

途上国交通公害の診断と対策立案システムの詳細設計

Designing an Expert System to Support Diagnosis and Prescription Process
for Prevention of Traffic Pollution in Developing Countries

中村 英夫^{*1}・林 良嗣^{*2}・宮本 和明^{*3}・表 明榮^{*4}・加藤 博和^{*5}・三古 展弘^{*6}

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

1 研究の背景と目的

表ら¹⁾および中村ら²⁾では、途上国交通公害の診断および対策立案に関する支援システム開発の枠組を提示するとともに、システム全体の構築方針をまとめている。本論文では、交通公害対策の経験が浅い途上国の交通および環境専門家の利用を前提として、このシステムをどのように設計するのかわを示すことを目的とする。

本システムは、診断・対策立案プロセスに関する知識データベースを備え、インターネット上での利用を前提としてシステムを構築している。知識データベースは、先進各国における交通公害関連の膨大な知識・経験を網羅するものである。対策立案プロセスは、発生している諸問題の極めて複雑な因果関係を整理する方法を考案して、これを一種のエキスパート・システムとして組み立てたものである。そして、HTML(Hyper Text Markup Language)と Java を用いてシステムを構築することにより、インターネット接続可能な環境であれば世界のどこでもシステム利用が可能となるとともに、インターネット上でのデータベースの共有が可能となり、各国で得られた新たな知見を取り入れてシステムを更新していくことができるようになっている。

2 システムによる対策立案プロセスの流れ

本システムでは、複雑な交通公害対策立案のプロセスを、人間ドックでの健康診断のアナロジーとして、図1に示すように、1)現地調査(検査)、2)状況分析(診断)、

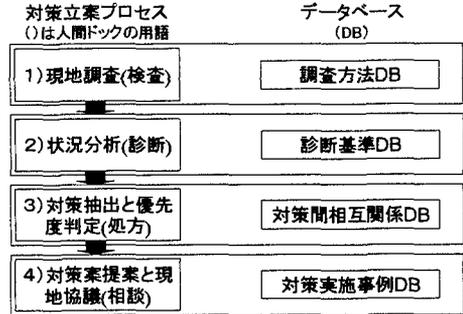


図1 システムの概念図

3)対策抽出と優先度判定(処方)、4)対策案提案と現地協議(相談)の4段階に整理している。

3 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症例や対策メニューとして常時蓄積していき、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。以下に示す4種類の知識データベースを組み込むことによって、本システムは交通公害改善対策立案時の「手引」あるいは「参考書」としての利用が可能であり、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。

- 1) 調査方法データベース(「現地調査」で使用): 交通公害の症状・原因・対策実施の現状に関する簡便な調査方法をマニュアル化したもので、対象都市の現地調査に用いる。
- 2) 診断基準データベース(「状況分析と原因推測」で使用): 調査結果の判定基準を先進国のデータを利用して設定したもので、対象都市の現状判定に用いる。
- 3) 対策間相互関係データベース(「対策抽出と優先度判定」で使用): 各対策どうし、あるいは対策と交通公害原因との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の情報であ

keywords: 環境計画, 地球環境問題

- *1 工学博士 運輸政策研究所 所長
*2 工学博士 名古屋大学大学院教授 地球環境工学専攻
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2772, FAX: 052-789-3837
E-Mail: yhayashi@genv.nagoya-u.ac.jp
*3 工学博士 東北大学教授 東北アジア研究センター
*4 正会員 博(工) 明海大学助教授 不動産学部
*5 正会員 博(工) 名古屋大学大学院助手 地球環境工学専攻
*6 学生会員 名古屋大学大学院 博士前期課程

