ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)

[P1] ポスター発表 #1

[P1-01] 建物ポリゴン図郭処理の精度と所要時間の相対比較

*齊藤 涼馬[1]、斎藤 陽生[1]、山下 順也[1]、薄井 宏行[2] (1. 千葉工業大学大学院、2. 千葉工業大学)

[P1-02] 豪雪地域における除雪優先道路を活用した循環バス路線の最適経路探索手法の提案

*吉田 競一[1]、山本 佳世子[1] (1. 国立大学法人　電気通信大学)

[P1-03] 住民生活への影響を考慮した観光経路探索法の提案

*海沼 希[1]、山本 佳世子[1] (1. 電気通信大学)

[P1-04] 救急需要予測に基づく堺市消防局における救急隊最適配置の検討

*木村 義成[1]、堀 英治[2]、片岡 竜彦[2]、服部 良一[2]、日根野谷 有宇己[2]、渡部 和也[2]、山本 啓雅[1]、溝端 康光[1] (1. 大阪公立大学、2. 堺市消防局)

[P1-05] 移動を考慮した緑地と大気汚染への曝露における社会経済的格差の解明－衛星画像と人流データの統合による解析－

*山口 侑平[1] (1. 東北大学大学院　文学研究科)

[P1-06] 起伏を考慮した低炭素都市交通施策の評価

*羅 淋琰[1]、鈴木 勉[2] (1. 筑波大学　システム情報工学研究群、2. 筑波大学 システム情報系)

[P1-07] 近世日記に見る空間行動の規則性

*菖蒲 幸宏[1]、藤原 直哉[1] (1. 東北大学大学院情報科学研究科)

[P1-08] 確率モデルに基づく機械学習を用いた地方バス路線網の再編成　ー 西尾市「六万石くるりんバス」を事例にー

*枝光 駿寿[1]、薄井 智貴[1] (1. 人間環境大学 環境科学部 環境データサイエンス学科)

[P1-09] 一般化移動コストと口コミ評価を活用した余暇施設へのアクセシビリティ計測

*松本 空蒔[1]、中西 航[2,3] (1. 金沢大学、2. 東京科学大学、3. 広島大学)

[P1-10] 建造環境を考慮した下水道管渠の更新優先度評価

*高貝 航平[1]、馬塲 弘樹[1] (1. 中央大学)

[P1-11] 「空間」と「場所」の重なりの地図表現

*関口 晋也[1]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学)

[P1-12] びわ湖横断リレー水泳大会におけるGPSによる位置追跡の活用

*松村 一保[1]、西川 啓一[2]、中村 義治[3]、仁井田 博[3] (1. 株式会社ICSパートナーズ、2. ｉシステムリサーチ株式会社、3. びわ湖横断リレー水泳大会実行委員会)

[P1-13] 移動軌跡データを用いた富山市におけるCOVID-19禍の生活行動分析

*瀬戸 寿一[1] (1. 駒澤大学)

[P1-14] 座標参照系の正しい理解で広がるGISデータ活用-EPSGとれ～る-

*新井 千乃[1]、平松 奏哉[1]、家中 賢作[2]、大伴 真吾[1] (1. Cue部、2. つくば市)

[P1-15] 高校生居住地と大学までの距離の変容

©一般社団法人地理情報システム学会

*寺田 悠希[1] (1. 高知大学)

[P1-16] 北陸地方の高校生を対象にした「GISカード」の効果の検証

*荻田 琉聖[1]、大江 晴香[1]、狩野 堅太郎[1]、越野 峻広[1]、佐藤 祐希[1]、藤沢 夏音[1]、南 明良[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

[P1-17] 空間的自己相関を考慮したRIF変換による無条件分位点回帰の検討

*村上 正悟[1]、井上 亮[2] (1. 東北大学 工学部、2. 東北大学 大学院情報科学研究科)

[P1-18] 街路景観画像と深層学習を用いた不動産価格の自動評価手法の開発

*寺田 遣都[1]、清水 貴仁[1]、秋山 祐樹[1] (1. 東京都市大学)

[P1-19] 連続的な空間体験を考慮した建物内部空間の印象評価予測モデル

*山田 拓弥[1]、沖 拓弥[1] (1. 東京科学大学)

[P1-20] Evaluating the urban landscape diversity through street-view images: A case study on Ota Ward, Tokyo

*Hang Shen[1], Takuya Oki[1] (1. Institute of Science Tokyo)

[P1-21] コンパクトシティ施策が都市構造にもたらす影響

*巻木 雅月[1]、安田 昌平[2]、菅澤 武尊[3] (1. 慶應義塾大学大学院経済学研究科、2. 日本大学経済学部、3. 日本住宅総合センター)

[P1-22] 小学校の配置に着目した学童クラブの適正配置の評価手法の提案

*横山 凌我[1]、山本 佳世子[1] (1. 電気通信大学)

[P1-23] 都市近郊森林の環境評価：豊田市自然観察の森を対象とした多面的機能の定量分析

*金 炫禎[1] (1. 株式会社地域環境計画)

[P1-24] 欧州諸都市におけるタイニーフォレストの立地分析－協働による緑化と環境教育の観点から

*新保 奈穂美[1]、水内 佑輔[2] (1. 東京大学空間情報科学研究センター、2. 金沢大学融合研究域)

[P1-25] 場所の感情地図－テキスト埋め込みと空間的近接性による環境段階モデルの検証－

*小野原 彩香[1]、大内 啓樹[2] (1. 立教大学、2. 奈良先端科学技術大学院大学)

[P1-26] 東京23区における都市集積と気温

*三河 直斗[1]、藤澤 美恵子[2]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学、2. 金沢大学)

（発表取り下げ）

[P1-28] 平均寿命と健康寿命の地域的・社会的要因分析

*松本 直樹[1]、河端 瑞貴[1]、直井 道生[1]、森岡 渉[2]、今中 雄一[3] (1. 慶應義塾大学、2. ソールズベリー大学、3. 京都大学)

[P1-29] 多世代の位置情報に基づく滞在集積の時空間分布と年代間相関

*竹内 真雄[1]、嚴 先鏞[2]、鈴木 勉[3] (1. 筑波大学大学院システム情報工学研究群、2. 漢陽大学都市大学院、3. 筑波大学システム情報系)

[P1-30] 野外フェスティバルの開催数の変遷と参加者の人流データを用いた空間利用の分析

*篠原 菊乃[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

©一般社団法人地理情報システム学会

[P1-31] 個人と周辺住民のソーシャル・キャピタルの関連とその空間的範囲― 兵庫県養父市の高齢者を対象として ―

*岩本 開渡[1]、上杉 昌也[2]、楢﨑 兼司[2]、野藤 悠[3]、村山 洋史[3] (1. 福岡工業大学大学院、2. 福岡工業大学、3. 東京都健康長寿医療センター研究所)

[P1-32] 人流データを用いた吸収マルコフ連鎖による地方観光都市の回遊行動分析－岡山県倉敷市を例として－

*鈴木 夕美子[1]、村上 広史[1] (1. 青山学院大学)

[P1-33] 金沢市におけるドラッグストアを加えた生鮮食料品店の立地分析と買い物行動

*橋爪 惇之介[1]、石黒 敦士[1]、田中 なずな[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

[P1-34] 救急医療適正利用のための救急需要の把握と空間分析

*宮澤 一生[1]、薄井 智貴[1]、枝光 駿寿[1] (1. 人間環境大学)

[P1-35] 職住近接と日常外出行動との関連：属性付き人流データを用いた検討

*TANG XINYU[1]、雨宮 護[1]、中野 裕貴[2] (1. 筑波大学、2. ジオテクノロジーズ（株）)

[P1-36] デジタル電話帳とオープンデータを用いた店舗存続確率予測モデルの構築

*小久保 賢人[1]、秋山 祐樹[1] (1. 東京都市大学)

[P1-37] 東京23区における本社移転の地理的傾向

*松尾 和史[1]、佐久間 誠[1]、堤 盛人[1]、今関 豊和[2] (1. 筑波大学、2. 三幸エステート株式会社)

[P1-38] 立地アメニティとオフィス賃料
－オフィスビルにおける交通利便性の再考－

松尾 和史[1]、*青木 日花[2]、堤 盛人[1]、今関 豊和[3] (1. 筑波大学システム情報系、2. 筑波大学大学院システム情報工学研究群、3. 株式会社オフィスビル総合研究所)

[P1-39] JAXA高解像度土地利用土地被覆図による作物統計調査の水稲面積の検証

*米澤 千夏[1]、有年 由貴子[2] (1. 東北大学、2. 日本経済新聞社)

[P1-40] COVID-19パンデミック下における滞留人口の時間変化と街頭犯罪との関連

*髙橋 侑太[1]、中谷 友樹[1] (1. 東北大学)

[P1-41] テキストマイニングを用いた特殊詐欺アポイント電話の類型化とその時空間的分布特性

*村山 友梨[1]、足立 浩基[2]、中谷 友樹[3] (1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 東北大学大学院環境科学研究科・災害科学国際研究所、3. 東北大学大学院環境科学研究科・理学研究科)

[P1-42] 犯罪と関連するリスキーな行動軌跡抽出の試み：グラフ解析を用いたアプローチ

*大山 智也[1]、中野 裕貴[2] (1. 東京大学、2. ジオテクノロジーズ株式会社)

[P1-43] Few-Shot Learningと航空写真を用いた地震発生時の瓦礫化判別モデルの開発

*山下 大輝[1]、杉田 暁[2]、安納 住子[1] (1. 上智大学、2. 中部大学)

[P1-44] 東京における大規模災害時の空間収容能力の評価

*柿下 陶子[1]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学)

[P1-45] 七尾市中心市街地における令和6年能登半島地震による建物倒壊の空間分布

*桐村 喬[1]、楮原 京子[2] (1. 京都産業大学、2. 山口大学)

©一般社団法人地理情報システム学会

[P1-46] 歴史都市カイロの地図データベースの整備と都市空間の特徴

*佐藤 将[1]、深見 奈緒子[2]、熊倉 和歌子[2] (1. 金沢星稜大学、2. 慶應義塾大学)

[P1-47] 地理空間情報による福井空襲史デジタルアーカイブの構築

*青木 和人[1] (1. 福井県立大学 地域経済研究所)

[P1-48] CLAS-PPPを用いた令和6年能登半島地震に伴う地殻変動の経時変化の計測

*杉田 暁[1]、濱 侃[2]、岩佐 佳哉[3]、中田 高[4]、熊原 康博[4] (1. 中部大学、2. 千葉大学、3. 福岡教育大学、4. 広島大学)

[P1-49] 深層学習を適用したラスタ地図からの建物抽出に関する研究

*林 楽為[1]、秋山 祐樹[1] (1. 東京都市大学)

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-01] 建物ポリゴン図郭処理の精度と所要時間の相対比較

*齊藤 涼馬[1]、斎藤 陽生[1]、山下 順也[1]、薄井 宏行[2] (1. 千葉工業大学大学院、2. 千葉工業大学)

キーワード：図郭、建物ポリゴン、結合

都市計画において，建物の平面形状を表すポリゴンデータ（以降，「建物ポリゴン」と記す．）は基本的なGISデータの一つである．建物ポリゴンが図郭と重なると，複数のポリゴンに分割され，建物ポリゴンの幾何学的整合性や属性情報の一貫性は失われてしまう．本研究では，東京23区内の建物ポリゴン（1996年）を対象に，図郭に沿って複数に分割されたポリゴンを一つの建物ポリゴンとして結合する（図郭処理）方法を複数検討し，図郭処理の精度と所要時間の相対比較を行った．具体的には，(a)建物ポリゴンに対してバッファ処理を行い抽出する方法，(b)図郭線を縦横に分割する方法，(c)建物ポリゴンを線に変換する方法の三つである．いずれの図郭処理方法も，図郭に沿って分割されたポリゴンの抽出，ポリゴンの属性結合，幾何補正で構成され，QGISのモデルデザイナー機能を用いてツールボックス化した．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-02] 豪雪地域における除雪優先道路を活用した循環バス路線の最適経路探索手法の提案

*吉田 競一[1]、山本 佳世子[1] (1. 国立大学法人　電気通信大学)

キーワード：経路探索、豪雪地域、循環路線バス、バス停アクセシビリティ、地方都市

地方都市では公共施設の分散立地と既存放射状バス路線の構造的不整合が生じている。特に豪雪地域では、徒歩や自転車での移動が極めて困難になり、冬期の交通弱者の移動環境が深刻化している。本研究は以上の背景に基づき、行政除雪計画における優先道路網を基盤とした循環バス路線の最適経路探索手法を提案することを目的とする。提案手法では、既存バス路線網の課題分析を基に、冬期積雪時のバス停アクセシビリティ低下を考慮したサービス圏域設定と、主要公共施設を効率的に結ぶ循環ルートの同時最適化を行う。除雪優先度の高い道路を制約条件として組み込み、冬期運行の安定性を確保しつつ、乗換回数の最小化と施設間移動時間の短縮を実現する。北海道帯広市に本提案手法を適用し、交通弱者の移動利便性向上と中心市街地の回遊性促進に有効であることを示すとともに、豪雪地域における持続可能な公共交通システムの構築に向けた実用的な解決策を提供する。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-03] 住民生活への影響を考慮した観光経路探索法の提案

*海沼 希[1]、山本 佳世子[1] (1. 電気通信大学)

キーワード：オーバーツーリズム、住民迷惑度、観光経路探索、蟻コロニー最適化（ACO）、人流データ

近年，訪日外国人観光客の急増により，一部の観光地ではオーバーツーリズムが深刻化している．特に観光客による地域住民の生活空間への流入が問題視されている．本研究はこうした背景を踏まえ，地域住民への影響を最小限に抑える観光経路探索法を提案することを目的とする．複雑かつ多様な制約条件下で適切な経路を導出するためには，短時間で良好な解を得られるヒューリスティック的手法が有効である．本研究では蟻群行動に基づく組合せ最適化アルゴリズムである蟻コロニー最適化（Ant Colony Optimization: ACO）により，従来の最短経路探索では考慮されない地域住民への影響を反映した経路探索法を構築する．具体的には，鉄道の乗車率，人流データ，騒音マップ等の多様な環境指標を統合して「住民迷惑度」を定量化した上でACOアルゴリズムに組み込み，地域負荷の低減を図る．本手法で導出された観光経路は，従来の経路と比較して地域住民への負の影響を軽減する効果が期待される．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-04] 救急需要予測に基づく堺市消防局における救急隊最適配置の検討

*木村 義成[1]、堀 英治[2]、片岡 竜彦[2]、服部 良一[2]、日根野谷 有宇己[2]、渡部 和也[2]、山本 啓雅[1]、溝端 康光[1] (1. 大阪公立大学、2. 堺市消防局)

キーワード：救急医療、現場到着時間、立地配分モデル、堺市・高石市・大阪狭山市

救急医療では、患者に対する処置の開始時間が救命率に大きく影響を及ぼすため、その短縮の重要性が説かれている。したがって、救急医療の質を確保するためには、119番への通報から現場への到着時間（アクセシビリティ）を検討する必要がある。
本研究では、堺市消防局の救急搬送記録と国総研の「将来人口・世帯予測ツール」を用いて、年齢階層別搬送数、不搬送数を算出することで、2025年度における管轄内の町丁・大字単位の救急需要を推計した。さらに、消防署移転の影響や立地配分問題モデルによる新規救急隊配置場所の検討を行った。
本研究の結果、堺市・高石市・大阪狭山市における2025年度の救急出動件数は69,025件と推定された。また、消防署移転や新規救急隊配置による、周辺住民に対する現場到着時間の増減を可視化することにより、今後の救急隊の配置計画における判断材料を提供することが可能となった。

©一般社団法人地理情報システム学会

移動を考慮した緑地と大気汚染への曝露における社会経済的格差の解明
－衛星画像と人流データの統合による解析－

山口侑平*

Socioeconomic Disparities in Mobility-Based Exposure to Green Spaces and Air Pollution
- Analysis Integrating Satellite Images and Human Mobility Data -

Yuhei Yamaguchi *

Abstract: This study aimed to elucidate the relationship between socioeconomic status and exposure to green spaces and air pollution accounting for human mobility. Previous studies have analyzed individuals' exposure to green spaces and air pollution based on their residential locations, but research that incorporates human mobility remains limited. To uncover the detailed realities of such exposures, it is necessary to account for the green spaces and air pollution that people encounter at the destinations of their movements. By integrating satellite imagery with human mobility data, this study revealed the following findings. Individuals residing in higher-income areas were found to have greater contact with green spaces and lower exposure to air pollution. Moreover, even after controlling for residential environmental conditions, higher-income individuals were still observed to have greater access to green spaces. This study not only provides new insights for environmental epidemiology but also contributes methodological advancements.

Keywords: 人流データ（mobility data），衛星リモートセンシング（satellite remote sensing），社会経済的地位（socioeconomic status），緑地（green spaces），大気汚染（air pollution）

１．はじめに

緑地へ曝露することや大気汚染を回避することは，人々の心身の健康を維持する上で重要である（Zhang et.al 2021; Ghorani-Azam et.al 2016）．しかし，それらは平等ではない．数多くの先行研究によって，緑地や大気汚染への曝露しやすさには，社会経済的な格差があることが指摘されている．低所得者や人種的マイノリティ，学歴が低い人，すなわち社会経済的地位が低い人ほど，緑地が少なく大気汚染が酷い地域に居住していることが各国の研究で明らかにされている（Klompmaker et.al 2023; Jbaily et.al 2022）．このような環境要因への曝露における社会経済的格差は，健康格差の一因となっている恐れがある．

ただし，上記のような既存研究には限界点がある．

それは人々の「移動」を考慮されていないということである．多くの既存研究は人々の居住地のみに着目しており，人々が移動によって接触する緑地や大気汚染は捉えられていない．より詳細な緑地や大気汚染への曝露を調べるためには，人々の移動を考慮する必要がある．

健康格差に関して論じるためには，より詳細な緑地や大気汚染への接触量を把握することが求められる．本研究では，人流データと高分解能衛星画像を統合した解析を実施し，既存研究では明らかにされていない，社会経済的地位による環境格差の実態を解明する．そして環境疫学分野に新たな方法論と知見を提供する．

２．データと方法

本研究では大阪府豊中市を研究対象地とした．豊中市を選定した理由は後述する．

２.１　人流データ

2019 年 7 月の 1 ヶ月間に収集された人流データ（データ提供元: （株）Agoop）を使用した．データから移動速度が 250km/h を超えるものは除外したうえで，滞在解析とデータの圧縮を行った．また，各人流データの居住地点の推定も行った．これらの処理には，Python ライブラリの scikit-mobility, version 1.3.1 を使用した．

２.２　衛星データ

欧州宇宙機関が運用している，Sentinel-2 と Sentinel-5p が観測した衛星画像を用いた．

Sentinel-2 の 2019 年 6 月から 8 月の被雲を除いた画像をすべて用いて，期間中の平均正規化植生指標（緑地量の代理変数）を算出した．分解能は 20m とした．このような高分解能の衛星画像を用いることで，詳細な地表環境を把握することができる．

また，Sentinel-5p が 2019 年 6 月の 1 ヶ月間に観測した衛星画像を用いて，平均二酸化窒素濃度（大気汚染の代理変数）を算出した．これも便宜的に 20m の分解能にリサンプリングした．

上記のような，衛星画像の前処理およびダウンロードには Google Earth Engine を用いた．

* 学生会員　東北大学大学院文学研究科（Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University） yuhei.yamaguchi.t1@dc.tohoku.ac.jp

2.3　社会経済的地位データ

2020 年に実施された国勢調査の 250m メッシュ（5 次メッシュ）のデータを用いた．国勢調査には，メッシュごとの学歴や従事産業の分布が含まれている．本研究では，これらの社会的地位を示す変数を，メッシュ内人口や世帯数で除することで割合変数に変換した．

また，国勢調査と住宅・土地統計調査（2018）の世帯所得データを組み合わせることで，市区町村レベルの世帯所得を予測する深層学習モデルを構築した．このモデルを用いて，250m メッシュレベルの世帯所得を予測した．豊中市には多様な所得階層の地域が含まれるため，経済地位による環境格差を論じる本研究において，有用な研究対象地であると判断した．

2.4　人流データと衛星画像の統合

各人が滞在した地点を中心とした半径 100m の円内における NDVI および二酸化窒素の平均値を算出した．それらの値を用いて，滞在時間をウェイトとした加重平均を算出した．これにより，各人が曝露した緑地と大気汚染を定量化することができた．

同時に，各人の推定居住地点の半径 100m の円内における NDVI と二酸化窒素の平均値を算出した．これにより，人々の居住地点における緑地量と大気汚染度合いを定量化した．

2.5　人流データと社会経済地位データの統合

推定された居住地点における社会的地位変数および世帯所得予測値を，その人流データに割り当てた．これにより，それぞれの移動軌跡に，社会経済的地位の値が割り当てられた．

3．結果

3.1　単純な集計による考察

以下に世帯所得と緑地（図 1）および二酸化窒素（図 2）の関連を示す．世帯所得が高い地域に住んでいる人ほど，より多くの緑地に接触しており，なおかつ，二酸化窒素への曝露量が小さいことがわかった．居住地に基づいた場合（ピンク線）でも，移動を考慮した場合（黄色線: 休日，青線: 平日）でも，類似した傾向が見出された．

しかし，移動を考慮した場合の方が，緑地への接触量や二酸化窒素への曝露量の所得格差は小さくなることが明らかになった．特に平日では，この傾向が顕著である．

この結果は，既存研究のような，人々の居住地のみに基づいた方法では，曝露する緑地量や大気汚染量を過大もしくは過小に推定してしまうことを示唆する．

3.2　統計解析

居住地の緑地量および大気汚染度合いを統制した場合の，環境への曝露における社会経済的格差を分析した．

緑地が多い地域に住んでいる人は，多くの緑地に接触しやすい．また，大気汚染が酷い地域に住んでいる人は，



図　1　所得と緑地曝露の関連

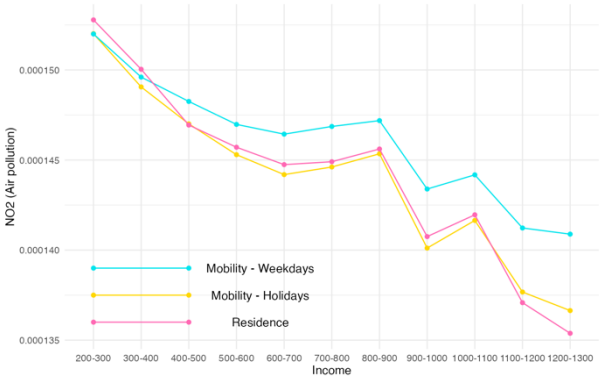


図 2　所得と二酸化窒素曝露の関連

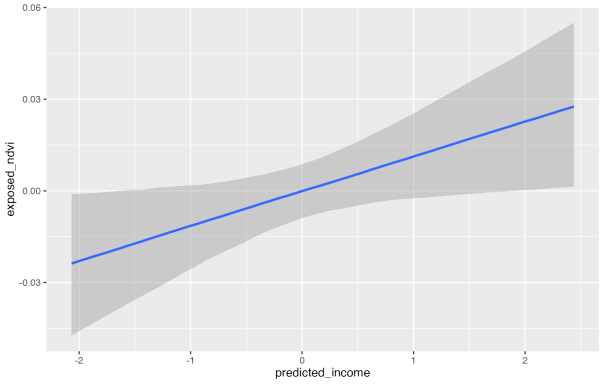


図 3　世帯所得の限界効果

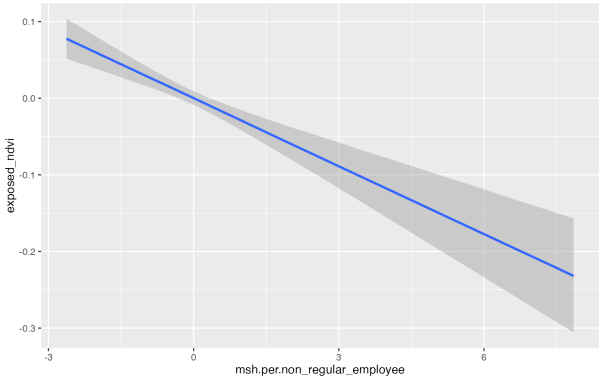


図 4　労働者派遣事業所の派遣社員割合の限界効果

より汚染された空気に曝露しやすいと考えられる．それを統制すれば，社会経済的地位による環境格差はなくなる可能性がある．

まず，被説明変数を「移動によって曝露する緑地量」，説明変数を「居住地の半径 1km 内の緑地量」,「世帯所得」とした線形回帰モデルの結果を紹介する．パラメタの推定はマルコフ連鎖モンテカルロでおこなった．なお，変数はすべて標準化したものを用いた. 図 3 に「世帯所得」の限界効果を示す．居住地の緑地量を統制しても，世帯所得が高い地域に住んでいる人ほど，より多くの緑地に曝露していることが明らかになった（事後分布の 95%区間 0 を含まず正であった）.

次に，被説明変数を「移動によって曝露する緑地量」，説明変数を「居住地の半径 1km 内の緑地量」,「世帯所得」,「労働者派遣事業所の派遣社員割合」とした線形回帰モデルの結果を紹介する．このモデルにおいては世帯所得の効果はなくなり，代わりに「労働者派遣事業所の派遣社員割合」の負の効果が検出された.「労働者派遣事業所の派遣社員割合」の限界効果を図 4 に示す．派遣社員などの不安定な非正規雇用職に就く者が多い地域に住んでいる人は，緑地への曝露において不利であることが示唆される結果となった.

居住地の緑地量や大気汚染度合いを統制しても，依然として，社会経済的地位による曝露格差がありそうだと言える.

４．考察

本研究では，衛星画像と人流データを統合することで，既存研究では明らかにされていない，人々の移動を考慮した緑地および大気汚染への接触・曝露の実態に迫った.

世帯所得が高い地域に住んでいる人ほど，多くの緑地に接触し，少ない大気汚染に曝露していることが明らかになった．ただし，移動を考慮することで緑地と大気汚染への曝露における経済格差は縮小することも明らかになった.

さらに，統計解析の結果から，居住地環境を統制しても，社会経済的地位による緑地曝露の影響が強いことが示唆される結果となった.

本研究では，大阪府豊中市のみに焦点を当てたが，より一般的な知見を生み出すためには，他の地域も研究対象とする必要がある.

さらに，本研究では夏季のみを扱ったが，他の季節における緑地や大気汚染の格差を考察することで，さらに深い洞察が得られるかもしれない.

謝辞

本研究は，東北大学 AGS RISE プログラムの助成を受けたものです.

参考文献

Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B and Balali-Mood M. (2016) “Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran,” *J Res Med Sci.*, 21:65.

Jbaily A., Zhou X., Liu J., Lee T.-H., Kamareddine L., Verguet S., and Dominici F. (2022), “Air pollution exposure disparities across US population and income groups,” *Nature*, 601(7892), 228–233.

