

# 地形を考慮した大気汚染物質拡散シミュレーション技術の検討 - 広域風の推定 -

山 藤 憲 明\*      福 岡 義 隆\*\*

## 1. 研究の背景と目的

環境質の状態を計測し、また予測する場合に、大気質をはじめとする環境質の測定データは、基本的に点データである。それは、測定技術及び測定費用の面から避けられない事実である。

一方、環境の現況や将来予測の結果を確認し、評価する場合、イメージする環境の範囲は、面や空間である。すなわち、環境質を表現する場合には、地域（空間）のバックグラウンド濃度などを、代表地点の点データのみを基にして述べなければならない。逆に言えば、環境質の現地調査を実施する際には、地域空間の状態をその1点で代表することが可能な実測地点を、適切かつ合理的な配置で計画しなくてはならない、ということである。

このように、点データから面や空間を表現したり、推定したりする技術は、現況解析技術や予測技術の要素技術として、非常に重要な役割を持つ（北山、1977）。それにも関わらず、現時点で実施されている環境アセスメントの技術資料（たとえば、社団法人環境情報科学センター（1999）や環境省（2001）など）においては、点から面や空間に、という認識が明確には行われていないばかりか、技術的な整備も十分になされていないのが現状である。大気質を例にとると、現況では、複数地点の気象データを整理し、解説しているものの、地点ごとにその特徴を述べているだけで、エリアの状況を把握、解説する視点はない。また、固定発生源を対象とした大気汚染物質の濃度予測では、プルーム・パフモデルが標準手法として用いられている。プルーム・パフモデルは、複雑地形には不適切であり、地形効果の反映も困難で、かつ、発生源1地点の気象データにより、5 km 四方以上の広範囲の着地濃度を計算している。山岳が多い日本国内においては、むしろ適用性が低いといえるが、計算の容易さから、国内の環境アセスメントにおいて、長く利用されてきた。しかし、現在では、コンピューターの処理能力の飛躍的向上により、計算時間の大きさは問題

ではなくなった。従って、地形効果の反映が可能で、物質の化学反応を考慮することが容易である（岡本、2001）、3次元ボックスモデルを実務において用いるべき時期にきていると考えられる。

しかしながら、環境影響評価の実務で使用するという観点に立った、気象モデルや大気拡散計算に関する研究や開発は、青山（2005）に見られるものの活発ではなく、環境影響評価の現場においては、市販のソフトを機械的に使用している状況が多く、まさに、マニュアル通りの環境影響評価となっているのが現実である。その原因の一つに、研究の不在、そして研究成果として得られるべき環境影響評価手法、技術、ツールの不足が考えられる。

本研究は、現況表現にも、予測評価にも適用可能で、かつ、実際の環境アセスメントの現場で活用可能な、空間表現の手法について検討、提案していくことを目的とした。特に本論においては、Santo et al.（2005）が示した方法を用いて、広域エリア内の任意の3地点の、1年間の気象データを代表気象パターン（モード）に分類し、べき乗則と連立方程式により地点間を補間する方法を用いて、対象エリアの平面全ボックスの水平風ベクトルを推定した。実データとして広島市内の6地点の気象観測データを用いて計算結果と原始データとを照合し、実務への適用性と適用条件について検討した。

