

# オキシダント汚染パターン予測に関する研究

## — 地上天気図を用いたオキシダント高濃度汚染類似日の検索手法による —

宇田川 満 早 福 正 孝

### 1 はじめに

光化学スモッグの発生を未然に防止するためには、精度の高い光化学スモッグ発生予報と発生地域及び濃度の予測が必要である。光化学スモッグの発生を予測する方法として、物理モデルによるもの他に、当日の天気図型を用いて、過去の高濃度発生日から類似日を検索し、その日の汚染パターンを類推する方法が考えられる。既に天気図型とオキシダント汚染パターンについては検討され<sup>1) 2) 3)</sup>、1対1の対応はないが、オキシダント汚染パターンは天気図型と密接な関係があることが確認されている。

ここでは、過去の高濃度発生日を天気図型からパターン分類し、代表日の天気図、汚染マップをコンピューターに収録し、予測日の天気図をインプットして過去の高濃度発生日の類似日を選出し、当日の汚染パターンを予測する手法を検討したので報告する。

### 2 作業フロー

主な作業フローを図1に示す。

### 3 解析手法及び結果

#### (1) 天気図型の分類

オキシダント高濃度出現パターンの類型化を試みるために、高気圧、低気圧、前線及び気圧差等から設定した図2に示す分類フローに従って、高濃度日の天気図型を8つの型に分類にした。

代表日を選定するために、昭和56年～昭和60年の4月～9月の期間中、都内で光化学スモッグ注意報(0.12 ppm)若しくは学校情報(0.1 ppm)が発令された日の前日21時と当日9時の天気図の読み取りデータを用い、分類フローに従って高濃度日の分類を行った。