Klompmaker JO, Hart JE, Bailey CR, Browning MHEM, Casey JA, Hanley JR, Minson CT, Ogletree SS, Rigolon A, Laden F and James P. (2023) “Racial, Ethnic, and Socioeconomic Disparities in Multiple Measures of Blue and Green Spaces in the United States,” *Environ Health Perspect*, 131(1):17007.

Zhang Y., Wu Q, Wu L. and Li Y (2021) “Measuring Community Green Inequity: A Fine-Scale Assessment of Beijing Urban Area,” *Land*. 2021; 10(11):1197.

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-06] 起伏を考慮した低炭素都市交通施策の評価

*羅 淋琰[1]、鈴木 勉[2] (1. 筑波大学　システム情報工学研究群、2. 筑波大学 システム情報系)

キーワード：環境評価、交通、地理加重ランダムフォレスト回帰モデル、反実仮想シミュレーション

地球温暖化の進行に伴い、都市交通の低炭素化はますます重要となっている。しかし、都市の地形条件、とりわけ起伏の影響を踏まえた二酸化炭素削減効果の比較評価は十分に行われていない。本研究では、反実仮想シミュレーションを用い、小型バス、シェアサイクル、電動シェアサイクルの3施策を対象に、起伏、都市構造、公共交通水準を統合的に考慮した分析を行った。地理加重ランダムフォレスト回帰モデルを適用し、二酸化炭素削減量の空間分布および都市全体での削減効果を推定した。重慶市をはじめ複数都市でのケーススタディの結果、急傾斜かつ交通不便地域において小型バスが大きな削減効果を示す一方、平坦部や公共交通の充実した地域ではその効果は限定的であった。また、シェアサイクルおよび電動シェアサイクルを含むシナリオ比較により、削減効果の空間的特徴と総削減量を整理し、都市の地形や特性に応じた施策の有効性を明らかにした。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-07] 近世日記に見る空間行動の規則性

*菖蒲 幸宏[1]、藤原 直哉[1] (1. 東北大学大学院情報科学研究科)

キーワード：人流データ、EPRモデル、空間行動分析

個人の地理空間における移動行動には高い予測可能性と規則性が存在し、その理解は都市計画のみならず、人間の意思決定や社会構造の解明にも資する。近年では、人の移動を「新規探索」と「既知地点への帰還」に基づくExploration and Preferential Return（EPR）モデルで説明でき、訪問頻度のZipf分布や距離分布の特性を統一的に記述可能であることが示されている。本研究では、このモデルの枠組みが過去の人物の行動履歴にも適用可能かを検討した。具体的には、17世紀の日英において個人が遺した日記資料から訪問地を抽出し、訪問頻度分布や行動の偏在性を分析した。その結果、特定拠点への訪問集中や繰り返し行動といった特徴が確認され、EPRモデルによる統計的性質と部分的に整合した。これにより、現代の移動データで見出された行動則が過去にも存在する可能性が示唆された。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-08] 確率モデルに基づく機械学習を用いた地方バス路線網の再編成　ー 西尾市「六万石くるりんバス」を事例にー

*枝光 駿寿[1]、薄井 智貴[1] (1. 人間環境大学 環境科学部 環境データサイエンス学科)

キーワード：公共交通、バス、最適化、可視化

路線バスの減便や廃止が拡大している背景には、運転手不足や利用者減少に伴う採算性の悪化がある。愛知県西尾市が運営しているバス路線も赤字運行が続いており、持続可能な運営が喫緊の課題となっている。本稿では、西尾市の「六万石くるりんバス」を対象として、バス路線の再編成を検討した結果について報告する。具体的には、公共交通データフォーマットとして公開されている「GTFS-JPデータ」から既存のバス停情報を抽出し、機械学習の一つである混合ガウスモデルと、計算効率に優れているk-means法の2種類の手法を用いて、効率的な運行ルートを模索するためのバス停クラスタリングを行った。次いで、各手法のクラスタに対し数理的に適切な巡回順を求め、道路経路による最適ルートを生成し、GISにて可視化を行った。その結果、クラスタ数6がもっとも効率的かつ現実的な路線設計となる可能性が示唆された。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-09] 一般化移動コストと口コミ評価を活用した余暇施設へのアクセシビリティ計測

*松本 空蒔[1]、中西 航[2,3] (1. 金沢大学、2. 東京科学大学、3. 広島大学)

キーワード：アクセシビリティ、余暇施設、口コミ評価、一般化移動コスト

施設へのアクセシビリティは都市・交通政策の検討に用いられる指標である．その計測では，事前に対象施設と移動コスト算出方法を定める．従来は，必需施設(病院や食料品店等)への，距離のみに基づく移動コストの利用が主であった．一方で，生活の質に着目すると，余暇施設(ショッピングモールや飲食店等)への，渋滞損失や経費等も加味した一般化移動コストも重要となる．本研究は，金沢市周辺の各種余暇施設を対象とした，旅行速度，駐車料金，燃料費を反映した一般化移動コストによるアクセシビリティ計測を目的とする．まず，対象施設を選定し，金沢市周辺に含まれる各地点からの一般化移動コストを算出した．また，余暇施設特有の要素として，口コミ評価を施設の魅力度とみなし，重み付けを試みた．以上よりアクセシビリティを計測し，その空間分布を把握するとともに，従来手法との比較により提案手法が計測結果に与える影響を検討した．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-10] 建造環境を考慮した下水道管渠の更新優先度評価

*高貝 航平[1]、馬塲 弘樹[1] (1. 中央大学)

キーワード：管渠、更新優先度、影響範囲、建造環境

我が国において下水道管路施設の老朽化が深刻な社会課題となっている。しかし、限られた資源の中で全ての管渠を更新することは現実的ではなく、調査の優先順位を科学的に決定する必要性が高まっている。そこで本研究は、下水道管渠において破損発生時の影響範囲を考慮した更新対象の優先度評価を目的とした。方法として、管渠属性データを用いて破損発生時に上流側で流下不能となる管渠本数を算出し、影響範囲スコアとして定量化した。さらに、住居や施設の位置情報を住宅地図で取得し、各管渠からの最近隣距離に基づき接続数を推定することで、建築物の用途や容積を反映した重みづけを行った。その結果、単純な影響範囲スコアに比べ、住宅密集地付近の管渠が高く評価され、更新優先度に差異が見られた。本手法は、効率的な維持管理計画の立案に有用である可能性を示した。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-11] 「空間」と「場所」の重なりの地図表現

*関口 晋也[1]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学)

キーワード：日常記憶地図、場所、生活圏、人流データ

空間情報科学が発展する一方で、レルフのように意味や経験を伴った「場所」に着目する現象学的地理学の立場も存在する。現実のまちづくりにおいては、こうした「空間」と「場所」の両視点が不可欠であると考えられる。本研究では、空間的に定義された特定の地点に焦点を当て、そこに意味や記憶を重ねて分析を行うことで、両視点の融合を試みる。具体的には、まずサトウアヤコが提唱する「日常記憶地図」というインタビューおよび表現方法を採用し、東京・神田の銭湯「稲荷湯」にて、利用者自身による記入を通じて、場所にまつわる記憶や生活圏を可視化した地図を作成する。次に、それらの記憶地図を地理情報システム上で重ね合わせ、普段意識されることが少ない「弱い記憶」の広がりやつながりを視覚的に表現する。さらに、実人流データを用いて周辺の滞留人口を可視化し、記憶地図との比較を行うことにより、「空間」と「場所」の重なりや相違を明らかにする。

©一般社団法人地理情報システム学会

びわ湖横断リレー水泳大会における GPS による位置追跡の活用

松村 一保* ・西川 啓一 ・中村 義治*** ・仁井田 博*****

Utilizing GPS-based Location Tracking in the Lake Biwa Relay Swimming Event

Kazuyasu Matsumura*, Keiichi Nishikawa**, Yoshiharu Nakamura***, Hiroshi Niida***

Abstract: This study develops and implements a real-time, GPS-enabled smartphone-based location tracking system to address challenges in monitoring participant positions during the Lake Biwa Relay Swimming Event in Shiga Prefecture. The 16 km relay race is susceptible to course deviations caused by weather conditions, making real-time monitoring essential yet difficult. The proposed system allows support crews on boats to transmit location data every 60 seconds, enabling onshore supporters and organizers to track participants' positions and average speeds via a web interface. Deployed at the 28th event on August 24, 2025, the system enhanced safety, improved participant support, and facilitated better coordination of cheering activities, thereby contributing to smoother event operations. Future work will involve storing and analyzing location data to further enhance safety and operational efficiency.

Keywords: リレー水泳（Relay Swimming），位置情報（Location Information），スマートフォン（Smartphone），安全管理（Safety Management）

１．はじめに

びわ湖横断リレー水泳大会は，滋賀県安曇川町湖岸から彦根市松原水泳場までの直線距離約 16 km を，6 人 1 チームによるリレー形式で横断するオープンウォータースイミング大会である．各チームにはサポート船が随伴し，安全に配慮して運営されている．しかし，天候の影響によりコースを逸脱するリスクが存在し，参加者の位置情報をリアルタイムで把握することが困難であった．これにより，参加者の不安増大やサポート対応の遅延，応援タイミングのずれといった運営上の問題も発生していた．これらの課題を踏まえ，参加者の位置情報を大会関係者がリアルタイムに把握することは喫緊の課題であった．本研究では，こうした課題に対応するため，参加者のスマートフォンを用いて位置情報を取得し，陸上のサポーターおよび大会運営者がリアルタイムで泳者の位置を参照可能なシステムを構築した．本システムは，2025 年 8 月 24 日に開催された第 28 回びわ湖横断リレー水泳大会で実際に運用され，安全管理の向上，参加者サポートの迅速化，応援タイミングの適正化を実現し，大会運営の円滑化に寄与した．

２．システム

２．１　システム構成

図-1 に，本研究で使用したシステムの構成イメージを示す．本大会では，サポート船に同乗するメンバーがスマートフォンを携帯し，60 秒ごとにスマートフォンの位置情報をサーバへ送信する Web システムを導入した．さらに，急病やけがなどの緊急事態に迅速に対応するため，看護師および救急救命士を乗船させた監視艇を配置し，サポート船と同様にスマートフォンを携帯させた．

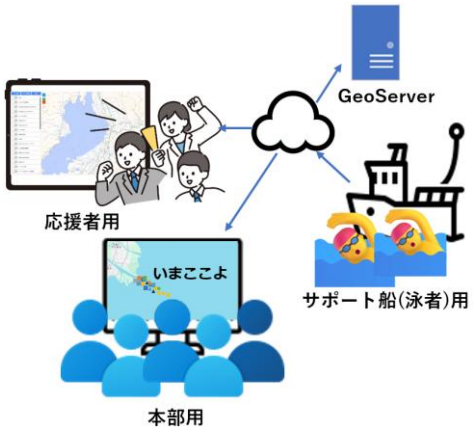


図-1　システムの構成イメージ

送信された位置情報はサーバに集約され，図-2 に示す応援者用 Web システムおよび図-3 に示す本部用 Web システムで，泳者（サポート船）の位置を確認できる．応援者用 Web システムでは，地図上に表示するチームの選択が可能である．本部用 Web システムでは，5 分間の平均泳速（m/s）の表示機能や，ゴールに近い順にグループを

*　正会員　株式会社 ICS パートナーズ（ICS Partners）京都ラボ
〒600-8813 京都市下京区中堂寺南町 134　KRP 1 号館 108 号室　Email：kmatsumura@ics-p.jp
**　非会員　ｉシステムリサーチ株式会社（i System Research Co.）
***　非会員　びわ湖横断リレー水泳大会実行委員会(Executive Committee for the Biwako Cross Swim)

並べて表示する機能を有する．

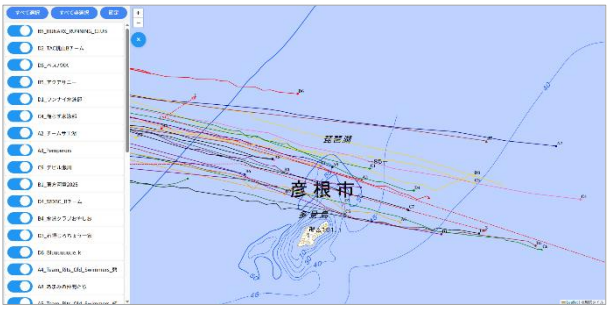


図-2　応援者用 Web プログラム

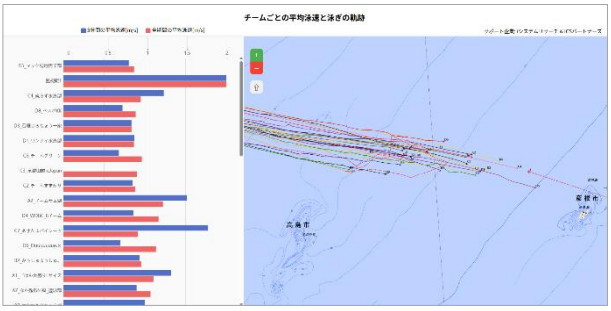


図-3　本部用 Web プログラム

2．2　ソフトウェア構成

図-4 にソフトウェア構成を示す．サーバ側システムは，GeoServer を用いて泳者の位置情報を保管し，PHP によりデータ検索を行う．クライアント側 Web システムは，本部用に ECharts および OpenLayers，応援者用に Leaflet を利用して構築した．背景地図には地理院地図を用いた．

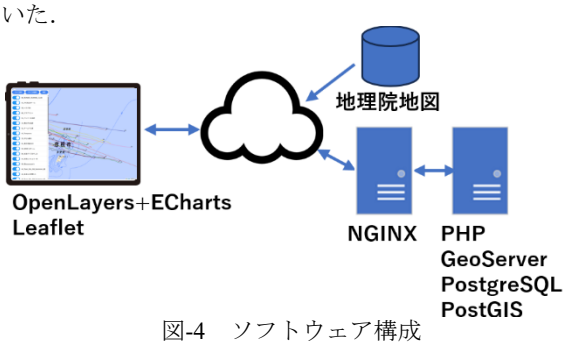


図-4　ソフトウェア構成

2．3　利用した通信キャリア

びわ湖上の一部地域には通信が不能と思われる場所が存在するため，スマートフォンの利用に際しては通信キャリアを限定した．

3．事前準備

本番前のシステム稼働確認に際し，事務局メンバーの打合せの機会を利用し，各メンバーが徒歩または車で集合場所をリレー水泳大会のゴールに見立ててソフトウェアの動作確認を行った．本番当日は，大会運営の円滑化を目的として，33 隻のサポート船および 3 隻の監視艇で利用する URL を QR コード化し，注意事項を記載した説明書を作成した．説明書はラミネート加工を施し，各参加者に配布した．当日配布した資料を図-5 に示す．



図-5 配布資料

4．当日の実施状況

大会当日は，事前準備に基づき各サポート船および監視艇が配置され，33 チームが 4 グループに分かれて大会が開始された．図-6 に Facebook に投稿された情報を示す．

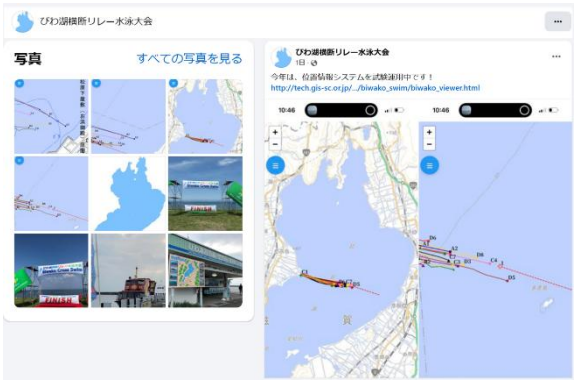


図-6 Facebook に投稿された情報(一部加工)

5．導入効果

本システムの導入により，大会関係者全体に以下のメリットがもたらされた．

- 参加者は位置情報を把握できることで安心感を得るとともに，的確なサポートを受けられた．
- サポートメンバーはリアルタイムで位置を確認でき，効率的な支援が可能となった．
- 大会本部は全参加者の位置を一元管理し，安全管理の強化および迅速な対応を実現した．
- 応援者は適切なタイミングで声援を送ることができ，大会全体の一体感が向上した．

6．今後の展望

今後は，取得した位置情報の履歴を保存し，大会終了後の振り返りや分析に活用することで，さらなる安全性向上と運営の効率化を図ることを目標とする．

謝辞

近江八幡市沖島の漁師の皆様，滋賀県漁業協同組合連合会青壮年部，磯田漁協の漁師の皆様，(有)小栗鉄工所様，マリンプロショップオグリ様には，GPS による位置追跡のためのスマートフォン設置にご協力いただいた．また，一般社団法人 GIS 支援センターには，本システムの実行環境をご提供いただいた．ここに深く感謝の意を表する．

参考文献

びわ湖横断リレー水泳大会(2025)，〈http://www.biwa.ne.jp/~shark-s/harks_top.htm, https://www.facebook.com/BiwakoCrossSwim〉

移動軌跡データを用いた富山市における COVID-19 禍の生活行動分析

瀬戸寿一*

Analysis of Lifestyle Behaviors During the COVID-19 Pandemic in Toyama City Using Human Mobility Trajectory Data

Toshikazu Seto*

Abstract: This study performed a quantitative analysis of human mobility dynamics in Toyama City during September 2021, using smartphone location data from Agoop Inc. (8,414,697 records, 118,074 unique daily IDs). By integrating the "Trajectools" plugin for QGIS with the "MovingPandas" library, the analytical framework thoroughly assessed changes in mobility behavior under priority COVID-19 prevention measures from temporal, demographic, and spatial perspectives. The analysis revealed a mobility pattern with an average speed of 10.72 km/h, predominantly featuring short-distance movements, as walking and cycling comprised 78.51% of all trips. The peak movement occurred at 5:00 PM, and among age groups, mobility speed was notably low among 15–19 year-olds, quantitatively confirming the impact of COVID-19 restrictions on youth behavior. The analytical methods developed in this study and the findings obtained can serve as a foundation for evidence-based decision-making support in pandemic response and urban planning.

Keywords: 移動軌跡データ（human mobility trajectory data），生活様式（lifestyle），時間地理学（time-geography），COVID-19（COVID-19 pandemic），富山市（Toyama city）

１．はじめに

COVID-19 は世界規模で人々の移動行動に劇的な変化をもたらし，2021 年には感染拡大の第 5 波により，日本政府は地域別の緊急事態宣言やまん延防止等重点措置を通じて行動制限を実施した．本研究の対象地域である富山市では，2021 年 8 月 20 日から 9 月 12 日まで初のまん延防止等重点措置が適用され，飲食店の営業時間短縮や，昼夜を問わない不要不急の外出自粛要請が行われた．

このような状況で，従来の交通調査手法では，大規模かつ長期間に渡る人流変化の把握は技術的に困難であった．また，質問紙（アンケート）調査ベースによる COVI-19 に伴う日常的な生活行動への影響を調査した研究も多くなされ，社会階層別の実態が把握されてきたが（岡田・出口 2024; Hanibuchi et al., 2021），実際の空間的移動や具体的な場所の立地と関連付けた特徴が捉えにくい．他方スマートフォンの普及に伴って，位置情報ビッグデータを活用した解析が近年では日本全国で可能となっている．

そこで本研究の目的は，COVID-19 禍における富山市の人流軌跡データを用いて多面的に評価し，行動制限の状況を定量化することである．特に，年齢層別・時間帯別・空間的な移動パターンの変化を分析することで，COVID-19 のような感染症対策に伴う行動制限を位置情報ビッグデータで把握する可能性と課題を示す．

２．分析手法

２.１　データの概要

本研究では，Agoop 社の「ポイント型流動人口データ」より，2021 年 9 月 1 日から 30 日までの富山市を流出入したデータセットを利用した．このデータセットから，年代の属性（15 歳～70 歳までは概ね 5 歳ごと）を有するレコード 12,667,818 件から，富山市内での移動を示す速度 1km/h 以上の条件でフィルタリングし，8,414,697 件（66.4%）の有効データが得られた．なお，1 日単位でのユニークユーザー数は 118,074 人（平日平均 3,979 人，休日平均 3,817 人）から構成され，富山市内における典型的な移動パターンを概ねカバーしていると考えられる．

２.２　解析ツール

本研究での主な空間分析は，QGIS のプラグイン・パッケージとして提供されている「Trajectools」（v2.6.1）を使用した（Graser et al., 2020; Graser, 2021; Graser and Dragaschnig, 2024）．このパッケージは，Python ライブラリの一つで移動軌跡データの解析と視覚化を扱う「MovingPandas」を核として，scikit-mobility（移動データの操作），stonesoup（スムージング処理），gtfs-functions（GTFS データ処理）ライブラリを利用可能である．

Trajectools の主要機能としては，各時刻の滞在点データをもとにした「Create trajectories（軌跡の作成）」を中心に，

* 正会員　駒澤大学文学部 (Komazawa University)
〒154-8525 東京都世田谷区駒沢 1-23-1　E-mail：tosseto@komazawa-u.ac.jp

「Extract OD points（発着地の検出）」「Extract stop points（滞在地点の抽出）」などの機能がある．また，高度な機能として，軌跡データの一般化処理やスムージング等があり，その詳細なアルゴリズムは MovingPandas のウェブサイト（https://movingpandas.github.io/）が参考となる．

３　移動軌跡データによる生活行動分析

３.１　空間特性と速度分析

Trajectools を用いた移動軌跡データ全体の解析結果（図1）と合わせて，元データについて R ベースの探索的データ解析ツールである「Exploratory」（v.13.8）を用いて１ヶ月分のデータを集計した結果，平均速度 10.7km/h 程度での移動が主体となっていることが明らかになった．速度をカテゴリごとに見ると，徒歩速度に相当する 1-5km/h の移動が 2,110,119 件（25.1%），自転車利用に相当する 5-15km/h の移動が 4,496,136 件（53.4%）となり，徒歩・自転車による移動が全体の 78.5%を占める結果となった．一方，市街地での自動車速度での移動（15-40km/h）は 1,772,465 件（21.6%），40km/h 以上は 35,977 件（0. 4%）となり，自動車利用と推定される 15km/h 以上の移動は合計で 21.5%に留まった．

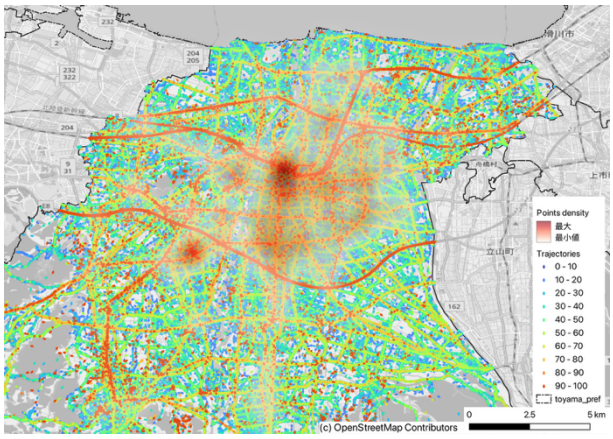


図１　富山市内における 2021 年 9 月の移動軌跡の視覚化

地域別の移動傾向については，富山市内に完結した移動が 5,343,768 件（63.5%）と全体の約 2/3 を占め，移動集中を示した．周辺市町村では，射水市から富山市への移動が 786,393 件（9.4%，平均速度 12.5km/h），高岡市からの移動が 504,839 件（6.0%，11.2km/h）と続き，これらの地域では富山市より高い移動速度を示した．小矢部市からの移動は平均速度 18.8km/h となっているが，市内に 2 箇所の高速道路 IC が存在するため，広域移動の拠点となっていると考えられる．

３.２　時間帯別・曜日別の特徴

1 時間単位での移動傾向を捉えると，17 時に移動ピーク（702,166 件）を記録し，夕方の帰宅時間が最も集中していることが確認された．一方で，朝の通勤時間帯は 8 時に 589,755 件のピークとなっており，帰宅時の 18 時には引き続き 606,516 件の移動傾向が見られた．なお，深夜時間帯（22 時）になると 139,756 件まで減少し，平均移動速度が 12.3km/h に上昇する傾向を示した．このような状況は，COVID-19 禍における一部業種のテレワークの普及や時差出勤の浸透に伴い朝の移動が分散化された一方で，飲食店の営業時間短縮等に伴い，夕方の活動需要が一定程度維持されたことを示している．

各時間帯のユニークユーザー数は，17 時に最大の 48,310 人が移動しており，8 時の 43,632 人を上回る結果となった．注目すべきは，朝の活動開始時間である 7 時（578,031 件，35,767 人）から 8 時にかけての急激な増加パターンで，出勤を要する業種（小売店や流通業，工場勤務者など）が，COVID-19 禍においても従来の通勤パターンを維持している影響と考えられる．

次に曜日別に見ると，水曜日が最大の移動量（1,408,772 件）を記録し，次いで木曜日（1,389,097 件）が続く結果となった．週末の土曜日は 1,116,749 件，日曜日は 1,044,010 件となり，週末より平日が移動量の多い傾向を示した．移動速度に着目すると，週末の平均移動速度（土曜日 11.0km/h，日曜日 11.1km/h）が，平日（10.5-10.7km/h）より約 0.5km/h 速い結果となった（t 検定：$p<0.001$）．この傾向は，郊外のショッピングモール（例：コストコ射水倉庫店）や屋外施設（例：ゴルフ場・公園）への短時間の訪問機会と，平日の通勤・通学による近距離移動という基本的な生活行動が維持されていたと考えられる．

３.３　年齢層別の行動特性

ここでは年齢層別でのライフステージへの影響を検討する．移動ログ 8,414,697 件を時間帯および世代別（ここでは 10 歳階級別）に分類した結果，表 1 に示すように，20 代が 2,274,405 件（27.0%）で最多，次いで 30 代が 1,987,140 件（23.6%），40 代が 1,906,892 件（22.7%）となり，20〜40 代の世代で全体の 73.3%を占める結果となった．60 代は 259,687 件（3.1%），70 歳以上は 24,039 件（0.3%）と急激に減少する結果となった．

時間帯別の傾向を加味すると，20 代の移動は 17 時に 205,650 件でピークを迎え，1 日の移動の 9.0%がこの時間帯に集中している．30 代は 17 時に 163,766 件（8.2%），40 代も 17 時に 152,507 件（8.0%）で最多であった．また，日中 10-15 時の 6 時間では 3,170,413 件で全体の 37.7%を占め，継続的な移動が確認された．なお，世代と活動時間の 2 変数に対して χ 二乗検定を行った結果，$p<0.001$ で，Cramer's V は 0.04 という値が算出された．

次に，各ログの平均移動速度をもとに実際の空間的移動を加味して Trajectools を用いて視覚化すると，15-19 歳が 8.5km/h と最も低く，特に 15 歳以下の移動軌跡に着目

