



タイ王国サムットプラカン工業地区大気汚染環境管理計画調査 報告書 一九九一年一月 国際協力事業団

タイ王国サムットプラカン工業地区
大気汚染環境管理計画調査

報 告 書

1991年1月

国際協力事業団

122
618
MPI
LIBRARY

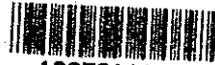
工 計 鉦
91-2
91-2

タイ王国サムットプラカン工業地区
大気汚染環境管理計画調査

報 告 書

1991年1月

JICA LIBRARY



1087911(2)

22024

国際協力事業団



序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のサムットプラカン大気汚染環境管理計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1988年1月から1989年10月までの間、5回にわたり、社団法人産業公害防止協会 山田 剛氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、タイ王国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本管理計画の策定に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成3年1月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

省略語一覽

- A A S ; Atomic Absorption Spectrometry (原子吸光分析法)
- A S T M ; American Society for Testing Materials
- B A C T ; Best Available Control Technology
- C A A ; Clean Air Act (空気清浄法)
- C M B ; Chemical Mass Balance Method (化学質量平衡法)
- C O C A ; Cleanliness and Orderliness of Country Act (清浄法)
- D I W ; Department of Industrial Work (工場局)
- E - C ; Elemental carbon (元素性炭素)
- E G A T ; Electricity Generating Authority of Thailand
- E I A ; Environment Impact Assessment (環境影響評価)
- E P A ; Environment Protection Agency (米国環境保護庁)
- F A C ; Factory Act (工場法)
- F P ; Flame Photometry (炎光分析法)
- G D P ; Gross Domestic Product
- H C ; Hydro carbon (炭化水素)
- I C ; Ion Chromatography (イオンクロマト法)
- I C N E Q A ; Improvement and Conservation of National Environment Quality Act
(環境質改善保全法)
- I E A T ; Industrial Estate Authority of Thailand (タイ国工場用地公社)
- I E A T A ; Insustrial Estate Authority of Thailand Act (タイ王国工場用地公社法)
- I N A A ; Instrumental Neutron Activation Analysis (放射化分析法)
- J I C A ; Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
- J I S ; Japanese Industrial Standard (日本工業規格)
- L A E R ; Lowest Achievable Emission Rate
- M E A ; Metropolitan Electricity Authority
- M O C ; Ministry of Commerce (商務省)
- M O I ; Ministry of Industry (工業省)
- N A A Q S ; National Ambient Air Quality Standard (大気環境基準)

NEA ; National Energy Administration
NEB ; National Environment Board (タイ国環境委員会)
NEPO ; National Energy Policy Office
NESDB ; National Economic and Social Development Board
NESHAP ; National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants
NO ; Nitrogen Oxide (一酸化窒素)
NO₂ ; Nitrogen Dioxide (二酸化窒素)
NO_x ; Nitrogen Oxides (窒素酸化物)
NSPS ; New Source Performance Standard
O-C ; Organic Carbon (有機炭素)
ONEB ; Office of the National Environment Board (タイ国環境庁)
PAA ; The Poisonous Articles Act (毒物法)
PHA ; Public health Act (公衆保健法)
PPP ; Polluter Pays Principle (汚染者負担)
PSD ; Prevention of Significant Deterioration (環境悪化防止計画)
SO₂ ; Sulphure Dioxide (二酸化硫黄)
SP ; Spectrophotometry (吸光光度分析)
SPM ; Suspended Particulate Matter (浮遊粒子状物質)
T-C ; Total Carbon (全炭素)
TDRI ; Thailand Development Research Institute
TSP ; Total suspended Particulate (全浮遊粉じん)
XRF ; X-ray Fluorescence analysis (ケイ光X線分析法)

單位一覽

A ; Ampere

Å ; angstrom

°C ; centigrade

$\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$; calories per square centimeter per hour

$\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$; calories per square centimeter per minute

cm ; centimeter

g ; gram

g/cm^2 ; grams per square centimeter

h ; hour

Kcal/ℓ ; kilocalories per litter

Hz ; hertz

kg ; kilogram

$\text{k}\ell$; kilolitter

Km ; Kilometer

ℓ/min ; liters per minute

m ; meter

m^3 ; cubic meter

mA ; milliampere

mg/m^3 ; milligrams per cubic meter

mm ; millimeter

mmHg ; millimeters hydrargyrum (mercury)

mmH_2O ; millimeters hydrogen oxide

m/s ; meters per second

nm ; nanometer

Nm^3/kg ; normal cubic meters per kilogram

Nm^3/ℓ ; normal cubic meters per litter

PPb ; Part Per Billion

PPm ; Part Per Million

S ; second

μg ; microgram

$\mu g / m^3$; micrograms per cubicmeter

μm ; micrometer

W / m^2 ; watt per square meter

要約及び結論

1. 序 論

1.1 調査の目的

タイ王国政府が同国サムットプラカン工業地区の主として工業活動に起因する大気汚染（SO₂、NO₂、浮遊粒子状物質）に関する環境管理計画を策定するために必要な諸資料を日本国政府が提供し、必要な助言を行うとともに、本調査の実施中にタイ王国側カウンターパートであるONEB (Office of the National Environment Board)に対し、日本国側調査団が調査業務に係る技術移転を図ることを目的とした。

1.2 調査の概要

大気汚染環境管理計画策定に必要なデータを提供するために、まず、当該地域の現況における大気質の環境濃度レベルと気象構造並びに当該地域全域から排出される大気汚染物質の量を把握した。次に、大気汚染物質排出量と大気環境濃度との因果関係を大気拡散シミュレーション等によって調べ、個々発生源の環境への寄与を明らかにした。また、環境管理計画の策定に必要な助言を行うために、現状環境濃度レベルと環境基準値との対比、発生源寄与率に基づく煙源改善対象発生源の選定と煙源改善方法の検討（排出規制、高煙突化、燃料改善等）、煙源改善に要するコスト計算、煙源改善による生産コストの影響と経済に与える影響及び煙源改善後における将来予測と環境基準適合状況の確認を行った。さらに、発生源及び環境監視システムの検討及び環境保全に係る法体系、行政機構の整備のための関係諸資料を収集し、タイ国の社会的、経済的情勢等を総合的に勘案した環境管理計画策定に必要な提言を行った。

調査内容の概要と各項目間の関連を図1に示す。

1.3 調査対象地域

サムットプラカン県はバンコク首都圏の南側に位置し、プラプラデー郡 (Phra Pradaeng)、ムアン郡 (Muang) 及びバンプリー郡 (Bang plee) より構成されている。本調査においては、図2に示すように、これらの郡とバンコク市の一部を含む東西約60km南北約30kmの範囲を調査の対象とした。

1.4 地域の概況

(1) 地 勢

サムットプラカン県は、およそ東経101°、北緯14°、バンコク首都圏の南側に位置し、面積約890km²の工業県である。同県の南側は図2に示すようにタイ湾に面し、ムアン郡のほぼ中央をチャオプラヤ川 (Chao Phraya river) が流れており、全域がほとんど平坦で、域内の標高は最高でも20mにも満たない。

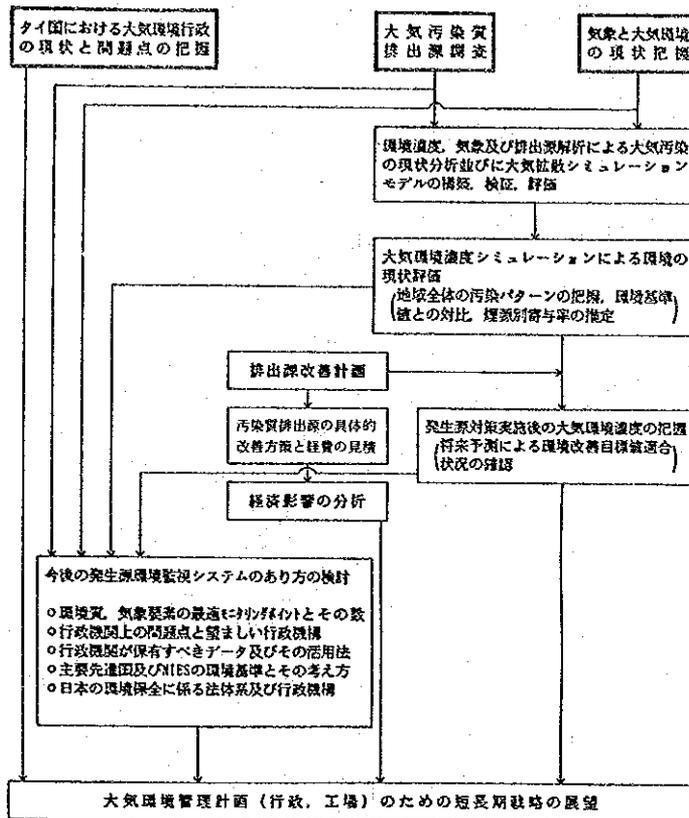


図1 調査全体フロー

(2) 気候

一年中気温の変化はほとんどなく、年間平均気温28～30℃、湿度は年間を通じて75～80%と典型的な熱帯性気候となっている。風系及び雨量により気候は3季節に分けられ、Hot season（3月～6月）、Rainy season（7月～10月）、Cool season（11月～2月）が存在する。風系は2月～8月はS系、11月～12月はN系であり、その他の月は定まった風系がみられない。風速は1～3m/s前後であり、1m/s以下の風速も多い。

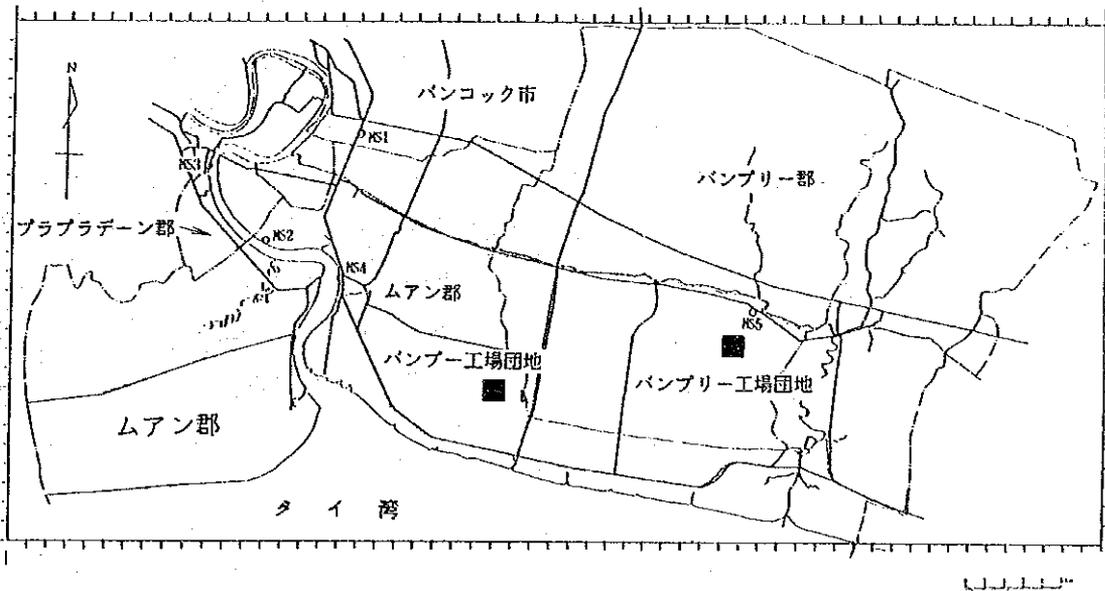
(3) 発生源の分布

サムットプラカン県内には大小約2,500の工場が立地しており、その大半がプラプラデー郡全域とムアン郡の中央部のチャオプラヤ川左岸部に集中している。これら集中地域の他は、バンプー（Bang Poo）工業団地とバンプリー工場団地及びバンプリー郡の高速道路沿いに散在している。

当該県内の主要道路は、高速道路、国道、県道であり、これら道路の総延長は200km

以上で、日平均交通量はルートにより異なるが約500~75,000台（モーターバイクを含む）である。

この他、汚染質の排出源として、フェリーボート及び船舶があり、チャオプラヤ川に沿って数百トンから1万トンを超える船舶が1日当り約150隻航行している。また、フェリーボートはプラプラデー郡内を流れるチャオプラヤ川の対岸を往復しており、その数は1日約1,300隻にも及ぶ（三つの発着所があり、これら発着所を往復する回数）。



- 測定局
- ★① バンナ気象台、ONER測定局（ONER Station）
 - ★② 南バンコク発電所（Power Plant, EGAT）
 - ★③ 鉱業省事務所（Mineral Department Office）
 - ★④ サムットプラカーン県庁（Samut Prakarn Provincial Office）
 - ★⑤ 住居及び工業団地管理事務所（Housing and Industrial Estate）

図2 調査対象地域

(4) 開発計画

内外からの工場誘致を目的として、県内にバンプー工場団地とバンブリー工場団地を設けている。バンブリー工場団地は内陸にあり、建設されてから日も浅く現在は約2割程度の敷地に工場が進出している程度である。これに比例してバンプー工業団地は整備が進んでおり、600ヘクタールの工場団地の約1/3で食品、化学、金属、繊維、プラスチック、ゴム、衣料品など多岐多様の工場が操業中である。将来は全工業団地に工場が進出することになっている。

2. 大気質環境濃度の現況

当該地域における大気汚染物質（SO₂、NO₂、浮遊粒子状物質（SPM）、浮遊粉じん（TSP））濃度の現況を知るため、また、当該地域の気象構造を明らかにし大気の拡散場を把握するため、両政府間で合意された当該地域5地点に測定局を設置し、大気汚染物質並びに気象要素の通年測定を行った。さらに、大気汚染物質を排出する全発生源（工場、自動車、船舶及びフェリーボート）を把握し、大気拡散モデルを利用して現状における当該地域全域のSO₂、NO₂環境濃度を明らかにした。調査内容と、この結果得られたサムットプラカン県における大気質環境濃度の現状は次のとおりである。

2.1 調査の内容

(1) 環境濃度、気象要素の現地調査

サムットプラカン県内5地点に測定局を設置し、昭和63年1月17日から平成元年1月16日にかけて表1に示す環境濃度、気象要素の測定を行った。また、粒子状物質中の化学成分組成を明らかにし、CMB法（Chemical Mass Balance Method）により粉じんの発生源別寄与率を推定するために、TSP中の39種の化学成分を放射化分析法等により分析した。この他、粉じん発生源の化学成分組成を調べるために、土壌、道路ダスト、ガソリンの化学分析も行った。

