

50m 以上であるため、地上で測定された風速を指数法則により各煙突の実煙突高での風速に補正し、この風速を拡散計算に適用した。

上層風速の推定は、対象地域における上空の風の継続的な測定データの解析により定めることが望ましいが、そのデータが得られないので、本調査では、風の鉛直プロフィールが近似的に指数法則で表現できるものと考え、式 (VI-2-1) により上層風速を推定した。なお、指数 P の値は、アメリカの EPA が CDM マニュアルに用いている大気安定度別に変化する表 VI-2-5 に示す値を用いた。

$$U \text{ (at height } z_2) = U \text{ (at height } z_1) (z_2/z_1)^P \text{ (VI-2-1)}$$

表 VI-2-5 EPA が CDM マニュアルに用いた P の値

パスケル安定度	A	B	C	D	E	F
P	0.1	0.15	0.20	0.25	0.25	0.30

(注) これらの数値は、ブルックヘブン (Brookhaven) にある 145m の塔の頂部と地上での風速観測値をもとに Demarrais (1959) がまとめたもので、海岸に近くゆるやかな起伏をもつ松林が散在するような地形におけるデータである。

2.2.2 発生源モデル

煙突から排出された煙は、その運動量と熱的浮力により上昇し、ある所で一定高度に達するが、その高度を有効煙突高と呼び、拡散モデルではその高度から煙が排出されたものとみなして計算する。

有効煙突高 H_e は、図 VI-2-4 に示すように、実煙突高 H_o に煙の上昇高 Δh を加えたものである。この Δh の計算方法は種々のものが提案されているが、本調査で対象とした新設工場の煙突は、すべて実煙突高 50m 以上であるため、有風時は Moses & Carson 式、無風時は Briggs 式を用いて有効煙突高を計算した。

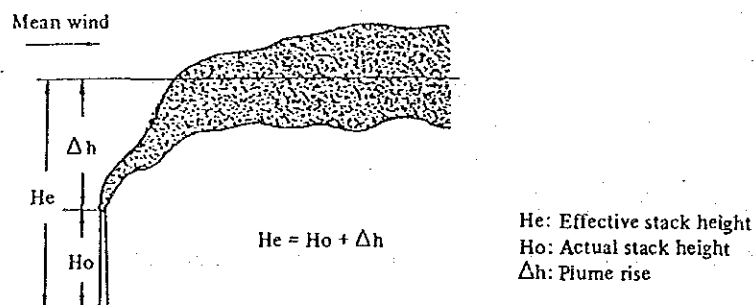


図 VI-2-4 有効煙突高と実煙突高の関係

なお、Moses & Carson式を適用するにあたって、風速が1 m/s 未満では計算式の適用限界を下回ると考えられることから、風速1 m/s 未満の時には1 m/s として計算した。計算式を次に示す。

① Moses & Carson式（有風時）

$$\Delta h = (C_1 \cdot V_s \cdot D + C_2 \cdot Q_H^{1/2}) \cdot U^{-1} \quad \text{..... (VI-2-2)}$$

ここに、 $Q_H = \rho \cdot Q \cdot C_p \cdot \Delta T$ (cal/s)（排出熱量）

$\rho = 1293 \text{ g/m}^3$ （0℃における空気の密度）

$C_p = 0.24 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{K}$ （定圧比熱）

Q ：排ガス量（ Nm^3/s ）

ΔT ：排ガス温度と気温との温度差

$\Delta T = (T_g - 27) ^\circ\text{C}$

T_g ：排ガス温度（℃）

U ：煙突頭頂部の風速 (m/s)

V_s ：排出速度 (m/s)

D ：排出口径（m）

C_1, C_2 については、次の値を使用した。

大気安定度	$d\theta / dz$	C_1	C_2
不安定	$d\theta / dz < 0$	3.47	0.33
中立	$d\theta / dz = 0$	0.35	0.171
安定	$d\theta / dz > 0$	-1.04	0.145

ここで $d\theta / dz = dT / dz + \Gamma_d$ 温度傾度（℃/m）

$\Gamma_d = 0.0098$ （乾燥断熱気温減率）（℃/m）

② Briggs式（無風時）

$$\Delta h = 1.4 \cdot Q_H^{1/4} \cdot (d\theta / dz)^{-3/8} \quad \text{..... (VI-2-3)}$$

ここで、 $d\theta / dz$ については、次の値を使用した。

$d\theta / dz = 0.005 ^\circ\text{C} / \text{m}$

2.2.3 拡散モデル

粒子状物質の拡散モデルは、SO₂ 環境影響調査時と同様に、正規型ブルームモデル及び正規型パフモデルを基礎としたが、粒子状物質はガス状物質と異なり重力と空気抵抗のつり合った終速度で落下するため、重力落下を考慮した。この終速度は粒子状物質の粒径（粒子の直径）によって異なるため、粒子状物質を、2 μm 未満、2～10 μm、10～20 μm、20 μm 以上の4つの粒径階級に分け、粒径階級ごとに粒子状物質の濃度を計算した。

(1) 拡散計算式

粒子状物質の拡散計算式を次に示す。

① 重力落下を考慮したブルーム式（有風時に適用）

ガス状物質の場合のブルーム式は、次式で表される。

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p}{2 \pi \sigma_y \sigma_z U} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \sigma_y^2}\right) \left[\exp\left\{-\frac{(H_e - Z)^2}{2 \sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(H_e + Z)^2}{2 \sigma_z^2}\right\} \right] \quad (\text{VI}-2-4)$$

座標は煙源直下の地表面を原点とし、風下方向に x 軸、それと直角な水平方向に y 軸、高さ方向に z 軸をとる。

x : 計算点の x 座標 (m)

y : 計算点の y 座標 (m)

z : 計算点の z 座標 (m)

Q_p : 点煙源強度 (Nm³/s)

U : 風速 (m/s)

H_e : 有効煙突高 (m)

C(x, y, z) : 計算点 (x, y, z) の濃度

σ_y : y 方向の煙の拡散幅 (m)

σ_z : z 方向の煙の拡散幅 (m)

上式の σ_y, σ_z は煙の拡がり表現するものであり、拡散パラメータとも呼ばれている。この値については後に述べることとする。

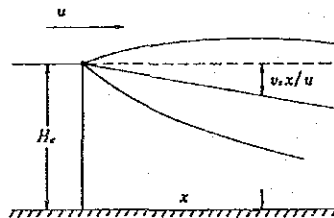
式 (VI-2-4) では、風向を16方位に区分して計算を行うが、このとき一つの風向の出現率が長期的にはその風向内に一様に分布していると考えることができ、一つの風向内で濃度が一樣と考えると、長期平均濃度を計算するのに適した次式が得られる (Holland, 1953)。

$$C(x, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \frac{Q_p}{\frac{\pi}{8} X \sigma_z U} \left[\exp \left\{ -\frac{(He-Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} + \exp \left\{ -\frac{(He+Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} \right] \quad (\text{VI-2-5})$$

粒子状物質の場合は、図VI-2-5に示すように、煙流主軸が粒子の落下速度（Vs）により、拡散時間（X/U）に応じて下がってくると考え、式（VI-2-5）の有効煙突高HeをHe-VsX/Uに置き換えて、式（VI-2-6）が得られる。

$$C(x, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \frac{Q_p}{\frac{\pi}{8} X \sigma_z U} \left[\exp \left\{ -\frac{(He-VsX/U-Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} + \exp \left\{ -\frac{(He-VsX/U+Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} \right] \quad (\text{VI-2-6})$$

ここで、Vs：終速度（m/s）



図VI-2-5 重力落下する粒子の煙流主軸の傾きの説明図

② 重力落下を考慮したパフ式（無風時に適用）

ガス状物質の場合、パフ式による濃度は、次式により計算される。

$$C(x, y, z) = \int_0^t \frac{Q_p}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp \left(-\frac{x^2}{2\sigma_x^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \cdot \left[\exp \left\{ -\frac{(He-Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} + \exp \left\{ -\frac{(He+Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} \right] dt \quad (\text{VI-2-7})$$

ここで、拡散幅 σ_x , σ_y , σ_z は、時間 t の関数である。

粒子状物質の場合は、重力落下を考慮して、式（VI-2-7）の有効煙突高HeをHe-Vstに置き換えて、式（VI-2-8）が得られる。

$$C(x, y, z) = \int_0^t \frac{Q_p}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp \left(-\frac{x^2}{2\sigma_x^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \cdot \left[\exp \left\{ -\frac{(He-Vst-Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} + \exp \left\{ -\frac{(He-Vst+Z)^2}{2\sigma_z^2} \right\} \right] dt \quad (\text{VI-2-8})$$

(2) 粒子の終速度

粒子状物質はガス状物質と異なり、重力と空気抵抗のつり合った終速度で落下する。この終速度は2.3.3で記述した式中に組み込まれているが、ここではこの終速度の計算方法を示す。終速度 V_s は、次に示すStokesの法則により求めた。

$$V_s(\text{m/s}) = \frac{2r^2 \rho_s g}{9\nu \rho_a} \quad (\text{VI-2-9})$$

ここで、 r ：粒子の半径（m）

g ：重力加速度（ m/s^2 ） 9.78 （理科年表による）

ν ：空気の動粘性係数（ m^2/s ） 15.66×10^{-6} （理科年表により27℃の値を適用）

ρ_a ：空気の密度（ g/m^3 ） 1176 （理科年表により27℃の値を適用）

ρ_s ：粒子の密度（ g/m^3 ） 粒径 $2\mu\text{m}$ 未満は 1.72×10^6
粒径 $2\mu\text{m}$ 以上は 2.30×10^6

（「粒子状物質の挙動に関する調査研究，1985
社団法人産業公害防止協会」の値を適用）

Stokesの法則によると、終速度は粒子の半径の2乗に比例するため、粗大粒子ほど重力落下が顕著となる。そこで、粒子状物質の拡散計算では、粒径階級ごとに濃度を計算する必要がある、そのためには発生源の粒径階級別平均粒径、粒径階級別終速度を求めることが必要である。しかし、発生源ごとの粒径階級別終速度を求めて拡散計算を実施するのは多大な計算量となるため、ここでは環境大気中の粒径分布より粒径階級別の平均粒径を求め、この値から終速度を計算し、発生源から排出された粒子の終速度もこれと同じとして拡散計算を行った。

① 環境大気中の粒径分布

環境大気中の粒子状物質はRosin-Rammlar分布に従うと仮定して、短期現地調査のアンダーセンサンプラーの測定データを用いて粒子状物質の粒径分布を求めた。

Rosin-Rammlar分布公式を式（IV-2-2）に、環境大気中の粒子状物質の粒径分布の計算結果を表VI-2-6に示す。

表VI-2-6 環境大気中の粒子状物質の粒径分布

粒径割合 (%)	2 μm 未満	63.95
	2 ~ 10	26.46
	10 ~ 20	6.10
	20 μm 以上	3.49
n		0.517
β		0.7130
中位径 (μm)		0.95

注) アンダーセンサンプラーの測定データより算出した。

② 粒径階級別の平均粒径

①で求めた粒径分布のパラメータ n , β を用い, Rosin-Rammlar 分布を仮定して次式により粒径階級別の平均粒径を求めた。その計算結果を表VI-2-7に示す。

$$\text{平均粒径 (直径) } d = \frac{\int_{x_1}^{x_2} x \left(-\frac{dR}{dx} \right) dx}{\int_{x_1}^{x_2} \left(-\frac{dR}{dx} \right) dx} \quad \text{..... (VI-2-10)}$$

ここで, x_1 , x_2 (μm) は粒径範囲を表す。

③ 粒径階級別の終速度

②で求めた粒径階級別の平均粒径をStokesの式 (VI-2-9) に代入することにより粒径階級別の終速度を求めた。その計算結果を表VI-2-7に示す。

表VI-2-7 粒径階級ごとの平均粒径と終速度

粒径階級	平均粒径 $d(\mu\text{m})$	終速度 $V_s(\text{m/s})$
2 μm 未満	0.569	1.64×10^{-5}
2 ~ 10 μm	4.664	1.48×10^{-3}
10 ~ 20 μm	13.901	1.31×10^{-2}
20 μm 以上	30	6.11×10^{-2}

注) 20 μm 以上の粒径階級は, 頻度が少ないため平均粒径を計算する際に誤差が大きくなる。そこで平均粒径を便宜的に30 μm と設定した。

(3) 拡散パラメータ（拡散幅）

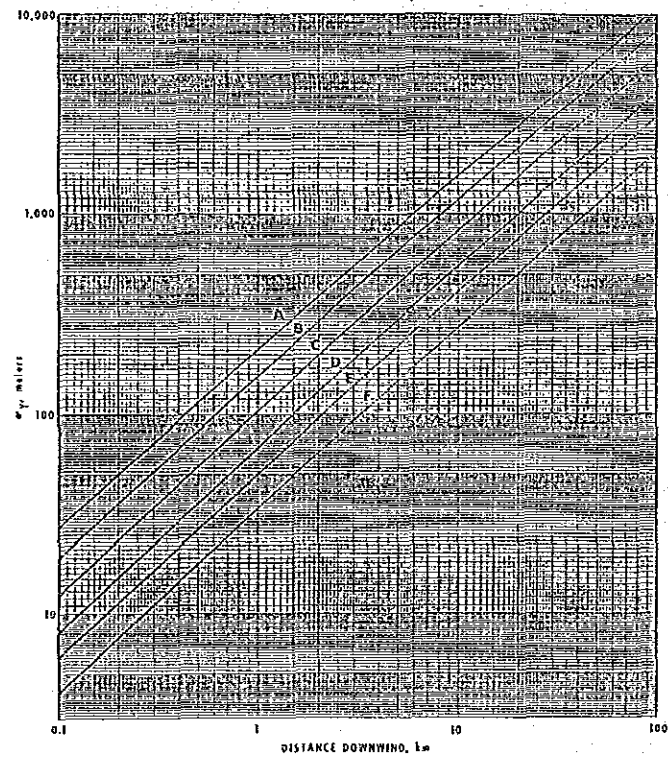
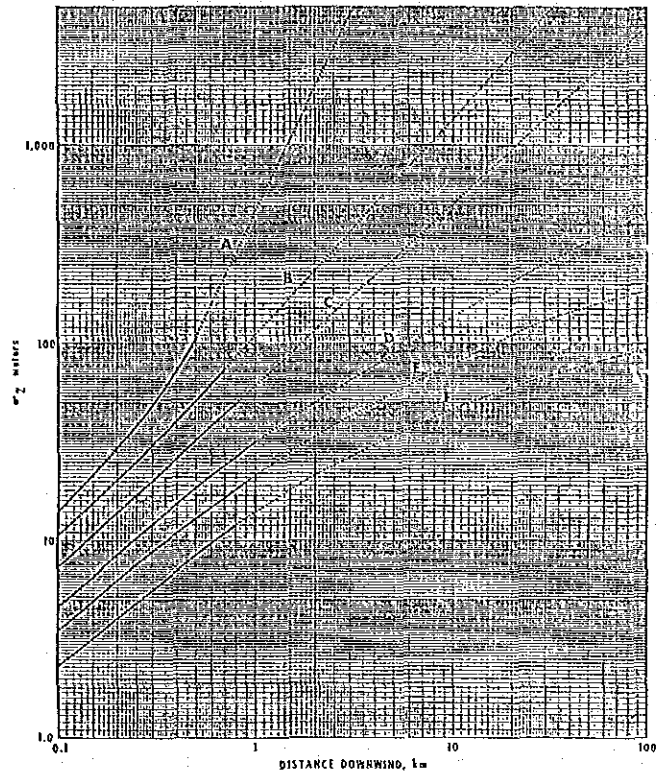
大気拡散式に使用する拡散パラメータ（拡散幅）は、SO₂ 環境影響調査で設定されたものを使用した。この拡散パラメータは、有風時はPasquill-Gifford線図に示される拡散幅、無風時は日本の通商産業省による無風時の拡散幅を採用したが、表VI-2-8（有風時）、表VI-2-9（無風時）に示すように、大気安定度A、B、CはPasquillのCランクの拡散幅を用いる等、Pasquillの安定度ランク別の拡散幅をそのまま用いるのではなく、SO₂ の実測濃度と予測濃度との整合性の最も良い大気安定度別拡散幅を設定したものである。Pasquill-Gifford 線図を図VI-2-6に、日本の通商産業省による無風時の拡散幅を図VI-2-7に示す。

表VI-2-8 大気安定度別の拡散パラメータ（有風時）

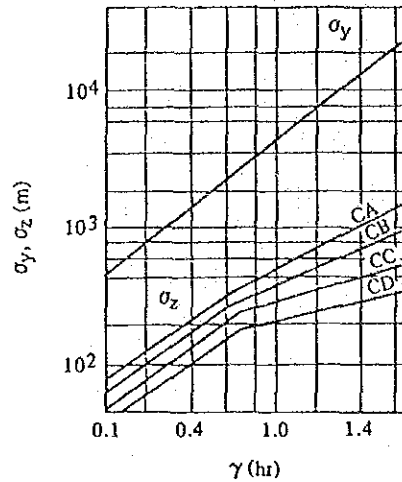
大 気 安 定 度	A	B	C	D	E	F
採用したPasquill-Gifford 線図の拡散幅	C			D	D-E	E

表VI-2-9 大気安定度別の拡散パラメータ（無風時）

大 気 安 定 度	CA	CB	CC	CD
採用したMITI線図の拡散幅	CA	CB	CC	CD



VI - 2 - 6 Pasquill - Gifford



図VI-2-7 通商産業省による無風時の拡散幅図

2.2.4 年平均値の計算

拡散計算は類型化された気象条件（風向・風速・大気安定度の組み合わせ）ごとに行い，これらの計算結果と気象条件の出現頻度から，年間の平均濃度を次のように計算した。

(1) 有風時の平均濃度計算

$$\bar{C} = \sum_i \sum_j \sum_k C(D_i, V_j, Stk) \cdot f(D_i, V_j, Stk) \quad \text{--- (VI-2-11)}$$

ここに， $C(D_i, V_j, Stk)$ ：風向 D_i 風速 V_j 安定度階級 Stk のときの1時間濃度

$f(D_i, V_j, Stk)$ ：風向 D_i 風速 V_j 安定度階級 Stk の出現頻度

(2) 無風時の平均濃度計算

$$\bar{C} = \sum_k C(Stk) \cdot f(Stk) \quad \text{--- (VI-2-12)}$$

ここに， $C(Stk)$ ：安定度階級 Stk のときの濃度

$f(Stk)$ ：安定度階級 Stk の出現頻度

上記，有風時及び無風時における計算は，期・時間帯別に計算し，各々の出現頻度を考慮して平均値を求めた。

2.3 新設工場によるTPM, SPM濃度の予測結果

測定点における新設工場によるTPM, SPM寄与濃度を表VI-2-10に示す。この表ではTPM, SPMの他に4つの粒径別濃度も合わせて示した。新設工場の寄与濃度が最も大きい測定点は、TPMとSPMともにシンガポール共和国の北部に位置する(MP11) CHONG PANG P.P. であり、TPMは $0.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、SPMは $0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。MP11は新設工場から離れているにもかかわらず新設工場の寄与濃度が最大となるのは、この地点が新設工場のばいじん排出量のうち約9割を占めるTekong島からみてESE風向の風下にあり、Tekong島からシンガポール本島へ寄与する風向ESE, E, ENE, NEのうちESEの出現頻度が最も多いためである。

参考として、重力落下を無視した場合の測定点における新設工場のTPM, SPM寄与濃度を表VI-2-11に示す。表VI-2-10と表VI-2-11を比較することにより、重力落下の効果を知ることができる。粒径別に濃度を比較すると、粒径の細かいSPMでは両者の差は非常に小さく、粒径が大きいほど重力落下の影響が顕著になる傾向がみられる。

次に、新設工場によるTPM, SPM寄与濃度の等濃度線図を図VI-2-8、図VI-2-9に示す。TPM最高濃度は $1.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、SPM最高濃度は $1.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、いずれもTekong島の南約10kmの海上に現れている。また、新設工場はいずれも高煙突であるため、新設工場付近では低濃度となっている。なお、メッシュ濃度は資料編に示す。

表VI-2-10 測定点における新設工場のTPM, SPM寄与濃度

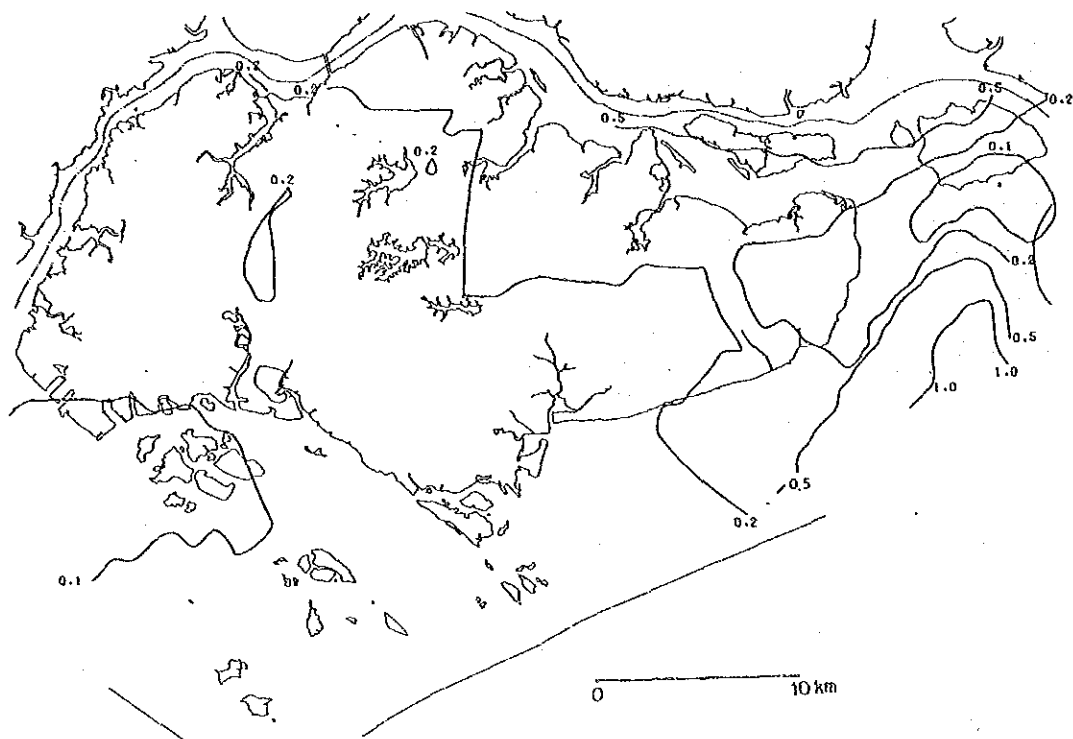
(単位 $\mu\text{g} / \text{m}^3$)

測 定 点 名	TPM (全粒径)	SPM ($10 \mu\text{m}$ 未満)	粒 径 別 濃 度			
			$2 \mu\text{m}$ 未 満	$2 \sim 10 \mu\text{m}$	$10 \sim 20 \mu\text{m}$	$20 \mu\text{m}$ 以 上
(MP1) J. T. C. HALL	0.14	0.10	0.05	0.05	0.02	0.02
(MP2) N. U. S.	0.12	0.08	0.04	0.04	0.02	0.02
(MP3) BUKIT MERAH F. F.	0.14	0.10	0.05	0.05	0.02	0.03
(MP4) BOON LAY APART	0.19	0.15	0.07	0.08	0.02	0.02
(MP5) JURONG HILL TOP	0.13	0.09	0.04	0.05	0.02	0.02
(MP6) NANYANG. T. I.	0.16	0.12	0.06	0.07	0.02	0.02
(MP7) BUKIT PANJANG P. P.	0.18	0.14	0.07	0.07	0.02	0.02
(MP8) LIM CHU KANG M. P. P.	0.17	0.13	0.06	0.07	0.02	0.02
(MP9) KRANJI SEWAGE T. P.	0.19	0.15	0.07	0.08	0.02	0.02
(MP10) SELETAR R. W. P. S.	0.20	0.15	0.07	0.08	0.02	0.03
(MP11) CHONG PANG P. P.	0.40	0.30	0.15	0.15	0.04	0.06
(MP12) NATIONAL. I. C.	0.15	0.11	0.05	0.05	0.02	0.03
(MP13) MACRITCHIE R. W. P. S.	0.15	0.11	0.05	0.05	0.02	0.03
(MP14) KALLANG F. F.	0.17	0.11	0.06	0.06	0.02	0.04
(MP15) EAST COAST S. LAGOON	0.22	0.13	0.07	0.07	0.02	0.06
(MP16) ANG MO KIO F. F.	0.23	0.16	0.08	0.08	0.02	0.04
(MP17) PAYA LEBAR P. S.	0.18	0.12	0.06	0.06	0.02	0.04
(MP18) CHANGI. C. CENTER	0.19	0.13	0.07	0.07	0.02	0.04
(MP19) JTC BEDOK F. F.	0.19	0.13	0.06	0.06	0.02	0.05
(MP20) SINGAPORE O. P. S.	0.26	0.21	0.11	0.10	0.02	0.03

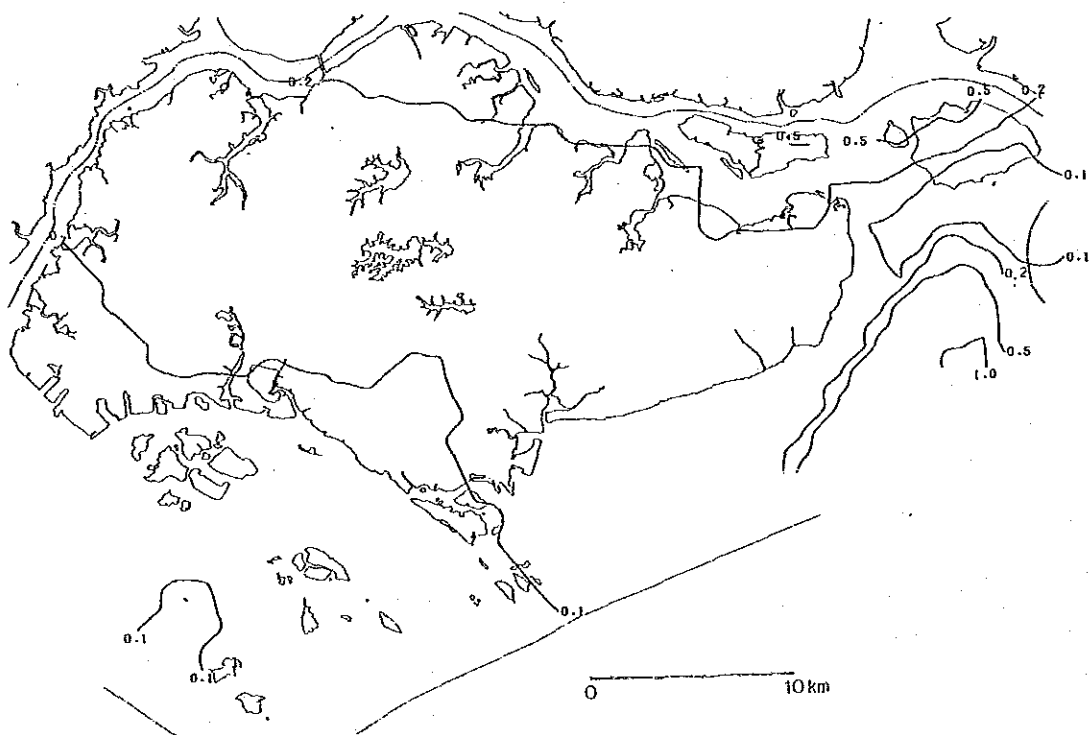
表VI-2-11 重力落下を無視した場合の測定点における新設工場のTPM, SPM寄与濃度

(単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

測定点名	TPM (全粒径)	SPM ($10\mu\text{m}$ 未満)	粒径別濃度			
			$2\mu\text{m}$ 未満	$2\sim 10\mu\text{m}$	$10\sim 20\mu\text{m}$	$20\mu\text{m}$ 以上
(MP1) J. T. C. HALL	0.11	0.10	0.05	0.05	0.01	0.00
(MP2) N. U. S.	0.09	0.08	0.04	0.04	0.01	0.00
(MP3) BUKIT MERAH F. F.	0.11	0.09	0.05	0.05	0.01	0.00
(MP4) BOON LAY APART	0.16	0.14	0.07	0.08	0.01	0.01
(MP5) JURONG HILL TOP	0.10	0.09	0.04	0.05	0.01	0.00
(MP6) NANYANG. T. I.	0.14	0.12	0.06	0.06	0.01	0.01
(MP7) BUKIT PANJANG P. P.	0.16	0.14	0.07	0.07	0.01	0.01
(MP8) LIM CHU KANG M. P. P.	0.14	0.13	0.06	0.07	0.01	0.01
(MP9) KRANJI SEWAGE T. P.	0.16	0.14	0.07	0.07	0.01	0.01
(MP10) SELETAR R. W. P. S.	0.17	0.15	0.07	0.07	0.01	0.01
(MP11) CHONG PANG P. P.	0.34	0.29	0.15	0.14	0.03	0.02
(MP12) NATIONAL. I. C.	0.12	0.10	0.05	0.05	0.01	0.01
(MP13) MACRITCHIE R. W. P. S.	0.12	0.10	0.05	0.05	0.01	0.01
(MP14) KALLANG F. F.	0.13	0.11	0.06	0.05	0.01	0.01
(MP15) EAST COAST S. LAGOON	0.15	0.13	0.07	0.06	0.01	0.01
(MP16) ANG MO KIO F. F.	0.18	0.16	0.08	0.08	0.02	0.01
(MP17) PAYA LEBAR P. S.	0.13	0.11	0.06	0.06	0.01	0.01
(MP18) CHANGI. C. CENTER	0.15	0.13	0.07	0.06	0.01	0.01
(MP19) JTC BEDOK F. F.	0.14	0.12	0.06	0.06	0.01	0.01
(MP20) SINGAPORE O. P. S.	0.24	0.21	0.11	0.10	0.02	0.01



図VI-2-8 新設工場によるTPM 寄与濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



図VI-2-9 新設工場によるSPM 寄与濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

第3章 将来における全重合TPM, SPM濃度

短期現地調査におけるハイボリウムサンプラーによるTPM, SPM実測濃度(20地点)及びそれをもとに補間法により推定したTPM, SPMのメッシュ濃度を現状の濃度とした。これらの濃度に、大気拡散モデルを利用して計算した新設工場(石炭火力発電所及び一貫製鉄所)によるTPM, SPM寄与濃度(拡散濃度)を加えることにより、将来におけるTPM, SPM濃度とした。なお、TPM, SPM実測濃度は現状における自然発生源、人為発生源による粒子状物質及び二次粒子を含む粒子状物質の全発生源が寄与する環境濃度であると考えて、将来においても変わらないものとした。

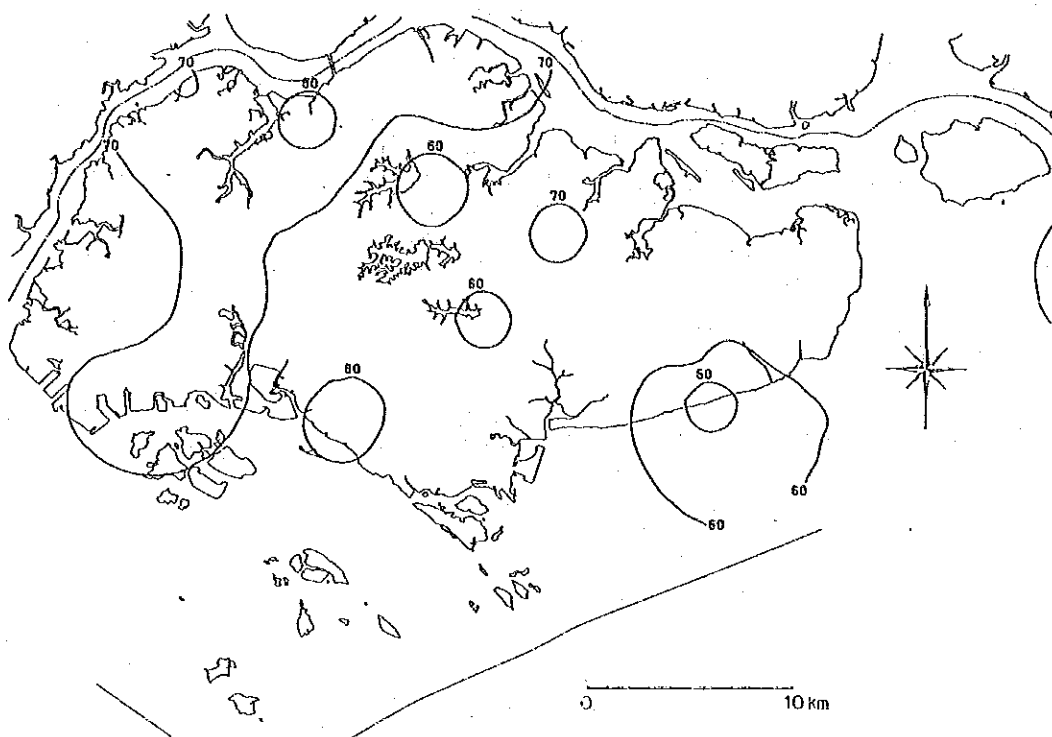
測定点における将来のTPM, SPM予測濃度を表VI-3-1に示す。この表には、ハイボリウムサンプラーによる実測濃度(現状の濃度)、大気拡散モデルを利用して計算された新設工場による寄与濃度、両者の和である将来予測濃度を示してある。この結果をみると、TPM, SPMともに、新設工場による寄与濃度は将来予測濃度の1%以下にすぎない。

次に、補間法により推定したメッシュ濃度と拡散計算により計算されたメッシュ濃度を重合したTPM, SPMの将来におけるメッシュ濃度を等濃度線図として、図VI-3-1～図VI-3-4に示す。新設工場の寄与濃度が小さいため、将来予測濃度は現状の濃度とあまり変わらない結果となっている。なお、メッシュ濃度は資料編に示す。

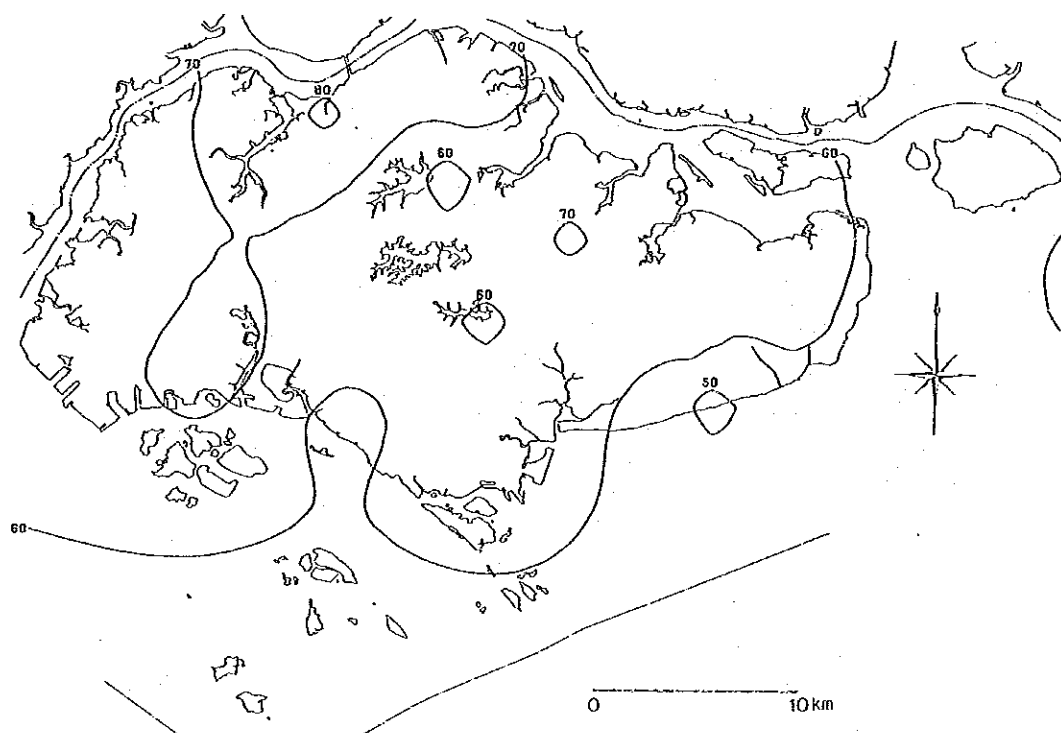
表 VI - 3 - 1 測定点における将来のTPM, SPM予測濃度

(単位 $\mu\text{g} / \text{m}^3$)

