

車種構成を考慮したバンコク排出ガス推計<sup>\*1</sup>

Estimation of Automobile Emission in Bangkok Based on Automobile Composition

富田 幸佳<sup>\*2</sup>

Yukika TODA

## Abstract

Health impairment due to air pollution is a serious problem in urban areas of Asian countries. Air pollution reduction from mobile sources is essential. This study attempts to estimate the air concentration to develop a method for policy recommendation using the following procedure. 1. Estimate traffic volume based on automobile segment and vehicle age. 2. Estimate air concentration from the traffic volume. This report focused on procedure 1. The research was conducted in Bangkok, Thailand. Estimates of traffic volume in developing countries generally do not consider the automobile segment or vehicle age. Emission efficiency degrades as vehicles age or increase in size. Estimating air concentration based on the automobile segment and vehicle age is important for realistic political deliberation.

## 1. はじめに

アジア諸国の都市部では、大気汚染による健康被害が深刻となっている。世界保健機関の推計<sup>1)</sup>によると、健康でない年数を推計し足し合わせたDALYs（障害調整生存年数）<sup>2)</sup>換算では、全世界で失われた大気汚染由来のDALYsの61%はアジア地域であるとされている。アジア諸国では経済成長に伴う自動車の普及が顕著であり、自動車排出ガスが大気汚染問題に与える影響は大きい。しかし自動車の増加に対応した政策や規制が行われておらず、検討のための各種データも日本と比較するとはほとんど存在しないのが現状である。

自動車起源の大気汚染問題は、各国の経済状況、自動車の普及状況、普及している自動車の種類・構成、道路環境等多くの条件が複合的に絡み合い起こる問題である。そのためそれらを考慮した上で、政策や規制の効果を客観的に把握できる手法が求められる。そこで本研究では、アジア地域の大気汚染問題の解決に向けた自動車関連政策を評

価する手法の構築を目的とする。本報では手法構築の第一段階として、タイ・バンコクについて車種構成を考慮した交通量データから、国・市レベルでの自動車起源の大気影響を推定する手法の検討を行った。その中で、交通量の増加と規制の効果の関係について述べる。

## 2. 対象地域の概観

アジア諸国は各種交通関連データが整っていない国が多い。その程度は国により異なるため、まずは既存のデータの取得を行うことができたタイ・バンコクについて検討を行った。タイおよびバンコクの概観および大気環境、自動車関連情報についてまとめる。

## 2.1 概観

タイは、バンコク都市圏と呼ばれる、首都であるバンコク都を中心とした国内面積のおよそ1.5%の地域に、国内の人口の15%が集中する。タイとバンコク都市圏の社会経済指標を、Table 1に示す。2005年のタイ一人あたりGDP 2,710ドルに対し、バンコク都市圏の一人あたり地域総生産は6,863ドル

\*1 原稿受理 2008年12月25日

\*2 (財)日本自動車研究所 社会・経済研究室 博士(工学)

と2.5倍であり、経済の中心地である。

また一人あたり乗用車保有台数も0.4台／人とタイの平均の3倍と、バンコク都市圏に自動車も集

中している。Table 2より、バンコクの道路延長1kmあたりの四輪車台数は東京の5.5倍と、自動車密度の高い状況である。

Table 1 Socioeconomic indicator in Thailand (2005) <sup>3)</sup>

	Population [10thousand]	Area [km <sup>2</sup> ]	Population Density [/km <sup>2</sup> ]	Gross Regional Product Per capita [\$]	Number of Over Four Wheeled Vehicles Registered	Number of Two Wheeled Vehicles Registered	Number of Passenger Vehicles Registered per capita
Thailand	6,506	513,115	124	2,710	9,765,259	15,501,035	0.13
Bangkok and Vicinities	979	7,758	1,328	6,863	3,945,038	2,998,453	0.40

Table 2 Road condition about Bangkok and Tokyo

	Total Road Length [km]	Number of Passenger Vehicles Registered	Number of Passenger Vehicles Registered per 1km	Number of Over Four Wheeled Vehicles Registered per 1km
Bangkok and Vicinities <sup>*</sup>	4252 <sup>**</sup>	3,396,746 <sup>****</sup>	799	804
Tokyo	24,167 <sup>***</sup>	3,539,451 <sup>****</sup>	146	170