1型～3型は長波卓越型の天気図分類に属するもの

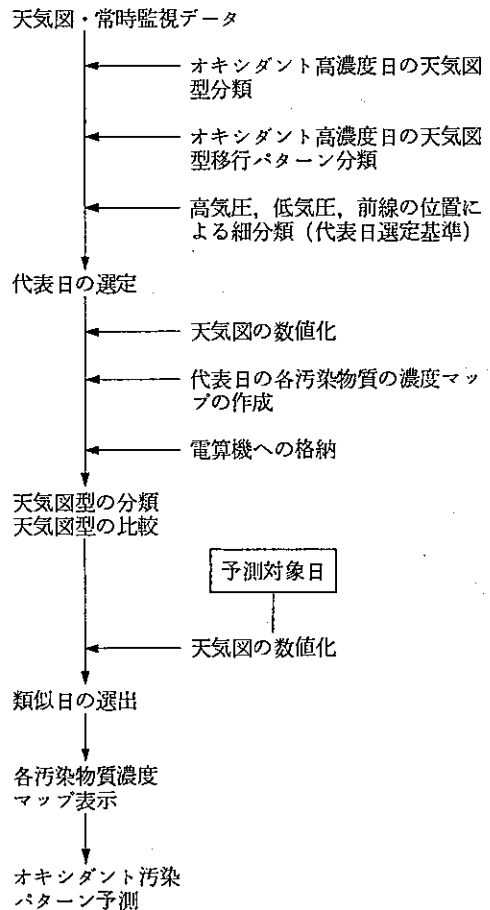


図1 作業フロー

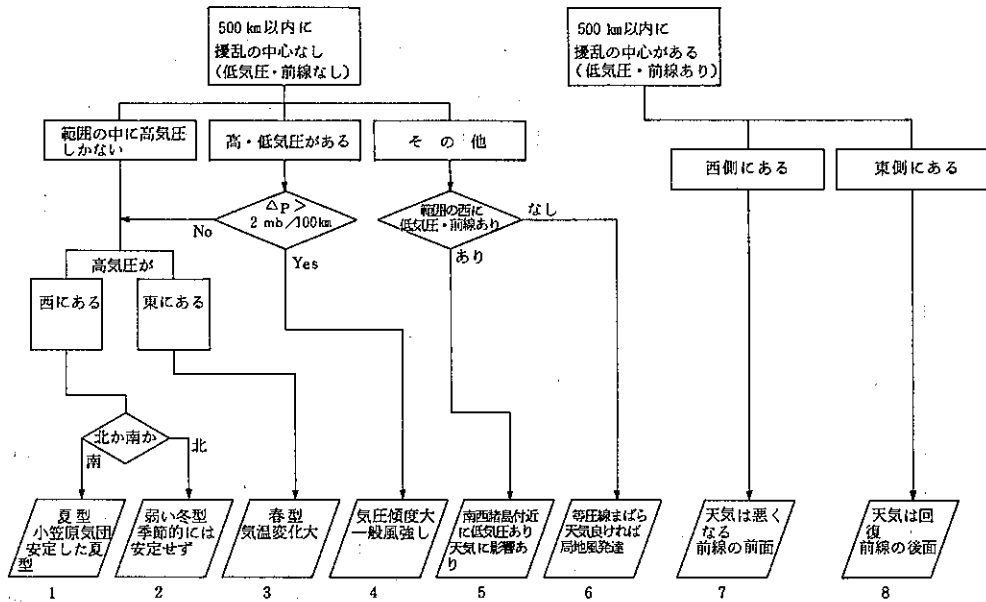


図2 オキシダント高濃度日天気図型8分類の分類フロー

で、高気圧の中心位置によって3分類したもので、オキシダント高濃度が発生しやすい天気図型である。4型は気圧傾度が大きく一般風が強くなるために、比較的におキシダントは高濃度となりにくい天気図型である。5型、6型は擾乱の中心が東京から見て十分遠方(500km以遠)であっても、移動方向によって影響があると考えて2分類を設けた。7型、8型は擾乱の中心が500km以内にある天気図で、いずれもおキシダントは1、3、6型と比較すると濃度は低めとなる天気図型である。

(2) 天気図の移行パターン

前日21時の天気図型が、当日9時にどのような天気図型に移行するかは、当日のおキシダント汚染パターンを予測する上で重要なファクターとなる。ここでは、光化学スモッグの発生確率の高い天気図の8型を、発生するオキシダントの濃度が高くなる順にA型(1、3、6)、B型(2)、C型(4、5、7、8)とし、移行の気象パターンに応じて分類した。その結果を表1に示す。

なお、A型からB、C型への移行パターンの場合、天気図1型のときは移行パターンを2とし、天気図3、6型のときは移行パターンを5とした。

(3) オキシダント高濃度日の天気図型・移行パターンによる分類

(1)、(2)で分類した前日21時、当日9時の天気図型(8分類)と移行パターン(7パターン)を数量化Ⅲ類にかけ、対象のおキシダント高濃度日を数量化Ⅲ類の3軸までの距離を使用してクラスター分析により分類した。

クラスター分析により分類した結果、主として当日9時の天気図型と移行パターンの違いで10のグループに分類された。

アイテム数	カテゴリー数
前日21時及び当日9時の天気図	各8パターン
天気図型移行パターン	7パターン

(4) 代表日の選定

ここで求められた10グループについて、高気圧、低気圧の中心の位置、前線の有無から細分類し、最終的には、31グループに分類した。

代表日の選定はこれらのグループから、オキシダントの濃度分布を加味して行った。その結果、1-3、1-4、2-3、8-2、10-2のグループについては2日、その他は1日とし合計36日となった。これらの結果

表1 天気図パターンと移行パターンのクロス表

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	14-1	4-2	8-1	0-2	1-2	0-1	3-2	2-2
2	3-3	25-3	13-3	0-4	0-4	2-3	5-4	6-4
3	15-1	10-5	29-1	1-5	1-5	0-1	3-5	6-5
4	0-6	0-6	1-6	2-7	0-7	0-6	0-7	0-7
5	0-6	1-6	1-6	0-7	1-7	0-6	0-7	0-7
6	0-1	0-5	1-1	0-7	0-7	0-1	0-7	1-7
7	2-6	3-6	1-6	0-7	0-7	0-6	3-7	17-7
8	4-6	6-6	3-6	0-7	0-7	0-6	4-7	16-7

