

## 途上国交通公害の診断と対策立案システムの必要性と構築方法

### Needs and Methodology of Diagnosis and Prescription System for Prevention of Traffic Pollution in Developing Countries

中村 英夫<sup>\*1</sup>・林 良嗣<sup>\*2</sup>・宮本 和明<sup>\*3</sup>・表 明榮<sup>\*4</sup>・加藤 博和<sup>\*5</sup>

Hideo NAKAMURA, Yoshitsugu HAYASHI, Kazuaki MIYAMOTO, Myoung-Young PIOR, and Hirokazu KATO

#### 1. 途上国交通公害の診断と 対策立案システム開発の背景と目的

##### (1) 研究の背景

1980年代以降、アジア地域を中心に、開発途上国の経済は大きな発展を遂げ、大都市への人口集中およびモータリゼーションが急速に進展してきた。経済発展、モータリゼーション、都市化、その3つがそれぞれ相乗的に作用して、自己増殖的に拡大し、バンコク、ジャカルタ等の大都市では、道路交通の混雑とそれに伴う大気汚染等の交通公害が、極めて深刻な問題として露呈してきた。例えば、ある国際的な週刊誌では「アジア都市は窒息している」という書き方をしている<sup>1)</sup>。今後も途上国の都市人口と自動車台数の増加はさらに加速化する見込みであり、問題の深刻さはその度を高める一方である。このような交通公害問題は、途上国の都市住民の健康や国および都市の健全な経済発展を阻害するとともに、温暖化などの地球規模の環境問題化の原因ともなっており、早急に改善することが求められている<sup>2)</sup>。

##### (2) 開発途上国の現況と先進国の役割

開発途上国においては、交通公害を効果的かつ効率的に改善するための対策を立案し実施するためのノウハウ・人材・技術・資金等が不足しているのが現実である。途上国大都市の交通公害問題は、a) 鉄道・道路等の整備の遅れや公共交通機関の軽視といった交通インフラ供給側の要因、b) 車齢が高く大気汚染物質を高率に排出する車の存在、c) 車検制度の未整備などの自動車側の制度的諸要因、d) 住民の環境問題に対する認識の少なさなどの多種の要因群が、気候、地形、交通慣習等の、国や都市固有の要因と複雑に作用し合って生じている。対策の範囲も、自動車・燃料・交通・法律・経済など多岐にわたっており、その効果も対策間で複雑に連関している。上記のような要因を、かつ要因相互の関係を網羅的に考慮した総合的なパッ

ケージとして政策を策定しなければ意味をなさないことが一般的である。このような作業は、個々の分野の専門家では対応が不可能であり、交通管理機関や環境所管官庁だけでも困難である。

一方、先進各国は、1960年代以降、深刻な交通公害とその克服の過程を経ており、多くの経験と知識を有している。このような先進国の経験を途上国に生かすための技術的、人材的、財源的援助の重要性は言うまでもない。また、対策の限界効果面でも途上国の方が先進国より大きい。このような状況から先進国や国際機関によって様々な開発調査援助プログラムが実施され、また、途上国独自でも調査がなされている。日本も、今まで蓄積した交通公害対策の技術や制度を開発途上国に活用すべく、これまでもいくつかの援助プロジェクトをODAとして実施してきた。

##### (3) 開発途上国交通公害対策協力計画

今まで実施されたプロジェクトの殆どが、援助対象も方法も部分的であった。これに対し、運輸省が「開発途上国交通公害対策協力計画」の実施のために設置した“交通対策支援委員会”で進めたきた研究調査では、途上国都市の交通環境問題に対してより包括的に、交通公害の程度を簡便な方法で把握し、各国の経験と知識を集積した支援システムによる適切な助言が提示できる、交通公害の診断と対策立案システムを構築した。さらに、システムの適用可能性を検討するために、名古屋市をレファランス都市に選ぶとともに、ケーススタディ対象都市としてインドネシアのジャカルタ市、中国の大連市、エジプトのカイロ市を選定し、システムの適用と改良を繰り返しながら開発してきた。

##### (4) 開発システムの交通公害の対象

交通公害には道路沿道や地域など局地的なものから地球的規模にわたるものまであり、また騒音のような即時的被害から温暖化ガスのように長期的に蓄積されて被害をもたらすものまで多様であるが、本稿では開発途上国で特に問題視されている、交通に起因する大気汚染を対象を絞って支援システムの機能を説明する。