表 1　世代別と時間帯別の移動ログ数の集計

hour	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70以上	合計
0	8,251	33,334	16,921	19,209	10,102	2,276	193	90,286
1	5,630	20,688	12,914	14,867	10,778	1,626	172	66,675
2	4,571	14,360	12,165	15,000	11,922	1,178	185	59,381
3	3,702	11,100	9,898	14,131	14,174	2,153	86	55,244
4	4,124	11,124	9,296	17,915	13,549	3,098	433	59,539
5	5,808	21,456	16,796	27,272	17,559	8,540	1,787	99,218
6	22,110	57,163	52,906	68,329	42,995	12,593	907	257,003
7	96,670	220,148	193,381	176,476	96,867	23,926	1,949	809,417
8	129,438	230,048	221,976	200,324	98,080	25,092	2,410	907,368
9	47,196	171,732	194,228	167,444	92,020	23,205	2,514	698,339
10	53,225	187,899	203,310	175,587	103,622	29,546	2,946	756,135
11	70,021	209,092	211,557	178,417	100,169	30,427	3,224	802,907
12	97,677	224,942	204,131	179,647	102,611	29,142	2,626	840,776
13	91,507	230,443	203,396	179,669	102,570	28,340	1,960	837,885
14	84,610	235,519	216,414	186,279	104,162	28,508	2,290	857,782
15	102,940	242,714	224,578	192,561	108,301	28,303	2,691	902,088
16	131,961	266,756	233,487	193,824	104,492	29,433	3,583	963,536
17	123,423	313,287	244,974	216,386	112,859	28,966	2,693	1,042,588
18	108,842	273,261	198,855	180,795	96,633	21,282	1,518	881,186
19	78,342	186,994	128,398	131,442	68,825	16,042	921	610,964
20	60,113	147,583	89,160	90,150	44,288	8,238	865	440,397
21	42,120	103,893	59,912	59,313	27,763	4,943	630	298,574
22	23,072	76,681	38,745	35,777	17,744	4,013	409	196,441
23	14,452	52,047	26,227	25,798	12,250	3,046	269	134,089
合計	1,409,805	3,542,264	3,023,625	2,746,612	1,514,335	393,916	37,261	12,667,818

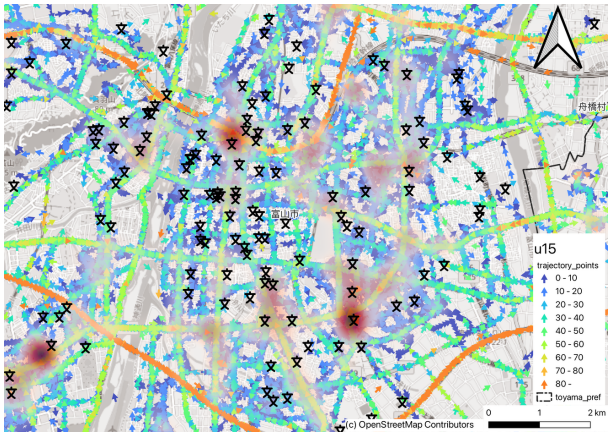


図 2　富山市内中心部の 15 歳以下の移動軌跡（1 ヶ月分）

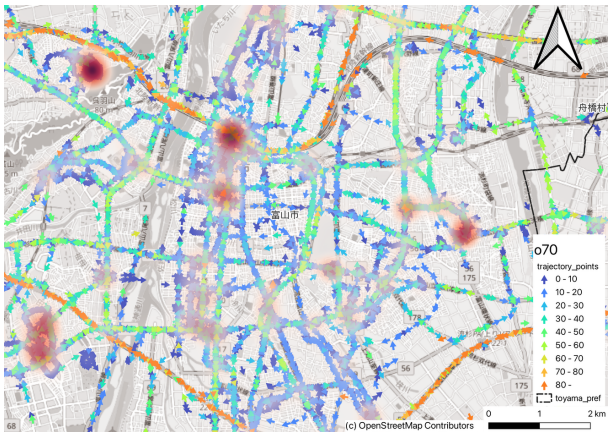


図 3　富山市内中心部の 70 歳以上の移動軌跡（1 ヶ月分）

すると，富山市中心部においては学校や子育て施設への移動が中心で（図 2），50-54 歳の 11.4km/h をピークに，さらに年代が上がると速度低下するパターンが確認された．特に 65-69 歳が 56,245 件（0.7%・平均 10.3km/h），70 歳以上が 24,039 件（0.3%・平均 9.5km/h）と移動量が減少するとともに，近距離移動が多かった（図 3）．

さらに COVID-19 禍においては，発熱外来を始めとする医療機関，特に救急病院の逼迫が全国的な課題となった．そこで国土数値情報の医療機関データ（2020 年時点）の分布と富山市内の滞在行動の密度分布をオーバーレイ分析した結果，平日・休日ともに，該当する病院について局所的な集中傾向は見られなかった（図 4）．

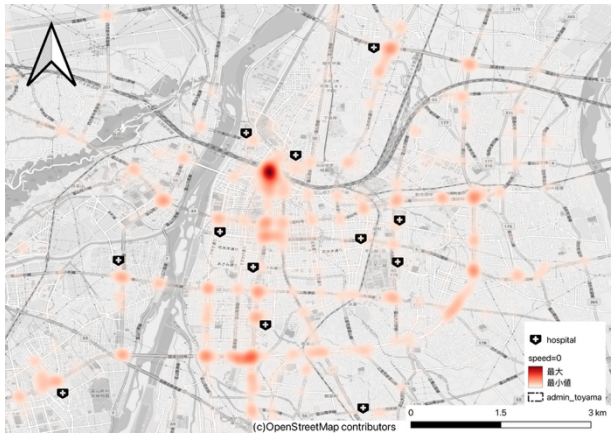


図 4　富山市内の救急告示病院と滞在行動の密度分布

3．4　250m メッシュ単位の滞在パターン分析

次に滞在ログを含む全データに含まれる移動先のメッシュコードをもとに，富山県内の 250m メッシュ単位で空間集計（総メッシュ数 25,159 個）し，（移動を伴う）滞在行動の傾向を明らかにする．

平休日との相違については，平日に滞在活動のあるメッシュが 12,810 個（全体の 51.0%），休日が 10,661 個（42.4%）となり，平日の滞在活動がより広範囲に分散した．また滞在活動の空間的な集中度に着目すると，比較的人数の多い滞在メッシュ（500 人以上/250m²）は平日 240 個，休日 82 個となり，平日の高密度エリアが休日の約 3 倍となった．平日・休日ともに最大の滞在者数を記録したメッシュでは平日 5,365 人，休日 1,856 人の滞在者がそれぞれ確認された（図 3・図 4）．

このメッシュは富山駅前に位置し，交通結節点と商業集積が相乗的に作用した結果と考えられる．また高密度となった他の滞在メッシュの多くは，富山市近郊のショッピングモール（ファボーレやグリンモール）などがほとんどで，COVID-19 禍以前から比較的集中が見られる区域での滞在が多かった．さらに，富山市以外の広域移動を伴う滞在メッシュは限定的で，コストコ射水倉庫店や幹線道路の交差点などに限られる結果となり，基本的には富山市内での移動に特化している傾向を示した．

このように 250m メッシュの空間単位による分析を行った結果から，移動軌跡では正確に把握できない局所的な集中・分散パターンを定量化できた．なお Agoop デー

タではよりミクロな空間単位として 100m メッシュごとの集計も可能であるが，滞在が卓越するショッピングモールなど大規模施設では複数のメッシュにまたがるため，集計上，メッシュが分散されてしまうため，250m メッシュがより現実の生活行動の結果に近い傾向を示した．

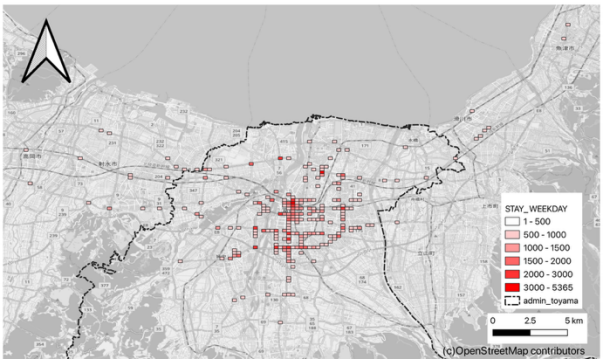


図 4　富山市周辺の高密度滞在メッシュ（平日）

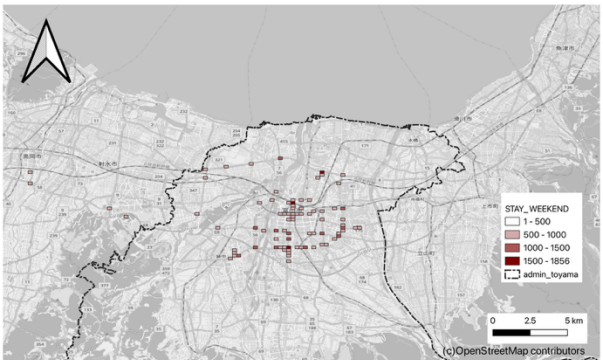


図 5　富山市周辺の高密度滞在メッシュ（休日）

4　おわりに

本研究の結果は，COVID-19 の流行とそれに伴う「まん延防止等重点措置」が，地方都市の一つである富山市民の生活行動にどのような変化をもたらしたことを人流軌跡データから定量的に示した．平均移動速度 10.72km/h は，徒歩から自転車程度の速度であり，一般的な移動が自家用車という車社会でありながら，移動の近距離化と低速化が一定程度中心となったことを示している．

時間的パターンでは，夕方 17 時のピークが朝 8 時のピークを上回る現象が確認され，朝の通勤・通学ラッシュの分散化と，夕方の買い物・私用外出の集中化を反映している．特に深夜 22 時の移動が 139,756 件という低水準は，夜間外出自粛要請の効果を端的に示す結果となった．

年齢層別では，15-19 歳の異常な低速移動（8.5km/h）が最も顕著な特徴として確認された．この世代は学校活動の制限，部活動の中止，友人との交流制限など，複合的な行動制約を受けたと考えられ，その影響が一定程度移動データに明確に現れている．一方，働き盛り世代（45-54 歳）では 11.2-11.4km/h と相対的に高い移動速度を維持しており，職業活動の継続による移動需要と感染リスクの間での調整が行われたことを示している．

また移動軌跡の可視化分析は，QGIS の Trajectools プラグイン用いることで大規模な位置情報データを処理しても有効に機能し，直感的な GUI 環境を通じて複雑な軌跡解析処理を効率的に実行できることが実証された．

本研究にはいくつかの重要な限界が存在する．第一に研究データ上の制約から分析期間が 2021 年 9 月の 1 ヶ月間に限定されており，季節変動など長期的な行動変容の捕捉ができなかった．特に COVID-19 の影響は段階的に変化しており，緊急事態宣言期間との比較や変異株の出現に伴う政策変更など，長期的な時間経過に伴う動的な変化の分析が必要である．交通手段の推定についてもパーソントリップ調査等の質問紙調査とは異なり，速度情報のみに基づいている．したがって，実際の交通手段選択との乖離が存在する可能性がある．特に，自転車と低速自動車の速度域（5-15km/h）では重複が生じ，分類精度に限界がある．

移動目的や個人属性との関連分析も実施できておらず，行動変容のメカニズム解明には，時間地理学の活動日誌法に代表される追加的な調査手法が必要である．また，また COVID-19 では外出自粛を示す行動が多い傾向を示すため，人々の移動を捉える携帯電話位置情報の「動かない」ログを，このような研究でどのように解釈するかについては引き続き議論が必要である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費（23K22032・24K15662）の助成を受けた．

参考文献

岡田潤・出口敦 (2024) テレワーカーおよび職住近接型通勤者の余暇時間に関する研究．「都市計画論文集」，59(3), 1280-1287.

Graser, A. (2021) An exploratory data analysis protocol for identifying problems in continuous movement data. *Journal of Location Based Services*, 15(2), 89-117.

Graser, A. and Dragaschnig, M. (2024) Trajectools Demo: Towards No-Code Solutions for Movement Data Analytics. *25th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, 235-238.

Graser, A., Widhalm, P. and Dragaschnig, M. (2020) Extracting Patterns from Large Movement Datasets. *GI_Forum*, 8(1), 153-163.

Hanibuchi, T., Yabe, N. and Nakaya, T. (2021) Who is staying home and who is not?: demographic, socioeconomic, and geographic differences in time spent outside the home during the COVID-19 outbreak in Japan. *Preventive Medicine Reports*, 21, Article 101306.

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-14] 座標参照系の正しい理解で広がるGISデータ活用-EPSGとれ～る-

*新井 千乃[1]、平松 奏哉[1]、家中 賢作[2]、大伴 真吾[1] (1. Cue部、2. つくば市)

キーワード：座標参照系、EPSG、地理座標系、投影座標系、GIS

近年、データ利活用の拡大に伴い、GISを用いた分析業務に携わる人が増えているが、座標系や投影法の理解不足から正しくデータを扱えない事例が多い。特に、国土数値情報ではTKY・JGD2000・JGD2011など複数の座標系が混在し、GIS初学者にとって大きな障壁となっている。
特に地理座標系で作成されたデータは、座標変換やその扱いを理解しないと分析結果に誤りが生じやすい。そこで本研究では、「投影法」「地理座標系と投影座標系」「平面直角座標系」「EPSGコード」の重要性に着目し、初学者のつまずきやすい点を整理した「EPSGとれ～る」を作成した。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-15] 高校生居住地と大学までの距離の変容

*寺田 悠希[1] (1. 高知大学)

キーワード：大学の地域配置、進学、高校生、教育の地理学、アクセス

2025年に出された文部科学省中央教育審議会による、いわゆる「知の総和」答申では、18歳人口が減少する中で、高等教育におけるアクセス確保が政策目的の一つとされた。これまでの先行研究は、都道府県単位での大学収容率や進学距離とその規定要因を中心に議論してきたが、地域的な不均衡をより的確に捉えるためには、さらにミクロな単位での検討が不可欠である。そこで本発表では、国勢調査メッシュ統計を基盤とし、独自に構築した大学配置データベースを組み合わせることで、1970年から2020年にかけて10年ごとに高校生の居住地から進学先大学までの距離を計算し、その変化を時系列的に分析・可視化することを試みる。この方法により、地域格差の空間的パターンやその変遷を明らかにし、単なる集計指標にとどまらない「アクセス可能性」という視点から、高等教育の地域配置政策の検討に資する知見を提示できると考える。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-16] 北陸地方の高校生を対象にした「GISカード」の効果の検証

*荻田 琉聖[1]、大江 晴香[1]、狩野 堅太郎[1]、越野 峻広[1]、佐藤 祐希[1]、藤沢 夏音[1]、南 明良[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

キーワード：GISカード、地理教育、高校生、北陸地方

2022年度より高等学校で必修科目となった「地理総合」ではGISの内容理解が求められるようになった。一方で高等学校の教員の中でもGISソフトの経験者が少ない点が課題であった。これを踏まえて情報機器が未整備の学校でもGIS教育が行えるように開発されたのがGISカードである。従来は「小中高 GIS 利用支援プログラム」の利用者に無償で提供される形の利用に留まっていたが、今年に入って一般の方へのダウンロード提供が開始した。発表者らも一般公開後に大学のオープンキャンパスでの模擬授業や高大連携事業での出前授業でGISカードを用いた授業を実施した。本発表ではこのGISカードを用いた授業の受講者である高校生を対象に行ったアンケート調査をもとに、カードゲーム自体の楽しさやGISそのものの理解につながっているか、また北陸地方ならではの地理的関心が見られるかについて調査を行った内容を報告する。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-17] 空間的自己相関を考慮したRIF変換による無条件分位点回帰の検討

*村上 正悟[1]、井上 亮[2] (1. 東北大学 工学部、2. 東北大学 大学院情報科学研究科)

キーワード：無条件分位点回帰（Unconditional Quantile Regression）、不動産賃料分析、空間的自己相関

説明変数が被説明変数に与える影響が，被説明変数の分布上の位置によって異なることを分析可能な分位点回帰を，地理情報分析へ活用する検討がなされている．分位点回帰の1種である条件付き分位点回帰に基づく分析は，推定結果である条件付き限界効果 $\partial q_\tau(y|x)/\partial x$ の解釈が困難という課題を持つ．一方，無条件分位点回帰（Unconditional Quantile Regression: UQR）は，解釈性の高い無条件限界効果 $\partial q_\tau(y)/\partial x$ を推定でき，近年，地理情報分析への応用も盛んに議論されている．しかし，これまでのUQRに基づく地理情報分析では，その推定仮定（Recentered Influence Function: RIF変換）における確率密度関数 $f_Y(q_\tau)$ に，地理データが有している空間的自己相関が考慮されてこなかった．本研究は，確率密度推定に空間的自己相関を導入した新たなUQR手法を開発する．提案手法の不動産賃料分析への適用を通して，地理情報分析におけるその有効性を考察する．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-18] 街路景観画像と深層学習を用いた不動産価格の自動評価手法の開発

*寺田 遣都[1]、清水 貴仁[1]、秋山 祐樹[1] (1. 東京都市大学)

キーワード：不動産価格、自動評価、街路景観画像、深層学習、固定資産税

不動産価格評価の一形態として，固定資産税評価業務がある．固定資産税は，総務省の定める固定資産評価基準に則り，自治体職員が対象地域周辺の価格形成要因を考慮し評価する．しかし，評価対象となる土地や家屋は全国で約1億8千万件に及び，さらに評価基準や市場価格の変化に応じた定期的な改定が必要である．また，同業務は，不動産鑑定士や自治体職員の経験則に大きく依存しており，特に定性的要因の評価には現地調査を伴う場合も少なくなく，膨大な作業時間とコストを要する．加えて，近年は不動産鑑定士や熟練職員の減少と高齢化が進行しており，持続的かつ一貫した評価を実現する仕組みの構築が求められている．そこで本研究では，地価公示価格を4段階に分類し，街路景観画像と深層学習を用いて画像から価格を自動的に推定する手法を開発した．これにより，定性的な評価要因を画像情報から定量化し，業務の効率化と評価プロセスの標準化を実現する．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-19] 連続的な空間体験を考慮した建物内部空間の印象評価予測モデル

*山田 拓弥[1]、沖 拓弥[1] (1. 東京科学大学)

キーワード：時系列性、印象評価、シークエンス、再帰型ニューラルネットワーク、ストリートビュー、建物内部空間

人々が連続的な空間（シークエンス空間）を体験する際、空間特性など様々な要因の影響を受けて時々刻々と印象が変化することが、既往研究で指摘されている。しかし、シークエンス空間の体験が印象に与える影響を定量的に検証し、かつ、時系列性を考慮した印象評価予測を試みている研究はあまり見られない。そこで本研究では、まず、Google Street View APIを用いて擬似的な空間体験が可能なWebアプリを開発し、ミュージアム内部を対象とした被験者実験により、空間をランダムな順序で体験させた場合と経路に沿って体験させた場合で、印象評価傾向にどのような差異が生じるかを検証する。さらに、実験結果を再帰型ニューラルネットワークに学習させることで、時系列性を考慮した印象評価予測モデルを構築し、その精度と有用性を評価する。これらの実験や分析を通じて、シークエンス空間の設計に資する定量的知見を得ることを目指す。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-20] Evaluating the urban landscape diversity through street-view images: A case study on Ota Ward, Tokyo

*Hang Shen[1], Takuya Oki[1] (1. Institute of Science Tokyo)

キーワード：urban landscape、diversity、street view image、manifestation、eye-level scenery、computer vision、machine learning

Urban landscapes (UL) increasingly tend to homogenization with urbanization. Potentially reducing experiential richness and linking to broader challenges such as inequities and gentrification. Yet most studies on UL focus on morphological patterns (e.g., land use, road networks) but overlook eye-level experience. With street view imagery (SVI), UL can be assessed from a human perspective, though prior work often emphasizes isolated elements or aesthetics.

This study develops an approach to evaluate streetscape heterogeneity by computer vision, extracting SVI elements and creating landscape diversity index. To achieve this, UL is redefined as a dual construct: morphology (spatial patterns) and manifestation (observable expressions at street level). Within this framework, landscape diversity is introduced as an indicator of manifestation.

Ota Ward, Tokyo serves as study area. As the city's ward with the widest variety of land uses, it provides a representative setting for examining how landscape diversity is expressed. The study links morphology and manifestation, making diversity measurable and providing support for tracking urban landscape.

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-21] コンパクトシティ施策が都市構造にもたらす影響

*巻木 雅月[1]、安田 昌平[2]、菅澤 武尊[3] (1. 慶應義塾大学大学院経済学研究科、2. 日本大学経済学部、3. 日本住宅総合センター)

キーワード：コンパクトシティ、差の差分析（Difference in Differences design）

2011年以降、日本の人口は減少し続けており、減少率も年々大きくなっている。また、人口減少の加速に伴い、自治体の維持が困難になることが避けられない問題となり、消滅可能性都市に関する議論が活発化している。その中で、多くの自治体が様々な施策によって都市中心部に設定した区域への居住誘導を行うことで都市規模を縮小するコンパクトシティ化を推し進めている。特に富山県富山市については、政府が推進する以前から都市のコンパクト化を目指しており、OECDもコンパクトシティのモデル都市として挙げるなど、注目度の高い都市となっている。そこで、本論文では、施策の前後で①人口集約が進んだのか②地価が上昇したのかについて差の差分析を用いて明らかにした。分析結果から、人口は有意な上昇は見られないものの、施策を境に都市中心部における人口推移に変化が生じたことが明らかになった。また、地価は有意に上昇したことが明らかになった。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-22] 小学校の配置に着目した学童クラブの適正配置の評価手法の提案

*横山 凌我[1]、山本 佳世子[1] (1. 電気通信大学)

キーワード：学童クラブ、小学校、数理最適化、定員数、移動距離

近年共働き世帯及び核家族世帯が増加するに伴い、学童クラブの需要は増加している。しかし、この需要に対し学童クラブが適正に配置がなされていないため、一部で「待機児童が発生している」「児童の移動負担が大きい」などの問題が発生し、公平な供給が最大限に機能していない。そこで、本研究は公平かつ効率的な学童クラブの配置の評価方法を提案することを目的とする。本研究では、再配置により改善の余地がある東京都調布市を研究対象地域とする。始点をそれぞれの小学校とし、1~3年生児童数を需要と捉えることで各小学校での学童クラブの需要がどれだけ満たされているかを定量的に評価する。そして、定員数および移動距離の二つの指標をもとに、各小学校に通う児童がそれぞれ学童クラブに公平に通うことができる配置を数理最適化により提案する。これにより、子育て環境の向上、行政のコストの削減、地域格差の是正に貢献することを図る。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-23] 都市近郊森林の環境評価：豊田市自然観察の森を対象とした多面的機能の定量分析

*金 炫禎[1] (1. 株式会社地域環境計画)

キーワード：環境評価、机上予測

自然環境の評価には、現地調査に多大な時間と労力を要するという課題がある。本研究では、都市圏に残る貴重な里山的自然環境である「豊田市自然観察の森」の主要エリアおよびその周辺を対象に、現地調査を行わずに都市近郊林の多面的機能を簡便に評価する手法を検討した。可視域空撮画像のほか、Landsat データや数値標高モデルなどのオープンデータを用い、クールアイランド効果、生物多様性ポテンシャル指数（BDPI）、CO_2 吸収量の 3 指標により評価した。その結果、クールアイランド効果は隣接市街地に対し平均 7.5℃の顕著な温度低下が確認され、BDPI も高い値を示した。年間 CO_2 吸収量は約 3.6 トン/ha と推定され、成熟林として妥当な水準であった。本手法は汎用性が高く、都市計画や保全戦略における事前の机上評価に有効であることが示唆され、豊田市自然観察の森はそのモデルケースであり、貴重な里山的自然環境としての高い価値を有していると考えられる。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-24] 欧州諸都市におけるタイニーフォレストの立地分析－協働による緑化と環境教育の観点から

*新保 奈穂美[1]、水内 佑輔[2] (1. 東京大学空間情報科学研究センター、2. 金沢大学融合研究域)
キーワード：都市緑地、アーバンフォレストリー、市民参加、生態系保全、環境教育

欧州では、市街地内にパッチ状の小さな森（タイニーフォレスト）を生み出す取り組みが進んでいる。これにより、雨水浸透や気温低減、生態系保全を図るとともに、植林や生物多様性評価に関する市民参加の機会を提供し、環境教育に貢献している。しかし、NGOや市民団体、自治体が都市内のどのような空間に植林をしているのかは体系的に明らかになっていない。そこで本研究では、オランダ・英国・オーストリアの諸都市を対象に、タイニーフォレストの立地分析を行う。具体的には、自治体提供のオープンデータをGISで分析することで、タイニーフォレストの従前土地利用や周辺土地利用、教育機関など関係施設との位置関係を明らかにする。さらに設立者へのインタビューも行うことで、立地の意図も明らかにする。得られた成果は、都市部での協働型緑化・緑地維持管理方策や市民の環境教育のあり方を検討するために有用な知見となる。

©一般社団法人地理情報システム学会

場所の感情地図
－テキスト埋め込みと空間的近接性による環境段階モデルの検証－

小野原彩香*・大内啓樹**

Phase-Dependent Emotion Maps of Place
A Mantel Analysis Using Text Embeddings and Spatial Proximity

Ayaka Onohara*, Hiroki Ouchi**

Abstract: This study examines the correspondence between emotion, language, and spatial proximity across five stages of environmental evolution in Japan. Using Mantel tests on distance matrices derived from 155 participants' emotional responses to 50 place descriptions, we found stage-dependent patterns. Rural landscapes (Phase 2) showed robust emotion-text correlation (r=0.43, p=0.031), suggesting universal cultural imagery. Infrastructure environments (Phase 3) showed origin-dependent text-space correlation. These findings contribute to emotional GIS and place-based planning.

