

大気汚染常時監視結果から見た施策効果の検証*

内 田 聡 子**・ 篠 原 才 司**
深 澤 秀 司**

キーワード ①大気汚染 ②NO_x ③自動車 ④神奈川県 ⑤常時監視

Abstract

We analyzed the tendency in the concentration-change statically using continuous air quality monitoring data for the 10 years since 1988 in Kanagawa prefecture in order to verify the effect of countermeasures for NO_x and other pollutants. Then following results were obtained from the analytical results.

- 1) As for NO, SPM, CO and NMHC, which are primary pollutants, countermeasures for these are effective.
- 2) As for NO₂ which is a secondary pollutant, countermeasures for this was ineffective.

1. はじめに

二酸化窒素の環境基準は昭和48年に日平均値0.02ppm以下と定められたが、53年に日平均値0.04～0.06ppmゾーン内またはそれ以下と改定された。しかし環境基準の達成目標期限の60年になっても多くの地点で達成されてなかった。

その理由として、工場等の大規模固定発生源については大気汚染防止法を中心とした法・条例の規制等による防止施策により窒素酸化物排出量が明らかに減少した反面、移動発生源についてはディーゼル車の増加等による自動車からの窒素酸化物排出量が増加したことが主原因であるとされた。

そこで神奈川県では、昭和62年10月に神奈川県自動車交通公害防止計画(基本計画)を策定し、自動車交通公害対策への取組みを開始した。その後、

平成4年に施行された自動車NO_x法で特定地域に指定されるなど自動車排出窒素酸化物総量削減施策を推進してきたが、その施策の有効性については検証されていない。

現在、大気汚染物質については長期的な濃度変化の傾向の判定について明確な基準がなく、大気汚染防止施策の効果を判断することができない。そこで筆者らは、県内の昭和63年度から10年間の大気汚染物質濃度変化の傾向を統計的に判定し、これらを全国の傾向と比較することで、神奈川県における自動車公害防止計画策定以降の大気汚染防止施策の有効性について検討を行った。以下にその結果を報告する。

2. 方 法

昭和63年度～平成9年度の大気汚染常時監視結

*Verification of the Countermeasures for Air Pollution by Analyzing Air Quality Monitoring

**Satoko UCHIDA, Saiji SHINOHARA, Shyuji FUKASAWA (神奈川県環境科学センター) Kanagawa Environmental Research Center

果より年平均値を解析した。

2.1 対象項目

- ① 二酸化窒素 (NO_2)
- ② 一酸化窒素 (NO)
- ③ 窒素酸化物 ($\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$)
- ④ 一酸化炭素 (CO)
- ⑤ 光化学オキシダント (O_x) ただし5～20時のみ。
- ⑥ 浮遊粒子状物質 (SPM)
- ⑦ 非メタン炭化水素 (NMHC)
- ⑧ 二酸化硫黄 (SO_2)

2.2 測定局の選定基準とその局数

測定局は表1のとおり神奈川県内と全国についてそれぞれ一般環境大気測定局(一般局)、自動車排出ガス測定局(自排局)に分け、次の基準で選定した。

(1) 県内

一般局、自排局とも10年間継続して測定が行われた測定局のすべてを対象とした。ただし同一測定局でも測定項目によっては測定した年数が異なるため、項目ごとに対象となる測定局数は異なる。

(2) 全国

10年間継続して測定が行われた測定局のすべてを対象とすると局数に地域的な偏りが生じるため、全国値は測定局が全国に分布しており、10年以上測定が行われている国設局(神奈川県内を除く)のデータを対象とした。ただし国設局は一般局のみであるため、自排局は国設局と同一市内または隣接する市町村にある10年間継続測定局を用いた。全国の対象局も県内と同様、項目ごとに対象となる測定局数は異なる。

データは、環境庁大気保全局大気規制課「一般

環境大気測定局測定結果報告」¹⁾²⁾ならびに環境庁大気保全局自動車環境対策第二課「自動車排出ガス測定局測定結果報告」³⁾⁴⁾から引用した。

3. 大気汚染濃度変化の傾向の判定法および施策効果の評価法について

3.1 大気汚染濃度変化の傾向の判定法

施策の効果を検証するためには、その施策が実行された期間の大気汚染物質濃度の傾向を把握することが必要である。現在濃度の傾向を判定する基準は環境庁大気保全局が示している次の(1)と(2)のみである。