## 2 システムの構築方法

### (1) システム構築の方針

対象都市の交通公害を把握し、複雑な因果関係の中から原因を見だし、有効な対策を抽出して提案する

Keywords: 環境計画, 交通公害測量

\*1 中村 英夫 運輸政策研究所 所長

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19

Tel: 03-5470-8415, Fax: 03-5470-8419

E-Mail: nakamura@jtrc.or.jp

\*2 林 良嗣 名古屋大学大学院教授 地圏環境工学専攻

\*3 宮本 和明 東北大学教授 東北アジア研究センター

\*4 表 明榮 明海大学助教授 不動産学部

\*5 加藤 博和 名古屋大学大学院助手 地圏環境工学専攻

ためには、より科学的な方法が必要である。考えるに、交通公害調査・診断及び対策立案プロセスは、人間の身体を対象に検査を行い診断・処方していく「人間ドック」での健康診断に類似している。永年の経験をもとに改善が進められ、合理化された人間ドックの方法がシステマチックで分かりやすいことに倣い、ここで構築する大都市交通公害の診断・対策システムは、調査対象都市を人間ドックでの被験者と見なして、その健診プロセスのアナロジーとして考えることとする。

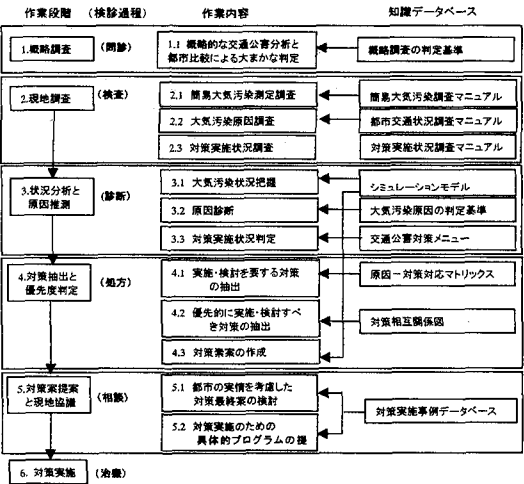


図1 システムの全体プロセス

知識と経験に基づいて、既にシステムの知識データベース内に整備されている交通公害対策メニューや、交通公害の原因と対策間、および対策相互間の因果関係情報を用いて判定し、必要な対策を抽出・提示する。主な対策に関してはシミュレーションモデルによる対策の効果を試算する。最後に、処置についての患者との「相談」に相当する段階へ進む。この 5) 現地担当者への「対策案提案と現地協議」では、選定・提示された対策についての該当都市の事情・社会的合意の可能性などについての検討を加えて、対策最終案をまとめる。なお、対策実施の参考資料として、システム内に各国の事例を蓄積し、提供（データベースより索引）する。これらが終わった後、「治療」に当たる 6) 「対策実施」に移ることになる。

### (3) システムの構成

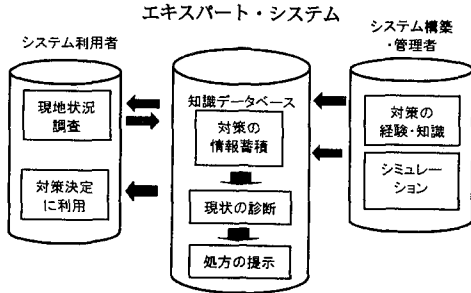


図2 システムの構成

### (2) 交通公害の調査・状況分析及び対策立案プロセスのとりえ方

本システムの交通公害の調査・状況分析及び対策立案プロセス全体は、具体的には図1のように示される。まず、健康診断での「問診」に当たるのが1)「概略調査」であり、概略的な交通公害の分析と大まかな判定が行われる。次に「検査」として、2)「現地調査」が行われ、大気汚染状況の現地測定を行うと共に、交通に起因する大気汚染原因とその関連対策の実施状況等を現地で調査する。この現地調査データにもとづき、大気汚染の 3)「状況分析及原因推測」が行われ、大気汚染の状況とその原因を明らかにする。交通環境の評価とそれをもたらす原因の推測を行う際、従来の先進国等での既存の知識と経験経験を基にして行う。このような作業により、人間ドックで健康状況を診断することと同様に、対象都市の交通に起因する大気汚染状況、その原因、またその対策実施状況を網羅して診断することが可能となり、それに基づいて対象都市に即した処方、すなわち対策を見つけることが可能である。次いで上記の診断結果に基づいて処置案の提出、すなわち「処方」に当たる 4)「対策抽出と優先度判定」を行う。ここでは、診断結果から状況改善のための対策を抽出する。この際、対策実施の優先度を、既存の

本システムの開発にあたっては、交通公害対策の経験が浅い途上国の交通及び環境専門家にも容易に利用可能となることを念頭に置いている。そのため、人間ドックでの方法と同様に、調査・診断及び対策立案プロセスをエキスパート・システムとして組み立てている。

