

## 表計算ソフトウェアによる路線価評価システムの開発

安田修<sup>†</sup>, 岡村寛之 (01013754)<sup>†</sup>, 土肥正 (01307065)<sup>†</sup>, 尾崎俊治 (01002265)<sup>‡</sup><sup>†</sup> 広島大学大学院工学研究科情報工学専攻<sup>‡</sup> 南山大学数理情報学部

## 1. はじめに

公正かつ適正な課税という社会的要請への対応が課題となっている現在において、客観的に妥当な固定資産税路線価式評価法を確立することは重要である [1, 2]. 路線価式評価法では、標準地の鑑定評価額に基づいて路線価を算定し、さらに路線価から画地計算法を適用して固定資産税の評価額を求める。特に、価格形成要因と路線価の関係を表現した土地価格比準表は路線価式評価法の成否を左右する重要な指標であり、土地価格比準表を価格形成要因データと標準路線価データから算出する手続きについては様々な試みがなされてきた。

従来までに、価格形成要因データが街路区分、都市計画用途といった定性データとして考えられる場合、数量化理論 I 類 [4] を用いて各要因に対するカテゴリスコアを計算し、それに基づいて格差率並びに土地価格比準表を求める手法が採用されている [1]. 一方、数量化理論 I 類では道路幅員、駅や店舗までの距離といった定量データも 0-1 変数として扱うため、価格形成要因データに関する情報量の圧縮が危惧される。このような場合、数量化理論 I 類の代わりに重回帰分析を用いて格差率並びに土地価格比準表を求めることが行われている [1].

本稿では比例ハザードモデル [3] に基づいた固定資産税路線価式評価法に着目する。この方法の利点として、(i) 路線価分布の確率的性質を詳細に調べることができるので、区間推定や価格の信頼限界などを算出することが可能である、(ii) 固定資産税路線価式評価法に限らず、任意の路線価の推定値を期待値として算定することができる、などが挙げられる。実際、価格形成要因データが定性データの場合には、比例ハザードモデルが他の方法よりも正確に固定資産税宅地評価額を見積もることがすでに示されている [5]. 本研究では、以上のような路線価評価モデルを基に、汎用的な作業環境での評価が可能なシステムの開発を目的とし、表計算ソフト上で実行可能なシステムの構築を行う。

## 2. Cox 回帰分析に基づいた路線価式評価法

いま、価格形成要因 (共変量)  $\mathbf{x}$  が与えられた条件下において、路線価を確率分布関数  $F(y|\mathbf{x})$  に従う非負の確率変数  $Y|\mathbf{x}$  で表現する。このとき、ハザード関数を

$$\lambda(y|\mathbf{x}) = \frac{\frac{d}{dy} F(y|\mathbf{x})}{1 - F(y|\mathbf{x})} \quad (1)$$

と定義する。上記のハザード関数に対して、関係式

$$\lambda(y|\mathbf{x}) = \lambda_0(y)r(\mathbf{x}) \quad (2)$$

が成立するとき、共変量  $\mathbf{x}$  の効果は比例ハザードモデルに従うという。ここで、 $\lambda_0(y)$  はベースラインハザード、 $r(\mathbf{x})$  は相対危険度関数と呼ばれる。通常、相対危険度関数は対数線形性を仮定して

$$r(\mathbf{x}) = \exp(\beta^T \mathbf{x}) \quad (3)$$

とすることが多い。Cox 回帰法においても  $\beta$  は回帰係数と呼ばれ、価格形成要因に依存した列ベクトルである。これを用いると式 (2) は

$$\lambda(y|\mathbf{x}) = \lambda_0(y) \exp(\beta^T \mathbf{x}) \quad (4)$$

と書くことができる。比例ハザードモデルの特徴として、各路線間のハザード関数の比が路線価に依存しないことが挙げられる。つまり、

$$\frac{\lambda(y_i|\mathbf{x}_i)}{\lambda(y_j|\mathbf{x}_j)} = \frac{\exp(\beta^T \mathbf{x}_i)}{\exp(\beta^T \mathbf{x}_j)} \quad (5)$$

となり、ベースラインハザードに依存せず、 $y_i$ ,  $y_j$  の値と無関係であることがわかる。このことは、ベースラインハザードに特定の分布を仮定することなく共変量の効果が推定可能であることを示唆している。特に本稿では、ベースラインハザード  $\lambda_0(y)$  の形状を仮定することなく  $\beta$  を推定する方法をセミパラメトリック法、 $\lambda_0(y)$  に適当な理論分布をあてはめ、回帰係数  $\beta$  とベースラインハザードの未知パラメータの推定値を段階的に算出する方法をパラメトリック法と呼ぶ。

回帰係数を推定するための方法として Cox 回帰法 [3] と呼ばれる部分尤度による方法を用いる。部分尤度  $L$  は、 $L = \prod_{i=1}^N L_i$  によって表現される。ここで、

$$L_i = \frac{\exp(\beta^T \mathbf{x}_i)}{\sum_{j \in R_i} \exp(\beta^T \mathbf{x}_j)} \quad (6)$$

であり、 $R_i$  は路線価  $y_i$  より価格の高い路線価の集合である。これより、部分尤度は

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^N \frac{\exp(\beta^T \mathbf{x}_i)}{\sum_{j \in R_{y_i}} \exp(\beta^T \mathbf{x}_j)} \quad (7)$$

