

環境面よりみた地域交通体系の評価に関する総合解析研究

Comprehensive Evaluation of Environmental Impacts of Road and Traffic

総合解析部

Systems Analysis and Planning Division

計測技術部

Chemistry and Physics Division

青木陽二・飯倉善和・乙間末広・功刀正行
田村正行・内藤正明・西岡秀三・原沢英夫
原科幸彦・溝口次夫
池田有光・篠原正則・渡辺聰子

Yoji AOKI, Yoshikazu IKURA, Suehiro OTOMA, Masayuki KUNUGI
Masayuki TAMURA, Masaaki NAITO, Shuzo NISHIOKA, Hideo HARASAWA
Sachihiko HARASHINA, Tsuguo MIZOGUCHI
Yukoh IKEDA, Masanori SHINOHARA and Satoko WATANABE

環境庁 国立公害研究所

THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

道路周辺環境評価システムの出力例

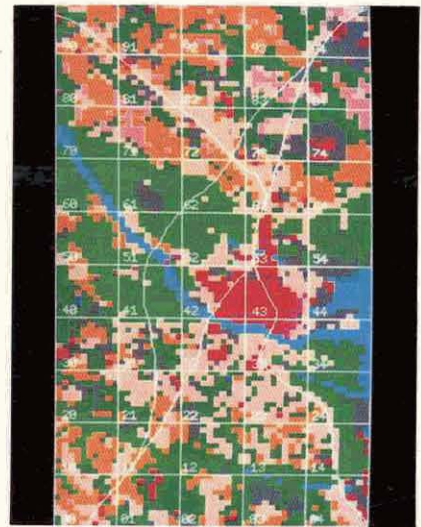
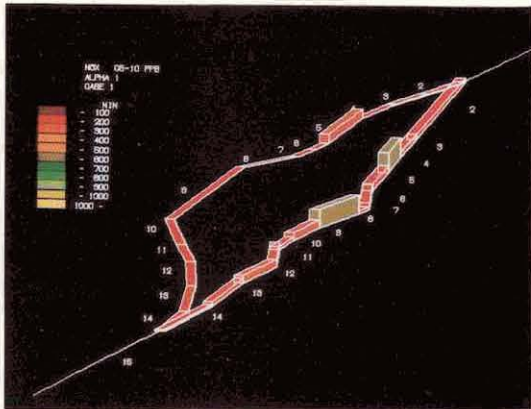


写真1 研究対象地域（土浦市周辺）の道路周辺土地利用図

写真2 区間別NO_x 曝露人口
6号線及びバイパス全区間 0.01ppm以上
(第4章, 第7章参照)



写真3 調査対象地区住民行動調査
桜町・主婦の歩行経路
(第5章参照)



実験状況

写真4 走行する自動車のもたらす心理的影響の測定状況
(第5章参照)

序

道路は人間・物資の交通輸送の目的で建設されるが、現在では主として自動車の交通およびそれによる輸送の手段となっている。そこで道路を交通輸送の面から取り上げた研究は数多くあるが、環境の面から論じたものは少ない。一方では、道路は輸送手段として多くの便益をあたえるが、他方では同時に、付近住民にとって主として騒音や大気汚染などによる環境悪化の原因となっている。道路をこのような面から総合的にとらえて研究したものはあまりない。

国立公害研究所総合解析部では、昭和55年度から経常研究として「環境面よりみた地域交通体系の評価に関する総合解析研究」を取り上げて、この問題を各方面から研究した。道路の環境評価というのは、環境に関する哲学が確立していなければ取りかかる方法も見当たらない。一般性のある方法論は、現在のところ完全に打ち立てるところまでにはまだ到っていない。しかしながらそのような状況でも、一方には具体的な測定データに基づいた自然科学的な評価方法を応用するところがないければ、具体的な対策をたてることができないであろう。ここで述べた手法は一般的に道路を取り扱うことができるものを目標としたが、最初から一般道路を取り扱おうとするとつかみどころがないので、土浦市内を貫通する交通量の多い国道6号線付近を中心にして研究を行った。ここには現在バイパスの建設計画があるので、その影響を建設完了後に再び実測して、われわれのいろいろな仮説を検証することができるであろうと期待している。

本研究はまだ終結していないが、多くの知見を得られたのでひとまず報告書にまとめて発表する次第である。内容については本報告の第8章にまとめてあるので、まずその部分を見られてから、さらに詳細については本文の各章を読まれるようにお勧めする。

本研究においてわれわれが目標としたことは、要するに環境面から道路を評価しようとする試みである。道路の交通騒音に関する苦情は公害苦情のなかで大きな部分を占めているにもかかわらず、まだこれに対する対策は十分でない。本研究が多少でも行政の手掛かりとして役立つところがあり、また本研究に対し各方面より意見を寄せられることがあれば研究に従事した関係者の極めて光榮とするところである。

昭和57年1月

国立公害研究所

所長 近藤次郎

目 次

第1章 研究のフレームワーク（西岡秀三）	1
研究のねらい，フレームワーク，研究の体制，研究遂行の経過	
成果発表一覧	9
第2章 自動車交通のもたらす環境影響の評価と対策について（内藤正明）	11
交通公害対策と評価との関係，道路交通公害対策の概要，道路環境評価のための指標作成について	
第3章 道路環境質の物理量測定	17
1. 大気汚染の計測法（溝口次夫・功刀正行）	17
はじめに，測定法の分類，フィールドにおける自動車排出成分の測定法，自動車排出ガス測定の例，おわりに	
2. 道路内の風の乱れの測定（池田有光・溝口次夫）	29
はじめに，測定条件等，データ処理及びその結果，考察，おわりに	
3. 道路交通騒音評価値 L_{α} の算出方法に関する研究（田村正行）	39
はじめに，サンプル間隔と回数の決定方法，実測データへの適用，むすび	
第4章 大気汚染及び騒音の変化予測とその評価——土浦バイパスを例として	47
1. 対象地域の現況とバイパス計画（乙間末広・原沢英夫）	51
はじめに，地域の概況，交通の現況，土浦市の交通公害の現況，バイパス計画	
2. 大気汚染予測モデルとシミュレーション（乙間末広・篠原正則）	55
予測モデルの構造と仮定，パラメータ推定，入力データ，評価関数，シミュレーション結果とその評価，電気自動車普及に伴う大気汚染の変化予測，今後の課題	
3. 騒音予測モデルとシミュレーション（田村正行）	67
市街地の道路交通騒音予測モデル，入力データ，評価関数，現況およびバイパス開通後のシミュレーションとその評価，電気自動車普及に伴う道路交通騒音の変化予測，今後の課題	
4. 大気汚染と騒音の結合指標による評価（乙間末広・田村正行・原沢英夫）	75
大気汚染指標と騒音指標の集約化，結合指標による評価	

第5章	人間意識と行動による個別項目評価	79
1.	道路近傍に立つ被験者の心理的影響の測定（青木陽二）	79
	問題の背景，心理・身体的反応を測定する為の仮定，測定項目の設定，測定の方法，測定の実施，心理的・身体的反応の構造，心理的・身体的反応の分析，心理的反応と道路計画変数との関連，日常生活で許容される心理的影響，結論と今後の発展	
2.	道路交通騒音と被害意識に関する分析——土浦市を例として——（田村正行）..	80
	はじめに，交通量・騒音の実態調査と分析，被害意識の実態調査と分析，被害意識と騒音の関連分析，むすび，資料（意識調査表抜粋）	
3.	交通流による地域分断の評価（渡辺聡子・西岡秀三）	117
	研究の目的，土浦市民へのアンケート調査方法，横断困難と交流妨害に対する意識，道路諸元との関連分析，マイクロパーソントリップを用いた解析	
第6章	住民意識からみた総合評価（原科幸彦・飯倉善和・西岡秀三）	135
	はじめに，総合評価のフレームワーク，調査対象地区と調査方法，個別評価項目評点の解析，個別評価項目の評価同定例—安全性について，個別評価項目の重要度の推定，総合評価値の推定，結論と今後の展望	
第7章	評価のための支援システム（原沢英夫）	155
	支援システムの位置づけ，システムの特徴と構成，交通研究における使用例，今後の展望	
第8章	まとめと今後の課題（西岡秀三）	173

第1章 研究のフレームワーク

西岡秀三¹

1. 研究のねらい

現在陸上輸送のほとんどが貨物・旅客共自動車によって占められている。とくに昭和40年代における自動車利用の伸びは、貨物輸送トンキロで年間10%、旅客人・キロで年間11%と大きかったが、残念なことにこの自動車交通の拡大に対応する都市計画が十分行われておらず、都市内へ流入する自動車による大気汚染・騒音振動による被害は年々増加して、いわゆる都市型公害の内最も緊急に解決をせまられる問題となってきた。航空機騒音や新幹線騒音などによる被害も含めて、交通公害による被害人口はひと口に約3000万人といわれているが、その実態は必ずしも明らかではない。これは自動車交通自体の実態がきわめてとらえにくいことに加えて、環境への影響が地域の都市特性によって変わることにも起因する。また交通公害の問題は、単に典型7公害に挙げられる大気汚染・騒音・振動にとどまらず、今後は安全・景観・地域分断といった快適な都市生活を阻害する現象全般をも包含して総合的な問題として取扱わねばならない。

本研究は以上のような観点から自動車交通道路体系を対象として

- 1) その環境的側面を総合的に把握しこれを統一的に表現する評価尺度の作成をこころみ
- 2) この評価方法を地域単位に実際の道路交通に適用して環境の良否を計量的にとらえる、いわば「道路環境診断」を行うことによって地域ごとの被害実態を明らかにし
- 3) 交通公害防止の諸対策代替案の効果を評価するための手法づくりを行おうとするものである。

2. フレームワーク

「道路」を評価するにあたっての視点としては、あくまでも道路周辺に住む生活者の立場に立った環境面を重視し、道路利用者特に自動車利用者の立場に立った便益面には重きをおかない。これは従来の評価が後者の立場から主になされてきて、前者の立場からの見直しが必要と考えたからである。また当面の対象としてまず主要道路沿いの地区にかぎり、そのフィールドを土浦市にとった。これから環境改善のための対策としては土地利用計画、道路構造改変、交通流制御、バイパス建設などにかぎって検討される。また評価の枠として周辺住民の各種環境影響の総合的評価を目指し、

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

個別の評価はこの目的に適合するようにすすめる（図1）。

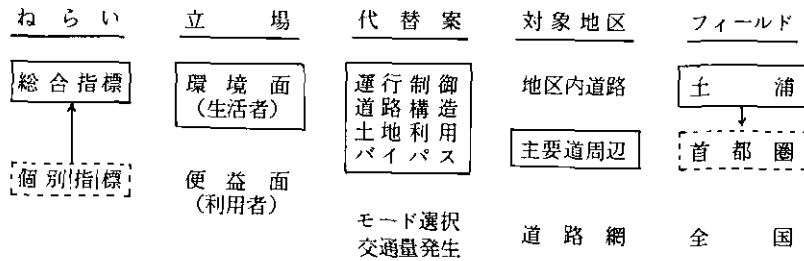


図1 研究の範囲

総合評価といった場合、まず性格の異なる個別の評価を集合させて一つの普遍的な評価につくりあげることがある。たとえば道路環境の良否をきめる総合評価は、図2にあげた安全性、騒音、大気汚染、振動、横断障害、ほこり、ごみなどの個別項目に関する評価 V_i の何らかの結合によってなされるであろう。ここで個別評価は他の物理・化学要因と心理量との対応で同定されるべきものである。またウエイトは評価主体の選好によって決定される。

更にステップを進めて、このようにして得られた総合評価値を地域的・時間的に集約したものをもって一層上位の総合評価値とすることも考えられる。

本研究では騒音、大気汚染、安全性といった個別評価項目の評価点の線形和による総合評価を考え、個別評価の同定とウエイトの決定を行った。個別評価の地域集約化も同時に試みているが、このような総合評価の考え方の基礎については次章で要約解説する。

本報告に述べられる各研究のサブテーマは、全体の評価、診断のわくの中に図2のように位置づけられる。すなわち今年度の研究ではまだその総合化のところが十分でないが、最終的に目的とするのはたとえばある市のある街道沿いの地区環境が、他の地区と比較してどれほどよいか、また5年前と比較してどれほど悪化したか、更にはその原因は何か、そして有効な環境保全対策によりどれ程改善がなされるか、を示す指標をつくることである。総合評価の方法としては、個別指標値の羅列によりそれぞれの指標値に対応する管理者（安全性指標に対する警察、道路施設管理者等）に注意をうながす方法、2個以上の指標の結合により特定の事象について多角的に判断する方法（大気と騒音の結合指標）、環境をでき得るかぎり包括して評価するため重要と考えられるあらゆる指標を総合化する方法の3レベルが考えられる。ここでは個別評価対象として図2の安全性から交通流に至る8項目をとりあげ、まず個別に評価値を推定している。評価は被害の起きる側面が生理的なものか、心理的なものか、財に対してかによって適当な指標が必要となってくる。生理的なものに対しては疫学的見地を踏まえてすでいくつかの基準が設定がされており、これを基準として採用するのが現段階では好ましいと思われる。第5章では心理的社会的な面からの評価を行ったが、これについてはいまだ十分確立された基準はなく、研究レベルで適切な評価法を見付け出す必要が

()は本報告の章をあらわす

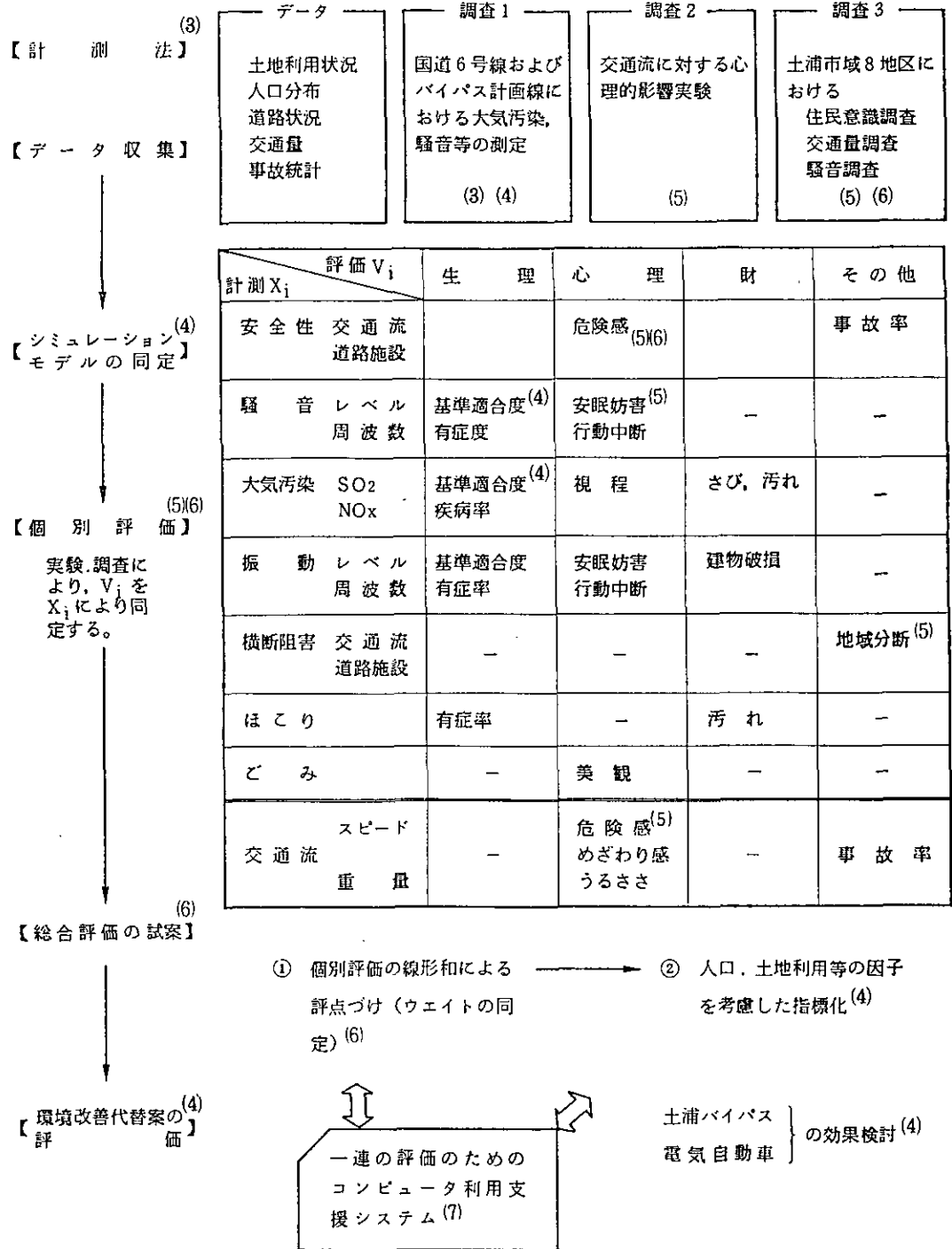


図 2 研究手順とサブテーマの位置づけ

ある分野である。振動による建物破損のような財に対する被害は、補償といった対策での解決が可能である。本研究ではこれらの評価の観点については、個別評価項目ごとに最も問題とされる観点から重点的に評価することになっている。

個別、結合、総合のレベルについては、まず第4章、第5章で個別項目評価値をそれぞれについて出し、第4章で大気汚染・騒音についての結合指標作成を試み、第6章で総合評価について、安全性からポイすてごみに至る7項目の重みづき線形和による評価を行っている。

本報告のもう一つのポイントは、第7章に示すこれら一連の評価を行うにあたって、評価結果が迅速適切に研究者、行政、住民にコミュニケーションできるように開発された支援システムである。これはコンピュータと画像処理装置およびその周辺機器よりなるハードウェアに、本報告で必要となった一連のデータ、モデルを組み込んで、常時対象とする地点の評価値を迅速に地図上に表示するソフトウェアを結合させたシステムであり、いわば医学的診断のための「X線装置」に相当する。

評価を行うためには測定自体が正確・簡便なものではないが、心理的な計測はもちろん、物理的な計測についてもまだ十分な測定手法が確立されていない。本報告第3章では道路環境における大気汚染の計測法に関する検討、道路内の風の乱れの計測および交通騒音の計測法に関する提案を行っている。

3. 研究の体制

本研究はプロジェクト体制で遂行された。ここでいうプロジェクトとは次のような研究を想定している。

- 1) 事実の解明を行うことはもちろんであるが、力点はむしろ現在の道路周辺に起っている環境問題の解決のための手法を提案し、行政に資することにある。
- 2) 問題解決に重点がおかれる結果、それに必要な多分野の研究者の参加が必要である。
- 3) 各研究者のなすべき役割は問題解決のためのテーマの構成から決まるものであって、必ずしも研究者の個人的研究の興味と合わぬこともある。
- 4) 問題は明確に設定されていて、各研究者の役割もはっきりしていなければならない。
- 5) 各研究者の共同作業と研究成果が相補い更に相乗効果をもたらし、短期間で十分の成果をあげるような研究組織でなくてはならない。
- 6) 成果は当初の目的に照らし合わせてその達成率が評価される。

本研究では特に問題点の周知徹底を行うために、研究推進の当初に参加者全員による研究のフレームづくりと実地調査を行い、問題意識の共有化につとめた。研究の最終目標として道路環境の評価に今回の重点を絞り、対策への展開はその後にするという意味で「環境診断」を表に出した。理論面でのリーダーとプロジェクト遂行管理のためのリーダーの合議によるリーダーシップをもとに、各研究者がフィールドでは協力し合い、理論面では討議を重ねる体制を作り、週1回の連絡会議、2週1回程度の研究討議ミーティングをもった。総合解析部部員のみでは構成できない専門分

野については計測技術部の協力をあおぎ、客員研究員や共同研究員の参加を求めて補っている。

本研究を構成するサブテーマは図2に示すように関係付けられているが、それぞれのサブテーマごとに図3に示す分担で研究を進めてゆき、全体のとりまとめを西岡（補佐：内藤）が行った。

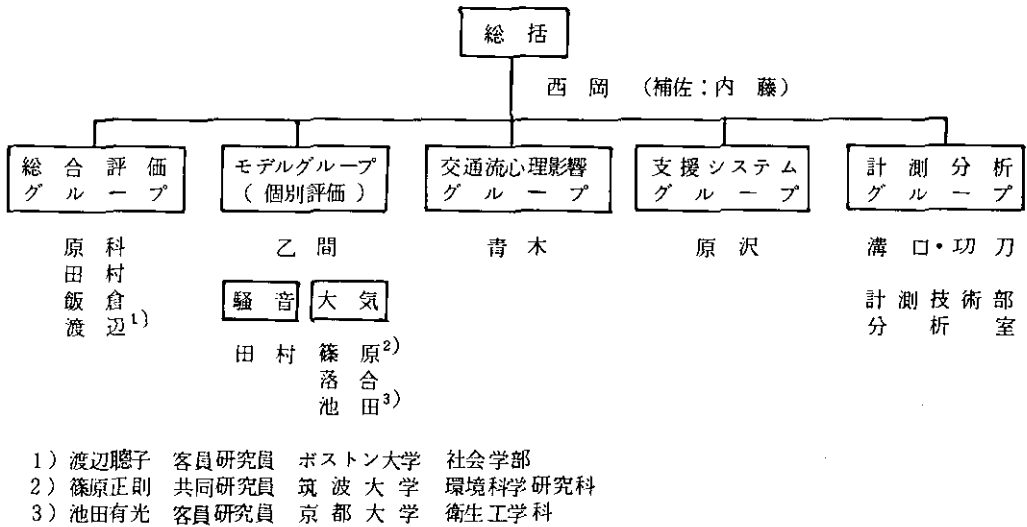


図3 研究体制

4. 研究遂行の経過

本研究は当初昭和55年度のみ研究として55年4月より56年3月まで遂行されるよう計画されていた。実際には55年1月より研究の構想が生まれ、約1年にわたる実験・調査の後、一応のくぎりをもたえここに研究報告書を取りまとめる段階に至った。

この55年度の成果を踏まえ更に広範囲に適用できる評価法へと拡大し、有効な交通公害対策の検討へ利用すべく、昭和56年度も「交通体系の環境面評価と交通公害対策に関する研究」として経常研究で継続して研究されている。

昭和55年度の研究ステップは次の4段階に分けられる。

- 1) 研究のフレーム設定の段階 55/2～55/4
- 2) 実地調査・文献サーベイによる研究の方向付け 55/3～55/6
- 3) 各サブテーマごとに実験・調査の実施 55/7～56/2
- 4) サブテーマごとの成果発表および全体のまとめ 56/2～56/7

研究の経過は図4に示すとおりであるが、遂行に当たったの主なマイルストーンは次のようなものである。

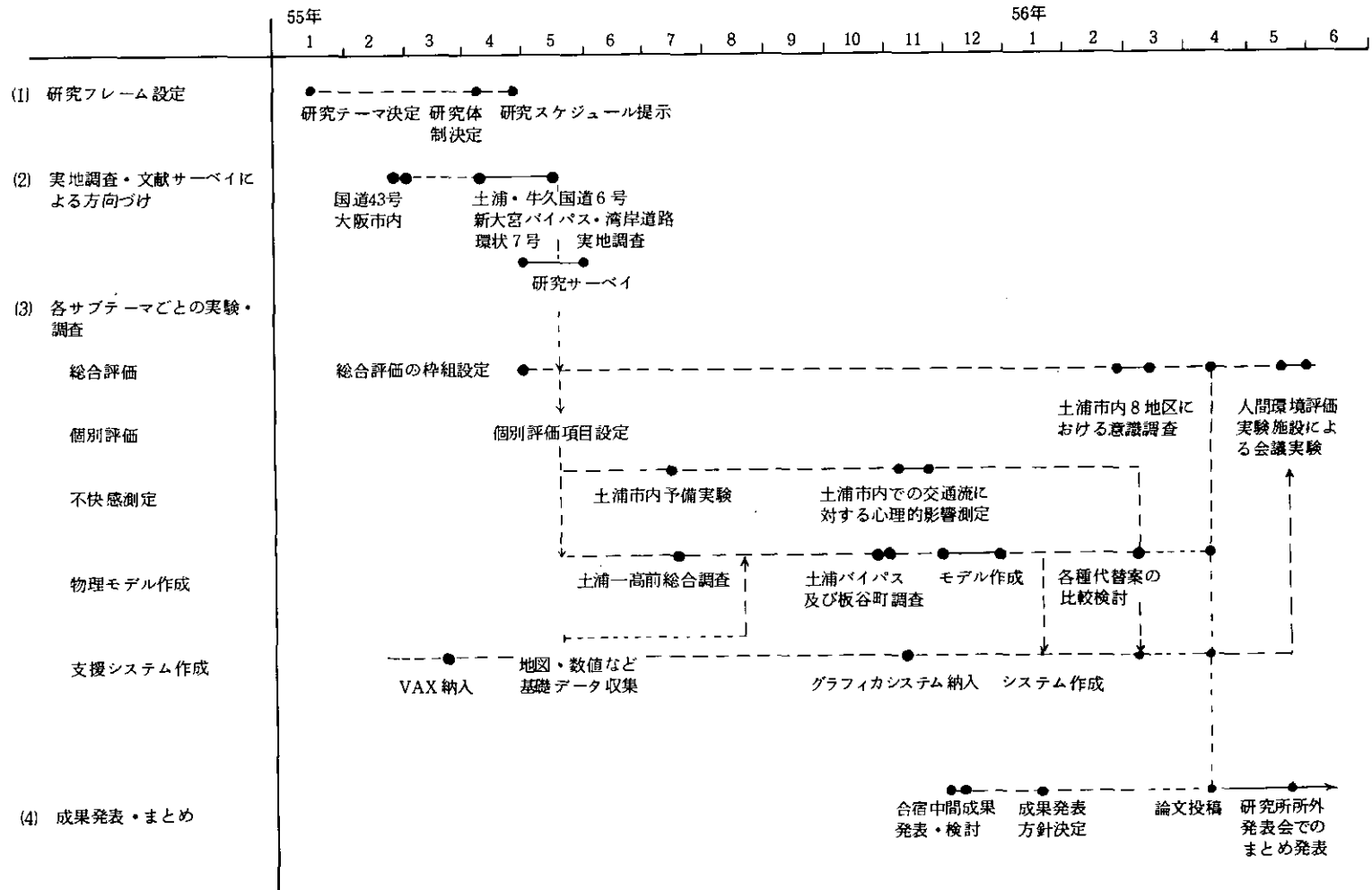


図4 研究の経過

55年1月 55年度研究計画をたてるに当たり、既に騒音、大気汚染、住民意識調査、環境情報収集などで研究実績の集積しつつある分野で且つ社会的ニーズの高いテーマとして交通公害問題を取り上げることに決定、プロジェクト体制での遂行が確認された。

2月6日 内藤より交通体系の環境面評価に関するフレームの提示があり、参加予定者によるフレームの討議を行った。

3月6日～7日 交通公害が問題になっている地点観察の目的で、国道43号、大阪市内の現状視察と関西方面の交通公害研究の調査を行った。

4月9日 研究テーマを確認、研究プロジェクト遂行体制を決定した。

4月17日～5月24日 首都圏における交通公害実態把握のため、国道6号線土浦市および牛久町、新大宮バイパス、湾岸道路千葉市、環状7号線大原などで簡易測定を実施し、爾後の研究の予備実験を試みた。

4月25日 研究計画・スケジュールが決定され、以後各サブテーマごとに研究を行ってゆくことになる。当面のフィールドとして6号線土浦市をとることになった。

5月2日～5月31日 交通公害対策の行政面よりみた経緯、各サブテーマの分野における研究状況のサーベイを週1～2件発表。また、評価を行うに必要な交通、土地利用、道路等に関する基礎データの収集を国土庁、建設省、市、県警などで行った。

6月 7月の土浦フィールド総合調査に向けての計測項目・計測方法・基礎データ収集を行った。

7月21日 土浦一高前で総合調査実施。この調査は主に物理モデルグループが用いるデータ収集を目的としたもので騒音、振動、大気、交通量、周辺建物状況等の計測による実態把握、計測法の確認、交通量に対する心理的影響計測の予備実験などプロジェクト参加者全員によるフィールド調査である。8月、9月はこの測定データの解析および他のサブグループの実験計画立案に費やされた。

10月28日 土浦バイパス大気・騒音測定。これは土浦バイパス供用開始後の状況と比較するための事前調査であり、この計測結果は昭和57年の開通後のデータと整合性をもたせるよう測定位置を正確にとるよう配慮してある。

10月29日 引き続き土浦市板谷町近傍の6号線で平地における物理量伝播状況確認のための計測を行った。

11月1日 画像処理設備の中核であるグラフィカシステムが搬入され、VAX 11/780 と結合され評価結果の画像処理体制が整った。

11月8日～17日 交通流に対する心理的影響測定が土浦市内6か所で行われた。

12月5日～6日 水戸市内において全員による中間報告検討のための合宿を行い、これまでの調査結果の総括を行った。

1月8日 成果の発表方法について検討会をもち、研究成果については各自適切な学会に発表審査を受けたのち所研究報告にとりまとめる、同時にこの成果をもとに広く地方自治体等と研究意見交

流を深め研究成果の行政施策への反映を計ることにした。

1月13日 昭和56年度研究計画作成に当たり、このテーマでの研究を更に推進してゆくことに決定した。

2月17日～25日 土浦市内8地区において道路周辺環境に関する意識調査を実施、同時に交通量、騒音の測定を行った。

以上の日程で進められてきた研究成果は主な部分につき関連学会に発表されており、プロジェクト全体については昭和56年6月5日の所外研究発表会で概要が説明された。また昭和56年度に入り、土浦市内での意識調査対象者の中から約100人を選び、中会議室に設置された人間環境評価実験施設（ELMES）において、道路周辺環境評価会議を4日間にわたって開催した。これについては別途報告の予定である。

成果発表一覧

第1章

- (1) 西岡秀三：環境面よりみた地域道路交通体系の評価——土浦地区の例。国立公害研究所研究発表会，筑波。（56. 6）

第2章

- (2) 内藤正明（1981）：環境指標の整理と体系化の試み、環境情報科学，10（1），61—69.

第3章

- (3) 溝口次夫：道路近傍の自動車排出ガスの挙動と測定。京都大学環境衛生研究会，京都。（56.8）
- (4) 溝口次夫・池田有光：道路近傍の自動車などによる風の乱れに関する一考察。第22回大気汚染学会，秋田。（56. 10）
- (5) 田村正行・西岡秀三：道路騒音評価指標の算出方法に関する一考察。日本音響学会昭和56年度春季研究発表会，横浜。（56. 5）

第4章

- (6) 篠原正則・内藤正明（1980）：スプライン法による大気汚染2次元分布の推定。環境情報科学，9（4），62—64.
- (7) 篠原正則・乙間末広・原沢英夫・内藤正明（1981）：バイパス開通に伴う大気汚染の変化予測とその評価—国道6号線土浦バイパスを例として。土木学会第9回環境問題シンポジウム講演論文集，126—131.

第5章

- (8) 青木陽二（1981）：物理的環境と心理的反応との関連分析に関する研究。環境情報科学，10（3），25—29.
- (9) 青木陽二・西岡秀三（1982）：自動車の走行が歩行者にもたらす心理的影響の測定。交通工学，17（3），掲載予定
- (10) 渡辺聡子・西岡秀三：自動車公害と地域社会—都市内の幹線道路における自動車交通が沿道共同体に及ぼす社会的インパクトについての研究。第54回日本社会学会大会，東京。（56. 10）

第6章

- (11) 原科幸彦・原沢英夫・黄光輝・内藤正明（1981）：道路周辺環境質の総合評価手法に関する一研究—筑波研究学園都市における事例研究。地域学研究，11，81—98.
- (12) 原科幸彦（1980）：地域住民の集合調査による道路周辺環境評価—筑波研究学園都市における事例研究。日本社会心理学会第21回大会論文集，9—10.

- (13) 原科幸彦・原沢英夫 (1980) : 集団反応解析器を用いた環境評価項目の重みづけ実験——即時デルファイ法による線型重みづけ理論の適用. 日本行動計量学会第8回大会発表論文抄録集, 39-42.
- (14) 原沢英夫 (1980) : 環境評価におけるコンピュータ支援の重みづけについて. 環境情報科学, 9(3), 64-68.
- (15) Harashina, S. and M. Naito (1981): Computer Aided Conference for Comprehensive Evaluation of Residential Environment. 8th Triennial World Congress, International Federation of Automatic Control, CS-75-CS-80.
- (16) 原科幸彦・飯倉善和・西岡秀三 (1981) : 住民意識調査にもとづく道路周辺地域の環境診断——土浦市での事例研究. 都市計画別冊昭和56年度学術研究発表会論文集第16号, 319-324.
- 第7章
- (17) 原沢英夫・西岡秀三 (1981) : 環境評価のためのコンピュータ支援システム. 環境情報科学, 10(3), 74-81.
- (18) 原沢英夫・西岡秀三 (1981) : カラー画像表示システムによる環境診断について——道路周辺環境への応用. 土木学会第6回電算機利用に関するシンポジウム講演概要, 5-8.1
- (19) 原沢英夫 : 計算機支援による道路環境評価. 日本システム工学会第160回MCB研究会, 東京. (56, 8)

第2章 自動車交通のもたらす環境影響の 評価と対策について

内藤正明¹

1. 交通公害対策と評価との関係

自動車交通が環境にもたらす各種影響を総合的に評価することが本研究の目的である。しかし評価というのはそれ自体として完結する作業ではなく、我々が何らかの行為を行ったとき、その行為がもたらす効果を判定する根拠を見出すことを目的とするものである。したがって、評価値を定量的に与えるところの評価指標というものは具体的な対象行為に対応し、これを判定するに最も適切な形で設定されるべきものである。ゆえに対象とする行為（ここでは交通公害防止策）に対応してそれぞれ評価指標は異なる。それと同時に環境変化の影響をうける主体がどのような基準に基づいてその影響を判断するかというのも指標を決定するもう一つの重要な要素である。

ところで交通公害を防止する対策には後述のように多様なものがあるが、その各種レベルと、これを評価する指標のレベルの対応を例示的に示すと表1のようになるであろう。このような施策と

表1 防止対策と評価指標の対応

対 策 例	評 価 指 標 例
国レベル	
一 国の輸送交通体系代替案	一 総エネルギー消費対輸送量 一 総汚染発生量
広域レベル	
一 地域交通ネットワーク 代替案	一 地域総汚染発生量 一 広域汚染分布
一 地域土地利用計画	一 汚染曝露総人口
局所レベル	
一 道路構造改善 一 沿道土地利用計画 一 交通規制	一 沿道汚染分布 一 沿道汚染曝露人口

([] 本研究での対象レベル)

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

評価の種々のレベルにおける対応関係の中で、本研究がねらいとするのは道路構造、交通規制など地域局所スケールの対策であり、したがってこのために必要な環境評価指標は空間的にはマイクロなもので、道路沿道について数10～数100mオーダーのものとなり、たとえば「沿道周辺汚染曝露人口」などが一つの評価基準となろう。一方時間的スケールとしては環境質の悪化が人間に与える影響が顕著となる変動スケールをとるべきである。しかしこれは環境質の項目によっても異なるため一律に定め難く、それぞれに適した平均化時間スケールを設定することになる。

以上のようにして必要な指標の特性が設定されると、次にこの指標を算出するために必要なデータのレベルとスケールが決定される。しかる後、これに基づいて実測、調査等のデータ収集の方針が決まってくる。この手順を踏まえて、次章以降の検討が進められる。

2. 道路交通公害対策の概要

ここで対象とする局地的スケールの道路交通公害に関して、どのような対策がとりうるかを、公害発生要因と対応させつつ要約したものを表2¹⁾に引用する。ここには交通発生そのものの抑制から、発生源としての自動車の構造改良、そして環境場としての道路やその沿道の対策までいくつかの質の異なる対策のありうる事がわかるが、またそのいずれもが単独で十分な効果をもたらすものではなく、しかもその実施に大きな困難を伴うことが想像される。それだけに、対策の困難さの程度と同時に対策効果の評価をいかに適切に行うかは多くの代替策の中から適切なものを見出すために極めて重要であることが理解されよう。

なお参考までに、これら諸対策を実施するに当たってよりどころとなる現行法制度をみると表3¹⁾のようである。

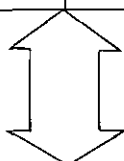
3. 道路環境評価のための指標作成について

これまで環境に関連する指標ないしは指数として提案されている多種多様なものの中で、道路周辺環境の評価に多少とも関連ありと思われるものを広く拾い上げて分類・整理したものが表4である。この分類表の意味するところについては、既に報告済²⁾みであるため、詳細は省くが、以下の検討に係る部分を表中に□印で囲って示す。本研究では、まず大気、騒音、振動および車のもたらす心理的圧迫感という個別項目の評価を確立し、これらの及ぼす道路周辺への影響をマクロ的に把握するために地域集約した「広域指標」を提示した。次いでこれらがある基準の下に集約して、一種の複合的な指標（ここでは結合指標と称している）にまとめることを試みている。ここで提案する指標が環境指標体系の中でどの部分に位置づけられるかが表4で理解されよう。

特に本研究で目指す総合的評価に関しては、個別の環境質項目をいかに集約して一つの指標にまとめていくかという考え方や手法が重要になる。本研究の主要作業はこの部分にある。そこでこの指標の集約化過程に含まれる作業内容とその問題点を整理しておくことは有用であろう。これをまとめたものを表5に示す。ここに示すように、総合的な指標を導く為には、まず対象の評価に必要

表 2 道路交通公害の発生要因

道路交通公害の発生要因 公害	交通需要の発生	発生源としての自動車構造	実交通の発生	影響の伝播・拡散	公害としての現象化
騒音	都市構造 経済構造 モビリティニーズ等	エンジン音 排気音 車両総重量等	走行状態 交通量 車種構成等	道路構造 地形等	沿道土地利用 建物の種類 建物構造等
振動	同上	車両総重量等	同上	道路構造 地盤等	同上
大気汚染	同上	排気ガス	同上	地形 気象等	同上



道路交通公害対策 公害	交通需要発生の抑制	自動車構造の改善	道路の適正配置及び交通流・量の管理	道路構造の改善	沿道対策
騒音 振動 大気汚染		許容限度の設定・強化 電気自動車等 低公害車の開発・普及等	走行状態の改善 ・交通管制システム ・信号機の系統化 ・速度制限 ・違反車両の取締り等 交通量の抑制 ・生活ゾーン規制 ・大量公共輸送機関への転換 ・物資輸送システムの合理化等	遮音壁の設置 環境施設等の設置等	緩衝建築物の誘導 緩衝緑地の設置等

表 3 現行交通公害対策のための主な法制度

	環境基準等	自動車構造に関する対策	交通流・量に関する対策	道路構造に関する対策	沿道被害に関する対策
大 気 汚 染	<ul style="list-style-type: none"> ○大気の汚染に係る環境基準（環境庁告示）SO₂, CO, 浮遊粒子状物質, NO₂, 光化学オキシダント ○要請基準（総理庁令）CO 	<ul style="list-style-type: none"> ○自動車排出ガスの量の許容限度（環境庁告示）CO, HC, NO_x, 粒子状物質 ↓ ○道路運送車両の保安基準（運輸省令） 	<ul style="list-style-type: none"> ○都道府県知事は要請限度をこえている場合、公安委員会に、道路交通法上の措置を要請する。（大気汚染防止法）（騒音規制法）（振動規制法） ○公安委員会は、要請があった場合等において必要があると認めるときは、交通規制を行う。（道路交通法） 	<ul style="list-style-type: none"> ○都道府県知事は特に必要があると認めるときは、道路構造の改善等に関し、道路管理者又は関係行政機関の長に意見を述べることができる。（大気汚染防止法）（騒音規制法）（振動規制法） （注）振動規制法にあっては要請 ○道路の標準幅員に関する基準案について（建設省課長通知） ○道路環境保全のための道路用地の取得及び管理に関する基準（建設省局長通知） ○道路管理者は要請があった場合において必要があると認めるときは道路構造の改善を行う。（振動規制法） 	<ul style="list-style-type: none"> ○高速自動車国道等の周辺における自動車交通騒音に係る障害の防止について（建設省局長通知） ○沿道環境整備要綱（建設省局長通知）
騒 音	<ul style="list-style-type: none"> ○騒音に係る環境基準（閣議決定） ↓ 地域指定 ↓ ○要請基準（総理庁令） 	<ul style="list-style-type: none"> ○自動車騒音の大きさの許容限度（環境庁告示） ↓ ○道路運送車両の保安基準（運輸省令） 			
振 動	<ul style="list-style-type: none"> ○振動の規制に関する基準（環境庁告示） ↓ 地域指定 ↓ ○要請基準（総理府令） 				

表4 各種環境関連指標の整理と体系化

(B)分類軸		集約化過程					施策
		個別指標	複合指標	長期指標	広域指標	総合指標	
人間	活動段階	交通量 ガソリン販売実績			地域内物流量 地域生産高	(GNP)	操作指標 先指標 中間指標 評価指標
	発生段階	汚染負荷量	環境ストレス 指標 DOP		地域汚染総排出量		
自然環境	物化環境	SO _x , NO _x , O _x , ... db, PHON	PSI, PINDEX, ORAQI, MURC, 幾何指数 API	対数正規平均値 TAI	AWI		総量規制 (環境基準設定)
	生物環境	BIP		結合指標		EES, EIU (環境ストレス 指標)	被害補償法 環境アセスメント
社会環境	生理的影響	気管支炎過剰死亡率 TSS, NPL		DI	PWI, DPP PTI, PRT PRI	NWF-EQ OECDI	地域環境管理
	心理的影響	Q-index, NNI, PNL SPL, NEF 臭気尺度		音環境質指数 NPL		国民生活☆ 環境指標 大阪府生活環境 質指標	地域計画 国土計画
	財的影響	建物汚損度	作物被害指数 物件 " "	(社会指標)		(NNW)	

注) ()内は必ずしも環境指標そのものではない。☆は将来の検討に待つもの。
□内は本研究で取り上げる関連部分。

な“評価項目”の選定をしなければならない。しかしこの過程が実は最も困難であり、どれだけの項目が、必要十分であるかを一意的に決定する方法論は確立されていない。次いで選択した個別の項目が人間の生活や健康にもたらす影響を総合的に表現するために何らかの集約化作業が必要となる。この一つの考え方としては項目ごとの荷重を加味した結合であり、さらに時間的集約、そして最終段階として、これらが対象地域全体に及ぼす影響を地域集約することである。ここでもまた地域的重要性をどうするかなど、社会的、経済的さらには医学的な判断までも含めた重みづけが要求されよう。これらの手順に関して本研究はまだ必ずしも十分な考え方を示し得てはいないが、具体的フィールドを選び、その一連の過程について一つの例を提示しようとするものである。

参考文献

- 1) 環境庁土地利用研究会 (1979) : 交通公害対策と土地利用制御、かんきょう、4(1)、44-68.
- 2) 内藤正明 (1981) : 環境指標の整理と体系化の試み、環境情報科学、10(1)、61-69.

表5 指標集約化の手順とその問題点

作業手順	式表示	作業内容	A 発生源指標	B 環境負荷指標	C 環境状態指標	D 環境影響指標	
データ収集と整備	計測値： $x_i(t, p)$	必要項目 x_i の計測値を時間 t と場所 p の関数としてデータベースに整備	環境改変の潜在能となる経済・社会活動量のデータ(重油消費量, 開発規模…)	汚染, 改変等の負荷量のデータ(BOD負荷量, NO _x 負荷…)	汚染状況に関するデータ(大気, 水質…) 環境現況に関するデータ(植生, 流量…)	被害状況に関するデータ 苦情件数, 疫学調査結果	
価値尺度への換算	価値尺度： $X_i = \psi_i(x_i(t, p))$	主に専門家へのアンケートなどによる価値尺度 ψ_i の定量化	ψ_i : 線形	ψ_i : 線形	計測値の価値関数への変換	影響度の被害尺度への変換	
指標集約化への	複合指標 項目集約： $\bar{X} = F(W_i, X_i)$ 注1)	必要項目 X_i の選定	対象評価事象に関わる発生源活動項目の選定	対象評価事象に関わる発生負荷項目の選定	対象評価事象に関わる環境状態量項目の選定	対象評価事象に関わる被害項目の選定	
		住民の選好や専門家の判断による荷重係数 W_i の決定	個別活動量の相対的汚染発生ポテンシャル(エクセルギー…)	同一種負荷を生ずる発生源の単純重合せ, 異種負荷発生源の総合化基準(対排出基準化, …)	影響度(D)を判断に入れた重要度荷重 W_i の決定(対環境基準比, …)	被害項目の相対的重要度 W_i の決定(住民選好, …)	
		長期指標 時間集約： $Y = \int_A W_t \bar{X} dt$ 注2)	時間代表性の検定	作業条件の時間, 週間, 年間の変動の均らし方	排出条件の時間, 週間, 年間変動の均らし方	計算値の時間代表性の検討	被害調査データの時間代表性の検討
約化	地域集約： $Z = \int_A W_p Y dp$ 注2)	時間毎の荷重設定	$W_t = 1$	$W_t = 1$	$W_t = 1$	$W_t = 1$	
		対象時間巾の設定	どの時期の評価をしたいか	同 左	同 左	同 左	同 左
		広域指標 空間代表性の検定	特に問題とならない	同 左	同 左	計測値の地域代表性については特に検討要す	サンプル値の地域代表性は特に検討要す
地域毎の荷重設定	$W_p = 1$	$W_p = 1$	$W_p = 1$	地域毎の環境の重要性による荷重(影響を加味)	被害の地域社会毎の荷重付けのむづかしさ		
対象地域の設定	どの地域を評価対象としたいかの指定	同 左	同 左	同 左	同 左		

注：1)：項目集約化として Σ , Π などがある。 2)：必ずしも重みつき線形和となることは保証しない。

第3章 道路環境質の物理量測定

1. 大気汚染の計測法

溝口次夫¹・切刀正行¹

1.1 はじめに

自動車から排出される大気汚染成分は、ガソリン、ディーゼル油、LPGなど石油系燃料の燃焼に起因するものが主で、現在、重要視されている大気汚染成分のほとんどが含まれている。したがって道路周辺における自動車排出ガス成分等の測定法は環境大気中での汚染成分の測定法と一般には異なることはない。工場、ビル等のボイラー、加熱炉などの排煙は煙突から放出され、空気中を拡散、移流した後地上へ到達する。すなわち、排煙口を出てから、かなりの時間を経過するため、地上での汚染濃度はかなり平均化されることとなる。これに対して、自動車排出ガスの場合は道路を走行する自動車自身から排出されて、時間遅れなしに地上に到達するため、しかも、NO_xなどの濃度は自動車からの排出濃度がはるかに高いため、濃度変動が極めて大きい。したがってフィールドで測定を行う場合にはその目的に応じて、サンプリング地点の選定、サンプリング手法の選択を行う必要がある。ここでは、道路を対象として、自動車排出ガス成分等の測定法を、実測例を紹介しながら検討することとする。

1.2 測定法の分類

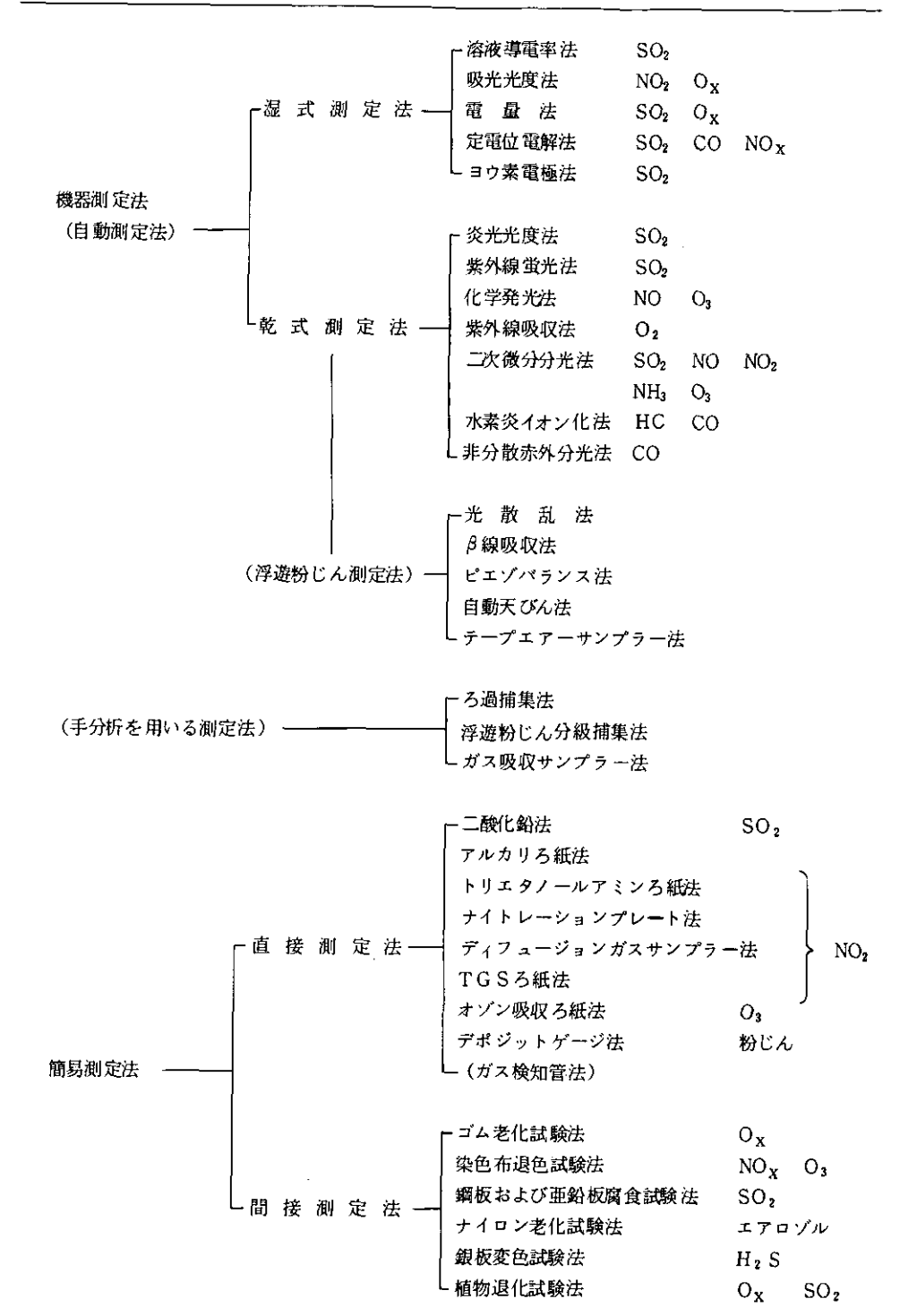
大気汚染物質の測定法には非常に精度の高いものから、単に、汚染のレベルを知る程度のもので数多くの種類がある。ここでは、測定法をそのサンプリング手法によって分類する。

1.2.1 スタティック サンプラー

動力を全く使わない方式で、二酸化鉛法、降下はいじん計は20世紀前半から大気汚染の評価に使われている。アメリカの国設大気測定網(NASN)¹⁾では銀板変色試験法、鋼板、亜鉛板腐食試験法など8種類のスタティックサンプラーが大気モニタリングに利用されている。スタティックサンプラーで有名なのは光化学オキシダントの評価に利用されているゴムクラッキング法²⁾である。最近、NO₂のフィールド測定用にトリエタノールアミンろ紙法³⁾、⁴⁾ディフュージョンガスサンプラー法⁵⁾などが開発され、自動車排出濃度の測定に使われている。スタティックサンプラーで注

1. 国立公害研究所 計測技術部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

表 1.1 大気汚染成分測定法の分類



意しなければならないことは、気象要素の影響である。とくに、風と気温の影響が大きく、濃度が一方に片寄る危険性がある。

1.2.2 セミダイナミックサンプラー

サンプリング時またはサンプリングの前に、多少の動力を必要とする方式で、マイラーバッグ、真空ビン等に空気をサンプリングする方式で、道路端での自動車排出ガス成分、とくに、炭化水素類の測定には有効である。

1.2.3 ダイナミックサンプラー

サンプリング期間中、ポンプなどで空気を吸引する方式で、ローボリュームエアサンプラー、ハイボリュームエアサンプラーなどの浮遊粉じんのろ過捕集法、アンダーセンサンプラーなどの浮遊粉じんの分級捕集法、およびガス状物質測定のためのガスオートサンプラーなどがある。サンプリングした後の分析、秤量等は、マニュアルで行うこととなる。

1.2.4 コンティニュアスサンプラー

サンプリングから分析、データ記録までのすべてのプロセスをオートマティックに行う方式で、現在、全国の自治体および国設のステーションで常時監視に用いられている測定機器はこの分類に入る。SO₂、NO_x、O_x、CO、HCなどの自動測定機⁶⁾が数多く開発されている。

当初は湿式測定法が主流であったが、最近では、標準ガスの普及などもあって、乾式の測定法が多くなっている。保守管理の面からは乾式法が望まれている。実験室用、フィールド用に開発されている機器もある。

1.2.5 その他

レーザーレーダー⁷⁾のようにサンプリングの必要がなく、直接、大気汚染成分の立体分布等を測定する手法がある。レーザーレーダーは個々の成分の感度、精度および製作費等の点で一般に普及するのはまだ時間がかかりそうである。

表 1.1 に現在、実用化されている大気汚染成分の測定法を総覧する。

1.3 フィールドにおける自動車排出成分の測定法

大気汚染成分の自動計測定機はわが国では、従来から常時監視ステーション用に開発されて来たため、フィールドでの測定には適しないものが多い。

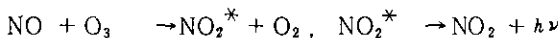
自動車排出ガス成分を測定するための常時監視ステーションも都市域あるいは交通量の多い道路沿いに設置されており、そこでは、気象測器も含めて、同様の自動測定機が稼働している。しかし、特定の目的のために、道路端などのフィールドで測定を行う場合には、フィールドに適した計測手

法を用いる必要がある。地域の環境アセスメントなどの目的で測定する場合は、通常、ある期間の汚染濃度の平均値が要求され、したがって、それ程の精度を必要としない。このような場合には、後述の簡易測定法が有効に利用される。しかし、短時間の濃度変動、最高濃度を求める場合には連続データの得られる機器測定が必要であり、設置場所、気象要素、電源の確保等検討すべき事項がいくつか出てくる。このような場合、ステーション用あるいは実験室用に製作されている計測機器を所定のフィールドに設置して測定することもある。したがって、ここでは、これらの計測機器も含めて、実際に自動車排出成分の測定に利用しうる窒素酸化物、一酸化炭素および浮遊粉じん用の計測機器および簡易測定法を紹介する。

1.3.1 ガス状成分測定法

(1) 化学発光法⁸⁾

化学発光法の原理は次のとおりである。一酸化窒素とオゾンとの反応によって、その一部が励起状態の二酸化窒素 (NO_2^*) を生成し、それが基底状態に転移するときに 600 ~ 3000 nm の波長域で発光がある。



オゾンを十分過剰な状態にしておけば発光の強さは一酸化窒素の濃度に対応するので、発光の強さを測定することにより一酸化窒素の濃度を知ることができる。二酸化窒素はこのような化学発光を生じないので、コンバータを通して一酸化窒素に還元してから測定する。フィールド用のものとしては製品化されていないが、実験室用に開発されたものが利用できる。

