

国際協力事業団

タイ王国天然資源環境省
公害規制局



ファイナルレポート
要約

2003年2月

タイ王国酸性雨対策戦略調査

JICA LIBRARY



1172402(8)

株式会社 数理計画

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社調二

JR

03-54

国際協力事業団
公害規制局
タイ王国天然資源環境省

ファイナルレポート
要約

2003年2月

タイ王国酸性雨対策戦略調査

株式会社 数理計画
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル



The exchange rates applied in this Study are:

US\$ 1.00 = Japanese Yen 120.00

Baht 1.00 = Japanese Yen 2.85

(as of February 2003)

序 文

日本国政府はタイ王国政府の要請に基づき、同国の酸性雨対策戦略調査を行う事を決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成14年1月から平成15年2月までの間、5回にわたり株式会社数理計画の賀勢秀史氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの団員で構成される調査団を現地に派遣しました。また、当事業団の今井千郎国際協力専門員を委員長とする作業監理委員会を設置し、専門的立場から本調査を精査致しました。

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、ここに報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、タイ国のみならず、国境を越える酸性雨の対策として関係するアジアの国々に寄与するとともに、タイ国及び日本国の友好・親善の一層の発展に役立つ事を願うものです。

最後に、本調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心からの感謝を申し上げます。

平成15年2月



国際協力事業団
総裁 川上隆朗

2003年2月

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

伝 達 状

謹啓、時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、ここに「タイ国酸性雨対策戦略調査」の最終報告書を提出いたします。

本報告書は、貴事業団との契約に基づき、2002年1月より2003年2月にかけて、タイ王国において(株)数理計画及び(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルによって共同で実施した調査の結果を取りまとめたものです。

本調査は、国境を越える汚染である酸性雨に対して、まずタイを選んで、関係する国々に適用可能である系統立てた調査を行うとの観点により実施されました。このために、調査団はタイ国の対策戦略を策定するとともに、その過程で種々の技術移転を行いました。更に、タイ側実施機関と協力して国際セミナーを開催し、関係する国々に対して広く技術移転を行いました。本報告書はその成果を取りまとめたものです。

本報告書を提出するに当たり、全調査期間を通じて、多大のご支援とご援助を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、環境省を含む多くの方々に心から感謝申し上げます。また、タイ王国政府関係者、とりわけ、カウンターパートである天然資源環境省公害規制局のご好意、ご協力に対して深く謝意を表します。

最後に、本調査がタイ王国の酸性雨対策に貢献するとともに、関係する国々での酸性雨対策の一助ともなる事を切に願う次第です。

敬具

賀勢秀史

JICA 調査団

団長 賀勢秀史

目 次

調査の概要	1
【第1部 対策戦略】	
1. 酸性雨及び大気環境モニタリングの概要.....	5
1.1 タイ国におけるモニタリング調査状況	5
1.2 酸性雨モニタリング結果概要	5
1.3 大気環境モニタリング概要	9
2. 社会経済フレームワーク	11
2.1 社会経済状況	11
2.2 インベントリー作成のための社会経済フレームワークの検討.....	19
3. 固定発生源インベントリー	27
3.1 基本の枠組み	27
3.2 2000年のインベントリー	28
3.3 2011年のインベントリー (BAU ケース)	30
4. 移動発生源インベントリー	35
4.1 手法	35
4.2 2000年のインベントリー.....	36
4.3 2011年のインベントリー(BAU ケース).....	38
4.4 2000年と2011年(BAU ケース) の比較	38
5. SO _x 及びNO _x 発生源インベントリー.....	45
5.1 SO _x 及びNO _x 排出量	45
5.2 まとめ	50
6. モデルシミュレーション	51
6.1 ATMOS 2	51
6.2 Airviro	56
7. 酸性雨および大気汚染の評価	77
7.1 酸性雨	77
7.2 大気汚染	77
7.3 優先順位付け	80
8. BMR におけるSO ₂ 対策	81
8.1 方法論	81
8.2 BMR でのSO _x 排出量.....	81
8.3 現状の対策.....	81
8.4 対策案	82
8.5 対策の選定.....	84
8.6 結論	88
8.7 アクションプランの検討	89

9. BMRにおけるNO ₂ 対策	91
9.1 方法論	91
9.2 対策の選定	95
9.3 結論	99
9.4 アクションプラン	100
10. 酸性雨対策戦略	105
10.1 はじめに	105
10.2 対策戦略	106
10.3 戦略A：SO ₂ 対策のためのBMRでの天然ガスへの転換	107
10.4 戦略B：NO ₂ 対策のためのBMRでの排出規制遵守（Real-EURO） 及び低公害車導入（LEV）／新車代替（OVR）	110
10.5 戦略C：環境マネジメントの強化	114
【第2部 技術移転】	
11. 技術移転	117
11.1 技術移転の位置づけ	117
11.2 アプローチの特徴	117
11.3 技術移転の主要項目及び方法	118
11.4 固定発生源インベントリーに関する技術移転	123
11.5 移動発生源インベントリーに関する技術移転	125
11.6 シミュレーションモデルに関する技術移転	127
11.7 削減対策に関する技術移転	141
12. 国際セミナー	145
12.1 開催日、場所、参加者	145
12.2 セミナー日程	145
12.3 まとめ	147

調査の概要

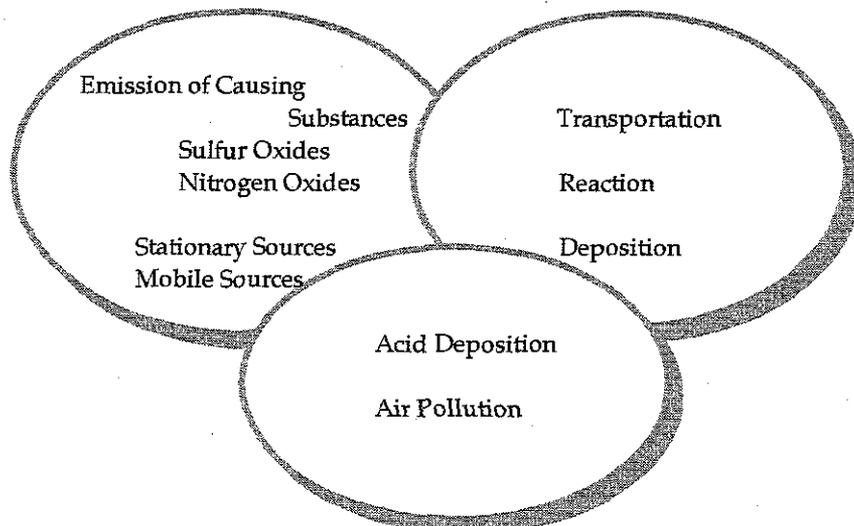
1. まとめ

国境を越えた汚染である東アジアの酸性雨に対して、一国での取り組みとともに当該問題が長距離輸送にも起因することから東アジア全域での取り組みも必要である。また、この取り組みを単発的なものでなく系統立てた取り組みとすることが重要である。このためにまずタイを選んで、東アジア全域に適用可能である系統立てた取り組みにより、その酸性雨対策戦略を策定した。また、この過程でタイに対して種々の技術移転を行うとともに、東アジアの諸国に対してもセミナーを通じて技術移転を行った。具体的な方法は以下の通りであった。

タイにおいては、酸性雨のみならず大気汚染も人々の懸念するところとなっている。このような酸性雨と大気汚染をもたらす主要な原因物質が硫黄酸化物と窒素酸化物であり、共通である。本調査では主要な原因物質が共通であることから酸性雨と大気汚染を共に対象とした。

モニタリングによる結果を収集し評価することは調査の出発点である。インベントリ（即ち原因物質の排出量と排出位置のリスト）の作成は調査にとって欠く事の出来ない分野である。社会経済条件はインベントリに必須である。そして、モニタリング結果とインベントリをもとにした、硫黄の沈着に関するタイ全土でのシミュレーションと BMR での大気中の SO₂ と NO_x のシミュレーションは他の重要な調査分野である。このような観点によるモニタリングとシミュレーション結果の評価により、BMR での SO₂ と NO₂ の大気汚染が当面の主要な課題であることが見出された。それらの対策として、原因物質の削減が必要であることから、BMR での硫黄酸化物と窒素酸化物の削減対策が検討された。原因物質の削減とそのためマネジメントの強化をふくむ対策戦略案がとりまとめられた。

また、技術移転（特にインベントリの作成、国際的なモデルを用いたシミュレーション、及び対策/政策検討）が本調査の中でなされた。

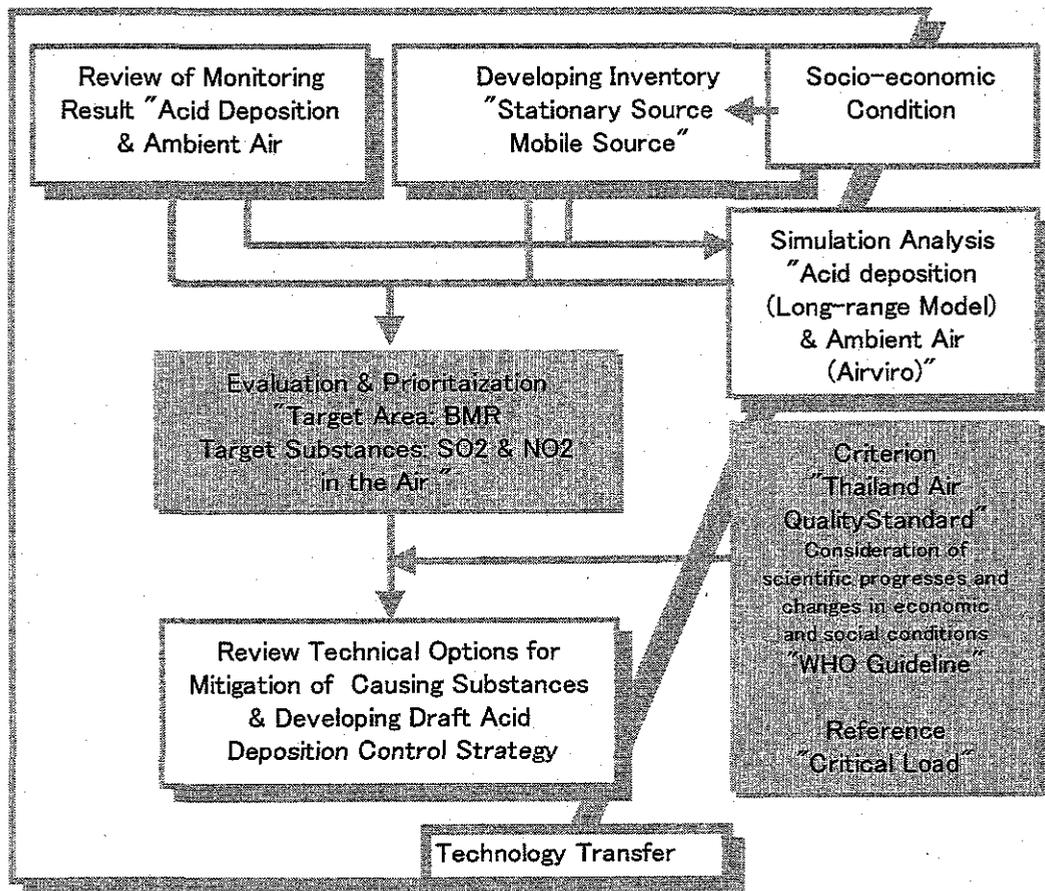


【酸性雨と大気汚染】

2. 目的

タイにおいて、東アジア全域に適用可能である系統立てた取り組みにより、大気汚染対策を含む酸性雨対策戦略を策定する。この過程でタイに対して種々の技術移転を行うとともに、東アジアの諸国に対してもセミナーを通じて技術移転を行う。このために本調査では以下を個別の目的とする。

1. タイ国における酸性雨原因物質のインベントリの作成
2. 本調査で作成されるインベントリを用いた長距離輸送等のシミュレーションの実施
3. 長距離輸送等のモデルによるシミュレーションに基づいて、技術的な酸性雨対策を検討するとともに、タイ国政府の検討に供する酸性雨対策戦略策定
4. 上記分野に関して、関連する行政機関や研究機関の技術職員の訓練
5. タイにおける酸性雨及び環境大気モニタリング結果の評価



【調査の目的】

3. 調査方法

3.1 調査項目及び方法

調査項目及び方法は以下の通りである。

1. 現状の酸性雨及び大気中 SO₂ 及び NO₂ 濃度の調査及び評価
 - 現状データの収集
 - 収集データの評価
2. 経済社会条件の調査
 - 国及び県の現状調査及び将来推計の収集及び評価
 - エネルギー弾性値の分析
3. 現状の分析及び将来推計のための排出インベントリの作成
 - 原因物質、即ち全国規模では硫黄酸化物、BMR では加えて窒素酸化物に対する、固定排出源及び移動排出源インベントリの作成
 - 窒素酸化物に関して、移動発生源での窒素酸化物排出式の見直し
4. 現況濃度及び作成されたインベントリに基づくシミュレーション分析
 - モニタリング結果に基づく妥当性確認
 - 全国の硫黄沈着等に関するシミュレーション
 - BMR での SO₂ 及び NO_x シミュレーション
5. 現況及び将来の評価による優先取り組み課題の抽出
6. 対策及び環境管理戦略の策定
 - 技術、政策、社会及び資金的可能性の検討に基づいて対策を策定
 - 環境マネジメント強化策の検討
7. カウンターパートに対する技術移転

3.2 留意事項

調査に当たって、タイ国内の情報が得られない場合、他の国の情報を集め、調査を進めた。従って、本調査では独自の研究は行っていない。

臨界負荷量アプローチは本調査分野の重要なアプローチの一つである。当該方法は欧州で成功を収めている。しかしながら、東アジアにおいては臨界負荷量値及び当該方法の適用可能性について議論があることから、本調査では臨界負荷量アプローチを参考的位置づけに留めた。

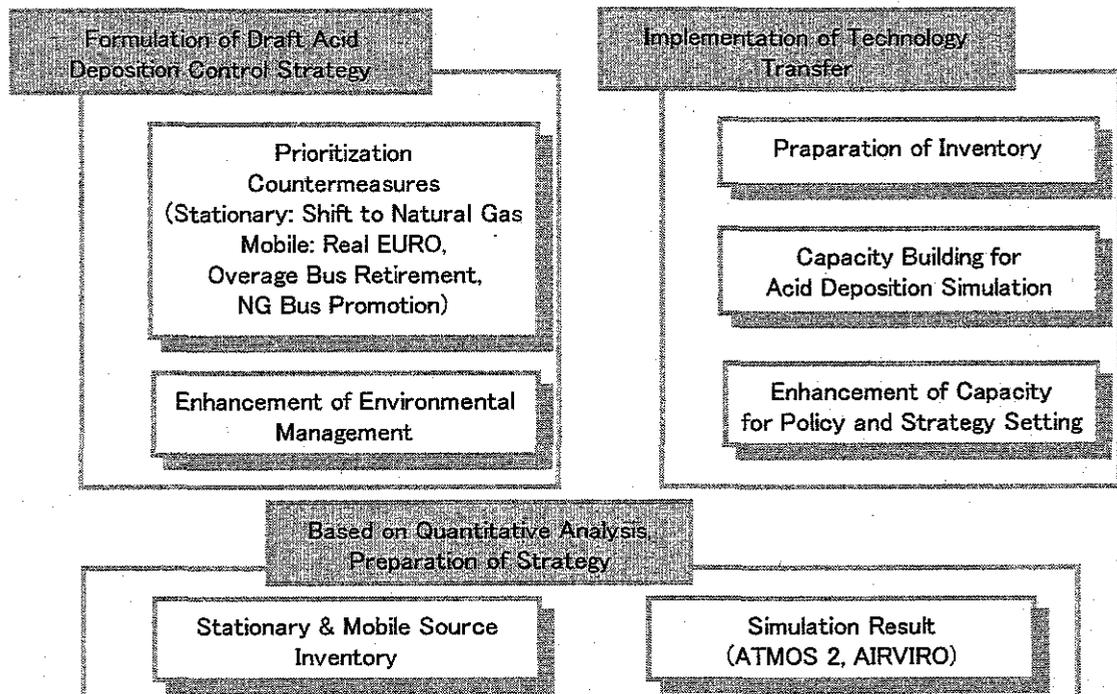
4. 調査成果

東アジア全体に適用可能である系統だった取り組みをもとにタイでの酸性雨対策戦略を策定し、提案した。タイにおける種々の情報の評価に基づき、本調査では対策戦略を検討する個別の対象はBMRの大気汚染であると結論付けた。本調査の成果は以下の通りである。

