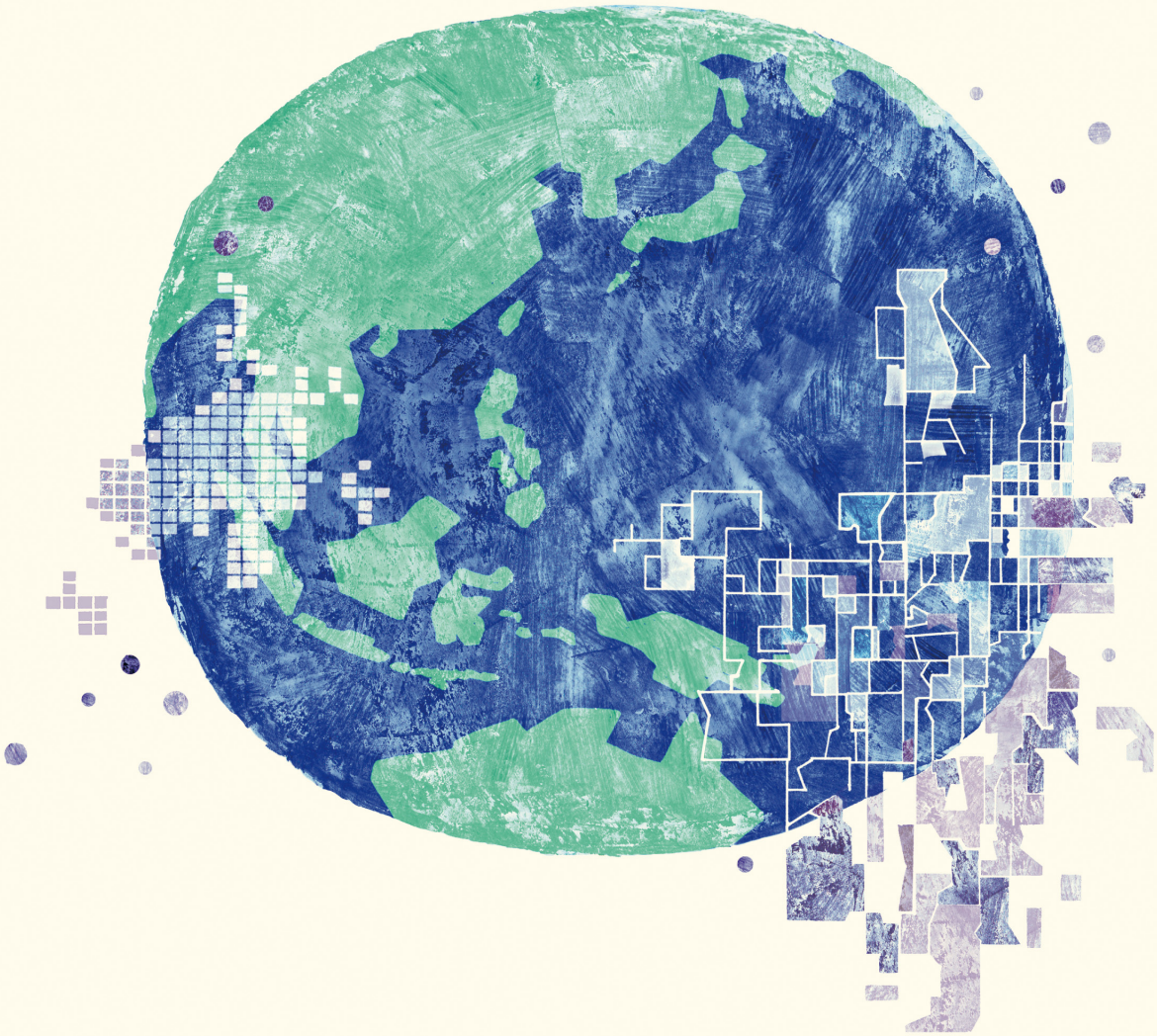
CSIS DAYS 2021

全国共同利用研究発表大会

2021年11月19日(金)－20日(土)

http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/csisdays2021/

研究アブストラクト集
Research Abstracts on Spatial Information Science



UTokyo

CSIS DAYS 2021
東京大学 空間情報科学研究センター 全国共同利用研究発表大会

空間情報科学研究センター長
瀬崎 薫

東京大学空間情報科学研究センター(CSIS)は,日本で地理情報システム(GIS)の普及が進みつつあった1998年に,GISの学術的利用を促進し,産官学の連携を強める目的で創設されました.当センターは,最初は東京大学の学内組織として発足しましたが,活動は当初から日本全国および海外を視野に入れておりました.たとえば,地理空間情報のデータセットを他の研究教育組織の研究者とシェアする活動を,センターの発足後まもなく開始しました.

このような活動が評価され,当センターは2006年4月に全国共同利用型研究施設として文部科学省に認定されました.さらに2010年4月には,全国共同利用型研究施設の後継である共同利用・共同研究拠点として文部科学省に認定され,「空間情報科学研究拠点」の名称で活動し,2016年4月からの6年間の更新が認定されておりました.そして、このたび2022年度からの6年間引き続き拠点としての更新が再び認められることとなりました.更新の認定にあたっては,地理空間情報のデータセットをシェアして行われる多数の共同研究を全国の多様な研究者と行っていることが,高く評価されました.また,毎年開催している全国共同利用研究発表大会であるCSIS DAYSも,主要な成果発表の機会と認められました.今年のCSIS DAYSも,多くの発表が口頭発表とポスターを併用する形で行われます.これは多数の方々に優れた研究をご投稿していただいた結果です.この場を借りてお礼申し上げます.

当センターでは,2020年度から空間情報科学に関連する学内17部局の研究者を結束し,新たにデジタル空間社会連携研究機構を設立致しました.また,本年度後半には,本機構を通じて全国9大学2研究所が共同運営するデータ活用のための仮想化環境である「データ活用社会創成プラットフォーム」(略称mdx)上に,新たな空間データを整備し,研究者にご利用頂けるよう準備を行っております.2022年度からの拠点の活動においては,当センター及びデジタル空間社会連携研究機構が一体となり,従来継続的に皆様に提供してきた「研究用空間データ基盤」と,新たにmdx上に整備する空間データを研究者の皆様に出来る限りシームレスな形で使っていただけるよう準備を行っている所です.このように性質の異なる空間データのより一層の拡充を行うと共に,デジタル空間社会連携研究機構に参加する研究者と,全国の大学等に所属する多様な分野の研究者が空間情報科学の傘の下に集うことにより,異分野融合の形で空間情報科学が深化することを大いに期待しております.

最後になりますが,皆様からのご意見・ご要望をセンター運営に反映することは,共同利用・共同研究拠点としての当センターの活動の継続発展のために非常に重要であります.このCSIS DAYSの場を利用して,あるいは任意の機会にどうぞ忌憚なきご意見をお寄せ頂くよう宜しくお願い致します.

2021年11月19日

CSIS DAYS 2021
オンライン開催

● 2021年11月19日(金)初日のプログラム

12:45～　　オンライン会場オープン
13:00～13:15　　開会の挨拶（センター長 瀬崎 薫）

Session A：自然・防災（司会：小口 高）
13:15～14:45　　発表17件
14:45～15:30　　ポスターセッション

15:30～15:45　　休憩

Session B：センシングとモビリティ（司会：柴崎 亮介）
15:45～17:15　　発表17件
17:15～18:00　　ポスターセッション

● 2021年11月20日(土)2日目のプログラム

9:45～　　オンライン会場オープン

Session C：都市・地域分析（司会：高橋 孝明）
10:00～11:35　発表18件
11:35～12:20　ポスターセッション

12:20～14:00　ランチタイム・休憩
〈13:00～14:00　拠点校会議 -非公開-〉

Session D：英語セッション／English Session（司会：山田 育穂）
14:00～15:10　発表13件
15:10～15:55　ポスターセッション

15:55～16:00　休憩

特別セッション講演
16:00～17:00

講演1.「鉄道や道路の新規開通が中学受験における学校選択に与える影響」
馬場 優樹（筑波大）

講演2.「デジタル空間社会連携研究機構で考える空間情報科学の将来」
関本 義秀（東京大学空間情報科学研究センター／
デジタル空間社会連携研究機構 機構長）

17:00～17:10　閉会式／各賞の授与式（センター長 瀬崎 薫）

CSIS DAYS 2021
目次

巻頭言 …… 1
プログラム …… 2
目次 …… 3
Session A：自然・防災
Session B：センシングとモビリティ
Session C：都市・地域分析
Session D：英語セッション／ English Session

CSIS DAYS 2021 実行委員会

瀬崎 薫	（統括班 班長）
高橋 孝明	（統括班 副班長）
小口 高	（統括班, 拠点校会議班）
柴崎 亮介	（統括班）
山田 育穂	（統括班）
関本 義秀	（統括班）
清水 千弘	（統括班）
宋 軒	（アブストラクト集班）
マナンダー ディネス	（アブストラクト集班）
日下部 貴彦	（アブストラクト集班）
菅澤 翔之助	（アブストラクト集班 班長）
相 尚寿	（ローカルアレンジメント班 班長, アブストラクト集班）
飯塚 浩太郎	（VR班 班長, ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
小川 芳樹	（ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
大津 優貴	（ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
鍛治 秀紀	（ローカルアレンジメント班）
本田 朋史	（ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
金 洪稷	（ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
三好 由起	（ローカルアレンジメント班, アブストラクト集班）
坂田 和恵	（事務室）
飯泉 しのぶ	（事務室）
宮田 ゆう子	（事務室）
ジェニングズ 有紀子	（事務室）
松尾 愛	（事務室）

Session A：自然・防災

A01 小ネギ栽培における土壌水分センサを活用したかん水の「見える化」
原恭彦（大分大），藤谷渉（大分県農林水産研究指導センター）

A02 土砂災害リスクを考慮した市街地集約化の多面的効果に関する研究
田村将太，田中貴宏（広島大）

A03 熱海市伊豆山の土砂災害現場で実施した空域災害調査と情報支援
泉岳樹（東京都立大），松浦孝英（中部大／テラ・ラボ），原科享介，
小杉拓也（日本救助技術標準化プロジェクト），矢野瑛洋（IRONWORKS），
高橋良輔，佐藤至弘（テラ・ラボ），福井弘道，杉田暁（中部大），田口仁（防災科学技術研究所）

A04 阿蘇山の崩壊跡地での急速な植生回復－コンステレーション衛星画像の分析－
齋藤仁（関東学院大／CSIS／防災科学技術研究所），内山庄一郎（防災科学技術研究所），手代木功基（摂南大）

A05 高精度DSMを利用した浸水被害建物数推計手法の検討
川向肇（兵庫県立大）

A06 集水域からみる屋号群の地理的分布
北村公佑，室賀恒輝，伊藤香織，高柳誠也（東京理科大）

A07 相模トラフ地震における揺れと津波浸水深の相関性の検討
南原顕，八百山太郎，糸井達哉（東京大）

A08 広島県広島市における気温・黒球温度分布分析
－適材適所の都市熱環境デザインに向けた対策評価に向けて－
右寺智哉，福田桃花，田村将太，田中貴宏（広島大），松尾薫（大阪府立大）

A09 広島県呉市における気温・風分布分析
－都市環境改善・減災のための人口減少適応型グリーンインフラ計画に向けて－
山鹿力揮，荒木良太，田村将太，田中貴宏（広島大），松尾薫（大阪府立大）

A10 関東一都六県の浸水想定区域における建設資材ストック・フローの動態分析
吉田英立，白川博章，谷川寛樹（名古屋大）

A11 都市構造が都市内部の暑熱環境に与える影響の調査（その2）ドライミストの効果
日下博幸，佐藤拓人，中村真悟，中村祐輔，軽辺凌太（筑波大）

A12 災害対策DX「テラ・クラウド（災害対策情報支援プラットフォーム）」の社会実装
松浦孝英（中部大／テラ・ラボ），泉岳樹（東京都立大），高橋良輔，佐藤至弘（テラ・ラボ），
福井弘道，杉田暁（中部大），田口仁（防災科学技術研究所）

A13 機械学習によるサロベツ泥炭地の植生変化の衛星画像解析
吉位優作（奈良大）

A14 高精細地形情報とVR技術を用いた野外調査の体験アプリの試作
山内啓之（東京大），鶴岡謙一，飯塚浩太郎，小口高（CSIS）

A15 霞堤と水田を活用した伝統的な治水システムの経済価値評価
山田由美（慶應義塾大／総合地球環境学研究所），瀧健太郎（総合地球環境学研究所／滋賀県立大），
吉田丈人（総合地球環境学研究所／東京大），秋山祐樹（総合地球環境学研究所／東京都市大），
一ノ瀬友博（総合地球環境学研究所／慶應義塾大）

A16 水害リスク評価からみる濃尾平野における歴史ある神社の立地
小舘天音，後藤寛（横浜市立大）

A17 ゲーム理論に基づく深層強化学習を用いたサプライチェーン災害復興過程の最適化手法
楊少鋒（東京大），小川芳樹（CSIS），池内幸司（東京大），柴崎亮介（CSIS），大熊裕輝（三菱総合研究所）

Session B：センシングとモビリティ

B01 広域サービス圏の分布から見た圏域の空間単位
佐野雅人, 嚴先鏞, 鈴木勉（筑波大）

B02 バンコクにおける都市施設へのアクセシビリティとその格差
馬塲弘樹（京都大）

B03 鉄道交通障害情報の提供エリア分析
今井龍一（法政大／CSIS）, 松島敏和（中央復建コンサルタンツ）,
木戸崇之（朝日放送テレビ）, 荒木祐哉（法政大）

B04 i-Constructionの3次元モデルの特長を活かした道路地図の調製の試行
今井龍一（法政大／CSIS）, 中村健二（大阪経済大）, 塚田義典（摂南大）, 鹿間美咲（法政大）

B05 深層学習による歩行者交通量調査の試行
今井龍一（法政大／CSIS）, 姜文渊, 山本雄平（関西大）, 神谷大介（琉球大）,
中原匡哉（大阪電気通信大）, 安藤祐輝（法政大）

B06 高解像度画像から生成した3次元点群データの特性分析
今井龍一（法政大／CSIS）, 中村健二（大阪経済大）, 塚田義典（摂南大）, 山本忍（法政大）

B07 スマートフォンで収集した都市高速道路の走行車両プローブデータの特性分析
今井龍一（法政大／CSIS）, 井上晴可（大阪経済大）, 難波尚樹（法政大）

B08 集約型都市におけるライドシェアサービス導入効果のシミュレーション
小池優太郎, 西山勇毅（東京大）, 瀬崎薫（CSIS）

B09 街路の全方位画像に基づくテクスチャ付き3次元建物モデルの自動生成手法の検討
中村遼斗, 佐藤剛（東京大）, 小川芳樹（CSIS）, 前田紘弥（東京大）, 関本義秀（CSIS）

B10 高解像度DEMと廃道を利用した土砂堆積箇所の抽出と計測
原田駿介, 小倉拓郎, 八反地剛（筑波大）

B11 都筑区バス路線網の変遷から見る港北ニュータウンの役割の変化
澤田海宏（横浜市立大）

B12 交通事故オープンデータを活用した事故オンラインマップの構築
楊甲（豊田都市交通研究所）, 曹鵬（西南交通大）, 安藤良輔（豊田都市交通研究所）

B13 ドローンにより収集した熱赤外画像と可視画像を用いた広域における空き家分布推定手法の開発
秋山祐樹（東京都市大／CSIS）, 飯塚浩太郎（CSIS）, 今福信幸（大牟田市）, 杉田暁（中部大）