Keywords: 感情（emotion），場所記述（place description），空間的近接性（spatial proximity），ニッチ構築（niche construction），マンテル検定（Mantel test）

１．はじめに
1.1 本研究の背景

人間は多様な環境の中で感情的な体験を積み重ねながら生活している．心理学や地理学の領域では，自然環境や都市環境が人の感情や行動にどのような影響を及ぼすかについて多くの研究が蓄積されてきた．とりわけ，環境を「場所」として意味づける過程において，言語的な描写や文化的イメージが感情経験を方向づけることが指摘されている．一方で，こうした感情–言語–環境の関係が，環境の性質や進化段階によってどのように異なるのかは十分に明らかにされていない．

文化進化や環境心理学の観点からは，環境を「ニッチ構築」の段階として捉える視点が提案されている．すなわち，自然環境（段階 0），生存的環境（段階 1），農村や伝統的景観（段階 2），協力的なインフラ環境（段階 3），計画的な都市環境（段階 4）という発展的プロセスである．このような枠組みに基づけば，感情と場所の関係も一様ではなく，段階ごとに異なる構造的特徴を持つと考えられる．

地理情報科学の観点からは，Tobler (1970)の地理学第一法則『すべてのものは他のすべてのものと関連するが，近いものほど強く関連する』は感情体験にも適用可能と考えられる．Tobler の法則が示す物理的距離と同様に，本研究では意味的な距離（テキスト距離）や感情的な距離にも近接性の原則が適用できるか，またその原則が環境段階によってどう変容するかを問う．

1.2 本研究の射程

本研究の理論的基盤は，少なくとも三つの研究系譜にまたがっている．

第一に，場所と感情の関係に関する研究系譜である．Tuan (1977) の空間と場所の議論，Relph (1976) の「場所の本質」，Proshansky et al. (1983) の場所アイデンティティ理論などは，人が環境に感情的に結びつくプロセスを質的に記述してきた．本研究は，この系譜を継ぎつつ，定量的手法により検証を試みる．

第二に，環境の文化進化・ニッチ構築理論である．Laland & O’Brien (2011) によるニッチ構築理論や，Boyd & Richerson (1985) の文化進化論，Ellis (2015) の人新世における環境段階論は，人間が環境を改変し累積的に発展させてきたことを示す．本研究で採用する 5 段階モデルは，この系譜に基づくものである．

第三に，言語と感情の対応研究である．Osgood et al. (1957) の意味微分法，Russell (2003) の感情円環モデル，Mohammad & Turney (2013) の感情語彙研究，さらに近年の NLP における感情分析手法は，言語表現と感情の対応を定量的に扱ってきた．本研究は，日本語 BERT 埋め込みを用いて環境記述テキストを分析することで，この系譜に新たな応用例を加える．

従来研究には以下の 3 つの限界があった．

第一に，場所と感情の関係は主に質的研究にとどまり，

*　正会員　　立教大学 社会情報教育研究センター（Rikkyo University）
〒171-0021 東京都豊島区西池袋３－３４－１　Tel：03-3985-4496 または E-mail：[aonohara@rikkyo.ac.jp]
**　正会員　　奈良先端科学技術大学院大学，先端科学技術研究科（Nara Institute of Science and Technology）

系統的な定量分析は限定的であった（Manzo, 2005）.

第二に，環境の発展段階による感情反応の差異は理論的に示唆されながらも（Kellert & Wilson, 1993），実証的検証は十分でなかった.

第三に，言語表現と感情の対応は心理言語学で研究されてきたが，環境記述テキストを対象とした分析は乏しかった（Russell, 2003）.

本研究はこれらのギャップを埋め，環境進化段階ごとの感情–言語–空間対応の構造を明らかにすることを目的とする.

1.3 本研究で検証する仮説

このため，本研究では以下の仮説を検証する.

H1: 環境進化の段階により, 感情-言語-空間の対応パターンは異なる.

H2: 文化的定型化が進んだ段階（Phase 2）では感情-言語対応が強い.

H3: 出身環境は段階別のテキスト-実空間間の相関において調整効果を持つ.

本研究では，この仮説を検証するために，自然から都市計画に至る 50 の場所記述文を提示し, 参加者の感情評価を収集した. そして, 感情距離・テキスト距離・空間的近接性距離をそれぞれ行列として定量化し，Mantel テストおよび部分 Mantel テストにより関連性を分析した. 特に，被験者の出身環境（田舎・地方都市・都会）の影響を統制しつつ，段階ごとの特徴を明らかにすることを目的とする.

２．方法

２.１　調査対象

本調査には成人 155 名が参加した. 回答はオンラインフォームを通じて収集した．参加者の出身環境は，田舎（小規模な町や村）が 13 名（8%），地方都市（都市周辺の住宅地など）が 102 名（66%），都会（人口 50 万人以上の都市）が 40 名（26%）であった. 地方都市出身者が多数を占める構成となっている.

２.２　刺激文（場所描写）

分析に用いた刺激は，固有名詞を排除した 50 の場所記述文である．これらは，自然環境から都市計画に至るまでの 5 段階モデルに基づき作成された. 段階ごとの内訳は以下の通りである.

段階 0（自然環境）: 森林，渓谷，湿原，火山帯，干潟など

段階 1（生存的環境）: 岩穴，雪洞，巡礼小堂，河川敷の小屋など

段階 2（農村／定型化環境）: 合掌造りの集落，棚田，雪室，里山など

段階 3（協力／インフラ環境）: 駅，地下道，ダム，海上空港，卸売市場など

段階 4（計画的都市環境）: 計画都市，再開発地区，スマートシティ，バイオマスタウンなど

各記述文は一息でイメージできる長さを意識して設計し，参加者には「この場所を思い浮かべたとき，どのような感情を抱くか」を尋ねた．例えば以下のような文面である.

【段階 0】 北国の深い山地で、樹齢数百年のブナが天蓋のように茂る手つかずの森

【段階 4】 研究機関と大学が放射状に配置され、中央に広大な公園が広がる計画都市

2.3 感情評価と距離行列

感情評価には Plutchik(1980) の基本 8 感情（期待・怒り・嫌悪・悲しみ・驚き・恐れ・信頼・喜び）を用い，強度 3 段階で複数選択を可能とした．Plutchik の 8 感情は，進化論的基盤を持ち文化普遍性が高いため採用した．回答結果は正規化し，各場所間のコサイン距離を算出して感情距離行列とした.

テキスト距離については，日本語 BERT（cl-tohoku/bert-base-japanese-v2）(2020)の埋め込みベクトルを取得し, CLS トークンを用いてコサイン距離を算出した.

空間的近接性は「海の隣にいきなり田んぼは現れない」などのルールに基づき, 隣接可能な組み合わせを 0, 非隣接を大きな距離とする行列を構築した．近接は隣接グラフの最短路長を 2–5 に線形写像（同一サブカテゴリ=1）. このルールに基づいて質問文の近接性のグラフによる可視化を図 1 に示す.

BERT は日本語の文脈的意味を捉える点で従来の単語ベクトルより優れている.

2.4 統計解析

感情距離・テキスト距離・空間距離の対応を Mantel テスト（Pearson, 1999 permutations）(Mantel, 1967)で検証した．さらに，出身環境（田舎／地方都市／都会）が同じか否かをダミー距離行列として導入し，部分 Mantel テストにより統制効果を評価した.

結果

3.1 出身環境の分布

参加者の出身環境は, 田舎 13 名 (8.4%), 地方都市 102 名（65.8%），都会 40 名（25.8%）であり，地方都市出身者が多数を占める構成となっていた.

3.2 Mantel テスト（統制なし）

段階別に感情距離とテキスト距離・空間距離との対応を検討した結果を 表 1 に示す.

Phase 0（自然環境）・Phase 1（生存的環境）: いずれの相関も非有意であった.

Phase 2（農村／定型化環境）: Emotion-Text が有意な正の相関を示した (r=0.43, p=0.031).

Phase 3（協力／インフラ環境）: Text-Space が有意であ



図 1 質問文に含まれる場所に設定したサブカテゴリ近接グラフ（色＝進化段階）: 50 の場所記述文をノードとし，設定した空間的近接性ルールに基づき隣接可能なペアをエッジで結んだグラフ

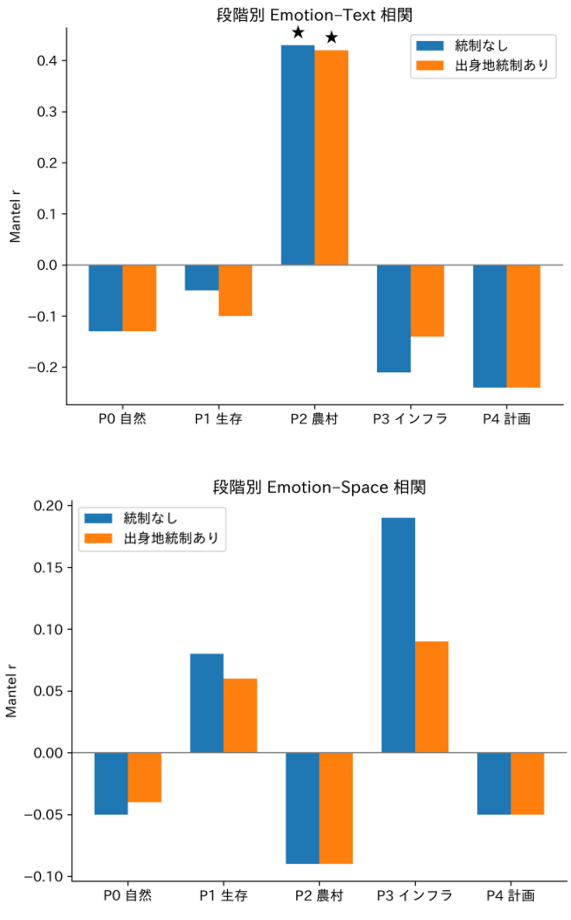


図 2 Mantel 相関の比較（統制なし vs 統制あり，★=p<.05）

った(r=0.19, p=0.036).

Phase 4（計画的都市環境）: いずれも相関なし.

3.3 出身地統制後の部分 Mantel

出身環境（田舎／地方都市／都会）を統制した部分 Mantel テストの結果についても同様に表 1 に示す.

Phase 2（農村／定型化環境）: Emotion-Text は統制後も有意 (r=0.42, p=0.034).

Phase 3（協力／インフラ環境）: Text-Space の有意性は消失した (r=0.09, p=0.505).

Phase 0,1,4：依然として非有意.

これらの差異を比較した図を 図 2 に示す. Phase 2 の相関は出身環境に依存せず頑健である一方, Phase 3 の相関は出身環境の構成比に依存していたことが分かる.

考察・結論

本研究では，自然から都市計画に至る 5 段階の環境モデルに基づき，場所描写テキストに対する感情評価を収集し，感情距離・テキスト距離・空間距離の対応を Mantel テストによって分析した．その結果，段階ごとに異なるパターンが明らかとなった.

第一に，農村／定型化環境 (Phase 2) では Emotion-Text 相関が有意であり，出身環境を統制しても効果は頑健であった．これは，茅葺き屋根や棚田，雪室といった文化的イメージが普遍的に感情体験を方向づけることを示し

表 1：段階別 Mantel 相関（統制なし vs 出身地統制あり）

Phase	相関種別	r（統制なし）	p（統制なし）	r（統制あり）	p（統制あり）
0 自然	Emotion–Text	-0.13	0.729	-0.13	0.237
	Emotion–Space	-0.05	0.729	-0.04	0.822
1 生存	Emotion–Text	-0.05	0.744	-0.10	0.535
	Emotion–Space	0.08	0.687	0.06	0.747
2 農村	Emotion–Text	**0.43**	**0.031**	**0.42**	**0.034**
	Emotion–Space	-0.09	0.502	-0.09	0.516
3 インフラ	Emotion–Text	-0.21	0.267	-0.14	0.450
	Emotion–Space	**0.19**	**0.036**	0.09	0.505
4 計画	Emotion–Text	-0.24	0.474	-0.24	0.483
	Emotion–Space	-0.05	0.678	-0.05	0.690

ている．言語表現の類似性が感情の近似性と強く結びつく段階であると解釈できる. Phase 2 で感情-言語対応が強い理由として, 以下のメカニズムが考えられる. 第一に, 農村景観は日本人の原風景として文化的に共有されている（懐かしさの共通体験）．第二に，これらの環境は文学や映像作品で繰り返し描かれ，感情的な意味が社会的に定型化されている. しかしながら, 効果量 (r=0.19〜r=0.43) は中程度であり，サンプルサイズ（n=155）による統計的検出力の制約も考慮する必要がある.

第二に，協力／インフラ環境（Phase 3）では，統制なしの分析で Text-Space が有意であったが, 出身環境を統制すると有意性が失われた．これは，地方都市出身者が多数を占めるサンプル構成に依存していた可能性を示す. 都市インフラに対する感情パターンは社会的背景により規定されやすいことが示唆される.

Phase 3（インフラ環境）における Text-Space 相関は，都市インフラの空間的配置が言語表現に反映されることを示唆する．これは，GIS における空間的自己相関の概念と整合的であり，インフラの機能的近接性が言語的類似性を生むと解釈できる.

一方，自然環境（Phase 0）・生存的環境（Phase 1）・計画的都市環境（Phase 4）ではいずれも有意な相関は観察されなかった．原始的環境や高度に計画された都市空間では，感情とテキスト・空間の距離が均質化し，対応が弱まる傾向にあると考えられる.

これらの知見は,「感情と場所の関係は環境進化の段階に依存する」という仮説を支持するものである．特に農村的景観における普遍的効果と，インフラ段階における出身地依存の効果という対照的なパターンは，文化的進化と社会的背景の両面から解釈できる.

本研究の限界として，参加者の大多数が地方都市出身であり，サンプル構成に偏りがある点が挙げられる．加えて，提示したテキストが固定的であり，視覚刺激や実地環境での検証がなされていない点も留意が必要である. 今後は，出身環境のバランスを整えた調査や，実際の風景を用いた感情評価との比較が求められる.

本研究の理論的含意は以下の三点に整理できる.

場所論への貢献 : 感情–言語対応が環境段階によって異なることを示し，従来質的に語られてきた場所論を定量的に補強した.

文化進化論への貢献：Phase 2 における普遍的な Emotion-Text 相関は，文化的定型化が感情を方向づけることの証拠を与える.

環境心理学への貢献：被験者の出身環境がインフラ段階の相関に影響することを示し，社会的背景を調整変数とする重要性を明らかにした.

本研究の知見は，地域計画や観光開発において，環境段階に応じた感情誘導戦略の必要性を示唆する. 例えば, 農村観光では言語的描写と感情体験の一致を意識した情報発信が有効である

結論として，本研究は，感情・言語・空間の対応が一様ではなく，環境進化の段階ごとに異なる構造的特性を持つことを明らかにした．農村的景観における文化的イメージの普遍性と，都市インフラにおける社会的背景の依存性という二つの知見は,「場所と感情の科学」を進める上で重要な示唆を与えるものである.

謝辞

本研究は、科学研究費助成事業（KAKENHI）の助成を受けて実施したものです（課題番号：24K16071）.

本研究で使用した距離行列データおよび分析コードは, https://github.com/onoa68/emotional-gis において 公開予定である。

参考文献

Boyd R & Richerson P (1985) Culture and the Evolutionary Process
Ellis E (2015) Anthropocene 5:32-39
Kellert S & Wilson E (1993) The Biophilia Hypothesis
Laland K & O'Brien M (2011) Biol Theory 6:184-202
Mantel N (1967) Cancer Res 27:209-220
Manzo L (2005) J Environ Psychol 25:67-86
Mohammad S & Turney P (2013) Computational Intelligence 29:436-465
Osgood C et al (1957) The Measurement of Meaning
Plutchik R (1980) Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis
Proshansky H et al (1983) J Environ Psychol 3:57-83
Relph E (1976) Place and Placelessness
Russell J (2003) Annu Rev Psychol 54:329-349
東北大学 NLP (2020) 日本語 BERT. https://huggingface.co/tohoku-nlp/bert-base-japanese-v2
Tobler W (1970) Econ Geogr 46:234-240
Tuan Y (1977) Space and Place

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-26] 東京23区における都市集積と気温

*三河 直斗[1]、藤澤 美恵子[2]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学、2. 金沢大学)

キーワード：ヒートアイランド現象、気温、都市集積、パネルデータ分析

都市化の進展が気温上昇を引き起こす現象は、ヒートアイランド現象として広く知られている。本研究では、気温と都市構造に関するパネルデータを用い、都市集積が都市部の気温に与える影響を検証する。本研究の貢献は2点ある。第1に、都市の空間構造に着目し、建物の高さおよび建物密度を指標として用いた点である。第2に、最高気温・最低気温・平均気温・日較差の４種類の気温データを活用し、気温変動を詳細に捉えた点である。分析対象は東京都23区であり、2016年および2021年の8〜9月の1kmメッシュデータを用いて季節的な気温変化を分析した。分析の結果、①建物の高さが大きいほど最低気温および平均気温が上昇する、② 建蔽率が高いほど最低気温および平均気温が低下する、③建物の高さが大きいほど日較差が縮小することが明らかとなった。これらの結果は、高層建築物が夜間気温および平均気温の上昇に寄与する一方で、日内の気温変動を抑制する可能性を示唆している。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-28] 平均寿命と健康寿命の地域的・社会的要因分析

*松本 直樹[1]、河端 瑞貴[1]、直井 道生[1]、森岡 渉[2]、今中 雄一[3] (1. 慶應義塾大学、2. ソールズベリー大学、3. 京都大学)

キーワード：健康寿命、平均寿命、地域差、回帰分析、空間統計

高齢化社会が進行する日本において、健康寿命の延伸は社会保障制度の持続可能性に直結する喫緊の課題である。平均寿命に影響を及ぼす各種要因に関する研究は一定の蓄積が進んでいるが、健康寿命と平均寿命の差（不健康期間）に着目し、その地域差に影響を与える要因等を時系列で分析した研究はほとんど見られない。持続可能な社会の実現や、国民の自己実現を支える社会構築の観点からも、不健康期間の短縮は今後ますます重要なテーマになると考えられる。そこで本研究では、平均寿命・健康寿命・不健康期間に関連する地域的・社会的要因を時系列の観点を加えながら明らかにすることを目的とする。対象地域は日本全国とし、空間単位には二次医療圏を用いる。平均寿命には厚生労働省の公的統計データを、健康寿命には介護保険データ等を基に算出した健康期間の平均値等を用いる。本研究の成果が、不健康期間の短縮に資する政策的示唆を提供することを期待する。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-30] 野外フェスティバルの開催数の変遷と参加者の人流データを用いた空間利用の分析

*篠原 菊乃[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

キーワード：野外フェスティバル、ロックフェスティバル、人流データ、空間利用

音楽フェスティバルは、現代社会における文化的・経済的な重要イベントであり、その開催地に大きな影響を及ぼす。開催地における経済的効果としては、観光収益の増加や地域ブランディングの強化などが挙げられる。その中でも野外フェスティバルは地域活性化の起爆剤として全国各地で行われている。その一方で、全国的な音楽フェスティバルの開催数の推移は明らかにされているものの、地域別にみた開催数の動向やコロナによる中止ないしは延期に関わる影響を分析した事例は少ない。これらの課題を踏まえて「FESTIVAL LIFE」のWebページの情報をもとに開催場所・開催時期・屋内外等の開催スタイルの情報を整理したデータベースを構築した。本発表ではこのデータベースの内容を分析した結果を報告する。また人流データを用いて、野外フェスティバルの参加者の空間利用の動向を分析したものについても併せて報告する。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-31] 個人と周辺住民のソーシャル・キャピタルの関連とその空間的範囲― 兵庫県養父市の高齢者を対象として ―

*岩本 開渡[1]、上杉 昌也[2]、楢﨑 兼司[2]、野藤 悠[3]、村山 洋史[3] (1. 福岡工業大学大学院、2. 福岡工業大学、3. 東京都健康長寿医療センター研究所)

キーワード：ソーシャル・キャピタル、空間的範囲

本研究では、周辺環境を距離ベースと人数ベースの2指標で定義し、個人のソーシャル・キャピタル（social capital; SC）と周辺住民のSCの関係、さらに空間的範囲の変化による関係の強さの変動を検討した。データには、2022年に養父市および東京都健康長寿医療センターが実施した「第3回養父市高齢者健康調査」（65歳以上対象）と「養父市健康調査」（35～64歳対象）を使用した。解析対象は、前者は3543名、後者は2796名である。SCの構成概念として、近隣信頼感（SC1）、互酬性・規範（CS2）、近所付き合い（SC3）、社会参加（SC4）の4種類を用いた。個人のSCは調査回答を順序尺度で評価し、周辺のSCは周辺住民の平均値で算出した。分析の結果、全てのSCで周辺距離や周辺人数の増加に伴い、個人と周辺のSCの関係は弱まった。特にSC3は一貫して他より弱かった。また、距離100～300m、人数10～30人の範囲では、「周辺」を行政区で定義したときよりも個人と周辺のSCの関係が強かった。

©一般社団法人地理情報システム学会

人流データを用いた吸収マルコフ連鎖による地方観光都市の回遊行動分析
－岡山県倉敷市を例として－

鈴木夕美子*・村上広史**

A Travel Behavior Analysis in a Local Tourist City using an Absorbing Markov Chain Model with Human Mobility Data
- Taking Kurashiki City, Okayama as an Example -

Yumiko Suzuki*, Hiroshi Murakami**

Abstract: This study analyzes visitor travel patterns in Kurashiki City, Okayama Prefecture by integrating human mobility data and an absorbing Markov chain model. Using GPS logs from thousands of smartphone users collected over two different holidays in 2024, visitors were classified based on their starting and ending points, and movements across eight major tourist sites in the City were tracked. The findings reveal that most visitors tend to remain at a single site, with limited movement between the eight major sites, especially between the northern commercial area and the southern historic Bikan district, regardless of where their trips started or ended. While out-of-town visitors who visited multiple locations stayed longer at each site, their numbers were comparatively small. As a result, Kurashiki's tourism largely consists of isolated site visits, which restricts the overall economic impact on the region. The study suggests that enhancing economic benefits will require active measures to encourage sequential, multi-site travels and longer stays within the City's tourist attractions.

Keywords: 吸収マルコフ連鎖（absorbing Markov chain），回遊行動（travel behavior），滞在時間（duration time），出発地（starting point），帰着地（ending point）

１．はじめに
1.1 研究の背景

都市部の商業地や観光地の活性化において，人々の回遊行動を把握することが都市計画策定やマーケティングの観点から重要である．回遊行動の分析手法としては，マルコフ連鎖の使用が多く見られる（齋藤，1997；一井ほか，2018；蔵方ほか，2020；室井・大江，2020）．ここで，マルコフ連鎖とは T={0,1,2,..}を時間の集合，N を離散的な状態空間とし，{X_t, t∈T}を N 上の確率過程としたときに，X_{t+1} の確率分布が X_t の値のみに依存するという性質（マルコフ性）を持つ確率過程のことである（木島, 1997）．一井ほか（2018）は，マルコフ連鎖によって推定した観光地への来街者数が，Wi-Fi センサデータから得られた実際の来街者数をほぼ正確に再現をすることができたとしている．したがって，観光地における来街者の回遊行動にマルコフ性を想定することは妥当と考えられる．

一方，マルコフ連鎖モデルを用いたこれまでの回遊行動研究においては，回遊者の出発地や帰着地の違いが回遊行動に及ぼす影響について分析した研究は十分に行われているとはいえない．

1.2 研究目的と対象地域

上記の背景を踏まえ，本研究では観光地以外での行動も記録された人流データを用いて観光地における来街者の回遊行動をマルコフ連鎖モデルを用いて分析するとともに，来街者の出発地や帰着地の違いが回遊行動にもたらす影響を明らかにすることを目的とする．

研究の対象地域は岡山県倉敷駅周辺とする．この地域を対象としたのは，同市には「重要伝統的建造物群保存地区」として国の選定を受けた美観地区があり，地方都市の中でも観光地としての知名度が高いと考えられるからである．

２．研究方法
2.1 データの概観

本研究では，ジオテクノロジーズ株式会社が提供するスマートフォンアプリである「トリマ」により収集された 2024 年 4 月 20 日（土）及び同年 5 月 4 日（土）のデータを使用する．データ収集の対象となったのは，倉敷市の中心部周辺の 3 次メッシュ 6 個分（5133-76-01, 5133-76-02，5133-76-11，5133-76-12，5133-76-21，5133-76-22）

*　学生会員　青山学院大学地球社会共生学部（Aoyama Gakuin University）
〒252-5258　神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1　E-mail：aA122105@aoyama.jp
**　正会員　青山学院大学地球社会共生学部（Aoyama Gakuin University）

の範囲に，各日の午前零時から 24 時までの間に 1 つでもログを残したアプリ利用者である．使用したデータは，彼らがその日残した約 10 秒間隔のログの位置情報を約 1 分ごとに平均して記録したものである（図 1）．属性情報としては，位置情報が取得された時刻，暗号化されたユーザーID などが含まれている．

使用データの総ログ・レコード数とユニークな利用者の人数は，4 月 20 日がそれぞれ 973,047 レコードと 5,267 人，5 月 4 日がそれぞれ 1,275,259 レコードと 5,857 人である．また，両日とも降水はなく，最高気温もそれぞれ 23.1 度及び 26.6 度であり[1]，天候が良好であったと考えられることから，来街者の回遊を妨げる天候上の問題は無かったといえる．さらに，両日は休日であったことから，観光目的の来街者が多かったと考えられる．

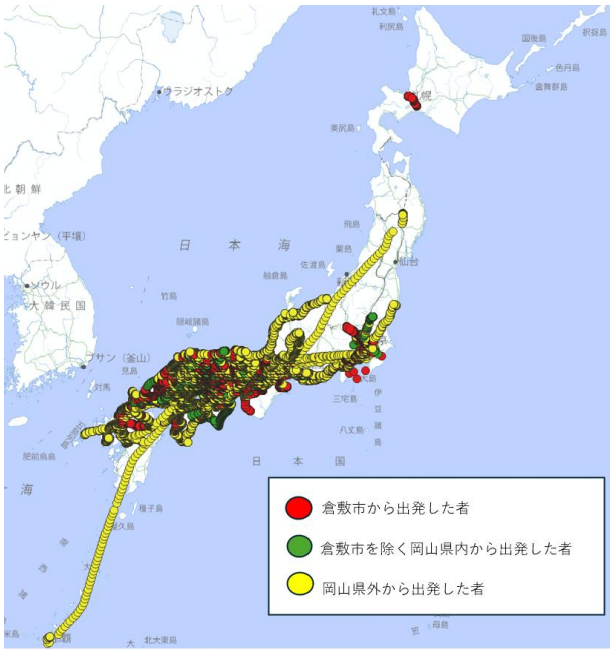


図 1　出発地で色分けした 5 月 4 日における人流ログ

2.2 回遊地（ノード）の選定

来街者の滞在場所とその回遊を調べることが研究の目的であるため，対象地域の主な観光場所 8 カ所を回遊地（ノード）として選定した．具体的には，①三井アウトレットパーク倉敷（ノード 1），②アリオ倉敷（ノード 2），③JR 倉敷駅（ノード 3），④あちてらす倉敷（ノード 4），⑤鶴形山公園（ノード 5），⑥倉敷アイビースクエア（ノード 6），⑦美観地区の中心部（ノード 7），⑧イオンモール倉敷（ノード 8）の 8 カ所である（図 2）．ノードの選定にあたっては倉敷市の公式観光サイト[2]にて紹介されていた場所を参考にし，倉敷駅から徒歩圏内の概ね 2 ㎞の範囲にある主な観光地や商業施設を対象とした．