(1) 一般局

「二酸化窒素に関わる環境基準に基づく地域区分について」(昭和54年8月7日付け環大企第310号)において、二酸化窒素に関わる環境基準を定めた53年7月環境庁告示第38号の第2の2の「1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内にある地域」において、52年度における日平均値の年間98%値の上位3局平均値をとり、これよりも現時点の平均値が0.006ppm以上上昇していれば上昇しているとする²⁾。

(2) 自排局

2年間継続して6,000時間以上 NO_2 の測定を行った自排局について、前年度との差が年平均値で0.004ppm以下の場合を「横ばい」、0.005ppm以上の場合を増加または減少とする⁴⁾。

(1)、(2)とも2時点の濃度変化を評価するものであるが、対象とした年の気象の影響が除けないので施策効果を検証するには不十分である。施策効果の検証のためには長期的かつ連続的な濃度変化を評価する必要がある。そのため各年度の大気汚染物質の濃度データから①気象変動要素②季節変動要素③日内変動要素——を除去しなければならない。②、③は年平均値を用いることで影響を除去することができるが、①の除去については定まった方法がまだない。

そこで筆者らは①の影響を少なくするため、10年間の年平均値を時系列的にプロットし、その回帰係数(傾き)と相関係数(r)の信頼性により濃度変化の傾向を判定した。

3.2 施策効果の評価法

政策評価については、行政活動の達成した成果

表1 対象測定局数

測定項目	一般局		自排局	
	県内	全国	県内	全国
NO_2	46	15	22	12
NO	46	15	22	12
NO_x	46	15	22	12
CO	11	15	21	12
O_x	45	17	—	—
SPM	41	15	12	5
SO_2	46	15	—	—
NMHC	32	15	5	6
総局数	46	17	22	15

を問うものとして行財政改革の視点から地方自治体での関心が高まっている⁵⁾⁶⁾。政策評価は政策、施策、事業の3段階での評価があり、それぞれ評価する時点により事前評価、現状評価、事後評価がある。本報告は事後評価に該当する。事後評価は施策を実施した結果に対する評価であり、評価指標により判定される。

本報告の場合、評価指標は一般的に成果指標（アウトカム）といわれるものでNO₂の環境基準達成率がそれに当たる。しかし自動車交通公害対策の場合、施策の直接的な削減対象はNO_xである。そのため施策を評価するもう一つの指標として、直接削減した対象を指標とする執行指標（アウトプット）による評価を行う必要がある。よって本報告では、執行指標をNO_xの濃度、成果指標をNO₂の濃度とし、この両面から施策の効果を評価することとした。

評価の方法としては、齊藤⁷⁾が準実験的分析として示しているものを採用している。この方法は施策の対象群（本報告の場合、神奈川県の大気汚染状況）と非対象群（本報告の場合、神奈川県外の大気汚染状況）の同一期間における変化を対比することで、神奈川県内における大気汚染施策の

効果を推測しようというものである。

4. 結 果

県内および全国のデータを次の図1～図4に、それぞれの回帰式の傾きおよび相関係数(r)を表2に示した。3.1に示した大気汚染濃度変化の判定方法を用い、表2を基に10年間の濃度変化の傾向を求め、表3に示した。なお神奈川県自動車公害防止計画策定以降の10年間の間に施行された自動車NO_x法を始めとする神奈川県地域の大気汚染防止施策と大気汚染防止法の規制による全国施策を表4に示した。

表3より、SPM、NMHCは一般局および自排局において県内、全国ともに低下または低下傾向を示していた。一方COとNOは全国の一般局で横ばいであるが、県内一般局、県内および全国の自排局で低下をしていた。

自排局のSPM、NMHC、CO、NOに関しては自動車保有台数(図5)が増加傾向にありながら濃度の低下が見られたことにより、自動車対策が有効であったことが示された。