B14 GitHubアカウント数による市町村別のIT技術者数とその誘導要因
小林秀二（東京大）, 関本義秀, 小川芳樹（CSIS）

B15 Wi-Fiパケットセンサを用いた日比谷公園の短距離の交通流動調査
今井龍一（法政大／CSIS）, 金子俊之, 矢野有希子（法政大）

B16 常時装着型イアラブルデバイスにおける割り込み可能タイミングの検討
下条和暉, 西山勇毅（東京大）, 瀬崎薫（CSIS）

B17 八溝山地中部の堆積岩地域における航空レーザ計測データによる森林の3次元要素の抽出
渡辺啓太, 小荒井衛, 村山いであ（茨城大）

Session C：都市・地域分析

C01 小児科病棟集約化に伴う患者アクセスの変化
江原朗（広島国際大）

C02 夜間光データを用いた人流推定手法の検討
杉本賢二（大阪工業大），松村寛一郎（東京農業大），一ノ瀬俊明（国立環境研究所）

C03 オープンデータを活用した居住地としての小地域評価手法の検討
川向肇（兵庫県立大），田中有理，岩場貴司（東急不動産）

C04 一時的な土地開発制限が商業立地に与える持続的影響：横浜市街地接収の事例
高野佳佑（運輸総合研究所）

C05 地震リスク軽減と地価の空間パネルデータ分析
河端瑞貴，直井道生（慶應義塾大），安田昌平（日本大）

C06 大規模災害時における住宅単位の経済的被害評価手法の開発
古谷貴史（東京都市大），秋山祐樹（東京都市大／CSIS）

C07 人流データに基づく都市空間構造の可視化：OD行列のHodge-小平分解
青木高明（香川大），藤嶋翔太（一橋大），藤原直哉（東北大）

C08 連続的・不連続な空間的異質性を分析する融合モデルの提案
彭湛，井上亮（東北大）

C09 オープンデータと機械学習を用いた建物ごとの構造推定手法の開発
武田直弥，古谷貴史（東京都市大），秋山祐樹（東京都市大／CSIS）

C10 街路の全方位画像ビッグデータを用いた地域分析
沖拓弥（東京工業大），小川芳樹（CSIS）

C11 地域の特性の変化が小売業に及ぼす影響の分析
西堀泰英（大阪工業大）

C12 住宅土地統計のダウンスケーリングによる地域メッシュ単位の世帯所得データの開発
山中惇矢，古谷貴史（東京都市大），秋山祐樹（東京都市大／CSIS）

C13 建物データを活用した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性
秋山千亜紀（筑波大），秋山祐樹（東京都市大／CSIS），佐藤大誓（LocationMind）

C14 空室率で見る東京オフィス市場の時空間的変動
松尾和史，堤盛人（筑波大），今関豊和（オフィスビル総合研究所）

C15 人口流動統計の発生集中量に基づく市区町村の地域特性の類型化に関する一考察
今井龍一（法政大／CSIS），松島敏和（中央復建コンサルタンツ），野崎琉加（法政大）

C16 母子世帯への公的支援の地域格差
柴辻優樹，河端瑞貴（慶應義塾大）

C17 少年非行の減少が犯罪危害に与える影響について
大山智也（筑波大），谷真如（法務省），中江百花（警察庁），羽生和紀（日本大）

C18 地方自治体が発行する自転車利用者向け観光地図の類型化：観光地図に掲載される地理空間情報に着目して
田中大輔，雨宮護（筑波大）

Session D：英語セッション／English Session

D01 Analysis of Human Flows to Inform the Design of a Crowd-Powered Information Delivery Environment in Developing Communities
Xiangyuan Hu, Shinichi Konomi, Lulu Gao (Kyushu University), Kaoru Sezaki (CSIS)

D02 Development of a Reinforcement Learning based Agent Model and People Flow Data
Yanbo Pang (CSIS), Takehiro Kashiyama (The University of Tokyo),
Yoshihide Sekimoto (CSIS)

D03 City-wide building footprint extraction from remote sensing images based on deep instance segmentation model
Shenglong Chen (The University of Tokyo), Yoshiki Ogawa, Yoshihide Sekimoto (CSIS)

D04 Exploring the Changes in Spatial Patterns of Population Ageing in the Philippines
Novee Lor Leyso, Masahiro Umezaki (The University of Tokyo)

D05 Spatio-temporal smoothing, interpolation and prediction of income distributions based on grouped data
Genya Kobayashi (Chiba University), Shonosuke Sugasawa (CSIS), Yuki Kawakubo (Chiba University)

D06 Reward framework in Multi-objectives reinforcement learning for disaster road management plan
Soohyun Joo, Yoshiki Ogawa, Yoshihide Sekimoto (CSIS)

D07 Utilizing Allotment of Land in Chiken-torisirabe-soezu (地券取調総絵図) along Tokaido in Ritto City, Shiga Prefecture
Kayo Okabe (LatLng), Yoshinori Kasai (Keio University),
Atsushi Nakagawa (Ritto History Museum), Kazuhiro Takeyama (KurasmuSHIGA),
Wataru Morioka (University of Illinois at Urbana-Champaign),
Akinobu Matsumoto (Japan Society for the Promotion of Science)

D08 NDVI Prediction based on the MLP Model using Remote Sensing Data in the Middle Tana River Basin, Kenya
Mwana Said Omar, Hajime Kawamukai (University of Hyogo)

D09 Local Resource Allocation Model for Quarantine Facility in Response to Infectious Diseases
Sunyong Eom (University of Tsukuba), Eunjoo Byun (Architecture & Urban Research Institute)

D10 Evaluating multiple greenness measures in Tokyo
Xinrui Zheng, Ryo Amano, Mamoru Amemiya (University of Tsukuba)

D11 Artificial creative destruction?
Dynamic causal effect of the tsunami during the Great East Japan Earthquake
Takahiro Yamada (Pennsylvania State University)

D12 Effects of topography and geology on vegetation recovery after shallow landslides
Chenxi Zhong (The University of Tokyo), Takashi Oguchi (CSIS)

D13 Correlation analysis between the topographical characteristics and the land surface temperature in the Brøgger Peninsula
Jaeyong Lee (The University of Tokyo), Takashi Oguchi (CSIS)

小ネギ栽培における土壌水分センサを活用したかん水の「見える化」

原 恭彦[1]，藤谷 渉[2]
[1]大分大学 理工学部門，[2]大分県農林水産研究指導センター 農業研究部
連絡先: [1]< hara@oita-u.ac.jp >，[2]< fujitani-wataru@pref.oita.lg.jp >
Web: [1]< https://www.st.oita-u.ac.jp/ >，[2]< https://www.pref.oita.jp/soshiki/15083/ >

(1) 動機：農業分野において農業従事者の高齢化や労働力不足が深刻化しており，若者の就農促進や新規参入者への技術の継承難・定着難が大きな問題となっている．これらの問題の根底にあるのが栽培技術を「見える化」できていないことや，栽培技術を勘や経験によって習得・実施していることであり，その栽培技術の一つとしてかん水技術が挙げられる．特に小ネギ栽培において，ほ場端部の生育が中央部よりも劣る現象が発生しており，端部の土壌が乾燥しやすいことが原因の一つではないかと考えられている．そのため，ほ場全体としての小ネギ生育を均一にするためのかん水管理が求められている．そこで本研究では小ネギの栽培期間中に土壌水分センサを用いて多点で計測を行い，小ネギハウスほ場における土壌体積含水率の空間的な分布を把握する技術開発を行った．

(2) 方法：対象ほ場は大分県豊後大野市にある大分県農林水産研究指導センター農業研究部内の小ネギ栽培ハウスとした．土壌体積含水率の測定に用いたセンサは「Huahuacaocao Flower Care Smart Monitor（Xiaomi 社製）」であり，間口 6 m，奥行き 20 m のほ場の中央部および端部にセンサを 1 m 間隔で地中の上層（センサ測定部は地表面下 0～7 cm）と下層（同じく 8～15 cm）に 32 台ずつの計 64 台設置した．2021 年 2 月 1 日に播種，4 月 21 日に収穫を行い，その期間における土壌体積含水率を 1 時間ごとに測定し，空間統計学を用いて上層と下層を独立した 2 層のデータとしてそれぞれの空間分布を時点ごとに推定するとともに，収量等の生育調査を行った．

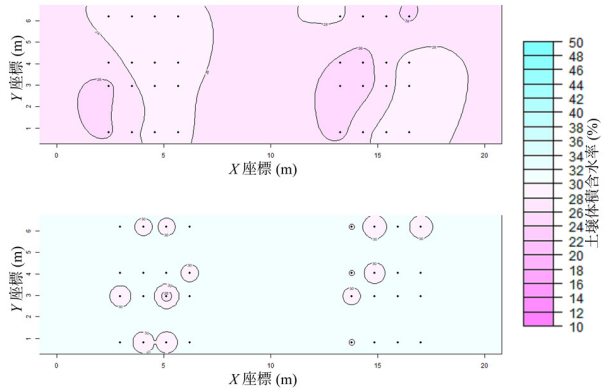


図 1：時点 570（1,883 時点中）における土壌体積含水率の空間分布の推定値（上：上層，下：下層）

(3) 結果：土壌体積含水率については，地中の上層と下層とで異なることがあったものの，栽培期間を通じてハウス中央部と端部ではほぼ同等であった（図 1）．しかし，小ネギの収量構成要素については，中央部の草丈，1 本重，収量が有意に高い結果となった（表 1）．よって端部の生育が劣るのは，ハウス外からの空気等の，かん水以外の原因によるものだと考えられる．また，センサの測定誤差や個体差などにより，中央部と端部の土壌体積含水率の差異が図 1 のような空間分布に表れない可能性も考えられる．今後は，土壌体積含水率の 3 次元測定をより正確かつ効率的に行うことができるセンサを新規に開発するとともに，土壌体積含水率の空間データを，独立した多層の 2 次元空間としてではなく，本来の 3 次元空間として同時に分析することで，調査・研究の内容を高めたい．

(4) 使用したデータ：
「場内小ネギハウスほ場かん水実験データ（2020～2021 年度実施分）」大分県農林水産研究指導センター

(5) 謝辞：本研究は大分大学と大分県農林水産研究指導センターの 2020～2021 年度共同研究の成果の一部として実施した．ここに謝意を表したい．

(6) 参考文献：

・大分県農林水産研究指導センター農業研究部（2019）次世代型土壌水分センサを活用して小ネギ栽培の「見える化」に取り組んでいます．「農林水産研究指導センター研究 Now」, 88, 1. <https://www.pref.oita.jp/uploaded/attachment/2083527.pdf>.
・原 恭彦（2021）空間統計学におけるクリギングとそのモデリング．「大分大学理工学部研究報告」, 68, 1-6.

(7) 関連文献：

・間瀬 茂，武田 純（2001）『空間データモデリング―空間統計学の応用』，共立出版．
・間瀬 茂（2010）『地球統計学とクリギング法―R と geoR によるデータ解析』，オーム社．

表 1：小ネギの収量構成要素

	中央部	端部	*P*
草丈(cm)	52.6	48.5	**
1本重(g/本)	7.1	5.8	*
収量(g/m²)	4,029	3,245	*

*t (14) = 2.63，*P < 0.05，**P < 0.01*

土砂災害リスクを考慮した市街地集約化の多面的効果に関する研究

田村 将太，田中 貴宏
広島大学大学院先進理工系科学研究科
連絡先: <tamuras@hiroshima-u.ac.jp>

(1) 動機：近年，気候変動等の影響により，豪雨の発生頻度が増加しており，それに伴い，土砂災害の発生も増加傾向にある．我が国は約 60 万箇所を超える土砂災害警戒区域を抱えており，これらすべてに対して砂防施設等のハード整備のみで対策を行うことは困難とされており，土地利用コントロールを通じた土砂災害リスク軽減も必要と考えられる．また，現在は多くの都市が人口減少期を迎え，市街地低密度化による生活利便性の低下や都市施設コスト増大といった様々な問題が生じており，コンパクトなまちづくりによる都市構造再編が求められている．そのため，災害リスク軽減の視点も考慮しながら，コンパクトなまちづくりと連動して将来の都市構造の検討を行い，それが実現した際の効果やその実現可能性について把握する必要があると考えられる．そこで，本研究では，土砂災害リスクを考慮した減災型将来都市構造を提案し，それが実現した際の効果を多面的に把握した後，その将来都市構造の実現可能性を財政的な視点から評価した．

(2) 方法：「シナリオ」を「2040 年における 500 m メッシュ単位の人口分布形態」と定義し，広島市を対象に，都市構造が現状のまま推移する BAU シナリオ，広島市設定の居住誘導区域に人口を誘導する立適シナリオ，土砂災害リスク軽減を目的とした減災型シナリオをそれぞれ作成した．減災型シナリオについては，土砂災害警戒区域の全人口を居住誘導区域に誘導する減災型シナリオ①と土砂災害警戒区域内で 2040 年までに耐用年数を迎える住宅に居住する人口のみを誘導する減災型シナリオ②を作成した．その後，「都市構造の評価に関するハンドブック（国土交通省）」を参考に，①生活利便性，②健康・福祉，③安全・安心，④地域経済，⑤行政運営，⑥エネルギー・低炭素の 6 分野･全 18 指標から各シナリオを評価，比較した．最後に人口集約による財政的効果（集約削減費：都市構造関連行政経費，CO_2 排出削減費，土砂災害復旧費）と集約に要する費用（移転補償費：住宅除却費，住宅建設・購入補助費，住宅残存価値）を考慮した費用便益評価を行った．

(3) 結果：土砂災害警戒区域内人口は BAU シナリオで 202,967 人，立適シナリオで 199,219 人，減災型シナリオ①で 0 人，減災型シナリオ②で 34,528 人となった．各評価値をみると，減災型シナリオは BAU や立適シナリオに比べ，すべての指標において，評価が高く（図 1），土砂災害警戒区域を考慮した人口集約化には，減災以外の面においても多面的効果がある．また，減災型シナリオ①と②を比較すると，多くの指標で減災型シナリオ①の評価が高いものの，大きな差は見られない．減災型シナリオの集約削減費と移転補償費を比較すると（図 2），減災型シナリオ①と②のどちらも集約削減費より移転補償費の方が大きく，減災型シナリオ①では約 234 億円，減災型シナリオ②では約 15 億円，移転のための補償費が不足する．一方で，各シナリオの移転補償費に対する集約化削減費の割合をみると，減災型シナリオ①が約 40.3%，減災型シナリオ②が約 89.6%であることから，減災型シナリオ①では移転対象人口の約 4 割程度，減災型シナリオ②では，約 9 割程度であれば財政的に移転可能と考えられる．

(4) 使用した主なデータ：

・「国土数値情報・500 m メッシュ別将来推計人口データ（H30 国政局推計）」国土交通省
・「Zmap TOWN II（1997/98，2003/04，2008/09，2013/14，2016 年度）」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.653 の成果の一部である．ここに記して謝意を表す．

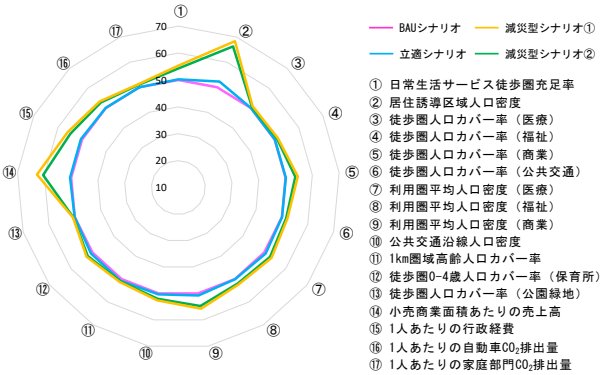


図 1：BAU の値を 50 とした時の各シナリオの評価値

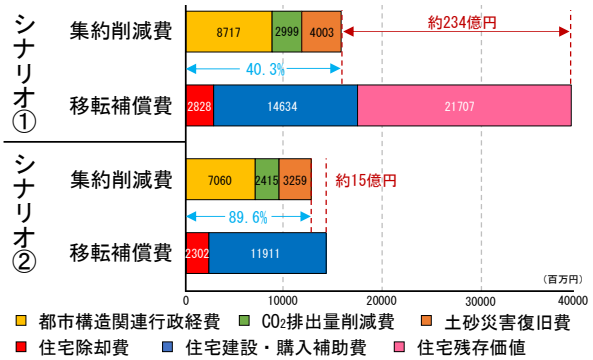


図 2：減災型シナリオの集約削減費と移転補償費

熱海市伊豆山の土砂災害現場で実施した空域災害調査と情報支援

泉 岳樹[1]，松浦 孝英[2,5]，原科 享介[3]，小杉 拓也[3] 矢野 瑛洋[4]
高橋 良輔[5]，佐藤 至弘[5]，福井 弘道[2]，杉田 暁[2]，田口 仁[6]
[1]東京都立大学大学院 都市環境科学研究科，[2]中部大学大学院 工学研究科
[3]日本救助技術標準化プロジェクト，[4]IRONWORKS，[5]（株）テラ・ラボ，[6]防災科学技術研究所
連絡先: <izumi@tmu.ac.jp>

