

令和元年6月16日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K03596

研究課題名(和文)中古住宅市場における不動産価格指数の測定手法に関する研究

研究課題名(英文) Studies on measuring methods of the real estate price index in Japanese used house markets

研究代表者

唐渡 広志 (Karato, Koji)

富山大学・経済学部・教授

研究者番号：00345555

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、製造時点のすべての住宅品質を観察することができないというデータ上の問題に直面する場合の中古住宅市場における不動産価格指数の測定手法を提案した。ヘドニック価格モデルでは年齢効果と時間効果に加えて世代効果を含めることで統計的信頼性が高まることが示された。特に、世代効果の除外は経年減価率および不動産価格指数の上方バイアスをもたらすことがわかった。製造時点における住宅品質の差異は取引時点における経年劣化だけでなく、陳腐化によるものも含んでいる。住宅価値の減少には、経年劣化によるものと陳腐化によるものが含まれており、両者は必ずしも同一でない可能性があるといえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、データの問題として片付けられてしまう恐れのある、修繕やメンテナンスなどの情報不足に対して本手法が威力を発揮する所にある。世代効果を明示的に取り込むことで、従来であれば無視されるか、考慮したとしてもほとんど分析自体が不可能であった問題を解決することができる。整備された資産価格情報は投資市場やマクロ経済運営を助ける重要な要素でもある。しかしながら、公的な関与のある不動産価格情報は鑑定評価手法により行う地価公示のみであり、住宅市場に代表される「建物」部分を含む資産市場の動向を見誤る原因の一つとなっている。本研究の成果は実務上も意義のあるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, I provide the measuring methods of the real estate price index in Japanese used house markets when the researchers face to the data problems that could not observe all housing qualities at the time of the original manufacture. It was shown that hedonic price models containing age effects, time effects and cohort effects make highly confidential evidence. Especially, it might be comprehended that age depreciation rates and price index have an upward bias omitted by cohort effects. The differences of housing qualities at the built time encompass not only the age depreciation but also obsolescence. The depreciation and obsolescence would be not always the same.

研究分野：不動産市場分析

キーワード：ヘドニック価格 一般化加法モデル 住宅資本の陳腐化 住宅価格指数

## 1. 研究開始当初の背景

近年、都市部やその郊外を中心にして 1960 - 80 年代に建てられたマンションや戸建て住宅の劣化がはじまっており、今後その膨大な資産を活かすための制度・政策の策定が求められる。住宅や土地などの不動産は国民資産の多くを占め、その価値の適切な評価は市場取引や課税などにおいてきわめて重要である。そのため、経年が住宅価格に与える効果や市場全体における価格指数を適切に測るための手法が必要である。

## 2. 研究の目的

広く用いられている従来のヘドニック・アプローチによる手法では、住宅が建築された年次の世代効果（コーホート効果）、年齢効果（建築後年数）および時間効果を完全に識別することができない。本研究では、計量経済学的にこの識別問題を解決する新しい手法を提案することを目的とする。本研究の学術的な特色は、ヘドニック回帰式に「一般化加法モデル」を適用して識別問題をクリアする手法を提案している点である。このような分析は応募者の過去の研究を除いて初めての試みである。特に、独創的な点は、データの問題として片付けられてしまう恐れのある、修繕やメンテナンスなどの情報不足に対して本手法が威力を発揮する所にある。

これは次のように説明することができる。多くの場合、竣工年次を落としたモデルによって価格指数等を計測しており、もし、竣工時点が価格にもたらす影響が意味のあるものであれば、推定において除外変数バイアスをもたらす。例えば、竣工年次の古い物件の多くは、取り壊され、新築の住宅として生まれ変わる。しかし、一部の住宅は修繕やメンテナンスが十分に行われることによって、市場で取引されうる住宅として生き残っている可能性がある。つまり、データとして観察される竣工年次の古い物件ほど、他の条件が等しければ、年齢効果をコントロールしたとしても高い価格で取引されている可能性がある。これが世代効果として残る理由として考えられる。

