

9.3 発生源対策の効果

(1) 対策メニュー

以下に示す諸対策はクランバレー地域全域で2005年にSO₂、NO₂、COの環境目標値が達成される目的で設定された。

工場対策は表9.5、自動車対策は表9.6に示される。

Table 9.5 Control Measures Applied to Factories for Examining Quantitative Evaluation

Measures	SOx	NOx	Dust
Power Stations			
(1) Fuel conversion (natural gas)	○		○
(2) Improvement of electr precip.			○
General Factories			
(1) Fuel conversion - natural gas	○		○
- LFO	○		○
(2) Collectors - Multi-cyclone			○
- EP			○
(3) Combustion management	○	○	○
(4) Energy saving	○	○	○

Table 9.6 Control Measures Applied to Motor Vehicles for Examining Quantitative Evaluation

Measures	HC	CO	NOx	SOx	PM
(1) Exhaust gas regulation against new petrol vehicles	○	○	○		○
(2) Measures for transportation					
Introduction of mass transportation systems	○	○	○	○	○
Rehabilitation of existing railway	○	○	○	○	○
Improvement of bus system	○	○	○	○	○
Improvement of road network	○	○	○	○	○

(2) 汚染物質の削減量

対策実施後の汚染物質の排出量は表 9.7に示される。この表には現状の排出量と将来排出量（対策なし）も併せて記載した。対策による汚染物質の削減率はSO_xが48%、NO_xが26%、COが51%、PMが37%、HCが38%となっている。

Table 9.7 Summary for Air Pollution Load from All sources (1992 & 2005)

Pollutant	Pollution Source	Present (1992)	Future (2005)	
			Without Measures	With Measures
SO _x	Factories			
	Power stations	19,522	30,041	12,759 (58)
	General factories	11,047	11,283	5,345 (53)
	Sub-total	30,569	41,324	18,104 (56)
	Motor Vehicles	3,117	7,079	5,755 (19)
	Airplanes	416	360	360 (0)
	Ships	1,552	2,836	2,836 (0)
	Households	0	0	0 (-)
Total	35,654	51,599	27,055 (48)	
NO _x	Factories			
	Power stations	12,792	26,054	22,758 (13)
	General factories	2,979	4,415	4,364 (1)
	Sub-total	15,771	30,469	27,122 (11)
	Motor Vehicles	36,212	82,199	55,728 (32)
	Airplanes	1,320	574	574 (0)
	Ships	989	1,840	1,840 (0)
	Households	162	226	226 (0)
Total	54,454	115,308	85,490 (26)	
PM	Factories			
	Power stations	1,969	2,441	828 (66)
	General factories	7,034	8,163	5,451 (33)
	Sub-total	9,003	10,604	6,279 (41)
	Motor Vehicles	3,243	7,359	4,775 (35)
	Airplanes	115	123	123 (0)
	Ships	200	365	365 (0)
	Households	44	62	62 (0)
Total	12,605	18,513	11,604 (37)	
CO	Motor Vehicles	290,407	659,223	321,430 (51)
HC	Motor Vehicles	73,445	166,720	103,973 (38)

Figures in parentheses are amount of reduction in percentage

(3) 対策後の濃度予測結果

対策後の環境濃度をシミュレーションモデルによって予測した結果は、表 9.8 及び図 9.1 ~ 9.3 に示すとおりである。これによると NO_x 及び CO の予測濃度は全ての測定局及びメッシュ地点で環境目標値を下回る結果となった。

SO₂ については、測定局の濃度は環境目標値を下回るものの、いくつかの地域のメッシュ地点で環境目標値を超える結果となった。

固定局及び最大濃度地点の、1992年と2005年の濃度比較を図 9.4 から図 9.6 に示す。

SO₂ については、何も対策が実施されない場合、2005年には工場の燃料使用量の増加と交通量の増加により、濃度が上昇し、幾つかの地域で環境目標値を超える。

しかし、提案された対策が実施された場合、固定局の濃度は現状と同じ水準であり、最大地点濃度は現状よりも低くなる。

NO_x についても、何も対策が実施されない場合、2005年の濃度は上昇する。しかし、対策が実施された場合、濃度は現状水準か又はそれ以下に下がり、全地点で環境目標値が達成される。

CO については NO₂ と同様である。

Table 9.8 Predicted Concentration When Control Measure are Implemented

Stations	Items	SO ₂ (ppb)	NO _x (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (ppm)
A. City Hall		9.2	85.2	22.2	2.20
B. UPM		4.5	20.7	10.5	1.19
C. Petaling Jaya		8.5	51.9	17.1	1.51
D. Shah Alam		8.7	44.7	15.8	1.33
E. Klang		6.1	27.1	12.1	1.21
Cmax Point		29.0	137.2	28.6	2.84
Mesh Index		(76,15)	(58,40)	(58,40)	(59,38)
Target Value		20	-	37	4

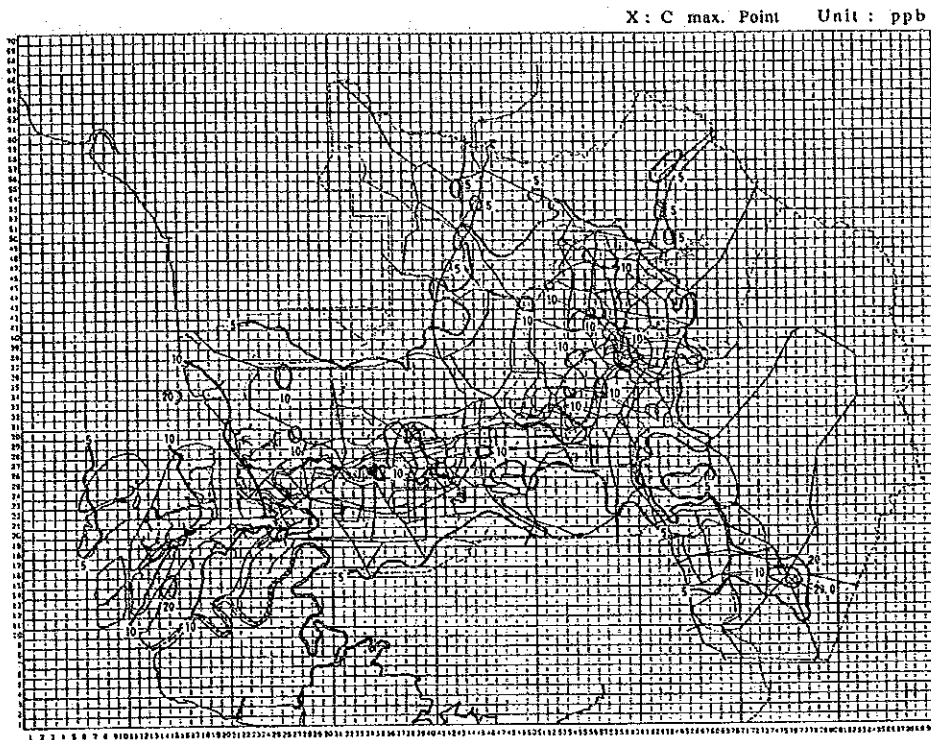


Fig. 9.1 Average Concentration Isopleths for SO₂ (2005)
 (with control measures)

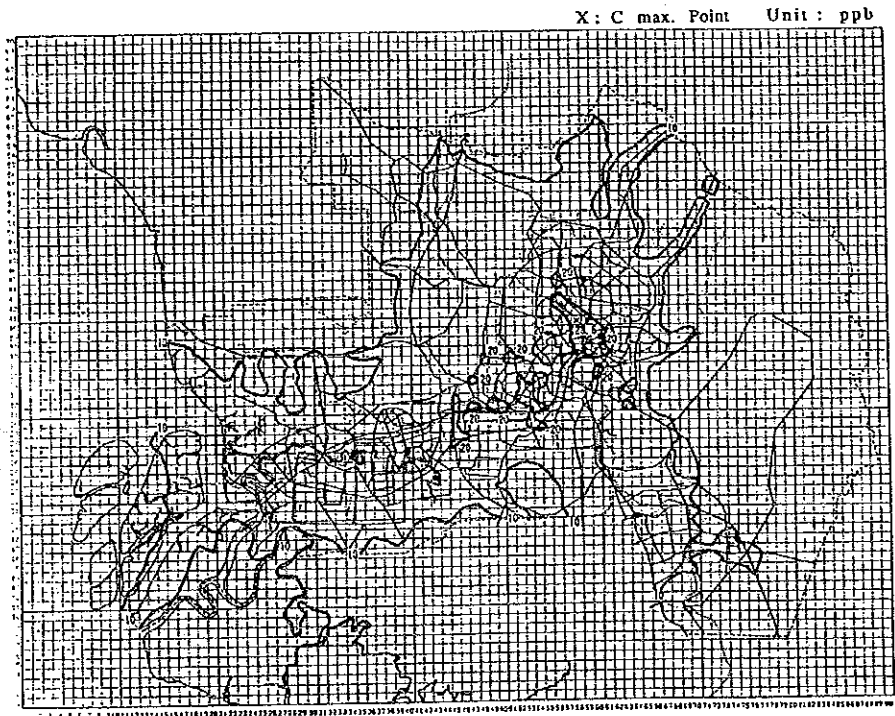


Fig. 9.2 Average Concentration Isopleths for NO₂ (2005)
 (with control measures)

X: C max. Point Unit : ppm

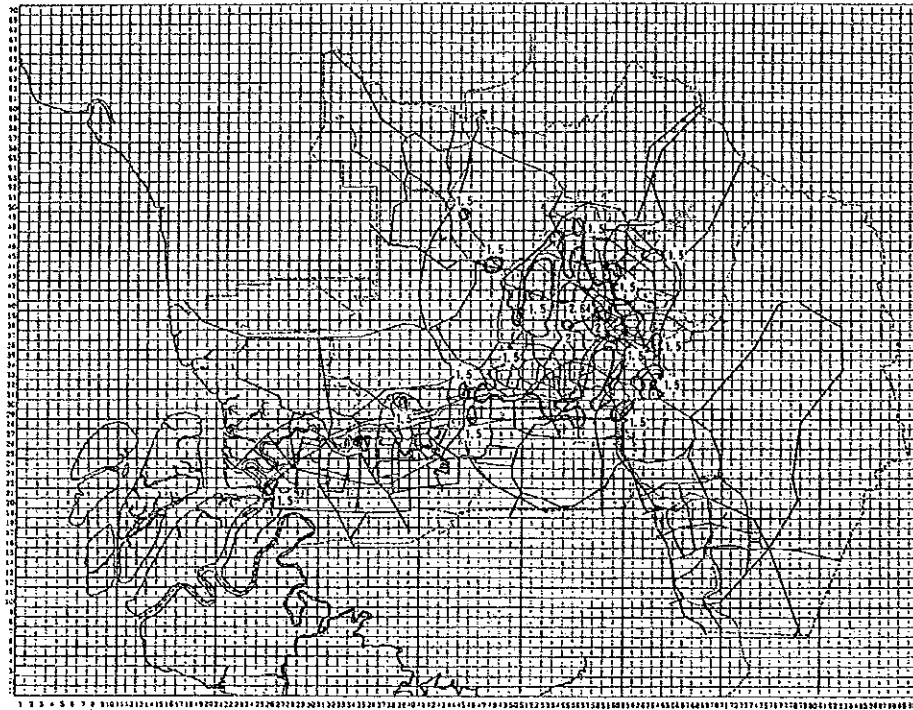


Fig. 9.3 Average Concentration Isopleths for CO (2005) (with control measures)