(2) 定電位電解法⁹⁾

一酸化炭素をガス透過性の隔膜を通して電解質溶液に導き、一酸化炭素が触媒活性を有する陽極に達すると次式のような電解酸化反応が生じる。



この酸化反応に伴って電極間に試料大気中の一酸化炭素濃度に比例した電流が流れるので、この電流を測定することによって一酸化炭素の濃度を連続的に知ることができる。電極の寿命などに問題があり長時間連続運転には耐えられない。本法には一酸化炭素のほかに、二酸化硫黄、窒素酸化物の測定装置もポータブル型が製品化されているが、感度、電極の寿命等の問題がある。

1.3.2 浮遊粉じん測定法

(1) 光散乱法

本法はわが国の環境基準の自動測定法となっている。筒の中に光ビームを照射しておき、ここに試料大気を導入する。試料大気中に粒子状物質があれば散乱を生じる。この散乱光の強さを光電子

増倍管で検出し、その光電流を測定する。散乱光の強度は粒子の形状、大きさおよび相対屈折率等によって変化するが、これらの条件が同一であれば粒子の質量と比例関係をもっている。あらかじめ比例係数を求めておいて本法の指示値を乗じて濃度を求める。浮遊粉じんは全ての測定法に共通して水分の影響をいかに除去するかが問題であり、これによる誤差はきわめて大きい。本法では標準散乱板によって指示の調整を行っているが、その精度は疑問である。ステアリン酸粒子による校正法も用いられているが簡単ではない。本法は間接測定法であるため誤差がさらに大きくなる可能性がある。フィールド用に開発されたポータブル型の装置が製品化されている。

(2) ピエゾバランス法¹⁰⁾

一対の水晶振動子とその固有振動数で発振させておく。検出用振動子の表面に測定すべき浮遊粉じんを捕集すると検出用振動子の質量増加に直接比例して振動数が変化する。この振動数の変化量を参照振動子の振動数との差から電氣的に測定し捕集した粉じんの質量を求める。これと一定流量で吸引した空気量より濃度を求める。測定感度は理論的には水晶の発振周波数を5MHzとすると1Hz当たり0.005 μ gと極めて高感度である。本法は直接質量が測定できるが浮遊粉じんの捕集効率および振動子上に捕集した粉じんの除去などの問題が残されている。本法もフィールド用に開発されているものがある。

(3) ろ過捕集法

大気中の浮遊粉じん量を測定する方法で、吸引量の大きさによりハイボリュームエアースンプラー、ローボリュームエアースンプラーなどがある。大気をフィルターに通して、一定時間、一定流量で連続して吸引し、フィルター上で粉じんを捕集する。捕集された粉じんは、捕集前後のフィルターを天秤で秤量することにより、その質量を求めることができる。なお、捕集前後のフィルターは各々温度20°C、相対湿度50%で24時間放置した後、0.01mgの感度をもつ化学天秤で0.1mgまで計る。捕集用ろ紙を適当に選んで、捕集粉じん中の金属成分等の分析に供することができる。

1.3.3 簡易測定法

(1) トリエタノールアミン (TEA) ろ紙法

トリエタノールアミンろ紙法は、0.5Mトリエタノールアミン溶液にクロマイト用ろ紙No50を3.5cm \times 5.5cmに切り、浸漬した後、乾燥して、2枚1組にしてプラスチックセルに入れ、24時間大気中に暴露する。大気中のNO₂捕集量を分析値から μ gNO₂/day/100cm² TEAFの単位で表す。

暴露後回収したろ紙を4等分して、蒸留水50mlで抽出する。蒸留水を試験管に50ml入れ、これを4等分した試料ろ紙を入れ数回振とうする。数分後さらに数回振とうして放置する。10~20分放置後、溶液10mlをとり、蒸留水を加え全量20mlとして、試料溶液20mlにそれぞれジアゾ化試薬4ml、カップリング試薬1mlを加える。溶液はNO₂によって桃赤色を呈する。呈色は、常温の場合、15分程ではほぼ安定する。20~30分放置後、その一部を10mmセルに入れ、550nm付近の波長で吸光度を測定する。

本法は、サンプラーセル部を改良したいくつかの方法が提案されている。フィルムバッチ型のものが取扱いに便利でよく利用されている。道路付近では数時間の暴露で十分分析できる。

(2) ナイトレーションプレート法

本法は、TEAろ紙法が短期間暴露用に開発されているのに対し、長期間暴露に適するように考案されたものである。

250～300メッシュガラスビーズ、20%TEA溶液およびトラガントゴム溶液をそれぞれ15g、2ml、および6mlの割合で混合し、ペースト状にする。このペーストをプレート内に25g秤りとり、80～100℃の乾燥器内で乾燥し固定する。ペーストを固定したナイトレーションプレートをホルダーに取り付け1か月間大気中に放置し、NO₂を捕集する。

回収したナイトレーションプレート内の試料を蒸留水50～80mlで300mlのビーカー内に洗い落とし、湯浴上で2時間加温抽出する。抽出後東洋ろ紙No.50を用いて吸引ろ過し、ろ液を100mlの共栓シリンダーに移し入れ蒸留水で100mlとする。このろ液1mlに蒸留水を加え、全量を20mlとし試料溶液をTEAろ紙法と同じ操作で吸光度を測定する。

単位は、 $\mu\text{g NO}_2/\text{day}/100\text{ cm}^2\text{ TEAP}$ で表す。

(3) ディフュージョンガスサンプラー法

本法はこれまでの手法と違ってTEA溶液をそのまま用いている。サンプラーはそのため溶液が漏れない様に工夫されている。

他のサンプラーは、捕集効率を高めるために暴露面積が多くなるよう設計されている。しかし、これはそのまま蒸発による損失を来し、誤差の原因となる。

これに対して、ディフュージョンガスサンプラーはキャピラリーによって大気と吸収液が接触するように設計されている。

サンプラーはキャップ付シャーレから成っており、キャップに167本のキャピラリーがつけられている。容器にキャップをねじ込んだ状態で1MTEA溶液を0.25ml注射器で注入する。キャップを強くとし、約1日間大気中に暴露する。暴露終了後発色液（1lにスルフェニルアミド20g、H₂SO₄50ml、KBr60g、NEDA50mg）5ml加え、15分間放置し、比色定量する。風の影響を受けない様に設計されているため、感度があまりよくない。

また溶液を直接利用しているので、取り扱いに十分な注意が必要である。

(4) TGSろ紙法

この方法は、手分析による大気中のNO₂測定法をろ紙法に応用したものであり、トリエタノールアミン法が基本となっている。

素焼円筒に円筒ろ紙（東洋ろ紙No.84）を表面積が100cm²になるように取り付け、TEA溶液に浸漬した後デシケータ内で1晩自然乾燥する。乾燥後シェルターに取り付け、1か月間大気中に放置する。

回収したろ紙を温水抽出した後、8-アニリーノ-1-ナフタレンスルホン酸アンモニウム(ANSA)

とスルファニルアミドを加えて比色定量する。

単位は、 $\mu\text{g NO}_2 / \text{day} / 100 \text{ cm}^2$ で表す。

(5) エアバッグ法

テフロンなどのバッグに試料空気をサンプリングし、その中に含まれる成分を機器分析する。この方法はバックへの吸着が問題であり、微量成分、吸着性成分のサンプリングには注意する必要がある。

サンプリングが簡単であることから、道路上での自動車排ガスのサンプリング、飛行機などによる上空でのサンプリングなど、フィールド測定に用いられる。

1.4 自動車排出ガス測定の例¹⁾

以上に紹介した測定法を利用して、実際に道路周辺で測定した結果について報告する。測定は国道6号線、土浦市北部の市街地のはずれで行った(写真1.1参照)。

道路は2車線であるが、乗合バスの停留所なども近くにあり、歩道部分も含めて、幅員は約15m、両側の建物等の高さ約7mであり、道路断面はいわゆるストリートキャニオンとなっている。測定は道路を横断している歩道橋を利用して道路断面数か所で行った。

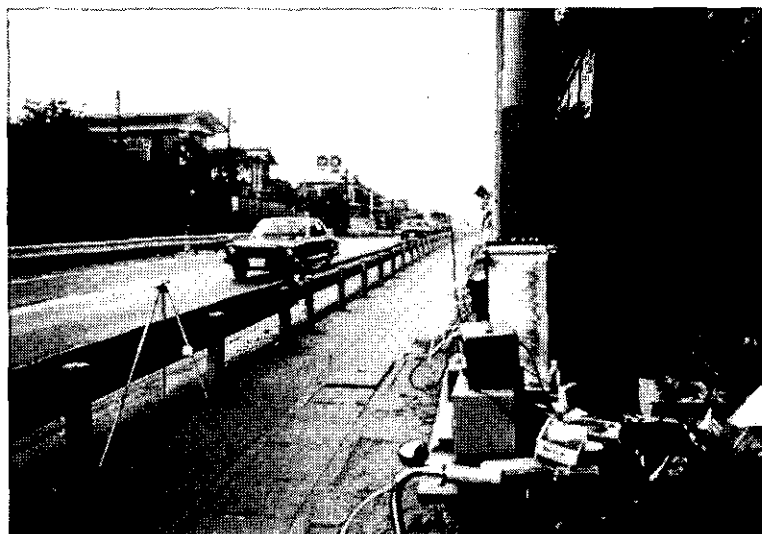


写真 1.1 測定状況

1.4.1 測定の目的

今回の測定は道路内における自動車排出ガス成分の濃度を各種計測法で測定し、計測法の比較を行うと共に、6号線交通公害モデルに用いる実測値を得ること、および、道路端での濃度変動を把

握することを目的としている。

1.4.2 測定項目および測定機器

測定は自動車排出成分として最も重要と考えられる窒素酸化物、一酸化炭素、浮遊粉じんおよび気象要素（風向、風速、気温および湿度）について行った。表1.2に使用した計測機器を示す。

表 1.2 測定に使用した機器およびサンプラー

測定項目	測定方式	備考
窒素酸化物	化学発光法	連続測定用
一酸化炭素	定電位電解法	〃
浮遊粉じん	ピエゾバランス法	〃
風向、風速	三次元超音波風速計	〃
気温、湿度	アスマン通風乾湿計	定時測定
窒素酸化物 一酸化炭素 二酸化窒素 〃	20 lテドラーバッグ ディフュージョンガスサンプラー トリエタノールアミンろ紙サンプラー	約10分間サンプリング 長時間パッチ 〃
(分析用機器)		
窒素酸化物 一酸化炭素 二酸化窒素	化学発光法 非分散赤外分光計 分光光度計	

1.4.3 測定結果

測定地点は土浦一高前であり、サンプリングポイントは図1.1のとおりである。また、測定は午前8時から午後9時まで、連続測定および毎正時を中心に約10分間のサンプリングを行った。

窒素酸化物、一酸化炭素の連続測定はサンプリングポイント①の地点（車道よりの歩道端）、地上約1mのところで行った。測定結果の一部を図1.2、図1.3に示す。これによると約3分間隔で濃度のピークが現れ、平均値の10倍程度のピークもしばしば現れる。図1.4に6号線を走行する自動車交通量パターンの一部を示す。表3に4種類の異なる測定法あるいはサンプリング法によって得られた各サンプリング地点のNO₂濃度の平均値を示す。図1.5にテドラーバッグによりサンプリングし分析したNO_x、COの道路内濃度分布を示す。

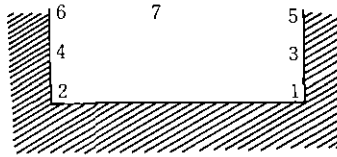


図 1.1 道路断面サンプリング位置

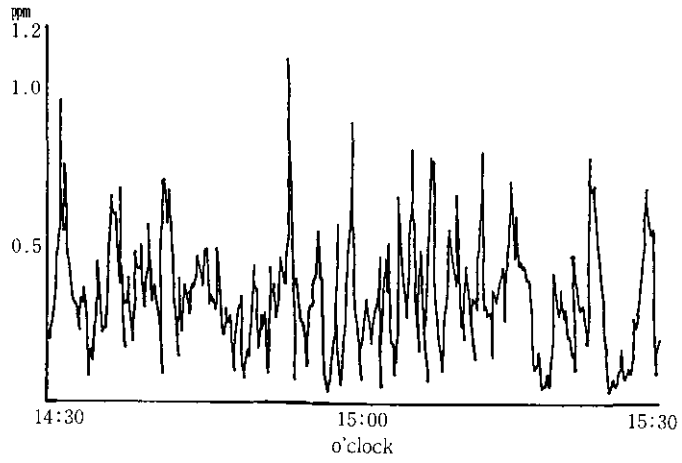


図 1.2 NOx濃度変化

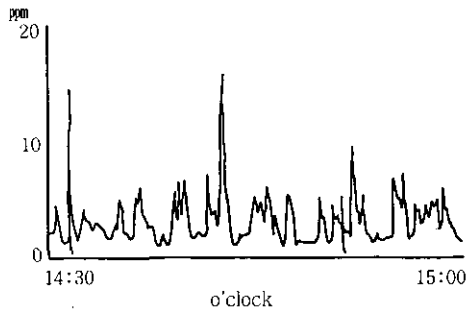


図 1.3 CO濃度変化

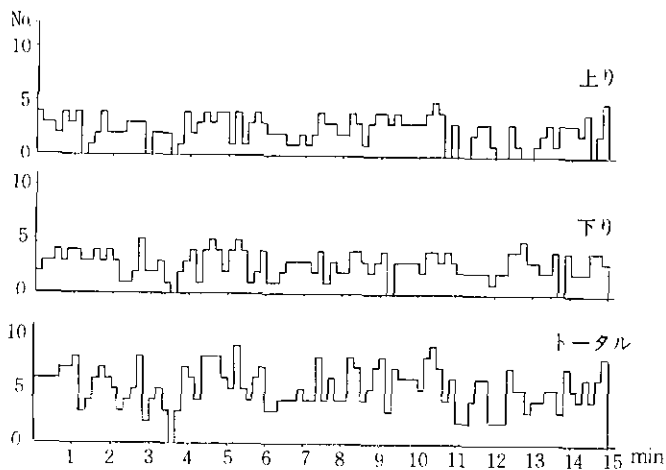


図 1.4 交通量パターン

表 1.3 異なる測定方法で得られた二酸化窒素濃度

(単位 ppm)

測定法 サンプリング点	①トリエタノールアミンろ紙法(バჯ型)	②ディフュージョンガスサンプラー法	③テドラーバッグサンプリング	④化学発光方式NO _x 自動測定装置
	10時間暴露後翌日 吸光分析を行った	10時間暴露後翌日 吸光分析を行った	毎正時5分前から 約10分間捕集し、 翌日化学発光方式 で分析した	毎正時から30分間 の1.5分ごとの 平均値を求めた
1	0.112	0.101	(11-18) 0.067	0.066
2	0.062	0.060	(11-18) 0.086	
3	0.057	0.107	(11-13, 15, 16) 0.075	
4	0.063	0.041	(11-13, 15, 16) 0.059	
5	0.054	0.089	(11-18) 0.073	
6	0.045	0.044	(10-18) 0.069	
7	0.031	0.037	(10-13, 15-18) 0.045	

注) 測定時間帯 ①②は 8:15-18:15

④ は 9:00-18:30

③ は () 内のおり

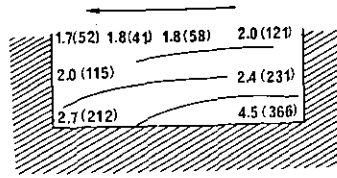


図 1.5 道路断面内濃度分布

() 内 NO_x 濃度 (ppb)

() 外 CO 濃度 (ppm)

表 1.3 の比較では精度の高い化学発光法による連続測定の結果が 1 地点しかないため、この結果だけからは他の測定法の評価はできない。また、NO_x、CO の連続測定のパークと交通流との関係も、これだけからは明確ではない。図 1.5 の結果では風向とストリートキャニオン内の濃度分布との関係は従来報告されているものと同様の傾向を示し、よく特徴がでている。

1.5 おわりに

今回の測定の結果だけからは、それぞれの測定法の適否は決められていないが、目的によっては簡易測定法も有効であるとの見通しは得られたと思う。

連続測定の結果をみると平均値の 10 倍以上の瞬間値がでることが何度かあり、沿道の住民の急性あるいは亜急性の影響を考えると、従来の 1 時間平均値の評価だけでよいのかどうか疑問となる。

なお、濃度変動に大きな影響をもつ風の乱れについては、三次元超音波風速計で求めたデータの解析結果を次節で報告する。

参 考 文 献

- 1) Frank, L. Cross In : Handbook on Environmental Monitoring. Technologic Publication, 26-3.
- 2) 藤井 徹・今村 清 (1976) : ゴムクラッキング値からみた大阪地区の光化学オキシダント分布. 大阪府公害監視センター所報, 調査研究編, 25-44.
- 3) Devaggi, D.A., W. Sin and M. Teldstein (1972): Quantitative Separation of Nitric Oxide from Nitrogen Dioxide at Atmospheric Concentration Ranges. Environ. Sci. Technol. 6(3).
- 4) 新田裕史・前田和甫 (1979) : 二酸化窒素簡易測定法の個人モニターへの利用の可能性の検討. 大気汚染学会誌, 14 (5), 203-209.
- 5) 青木一幸 (1979) : 分子拡散を利用したサンプリング法について. 第20回大気汚染学会講演要旨集, 481.
- 6) 溝口次夫・功刀正行 (1979) : 大気汚染成分の計測手法と問題点. 環境技術, 8 (6).
- 7) 国立公害研究所 大気環境部 大気物理研究室 (1980) : 計測車レーザーレーダーによる大気汚染遠隔計測. 国立公害研究所研究報告, 第16号, 94p.

- 8) Fontion, A., A.J. Sabadell and R.J. Ronco (1970): *ibid.* 42, 575.
- 9) Chand, R., U.S. Patent No. 3,763,025.
- 10) Olin, J.G., G.J. Sem (1971): Pap. No. 71-1, 64th Annual Meeting Air Pollution Control Association, Pittsburgh Pennsylvania.
- 11) 溝口次夫：道路近傍の自動車排出ガスの挙動と測定。京都大学環境衛生研究会第3回シンポジウム講演論文集，224-227.

2. 道路内の風の乱れの測定¹⁾

池田有光¹・溝口次夫²

2.1 はじめに

自動車排出ガスによる道路近傍の大気汚染は拡散場が、道路の構造、建物の形状、気象条件の他に自動車の走行による機械的な空気の混合効果等の諸要素の影響を受けるため、その濃度推定を行うとき、これらの諸要素をどのように定量化し、拡散モデルに反映させるかが難しい問題となる。Eskridge R. E.^{2), 3)}らは走行自動車の車体風下のwake内での大気の乱れについて研究しているが、同地域での乱れの測定例や構造解析は意外に少ない。

本研究では、排ガスの排出直後の煙の拡散状態を明らかにすることを目的として、道路にかかった陸橋上の道路中央地点上方1点(A地点と名付ける)および道路から離れており自動車の走行の影響を受けないところ1地点(B地点と名付ける)の2点で、同時に三次元超音波風速計を用いて風の観測を行い、乱流構造の面から定量的な考察を行った。

従来の研究によると、風下の汚染濃度分布を拡散モデルによって推定するとき、初期の自動車走行による混合効果を、初期拡散幅というパラメータで表現している。それは発生源の位置ですでに拡がりをもつパフを想定したもので、その鉛直方向の煙の濃度分布の標準偏差を1.5 mから3 m程度に設定している。初期拡散幅による評価と乱流強度等による評価がうまく結び付けられるものと考えている。

2.2 測定条件等

測定器は海上電機株式会社製PAT-311-1型を2台使用した。測定は定時をはさむ20分間、50Hzで連続記録した。

風の測定位置のA点は陸橋上、道路面より高さ6.1 m道路中央で、B点は土手の上の道路端からの距離32.5 m、地上1.5 mの高さであった。

測定データがもつ一般的な特徴としては、A点は、自動車走行の影響を受ける。道路東側の学校は、石垣の塀で地面も高く、その上に建物があるため、一般風が東ないし北東の風のときは、同観測地点は障害物の影になり一般風の直接推定は困難なことが推定される。その風向以外のときには、

1. 京都大学工学部 衛生工学科 〒606 京都市左京区吉田本町

2. 国立公害研究所 計測技術部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

一般風を測定し得る状態であろうと思われる。

B点は、学校の敷地境界の土手が東西方面にのびているその上にあたり、北側は、通学路が東方へ登り坂となっており、登り切ったところで土手の面と地面の高さが一致する。したがって、B点は平坦地ではなく地形により流れに影響を少なからず受けるものと思われる。一般風が東～南～北西のときは、比較的同時に一般風速を測定し得るものと推定される。

毎正時前後の0.5 sec間隔(2Hz)で連続測定した1024個のデータを処理し平均風速、風向、乱れ強度等を求めているが、一部スペクトル解析には25Hz1024個のデータを利用する。

測定日時は昭和55年7月21日で期間09時50分より21時10分までであった。09:50～10:00の測定データについてはRun110等で表し下2桁が測定の時刻を示す。したがってRun112は12時前後の実験をさす。

2.3 データ処理およびその結果

2.3.1 スカラー平均風速とベクトル平均風速

いわゆる風力とは、スカラー平均風速のことをさしているが、スカラー風速とベクトル風速には理論的に次の関係が成立つ

$$\frac{u}{\bar{u}} \doteq 1 - \frac{\sigma_v^2}{\bar{u}^2} \quad (1)$$

ここで u はベクトル平均風速、 \bar{u} はスカラー平均風速、 σ_v は横風方向の風速変動幅である。同式より一般に風速が大きいほど $u \simeq \bar{u}$ となることがわかる。かならず u は \bar{u} よりも小さい。低風速(とくに $\bar{u} < 1 \text{ m/s}$)になると式(1)の関係から実測値はばらつくようになる。

風速の座標軸のとり方は、道路方向(水戸方面方向を正)を x 軸(風速記号 u)、学校側の x 軸に直角方向を y 軸(風速記号 v)、鉛直上方向を z 軸(風速記号 w)とした。道路の方向はほぼ南北方向にあたる。風向角 θ は x 軸より右まわりに度(°)で表す。

表2.1は2点の10時から18時までの平均風速を示したものであるが、2点での同時刻の風向は比較的類似している。また、学校の校庭で同時観測された風向風速計で記録された風向とも同じ傾向を示す。水平面内でのスカラー風速とベクトル風速を比較すると、A点では非常にベクトル風速がスカラー風速に比べて小さい値をとっていることがわかる。

B点では両者はほぼ等しいことがわかる。

ベクトル風速とスカラー風速が異なることは、乱れが大きいかどうかを示す尺度ともなる。

ベクトル風速とその方向は、空気の平均的な移動方向と移動距離を示しているものであり、乱れを評価するときには、風速としてはベクトル風速を基準に考えるのが合理的と言える。

ここで示したベクトル風速には鉛直方向の風速成分を入れていない。平坦地であれば時間平均の \bar{w} は一般に0とおけるが、A点ではすべての測定結果が0.2～0.3 m/sの正值をとっている。

表 2.1 2地点の超音波風速計による測定結果

時刻	要素	\bar{u}	\bar{v}	\bar{w}	スカラー風速 U	ベクトル風速 u	θ
10	A	0.17	-0.91	0.308	1.453	0.929	101
	B	1.63	-2.22	-0.031	2.98	2.75	126
11	A	0.63	-0.20	0.453	1.518	0.656	162
	B	1.95	-1.78	0.31	2.81	2.64	136
12	A	0.19	-1.56	0.333	1.851	1.57	97
	B	2.51	-2.87	-0.042	3.95	3.82	138
13	A	0.68	0.37	0.49	1.310	0.780	209
	B	1.81	-1.57	0.238	2.523	2.398	139
14	A	0.73	-0.16	0.304	1.332	0.751	168
	B	1.83	-1.45	0.23	2.54	2.335	142
15	A	0.51	-0.36	0.217	1.380	0.625	145
	B	2.30	-2.34	0.157	3.443	3.282	135
16	A	0.39	0.48	0.454	1.346	0.621	231
	B	1.38	-0.78	0.321	1.783	1.583	151
17	A	0.27	-0.57	0.227	1.141	0.633	116
	B	2.26	-2.32	-0.003	3.36	3.24	134
18	A	0.62	-0.52	0.222	1.364	0.813	140
	B	1.86	-1.92	0.057	2.767	2.67	134

注) A:陸橋, B:土手

2.3.1 乱流構造について

乱流構造を説明するための方法には、平均値からの摂動量を示す方法（乱れの標準偏差、乱流強度等を求めること）と乱流を多くの異なる振幅と周期をもつ波に分解（スペクトル解析）する方法とに分けられる。拡散方程式を解くために利用される渦拡散係数は主に乱れの標準偏差等から間接的に推定されるが、測定データがオイラー量であるのでラグランジュ量への変換過程、空間的な非均等性により明確なモデル化がなされているとはいえない。

乱流強度は大気安定度が中立のとき、平均風速を対数分布で表せば一般に次式で与えられる。

$$\frac{\sigma_w}{u} \sim \frac{A}{\ln \frac{z}{z_0}}$$

本観測では障害物の周辺にある中で測定したデータを扱っているため、同式の右辺の項はブラックボックスとして処理せざるを得ない。図2.1はベクトル平均風速を横軸に、A点とB点のそれぞれ σ_u , σ_v , および σ_w をプロットしたものである。さらに σ_u , σ_v および σ_w の関係を推定するた

めに描いた図が図2.4である。

スペクトル解析には 2Hz 1024個のデータを利用し計算法は高速フーリエ変換法 (FFT) による。風速の鉛直成分 w についての [周波数] (s^{-1}) と [スペクトル×周波数] ($\text{m}^2/\text{s}^2 \text{ cycle}$) の関係を図2.3に示す。

2.4 考察

観測値を前項に示したようにまとめた結果、次のようなことが明らかとなった。

① 表2.1からA点ではスカラー平均風速とベクトル平均風速は非常に異なる。一方、B点では両者はほぼ等しくなる。このことは、A点での空気の流れは自動車走行によって大きく乱れていることを示している。

② 図2.1よりB点では $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ とともにベクトル平均風速と比例の関係にある。このことはベクトル平均風速で σ_u, σ_v および σ_w を評価すれば日中、朝夕の大気安定度による $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ への影響が現われていないことを示している。

A点ではベクトル平均風速と $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ の間に線形的な関係がなく、ベクトル平均風速が小さいにもかかわらず、 $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ は大きな値をとる。このことを①の結果と合せて考えたとき、これら $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ は自動車走行の影響を非常に大きく受けていることが推定される。

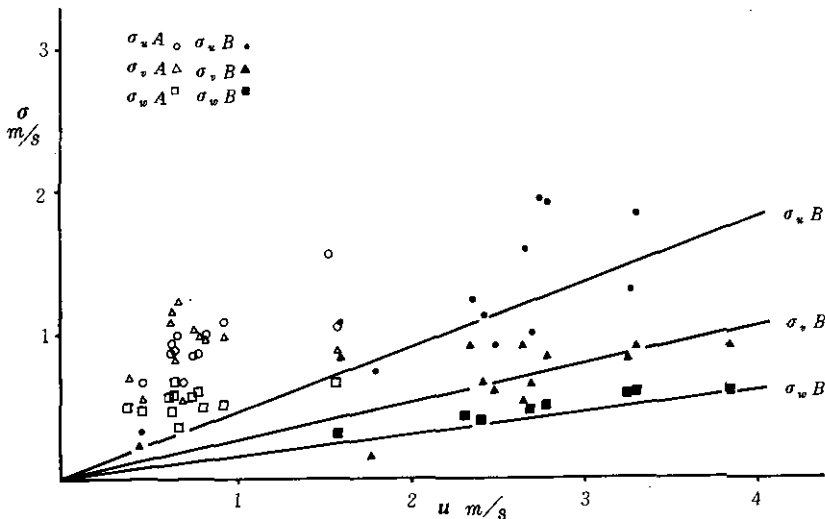


図 2.1 ベクトル平均風速と三方位乱れの標準偏差との関係

③ 図2.2は (大型と中型の通過台数/時) と σ_w/u と σ_v/u の関係をプロットしたものであるが、この図より交通量と乱流強度の間に明確な関連性のあることが認められる。乱流強度は、交通量が700台/時付近で最大となる。700台/時を越えると乱流強度が減少するのは、自動車の走行速度が車の渋滞により遅く、その結果乱れが少なくなることを意味しており、交通量が少なくな

ると車の通過間隔が長くなり、乱れの時間平均としては小さくなることを示しているものと思われる。なお②の結果からA点でも σ_v/u と σ_w/u の値には大気安定度の影響は少ないものと推定してよいものと考えられる。

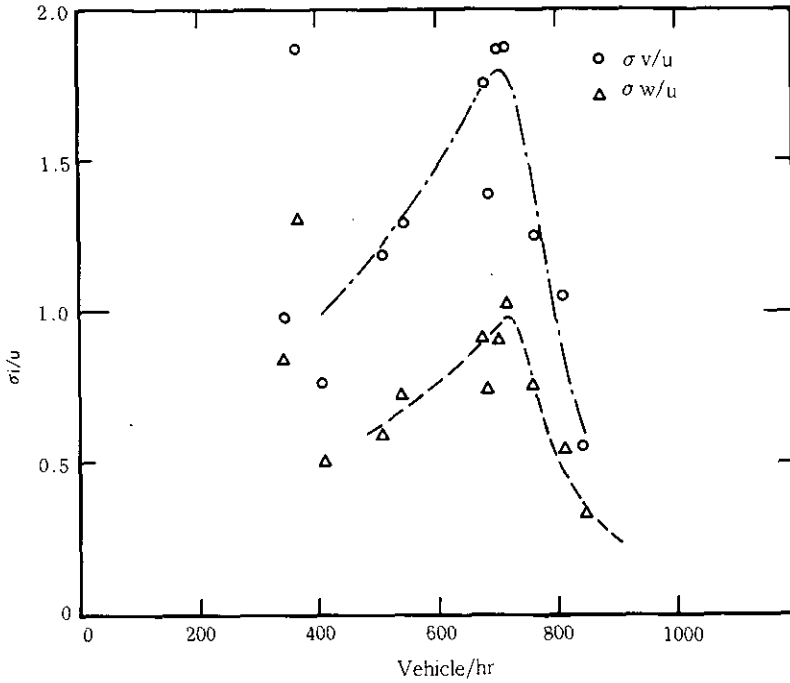


図 2.2 交通量 (台/時: 上下線大型・中型車通過台数) と σ_w/u ・ σ_v/u の関係

④ A点での乱れの構造をスペクトル解析した結果を図 2.3 に示したが、図 2.3 によると、低周波数のところでA点の (スペクトル×周波数) はB点のそれよりもRun 115の例を除くと大きくなっている。このことは5～10秒以上の周期の波がA地点の方が多いことを意味しており、自動車の通過間隔を考慮するとその波の発生原因を自動車走行による乱れと説明することに問題はない。

⑤ 図 2.4 によると道路陸橋上では x 、 y 方向の乱流強度はほぼ等しく、鉛直方向のそれはほぼ2倍程度となっている。このことから x 、 y 方向の初期拡散幅 σ_{x0} σ_{y0} は z 方向の σ_{z0} のおよそ2倍であることが推定される。

一方、B点では x 方向が y 方向よりも大きな傾向がある。風向ないしは地形的な影響がでているものと思われるが、その詳細な内容については不確かである。

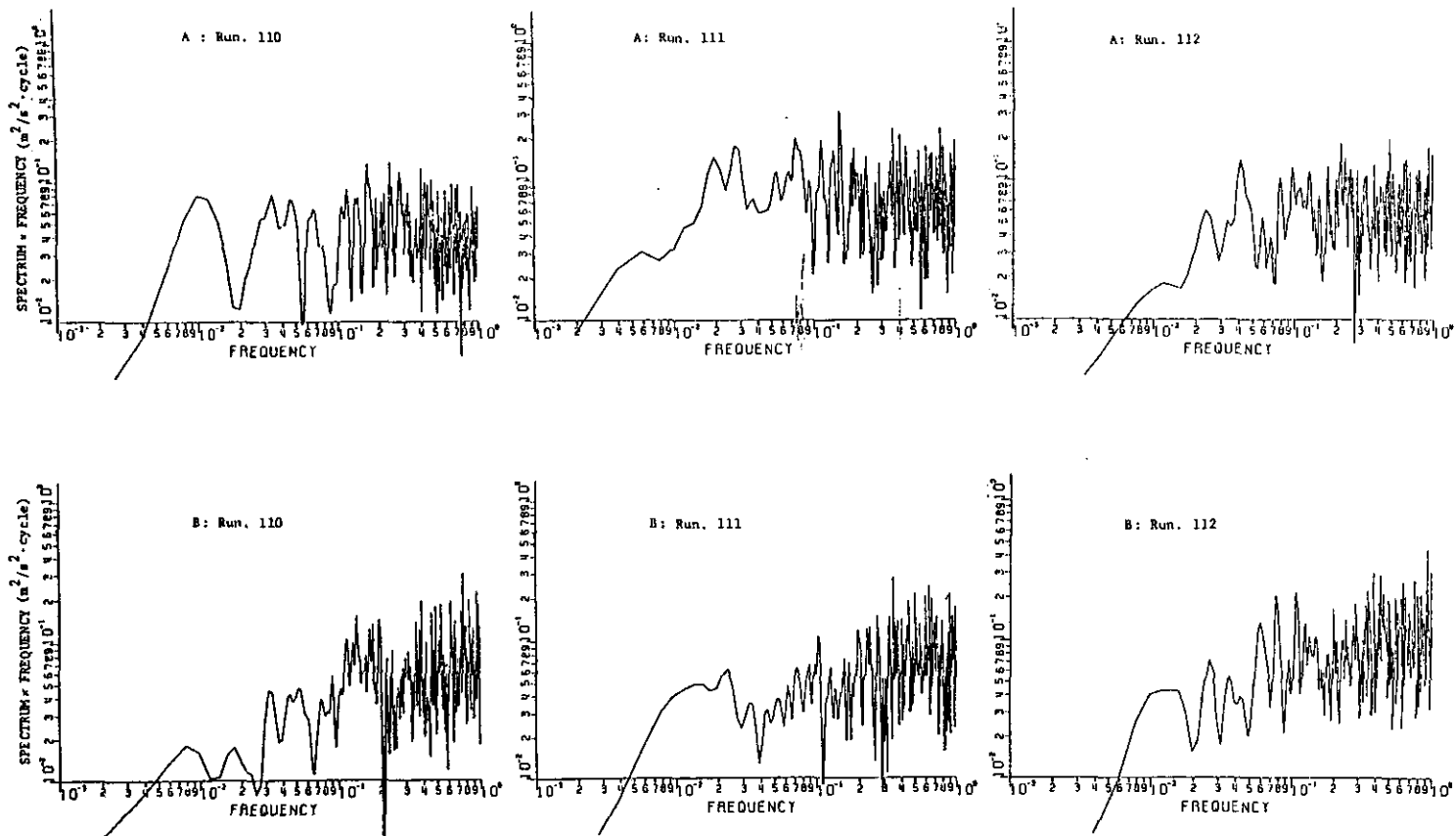


図 2.3 A地点における風速についての乱れの周波数 (s⁻¹) とスペクトル×周波数 (m²/s² · Cycle) の関係

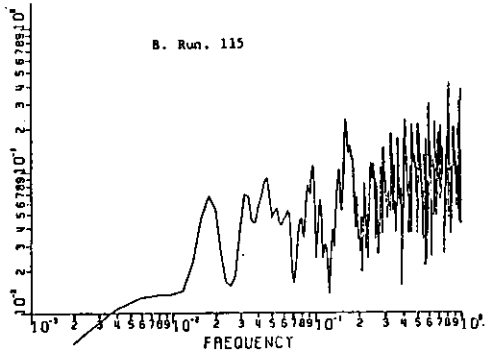
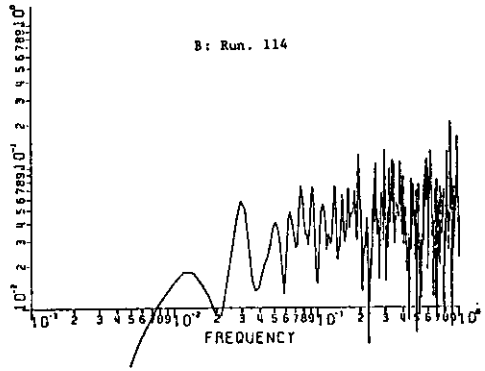
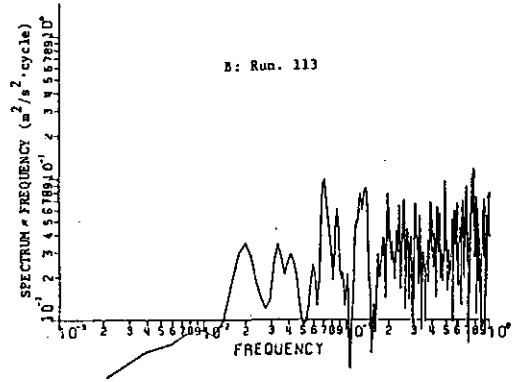
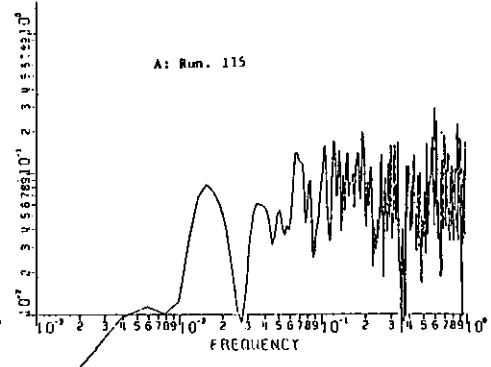
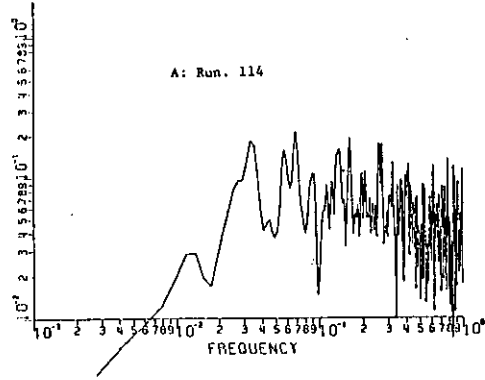
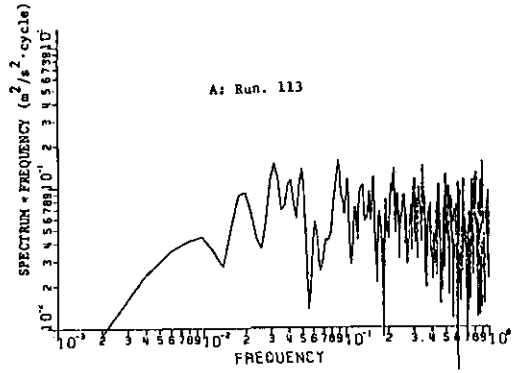


図 2.3 (つづき)

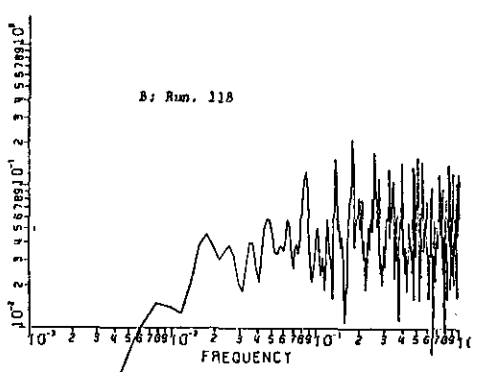
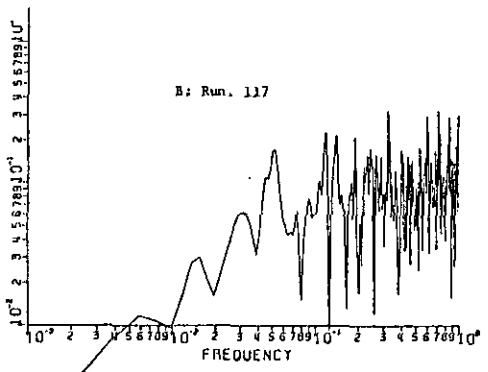
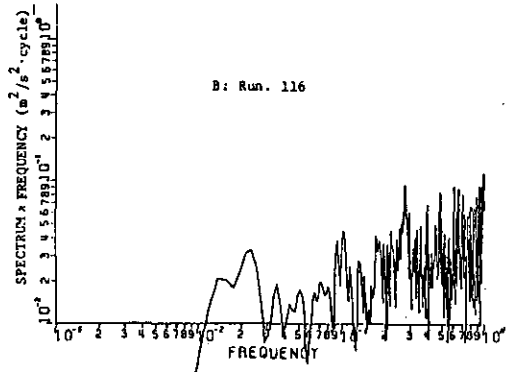
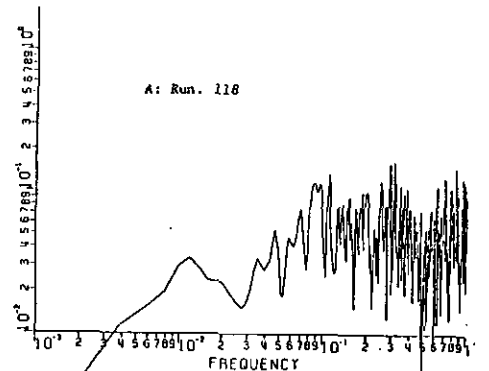
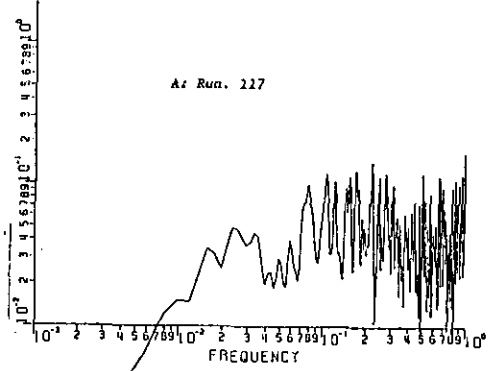
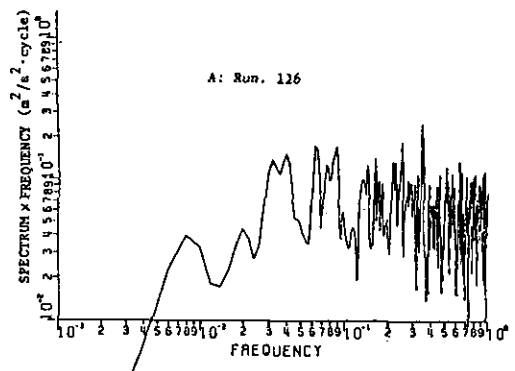


図 2.3 (つづき)

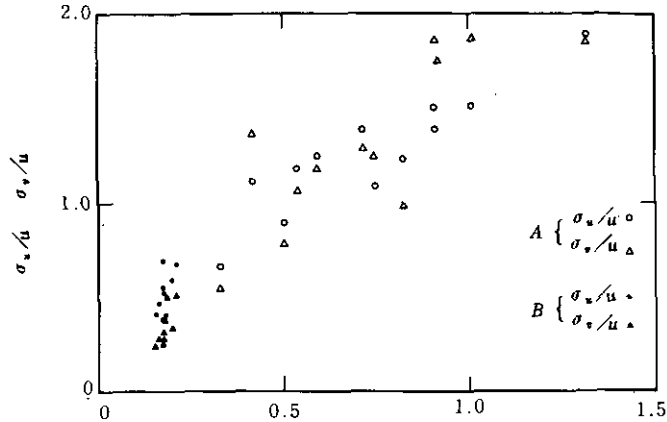


図 2.4 σ_u/u と σ_w/u 及び σ_v/u の関係

2.5 おわりに

乱流の統計処理は利用するデータのサンプル間隔，量によってもその結果が変化することが考えられる。またサンプルの位置にはとくに細心の注意を要するところであるが，実測するときにはどうしても場所と規模に物理的な制約条件があるため，仲々理想的な実験条件を整えられない。本実験も，地形的に一つのケースに対して行ったものであり，必ずしもA点の結果に汎用性を持たせたとはいえないが，道路上6～7m上方あたりでの乱れの大きさのオーダーは把握できたものと考え

参 考 文 献

- 1) 溝口次夫・池田有光(1981): 道路近傍の自動車などによる風の乱れに関する一考察. 第22回大気汚染学会講演要旨集, 318.
- 2) Eskridge, R.E. and J.C.R. Hunt (1979): Highway Modeling. Part I: Prediction of Velocity and Turbulence Field in the Wake of Vehicles. J. Applied Meteorol., 18(4), 387-400.
- 3) Eskridge, R.E. et al.(1979): Highway Modeling, Part II: Advection and Diffusion of SF₆ Tracer Gas, J. Applied Meteorol., 18(4), 401-412.

3. 道路交通騒音評価値 L_α の算出方法に関する研究¹⁾

田村正行¹⁾

3.1 はじめに

道路交通騒音の測定方法は、JIS-Z 8731において「ある任意の時刻から始めて、ある時間ごと（たとえば5秒ごと）に指示値を読みとり、測定値がじゅうぶんな数（たとえば50個）になるまで続ける。得られた測定値の中央値をもってこの場合の騒音レベルを表示する。」と定められている。この規定では、測定値のサンプル間隔と回数に関して曖昧な記述になっているが、道路交通騒音測定は、多くの場合この規定で例として挙げられたサンプル間隔（5秒）と回数（50回）で行われているようである。しかし、このような方法で騒音の評価値（中央値 L_{50} 、90%レンジの上端値 L_5 、下端値 L_{95} 、80%レンジの上端値 L_{10} 、下端値 L_{90} など）を算出した場合、その値は相当にばらつく。図3.1は、さまざまな場所で20分間測定された道路交通騒音データにおいて、 L_α ($\alpha=10, 50, 90$) がどの程度の標準偏差をもつかを示したものである。20分間程度であれば交通流の変動はほぼ定常過程であると考えられるが、交通騒音の評価値 L_α は1~3 dB ほどの標準偏差でばらついている。

このような評価値 L_α の統計的ばらつきの評価に関して従来いくつかの報告がなされて来た。久野ら²⁾は、不規則変数から採った n 個のサンプルの p 分位点が、母集団の確率密度関数を $f(x)$ 、 p 分位点を x_p とすれば、漸近的に $N(x_p, p(1-p)/nf^2(x_p))$ なる正規分布に従うことを用いて、 L_α ($\alpha=5$ to 95 by 5) の標準偏差を計算した。その結果を実測データから求めた標準偏差の値と比較したところ、計算値は、実測値よりもデータ間の相関のためにやや小さめの値になるが、 L_α のばらつきに関して一応の目安を与えることを示した。また、太田ら³⁾は、漸近分布を用いずに、大きさ n のサンプルの k 番目の順序統計量 x_k に関する確率密度関数、

$$g(x) = F^{k-1}(x) [1-F(x)]^{n-k} f(x) / B(k, n-k+1),$$

($F(x)$: $f(x)$ の分布関数, $B(k, n-k+1)$: ベータ関数)

から直接に、 L_α ($\alpha=5, 50, 95$) の標準偏差をいくつかの確率密度関数 $f(x)$ に対して計算し、 L_α の理論的なばらつきを求めた。

ここでは、以上の研究結果をふまえて、騒音評価値 L_α の統計的な安定性を保証できるようにするためには、サンプルの間隔と回数をどの様に決定すればよいかについて考察する。

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

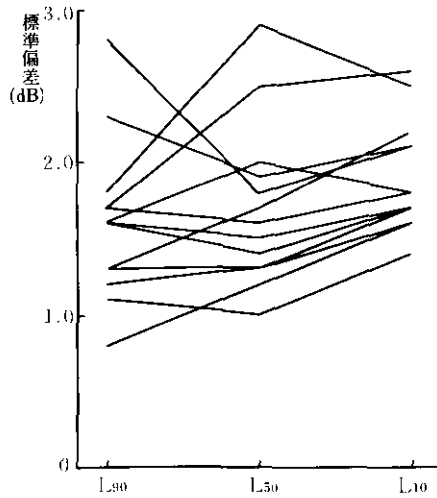


図 3.1 L_α の標準偏差 (サンプル間隔 = 5 秒, サンプル数 = 50)

3.2 サンプルの間隔と回数の決定方法

騒音評価値 L_α の統計的な安定性に関して何らかの保証を与えるためには、サンプル間の相関が十分小さく互いに独立とみなせなくてはならない。これは、サンプル間に相関がある場合には L_α のような順序統計量の分散をエクспリシットに表すことができないからである。それでは、サンプルを独立とみなしうようなサンプル間隔は、どのようにすれば決定できるであろうか。

サンプル間の相関は、騒音データの自己相関関数で表される。その値がある一定値以下であれば、評価値 L_α のばらつきということに関する限り、サンプルは独立であるとみなしてもよいと考えられる。この一定値の大きさは、土浦市およびその近辺で測定した50個の騒音データから次のように帰納的に求めた。

測定された騒音データに対して、あるサンプル間隔 Δt で n 個のサンプルを多数回とり、これら n 個のサンプルの各々について評価値 L_α 、さらに L_α の標準偏差 $\sigma_\alpha(\Delta t, n)$ を求める。このことをさまざまな Δt に対して行くと、 Δt が増加するにつれて $\sigma_\alpha(\Delta t, n)$ は、サンプルが独立な場合の L_α の標準偏差 $\sigma_\alpha(n)$ に近づく。 $\sigma_\alpha(n)$ は理論式から推定できるので、 Δt をどの程度大きくとれば $\sigma_\alpha(\Delta t, n) \approx \sigma_\alpha(n)$ となるか分かる。このようなことを50個の騒音データに対して行った結果、騒音データの自己相関が0.3以下となるように Δt をとれば、一般に $\sigma_\alpha(\Delta t, n) \approx \sigma_\alpha(n)$ となることが分かった。即ち、サンプルの自己相関が0.3以下であれば、評価値 L_α の安定性に関する限り、サンプルは独立とみなしても実用上さしつかえない。

サンプル間隔が決まれば次はサンプル数であるが、独立な n 個のサンプルの L_α は次のような確率密度関数に従って分布する。

$$g(x) = \binom{n}{m} (n-m) (F(x))^m (1-F(x))^{n-m-1} f(x) \quad (1)$$

ここで、 m は $n(100-\alpha)/100$ を超えない最大の整数であり、 $f(x)$ 、 $F(x)$ はそれぞれ騒音データの確率密度関数と分布関数である。 $f(x)$ が分かれば、サンプル数が n であるときの L_α の標準偏差 $\sigma_\alpha(n)$ を(1)式より計算することができる。測定に必要なサンプル数 n は、 $\sigma_\alpha(n)$ がある所望の値以下になるように選ばばよい。例えば、 L_α の測定に必要な精度が「標準偏差1 dB以下」とすると、 $\sigma_\alpha(n) \leq 1$ dBとなるようにサンプル数 n を設定すればよい。

一般の騒音データに対しては、 $n \geq 30$ であれば、簡便な方法で $\sigma_\alpha(n)$ を見積ることができる。即ち、 $n \geq 30$ であれば、 $g(x)$ は漸近正規分布 $N(l_\alpha, (100-\alpha)\alpha/100^2 f^2(l_\alpha)/n)$ 、(l_α : 母集団における L_α の値) で十分よく近似できるので⁴⁾ これから、 $\sigma_\alpha(n)$ は

$$\sigma_\alpha(n) = \sqrt{(100-\alpha)\alpha/100^2 f^2(l_\alpha)/n}$$

と推定できる。図3.2はある騒音データに関して、 L_α ($\alpha = 10, 50, 90$) の標準偏差 $\sigma_\alpha(n)$ を $g(x)$ から直接計算した場合と、漸近分布から推定した場合の比較である。この図から、 $n \geq 30$ であれば、両者はよく一致していることが分かる。

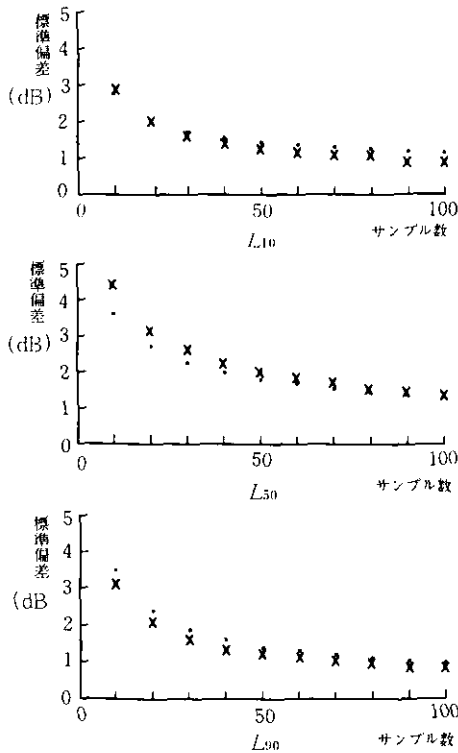


図 3.2 サンプルが独立な場合の L_α の標準偏差 (• 確率密度関数より, × 漸近分布より)

3.3 実測データへの適用

前節で述べた方法を道路沿いで測定した騒音データに適用してみた。図3.3～3.5は、それぞれ L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} の標準偏差の等高線をサンプル間隔と測定時間の平面上に描いたものである。標準偏差の値は、20分間の測定データ上で、測定時間とサンプル間隔を一定として測定開始時刻を1/2秒ごとに逐次ずらし、その各々について求めた L_α ($\alpha=10, 50, 90$) から計算した。図でサンプル間隔一定の場合は縦の直線になる。一例として $\Delta t=6$ 秒の場合を示してある。サンプル間隔一定の場合、測定時間が増加するにつれて標準偏差は減少する。また、サンプル数一定の場合は原点を通る右上りの直線になる。図には $n=30$ の場合を示した。サンプル数一定の場合、サンプル間隔が増大するとサンプル相互の相関が減少するために標準偏差は減少している。

では、これらの図から、サンプルが互いに独立とみなせるようなサンプル間隔を求めてみる。それには前節で述べたように、一定のサンプル数 n でサンプル間隔 Δt を増加させ、 Δt 、 n に対応する L_α の標準偏差 $\sigma_\alpha(\Delta t, n)$ が、サンプルが独立な場合の標準偏差 $\sigma_\alpha(n)$ に等しいとみなせるような Δt を見つければよい。例えば、 $n=30$ のときの標準偏差 $\sigma_\alpha(\Delta t, 30)$ を Δt に対してプロットすると図3.6のようになる。図中、点線で示したのは、サンプルが独立な場合に式(1)から計算される標準偏差 $\sigma_\alpha(30)$ である。この図から、 $\sigma_\alpha(\Delta t, n) \approx \sigma_\alpha(n)$ となるのは、サンプル間隔 $\Delta t=6$ 秒の場合であることが分かる。このことは、サンプル数 n が変わっても成り立つ。即ち、6秒間隔でとられたサンプルは互いに独立とみなしてもよいわけである。

