

詳細な地理情報に基づく即地的土地利用モデルの構築*

A Land-Use Model describing Physical Patterns based on Detail Geographical Information

宮本和明**・杉木直***・内田敬****

by Kazuaki MIYAMOTO, Nao SUGIKI and Takashi UCHIDA

1. はじめに

都市圏を対象とした総合計画に際しては、その基本的な要素である土地利用、交通、環境の現状分析さらには将来予測分析が重要である。しかるに、実際の計画策定時においては、それらの分析は十分ではなく、特に土地利用に関してはほとんど行われていないのが現状である。その理由としては、(1)相互に複雑に作用し合う土地利用、交通、環境を総合的に分析できる実用モデルシステムがきわめて限定されていること、(2)その分析を支援するための分析システムの整備がほとんどなされていないこと、(3)分析の基礎となる都市圏データの蓄積が十分ではないこと、さらにその結果として(4)分析モデルで取り扱う単位は、きわめて抽象化された集計単位であり、実際の物的な土地利用あるいは道路ネットワークと大きく乖離していること等があげられる。

本研究は、上記の(1)(2)に関しては、従来の土地利用・交通・環境総合分析システムをさらに発展改良させることを前提に、また、(3)に関しては基礎情報を提供するデータベースを地理情報システム(GIS)に基づいて構築することにより、そして(4)に関しては、そのデータベースの裏付けのもと、最終的には土地や具体的な道路区間に即した総合土地利用・交通・環境分析システムを構築することを目的としている。

GISは詳細な空間データをも効率よく記述・分析できることから、従来はそのデータの利用可能性から制限を受けていた実用モデルの記述がより詳細になることを始め、新たなモデル構築の可能性も指摘されている。しかしながら、現実の都市行政においてGIS構築を考える場合、土地利用・交通・環境分析のみを目的としたGISの整備は、明らかに不効率であり実現性が乏しい。都市圏GIS構築に際しては、既存のシステムを包摂して、そのデータベースとしての全体構想を提示した上で、総合分析システムをその一つの重要な利用対象として考えていく必要がある。

そこで、本稿においては、地方自治体レベルにおいて利用される形態のGIS構築の基本的な整備方針とそれに基づく統合管理システムが具備すべき機能をまず提示する。その上で、GISに基づく総合分析システム構築の第一段階として、詳細かつ多様な地理情報に基づいて土地利用を予測し、最終的には土地に即した配分までの機能を有するモデルを構築している。

このモデルは、基本的には2段階の配分モデルである。上位モデルは従来型の土地利用モデルであり、人口や従業者といった「活動量」を「ゾーン」に配分する。下位モデルは、それらの配分値を、ゾーン内の街区レベル程度まで配分するものである。従来も階層形式の土地利用モデルは多く作成されているが、基本的には高々 1 km^2 グリッド程度のきわめて集計的な単位であり、土地利用モデルと呼ばれながらも土地とはほとんど乖離したモデルである。本研究においては、土地に即した配分までを取り扱っていることが最大の特色である。しかしながら、分析単位の詳細化は当然のことながら統計的な安定性を欠くことになる。本稿で取り扱う第2段階での配分は、予測的というよりは、第1段階での配分

* キーワーズ：地域計画，土地利用，GIS

** 正員，工博，東北大学，教授，工学研究科土木工学専攻
(〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉，
TEL022-217-7475, FAX022-217-7477,
E-mail:miyamoto@plan1.civil.tohoku.ac.jp)

** 学生員，東北大学情報科学研究科人間社会科学専攻
(TEL022-217-7479, FAX022-217-7477,
E-mail:sugiki@rs.civil.tohoku.ac.jp)

**** 正員，工博，東北大学，助教授，工学研究科土木工学専攻
(TEL022-217-7476, FAX022-217-7477,
E-mail:utida@plan1.civil.tohoku.ac.jp)

値を前提とした場合、物理的にどのように実際の街区に配置され得るのかを見るためのものであり、ゾーンへの活動量配分の妥当性を検討することを第一義と考えている。特に我が国のように土地制約の大きな都市においては、第一段階のモデルのみでは、現実の地理条件との確認がとれない結果を与えているにすぎないと言えるからである。