縦: 前日21時 横: 当日9時 (回数-分類)

を表2に示す。

(5) 天気図の数値化と検索等の数値的処理

天気図の数値化と検索等の数値的処理、及びグラフィック・ディスプレイ表示はFACOM-M360型電算機、FACOM 6242型端末機を使用、天気図の数値化はジョイスティックまたは、グラフィック・タブレットを使用した。天気図の数値化と検索は次の要素を採用した。実際に検索した結果の1例を図4に示す。

- 1) 高気圧データ 高気圧の中心位置(緯度, 経度), 中心気圧
- 2) 低気圧データ 低気圧の中心位置(緯度, 経度), 中心気圧
- 3) 前線データ 前線の種類(4種), 位置(折れ線で表示, 各節点の緯度, 経度)
- 4) 等圧線データ 気圧, 位置(折れ線で表示, 各節点の緯度, 経度)
- (6) 各汚染物質濃度マップ  
各汚染物質濃度マップは選定された36日を対象とし

た。マップ作成の際に使用した測定局は1都3県(東京, 千葉, 神奈川, 埼玉)の174局である。マップとしてディスプレイの表示範囲は, このうち94局である(図3, 5参照)。

濃度のメッシュ補間は, 各測定局における濃度のメッシュ中央からの距離の2乗の逆数による重み付き平均値とした。各汚染物質について表示例を図6, 7, 8に示す。

(7) 電子計算機プログラム

- (1) 天気図データ入力プログラム
- (2) 天気図型分類・比較プログラム
- (3) 汚染濃度マップ表示プログラム

各汚染物質(Ox, NO, NO<sub>2</sub>, NOx, NMHC)の濃度表示は, 当日0時から24時まで任意の時間を連続表示可能なものとした。

(8) 検索による汚染パターン予測

昭和61年の注意報発令日の9日, 昭和62年の注意報発令日の15日, 昭和63年の注意報発令日の4日, 計28日について, 検索による汚染パターン予測と発令地域との比較

表3 天気図型の移行

		当日 9 時							
		1	2	3	4	5	6	7	8
前日21時	1	4	1	1	0	0	0	0	0
	2	1	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	1	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	1	1	0	0	1	1	0	0
	7	2	1	0	0	0	0	5	1
	8	2	0	0	0	0	0	0	1

表4 光化学スモッグ注意報発令区分別発令回数

年度	発令回数	東部	中部	西部	多摩南部
56	14	2	10	9	7
57	17	4	14	14	6
58	24	3	16	19	11
59	35	5	22	26	21
60	19	4	15	17	9
61	9	1	2	7	1
62	15	10	14	7	4
63	4	1	4	2	1

(8/1現在)

