

令和 4 年 5 月 24 日現在

機関番号：12613

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K20753

研究課題名（和文）画像データで解き明かす都市の過去・現在・未来

研究課題名（英文）City structure revealed by image data

研究代表者

中島 賢太郎（NAKAJIMA, Kentaro）

一橋大学・大学院経営管理研究科・准教授

研究者番号：60507698

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題の目的は、既存の政府統計や、数値データでは把握困難な都市の特徴について、古地図やGoogle Street View、および衛星画像などに代表される画像データ、および、近年発展著しい機械学習による画像解析技術によって、都市内構造、およびその発展の理解の刷新をめざすものであった。まず、古地図の電子化によって把握した、江戸の大名屋敷の立地データを用いて、それが現在の東京の経済活動に与える影響について分析を行った。また、衛星画像データによって、建物の高さについての情報を得ることで、土地利用規制が地価に与える影響についての分析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、衛星画像や歴史的地図の電子化によって得られた画像データによって、伝統的なデータでは答えることができない問いに回答を与えられるという可能性について示すことができた。本研究課題では、衛星画像や古地図の電子化データによって、現実の都市政策、特に土地利用政策に対して実証的知見を当てることができた。本研究課題で推進したいずれの研究も、政策的にも重要な問いを対象としたものであり、学術的のみならず社会的にも大きな意義を持つ研究成果である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this project is to renew our understanding of urban structures and development by using image data such as historical maps, Google Street View, and satellite images, as well as image analysis technology based on machine learning, which has been rapidly developing in recent years, to understand urban characteristics that are difficult to grasp using existing government statistics. First, using data on the location of daimyo's estates in Edo obtained from digitized historical maps, we estimate their impact on the current economic activities in Tokyo. Second, building heights captured by satellite imagery data is also used to analyze the impact of land use regulations on land prices.

研究分野：空間経済学

キーワード：画像データ 集積の経済 歴史データ

## 1. 研究開始当初の背景

経済活動の中心は都市であり、都市内の経済構造は、都市住人の利便性、企業の生産性に大きな影響を与える。このような都市構造についての実証的検証が進んできた。このような、既存研究では、政府統計の個票データなどを用いた研究が主に行われてきた。

しかし、既存の政府統計等の情報で把握できる都市の特性は非常に限られている。例えば、道路の形状は使用可能な区画の形状、広さを決定づけ、それは土地利用のあり方を決定づける。しかし、このような道路や土地の形状についての情報を、既存の統計情報から把握することは困難である。あるいは建物の建築年数、高さ、美観、形状、構造などはその建物の不動産価値を決定づける重要な要素であるだけでなく、各区画における土地開発の速度、不均等度、土地の高度利用、などの度合いを示す重要な情報を含んでいる。しかし、このような情報を把握した、網羅的かつ利用可能なデータベースは存在しない。さらには、日本の近代的経済発展の中心である東京は、江戸の都市構造の残滓を認めつつも、その姿を大きく変えてきているとされる。このような過去の都市構造が現代の都市に与える影響を分析する上では、過去の経済活動の空間分布や土地利用のあり方をデータ化する必要がある。しかしながら、それらの情報を政府統計やその他統計情報から入手することは困難であるため、長期の都市構造の変化およびその近代的経済発展との関わりについての理解は極めて乏しい。

近年、レビューサイトの web スクレイピングデータ(e.g., Davis, Dingel, Monras, and Morales, 2019) や衛星画像データなどの (Marx, Stoker, and Suri, 2019) 政府統計とは異なる新たなデータが使われ始めているが、これらのデータでは、都市構造の長期的なダイナミクスを把握することは困難であり、未だ都市経済学の革新にまでは至っていなかった。

## 2. 研究の目的

上記の背景のもと、本研究は、既存の政府統計の枠組みにとどまらない、新しく、かつ長期的なデータから、都市構造のダイナミクスの理解を通じて都市経済学の新たな潮流を生み出すことを目的とするものである。具体的には、既存の政府統計や、数値データでは把握することのできなかった都市の特徴について画像データで把握することによって、都市の構造、およびその発展の理解の刷新をめざす。特に、既存のデータで把握することが困難であった、以下の点について重点的に行うものである。