<sup>\*</sup>2000<sup>(1)</sup> <sup>\*\*</sup>2004 <sup>\*\*\*</sup>2007 <sup>\*\*\*\*</sup>2006

## 2.2 大気環境

バンコクには自動車排出ガス測定局が7カ所存在し、常時監視を行っている。タイ科学技術環境省公害管理局（PCD）によると、2007年において最も基準を超過しているのはPM<sub>10</sub>であり、24時間濃度で見た場合、全測定回数1,970回中、超過した回数は92回（5%）である。しかし2004年の10.6%、2006年の8%と比較して改善傾向にある。一方、NO<sub>2</sub>、CO、SO<sub>2</sub>についてはすべての測定局で基準を達成している。次に、得られたデータの中で、東京都の自動車排出ガス測定局年間平均濃度と比較可能である大気汚染物質についてFig. 1に示す。CO、SO<sub>2</sub>についてバンコクは、東京より2倍程度、年間平均濃度が高いことがわかる。しかし東京都の自排局34カ所と比較してバンコクは7カ所と少ないこと、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>はそのうち3カ所しか計測していないこと、東京都の1994年CO排出量公表値が150,588t／年に対して1990年のバンコクでは170,146t／年であることを考慮すると、実際の濃度はさらに高い可能性がある。今後、基準の見直しも含めて更なる改善が求められる。

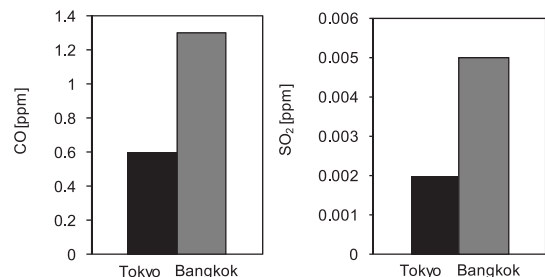


Fig. 1 Comparison of air concentration

## 2.3 自動車関連規制

タイはEUの排出ガス規制を採用しており、2008年現在Euro3の段階にある。現在Euro5からEuro6相当である日本と比較すると、規制値と比較した乗用車新車一台あたりの大気汚染物質排出量は2～4倍と多い。また、現在タイの車検制度は新車登録後7年後以降であり、バンコクの乗用車が年間2～3万km程度走行していること（現地ヒアリングより）を考慮すると、排出ガス性能の劣化は避けられない。

## 3. 大気汚染物質排出量および大気影響の推定

2007年現状と規制前の1992年を比較し、交通量の増加と規制の効果の関係について考察を行う。

### 3.1 大気汚染物質排出量の推計

排出量の算出には、道路別交通量、車種別保有台数割合、規制別排出ガス原単位、乗用車の車令別保有割合推計値を用いた。大気影響の推計には上記に加え、道路ネットワーク（各道路端点の緯度・経度等）、気象データを用いた。計算の概念図およびデータの出所について、Fig. 2に示す。なおTDMCIVとは、タイ運輸省交通政策計画局（OTP）が2005年に行った、バンコクの交通需要に関する研究である。人の移動という観点から公共交通を含んだ将来の交通需要予測を目的としており、本報告ではその2007年および2020年予測値を用いた。