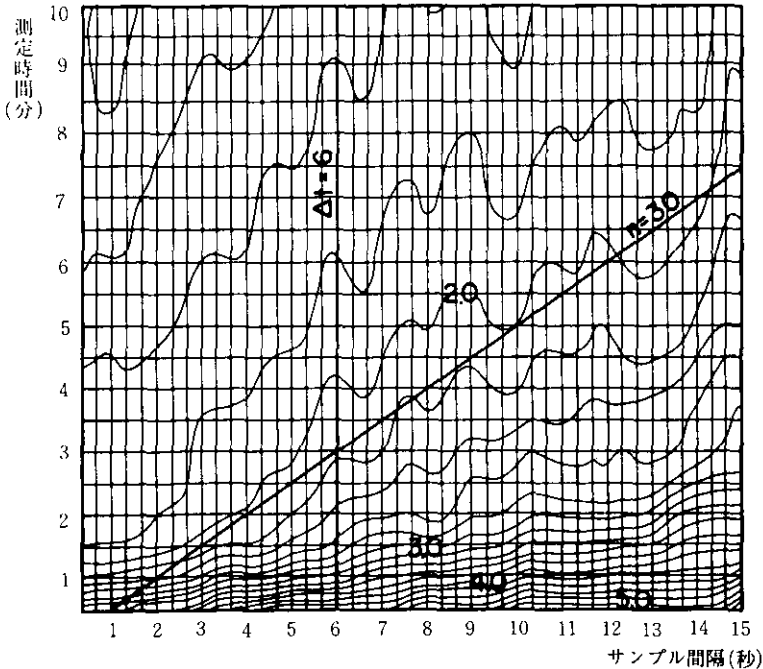


図 3.3 L_{10} の標準偏差の等高線 (単位 dB)

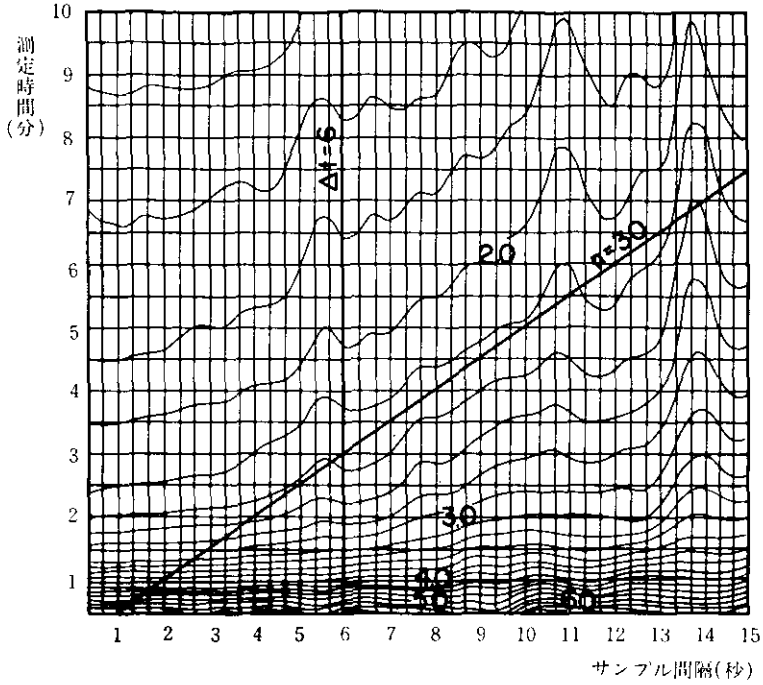


図 3.4 L_{50} の標準偏差の等高線 (単位 dB)

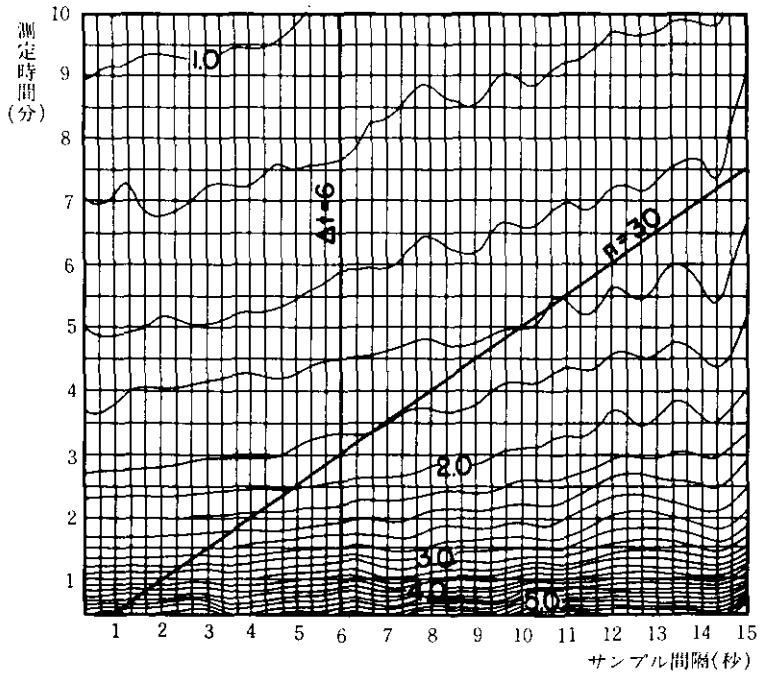


図 3.5 L_{90} の標準偏差の等高線 (単位 dB)

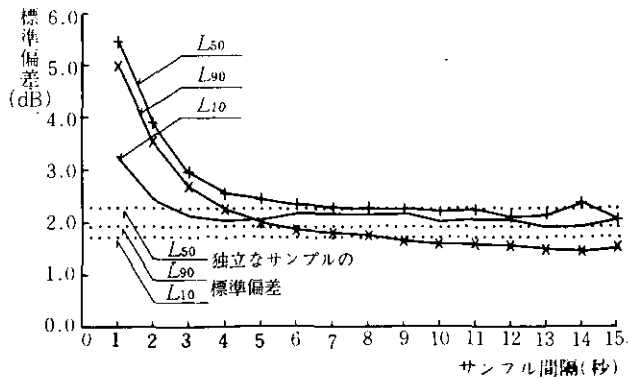


図 3.6 サンプル間隔と L_α の標準偏差 (サンプル数=30)

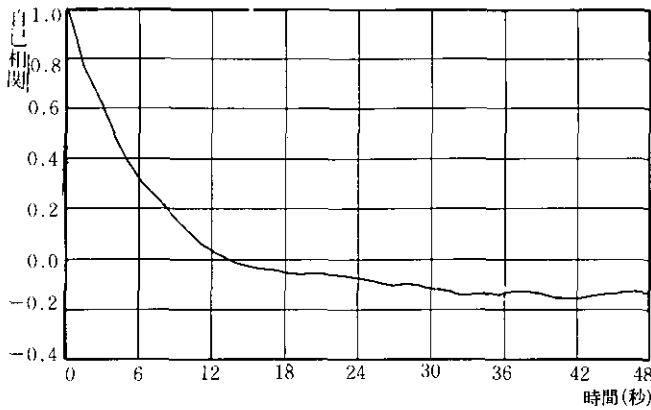


図 3.7 騒音データの自己相関

この騒音データの自己相関関数を図 3.7 に示してある。図から $\Delta t = 6$ 秒に対する自己相関は約 0.3 となっている。前節でも述べたように、このことは他の騒音データに対しても成り立つ。つまり、自己相関関数が 0.3 程度になれば、 L_α のばらつきという点からは、サンプルはほぼ独立とみなすことができる。以上から $\Delta t = 6$ 秒とする。

次はサンプル数 n の決定であるが、これは前節に述べたようにサンプルが独立な場合の L_α の標準偏差を目安にして決められる。図 3.8 ~ 3.10 に $\Delta t = 6$ 秒のときの L_α ($\alpha = 10, 50, 90$) の標準偏差 $\sigma_\alpha(6, n)$ 、及び式(1)から計算される $\sigma_\alpha(n)$ を示してある。 L_{50} と L_{90} の場合、両者はほぼ一致する。 L_{10} の場合にはやや異なるが、差は 0.5 dB 以下である。 L_{10} において差があるのは、 L_{10} が大型車の通過の有無といった非定常性の影響を受けやすいためと思われる。以上から、(1)から計算される $\sigma_\alpha(n)$ によって、自己相関が 0.3 以下のサンプルに対する L_α の安定性を評価できるといえる。簡便な方法としては、前節で述べたように、 $g(x)$ の漸近分布から求まる

$$\sigma_\alpha(n) \approx \sqrt{(100 - \alpha) \alpha / 100^2 f^2(l_\alpha) n}$$

を近似的に用いることもできる。ここで、所定の測定精度として、例えば「標準偏差 1.5 dB 以下」とすれば、図 3.9 から L_{50} の場合サンプル数は約 80 個必要なことが分かる。

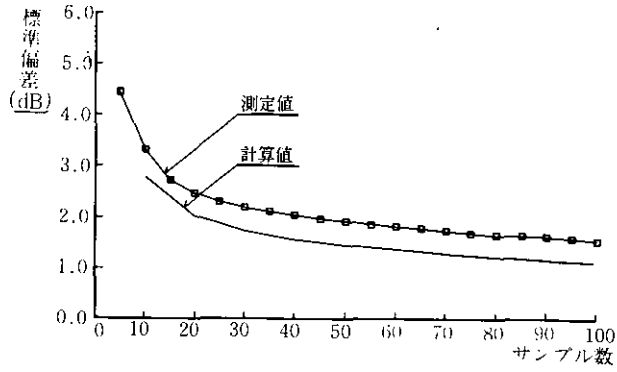


図 3.8 サンプル数と L_{10} の標準偏差 (サンプル間隔 = 6 秒)

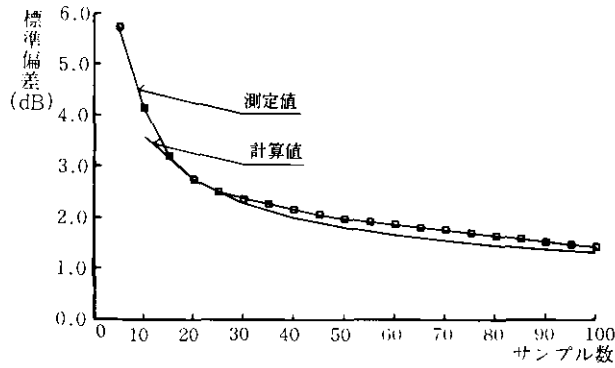


図 3.9 サンプル数と L_{50} の標準偏差 (サンプル間隔 = 6 秒)

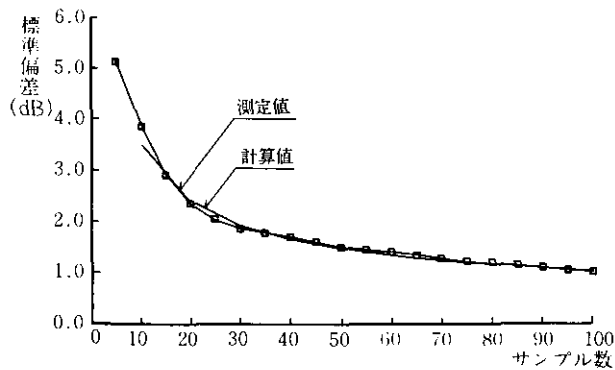


図 3.10 サンプル数と L_{90} の標準偏差 (サンプル間隔 = 6 秒)

3.4 : むすび

騒音データの分析において、サンプル間隔を、自己相関関数が0.3程度になるようにとれば、評価値 L_α の安定性に関する限り、サンプルはほぼ独立であるとみなしうることが導かれた。このサンプルの L_α の安定性に関しては、 L_α の確率密度関数または漸近分布から求まる標準偏差によって推定することができ、これによって L_α の統計的安定性が保証される。

今後の課題として、 L_α 以外の騒音評価値（ L_{eq} など）の統計的な安定性をどのように保証すべきかという問題がある。これらのことを引き続き検討して行きたい。

参 考 文 献

- 1) 田村正行・西岡秀三 (1981) : 道路交通騒音評価指標の算出方法に関する一考察. 日本音響学会講演論文集, 78-79.
- 2) 久野 他 (1975) : 不規則変動騒音に対する各種標本統計量の安定度について. 日本音響学会講演論文集, 7-8.
- 3) 太田 他 (1975) : 不規則騒音の最小実測標本数選定に関する順序統計量を用いた系統的考察. 日本音響学会講演論文集, 9-10.
- 4) Cramer, H.: Mathematical Methods of Statistics, Princeton University Press.

第4章 大気汚染および騒音の変化予測とその評価 —土浦バイパスを例として—

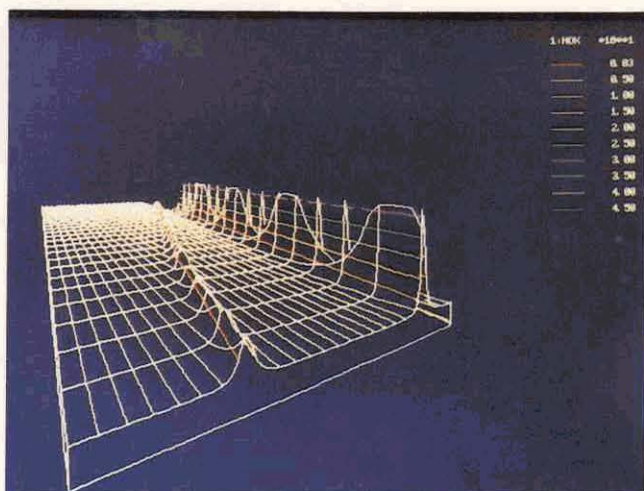


写真1 NO_x濃度コンターのパースペクティブ表示
(6号線及びバイパスの一部)

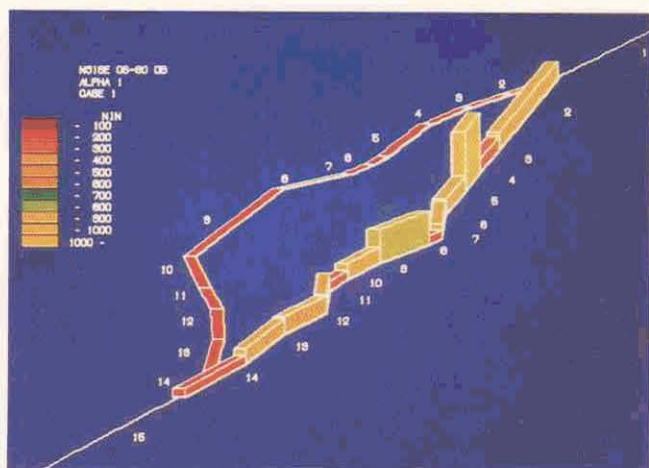


写真2 騒音曝露人口 (60 dB以上)
現況交通量の場合

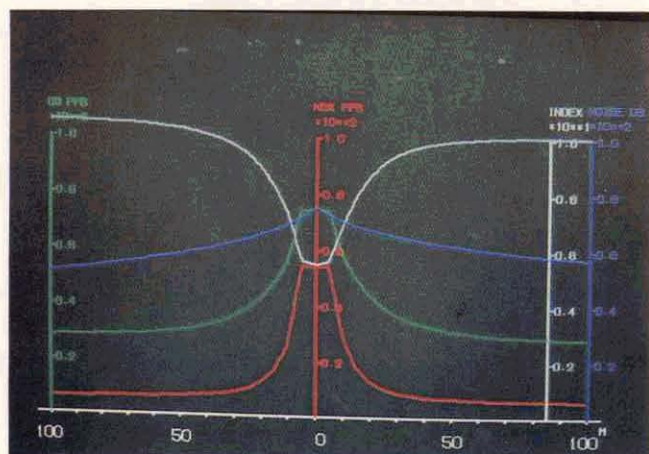


写真3 NO_x, CO, 騒音の結合
指標変化道路と垂直方向

1. 対象地域の現況とバイパス計画

乙間末広¹・原沢英夫¹

1.1 はじめに

近年、自動車交通の拡大に伴い大気汚染、騒音など沿道住民の受ける被害はますます深刻になりつつある。特に人口の密集している都市域における被害は甚大であり、緊急に解決しなければならない問題である。しかし、自動車交通はその実態がきわめて把握し難いうえ、環境への影響が地域の都市特性によって変わるため、被害の実態も必ずしも明らかとは言えない。

本研究においては、自動車公害の中でも特に深刻と思われる大気汚染と騒音に着目し電算機シミュレーションとフィールド実測値をもとに、都市域通過道路の沿道被害を明らかにするとともに、道路利用者の利便性増大と沿道被害軽減をはかるため建設されるバイパスの環境改善効果を推定し評価するための一連の手法を提示することが主たる目的である。評価に際しては、単に大気汚染濃度や騒音レベルのみでなく、都市特性の一要因である人口分布をも考慮するとともに、大気汚染と騒音の結合指標も提案する。なお、現在すでにバイパス建設中の道路を研究対象地域（フィールド）とし、実データをもとに試算・評価することにより提示された手法の有効性と実用性を明らかにする。また、最近ではエネルギー的側面のみならず環境的側面からも電気自動車導入が期待されており、若干ながら、その効果の試算結果も報告する。

1.2 地域の概況

研究の対象とした地域は、市街地中心部を一級国道が縦貫する土浦市とその周辺地域である。土浦市は人口約12万人、面積約91 km²の商工業を中心とした地方中核都市であり、首都圏の衛星都市的性格をもっている。図1.1、図1.2は各々対象地域の土地利用状況、人口分布状況を示したものである。図中のメッシュは面積1 km²の標準メッシュであることを示している。人口は市街地部分に集中するが、郊外部にも国道沿いに人口が増加しておりスプロール現象が認められる。

1.3 交通の現況

対象地域を縦貫する国道は、車輛の通行量が多く、慢性的に交通渋滞が発生している。図1.3は昭和55年7月に市街地中心部に近い道路端で実測した交通量（両方向）の時間的变化を示している。

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

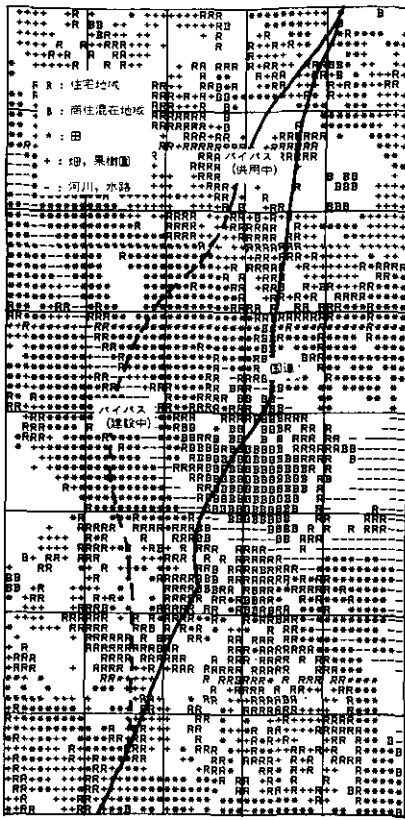


図 1.1 対象地域の土地利用概況

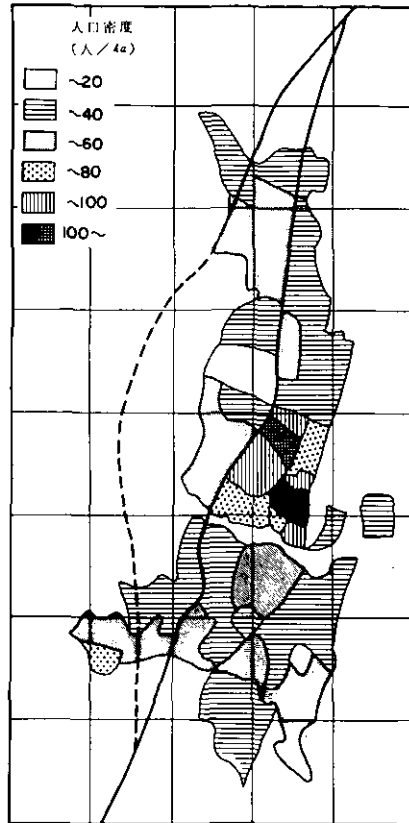


図 1.2 対象地域の人口分布状況

午前8時から午後9時までの交通量（全車種，両方向）は約24,000台である。時間的変化のパターンは朝方，夕方にピークがみられ，その時の車種構成は小型車が多いことからピーク時には通勤および業務目的の交通量が大部分を占めていると考えられる。また実測時の観察から大型・中型車は長距離貨物輸送が中心で，昼間はほぼ一定の交通量がみられる。夕方から夜間にかけて量的には減少するが，大型車は若干増加傾向を示し，夜間の大型・中型車の占める割合が昼間に比べ相対的に大きくなるといった特徴がみられる。

1.4 土浦市の交通公害の現況

土浦市の交通にかかわる環境問題は主に市を縦貫する国道6号線に起因している。本国道は県の幹線道であるにもかかわらず両側合わせて2車線という狭さのうえ，土浦市区域では市民の生活道として供されているため，その交通量は昭和43年頃よりすでに道路容量の上限に達している（図1.4参照）。その後，交通量に大した変化はないが，近年になってやや減少の傾向が見られる。これはトラックの大型化により通過台数としては減少しているもので，道路の混雑度はむしろ年々増大しているといえる。

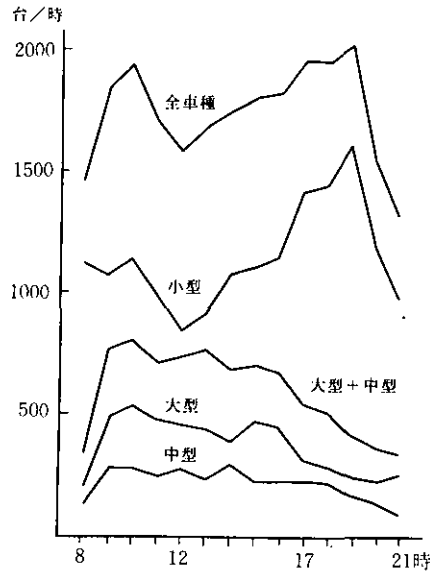


図 1.3 交通量の時間変化 (両方向)

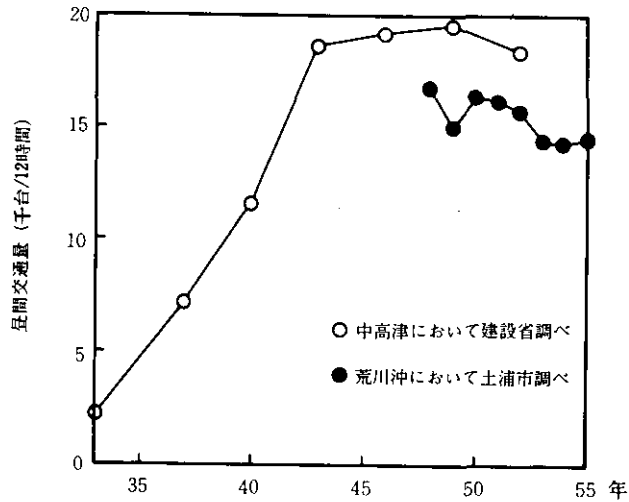


図 1.4 国道 6 号線交通量の経年変化

国道 6 号線における混雑地域のほとんどは商業・住居地域に指定されており、生活用道路としても重要な役割を担っている。しかし、通過交通が多く、歩道や駐車のためのスペースが十分とれないこれらの地域は商業用・住居用としての利用価値が低下しており、それに伴い地価も低下傾向にある。

土浦市住民の公害に関する苦情は年間約100件と比較的少ないが、この数は年々増加の傾向にある。苦情の内容としては騒音・振動にかかわるものが最も多く、全体の約30%を占めている。また、苦情の多い地域としては、国道6号線の混雑地域である真鍋5丁目（一高前）と中高津1丁目があげられる。このことから、土浦市の公害において交通公害の占める割合が大きく、特に国道沿線の騒音の深刻さがうかがえる。

騒音は土浦市が年数回、市内約30か所で測定している。詳しい数値は省略するが、それらの数値と要請基準とを比較してみると、大旨、国道6号線沿い以外の地点では基準をみたしているといえる。しかし、6号線沿いでは、その程度は場所によって異なるが、ほとんどの地点で基準をオーバーしている。また、騒音レベルには、ここ数年間、経年変化がみられない。これは交通量の経年変化が少ないためと思われる。

振動は騒音と同地点・同時刻に測定されている。その結果によると、ほとんどの地点で基準をみたしており、数値上あまり問題ないようである。しかし、国道6号線の一部では路面がかなりいたんでおり、大型車が深夜、高速で通過する際には、瞬時ではあるがかなりの振動が計測される。振動レベルの経年変化はわずかに増加の傾向にある。

国道6号線周辺の大気汚染状況は比較的良好であり、環境基準を満たしている地域がほとんどである。これは、国道が幹線道路としては狭く、交通量もおおのずと規制されているためである。さらに、周辺に大きな道路や工場などの汚染源がなく、いわゆるバックグラウンド濃度が低いためと思われる。現在、周辺にいくつかの幹線道路が計画されているが、これらの開通に伴い大気汚染状況にも変化が生じると予想されるので十分な注意を要する。

1.5 バイパス計画

国道の交通渋滞を緩和するために、昭和40年代初期にバイパスが計画された。このバイパスは片側2車線、全長9kmに及ぶもので、図1.1に示したように、市街地中心部を大きく迂回するように路線選定されている。バイパスの通過する地区は、田、畑、果樹園などの農業的土地利用が主体であるが、バイパス北端および南端部分は、新興住宅地区を形成している。住宅地区は丘陵部に位置するため、バイパスは堀割構造になっている。

昭和40年代後半より建設が開始されたが、石油ショックなどの影響を受けたために工事が遅れている。また、道路幅員も片側2車線の計画から当面片側1車線を開通させる段階的建設計画に変更されている。現在のところ北部分約3kmの供用が開始されている。昭和55年11月に行った交通量の実測調査では両方向で1時間に400台前後であり、国道の交通量の2割弱に過ぎず、未だバイパスとして十分機能を果たしていないのが現状である。

バイパスの全面開通に伴い、国道6号の交通量が当然バイパスへ誘導される。本研究では将来の交通量変化によってもたらされる環境影響を開通前後で比較できるように、供用以前のバイパス近傍においても大気汚染騒音の測定を行っている。

2. 大気汚染予測モデルとシミュレーション¹⁾

乙間末広¹⁾・篠原正則²⁾

本節では、道路周辺大気汚染の予測と評価の考え方について主に述べる。特に、評価では、従来あまり考慮されなかった周辺人口の分布を積極的に取り入れ、環境と人とのかかわりを重視する。なお、フィールドデータを使って二、三の大気汚染対策代替案を検討、評価することにより、本手法が実用に供しうることを示す。

2.1 予測モデルの構造と仮定

自動車排出ガスの拡散をシミュレートする従来の数式モデルの多くは、道路沿線の建物を考慮に入れない平坦地でのモデルであり、風向も道路に対して特定の方向のみを扱っている^{2), 3), 4)}。しかし、一般の道路では地域によって沿線の建物密集程度や道路の方向がそれぞれ異なっており、それらのモデルをそのまま適用するには問題がある。一方、ここで採用する池田モデル⁵⁾の利点は①道路沿線の建物高さとその疎密度がパラメータとして入れられること、②道路に対する風の方向が任意に設定できることにある。

池田モデルでは、建物によって拡散がある程度阻止されているフィールドにおける、汚染物質の濃度 $C(x, y, z)$ (x : 風下方向, y : 風下と垂直方向, z : 鉛直方向) を二つの極端な仮想状態の荷重平均で表している。すなわち、

$$C(x, y, z) = \lambda \cdot C_1(x, y, z, h_b) + (1 - \lambda) \cdot C_1(x, y, z, 0) \quad (2.1)$$

ここに、

h_b = 敷地面積荷重建物平均高さ (m)

$C_1(x, y, z, h_b)$ = 平均高さ h_b の建物が道路沿線にすきまなくつまっている状態を仮想したときの濃度分布

$C_1(x, y, z, 0)$ = 道路沿線に建物が全くない平坦地を仮想したときの濃度分布

λ = 建物の疎密度を表す荷重パラメータ ($0 \leq \lambda \leq 1$)

λ が大きい程、建物が密集していることを示す。また、 $C_1(x, y, z, h_b)$ では高さ h_b 以下は鉛直方向に関して濃度一定と仮定している。図 2.1 は (2.1) 式を模式的に示している。 $C_1(x, y, z,$

-
1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2
 2. 筑波大学 環境科学研究科 (現株式会社光洋精工中央研究所)

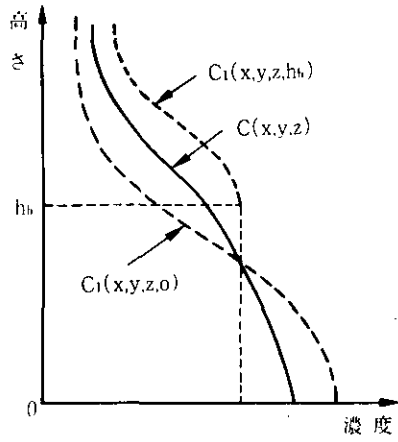


図 2.1 池田モデルによる垂直濃度分布の推定

h_b) および $C_1(x, y, z, 0)$ の詳細な導出は省略し、ここでは、点源に対する結果だけを示しておく。

$$C_1(x, y, z, h_b) = \begin{cases} \frac{Q}{B_1 \sigma_y \sigma_z} \exp \left[- \left\{ \frac{\Gamma(\frac{3}{r})}{\Gamma(\frac{1}{r})} \right\}^{\frac{r}{2}} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^r \right] \exp \left[- \left\{ \frac{\Gamma(\frac{3}{s})}{\Gamma(\frac{1}{s})} \right\}^{\frac{s}{2}} \left(\frac{z - h_b}{\sigma_z} \right)^s \right], & z \geq h_b \\ \frac{Q}{B_1 \sigma_y \sigma_z} \exp \left[- \left\{ \frac{\Gamma(\frac{3}{r})}{\Gamma(\frac{1}{r})} \right\}^{\frac{r}{2}} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^r \right], & z \leq h_b \end{cases} \quad (2.2)$$

ただし、

$$\frac{1}{B_1} = \frac{s \cdot r \left\{ \Gamma(\frac{3}{r}) \Gamma(\frac{3}{s}) \right\}^{\frac{1}{2}} (z_0 - h_b)^m \Gamma(\frac{3}{s})^{\frac{m}{2}}}{2u(z_0) \left\{ \Gamma(\frac{1}{r}) \Gamma(\frac{1}{s}) \right\}^{\frac{3}{2}} \sigma_z^m \Gamma(\frac{1}{s})^{\frac{m-2}{2}} \Gamma(\frac{m+1}{s})} \quad (2.3)$$

$$\sigma_y = a_y x^{b_y} + \sigma_{y0} \quad (2.4)$$

$$\sigma_z = a_z x^{b_z} + \sigma_{z0} \quad (2.5)$$

ここに

Q = 点源 (単位長さ当たりの線源) の単位時間当たりの排出強度 (g/m・s)

$\Gamma(t)$ = ガンマ関数

z_0 = 風速の実測された高さ (m)

$u(z)$ = 高さ z における風速 (m/s)

m = 風速が高さ方向に指数分布するとしたときの指数

s, r = 経験的に求められるパラメータ

σ_y^2, σ_z^2 = 水平方向および鉛直方向のプリュームの分散

σ_{y0}, σ_{z0} = 初期拡散幅

風速に関する指数 m はここでは $\frac{1}{3}$ と仮定する。また、水平方向の分布はガウス分布 ($r = 2$) で、建物によってあまり大きな変化はないものと仮定し、中立状態での乱流統計結果⁴⁾ より、 $a_y = 0.84$ 、 $b_y = 0.84$ とする。さらに、道路上においては汚染物質が一様に拡がっていると考え、初期拡散幅 σ_{y0} は車道幅員と等しくとる。鉛直方向に関するパラメータ、 a_z, b_z, a_{z0}, s についてはフィールド測定データより推定する。

今回のシミュレーションでは計算対象点 (receptor) の高さとしては、人間への影響を考え地上 1.5 m に設定する。しかし、予定されているバイパスの道路構造のほとんどが切土もしくは高架・盛土であり、この場合は以下のように若干の修正を行う。

(1) 切土の場合

深さ h_0 の切土は、周囲を平均高さ h_0 の建物でぎっしりかこまれた ($\lambda = 1$) 普通の道路と等しいとみなす。ただし、計算対象高さは建物上 1.5 m とする。

(2) 高架・盛土の場合

道路高さ以上には建物が存在しないと仮定し、 $\lambda = 0$ とする。

ところで以上のようにして求められる濃度は点源 (単位長さの線源) のある一定の風のときのものである。したがって、風向が変化する場合の平均濃度をここでは次のようにして求める。

$$\bar{C}(x, y, z) = \frac{\sum_{k=1}^N C_k(x, y, z) \cdot w_k}{\sum_{k=1}^N w_k} \quad (2.6)$$

ここに、 $C_k(x, y, z)$ は風向が k 方位のときの濃度であり、 w_k は k 方位の出現頻度を表す。ある地点での濃度を推定するためには、さらに、この $\bar{C}(x, y, z)$ を道路方向に積分しなければならない。

$$C_{cal}(x, y, z) = \int_{-\infty}^{+\infty} \bar{C}(x, y, z) dl \quad (2.7)$$

実際の計算では、 $dl = 5\text{m}$ とし、積分区間は無限遠ではなく $\pm 400\text{m}$ とする。これは、試算の結果、400m 以遠の寄与率が 10^{-4} 以下になることが確認されたためである。

2.2 パラメータ推定

大気汚染物質として検討しなければならない項目は多々あるが、本研究では NO_x および CO のみに限定する。

各々の物質に関するバックグラウンド濃度とモデルパラメータは、フィールド測定データを基に、

表 2.1 パラメータの推定値

	a_z	b_g	a_{z0}	s	バックグラウンド濃度
NOx	0.10	1.45	1.0	2.0	6 ppb
CO	0.01	1.65	1.0	2.0	0.277 ppm

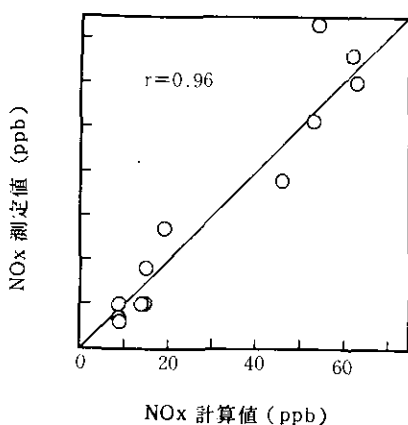


図 2.2 計算濃度と測定濃度の比較

最小二乗誤差の基準で推定する。推定結果を表 2.1 に示す。 a_z を除いて、NO_xとCOに関して著しい差はみられない。また、プルームの鉛直方向の分布を示すパラメータ s は 2.0 と推定されたが、これは鉛直方向の分布も水平方向と同様にガウス分布とみなせることを示している。図 2.2 はこれらの推定パラメータを用いたNO_x計算濃度と測定濃度の比較を例示したものである。相関係数はNO_xで0.96、COで0.75となり、比較的良好な結果であり、採用したモデルの妥当性を示している。

パラメータ推定の基礎となったフィールド調査は昭和55年10月の穏やかな日に行われたものである。パラメータ値は気象条件等により本来変化するものであり、ここで推定された値に一般性はないが、本研究では表 2.1 の値を一応採用する。

なお、排出係数としては表 2.2⁷⁾のものを採用した。

表 2.2 排出係数 (g/km・台)

	小型車	中型車	大型車
NOx	0.31	1.81	2.53
CO	7.83	7.54	2.07

2.3 入力データ

(1) 道路データ

道路に関するデータのほとんどは都市計画地図と計画路線図より読みとり入力する。また、沿線の建物状況に関するデータは当該市の住宅地図を参考にし、フィールド調査により決定した。

(2) 風向・風速データ

今回のシミュレーションおよび評価の目的は突発的な高濃度汚染に対する緊急的な制御ではなく、長期的な汚染源の規制計画にある。したがって、対象とする時間スケールは月単位とする。また、交通量が昼と夜では極端に異なるため、各々の月について、昼間（7：00～19：00）と夜間（19：00～7：00）に分けて評価する。

(3) 交通量データ

現状交通量は県警が当該地区で測定した総交通量データにフィールド測定による車種別混合率を乗じて推定する。

バイパス開通後の交通量はバイパスの運用によって異なると思われる。まず考えられることは、大型車の現国道進入禁止である。さらに、このバイパスは暫定的に当面は2車線（片側1車線）で開通し、最終的には4車線にする計画があるため、これらの組合せより、表2.3のような4つのケースを想定する。また、バイパスが開通することによって、今まで混雑を避けるため、別の都市内ルートを通っていた車が当該道路およびバイパスを利用することが考えられる。したがって、この交通量の増加を考慮し、交通誘発率 α をパラメータとして導入する。ただし、大型車はすべて通過交通と仮定し、中型車および小型車のみはこの誘発率を適用する。

表 2.3 想定される交通形態

	旧道への 大型車 進入禁止	使用車線数
ケース1	なし	2車線
ケース2	なし	4車線
ケース3	あり	2車線
ケース4	あり	4車線

なお、交通量の現国道およびバイパスへの分配は車線数に比例して行う。

(4) 人口データ

評価項目として人口を考慮したものも採用するが、既存の人口データは本研究のような道路周辺の局所的汚染評価に適用するには粗すぎる。そこで、今回は住宅地図より沿線の戸数を数え、それをもとに昼夜に分けて人口を推定する。

2.4 評価関数

道路周辺の大気の状態を評価するのに、現在では、主に自動車排ガス測定局における測定値の平均や、基準値を達成した測定局の割合などが用いられている。しかしながら、今回のように比較的限られた地域の将来にわたるバイパスの効果を評価するには、このような考え方では対応できないのは明らかである。そこで、本研究では、道路からの直接的影響がほぼなくなると思われる道路端から100mまでを対象領域とし、次に挙げる指標⁸⁾を評価関数とする。

(1) 人口密度荷重平均濃度, PWI

道路周辺の大気質を評価するに際しては、汚染濃度のみならず、沿道人口の分布も大きな影響要因になると考えられる。この指標は対象沿線住民がすべて道路ぎわの大気濃度に曝露されていると仮定し、1人当たり平均でどの程度の曝露濃度であるかを示している。式で表すと次のようになる。

$$PWI = \frac{1}{P_0} \int_A \rho(a) \cdot C(a) da \quad (2.8)$$

ここに、

P_0 = 対象地域全人口

A = 対象地域

$\rho(a)$ = a 点における人口密度

$C(a)$ = a 点における汚染レベル

(2) 累積曝露面積比率, $S(C_s)$

土地利用の側面からみて、沿線のどのくらいの面積割合が、どの程度の汚染レベルであることを知ることが重要である。すなわち、対象地域のうち何%の面積が、ある汚染レベル C_s 以上に曝露されているかを示すのがこの指標である。この指標は次の累積曝露人口比率と対比することで、より興味ある結果が導びかれる。

$$S(C_s) = \frac{100}{A_0} \int_A N(a, C_s) da \quad (2.9)$$

ただし、

$$N(a, C_s) = \begin{cases} 1, & C(a) \geq C_s \\ 0, & C(a) < C_s \end{cases}$$

ここに、

A_0 = 対象地域の全面積

(3) 累積曝露人口比率, $P(C_s)$

この指標はある汚染レベル C_s 以上に曝露されている人口の比率を表す。

$$P(C_s) = \frac{100}{P_0} \int_A \rho(a) \cdot N(a, C_s) da \quad (2.10)$$

ただし、実際の計算に当たっては、道路直角方向100m以内は人口が一様分布していると仮定する。

2.5 シミュレーション結果とその評価

図2.3, 図2.4にNO_xに関する人口荷重平均指標を示す。図2.3をみると、どのケースをとっても、全体として現状より低い値を示しており、バイパスの効果がみられる。また、2車線使用、4車線使用に関係なく、大型車規制はした方が好ましい結果となっている。しかし、これらの結果は、当然ながら、現国道からバイパスへの汚染転化の結果と思われる。

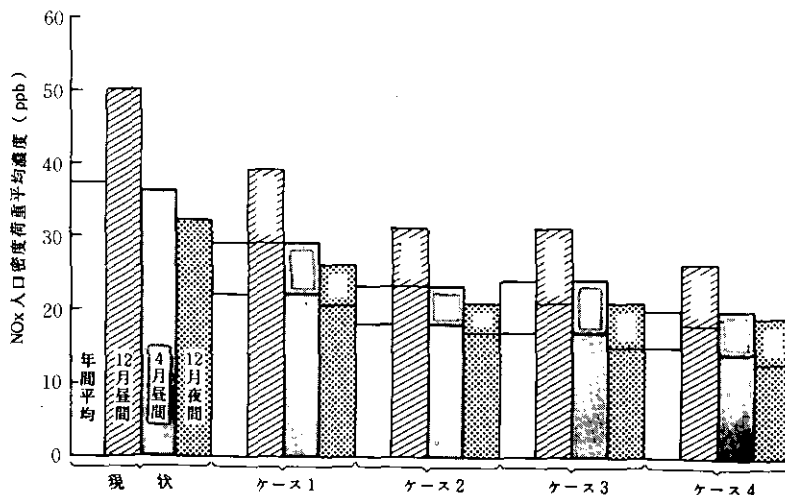


図 2.3 NO_x 人口密度荷重平均濃度 (季節別別, 現国道+バイパス)

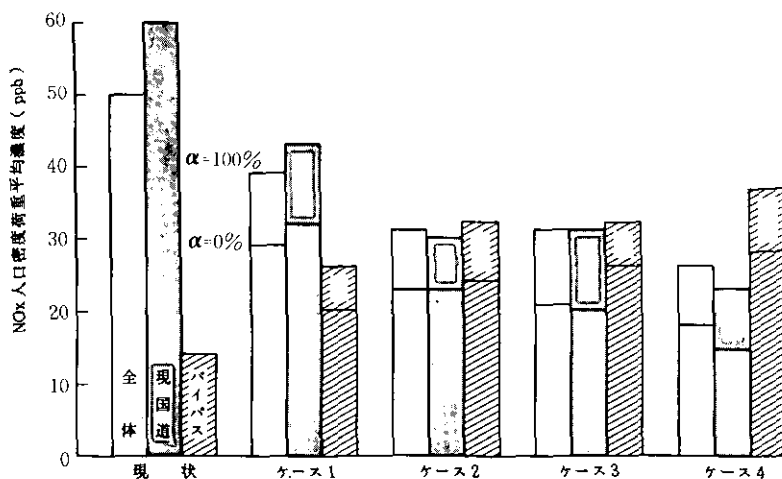


図 2.4 12月昼間のNO_x 人口密度荷重平均濃度 (現国道, バイパス別)

そこで、人口荷重平均指標を現国道とバイパスに分けて算出したのが図2.4である。図からもわかるように2車線使用の場合は、大型車規制を施行しても現国道とバイパスの間に大差はない(ケース3)。しかし、4車線使用になると大型車規制あり(ケース4)は大型車規制なし(ケース2)に比べ、全体としては若干よくなるが、現国道とバイパスの汚染状況に大差が生じる。相方のバランスを考えるなら、大型車規制も一考を要する。

図2.5, 図2.6にCOに関する人口荷重平均指標を示す。傾向は大旨NO_xの場合と同じで、バイパスの効果が予想されるが、誘発率が高くなるとかえって悪くなる場合も考えられる。また、大型車規制はNO_xほど汚染状況に影響を与えない。これは、大型車のCO排出係数が小型車、中型車に比して低いためと思われる。

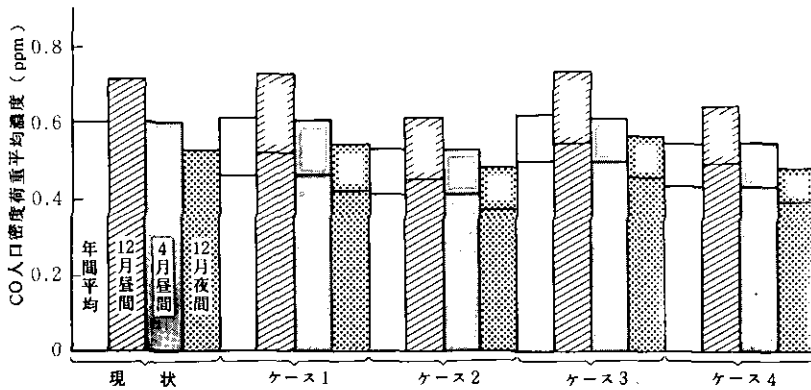


図 2.5 CO 人口密度荷重平均濃度 (季節別, 現国道+バイパス)

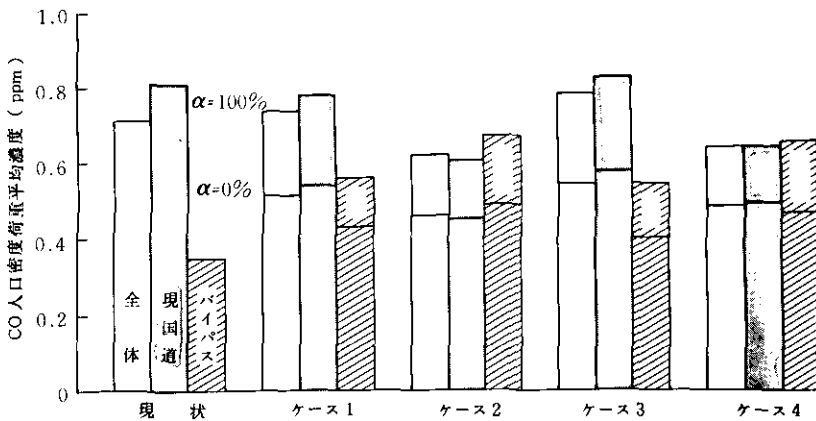


図 2.6 12月昼間のCO 人口密度荷重平均濃度 (現国道, バイパス別)

図 2.7 は、昼間としては年間を通じ最も風が弱く、大気質の劣化する12月を例にとって、 NO_x の累積曝露面積比率と累積曝露人口比率を現状とケース4について示したものである。曝露面積からみるとバイパスの開通は「山つぶし」効果をもち、高濃度汚染地域は減少するが、低濃度汚染地域は増加することになる。一方、曝露人口からみると、全体的に減少していることが分かる。しかし、これはバイパス予定地周辺の人口密度が現在のところ比較的少ないためであり、もし将来、バイパス周辺に現国道並みの人口がはりつけば図上段の曝露人口比率は下段の曝露面積比率に一致してくることは明白である。このことから今後の土地利用、特に住宅配置には十分な配慮が必要と思われる。

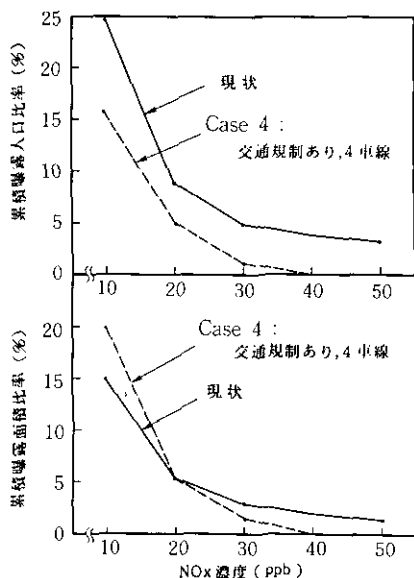


図 2.7 曝露面積及び曝露人口の累積比率

2.6 電気自動車普及に伴う大気汚染の変化予測

電気自動車は排ガスが出ないため、内燃機関自動車に代わって普及すれば、排ガスによる大気汚染の状況はかなり改善されるものと思われる。ここでは、対象道路（現国道）に電気自動車が導入された場合の NO_x に対する曝露人口変化の試算例を示す。なお、沿道総人口は約12,000人である。

計算には前節までと同様に池田モデルを使い、交通量データは昭和55年7月に実測したものをを用いる。図 2.8には電気自動車への想定置換率とそのときの累積曝露人口が示されている。図が示すように、電気自動車の効果は大きく、なかでも大型車の電気自動車化は NO_x 汚染を著しく低下させる。例えば、大型車だけの置換（ケースD）は全体を50%置換（ケースC）するよりも効果がある。なお、ケースC、Dともに、 NO_x 40ppb以上の地域に住む人口は0になると試算された。

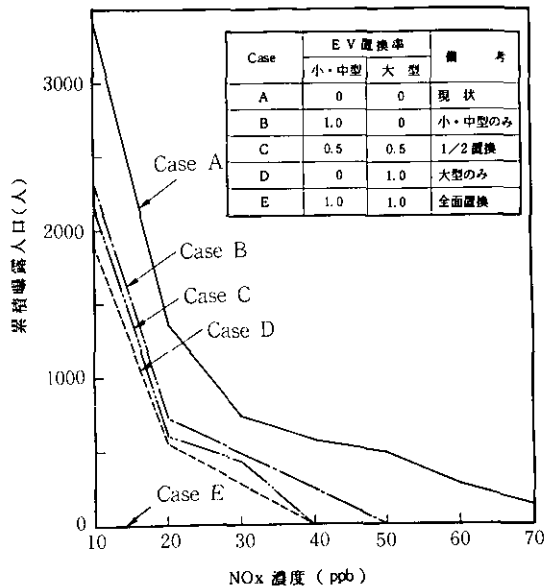


図 2.8 電気自動車(EV)普及に伴うNO_x曝露人口の変化

2.7 今後の課題

本研究は、都市特性としての人口分布を加味し大気汚染の側面から、バイパスの効果、大型車規制、電気自動車の普及等について検討、評価してきた。手法としての一般性にもかかわらず、対象とした汚染物質はNO_xとCOのみであり、実際にはその他の汚染物質や二次汚染、相乗効果なども考慮する必要があるだろう。

また、本研究では人口を重要な要素と考え、現在の人口データを一応使用した。しかし、将来の汚染予測、防止対策計画は、本来、将来人口をもとに行われるべきである。ここで得られた結果が、確度の高い将来予測人口を用いて修正されるならば、より信頼できるものとなるであろう。

参 考 文 献

- 1) 篠原正則・乙間末広・原沢英夫・内藤正明 (1981) : バイパス開通に伴う大気汚染の変化予測とその評価 — 国道6号線土浦バイパスを例として, 土木学会第9回環境問題シンポジウム講演論文集, 126-131.
- 2) 村田元秀他 (1974) : 自動車排ガスの拡散モデルの検討, 三重県公害センター年報, (2), 26-30.
- 3) 田村穂積他 (1974) : 平坦地における自動車排ガスの拡散調査とその解析, 三重県公害センター年報, (2), 37-41.
- 4) 環境庁 (1979) : 窒素酸化物総量規制マニュアル検討調査.
- 5) Ikeda, Y. (1980) : A Study on Wind Structure and Dispersion of Pollutants near Highways. Presented at the 5th International Clean Air Congress, Buenos Aires, Argentina (1980, 10).
- 6) 足立義雄他 (1979) : 道路沿線における大気汚染濃度の予測について. 土木学会第7回環境問題シンポジウム講演論文集, 126-131.

ウム講演論文集.

- 7) 環境庁 (1980) : 環境影響要因同定及び地域環境特性把握のための手引資料集の作成.
- 8) 落合美紀子・内藤正明 (1977) : 広域汚染の指標に関する検討, その I. レビューと問題点の抽出. 公害と対策, 13(9), 58 - 64.

