

特集「不動産とAI」【エディトリアル】

不動産とAI

Real Estate and AI

清田 陽司
Yoji Kiyota

株式会社 LIFULL リッテルラボラトリー
Littel Laboratory, LIFULL Co., Ltd.
KiyotaYoji@LIFULL.com, <http://LIFULL.com/>

山崎 俊彦
Toshihiko Yamasaki

東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻
Department of Information and Communication Engineering, The University of Tokyo.
yamasaki@hal.t.u-tokyo.ac.jp

諏訪 博彦
Hirohiko Suwa

奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology.
h-suwa@is.naist.jp, <http://ubi-lab.naist.jp/>

清水 千弘
Chihiro Shimizu

日本大学スポーツ科学部, マサチューセッツ工科大学不動産研究センター
College of Sports Sciences, Nihon University. / Center for Real Estate Studies, Massachusetts Institute of Technology.
shimizu.chihiro@nihon-u.ac.jp

Keywords: real estate, artificial intelligence, price estimation, computer vision, deep learning, data resource, heterogeneity, deregulation, human resource development.

1. はじめに

ヒトが日常生活を営むうえで絶対に欠かせない基礎的な要件を、私達は「衣食住」という言葉で表現する。「衣」は寒さ・暑さをしのぐとともに、社会的動物としてのヒトが生きるために欠かせないものであるし、「食」は「生きる」ことと同義といってもよいであろう。「住」は雨風をさえぎるとともに、安心して眠りにつくことができる場を与えてくれるものであり、「衣」、「食」と同様に、私達の生活に与える影響はきわめて大きい。当然の帰結として、「衣食住」に関連する産業は、それぞれ巨大な市場を形成している。

現在、あらゆる産業領域で急速に進行中の人工知能(AI)の活用の流れは、「衣食住」に関連する産業でも例外ではない。「衣」や「食」に関していえば、生産、在庫管理、物流の最適化はもちろんのこと、アルゴリズムによる商品の推薦、さらにはビッグデータ分析を通じて把握した消費者ニーズのマーケティングや商品開発への活用など、サプライチェーンのあらゆる段階でAIの活用は急速に進んでいる。

それでは、「住」に関連する産業である不動産業でのAIの活用はどのような現状にあるのだろうか？ 現在、不動産業をビジネス領域とするAIを活用したユニコーン企業が世界中に数多く生まれており、日本でもAIを活用した不動産スタートアップ企業群が立ち上がりつつある。インターネットによるマーケティングや集客を中

心に、テクノロジーの普及は著しい。一方で、不動産の購買プロセスの複雑さ、実世界の不動産の情報をどのように収集・取得するか、さらには独特の商習慣や法規制など、AIの活用にあたって壁となるさまざまな問題も存在している。

AIの活用にあたっては、あらゆる情報がデジタル化されていることが前提となる。山崎の記事に引用されているマッキンゼーによる各産業領域でのデジタル化の現状を調査したレポートを参照すると、FinTechというキーワードが人口に膾炙した金融などではあらゆる段階でデジタル化が進展している一方、ヘルスケアや農業などではどの段階でもデジタル化は低いレベルにとどまっていることがわかる。不動産業は、ちょうど両者の中間的な位置付けとなっている。取引のトランザクション管理やマーケティングなどではデジタル化が進展しているのに対し、在庫管理や接客などまだアナログな部分も多く残っている。

複雑な実社会の問題をデジタルの世界に載せ、AIなどのテクノロジーを活用していくうえで、研究コミュニティの果たす役割、特に学際的な研究の活性化は欠かせない。AI活用の先達である金融産業でアルゴリズムの利用が急激に浸透した背景には、金融工学という新たな分野に、コンピュータ科学、数学、物理学、心理学などの分野からの人材が大量に流入し、さまざまな分野の知見が生かされたことがあった。不動産業に関連する学問分野としては、不動産学のほか、経済学、建築学、都市学などが存在し、コンピュータ科学やAIの分野でも、

不動産に関する研究課題にチャレンジする研究者は現れているものの、おのおのの学問分野の間で活発な交流がなされるという状況にはまだ至っていない。

我々は、不動産分野でのAI活用に関連した最先端の研究やビジネス適用の取組み、AIの利用にあたって壁となるさまざまな課題を俯瞰し、知見を共有することによって、今後の不動産分野でのAI活用の研究・開発活動を活性化につなげることを目指して本特集を企画した。大学の研究者や産業界の方々から7編の記事をご寄稿いただくとともに、企画者自身による記事も合わせて10編の特集となった。画像処理やIoT (Internet of Things)、クラウドソーシングやSNSなどの集合知を活用した最先端の研究事例、ビジネスの最前線でのAI活用事例、AIなどのテクノロジーが不動産市場に与える影響の分析、データセット整備によるイノベーション創出など、不動産分野をめぐる多様な研究課題を俯瞰できる内容になったのではないかと思う。