- (1) 現在の政府統計では十分に把握することができない情報を持った高解像度データ
- (2) 政府統計等が十分に整備されていない歴史データ

## 3. 研究の方法

政府統計では十分に把握することができない、高解像度データ: 経済活動の空間分布を把握する上で、その基礎となる土地や建物の情報を把握することは極めて重要である。例えば、建物の建築年数、高さ、美観、形状、構造などはその建物の不動産価値を決定づける重要な要素であるだけでなく、各区画における土地開発の速度、不均等度、土地の高度利用、などの度合いを示す重要な情報を含んでいる。これらについて、Google Street View や衛星画像データなどによって、建物の情報を得ることが可能である。このような外観情報から得たデータによって都市政策について検証する。

政府統計等が十分に整備されていない歴史データ: 日本の近代的経済発展の中心である東京は、江戸の都市構造の残滓を認めつつも、その姿を大きく変えてきているとされる。このような過去の都市構造が現代の都市に与える影響を分析する上では、過去の経済活動の空間分布や土地利用のあり方をデータ化する必要がある。そこで、過去の地図および航空写真等の利用、機械学習による分析によって、当時の経済活動の空間分布、および土地利用のあり方を把握することで、過去の都市構造が現代の東京の経済活動に与える影響について分析する。

## 4. 研究成果

### (1) 政府統計では十分に把握することができない高解像度データ：

これについては、主に衛星画像によって把握する建物高さデータを用いた分析を中心に行った。具体的には、Google Earth から取得可能な建物高さデータを用い、それによって土地利用規制が地価に与える影響について分析した。一般に土地利用規制の強度はその土地の需要の拡大によって緩和がなされるなど、内生性の問題から、土地利用規制が地価に与える効果を推定することは困難であった。それに対し本研究では、航空法によって、航空機の安全な離着陸のために外生的に決定される建物高さ規制を利用することで、それが地価に与える影響についての因果効果を検証した。航空法による建物高さ規制が実際の建物の建設状況にどのような影響を与えているのかについて、建物高さデータを用いることで検証し、実際に規制が制約的であることを示した。さらに、この建物高さ規制によって、地価の低下が見られること、その効果は集積の経済効果の存在を示唆する大きさであること等が示された。

これらの結果は、国内外の学会において報告され、「Estimating the Impact of Land Use Regulation on Land Price: At the Kink Point of Building Height Limits in Fukuoka」としてディスカッションペーパーの形で公表された。さらに分析の精緻化を行った上で、英文査読誌に投稿を行っている。

既存のデータでは網羅的に把握することが困難な建物高さについて、画像データから取得することで、重要な政策課題についての評価を行ったという点で、学術的にも社会的にも意義ある研究であると言える。

### (2) 政府統計等が十分に整備されていない歴史データ：

これについては、江戸時代における江戸の地図の電子化を行い、それによって江戸時代の土地利用状況が現在の東京の経済活動に与える影響についての分析を行った。

現代の都市における集積の経済を支えるのは高層ビルであり、Liu et al. (2020)にも示されるとおり、高層ビル内においても大きな集積の経済が働くことが知られている。一方で、高層ビルの建設のためには大きな区画が必要であり、土地の区画が細分化されたエリアでは、たとえ高層ビルへの需要が大きくとも、多くの地権者の同意を得ることは困難であり、さらにホールドアップ問題がその問題を深刻化させる。この土地の取りまとめに関わるコストは高層ビルの建設において大きな制約になっている可能性があるが、土地の区画の決定は選択的であり、その因果的効果を推定することは困難であった。

江戸時代の東京には広い区画をもつ大名屋敷が存在していたが、明治維新によってこれらの大名屋敷は民間に払い下げられた。これは、東京に外生的に広い区画の土地を提供するものであった。従って過去に大名屋敷があったエリアは、その後も広い区画のまま土地が利用されていた可能性があり、その価値は、技術的に高層ビルの建設が可能になり、広い区画への需要がより高まる現在においてより高くなっている可能性がある。

このような背景のもと、我々は江戸切絵図とよばれる江戸時代の地図を電子化し、過去に大名屋敷があった区画を同定することで、大名屋敷がもたらした広い区画の価値を推定した。

図1は実際に我々が使用した江戸切絵図である。家紋があるのが大名屋敷であり、広い区画を有していることがわかる。また、図2は、現代の土地の区画を示したものである。赤で塗られたエリアは、大名屋敷があったことを示している。大名屋敷が過去にあったエリアは現在でも大きな区画を有していることがわかる。