(1) 目的：2021 年 7 月 3 日，静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土石流災害を受け，東京都立大学の泉岳樹，中部大学の松浦孝英，（株）テラ・ラボの高橋良輔は，発災翌朝の午前 8 時から現地での「空域災害調査」を開始した．「空域災害調査」とは，ドローン，航空機，衛星など空からのリモートセンシングを活用した災害調査のことを指している．5 日には原科消防官らも加わった．

著者らは「空域災害調査と情報支援チーム」を編成し，熱海市災害対策本部と現場の消防，警察，自衛隊の捜索・救助部隊へ「情報支援」することを目的とした活動を実施した．具体的には，各々の所属組織やネットワークを活かした役割分担を行い，現場での要救助者の早期発見と，救助者および新幹線や東海道線といった重要社会基盤の 2 次災害防止に資するデータの収集・取得と解析，また，関係機関への情報提供を行った．

(2) 方法（空域災害調査の概要）：7 月 4 日は，雲が低くたれ込み，雨も断続的に降っていたため現場周辺の状況確認，特にドローンを離発着させる場所の探索と許可取り，及び熱海市災害対策本部への調査計画書の提出および調査と支援についての依頼状発出のお願いなどを主に行った．依頼状の発出に時間がかかることが見込まれたため 7 月 5 日から 7 月 8 日まで早朝 4 時 30 分から 5 時 50 分の時間限定で航空法の災害地特例を前提としない飛行方法で写真測量に使用できる重なりのある直下視画像や斜め視画像を取得した．取得画像は，即，テラ・ラボの解析チームに送り，SfM 解析を行い，オルソ画像（地図と重ねられる正射投影画像）を作成し，合わせてゼンリンの住宅地図等の必要な情報と重ね合わせを行った共通状況図（COP：Common Operational Picture）を作成した（図 1）．

ドローンによるデータ取得だけでなく 7 月 5 日の午後には，ヘリを利用して新幹線周辺や土石流の発生源である上流域などの状況確認，写真および動画の撮影を行った．また，7 月 10 日，12 日，17 日には，LiDAR システムを搭載した中日本航空（株）のヘリによる伊豆山を含む岩戸山からの流域を対象とした計測を実施した．

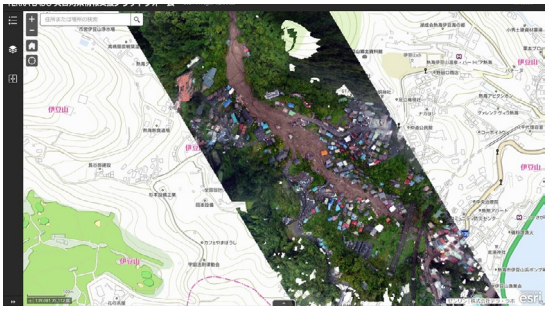


図 1：共通状況図のベースとなるオルソ画像

(3) 結果（情報支援の概要）：空域災害調査により取得したデータと既存のデータを重ね合わせて作成した共通状況図は，5 日の昼過ぎには完成し，夜までに消防，警察，自衛隊などに情報共有をはかり，防災科研の防災クロスビューでデータ公開を行った．また，伊豆山の現場で出会った NHK 報道局の清木まりあ記者にオルソ画像を GeoTIFF（位置情報付画像）形式で提供したところ，QGIS を利用してゼンリンの住宅地図との重ね合わせ処理を独自に行い，5 日の「ニュース 9」および 6 日の「おはよう日本」などで報道され大きな反響を呼んだ．また，6 日の午後 2 時過ぎには，毎日新聞のネット速報で「捜索に役立てて ドローンで地図」と報道され，7 月 7 日の朝刊（全国版）にデータにアクセスできる QR コード付で掲載された．

災害対策本部へは 6 日に共通状況図を提供し，12 日には内閣府 ISUT（Information Support Team）を通じて熱海市の全庁 GIS でのオルソ画像の使用要請を受け，元データを提供するなどした．

6 日のドローン運用では，災害対策本部や捜索部隊の状況に詳しい消防庁消防大学校消防研究センターの新井場公徳氏と土志田正二氏の協力を得て，捜索に当たって重点がおかれている場所の詳細データを取得し，オルソ画像に加えて土砂の推定堆積深のデータも提供できた．

なお，これらの活動には 7 月 4 日付で熱海市災害対策本部長からの依頼状が発出されている．

(4) 謝辞：共通状況図の災害対策本部や現場部隊への提供において，住宅地図の利用に関して（株）ゼンリン，ドローンの離発着場所に関しては（株）松本温泉社の協力を得た．7 月 7 日のドローンによるデータ取得では，SAVE THE HIROSHIMA の法地知紀氏，7 月 4 日早朝までの現場に関わる情報に関して防災科研客員研究員の井上公氏より情報提供を受けた．ここに記して謝意を表したい．

阿蘇山の崩壊跡地での急速な植生回復－コンステレーション衛星画像の分析－

齋藤 仁[1,2,3]，内山 庄一郎[3]，手代木 功基[4]
[1]関東学院大学 経済学部，[2]東京大学 空間情報科学研究センター
[3]防災科学技術研究所，[4]摂南大学 外国語学部
連絡先: <hsaito@kanto-gakuin.ac.jp>, Web: <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/~saito/>

(1) 動機：斜面崩壊は，土砂災害を引き起こすとともに，主要な植生の攪乱要因である．また崩壊跡地での植生回復は，斜面の安定性や生態系を検討する上で重要である．これまで，崩壊跡地では数十年スケールでの植生回復が指摘されてきた．しかし，個々の事例や大規模崩壊を対象とした研究が多く，小規模な崩壊地を含めて植生回復を時空間的に高解像度に明らかにした研究はまだ少ない．近年，衛星コンステレーションの技術により，高頻度で高解像度の衛星画像を取得できるようになった．これにより，崩壊跡地の植生変化を時空間的に高解像度に明らかにできる可能性がある．本研究では，崩壊発生前後の複数の衛星画像を利用し，崩壊跡地の植生回復状況をモニタリングした．

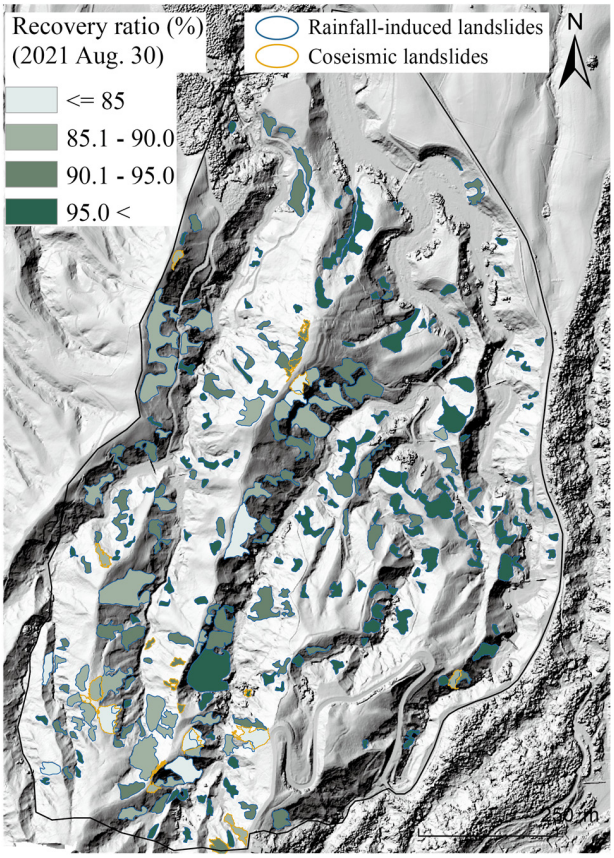


図 1：阿蘇山・仙酔峡の崩壊跡地における，植生の回復割合（%，2021 年 8 月）．青枠と黄色枠は，それぞれ 2012 年豪雨（n＝250）と 2016 年熊本地震（n＝20）で発生した崩壊跡地を示す．

(2) 方法：対象地域は，熊本県阿蘇山・仙酔峡の草地斜面である（図 1）．阿蘇山には日本最大級の草原が広がる．また阿蘇山では，近年，繰り返し降雨や地震に伴う斜面崩壊が発生した（例えば，1990 年豪雨，2001 年豪雨，2012 年豪雨，2016 年熊本地震）．著者らは，これまでにドローンを用いて，阿蘇山での斜面崩壊地の地形を分析してきた（Saito et al. 2018）．本研究では新たに崩壊跡地の植生回復を，高頻度の衛星画像から明らかにした．2012 年豪雨（n＝250）と 2016 年熊本地震による斜面崩壊地（n＝20）を対象とした（図 1）．崩壊発生前後の，2010～2021 年に撮影された RapidEye 衛星画像と Planet 衛星画像を使用した．使用した衛星画像は，Level-3B（大気補正済みオルソ画像）であり，合計 70 枚である．衛星画像から，崩壊地，及び崩壊が発生していない草地斜面での正規化植生指標（NDVI）の変化を高頻度に分析した．また，地形条件が植生回復に与える影響を，機械学習の一つである回帰木を用いて分析した．なお，対象とした崩壊地では，対策工事や人為的な播種は行われていない．

(3) 結果：2012 年豪雨と 2016 年熊本地震による崩壊地は，発生直後に裸地となった．その後 NDVI は徐々に上昇し，2021 年 8 月には，草原と比較して，2012 年豪雨の崩壊跡地で平均 94%の植生の回復が判明した（図 1）．また 2016 年熊本地震の崩壊跡地では，植生が平均 87%程度回復した（図 1）．つまり，阿蘇山の崩壊跡地は約 10 年程度で草原に戻ることを示唆している．10 年という期間は，他地域での崩壊跡地の植生回復と比較しても，速い回復である．

また植生回復は地形条件により異なり，特に北向き斜面で早い回復が示された．これらの結果は，阿蘇山で頻発する斜面崩壊と草地との関係や，草原の生態系の観点からも重要と言える．

(4) 謝辞：本研究は，東京大学 CSIS 共同研究（No. 554）による成果の一部を活用した．

(5) 引用文献：

Saito, H. et al (2018) Landslides triggered by an earthquake and heavy rainfalls at Aso volcano, Japan, detected by UAS and SfM-MVS photogrammetry. PEPS 5, 15.

高精度 DSM を利用した浸水被害建物数推計手法の検討

川向　肇 [1]
[1] 兵庫県立大学　社会情報科学部・応用情報科学研究科
連絡先: < kawamukai@sis.u-hyogo.ac.jp >　Web: < https://www.u-hyogo.ac.jp/sis/>

(1) 動機：過去数十年間に渡るダムや堤防等の流域の水源管理システムや堤防などの整備に伴う洪水災害被害経験及び記憶の希薄化，地価が低廉である傾向等から，従来浸水の可能性があるため水田耕作以外の土地利用が忌避された領域においても住宅開発や高齢者施設などの都市的土地利用を伴う開発が行われてきた．それら地域では，近年，台風接近に伴う豪雨のみならず梅雨前線等の停滞前線活動の活発化等に伴う洪水被害が多数見られるようになり，甚大な災害被害が多数発生している．これまで水害に関して地域の被災者数の推計は多数実施されてきたが(川向・有馬, 2020など)，住民の生活基盤となる住居等の建築物の被災推計の試みは十分なされていない．

一方，令和元年 5 月から施行された「官民データ連携活用推進法」以降，国，都道府県，市町村から様々なオープンデータが多数提供され，その一環として，兵庫県では 1m 解像度の DEM, DSM データが公開された．この高解像度の DSM データが利用可能になり具体的な個別の建物別の洪水災害被害の推計可能性は大きく拡大した．

そこで，様々な機関から公開されているオープンデータを複合的に利用し，住民の災害からの復興拠点として重要となる住居などを多数含む戸別建物の洪水災害被害に関する推定・把握するための技術開発を行った．

(2) 方法：対象地域は兵庫県中西部を流れる加古川市の下流域の兵庫県加古川市・高砂市全域とした．国土地理院が公開している基盤地図情報の建築物データ及び兵庫県が公開している 1m 解像度の DSM,DEM データを空間結合し，個別の建築物ごとに，DEM データ及び DSM データの平均値を求め，その平均値の差から建築物の高さをもとめた．その上で，国土交通省が公開している加古川流域での想定最大規模の洪水による被害状況，浸水継続時間による被害の推計結果をもとに，水害被害が発生する建築物の種別棟数と水没被害に関する建築物の種別棟数による被害推計を行った．

(3) 結果：図 1 は兵庫県加古川市・高砂市両市の領域において想定最大規模の洪水が加古川において発生した場合の被災状況を①被害なし②一部浸水③完全浸水の別に主題図として表現したものである．表 1・表 2 は想定最大規模の洪水での建物別の浸水被害状況を整理して示したものである．今後はより詳細な被災状況別の被害や建物被害に伴う経済的損失などの推計を予定している．

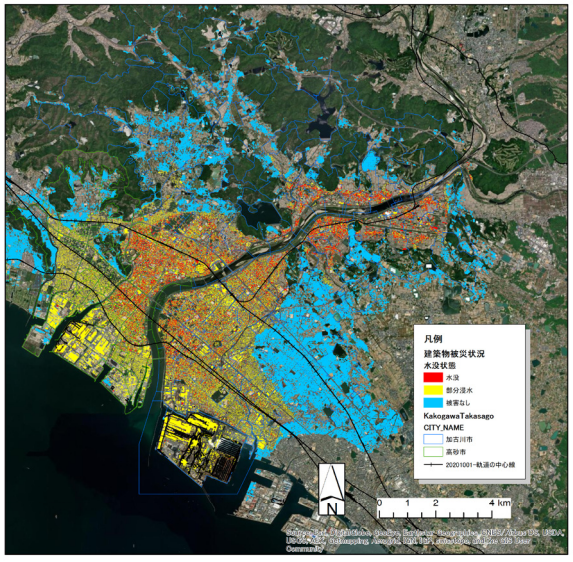


図 1：加古川市高砂両市域の浸水被害状況の推定

(4) 使用したデータ：

・「兵庫県_全域数値地形図_ポータル」兵庫県
・「基盤地図情報」国土地理院
・「国勢調査小地域境界データ（2015 年）」総務省統計局

(5) 謝辞：本研究は令和元年度科学研究費補助金(C) 19K04884,「ひとりひとりに届いて心配性バイアスを惹起する危機対応ナビゲーターの構築」の支援を受けた研究成果の一部である．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：

川向 肇・有馬 昌宏（2020）被災可能性のある住民数の特定方法の検討.「第 11 回横幹連合コンファレンス予稿集」, https://doi.org/10.11487/ oukan.2020.0_A-5-2.

(7) 関連文献：

有馬 昌宏（2019）町丁目別浸水想定区域内の人口の推計と住民への伝達の試み.「減災情報システム第 8 回合同研究会」.

表 1：兵庫県加古川市・高砂市の両市における建築物種別ごとの浸水深別被災建物数の集計結果

浸水深	堅牢建物	堅牢無壁舎	普通建物	普通無壁舎	総数
1（0-0.5m未満）	122	0	6,113	855	7,090
2（0.5m－3.0m未満）	647	4	37,535	7,269	45,455
3（3.0m－5.0m未満）	1,007	10	42,067	9,108	52,192
4（5.0m-10.0m未満）	284	2	26,557	6,888	33,731
5（10.0m-20.0m未満）	0	0	6	2	8

表 2：兵庫県加古川市・高砂市の両市における建築物種別ごとの水没建築物の推計階高別推計結果

	堅牢建物	堅牢無壁舎	普通建物	普通無壁舎	総数
1階建	6	1	10,144	8,202	18,353
2階建	0	0	11	1	12
3階建	0	0	5	0	5

集水域からみる屋号群の地理的分布

北村 公佑，室賀 恒輝，伊藤 香織，高柳 誠也
東京理科大学 理工学部
連絡先: <7118038@ed.tus.ac.jp>

(1) 目的：屋号は同姓が多い地域などで互いの家を識別するために用いる家の呼称である.本研究は,集水域に着目して屋号を分析し,集落空間と屋号を持つ住宅の立地との関係性を把握することを目的とする.