システムの構成は、図2のように示される。本システムは、システムの管理者により、レファランス都市をはじめ、各都市の環境状況・対策の経験・知識が知識データベースに収納管理され、また、各種シミュレーション・モデルも整備されている。一方、システム利用者は、システムの知識データベースに保有されている調査マニュアルに沿って現地状況調査を実施し、その結果をシステムに入力する。そして、この知識データベースを用いつつ、エキスパート・システムによって診断され、処方が提示されてゆき、さらにこの都市のデータも蓄積されてゆく。

### (4) 交通公害対策知識データベース

本システムには、日本など先進国や途上国各国における既存の経験や知識に基づいた情報を蓄積し、必要に応じて引き出し、参照できるような機能を持たせている。本研究では、その知識情報を①調査方法データ

ベース（「現地調査」で使用）、②診断基準データベース（「状況分析及原因推測」で使用）、③対策間相互関係データベース（「対策立案」で使用）、④対策実施事例データベース（「対策案提案と協議」で使用）の4種類に整理している。

以上の知識データベースを組み込むことによって、交通公害改善対策立案時の参考書として使うことが可能であり、交通公害に関する経験の必ずしも多くない途上国の専門家による対策立案にとって有用であると考えられる。

### 3. 交通公害の調査・状況分析及対策立案

本章では、支援システムの交通公害の調査・状況分析及対策立案プロセス全体プロセスを具体的に説明する。

#### (1) 概略調査

概略調査は、対象都市における交通公害状況を概略的に調査し、大まかな診断を行うことによって、対象都市の交通公害調査・診断及び対策立案の必要性等を判定することを目的としている。この段階で利用するデータは、各都市またはJICA等の既存資料の調査と、現地での簡単なヒアリング調査、あるいは、現地での専門家が知覚した主観による定性的なデータに基づいて判断する。

#### (2) 現地調査

現地調査は、対象都市における交通および大気汚染状況を実際に観測、または既観測資料を入手するもので、交通公害の状況と原因分析、対策立案、シミュレーションモデル作成等の基礎資料とする。



図3 現地調査（ジャカルタ市）

調査内容は（a）大気汚染測定調査、（b）原因調査、（c）対策実施状況調査の3種類である。これらの各調査マニュアルは、システム内の知識データベースに収納・管理されている。調査は、マニュアルに示された方法に従って、①大気汚染測定結果表、②原因調査

表、③対策実施状況調査表の各記入項目を埋めればよいようになっている。図3はジャカルタ市における現地調査時の写真である。

#### (3) 状況分析及原因推測

システムに入力された現地調査データに基づき、対象都市の交通公害状況の把握を行う。また、その都市における交通公害の発生原因診断及び対策実施状況の判定も行う。

##### (a) 交通公害状況の把握

対象都市の大気汚染状況は、3（2）節の（a）大気汚染測定簡易調査のデータだけでは、限られた地点の汚染濃度しか分からない。そこで、対象都市における任意地点の濃度を推定する方法として、簡易大気汚染測定調査の結果と、現地で収集した交通量や気象条件等のデータから、公害研究対策センターの窒素酸化物総量規制マニュアル<sup>3)</sup>を参考し、交通起源大気汚染シミュレーションモデルを構築した。

構築したシミュレーションモデルの精度を確かめるために、レファランス都市である名古屋に適用し、検証した<sup>4)</sup>。また、ジャカルタ市、大連市、カイロ市においても、シミュレーションモデルのキャリブレーションを行った。図4はシミュレーションモデルの分析結果の1つの例として、カイロ市における大気汚染の現況を示したものである。

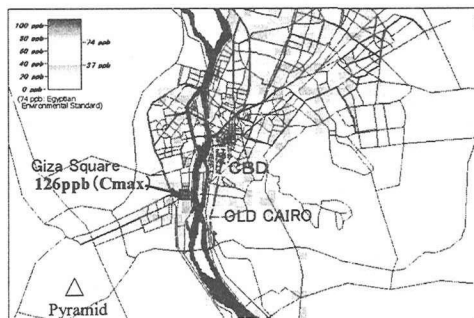


図4 シミュレーションモデルによる大気汚染図  
〔カイロ市、1997年現況〕

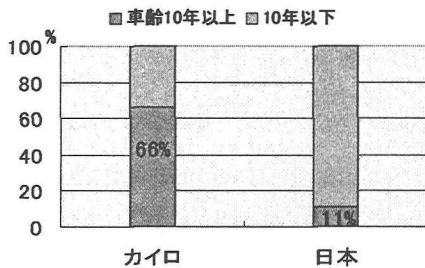
##### (b) 原因診断

交通公害発生の原因を把握するために、3（2）節の（b）原因調査の結果を用いて、原因診断表がシステムによって作成される。図5は原因診断の項目の一つの車齢10年以上の車の比率、レファランス都市名古屋市とカイロ市の比較例である。