本研究では、以上の基本モデルの構築のもとに実証フィールドとして仙台都市圏における適用を進めている。

2. 都市圏 GIS の構築

(1) 基本的な考え方

従来から多くの地方自治体において GIS が導入されてきているが、それらは個々の特定の業務の専用システムとして以外には必ずしも有効に利用されているとはいえないのが現状である。特に、部局間での共通利用というデータベース本来の機能を十分に発揮している例はほとんどみられない。その理由としては、GIS 自体の問題もあるが、その整備、利用、管理といった、一連の利用方針について部局間で十分な議論がなされていないことに本質的な問題があると思われる。それに対して、最近、い

わゆる全庁型 GIS 整備の提案もなされてきているが、そのほとんどは、通常の定型業務を前提としての提案である。本稿においては、特に、総合計画分析という、非定型業務への利用という視点を付加してのシステム構築を提案する。さらに、様々な形態や段階で既にシステム化が進行している現状を踏え、現実的な総合 GIS の構築を考察している。

(2) 全庁型 GIS の概要

本研究で提案する全庁型 GIS の概要を図 1 に示す。システムは統合管理システムのもと、土地管理や施設管理などの実際のデータが管理される個別の定型利用 GIS と、それらに基図データ等を提供したり、新たに取得した汎用利用データを管理する汎用 GIS、さらに、非定型業務として土地利用・交通・環境のモデル、またはそれらの統合モデルに基づく計画プロジェクトベースで利用される非定型 GIS から構成される。定型利用 GIS においては GIS の形式・データ形式・フォーマットなどが各部局独自でよいとし、現在各部局で個別運営されている GIS を活用し、それらの統合を図る。各定型利用のデータベースは窓口業務・現場業務において随時更新が行われる。これらの間は統合管理システムのもと LAN によりネットワーク化される。この全体構成は、インターネットの基本概念に基づく組織内のイントラネットというべきものである。

3. データ変換統合管理システムの構築

(1) 基本的な考え方

このような全庁型システムにおいて、定型業務と非定型業務、または各部局間において、管理されているデータ及び必要なデータの形式・精度等は様々である。従って、部局間でのデータ変換や入手可能な 1 次データから処理対象データへの変換を行う際には、これらのデータを精度的・論理的に整合性を確保するように取り扱う必要がある。そこで異種データ間における変換とデータ品質管理の点から、統合管理システムのアルゴリズムの構築を行っている。

(2) 異種データ間の変換処理

入手可能な 1 次データから処理対象データへの標準的な変換処理を考えるに際し、まず以下の表現

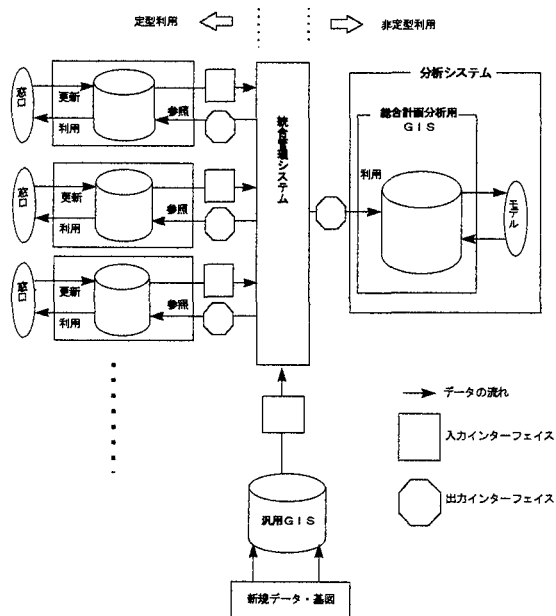


図1 全庁型GISと総合分析における利用

によるデータモデルでのデータの一般化というものを考える。

$$X^k_{i,t} = F_k(E_{i,t}) \quad (1)$$

ここで

$E_{i,t}$: 実体

i : エンティティ (データ化される対象)