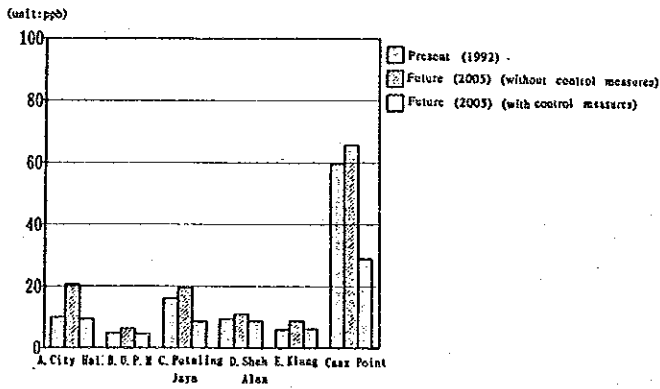


Fig. 9.4 Change of SO2 Concentration from 1992 to 2005

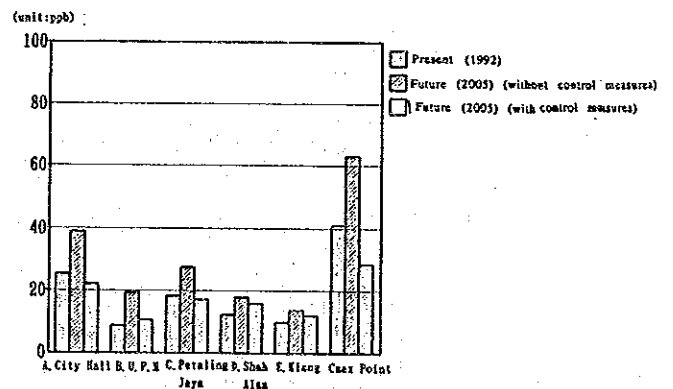


Fig. 9.5 Change of NO2 Concentration from 1992 to 2005

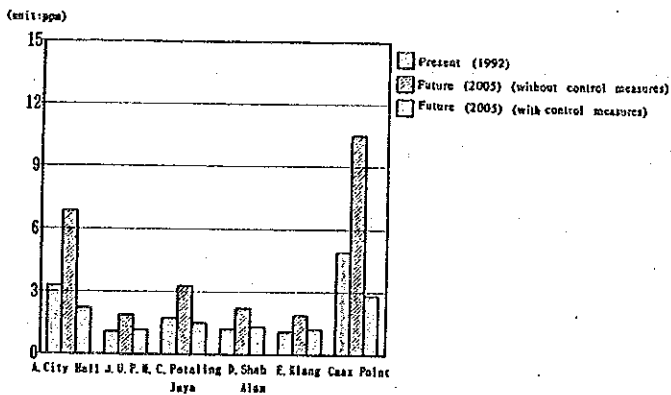


Fig. 9.6 Change of CO Concentration from 1992 to 2005

9.4 対策の評価

(i) NO₂ と CO

クランバレー地域におけるNO_xとCOの主要発生源は自動車である。自動車対策は次の2種類に分けられる。

- ① 交通対策
- ② 排ガス規制

これら2つの対策の効果を検討するために、次の2つのケース・スタディを実施した。

① ケース 1 (交通対策のみの場合)

交通量と道路網は将来(2005年)のものとするが、排出係数は現状の値とする。

② ケース 2 (排ガス規制のみの場合)

自動車の排出係数は2005年の対策後の値を用いるが、道路網は現状と同じとし、交通量は現状の2.27倍とする。

結果は表9.9のとおりである。ケース1の場合、COは最大濃度地点で環境目標値を越える。ケース2の場合、COはCity Hallと最大濃度地点で環境目標値を越え、NO₂は最大濃度地点で目標値を越える。この2つのケース・スタディーはクランバレー全域でCOとNO₂の環境目標値を達成するには排ガス規制と交通対策の両方が一緒に実施される必要があることを示している。

Table 9.9 Simulated Concentration for Cases 1 and 2 (2005)

Control Measure Case Items	Case 1		Case 2	
	NO ₂ (ppb)	CO (ppm)	NO ₂ (ppb)	CO (ppm)
A. City Hall	24.3	3.5	35.7	4.2
B. UPM	11.7	1.7	11.1	1.3
C. Petaling Jaya	19.3	2.2	24.1	2.1
D. Shah Alam	17.8	1.9	15.7	1.5
E. Klang	13.3	1.7	12.3	1.3
Cmax Point Mesh Index	32.1 (57,34)	4.6 (59,38)	53.2 (54,33)	6.3 (59,37)

(2) SO₂

SO₂については、対策実施後にも環境目標値を越える地点が2つある。それらはA発電所、ウルランのパーム工場の構内かその近くである。もしこれらの地点が目標値を満たすには、A発電所については3号基または4号基を石炭から天然ガスに燃料転換する必要があり、パーム工場は煙突を高くする必要がある。

また、これら2地点以外にもSO₂の環境目標値を越える地点が数箇所あり、これらはクラン港の港湾地域にある。もしこれらの地点でSO₂の環境目標値を遵守するには、クラン港内では船舶は低硫黄油を使用する必要がある。

9.5 野焼き

固体廃棄物の集積場の管理が行き届いていない場合、湾曲したガラス片等によって廃棄物に太陽光が集中し発火することがある。或いは、清掃人が廃棄物の分別を容易にするため着火することもある。クランバレー地域において、こうした野焼きは有害であり、大気汚染をもたらすとされている。

野焼きでは、 SO_x 、 NO_x 、粉塵に加え、金属とハロゲンの化合物等の大気汚染物質が発生する。集積場の金属化合物は野焼きによる高温により化学反応を起こし蒸発する。中でも、砒素、カドミウム、クロム、銅、鉛、水銀、亜鉛等が有害金属として懸念されるものである。これらは化学薬品、金属、電池、蛍光管、着色料、塗料等に含まれている。塩素やフッ素化合物などのハロゲンはプラスチックや樹脂に含まれ、燃焼によって大気中に蒸発し、刺激臭を発する有害物質となる。集積場の硫黄と有機化合物もまた腐敗によって悪臭を放つ。

これらの排出物の量や濃度は、燃焼廃棄物の量や組成、燃焼時間や強度、風速等と相互に関連し合っている。こうしたデータは測定可能であるが、特定の期間、特定の地域に固有のものであり、データを一般化し、より広範な地域のシミュレーションに用いることには問題がある。現状では、実用的観点から、野焼きの規制や代替方法の検討といった対処の方がより合理的と考えられる。

野焼きを規制するため、固体廃棄物の集積場においては、埋め立て、散水、無断侵入者規制等の管理が必要である。また、リサイクル可能な物質が捨てられないようにする必要もある。

可燃性廃棄物の代替処理方法として、自治体では焼却炉が一般的に使われている。自治体の焼却炉においては、有害物質を発する廃棄物や焼却炉を傷めるような廃棄物の処理は避けたほうが良いだろう。また、焼却炉の建設費および運転コスト削減のためにも廃棄物自体の量を減らすことも必要であろう。

廃棄物の収集システムに関しては、可燃性廃棄物と有害・不燃性廃棄物またはリサイクル可能な廃棄物とを区別して収集するように改善しなくてはならない。また、有害廃棄物は処理方法に基づいて処理されなくてはならない。しかしながら、焼却炉中における有害物質による汚損は避けられないものである。よって、焼却炉はこうした汚損に耐えうるように設計されている。大気汚染に関しては、自治体の焼却炉には、

通常、一連の処理装置が装備されている。処理方法の例としては、以下のものがある。

アンモニアまたは尿素スプレー：NO_x 分解

石灰スプレー：SO_x およびハロゲン吸収

ESPまたはバグフィルター：金属粉塵、石灰化合物、灰等の除去

第10章 環境・発生源監視

10.1 監視体制の概要

10.1.1 監視の目的

クランバレー地域では、今後の都市化の進展、それに伴うエネルギー需要の伸び、モータリゼーションの急激な進展など、大気汚染に係る公害の複雑多様化が懸念されている。従って、汚染が深刻化していない現状において、できる限り早い時期に監視体制を確立しておくことが望まれる。

大気質に係る監視の目的は、発生源からの汚染物質排出量及び大気質の汚染状況を的確に把握することであり、さらに、これらの測定データを有効活用すれば以下に示す目的が達成されることとなる。

- ① 環境指針勧告値（環境保全目標）に対する適合状況の確認
- ② 大気汚染対策の効果の確認
- ③ 緊急時汚染対策の推進
- ④ 公害防止計画や環境管理計画策定の基礎資料
- ⑤ 環境アセスメントに係る基礎資料の提供
- ⑥ 複合大気汚染機構の解明などの調査・研究を行う上での基礎資料
- ⑦ 交通政策検討に係る基礎資料

10.1.2 集中監視体制の概要

大気汚染に係る主な監視業務は次のとおりである。

- ① 大気質や発生源の状況を迅速に把握し、人の健康に影響する緊急時に対処する。
- ② 広域的な汚染状況を把握するため、近隣地域や気象局とのデータ交換を行う。
- ③ 街頭表示盤等により、大気質の状況を地域住民に周知する。
- ④ 測定機の稼動状況を集中監視し、故障等に対処する。
- ⑤ 収集した測定値の確定、公表、情報提供を行う

このため環境監視や発生源監視データは、図10.1に示すとおり、テレメータシステムにより監視センターに集約し、オンライン・リアルタイム処理する体制を確立することが必要である。

また、各種測定機を長期間安定した精度で稼働させ、信頼性の高い測定値を確保するなど測定局の維持・管理を効果的かつ合理的に行うためには、次に示す事項が重要となる。

① 専門技術者の育成・整備

専門技術者の育成・整備が急務であり、監視体制の早期確立の鍵を握っているといっても過言ではない。このためには、まず専門技術に対する資格制度を確立するとともに、専門技術者の地位や待遇を確保することも重要と考えられる。また、実際の測定機を使用した訓練も必要であるため、トレーニングセンターの設立が是非とも望まれる。

② 教育・研修

信頼性の高い常時監視体制を維持するためには、各種の測定機を長期間安定した精度で稼働させることであるが、測定機の性能及び維持管理によってその結果は大きく左右される。近年、測定法の改良及び高機能化が進み、より高度な技術と知識が要求され、測定値の正確さと収集率を維持するには、常に最新技術の習得と情報の収集が必要である。

これら最新技術に関する情報収集や教育・研修も、先のトレーニングセンターの重要な役割と考えられる。

③ 機器のメンテナンス

上記のユーザーレベルの機器のオペレーションのメンテナンス体制の確立に加え、定期点検、故障時の緊急な対応、交換部品や消耗品の迅速な供給などのアフターサービスを行える、モニタリング機器のメーカー代理店の誘致も不可欠であろう。

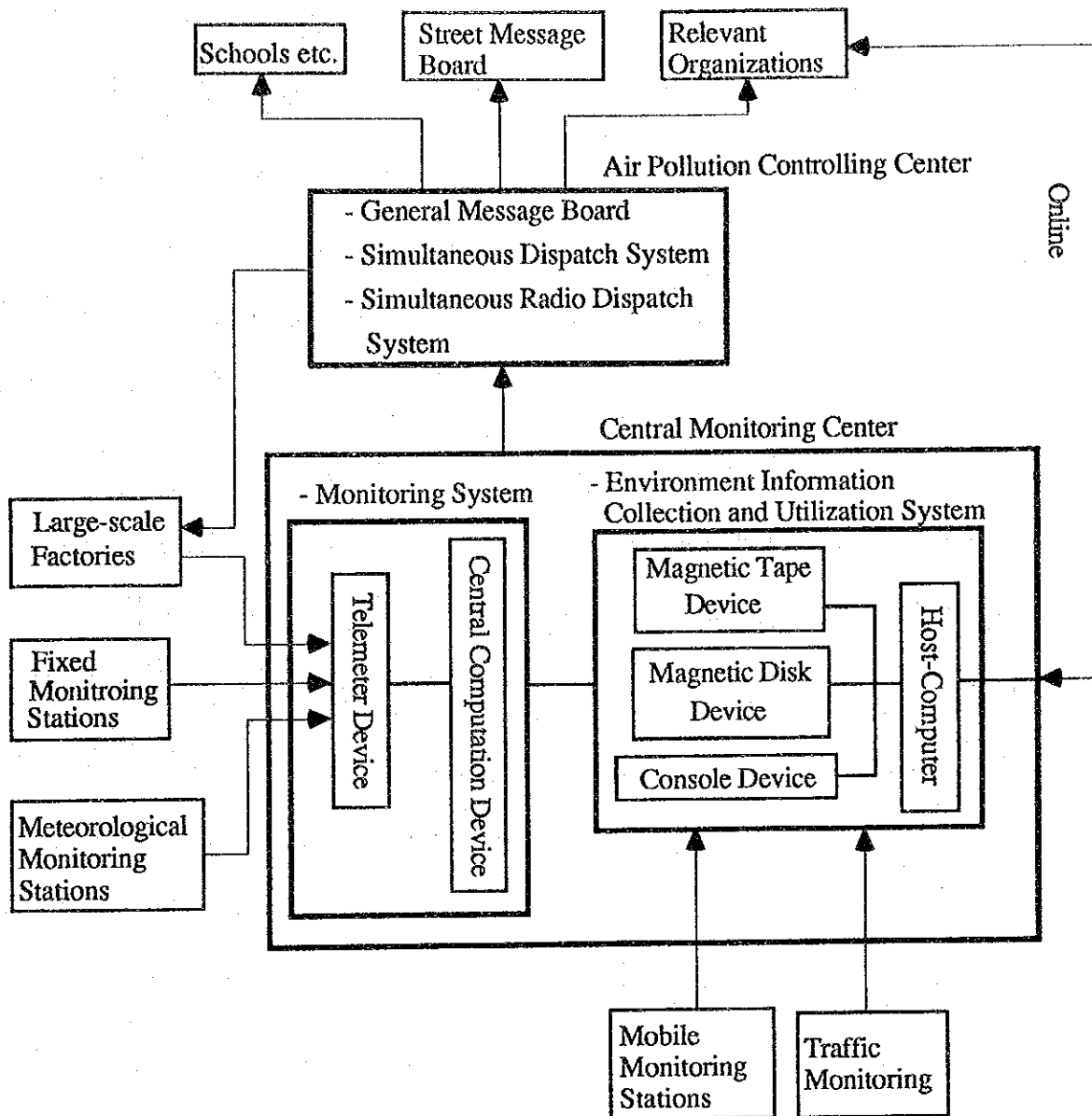


Fig.10.1 Flowchart of the Central Monitoring System for Air Pollution

10.2 大気監視体制

大気汚染測定局の適性配置の目標は、対象地域全体の汚染濃度の空間的分布を限られた測定点によってできるだけ正確に推定することである。しかし、クランバレー地域における大気汚染は、排出条件や気象条件が関連して局地的な汚染現状にあるため、地域の汚染状況を正確に把握するには相当数の測定局が必要であり、これらを全て常時監視により行うのは、マレーシアの監視体制の現状から判断して現実的でない。