## 3. 研究の方法

本研究では、不動産価格指数のノンパラメトリック推定の分野において、second difference approach のような不自然な制約を置かずに、ヘドニック回帰式に「一般化加法モデル」を適用して識別問題をクリアする手法を提案する。応募者はすでに、Karato, Movshuk and Shimizu (2015) において、疑似パネルデータによる同モデルでの分析を行い、世代効果の除外が価格指数にバイアスをもたらす可能性を検討した。一般化加法モデルは、取引年次、建築後年数および竣工年次の非線型効果（スプライン関数）を導入することで、完全な線型関係を崩してしまう方法である。

取引時点が第  $t$  ( $= 1, \dots, T$ ) 期の物件  $i$  ( $= 1, \dots, n$ ) についての住宅取引価格の対数値を  $y_{it}$ 、定数項を含むその物件の属性ベクトルを  $x_{it}$  とすると、対数価格を属性ベクトルに回帰させたヘドニック価格モデルは  $y_{it} = x'_{it}b + \gamma_t + u_i$  と書ける。ただし、 $b$  は属性の係数ベクトル、 $\gamma_t$  は取引時点の固定効果（時間効果）、 $u_i$  は誤差項である。ここで、住宅の属性ベクトルが経年によって変化しない属性  $z_i$  と変化する属性  $q_{it}$  によって構成されているものとし、これを  $x_{it} = (\ln z_i^1, \dots, \ln z_i^K; \ln q_{it}^1, \dots, \ln q_{it}^H)'$  と書く。 $q_{it}$  は住宅資本財の品質を示すベクトルとし、第  $t$  期、タイプ  $h$  の住宅品質を次の式で表現する。

$$q_{it}^h = q_{ic}^h \exp[g^h(A_i)] \quad (1)$$

ここで、 $q_{ic}^h$  は第  $C$  期に製造された住宅資本財の品質、 $A_i = t - C_i$  は建築後年数、 $\exp[g^h(A_i)]$  は品質減価係数を表現しており、 $g^h$  は建築後年数の増大とともに低下する関数を仮定する。(1) を利用するとヘドニック回帰モデルの線形予測子の部分は次のように書き換えることができる。

$$y_{it} = \sum_k^K b_z^k \ln z_i^k + \sum_h^H b_q^h \ln q_{it}^h + \sum_h^H b_g^h g^h(A_i) + \gamma_t + u_i \quad (2)$$

ここで  $b = (b_z^1, \dots, b_z^K; b_q^1, \dots, b_q^H; b_g^1, \dots, b_g^H)'$  は属性の回帰係数を示している。

一般に、 $H$  種類すべての住宅品質を観察することは稀であり、ヘドニック・アプローチにおいて、(2)におけるそれぞれの製造時点での住宅品質  $q_{ic}^h$  を計測するのは困難である。また、 $\sum_h^H b_g^h g^h(A_i)$  についてもそれぞれのタイプの経年減価率を特定して識別することはできない。そこで  $\sum_h^H b_q^h \ln q_{ic}^h$  は製造時点  $C_i$  に関するなんらかの関数  $f(C_i)$  で  $\sum_h^H b_g^h g^h(A_i)$  も建築後年数  $A_i$  に関する何らかの関数  $g(A_i)$  でそれぞれ置き換えて次のように書く。

$$y_{it} = f(C_i) + g(A_i) + \gamma_t + \sum_k^K b_z^k \ln z_i^k + u_i \quad (3)$$

関数  $g(A_i)$  の最も簡単な例は、 $g^h(A_i) = \delta^h A_i$  と定義して、 $\sum_h^H b_g^h \delta^h = \beta$  とおくケースである。このとき、対数価格は建築後年数の線形関数であり  $\beta$  が経年減価率になる。また、多くの先行研究でも利用されているように  $g^h(A_i) = \delta_1^h A_i + \delta_2^h A_i^2$  と定義して 2 次式を想定することもできる。多くの研究では製造時点  $C_i$  に関する情報（世代効果）は利用データがないという問題から無視されているが、仮にこれを考慮した場合でも  $f(C_i)$  は事前に関数形を想定することが困難であり、統計的に決定せざるをえない。世代効果が価格の重要な構