3. 騒音予測モデルとシミュレーション

田村正行¹

3.1 市街地の道路交通騒音予測モデル

道路交通騒音の中央値を予測する場合、一般に次の音響学会式¹⁾が用いられている。

$$L_{50} = L_W - 8 - 20 \log_{10} l + 10 \log_{10} \left(\pi \frac{l}{d} \tanh 2 \pi \frac{l}{d} \right) + \alpha_d + \alpha_i \quad (3.1)$$

ここで、 L_W は平均パワーレベル(dB(A))、 l は車線から受音点までの距離(m)、 d は平均車頭間隔(m)、 α_d は回折補正、 α_i は沿道の地表条件など種々の原因による補正である。この式は、道路周辺が開放平坦であるという前提のもとに導かれたものであり、道路周辺の建物などの影響は考慮されていない。それ故、市街地のように沿道に家屋が立ち並んだ地域での騒音伝搬を予測するには、家屋による超過減衰の補正を行う必要がある。

市街地における騒音の超過減衰に関する研究は、理論的考察によるものと、模型実験に基づくものの二つに大別される。前者として久野ら^{2), 3)}は市街地を障害物が散在する空間とみなして、確率論的考察により超過減衰の平均値と分散を推定した。また山田ら⁴⁾は家屋のランダムな並びを散乱層とみなし、散乱理論により超過減衰量を計算した。後者として、M. E. Delanyら⁵⁾およびH. W. Jonesら⁶⁾は、特定地域の縮尺模型によって、その地域の騒音を精度よく予測できることを示した。また、加来ら⁷⁾は、道路の両側に家屋群があるような地域について、平屋、2階屋等の低層家屋がランダムに分布するような市街地モデルを想定し、模型実験で超過減衰の平均的な傾向をとらえることにより、予測に利用できるかたちで実験式を導いた。

本報告では、市街地の道路交通騒音予測モデルとして、(3.1)式の補正項 α_i に代えて、加来らによって導かれた超過減衰量の実験式、

$$\Delta L = - \frac{8.7 \times N^{0.8}}{H + 20} \left(1 - \exp \left(- \frac{R}{75} \right) \right) \quad (3.2)$$

を用いたものを原則として採用する。ただし、 H は道路の高さ(m)、 N は家屋密度(戸数/200m×200m)、 R は道路端からの距離(m)である。この予測モデルを、土浦市の道路周辺市街地での騒音測定値により検証した。結果を図3.1に示す。図から、予測値の方が実測値に比べて大きめの値をもつ傾向があることがわかる。これは家屋密度として、沿道200m四方の地域内の家屋総数を用いたことによる。即ち、この地域では家屋は均一に分布しているのではなく、道路近辺に比較的集中

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

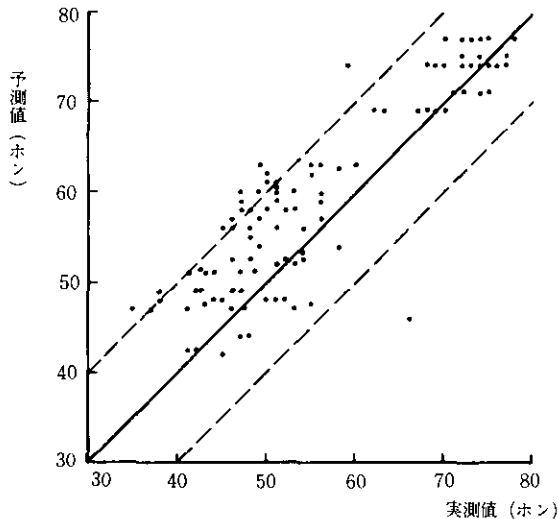


図 3.1 道路交通騒音予測モデルの検証

しているために、道路交通騒音は、平均的な家屋密度よりも高い密度の家屋群によって影響を受けると考えられる。この問題は、家屋密度の算出をより細かく行えば解決すると思われるが、予測値が安全側に出ることから、本報告では200m四方内の家屋総数をそのまま用いる。

なお、家屋密度が低い場合には、道路周辺が開放平坦である場合の補正値 α との関連から、家屋群による超過減衰値 AL を用いることは不適切であると考えられる。それ故、家屋密度の比較的高い国道6号沿道に対しては、(3.2)式による予測モデルを用いるが、家屋密度の低いバイパス沿道に対しては、(3.1)式の予測モデルを適用することにする。

3.2 入力データ

前節の大気汚染シミュレーションで用いたデータとほぼ同じデータを使用する。以下にそれらの概要を述べる。

(1) 道路データ

道路の幅員、高さ、構造等に関するデータは都市計画地図と計画路線図より読みとったものを使用する。

(2) 交通量データ

現状交通量は、県警が当該地区で自動測定器により定点測定した総交通量データを用いる。車種構成は、道路沿道でのフィールド測定の結果から算定する。

バイパス開通後の交通量は、バイパスの供用車線数、および大型車の国道6号進入禁止の有無によって、表3.1に示した4つのケースを想定する。

また、バイパスが開通することによって誘発される交通量を α %とする。ただし、大型車はすべ

表 3.1 想定される交通形態

	現国道への 大型車進入禁止	バイパス供用 車線数
ケース 1	なし	2車線
ケース 2	なし	4車線
ケース 3	あり	2車線
ケース 4	あり	4車線

て通過交通と仮定し、中型車と小型車のみはこの誘発率を適用する。なお、交通量の国道6号とバイパスへの分配は車線数に比例して行う。

(3) 平均車速

平均車速は制限速度に等しいものとする。これは国道6号に関してはほぼ現状に近いと思われる。バイパスに関しては未知であるので、一応の値として採用する。

(4) 家屋密度、人口データ

住宅地図より、道路の両側200m以内の地帯にある家屋数を数え、それから家屋密度（戸数／200m×200m）を算出する。人口は家屋数に基づいて昼夜別に推定する。

3.3 評価関数

道路交通騒音を評価する場合、一般には対象地域の騒音を代表する地点をいくつか選び、それらの地点で測定された騒音レベルが用いられることが多いようである。しかし、それでは地域全体としての騒音の状況を把握することは困難である。本報告では、対策地域の騒音を面的に推定し、それを指標に集約することにより、騒音の状況を地域全体として評価することを試みる。

評価指数としては、前節で大気質の評価に用いた三つの指標⁸⁾を採用する。それらの概要は以下のとおりである。

(1) 人口密度荷重平均騒音レベル, PWI

$$PWI = \frac{1}{P_0} \int_A \rho(a) L(a) da \quad (3.3)$$

P_0 = 対象地域全人口

A = 対象地域

$\rho(a)$ = a 点における人口密度

$L(a)$ = a 点における騒音レベル

この指標は式(2.8)と同様なもので、対象地域の住民が、1人当たり平均でどの程度のレベルの騒音に曝されているかを示す。

(2) 累積曝露面積比率, $S(L_s)$

$$S(L_s) = \frac{100}{A_0} \int_A N(a, L_s) da \quad (3.4)$$

A_0 = 対象地域の全面積

$$N(a, L_s) = \begin{cases} 1, & L(a) \geq L_s \\ 0, & L(a) < L_s \end{cases}$$

この指標は、対象地域の全面積のうち、何パーセントで騒音があるレベル L_s を超えているかを示す。これは式(2.9)と同じ主旨である。

(3) 累積曝露人口比率, $P(L_s)$

$$P(L_s) = \frac{100}{P_0} \int_A \rho(a) N(a, L_s) da \quad (3.5)$$

この指標は、対象地域において、あるレベル L_s 以上の騒音に曝されている人口の全人口に対する比率を示す。これは式(2.10)に対応する。

3.4 現況およびバイパス開通後のシミュレーションとその評価

土浦市の国道6号沿道における12月昼間の推定騒音レベルを図3.2に示す。国道車線内に記入した値は路端での騒音レベル中央値であり、50ホンから70ホンまで5ホンごとに描いた等騒音レベル線が、国道6号から発した自動車騒音の市街地への浸透状況を表している。交通量データとしては12月昼間の平均交通量を用いたが、県警の交通量測定結果によると月ごとの交通量変動はさほど大きくないので、この図はほぼ一年を通じての平均的な昼間の騒音分布を表していると考えられる。この地域の環境基準は、地区番号③～⑥、⑭～⑱が住居用地域で55ホン、地区番号⑦～⑩が商住混合地域で65ホンであるから、路線全体にわたって、相当な距離まで基準を超過していると推定される。騒音規制法によれば、要請基準は住居用地域で70ホン、商住混合地域で75ホンであるから、住居用地域では道路近傍で基準を超過していると推定される。

このような道路交通騒音の現状が、バイパスの完成によってどの程度改善されるかを予測、評価してみる。図3.3に、現状と表4.1に掲げた四つのケースに対して計算された人口密度荷重平均騒音レベル(PWI)を、国道6号、バイパス、および全体の別に示す。この図において、現状からケース4へと交通量をより多くバイパスに分散させるにつれて、全体のPWIは低下していることが読み取れる。これは人口の集中した国道6号沿いで騒音が低下し、人口のまばらなバイパス沿いで騒音が上昇することにより、全体としては、1人当たりのさらされる平均騒音レベルが低下するため

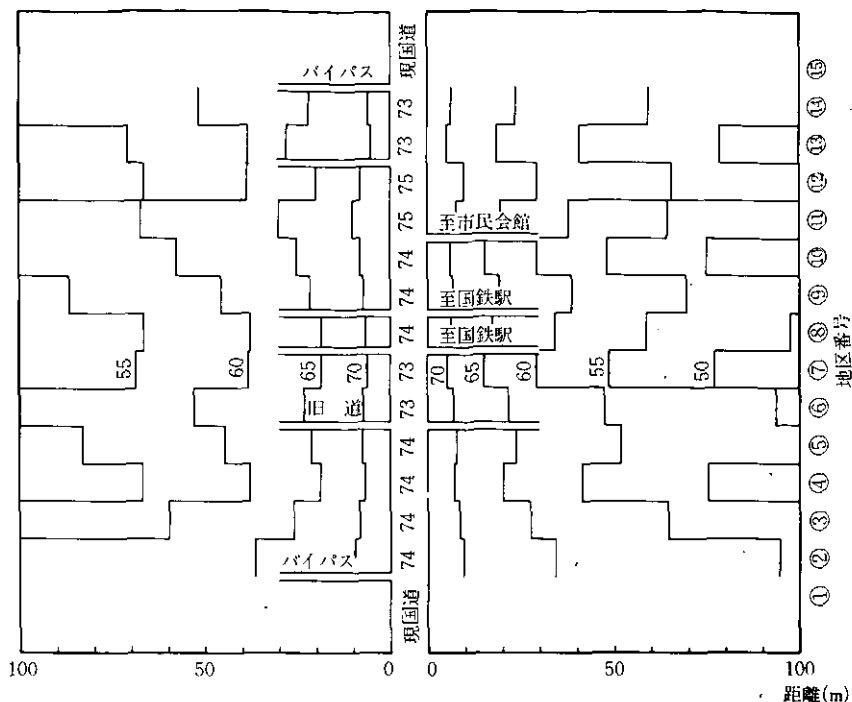


図 3.2 土浦市国道6号沿道における推定騒音レベル (12月昼間)

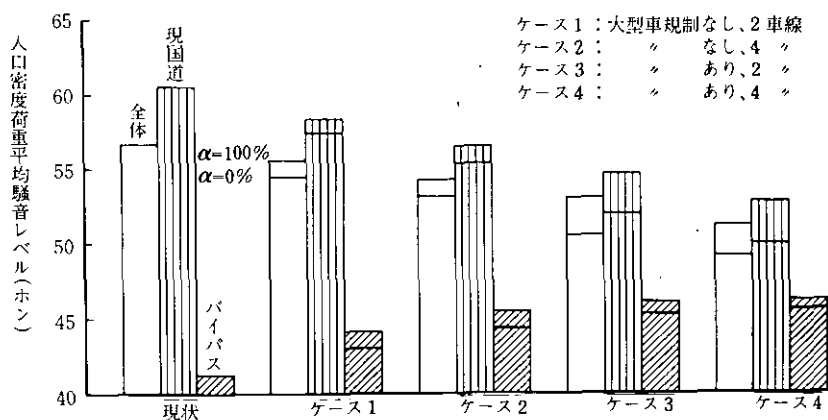


図 3.3 ケース別、人口密度荷重平均騒音レベル (12月昼間)

である。現状では国道6号沿道で PWI が60 ホンを超えているのに対し、ケース4では約8ホン下がって住居用地域の基準55ホンを下回っている。一方、バイパス沿道の PWI は、現状からケース4にかけて約5ホン上昇している。その結果、全体としては PWI が6ホン弱低下している。国道6号沿道での PWI の減少幅に比べて、バイパス沿道での PWI の増加幅が小さいのは、バイパス

においては道路構造等で防音への配慮がなされているためである。

図には誘発率 α が0%と100%の二つの場合を示している。ケース1,2においてはその差は大きくないが、ケース3,4においては国道6号と全体で3ホン弱になっている。これは、ケース3,4においては国道6号への大型車進入が禁止されていること、および国道6号沿いの人口が約12,000人とバイパス沿いの人口約3,000人に比して多いことによる。

次に、累積曝露面積比率 $S(L_s)$ と累積曝露人口比率 $P(L_s)$ を用いて、バイパスの効果を評価してみる。図3.4に、現状とケース2,4の各場合に対する $S(L_s)$ と $P(L_s)$ を示す。 $P(L_s)$ をみると、バイパスの開通によって、騒音は全体的に低い方に移行し、いわゆる「山つぶし」効果が現われていることが分かる。一方、 $P(L_s)$ の値は全体的に減少しているが、現状では $S(L_s)$ の値より大であり、ケース2ではほぼ同じ、ケース4では小となっている。これは、バイパスの開通による「山つぶし」が、人口集中地域での騒音の低下と、人口過疎地域での騒音の上昇をもたらしていることを示す。例えば、住居用地域での環境基準55ホンを超える面積比率は、現状で45%、ケース2で37%、ケース4で30%であるのに対し、人口比率は、それぞれ63%、39%、19%となっている。これは55ホン以上の地域が、人口集中地域から過疎地域へ移動したことを示している。

以上から、バイパスは全体として騒音の低減に効果があるといえる。また、大型車規制を行うことはその効果をさらに高めることになる。但し、国道6号沿いで騒音が低下するにつれて、バイパス沿いでは騒音が上昇することが予想されるので、バイパス沿道の防音対策、および土地利用への十分な配慮が必要である。

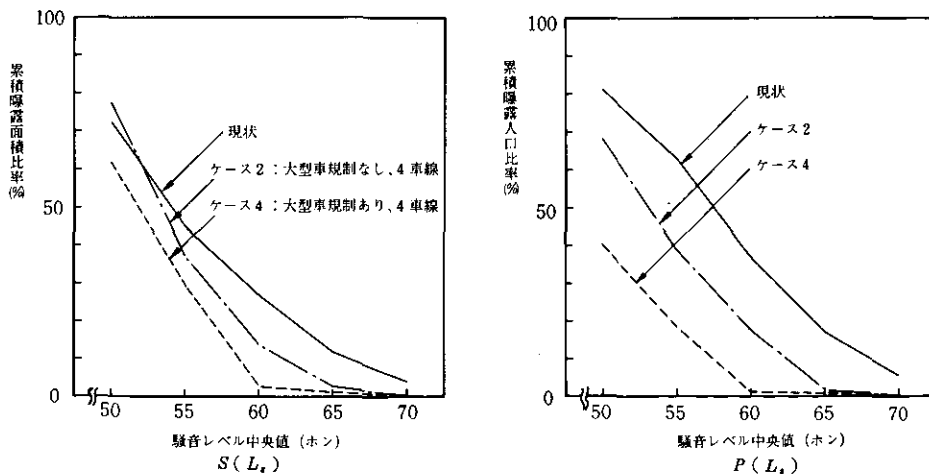


図 3.4 累積曝露面積比率と累積曝露人口比率 (12月昼間)

3.5 電気自動車普及に伴う道路交通騒音の変化予測

電気自動車は、内燃機関自動車に比べて発生する騒音が低いため、その導入が進めば、道路交通

騒音の問題はかなり改善されるものと思われる。ここでは、対象道路（国道6号）の交通流が電気自動車で置換された場合に、どの程度騒音が低減されるかの試算例を示す。

速度 V km/h, 小型車混入率 a_1 , 大型車混入率 a_2 ($a_1 + a_2 = 1$) の交通流の平均パワーレベルは、

$$L_w = 87 + 0.2V + 10 \log_{10} (a_1 + 10 a_2) \quad (3.3)$$

で与えられる¹⁾。電気自動車のパワーレベルが、内燃機関自動車に比べて、小型、大型ともに ΔL dB (A) だけ小さいとすると、平均パワーレベルの減少は、

$$\Delta L_w = 10 \log_{10} \frac{a_1 (1 - \alpha_1 (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{10}})) + 10 a_2 (1 - \alpha_2 (1 - 10^{-\frac{\Delta L}{10}}))}{a_1 + 10 a_2} \quad (3.4)$$

となる。但し、 α_1 , α_2 はそれぞれ小型車と大型車の置換率である。これらの式を用いて、電気自動車が導入された場合の道路交通騒音の変化を予測する。

電気自動車置換率によって五つのケースを想定し、これらのケースごとに、環境基準（住居地域で55ホン、商住混合地域で65ホン）を超える地域の居住人口を算出した。結果を図3.5に示す。内燃機関自動車と電気自動車のパワーレベル差は、走行モードによって異なるが、現状では3から15ホン程度である⁹⁾。それ故、パワーレベル減少値 ΔL としては、3から15ホンの間の値を3ホンごとにとった。図に示すように、電気自動車は騒音の低減に非常に有効である。特に、ケースD、Eの

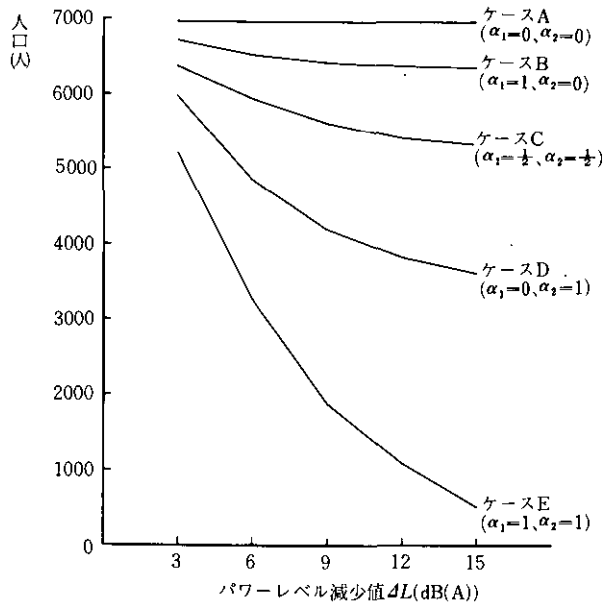


図 3.5 環境基準を超える地域の居住人口（沿道総人口：約12,000人）
電気自動車置換率： α_1 （小型車）， α_2 （大型車）

ように大型車が全面置換された場合、環境改善の効果は大きい。このことから、道路交通騒音の抜本的な対策の一つとして、電気自動車、特に大型車の開発を促進することが有効であると考えられる。

3.6 今後の課題

バイパスの開通、および電気自動車の導入が引き起こす環境改善の効果、土浦市国道6号沿道を例にとって、予測、評価した。予測方法の妥当性を検討するために、今後この地域で追跡研究を継続する予定である。また、対象地域の近辺においては、近々、自動車専用道路が開通する予定であり、宅地化その他の開発も進行中である。予測の精度を上げるためには、これらの要素も考慮に入ることが必要であると考えられるので、今後検討して行きたい。

参 考 文 献

- 1) 石井 (1975) : 道路交通騒音予測計算方法に関する研究. 日本音響学会誌, **31**(8), 507-517.
- 2) 久野・池谷 (1976) : 障害物が散在する空間における音の距離減衰. 日本音響学会講演論文集, 299-300.
- 3) 久野・池谷 (1977) : 障害物が散在する空間内を伝搬する騒音の減衰特性について. 日本音響学会講演論文集, 121-122.
- 4) 山田・石井 (1978) : 市街地における騒音伝搬の過剰減衰の予測の試み. 日本音響学会講演論文集, 507-508.
- 5) Delany, M.E. *et al.* (1978): A Scale Model Technique for Investigating Traffic Noise Propagation. *J. Sound Vib.*, **56**(3), 325-340.
- 6) Jones, H.W. *et al.* (1980). An Experimental and Theoretical Study of the Modelling of Road Traffic Noise and its Transmission in the Urban Environment, *App. Acoust.*, **13**, 251-265.
- 7) 加来・山下 (1979) : 騒音の市街地浸透に関する研究. 日本音響学会, **35**(5), 257-261.
- 8) 落合・内藤 (1977) : 広域汚染の指標に関する検討, その I, レビューと問題点の抽出. 公害と対策, **13**(9), 58-64.
- 9) 電気自動車検討会 (環境庁大気保全局企画課交通公害対策室) (1981) : 電気自動車の開発・利用の促進について.

4. 大気汚染と騒音の結合指標による評価

乙間末広¹・田村正行¹・原沢英夫¹

いかなる施策にも多種多様な側面があり、その影響・効果は多方面に及ぶためその総合的評価は容易でない。しかし、近年になって総合的な判断の必要性が徐々にではあるが認識されはじめており、また、判断の基準となるべき総合的な指標を開発する努力もなされている^{1)~5)}。道路交通に起因する影響も大気・騒音・振動はもちろんのこと、利便性・安全性・景観など広範に及ぶものである。本節では、バイパスの総合評価の前段階として、大気汚染と騒音をとりあげその結合指標によるバイパス評価を試みる。なお、項目を大気汚染と騒音のみに限るのは主にデータの制約によるものである。

4.1 大気汚染指標と騒音指標の集約化

多くの影響や効果を総合的に把握する手法としては単純等価法、オーバレイ法、ウエイト付け法など⁶⁾があるが、うち最も重要かつ適用範囲の広いのはウエイト付け法であろう。ウエイト付け法の詳細な理論的考察は文献2), 3)で行われており、ここでは省略する。ウエイト付け法では、一般に、次に示されるような個別評価値 (E_i) の重み (w_i) つき線形和を総合評価値 (E) とする場合が多い。

$$E = \sum_i w_i E_i \quad (4.1)$$

厳密には、個々の影響の相乗効果や相殺効果があり総合評価値は個別評価値の非線形関数と思われるが、(4.1)式は重み w_i を適切に選ぶことによってそのような非線形関数の一次近似式として作用し、かなりの一般性があると思われる。また E_i として大気汚染濃度や騒音レベルなど直接の測定値がそのまま代入されることはほとんどなく、何らかの方法で規準化した評価値が代入される。したがって、(4.1)式は

$$E = \sum_i w_i E_i(x_i) \quad (4.1')$$

と書ける。ここに、 x_i は測定値であり、 $E_i(x_i)$ は個別評価値である。

現時点では、 w_i や $E_i(x_i)$ に関して科学的に数量化することは非常に困難であり、多くの場合、専門家^{1)~3)} や評価地域の住民^{4), 5)} の意見を参考に決定される。ここでは、個別評価法としては

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

天野・若谷²⁾、若谷³⁾が専門家に行ったアンケートをもとに提案したものを採用する。ただし、大気質はNO₂濃度で代表させるものとする。

$$E_a = -8.639 - 9.407 \log(C) \quad (4.2)$$

$$E_n = -0.1599L + 13.0828 \quad (4.3)$$

ここに、

E_a : 大気の個別評価値

E_n : 騒音の個別評価値

C : NO₂濃度 (ppm)

L : 騒音レベル (dB)

評価値 E_a 、 E_n は、満足な状態が10点、極悪な状態が0点となるように定められており、評価値は大きい程良い環境状態を示す。

米国の Battelle¹⁾も専門家の意見をもとに類似の評価関数を提案しているが、国内外では事情も異なり、国内での適用には疑問である。

重みの係数 w_i は各項目の相対的な重要度を示すものであり、それぞれの値より比率に意味がある。従来の国内の研究^{2)~5)}によると w_a/w_n はほぼ1から2の間であるが、ここでは、原料⁵⁾が本研究と同一の地域を対象に住民アンケートから求めた結果(第6章)を参考に $w_a = w_n = 0.5$ とする。すなわち、ここで採用する結合指標は

$$E = 0.5 (-8.639 - 9.407 \log(C)) + 0.5 (-0.1599L + 13.0828) \quad (4.4)$$

となる。

4.2 結合指標による評価

交通量を大型車1200台/時、中型車250台/時、小型車500台/時と設定し、12月昼間の気象条件を使って個別評価値と結合評価を計算したのが図4.1である。なお、この交通量は国道6号のピーク交通量にほぼ相当する。また、NO_xからNO₂への変換は、横山らの開発した指数近似モデル⁷⁾に大気安定度が中立(昼間)のときのパラメータ値を代入した式による。

図からも分かるように、騒音の評価値は路側付近はもちろんのこと路側より100m後退しても大して良くならない。これは(4.3)式の評価が厳しいことも一因ではあるが、むしろ、この地域の暗騒音(国道以外の交通騒音も含む)の高さが主因と思われる。また、道路からの距離によって評価値があまり変化しないのは測定値として L_{50} を採用したためでもある。もし、 L_{50} に代えてピーク値や L_{10} を用いるなら、交通騒音と暗騒音の区別が明らかとなり騒音評価値の距離変化も顕著となるであろう。

一方、大気に関しては、道路に接している地域を除いてかなり良いを示しており、あまり問題はないようである。このことは、住民の苦情件数⁸⁾の傾向とも一致している。当該地域の苦情は騒音

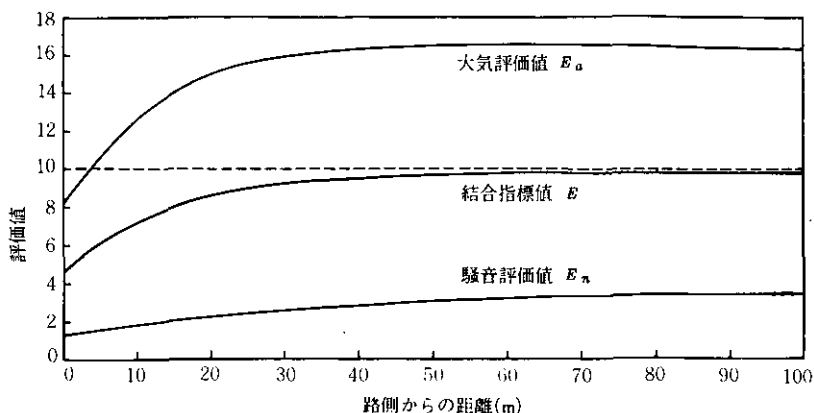


図 4.1 路側からの距離による評価値の変化

・振動がほとんどであり、大気汚染に対する苦情はほとんどない。このようにこの地域は、大気汚染に比べて騒音の被害が際立っており、対策としては沿道に緩衝ビルを設置するのも有効と思われる。

結合指標値の距離変化は騒音評価値の変化が小さいため、大気評価値の変化と同様の挙動を示す。路側より40~50mまでは距離とともに良くなり、50m以遠ではほぼ一定となる。この一定となった時の値は、騒音評価値がかなり悪いにもかかわらず、大気評価値の寄与によりほぼ満足な状態を示す値(10)に近い9.8となる。これは採用した結合指標式の性質上やむを得ないが、指標開発の今後の課題であろう。

指標開発を進めるにあたって、第7章で紹介するコンピュータ支援システムが有効なツールとなろう。写真4.3は、このシステムの出力例の一つだが、図4.1と同様に道路に直角方向の大気、騒音、結合指標の変化を示したものである。道路区間(国道6号、バイパス)、交通量、気象条件を対話型で変更することにより各指標の変化を検討できる。

結合指標のPWIを現状およびバイパス開通後の各ケースについて推定したものを図4.2に示す。なお、各ケースの交通形態は本章3節のものと同じである。図は年間平均、4月、12月の昼間、12月の夜間についてそれぞれ計算したもので、各ケースとも大気汚染のPWI(図2.3参照)ほど季節間・昼夜間に顕著な差はみられない。これは結合指標の半分を構成する騒音が気象によって影響されることが少なく、騒音の評価値が大気の評価値ほど季節によって変化しないためと思われる。バイパスの開通(ケース1~ケース4)は結合指数からみても良い効果を与える。特に、4車線が全面開通し大型車をバイパスに迂回させた場合(ケース4)には、環境はほぼ満足な状態(指数値10)になると予想される。また、バイパス開通に伴って中・小型車の誘発率が100%に達したとしても、結合指標PWIの減少は10%以下におさえられ、環境状態は現状より良い。

図は省略するが、結合指標のPWIを国道6号・バイパス別に試算した結果は大気汚染や騒音のPWI

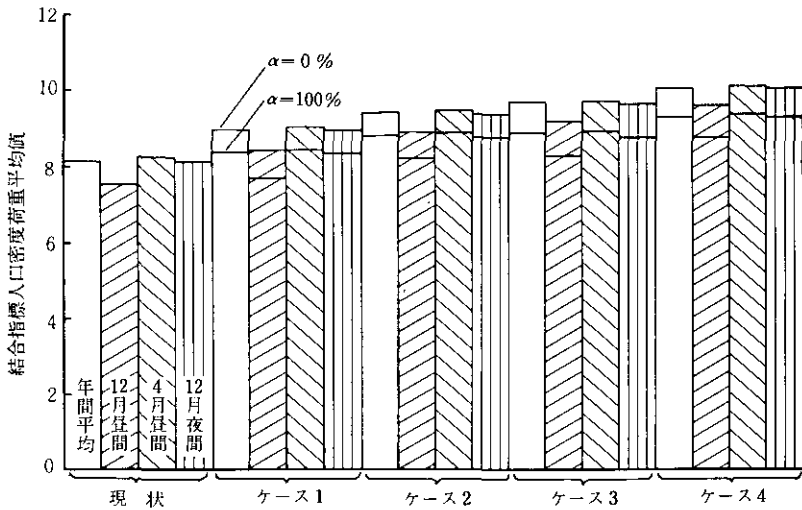


図 4.2 結合指標の人口密度荷重平均値 (季節別別, 現国道+バイパス)

とはほぼ同様の傾向を示す。すなわち、バイパスの全面開通、大型車の国道6号進入禁止は全体としてPWIを良くするが、国道6号とバイパスのPWIには著しい差が生じる。よって、バイパス周辺の今後の土地利用動向が重要な問題となるであろう。

結合指標の試算によって得られた結果は、ここでは、結合指標を構成している大気・騒音の個別指標の計算で得られた結果と大差ないものとなっている。これは大気汚染と騒音の間に強い相関が存在するためである。今後データが整備され、大気汚染や騒音と相関の弱い利便性や安全性が指標に組込まれたとき、結合指標は本来の威力を発揮すると思われる。

参 考 文 献

- 1) Battelle (1972): Environmental Evaluation System for Water Resource Planning. Report to Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior.
- 2) 天野博正・若谷佳史 (1979): 評価関数の開発と評価システムの設計—環境総合評価システム開発の試み。電力中央研究所報告, 研究報告, 578004.
- 3) 若谷佳史 (1979): 評価指数の信頼性に関する研究—環境評価への適用をめざして。電気中央研究所, 研究報告, 578006.
- 4) 青島縮次郎 (1979): 道路交通計画における環境評価システムに関する研究。名古屋大学博士論文。
- 5) 原科幸彦・飯倉善和・西岡秀三 (1981): 住民意識調査にもとづく道路周辺地域の環境診断—土浦市での事例研究。第16回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, 16, 319-324.
- 6) 環境庁 (1976): 環境影響評価における手法のグランドデザインと地域社会特性に応じた評価プログラム開発に関する調査研究。環境庁委託報告書。
- 7) 産業公害防止協会 (1979): 窒素酸化物汚染予測手法開発調査研究報告書。
- 8) 土浦市 (1979): 公害対策の概要。土浦市生活環境部公害課。

第5章 人間意識と行動による個別項目評価

1. 道路近傍に立つ被験者の心理的影響の測定¹⁾²⁾

青木陽二¹⁾

車輛が道路を走行することによってどのような心理的影響が歩道とその周辺にいる人々に与えられているかを、実験的な調査方法によって測定した。またその心理的影響をもたらす車輛の大きさ、速度、台数、それらの車輛が出す騒音の大きさや一酸化炭素の濃度および車輛が走行する車線から被験者が立っているところまでの距離などの物理的変量を測定した。それらの測定結果の関連について分析し、心理的反応をもたらす物理的変量を導出し、各々の変数の寄与の度合を求めた。またこれらの心理的影響が日常生活においてどの程度までならば許容されるかを求めた。このような物理的変量と心理的影響の関連より、心理的影響から見た道路計画のあり方への提言を導いた。

1.1 問題の背景

道路内およびその近くにいる人々にとって走行する車輛をもたらす影響は、環境問題として見逃すことはできない。それは単に排気ガスによる大気汚染や騒音のみならず、心理的にも大きな影響を与えていると考えられる。また、最近の道路計画に関する意識調査の結果から見ても、車輛の走行する部分だけでなく、歩道の拡充など車道の外部にまで整備されることが望まれている³⁾。このような状況においては、道路を利用する人間の側から道路計画を見直すことは環境問題としても重要なテーマであると考えられる。

そこで車輛の走行による人間の心理的影響を明らかにするために、道路近傍に被験者を立たせ、彼らの心理的・身体的反応を測定すると共に、その影響をもたらすと考えられる車輛との距離、車輛の大きさ、速度、通過台数および人間のいるところの騒音の大きさ、一酸化炭素の濃度などの物理的変量を同時に測定する。また心理、身体的反応に影響を与えられられる被験者の特性についても調べる。

これらの結果を分析することにより、次の二つのことを明らかにする。

- ①心理、身体的反応に寄与する物理的要因の発見
- ②心理反応と道路計画に用いられる変数との関連

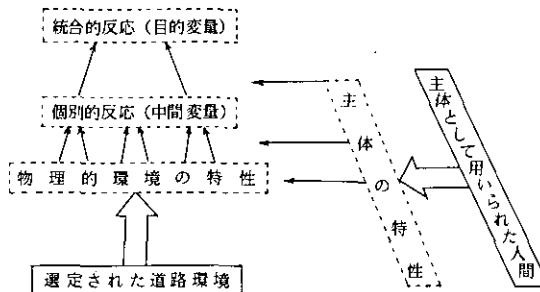
これらの結果より人間の心理的反応を考慮した道路計画への提言を導びく。

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

1.2 心理・身体的反応を測定する為の仮定

道路近傍における心理的反応は、刺激となる“交通現象（物理的環境の特性）”と反応の主体である“人間の受手としての特性”およびこれらによってもたらされる“反応”の三つの要素から成り立っている。これら三つの要素の相互関係は図1.1に示すようになっておりと仮定した。まず図の中央にある個々の知覚と結びついた心理的反応は、物理的環境の特性と反応の主体となる人間の特性によって生ずると考えられる。そしてこれら個別の心理的反応を統合する心理的反応は、これら個々の反応と受手となる人間の特性によって支えられていると考えられる。

なお、統合的反応が具体的である場合には、個別の反応を経由せずに直接物理的環境の特性と結びつくと考えた方がよい場合もある。またここで用いられた物理的環境の特性や主体の特性ということばは、現実生じている交通現象や協力を得た被験者のひととなりのごく一部をとらえたということを表している。



- 注1 統合的反応は目的とする変数であり、研究の目的とすべき全ての項目がこの位置を占めることができる。
- 注2 個別の反応は目的変数が抽象的でじかに物理的環境と結びつかない場合に設定されるものである。
- 注3 環境項目は物理的環境の特徴を人間の知覚を通して表わしたものである。
- 注4 主体の特性は主体となる人間の特性を人間の知覚を通して表わしたものである。

図 1.1 心理的反応の構造（仮定）

1.3 測定項目の設定

これら三つの要素を具体的な数値として測定するには、各要素に応じた測定項目群を設定しなければならない。

まず、統合的な心理的反応項目として不快感を設定し、これをもたらすと考えられる具体的な個別の心理的反応項目として、車輻と接するような危険感、目の前を車輻が通ることによる目ざわり感、車輻が出す音によるうるささを設定した。これらの項目は図1.2に示すように、0（全く感じ

道路近傍における心理的影響の測定用紙

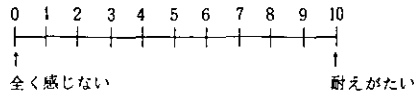
地区

地点

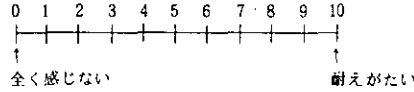
番号

(1) 車輛に接するような危険を感じますか？

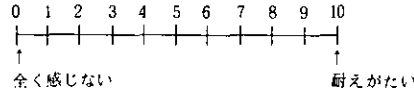
10点満点で数値を与えたとしたらどの位ですか。



(2) 車輛が目の前を通るのが目ざわりと感じますか？



(3) 車輛が出す音がうるさいと感じますか？



(4) 次のような症状を感じますか？

- 目がチカチカする 1. はい 2. いいえ
- ノドが痛い 1. はい 2. いいえ
- 悪臭がする 1. はい 2. いいえ
- はき気がする 1. はい 2. いいえ
- 頭痛がする 1. はい 2. いいえ

(5) ここでの不快感はどの位ですか？

10点満点で数値を与えたとしたらどの位ですか。

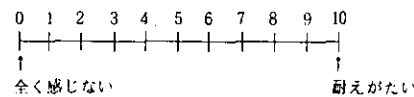


図 1.2 測定用紙

ない) から10 (耐えがたい) までの10点満点で答えてもらった。また個別の身体的反応項目として、目がチカチカしないかどうか、ノドの痛み、悪臭、はき気、頭痛の項目を設定し、図1.2に示すように“はい”、“いいえ”で答えてもらった。

次に主体の特性を示す項目として、性別、年齢、職業、作業の種類、出身地の道路環境、生活している所の環境、家族の人数、家族構成、趣味などに関する項目、車の運転、喫煙、身体の特徴、疲労の度合などを設定した。なお疲労の度合を測定する為にアンケートによる測定の他に、T A F

(Target Aming Function) や C P T (Cold Pressure Test) も実施した⁴⁾。

また道路環境の特性を示す項目としては、道路端から被験者までの距離(m)、車種別(大・中・小・バイク)・車線別交通量(台/3分)、1台ごとの速度(km/h)、被験者が立っていたところの騒音レベル(ホン)、CO濃度(ppm)をとりあげた。

1.4 測定の方法

心理的影響の測定の方法としては、図1.3に示すように歩道端より、0、1、4、8 mの位置に被験者を立たせ、手前側車線の車が来る方向を向いてもらうことにした。各位置で3分間立ってもらい、その時の心理的反応を図1.2に示すようなアンケート表に回答を求め、1回ごとに回収した。そして1回の測定が終わると道路の中央部に向かって移動してもらうことにし、一番車道寄りのところに立ったあとは一番後方にさがり、1回休んでから8 mの位置に立ってもらうことにし、5回で全員の測定が終わった。このような方法で毎日違った5人が1日の間に交通量の異なった6地区において測定する方法をとった。

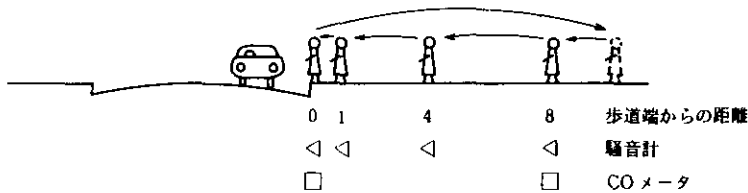


図 1.3 測定の方法

この6地区の選定は1980年6月17日に行った簡易の交通量測定の結果より、交通量の小さい道から大きな道まで、停滞のある道とそうでない道などを考慮して6本の道路を選んだ。そして各道路においてこのような測定が実施できるような広いスペースのある所を図1.4のように選んだ。

なお主体の特性に関する項目は余裕のある時に行い、疲労に関する測定は測定前の朝9時頃と昼休み、測定終了後の午後4時頃行うことにした。この測定と平行して行われている物理的測定の方法は、測定する対象によって二つに分かれた。車輛の走行に関するものとして、被験者の立っている車線の車輛のスピードは、光電式車輛走行速度測定装置によって一台ずつ測定され、交通量は大型、中型、小型、バイクに4分類され、3分間ごとの台数として車線別に記録された。また車輛から放出されたものとしての一酸化炭素濃度は、歩道端から0 mと8 m地点に設定されたエコライザーによって測定され、騒音は各地点に設置された騒音計を結んだレベルレコーダー(レンジ:50~100ホン)によって測定記録された。

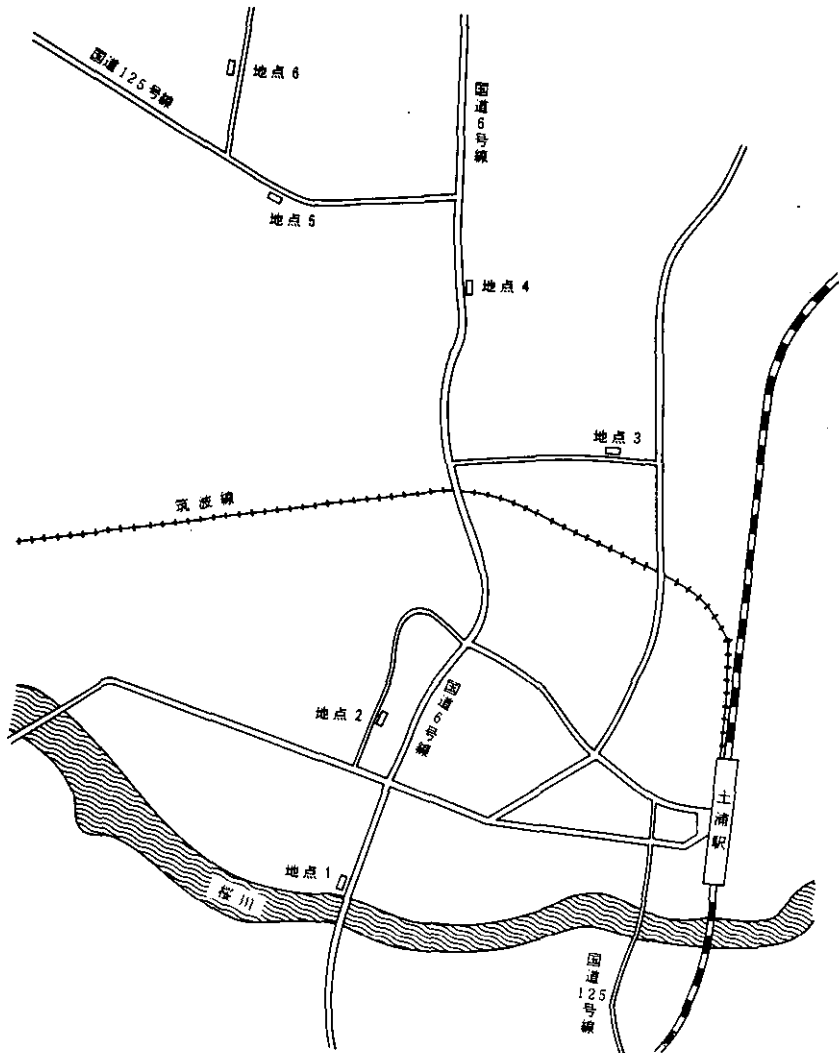


図 1.4 調査地点の選定

1.5 測定の実施

測定は1980年11月8～12, 14～18日の10日間, 朝9時から16時までに行った。

被験者としては, 土浦市の協力を得て国道6号線から250m以内に近接して住む人々25人と, 国道から1km以上離れた人25人の計50人の協力を得, 測定が実施された。これら被験者の特性は表1.1-A～Dに示すように, 男女が半々で年令18～40才, 職業は多様で, 交通量の少ない所に居住していると考えている人の方が少し多かった。この時の気象に関するデータは表1.4に示す。13日は降雨のため測定が不可能であり, それ以外の日は気温の低い日が少しあった。また県の合同庁舎前では道路補修と重なり, 測定条件が予想と異なった場合が生じた。

表 1.1-A 被験者の性別年齢

性別	18～29才	30～40才
男	15	10
女	12	13

表 1.1-B 被験者の職業

職業	人数
農林漁	8
事務	9
主婦	9
学生	13
その他	11

表 1.1-C 被験者の評点性向

評点性向	人数
1	1
2	5
3	17
4	11
5	9
6	5
7	2

表 1.1-D 被験者の道路環境

交通量	人数
多い	19
少ない	31

1.6 心理的・身体的反応の構造

まず心理的反応の構造が1.2で仮定したようになっているかどうか調べた。統合的反応と考えられる不快感をとり出して残りの全ての心理、身体的反応、物理的変量、主体の特性などの項目との関連を導いた。今回の測定で得られたデータは、カテゴリーで答えられているものが多かったので、全てのデータをカテゴリー化し、K. Katsura, Y. Sakamotoの開発したCATDAP (A Category Data Analysis Program Package) というプログラムによって分析が行われた⁵⁾。このプログラムは目的の変数に対してAIC (Akaike Information Criteria) という情報量基準を用いて最適な説明変数の組合せを見つけることができるというY. Sakamoto, H. Akaikeが提案した方法で、カテゴリーデータの分析では極めて有用である。なおここでAICの値は負の方向に大きいほど関連が強いことを示し、また次の説明力をもつモデルとの差が4.6あったときはそのモデルに対して10倍の有利さを持つモデルであると判断される⁶⁾。この方法によって不快感の説明は(AIC = -2006.7)うるささ1項目のみで十分説明出来ることが分かった。しかしながら不快感は、目ざわり感(AIC = -1681.5)や危険感(AIC = -1046.1)とも強い関連を示していた。この結果から最初図1.1に仮定した不快感は統合的反応であるという仮定を捨て、全ての心理、身体的反応と同じようにそれぞれ独立の個別的反応として分析することにした。

よって各反応項目と、それ以外の項目との関連を解くと表1.2のようになり、危険感(歩道の端からの距離と評点性向によって説明され(AIC = -379.5)、目ざわり感(AIC = -457.4)、うるささ(AIC = -530.8)、不快感(AIC = -495.6)は騒音に関する変数と評点性向によって説

表 1.2 心理的反応の構造

説明変数	危険感	目ざわり感	うるささ	不快感
評点性向	○	○	○	○
歩道端からの距離	○			
騒音の大きさ		○	○	○
A I C の 値	-379.5	-457.4	-530.8	-495.6

○印は有意だった変数

明されることが分かった。ここで評点性向と呼んでいる変数は各人が反応として記入した評点の全測定中の平均点であり、各人がどのような値を中心に評点を下したかを示すものと考えられる。

一方、身体的な反応項目では表 1.3 に示すように、目がチカチカする ($AIC = -394.5$)、ノドが痛い ($AIC = -224.6$)、悪臭がする ($AIC = -312.3$) という急性的な身体的な反応は個人個人を一つずつの変数としたもので一番良く説明されていた。このことはこれらの項目が 50 人別々に反応され、個人差が大きいことを示し、情報量基準に対して有利であるにもかかわらず今回用いた被験者の特性は有効な説明変数でないことを示した。また、はき気を説明する変数としては測定日と出身地の道路環境、小さな子供の有無が選ばれ ($AIC = -40.5$)、頭痛では測定日と音に対して神経質であるか否かが選ばれ ($AIC = -171.6$) ていた。

これらの結果において測定日は大きな説明力を持ち ($AIC = -33.4$: はき気, $AIC = -144.8$: 頭痛), さらに測定日ごとに分析する必要があることを示している。

以上の結果より、以後の分析では心理的反応 4 項目 (危険感, 目ざわり感, うるささ, 不快感) と、身体的反応 2 項目 (はき気, 頭痛) について分析を行うことにした。

表 1.3 身体的反応の構造

説明変数	目がチカチカする	ノドがいたい	悪臭がする	はき気がする	頭痛がする
個人	○	○	○		
測定日				○	○
出身地の道路環境				○	
小さな子供がいる				○	
音に対して神経質					○
A I C の 値	-394.5	-224.6	-312.3	-40.5	-171.6

○印は有意だった変数

1.7 心理的・身体的反応の分析

(1) 身体的反応の分析

はき気、頭痛に関しては先の分析より測定日ごとにまとめて分析することにした。これらの反応を説明する変数として各日の気象条件や曜日を用了。その結果表 1.4 に示すように、はき気は月曜日に高くなることを示した。また、頭痛は気圧の下降も寄与している可能性があるが、この関連はデータが少ないので十分に統計的意味を持つ結果が得られなかった。

表 1.4 身体的な反応項目の測定日別集計

測定日	はき気	頭痛	最高気温	気圧の変化 3~15時	最高気温 時湿度	風速	曜日
11月8日	5%	9%	16°C	6.3 mb	70%	4.3 m/s	土
9日	0	9	14	1.0	34	1.9	日
10日	11	24	15	1.4	59	1.5	月○
11日	0	0	19	-0.9	49	2.6	火
12日	1	36	20	-7.4○	60	1.4	水
14日	0	1	13	1.6	43	1.6	金
15日	0	0	17	3.9	30	2.3	土
16日	0	6	12	-3.3	70	2.4	日
17日	8	16	13	-1.2	52	3.1	月○
18日	1	9	18	-1.6	35	1.4	火

○印は関連があると思われる項目

(2) 心理的反応の分析

CATDAP による分析では物理的な諸量がカテゴリー化されていたので、さらに細かく分析する為に、各反応項目の得点をそのまま数値尺度と仮定して連続な目的変量とし、PSSによる重回帰分析を行った。その結果表 1.5 に示すように危険感には車道からの距離（後述 1.8 を参照）の対数（ $\log(m)$ ）、大型車の交通量（台/3分）、普通車（中型、小型を加えたもの）の交通量（台/3分）、音のエネルギー平均（ホン）、音の最大値-平均値（ホン）⁷⁾、CO濃度の平均（ppm）、CO濃度の最大値（ppm）が寄与していることがわかった。目ざわり感、うるささにはCOの平均濃度が寄与せず、一方COの最大値（ppm）が寄与していた。また不快感には平均値、COの最大濃度が寄与していなかった。これらの結果は走行車輛からの距離が大きくなるにつれ、交通量が少なくなるにつれ心理的影響は小さくなることを示す。また音のエネルギー平均が高くなるにつれ、音の最大値が音の平均値より離れるにつれ心理的影響が大きくなることを示している。さらにCO濃度

表 1.5 心理的反應と物理的要因の関連

	単 位	危 険 感	目ざわり感	うるささ	不 快 感
評 価 性 向		2.23**	2.24**	2.25**	2.21**
車道からの距離 log	m	-1.52**	-1.29**	-9.6**	-11.3**
大型車交通量	台/3分	4.2**	7.1**	7.6**	8.1**
普通車交通量	台/3分	8.9**	11.0**	12.5**	12.4**
平均速度	km/h				
最高速度	km/h				
音のピークの平均	ホン				
ピークのエネルギー平均	ホン				
音のエネルギー平均	ホン	2.0*	1.9*	4.5**	3.6**
音の最大値 - 平均	ホン	2.8**	3.8**	3.8**	5.4**
CO 濃度の平均	ppm	-2.8**			3.9**
CO 濃度の最大値	ppm	2.8**	3.2**	2.7**	
定 数 項		-3.5**	-3.6**	-5.7**	-5.2**

**0.01 *0.05有意

の平均値が上がるにつれ不快感は増し、危険感は減少することを示している。このことは CO 濃度の上昇が車の停滞を示し、これによって不快感が増し逆に危険感は減少することを示している。CO 濃度の最高値が心理的影響に寄与していたのは、車輛がごく近くを通行した時に CO の最大値がもたらされるからであり、このことが危険感や目ざわり感、うるささの上昇をもたらしているものと考えられる。また音の最大値 - 平均値は交通量の少ない静かな所に車輛が 1 台通行した時には高くなるので、このことがうるささや不快感を上昇させていると考えられる。

なおこの分析の中で車輛の速度が寄与していないのは、交通量の増加により停滞が生じ速度の減少が生じるという道路条件がもたらした偶然の結果である。

またどの項目でも良く寄与している評価性向に関しては、主体の特性によってさらに細かな分析を行ったが、データの数が少ないため統計的に有意な項目が抽出できなかった。しかしこの変数は表 1.5 の T 値の大きさから見て今後研究しなければならない重要な変数である。

1.8 心理的反應と道路計画変数との関連

前述の分析では道路の空間計画や交通量の制御という道路を計画する上で対応しにくく、また説明力の小さい変数が多く含まれていた。そこで道路の計画に役立つ変数として、車道から人が立っていた所までの距離(m) (これには歩道端から立っているところまでの距離に車道から歩道端までの距離 1 m を加えている。) と、大型車交通量 (台/3分)、普通車 (中・小車輛を加えたもの) 交

表 1.6 心理的反応の変化と計画変数の寄与

	危険度	目ざわり度	うるささ	不快
車道からの距離 log m	-1.2928	-1.0951	-0.8979	-1.0278
大型車交通量台/3分	0.0442	0.0617	0.0746	0.0693
普通車交通量台/3分	0.0211	0.0274	0.0326	0.0301
平均速度 km/h			0.0082	
最高速度 km/h				
定数項	-0.814	-0.734	-0.837	-0.456
修正重相関係数	0.652	0.695	0.718	0.724
平均値	3.48	4.23	4.99	4.78

表 1.7 心理的反応の変化に対する計画変数

	危険度	目ざわり度	うるささ	不快
車道からの距離 log m	-19.46 **	-18.06 **	-15.86 **	-17.72 **
大型車交通量台/3分	7.52 **	10.84 **	12.77 **	12.42 **
普通車交通量台/3分	8.94 **	11.97 **	13.64 **	13.42 **
平均速度 km/h			1.52	
最高速度 km/h				
定数項	-7.17	-6.78	-3.25	-4.31

**0.01 *0.05 有意

通量(台/3分), 平均速度(km/h), 最高速度(km/h)を説明変数にして, PSSによる重回帰分析を行った。このとき目的変数として用いた評点は, 個人の評点性向が寄与するという先の分析の結果を受け, 個人の平均値からのずれを用いた。その結果表1.6, 表1.7に示すように, うるささを除いて3つの反応とも車道からの距離, 大型車交通量, 普通車交通量の三つが寄与していた。うるささでは, 係数値が統計的に有意でないが平均速度が残った。これらの結果から見ると歩道端からの距離は危険感に関して一番良く寄与していることが分かった。また大型車は普通車の2倍以上の心理的影響があることが分かった。

以上の結果より各心理的反応を推定する式を構築すると次のようになる。

$$R_1 = -1.29 \log X_1 + 0.0442 X_2 + 0.0211 X_3 + 2.67 \quad (1.1)$$

R_1 : 危険感

X_1 : 車道から被験者の立っている所までの距離

X_2 : 大型車交通量 (台/3分)

X_3 : 普通車交通量 (台/3台)

$$R_2 = -1.10 \log X_1 + 0.0617X_2 + 0.0274X_3 + 3.49 \quad (1.2)$$

R_2 : 目ざわり感

$$R_3 = -0.90 \log X_1 + 0.0746 X_2 + 0.0326X_3 + 0.0082X_4 + 4.15 \quad (1.3)$$

R_3 : うるささ

X_4 : 平均速度

$$R_4 = -1.03 \log X_1 + 0.0693X_2 + 0.0301X_3 + 4.53 \quad (1.4)$$

R_4 : 不快感

これらの重回帰式の説明力は0.7前後であるので、この種の測定結果からすれば十分意味がある結果であると考えられる。

これらの重回帰式のうち(1.1)と(1.3)を用いて等心理曲線を描くと図1.5, 1.6のようになる。図1.5の等危険感曲線を見ると歩道端からの距離が0mで時間交通量200台/時における心理的影響は3.0点で、上の線に示すように2000台/時において4.5mのところと同じであることを示している。また中の線は大型を規制したときと同じ影響の線を示し2000台/時では歩道端から2.5mのところと同じ感じであることを示している。このことは危険感に対し歩道を十分にとり、人と

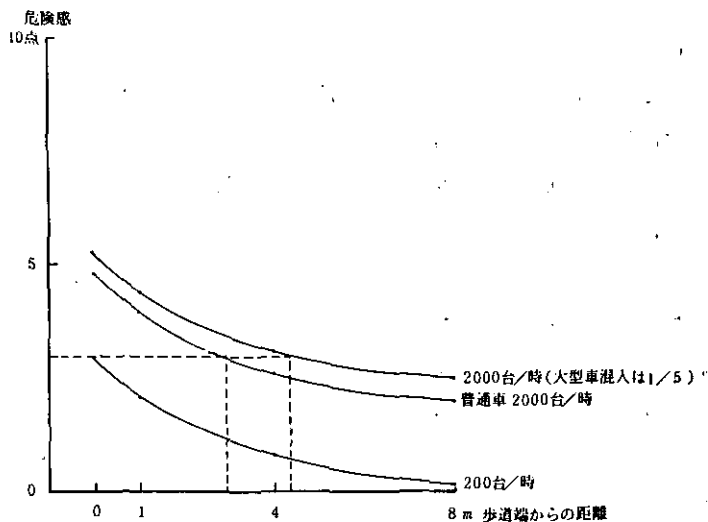


図 1.5 危険感と計画変数との関連

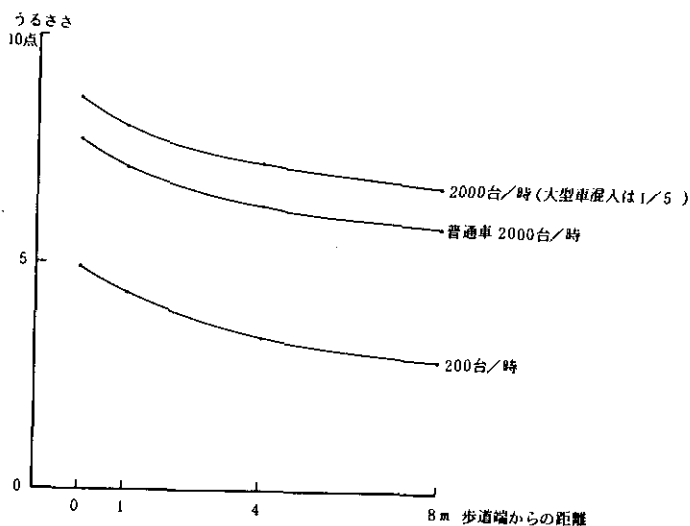


図 1.6 うるささと計画変数との関連

車を離すことは心理的影響に有効な結果を得ることを示している。この3.0点というのは後の追跡調査で75%の人が普段の生活で許せると答えた値である。また、うるささでは図6に示すように距離による影響の減衰は小さい。このことは騒音に関してこの式を適用しようと仮定すると、かなり車と人を離しても影響は弱まらないことを示し、有効な対策とは言えないことを示している。

