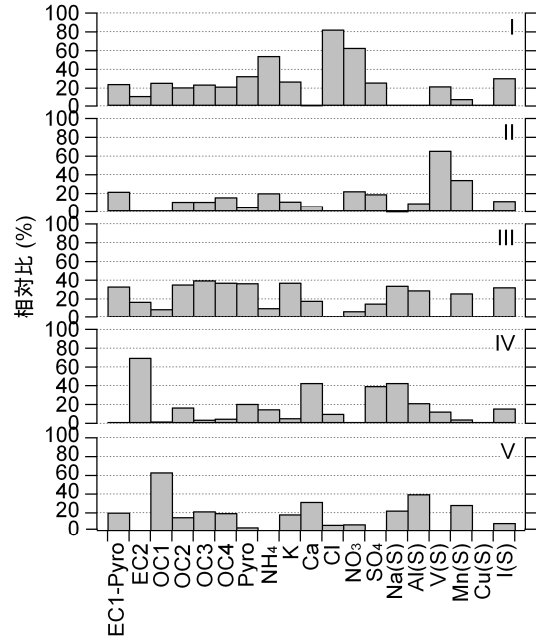
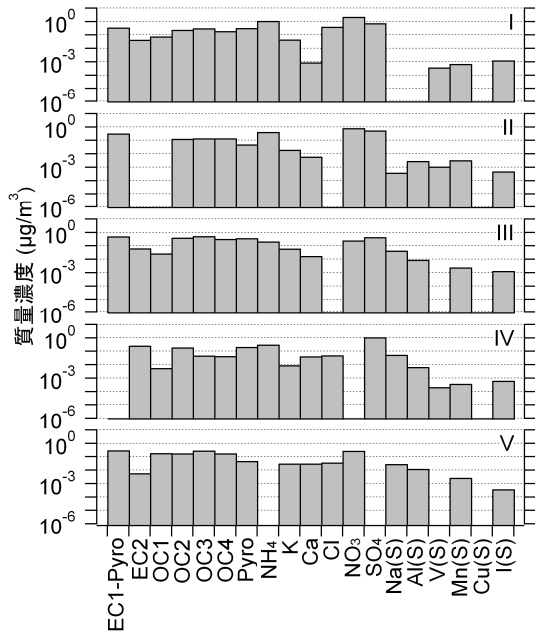
夏季、一般環境



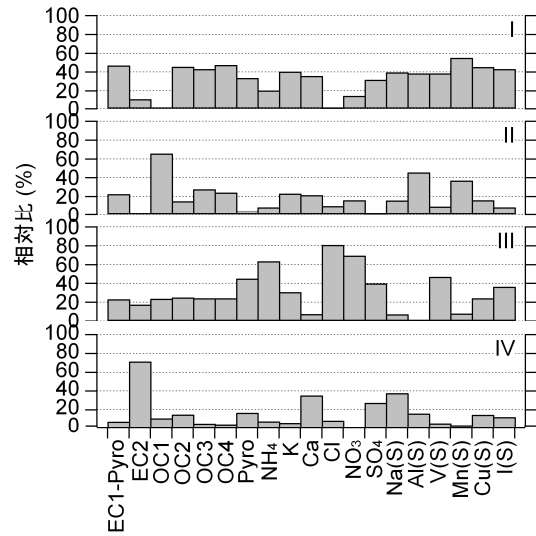
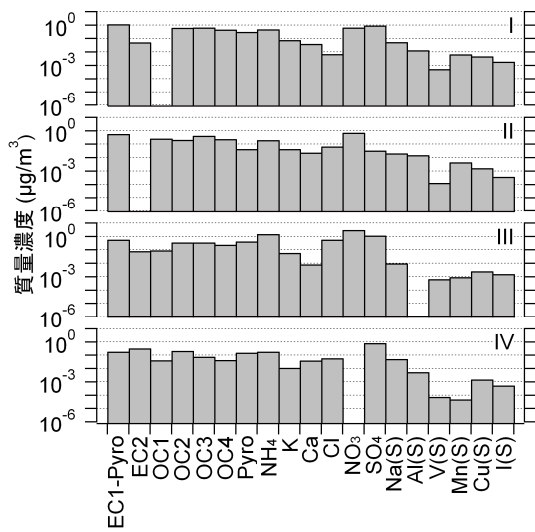
夏季、道路沿道



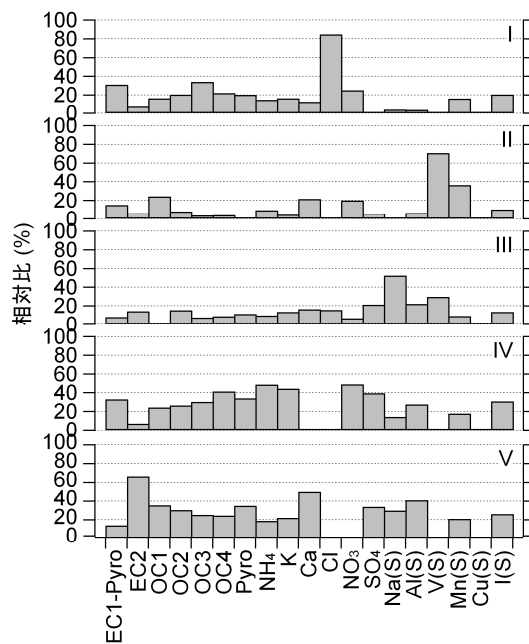
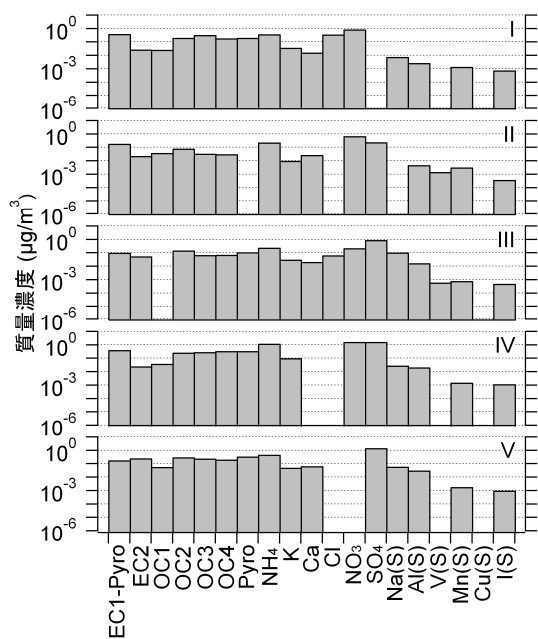
秋季、一般環境



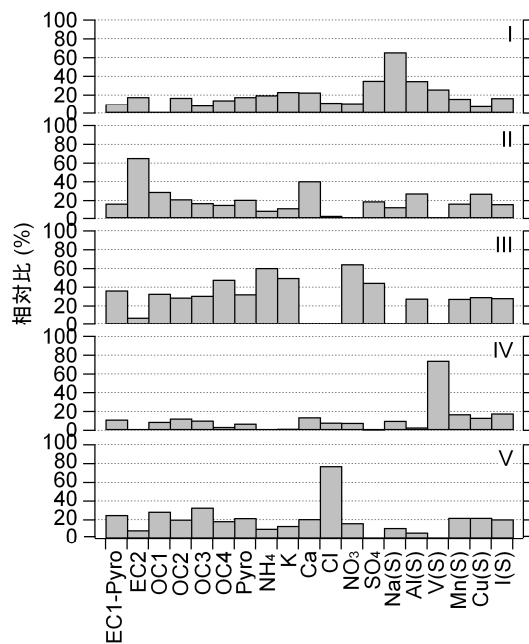
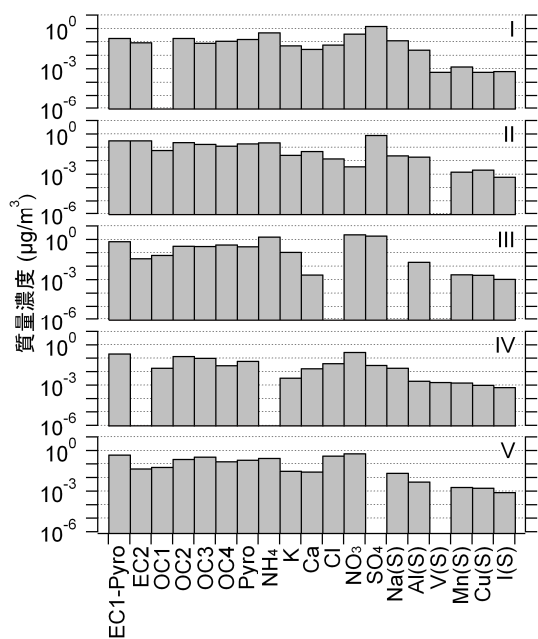
秋季、道路沿道



冬季、一般環境



冬季、道路沿道



3-2-4 因子の由来および寄与割合

8つのグループそれぞれについて、因子の由来を推定し、寄与割合（PM_{2.5}の秤量質量濃度に対する割合）を計算した。

因子の由来を推定する際、指標とした各発生源の元素は、

- ・ 土壌・道路粉じん：Al、Ca、(Na)
 - ・ 海塩粒子：Na、(Cl)
 - ・ 鉄鋼：Mn
 - ・ 重油燃焼：V
 - ・ バイオマス燃焼：K、(Na、Pyro)
 - ・ 自動車排出ガス：EC1、EC2
 - ・ 二次生成：NH₄、Cl、NO₃、SO₄
- である。