本稿では、本特集全体を通じて浮かび上がってきたいくつかのテーマについて、議論の整理を試みる。

2. 研究の歴史

ここでは、不動産という産業分野と、1940年代にAlan Turingによって提唱された「知能をもつ機械」の概念および1956年のダートマス会議に源流を発するAI研究の歴史的なつながりを概観する。

本特集でも李氏ら、濱田氏が取り上げている「不動産の適切な価格の推定」に関する研究の歴史は古く、1970年代にまでさかのぼることができる。不動産の価格は、同質の財が存在しないため最も測定が困難な対象の一つであるが、機械学習手法の一つである回帰木 (regression trees) の有用性を明らかにしたのが、ボストンの住宅価格を対象とした1978年のHarrisonらによる研究 [Harrison 78] である。この研究は、ボストンにおける大気汚染が住宅価格に与える影響を分析し、回帰木の一種CART (Classification and regression trees) の有用性を示したものであるが、その後の不動産のみならずさまざまな分野の回帰分析の研究に大きな影響を与えている。海外の統計学の教科書でも、不動産の適切な価格の推定は典型的な題材として取り上げられていることが多い。

1990年代に入ると、コンピュータの計算能力向上とともに、回帰分析のみならずクラスタ分析、ニューラルネットワーク、マーケットバスケット分析、 k -近傍法、リンク分析、遺伝的アルゴリズムなど、多種多様な機械学習手法が不動産価格の推定に試みられるようになってきた。特に、米国を中心とするデータマイニングの研究の隆盛に支えられ、多くの研究者が不動産分野に参入するとともに、実用システムの開発も試みられた。具体的には、かつての米国連邦住宅金融抵当公庫 (Federal Home Loan Mortgage Corporation, 通称 Freddie Mac)

は、米国全土の不動産に対する価格査定を自動的に行うことができる Loan Prospector と呼ばれる製品の開発をしていたが、その価格査定エンジンで利用されていたのが HNC Software, Inc. が開発したニューラルネットワークの技術であった。また、IBM でも同様の技術で不動産価格の予測に関する研究開発が行われていた。しかし、当時は利用できるデータ資源のせい弱性からブームが大きな広がりを見せることはなく、その後の金融工学の隆盛により、不動産分野の課題に取り組んでいた研究者や技術者などの人材も金融の世界に移っていった。

2008年のリーマンショックに端を発した経済危機により、金融工学のムーブメントはやや衰退し、金融以外の産業分野に再び人材が流入してきた。不動産分野でAIの活用が最初に盛り上がりしてきたのは、本特集でも李氏ら、大浜氏が取り上げている Web マーケティングである。現在の Web マーケティング業界の隆盛を支えているのは、検索連動型広告、コンテンツ連動型広告、属性ターゲティング広告、行動ターゲティング広告などの多種多様な広告商品であるが、それらの広告商品を裏で支えるユーザ属性分析やリアルタイム入札、高速配信の技術は、金融工学から流入してきた人材を中心として研究開発が進められている。不動産という商品は日常的に探すものではないため、商品を探している可能性が高い顧客のみに効果的に広告を届けることができる Web マーケティングの技術は、不動産分野と極めて親和性が高く、今後もさらに活用の広がりが見込まれる。

清田らによるデータセット提供に関する記事で述べられているように、不動産物件を探す際に Web を利用することはもはや当たり前になりつつあるが、そこで特に重視されてきたのが画像や動画などの情報の充実である。一般的に、不動産物件探しは Web での情報収集→不動産会社とのコンタクト→現地での物件見学→比較検討→契約というプロセスに沿って行われるが、現地に足を運ばなくてもある程度物件の全貌をつかめる画像・動画コンテンツへのニーズは極めて大きく、不動産 Web 広告の世界でもそれらのコンテンツの充実が急速に進められてきた。物件画像などが重視されるのは日本に限った傾向ではなく、米国の Zillow、英国の rightmove、中国の SouFun (搜房) など各国のポータルサイトでも、非常に質の高い画像や動画が掲載されるようになってきている。