成要素であるとき、 $f(C_i)$  の除外はその他の係数推定値にバイアスをもたらす可能性がある。

一般化加法モデルは、回帰モデルにおける系統的部分（回帰係数と属性の線形結合式）が平滑化スプライン関数の和になっており、かつ被説明変数の期待値をリンク関数で変換したときの式が系統的部分に等しい構造をもつ。このとき、被説明変数は何らかの指数分布族にしたがう。(3) は次のように一般化加法モデルとして定義し直すことができる。

$$L[E(y_{it})] = s(C_i; \alpha') + s(A_i; \beta') + \gamma_t + \sum_k b_z^k \ln z_i^k, \quad u_{it} \sim N(0, \sigma^2) \quad (4)$$

ただし、 $L$  はリンク関数、 $s(C_i; \alpha')$  および  $s(A_i; \beta')$  はデータから統計的に決定されるノン・パラメトリックな平滑化 3 次スプライン関数、誤差項は正規分布にしたがうものとする。 $\gamma_t$  は取引年次のダミー変数についての係数であり、 $\sum_k b_z^k \ln z_i^k$  は属性価格と属性値の線形結合式であるから、ヘドニック価格はセミパラメトリック・モデルとして表現できる。平滑化 3 次スプライン関数は、 $M$  個の結節点において連続な次の式で定義する。

$$s(C; \alpha') = \alpha'_0 + \alpha'_1 C + \alpha'_2 C^2 + \alpha'_3 C^3 + \sum_{m=1}^M \alpha'_{m+3} (C - \kappa_m)_+^3 \quad (5)$$

ここで、 $\kappa_m$  は結節点の値であり、 $(C - \kappa_m)_+$  の値は  $C \leq \kappa_m$  のとき 0、 $C > \kappa_m$  のとき  $C - \kappa_m$  とする。ノンパラメトリックな  $s(C_i; \alpha')$  および  $s(A_i; \beta')$  を導入することで、取引年次 = 建築後年数 + 建築年という完全な線形関係は崩れるため、時間効果と年齢効果に加えて世代効果を識別することができる。

本研究では一般化加法モデルにおけるスプライン関数の推定方法として Wood (2004, 2006) が提案している一般化交差検証法 (Craven and Wahba 1979) を改良した Modified Generalized Cross Validation (以下 MGCV) アルゴリズムによる手法を利用する。一般化加法モデルの解法はペナルティ付き回帰問題を決定することである。同手法は GCV スコアによって最適なペナルティとスプライン関数の自由度を計測することができる利点がある。

一般化加法モデルにおける世代効果推定と対比するために、次のパラメトリックな一般化線形モデルをそれぞれ推定する。誤差項は正規分布にしたがい、リンク関数は恒等リンクである。

$$E(y_{it}) = \beta A_i + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (6)$$

$$E(y_{it}) = \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (7)$$

$$E(y_{it}) = \alpha_{\tilde{c}} + \beta A_i + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (8)$$

$$E(y_{it}) = \alpha_{\tilde{c}} + \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (9)$$

ここで、 $Z_i' b_z = \sum_k b_z^k \ln z_i^k$  である。(6) は線形の年齢効果と年次ダミーによる時間効果を持つが世代効果を除外したモデルである。(7) は(6)における年齢効果を 2 次式で定義している。(8) における  $\alpha_{\tilde{c}}$  は 5 年おきに設定された建築年  $\tilde{c}$  における世代効果を示しており、ダミー変数を利用する。ここで、 $\tilde{c} \neq t - A$  により線形関係を崩しており、世代効果、年齢効果および時間効果を識別する。(9) は (7) における年齢効果を 2 次式で定義している。(6)、(7)、(8) および (9) はそれぞれ入れ子の関係にある。