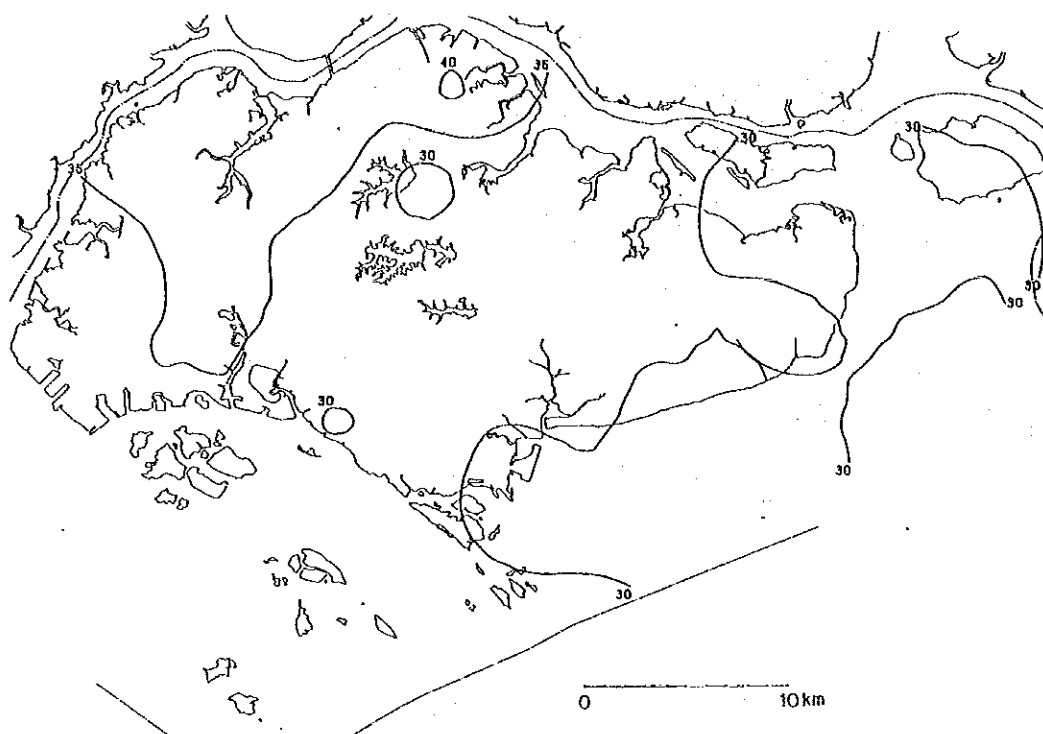
測定点名	T P M			S P M		
	T 1 ハイブリッドサンブラー による 実測濃度	T 2 新設工場 による 寄与濃度	T1+T2 将来予測 濃度	S 1 ハイブリッドサンブラー による 実測濃度	S 2 新設工場 による 寄与濃度	S1+S2 将来予測 濃度
(MP1) J. T. C. HALL	68.6	0.14	68.7	33.9	0.10	34.0
(MP2) N. U. S.	53.2	0.12	53.3	29.5	0.08	29.6
(MP3) BUKIT MERAH F.F.	66.7	0.14	66.8	31.3	0.10	31.4
(MP4) BOON LAY APART	74.2	0.19	74.4	39.5	0.15	39.7
(MP5) JURONG HILL TOP	78.2	0.13	78.3	34.5	0.09	34.6
(MP6) NANYANG T. I.	66.4	0.16	66.6	33.5	0.12	33.6
(MP7) BUKIT PANJANG P. P.	134.6	0.18	134.8	55.5	0.14	55.6
(MP8) LIM CHU KANG M. P. P.	69.7	0.17	69.9	36.4	0.13	36.5
(MP9) KRANJI SEWAGE T. P.	83.3	0.19	83.5	39.9	0.15	40.1
(MP10) SELETAR R. W. P. S.	54.0	0.20	54.2	28.0	0.15	28.2
(MP11) CHONG PANG P. P.	77.9	0.40	78.3	40.3	0.30	40.6
(MP12) NATIONAL I. C.	69.0	0.15	69.2	27.4	0.11	27.5
(MP13) MACRITCHIE R. W. P. S.	57.5	0.15	57.7	30.2	0.11	30.3
(MP14) KALLANG F. F.	63.3	0.17	63.5	33.3	0.11	33.4
(MP15) EAST COAST S. LAGOON	44.7	0.22	44.9	22.2	0.13	22.3
(MP16) ANG MO KIO F. F.	72.3	0.23	72.5	34.0	0.16	34.2
(MP17) PAYA LEBAR P. S.	93.1	0.18	93.3	42.8	0.12	42.9
(MP18) CHANGI. C. CENTER	63.5	0.19	63.7	32.4	0.13	32.5
(MP19) JTC BEDOK F. F.	62.6	0.19	62.8	30.8	0.13	30.9
(MP20) SINGAPORE O. P. S.	63.4	0.26	63.7	24.5	0.21	24.7



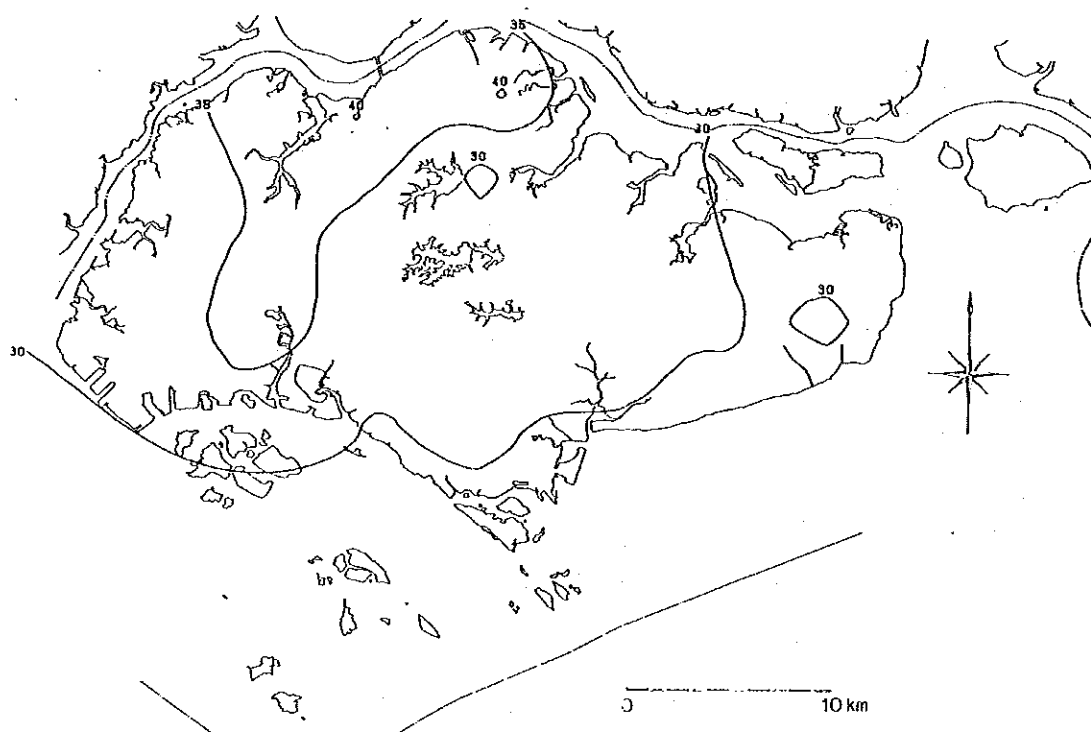
図VI-3-1 TPM 将来予測濃度（距離の関数による加重平均法）（ $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ）



図VI-3-2 TPM 将来予測濃度（2次元スプライン補間法）（ $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ）



図VI-3-3 SPM将来予測濃度（距離の関数による加重平均法）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）



図VI-3-4 SPM将来予測濃度（2次元スプライン補間法）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

第 VII 編

リセプターモデルによる
粒子状物質の発生源推定と
発生源類型別寄与率の推定

第Ⅶ編 リセプターモデルによる粒子状物質の

発生源推定と発生源類別寄与率の推定

石炭火力発電所並びに一貫製鉄所から排出される粒子状物質の環境に及ぼす影響は、第Ⅵ編に記述したように全環境濃度の1%にも満たない。そこでここでは、残りの大部分の環境中粒子状物質濃度がどのような発生源により寄与しているかを調べるため、現地調査で得られた化学成分濃度のデータを利用して、リセプターモデルにより、発生源推定（主成分分析）、発生源類型別（土壌、海塩粒子、ガソリン自動車、石油燃焼、鉄鋼、廃棄物焼却、セメント硬化物）寄与率推定（ケミカルマスバランス法；Chemical mass balance method or Chemical element balance method）を行った。

なお、リセプターモデルは種々の方法があるが、その概要、特徴等については、本報告書第Ⅱ編第4章4.2に記述してあるので参照されたい。

第1章 主成分分析による粒子状物質の発生源同定

第1次現地調査から第4次現地調査期間中、20の測定点において、それぞれ粒子状物質中の37の化学成分と、全浮遊粉じん（TPM）を測定している。そこでここではこれら測定データを用いて、各期別毎に主成分分析により発生源の同定を試みた。

最初に、測定点間の関係を解析するために、20の測定点を変量とし、37の化学成分をデータとして主成分分析を行った（以下方法Ⅰとよぶ）。次に、37の化学成分を変量とし、20の測定点をデータとして、測定点間の関係を解析した（以下、これを方法Ⅱとよぶ）。表Ⅶ-1-1に、主成分分析を行った変量、データの種類を示す。

なお、カドミウムについては、放射化分析（INAA）とケイ光X線分析（XRF）の2つの方法で分析測定しているが、INAAによる方法は感度が悪いので、ここではXRFによる分析値を採用した。また、TPMも変量に含め、各化学成分濃度が検出限界以下のときは、検出限界の1/10の値を用いた。

表Ⅶ-1-1 主成分分析の変量、データの選択表

方 法	変 量	変量数	デ ー タ	データ数	備 考
I	地 点	20	化 学 成 分	37	4 期別
Ⅱ	化 学 成 分	37	地 点	20	4 期別

1.1 主成分分析の方法

主成分分析は、多くの特性値（変量） $X_1, X_2, \dots, X_p$ のもつ情報を少数の総合特性値－主成分（Principal Component）－に要約し、この総合特性値ともとの特性値の関係を解析することにより、特性値の分類を行う方法である（詳細はすでに第Ⅴ編第1章1.1.7に記述）。

なお、方法Ⅰでは、変量 $X_{\alpha i}$ （化学成分）をそのまま用いると、成分間の濃度の絶対量に大きな差があるため、相関係数の計算の際に、多くの低濃度の成分についての情報が無視されてしまい、絶対量の多いAl, Si, Naなど少数の成分データによって相関係数の値が決定されてしまう。そこでここでは、化学成分データによる地点間の相関係数を計算する際に、絶対量の多い成分と絶対量の少ない成分の地点間の差異についての情報を同等に扱うため、20地点の化学成分ごとの平均値と標準偏差を計算し、式（Ⅶ-1-1）により、化学成分ごとに標準化したデータを作成した。

$$Z_{\alpha i} = \frac{X_{\alpha i} - \overline{X_{\alpha}}}{S_{\alpha}} \dots\dots\dots (Ⅶ-1-1)$$

ここで

$Z_{\alpha i}$; 成分 α についての地点 i での規準化濃度

$X_{\alpha i}$; 成分 α についての地点 i での絶対濃度

$\overline{X_{\alpha}}$; 成分 α についての20地点の平均値

S_{α} ; 成分 α についての20地点の標準偏差

1.2 解析結果

1.2.1 方法Ⅰによる解析結果

第1次現地調査の化学成分データによる地点間の相関行列を表Ⅶ-1-2に、また、これをもとに得られた主成分分析の結果を表Ⅶ-1-3、表Ⅶ-1-4に示す。表Ⅶ-1-3は、各主成分の固有値と因子負荷量、表Ⅶ-1-4はスコアである。また、第1主成分と第2主成分について、因子負荷量とスコアの散布図をそれぞれ図Ⅶ-1-1、図Ⅶ-1-2に示す。第2次現地調査～第4次現地調査の結果は、表Ⅶ-1-5～表Ⅶ-1-13、図Ⅶ-1-3～図Ⅶ-1-8にそれぞれ示す。

表Ⅶ-1-2 方法 I による相関行列 (第 1 次現地調査)

	MP01	MP02	MP03	MP04	MP05	MP06	MP07	MP08	MP09
MP01	1.000000								
MP02	-0.273694	1.000000							
MP03	-0.383574	0.276226	1.000000						
MP04	0.320910	-0.367026	-0.223139	1.000000					
MP05	-0.034900	0.281547	0.371565	0.112408	1.000000				
MP06	0.100834	0.080858	0.097354	0.174422	-0.395410	1.000000			
MP07	0.021918	-0.487152	-0.157383	-0.321550	0.066719	-0.371318	1.000000		
MP08	-0.288099	0.531508	-0.152357	-0.306515	0.446783	0.028119	-0.254556	1.000000	
MP09	-0.298247	0.560039	0.395604	-0.306515	-0.091348	-0.014343	-0.422952	0.444591	1.000000
MP10	-0.305067	-0.185106	-0.040572	-0.112646	-0.560110	-0.324094	0.125094	0.114240	0.068519
MP11	-0.134373	-0.200997	-0.265373	-0.156387	-0.02569	-0.203279	0.241538	-0.009737	-0.275397
MP12	-0.018332	0.006070	0.006937	-0.295488	0.002569	0.113233	-0.104492	-0.136910	-0.210842
MP13	-0.120450	0.315952	0.99055	-0.043182	0.213109	0.226730	-0.015963	-0.214118	-0.027807
MP14	0.072957	-0.049379	0.085503	-0.211247	-0.076187	0.102051	-0.201690	-0.038605	-0.095399
MP15	0.280509	0.263232	-0.171310	-0.207060	-0.053677	-0.098984	-0.197314	0.170856	-0.179984
MP16	-0.283252	0.331283	-0.034433	-0.023490	-0.061714	0.364587	-0.188855	0.361910	-0.023086
MP17	-0.142503	-0.437070	-0.094131	-0.022618	-0.458020	-0.115592	0.421317	-0.471559	-0.435214
MP18	-0.173615	0.297784	0.125648	-0.360865	0.144244	-0.244457	-0.242567	0.169055	0.192526
MP19	0.025905	-0.075272	-0.074576	0.030723	-0.174726	-0.086892	-0.224106	-0.158081	-0.048242
MP20	0.027342	-0.175375	-0.277293	0.026116	-0.257318	-0.292743	-0.003927	-0.008904	0.000858
MP10	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15	MP16	MP17	MP18	
MP10	1.000000								
MP11	0.232341	1.000000							
MP12	-0.315081	-0.169004	1.000000						
MP13	-0.230651	0.035278	-0.077640	1.000000					
MP14	-0.158150	-0.081662	0.386043	-0.101162	1.000000				
MP15	-0.073224	-0.382218	0.172207	-0.301603	-0.077018	1.000000			
MP16	-0.120735	-0.039284	-0.230918	0.362230	0.003880	-0.131961	1.000000		
MP17	0.128079	0.406323	0.134173	0.050893	-0.143314	-0.021645	-0.021645	1.000000	
MP18	-0.087312	-0.188411	-0.067515	-0.210755	0.142012	0.215792	-0.034788	-0.323299	1.000000
MP19	-0.079125	0.206153	-0.074638	-0.234107	-0.285893	0.183303	-0.176880	0.084107	0.135588
MP20	0.145263	0.131275	-0.314990	-0.382828	-0.224300	0.107781	-0.182105	-0.128953	0.411136
MP19	MP20								
MP19	1.000000								
MP20	0.250302	1.000000							

表VII-1-3 方法Iによる因子負荷量(第1次現地調査)

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8
MP01	-0.266650	0.021652	-0.739495	-0.227094	0.103948	-0.043737	-0.062629	0.169064
MP02	0.808049	0.024045	0.189772	0.043907	0.182129	0.151638	-0.175526	0.250209
MP03	0.457233	-0.385668	0.243256	0.085689	-0.583199	0.194616	0.079046	-0.004894
MP04	-0.377249	-0.191580	-0.322130	-0.687348	-0.017326	-0.092644	0.116816	-0.100982
MP05	0.605612	-0.193170	-0.177114	-0.289688	-0.463231	-0.150764	-0.009687	-0.124685
MP06	0.236549	-0.517024	-0.247539	-0.145365	0.414226	0.177778	0.047194	-0.357278
MP07	-0.661603	-0.068254	0.207191	-0.002733	-0.156292	-0.316020	-0.077125	0.470511
MP08	0.541343	0.328429	0.286630	-0.013171	0.502716	-0.319915	-0.127595	-0.037996
MP09	0.728494	0.224881	0.205394	-0.126752	-0.226744	-0.075103	-0.194038	-0.167625
MP10	-0.181972	0.322256	0.517933	-0.055106	-0.180286	-0.400520	-0.133497	-0.340124
MP11	-0.509741	0.109142	0.516801	0.174807	0.258744	0.214595	-0.023735	-0.078723
MP12	0.034323	-0.234582	-0.404504	0.734182	-0.021571	0.014049	-0.221330	-0.062186
MP13	0.207025	-0.705731	0.280506	-0.145060	-0.084034	0.268961	0.009447	0.367206
MP14	0.122447	-0.193682	-0.283744	0.602397	0.102965	-0.266251	0.471244	-0.180355
MP15	0.273828	0.484887	-0.445926	0.108294	0.118068	0.040194	-0.435620	0.276114
MP16	0.289629	-0.319221	0.323828	-0.190737	0.646476	0.057346	0.201298	0.120986
MP17	-0.673377	-0.265507	0.312638	0.268059	-0.074466	0.199566	-0.153639	-0.050218
MP18	0.394443	0.516206	-0.012696	0.213936	-0.161213	0.189260	0.518616	0.238383
MP19	-0.149494	0.389642	-0.083467	-0.072115	-0.037842	0.756460	-0.164169	-0.262820
MP20	-0.182268	0.709908	0.030493	-0.186790	-0.031306	0.175145	0.399805	0.057972
VP	3.935037	2.690345	2.273416	1.816952	1.682525	1.366907	1.116008	1.011301
PERCENT	19.7%	13.5%	11.4%	9.1%	8.4%	6.8%	5.6%	5.1%
CUM PCT	19.7%	33.1%	44.5%	53.6%	62.0%	68.8%	74.4%	79.5%

表Ⅶ-1-4 方法Ⅰによるスコア (第1次現地調査)

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8
AG	-1.3953	-0.1986	-0.3649	1.3479	-0.5132	-0.8176	-1.3047	-0.1521
AL	-1.1914	0.5778	-0.0520	-0.6912	-0.4335	0.0687	-0.0425	0.2501
AS	0.1117	-1.5143	0.3839	-1.3162	1.8102	-0.1524	1.0839	-1.8526
BA	0.8115	1.8682	0.5690	-0.3870	0.1534	1.4750	2.6467	0.1273
BR	-0.0819	-0.3103	1.3011	1.5764	-0.8751	1.0681	-0.6290	1.1930
CA	-0.2597	-0.0202	-1.0773	-0.2181	-0.8041	-0.4953	0.0752	-0.7152
CE	-1.1846	0.2402	-0.8551	-0.7492	-0.3399	0.4320	-0.1463	0.2893
CL	1.4879	0.7118	-2.3249	1.2779	0.3190	0.2443	0.5396	0.7399
CO	0.2420	-0.5630	0.0618	0.1640	-0.4688	-0.5238	1.3861	3.4229
CR	-0.2754	-1.7494	-0.2770	0.6622	1.2594	0.8573	1.5040	-1.1214
CS	-0.3557	0.2475	1.0390	-0.9493	-0.7199	-0.0043	0.4335	0.0479
CU	0.9472	1.4271	2.0578	0.4078	0.8421	-2.0038	-0.4361	0.8626
FE	-1.1470	-0.2710	0.3667	-0.0507	-0.7141	-0.5325	-0.0191	0.3836
HF	-1.1718	0.6279	0.5109	-0.0236	1.0006	-1.0833	0.3324	0.4627
K	0.4856	0.3699	1.6684	0.1950	-0.8201	-0.7983	-0.4250	-1.4176
LA	-0.7883	1.2652	1.2532	-0.0413	0.6122	3.2557	0.1313	-1.3888
LU	-0.7134	0.4208	-1.0733	-0.7911	0.6728	0.0416	-0.1760	1.0596
MN	-0.9885	-0.3010	-0.5774	0.1124	-0.4757	-0.5675	0.2445	-0.3546
NA	1.8214	2.9184	-0.1676	-0.3380	0.1380	0.0705	-1.9830	-0.4793
NI	1.7613	-0.5233	-0.0302	-0.3331	-1.4341	0.8966	0.7670	-0.7001
SB	0.1394	-0.6871	-0.2493	2.7019	-0.4233	-0.2454	-0.1082	-0.7963
SC	-1.0137	0.1872	-0.1627	-0.4973	-0.3775	-0.2601	-0.2525	0.7552
SE	1.1348	0.6059	0.7750	0.4092	2.2019	-1.9833	0.4987	-0.4660
SM	-1.0775	0.7195	-0.6351	-0.8233	-0.6272	0.7489	0.2658	0.0954
TH	-1.2387	0.3625	0.8318	-0.2178	-0.1723	-0.0006	-0.2605	-0.4916
TI	-0.7888	0.0175	-0.4309	-0.5301	0.0737	-1.7661	0.3463	-0.7530
V	1.9840	-1.9015	1.1212	-1.5262	-1.1417	0.4221	-0.2003	1.3690
W	0.4499	-0.0894	-0.8290	0.7640	0.6579	-0.6669	1.9600	-0.2969
ZN	-0.2150	-1.4169	0.3580	2.1075	0.0733	0.2008	-0.0604	-0.3097
CDK	-0.0937	-1.3428	-0.1194	-0.8943	3.5684	1.3349	-2.1090	1.6135
PBK	0.1752	-0.0257	1.0383	1.9893	-0.0624	1.3356	-1.1361	0.2797
SK	0.9304	-1.2922	0.3728	-0.9405	-1.1088	-0.1270	-0.5180	0.0551
SLK	-1.0071	0.5132	-0.3306	-0.8041	-0.4192	0.1481	0.1342	0.2238
CLI	0.9500	0.7358	-2.3041	0.5239	-0.0564	0.4133	0.3931	0.5646
NO3I	0.9080	-0.4162	-2.0097	-0.5039	-0.1687	-0.0215	-2.2436	-1.2829
SO4I	1.3098	-0.8462	0.0965	-1.2878	-0.5616	-0.4975	-0.3474	-0.9037
TPM	-0.6822	-0.3475	0.0649	-0.3253	-0.6655	-0.4659	-0.3444	-0.3135
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

A = MP01
B = MP02
C = MP03
D = MP04
E = MP05
F = MP06
G = MP07
H = MP08
I = MP09
J = MP10
K = MP11
L = MP12
M = MP13
N = MP14
O = MP15
P = MP16
Q = MP17
R = MP18
S = MP19
T = MP20

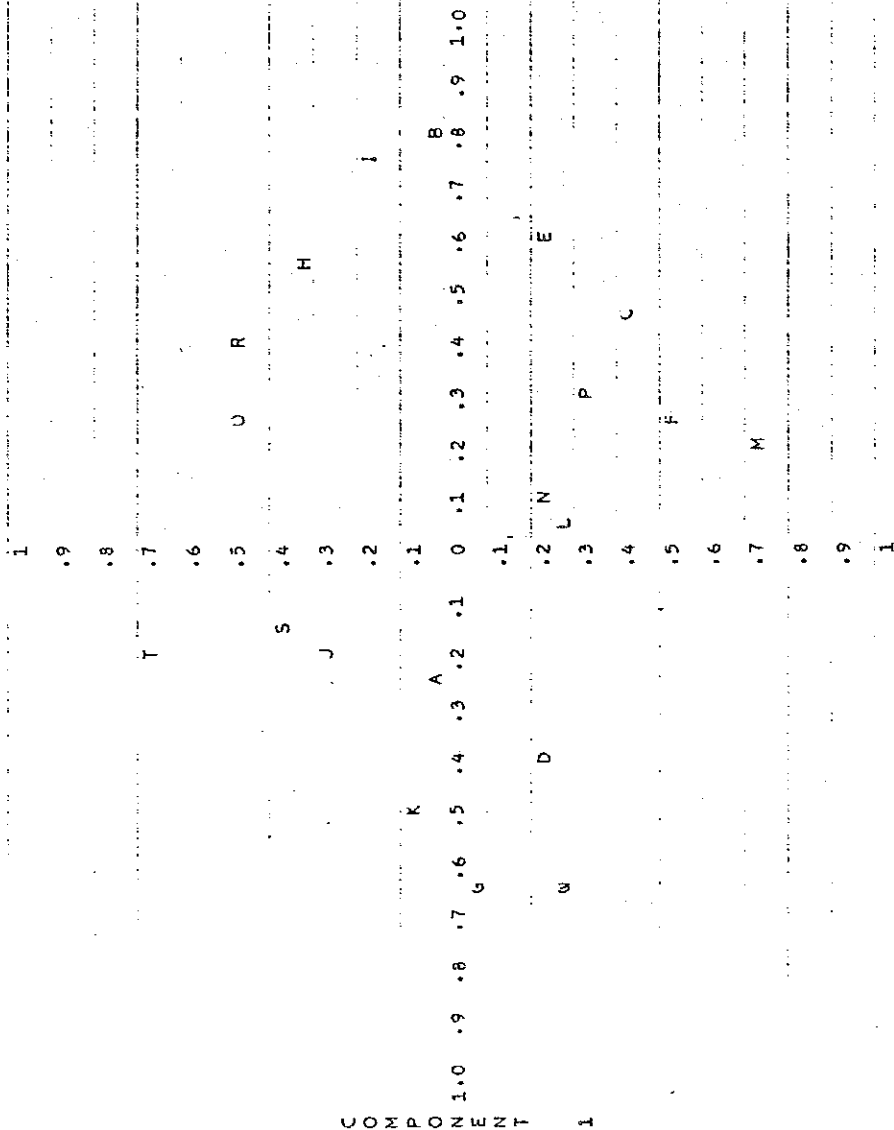
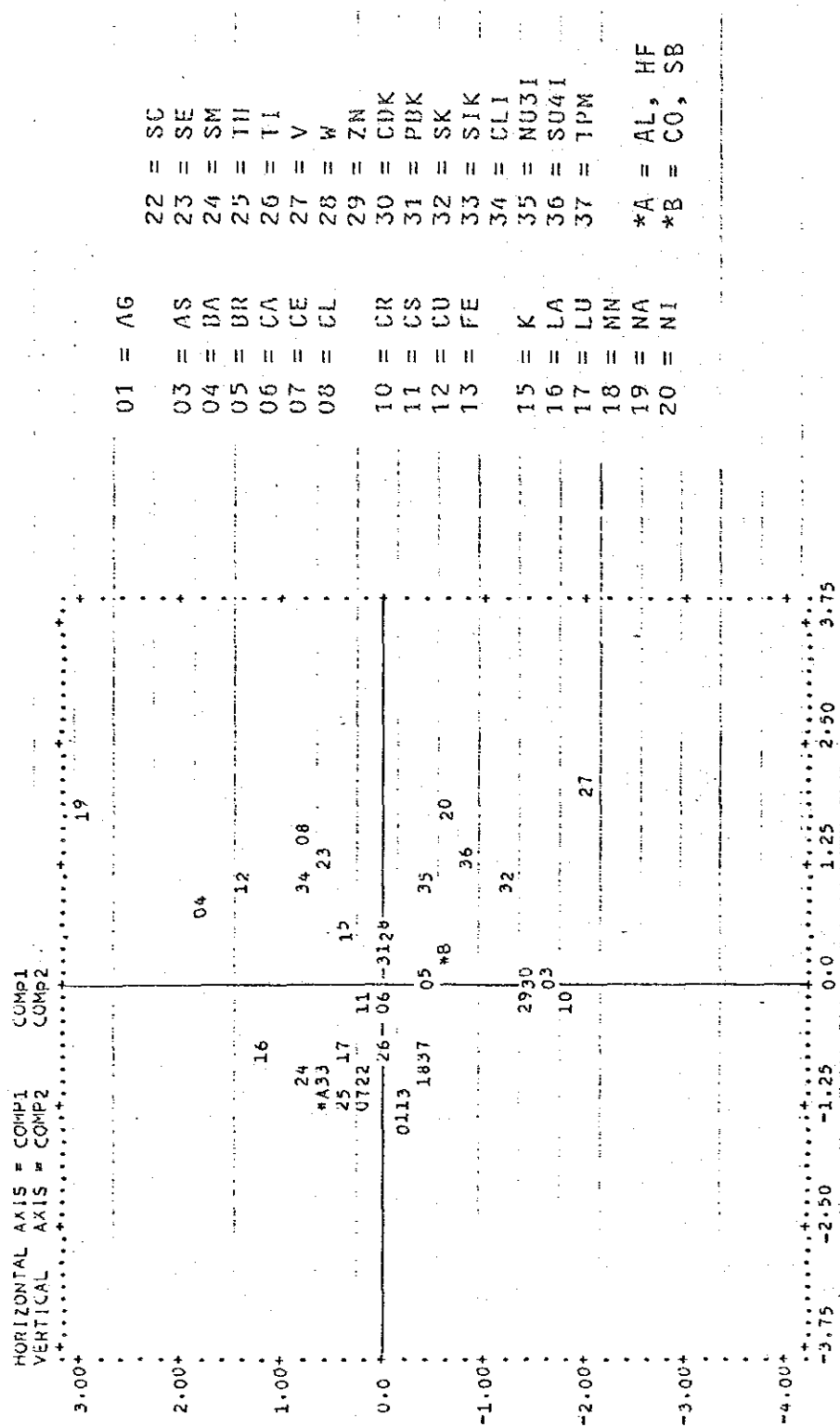


図 VII-1-1 方法 I による因子負荷量の分布 (第1 次現地調査)



図VII-1-2 方法Iによるスコアの分布(第1次現地調査)

表Ⅶ-1-5 方法Ⅰによる相関行列(第2次現地調査)

	MPU1	MPU2	MPU3	MPU4	MPU5	MPU6	MPU7	MPU8	MPU9
MP01	1.000000								
MP02	0.256877	1.000000							
MP03	0.111669	0.230823	1.000000						
MP04	0.002830	0.110813	0.422167	1.000000					
MP05	0.012918	0.035770	0.52125	0.818649	1.000000				
MP06	0.031062	-0.077378	-0.294649	-0.348216	-0.295544	1.000000			
MP07	-0.419988	0.030449	-0.707488	-0.336003	0.062360	0.074212	1.000000		
MP08	-0.302455	-0.359300	-0.109936	-0.035062	0.032972	0.372647	0.013611	1.000000	
MP09	0.046030	-0.271875	-0.158280	0.087805	-0.032972	0.118535	0.134646	0.344818	1.000000
MP10	-0.236669	-0.253487	0.003420	-0.134306	-0.084976	-0.086179	-0.040170	0.213513	-0.041222
MP11	-0.252099	-0.476526	-0.477060	-0.223746	-0.399589	0.305036	0.446690	0.393740	0.329783
MP12	-0.067962	-0.196746	-0.222949	-0.328135	-0.351793	-0.030503	-0.272035	-0.212741	-0.321259
MP13	-0.309302	-0.002222	-0.207262	0.039593	0.022620	-0.292961	0.193459	-0.385015	-0.296856
MP14	-0.178755	0.024711	0.044446	0.141175	0.212002	-0.373391	-0.285011	-0.216920	-0.462811
MP15	0.295169	-0.242194	-0.157070	-0.186821	-0.270310	-0.122846	-0.293486	-0.198575	-0.075916
MP16	-0.178625	-0.250349	-0.281293	-0.208070	-0.332452	0.042562	0.106595	-0.099419	-0.030678
MP17	-0.380692	0.141569	0.091652	-0.178698	0.025039	-0.047299	0.161669	-0.098310	-0.389618
MP18	-0.008204	0.217006	0.574444	0.457407	0.553215	-0.422901	-0.291981	-0.446342	-0.116765
MP19	0.426936	0.236103	0.196740	-0.211675	-0.177444	-0.038190	-0.255488	-0.308452	-0.277689
MP20	0.263886	0.387542	-0.074459	-0.025274	0.003109	-0.133870	0.020736	-0.426753	-0.079033

	MP10	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15	MP16	MP17	MP18
MP10	1.000000								
MP11	0.158472	1.000000							
MP12	-0.219861	-0.288454	1.000000						
MP13	0.025820	-0.026323	0.087826	1.000000					
MP14	-0.015714	-0.194188	0.212993	0.503815	1.000000				
MP15	-0.280292	-0.207803	0.611962	-0.184116	0.048220	1.000000			
MP16	-0.255589	-0.053145	0.585859	-0.137925	0.085746	0.445017	1.000000		
MP17	0.360088	-0.051294	-0.115522	0.505063	0.172443	-0.421369	-0.348541	1.000000	
MP18	0.059766	-0.515422	-0.214258	0.371929	0.328927	-0.318649	-0.292645	0.321788	1.000000
MP19	-0.157853	-0.313748	0.107809	-0.300048	-0.086564	0.253177	-0.148081	-0.230706	-0.044406
MP20	-0.257710	-0.336967	0.110392	-0.000068	-0.104161	0.087091	0.243749	-0.019940	0.153844