1.9 日常生活で許容される心理的影響

前述の心理的影響とそれをもたらすと思われる物理的諸量との関連を計画に用いるには、目的となる心理的影響の大きさがどの位まで許されるかを知る必要がある。

そこで各被験者に対して二つの質問を設定し追跡調査を行った。第1の質問は日常被験者が生活しているところでの危険感、目ざわり感、うるささ、不快感の強さを、0から10までの数値で問うた。その結果86%の人から回答を得、図1.7～1.10のような度数分布を得た。これらの結果より日常生活環境の値は3～5に多く分布していることが明らかとなった。また平均点は危険感で3.8、目ざわり感で3.6、うるささで4.4、不快感で3.0であった。また第2の質問はどの位の影響までならば日常生活環境として許せるかについて問うた。その結果図1.11～1.14のような累積度数分布を得た。この結果から50%以上の人が許せる心理的影響は危険感で5点未満、目ざわり感で4点未満、うるささで5.5点未満、不快感で3点未満であることが分かった。また80%以上の人が許せる範囲はそれぞれ、2.5点未満、3点未満、1.5点未満であることが分かった。

このことは80%以上の人を満足させるには危険感で1.3点、目ざわり感で1.1点、うるささで1.4点、不快感で1.5点それぞれ現状より下げなければならないことを示している。またこの結果を図5に適用すると、2000台/時の交通量の道路でこの基準を満足させるには歩道端から8m以上離れた

ところに人々が歩行するような道を造る必要がある。またうるささではこのような基準を適用するには歩道端からの距離による心理的影響の減衰が小さいので、不可能であることを示している。

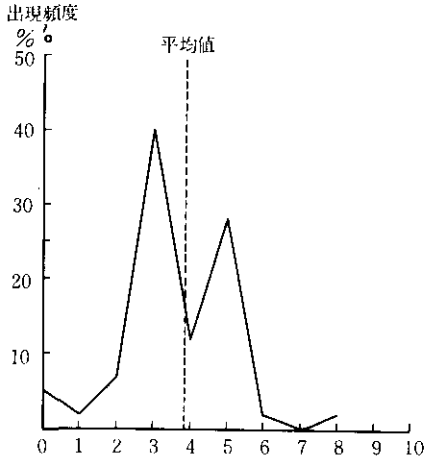


図 1.7 日常の生活環境における「危険感」の度数分布

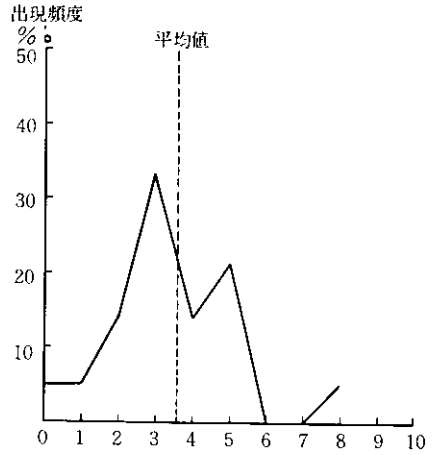


図 1.8 日常の生活環境における「めざわり感」の度数分布

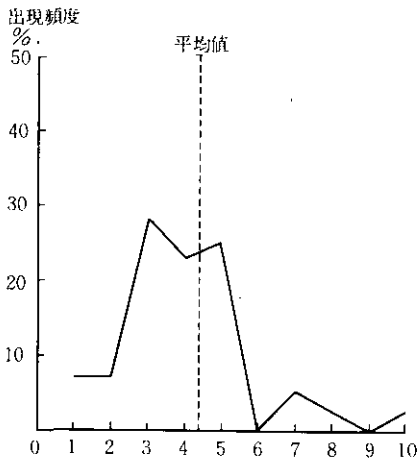


図 1.9 日常の生活環境における「うるささ」の度数分布

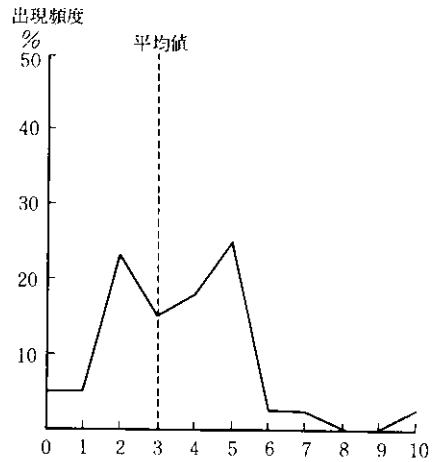


図 1.10 日常の生活環境における「不快感」の度数分布

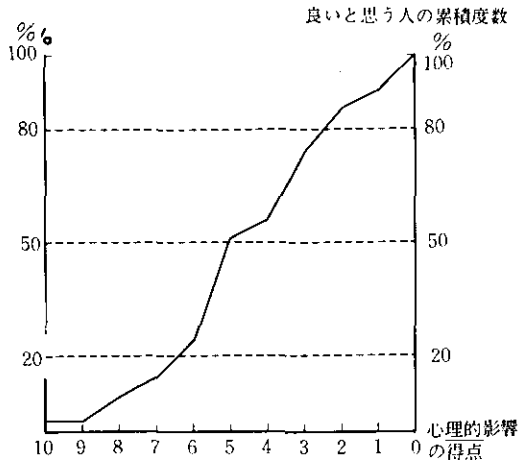


図 1.11 危険感と許容度
の関係

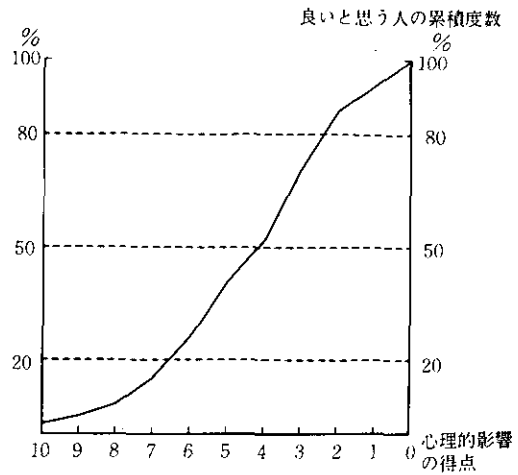


図 1.12 目ざわり感と許容度
の関係

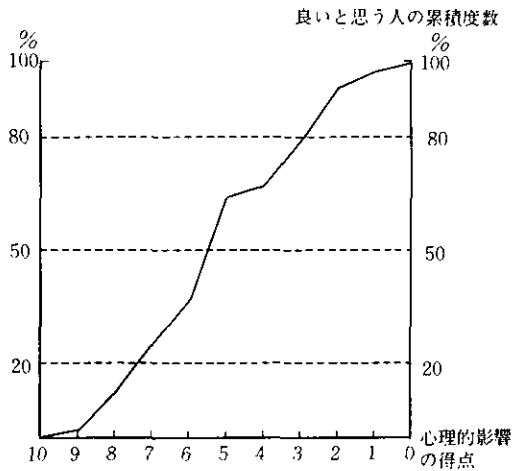


図 1.13 うるささと許容度
の関係

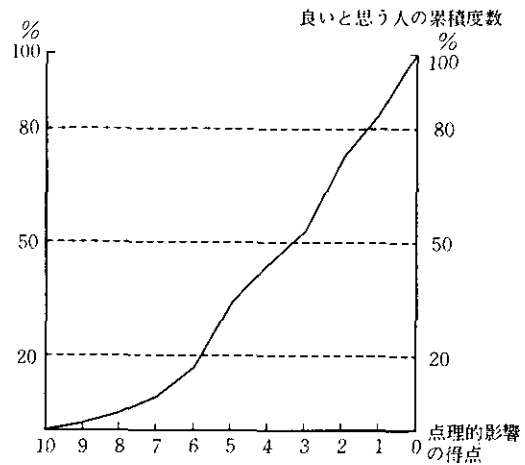


図 1.14 不快感と許容度
の関係

1.10 結論と今後の発展

道路近傍に被験者を立たせ、その心理的反應を測定し走行する車輛に関する物理的諸量および道路構造に関する諸量との関連を求め、日常の生活環境として許容されうる値を求めることによって次の三つの点が明らかとなった。

①心理的反應に寄与する物理的要因として、歩道端からの距離(m)、車種別交通量(台/3分)、音のエネルギー平均値(ホン)、音の最大値-平均値(ホン)、CO濃度(ppm)、COの最大値

(ppm)が有効であることが明らかとなった。

②道路の計画に資すると仮定した変数により、心理的反応の個人内の変動は有意に説明された。その結果歩道端からの距離、大型車の交通量、普通車の交通量が重要な変数であることを示していた。特に危険感に対しては歩道端からの距離が有効に寄与していた。

③日常の生活で許容される心理的影響は80%の人々の反応を基準として危険感では1.3点現状より下げなければならないことを示していた。またこの基準を2000台/時の交通量(国道6号線)に当てはめると歩道端から8m以上離れた所を歩かさなければならないことを示していた。

これらの成果が得られたことにより、今後は車輛と人との正確な距離、音の最大値一平均値など新しい変数について研究を進める必要があると思われる。また交通条件の制約で心理的反応に有意に寄与しなかった速度、加速度などの要因についても明らかにする必要がある。さらに評点の値を大きく左右していた評点性向のような人々の特性についても研究を進めなければならない。

このような研究を積み重ねることにより、道路近傍にいる人々の環境を考慮した道路・交通計画を考えていかなければならない。

謝 辞

この測定に協力して下さった土浦市および市民有志、御東洋情報システムに心からお礼申し上げます。

またこの論文をまとめるに当たり、参考となる意見を下さった土木研究所の篠原修氏、関西学院大学の海野道郎氏に感謝いたします。

最後に学生時代このようなテーマに目を開かせて下さった東京工業大学社会工学科の鈴木忠義教授の学恩に心から謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 青木陽二(1981): 物理的環境と心理的反応との関連分析に関する研究. 環境情報科学, 10(3), 25-29.
- 2) 青木陽二・西岡秀三(1982): 自動車の走行が歩行者にもたらす心理的影響の測定. 交通工学, 17(3), (掲載予定)
- 3) 総理府広報室(1981): 道路に関する世論調査. 13(5).
- 4) 高桑栄松(1980): 疲労に関する研究. 日本衛生学雑誌, 35(1), 78-87.
- 5) 坂元慶行(1981): カテゴリカルデータの解析. 数理科学, 213, 24-29.
- 6) Akaike, H. (1979): A Bayesian extension of the minimum AIC procedure of autoregressive model fitting. Biometrika, 66(22), 237-242.
- 7) Griffiths, I.D. and F.J. Langdon (1968): J. Sound Vib., 8(1), 16-32.

2. 道路交通騒音と被害意識に関する分析

—土浦市を例として—

田村正行¹

2.1 はじめに

2.1.1 調査の目的

現在の社会において、自動車は輸送手段として非常に重要な地位を占めている。しかし一方で、道路交通に起因する公害によって、多数の人々が生活環境の悪化を余儀なくされていることも事実である。なかでも道路交通騒音は、直接的に感覚に影響を及ぼすものとして、沿道住民のあいだで深刻な問題となっている。騒音公害に対して様々な対策が立てられてきたが、環境白書によれば、いまだに環境基準を超過する地点が全測定地点の半ばを超えている。このような状況を改善するために、今後より抜本的な対策が実施されることが必要であると考えられる。

当研究所では経常研究として道路の周辺環境の問題を取り上げており、総合解析部では道路交通騒音と住民の被害意識に関する調査、研究を進めてきた。研究の主な目的は、道路交通騒音と住民の被害意識の関係を明らかにすることによって、有効な騒音対策の立案に資することにある。この研究の一環として、地方都市における道路交通騒音と被害意識の実態を調べるために、土浦市を一例として取り上げ、交通量・騒音調査とアンケート調査を実施した。ここでは、そのデータを分析することによって得られた結果を報告する。

なお本報告書に述べられた一連の研究の中では、前節の「道路近傍に立つ被験者の心理的影響の測定」においても一部騒音と心理量の関係についての人間意識構造の分析を行っており、本節でのべる研究も対象こそ前者は歩行者と走行車輛の接近時の関係、後者は道路近傍の生活者と定常的な騒音との関係と異なっているものの、物理量と心理量の関連を探るという目的や分析の考え方については共通のものがある。

2.1.2 調査の概要

調査地区は、土浦市内の主要道路である国道6号、旧水戸街道、土浦学園線に隣接する8地区を選定した。これら8地区の位置を図2.1、名称を表2.1に示す。各地区とも主要道路を1本（千束町のみ2本）想定し（以下対象道路と呼ぶ）、図2.2の範囲を原則として設定した。

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

ら16日（木）の3日間に実施した。

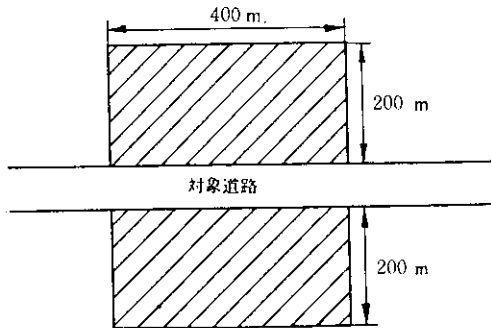


図 2.2 調査対象地区設定範囲

表 2.1 調査対象地区と回答数

地区番号	地区名	回答数
1	土浦一高前	122
2	桜町	139
3	中高津	149
4	千束町	154
5	大町	147
6	中央	146
7	真鍋	128
8	城北	145
計		1160

2.2 交通量・騒音の実態調査と分析

2.2.1 交通量・騒音調査の目的

土浦市の八つの調査対象地区において、対象道路の交通量調査とその沿道の騒音測定を実施した。これらのデータは、調査対象地区の交通状況と騒音分布の実態把握および騒音と住民の被害意識との相関分析のために用いられる。

2.2.2 交通量の実態調査

(1) 交通量調査の概要

交通量調査は、1981年4月14日（火）から4月16日（木）までの連続した3日間に、八つの調査対象地区の対象道路において実施した。測定時間は1地点につき15分間であり、朝（6～7時）、昼（14～15時）、夕（18～19時）、夜（22～23時）の四つの時間帯で測定を行った。車種分類は、大型車、中型車、自動二輪、自転車、および歩行者の6分類とし、車の進行方向別に通過台数を調べた。このようにして得られた15分間の交通量を4倍することによって、各時間帯の1時間当たり交通量を推定した。

(2) 交通量調査の結果

各地区の時間帯別交通状況を図 2.3、図 2.4 に示す。図 2.3 は、大型車、中型車、小型車の両方向合計交通量であり、図 2.4 は、大型車と中型車の両方向合計交通量である。なお、自動二輪は通過台数が少ないのでここでは省略した。これらの図から、国道 6 号に面する土浦一高前（地区 1）、中高津（地区 3）、および千束町（地区 4）で全交通量が多く、かつ大型車と中型車の混入率も高いことが分かる。土浦学園線に面する桜町（地区 2）、旧国道に面する大

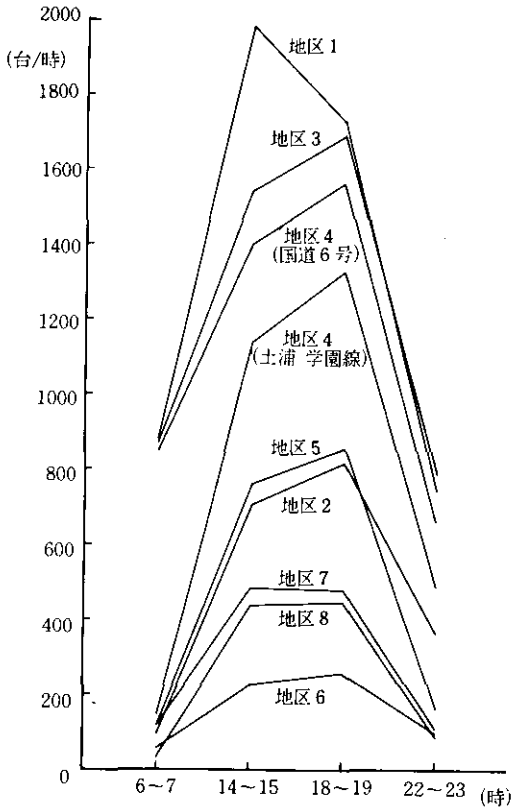


図 2.3 大型車，中型車，および小型車の合計交通量

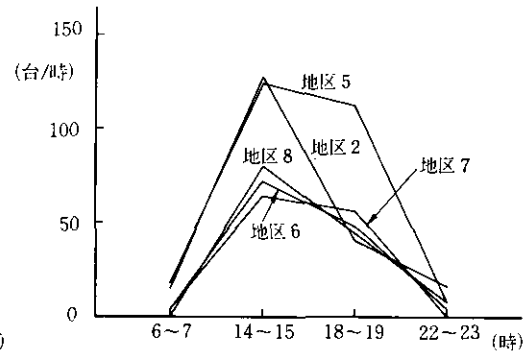
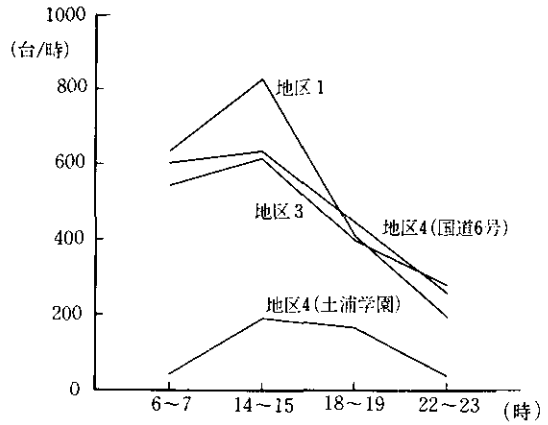


図 2.4 大型車と中型車の合計交通量

町（地区 5）でも比較的交通量が多い。中央（地区 6），真鍋（地区 7），城北（地区 8）は交通量が少なく，閑静な地区である。但し，真鍋は国道 6 号がすぐ近くを走っており，この影響を強く受けている。

以上の交通量データから，国道 6 号の沿道では相当な騒音公害があると推定できる。特に，地区 1，3，4 のデータから分かるように，国道 6 号は，早朝の大型，中型車の通過台数が多く沿道の騒音レベルはかなり高いと思われる。

2.2.3 騒音の実態調査

(1) 騒音調査の概要

騒音測定は，原則として図 2.5 に示すように対象道路から 0 m，50 m，150 m の 3 点を 1 組として，1 地区当たり合計 12 点で行った。但し，このような配置が道路配置や地区範囲よりも

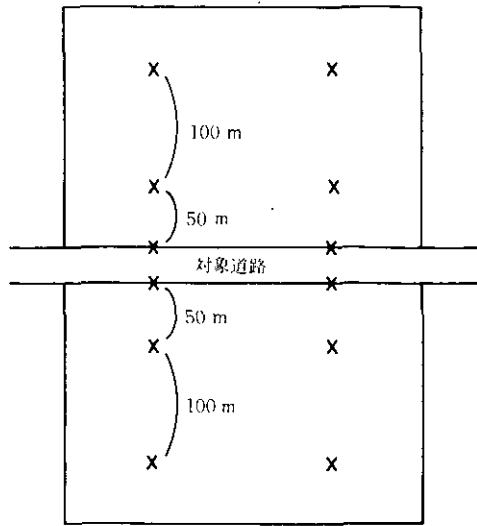


図 2.5 騒音測定地点

て適当でない地区に対しては、測定点を適宜移動して測定した。測定回数は、朝（5～8時）、昼（9～18時）、夜（21～24時）の三つの時間帯で各1回ずつ合計3回とし、1回当たりの測定時間は5分間であった。用いた騒音計はRION NA-20、記録計はRION LR-04であり、特性A、Fastで記録した。

騒音評価値としては、中央値（ L_{50} ）および参考として80%レンジの上端値（ L_{10} ）、下端値（ L_{90} ）を用いることにした。これらの値は、記録されたデータから5秒ごとに50個サンプルを採って求めた。

(2) 騒音調査の結果

騒音の中央値を道路からの距離別に平均し、各地区における騒音の距離減衰平均値を算出した。結果を表2.2に示す。但し、千束町（地区4）は国道6号と土浦学園線の二つの対象道路のうち、国道6号からの距離減衰である。また、真鍋（地区7）においては、対象道路である旧国道は交通量が少なく、騒音は隣接する国道6号からの寄与が大部分であるので、国道6号からの距離減衰を示した。

この地域に2車線道路、地域区分Aに対する環境基準、朝50ホン、昼55ホン、夜45ホンを適用すると、道路端ではほぼすべての場所で基準を超過しているが、道路から50m離れると大部分の場所で基準以下になることが分かる。但し、夜間の基準を超過している場所が、50m離れてもまだかなりある。

騒音規制法の要請基準は、第2種区域の2車線道路の場合、朝65ホン、昼70ホン、夜55ホンである。この基準を適用すると、国道6号に面する地区1, 3, 4, 7の道路端で基準を超過

していることが分かる。これらの地区においても道路から50m離れば、基準以下の騒音になっている。

表 2.2 各地区における平均騒音レベル (L_{50})

地区	道路端からの距離(m)	朝 (5~8時)	昼 (9~18時)	夜 (21~24時)
1 土浦一高前	0	68	75	68
	50	51	54	51
	150	46	50	47
2 桜町	0	48	65	57
	50	41	50	49
	150	41	44	47
3 中高津	0	74	74	73
	50	49	50	47
	150	44	41	40
4 千束町	0	73	74	71
	50	51	50	47
	150	44	49	40
5 大町	0	49	61	48
	50	43	47	43
	150	40	48	46
6 中央	0	62	65	47
	50	51	52	42
	150	44	45	40
7 真鍋	0	72	73	66
	50	53	54	50
	150	50	48	43
8 城北	0	58	63	50
	50	46	46	40
	150	41	42	40

2.3 被害意識の実態調査と分析

2.3.1 アンケート調査項目

アンケート調査表に騒音についての質問項目が設けられており、これらは、騒音の評価に関するもの、騒音の直接的な影響に関するもの、住宅の構造、位置に関するもの、および調査対象者の属性に関するものの四つに大別される(資料:意識調査表抜粋参照)

騒音の評価に関する項目は、Q 3, 5, 6の三つであり、それぞれ、うるささ、被害度、不満度という点から騒音の総合的な評価について尋ねている。3種類の聞き方を用意することによって、質問の仕方による反応の差異を見ることができる。

騒音の直接影響に関する項目はQ 4の13この質問である。これらは、日常生活への影響1～8、心理的影響9～11、生理的影響12～13の3種類の質問から成る。騒音によって引き起こされると考えられる直接的な影響はほぼすべて挙げているといえよう。

住宅に関する項目はO 1, 2, 3である。(O 1)は住宅の構造、(O 2)は住宅周辺の道路状況、(O 3)は住宅の対象道路からの距離に関する質問である。これらは、調査対象者に尋ねるのではなく、調査員の観察項目とした。

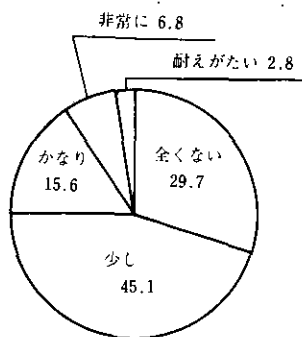
調査対象者の属性に関する項目は(F 1)から(F 16)までである。これらは、家族、職業、自動車の有無、健康、外出回数、集会への参加、近所づきあい、前住地、転居希望、年収、事故経験、道路の損得、交通公害に対する行動等に関するものである。これらのうち、転居希望(F 11)と道路の損得(F 14)に関する項目は、騒音公害以外の要因も含めた、現在の生活環境の総合的な評価であるともいえる。

2.3.2 被害意識の実態

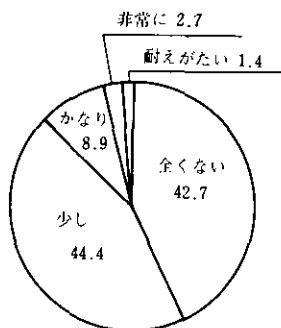
(1) 単純集計結果

アンケート調査項目の全地区にわたる集計結果のうち騒音の評価と直接影響に関わる項目(Q 3～Q 6)について円グラフ表示をしたのが図2.6である。このうち騒音の評価に関する項目は1～3(Q 3, 5, 6)である。図から分かるように、騒音の評価に関して尋ねた場合、不満度の場合が最も敏感であり、次いでうるささ、被害度の順に敏感な反応をする傾向があるといえる。例えば、3以上の選択肢に答えた人は、不満度の場合、全体の37.7%であるのに対し、うるささの場合25.2%、被害度の場合13.0%である。このことは逆に言えば、被害度で聞いた場合に最も正確に被害意識を把握でき、うるささ、不満度で聞いた場合には気紛れな要素を含む恐れがあるとも言える。

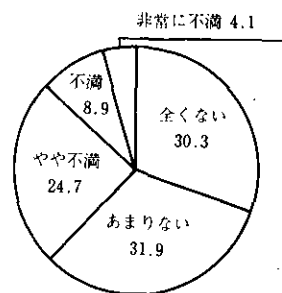
騒音の直接影響に関する項目(Q 4)は4～16である。このうち日常生活への影響項目(4～11)をみると、どれもほぼ半数が「全くない」という判断をしている。これは交通量のあまり多くない閑静な地区(地区6, 8等)を調査対象に含んでいること、調査対象地区が道路の両側200m幅と広がったため道路交通騒音の影響を受けていない人も調査対象に含まれていることなどによる。「全くない」以外の選択肢に答えた人の割合もすべての項目でほぼ似通っている。例えば、「あまりない」と答えた人は約30%、「時々ある」以上の答えをした人は約20%、「非常に多い」と答えた人は約1%程度である。心理的影響に関する項目(12～14)においても、「ハッとする」以外は日常生活項目と類似した回答パターンを示している。「ハッとする」が特異的であるのは、車の警笛などの影響によるのではないかと思われる。生理的影響に関する項目(Q 15～16)においては、正反応が非常に少なく、「時々ある」以上の回答をした人はどちらも4%以下にすぎない。この地域の道路交通騒音公害は生理的影響を頻繁に引き起こす程ひどくはないようである。



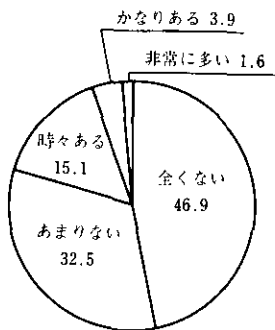
1. うるささ(Q3)



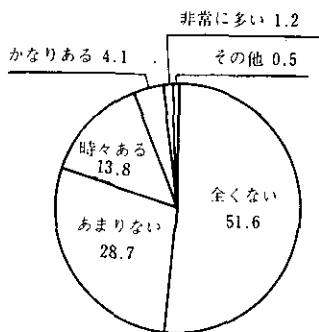
2. 被害度(Q5)



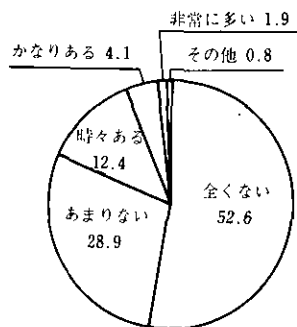
3. 不満度(Q6)



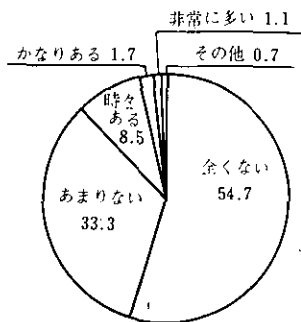
4. 会話の妨げ(Q4.1)



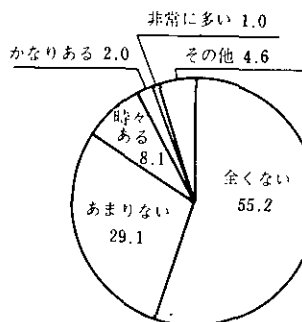
5. 電話の妨げ(Q4.2)



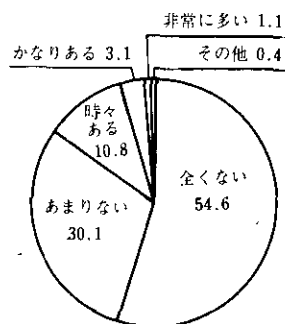
6. TV・ラジオ・レコードの聴取妨害(Q4.3)



7. 読書・考えごとの妨げ(Q4.4)

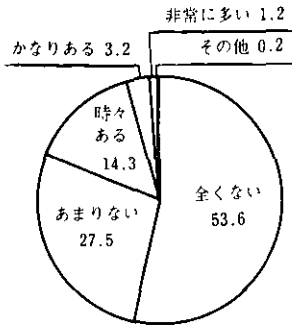


8. 睡眠の妨げ(Q4.5)

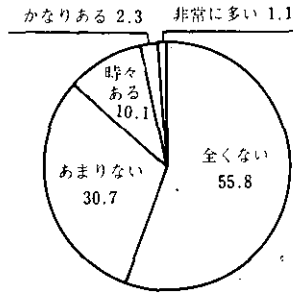


9. 寝つかれない(Q4.6)

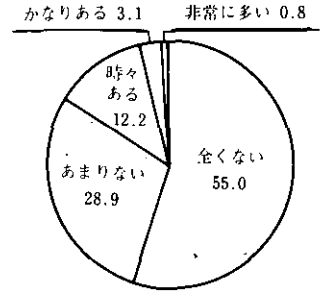
図 2.6 騒音の評価と直接影響に関する項目の集計結果 (全地区)



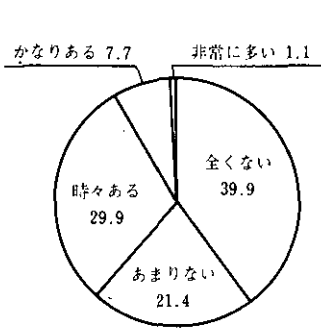
10. 夜中に目がさめる (Q4.7)



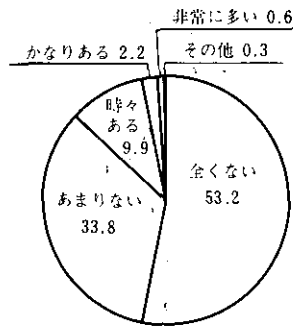
11. 早朝に目がさめる (Q4.8)



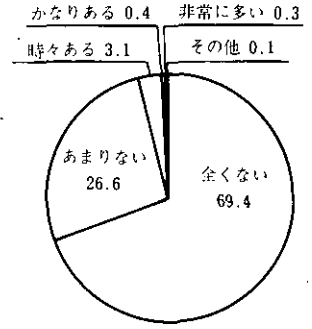
12. いらいらする (Q4.9)



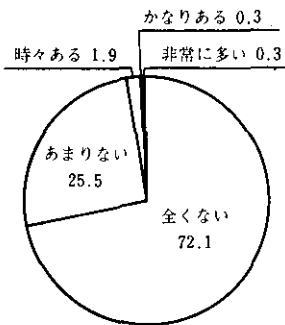
13. ハットする (Q4.10)



14. くつろげない (Q4.11)



15. 頭が痛い、重い (Q4.12)



16. 耳鳴りがする (Q4.13)

図 2.6 (つづき)

(2) 地区別集計結果

アンケート調査項目に対する回答パターンは地区ごとにどのような違いがあるであろうか。図 2.7 に代表的な調査項目における地区別の回答比率を示す。1, 2 は騒音の評価に関して, 3, 4, 5 はそれぞれ日常生活への影響, 心理的影響, 生理的影響に関して, 6 は道路の総合評価に関しての質問である。

騒音に関わる項目(1~5)において, 選択肢 2 以上の回答をした人の比率が高いのは, 地区 1, 4, 5, 7 である。選択肢 3 以上では地区 1, 3, 4, 7, 選択肢 4 以上では地区 1, 3, 7 がそれぞれ回答比率が高い。全体としては, 国道 6 号に面する地区での被害意識が高く, 面しない地区では相対的に被害意識が低い。

回答パターンがやや変わっているのは地区 4 である。この地区は, 国道 6 号と土浦学園線の交差点に面しており, 交通量が多く騒音レベルが高い。このため被害意識も高いのであるが, どの項目でも選択肢 4 の「非常に……」以上の回答比率は他地区に比べて高くはない。これは騒音に慣れたためなのか, 他の要因によるものか, 目下のところ明確ではない。

対象道路が生活にとってプラスとマイナスのどちらを多くもたらすかという質問(F14)に対して, 「マイナスが多い」と答えた人は, 国道 6 号に面する地区 1, 3, 4, 7 で比較的多い。一方, プラスが多いと答えた人が多かったのは, 地区 1, 3, 6, 7 であり, 4 地区中 3 地区まで国道 6 号に面する地区であった。この回答パターンをみると, ネガティブの判断には騒音等の自動車公害がかかわっているように見受けられるが, ポジティブの判断には, 騒音公害以外に便益等多様な要因が複雑にかかわっているようである。

2.3.3 被害意識と道路からの距離

(1) 被害意識の距離減衰

騒音による被害意識は対象道路からの距離によってどのように変化するであろうか。ここでは, 調査対象地区のうち交通状況, 道路条件などが類似している地区を二つずつまとめて 3 組のペア(地区 1, 3, 地区 2, 5, および地区 6, 8)とし, その各々における被害意識の距離減衰を調べた。地区 4, 7 を除外したのは道路条件が距離減衰を調べるのには適当でないためである。

図 2.8 に, 代表的な項目における被害意識と道路からの関係を示す。1~5 は騒音に関する項目, 6 は道路の総合評価である。国道 6 号に面する地区 1, 3 では, どの項目においても道路ぎわで高い正反応率がみられるが, 15m 程離れると急激に減少する。その後 40m 付近まで横ばいしないしはやや増加傾向を示した後再び減少して, 約 100m 離れた地点では対象道路による騒音の影響は殆んどないと思われる。40m 付近で正反応率がピークを示すことがあるのは, 家屋の建ち並び方などによるとも思われるが, はつきりした原因はつかめていない。

国道 6 号に面していない地区 2, 3 と地区 6, 8 では, 似通った意識反応パターンを示して

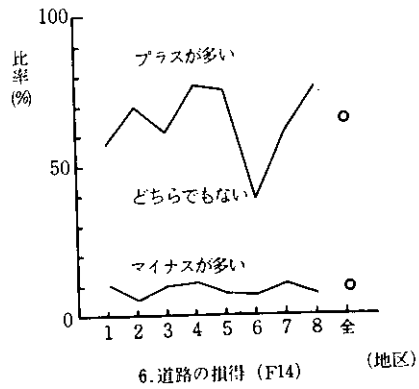
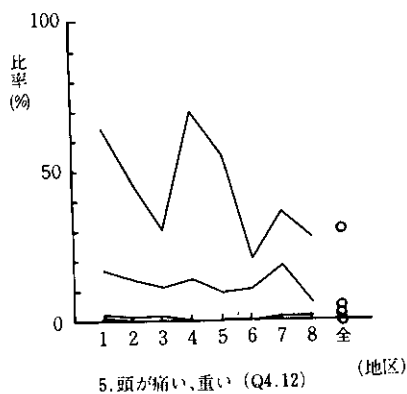
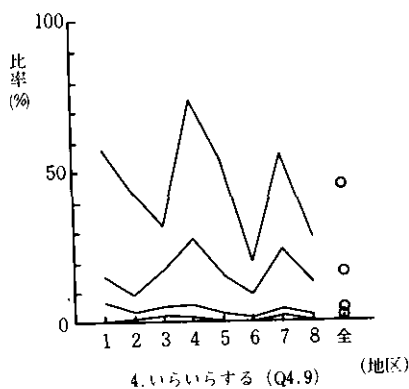
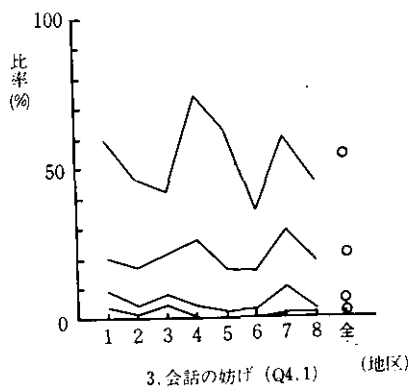
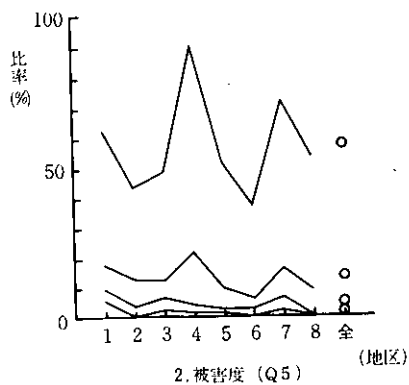
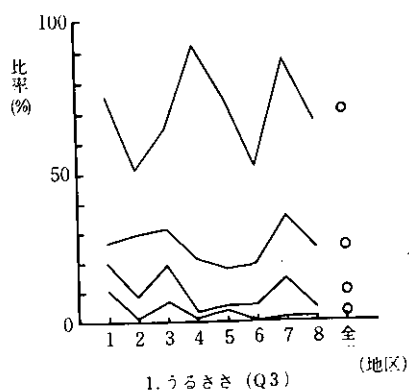


図 2.7 地区別回答比率（6 番以外のグラフは上から順に、選択肢 2 以上、3 以上、4 以上、5 の回答をした人の地区別比率を示す）

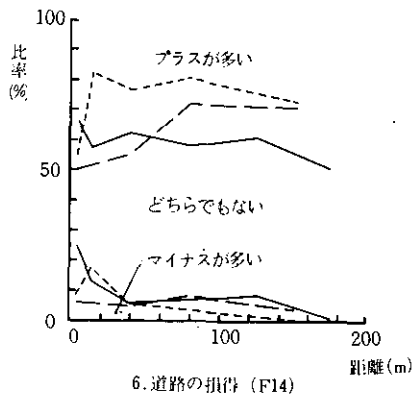
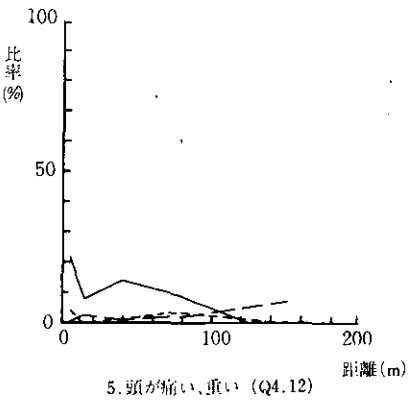
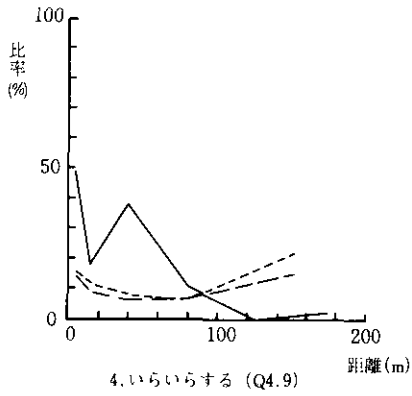
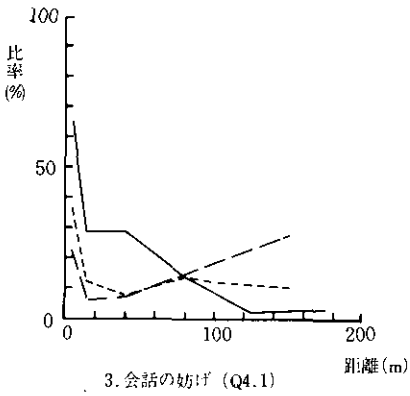
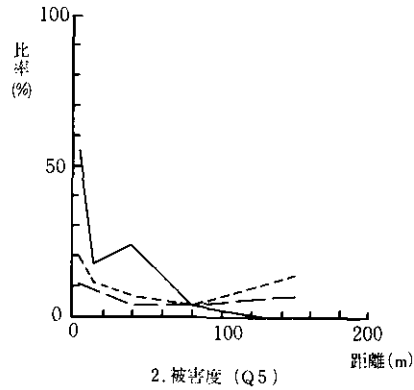
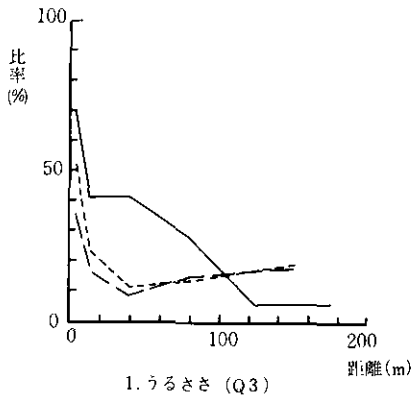


図 2.8 被害意識と道路からの距離の関係。地区 1.3 (—), 地区 2.5 (---), 地区 6.8 (- -), (6 番以外のグラフは, 選択肢 3 ~ 5 の回答比率を示す)

いる。道路ぎわにおける正反応率は地区1, 3程高くはなく、20mも離れれば騒音の影響はほとんどないようである。遠距離になって正反応率が上昇しているのは、これらの地区が市街地にあるので、対象道路以外の隣接道路からの騒音が到達するためと思われる。

「頭が痛い、重い」の項目では回答比率は、地区1, 3の道路ぎわを除いて非常に低く、生理的な影響はほとんどないようである。

「道路の損得」の項目では、地区1, 3の道路ぎわで、「マイナスが多い」とした人が多い。この地帯では道路交通騒音がかなり激しいことを反映しているのであろう。その他の地区では騒音の影響によると思われる傾向は見受けられず、道路ぎわでかえって「プラスが多い」という回答が増えている。これは道路の利便性等が考慮されたためであろう。

以上、騒音の被害意識等が道路からの距離とどのような関係にあるかを見てきたが、被害意識は距離によってどの程度規定されているのであろうか。距離を六つのカテゴリー（0～10, 10～20, 20～60, 60～100, 100～150, 150～200m）に分割し、距離と被害意識を数量化Ⅱ類で分析することにより、両者の偏相関係数を求めた。結果を表2.3に示す。これから、距

表 2.3 道路からの距離と各項目の偏相関係数、および対策必要距離

分類	項 目	数 量 化 Ⅱ 類 偏 相 関 係 数			対 策 必 要 距 離 (m)		
		地区 1,3	地区 2,5	地区 6,8	地区 1,3	地区 2,5	地区 6,8
評 価	うるささ (Q 3)	.652	.435	.364	100	20	15
	被害度 (Q 5)	.650	.339	.250	50	5	0
	不満度 (Q 6)	.644	.288	.339	110	—	25
直 接 接 影 響	会話の妨げ (Q 4.1)	.658	.364	.320	60	10	5
	電話の妨げ (Q 4.2)	.644	.404	.301	15	10	10
	TV・ラジオの聴取妨害 (Q 4.3)	.669	.339	.251	30	20	0
	読書・考えごとの妨げ (Q 4.4)	.663	.341	.238	20	10	0
	昼寝の妨げ (Q 4.5)	.629	.382	.239	30	20	10
	寝つかれない (Q 4.6)	.626	.308	.238	80	30	10
	夜中に目がさめる (Q 4.7)	.578	.307	.245	80	25	0
	早朝に目がさめる (Q 4.8)	.603	.325	.195	75	25	0
	いらいらする (Q 4.9)	.617	.297	.170	65	0	0
	ハットする (Q 4.10)	.705	.363	.250	100	∞	∞
	くつろげない (Q 4.11)	.631	.310	.248	45	25	0
	頭が痛い・重い (Q 4.12)	.526	.353	.215	10	0	0
耳鳴りがする (Q 4.13)	.505	.342	.139	0	0	0	
総 合 評 価	転居希望 (F11)	.314	.176	.101	—	—	—
	道路の損得 (F14)	.276	.253	.178	—	—	—

離との相関が高いのは、評価に関する項目、および直接影響のうち日常生活と心理的影響に関する項目である。相関が低いのは、総合評価項目と、直接影響のうち生理的影響に関する項目であった。また、地区別で言うと、地区1, 3が最も相関が高く、地区2, 5, 地区6, 8の順に低くなっている。地区1, 3が、幹線道路である国道6号を対象道路としているのに対して、その他の地区の対象道路はそれほど交通量が多くないので、被害意識の距離に対する相関に差異が現れると考えられる。

(2) 騒音対策の必要な距離

前節で、被害意識と道路からの距離の関係をみたが、この関係から、どの程度の距離まで騒音への対策が必要であるかについて目安を立てることができる。即ち被害意識を訴える人の比率がある一定値となる距離までが対策必要距離であるとするのである。どの程度の被害意識であれば許容しうるかを定めるのはややあいまいさを伴う点であるが、それは何らかの社会的方法によって決定することができよう。ここでは、選択肢3～5に答える人の比率が20%以下になるまでは許容できないとして、対策の必要な距離を、騒音にかかわる各項目に対して求めてみた。結果を表2.3に示す。

項目によって対策必要距離はかなり異なるが、地区1, 3では50m前後、地区2, 5では20m前後、地区6, 8では10m前後であるものが多い。このことは、2.2.3の(2)で述べた騒音調査の結果と対応している。つまり、地区1, 3では騒音レベルが高く、対象道路から50m程離れた所で初めて環境基準を満足しているが、地区2, 5と地区6, 8では、路端においても騒音レベルはそれ程高くない。

2.3.4 被害意識の構造

2.3.1で述べたように、騒音の評価と直接影響に関してそれぞれ3項目と13項目の調査を行った。ここでは、住民の騒音被害意識において13この直接影響項目がどのような位置関係にあるかについて考察した結果を示す。

図2.9は、数量化Ⅲ類によって各項目をパターン分類したものである。サフィックスの1と2は、それぞれ選択肢の(1, 2)への反応と、(3, 4, 5)への反応に対応する。この図において、正反応は五つのグループに分かれている。第1のグループA₂, B₂, C₂は、意味のある音の聴取妨害、第2のグループD₂, E₂, I₂, K₂は、日常生活における喧騒感、第3のグループG₂, H₂, F₂は睡眠妨害、第4のグループL₂, M₂は生理的影響であると意味づけすることができる。第5のJ₂は特異であるが、これは、「車の音でハッとする」ということの中に警笛によるものも含まれているからであろう。サフィックスが1のものはすべて原点の左に集中して一つのグループとなっている。

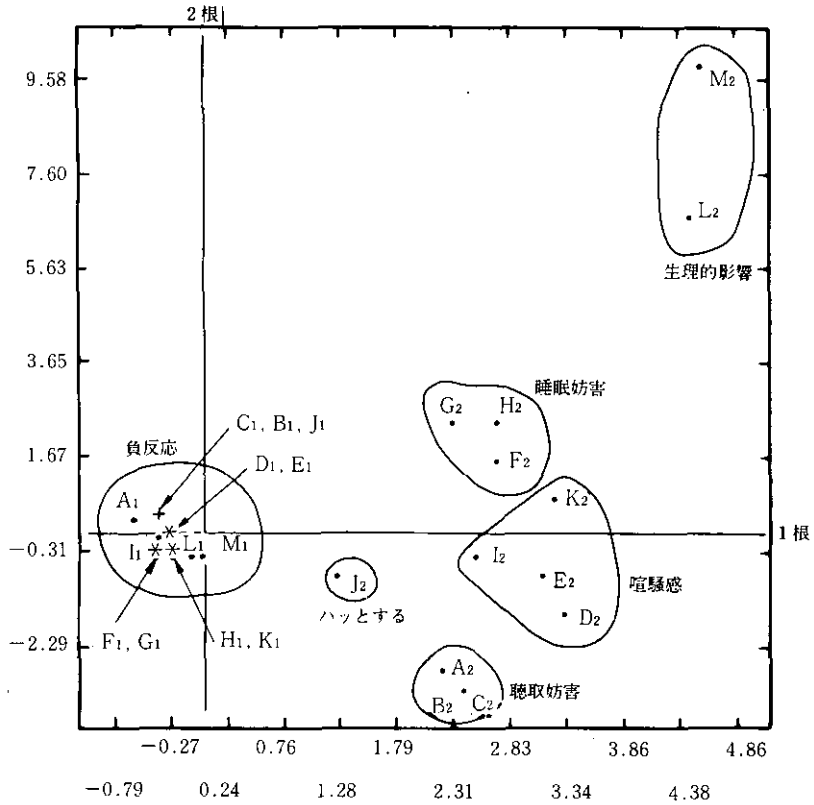


図 2.9 直接影響項目の数量化Ⅲ類によるパターン分類

A = 会話の妨げ, B = 電話の妨げ, C = TV・ラジオの聴取妨害
 D = 読書・考えごとの妨げ, E = 昼寝の妨げ, F = 寝つかれない
 G = 夜中に目がさめる, H = 早朝に目がさめる, I = いらいらする
 J = ハットする, K = くつろげない, L = 頭が痛い・重い, M = 耳鳴りがする

2.4 被害意識と騒音の関連分析

2.4.1 被害意識と騒音の相関

(1) 曝露騒音レベルの推定

2.2.3の(1)で述べたように、騒音測定は朝、昼、夜の3回行い、各測定データの中央値 L_{50} を騒音評価値として計算した。その結果は、表2.2に各地区の平均騒音レベルとして示されている。各調査対象者の曝露される騒音レベルは、この表の値と調査対象者宅から対象道路までの距離を用いて内挿法によって求めた。結果として、各調査対象者に対し、朝、昼、夜の3つの推定曝露騒音レベルを得る。

表 2.4 曝露騒音レベルと被害意識の相関比 (η)

(上段は η^2 , 下段は η)

項 目	朝	昼	夜	昼 夜	朝昼夜	平均値
うるささ (Q 3)	.164	.204	.210	.220	.221	.210
	.405	.452	.458	.469	.470	.458
会話の妨げ (Q 4.1)	.125	.165	.176	.182	.185	.167
	.354	.406	.420	.427	.430	.409
電話の妨げ (Q 4.2)	.142	.180	.194	.200	.202	.184
	.376	.425	.440	.447	.449	.430
TV・ラジオの聴取妨害 (Q 4.3)	.149	.189	.233	.233	.235	.204
	.387	.434	.483	.483	.485	.452
読書・考えごとの妨げ (Q 4.4)	.119	.176	.212	.213	.224	.180
	.345	.419	.460	.461	.473	.425
昼寝の妨げ (Q 4.5)	.186	.228	.270	.271	.273	.242
	.434	.477	.520	.520	.522	.492
寝つかれない (Q 4.6)	.109	.162	.216	.216	.230	.171
	.330	.402	.465	.465	.480	.414
夜中に目がさめる (Q 4.7)	.086	.126	.175	.176	.187	.135
	.294	.356	.419	.420	.433	.368
早朝に目がさめる (Q 4.8)	.079	.119	.174	.176	.188	.129
	.281	.345	.418	.420	.433	.360
いらいらする (Q 4.9)	.110	.139	.190	.191	.195	.154
	.333	.373	.436	.437	.441	.392
ハッとする (Q 4.10)	.127	.182	.218	.219	.229	.188
	.357	.427	.467	.468	.478	.433
くつろげない (Q 4.11)	.098	.148	.196	.197	.209	.155
	.313	.385	.443	.443	.457	.393
頭が痛い・重い (Q 4.12)	.045	.079	.100	.100	.118	.077
	.212	.281	.316	.316	.344	.277
耳鳴りがする (Q 4.13)	.037	.072	.090	.090	.115	.068
	.192	.269	.300	.300	.340	.261
被害の程度 (Q 5)	.178	.204	.240	.242	.242	.224
	.422	.452	.490	.492	.492	.474
不満度 (Q 6)	.110	.145	.170	.171	.174	.153
	.332	.381	.413	.414	.417	.391

(2) 被害意識と曝露騒音レベルの相関

上のようにして得た、朝、昼、夜三つの騒音レベル値をどのように組み合わせれば、被害意識との相関が最も高くなるであろうか。いくつかの場合について、各被害意識項目における騒音レベル値の相関比を求めて比較した。結果を表 2.4 に示す。

表より、単独の騒音レベル値を用いた場合、どの項目においても、最も相関比が高いのは夜の騒音レベルである。昼と夜二つの線形和、および朝、昼、夜三つの線形和は、夜一つだけの場合より多少よくなるが大差はない。また、朝、昼、夜三つの平均値を用いた場合には、夜単独の場合より、むしろ相関比が小さくなっている。以上から、計算上のコストなども考えて、騒音レベルとしては夜の値のみをここの分析では用いることにする。

ここで多少奇異に感じられるのは、(Q 4.5)の「昼寝の妨げ」と(Q 4.8)の「早朝に目がさめる」という項目においても、夜間の騒音レベルの方が、昼、朝のものに比べて高い相関比を示していることである。これは、アンケート調査と騒音調査における精確さの不足によるものと思われる。

先に 2.3.3 の(1)で、頭痛、耳鳴り等の生理的影響項目は道路からの距離との相関が低いことを指摘したが、これらの項目は、騒音との相関も他と比べて低い。これは、これらの症状があった場合、その原因が道路交通騒音であるか否かの判断が困難なために、他の原因によるものも回答に含まれるためと思われる。

2.4.2 被害意識と騒音レベル

(1) 騒音レベル別の被害意識

前節で被害意識は夜間の騒音レベルと高い相関を持つことを示した。ここでは、騒音レベルごとに被害意識がどの様になるかを調べる。

図 2.10 に、各項目の選択肢 3～5 に回答したものの比率を騒音レベル別に示す。1 は騒音の評価に関する三つの項目である。このグラフから、同じ騒音レベルでも、被害度、うるささ、不満度の順に正反応率が高くなるのが分かる。つまり、被害度で尋ねた場合に、最も正確な判断が期待できると考えられる。このことは 2.3.2 の(1)でも指摘した。2～5 は直接影響項目である。これらは大体似通った傾向を示しているが、変わっているのは 5 の「ハッとする」、「頭が痛い、重い」、耳鳴りがする」の 3 項目である。これらは、前にも指摘したように、交通騒音以外の要因が判断に影響を与えること、騒音との関係が弱い項目であること等による。

6 に示したのは総合評価項目である。これらにおいても、騒音以外の要因が判断にかかわるので騒音レベルとの相関は余り高くないが、70 ホン以上のところではネガティブな回答がかなり多くなっている。