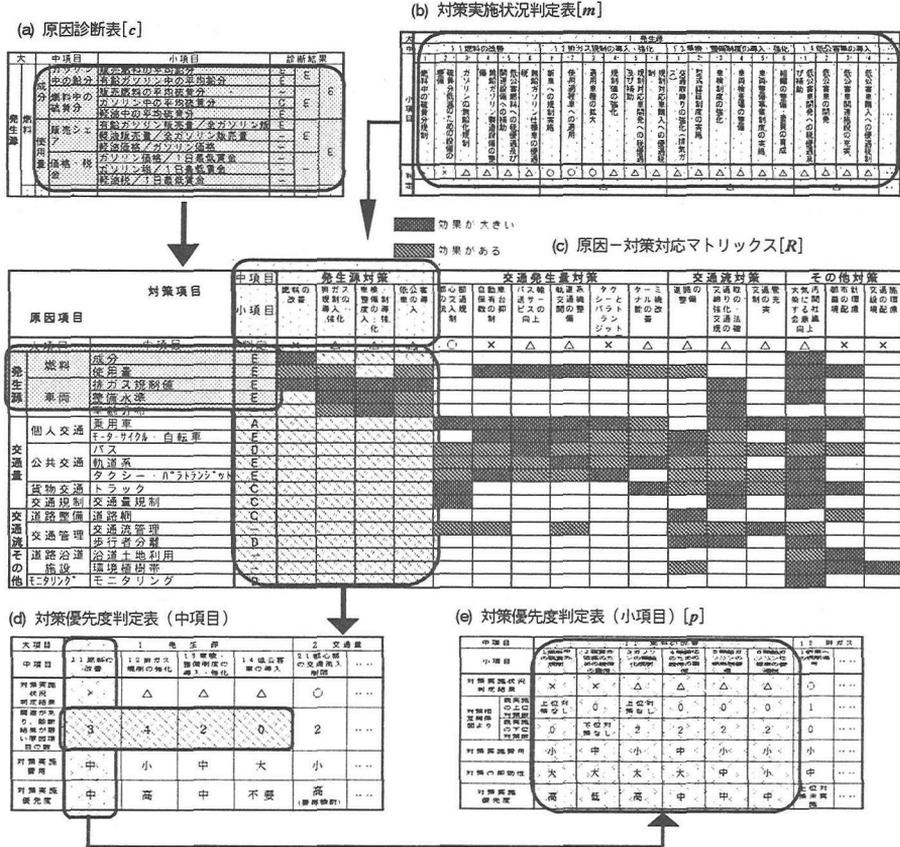


図2 本システムの診断・対策立案プロセスにおいて使用する諸表とその関係

り、対策の必要性や実施優先順位を決定するために用いる。

- 4) 対策実施事例データベース (「対策案提案と現地協議」で使用): 各対策の内容、効果、必要な費用、フィジビリティ、実施手順などといった、対策の実施検討にあたって参考となる、各国の類似の対策実施経験をはじめとするデータをまとめたもので、対策案の検討や現地協議に用いる。

4 診断・対策立案の考え方

(1)各段階で考慮すべき要因

図2にその一部を示すように、(a)原因診断、(b)対策実施状況判定、(c)原因と対策との対応、(d)(e)対策優先度判定と、各段階で考慮すべき要因は膨大である。これを、専門家が考慮して対策案を作成していくためには、システムティックな方法を作り上げる必要がある。

(2)膨大かつ複雑な対策相互関係とその整理の方法

交通公害の原因や対策間の相互関係は、図2に示したように、膨大かつ複雑なものである。そこで、交通公害に関連するあらゆる原因項目や対策項目に関する情報を網羅するフローチャートである「対策相互関係図」を作成する。図3はそのごく一部を示したものである。対策相互関係図全体は、大きく分けて a)項目(135個)と b)矢印の2種類の要素から構成される。この図によって、対策間の前提関係や実施による他の対策促進の方向が示され、対策実施順序を決定するために有用である。なお、この図の作成にあたっては、いずれの都市についても共通となるように留意されている。

(3)対策立案プロセス全体の流れ

交通公害対策を検討・立案するためには、対策相互関係図(図3)を構成する膨大な項目を同時に扱うことが

必要であり、全体の挙動を数値シミュレーション等で表現することは、途上国はもとより先進国においても非常に困難である。そこで本システムは、膨大な対策群の中から実施が有効と考えられる対策を絞り込むことを可能なものとし、各対策の具体的な実施計画に関してはその後シミュレーション等で詳細検討を行うものとする。本システムの対策立案プロセス全体を図2に基づいて説明すると以下のようになる。