表2 パターン分類, 細分類及び代表日の選定

パターン分類結果		細 分 類		
No.	内 容	No.	内 容	代表日
# 1	9時の天気図が1型で 前日21時が1or3型。	①	高気圧中心がN35° 以北	60/05/02
		②	高気圧中心がN30° ~N35° でE135° 以西	59/08/03
		③	高気圧中心がN30° ~N35° でE135° より東	59/08/07 60/05/03
		④	高気圧中心がN30° より南	58/09/04 59/08/29
# 2	9時の天気図が3型で 前日の21時が1or3型。	①	高気圧中心がN30° ~N45° , E130° ~ E150° の範囲内に2つ以上あるもの	58/04/25
		②	高気圧中心がN30° 30' ~N45° , E130° ~ E150° の範囲内にあるもの	60/08/23
		③	高気圧中心がN30° ~N37° 30' , E130° ~ E150° の範囲内にあるもの	56/08/10 60/05/17
		④	高気圧中心がN30° ~N45° , E130° ~E150° の範囲内に無く, 南方に前線のあるもの	58/06/10
		⑤	上記範囲内に高気圧中心が無く, かつ低気圧中 心・前線のないもの	59/08/25
		⑥	上記範囲内に高気圧中心が無く, かつ低気圧中 心・前線のあるもの	60/07/23
# 3	9時の天気図が1or3型 で, 前日21時が1~3型 以外のもの。	①	前線を伴った低気圧中心がN40° 以南にあるも の	58/06/07
		②	上記以外	59/06/06
# 4	9時の天気図が1or3型 で, 前日21時が2型のも の。	①	高気圧中心がN30° ~N45° , E130° ~E150° の範囲内にあるもの。または同範囲内に高気圧, 低気圧中心のないもの	60/05/23
		②	上記以外	60/07/17
# 5	9時の天気図が2型で, 前日21時が3型のもの。	①	N30° ~N45° , E130° ~E155° の範囲内に 低気圧中心のないもの	57/06/09
		②	上記範囲内に低気圧中心のあるもの	59/05/06
# 6	9時の天気図が2型で, 前日21時が2型のもの。	①	N30° ~N37° 30' , E130° ~E150° の範囲 内に高気圧中心があるもの	59/08/09
		②	N37° 30' ~N45° , E130° ~E150° の範囲 内に高気圧中心があるもの	57/08/06
		③	上記①, ②の範囲内に高気圧中心が無く, 南に 前線のあるもの	60/06/03
		④	その他	58/08/11

パターン分類結果		細 分 類		
No.	内 容	No.	内 容	代表日
# 7	9時の天気図が2型で、前日21時が2, 3型以外のもの。または9時の天気図が6型で、前日21時が2型のもの。	①	左記のすべて	60/05/15
# 8	9時の天気図が8型で、前日21時が7 or 8型のもの。または9時、前日21時が4型のもの。	①	N30° ~ N45° , E 130° ~ E 150° の範囲内に前線を伴った低気圧中心があり, E 140° で前線がN35° 以南にある。	58/07/18
		②	N30° ~ N45° , E 130° ~ E 150° の範囲内に前線を伴った低気圧中心があり, E 140° で前線がN35° より北にある。または、上の範囲内に前線を伴った低気圧中心はないがE140° で前線が N35° より北にある	59/07/05 60/06/22
		③	上記①, ②以外でN30° ~ N45° , E 140° ~ E 150° の範囲内に低気圧中心のあるもの	56/07/26
		④	上記以外 (4型→4型の組み合わせはすべて)	59/08/28
# 9	9時の天気図が8型で、前日21時が3型のもの。または9時の天気図が4型で、前日21時が3型のもの。	①	左記のすべて	60/08/18
# 10	#1~#9以外のもの	①	N30° ~ N45° , E 130° ~ E 150° の範囲内に高気圧, 低気圧中心のないもの	56/07/18
		②	前線を伴った低気圧中心がN35° ~ N45° , E 130° ~ E 140° の範囲内にあるもの	59/07/04 58/08/25
		③	前線を伴った低気圧中心がN30° ~ N40° , E 140° ~ E 150° の範囲内にあるもの	57/07/14
		④	上記②, ③以外で、低気圧中心がN30° ~ N40° , E 130° ~ E 150° の範囲内にあるもの	59/05/30
		⑤	その他	58/08/04

を行った結果、予測対象日の前日21時と当日9時の天気図型、及び移行パターンは表3に示すとおりで年度によって異なっており、明確な傾向を見出すことはできない。

オキシダント0.1PPm以上の出現について、的中率を注意報発令区分別にみると、東部15日、中部20日、西部21日、多摩南部14日となっており、東部と多摩南部での的中率は低くなっている。