PMF法による計算結果

春季、一般環境											
18.0 μg/m ³											
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V	因子 VI	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V		
EC1-Pyro	0.0	30.2	38.3	11.7	8.7	11.2	29.7				
EC2	0.0	0.0	0.3	64.4	5.6						
OC1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OC2	11.1	14.6	22.7	35.8	13.1	2.8					
OC3	1.6	44.9	0.0	39.5	14.0	0.0					
OC4	1.2	37.7	22.7	23.1	12.3	3.0					
Pyro	4.6	44.4	12.6	29.2	9.2	0.0					
NH ₄	9.3	21.6	38.1	3.8	16.4	10.8					
K	13.6	41.0	29.2	5.9	6.0	4.4					
Ca	9.9	16.8	41.0	25.1	0.0	7.2					
Cl	8.7	0.0	0.0	0.0	8.3	82.7					
NO ₂	0.0	0.4	10.0	0.0	69.0	13.5					
SO ₂	18.4	19.5	44.1	5.6	1.4	11.0					
Na(S)	44.2	18.2	25.8	1.1	1.3	9.5					
Al(S)	29.3	60.2	4.7	0.0	0.1	3.7					
V(S)	23.4	0.0	71.3	0.0	5.2	0.0					
Mn(S)	17.6	25.4	30.4	4.6	7.9	14.2					
Cu(S)	-	-	-	-	-	-					
I(S)	55.7	0.0	0.0	20.8	23.5	0.0					
香与割合	7.0	15.6	20.2	9.6	10.0	6.6					
因子の由来 (推定)	海塩粒子	ハイオマス 土壌・ 道路粉じん	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC2)	二次生成 (NO _x)	二次生成 (CO)	二次生成 (SO ₂)	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	ハイオマス 土壌・ 道路粉じん	二次生成 (NO _x)	ハイオマス 海塩粒子

夏季、一般環境											
19.7 μg/m ³											
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V	因子 VI	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V		
EC1-Pyro	21.0	0.0	48.2	12.9	17.9	12.8	21.2	57.2	8.7		
EC2	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
OC1	25.8	0.0	0.0	9.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0		
OC2	21.0	11.2	35.4	16.9	15.4	3.0	31.2	0.0	0.0		
OC3	23.8	11.0	39.9	3.7	21.6	0.0	34.9	0.0	0.0		
OC4	21.6	16.1	37.4	4.9	19.9	2.9	33.7	0.0	0.0		
Pyro	32.8	5.0	36.9	20.7	4.7	3.7	37.3	0.0	0.0		
NH ₄	54.3	20.4	10.3	10.3	10.0	11.4	13.8	0.0	0.0		
K	27.2	11.5	37.5	5.5	18.4	2.8	50.3	0.0	0.0		
Ca	0.9	6.3	18.1	42.8	31.8	3.7	0.0	0.0	0.0		
Cl	82.5	0.0	0.0	10.1	7.4	81.1	0.0	0.0	0.0		
NO ₂	62.8	22.6	6.9	6.9	0.0	3.0	7.8	0.0	0.0		
SO ₂	26.0	19.3	15.1	39.5	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0		
Na(S)	0.0	0.0	34.2	43.8	22.8	0.0	53.3	0.0	0.0		
Al(S)	0.0	9.3	29.2	21.3	39.9	1.3	34.0	0.0	0.0		
V(S)	22.0	65.7	0.0	12.4	0.0	1.1	5.7	0.0	0.0		
Mn(S)	7.3	34.4	26.0	4.0	28.4	3.2	15.4	0.0	0.0		
Cu(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
I(S)	30.5	11.9	32.5	15.7	9.3	41.2	2.9	28.2	0.0		
香与割合	26.7	11.4	14.2	10.4	7.0	12.8	6.6	14.4	11.3		
因子の由来 (推定)	二次生成 (CO)	重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC1) ハイオマス	自動車 (EC2)	土壌・ 道路粉じん	二次生成 (NO _x)	二次生成 (SO ₂)	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	ハイオマス 海塩粒子	二次生成 (NO _x)	ハイオマス 海塩粒子

秋季、一般環境											
22.2 μg/m ³											
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V		
EC1-Pyro	24.4	22.0	33.4	0.0	20.2	24.4	22.0	33.4	0.0		
EC2	11.6	0.0	17.1	0.0	11.6	11.6	0.0	17.1	0.0		
OC1	25.8	0.0	9.2	1.9	63.1	25.8	0.0	9.2	1.9		
OC2	21.0	11.2	35.4	16.9	15.4	3.0	31.2	0.0	0.0		
OC3	23.8	11.0	39.9	3.7	21.6	0.0	34.9	0.0	0.0		
OC4	21.6	16.1	37.4	4.9	19.9	2.9	33.7	0.0	0.0		
Pyro	32.8	5.0	36.9	20.7	4.7	3.7	37.3	0.0	0.0		
NH ₄	54.3	20.4	10.3	10.3	10.0	11.4	13.8	0.0	0.0		
K	27.2	11.5	37.5	5.5	18.4	2.8	50.3	0.0	0.0		
Ca	0.9	6.3	18.1	42.8	31.8	3.7	0.0	0.0	0.0		
Cl	82.5	0.0	0.0	10.1	7.4	81.1	0.0	0.0	0.0		
NO ₂	62.8	22.6	6.9	6.9	0.0	3.0	7.8	0.0	0.0		
SO ₂	26.0	19.3	15.1	39.5	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0		
Na(S)	0.0	0.0	34.2	43.8	22.8	0.0	53.3	0.0	0.0		
Al(S)	0.0	9.3	29.2	21.3	39.9	1.3	34.0	0.0	0.0		
V(S)	22.0	65.7	0.0	12.4	0.0	1.1	5.7	0.0	0.0		
Mn(S)	7.3	34.4	26.0	4.0	28.4	3.2	15.4	0.0	0.0		
Cu(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
I(S)	30.5	11.9	32.5	15.7	9.3	41.2	2.9	28.2	0.0		
香与割合	26.7	11.4	14.2	10.4	7.0	12.8	6.6	14.4	11.3		
因子の由来 (推定)	二次生成 (CO)	重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC1) ハイオマス	自動車 (EC2)	土壌・ 道路粉じん	二次生成 (NO _x)	二次生成 (SO ₂)	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	ハイオマス 海塩粒子	二次生成 (NO _x)	ハイオマス 海塩粒子

冬季、一般環境											
21.1 μg/m ³											
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V		
EC1-Pyro	31.0	14.8	14.8	0.0	20.2	31.0	14.8	14.8	0.0		
EC2	7.0	5.9	14.2	0.0	7.0	7.0	5.9	14.2	0.0		
OC1	16.2	24.0	0.0	1.9	63.1	16.2	24.0	0.0	1.9		
OC2	20.2	8.0	15.1	16.9	15.4	3.0	31.2	0.0	0.0		
OC3	34.0	3.6	7.2	3.7	21.6	0.0	34.9	0.0	0.0		
OC4	21.9	3.7	4.1	4.9	19.9	2.9	33.7	0.0	0.0		
Pyro	20.1	0.0	11.1	20.7	4.7	3.7	37.3	0.0	0.0		
NH ₄	14.5	9.2	9.4	10.3	10.0	11.4	13.8	0.0	0.0		
K	16.2	4.3	13.4	5.5	18.4	2.8	50.3	0.0	0.0		
Ca	12.5	21.3	16.2	42.8	31.8	3.7	0.0	0.0	0.0		
Cl	84.6	0.0	0.0	10.1	7.4	81.1	0.0	0.0	0.0		
NO ₂	25.0	19.9	6.4	6.9	0.0	3.0	7.8	0.0	0.0		
SO ₂	0.0	5.6	21.1	39.5	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0		
Na(S)	3.9	0.0	52.2	43.8	22.8	0.0	53.3	0.0	0.0		
Al(S)	3.6	6.2	21.9	21.3	39.9	1.3	34.0	0.0	0.0		
V(S)	0.0	70.5	29.5	12.4	0.0	1.1	5.7	0.0	0.0		
Mn(S)	16.1	36.4	9.0	4.0	28.4	3.2	15.4	0.0	0.0		
Cu(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
I(S)	20.2	10.0	13.2	15.7	9.3	41.2	2.9	28.2	0.0		
香与割合	13.8	7.3	10.0	10.4	7.0	12.8	6.6	14.4	11.3		
因子の由来 (推定)	二次生成 (CO)	重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC1) ハイオマス	自動車 (EC2)	土壌・ 道路粉じん	二次生成 (NO _x)	二次生成 (SO ₂)	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	ハイオマス 海塩粒子	二次生成 (NO _x)	ハイオマス 海塩粒子