	MP19	MP20
MP19	1.000000	
MP20	-0.055998	1.000000

表Ⅶ-1-6 方法Ⅰによる因子負荷量（第2次現地調査）

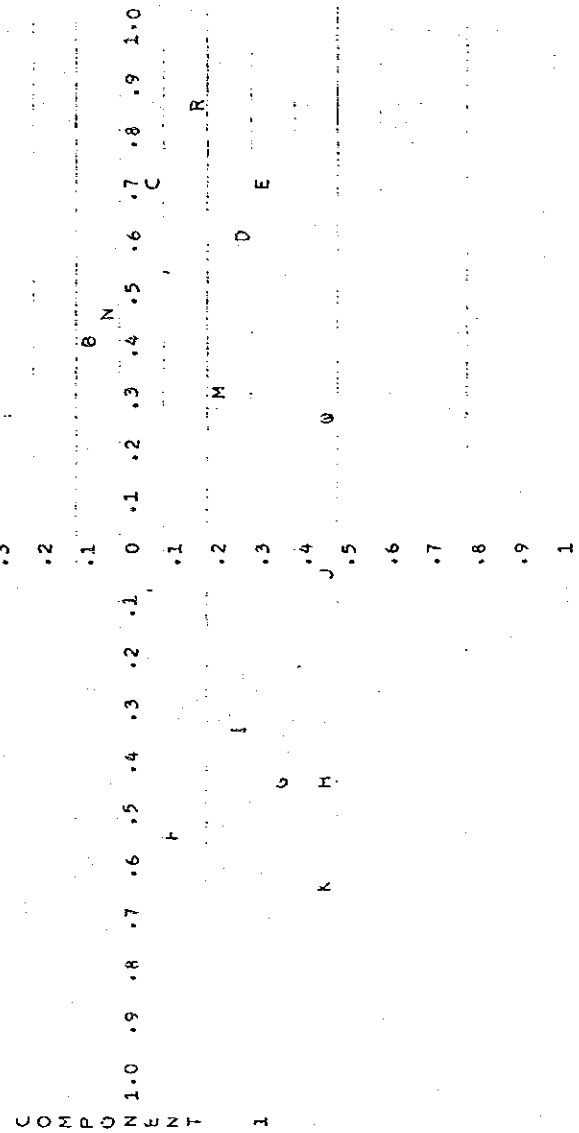
主成分	1	2	3	4	5	6	7
MP01	0.159569	0.531948	-0.475679	-0.309454	-0.077861	-0.264153	-0.057032
MP02	0.40889	0.118775	-0.031709	-0.683158	0.162794	0.076468	0.275289
MP03	0.686943	-0.062598	-0.358269	0.020640	-0.207060	0.228112	-0.093257
MP04	0.616993	-0.227310	-0.372817	0.371582	0.321818	-0.096814	0.162255
MP05	0.715946	-0.284210	-0.348219	0.337394	0.145529	0.106067	0.163038
MP06	-0.544648	-0.092072	-0.217279	-0.240039	-0.172901	0.318724	0.419326
MP07	-0.448168	-0.348439	0.327815	-0.362887	0.414633	-0.071427	-0.039387
MP08	-0.470162	-0.467394	-0.364314	0.334309	-0.197905	0.275046	0.192179
MP09	-0.363537	-0.256321	-0.514639	0.136720	0.402220	-0.193403	-0.314304
MP10	-0.050653	-0.470265	0.140967	0.05616	-0.492048	0.078174	-0.562792
MP11	-0.674370	-0.457537	0.018204	-0.017598	0.067234	-0.335304	0.111347
MP12	-0.157490	0.710770	0.390815	0.314815	-0.137650	0.190696	0.031570
MP13	0.290957	-0.219473	0.763803	0.033000	0.132183	-0.319179	0.093699
MP14	0.427681	0.069784	0.520658	0.385852	-0.134539	-0.206164	0.320571
MP15	-0.192778	0.775657	0.001357	0.325868	-0.073014	-0.133867	-0.108605
MP16	-0.347733	0.519636	0.265193	0.379130	0.349227	0.299575	-0.072199
MP17	0.255608	-0.457589	0.579399	-0.278182	-0.259106	0.266816	-0.060240
MP18	0.847932	-0.172676	0.090349	0.007807	0.084147	0.004087	-0.206084
MP19	0.125500	0.514597	-0.239805	-0.375103	-0.479619	-0.247680	0.016708
MP20	0.197801	0.387496	0.093180	-0.356613	0.558281	0.329943	-0.203321
VP	4.155502	3.362039	2.675936	1.982700	1.647318	1.016388	1.000148
PERCENT	20.8%	16.8%	13.4%	9.9%	8.2%	5.1%	5.0%
CUM PCI	20.8%	37.6%	51.0%	60.9%	69.1%	74.2%	79.2%

表Ⅶ-1-7 方法Ⅰによるスコア（第2次現地調査）

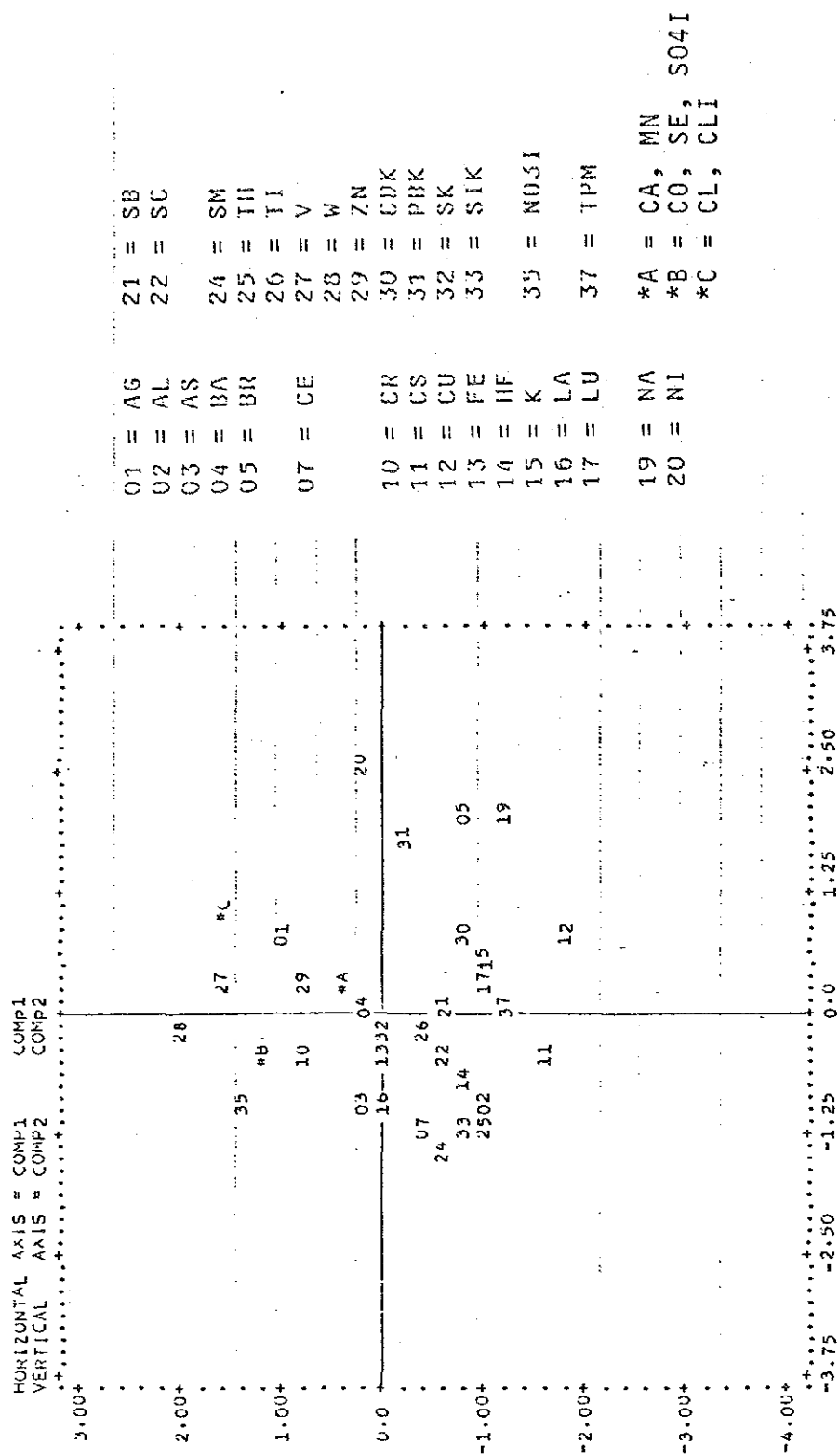
主成分	1	2	3	4	5	6	7
AG	0.7941	0.9177	1.5804	3.4661	-0.1746	0.1800	1.9090
AL	-1.1100	-1.0324	0.0015	-0.0783	0.5709	0.4022	0.3233
AS	-0.9336	0.2255	-0.5151	0.6899	0.1196	-1.1200	-1.5466
BA	0.0414	0.1005	-1.3895	0.2264	-1.1258	1.2082	1.9030
BR	2.0881	-0.7534	1.8914	-0.7468	1.4652	-0.5592	-0.0394
CA	0.2062	0.3750	0.3408	-1.6599	0.1540	-0.0469	0.1426
CE	-1.2968	-0.4078	-0.0462	-0.2510	-0.0124	0.6558	0.5855
CL	1.0683	1.5031	-1.1841	-0.0456	0.9533	0.7713	-0.5558
CO	-0.4762	1.2494	0.1069	-0.8279	0.2326	1.2273	1.2127
CR	-0.5307	0.8886	0.2247	0.0506	0.0257	-0.3434	-0.7151
CS	-0.5483	-1.6373	-0.6140	0.5827	0.4556	-1.7713	-1.1829
CU	0.8737	-1.7021	0.4642	-0.9072	-3.2279	1.7448	-1.0821
FE	-0.4444	0.0791	0.1853	-0.4731	-0.5919	-0.0559	0.3521
HF	-0.7291	-0.7835	0.4284	-1.0732	0.0948	-0.4935	1.5979
K	0.4931	-0.9841	-1.2203	1.5371	0.4117	-1.9636	1.2662
LA	-0.9546	-0.0692	0.2422	-0.9061	-0.5719	0.7601	0.6901
LU	0.2100	-0.9302	1.6575	1.3382	-0.6005	1.9030	0.1849
MN	0.2381	0.4175	0.0938	-0.5283	-0.9913	-0.5908	-0.2864
NA	2.0411	-1.1045	-1.7692	1.1816	0.7432	1.9719	-1.3920
NI	2.5408	0.1194	-1.4443	-0.4654	-0.3140	-1.7838	0.5177
SB	-0.0374	-0.5262	1.0671	0.3661	-1.0583	-0.1709	-2.6542
SC	-0.5878	-0.6500	0.2906	-0.4336	0.5929	0.2826	-0.0818
SE	-0.4151	1.2046	0.0333	1.6450	-1.6747	-0.5596	-0.5176
SM	-1.4397	-0.5066	-0.2825	-0.4223	0.0286	-0.1882	0.6848
TH	-1.3245	-0.9711	-0.0317	0.3698	0.5421	-0.8012	0.0636
TI	-0.3259	-0.3206	0.5984	-0.1751	1.1098	-0.4987	-0.9448
V	0.2814	1.5448	-0.3088	-1.3371	-0.6539	-1.0331	-0.8137
W	-0.2254	1.9019	0.6098	1.0860	0.3879	0.1160	-0.3889
ZN	0.1482	0.8536	0.1926	-0.0193	-1.2217	-0.7953	-0.4703
CDK	0.7647	-0.8435	-1.9179	0.0042	-0.4583	-0.0110	1.3662
PBK	1.6864	-0.2581	2.9226	-1.0179	0.8730	-0.7535	0.9265
SK	-0.2791	0.0879	-0.6639	-0.7019	-0.3403	-0.4225	0.2688
Slx	-1.1348	-0.8634	-0.3056	-0.2520	0.7337	0.3133	0.3386
CLl	0.9334	1.6454	-0.8569	-1.2798	0.9747	1.2200	-0.2034
NO3l	-1.1006	1.3520	-0.1337	0.3960	1.9537	1.2977	-0.8302
SO4l	-0.6066	1.1311	0.1120	0.2007	-0.9887	-0.8016	0.1073
TPH	0.0905	-1.2534	-0.3599	0.4619	1.5833	0.7097	-0.7556
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

A = MP01
C = MP03
E = MP05
G = MP07
I = MP09
K = MP11
M = MP13
O = MP15
Q = MP17
S = MP19
B = MP02
D = MP04
F = MP06
H = MP08
J = MP10
L = MP12
N = MP14
P = MP16
R = MP18
T = MP20



図VII-1-3 方法Iによる因子負荷量の分布(第2次現地調査)



図Ⅶ-1-4 方法Ⅰによるスコアの分布 (第2 次現地調査)

表Ⅶ-1-8 方法Ⅰによる相関行列(第3次現地調査)

	MP01	MP02	MP03	MP04	MP05	MP06	MP07	MP08	MP09
MP01	1.000000								
MP02	0.247910	1.000000							
MP03	0.388963	0.388963	1.000000						
MP04	0.261803	0.094783	0.439818	1.000000					
MP05	-0.013579	0.125831	0.253581	0.373842	1.000000				
MP06	0.215633	-0.067343	0.164106	0.077485	0.253734	1.000000			
MP07	-0.179889	-0.144615	0.044777	-0.291076	-0.407619	-0.447796	1.000000		
MP08	-0.190565	-0.374636	-0.575292	-0.464681	-0.334242	-0.051848	0.092125	1.000000	
MP09	-0.095936	-0.269561	-0.229371	-0.325346	-0.342488	-0.071268	0.473645	0.505579	1.000000
MP10	-0.193244	-0.008867	-0.320313	-0.080522	-0.306858	-0.182029	0.082952	0.384011	-0.129164
MP11	-0.266132	-0.367274	-0.334879	-0.410072	-0.253832	-0.277811	0.178216	0.261879	0.416566
MP12	-0.046157	0.510734	-0.075650	-0.094178	0.049246	0.177876	-0.083408	-0.010237	-0.340381
MP13	-0.304152	-0.291421	-0.315171	-0.124495	-0.157480	-0.241862	-0.029459	-0.031094	-0.064346
MP14	-0.014426	0.011773	-0.174497	0.141083	-0.227370	-0.225701	-0.331558	0.005855	-0.233949
MP15	0.188027	0.768107	0.238041	0.113427	0.195207	-0.082153	-0.243231	-0.316980	-0.563251
MP16	-0.150206	-0.392021	-0.196006	0.008750	-0.142455	-0.085119	0.109122	-0.101947	0.151219
MP17	-0.290896	-0.227703	-0.309307	-0.431703	-0.119115	-0.009379	-0.089809	0.083274	-0.000055
MP18	-0.342163	-0.155984	-0.327766	-0.308017	-0.212105	-0.236336	0.207396	0.060961	-0.003307
MP19	-0.010347	-0.141979	-0.379814	-0.279892	-0.113419	0.003504	-0.409972	0.446071	-0.147389
MP20	-0.161703	-0.141686	-0.000990	-0.351356	-0.341138	-0.056549	0.076466	0.104512	0.143808
MP10	1.000000								
MP11	-0.116387	1.000000							
MP12	0.201510	-0.189535	1.000000						
MP13	0.273970	0.168636	-0.267083	1.000000					
MP14	-0.112434	0.055483	-0.019677	-0.059662	1.000000				
MP15	-0.190392	-0.320278	0.499578	-0.253149	0.150141	1.000000			
MP16	-0.164684	0.156923	-0.493217	0.270947	0.101577	-0.460579	1.000000		
MP17	0.258197	-0.074498	-0.238278	0.597942	0.017181	-0.218160	0.115240	1.000000	
MP18	0.228302	-0.076329	0.025413	0.096987	0.058493	0.074644	-0.033560	0.417013	1.000000
MP19	-0.120249	0.245509	0.024114	-0.025817	0.450326	0.146257	-0.061284	0.042333	0.068758
MP20	0.004568	0.189576	-0.236045	-0.167861	0.037437	-0.236582	0.090838	0.038015	0.110708
MP19									
MP20									
MP10	1.000000								
MP11	-0.116387	1.000000							
MP12	0.201510	-0.189535	1.000000						
MP13	0.273970	0.168636	-0.267083	1.000000					
MP14	-0.112434	0.055483	-0.019677	-0.059662	1.000000				
MP15	-0.190392	-0.320278	0.499578	-0.253149	0.150141	1.000000			
MP16	-0.164684	0.156923	-0.493217	0.270947	0.101577	-0.460579	1.000000		
MP17	0.258197	-0.074498	-0.238278	0.597942	0.017181	-0.218160	0.115240	1.000000	
MP18	0.228302	-0.076329	0.025413	0.096987	0.058493	0.074644	-0.033560	0.417013	1.000000
MP19	-0.120249	0.245509	0.024114	-0.025817	0.450326	0.146257	-0.061284	0.042333	0.068758
MP20	0.004568	0.189576	-0.236045	-0.167861	0.037437	-0.236582	0.090838	0.038015	0.110708
MP19									
MP20									

表VII-1-9 方法Iによる因子負荷量(第3 次現地調査)

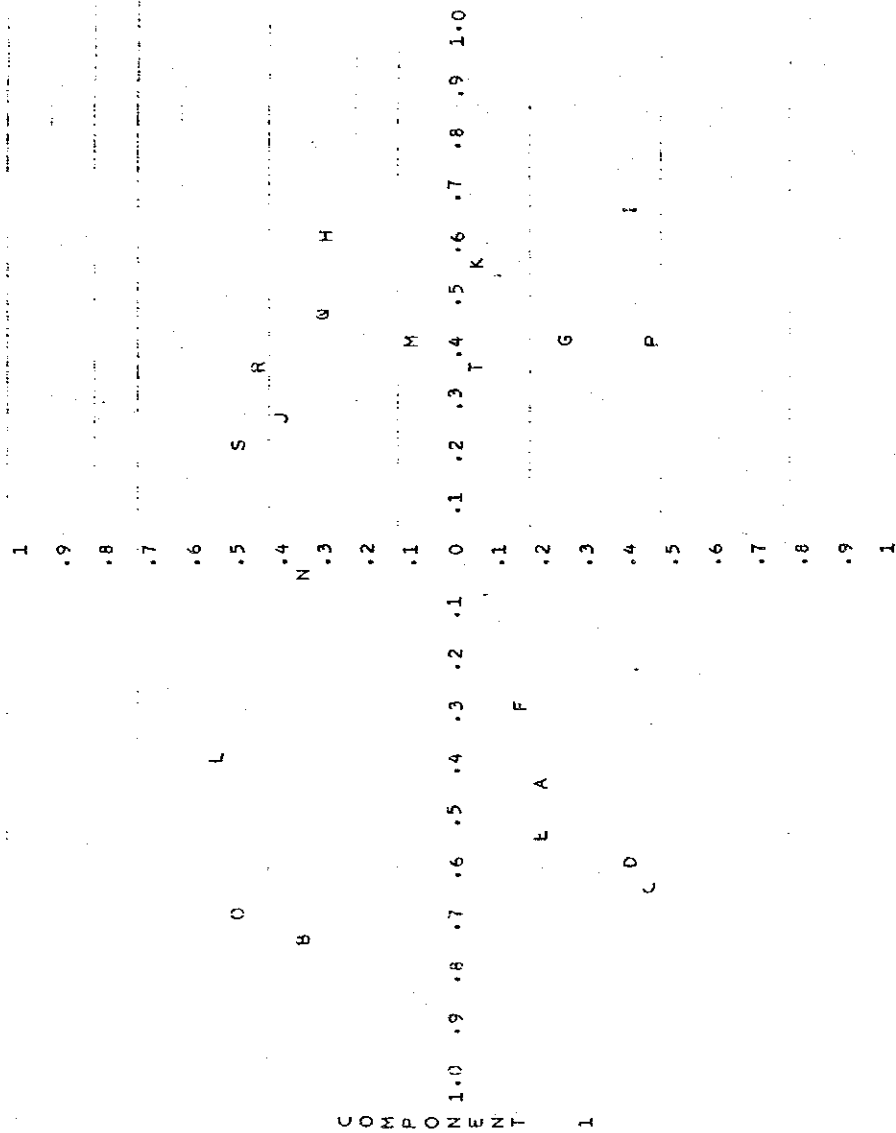
主成分	1	2	3	4	5	6	7
MP01	-0.446453	-0.207023	0.278727	0.103557	-0.048368	-0.135510	0.446742
MP02	-0.726595	0.361799	0.032076	-0.296541	0.219757	0.043448	-0.000841
MP03	-0.628418	-0.458272	-0.011628	-0.204094	0.174332	0.247671	0.096724
MP04	-0.586367	-0.382635	-0.220601	0.209896	0.088414	-0.417836	0.184297
MP05	-0.531627	-0.185655	-0.211518	0.237081	-0.304849	0.085172	-0.500260
MP06	-0.292583	-0.168613	0.113700	0.287997	-0.690270	0.339614	0.128969
MP07	-0.387475	-0.266491	0.071663	0.752746	0.254887	-0.062757	-0.062956
MP08	0.598699	0.303238	0.429602	0.013731	-0.382802	-0.233015	0.094664
MP09	0.638887	-0.418843	0.377807	-0.214016	-0.152917	-0.046599	-0.063589
MP10	0.261887	0.408221	-0.314246	-0.334907	-0.276069	-0.344572	0.425712
MP11	0.563430	-0.066181	0.350670	0.104741	0.202419	-0.123809	-0.455787
MP12	-0.409592	0.569320	0.178972	-0.334044	-0.256449	-0.113633	-0.166454
MP13	0.420368	0.081536	-0.691975	0.159257	0.016617	-0.180500	-0.117048
MP14	-0.018740	0.360152	0.117471	0.523835	0.531531	-0.177308	0.197762
MP15	-0.689939	0.509159	0.070949	-0.119452	0.246181	0.069533	-0.183372
MP16	0.589785	-0.425615	-0.250518	0.330939	0.292331	-0.020706	0.029344
MP17	0.436931	0.278612	-0.612720	0.124813	-0.148298	0.346299	0.077486
MP18	0.330011	0.434874	-0.294871	-0.235241	0.153006	0.315980	0.019148
MP19	0.177082	0.522753	0.397712	0.602318	0.053894	0.046723	-0.048526
MP20	0.331240	-0.015810	0.295502	-0.012515	0.242746	0.598113	0.327027
VP	4.550728	2.543638	2.039662	2.028274	1.612186	1.235118	1.146409
PERCENT	22.8%	12.7%	10.2%	10.1%	8.1%	6.2%	5.7%
CUM PCT	22.8%	35.5%	45.7%	55.8%	63.9%	70.0%	75.8%

表Ⅶ-1-10 方法Ⅰによるスコア (第3 次現地調査)

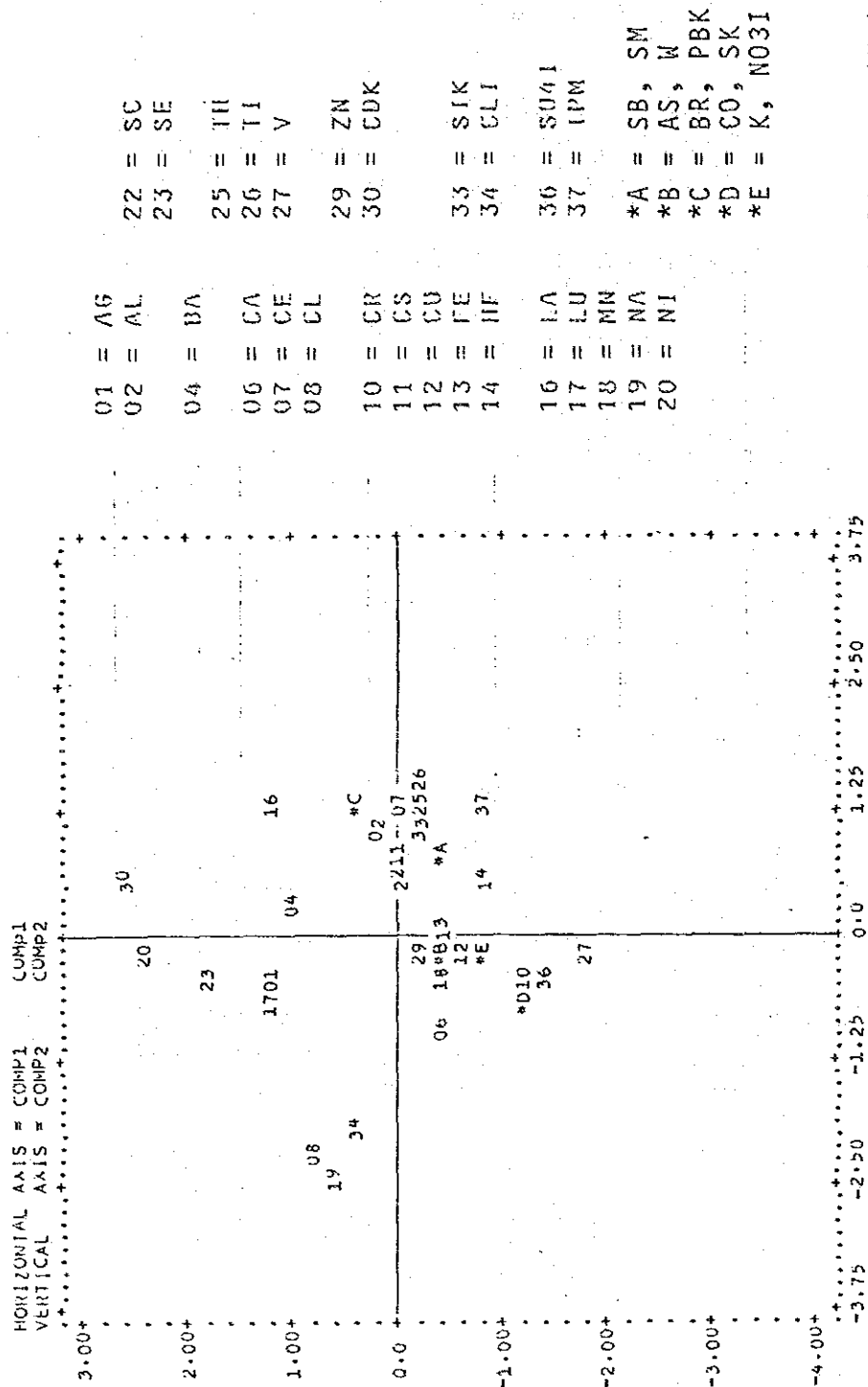
主成分	1	2	3	4	5	6	7
AG	-0.5383	1.2074	-0.5666	1.4301	2.2988	-1.5602	1.5859
AL	1.1246	0.1146	0.1922	-1.0390	0.3729	0.3294	-0.0876
AS	-0.2840	-0.4627	0.9170	-0.3369	-1.0107	-0.9245	1.7551
BA	0.1681	0.9731	0.1939	-0.0386	1.0436	2.2606	1.9621
BR	1.2736	0.3436	-1.9701	-0.1223	1.2048	-0.5200	-0.3872
CA	-0.9764	-0.4723	-0.2681	0.5193	-0.2371	1.2038	0.4651
CE	1.2090	-0.0057	1.2070	0.4069	0.9382	-0.3338	-1.8058
CL	-2.2042	0.7400	0.4889	-0.3691	1.1379	0.1853	-1.2640
CO	-0.7801	-1.1975	0.4853	0.2145	0.3068	-0.4104	-0.3502
CR	-0.4816	-1.2991	0.1176	0.6500	-0.4503	-0.8147	1.2807
CS	0.6504	0.0498	0.3023	-1.4808	-0.4116	1.1732	0.6335
CU	-0.2327	-0.5392	-2.0124	0.5029	0.3217	2.9248	-0.6377
FE	0.0317	-0.3226	-0.3695	-0.3592	-0.2640	-0.0776	-0.6960
HF	0.3823	-0.7285	-0.3868	0.1721	0.5797	1.1596	2.9928
K	-0.3279	-0.7301	1.1450	-1.8732	-0.9023	0.0476	0.2938
LA	1.1506	1.1943	2.4144	2.5776	0.9823	-0.4140	0.5078
LU	-0.6899	1.2215	-0.0912	0.0052	-1.8205	0.9701	0.3078
MN	-0.4649	-0.4198	-0.6040	0.2761	-0.3488	-0.0490	-0.7041
NA	-2.5710	0.5144	-0.0907	-0.2691	1.1396	-0.2357	-0.1764
NI	-0.2555	2.4461	-0.2372	-2.5686	-0.7648	-2.1185	1.0763
SB	0.8243	-0.3216	-0.1125	1.8835	-1.4737	-1.1275	-0.1997
SC	0.5950	0.0884	0.1613	-1.2225	0.3532	0.0206	0.1269
SE	-0.4602	1.7822	0.7345	1.1193	-1.8847	0.1625	-0.0814
SM	0.6896	-0.3547	1.5180	-0.4458	0.0346	0.1469	-0.7634
TH	1.3260	-0.2324	0.5947	-0.9091	0.2504	0.1233	-0.5106
TI	1.4338	-0.1763	0.3771	0.0681	0.7855	-0.1035	-0.9121
V	-0.3558	-1.7978	-1.3639	-0.2302	0.3497	-1.5226	0.4101
W	-0.3045	-0.4923	-0.5399	1.2503	-0.3731	-0.8353	0.4733
ZN	-0.1939	-0.2830	-0.5156	0.4678	-1.1059	-0.2564	-0.8991
CDK	0.5101	2.6258	-1.6508	0.6124	-1.6295	0.3445	-1.1171
PBK	1.1974	0.3036	-2.2072	0.0324	1.0928	-0.3525	-0.3821
SK	-0.8623	-1.1459	-0.5526	0.2142	-0.9325	-0.0463	-0.1720
SLK	0.9804	-0.1930	0.5001	-1.0394	0.1422	0.5684	0.0395
CLI	-2.0760	0.4521	1.0597	-0.4554	1.6887	0.2706	-1.4968
NO3I	-0.1795	-0.8569	1.7217	1.0281	-0.8185	1.2496	-0.2513
SO4I	-0.4925	-1.3077	-0.6277	-0.1777	-0.6563	-1.0257	-0.5457
TPM	1.1842	-0.7177	0.3360	-0.4940	0.0607	-0.4123	-0.4705
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

A = MP01
B = MP02
C = MP03
D = MP04
E = MP05
F = MP06
G = MP07
H = MP08
I = MP09
J = MP10
K = MP11
L = MP12
M = MP13
N = MP14
O = MP15
P = MP16
R = MP17
S = MP18
T = MP19
U = MP20



図VII-1-5 方法 I による因子負荷量の分布 (第3 次現地調査)



図VII-1-6 方法Iによるスコアの分布 (第3次現地調査)

表VII-1-11 方法Iによる相関行列(第4次現地調査)

	MP01	MP02	MP03	MP04	MP05	MP06	MP07	MP08	MP09
MP01	1.000000								
MP02	0.473493	1.000000							
MP03	0.045042	0.226152	1.000000						
MP04	0.034357	0.002578	-0.350607	1.000000					
MP05	-0.029474	0.070569	-0.300086	0.639402	1.000000				
MP06	0.083185	-0.112731	-0.309220	0.463508	0.457985	1.000000			
MP07	-0.439139	-0.423622	0.035347	-0.243856	-0.352695	-0.426202	1.000000		
MP08	-0.544708	-0.523962	-0.508611	0.363468	0.250028	0.327562	0.075019	1.000000	
MP09	-0.471673	-0.521715	-0.089545	-0.051889	-0.226760	-0.063566	0.471138	0.252645	1.000000
MP10	-0.228225	-0.303152	-0.190533	0.029980	-0.301025	-0.242192	0.238035	0.238035	0.353876
MP11	-0.410714	-0.388780	0.046599	-0.323505	-0.317500	-0.371484	0.435586	0.144238	0.481626
MP12	0.278980	0.503376	0.203750	-0.239539	0.026595	0.096222	-0.398819	-0.406416	-0.209878
MP13	0.147819	-0.219971	-0.074622	-0.142493	-0.305517	-0.392686	0.314170	-0.227659	-0.022159
MP14	0.277965	0.320301	0.739470	-0.229234	-0.240413	-0.136360	-0.306801	-0.289173	-0.400044
MP15	0.529692	0.749628	0.227331	-0.145442	0.027618	0.073211	-0.550161	-0.403618	-0.550275
MP16	0.104765	-0.037583	-0.079818	-0.145182	-0.081473	0.198305	-0.154168	-0.112960	-0.257332
MP17	0.207907	-0.253497	-0.059006	-0.269497	-0.347565	-0.548917	0.155240	-0.004732	0.060038
MP18	-0.082097	0.271430	0.110464	-0.100494	-0.211695	-0.036387	-0.198044	-0.154932	-0.012752
MP19	0.678508	0.197733	0.131024	-0.118395	0.026304	0.161493	-0.268858	-0.511835	-0.476396
MP20	-0.051909	0.125523	-0.182513	-0.111619	-0.026729	0.053726	-0.226156	0.026397	-0.162168
MP10	1.000000								
MP11	0.190546	1.000000							
MP12	-0.453442	-0.378234	1.000000						
MP13	0.226253	0.126714	-0.349263	1.000000					
MP14	-0.126910	-0.123348	0.077585	-0.018093	1.000000				
MP15	-0.610583	-0.391146	0.663820	-0.372829	0.402801	1.000000			
MP16	-0.249083	-0.004012	0.033054	-0.016240	0.023552	-0.217666	1.000000		
MP17	0.253428	0.279752	-0.333997	0.317357	0.112593	-0.125728	-0.036244	1.000000	
MP18	-0.071169	-0.420055	0.639031	-0.106007	0.039690	0.306790	-0.054716	-0.228619	1.000000
MP19	-0.581697	-0.322493	0.236109	-0.270593	0.214879	0.437629	0.323777	0.102552	-0.033459
MP20	0.276450	-0.264499	0.057514	-0.170913	-0.167501	-0.091358	-0.305897	-0.250329	0.124503
MP19		MP20							
MP19	1.000000								
MP20	-0.218590	1.000000							

表VII-1-12 方法Iによる因子負荷量(第4次現地調査)