また，ノードへの滞在者は，廣瀬ほか（2019）を参考に，各ノード内での位置情報の連続した記録時間の合計が 15 分以上の者のみとした．

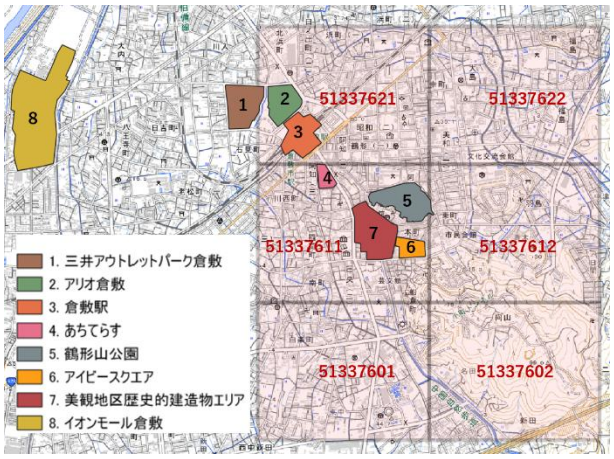


図 2　3 次メッシュの範囲と 8 つの回遊地（ノード）

2.3 来街者の出発地及び帰着地による分類

本研究では，来街者を出発地と帰着地の違いにより 9 つのグループに分類した．具体的には，4 月 20 日と 5 月 4 日の各日において①倉敷市から出発し倉敷市に帰着した者，②倉敷市を除く岡山県内から出発し倉敷市を除く岡山県内に帰着した者，③岡山県外から出発し岡山県外に帰着した者，④倉敷市から出発し倉敷市を除く岡山県内に帰着した者，⑤倉敷市を除く岡山県内から出発し倉敷市に帰着した者，⑥倉敷市から出発し岡山県外に帰着した者，⑦岡山県外から出発し倉敷市内に帰着した者，⑧倉敷市を除く岡山県内から出発し岡山県外に帰着した者，⑨岡山県外から出発し倉敷市を除く岡山県内に帰着した者である．

そして，これらのうち②を来街者グループ A，③を来街者グループ B，①以外をまとめて来街者グループ C として分析を行った．

2.4 分析手法

本研究では，来街者があるノードを出発したとき，他のノードを訪れる回数の期待値を調べるために，吸収状態の存在を前提とした吸収マルコフ連鎖モデルを用いて来街者グループ A，来街者グループ B 及び来街者グループ C のそれぞれの遷移確率行列 **P** を作成し，それを元に期待遷移確率行列（**I-Q**）$^{-1}$ を作成した．ここで，吸収状態とはマルコフ連鎖におけるある状態 i に確率 1 で戻ってくる状態である．すなわち，回遊地外の地域に移動したままの状態を表す．

そして，遷移確率行列 **P** とは，吸収状態が r 個，非吸収状態が s 個あるときに遷移確率行列の要素を以下のよ

[1] 気象庁「過去の気象データ検索」：
https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php

[2] 倉敷観光 WEB　：https://www.kurashiki-tabi.jp/

うな標準形に配置し直したものである（佐佐木，1965）．

$$\mathbf{P}=\begin{pmatrix}\mathbf{I} & \mathbf{0}\\ \mathbf{R} & \mathbf{Q}\end{pmatrix}$$

ここで，**I** は吸収状態を表す $r\times r$ の単位行列，**0** は $r\times s$ の零行列，**R** は非吸収状態から吸収状態を表す $s\times r$ の遷移確率行列，**Q** は $s\times s$ の正方行列で非吸収状態相互の遷移確率行列を表す（佐佐木，1965）．

そして一般に，遷移確率行列 **Q** に対して

$\mathbf{I}+\mathbf{Q}+\mathbf{Q}^2+\cdots = (\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$

となる関係式が成立する．

$(\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$ は期待遷移確率行列であり，この $(\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$ の要素である (i,j) は，ある地点 i を出発または滞在した来街者がまわりまわって地点 j に訪れる回数の期待値を表す（佐佐木，1965）．

具体的な期待遷移確率行列 $(\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$ の作成方法は以下の通りである．

1. 各ノードの滞在者の各ノードでの連続した滞在時間を算出し，各ノードに 15 分以上滞在していた者のみを抽出する
2. 各利用者の移動の遷移ペア（i→j）の出現回数を集計することにより，移動回数を要素とする遷移回数行列 $\mathbf{S}=[s_{ij}]$ を作成し，各行和（=状態 i から出発した全遷移回数の合計）を用いて遷移確率行列 $\mathbf{P}=[p_{ij}]$ を導出する

$$p_{ij}=\frac{sij}{\sum_j sij}$$

3. 非吸収状態相互の遷移確率行列 **Q** と単位行列 **I** から，期待遷移確率行列 $(\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$ を算出する

3.分析結果

3.1　全体的な回遊の傾向

各来街者グループの単独ノード滞在者（S）と複数ノード滞在者（M），すなわち複数ノードへの回遊行動者の人数比 M/（S+M）は，表 1 のようになった．この表から，倉敷市への来街者は，その出身地に拘らず，単独のノードにのみ滞在する傾向が強く，複数のノードへの滞在，すなわち複数ノードへの回遊行動をしない傾向が強いといえる．

この傾向は吸収マルコフ連鎖の分析結果でもみられる．いずれの来街者グループにおいても，観測日の両日とも非吸収状態相互の遷移確率行列 **Q** の要素の多くが 0 であり，そして特定のノードにのみ回遊が集中していた．

表 1　来街者全体に対する複数ノード回遊行動者の割合

来街者グループ	4 月 20 日	5 月 4 日
A	22.7%	27.6%
B	29.0%	40.1%
C	25.5%	33.0%

また，期待遷移確率行列 $(\mathbf{I}-\mathbf{Q})^{-1}$ においても，多くの要素の値が小さく，最大でも 1 前後であり，ノード間での回遊の期待値は大きくなかった．ただし，出発地と帰着地が県外である来街者グループ B の期待遷移確率行列を 4 月 20 日（表 2）と 5 月 4 日（表 3）で比較した場合，大型連休中の後者のほうが，回遊の割合が若干増加する傾向がみられる．

表 2　4 月 20 日のグループ B の期待遷移確率行列

出発地＼帰着地	ノード1	ノード2	ノード3	ノード4	ノード5	ノード6	ノード7	ノード8
ノード1	1.2E+00	2.3E-01	2.1E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-03	2.8E-02	1.3E-01
ノード2	3.3E-01	1.3E+00	8.8E-02	0.0E+00	0.0E+00	5.5E-04	1.3E-02	1.1E-01
ノード3	3.8E-02	9.5E-03	1.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.6E-03	6.1E-02	5.2E-03
ノード4	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
ノード5	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
ノード6	6.5E-02	3.0E-02	1.0E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.0E+00	5.0E-01	1.6E-02
ノード7	1.5E-01	7.0E-02	2.3E-02	0.0E+00	0.0E+00	5.0E-02	1.2E+00	3.6E-02
ノード8	1.1E-01	7.2E-02	4.8E-02	0.0E+00	0.0E+00	2.3E-04	5.4E-03	1.0E+00

表 3　5 月 4 日のグループ B の期待遷移確率行列

出発地＼帰着地	ノード1	ノード2	ノード3	ノード4	ノード5	ノード6	ノード7	ノード8
ノード1	1.2E+00	3.0E-01	4.9E-02	8.1E-04	3.8E-03	6.1E-03	1.1E-01	1.4E-01
ノード2	4.6E-01	1.2E+00	1.9E-02	5.6E-04	2.6E-03	3.9E-03	7.6E-02	9.0E-02
ノード3	1.5E-01	9.0E-02	1.1E+00	8.2E-04	2.3E-03	2.8E-02	1.1E-01	4.2E-02
ノード4	2.8E-01	8.1E-02	1.8E-02	1.0E+00	4.4E-03	1.1E-02	2.6E-01	3.4E-02
ノード5	1.3E-01	8.3E-02	3.2E-02	6.4E-03	1.0E+00	2.5E-01	8.7E-01	2.6E-02
ノード6	1.6E-01	8.3E-02	2.9E-02	5.5E-03	1.2E-02	1.1E+00	7.5E-01	2.8E-02
ノード7	1.6E-01	1.1E-01	4.3E-02	8.9E-03	1.8E-02	5.1E-02	1.2E+00	3.5E-02
ノード8	1.1E-01	6.5E-02	6.0E-03	4.8E-04	1.8E-02	6.5E-03	6.5E-02	1.0E+00

いずれにしても，本研究において選定した 8 つの倉敷市の観光地（商業施設を含む）間の回遊は限定的であった．また，回遊が起きたとしても回遊されるノードは限定的であり，倉敷駅北側のノード 1 又は 2 から美観地区のノード 6 又は 7 への回遊は，倉敷駅北側のノード 1 及び 2 間の回遊と比較して少ない．この傾向は，国土交通省中国地方整備局（2015）が指摘した「倉敷駅の北側の商業地と美観地区の回遊性」の低さと調和的である．

3.2 各来街者グループの単独ノード滞在者（S）と複数ノード滞在者（M）の平均累積滞在時間

3.1 より，倉敷市への来街者の限定的な回遊の状況が明らかになったが，より詳細な傾向を明らかにするために，S と M の各ノードへの平均累積滞在時間を来街者グループごとに分析した．

3.2.1）　来街者グループ A・B

来街者グループ B では 5 月 4 日において各ノードにおける M の平均累積滞在時間が S のそれと比較して有意に長い．ただし，来街者グループ A では，M のほうが平均累積滞在時間が長かったものの，統計的な有意性は確認できなかった．この結果と 3.1 より，来街者グループ B（県外）のうち，M はその平均累積滞在時間が S のそれと比較して長いものの，S の人数の方が多いので，彼らが倉敷市の観光に与える経済効果は限定的であると考えられ

る．

3.2.2） 来街者グループ C

S のうち，倉敷駅（ノード３）に滞在した者の平均累積滞在時間と，それ以外のノードに滞在した者の平均累積滞在時間を比較したところ，他の全てのノードに対して倉敷駅における平均累積滞在時間が統計的に有意に長かった．これは 4 月 20 日と 5 月 4 日の両日で同様の結果となった．このことから，来街者グループ C（出発地と帰着地がともに倉敷市以外）は，倉敷市内の観光場所を巡るよりも，倉敷駅の滞在時間が長く，一時的な滞在場所や他の場所に行く際の経由地として滞在している可能性がある．

さらに，来街者グループ C において 4 月 20 日と 5 月 4 日の間でのノードごとの平均累積滞在時間には正の相関関係があり，その相関係数は 0.99 であった．例えば，4 月 20 日に平均累積滞在時間が他のノードと比較して短いノードは 5 月 4 日にもそのノードでの平均累積滞在時間は短く，逆も然りである．このことから，来街者グループ C の場合，各ノードへの平均累積滞在時間の比率は日によって大きく変化しないと考えられる．

4. 考察

本研究では 4 月 20 日と 5 月 4 日のいずれも土曜日の 2 日間の回遊行動を分析した．これらは季節的には同一時期と考えられるが，2 週間離れているため，連続して滞在していた者と，その日のみ滞在していた者の回遊を区別することはできない．したがって，例えば岡山県外からの来街者が前日から倉敷市に宿泊していた場合，その出発地は倉敷市となり，来街者グループの分類に悪影響を及ぼす可能性がある．一方，出発地が倉敷市で帰着地が県外（グループ⑥）とその逆に出発地が県外で帰着地が倉敷市（クループ⑦）の来街者（ユニークな利用者）の割合は，それぞれ 4 月 20 日が約 2%，5 月 4 日は約 4%に留まっていた．したがって，日を跨いだ滞在者の存在を考慮する必要性は低いと考えられる．

5. おわりに

本研究では人流データを用いて 4 月 20 日と 5 月 4 日の倉敷市美観地区含む倉敷駅周辺の 8 箇所の観光施設における来街者の回遊について，その出発地と帰着地を考慮しつつ吸収マルコフ連鎖モデルを適用して分析した．

これらの結果より，倉敷市への来街者は，全体的に市内の主な観光地間への回遊が少なく，回遊されるノードは限定的であることが確認できた．また，この傾向は，来街者の出発地や帰着地に大きく依存しないことが確認できた．加えて，国土交通省中国地方整備局（2015）が指摘した倉敷駅北側の商業地と南側の美観地区との間の回遊性の低さも確認できた．さらに，倉敷市内で 1 箇所のノードのみに滞在する来街者の割合が大きい一方，彼らの各ノードへの平均累積滞在時間は，複数のノードに滞在する来街者の平均累積滞在時間より短い．この傾向は特に県外からの来街者で顕著にみられる．したがって，美観地区をはじめとした倉敷市内の観光地において観光による経済効果を高めるためには，来街者が特定のノードだけでなく，複数のノードに滞在するような取り組みを行う必要があると考えられる．

謝辞

本研究の分析にあたり，青山学院大学名誉教授岡部篤行氏より，貴重な示唆をいただいた．ここに感謝申し上げる．

参考文献

一井啓介・寺部慎太郎・柳沼秀樹・康楠・田中皓介.（2018）．Wi-Fi パケットセンサを用いた散策型観光地における観光回遊行動の把握．*土木計画学研究・講演集*，*57*，01-16.

倉敷市．（2023）．*倉敷市中心市街地活性化基本計画（第３期）* [PDF]．倉敷市．https://www.city.kurashiki.okayama.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/006/496/r5fu.pdf

国土交通省中国地方整備局．（2015）．*倉敷駅周辺地区 - 都市再生整備計画事例集* [PDF]．https://www.cgr.mlit.go.jp/chiki/kensei/jyutaku/jirei/015kurashikieki.pdf

斎藤参郎・中嶋貴昭・椿井昌邦．（1998）．消費者回遊行動から見た大規模再開発による都心の構造変化に関する実証的研究．*地域学研究*，*29*（3），107-130.

佐佐木綱．（1965）．吸収マルコフ過程による交通量配分理論．*土木学会論文集*，*1965*（121），28-32.

廣瀬健・井村祥太朗・絹田裕一・矢部努．（2019）．スマートフォン位置情報から読み解く観光地における人の流動 ～ビッグデータはどこまで人の行動を追えるのか～．*IBS Annual Report 研究活動報告 2019*, 43-50.

室井椋太郎・大江靖雄．（2020）．水産物直売所の来訪者における回遊と購買行動 千葉県銚子市を対象として．*農業経営研究*，*58*（２），59-64. https://www.jstage.jst.go.jp/article/fmsj/58/2/58_59/_pdf/-char/ja

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-33] 金沢市におけるドラッグストアを加えた生鮮食料品店の立地分析と買い物行動

*橋爪 惇之介[1]、石黒 敦士[1]、田中 なずな[1]、佐藤 将[1] (1. 金沢星稜大学)

キーワード：フードデザート、生鮮食料品店、ドラッグストア、人流データ

これまでのフードデザート問題に関する既往研究では都市部や地方部を対象地としたスーパーの立地分析とアクセシビリティの検証と施設側からの分析が中心であったが、買い物客側からの行動分析については十分に検討されてこなかった。他方で近年の動きとして、生鮮食料品を扱う店がドラッグストアにおいて増加している点があげられており、これを加味した買い物アクセスの立地動向を検討する必要がある。以上を踏まえて、本発表では金沢市を対象に、①人と流れデータを用いて買い物行動の分析を試みる。②金沢市におけるドラッグストアを加えた生鮮食料品取扱店舗の立地分析を行う。金沢市を中心に店舗展開を行っている「クスリのアオキ」は2020年代に入ってから金沢の地場スーパーを買収しており、それに伴ってスーパーからドラッグストアに変更した店舗もある。本発表の立地分析ではこの変化を時系列で読み取って分析を試みる。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-34] 救急医療適正利用のための救急需要の把握と空間分析

*宮澤 一生[1]、薄井 智貴[1]、枝光 駿寿[1] (1. 人間環境大学)

キーワード：救急業務、自治体、空間分析

近年、愛知県岡崎市における救急出動件数は大幅に増加しており、10年前と比較しておおよそ1.5倍に達している。この背景には、市内の高齢化の進行に伴う医療・介護ニーズの増大があると考えられるが、一方で、実際には軽症であるにもかかわらず救急車を要請する、いわゆる「不適正利用」とも言えるケースも目立ってきており、救急医療体制に対する負担が懸念されている。こうした状況を踏まえ、本稿では岡崎市における過去5年間の救急搬送データに着目し、傷病の程度別および緊急度別の搬送状況を分析した。その結果、軽症事例が全体の一定割合を占めるとともに、地域ごとに救急需要の偏在が見られることが明らかとなった。さらに、軽症搬送の発生傾向や時間帯・地域との関連性を検討することで、救急車の適正利用に向けた課題や、今後の対策に資する知見を得るとともに、地域に即した救急体制のあり方や住民への啓発の必要性についても検討を行った。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-35] 職住近接と日常外出行動との関連：属性付き人流データを用いた検討

*TANG XINYU[1]、雨宮 護[1]、中野 裕貴[2] (1. 筑波大学、2. ジオテクノロジーズ（株）)

キーワード：職住近接、就業者、日常外出行動、近隣環境、社会属性

職住近接は就業者の余暇時間を増やす．その結果，就業者には，自宅と職場以外の場所への外出行動を行う余裕が生じると考えられる．しかし，職住近接が外出行動に与える具体的な影響は不明である．そこで本研究は，関東地方において取得された一カ月間の属性付き人流データを活用し，職住距離と日常外出行動との関係，および，その関係に対する，都市の近隣環境や人々の社会属性による調整効果を解明する．具体的には，就業者の職住距離と，平日退勤後および休日の外出時の平均滞在箇所数・滞在時間・滞在場所の質的多様度・滞在場所の空間的拡がりとの関連を明らかにする．また，職住距離と，土地利用，施設密度，交通利便性などの近隣環境の特徴や，性別，年齢，子どもの有無といった就業者の属性との交互作用を検討する．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-36] デジタル電話帳とオープンデータを用いた店舗存続確率予測モデルの構築

*小久保 賢人[1]、秋山 祐樹[1] (1. 東京都市大学)

キーワード：機械学習、空き店舗問題、店舗存続確率、デジタル電話帳、オープンデータ

人口減少に伴う国内市場の縮小は，特に地域経済を支える中小企業や個人経営店に深刻な影響を及ぼし，空き店舗の増加を引き起こしている．空き店舗の存在は，単なる遊休不動産の問題に留まらず，通行量の減少による周辺店舗の売上減少，地域全体の不動産価値の下落に繋がる事例が数多く報告されている．そのため，出店後に長期間存続する店舗を誘致し，空き店舗の減少に貢献するアプローチが求められている．店舗の存続に関する研究は，多様な分野で蓄積されてきたものの，データ入手可能性の問題や対象地域の限定性などの課題を抱えている．そこで，本研究では，入手が比較的容易かつ全国を網羅するデジタル電話帳とオープンデータを用いて，店舗の将来存続確率を予測するモデルを構築した．本研究の成果は，持続可能なまちづくりを目指す自治体の政策立案や，不動産所有者によるテナント選定，新規出店を計画する事業者の意思決定を支援することが期待される．

©一般社団法人地理情報システム学会

東京 23 区における本社移転の地理的傾向

松尾和史*・佐久間誠・堤盛人***・今関豊和****

Geographical Characteristics of The Headquarters Relocation in 23 Wards of Tokyo

MATSUO Kazushi*, SAKUMA Makoto**, TSUTSUMI Morito***, IMAZEKI Toyokazu****

Abstract: Headquarters relocations have a significant impact not only on the company itself but also on the daytime population, consumer activity, and tax revenue of the region. Despite the significant shift in companies' attitudes toward offices due to changes in work styles during the COVID-19 pandemic, the actual state of headquarters relocations remains unclear. This study aims to clarify the geographical trends of headquarters relocations by listed companies in the 23 wards of Tokyo. The analysis results showed that preferences for headquarters locations have not changed due to the COVID-19 pandemic. Headquarters relocations are mostly carried out in neighboring areas, and long-distance relocations are limited. Analysis of the relocation network reveals characteristics common to areas with a high number of relocations.

Keywords: 本社移転（headquarter relocation），オフィスビル（office building），立地選好（location preference），コロナ禍（COVID-19），ネットワーク分析（network analysis）

１．はじめに

本社移転は企業の経営戦略上，重要な判断である．本社オフィスは企業にとって単なる業務スペースではなく，企業文化を体現する場でもある．さらに，本社移転の影響は多岐に渡り，株価（Alli et al., 1991）や従業員満足度（Sakuma et al., 2024）といった企業に対する影響だけでなく，税収や地域での消費需要，従業員の転居など，地域経済にも大きな影響を及ぼす．

コロナ禍では，在宅勤務の普及によってオフィス需要が大きく減少する可能性も指摘され，郊外へと本社機能を移す事例も散見された．実際に，在宅勤務の傾向が強い地域ほど，オフィス市場への影響は大きく（Bergeaud et al., 2023），IT 企業が集積するサンフランシスコでは空室率が 30%を超える水準まで上昇した．消費活動への影響も大きく，Bloomberg(2023)は，マンハッタンでは出社日が約 30%減少したため，オフィスワーカーの支出が年間少なくとも$124 億ドル減少していると指摘している．

しかし，コミュニケーションの希薄化や，生産性の低下などの在宅勤務の弊害も指摘されるようになると，オフィス回帰の動きが加速し，2023 年頃からオフィス需要も回復基調へと転じた（日本経済新聞，2024）．

また，コロナ禍以降は，新たな働き方に対応に加え，従業員のエンゲージメント向上や人材採用を意識し，オフィス環境を充実させる傾向が強まった．

しかし，オフィスに対するニーズが変化している中で、オフィスの立地動向がどのように変化しているのかについては，定量的な知見はほとんど存在しない。

オフィスの立地に関する研究は現代の都市構造の形成過程を把握する上で重要なテーマであり，数多くの研究が存在する（e.g., Daniels, 1969; Daniels & Holly, 1983）．日本国内においても，モータリゼーションの進展や，情報通信技術の発達に伴うオフィス立地の郊外化や，企業組織の再編に伴う再中心化等，都市の変容とともに数多くの研究が行われてきた（菊池，2009）．但し，コロナ禍前後における東京 23 区内のオフィス立地動向や，本社移転に焦点をあてた事例は見当たらない．

そこで、本研究では，本社移転の地理的な傾向について，コロナ禍前後の記述的な比較を通じて，どのような変化があったのかを明らかにする．

本研究の成果は、企業の立地選好を理解する上で、重要な示唆を与えることが考えられる。企業の立地選好を適切に把握することで都市のオフィス環境や交通インフラの整備を合理的に進めることができる。さらに，オフィス移転の地理的な傾向の定量化は，市場細分化や地理的波及効果に関する研究にも応用できる可能性がある．

*　正会員　筑波大学システム情報系（University of Tsukuba）
〒305-8573　茨城県つくば市天王台 1-1-1　E-mail：matsuo.kazushi.ga@u.tsukuba.ac.jp
**　非会員　筑波大学大学院システム情報工学研究群（University of Tsukuba）
***　正会員　筑波大学システム情報系（University of Tsukuba）
****　非会員　三幸エステート株式会社（Sanko Estate Co. Ltd.）

２．データ

本研究では，東京 23 区内における上場企業の本社移転事例をデータベース化し，分析に用いる．本社移転データベースの構築には，国税庁法人番号公表サイト等を活用し，下記の手順に沿って構築する．

I. 国税庁法人番号公表サイトから，法人登記上の「本店又は主たる事務所の所在地」の変更履歴を抽出する．
II. 各企業のプレスリリース情報および三幸エステート株式会社が保有する企業移転情報と照合し，移転日等の情報を実態に即した内容に修正する．
III. 三幸エステート株式会社の保有するビル情報を紐づけ，移転前後のビルの位置や，関連する情報を付与する．

欠損等を除く分析対象となる 2016 年から 2024 年までにおける東京 23 区内の本社移転は 807 件である．これには，本社移転しているが法人登記が変更されていないもの，物件情報が欠損するもの等が除かれている．また，東京 23 区内の移転事例に限定されるため，市部との移転や都市間の移転は含まれていない．

３．本社移転の基本的な傾向

はじめに，本社移転の基本的な傾向について整理する．図 1 は kepler.gl を用いて本社移転の動向を可視化したものである．23 区内における本社移転は都心部に集中していることがわかる．また，周辺部から都心部への移転が多くみられる一方で，都心から江東区や湾岸エリア，世田谷区への移転も散見される．

移転距離について整理すると，本社移転の 8 割が 4.03km 以内の移転であり，近距離での移転が多くを占めることがわかる（図 2）．また，本社移転を前後の立地によって「エリア内」「区内」「区外」移転の 3 種類に分類し，年ごとの傾向を見ると，コロナ禍による大きな傾向の変化はなく，エリア内が 3 割，区内が 2 割，区外が 5 割程度の水準で推移していることがわかる．

次に，本社移転前後の交通利便性の変化について整理する．ここでは，各ビルから 500m 圏内に立地する駅の数をカウントした「近隣駅数」と最寄り駅もしくは 500m 圏内に立地する駅からアクセス可能な鉄道路線の数をカウントした「近隣路線数」を用いる．図 4 はこれらの指標に基づいてサンキーダイアグラムを作成したものである。いずれも移転前後で大幅に傾向が変わることはなく，交通利便性を改善した移転もそうでない移転も同程度存在することがわかる．また，基本的には同程度の利便性の立地に移転する傾向が強いものの，近隣駅数が 0~1 駅や路線数が 1 路線のみの立地から本社移転をする際には，



図 1　本社移転の分布

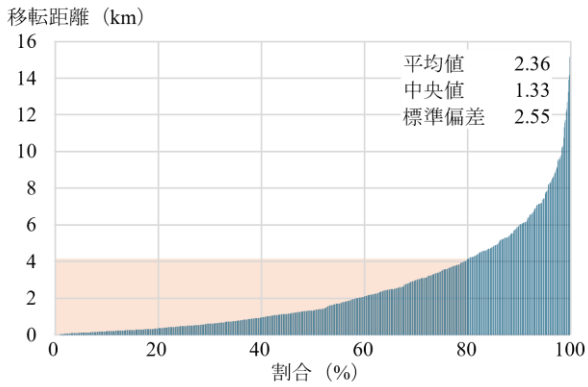


図 2　本社移転の距離

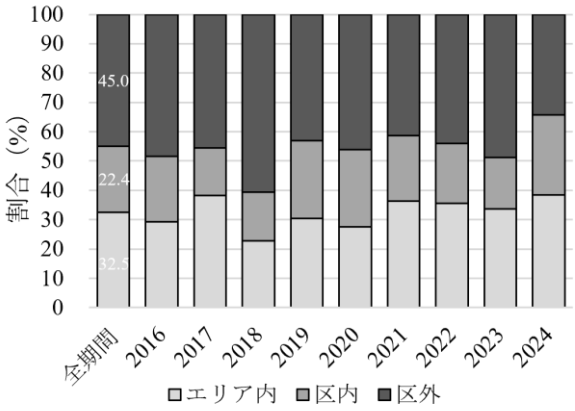


図 3　本社移転傾向の変遷
（注）エリアは三幸エステートが定めるエリア区分に則る

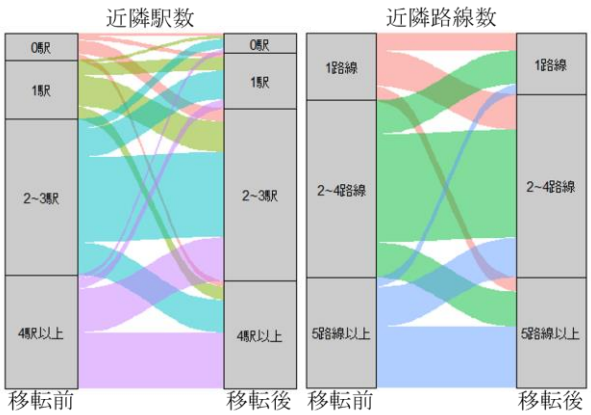
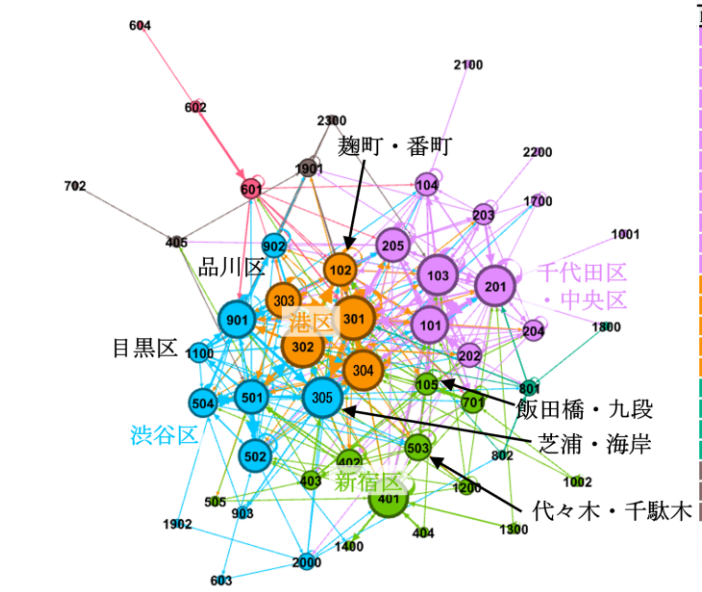


