

◆特集：環境とGIS◆

GISを活用した道路交通騒音の面的評価ツール

森 悌司*

1. はじめに

道路交通騒音にとって、平成11年4月は、正に記念すべき折節となった。

評価指標の【抜本的な改定】とともに、評価範囲の【質的な拡大】が行われたのだ。そして、これにより、道路交通騒音をより肌理細やかに予測することが可能になったのである。

具体的に述べよう。評価指標については、従前〈中央値〉(大きさの順番に並べた真ん中の値)であったものが、〈積分平均値〉(音をエネルギーベースで平均した値：等価騒音レベルという)へと改定され、また、評価範囲については、従前〈道路端の一点〉であったものが、道路から奥まった場所にある住居を含めた〈面的に広がった範囲〉へと拡大されたのである。

しかし、当時、面的に広がった範囲を評価することのできる簡便かつ現実的な評価手法は、存在しなかった。道路から二列目、三列目、数列目の住宅になればなるほど、その住宅に影響を及ぼす騒音の大きさを把握することは、より一層困難になるからである。また、面的に広がった範囲の騒音を悉皆把握することは、実測調査や解析に莫大な時間と費用を必要とするなど、非現実的であることも、その理由として挙げられる。

このため、国土交通省国土技術政策総合研究所は、区間平均騒音レベルの予測・評価方法に関する先行研究¹⁾を実施した上で、この研究成果と相俟って、道路交通騒音の面的評価の実施を可能にする、簡便かつ現実的な評価手法である『GISを活用した道路交通騒音の面的評価ツール』を、平成13年度に、開発した。このツールは、【全国ベース/地域ベースにおけるマクロ的な視点からの面的評価】を実施するプログラムであり、GISデータを始めとする既存情報の活用を図り、道路事業者が必要とする十分な精度を確保しつつ、可

能な限り少ない費用で評価を実施できるという特長を併せ持っている。

以下、本報文においては、本報文が『環境とGIS』と題する特集記事の一項目であることに鑑み、GISがこのツールの開発に貢献した事柄に的を絞り、その概要について報告する。具体的には、『GISデータを用いて算定した、ツール稼動に必要な入力情報の推計』についての報告である。(なお、このような趣旨から、本報文では、ツールそのものについては、言及しない。)

2. 面的評価の流れ

全国レベルにおける道路交通騒音の面的評価の流れを、図-1に示す。

なお、大きな流れは、次の通りである。

- (1) 評価区間を設定
- (2) 道路端における騒音レベルを算出
- (3) 建物による騒音の挿入損失を算出
- (4) 沿道50mの範囲内で騒音レベルを算出
- (5) 騒音レベルごとの暴露住居数割合を算出

3. 面的評価を行う場合に必要な情報

面的評価を行う場合には、沿道における住居や事業所の立地状況を始めとする沿道土地利用状況といった、道路端のみで評価を行う場合には必要とされなかった実に多くの情報が必要とされる。しかも、それらの情報は、【道路を主軸に置いた形で整理】されたものでなければならない。

しかし、当時、そのような情報は、ほとんど存在しなかった。種を明かしてもらった筆者が、「その頃は、世の中全般において、面的評価に関する合意形成の機が、十分には熟していなかったのではないか」と考えるのは、後から来た者の勘繰りだろうか。

さて、いずれにせよ、面的評価を行う場合に必要とされる情報を創出するための新たな取組みが始まったのだ。

以下、特集『環境とGIS』に似合わしく、面的

Surface Assessment Tool for Road Traffic Noise Using GIS

評価を行う場合に必要とされる情報の中から、【GISを活用した例】を選び出し、その概要について述べる。具体的な例は、『東京都 GIS データを用いて算定した建物密度の推計』と『東京都 GIS データを用いて算定した道路端からの距離別建物戸数の推計』の二つである。

4. 東京都 GIS データを用いて算定した建物密度の推計

沿道における建物密度は、理想を言えば、実測調査により求めることが望ましい。しかし、それは、時間や費用の面においても、全国ベース/地域ベースのマクロ的なツールが必要とする精度の面においても、現実的なものとは言い難い。