(2) 対策の必要な騒音レベル

ここでは、2.3.3 の(2)で被害意識と距離の関係から対策必要距離を得たのと同様な方法で、被害

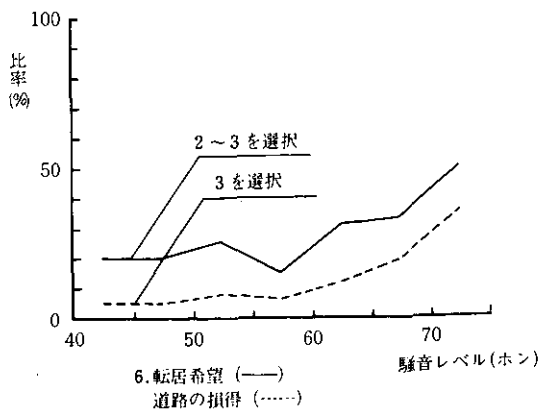
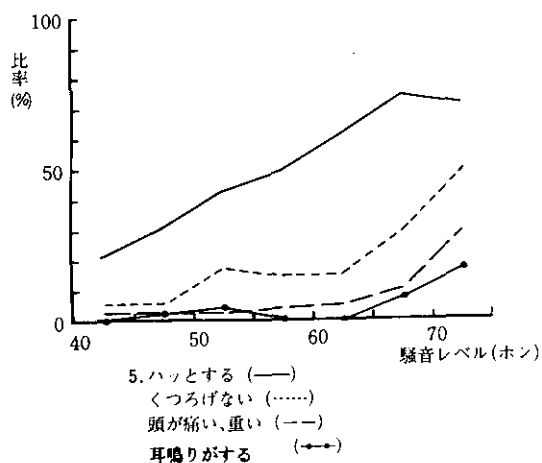
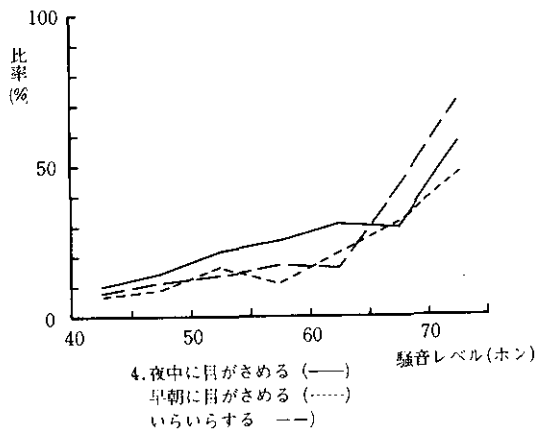
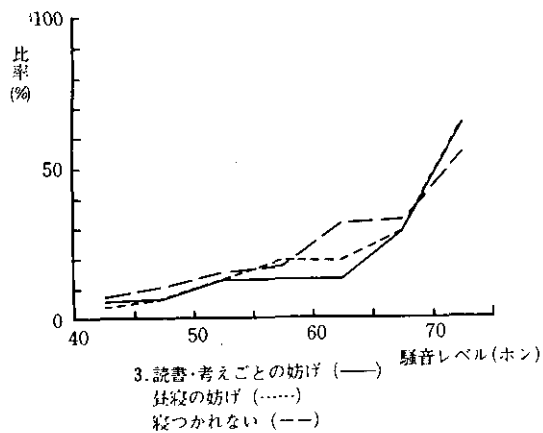
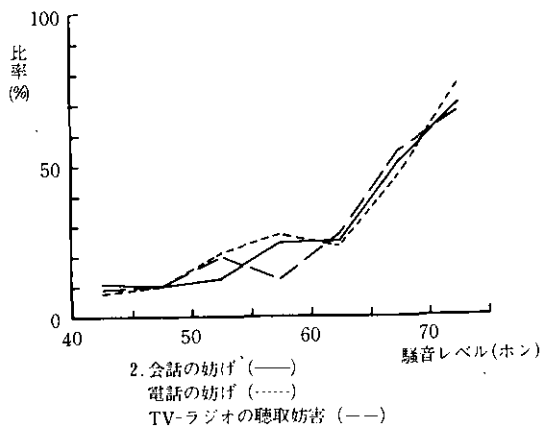
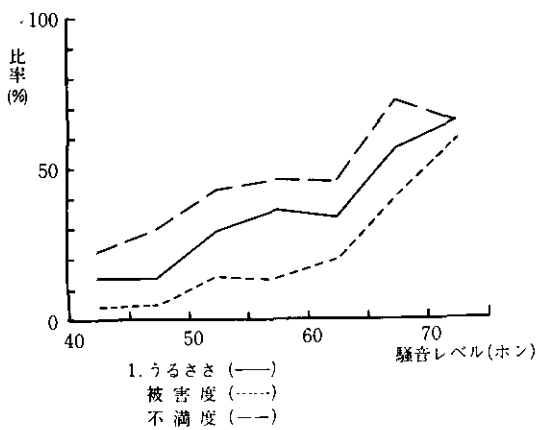


図 2.10 騒音レベル別被害意識

(6番以外のグラフは、選択肢3～5の回答比率を示す。)

表 2.5 対策に必要な騒音レベル

分類	項 目	騒音レベル
評 価	うるささ (Q 3)	50 ホン
	被害度 (Q 5)	60
	不満度 (Q 6)	40
直 接 影 響	会話の妨げ (Q 4.1)	55
	電話の妨げ (Q 4.2)	50
	TV-ラジオの聴取妨害 (Q 4.3)	60
	読書・考えごとの妨げ (Q 4.4)	65
	昼寝の妨げ (Q 4.5)	60
	寝つかれない (Q 4.6)	60
	夜中に目がさめる (Q 4.7)	50
	早朝に目がさめる (Q 4.8)	60
	いらいらする (Q 4.9)	65
	ハッとする (Q 4.10)	40
	くつろげない (Q 4.11)	65
	頭が痛い・重い (Q 4.12)	70
	耳鳴りがする (Q 4.13)	75

意識と騒音レベルの関係から対策に必要な騒音レベルを試算してみる。ここでも選択肢3～5に答えた人の比率が20%以下になるような騒音レベルを対策に必要な騒音レベルとすると、各項目においてその値は表2.5のようになる。

評価に関する項目では、被害度の場合に最も値が大きく、次いでうるささ、不満度の順になる。直接影響項目では、生理的影響において高い値となっているのを除けば、他は40～65ホンの間にある。

道路に面する地域における環境基準はA地域2車線で夜間45ホン以下である。この基準は「うるささ」において、「かなりうるさい」という以上の回答をする人の比率が20%をかなり下回ってなくてはいけないということを意味する。

2.5 むすび

土浦市において実施したアンケート調査、交通量、騒音測定によって、道路交通騒音による被害の実態を把握し、被害意識と距離、騒音の間の関係について分析を行った。今後もこの様な調査分析を実施して行くことにより、道路交通騒音の抜本的な対策に資することができると思われる。

土浦市内の道路周辺地域住民の環境に対する意識調査

道路交通騒音に関する質問

Ⅱ. 次に、自動車騒音についておうかがいします

(Q 3) 自動車騒音をどの程度うるさいと思いますか。 *リストQ3提示*

1	全くうるさくない	2	少しうるさい	3	かなりうるさい
4	非常にうるさい	5	耐えがたい程うるさい		

 14

(Q 4) 自動車騒音が原因で、次のようなことがどの程度あるかお答え下さい。 *リストQ4提示*

	全くない	あまりない	時々ある	かなりある	非常に多い	該当しない	わからない
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	4	5	6	7
3	1	2	3	4	5	6	7
4	1	2	3	4	5	6	7
5	1	2	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5	6	7
7	1	2	3	4	5	6	7
8	1	2	3	4	5	6	7
9	1	2	3	4	5	6	7
10	1	2	3	4	5	6	7
11	1	2	3	4	5	6	7
12	1	2	3	4	5	6	7
13	1	2	3	4	5	6	7

 15

 20

 27

(Q 5) 以上全体的に見て、あなたの生活は騒音によってどの程度被害を受けていますか。 *リストQ5提示*

1	全く受けていない	2	少し受けている	3	かなり受けている
4	非常に受けている	5	耐えがたい程受けている		

 28

(Q 6) 自動車騒音に対して不満がありますか。 *リストQ6提示*

1	全くない	2	あまりない	3	やや不満
4	不満	5	非常に不満		

 29

道路の総合評価に関する質問

(F11) あなたは現在住んでいる所に

1	今後もずっと住んでいたい。
2	機会があれば転居したい
3	なるべく早く転居したい
4	その他()

 61

(F14) この道路は、お宅の生活にとってプラスとマイナスとどちらを多くもたらしていますか。

1	プラスが多い
2	どちらともいえない
3	マイナスが多い



住宅に関する質問

調査員観察項目

(O 1) 住宅関連

A	住居形態	1	一戸建	2	共同住宅(階建の階)		
		1	木造	2	木造モルタル	3	ブロック
B	住宅構造	4	鉄筋コンクリート	5	鉄骨モルタル	6	その他()
		7	不明				
C	住居の種類	1	住宅専用	2	店舗併設	3	工場併設
		4	その他()				
D	窓わく	1	主に木わく	2	一部金属サッシ	3	主に金属サッシ
		4	その他()				

A	35			39
B	40			
C				
D	42			

(O 2) 家の前の道路

A	道路幅員	(m)					
B	道路の種類	1	センターラインのある自動車道路				
		2	センターラインのない自動車道路				
		3	歩行者用道路もしくは露路				
C	家の前の道路に関して	イ	歩道	1	有	2	無
		ロ	ガードレール	1	有	2	無

A	43		45
B	46		
C	47		
	48		

(O 3) 対象道路との関係

1	面している	対象道路からの距離 (車道端からの距離をいいます。)() m
2	面していない	

49			52
----	--	--	----

3. 交通流による地域分断の評価

渡辺聡子¹・西岡秀三²

3.1 研究の目的

道路という空間は、これを都市内の広場として用いれば地域社会構成員間の交流の場となり地域社会に活性を与える。また自動車の走行に供せば地域社会に高速移動の便を与える。しかし自動車の走行がはげしくなれば、まず道路の横断に困難をきたしあるいは道路周辺の広場および広場の中の商店街としての機能を求める人を道路から遠ざけるようになり、長期的には地域内の交流を妨げ、地域社会を分断する。高速道路のような人間の進入を禁止した道路あるいは重交通のため横断歩道橋や信号などできびしく人間の横断行動を規制する道路の存在は、あるときは住民組織を分断し、横断のめんどろさから人々の日常行動に変化を起こさせる。また道路周辺の土地利用形態や産業構造をも変化させる。

地域分断の問題は、総合評価を形成する個別評価項目にはかぞえられぬとしても、更にこれら個別評価項目によって生じる二次的影響であるといえる。

本研究はこのような地域分断の状況を、道路周辺住民へのアンケート調査から把握し、道路条件や交通流と関連づけて分析することによって地域環境改善への足がかりを得ようとするものである。ここでは今回行った調査の方法、調査結果の単純集計からみた地域分断状況および道路諸元との関連分析について報告する。また調査で行ったマイクロパーソントリップのルートからみたくつかの考察についても述べる。

3.2 土浦市民へのアンケート調査方法

第6章に示す土浦市道路周辺住民への道路環境総合評価のための調査とあわせて、地域分断の状況についても調査を行った。調査対象地区は土浦市内の8地区であり、調査対象者は総合評価の調査対象者各地区200名より無作為に選ばれた各地区50世帯の家族全員についてである(表3.1)。調査内容としては表3.2にみるように、フェースシート項目、外出回数、地域活動参加度合、近所付き合い、居住年数、事故体験などを聞いたのち、地区(対象道路を中心に400m×400m)近辺の地図(徒歩圏を想定し1km×1kmを示す)に1週間の行動を記入してもらったマイクロパーソントリップ調査を行った。このマイクロパーソントリップは、それぞれの行動別に目的、行先、頻度、所要時間を書き入れるようになっている(図3.1)。

1. ポストン大学 社会学部

2. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡小野川16-2

表 3.1 調査方法

対象道路及び地区	
国道6号線	土浦-高前, 千束, 中高津
土浦学園線	桜町, (千束)
旧水戸街道	大町, 中央, 城北, 真鍋三丁目
それぞれ道路沿いに両側200m, 長さ400mの範囲	
調査対象者	8地区各50世帯, 国勢調査区図より無作為抽出
調査月日	昭和56年2月17日~3月11日
調査方法	留置法

特にこの地図への書き入れにあたっては、分断の状況を知るため道路の横断箇所を明示するように指示した。対象とする家族の主婦については、総合評価の調査表で道路横断の際待つか走るかといった行動、道路横断の頻度等について聞いているし、横断に対する評価や交流妨害の意識についても聞いている。

3.3 横断困難と交流妨害に対する意識

総合評価調査から得られた調査対象8地区の意識調査結果を表3.3に示す。この結果を交通量に対してプロットすると図3.2のようになる。明らかに、横断困難、交流妨害の意識は交通量の多い大型交通のある土浦-高前, 中高津の2地区と、交通量の少ない大町, 中央, 真鍋3丁目, 城北の4地区とで差がある。千束地区はやや特異なパターンを示している。

交通量の多い2地区のうち中高津の方が不満が高いのは、一つにはガードレールがないためどこでも横断が可能であるにもかかわらず、交通はいつも渋滞するほどの混雑を示しているからであろう。また道路の向こう側の知り合いとの交流も一高前や千束と比較すると多い方であり、渡ろうとする意欲が大きいかかわりなく渡れないことに対する不満がみられる。知り合いへの訪問頻度からみても分かるように、交通量の多い地区には地域分断の傾向がみられる。とくに千束は道路の向こう側の知人や商店へゆく頻度が少なく、分断はかなり進行しているように見受けられる。また千束は歩道の幅も広く、横断施設も整っているためか、交通量はかなりのものであるにもかかわらず横断の困難さは感じられていない。このすでに分断のあることと、横断施設が整っていることで、交流が妨害されているという意識がなくなっているのであろう。交通量の少ない大型進入のない4地区については不満の比率にあまり差は認められない。

3.4 道路諸元との関連分析¹⁾

総合評価の調査および地域分断の調査から得られた主婦対象のデータおよび道路条件、交通状況を用いて、自動車交通が地域住民の生活に及ぼす影響について検討した。変数は表3.4に示すとおりであるが、これは次のようにわけられる。

表 3.2 土浦市内の道路周辺地域住民の環境に対する意識調査

1981年2月 環境庁国立公害研究所

地区別	サンプル地	職業	区分

土浦市内の道路周辺地域住民の環境に対する意識調査 B表

この調査では、あなたが日常の生活で行動されている範囲についてお聞きしたいと思います。そのため、次の頁に地図を添付してありますが、まずこの頁の質問からお答え下さい。なお、この結果は統計的に処理しますのであなたのお名前を御記入いただく必要はありません。

あなた御自身のことについての一般的な質問

(問 1) あなた御自身のことについておうかがいします。

(A) 性別 1 男 2 女 (四) 年令 興 () 才

(C) 職業

1 専門的・技術的職業従事者	7 探鉱・採石作業者	13 乗鞍(下記以外の職種)
2 管理的職業従事者	8 運輸・通信従事者	14 主婦
3 事務従事者	9 技能工・生産工程作業者	15 幼児
4 販売従事者	10 保安職業従事者	学・生
5 農林業作業者	11 サービス職業従事者	16 小学校 17 中学校
6 漁業作業者	12 分類不能の職業	18 高校 19 大学 短大
		20 各種学校

(問 2) 自動車の利用についておうかがいします。

A あなたは自動車の運転をしますか	1	ほぼ毎日運転する		
	2	ときどき運転する		
	3	運転しない		
B お宅は自家用車を所持ですか	1	ない	0	
	2	ある (主な用途を一つ)	1	通勤用
			2	商用
		3	買物用・レジャー用	

(問 3) あなたの健康等についておうかがいします。

A ぜんそくなど呼吸器関連の病気をしたことがありますか	1	ある
	2	ない
B あなたはタバコを吸いますか	1	すう約
	2	すわない
C あなたの健康状態はいかがですか	1	健康なほう
	2	病気がちなほう
	3	年中通院している

(問 4) あなたの外出回数についておうかがいします。

1 通勤	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
2 通学	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
3 買物	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
4 レジャー・スポーツ	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
5 散歩	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
6 交際	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし
7 業務	1 ほぼ毎日	2 週2~3回	3 週1回	4 めったにゆかない	5 該当なし

(問 5) あなたは次のどのような集りに参加していますか。いくつでも結構です。

1 自治会・町内会	10 舞・無反
2 防犯協会・消防団	11 同窓会・県人会
3 氏子会	12 趣味の会・スポーツ団体・レジャー団体
4 婦人会	13 ライオンズクラブ・ローゼリークラブ
5 PTA	14 政治団体・政党
6 老人クラブ	15 労働組合・職域同好会
7 宗教団体	16 その他()
8 商店会・同業組合	17 いずれにも加入していない
9 青年会・青年団	18 答えられない

(問 6) あなたは近所(向こう三軒両隣)づきあいをどのようになさっていますか。

1	最もよく知らない
2	道であれば挨拶ぐらいはする
3	留守中の事は互にたのみ合う
4	とくに用事は無くとも思しく訪ね合う間柄
5	趣味や行事を一緒に行う親しい間柄

(問 7) あなたは小学校時代、主にどんな所に住んでいましたか。

() 県 () 市・町・村	
1 農山・漁村	1 比較的的自然に恵まれた所
2 地方の都市	2 自然の少ない所
3 大きな都市	1 比較的的自然に恵まれた所
	2 自然の少ない所

(問 8) あなたが今の場所にお住みになって何年に なりますか。

1	1年未満	2	1年以上5年未満	3	5年以上10年未満
4	10年以上	5	生まれてからずっと		

(問 9) 前の質問で1~4に該当した方におうかがいします。

(A) 前住地はどんな場所でしたか。

1	住宅地	2	商業地	3	工業地	4	農山・漁村
---	-----	---	-----	---	-----	---	-------

(B) そこは道路に面していましたか。

1	幹線道路に面していた	2	普通の道路に面していた	3	車の通る道路には面していない
---	------------	---	-------------	---	----------------

(問 10) あなたは現在住んでいる所に

1	今後ずっと住んでいたい	2	機会があれば転居したい
3	なるべく早く転居したい	4	その他()

(問 11) 事故体験についておうかがいします。いくつでも結構です。

1	交通事故にあった
2	ひかれそうになったことがある
3	身近な人で事故にあった人がいる
4	近所できつ事故を見る
5	あまり事故に関係ない

(問 12) 旧水戸街道はお宅の生活にとってプラスとマイナスどちらを多くもたらしていますか。

1	プラスが多い	2	どちらともいえない	3	マイナスが多い
---	--------	---	-----------	---	---------

(問 13) 道路の交通公害に対してどのような行動をしたことがありますか。

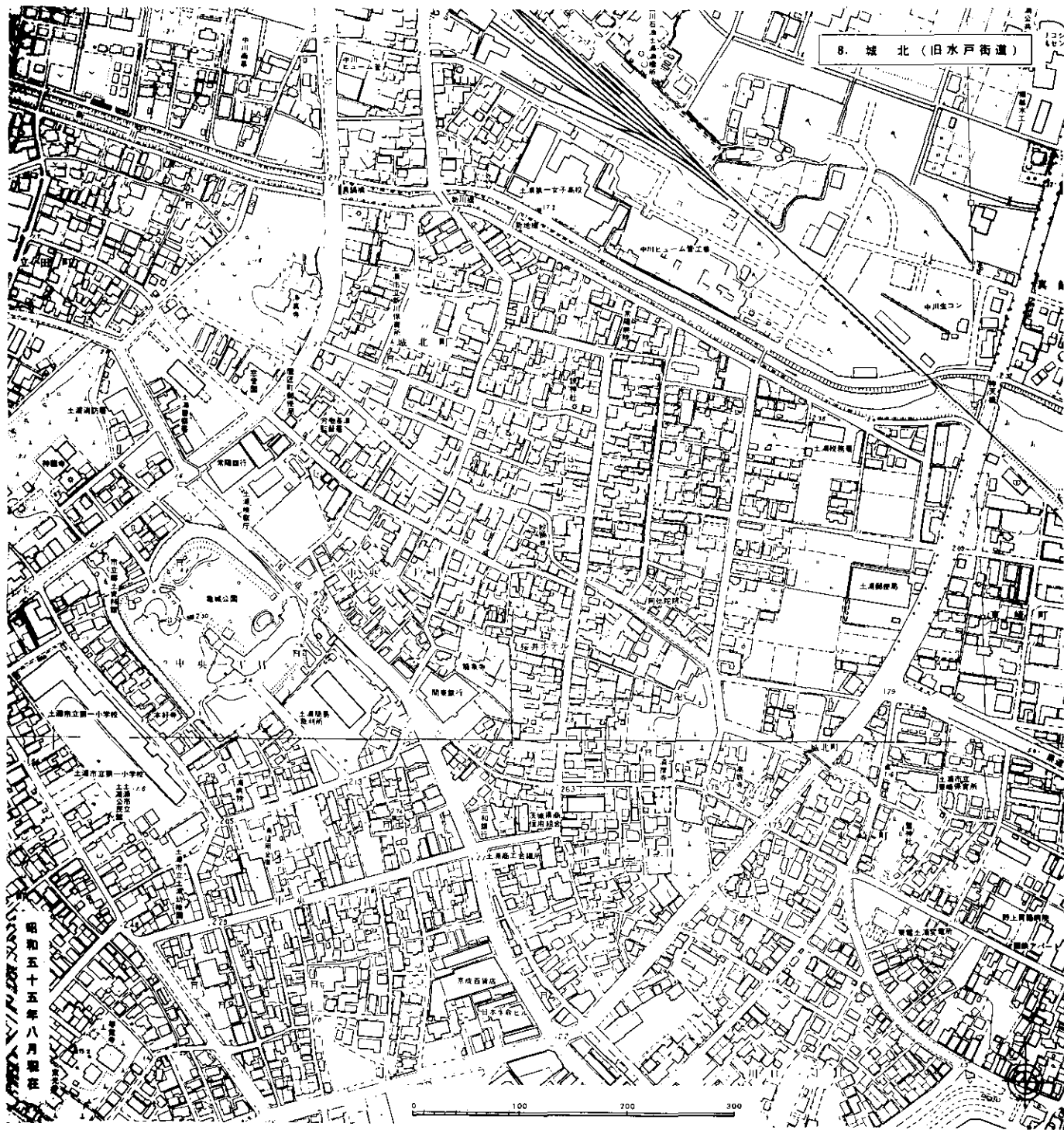
1	市役所など関係機関に苦情をいっただことがある
2	議員など政治家や地元有力者にうったえたことがある
3	自治会・町内会で検討したことがある
4	マスコミにうったえたことがある。
5	とくに何もしていない

(問 14) 自動車による迷惑公害その他防止対策について、何か御意見・御提案がありましたら、どんなことでも結構ですから自由にお書き下さい。

ては下の頁の右側へ進んで下さい →

表 3.3 8地区の状況と地区分断評価

		1	2	3	4	5	6	7	8		備 考
		土浦一高前	桜 町	中高津	千 東	大 町	中 央	真鍋3丁目	城 北	全地区	
道 路 名		国道6号	土浦学園	国道6号	国道6号 土浦学園	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道		
交 通 状 況	両側交通量 台/時	2176	880	1590	1436 1276	868	688	656	540		午後2時~3時
	大型混入率 %	24.3	1.4	24.6	25.1 7.8	0	0	0.6	2.2		"
	歩行者数 人/時	104	80	28	20 20	16	116	40	16		"
	自転車数 台/時	60	44	4	20 44	40	120	80	56		"
	測定日・天候	14日 晴	14日 晴	16日 雨	15日 晴	14日 晴	14日 晴	14日 晴	14日 晴		56年4月
道 路 状 況	歩道の有無	有	有	有	有 有	無	無	無	無		
	施 設	ガードレール	敷石		ガードレール						
	大型進入規則		夜間		夜間	終日	終日	終日	終日		
	事 故 数 件/2年	6	5	9	9 4 5	3	1	8	2	5 2	昭和54~55年 土浦警察署調査
内対人・対自転車 "	1	2	5	3 1	2	0	4	1	1 9		
横断でかなり待つか		48.7%	8.6	53.0	5.2	20.4	31.5	9.4	7.6	23.4	非常に多い と答えた比率
横断に困難を感じるか		27.6	2.2	40.3	0	7.5	6.2	7.0	5.5	12.2	非常に困難 "
むこう側へ買物にゆくか		13.2	35.3	14.1	9.7	12.2	25.3	9.4	9.0	15.9	非常に多い "
むこう側の知り合いの所へゆくか		14.5	28.1	24.8	11.6	30.6	41.1	21.8	26.9	24.9	非常に多いと かなりあると "
むこう側へ散歩にゆくか		37.5	29.5	51.7	9.1	44.2	65.8	30.5	35.9	38.0	全くない "
むこう側との地区の交流が妨げられているか		21.7	5.0	26.9	1.3	5.5	3.5	3.9	1.4	8.8	非常に妨げられている 及びかなり妨げられて いると答えた比率
横断のしやすさに対する不満		19.1	0	28.9	0	9.5	7.5	4.7	7.6	9.8	非常に不満 "
回 答 者 数		152	139	149	154	147	146	128	145	1160	
主な土地利用状況		住 宅	商 業 (小売 間屋)	住 宅	商 業 (業務 サービス)	住 宅	商 業 (小売)	住 宅	商 業 (小売)		



8. 城北 (旧水戸街道)

地区地	サンプル地	家族	区分

あなたの日常の徒歩行動範囲について

(問15) あなたが日常の生活で行動されている範囲についてお聞きします。
 (以下 ① ② ③ の順に御記入下さい)
 ここでは、あなたが 月 日 (曜日) ~ 月 日 (曜日)
 の1週間に出かけられる地点をお答え願います。

① まず、下の表にあなたがこの1週間どんな目的でどんな所へ徒歩で行かれたかお答え下さい。各々の目的について行先の種類を○でかきこみ (その他の場合はその内容を記入して下さい) 頻度、片道所要時間を記入して下さい。ただし商店の配達などの業務上の行先は除きます。

目的 書き切れないとき やこれ以外の目的 のときはA欄に目 的を明記し、他と 同じ要領で記入し て下さい。	行先の種類										頻度 (この回数で行)	片道所要時間	地図へ記入する 行先番号	
	住 宅	学 校・文 化・学 校(学 校等含 む)	商 店・デ パート	医 療・薬 品	公 園・緑 地	工 場・倉 庫	駅・バ ス停	其 他	その他 内容を記入 して下さい					
通 勤	1	2	3	4	5	6	7	8	9			回	分	1
通 学	1	2	3	4	5	6	7	8	9					2
買 物	1	2	3	4	5	6	7	8	9					3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					4
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					7
交 際	1	2	3	4	5	6	7	8	9					8
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					11
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					12
レジャー スポーツ	1	2	3	4	5	6	7	8	9					13
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					14
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					15
散 歩	1	2	3	4	5	6	7	8	9					16
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					17
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					18
	1	2	3	4	5	6	7	8	9					19
														20
														21
A														22
														23
														24
														25

② 次に、今お答えになった行先を左の地図上に・印で示し、上の表の右端にある行先番号を地図上に書いて下さい。濃いめの鉛筆で御記入下さい。もしも、この地図上に入らない場合は、地図のあいた部分へ番号と行き先の地名を記入して下さい。

③ 最後に、これらの地図上に印した各地点へ通常の様な経路を通って行かれるか、その道順を道路のどちら側を通りどこで道路を横断するかよくわかる様に線で記入して下さい。

御協力ありがとうございました。

図 3.1 日常徒歩行動調査表

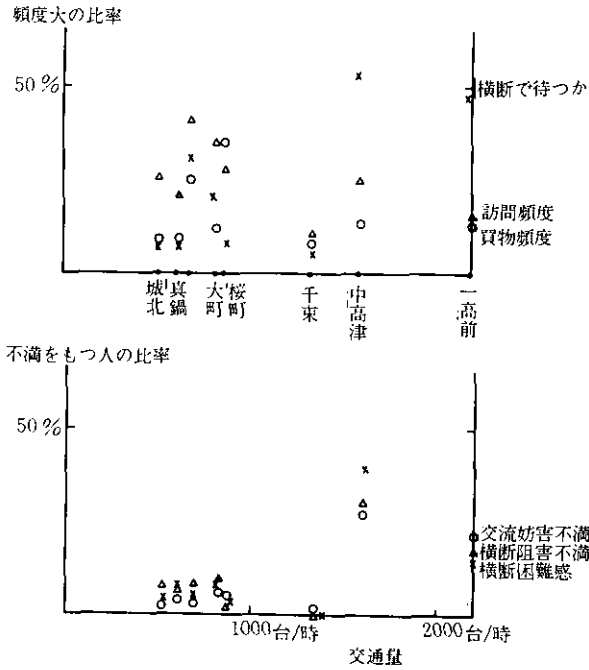


図 3.2 横断困難及び地区分断状況

(1)バックグラウンド変数(何らかの形で道路環境変数あるいはコミュニティ変数に影響を与えると考えられる個人の特性を代表する変数):年収A1, 年収A2, 自動車所有A3, 自動車利用A4。

(2)道路条件および道路環境評価変数(道路交通の状況を客観的に測定する変数および自動車公害の主観的評価を表す変数):交通量B1, 騒音B2, 排気ガスB3, 振動B4, 横断のしにくさB5, 交流妨害B6。

(3)コミュニティ変数(地域共同体における社会生活に関連した変数):歩行時間C1, 定住希望C2, 近所付き合いC3。

Aについてはフェースシートから、B1は実測値、B2~B6は意識調査から得られる5段階の評価値、Cは調査から得られた数である。

表3.4は分析に使われた13変数相互間の関係を示すマトリックスであるが、これを見ながら、道路条件および道路環境評価変数のコミュニティ変数に与える影響を見ることにする。まず、歩行時間と交通量との間の負の相関は、交通量の多いところに住む住民ほど戸外歩行時間が短いことを示している。また交通量は横断のしにくさ、交流妨害と正の相関を示しているが、これは、自動車交通が住民の横断を阻止し、住民間の交流を妨害し、地域を分断する効果があることを示している。また横断のしにくさ、交流妨害は歩行時間と負の相関を示している。以上述べた解釈を図で示すとモデルIのようになる(図3.3参照)。図に示されているように交通量は横断のしにくさ、交流妨害を媒介変数として歩行時間に影響を与える以外に直接的にも歩行時間に影響を与えている。

これは自動車交通が住民の道路横断を妨害するという以外に、自動車交通の与える視覚的な不快感、恐怖感、心理的な圧迫感といったこの調査では測定することのできなかった他の要因が住民の歩行行動に影響しているのではないかと考えられる。さらに歩行時間が自動車所有、自動車利用と負の相関を示しているのは、自動車を所有している人、および自動車を頻繁に利用する人は歩行時間が短いことを示している。

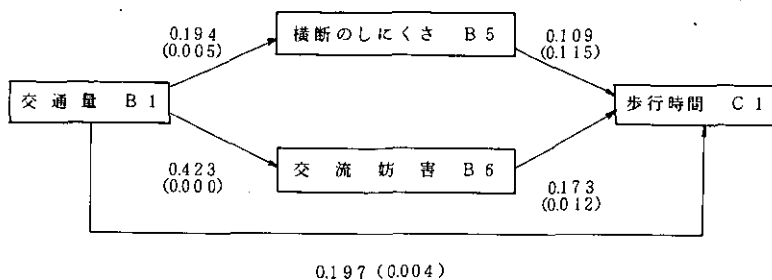
次に定住希望と道路条件および道路環境評価変数との相関を見ることにする。定住希望は騒音、排気ガス、振動、横断のしにくさ、交流妨害とそれぞれ一貫した負の相関を示している。これはこうした自動車公害の被害を強く感じている住民ほど定住希望が低いことを示している。定住希望は交通量とは直接の相関はないが、交通量は騒音、排気ガス、振動、横断のしにくさ、交流妨害と一貫して正の相関を示していることから、交通量は自動車による公害被害意識という媒介変数を通して定住希望に影響を与えていると考えられる。

以上の分析結果から明らかなように、自動車交通は住民の道路横断を妨害し、住民間の交流を困難にし、住民の戸外歩道時間を短くするという傾向がある。欧米の都市に比べて広場や公園の少ない日本の都市においては、一般に道路は子供の遊び場であり、主婦が立話をするところであり、家族が縁台を出して花火や夕涼みをする場所であり、地域共同体にとって重要な社交の場を提供してきたわけである。こうした状況の下で道路が社交の場としてのその伝統的な機能を失いつつあるということは、これまで家族に次いで重要な第一次集団（society に対する community, Gesellschaft に対する Gemeinschaft）であった近隣共同体にとってクリティカルな問題を投げかけていると言えよう。また分析結果が示しているように、自動車公害のために住民は定着することを望まなくなっている。これもまた共同体の統合（integration）にとってマイナスの効果をもたらすものと考えられる。本研究で取り上げた課題は、環境政策上見逃すことのできない問題であるばかりでなく、地域社会にとってすでに一つの重要な社会問題となっており、より広範囲なデータの収集を通して、さらに研究を推進していくことが必要と考えられる。

表 3.4 13変数相互間の単純相関係数

(N = 233)

		A 1	A 2	A 3	A 4	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2
ウパ ン ド ク 変 数 群	A 1 年 令												
	A 2 年 収	-0.174											
	A 3 自動車所有	-0.196	0.329										
	A 4 自動車利用	-0.252	0.128	0.321									
道 路 環 境 評 価 変 数 群	B 1 交 通 量	-0.134	0.009	0.007	0.003								
	B 2 騒 音	-0.012	0.019	0.134	0.139	0.147							
	B 3 排 気 ガ ス	0.040	0.042	0.180	0.087	0.071	0.676						
	B 4 振 動	-0.026	0.074	0.081	0.116	0.193	0.774	0.630					
	B 5 横断のしにくさ	-0.020	0.173	0.243	0.070	0.194	0.192	0.209	0.153				
	B 6 交流妨害	-0.047	0.109	0.162	0.062	0.423	0.371	0.279	0.305	0.431			
テ コ ミ 変 数 群	C 1 歩 行 時 間	0.047	-0.024	-0.123	-0.103	-0.197	-0.045	-0.034	0.045	-0.109	-0.173		
	C 2 定 住 希 望	0.089	-0.012	-0.110	-0.094	-0.008	-0.155	-0.112	-0.195	-0.142	-0.137	-0.046	
	C 3 近 所 づ き 合 い	0.242	0.026	-0.002	-0.093	-0.006	0.043	0.112	0.049	0.171	-0.031	-0.010	-0.069



註：（ ）内は有意水準を示すP値

図 3.3 交流妨害のモデル

3.5 ミクロパーソントリップを用いた解析

調査対象家庭の全員が一週間に外出した経路を地図上に書かせるミクロパーソントリップ調査を行ったが、このデータを第7章で述べる支援システムを用いて処理した結果の一部を報告する。

支援システムは第7章、図7に示すテレビカメラ、ディジタイザタブレット、カラーグラフィックディスプレイからなる装置であり、これで全経路の座標をコンピュータに読み込み、行動別、地区別、対象者の年齢別にわけて出力させ、地区における歩行の状況や横断の状況を画面上にみることができる。このようなシステムは、地区道路の設計、改善にきわめて有用と思われるものでその使い方の一部を紹介する。

3.5.1 道路横断の状況

交通阻害の前段階として、交通流による横断困難の発生がある。もともと道路が歩行者のものであるならば、歩行者は自分の望む時に望む場所で横断ができるのが本来の道路であろう。これが重交通によって妨げられるため、歩行者は横断に際して車をやりすごすために待つ、左右を確認するため立ち止まる、あるいはきめられた歩道橋や横断歩道まで遠まわりする状況が起こる。

ここでは各地区道路で横断の自由度がどれだけ阻害されているかについて考察する。その方法としては、対象とした地区の対象道路長さ400mの間で道路沿いに横断数の分布をとり、これを比較する。

写真3.1は土浦一高前における歩道橋への横断集中の状況である。この地区には中央の横断橋と、土浦一高前の横断歩道の2か所の横断施設があり、横断する人は主に歩道橋の利用を余儀なくされている状況が分かる。この地区で生じた横断数のうち横断歩道橋を利用した横断の比率は85%にのぼる。この地点は交通量がきわめて多く、任意の地点での横断は日中ほとんどできない。それが歩道橋利用の集中をもたらしているのであるが、危険をかえりみず施設のない所をわたる人も真鍋交番前などで多い。後述するようにこの種の横断者は主に老人、女性である。

これと比較のために写真3.2に旧水戸街道沿いの交通量の少ない真鍋3丁目での結果を示す。この地区の横断は、横断歩道が2か所設置されており、この2か所での横断数の比率は全横断の30%である。この地区道路にはガードレールもなく、どこでも横断できるため、道路へ出たとたん横断したり、目的の店の前で横断するケースが多い。

各地区で対象とする道路での横断数のうち、歩道橋、横断歩道といった指定された横断路をとる比率を表3.5にあげる。2地区、4地区のように横断がかなり制約されていて、指定横断路通過比率の大なる所でも、横断のしやすさに対する不満が少ない所もあり、1地区、3地区のように不満の大きい所がある。これは前者が人の流れに沿って施設が設けられているのに対し、後者は不適当に配置されているからとみられる。

3.5.2 歩道橋利用の状況

調査対象地区のうち土浦一高前に1か所、中高津地区に2か所の歩道橋が設置されている。このうち土浦一高前(図3.4a)の歩道橋の利用率は、老人・女性において低く、若者において高い。図3.4bは60才以上の老人の歩行経路であるが、歩道橋以外の横断施設のない箇所を横断する回数が多い。

表 3.5 横断施設利用率と不満度

地区	横断施設利用率	横断に対する不満	交通量
1	87%	19.1%	2176台/時
2	72	0	880
3	72	28.9	1590
4	65	0	1436
5	32	9.5	868
6	—	7.5	688
7	30	4.7	656
8	18	7.6	540

い。これに対して、図3.4cに示すように、20才以下の若者はすべて歩道橋を利用している。40才以下をとっても施設を利用しない件数は2件にすぎずきわめて少ない。(図3.4d)。

一方中高津地区(図3.5a)にあつては、歩道橋の近辺に信号機のある横断歩道が付けられており、横断にあたって歩行者の選択にまかされている。この地区でも60才以上の歩道橋選択率は少なく信号機つき横断歩道利用が多い(図3.5b)。これと比較すると10~20才の歩道橋利用率はやはり高く、老人には歩道橋の利用は困難であることがわかる(図3.5c)。



歩行経路解析例

写真3・1 土浦一高前の横断状況
（全員・全行動）
緑色の棒グラフは対象
道路小区間ごとの横断
者数。ここでは中央の
歩道橋に横断が集中し
ている。

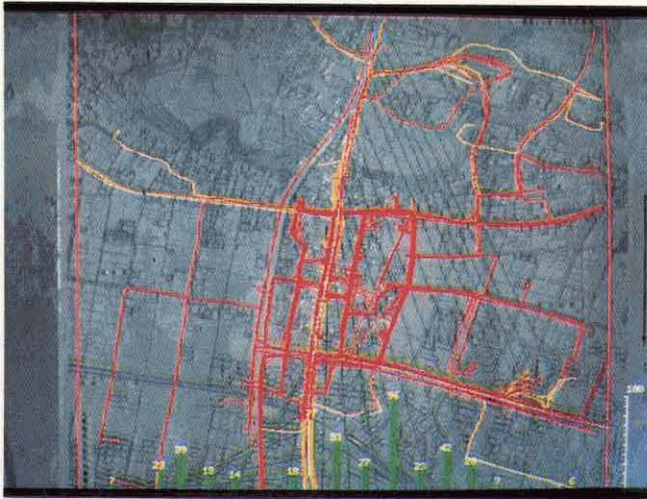


写真3・2 真鍋3丁目での横断状況
（全員・全行動）
ここでは交通量が少ない
ため横断は比較的自由的な
場所で行なわれている。



写真3・3 桜町における行動分布
（対象道路横断方向）
下部棒グラフのうち明
るい部分是对象道路を
横断した行動数。これ
に平行した道路の横断
数（濃い棒グラフ）と
比較すると人々が道路
に近づく状況がよ
みとれる。

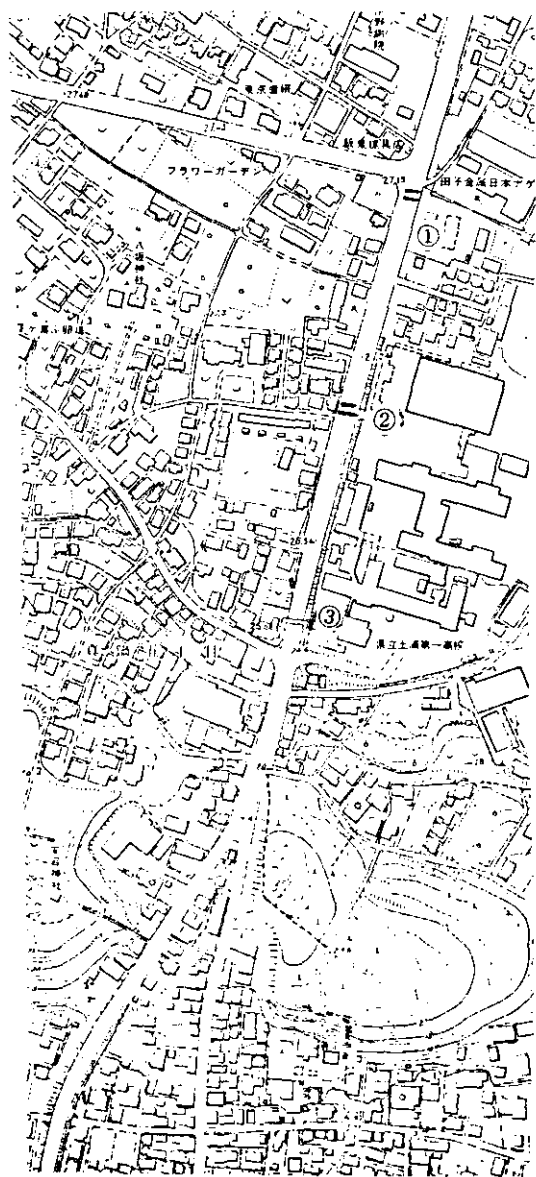


図 3.4.a 土浦—高前

- ①, ② 横断歩道
- ③ 歩道橋

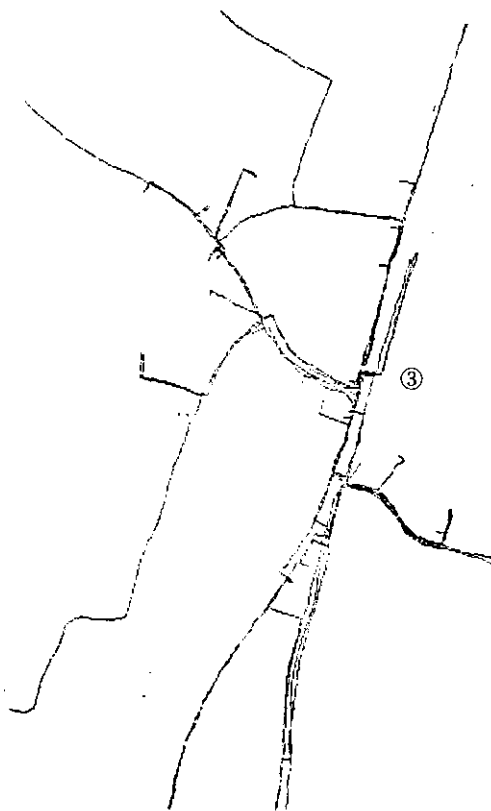
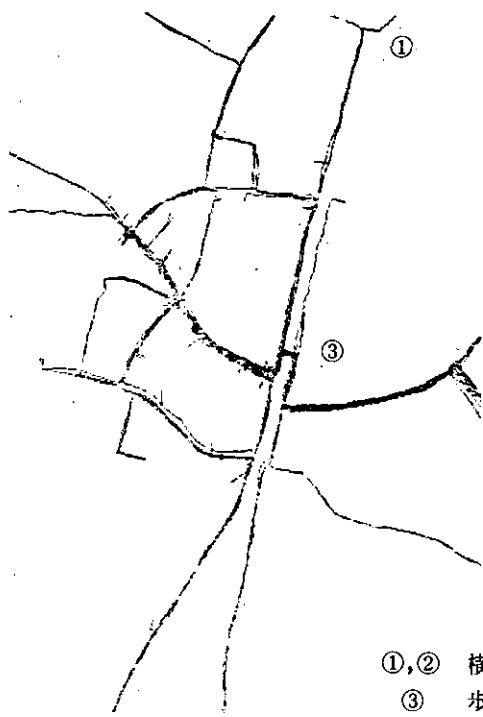


図 3.4.b 土浦—高前

60才以上の横断行動
歩道橋の利用は少く、横断
施設のない所を横断している。



①, ② 横断歩道
③ 歩道橋

図 3.4.c 土浦—高前
20才以下の横断行動
すべて歩道橋を利用している。

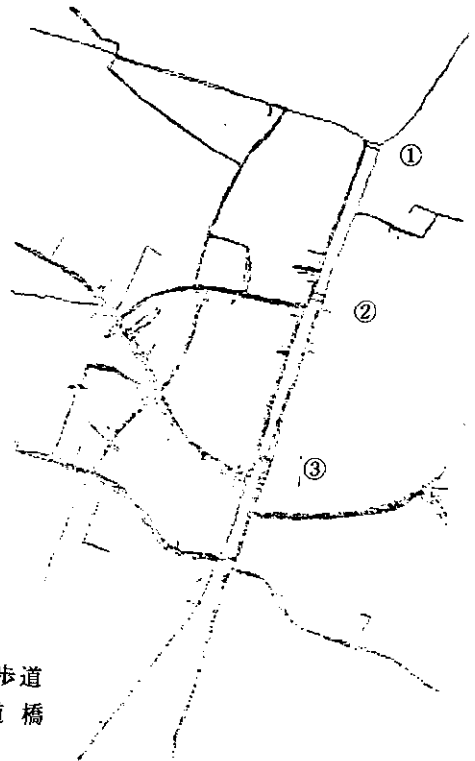


図 3.4.d 土浦—高前 40才以下の横断行動
横断施設以外の横断はほとんどない。



図 3.5.a 中高津
① ③ ④ 横断歩道 ② ⑤ 歩道橋

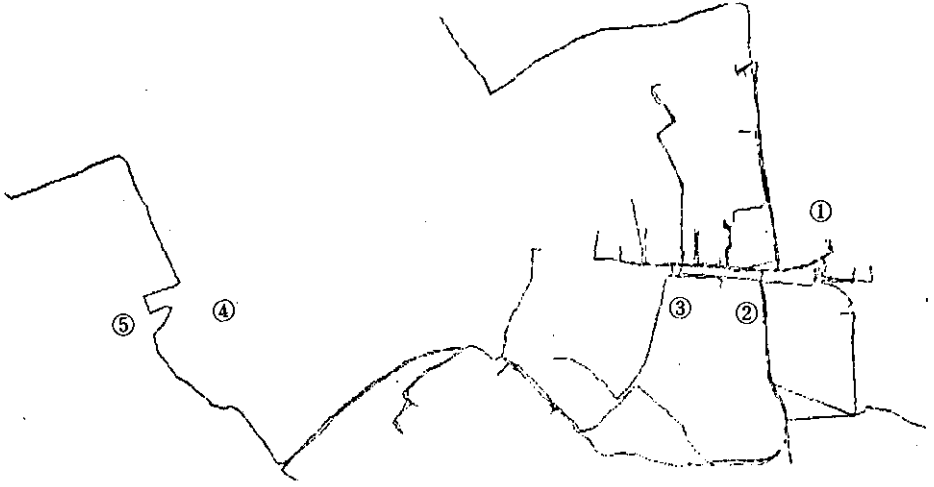


図 3.5.b 中高津 60才以上の横断

②の歩道橋より①の信号機つき横断歩道が用いられている。

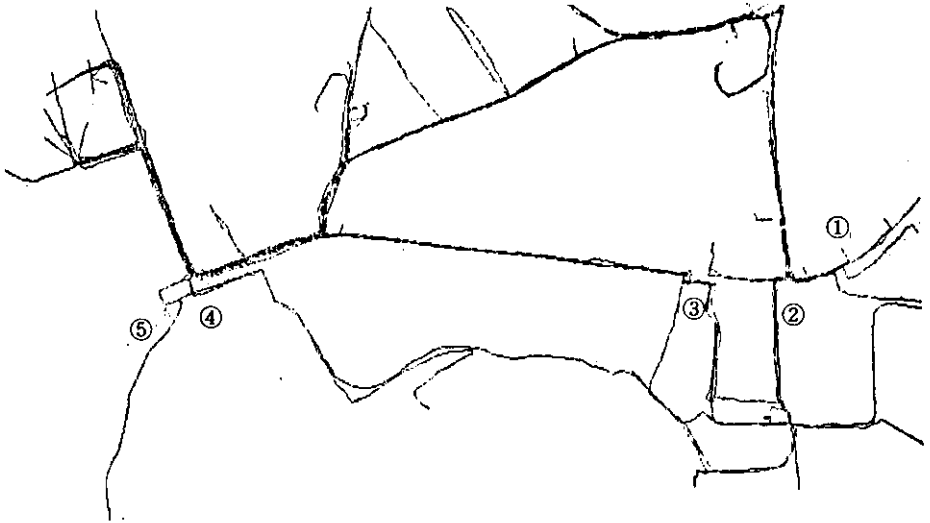


図 3.5.c 中高津 20才以下の横断行動

②, ⑤の歩道橋がよく利用されている。

3.5.3 地区内で終結する活動

道路あるいは交通流が地区間の交流を妨げているとしたらそれが住民の行動のどの面で現れているかを知るために、対象道路を横断した行動を分類してみる。住民の行動としては、自分では選択の中の少ない通勤や通学といった強制的な行動から、購入場所の選択が可能な買物行動のようなかば恣意的な行動、そしてまったく勝手に経路を選べる散歩といった完全に恣意的な行動にいたるいわば行動者の選択の自由度に基づくランクづけが可能である。地域分断のあり様はこれらの行動種類によって差がある。

表3.6に今回とったマイクロパーソントリップのデータを歩行行動目的別に分類し、その頻度を数えた結果を示す。各地区住民の歩行活動、その行先を規定するのは、各地区および道路で分断された両地区の引力ポテンシャル（店が多い。学校がある。駅がある。）であるので、分析は更に地区の社会的状況を把握したり、重力モデルで修正したのち慎重に行わねばならぬが、行動の域内率（道路でわけられた2地区のいずれかの地区から発生したトリップが、当該道路を横切ることなく、発

表 3.6 地区別域内行動率

地区 (サンプル数)	交通量 (大型比)	トリップ数 ()は対象道路区分の域内率 %							合計	集会参加数 (一家族当り)
		通勤	通学	買物	交際	レジャー・スポーツ	散歩	その他		
1 一高前 (82人)	台/時 2,176 (2.4.3)	33 (5.4.0)	128 (36.7)	205 (78.0)	29 (6.2.1)	5 (6.0.0)	14 (7.1.4)	23 (8.2.6)	437 (5.1.8)	125 (0.8.2)
2 中高津 (77人)	1,590 (2.4.6)	88 (5.4.5)	115 (69.6)	116 (6.4.7)	35 (5.1.4)	4 (7.5.0)	45 (8.4.4)	32 (6.3.1)	435 (6.4.1)	146 (0.9.8)
* 3 千東 (81人)	1,436 (2.5.1) 1,276 (7.8)	138 (1.7.3)	121 (1.4.8)	144 (3.6.1)	32 (5.3.1)	7 (0)	7 (7.1.4)	16 (5.0.0)	465 (2.6.7)	117 (0.7.6)
4 桜町 (83人)	880 (1.4)	117 (4.8.7)	79 (7.7.2)	310 (39.6)	30 (6.3.3)	3 (3.3.3)	26 (3.8.5)	54 (8.3.3)	619 (5.1.5)	103 (0.7.4)
5 大町 (78人)	868 (0)	144 (4.3.1)	76 (5.3.9)	160 (6.8.8)	24 (7.0.8)	5 (1.0.0)	24 (8.3.3)	10 (4.0.0)	443 (5.8.5)	111 (0.7.6)
6 中央 (98人)	688 (0)	139 (7.8.4)	123 (7.4.8)	359 (5.1.3)	41 (5.6.1)	31 (8.0.6)	67 (4.4.8)	31 (2.9.0)	791 (5.9.7)	168 (1.1.5)
7 真鍋 (75)	656 (0.6)	86 (4.7.7)	97 (6.7.0)	240 (5.5.4)	107 (7.5.7)	17 (7.0.1)	6 (1.0.0)	41 (5.1.2)	594 (6.0.1)	132 (1.0.3)
8 城北 (95)	540 (2.2)	121 (5.2.8)	139 (3.7.4)	236 (6.6.5)	50 (6.0.0)	29 (7.9.3)	57 (8.9.5)	31 (8.7.1)	663 (6.6.2)	174 (1.2.0)
全地区 (669)		866 (4.8.8)	878 (5.5.9)	1,770 (5.6.2)	348 (6.4.1)	101 (7.1.3)	246 (6.9.1)	238 (6.0.9)	4,447 (5.6.6)	1,008 (0.8.7)

*は道路2本分

生した側の地区内で終わっているケースの数と発生全トリップ数との比率)をみると、次のようなことがいえる。

- 1) 一体に散歩, レジャースポーツ, 交際では域内で終結する比率が70%近くを占める。
- 2) これに比して通勤, 通学, 買物では域外へ出る必要が大きい。
- 3) 交通量との関連は必ずしも明確ではない。
- 4) たとえば中高津地区においては, 交際のために道路を横切る必要が多い。この地区では横断困難もしくは交流阻害に対する不満がきわめて多いが, これは横切る回数が多いのに横断しにくいといった「需要のポテンシャル×重交通流による横断困難」=不満度 の図式が成立つことを示唆している。

写真3.3はこの状況を示すもので, 当該道路およびこれと平行な断面を横切った行動の数を棒グラフで示している。棒グラフのうち中央の明るい棒は当該道路の横断数である。もちろんこの地区(桜町)の行動ポテンシャル(商店, 駅が存在等)によって, 行動分布はきまるものであるが, サンプルとした区域のとり方からいって, この行動分布は単峰性が予測されるにもかかわらず, 当該道路において分布がやや凹形となっているのは, 当該道路がこの道路の両側を区分していることを表しているといえよう。これについては, 更に重力モデルなどを用いて補正して解析すれば, 結果は更に明確になるとと思われる。

参 考 文 献

- 1) 渡辺總子・西岡秀三(1981): 自動車公害と地域社会—都市内の幹線道路における自動車交通が沿道共同体におよぼす社会的インパクトについての研究, 第5回日本社会学会大会, 東京, (56, 10)
- 2) 本多義明(1980): 街路による地区の分断性向に関する考察, 都市計画, 107, 68-73.
- 3) Donald Appleyard and Mark Lintel (1971): Environmental Quality of City Streets: The Residents' Point of View. Proceedings of 50th Annual Meeting of Committee on Social, Economic and Environmental Factors of Transportation.
- 4) 小野正知(1976): 居住者からみた日常生活圏の街路の評価方法に関する研究, 都市計画学会学術研究発表論文集.
- 5) 小場瀬令二(1977~1979): 日常生活圏における道路の使われ方, 日本建築学会論文報告集, 259, 278.