解析対象とした昭和56年からの光化学スモッグ注意報の出現状況を注意報発令区分別にみると、表4に示されるように年度によって、異なった傾向を示している。特

に予測対象とした61年、62年は他の年と比較して特異な傾向がみられ、61年は西部地域に集中し、62年は東部地域に10回発令されており、特異な気象条件と思われる。この結果、東部と多摩南部での的中率が低くなったものと思われる。

その他の地域は、0.1PPm以上の日については比較的良好な結果が得られているが、注意報発令レベル以上では的中率は低くなっている。

汚染分布パターンについての予測結果をみると、63年については4例中3例が良好な予測結果となっているが、61年、62年では的中率は50%程度に抑えられてい

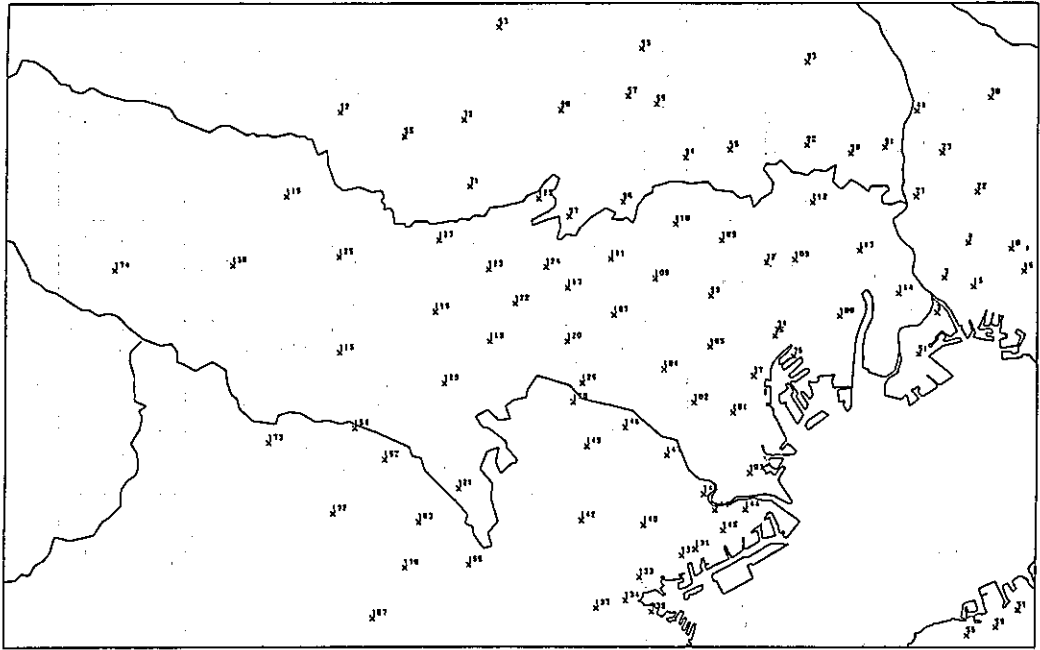
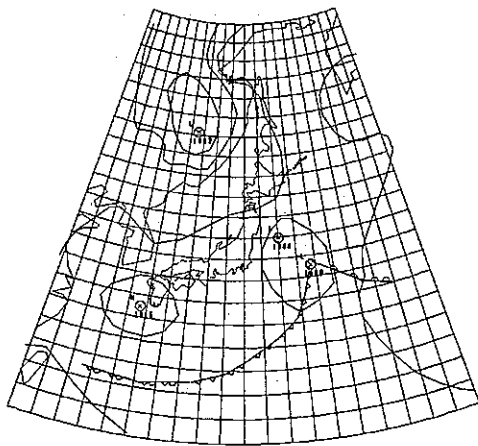
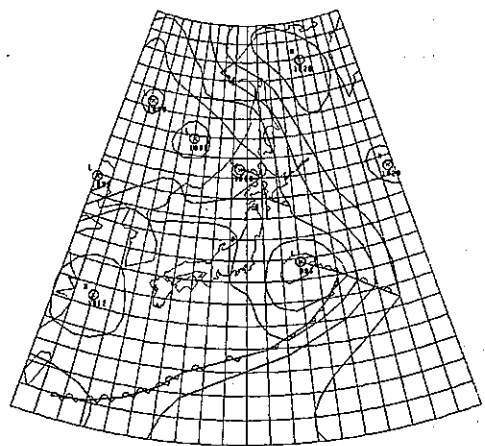