そこで、沿道における建物密度を、回帰式により推計する方法を考案した。

【一部の地域で実施した実測調査による建物密度】と【その地域において GIS データを用いて算

定した建物密度】との回帰式を求め、その相関関係についての検証を行い、有意性を確認した上で、「この回帰式の適用範囲を、実測した地域以外の地域にも押し広げ、この回帰式から算出される建物密度を以ってして、その地域における建物密度と見なす」こととしたのである。

4.1 推計の流れ

東京都 GIS データを用いて算定した建物密度の推計の流れは、図-1の右上において点線枠で囲われた部分である。

4.2 推計方法

建物密度は、実測調査による建物密度と GIS データを用いて算定した建物密度との回帰分析を基礎とする方法により推計した。

4.3 GIS データの抽出

推計に必要な GIS データは、3次メッシュ (1km × 1km) の中から、直轄国道の延長が長い 63 メッシュ (DID : 39、その他市街地 : 16、平

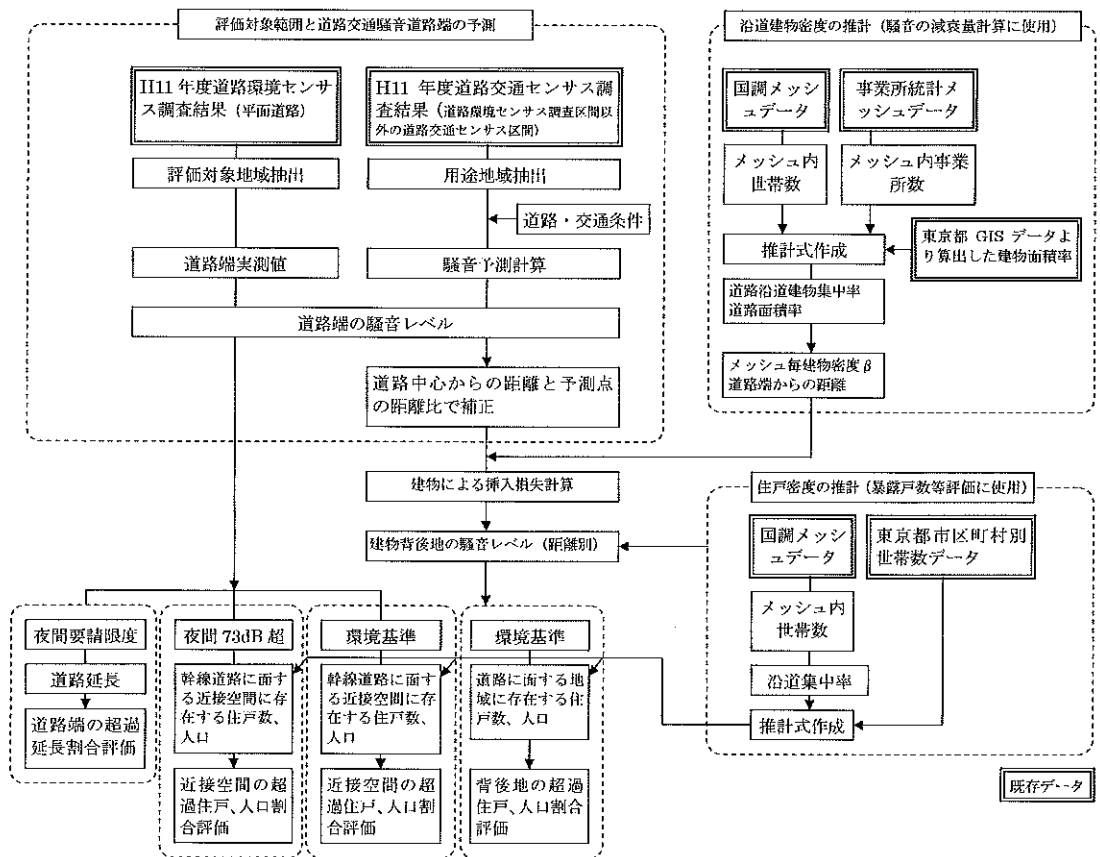


図-1 全国レベルにおける道路交通騒音の面的評価の流れ

地：8) を選んで抽出した。

沿道 50m の範囲内に含まれる建物面積を読み取った例を、図-2 に示す。

4.4 回帰式の算定

実測調査による建物密度と GIS データを用いて算定した建物密度との回帰式を、次に記すとともに、図-3 に示す。

$$\beta = 0.0000261 \times N_H + 0.0000487 \times N_E + 0.0471$$

ただし、

β : 建物密度 (1km² 当たり)、
 N_H : 世帯数、 N_E : 事業所数

4.5 回帰式の検証

- (1) 相関係数は 0.977 と非常に良好である。
- (2) $\beta < 0.05$ の領域で誤差が比較的大きく、建物密度の低いその他市街地や平地において、実際よりも小さい β を与えることになった。