対策戦略として、

- SO₂ 対策として、工業セクターでの硫黄分の多い燃料から天然ガスへの転換を推進する。
 - NO₂ 対策として、移動発生源での排出規制の実質的な遵守、低公害車の導入、及び新車代替を推進する。
 - 酸性雨および大気汚染対策のための環境マネジメントを強化する。
- 更に、本調査の主要な分野であった技術移転に関しては、
- 排出目録、シミュレーションおよび政策形成面での、相手先に対する技術移転が本件調査過程に組みこまれて実施された。
 - これにより、モニタリングからシミュレーションを経て、対策策定に至る一連の過程全てに亘って技術移転が行われた。
 - 加えて、東アジア諸国に対する技術移転が国際セミナーを通じて行われた。

なお、本調査により排出目録が作成され、当該目録を用いたシミュレーションが実施された。これらは戦略策定の大きな武器となり、技術移転の主要な分野であったが、加えてタイにおける今後の環境対策検討の基礎を形作るものである。



【 調査の成果 】

第1部 対策戦略

1. 酸性雨及び大気環境モニタリングデータの概要

1.1 タイ国におけるモニタリング状況

PCDは1992年からタイ全国において大気環境モニタリング調査を実施しており2002年現在で54箇所のモニタリング局を設置している。2000年では合計44局が稼動していた。タイ国が実施している酸性雨関連のモニタリングは、①EANET(定常的)、②PCDと大学の共同調査(期間限定 Project)、③ERTC-SERI共同調査(期間限定 Project)がある。これらの状況は Supporting Report、第1章に示してある。

ここではEANETにおける2000年のモニタリングデータ及び2000年の大気環境データについて述べる。

1.2 酸性雨モニタリング結果概要

EANETではイオンバランス(R1、R2データの比較)および%TPを用いてデータのチェックを行っている。ここでは2000年について仮にそれらのチェック基準を用いてデータを選別し評価を行った。その結果をまとめる。

1.2.1 pHの状況

2000年のタイの雨水のpHは3.91~6.99の範囲にあり、中央値は5.38であった(表1.2.1.1)。OEPPサイトのpHは他の3地点と比べて低い値を示した。

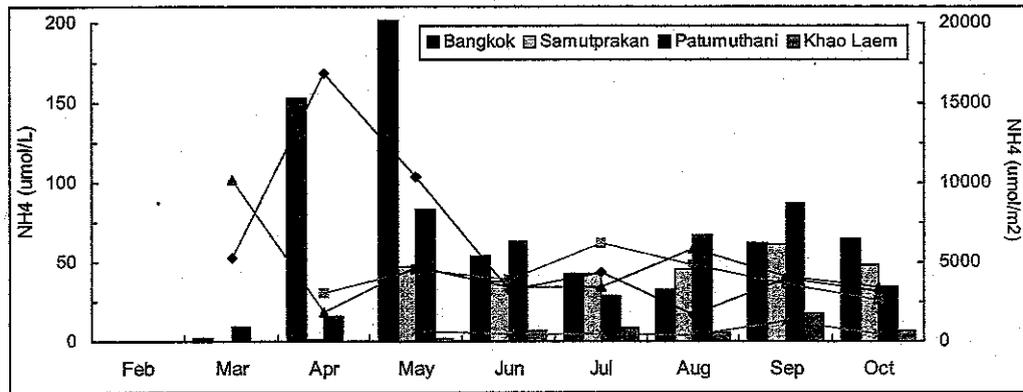
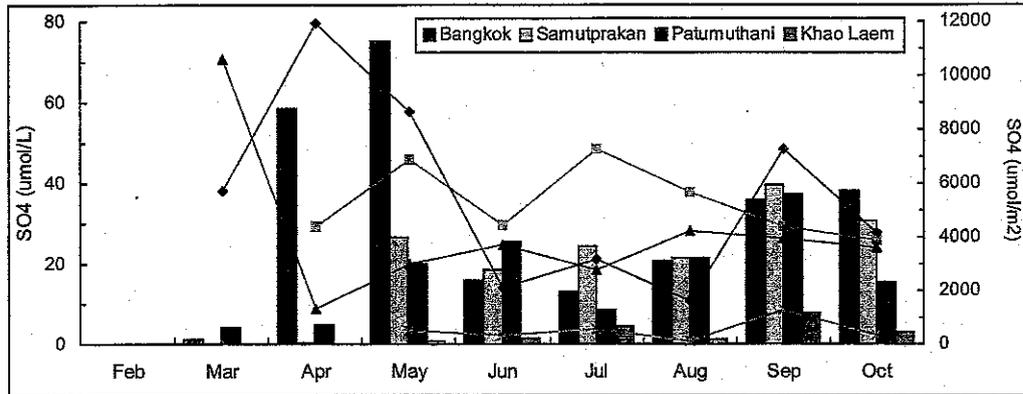
表 1.2.1.1 モニタリングサイトのpHの状況

Site Name	OEPP	TMD	ERTC	Khao Laem	For 4 Sites
Min	3.91	4.18	4.43	5.10	3.91
Max	6.99	6.42	6.95	6.19	6.99
Mean	5.10	5.19	6.07	5.72	5.44
Median	4.89	5.15	6.19	5.77	5.38

Source: PCD, modified by the JICA Study Team

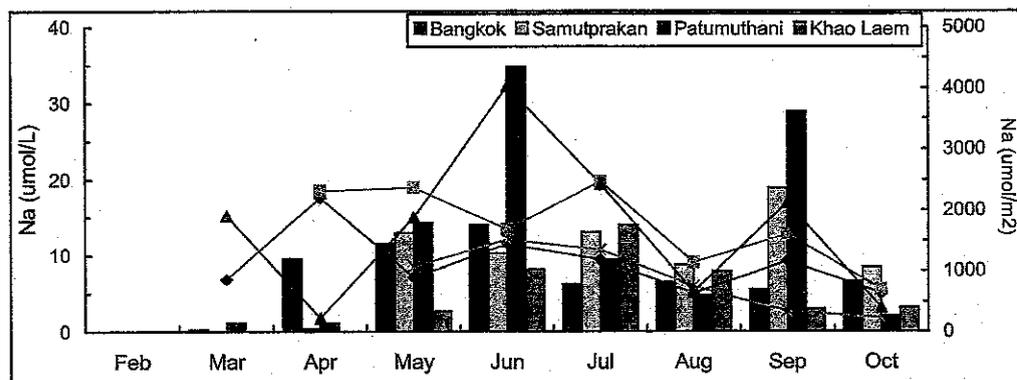
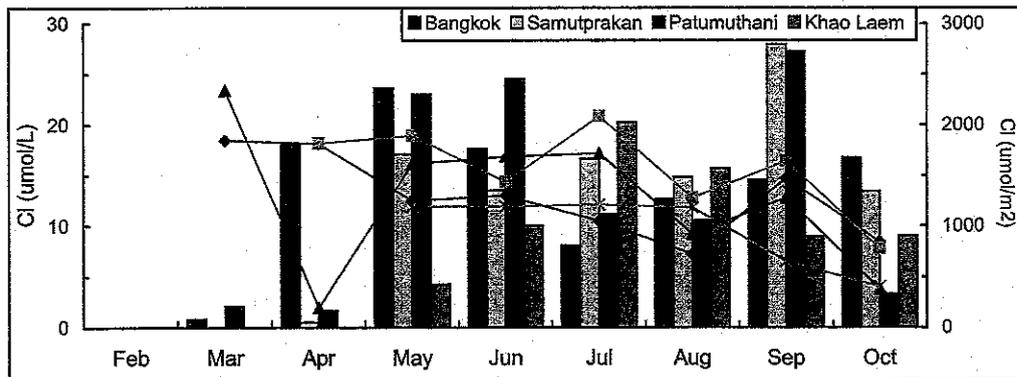
1.2.2 雨水中の陰イオン・陽イオンの分布

SO₄、NO₃、NH₄イオンは濃度、降水量ともにOEPP、TMDサイト(Urban Area)が高く、Khao Laemサイト(Remote Area)が低い値を示した。ERTCサイト(Rural Area)は、両者の中間の様相を示した(図1.2.2.1)。一方、Cl、Naイオンは地域による違いはみられなかった(図1.2.2.2)。これは、ClイオンNaイオンは人間活動に影響されにくく、逆に人間活動は硫黄、窒素の増加を促し、結果的に酸性雨の原因となることを表している。



Note: Line graph: Concentration, Bar graph: Total amount

図 1.2.2.1 SO₄ 及び NH₄ イオンの月別トレンド



Note: Line graph: Concentration, Bar graph: Total amount

図 1.2.2.2 Cl, Na イオンの月別トレンド

1.2.3 イオン組成

酸性雨のイオン組成を比較すると、OEPP、TMD、ERTC は似た組成を示し、 SO_4 、 NO_3 、 NH_4 イオンなどの人為的起源物質の割合が高く、逆に Khao Laem では Cl 、 Na イオンなどの非人為的起源物質（海塩粒子起源と思われる）の割合が高かった（図 1.2.3.1）。

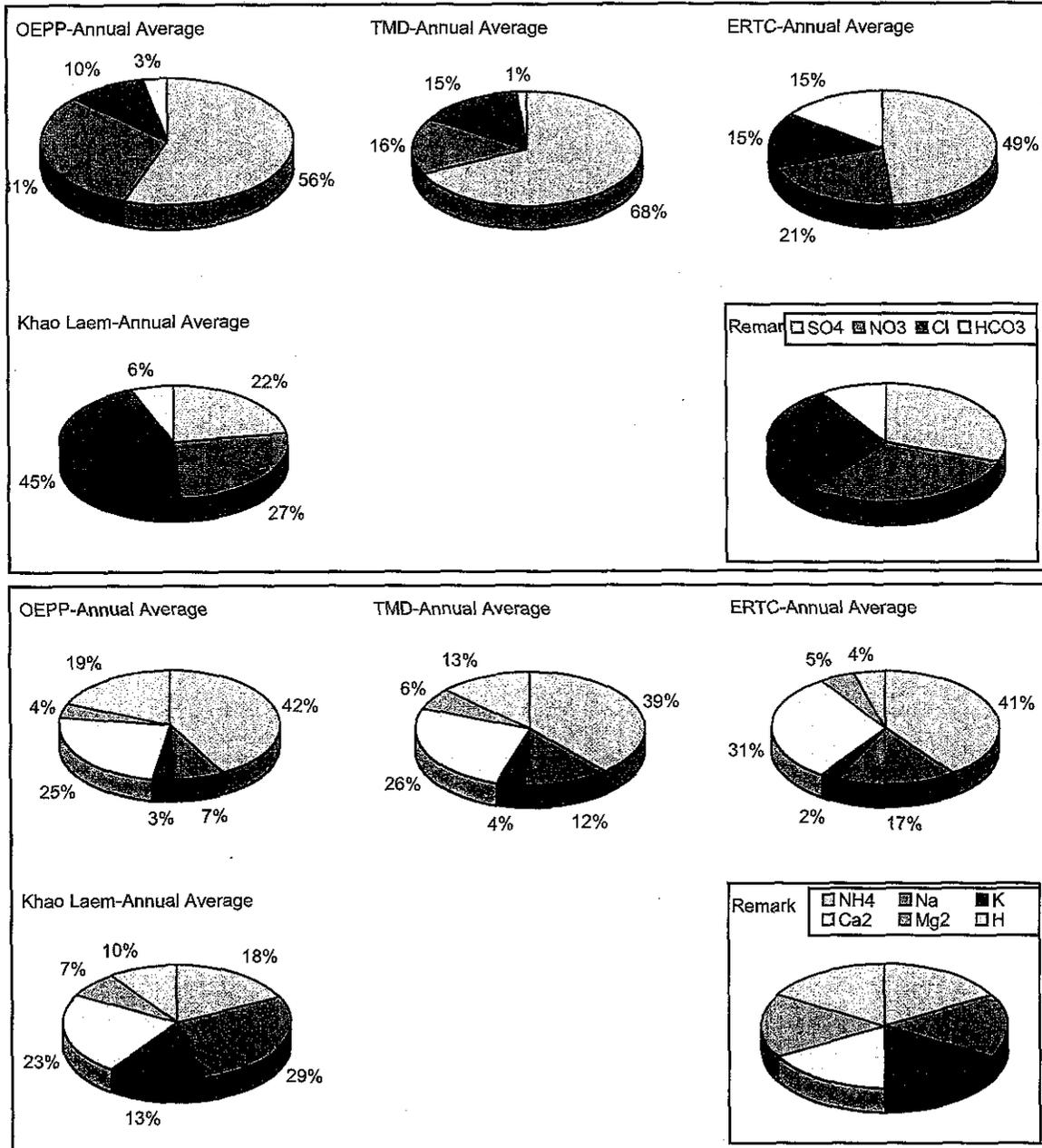


図 1.2.3.1 モニタリングサイト別、イオンの組成割合

1.2.4 酸性化の傾向

雨水が酸性化しやすい状態を把握するために次のような評価を行った。雨水中のイオンは溶液中の挙動から、2つのグループに分けることができる。ひとつは、“酸性化ポテンシャル (AP) ”、即ち雨水を酸性化させる能力を持つグループである。人為起源性 SO_4 と NO_2 等がこれに該当する。もうひとつは、“中和ポテンシャル (NP) ”、即ち雨水を中和する能力をもつグループである。人為起源性 Ca および NH_4 等がこれに該当する。

AP (nss- SO_4 、 NO_3 イオン) と NP (NH_4 、nss-Ca イオン) を比較すると OEPP、TMD では NP>AP の傾向が強く、人為起源による酸性化物質が多い割に pH が比較的下がりにくい傾向にあった。逆に、Khao Laem では NP<AP の傾向が強く、これは人為起源の酸性化物質が少ない割に pH が低くなった要因の一つと考えられる (表 1.2.4.1)。