表1 測定局における測定項目

設定項目	測定地点	測定期間	測定方法
SO ₂	1, 2, 3, 4, 5	1年間	紫外線蛍光法自動連続測定器 (瞬間値及び1時間平均値)
NO _x (NO, NO ₂)	1, 2, 3, 4, 5	1年間	化学発光法自動連続測定器 (瞬間値及び1時間平均値)
SPM	1, 2, 3, 4, 5	1年間	β線吸収式自動連続測定器 (1時間平均値)
TSP	1, 2, 3, 4, 5	1年間	α-ネトリウムサンプラーによる1ヶ月 (15日×2回)平均値 α-ネトリウムサンプラー-2台使用 (1台は石英ろ紙, 1台はネトリウムろ紙を装着)
TPMの粒径分布	1, 2, 3, 4, 5	3季 (雨季, 乾季, その中間)	アンダーセンサンプラーによる 15日間平均値
風向風速	3次元; 1 2次元; 2, 5	1年間	2次元又は3次元超音波自動連続風向風速計による10分間移動平均値
日射量, 放射収支量	1	1年間	自動連続測定器による瞬間値及び1時間平均値
大気の乱れ	1	1年間	3次元超音波風向風速計による水平及び鉛直方向の大気の乱れ測定

(2) 大気汚染質発生源調査

1) 工場

工場から排出される SO_2 、 NO_x 排出量の推定は、原則としてアンケート調査によるものとし、アンケート調査票が送られていない群小工場やアンケート調査票が回収されない工場（572工場）については、アンケート回収工場（208工場）のデータより従業員1人当りの燃料使用量原単位を設定し、これら工場の燃料消費量、 SO_2 、 NO_x 排出量を計算した。

2) 自動車

道路延長243kmを走行する自動車から排出される SO_2 及び NO_x 量を車種別交通量及び车速のデータと日本の建設省の未規制車の排出係数により計算した。

3) 船舶及びフェリーボート

チャオプヤラ川に沿って航行する船舶及びプラプラデー郡内を流れるチャオプヤラ川の対岸を往復するフェリーボートから排出される SO_2 、 NO_x 量を、船舶隻数調査、日本の通商産業省による船舶の排出係数及び別に実施した燃料中硫黄分析結果により推定した。

(3) 大気汚染質シミュレーション

1) SO_2 及び NO_2

本調査においては、タイ国サムットプラカン県内の多数の発生源による広い範囲にわたる環境濃度を各種気象条件下の基で計算する必要があるが、また、当該地域は地形が平坦であり、地形による拡散場への影響は無視できるものと考えられることから、日本の通商産業省の産業公害総合事前調査における大気に係る環境濃度予測手法マニュアルに準拠し、プルーム・パフモデルにより SO_2 、 NO_2 の長期平均濃度（年平均濃度）を計算した。

2) TSP

粒子状物質の環境濃度シミュレーションは、発生源の多様性及び二次粒子の生成並びに粒子の沈降・沈着のモデル化等に種々の問題があり、大気拡散モデルを利用した方法は困難であるので、最近世界的に注目をあびている化学質量平衡法（CMB法）により発生源種類別（海塩粒子、土壌+道路ダスト、ディーゼル自動車、ガソリン自動車、鉄鋼業、ガラス工業、石油燃焼）の粒子状物質寄与率を推定した。

2.2 調査結果の概要

(1) 大気汚染質濃度

1) 環境濃度の現況

サムットプラカン県において測定したSO₂及びNO₂濃度(表2)をタイ国の環境基準値(表3)と比較すると、すべての測定局で環境基準を満足している。しかし、諸外国の環境基準(表4)と比較すると、SO₂ではMS3における値が、イギリス、フランス、カナダ、オーストラリア及び日本の基準値を超えている。NO₂では、MS1及びMS4における値が西ドイツの基準値を超えており、さらにMS4の値は、台湾、韓国、オーストラリア及び日本の基準値を超えている。

SPMについては、タイ国で環境基準が設定されていないが、SPMの環境基準が定められているアメリカと日本の基準値と比較すると、アメリカの基準ではMS5を除いていずれの測定局の値もこの基準を超えている。さらに、日本の基準値と比較すると、すべての測定局がこの基準を超えている。

表2 大気汚染質測定値

Item Code (unit)	Station	Effective monitoring days (days)	Monitoring hours (hrs)	Yearly Average	Yearly Geometric Average	Maximum values of hourly data	Maximum values of daily average data	Values of 98% cumulative daily average
SO ₂ (ppb)	MS 1	362	8684	7	4	109	23	19
	MS 2	354	8515	12	8	112	34	30
	MS 3	352	8502	24	16	199	71	60
	MS 4	360	8562	5	3	79	20	14
	MS 5	296	7225	3	2	48	21	8
NO ₂ (ppb)	MS 1	354	8560	16	12	138	49	33
	MS 2	316	7763	9	6	69	32	20
	MS 3	276	6805	13	10	81	41	30
	MS 4	289	7097	15	10	150	69	46
	MS 5	315	7640	5	3	48	16	14
NO _x (ppb)	MS 1	354	8558	38	23	497	176	112
	MS 2	316	7763	18	14	132	56	40
	MS 3	270	6674	24	18	251	75	62
	MS 4	289	7092	34	22	343	180	105
	MS 5	315	7639	9	6	127	36	25
SPM (µg/m ³)	MS 1	348	8399	60	46	477	156	130
	MS 2	344	8419	56	42	870	169	125
	MS 3	355	8579	63	50	702	157	132
	MS 4	350	8504	68	49	605	201	162
	MS 5	343	8322	43	32	661	119	103

Note) An effective monitoring day has 20 monitoring hours or over

表3 タイ国の大気質環境基準値

Pollutant		Standard of air pollution	
		(mg/m ³)	(ppm)
SO ₂	Daily average	0.30	0.117
	Yearly geometric average	0.10	0.039
NO ₂	Hourly data	0.32	0.173
TSP	Daily average	0.33	—
	Yearly geometric average	0.10	—

表 4 主要各国の大気質環境基準値

国名	SO ₂	NO _x	粒子状物質
イギリス フランス	<p>限定値 (μg/nl)</p> <p>年間 (日平均値の平均) IF SMOKE < 34 0.042ppm IF SMOKE ≥ 34 0.028ppm</p> <p>冬期 (10月~3月の日平均値の平均) IF SMOKE < 51 0.063ppm IF SMOKE ≥ 51 0.045ppm</p> <p>年間 (PEAK) (日平均値の98%値) IF SMOKE < 128 0.122ppm IF SMOKE ≥ 128 0.087ppm</p> <p>指針値</p> <p>年間 (日平均値の平均) 0.014~0.021ppm 24時間値 0.035~0.062ppm</p>		<p>SMOKE*環境基準</p> <p>限定値</p> <p>年間 (日平均値の平均) 68 μg/nl 冬期 (10月~3月の日平均値の平均) 111 μg/nl 年間 (PEAK) (日平均値の98%) 213 μg/nl</p> <p>指針値</p> <p>年間 (日平均値の平均) 34~51 μg/nl 24時間値 85~128 μg/nl</p> <p>* SMOKE: 化石燃料の燃焼時に排出されるばいじんの内、粒径15 μm以下のもの。</p>
西ドイツ	<p>30分間値 0.350ppm 24時間平均値 0.105ppm</p>	<p>30分間値 0.098ppm 24時間平均値 0.049ppm</p>	<p>30分間値 300 μg/nl 24時間平均値 200 μg/nl 年間平均値 100 μg/nl</p>
イタリア	<p>年間の日平均濃度の平均値 0.028ppm 年間の日平均濃度の98%値 0.087ppm</p>	<p>1時間平均濃度の算術平均 (1日につき1時間以上超えてはならない) 0.070ppm</p>	<p>年間の日平均濃度の算術平均 150 μg/nl 年間の日平均濃度の95%値 300 μg/nl</p>
オランダ	<p>24時間平均値の50%値 0.026ppm 24時間平均値の95%値 0.070ppm 24時間平均値の98%値 0.087ppm 24時間平均値 0.175ppm 1時間平均値 0.290ppm</p>	<p>24時間平均値の50%値 0.024ppm 24時間平均値の95%値 0.040ppm 1時間平均値の95%値 0.054ppm 24時間平均値の98%値 0.068ppm 1時間平均値の98%値 0.060ppm 24時間平均値 0.073ppm 1時間平均値 0.146ppm 4時間平均値* 0.040ppm</p> <p>* は植物、動物群の保護のためであり、その他は人の健康の保護のためである。</p>	<p>24時間平均値の50%値 30 μg/nl 24時間平均値の95%値 75 μg/nl 24時間平均値の98%値 90 μg/nl 24時間平均値 150 μg/nl</p>
南アフリカ	<p>0.02ppm (但し、0.04ppmを超えないこと) 平均化時間は不明</p>		<p>物質の化学的、物理的性質及び閾値による 例 アスベスト 0.02糸/cc (最大0.04) NUISANCE DUSTS 0.1 μg/nl (最大0.2)</p>
台湾	<p>(一般地区) (工業地区)</p> <p>1時間値の年平均値 0.05ppm以下 0.075ppm以下 1時間値の日平均値 0.1 ppm以下 0.15 ppm以下 1時間値 0.3 ppm以下 0.5 ppm以下</p>	<p>(一般地区) (工業地区)</p> <p>1時間値の日平均値 0.05ppm以下 0.1ppm以下</p> <p>この基準を超える日平均値は年間データの10%より少なくなければならない。</p>	<p>(一般地区) (工業地区)</p> <p>粒径10 μm以下 月平均値 240 μg/Nm³以下 240 μg/Nm³以下 年平均値 140 μg/Nm³以下 160 μg/Nm³以下</p> <p>粒径10 μmを超えるものを含む 月平均値 260 μg/Nm³以下 290 μg/Nm³以下 年平均値 170 μg/Nm³以下 190 μg/Nm³以下</p> <p>この基準を超える月平均値は1年間に2回より少なくなければならない。</p>
韓国	<p>年平均値 0.05ppm以下 日平均値 0.1 ppm以下 (年に3回超えてはならない)</p>	<p>年平均値 0.05ppm以下 1時間平均値 0.15ppm以下 (年に3回超えてはならない)</p>	<p>年平均値 150 μg/nl 日平均値 300 μg/nl (年に3回超えてはならない)</p>
イギリス	<p>(イギリス) Acceptable level Detrimental level</p> <p>1時間値 0.17ppm 0.34ppm 24時間値 0.06ppm 0.11ppm</p>	<p>(イギリス) Acceptable level Detrimental level</p> <p>1時間値 0.15ppm 0.25ppm 24時間値 0.06ppm 0.15ppm</p>	
アメリカ	<p>(一次) 年間算術平均 0.03ppm 24時間平均 0.14ppm (二次) 3時間平均 0.5 ppm</p>	<p>年平均 0.053ppm</p>	<p>SPM環境基準</p> <p>年平均 (算術平均) 50 μg/nl 24時間平均 150 μg/nl</p>
カナダ	<p>(1) Desirable level a) 年間算術平均値 0~0.010ppm b) 24時間平均濃度 0~0.052ppm c) 1時間平均濃度 0~0.157ppm (2) Acceptable level a) 年間算術平均値 0.010~0.021ppm b) 24時間平均濃度 0.062~0.105ppm c) 1時間平均濃度 0.157~0.315ppm (3) Tolerable level 連続24時間以上の平均濃度 0.105~0.280ppm</p>	<p>(1) Desirable level 年間算術平均値 0~0.029ppm (2) Acceptable level a) 年間算術平均値 0~0.049ppm b) 24時間以上の平均濃度 0~0.098ppm c) 1時間以上の平均濃度 0~0.193ppm (3) Tolerable level 連続1時間以上の平均濃度 0.105~0.468ppm</p>	<p>(1) Desirable level 年間幾何平均 0~60 μg/nl (2) Acceptable level a) 年間幾何平均 60~70 μg/nl b) 24時間以上の平均濃度 0~120 μg/nl (3) Tolerable level 24時間以上の平均濃度 120~400 μg/nl</p>
日本	<p>1時間値の日平均値 0.04ppm以下 1時間値 0.1 ppm以下 (98%値)</p>	<p>1時間値の日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内またはそれ以下であること。</p>	<p>1時間値の日平均が100 μg/nl以下 1時間値200 μg/nl以下 (98%値) 粒径10 μm以下のSPMを対象</p>

2) 大気質濃度の日変化

SO₂については、MS 2及びMS 3の濃度が他の測定局よりも比較的濃度が高いが、どの測定局も夜間から早朝にかけて濃度が高く、昼間は濃度が低くなっている。

NO₂、NO_x (NO+NO₂)は、幹線道路沿いのMS 1及びMS 4の濃度が他の測定局に比べて高いが、いずれの測定局も7～8時と19～21時にピークを持つ二山型のパターンを示している。

SPMは局間による濃度差はあまりみられず、NO₂及びNO_xと同様に二山型のパターンを示す。

3) 大気質濃度の季節変化

SO₂濃度は測定局によって若干差があるが、一般に乾期(11月～4月)に高く、雨期(5月～10月)に低くなっている。一方、NO₂、NO_xはMS 1以外の測定局は雨期から乾期にかけて(8月～12月)濃度が高くなっており、MS 1では雨期(5月～10月)に濃度が高い。SPMでは、乾期にあたる11月～3月に濃度が高く、雨期にあたる5月～8月ではいずれの測定局においても濃度は低い。

(2) 気象構造

1) 風向風速

サムットプラカン県内の風系は、当該地域が東西60km、南北30kmとかなり広い範囲であるにもかかわらず一様であり、局地的な風系はみられない。風速は全般に弱く、年間の平均風速は2～3 m/s前後であり、6 m/s以上の風速になることは極めて少ない。風速の日変化についてみると、日中強く、夜間は弱い。また、風速の季節変化はほとんどみられない。一方、風向については季節的な特徴がみられ、2月から8月までの間はS系、11月～12月はN系であり、季節の変わり目にあたる1月、9月及び10月は定まった風向がみられない。