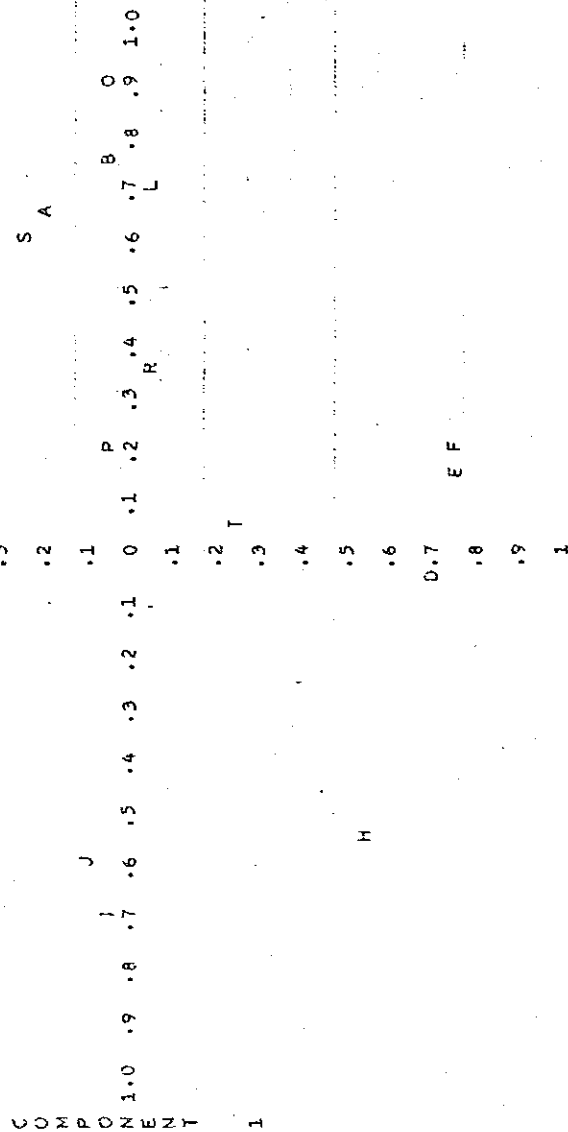
主成分	1	2	3	4	5	6
MP01	0.652372	0.202044	0.437233	0.340621	-0.049511	0.048756
MP02	0.754524	0.060807	-0.226054	0.213435	0.139272	0.130473
MP03	0.307307	0.351272	-0.309806	-0.289890	0.496474	0.143199
MP04	-0.033207	-0.710412	0.297353	0.149128	0.246613	0.353189
MP05	0.158651	-0.738436	0.271774	-0.044618	0.204304	0.309652
MP06	0.211217	-0.752823	0.196164	-0.203448	-0.044756	-0.178356
MP07	-0.658915	0.351939	-0.057993	-0.201820	0.162759	0.312756
MP08	-0.554307	-0.569059	0.031628	-0.083189	0.130152	-0.253187
MP09	-0.682878	0.011389	-0.282428	-0.254582	-0.178468	0.219871
MP10	-0.619129	0.077802	-0.184051	0.530982	0.113654	-0.206904
MP11	-0.607953	0.364389	0.006909	-0.386460	0.097399	-0.099251
MP12	0.697705	-0.024859	-0.451672	-0.135638	-0.361695	0.117873
MP13	-0.257263	0.517769	0.447864	0.360555	-0.236351	0.205263
MP14	0.447200	0.443334	-0.042188	-0.061267	0.647051	-0.181492
MP15	0.883664	0.070147	-0.081975	-0.130236	-0.004384	-0.084382
MP16	0.224556	0.049088	0.376722	-0.436818	-0.300848	-0.539119
MP17	-0.270986	0.580808	0.397708	0.267789	-0.012028	-0.080230
MP18	0.342670	-0.011930	-0.609756	0.080601	-0.410527	0.095351
MP19	0.616207	0.253392	0.559443	-0.061198	-0.252281	0.086208
MP20	0.020092	-0.242388	-0.420795	0.612848	-0.050882	-0.334661
VP	5.276116	3.476027	2.231969	1.672448	1.401380	1.076962
PERCENT	26.4%	17.4%	11.2%	8.4%	7.0%	5.4%
CUM PCT	26.4%	43.8%	54.9%	63.3%	70.3%	75.7%

表Ⅶ-1-13 方法Ⅰによるスコア（第4次現地調査）

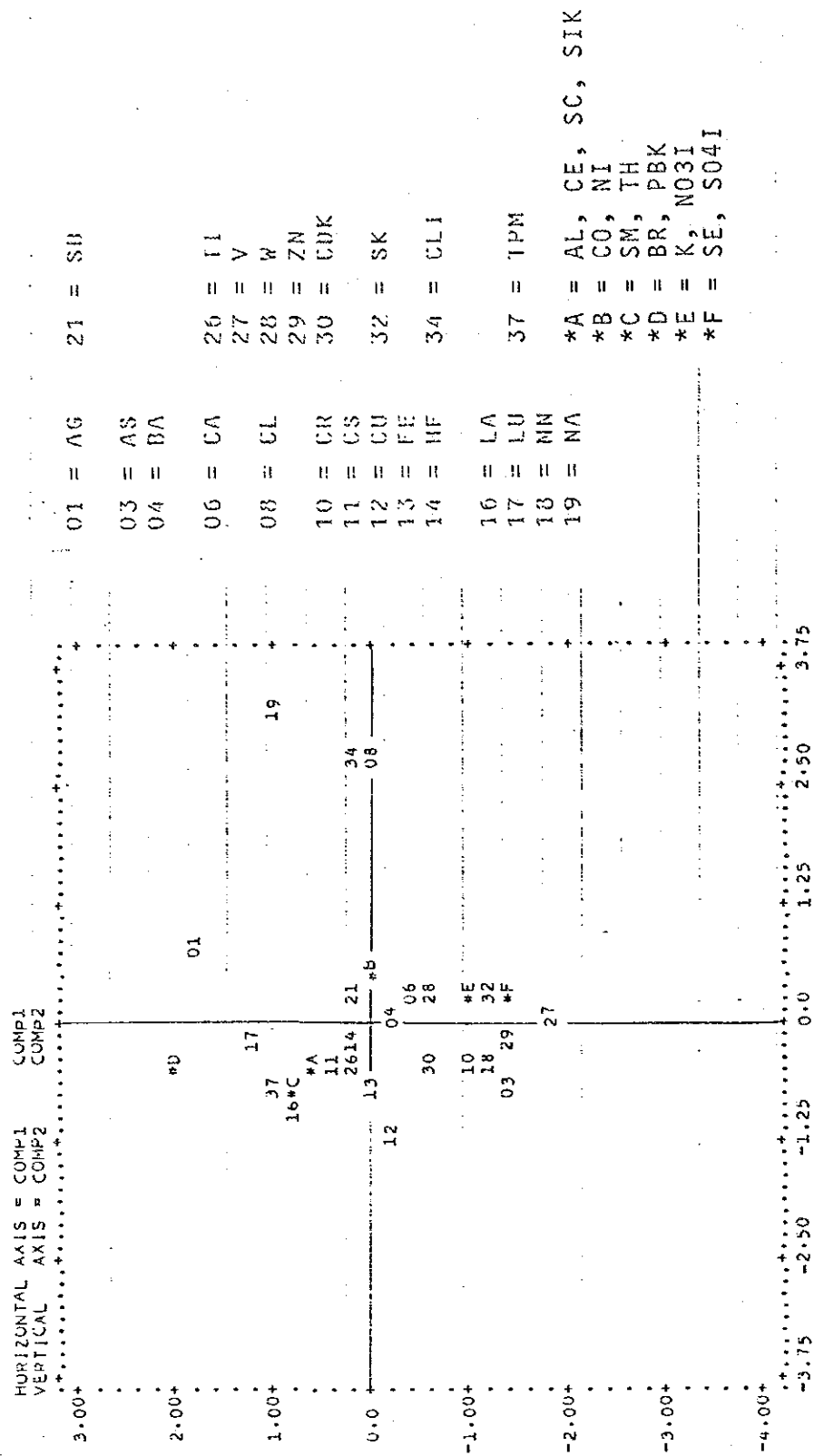
主成分	1	2	3	4	5	6
AG	0.7824	1.7227	-0.7199	-0.5037	4.0679	-0.2080
AL	-0.5156	0.6596	-0.1100	-0.4209	-0.2885	0.1931
AS	-0.7588	-1.4816	0.4296	-0.6181	0.0264	0.9606
BA	0.0553	-0.1338	-1.0434	1.7369	-0.3453	-1.4133
BR	-0.5645	2.0836	1.8175	1.4192	-1.0975	1.0758
CA	0.2445	-0.4361	-0.0499	1.1772	0.0673	-0.4565
CE	-0.6108	0.5595	-0.5202	-0.8808	0.2826	-0.4842
CL	2.8746	0.0847	0.1433	-0.9722	-0.4802	-0.1949
CO	0.4469	0.0708	-0.3942	1.8922	-0.1175	-0.9791
CR	-0.5206	-0.9451	-0.0842	0.7189	0.2437	-0.3477
CS	-0.6228	0.4365	-1.1487	-0.0537	-0.1778	1.0544
CU	-1.1271	-0.2958	0.4137	-0.0551	0.9887	-2.1382
FE	-0.6771	0.0717	0.1293	-0.5928	-0.1166	0.1316
HF	-0.3120	0.1437	-0.8325	0.5755	0.2252	-0.5793
K	0.1366	-0.9369	-2.7036	-0.2383	-2.3442	1.3660
LA	-0.9362	0.8165	-0.5234	-0.4394	1.1564	-0.7475
LU	-0.3682	1.1245	-1.1131	-1.3131	-0.2421	1.0573
MN	-0.5911	-1.2183	0.4100	-0.3019	0.2362	0.1810
NA	3.2858	0.9254	-0.2809	0.1921	-0.0558	0.9078
NI	0.6184	-0.0523	-0.6568	2.5854	-0.3622	-0.1504
SB	0.2204	0.2299	1.1504	-0.6629	-1.0610	-2.7243
SC	-0.4001	0.5314	-0.0720	-0.2974	-0.3670	0.3254
SE	0.1844	-1.3219	0.7685	-1.8522	-1.4658	-1.2991
SM	-0.7578	0.8010	-0.8388	-0.9867	-0.4761	-0.6013
TH	-0.7348	0.7392	-0.0791	-0.8218	0.0055	-0.2480
TI	-0.4759	0.2413	0.0463	0.1539	-0.7665	-0.0020
V	-0.0595	-1.8198	1.2822	0.6454	1.4059	1.8497
W	0.2920	-0.6468	-0.1809	1.5112	-0.0982	-1.4946
ZN	-0.2598	-1.3371	1.0416	-0.2823	0.1986	0.3578
CDK	-0.4037	-0.6648	-2.2200	-0.1543	0.9355	0.8963
PBK	-0.5090	1.9844	2.1253	1.1412	-0.3962	1.1558
SK	0.3088	-1.1769	0.4297	0.5643	0.5271	0.9311
Slx	-0.4850	0.5610	-0.1507	-0.7064	-0.3509	0.0916
CLl	2.6366	0.1932	0.5921	-1.1580	-0.2885	-0.1880
NO3l	0.3206	-1.0879	1.4434	-1.1197	0.9045	0.0922
SO4l	0.1319	-1.4252	0.4925	0.4598	0.4643	0.7251
TPM	-0.8489	0.9998	1.0067	-0.3415	-0.8382	0.9038
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

A = MP01
C = MP03
E = MP05
G = MP07
I = MP09
K = MP11
M = MP13
O = MP15
Q = MP17
S = MP19
B = MP02
D = MP04
F = MP06
H = MP08
J = MP10
L = MP12
N = MP14
P = MP16
R = MP18
T = MP20



図VII-1-7 方法Iによる因子負荷量の分布(第4次現地調査)



図VII-1-8 方法Iによるスコアの分布(第4次現地調査)

これらの計算結果から、各現地調査について測定点に寄与している粒子状物質の発生源の特徴は次のように考えられる。

(1) 第1次現地調査

第1次現地調査における主成分分析結果をまとめると、表Ⅶ-1-14に示すとおりである。この表より主成分の解釈を示すと、第1主成分は、海塩粒子、石油燃焼に対する土壌成分の比率であり、MP2, 5, 9は海塩粒子、石油燃焼によるものが多く、MP7, MP17は土壌成分が多くなっている。また、第2主成分は、局地的な発生源の影響の度合を示すものであり、MP20は大きな影響を受けており、MP13は少ないことがわかる。第3主成分は、ガソリン自動車に対する海塩粒子の比率であり、MP10, MP11は相対的に自動車によるものが海塩粒子よりも多く、逆にMP1, MP12, MP15は少ない。

表Ⅶ-1-14 方法Ⅰによる主成分分析の結果の解釈（第1次現地調査）

主成分	1	2	3
固有値	3.94	2.69	2.27
寄与率	19.7 %	13.5 %	11.4 %
因子負荷量	⊕ MP2 MP5 MP9 ⊖ MP7 MP17	⊕ MP20 ⊖ MP13	⊕ MP10 MP11 ⊖ MP1 MP12 MP15
スコア	⊕ Cl, Na, Ni V, SO_4^{2-} ⊖ Ag, Al, Ce Fe, Hf, Sc Sm, Th, Si	⊕ Ba, Cu, Na ⊖ As, Cr, V Zn, Cd	⊕ Br, Cu, K ⊖ Cl, Cl^- , NO_3^-
解釈	⊕ 海塩粒子と石油燃焼によるものが土壌に比べて多いところ	⊕ 局地的な発生源の影響を受けているところ（金属加工工場）	

⊕, ⊖は因子負荷量、あるいはスコアの絶対値の大きい成分を表す（以下同様）。

(2) 第2次現地調査

表Ⅶ-1-15に第2次現地調査における主成分分析結果をまとめたものを示す。第1主成分は、海塩粒子、自動車排ガスと土壌成分の比率であり、MP3, 4, 5, 18は相対的に土壌粒子に比べて、海塩粒子、自動車排ガスの影響を多く受けており、MP11は、その逆となっている。また、第2, 第3主成分は顕著な特徴を示していない。

表Ⅶ-1-15 方法Ⅰによる主成分分析の結果の解釈（第2次現地調査）

主成分	1	2	3
固有値	4.16	3.36	2.68
寄与率	20.8 %	16.8 %	13.4 %
因子負荷量	⊕ MP3, MP4 MP5, MP18 ⊖ MP11	⊕ MP12 MP15	⊕ MP13
スコア	⊕ Br, Cl, Na Ni, Pb ⊖ Sm, Al, Th Ce, Si, NO ₃ ⁻	⊕ Cl, V, W Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ ⊖ Cs, Cu	⊕ Ag, Br, Lu Pb ⊖ Ba, Na, Ni Cd
解釈	⊕ 海塩粒子と自動車の影響が土壌にくらべて大きいところ		

(3) 第3次現地調査

主成分分析結果をまとめたものを表Ⅶ-1-16に示す。第1主成分は、土壌、自動車排ガスと海塩粒子の比率であり、土壌、あるいは自動車排ガスの影響の方が海塩粒子による影響よりも大きい地点は、MP8, MP9, MP11となっており、その逆の傾向を示している地点は、MP2, MP3, MP15である。第2～第4主成分は顕著な傾向を示していない。

表Ⅶ-1-16 方法Ⅰによる主成分分析の結果の解釈（第3次現地調査）

主成分	1	2	3	4
固有値	4.55	2.54	2.04	2.03
寄与率	22.8 %	12.7 %	10.2 %	10.1 %
因子負荷量	⊕ MP8 MP9 MP11 ⊖ MP2 MP3 MP15	⊕ MP12 MP19	⊖ MP13 MP17	⊕ MP19 ⊖ MP7
スコア	⊕ Th, Ti, Al Br, La, Pb TPM ⊖ Cl, Na, Cl ⁻	⊕ Ni, Se, Cd ⊖ V, SO ₄ ²⁻	⊕ La, Sm ⊖ Br, Cu, V Cd, Pb	⊕ Ag, La, Sb ⊖ Cs, K, Ni
解釈	⊕ 土壌の影響が大きく海塩粒子の影響が小さいところ			

(4) 第4次現地調査

第4次現地調査における主成分分析結果をまとめたものを表Ⅶ-1-17に示す。第1主成分は、海塩粒子と土壌粒子の相対的な比率であり、MP1, 2, 12, 15, 19は海塩粒子が多く、MP7, 9, 10, 11は、土壌粒子が多い。また、第2, 第3主成分は、廃棄物焼却と自動車排ガスの相対的な比率であるが、因子負荷量の絶対値が小さいので顕著な傾向を示していない。

表Ⅶ-1-17 方法Ⅰによる主成分分析の結果の解釈（第4次現地調査）

主成分	1	2	3
固有値	5.28	3.48	2.23
寄与率	26.4 %	17.4 %	11.2 %
因子負荷量	⊕ MP1, MP2 MP12, MP15 MP19 ⊖ MP7, MP9 MP10, MP11	⊕ MP3 MP13 MP17 ⊖ MP4 MP5 MP6	⊕ MP19 ⊖ MP18
スコア	⊕ Cl, Na, Cl ⁻ ⊖ Al, Sc, Si	⊕ Ag, Br, Pb ⊖ As, Se, V Zn, SO ₄ ²⁻	⊕ Br, Pb, NO ₃ ⁻ ⊖ K, Cd
解釈	⊕ 海塩粒子の影響が土壌よりも大きいところ		

1.2.2 方法Ⅱによる解析結果

第1次現地調査の20地点のデータをもとに化学成分間の相関行列を表Ⅶ-1-18に示す。また、主成分分析の結果を表Ⅶ-1-19, 表Ⅶ-1-20に示す。表Ⅶ-1-19は、各主成分の固有値と因子負荷量、表Ⅶ-1-20は、スコアである。また、第1主成分と第2主成分について、因子負荷量とスコアの散布図をそれぞれ図Ⅶ-1-9, 図Ⅶ-1-10に示す。第2次～第4次現地調査の結果は、表Ⅶ-1-21～表Ⅶ-1-29, 図Ⅶ-1-11～図Ⅶ-1-16にそれぞれ示す。

表Ⅶ-1-18 方法Ⅱによる相関行列(第1次現地調査)

	AG	AL							
AG	1.000000								
AL	0.637117	1.000000							
	AG	AL	AS	BA	BR	CA	CE	CL	CO
AS	0.193313	0.461702	1.000000						
BA	-0.166673	0.167840	-0.049935	1.000000					
BR	0.505155	0.551181	0.158163	-0.233416	1.000000				
CA	0.470616	0.605629	0.677161	0.112679	0.299104	1.000000			
CE	0.646212	0.938807	0.459131	0.151733	0.436222	0.721062	1.000000		
CL	0.137740	0.600599	0.042077	0.059131	-0.119360	0.455595	0.190704	1.000000	
CO	0.573699	0.661990	0.354403	0.006217	0.419254	0.567444	0.598491	0.311953	1.000000
CR	0.592563	0.467472	0.599028	-0.163968	0.567428	0.535129	0.489625	0.260443	0.415342
CS	0.428683	0.838890	0.610172	0.149934	0.470510	0.670644	0.694164	-0.027103	0.673875
CU	0.193091	0.462861	-0.007404	-0.014964	0.241594	-0.110920	0.009237	-0.161003	0.269070
FE	0.728307	0.939080	0.489340	-0.031950	0.725901	0.651740	0.859361	0.037274	0.727145
HF	0.526111	0.751754	0.370362	0.114121	0.568059	0.459153	0.700523	-0.096314	0.411173
K	0.123155	0.461407	0.135580	-0.087312	0.324835	0.281137	0.442054	-0.018466	0.071413
LA	0.150356	0.473136	0.224178	0.343321	0.268445	0.266503	0.264989	-0.227809	-0.100193
LU	0.517166	0.718285	0.408376	0.280265	0.394800	0.524292	0.764759	0.123605	0.490360
MN	0.639814	0.846140	0.460363	0.171966	0.524292	0.764759	0.842717	0.395228	0.477061
NA	-0.234263	-0.068777	-0.262423	0.362347	-0.305834	0.072737	-0.100436	0.322927	-0.169932
NI	-0.188443	0.069109	-0.020403	-0.020985	-0.183944	0.123504	0.003179	0.545215	0.102474
SB	0.577451	0.440373	0.156405	-0.246891	0.571807	0.461581	0.237404	0.445162	0.366345
SC	0.695024	0.974750	0.492420	0.042963	0.595885	0.677394	0.930359	0.100568	0.730094
SE	-0.068319	-0.014150	0.175573	0.048533	-0.194584	0.137806	-0.106821	0.360211	0.048971
SM	0.265077	0.946944	0.474490	0.209690	0.373681	0.752644	0.954449	0.203272	0.588425
TH	0.591389	0.881904	0.556458	-0.041585	0.663930	0.650637	0.802982	-0.111134	0.677089
TI	0.269544	0.198885	0.581425	0.221476	0.310400	0.825683	0.784371	0.355778	0.653351
V	-0.082644	0.217402	0.339256	-0.105929	-0.093392	0.351174	0.223037	0.255282	0.428259
W	0.454837	0.154219	0.304751	-0.085137	-0.117272	0.419426	0.235140	0.402715	0.221430
ZN	0.637260	0.440555	0.283310	-0.252865	0.771571	0.381033	0.399564	0.205217	0.444936
CDK	0.472365	0.406034	0.458787	-0.307836	0.355853	0.314222	0.480729	0.076025	0.272488
PBK	0.377363	0.360700	0.045639	-0.107552	0.667842	0.246125	0.318234	0.009405	0.170142
SK	0.152214	0.506064	0.526765	-0.046711	0.263305	0.687802	0.706630	0.403542	0.559971
SIX	0.266296	0.982966	0.525666	0.212803	0.532361	0.754669	0.941299	0.176694	0.671057
CLI	0.430367	0.326894	0.225411	0.077143	-0.032950	0.660142	0.433335	0.933393	0.452420
NO3I	0.471607	0.346482	0.441740	-0.128147	-0.020262	0.701108	0.492816	0.373188	0.276873
SO4I	0.003876	0.362638	0.549073	-0.022357	-0.007584	0.608999	0.356156	0.467271	0.399089
TPH	0.569404	0.693790	0.564569	-0.005203	0.677546	0.758919	0.809845	0.223722	0.696374
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN
CR	1.000000								
CS	0.347074	1.000000							
CU	-0.167261	0.386144	1.000000						
FE	0.592306	0.805806	0.315495	1.000000					
HF	0.500844	0.506943	0.301320	0.772890	1.000000				
K	0.190894	0.465304	0.023677	0.335785	0.195039	1.000000			
LA	0.229219	0.362373	-0.180289	0.324727	0.438178	0.073255	1.000000		
LU	0.399653	0.509029	0.083508	0.703289	0.773679	0.029061	0.304690	1.000000	
MN	0.667256	0.439720	0.065455	0.864118	0.885039	0.360644	0.353272	0.657657	1.000000
NA	-0.481598	0.017941	-0.187269	-0.261079	-0.161784	0.095535	-0.047310	0.000487	-0.136982
NI	0.089417	0.008157	-0.110336	-0.023014	-0.298736	0.370948	-0.231831	-0.182093	0.218125
SB	0.107897	0.123417	-0.042264	0.439510	0.292817	0.270002	0.026802	0.090373	0.583653
SC	0.500810	0.831929	0.306940	0.963694	0.748307	0.200349	0.240633	0.791670	0.830527
SE	-0.030136	0.137657	0.509423	-0.002169	0.068643	0.026815	-0.168198	0.146643	0.114936
SM	0.450735	0.764783	0.025034	0.829878	0.644612	0.203046	0.529556	0.737965	0.824907
TH	0.525793	0.759171	0.174709	0.900710	0.793243	0.434150	0.595235	0.373160	0.771649
TI	0.475202	0.743985	0.187611	0.785963	0.580054	0.426008	0.184735	0.613783	0.876629
V	0.093021	0.331669	-0.072307	0.229710	-0.127545	0.262835	-0.200929	0.006094	0.337250
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN
W	0.474700	0.603524	-0.117657	0.170922	0.355220	-0.151271	-0.031550	0.199383	0.336488
ZN	0.798825	0.468658	0.087199	0.656339	0.482742	0.255742	0.141968	0.300166	0.674610
CDK	0.413693	0.298642	-0.036496	0.422197	0.361856	-0.028803	0.418006	0.479685	0.526480
PBK	0.484392	0.450443	0.073244	0.513464	0.354992	0.320731	0.332785	0.257213	0.472810
SK	0.420593	0.561486	-0.023761	0.539828	0.176264	0.517801	0.044004	0.245388	0.674713
SIX	0.510420	0.249487	0.180651	0.913863	0.728968	0.288735	0.472329	0.795642	0.874417
CLI	0.336033	0.244911	-0.204424	0.240757	0.046879	0.084173	-0.047889	0.295825	0.549023
NO3I	0.492368	0.246250	-0.150356	0.281665	0.036380	0.085101	-0.074320	0.260795	0.473443
SO4I	0.464731	0.463372	0.020677	0.349362	0.044858	0.362981	-0.034080	0.145479	0.532560
TPH	0.638884	0.825353	0.252062	0.937839	0.663296	0.450673	0.325366	0.635120	0.901245
	NA	NI	SB	SC	SE	SM	TH	TI	V
NA	1.000000								
NI	0.224391	1.000000							
SB	-0.435612	0.084415	1.000000						
SC	-0.137755	-0.037057	0.292850	1.000000					
SE	0.222779	0.285448	0.083041	0.000770	1.000000				
SM	-0.627067	0.090311	0.211435	0.905609	-0.047828	1.000000			
TH	-0.435740	-0.142223	0.331667	0.859845	-0.057780	0.814866	1.000000		
TI	0.020149	0.140264	0.380578	0.795027	0.322691	0.778884	0.699992	1.000000	
V	-0.060466	0.060259	-0.050669	0.228027	0.138884	0.268275	0.129865	0.365673	1.000000
W	-0.126939	0.094986	0.438979	0.182307	0.232925	0.287783	0.321864	0.258460	0.032710
ZN	-0.506543	-0.004459	0.874361	0.502210	-0.002807	0.327661	0.532314	0.426679	0.000330
CDK	-0.217601	-0.092881	0.060605	0.486972	0.092856	0.379618	0.430162	0.311226	0.153752
PBK	-0.404561	-0.145368	0.601172	0.835355	-0.108256	0.215411	0.508870	0.275919	-0.191186
SK	0.023763	0.003931	0.308316	0.498482	0.181736	0.513732	0.483529	0.669860	0.635206
SIX	-0.011289	0.065935	0.256455	0.958315	0.007056	0.952478	0.869143	0.838227	0.273497
CLI	0.340345	0.524650	0.393400	0.328829	0.257745	0.464235	0.137802	0.538296	0.360970
NO3I	0.285361	0.455979	0.265697	0.382422	0.229302	0.465097	0.220484	0.540440	0.476472
SO4I	0.145434	0.652739	0.144241	0.353415	0.309350	0.407072	0.323944	0.582769	0.842748
TPH	-0.110681	0.195465	0.472441	0.901439	0.102117	0.812357	0.867865	0.836480	0.395178
	W	ZN	CDK	PBK	SK	SIX	CLI	NO3I	SO4I
W	1.000000								
ZN	0.266025	1.000000							
CDK	-0.044464	0.276415	1.000000						
PBK	-0.274615	0.730075	0.337657	1.000000					
SK	0.070331	0.334907	0.295601	0.232166	1.000000				
SIX	0.166427	0.424508	0.429568	0.373093	0.590414	1.000000			
CLI	0.388019	0.184842	0.190710	0.029056	0.563182	0.433020	1.000000		
NO3I	0.486108	0.157644	0.382660	0.037010	0.618638	0.432669	0.796323	1.000000	
SO4I	0.124986	0.429094	0.192788	-0.006925	0.920153	0.453597	0.589431	0.700120	1.000000
TPH	0.146919	0.634744	0.434762	0.529101	0.755110	0.918835	0.428657	0.472706	0.598451
	TPH								
TPH	1.000000								

表Ⅶ-1-19 方法Ⅱによる因子負荷量(第1次現地調査)

生成分	1	2	3	4	5	6	7	8
AG	0.660592	-0.293333	0.200126	0.225914	0.222370	-0.089837	-0.240456	-0.181617
AL	0.924200	-0.167828	-0.283814	-0.001550	0.042460	0.015213	-0.062770	-0.083880
AS	0.605896	0.130657	-0.052841	-0.052955	-0.351201	-0.407135	0.342941	0.254392
BA	0.038001	0.037681	-0.584040	0.263028	0.120449	0.424883	0.292744	-0.159439
BR	0.407809	-0.523431	0.361845	-0.214567	0.109782	0.177276	-0.147323	0.077324
CA	0.829303	0.289717	-0.022563	0.189439	-0.108086	0.044416	0.120372	0.075508
CE	0.897583	-0.090084	-0.241241	0.197744	0.139076	0.025119	0.120372	0.062994
CL	0.243794	0.705759	0.290468	0.437720	0.206664	0.181402	-0.156175	0.082979
CO	0.721111	0.098684	0.025040	-0.025361	0.204846	-0.273223	-0.247325	-0.351323
CR	0.669646	-0.086232	0.518924	0.142449	-0.234206	-0.061421	0.235019	0.051079
CS	0.797118	-0.040830	0.352607	-0.232796	0.094956	-0.115674	0.056792	-0.000268
CU	0.147733	-0.182021	-0.214320	-0.304861	0.794215	-0.327425	0.022384	0.113964
FE	0.943182	-0.246716	-0.014615	-0.121431	0.093290	-0.079815	-0.050410	-0.107397
HF	0.716307	-0.445273	-0.125176	0.133083	0.129989	-0.076788	0.208322	0.053729
K	0.346382	0.104149	0.129333	-0.544408	0.053639	-0.407592	0.248052	-0.065075
LA	0.361629	-0.394849	-0.301007	0.100421	-0.339204	0.395057	0.310359	0.200263
LU	0.727725	-0.410167	-0.312672	0.315821	-0.058234	-0.012137	-0.198236	0.041295
MN	0.943120	0.066289	0.083533	0.079242	0.052706	0.141121	0.091069	-0.123079
NA	-0.135901	0.416901	-0.443517	0.132156	0.403997	0.429730	-0.103750	0.253236
NI	0.118847	0.780301	0.135071	-0.281334	0.007215	0.191519	0.008840	-0.174799
SB	0.492817	-0.030005	0.771568	0.176877	0.202878	0.173996	0.133738	-0.058364
SC	0.934901	-0.175857	-0.189869	0.003216	0.074383	-0.113509	-0.153646	-0.063938
SE	0.082475	0.399965	-0.012772	-0.019721	0.362922	-0.280318	0.369376	0.428288
SH	0.885617	-0.011455	-0.313142	0.159479	-0.127256	0.063661	-0.027761	-0.108181
TH	0.870994	-0.325985	-0.107354	-0.153412	-0.104703	0.033115	0.131998	0.057309
TI	0.880998	0.200915	-0.131411	0.012776	0.158814	-0.002305	0.133457	-0.011636
V	0.334751	0.664037	-0.047586	-0.432674	-0.238781	-0.199651	-0.070868	-0.232887
W	0.279839	0.214496	0.248996	0.618017	0.010409	-0.335278	0.401870	-0.188552
ZN	0.627825	-0.272739	0.680503	-0.010128	0.097404	0.037714	0.065618	-0.044340
CDK	0.476877	-0.097177	0.048212	-0.025023	-0.305705	-0.269834	-0.339871	0.579686
PER	0.467890	-0.435735	0.432310	-0.212595	0.087871	0.430573	-0.119408	0.290762
SK	0.687642	0.545648	0.077262	-0.412097	-0.135647	0.063585	0.028096	-0.026516
SIL	0.949667	-0.062739	-0.275710	0.014380	-0.009642	0.070317	-0.039106	-0.027119
CLI	0.498106	0.684001	0.119192	0.372954	0.065313	0.191067	-0.174273	0.065850
NO3I	0.522845	0.649431	0.058824	0.199058	-0.104877	-0.002189	-0.250984	0.283717
SO4I	0.534396	0.714945	-0.035321	-0.327996	-0.114655	-0.042453	0.092409	0.050556
TPM	0.970633	0.010314	0.021150	-0.207379	0.053101	0.037327	0.013078	0.020561
VP	15.930824	5.107796	3.197919	2.391700	1.957932	1.783848	1.355384	1.269917
PERCENT	43.1%	13.8%	8.6%	6.5%	5.3%	4.8%	3.7%	3.4%
CUM PCT	43.1%	56.9%	65.5%	72.0%	77.3%	82.1%	85.7%	89.2%

表Ⅶ-1-20 方法Ⅱによるスコア（第1次現地調査）

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8
MP01	0.6768	0.4851	-0.3132	1.7546	-0.4570	-0.3550	-1.2117	-0.0346
MP02	-1.0043	0.0235	0.0616	-0.3002	-0.2707	-0.2408	-0.4715	0.0484
MP03	-0.6784	0.0475	0.3715	-0.6600	-0.5436	-0.0640	-0.2989	-1.1736
MP04	2.0168	0.9582	-1.5015	0.6288	-1.5400	-1.4052	0.8869	0.5853
MP05	1.0326	3.0235	0.2233	-1.7059	0.4679	1.1889	0.1484	-0.6655
MP06	-0.3797	0.2778	0.4395	0.1815	-1.2532	-0.6863	0.0739	0.7579
MP07	1.9055	-1.2906	-0.4184	-0.7190	1.9606	-1.5562	-1.5387	-1.0538
MP08	-0.7915	0.4319	-0.5218	-0.5705	2.0345	-0.9005	0.8156	2.7295
MP09	-0.7813	0.5363	-0.2555	-0.7613	0.3744	0.3898	0.0473	-0.0354
MP10	-0.6158	-0.7108	-0.6098	-0.9580	0.5243	0.1247	0.9395	-0.7877
MP11	-0.4919	-1.4273	-0.1443	-0.1971	-0.3872	-0.2055	0.7142	0.0782
MP12	0.2327	0.1728	2.0590	0.9434	0.5777	0.9535	-0.9850	0.7286
MP13	-0.5879	-0.0787	0.4630	-0.9606	-1.3285	-0.8449	-0.7321	-1.0165
MP14	0.0605	0.3755	2.0454	1.8939	0.9395	-0.8638	2.1346	-1.1827
MP15	-0.5544	0.1839	-0.3213	1.0567	0.5400	0.5017	-2.0488	0.6270
MP16	-0.8332	-0.2219	0.0490	-0.4205	-0.7342	-1.0795	0.2797	0.5323
MP17	1.9528	-1.8221	1.2767	-1.0983	-0.6568	1.5383	0.6751	1.0226
MP18	-1.0364	-0.1817	-0.1809	0.1868	-0.0030	0.2642	-0.1903	-0.9116
MP19	-0.1170	-0.2855	-0.5720	0.4723	-0.9709	1.4825	-0.2741	0.7487
MP20	-0.0061	-0.4975	-2.1505	1.2334	0.7242	1.7580	1.0358	-0.9971
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