によって表現される。この部分尤度を最大にするよう回帰係数  $\beta$  を決定する。

### 3. 固定資産税路線価式評価システム

路線価を評価するための様々な手法が提案されているが、最終的に路線価を決定する手法は一つであることが望ましい。しかし、実際には路線価評価は評価する主体によって異なった手法が適用されているので、正確な路線価が算定されているとは言い難い。そこで汎用的な作業環境で同一な路線価評価が可能なシステムを構築する必要であると考えられる。

#### 3.1 要件定義

開発すべきシステムの要件としては、(i) 汎用的な作業環境で動作可能なシステムであること、(ii) 標準地路線の鑑定価格データと価格形成要因データから最適な路線価推定が可能であること、(iii) 回帰係数の算出が可能で、標準地路線以外の路線価の算定が可能であることが挙げられる。

要件 (i) については、実際の路線価評価実務の問題点の1つとして、路線価評価を行う環境が評価する人によって大きく異なる、ということが挙げられる。よって、作成すべきシステムは汎用的な作業環境で同一な路線価評価が可能であることが求められる。

要件 (ii) については、最適と考えられる路線価を推定するための価格形成要因決定が行える必要がある。要件 (iii) については、標準地路線以外の路線価は、選択した統計モデルから算定された回帰係数を基に決定されるため、回帰係数の出力とそこから他の路線価を決定するアルゴリズムが必要である。

#### 3.2 設計仕様

本システムは Excel マクロで構築された部分と動的リンクライブラリ (以下 DLL) 部分から構成される。DLL は、Microsoft Windows<sup>1</sup> システムにおいて、プログラムの実行時にリンクされる外部プログラムであり、推定などの計算処理を DLL 内で行うことによって、より高速な数値計算を可能にしている。尚、DLL の開発には Microsoft Visual C++<sup>2</sup> を使用した。

基本的なシステムの機能は、以下のようになる。

- (i) Excel シートによるデータの作成。
- (ii) Excel マクロフォーム上でのモデルの選択と推定。
- (iii) Excel マクロフォーム上での変数変換。
- (iv) モデル推定後に行う変数選択法。
- (v) Excel シートへのレポートの出力。

#### 3.3 機能概要

今回作成したシステムの特徴を次のように整理する。

- (i) Microsoft Excel<sup>3</sup> マクロのフォーム機能によるユーザーインターフェースを有する。
- (ii) 外部プログラムにより高速な数値計算が可能。
- (iii) 変数変換により、定量データから定性データへの変換が可能。
- (iv) 変数選択法により、不要な変数の削除が可能。
- (v) レポート出力機能により、回帰係数やカテゴリスコアなどの詳細な出力が可能。

路線価評価を行うために本システムで用意したモデルは、

<sup>1</sup>Microsoft, Microsoft Windows は、米国 Microsoft Corporation の商標または商標登録である。

<sup>2</sup>Microsoft, Microsoft Visual C++ は、米国 Microsoft Corporation の商標または商標登録である。

<sup>3</sup>Microsoft, Microsoft Excel は、米国 Microsoft Corporation の商標または商標登録である。

- 重回帰モデル
- Cox 回帰モデル - セミパラメトリック法
- Cox 回帰モデル - 正規分布
- Cox 回帰モデル - 対数正規分布
- Cox 回帰モデル - ロジスティック分布
- Cox 回帰モデル - 対数ロジスティック分布
- Cox 回帰モデル - ワイブル分布
- Cox 回帰モデル - 極値分布

である。それぞれのモデルの回帰係数推定は DLL により、高速に推定を行うことが可能である。モデルの評価は、平均絶対誤差 (MSE)、対数尤度 (LLF)、AIC、BIC に基づいて行う。

#### 3.4 使用方法

本システムの基本的な使用法は、(i) データの作成、(ii) モデルの選択と推定、(iii) データの出力、(iv) 変数選択法という手順である。以下ではそれぞれの手順を具体的に説明する。(i) データの作成: 実際に与えられる路線価データのほとんどが Excel 上で作成されたものであることを鑑み、本システムでのデータ作成は Excel によって行う。また、データの読み込みは Excel 上のデータを取り扱うことが可能な Excel マクロの RefEdit 機能によって行われる。

(ii) モデルの選択と推定: モデルの選択は、データ入力フォームと同じフォーム内で選択する。推定結果はモデル選択と同一のフォーム内に表示され、MSE、LLF、AIC、BIC での評価が同時に可能である。

(iii) レポートの出力: レポート出力は、フォームの「Report」ボタンをクリックするとシート名入力フォームが表示される。シート名入力後、別シートに推定したモデルの MSE や LLF などが出力される。また、重回帰モデルと Cox 回帰モデルにおける回帰係数などの詳細な推定結果を出力することが出来る。

(iv) 変数選択法: 推定した結果を基に変数選択法を行うことが可能である。推定結果から変数選択法に使うモデルと選択基準を選択すると、それぞれの価格形成要因について変数選択法が実行される。最終的に基準を満たす変数が見つかった時点で、その変数が削除された価格形成要因データが新しいシートに出力される。

#### 参考文献

- [1] 星野, 塚越, 「固定資産システム評価の手引き」, 住宅新報社, 1994.
- [2] 川口, 「入門不動産金融工学」, ダイアモンド社, 2001.
- [3] 中村, 「Cox 比例ハザードモデル」, 朝倉書店, 2001.
- [4] 林知, 「数量化の方法」, 東洋経済新報社, 1974.
- [5] 安田, 岡村, 土肥, 尾崎, 比例ハザードモデルに基づいた固定資産税路線価式評価法, 日本 OR 学会春季研究発表会アブストラクト週, 248-249, 2003.