図 4　本社移転前後の交通利便性



label	Names	label	Names
101	01 千代田区101丸の内・大手町	105	01 千代田区105飯田橋・九段
103	01 千代田区103内神田・鍛冶町	401	04 新宿区116西新宿
104	01 千代田区104外神田・岩本町	402	04 新宿区117新宿・歌舞伎町
201	02 中央区106京橋・八重洲・日本橋	403	04 新宿区118四谷・市ヶ谷
202	02 中央区107銀座	404	04 新宿区119高田馬場・大久保
203	02 中央区108日本橋本町・日本橋室町	503	05 渋谷区123代々木・千駄ヶ谷
204	02 中央区109築地・新富・茅場町	505	05 渋谷区125初台・本町・笹塚
205	02 中央区110東日本橋・新川	701	07 文京区132湯島・本郷・後楽
1001	10 大田区128大森・蒲田	901	09 品川区126五反田・大崎
1700	17 北区207北区	902	09 品川区127北品川・東品川
2100	21 足立区209足立区	903	09 品川区204その他品川区
2200	22 葛飾区210葛飾区	1002	10 大田区204その他大田区
102	01 千代田区102麹町・番町	1200	12 世田谷区137世田谷区
301	03 港区111新橋・虎ノ門	1300	13 杉並区139杉並区
302	03 港区112赤坂・青山	1400	14 中野区138中野区
303	03 港区113六本木・麻布	305	03 港区115芝浦・海岸
304	03 港区114浜松町・高輪	501	05 渋谷区121渋谷・道玄坂
405	04 新宿区120早稲田・神楽坂	502	05 渋谷区122桜丘・南平台
702	07 文京区202その他文京区	504	05 渋谷区124恵比寿・広尾
1901	19 江東区134東陽町・木場・豊洲	603	06 豊島区131巣鴨・大塚
2300	23 江戸川区211江戸川区	1100	11 目黒区136目黒区
801	08 台東区133上野・台東	1902	19 江東区135錦糸町・亀戸
802	08 台東区203その他台東区	2000	20 墨田区135墨田区
1800	18 荒川区208荒川区	601	06 豊島区129東池袋・南池袋
		602	06 豊島区130池袋・西池袋
		604	06 豊島区201その他豊島区

サブグラフ１：千代田区・中央区クラスタ
サブグラフ２：港区クラスタ
サブグラフ３：新宿区クラスタ
サブグラフ４：渋谷区クラスタ
サブグラフ５：豊島区クラスタ
サブグラフ６：台東区・荒川区クラスタ
サブグラフ７：その他クラスタ

図５　エリア間の移転ネットワーク
（注）エリアは三幸エステートが定めるエリア区分に則る

同程度よりも交通利便性を改善した移転をする企業が多い傾向にある．

これらの傾向は，本社移転は企業の経営戦略に様々な影響を与えるため，立地環境を大きく変えることはせず，隣接した地域内での移転がほとんどであることを示している．また，コロナ禍前後の変化も小さく，本社移転全体で見れば，立地選好の大きな変化はなかったことを表している．

４．エリア間の移転傾向

次にエリア間の移転傾向について分析する．一般的に，空間的な関係性を考える際，地理学の第一法則に則り，地理的な距離が近いものほどより影響を及ぼしあうことを仮定する．しかし，企業の立地選好におけるエリア間の近接性（類似性）は必ずしも，地理的な距離と関係するとは限らない．ここでは，エリア間の本社移転データに基づいて，エリア間の近接性を明らかにする．

分析にはネットワーク解析ソフトウェア Gephi の ForceAtlas 2 を使用する．このアルゴリズムではエリアを表すノード同士は反発するが，移転件数を表すリンクは互いに引き付けあい，最終的この反発力と引力が均衡するように設計されている（Jacomy et al., 2014）．結びつきの強いノードはサブグラフを形成する．本研究では，初期設定から一部のパラメータを操作（重なりの回避をオンに，スケーリングを 40 に変更）し，ネットワークグラフを作成した（図 5）．

本社移転ネットワークは，おおよそ主要区ごとのクラスタを形成しているが，一部のエリアは区を跨いで異なるクラスタに分類されている．

例えば，千代田区の中で，サブグラフ 1 に分類されていない「麹町・番町」と「飯田橋・九段」エリアは，代表的なオフィス街を形成する東京駅から，皇居を挟んだ反対側のエリアであり，他の区内のエリアに比べ距離がある．そのため，千代田区，中央区のエリアに比べ，より近接した港区や新宿区のエリアとの近接性が強いことが考えられる（図 6）．

また，金融系や，大企業の本社が集積する千代田区・中

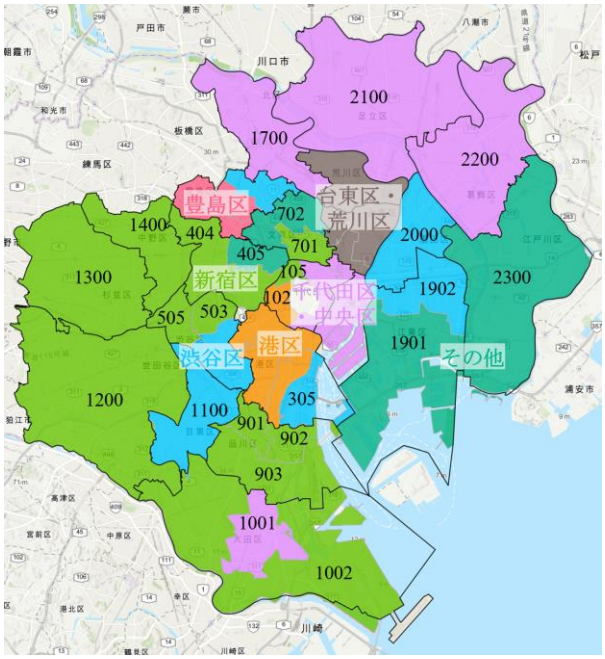


図６　移転ネットワーククラスタの地理的な分布

央区と，IT 企業が集積する渋谷区には一定の距離があり，IT 企業や外資系企業が多く立地する港区がその中間に位置していることは，地理的にも，立地する企業の特徴上も直感に即するものである．

このような地理空間上の距離では表されないエリア間の関係性は，産業集積等のエリアの特徴も含めた企業の立地選好を反映しており，市場の実態に即したものだと考えられる．これらの移転ネットワークは，市場の細分化や波及経路の解明に応用することができる．

５．おわりに

本研究では，本社立地や，その移転に関する地理的な傾向を明らかにするために，2016 年から 2024 年までの本社移転データベースを構築し，探索的な分析を行った．その結果，企業の立地選好にはコロナ禍を通じた大きな変化はなく，近接したエリアを好むことが明らかになった．これは在宅勤務の普及が支店や支社，分室の本社への集約を促した一方で，本社の立地選好にはほとんど影響を及ぼさなかったことを示している．採用強化や在宅勤務に伴う遠方からの通勤者の増加を踏まえ，広域からアクセスしやすい都心部に本社を残す動きが強かったことも考えられる．

本社移転を通じたエリア間ネットワークについて分析では，行政区画を超えたエリア間の近接性が明らかになり，企業の立地選好の特徴が示唆された．また，各クラスタに立地する企業の業種動向を見ると，渋谷区クラスタでは本社移転を通じて情報通信・サービスその他業の集積が進んでいることも明らかになった．

これらの結果は企業立地やオフィス市場研究の発展に寄与することが考えられる．企業立地の動向を把握することは，地域の産業構造の変化を捉える基礎となる．また，エリア間の近接性は，市場の波及構造の把握や，市場細分化の基礎となることが考えられる．

但し，本研究の分析は探索的なものに止まっている．そのため，今後はデータベースの拡張に加え，本社以外の移転動向の把握も含め，データの量と質を改善し，企業立地および企業の移転動向の定量化を進めていくことが必要である．

謝辞

本稿は公益財団法人大林財団と JSPS 科研費 24K21407 の助成を受けて実施した研究成果の一部である．ここに示して謝意を表する．

参考文献

Alli, K. L., Ramirez, G. G., & Yung, K. (1991). Corporate headquarters relocation: Evidence from the capital markets. Real Estate Economics, 19(4), 583-600.

Bergeaud, A., Eyméoud, J. B., Garcia, T., & Henricot, D. (2023). Working from home and corporate real estate. Regional Science and Urban Economics, 99, 103878.

Bloomberg. (2023). Remote Work Is Costing Manhattan More Than $12 Billion a Year. https://www.bloomberg.com/graphics/2023-manhattan-work-from-home/.

Daniels, P. W., & Holly, B. P. (1983). Office location in transition: observations on research in Britain and North America. Environment & Planning A, 15(10), 1293–1298.

Daniels, P. W. (1969). Office Decentralization from London-Policy and Practice. Regional Studies, 3(2), 171–178.

Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., & Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. PloS one, 9(6), e98679.

Sakuma, M. (2024). Headquarters Relocation and Employee Satisfaction: Evidence from the Crowdsourced Data. Available at SSRN 4937046.

日本経済新聞（2024）サントリーなど日本企業も出社回帰　オフィス需要復調.
https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC031SF0T01C24A0000000/.

菊池慶之（2009）オフィス機能の立地変容が都市内部構造へ与える影響に関する研究．早稲田大学大学院教育学研究科教科教育学専攻 博士論文.

立地アメニティとオフィス賃料
－オフィスビルにおける交通利便性の再考－

松尾和史*・青木日花・堤盛人*・今関豊和*****

Location Amenities and Office Rent
- Rethinking transportation accessibility in office buildings -

MATSUO Kazushi*, AOKI Nichika**, TSUTSUMI Morito*, IMAZEKI Toyokazu***

Abstract: Transportation accessibility is a key location amenity for office buildings and a critical determinant of rent. However, conventional assessments have predominantly relied on the singular metric of walking distance to the nearest station, with limited examples of multifaceted evaluations. This study focuses on transportation accessibility among the various amenities that influence rents and seeks to identify more comprehensive and effective indicators for its assessment. Our analysis reveals that a combination of factors—including weather-protected access, distance to the station exit, the number of nearby stations, and the number of accessible train lines—serves as a robust set of indicators. These findings underscore the importance of a multidimensional approach to evaluating transportation accessibility.

Keywords: 交通利便性（Transportation accessibility），立地アメニティ（Location Amenities），オフィスビル（Office Building），賃料決定要因（Rent Determinant）

１．はじめに

近年，オフィス賃料の決定要因において，新たな付加価値となるアメニティに着目した研究が増えている(e.g., Ke, 2024; Tsolacos et al., 2023)．これは働き方が多様化するなかで，オフィスビルもアメニティを通じた多様化が進んでいることを表している．但し，「location, location, location」と言われるように，不動産の価値を決める最も重要な要素は立地であることに変わりはない（Anundsen et al., 2022)．特に公共交通の発達した都市部では，交通利便性が重視される傾向は強い．日本政策投資銀行(2024)の調査によれば，テナントはオフィスビルの選択条件として，「災害への備えの充実度」「セキュリティ性能」「賃料」に続いて「鉄道・路線バスに係る交通利便性」「最寄り駅までの距離」を優先度の高いものとして挙げている．これは，オフィスビル選択において，立地に基づくアメニティの重要度が依然として高いことを表している．

既存研究では立地や交通利便性に関する指標として「最寄り駅までの距離」が用いられることが多い．しかし，これは交通利便性の一側面しか捉えられていない．都市部に集積する東京 23 区内のオフィスビルは，その約 57%が駅まで徒歩 3 分以内に立地しており，「最寄り駅までの距離」のみで交通利便性を評価することは難しい（Matsuo et al., 2024)．そのため，既存の研究では交通利便性を十分に捉えられていない可能性がある．

そこで，本研究では交通利便性を多様な側面から捉えることを試みる．具体的には，東京都心 5 区内のオフィスビルを対象に複数の交通利便性指標を構築し，他の多様なアメニティ変数と共に，賃料への影響を通じて，各指標の有効性を検証する．すなわち，本研究では「オフィスビルの交通利便性を表す指標として最寄り駅までの距離のみを用いることは十分なのか？」という問いに答えることを目的とする．

２．データ

２.１　オフィスマーケットデータ

本研究では，三幸エステート株式会社から提供を受けたオフィスマーケットデータを利用する．このデータには 2024 年 1 月～12 月に募集されたオフィスビルの情報が含まれている．本研究では後述するアメニティに関する情報を精緻に収集するため，対象を都心 5 区，延床面積 3000 坪以上，1 フロア面積 200 坪以上の一棟貸しや建替え予定等を除く標準的な賃貸オフィスビル 409 棟に限定する．分析に用いるサンプルサイズは 3,397 棟である．

*　正会員　筑波大学システム情報系（University of Tsukuba）
**　学生会員　筑波大学大学院システム情報工学研究群（University of Tsukuba）
〒305-8573　茨城県つくば市天王台 1-1-1　E-mail：s2420406@u.tsukuba.ac.jp
***　非会員　株式会社オフィスビル総合研究所（Commercial Property Research Institute, Inc.）

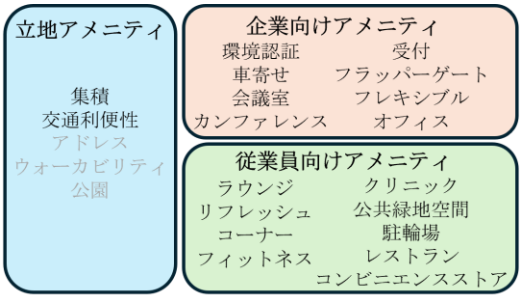


図 1　アメニティの分類

表 1　交通利便性指標の相関行列

	A	B	C	D	E	F	G
A 駅徒歩時間	1.000	0.850	0.883	-0.464	-0.475	-0.452	-0.317
B 駅直線距離		1.000	0.830	-0.492	-0.494	-0.492	-0.314
C 駅出口距離			1.000	-0.605	-0.637	-0.501	-0.388
D 駅直結				1.000	0.937	0.278	0.322
E 雨に濡れない					1.000	0.280	0.328
F 近隣駅数						1.000	0.634
G 近隣路線数							1.000

2.2　アメニティの定義と分類

不動産におけるアメニティは定義が曖昧であり，不動産の種類によってもバラつきがある．本研究では青木ら(2025)に倣い、オフィスビルにおけるアメニティを「建物の 1 フロアの広さ・階数以外に，付加価値を与える影響要素」として定義し，独自に立地アメニティ・企業向けアメニティ･従業員向けアメニティに分類する(図 1)．立地アメニティは，交通利便性や集積等の立地要因を表す．それに対して企業アメニティと従業員アメニティは，企業の経営やコスト削減に寄与するものや，従業員の生産性・快適性・満足度等の向上に寄与するものを表し，ビルの敷地内やビル内の共用部に設置されているものに限定される．

ここでは紙面の都合上，本研究の主眼である交通利便性についてのみ詳述する．

2.3　交通利便性指標の定義と特徴

交通利便性を表す指標は様々あるものの，賃料分析では「駅までの距離」のみを利用することがほとんどである．そのため，交通利便性の一側面しか評価できていない．本研究では交通利便性に関する指標を 7 つ収集し，賃料決定要因の分析を通じて，有効な指標を探索する．以下に 7 つの指標の定義を記述する．

A)　最寄り駅までの徒歩時間（分）

各事業者が公表する最寄り駅までの徒歩時間を表す．事業者によって，改札までの距離や出口までの距離等，計測方法には差異がある．

B)　最寄り駅までの直線距離（m）

最寄り駅までの直線距離を表す．駅の立地は国土数値情報「鉄道時系列データ」に準拠する．

C)　最寄り出口までの距離（m）

最寄り出口までの距離を表す．距離は Google Map を用いて算出する．

D)　駅直結{0,1}

ビルから駅まで屋外空間に出ずにアクセス可能な場合に 1 をとるダミー変数を表す．調査にはオフィスビルのチラシや Google マップを用いる．

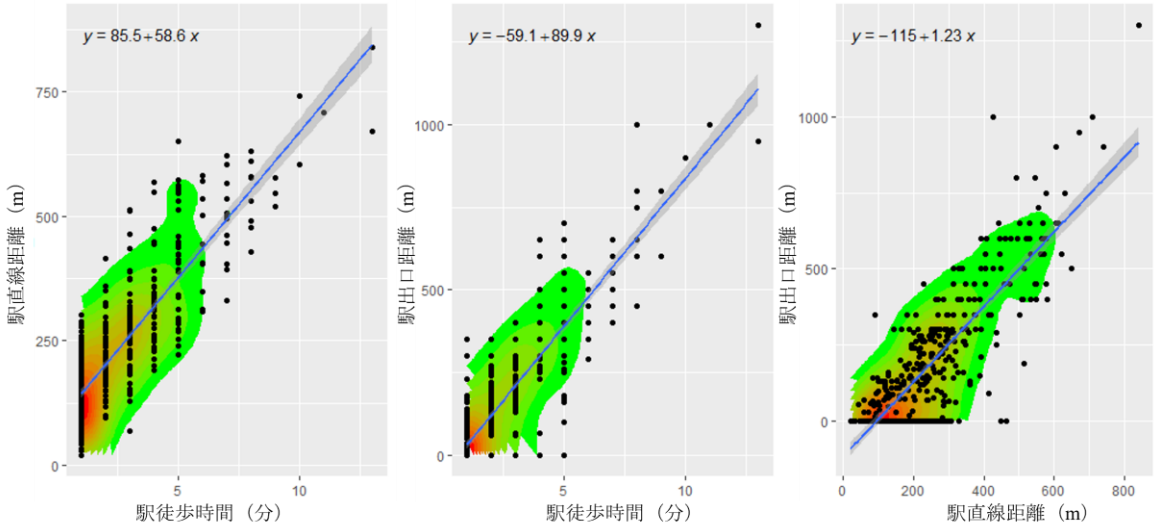
E)　雨に濡れない{0,1}

ビルから駅まで天井等によって雨に濡れずにアクセス可能な場合に 1 をとるダミー変数を表す．駅直結を包含する．調査にはオフィスビルのチラシや Google マップを用いる．

F)　近隣駅数（駅）

ビルから 500m 圏内に立地する駅の数を表す．駅の立地は国土数値情報「鉄道時系列データ」に準拠する．

図 2　交通利便性指標間の散布図



G)　近隣路線数（線）

最寄り駅もしくは 500m 圏内に立地する駅から乗車可能な鉄道路線の数を表す．

表 1 は交通利便性指標間の相関係数を表している．駅までの距離を表す A~C は強く相関するものの，0.9 は超えず，指標間で一定の差異があることがわかる．図 2 は A~C のうち 2 変数間の散布図を密度分布と共に示したものである．駅徒歩時間が 1 分でも，プラットフォームまでの距離や，出口までの距離は 250m を超える場合も存在する．また，出口までの距離が 0m（すなわち、駅直結）でも，プラットフォームまでの距離が 400m を超えるビルも存在する．これは同じ駅までの距離を表す指標でも，定義によってばらつきがあることを示している．

３．手法と結果

３.１　分析手法

本研究ではヘドニックアプローチを用いて，各交通利便性指標の有効性について検証する（式 1）．

$$\ln(R_{it}) = \boldsymbol{\beta}^b \boldsymbol{X}_{it}^b + \boldsymbol{\beta}^l \boldsymbol{X}_{it}^l + \boldsymbol{\beta}^c \boldsymbol{X}_{it}^c + \boldsymbol{\beta}^e \boldsymbol{X}_{it}^e + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

ここで，$\ln(R_{it})$は時点tにおけるビルiの対数募集賃料を表し，$\boldsymbol{X}_{it}^b$はベースモデルの変数ベクトル（定数項，対数築年数，対数地上階数，対数 1 フロア面積，対数周辺貸付面積，地域ダミー，時点ダミー），$\boldsymbol{X}_{it}^l$は立地アメニティ，$\boldsymbol{X}_{it}^c$は企業向けアメニティ，$\boldsymbol{X}_{it}^e$は従業員向けアメニティの変数ベクトルを表す．また，$\boldsymbol{\beta}^b, \boldsymbol{\beta}^l, \boldsymbol{\beta}^e$は各変数ベクトルに対応する係数ベクトルを示し，$\varepsilon_{it}$は誤差項を表す．アメニティ変数の選択には，AIC および調整済み決定係数と，多重共線性の指標である VIF に基づいて行う．

前述のベースモデルは，アメニティ変数を含まない基本的な賃料決定要因のモデルである．立地に関する変数として，対数周辺貸付面積，地域ダミーが含まれているが，本研究では交通利便性に焦点を当てるため，これらの変数はベースモデルに含んでいる．なお，対数周辺貸付面積は 400m 圏内に立地するオフィスビルの貸付面積の合計の対数値を表す変数であり，集積の経済の代理指標である．これらの変数は交通利便性指標が，都市化や集積の経済等の他の立地要因の影響を捉えることを制御する．

３.２　分析結果

図 3 はベースモデルにアメニティ変数を 1 つのみ加えた場合の調整済み決定係数を示している．これは各アメニティ変数が賃料の説明力にどの程度寄与するのかを表している．この結果から，交通利便性指標は他のアメニティ変数に比べ，説明力向上に大きく寄与し，特に「雨に濡れない」ダミーが最も寄与度が大きいことが読み取れる．

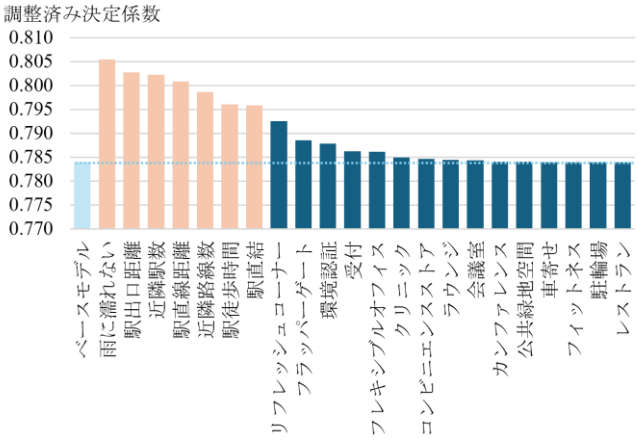


図 3　アメニティ変数の寄与度

表 2　回帰分析の結果

		Estimate	t value	p value	VIF
	(Intercept)	8.6804	105.28	0.000	0.00
	築年数	-0.0699	-17.06	0.000	2.20
	地上階数	0.1274	17.60	0.000	2.73
	1 フロア面積	0.0485	7.50	0.000	2.13
	周辺貸付面積	0.0943	17.62	0.000	2.93
交通利便性	雨に濡れない	0.0966	13.33	0.000	2.63
交通利便性	駅出口距離	-0.0001	-5.51	0.000	3.73
交通利便性	近隣駅数	0.0555	7.11	0.000	3.87
交通利便性	近隣路線数	0.0165	3.07	0.002	4.73
企業向けアメニティ	環境認証	0.0425	7.45	0.000	1.46
企業向けアメニティ	車寄せ	0.0055	0.94	0.349	1.67
企業向けアメニティ	会議室	0.0114	1.96	0.050	1.69
企業向けアメニティ	カンファレンス	-0.0201	-3.42	0.001	1.64
企業向けアメニティ	受付	0.0391	6.01	0.000	2.06
企業向けアメニティ	フラッパーゲート	0.0318	4.52	0.000	2.06
企業向けアメニティ	フレキシブルオフィス	0.0117	1.92	0.055	1.35
従業員向けアメニティ	ラウンジ	0.0221	3.27	0.001	1.30
従業員向けアメニティ	リフレッシュコーナー	-0.0666	-10.32	0.000	1.16
従業員向けアメニティ	フィットネス	-0.0159	-2.22	0.027	1.34
従業員向けアメニティ	クリニック	-0.0390	-6.97	0.000	1.54
従業員向けアメニティ	公共緑地空間	-0.0026	-0.45	0.651	1.53
従業員向けアメニティ	駐輪場	0.0151	2.54	0.011	1.51
従業員向けアメニティ	レストラン	0.0012	0.19	0.847	1.69
従業員向けアメニティ	コンビニエンスストア	-0.0204	-3.44	0.001	1.76

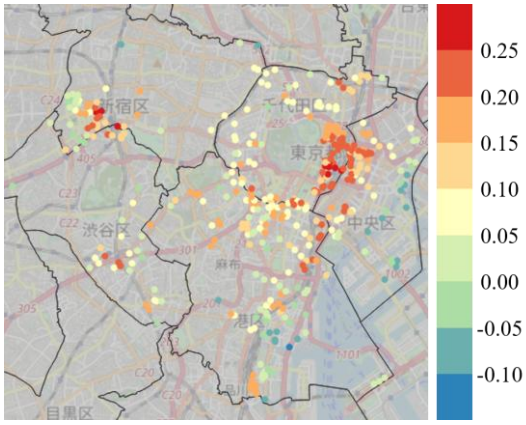


図 4　交通利便性の総合評価指標の分布

次に調整済み決定係数の最大化および VIF が 5 未満であることに基づいて変数選択を行った結果，交通利便性指標は「雨に濡れない」「駅出口距離」「近隣駅数」「近隣路線数」の 4 変数が選択された（表 2）．これは，交通利便性を駅からの距離だけでなく，より多面的に捉えることの重要性を示している．

特に，「雨に濡れない」ダミーは 9.66%の賃料プレミアムがある．これは，雨に濡れずに駅にアクセスできることが高く評価されており，賃料にも反映されていることを表している．また，「駅出口距離」も，雨に濡れる距離と言い換えることが可能であり，屋内や天井がある空間へのアクセス性が，交通利便性と深く関連していることを示唆している．

次に，交通利便性の地域差について確かめるために，回帰モデルの結果を基づいて，交通利便性の総合評価指標を作成する（式 2）．

$$AC_i = \widehat{\boldsymbol{\beta}}^l \boldsymbol{X}_i^l \quad (2)$$

ここで，AC_iはビル i の交通利便性の総合評価指標を表し，$\boldsymbol{X}_i^l$は前述の回帰モデルで用いた立地アメニティの変数ベクトルを表す．$\widehat{\boldsymbol{\beta}}^l$は前述の回帰モデルにおける立地アメニティの係数の推定値ベクトルを示す．そのため，AC_iは賃料の決定要因のうち，立地アメニティが構成する部分を表す．

図 4 はAC_iの地理的な分布を表したものである．本研究の分析対象ビル内においてAC_iは-0.5~0.25 の数値をとっている．これは交通利便性によって，賃料が最大 47%異なることを示している．エリア別にみると，AC_iは大手町・丸ノ内，八重洲等のエリアで高い．これは主要ターミナルである東京駅の周辺の地下鉄駅が散らばって立地し，駅を繋ぐように地下街が充実，雨に濡れずに駅までアクセス可能なビルが多いためと考察する．また，品川駅のように地下街がないエリアであっても，港南口の南側に位置する街区では歩行者デッキが整備されており，雨に濡れずに移動ができるため，港南口の北側の街区に比べAC_iは比較的高くなっている．一方，渋谷駅はホームが中心部に集中しており，地下通路も東京駅や新宿駅に比べると短く，駅直結や雨に濡れずにアクセス可能なビルが少ない傾向にあり，駅直上以外の周辺のAC_iは高くない．さらに，湾岸エリアや西新宿の外れのエリアでは，最寄り駅が離れており，路線数も限られているためAC_iがより低くなっている．

この指標は，「雨に濡れない」「駅出口距離」「近隣駅数」「近隣路線数」の 4 変数に基づくオフィスビルの交通利便性指標であり，本研究の対象外のビルにも応用できる可能性がある．但し，本研究の調査対象は大規模ビルに限定されるため，中小規模のビルへ適用には注意が必要である．

４．おわりに

本研究では，オフィスビルのアメニティの中でも，特に交通利便性に焦点をあてて，賃料への説明力という観点から有効な交通利便性指標を分析した．

分析の結果，「雨に濡れない」で駅にアクセス可能であることが最も賃料の説明力向上に寄与することがわかった．また，変数選択の結果「雨に濡れない」に加え「駅出口距離」「近隣駅数」「近隣路線数」が交通利便性指標として選ばれ，交通利便性を多面的に捉える重要性が示唆された．

交通利便性は不動産価格に大きな影響を及ぼす指標であり，投資判断や再開発，都市インフラの整備計画における重要な検討事項である．本研究の成果は，これらの検討や事業評価に貢献することが期待される．

但し，本研究の調査対象は大規模ビルに限定されているため，今後は調査対象の拡大を通じて，様々な規模のビルへの影響についても検証を行うことが必要である．

謝辞

本稿は一般社団法人三幸オフィス基金と JSPS 科研費 24K21407 の助成を受けて実施した研究成果の一部である．ここに示して謝意を表する．

参考文献

Anundsen, A. K., Bjørland, C., & Hagen, M. (2022). Location, location, location!*: a quality-adjusted rent index for the Oslo office market. Journal of European Real Estate Research, 15(2), 208-226.