(2) 方法：現在でも日常的に屋号が用いられる唐桑半島(宮城県気仙沼市)のうち,鮪立地区,馬場地区,小鯖地区,中地区,中井地区,松圃地区,崎浜地区を対象地とする.「唐桑町屋号電話帳」に記載されている屋号から同じ単語を含む屋号を抽出した.同じ単語を含む屋号の内,方向,方位,方角を表す語以外の 2 字以上の同じ単語を含む 3 つ以上の屋号を有するものを一つの屋号群とした.対象地を集水域によって分割し,抽出した屋号群の分布図を作成した.

(3) 結果：17 種類の屋号群(諏訪、久木,水戸ノ(之)沢,四堂,小長根,蝦夷狩,久味,荒屋敷,大久保,中井,地ノ(之)神,神止(り),鴨木,日向,磯ノ(之,の)沢,大道,中川原)を抽出できた.17 種類のうち 15 種類の屋号群はそれぞれ同一の集水域に含まれる(図 1).集水域の境界線は尾根線であるため,屋号群は同一の尾根に囲まれる範囲に分布する傾向がある.更に,屋号群を含む集水域の大きさに差異があることが分かる.集水域を更に細かく見ると,鴨木と日向や磯ノ(之,の)沢と大道のように,一つの集水域に複数の屋号群が含まれるものがある(図 2).同一の集水域の中で,何らかの地理的な境界によって屋号群同士が棲み分けられている可能性が示唆される.今後,沢(谷)や土地利用などの地理データから屋号分布について重ねて分析を行いたい.

(4) 使用したデータ：

・「唐桑町屋号電話帳（2002 年)」　唐桑町商工会青年部
・号レベルアドレスマッチングサービス
・基盤地図情報　等高線データ
・国土地理院地図　全国最新写真(シームレス)

(5) 謝辞：本研究は唐桑町商工会青年部による「唐桑町屋号電話帳」の提供を受けることで実現した.さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No.921 の成果の一部として実施した．ここに記して謝意を表したい.

(6) 参考文献：

徳永景子，結城和佳奈，前橋宏美，一谷和希，伊藤香織，高柳誠也，岡部佳世，旦まゆみ（2020）屋号語彙に表れる集落の地理的分布．CSIS DAYS 2020, D13.

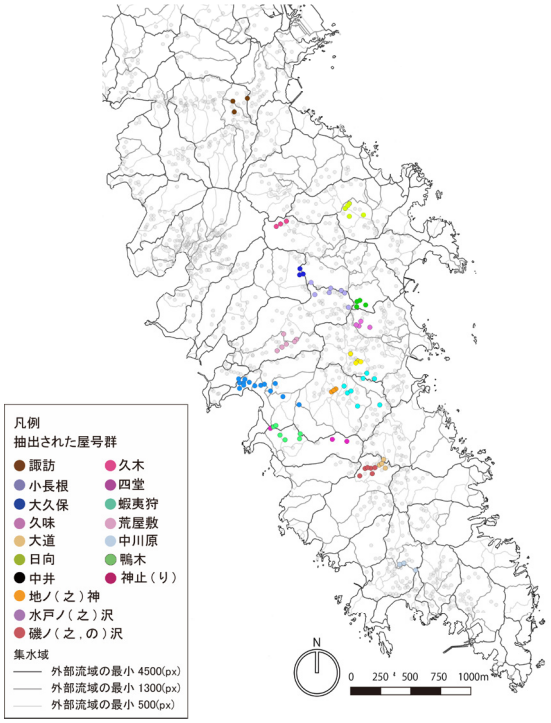


図 1：集水域と屋号群の分布

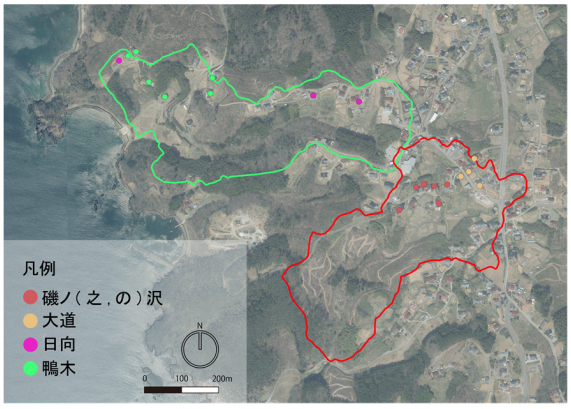


図 2：同一の集水域に含まれる屋号群の分布

相模トラフ地震における揺れと津波浸水深の相関性の検討

南原 顕[1]，八百山 太郎[1]，糸井 達哉[1]，
[1]東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻
連絡先: <aminamihara@g.ecc.u-tokyo.ac.jp> Web: <http://risk.arch.t.u-tokyo.ac.jp/>

(1) 動機：近年，南海トラフ地震や相模トラフ地震などの巨大地震における揺れや津波への対策が都市部も含めた各地で行われている．相模トラフ地震では，大きな地震動・津波が想定され，それらの同時発生も問題となりうる．例えば，津波避難施設が揺れにより機能を果たさなくなる可能性などが懸念される．また，相模トラフ地震では，規模や位置の異なる震源が想定され，それらの被害の様相は異なりうることから多面的な対策が重要と考えられる．本研究では神奈川県(2021)の津波浸水想定と，地震調査研究推進本部(2021)の相模トラフ地震に係る震源断層モデルをもとに評価した揺れを分析し，神奈川県沿岸域のハザードの全体的な傾向と各地域の特性について明らかにする．

(2) 方法：対象地域は相模湾沿岸域の 12 市町（三浦市，平塚市，小田原市など）とする．大正関東地震(M8.0)と元禄関東地震(M8.2)の二つを対象とする．沿岸域の各市町の津波浸水想定域を 10m メッシュの解像度で，どちらかの地震の津波浸水領域（405092 地点）を対象に防災科学技術研究所(2015)の地震動予測を用いて計測震度の平均値を評価する．予測では，浅部地盤(Iwahashi et al., 2010)と深部地盤（地震調査研究推進本部，2021）の影響を考慮している．

(3) 結果：図 1 に揺れと津波浸水深を地震間で比較した散布図を示す．(a) より計測震度の平均値は 2 つの地震間ではでほぼ変化しないことが分かる．(b) より，津波浸水深については大正関東地震よりも元禄地震のほうが大きい地点がほとんどであることが分かる．すなわち地震の多様性が与える影響について，揺れについては 2 つの地震間では大きな違いがないのに対して，津波浸水深は違いがあり，震源の違いの影響が大きいことがわかる．図 2 は，12 市町のうち 3 つの市について，計測震度と津波浸水深を比較したものである．小田原市では，平塚市に比べると，計測震度の値に幅がある．これは，小田原市における浅部地盤条件が地点によって大きく異なることに起因する．三浦市では，2 つの地震間で津波浸水深に 2 倍弱の大きな差があることが特徴的である．こうした地域では，それぞれの地震の発生確率などを考慮しつつ幅のある津波被害予測を踏まえた計画を立てることが求められる．

(4) 展望：今回のハザードの検討を踏まえ，影響を受ける人口などより被害の評価に近い検討を行う予定である．

(5) 謝辞：本研究は，東大 CSIS 共同研究 No.1080 の成果である（ZmapTownII,ゼンリン提供）．神奈川県より津波浸水想定データの提供を受けた．記して謝意を表す．

(6) 参考文献：

神奈川県 (2021) 神奈川県津波浸水想定. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/jy2/cnt/f532320>.
地震調査研究推進本部(2021) J-SHIS 地震ハザードステーション．<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>.
防災科学技術研究所(2015)『東日本大震災を踏まえた地震動ハザード評価の改良』.
Iwahashi, J., Kamiya, I., & Matsuoka, M. (2010) . Regression analysis of Vs30 using topographic attributes from a 50-m DEM. Geomorphology, 117, 202-205.

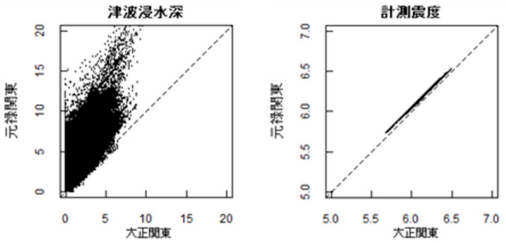


図 1：全地点におけるハザードの地震間での比較

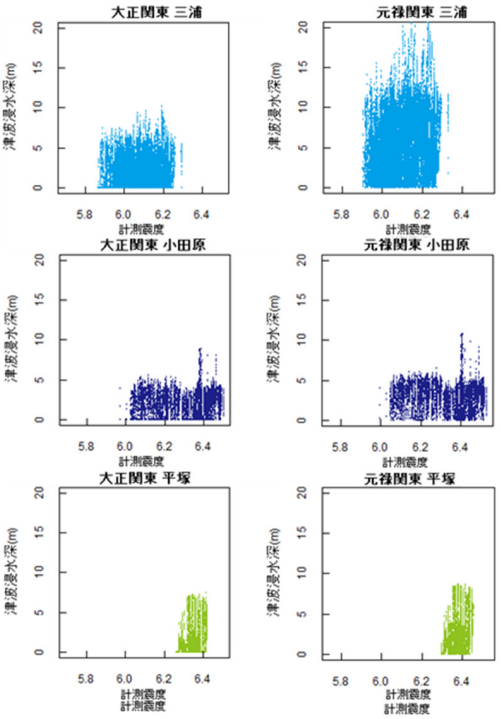


図 2：各市町，各地震における津波浸水深と計測震度の関係

広島県広島市における気温・黒球温度分布分析
―適材適所の都市熱環境デザインに向けた対策評価に向けて―

右寺 智哉[1]，福田 桃花[2]，田村 将太[1]，田中 貴宏[1]，松尾 薫[3]
[1]広島大学 大学院先進理工系科学研究科，[2]広島大学 工学部，
[3]大阪府立大学 大学院生命環境科学研究科

連絡先: <m212730@hiroshima-u.ac.jp>

(1) 動機：近年，気候変動と都市ヒートアイランド現象による夏季の暑熱環境悪化が顕著となりつつあり，我が国においても熱中症患者数の増加や屋外空間の快適性低下等が報告されている．これらの影響は今後さらに大きくなると考えられ，夏季の暑熱緩和を目的とした都市熱環境デザインが求められる．しかし，実際に都市づくりを担うステークホルダーが各場所における効果的な都市熱環境デザインを知る術は現状ほとんどない．そこで，本研究では適材適所の都市熱環境デザインをステークホルダーに伝える計画支援ツールの作成を目的とした．本稿では，その一環として2021 年夏季に広島市都心部で実施した気温・黒球温度分布実測調査について報告する．

(2) 方法：先行研究と同様に広島県広島市都心部の相生通り，並木通り，鯉城通りに囲まれたエリアを対象とした（井上ほか，2020）．この対象地の夏季の気温・黒球温度分布の把握を目的として，3 地点で定点観測，80 地点で移動観測を行い，気温等の測定を実施した（測定日時：8 月 7 日，8 月 8 日）．移動観測において気温は，放射シールドで覆った熱電対（測定間隔 1 秒）を自転車に設置し，各観測点で 1 分間静止し計測した．黒球温度も同様に，黒球温度計（測定間隔 1 秒）を自転車に設置し計測した．定点観測における気温等の計測も同様で，定点観測器に各機器を設置し，測定間隔 1 分で計測した．なお，移動観測は各測定日の 8:30，10:30，13:00，15:00，17:00 を開始時刻として実施した．

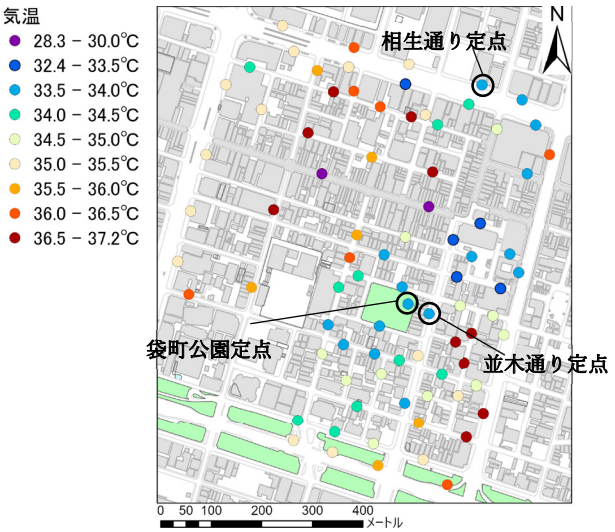


図 1：8 月 7 日 13 時の気温分布

(3) 結果： 図 1 に 8 月 7 日 13 時の気温分布を示す．図 1 より，特に相生通り周辺は，気温が高く，熱環境改善を優先的に行うべき場所と考えられる．そこで本稿では，続いて相生通り周辺の気温・黒球温度分布を示す（図 2）．相生通り北側は南側よりも気温・黒球温度ともに高く，日射の影響を強く受けていると考えられる．また，青囲み部において，黒球温度は比較的高いが，気温はやや低い．これは，この地点に吹く冷涼な海風の影響と考えられる．また，青囲み部の観測点は，他の相生通り北側の観測点に比べて気温が極端に低いため，他の要因についても検討が必要である．黒囲み部は，黒球温度が低いが気温が高い．これは風通しが悪く，海風の影響をあまり受けないためと考えられる．黄囲み部が，相生通り北側よりも気温が高いことについては，風通しの悪さと日射の影響が重なったためと考えられる．今後は，数値シミュレーションもあわせて行い，対策方針の提案につなげたい．

(4) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.937 および JPS 科研費 JP 20H02331 の成果の一部である．

(5) 参考文献：

井上莞志，田中健太，田中貴宏，松尾薫，横山真（2020）広島市都心部及びデルタ市街地における夏季の屋外気温分布に関する研究．都市計画論文集，55(3)，931-938.

