

交通環境計画のための意思決定支援システム

森津 秀夫

1. はじめに

道路や鉄道などの交通施設は区間や路線がそれぞれに独立して存在するのではなく、ネットワークを構成して機能を果たしている。したがって、その計画に際してはこれらを互いに連結した一体として取り扱うことが必要であり、ネットワーク全体として評価しなければならない。これは環境面においても同様である。たとえばある道路区間を整備すると、ネットワークフローの変化によって離れた箇所に環境問題を引き起こす可能性がある。逆に、特定の沿道だけに関する局所的な対策には限界がある。一定の広がりのある地域の道路網を対象に、沿道全体について総合的に評価し、適切な計画を立案することが必要である。

このように、交通環境の計画において高度で広範な施策を検討しようとする場合には、対象をネットワークとしてとらえなくてはならない。しかし、ネットワーク規模で現象を把握し、計画を評価するためには多量の情報が必要であり、それを理解することは容易ではない。したがって、計画策定の意思決定を支援するシステムの存在が重要である。そこで、ここでは交通環境の中でも社会的影響度の大きい沿道環境をとりあげ、道路網全体を対象とする対策の検討と評価のために作られた支援システム[3]について述べる。

2. 道路網計画における沿道環境評価

定められた評価基準における最適な道路網計画案を求めるための手法や、そのためのシステムに関してはこれまでも多数の研究が成されている[1]。環境に関しても問題を単純化した上で評価基準を決めればこれらの手法を適用できる。しかし、道路交通環境については総合的な対策の樹立が要求されている。たとえば、適切な物流体系の実現や土地利用対策など、発生源対策から道路構造対策、沿道対策までさまざまな対策が考え得る。計

画に盛り込むことができる選択肢が多いただけに、最適な対策を考えるのは容易ではない。さらに沿道環境については評価に使用すべき指標が必ずしも定まっていないことを考えると、評価と計画案の策定には試行錯誤的な方法を用いなくてはならない。

このような現状においては、さまざまな前提のもとに作られた道路網計画案の環境面からの評価が適切に行なえることが重要である。道路網の沿道全域を対象にマクロな評価を行ない、最終的には道路網に対する環境面からの評価を下す道路網沿道環境評価が計画策定のために必要である。すなわち、道路交通環境の総合的な対策を考慮した道路網計画の樹立のためには、道路網を構成するすべての道路区間に関して、沿道環境をはじめとする道路や地域の特性を多様な視点から検討しなければならない。

道路網に関する沿道環境の評価は、あくまでも各構成要素の評価を積み上げて総合化したものであり、基礎になるのは個別の沿道地域の環境である。したがって、ネットワークを構成するすべての道路区間についての沿道環境の状態を知ることが必要である。道路網計画案を前提とすれば交通量を与件としてこれを予測することができる。だが、これを行なうにはコンピュータの利用が不可欠である。これらのことにより、沿道環境を予測した情報を提示し、地域特性との関係を分析することを可能とすることにより、計画策定のための意思決定を支援するシステムが必要とされていることがわかる。そのようなシステムは、道路網の沿道環境や交通環境計画手法を研究するための道具であるとともに、交通環境計画の実務にも役立つものである。

沿道の環境を表わすものには騒音や排出ガス、振動などがある。たとえば代表的な指標である騒音と NO_2 について見ると、これらには地域の状況に合わせて環境基準や要請基準が定められており、基準値以下にすることが求められている。そこで、評価に際しては環境基準値との関係を調べるのがまず必要である。しかし、単に基準値以下であるかどうかだけが問題なのか、基準値の超過量を考慮しなければならないか、あるいは基準値を超

もりつ ひでお 神戸大学 工学部
〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1

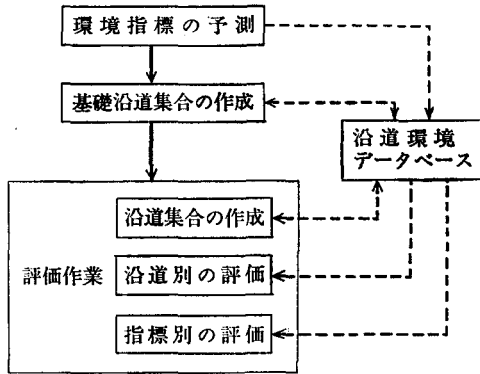


図1 沿道環境の評価作業

過する地域の広がりなどはどうかなど評価指標には多数が考えられる。どの指標が評価に最も適切であるかを検討すること自体が評価作業の主要な部分であり、総合的な指標の作成も行なわなければならない。