表 1.2.4.1 各サイトの年平均 NP/AP

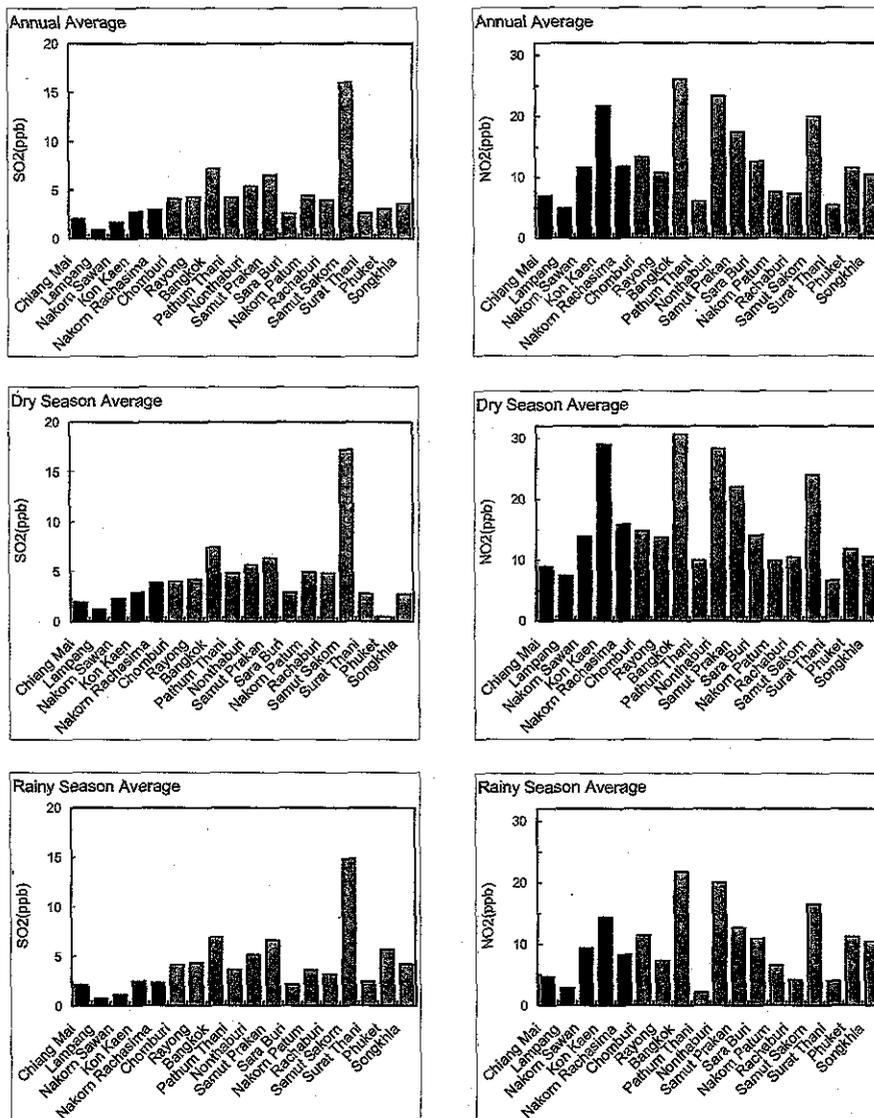
Monitoring Site	NP/AP
OEPP	1.21
TMD	1.17
ERTC	0.92
Khao Laem	0.82

Source: The JICA Study Team

1.3 大気環境モニタリング結果概要

図 1.3.1.1 は大気中の SO₂ および NO₂ 濃度の年平均・雨季の平均・乾季の平均を示している。表 1.3.1.1 は 2000 年の大気モニタリング結果とタイ国環境基準および WHO のガイドラインの比較を表している。PCD が実施した大気環境調査から以下のことがわかった。

- ・タイ国の環境基準を超えた地点は、NO₂ で Phuket の一点のみであった。
- ・WHO ガイドラインと比較すると、SO₂ は 24 時間値で 6 地点、NO₂ は 1 時間値で 26 地点、年間値で 16 地点で超えていた。
- ・Lampang や南部の Phuket で突発的に高い 1 時間値が観測されるものの、全体としては BMR を中心とした中央域で高い値を示していた。
- ・SO₂ は BMR、工業地帯付近で高い値を示すが、NO₂ は市街地での高い値がみられた。



Source: PCD, modified by the JICA Study Team

図 1.3.1.1 各モニタリングサイトにおける年および季節（雨季・乾季）平均



表 1.3.1.1 タイ国環境基準及び WHO ガイドラインによる評価 (SO₂, NO₂、2000 年)

【SO₂】

Measured Period	1Hr			24Hr			WHO		
	Thai			Thai			WHO		
Standard	300 ppb			120 ppb			44 ppb		
	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data
BMR							OEPP(01T)	60	1
							Ramkhamhaeng (09T)	51	1
							NHA(10T)	76	2
							Prabadan Mnrl Resources(17T)	5	1
							S. Sakhon Thonburi(14T)	70	7
							S. Sakhon(27T)	49	1
Other than BMR									

Measured Period	1 year			WHO		
	Thai			WHO		
Standard	40ppb			18ppb		
	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data
BMR						
Other than BMR						

【NO₂】

Measured Period	1Hr			WHO			1 year	
	Thai			WHO			WHO	
Standard	170 ppb			98 ppb			20ppb	
	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data	Unsatisfied Point	Max Value (ppb)	Number of Exceeding Data	Unsatisfied Point	Average (ppb)
BMR				OEPP(01T)	125	13	OEPP(01T)	33
				Bansomdat(02T)	135	8	Bansomdat(02T)	24
				Ratburana(03T)	125	7	Ratburana(03T)	21
				Met. Depart.(05T)	126	8		
				Junkaseme(07T)	136	11	Junkaseme(07T)	20
				Ramkhamhaeng(C NHA(10T)	107	2	Ramkhamhaeng(0	20
					105	3		
				Huai Khwang(11T)	132	24	Huai Khwang(11T)	32
				None Tree Vittaya(12T)	130	18	None Tree Vittaya(12T)	25
				Singharat			Singharat	
				pitayakom(15T)	113	10	pitayakom(15T)	20
				Thon Buri(52T)	133	28	Thon Buri(52T)	29
				Traffic Police			Traffic Police	
				Residence(53T)	110	3	Residence(53T)	29
				Din Daeng(54T)	169	384	Din Daeng(54T)	50
				Prabadang				
				Rehabilitation(08 T)	132	8		
				Prabadang Mnrl Resources(17T)	149	17	Prabadang Mnrl Resources(17T)	21
				Samut Prakan(18T)	149	15	Samut Prakan(18T)	22
				S. Sakhon				
				Thonburi(14T)	104	1		
				Nonthaburi DEA (13T)	134	5	Samut Sakhon Nonthaburi DEA (13T)	24
				Nonthaburi	121	3		23
Other than BMR	Phuket(43T)	181	1/7564	Lampang 1(37A)	131	3		
				Lampang 2(38A)	101	1		
				Khonkane(46T)	152	30	Khonkane(46T)	22
				Nakhon				
				ratchasima(47T)	106	2		
				Saraburi Fire Str(25T)	113	1		
				Rayong 1(29T)	167	59		
				Phuket(43T)	181	7		

2. 社会経済フレームワーク

2.1 社会経済状況

2.1.1 経済構造

1999年における非農業部門のシェアは、全体の約90パーセントである。そのうち工業部門が28.6パーセントを占める。図2.1.1.1は、過去10年における経済構造変化の傾向を示す。

1) 農業

農業部門のシェアは、1996年まで年々減少傾向を示していたが、1997年以降、タイ経済の衰退の影響を受け、その数字は増加傾向を示している。1999年には、そのシェアは10.5パーセントにまで回復している。そのシェアは、他部門と比較してさほど大きくないが、農業労働者は13,907千人（2000年現在）に及び、全就労人口の約50パーセントを占める。農業活動は、国及び地域経済の発展を支え、また、雇用機会を提供するための重要な役割を担っている。

2) 製造

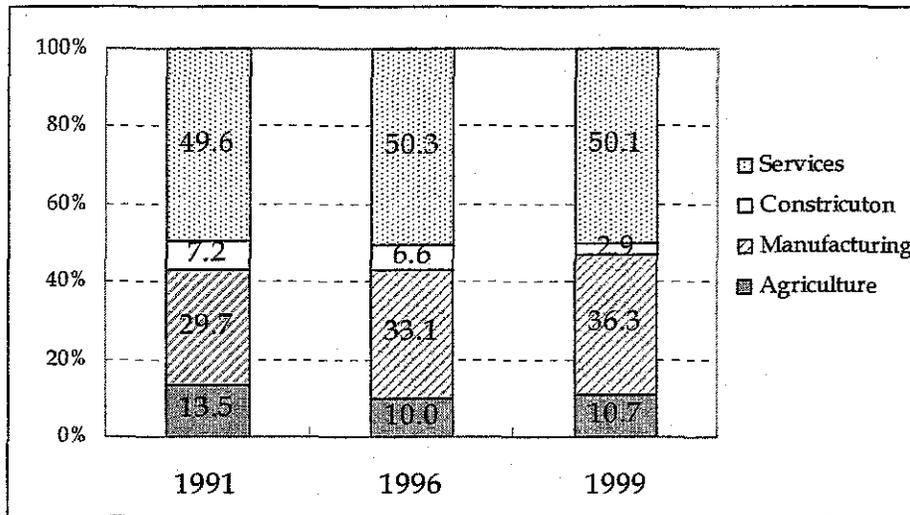
製造部門のシェアは、過去20年間着実に増加しており、そして、1999年にはGDPの36.3パーセントを占めるまでに至った。国家経済社会開発委員会は、そのシェアが将来も漸増するであろうと予測している。

3) 建設

建設部門のシェアは、1991年には7.2パーセントであったが、1997年以降に発生した経済成長の減速の影響を受け、そのシェアは極端に減少し、1999年には2.9パーセント（1991年の半分）程度となっている。

4) サービス

サービス部門のシェアは、50パーセントである。この10年そのシェアは大きく変化してきていないが、部門内部の構造が劇的に変化してきている。パーソナルサービスの重要性が低下している一方で、知識（専門的な及びビジネス）サービス及び旅行業が増加している。



Source: National Income of Thailand, 1951-1996 Edition (NESDB)

図 2.1.1.1 経済構造

2.1.2 地域経済

タイでは地域によってかなりの貧富差がある。このような貧富の地域的な格差は、1997年に始まった経済成長の減速によって、さらに拍車がかかった。BMR（バンコクおよびその近隣地域を含む地域）は人口集中がさほど多くないものの、国全体の GDP の 49 パーセントを産出している（表 2.1.2.1 および表 2.1.2.3 参照）。BMR の一人当たり GDP では、北部（Northern）地域の 5 倍、南部（Southern）地域の約 4 倍となっている（表 2.1.2.2 参照）。

表 2.1.2.1 地域別人口

Unit: 1,000

Region \ Year	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999p
Northeastern	19,866	20,062	20,246	20,405	20,573	20,733	20,904
Northern	10,992	11,057	11,121	11,149	11,171	11,200	11,214
Western	7,630	7,743	7,854	7,961	8,059	8,157	8,253
Eastern	3,658	3,710	3,756	3,805	3,851	3,890	3,942
Southern	3,277	3,312	3,343	3,370	3,396	3,421	3,451
Central	2,844	2,856	2,880	2,884	2,892	2,906	2,911
BMR	9,743	9,973	10,201	10,429	10,660	10,894	11,131
Whole Kingdom	58,010	58,713	59,401	60,003	60,602	61,201	61,806

Source: JICA study team calculated based on the data from NESDB

表 2.1.2.2 地域別の 1 人当り GDP (1988 年ベース)

Unit: thousand bahts

Region \ Year	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999p
Northeastern	13,660	14,929	16,350	17,092	16,338	14,863	15,132
Northern	20,888	22,247	23,543	25,119	24,075	22,630	22,959
Western	28,220	30,525	32,674	34,274	33,353	31,706	31,191
Eastern	63,803	71,300	81,459	93,558	101,952	95,215	100,383
Southern	32,213	34,023	37,061	37,713	36,472	32,655	33,803
Central	38,211	43,911	47,932	52,245	51,364	44,540	46,444
BMR	134,457	141,478	149,877	151,903	144,058	120,396	124,013
Whole Kingdom*	42,647	45,908	49,599	51,991	50,733	44,825	46,260

Source: JICA study team calculated based on the data from NESDB

Note: * means the average of whole kingdom

表 2.1.2.3 地域別 GDP (1988 年ベース)

Unit: million bahts

Region \ Year	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999p
Northeastern	271,376	299,498	331,015	348,758	336,114	308,152	316,323
Northern	229,606	245,982	261,825	280,048	268,942	253,452	257,459
Western	215,319	236,357	256,623	272,859	268,794	258,626	257,419
Eastern	233,393	264,524	305,960	355,989	392,617	370,387	395,711
Southern	105,561	112,685	123,894	127,093	123,858	111,713	116,653
Central	108,672	125,410	138,045	150,676	148,545	129,432	135,199
BMR	1,310,011	1,410,956	1,528,891	1,584,199	1,535,656	1,311,597	1,380,394
Whole Kingdom	2,473,939	2,695,412	2,946,252	3,119,621	3,074,528	2,743,359	2,859,157

Source: JICA study team calculated based on the data from NESDB

Note: p means preliminary value

表 2.1.2.4 地域別 GDP 成長率

Unit: per cent

Region \ Year	1994	1995	1996	1997	1998	1999p	Average
Northeastern	10.4	10.5	5.4	-3.6	-8.3	2.7	2.8
Northern	7.1	6.4	7.0	-4.0	-5.8	1.6	2.1
Western	9.8	8.6	6.3	-1.5	-3.8	-0.5	3.2
Eastern	13.3	15.7	16.4	10.3	-5.7	6.8	9.5
Southern	6.7	9.9	2.6	-2.5	-9.8	4.4	1.9
Central	15.4	10.1	9.2	-1.4	-12.9	4.5	4.1
BMR	7.7	8.4	3.6	-3.1	-14.6	5.2	1.2
Whole Kingdom	9.0	9.3	5.9	-1.4	-10.8	4.2	2.7

Source: JICA study team Calculated based on the data from NESDB

Note: p means preliminary value

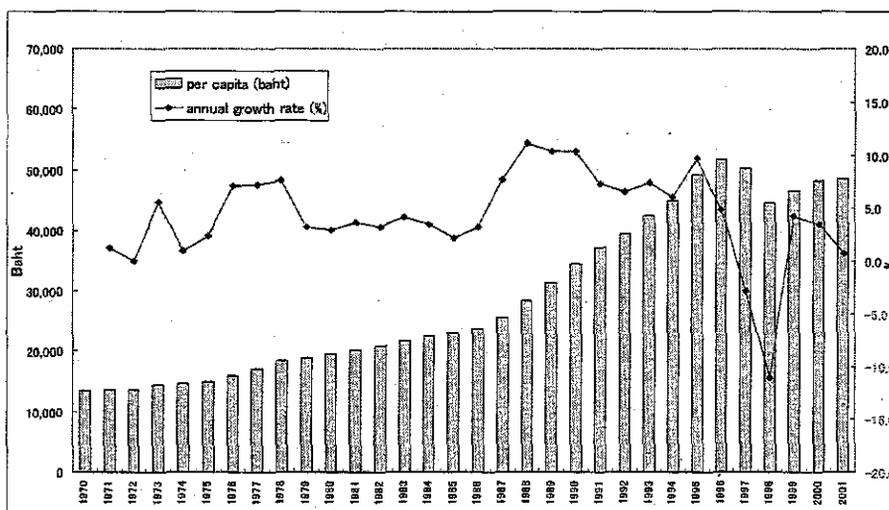
2.1.3 タイの経済動向

1984年から1995年の10年間、タイの経済は世界で類を見ないほど急成長を遂げた(図2.1.3.1参照)。そのピークは1988年で、年成長率は13.5パーセントに達する。1992年及び1996年(第7次経済社会開発計画)の5年間における平均成長率は8.1パーセントで、高い伸びを示している。

このような急速な成長を遂げた主な理由としては、国内外の投資によって後押しされた製造部門における成長と、1980年代からバンコクにおいて急成長したナレッジ・エコノミーがあげられる。一方で、農業部門は着実に成長してきた。この時期は、‘製造業の黄金時代’と呼ばれている。