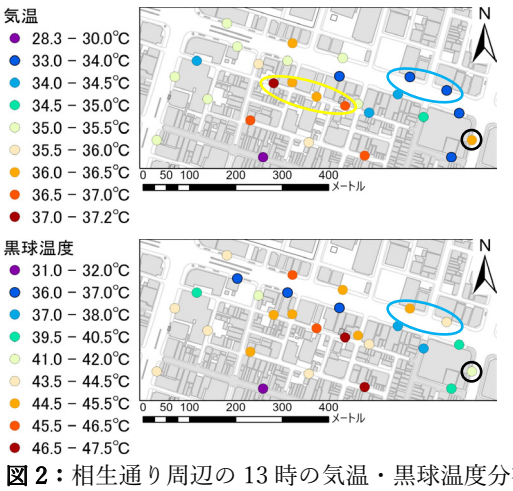


図 2：相生通り周辺の 13 時の気温・黒球温度分布
（上：気温分布　下：黒球温度分布）

広島県呉市における気温・風分布分析
―都市環境改善・減災のための人口減少適応型グリーンインフラ計画に向けて―

山鹿 力揮[1]，荒木 良太[2]，田村 将太[1]，田中 貴宏[1]，松尾 薫[3]，
[1]広島大学 大学院先進理工系科学研究科，[2]広島大学 工学部，[3]大阪府立大学 大学院生命環境科学研究科
連絡先: <m213931@hiroshima-u.ac.jp>

(1) 動機：近年，我が国では人口減少時代の到来に伴い，都市的土地利用の需要が減り，成長管理的な計画手法から既存都市内の再編成手法への移行が求められている．その際，ヒートアイランド現象や生態系劣化などにより悪化した都市環境の改善や多発する自然災害の対策も考慮することが望まれており，その手段のひとつとしてグリーンインフラ（以下，GI）が期待されている．既往研究では，例えば GI の雨水貯留機能に着目し，氾濫解析により，GI の洪水抑制効果を示したものなどがある（飯田ほか，2015）．しかし，GI の多面的機能を考慮すると，緑の有する気候緩和や生態系保全，土砂災害防止などの機能を把握した上で，これらを複合的に活用し，効果的な土地利用を図ることが望ましい．そしてそのような視点になった場合，どこにどのような GI を配置することが効果的なのか，という点は明らかとされていない．そこで，本研究では①各分野（気候環境・生態環境・地盤環境・水環境）の観点から GI 化が推奨されるエリアを抽出し，②効果的な緑地配置のための人口減少適応型の GI 計画指針図を作成することを最終目的とした．その一環として，本稿では 2021 年夏季に実施した気温・風分布実測調査について報告する．

(2) 方法：対象地は広島県呉市中央･宮原地区とした．2021 年夏季における気温・風の分布の把握を目的として,気温・風の実測調査を実施した（測定日：8 月 1 日，測定間隔：1 分）．実測地点については，市内 4 地点（海側 1 地点｛A｝，同一の川沿い上流と下流に 1 地点ずつ｛B｝｛C｝，下流の川沿いから街中に入った地点｛D｝）を対象とした．

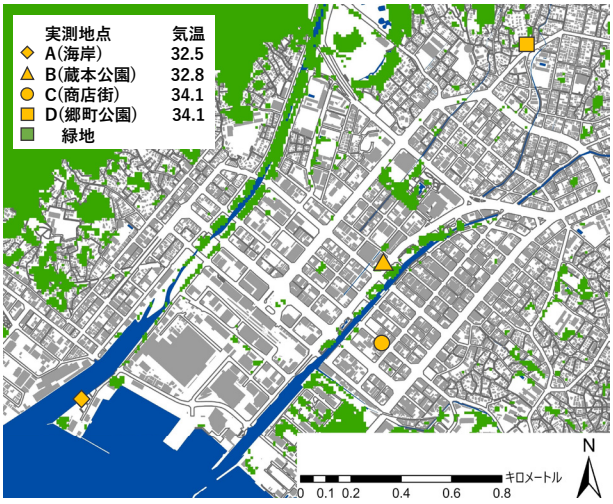


図 1：2021 年 8 月 1 日 14 時の気温分布

(3) 結果：図 1 に 8 月 1 日 14 時の気温分布，図 2 に時間別の平均風速・最多風向を，それぞれ示す．14 時の気温分布をみると，海側に位置する A が最も低く，次に B が低い．また，C，D は A，B に比べ 1 ℃以上高い．図 2 をみると，風向が南西寄りに変化する 8 時以降は，平均風速が強い地点ほど気温が低い．これより，日中に吹く海風が気温を低減していると考えられる．しかし，C のような海に近い地点においても海風が上手く吹いていない箇所があり，より効果的な風の道の整備を考える必要があると考えられる．また，A, B の平均風速と気温の関係をみると，A は B より平均風速が大きいが，気温はやや A が低い程度で，その差は大きくない．これは，B は他地点と比べ緑量が多く，緑地が風の道として機能することに加えて，周辺の大気が暖められずに風が吹いていることが要因と考えられ，GI 活用により気温低減効果の得られる可能性が推察される．今後は数値シミュレーションを行い，気候環境の観点から効果的な GI 計画を明らかにする．そして，他分野の観点からも同様の分析を行い，総合的な GI 計画を明らかにしたい．

(4) 使用したデータ：
・「呉市中央地区衛星データ」Pleiades
・「Zmap TOWN II (2016 年度)」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.937 および JSPS 科研費 JP20H02331 の成果の一部である．

(6) 参考文献：
飯田晶子・大和広明・林誠二・石川幹子(2015)神田川上流域における都市緑地の有する雨水浸透機能と内水氾濫抑制効果に関する研究-内外水複合氾濫モデルを用いたシミュレーション解析-.「都市計画論文集」,50(3),501-508.

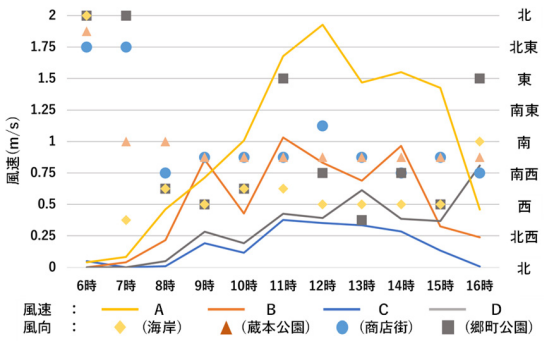


図 2：時間別の平均風速・最多風向

関東一都六県の浸水想定区域における建設資材ストック・フローの動態分析

吉田 英立[1]，白川 博章[1]，谷川 寛樹[1]
[1]名古屋大学 環境学研究科
連絡先: < yoshida.hidetatsu@f.mbox.nagoya-u.ac.jp > Web: < https://sites.google.com/site/ensap758/en >

(1) 動機：高度経済成長に伴って，日本は天然資源の大量投入・大量消費を繰り返すことで成長を遂げてきた．特に建築物に関して，総務省が提供する「固定資産の価格等の概要調書」によると，1974年から2016年にかけて約4,836百万 m^2 の建築物が着工された．しかし，全国の総延床面積の蓄積純増率は鈍化傾向にあり，将来は建築物の解体量が着工量を上回ると危惧されている．一方で，近年，気候変動の影響で，浸水想定区域などのハザードエリアでの自然災害による被害が悪化している．そこで，災害リスクに対する適切な土地利用を検討することが急務である．しかし，浸水想定区域からの建物の移転など，土地利用の変更は容易ではない．浸水域想定区域から建物を移転させることで，災害廃棄物の減少や防災インフラの削減などが期待できるが，浸水域における建設資材のストック・フローの実態についてはまだ明らかになっていない．これらを受け，本研究では関東（一都六県）の浸水想定区域における建設資材の動態分析を行なった．

(2) 方法：建築物に関する建設資材ストック・フロー推計の手順を図1に示す．建設資材ストック推計には東岸ほか（2008）が作成した資材投入原単位を利用した．建設資材フロー推計には，朝隈ほか（2018）が開発した年代間での建築物を比較する同一性判定システムを用いた．また，都市の成長と密接な関係にある社会基盤構造物（鉄道，道路）に関しても同様に，建設資材ストック・フローを推計する．そして，国土交通省が提供している浸水想定区域データを用いて，GIS（Geographic Information System/地理情報システム）により建設資材の動態分析を行なった．

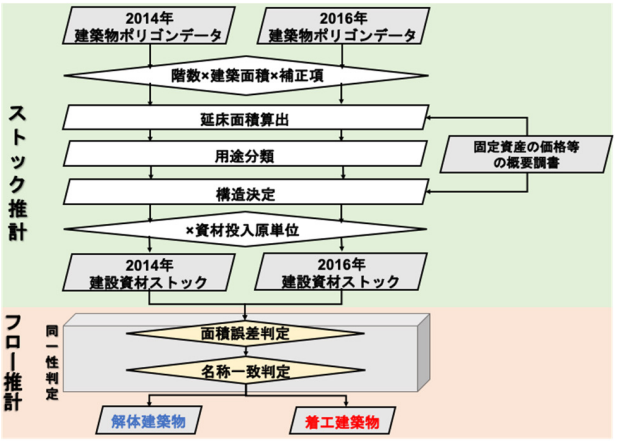


図1：建設資材ストック・フロー推計手法

(3) 結果：図2に建築物に関する埼玉県の浸水想定区域における建設資材投入量・廃棄量を示す．特に，浸水想定区域に指定されているさいたま市西区には，2014-2016年間で新たに858万トンの建設資材が投入された．その内，浸水想定深2mを越える地域に建設された木造の戸建て住宅は15.3万トンであった．以上より，災害リスクを考慮した都市計画よりも，利便性を優先した開発が行われていることが示唆される．

(4) 使用したデータ：

- 「Zmap TOWN II（2003年,2009年,2014年,2016年,2020年）」株式会社ゼンリン
- 「全国デジタル道路地図データベース(2002年,2011年,2012年,2020年)」TMI道路地図
- 「国土数値情報鉄道時系列データ(1950年~2019年)」国土交通省
- 「国土数値情報浸水想定区域データ(2020年)」国土交通省
- 「固定資産の価格等の概要調書(1974年~2020年)」総務省

(5) 謝辞： 環境研究総合推進費:S18-4-2, 3-1902, 2-2103, 1-2003

(6) 参考文献：

東岸芳浩・稲津亮・内藤瑞枝・谷川寛樹・橋本征二(2008)都市構造物における経年的資材投入原単位の推計に関する研究．廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp. 147-149，Vo.19.
朝隈友哉・奥岡桂次郎・谷川寛樹(2018)建築物の年代間での同一性判定を用いた東京都市圏における更新量の推計．環境情報科学学術論文集，pp13-18，Vol.32.

(7) 関連文献：

環境省(2018)『第四次循環型社会形成推進基本計画』

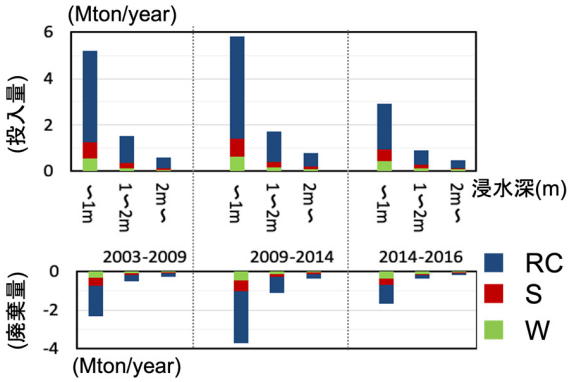


図2：埼玉県の浸水想定区域における物質代謝

都市構造が都市内部の暑熱環境に与える影響の調査（その２）ドライミストの効果

日下 博幸[1]，佐藤 拓人[1]，中村 真悟[2]，中村 祐輔[3]，軽辺 凌太[4]
[1]筑波大学 計算科学研究センター，[2]筑波大学大学院 生命環境科学研究科，[3]筑波大学アイソトープ環境動態研究センター，[4]筑波大学 地球学類
連絡先: < kusaka@ccs.tsukuba.ac.jp > Web: < http://www.geoenv.tsukuba.ac.jp/~kusakaken/ >

(1) 動機：日本の大都市の長期的な気温上昇は，熱中症患者数の増加や夏季のエアコン需要の増加によるエネルギー需要の増大などの主要因となっており，社会問題にもなっている．将来現れるより厳しい暑さに適応するためには，都市街区以内の暑さを緩和する暑熱対策をする）必要がある．ただし，有効な暑熱対策を考え，その効果を定量的に評価するためには，都市気象街区シミュレーションモデルを用いた，数値実験が不可欠である．これまで，筑波大学計算科学研究センター日下博幸研究室では，同センター朴泰祐研究室，名古屋大学環境土木・建築学科飯塚悟研究室と共同で，都市街区気象シミュレーションモデル（City-LES）を開発してきた．今年度は，昨年度に行わなかったドライミストと街路樹を考慮した熱環境シミュレーションを実施した．

(2) 方法：対象地域は東京駅丸の内，研究対象日は夏季晴天日とする．はじめに，気象庁の東京アメダスのデータと東京駅周辺の大気･標高･土地利用･建物･街路樹･ドライミストデータを用いて，City-LES の入力データを整備した．次に，空間分解能 2.5m の City-LES を用いて，観測日である 2020 年 8 月 25 日 14 時の都市街区内気象を再現した．さらには，東京駅丸の内の気温分布や WBGT 分布（暑さ指数分布）の再現精度を評価した．

(3) 結果：図 1 は，City-LES モデルで計算された東京駅丸の内周辺の地上気温分布と現地観測の結果である．City-LES は丸の内仲通りとその北側・南側の通りとの気温コントラストを良好に再現している．これは，ドライミストの効果を入れなかった昨年度の結果（昨年度の予稿の図 2）よりも良い結果と言える．また，City-LES は，現地観測で最も気温が高かった日比谷通りの高温も良好に再現した.この結果も，昨年度よりも良い結果であった. 図 2 は，昨年度行わなかった WBGT の計算結果を現地観測の結果と比較したものである．丸の内仲通りの低い WBGT 値や行幸通り日向の高い WBGT 値がよく再現されており，City-LES は，気温だけでなく WBGT も良好に再現できることが分かった．

(4) 使用したデータ：

- 「Zmap TOWN II（2016 年）」株式会社ゼンリン
- 「基板地図情報数値標高モデル」国土交通省国土地理院
- 「日本域高解像度土地利用土地被覆図 2016 年 9 月リリース版（バージョン 16.09）」国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

(5) 謝辞：本研究は，（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20192005）により実施された．研究の一部は，JSPS 科研費 JP21K03656 によって実施された．さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No.973 の成果の一部として実施した．本研究成果は筑波大学計算科学研究センターの学際共同利用プロジェクト（Oakforest-PACS）を利用して得られたものです．ここに記して謝意を表したい．

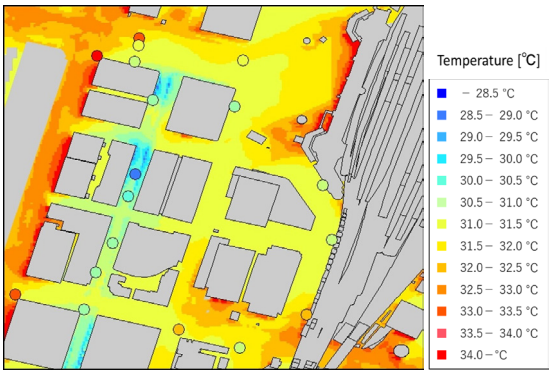


図 1：東京駅丸の内周辺の気温分布．背景の色と丸の色は，それぞれシミュレーションと現地観測の結果．

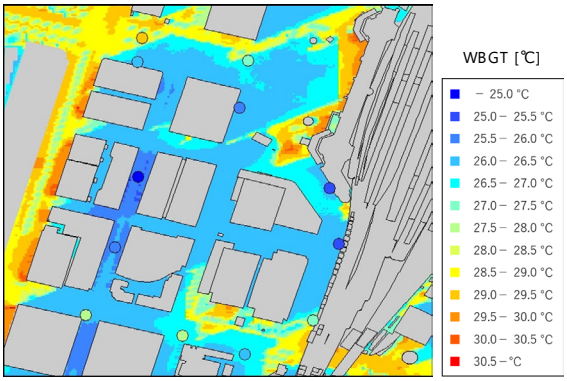


図 2：東京駅丸の内周辺の WBGT 分布．背景の色と丸の色は，それぞれシミュレーションと現地観測の結果．

災害対策 DX「テラ・クラウド(災害対策情報支援プラットフォーム) 」の社会実装 －熱海市伊豆山の土砂災害対応における試み－

松浦 孝英[1, 3], 泉 岳樹[2], 高橋 良輔[3], 佐藤 至弘[3] 福井 弘道[1], 杉田 暁[1], 田口 仁[4]
[1]中部大学大学院 工学研究科, [2]東京都立大学大学院 都市環境科学研究科,
[3]株式会社テラ・ラボ, [4]防災科学技術研究所
連絡先: <takahide@terra-labo.co.jp> Web: <https://terra-labo.jp/pressrelease/1565/>

(1) 動機：地震や台風，大雨被害等の大規模災害発生時に，ドローンやヘリを使った情報収集から解析，関係機関への共有に至るまでの災害対策 DX の重要性が高まっている.本研究では，災害時及び高負荷時にも安定稼働ができるよう設計されている Microsoft Azure を活用し，より効率的かつ迅速に災害対策情報を共有できる DX の社会実装化を目的とし，熱海市伊豆山の土砂災害において行った試みについて報告する.

(2) 方法：2021 年 7 月 3 日に発災した熱海土砂災害のような要救助者が多くいる災害の場合，タイムライン(防災行動計画)を迅速に進めていく中で，ドローンやヘリ等を活用した共通状況図（以下「COP」）のベースマップをいち早く作成するための，データ解析の高速処理化の重要性は極めて高い．そのため今回のデータ解析では，車両型地上支援システム搭載のワークステーション 2 台を稼働させ実施した．これらのワークステーションで解析されたデータは，「テラ・クラウド」と呼ばれる GIS(地理空間情報)クラウドプラットフォームに，優先度の高い情報から共有し，WEB 上で随時公開した（図 1）.