他方NO_xおよびNO₂については全国の一般局で上昇、県内の一般局で横ばいとなっており、自

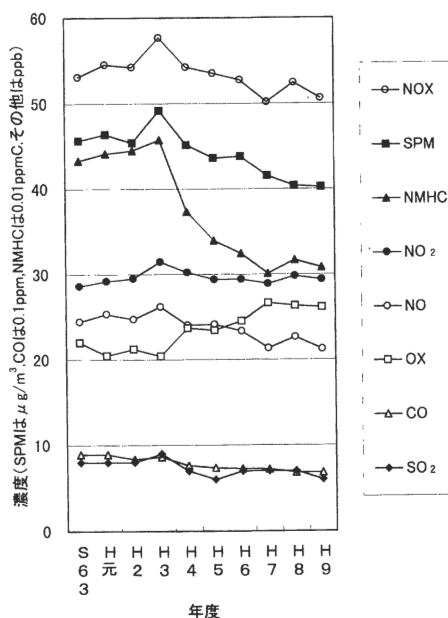


図1 神奈川県内における10年間の大気汚染物質濃度の経年変化（一般環境大気測定局）

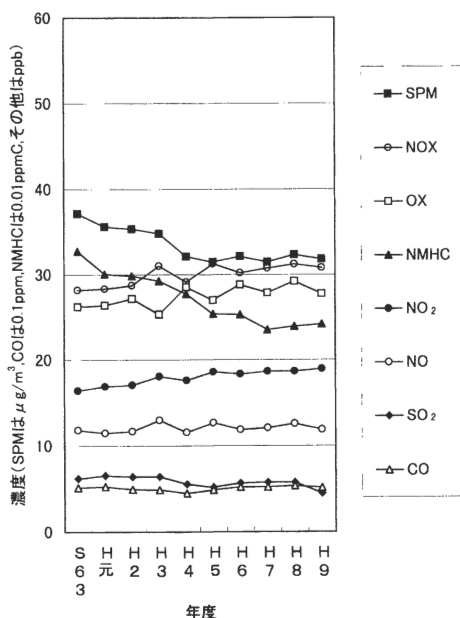


図2 全国における10年間の大気汚染物質濃度の経年変化（一般環境大気測定局）

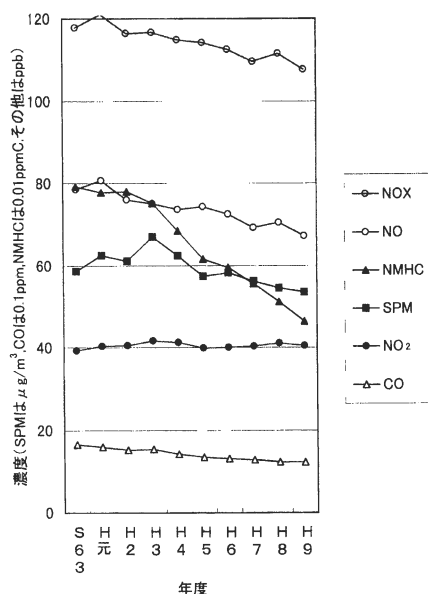


図3 神奈川県内における10年間の大気汚染物質濃度の経年変化（自動車排出ガス測定局）

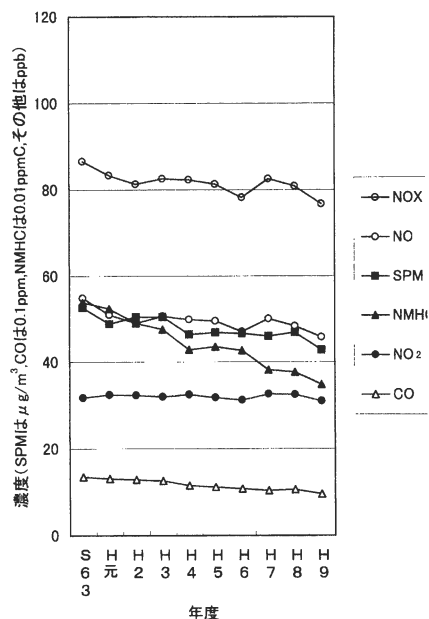


図4 全国における10年間の大気汚染物質濃度の経年変化（自動車排出ガス測定局）

表2 10年間の大気汚染物質濃度より求めた回帰直線の傾きと相関係数(r)

