

モデリング概論

加藤 博和
(19/07/10更新)

彦根城が世界遺産になると・・・

- 堀の内側の駐車場がすべて使えなくなる
- 自家用車を入れないようにすることも考えられている
 - ・・・そうするとどういことが起こるか？
 - ・・・どうい対策をしないといけないか？

課題 何が起こるかをフローチャートで描け

モデル (model) とは？

- 現実の状況を抽象化して写し取ったもの。
 - ☆忠実に再現することではない。
 - ☆自分の目的に合った部分だけを写し取ることが大切。
- ※なぜ「モデル」が必要か？
- ☆写し取る道具としては「数式」がよく使われるが、別に他の道具でもよい。
- ※なぜ「数式」がよく使われるか？

規範モデル (Theoretical model) と 実証モデル (Empirical model)

- 規範モデル・・・「世の中はこうなっているはずだから」というところから出発してつくられるモデル
- 実証モデル・・・「世の中の実際はこうだから」というところから出発してつくられるモデル
 - 工学で用いられるモデルは、この中間にあることが多い。
- **規範モデルをあらかじめ構築し (仮説)、データによって実証するアプローチ**

モデリングにおいて、なぜ確率・統計の知識が必要なのか？

モデリングの各局面に、「不確定性 (uncertainty)」が存在し、その対処が必要。

– 実態調査・実験等によるデータの取得

* 抽出誤差 (error) : 対象母集団 (population) が巨大で、サンプル調査せざるを得ない

* 測定誤差 : 測定機器や測定者の問題

→ 不確定性を考慮した手法の必要性

※ 「誤差」 (バラツキ) と 「偏差」 (カタヨリ、bias) とは違う。

モデリングにおいて、なぜ確率・統計の知識が必要なのか？

・ 「確率論 (theory of probability)」 : 不確定性を数学的に理論展開した体系

・ 「統計学 (statistics)」 : 定量的なデータを整理し知見を得るための方法論

データには不確定性が存在するので、統計的処理においては確率論の考え方が必須

◎ 実証モデルの場合、実際の世の中 (データ) と整合しているかのすりあわせ作業が必要

→ 統計的推測 (Statistical calibration)

※ 実証モデルを造るときには、往々にして統計的妥当性 (すなわち "fit") が重視されがちであるが、"fit"しているからといってそのモデルが妥当であるとは限らない。

– – 実証モデルの妥当性は「統計的手法 + α 」で確認する。

実証モデルの構築手順

① スコーピング (Scoping)

- 目的の設定 : 何について知りたいのか？ そのために、何をモデル化するのか？
- 対象地域の設定 : どうでもよさそうに見えて、意外に重要 (データの存在、範囲の妥当性など)
- 地域の分割 : 空間を扱うモデルではこの作業が必要 (空間を離散化して扱う。行政区域、メッシュ等)
 - ☆ 分割を細かくすればいいというわけではない。

② データ収集 (Data collection)

実験、アンケート (SP < Stated Preference > ・ RP < Revealed Preference >)、各種統計・調査
右へ行くほど自由度は下がり、お金もかかるが、信頼性は上がる。

③ 特定化 (Specification)

- 定式化 (calibration) : モデルの形を仮定する。
このとき、規範モデルの形を参考にすることもあれば、まったくオリジナルな式を仮定することもありうる。
- 推定 (Estimation) : 関数のパラメータを、統計的手法により決定する。
 - 最小 2 乗法 (Least squares Method)
 - 最尤推定法 (Maximum likelihood method)

④検定 (Statistical test)

モデルやパラメータの有意性を、統計的手法により調べる。
- 仮説検定 (test of statistical hypothesis)

⑤感度分析 (Sensitivity analysis) ・予測 (Forecast)

モデルの感度を確認した後、政策分析・将来予測を行う。
- 弾力性 (elasticity)

※③～⑤は、現在ではコンピュータの統計パッケージにデータをぶち込めば、自動的に計算される時代になっている。

- アウトプットの数字の意味が理解できるか？
- どうやって計算されたか理解しているか？

交通需要を どう予測するか

加藤 博和
(19/07/10更新)

交通需要予測とは？

- 新しい道路ができたらどのくらい使われるか。他の道路はどうなるか。
- 鉄道の運賃を下げたり、所要時間を短くしたらどのくらい乗客が増えるか。

交通需要予測はなぜ必要か？

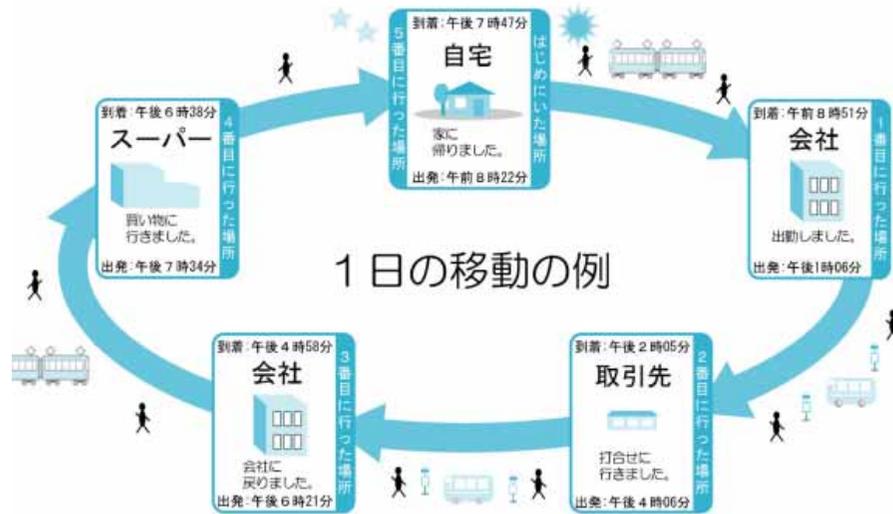
交通社会資本整備は地域へ様々な効果影響を及ぼす

- 交通需要の変化
- 土地利用の変化
- 環境質の変化

予測結果によって、どの程度の整備をすればよいかを検討できる。

※どうやって判断すればよいか？

パーソントリップ (PT：個人の交通行動)