このようなことから、評価に際しては多数の環境指標を準備しておくことが必要である。さらに場合によっては、土地利用や建物の現況などを考慮したケースバイケースによる評価も考えられる。環境指標やその他のデータを用いた多様な評価の可能性があるといえよう。

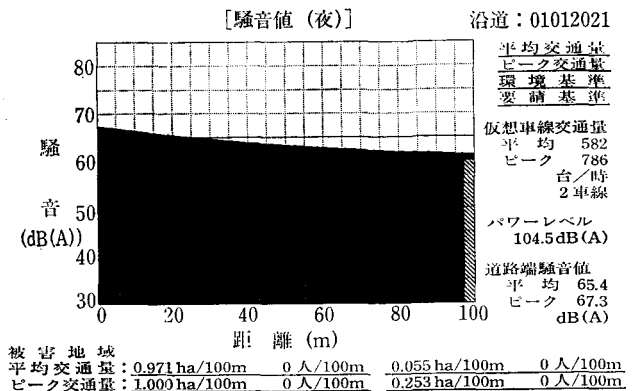
具体的な沿道環境の把握と評価の作業は、個々の沿道の環境指標を予測することに始まり、沿道別に環境の評価を行なう作業、各指標について頻度分布や地域別分布を調べる作業、特定の沿道の集合について環境指標代表値を調べる作業、および、ネットワーク全体の評価を目的とする環境指標の多変量解析、などの統計処理が考えられる。最終的には、対策を講じた場合のケース間比較によって計画案を採択することになる。評価を行なうのは意思決定者であり、意思決定の過程を明確にするために各種の意思決定手法を適用することが求められることも考えられる。

3. 支援システムの構成

評価作業について述べたように、システムを構成する主要な要素には沿道環境の予測、沿道別の評価、指標別の評価、それに特定の条件を満たす沿道集合の作成の作業がある。そこで、これらの定型的作業に対応する環境指標予測、

沿道集合作成、沿道別評価、指標別評価のサブシステムを設けることが必要である。そして、環境指標の予測に要する基礎的データをはじめ、環境指標や評価の参考となるデータを検索しやすい形式で保持しなければならない。これを沿道環境データベースとしてまとめると、システムを用いた評価作業とデータの流れは図1のようになる。

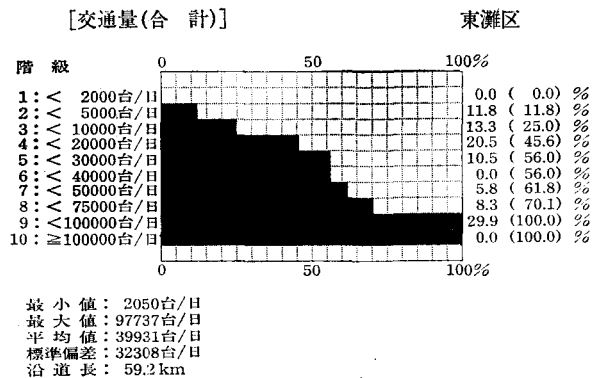
評価作業は沿道別の評価と指標別の評価に分けることができるが、それぞれの場合にどのような情報が必要かを考えてみよう。まず沿道別の評価作業の場合、各沿道の基礎データと環境指標、沿道前面に接する線分の基礎データからなる属性値が必要であり、特に重要なのは環境指標である。そこで、道路構造や遮音壁の影響などを把握できるように、騒音レベルとNO₂濃度に関しては道路端からの距離による減衰の状態をグラフィックスによって示す(図2)。



被害地域
平均交通量: 0.971 ha/100m 0 人/100m 0.055 ha/100m 0 人/100m
ピーク交通量: 1.000 ha/100m 0 人/100m 0.253 ha/100m 0 人/100m