2012年に開催された画像処理分野のコンペティション ILSVRC 2012 でトロント大学の Hinton 教授が中心となって開発された SuperVision が圧倒的な成績を収めた [Krizhevsky 12] ことに端を発する深層学習のブームは、不動産分野にも大きな影響を与えている。なかでも、すでに蓄積されている膨大な物件画像データへの深層学習適用の研究は非常に盛んになっており、実サービスへの応用も進められつつある。本特集でも深層学習の物件画像への適用を扱った記事は5編に上り、不動産分野で

の画像処理研究の盛り上がりを感じていただけるのではないかと思う。

前述のとおり、1990年代の不動産価格推定の研究開発のブームが収束したのは、利用できるデータ資源のせい弱さが主な要因であったが、その状況も近年大きく変化しつつある。それぞれの地域での災害・犯罪・教育などに関する多種多様な統計情報がオープンデータ化されるとともに、ソーシャルメディア、クラウドソーシング、IoTなど、これまでになかったデータ収集手段も利用可能になりつつある。本特集でも、IoTをめぐって山崎が物件の住み心地の定量化、荒川氏・諏訪が通行量などの暗黙知の表出化への利用可能性について言及しているほか、荒牧氏らが位置情報付き tweet データやクラウドソーシングなどによる新たな街選び指標づくりの試みを紹介している。

不動産に関しては今後ますます多種多様なデータが利用可能になることが見込まれるが、多種多様なデータが互いに密に関連しているという不動産データ独特の性質、すなわち **heterogeneity** をどう扱うかが、今後重要な研究テーマになると我々は考えている。古川氏による記事では、物件画像と間取り図という形態の全く異なるデータを関連付けるという極めて興味深い研究が紹介されているが、このようなデータの **heterogeneity** をうまく活用した研究が今後さらに盛んになっていくことが、不動産分野における AI 活用の鍵になると考えられる。

3. 不動産と画像処理・深層学習

先に述べたとおり、現在のところ不動産分野での AI 活用の研究で最も盛んになっているのは画像処理、なかでも深層学習の適用である。特に、清田らのデータセット提供に関する記事で言及されている LIFULL HOME'S データセットは、8300万点に及ぶ物件画像データおよび510万点の間取り図画像データを含むことから、画像処理分野の第一線の研究者からも注目を集めており、データセットを活用した画期的な研究成果も生まれつつある。

不動産物件画像をめぐって目下最大の課題となっているのは、画像の品質である。日本では物件画像の撮影は一般的にオーナーではなく不動産情報サイトなどに募集広告を掲載する不動産会社に任されているが、その情報品質にはかなりのばらつきがあり、なかには規約に適合しない画像も散見されるのが現状である。李氏らの記事と、清田らのデータセット提供に関する記事では、深層学習の一種である畳込みニューラルネットワーク (CNN) を用いて画像の分類を行うことで、情報品質の向上に生かす取組みが紹介されている。

物件画像データを顧客への新たな価値提供に利用しようという取組みも盛んになっている。小林氏による記事では賃貸物件を探している顧客にとって重要な情報であ

るが現状では検索条件として利用できない「和式トイレ」の識別、清田らはデータセット提供に関する記事で物件の住みやすさに大きく影響する「キッチンの使いやすさ」を構成する「キッチンの種類」や「ワークスペースの広さ」の抽出を、CNNで行う試みをそれぞれ紹介している。濱田氏は、**Visual Question Answering (VQA)** タスクの枠組みを応用して画像情報を賃料推定に用いる試みを報告している。また、李氏らは画像生成アルゴリズムとして注目を集めている **Deep Convolutional Generative Adversarial Networks (DCGAN)** を利用して、画像に窓を設置したり床の色を変更したりする試みを紹介している。

日本における不動産物件情報の特筆すべき特徴としては、間取り図画像の充実があげられる。SUUMO、LIFULL HOME'S、at home など国内の主要な不動産情報サイトでは、大部分の物件情報には間取り図画像が付与されているが、間取り図という日本ならではのコンテンツをさらに活用していくことは、日本の不動産取引市場を活性化していくうえでは重要なテーマであろう。本特集では、山崎が間取り図のグラフ表現への変換やセマンティックセグメンテーションによる間取り図ベースの検索や推薦への応用可能性を示しているほか、古川氏が間取り図と室内物件画像の対応付けによる間取り図ナビゲーションの可能性を示している。我々は、間取り図をめぐってはチャレンジングな研究課題がまだまだたくさん埋もれており、今後はコンテストや国際会議のワークショップなどの開催によって、これらの課題に取り組む研究者をさらに増やしていきたいと考えている。