4.6 改良型回帰式の算定

4.5 (2) の検証を踏まえ、4.4 の回帰式に改良を加える。

4.4 においては、世帯当たりの建物面積と事業所当たりの建物面積は、世帯数や事業所数によらず一定であると仮定した。

しかし、現実的には、世帯数と事業所数の和が多いメッシュでは、世帯当たりの建物面積や事業所当たりの建物面積は小さくなると考えられるため、GIS データを用いて算定した建物密度との回帰分析を行う前に、メッシュごとに、世帯当たりの建物面積の回帰式と事業所当たりの建物面積の回帰式を求め、これを基にして、メッシュ全体の建物面積との重回帰分析を行った。

この結果を踏まえ、改良を加えた回帰式 (改良型回帰式) を、次に記すとともに、図-4 に示す。

$$\beta = 0.00000159 \times \langle \text{推計住居系建物面積} \rangle + 0.0000000354 \times \langle \text{推計事業所系建物面積} \rangle - 0.01028$$

ただし、

$\langle \text{推計住居系建物面積} \rangle$
 $= (-18.909 \times \ln(N_H + N_E) + 194.21) \times N_H$
 $\langle \text{推計事業所系建物面積} \rangle$
 $= (-83.94 \times \ln(N_H + N_E) + 896.86) \times N_E$
 β 、 N_H 、 N_E : 4.4 に同じ

4.7 改良型回帰式の検証

- (1) 相関係数は 0.969 と、改良前と比較して、

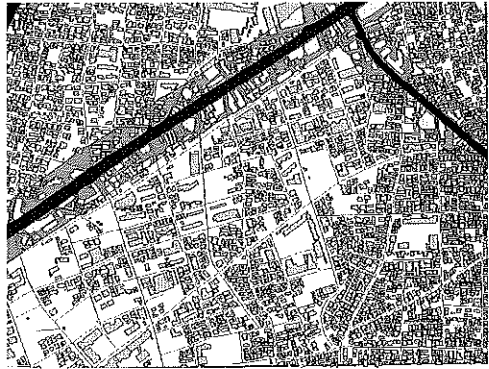


図-2 沿道 50m の範囲内に含まれる建物面積を読み取った例

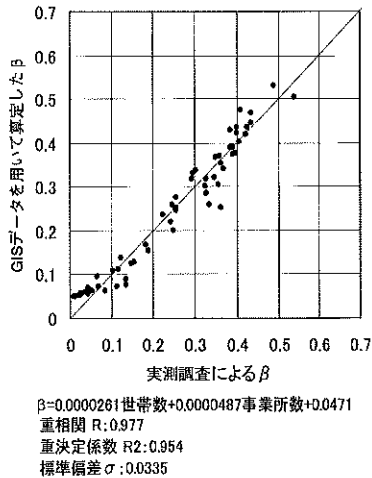


図-3 実測調査による建物密度と GIS データを用いて算定した建物密度との回帰式

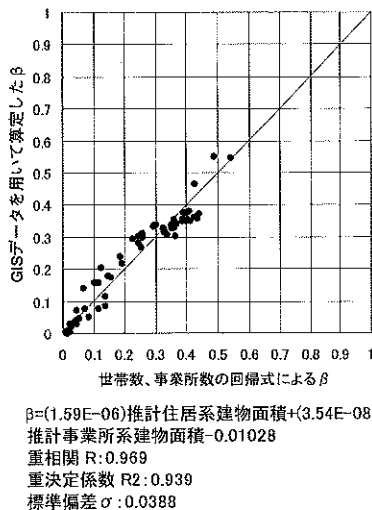


図-4 改良を加えた回帰式 (改良型回帰式)