1997年に始まった経済成長の減速は、タイ経済が低コスト競争、先進国の需要低下、そして、円の切り下げなど外的環境の変化に即応して、経済構造の変化を十分に行うことができなかったことに起因する。この結果、経済危機は1999年3月にはピークに達する。その後1999年の第四半期には徐々に回復の兆しを見せ始めたが、1999年3月から5月の第二四半期では、経済問題および財政上の流動性は危機的な状況にあったため、そこで政府は公共投資の促進や全ての地域において雇用機会を創出することを含む新しい景気刺激策を導入した。また、国民の支出に拍車をかけるための方策として、付加価値税の減税、燃料油に対する消費税の削減およびエネルギー政策などが実行されてきた。

このような対策によって、経済は特に輸出部門において漸次回復の兆しが見えつつあった(表2.1.3.1参照)。実際、製造及び工業製品の輸出に関しては拡大傾向にあり、それゆえ、外国の投資家は、タイが実施している景気回復プログラムに対して確信を持っていた。その後、タイのバツ通貨は安定感を取り戻し、インフレ率も同様に減少してきた(表2.1.3.1参照)。民間投資部門も回復し始めたが、まだ限られたセクターにとどまり、経済回復への寄与は少ない。



Source: National Income of Thailand (NESDB, 2002)

図 2.1.3.1 1人当り GDP (1998 年価格) 及び年成長率

表 2.1.3.1 主要経済指標

Key indicators	Year	1997	1998	1999	2000	2001
Real Economic Growth Rate (%)		-1.8	-10.4	4.0	4.3	1.8
Expenditure (%)		5.9	-12	3.5	4.9	3.0
Investment (%)		6.6	-38.1	-4.0	5.4	3.0
Inflation rate (%)		5.6	8.1	0.3	1.6	2.0
Export Value (billion US dollar)		567	529	568	679	632
(growth rate: %)		(3.7)	(-6.8)	(7.4)	(19.5)	(-6.9)
Import Value (billion US dollar)		613	406	475	624	607
(growth rate: %)		(-13.4)	(-33.8)	(16.9)	(31.3)	(4.5)
Current Account Balance (billion US dollar)		-31	143	125	92	44
Current Account Balance/GDP (%)		(-0.9)	(12.8)	(10.2)	(7.5)	(3.6)
Foreign Currency Change Reserve (billion US dollar)		270	295	348	327	-
Fiscal balance/GDP (%)		2.2	-3.0	-5.5	-5.0	-

Source: Central Bank of Thailand and NESDB etc.

1980年代に、その伝統的な農業から労働集約的な繊維および衣料などの輸出指向型製造業への産業転換が積極的に行われたが、現在もっとも成長株市場となっている分野は、コンピューター製品、自動車およびアクセサリなどの技術商品分野である。

表 2.1.3.2 部門別 GDP 成長率 (1995-1999 年) (%)

Sector \ Year	1995	1996	1997	1998	1999p	Average
Agriculture	3.56	3.79	-0.67	-3.10	2.57	1.23
Manufacturing	12.45	6.71	1.58	-11.44	11.92	4.25
Construction	6.95	6.87	-26.40	-38.95	-5.38	-11.38
Services	7.17	7.08	2.11	-0.37	5.47	4.29
Other	9.47	5.38	-1.01	-11.61	-0.90	0.27
Whole Kingdom	9.31	5.88	-1.45	-10.77	4.22	1.44

Source: NESDB

2.1.4 輸入と輸出

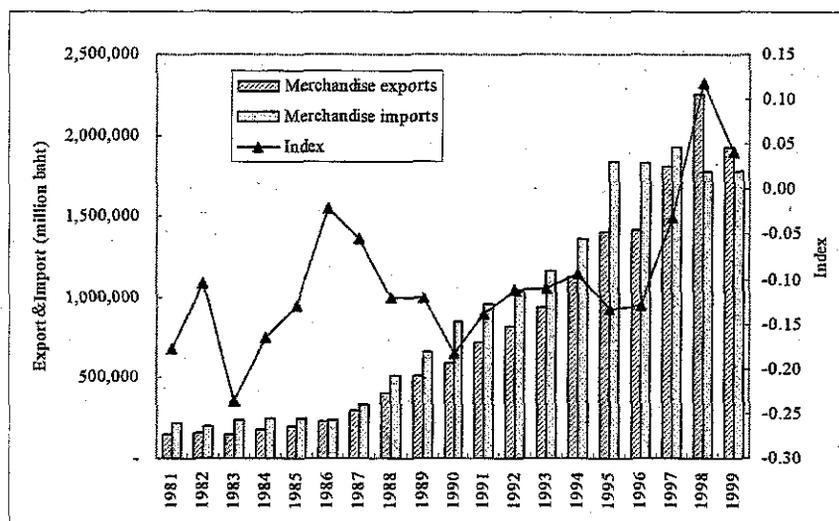
タイは、その経済戦略を輸入からマーケットに密接に基づく戦略へと展開したことから見られるように、ここ数十年の経済成長の原動力は、輸出である。

Economy Monitor (世界銀行, 2001 年) によれば、主要な輸出商品は、31 億バートを稼ぐ食品であり、それに続くものとしては、材料及び燃料、製品、魚及び、水産物などがある。商品の輸出総額は、1999 年に 19,243 億バートが計上されている。主要な輸入商品は食料製品であり、続いて、機械、乗物及び装置等がある。1999 年における輸入総額は、17,740 億バートである。

タイは、1984 年に成功する確率の高いとされる積極的な輸出振興策を展開した。図 2.1.4.1 が示すように、1986 年から 1998 年までの 12 年間に、輸出は年平均 21.1 パーセントで増大した。1998 年から輸出量および額ともに、10.6 及び 11.1 パーセントの割合で減少している。このような現象は、経済成長の停滞によって、輸出製品および中国や韓国を除くマーケットにおいて、次々起きていった。また、図 2.1.4.1 に示すように、同年に貿易指数は 0.12 に達し、これまでのマイナスからプラスに転じている。これは、タイ経済がきわめて輸出市場に依存する傾向にあることを示す。

第 9 次国家経済社会開発計画がそのなかで年平均 6 パーセントの拡大を目標としているように、食料製品の輸出増大は、経済を活性化するための起爆剤として奨励されることになる。輸出振興局によれば、2002 年の食料製品の輸出量は、8 パーセント程度増加すると見込まれている。世界経済は年率 3.9 パーセントの伸びで成長するだろうと予測されており、また、世界の貿易は今年 6.5 パーセント程度拡大しそうである。

このような世界経済の成長と貿易の活性化は、更に多くの食品需要が期待でき、またタイに食料製品の輸出機会を提供するものとなる。さらに、このような政策は、食品工業の中小企業を支援することにもつながっている。



Note: Index = (Export value - Import value)/(Export value + Import value)
 Source: Thai Figures 2000-2001

図 2.1.4.1 貿易構造の変化

2.1.5 第9次経済社会開発計画

国家経済社会開発委員会が発表した第9次経済社会開発計画 (2002年~2006年)では、以下の4つの項目がその主要な命題となっている。

- 1) バランスのとれた経済発展
- 2) 生活水準の向上
- 3) 良い統治
- 4) 貧困の撲滅

同計画によれば、経済成長は13パーセントの経常黒字を維持しながら、4-5パーセントの成長率を達成することが目標とされている。労働生産性は、毎年3パーセントで増加することが期待されている。例年の人口増加は、3パーセント未満となっている。

また、農業及び製造部門における全要素生産性は、それぞれ年平均0.5パーセント及び2.5パーセントで成長することが期待されている。

経済発展の目的に関しては、以下に焦点が絞られている；

- 安定的で、持続的な経済発展が必要とされる。
- 経済は、草の根レベルにおいても自立可能な経済であるべきである。
- 政府は、経済構造の再編を行うとともに、国の金融および財政体質を強化することが必要である。

表 2.1.5.1 は、同計画において示されている 2006 年までの経済目標を示す。

表 2.1.5.1 国家経済社会開発委員会によるマクロ経済目標

Items	Year						Average 2002-06
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
GDP Growth Rate(%)	2.5	4.0	5.3	5.6	6.0	6.0	5.4
GDP (Billion Baht, current price)	5,116	5,454	5,879	6,361	6,908	7,502	-
Inflation (%)	2.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Current Account as % to GDP	3.1	1.9	1.6	1.3	0.8	0.4	1.2

Source: Strategy Plan Framework Toward Quality and Sustainability of Thailand Economic Development, Ministry of Finance, as of July 15, 2001



2.2 インベントリー作成のための社会経済フレームワークの検討

2.2.1 関連調査における社会経済フレームワークのレビュー

さまざまな機関および調査において、GDP および人口の将来予測が行われている。これらに代表されるような国家および県(changwat)レベルにおける社会経済フレームワークは、交通量の需要予測の際に入力条件として使用されている。このようなことから、本調査におけるインベントリーの作成に先立ち、使用する需要予測のデータがどのような社会経済フレームワークを前提としているかを検証する必要がある。

タイでは、過去2年間において以下に示す各交通セクターにおける調査が実施され、これらの調査で推定されている交通量の需要予測などをインベントリー作成に使用することから、同調査において推定または使用した国家および地域レベルの社会経済フレームワークをレビューした。

- (1) Consulting Services for the Study on the Strengthening of DOH's Management and Updating of the Long-Term Strategic Investment Plan, December 2001 (hereafter 'LTP-2')
- (2) Urban Rail Transportation Mater Plan (BMA and Surrounding Areas), November 2001 (hereafter 'URMAP')
- (3) The Study on Airport Development Master Plan in the Kingdom of Thailand, January 2000 (hereafter 'Airport Study')
- (4) The Master Plan Study for the Coastal Channels and Ports Development in the Kingdom of Thailand, March 2002 (hereafter 'Harbour Study')
- (5) Investment of Capacity Constraints and Determination of the Need for Track Doubling of SRT Network (2002) (hereafter 'TDSRT')

2.2.1.1 人口予測

1) 国レベル

表 2.2.1.1 は、以上の関連調査において用いられている人口予測を示す。図 2.2.1.1 が示すように、上記関連調査で使用されている人口予測は、予測期間に相違はあるものの、国家経済社会開発委員会 (NESDB) の人材計画局が地域の出生率および死亡率、ならびに地域間の人口移動を考慮して推計した人口予測と近似していた。

表 2.2.1.1 関連調査及び国家経済社会開発委員会による人口予測

Related Study	Projection period	N.B.
Airport Study	1996-2017	registered population basis
LTP-2	2001-2021	
URMAP	1996-2021	
NESDB	1999-2016	

Source: NESDB, LTP-2 and Airport Study and URMAP

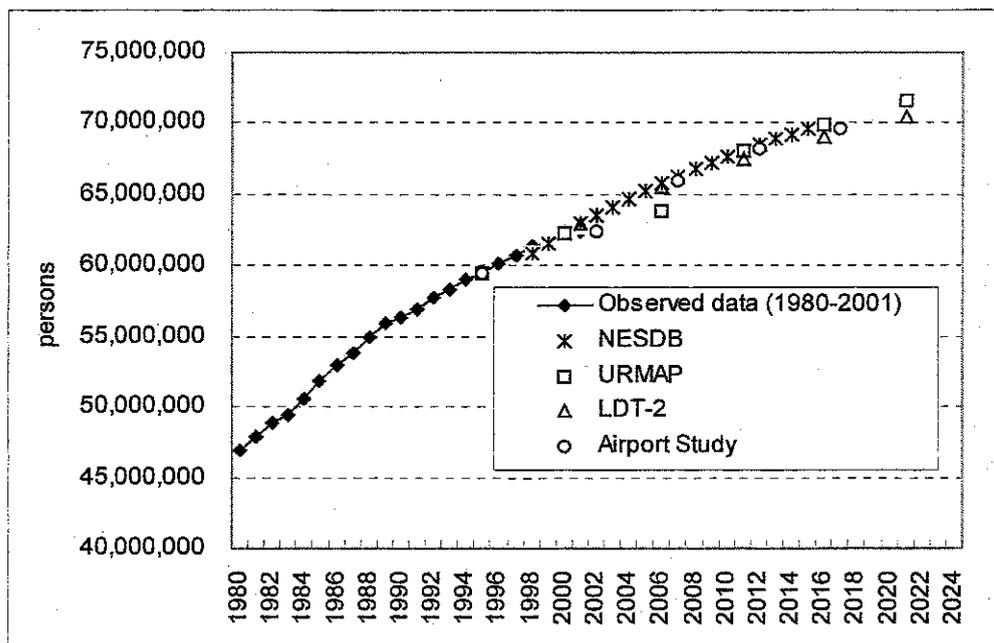


図 2.2.1.1 関連調査及び国家経済社会開発委員会による人口予測の比較

2) 地域及び県 (Changwat) レベル

Airport Study では人口の将来予測が県レベルで行われているが、その他ケースは地域レベルであった。表 2.2.1.2 に各関連調査における将来予測の期間と予測レベルを示す。また、表 2.2.1.3 は、LTP-2 において使用された地域レベルの人口予測である。

図 2.2.1.2 は BMR に関する人口予測を示したものであり、URMAP と LTP-2 の両スタディー予測はほぼ同一線上にある。しかしながら、Airport Study における予測は上記両者に比して低い増加率となっている。

表 2.2.1.2 関連調査による地域レベルの人口予測

Study	Projection period	Projection level
Airport Study	1996-2016	Provincial (changwat) level by Statistical analysis
LTP-2	2001-2021	Regional level
URMAP	2000-2021	BMR including provincial level

Note: Adjusted population includes unregistered population



表 2.2.1.3 地域別の人口予測 (2002-2021 年)

Unit: 1,000 persons

Region/Country	Year	2001	2006	2011	2016	2021
BMR		11,574	12,774	13,708	14,562	15,392
Central Region		2,928	2,945	2,927	2,911	2,895
Eastern Region		4,025	4,226	4,423	4,557	4,681
Western Region		3,497	3,610	3,692	3,753	3,809
Northeastern Region		21,215	21,813	22,287	22,591	22,865
Northern Region		11,269	11,289	11,240	11,179	11,112
Southern Region		8,439	8,851	9,215	9,477	9,718
Whole Kingdom		62,947	65,508	67,492	69,030	70,472

Source: LTP-2

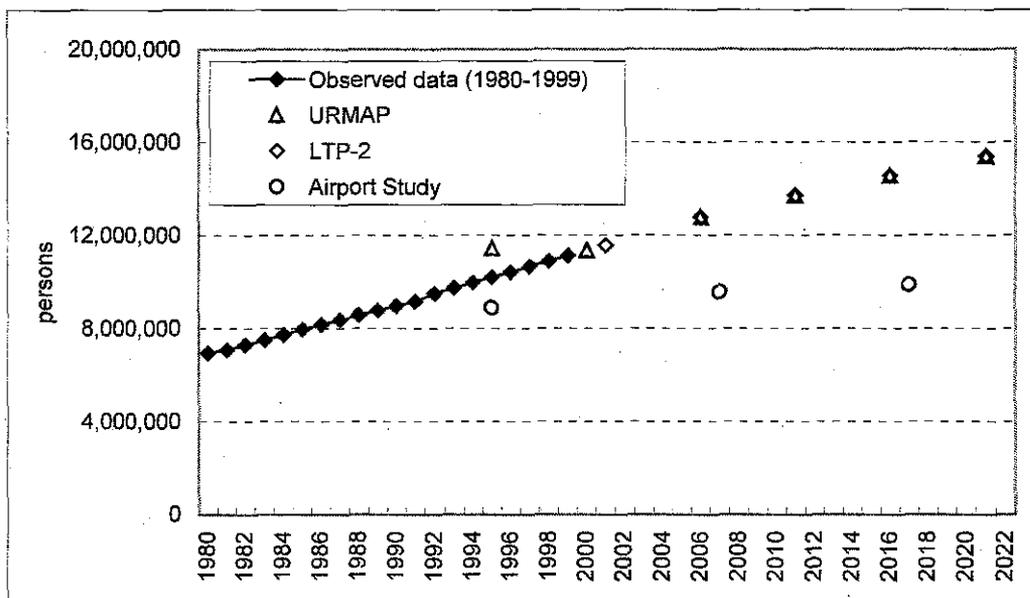


図 2.2.1.2 BMR の人口予測

2.2.1.2 GDP 将来予測

1) 国レベル

表 2.2.1.4 は、関連調査で使用されている GDP 将来予測を要約する。Airport Study は、経済危機後の経済発展シナリオを 1 つに絞り込むことが困難であるとの理由から、High、Moderate および Low の 3 つのシナリオを設定している。図 2.2.1.3 に示すように、LTP-2 と Airport Study の Low ケースの両者は、2014 年以降ほぼ一致している。目標年である 2011 年においては、差異が認められるものの、その差は 459,420 パーツでありわずかとなっている。