2) 大気の乱れと拡散条件

大気汚染物質の移流・拡散に影響を及ぼす水平並びに鉛直方向の乱れの大きさは、日中の日射の強いときは大きな値をとり拡散条件は良く、日射のない夜間は小さな値であり拡散条件は悪くなっている。また、乱れの大きさは、風速が強くなれば小さな値となる一般的な傾向を示している。

(3) 汚染物質排出量

現状におけるサムットプラカン県全域から排出されるSO₂量は、21,134トン/年であり、このうち工場が18,330トン/年(86.7%)排出しており、次いで、船舶及び

フェリーボート1,330トン/年(6.3%)、自動車1,474トン/年(7.0%)である。
NO_xは全域から18,502トン/年排出されており、その内訳は、工場8,820トン/年
(47.7%)、自動車7,812トン/年(42.2%)、船舶及びフェリーボート1,870トン
/年(10.1%)である。

(4) 大気汚染質シミュレーションによる当該地域の環境濃度

1) SO₂及びNO₂

現状におけるSO₂及びNO_x排出量、気象条件をインプットデータとして当該地
域全域のSO₂及びNO₂年平均濃度を大気拡散モデルにより計算した。日本の環境
庁の判定条件による拡散モデルの評価(実測値と計算値の整合性)はSO₂、NO₂
ともAランクであり、本調査で採用した大気シミュレーションモデルは十分な精度
を有していることが分った。

当該地域のSO₂、NO₂環境濃度をタイ国の環境基準値と比較すると、環境基準
を超える地点は出現せず、1988年次においては全域が環境基準を満足している。

SO₂及びNO₂の年平均濃度が高い上位8地点は、SO₂ではMS3の近くに、
NO₂はMS1の近くに出現し、その発生源寄与率はSO₂の場合、工場
(77.1~88.1%)、自動車(3.8~5.6%)、船舶(5.4~11.2%)、フェリーボ
ート(0.05~8.0%)であり、NO₂の場合は、工場(2.9~8.5%)、自動車(28.7~
74.5%)、船舶(2.4~12.3%)、フェリーボート(0.07~28.3%)となり、SO₂
は工場が、NO₂では自動車が大きな寄与率を占めている。なお、工場の煙突別寄
与率は、SO₂、NO₂とも煙突高さ10m程度の群小発生源が上位を占めているが、
単独煙源で数十%もの大きな寄与率を占める煙源はみあたらない。

2) 粒子状物質

粒子状物質の発生源として、海塩粒子、土壌+道路ダスト、ディーゼル自動車、
ガソリン自動車、鉄鋼業、石油燃焼及びガラス工業を対象とし、CMB法によりこ
れら発生源の寄与率を計算した。

自然発生源と人為発生源の寄与率は、地点及び季節により異なるが、おおよそ半
々であり、人為発生源で一番寄与率の大きいものはディーゼル自動車(排ガス中の
黒煙)であり、石油燃焼、鉄鋼業の寄与率は数%程度でかなり小さい。これらの寄
与率は、世界各国で推定されている類似地域の寄与率とほぼ一致している。

3. 発生源対策とその効果及び経済に与える影響

3.1 発生源対策を行わない場合の将来における大気環境濃度

タイ国の第六次経済社会開発及びこれに続く経済社会開発がすすめられると、環境への影響が懸念されることから、まず最初に発生源対策を実施せずに経済開発がすすめられた場合の将来年次（1992年次及び1999年次）におけるSO₂及びNO₂環境濃度を予測した。この結果、SO₂については将来年次に環境基準を超えることはなく、NO₂については1999年次に環境基準を超えることが明らかとなった。

3.2 排出源改善とその効果の検討

SO₂については将来において環境基準を超えることがないので、発生源対策は必要ないと思われる。しかし、今後タイ国が発生源対策を行う場合に参考となるように、工場に対するSO₂排出規制を実施した場合におけるSO₂環境濃度を予測した。なお、工場を発生源対策の対象としたのは、高濃度地点の工場の寄与率が大きな割合を占めること（80～90%前後）、現在工場に対するSO₂排出規制が実施されておらず、SO₂排出に係わる工場間の不公平が生じているからである。

(1) 工場に対する発生源対策（SO₂排出規制）

将来、工場に対するSO₂排出規制を実施する場合、どのような規制方式が良いかをONEBと協議し、タイ国においてはSO₂排出規制を行なうならば日本におけるK値規制の考え方を導入するのが良いという結論に達した。この結論に基づき、SO₂排出規制を1999年次に実施した場合のSO₂環境濃度を予測した。なお、このK値規制は着地濃度規制であり、煙突を高くするか、SO₂排出量を削減するかのどちらかの方法でも対処できるものであるが、経済性、実行可能性を考慮して煙突高さを高くする方法を採用した場合におけるSO₂環境濃度を予測した。

具体的なKの値は、単位面積当りのSO₂排出量がサムットプラカン地区と類似な日本の工業地域に設定されているK値を参考にして、K=13を設定した。これにより、もし、SO₂排出規制が実施されれば、サムットプラカン県では49の煙突がK=13をクリアできないことになり、10～15m前後の現状の煙突高さを20m程度に改善しなければならないことが分った。

(2) 自動車

将来年次においてNO₂環境基準を超える原因は大部分が自動車が占めているので（寄与率として80～90%）、NO₂環境基準を達成させるためには、自動車から排出

されるNO_xを削減する必要があることが分った。このため、NO_x排ガス規制車の導入について検討し、1999年次には日本の1978年規制車に相当するNO_x排出規制の導入が必要であることが分った。

(3) 発生源対策実施後の大気環境濃度

SO₂環境濃度は発生源対策を行なわなくても将来において環境基準を超えることはないが、仮に発生源対策（工場に対するK値規制による高煙突化）を実施した場合の1999年次のSO₂環境濃度を予測した。この結果、SO₂環境濃度は排出規制を行わない場合よりも改善されることが明らかとなった。また、NO₂については1999年次にNO_x排ガス規制車を導入すれば、タイ国が計画している経済社会開発がすすめられても、サムットプラカン県のNO₂環境濃度はタイ国の環境基準を超えることがないことが分った。

3.3 排出源改善に要する経費の見積り

固定発生源に対するSO₂排出規制を実際に実施した場合に要する経費の見積りを行った。排出規制値を満足させるための具体的発生源対策は高煙突化であるが、ここではこの他に、省エネ、重油脱硫、燃料転換（天然ガス）、排煙脱硫を実施した場合の経費についても見積りを行った。

この結果、49本の煙突を対象とした高煙突化に要する費用は、約11,500万バーツと見積られた。また、省エネ（49煙突）、重油脱硫（処理量3500パーレル/日；49煙突使用分）、燃料転換（49煙突）、排煙脱硫（49煙突）に要する費用は、それぞれ16,000万バーツ、88,000万バーツ、8,300万バーツ、54,000万バーツと見積られた。

3.4 発生源対策がタイ経済に与える影響

(1) 高煙突化がタイのGDPに与える影響

サムットプラカン県内の製造業の生産額割合は、タイ全体の製造業生産額の12%を占めているので、タイ全体の高煙突化の費用も同じ比率でかかるものとして、GDPへの影響を調べた。この結果、1992年から1999年の間のGDPの成長率の減少は、年率0.07%（1993年に高煙突化を実施した場合、ケースA）0.05%（1995年に高煙突化を実施した場合、ケースB）、0.03%（1997年に高煙突化を実施した場合、ケースC）であった。また、1999年のGDP額の減少は、ケースAでは高煙突化を実施しない場合に対して120.7億バーツ（0.42%）の減少であり、ケースB、ケースCでは、それぞれ86.3億バーツ（0.30%）、51.8億バーツ（0.18%）の減少であった。このことか

ら、高煙突化はタイ経済に対してはほとんど影響を与えないことが分った。

(2) サムットプラカン県の省エネ投資とその効果

1993年から1999年まで一定の早さ（2.81%/年）で省エネが進むとし、省エネ投資とその効果を推定した。その結果、1993年から1999年の間の省エネ量は、65,549kl（重油）であり、1999年の重油単価3,960パーツ/klで評価すると、省エネ投資額（16,000万パーツ）の約1.6倍にあたる約26,000万パーツが節約できることが分った。

(3) タイ全国の省エネ投資とその効果

SO₂排出規制を実施した場合、サムットプラカン県内で発生源対策が必要となる工場の重油消費量は同県内の重油消費量の16%に相当している。したがって、タイ全体の製造業の重油消費量の16%に当る工場が省エネ投資を行った場合の省エネ効果を検討した。この結果、タイ全体の製造業の省エネ量及び省エネ投資額は、314,000kl, 54,600万パーツと見積られた。また、タイ全産業では666,000kl, 99,800万パーツと推定された。また、タイ全体の重油の省エネ対策前の消費量と省エネ対策後の消費量の差をもって省エネ対策の効果と考えると、製造業の省エネ効果は1999年時点で120,000万パーツと見積られ、全産業では260,000万パーツと推定された。

(4) 省エネがタイのGDPに与える影響

省エネを実施することによる省エネ投資額及び余剰エネルギーの輸出がタイのGDPに与える影響を調べた。この結果、製造業のみが省エネ投資をした場合、1999年にはGDPが10億パーツ増加し、全産業では20億パーツの増加となることが推定された。すなわち、省エネを行い余剰エネルギーを有効利用すれば（輸出）、タイ国のGDPは増加すると考えられる。

4. 今後の発生源環境監視のあり方

サムットプラカン県におけるSO₂環境濃度は、現状（1988年）及び将来（1992年及び1999年）においても環境基準を超えることがないが、第六次経済社会開発以降の経済社会開発がすすめられると環境への影響が懸念される。また、タイ国においては現在、工場に対するSO₂排出規制が実施されておらず、このままではSO₂排出に係る工場間のアンバランスによる公平性の問題が生ずる。このようなことから、工場に対するSO₂排出規制が今後必要となろう。また、NO_x環境濃度は、将来（1999年）においては環境基準を超えてしまうので発生源対策をすすめてゆく必要がある。したがってここでは、これら問題点を行政的側面から解決実行可能とするために、さらには、タイ国の環境管理を円滑に進めて行くために、今後のタイ国における公害防止、環境管理のあり方について取りまとめた。

まず最初に、タイ国における公害防止の法体系と行政機構の現状を把握するとともに、問題点がどこにあるかを解析し、次に、タイ国における望ましい法的及び行政的改善策を提言した。さらに、タイ国政府が環境管理行政を進めるに当たって参考となるように、日本における大気汚染防止に係わる法規制の紹介と、諸外国における環境基準、排出基準とその考え方を紹介した。また、タイ国政府が今後、環境に係わる法的及び行政的改善策を策定し、これを実際に実行するに当たっての具体的な発生源及び環境監視の方法を技術的側面から提言した。

タイ国における公害防止に係わる法体系と行政機構の主要な問題点と改善策は次のように考えられる。

(1) タイ国の環境保全は環境質改善保全法を基本法とし、タイ国環境審議会（NEB）により基本政策を決定し、タイ国環境庁（ONEB）がその行政機構としてその政策を遂行する形態となっている。この点において、他の国々と同じく環境行政の一元化が確立され、整合性のある政策遂行が可能となっている。しかしながら、環境質改善保全法には次に示す事項を加える必要があると考えられる。

- ① NEB及びONEBにより立案、策定された大気環境管理に係わる政策が、ONEBによりONEBの行政権限において円滑に実行できる法整備を行うこと。
- ② 大気環境管理行政が効果的に実現できるよう管理行政の各段階における行政主体を法体系の中で明確にし、その法規定に基づき行政機構の体制を整備充実するとともに事業者の責務も規定し、規制側と被規制側がシステムティックに環境管理に関与するようにすること。すなわち、中央省庁の行政機構の整備充実は当然のこと、地方自治体（県及び市）の環境行政上の責任（権限及び義務）を明確にすべきであり、それを法的に裏付

けるものとして、地方自治体の責務を規定する条文を新たに設ける必要がある。

また、国、地方自治体の環境行政が効率的、かつ、円滑に進められるよう、公害発生者としての事業者の行政への協力義務、公害防止措置の積極的取り組み義務、公害防止事業の費用負担義務を規定し、事業者の環境行政への協力責務を明確にする必要がある。

- ③ 大気環境質管理行政の要諦は、“行政目標の設定と、その目標と行政手段の有効性及び進捗度との相互チェック”であるとの認識に立ち、“相互チェック”体制の確立を法体系において規定するとともに、その実行体制を整備充実すること。つまり環境基準は環境行政を遂行する上での行政目標値であることを明確にするるとともに、タイ国政府または地方自治体の環境質の常時監視義務の規定を設定する必要がある。

- (2) タイ国における環境行政遂行のための基本法は制定されているが、大気汚染規制を実行するための法律または既存法規の整備が行なわれていないこと。すなわち、誰が、どのような方法により、どの基準に基づき規制するかという具体的な規定がないこと。したがって効果的な大気汚染防止を図るには、大気汚染防止法を制定し、次の項目を法的に整備する必要があると考えられる。

- ① 規制対象物質及び規制対象施設（規模、物質別）の明確化
- ② 規制方式の明確化（ばい煙発生施設別、汚染物質別の排出基準による規制）
- ③ 排出源側が行わなければならない事項の明確化（汚染物質の計測義務等）

- (3) 環境質改善保全法及び大気汚染規制法の整備により、大気環境質管理を遂行する行政機構は自ずと整えられることが期待されるが、行政の実効を挙げるには、環境行政の専門官及び技術スタッフの育成と増員が、行政の各段階で必要である。とりわけ、地方自治体における環境部局の設置は急務であり、そのための行政専門官、技術スタッフの育成は早急に行わなければならないと考えられる。