## 2. 方 法

データの入手から3次元風の推定までのフローを図1に示す。このフローのうち、本論文においては、広域風の推定について実データを用いた推定と検討を行うこととした。

### 2.1 気象モード解析

#### (1) 気象データの入手

使用する気象データは、広島市内の一般大気測定局及

\* 立正大学大学院地球環境科学研究科学生

\*\* 立正大学地球環境科学部

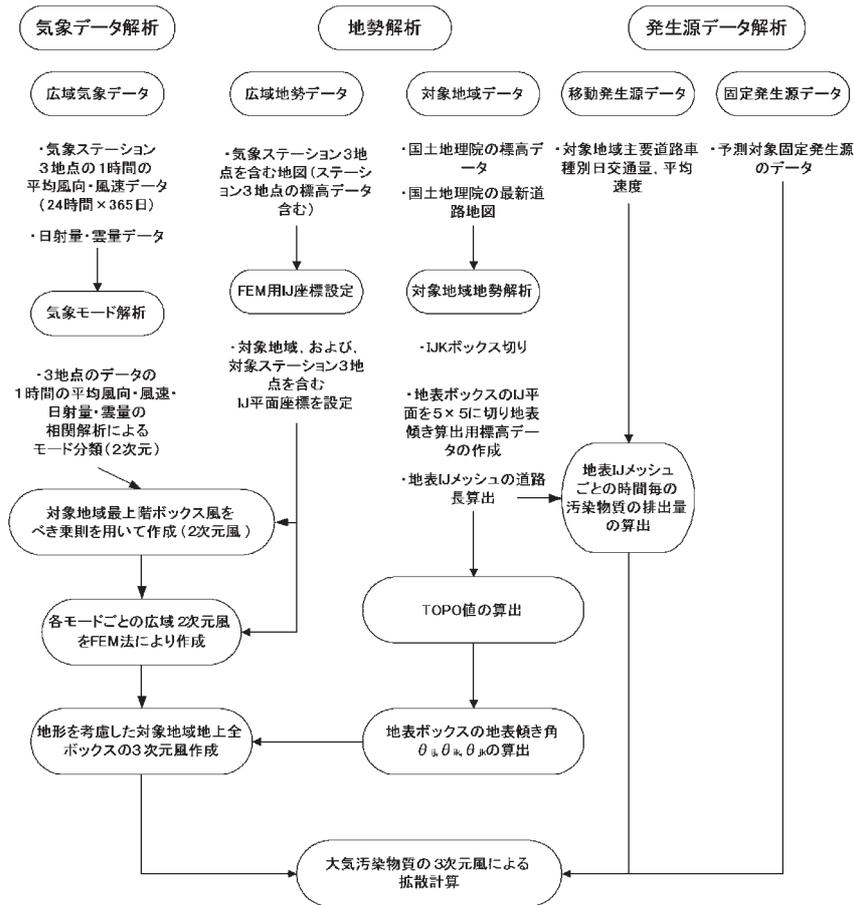


図1 シミュレーション手法のフローチャート

び気象官署における、2001年1年間、8,760時間分の風向、風速および日射量、放射収支量、雲量とした。地点は、図2に示したとおりで、日射量が三篠小学校、雲量が広島地方気象台でそれぞれ測定されたデータを用いた。また、風向、風速は、安佐北、安佐南、三篠小学校、伴小学校、井口小学校及び皆実小学校の6地点で測定されたデータを用いた。また、同時に、気象データ観測地点の座標と標高も入手した。

(2) 気象モード解析

Santo et al. (2005) の方法により、気象モード解析を行った。

地点の組み合わせは、すなわち広域風推定の組み合わせとなるが、広島市内の6地点の風向、風速観測地点から、任意に3地点を選定し、残りの3地点を推定することとした。組み合わせの数は、60通りとなった。気象モード解析の詳細な方法は、Santo et al. (2005) を参照されたい。なお、一致度は、0.7とした。



図2 検討対象とした気象観測所・測定局の位置

2.2 広域風の推定

本方法は、環境影響評価の実務への適用を考慮して、空間をメッシュに切った際の各交点の風向、風速を推定する最も簡便な方法とされている (岡本 (2001))、デー

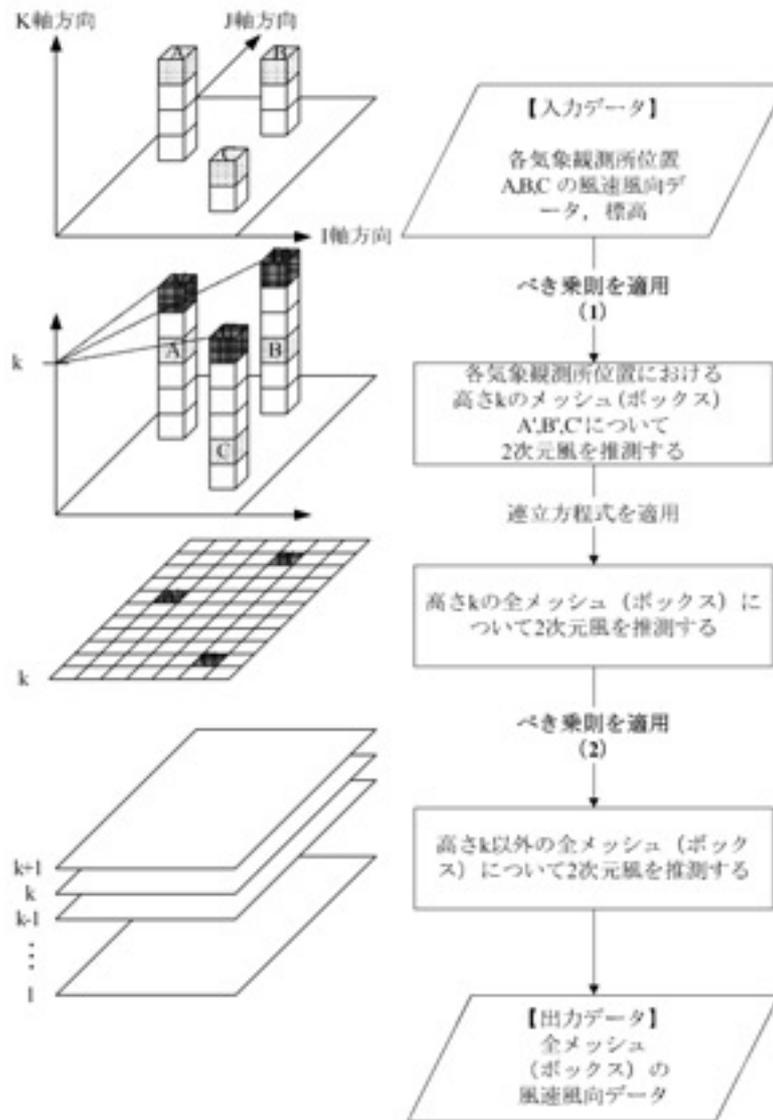


図3 広域風の推定フロー

タ間の補間を行う方法である。つまり、実測値が得られている3点の観測風データ(風パターン)を用いて、それらを補間し、広域2次元メッシュの各メッシュの風を推定した。さらに、設定したメッシュの中で、実測値が得られている他の地点を含むメッシュの実測値と推定値を比較した。本研究では、3地点の気象観測所の風データを用いて、数km四方程度の範囲をメッシュ(ボックス)に区切り、各メッシュ(ボックス)の2次元風を推定した。

また、気象観測所の標高は同一でないのが一般的であるため、べき乗則を用いて、各気象観測所位置の風(モードごと)をもとに、上空の高さ $k$ (最上段)のボックスについて、2次元風を推定した。その後、座標を変数とした連立方程式を解くことにより、高さ $k$ の全メッシュ(ボックス)について、2次元風を推定した。その後、

べき乗則を用いて、全ての高さの水平全メッシュ(ボックス)の2次元風を計算し、格納した。

推定のフローは図3に示すとおりで、以下の手順で推定を行った。

(1) べき乗則によるボックス最上段の2次元風の推定

べき乗則を用いて、各気象観測所・測定局位置の3次元ボックス最上段ボックスの風を推定した。風速の鉛直分布を表す式としては、対数法則とべき乗則がよく用いられる。理論的には、前者であるが、実用的には後者のべき乗則が実測値とよく合うとされている(公害研究対策センター窒素酸化物検討委員会(2000))。べき乗則の式は、(式1)のとおりである。