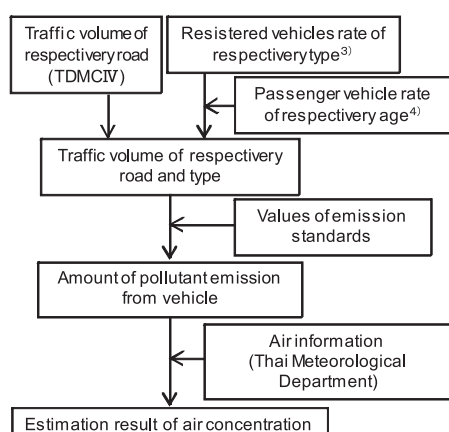


Fig. 2 Frame of calculating method

### 3.2 車種構成を考慮した交通量の算出

通常、発展途上国における大気汚染物質排出量の推計は、大型車・乗用車等の大枠での分類別に規制値を用いて行われる。しかし現実的な推計のためには、規制および使用過程車の排出ガス性能劣化を考慮する必要がある。そこでまず保有台数割合により交通量を、二輪車、ガソリン乗用車、ピックアップトラック（ディーゼル）、大型ディーゼル車の4車種に分類した。さらに乗用車は車令別割合より分類した。乗用車の車令別割合は、コーホートモデルにより算出した<sup>4)</sup>。またピックアップトラックは使用状況が乗用車に準じているため、本車種についても乗用車の割合を用い車令別とした。トレーラ等の特種車両については、総台数中に占める割合が1%に満たないため考慮していない。2007年の保有台数に対しての車種別規制別割合についてFig. 3に示す。この車種別規制別交通量に、各規制値および排出ガス性能の劣化

による排出量増加を考慮した修正係数を用い、排出量を算出した。用いた修正係数は、米国Maryland州で行われた、使用過程車の性能劣化に関する資料<sup>5)</sup>より推計を行った<sup>4)</sup>。Fig. 4に1992年<sup>4)</sup>および2007年の、交通量と大気汚染物質排出量の関係について、現状の排出量推測値および規制を維持できている場合の排出量推計値を示す。現状では新規車両に規制が入っているにも関わらず、COとNOxについて交通量の増加に伴う排出量は、1992年の未規制時と比較して、COが2倍、NOxが2.4倍と倍増していることがわかる。またPMは減少しているが、これは保有台数の半分を占める二輪車の新車販売が、1993年から2002年にかけて2ストロークから4ストロークになった<sup>6)</sup>影響と考えられる。現状の推計と、規制を維持できた場合の比較では、COが3.8倍、NOxが3.3倍と差は大きい。また2007年現状の車種別排出量をFig. 5に示す。CO、NOx、HCにおいて乗用車の寄与が半分以上を占めており、乗用車に対する対策を行う必要性が指摘される。

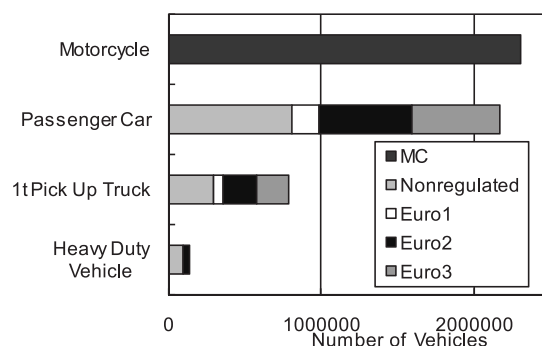


Fig. 3 Rate of number of respective vehicles (2007)