このようなデータを用いることで、我々は、過去に大名屋敷があったエリアでは、現在における土地の区画が広いこと、そこに建設された建物の高さが高いことを示した。さらに、過去に大名屋敷があったことは現代の地価には正の影響を持つが、高層ビルの時代（1980年代以降）以前においては影響がないか、むしろ負の効果を持つことなどが示された。これらの結果は、高層ビル建設のために必要な広い区画を形成する上での土地の取りまとめコストの高さを示唆するものである。



図 1 江戸切絵図

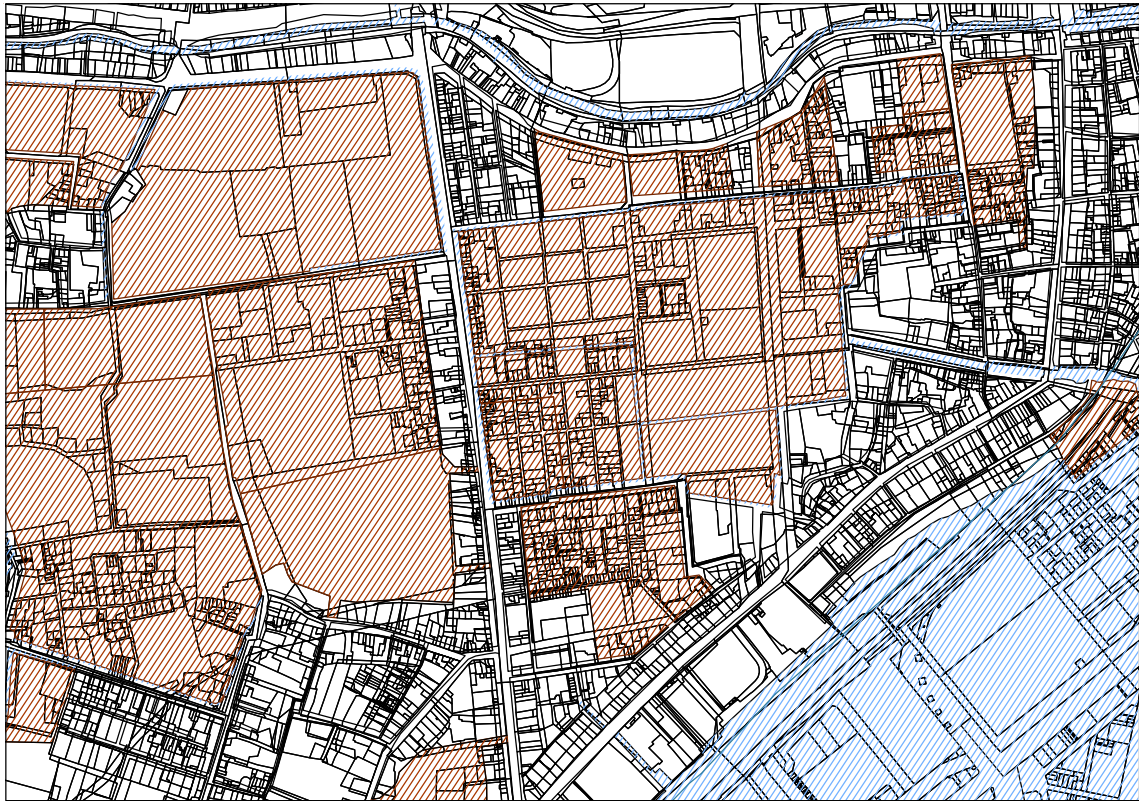


図 2 現代の区画

分析の結果は国内外の学会において報告された。特に 2021 年のアメリカ不動産学会においては、最優秀論文賞 (Homer Hoyt Award) を授賞するなど、非常に高い評価を得ている。この予備的成果は「From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo」としてディスカッションペーパーとして公表した。また、現在分析の精緻化を進め、英文査読誌への投稿準備を進めている。