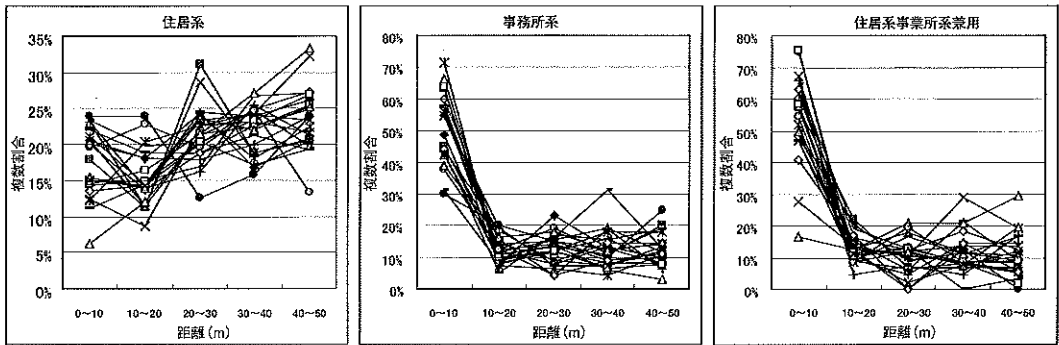


図-5 道路端からの距離 50m 以内に存在する建物棟数に対する、道路端からの距離 10m ごとに存在する建物棟数の割合 (1本の折線が1つの事例に相当する。)

若干小さいものの、非常に良好である。

- (2) β が小さい領域では、改良前と比較して、誤差が著しく小さい。

5. 東京都 GIS データを用いて算定した道路端からの距離別建物戸数の推計

4. においては、建物は一つのメッシュの中で一様に分布していると仮定しているものの、現実的には、道路に近い側には事業所が多く立地し、道路から離れるにしたがって住居が多く立地する傾向にあると考えられる。

そこで、より現実に適ったものとするため、道路端からの距離ごとに、住居や事業所の戸数を推計する方法を考案した。

また、この方法を用いることにより、面的に広がった範囲において、環境基準や要請限度の達成状況を把握することも可能になる。

5.1 用途別建物の距離別棟数の割合

住居系建物、事業所系建物、及び住居系事業所系兼用建物のそれぞれにおいて、道路端からの距離 50m 以内 (沿道 50m の範囲内) に存在する建物棟数に対する、道路端からの距離 10m ごとに存在する建物棟数の割合を、図-5 に示す。

これから、次のことが言える。

- (1) 住居系建物は、道路近傍には比較的少ない。また、背後地では距離に依存しない。
- (2) 事業所系建物は、道路端から 10m 以内に極めて多く、20m 以遠には少ない。
- (3) 住居系事業所系兼用建物は、事業所系建物と同様の傾向にある。

5.2 環境基準等の達成状況の把握

5.1 により推計された道路端からの距離ごとの

住居や事業所の戸数に、同じく道路端からの距離ごとの騒音レベルの分布を重ね合わせることにより、面的に広がった範囲における環境基準や要請限度の達成状況を把握することが可能になる。

6. 面的評価の実施

以上述べた、東京都 GIS データを用いることにより導き出された成果に加え、その他の多くの既存情報を活用することにより、次の項目について、全国ベース/地域ベースのマクロ的な面的評価を実施した。

- (1) 騒音に係る環境基準における道路に面する地域の評価
- (2) 騒音に係る環境基準における近接空間の評価
- (3) 騒音規制法における要請限度の評価
- (4) 夜間 73dB を超過する区間の評価

ここでは、全国ベースと関東地方ベースにおける夜間の環境基準についての面的評価の結果を、図-6、7 に示す。

これらから、次のことが言える。

- (1) 夜間の環境基準を超過する地域は、幹線道路網に沿った形で分布している。(図-6,7)
- (2) 特に、東京都や大阪府において、夜間の環境基準を超過する世帯数が多い。(図-6)