春季、道路沿道										
20.0 μg/m ³										
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V	
EC1-Pyro	41.1	16.6	10.1	6.8	25.4	41.1	16.6	10.1	6.8	
EC2	7.5	75.6	14.5	1.8	0.6	7.5	75.6	14.5	1.8	
OC1	36.8	22.2	9.9	17.0	14.1	36.8	22.2	9.9	17.0	
OC2	31.0	13.3	9.6	6.0	46.1	31.0	13.3	9.6	6.0	
OC3	46.5	6.5	8.7	6.3	32.0	46.5	6.5	8.7	6.3	
OC4	40.3	59.4	4.6	8.8	40.5	40.3	59.4	4.6	8.8	
Pyro	54.9	2.4	14.5	18.0	10.2	54.9	2.4	14.5	18.0	
NH ₄	42.8	6.6	6.6	16.2	34.4	42.8	6.6	6.6	16.2	
K	31.5	13.2	6.4	23.8	25.1	31.5	13.2	6.4	23.8	
Ca	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	
Cl	0.0	0.0	0.0	39.4	0.0	0.0	0.0	0.0	39.4	
NO ₂	44.4	5.0	5.4	31.4	13.9	44.4	5.0	5.4	31.4	
SO ₂	18.5	0.6	10.2	48.9	21.7	18.5	0.6	10.2	48.9	
Na(S)	28.2	2.4	0.0	9.5	59.9	28.2	2.4	0.0	9.5	
Al(S)	59.7	0.0	0.0	40.3	0.0	59.7	0.0	0.0	40.3	
V(S)	35.1	6.0	15.9	19.8	23.1	35.1	6.0	15.9	19.8	
Mn(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cu(S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I(S)	0.0	15.1	16.2	49.3	19.4	0.0	15.1	16.2	49.3	
香与割合	30.6	6.9	8.9	11.5	11.9	30.6	6.9	8.9	11.5	
因子の由来 (推定)	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC2)	二次生成 (CO)	海塩粒子	土壌・ 道路粉じん	自動車 (EC1) 重油燃焼 鉄鋼	自動車 (EC2)	二次生成 (NO _x)	海塩粒子	土壌・ 道路粉じん

夏季、道路沿道									
25.3 μg/m ³									
成分	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V	因子 I	因子 II	因子 III	因子 V
EC1-Pyro	47.0	22.6	22.9	7.4	35.2	47.0	22.6	22.9	7.4
EC2	11.2	0.0	17.4	71.4	3.4	11.2	0.0	17.4	71.4
OC1	0.0	65.6	23.6	10.8	0.0	0.0	65.6	23.6	10.8
OC2	45.4	14.8	24.8	15.0	0.0	45.4	14.8	24.8	15.0
OC3	43.0	27.7	24.2	5.0	0.0	43.0	27.7	24.2	5.0
OC4	47.4	24.2	24.0	4.5	0.0	47.4	24.2		

第4章 CMB法

4-1 大気環境データのスクリーニング

4-1-1 大気環境データ

平成20年度のPM_{2.5}調査結果を使用する。なお、金属成分（中長寿命）を含めるため、炭素成分、イオン成分、金属成分（短寿命）データは1週間分を平均した。

4-1-2 イオンバランス、マスクロージャーモデルによるチェック

2-1-2、2-1-3と同じ。国立の秋季後半のデータを解析からはずした。

4-1-3 使用する成分の検討

検出下限値未満のデータが2割以上であった成分は解析に使用しなかった。イオン成分および金属成分として測定されている成分について、どちらを解析に使用するか、検出下限値未満となったデータの数により検討した。有機炭素、アンモニウムイオン、硝酸イオン、硫酸イオン、塩化物イオンは二次生成に由来するため（一次粒子にも含まれる）、計算の際、フィッティングの対象としなかった。また、ヨウ素は発生源プロファイル（4-2を参照のこと）に含まれていなかった。この結果、EC、K（イオン）、Ca（イオン）、Na（金属）、Al、V、Mn、Sc、Cr、Fe、Zn、As、Se、Br、Sb、Laの16成分により計算を行った。

4-2 発生源プロファイル

4-2-1 発生源プロファイルの整理

環境省の調査などで使用されている発生源プロファイル（既存プロファイル）に含まれる7発生源（土壌・道路粉じん、海塩粒子、鉄鋼、重油燃焼、廃棄物焼却、自動車排出ガス、ブレーキ粉じん）について、東京都が行った平成20～21年度の発生源調査結果で更新可能か検討し、土壌・道路粉じんと廃棄物焼却を候補とした。また、新たな発生源として調査を行った植物質燃焼類（野焼き）の追加を検討した。

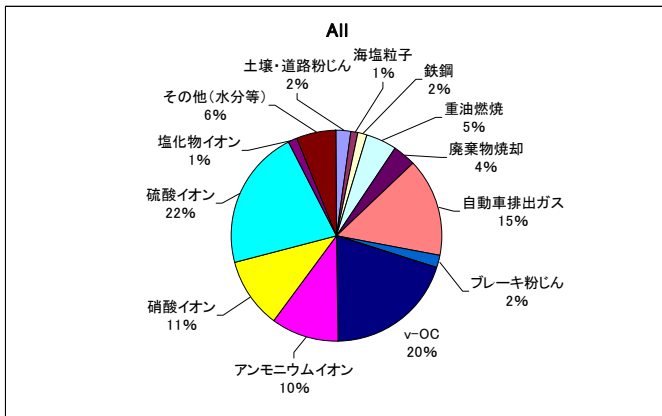
計算に使用したプロファイルは以下の5パターンである。

- 0 既存プロファイルをそのまま使用。
- 1 既存プロファイルに植物質燃焼類（都の調査結果とEPAのSPECIATEから得られたデータを合成）を追加。
- 2 既存プロファイルに植物質燃焼類を追加し、土壌・道路粉じんを都の調査結果で更新。
- 3 既存プロファイルに植物質燃焼類を追加し、廃棄物焼却を都の調査結果で更新。
- 4 既存プロファイルに植物質燃焼類を追加し、土壌・道路粉じんと廃棄物焼却を都の調査結果で更新。

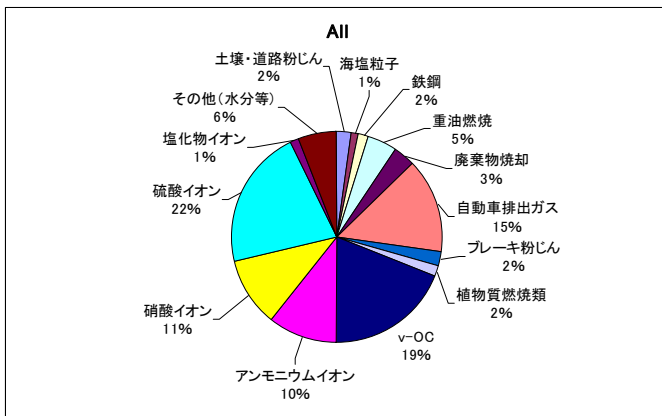
4-2-2 発生源プロファイルの検討

各パターン、全データの平均に対して、CMB法による発生源寄与割合の計算を行った結果である。v-OCとは、主として二次有機粒子であると考えられる。大気環境調査のOC濃度から一次粒子として割り当てられたOC濃度を差し引いて1.4倍した。アンモニウムイオン、硝酸イオン、硫酸イオン、塩化物イオンは大気環境調査の結果をそのまま用いている。なお、使用したソフトはEPA CMB 8.2である。

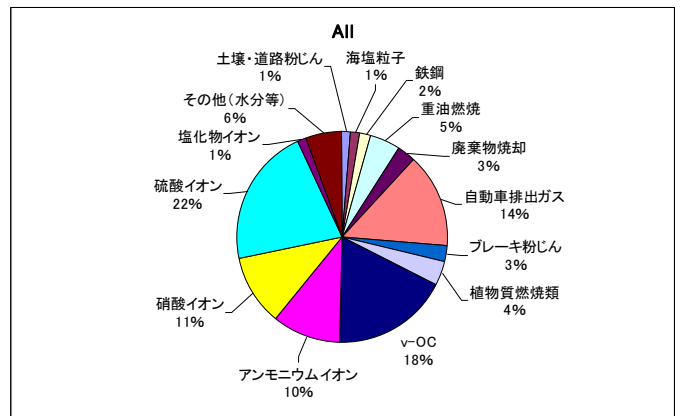
パターン0 (既存プロファイル)



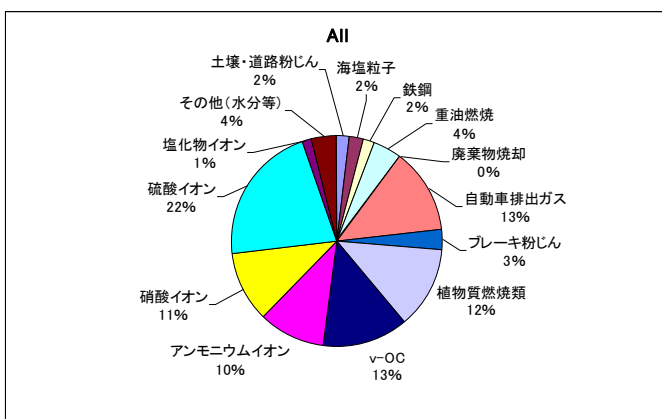
パターン1 (植物質追加)



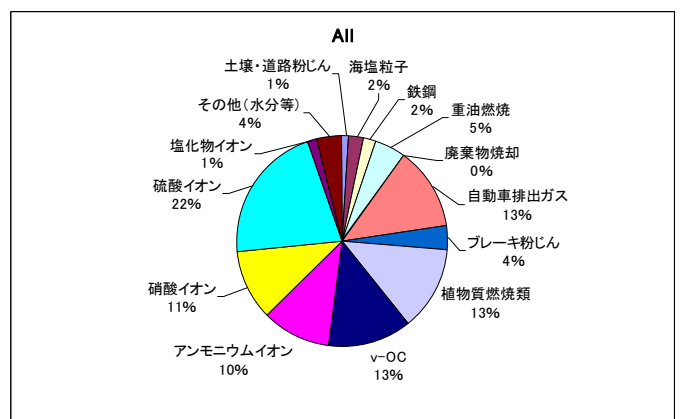
パターン2 (植物質追加、土壌更新)



パターン3 (植物質追加、廃棄物更新)