表 2.2.1.4 関連調査による GDP 将来予測

Study	Base year	GDP Growth Scenarios
Airport Study	1995	High (1996-2001: 3%, 2002-2017: 7%)
		Moderate (1996-2007: 4.5%, 2008-2017: 4%)
		Low (1996-2001: 0%, 2002-2017: 3%)
LTP-2	2001	2002-2006: 5.6%, 2007-2011: 5.7%, 2012-2016: 5.3%, 2017-2021: 5.2%

Source: LTP-2 and Airport Study

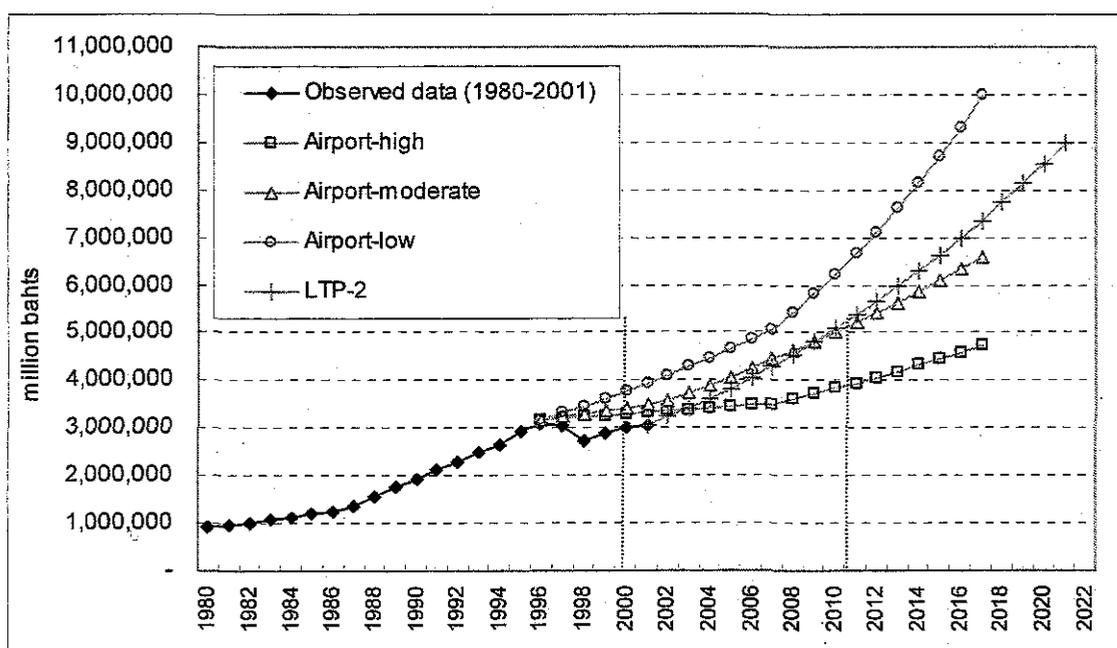


図 2.2.1.3 関連調査による GDP の将来予測

表 2.2.1.5 に示すように、LTP-2 では分野別の GDP 将来予測が行われている。この予測に基づくと、農業部門では成長率を増加させながら一貫して成長が予想され、2017 年以降には 2.9 パーセント（経済危機以前のレベルまで到達しないが）まで回復する一方、農業部門やサービス部門ではその成長はペースダウンしている（表 2.1.3.2 および 2.2.1.5 参照）。

表 2.2.1.5 部門別 GDP 将来予測（年成長率：%）

Sector \ Year	2002-2006	2007-2011	2012-2016	2017-2021
Agriculture	2.1	2.3	2.5	2.9
Manufacture	6.5	6.4	6.1	6.0
Services	5.4	5.6	5.0	4.7
Total	5.6	5.7	5.3	5.2

Source: LTP-2 and TDRI



2) 地域及び県 (Changwat) レベル

LTP-2 及び URMAP は、地域ベースでも GDP 将来予測を行っている。それらは TDRI の予測をベースとしているということもあり、その内容はほとんど同じである。表 2.2.1.6 は、LTP-2 における地域別の将来予測を示す。東部 (Eastern) 地域を除き、2007 年から 2011 年の間に高い経済成長率を示す、同様な傾向がみられるが、成長率には地域的なばらつきが見られる。比較的低い成長率となっているのは北東部 (Northeastern) 地域および南部 (Southern) 地域で、北部 (Northern) 地域、中央平野 (Central) 地域および BMR などは 5% 台の成長率となっている。一方、東部 (Eastern) 地域は、唯一 2021 年まで成長率を増加しつづけ、最も大きな経済成長を達成すると予測されている。表 2.2.1.7 に、各関連調査が用いた BMR における GDP 将来予測を総括する。

図 2.2.1.4 が示すように、BMR の GDP 将来予測において、Harbour Study の楽観的シナリオ (Optimistic)、URMAP 及び LTP-2 は、ほとんど同じとなっている。

表 2.2.1.6 LTP-2 による地域別 GDP 将来予測 (年成長率 : %)

Region \ Year	2002-2006	2007-2011	2012-2016	2017-2021
BMR	5.8	5.8	5.4	5.2
Central	5.6	5.9	5.2	4.8
Eastern	5.7	6.0	6.4	6.9
Western	5.5	5.8	5.8	5.0
Northeastern	4.9	5.1	5.1	4.9
Northern	5.0	5.2	5.2	4.5
Southern	4.8	5.1	5.1	4.6
Whole Kingdom	5.6	5.7	5.3	5.2

Source: LTP-2 and TDRI

表 2.2.1.7 関連調査による BMR の GDP 将来予測

Study	Base year	GDP Growth Scenarios
Airport Study	1995	Project from 1996 to 2017 by province
Harbour Study	1995	Optimistic (1996-2000: 0.2%, 2001-2006: 5.5%, 2007-2011: 5.2%, 2012-2016: 5.4)
		Base (1996-2000: 2.8%, 2001-2006: 4.2%, 2007-2011: 4.2%, 2012-2016: 4.4)
		Pessimistic (1996-2000: 0.0%, 2001-2006: 3.2%, 2007-2011: 3.2%, 2012-2016: 3.5%)
LTP-2	2001	2002-2006: 5.8%, 2007-2011: 5.8%, 2012-2016: 5.4%, 2017-2021: 5.2%
URMAP	1995	1996-1999: -0.60%, 2000-2006: 5.16%, 2007-2011: 6.0%, 2012-2016: 5.2%, 2017-2021: 5.0%

Source: LTP-2, URMAR, Airport Study and Harbour Study

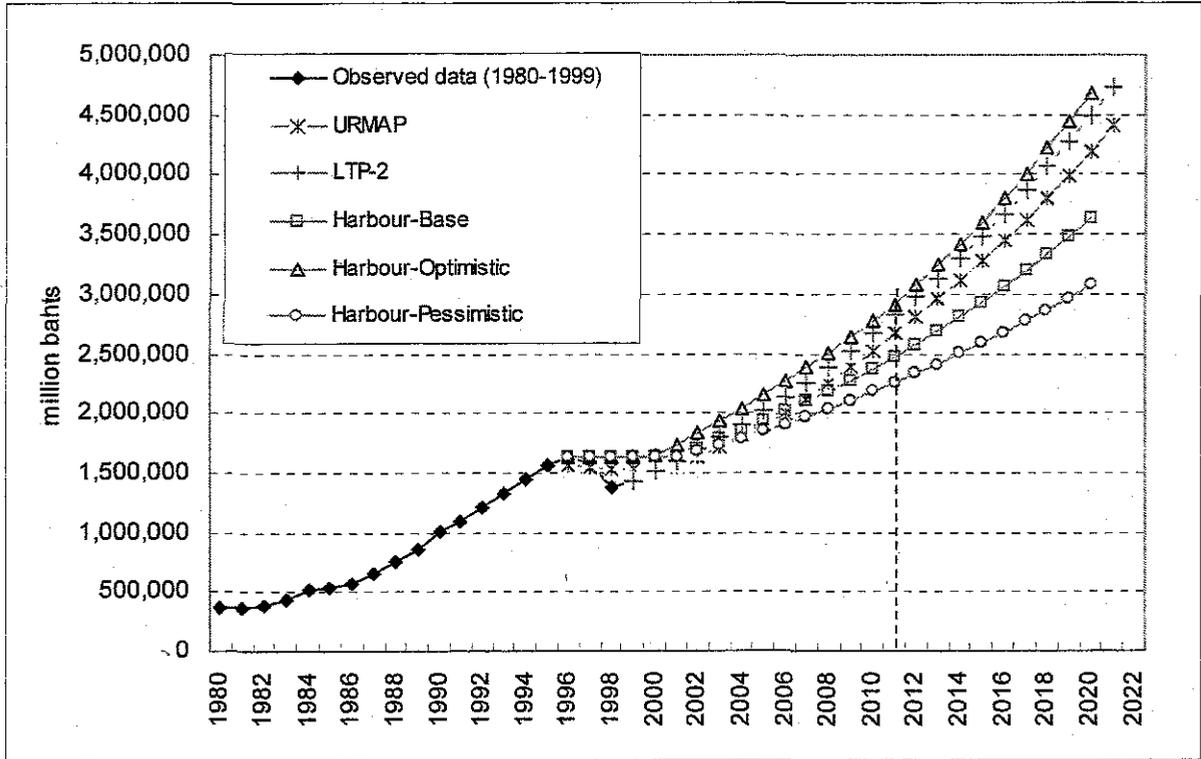


図 2.2.1.4 関連調査による BMR の GDP 将来予測



2.2.2 本調査で使用する社会経済フレームワーク

Section 2.2.1 ですでに言及したように、すべてのケースにおいて、人口予測は国家経済社会開発委員会が推計した将来予測に基づいている。その結果、図 2.2.1.1 において示すように、その内容はほとんど同じものとなっている。

一方、GDP 将来予測は、基準年の設定差異があるため、2011 年の予測結果において大きな差異が認められないことと、Airport Study を除く全てのケースにおいて、TDRI が推定した将来予測に基づいたことが確認された。

また、移動発生源のインベントリー作成に用いられる交通量などのデータは、TDRI の GDP 将来予測および国家経済社会開発委員会の人口予測に基づいて計算されている（詳細はサポーティングレポートの Section 2.2.4 参照）。さらに、インベントリー作成において、地域及び県の経済レベルの格差を考慮して、地方港における貨物需要や各地域におけるエネルギー需要を予測するため、TDRI が唯一推定している地域別および部門別の GDP 将来予測を用いる必要があった（サポーティングレポートの Section 2.2.3 および 2.2.4.3 参照）。

これらの理由から、2001 年に URMAR においても使用されている TDRI の GDP 将来予測をこの調査のための社会経済フレームワークとして使用することとした（表 2.2.2.1 および表 2.2.2.2 参照）。

表 2.2.2.1 国及び地域別の GDP 将来予測 (年成長率：%)

Region \ Year	2002-2006	2007-2011	2012-2016	2017-2021
BMR	5.8	5.8	5.4	5.2
Central	5.6	5.9	5.2	4.8
Eastern	5.7	6.0	6.4	6.9
Western	5.5	5.8	5.8	5.0
Northeastern	4.9	5.1	5.1	4.9
Northern	5.0	5.2	5.2	4.5
Southern	4.8	5.1	5.1	4.6
Whole Kingdom	5.6	5.7	5.3	5.2

Source: LTP-2 and TDRI

表 2.2.2.2 部門別の GDP 将来予測 (年成長率：%)

Sector \ Year	2002-2006	2007-2011	2012-2016	2017-2021
Agriculture	2.1	2.3	2.5	2.9
Manufacture	6.5	6.4	6.1	6.0
Services	5.4	5.6	5.0	4.7
Total	5.6	5.7	5.3	5.2

Source: LTP-2 and TDRI

3. 固定発生源インベントリー

3.1 基本の枠組み

タイ国をバンコク首都圏（BMR）とそれ以外の地域に分けた。BMRには Bangkok, Samut Prakan, Nonthaburi, Pathum Thani, Nakhon Pathom 及び Samut Sakhon が含まれる。これら2地域の固定発生源インベントリーは表 3.1.1 と表 3.2.2 のとおりである。

表 3.1.1.1 BMR 以外の地域のインベントリー

Target Substance	SOx (as SO ₂)
Target Year	Base year : the year 2000 Target year : the year 2011
Emission Rate	Annual SOx emission (ton/year)

表 3.1.1.2 BMR のインベントリー

Target Substance	SOx (as SO ₂) for ATMOS ₂ SO ₂ and NOx (as NO ₂) for Airviro
Target Year	Base year : the year 2000 Target year : the year 2011
Emission Rate	Hourly emission (ton/hour)
Area Mesh Size	500 m x 500 m

注：BMR は Bangkok, Samut Prakan, Nonthaburi, Pathum Thani, Nakhon Pathom, Samut Sakhon からなる。

3.2 2000 年のインベントリー

3.2.1 タイ全国の SOx 排出量

各部門のタイ全国の 2000 年の SOx 排出量を表 3.2.1.1 に示す。総排出量は 32 万 6 千トン、そのうち、製造業部門が 17 万 7 千トン (54.3%)、発電部門が 10 万 9 千トン (33.5%)、石油精製業が 3 万 4 千トン (10.3%) を占めていおり、これら 3 部門で総排出量の 98.1% を占めている。図 3.2.1.1

に 2000 年のタイ全国の県別の固定発生源からの SOx 排出量分布を示す。

表 3.2.1.1 部門別 SOx 排出量 (2000 年)

Sector	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)
Power	109,415	33.5
Agriculture	2,283	0.7
Mining	57	0.0
Manufacturing	177,085	54.3
Construction	896	0.3
Residential and Commercial	2,827	0.9
Refinery	33,712	10.3
Total	326,275	100.0

3.2.2 BMR の SOx と NOx の排出量

表 3.2.2.1 に BMR の 2000 年の県別 SOx 排出量を示す。総排出量は 10 万トン、そのうち、Samut Prakan が 4 万 6 千トン (45.4%)、Bangkok が 1 万 7 千トン (16.8%)、Pathum Thani が 1 万 4 千トン (13.8%) を占める。

表 3.2.2.1 BMR の県別 SOx 排出量 (2000 年)

(Unit: ton/Y)