Ke, Q. (2024). The economic value of end-of-trip facilities for cyclist commuter in an office building. Journal of Property Research, 41(4), 376-393.

Matsuo, K., Seya, H., Tsutsumi, M., & Imazeki, T. (2024). Flight to Quality and Office Location Preference: Agglomeration, Transportation, and Commercial Real Estate. 5494686 available at Research Square

Matsuo, K., Tsutsumi, M., Imazeki, T., & Kudoh, T. (2024). The impact of the flight to quality on office rents and vacancy rates in Tokyo. Real Estate Management and Valuation, 32(3), 77-86.

Tsolacos, S., Lee, S., & Tse, H. (2023). 'Space-as-a-service': A premium to office rents?. Journal of European Real Estate Research, 16(1), 64-77.

青木日花・松尾和史・堤盛人・今関豊和（2025）オフィスビルアメニティの概念の整理と実態の分析．「土木計画学研究・講演集」，71，P02-19

政策投資銀行（2024）オフィスビルに対するステークホルダーの意識調査 2024.
https://www.dbj.jp/upload/investigate/docs/292236e8d91661b6fa6d514a84769288_1.pdf

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-39] JAXA高解像度土地利用土地被覆図による作物統計調査の水稲面積の検証

*米澤 千夏[1]、有年 由貴子[2] (1. 東北大学、2. 日本経済新聞社)

キーワード：衛星画像、土地被覆分類図、水田、農地、区画情報

農林水産省が実施する作物統計調査における水稲の作付面積を、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が公開している高解像度土地利用土地被覆図（LULC）をもとにした水田の面積と比較し、検証した。2024年のLULCに農林水産省による農地の区画情報（筆ポリゴン）を重ね合わせ、LULCで水田に相当するポリゴンを抽出し、面積を算出した。都道府県単位での集計結果を2024年の作物統計調査の水稲作付面積と比較したところ、九州・沖縄を中心とした一部の都道府県をのぞいてLULCによる水田面積が統計調査の値を上回る結果となった。作物統計調査のほうが大きな作付面積を示した都道府県は、おもに二毛作や二期作が盛んな地域に相当する。市町村単位での比較をおこなったところ、LULCが統計調査を下回った佐賀県では、佐賀市、小城市など土地利用型農業が盛んな平野部で両者の違いが大きくなった。宮城県では、統計調査のデータがある全ての市町村でLULCが統計調査を上回った。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-40] COVID-19パンデミック下における滞留人口の時間変化と街頭犯罪との関連

*髙橋 侑太[1]、中谷 友樹[1] (1. 東北大学)

キーワード：COVID-19、車上ねらい、自転車盗、人流データ、時空間ハードル負の二項回帰、地区類型

COVID-19のパンデミックに伴い、滞留人口の減少に関連した犯罪率の低下が確認されてきた。しかし、パンデミックの長期化による滞留人口の中期的な変化が、同時期の犯罪率の変化と関連しているかどうかは、依然として不明である。さらに、パンデミックに関連した滞留人口の変化は、繁華街や住宅街などの地域区分によって異なるが、こうした地域区分と犯罪の時間的変化との関係は十分に解明されていない。本研究では、1時間ごとの滞留人口の変化パターンを基に定義した地区類型を用いて、2019年から2022年までの日本の滞留人口の年次変化と自転車盗難および車上ねらい件数の関連を調べた。その結果、都心部における滞留人口の減少が、自転車盗難および車上ねらいの発生件数の減少に大きく寄与していることが示された。しかし、これらの犯罪の減少トレンドは、滞留人口の変化を調整した後にも依然として残っており、他の要因も減少に影響している可能性が示唆された。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-41] テキストマイニングを用いた特殊詐欺アポイント電話の類型化とその時空間的分布特性

*村山 友梨[1]、足立 浩基[2]、中谷 友樹[3] (1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 東北大学大学院環境科学研究科・災害科学国際研究所、3. 東北大学大学院環境科学研究科・理学研究科)

キーワード：特殊詐欺、テキストマイニング、アポイント電話、犯罪手口、時空間分布

特殊詐欺は手口の多様化により被害が拡大し，2024年には被害額約710億円に達した。従来の分類では近年の新たな欺罔手口を十分に捉えられず，手口別にみたリスクの把握が困難である。本研究は，特殊詐欺アポイント電話約1.6万件(2016年1月～2023年3月)の欺罔団体名テキストを対象に，テキストマイニングによる類型化を試みた。形態素解析により欺罔名を分割し，fastTextにより各形態素の意味的位置を数値ベクトル化した。文同士を比較する際には形態素間の類似度のうち最も高い値を採用する独自手法を用いクラスター分析で類型化を実施した。これにより，似た意味の欺罔であっても表記揺れや言い換えを跨いでまとまりやすくなり，類型化の精度向上を図った。得られた類型ごとに小地域単位で集計した結果から手口別の時空間的分布特性を把握し、被害予測や対策資源配分との関係について検討した。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-42] 犯罪と関連するリスキーな行動軌跡抽出の試み：グラフ解析を用いたアプローチ

*大山 智也[1]、中野 裕貴[2] (1. 東京大学、2. ジオテクノロジーズ株式会社)
キーワード：地理的犯罪分析、グラフ解析、人流データ、犯罪予防、安心・安全

深夜において，駅から自宅への帰路が1㎞以上ある場合や，帰宅途中にコンビニエンスストアに立ち寄るなどの行動が，性犯罪被害のリスク要因として指摘されている．本研究では，大規模人流データを用いて，実際に女性が深夜帯にどの程度リスキーな行動をとっているのか，都市部，郊外部などに分けて分析を行う．分析にあたっては，人の移動の軌跡を，職場や駅，自宅をノード，移動経路をエッジとしたグラフで表し，グラフ解析アプローチによって特徴量化する．これにより，深夜帯の女性の移動を「点」ではなく「線」で，かつ定量的に把握することができる．あわせて，女性に対する性的な被害が多い地区と，犯罪学理論からみたリスキーな行動が集積する地区のオーバーラップを確認し，実際にどのような移動の軌跡をたどることが，より危険なのかを把握する．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-43] Few-Shot Learningと航空写真を用いた地震発生時の瓦礫化判別モデルの開発

*山下 大輝[1]、杉田 暁[2]、安納 住子[1] (1. 上智大学、2. 中部大学)

キーワード：Few Shot Learning、機械学習、地理情報システム、震災、復興、罹災証明書

本研究は地震発生後の罹災証明書発行の迅速化を目的とした、少量データでも高い判別性能と汎用性を両立する建物被災度判別手法を提案する。ArcGIS上で作成した建物ポリゴンと航空写真タイルを結合し、Prototypical Networks(本研究用モデル)とResNet-18(転移学習用モデル)を用いて「瓦礫化」「ブルーシート」「その他」の3クラスに分類する。本研究の貢献は2つある。1つ目は、従来複数クラスの分類は不向きとされてきたFew shot Learningで3クラス分類を行うことである。2つ目は、エピソード学習によりラベルの少ない新地域での再学習を最小化することである。これより、現地調査を効率化し、復興判断の初動を支援する。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-44] 東京における大規模災害時の空間収容能力の評価

*柿下 陶子[1]、河端 瑞貴[1] (1. 慶應義塾大学)

キーワード：災害対策、避難空間、空間収容能力、3D都市モデル、人流データ

近年、日本における大規模災害の発生リスクは一層高まっている。特に都心部では首都直下地震の発生により数百万人規模の帰宅困難者の発生が予測されており、都市における避難空間の確保や備蓄体制の見直しが喫緊の課題となっている。本研究では、東京都区部を分析対象に、人流データから推定される特定時間帯の町丁目別人口滞留数と、災害時の建物倒壊確率や浸水影響を考慮して算定する空間収容能力を評価する。東京被害想定マップ、3D都市モデルデータ「PLATEAU」、人の流れデータ、行政による備蓄調査等を統合し、GISおよび統計的検証を用いて、滞留人口と空間収容力との不整合度に基づく災害脆弱性を算出する。本研究の成果は、実際の滞留人口に即した避難空間および備蓄体制の最適化を図る上で、事業所や行政による災害対策計画の策定に資することが期待される。

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-45] 七尾市中心市街地における令和6年能登半島地震による建物倒壊の空間分布

*桐村 喬[1]、楮原 京子[2] (1. 京都産業大学、2. 山口大学)

キーワード：中心市街地、公費解体、点群、建物高さ、現地調査

令和6年能登半島地震では，地域の中心都市である七尾市も大きな被害を受けた．本発表では，七尾市中心市街地を対象として，地震直後の2024年2月の建物の倒壊状況の現地調査結果，解体が一定程度進んだ2025年2月の現地調査結果，空中写真から作成した点群に基づく2014年と2024年の建物高さという，3つのデータを用いて，建物倒壊の空間分布について検討する．分析の結果，地震直後の調査結果と解体が進んだ時期の調査結果からは，中心市街地の西側の地区に建物の倒壊が多い傾向が認められた．建物高さの変化を見ると，すでに地震までに滅失した建物を除いて，現地調査結果とある程度対応しており，定量的にも中心市街地西側で被害が大きかったことが確認された．このような中心市街地内での東西差の要因としては，過去の地盤沈下対策などとの関連が指摘できるが，今後の検証が必要である．

©一般社団法人地理情報システム学会

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-46] 歴史都市カイロの地図データベースの整備と都市空間の特徴

*佐藤 将[1]、深見 奈緒子[2]、熊倉 和歌子[2] (1. 金沢星稜大学、2. 慶應義塾大学)

キーワード：カイロ、都市空間、歴史都市、歴史地図

「イスラーム都市」の都市構造は従来、有機的な街路網や同質的な街区構造を特徴とする都市類型として語られてきた。しかし、それぞれの都市における地域的・時代的な差異や都市内部の多様性を検証するまでには至っていなかった。発表者らはこうした認識のもと、エジプト・カイロをケーススタディとして歴史的都市空間の分析を進めている。カイロにおいては都市内部における道路構造や建物が把握可能な歴史地図が残っている。発表者らはこの地図を位置情報を付与した上でデジタル化を行い、データベース化を進めており、“Database of Historical Monuments in Islamic Cairo”と題したWebページを公開している。本発表ではこのWebページで公開している19世紀から20世紀初頭の地図データベースを紹介するとともに、地図情報を基に作成した道路データを用いてスペースシンタックス理論に基づいて行った都市空間の分析内容も併せて紹介する。

©一般社団法人地理情報システム学会

地理空間情報による福井空襲史デジタルアーカイブの構築

青木和人

Construction of a Geospatial Digital Archive of the Fukui Air Raid History

Kazuto AOKI

Abstract: In this study, we visualized the damage caused by the Fukui air raid and conducted a spatial analysis of the damage by digitizing the list of victims of the Fukui air raid and converting it into geospatial information. This geospatial conversion made it possible to build a foundation for many people to understand the accumulation and spread of local damage that was difficult to grasp from the paper version of the history of the Fukui air raid alone. Another significant point of this study is that the digital archiving work was carried out mainly by the younger generation in the region.Furthermore, the mapping analysis of the damage caused by the Fukui air raid spatially demonstrated the distribution of the deceased and the areas of concentrated damage, revealing local characteristics. Distance-based analysis showed that the damage did not decrease monotonically but exhibited multi-peakedness with multiple peaks. These findings suggest a connection with the expansion of the city at that time, which was based on the castle town.

Keywords: 福井空襲(Fukui air raid),戦災史研究(war damage studies),地理空間情報(geospatial information) , デジタルアーカイブ(digital archive),距離帯別分析(distance-zone analysis)

１．はじめに

福井空襲は，太平洋戦争末期の 1945 年（昭和 20 年）7 月 19 日夜半から 20 日未明にかけて実施された戦略爆撃である．その結果，福井市市街地の約 84%が焼失し，死者 1,684 人，負傷者 6,419 人，全焼家屋 23,009 戸という戦災が生じた（福井空襲史刊行会 1978）．戦後 80 年を迎えた現在，福井空襲体験を直接記憶する世代は少なくなり，証言とともに空襲の記憶が失われつつあり，その継承が喫緊の課題となっている．戦災の地理空間情報によるデジタルアーカイブ構築事例については，被爆者の証言を地図上に可視化し，戦災の全体像を理解できる形で提示する，ナガサキ・アーカイブ(渡邉ほか 2010)，ヒロシマ・アーカイブ(渡邉ほか 2011)がある．また，証言を地図上で追体験し，体験継承と教育実践を結びつける沖縄平和学習アーカイブ(渡邉ほか 2012)の取り組みもある．

しかし，広島・長崎での原子爆弾，沖縄戦などの大規模戦災については，先行事例研究やマスメディアにより取り上げられるが，福井空襲など地方都市における戦災は注目されることが少ない．そのため，福井空襲については，未だデジタルアーカイブが存在しない．そこで本研究では，紙媒体のアナログ形式で保存されてきた福井空襲史を福井新聞社と福井県立大学生が協働して，地理空間情報としてデジタル化し，記憶の継承を行う取り組みを実践した．

２．使用した資料とデジタルアーカイブ手法

２.１　福井空襲史

福井空襲の記録として，『福井空襲史』（福井空襲史刊行会 1978）がある．全 1,478 頁に及ぶ同資料は福井空襲の経過と被害を詳細に記述している．内容は被災状況の事実報告にとどまらず，空襲による人的被害，建物被害，産業・金融・教育・宗教施設への影響，さらには復興過程における行政施策や住民活動にまで及ぶ．また，多数の住民証言，当時の市街図，被災箇所図，死没者名簿，公文書記録などを豊富に収録している．

２.２　デジタルアーカイブ作成

この福井空襲史デジタルアーカイブプロジェクトは，福井県立大学 1～4 年生まで 8 名による自発的な学部横断プロジェクトとして実施された．取り組みでは，福井空襲史を基にデジタルアーカイブ化作業を行った．作業は大きく，(1)史料調査と情報整理(2)死没者名簿データのデジタル化・地理空間情報化(3)Web 公開用コンテンツ制作の 4 段階で実施された．

(1)史料調査と情報整理

学生たちはまず，福井市立郷土歴史博物館を訪問し，学芸員による説明を受けた後，博物館が所蔵する空襲被害の写真，遺品，焼夷弾模型などの実物資料を見学し，戦災の実態を視覚的に理解した．また，資料として福井空襲史の説明を受けた．この資料巻末に 832 名分の死没者名簿が収録されており，住所，氏名，死没場所，死没年月

正会員　福井県立大学　地域経済研究所
（Research Institute for Regional Economics,Fukui Prefectural University）kazua@g.fpu.ac.jp

日の詳細な情報が記載されていることから，戦災の空間的分布を明らかにするため，死没者名簿のデジタル化に取り組むこととした．また，博物館からは，第一復員省資料課作成の戦災概況図福井（1945）も紹介された．この地図は福井空襲による焼失区域を示しており，GIS によるジオリファレンスにて現代の地図との重ね合わせによって戦災範囲を正確に特定できる．このため，GIS にて戦災範囲上に死没者の情報を地理空間情報化することで，戦災の集中度や地理的傾向の空間的把握を行った．

(2)死没者名簿（死没場所）のデジタル化

福井空襲史巻末の死没者名簿は，約 830 人分の詳細な情報を含む．記載項目は，氏名，住所，死没場所，死没年月日である．名簿は資料収集がされた昭和 50 年当時の被災地の各区長が当時，区内に在住していた住民の犠牲状況をまとめたものである．この資料を元に学生たちが一件ずつデータベース化した．このうち，死没場所が判明している 752 人分の死没場所を地理空間情報化した．作業時における課題は，住所や地名の古い表記への対応であった．福井市では，福井空襲後，区画整理による町名字名変更が行われ，消滅した町名が多かった．また，○○町○丁目のような詳細な番地が記載されている場合もあれば，○○町付近といった死没場所情報もあった．作業時にはジオリファレンスした昭和 8 年作成の福井市街地図を GIS 上で参照し，旧町丁目の現在地図上での対応地点を推定し，緯度経度情報を入力した．

入力後，死没場所ごとの死没者集計を行った．その結果，最も死没者が多かったのは，宝永上町で 50 人(6.65%)であった．次いで日ノ出下町 31 人(4.12%)，三の丸町 30 人(3.99%)，佐佳枝上町人 28 人(3.72%)となる．また，氏名から性別を推定し，入力・集計したところ，約 6 割が女性であった（性別が判別できない氏名は除外している）．この傾向から，男性は出征していたため，都市部には女性や子ども，高齢者が多く残っていたことが推察される．

(3)Re:Earth による WebGIS 公開

作成した地理空間情報から，位置情報が確定した死没場所 166 カ所（752 人分）を Web3D-GIS プラットフォーム「Re:Earth」を利用して，死者数に比例して，プロット円の大きさを変えて可視化した「福井・戦争デジタルアーカイブス」を公開した（福井新聞社 2025）．これにより，死没者が集中したエリアを把握できるようになった．結果として，福井県庁（福井城址）の北側や東側で死没者が特に多かったことが明らかになった．公開されたマップは URL を通じて誰でも閲覧でき，市民や研究者が自由に利用できる形となっている．

３．被害の空間的把握

３.１　町丁目別死没者数

図 2 は，戦災概況図福井に，当時の福井市街地中心地



図 1．福井・戦争デジタルアーカイブス

点から 1km，2km 同心円ポリゴンを作成し，町丁目単位で集計された死没者数を比例シンボルマップで示したものである．なお，戦災概況図に示されていた被災範囲は，ポリゴン化し赤色枠にて示している．中心地点は最初に焼夷弾が投下された福井城北の神明神社を選定した．当時の市街地は中心部より，北側は 0.5km と狭く，東西は 1.5km，南は 2km の南寄りに市街地が広がっていた．

図 2 での戦災状況を俯瞰すると，中心部からの距離の増加に伴う被害の減衰傾向が明確に見て取れる．顕著な被害は中心部から半径約 1km 範囲に集中している．この範囲は福井城を中心とした旧城下町が，ほぼ収まる範囲に相当する．建物の密集度が高かったため，多数の死傷者を生んだと推察できる．特に福井城北の最も大きな比例シンボル表示がされている宝永上町では最も多い 50 人もの死没者が発生している．また，福井城周辺では 30～40，20～30 人規模の大きな戦災が複数確認される．それ以外の市街地では，1～10 人規模の被害が均等に発生している．福井城より東・南部は大きな比例シンボル，西・北部は小さな比例シンボルであるのは，旧城下町が福井城より北西部に広がっていたため，細かな空間単位の町丁目となっていたためであろう．

また，1km 圏を越える周縁部でも，1～10 人規模の死没者が均等に発生しており，おおむね中心から 2km 範囲内の市街地のほとんどで戦災が生じたことを物語っている．この分布パターンは，焼夷弾を用いた市街地への火災攻撃により，延焼による戦災が市街地中心部に集中していたことを示すとともに，周辺農村部への戦災が少なかったことを示している．また，中心部より北西 1～1.5km の市街地外でも 1～10 人規模の町丁目や南東 2km 外でも死

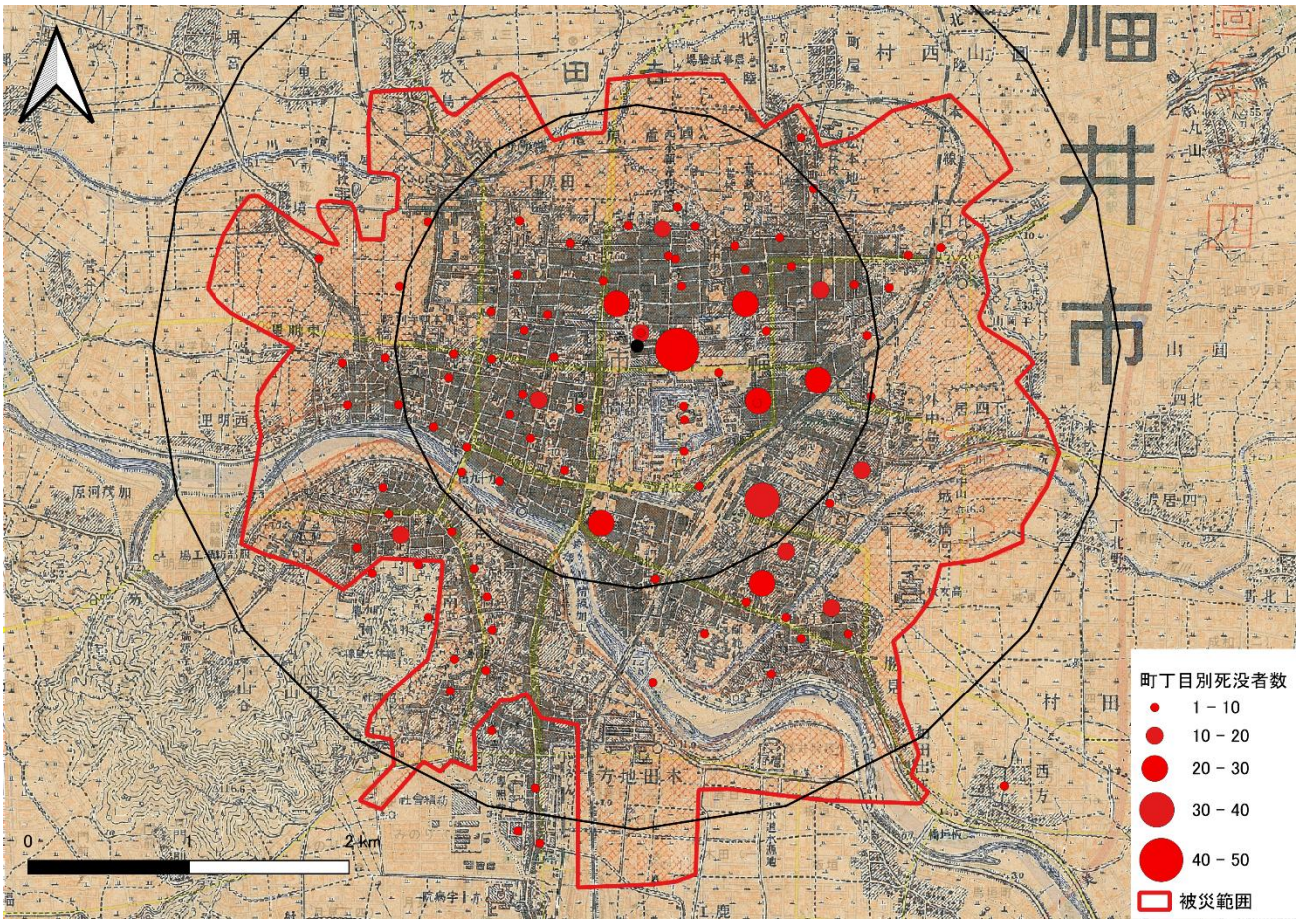


図 2. 死没者数の空間分府図

没者が生じている．これらは避難途上での死没であることが考えられる．

３.２　距離別死没者数

次に市街地中心からの距離を計測し，距離帯ごとに死没者数を集計した．図 3 は，2.5km までの 0.1km 距離帯ごとの死没者数を示したグラフである．752 人のうち，96.53%の 724 人が半径 2.5km 内で死没している．最も多い距離帯は 700～800m 帯の 107 人（14.46%）であり，次いで 500～600m 帯 79 人（10.68%），100～200m 帯 77 人（10.41%）が大きなピークを構成している．また，累積割合の観点からは，1300m 以内で全体の 87%以上，1500m 以内で 94.32%以上が含まれており，主な被害はこの範囲に集中していることがわかる．