パターン4 (植物質追加、土壌と廃棄物更新)



その結果、以下のような特徴がみられた。

- ・廃棄物焼却を更新すると、しない場合に比べて、植物質燃焼類が非常に大きくなる。
- ・土壌・道路粉じんを更新しても、各発生源の寄与割合に大きく影響しない。

パターン 1 から 4 のうち、どれを採用するか検討した結果、パターン 1 が適当であると判断された。その理由は以下のとおりである。

- 1 決定係数（モデルの当てはまり、計算結果がどれだけ実測値を説明できているかを示す。0 から 1 の値をとり、1 に近いほどよい）がパターン 1 を使用したとき、最もよくなったため。

パターン 1 : 0.77887

パターン 2 : 0.76685

パターン 3 : 0.75637

パターン 4 : 0.74722

参考 パターン 0 : 0.77803

- 2 解析型モデルによる計算結果では野焼きの寄与はほとんど 0 であったため。

参考として、計算に使用したプロファイルの一覧を次頁に示す。PNO の MIZO1～7 までが既存プロファイルに含まれる 7 発生源、TMG1～3 が既存プロファイルの更新あるいは新たに追加を検討した発生源である。

（詳細は、P369 資料を参照）

プロファイル一覧

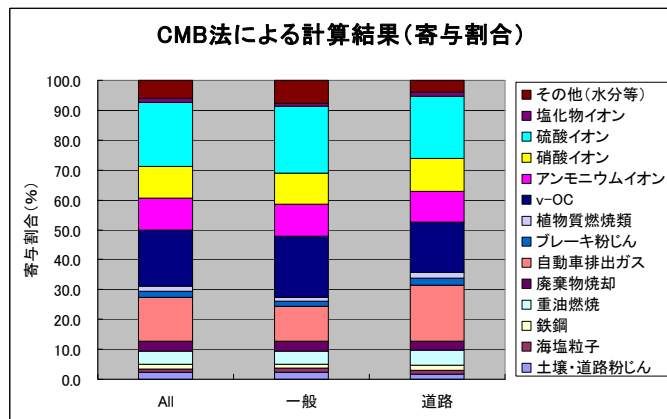
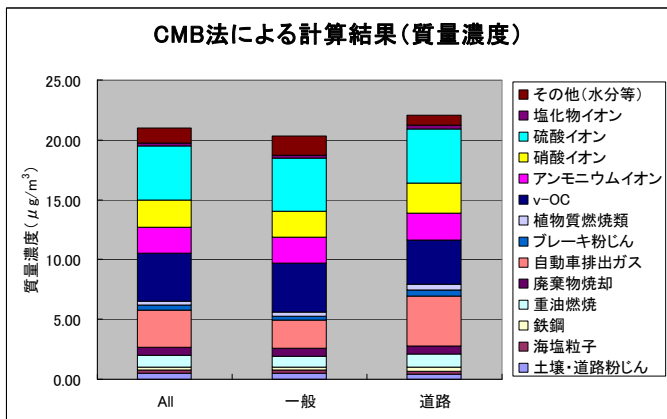
PNO	SID	SIZE	ECC	ECU	OCC	OCU	NH4C	NH4U	KC	KU	CAC	CAU	CLC	CLU	NO3C	NO3U
MIZO1	ROAD	FINE	1.28E-02	4.10E-03	6.90E-02	2.83E-02	6.05E-03	9.68E-04	1.27E-02	3.39E-03	5.52E-02	2.64E-02	3.35E-04	1.53E-04	1.93E-04	1.18E-04
MIZO2	SEA	FINE	2.80E-08	2.80E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-02	1.10E-02	1.17E-02	5.85E-04	5.51E-01	2.75E-02	0.00E+00	0.00E+00
MIZO3	IRON	FINE	5.00E-03	5.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.32E-02	2.64E-03	4.51E-02	9.02E-03	3.41E-02	6.82E-03	0.00E+00	0.00E+00
MIZO4	FUEL	FINE	3.00E-01	1.25E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.50E-04	8.50E-04	8.50E-04	4.30E-04	9.20E-04	9.20E-04	0.00E+00	0.00E+00
MIZO5	REFUSE	FINE	5.00E-02	5.00E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-01	2.00E-01	1.10E-02	2.20E-03	2.70E-01	2.70E-02	0.00E+00	0.00E+00
MIZO6	CAR	FINE	4.94E-01	4.94E-02	2.47E-01	2.47E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.97E-04	1.97E-05	1.46E-03	1.46E-03	2.00E-04	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00
MIZO7	BRAKE	FINE	1.53E-01	7.60E-02	7.98E-02	3.07E-02	0.00E+00	0.00E+00	3.50E-03	7.00E-03	3.18E-02	6.36E-03	1.25E-02	2.50E-03	0.00E+00	0.00E+00
TMG1	ROAD2	FINE	2.04E-02	4.08E-03	9.89E-02	1.98E-02	2.50E-04	5.00E-05	5.72E-04	1.14E-04	1.27E-02	2.53E-03	7.81E-04	1.56E-04	1.32E-03	2.63E-04
TMG2	REFUSE2	FINE	6.49E-04	1.30E-04	2.83E-02	5.65E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.79E-04	1.76E-04	2.14E-03	4.28E-04	1.94E-01	3.89E-02	2.17E-03	4.33E-04
TMG3	BIOMASS	FINE	9.71E-02	1.94E-02	4.15E-01	8.29E-02	1.27E-02	2.54E-03	6.32E-02	1.26E-02	4.15E-04	8.30E-05	2.59E-02	5.18E-03	2.03E-03	4.06E-04
PNO	SID	SIZE	SO4C	SO4U	NAC	NAU	ALC	ALU	VC	VU	MNC	MNU	SCC	SCU	CRC	CRU
MIZO1	ROAD	FINE	5.68E-04	4.49E-04	1.25E-02	2.66E-03	6.11E-02	7.66E-03	1.08E-04	3.45E-05	1.06E-03	3.86E-04	1.33E-05	3.52E-06	2.79E-04	1.55E-04
MIZO2	SEA	FINE	7.80E-02	1.60E-02	3.04E-01	1.52E-02	2.90E-07	2.90E-08	5.80E-08	1.74E-08	5.80E-08	1.74E-08	1.20E-09	6.00E-10	1.50E-09	4.50E-10
MIZO3	IRON	FINE	0.00E+00	0.00E+00	1.36E-02	2.72E-03	9.99E-03	2.00E-03	1.25E-04	2.50E-05	2.20E-02	2.20E-03	1.32E-06	2.64E-07	3.16E-03	6.32E-04
MIZO4	FUEL	FINE	3.18E-01	1.60E-01	1.00E-02	5.00E-03	2.10E-03	1.10E-03	6.38E-03	3.19E-03	1.20E-04	4.00E-05	9.00E-08	4.50E-08	2.10E-04	1.05E-04
MIZO5	REFUSE	FINE	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-01	1.20E-02	4.20E-03	8.40E-04	2.70E-05	1.35E-05	3.30E-04	3.30E-04	4.60E-07	9.20E-08	8.50E-04	8.50E-04
MIZO6	CAR	FINE	2.16E-02	2.16E-03	7.64E-05	7.64E-06	1.57E-03	1.57E-04	7.25E-06	7.25E-07	1.93E-05	1.93E-06	1.19E-07	1.19E-08	1.16E-05	1.16E-06
MIZO7	BRAKE	FINE	4.90E-03	1.52E-03	7.60E-03	2.50E-03	1.94E-02	3.88E-03	5.90E-05	1.18E-05	7.20E-04	1.44E-04	4.00E-06	8.00E-07	4.21E-04	8.42E-05
TMG1	ROAD2	FINE	1.92E-03	3.83E-04	3.63E-03	7.25E-04	7.90E-02	1.58E-02	2.31E-04	4.61E-05	1.24E-03	2.48E-04	1.81E-05	3.62E-06	7.53E-05	1.51E-05
TMG2	REFUSE2	FINE	2.54E-01	5.08E-02	1.18E-01	2.37E-02	8.80E-03	1.76E-03	2.84E-04	5.69E-05	5.40E-03	1.08E-03	2.32E-06	4.64E-07	4.53E-02	9.06E-03
TMG3	BIOMASS	FINE	1.61E-02	3.22E-03	6.55E-03	1.31E-03	3.70E-04	7.40E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-05	2.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PNO	SID	SIZE	FEC	FEU	ZNC	ZNU	ASC	ASU	SEC	SEU	BRC	BRU	SBC	SBU	LAC	LAU
MIZO1	ROAD	FINE	5.31E-02	6.42E-03	1.31E-03	7.96E-04	1.13E-05	4.19E-06	1.43E-06	5.50E-07	4.64E-06	2.07E-06	1.30E-05	7.42E-06	3.13E-05	1.05E-05
MIZO2	SEA	FINE	2.90E-07	8.70E-08	2.90E-08	8.70E-09	2.90E-08	8.70E-09	1.20E-07	3.60E-08	1.90E-08	9.50E-05	1.40E-08	4.20E-09	9.00E-09	2.70E-09
MIZO3	IRON	FINE	1.57E-01	1.57E-02	5.15E-02	1.03E-04	1.03E-04	5.11E-05	5.11E-05	5.11E-05	1.44E-04	1.44E-04	9.00E-05	9.00E-05	9.75E-06	9.75E-06
MIZO4	FUEL	FINE	4.60E-03	2.30E-03	4.00E-04	2.00E-04	2.30E-05	1.20E-05	4.80E-05	4.80E-05	8.50E-06	8.50E-06	6.90E-06	3.50E-06	4.00E-05	4.00E-05
MIZO5	REFUSE	FINE	6.10E-03	6.10E-03	2.60E-02	1.30E-02	1.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.30E-04	1.66E-04	9.52E-04	4.80E-04	7.70E-06	7.70E-06
MIZO6	CAR	FINE	9.89E-04	9.89E-05	6.24E-04	6.24E-05	3.69E-06	3.69E-07	1.67E-06	1.67E-07	2.45E-05	2.45E-06	1.96E-05	1.96E-06	3.41E-07	3.41E-08
MIZO7	BRAKE	FINE	9.12E-02	1.82E-02	3.26E-03	6.52E-04	2.20E-05	4.40E-06	3.50E-06	1.75E-06	4.90E-05	9.80E-06	2.13E-03	4.26E-04	7.00E-06	1.40E-06
TMG1	ROAD2	FINE	4.68E-02	9.36E-03	5.44E-04	1.09E-04	7.00E-06	1.40E-06	0.00E+00	0.00E+00	3.98E-05	7.95E-06	6.03E-06	1.21E-06	1.16E-05	2.31E-06
TMG2	REFUSE2	FINE	1.46E-01	2.92E-02	3.61E-03	7.21E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.26E-04	1.25E-04	2.00E-05	4.00E-06	0.00E+00	0.00E+00
TMG3	BIOMASS	FINE	1.00E-04	2.00E-05	1.00E-05	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-04	5.60E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Cは濃度、Uは誤差。単位はg/g