従って、常時監視測定局の他に移動測定車の有効利用を図ることによって、できるかぎり多数地点での測定を行うことが望まれる。

なお、測定局の配置に当たっては、主要な保全対象となる住居地域への配慮が必要であるため、現状及び将来の土地利用計画を参考に、次の手順に従って図10.2に示すとおり設定した。

① 既設の5測定局は、特定発生源の影響を受けることなく、各地域の平均的な濃度を代表する傾向にあるため、測定データの継続性を考慮し、今後も常時監視局として位置付ける。ただし、City Hallは自動車排出ガス測定局とする。

② SO₂の高濃度地点のうち、今後とも工業化が進展するとともに、その周辺に相当程度の住居地域が隣接して広がるFederalハイウェイ地帯を対象に、常時監視測定局を3局新設する。

また、Federalハイウェイ地帯からは少し離れるが、将来、高濃度地点を中心に住居地域が拡大することが予想される地点を対象に、移動測定局を4局新設する。

③ NO_xの高濃度地点のうち、自動車交通量の多い幹線道路を対象に常時監視測定局を3局新設するとともに、これらを補足する地点を対象に移動測定局を4局新設する。

④ ①から③の測定局の周辺地域において、現況及び将来にまとまった住居地域が存する地域を対象に、移動測定局を12局新設する。

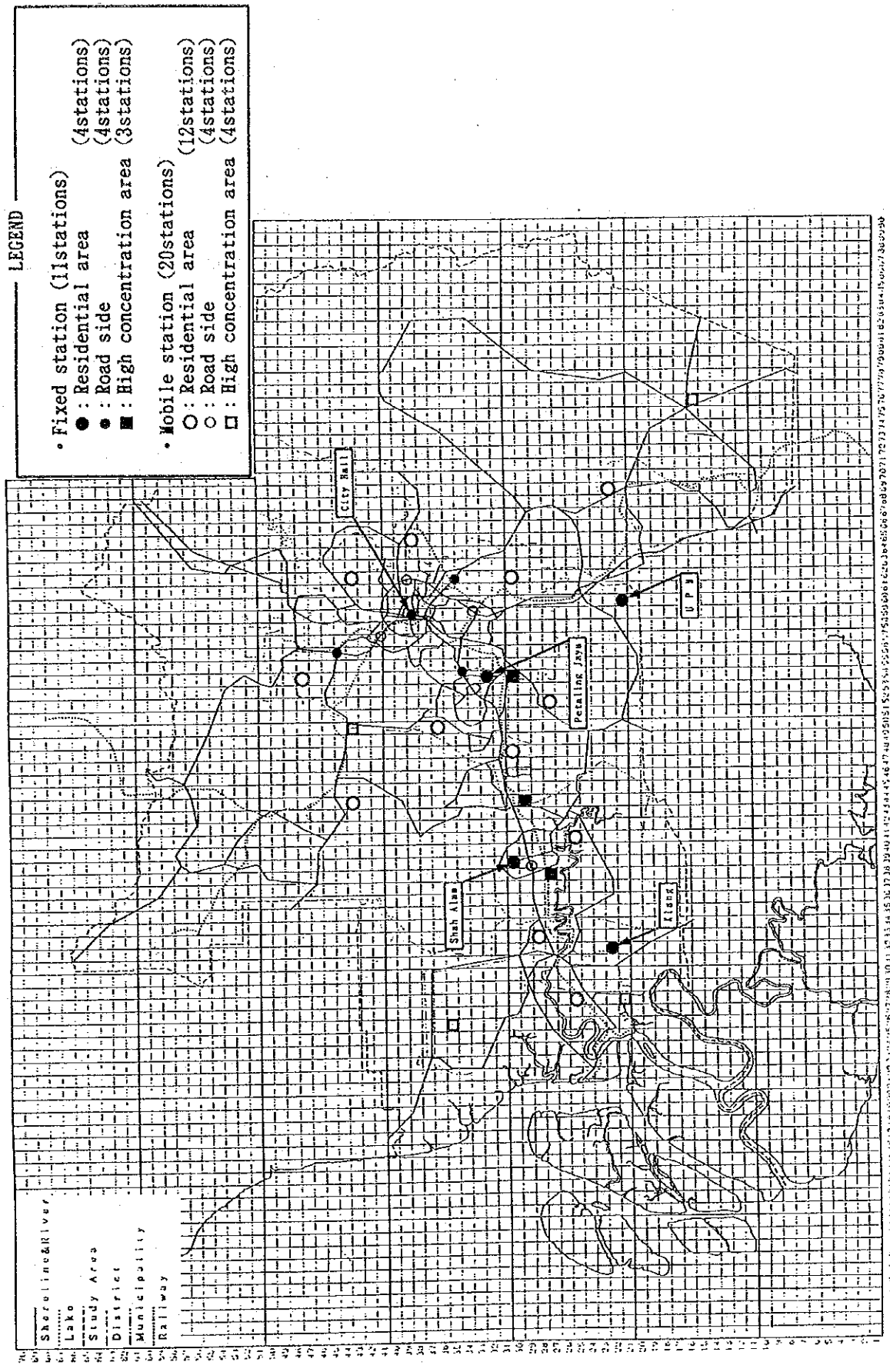


Fig. 10.2 Location Plan of Monitoring Stations

10.3 発生源監視体制

10.3.1 固定発生源監視

(1) 発生源監視フロー

固定発生源に係る監視フローは図10.3に示すとおりであり、特大規模の工場・事業所に対しては自動監視体制により排出に係る諸条件が集中監視センターでモニターでき、高濃度による緊急時汚染対策あるいはそれが予想される気象条件時には排出量を押しさえる等の協力を依頼できる体制としておく。また、その他の工場・事業所に対しては、排出規模により2分類程度に分類して立入り検査（工場燃道ガス測定）を行う。基本的には、3年毎に得られる全面的な排出量の調査結果及び環境監視データをもとに、防止対策に対する評価を行うとともに、改善が遅れている場合には年次計画の見直しが行える体制とする。

なお、クアラルンプールから Federalハイウェイのベルト地帯は、工業地域とともに住居地域が広く分布し、将来はさらに拡大する土地利用計画となっているため、人の健康や生活環境の保全を考慮した場合、この地域を対象に環境並びに発生源監視を優先していくことが望まれる。

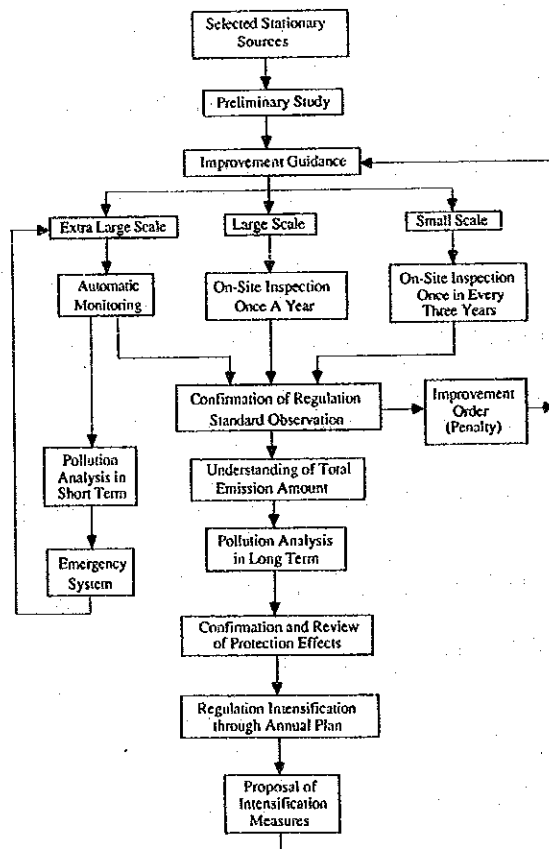


Fig. 10.3 Flow Diagram for Monitoring Pollution from Stationary Sources

(2) 監視対象発生源

監視対象発生源としては、汚染物質排出量の81～91%以上を占める食品関連、木材関連、椰子油関連、発電関連の4業種86施設を重点とする。このうち自動監視を行う特大規模の監視対象工場・事業所としては、発電関連の10施設とし、残る76施設及びその他の業種の中で特に排出量の大きいものを大規模監視対象工場・事業所として設定する。

大規模及び中小規模の監視対象工場・事業所については、パトロール車を用いて大規模は1回/年、中小規模は1回/3年の頻度で立入検査を行う。また、立入検査の他、巡回途中における悪質な不良煤煙発生源をも監視し、立入検査と改善指導を行う。さらに、この巡回経路の中に野焼きを監視できる場所を設け、定期的にその監視並びに取締を行うことも必要と考えられる。

10.3.2 自動車交通監視

(1) 自動車交通の監視

大気汚染に関連する交通政策の検討・立案に当たっては、発生源である自動車からの排出量を把握することが前提条件となる。このためには交通量や走行パターンなどの基礎資料が必要であることから、ここでは交通量実態調査を行うものとする。なお、監視対象道路網としては、今後のデータの継続性を考慮し、本調査で対象とした50地点を対象とする。

(2) 排出ガス係数の見直し

自動車から排出される汚染物質の量は、法令に基づく規制走行モードによる排出ガス規制値とは異なり、様々な要因に関連して複雑である。従って、精度の高い排出ガス量を把握するためには、種々の実走行パターンを対象としたシャーシダイナモメーターによる試験を行い、排出ガス係数を見直していくことが必要である。

第11章 大気汚染対策ガイドライン

11.1 目的

クランバレー地域の大气汚染は深刻な状況であり、対策を実施しなければ相当悪化することは避けられない。大气汚染は、主に人々の社会・経済活動によって引き起こされるため、その対策実施に際して人々の日常生活に制限を加えることとなる。そのため、対策の実施に際しては人々の同意と協力を必要とする。このガイドラインは現在および将来のクランバレー地域における大気保全を目的として、実行可能な対策計画立案のための指針となることを目指したものである。

11.2 適用地域

ガイドラインの適用地域は、クアラルンプール及びマンバク、ウルラン、ペタリン、クランの4地域である。これらの位置を図11.1に示す。

11.3 環境目標値

一般に広域の大気汚染対策は汚染物質の年平均濃度を用いて検討される。年平均値を指標とした長期評価は人間その他生物への影響を考える上で重要な指標であるとともに、大気汚染管理をする上でも合理的なものといえる。SO₂とCOについてはマレーシアの指針値から、NO₂についてはWHOの指針値から環境目標値を設定した。各環境目標値を表11.1に示す。