項目	県内一般局		全国一般局		県内自排局		全国自排局	
	傾き	相関係数(r)	傾き	相関係数(r)	傾き	相関係数(r)	傾き	相関係数(r)
NO ₂	+0.006	+0.022	+0.274	+0.937**	+0.056	+0.244	-0.048	-0.259
NO	-0.447	-0.827**	+0.049	+0.292	-1.299	-0.952**	-0.642	-0.794**
NO _x	-0.440	-0.629	+0.322	+0.794**	-1.243	-0.938**	-0.689	-0.772**
CO	-0.265	-0.960**	+0.019	+0.226	-0.502	-0.982**	-0.431	-0.981**
OX	+0.712	+0.896**	+0.278	+0.682*	—	—	—	—
SPM	-0.775	-0.830**	-0.599	-0.873**	-0.953	-0.701*	-0.819	-0.882**
NMHC	-1.911	-0.906**	-1.003	-0.959**	-3.921	-0.983**	-2.071	-0.985**
SO ₂	-0.224	-0.716*	-0.164	-0.780**	—	—	—	—

* 危険率5%で時系列と濃度推移に相関がある

**危険率1%で時系列と濃度推移に相関がある

排局については県内、全国ともNO_xは低下しているもののNO₂は横ばいとなっている。NO_xは慣習に従いNOとNO₂の合計としているが、自動車から直接排出されている両者の割合はNOが90～95%でNO₂が5～10%とされている⁸⁾。したがって自排局のNO_x濃度とNO₂濃度の傾向から、自動車の排出するNO_xについては自動車対策の効果が示されている一方で、NO₂についてはこれまでの自動車対策をよりいっそう強化する必要があるという結果が得られた。

そこで施策評価という観点から、これらの結果

を使って神奈川県内の自動車NO_x削減施策について検討を行った。

5. 考 察

5.1 CO濃度変化とNO_x濃度変化に関する検討

NOとCOは表3において同様な結果が得られている。しかしNOは県内一般局46局すべてで測定しているのに対し、COはこのうち11局でしか測定しておらず、測定局の数の違いによりたまたま一致した可能性がある。そこでこの11局のNOの濃度傾向(回帰直線の傾きと相関係数)を県内46

局の濃度傾向と比較することで、この結果が使えるかどうかを検証した。この結果、両者の濃度傾向にはほぼ一致が見られ、測定局としてのサンプリングに偏りがなかったので、COについても全県の代表性が確保できていると判断した。

COについては、自排局では県内、全国とも濃度が低下しているが、図5に示すように自動車保有台数の増加率は上昇している。したがって自排局におけるCOの濃度低下は、排ガス規制値の強化の効果と考えられる。COの発生源が自動車に限られることを前提とすると、一般局では県内で低下、全国では横ばいとなっていることは、全

国値を算出した測定局への自動車排ガスの影響はほとんどなく、逆に県内の一般局には自動車排ガスの影響があると考えられることができる。

そこでNOxの結果を検討すると、自排局については県内、全国とも濃度の低下が見られ、自動車NOxの削減対策の効果として考えることができる。しかし一般局の場合NOxは県内では横ばい、全国では上昇している。COについての検討から、全国一般局については自動車排ガスの影響が少ないことから、NOx濃度の上昇は業務用のボイラーや家庭の石油ファンヒーター等の群小固定発生源を含む固定発生源の排出量が無視できないと考えられる。また県内一般局については、群

表3 10年間の大気汚染物質濃度の傾向

	一般環境大気測定局		自動車排出ガス測定局	
	県内	全国	県内	全国
NO ₂	0	++	0	0
NO	--	0	--	--
NO _x	0	++	--	--
CO	--	0	--	--
O _x	++	+		
SPM	--	--	--	--
NMHC	--	--	--	--
SO ₂	-	--		

- 低下(危険率1%で10年間の濃度が有意に低下)
 - 低下傾向(危険率5%で10年間の濃度が有意に低下)
 0 横ばい(統計的に濃度の上下があるとはいえない)
 + 上昇傾向(危険率5%で10年間の濃度が有意に上昇)
 ++ 上昇(危険率1%で10年間の濃度が有意に上昇)