4. 不動産業の業務フェーズごとの AI の活用

大浜氏の記事では、不動産賃貸仲介の業務を、(1) 集客、(2) 物件提案、(3) 接客、(4) 物件見学 (内見)、(5) 契約の五つのフェーズに分け、それぞれのフェーズでの AI の活用について論じている。2章でも述べたように、(1) の集客すなわちマーケティングでは、顧客の属性分析、行動分析など、すでに高度なレベルで AI 技術の活用が進められているが、(2) ~ (5) のフェーズではまだそれぞれに課題が存在する。

(2) の物件提案については、李氏らが SUUMO のさまざまな物件推薦アルゴリズムの実装事例を報告している。不動産分野は顧客の購買周期が極めて長く、コールドスタート問題が顕著であることから、クリックログなどの暗黙的な情報を取り入れた機械学習による顧客のモデリングが主流になっていること、**Gradient Boosting Decision Tree** を用いた手法がコンテンツベース推薦手法の2.5倍のコンバージョン率 (CVR) を達成していることなどを示している。大浜氏も、顧客のクラスタリングを行うことが有効であるとしている。

(3) の接客は、不動産業において最も大きなコストが

かかっているフェーズであり、AIの活用が最も期待されているところである。しかし、現状の対話システムの能力は、店頭や電話での接客を完全に代替できるレベルにはほど遠い。李氏ら、大浜氏とも、データが得られやすいチャットベースでの接客でのAI活用の事例を報告している。李氏らは、接客品質を評価するために必要となる顧客の来店有無を **Recurrent Neural Network** で判定することを試みており、SUUMOの会話分析チームの運用ツールとして利用しているとしている。大浜氏は、ドメイン制約（顧客は最終的に物件を契約したい）を利用し、チャットシステム内にボタンで回答可能なUIを組み込むことで自然な対話の流れを生み出す工夫に言及するとともに、顧客の発話の重要度・緊急度などを機械的に判定することで、オペレータの業務を効率化に寄与できるのではないかとしている。

(4)の物件見学については、大浜氏は現状ではデータ化困難な情報が多いことからオンライン化が難しいフェーズであるとしている。この分野でのAI活用は、VR (Virtual Reality)、MR (Mixed Reality) など、現在急速に発展しつつある仮想空間・現実空間をシームレスにつなぐ技術の普及に負うところが大きいだろう。

(5)の契約については、大浜氏は接客と同様にチャットが適用しやすいフェーズであるが、現状では規制の問題などが残っているとしている。ただし、中川氏の記事でも言及されているとおり、日本でもビデオチャットを用いた重要事項説明のオンライン化 (IT重説) が解禁される流れにあることから、今後は徐々にAI活用が進んでいくことが期待される。

5. 不動産の価格推定と機械学習

2章で述べたように、不動産の適切な価格推定は古くから取り組まれてきたテーマである。本特集でも、李氏らがSUUMOでの相場算出のロジックを解説されているほか、濱田氏は物件画像を価格推定の属性データとして用いるという非常にチャレンジングな試みを示されている。また、荒川氏・諏訪は「飲食店向け賃貸物件の賃料推定」という非常にユニークな課題に取り組んでいる。

不動産の価格推定は、不動産市場の活性化、すなわち「売りたいときに適切な価格で売れる、買いたいときに適切な価格で買える」という理想の実現に欠かせない重要なテーマである。以下では、不動産価格推定の本質を理解するための基本的な知識についての解説を示す。

不動産市場を分析する不動産鑑定士や宅地建物取引士は、相場が上がったとか、ある地域と比較して、分析対象の地域がどの程度高いまたは低いといった判断をしているが、不動産の専門家は、物件の価格相場の水準や変化を見るために、異なる物件の相違や異なる2時点の二つの不動産価格に関しての分布を頭の中で想定している。他の経済市場の財・サービスと異なり、不動産の専

門家が考慮しなければならないのが、不動産価格の分布は不動産の性能や属性によって変化するというのである。不動産価格は、最寄り駅からの距離などの交通利便性や、同じ場所に立地する不動産であったとしても大きさや建築後年数、または構造によって価格が変化するため、そのような相違を定量的に説明しなければならない。二つの異なる空間または時間の価格の相違を見ようとした場合には、品質を調整しなければならないのである。ここでは、時間に関しての統計的な調整方法を説明する。時間を空間と読み替えれば、異なる空間の間で比較することができることを意味する。