- 出かけるかどうか? : 発生・集中
- どこに行くか? : 分布
- 何で行くか? : 分担
- どこを歩いていくか? : 配分

これを調べるために、大規模なアンケート調査 (パーソントリップ調査) が時々行われている。

- 回答者の属性と、1日の交通行動すべてを記入
- OD (Origin-Destination) がわかる

【個人票】

集計と非集計の違い

	集計分析	非集計分析
調査単位	個々のトリップ	個々のトリップ
分析単位	ゾーン	個人 (世帯、事業所)
目的変数	ゾーン集計値 (連続量)	個人の選択 (離散量)
説明変数	ゾーン別データ	個人別データ
推定方法	重回帰分析など	最尤推定法など
適用レベル	推定ゾーン	任意
政策の表現	ゾーン代表値の変化	個人の説明変数値の変化
交通現象の とらえ方	発生・集中 ↓ 分布 (OD) ↓ 交通機関別分担 ↓ リンク配分	トリップ頻度 (交通を行うか否か) ↓ 目的地選択 (どこへ行くか) ↓ 交通手段選択 (どれを用いるか) ↓ ルート選択 (どの経路を通るか)

集計の方法

- ゾーン
- ネットワーク
- セントロイド
- ノード
- リンク

4段階推定法

- 出かけるかどうか？：発生・集中モデル
- どこに行くか？：分布モデル
- 何で行くか？：分担モデル
- どこを歩いていくか？：配分モデル

パーソントリップ調査と断面交通量調査の結果得られたデータを用いて、各モデルが数式で表される

数式は所要時間や費用・運賃の関数なので、道路・鉄道新設や運賃値下げの効果が分かる

①生成（production）交通量

- 対象地域全体の総交通量（総トリップ数）
……生成原単位（1日、1人<世帯>あたりトリップ数）は比較的安定（原単位法）
- 総交通量をcontrol totalとして、発生・集中交通量の予測に用いる。
（このようにすると妥当な予測ができる）

②発生（generation）・集中（attraction）交通量

- 各ゾーンごとの（相対的）発生・集中交通量を経済指標を用いて予測（関数モデル法）
- 生成交通量を各ゾーンに配分

③分布 (distribution) 交通量

- OD交通量 (ゾーン間交通量) のこと
 - 関数モデル法 (現在パターン法)
 - 重力モデル法
- 将来、交通体系の変化等によって、分布交通量が現在のパターンとは異なってくる場合に用いられる。

重力モデル

基本の式は、

$$T_{ij} = k \frac{G_i^\alpha A_j^\beta}{c_{ij}^\gamma}$$

T_{ij} : ゾーン*i*-*j*間の分布交通量

G_i : ゾーン*i*からの発生交通量

A_j : ゾーン*j*への集中交通量

c_{ij} : ゾーン*i*-*j*間の交通抵抗 (impedance)

……一般的には、距離 (length)、時間距離 (travel time)、一般化費用 (generalized cost) などが用いられる。

k, α, β, γ : パラメータ

④ 分担 (modal split) 交通量

- 交通手段選択確率を知る。
- トリップ・エンド・モデル……全域で、あるいはゾーンごとで
- トリップ・インターチェンジ・モデル (ODペアモデル) ……ゾーン間で
 - 分担率曲線法
 - 関数モデル法……線形モデル
 - Logit モデル
 - Probit モデル

⑤ 配分 (route assignment) 交通量

- 交通網を構成する各区間 (リンク) の交通量
経路選択モデル
 - 需要配分法 (短経路 <minimum pass> 配分)
 - ……道路交通容量を考慮しない
 - 実際配分法……*q-v*カーブを考慮
- 「Wardrop 均衡」 : 等時間配分
総走行時間最小化配分
- 等時間配分モデル
どの経路を通っても所要時間は同じであるように配分する。
 - 分割配分法 (incremental assignment)

課題

1. 分布（OD）交通量と所要時間が次のようになっている。分布交通量のモデルを重力モデルの形で、重回帰分析によって推計せよ
2. 分布交通量について、モデルで推計される値と、実際の値とをプロットし、相関係数を求めよ
3. 1~2の間の道路が整備され、所要時間が速くなった場合、分布交通量がどう変化するかを求めよ
4. 1の人口が増え、発生/集中交通量が大きくなった場合、分布交通量がどう変化するかを求めよ
5. 3・4の結果を見るとおかしな点があることが分かる。それは何かを説明せよ

分布交通量データ(トリップ/日)現在

発 \ 着	1	2	3	4	発計
1	60	30	20	0	110
2	25	55	13	1	94
3	25	13	42	0	80
4	2	0	0	14	16
着計	112	98	75	15	300

所要時間データ(分)現在

発 \ 着	1	2	3	4
1	10	25	30	65
2	25	5	30	40
3	30	30	10	50
4	65	40	50	15

所要時間データ(分)将来

発 \ 着	1	2	3	4
1	10	20	30	65
2	20	5	30	40
3	30	30	10	50
4	65	40	50	15

分布交通量データ(トリップ/日)将来

発 \ 着	1	2	3	4	発計
1					150
2					94
3					80
4					16
着計	155	98	75	15	300