1980年ケース: 01 00 東灘区 000

図2 沿道の騒音レベルの表示



1980年ケース: 01 00 東灘区000

図3 交通量の頻度分布の表示

また指標別の評価作業では、環境指標あるいは基礎データの分布状況や沿道集合の代表値を調べることができるようにする。頻度分布は図3のようにヒストグラムで表示し、地域的な分布は地図上に表わす(図4, 5)。騒音レベルとNO₂濃度に関しては道路を中心とした広がり表現するために、それらの等レベルをコンターで示す地図の表示ができるようにする(図6)。このように、評価に用いることが予想されるデータの表示には、単に数値を示すだけでなく、グラフィックス表示を多用してその把握を容易にする。

非定型的な評価作業としては、環境指標への多変量解析手法の適用や総合評価手法の適用の検討があげられる。たとえば、総合的な沿道環境評価指標を作成するために、代替案の対比較を行なった好記録から多属性効用関数を同定する手法選[2]を適用し、そのためのサブシステムを組み込むことも考えられる。

4. 支援システムの適用例

ここでは、沿道環境評価のための支援システムを使った道路網の評価のケーススタディを示す[4]。対象として、神戸市における1980年の道路網と2000年に想定される道路網とを用いる。1980年の道路網には、沿道が道路に接する長さである沿道長が784.1kmの沿道地域が含まれており、使用する交通量は実績値を基礎にしたものである。想定した2000年の道路網には沿道長が1107.4kmの沿道地域が含まれ、交通量は計画されている道路が完成したときの予測交通量である。この場合の計画されている道路には、道路構造が確定していないものもあり、環境指標は必ずしも正確な予測値にはならないが、沿道環境の状態の傾向を把握することはできると考えられる。

最初に道路網全体の状態を表わす沿道環境の指標を調べる。環境指標には多数のものがあるが、ここでは、NO₂と夜間の騒音について、環境基準の達成率に基準値を超過する範囲の面積と人口を加えて評価に使用する。道路網全体に関する兩年次の沿道環境の指標を示したのが表1である。環境基準の達成率は騒音、NO₂のどちらにおいても改善されている。この点からは、2000年の道路網の沿道環境は1980年のものよりも好ましい状態になるといえる。しかし、騒音環境基準を超過す