(a)原因診断では、交通公害の原因となる発生源・交通量・交通流・その他の大項目を設定し、その中に燃料成分・使用量などの詳細項目を設け、調査結果に基づいて各項目の評価(5段階)を与えていく。同時に、(b)対策実施状況(実施中・計画中・計画なし)についても判定を行う。

次に、(c)原因-対策対応マトリックスによって、どの対策がどの原因項目を改善するかの関係度を与える。このマトリックスは、どの都市に対しても共通の値をとるものであり、対策相互関係図(図3)より求められる。以上の検討に基づいて、(d)(e)対策実施優先度を判定していく。

このプロセスを数学的に表現したのが図4である。現地調査結果を基に原因診断結果ベクトル [c] と対策実施状況ベクトル [m] を与え、既にシステム内に値が設定されている原因-対策対応マトリックス [R] を経由して対策有効度ベクトル [e] が求められ、更に各対策の実施費用やフィージビリティ等を考慮して、対策実施優先度ベクトル [p] が求められる。

(4)対策の絞り込みと優先順位の設定

対策有効度ベクトル [e] や対策実施優先度ベクトル [p] の計算は、対策相互関係図(図3)に示された各項目の判定(図1の2)と、矢印による項目間のつながりをたどる方法によって行う。対策相互関係図では、各対策の実施/未実施が大気汚染の原因項目に対してどのように影響を与えているか、あるいは密接な関係を持

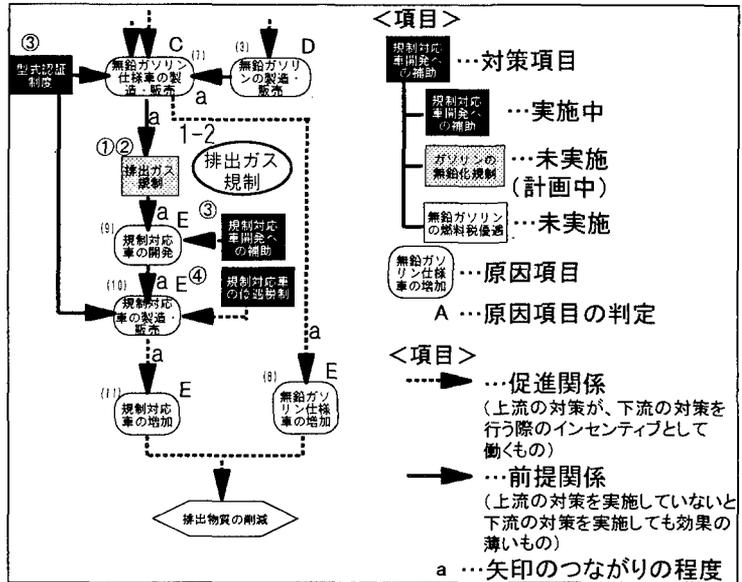


図3 対策相互関係図の一部とその見方

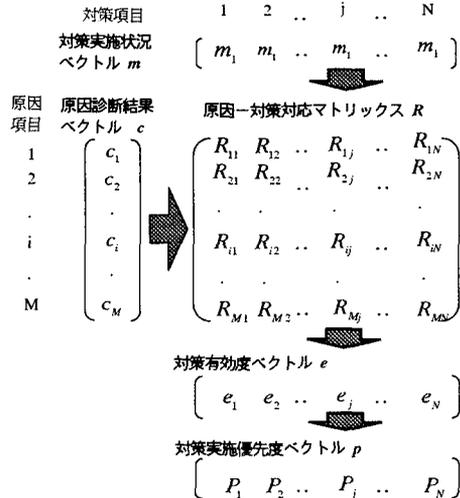


図4 対策立案プロセスの全体概念

つ他の対策の実施を阻害したり、または阻害されたりしているかについて把握することができる。そこで、(a)判定の悪い原因項目のうち、大気汚染の観点から改善が必要な項目を抽出し、(b)その上流にある対策を実施することで原因項目を改善する、というプロセスをとる。