Province	Point				Area					Total	% share
	Power plants	Refinery	Other	Sub-total	Agriculture	Mining	Construction	Resi. & Comm.	Sub-total		
Bangkok	1	566	15,902	16,469	42		318	86	445	16,914	16.8
Nonthaburi	2,756		2,914	5,669	9		24	13	46	5,715	5.7
Pathum Thani			13,852	13,852	13	0.0	12	10	35	13,887	13.8
Samut Prakan	24,777		20,843	45,620	60		18	15	93	45,714	45.4
Samut Sakhon			13,217	13,217	50	0.7	9	22	82	13,298	13.2
Nakhon Pathom			5,120	5,120	31	0.0	9	39	79	5,200	5.2
Total	27,534	566	71,848	99,948	205	0.8	390	184	780	100,728	100.0

表 3.2.2.2 に BMR の 2000 年の県別 NOx 排出量を示す。総排出量は 6 万 2 千トン、そのうち、Samut Prakan が 2 万 7 千トン (43.6%)、Bangkok が 1 万 1 千トン (18.0%)、Pathum Thani が 9 千トン (15.0%) を占める。県別の寄与率は SOx も NOx もほぼ同じ傾向にある。

表 3.2.2.2 BMR の県別 NOx 排出量 (2000 年)

(Unit: ton/Y)

Province	Point				Area					Total	% share
	Power plants	Refinery	Other	Sub-total	Agriculture	Mining	Construction	Resi. & Comm.	Sub-total		
Bangkok		787	5,332	6,118	2,168		1,995	818	4,980	11,099	18.0
Nonthaburi	301		1,092	1,393	1,587		56	85	1,728	3,121	5.1
Pathum Thani			8,552	8,552	449		150	122	721	9,273	15.0
Samut Prakan	18,579		7,489	26,068	683	5	73	95	856	26,924	43.6
Samut Sakhon			3,324	3,324	3,083		116	143	3,342	6,666	10.8
Nakhon Pathom			2,002	2,002	2,585		58	47	2,689	4,691	7.6
Total	18,880	787	27,791	47,458	10,554	5	2,448	1,310	14,317	61,775	100.0

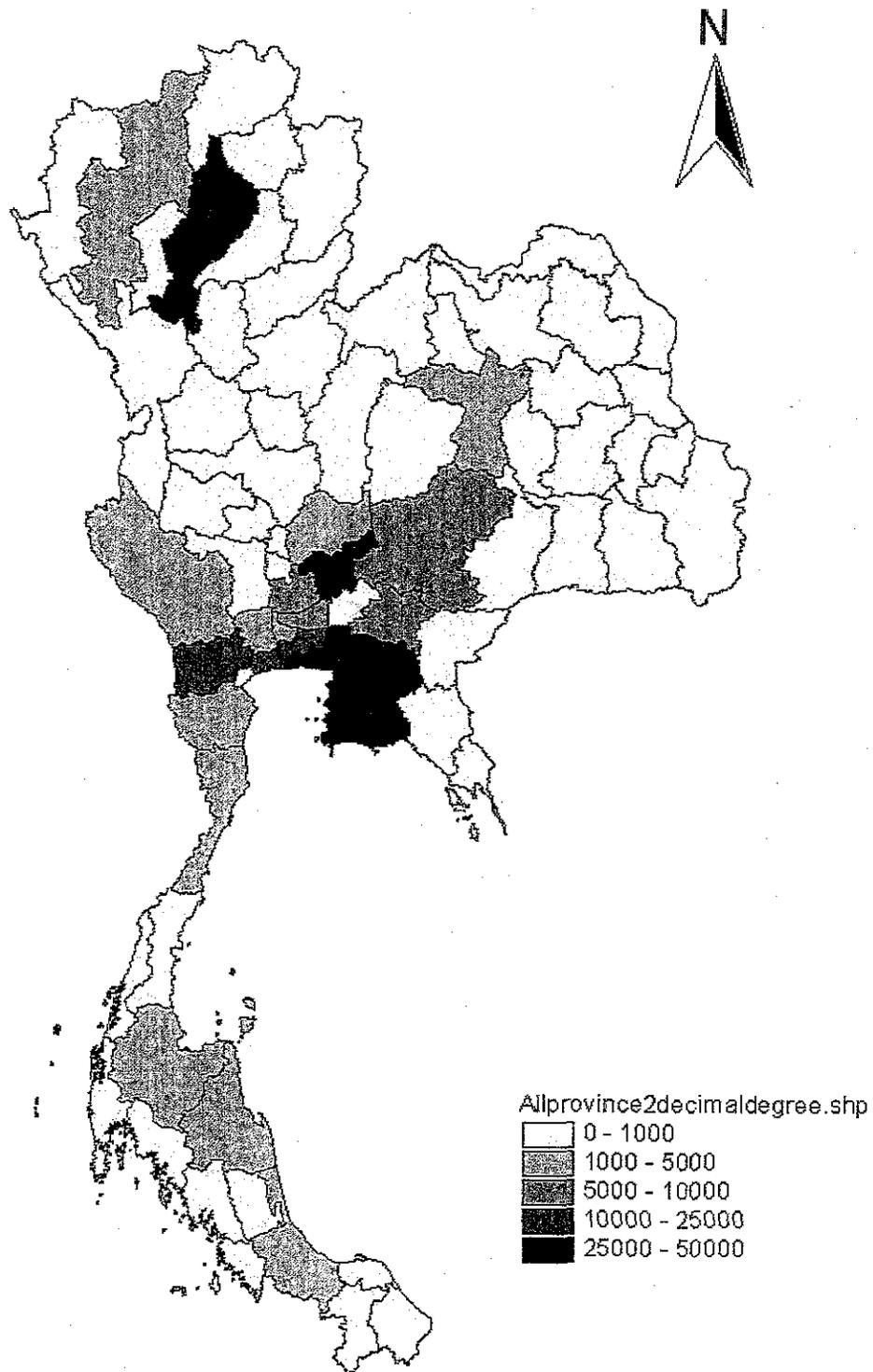


図 3.2.1.1 タイ全国の SOx 排出量分布 (2000 年)

3.3 2011年のインベントリー (BAU ケース)

3.3.1 タイ全国の SOx 排出量

2011年 (BAU ケース) のタイ全国の部門別 SOx 排出量は表 3.3.1.1 のとおりである。総排出量は 54 万トンで、そのうち、製造業部門が 32 万 4 千トン (59.8%)、発電部門が 16 万 1 千トン (29.7%)、石油精製業が 4 万 9 千トン (9.0%) を占めており、これら部門で総排出量の 98.5% を占める。図 3.3.1.1 に 2011 年のタイ全国の県別の固定発生源からの SOx 排出量分布を示す。

表 3.3.1.1 部門別の SOx 排出量 (2011 年)

Sector	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)
Power	161,024	29.7
Agriculture	2,493	0.5
Mining	68	0.0
Manufacturing	324,464	59.8
Construction	2,224	0.4
Residential and Commercial	3,362	0.6
Refinery	48,981	9.0
Total	542,616	100.0

2011年と2000年の部門別の SOx 排出量の比較を表 3.3.1.2 に示す。総排出量は 2000 年が 32 万 6 千トン、2011 年が 54 万 2 千トンで、11 年間で 66% 増加する。

部門別寄与では、発電部門が 3.8 % 減少し、製造業部門が 5.5 % 増加する。

EGAT 発電所と IPP の寄与の変化を表 3.3.1.3 に示す。この 11 年間で EGAT 発電所の寄与は天然ガス化により 31.3% から 8.9% と大きく低下する。これに対して、IPP の寄与は石炭火力発電所の建設により 0.4% から 16.4% に増える。

地域の SOx 排出量の変化を表 3.3.1.4 に示す。この 11 年で Central Region の寄与は 19.3% から 32.0% に増加するのに対して、BMR の寄与は 31.3% から 19.8% に低下する。



表 3.3.1.2 部門別の 2011 年と 2000 年の SOx 排出量の比較

Sector	2000		2011	
	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)
Power	109,415	33.5	161,024	29.7
Agriculture	2,283	0.7	2,493	0.5
Mining	57	0.0	68	0.0
Manufacturing	177,085	54.3	324,464	59.8
Construction	896	0.3	2,224	0.4
Residential and Commercial	2,827	0.9	3,362	0.6
Refinery	33,712	10.3	48,981	9.0
Total	326,275	100.0	542,616	100.0

表 3.3.1.3 発電部門の 2011 年と 2000 年の SOx 排出量の比較

Source	2000		2011	
	SOx emission (ton/Y)	Share (%)	SOx emission (ton/Y)	Share (%)
EGAT PP	102,121	31.3	48,095	8.9
IPP	1,269	0.4	89,130	16.4
SPP	6,026	1.8	23,800	4.4
Other source	216,859	66.5	381,592	70.3
Total	326,275	100.0	542,616	100.0

表 3.3.1.4 地域別の 2011 年と 2000 年の SOx 排出量比較

Region	2000		2011	
	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)	SOx Emission (ton/Y)	Share (%)
BMR	100,721	30.9	107,384	19.8
Central	63,079	19.3	173,661	32.0
Northern	45,399	13.9	56,228	10.4
Northeastern	11,486	3.5	23,108	4.3
Southern	11,201	3.4	15,172	2.8
Eastern	94,383	28.9	167,063	30.8
Total	326,268	100.0	542,616	100.0

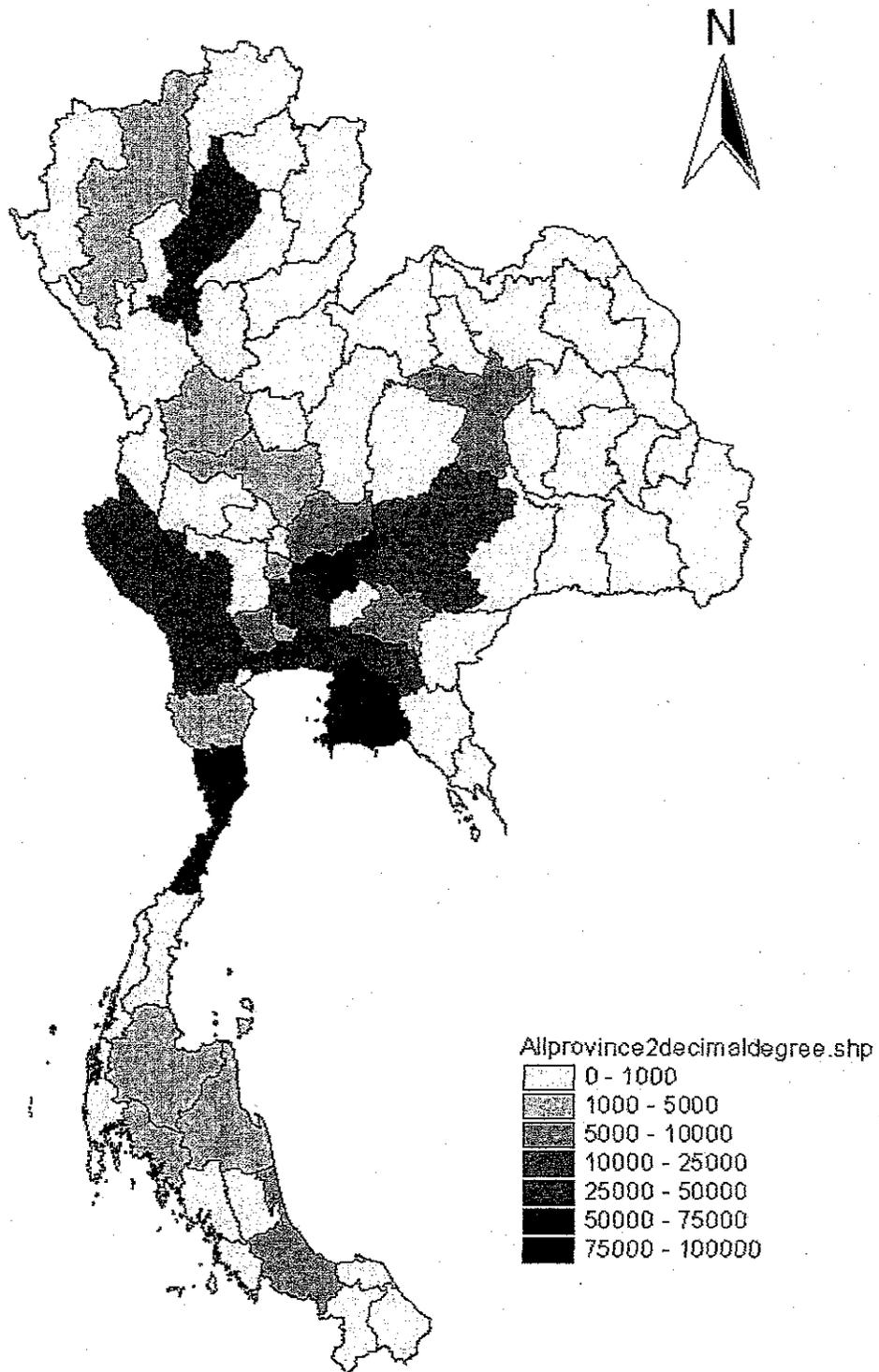


図 3.3.1.1 タイ全国の SOx 排出量分布 (2011 年)

3.3.2 BMR

表 3.3.2.1 に BMR の 2011 年の SOx 排出量を示す。総排出量は 10 万 7 千トンで、Samut Prakan が 3 万 1 千トン (28.5%)、Bangkok が 2 万 5 千トン (23.4%)、Pathum Thani が 2 万トン (18.9%)、Samut Sakhon が 1 万 9 千トン (18.1%) を占めている。

表 3.3.2.1 BMR の県別 SOx 排出量 (2011 年)

Province	Point				Area					(Unit: ton/Y)	
	Power plants	Refinery	Other	Sub-total	Agriculture	Mining	Construction	Resi. & Comm.	Sub-total	Total	% share
Bangkok		822	23,213	24,035	47		894	116	1,057	25,092	23.4
Nonthaburi	19	0	4,253	4,273	10		67	18	94	4,367	4.1
Pathum Thani		0	20,220	20,220	15	0.1	33	13	61	20,281	18.9
Samut Prakan	91	0	30,421	30,512	67		52	20	139	30,651	28.5
Samut Sakhon		0	19,294	19,294	56	1.0	26	29	112	19,406	18.1
Nakhon Pathom		0	7,474	7,474	34	0.1	25	53	113	7,588	7.1
Total	110	822	104,875	105,808	228	1.2	1,098	249	1,576	107,384	100.0

2011 年と 2000 年の比較は表 3.3.2.2 のとおりである。2011 年の SOx 総排出量はほぼ 2000 年の水準にある。これは North Bangkok と South Bangkok 火力発電所の重油から天然ガスへの燃料転換による。天然ガス化により SOx 排出量が 2 万 7 千トン減少する。

表 3.3.2.2 BMR の 2011 年と 2000 年の県別 SOx 排出量比較

	2000						2011					(ton/Y)
	Point			Area	Total	Share (%)	Point			Area	Total	Share (%)
	Power	Other	Total				Power	Other	Total			
Bangkok	1	16,468	16,469	445	16,914	16.8	19	24,035	24,035	1,057	25,092	23.4
Nonthaburi	2,756	2,914	5,669	46	5,715	5.7		4,253	4,273	94	4,367	4.1
Pathum Thani		13,852	13,852	35	13,887	13.8		20,220	20,220	61	20,281	18.9
Samut Prakan	24,777	20,843	45,620	93	45,714	45.4	91	30,421	30,512	139	30,651	28.5
Samut Sakhon		13,217	13,217	82	13,298	13.2		19,294	19,294	112	19,406	18.1
Nakhon Pathom		5,120	5,120	79	5,200	5.2		7,474	7,474	113	7,588	7.1
Total	27,534	72,414	99,948	780	100,728	100.0	110	105,698	105,808	1,576	107,384	100.0