ここで、第1期の価格 P_1 の累積分布関数 (CDF) を $F_1(p)$ とすると、不動産属性 z に条件付けられた価格分布は $F_1(p|z)$ と表せる。このとき、 $F_1(p)$ と $F_1(p|z)$ の関係は

$$F_1(p) = \int_{-\infty}^{\infty} F_1(p|z)u_1(z)dz \quad (1)$$

と表せる。ここで、 $u_1(z)$ は不動産価格を構成する属性 z の分布である。同様に、第2期における価格 P_2 の累積分布関数を $F_2(p)$ 、属性に条件付けられた価格分布を $F_2(p|z)$ とすると、 $F_1(p)$ から $F_2(p)$ への価格の変化は、

$$\begin{aligned} F_1(p) - F_2(p) &= \int_{-\infty}^{\infty} [F_1(p|z) - F_2(p|z)]u_1(z)dz \\ &+ \int_{-\infty}^{\infty} F_2(p|z)[u_1(z) - u_2(z)]dz \end{aligned} \quad (2)$$

と表せる。式(2)の右辺を見れば、第1項が不動産属性 z のもとでの品質調整済み不動産価格の差を表し、第2項がそれぞれの時点での属性の相違であると解釈できる。つまり、一般的に市場で観察される2時点の価格の分布の相違は、「価格の変化」+「属性の変化」の二つの要素から観察されることになる。つまり、実際には第1期から第2期において取引価格の分布が下落していたとしても、その変化は価格が変化しただけではなく、最寄り駅から遠い物件や築年数が古い物件などが中心に取引されていたといった属性の変化の結果にすぎないこともある。すなわち、二つの不動産価格の分布すなわち「相場」を比較しようとした場合には、式(2)右辺の第2項すなわち不動産属性の相違を取り除いたうえで価格を比較しなければならないことがわかる。つまり、

$$\int_{-\infty}^{\infty} [F_1(p|z) - F_2(p|z)]u_1(z)dz \quad (3)$$

のように同じ属性 z のもとでの価格の相違を見なければならない。

近年、国内外において実用化されている価格予測システムは、実際にはその属性 z に対応した価格ベクトルを推計していることになる。また、価格の変化を示す際

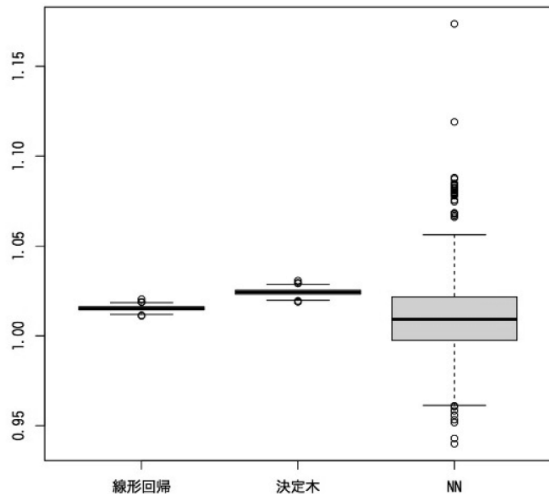


図1 不動産価格の予測力の比較（誤差率の平均値の分布：実験回数500回， $n = 500$ ）

には、実際には品質調整済みの価格分布の中央値または平均値を示すことになる。相場の水準や変化を予測するサービスは、それぞれの不動産の属性に対する係数または重みを推計し、さらに時間の変化に関する係数などを用いて、わかりやすい形で消費者に提供されているのである。

ここで、いくつかの機械学習手法を不動産価格の推定に用い、各手法の予測力を比較した清水による実験の結果[清水16]を紹介したい。ここでは、伝統的な線形回帰、回帰木の一種CART、ニューラルネットワークの3種類の手法を比較している。CARTはエキスパートシステムの研究の流れを源流にもち、2章で述べたとおり1978年のHarrisonらによる研究で有用性が認められている。ニューラルネットワークは、層の数を増やすことで複雑な非線形性を扱うことができる手法であり、近年は深層学習がブームとなっている。

実験では、推計用データと検証用データを繰り返し500回無作為に抽出し、おのおのの手法について500回ずつモデルを推計し、検証用データにモデルを適用して500通りの誤差率を計算し、この手続きから得られた500組の分布の平均値を見ている。この結果を箱ひげ図として比較したものが図1である。この図からも明らかなように、ニューラルネットワーク（図1右）のような非線形性を表現することができる手法は、場合によっては大きく予測値を外してしまう可能性がある。つまり、安定性という意味では線形回帰（図1左）や回帰木（図1中央）などが勝っている可能性がある。詳しくは、清水の著書[清水16]の第13章を参照されたい。