第6章 住民意識からみた総合評価¹⁾

原科幸彦¹・飯倉善和¹・西岡秀三¹

1. はじめに

交通に起因する道路周辺環境悪化の現象は都市環境の今日の問題の一つである。道路の評価はまずその利用者の便益すなわち主に自動車に乗るものの立場からなされてきたが、近年になって都市環境の側面、すなわち生活者として道路を歩き、立ちどまり、周辺で居住するいわば道路周辺の生活者としての住民の立場からも評価がなされるようになってきた。²⁾ 筆者らは数年来都市住民の立場から道路環境を評価するための手法の開発と実験を行ってきたが、^{3) 4) 5)} ここでは道路周辺住民の意識調査をもとに道路周辺環境を統一的に評点づけするための総合評価手法について報告する。

本研究は次の手順でなされている。

- 1) 道路周辺環境の総合評価法として、個別評価項目の評点の重みづけ線形和の構造を仮定する。
- 2) この枠組に従い、土浦市8地区合計1,160人に道路周辺環境に関する意識調査を行う。
- 3) 意識調査の結果から個人属性・道路からの距離・交通流および道路施設などの要因による個別評価項目評点づけの構造同定を試みる(この結果の一部については第5章で述べている)。
- 4) 住民によって示された評点づけ(不満度)および重みづけ(重要度)の結果を用いて総合評価を行い、その結果の考察から1)で示した評価方法の妥当性を検討する。
- 5) また重みづけ手法の検討を行うため、意識調査時に3方法を住民に試みさせその優劣比較を行う。

2. 総合評価のフレームワーク

道路周辺に限らず居住環境を診断し良否を判定する方法として、ここでは図1に示す枠組に沿った環境総合評価を行う。すなわち総合評価値 V_0 は環境評価を構成する個別評価項目 i に対する評価値 V_i の関数として求められる。ここではこの関数として重み W_i づき線形和をとり $V_0 = \sum_i W_i \cdot V_i$ と仮定する。

個別評価項目 i は評価対象に応じて専門家あるいは診断対象地域住民への depth interview によって選択される。

道路の評価を住民の立場から行うとした場合、その評価項目は表1に示すように、居住者としての住民、歩行者としての住民それぞれの立場から多くの項目があげられよう。特に道路本来の目的

である交通の利便性増加は一つの大きな評価項目であり、道路の評価はこれまでこの面からとりあげられていた。本研究では道路交通の環境影響の面から評価することに重点をおくため、評価の項目を表1に示す自動車交通による直接の影響にかぎっており、特にその中でも数か所の実地調査と従来の研究成果からみて重要と思われる安全性・騒音・大気汚染・振動・横断阻害・ほこり・ばい捨てゴミの7項目を個別評価項目に取り上げた。

この個別評価項目 i の評点 V_i は、道路と居住の状況および個人の属性によって決定される。すなわち居住環境に影響を及ぼす事象の実現値 Z_i （うるさくて夜ねむれない、せきがよく出るなど）は、その居住環境を形成する物理量 X_j （交通量、大型自動車混入率など）の関数として $Z_i = g_i(X_j)$ で表わされ、評点 V_i （たとえば5段階評価で3点といった値）は、 Z_i が個人の属性を介して表明されたものという構造を仮定するものである。この考え方をとるならば、ある特定地区の評点づけを行うためには図1の(2)、(3)の関数同定が必要であるが、これについては本章で安全性の評価に関して報告される。

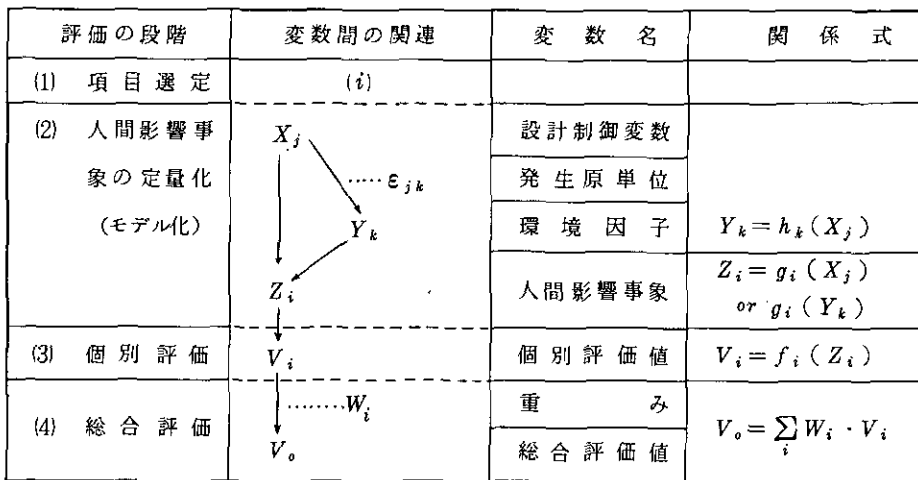


図1 環境総合評価のわく組

個別評価項目の重要度 W_i は評価を行う主体、ここでは地域住民の価値感の表明である。自らの生活環境を構成する要素のうち何を重視するかは地域・時期によって異なるが、いずれにしても評価対象となっている地域に居住する住民の意向を W_i の計測により十分汲みあげることをねらっている。その意味で W_i は評価する地域ごと、対象とする時期ごとに計測されることが必要である。

総合評価 V_o は、地区の物理的状況と住民の個人属性より決まる V_i と、住民の価値感の表明である W_i とから計算される。5節では住民が個別評価値 V_i を正しく認識していると仮定し、調査によって得られた V_i 、 W_i を用いて V_o の試算を行い、その結果から総合評価構造の妥当性すなわ

ち個別評価項目の選定、重みづけ手法の良否について考察している。

表 1 評価項目

	番号	評価項目	居住者 として	歩行者 として	1979. 筑波調査の項目 ³⁾
1. 自動車交通 による直接 の影響	1	交通事故からの安全	○	○	1.1. 歩行者の安全性
	2	騒音	○	○	2.2. 騒音による健康影響 4.4. 不快な騒音
	3	排気ガス	○	○	2.1. 排気ガスによる人体影響
	4	車道横断の制約	○	○	3.2. 歩行による移動利便法
	5	電波障害	○		
	6	振動	○		
	7	粉じん	○	○	4.2. 路上のほこり
	8	泥はね	○	○	
	9	散在性廃棄物	○	○	4.2. 路上のごみ
	10	交通によるプライバシーの侵害	○		4.3. プライバシー
	11	走行自動車による不快, 不安		○	
2. 道路の存在に よる間接影響	12	通行人による地域の安全性	○	○	
	13	交通の利便	○	○	3.1. 車での移動利便性
	14	屋内からの景観	○		
	15	沿道の景観		○	4.1. 沿道の景観
3. 歩行者空間 としての問題	16	歩道の広さ		○	
	17	歩道面の状態		○	
	18	歩道のユーティリティ		○	
	19	物理的環境状態 (屋内)	○		
	20	" (屋外)		○	

該当なし 1.2. { 自動車走行上の安全性
3.3. { 道路空間の広場的な利用

3. 調査対象地区と調査方法

本調査の対象地区として土浦市域の8地区を取り上げ、表2の要領で調査を行った。土浦市は人口115,000人、茨城県南の中心都市である。市内を縦貫する国道6号線は上下計2車線で車輛の通行量が多く日量20,000台、内大型車約25%で周辺住民にかなりの環境影響を与えている。

評価値におよぼす交通流・土地利用の違いを明確にするため、交通流の多い道路として国道6号

表 2 道路環境に関する意識調査

対象道路および地区 (図2 参照)	
国道6号線	土浦一高前, 千束, 中高津
土浦一学園線	桜町, (千束)
旧水戸街道	大町, 中央, 城北, 真鍋三丁目
それぞれ道路沿いに両側200m, 長さ400mの範囲	
調査対象者	8地区200世帯, 国勢調査区画より無作為抽出
調査月日	昭和56年2月17日~3月4日
調査方法	調査員による面接聴取
調査項目	表5にあげた個別評価項目に対する事実認識, 不満度および総合評価, 評価のウエイト

線, 中位の道路としてこれと交差する土浦学園線, 少ない道路として6号線にほぼ平行している旧水戸街道をとり, それぞれ主な土地利用でわけた8地区を調査対象とした(図2)。

この8地区の交通・道路の状況, 調査から得られた地区特性および道路交通に対する住民の評価等については表3に示す。

調査対象地区の大きさは, 道路をはさむ片側200mを道路に沿って400mの長さにとった。騒音, 大気汚染などの環境悪化要因の影響範囲は道路ぎわよりせいぜい100m以内とみられる。本報告では評価項目を安全性, 横断阻害などに拡げており, そのため道路の影響範囲として広めの200mにとった。またこの遠くの範囲に住む住民の意見は, バックグラウンドもしくはコントロール群として調査の解析に用いられる。

調査は1) 個別評価項目(対象道路の安全性・騒音・大気汚染・横断阻害・振動・ほこり・ばい捨てごみ)および総合評価について“まったくなし”から“非常に不満”までの5段階で不満度(個別評価項目の評点 V_i ; および総合評価値 V_0 に相当)を聞く。2) 個別評価項目の重要度 W_i について3方法(一対比較法, 順位づけ法, 個別重みづけ法)で聞く。3) フェースシート項目からなり, これらについては面接調査で回答を得た。他に住宅の構造, 対象道路からの距離, 住宅前の道路の状況については調査員の観察によってデータを得ている。またこの意識調査と並行して交通量調査(1日4回)を行い, 更に道路状況の観察と事故数の調査等も行っている(表3)。

調査表の個別項目評価の質問は図1のフレームに沿って設計されており, 住民には一つの項目につき3段階の聞き方をしている。第1段階は Z_i すなわち人間影響の状況を細かく聞いており, 大気汚染についてであれば「目がちかちかすることがありますか」とか「庭木・草花が枯れやすいですか」といった事実関係を聞いている。第2段階は評価項目の認知について聞いており, 「あなたの住んでいる辺りの空気は排ガスにより汚れていま

すか」といった質問を行い、評価の前の段階で住民が環境の状況を認識しているかどうかを聞いている。そして第3段階で個別評価を聞いており、このように段階をおって人間の環境把握の構造を解明しようと試みている。質問作成に用いられた調査表設計シートのうち一例として大気汚染項目に対するものを表4に示す。これと同様な手続きで各項目についても検討を加えている。

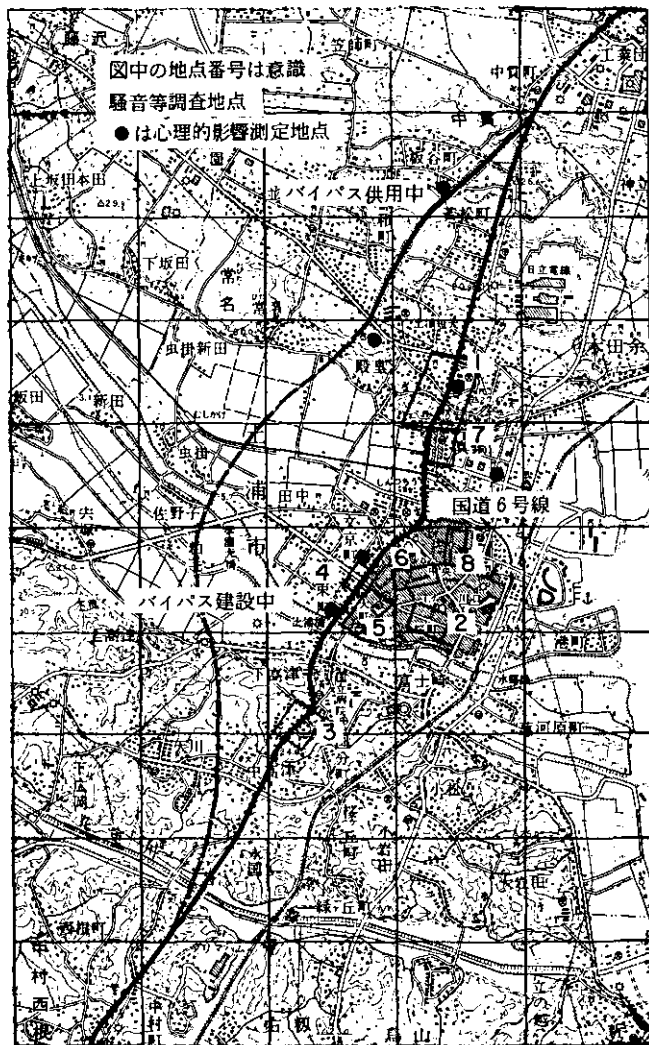


図2 国道6号, バイパス路線図

表3 8地区の状況と道路環境評価(抜粋)

		1	2	3	4		5	6	7	8	全地区	備 考	
		土浦一高前	桜 町	中高津	千 束		大 町	中 央	真鍋三	城 北		アンケート番号	
道 路 名		国道6号	土浦学園	国道6号	国道6号	土浦学園	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道			
交通状況	両側交通量 台/時	2176	880	90	1536	1276	868	688	656	540		午後2時~3時	
	大型混入率 %	2.43	1.4	24.6	25.1	7.8	0	0	0.6	2.2		〃	
	歩行者数 人/時	104	80	28	20	20	16	116	40	16		〃	
	自転車数 台/時	60	44	4	20	44	40	120	80	56		〃	
測定日・天候		14日 晴	14日 晴	16日 雨	15日 晴		14日 晴	14日 晴	14日 晴	14日 晴		56年4月	
道路状況	歩道の有無	有	有	有	有	有	無	無	無	無			
	施設	ガードレール	敷石		ガードレール								
	大型進入規制		夜間			夜間	終日	終日	終日	終日			
事故数	事件/2年	6	5	9	交差点 9 4 5		3	1	8	2	52	昭和54~55年	
	内対人、対自転車	1	2	5	3	1	2	0	4	1	19	土浦警察署調書	
地区の特性	一戸建て比率 %	82.2	91.4	99.3	91.6		91.2	96.6	92.2	97.2	92.7	O-1-A	
	住宅専用比率 %	84.9	50.4	96.0	78.6		78.2	58.9	71.9	59.3	72.6	O-1-C	
	店舗併設比率 %	14.5	48.9	3.4	14.9		21.1	38.4	20.3	39.3	24.8	〃	
	対象道路に面する比率 %	14.5	13.7	18.1	21.4		22.4	28.1	31.3	30.3	22.3	O-3	
	職業構成	専門技術者 %	11.2	5.8	23.5	16.2		8.8	13.7	15.6	13.8	13.6	F-1よりみた
	管理者 %	8.6	13.7	6.0	18.2		12.2	12.3	10.2	8.3	11.2	世帯主の	
	事務従事者 %	13.8	18.0	20.1	12.3		21.8	13.0	21.9	26.9	18.4	職業構成	
	販売従事者 %	20.4	30.9	14.1	22.7		21.8	29.5	23.4	23.4	23.2		
	技能士 %	10.5	12.2	14.1	11.7		17.0	17.8	11.7	11.0	13.3		
性	自家用車所有比率 %	67.8	51.8	67.8	76.0		70.1	63.0	67.2	64.8	66.2	F-3-B	
	つきあい比較的亲しい間柄 %	15.8	36.7	40.2	38.3		30.6	26.7	26.5	28.2	30.4	F-7(4+5)	
	在 住	~5年 %	32.2	5.8	21.4	10.4		12.3	3.4	19.6	9.6	14.4	F-9(1+2)
	年 数	5~10年 %	17.8	5.0	17.4	9.7		8.8	10.3	13.3	9.7	11.6	〃
	10年以上 %	43.4	64.0	53.7	77.3		68.0	71.9	47.7	58.6	60.8	〃	
	数 生れてからずっと %	6.6	25.2	7.4	2.6		10.9	14.4	19.5	22.1	13.3	〃	

定住希望	今後も住みたい	%	69.7	63.3	72.5	76.0	78.2	82.2	70.3	78.6	74.0	F-11	
	機会があれば転居	%	16.4	28.8	22.1	16.2	18.4	10.3	21.9	16.6	18.7	"	
	なるべく早く転居	%	9.2	2.9	3.4	4.5	1.4	2.1	3.9	1.4	3.6	"	
調査対象者数		人	152	139	149	154	147	146	128	145	1,160	有効回答数	
道路交通に対する住民の評価	不満	安全（立話ができぬ）	%	34.2	24.5	64.4	0.6	43.5	41.8	43.8	41.4	36.6	Q-1-6
		騒音被害	%	17.8	12.2	12.1	21.4	8.8	5.5	16.4	9.0	12.9	Q-5* 被害を「非常に受けている」
		大気汚染認識	%	25.0	15.1	14.8	9.7	4.7	12.3	20.3	14.5	14.5	Q-8 「耐え難い程うけている」とした人の比率
		横断困難認識	%	67.1	11.5	66.4	5.2	32.7	27.4	26.6	30.3	33.7	Q-11 *は「かなり」
		振動被害	%	15.8	9.4	13.4	20.1	2.0	4.1	13.3	4.8	10.4	Q-16* *は「かなり」
		ほこりが多い	%	25.7	25.9	18.8	19.5	19.7	24.0	41.4	29.7	25.3	Q-19 うけている」
		道路ごみが多い	%	42.1	17.3	32.9	13.0	21.1	11.6	23.4	7.6	21.3	Q-22 をふくむ。
	満足	安全性	%	38.2	18.7	44.3	8.4	65.3	50.7	38.3	65.5	41.1	Q-2
		騒音	%	18.4	13.7	14.1	11.7	13.6	7.5	16.4	9.0	13.0	Q-6 不満及び非常に不満とする人の比率
		排気ガス	%	25.7	16.5	14.1	7.8	15.6	10.3	19.5	16.6	15.7	Q-9
		横断障害	%	57.9	9.4	57.0	1.9	38.8	36.3	21.1	35.9	32.6	Q-13
		振動	%	23.0	7.9	10.7	11.0	6.8	3.4	13.3	3.4	10.0	Q-17
		ほこり	%	24.3	16.5	13.4	15.6	12.9	14.4	29.7	20.0	18.2	Q-20
重視する環境項目	ポイ捨てごみ	%	30.3	12.9	23.5	3.2	21.1	9.6	15.6	9.0	15.7	Q-23	
	地区環境全般	%	25.7	12.9	22.8	6.5	9.5	11.7	16.4	10.3	14.9	Q-24	
	安全性	%	② 28.3	① 61.2	① 55.0	① 37.0	① 61.2	① 70.5	① 59.0	① 75.2	① 55.6	Q-27	
	騒音	%	⑤ 7.9	③ 10.1	④ 8.1	③ 18.2	④ 5.4	⑥ 1.4	⑤ 4.7	② 10.3	③ 8.4	生活環境を考える項目のうち重要度第一位にあげた項目 ○内は順位を示す。	
	排気ガス	%	③ 12.5	④ 8.6	③ 10.1	⑥ 11.0	④ 5.4	④ 2.0	⑦ 3.9	④ 3.4	④ 7.2		
	横断障害	%	① 34.9	② 23.7	② 31.5	② 25.3	② 24.5	② 34.9	② 19.5	② 10.3	② 25.8		
	振動	%	④ 11.2	⑤ 5.0	⑥ 2.0	④ 13.6	⑦ 3.4	⑦ 1.4	⑤ 4.7	⑤ 2.1	⑤ 5.3		
ほこり	%	⑦ 3.2	⑦ 2.2	⑥ 2.0	⑤ 12.3	⑥ 4.7	⑥ 2.7	③ 10.2	⑦ 0.7	⑦ 4.7			
ポイ捨てごみ	%	⑥ 5.3	⑥ 3.6	⑤ 5.4	⑦ 5.8	③ 7.4	③ 2.0	④ 7.8	⑤ 2.1	⑥ 4.9			
騒音測定	環境基準超過点数		12	5	7	4	0	3	5	2	38		各12地点×8地区中
	要請基準超過点数	内数	4	2	4	2	0	0	2	0	14	"	
個別評価の例	推定値		-0.148	-0.420	0.256	-0.148	0.450	0.499	0.450	0.450	0	個人属性修正後	
	安全性の評点 実測値		-0.014	-0.598	0.076	-0.637	0.458	0.261	0.087	0.379	0		

表 4 調査表設計シート例

Z:人間影響					X, Y, ε, Z, Dの因果連鎖図												
記号	影響の側面	細項目	質問文	種類*	選択肢	(X:設計制御変数, Y:環境因子, ε:発生原単位, D:人口関連変数)											
Z ₁	生理的	目への刺激	目がちかちかすることがある	頻度	1 2 3 4 5		X ₁	X ₂	ε	Y	Z ₁ ~Z ₁₂						
Z ₂			鼻への刺激	鼻がきかなくなることがある	"							全 く な い	た ま ま に あ る	時 々 あ る	頻 繁 に あ る	い つ も あ る	
Z ₃			のどへの刺激	のどがつかつかになることがある	"							"	"	"	"	"	"
Z ₄		体全体		せきやたんが出る	"							"	"	"	"	"	"
Z ₅				呼吸器関係の病気にかかりやすい	"							"	"	"	"	"	"
Z ₆				風邪をひきやすい	"							"	"	"	"	"	"
Z ₇	心理的	目	風景などがかすんで見える	"	"							"	"	"	"	"	
Z ₈		鼻	排気ガスがくさい	"	"							"	"	"	"	"	
Z ₉	人間以外	動植物	小鳥などの小動物が何となく元気がなくなる	"	"							"	"	"	"	"	
Z ₁₀				庭木・草花が枯れやすい	"							"	"	"	"	"	"
Z ₁₁		物財		ペンキ・ニスなどの塗料が変色しやすい	"							"	"	"	"	"	"
Z ₁₂				自転車や窓枠、手すりの金物がさびやすい	"							"	"	"	"	"	"

C:認知		V:評価											
記号	質問文	種類*	選択肢										
C	あなたの住んでいるあたりの空気は排気ガスにより汚れていますか	程度	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>全く汚れない</td> <td>やや汚れている</td> <td>あまり汚れている</td> <td>非常に汚れている</td> <td>非常に汚れている</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	全く汚れない	やや汚れている	あまり汚れている	非常に汚れている	非常に汚れている
1	2	3	4	5									
全く汚れない	やや汚れている	あまり汚れている	非常に汚れている	非常に汚れている									
V	排気ガスによる空気の汚れに対する不満がありますか	程度	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>全くない</td> <td>あまりない</td> <td>やや不満</td> <td>不満</td> <td>非常に不満</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	全くない	あまりない	やや不満	不満	非常に不満
1	2	3	4	5									
全くない	あまりない	やや不満	不満	非常に不満									

記号	フェースシート項目名	記号	観察項目名	記号	物理計測項目名		
D ₁	年令	X ₂	道路からの距離	X ₁	自動車交通量 (大,中,小型別)		
D ₂	性別				Y	汚染質濃度 CO NO _x (SO _x , O ₃ , HC, 媒じん)	
D ₃	既往症					ε	排出原単位 (各汚染質別)
D ₄	喫煙						

*種類は選択肢の類別

4. 個別評価項目評点の解析

ここでは意識調査から得られた住民の個人属性および観察から得た地区道路状況から個別項目別に評価の構造を同定する。まず被説明変数として項目別不満度、説明変数として対象道路からの距離・地区およびフェイスシート項目をとったモデルを用いて不満度と個人属性の相関を分析する。次に道路からの距離が不満度の分析に与える影響を検討し、道路からの影響距離を同定する。また交通、道路状況を地区別に分析して道路から生じる環境問題を改善するための視点を明らかにする。

4.1 個人属性と不満度の相関

地区・個人属性のアイテム（地区～年収の9個）をカテゴリーわけし、各評価項目（安全性～総合評価）の評点を被説明変数として林の数量化理論⁶⁾により各アイテムの寄与度を求めた（表5）。この結果全体として地区、道路からの距離、定住希望度および世帯主の職業が不満度をよく説明している。しかし項目によってその偏相関は異なり、安全性・横断障害については地区、騒音・排ガスについては道路からの距離がきいている。前者は交通・道路状況といった地区状況のみで決まるのに対し、後者は道路からの汚染発生の距離減衰があることから妥当な結果といえよう。定住希望は総合評価と強い相関をもっている。世帯主の職業については販売業やサービス業のように道路の

表5 個人属性と不満度（数量化I類による偏相関係数）

評価項目 個人属性	安全性	騒音	排気ガス	横断	振動	ほこり	ごみ	総合評価
地区	0.424	0.271	0.208	0.489	0.338	0.193	0.306	0.297
距離	0.121	0.366	0.333	0.174	0.396	0.407	0.230	0.249
家庭の 職業	0.085	0.117	0.104	0.084	0.134	0.121	0.142	0.129
家族構成	0.027	0.122	0.121	0.040	0.102	0.103	0.051	0.077
自動車の 運転	0.055	0.054	0.034	0.028	0.030	0.051	0.026	0.003
近所 付きあい	0.116	0.092	0.071	0.068	0.059	0.062	0.045	0.067
居住年数	0.039	0.103	0.100	0.089	0.087	0.074	0.053	0.089
定住希望	0.117	0.220	0.191	0.102	0.195	0.180	0.099	0.267
年収	0.060	0.078	0.098	0.089	0.099	0.111	0.034	0.085
重相関係数	0.459	0.503	0.458	0.518	0.542	0.512	0.389	0.459

利用と密接に関連する職業では不満度が少ないのではないかと予想されたが、今回の調査対象者が主婦であったためかそのような傾向は特にみられなかった。

4.2 道路からの距離による不満度の違い

道路上の交通の及ぼす影響範囲は、評価の項目によってかなりの差がある。表6に道路に面した住宅の不満度を全体の不満度と比較しているが、この両者には明らかに差がみられる。この個別項目別評価に及ぼす距離の影響を明らかにするため、住民を道路から住居までの距離によって区分し、それぞれの地区における各評価項目の不満度の平均値を被説明変数とし、距離をカテゴリーして説明変数として数量化I類で処理した。この結果得られた距離別不満度のスコアを表7に示す。騒

表6 沿道住民の不満

項 目	不満とする割合%	
	道路に面した住宅	地区全体
安 全 性	5 0.6	4 1.1
騒 音	2 7.4	1 3.0
大 気 汚 染	3 2.0	1 5.7
横 断 阻 害	4 2.1	3 2.6
振 動	2 0.9	1 0.0
ほ こ り	4 3.7	1 8.2
ポ イ 捨 て ご み	2 8.2	1 5.7
地 区 環 境 全 体	2 8.9	1 4.9

表7 距離別不満度（数量化I類によるスコア）

項目 距離 m	安全性	騒音	排ガス	横断	振動	ほこり	ゴミ	総合評価
～ 5	0.159	0.635	0.569	0.226	0.672	0.800	0.381	0.377
5～ 10	0.048	0.073	0.190	0.068	0.134	0.097	0.170	0.141
10～ 20	-0.029	0.015	-0.039	0.091	0.054	-0.149	-0.068	-0.028
20～ 40	0.032	0.011	0.076	0.032	0.024	-0.041	0.001	-0.026
40～ 60	0.044	-0.046	-0.147	0.007	-0.111	-0.186	-0.182	-0.087
60～ 80	-0.051	-0.260	-0.122	-0.069	-0.154	-0.242	-0.102	-0.144
80～100	-0.090	-0.120	-0.270	-0.089	-0.210	-0.206	-0.098	-0.071
100～	-0.143	-0.546	-0.409	-0.247	-0.541	-0.442	-0.222	-0.256

音・排ガス・振動・ほこりといった距離による減衰が考えられるものについて、その傾向が把握されており、総合評価値についても道路に近いほど不満が大きくなっている。

この問題をより詳細に検討するため、道路からの影響がどの範囲まで及ぶかを項目別・地区別に同定した。同定の方法としては、100 m以上道路から離れた人の不満度の分布と、距離別・地区別に得られた不満度の分布とのかい離を

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^5 (n_k^l - \hat{n}_k^l)^2 / \hat{n}_k^l \quad (6.1)$$

の値で評価した。⁷⁾

ここである距離帯 l における全サンプル数を N^l 、5段階評価の各カテゴリー別サンプル数を n_k^l ($N^l = \sum_1^5 n_k^l$) とし、100 m以上はなれた住民の意見にみられる不満度分布 (バックグラウンドの分布とみなす) を n_1^{100} , n_2^{100} , ……としたとき、ある距離帯での評価値分布がバックグラウンド分布と同じならば、

$$\hat{n}_k^l = N^l \cdot (n_k^{100} / N^{100}) \quad (6.2)$$

従って χ^2 はある距離帯 l における実現された評価値分布とバックグラウンドでの評価値分布とのかい離をみていることになる。表8に中高津地区におけるほこりのデータを示すが、この場合10~20 mにおける χ^2 値は23.9となり、99%の確率で n_k との差が有意となるが、20m以上となると χ^2 値は99%の確率で有意なレベル ($\chi^2 = 13.3$) 以上とならなかった。このような分析を地区別、項目別にまとめたものが表9である。安全性・横断・ごみについてはほとんどの地区において道路からの距離による影響はみられなかった。しかし騒音・排ガス・振動・ほこりにおいては影響距離の存在は明らかであるし、地区別の違いもみられる。土浦一高・中高津・千束といった交通量の多い地区では40~80mまで道路の影響がみられるのに対し、桜町・中央・城北ではせいぜい10mまでとなっている。

表8 不満度の分布のパターン(ほこり 中高津)

不満度 \ 距離	~5	5~10	10~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~	100m以上の全サンプル
全くない	0	0	2	1	2	4	11	57	151
あまりない	1	3	2	1	3	4	0	10	48
やや不満	6	2	3	0	1	0	1	3	5
不満	2	2	1	1	2	0	1	2	5
非常に不満	0	0	0	1	0	0	0	0	0

4.3 物理的要因と不満度との関係

4.1において不満度には地区が大ききいてることが示された。これは地区による交通・道路状況が評価されたためと考えられる。ここではこれらの物理的状況と不満度の関係をより詳細に検討する。

表 9 項目別，地区別影響距離表

	(m)							
	安全性	騒音	排ガス	横断	振動	ほこり	ゴミ	総合評価
土浦一高前	—	40	80	20	40	40	5	40
桜町	—	5	5	—	10	5	—	—
中高津	—	60	40	—	80	20	40	20
千束	—	60	5~40	—	80	60	—	5
大町	40	40~60	5	—	5	10	—	—
中央	—	—	5	—	5	5	—	—
真鍋三丁目	—	60	40~80	—	5	40	—	5
城北	—	5	5	—	5	5	—	—
全サンプル	—	60	80	—	80	80	10	10

表10に各地区の道路・交通環境と数量化Ⅰ類による分析で得られた地区別不満度スコアを項目別に示す。サンプル数が8地区と限られていて統計的に有意な結論を導くには十分でないので、ここでは物理的要因が不満度に及ぼす影響の傾向を指摘するにとどめる。総合評価をみると土浦一高、中高津といった交通量とくに大型車交通量の多い地区での不満度が高い。しかし千束地区は同様な状況にもかかわらず不満が少ない。これは千束地区が歩道も広くガードレールも整備されているためであろう。安全性・横断についての不満が特に少ないことがこれを裏づけている。このように安全性や横断については歩道や横断歩道の状況、騒音・大気汚染については交通量がそれぞれ不満度を表わす第一の要因となっている。ここでは取り上げなかったが、道路周辺の建築物の状況は騒音や大気汚染を考えるうえで重要な要因と考えられるため、今後はこれを取り入れた調査が必要である。

5. 個別評価項目の評価同定例－安全性について

個別評価 V_i を計測可能な要因 x_j を用いて同定する例として、住民意識調査の安全性の評価をとりあげる。

個別評価項目「安全性」は次の要因から説明されるとまず仮定してみる。

住民による安全評価 V_1 について

$$V_1 = V_1(\text{交通流の状況, 道路施設, 住民の個人属性})$$

土浦市8地区で行った意識調査および土浦市の交通量調査、道路施設観察、事故統計のデータを用いてこの式を同定する。

まず年齢、幼児の有無、道路からの距離、事故体験の有無などの個人属性と地区の特性を数量化Ⅰ類によって比較検討すると、個人属性はほとんど関係してこないことが分かったため、以後地区特性のみに要因をしぼった。ただ事故体験の多い人、対象道路から遠い人、隣り付き合いの多い人ほど不満が多いといえる。

表10 8地区の状況と道路環境評価

		1	2	3	4	5	6	7	8	備 考
		土浦一高前	桜 町	中高津	千 束	大 町	中 央	真 鍋 三	城 北	
道 路 名		国道6号	土浦学園	国道6号	国道6号 土浦学園	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道	旧水戸街道	
交通 状況	大 型 車 台/時	370	5	329	297 50	3	0	13	4	昭和56年4月16日実測値
	普 通 車 "	988	489	892	788 747	1457	249	297	244	
	歩 行 者 数 人/時	54	67	11	11 15	23	63	34	52	
	自 転 車 + 自 動 二 輪 台/時	81	69	20	44 64	74	70	76	14	
道路 状況	歩 道 の 有 無	有	有	有	有 有	無	無	無	無	
	施 設	ガードレール	敷 石	ガードレール						
	大 型 進 入 規 制		夜 間		夜 間	終 日	終 日	終 日	終 日	
	横 断 歩 道 間 隔 (m)	450	150	200	150	300	150	200	100	
	事 故 数 件/2年	6(1)	5(2)	9(5)	9(3) 4 5(1)	3(2)	1(0)	8(4)	2(1)	(対人・対自転車)
住 民 か ら 見 た 不 満 度	数 量 化 I 類									
	安 全 性	0.028	-0.650	0.160	-0.653	0.448	0.195	0.079	0.403	
	騒 音	0.328	-0.199	0.258	0.110	0.069	-0.521	0.223	-0.277	
	排 気 ガ ス	0.373	-0.084	0.087	-0.041	0.028	-0.403	0.108	-0.074	
	横 断 阻 害	0.593	-0.795	0.697	-0.623	0.165	0.141	-0.279	0.023	
	振 動	0.462	-0.205	0.257	0.272	0.017	-0.504	0.138	-0.427	
	ほ こ り	0.198	-0.138	-0.096	0.109	-0.075	-0.319	0.348	-0.003	
ご み	0.426	-0.120	0.354	-0.062	0.152	-0.416	0.070	-0.428		
	総 合 評 価	0.384	-0.070	0.336	-0.190	-0.076	-0.238	0.218	-0.355	
調 査 対 象 者 数 人		152	139	149	154	147	146	128	145	1160 有効回答数

個人属性をとり除いて地区特性すなわち、対象道路の構造や交通流の違いのみに注目して相関分析、数量化Ⅰ類による分析を行った。その結果は対象地区数が少ないため統計的に十分確かとはいえず、不満度に最も寄与しているのが歩道の有無とその形状であり、交通流が多く横断歩道の少ない所では、歩道があつてもガードレールがなければ不満が高まる傾向がみられた。またその他には大型車の有無がきているという状況が示された。

これを数量化Ⅰ類を用いて得点づけすると

$$\text{評価点 } V_i = \bar{V} + \sum_j \sum_k \delta_i(j, k) \cdot \alpha_{jk}$$

ここで \bar{V} : 全地区平均, i : 地区番号

j : アイテム番号 k : カテゴリ番号

において

$$\alpha_{11} \text{ (ガードレール付歩道)} = -0.486$$

$$\alpha_{21} \text{ (大型通行なし)} = -0.066$$

$$\alpha_{12} \text{ (歩道有)} = -0.082$$

$$\alpha_{22} \text{ (若干の大型車)} = -0.114$$

$$\alpha_{13} \text{ (歩道無)} = 0.385$$

$$\alpha_{23} \text{ (大型車通行大)} = 0.158$$

この式を用いて、各地区の安全性を評点づけして表3下欄に示した。住民の不満度と大むね一致しているといえよう。

6. 個別評価項目の重要度の推定

道路環境の総合評価を、個別項目評価値の重みづけ線形和で表すために、個別評価項目の重要度 W_i を同定した。重要度 W_i の与え方をどうするかについては見解が分かれる。すなわち、住民が客観的に重要度を与えるかという点に疑問があるからである。住民は当然自分の現在の状況下である項目たとえば騒音について耐えがたいものと感じておれば、その住民にとって騒音という項目はやはり必要欠くべからざる項目と認識されるであろう。この場合重要度 W_i は住民に与えさせるよりも専門家に与えさせた方が妥当ともいえる。しかしたとえ若い人ばかりの地区であれば同じ交通流に面して横断は困難であるとの評価を下したとしても、その重要度は老人の多い地区のそれとは変わってくるであろう。ここでねらっている、地区ごとの住民による総合評価を行おうとすれば、それぞれの地区ごとの重要度はそれなりの意味をもってくる。

ここでは後者の立場から住民による重みづけをこころみだが、その際「望ましい生活環境という点で何を重視するか」を強調し、現在居住している地区環境の評価とは別であることを明確にして住民による重要度評価を行った。

重要度の測定法も種々提案されている。ここでは1) 調査対象者に7項目をカードに書いて示し、重要と思われる順に並べかえさせる順位づけ法、2) 同じくカードに書かれた項目を1と2、2と3、3と4……;というように2枚ずつ示しながら、それぞれ3対5、4対1というように重みをつけさせる線形重みづけ法、3) 各項目に0点から100点までの間の任意の点数を答えさせる個別

重みづけ法の3手法をこころみ、これら手法間のやりやすさを比較してみた。各項目の重みの合計が10点になるように基準化した結果を図3に示す。3手法のどれによっても項目間重要度の順序は同一である。しかし、重みの大きさ自体は手法により大きな差がみられる。項目ごとに0点から100点までを自由につけさせた個別重みづけ法では、重みが最大である「安全性」と最小である「ばい捨てごみ」の重みの差は少なくなる。一方一対比較を順次行って重み配分した線形重みづけ法⁸⁾ではその差は大きい。項目カードを用意して並べかえさせて得た順位づけ法では、1位から7位までそれぞれ7点から1点の配点をして回答者平均を求め重みを算定したが、この配点では上記2手法の中間の傾向を示した。

この3手法の実施と同時に重みづけに要した時間を測定し、また重みづけのやりやすさを回答者に聞いたが、3手法間にいずれの点でも大差はみられない(表11)。Eckenrodeは順位づけ法が回答もしやすく実用的な方法だとしているが、⁹⁾各順位への配点に恣意性が入ることを考えると重要度の順位の判別には使えるとしても総合評価値のための重みとして使うことには難点がある。また線形重みづけ法は重みづけ結果の一貫性をチェックして繰り返し回答を求めなければならないが、今回は訪問による面接調査であったため繰り返し回答を求めることはできなかった。一方、個別重みづけ法による結果はこれらの難点がなく、しかも図3に見るように結果も安定している。そ

表11 重みづけの比較(A~Cは5段階評価を-1~1の重みで集計したもの)

	A. わかりやすさ	B. 項目数	C. やりやすさ	D. 平均所要時間
順位づけ	0.219	-0.043	0.116	1.4分
線形重みづけ	0.142	-0.096	0.033	2.2分
個別重みづけ	0.160	-0.012	0.070	1.4分

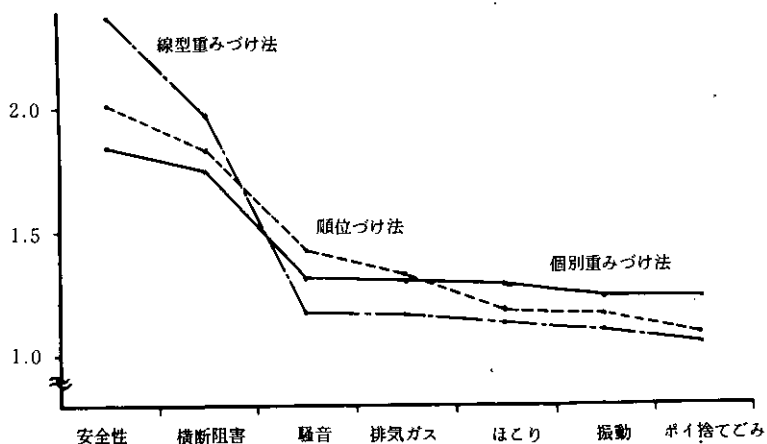


図3 全地区の重みづけ平均像(三手法別)

ここで以下では個別重みづけ法による結果を用いる。

個別重みづけ法による結果を地区別に見てみると、図4に示すように大きな傾向の差はあまり見られないが、地区によっては重みの順序が入れちがっている。安全性・横断阻害についてはどの地区も重みは大きく他の項目をしのいでいる。しかし詳細に見ると大町・中央といった旧街道沿いでは安全性・横断阻害に大きな重みを与えるのに対して、交通量の多い千束や土浦一高前ではむしろ小さな重みとなっている。大町・中央では騒音・排気ガス・振動の重みは他の項目と比べて小さい。また、大型車交通量の多い土浦一高前では排気ガス、振動の重みが高い。このようなことから、重みは現在居住者が受けている被害と密接な関係があると予想される。ちなみに、項目別重みと不満度の相関係数は0.944と極めて高く、「望ましい生活環境」の感覚が現在の被害認識と不可分であることを示している。

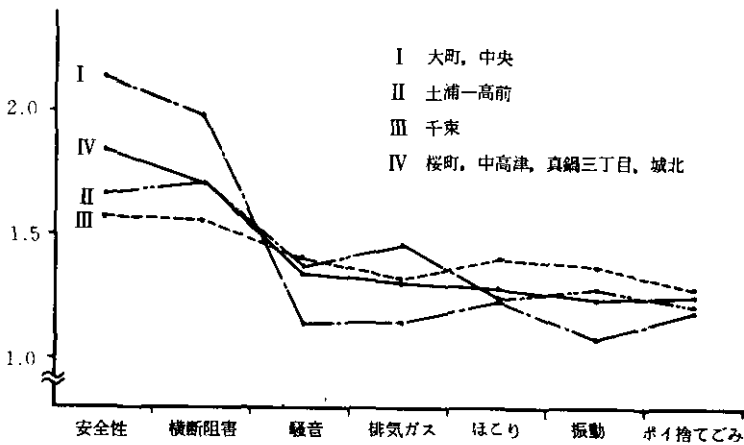


図4 地区別の重みづけ結果（個別重みづけ法）

7. 総合評価値の推定

各地区の住民が下した総合評価値の分布を図5に示す。この調査から得られた道路周辺地区環境全般についての総合評価値の地区平均は、いわば実測値に相当する。一方、前節で述べた個別重みづけ手法によって得られた各地区平均の重み W_i と、調査によって得られた項目別地区平均不満度 V_i を用いて総合評価値 \hat{V}_0 を $\hat{V}_0 = \sum_1^7 W_i \cdot V_i$ から計算し、これを総合評価値の推定値とする。この実測値・推定値を比較したのが図6である。

一見して推定値が予測値がよく一致している地区とかなりの差がある地区にわけられることが分かる。推定値と予測値とがよく一致しているのは一高前・真鍋・中高津でいずれも6号線沿いの交通流の激しい地区である。一方大町・中央・城北といった旧水戸街道沿いの地区では実測地の不満度は推定値よりもかなり低い、すなわち実測では推定よりも環境を良いとしていることが分かる。こ

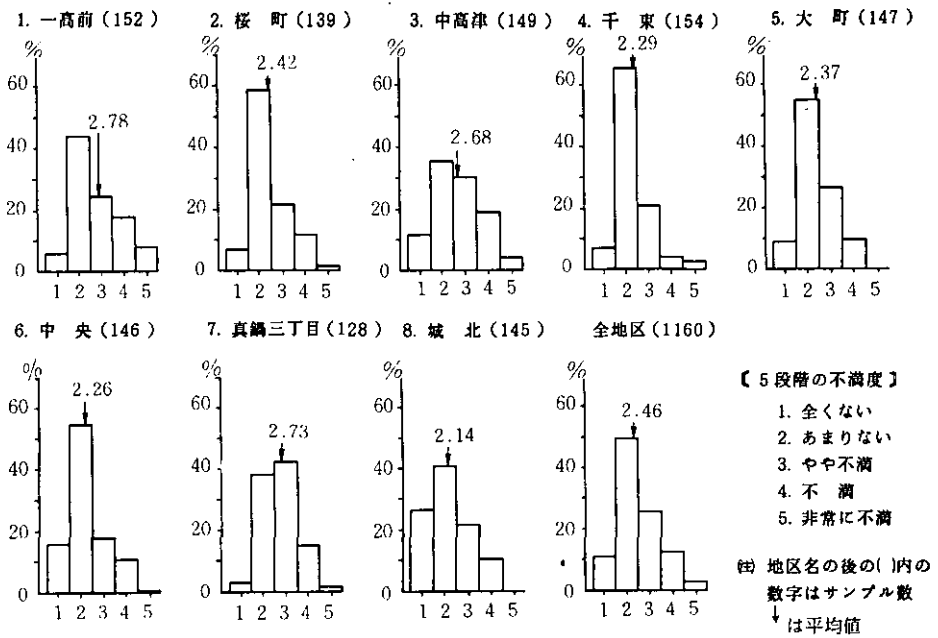


図5 地区別総合評価 (不満足)

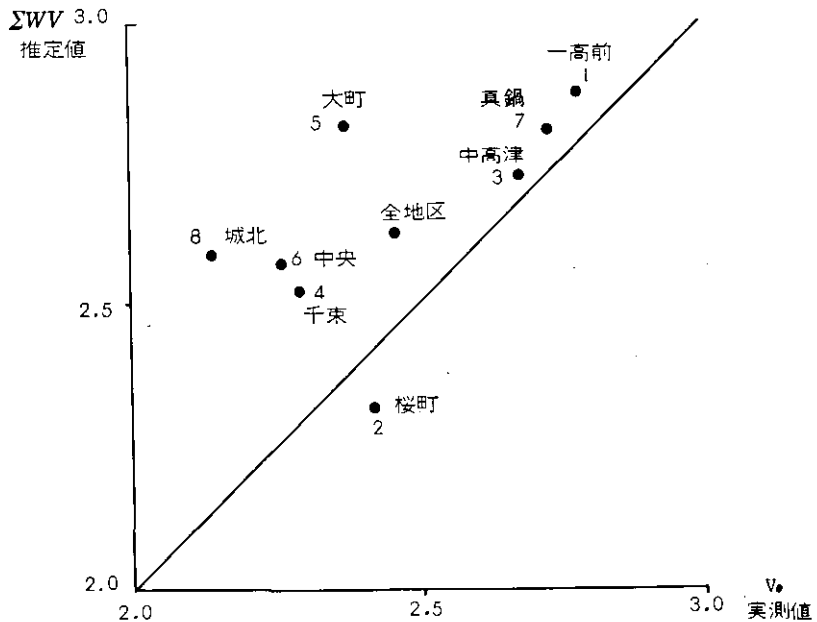


図6 5段階不満足による地区別総合評価 実測値 (V_0) と重みづけによる推定値 ($\Sigma W \cdot V$) の比較

れら3地区は旧水戸街道をはさんで古くからの商店街が形成された地区であり、土浦の古い街並みの続く地域である。またこれら3地区よりは実測値と推定値の近い千束は比較的古い街であるが、沿道はほとんど業務用のビルに置きかえられ、しかも沿道整備も土浦市内ではゆき届き、全体に不満度の少ない地区である。一方唯一推定値より実測値が高めに出た、すなわち推定値よりも不満が実際には高い桜町は、繁華街が近く自由回答では路上駐車や深夜のクラクションなど、今回の7評価項目以外の苦情が多く寄せられている地区である。

このような状況を考慮してこの結果を解釈すると、旧水戸街道沿いの地区では7評価項目以外に地域の落ち着きのようなプラス側の評価項目が必要で、逆に桜町では上述したようなマイナス側の項目が必要といえそうである。しかし比較的交通流の激しい道路沿いの地区ではこの7項目による線形和評価は十分適用可能であるといえよう。推定値と実測値の相関係数は8地区全体では0.592であるが、千束を含む6号線沿いの4地区では0.980となっている。

8. 結論と今後の展望

地域間で統一的に道路周辺環境を診断評価する手法として、道路環境を表す個別評価項目評点の重みづけ線形和による総合評価法を用い、土浦市域における主婦を対象とした住民意識調査から評価構造を同定し、同時にこの方法の妥当性を検討した。その結果1) 個別評価項目の評点には、地区状況・道路からの距離・定住希望度・世帯主職業がきいている。2) 道路からの影響範囲を不満度分布の χ^2 値によって同定すると、騒音・排ガス・振動・ほこりは影響距離が同定できるが、他の項目は同定できない。3) 不満度を構成する主な要因としては、安全性等については道路施設、騒音等については交通量があげられる。4) 住民の評価で重要とされるのは安全・横断障害などの項目である。5) 住民のつけた評点と重みから評価項目を検討してみると、幹線道路に面した地区についてはここにとりあげた項目で評価できるが、場所によってはこれ以外の項目が必要である。などの結論が得られた。

これらのうち道路からの距離に関する知見は、道路交通による環境影響範囲を定めるのに有益と思われる。また評価手法の不十分な点については、更に都市環境を評価する新しい個別項目を導入したり、当該項目の影響を多くうけている範囲の住民によってのみ重みづけを行うなどの方法によって改善がみこまれる。またこのフレームに沿った調査を道路交通環境の異なる多くの地区で行うことにより、統計的に有意な評価関数の同定が可能となる。

謝 辞

本報告に用いた意識調査に関しては対象地区となった土浦市民の方々、市当局ならびに調査実施にあたった関東情報サービス㈱にひとかたならぬ御協力をいただいた。ここに記して感謝する。

参 考 文 献

- 1) 原科幸彦・飯倉善和・西岡秀三(1981): 住民意識調査にもとづく道路周辺地域の環境診断——土浦市での事例研究. 都市計画別冊昭和56年度学術研究会論文集, 第16号, 319—324.
- 2) 青島縮次郎(1979): 道路交通計画における環境評価システムの研究. 名古屋大学(博士論文).
- 3) 原科幸彦・原沢英夫・黄光輝・内藤正明(1980): 道路周辺環境質の総合評価. 地域学研究(1980. 10)
- 4) 西岡秀三(1981): 環境面よりみた地域道路交通体系の評価. 国立公害研究発表会予稿集(1981. 6. 5)
- 5) Harashina, S. and M. Naito (1981): Computer-Aided Conference for Comprehensive Evaluation of Residential Environment. 8th Triennial World Congress, International Federation of Automatic Control, Kyoto, 1981, 8.
- 6) 林知己夫(1970): 情報処理と統計数理. 産業図書, 235—238.
- 7) 竹内 啓(1975): 確率分布と統計解析. 日本規格協会, 35—40.
- 8) 原科幸彦・原沢英夫(1980): 集団反応解析器を用いた環境評価項目の重みづけ実験. 日本行動計量学会第8回大会発表論文抄録集, 1980. 9. 39—42.
- 9) Eckenrode, R.T. (1965): Weighting Multiple Criteria. Management Science, 12(3), 180—192.