5. 大気汚染環境管理計画のための短長期戦略の展望

タイ国サムットプラカン県における現状（1988年次）の SO_2 、 NO_2 環境濃度はいずれもタイ国の環境基準を満足しているが、タイ国政府が計画している経済社会開発がすすめられると、1999年次には31地点の NO_2 濃度が環境基準を越えることが明らかになった。しかし、 NO_2 排出規制車導入等自動車に対する発生源対策を行なえば、将来においても NO_2 環境基準は維持達成されることが明らかとなった。また、 SO_2 環境濃度は将来（1992年次及び1999年次）においても環境基準を超えることはないが、固定発生源の寄与率が80～90%と高く、しかもタイ国においては現在、工場に対する SO_2 排出規制が実施されていないので、第六次経済社会開発以降の経済社会開発がすすめられると環境への影響が懸念され、将来（1999年以降）においては工場に対する SO_2 排出規制を実施する必要性があることが分った。なお、浮遊粉じん濃度は、今回測定した方法がタイ国の環境基準を評価するために用いられている標準測定方法と異なるため、環境基準の適合状況は分らないが、粒子状物質の発生源として、海塩粒子、土壌+道路ダスト、ディーゼル自動車、ガソリン自動車、鉄鋼業、石油燃焼及びガラス工業を対象とし、CMB法によりこれら発生源の寄与率を計算した結果では、自然発生源と人為発生源の寄与率は約半々であり、人為発生源を対象とした発生源対策を行ってもあまり効果がないことが分った。

固定発生源に対する SO_2 排出規制を行った場合、排出規制値を満足させるために必要な発生源対策に要する費用を見積った。高煙突化を実施した場合、約11,500万バーツ、重油脱硫で88,000万バーツと見積られ、高煙突化をサムットプラカン県と同じ規模でタイ全土に適用した場合のタイ国の経済に与える影響は、GDPの減少が0.42～0.18%であり、ほとんど影響がないことが分った。また、 SO_2 排出規制を行った場合、排出規制値を超える工場が49工場出現し、これらの工場が省エネを実施した場合の投資額は16,000万バーツと見積られたが、1993年～1999年まで2.81%/年の割合で省エネを実施することにより、約26,000万バーツが節約できることが分った。さらに、このような規模の省エネをタイ全土に広げた場合の省エネ効果は、全産業で260,000万バーツと推定され、省エネを実施することにより節約された余剰エネルギーを有効利用すれば、タイ国のGDPは約20億バーツ増加することが明らかになった。

タイ国における公害防止に係る法体系と行政機構の現状を把握するために、タイ国の関係法規を入手するとともに、環境行政に関係する省庁を訪問し問題点の分析を行ったところ、環境行政遂行のため基本法は制定されているが、大気汚染規制を実行するための法整備が不十分である等様々な現状が明らかになった。

以上のことより、タイ国の大気汚染環境管理計画のための短長期戦略の展望は次のように考えられる。

(1) 短期戦略の展望 (1992年目標年次)

1) 発生源監視の技術方法の確立

1992年次においてはSO₂、NO_xともタイ国の環境基準を超える地点が出現することはないが、大気環境管理計画を進めてゆくには発生源監視が重要であることは言うまでもない。今回のサムットプラカンの環境アセスメント調査では、大気汚染物質排出量の把握のために577工場を対象としてアンケート調査を行ったが、アンケート回収率は36%であり、その他、アンケートを送付していない工場で燃焼施設を有する工場があることが明らかになり、これら572工場については、アンケート回収工場の従業員当りの燃料使用量原単位を設定し、この原単位を基に燃料使用量、SO₂及びNO_x排出量を推定する方法をとった。また、アンケート回収工場でも排ガス量、SO₂及びNO_x排出量を記入してある工場はまれであり、記入値のないものについては日本における排ガス係数、NO_x排出係数により、排ガス量、NO_x排出量を推定する方法を採用した。このように、今回のサムットプラカン地区の大気汚染物質排出量調査結果は、あくまでも推定値であり、実測を伴わないものであることに留意しておく必要がある。なお、日本においては、ばい煙排出者に対し、ばい煙発生施設に係るばい煙量またはばい煙濃度を測定することが義務付けられており、さらに1978年以降は、大気汚染物質量の把握のために環境庁及び通商産業省により、今回サムットプラカン県で実施したようなアンケート調査が全工場を対象として、ばいじんについては3年ごとに、SO₂、NO_xについては毎年行なわれており、大気汚染防止措置を講ずるのに役立てられている。

このようなことから、環境管理を円滑に遂行するため、経済成長に伴う大気汚染物質排出量の増加を見積るため、また、将来において排出規制を行う場合、汚染物質排出量を把握するため、さらには、サムットプラカン地区以外の大気汚染物質排出量を把握するため、発生源監視が重要であると考えられる。

そのために短期戦略の展望として、まず、工場から排出される大気汚染物質の濃度及び量を計測する技術的方法をONE Bが取得しておく必要がある。また、今回実施したようなアンケート調査により、サムットプラカン地区以外の地域の大気汚染物質排出量を把握しておく必要がある。

2) 大気環境濃度のモニタリング

大気環境管理計画を遂行する上で重要なことは、当該地域の大気汚染物質排出量の把握とともに環境濃度レベルを調べておくことはいうまでもない。今回のサムットプラカン県の調査ではこの点についてはまず充分と考えられるが、環境濃度の経年変化を知る上では、今後とも大気質のモニタリングを続けることが必要である。また、タイ国の大

気環境管理計画を進める上では、サムットプラカン地区以外の地域の大气環境濃度を早急に把握しておく必要がある。

(2) 長期戦略の展望（1999年目標年次）

1) 環境基準の達成

1999年次には NO_2 濃度がタイ国の環境基準を超える地点が出現する。これを解消するために、日本の1978年規制車に相当する NO_x 排出規制を設定し、規制車を走行させることが必要となるが、これを実行するためには後で記述するような法改正等を実施して行く必要がある。

2) 工場に対する SO_2 排出規制の実施

サムットプラカン県内においては将来（1999年次）においても環境基準を超えることはないが、タイ国においては現在、工場に対する SO_2 排出規制が実施されておらず、このままでは SO_2 排出に係る工場間のアンバランスによる公平性の問題が生ずる。このようなことから、工場に対する SO_2 排出規制が今後必要となろう。なお、 SO_2 排出規制を行うために試算した発生源対策費用は、高煙突化を実施した場合、11,500万バーツ、重油脱硫で88,000万バーツと決して安いものではないが、これらの投資がGDPに与える影響が小さいことから、長期的展望にたつて SO_2 排出規制を実行する必要があると考えられる。

3) 環境に係る行政機構、法体系の強化

大气環境管理計画を円滑に遂行してゆくためには、行政機構、法体系の強化が望まれる。特に、タイ国の環境法規の基本となる環境質改善保全法におけるONEBの行政権限の拡大、環境行政に関与する各省庁の責務の分担と明確化、地方自治体の環境行政への参加と責務の明確化、行政が行うべき事項の明確化（発生源及び環境監視義務、公表義務等）、公害発生源としての事業者の責務の明確化を同法において図る必要がある。また、大气汚染規制を進める上での実行法の整備、すなわち、大气汚染対策推進のための法的根拠を確立し（大气汚染防止法の制定）、関連する施行細則、諸基準の整備が必要であると考えられる。具体的には次のとおりである

- ① 規制対象物質及び規制対象施設の明確化と排出基準の設定、特に、固定発生源に係る SO_2 排出基準の設定、移動発生源に係る NO_x 排出基準の設定
- ② 規制対象施設の事前届出制度の設定

- ③ ばい煙発生施設等の改善命令の設定
- ④ 排出源側が行わなければならない事項の明確化（汚染質の測定義務等）
- ⑤ 自動車排ガス規制のための車検制度の強化、拡充

4) 行政スタッフの育成

ICNEQA及び大気汚染規制法規の整備により、大気環境質管理を遂行する行政機構は自ずと整えられることが期待されるが、行政の実効を挙げるには、環境行政の専門官及び技術スタッフの育成と増員が、行政の各段階で必要である。とりわけ、地方自治体における環境部局の設置は急務であり、そのための行政専門官、技術スタッフの育成は早急に行わなければならない。

ところで、大気汚染環境管理行政を円滑に遂行するためには、次に示すような広範囲の知識が必要とされる。

- ① 大気汚染防止に係る現状の法体系、行政機構に関する総合的知識
- ② 大気汚染の現状
- ③ 大気汚染の発生機構
- ④ 大気汚染による影響
- ⑤ 燃焼管理
- ⑥ 大気汚染防止技術
- ⑦ 大気中における汚染物質の拡散
- ⑧ 環境アセスメント手法
- ⑨ 大気汚染物質の測定技術（環境及び発生源）

環境行政の専門官は、上記項目の⑤～⑦の詳細についての知識は必要としないと思われるが、少なくともその概要については把握しておく必要がある。そのためには、まず、“公害防止対策の基礎知識”のようなテキストを作成し、環境行政に携わる中央省庁の行政官はもちろんのこと、今後地方自治体にも本格的な環境行政を司る部局が設立された場合には、この部局の行政官も対象にして、大気汚染環境管理行政を遂行するための総合的な教育を行なう必要がある。

また、技術スタッフには上記③～⑨に関する高度な専門的な知識が要求されるが、全員がすべての知識を有しておく必要はなく、個々の項目に対する専門技術スタッフの育成が必要であろう。現在、タイ国においてはチュラロンコン大学を初め各大学において上記③～⑨に係る講義が開講されているが、技術スタッフの増員のためには講座の拡張、

充実を図る必要がある。特に、燃焼管理、大気汚染防止技術の習得に関しては、先進工業国からの客員教授の招請、またはそれら諸国への留学も一つの方法であろう。

5) 公害防止に関わる知識の啓蒙・普及

公害防止に取り組む事業者の姿勢は、法的規制や社会的責任の追求という外部からのインパクトによって強制される面が強いが、これらの外部的なインパクトによって期待される効果には限界がある。産業公害については、事業者がその発生を最もよく知り得る立場にあるので、事業者は、内部からの自発的な意志によって公害の防止に取り組む積極的な姿勢を確立することが最も肝要である。このような観点から、事業者は公害防止の実をあげるためには、その経営理念において、公害防止を企業経営の不可欠の要素と考えるようにならなければならない。また、事業者は、科学的、合理的な公害防止対策を樹立し得るように企業の体質を改善し、公害防止対策を効果的に実施し得よう企業組織を整備しなければならない。

このような事業者の公害防止努力に対して、中央政府や地方官庁が公害防止に係る知識の啓蒙・普及、公害防止対策に要する資金の助成措置を行っていく必要があることはいうまでもない。公害防止に係る知識の啓蒙・普及体制を具体的に確立するためには、まず、事業者の責任者あるいはこれに準ずる者を対象として、中央政府、地方官庁による公害防止の知識に関する研修会の開催、さらには将来的に公害防止担当者が企業内に置かれた場合は、これらの者を対象としたより専門的な公害防止に係る技術研修会の開催等を行う必要がある。また、現在タイ国においては環境センターが設立されているが、このセンターにおいて民間企業の公害防止担当者の養成を図る方法も良いであろう。さらに将来的には、第Ⅷ篇2.1.3に紹介している日本における「公害防止管理者制度」の導入を検討することが望ましい。

6) 省エネ対策の実施

省エネの実施はエネルギーの節約、有効利用だけでなく、環境面への効果（ SO_2 、 NO_x 排出量の削減）にもつながることから、長期的展望にたってこれを実施する必要がある。

目 次

第 I 編 序 論

1. 調査の経緯と目的	I - 1
1.1 調査の背景	I - 1
1.2 調査の目的	I - 1
2. 調査の実施概要	I - 1
2.1 調査対象地域	I - 3
2.2 調査内容	I - 3
3. 調査工程	I - 14
4. 調査体制	I - 14
4.1 日本側調査体制	I - 14
4.2 タイ国側調査体制	I - 14

第 II 編 気象と大気環境濃度の現状把握

1. 概 要	II - 1
2. 測定局の設置	II - 1
2.1 調査対象地域の概況	II - 1
2.2 測定局の設置	II - 3
2.3 測定局における測定項目	II - 4
2.4 測定局の概要と設置状況	II - 6
3. 測定機器の取り扱い等に関する教育・訓練	II - 18
3.1 測定機器の取り扱い等に関する技術移転	II - 19
3.2 定期点検, 修理方法に関する技術移転	II - 20

4. 長期現地調査	II - 23
4.1 環境濃度測定	II - 24
4.1.1 SO ₂ 環境濃度測定	II - 24
4.1.2 NO ₂ 環境濃度測定	II - 34
4.1.3 浮遊粒子状物質の環境濃度測定	II - 43
4.1.4 浮遊粉じんの環境濃度測定	II - 53
4.2 気象要素の測定	II - 76
4.2.1 風向風速及び大気の乱れ測定	II - 76
4.2.2 日射量, 放射収支量の測定	II - 83
5. 短期現地調査	II - 91
5.1 アンダーセンサンプラーによる浮遊粉じんの粒径分布測定	II - 91
5.1.1 調査の概要	II - 91
5.1.2 測定機器と操作法	II - 93
5.1.3 浮遊粉じんの粒径別濃度の計算	II - 99
5.2 浮遊粉じんの化学成分分析	II - 109
5.2.1 放射化分析による元素分析	II - 110
5.2.2 蛍光X線分析法による元素分析	II - 123
5.2.3 イオンクロマト分析法による陰イオンの分析	II - 129
5.2.4 原子吸光分析法による陽イオン (Ca ²⁺ , Mg ²⁺) の分析	II - 133
5.2.5 炎光分析法による陽イオン (Na ⁺ , K ⁺) の分析	II - 135
5.2.6 吸光光度分析法 (インフェナル法) による陽イオン (NH ₄ ⁺) の分析	II - 137
5.2.7 示差熱分析法による全炭素 不揮発性炭素の分析	II - 139
5.3 土壌, 道路ダスト及びガソリン中の化学成分分析	II - 143
5.3.1 土壌及び道路ダスト	II - 144
5.3.2 ガソリン	II - 144
5.3.3 測定結果	II - 144
5.4 燃料中の硫黄分析	II - 147