表1 USEPA が CDM マニュアルに用いたべき指数  $p$  の値

パスキル安定度	A	B	C	D	E	FとG
べき指数 $p$	0.10	0.15	0.20	0.25	0.25	0.30

(公害研究対策センター窒素酸化物検討委員会 (2000) より引用)

$$U_z = U_s(Z/Z_s)^p \quad (式1)$$

ただし  $U_z$ : 高度  $Z$  [m] の風速推定値 [m/s]  
 $U_s$ : 地上風速 [m/s]  
 $Z$ : 風速推定高度 [m]  
 $Z_s$ : 地上風速観測高度 [m]  
 $p$ : べき指数

べき指数  $p$  は、大気安定度と地表面の起伏に関係し、種々の気象条件下で上層風速を観測して求めることができる。米国環境保護庁 (USEPA) では、長期濃度シミュレーションモデルのために、表1に示す値を、パスキル大気安定度毎に与えている。これは、郊外の海岸近くゆるやかな起伏を持つ松林が散在する様な地形におけるデータであり、都市域での  $p$  は、表1の値の1.5倍程度とされており、本論文では、対象地域が都市域に該当すると考え、表1の1.5倍の値を用いた。

(2) 補間法による2次元風の推定

ボックス最上段の3地点の風ベクトルを、水平面上で縦軸方向、横軸方向の成分に分解した。エリア内の風は、解析的な関数で表現できると考え、エリア水平面内の任意の座標における風を表す関数式 (式2) をおいた。気象モードごとに3地点の風成分を代入した式を解き、(式2)の係数を得た。モード毎に得られた関数式を用いて、ボックス最上段全ボックスのモード毎の風向、風速を求めた。

$$U_m = \alpha1mX + \alpha2mY + \alpha3m$$

$$V_m = \beta1mX + \beta2mY + \beta3m \quad (式1)$$

ただし  
 $X, Y$ : 座標  
 $U_m$ : 気象モード  $m$ 、座標  $(X, Y)$  地点の風速 (I軸方向成分) (m/秒)  
 $V_m$ : 気象モード  $m$ 、座標  $(X, Y)$  地点の風速 (J軸方向成分) (m/秒)  
 $\alpha1m, \alpha2m, \alpha3m, \beta1m, \beta2m, \beta3m$ : 気象モード  $m$  における係数  
 係数を求める際には、地点  $n$  の座標  $(X_n, Y_n)$  とモード  $m$  の風速の I軸成分  $U_{mn}$  と J軸成分  $V_{mn}$  とを (式1) に代入し、それを3地点分行って得られる、 $U_m, V_m$  それぞれ3つずつの連立方程式を解く。

(3) べき乗則による全メッシュ2次元風の推定

最上段ボックスの全ボックスにおいて、気象モードごとに得られた推定2次元風向、風速データに対し、べき乗則を適用し、下位のボックス全ての、気象モードごと

の風速を計算した。

3. 結果

3.1 気象モード分類

広島市内の6地点の測定局から任意の3地点を選び、気象モード分類を行った上で、同様に同一地点の原始データとモード分類結果について、風向別出現頻度と風向別平均風速を用いて、それぞれ相関係数を求めた。

表2に示すとおり、モード数は、963モード~1,609モードで、平均1,302モードであり、平均で15%までデータ量を圧縮できる計算となった。また、相関係数は、いずれの組み合わせにおいても概ね0.9を超えた。

3.2 広域風の推定

広域風の推定に用いた地点間の模式を図4に示した。推定には、3地点 (図中地点A, B, C) の実測データを用いモード分類を一致度0.7で実施した後、他の3地点の実測地点の風向、風速を推定した。広島市内6地点

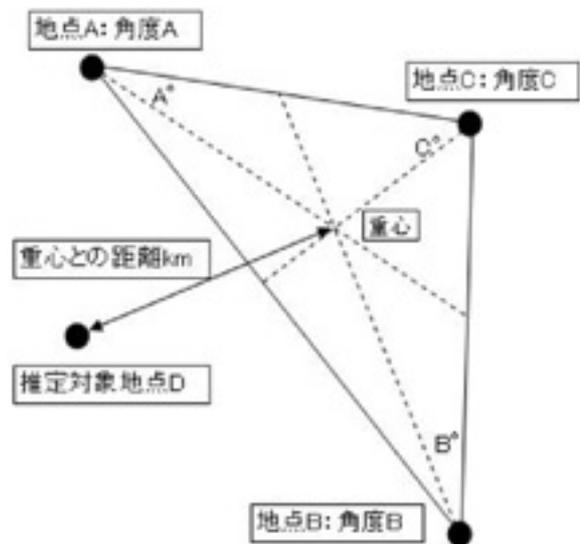


図4 広域風推定結果一覧表中の地点の位置関係と角度の模式

地点A, B, Cの3地点より、予測対象地点Dを推定しDの実測値と比較した。地点A, B, Cからなる三角形の形を表すために各角度を求め、推定地点との距離を表すために、三角形の重心と推定地点との距離を求めた。

