

# 時空間クリギングによる地価分布の視覚化

吉田 雄太郎，井上 亮，清水英範，李 勇鶴

## Visualization of land price distribution using spatio-temporal kriging

Yutaro YOSHIDA, Ryo INOUE, Eihan SHIMIZU, Yonghe LI

**Abstract:** It has been pointed out that the disclosure of the in-depth land price data is significant to improve transparency in real estate market. However it is impossible to provide the price and the trend of the whole land under the present conditions of land price information. Thus it is necessary to estimate land prices using the spatio-temporal information. In this study, we focus on the recently proposed spatio-temporal stationary covariance function, which models the correlation through time and space. We analyze the applicability of spatio-temporal covariance function with universal kriging to land price estimation empirically and visualize land price distribution using the officially published land prices since 1975 to 2007 in Tokyo 23 wards.

**Keywords:** 時空間クリギング (spatio-temporal kriging), 地価 (land price), 内挿 (interpolation), 視覚化 (visualization)

### 1. はじめに

近年，土地の高度・有効利用を促進する施策の一環として，不動産市場の透明性の向上，特に地価に関する情報の更なる整備と公開の必要性が叫ばれている。不動産取引の場で合理的な意思決定が行われるためには，市場参加者が関心のある土地の地価情報を知り，それを他の土地と比較検討できることが必要不可欠だからである。

わが国で，この「地価に関する情報の整備と公開」の役割を担っているのは，鑑定価格である公示地価と平成18年4月より土地情報総合システムで提供が開始された取引価格である。しかし，公示地価は時間や予算の制約上全ての土地において鑑定を行うことは不可能であり，取引価格に関しては，土地取引は時間的・空間的に偏在すると考えられるため任意の土地で情報を得ることはできないといった限界が存在する。

以上のように，鑑定価格だけでも取引価格だけでも，地価情報としては不十分だと言える。そのため，任意の地点で地価情報を得るために，時空間情報を用いた地価推定を行う必要がある。本研究では時

空間クリギングという手法を用いて、任意の地点・時点の地価を推定し、地価分布の視覚化を試みた。

## 2. 時空間クリギング

本研究では、任意の地価情報を得るためにクリギングという空間統計学の手法を用いている。これは、線形モデル（式1）によって回帰し、その誤差項間の共分散を距離で定義した関数（共分散関数）によって構造化することで、任意の地点に対して空間予測（式2：予測モデル）を行う手法である。

$$Z(s) = \mathbf{x}'\beta + \mathbf{u} \quad (1)$$

$$Z(s_0) = \mathbf{x}'_0\beta + u_0 \quad (2)$$

ここで、 $\mathbf{x}$ ：観測点における説明変数ベクトル、 $x_0$ ：予測点における説明変数である。また、観測誤差ベクトル  $\mathbf{u}$  より共分散関数  $C_0$  が求まる。

この手法は空間上の近い点同士は共分散が大きくなることが多いというデータの性質を利用してあり、また予測値（式3）が最良線形不偏予測となるため優れた空間予測の手法であるといえる。

$$\hat{Z}(s_0) = \mathbf{x}'_0\hat{\beta}_{GLS} + c'_0\mathbf{V}^{-1}\mathbf{e} \quad (3)$$

ここで、 $c_0 = [C^0(s_1, s_0), C^0(s_2, s_0), \dots, C^0(s_n, s_0)]$ ：観測誤差と予測誤差の分散ベクトル、 $\mathbf{V} = [C^0(s_i, s_j)]_{ij}$ ：観測誤差の分散共分散行列、 $\mathbf{e} = Z(s) - \mathbf{x}'\hat{\beta}_{GLS}$ ：観測点の残差、 $\hat{\beta}_{GLS} = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{y}$ ：パラメータ推定量である。

また共分散関数を空間から時空間へと拡張することにより時空間の相関構造を考慮することができ、これを時空間クリギングと呼ぶ（Cressie・Huang, 1999）。本研究で用いた共分散関数は次式で表される。

$$C^0(h; u) = \frac{2\sigma^2}{(a^2u^2 + 1)^{\frac{1}{2}}} \exp\{-b\|h\|\} \quad (4)$$

## 3. 実証実験

時空間クリギングが住居系の公示地価へ適用可能であること、そして他手法に比べても十分高い精度で予測できることは既に示されている（木越, 2005）。そこで、時空間クリギングによって他の用途においても住居系と同様に高い精度で予測が可能であるか

を検証する。

東京 23 区の公示地価を住宅系 24,525 点、商業 9,971 点、近商 3,958 点、工業系 3,531 点の 4 用途系に分類し、用途系ごとに地価モデルを設定し、予測精度を検証した。また、用いる説明変数を表1にまとめた。

表1 用いた説明変数

説明変数名	使用する用途系	備考
最寄り駅までの距離	全用途系	
前面道路の幅員	全用途系	
アクセシビリティ指標	全用途系	1
容積率	全用途系	
地積	全用途系	
日経平均株価	全用途系	※2
下水道ダミー	全用途系	
最寄り駅までの距離○ダミー	商業・近商・工業	
前面道路の幅員○ダミー	商業・近商・工業	
工業ダミー、工専ダミー	工業	