また、江戸切絵図以外にも過去の地形図の電子化を並行して進め、長期間にわたって過去の地形図の電子データが利用可能なデータベース構築を進めた。

以上の通り、本研究課題では、衛星画像や歴史的地図の電子化によって得られた画像データによって、伝統的なデータでは答えることができない問いに回答を与えられるという可能性について示した。本研究課題で推進したいずれの研究も、政策的にも重要な問いを対象としたものであり、学術的のみならず社会的にも大きな意義を持つ研究成果であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] Davis, D., J. Dingel, J. Monras, and E. Morales (2019) How Segregated Is Urban Consumption? *Journal of Political Economy* 127, pp. 1684-1738.
- [2] Liu, C., S. Rosenthal, and W. Strange (2019) The Vertical City: Rent Gradients, Spatial Structure, and Agglomeration Economies, *Journal of Urban Economics* 106, pp. 101-122
- [3] Marx, B., T. Stoker, and T. Suri (2019) There Is No Free House: Ethnic Patronage in a Kenyan Slum, *American Economic Journal: Applied Economics* 11, pp. 36-70.
- [4] Nakajima, K. and K. Takano (2021) Estimating the Impact of Land Use Regulation on Land Price: At the Kink Point of Building Height Limits in Fukuoka, RIETI Discussion Paper Series.
- [5] Yamasaki, J., K. Nakajima, and K. Teshima (2021) From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo, TDB Discussion Paper Series.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Junichi Yamasaki, Kentaro Nakajima, and Kensuke Teshima	4. 巻 E-2020-02
2. 論文標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 TDB-CAREE Discussion Paper Series	6. 最初と最後の頁 1-81
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kentaro Nakajima and Keisuke Takano	4. 巻 21-E-88
2. 論文標題 Estimating the Impact of Land Use Regulation on Land Price: At the Kink Point of Building Height Limits in Fukuoka	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIETI Working Paper Series	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Eugenia Go, Kentaro Nakajima, Yasuyuki Sawada, and Kiyoshi Taniguchi	4. 巻 652
2. 論文標題 On the Use of Satellite-Based Vehicle Flows Data to Assess Local Economic Activity: The Case of Philippine Cities	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ADB Economics Working Papers	6. 最初と最後の頁 1-30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.22617/WPS220079-2	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計24件（うち招待講演 13件/うち国際学会 12件）

1. 発表者名 中島賢太郎
2. 発表標題 Estimating the impact of land use regulation on land price: At the kink point of building height limits in Fukuoka
3. 学会等名 応用地域学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 SWET (Development)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 筑波大学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima and Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 Urban Economics Association Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima and Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 Cities and Development Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima and Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 NEUDC (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 Harvard Economic History Seminar (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎潤一
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 東北大学現代経済学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 Jinan University (招待講演)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Historical Lot Fragmentation Shapes Tokyo
3. 学会等名 Econometric Society World Congress 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Nakajima
2. 発表標題 On the Use of Satellite-Based Vehicle Flows Data to Assess Local Economic Activity: The Case of Philippine Cities
3. 学会等名 2021 Asia Impact Evaluation Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島賢太郎
2. 発表標題 On the Use of Satellite-Based Vehicle Flows Data to Assess Local Economic Activity: The Case of Philippine Cities
3. 学会等名 応用地域学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kentaro Nakajima
2. 発表標題 Estimating the Impact of Land Use Regulation on Land Price: At the Kink Point of Building Height Limits in Fukuoka
3. 学会等名 15th North American Meeting of the Urban Economics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kentaro Nakajima
2. 発表標題 Estimating the Impact of Land Use Regulation on Land Price: At the Kink Point of Building Height Limits in Fukuoka
3. 学会等名 10th European Meeting of the Urban Economics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 手島健介
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 同志社大学御所北経済セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 NBER Japan Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 Lunch Seminar, Institute for Advanced Study in Toulouse (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 H-Trio Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kensuke Teshima
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 Joint Real Estate Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 手島健介
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 慶應大学応用経済学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎潤一
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 東京大学都市経済学ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 WINPEC (Waseda Institute of Political Economy) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎潤一
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 大阪大学経済学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichi Yamasaki
2. 発表標題 From Samurai to Skyscrapers: How Transaction Costs Shape Tokyo
3. 学会等名 Hanyang University Online (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	手島 健介  (Teshima Kensuke)  (10817737)	一橋大学・経済研究所・教授    (12613)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山崎 潤一  (Yamasaki Junichi)  (80800606)	神戸大学・経済学研究科・講師    (14501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
フィリピン	Asian Development Bank			