表2 気象モード分類データと実データの相関値 (一致度 = 0.7  
 広島市内6箇所の気象観測地点のうち任意の3箇所

Number of Mode		IES	MMES	MSES	TES	AMMS	AKMS
1181	WV	0.951	0.963	0.953			
	WD	0.940	0.991	0.991			
1606	WV	0.905	0.978		0.987		
	WD	0.971	0.994		0.991		
1367	WV	0.936	0.973			0.934	
	WD	0.967	0.989			0.991	
1495	WV	0.949	0.942				0.986
	WD	0.968	0.991				0.996
1353	WV	0.901		0.944	0.965		
	WD	0.972		0.989	0.978		
1168	WV	0.948		0.957		0.977	
	WD	0.857		0.991		0.992	
1227	WV	0.960		0.855			0.976
	WD	0.926		0.994			0.997
1532	WV	0.969			0.957	0.976	
	WD	0.950			0.982	0.997	
1609	WV	0.979			0.960		0.977
	WD	0.988			0.956		0.999
1423	WV	0.958				0.914	0.970
	WD	0.935				0.995	0.994
1188	WV		0.911	0.915	0.927		
	WD		0.991	0.987	0.931		
1013	WV		0.940	0.978		0.942	
	WD		0.974	0.991		0.974	
1142	WV		0.956	0.957			0.988
	WD		0.960	0.991			0.942
1334	WV		0.968		0.914	0.976	
	WD		0.995		0.918	0.996	
1474	WV		0.942		0.958		0.986
	WD		0.994		0.945		0.989
1307	WV		0.978			0.966	0.984
	WD		0.982			0.992	0.964
963	WV			0.915	0.910	0.971	
	WD			0.996	0.832	0.967	
1219	WV			0.913	0.938		0.987
	WD			0.993	0.891		0.978
1091	WV			0.959		0.938	0.982
	WD			0.994		0.984	0.946
1348	WV				0.936	0.959	0.983
	WD				0.969	0.998	0.989
mean1302							

AKMS:Asa-Kita Monitoring Station

TES:Tomo Elementary School monitoring station

AMMS:Asa-Minami Monitoring Station

MSES:Mi-Sasa Elementary School monit

HMO:Hiroshima Meteorological Observatory

IES:Inokuchi Elementary School monitoring station

MMES:Mina-Mi Elementary School monitoring station

の風向風速データを用いて、すべての組み合わせについて計算を行い、推定結果と実測データを用いて相関係数を求めた結果を表3に示した。表には、推定に用いた3地点の位置関係を示すために、3地点で形成された三角形の各頂点の角度を、各地点座標より求めて併記した。さらに、それら3地点と推定対象地点との位置関係を示すために、3地点で形成された三角形の重心を求め、推

定地点との距離を計算して併記した。

各組み合わせの推定結果と実測データの相関は、大きい幅がある。各地点の実測データと最も相関が高かった推定地点の組み合わせを表4に抜き出して示した。最も相関が高かったのは、三篠小学校を安佐北+井口小学校+伴小学校で推定した結果で、風向、風速の推定値と実測値の相関係数は、それぞれ0.821, 0.740であった。逆