第III編 環境濃度，気象解析による大気汚染の現状分析

1. 長期現地調査データの解析	III - 1
1.1 気象解析	III - 1
1.1.1 季節・時間帯区分	III - 1
1.1.2 月別，時刻別平均風速	III - 3
1.1.3 風速ランク別出現頻度	III - 4
1.1.4 風配図	III - 5
1.1.5 風向風速ベクトル相関係数	III - 12
1.1.6 月別，時刻別日射量，放射収支量	III - 13
1.1.7 大気安定度	III - 14
1.1.8 風向変動 σ_A 及び鉛直方向風向変動 σ_E の解析	III - 17
1.2 SO_2 ， NO_2 ， NO_x 及びSPMの環境濃度解析	III - 24
1.2.1 月別，時刻別濃度変化	III - 24
1.2.2 測定局の類似性	III - 26
1.2.3 大気汚染物質濃度の類似性	III - 32
1.2.4 累積頻度分布	III - 33
1.2.5 環境基準との比較	III - 39
1.3 TSP環境濃度の解析	III - 42
1.3.1 ポリフロンろ紙による測定値と 石英ろ紙による測定値の比較	III - 42
1.3.2 TSP濃度の月平均値	III - 45
1.3.3 TSP濃度とSPM濃度の関係	III - 46
1.3.4 地域類似性の関係	III - 48
1.4 汚染気象解析	III - 50
1.4.1 風向別風速階級別濃度	III - 50
1.4.2 風速階級別大気安定度別平均濃度	III - 57
1.4.3 高濃度時の解析	III - 62
2. 短期現地調査データの解析	III - 80
2.1 環境濃度解析	III - 80
2.1.1 浮遊粉じんの粒径別濃度	III - 80
2.1.2 浮遊粉じんの粒径分布	III - 83
2.1.3 各種測定器による粒子状物質濃度の比較	III - 89

2.2	環境濃度と気象との関係	Ⅲ-91
2.2.1	風向別大気汚染質濃度	Ⅲ-91
2.2.2	風速階級別大気汚染質濃度	Ⅲ-97
2.2.3	大気安定度別大気汚染質濃度	Ⅲ-101
3.	粒子状物質中の化学成分濃度の解析	Ⅲ-105
3.1	化学成分の平均濃度	Ⅲ-105
3.2	化学成分の地域分布	Ⅲ-108
3.3	化学成分濃度の地点間比較	Ⅲ-116
3.4	化学成分濃度からみた測定局間の類似性の検討	Ⅲ-125
3.5	化学成分間の関係	Ⅲ-128
3.6	化学成分の類似性	Ⅲ-136

第IV編 大気汚染質 (SO₂, NO_x) 排出量の現況

1.	調査対象発生源	IV-1
2.	工場から排出されるSO ₂ 、NO _x 量	IV-1
2.1	調査の概要	IV-1
2.2	アンケート調査	IV-2
2.3	アンケート調査回収工場のSO ₂ 、NO _x 排出量	IV-7
2.3.1	排ガス量の算出	IV-7
2.3.2	SO ₂ 排出量の算出	IV-23
2.3.3	NO _x 排出量の算出	IV-27
2.3.4	排ガス温度	IV-30
2.4	アンケート調査対象外の工場のSO ₂ 、NO _x 排出量	IV-30
2.4.1	排出量算出の推定手順	IV-30
2.4.2	対象工場の選定	IV-31
2.4.3	業種別燃料使用量原単位の設定	IV-34
2.4.4	メッシュ別燃料使用量の算出	IV-36
2.4.5	排出係数の設定	IV-36
2.4.6	SO ₂ 、NO _x 排出量の推定	IV-36
2.5	全固定発生源から排出されるSO ₂ 、NO _x 量	IV-38

3. 自動車から排出されるSO ₂ , NO _x 量	IV-40
3.1 調査の概要	IV-40
3.2 交通量, 走行スピード調査	IV-40
3.3 交通量調査が行なわれていない路線の交通量等の推定	IV-47
3.3.1 日交通量の推定	IV-47
3.3.2 交通量の時刻別車種別構成比の推定	IV-47
3.3.3 車速の推定	IV-47
3.4 排出係数の設定	IV-47
3.4.1 NO _x 排出係数	IV-47
3.4.2 SO ₂ 排出係数	IV-51
3.5 SO ₂ , NO _x 排出量の計算と結果	IV-52
4. 船舶及びフェリーボートから排出されるSO ₂ , NO _x 量	IV-55
4.1 調査の概要	IV-55
4.1.1 船 舶	IV-55
4.1.2 フェリーボート	IV-56
4.2 現地調査	IV-57
4.3 夜間に航行する船舶及びフェリーボート隻数の推定	IV-58
4.3.1 船 舶	IV-58
4.3.2 フェリーボート	IV-59
4.4 SO ₂ , NO _x 排出量の計算	IV-60
4.4.1 船 舶	IV-60
4.4.2 フェリーボート	IV-62
4.5 船舶及びフェリーボートから排出される SO ₂ , NO _x 量の推定結果	IV-63
5. サムットプラカン全域から排出されるSO ₂ , NO _x 量	IV-65

第V編 大気質シミュレーションによる大気汚染の現状分析と評価

1. 大気拡散シミュレーションによる SO ₂ 及びNO ₂ 環境濃度の現状分析と評価	V-1
1.1 大気汚染質のシミュレーション方法	V-1
1.1.1 シミュレーション手法の種類	V-1

1.1.2	排ガス上昇高度の計算方法	V-10
1.2	SO ₂ 、NO _x 及びNO ₂ 拡散予測モデルの構築	V-12
1.2.1	気象モデル	V-13
1.2.2	発生源モデル	V-17
1.2.3	拡散モデル	V-18
1.2.4	NO ₂ 変換モデル	V-28
1.2.5	年平均値モデル	V-30
1.2.6	整合性の検討	V-30
1.3	大気汚染シミュレーションによる地域全体の 環境濃度と発生源別寄与率の算定	V-40
1.3.1	サムットプラカン県全体の SO ₂ 、NO ₂ 及びNO _x 濃度	V-40
1.3.2	環境基準値との対比	V-40
1.3.3	発生源別寄与率の推定	V-46
2.	化学質量平衡法による粒子状物質環境濃度の 現状分析と評価	V-49
2.1	粒子状物質の発生源寄与率推定法	V-49
2.1.1	発生源モデルと粒子状物質への応用の問題点	V-49
2.1.2	リセプターモデル	V-50
2.2	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	V-53
2.2.1	CMB法	V-53
2.2.2	CMB法による粒子状物質発生源種別寄与率の計算	V-58
2.2.3	CMB法による粒子状物質発生源種別寄与率の計算結果	V-61
2.2.4	粒子状物質の発生源種別寄与率推定結果の評価	V-74
文 献		V-78

第VI編 排出源改善とその効果の検討

1.	概 要	VI-1
2.	発生源対策を実施しない場合の将来年次における SO ₂ 、NO _x 排出量	VI-1

2.1	工場	VI-1
2.2	船舶	VI-5
2.3	自動車, フェリーボート	VI-5
2.4	発生源対策を実施しない場合の将来年次におけるサムットプラカン 全域から排出されるSO ₂ 、NO _x 量	VI-10
3.	発生源対策を実施しない場合のSO ₂ 、NO ₂ 環境濃度の将来予測	VI-13
3.1	煙源データのモデル化	VI-13
3.2	拡散条件	VI-13
3.3	地域全体の環境濃度と環境基準値との対比	VI-14
3.4	発生源別寄与率	VI-14
4.	排出源改善とその効果の検討	VI-25
4.1	工場に対するSO ₂ 排出規制	VI-25
4.1.1	K値の設定	VI-26
4.1.2	SO ₂ 排出規制を実施した場合のSO ₂ 、NO _x 排出量	VI-27
4.2	NO _x 排ガス規制車の導入	VI-32
4.3	発生源対策実施後におけるSO ₂ 、NO _x 排出量	VI-35
4.4	発生源対策を実施した場合のSO ₂ 、NO _x 環境濃度	VI-38
4.4.1	地域全体の環境濃度と環境基準値との対比	VI-38
4.4.2	発生源別寄与率及び寄与濃度	VI-41

第VII編 排出源の具体的改善方策と経費の見積り、経済影響の分析

1.	概要	VII-1
2.	高煙突化の実際とその投資	VII-1
2.1	煙突の形状を決定する要因	VII-1
2.1.1	気象及び立地条件	VII-1
2.1.2	圧力損失と有効通気力	VII-1
2.1.3	実煙突高さ設定	VII-2

2.2	高煙突化検討の前提条件	VII-3
2.2.1	煙突の構造	VII-3
2.2.2	煙突の材質	VII-5
2.2.3	煙突の高さと口径	VII-5
2.3	高煙突化に係わる費用	VII-5
3.	高煙突化以外の発生源対策	VII-8
3.1	重油の脱硫	VII-8
3.1.1	直接脱硫法	VII-9
3.1.2	間接脱硫法	VII-10
3.1.3	中間法	VII-10
3.1.4	発生源対策としての重油脱硫	VII-10
3.1.5	重油脱硫に係わるコスト	VII-13
3.2	燃料転換	VII-13
3.2.1	天然ガスの性状	VII-14
3.2.2	ガス燃焼の特徴	VII-14
3.2.3	発生源対策としての燃料転換(天然ガス)	VII-14
3.2.4	天然ガスへの燃料転換に係わるコスト	VII-15
3.3	排煙脱硫	VII-18
3.3.1	排煙脱硫法の分類	VII-18
3.3.2	湿式吸収法	VII-19
3.3.3	乾式吸収法	VII-20
3.3.4	吸着法	VII-21
3.3.5	接触酸化法	VII-21
3.3.6	その他の方法	VII-21
3.3.7	排煙脱硫に係わるコスト	VII-22
3.4	省エネルギーによる燃料消費量の低減	VII-24
3.4.1	省エネルギーの効果	VII-24
3.4.2	省エネルギー対策に係わるコスト	VII-24
4.	NO _x 及び粒子状物質の低減化技術	VII-27
4.1	NO _x 低減化技術	VII-27
4.1.1	NO _x の生成メカニズム	VII-27

4.1.2	NO _x 対策技術の分類	VII - 27
4.1.3	燃焼改善によるNO _x 抑制技術	VII - 28
4.1.4	燃料転換によるNO _x 抑制技術	VII - 42
4.1.5	排煙脱硝によるNO _x 低減	VII - 44
4.2	粒子状物質低減化技術	VII - 51
4.2.1	重力集塵装置	VII - 52
4.2.2	慣性力集塵装置	VII - 52
4.2.3	遠心力集塵装置	VII - 53
4.2.4	濾過集塵装置	VII - 55
4.2.5	洗浄集塵装置	VII - 57
4.2.6	電気集塵装置	VII - 59
4.2.7	装置選択上の注意	VII - 63
5.	タイの経済・産業・エネルギー政策と環境への影響	VII - 65
5.1	経済・産業政策の方向	VII - 65
5.2	エネルギー政策の方向	VII - 67
5.3	エネルギー需要	VII - 69
5.3.1	エネルギーの需要	VII - 69
5.3.2	エネルギーの供給	VII - 71
5.3.3	地方でのエネルギーの需給	VII - 75
5.4	サムットプラカン地区の環境問題	VII - 76
5.5	環境問題への対応	VII - 77
6.	省エネ対策とその効果	VII - 79
6.1	エネルギー消費のシミュレーション	VII - 79
6.2	タイの省エネ対策前のエネルギー需要見通し	VII - 89
6.3	サムットプラカン県の省エネ対策前のエネルギー需要見通し	VII - 100
6.4	サムットプラカン県の省エネ投資とその効果	VII - 112
6.5	タイ全体の省エネ投資と効果	VII - 115
7.	環境対策がタイ経済へ与える影響	VII - 121
7.1	需要面への影響	VII - 121
7.2	生産面への影響	VII - 122

7.3 高煙突化がタイのGDPに与える影響	VII-123
7.4 省エネがタイのGDPに与える影響	VII-129
8. 日本の公害防止費用	VII-132
8.1 日本の公害防止費用	VII-132
8.2 公害防止のための融資制度	VII-135
8.3 公害防止のための税制措置	VII-137

第VIII編 今後の発生源、環境監視のあり方

1. タイ国における公害防止の法体系と行政機構の現状と問題点	VIII-1
1.1 タイ国の大気汚染規制の現状	VIII-2
1.1.1 法体系の現状	VIII-2
1.1.2 行政機構の現状	VIII-11
1.2 タイ国の大気汚染規制の問題点	VIII-16
2. 大気汚染環境管理を行うための望ましい法的及び行政的改善	VIII-20
2.1 日本における大気汚染防止に関する法規制	VIII-20
2.1.1 公害対策基本法	VIII-20
2.1.2 大気汚染防止法	VIII-26
2.1.3 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律	VIII-41
2.2 諸外国における環境基準とその考え方	VIII-44
2.2.1 環境基準設定の基本的考え方	VIII-44
2.2.2 日本	VIII-45
2.2.3 韓国	VIII-51
2.2.4 台湾	VIII-53
2.2.5 中国	VIII-54
2.2.6 米国	VIII-56
2.2.7 西ドイツ	VIII-57
2.3 諸外国における排出基準とその設定の考え方	VIII-58
2.3.1 日本	VIII-58
2.3.2 米国	VIII-64
2.3.3 中国	VIII-69

2.3.4 韓国	VIII-71
2.3.5 台湾及びフィリッピン	VIII-72
2.4 望ましい法的及び行政的改善策	VIII-72
3. 発生源、環境監視の方法	VIII-77
3.1 発生源監視	VIII-77
3.1.1 固定発生源（工場）	VIII-77
3.1.2 自動車	VIII-85
3.2 環監監視	VIII-90
3.2.1 大気汚染質監視の基本的考え方	VIII-90
3.2.2 測定局の配置	VIII-90
3.2.3 測定局及び測定器の管理	VIII-97
3.2.4 データの確定及び管理	VIII-100
文 献	VIII-104

第IX編 大気汚染環境管理計画のための短長期戦略の展望

1. 短期戦略の展望（1992年目標年次）	IX-2
1.1 発生源監視の技術方法の確立	IX-2
1.2 大気環境濃度のモニタリング	IX-4
2. 長期戦略の展望（1999年目標年次）	IX-6
2.1 環境基準の達成	IX-6
2.2 環境基準見直しの必要性	IX-6
2.3 工場に対するSO ₂ 排出規制の実施	IX-7
2.4 環境に係る行政機構、法体系の強化	IX-7
2.5 省エネ対策の実施	IX-16

第I編 序 論

1. 調査の経緯と目的

1.1 調査の背景

タイ国は、1953年国営企業設立法、1954年産業奨励法の施行等工業化への道を進め、第一次から第五次にわたる経済社会開発5ヶ年計画を推進することにより工業化は飛躍的に発展し、現在実施中の第六次開発計画においても工業化への道が中核となっている。