表 3.3.2.3 に BMR の 2011 年の県別 NOx 排出量を示す。年間総排出量は 7 万 1 千トンで、そのうち in 2011 is 7 万 1 千トンで、そのうち、Samut Prakan が 2 万 1 千トン (29.1%)、Bangkok が 1 万 7 千トン (24.1%)、Pathum Thani が 1 万 3 千トン (17.9%) を占めている。

表 3.3.2.3 BMR の県別 NOx 排出量 (2011 年)

Province	Point				Area					Total	% share
	Power plants	Refinery	Other	Sub-total	Agriculture	Mining	Construction	Resi. & Comm.	Sub-total		
Bangkok		1,143	6,457	7,601	2,681	0.0	5,687	1,105	9,473	17,074	24.1
Nonthaburi	915		1,462	2,376	1,962	0.0	161	117	2,240	4,616	6.5
Pathum Thani			11,560	11,560	555	0.0	427	165	1,148	12,707	17.9
Samut Prakan	9,530		9,879	19,409	845	7.0	208	128	1,188	20,596	29.1
Samut Sakhon			5,742	5,742	3,807	0.0	330	194	4,332	10,075	14.2
Nakhon Pathom			2,355	2,355	3,192	0.0	168	65	3,425	5,779	8.2
Total	10,445	1,143	37,454	49,042	13,042	7	6,982	1,774	21,805	70,847	100.0

BMR の 2011 年と 2000 年の NOx 排出量の比較を表 3.3.2.4 に示す。NOx 総排出量は 4 千トンしか増加しない。これは North Bangkok と South Bangkok 火力発電所の重油から天然ガスへの燃料転換と NOx 低減対策に起因する。発電所からの NOx 排出量は 2000 年と比べて 8 千 5 百トン減少する。

表 3.3.2.4 BMR の 2011 年と 2000 年の NOx 排出量比較

	2000						2011					
	Point			Area	Total	Share (%)	Point			Area	Total	Share (%)
	Power	Other	Total				Power	Other	Total			
Bangkok	93	6,118	6,211	4,980	11,191	18.1		6,457	7,601	9,473	17,074	24.1
Nonthaburi	301	1,092	1,393	1,728	3,121	5.0	915	1,462	2,376	2,240	4,616	6.5
Pathum Thani		8,552	8,552	721	9,273	15.0		11,560	11,560	1,148	12,707	17.9
Samut Prakan	18,579	7,489	26,068	856	26,924	43.5	9,530	9,879	19,409	1,188	20,596	29.1
Samut Sakhon		3,324	3,324	3,342	6,666	10.8		5,742	5,742	4,332	10,075	14.2
Nakhon Pathom		2,002	2,002	2,689	4,691	7.6		2,355	2,355	3,425	5,779	8.2
Total	18,973	28,578	47,551	14,317	61,868	100.0	10,445	37,454	49,042	21,805	70,847	100.0

4. 移動発生源インベントリー

4.1 手法

移動発生源インベントリーの業務の目的は、以下のとおりである。

- タイ全土において、2000年（基準年）及び2011年（目標年）の移動発生源（自動車、鉄道、船舶、航空機）の燃料使用量およびSOx排出量を推計する。
- BMR（バンコク首都圏）において、2000年及び2011年の移動発生源のNOx及びSOx排出量を推計する。
- 上記のデータをもとに、移動発生源インベントリーを作成する。

移動発生源インベントリー作成の流れは、図4.1.1.1に示すとおりである。

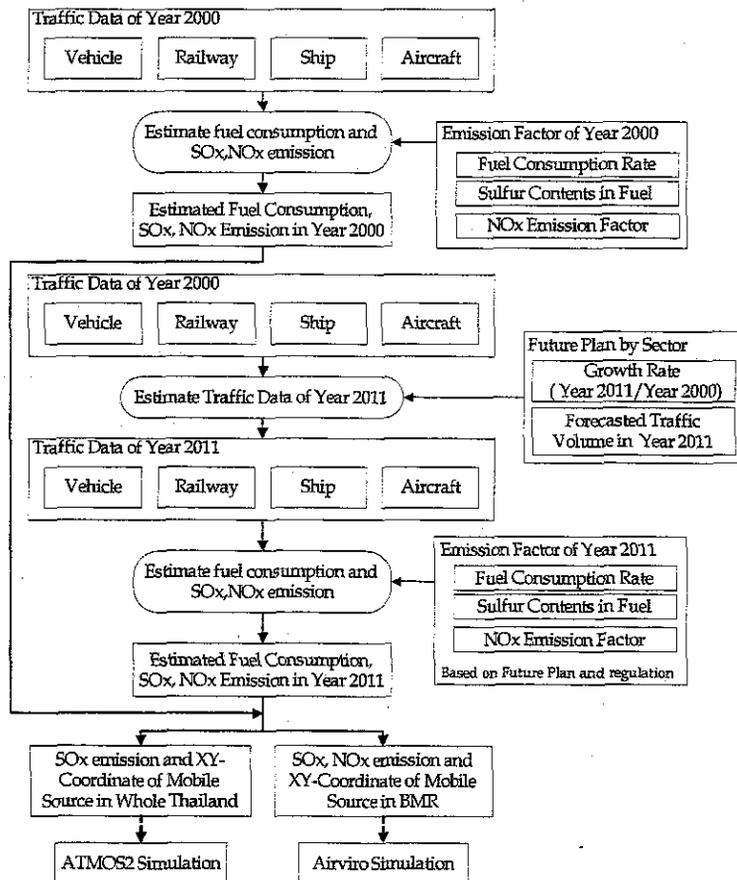


図 4.1.1.1 移動発生源インベントリー作成のフロー

2000年の排出量は、2000年の移動発生源の交通量データと各発生源毎の燃料消費率、燃料中の硫黄含有量、NO_x 排出係数を用いて、各発生源別の燃料消費量、SO_x 排出量及びNO_x 排出量を推計した。

2011年の排出量については、2000年の移動発生源の交通量データと各セクター別の将来計画を基に2011年の交通量データを推計し、この値に、各発生源毎に将来計画や規制に基づいて設定した燃料消費率、燃料中の硫黄含有量、NO_x 排出係数を用いて、推計した。

また、タイの自動車の2011年の排出係数は、2004、2006年のEuro3の導入を考慮して、設定した。

4.2 2000年のインベントリー

4.2.1 タイ全土におけるSO_x 排出量

タイ全土における移動発生源の総SO_x 排出量は2000年では約18,000トンである。総SO_x 排出量に占める各地域の割合は、図4.2.1.1に示すとおりである。

バンコク首都圏から排出されるSO_x は約7,400トンで、タイ全土の総排出量の約40%を占めている。発生源別の排出量の内訳は、自動車が最も大きく54%を占め、次いで船舶が29%、航空機が13%、鉄道が0.6%で、地域交通によるものは3%となっている。

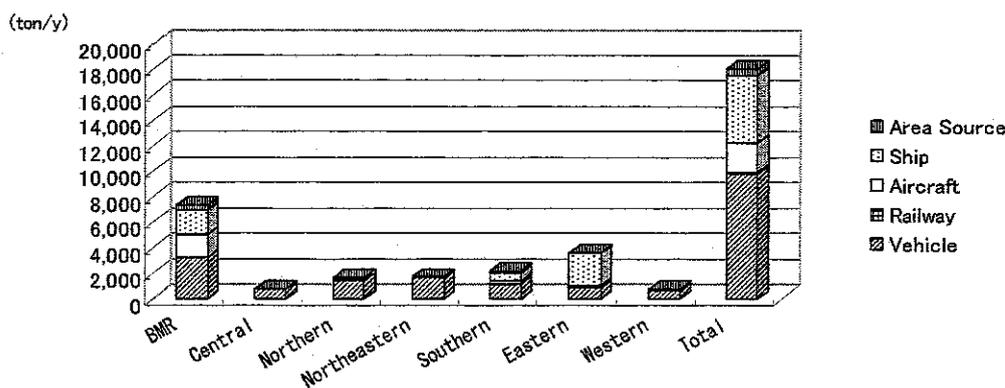


図 4.2.1.1 タイ全土における2000年のSO_x 排出量

4.2.2 バンコク首都圏におけるNO_x 及びSO_x 排出量

バンコク首都圏における移動発生源の総NO_x 排出量は、2000年では約336,000トンである。総NO_x 排出量に占める各県の割合は、図4.2.2.1に示すとおりである。バンコクから排出されるNO_x は約173,000トンで、バンコク首都圏の総排出量の51%を占めている。

発生源別の NOx 排出量の内訳は、自動車が最も大きく 91%を占め、次いで航空機が 3.6%、船舶が 1%、鉄道が 0.5%で、地域交通によるものは 3.6%となっている。

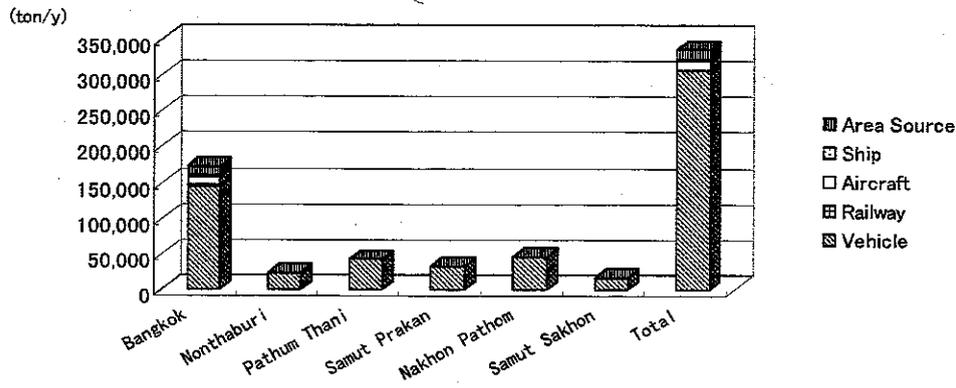


図 4.2.2.1 バンコク首都圏における 2000 年の NOx 排出量

バンコク首都圏における移動発生源の総 SOx 排出量は、2000 年では約 6,000 トンである。総 SOx 排出量に占める各県の割合は、図 4.2.2.2 に示すとおりである。バンコクから排出される SOx は約 4,400 トンで、バンコク首都圏の総排出量の 73%を占めている。

発生源別の SOx 排出量の内訳は、自動車が最も大きく 54%を占め、次いで船舶が 32%、航空機が 7%、鉄道が 0.3%で、地域交通によるものは 6%となっている。

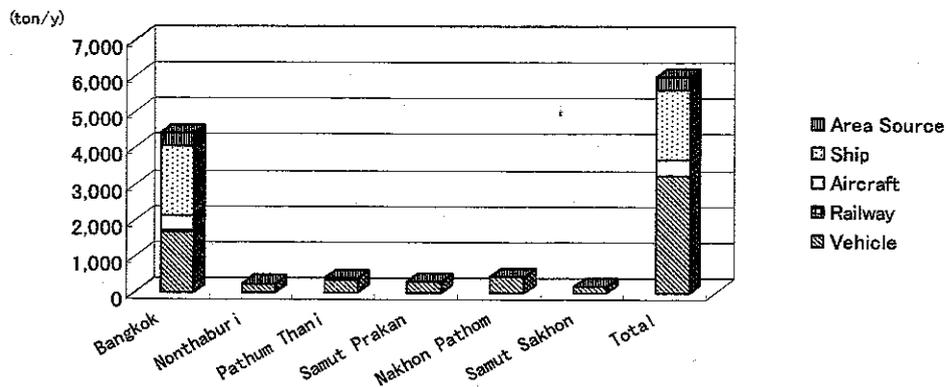


図 4.2.2.2 バンコク首都圏における 2000 年の SOx 排出量

4.3 2011年のインベントリー(BAU ケース)

4.3.1 タイ全土におけるSOx 排出量

タイ全土における移動発生源の総SOx 排出量は2011年では約23,300トンである。総SOx 排出量に占める各地域の割合は、図4.3.1.1に示すとおりである。

バンコク首都圏から排出されるSOx は約8,400トンで、タイ全土の総排出量の約36%を占めている。発生源別の排出量の内訳は、自動車が一番大きく46%を占め、次いで船舶が34%、航空機が18%、鉄道が0.7%で、地域交通によるものは1%となっている。

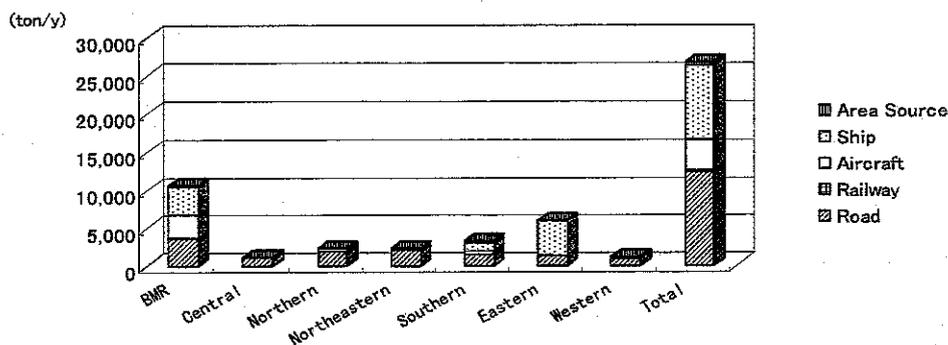


図 4.3.1.1 タイ全土における2011年のSOx 排出量

4.3.2 バンコク首都圏におけるNOx 及びSOx 排出量

バンコク首都圏における移動発生源の総NOx 排出量は、2011年では約318,000トンである。総NOx 排出量に占める各県の割合は、図4.3.2.1に示すとおりである。バンコクから排出されるNOx は約164,000トンで、バンコク首都圏の総排出量の52%を占めている。

発生源別のNOx 排出量の内訳は、自動車が一番大きく87%を占め、次いで航空機が6.6%、船舶が1%、鉄道が0.6%で、地域交通によるものは4.5%となっている。

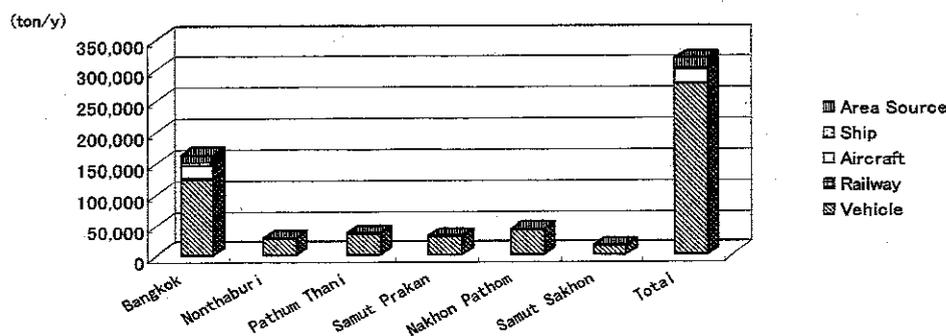


図 4.3.2.1 バンコク首都圏における2011年のNOx 排出量

バンコク首都圏における移動発生源の総 SOx 排出量は、2011 年では約 6,100 トンである。総 SOx 排出量に占める各県の割合は、図 4.3.2.2 に示すとおりである。バンコクから排出される SOx は約 4,400 トンで、バンコク首都圏の総排出量の 72%を占めている。

発生源別の SOx 排出量の内訳は、自動車が一番大きく 51%を占め、次いで船舶が 33%、航空機が 13%、鉄道が 0.2%で、地域交通によるものは 3%となっている。