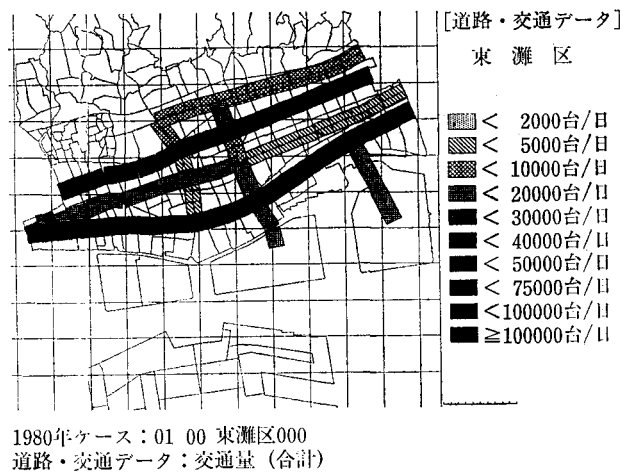


図4 交通量の頻度分布の表示

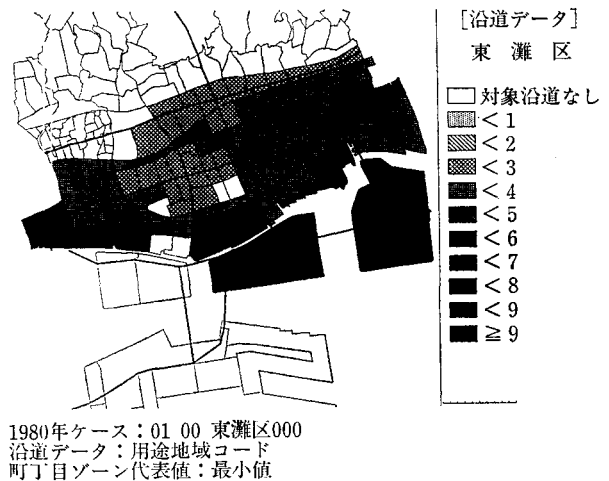


図5 町丁目の用途地域の表示

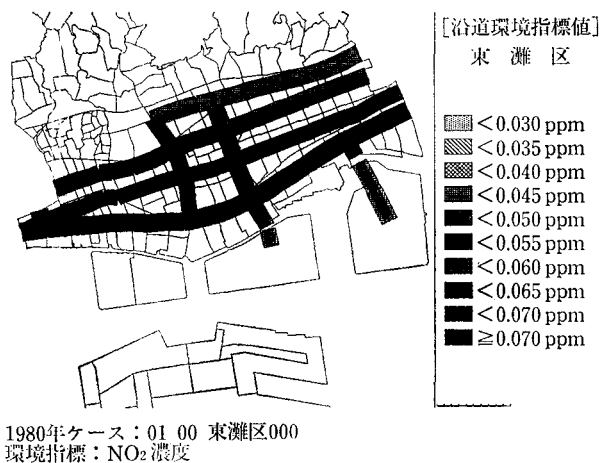


図6 NO₂濃度コンターの表示

表 1 道路網の環境指標

	1980年	200年
騒音環境基準 (夜)		
達成率	36.8%	39.4%
曝露面積	4425ha	5444ha
曝露人口	208千人	316千人
騒音要請基準 (夜)		
達成率	73.6%	86.0%
曝露面積	994ha	576ha
曝露人口	36千人	18千人
NO ₂ 環境基準下限値 (0.04ppm)		
達成率	45.1%	58.1%
曝露面積	3809ha	3126ha
曝露人口	409千人	358千人
NO ₂ 環境基準上限値 (0.06ppm)		
達成率	86.1%	100.0%
曝露面積	650ha	0ha
曝露人口	70千人	0人

る範囲の面積や被害人口は大きく増加している。これは、新たな道路路線の建設に伴うものであり、それらの沿道でも環境基準を満たさないことを示している。要請基準の超過面積や被害人口は減少しているの、激しい騒音にさらされることは少なくなるが、環境基準で考えれば騒音に問題のある沿道が拡大することになる。したがって、この予測結果から簡単に2000年の道路網では沿道環境が改善されるとすることはできない。平均的な沿道環境の状態はよくなる一方で、問題のある地域が広がることになる。

路線別の騒音の終日の環境基準と要請基準の達成率、NO₂の環境基準上限値と下限値の達成率を用いて主成分分析を行なうと、たとえば1980年における主成分の寄与率と因子負荷量は表2のようになる。第1主成分では騒音とNO₂の達成率に対する因子負荷量の正負が逆で両者のバランスを示しており、「騒音・NO₂指標」と呼ぶことができる。第2主成分では因子負荷量はすべて正の値で騒音とNO₂を総合した沿道環境の程度を表わしており、「総合沿道環境指標」と呼ぶことができる。これは2000年の場合も同様の結果である。

求めた主成分は各路線の沿道環境の特徴を示す指標であり、これを使って路線の相対的な沿道環境の違いを明確にできる。特に第2主成分は騒音とNO₂の環境基準達成率に対する重みを与え、沿道環境の良し悪しを総合的に判断する尺度になっている。この2つの指標を使っ

表 2 路線別環境基準達成率の主成分分析結果

	主成分			
	第 1	第 2	第 3	第 4
寄与率	0.384	0.332	0.162	0.121
因子負荷量				
騒音環境基準	-0.227	0.794	-0.560	0.071
騒音要請基準	-0.384	0.722	0.574	0.051
NO ₂ 下限値	0.786	0.380	0.046	-0.485
NO ₂ 上限値	0.848	0.186	0.067	0.492

てクラスター分析で1980年時点の路線の分類を行なうと図7のようになった1980年において総合沿道環境指標が最悪であるのはクラスター3の国道43号であり、1路線だけのクラスターを形成している。この評価は国道43号沿道が課題である沿道環境の実態をよく反映していると考えられる。

1980年から2000年においてそれぞれの路線の沿道環境がどのように変化するかをこれらの指標で調べると、道路網計画との関係を分析することもできる。このように道路網全体の沿道環境の予測を行ない、求められた指標を処理、分析することによって道路網のもつ問題点を明確にできることが示された。これらの作業を支える支援システムは、沿道環境問題へ取り組む際に重要な役割を果たすことができるであろう。