このような状況のもとで、工業化の進展に伴って生ずる公害問題も逐次現出し、環境対策も併せ配慮することが必要となり、タイ国は1975年国家環境質向上保全法の成立に伴い、各省庁間の調整及び環境政策を企画立案する審議機関NEB (National Environment Board)を設立し、その事務局であるONEB (Office of the National Environment Board)が発足した。

ONEBは発足以来多くの環境政策を実施してきたが、バンコック首都圏の南側に隣接するタイ国最大の工業県であるサムットプラカン県に対する環境施策は財政及び技術上の問題から本格的に行われていない。このため、同地域は今後も工業化の進展が期待されていることもあり、1986年8月、タイ国政府から日本国政府に対し、同地域の大気汚染環境管理計画の策定に関する技術協力を要請してきた。

これに対し、わが国は、1987年3月プロジェクト選定確認調査団を派遣し、要請内容の確認、協議を行い、ONEBとの間で本格的な調査の実施細則を合意し、1987年12月より本格的な調査が開始された。

1.2 調査の目的

本調査は、タイ国政府が同国サムットプラカン工業地区の主として工業活動に起因する大気汚染防止に関する環境管理計画策定のために必要な諸資料を日本国政府が提供し助言を行うとともに、本件調査を通じてONEBに対し調査業務に係る技術移転を図ることを目的とするものである。

2. 調査の実施概要

タイ国サムットプラカン工業地域の大気汚染環境管理計画を策定するために必要なデータの提供及び助言を行うために、次に示す7項目の調査を実施した。これら調査項目の関連を図2-1に示す。

- ① 大気汚染質 (SO₂, NO_x) 排出源調査
- ② 気象と大気環境濃度の現状把握
- ③ 環境濃度、気象及び排出源解析による大気汚染の現状分析並びに大気拡散シミュレーションモデルの構築、検証、評価

- ④ 汚染質の具体的改善方策と経費の見積り，経済影響の分析
- ⑤ タイ国における大気汚染防止のための環境行政の現状と問題点の把握
- ⑥ タイ国における今後の発生源，環境監視システムのあり方の検討
- ⑦ 大気環境管理計画（行政，工場）作成のための短長期戦略の展望

2.1 調査対象地域

本調査の対象地域は，サムットプラカン県全域とバンコク市の一部を含む東西約60km，南北約30kmの図2-2に示す地域である。

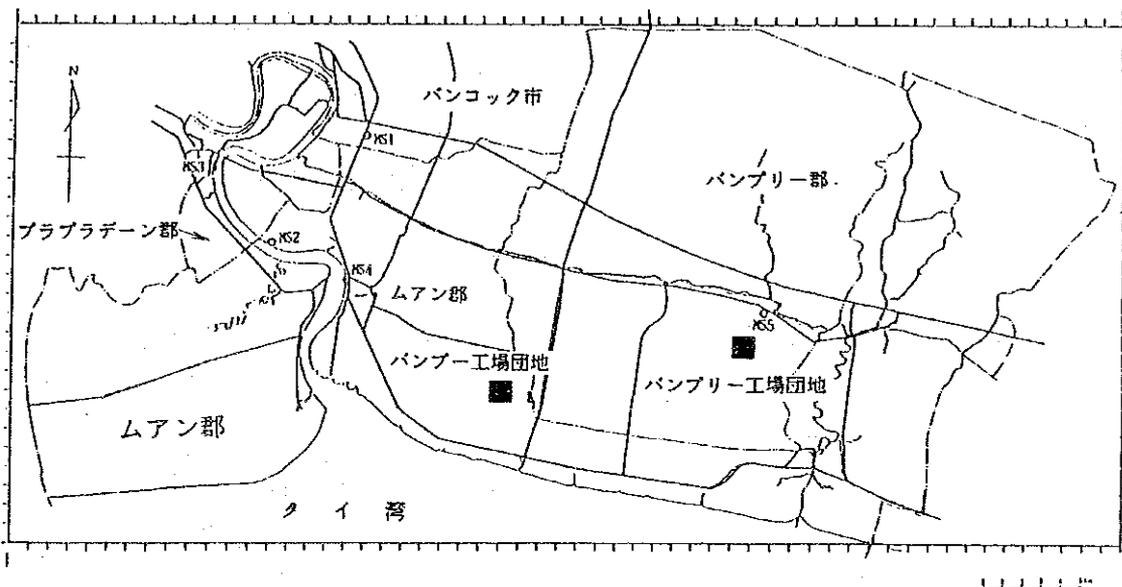
2.2 調査内容

本調査の調査内容は次のとおりである。

(1) 予備調査

1987年12月14日～20日にかけて下記に示す内容の予備調査を行った。

- ① ONEBへのインセプションレポートの説明
- ② 測定局の位置の確認，測定機器運搬及び測定局設置に関する打合，手配
- ③ 測定機器所在（保税倉庫）の確認



- 測定局
- ★ ① バンナ気象台，ONEB測定局 (ONEB Station)
 - ★ ② 南バンコク発電所 (Power Plant, EGAT)
 - ★ ③ 鉱業省事務所 (Mineral Department Office)
 - ★ ④ サムットプラカン県庁 (Samut Prakarn Provincial Office)
 - ★ ⑤ 住居及び工業団地管理事務所 (Housing and Industrial Estate)

図2-2 調査対象地域

(2) 環境濃度，気象要素の現地測定

図2-2に示す当該地域5地点に測定局を設置し，環境濃度，気象要素の測定を行った。

1) 長期現地測定

長期現地調査は，1988年1月17日～1989年1月16日にかけて，自動連続測定器によりSO₂，NO，NO₂，SPM，風向風速，大気の乱れ，日射量，放射収支量の1時間を連続測定した。これらの測定値は記録紙に記録するとともに，1時間平均値を自動的に毎時1回拾い出し，電話回線により集中監視局(ONEB)に送る装置(データ・ロガー)及び電送された各測定局のデータを処理しプリントアウトする装置(テレメトリックプリンター)を用いて自記記録した(ただし，日射量，放射収支量，大気の乱れを除く)。

これら測定器の保守管理は，日常のチェックはONEBが行い，本格的な保守管理は第1次(1988年1月17日～1月30日，乾季)，第2次(1988年3月11日～3月24日，雨季と乾季の間)及び第3次(1988年7月4日～7月28日，雨季)現地調査時並びに第1回～第3回機器メンテナンス時(1988年4月24日～5月5日，同年9月11日～9月21日，同年11月13日～11月23日)に行った。

なお，長期測定においては自動連続測定器の他にローボリウムサンプラーによる浮遊粉じんの測定を行った。この測定は1局当り2台のローボリウムサンプラーを用い，1台は元素及びイオン分析を目的としてポリフロンろ紙を装着し，他の1台は炭素の分析を目的として石英ろ紙を装着した。このろ紙は半月に1度交換して通年の浮遊粉じん濃度を測定した。ただし，この測定は第1次，第2次及び第3次現地調査時に日本側調査団が約15日間測定を行ったが，残りの10.5ヶ月分の測定はタイ国側が測定した。

自動連続測定器による測定データは，記録紙から読み取ったものと，データ・ロガーに収録したものとをつき合わせチェックを行い，月報として取りまとめた。

2) 短期現地測定

短期現地調査は，第1次，第2次及び第3次現地調査時に浮遊粉じんの粒径分布測定を目的として，アンダーセンサンプラーにより粒径別濃度を測定した。

3) 測定機器の校正と点検及び測定機器に係わる教育訓練

第1次，第2次及び第3次現地調査の測定開始前に測定機器の校正を，あらかじめ用意した英文の取り扱い説明によりONEBと共同で行い，測定機器の取り扱い法，校正法に係る技術移転を図った。また，測定開始後はチェックマニュアルにより，毎日測定状況を点検するとともに機器の取り扱い法に係る技術移転を行った。

また、第1次、第2次及び第3次メンテナンス時には、測定器の校正とともに測定器の保守管理法、修理方法についても技術移転を図った。

4) 測定機器の贈呈

第4次現地調査時（1989年1月17日～1月28日）に全測定器を整備し、測定機器を贈呈した。贈呈式には次の人々が出席した。

ONE B側：Mr. Pravit Ruyabhorn (General Secretary)

Mr. Sirithan Pairoj-boriboon

(Director of Environmental Quality Standard Division)

Mrs. Noppaporn Panich (Environmental Officer)

他関係のONE Bスタッフ

在バッコク日本大使館：生田 章一氏（一等書記官）

JICA側：桜田 幸久氏（JICA Bangkok次長）

鈴木 達男氏（JICA Bangkok）

長岡 令文氏（JICA本部 工業調査課）

調査団：山田 剛団長以下団員5名

式はONE BのMr. Sirithanが司会者となり、本プロジェクトの経緯、概要をスライド（機材の）を使用しながら説明の後、桜田次長及び Pravit 長官のスピーチが行われ、次いで、桜田次長と Pravit 長官の間で贈呈書及び受領書の交換がなされて終了した。

(3) 粒子状物質中の化学成分分析等

1) 粒子状物質中の化学成分分析

粒子状物質中の化学成分組成を明らかにし、CMB法（Chemical Mass Balance Method）により粉じん発生源寄与率を明らかにするため、第1次～第3次短期現地調査期間中に、ローボリウムサンプラー及びアンダーセンサンプラーにより捕集された粒子状物質中の化学成分39種類を、日本において放射化分析法、蛍光X線分析法、イオンクロマトグラフ法、原子吸光法、炎光光度法、吸光光度法により分析した。また、ローボリウムサンプラー捕集粉じんについては、燃焼法により元素状炭素、有機炭素 の分析を行った。なお、アンダーセンサンプラー捕集粉じんについては、微小粒子（ $2.1\mu\text{m}$ 未満）、粗大粒子（ 2.1μ 以上）に分けて分析を行った。

2) 土壌、道路ダスト、ガソリン中の化学分析

粉じんの発生源別寄与率推定に必要な発生源マトリックス（発生源における化学成分組成）を調べるために、当該地域の土壌2種、道路ダスト1種、ガソリン2種（レギュラー、ハイオク）を第1次現地調査時にサンプリングし、日本において上

記(1)で記述した方法により化学成分の分析を行った。なお、ガソリン試料については、放射化分析法及び蛍光X線分析法による23成分の分析にとどめた（液体試料なので他の分析は不可能である）。

3) 燃料中の硫黄分分析

当該地域において通常使用されている燃料中の硫黄分を調べるために、重油4種、軽油2種、ガソリン4種を第1次現地調査時に採取し、日本において硫黄分分析を行った。

(4) 現地測定データの解析

当該地域の大气汚染物質濃度の現況及び気象構造を明らかにするために下記に示す解析を行った。

1) 長期現地調査測定データの解析

① 気象解析

- ・季節，時間帯区分の設定
- ・月別，時刻別平均風速
- ・風速ランク別出現頻度
- ・風速図
- ・風向風速ベクトル相関係数
- ・月別，時刻別日射量，放射収支量
- ・大気安定度
- ・風向変動 σ_A 及び鉛直方向風向変動 σ_E の解析

② SO_2 ， NO_2 ， NO_x 及びSPMの環境濃度解析

- ・月別，時刻別平均濃度
- ・測定局の類似性（クラスター分析，主成分分析）
- ・大気汚染物質濃度の類似性
- ・濃度累積頻度分布
- ・環境基準との比較

③ TSP環境濃度の解析

- ・ポリフロンろ紙による測定値と石英ろ紙による測定値の比較
- ・TSP濃度の月平均値
- ・TSP濃度とSPM濃度の関係
- ・地域類似性の解析（クラスター分析，主成分分析）

- ④ 汚染気象解析
 - ・風向別風速階級別濃度
 - ・風速階級別大気安定度別平均濃度
 - ・高濃度時の解析（1時間値及び日平均値）
- 2) 短期現地調査データの解析
 - ① 環境濃度解析
 - ・浮遊粉じんの粒径別濃度
 - ・浮遊粉じんの粒径分布
 - ・各種測定器による粒子状物質濃度の比較
 - ② 環境濃度と気象の関係
 - ・風向別大気汚染物質濃度
 - ・風速階級別汚染質濃度
 - ・大気安定度別大気汚染質濃度
- 3) 粒子状物質中の化学成分濃度の解析
 - ・化学成分の平均濃度
 - ・化学成分の地域分布
 - ・化学成分濃度の地点間比較
 - ・化学成分濃度からみた測定局間の類似性の検討
 - ・化学成分間の関係
 - ・化学成分の類似性
- (5) 大気汚染質排出源調査
 - 1) 固定発生源

タイ国サムットプラカン工業地区に立地している工場から排出されるSO₂、NO_x量を把握するために、燃料使用量等発生源に係わるアンケート調査を実施した。当該地域には2456の工場が登録されているが、上記汚染質を排出しない工場を除いた577工場をONE Bが選定し、これら工場を対象としてアンケート調査を行った。アンケートが回収された工場数は208工場であり（回収率36%）、このままでは正確な汚染質排出量の推定ができないので再調査（汚染質排出施設の有無を電話または訪問により確認）を行った。この結果アンケート未回収の工場のうち汚染質排出施設を保有する工場が167工場、汚染質排出施設を保有するかないか不明の工場が130工場あり、アンケート調査票を送付していない工場で新たに汚染質排出施設を有する工場が275あることが判明した。このため、アンケート回収工場については燃料使用量と日本の通産省による汚染質排出係数により、SO₂、NO_x量

を計算し、また、アンケート未回収工場572(167+130+27)については、アンケート回収工場のデータより従業員当りの燃料使用量原単位を設定し燃料使用量を推定し、この値と汚染質排出係数よりSO₂、NO_x量を計算した。将来年次(1992、1999年次)におけるSO₂、NO_x量の計算は、タイ国におけるG.D.P.の伸び率及びエネルギー弾性率より燃料使用量を推定し、SO₂、NO_x排出量を計算した。

2) 自動車

タイ国サムットプラカン県内の道路を走行する自動車から排出されるSO₂、NO_x量を推定するために、主要幹線道路9地点において4車種分類に基づく交通量調査、走行スピード調査を行った。調査は第1次現地調査(1988年1月13日4地点で実施)と第3次現地調査時(1988年7月13日5地点で実施)に分けて行い、上下線別の24時間交通量及び車速を調べた。この値と日本の建設省による未規制車の車種別、走行スピード別汚染質排出係数より自動車から排出されるSO₂、NO_x量を計算した。