t : 時間

F_k : データモデル

$k : s_{ab}$ (表1: $s_{11} \sim s_{23}$) の構成要素を持つモデルタイプ

上記のデータベクトル $X^k_{i,t}$ に対応するデータの管理ファイルを作成しその比較において、必要な変換処理の選択を行う。この機能を土地利用モデルの入出力用で作成しているものについて4.に示す。

表1 データモデルの構成要素

a\b	1	2	3
	フォーマット	要素の大きさ・精度	対象物の表現方法
1 図形	G I S形式	縮尺	図法
2 属性	フォーマット	調査密度単位	調査方法

(3) データ品質管理

G I Sのデータ管理において、より有効な解析を行うためにはデータエラーのモニタリングが必要である。データ変換の際にはエラーチェックをインターフェイス機能の一つとして組み込む。

(4) 統合管理システムのアルゴリズム

データ変換は必要とするデータ形式に対するファイルの入力を行い、変換データの管理用ファイルに記載されたモデルタイプなどを比較し、変更が必要な事項に対応する機能を選択し変換を行うものとする。

4. 現実の土地利用に即した土地利用モデル

(1) 基本的な考え方

従来の土地利用モデルにおいては、都市の活動量を都市経済原則に従い、ゾーン等の大きな集計単位へ配分するものがほとんどであり、その中に存在する詳細な土地の制約条件はほとんど考慮されていない。このために、予測においては配分値が現実の土地の物理的および制度的な開発「余地」、あるいは「制約」と必ずしも整合したものとはならず、実

際の計画策定業務での利用という重要な目的を妨げる原因となっていると言える。

そこで本研究では従来のモデルを上位モデルとした上で、上位モデルにより算定されたゾーンへの活動量の配分値を、街区単位へ土地制約を考慮した上で再配分する下位モデルを構築する。下位モデルにおける物理的及び制度的な土地制約の考慮は、先に述べた統合管理システムによるG I Sのデータベース整備方針の裏付けのもとに可能となるものであり、本モデルはG I Sの実用モデルへの活用の可能性を探ったものであると言える。

(2) モデルの概要

モデルの概要を図2に示す。本稿における2段階モデルは、上位モデルによる活動配分量が下位モデルにおいて算定される土地制約条件に沿うものであるか妥当性の検討を行うものである。

(a) 上位モデル

従来型の土地利用モデルとしては、効用関数や付け値関数またはそれらの組み合わせによるものなど、様々なものが提唱されているが、ここでは、R U R B A Nモデル¹⁾による活動量の配分を行う。

(b) 下位モデル

下位モデルは上位モデルによりゾーン配分された立地活動量を、詳細な土地情報の基づいて街区レベルに配分するものである。ゾーン内配分はG I Sの詳細データと地価を用いて行われる。その際、必要に応じて同時確率最大化法を用いることにより、