5. おわりに

ここでは、交通環境計画のための意思決定支援システムの例として道路網の沿道環境評価を支援するシステム

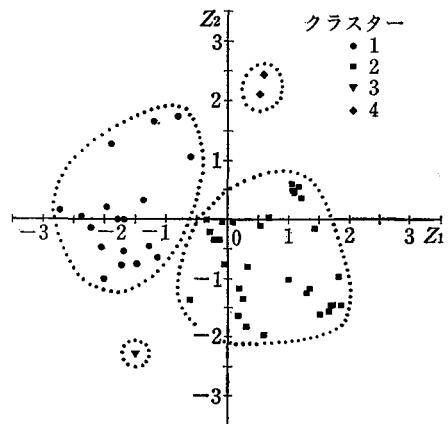


図 7 路線別主成分得点

UNIXワークステーションによる

科学技術計算 ハンドブック 基礎篇・C言語版

戸川隼人著・A5判・定価9800円(税込)

本書は、近年のコンピュータ技術の進歩により生み出された低価格・高性能のWSを、十分に活用するため

- 普通の参考書の2倍以上の頁数を使って、
- 最新技術をすぐに役に立つ形で詳説し、
- C言語によるプログラム例を80本収録、
- そのフロッピー・ディスクを標準添付した、

理工系研究者、技術者、院生に必携の書。

主要目次 ワークステーション UNIXの操作法の要点 C言語の要点 基礎知識 線形計算 非線形方程式 行列の固有値問題 補間・近似・数値積分 常微分方程式

新時代のコンピュータ総合誌

Computer Today

1月号/定価930円

マルチエージェント

マルチエージェント型

知識ベースシステム

西田豊明

マルチエージェントによる

組織的解決

榎木哲夫

協調知識ベースシステム

北村泰彦

月刊誌

数理科学

2月号/発売中/定価980円

人工五感への挑戦

新しい世代のバイオテクノロジーは情報エレクトロニクス、新素材技術との融合が進み、人間の神経、脳、感覚器のしくみを解明し、さらにこれらを人工化する試みがなされている。

人工五感/視覚/聴覚/味覚/嗅覚/触覚をつくる/植物でにおいを感じる/神経細胞は何を感じて成長するか/生物の磁気感覚

サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル

☎03(3256)1093 振替 東京7-2387

を紹介した。適用例を示したように、このようなシステムを使用することによって沿道環境対策を局地的なものからネットワーク規模によるものへと拡大することが可能になる。しかし、計画策定のための意思決定支援システムとして見た場合、ここで示したシステムは本来必要な機能のうち、一部を備えているに過ぎない。たとえば道路環境計画の代替案作成、沿道環境評価に関する意思決定者の環境構造モデルの作成や総合環境指標の作成などを支援する機能も必要である。これらを含めて総合的な道路網計画支援システムへと発展させなければならない。

交通施設整備のインパクトは当該交通システムの範囲にとどまらず、きわめて広い範囲に及ぶ。計画策定においては、交通機能に関する評価に加えてシステム外部に対する効果や影響をも考慮しなければならない。交通環境計画はまさにこれらを担当するものである。必要な情報量、評価や意思決定の困難さは交通機能の評価を上回るものであろう。したがって、交通計画の中でも支援システムの必要性が高く、支援システムが大きな役割を果たせる部分であると考えられる。また、さまざまなオペレーションズ・リサーチ手法の適用が期待される。

参考文献

- [1] 飯田恭敬, 森津秀夫, 朝倉康夫: 交通ネットワークの最適計画手法の現況と課題. 高速道路と自動車, 31, 3(1988), 27-36.
- [2] 森津秀夫: 選好記録からの多属性効用関数の同定に関する研究. 土木計画学研究・論文集, No.4 (1986), 157-164.
- [3] 森津秀夫: 道路網の沿道環境評価支援システム. 土木学会第14回土木情報システムシンポジウム講演集 1989, 117-124.
- [4] 森津秀夫: 道路網の沿道環境評価に関する研究. 都市計画論文集, No.24(1989), 313-318.