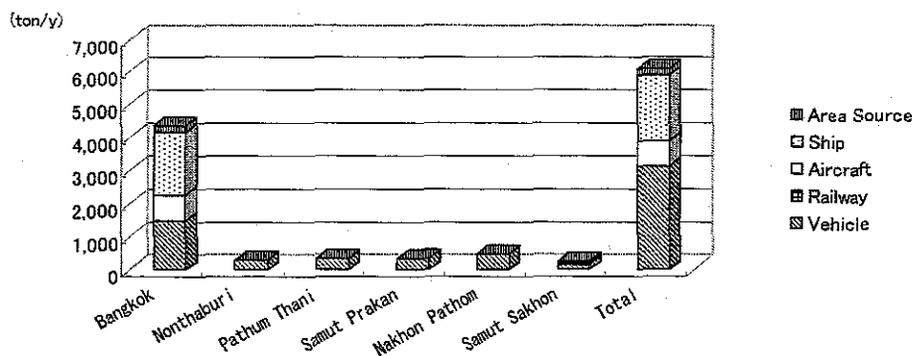


図 4.3.2.2 バンコク首都圏における 2011 年の SOx 排出量

4.4 2000 年と 2011 年(BAU ケース) の比較

4.4.1 タイ全土における SOx 排出量の比較

タイ全土における総 SOx 排出量の 2000 年と 2011 年(BAU ケース)との比較結果は、図 4.4.1.1 に示すとおりである。タイ全土における 2011 年の総 SOx 排出量は、2000 年に比べ 29%増加している。SOx 排出量の増減率を発生源別に見ると、2000 年から 2011 年にかけて、ディーゼル自動車は 33%、航空機は 80%、船舶は 50%増加しているのに対し、ガソリン自動車は 41%減少している。

2011 年の総燃料消費量は、2000 年に比べ 62%増加している。発生源別の増減率を見ると、2000 年から 2011 年にかけて、ガソリン自動車は 74%、ディーゼル自動車は 55%、航空機は 80%、船舶は 40%増加しており、いずれの発生源ともに増加傾向を示している。

2011 年のガソリン中の硫黄分は 382ppm から 130ppm へ 66%削減され、軽油中の硫黄分は 348ppm から 300ppm へ 14%削減される。この硫黄分の削減率の差が、ディーゼル自動車の SOx 排出量が増加し、ガソリン自動車の SOx 排出量が減少する要因となっている。



図 4.4.1.1 タイ全土における 2000 年と 2011 年の SOx 排出量

4.4.2 バンコク首都圏における NOx 及び SOx 排出量の比較

バンコク首都圏における総 NOx 排出量の 2000 年と 2011 年 (BAU ケース) との比較結果は、図 4.4.2.1 に示すとおりである。2011 年の総 NOx 排出量は、2000 年に比べ 5 % 減少している。NOx 排出量の増減率を発生源別に見ると、2000 年から 2011 年にかけて、ガソリン自動車は 24%、航空機は 73%、船舶は 2% 増加しているのに対し、ディーゼル自動車は 14% 減少している。ディーゼル自動車からの NOx 排出量の減少が、バンコク首都圏の総 NOx 排出量の減少の原因となっている。

ディーゼル自動車の走行台キロは約 4 割増加していることから、ディーゼル自動車の NOx 排出量の減少は、Euro3 の導入によるバスや大型トラックの NOx 排出係数の減少に起因している。

ここで、EURO3 の排出規制には、燃料中の硫黄分が規制値(ガソリン:150ppm、軽油:350ppm)以下で供給されることが必要である。さらに、エンジン改変や乗せ換えによって、想定以上の排ガス濃度となる可能性も考えられる。

そのため、EURO3 排出規制導入においては、燃料中の硫黄分に対する規制値の遵守や車両検査を通じて不正な改造を取り締まる等の措置が講じられる必要がある。

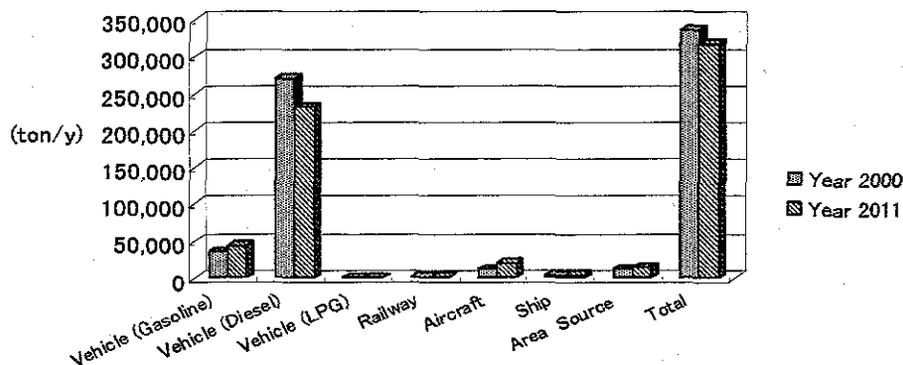


図 4.4.2.1 バンコク首都圏における 2000 年と 2011 年の NOx 排出量

バンコク首都圏における総 SO_x 排出量の 2000 年と 2011 年 (BAU ケース) との比較結果は、
 図 4.4.2.2 に示すとおりである。2011 年の総 SO_x 排出量は、2000 年とほぼ同程度となっている。

SO_x 排出量の増減率を発生源別に見ると、2000 年から 2011 年にかけて、ディーゼル自動車
 は 31%、航空機は 70%、船舶は 2% 増加しているのに対し、ガソリン自動車は 48% 減少してい
 る。ガソリン自動車からの SO_x 排出量の減少は、2011 年のガソリン中の硫黄分が 382ppm から
 130ppm へ 66% 削減されることに起因している。

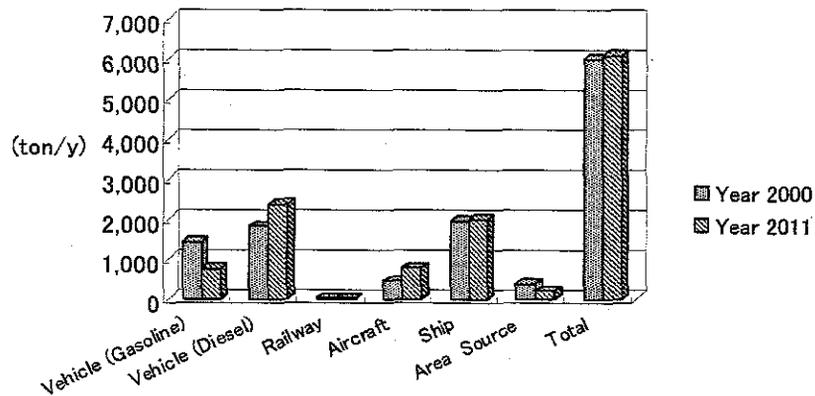


図 4.4.2.2 バンコク首都圏における 2000 年と 2011 年の SO_x 排出量

4.4.3 自動車の SOx 及び NOx 排出係数の比較

2000 年と 2011 年の SOx の排出係数を図に示す。ガソリン車である LDGV (小型ガソリン乗用車) と Taxi(G) (ガソリntaxi) は約 60-70%減少し、その他の車種はほとんど変わらない。理由は以下のとおりと考えられる。

- ①燃料中 S 分の減少 (ガソリン : 382→130ppm 66%削減、ディーゼル : 348→300ppm 14%削減)
- ②燃費の悪いガソリン未規制車の一部 (1986 年以前製造) が 2011 年までに処分される。

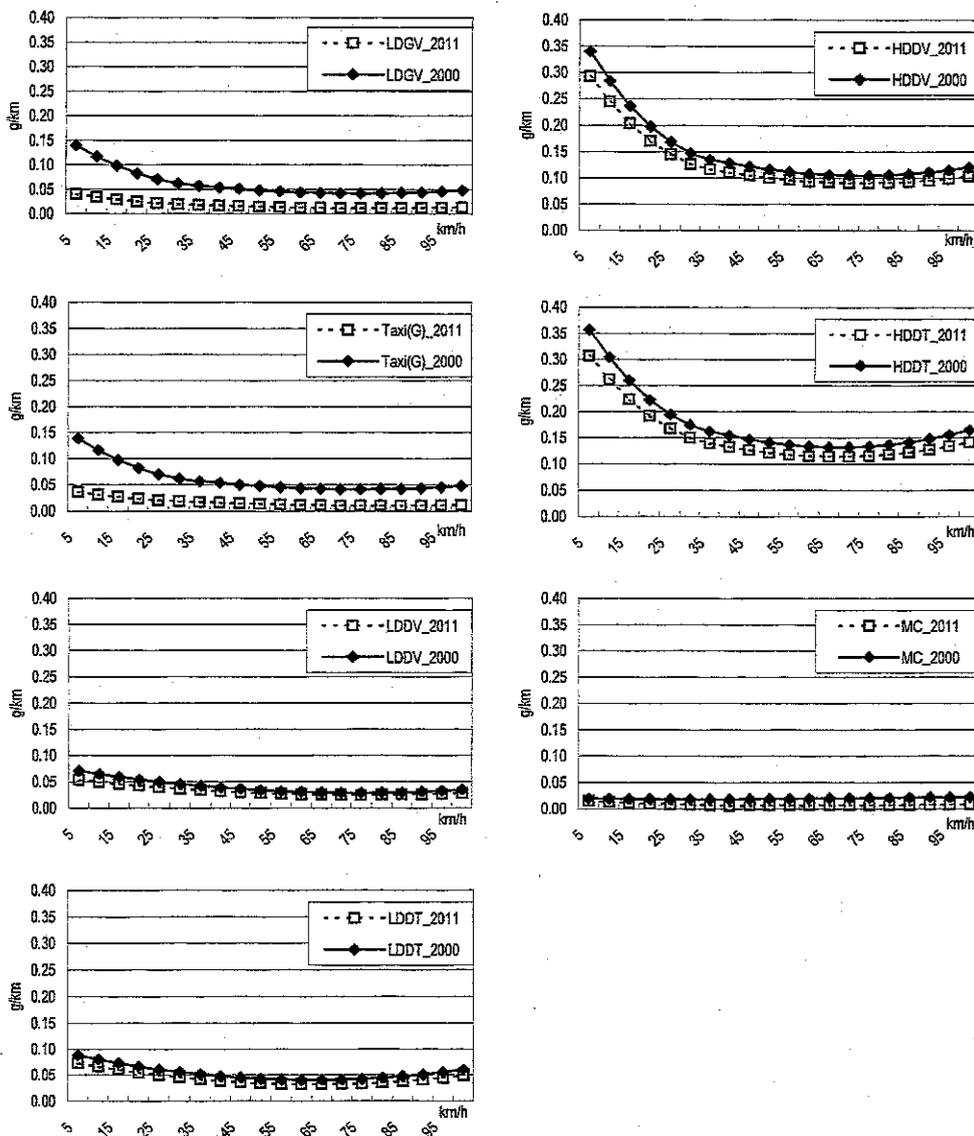


図 4.4.3.1 2000 年と 2011 年の自動車 SOx 排出係数

2000 年と 2011 年の NOx の排出係数を下図に示す。主な変化は以下のとおりと考えられる。

- ①未規制車の処分及び 2004,2006 年に導入される EURO3 規制車への代替効果により、ガソリン車である LDGV (小型ガソリン乗用車) は約 20%、Taxi(G) (ガソリンタクシー) は約 60%、ディーゼル車である LDDV (小型ディーゼル乗用車) は約 20%、LDDT (小型ディーゼルトラック) は約 40%、HDDV (大型ディーゼルトラック) は約 45%減少している。
- ②LPG を使用する Taxi(L)、Tuk-tuk (トゥクトゥク : 3 輪タクシー) は、規制対象外となっているため変化しておらず、MC は 2 サイクルから 4 サイクルへの代替が進むことにより排出係数は増加している (約+90%)。
- ③とくに Taxi(G)では、2000 年において約 40%を占めていた 1993 年モデルの未規制車が 2011 年までに処分されたため、大幅な減少をしている。

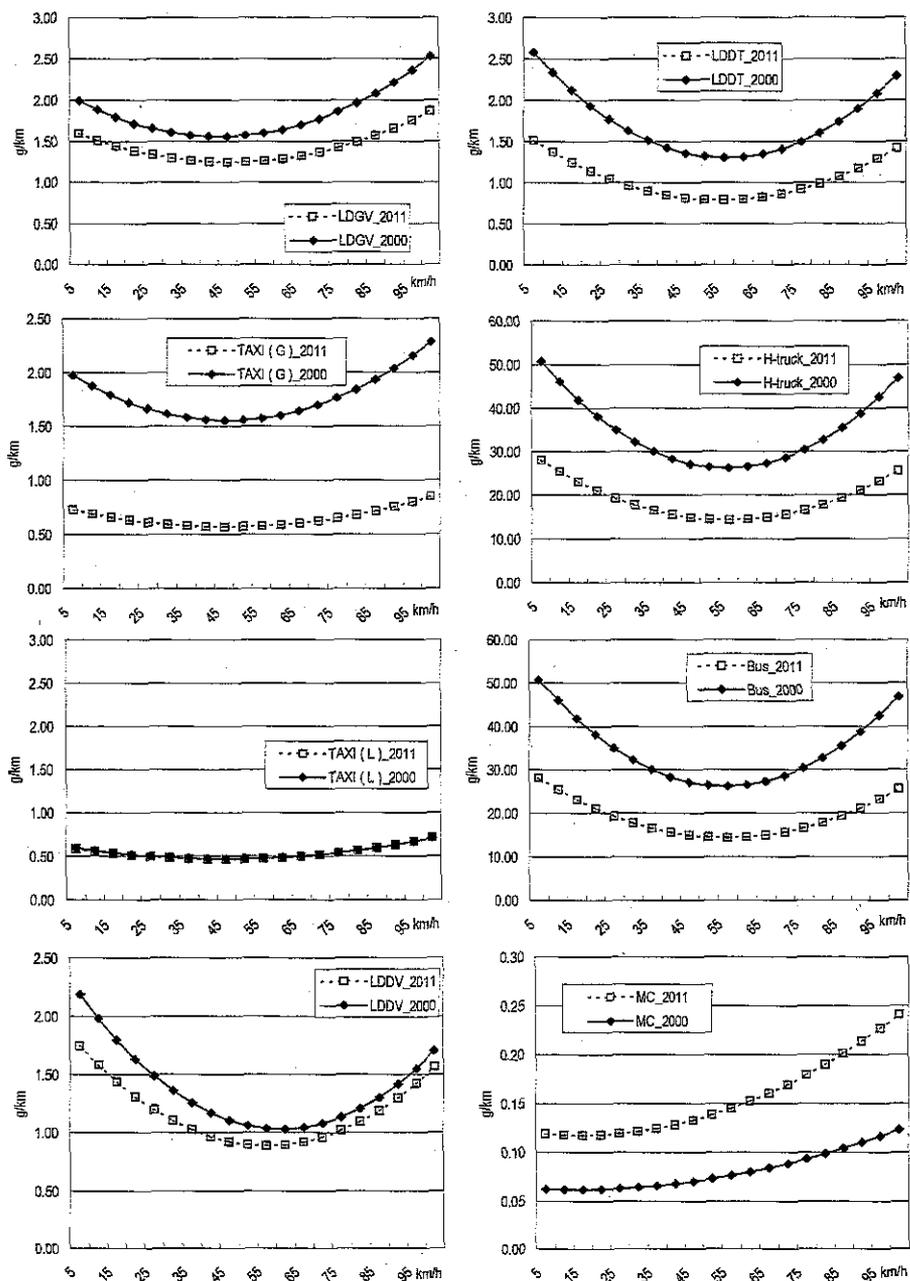


図 4.4.3.2 2000 年と 2011 年の自動車 NOx 排出係数