なお、当初の予定ではSO₂、NO_x排出量の計算は主要な5路線程度を対象としていたが、環境管理計画策定のためには自動車から排出されるSO₂、NO_x量を正確に把握することも重要であるので、今回交通量調査を行わなかった路線の車種別交通量を既存の資料より調べ、合計31路線から排出されるSO₂、NO_x量を計算した。

将来年次における自動車走行によるSO₂、NO_x排出量は、サムットプラカン県内の自動車所有台数の予測(アジア経済研究所)より、1992及び1999年次の自動車台数を推定し、この値に排出係数を乗じることにより計算した。

3) 船舶

Chao phraya川を航行する船舶及びPhra Pradaeng郡を流れるChao phraya川を横断するフェリーボートから排出されるSO₂、NO_x量を把握するために、第1次及び第3次現地調査時に、当該地域の2地点において船舶隻数調査を行った。得られた測定データ並びに燃料中のS分、日本の通産省による船舶のNO_x排出係数を基に、船種別、トン階級別、碇泊時航行別SO₂、NO_x量を計算した。

将来年次におけるSO₂、NO_x量は、船舶については、船舶隻数の伸び率がタイ国のG.D.P.の伸び率に比例すると考え、工場の場合と同様な方法で船舶隻数を推定し、この隻数に排出係数を乗じて計算した。フェリーボートについては、フェリーボート航行隻数が自動車台数に比例すると考え、自動車台数の伸び率を適用してSO₂、NO_x量を計算した。

(6) 大気質シミュレーションによる大気汚染の現状評価と将来予測

1) SO₂, NO₂

大気拡散シミュレーションにより、現状におけるサムットプラカン全域のSO₂、NO₂環境濃度を計算し、タイ国の環境基準との対比を行うとともに発生源別寄与率を計算した。計算に当っては、環境濃度測定が行なわれている測定局の実測値と計算値の整合性を調べ、モデルの評価を行った。また、拡散パラメータは、当該地域で実測大気乱流より計算されるパラメータを採用した。

SO₂、NO₂濃度の将来予測は、発生源対策を行った場合と行なわれない場合について行い、それぞれ環境基準との対比を行った。

2) TSP

化学質量平衡法（CMB法）により、粒子状物質の発生源別（海塩粒子、土壌＋道路ダスト、ディーゼル車、ガソリン車、鉄鋼業、石油燃焼、ガラス工業）寄与率を推定した。計算は第1次～第3次現地調査別、測定局別に行った。なお、CMB法ではTSP濃度の将来予測はできないので、現状における発生源別寄与率の推定にとどめた。

(7) 排出源対策調査

タイ国における大気質の公害対策の現状を把握するために、表2-1に示す17業種28工場を現地調査時に訪問した。この結果より公害対策の現状並びに今後の発生源対策の方法について検討した。

発生源対策を行わないままタイ国の経済社会開発がすすめられると、環境基準を超える地点が出現し、その地点の寄与率の大部分が自動車であるので、自動車排ガス規制の考え方を提示した。

SO₂環境濃度は発生源対策を実施しなくても将来において環境基準を超えることはないが、高濃度地点の寄与率は工場が大きな割合を占めること、タイ国においては現在工場に対するSO₂排出規制が実施されておらず、このままではSO₂排出に係わる工場間の公平性の問題を生ずることから、将来工場に対するSO₂排出規制を実施する場合、どのような規制方式が良いかをONEBと協議した。この結果、タイ国において将来SO₂排出規制を行うならば、日本におけるK値規制の考え方を導入すれば良いという結論に達した。このK値規制方式は煙突を高くするか、SO₂排出量を削減するかのどちらの方法でも対処できるものであるので、この規制値（K=13）を現状においてクリアできない49の煙源が高煙突化及び硫黄分の低減化（重油燃料から硫黄分の削減）を行った場合の設備投資額、固定費及び変動費を試算するとともに、生産コストへの影響についても検討を行った。なお、遠い将来においては、より

シビアな排出規制を行うことも考えられるので、重油燃料から天然ガスへの転換及び排ガス脱硫に要するコスト計算も行った。

なお、固定発生源に関してはSO₂及びNO_xの低減化技術を紹介した。また、粒子状物質に関しても各種ばい煙発生施設に最適な集じん装置の紹介を行った。

表 2 - 1 訪問工場一覧

Type of Industry	Name of Factory
1. Chemical industry	(1) Siam Chemicals Co., Ltd. (2) Thai Asahi Caustic Soda Co., Ltd. (3) Thai Chemical Corporation Ltd. (4) Thai Kawaken Co., Ltd.
2. Plastic materials and synthetics industry	(1) Thai Plastic & Chemical Co., Ltd. (2) Asia Fiber Co., Ltd.
3. Paints industry	(1) Thai kansai Paint Co., Ltd.
4. Plastic products manufactory	(1) Daiaglass Co., Ltd.
5. Iron and Steel basic industry	(1) GS Steel Co., Ltd. (2) The Bangkok Iron and Steel Works
6. Leather tanning and finishing industry	(1) Central Point Co., Ltd.
7. Flavoring manufactory	(1) Ajinomoto Co. (Thailand) Ltd. (2) Thai Churos Co., Ltd.
8. Electric Power generation	(1) South Bangkok Power Plant
9. Confined livestock feeding industry	(1) Srithai Pasusuk Co., Ltd.
10. Paper industry	(1) Thai Union Paper Co., Ltd.
11. Seed oil manufacturing	(1) Thai Castor Oil Industries Co., Ltd.
12. Glass products manufacturing	(1) Thai Asahi Glass Co., Ltd.
13. Textile industry	(1) Soonthorn Printing Co., Ltd. (2) Luckytex (Thailand) Ltd. (3) Century Textile Co., Lte. (4) Thai Industries Development Co., Ltd. (5) Sinsaenee Co., Ltd. (6) Gusawas Industry
14. Vegetable oil manufacturing	(1) Tanakorn Vegetable Oil Co., Ltd.
15. Tyre manufacturing	(1) Siam Tyre Co., Ltd.
16. Non-ferrous metal basic industry	(1) Thai Tin Plate Manufacturing Co., Ltd.
17. Oil refinery	(1) The Bangchak Petroleum Co., Ltd.

(8) 経済分析調査

大気汚染環境管理計画の策定に当たっては、公害防止投資が経済に与える影響を把握しておくことが重要であるので、下記に示す目的をもって経済分析を行った。

- ① サムットプラカン地区の大気汚染防止対策を実施するに当たっての投資額及び年間運営費用の見積を行うこと。
- ② サムットプラカン地区と同じ大気汚染防止対策をタイ全体に広げたときの投資額及び年間運営費用の見積を行うこと。
- ③ かかる大気汚染防止対策を実施したとき、サムットプラカン地区やタイ全体の経済、産業、輸出入などにどのような影響がでるかを解析すること。

このため、第1次調査においては、ONE Bに対し、サムットプラカン工業地区において大気汚染改善策を講じる場合の費用見積並びに、タイ国経済全体への影響予測とそれら予測手法及びそのための必要データについて説明を行った。この説明を通じて、必要データの収集方法、期限及び関係政府機関へのアプローチの仕方等についての打ち合わせも行い、必要データについてはONE Bが責任をもって第2次調査団訪タイまでに収集することが確認された。以上の結果、必要データについては下記1)に示すものがONE Bより第2次調査団に手渡された。また、ONE Bの手配により下記2)に示すタイ政府機関に第2次調査団がアプローチすることができた。

1) 収集データ

- ・タイにおいて使用の燃料別kcal/klもしくはKcal/kg
- ・タイにおける使用燃料別市場価格
- ・タイにおける業種別エネルギー消費量 (1982~1986)
- ・タイ政府の第6次5ヶ年経済計画の内容
- ・タイにおける石油製品別輸入量 (1981~1986)
- ・その他参考資料類

2) 面接した政府関係機関

- ・Department of Industrial Works, Ministry of Industry
- ・Fuel Oil Division, Ministry of Commerce

上記収集した情報並びに資料を分析したところ、次に示す事項が明らかになった。

- ① カウンターパートの収集したデータは当初予想していた通りタイ全体についてのデータが中心であり、サムットプラカン地区に関するデータは十分ではない。
- ② 当初予想していたタイ国の第6次5か年経済計画以外にもエネルギーやサムットプラカン地区に関する独自の計画も存在する。

このため、第3次現地調査時には下記1)に示す関係機関を訪問し、下記2)に示す資料を入手することができた。

1) 訪問した関係諸機関

- ① National Economic and Social Development Board
- ② National Energy Administration
- ③ Industrial Estate Authority of Thailand
- ④ Electricity Generating Authority of Thailand
- ⑤ Thailand Development Research Institute
- ⑥ Ministry of Commerce
- ⑦ Petroleum Authority Thailand
- ⑧ National Energy Policy Office
- ⑨ Metropolitan Electricity Authority

2) 収集した資料

- | | |
|---|---|
| ① Urban and Specific Areas Development | NESDB |
| ② The Sixth National Economic and Social Development Plan (1987-1991) | |
| ③ Bangkok Metropolitan Regional Development Proposals | Metropolitan Planning Project (NESDB, IBRD, USAID) June, 1986 |
| ④ Recommended Development Strategies and Investment Programmes for The Sixth Plan (1987-1991) | |
| ⑤ Guideline of the Main Industrial Estates | IEAT, 1988 |
| ⑥ Company's Names in the Main Industrial Estates | IEAT, 1988 |
| ⑦ The Guideline of North Industrial Estate | IEAT, 1988 |
| ⑧ Energy Development and Environment | EGAT, Feb, 1987 |
| ⑨ Annual Report of EGAT 1986 | EGAT, 1987 |
| ⑩ GDP by Industrial Sectors | TDRI, 1988 |
| ⑪ Opportunity and Challenges for Environment Management in Thailand | TDRI, 1988 |
| ⑫ Natural Resources Profile THAILAND | TDRI, May, 1987 |
| ⑬ New Electric Rate | MEA, July, 1988 |
| ⑭ MEA's Load Forecast Results July 1988 | MEA, July, 1988 |

- ⑮ Total Picture Status of Energy in Thailand in the Future NEPC, Jan, 1988
- ⑯ Thailand Energy Sector Review NEPC, June, 1988
- ⑰ Energy Development Plan During The Sixth National Economic and Social Development Plan (1987-1991) NESDB
- ⑱ Million Baht Business Information Thailand (1987)

また、第3次現地調査時には、第2次現地調査時点までに得られた資料の分析結果の報告と、経済分析シミュレーションを行うために必要なインプットデータの値の確認を行った。

第3次現地調査後は、得られた情報、資料の整理分析を行い、発生源対策に要する投資額及び年間運営費用の見積を行うとともに、同じ大気汚染防止対策をタイ全体に広げたときの投資額及び年間運営費用の見積を行った。さらに、かかる大気汚染防止対策を実施したとき、サムットプラカン地区やタイ全体の経済、産業、輸出入などどのような影響がでるかを分析した。

(9) 大気汚染管理体制のための短長期戦略の展望

タイ国における大気汚染関連法規及び行政機構を把握するために、第1次～第3次現地調査時に下記1)に示す関連資料の収集を行った。

1) 訪問した行政機関

- ① Central Provincial Industrial Office, Office of the Parmanent Secretary, Ministry of Industry
- ② Air Pollution Control Section, Department of Industrial Works (DIW), Ministry of Industry (MOI)
- ③ Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT)
- ④ Quality Control Section, Fuel Oil Division, Ministry of Commerce (MOC)

2) 入手した大気汚染防止関連法規

- ① Improvement and Conservation of National Environmental Quality Act 1975 (環境質改善保全法)
- ② Factory Act 1969 (工場法)
- ③ Industrial Estate Authority of Thailand Act 1979 (タイ王国工場用地公社法)
- ④ Public Health Act 1941 (公衆保健法)
- ⑤ The City Planning Act 1979 (都市計画法)
- ⑥ The poisonous Articles Act (毒物法)

- ⑦ Cleanliness and Orderliness of Country Act 1960
- ⑧ Local Health Administration Act 1952
- ⑨ Bangkok Metropolitan Administration Act 1975
- ⑩ Provincial Administration Act 1955
- ⑪ Municipal Act 1953
- ⑫ Announcement of Revolutionary Party No. 326, 1956
- ⑬ Re: Duties of Licensee to Operate Factory, Notification of The Ministry of Industry (No. 2 B. E. 2513)
- ⑭ Re: Duties of Licensee to Operate Industrial Plant, Notification of The Ministry of Industry (No. 2 B. E. 2525)

これらの情報の分析に基づいて、タイ国における法体系の現状と行政機構の問題点を指摘するとともに、日本における公害防止の法規制及び行政の対応を紹介し、タイ国サムットプラカン工業地区の実行可能性のある大気汚染環境管理計画を作成するための望ましい法体系の整備、行政の対応（行政機構、発生源及び環境の監視）、人材の育成等のあり方を経済分析の結果もふまえ提言した。

3. 調査工程

本調査の調査工程は表 3 - 1 に示すとおりである。

4. 調査体制

4.1 日本側調査体制

本調査にかかわった調査団員は表 4 - 1 に示すとおりである。

4.2 タイ国側調査体制

本調査におけるタイ国側調査体制は ONE B が担当し、表 4 - 2 に示す職員が参加した。

表 4 - 1 調査団員

氏名	担 当	所 属
山田 剛	総 括 団 長	産業公害防止協会
梅崎 芳美	分 析	同 上
桜井 康三	分 析	同 上
須田 茂	分 析	同 上
小林 恵三	分 析	同 上
小野 節夫	分 析	同 上
小野 憲仁	分 析	同 上
井上 友幸	分 析	同 上
大田 義和	分 析	同 上
小野 勲	分 析	同 上
高木 誠	分 析	同 上
大久保 栄一	分 析	同 上
天野 雅範	分 析	同 上
木村 修治	分 析	同 上
太田 二郎	分 析	同 上
長坂 光高	分 析	同 上