上記の結果は、清水らの非線形モデルと線形モデルの比較を行った統計実験[Shimizu14]と同じ結果を示唆している。つまり、非線形性を考慮していくと、1回だけの実験では精度の高い結果が生まれることは多いが、複数回の実験をしていくと、その予測力といった意味では線形モデルのほうが安定しているのである。この点は、

今後、不動産価格を予測するシステムを開発していくうえで留意していかなければならない点であろう。

荒川氏・諏訪による記事は、飲食店向け賃貸物件の賃料決定にあたって営業マンの間で共有しづらい暗黙知が大きく関与しているという課題に対して、機械学習を用いた暗黙知のモデル化を試みているが、暗黙知の表現において重要な点として、「人に理解可能な概念であること」をあげている。深層学習は高い精度で推定や予測を行うことができるが、要因間（暗黙知間）の関係を理解することは困難であること、精度だけでなく理解容易性にも配慮する必要があることを指摘している。

6. 不動産データ資源の動向

過去の不動産バブルの形成と崩壊の歴史が示すように、不動産の専門家であっても相場の水準や変化を見誤ることがある。一般的に、専門家が相場の水準や変化を大きく見誤るのは、市場の転換点である。Shimizuらによる統計実験[Shimizu06]では、実際の取引価格と、公示価格などの不動産鑑定価格との乖離を時系列的に調べているが、その結果を見ると、1990年代のバブル期には、不動産鑑定価格は実際の市場価格の半分から6割程度であり、バブル崩壊後には2割程度高い価格が付けられていたことが示されている。その最も大きな原因が、情報の入手速度と選択技術、すなわちデータ資源のぜい弱性にあると結論付けている。

不動産分野のAI活用にとって長年の課題であったデータ資源のぜい弱性の問題は、リアルタイム性の高い不動産物件データベースの整備、地理情報システム(GIS)の充実、利用可能なオープンデータの増加などによって、徐々にではあるが解決の道筋が見えつつある。そうすると、時間的に粒度の細かいデータ資源を利用し、リアルタイムに価格を推定することができる技術があるかどうかということが課題になる。その問題に対応するために、Hillらは東京とシドニーのデータを用い、一定の精度を担保しつつ週次単位で予測可能な手法を提案している[Hill17]。具体的には、その週単位で得られたデータを用いた価格推定は極めてボラティリティが高くなり、実用化が困難であるものの、一定の期間を重複させることで、時間的にも安定した価格査定が実現できることを示している。

こうして得られるようになったリアルタイム性の高い価格推定の結果を、一般消費者の物件購買・売却の意思決定に生かすために価格指数として情報提供するという取組みも始まっている。横山ら[横山17]は、都市間比較を目的とした住宅価格指数の算出手法を提案している。具体的には、5章で述べた価格比較手法を用いるとともに、既存の価格指数が都道府県などの単位で算出されていたのに対し、より消費者の実感にあった都市雇用圏を算出単位としている。この手法による国際比較可能

な住宅価格指数は、日本国内では LIFULL HOME'S、米国では Trovit^{*1} のデータを用い、2017年4月より「LIFULL HOME'S PRICE INDEX」^{*2} として公表が開始されている。

7. 不動産と AI の本質的研究課題としての heterogeneity

これまで述べてきたように、不動産分野でも、他の産業分野と同様に利用可能なデータは着実に増加しており、機械学習などの AI の活用領域も着実に広がっている。しかし、不動産という財の特性を鑑みると、利用すべきデータのうち実際に利用できているものはごく一部であるといわざるを得ない。

荒川氏・諏訪の飲食店向け賃貸物件の賃料推定に関する記事は、その課題の一端を示唆している。ベテラン営業マンへのインタビューをもとに、物件が所在する地域のポテンシャル・店舗の視認性・店舗周辺の通行量などの動的情報が大きく関与していることを示している。また、例えば台湾における住宅価格の推定において、風水に関する素性を考慮すると精度が上がることを示した研究 [Wu 09] などに触れ、指標化しにくい情報を考慮することの重要性を指摘している。

また、荒牧氏らの 100 ninmap project に関する記事では、不動産分野でこれまであまり顧みられてこなかった「街の様相」という課題に正面から向き合っている。「そもそも利用できるデータが存在しない」という問題に対して、街歩きワークショップ、位置情報付き tweet、クラウドソーシングなどの多種多様なデータ取得手段を試すことで、必要とされる指標の多様性や、「実際に街を歩いてみよう」という行動変容につながる情報提示の重要性など、さまざまな知見を得ている。