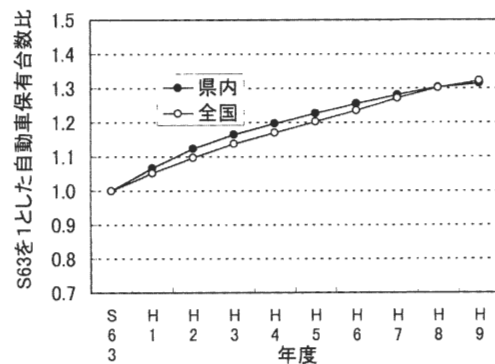


図5 自動車保有台数（移動発生源）の推移
 県内のデータは(財)自動車検査登録協会調べ
 全国のデータは平成9年度環境白書より¹⁰⁾

表4 最近12年間に施行された主な大気汚染に関する施策

	S61	S62	S63	H元	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
NO _x	・ディーゼル車(除重量貨物) 濃度規制→重量規制				・軽自動車、乗用車、 軽中量貨物車10・15モード採用			・ディーゼル車	短期目標施行開始			・ディーゼル車	長期目標施行開始
					・ガスタービン、ディーゼル機関 およびガスエンジンにかかわる NO _x 対策法		・自動車NO _x 法に基づく「自動車排出窒素酸化物 総量削減計画法」施行開始						
SPM (PM)								・ディーゼル車	短期目標施行開始			・ディーゼル車	長期目標施行開始
CO	・ディーゼル車(除重量貨物) →重量規制				・軽自動車、乗用車、 軽中量貨物車10・15モード採用								
NMHC (HC)	・ディーゼル車(除重量貨物) →重量規制				・軽自動車、乗用車、 軽中量貨物車10・15モード採用								
SO ₂							・軽油中のS分 0.50%→0.2%					・軽油中のS分 0.2%→0.05%	
その他	・神奈川県自動車公害防止計画						・バブル崩壊・首都高速の湾岸線開通					・生活環境保全条例施行	・軽油取引税の引上げ

注) 太字の部分は全国規模では施行されていないもの

小固定発生源からの NOx の増加と自動車由来の NOx の減少により相殺された結果、NOx 濃度が横ばいとなったと推定した。

群小固定発生源は排出口の高さが低いことから、測定局への寄与が排出量に対して大きいことが考えられる。したがって今後固定発生源の検討については、これまでの工場等の大規模排出源だけでなく群小排出源の影響についての検討が重要である。

5.2 NO₂の濃度変化と施策効果に関する検討

自動車交通公害対策においては、直接の削減対象が NOx であることを 3.2 で述べたところである。そこで表 2 より自排局の NOx 濃度の低下率(回帰直線の傾き)について、県内と全国を比較したところそれぞれ1.243ppb/年と0.689ppb/年であり、県内の低下率が全国の2倍となっている。しかしこの数値は、県内と全国の初期濃度差を考慮していない。時系列と濃度との傾きを低下率とした場合、同じ対策がなされても初期濃度が高濃度の方が、見かけ上低下率が高くなる。そこで回帰直線から各項目の推定初期濃度(推定した63年度の濃度)を求め、低下率をこれで除したもの(以

表 5 10 年間における大気汚染物質濃度の補正低下率または補正上昇率

	一般局		自排局	
	県内	全国	県内	全国
NO ₂	—	+0.0164	—	—
NO	-0.0173	—	-0.0163	-0.0122
NOx	—	+0.0113	-0.0104	-0.0081
CO	-0.0056	—	-0.0305	-0.0318
Ox	+0.0793	+0.0562		
SPM	-0.0168	-0.0189	-0.0150	-0.0159
NMHC	-0.0943	-0.0383	-0.0473	-0.0387
SO ₂	-0.0270	-0.0251		

—は表3において「横ばい」であるため算出していない

降補正低下率)を比較した(表 5)。自排局の NOx の補正低下率は、県内と全国でそれぞれ0.0104, 0.0081であり、県内は全国の1.28倍と3割近い差があった。

自排局の CO については、県内と全国の補正低下率はそれぞれ0.0305と0.0318であり、県内は全国の0.96倍と両者にほとんど差は見られなかった。

NOx と CO の補正低下率について県内と全国の差の違いは、NOx 削減を目的とした神奈川県自動車公害防止計画等の施策効果であると考えられる。すなわち施策のアウトプットとしての NOx 削減施策の効果が確認できた。

次に施策のアウトカムとしての NO₂をみると、表 3 に示すとおり自排局では全国も県内も横ばいであり、NOx の低減効果が反映されていない。このことは NO₂濃度が NOx 濃度と線形の関係で考えることができないことを示唆している。