表 4 - 2 タイ国側調査体制

Mr. Pravit Ruyabhorn	Secretary general
Mr. Arthorn Suphapodok	Deputy Secretary General 1989年10月よりSecretary General
Mr. Suchat Mongkolphantha	Deputy Secretary General
Mr. Sirithan Pairoj-boriboon	Director of Environmental Quality Standards Division
Mr. Sangsant Panich	Acting Chief of Air and Noise Section
Mrs. Noppaporn Panich	Environmental Officer
Dr. Supat Wangwongwatana	Environmental Officer
Miss. Khantong Soontrapa	Environmental Officer
Mr. Warawut Suadee	Environmental Officer
Mr. Kanok Saksomsunk	Environmental Officer
Mr. Khunchai Kriengkrai-udom	Environmental Officer
Mr. Santad Koompalum	Environmental Officer
Mr. Suphol Cheiwkijachorn	Environmental Officer
Miss Potchana Wongsiri	Environmental Officer
Mr. Phunsak Tiramongkol	Environmental Officer

第Ⅱ編 気象と大気環境濃度の現状把握

1. 概 要

環境管理計画の作成には、まず、現状の汚染物質の環境濃度レベルを長期的に調べる必要がある。したがって当調査においては、二酸化硫黄 (SO_2)、窒素酸化物 (NO , NO_2)、浮遊粒子状物質 (SPM) 及び浮遊粉じん (TSP) を対象とし、サムットプラカン (Samut Prakarn) 工業地区内に測定局を設置し、これら汚染質の環境濃度を長期間 (1年間) 測定することとした。また、環境濃度と気象の関係を調べるため、風向風速、大気の乱れ、日射量及び放射収支量の観測も合わせて実施した (長期現地調査)。

さらに、粒子状物質の発生源別寄与率を推定するために、浮遊粉じんの粒径分布測定と浮遊粉じん中の化学成分分析を3回にわたり実施した (短期現地調査)。

2. 測定局の設置

2.1 調査対象地域の概況

(1) 地 勢

サムットプラカン県は、およそ東経 101° 、北緯 14° 、バンコク首都圏の南側に位置し、プラプラデー郡 (Phra Pradaeng)、ムアン郡 (Muang) 及びバンブリー郡 (Bang Plee) より成っている面積約 890km^2 の工業県である。同県の南側は図2-1に示すようにタイ湾に面し、ムアン郡のほぼ中央をチャオプラヤ川 (Chao Phraya river) が流れており、全域がほとんど平坦で、域内の標高は最高でも 20m にも満たない。

(2) 気 候

1年中気温の変化はほとんどなく、年間平均気温 $28\sim 30^\circ\text{C}$ 、湿度は年間を通じて $75\sim 80\%$ と典型的な熱帯性気候となっている。風系及び雨量により気候は3季節に分けられ、Hot season (3月～6月)、Rainy season (7月～10月)、Cool season (11月～2月) が存在する。風系は2月～8月はS系、11月～12月はN系であり、その他の月は定まった風系がみられない。風速は $1\sim 3\text{m/s}$ 前後であり、 1m/s 以下の風速も多い。

(3) 発生源の分布

サムットプラカン県内には大小約 $2,500$ の工場が立地しており、その大半がプラプラデー郡全域とムアン郡の中央部のチャオプラヤ川左岸部に集中している。これら集中地域の他は、バンブー (Bang Poo) 工場団地とバンブリー工場団地及びバンブリー郡の

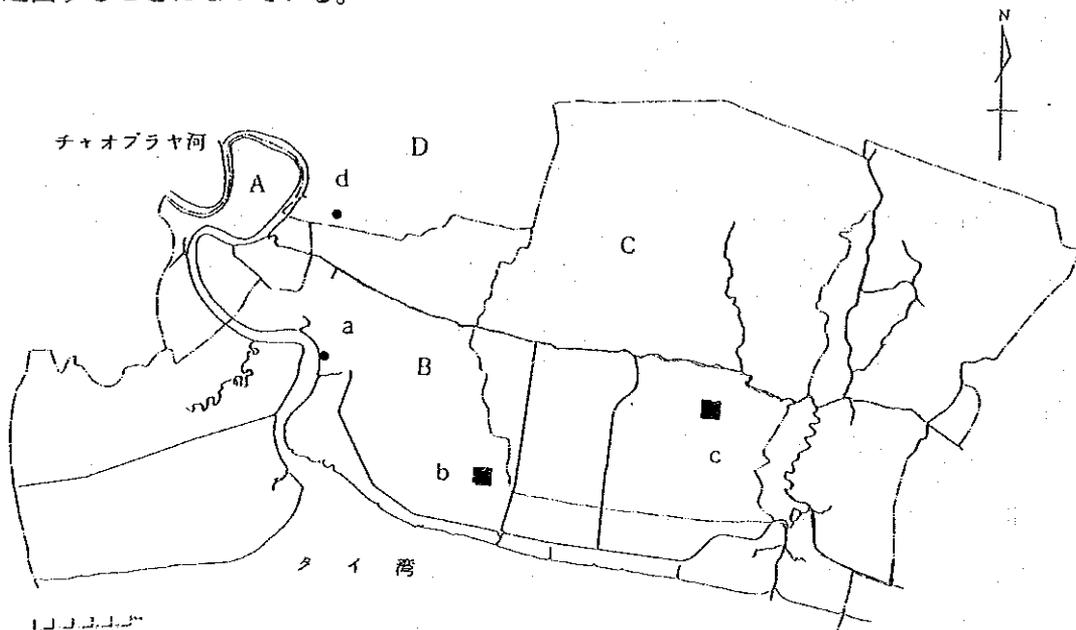
高速道路沿に散在している。

当該県内の主要道路は、高速道路、国道、県道であり、これら道路の総延長は200km以上で、日平均交通量はルートにより異なるが約500～75,000台（モーターバイクを含む）である。

この他、汚染質の排出源として、フェリーボート及び船舶があり、チャオプラヤ川に沿って数百トンから1万トンを超える船舶が1日当たり約150隻航行している。また、フェリーボートはプラプラデー郡内を流れるチャオプラヤ川の対岸を往復しており、その数は1日約1,300隻にも及ぶ（三つの発着所があり、これら発着所を往復する回数）。

(4) 開発計画

内外からの工場誘致を目的として、県内にバンプー工場団地とバンプリー工場団地を設けている。バンプリー工場団地は内陸にあり、建設されてから日も浅く現在は約2割程度の敷地に工場が進出している程度である。これに比較してバンプー工場団地は整備が進んでおり、600ヘクタールの工場団地の約1/3で食品、化学、金属、繊維、プラスチック、ゴム、衣料品など多岐多様の工場が操業中である。将来は全工業用地に工場が進出することになっている。



- | | |
|-----------|-------------------|
| A プラプラデー郡 | a 県庁 |
| B ムアン郡 | b バンプー工場団地 |
| C バンプリー郡 | c バンプリー工場団地 |
| D バンコック市 | d バンナ气象台, ONEB監視局 |

図2-1 サムットプラカン県の概要

2.2 測定局の設置

調査対象地域内に測定局を設置するには、その地域の汚染の程度、汚染の変動状況、気象の特徴、地形、発生源分布等の各項目について、慎重に検討を加える必要がある。大気汚染物質濃度を測定する目的を列挙すると次のとおりである。

- ① 大気汚染に係る環境基準の適合状況の判断
- ② 緊急時措置の実施に伴う高濃度大気汚染の監視
- ③ 国等が実施する大気汚染防止計画の基礎資料の取得
- ④ 新設の汚染発生源に係る環境アセスメントのための基礎資料の取得
- ⑤ 上記③、④の実施後における事後評価

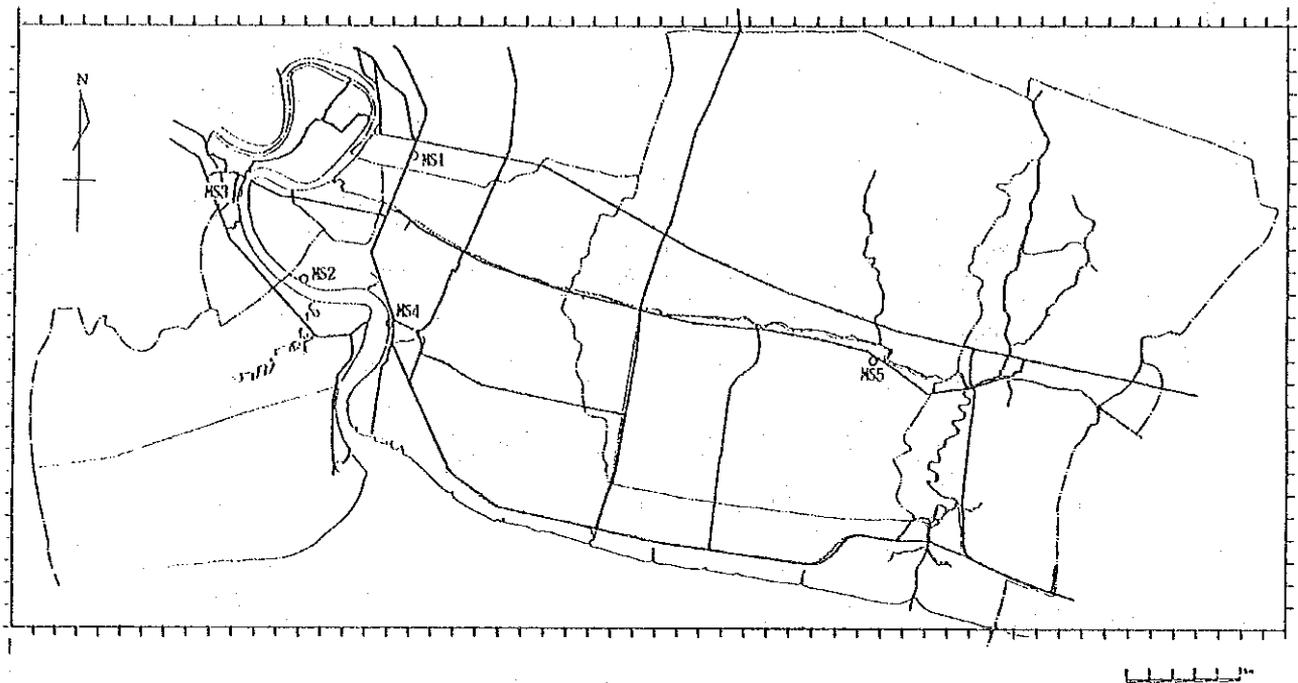
以上の目的のために、信頼できる長期間にわたる測定データが得られている場合には、汚染の分布状態、現在並びに将来の土地利用状況及び汚染源の現状を考慮し、下記の地点に測定局を設置する必要がある。

- ① 地域内の汚染質最高濃度地帯
- ② 地域内の人口密集地帯、とくに高濃度汚染地区付近の人口密集地帯
- ③ 他地域から侵入する大気汚染を評価するための地域境界付近
- ④ 将来開発の影響が予測される場所
- ⑤ 大気汚染防止対策の評価が容易にできる場所
- ⑥ 得られるデータがその地域の代表性をもつ場所

しかし、測定データが少ないか、または得られていない場合には、下記の留意事項に従って、測定局を設置する。

- ① 発生源分布、風向を考慮して配置する
- ② 人口密集地域には、他の地域に比べてきめ細かく配置する
- ③ 隣接県の発生源分布と気象状況を考慮して境界領域にも配置する
- ④ 大気汚染対策の効果判定に役立つよう配置する
- ⑤ 土地利用計画を考慮して配置する
- ⑥ 特定地域に偏った配置をしない

本調査においては、上記項目を総合的に勘案し、5つの測定局を設置した。各測定局の設置地点を図2-2に示す。



- 測定局
- ★ ① バンナ气象台, ONEB測定局 (ONEB Station)
 - ★ ② 南バンコク発電所 (Power Plant, EGAT)
 - ★ ③ 鉱業省事務所 (Mineral Department Office)
 - ★ ④ サムットプラカン県庁 (Samut Prakarn Provincial Office)
 - ★ ⑤ 住居及び工業団地管理事務所 (Housing and Industrial Estate)

図 2 - 2 測定局設置位置

2.3 測定局における測定項目

各測定局の測定項目は表 2 - 1 に示すとおりである。SO₂, NO_x, SPM自動連続測定器及びTSP測定のためのローボリウムサンプラー並びにTSP粒径分布測定のためのアンダーセンサンプラーを全測定局に設置した。また、風向風速及び大気の乱れ測定のために三次元超音波風向風速計をMS 1に設置した。この他、風向風速測定のために二次元超音波風向風速計をMS 2とMS 5に設置した。

なお、ローボリウムサンプラーは1局当り2台設置した。1台は元素及びイオン分析を目的としてポリフロンろ紙を装着し、もう1台は炭素の分析を目的として石英ろ紙を装着した。

表 2 - 1 測定局における測定項目

設定項目	測定地点	測定期間	測定方法
SO ₂	1, 2, 3, 4, 5	1年間	紫外線蛍光法自動連続測定器 (瞬間値及び1時間平均値)
NO _x (NO, NO ₂)	1, 2, 3, 4, 5	1年間	化学発光法自動連続測定器 (瞬間値及び1時間平均値)
SPM	1, 2, 3, 4, 5	1年間	β線吸収式自動連続測定器 (1時間平均値)
TSP	1, 2, 3, 4, 5	1年間	ローリウムサンプラーによる1ヶ月 (15日×2回) 平均値 ローリウムサンプラー2台使用 (1台は石英ろ紙, 1台は活性炭ろ紙を装着)
TSPの粒径分布	1, 2, 3, 4, 5	3季 (雨季, 乾季, その中間)	アンダーセンサンプラーによる 15日間平均値
風向風速	3次元: 1 2次元: 2, 5	1年間	2次元又は3次元超音波自動連続風向風速計による10分間移動平均値
日射量, 放射収支量	1	1年間	自動連続測定器による瞬間値及び1時間平均値
大気の乱れ	1	1年間	3次元超音波風向風速計による 水平及び鉛直方向の大気の乱れ測定

自動連続測定値は記録紙に記録するとともに、1時間平均値を自動的に毎時1回拾い出し、電話回線により集中監視局(ONEB)に送る装置(データ・ログ)及び電送された各測定局のデータを処理しプリントアウトする装置(テレメトリックプリンター)を用いて記録した(ただし、MS1の日射量、放射収支量、風向風速、大気の乱れを除く)。写真2-1にデータ・ログ及びテレメトリックプリンターを示す。



写真 2 - 1 ONEBに設置したデータ・ログ(親局)及びテレメトリックプリンター