4-3 CMB法による計算

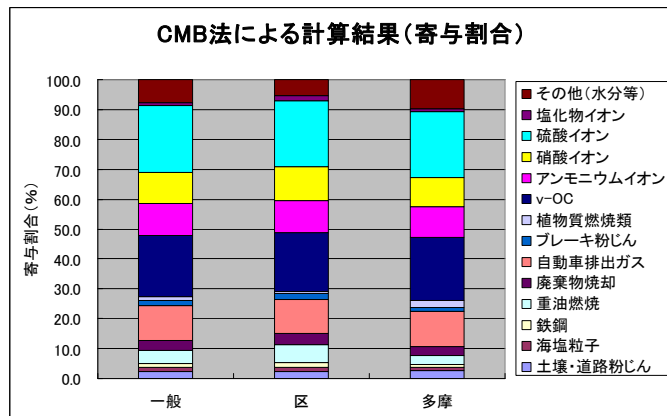
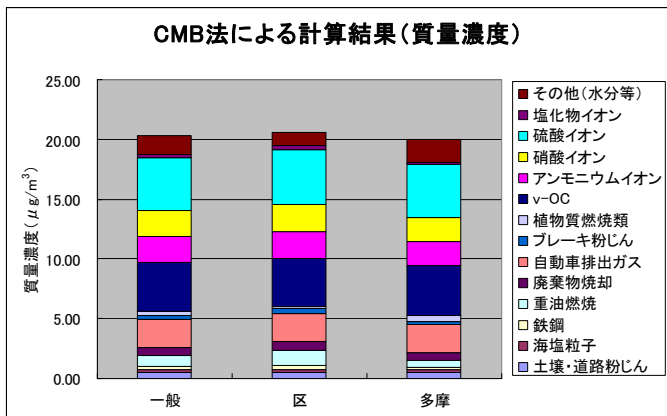
4-3-1 一般環境と道路沿道

データを一般環境（下連雀は一般環境とした）と道路沿道に分類し、それぞれ季節変動を調べた（結果はP361、CMB法による計算結果1に示した）。自動車排出ガスは一般環境に比べて道路沿道が高く、季節変動では秋季が高い。これはECの変動と一致している。ブレーキ粉じんも自動車排出ガスと同様の結果を示した。



4-3-2 区部と多摩部

一般環境のデータを区部と多摩部に分類し、それぞれ季節変動を調べた（結果はP362、CMB法による計算結果2に示した）。重油燃焼は区部が高い（Vの変動と一致）。Vは船舶から放出されている可能性があり、東京湾に近い区部や南寄りの風が吹く夏季に重油燃焼が高いことと合致する（海塩粒子も南寄りの風が吹く夏季が高い）。土壌・道路粉じんは区部と多摩部でほとんど差がないが、大陸からの気塊が流れてくる春季と冬季が高いという特徴がみられた。植物質燃焼類は多摩部が高く、野焼きが区部よりも多摩部で多く行われていると考えられることと合致する。ただし、植物質燃焼類の季節変動は春季と秋季における寄与がまったくないという結果になっており、今後の課題であろう。



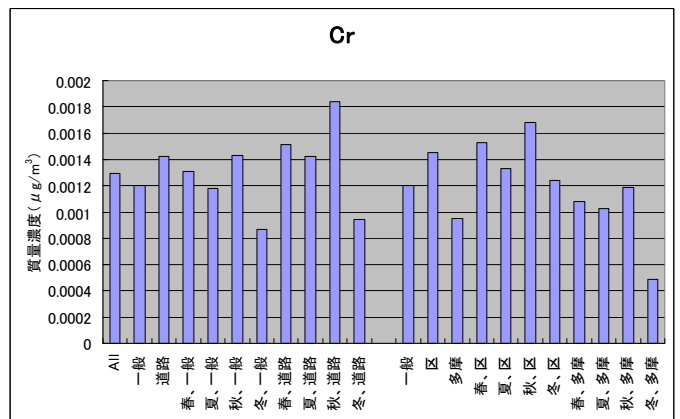
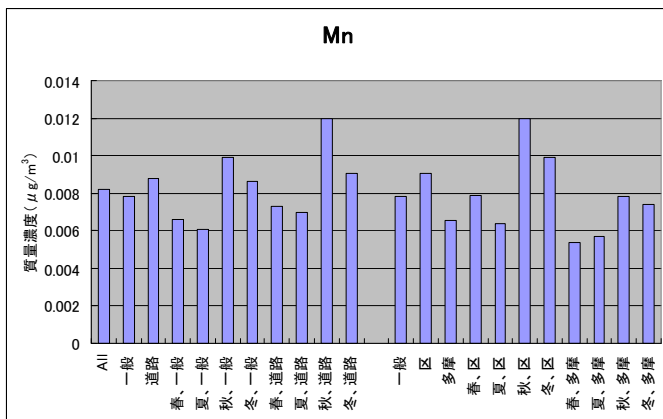
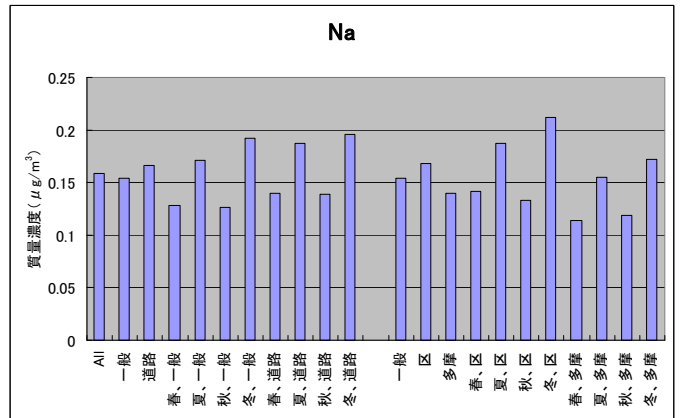
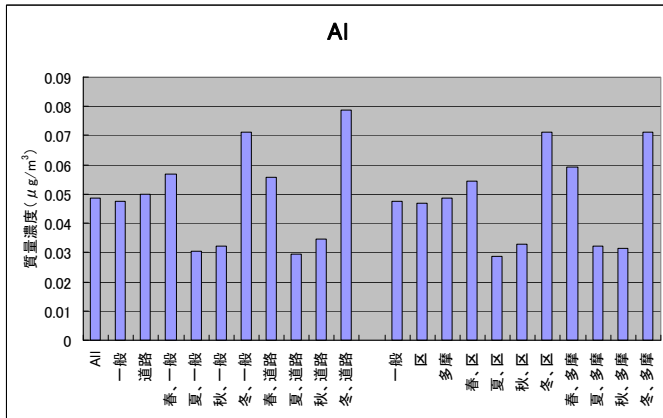
4-3-3 各発生源の指標元素濃度