このように、不動産分野には、まだ利用できていないものも含め多種多様なデータが互いに複雑にからみあっている heterogeneity の性質が横たわっている。この性質にどう向き合っていくかは、不動産分野ならではの独創的な研究をたくさん生み出すヒントになるのではないだろうか。こうした研究を盛り上げていくうえで、不動産分野にフォーカスした研究コミュニティの成長は重要であろう。

8. 不動産業界の商習慣と規制をめぐる課題

AI をはじめとするテクノロジーの進歩は、あらゆる市場で「できること」を着実に増やしつつあるものの、それはビジネスの現場で「実際に使われる」ことを必ずしも意味しない。テクノロジーの導入が進むにはビジネ

スとして成立することが重要であるが、ビジネスとして成立するかどうかは、その市場の商習慣や法的規制に大きく左右される。

中川氏による記事は、テクノロジーの導入が不動産市場に与える影響についてのシミュレーションを示している。具体的には、「買い手に対する情報の非対称性を緩和するテクノロジー」、および「分断している市場を統合するテクノロジー」のそれぞれの導入についてのシミュレーションを行い、いずれのケースでも市場が拡大するという結果となっている。しかし、注目すべきなのは後者の「分断している市場を統合するテクノロジー」の導入では、「市場の統合前に良質で高価格の手数料を独占した不動産業者の収益を引き下げる」という結果が示されていることである。こうした状況では、テクノロジーの導入は遅々として進まないことが容易に想像されるし、現状の不動産市場でも同様の事象はあちこちで起きていると思われる。このような現状を変革するためには、「不動産市場の拡大に関する明確なビジョンの提供、あるいは参加業者の集団的意思決定に基づく共同行為が必要」と中川氏は指摘している。

不動産市場に存在するさまざまな規制も、テクノロジー活用の障害になり得る。例えば、宅地建物取引業法は仲介手数料の上限を定めており、賃貸仲介では賃料の1か月分、売買仲介では売り手・買い手それぞれから取引額 400 万円を超える金額に対して 3% と定められている。しかし、テクノロジーが活用されていなくても上限となる手数料が支払われている状況下では、不動産会社にとってはわざわざ追加のコストをかけてテクノロジーを導入するインセンティブが存在しないことから、テクノロジーの活用が進まないことが予想される。逆に、少子高齢化の急激な進行に伴う空き家の激増の問題に対しては、支払われる仲介手数料の少なさから割に合わないとして不動産会社が空き家の取扱いをためらうことが、空き家の流通を妨げているという意見も出されている。国家戦略特区制度の活用や手数料に関する規制の緩和などが、今後求められるかもしれない。

また、日本の不動産市場では消費者保護の観点から広告に関する公正競争規約が定められており、不当表示の禁止などさまざまな規定が存在する。例えば、コンピュータグラフィックス (CG) の利用については実際よりも優良であると誤認される恐れのある表示が禁止されているが、一方でこの規定は顧客からのニーズが高い画像処理や VR を用いたシミュレーションなどのテクノロジーの活用を著しく困難にしている。これらの規定は、VR 技術などが登場する以前の紙媒体での広告中心の時代における考え方を前提としているという見方もできる。顧客を取り巻く情報環境が数十年前とは著しく変化していることを前提に、顧客にとって最適な情報提示に関する規定の在り方を再考すべき時期に来ているのかもしれない。

*1 <https://www.trovit.com/>

*2 https://www.homes.co.jp/cont/data/data_00095/

9. AI人材の獲得と育成をめぐる課題

2章で示したように、不動産分野でのAI活用の盛衰には、AI活用を担う研究者や技術者などの人材の流動が大きく影響している。一方で、深層学習などの最先端のAI技術に精通した人材は世界的に見ても極度に不足している現状があり、人材争奪戦は企業間のみならず産業分野間でも繰り広げられている。広告、金融、自動車、ロボットなどさまざまな産業分野で研究開発が盛んになりつつある中、一大産業である不動産分野において今後AI活用を推進していくことを目指すならば、深層学習やデータサイエンスなどに精通した人材層を引きつけるとともに、コミュニティとして新たな人材を育成していく仕掛けは重要だろう。