図3 測定局の配置



63 518 9

図4-1 検索例 予測対象日の9時の天気図



58 6 7 9

図4-2 検索例 検索によって選出された類似日の9時の天気図

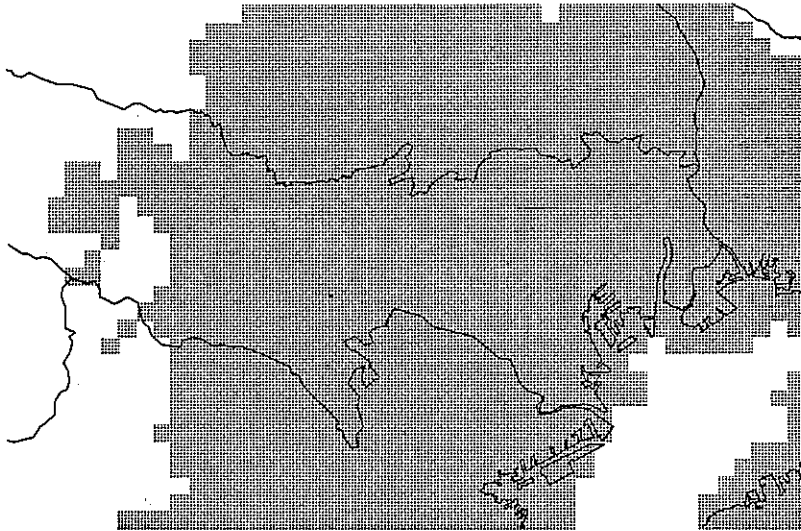


図5 ディスプレイ表示範囲

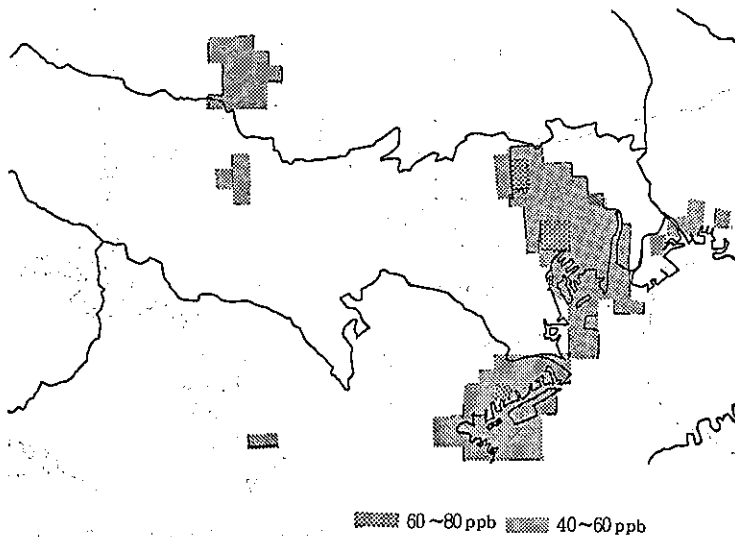


図6 ディスプレイ表示例 (58年9月4日9時)

NOx濃度マップ

る。この原因も上述した特異な気象条件によるものと思われる。

#### 4 まとめ

予測対象の年度が特異な気象条件にあったため、的中率は若干低くなっているが、この種の予測は視覚による予備的な手段であるので、絶対的な予測とまではいかな

いが、今後代表日の選定、移行パターンを改良し、更に予測例数を増し、光化学予測モデルと併用することによって予測効果向上に役立つものと思われる。

今後は前日の15時の天気図型と当日9時の移行パターンを用いて、前日予測について検討し、光化学スモッグ予測モデルとジョイントさせ、昭和63年度には光化学スモッグ高濃度未然防止システムを完成させる。