表 3 広域風推定結果一覧

No.	推定に使用した3地点	推定地点	風向相関 推定地点の推定対実測	風速相関 推定対実測	安佐南	安佐北	井口小	皆実小	三篠小	伴小	推定点と 重心の距離 (km)	風向相関 使用地点毎の平均	風速相関 使用地点毎の平均	
					数値は他の2地点を望む角(°), は推定対象地点を示す									
1	安佐南+安佐北+井口小	皆実小	0.139	0.310	161.5	11.1	7.4				7.8			
2	安佐南+安佐北+井口小	三篠小	0.032	0.340	161.5	11.1	7.4				3.9	-0.022	0.236	
3	安佐南+安佐北+井口小	伴小	-0.237	0.057	161.5	11.1	7.4				4.5			
4	安佐南+安佐北+皆実小	井口小	0.381	0.211	158.2	11.0		10.8			12.4			
5	安佐南+安佐北+皆実小	三篠小	0.398	-0.207	158.2	11.0		10.8			5.0	0.288	0.184	
6	安佐南+安佐北+皆実小	伴小	0.084	0.547	158.2	11.0		10.8			7.0			
7	安佐南+安佐北+三篠小	井口小	0.568	0.621	179.1	0.3			0.6		12.9			
8	安佐南+安佐北+三篠小	皆実小	0.406	0.154	179.1	0.3			0.6		9.1	0.481	0.446	
9	安佐南+安佐北+三篠小	伴小	0.468	0.562	179.1	0.3			0.6		6.3			
10	安佐南+安佐北+伴小	井口小	-0.106	0.362	103.9	31.6				44.5	13.6			
11	安佐南+安佐北+伴小	皆実小	0.174	0.252	103.9	31.6				44.5	10.9	0.111	0.311	
12	安佐南+安佐北+伴小	三篠小	0.267	0.319	103.9	31.6				44.5	7.3			
13	安佐南+井口小+皆実小	安佐北	-0.074	0.411	40.4		42.7	96.9			14.3			
14	安佐南+井口小+皆実小	三篠小	0.473	0.557	40.4		42.7	96.9			1.5	0.192	0.573	
15	安佐南+井口小+皆実小	伴小	0.177	0.750	40.4		42.7	96.9			7.4			
16	安佐南+井口小+三篠小	安佐北	0.004	0.498	19.5		12.2		148.3		13.4			
17	安佐南+井口小+三篠小	皆実小	0.427	0.119	19.5		12.2		148.3		4.8	0.191	0.433	
18	安佐南+井口小+三篠小	伴小	0.142	0.684	19.5		12.2		148.3		6.0			
19	安佐南+井口小+伴小	安佐北	-0.097	0.361	57.5		30.0			92.5	12.6			
20	安佐南+井口小+伴小	皆実小	0.413	0.403	57.5		30.0			92.5	7.1	0.232	0.430	
21	安佐南+井口小+伴小	三篠小	0.378	0.526	57.5		30.0			92.5	3.3			
22	安佐南+皆実小+三篠小	安佐北	-0.074	0.539	20.9			25.0	134.1		12.2			
23	安佐南+皆実小+三篠小	井口小	0.197	0.197	20.9			25.0	134.1		8.7	0.072	0.284	
24	安佐南+皆実小+三篠小	伴小	0.093	0.114	20.9			25.0	134.1		7.3			
25	安佐南+皆実小+伴小	安佐北	-0.105	0.429	98.0			33.4		48.6	11.0			
26	安佐南+皆実小+伴小	井口小	0.250	0.073	98.0			33.4		48.6	8.8	0.039	0.241	
27	安佐南+皆実小+伴小	三篠小	-0.027	0.221	98.0			33.4		48.6	2.1			
28	安佐南+三篠小+伴小	安佐北	0.648	0.618	77.0				59.4	43.6	10.2			
29	安佐南+三篠小+伴小	井口小	0.364	0.354	77.0				59.4	43.6	9.4	0.492	0.451	
30	安佐南+三篠小+伴小	皆実小	0.463	0.379	77.0				59.4	43.6	7.4			
31	安佐北+井口小+皆実小	安佐南	0.362	0.226		22.2	50.1	107.7			3.6			
32	安佐北+井口小+皆実小	三篠小	0.468	0.547		22.2	50.1	107.7			1.2	0.295	0.484	
33	安佐北+井口小+皆実小	伴小	0.054	0.680		22.2	50.1	107.7			6.0			
34	安佐北+井口小+三篠小	安佐南	0.236	0.083		11.5	19.6			148.9	3.0			
35	安佐北+井口小+三篠小	皆実小	0.322	0.197		11.5	19.6			148.9	6.5	0.414	0.302	
36	安佐北+井口小+三篠小	伴小	0.684	0.626		11.5	19.6			148.9	4.7			
37	安佐北+井口小+伴小	安佐南	0.517	0.484		20.5	22.6				136.9	3.6		
38	安佐北+井口小+伴小	皆実小	0.401	0.427		20.5	22.6				136.9	8.6	0.580	0.550
39	安佐北+井口小+伴小	三篠小	0.821	0.740		20.5	22.6				136.9	4.6		
40	安佐北+皆実小+三篠小	安佐南	0.200	0.207		10.7		35.8	133.5		1.8			
41	安佐北+皆実小+三篠小	井口小	0.568	0.416		10.7		35.8	133.5		11.0	0.204	0.411	
42	安佐北+皆実小+三篠小	伴小	-0.155	0.611		10.7		35.8	133.5		6.8			
43	安佐北+皆実小+伴小	安佐南	0.244	0.033		42.6		44.2		93.2	1.0			
44	安佐北+皆実小+伴小	井口小	0.322	0.693		42.6		44.2		93.2	11.3	0.194	0.291	
45	安佐北+皆実小+伴小	三篠小	0.017	0.148		42.6		44.2		93.2	4.6			
46	安佐北+三篠小+伴小	安佐南	0.581	0.377		32.0			59.9	88.1	2.0			
47	安佐北+三篠小+伴小	井口小	0.683	0.455		32.0			59.9	88.1	12.0	0.529	0.320	
48	安佐北+三篠小+伴小	皆実小	0.324	0.127		32.0			59.9	88.1	9.5			
49	井口小+皆実小+三篠小	安佐南	0.751	0.690			30.5	71.9	77.6		7.9			
50	井口小+皆実小+三篠小	安佐北	0.687	0.625			30.5	71.9	77.6		15.9	0.614	0.650	
51	井口小+皆実小+三篠小	伴小	0.404	0.636			30.5	71.9	77.6		8.5			
52	井口小+皆実小+伴小	安佐南	0.216	-0.310			72.7	63.5			43.8	7.1		
53	井口小+皆実小+伴小	安佐北	0.025	0.160			72.7	63.5			43.8	14.9	0.168	-0.037
54	井口小+皆実小+伴小	三篠小	0.263	0.039			72.7	63.5			43.8	3.0		
55	井口小+三篠小+伴小	安佐南	0.428	0.022			42.2		89.0	48.8	6.6			
56	井口小+三篠小+伴小	安佐北	-0.247	0.242			42.2		89.0	48.8	14.2	0.215	0.222	
57	井口小+三篠小+伴小	皆実小	0.462	0.403			42.2		89.0	48.8	6.4			
58	皆実小+三篠小+伴小	安佐南	-0.145	-0.274				8.4	166.6	5.0	4.7			
59	皆実小+三篠小+伴小	安佐北	-0.150	0.359				8.4	166.6	5.0	12.6	-0.086	-0.099	
60	皆実小+三篠小+伴小	井口小	0.038	-0.383				8.4	166.6	5.0	7.3			

表4 推定地点毎に最も相関が高かった組み合わせ

No.	推定に使用した3地点	推定地点	風向相関	風速相関	安佐南	安佐北	井口小	皆実小	三篠小	伴小	推定点と重心の距離 (km)
			推定地点の推定対実測	推定地点の推定対実測	数値は他の2地点を望む角(°), は推定対象地点を示す						
30	安佐南 + 三篠小 + 伴小	皆実小	0.463	0.379	77.0				59.4	43.6	7.4
36	安佐北 + 井口小 + 三篠小	伴小	0.684	0.626		11.5	19.6		148.9		4.7
39	安佐北 + 井口小 + 伴小	三篠小	0.821	0.740		20.5	22.6			136.9	4.6
47	安佐北 + 三篠小 + 伴小	井口小	0.683	0.455		32.0			59.9	88.1	12.0
49	井口小 + 皆実小 + 三篠小	安佐南	0.751	0.690			30.5	71.9	77.6		7.9
50	井口小 + 皆実小 + 三篠小	安佐北	0.687	0.625			30.5	71.9	77.6		15.9