そこで板野ら⁹⁾が NO₂/NOx 比を NO の酸化率として定義しているのにならない、酸化率について検討を加えた。10年間の酸化率の経年変化を表 6 に示したが、全国、県内とも自排局、一般局を問わず酸化率は有意に上昇していた。さらに酸化率は一般局で0.54~0.61、自排局で0.33~0.40の間にあり、発生源と測定局の距離(反応時間)に依存していると考えられるが、上昇率は県内では一般局、自排局とも0.0044~0.0048/年、全国は0.0027/年と地域性に依存していることがわかる。このことは、NO を酸化する物質がとくに神奈川県において増加している可能性が考えられる。

NO を酸化する物質としては Ox が考えられる。表 3 から一般局の県内および全国の Ox 濃度は上昇または上昇傾向にあった。また図 1, 2 から Ox の濃度の絶対値は県内の方が全国よりも低い、表 5 より Ox 濃度の補正上昇率は県内の方が高

表 6 NO₂/NOx(酸化率)の経年変化

局 種	地域	S63	H 元	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	上昇率*	時系列と酸化率の相関係数
一般局	県内	0.54	0.54	0.54	0.55	0.56	0.55	0.56	0.58	0.57	0.58	0.0048	0.94**
	全国	0.58	0.60	0.59	0.58	0.60	0.59	0.61	0.61	0.60	0.61	0.0027	0.77**
自排局	県内	0.33	0.33	0.35	0.36	0.36	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.0044	0.92**
	全国	0.37	0.39	0.40	0.39	0.39	0.39	0.40	0.39	0.40	0.40	0.0027	0.77**

* 時系列と酸化率推移の回帰係数(傾き)

** 危険率1%で時系列と濃度推移に相関がある

い。このことが県内の NO_2/NO_x 比の上昇率が全国よりも高いことと関連しているか今後検討する必要がある。

以上から、 NO_2 の濃度を減少させるという目標を達成するには、これまでの自動車対策をよりいっそう強化するとともに NO_2 と O_x 等の他の物質との関係を検討する必要がある。

6. ま と め

- ① 統計的な手法により大気汚染物質の長期的な濃度変化の傾向を判定できた。
- ② 全国と県内の濃度変化の傾向および回帰直線の傾きから地域的な大気汚染防止施策の効果を検証することができた。
- ③ NO , SPM , CO , NMHC については神奈川県を含めた全国的な自動車排ガス対策の効果があつたと推定された。一方、神奈川県自動車公害防止計画以降の地域的な施策については、執行指標としての NO_x の濃度低下は確認できたが、成果指標としての NO_2 の濃度低下は確認できなかった。対象とした10年間で NO_2/NO_x が上昇し、とくに神奈川県内ではこの傾向が顕著であつた。これより、 $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ の反応が起こりやすく、 NO の排出を抑制しても NO_2 濃度が低下しにくくなつており、その原因としてオキシダントが関与していると推定された。

神奈川県では NO_2 について、21世紀のできるだけ早い時期に全測定局で環境基準達成を目標としているが、 NO_2 は他の汚染物質と比較して削減施策に対してははっきりした低減効果が見られないことが特徴となっている。そこで今後 NO_2 について、オキシダントを中心に他の大気汚染物質との相互作用を考えて各大気汚染防止施策の有効性を明らかにする方法を検討したい。

—引用文献—

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課：平成4年度一般環境大気測定局測定結果報告，pp.101—550，1993
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課：平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告，pp.23—24およびCD-ROM版，1998
- 3) 環境庁大気保全局自動車環境対策第二課：平成4年度自動車排出ガス測定局測定結果報告，pp.101—543，1993
- 4) 環境庁大気保全局自動車環境対策第二課：平成9年度自動車排出ガス測定局測定結果報告，p.33およびCD-ROM版，1998
- 5) 今井照：わかりやすい自治体の政策評価，pp.20—21および61，学陽書房，1999
- 6) 高寄昇三：自治体の行政評価システム，pp.22—46，学陽書房，1999
- 7) 斎藤達三：実践・自治体政策評価，p.54，ぎょうせい，1999
- 8) WHO：環境保健クライテリア窒素酸化物，p.29，ラテイス，1999
- 9) 板野泰之，薬科宗博，武田海平，板東博，前田康昭，田中正宣：大気汚染常時監視測定局のデータを用いた大阪市の NO_x 成分の挙動解析—高濃度 NO_2 出現パターンの季節変化—，全国公害研会誌，25，1，pp.31—37，2000
- 10) 環境庁：平成9年度環境白書各論，p.26，大蔵省印刷局，1998