Table 11.1 Target Value of Ambient Air Quality

	SO ₂	NO ₂	CO
Annual mean value	0.02 ppm (20 ppb)	0.037 ppm (37 ppb)	4 ppm

11.4 目標年

ガイドラインの目標年は2005年とする。

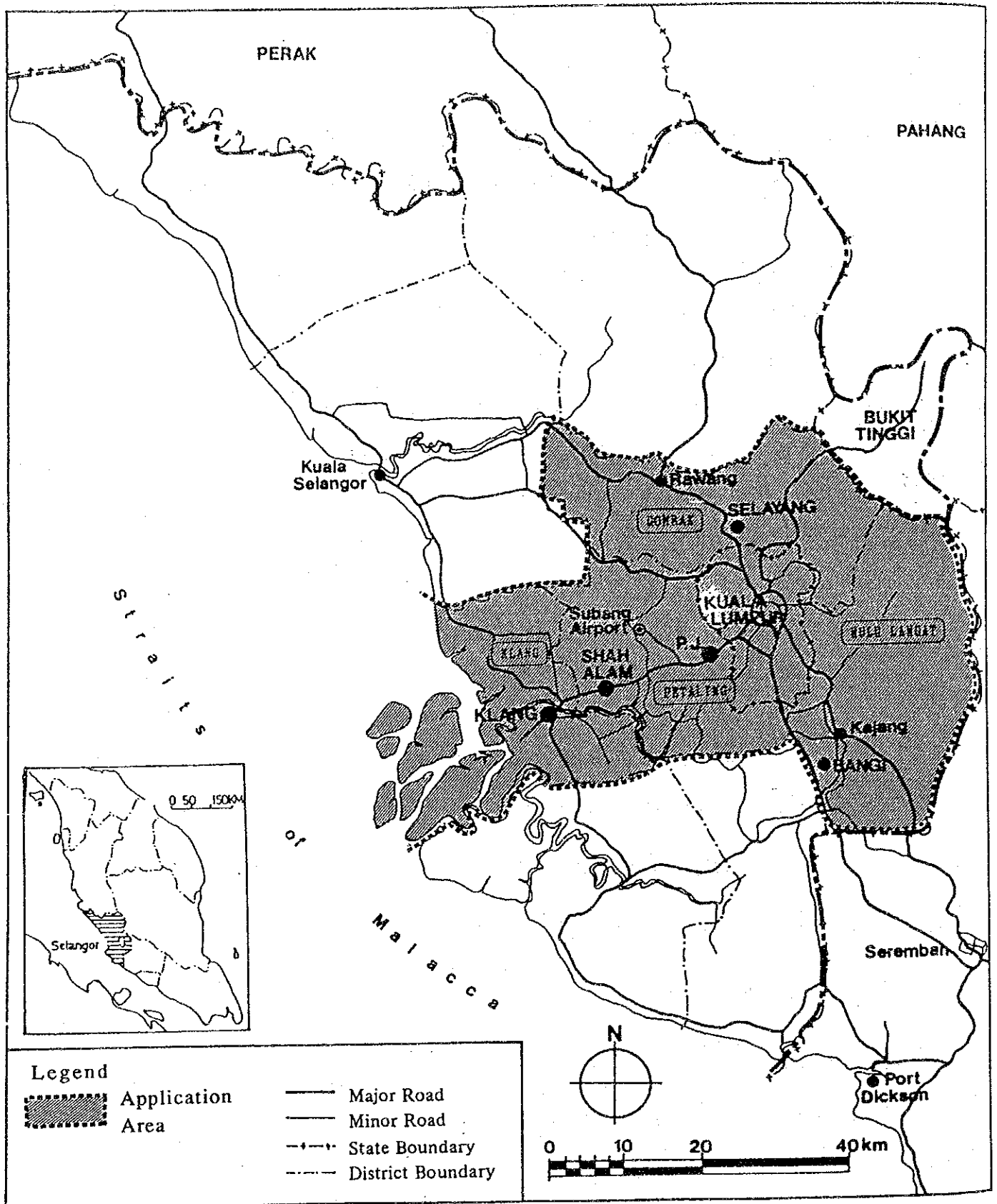


Fig. 11.1 Location Map of Application Area for the Guidelines

11.5 大気汚染状況

11.5.1 汚染負荷量

(1) 現況 (1992年)

クランバレー地域における種々の発生源からの負荷量は図11.2に示すとおりである。HC、CO、NO_xは自動車の主たる発生源であり、HC、COはほぼ100%、NO_xは67%を占めている。

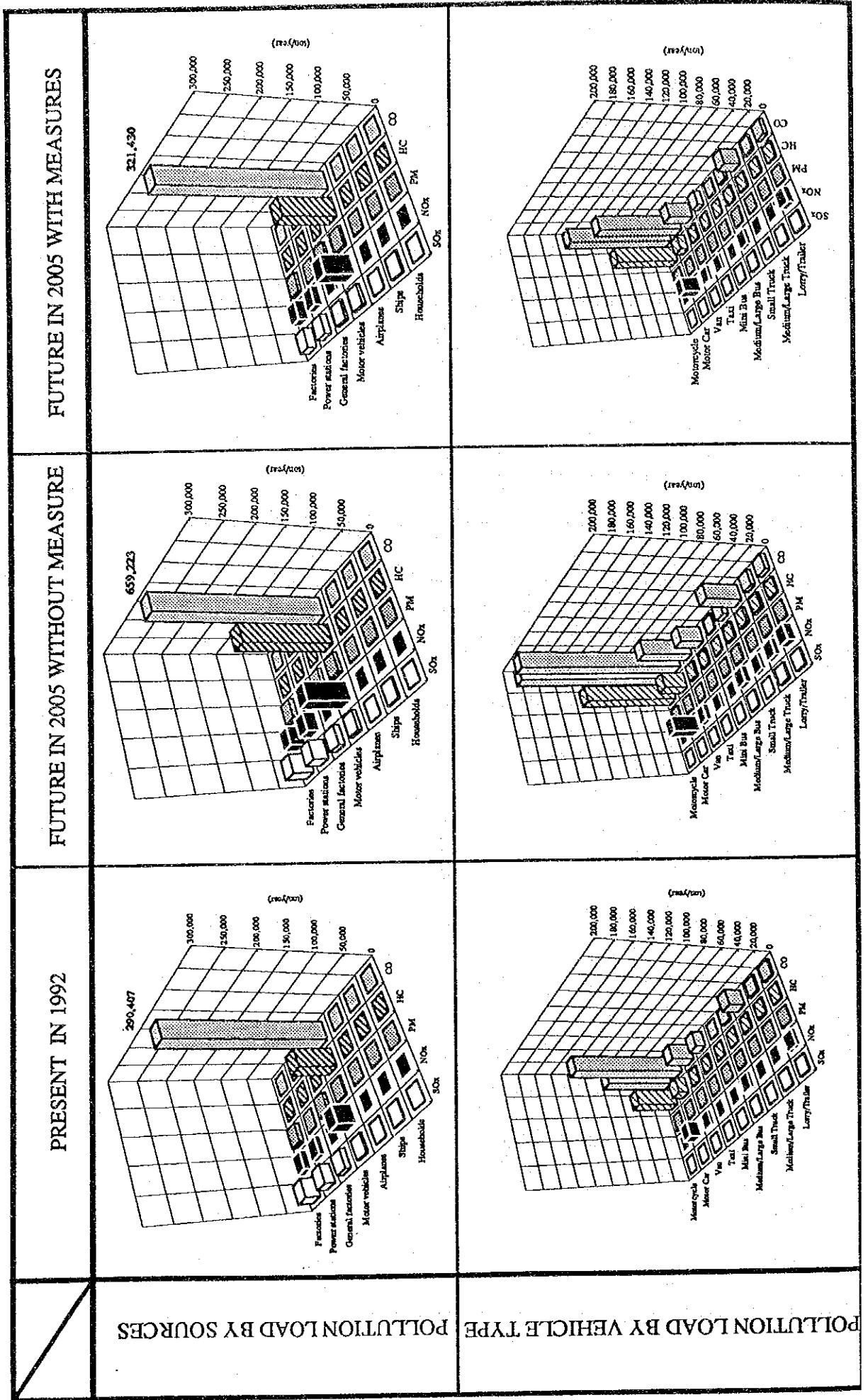
一方、工場はSO_x、PMの主要発生源であり、それぞれ全体負荷量の88%、65%を占めている。工場の中では、PMを除いて発電所が主要発生源である。移動発生源の内、自動車の車種別比率をみたのが、図11.2の下段である。それによると最も特徴的なことは、移動発生源からの負荷量のうちCO (39%)、HC (68%)をモーターサイクルが占めているということである。COとNO_xの大部分 (47%と43%)は乗用車が占めている。

(2) 将来 (2005年)

将来については、対策を実施しない場合と、実施した場合の2ケースがある。前者は、2005年までの社会・経済発展は見込むものの、現在の公共交通体系がそのままであると仮定した場合で、後者はJICA(1987)：“Klang Valley Transportation Study”で提案されている交通体系マスタープランが2005年までに完全に実行され、本ガイドラインで示された対策が実行されることを想定したものである。そのマスタープランには、LRT (Light Rapid Train)、MRT (Mass Rapid Transit)の導入および新設道路建設と現況道路の改良が含まれている。

対策無しの2005年には、総排出量は現在よりSO_x 1.5倍、NO_x 2.12倍、PM 1.47倍、HCおよびCOが2.27倍となる。しかし、本ガイドラインで提案して対策を実施すれば、それらを26~51% (SO_xが48%、NO_xが26%、PHが37%、HCが38%、COが51%)削減することができる。

Fig. 11.2 Pollution Load by Sources and Vehicle Type



11.5.2 シミュレーション結果

(1) 現況 (1992年)

図11.3はクランバレー地域における、観測局における通年の気象、大気汚染観測データを用いて現況濃度を再現したものである。

NO₂ とCOは狭い範囲を除いて、環境目標値を満足しているが、SO₂はPetaling Jaya、Shah Alam、Klangなどの工場地域で環境目標値を越える地点が分布している。最高値はPetaling Jayaにあり、目標値0.002ppmに対して0.06ppmを示している。

(2) 将来 (2005年無対策)

図11.4(1)から(3)は2005年の無対策時の濃度を示す。SO₂、NO₂、COとも環境目標値を上回る地区が著しく増大する。Petaling Jayaからクアラルンプールにかけての地域、特にクアラルンプール市内の悪化が著しい。