表5 相関係数が0.5を上回った推定結果

No.	推定に使用した3地点	推定地点	風向相関	風速相関	安佐南	安佐北	井口小	皆実小	三篠小	伴小	推定点と重心の距離 (km)
			推定地点の推定対実測	推定地点の推定対実測	数値は他の2地点を望む角(°), は推定対象地点を示す						
7	安佐南 + 安佐北 + 三篠小	井口小	0.568	0.621	179.1	0.3			0.6		12.9
28	安佐南 + 三篠小 + 伴小	安佐北	0.648	0.618	77.0				59.4	43.6	10.2
36	安佐北 + 井口小 + 三篠小	伴小	0.684	0.626		11.5	19.6		148.9		4.7
37	安佐北 + 井口小 + 伴小	安佐南	0.517	0.484		20.5	22.6			136.9	3.6
39	安佐北 + 井口小 + 伴小	三篠小	0.821	0.740		20.5	22.6			136.9	4.6
41	安佐北 + 皆実小 + 三篠小	井口小	0.568	0.416		10.7		35.8	133.5		11.0
46	安佐北 + 三篠小 + 伴小	安佐南	0.581	0.377		32.0			59.9	88.1	2.0
47	安佐北 + 三篠小 + 伴小	井口小	0.683	0.455		32.0			59.9	88.1	12.0
49	井口小 + 皆実小 + 三篠小	安佐南	0.751	0.690			30.5	71.9	77.6		7.9
50	井口小 + 皆実小 + 三篠小	安佐北	0.687	0.625			30.5	71.9	77.6		15.9

に最も相関が低かったのは、皆実小学校を安佐南 + 三篠小学校 + 伴小学校で推定した結果で、同様に相関係数は0.463, 0.379であった。

また、全体の中で比較的相関係数が大きい組み合わせとして、風向の相関係数が0.5を上回った組み合わせを表5に抽出し、また、各組み合わせの地点の位置関係を図5に示した。

その結果、10の組み合わせが抽出された。抽出結果によると、三角形の形や推定地点と三角形の距離と相関の高低には単純な関係は見いだせない。その他の特徴として、これら10の組み合わせには、推定に使用した地点として三篠小学校が8回、安佐北が7回、伴小学校が5回含まれていた。また、3地点のなす三角形の角度がいずれも90°未満のケース(表3左端の欄を太枠としたケース)と90°以上のケースの相関係数の平均値は、以下の通りで、風向に関しては、90°未満の方が高い。しかしながら、No.7~9や、No.41~46のように90°以上の頂角を持つ三角形の場合でも比較的高い相関を示す例も見られた。

90°未満	風向	0.403	風速	0.321
90°以上	風向	0.212	風速	0.338

## 4. 考察

### 4.1 気象モード分類

モード分類は、複数地点(本論では3地点とした)の同時点の風向、風速がどのような関係にあり、どのようなパターンが多いのかを表すのをサポートする。同時に、一定の代表性(本論では相関係数を指標とした)の元で処理データ数を低減させた。ここでは、3地点の風向と風速データを類型化する方法について、同一のグループとするかどうかを判断するための一致度について考察する。

広島市内の6地点のすべての組み合わせにおいて、一致度を0.7としてモード分類を行った結果、すべての組み合わせで相関係数が0.9程度以上を示したことから、基準の一致度を0.7として、モード分類結果と実測データの相関係数を計算し、それを目安として一致度を設定することが適切であると考えられる。