分野として人材を蓄積していくうえで重要なのが、AIの研究やビジネス活用の土台となるデータ資源の整備である。分野のコミュニティとして共有されるデータ資源が充実することで、数々の取組みがいのある研究課題が生み出されるとともに、ビジネス活用も盛んになり、さらに利用できるデータ資源が増える、という好循環をいかに作りだすかが、人材の獲得と育成に欠かせない視点であろう。まずは、不動産分野に関わるさまざまなステークホルダーからデータ資源がコミュニティに提供され、不動産分野のAI活用の研究がさらに盛んになるというムーブメントが起こることを期待したい。

◇ 参考文献 ◇

- [Harrison 78] Harrison, D. and Rubinfeld, D. L.: Hedonic housing prices and the demand for clean air, *J. Environmental Economics and Management*, Vol. 5, No. 1, pp. 81-102 (1978)
- [Hill 17] Hill, R. J., Scholz, M., Shimizu, C. and Steurer, M.: An evaluation of the hedonic methods used by European countries to compute their official house price indices, *Proc. 15th Ottawa Group Meeting* (2017)
- [Krizhevsky 12] Krizhevsky, A., Sutskever, I. and Hinton, G. E.: ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, *Proc. Advances in Neural Information Processing Systems 25 (NIPS 2012)*, pp. 1097-1105 (2012)
- [Shimizu 06] Shimizu, C. and Nishimura, K. G.: Biases in appraisal land price information: The case of Japan, *J. Property Investment and Finance*, Vol. 24, No. 2, pp. 150-175 (2006)
- [Shimizu 14] Shimizu, C., Karato, K. and Nishimura, K.: Nonlinearity of housing price structure assessment of three approaches to nonlinearity in the previously owned condominium market of Tokyo, *Int. J. Housing Markets and Analysis*, Vol. 7, No. 4, pp. 459-488 (2014)

- [清水 16] 清水千弘:市場分析のための統計学入門,朝倉書店 (2016)
- [Wu 09] Wu, C.-H., Li, C.-H., Fang, I.-C., Hsu, C.-C., Lin, W.-T. and Wu, C.-H.: Hybrid genetic-based support vector regression with feng shui theory for appraising real estate price, *2009 First Asian Conf. on Intelligent Information and Database Systems*, pp. 295-300, IEEE (2009)
- [横山 17] 横山貴央, 清水千弘:都市間比較を目的とした住宅価格指数の整備に関する研究, 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI2017) 予稿集, pp. 1H2-OS-15a-2 (2017)

2017年6月8日 受理

著者紹介



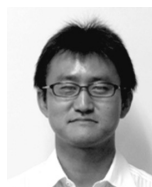
清田 陽司 (正会員)

株式会社LIFULL (株式会社ネクストより社名変更) リッテルラボラトリー 主席研究員。2004年京都大学大学院情報学研究所博士課程修了。2004年から2012年まで東京大学情報基盤センター助手・助教・特任講師。2007年に東京大学発スタートアップの株式会社リッテルの創業に関わり、図書館情報ナビゲーションシステムの実用化、Hadoopベースの大規模データ処理技術の展開などに取り組んだ。2011年より現職。不動産情報のレコメンデーション、自然言語・画像処理技術などの研究開発とともに、共同研究やデータ提供を通じたオープンイノベーション推進に従事。情報処理学会、言語処理学会、日本データベース学会などの各会員、博士 (情報学)。



山崎 俊彦 (正会員)

東京大学工学部電子工学科卒業。同大学院工学系研究科博士課程電子工学専攻修了。博士 (工学)。学生時代は半導体物性を生かしたアナログVLSI研究に従事。現在、東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻准教授。画像処理・パターン認識・機械学習を中心として魅力工学、大規模マルチメディアデータ処理、三次元映像処理、物体認識などの研究を行っている。



諏訪 博彦 (正会員)

1998年群馬大学社会情報学部卒業。2006年電気通信大学大学院情報システム学研究所博士後期課程修了。博士 (学術)。2014年10月より奈良先端科学技術大学院大学助教。社会情報システム学に関する研究に従事。



清水 千弘

日本大学スポーツ科学部教授。マサチューセッツ工科大学不動産研究センター研究員、株式会社リクルートAI研究所 (Recruit Institute of Technology) フェローなどを兼務する。東京大学博士 (環境学)。シンガポール国立大学不動産研究センター、麗澤大学経済学部 元・教授。専門は、指数理論・ビッグデータ解析・不動産経済学。主な著書に、『市場分析のための統計学入門』(朝倉書店, 2016), 『不動産市場の計量経済分析』(朝倉書店 (唐渡広志との共著), 2007), 『不動産市場分析』(住宅新報社, 2014) など多数。