(3) 結果：著者らで編成した「空域災害調査・情報支援チーム」は，熱海市災害対策本部からの依頼を受け，7 月 4 日の午前 8 時から災害調査を開始した．7 月 5 日午前 5 時 50 分までにドローンで被災家屋が集中している地域の最初のステレオ画像を取得することに成功した．通常の処理をしようとすると計算に 1 日以上かかるため，まずは即時性を重視し，写真画像を間引くことや処理の設定を簡易にするなどして，第一弾の成果であるオルソ画像（地図と重なる画像）を元に，COP のベースマップを 5 日午前 9 時までに作成した．この成果はすぐに，市の災害対策本部や，防災科学技術研究所が提供する防災クロスビュー等へ情報提供した.

災害現場においては，データ共有に向けた運用想定が重要である．取得したデータは，災害現場からクラウド上にアップされ，すべての処理が行われ，災害現場の負荷が軽減される．現場で解析すると，電源，通信の確保ができない場合，データの共有が不可能となる．通信速度，帯域の確保が重要となるため，急性期ではデータを間引き，粗いデータ処理でも災害対策として使えるよう，時短を優先した WEB 最適化も重要である．GIS データの共有では KMZ ファイルを現場で伝送することがあるが，時間がかかり，現実的ではない．テラ・クラウドは，災害に対応するため，大規模発電， 3 回線の衛星通信，8 回線の携帯電話回線を有しており，災害現場からデータ取得を行った以降はできるかぎり，現場に負担のかからないデータ運用を目指している.

熱海土砂災害現場では，発災直後だけでなく，台風シーズンにおける二次災害の危険性を検証するために，撮影範囲を拡げた計測も実施している．具体的には，岩戸山全体（土石流発生箇所を含む）の解析を進めるため，ヘリコプターを使用し，地形の形状や土砂の堆積量まで精密に分かる航空レーザー測量（点群データ）を活用し，COP ベースマップを更新した．一刻も早い意思決定が迫られる災害時において，最新の情報が整理された「テラ・クラウド」は，災害対応 DX を進める上で極めて重要かつ有効であることが明らかとなった.

(4) 使用したデータ：

・「静岡県熱海市 3 次元点群データ（2019 年度実施分）」静岡県，G 空間情報センター

(5) 謝辞：本研究では土石流発災前の熱海市の三次元点群データ（静岡県）を利用した．ここに記して謝意を表したい.

(6) 参考文献：

松浦孝英，佐藤至弘，福井弘道(2018)大規模災害に備えた都市における無人航空機の空撮可視領域と映像共有について.「日本都市学会年報」, 52, 315-321.

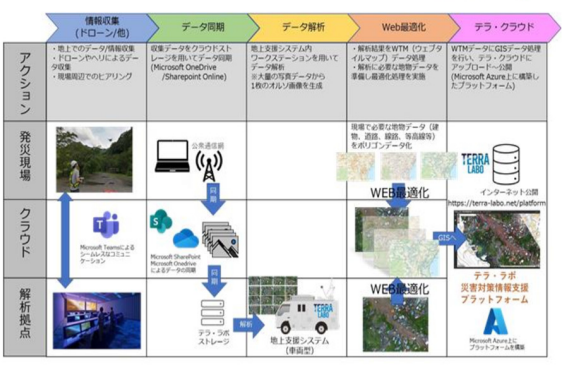


図 1 ：「ドローンを活用した災害対策 DX」概要

機械学習によるサロベツ泥炭地の植生変化の衛星画像解析

吉位 優作
奈良大学 文学部
連絡先: <z19312z3@tbox.nara-u.ac.jp> Web: <http://www.nara-u.ac.jp>

(1) 動機：北海道北部の日本海沿岸に位置するサロベツ泥炭地はラムサール条約にも登録されており，日本最大の高層湿原域をもつ国立公園である．このサロベツ泥炭地は 1960 年代以降の大規模な農地開発によって湿原の面積が急減し，湿原内の植生は大きく変化した．そこで，環境省などにより，自然再生を目的とした緩衝地帯の設置や地下水位の低下抑制といった様々な取り組みが実施された．この自然再生事業による植生変化を検証するために，現地調査を中心に湿原内の植生区分図作成が行われてきた．この作業には多大な労力とコストがかかっていたが，近年ではリモートセンシング技術を活用することで広範囲の植生図を低コスト・短時間で作成できるようになった．本研究では環境省が作成した高精細な植生 GIS データと衛星画像を使用し，2001 年から 2021 年までの 20 年間でサロベツ泥炭地の植生変化を把握することが目的である．

(2) 方法：サロベツ自然再生事業の取り組みとして，環境省自然環境局では 1964 年，1977 年，2000 年の 3 期にわたってサロベツ川流域とサロベツ湿原中核部の植生図（GIS データ）が作成され，詳細な植生区分が行われた．本研究では 2000 年の 21 分類の植生区分データを 9 分類に再分類した植生区分データを用いて（図 1），LANDSAT 7 号より 2001 年 7 月 13 日の衛星画像をトレーニングデータとして機械学習で使用した．この 2001 年のトレーニングデータを用いて 2021 年の LANDSAT 8 号より取得した衛星画像を教師付分類で 8 区分に分類した．

(3) 結果：図 2 がトレーニングデータから作成した 2001 年 7 月 13 日の植生分類図である．図 1 の GIS データと比べると，ササ植生が多めに判別される傾向はあるものの，特徴をよく捉えた画像分類になっている．図 2 から図 3（2021 年 7 月 28 日）の間の植生分類の推移としては，湿原植生だったエリアにササ植生が多くなってきたことが特徴的である．その他の植生については大きい変化は見られない．ササ植生の侵入はサロベツ泥炭地の環境変化において重要な課題であり，今後もモニタリングが必要である．

(4) 使用したデータ：

- LANDSAT7 号:2001 年 7 月 13 日
- LANDSAT8 号:2021 年 7 月 28 日
- GIS データ:サロベツ川流域の植生変遷，サロベツ湿原中核部の植生変化．環境省

(5) 使用したソフトウェア：

ArcGIS Pro 2.8.2（Esri 社）

(6) 参考文献：

阪口豊（1974）『泥炭地の地学-環境の変化を探る-』，東京大学出版会．
高田雅之・布和敷斯尔・喪庄輔・齋藤健一・加藤晃司（2006）衛星リモートセンシング技術を用いた北海道サロベツ湿原の植生区分．「景観生態学」．
宮脇成生・伊川耕太・鈴木研二・鈴置由紀洋・池内幸司（2021）衛星画像および地形データを活用した機械学習による河川植生判別手法の検討．

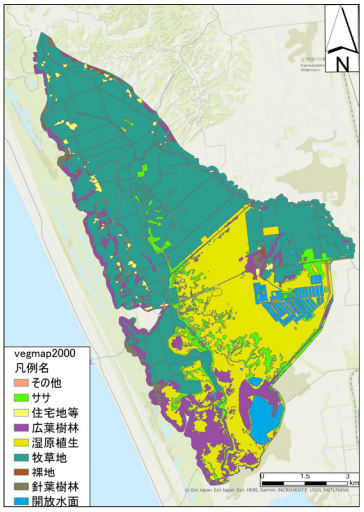


図 1：再分類した GIS 植生データ

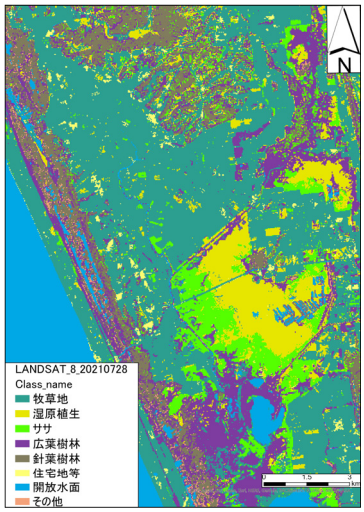


図 2：2001 年 7 月 13 日(LANDSAT7)

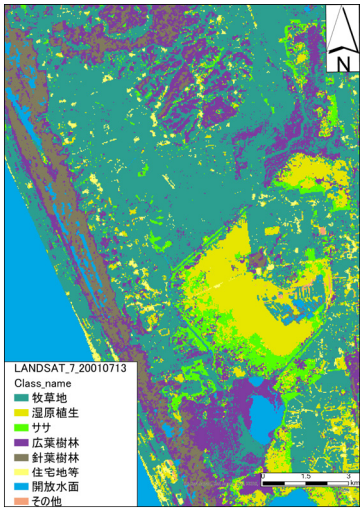


図 3：2021 年 7 月 28 日(LANDSAT8)

高精細地形情報と VR 技術を用いた野外調査の体験アプリの試作

山内 啓之[1]，鶴岡 謙一[2]，飯塚 浩太郎[2]，小口 高[1,2]
[1]東京大学大学院 新領域創成科学研究科，[2]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <h.yamauchi@csis.u-tokyo.ac.jp>　Web: <http://oguchaylab.csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) 動機：近年，ドローンなどを用いた高精細地形情報の取得が容易となった．高精細地形情報を援用すれば，仮想空間であっても現実性が高いフィールドワークを疑似体験でき，地理教育に活用できると期待される．そこで，高精細地形情報を用いてフィールドワークを体験する VR（Virtual Reality）アプリを試作し，その有用性を考察した．

(2) 方法：試作したアプリは，VR ゴーグルを用いて仮想空間の地形モデルの上を一人称視点で自由に歩き回るものとした．対象地域は千葉県北東部沿岸の屏風ヶ浦の一部とした．VR 体験の機材は，Oculus Quest 2 を用いた（図 1）．Oculus Quest 2 では，自作のアプリとオンラインストアで入手したアプリが使用できる．本研究では，自作のアプリ（以下「アプリ 1」と記す）と，既存の VR ソーシャルゲームの機能として利用できるアプリ（「アプリ 2」），の二種類を試作した．高精細地形情報はドローンで空撮した写真から作成されたもので，Autodesk 社のフリーソフトの Meshmixer を使用して軽量化した．アプリは，ゲーム等の開発用ソフトウェアである Unity と，関連するアセットを用いて構築した．Unity では，最初に地面を示す平面オブジェクトを設置し，その上に地形モデルを配置した．アプリ 1 では，Oculus の公式アセットを使用して，起動時に表示される地点を設定した．このアセットにより，首の向きで視点を変え，コントローラーで地形の上を移動できる．アプリ 2 では，VRChat（https://hello.vrchat.com/）のワールドとよばれる機能に地形モデルをアップロードした．VRChat は，オンラインで使用でき，デスクトップパソコンでの利用と VR ゴーグルでの閲覧の両方に対応している（図 2）．自作のワールドには複数のユーザーを招待でき，会話などによる交流もできる．アプリ 2 は，Oculus Quest 2 を PC に USB ケーブルで接続し，PC と連動して利用する VR モード（Oculus Link）で閲覧するものとした．

(3) 有用性と課題：構築したアプリで VR を体験すると，現実空間に近い景観を閲覧できる．視点や位置を自由に移動できるため，たとえば海食崖の下から地形を見上げたり，海側の離れた地点から地形を観察したりすることもできる．一方で，地層の重なりや植物の形状のような細かく複雑な情報は，十分に再現できない場合があった．これは，3D モデルの構築の最適化（メッシュ数やテクスチャの調整等）をプラットフォームごとに図ることで改善できる可能性がある．改善が難しい場合でも，主要な地点に高解像度の写真や全天球写真を埋め込むといった対応も可能である．アプリ 1 はオフラインで利用でき，簡単に起動する．アプリ 2 はオンラインでの利用が前提であり，アプリ 1 よりも必要な操作の数が多いが，ユーザー間の交流が可能である．二つのアプリのいずれかを，授業等の実践時の状況に応じて選択できる．

(4) 展望：今後，二つのアプリにスライドショーの機能などの教具を追加することにより，地理教育での利用を発展させることが期待できる．Unity は無料でも利用できるソフトウェアのため，アプリの改良を第三者が行える可能性もある．そのため，山内ほか（2019）の「GIS 実習オープン教材」に，Unity の活用方法の解説を追加することも，今後行う予定である．

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.962 の成果の一部として実施した．記して謝意を表す．

(6) 参考文献：

山内啓之，小口 高，早川裕弐，瀬戸寿一（2019）GIS の標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発と評価．「E-journal GEO」, 14(2) , 288-295.

図 1：Oculus Quest2 の使用例

図 2：VRChat 内に試作した教材（海食崖）の概観

霞堤と水田を活用した伝統的な治水システムの経済価値評価

*山田 由美[1,2] 瀧 健太郎[2,3] 吉田 丈人[2,4] 秋山祐樹[2,5] 一ノ瀬 友博[2,6]
[1]慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科, [2]総合地球環境学研究所, [3]滋賀県立大学 環境科学部
[4]東京大学大学院 総合文化研究科 [5]東京都市大学 建築都市デザイン学部, [6]慶應義塾大学 環境情報学部
連絡先: <yumi@sfc.keio.ac.jp> Web: <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/project/2018-01.html>

(1) 動機：霞堤とは二重三重になり不連続に切れている堤防形態である（大熊, 2020）. 強い降雨の際には洪水の行き来を許し、氾濫原に一時貯留をしながら河川水位上昇の抑制や破堤リスクを低下させる（図 1）.
伝統的な洪水調整の仕組みとして流域内に複数配置され地域の洪水リスク緩和に寄与するとともに、一時貯留空間は水田として維持されることで非日常時には豊かな生態系を維持してきた. 洪水害が年々激甚化し、氾濫原で遊水地機能を持たせることが流域単位の治水計画上求められる中、この河川と氾濫原の接続性を持たせる治水システムは生態系減災（Eco-DRR）の一施策として期待されると同時に定量的な効果提示が求められている. 本研究はその背景を受けて治水効果の経済価値提示を目指すものである.

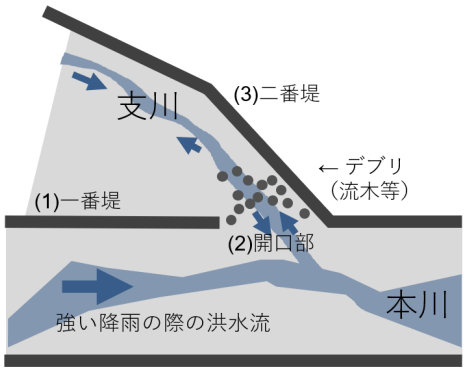


図 1：霞堤の概念図. 本研究では開口部があることで低減できる家屋浸水被害の量を氾濫水理シミュレーションで明らかにした. その量を経済価値に置き換え、一番堤と二番堤に挟まれた氾濫原の空間に対して割り当てて、単位当たりの経済価値とした.

(2) 方法：対象地域は霞堤が 9 か所残存する滋賀県天野川流域（全長 19.0km、流域面積 111.6 ㎢）とした. 現況の霞堤がある状態と、仮想的に閉じた状態、それぞれで内外水氾濫を同時に考慮する水理モデルによる浸水深計算を行い、その差を効果とした. 洪水抑制効果の経済価値への置き換えは、治水経済調査マニュアル（案）（国土交通省, 2020）を基に、浸水による家屋被害額を推定して算出した. 想定被害額の差分が霞堤の介入する経済効果として示される.

(3) 結果：2 年確率降雨から 1000 年確率降雨、8 つの評価外力において、僅差の 10 年確率降雨を除いた全てで、霞堤が閉じられると浸水深が大きくなる結果が示された. それを受け、霞堤が維持されることは、2 年から 1000 年確率降雨の最大評価区間において 3,600 万円の期待減被害額をもたらすと試算された（図 2）. この額を霞堤が隣接する水田 817,500 ㎡に充てると、1 年あたり 43,830 円/1000 ㎡の効果と算出された.

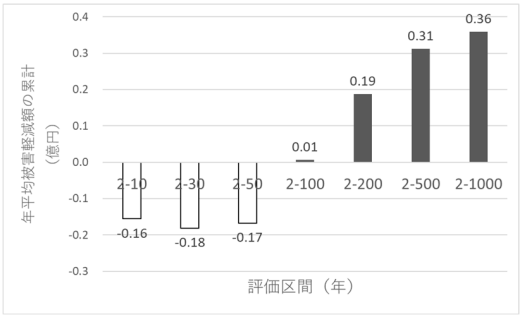


図 2：評価区間別 期待減被害額
2 年から最大 1000 年の評価区間で、被害軽減額に区間の洪水生起確率を乗じて算出.