7. おわりに

敢えて研究者としての矜持を捨て、自虐的に物すれば、「道路交通騒音を【正確に】予測することなど、到底、人間の為せる業ではない。」――

二年前、現職に就くまで、浅薄な筆者は、「道路交通騒音の予測技術は、かなり熟しているも

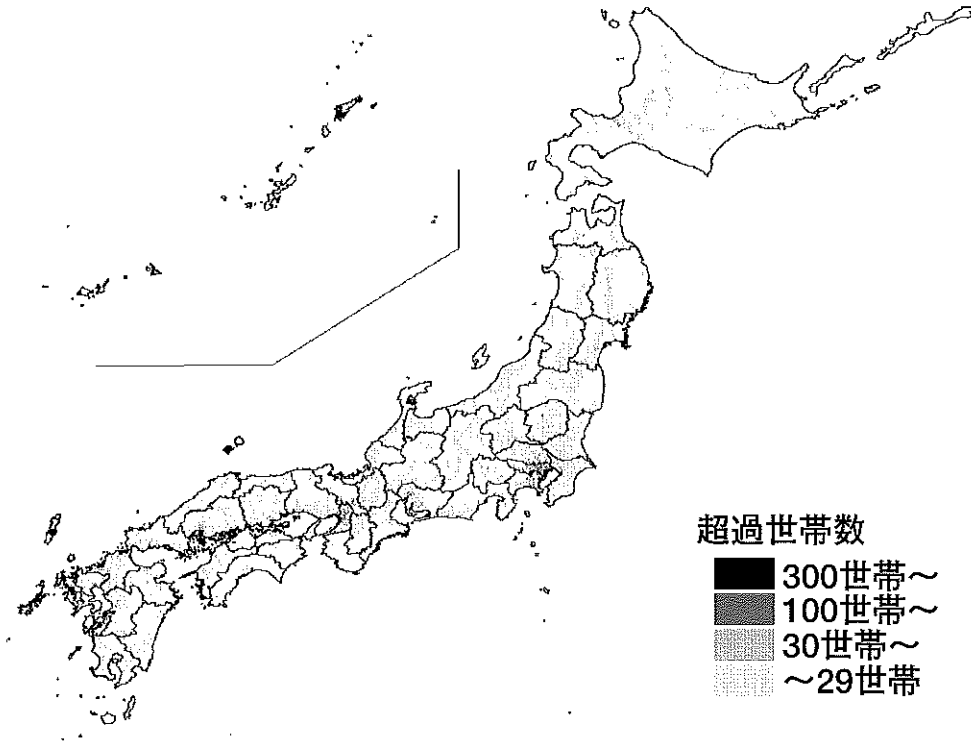


図-6 夜間の環境基準を超過する世帯数 (全国ベース)