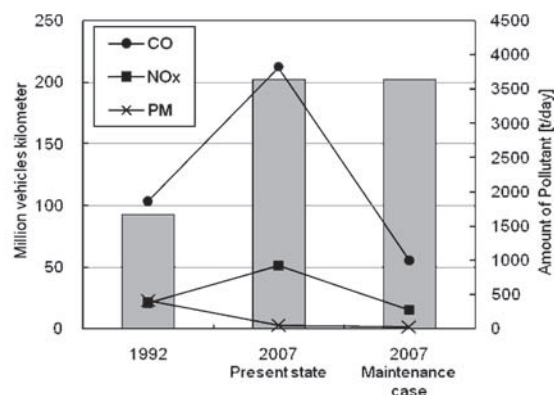


Fig. 4 Amount of traffic and pollutant with or without maintenance

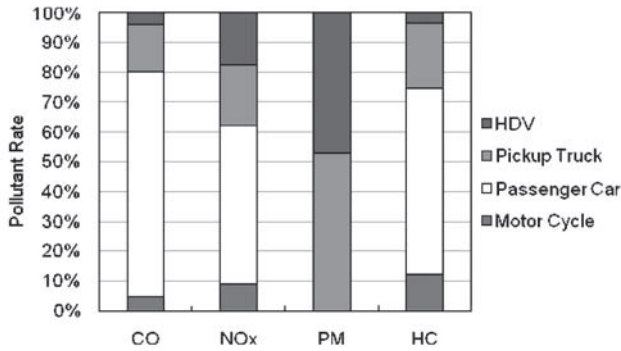


Fig. 5 Air pollutant rate

#### 4. 大気影響推定

##### 4.1 大気拡散濃度推定モデル

推定には、環境省が採用しており日本の環境アセスメントにおいて実績のあるJEA（Japan Environmental Agency）モデル<sup>7)</sup>を用いた。これはプルーム・パフモデルに基づき、拡散濃度の推定を行うモデルである。そのために必要となるバンコクの気象データは、タイ気象局における2007年春のデータを用いた。そこから格子間隔1kmとして各格子点の風向・風速・大気安定度を決定した。道路上の自動車による排出ガスの拡散は、道路に沿う高さ0mの線煙源として扱った。また拡散計算は時間区分ごとに行い、その結果を重合し年平均濃度を算出した。なお本報では、大気中に放出された大気汚染物質濃度の地上への沈着による減衰および化学反応等は考慮していない。

##### 4.2 分析結果

2007年のCOの自動車起源の大気拡散濃度年間平均値を、排出ガス規制値のみを用いて推定した結果をFig. 6に示す。規制値で推定した場合、バンコク中心部でも0.5ppm程度と、東京都自排局で実測された年間平均値0.6ppmより低くなる。しかしバンコク自排局で実測されたCO濃度の年間平均値はFig. 1より1.3ppmであり、推計と実測の差は2.6倍である。これから現実に即した推計のためには、車種・車令構成や日常のメンテナンスを考慮し自動車の排出ガス性能の劣化を考慮する必要があることがわかる。2012年にEuro4が導入される予定であるが、他に対策がされず交通量が増え続けた場合、2020年のバンコク中心部でのCO濃度は2.5ppmを越える可能性がある。規制を前倒しで導入する等の対策を取っていく必要がある。

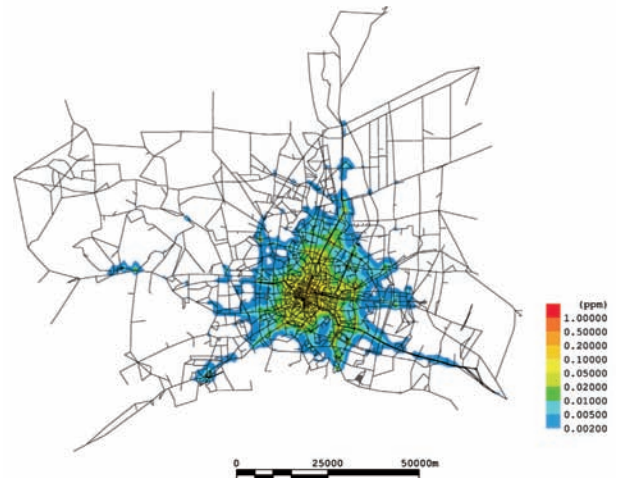


Fig. 6 Air concentration of CO to maintain emission standard in 2007

#### 5. おわりに

本報では、アジア諸国における自動車関連政策を評価する手法構築の第一段階として、タイ・バンコクについて車種構成ごとの交通量データから国・市レベルでの自動車起源の大気影響を推定する手法の検討を行った。また交通量の増加と規制の効果の関係について検討し、規制が有効であると仮定した場合と現状とではCOの濃度に2.6倍の差があり、車種・車令構成を考慮し現実的な推計を行う必要性を示した。今後は、各種データの存在しない地域への適用可能性の検討を行う。

#### 参考文献

- 1) World Health Organization : The world health Report 2002 : Reduction Risk, Promoting healthy life, WHO, Geneva, Switzerland (2002)
- 2) 伊坪徳宏, 稲葉 敦: ライフサイクル環境影響評価手法, 産業環境管理協会, p.34-39 (2005)
- 3) Statistical Yearbook Thailand 2007 (2007)
- 4) 外川健一ほか: アジア地域における自動車リサイクルシステムの比較研究, 平成19年度廃棄物処理等科学研究研究報告書, p.129 (2008)
- 5) The Maryland Enhanced I/M Program 2001 On-road Remote Sensing Survey (2002)
- 6) 佐藤百合, 大原盛樹: アジアの二輪車産業ー各国二輪車産業の概要ー, アジア経済研究所 (2005)
- 7) 環境庁大気保全局大気規制科: 窒素酸化物総量規制マニュアル, 公害研究対策センター (1993)