(4) 使用したデータ：
・「Zmap TOWN II（2018 年）」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：本研究は滋賀県によるデータの提供を受けることで実現した. さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No.952、総合地球環境学研究所プロジェクト No.14200103（代表：吉田丈人）、JSPS 科研費研究 20H0437（代表：瀧健太郎）の一部として実施した. ここに記して謝意を表したい.

(6) 参考文献：
大熊孝（2020）「洪水と水害をとらえなおす― 自然観の転換と川との共生―」
国土交通省（2020）治水経済調査マニュアル（案）, https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf
Akiyama, Y., Nishimoto, Y. and Shibasaki, R., (2017) Projecting Future Distributions of Facility Deserts for Smart Regional Planning: A Micro Geodata Approach in Japan, CUPUM2017 Conference Proceedings, #35081

水害リスク評価からみる濃尾平野における歴史ある神社の立地

小舘 天音，後藤 寛
横浜市立大学 国際総合科学部
連絡先: < i180269f@yokohama-cu.ac.jp >

(1) 動機：2011 年の東日本大震災発生時，津波が襲来した海岸線の近くでもほぼ全ての神社が被害を免れたのは，869 年の貞観地震等の過去災害の経験を踏まえた立地選定の結果といえるだろう．歴史のある神社は 2000 年近くにわたって存続しているはずで，周囲でもっとも被災リスクの少ない場所に立地していると思われる．そのため今後発生する確率が高い南海トラフ等の巨大地震の避難行動計画の精度向上に向けて，神社の立地は重要な資料となるはずである．本研究では水害（津波と洪水）に注目し，デジタル標高地図と ArcGIS を用いて神社周辺の微地形の特徴や周囲との標高差から神社立地の傾向を把握し，災害対策の一助とすることを目指す．

(2) 方法：先行研究では急峻な地形で平野が少なく，結果として山麓に神社が多い地域（和歌山県や高知県）の研究が進んでいる．本研究では対象地域を沖積平野が広がる濃尾平野とし，JHTI のデータベースから延喜式式内社の位置情報を取得して国土数値情報の災害情報レイヤーとオーバーレイさせた．標高は地理院地図を用いて断面図を作成している．

(3) 結果：赤い点は神社を示す．木曽三川流域で最大 5m の浸水が予測されているが，神社が多い地域では浸水深 0.5m 未満の予測となっている．

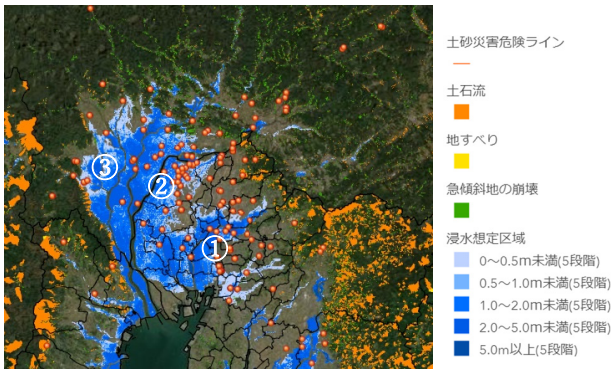


図 1：濃尾平野　災害予測情

図 1 中の①熱田神宮（名古屋市熱田区）・②真清田神社（愛知県一宮市）・③千代保稲荷神社（岐阜県海津市）の 3 社周辺の標高を詳細に分析すると

① 熱田神宮：神宮中心は標高 7.8m と周囲よりも高い．西に流れる堀川の標高は 3m，東側の熱田駅・神宮駅は共に 2m である．

図 2a：熱田神宮　標高断面図（東西・南北）

②真清田神社：境内は標高 10.3m だが断面図から標高差は少ないものの東西とも周囲より 1m ほど高い．東に流れる川の標高は 8m.

③千代保稲荷神社：社殿の標高は 4.2m だが，境内の北西側では 7.2m.

周囲との標高差はさまざまだが，3 社とも周辺 500m ヶ園内で最も高い場所にある．水害時の迅速な避難にはまずは神社を目指すという意識を

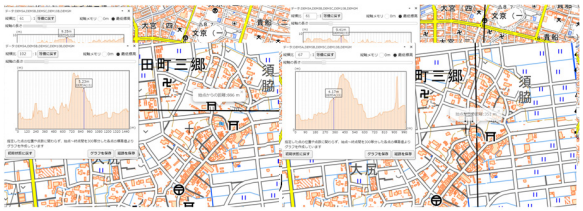


図 2c：千代保稲荷神社　標高断面図（東西・南

持ってよいだろう．ここでは中流部の大規模な神社を例に取り上げたが，今後は河口近くの神社を中心に対象を広げ，周囲との標高差はじめ神社のミクロな立地と周辺地域の既存の周囲の避難計画との関係を明らかにし，今後の防災計画の精度向上の可能性を検証する．

(4) 使用したデータ：

・地理院地図 電子国土 web，国土地理院
・国土数値情報・災害情報レイヤー，国土交通省・ESRI ジャパン
・JHTI(Japanese Historical Text Initiative) 延喜式式内社（カリフォルニア大学バークレー校）

(5) 参考文献：

高田知紀・梅津喜美夫・桑子敏雄（2012）東日本大震災の津波被害における神社の祭神とその空間的配置に関する研究，土木学会論文集 F6，68-2，pp. I_167-I_174.

高田知紀・桑子敏雄（2016）由緒および信仰的意義に着目した神社空間の自然災害リスクに関する研究―和歌山県下の 398 社を対象として―，実践政策学，2-2，pp. 143-150.

ゲーム理論に基づく深層強化学習を用いたサプライチェーン災害復興過程の最適化手法

楊 少鋒[1]，小川 芳樹[2]，池内 幸司[3]，柴崎 亮介[4]，大熊 裕輝[5]
[1]東京大学 新領域創成科学研究科，[2]東京大学 空間情報科学研究センター，[3]東京大学 工学系研究科
[4]東京大学 空間情報科学研究センター，[5]株式会社三菱総合研究所
連絡先: <sfyang@csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) 動機：近年，災害などによって企業が生産停止し，サプライチェーンの寸断によって企業間の取引ネットワークを通じて間接的に多くの企業に大きな影響を与えた．サプライチェーンのレジリエンスを向上させるには，復興過程において各企業が状況に応じた適切な意思決定を行う必要がある．本研究では，災害復興過程におけるサプライチェーンの行動戦略の最適化を目的として，ゲーム理論に基づくマルチエージェント深層強化学習を用いてサプライチェーンの最適化手法を提案する．

(2) 方法：

・シミュレーション環境設計：サプライチェーン上の企業エージェント$i \in \{1, \ldots, n\}$は互いに取引を行うことができる．災害後，被災企業は被災度合いによって操業率が減少し，取引先への販売額が減少する．各企業は売上利益の減少分を取り戻そうと，仕入れ額を増加または減少する行動を選択する．企業iの行動によって企業iの仕入れ先は販売額が変化する．

・学習手法：エージェントが協調行動を取るようにナッシュ均衡を用いた深層強化学習を用いる．深層強化学習は強化学習と深層学習と組み合わせた手法である．強化学習では，環境との相互作用を通して，自身の行動価値関数Qの最適化を自ら行っていく．時間tにおいて，状態S_tを観測する．次に行動a_tを実行して得られる報酬r_tを用いて状態S_tにおける行動a_tの行動価値関数$Q(S_t, a_t)$を以下の式の通り更新を行う．

$$Q(S_t, a_t) \leftarrow Q(S_t, a_t) + \alpha \left[r_t + \gamma \max_a Q(S_{t+1}, a) - Q(S_t, a_t) \right]$$

αは学習率を示し，γは報酬の割引率である．深層学習のメリットは，$Q(S_t, a_t)$に入力する情報の特徴を多層構造のニューラルネットワークを用いて段階的に学習することが可能である．また，サプライチェーン全体の利得を最大にするために，学習アルゴリズムは Nash-DQN（Casgrain et al. 2019）を用いる．これはナッシュ均衡解を獲得できるように学習方法を以下の式を満たすように拡張したものである．

$$Q(a_i^*, a_{-i}^*) \geq Q(a_i, a_{-i}^*) | \forall i$$

なおa_i^*，a_{-i}^*は企業 i，企業 i 以外の企業の最適行動とする．また，状態S_tは全企業の売上利益の集合とし，報酬r_tは企業の売上利益の回復率とし，企業間の距離，取引の量などを行動のコストとして考慮する．

(3) 結果：熊本地震において災害後のサプライチェーンの復興過程のケーススタディを行った．ランダムに 6 企業（被災企業:3，被災地外企業:3）を選択し，期間は 1 ステップを 1 週間とし，1 年間 54 週を 1 回として 200 回学習を行った．図 1 は学習済みモデルを用いて 4 回シミュレーションした結果である．災害前の売上水準を 100%とし，実線は各企業の売上回復率，点線は全企業の平均利益前年比率を表す．災害直後では被災企業の売上が減少し，全体的に仕入れを増やす行動を取る傾向がある．これによって，全体的に売上が増加するが，10 週目で仕入れが過剰になり利益が下落したため，仕入れを減少する行動を取るようになる．10 週目以降は全体の利益の均衡を取るように徐々に取引額が減少し，54 週目で利益前年比は-12%になった．今後の課題として，シミュレーション環境の見直し及び結果を基に災害時の企業の最適な意思決定に向けた示唆を得ることを検討する．

(4) 使用したデータ：

・「企業概要情報データ（2015 年），企業間取引データ（2015 年）」株式会社帝国データバンク

・「2016 熊本地震に関する観測・解析データ」国土交通省気象庁

(5) 謝辞：本研究は株式会社帝国データバンクとの共同研究及び東京大学 CSIS 共同研究（No. 1026）による成果である．

(6) 参考文献：

Casgrain, P., Ning, B. and Jaimungal, S. (2019) Deep Q-learning for Nash equilibria: NashDQN. arXiv preprint arXiv:1904.10554.

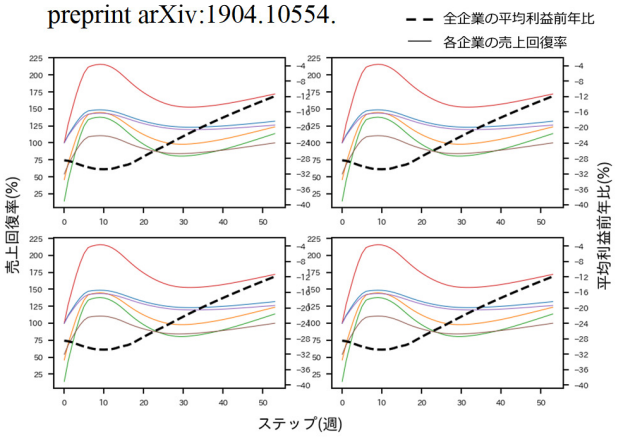


図 1：学習済モデルを用いたシミュレーション結果

広域サービス圏の分布から見た圏域の空間単位

佐野 雅人[1]，嚴 先鏞[2]，鈴木 勉[2]
[1]筑波大学大学院 システム情報工学研究群，[2]筑波大学 システム情報系社会工学域

連絡先: <s2020538@s.tsukuba.ac.jp>　Web: <https://www.risk.tsukuba.ac.jp/~ussrl/public_html/>

(1) 動機：市民の生活は自治体境界を越えて展開しているにもかかわらず，多くの自治体では域内での機能完結を前提としており，隣接自治体にまたがる都市拠点計画は一般になされていない．既に DRM デジタル道路地図とテレポイントデータを用いて施設へのアクセシビリティの面から連携すべきと考えられる自治体隣接関係を分析したが，本研究では現状との比較を行うため，徳田・友清（2006）を参考にオープンデータを使用して既存の広域行政単位を把握し，関連性を議論する．

(2) 方法：現状における自治体の境界を越えた行政単位として都市計画区域や定住自立圏・連携中枢都市圏，都市サービスや生活情報の提供単位として二次医療圏および気象警報発表時の「市町村をまとめた単位」の計 4 種類について全国での区域分け情報を収集し，データベース化を行う．その際，1 つの自治体が複数圏域に含まれる場合は代表する 1 つを採用した．その後，自治体間の隣接グラフに両自治体で何種類の圏域が一致するかの情報を付加し，地域ごとの特徴を概観する．

(3) 結果：全国の中でも典型的な例が含まれる福島県における 4 種類の区域分けを図 1 に示す．いずれの種類も複数自治体にまたがる圏域がみられる一方，南東部のいわき市のようにいずれの圏域も 1 自治体で完結する地域もある．これらの地域において，隣接自治体間で何種類の圏域が一致するか示したものが図 2 である．浜通り，中通り，会津それぞれの地域で緩やかな連携関係がみられる一方，南部の白河市を含む地域では 4 種類すべてが一致する赤いリンクが複数みられ，白河市と周辺の小規模自治体が多くの分野で一体的な生活圏を構成していることがわかる．このように，複数分野にまたがるつながりの強い圏域は山地や沿岸部など，連携先がある程度固定化される地域に多く，逆に都市圏では広範囲にわたって弱い圏域がみられる．

(4) 使用したデータ：

- 「令和 2 年都市計画現況調査」国土交通省
- 「国土数値情報」国土交通省
- 「全国の定住自立圏構想の取組状況」総務省
- 「特別警報・警報・注意報や天気予報の発表区域」気象庁

(5) 謝辞：本研究は JSPS 科研費 19H02374 および東大 CSIS 共同研究 No.925 の成果の一部として実施した．筑波大学社会工学コモンズデータバンクの隣接自治体ネットワークデータを使用した．

(6) 参考文献：

徳田光弘，友清貴和（2006）施設・サービス圏域から捉える市町村の類聚性，日本建築学会計画系論文集，**602**, 43-50.