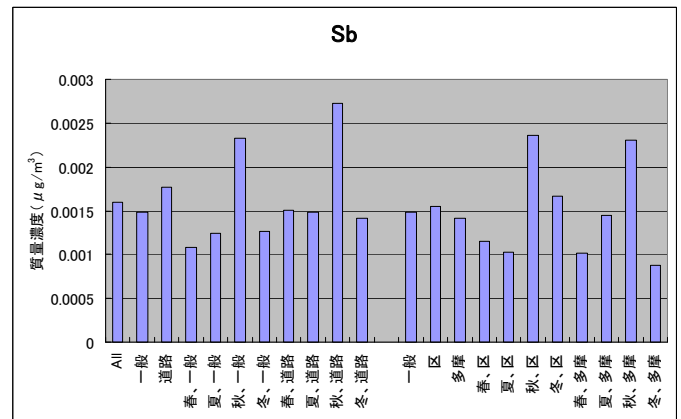
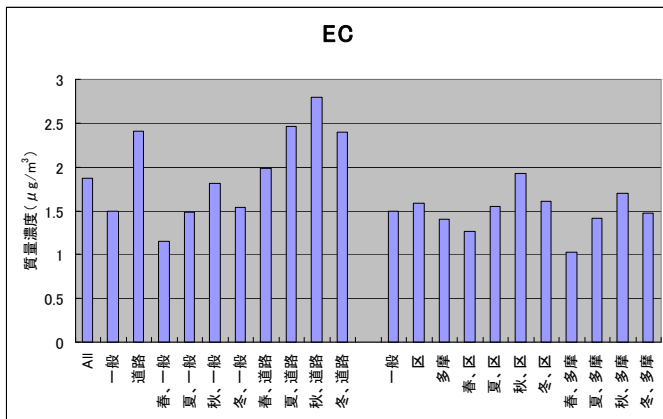
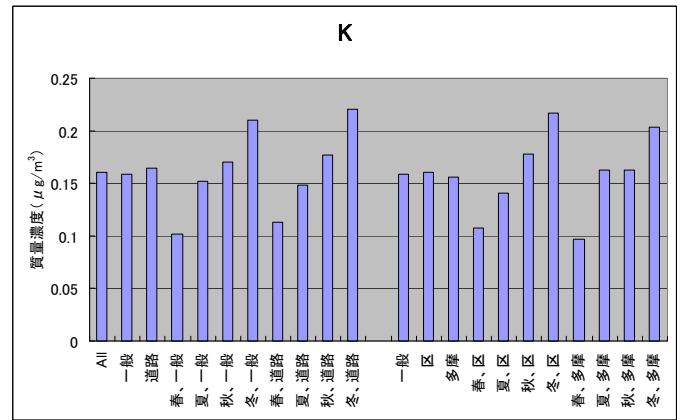
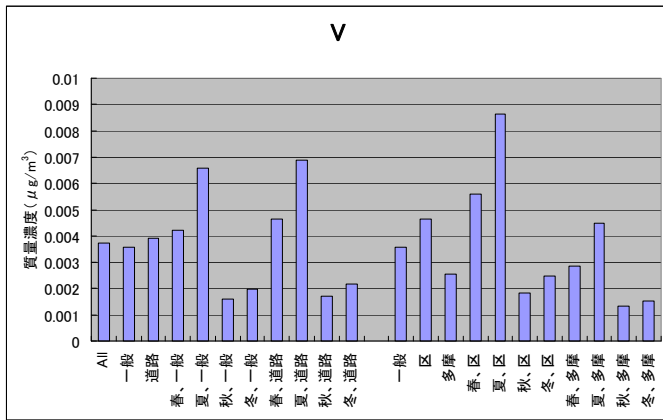
各発生源の指標元素について、それぞれの区分における平均濃度を示す。区部と多摩部を分類したものについては、一般環境のデータのみを使用した。

各発生源の指標元素は、

- ・ 土壌・道路粉じん：Al
- ・ 海塩粒子：Na
- ・ 鉄鋼：Mn、(Cr)
- ・ 重油燃焼：V
- ・ 廃棄物焼却：K、(Cr)
- ・ 自動車排出ガス：EC
- ・ ブレーキ粉じん：Sb
- ・ 植物質燃焼類：K

である。





4-3-4 地点間における寄与濃度のばらつき

10 地点（一般環境 9 地点＋下連雀）における各発生源の寄与濃度（CMB 法による計算結果）のばらつきを調べた。

土壌・道路粉じん

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.55	0.77	0.34	0.20	0.92
白金	0.49	0.66	0.14	0.14	1.00
練馬	0.50	0.81	0.07	0.22	0.69
綾瀬	0.39	0.64	0.12	0.00	0.91
鹿骨	0.54	0.74	0.21	0.23	1.06
東青梅	0.51	0.92	0.19	0.22	0.61
町田	0.49	0.87	0.06	0.15	0.68
小金井	0.50	0.71	0.25	0.15	0.71
愛宕	0.49	0.65	0.10	0.28	0.69
下連雀	0.51	0.71	0.26	0.18	0.75
平均	0.50	0.75	0.17	0.18	0.80
標準偏差	0.04	0.09	0.09	0.07	0.15
相対標準偏差	7.9	11.8	49.4	41.4	18.3

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

海塩粒子

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.33	0.24	0.53	0.14	0.45
白金	0.33	0.26	0.54	0.12	0.49
練馬	0.16	0.14	0.30	0.00	0.33
綾瀬	0.21	0.26	0.48	0.01	0.25
鹿骨	0.25	0.29	0.41	0.00	0.38
東青梅	0.19	0.10	0.20	0.05	0.38
町田	0.28	0.23	0.42	0.07	0.53
小金井	0.25	0.21	0.35	0.08	0.42
愛宕	0.16	0.13	0.23	0.02	0.46
下連雀	0.20	0.17	0.30	0.01	0.42
平均	0.24	0.20	0.38	0.05	0.41
標準偏差	0.06	0.06	0.11	0.05	0.08
相対標準偏差	25.4	30.0	29.9	94.0	18.9

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

鉄鋼

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.50	0.55	0.34	0.64	0.47
白金	0.36	0.33	0.32	0.43	0.37
練馬	0.27	0.23	0.24	0.39	0.18
綾瀬	0.44	0.28	0.26	0.81	0.49
鹿骨	0.29	0.25	0.19	0.42	0.29
東青梅	0.20	0.15	0.28	0.18	0.12
町田	0.23	0.20	0.22	0.32	0.13
小金井	0.25	0.19	0.23	0.40	0.16
愛宕	0.20	0.18	0.16	0.27	0.11
下連雀	0.23	0.20	0.19	0.35	0.15
平均	0.30	0.25	0.24	0.42	0.25
標準偏差	0.10	0.11	0.05	0.17	0.14
相対標準偏差	33.5	42.7	22.4	40.9	56.0

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

重油燃焼

	All	春	夏	秋	冬
晴海	1.51	1.97	2.73	0.51	0.76
白金	1.53	1.99	2.97	0.74	0.91
練馬	0.75	0.95	1.49	0.30	0.39
綾瀬	1.14	1.28	2.07	0.49	0.42
鹿骨	1.28	1.67	1.94	0.40	0.62
東青梅	0.42	0.43	0.89	0.17	0.23
町田	0.62	0.74	1.04	0.36	0.33
小金井	0.70	0.80	1.14	0.36	0.31
愛宕	0.65	0.84	1.11	0.35	0.28
下連雀	0.85	1.02	1.60	0.39	0.36
平均	0.95	1.17	1.70	0.41	0.46
標準偏差	0.37	0.51	0.68	0.14	0.22
相対標準偏差	39.3	43.9	40.2	35.1	47.0

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

廃棄物焼却

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.66	0.53	0.46	0.82	0.69
白金	0.59	0.42	0.19	0.88	0.66
練馬	0.75	0.44	0.53	1.00	0.67
綾瀬	0.88	0.57	0.45	1.02	1.18
鹿骨	0.82	0.49	0.71	1.03	0.99
東青梅	0.38	0.45	0.38	0.73	0.10
町田	0.56	0.44	0.48	0.82	0.13
小金井	0.59	0.35	0.51	0.85	0.52
愛宕	0.77	0.50	0.66	0.98	0.22
下連雀	0.74	0.52	0.72	0.99	0.48
平均	0.67	0.47	0.51	0.91	0.56
標準偏差	0.14	0.06	0.15	0.10	0.33
相対標準偏差	20.7	12.7	30.3	10.9	59.3

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

自動車排出ガス

	All	春	夏	秋	冬
晴海	2.69	2.00	2.25	3.75	2.62
白金	1.83	1.07	1.20	2.87	1.97
練馬	2.44	1.77	1.96	3.32	2.57
綾瀬	2.38	1.57	1.45	3.72	3.01
鹿骨	2.30	1.29	1.77	3.59	2.82
東青梅	2.02	1.51	2.29	2.38	1.98
町田	1.99	1.41	1.55	2.79	2.03
小金井	2.22	1.29	1.75	3.29	2.54
愛宕	2.28	1.45	1.71	3.20	2.33
下連雀	2.87	2.00	2.32	3.95	2.95
平均	2.30	1.54	1.83	3.29	2.48
標準偏差	0.30	0.29	0.36	0.47	0.37
相対標準偏差	13.0	18.9	19.7	14.2	15.1

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

ブレーキ粉じん

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.32	0.26	0.20	0.49	0.35
白金	0.46	0.39	0.36	0.63	0.43
練馬	0.27	0.35	0.41	0.41	0.00
綾瀬	0.58	0.35	0.35	0.54	0.69
鹿骨	0.29	0.23	0.01	0.49	0.33
東青梅	0.40	0.16	0.50	0.63	0.21
町田	0.30	0.28	0.52	0.47	0.20
小金井	0.28	0.27	0.30	0.59	0.03
愛宕	0.19	0.28	0.50	0.13	0.18
下連雀	0.21	0.15	0.25	0.51	0.08
平均	0.33	0.27	0.34	0.49	0.25
標準偏差	0.11	0.08	0.15	0.14	0.20
相対標準偏差	34.3	27.4	44.6	28.0	79.4

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

植物質燃焼類

	All	春	夏	秋	冬
晴海	0.22	0.00	0.38	0.00	1.03
白金	0.39	0.00	1.42	0.00	1.01
練馬	0.18	0.00	0.71	0.00	1.48
綾瀬	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00
鹿骨	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
東青梅	1.20	0.00	1.48	0.00	3.16
町田	0.66	0.00	1.40	0.00	2.72
小金井	0.48	0.00	0.73	0.00	1.80
愛宕	0.23	0.00	1.00	0.00	2.69
下連雀	0.33	0.00	0.15	0.00	2.18
平均	0.37	0.00	0.86	0.00	1.65
標準偏差	0.34	0.00	0.52	0.00	0.99
相対標準偏差	91.5	-	61.0	-	59.9