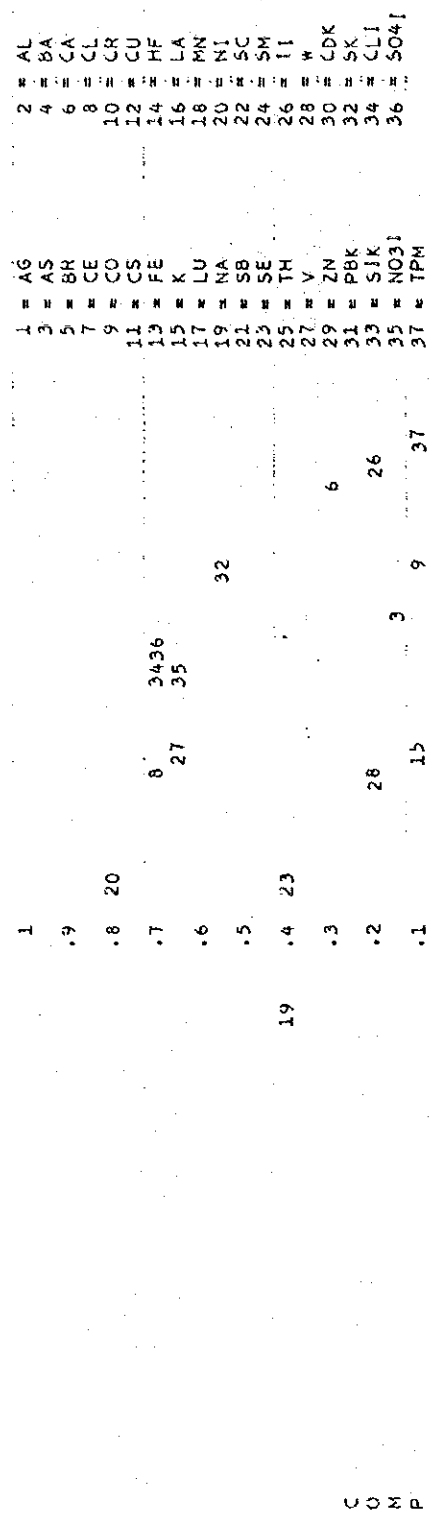
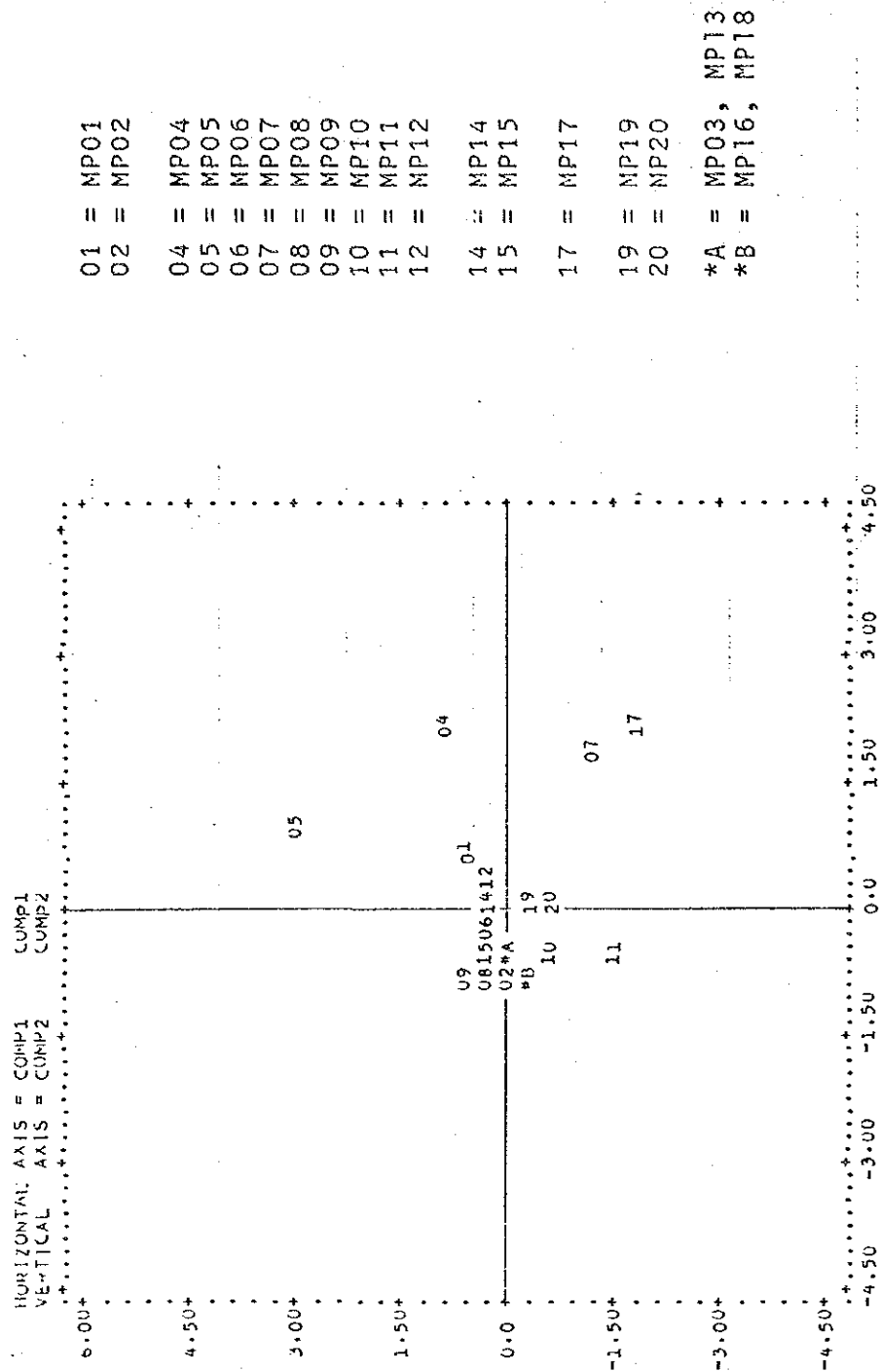


図 VII-1-9 方法 II による因子負荷量の分布 (第1 次現地調査)



図VII-1-10 方法Ⅱによるスコアの分布(第1次現地調査)

表Ⅶ-1-21 方法Ⅱによる相関行列(第2次現地調査)

	AG	AL									
AG	1.000000										
AL	-0.032516	1.000000									
	AG	AL	AS	BA	BR	CA	CE	CL	CO		
AS	0.117753	0.095963	1.000000								
BA	0.066019	0.205869	0.262269	1.000000							
BR	0.005971	0.126922	0.011769	-0.298160	1.000000						
CA	-0.116674	0.007291	0.533271	0.127487	0.391157	1.000000					
CE	0.024424	0.913638	0.705491	0.350939	-0.043837	0.633553	1.000000				
CL	0.166278	0.120852	0.533167	0.285329	0.134053	0.603478	0.244392	1.000000			
CO	0.075031	0.446025	0.379716	0.281582	0.004225	0.747432	0.604237	0.550317	1.000000		
CR	0.135442	0.217806	0.759546	0.223057	0.126709	0.855993	0.674001	0.710411	0.757285		
CS	-0.137555	0.748684	0.646181	0.039921	0.057559	0.201709	0.613059	-0.083723	-0.061923		
CU	-0.337876	0.115118	0.087521	0.166846	-0.068739	0.221061	0.268831	-0.195820	-0.048160		
FE	0.012660	0.614026	0.615424	0.313698	0.137381	0.888672	0.765180	0.532974	0.749894		
HF	-0.120941	0.833159	0.654674	0.320154	0.286780	0.649562	0.762753	0.238696	0.493953		
K	0.094260	0.490186	0.446360	0.153939	0.145685	0.352788	0.439260	0.365513	0.237005		
LA	0.020836	0.136124	0.602710	0.351784	-0.041660	0.713537	0.875185	0.284564	0.611857		
LU	0.407355	0.090694	0.322440	-0.009000	0.325477	0.288585	0.553900	0.022569	0.153177		
MN	-0.067881	0.446873	0.470224	0.234226	0.057515	0.629208	0.464757	0.592095	0.669765		
NA	0.023560	-0.077459	0.021601	0.154110	-0.120771	-0.159070	-0.037136	0.190648	-0.380477		
NI	-0.233417	-0.331727	0.019379	0.201819	-0.005088	0.273984	-0.168550	0.517588	0.043880		
SB	-0.008955	0.444395	0.459378	-0.158749	0.206307	0.505491	0.509291	-0.004284	0.220803		
SC	-0.041168	0.930330	0.679221	0.096325	0.358232	0.710569	0.856234	0.279090	0.557913		
SE	0.450301	0.448025	0.654354	0.363739	-0.211861	0.449088	0.420920	0.570171	0.566555		
SM	-0.036092	0.913583	0.740336	0.466503	0.041395	0.588433	0.912724	0.214540	0.579996		
TH	0.007953	0.687793	0.687420	0.152077	0.044197	0.409724	0.787805	0.054670	0.371438		
TI	-0.043401	0.695538	0.592090	-0.082438	0.487433	0.675480	0.624171	0.324972	0.529608		
V	-0.051048	0.071735	0.390772	0.273800	-0.012551	0.550866	0.267699	0.489162	0.450116		
W	0.365299	0.255150	0.283001	0.137173	0.048727	0.483887	0.376044	0.634170	0.604120		
ZN	0.009584	0.122340	0.316783	0.308723	0.071127	0.754581	0.386356	0.633281	0.276527		
CDK	0.005157	0.025049	0.361512	0.359771	0.096633	0.476800	0.444467	0.466298	0.162280		
PBK	0.130501	0.098544	-0.004468	-0.312335	0.498225	0.449923	0.022512	0.068913	0.162280		
SK	-0.085262	0.388877	0.725623	0.421791	0.107176	0.866416	0.735307	0.667912	0.660978		
SLK	-0.036788	0.983801	0.152782	0.271913	0.129404	0.535580	0.917921	0.211402	0.435088		
CLI	0.021692	0.223514	0.489449	0.205161	0.171751	0.721476	0.339154	0.924926	0.697986		
NQ31	0.332712	0.314103	0.679541	0.306827	-0.108724	0.232500	0.561056	0.450462	0.445701		
SO4I	0.225090	0.336838	0.671800	0.448085	0.038724	0.731729	0.539724	0.671005	0.726386		
TPH	-0.063027	0.808021	0.527669	0.121355	0.421218	0.423035	0.650047	0.231240	0.231240		
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN		
CR	1.000000										
CS	0.256377	1.000000									
CU	0.096174	0.160252	1.000000								
FE	0.907597	0.333974	0.301563	1.000000							
HF	0.291394	0.556508	0.253474	0.700535	1.000000						
K	0.381304	0.554285	0.004440	0.452366	0.449825	1.000000					
LA	0.707769	0.465646	0.363062	0.846329	0.716397	0.296242	1.000000				
LU	0.322848	0.333694	0.326063	0.423504	0.417506	0.235409	0.508394	1.000000			
MN	0.673870	0.082144	0.290175	0.493163	0.438026	0.325825	0.616647	0.107491	1.000000		
NA	-0.124821	0.174317	0.100291	-0.116107	-0.280582	0.359782	-0.141820	0.052097	-0.087187		
NI	0.216916	-0.137656	-0.048837	0.205412	-0.111227	0.323389	-0.044082	-0.048871	0.472517		
SB	0.485202	0.420234	0.440902	0.462013	0.269317	0.465694	0.498818	0.378838	0.378930		
SC	0.637376	0.621571	0.173423	0.705119	0.422157	0.442000	0.720172	0.618296	0.650925		
SE	0.751927	0.068565	0.128036	0.635710	0.292830	0.263588	0.485629	0.336360	0.404203		
SM	0.615422	0.658921	0.216824	0.702827	0.807443	0.457788	0.789252	0.403292	0.251564		
TH	0.471732	0.604893	0.108688	0.549886	0.745185	0.533038	0.719930	0.410262	0.378369		
TI	0.617044	0.465907	-0.058337	0.556269	0.569775	0.324066	0.498130	0.380696	0.583152		
V	0.567196	0.025209	0.178804	0.488827	0.186445	0.151570	0.429988	-0.075709	0.378369		
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN		
W	0.690121	0.006760	-0.268012	0.483117	0.245779	0.100854	0.482139	0.252976	0.432071		
ZN	0.665717	0.023443	0.235112	0.820654	0.353721	0.231620	0.590022	0.081817	0.953088		
CDK	0.370104	0.412941	0.259427	0.529777	0.386206	0.776116	0.420404	0.244511	0.418736		
PBK	0.218568	-0.091180	-0.021454	0.224004	0.324095	-0.024844	0.095746	0.316868	0.172161		
SK	0.894331	0.378515	0.271918	0.925925	0.715443	0.527105	0.736741	0.263354	0.861233		
SLK	0.346960	0.721006	0.157182	0.611426	0.834475	0.513105	0.741369	0.551021	0.262742		
CLI	0.724175	-0.105829	-0.170767	0.596323	0.352553	0.226604	0.407227	0.052792	0.595261		
NQ31	0.496494	0.495561	-0.298853	0.294756	0.366795	0.149719	0.433466	0.236111	0.094089		
SO4I	0.694046	0.098444	0.157207	0.062025	0.491250	0.307443	0.621088	0.192984	0.832621		
TPH	0.368011	0.066159	0.036408	0.436370	0.619371	0.584861	0.481107	0.575892	0.105251		
	NA	NI	SB	SC	SE	SM	TH	TI	V		
NA	1.000000										
NI	0.306446	1.000000									
SB	-0.006969	-0.213398	1.000000								
SC	-0.143524	-0.433929	0.575501	1.000000							
SE	-0.129632	0.092399	0.316736	0.287103	1.000000						
SM	-0.150781	-0.405426	0.419681	0.847995	0.442205	1.000000					
TH	-0.118608	-0.260998	0.387724	0.772765	0.304410	0.860036	1.000000				
TI	-0.405776	-0.093011	0.557630	0.811710	0.211919	0.634018	0.646531	1.000000			
V	-0.122021	0.395760	0.358238	0.156122	0.529788	0.270524	0.081399	0.133448	1.000000		
W	-0.226907	-0.015770	0.274882	0.352477	0.743446	0.359938	0.349459	0.484085	0.470456		
ZN	-0.096971	0.454474	0.378680	0.280497	0.762584	0.361126	0.221539	0.360113	0.656778		
CDK	0.206160	0.395161	0.125294	0.423011	0.298946	0.447534	0.372738	0.231769	0.256512		
PBK	-0.379390	-0.085399	0.250102	0.324171	-0.067613	0.076843	0.047627	0.457223	0.088981		
SK	0.056117	0.381149	0.377868	0.665232	0.603498	0.703427	0.485269	0.525814	0.519051		
SLK	0.005984	-0.243449	0.438478	0.915067	0.261992	0.921244	0.873819	0.702467	0.096990		
CLI	-0.070879	0.399872	0.043883	0.415965	0.496374	0.297976	0.099036	0.418792	0.519149		
NQ31	-0.042507	-0.275188	0.114971	0.432642	0.411028	0.575861	0.515327	0.404410	0.322005		
SO4I	-0.168305	0.267665	0.373704	0.428058	0.869351	0.573972	0.365694	0.448426	0.693027		
TPH	-0.202883	-0.149557	0.374620	0.827786	-0.003819	0.650424	0.703527	0.711123	-0.065983		
	W	ZN	CDK	PBK	SK	SLK	CLI	NQ31	SO4I		
W	1.000000										
ZN	0.297970	1.000000									
CDK	0.107636	0.494568	1.000000								
PBK	-0.200906	0.167726	-0.065761	1.000000							
SK	0.410229	0.791470	0.624481	0.125362	1.000000						
SLK	0.494713	0.190211	0.456159	0.085976	0.636050	1.000000					
CLI	0.631777	0.593764	0.377715	0.165409	0.676117	0.268789	1.000000				
NQ31	0.086590	0.192624	0.064478	-0.065933	0.340308	0.575517	0.436118	1.000000			
SO4I	0.723840	0.905758	0.381098	0.181296	0.807369	0.387742	0.639024	0.481697	1.000000		
TPH	0.162892	0.026001	0.444004	0.200063	0.440447	0.815252	0.238279	0.378426	0.143466		
TPH	1.000000										

表Ⅷ-1-22 方法Ⅱによる因子負荷量(第2次現地調査)

主成分	1	2	3	4	5	6	7
AG	0.073149	0.127257	-0.279629	-0.555812	0.275267	0.586227	0.269292
AL	0.792856	-0.580092	0.044763	-0.086120	-0.009731	-0.105712	0.049018
AS	0.823243	-0.063312	0.101343	-0.244661	0.091267	0.043520	-0.319168
BA	0.335499	0.189729	0.494550	-0.279251	-0.097477	-0.140977	0.469482
BR	0.176629	-0.186794	-0.575192	0.581465	0.384894	0.098601	0.108831
CA	0.848778	0.239541	-0.186303	0.378280	-0.029147	-0.081891	0.015392
CE	0.873964	-0.312910	0.121785	-0.130138	-0.157041	-0.040286	0.068103
CL	0.572344	0.592660	0.048995	-0.028521	0.485063	-0.034687	0.002514
CO	0.723970	0.320129	-0.210443	-0.117122	-0.080177	-0.291144	0.202257
CR	0.902442	0.335208	-0.109717	-0.004874	-0.018192	0.043847	-0.107296
CS	0.515987	-0.622802	0.315233	0.017881	0.049916	0.051151	-0.359484
CU	0.198534	-0.114142	0.285333	-0.385153	-0.659837	0.316493	0.118953
FE	0.913906	0.188612	0.024264	0.173969	-0.165118	0.034949	0.122986
HF	0.796790	-0.311659	-0.022034	0.117427	-0.084886	-0.258394	0.227221
K	0.533704	-0.144394	0.421447	0.183906	0.449313	0.145778	0.310888
LA	0.651085	-0.086710	0.062210	-0.052041	-0.304410	-0.000001	0.117249
LU	0.474958	-0.434537	-0.016793	-0.016793	-0.026526	0.563295	0.309231
MN	0.719674	0.528614	0.054018	-0.279462	0.211390	0.036758	-0.031392
NA	-0.085555	-0.042082	0.649072	0.121516	0.419311	0.436144	-0.069647
NI	0.067926	0.637417	0.416305	0.431567	0.276035	-0.114207	-0.117203
SB	0.524607	-0.138074	-0.202175	0.190380	-0.340854	0.432254	-0.420205
SC	0.854831	-0.428199	-0.150170	0.108183	0.052741	-0.061059	0.023353
SE	0.641590	0.466642	0.019536	-0.391415	-0.145318	0.293780	-0.023570
SM	0.861489	-0.340362	0.112782	-0.149438	-0.133426	-0.183479	0.085145
TH	0.733350	-0.517321	0.077022	-0.170127	-0.029069	-0.092753	-0.122104
TI	0.725396	-0.258025	-0.374527	0.147252	0.190334	-0.118599	-0.231790
V	0.484183	0.549398	0.034454	0.031104	-0.183211	0.008663	-0.249980
W	0.603765	0.370037	-0.376068	-0.471210	0.172465	0.151849	-0.109032
ZN	0.689532	0.622117	-0.000444	0.114937	-0.197920	0.133358	-0.069479
CDK	0.548100	0.025642	0.541414	0.279909	0.311839	0.202466	0.200007
PBK	0.216655	-0.040002	-0.753447	0.462336	0.127339	0.087240	0.169391
SK	0.903659	0.237184	0.208600	0.197236	-0.014491	-0.054861	0.044189
SLK	0.820519	-0.523265	0.098507	-0.091376	0.056328	-0.109170	0.015023
CLI	0.621665	0.523298	-0.117539	0.019168	0.336301	-0.232653	0.041451
NO3I	0.556433	-0.051944	-0.096735	-0.672945	0.225935	-0.118280	-0.111909
SO4I	0.804560	0.499090	-0.048063	-0.116455	-0.116001	0.085684	0.011496
TPM	0.628268	-0.575137	0.034165	0.144162	0.372002	0.000730	0.013369
VP	16.023026	5.487446	3.094229	2.811961	2.303757	1.712104	1.223734
PERCENT	43.3%	14.8%	8.4%	7.5%	6.2%	4.6%	3.3%
CUM PCT	43.3%	58.1%	66.5%	74.1%	80.3%	85.0%	88.3%

表Ⅶ-1-23 方法Ⅱによるスコア（第2次現地調査）

主成分	1	2	3	4	5	6	7
MP01	0.3337	1.0485	0.6049	-0.0557	0.3234	-0.8443	-0.7337
MP02	-0.4752	0.2793	-0.2018	0.7146	0.0624	-1.0994	0.4040
MP03	-1.3712	0.2845	0.4323	0.4193	0.0077	-0.3713	0.0146
MP04	-0.5115	-0.0337	0.8897	0.5281	2.1199	0.7699	0.1889
MP05	-0.6694	-0.0044	0.9278	0.6863	1.5976	0.9001	0.9081
MP06	0.0911	-0.4193	0.7368	-0.9151	-1.3652	-2.0107	1.9853
MP07	2.7655	-1.5633	-1.4917	1.5310	0.8329	-0.2939	0.0157
MP08	0.9597	-1.1601	2.0643	-0.9691	-0.3294	1.3345	1.4556
MP09	0.5115	-0.7484	1.2341	-0.6345	1.0689	-0.8082	-2.0036
MP10	-0.4063	-0.7683	0.5098	0.6008	-2.1727	1.9091	-1.9740
MP11	0.1708	-1.3078	0.2632	-0.4131	-0.9368	-1.1406	-0.8268
MP12	0.9086	0.9350	-1.2258	-1.5760	-0.0173	1.4896	0.7901
MP13	-0.8580	-0.4576	-1.6083	0.6804	-0.1274	0.2431	0.2908
MP14	-0.7968	0.1159	-0.6379	-0.0467	-0.1129	0.6004	0.4391
MP15	0.0494	1.0358	-0.5570	-1.6923	0.1026	0.1800	-0.9250
MP16	0.0864	0.1256	-1.2123	-1.7691	0.4621	0.0922	-0.2694
MP17	-0.5479	-0.5163	-0.7235	0.9851	-1.0440	0.4211	0.8694
MP18	-1.2353	0.0700	-0.1791	0.5691	0.1635	-0.2578	-0.2674
MP19	1.6082	2.9025	0.8032	1.4995	-0.9760	-0.0628	-0.0075
MP20	-0.6031	0.1820	-0.6287	-0.1424	0.3406	-1.0491	-0.3544
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

COMPONENT 2

1 = AG
2 = AL
3 = AS
4 = BA
5 = BR
6 = CA
7 = CE
8 = CL
9 = CO
10 = CR
11 = CS
12 = CU
13 = FE
14 = HF
15 = K
16 = LA
17 = LU
18 = MN
19 = NA
20 = NI
21 = SB
22 = SC
23 = SE
24 = SM
25 = TH
26 = TI
27 = V
28 = W
29 = ZN
30 = ZOK
31 = PBK
32 = SK
33 = SIK
34 = CL1
35 = NO31
36 = SO41
37 = TPM

1	.1	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
.9												
.8												
.7												
.6												
.5												
.4												
.3												
.2												
.1												
.1												
1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.0	.1	.2
.9												
.8												
.7												
.6												
.5												
.4												
.3												
.2												
.1												
1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.0	.1	.2
.9												
.8												
.7												
.6												
.5												
.4												
.3												
.2												
.1												
1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.0	.1	.2
.9												
.8												
.7												
.6												
.5												
.4												
.3												
.2												
.1												

図VII-1-11 方法Ⅱによる因子負荷量の分布(第2次現地調査)

表Ⅶ-1-24 方法Ⅱによる相関行列(第3次現地調査)

	AS	AL							
AG	1.000000								
AL	-0.086695	1.000000							
	AG	AL	AS	BA	BR	CA	CE	CL	CO
AS	-0.065306	0.451791	1.000000						
BA	-0.038797	0.125296	-0.123814	1.000000					
BR	-0.080230	0.493342	-0.042095	-0.073375	1.000000				
CA	0.147839	0.127055	0.180605	0.270342	-0.259602	1.000000			
CE	0.010497	0.083801	0.226514	0.068030	0.397957	0.172437	1.000000		
CL	0.132783	-0.047520	0.160707	-0.230393	-0.402939	0.496640	-0.017310	1.000000	
CO	0.212728	0.255991	0.350700	-0.062914	-0.143880	0.711790	0.363325	0.535047	1.000000
CR	0.090696	0.463020	0.768202	-0.102436	0.034895	0.563658	0.194157	0.348811	0.653119
CS	-0.194926	0.617726	0.438110	0.138563	0.264303	0.082729	0.459370	0.002317	0.300307
CU	-0.232131	0.167406	0.016798	0.075232	0.138185	0.611707	0.233809	0.209827	0.465018
FE	0.065201	0.252861	0.227294	0.601671	0.118361	0.631352	0.462039	0.406008	0.843811
HF	0.207626	0.285722	0.454880	0.265450	0.104160	0.330736	0.172215	-0.036729	0.374179
K	-0.179379	0.675074	0.569067	0.174248	0.076776	0.411007	0.561792	0.197886	0.470826
LA	0.187289	0.197045	0.183073	0.319673	0.001319	0.011222	0.546553	-0.299000	-0.008605
LU	-0.065117	0.090265	0.226941	0.012262	-0.164153	0.516667	0.023305	0.215189	0.142017
MN	0.090696	0.419975	0.201783	0.011070	-0.091117	0.764156	0.301296	0.500764	0.868942
NA	0.322054	-0.230436	0.151609	-0.249473	-0.394775	0.485445	-0.234375	0.908927	0.528539
NI	-0.152936	0.443018	0.004730	-0.132806	0.090273	-0.102194	0.036532	0.086948	-0.015891
SB	0.048402	0.680493	0.286422	-0.046796	0.419421	0.344874	0.369131	-0.133317	0.378891
SC	-0.062046	0.756208	0.347220	0.054397	0.462660	0.188675	0.591325	0.127216	0.127216
SE	-0.019812	-0.030426	0.393040	-0.162010	-0.374536	0.371899	0.063149	0.333619	0.383577
SH	0.036145	0.789752	0.463353	0.180658	0.198337	0.289865	0.835337	0.111715	0.552791
SI	-0.212811	0.937074	0.387098	0.129300	0.447620	0.092481	0.807836	-0.091996	0.388971
SO3I	-0.086603	0.857452	0.206858	0.050444	0.524248	0.107063	0.779781	-0.111921	0.352909
SO4I	0.237642	0.683794	0.349049	-0.206805	0.346791	0.352980	0.219234	0.217155	0.688709
TPM	0.003645	0.104111	0.230737	-0.086181	0.137464	0.551726	0.113551	0.247522	0.611235
	0.064915	0.230007	0.256561	-0.072831	-0.067926	0.751469	0.339321	0.438816	0.805727
	-0.083396	-0.148432	-0.111848	-0.251901	-0.045202	0.218418	-0.015803	0.086925	0.128257
	-0.011022	0.491641	-0.050189	-0.085096	0.978133	-0.150392	0.360346	-0.353687	-0.043119
	0.151126	0.250038	0.365119	-0.035761	-0.049908	0.843425	0.221932	0.516195	0.860891
	0.090405	0.958722	0.403116	0.185647	0.427205	0.161925	0.691688	-0.050246	0.391005
	0.111884	0.091450	0.213902	-0.112992	-0.310496	0.474243	0.119221	0.951176	0.609139
	-0.073802	0.345907	0.474983	0.296687	-0.115057	0.660700	0.455976	0.290968	0.627620
	0.158642	0.310672	0.391782	-0.081882	0.035138	0.662462	0.370419	0.457470	0.896358
	-0.072136	0.730243	0.405196	0.054440	0.550394	0.193295	0.770289	-0.050011	0.496387
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN
CR	1.000000								
CS	0.458305	1.000000							
CU	0.484024	0.146847	1.000000						
FE	0.463673	0.441884	0.589269	1.000000					
HF	0.598129	0.614956	0.087398	0.263302	1.000000				
K	0.450284	0.744820	0.176870	0.458476	0.459675	1.000000			
LA	0.070828	0.109978	-0.090563	-0.080490	0.182610	0.139256	1.000000		
LU	0.323878	0.179642	0.210652	0.065977	0.125838	0.443166	0.042331	1.000000	
MN	0.514028	0.151461	0.644149	0.909723	0.118189	0.309383	-0.119600	0.139090	1.000000
NA	0.344330	-0.135459	0.165292	0.323756	-0.042894	0.075796	-0.422517	0.199884	0.469389
NI	-0.068519	0.306179	-0.338641	0.200547	0.017374	0.344358	-0.258949	0.139262	-0.041908
SB	0.426772	0.448462	0.328987	0.392982	0.183662	0.338571	0.292578	0.334556	0.415363
SC	0.376024	0.655953	0.162627	0.601402	0.597670	0.692617	0.041639	0.100097	0.274258
SE	0.295453	0.135032	0.340288	0.410984	-0.108201	0.191339	0.172996	0.489353	0.885171
SH	0.379385	0.731605	0.160607	0.562104	0.446830	0.790459	0.387296	0.226680	0.380956
SI	0.325643	0.831329	0.142954	0.521335	0.518157	0.712126	0.314857	0.055723	0.252018
SO3I	0.311441	0.646607	0.279846	0.492019	0.446370	0.475852	0.441253	0.078701	0.247881
SO4I	0.605199	0.451113	0.285195	0.563500	0.375667	0.347632	-0.205987	-0.096797	0.592216
	CR	CS	CU	FE	HF	K	LA	LU	MN
K	0.578727	0.100749	0.302669	0.387764	0.334497	0.195493	0.168158	0.449655	0.555947
ZN	0.516228	0.197641	0.631030	0.660092	0.093332	0.366003	-0.009013	0.298547	0.949257
CDK	-0.089129	-0.095925	0.288019	0.345541	-0.448658	-0.153804	-0.165132	0.269163	0.452622
PBK	0.099898	0.258726	0.223212	0.184738	0.190942	0.055955	-0.000869	-0.068377	-0.007052
SK	0.105746	0.400463	0.589972	0.759046	0.328139	0.502371	-0.123734	0.486079	0.864478
SLK	0.259386	0.896369	0.174077	0.215807	0.613360	0.753311	0.224975	0.186998	0.225567
CL1	0.393352	0.099700	0.219022	0.464788	0.069774	0.274657	-0.217053	0.126546	0.526219
NO3I	0.539143	0.612121	0.517288	0.537288	0.330572	0.582526	0.405239	0.471542	0.621816
SO4I	0.648424	0.481195	0.461444	0.627632	0.252830	0.505734	-0.113785	0.182681	0.897388
TPM	0.457208	0.797903	0.242045	0.611135	0.552894	0.703266	0.252685	0.106124	0.363391
	NA	NI	SB	SC	SE	SH	TH	TI	V
NA	1.000000								
NI	0.015483	1.000000							
SB	-0.089512	-0.157887	1.000000						
SC	-0.024822	0.499641	0.212871	1.000000					
SE	0.325976	0.001208	0.305896	0.003432	1.000000				
SH	-0.038777	0.160546	0.332509	0.744063	0.241071	1.000000			
TH	-0.498949	0.450789	0.315938	0.857201	0.007230	0.891993	1.000000		
TI	-0.332737	0.168221	0.346216	0.743063	0.044873	0.716855	0.880806	1.000000	
V	0.202978	-0.079727	0.584027	0.337980	-0.051590	0.299634	0.326343	0.240619	1.000000
W	0.471420	-0.194880	0.501384	0.051036	0.405662	0.242005	0.163495	0.306522	0.513946
ZN	0.364946	-0.046841	0.587937	0.247808	0.591188	0.390772	0.272686	0.287680	0.576463
CDK	0.090907	-0.066302	0.405009	-0.189262	0.535959	-0.059102	-0.113369	-0.091559	0.046496
PBK	-0.330506	0.063243	0.464600	0.460743	-0.275873	0.163678	0.423906	0.548277	0.345269
SK	0.940690	-0.045912	0.589029	0.318167	0.479025	0.414215	0.257421	0.235361	0.691235
SLK	-0.205294	0.203478	0.283672	0.914499	0.052234	0.875087	0.960139	0.832307	0.286302
CL1	0.842644	0.067751	-0.158460	0.255048	0.289400	0.270202	0.075899	0.043565	0.236375
NO3I	0.208235	-0.439184	0.529574	0.312108	0.641938	0.611948	0.429859	0.443572	0.277137
SO4I	0.456195	0.001010	0.569474	0.365176	0.367391	0.515736	0.388629	0.294933	0.824290
TPM	-0.405703	0.493135	0.486787	0.878539	0.033829	0.846591	0.961704	0.890938	0.500109
	K	ZN	CDK	PBK	SK	SLK	CL1	NO3I	SO4I
K	1.000000								
ZN	0.633643	1.000000							
CDK	0.427741	0.586840	1.000000						
PBK	-0.005807	0.031700	0.028760	1.000000					
SK	0.732421	0.087242	0.334391	0.056775	1.000000				
SLK	0.171818	0.455050	-0.161792	0.422823	0.306933	1.000000			
CL1	0.218004	0.416364	-0.038084	-0.269387	0.502622	0.118169	1.000000		
NO3I	0.259342	0.080979	0.181447	-0.045987	0.704213	0.466934	0.355807	1.000000	
SO4I	0.639714	0.085759	0.310358	0.090149	0.912420	0.356054	0.483090	0.602222	1.000000
TPM	0.688945	0.287322	-0.072047	0.546279	0.415685	0.941670	0.102367	0.478128	0.518682
TPM	1.000000								

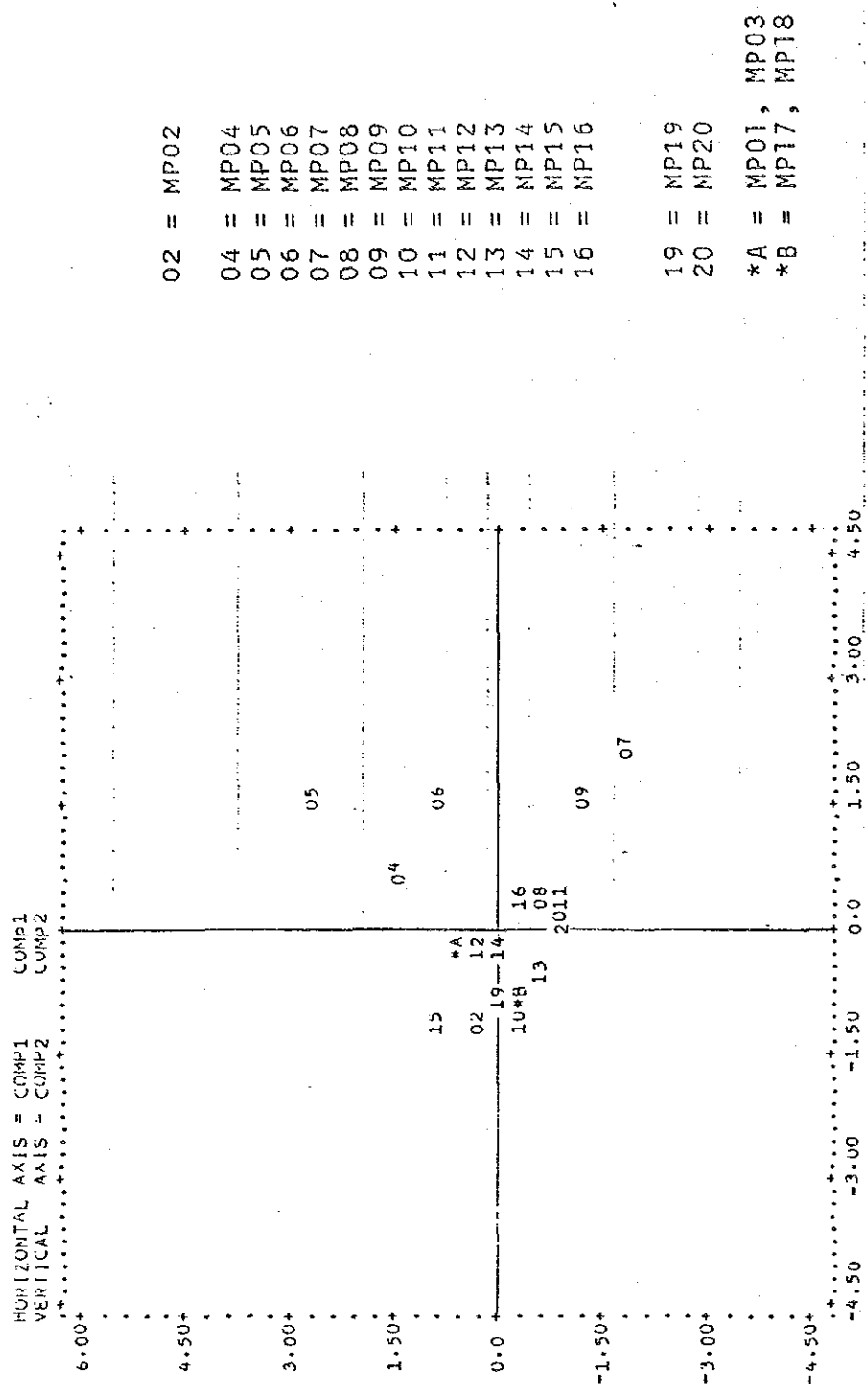
表Ⅶ-1-25 方法Ⅱによる因子負荷量(第3 次現地調査)