(a)原因項目の改善必要性の数値での把握

改善すべき原因項目を見いだす基準として、1)大気汚染とつながりの大きいものから改善する、2)判定の悪いものから改善する、の2点を考える。そこで、対策相互

関係図から対策項目を除外し、排出物質と原因項目のみに着目する。このとき、原因項目すべてについて、「原因項目*i*の改善ポイント X_i 」が以下のように定義できる。

$$X_i = \max(\prod_{P_i} (W_{c_{P_i}} \times N_{c_{P_i}}))$$

P_i : 原因項目*i*から排出物質に至るまでのパス
 c_{P_i} : パス P_i をたどったときに通る原因項目
 $W_{c_{P_i}}$: 原因項目 c_{P_i} の判定で、A、B判定は0、C、D、E判定は1を与える(上のb)の考え)。
 $N_{c_{P_i}}$: 原因項目 c_{P_i} から出ている矢印のつながりで、aを1、bを0.75、cを0.5とする(上のa)の考え)。

(b)対策項目の実施必要性の数値での把握

対策項目の改善ポイントは、それが直接つながる原因項目の改善ポイント(複数あるときは最大値)とする。これに、費用の準備や合意形成にかかる時間、上流の対策は下流より先に実施するという実施手順を考慮することで、具体的な改善ポイントを算出し、最終的に対策の実施手順が計算される。

(c)対策実施優先度の判定

さらに、あらかじめ専門家の意見を総合して決定されている 1)各対策の直接実施費用と 2)効果の即効性に関する情報を合わせて考慮することにより、各対策の実施優先度を判定する。

以上の分析作業を行うのが、対策実施優先度判定表(図2の(d),(e))である。対策実施優先度はまず点数として表され、さらに、大項目である発生源/交通量/交通流/その他の各カテゴリ内で、優先度の高い順から「高」「中」「低」「不要」の4種類に分類し提示する。

5 インターネット技術に対応したシステム構築

本システムは、記述語に HTML を、入力データの処理に Java を用いている。これはインターネットの WWW(World Wide Web)方式に対応したシステムを構築するためである。利点は次の通りである。

a)データベースの共有：WWW 技術によって提供されるハイパーリンクにより、データベースの作成・管理を各種の専門機関に任せることが可能となり、情報収集の幅が広がる。このようにしてインターネット上に構築される巨大なデータベースは、インターネットが利用可能であれば世界中のどこからでもアクセスが可能である。

b)操作環境の向上：HTML によって実現される

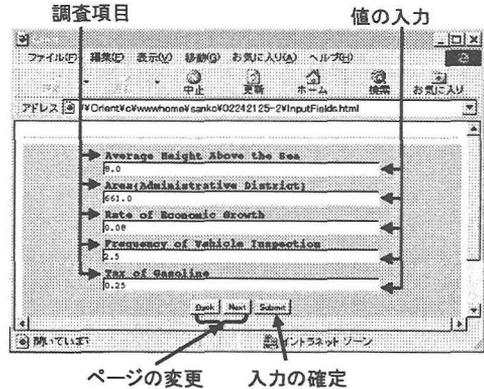


図5 システムの利用例(調査データの入力画面)

GUI(Graphical User Interface)環境では、簡単な操作で対策立案を進めることが可能となる。GUI 環境の一例として、調査値の入力画面を図5に示す。

6 まとめ

本研究の対象である交通公害の因果メカニズムは、先にも述べたように極めて複雑であるため、対策を見いだすプロセスは単純な計算で求められるものではない。そのため我々は、次のような特徴を備えたエキスパートシステムをつくり上げてきた。

- 1)対策項目間の前提関係や促進関係を考慮した対策優先順位の設定
 - 2)インターネットにおける WWW 技術をハンドリングベースとしたシステム
- 本システムの今後の課題は次のようにまとめられる。
- a)各国で JICA や OECF などにより多数実施されている開発調査の際に得られる経験や知見を知識データベースの蓄積として増やす
 - b)GIS 等を本システムのハンドリングベースに組み込んで、空間的分析を可能とする
 - c)システムをよりユーザカスタマイズ型に改良する

なお、本研究は、科学研究費基盤研究(B)(2) (中村英夫代表)より補助を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 表・加藤・林・中村：途上国大都市の交通公害の診断と対策立案のための支援システム、運輸政策研究、Vol.1 No.1, pp.2-13, 1998
- 2) 中村・林・宮本・表・加藤：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、土木計画学研究・講演集 No.22, 1999