第7章 評価のための支援システム¹⁾

原沢英夫¹⁾

1. 支援システムの位置づけ

1.1 環境評価におけるコンピュータ利用

環境状態の計測、評価、施策の実施という環境分析の各段階におけるコンピュータ利用はコンピュータの進歩と相まってますます増大しつつある。環境分野におけるコンピュータ利用はこの利用形態によりいくつかの種類化できる。表1は①数値計算、②画像処理、③データベース、④モニタリング、⑤施設の制御の五つに分類し、環境分析各段階での利用を対応づけてみたものである。表1に示した利用形態は各々完結している場合が多いが、相互に関連をもたせシステム化する場合がある。その代表例が、現在国や地方自治体で検討が進められている環境情報システムである。これらのシステムは、データベースを中心としているが、さらにデータベースのデータを入力し統計処理を施したり、各種の予測モデルの実行を行うなどのデータ解析、処理も可能としている。これらのシステムの目的は主として環境施策（計画・管理）の立案の際の支援システムとして位置付けているが、さらに環境アセスメントを実施するときに必要な基礎的な地域関連情報の提供も考えられている。

以上のようなシステム化の傾向とともに画像処理、解析を中心とした利用も増加の傾向にある。

表1 環境分野におけるコンピュータ利用形態

環 境 分 析	利 用 形 態				
	①数値計算	②画像処理	③データ・ベース	④モニタリング	⑤施設の制御
環境状態の計測 (データ収集・処理)	基礎計算	リモートセンシング 植物影響の画像計測	地域情報データ・ベース (データ収集・検索) 文献検索	大気・水質常時測定 レーザーレーダ	
↓					
評 価 (指標・予測)	統計計算 (多変量 数量化)	地理的情報の2次・3次元表示			
↓					
施 策 (計画・管理)	シミュレーション				処理施設の自動化 (最適化、省力化)
	環境情報システム (計画支援システム)				

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

代表的な例がリモートセンシングデータによる環境状態の計測である。リモートセンシング技術をはじめとした画像処理技術の研究・開発、画像表示装置の性能向上、普及と画像処理・解析のソフト・ハード両面の進歩は著しい。環境分野においても、環境状態の計測段階ばかりでなく、環境評価、施策立案段階への適用例も見られるようになってきた。

1.2 画像情報システムの必要性

表2は画像処理・表示を中心としたコンピュータシステムを環境評価、施策立案段階へ適用した最近の研究事例について、目的と特徴についてまとめたものである。これらの研究事例から画像を中心としたコンピュータシステム（画像情報システム）の環境評価への適用性について検討を行った（表3）。表は環境評価を行う際の問題点として、①地域性、②多様性（知識、価値観、対策）、③情報交流の3点を挙げ、各々に対して画像情報システムがいかなる寄与ができるかを示したものである。ここでは画像情報システムの機能・特徴として④データの画像化、⑤操作の対話化、⑥情報処理、⑦集団意見の即時収集・解析・表示を挙げている。まずデータの画像化は、地域情報など2次元的な情報が環境分野では扱われることが多く、その種類も広範多岐にわたる。このため、2次元情報の画像表示による視覚化はデータの理解あるいは情報伝達の点で大いに有効である。さらに予測モデルの実行結果、各種調査結果をグラフ化・パターン化することにより結果の解釈が容易になるとともに情報の送り手と受け手間のコミュニケーションも活発化する。また画像はカラー化することにより情報量の増大が期待でき、情報の受け手にとってもよりアトラクティブな情報になる。対話形式によるシステムの操作・運用はメニュー（選択肢）方式の採用や、入力操作が簡単な機

表2 画像処理装置を利用した環境評価の研究例

	システムの目的	システムの特徴
水資源計画支援 ²⁾ システム	○水資源計画代替案比較分析 ○水質予測・管理 ○貯水池群計画・操作 ○洪水防衛	○地理的情報のディジタイザ入力など対話的な操作 ○予測モデルの実行
河川水質の総合 ³⁾ 評価システム	○河川水質の総合評価	○河川水質データの3次元的表示 ○動的な表示
環境画像処理シ ⁴⁾ ステム	○環境対象の2次元解析	○リモートセンシングデータ、現地調査データによる多面的な分析
湖生態系モデル ⁵⁾	○湖生態系モデルの感度分析	○モデル結果の画像表示と対話形式のパラメータ変更
人間環境評価実 ⁶⁾ 験施設	○環境評価（定量化、モデル化） ○人間の評価構造把握 ○環境政策の実効性検討 ○環境情報交流技術の開発	○画像情報の利用 { 基礎情報 モデル結果 意見収集・表示 } ○会議形式による環境対策の評価（専門家、行政、住民）
道路交通騒音予 ⁷⁾ 測システム	○交通騒音の予測、総合評価	○予測モデル、統計解析 ○環境情報データファイル ○表示システム

表 3 環境評価と画像情報システム

環境評価における問題点		画像情報システムの機能			
		画 像 化	対 話 型	情 報 処 理	意見収集・表示
○地域性	○2次元的な環境情報	○パターン化 視覚化 ○カラー化による 情報量増加	○モデル入力デー タ、地域特性デー タの入力	○データ・ベース 管理 (入力、加工、 蓄積)	
○多様性	<ul style="list-style-type: none"> 知識 ○学際的な知識 ○予測結果の解釈・評価 価値観 ○価値基準の把握 ○価値観の統合 対策 ○対策効果の比較 	<ul style="list-style-type: none"> 数値データのパ ターン化、グラ フ化 	<ul style="list-style-type: none"> ○モデルの対話型 実行、感度分析 ○ heuristic な対 策効果比較 	<ul style="list-style-type: none"> ○モデルの実行 ○統計計算 ○価値(評価)構 造解析手法 	<ul style="list-style-type: none"> 異なった評価主 体の意見収集
○情報交流	<ul style="list-style-type: none"> ○情報の理解しやすさ ○情報交流の活発化 (住民、行政担当者、専門家) 	○意見集計結果の 効果的表示	○コンピュータを意 識させない操作 法(メニュー方式)		○意見の集計結果 表示

器を利用するなど、コンピュータを意識させない操作・運用方式をとることにより、一般の人々でも短時間でシステムが利用できるよくなるという利点がある。さらにヒューリスティックなシステムとすることにより、人間の判断を取り入れたマン・マシン・システムを形成できる点である。とくに後者は計画策定プロセスにおいて、計画者の経験的判断とコンピュータの高度の情報処理能力を組み合わせることにより、計画立案プロセスがより合理的なものになると考えられる。

表3に示したようにここで取り上げる画像情報システムの大きな特徴として集団の意見収集・解析・表示の機能がある。これは従来の情報自体を指向する情報システム、換言すれば情報は単に送り手から受け手へ送られるといった一方通行ではなく、情報の受け手からの反応も送り手側で把握するといった機能である。環境評価にあつては情報の提供者は行政担当者、専門家であり、地域住民は受け手の立場に強いられていたと言えよう。このような一方通行的な情報交流では真の環境問題の解決にはつながらない。こうした欠点を補うべく地域住民の環境に対する意識調査が広く行われるようになってきたわけだが、ここでは一步進めて、会議形式の住民意識調査(集合調査)を画像情報システムに組み込んで行こうと考えているわけである。

以上の三つの機能に加えて、コンピュータ本来の情報処理を画像情報システムの特徴としている。

1.3 交通研究における位置付け⁹⁾

今回の道路周辺環境に関する研究とコンピュータ支援システムについて示したのが図1である。研究は、調査・データ収集、個別評価、さらに対策の評価の各段階に分かれており、各段階におけ

る研究を支援する画像情報システムをも研究の対象としている。この支援システムを道路周辺環境評価システム（Roadside Environment Evaluation System：略称REES）と呼ぶが、その目的は以下の三つになる。

①研究対象地域の環境情報の管理

一地域の地理的条件データ、人口、土地利用、交通量などの社会的条件データ（地図情報・メッシュ情報）の入力、加工、蓄積

②道路周辺環境改善施策の効果計測

一地域条件、予測モデルの結果からの各種環境指標の算定と、改善施策の効果計測、比較検討

③地域住民による環境評価

一道路環境評価住民参加会議による住民意見のリアルタイムの収集・集計・表示

以下2節ではシステムを構成するハードウェア、ソフトウェアについての特徴を示し、3節では、交通研究における使用例について記す。

2. システムの特徴と構成

道路周辺環境評価システムの特徴としては①地域情報データベースとの結合、②予測モデルの実行、③オーバーレイ処理、数値演算処理、統計解析などのデータの加工と指標化、④カラー画像による多角的表示、⑤対話形式によるシステムの運用、⑥住民意見のリアルタイムの収集・表示である。以上はシステムのハードウェアとソフトウェアが有機的に結びついて初めて支援システムが有効に働く。

2.1 ハードウェア

本システムのハードウェア構成について示したのが図2である。これらの機器類は、総合解析部が整備を進めている人間環境評価実験施設（ELMES）のコンピュータ系統に相当している。機器類は、データ処理、画像化をつかさどる実験制御装置（ミニコンピュータ）、画像を表示するグラフィックサブシステム、回答器を介して入力される数値を集計し、実験制御装置に送るグループアナライザーサブシステムに分けられる。

2.2 ソフトウェア

道路周辺環境評価システムは2.1で示したハードウェアからなるが、これらのハードウェアの持つ機能を十分発揮させ、目的を達成するためのソフトウェアの開発も重要である。

図3は今回開発したソフトウェアの概要について示したものである。ソフトウェアはシステム全体の制御（コマンドの入力、データの入出力等）を行う主プログラムとオーバーレイ処理等のデータの処理・表示を行なう副プログラムから成り立つ。システムに対する処理・表示の要求はキーボードあるいはライトペンを用いて対話形式で行うが、操作を簡単化するため、メニュー（選択

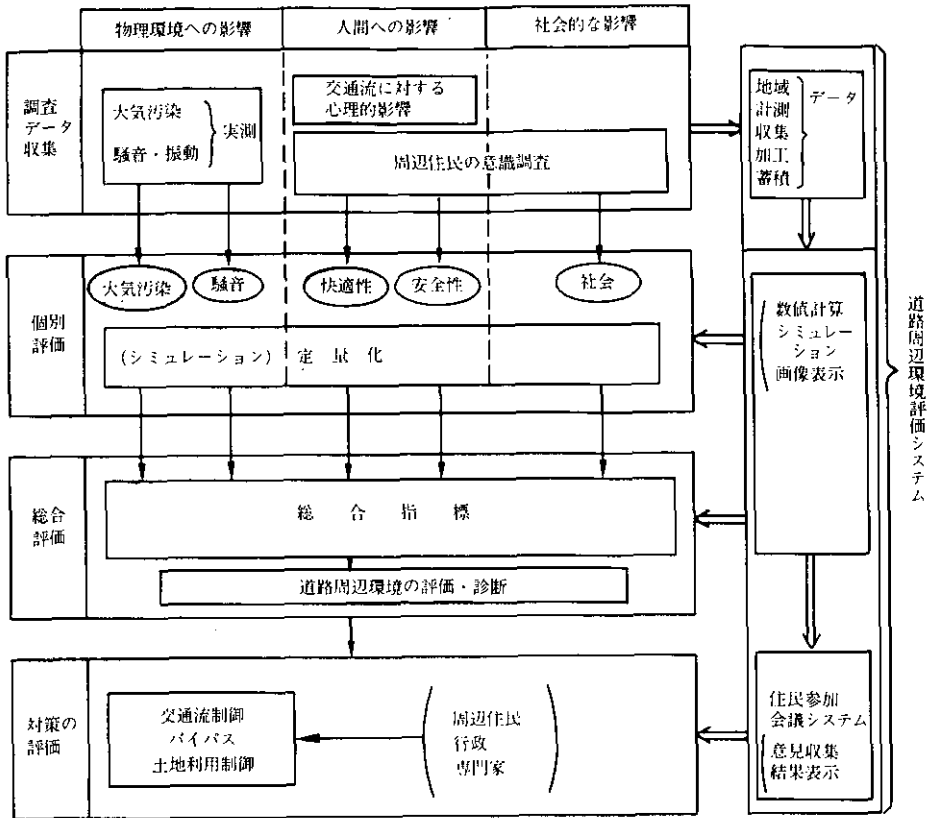


図1 道路周辺環境に関する研究のフレーム・ワーク

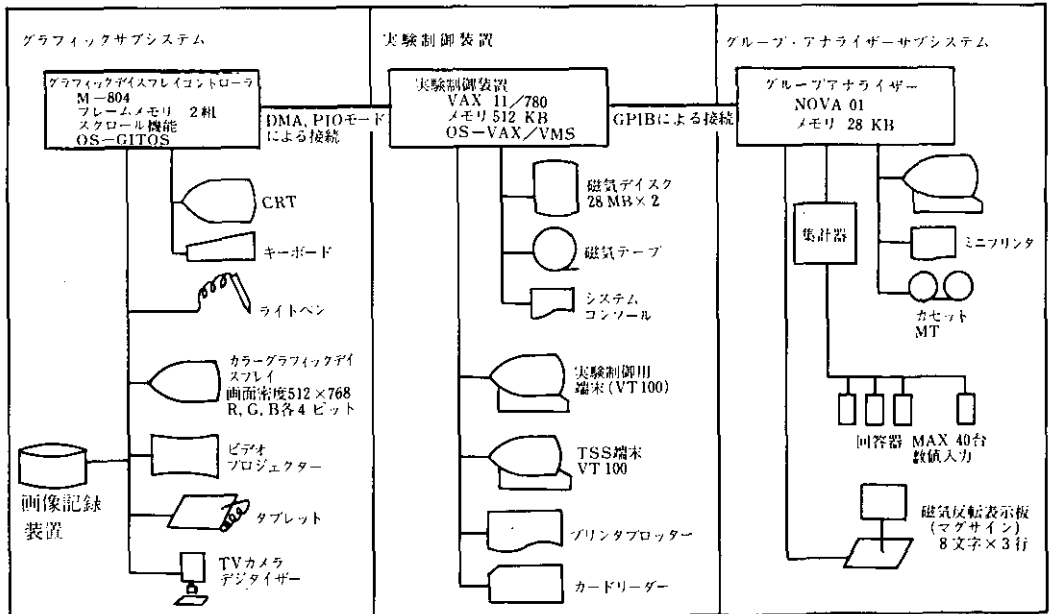


図2 システムのハードウェア構成

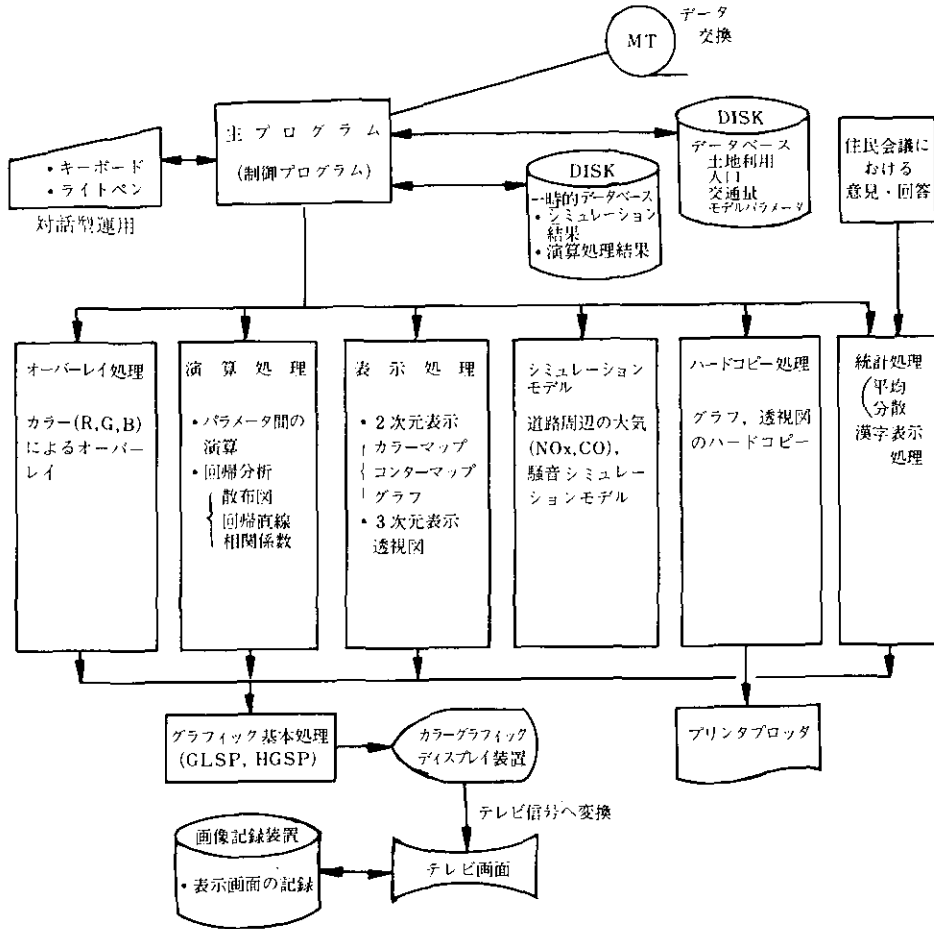


図3 道路周辺環境評価システム

VAX TSS 端末画面

```

DISPLAY
1: CALC ..... 数値演算                COND= 0
2: COVRL ..... カラーオーバーレイ      MESH= 83
3: COLOR ..... カラーマップ
4: CONTR ..... コンターマップ
5: HIST ..... ヒストグラム
6: PERS ..... パース
7: REG ..... 回帰分析
8: INDEX ..... 指標
9: TRAFFIC ..... 交通量
10: RETURN ..... メッシュ指定

ENTER PARAM 3
  
```

図4 メニューの例 (処理・表示の選択)

肢)方式による処理・表示の選択を行っている。メニューの一例を図4に示した。図は、予測モデルの一連の条件を選定した後に、制御装置のTSS 端末に表示されるメニューであり、パラメータをキーインすることにより所定の処理・表示が行われる。

3. 交通研究における使用例

3.1 データベースとしての利用

このシステムでは3種類のデータベースを利用している。一つは、研究対象地域に関する地域条件(道路、市域のデータ、人口、土地利用、交通量および気象のデータ等)を記憶する恒久的なディスクファイル、二つめはシミュレーション結果、各種処理の結果を記憶する一時的データベース、三つめは、グラフィックディスプレイに出力された画像を標準的なテレビ信号(NTSC)に変換し、アナログ的に記憶する画像ファイルである。

地域条件を画像出力した例を写真1、2に示す。写真1は、研究対象地域の土地利用を主要幹線道路とともに表示したものである。また、モデル計算、表示の基本単位となるメッシュは 1 km^2 (標準)メッシュであり、予測モデル実行の基本単位としている。 1 km^2 メッシュを基本単位としたのは、道路周辺への大気、騒音の影響範囲が道路端から100 m前後であることが現地調査から分かっており、これと画像表示の精度から決定した。

写真2は、国道6号線とバイパスの区間別の交通量年平均値(昭和56年現在)をヒストグラムの形で表示したものである。バイパス部分は現在一部が供用開始されているが、まだ国道6号線に比べると交通量も少ない。

3.2 大気汚染・騒音予測結果の表示

予測モデルの結果は一時的なデータファイルに記憶され、これを基に図2に示したような各種の処理・表示を行う。

。数値演算処理

NO_x 、CO、人口などの項目間の四則演算を行うもので、例えば $\text{NO}_x \times \text{人口}$ (人口荷重 NO_x 濃度)を新たな項目として追加する。

。カラー・オーバーレイ処理・表示

各項目にカラー画像を構成する3原色(R:赤、G:緑、B:青)を対応させ、単独にあるいは同時に表示することにより、相乗的な影響を受けている地区を抽出しようとするものである(図5)。写真3は表示例であるが、白い部分が NO_x 、人口がともに高い地区を示している(写真3)。

。カラーマップ表示

項目ごとに濃度、人口レベルに応じて着色して表示するものである(写真4)。

。三次元表示(透視図)

予測モデルの結果を三次元的に表示することにより、結果の解釈はより容易になる。写真5は

国道、バイパス分岐点周辺地区の例であるが、等濃度線も色をかえてプロットされるので、ピーク値の比較などが行える。

○ グラフ表示

予測モデルは対象地区（1 km²）を100 × 100のメッシュ（10mメッシュ）に分割して計算を

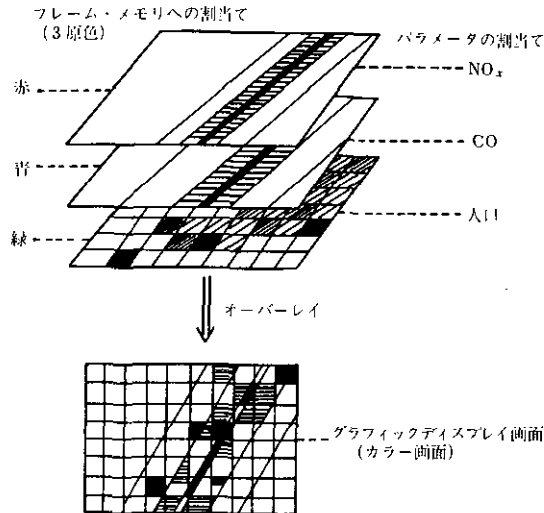


図5 カラーオーバーレイ処理

行っている。グラフ表示は、項目の濃度レベルに応じてメッシュ数（面積に相当）あるいは人口を集計しヒストグラムとして表示するものである（写真6）。

3.3 対策検討のための対話型利用

交通公害の対策検討を行う方法の一つとして環境指標による方法がある。ここでは対策の評価を曝露人口といった人間への影響の面をも加味した環境指標を用いた例について示す。

第4章カラー写真2は沿道人口に対する騒音曝露人口（60dB）について道路の各区分ごとに立体グラフで表示したもので、各立体の高さおよび色が曝露人口の大小を表している。

今回の道路研究においてはバイパスの交通流制御が中心であるが、条件として、バイパス2車線開通、大型車の国道6号線進入禁止の措置をとった場合の曝露人口の変化をみると写真7のように変化する。すなわち、大型車をバイパスに迂回させることにより、国道部分の曝露人口は減少するが、バイパス部分に若干ではあるが曝露人口がみられるようになる。

写真に示したような曝露人口はCO、騒音、あるいは結合指標について算定、表示できるようになっている（第4章カラー写真3）。

3.4 意識調査結果のフェイスチャート表示

道路研究においては、道路周辺の居住者に対し環境に対する意識・評価についてアンケートを実施した。結果の解析については第6章に示すが、ここでは、得られた結果を効果的に表示する方法としてフェイスチャートを用いた例を示す。

フェイスチャートは、目、鼻、眉などの顔の構成要素に環境に対する満足度を割りあて、各々の大きさ、傾きなどで個別的な評価を表すとともに、顔の全体的な表情によって総合的な評価をみよとする多次元的なグラフ解析法である。⁹⁾ 調査を行った不満度項目と割当てた変数の対応を表4に示した。また図6はフェイスチャートをハードコピー出力した例である。地区環境全般の不満足度は“目の傾き”に割当てているが(表4)グラフィックディスプレイ上では“顔色”に割当てている。このフェイスチャートは単純ではあるが、全体的な特徴を容易に理解できる方法であり、この種の画像情報は情報伝達の方法として有用である。

表4. フェイスチャートの変数の意味

不満度の項目	フェイスチャートの変数	意味
① 安全性	○ 眉の傾き	○ 傾きが大きい程 不満
② 騒音	○ 目の幅	○ 幅が広い程 ”
③ 排気ガス	○ 鼻の長さ	○ 長い程 ”
④ 横断障害	○ 口の曲率	○ 上に凸程 ”
⑤ 振動	○ 顔下半分の楕円曲線	○ 大きい程 ”
⑥ ほこり	○ 顔上半分の ”	○ 大きい程 ”
⑦ ポイ捨て	○ 眉の長さ	○ 長い程 ”
⑧ 地区全般	○ 目の傾き ○ (顔色)	○ 傾きが大きい程 ” ○ 青(不満) ~ 赤(満足)

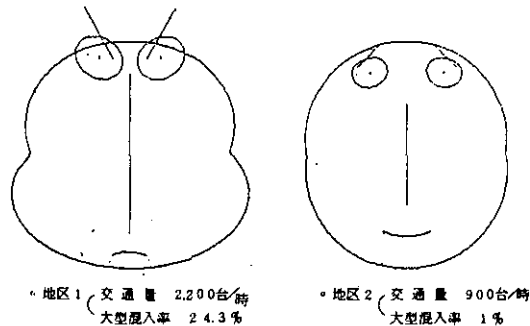


図6 フェイスチャートによる意識調査結果の表示例

3.5 歩行経路の解析

グラフィックサブシステムは前述したようにカラーグラフィックディスプレイ装置を中心としていくつかのオプション周辺機器からなる。ここではこれらの周辺機器を有機的に利用した研究事例として歩行経路解析について述べる。

パーソントリップのデータは当研究部が昭和55、56年にわたって行った土浦市8地区の居住者を対象とした交通公害に対する意識調査と一週間の行動調査の結果である。行動調査は道路による地域分断といった社会的な影響を分析すべく実施した調査であり、各地区の地図(約1 km × 1 km)に回答者の一週間の歩行ルートを記入してもらったものである。

分析手順を図7に示した。図のようにTVカメラから入力した地図情報とディジタイザー(座標読取装置)から読取った地図上の歩行経路をカラーグラフィックディスプレイ上にオーバーレイさせて表示し、パーソントリップの特徴および各地区内の行動特性を分析するものである。ディジタイザーから読取ったデータはディスク装置に記録されるため一旦入力を行った後はディスク装置のデータを使用できる。歩行経路データに対応する形で歩行者の属性(性別、年齢)、歩行目的、頻度等の項目がファイル化されているので、両データをつき合わせることで各種の解析が行える。今回解析した項目について概要と出力例について以下に示す。

㊸歩行頻度マップ:

写真8はグラフィックディスプレイ装置へTVカメラから入力した地図に歩行経路のデータをオーバーレイさせたものである。地区内においてよく利用される道路が一見して判断できるとともに、主要幹線道路についてはどちらの道路端を歩いたか、どこで道路を横断したかが容易に分かる。

㊹目的別歩行経路マップ:

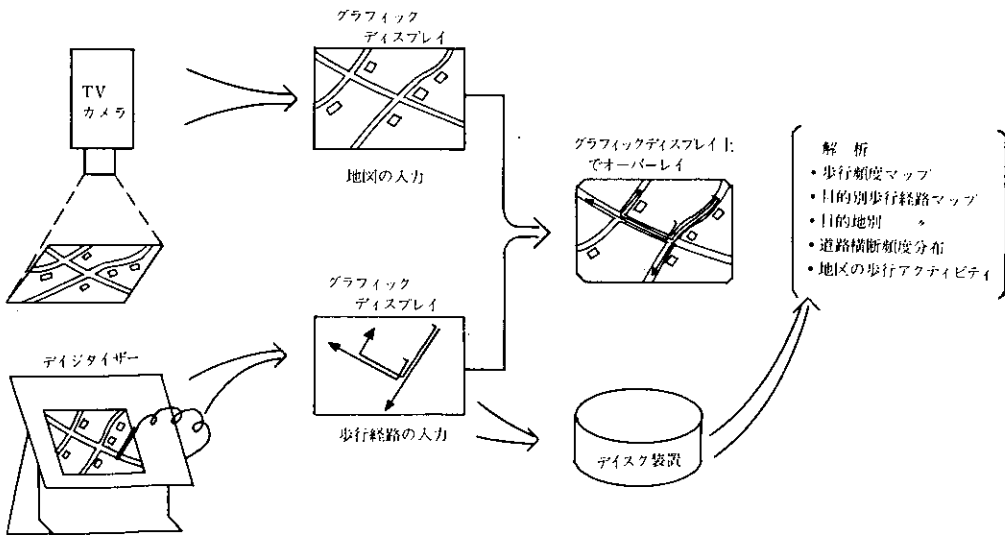


図7 歩行経路の分析

歩行経路データに対応する属性データを用いて①家族構成別、②性別、③年令別に目的の異なる歩行経路データを抽出し表示するものである。写真1は主婦の買物を目的とした場合の歩行経路マップである。

◎目的地別歩行経路マップ：

買物を目的とするトリップの例のように特定の目的地に集中するトリップを分析するためのマップである。写真10に示したように特定の目的地をグラフィックディスプレイ装置のゾーンカーソルで指定することによりディスプレイ上にマップが表示される。さらに、抽出された歩行経路についてトリップ数、総トリップ長など代表的な統計量が算定され表示される。

④道路横断頻度分布：

調査対象とした地区はいずれも幹線道路で2分されており、地区住民の歩行に対してこの幹線道路の横断頻度が一つの地域分断の指標となると考えられる。そこで幹線道路の横断回数を道路各区分ごとにヒストグラムとして表示した例が写真11である。この表示から道路のどの個所で横断されるかが一目りょう然である。

◎地区の歩行アクティビティーの計測：

対象地区内の歩行のアクティビティーを表す指標はいくつか考えられるが、ここでは、幹線道路と平行した何本かの仮想断面を考え、ここを通過する頻度をもってアクティビティーとした。(第5章写真4)この場合幹線道路より北側の地区においてアクティビティーが高いことが分かる。

3.6 住民参加会議での意見集計結果の表示

本システムの一つの特徴として集合調査手法を用いた住民による環境評価をあげることができる。これを住民参加会議と称するが、道路研究においても、道路周辺に居住する人々の環境に対する満足度等を会議を開催して聞いている。この会議においては道路の評価項目として、安全性、横断障害、騒音、排気ガス、ほこり、振動、ポイ捨てゴミの7項目を挙げ、各項目に対する住民の意識(重要度、満足度)について質問した。質問に対する回答は即時に集計され結果がグラフィックディスプレイに出力される(写真12)。この画像はテレビの標準信号に変換され会議室内のビデオプロジェクターに出力され回答者に示される。漢字も利用できるため結果は非常に見易いものになっている。

4. 今後の展望

道路研究の一環として道路周辺環境評価システム(REES)を開発し、一応の研究成果をみた。いまだ機能的に不十分な点があり、まずこれらの点の改良が第1の課題である。具体的に例を上げれば、カラーオーバーレイといった方法を提案したわけだが、現在メッシュデータによる場合にしか適用できない。これを、TVカメラから入力した地図とオーバーレイするなど環境評価の手法と

カラーグラフィックによる
道路環境評価のための情報提示例

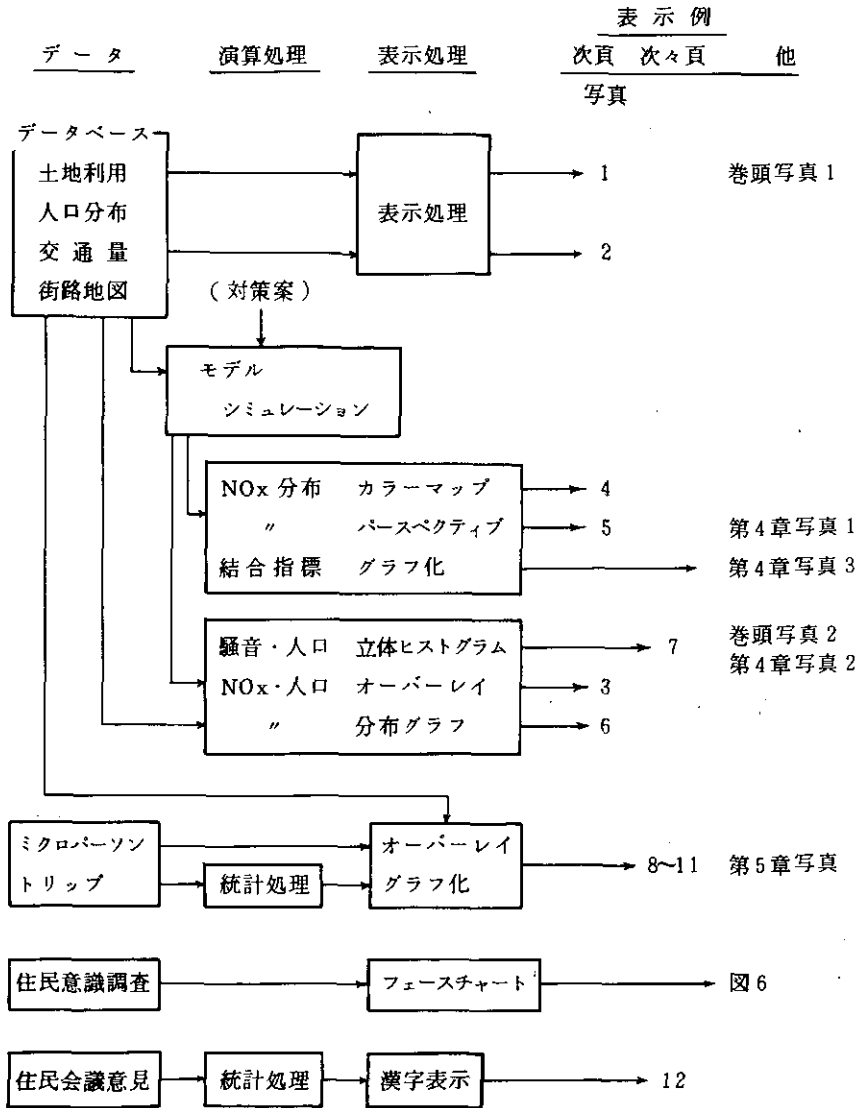




写真1 対象地域の土地利用

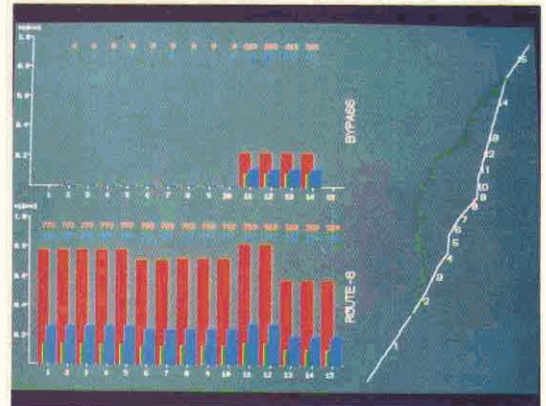


写真2 年平均交通量の表示 (現況)

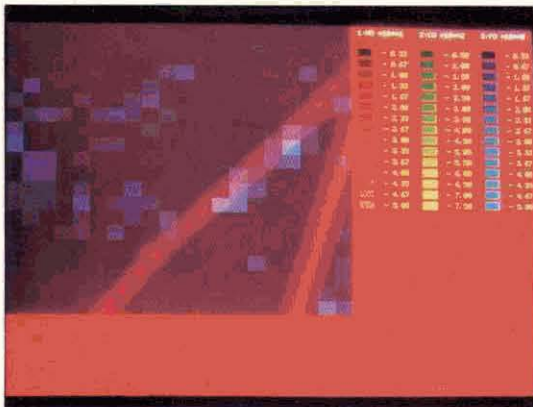


写真3 カラーオーバーレイの表示例
(赤NO_x, 青人口)

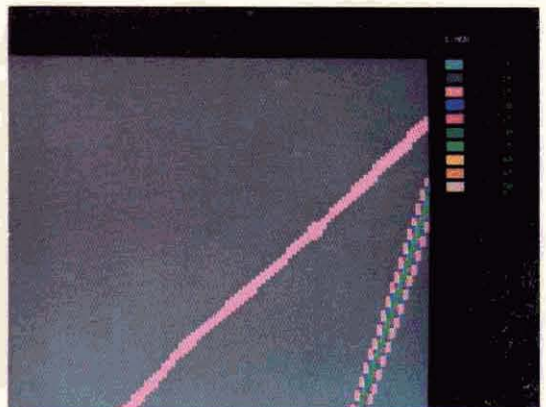


写真4 カラーマップの表示例 (NO_xの例)

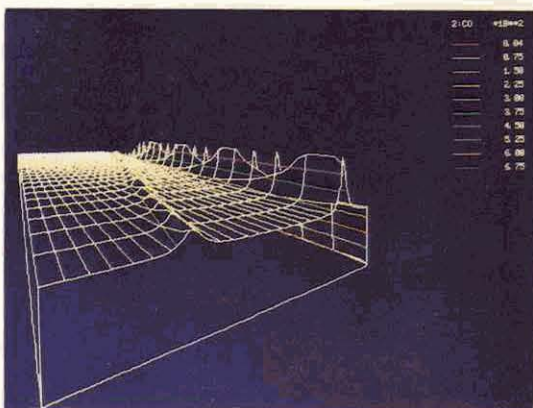


写真5 透視図による表示例 (CO)

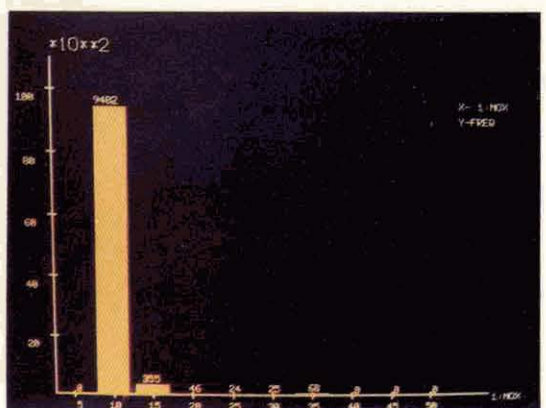


写真6 NO_x 濃度の度数分布 (面積)
(横軸 ppm, 縦軸 ha)

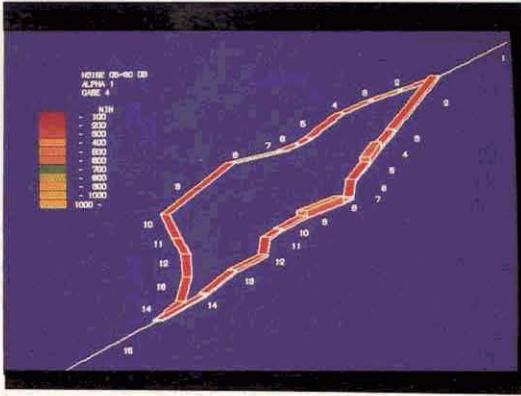


写真7 騒音曝露人口 (60dB以上)
バイパス開通, 大型車6号線進入禁止



写真8 歩行頻度マップの例

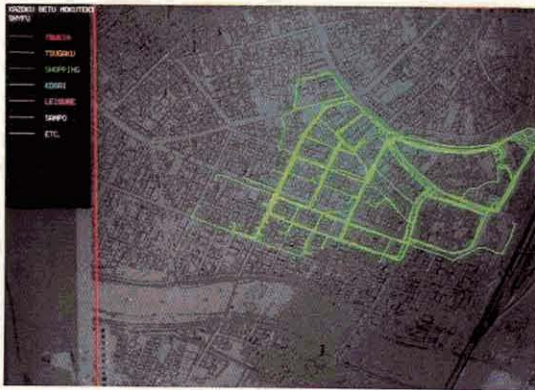


写真9 目的別の歩行経路
(主婦による買物目的歩行)

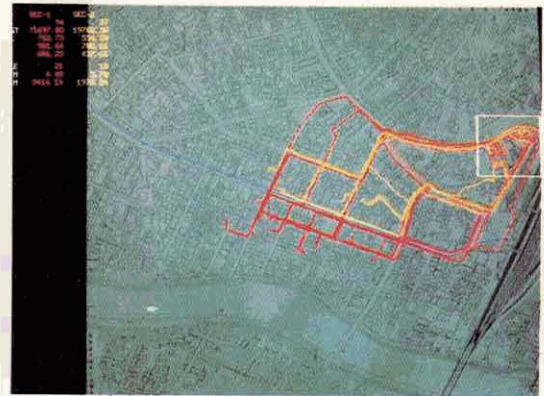


写真10 目的別歩行経路 (主婦・全行動)



写真11 横断の頻度分布

安全性	
Q-NO= 1	QRN= 1
平均値	72.3
標準へん差	19.8
最大値	100.0
最小値	30.0
中央値	80.0

写真12 住民参加会議における出力例

してより有用な方法に改善することがあげられる。

第2に対話型といってもソフトウェアで準備したメニューの選択権が使用者に与えられているだけで、真の意味のheuristicなシステムとはなっていない。これは何を使用者が求めているかといったシステムの目的にも逆のぼるもので、さらに十分の検討が必要であろう。

最後に道路周辺環境を対象としたが、さらに水環境、社会環境等への適用をはかることが画像情報システムの有効性を実証するために必要であろう。

参 考 文 献

- 1) 原沢英夫・西岡秀三 (1981) : 環境評価のためのコンピュータ支援システム. 環境情報科学, 10 (3), 74-81.
- 2) French, P.N., L.E. Johnson, D.P. Loucks and D.P. Greenberg (1980): Water Resources Planning Using Computer Graphics, Journal ASCE, WRI, 21-42.
- 3) 市川 新・隈部毅彦 (1980) : グラフィックディスプレイによる河川水質の総合評価に関する研究. 土木学会第5回電算機利用に関するシンポジウム講演概要, 47-49.
- 4) 安岡善文・宮崎忠国 (1979) : 対話型環境画像処理システム—IPSEN—の試作. 第5回リモートセンシングシンポジウム, 45-48.
- 5) 北畠能寿 (1981) : 湖環境の利用に関するモデリング例について. 国立公害研究所調査報告, 第18号, 157-172.
- 6) 原科幸彦・原沢英夫・西岡秀三 (1980) : 電算機支援による人間環境評価実験施設の設計. 土木学会第5回電算機利用に関するシンポジウム講演概要, 50-53.
- 7) 厚井弘志 (1981) : 多地域SDモデル及びメッシュ情報の活用による道路交通騒音予測システムについて. 第3回土木計画学研究発表会.
- 8) 原沢英夫・西岡秀三 (1981) : カラー画像表示システムによる環境診断について—道路周辺環境への応用. 土木学会第6回電子計算機利用に関するシンポジウム講演概要, 5-8.
- 9) 脇本和昌・後藤昌司・松原義弘 (1979) : 多変量グラフ解析法. 朝倉書店, 64-69.

第8章 まとめと今後の課題

西岡秀三¹

本報告書にまとめられた一連の研究は、現在の道路交通公害の現状を統一的評価尺度で地域別に評価し、対策の必要度を比較的マイクロなスケールで提示し、とりうる対策の効果を予測するといった、環境行政で必要とされる「環境診断」に関連したものである。ここではまず評価のための考え方を提示し、これに沿ってフィールドでの実験調査を行い、この評価方法の実行可能性を検討している。当初構築した総合評価の枠組からみると、今回報告した部分はその枠組の一部を消化したにすぎず、今後も引き続き残された部分のつめを必要としている。また研究をすすめるについて、本来この枠組中にはおさまりきれない研究課題が派生してきており、これはまた別途に研究を継続する必要がある。

当初設定した研究のフレームに対し、今回報告した一連の研究は次のように位置付けられよう。

評価方法の提案

(1) 道路周辺環境の評価方法について、その基本的な考え方、特に環境改善対策と対応させた評価指標の必要性、集約化の手順、問題点を列挙し、評価の枠組のいくつかを提案した(第2章)。

総合評価法

(2) このうち総合評価法については、個別項目評価値の重みづけ線形和を採用し、この総合評価法に基づいて、個別項目の選定を行った(第6章)。

(3) 総合評価法の実行可能性については、土浦市における住民意識調査の結果を用いて検討された。その結果項目の選定については一部追加の必要性も考えられることが分かった。ここでは同時に、住民の価値感の表明としての項目間の重みづけが行われ、重みのデータが得られた。また重みづけの3手法についてその優劣が比較された(第6章)。

(4) この総合評価法に従えば、個別項目の評価は物理的諸因子により推定されねばならないが、この推定は騒音(第5章)安全性(第6章)については試みられたものの、総合評価法自身の評価検討には用いられていない。総合評価法の検討には、住民意識調査からえられた住民が下した評価値が用いられており、あくまでもこの住民による評価が一応妥当なものであるという前提で解析を進めているのである。ゆえに今後は個別項目評価の構造式の同定を更にデータを集積させて行う必要がある。

(5) 個別項目の重みづけ線形和による総合評価法については、すでに総合解析部での実施の積み重ねがあり、今後もこの延長上で有効性の確認を続けてゆくべきである。

1. 国立公害研究所 総合解析部 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2

個別評価法

(6) 個別評価項目については二つの方向での研究がなされた。一つは評価方法の提示の中で示さたいいくつかの指標（たとえば人口密度荷重平均濃度や累積曝露面積比率のような）を実際のフィールドに適用して、環境診断の測度としての有効性をチェックし確認したことである（第4章）。土浦市を例にとった騒音と大気汚染の指標の算出によって、交通によりもたらされる環境悪化の防止のためには土地利用を考慮すべきことが具体的に指摘された。今後この方向でなすべきこととしては、更にいくつかの指標について算出し、行政担当者や地域住民に納得のゆく指標値をもとめてゆくことにある。また一方指標値算出にあたっては、地域のマイクロレベルのデータ（細かいメッシュの人口分布データや土地利用データ）の必要性もクローズアップされてきた。このような具体的な作業から、環境行政に不可欠なデータの整備に対する要求を打ち出していくことも大切な研究成果の一つであろう。

(7) 上記の指標算出は、既に研究が比較的進んでいて影響予測モデルが利用可能な大気汚染・騒音について行われた。この二つの項目については、二つの項目を同時に考慮して環境を評価するための指標として「結合指標」なる考え方を導入して試算を行った（第4章）。この結合指標の有効性については、今後各地での調査により確認されるべきものであろう。

(8) 個別評価項目に関する研究のもう一つの方向として、いまだ明確な構造が大気汚染・騒音の影響予測モデルにみられるほどは確立していない項目についての構造同定がところみられた（第5章）。

走行する自動車をもつ違和感をもたらす感覚・危険感については、道路に被験者をたたせてその感じを聞くことによって定量化が試みられた（5-1）。この研究から、交通流制御や道路構造のあり方について示唆するデータが得られたが、車輛のスピードや道路施設については更に実験を重ねて制御要因内に取り込んでいく必要がある。この研究は、走行する自動車流のもたらす不快感についてのユニークな研究であり、今後各方面で実験の積み重ねがなされれば道路設計上有益なデータが得られよう。

(9) 騒音は強度であれば人体に生理的に影響を及ぼすものであり、これに対して十分な対策がなされねばならぬことはいうまでもないが、騒音公害のほとんどは人体に対する心理的な影響からくるものであり、それだけに被害の測定が困難である。本報告5-2では土浦地区の騒音測定と被害意識調査から、土浦市の環境基準達成度を知ると共に、距離減衰の状況を調べた。また被害度の調査法としては、ばく然と不満度を聞くのではなくて被害の有無といった具体的な項目で聞くべきであること、日常生活に関する項目・心理的影響に関する項目が距離との相関が高いこと、被害度のスケールが睡眠妨害、聴取妨害、喧騒感、生理的影響の順に順序づけられることが分かった。また住民のもつ感覚を騒音被害の測度として採用したとき、対策の必要な沿道幅と騒音レベルを例示したが、今後はこのような方法を用いて騒音発生と環境基準との関連を考えねばならない。

(10) 地域分断もまた明確な個別評価項目にはあげられなかったが重要な2次的影響評価項目である。本研究では土浦市域を対象とする地域住民の意識・行動調査から、地域分断の現況を明らかにしようとした(5-3)。方法としては、一つには地域社会に着目し、社会学的見地から分析する方法である。これについては、交通流が横断困難を引き起こし、それが原因となって道路をへだてた両地区間の交流を阻害するという図式が一応本研究で確認できたものの、対象地区の歴史的・土地利用面での考察を更に加味した解析が必要と考える。

調査対象地区の個人の行動に着目して道路・交通による地域分断の状況を解析しようとする試みもここで行われた。これは画像処理装置を用い行われたものである。目下のところ定性的考察にとどまっているが、解析方法は広く応用の可能性があり地域環境評価への画像装置利用の有効性を示すものである。更に地域分断を示す指標を考察し、実データで算出を試みる必要がある。

(11) 個別評価値の同定の例として、安全性の評価について数量化理論を用いて行われた(第6章)。安全性が、交通量・施設と関連する状況が示されはしたが、調査地点が少なく、この解析からだけでは十分な構造同定がされたとはいえない。

環境改善対策の評価

(12) 評価は最終的には改善策を選定するためのものである。本研究では、ここで提案した評価方法が改善策と結びつく例示として、大気汚染、騒音について土浦市をフィールドにとって交通流制御、電気自動車の導入といった改善策を評価するのに用いている(第4章)。

診断のための支援システム作成

(13) 環境評価の過程において、また評価値を有効に行政・関係者に伝え利用させる際にも、情報の提示は重要な意味をもってくる。本研究ではVAX11/780を中心に構成された画像処理装置を用いて、道路環境診断のためのデータベースをつくり、研究の支援および結果の表示システムを作成した(第7章)。このシステムは、きわめてミクロに道路環境の問題点を明示する手段であり、画像処理技術の今後の発展によって今後各地方自治体単位で用いられることが望まれる。ただ先にも述べたように道路周辺の人口分布や土地利用などの詳細データの不足が、各地域で適用する場合の問題点として残っている。

道路環境状況の計測法

(14) 個別評価値を形成する物理量の計測についても本研究で行った。大気汚染の測定法については各種測定法の比較検討を行い、また拡散モデルにおよぼす道路内の風の乱れについても計測し道路上6~7mの乱れのオーダーを求めた。騒音の測定法は音響学会で定めたものがあるが、ある測定精度を保証するために必要なサンプル数とサンプル間隔についての提案を実験データの解析から行っている。このような計測の種々の問題点は、評価を行うための基礎として常に明確にしておく必要があると思われる。

その他

(15) 個別評価項目の項目間の特性比較が行われた(第6章)。これは沿道からの影響距離が、各

項目によってどのように違うかを、意識調査の結果から具体的に算出したものである。このような試算から環境影響評価における関連住民の範囲同定に対する示唆も可能であろう。

(10) 研究報告に加えて、今回の研究で行ったいくつかの調査結果は、フィールドにとつた土浦市の行政に直接役立つものをふくんでいる。8地区の意識調査結果、騒音測定結果、大気汚染測定結果は土浦市当局の方へ報告されている。また将来土浦バイパス開通後の影響測定を行う予備調査として、開通前の現況調査結果も有用であろう。

以上みてきたように、この報告書に著した研究は、当初設定した研究の枠組の中で定めた目標をすべては満足していない。また一応の目標を達したのも、この研究を行うことによってまた次の問題が設定され、一層の研究が要求されてきている。

今後この研究からの展開としては、

- a. とくに今回十分にはなされなかった個別評価項目の評価値同定を補いながら、総合評価の事例を重ねて道路周辺環境評価の方法を確実なものにしていく。
- b. 今回は評価対象を幹線道路周辺に限ったが、都市環境を考えると、地区道路をふくめた「面」に対する評価も重要であろう。今回用いられた手法を「面」を対象として拡大適用していく方向も残されている。
- c. また地区道路の問題は、いわば毛細血管での現象であり、これに交通流を供給する動脈の問題 - 全国的な交通流の発生に対するマクロな立場からの考察への展開も必要とされよう。

本報告書に述べられた研究を進めるにあたって、道路環境の状況について多くの地方自治体の担当者から説明をいただき、研究のフレーム作成に役立たせていただいた。フィールド調査に当たっては、測定場所を提供して下さった会社、学校、諸官庁、データを提供いただいた土浦市、警察、道路関係者に心からお礼を述べる。そしていくつかの調査に参加していただき有益な結果をもたらして下さった土浦市民の皆様には感謝すると共に、これら皆様の意を十分汲みあげ、環境改善のために一層の研究努力を積重ねていきたいと考える。

国立公害研究所特別研究成果報告

- 第 1 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究——霞ヶ浦を対象域として。(1977)
第 2 号 陸上植物による大気汚染環境の評価と改善に関する基礎的研究——昭和51/52年度 研究報告。(1978)

(改 称)

国立公害研究所研究報告

- 第 3 号 A comparative study of adults and immature stages of nine Japanese species of the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae). (1978)
(日本産ユスリカ科 *Chironomus* 属 9 種の成虫, サナギ, 幼虫の形態の比較)
- 第 4 号 スモッグチャンバーによる炭化水素——窒素酸化物系光化学反応の研究——昭和52年度 中間報告。(1978)
- 第 5 号 芳香族炭化水素——窒素酸化物系の光酸化反応機構と光酸化二次生成物の培養細胞に及ぼす影響に関する研究——昭和51/52年度 研究報告。(1978)
- 第 6 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(II)——霞ヶ浦を中心として。(1979)
- 第 7 号 A morphological study of adults and immature stages of 20 Japanese species of the family Chironomidae (Diptera). (1979)
(日本産ユスリカ科20種の成虫, サナギ, 幼虫の形態学的研究)
- 第 8 号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究——昭和52/53年度 研究報告。(1979)
- 第 9 号 スモッグチャンバーによる炭化水素——窒素酸化物系光化学反応の研究——昭和53年度 中間報告。(1979)
- 第 10 号 陸上植物による大気汚染環境の評価と改善に関する基礎的研究——昭和51/53年度 特別研究報告。(1979)
- 第 11 号 Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity. (1980)
(大気汚染物質の植物影響およびその植物毒性の機構に関する研究)
- 第 12 号 Multielement analysis studies by flame and inductively coupled plasma spectroscopy utilizing computer-controlled instrumentation. (1980)
(コンピュータ制御装置を利用したフレイムおよび誘導結合プラズマ分光法による多元素同時分析)
- 第 13 号 Studies on chironomid midges of the Tama River. (1980)
Part 1. The distribution of chironomid species in a tributary in relation to the degree of pollution with sewage water.
Part 2. Description of 20 species of Chironominae recovered from a tributary.
(多摩川に発生するユスリカの研究
——第1報 その一支流に見出されたユスリカ各種の分布と下水による汚染度との関係——
——第2報 その一支流に見出された Chironominae 亜科の20種について——)
- 第 14 号 有機廃棄物, 合成有機化合物, 重金属等の土壌生態系に及ぼす影響と浄化に関する研究——昭和53, 54年度 特別研究報告。(1980)
- 第 15 号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究——昭和54年度 特別研究報告。(1980)
- 第 16 号 計測車レーザーレーダーによる大気汚染遠隔計測。(1980)
- 第 17 号 流体の運動および輸送過程に及ぼす浮力効果——臨海地域の気象特性と大気拡散現象の研究——昭和53/54年度 特別研究報告。(1980)

- 第 18 号 Preparation, analysis and certification of PEPPERBUSH standard reference material. (1980)
(環境標準試料「リョウブ」の調製, 分析および保証値)
- 第 19 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(III)——霞ヶ浦(西浦)の湖流——昭和53/54年度. (1981)
- 第 20 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(IV)——霞ヶ浦流域の地形, 気象水文特性およびその湖水環境に及ぼす影響——昭和53/54年度. (1981)
- 第 21 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(V)——霞ヶ浦流入河川の流出負荷量変化とその評価——昭和53/54年度. (1981)
- 第 22 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VI)——霞ヶ浦の生態系の構造と生物現存量——昭和53/54年度. (1981)
- 第 23 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VII)——湖沼の富栄養化状態指標に関する基礎的研究——昭和53/54年度. (1981)
- 第 24 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(VIII)——富栄養化が湖利用に及ぼす影響の定量化に関する研究——昭和53/54年度. (1981)
- 第 25 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(IX)——*Microcystis* (藍藻類)の増殖特性——昭和53/54年度. (1981)
- 第 26 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(X)——藻類培養試験法による AGP の測定——昭和53/54年度. (1981)
- 第 27 号 陸水域の富栄養化に関する総合研究(XI)——研究総括——昭和53/54年度. (1981)
- 第 28 号 複合大気汚染の植物影響に関する研究——昭和54/55年度特別研究報告. (1981)
- 第 29 号 Studies on chironomid midges of the Tama River. (1981)
Part 3. Species of the subfamily Orthoclaadiinae recorded at the summer survey and their distribution in relation to the pollution with sewage waters.
Part 4. Chironomidae recorded at a winter survey.
(多摩川に発生するユスリカ類の研究
——第3報 夏期の調査で見出されたエリユスリカ亜科 Orthoclaadiinae 各種の記載と、その分布の下水汚染度との関係について——
——第4報 南浅川の冬期の調査で見出された各種の分布と記載——)
- 第 30 号 海域における富栄養化と赤潮の発生機構に関する基礎的研究——昭和54/55年度 特別研究報告. (1982)
- 第 31 号 大気汚染物質の単一および複合汚染の生体に対する影響に関する実験的研究——昭和55年度 特別研究報告. (1981)
- 第 32 号 スモッグチャンバーによる炭化水素窒素酸化物系光化学反応の研究——昭和54年度 特別研究報告——環境大気中における光化学二次汚染物質生成機構の研究(その1). (1982)
- 第 33 号 大気運動と大気拡散過程のシミュレーション——臨海地域の気象特性と大気拡散現象の研究——昭和55年度 特別研究報告. (1982)
- 第 34 号 環境汚染の遠隔計測・評価手法の開発に関する研究——昭和55年度 特別研究報告. (1982)
- 第 35 号 環境面よりみた地域交通体系の評価に関する総合解析研究. (1982)

Report of Special Research Project the National Institute for Environmental Studies

- No. 1* Man activity and aquatic environment – with special references to Lake Kasumigaura – Progress report in 1966. (1977)
- No. 2* Studies on evaluation and amelioration of air pollution by plants – Progress report in 1976-1977. (1978)

[Starting with Report No. 3, the new title for NIES Reports was changed to:]

Research Report from the National Institute for Environmental Studies

- No. 3 A comparative study of adults and immature stages of nine Japanese species of the genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae). (1978)
- No. 4* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system – Progress report in 1977. (1978)
- No. 5* Studies on the photooxidation products of the alkylbenzene-nitrogen oxides system, and on their effects on Cultured Cells – Research report in 1976-1977. (1978)
- No. 6* Man activity and aquatic environment – with special references to Lake Kasumigaura – Progress report in 1977-1978. (1979)
- No. 7 A morphological study of adults and immature stages of 20 Japanese species of the family Chironomidae (Diptera). (1979)
- No. 8* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants – Research report in 1977-1978. (1979)
- No. 9* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system – Progress report in 1978. (1979)
- No.10* Studies on evaluation and amelioration of air pollution by plants – Progress report in 1976-1978. (1979)
- No.11 Studies on the effects of air pollutants on plants and mechanisms of phytotoxicity. (1980)
- No.12 Multielement analysis studies by flame and inductively coupled plasma spectroscopy utilizing computer-controlled instrumentation. (1980)
- No.13 Studies on chironomid midges of the Tama River. (1980)
 - Part 1. The distribution of chironomid species in a tributary in relation to the degree of pollution with sewage water.
 - Part 2. Description of 20 species of Chironominae recovered from a tributary.
- No.14* Studies on the effect of organic wastes on the soil ecosystem – Progress report in 1978-1979. (1980)
- No.15* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants – Research report in 1979. (1980)
- No.16* Remote measurement of air pollution by a mobile laser radar. (1980)
- No.17* Influence of buoyancy on fluid motions and transport processes – Meteorological characteristics and *atmospheric diffusion phenomena in the coastal region*. (1980)
- No.18 Preparation, analysis and certification of PEPPERBUSH standard reference material. (1980)
- No.19* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Lake current of Kasumigaura (Nishiura) – 1978-1979. (1981)
- No.20* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Geomorphological and hydro-meteorological characteristics of Kasumigaura watershed as related to the lake environment – 1978-1979. (1981)

- No.21* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Variation of pollutant load by influent rivers to Lake Kasumigaura – 1978-1979. (1981)
- No.22* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Structure of ecosystem and standing crops in Lake Kasumigaura – 1978-1979. (1981)
- No.23* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Applicability of trophic state indices for lakes – 1978-1979. (1981)
- No.24* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Quantitative analysis of eutrophication effects on main utilization of lake water resources – 1978-1979. (1981)
- No.25* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Growth characteristics of *Microcystis* – 1978-1979. (1981)
- No.26* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Determination of algal growth potential by algal assay procedure – 1978-1979. (1981)
- No.27* Comprehensive studies on the eutrophication of fresh-water areas – Summary of Researches – 1978-1979. (1981)
- No.28* Studies on effects of air pollutant mixtures on plants – Progress report in 1979-1980. (1981)
- No.29 Studies on chironomid midges of the Tama River. (1981)
- Part 3. Species of the subfamily Orthoclaadiinae recorded at the summer survey and their distribution in relation to the pollution with sewage waters.
- Part 4. Chironomidae recorded at a winter survey.
- No.30* Eutrophication and Red Tides in the coastal marine environment – Progress report in 1979-1980. (1982)
- No.31* Studies on the biological effects of single and combined exposure of air pollutants – Research report in 1980. (1981)
- No.32* Smog chamber studies on photochemical reactions of hydrocarbon-nitrogen oxides system – Progress report in 1979 – Research on the photochemical secondary pollutants formation mechanism in the environmental atmosphere (Part 1). (1982)
- No.33* Meteorological characteristics and atmospheric diffusion phenomena in the coastal region – Simulation of atmospheric motions and diffusion processes – Progress report in 1980. (1982)
- No.34* The development and evaluation of remote measurement methods for environmental pollution – Research report in 1980. (1982)
- No.35* Comprehensive evaluation of environmental impacts of road and traffic. (1982)

* in Japanese