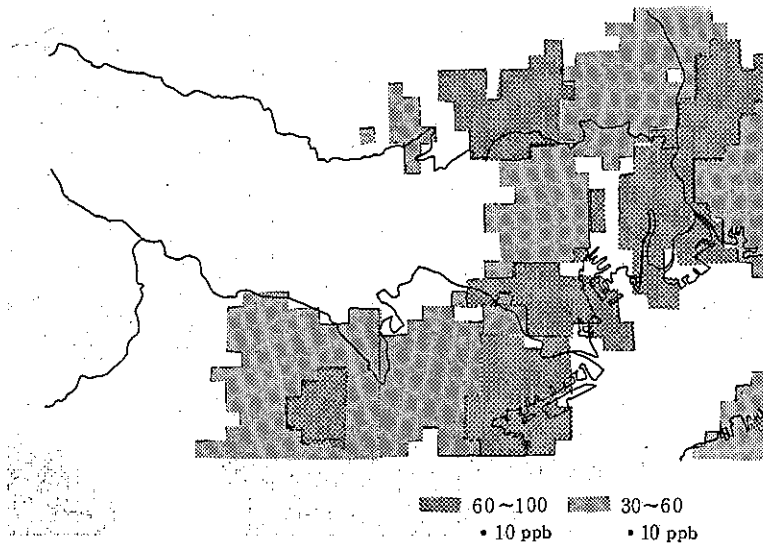


図7 ディスプレイ表示例 (58年9月4日9時)  
NMHC濃度マップ

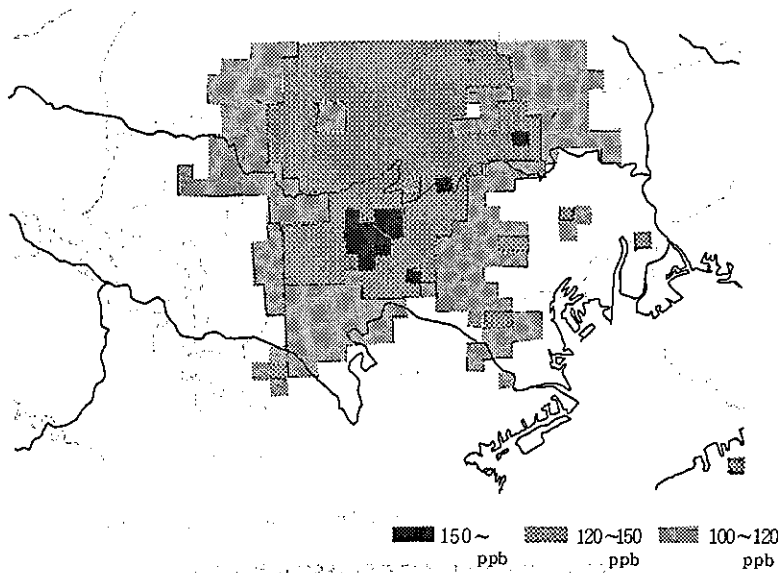


図8 ディスプレイ表示例 (58年9月4日15時)  
Ox濃度マップ

参考文献

- 1) 宇田川満ほか: 光化学スモッグ発生時の地上風による風系分類, 東京都環境化学研究所年報1987.
- 2) 宇田川満ほか: 光化学スモッグ発生時の気象パターンによる類型化, 第28回大気汚染学会講演要旨集 1987年
- 3) 松本淳ほか: 南関東における夏季の海陸風系と光化学大気汚染の予測, 東京都環境化学研究所年報1988.
- 4) 天気図: 気象庁, 1981年~1985年
- 5) 今夏における光化学スモッグについて, 東京都環境保全局 '1981年~1987年