次にセミパラメトリックな一般化加法モデルを次のように書く。

$$E(y_{it}) = s(C_i; \alpha') + \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (10)$$

$$E(y_{it}) = s(C_i; \alpha') + s(A_i; \beta') + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (11)$$

$$E(y_{it}) = \alpha_{\tilde{c}} + s(A_i; \beta') + \gamma_t + Z_i' b_z \quad (12)$$

一般化加法モデルにおいても時間効果だけは取引年次ダミーで推定する。(10) はノンパラメトリック項（平滑化 3 次スプライン関数）で世代効果を、2 次式で年齢効果を推定するモデルである。(11) はノンパラメトリック項で世代効果と年齢効果を推定するモデルである。(12) は (8) や (9) で利用した 5 年おきに設定された建築年  $\tilde{c}$  におけるダミー変数で世代効果を、ノンパラメトリック項で年齢効果を推定するモデルである。本論文では、(5) におけるスプライン関数の結節点の数を  $M = 20$  に設定して分析した。なお、(6) と (10)、(7) と (10) および (10) と (11) はそれぞれ入れ子の関係にあり、(8) と (12)、(9) と (12) も入れ子の関係にある。このことを利用して逸脱度 (deviance) から回帰係数の検定を行い、モデル選択の方向性を示すことができる。

#### 4. 研究成果

ヘドニック価格モデルでは年齢効果と時間効果に加えて世代効果を含めることで統計的信頼性が高まることが示された。特に、世代効果の除外は経年減価率および不動産価格指数の上方バイアスをもたらすことがわかった。製造時点における住宅品質の差異は取引時点における経年劣化だけでなく、陳腐化によるものも含んでいる。両者は必ずしも同一でない可能性があるといえる。