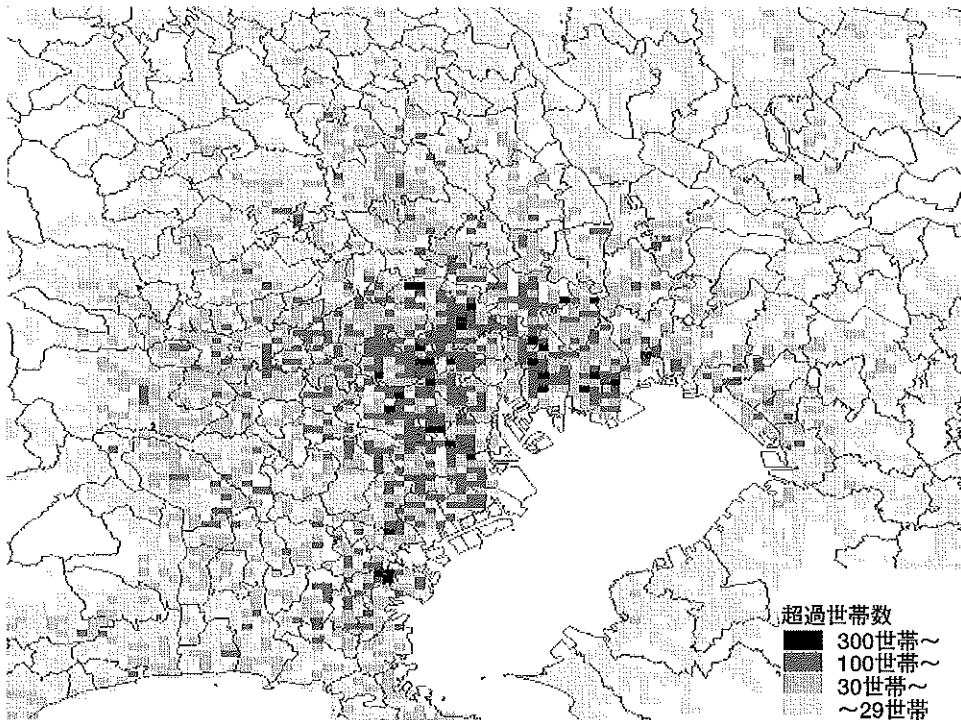


図-7 夜間の環境基準を超過する世帯数 (関東地方ベース)

の」と思い込んでいた。

音は、自動車という【人間が造り出した人工物】から発生し、その後、多少反射の回数が多く複雑であっても、所詮、入射角と反射角が等しいという【単純な物理現象】の積み重ねで伝わり、最後には、【誰でも購入可能な廉価な測定器】さえあれば、その大きさを正確に計測することができる。つまり、「音は、【我々が手を伸ばせば届く所】に、存在する」のである。

そう考え、筆者は、「音の全ては、【現在我々が持っている叡智の範囲内】で、説明が可能である」という陥穽に、まんまと嵌ってしまった。「道路交通騒音の予測技術は、既に、体系的に確立されているのだ」という浅慮の考えにも、些かの疑念すら抱くことがなくなってしまっていた。ところが、現実には、全く違っていた。

我が国のみならず世界的に見ても最先端かつ最も説明力のある『社団法人日本音響学会が提案する予測モデル』でさえ、道路交通騒音の【正確な】予測というゴールに至る途の半ばを歩いているに過ぎないのだ。我々道路事業に携わる者にとって最も関心のある例で考えてみよう。加減速時において自動車が発する音の大きさ、掘削道路や高架平面併設道路における音の伝わり方、排水性舗装や先端改良型遮音壁による騒音低減効果など、音の門外漢にとっては誠に基本的と思えることですら、現在の技術は、その満足できる答を、我々に授けてくれやしない。

その他、音に関する話題は、日常の生活感覚から懸け離れているものが多く、枚挙に暇が無い。dBという超日常的な単位、単純に足せない足し算、直進するかと思うと波のように曲がる特性、人それぞれの感性との絡み、などなど。

しかしながら、本報文の趣旨に鑑み、その詳細について敷衍することは差し控えた。読者各位におかれては、この短く拙い表現によって、研究者としての肩の荷を降ろした筆者の意を汲み取られた上で、道路交通騒音の予測の難しさや、道路交通騒音に潜在している日常の生活感覚の延長線上では捉え切ることのできない面白い性質の一端でも垣間見て頂ければ、幸甚である。

最後に、このツールの【価値】について、少しだけ触れておきたい。

このツールは、全国ベース/地域ベースにおけるマクロ的な視点からの面的評価を実施するため

の道具であり、これを用いることにより、道路交通騒音の現状把握(基礎)から、騒音対策のケース・スタディやシミュレーション(応用)に至るまでの、広範に亘る面的評価が可能になる。既に、密粒舗装を排水性舗装に変更した場合における環境基準等の達成状況の推計、騒音対策として排水性舗装を実施した場合における費用対効果の試算等のケース・スタディを実施している。

しかしながら、面的評価は、やっとなりに就いたばかりである。このツールにしても、生まれたばかりの赤ん坊同然であり、親離れできるまでには、猶成長しなければならぬ。現に、目の前には、様々な道路構造への対応、より細かなメッシュによる建物密度の推計、ツールそのものの簡易化、そして、全体的な精度向上などなど、多くの宿題が山積みされている。

筆者としては、今後、このツールが、具体の現場において具体の騒音対策を実施する場合における【理論的後盾】の役割を見事に演じることができるよう、より【価値】の高いツールの開発を目指して、研究に勤しむ所存である。

参考文献

- 1) 上坂克巳、木村健治、並河良治、大西博文：沿道市街地における道路交通騒音の予測・評価方法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、国総研資料第2号、pp.1-167、平成13年8月

森 侑司*



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部道
路環境研究室主任研究官
Teiji MORI