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AG	0.039968	0.208133	0.001440	-0.056857	0.588847	-0.173610	0.433463	0.503550	0.043613
AL	0.725025	-0.619066	-0.143574	-0.113641	-0.119150	-0.090029	-0.019381	0.138246	0.005065
AS	0.513140	-0.000620	-0.255973	0.231558	0.252109	0.488156	0.087970	-0.466220	-0.093611
BA	0.052164	-0.189392	-0.060985	0.474468	0.074426	-0.498740	-0.081868	0.184961	-0.0141934
BH	0.216209	-0.619903	0.472798	-0.451469	0.056519	0.070451	-0.065577	-0.035065	0.287810
CA	0.621441	0.548283	0.001165	0.188166	0.033819	-0.174073	-0.323374	0.212875	0.079504
CE	0.641696	-0.431836	0.109390	0.117971	-0.123631	0.303231	0.364920	-0.101560	0.123139
CL	0.327966	0.646200	-0.500289	-0.225473	-0.105949	-0.098873	0.131169	-0.044323	0.292032
CO	0.819818	0.406859	-0.068498	-0.125914	0.130786	-0.175846	0.073965	-0.023506	-0.137415
CR	0.676764	0.234771	-0.088318	0.036158	0.434731	0.307634	-0.092040	-0.224606	0.083254
CS	0.670444	-0.497014	-0.264857	0.052538	-0.141219	0.143825	-0.124095	-0.006807	-0.106315
CU	0.499471	0.293773	0.577232	0.014647	-0.231084	-0.255847	-0.409115	-0.218931	0.257000
FE	0.840385	0.208996	0.066973	-0.245351	-0.236077	-0.218175	-0.011674	0.014276	-0.187372
HF	0.534555	-0.282593	-0.254831	0.127236	0.539174	0.069492	-0.317505	0.119978	-0.084914
K	0.150050	-0.241151	-0.341650	0.170150	-0.098454	0.181724	-0.127337	-0.014229	-0.061474
LA	0.161048	-0.323354	0.165042	0.703508	0.194603	-0.222037	0.404121	-0.017866	0.084718
LU	0.530868	0.255079	-0.042426	0.426543	-0.202528	0.498650	-0.186920	0.382332	0.364959
MN	0.737659	0.530942	0.171551	-0.142148	-0.130310	-0.230954	-0.032778	-0.014145	-0.180463
NA	0.418216	0.761531	-0.411250	-0.282593	0.067345	-0.004712	0.075523	0.028419	0.233753
NI	0.117891	-0.264949	-0.430474	-0.327729	-0.393309	0.302863	0.042234	0.401167	-0.197069
SB	0.572514	0.018599	0.631138	0.100815	0.113614	0.293739	0.038750	0.038084	-0.007907
SC	0.738741	-0.300820	-0.283333	-0.242314	-0.098164	0.019431	-0.057083	0.095805	0.050446
SE	0.381204	0.478426	0.047623	0.410002	-0.384655	0.272071	0.257020	-0.053649	-0.000633
SM	0.809052	-0.346918	-0.185647	0.187638	-0.073895	-0.113185	0.222707	-0.015035	-0.039232
TH	0.754760	-0.608007	-0.079875	0.009311	-0.073116	-0.063136	0.106788	-0.043217	-0.068653
TI	0.689517	-0.557287	0.120902	0.028111	-0.063352	-0.133878	0.157426	0.021745	0.181342
V	0.628039	0.170785	0.223490	0.462513	0.442120	0.081661	-0.029521	-0.111548	-0.197711
W	0.559052	0.403490	0.238898	-0.184832	0.340399	0.137464	0.123172	0.299205	0.032748
ZN	0.760693	0.508197	0.288512	-0.025631	-0.180125	-0.053660	0.047252	0.026455	-0.147614
CDX	0.131063	0.409666	0.528403	-0.016186	-0.532370	0.187722	0.166067	0.127429	-0.159359
PBK	0.274306	-0.549627	0.520635	-0.427965	0.065424	0.087093	-0.084437	0.052085	0.345265
SK	0.520560	0.520560	0.115458	-0.046782	0.072217	0.092096	-0.144062	0.105771	0.013244
SLK	0.768920	-0.519675	-0.175508	0.023680	-0.068277	0.007469	-0.035230	0.053805	0.011237
CLI	0.421985	0.511128	-0.541051	-0.217521	-0.075854	-0.224741	0.136408	-0.124085	0.299265
NO31	0.765160	0.218636	0.075026	0.508326	-0.075862	-0.074934	-0.078845	-0.141927	0.113941
SO41	0.825508	0.404968	0.127752	-0.202137	0.089217	-0.014311	0.046652	-0.032814	-0.209808
TPM	0.840719	-0.518079	0.037269	-0.096445	0.007667	0.012170	0.057700	-0.013618	-0.009736
VP	13.588947	7.097326	3.036736	2.672517	2.198548	1.727579	1.469236	1.193865	1.031374
PERCENT	36.2%	19.2%	8.2%	7.1%	5.9%	4.7%	4.0%	3.2%	2.8%
CUM PCT	36.2%	55.4%	63.6%	70.8%	76.7%	81.4%	85.4%	88.6%	91.4%

表Ⅶ-1-26 方法Ⅱによるスコア（第3次現地調査）

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MP01	-0.3000	0.5445	-1.1342	0.5025	1.4869	1.2676	-0.1095	-2.5125	0.0272
MP02	-1.1686	0.3956	-0.9481	-0.3672	-0.3882	-0.1613	-0.2601	-0.4599	0.2256
MP03	-0.2423	0.4643	-0.7584	-0.3856	0.5235	-0.4150	-1.1084	-0.6277	-0.0307
MP04	0.5748	1.4720	-0.1126	-1.1124	2.5332	0.0487	0.3502	1.2968	-1.2255
MP05	1.6015	2.5848	1.0573	-0.6876	-1.6975	-1.3671	0.1322	-0.7233	-0.7401
MP06	1.4757	0.9905	0.2418	2.0338	-0.1790	1.9187	-1.2429	0.8667	1.3573
MP07	2.1232	-1.8338	-1.6154	-2.1240	-0.3622	-0.0500	-0.5048	0.3948	0.5913
MP08	0.2702	-0.6911	0.2257	0.9465	-0.6929	0.7534	1.2967	0.3348	-1.5711
MP09	1.4518	-1.2186	0.0862	0.6467	0.1477	0.4950	0.9677	-1.1887	-1.0445
MP10	-1.1559	-0.4225	0.1530	-0.3946	-0.3464	0.9618	-0.5226	0.9546	-2.2013
MP11	0.2331	-0.8573	0.6704	0.4278	-0.3246	-0.9498	1.5720	-0.9945	0.7926
MP12	-0.2800	0.3691	-1.0488	0.0413	-1.4305	0.9671	0.5477	1.5183	0.7667
MP13	-0.6385	-0.6290	2.6427	-1.4756	0.0716	0.9776	-0.6171	-0.1068	1.0486
MP14	-0.3761	0.0452	0.0842	0.5487	1.2052	-0.9409	1.9517	1.5848	1.1184
MP15	-1.2649	0.7764	-1.3403	-0.5017	-0.8004	-0.3006	0.4781	-0.3682	1.0833
MP16	0.1631	-0.4039	1.0549	-0.1682	1.2138	-0.6272	-0.3906	-0.1193	0.9999
MP17	-0.7595	-0.2984	0.8883	-0.0716	-0.4520	0.2944	-0.7530	-0.3015	-0.0697
MP18	-0.8956	-0.3711	-0.0205	-0.2796	-0.5380	-0.2497	-0.3060	0.1760	-0.5644
MP19	-0.8253	-0.0605	0.1731	0.6272	-0.1631	-0.2741	0.6625	-0.3133	-0.0830
MP20	0.0070	-0.8563	-0.2993	1.7935	0.1928	-2.3486	-2.0837	0.5888	-0.4805
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

図VII-1-13 方法Ⅱによる因子負荷量の分布（第3次現地調査）



図Ⅷ-1-14 方法Ⅱによるスコアの分布 (第3 次現地調査)

表Ⅷ-1-27 方法Ⅱによる相関行列(第4次現地調査)

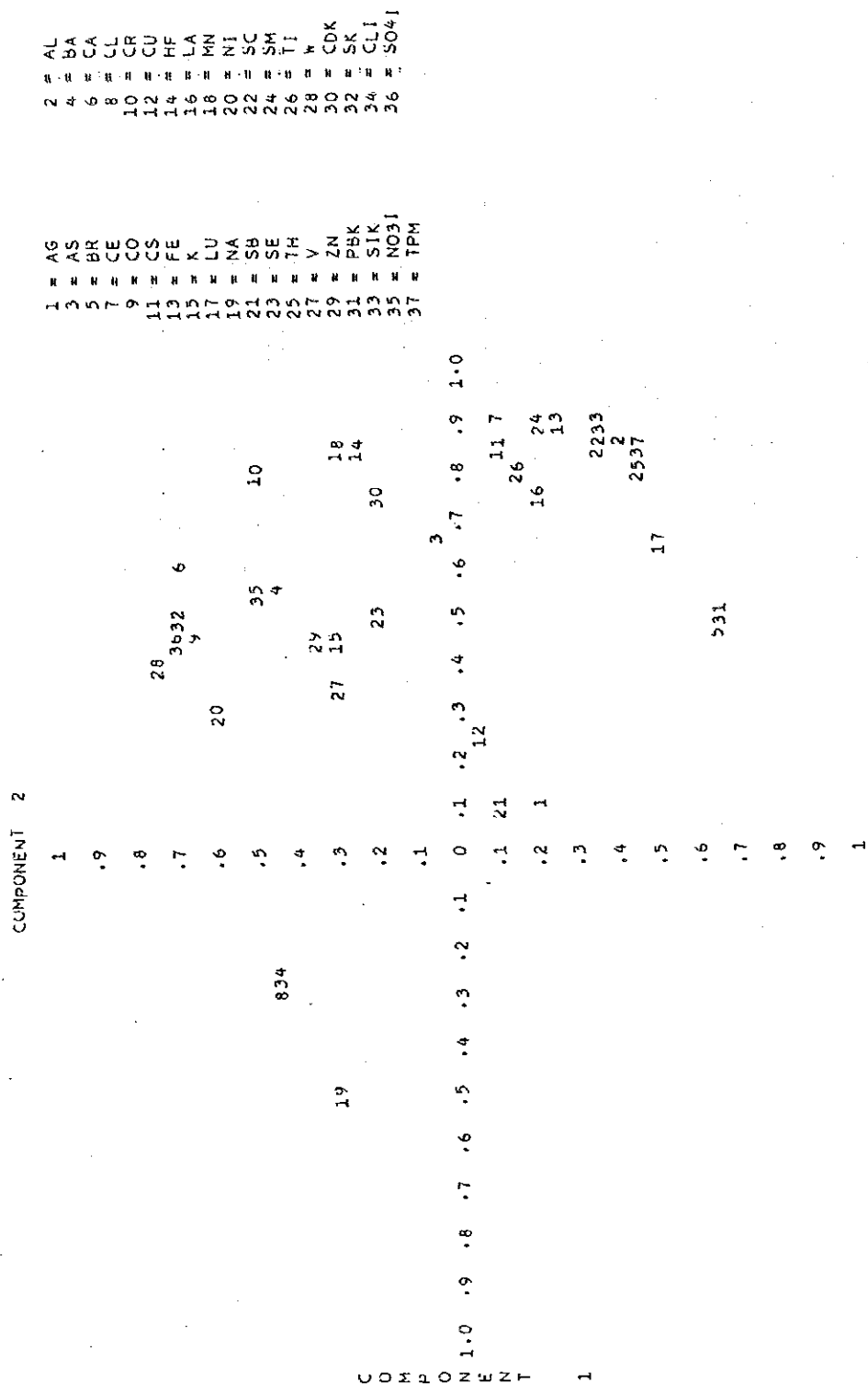
AG	AL	AS	BA	BR	CA	CE	CL	CO
AG	1.000000							
AL	0.196727	1.000000						
AS	-0.019832	0.540042	1.000000					
BA	0.028110	0.328911	0.080579	1.000000				
BR	0.072600	0.026479	0.153315	0.013519	1.000000			
CA	-0.034812	0.179376	-0.145924	0.745768	-0.068744	1.000000		
CE	0.211517	0.090966	0.416434	0.505686	0.427951	0.506327	1.000000	
CL	0.005805	-0.308540	-0.268706	-0.083426	-0.218405	0.084657	-0.207472	1.000000
CO	-0.008020	0.099002	-0.062834	0.863261	-0.164730	0.874653	0.015370	1.000000
CR	0.007012	0.461256	0.555111	0.806855	0.061641	0.824360	-0.173357	0.767351
CS	0.096644	0.769115	0.559577	0.366873	0.359013	0.471154	0.819817	0.338493
CU	-0.135378	0.093474	0.332095	-0.024840	0.036958	0.012906	0.236944	-0.182002
FE	0.109840	0.751581	0.649113	0.315731	0.551778	0.273254	0.823499	0.079142
HF	0.112415	0.017535	0.297531	0.839157	0.283123	0.752753	0.815382	-0.160743
K	-0.055940	0.249540	0.471484	0.470853	-0.101154	0.371895	0.329280	-0.066895
LA	0.228906	0.652929	0.368431	0.394053	0.386925	0.324253	0.838142	-0.329560
LU	0.259219	0.745820	0.366299	0.001081	0.436127	0.019246	0.773526	-0.287513
MN	-0.004496	0.602725	0.736578	0.459579	0.195155	0.628279	0.633217	-0.095204
NA	0.133932	-0.409419	-0.476280	-0.159610	-0.468965	-0.078971	-0.267701	0.871975
NI	-0.119566	-0.000515	-0.066066	0.785154	-0.184801	0.788659	0.317976	-0.052842
SB	-0.106856	0.123460	-0.002607	-0.123927	0.076518	0.016875	0.197025	-0.147014
SC	0.188477	0.992066	0.553545	0.340231	0.010356	0.191947	0.811235	-0.276535
SE	-0.065179	0.361629	0.536283	0.236985	-0.037778	0.327513	0.461608	0.095543
SH	0.195839	0.862755	0.413665	0.468419	0.524011	0.418151	0.957405	-0.208395
TH	0.110426	0.835292	0.425551	0.180767	0.526116	0.169765	0.864101	-0.310194
TI	0.099706	0.886248	0.537244	0.487939	0.549370	0.323968	0.739946	-0.236206
V	-0.086696	0.153320	0.677148	-0.059823	-0.062223	0.243680	0.097232	-0.076839
W	-0.075301	0.030144	0.075771	0.869928	-0.217120	0.864977	0.361737	0.051989
ZN	-0.136507	0.199565	0.655067	0.024591	0.024901	0.403194	0.204265	0.055591
CDK	0.132609	0.585094	0.478180	0.493095	0.094152	0.522705	0.648848	-0.060703
PBK	0.110996	0.682541	0.243034	-0.026456	0.947654	-0.089422	0.883857	-0.483183
SK	-0.084958	0.129436	0.448716	0.319093	-0.115284	0.768373	0.281763	0.165529
S1K	0.217854	0.491362	0.548464	0.378970	0.597265	0.250089	0.888893	-0.272247
CL1	0.056071	-0.251113	-0.226238	-0.088866	-0.457529	0.150277	-0.143553	0.965714
NO31	0.010260	0.205343	0.524779	0.157571	-0.099824	0.648636	0.429258	0.207776
SO41	-0.129465	0.082862	0.519640	0.271927	-0.170876	0.718952	0.232320	0.135944
TPM	0.149522	0.672479	0.488705	0.274533	0.812285	0.244711	0.805555	-0.403307
CR	1.000000							
CS	0.617857	1.000000						
CU	0.188567	0.099625	1.000000					
FE	0.553326	0.749296	0.231682	1.000000				
HF	0.688802	0.682814	0.158302	0.632367	1.000000			
K	0.564112	0.448970	0.013471	0.271503	0.421911	1.000000		
LA	0.527521	0.690696	0.575364	0.651741	0.727877	0.232118	1.000000	
LU	0.197238	0.780384	0.198791	0.673887	0.425451	0.247534	0.729251	1.000000
MN	0.009293	0.605432	0.287421	0.782050	0.653422	0.454840	0.458389	0.304894
NA	-0.365137	-0.366175	-0.463452	-0.467602	-0.291546	-0.145707	-0.466468	-0.302850
NI	0.701478	0.315690	-0.103760	-0.037593	0.644423	0.389894	0.232046	0.088905
SB	-0.029317	-0.063686	0.243020	0.158029	-0.084525	-0.202917	-0.005551	0.038572
SC	0.492983	0.747424	0.021154	0.948725	0.601772	0.264660	0.569634	0.686814
SE	0.459436	0.280422	0.112558	0.465514	0.297187	0.316422	0.207647	0.241840
SH	0.599046	0.821710	0.268449	0.813215	0.764168	0.366104	0.810478	0.782264
TH	0.351795	0.170670	0.408633	0.833334	0.580139	0.112655	0.858192	0.862785
TI	0.638631	0.674681	0.034689	0.859145	0.624921	0.385325	0.466711	0.442512
V	0.401075	0.175519	0.179465	0.354480	0.061623	0.180573	0.001339	-0.025190
CR	1.000000							
CS	0.617857	1.000000						
CU	0.188567	0.099625	1.000000					
FE	0.553326	0.749296	0.231682	1.000000				
HF	0.688802	0.682814	0.158302	0.632367	1.000000			
K	0.564112	0.448970	0.013471	0.271503	0.421911	1.000000		
LA	0.527521	0.690696	0.575364	0.651741	0.727877	0.232118	1.000000	
LU	0.197238	0.780384	0.198791	0.673887	0.425451	0.247534	0.729251	1.000000
MN	0.009293	0.605432	0.287421	0.782050	0.653422	0.454840	0.458389	0.304894
NA	-0.365137	-0.366175	-0.463452	-0.467602	-0.291546	-0.145707	-0.466468	-0.302850
NI	0.701478	0.315690	-0.103760	-0.037593	0.644423	0.389894	0.232046	0.088905
SB	-0.029317	-0.063686	0.243020	0.158029	-0.084525	-0.202917	-0.005551	0.038572
SC	0.492983	0.747424	0.021154	0.948725	0.601772	0.264660	0.569634	0.686814
SE	0.459436	0.280422	0.112558	0.465514	0.297187	0.316422	0.207647	0.241840
SH	0.599046	0.821710	0.268449	0.813215	0.764168	0.366104	0.810478	0.782264
TH	0.351795	0.170670	0.408633	0.833334	0.580139	0.112655	0.858192	0.862785
TI	0.638631	0.674681	0.034689	0.859145	0.624921	0.385325	0.466711	0.442512
V	0.401075	0.175519	0.179465	0.354480	0.061623	0.180573	0.001339	-0.025190
CR	1.000000							
CS	0.617857	1.000000						
CU	0.188567	0.099625	1.000000					
FE	0.553326	0.749296	0.231682	1.000000				
HF	0.688802	0.682814	0.158302	0.632367	1.000000			
K	0.564112	0.448970	0.013471	0.271503	0.421911	1.000000		
LA	0.527521	0.690696	0.575364	0.651741	0.727877	0.232118	1.000000	
LU	0.197238	0.780384	0.198791	0.673887	0.425451	0.247534	0.729251	1.000000
MN	0.009293	0.605432	0.287421	0.782050	0.653422	0.454840	0.458389	0.304894
NA	-0.365137	-0.366175	-0.463452	-0.467602	-0.291546	-0.145707	-0.466468	-0.302850
NI	0.701478	0.315690	-0.103760	-0.037593	0.644423	0.389894	0.232046	0.088905
SB	-0.029317	-0.063686	0.243020	0.158029	-0.084525	-0.202917	-0.005551	0.038572
SC	0.492983	0.747424	0.021154	0.948725	0.601772	0.264660	0.569634	0.686814
SE	0.459436	0.280422	0.112558	0.465514	0.297187	0.316422	0.207647	0.241840
SH	0.599046	0.821710	0.268449	0.813215	0.764168	0.366104	0.810478	0.782264
TH	0.351795	0.170670	0.408633	0.833334	0.580139	0.112655	0.858192	0.862785
TI	0.638631	0.674681	0.034689	0.859145	0.624921	0.385325	0.466711	0.442512
V	0.401075	0.175519	0.179465	0.354480	0.061623	0.180573	0.001339	-0.025190
CR	1.000000							
CS	0.617857	1.000000						
CU	0.188567	0.099625	1.000000					
FE	0.553326	0.749296	0.231682	1.000000				
HF	0.688802	0.682814	0.158302	0.632367	1.000000			
K	0.564112	0.448970	0.013471	0.271503	0.421911	1.000000		
LA	0.527521	0.690696	0.575364	0.651741	0.727877	0.232118	1.000000	
LU	0.197238	0.780384	0.198791	0.673887	0.425451	0.247534	0.729251	1.000000
MN	0.009293	0.605432	0.287421	0.782050	0.653422	0.454840	0.458389	0.304894
NA	-0.365137	-0.366175	-0.463452	-0.467602	-0.291546	-0.145707	-0.466468	-0.302850
NI	0.701478	0.315690	-0.103760	-0.037593	0.644423	0.389894	0.232046	0.088905
SB	-0.029317	-0.063686	0.243020	0.158029	-0.084525	-0.202917	-0.005551	0.038572
SC	0.492983	0.747424	0.021154	0.948725	0.601772	0.264660	0.569634	0.686814
SE	0.459436	0.280422	0.112558	0.465514	0.297187	0.316422	0.207647	0.241840
SH	0.599046	0.821710	0.268449	0.813215	0.764168	0.366104	0.810478	0.782264
TH	0.351795	0.170670	0.408633	0.833334	0.580139	0.112655	0.858192	0.862785
TI	0.638631	0.674681	0.034689	0.859145	0.624921	0.385325	0.466711	0.442512
V	0.401075	0.175519	0.179465	0.354480	0.061623	0.180573	0.001339	-0.025190
CR	1.000000							
CS	0.617857	1.000000						
CU	0.188567	0.099625	1.000000					
FE	0.553326	0.749296	0.231682	1.000000				
HF	0.688802	0.682814	0.158302	0.632367	1.000000			
K	0.564112	0.448970	0.013471	0.271503	0.421911	1.000000		
LA	0.527521	0.690696	0.575364	0.651741	0.727877	0.232118	1.000000	
LU	0.197238	0.780384	0.198791	0.673887	0.425451	0.247534	0.729251	1.000000
MN	0.009293	0.605432	0.287421	0.782050	0.653422	0.454840	0.458389	0.304894
NA	-0.365137	-0.366175	-0.463452	-0.467602	-0.291546			

表Ⅶ-1-28 方法Ⅱによる因子負荷量（第4次現地調査）

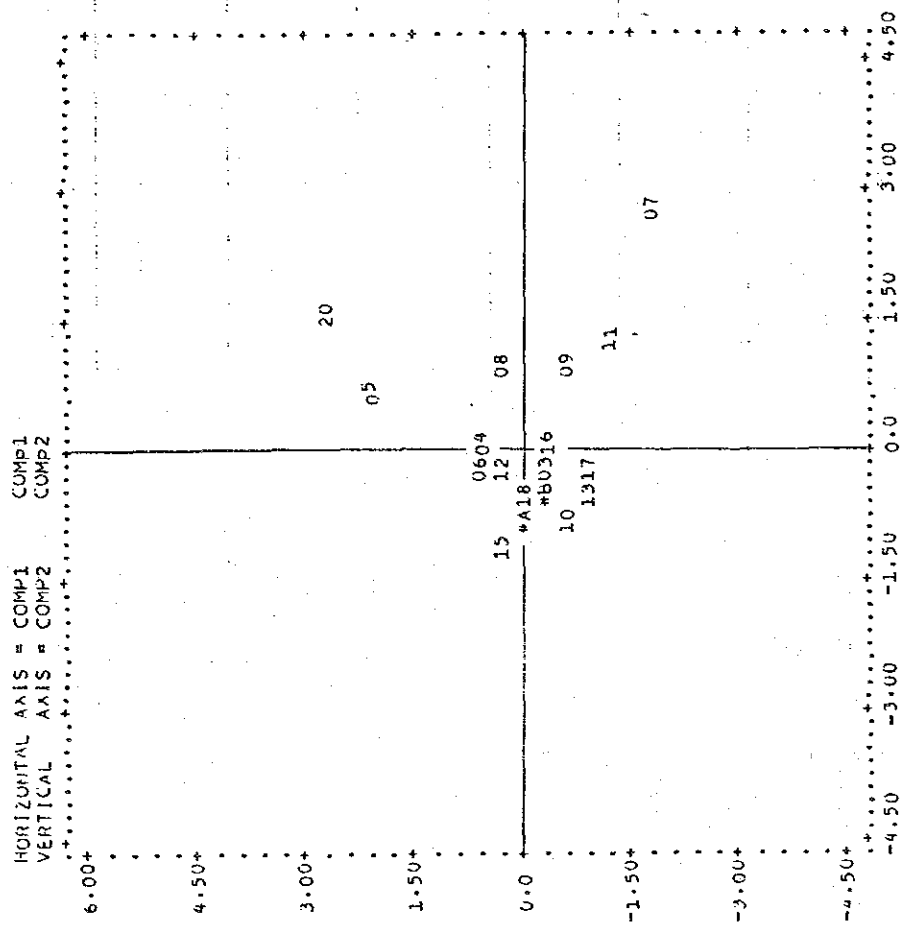
主成分	1	2	3	4	5	6	7
AG	0.108741	-0.177111	-0.146855	0.334257	-0.218571	0.322648	0.203488
AL	0.859839	-0.413028	-0.021238	0.185622	-0.135381	-0.081635	-0.082518
AS	0.648353	0.015890	0.51547	-0.221426	-0.112585	0.092505	-0.338862
BA	0.554096	0.459044	-0.594251	-0.068113	-0.035582	-0.157449	-0.084901
BR	0.458743	-0.648849	-0.063743	-0.125652	-0.122066	-0.235013	0.247555
CA	0.578945	-0.716289	-0.226496	-0.000266	0.048201	-0.086759	0.236963
CE	0.917245	-0.120603	-0.192822	0.220323	0.143832	0.104778	0.029046
CL	-0.504227	0.450045	0.152522	0.777417	0.028795	0.035648	0.013249
CO	0.425025	0.626280	-0.623443	-0.042712	0.033170	-0.101346	0.095845
CR	0.807905	0.493180	-0.160195	-0.162105	-0.017301	-0.071643	-0.062024
CS	0.850483	-0.076651	-0.084364	0.034203	-0.135327	0.242143	-0.031874
CU	0.266497	-0.066238	0.258757	-0.295359	0.668446	0.331828	0.054168
FE	0.908112	-0.263817	0.194069	0.123079	-0.031927	-0.066554	-0.022313
HF	0.834064	0.252405	-0.415778	0.018530	0.026611	0.052585	0.107625
K	0.453905	0.324907	-0.095341	-0.110690	-0.245857	0.192249	-0.582645
LA	0.761181	-0.208126	-0.218689	-0.039473	0.318064	0.417791	0.130285
LU	0.647176	-0.498034	-0.029589	0.204689	0.046492	0.414495	-0.063467
MN	0.848536	0.319696	0.362319	-0.058827	-0.075903	-0.074145	0.019018
NA	-0.513878	0.299592	-0.096909	0.707062	-0.246151	0.120315	0.063458
NI	0.316712	0.617509	-0.629266	-0.160160	0.024444	-0.047600	-0.005898
SB	0.104280	-0.088833	0.236216	0.318922	0.671915	-0.468473	-0.141520
SC	0.845548	-0.369605	0.007421	0.198261	-0.217673	-0.142536	-0.097570
SE	0.511418	0.197912	0.305693	0.223736	0.348735	-0.272757	-0.405981
SM	0.866842	-0.215285	-0.211623	0.233180	0.131521	0.047631	-0.028072
TH	0.191661	-0.427558	0.015056	0.118130	0.247300	0.213497	0.068635
TI	0.824798	-0.166998	-0.046868	0.120091	-0.198942	-0.393107	-0.166669
V	0.348845	0.309906	0.691921	-0.258349	-0.228386	0.014496	0.013100
W	0.412812	0.727883	-0.456591	-0.118873	0.152669	-0.091408	0.026345
ZN	0.472618	0.570634	0.736532	-0.122776	0.08483	-0.039259	0.130587
CDK	0.752392	0.205928	0.067839	0.062544	-0.131723	0.201356	-0.087299
PBK	0.513121	-0.667201	0.032425	-0.076010	-0.090293	-0.242240	0.391732
SK	0.502352	0.679425	0.395040	-0.040797	-0.163142	0.017019	0.260205
SIK	0.893745	-0.343197	-0.032886	0.205993	-0.098123	-0.070905	-0.083393
CLI	-0.230810	0.457109	0.206136	0.794590	0.02060	-0.038952	0.080580
NO3I	0.547487	0.515348	0.481653	-0.120235	0.195296	-0.085391	0.240514
SO4I	0.473232	0.685785	0.462888	-0.109576	-0.106565	0.040566	0.184002
TPM	0.842217	-0.399550	0.007107	0.024066	-0.055460	-0.171044	0.139700
VP	15.158012	6.668804	4.128308	2.671354	1.707252	1.514170	1.341193
PERCENT	41.0%	18.1%	11.2%	7.2%	4.8%	4.1%	3.6%
CUM PCT	41.0%	59.0%	70.2%	77.4%	82.3%	86.3%	90.0%

表Ⅶ-1-29 方法Ⅱによるスコア（第4次現地調査）

主成分	1	2	3	4	5	6	7
MP01	-0.8497	-0.1178	-0.1744	-0.1547	-0.2526	-0.4466	0.4196
MP02	-0.9298	0.1183	-0.3498	0.2559	-0.6544	0.3341	0.1145
MP03	-0.2286	-0.4406	-0.4771	1.1555	-0.7980	1.4155	0.5189
MP04	-0.1265	0.5719	1.2033	-1.0954	-0.6123	-0.1311	-0.2184
MP05	0.5946	1.9566	2.6132	-0.0470	-0.8628	0.2426	1.4331
MP06	-0.2385	0.6650	0.7188	-0.2576	0.4427	-0.2712	-1.2912
MP07	2.8408	-1.6762	0.0299	0.8616	-1.9352	-1.0639	-0.3545
MP08	0.7556	0.3947	0.7920	-1.0340	0.9998	0.2750	-0.7608
MP09	0.7640	-0.6203	0.1401	-0.8596	0.2296	1.3406	-1.6636
MP10	-0.8155	-0.5954	-0.6702	-2.0949	0.0800	-0.0916	-0.4170
MP11	1.1294	-1.1464	0.1382	0.1421	2.2041	1.9214	1.1483
MP12	-0.4359	0.2692	-0.2344	0.7910	-0.4514	0.4975	-0.9141
MP13	-0.4876	-0.9158	-0.3500	-1.0285	-0.4256	-1.5417	1.1720
MP14	-0.5611	-0.2217	-0.3441	0.6298	-0.1010	0.8151	0.8566
MP15	-1.1645	0.3850	-0.1491	1.8967	-0.1984	0.5587	-0.1429
MP16	-0.0532	-0.1511	0.6647	1.7074	2.3486	-2.2650	-0.7547
MP17	-0.3360	-0.9245	-0.2999	-0.7825	0.5062	-0.4691	1.6992
MP18	-0.7004	-0.0326	-0.5437	-0.1431	-0.6920	0.1267	-1.7314
MP19	-0.7425	-0.1901	0.0428	0.2739	-0.2245	-0.8313	0.4237
MP20	1.5853	2.6717	-2.7501	-0.2166	0.3973	-0.4154	0.4606
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000



図VII-1-15 方法Ⅱによる因子負荷量の分布 (第4 次現地調査)



03 = MP03
 04 = MP04
 05 = MP05
 06 = MP06
 07 = MP07
 08 = MP08
 09 = MP09
 10 = MP10
 11 = MP11
 12 = MP12
 13 = MP13
 15 = MP15
 16 = MP16
 17 = MP17
 18 = MP18
 20 = MP20
 *A = MP01, MP02
 *B = MP14, MP19

図Ⅶ-1-16 方法Ⅱによるスコアーの分布 (第4 次現地調査)

これらの計算結果から、各測定点に寄与している粒子状物質の発生源は次のように考えられる。

(I) 第1 次現地調査

表Ⅶ-1-30 は、主成分分析結果をまとめたものである。これより、第1 主成分は、Al, Ca, Ce, Fe, Mn, Sc, Sm, Th, Ti, Si, TPM の因子負荷量が大きく、スコアの高いMP4 , 5, 7, 17では、土壌、鉄鋼、セメント硬化物の影響を強く受けていると考えられる。また、第2 主成分は、Cl, V などが⊕、Pb, Brが⊖であり、MP5 は自動車排ガスよりも石油燃焼による影響を強く受けており、MP7 , 11, 17は自動車排ガスの影響の方が大きい。第3 ～第4 主成分は、因子負荷量の値が小さいので顕著な傾向を示していない。

表Ⅶ-1-30 方法Ⅱによる主成分分析の結果の解釈（第1 次現地調査）

主成分	1	2	3	4
固有値	15.93	5.11	3.20	2.39
寄与率	43.1%	13.8%	8.6%	6.5%
因子負荷量	⊕ Al , Ca, Ce Fe , Mn, Sc Sm , Th, Ti Si , TPM ⊖ Na	⊕ Cl , Ni, V Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ ⊖ Pb , Br	⊕ Sb , Zn ⊖ Ba	⊕ W ⊖ K
スコア	⊕ MP4, MP5 MP7, MP17 ⊖ MP2, MP18	⊕ MP5 ⊖ MP7 MP11 MP17	⊕ MP12 , MP14 MP17 ⊖ MP4 MP20	⊕ MP1, MP14 MP15 , MP20 ⊖ MP5 MP17
解釈	道路周辺及び工場 地帯で⊕大 ⊕土壌と工場（鉄 鋼）の影響大、総 量の大きいところ で⊕	石油燃焼及び二次 粒子の影響が大き い⊕		

(2) 第2 次現地調査

第2 次現地調査における主成分分析結果をまとめたものを表Ⅶ-1-31 に示す。第1 主成分は、Ca, Sc, Siの因子負荷量が大きく、スコアの高いMP7, MP19では土壌の影響が大きいと考えられる。また、Asなどの因子負荷量も大きいことから、これらの地点では人為的な発生源からの寄与も相当大きいことが考えられる。第2 ～第5 主成分による発生源の同定は、因子負荷量、スコアの値が小さいので分からない。

表Ⅶ-1-31 方法Ⅱによる主成分分析の結果の解釈（第2 次現地調査）

主成分	1	2	3	4	5
固有値	16.02	5.49	3.09	2.81	2.30
寄与率	43.3%	14.8%	8.4%	7.6%	6.2%
因子負荷量	⊕ As, Ca, Ce Cr, Fe, La Sc, Sm, S Si, SO ₄ ²⁻ ⊖ Na	⊕ Ni, Zn ⊖ Al, Cs	⊕ Na ⊖ Pb	⊕ Br, Pb ⊖ NO ₃ ⁻	⊕ Na, Cl K ⊖ Cu
スコア	⊕ MP7 MP19 ⊖ MP3 MP18	⊕ MP1 MP15 MP19 ⊖ MP7 MP8 MP11	⊕ MP8 MP9 ⊖ MP7 MP12 MP13 MP16	⊕ MP7 MP19 ⊖ MP12 MP15 MP16	⊕ MP4 MP5 MP9 ⊖ MP6 MP10 MP17
解釈	土壌、鉄鋼関連物質が大きいところで⊕				