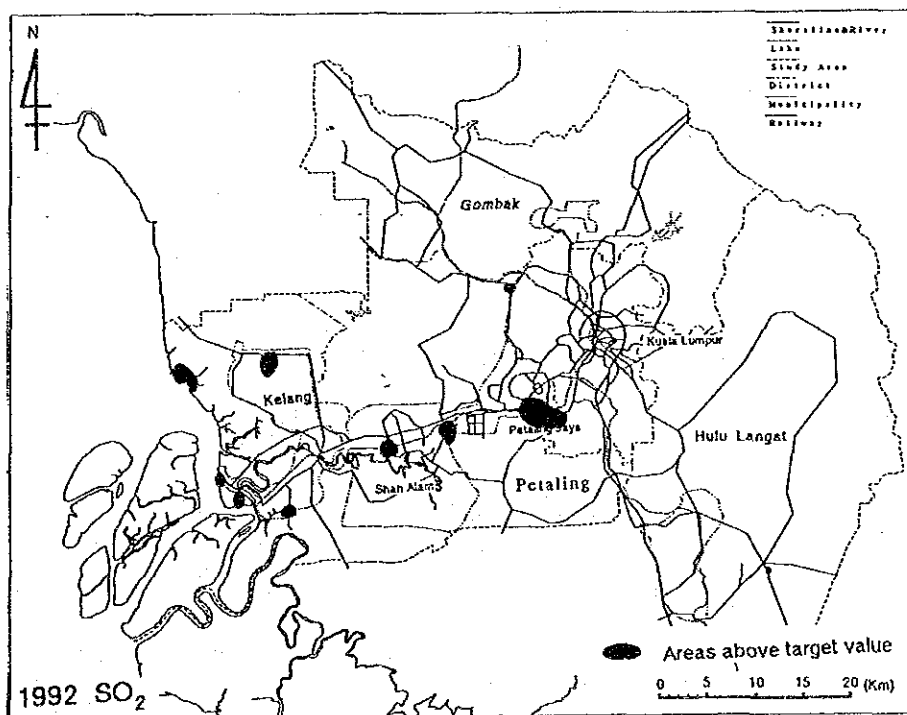


Fig. 11.3 (1) Simulated SO₂ Concentration in 1992

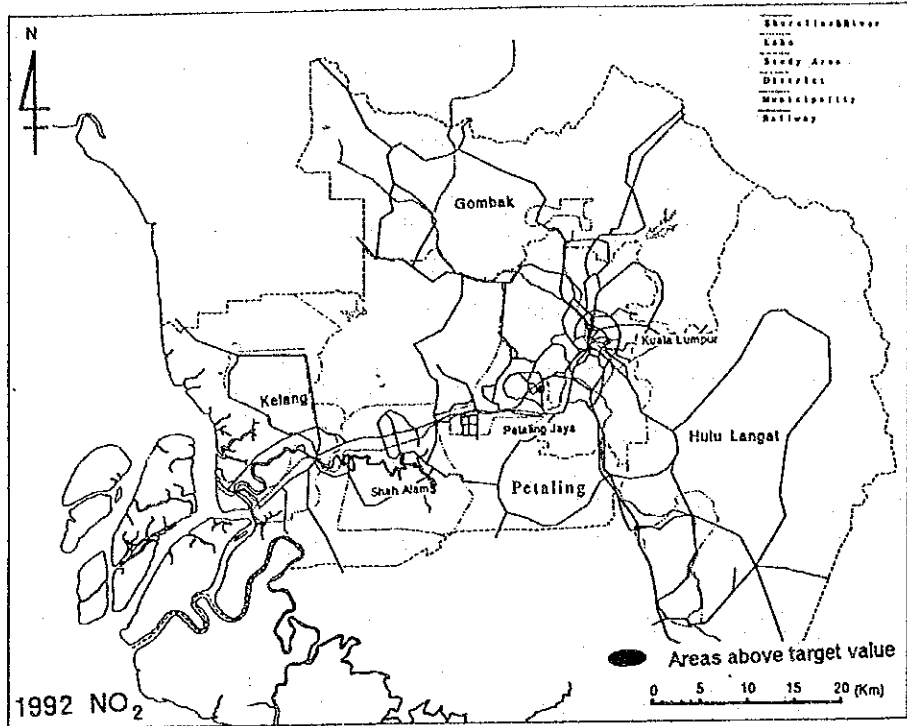


Fig. 11.3 (2) Simulated NO₂ Concentration in 1992

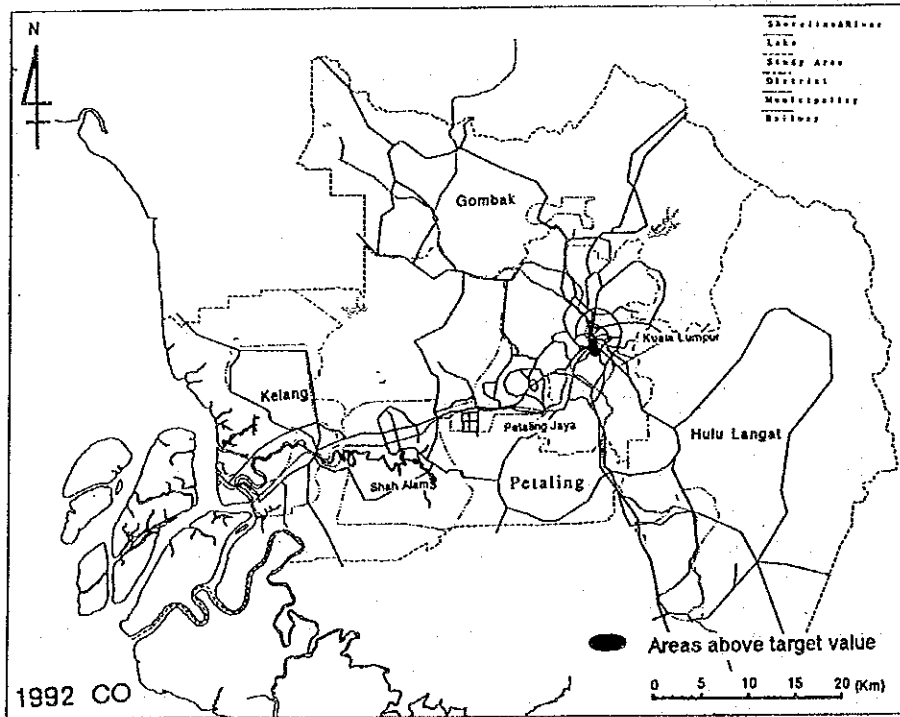


Fig. 11.3 (3) Simulated CO Concentration in 1992

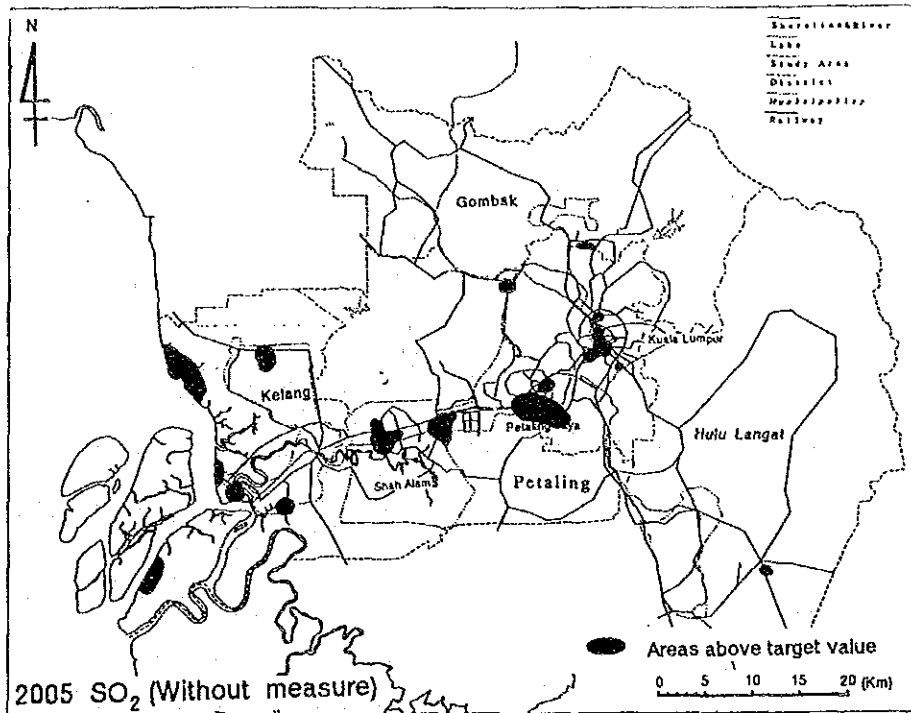


Fig. 11.4 (1) Simulated SO₂ Concentration in 2005 (without measures)

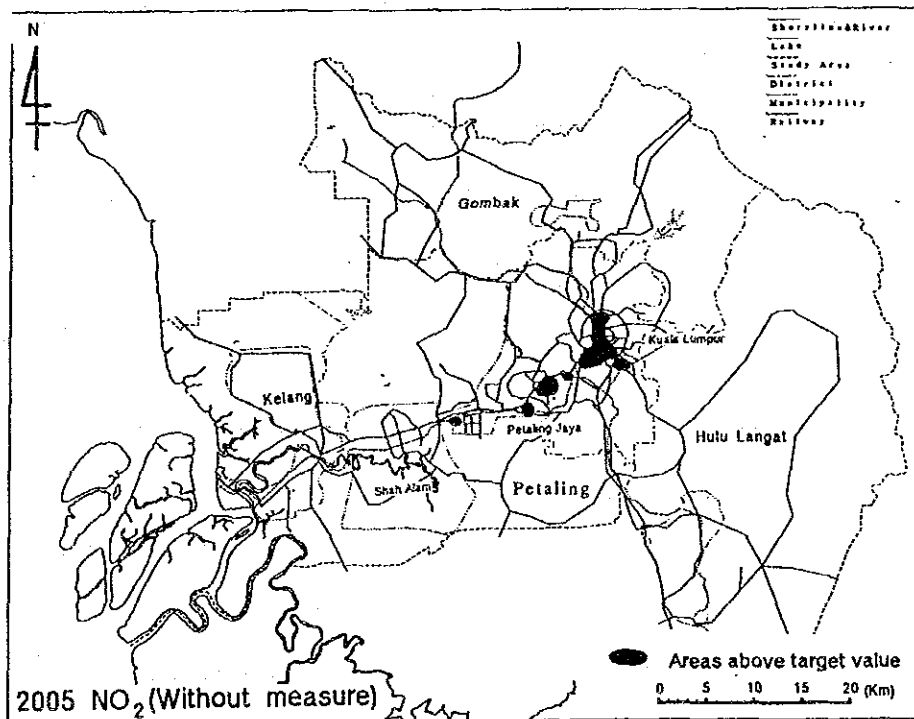


Fig. 11.4 (2) Simulated NO₂ Concentration in 2005 (without measures)

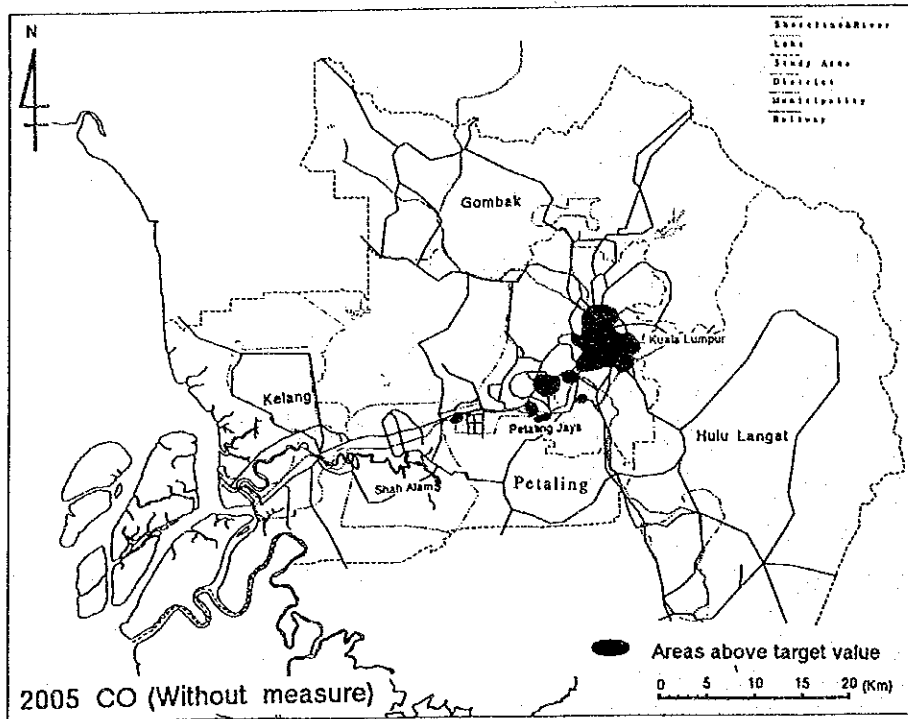


Fig. 11.4 (3) Simulated CO Concentration in 2005
(without measures)

11.6 発生源対策

11.6.1 固定発生源

(1) 発電所

現況（1992年）の負荷量算定によると、2ヶ所の発電所からの発生負荷量は全発生負荷量に対して、SO_x 55%、NO_x 23%、PM 16%を占めている。よって、SO_x対策には発電所対策が効果的であることがわかる。

A発電所のNo.1ボイラーの燃料を重油から天然ガスへ転換する。また、同発電所のNo.6石炭ボイラーについても天然ガスへの燃料転換が望ましい。

(2) 一般工場

シミュレーション結果は、高SO_x濃度分布域が発電所付近のみならず、Petaling Jaya、Shah Alamにも分布していることは、これらの地域における一般工場に対する対策も必要であることを意味している。一般工場の負荷量は、SO_x 31%、NO_x 5%、PM 56%を占めており、一般工場対策はPM対策にも有効である。

- ・ Petaling JayaとShah Alamにある重油燃焼量が 150kg/h以上の工場に対して、天然ガスへの転換を行う。その他の地域について重油燃焼量が 200 kg/h以上の工場に対して重油から軽油への転換を行う。
- ・ 新設施設は天然ガスを使用することを原則とする。
- ・ 集じん機装置（サイクロン）を導入し、電気集じん機の効率を改良する。
- ・ 旧式木材ボイラーを新しいものに入れ換える。
- ・ 資格を有する燃焼管理技術者により燃焼管理と省エネルギーを推進する。
- ・ 高煙突化

11.6.2 移動発生源

(1) 排ガス規制

移動発生源からの負荷量が全体に占める割合は、1992年にはSO_x 9%、NO_x 67%、PM 26%である。HC、COは自動車以外の発生源が不明であるため、正確な判断はできないが、いずれにせよ自動車が主たる発生源である。

SO_xとPMは大型車（ローリー／トレーラー、中・大型トラック、バス）、NO_xとCOは小型車（乗用車、バン、タクシー）、CO、HCはモーターサイクルから多く排出される。PMに関しては、SPM分析結果よりディーゼル車の規制も重要であることが示されている。

1) 排ガス規制の実施

- ・モーターサイクルのエンジンタイプを2サイクル車から4サイクル車へ転換する。残存するモーターサイクルについては、スモークレス潤滑油の使用を促進する。
- ・小型ガソリン自動車については、91/441/EECの排ガス規制を適用して排出量の削減に努める。
- ・CNGタクシーの導入