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相対標準偏差のみ%)

各地点の全データに対する計算結果では、

- ・ 土壌・道路粉じんと自動車排出ガスのばらつきが小さく、植物質燃焼類のばらつきが他に比べて、特に大きい。
- ・ 植物質燃焼類の寄与濃度は区部が低く、多摩部が高い。
- ・ 海塩粒子と重油燃焼はともに東京湾に近い晴海、白金、鹿骨で寄与濃度が高い。

という特徴がみられた。また、寄与濃度が低いと、ばらつきが大きい傾向がある（土壌・道路粉じんの夏季と秋季、海塩粒子の秋季など）。

4-3-5 過去の調査との比較

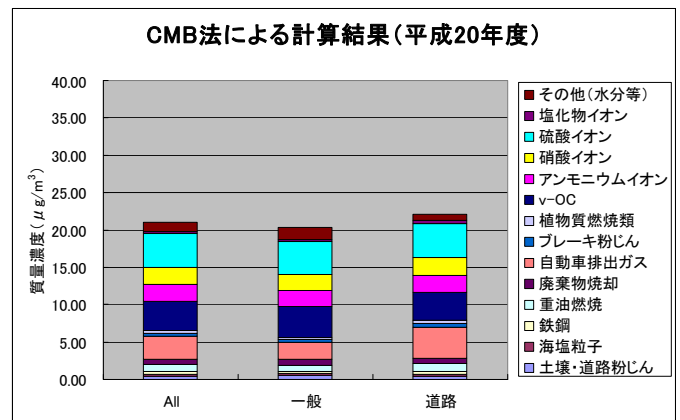
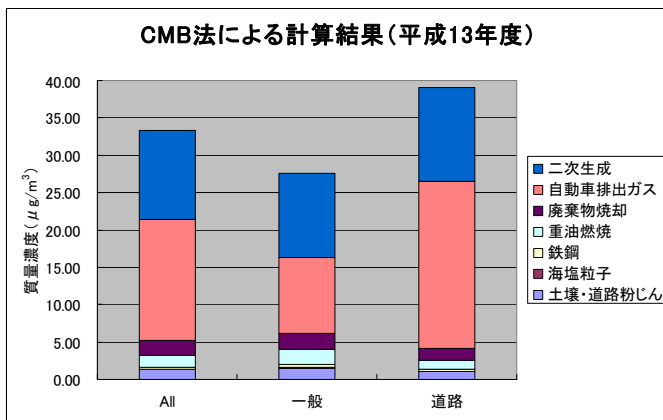
本調査の結果（平成20年度）を平成13年度のディーゼル車排出ガス関連環境調査*と比較した。ただし、比較する上で平成13年度の調査には、いくつか注意しなくてはならない点がある。

- ・ PM_{2.1}を対象としている。
- ・ 炭素分析の方法が本調査と異なっており、元素状炭素が過大評価となっている。
- ・ アンチモンが分析されておらず、ブレーキ粉じんの寄与が計算されていない。
- ・ 二次粒子とその他が二次生成として分類されている。

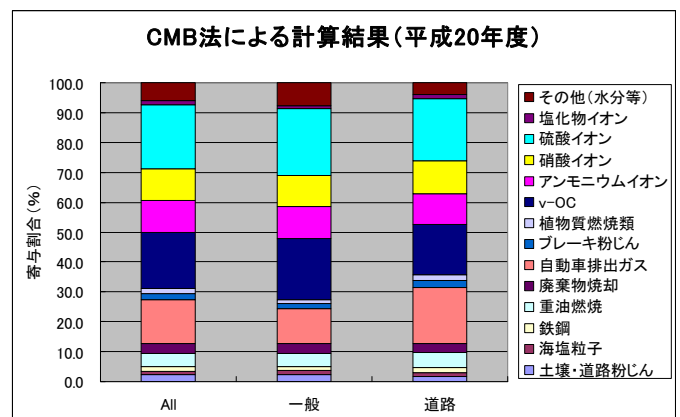
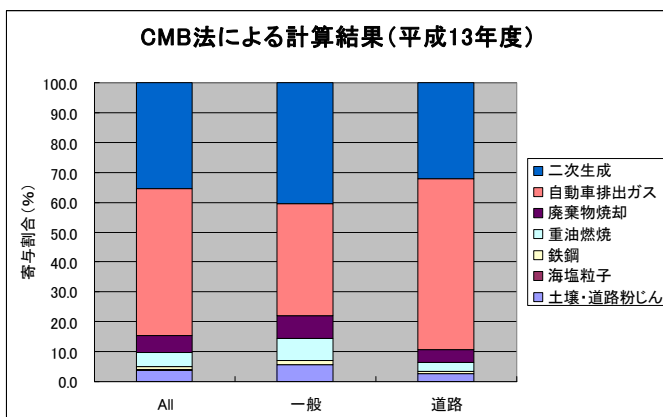
したがって、ここでは定性的な比較のみを行うこととする。

* ディーゼル車排出ガスと花粉症の関連に関する調査委員会報告書 別冊 ディーゼル車排出ガス関連環境調査 平成15年5月 東京都

① 質量濃度



② 寄与割合



いずれもデータを一般環境と道路沿道に分類している。自動車排出ガスの寄与濃度は、

- ・平成 13 年度：全データ $16.26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、一般環境 $10.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、道路沿道 $22.30\mu\text{g}/\text{m}^3$

- ・平成 20 年度：全データ $3.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、一般環境 $2.35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、道路沿道 $4.15\mu\text{g}/\text{m}^3$

であった。平成 20 年度は平成 13 年度と比べて、粉じん量が大きく減少しており、自動車排出ガスの寄与濃度が特に小さくなっている。

第5章 まとめ

東京都における平成20年度のPM_{2.5}大気環境調査結果を用いて、レセプターモデル(PMF法、CMB法)により発生源寄与割合を推定した。

PMF法による計算を行った。その結果、CMB法で寄与割合を推定した発生源が、PMF法によっても因子として抽出された。

CMB法による計算の際、まず発生源プロファイルの整理を行った。既存プロファイルに含まれる発生源のうち、土壌・道路粉じんと廃棄物焼却の更新、さらに新たな発生源として調査された植物質燃焼類(野焼き)の追加を検討した。その結果、既存プロファイルに植物質燃焼類を追加し、8発生源により計算を行うことにした。

計算の結果、二次粒子の寄与割合が大きいことがわかった(ほぼ2/3を占める)。データを一般環境と道路沿道に分類し比較をしたところ、道路沿道では自動車排出ガスやブレーキ粉じんの寄与が大きかった。

- ・自動車排出ガス：一般環境 11.6%、道路沿道 18.8%
- ・ブレーキ粉じん：一般環境 1.7%、道路沿道 2.4%

一般環境のデータを区部と多摩部に分類し比較をしたところ、区部では重油燃焼、多摩部では植物質燃焼類の寄与が大きかった。

- ・重油燃焼：区部 6.0%、多摩部 2.9%
- ・植物質燃焼類：区部 0.7%、多摩部 2.5%

また、地点間の寄与濃度のばらつきは、各地点の全データに対する計算結果で、土壌・道路粉じんと自動車排出ガスが小さく、植物質燃焼類が大きかった(値は相対標準偏差、各地点の寄与濃度の標準偏差を平均で割って100をかけている)。

- ・土壌・道路粉じん：7.9%
- ・自動車排出ガス：13.0%
- ・植物質燃焼類：91.5%

参考として、平成13年度の調査結果と比較を行った。この結果、平成20年度には粉じん量が大きく減少していたが、これは自動車排出ガスからの寄与濃度が減少したためであった。

資料 東京都版 CMB モデル用発生源プロフィールの検討について

1. 基本的考え方

- (1) 平成 20、21 年度に行った発生源調査の結果を可能な限り採用し、東京都の発生源特性に見合ったプロフィールを作成する。
- (2) 環境省調査*の発生源区分を参考とし、7つのプロフィールのうち、今回の調査結果が採用できる場合については更新する。ただし、ほとんどが単数回の調査であり、発生源特性を代表できる精度の高い測定結果が得られているとは限らないため、環境省調査のプロフィールと比較し、同様である場合にはそちらを基本的に採用する。
- (3) 新たな発生源として調査を行ったバイオ燃焼、厨房排気等については、プロフィールの追加を検討する。
- (4) 更新、追加したプロフィールを含めて、数種類の組み合わせで CMB8 による計算を行い、発生源インベントリーや PMF 計算結果等との比較により、合理的なプロフィールを確定する。
- (5) 合理的なプロフィールが確定できない場合は、可能性の否定できない数種のプロフィールを採用し、発生源寄与率を範囲で示すこととする。

* 環境省調査：平成 20 年度環境省請負業務結果報告書、「平成 20 年度微小粒子状物質等実測調査（データ解析（発生源寄与濃度の推計）報告書）」、平成 21 年 3 月、ムラタ計測器サービス株式会社

2. 発生源毎のプロフィールの検討

(1) ボイラ（重油）：“Fuel oil combustion”

20 年度施設 No. 9 のダスト、SPM、PM_{2.5}の相関が高く、1 施設 3 回のデータとみなし、これらの平均を都の仮プロフィールとした。これを既存プロフィールと比較したところ、比較的類似性が高いと認められたので、データの件数、信頼性を考慮して、既存プロフィールを採用することとした（図 1 参照）。

(2) 廃棄物焼却炉（都市ごみ）：“Refuse incineration”