すなわち、一般的に、一致度を0.7としてまず類型化を行い、相関係数をチェックしながら、適切な一致度を設定して最終的な類型化作業を行う方法が推奨できる。

ただし、モード分類の際の適切な一致度は、シミュレーションの目的に応じて、評価、設定する必要がある。た

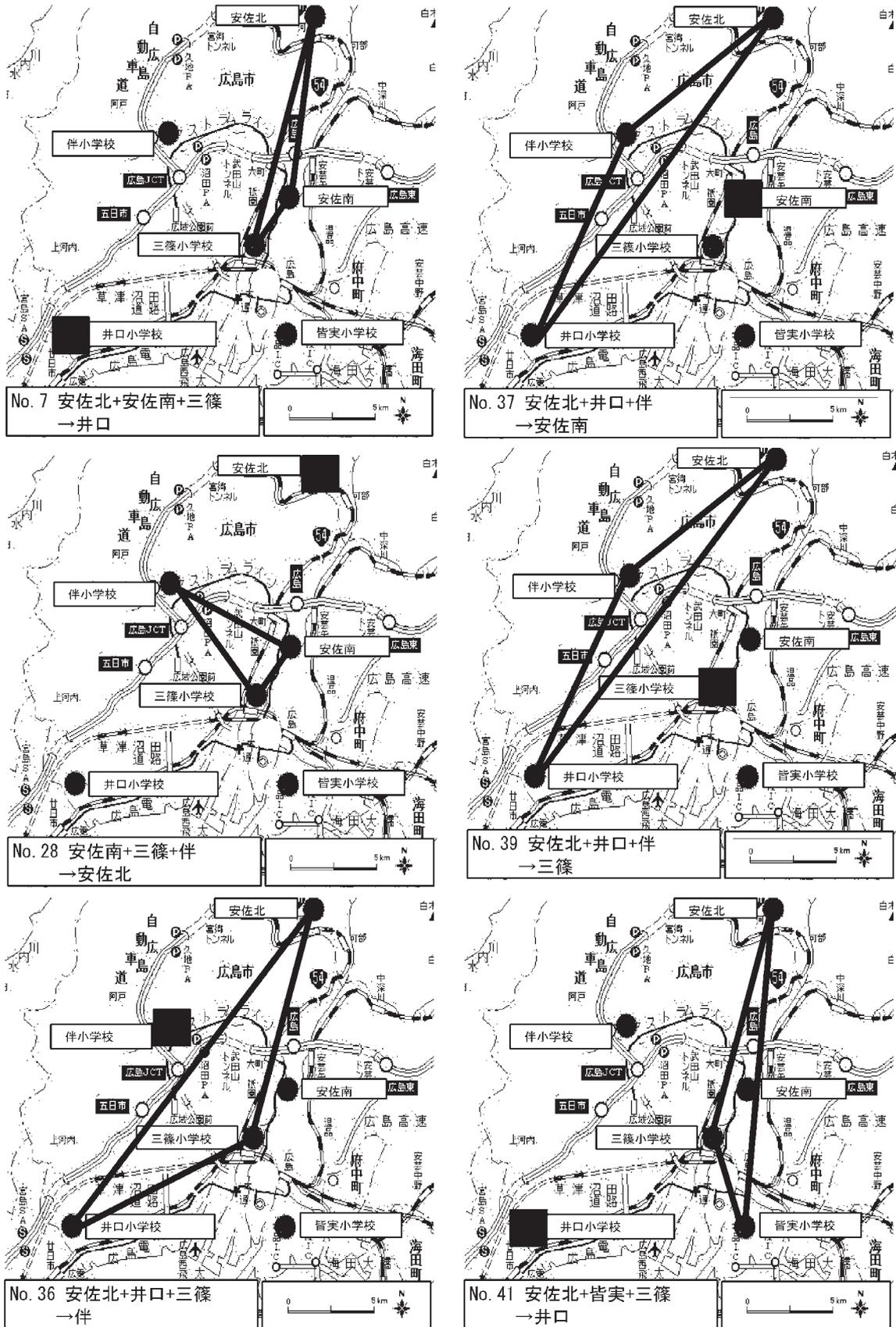


図5 相関係数が0.5を上回った推定地点の組み合わせ

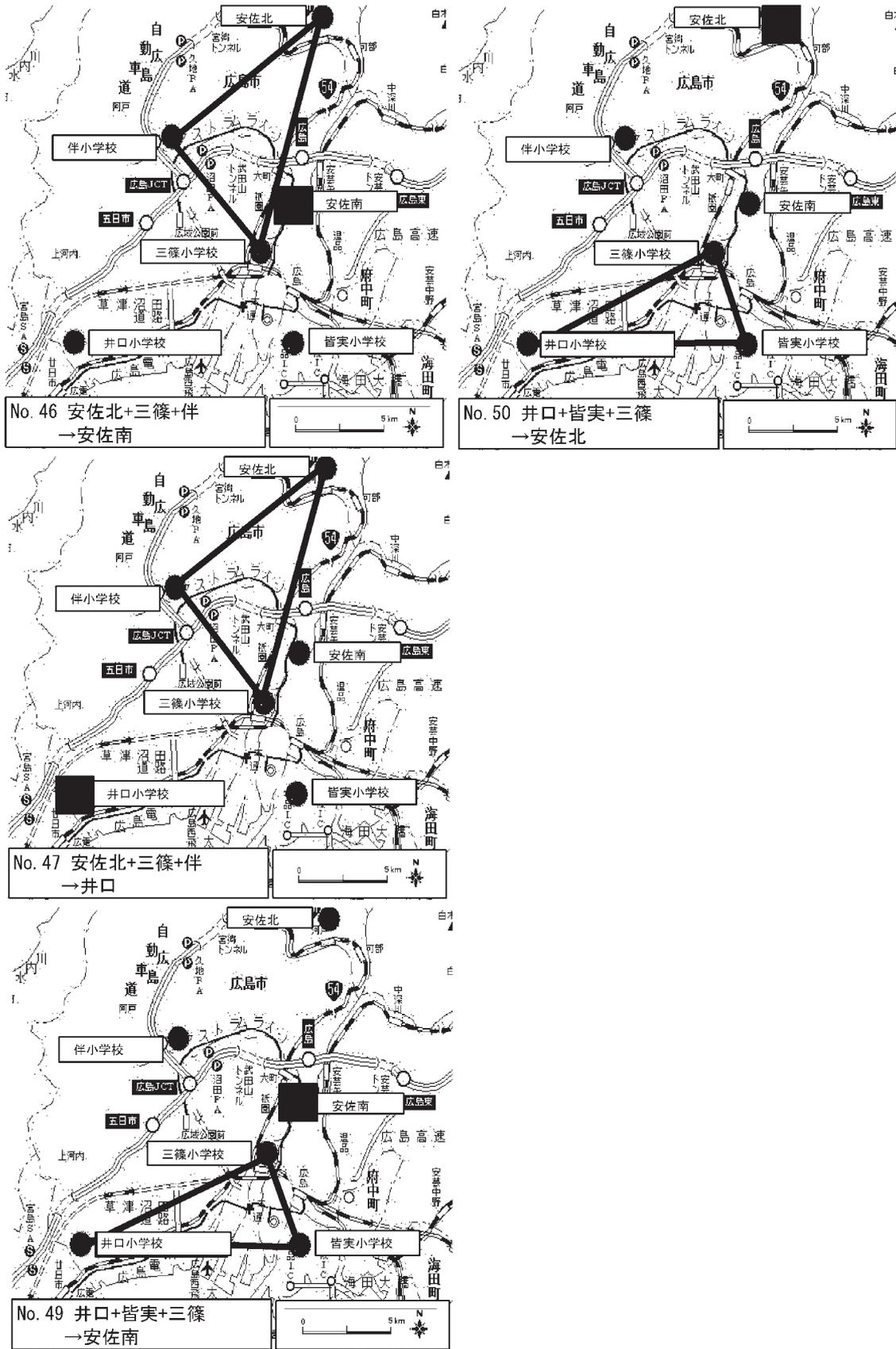


図5 続き

例えば、大気汚染物質の着地濃度予測を最終目的とした場合、出現頻度が一定以下のパターンは、濃度計算に効いてこないため、無視できるので、着地濃度と一致度との関係を詳細に分析し、作業量も加味して、適切な値(の範囲)を設定すればよいと考えられる。また、概要を把握することを目的として、例えば計画アセスメント等における予備検討などを実施する場面では、一致度を下げ、効率を高くして作業を行うという選択肢も有効であると考えられる。