1 最寄り駅自身の利便性を表す変数であり、各調査地点の最寄り駅から乗降客数上位 5 位の駅までの所要時間時間を乗降客数により加重平均した

2 短期的な変動による影響を取り除くため、前年 12 ヶ月間の平均を用いた

予測誤差の年次変化を図1に示す。

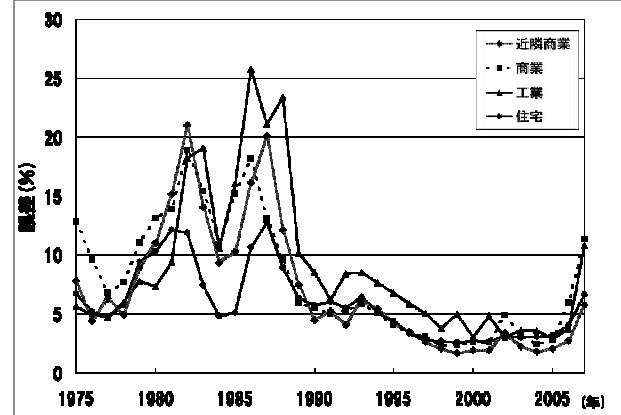


図1 予測誤差の年次変化

全体の傾向はほぼ一致しており、分類間の精度の差は、観測点数の違いからくると考えられる。また、時系列的な変化が大きいほど誤差が大きくなっているのがわかる。バブル期は総じて誤差が大きくなっているが、1984 年前後で一旦誤差が小さくなっている。これは同じような上昇傾向が続いたためであり、

下降に転じる時期に再び大きくなっている。また、両端点では片方の時間方向しか考慮できないために精度が低下しており、とりわけ 2007 年の誤差が大きいことに関しては、端点であるだけではなく、最近の上昇トレンドが考慮されていないことが考えられる。しかし、2000 年前後では平均して 5% 以下と非常に誤差の小さい精度の高い予測ができるなど、全体としては高い精度で予測できたと言える。

#### 4. 地価分布の視覚化

1975 年から 2007 年までの東京 23 区の公示地価データを用いて地価の時空間予測を行い、街区レベルでの地価の時間的・空間的分布の視覚化を試みる。

対象領域において、街区の数は 107,168 個であった。また、計算に用いる予測点の座標として各街区の重心を用いた。予測を行うためには、各街区における説明変数データが必要となる。地積、前面道路の幅員、下水道ダミーは GIS データとして整備されていないため、通常クリギング(Ordinary Kriging)によって内挿を行い、データを作成した。容積率は 2004 年 9 月版東京都都市計画 GIS を使用した。また、各街区から最寄り駅までの道路距離の計算には GIS の空間検索ツールである SANET を用いた。ただし商業地に関しては、最寄り駅よりも二番目に近い駅を用いた方が高く地価が推定される街区が多く存在するので、複数の距離の近い駅から最も高く推定されるものを選んだ。

このようにして各内挿点の地価を予測し、GIS を

用いて視覚化を試みた。それぞれの分類から得られた 4 種類の図を用途地域指定に基づいて組み合わせることによって、全用途を考慮した地価分布を表現した図 2 が得られた。

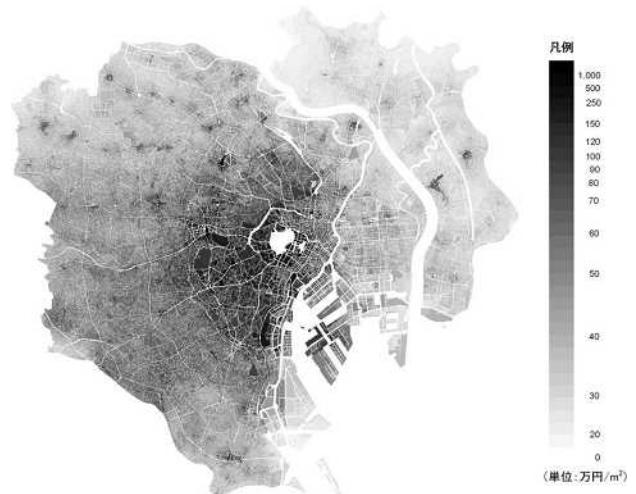


図 2 2007 年の地価分布

この図から、都心部が高く全体として西高東低の傾向であること、また幹線道路や鉄道沿い、特に駅周辺の地価が高くなっていることなど、経験的な地価分布に対する認識と一致していることが確認できる。

また、複数年度で得られた地価分布図をアニメーション化することにより、地価分布が時間的・空間的にどのように波及しているかを視覚的にわかりやすく表現することもできる。ここではその中から 1980・1990・2000・2007 年度について地価分布図を作成したものを図 3 に示す。