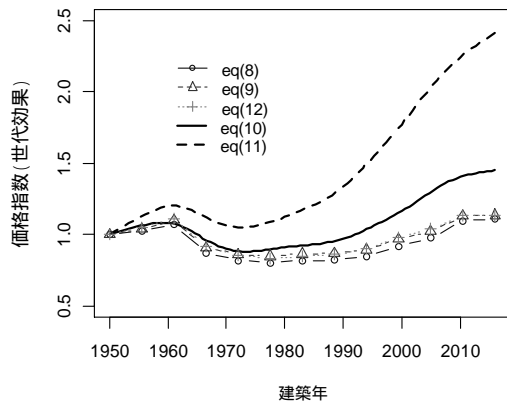


図 2 世代効果

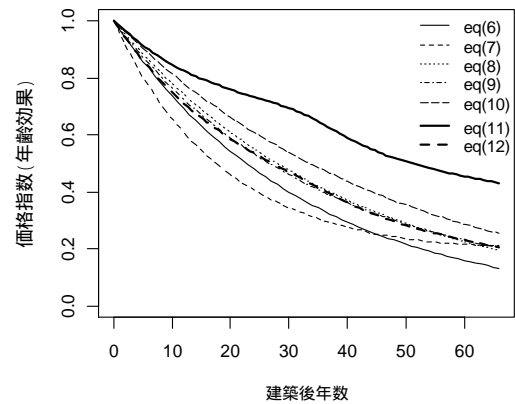


図 3 年齢効果

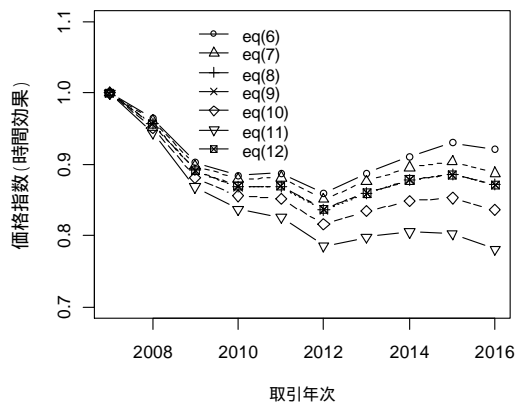


図 4 時間効果

図 2 は (8), (9), (10), (11) および (12) の推定結果に基づいた世代効果について、基準年を 1 とした場合の指数を描いている。この指数は他の条件がすべて等しいとした場合の建築年ごとの価格水準の違いを示している。(8), (9) および (12) のように世代効果をダミー変数で推定した場合の指数には大きな違いがなく、スプライン関数による世代効果はダミー変数によるものよりも大きい点で特徴がある。

図 3 はすべてのモデルについての年齢効果を指数化したものである。経年減価率は、(10) と (11) のように世代効果をスプライン関数で平滑化する場合では小さくなり、(6) と (7) のように世代効果を含まないモデルでは大きくなる。(8), (9) および (12) のようにダミー変数による世代効果を含むモデルでは、経年減価率は中庸の値になる。

図 4 はすべてのモデルの時間効果による価格指数を示している。世代効果を含まない (6) や (7) の価格指数は相対的に高い水準を示しており、世代効果をスプライン関数で平滑化する (10) や (11) のモデルの価格指数は低い水準になる。

以上のことから、世代効果を含むモデルと比べて世代効果を除いたモデルの経年減価率と時間効果は高めになることがわかる。この結果は Karato *et. al.* (2015) の擬似パネルによる分析結果と同一の傾向である。また、世代効果をダミー変数によって推定した結果とスプライン関数によって推定した結果を比較すると、後者の方が、世代効果の水準が高く、経年減価率と時間効果が低くなる傾向があるといえる。逸脱度によるモデル選択では、世代効果を含むモデルの方が好ましいという結果を示している。したがって、世代効果の除外は時間効果にバイアスをもたらしている可能性がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

- (1) 唐渡広志 (2018)「ヘドニック価格モデルにおける世代効果:北陸 3 県の住宅市場を対象に」『不動産政策研究 各論 II 不動産経済分析』第 5 部第 15 章所収, pp. 232-247, 東洋経済新報社 (査読無)
- (2) 唐渡広志・山鹿久木 (2018)「移動世帯の特徴と移動先での社会環境の変化」, 季刊 住宅土

地経済 NO.110, pp.10-21. (査読有)

- (3) 唐渡広志・山鹿久木 (2018)「どのような世帯が移動し,どのような世帯が移動しないのか? :「住宅・土地統計調査」から見た傾向と特徴」『都市の古い 人口の高齢化と住宅の老朽化の交錯』第6章所収, pp.187-216, 勁草書房(査読無)
- (4) 山鹿久木・唐渡広志 (2018)「社会環境の変化と移住行動」『都市の古い 人口の高齢化と住宅の老朽化の交錯』第7章所収, pp.187-216, 勁草書房(査読無)
- (5) 佐藤英人・清水千弘・唐渡広志 (2018)「最寄駅徒歩圏居住に向けた中古集合住宅の役割 2000年代の東京大都市圏を事例として」, 人文地理 70-4, pp477-497. (査読有)
- (6) Karato K. and H. Yamaga (2017), “Decomposition Analysis of the Household Migration,” University of Toyama Working Paper No.307. (査読無)
- (7) S.K. Wong, K.W. Chau, K. Karato, C. Shimizu (2017) “Separating the Age Effect from a Repeat Sales Index: Land and Structure Decomposition,” The Journal of Real Estate Finance and Economics, [DOI] <https://doi.org/10.1007/s11146-017-9631-2>. (査読有)
- (8) 唐渡広志 (2016)「ヘドニック・アプローチを利用した不動産価格指数の推定方法とその問題点」, 都市住宅学会, No.92, pp.17-20. (査読無)

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等 <http://www3.u-toyama.ac.jp/kkarato/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者  
研究協力者氏名：  
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。