2) 小型ディーゼル車の規制

乗用車、バン、タクシーのディーゼル車の新規登録を制限し、ガソリン車への転換をすすめる。日走行距離が長く、比較的高齢車が多いタクシーについて特に指導を強める。

3) 燃料規制

- ・現在50%程度の普及率とされる無鉛ガソリンを80~90%まで高める。
- ・ディーゼル燃料のS分を0.3%から0.2%に削減する。

4) 公共交通体系の改善

(2) 公共交通体系の改善

JICA (1987) ; "Klang Valley Transportation Study" で提案されたTransportation Master Plan in 2005 を完全に実施される。この計画には次の対策が含まれる。

- ・MRT (Mass Rapid Transit Raylway) System
- ・LRT (Light Rapid Train) System
- ・バスシステムの改善
- ・道路網整備

11.6.3 対策効果

前記の各対策を実施した場合の効果とその評価をシミュレーションモデルを用いたものが図11.5(1)から(3)である。いずれの項目についても環境目標値未達成地区が消滅し、目標を満足する結果となる。現況（1992）と比べて対策を実施した場合でも、自動車からのNO_x、CO発生負荷量が増加するにもかかわらず、目標値を満足するのは、公共交通体系の改善計画の実施により自動車交通が分散される現在の混雑道路や混雑地域の交通が緩和されるためである。

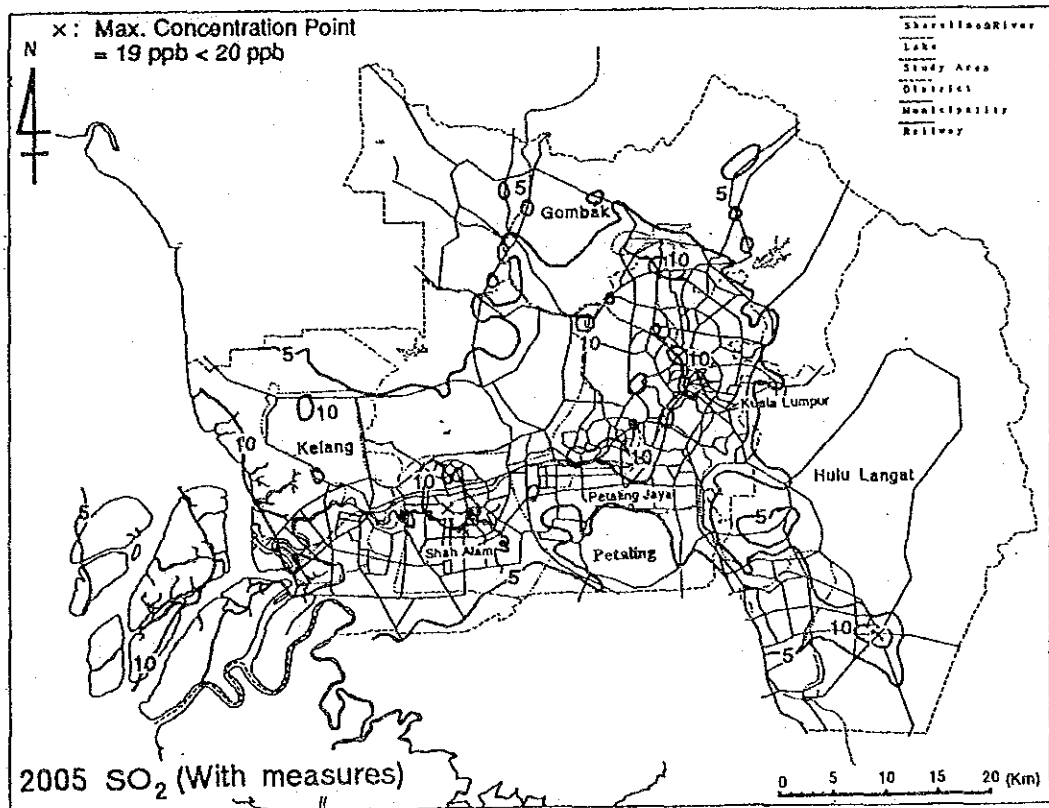


Fig. 11.5 (1) Simulated SO₂ Concentration in 2005 (with control measures)

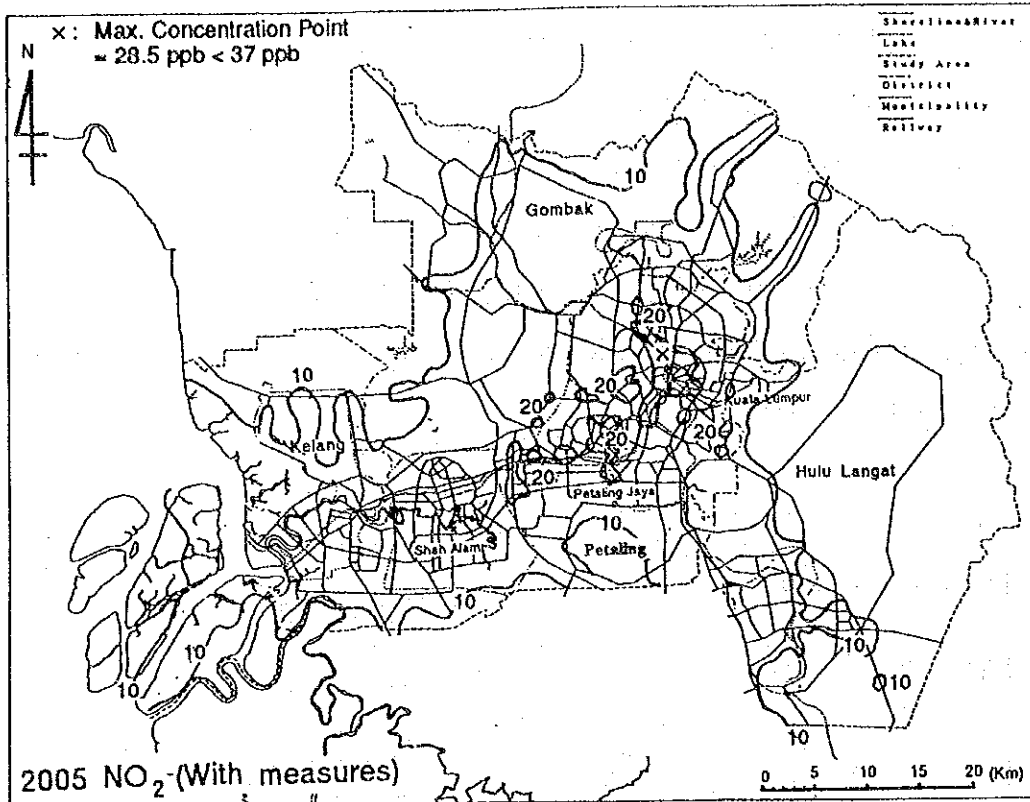


Fig. 11.5 (2) Simulated NO₂ Concentration in 2005 (with control measures)

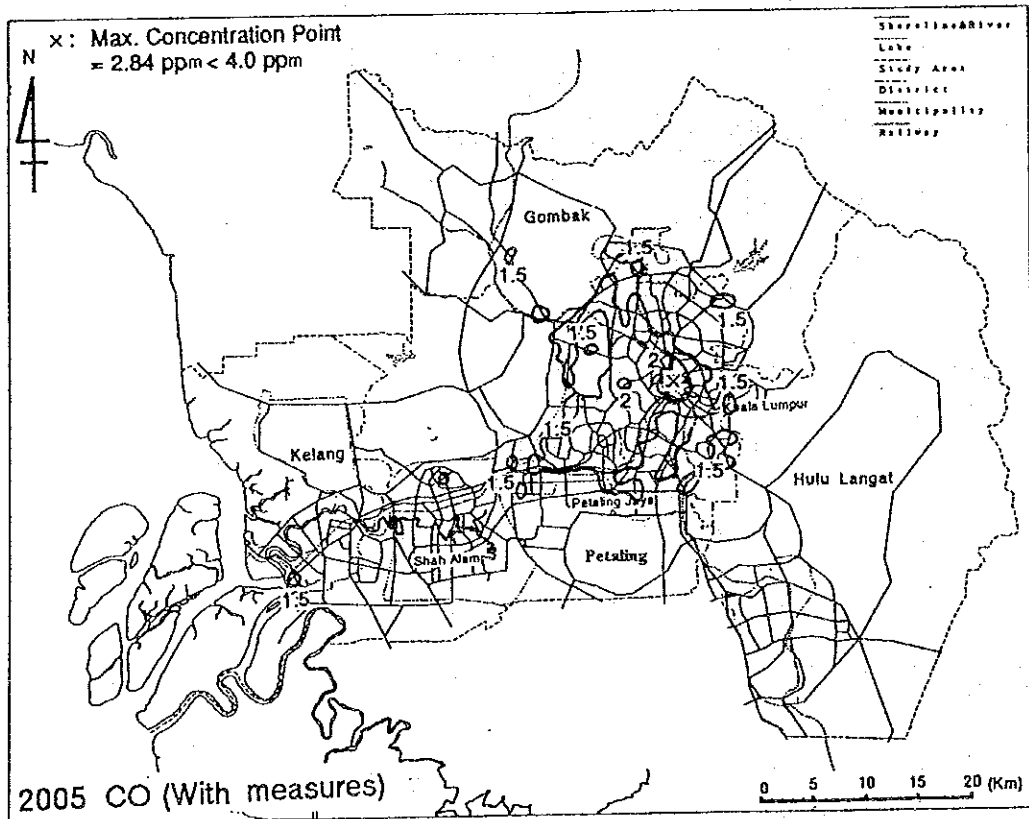


Fig. 11.5 (3) Simulated CO Concentration in 2005 (with control measures)

11.7 大気質および発生源の監視

11.7.1 大気監視

大気汚染測定局の位置と項目を図11.6に示す。これらは、シミュレーション結果と現状及び将来の土地利用計画に基づいている。クランバレー地域全体では固定局は11、移動局は20である。これらの観測局で得られたデータはテレメーターシステムによって監視センターにおいて集中管理すべきである。

11.7.2 発生源監視

(1) 固定発生源

寄与率の大きい大規模工場を主体に監視する。発電所のような特大規模のものは、自動監視体制により集中監視センターでモニターし、大規模工場は年に1回、中・小規模は3年に1回程度の立入検査（工場煙道ガス測定）をすることが望まれる。