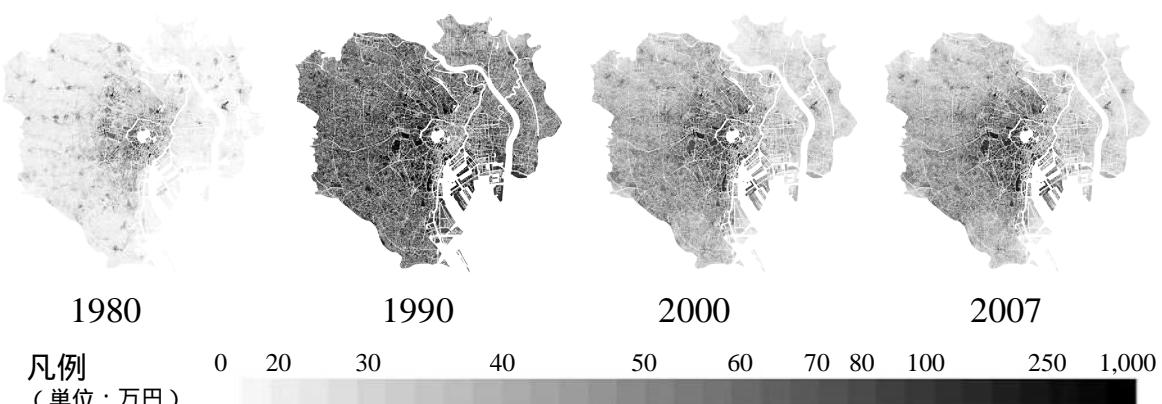


図 3 1980・1990・2000・2007 年の地価分布

1880 年では都心部を除くほとんどの街区が地価の低い階級で占められているのに対して、バブル経済の真っ只中の 1990 年では、図のほとんどの部分が地価の高い階級となっている。また、2000 年と 2007 年で比較すると、都心西側で 2000 年から 2007 年にかけて色が濃くなり、地価が上がっていることがわかる。しかし、荒川東岸をはじめとする周辺部の地価はほとんど変化がない、それどころか色が薄くなっている部分も見受けられ、昨今の“二極化”、“格差拡大”と言った地価事情を反映していると考えられる。

他にも、地価の高低ではなく、地価の変動率の高さによって色分けを行うことで、地価変動の様子をより鮮明に視覚化することも可能となった。地価変動率の高低による視覚化例を図 5 に示す。バブル期の地価上昇の広がりをわかりやすく確認できる。

## 5. おわりに

本研究では、地価の時空間的な予測を統計学的に厳密に行う方法論として時空間クリギングに着目し、東京 23 区における 30 年間の公示地価データを用いて実証実験を行い時空間クリギングの地価予測への適用可能性を検証した。

実証実験の結果、バブル期など特殊な期間を除くと、誤差 10% 程度と非常に高い精度で予測が行えることを確認した。

また、時空間クリギングの応用として、地価の時

空間変動の視覚化を試みた。地価変動を時空間内挿により視覚化することで、変動構造をより鮮明に理解することができる。

今後の課題としては以下が挙げられる。

バブル期などトレンドが急激に変化する局面においては予測精度が低下していた。このような社会経済データに特有の性質を考慮した予測モデルの開発が求められる。また、観測点や内挿点における各種の説明変数データについてもさらなる整備や公開が求められる。

また、本研究で得られた任意の地点・時点における地価情報を広く公開し、誰もが容易に地価情報を取得できることが望まれる。本研究の成果を公開するためには、より視覚的にわかりやすい表現方法の工夫、そして地価情報を公開するためのシステムを構築することが必要となる。

## 参考文献

- Goldberger,A.(1962)Best Linear Unbiased Prediction in the Generalized Linear Regression Model, *American Statistical Association Journal*, 57, 396-375.
- Cressie, N. · Huang, H.-C (1999)Classes of Nonseparables, Spatiotemporal Stationary Covariance Functions, *Journal of the American Statistical Association*, 94, 1330-1340.
- 木越尚之(2005)「地価の時空間予測に関する研究」東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士論文.

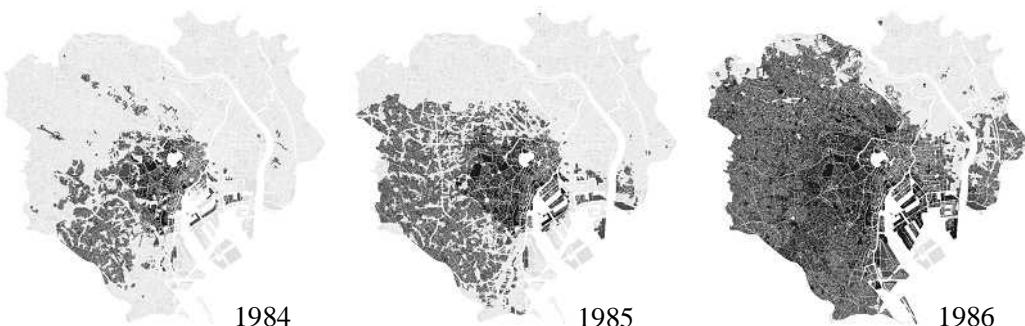


図 5 地価変動率の視覚化例（薄い灰色：対前年上昇率 20-30%，濃い灰色：同 30% 以上）