(3) 第3 次現地調査

第3 次現地調査における主成分分析結果の総括を表Ⅶ-1-32 に示す。第1 主成分は、TPM、Feの順に因子負荷量が大きくなっており、MP5、6、7、9 では、TPM の濃度が高く、鉄鋼関係の影響が大きく、MP2、10、15では小さいと考えられる。また、第2 主成分は、海塩粒子に起因するNaやClが $\oplus$ であり、土壌関連物質のAlや自動車関連物質のBrが $\ominus$ となっている。これらのことからMP4、5 では、土壌や自動車排ガスによる影響よりも海塩粒子による影響が大きく、逆にMP7、MP9 では、海塩粒子による影響は少ないと考えられる。第3 ～第5 主成分による発生源の同定は因子負荷量、スコアの値が小さいのでよく分からない。

表Ⅶ-1-32 方法Ⅱによる主成分分析の結果の解釈(第3 次現地調査)

主成分	1	2	3	4	5
固有値	13.39	7.10	3.04	2.67	2.20
寄与率	36.2%	19.2%	8.2%	7.2%	5.9%
因子負荷量	$\oplus$ Co, Fe, Sm S, SO_4^{2-} TPM	$\oplus$ Cl, Na $\ominus$ Al, Br Th	$\oplus$ Sb $\ominus$ Na, Cl Cl -	$\oplus$ La $\ominus$ V, Br Pb	$\oplus$ Ag, V $\ominus$ Ni
スコア	$\oplus$ MP5, MP6 MP7, MP9 $\ominus$ MP2, MP10 MP15	$\oplus$ MP4 MP5 $\ominus$ MP7 MP9	$\oplus$ MP5, MP13 MP16 $\ominus$ MP1, MP7 MP12, MP15	$\oplus$ MP6 MP20 $\ominus$ MP4, MP7 MP13	$\oplus$ MP1, MP4 MP14, MP16 $\ominus$ MP5 MP12
解釈	TPM と、鉄鋼の影響が大きいところで $\oplus$	海塩粒子の多いところで $\oplus$			

(4) 第4 次現地調査

第4 次現地調査における主成分分析の総括を表Ⅶ-1-33 に示す。第1 主成分はTPM , Al, Sc, Siの因子負荷量が大きく, MP7 , 11, 20においては, TPM の濃度が高く, 土壌による影響が大きいと考えられる。また, MP15では, 土壌よりも海塩粒子の寄与が大きい。第2 主成分は, Ca, Co, Niが⊕, Pb, Brが⊖であることから, ⊖のスコアであるMP7 , 11では, ガソリン自動車の排ガスよりも道路のまきあげ粉じんの影響を強く受けていると考えられる。また, 第3 主成分は, V の因子負荷量が相対的に大きく, スコアが⊕のMP4 , MP5 では石油燃焼による影響が大きい。

表Ⅶ-1-33 方法Ⅱによる主成分分析の結果の解釈 (第4 次現地調査)

主成分	1	2	3	4
固有値	15.16	6.69	4.13	2.67
寄与率	41.0%	18.1%	11.2%	7.2%
因子負荷量	⊕ Al , Ce, Cr Cs , Fe, Hf Mn , Sc, Sm Ti , Si, TPM ⊖ Cl , Na	⊕ Ca , Co , Ni W, S , SO_4^{2-} ⊖ Br , Pb	⊕ V, Zn ⊖ Co , Ni	⊕ Cl , Na, Cl^-
スコア	⊕ MP7, MP11 MP20 ⊖ MP15	⊕ MP5, MP20 ⊖ MP7, MP11	⊕ MP4, MP5 ⊖ MP20	⊕ MP3, MP15 MP16 ⊖ MP4, MP8 MP10 , MP13
解釈	土壌とTPM が多い ところで⊕	⊖自動車の影響が 少ない	石油燃焼の影響が 大きいところで⊕	海塩粒子の影響が 大きいところで⊕

第2章 化学質量平衡法 (Chemical mass balance method; CMB 法) による粒子状物質の発生源類型別寄与率の推定

ここでは、第1次～第4次現地調査で得られた化学成分のデータを用いて、各測定点における現状の粒子状物質の発生源類型別寄与率の推定を、各現地調査別に行った。なお、CMB法による解法は、種々提案されているので、ここではまず、手法間の検討を行い、一番良いと考えられる方法で最終的に全測定点の寄与率の推定を行った。

2.1 CMB 法

CMB法は、ある地点である期間に測定された粒子状物質の化学成分と、発生源での化学成分の情報をもとに、その期間にその地点に及ぼす発生源種の寄与率を推定する方法であり、化学成分の微量分析の進展により可能となった近年注目を集めている手法である。なお、この方法は発生源種に対する評価であり、同様な化学性状を有する発生源が複数ある場合には、それらの発生源を個別に評価することはできない。また、その評価は粒子状物質の測定を行っている場所に限られ、将来予測はできない。

2.1.1 基本式

CMB法の基本式は次式で定義される。

$$C_i = \sum_{j=1}^m F_{ij} \cdot \alpha_{ij} \cdot S_j \quad \text{..... (VII-2-1)}$$

- ・ C_i = リセプターでの浮遊粉じんについての成分 i の濃度
- ・ F_{ij} = 発生源 j から放出される粉じんにおける成分 i の割合
- ・ α_{ij} = 発生源 j からリセプターに至るまでに成分 i が変化する割合
- ・ S_j = 発生源 j から放出される粉じんの濃度
- ・ m = 考慮している発生源の数

α_{ij} の値は、通常 $\alpha_{ij}=1$ と仮定される。

$$C_i = \sum_{j=1}^m F_{ij} \cdot S_j \quad \text{..... (VII-2-2)}$$

CMB法は、 F_{ij} の値が既知の場合に、 C_i の実測値から、 S_j の値を推定するものである。

m 個の発生源の S_j ($j=1 \cdots m$) を推定するのに、 n 個の成分の濃度 C_i ($i=1 \cdots n$) を測定すると、次の n 個の連立一次方程式が導かれる。

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= F_{11} \cdot S_1 + F_{12} \cdot S_2 + \cdots + F_{1m} \cdot S_m \\ C_2 &= F_{21} \cdot S_1 + F_{22} \cdot S_2 + \cdots + F_{2m} \cdot S_m \\ &\vdots \\ C_n &= F_{n1} \cdot S_1 + F_{n2} \cdot S_2 + \cdots + F_{nm} \cdot S_m \end{aligned} \right\} \quad (\text{VII-2-3})$$

式 (VII-2-3) の行列表現を次式で表す。

$$C = F \cdot S \quad (\text{VII-2-4})$$

また, m, n は次式を満たさなければならない。

$$n \geq m \quad (\text{VII-2-5})$$

式 (VII-2-2) を解く方法は, 種々提案されており次のようなモデルがある。

- ① 指標元素連立方程式モデル
- ② 最小二乗法モデル
- ③ 重みつき最小二乗法モデル
- ④ 有効分散法モデル
- ⑤ リッジ回帰モデル

ここではこのうち, ①～③について説明を加える。

2.1.2 指標元素連立方程式モデル

式 (VII-2-2) は, 少なくとも m 個の成分について, C_i, F_{ij} の情報があれば, m 個の発生源について S_j を推定し得ることを意味する。

指標元素連立方程式モデルは, 考慮する発生源と同数の主要な元素を指標元素に選び, 式 (VII-2-2) を解いて寄与率を計算する手法である。

$n = m$ の場合, $F = \{F_{ij}\}$ は正方行列なので, 式 (VII-2-4) の両辺に, 左側から F の逆行列 F^{-1} をかけることによって, 成分ベクトル $C = \{C_i\}$ から寄与率ベクトル $S = \{S_j\}$ ($j = 1 \cdots m$) を求めることができる。

$$S = F^{-1} \cdot C \quad (\text{VII-2-6})$$

2.1.3 最小二乗法モデル

式 (VII-2-2) は, $n \geq m$ をみたす任意の n 個の方程式について, 一般的に解くことができる。この場合, S の推定値 $\hat{S}$ は, 成分ベクトルの実測値 C と推定値 $\hat{C} = F \cdot \hat{S}$ との差 (残差) が最小になるように求められる。 ($\hat{S}$ は S の最小二乗推定値である。)

残差ベクトルを $E = \hat{C} - C$ とすると, 残差の二乗和 ε^2 は次式で表される。

$$\begin{aligned}\epsilon^2 &= E^t \cdot E = (\hat{C} - C)^t \cdot (\hat{C} - C) \\ &= (F \cdot \hat{S} - C)^t \cdot (F \cdot \hat{S} - C) \quad (\text{VII-2-7})\end{aligned}$$

($(\hat{C} - C)^t$ は $(\hat{C} - C)$ の転置行列を表す。)

$$\begin{aligned}\epsilon^2 \text{ が最小となる条件は } \frac{\partial \epsilon^2}{\partial S} &= 0 \text{ である。} \\ \frac{\partial \epsilon^2}{\partial S} &= 2 F^t \cdot (F \cdot \hat{S} - C) = 0 \quad (\text{VII-2-8})\end{aligned}$$

式 (VII-2-8) を変形して次式が導かれる。

$$\hat{S} = (F^t \cdot F)^{-1} \cdot F^t \cdot C \quad (\text{VII-2-9})$$

2.1.4 重みつき最小二乗法モデル

通常の最小二乗法モデルでは、すべてのデータが同等に扱われる（等しく重みがかけられる）。しかし実際のデータでは、データによって精度（正確さ）が異なるのが普通であり、すべてのデータを同等に扱うことができない場合の方が多い。より正確なデータにより重く、重みをかけることによって、より正確な解を得ようとするモデルが重みつき最小二乗法モデルである。ここでは、重みとして、標準誤差（偶発誤差の標準偏差）の逆数を考える。

C_i の値は、その値を得るために k 回の測定が行われた場合、通常、その平均値として求められる。

k 個の測定値 $C_{i\alpha}$ ($\alpha = 1, \dots, k$) について

$$C_i = \frac{1}{k} \sum_{\alpha=1}^k C_{i\alpha} \quad (\text{VII-2-10})$$

$C_{i\alpha}$ の標準偏差を σ_i ，標準誤差を S_i とすると， σ_i ， S_i は次式で定義される。

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{\alpha=1}^k (C_{i\alpha} - C_i)^2 / (k - 1)} \quad (\text{VII-2-11})$$

$$S_i = \frac{\sigma_i}{\sqrt{k}} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{\alpha=1}^k (C_{i\alpha} - C_i)^2 / \{k(k - 1)\}} \quad (\text{VII-2-12})$$

従って、式 (VII-2-2) より、基本式は次の通りである。

$$\frac{C_i}{S_i} = \frac{1}{S_i} \sum_{j=1}^m F_{ij} \cdot S_j = \sum_{j=1}^m \frac{F_{ij}}{S_i} \cdot S_j \quad (\text{VII-2-13})$$

ここで重み行列 W を次のように定義する。

$$W = \{W_{ij}\}, W_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{S_i} & (i = j) \\ 0 & (i \neq j) \end{cases} \quad (\text{VII-2-14})$$

このときの式 (VII-2-13) の行列表現は次のようになる。

$$\frac{1}{2} W \cdot C = \frac{1}{2} W \cdot F \cdot S \quad (\text{VII-2-15})$$

従ってSの推定値 $\hat{S}$ は次式より求まる。

$$\begin{aligned}\hat{S} &= \{ (W^{1/2} \cdot F)^t \cdot (W^{1/2} \cdot F) \}^{-1} \cdot (W^{1/2} \cdot F)^t \cdot W^{1/2} \cdot C \\ &= (F^t \cdot W \cdot F)^{-1} \cdot F^t \cdot W \cdot C\end{aligned}\quad (\text{VII-2-16})$$

2.2 CMB法の検討

化学成分の全期間、全測定点の平均値（表VII-2-1）を用いて、指標元素連立方程式モデル、最小二乗法モデル、重みつき最小二乗法モデルより、粒子状物質の発生源類型別寄与率の計算を行い、手法間の比較検討を行った。

表VII-2-1 化学成分の平均値

分 析		成 分	単 位	全測定点、 全期間平均値
元 素 分 析	放 射 化 学 分 析	Ag	ng/m ³	0.3900
		Al		2142.2998
		As		6.3213
		Ba		30.3187
		Br		98.6375
		Ca		1981.6250
		Cd		18.7750
		Ce		1.8435
		Cl		3420.3750
		Co		0.5661
		Cr		6.2368
		Cs		0.1140
		Cu		67.4125
		Fe		1042.8125
		Hf		0.1270
		K		725.0000
		La		0.8014
		Lu		0.0127
		Mn		22.3243
		Na		1494.6250
		Ni		11.4512
		Sb		2.8761
		Sc		0.2622
		Se		1.1089
		Sm		0.1138
		Th		0.4917
		Ti		110.7125
		V		19.2483
		W		1.7425
		Zn		91.9187
	ケイ光 X線分析	Cd	ng/m ³	3.5200
		Pb		234.4500
		S		1447.7500
		Si		9950.6250
	イオン クロマト 分析	Cl ⁻	ng/m ³	2326.6250
		NO ₃ ⁻		1075.5125
		SO ₄ ⁻⁻		3062.5000
	TPM	TPM	μg/m ³	66.6046

2.2.1 発生源種と指標元素

粒子状物質の発生源種としては、土壌、海塩粒子、ガソリン自動車、石油燃焼、鉄鋼、廃棄物焼却、セメント硬化物を対象とし、これらの指標元素を次のように設定した。

指標元素連立方程式モデルでは、表Ⅶ-2-2に示すように7 発生源種、7指標元素とし、最小二乗法モデル、重みつき最小二乗法モデルでは、上記の7 元素にCr, Sc, Ti, Fe, Brを加え、7 発生源種12元素とした。なお、検出限界以下のデータはすべて検出限界の1/2として扱った。

表Ⅶ-2-2 発生源種と指標元素

発 生 源	指 標 元 素
土 壌	Al
海 塩 粒 子	Na
ガ ソ リ ン 自 動 車	Pb
石 油 燃 焼	V
鉄 鋼	Mn
廃 棄 物 焼 却	Zn
セ メ ン ト 硬 化 物	Ca

2.2.2 発生源マトリックス

各発生源種の粒子状物質中の元素濃度を表Ⅶ-2-3に示すように設定した。設定根拠は次のとおりである。

土 壌 ; シンガポールの3 種類の表面土壌を分析して得られた化学成分の濃度を平均した。なお、検出限界以下のデータについては1/2として扱った。

海塩粒子 ; 溝畑のデータを用いた。

ガソリン自動車 ; Kowalczykのデータを用いた。これにない元素については、溝畑のデータを用いた。

石油燃焼 ; 日本及び米国で測定された8 施設の平均値を用いた。

鉄鋼 ; 溝畑のデータを用いた。(電気炉)

廃棄物焼却 ; 溝畑とKowalczykのデータの平均を用いた。

セメント硬化物 ; Friedlander のデータを用いた。

注1) 溝畑・真室(1980), 大気汚染学会誌 Vol 15 , No5 P198~206

注2) Kowalczyk (1978), Atmospheric Environment Vol12 , P1143 ~1153

注3) Friedlander (1973), Environmental Science and Technology Vol17 , No3 , P235~240

表Ⅶ-2-3 CMB 法による解析に用いた発生源マトリックス

(ppm)

	土 壌	海塩粒子	ガソリン 自 動 車	石油燃焼	鉄 鋼	廃 棄 物 焼 却	セメント 硬 化 物
Al	120000	0.3	1500	2100	10000	7638	24000
Na	1700	304200	270	45000	14000	91382	4000
Pb	69	0.087	149000	510	14000	39651	0
V	77	0.058	2.4	10000	130	25.5	0
Mn	39	0.058	36	240	22000	446.5	0
Zn	29	0.029	2235	1800	52000	59150	0
Ca	1200	12000	7450	8200	45000	11961	460000
Cr	43	0.001	16	890	3200	614.215	0
Sc	14	0.001	0.23	0.09	1.3	0.73765	0
Ti	4100	0.029	0	740	1000	1373	1440
Fe	33000	0.29	7450	28000	157000	5592	10900
Br	13	1900	56620	8.5	140	1015	0
Ag	1.8	0.087	0	0	54	150	0
As	66	0.029	0	23	100	167.3	0
Ba	320	0.86	1937	920	0	463	0
Ce	75	0.012	0	0	69	91	0
Cl	1100	550500	14900	920	34000	212070	0
Co	0.93	0.014	1.8	31	44	13	0
Cs	3.1	0.029	0	0	0	12	0
Cu	200	0.017	190	3600	3700	2400	0
K	17000	11000	1200	850	13000	200000	5300
La	43	0.009	0	0	9.8	5.28	0
Lu	0.44	0	0	0	0	0	0
Ni	38	0.014	39	7700	2900	119.99	0
Sb	6.1	0.014	2.1	6.9	90	1113	0
Se	2.6	0.12	0	48	51	28.613	0
Sm	6.5	0	0	7.6	0.21	0.49	0
Th	23	0.020	0	0	0	1.3845	0
W	5.6	0.003	0	0	47	0	0
Cd	0.9	0.002	0	240	250	827	0
S	210	26000	0	96000	48000	130000	0

2.2.3 重みつき最小二乗法における化学成分値の重み

重みつき最小二乗法により発生源種の寄与率を求める場合、各成分についての誤差分散が必要である。最近の事例をみると、Watson (1984) のように一律に10%を設定しているものもあるが、Scheff (1984) では、標準試料の繰り返し分析結果を用いて設定している。また、Kowalczyk (1982) では、放射化分析での分析誤差とフィルターブランク値の分散を考慮している。本調査においては、産業公害防止協会が各成分の繰り返し分析時の測定誤差等を求めているので表Ⅶ-2-4に示すように設定した。

なお、重みは、式(Ⅶ-2-14)における S_i を、測定誤差 g_i を用いて、 $S_i = C_i \cdot g_i$ (C_i , TPM中の成分 i の濃度)として計算した。

表Ⅶ-2-4 化学成分値の重みを求めるための測定誤差

元 素	測定誤差 (%)
Al	5.8
Na	10.1
Pb	11.0
V	5.8
Mn	10.1
Zn	7.4
Ca	16.6
Cr	10.1
Sc	9.6
Ti	39.4
Fe	11.4
Br	27.0

注1) J. G. Watson et al, (1984); Atoms Env, 18, 7, 1347~1355

注2) P. A. Scheff et al, (1984); Environ Sci Technol, 18, 923 ~931

注3) G. S. Kowalczyk et al, (1982); Environ Sci Technol, 16, 79~90

2.3 検討結果

指標元素連立方程式モデル，最小二乗法モデル，重みつき最小二乗法モデルにより，全期間全測定点の粒子状物質の発生源類型別寄与率の計算を行った。この結果を表Ⅶ-2-5～表Ⅶ-2-7に示す。これらの結果をみると，CMB法の解法の差による発生源類型別の寄与率の大きな差異はみられない。

発生源種別の寄与率をみると，土壌が約1/4を占め，それについて海塩粒子，セメント硬化物……の順になっており，自然発生源によるものが多く，人為的に発生する粒子状物質の寄与は小さい。なお，ここにあげた発生源種の寄与率の合計は，約45%であるが，残りの55%はディーゼル車，二次粒子，その他（例えば焼畑農業）と考えられるが，これらの区別はできない。

表Ⅶ-2-5 指標元素連立方程式モデルによる発生源類型別寄与率

発生源		計算値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	寄与率 (%)
土壌 海塩粒子 ガソリン自動車 石油燃焼 鉄鋼 廃棄物焼却 セメント硬化物		16.889		25.4
		4.276		6.4
		1.309		2.0
		1.781		2.7
		0.950		1.4
		0.607		0.9
		3.991		6.0
合計		29.802	66.605	44.7
元素		計算値 (ng/m^3)	測定値 (ng/m^3)	計算値 測定値
指標元素	A l	2142.299	2142.300	1.00
	N a	1494.624	1494.625	1.00
	P b	234.450	234.450	1.00
	V	19.248	19.248	1.00
	M n	22.324	22.324	1.00
	Z n	91.919	91.919	1.00
	C a	1981.625	1981.625	1.00
その他の元素	C r	5.746	6.237	0.92
	S c	0.239	0.262	0.91
	T i	78.092	110.712	0.71
	F e	813.041	1042.812	0.78
	B r	83.215	98.637	0.84
	A g	0.173	0.390	0.44 --
	A s	1.352	6.321	0.21 ----
	B a	9.862	30.319	0.33 --
	C e	1.388	1.844	0.75
	C l	2554.567	3420.375	0.75
	C o	0.123	0.566	0.22 ----
	C s	0.060	0.114	0.52 -
	C u	15.009	67.413	0.22 ----
	K	492.055	725.000	0.68 -
	L a	0.739	0.801	0.92
	L u	0.007	0.013	0.59 -
	N i	17.232	11.451	1.50 +
	S b	0.879	2.876	0.31 --
	S e	0.196	1.109	0.18 ----
	S m	0.124	0.114	1.09
	T h	0.389	0.492	0.79
	W	0.139	1.743	0.08 ----
	C d	1.182	3.520	0.34 --
	S	410.126	1447.750	0.28 --
合計		10472.383	12967.324	0.81

計算値 / 測定値

≥ 4.0	→	+++
≥ 2.0	→	++
≥ 1.5	→	+
≥ 0.7	→	-
≥ 0.5	→	--
≥ 0.25	→	---

表Ⅶ-2-6 最小二乗法モデルによる発生源類型別寄与率

発生源		計算値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	寄与率 (%)
土壌		16.877		25.3
海塩粒子		4.402		6.6
ガソリン自動車		1.511		2.3
石油燃焼		2.930		4.4
鉄鋼		2.227		3.3
廃棄物焼却		-0.571		-0.9
セメント硬化物		3.869		5.8
合計		31.247	66.605	46.9
元素		計算値 (ng/m^3)	測定値 (ng/m^3)	計算値 測定値
指標元素	Al	2144.451	2142.300	1.00
	Na	1494.651	1494.625	1.00
	Pb	236.414	234.450	1.01
	V	30.882	19.248	1.60 +
	Mn	50.152	22.324	2.25 ++
	Zn	91.200	91.919	0.99
	Ca	1981.706	1981.625	1.00
	Cr	10.135	6.237	1.63 +
	Sc	0.239	0.262	0.91
	Ti	78.380	110.712	0.71
その他の元素	Fe	1038.934	1042.812	1.00
	Br	93.920	98.637	0.95
	Ag	0.065	0.390	0.17 ---
	As	1.309	6.321	0.21 ---
	Ba	10.764	30.319	0.36 --
	Ce	1.368	1.844	0.74
	Cl	2421.941	3420.375	0.71
	Co	0.200	0.566	0.35 --
	Cs	0.046	0.114	0.40 --
	Cu	21.083	67.413	0.31 --
	K	274.937	725.000	0.38 --
	La	0.745	0.801	0.93
	Lu	0.007	0.013	0.58 -
	Ni	29.655	11.451	2.59 ++
	Sb	-0.308	2.876	-0.11 ---
	Se	0.282	1.109	0.25 --
	Sm	0.132	0.114	1.16
	Th	0.387	0.492	0.79
	W	0.199	1.743	0.11 ---
	Cd	0.803	3.520	0.23 ---
	S	432.020	1447.750	0.30 --
合計		10446.656	12967.324	0.81

計算値 / 測定値

≥ 4.0	→	+++
≥ 2.0	→	++
≥ 1.5	→	+
≥ 0.7	→	-
≥ 0.5	→	--
≥ 0.25	→	---

表Ⅶ-2-7 重みつき最小二乗法モデルによる発生源類型別寄与率

発生源		計算値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	寄与率 (%)
土壌		17.470		26.2
海塩粒子		4.290		6.4
ガソリン自動車		1.349		2.0
石油燃焼		1.787		2.7
鉄鋼		0.997		1.5
廃棄物焼却		0.566		0.8
セメント硬化物		4.020		6.0
合計		30.478	66.605	45.8
元素		計算値 (ng/m^3)	測定値 (ng/m^3)	計算値 測定値
指標元素	Al	2212.881	2142.300	1.03
	Na	1497.104	1494.625	1.00
	Pb	239.543	234.450	1.02
	V	19.364	19.248	1.01
	Mn	23.355	22.324	1.05
	Zn	92.033	91.919	1.00
	Ca	1997.834	1981.625	1.01
	Cr	5.901	6.237	0.95
	Sc	0.247	0.262	0.94
	Ti	80.509	110.712	0.73
その他の元素	Fe	840.083	1042.812	0.81
	Br	85.503	98.637	0.87
	Ag	0.170	0.390	0.44 --
	As	1.389	6.321	0.22 ---
	Ba	10.114	30.319	0.33 ---
	Ce	1.431	1.844	0.78
	Cl	2556.233	3420.375	0.75
	Co	0.125	0.566	0.22 ---
	Cs	0.061	0.114	0.54 -
	Cu	15.230	67.413	0.23 ---
	K	494.682	725.000	0.68 -
	La	0.764	0.801	0.95
	Lu	0.008	0.013	0.61 -
	Ni	17.437	11.451	1.52 +
	Sb	0.841	2.876	0.29 --
	Se	0.199	1.109	0.18 ---
	Sm	0.128	0.114	1.12
	Th	0.403	0.492	0.82
	W	0.145	1.743	0.08 ---
	Cd	1.162	3.520	0.33 --
	S	408.142	1447.750	0.28 --
合計		10603.016	12967.324	0.82

計算値 / 測定値

≥ 4.0	→	+++
≥ 2.0	→	++
≥ 1.5	→	+
≥ 0.7	→	-
≥ 0.5	→	--
≥ 0.25	→	---

2.4 各測定点における粒子状物質の発生源類型別寄与率の推定

各測定点の粒子状物質の発生源種の寄与率の推定は、重みつき最小二乗法により計算し推定した。これらの結果を表Ⅶ-2-8～表Ⅶ-2-11 に示す。

これらの推定結果より、各発生源種の寄与率は次のとおりである。

① 土壌

第1次；42.8% (MP20) ～ 12.6% (MP8)

第2次；51.7% (MP15) ～ 5.4% (MP3)

第3次；44.5% (MP7) ～ 0% (MP1)

第4次；62.6% (MP7) ～ 5.7% (MP5)

② 海塩粒子

第1次；28.1% (MP15) ～ 0% (MP13)

第2次；10.1% (MP4) ～ 0.3% (MP11)

第3次；32.6% (MP15) ～ 2.3% (MP9)

第4次；25.7% (MP15) ～ 1.6% (MP7)

③ ガソリン自動車

第1次；7.0% (MP12) ～ 0% (MP14)

第2次；6.7% (MP13) ～ 0.3% (MP8)

第3次；11.4% (MP13) ～ 0% (MP5)

第4次；3.0% (MP13) ～ 0% (MP6)

④ 石油燃焼

第1次；11.1% (MP13) ～ 0.2% (MP15, 18, 19)

第2次；13.1% (MP15) ～ 1.5% (MP7)

第3次；7.5% (MP4) ～ 0.1% (MP12)

第4次；6.4% (MP4) ～ 0.1% (MP12)

⑤ 鉄鋼

第1次；1.7% (MP14) ～ 0% (MP10)

第2次；14.2% (MP19) ～ 0.2% (MP3)

第3次；5.5% (MP4, 5) ～ 0.1% (MP15)

第4次；2.8% (MP5) ～ 0.1% (MP2, 15)

⑥ 廃棄物焼却

第1次；3.1% (MP14) ～ 0% (MP4)

第2次；7.5% (MP19) ～ 0% (MP20)

第3次；5.4% (MP5) ～ 0% (MP1)

第4次；3.2% (MP5) ～ 0% (MP20)

⑦ セメント硬化物

第1次：8.5% (MP4) ～ 0.6% (MP11)

第2次：35.7% (MP19) ～ 1.4% (MP5)

第3次：20.0% (MP5) ～ 0.1% (MP9)

第4次：32.8% (MP20) ～ 0.4% (MP15)

また、各発生源種の寄与率の特徴は次のとおりである。

① 土壌

土壌は寄与率が一番多いものであるが、測定点間、季節間での変動がみられる。これは、測定点が都市域、郊外、道路際等いろいろな場所に広域的に存在しているため、土壌の影響が必ずしも画一的になっていないためと考えられる。また、季節間の変動は、測定期間中の気象条件に左右されているものと考えられる。

② 海塩粒子

海塩粒子は土壌のつぎに寄与率の大きい発生源種であるが、測定点間、季節間の変動が大きい。これは海からの距離や方向及び測定期間中の風向風速に依存していると考えられる。

③ その他

ガソリン自動車、石油燃焼、鉄鋼、廃棄物焼却、セメント硬化物による寄与率は、測定点間でのバラツキが大きい。これは、発生源種の測定点間の位置関係に依存しているものと考えられる。

以上、CMB法により、粒子状物質の発生源類型別寄与率とその特徴を記述したが、いずれにしても、粒子状物質の発生源種は自然発生源によるものが多く、人為的に発生するものは少ない。

表Ⅶ-2-8 発生源類型別寄与率（第1次現地調査）

（ % ）

発生源	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5
土壌	42.5	15.1	15.1	34.2	22.3
海塩粒子	6.5	11.7	4.9	2.7	6.6
ガソリン自動車	0.5	2.5	2.2	0.1	0.8
石油燃焼	4.2	4.3	8.7	5.3	6.7
鉄鋼	1.4	0.3	0.7	0.9	0.6
廃棄物焼却	0.1	1.7	1.4	-0.2	0.5
セメント硬化物	5.3	3.6	4.7	8.5	4.6
合計	60.5	39.2	37.6	51.4	42.1

発生源	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP10
土壌	17.6	40.9	12.6	15.5	28.7
海塩粒子	2.1	1.0	18.6	16.3	13.9
ガソリン自動車	0.7	2.4	3.0	2.6	0.2
石油燃焼	4.2	2.2	1.9	4.0	0.9
鉄鋼	0.9	0.8	0.2	0.3	-0.2
廃棄物焼却	2.1	1.1	0.6	0.6	1.1
セメント硬化物	4.0	2.8	3.9	2.7	6.0
合計	31.7	51.2	40.7	42.0	50.5

発生源	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15
土壌	38.3	15.9	17.6	17.7	22.6
海塩粒子	-0.1	4.9	-1.3	3.9	28.1
ガソリン自動車	3.1	7.0	1.4	-0.7	1.4
石油燃焼	1.5	0.9	11.1	1.5	0.2
鉄鋼	0.9	1.6	0.7	1.7	0.1
廃棄物焼却	1.9	2.7	1.4	3.1	0.8
セメント硬化物	0.6	7.8	3.9	7.1	7.0
合計	46.3	40.9	34.9	34.2	60.2

発生源	MP16	MP17	MP18	MP19	MP20
土壌	13.4	29.1	22.7	36.5	42.8
海塩粒子	8.9	0.5	9.1	14.0	15.1
ガソリン自動車	1.4	6.0	1.9	3.3	1.5
石油燃焼	6.2	0.7	0.2	0.2	0.3
鉄鋼	0.9	1.0	0.9	0.9	1.1
廃棄物焼却	0.4	1.5	0.3	0.4	0.0
セメント硬化物	2.2	4.1	4.6	4.6	5.5
合計	33.4	43.1	39.8	59.8	66.2

表Ⅶ-2-9 発生源類型別寄与率(第2次現地調査)

(%)

発生源	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5
土壌	18.6	41.5	5.4	14.4	11.8
海塩粒子	2.1	8.9	7.3	10.1	8.1
ガソリン自動車	1.6	6.3	1.2	2.5	1.7
石油燃焼	7.5	7.2	1.7	2.3	2.2
鉄鋼	1.6	1.5	0.2	0.5	0.4
廃棄物焼却	2.3	0.7	0.4	0.5	0.5
セメント硬化物	8.1	21.2	1.5	4.1	1.4
合計	41.9	87.2	17.7	34.3	26.0

発生源	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP10
土壌	47.6	41.1	38.7	33.2	29.9
海塩粒子	2.3	0.6	6.4	5.7	9.0
ガソリン自動車	1.2	2.1	0.3	0.6	1.5
石油燃焼	2.7	1.5	2.2	1.8	5.3
鉄鋼	1.0	2.1	1.6	1.2	1.2
廃棄物焼却	0.7	0.2	0.3	1.1	2.0
セメント硬化物	5.3	10.7	3.5	3.3	5.8
合計	60.7	58.3	53.1	46.9	54.7

発生源	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15
土壌	44.7	28.1	21.7	19.6	51.7
海塩粒子	0.3	2.3	1.2	3.5	4.0
ガソリン自動車	1.4	2.5	6.7	4.3	3.5
石油燃焼	2.6	5.0	3.7	4.8	13.1
鉄鋼	0.9	3.0	1.2	1.4	4.7
廃棄物焼却	1.0	4.8	1.2	1.1	4.2
セメント硬化物	3.9	10.9	4.2	4.9	11.7
合計	54.8	56.6	39.8	39.5	92.8

発生源	MP16	MP17	MP18	MP19	MP20
土壌	34.6	26.9	10.2	23.6	14.7
海塩粒子	3.2	4.1	7.0	4.1	5.3
ガソリン自動車	1.4	4.6	3.3	1.5	2.7
石油燃焼	2.5	3.1	2.2	10.6	4.8
鉄鋼	1.8	1.0	0.4	14.2	0.9
廃棄物焼却	1.1	0.7	0.3	7.5	0.0
セメント硬化物	4.3	5.9	1.9	35.7	6.8
合計	48.9	46.2	25.2	97.2	35.2

表 VII-2-10 発生源類型別寄与率 (第3 次現地調査)

(%)

発生源	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5
土壌	-1.7	9.1	17.7	9.3	11.7
海塩粒子	16.7	21.1	16.9	13.7	13.5
ガソリン自動車	1.7	1.6	1.1	0.9	-0.1
石油燃焼	4.1	3.0	5.0	7.5	4.3
鉄鋼	1.8	0.5	1.6	5.5	5.5
廃棄物焼却	-0.5	0.2	-0.2	1.3	5.4
セメント硬化物	7.7	4.0	11.3	12.9	20.0
合計	29.7	39.5	53.4	51.1	60.3

発生源	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP10
土壌	23.2	44.5	34.3	29.1	17.1
海塩粒子	7.6	4.2	3.3	2.3	6.1
ガソリン自動車	0.5	3.5	1.3	1.7	1.9
石油燃焼	2.1	1.7	1.5	2.1	2.7
鉄鋼	3.5	1.7	0.9	1.5	0.7
廃棄物焼却	3.5	0.1	2.5	0.6	0.5
セメント硬化物	17.4	3.6	0.9	0.1	3.8
合計	57.7	59.3	44.8	37.4	32.7

発生源	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15
土壌	21.3	21.5	14.3	24.7	3.3
海塩粒子	3.3	14.1	5.8	13.9	32.6
ガソリン自動車	2.8	2.0	11.4	4.2	0.6
石油燃焼	1.8	0.1	4.2	1.5	1.6
鉄鋼	1.1	1.8	0.4	1.3	0.1
廃棄物焼却	1.5	0.3	0.9	0.3	0.1
セメント硬化物	4.2	7.2	0.3	7.1	1.4
合計	36.1	46.9	37.3	53.0	39.6

発生源	MP16	MP17	MP18	MP19	MP20
土壌	22.7	22.9	29.8	17.1	30.5
海塩粒子	3.8	6.8	7.3	9.2	4.5
ガソリン自動車	4.3	5.3	2.7	1.2	2.1
石油燃焼	2.7	2.1	0.7	0.8	0.4
鉄鋼	2.1	0.8	0.6	0.9	1.5
廃棄物焼却	0.2	0.9	0.7	0.1	-0.2
セメント硬化物	5.0	1.4	4.1	3.7	12.1
合計	40.7	40.3	45.9	32.9	51.0

表 VII-2-11 発生源類型別寄与率 (第4次現地調査)

(%)

発生源	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5
土壌	11.4	9.6	19.7	8.2	5.7
海塩粒子	12.8	19.0	8.1	5.9	6.1
ガソリン自動車	2.5	0.9	1.1	0.8	-0.1
石油燃焼	1.6	1.6	0.6	6.4	5.0
鉄鋼	0.6	0.1	0.4	1.5	2.8
廃棄物焼却	0.3	0.5	0.1	0.9	3.2
セメント硬化物	2.8	1.8	2.4	6.3	24.2
合計	31.9	33.5	32.5	30.0	46.8

発生源	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP10
土壌	17.0	62.6	29.3	31.8	14.0
海塩粒子	9.7	1.6	2.6	3.5	7.2
ガソリン自動車	-0.3	2.0	0.8	1.2	1.3
石油燃焼	3.2	0.6	2.2	0.8	1.2
鉄鋼	1.5	1.0	2.0	0.7	0.4
廃棄物焼却	1.0	-0.1	1.3	0.4	0.3
セメント硬化物	6.3	3.5	3.7	1.2	1.0
合計	38.4	71.3	41.9	39.5	25.5

発生源	MP11	MP12	MP13	MP14	MP15
土壌	27.5	21.5	6.6	18.5	8.6
海塩粒子	2.9	15.6	4.2	12.2	25.7
ガソリン自動車	1.8	0.9	3.0	1.8	0.2
石油燃焼	0.5	0.1	0.3	0.6	0.7
鉄鋼	0.6	1.3	0.2	0.6	0.1
廃棄物焼却	0.4	0.8	0.2	0.4	0.3
セメント硬化物	4.9	6.8	1.2	3.2	0.4
合計	38.6	47.1	15.7	37.2	36.0

発生源	MP16	MP17	MP18	MP19	MP20
土壌	28.2	15.7	8.1	8.3	18.6
海塩粒子	6.4	5.1	9.6	7.1	5.7
ガソリン自動車	0.9	2.3	0.1	1.3	0.3
石油燃焼	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4
鉄鋼	0.8	0.4	0.2	0.3	1.7
廃棄物焼却	1.0	0.8	0.6	0.6	-0.5
セメント硬化物	5.7	1.4	1.1	1.7	32.8
合計	43.2	25.9	20.1	19.8	59.1

ANNEX

ANNEX I

SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS
OF COAL FIRING POWER STATIONS
AND INTEGRATED STEEL MILL

DECEMBER 1980

This Scope of Work is agreed by the following two authorities concerned;

The Jurong Town Corporation,
Government of the Republic of Singapore.