(2) 移動発生源

移動発生源のうち、圧倒的に発生量の多い自動車による排出量をモニターすることが重要である。

1) 自動車交通監視

自動車からの排出量を把握するために、交通量と走行パターンを得る必要がある。

2) 排出ガス係数の見直し

シャーシダイナモメーターを導入し、実走行モードを考慮した排出ガス係数を求める必要がある。

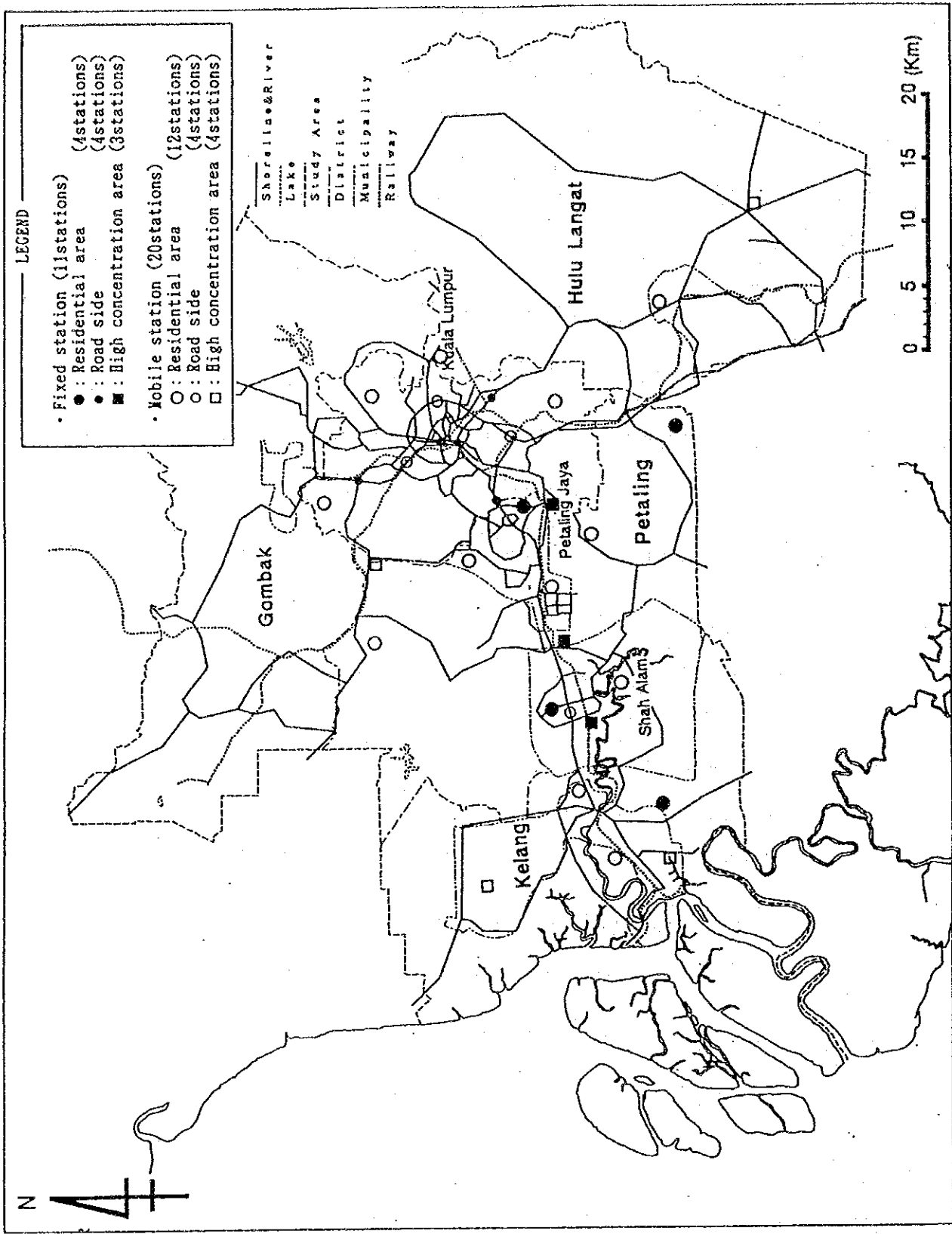


Fig. 11.6 Location Map of Monitoring Stations

11.8 人材育成

このガイドラインを実行する上で、大きな課題の1つに人材育成がある。特に急を要する問題は、モニタリング技術者並びに燃焼管理技術者であり、2005年に向けて集中監視センターのための技術者の養成はさらに重要である。これらは当面、DOEをはじめとしたマレーシア政府の関係者向けに実施されるであろうが、将来的には各オペレーションの民営化を想定し、民間人の育成も重要である。これら技術者の育成と定着を計るために、権威ある資格証の公布ならびにその待遇を向上させることも重要である。

11.9 ガイドライン実施のための制度・組織

このガイドラインを実施するための、制度上そして組織上の提案は次のとおりである。

11.9.1 固定発生源

固定発生源に対して以下を提案する。

(1) 燃焼管理システム

マレーシアには現在、工場に対する燃焼管理システムの制度がなく、十分な燃焼管理が行われていない。大気汚染対策の観点と省エネルギーの観点から特定工場を対象にした制度を創設することを提案する。また、公害防止面からの資金援助制度も重要である。

(2) 資金援助制度

大気汚染に関する諸活動を促進し容易にするために、資金援助制度の設立が必要である。

(3) 公害防止協定

大気汚染物質の排出量を抑制したり、使用燃料種類を制限するために、政府または自治体と工場の間で公害防止協定を締結する。

11.9.2 移動発生源

自動車対策について以下を提案する。

(1) 車検制度

自動車排ガス基準を守らせるために、2年～3年毎に車検場で検査を受けさせる必要がある。

(2) フレックスタイム制度の導入

朝夕の交通混雑を緩和するため、事務所や学校の時間をずらしたり、フレックスタイム制度の導入を提案する。

11.9.3 人材

マレーシアにおける環境行政機構に関しては、現在でもDOEの人員を3倍にする必要があると言われているように、人材不足である上にガイドラインの実施に向けて一層人材不足が著しくなる恐れがあるため、官・民をあげた人材の育成を必要とする。

11.9.4 大気汚染対策総合センターの設立

ガイドラインの実施にあたって

- (1) 燃焼技術者養成センター
- (2) 大気監視技術者養成センター
- (3) 発生源監視センター
- (4) 大気監視センター

の各センター創設が提案されるが、それらを総合した『大気汚染対策総合センター』を設立することを提案する。それらの概略の組織を図11.7に示した。そして、センターの構成概要を以下に示す。

(1) 燃焼技術者養成センター

a) 目的

- ・燃焼技術の養成と公害防止、省エネルギーの推進を図る。
- ・燃焼管理技術者と各種測定技術者を養成して事業所において設備の維持管理に当たる。

b) 施設及び設備の概要

- ・燃焼試験炉 : 液体燃焼および固体燃焼試験炉を各一基、集じん機

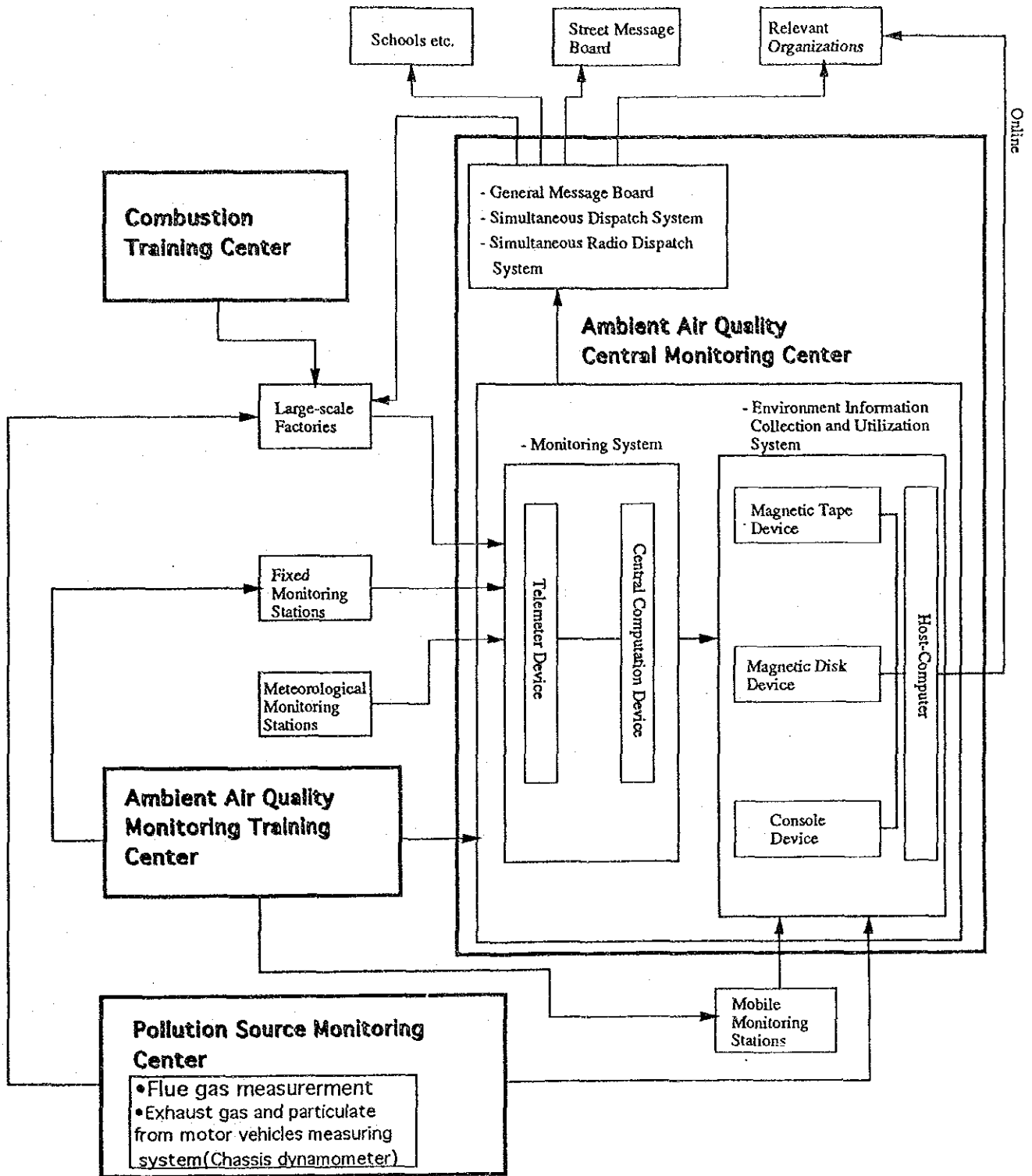


Fig. 11.7 Organization of the Comprehensive Air Pollution Control Center

しサイクロン、バグフィルター付属)

燃焼容量は50~100kg/h程度とする。

・測定機器 : O₂、CO₂、CO、SO_x、NO_x、Dustなどの測定器及び水、燃料、空気、スチームの流量計、温度計を設備する。

・データ整理機器 : データプロセッサ

c) 施設規模・講義室 : 100m²

d) 研修人員 : 1コース20名とする。

e) 研修期間 : 短期コース1ヶ月、長期コース3ヶ月とする。

f) 研修内容

・講義 : 燃料概論、燃焼の基礎、燃焼装置、燃焼管理技術、公害防止、技術、測定技術等。

・実習 : 燃焼技術、NO_x抑制技術、測定技術等。

g) センター職員の規模

・技術職員 : 7人

(2) 大気監視技術者養成センター

a) 目的

・大気質モニタリング機器(固定局、移動局)の操作とメンテナンスの技術を教育する。

・将来のテレメーター化による集中管理体制に向けて集中管理センターに携わる技術者を育成する。

・大気質のモニタリングに関する新技術の情報収集、研修を行う。

b) 設備の概要

・SO_x、NO_x、SPM、O₃、CO、HC、自動測定器

・気象データ自動測定器

c) 職員 : 3人

d) 施設規模

・事務所 : 50m²

- ・コンピュータールーム : 100㎡

(3) 発生源監視センター

a) 目的

- ・固定発生源として主要工場の煙道ガス測定を実施し、発生源監視をする
とともに、大気汚染対策用の負荷量算定の基礎データを提供する。なお、
発生源監視技術者の養成は燃焼技術者養成センターで行う。
- ・シャーシダイナモメーターにより自動車排ガス規準の遵守状況を監視す
るとともに負荷量算定の基礎データとする。

b) 設備の概要

- ・工場発生ガス測定車 (NO_x、SO_x、Dust、O₂)
- ・シャーシダイナモメーター

c) 職員

- ・固定発生源 : 8人
- ・移動発生源 : 5人

d) 施設規模

- ・シャーシダイナモメーター : 600㎡
- ・研修室 : 150㎡

(4) 大気監視センター

a) 目的

- ・各監視局および気象データ、大工場からのデータをテレメータにより集中
監視し、データを分析後大気汚染に関する情報を市中および関係機関に流
す。

b) 設備の概要

- ・データ交換システム
- ・データ演算システム
- ・データ交換システム
- ・情報伝達システム (街頭表示)

c) 施設規模

- ・事務所 : 50㎡

- ・コンピューター室 : 100㎡
- ・準備室 : 50㎡

d) 職員

- ・集中監視センター : 5人
- ・監視局運営、メンテナンス : 7人

11.10 対策費用及び実施工程

ガイドラインを実施するための各対策や設備の導入の大まかな全体スケジュールとその概算コストについて表11.2(i)から(4)にまとめて示した。コストは主に機器について積算した。

Table 11.2(1) Implementation Plan of Measures against Air Pollution in Kelang Valley Region (Stationary Source)

Stationary Sources	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Cost Estimate
(1) Power Station						Operation									
1) "A" Power Station (M.F.O, 300Mw)					Fuel conversion M.F.O to N.G. (for SOx & SPM reduction)										-
No.2 (N.G., 300Mw)															-
No.3 (Coal, 300Mw)					Improvement of Electric Precipitator's Efficiency										-
No.4 (Coal, 300Mw)															-
No.5 (Coal, 500Mw)															-
No.6 (Coal, 500Mw)															-
No.7 (N.G., 500Mw)					Fuel conversion coal to N.G. (for SOx & SPM reduction)										-
2) "B" Power Station (N.G. 840MW)															-
3) "C" Power Station (N.G.)															-
(2) Factory															
1) Cement Factory					Improvement of Electric Precipitators' efficiency										-
2) General Factories					Fuel conversion (HFO to N.G.) (Facilities with more 150kg/h of M.F.O combustion in Petaling Jaya & Shah Alam)										M\$2.9 million
					Fuel conversion (MFO to L.F.O.) (Facilities with more 200kg/h M.F.O combustion in other areas)										-
					Use of natural gas (new facilities)										M\$3.0 million
					Dust collector (Cyclon) 3 factories										
					Dust collector (Cyclon) 3 factories										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	