なお、本方法は、予測手法によらず汎用的に利用出来る。

#### 4.2 広域風の推定

広島市内の6カ所の風向風速データ等を用いて、任意の3地点のデータを補間する方法で広域のメッシュの風向、風速を推定した。推定に用いた3地点を除く残りの地点の風向風速を抽出して当該地点の実測データとの相関係数を求めた。組み合わせは60通りに上った。

その結果、もっとも相関の高かったケースは、相関係数が0.8を上回った。また、1/6に当たる10ケースにおいて、相関係数が0.5を上回った。

本論文で使用した広域風の推定方法は、最も単純な方法に分類され、これまでほとんど検討が行われていないが、方法としては比較的簡便であり、環境影響評価の実務の中で使用することは、作業量的には十分に可能な方法である。上記の結果は、本方法の適用可能性を示す、初めてのデータである。実務上、風向、風速データが全く存在しないエリアの風環境を、最初のスクリーニング的な作業として推定することは、本方法による作業が大きなコストを伴わないことを考え合わせれば、実施する意味があるものと考えられる。従って、今後も検討を行っていく価値があり、本研究はその判断と方法を導く役割を果たすものと考えられる。

しかし、すべての地点の組み合わせで、十分な相関を示す方法ではないことも明らかとなった。3地点のなす角度が90°未満であると比較的相関係数が大きい傾向は確認されたが、運用方法としてはさらに多くのデータの蓄積と検討が必要と考えられる。

実際の環境影響評価作業においては、一定以上の規模の大気汚染物質の固定発生源の立地予定地近傍において1年間以上の風向、風速をはじめとする気象観測が実施されるのが通例である。その場合、実測地点を中心とした近傍の3地点の地上気象観測地点のデータを入手し、地点の位置関係に留意し、あるいは、すべての組み合わ

せを確かめ、最も相関の高い組み合わせを発見し、大気汚染物質濃度のシミュレーションの対象地域の地上風を推定する方法が現時点の具体的方法として考えられる。

#### 5. 今後の課題

本論は、実測データを用いて、点の風データから広域2次元風を推定し、実測データと比較することにより、実務への適用性について考察した。

その結果、比較的よい相関を示し、実用性が期待出来るデータの組み合わせもあったが、逆に相関係数が低い組み合わせもあり、実用上のデータセットの選択のための判断基準を明確にする必要があると考えられる。今後、複数年のデータを用いた検証や、他地域のデータを用いた検証など、提示した手法の感度や適用範囲等を明確にし、手法の完成度を高めるとともに、実務への応用のための基礎的なデータを整備していく必要がある。

#### 参考文献

- 青山貞一 (2005) 大気汚染に関する予測・評価技術 (実務編)、環境アセスメント学会誌 Vol. 3, No. 2
- 環境省総合環境政策局 (2001) 大気・水・環境負荷の環境アセスメント (II) 環境影響評価の進め方 環境省環境影響評価技術検討会中間報告書, 財務省印刷局, 東京, 576pp.
- 北山正文編著 (1977) 環境アセスメントの実施手法, 日刊工業新聞社, 東京, 256pp
- 公害研究対策センター窒素酸化物検討委員会 (2000) 窒素酸化物総量規制マニュアル (新版), 公害研究対策センター, 東京, 422pp
- 岡本真一 (2001) 大気環境予測講義. ぎょうせい, 東京, 345pp.
- 社団法人環境情報科学センター (1999) 環境アセスメントの技術, 中央法規出版, 東京, 1018pp
- 山藤恵明, 福岡義隆, 北山正文 (2003) 地形を考慮した大気汚染物質拡散シミュレーションのための予測技術の検討-地形を考慮した3次元ボックス風の推定方法, 環境情報科学論文集17, p53 - 58.
- SANTO, N., FUKUOKA, Y. and KITAYAMA, Y. (2005) Three Dimensional Wind Simulation Method reflecting Topographic Features, Journal of Environmental Information Science, vol. 33, No. 5, p65 - 74.
- 山藤恵明, 福岡義隆, 北山正文 (2005) 大気質: 環境アセスメントの実施手法 第2版, p19 - 72, 日刊工業新聞社, 東京, 354pp
- 社団法人環境情報科学センター (1999) 環境アセスメントの技術, 中央法規出版, 東京, 1018pp

## 要 旨

大気汚染物質の拡散シミュレーションに必要な技術として、点データから空間データを推定する方法について検討した。Santo et al. (2005) が示した方法を用い、広域エリア内の任意の3地点の、1年間の気象データを代表気象パターン(モード)に分類した後に、べき乗則と連立方程式により地点間を補間する方法を用いて、対象エリアの平面全ボックスの水平風ベクトルを推定した。事例として、広島市内の6地点の気象観測データを用いて気象モード解析並びに広域風の推定を行い、推定結果を原始データとを照合し、実務への適用性と適用条件について考察した。

キーワード：環境アセスメント、大気質、気象モード解析、予測技術、2次元風

## Simulation Technology Research for Air Quality - 2D wind simulation

Noriaki SANTO\*, Yoshitaka FUKUOKA\*\*

\*Graduate Student of Geo-environmental Science, Rissho University

\*\*Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Component technologies for estimating air quality in case of environmental assessment are studied. This is a verifying study of a method to estimate 2 dimension wind profile in a wide range area including 3 or more monitoring stations for meteorological observation that Santo et al. (2005) showed. 3 of 6 stations in Hiroshima city are selected and analyzed their wind and meteorological stability patterns. Then 2D wind profiles of wide range of area including those stations are estimated and compared to those of real data and the possibility of this method is discussed.

Keywords: environmental assessment, air quality, meteorological mode analysis, simulation technology, 2 dimension wind