##### (c) 対策実施状況の判定

3（2）節の（c）対策実施状況調査の結果を用いて、対策実施状況判定表が作成される。対策実施状況判定表には、各個別対策項目についての、a)実施の有無（○：実施済、△：計画中、×：考慮なし）、b)具体的な実施

状況、c)課題等について、入力された現地調査データに基づいて判定を行う。



(カイロ大学調査、1991) (自動車検査登録協会、1996)

図5 車齢10年以上の車の比率比較

#### (4) 対策抽出と優先度判定

3(3)節で説明してきたのは、交通公害の状況(症状)、その原因、対策実施状況の良否を明確にする診断プロセスであった。これに対して、対策立案プロセスは、これら判定結果をもとに、ある原因の解消に対して有効な対策の抽出を行ったり、対策間の優先順位をつけることにより、対象都市で実施・検討が必要な対策を「絞り込む」プロセスである。

対策の絞り込みは、各対策間あるいは対策－原因間に存在する因果関係や、ある対策を実施するための前提として必要な対策をフローチャートにまとめた「対策相互関係図」を用いて行う。これにより、未実施の対策の中から早急に実施すべきものを抽出したり、既実施の対策のうち実施方法を見直す必要があるものを抽出したりすることにより、対策実施の優先順位を決定することができる。また、本システムにおいては、以上の対策立案プロセスがIF～THENルールとしてあらかじめプログラムされており、施すべき対策が自動的に見出されるようになっている。したがって、システム利用者は、3(2)節における現地調査の結果をシステムに入力するだけで、各項目の診断・判定結果と対策選定結果を自動的に得ることができる。対策抽出と優先度判定の具体的なプロセスについては、著者らによる対策立案システムの詳細設計<sup>5)</sup>で示している。

#### (5) 対策案提案と現地協議

本システムによる対策立案プロセスは、いずれの都市においても普遍的と考えられる各対策間や原因－対策間の因果関係に基づいている。すなわち、都市間で異なる事情は捨象されている。したがって、現地の担当者と協議を行うことによって、システムにより導かれた対策素案を、より実施可能性の高いものとする必要がある。そのための資料として、現地調査および対策選定プロセスの結果をまとめた「協議のための対策提案表」を作成する。この表と対策相互関係図を合わせて提示し、それを参考にして、現地での対策実施上

の課題を打ち合わせし、対象都市の事情を反映した最終対策案の具体的プログラムの提言を行う。

協議における参考資料として、本システムにはさまざまな都市における既存の実施事例が蓄積された「対策実施事例データベース」が内蔵されており、これらのデータをシステム内部から引き出し、対策案と一緒に提供することができる。

#### 4. むすび

本研究では、対象都市の交通公害の状況・原因・対策実施状況を簡便な方法で把握・分析し、今後必要となる対策とその改善効果をシステムティックに提示することができる支援システムの構築を行った。今後は、システムの適用と改良を繰り返しながら、より現実的な交通公害対策を提案できるシステムへとアップグレードすることを目指している。

途上国大都市における交通起源の大気汚染の改善は、その地域だけではなく、地球レベルでの環境の改善にも大きく貢献するものである。したがって、本システムの利用によって交通公害対策策定を進めることは、人々が将来にわたって高いモビリティを享受するためにも、また、日本が積極的な国際貢献を果たすという面からも、極めて重要な意義をもつと考えられる。今後、本システムが多くの都市で適用され、その結果が援助プロジェクトに反映されるようになれば誠に幸いである。

本研究は、運輸省が進めてきた、「開発途上国交通公害対策協力計画」の一部として、平成5年度から行われた「環境保全対策協力調査」の一部として行われたものである。著者らはその調査に当たった交通公害対策支援委員会のメンバーとして加わり、「途上国交通公害の診断と対策提案システム」の開発を行った。開発グループには、運輸省運輸政策局国際業務第二課、(社)海外運輸協力協会、名古屋大学、東北大学、日本気象協会、運輸政策研究所からのほか、東京大学生産技術研究所の二瓶好正教授らが参画し、そのアイデアを提供されたことを述べ、それらの方々への謝意を表したい。

#### 参考文献

- 1) ニューズウィーク(1994、5、9)
- 2) 中村英夫編(1992): 都市と環境、ぎょうせい。
- 3) 公害研究対策センター(1995): 窒素酸化物総量規制マニュアル、環境庁大気保全局。
- 4) (社)海外運輸協力協会(平成6年度): 環境保全対策協力調査報告書
- 5) 中村・林・宮本・表・加藤・三古: 途上国交通公害の診断と対策立案システムの詳細設計、土木計画研究・講演集NO.22、1999