Table 11.2(2) Implementation Plan of Measures against Air Pollution in Kelang Valley Region (Stationary Source)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Cost Estimate
						↑									M\$0.2 million
					Raise of stack height										
															M\$3.1 million
						↑									
							Replacement of wood combustion boiler								
(3)Combustion Training Center															
					Energy saving										
															M\$5.7 million

Table 11.2(3) Implementation Plan of Measures against Air Pollution in Kelang Valley Region (Stationary Sources)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Cost Estimate
1. Motor Vehicles															
(1) Emission Control															
1) Combustion Improvement of Motorcycle															
a) Shift from 2-cycle M/C to 4-cycle M/C															10% cost up
b) Use of Smokeless Lube Oil															M\$20/liter (40% cost up)
2) Application of EC Regulation															Oxidation catalytic converter M\$1,400/unit cost up
a) Motor Car				Preparation				Almost Completion							
				ECE15-04				Supply and regulation							
3) Restriction of Diesel Motor Vehicles															
4) Introduction of CNG Tax															
(2) Fuel Control															
1) Unleaded fuel															
2) Low Sulphur Diesel Fuel															
(3) Traffic control															
1) Mass Rapid Transit Railway System (MRT)															
2) Improvement of Bus System															
3) Road Net Work Plan															
2. Organization & Institution for Motor Vehicles															
(1) Car Inspection System															
(2) Introduction of Flexitime System															M\$9.0 million

Transportation Master Plan in 2005
Source: JICA (1987); "KELANG VALLEY TRANSPORTATION STUDY"

Table 11.2.(4) Implementation Plan of Air Pollution Monitoring in Kelang Valley Region
(Ambient Air Quality and Air Pollution Source Monitoring)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Cost Estimate
1. Ambient Air Quality Monitoring															
(1) Fixed Station															
1) Residential Area				Replacement											
a) UPM	●		○												MS2.11mil.
b) P.J.	●			○											MS2.69mil.
c) S.A.	●			○											MS2.69mil.
d) Klang		○													MS2.11mil.
2) Road Side															
a) City Hall		○													MS2.69mil.
b) New station				●							○				MS1.65mil.
c) New station				●								○			MS1.62mil.
d) New station					●								○		MS1.59mil.
3) High Concentration Area															
a) New station				●											MS1.56mil.
b) New station				●											MS1.52mil.
c) New station					●										MS1.48mil.
(2) Mobile Station															
1) Existing Monitoring Car															
No.1	●														MS2.44mil.
No.2	●														MS2.44mil.
2) New Monitoring Car															
No.3			●												MS4.32mil.
No.4				●											MS4.28mil.
Total															MS35.19mil.
2. Air Pollution Source Monitoring															
(1) Factory															
Existing															
new															
(2) Motor Vehicle															
															MS 0.24 mil.
															MS 4mil. (Petrol)
															MS 8 mil. (Diesel)
															MS 33.2 mil.
3. Central Monitoring Center															
4. Training Center															
(1) Ambient Air Quality Monitoring Training Center															MS 0.76 mil.
(2) Pollution Source Monitoring Training Center															

第12章 調査結果および今後の課題

1. 本調査は、クランパレー地域におけるはじめての大気汚染総合調査であった。調査はマレーシア側と日本側調査団の密接な協力のもとで遂行された。

本調査では、通年にわたる気象観測、5箇所の固定局（3既存局を含む）および2台の移動測定車による環境大気測定、そして4回の上層気象観測が実施された。

また、質問表による工場調査、煙道排ガス測定、燃料分析、交通量調査そしてシャーシダイナモメーターによる自動車排ガス分析も併せて実施された。これらの結果を用いて現況（1992年）の大気拡散シュミレーションモデルを構築し、将来（2005年）の大気汚染状況を予測した。最終的にクランパレー地域の大気環境保全をするため汚染対策を評価し、大気汚染対策ガイドラインを提案した。

2. 本調査結果により、当該地域の大気汚染は深刻化しつつあることが判明した。クランパレー地域内の発生負荷量は、東京地域に比べて、 SO_x 2倍、 NO_x 0.8倍、 CO 1.8倍となっている。クランパレー地域は、その面積が東京地域の2倍、人口が1/4であるので、両者の単位面積当りの SO_x 、 CO 発生量は、ほぼ同程度である。しかし、単位人口1人当りの発生負荷量であると、クランパレー地域は東京の SO_x 8倍、 NO_x 3倍そして CO が7倍となっている。

本調査では、野焼きによる負荷量は含まれていないのでクランパレー地域における実際の発生負荷量は、もっと多いものと思われる。

また、クランパレー地域では風が非常に弱く、高度50m程度の低い逆転層が度々発生するため、汚染物質が地域内に滞留し易い傾向がある。さらに、当地域の高温と強い日射は光化学スモッグ発生につながる光化学反応を促進させる要因を持っている。

3. 観測結果によるとクランパレー地域の CO 濃度は東京にも高い。実際、幾つかの局では PM_{10} と CO のガイドライン値を越えていた。特にO₁は固定局全部がガイドラインを越えており、健康に悪い影響を及ぼす恐れがある。

4. マレーシアは世界で最も目ざましい発展を示している国の一つである。その1971～1990年までの年平均GDP伸率は6.7%と目覚ましいものがあり、1991年～2000年までは7%の成長率が見込まれる。この経済成長は特に都市地域で顕著である。クランバレー地域の大気質は、その工業化、人口集中、交通量の増大等から将来悪化することが予見される。

5. 実際、クランバレー地域の2005年のSO_x、NO_x、PM、HC、COの発生負荷量は、今後何の対策もたられないとすると現在(1992年)と比べてそれぞれ1.45、2.12、1.47、2.27、2.27倍となる。

その場合、シュミレーション結果より、SO₂、NO₂、COの年平均値が環境目標値をオーバーする地域が驚くほど拡大することが示された。これらの結果は、明らかに汚染対策の強化の必要性を示すものである。

6. 以下に経済成長を阻害せずに大気質の悪化を防ぐために提案された汚染防止対策を示す。これらの対策はマレーシア政府の各関係機関で実施可能なものと考えられる。

1) 固定発生源

・発電所

クランバレー地域の発電所は現況(1992年)における全SO_x発生量の55%、NO_x発生量の24%、PM発生量の16%を排出している。重油又は石炭から天然ガスへの燃料転換が、これに対する現実的な対策である。この対策によって、無対策の将来(2005年)ケースと比べてSO_x42%、NO_x13%、PM66%の削減効果が期待できる。

・一般工場

一般工場は現況(1992年)で全SO_x発生量の31%、全NO_x発生量の5%、全PM発生量の55%を排出している。以下に6項目の対策を示す。その対策によりSO_x53%、NO_x0.1%、PM33%の削減効果を見込める。提言された燃焼管理により(重油から軽油または天然ガス)燃料消費量の10%を削減することが可能である。

- 燃料転換
- 燃焼管理
- 天然ガスの使用（新設設備）
- 省エネルギー
- 集塵機の設置と性能の向上
- 高煙突化
- ・ 廃棄物管理システム

本調査では、データ不足から固体廃棄物の野焼きについて十分の取扱えなかった。しかしクランバレー地域における大気汚染に関して、その影響を無視することはできない。野焼きは原則的に法律で禁止されているが、実態は固体廃棄物処理として行われている。

固体廃棄物処理システムを確立することによりかなりの野焼きを減らすことが可能と思われる。

2) 移動発生源

移動発生源の中で主たる発生源はCOとNOxが乗用車、PMとSOxがディーゼル車、そしてCOとHCが二輪車である。よって車種別の具体策は以下のとおりである。

・ 排ガス規制

- ガソリン車への触媒装置の導入

酸化触媒装置の導入によってガソリン車から排出される量は、CO 51%、NOx 17%、HC 59%を削減することが出来る。

- 4サイクル二輪車の導入

4サイクル車からの汚染物質は排出量は2サイクル車のそのPM 14%、HC 18%、CO 42%、SOx 58%である。

- 2サイクル車のスモークレス潤滑油の使用

2サイクル車にスモークレス潤滑油を使用することにより黒煙を減らすことができる。

－ 燃料改善

酸化触媒装置導入のためには無鉛ガソリンの使用が必要である。またSOxとPMの排出量を減らすためにディーゼル燃料のS分を0.3%から0.2%に下げる。

－ 小型ディーゼル車の規制

自動車からのSOxを削減するためには、ディーゼル車を規制することが非常に重要である。まずは、タクシーや営業車の小型ディーゼル車を規制することから始めるべきであろう。

・*交通基本計画の実施

交通基本計画は過度に自動車に依存しているクランバレー地域の交通状況を改善し、その交通渋滞を緩和するために作成されたものである。これはまた、大気汚染を防止する上でも重要な役割を演ずることが期待される。本調査におけるシュミレーションは、この基本計画が予定どおり計画年次を実現するという仮定に基づいているため、その実施が大気汚染対策上非常に重要なものである。

* 出典：JICA（1989）：クランバレー交通計画調査

もし、ガソリン車に対する排気ガス規制と交通基本計画が実施された場合、実施されない場合に比べて2005年にはSOxが19%、NOxが32%、PMが35%、HCが38%、COが51%削減される。

7. シュミレーション結果は、もし提案された対策が十分に実行されたならば、高度経済成長がなされても2005年時点の環境大気が悪化しないことを示している。

8. 汚染対策を順調に実行し、その効果を確実なものとするために、以下のような補完対策が重要である。

1) DOEの組織強化

DOEは大気汚染対策に関わる最も重要な機関の1つである。しかしながら、現在の人員不足は深刻で、将来さらに悪化することが予想される。DOEを強化するために、有能な職員を採用・確保することが急務である。

2) 環境大気質、汚染源モニタリングシステムの導入

本調査を通じて、クランバレー地域に5ヶ所の固定局が設定され、2台の移動測定車が配備された。しかしながら、環境大気質を十分にモニターするにはまだ不十分である。そこで2005年までに11ヶ所の固定局、20地点の移動測定局の設立を提案する。また、シャーシダイナモメーターによる自動車排ガスの測定と工場の煙道排ガス測定の実施も合わせて提案する。

3) 燃焼管理システムの導入

大気汚染対策と省エネルギーを目的とした、燃焼管理のための法律をつくることを提案する。また、大気汚染対策に関する資金助成制度の設立も必要である。

4) 大気汚染対策総合センター

現在、マレーシアの大気汚染対策を担う技術者の不足を考えると、本調査におけるガイドラインで提案された対策の実行に先立って、できるだけ早急に技術者を養成する必要がある。そのため大気汚染対策総合センターを初期段階で設立することが望まれる。この総合センターは以下の4センターから成る。

- 大気監視センター
- 燃焼技術者養成センター
- 大気監視技術者養成センター
- 発生源監視センター

このような技術者を訓練する上級技術者不足もまた深刻であり、海外からの専門家を招聘する必要がある。

9. 今後の課題

・環境基準の制定

マレーシアの大気質ガイドライン(1989)は、實際上法的拘束力を持っていない。根本的に大気汚染を防止するために、環境基準を制定する必要がある。

・健康被害および生態系への影響調査

クランバレー地域大気質測定結果によると、Kuala Lumpur、Shah Alam、Petaling Jayaやで大気汚染による健康被害が発生している可能性でもあるので、特に健康影響調査、そして生態系の調査の実施も必要である。

- ・シュミレーションモデルの再検討

本調査におけるシュミレーション結果は、1年間だけのデータによるものである。したがって、2～3年間の大気質モニター結果および発生源データの蓄積後見直す必要がある。

- ・SPM、HCのシュミレーションモデルの開発

現在、シュミレーションモデルはSO₂、NO₂、COに適応したものしかないが、SPM、HCの定量的な評価をするために将来SPMとHCのシュミレーションモデルを開発されることが望まれる。

- ・高濃度汚染地域および道路端の大気汚染調査

本調査の目的は、特定の地域あるいは地点ではなく、クアラルンプールおよびその周辺の全般的な大気汚染状況を明らかにすることであった。

本調査法と本シュミレーションモデルによって、局地的な大気汚染を明確にすることは困難である。たとえ保全目標値を越えた地点があったとしても、このシュミレーション結果には現われないこともある。例えば、交通量の激しい幹線道路沿いなどである。2005年に向けた汚染対策が、このような局所汚染の改善になっている保証はない。そのためには、もっと詳しい調査が必要となるが、モニタリングシステムによって得られたデータはその時に役立つこととなる。

- ・ヘイズ原因調査

本調査は当該地域のヘイズ原因究明を目的としたものではなかったが、SPMのサンプリングと分析が実施された。しかし、調査期間中にヘイズは発生しなかった。そこで、引き続きその化学的特徴に注目したヘイズ調査を実行することが重要である。