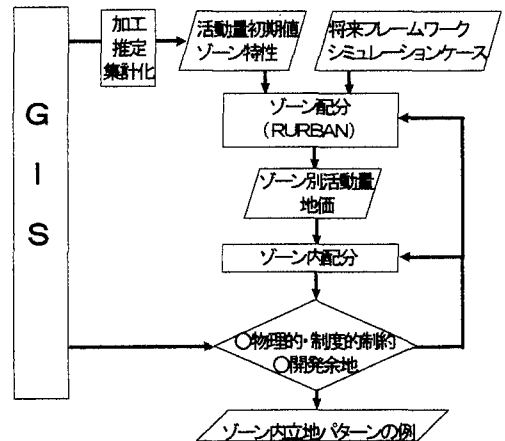


図2 G I Sに基づく土地利用モデルの構造

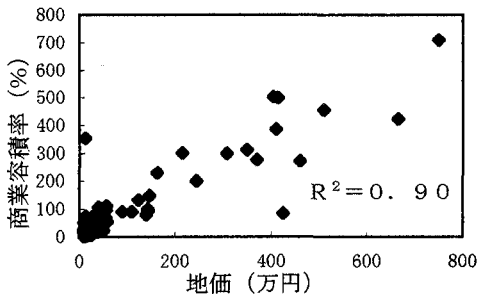


図3 商業容積率—地価

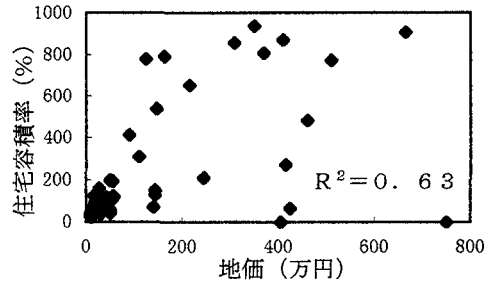


図4 住宅容積率—地価

ゾーン内特性分布とゾーン制約値に基づく最尤分布を求める。

(3) 地価と実容積率

街区単位での再配分の必要性を検討する基礎資料として、立地密度についての分析を行っている。立地密度は実容積率でかなりの程度まで表現できることから、地価と実容積率の関係について分析している。分析は、仙台市都市計画基礎調査小ゾーンから100ゾーンのサンプルを取り、都市計画基礎調査データと地価公示価格データより、商業と住宅の立地主体について地価に対する実容積率の回帰を行った。

(a) 商業

商業の実容積率と地価の関係を図3に示す。当然地価自体が容積率規制に影響を受けてはいるが、実容積率と地価の間に直線的な関係が得られている。

(b) 住宅

全用途地域における住宅の実容積率と地価の関係を示したものを図4に示す。分布は2つのグループに分けられ住宅地区と商業業務等の混在地区では分布の形状が異なる。よって、用途地域によりそれぞれの実容積率と地価の関係を設定している。

(4) シミュレーション初期値

シミュレーションの初期値及び各種ゾーン条件はGISから加工、推定、集計化してゾーン配分モデルに入力される。主なデータ変換としては、詳細データからゾーンデータを作成するものとして、代表値、平均値、ログサム関数値等をモデル特性に応じて変換する。

(5) ゾーン内配分値の検討

実容積率と土地利用規制や容積率の考慮により

追加立地可能量を算定し、上位モデルによる活動配分量の再配分が物理的・制度的に可能であるか否かをさらに詳細に検討し出力するものである。

5. まとめ

本稿では都市圏総合分析システム構築において、都市圏GISのデータ整備方針を提示し、その上で可能とされる、土地に即した2段階土地利用モデルの構築を行った。現在、以上の基本的な考え方のもとに、適用事例として仙台市を対象としてデータの収集を行い、具体的なGIS及びモデルシステムの整備を行っている。

本稿における土地利用モデルは下位モデルにより上位モデルの妥当性を考慮するものにとどまったが、今後は、配関関数の算定を行い下位モデルによる結果をフィードバックさせることで、土地に即した立地可能量の算定を可能とするモデルへの改良を目指す。また、道路ネットワークに即した交通分析モデルおよび環境モデルとの統合により、総合分析システムの構築を進める予定である。さらに、GISに関して、費用面からはいわばライフサイクルコストの概念を導入し、便益面ではその導入による外部効果を含めた付加価値分野の開発に着目した研究を進めている。なお、本研究は科学研究費一般研究(C)の補助を受けていることを記し謝意を表したい。

<参考文献>

- 1) Miyamoto, et al., An Analysis System for Integrated Policy Measures regarding Land-Use, Hayashi and Roy(ed.), Transport and the Environment, Transport, Land-Use and the Environment, Kluwer(1996)