最も近い 0～100m 帯では 21 人（2.84%）と比較的少数であるが，100～200m 帯では急増し 77 人（10.41%）に達する．この際，累積割合は 13.24%となり，基点周辺の直近ではなく，やや離れた帯域において人的集中が顕著であることを示している．200～300m 帯では 6 人（0.81%）だが，300～400m 帯で 40 人（5.41%），400～500m 帯で 66 人（8.92%），500～600m 帯では 79 人（10.68%）と顕著なピークを形成し，累積割合は 39.05%に達する．続く 600～700m 帯では 24 人（3.24%）と一時的に低いが，700～800m 帯において最大 107 人（14.46%）となっている．ここまでで累積割合は 56.76%である．さらに 800～900m 帯は 50 人（676%），900～1000m 帯は 23 人（311%）となり，1000m までの累積割合は 56.76% に達する．

1000～1100m 帯では 59 人（7.97%），1100～1200m 帯では 48 人（6.49%），1200～1300m 帯では 45 人（6.08%）と，1000m 以遠でも大きな被害が生じている．1300～1400m 帯 31 人（4.19%），1400～1500m 帯 22 人（2.97%）と距離の増加に伴って徐々に減少し，1500m までで累積割合は 94.32%に達する．このことから，被害のほとんどが 1500m 以内に含まれているとみなすことができる．

1500m 以遠では人数は急減し，2～5 人規模の死没者がみられる．1500～1600m 帯は 2 人（027%），1600～1700m 帯 5 人（068%），1700～1800m 帯 3 人（041%），1800～1900m 帯 1 人（014%），1900～2000m 帯では 0 人となる．2000～2100m 帯においては例外的に 9 人（122%）が確認されるが，それ以外はほぼ僅少である．2300～2400m 帯 5 人（068%），2400～2500m 帯 1 人（014%）を最後に，分布はほぼ消失する．

距離帯別の分布における特徴的な点は，多峰性を有していることである．最大のピークは 700～800m 帯であり，これに 500～600m 帯と 100～200m 帯が続く．これらは旧

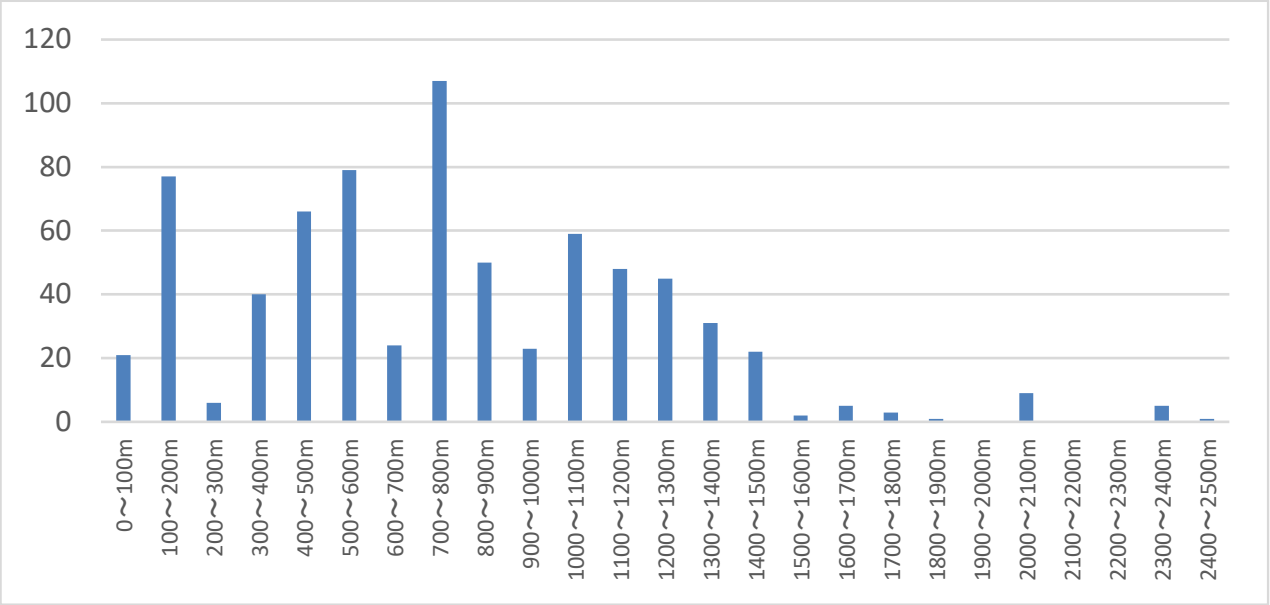


図 3. 距離別死没者数

城下町から発展した当時の市街地の同心円状発展，土地利用の配置に影響している可能性がある．また，死没者の集計単位が当時の町丁目であったため，町丁目の配置形状にも影響されているであろう．本結果は，戦後復興都市計画以前の福井市の都市構造や人口配置による戦災状況を示している．しかし，戦災規模や広がりは，都市の形態や密度と密接に関わっており，本結果は歴史的分析であると同時に，復興後の現在の福井市防災にも有効であると考えられる．

4．おわりに

本研究では，福井空襲史における死没者名簿のデジタルアーカイブ化と WebGIS での公開を通じて，福井空襲被害を可視化し，戦災被害の空間的分析を行った．これにより，紙媒体の福井空襲史だけでは把握しにくい局所的被害の集積や広がりが多くの人に把握できる地理空間情報デジタルアーカイブを構築した．そして、Web3D-GIS プラットフォーム「Re:Earth」を利用して，「福井・戦争デジタルアーカイブス」を公開した．また，この作業を地域の若い学生が担った点も大きな意義の一つである．福井空襲被害の地図化分析では，死没者の分布や被害の集中域を空間的に示し，局所的な特徴が示された．距離別分析からは，被害が単調に減衰するのではなく複数のピークを伴う多峰性を示していた．これらは，城下町を基にした当時の市街地の広がりとの関連が示唆される．

今後の課題として，地図化分析や距離帯別分析で示唆された多峰性の要因を解明するため，都市構造や避難経路，風向・地形条件との関連をより詳細に検討することが求められる．また，本研究では死没者名簿を基にした分析を行ったが，分析対象は死没場所のみに限定されており，住所や氏名からの家族構成の分析などには至っていない．今後は，焼夷弾の残骸や慰霊碑，遺品などを対象に，3D デジタル化を予定している．3D データは，Re:Earth の 3D データ表示機能を利用して，WebGIS 上で閲覧できる 3D アーカイブとして構築する予定である．

謝辞

本研究の遂行にあたり，共に調査実施を行った福井新聞社の島本祥之氏，福井県立大学の学生諸氏，並びに貴重な資料提供と助言を賜った福井市立郷土歴史博物館の藤川明宏氏に深く感謝申し上げます．

参考文献

第一復員省資料課(1945)「戦災概況図福井」,https://www.digital.archives.go.jp/gallery/0000000126（2025 年 8 月閲覧）.

福井空襲史刊行会（1978）『福井空襲史』，福井空襲史刊行会.

福井新聞社（2025）「福井・戦争デジタルアーカイブス」https://www.fukuishimbun.co.jp/common/usr/map/war_archives/（2025 年 8 月閲覧）.

渡邉英徳・高橋昂輝・山内康英（2010）ナガサキ・アーカイブ：被爆証言と証言地図の統合.「デジタル・ヒューマニティーズ研究」，1，45-56.

渡邉英徳・高橋昂輝・山内康英（2011）ヒロシマ・アーカイブ：被爆証言と地理空間情報の統合的表現.「ヒューマンインタフェース学会論文誌」，13（4），567-574.

渡邉英徳・外村大・池田謙一（2012）沖縄平和学習アーカイブ：証言と学習環境の統合に基づく実践.「教育メディア研究」，19（2），23-34.

ポスター発表

2025年11月1日(土) 13:00 ~ 13:50 | 会場(金森産業ホール)
[P1] ポスター発表 #1

[P1-48] CLAS-PPPを用いた令和6年能登半島地震に伴う地殻変動の経時変化の計測

*杉田 暁[1]、濱 侃[2]、岩佐 佳哉[3]、中田 高[4]、熊原 康博[4] (1. 中部大学、2. 千葉大学、3. 福岡教育大学、4. 広島大学)

キーワード：高精度衛星測位技術、CLAS、高精度単独測位（PPP）、令和6年能登半島地震

サイバー空間と物理空間の高度な融合は、超スマート社会の実現に不可欠であり、気候変動やそれに伴う自然災害への対応など複雑な社会システム問題の解決につながると期待されている。特に、物理空間で「いつ」「どこ」「何が」起きているかを正確にセンシングすることは重要である。高精度衛星測位技術は、屋外の物理空間の「いつ」「どこ」を高精度にセンシングするキーテクノロジーとして期待されている。特に、基地局を介さずに高精度測位を行うCLAS-PPP方式は、近年の低価格な受信機・アンテナの登場もあり、利便性、コスト、測位範囲の柔軟性から、今後の普及が期待されている。本研究では、令和6年能登半島地震により地殻変動のあった地域において、低価格・軽量かつ簡便なCLAS-PPPを用いたシステムを運用して、広域に、半年ごとの頻度で移動体精密測位を行い、地殻変動の経時変化を定量的に測定した。

©一般社団法人地理情報システム学会

深層学習を適用したラスタ地図からの建物抽出に関する研究

国土地理院地図 2 万 5 千分の一地形図への応用を例として

林 楽為*・秋山 祐樹**

Building Extraction from Raster Historical Maps Using Deep Learning Method

A Case Study on GSI 1:25,000 Topographic Map data

Lewei LIN*, Yuki AKIYAMA**

Abstract: Historical maps are considered an indispensable data source for research in historical geography. In recent years, many universities and institutes have established digital historical map archives, providing valuable and accessible datasets. However, most of these archives are available only in raster image formats, which are not well suited for quantitative spatial analysis. Our study proposes a method to extract building information from digital historical maps, thereby facilitating the estimation of building counts, sizes, and spatial distributions. The proposed approach first applies traditional image processing techniques for coarse extraction, followed by manual refinement to ensure accuracy. Subsequently, a deep learning model is trained using the refined dataset to achieve reliable building detection. This combination of classical and deep learning methods aims to enhance the accuracy of feature extraction from historical maps and to enable their broader application in GIS-based research.

Keywords: 歴史地図（historical map），地図アーカイブ（map archive），建物セグメンテーション（buildings segmentation），画像処理（image processing），深層学習（deep learning）

１．はじめに

１．１　研究背景

歴史地図のデジタルアーカイブは，歴史地理学や都市史研究などにおいて極めて重要な情報源である．歴史地図には，文字情報や地図記号といった意味的情報が含まれており，航空写真ではカバーできない年代や地域においても，建物や道路，水域，地形などの情報を提供することができる．この点で，歴史地図は過去の都市構造や土地利用を把握するうえで代替不可能なデータである．

近年，日本国内ではデジタル地図アーカイブの整備が進展している．国土地理院は「地理院地図・空中写真閲覧システム」を通じて，明治時代以降の各種地形図や空中写真を公開し，幅広い利用を可能にした（国土地理院，2013）．また，各自治体，公文書館，図書館も積極的に歴史地図のデジタル公開を進めており，例えば東京都公文書館デジタルアーカイブでは，明治以降の東京に関する地図資料 109 点を公開している（東京都，2020）．さらに，研究機関による学術的な公開事例としては，立命館大学が所蔵する都市計画関連図を整理・公開した「近代京都オーバーレイマップ」があり（立命館大学アート・リサーチセンター，2002），利用者が容易に利用できるように工夫がなされている．

しかしながら，既存の歴史地図アーカイブの多くはラスタ形式の画像データとして保存されているため，建物や道路，水域といった地物はピクセル単位の情報として表現されている．その結果，GIS における地理空間解析や統計的処理に直接利用することが難しく，研究における活用には限界がある．

１．２　先行研究

Uhl et al. (2017) は，アメリカの不動産情報データセットと歴史地図を組み合わせて，歴史地図を小さなタイル（小領域）に分割し，「建物」「市街地」「黒背景（非建物の黒領域）」「その他背景」の 4 種類に分類する CNN モデルを構築し，スライディングウィンドウで建物と市街地などの人工物に対する検出を試みた．また，Jiao et al. (2022) は，スイスの歴史地図と公開されている道路データを重ね合わせてデータセットを構築し，道路を高精度に検出する技術を開発した．

しかし，これまでの研究は，歴史地図に描かれた地物の抽出や分離に関して，一部の記号や限定的な処理に留まっており，教師データに強く依存し，手作業が多く，汎用性や自動化に欠けるのが現状である．

*　学生会員　東京都市大学総合理工学研究科建築・都市専攻（Tokyo City University）
〒158-0087 東京都世田谷区玉堤１丁目２８－１ E-mail：g2581663@tcu.ac.jp
**　正会員　東京都市大学建築都市デザイン学部都市工学科（Tokyo City University）
〒158-0087 東京都世田谷区玉堤１丁目２８－１ E-mail：akiyamay@tcu.ac.jp

１．３　目標

以上を踏まえて，本研究の目的は，デジタル地図アーカイブの高度な GIS 利用に資するため，近代測量に基づく地形図から建物等の地物をベクター形式で抽出する技術を確立することである．本稿では第一歩として 2 万 5 千分の 1 地形図から建物を自動抽出する手法を開発する．古典的画像処理（モルフォロジー演算，Region Growing，ラベリング）と軽量な深層学習を組み合わせ，建物の範囲・位置・規模を抽出し，タイル単位の建物マスク・データセットを構築する．これにより，建物の範囲，位置，規模といった幾何情報を体系的に抽出し，地図タイルに対応する建物マスクデータセットを構築する．本研究で得られる成果は，歴史地図や地図アーカイブ全般の解析基盤として応用可能であり，都市変遷の把握や土地利用研究など，幅広い GIS 分野への応用に資することが期待される．

２．研究手法

２．１　使用データ

本研究では，近代測量に基づいて作製された地図を対象とする．将来的な研究の発展を見据え，できる限りフォーマットの統一性が高く，日本全土を網羅し，かつ複数時点のデータが存在する地図アーカイブを選定することを重視した．

以上の観点を踏まえ，本研究では，近代測量に基づいて作製された地図のうち，国土地理院「地図・空中写真閲覧サービス」で公開されている 2 万 5 千分の 1 地形図を対象とする．同図は 1 図葉あたり平均約 100 km² をカバーする標準図郭で日本全国をほぼ網羅しており，図葉数は 4,000 面以上に及ぶ．また，各図葉には改訂履歴（図歴）が公開されており，主要都市では大正期以降にわたる多数の版（しばしば 10 時点以上）が揃うため，時系列解析に適している点が特徴である．

各地図（図葉）は統一的な仕様で作製されており，1 枚あたりのカバー範囲は緯度 5 分から 5 分 40 秒（約 9 ～ 10km），経度 7 分 30 秒から 8 分 39 秒（約 9.8～12.8km）であり，解像度は 10,600×8,600 ピクセルから 12,000×10,000 ピクセルである．このような一貫した仕様は，地図をタイル化し機械学習に投入する際の前処理を容易にし，精度の高い比較・解析を可能にする．

本研究では建物検出に着目するため，十分な数の建物サンプルを得られる地図を用いることを重視した．そのため，建物抽出を行うためには，建物を表現する記号（以下「建物記号」）が明確に描かれ，かつサンプル数が豊富に確保できる地図を選ぶ必要がある．

そこで，本研究では建物記号が大量に存在し，かつ地図全体に比較的一様に分布している 8 枚の地図を研究対象として選定した（表 1，図 1）．これにより，建物検出に必要な多様なサンプルを効率的に得ることができ，機械学習に適した学習データセットを構築することが可能となる．

表 1. 使用したデータ

図名	測量年	経度範囲	緯度範囲	リスト番号
酒々井	1998	140°15'-140°22'30"	35°40'-35°45'	67-10-4-12
酒々井	2004	140°14'30-140°23'	35°39'40"-35°45'20"	67-10-4-14
高田東部	1997	138°15'-138°22'30"	37°5'-37°10'	82-10-3-11
高田東部	2006	138°14'25"-138°23'4"	37°4'40"-37°10'20"	82-10-3-13
粟生	1990	136°30'-136°37'30"	36°25'-36°30'	94-6-3-7
粟生	1999	136°30'-136°37'30"	36°25'-36°30'	94-6-3-9
久留米西部	1998	130°22'30"-130°30'	33°15'-33°20'	126-9-1-12
久留米西部	2012	130°22'5"-130°30'20"	33°14'40"-33°20'20"	126-9-1-13

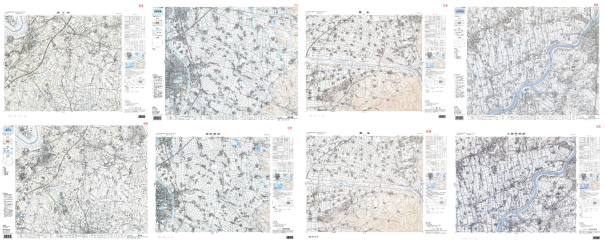


図 1　使用した地図（左上から縦に下へ，右下まで：酒々井 1998，酒々井 2004，高田東部 1997，高田東部 2006，粟生 1990，粟生 1999，久留米西部 1998，久留米西部 2012）

２．２　データの前処理

対象とする2 万 5 千分の 1 地形図は RGB カラーで構成されており，建物や道路は黒色，河川や水域は青色，等高線は茶色で描画されている．本研究では，建物抽出を目的とするため，建物記号を表す黒色成分の分離を前処理の中心とした．

まず，地図の背景色である白を除去した後，残存する画素を k-means 法により 3 クラスにクラスタリングした．各クラスタの代表色を比較し，RGB 値の合計が最も高いクラスを黒色画素群として判定した．その後，この黒色画素のみを抽出し，バイナリ画像へ変換した．得ら

れたバイナリ化結果を図 2 に示す.

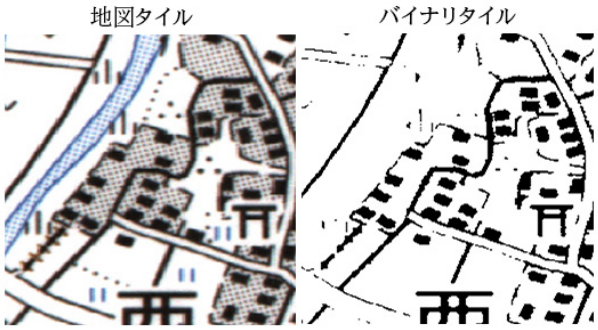


図 2 バイナリ化結果

２．３　タイルの切り出し

前述のように，2 万 5 千分の 1 地図の図葉は一枚あたり最大で 12,000×10,000 ピクセルに達するため，そのまま処理した場合，計算効率の面で非現実的である．そこで本研究では，まず元地図とバイナリ地図両方を 256×256 ピクセルの小領域（タイル）に分割した．分割の際にはステップサイズを 128 ピクセルに設定し，領域間の重なりを確保することで，タイル境界上に位置する建物が分割される可能性を低減させた．以上の手法により，計 8 枚の地図から約 45,000 枚のタイル画像を作成した．

２．４　オープンニングによりノイズの除去

生成したタイル画像には，建物以外に道路や等高線などの線状地物が含まれており，これらは建物抽出においてノイズとして作用する．そこで本研究では，モルフォロジー演算のオープニング処理と連結成分ラベリングを組み合わせ，線幅の細い領域を除去した．

具体的には，オープニング処理によって細線部分を優先的に消去した後，ラベリング処理により連結成分を抽出し，一定の面積以下の領域をノイズとして削除した．これにより，建物領域を保持しつつ，道路や等高線などの線状地物を効果的に除去することができた．処理前後の比較結果を図 3 に示す.



図 3　処理前後の比較

２．５　建物領域の抽出

建物候補ピクセルを抽出した後，隣接画素を考慮して領域を統合し，個別の建物を分離する必要がある．そこで，本研究では Region Growing 法（ある基準の画素を起点として，その周囲に位置する類似画素を次々に取り込みながら領域を広げていく手法）を適用し，隣接関係には 8 近傍を採用した．まず，候補ピクセルをある基準となる画素（以下「シード点」）として設定し，8 近傍に位置する同種の画素を逐次的に探索・統合することで建物領域を拡張した.

さらに，面積が 40 ピクセル未満の領域はノイズとみなし除去することで，建物と判定される領域のみを残した．この処理により，最終的に約 19 万個の建物領域を抽出することができた.

２．６　建物領域の選別

前述の処理により，約 19 万個の建物候補領域を抽出した．しかし，これらの候補の中には地図上の文字や線，地図記号など，実際には建物ではない領域も含まれていた．これらのノイズを除去しないまま解析を進めた場合，建物検出の精度に深刻な影響を及ぼす可能性がある.

そこで本研究では，まず人工的に建物と非建物を判別し，正確に建物を表す領域のみを選出した． この作業により得られた正例の建物マスクを対応する地図タイルと組み合わせ，学習用データセットを構築した.

なお，本研究では以上の処理を効率的に行うために，独自の選別用ユーザインタフェースを開発することで，人工選別を行った．具体的には約 1,500 枚のタイルに含まれる建物領域を対象に選別を行い，その結果得られたマスクを「正解マスク」として評価の標準に用いた.

２．７　学習モデルの構築

前述の通り，本研究で構築したデータセットは，256×256 ピクセルの地図タイルと建物マスクのペアで構成されている．地図のタイルは RGB の 3 チャンネル画像であり，建物マスクは建物（0）と非建物（1）で構成される二値のバイナリ画像である.

そして本研究では，深層学習モデルとして U-Net アーキテクチャを採用した（Ronneberger et al., 2015）．U-Net は画像解析分野で広く用いられているエンコーダ・デコーダ型のセグメンテーションモデルであり，局所的特徴と大域的文脈情報を統合することで，高精度な領域分割を実現する特長を有している.

本研究におけるモデル設定では，入力チャンネル数を 3（フルカラー地図タイル）とし，出力チャネル数を 1 とした．出力層には活性化関数として Sigmoid を用い，各画素が建物に属する確率を算出した．モデルの性能評価には，予測マスクと正解マスクの一致度を定量的に測定する指標である IoU（Intersection over Union）を用いた.

２．８　学習の結果と評価

本研究では，計 1,200 枚の地図タイルと対応するマスク画像を学習用データとして用い，8:2 の割合で学習用データと検証用データに分割した．さらに，外部検証用として以上の 1,200 枚とは異なる 300 枚の画像を用意した.

まず，深層学習モデルを用いて 40 epoch の訓練を行い，内部検証誤差が最小となった時点のモデルを最適モデルとして採用した．次に，最適モデルを用いて外部検証用の 300 枚の画像に対して外挿を行った．推定確率が 0.5 以上のピクセルを建物領域と判定し，あらかじめ選別した正解マスクと比較して IoU を算出した．同様に，前述の古典的な画像処理手法によって得られた建物領域についても IoU を計算し，両手法の精度を比較した．その結果を表 2 に示す．深層学習手法の IoU は 0.8729 となり，全体的に高い一致度を示した．Precision は 0.9197 であり，予測された建物マスクの約 92%が正解であったことを意味する．Recall は 0.9449 で古典的手法（0.9752）より低いが，古典的手法では多数の FP（False Positive，誤検出）が含まれており，その影響で Recall 値が高めに算出されている．深層学習手法は TP（True Positive，正しい検出）がやや少ないものの，FP を抑制でき，より信頼性の高い結果を示す．

表 2 各手法の結果比較

項目	古典的な手法	深層学習手法
IoU	0.6458	0.8729
Precision	0.6566	0.9197
Recall	0.9752	0.9449
TP	514894	498921
FP	269295	43549
FN	13095	29068
TN	18863516	19089262

続いて，図 4 に処理結果を可視化した結果を示す．深層学習モデルはライン状の地物やオープニング処理で残存したノイズを誤検出する現象を抑制できることが確認された．また，学習データに含まれる一部の誤りを補完する効果も見られた．一方，建物記号と類似した文字や鉄道記号を建物として誤検出する場合があることや，一部の建物領域において輪郭のピクセルが欠損する例も確認された．

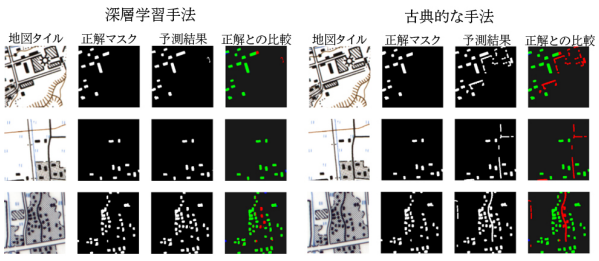


図 4 深層学習手法と古典的な手法の比較例

３．まとめ

３．１　結論

本研究では，古典的な画像処理手法（モルフォロジー演算，Region Growing，ラベリング等）と軽量な深層学習手法を組み合わせることで，歴史地図上の建物記号を高精度に識別・分離する手法を提案した．その結果，本研究で提案した手法は古典的手法単独よりも建物の誤検出を抑制し，建物領域の自動抽出における精度向上を確認することができた．これにより，デジタル歴史地図アーカイブを研究に活用可能な GIS データへと変換するための基盤的手法を提示したといえる．

３．２　今後の課題

一方，いくつかの課題も残されている．第一に，建物が他の地物と連続して描かれている場合，建物か非建物かの判別が困難となり，精度低下を招くことがある．また，古典的手法によって生成したマスクと実際の建物領域とが必ずしも一致せず，領域の欠損や過剰検出が生じる問題も確認された．これらは，古典的手法の改良や深層学習モデルによる補正を導入することで改善が期待される．

また，今後は建物に限らず，道路，水域，鉄道，文字などの地図記号を対象としたセグメンテーションモデルの開発を進める予定である．さらに，ラスターデータをベクターデータへ変換する一連の処理体系を確立し，都市変遷の定量分析や土地利用研究，防災・都市計画などへの応用を展開していく．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費（24K00243）の助成を受けて実施した．ここに記して謝意を表す．

参考文献

国土地理院（2013）地図・空中写真閲覧サービス．< https://service.gsi.go.jp/map-photos/app/> (2025.8.31 閲覧)

東京都（2020）東京都公文書館デジタルアーカイブ．< https://dasasp03.i-repository.net/il/meta_pub/G0000002tokyoarchv13 > (2025.8.31 閲覧)

立命館大学アート・リサーチセンター（2002）近代京都オーバーレイマップ．< https://www.arc.ritsumei.ac.jp/archive01/theater/html/ModernKyoto/ > (2025.8.31 閲覧)

Jiao, C., Heitzler, M., Hurni, L. 2022: A fast and effective deep learning approach for road extraction from historical maps by automatically generating training data with symbol reconstruction. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*.

Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. 2015: U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. *"International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*, 234-241.

Uhl, J. H., Leyk, S., Chiang, Y. Y., Duan, W., Knoblock, C. A. 2019: Automated extraction of human settlement patterns from historical topographic map series using weakly supervised convolutional neural networks. *IEEE Access*, 8, 6978-6996.