20 年度施設 No. 3 の PM_{2.5}と 20 年度施設 No. 3 の SPM、20 年度施設 No. 4 の PM_{2.5}の相関が高く、2 施設での 3 回のデータとみなし、これらの平均を都の仮プロフィールとする（図 1 参照）。下水処理場は別扱い。ただし、粒子状物質の採取量が非常に少ないため、代表的な成分組成とは言えない状況である。

最終的には、データの代表性、信頼性が低いため、既存プロフィールを採用することとした。

(3) 土壌及び道路粉じん：“Road dust”

土壌及び道路粉じんについては、今回の独自に行った道路沿道及び一般環境における成分の各地点の相関が高いので、これら全ての平均を都の仮プロフィールとすることとした（図 1 参照）。

(4) 自動車排出ガス（ディーゼル）：“Motor vehicle exhaust”

21 年度施設 No. 12 の自動車排出ガス 6 の PM_{2.5}とそのダスト、SPM、21 年度施設 No. 22 の PM_{2.5}の相関が高いので、これらの平均を都の仮プロフィールとした（図 1 参照）。

しかし、元年規制の古いエンジンでのデータが中心であるため、データの信頼性を考慮して、既存プロフィールを採用することとした。

(5) 鉄鋼工業：“Iron&steel industries”

更新するために必要なデータが得られなかったため、既存プロフィールを採用することとした。

(6) 海塩：“Sea salt”

海塩成分に基づく既存プロフィールを採用することとした。

(7) ブレーキ粉塵：“Brake abrasion dust”

更新するために必要なデータが得られなかったため、既存プロフィールを採用することとした。

(8) バイオ燃焼のプロファイルについて

(ア) 発生源調査結果の検討

平成 20、21 年度に行った発生源調査の結果から、21 年度施設 No. 4 のタバコ、No. 7 の野焼き（稲わら）、No. 8 の野焼き（雑草・剪定枝）を用いて、仮プロファイルとして検討した。

(イ) レボグルコサン測定結果の検討

植物繊維の代表的な燃焼成分として知られるレボグルコサンについて、埼玉大による発生源データの結果から、稲わら等のレボグルコサン含有率（wt%）を求め、プロファイルの追加を検討した。環境でのレボグルコサンの測定を行った 4 地点の大気環境データを使用して CMB 法による試算を行った。

(ウ) EPA のデータベース SPECIATE の検討

都調査において、稲わら等のバイオ燃焼については、検出された元素数が少なかったため、そのままプロファイルとして採用すると合理的ではない結果が得られていた。そのため、EPA のデータベース SPECIATE4.2 から、Agricultural Burning - Composite (No. 91000 : 9 種類の小麦、稲わらのプロファイルの中央値) の元データと都調査の稲わら及び雑草・剪定枝の $PM_{2.5}$ の二つのデータを採用し、計 11 データの中央値を求めた。

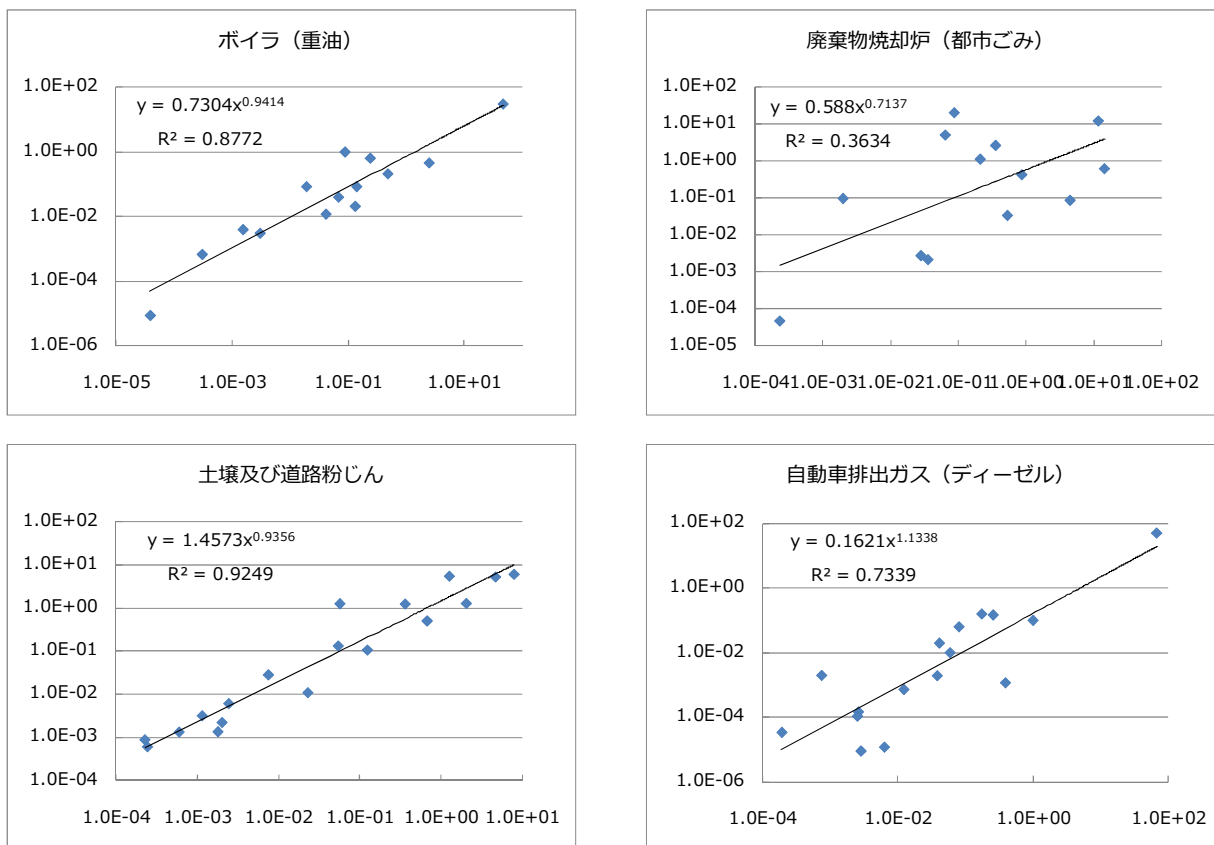


図1 既存プロファイルとの比較
(横軸：既存プロファイル、縦軸：仮プロファイル)

3. 東京都版 CMB モデル用発生源プロファイルの設定

上記の検討により、幾つかのプロファイルを設定し、年間平均、季節変化、道路沿道と一般環境の違いなどについて CMB 法による試算を行った結果は以下の通りである。

(1) プロファイルの検証

プロファイルについては、下記の 5 通りのパターンを設定し、レセプターワーキングの柏木委員の協力を得て、対数尤度による検定を行った。その結果、対数尤度の値が最大であるパターン 1 (植物質追加) を選択することとした。

- ① パターン 0 (既存プロファイル)
- ② パターン 1 (植物質追加)
- ③ パターン 2 (植物質追加、土壌更新)
- ④ パターン 3 (植物質追加、廃棄物更新)
- ⑤ パターン 4 (植物質追加、土壌および廃棄物更新)

(2) 最終的なプロファイルの概要

既存の 7 つのプロファイルについては、発生源調査からプロファイルを更新するだけの十分なデータは得られなかったため、基本的に平成 20 年度環境省調査のプロファイルを採用することとした。発生源からの PM_{2.5} 排出実態については質量濃度、成分濃度ともに精度の高いデータが必要であり、インベントリーの整備とともに今後の重要な課題である。

バイオ燃焼のプロファイルについては、レボグルコサン調査や炭素同位体調査からその寄与が報告されているため、新たに追加することとした。プロファイルについては、EPA データベース SPECIATE4.2 の小麦、稲わらのプロファイルに都調査結果を追加することで作成した。タバコは採用しなかった。

なお、道路粉じんについては、今回設定したプロファイルと既存プロファイルの差異がなかったため、更新はしていない。

(3) 東京都版 CMB モデル用発生源プロファイル

最終的に使用したプロファイルを表 1 に示す。環境省調査の 7 つの発生源プロファイルに植物質燃焼のプロファイルを加えたものになっている。

表 1 東京都版 CMB モデル用発生源プロファイル

(単位 : mg/kg)

成分	発生源								
	道路粉じん	海塩粒子	鉄鋼工業	石油燃焼	廃棄物焼却	自動車排出ガス	ブレーキ粉じん	植物質燃焼	
1	EC	12800	0.028	5000	300000	50000	494000	153000	97100
2	K	12700	11000	13200	850	200000	197	3500	63200
3	Ca	55200	11700	45100	850	11000	1460	31800	415
4	Na	12500	304000	13600	10000	120000	76.4	7600	6550
5	Al	61100	0.29	9990	2100	4200	1570	19400	370
6	V	108	0.058	125	6380	27	7.25	59	0
7	Mn	1060	0.058	22000	120	330	19.3	720	10
8	Sc	13.3	0.0012	1.32	0.09	0.46	0.119	4	0
9	Cr	279	0.0015	3160	210	850	11.6	421	0
10	Fe	53100	0.29	157000	4600	6100	989	91200	100
11	Zn	1310	0.029	51500	400	26000	624	3260	100
12	As	11.3	0.029	103	23	150	3.69	22	0
13	Se	1.43	0.12	51.1	48	0	1.67	3.5	0
14	Br	4.64	1900	144	8.5	830	24.5	49	280
15	Sb	13	0.014	90	6.9	952	19.6	2130	0
16	La	31.3	0.009	9.75	40	7.7	0.341	7	0