Japan International Cooperation Agency,
the Official Agency responsible for the implementation
of technical cooperation programmes of
the Government of Japan.

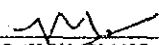
To confirm the aforementioned, the Scope of Work is herewith attached
and signed by the responsible personnel of the said authorities
concerned.

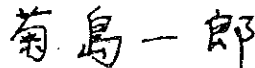
Date: 19th December 1980

Issued at: Singapore

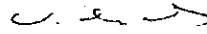
For the Jurong Town Corporation,
Government of the Republic of
Singapore.

For Japan International
Cooperation Agency,
the Government of Japan.


YING YIK HANG
PRINCIPAL DIRECTOR (TECHNICAL)
JURONG TOWN CORPORATION
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF
SINGAPORE


ICHIRO KIKUSHIMA
LEADER OF THE JAPANESE
PRELIMINARY SURVEY TEAM
DEPUTY DIRECTOR
ENVIRONMENTAL PROTECTION GUIDANCE
DIVISION
INDUSTRIAL LOCATION & ENVIRONMENTAL
PROTECTION BUREAU
MINISTRY OF INTERNATIONAL TRADE AND
INDUSTRY

IN THE PRESENCE OF:-


LIM SAK LAN
SENIOR DIRECTOR, ENGINEERING
JURONG TOWN CORPORATION


AKIHIRO MITARI
HEAD, INDUSTRY DIVISION
MINING & INDUSTRIAL PLANNING
AND SURVEY DEPARTMENT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

(1)

1. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Singapore, the Government of Japan has agreed to extend the technical assistance to conduct the study on the environmental effects of coal firing power stations and the integrated steel mill which will be sited in the new industrial estates of the Republic of Singapore, which assistance is given in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

The study will be carried out through The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA), which is the official agency responsible for the implementation of technical cooperation programmes of the Government of Japan, in close cooperation with the Government of the Republic of Singapore and authorities concerned.

2. Objectives

The objectives of the study are:-

- (1) To conduct the field survey in terms of air and water qualities within and at surrounding areas of Pulau Seraya, Jurong, Pulau Tekong, where the proposed coal firing power stations and the integrated steel mill are to be sited.
- (2) To conduct the simulation study by computers based on the data obtained from the above said field survey and to assess the estimated pollution loads when these plants are in operation.

3. Scope of the study

3-1 Survey Areas

- (A) Pulau Seraya, the proposed site of the coal firing power station and its surrounding areas.
- (B) Pulau Tekong, the proposed site of the coal firing power station and the integrated steel mill, and its surrounding areas.
- (C) Other areas mutually agreed to be surveyed.

3-2 Survey Plan

(A) Air Quality Survey

i) Long Term Measurement

- a) Sulphur dioxide (SO_2) concentration
- b) Wind directions and velocity at ground surface
- c) Net radiation
- d) Temperature

Notes: Period of measurement - 1 year

ii) Short Term Measurement

- a) Vertical profile of wind directions and velocity

Notes: Period of measurement - two days each at two stations.

iii) Simulation - Simulation of sulfur dioxide (SO_2)

(B) Water Quality Survey

i) Measurement

- a) Current directions and velocity
- b) Chemical Oxygen Demand (COD)
- c) Water temperature and salinity

Notes: Period of measurement - 2 weeks per measuring point for the above (a), once per measuring point for the above (b) and (c), and 1.5 months in total including preparation works.

ii) Simulation - Simulation of COD and temperature

4. Time Schedule

As shown in ANNEX I (Subject to change)

5. Report

5-1 Interim Report

- i) 30 copies
- ii) The interim report will be submitted in English to the Government of the Republic of Singapore within 5 months after the completion of the simulation for water quality survey.
- iii) The interim report will contain the results of the water quality survey and refer to the progress of air quality survey.
- iv) The Government of the Republic of Singapore will provide the comments to JICA through the Embassy of Japan within 1 month after receipt of the interim report.

5-2 Draft Final Report

- i) 30 copies
- ii) The draft final report will be submitted in English within 4 months after the completion of the simulation for air quality survey.
- iii) The Government of the Republic of Singapore will provide the comments to JICA through the Embassy of Japan within 1 month after receipt of the draft final report.

5-3 Final Report

- i) 50 copies together with 50 copies of abstracts.
- ii) The final report will be submitted in English within 2 months after receipt of the comments of the draft final report.

6. Contribution of the Government of the Republic of Singapore

1. The Government of the Republic of Singapore will assign a qualified counterpart to be responsible for liaison and cooperation with the team conducting the survey. (hereinafter referred to as Survey Team)
2. The Government of the Republic of Singapore will provide the Survey Team with the necessary and available information and data.
3. The Government of the Republic of Singapore will make arrangements for the Survey Team to visit the authorities concerned.
4. The Government of the Republic of Singapore will provide the Survey Team with an office, sites for monitoring stations, laboratory testing facilities, storage space, temporary site office, transportation and boats as are necessary for the survey (ANNEX II)
5. The Government of the Republic of Singapore will exempt the Survey Team from taxes and duties on machinery, equipments and materials brought in Singapore by the Survey Team.
6. The Government of the Republic of Singapore will exempt the members of the Survey Team from any tax, including import and export duties imposed on the members' personal effects.
7. The Government of the Republic of Singapore will make an effort to ensure the securities of machinery, equipments and materials brought in Singapore by the Survey Team.

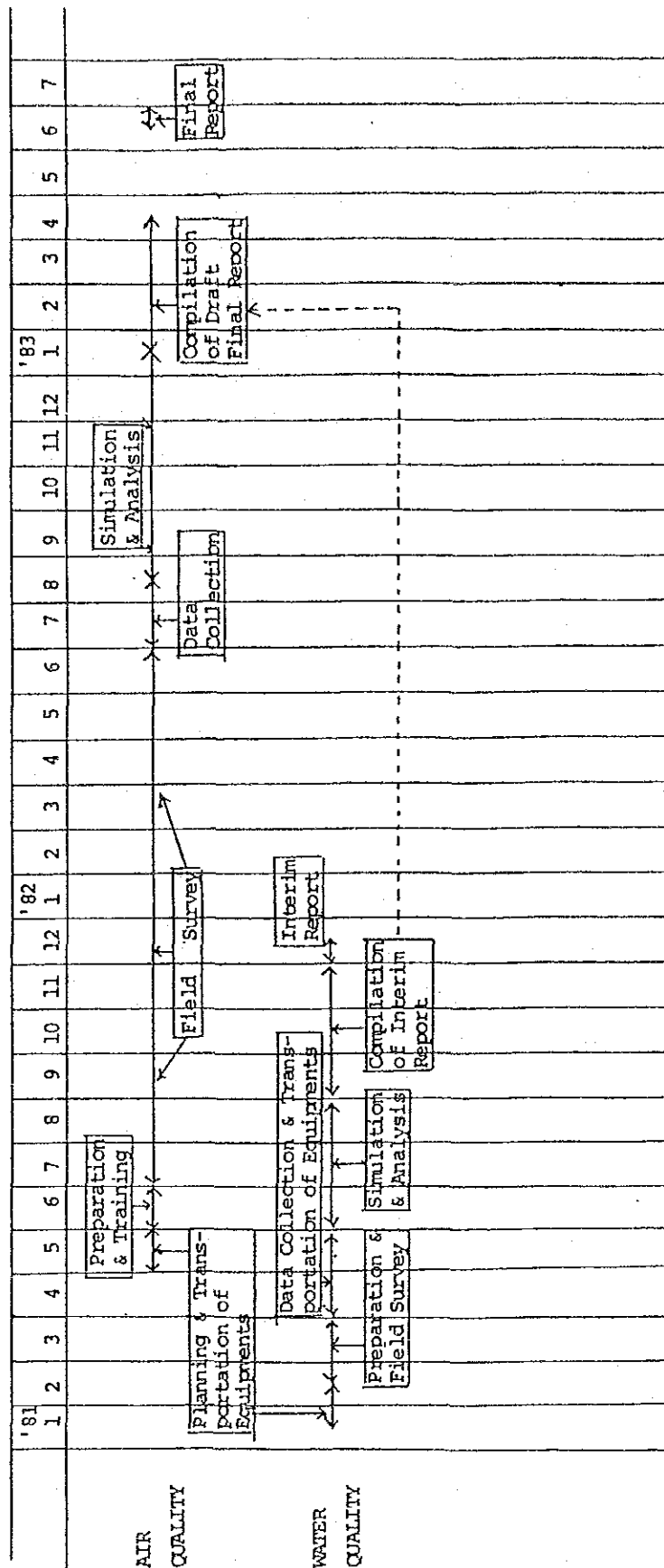
(5)

7. Contribution of the Government of Japan

1. The Government of Japan, through JICA, will provide a Survey Team who will conduct the field survey and simulation according to the Time Schedule (ANNEX I)
2. The Government of Japan will conduct during the stay of the Survey Team in the Republic of Singapore the training course for the Singapore counterparts to further their skills in operating and maintaining the necessary measuring machinery and equipments for the period of the field survey.

ANNEX I

TIME SCHEDULE FOR THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS OF COAL FIRING POWER STATION AND INTE- GRATED STEEL MILL IN THE REPUBLIC OF SINGAPORE



The Detailed Information on Provision
of Facilities by the Government of
The Republic of Singapore

[1] Air Quality Survey

1. Monitoring Stations

About 7 monitoring stations are to be established in the surrounding areas of the proposed sites. The land or places for these monitoring stations should be provided.

2. Electricity Supply

The electricity connection and supply for monitoring stations at mutually agreed sites should be provided by the Government of the Republic of Singapore.

3. The Facilities to Accomodate the Chemical Reagents

The facilities for storage, preparation of chemical reagents and distilled water should be provided at Jurong Town Corporation's Laboratory or National University of Singapore's Laboratory.

4. The Government of the Republic of Singapore will provide necessary personnel for the daily operation and maintenance of the monitoring stations.

[2] Water Quality Survey

1. The Laboratory Testing Facilities for Chemical Analysis

The laboratory testing facilities for chemical analysis of aqueous samples shall be provided at Jurong Town Corporation's Laboratory or National University of Singapore's Laboratory.

2. The Storage Space for the Measuring Equipments and Materials

The storage space to be provided for the measuring equipments and materials shall be big enough for opening of the packages and adjusting the equipments.

3. The Small Boats for Survey

The Survey Team will require 3 small boats for about 20 days in total. The Government of the Republic of Singapore will provide the Survey Team with such number of boats as are necessary for the survey.

(2)

[3] Handling of Measuring Equipments

All the measuring equipments necessary to conduct the field survey will be, in principle, brought in and out by the Survey Team. The Government of the Republic of Singapore is requested to provide facilities and arrangement on the followings:-

- (a) Custom clearance including loading and unloading
- (b) Inland transportation
- (c) Packing and unpacking

ANNEX II

MINUTES OF MEETINGS

FOR

THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS

OF COAL FIRING POWER STATIONS

AND INTEGRATED STEEL MILL

DECEMBER 1980

MINUTES OF MEETINGS

FOR

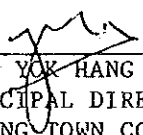
THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS

OF COAL FIRING POWER STATIONS

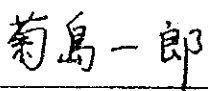
AND INTEGRATED STEEL MILL

19TH DECEMBER 1980

CONFIRMED BY:



YING YOK HANG
PRINCIPAL DIRECTOR (TECHNICAL)
JURONG TOWN CORPORATION
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF
SINGAPORE



ICHIRO KIKUSHIMA
LEADER OF THE JAPANESE
PRELIMINARY SURVEY TEAM
DEPUTY DIRECTOR
ENVIRONMENTAL PROTECTION
GUIDANCE DIVISION
INDUSTRIAL LOCATION & ENVIRONMENTAL
PROTECTION BUREAU
MINISTRY OF INTERNATIONAL TRADE AND
INDUSTRY

MINUTES OF MEETINGS

The Japanese Preliminary Survey Team and the Singapore Counterpart had discussion on the Environment Effects of the Coal Firing Power Stations and Integrated Steel Mill and the following were mutually agreed upon.

Data of the Proposed Coal Firing Power Stations and the Integrated Steel Mill

(A) Coal Firing Power Station

- i) The Japanese side requested for information on the proposed coal firing power station.
- ii) After discussion with the Singapore side which included P.U.B., the assumptions given in Appendix A were agreed upon.
- iii) It was indicated that one coal firing power station will be on Pulau Seraya and one on Pulau Tekong. (See Appendix D)

(B) Integrated Steel Mill

- i) The Singapore side indicated that the proposed steel mill will use about eight million tons of iron ore per year and producing about one million tons of steel product by the direct reduction process using coal.
- ii) The Japanese side requested for technical information similar to those in Appendix A.
- iii) The Singapore side replied that it is not in a position to provide, except that the location will be in Pulau Tekong (See Appendix D). However, it will try to obtain the information requested by the Japanese side at the earliest possible date.
- iv) It was mutually agreed that this matter will be further discussed and resolved when the next water quality survey team visits Singapore.

(C) Data on Emission Sources (Present & Future 1990)

(a) Air Quality

- i) The Japanese side requested for emission data both present and future and suggested that if such data is not available then a survey be carried out to obtain the same.
- ii) The Singapore side agreed to carry out such survey.
- iii) The Japanese side indicated that these data should be made available by June 1982.
- iv) The Singapore side agreed to the above.

(2)

(b) Water Quality

- i) The Japanese side requested for effluent data present and future including industries located on the southern islands and suggested if such data is not available then a survey be carried out to obtain the same.
- ii) The Singapore side agreed to carry out such survey.
- iii) The Japanese side indicated that these data should be made available by May 1981.
- iv) The Singapore side agreed to the above.

(c) Malaysian Development Plan (North of Straits of Johore)

- i) The Japanese side requested information regarding industrial development plan immediately north of the Straits of Johore.
- ii) The Singapore side replied that it is not in a position to do so.
- iii) It was mutually agreed that effects of the Malaysian developments shall not be considered.

(D) Monitoring Points

Based on survey carried out by Japanese Preliminary Survey Team, the following monitoring points were agreed upon.

(a) Air Quality

- i) SO₂, wind direction, wind velocity - 7 points
- ii) Net radiation - 1 point
- iii) Vertical distribution of temperature - 1 point
- iv) Pilot balloon observation - 2 points

(b) Water Quality

- i) Current direction, current velocity - 10 points (around the two proposed sites)
- ii) Water temperature, salinity, COD observation. - 30 points (around the two proposed sites)

(c) Clearance from Competent Authorities

The Singapore side will arrange and obtain necessary clearance from the competent authorities to conduct the above surveys.

(3)

(E) Simulation Methods

- i) The Japanese side stated that for SO₂ diffusion calculation, Plume Puff model will be adopted and predict a yearly concentration of SO₂.
- ii) As for water temperature and COD diffusion calculation, FEM (Finite Element Method) will be adopted.
- iii) The Singapore side agreed to the above methods.

(F) Evaluation on the Environmental Effects and Impacts

- i) The Japanese side enquired about the environmental ambient standards of SO₂ and COD.
- ii) The Singapore side replied that it has only the emission standard but not the ambient standard.
- iii) The Japanese side stated that it will predict the levels of SO₂ and COD from the coal firing power stations and integrated steel mill.
- iv) The Japanese side stated that it will also be able to predict the total levels of SO₂ and COD in the year 1990 if adequate data on the emission are collected from the survey referred in para C.
- v) It was mutually agreed that if no ambient standard is indicated by the Singapore side, the Japanese side will not be in a position to comment on the levels of SO₂ and COD and in any case further evaluation will have to be carried by the Singapore side.

(G) Maintenance of monitoring stations

- i) The Japanese side requested the Singapore side to provide the necessary personnel for the daily operation and maintenance of the monitoring stations as indicated in Appendix 'B'.
- ii) Singapore side agreed to provide the personnel required.

(H) Survey Schedule

- i) The Japanese side mentioned that the schedule may need to be altered. Such alteration will be mutually discussed and agreed upon.
- ii) The Singapore side agreed to the above.

(4)

5(I) Contributions

- i) The Japanese side requested that land and sea transport for future survey team and equipments and their local counterparts be provided in accordance with schedule in Appendix 'C'.
- ii) The Singapore side agreed to provide the same.
- iii) At the commencement of the survey, the Japanese side will arrange for all the equipments to be delivered to Jurong Town Hall. The Singapore side will arrange for the transportation of the equipments from the Jurong Town Hall to the various monitoring stations and will be responsible for the setting up of the stations.
- iv) On completion of survey, the Singapore side will arrange for transportation of all equipments from the monitoring stations back to Jurong Town Hall and the Japanese side will arrange to collect the same from Jurong Town Hall.

(J) Datas/Reports

- i) The Singapore side requested that information supplied to the Japanese side shall be treated as confidential materials. Similarly the results and report of the study are to be treated also as confidential.
- ii) The Japanese side agreed to the above.

APPENDIX A

Assumption on Coal Firing
Power Station

Generated Output	350 MW x 2
Fuel	Coal Calorific Value 7,000 Kcal/kg Sulphur 1% (wt%) Consumption 154×10^4 t/year (operation rate 70%)
Stack	Gas Volume 182×10^4 Nm ³ /h Gas Temperature 150°C (without desulfurization of flue gas) Gas Discharge Velocity 30 m/s Height 200m
Cooling Sea Water	Amount 29.4 m ³ /s Temperature difference 7°C
Effluent	Volume 1,200 m ³ /d COD 150 mg/l

NOTE:

The sites of stacks and outlets are as shown in Appendix D

APPENDIX B

ON THE MAINTENANCE OF MONITORING STATIONS

	Qualified Persons	Regular Persons
1 SO ₂ Monitor	Once every 20 days:- a Absorption solution and chart sheet, ink should be refilled or replaced b Calibration of monitor should be conducted c Chart data for last 20 days should be sent to Japan through JICA, Singapore	Once per everyday he should check the monitoring station whether it is operating properly without any trouble or not
2 Wind Speed Meter	Same as above but no calibration required	Same as above
3 Net Solar Radiation Flux Meter and Air Thermometer	Same as No (2) above	Same as No (1) and (2) above

TIME SCHEDULE FOR FIELD SURVEY IN SINGAPORE (AIR QUALITY)

Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	388	390	392	394	395
Travel & Official Visits																																
Number of Persons	4	4																														
1. Site Selection,																																
N.of Person			4	4	4	4	4	4	4	4																						
2. To set equipments & Training																																
N.of Person			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3. Surveillance & Pilot Balloon																																
N.of Person																																
4. Observation																																
N.of Person																																
5. Travel to Japan																																
N.of Person																																
6. Travel to S'pore																																
N.of Person																																
7. Withdrawal of Equipments																																
N.of Person																																
8. Travel to Japan																																
N.of Person																																

[illegible]

ANNEX III

MINUTES OF MEETING

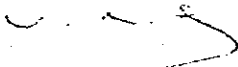
ON

THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS
OF COAL FIRING POWER STATIONS

AND

INTEGRATED STEEL MILL
IN THE REPUBLIC OF SINGAPORE

AGREED AND CONFIRMED ON 6TH JUNE, 1983 IN SINGAPORE



LIM SAK IAN
SENIOR DIRECTOR, ENGINEERING
JURONG TOWN CORPORATION
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC
OF SINGAPORE



KENJI IWAGUCHI
LEADER, PRELIMINARY SURVEY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

Based on the Scope of Work signed on 19 December 1980 (hereinafter referred to as "the Original S/W"), the JICA started to conduct the study in mid-February 1981. The water quality survey and simulation were completed in December 1981 and the final report was submitted on 4 February 1982. The air quality survey and simulation has been under way and the final report will be submitted at the end of July 1983.

In view of the critical impact of particulates and also to achieve a more comprehensive study, the Government of the Republic of Singapore, by the Note Verbal No. MFA/RE/453/82 dated 31 July 1982, further requested the Government of Japan to add the study on particulates (hereinafter referred to as "the Additional Study").

Accordingly, JICA sent a team headed by Mr Kenji Iwaguchi from 1 to 7 June 1983 to discuss the Scope of Work for the Additional Study.

As a result of discussions, JICA and JTC hereto agreed upon the following as "the supplement" to the Original S/W.

SUPPLEMENT

1 OBJECTIVES

The objectives of the study are:

- 1.1 to conduct the field survey for particulates in the Republic of Singapore
- 1.2 to conduct the simulation study by computers based on the data obtained from the above said field survey and to assess the estimated pollution loads when these plants are in operation.

2 SCOPE OF THE STUDY

2.1 Survey Area

The survey area of the study covers whole area in the Republic of Singapore

2.2 Establishment of monitoring stations (as shown in Annex I).

2.3 Survey Plan

2.3.1 Measurement of Particulates

- i Quarterly measurement (every 3 months) of total particulate matters (TPM), suspended particulate matter (SPM) at 20 monitoring stations and particulate size distribution of SPM at 3 monitoring stations.
- ii Through-year measurement of suspended particulate matter (SPM) at 3 key monitoring stations.

- 2.3.2 Measurement of other items at 7 monitoring stations
 - i Through-year measurement of SO₂ ambient concentration.
 - ii Through-year measurement of meteorological conditions.
- 2.3.3 Collection of relevant data on emission factors of the proposed plants.
- 2.3.4 Chemical analysis of particulate components.
- 2.3.5 Data analysis, and numerical estimation of environmental impacts of the proposed plants.

3 TENTATIVE TIME SCHEDULE

The tentative time schedule is shown in Annex II.

4 REPORTS

4.1 Draft Report

4.1.1 30 copies

4.1.2 The draft final report will be submitted in English within three(3) months after the completion of the numerical calculation for particulates survey.

4.1.3 The Government of the Republic of Singapore will provide the comments to JICA through the Embassy of Japan within one(1) month after the presentation of the draft final report.

4.2 Final Report

4.2.1 50 copies together with 50 copies of abstracts.

4.2.2 The final report will be submitted within two(2) months after the receipt of the comments on the draft report.

5 ADDITIONAL CONTRIBUTION OF THE GOVERNMENT
 OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE

5.1 Monitoring Stations

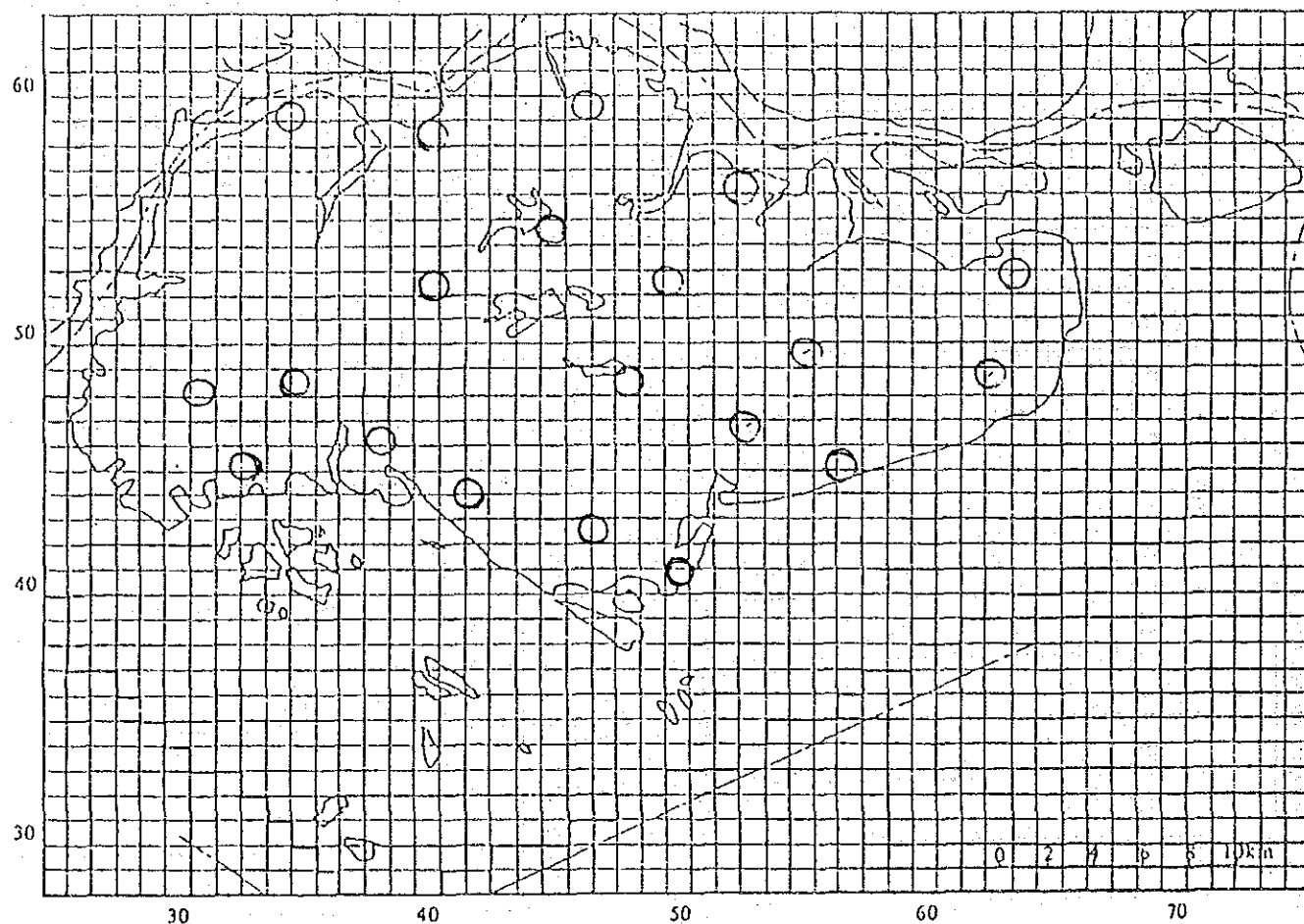
About 20 monitoring stations are to be established in the main island of the Republic of Singapore. The lands or places for these monitoring stations should be provided.

5.2 Electricity Supply

The electricity connection and supply for monitoring stations at mutually agreed sites should be provided by the Government of the Republic of Singapore.

5.3 The Government of the Republic of Singapore will provide necessary personnel for the daily operation and maintenance of the monitoring stations.

5.4 Measurement of SO₂ ambient concentration and meteorological conditions will be conducted by the Government of the Republic of Singapore during the same period with the through-year measurement of particulates by the survey team, and the data will be provided to the survey team.



Monitoring Points for Measurement of Particulates

Key Stations (3)

Installed with β ray analyser, Andersen sampler and high volume samplers

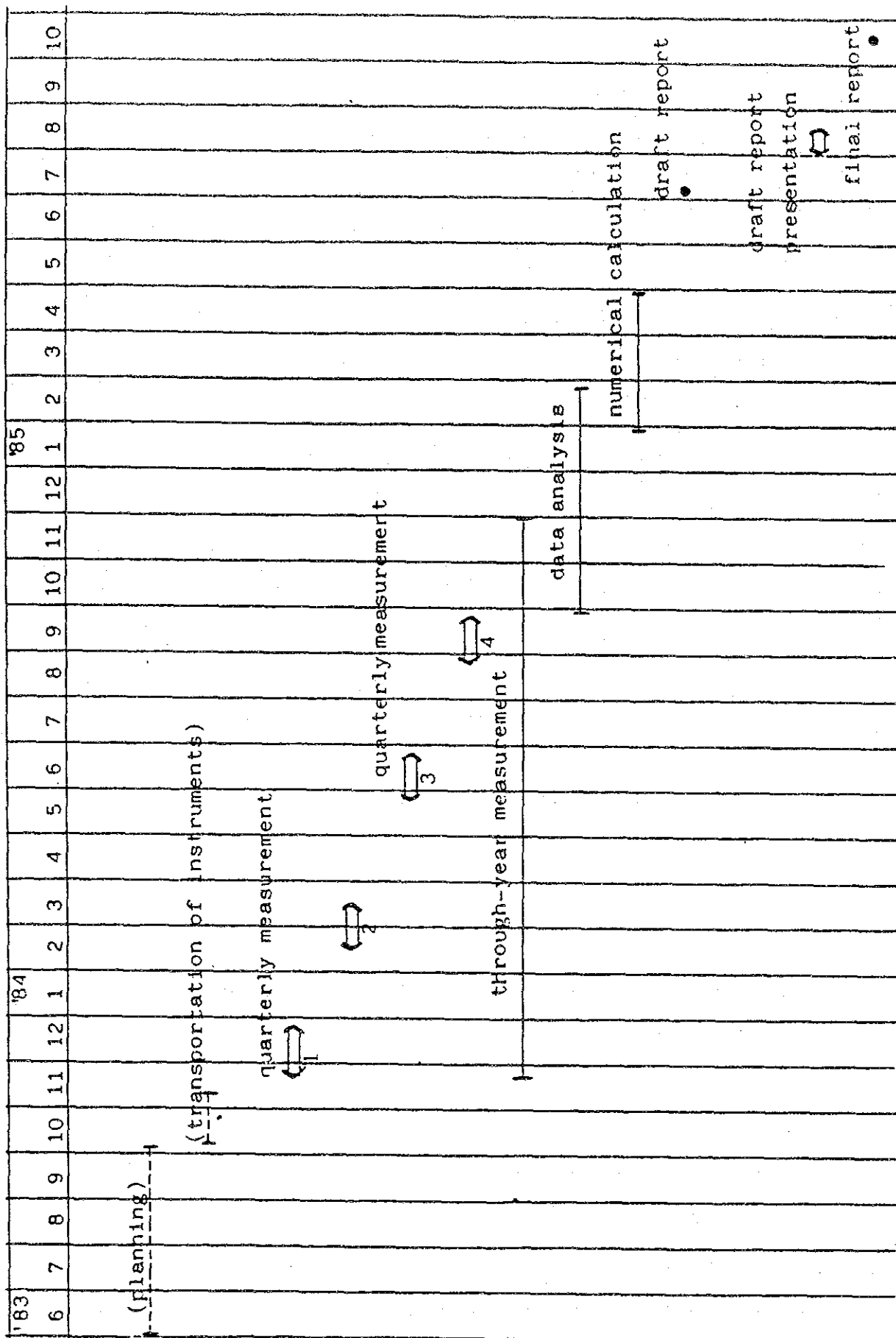
Principal Stations (9)

Installed with high volume samplers

Supplementary Stations (8)

Installed with high volume samplers

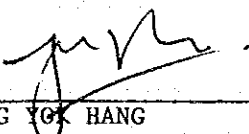
TENTATIVE TIME SCHEDULE



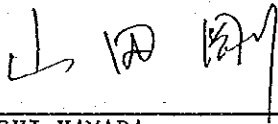
ANNEX IV

MINUTES OF MEETING
ON
THE STUDY OF ENVIRONMENTAL EFFECTS
OF COAL FIRING POWER STATIONS
AND
INTEGRATED STEEL MILL
IN THE REPUBLIC OF SINGAPORE

AGREED AND CONFIRMED ON 27TH SEPTEMBER, 1984 IN SINGAPORE



YING YEK HANG
PRINCIPAL DIRECTOR (TECHNICAL)
JURONG TOWN CORPORATION
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF S'PORE



TAKESHI YAMADA
MANAGING DIRECTOR, IPCAJ
ON BEHALF OF THE JAPAN
INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Based on the Supplement to the Original Scope of Work signed on 6 June 1983, the Japanese Environmental Study Team had completed the field survey for particulates in the Republic of Singapore in September 1984.

To conduct the simulation study by computers based on the data obtained from the above said field survey and to assess the estimated pollution loads when these plants are in operation, it is hereby agreed that the assumptions to be made for the particulate emissions are as follows:-

1 Coal Firing Power Stations

1.1 Pulau Seraya

Particulates emission volume	-	130 kg/hr
Particulates concentration	-	0.05g/Nm ³ -dry gas

1.2 Pulau Tekong

Particulates emission volume	-	120 kg/hr
Particulates concentration	-	0.05g/Nm ³ -dry gas

2 Integrated Steel Mill

2.1 Grate Kiln

Particulates emission volume	-	900 kg/hr
Particulates concentration	-	0.18g/Nm ³ -dry gas

2.2 Electric Arc Furnance

Particulates emission volume	-	324 kg/hr
Particulates concentration	-	0.18g/Nm ³ -dry gas

2.3 Reheating Furnance

Particulates emission volume	-	6 kg/hr
Particulates concentration	-	0.18g/Nm ³ -dry gas

It is further assumed that electrostatic precipitators and/or bag filters will be installed in the above items except 2.3 Reheating Furnance.

Handwritten signature
24

JICA