佐野雅人，嚴先鏞，鈴木勉（2021）都市計画・行政サービス広域圏の分布から見た圏域の空間単位，地理情報システム学会第 30 回学術研究発表大会ポスターセッション．

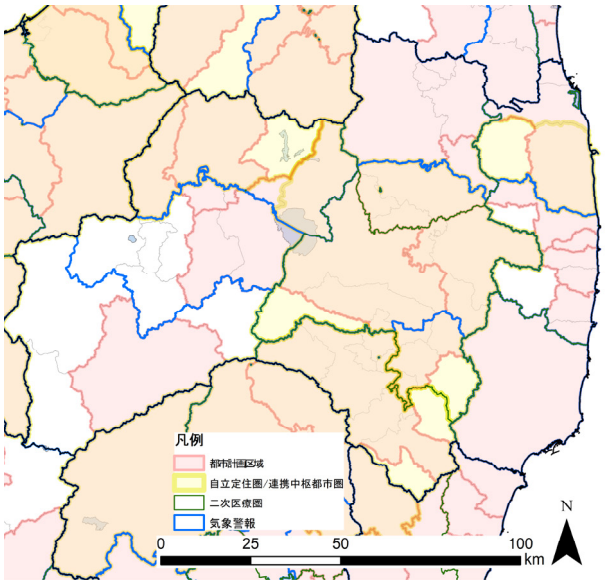


図 1：福島県での各分野の圏域構成単位

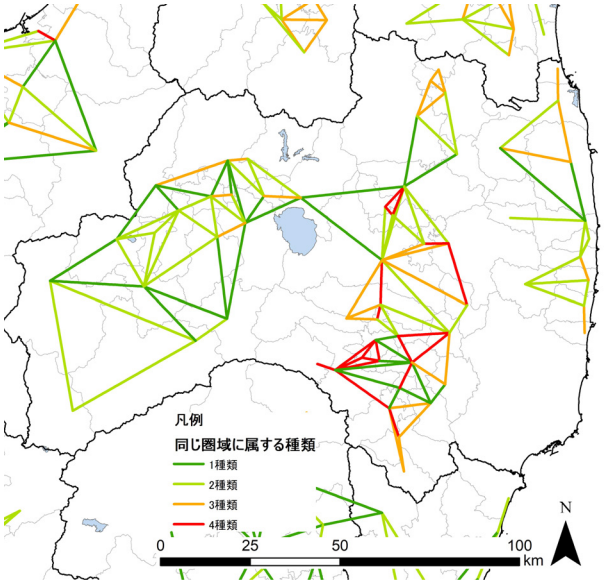


図 2：福島県での隣接自治体が同一圏域となる種類

バンコクにおける都市施設へのアクセシビリティとその格差

馬塲 弘樹
京都大学 東南アジア地域研究研究所／白眉センター
連絡先: <hbaba@cseas.kyoto-u.ac.jp>　Web: <https://kyoto.cseas.kyoto-u.ac.jp/staff/baba/>

(1) 動機：近年，都市施設へのアクセシビリティ（アクセスのしやすさ）は都市政策的側面から注目されており，都市間でのアクセシビリティ比較や（Xu et al., 2020），15-minutes city のような応用もなされている．しかし，発展途上国において全てのアクセス性を充足させることは容易ではない．さらに都市部に焦点を当てると，居住分化が進行していたり，都市の発展過程であるために都市施設の立地が最適化されていなかったりすることが考えられる．すなわち，都市部に居住している場合でも，食料品，病院，公共交通などの都市施設に格差構造があることが考えられ，そのような条件下で特定の都市施設が不足する地区を可視化し，その要因を考察することは意義があるといえよう．本研究では，タイ王国バンコク都を対象としてカテゴリ別に都市施設へのアクセシビリティを測定し，さらにアクセシビリティ間の格差を捉えることで，総合的なアクセシビリティ値と比較してどのように地理的分布が変化しているのかを考察した．

(2) 方法：バンコクの shp ファイルは，Bangkok GIS より 2019 年現在の Sub district（小地区）単位を利用し，都市施設ポイントについては，インクリメントピー株式会社の ASEAN DB を利用した．アクセシビリティ計測のため，市域内に 500 m メッシュを発生させ，その中心点から各都市施設までの直線距離を測定した．対象都市施設は既往文献を参考に以下の 9 カテゴリに定めた：外食店舗，食料品店，宗教施設，教育施設，病院・薬局，公共交通，講演，公共サービス，娯楽施設．各ポイントまでの距離を計測した後に，最小値を 0，最大値を 1 とするスケーリングを行った．ただし，500 m メッシュ中心点からあるカテゴリの最近隣施設までの距離は大きいほどアクセシビリティが下がるため，あるカテゴリの補正値が該当距離と負の相関を持つように修正した．

(3) 結果：9 種類のアクセシビリティを足し合わせた指標を地図上に落としたものが図 1 である．図 1 では，郊外でも海岸部や東側農村部に行くほど値が小さくなることがわかる．これは，バンコクのアクセシビリティが概ね都心からの距離に依存しているように見えるものの，開発機序にばらつきがあることが示唆される．続いて，各メッシュにおいて，アクセシビリティ値の最大値と最小値を引くことで，都市施設間の格差を計算し，図 2 に表した．その結果，総合的なアクセシビリティ値の低かった郊外部で格差が発生していることがわかった．そのような郊外部では，特定の都市施設は充足している一方で，多くの都市施設が欠けていることが予想される．本研究では都市施設の情報から地理的に一様な条件でのアクセシビリティ格差について明らかになったが，本来人口密度や社会階層には空間的なばらつきが存在する．今後，社会経済的な要因とアクセシビリティ格差との関係について考察を深めていきたい．

(4) 使用したデータ：

・「バンコク市域 shp ファイル」Bangkok GIS
・「ASEAN DB POI shp ファイル」インクリメントピー株式会社

(5) 参考文献：

Xu, Y., Olmos, L. E., Abbar, S., & González, M. C. (2020) Deconstructing laws of accessibility and facility distribution in cities. Science advances, 6 (37), eabb4112.

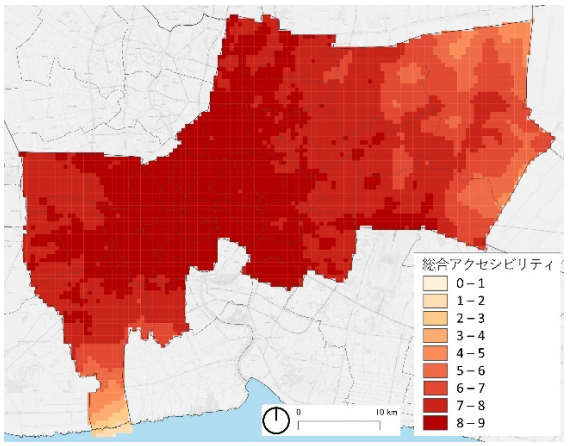


図 1：500 m メッシュ別総合的なアクセシビリティ

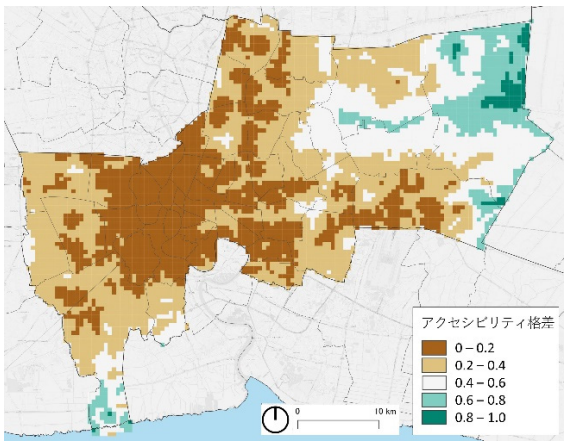


図 2：500 m メッシュ別アクセシビリティ間格差

鉄道交通障害情報の提供エリア分析

今井 龍一[1]，松島 敏和[2]，木戸 崇之[3]，荒木 祐哉[4]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学空間情報科学研究センター，[2]中央復建コンサルタンツ株式会社，
[3]朝日放送テレビ株式会社，[4]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：現在，地上デジタル放送から配信される防災情報や鉄道・道路の交通障害情報は，放送を受信できる全てのエリアに配信されている．そのため，利用者の多い路線の交通障害情報は配信されるものの，利用者の少ない路線の交通障害情報は影響が小さいことから配信されない場合がある．そこで，交通障害情報を必要とする視聴者の滞在地が把握できると，既存の地上デジタル放送の配信技術を用いて市区町村別に情報を配信できると考えられる（朝日放送テレビ株式会社, 2019）．この運用を実現するには，交通障害の発生箇所に応じた影響範囲を把握する必要があるが，現在そのような把握手法は確立されていない．本研究の目的は，交通ビッグデータと既存の統計調査とを組み合わせた交通障害の発生時刻および内容に応じて情報の提供エリアを選定する手法の開発とした．

(2) 方法：研究対象エリアは，朝日放送テレビ株式会社の主要放送エリアである近畿圏（2 府 4 県）とした．まず，パーソントリップ調査（以下，「PT 調査」とする．）を用いて交通実態を分析した．次に，PT 調査より算出した鉄道分担率と携帯電話基地局の運用データを基にしたモバイル空間統計の一種である人口流動統計とを組み合わせ，鉄道利用 OD 量を推計した．さらに，路線検索サービスを用いて各 OD ペアの利用経路を調査した．そして，以上の調査結果を踏まえ，鉄道交通障害の情報提供エリアを市区町村単位で推定する手法を考案した．最後に，考案手法により，路線・時間帯ごとに近畿圏の路線における鉄道交通障害の情報提供エリアを推定した．

(3) 結果：まず，PT 調査の鉄道分担率と人口流動統計の OD 量とを掛け合わせ，朝時間帯における鉄道利用 OD 量を時間単位で算出した．次に，算出した鉄道利用 OD 量を用いて，各市区町村を出発する主要な流動を抽出した．また，各鉄道路線の利用者の出発地を把握するため，路線検索サービスで OD ペアごとに経路を検索し，経路として使用される路線を調査した．調査結果より，経路として使用される路線の傾向を確認できた．以上の結果をもとに，路線・市区町村の位置および相互直通運転の情報から，各路線における交通障害の情報提供エリアの推定手法を考案した（図 1）．考案手法により，鉄道路線の利用状況に応じた交通障害情報の配信エリアを推定できた（図 2）．今後は，過去に発生した鉄道交通障害の実事例により情報提供エリアを照合・評価することで，情報提供エリアの選定手法の有用性を検証する．また，情報提供エリアの推定結果の精度を検証する．

(4) 謝辞：本研究の遂行にあたり，中央復建コンサルタンツ株式会社 和田翔氏，中矢昌希氏，琉球大学 神谷大介准教授，株式会社 NTT ドコモ 永田智大氏，関西大学 山本雄平助教，大阪経済大学 井上晴可講師には多大なるご支援を賜った．本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1070 としても実施した．ここに記して謝意を表する．

(5) 参考文献：

朝日放送テレビ株式会社（2019）災害情報エリア限定データ放送強制表示についてのご案内 <https://www.asahi.co.jp/kyoseihyoji/>.

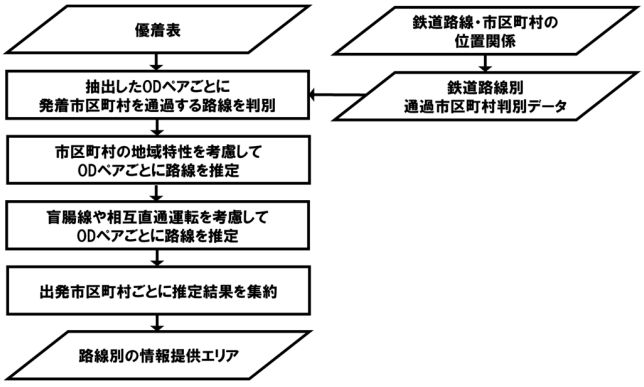


図 1：情報提供エリアの推定手順

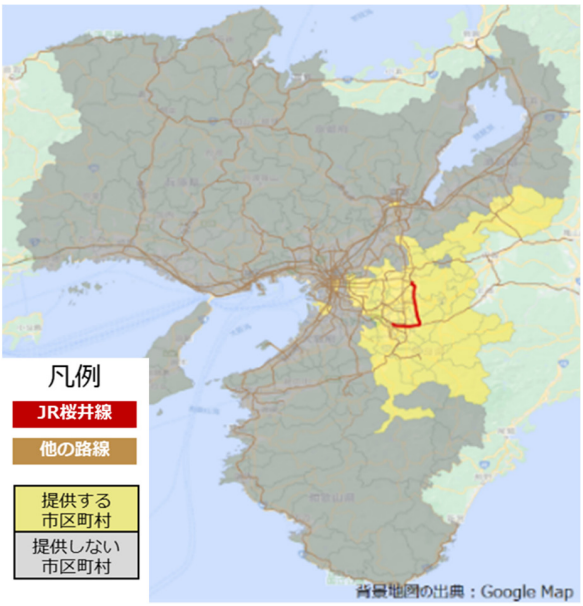


図 2：桜井線の情報提供エリアの推定結果

i-Construction の 3 次元モデルの特長を活かした道路地図の調製の試行

今井 龍一[1]，中村 健二[2]，塚田 義典[3]，鹿間 美咲[4]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学 空間情報科学研究センター，[2]大阪経済大学 情報社会学部，
[3]摂南大学 経営学部，[4]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：我が国では，安全運転支援や自動運転の実現に向けて，高精度な道路地図の整備が進められている．道路は新設や改良工事等で日々変化するため，地図更新による鮮度の確保が極めて重要である．そのため，効率的かつ持続的な道路地図の調製・更新手法の確立が急務といえる．

一方，近年，i-Construction や国内外で取り組まれている ICT による工事や点検により，道路の点検データが蓄積されている．この蓄積された工事や点検の各種データを高精度な道路地図の自動調製・更新に利用できれば，道路管理の高度化や安全運転の実現に寄与できる．

以上より，本研究の目的は，道路舗装の ICT 施工履歴データ（以下，「ログデータ」とする．）を基に生成した 3 次元モデルと高精度な道路地図との親和性分析による道路地図の調製への適用可能性の解明とする．

(2) 方法：本研究では，まず，既存手法を用いて，自動車専用道路の舗装工事における道路舗装機械のログデータから 3 次元モデルを生成した（松浦ほか，2019）．次に，生成した 3 次元モデルと高精度な道路地図とを重畳し，両者の親和性を分析した．具体的には，国内外で流通している高精度な道路地図の道路地物の中で，道路空間に実在する地物かつ，表層の最上部に存在し地盤面の高さの基準点（GL：Ground Level）としても扱える区画線に着目した．また，使用した 3 次元モデルは日本測地系，道路地図は世界測地系であったため，国際基準である世界測地系に座標系を統一することで 3 次元モデルと道路地図とを重畳した（図 1）．最後に，ログデータから生成した 3 次元モデルを用いた道路地図の調製手法の実現可能性を考察した．具体的には，道路地図の区画線の構成・変化点毎に，最近傍に存在する各層の 3 次元モデルの構成点を探索して関連付けた（図 2）．

(3) 結果：図 1 より，3 次元モデルの構成点と道路地図は概ね一致するものの，水平方向に 2.11m のずれが生じた．一因として，ログデータの計測精度と道路地図の位置精度とが異なることが考えられる．また，図 2 より，表層，基層，上層路盤および下層路盤に対して，区画線の近傍にある 3 次元モデルの構成点を抽出できることがわかった．さらに，3 次元モデルの各層の高さを比較した結果より，全層で厚さの保持が可能であり，舗装工事の過程で変化する区画線の位置情報を自動的に更新できることがわかった．

本研究では，道路舗装のログデータを基に生成した 3 次元モデルと道路地図との間に親和性があることを明らかにした．また，3 次元モデルを用いた道路地図の調製を試行し，考察した．今後は，道路舗装の 3 次元モデルの各層の厚さを道路地図に反映するための自動処理アルゴリズムを開発する．

(4) 謝辞：本研究の遂行にあたり，前田道路株式会社の関係者には，道路舗装のログデータ等の資料提供を賜った．東京都市大学大学院 総合理工学研究科 松浦弦三郎氏には多大なるご協力および貴重なご意見を賜った．さらに，本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1072 としても実施した．ここに記して謝意を表する．

(5) 参考文献：

松浦弦三郎・今井龍一・谷口寿俊（2019）道路の切削・舗装工事の建設機械の施工履歴を用いた出来形管理手法に関する研究．「土木学会論文集 F3（土木情報学）」，Vol.93，No.2，pp.19-22.

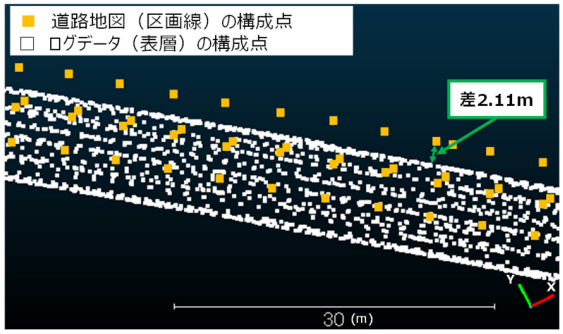


図 1：3 次元モデルと道路地図との重畳結果

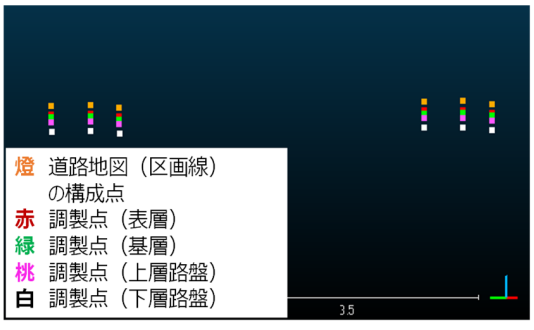


図 2：3 次元モデルの各層のデータの重畳結果

深層学習による歩行者交通量調査の試行

今井 龍一[1]，姜 文渊[2]，山本 雄平[3]，神谷 大介[4]，中原 匡哉[5]，○安藤 祐輝[6]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学 空間情報科学研究センター，[2]関西大学 先端科学技術推進機構，
[3]関西大学 環境都市工学部，[4]琉球大学 工学部，
[5]大阪電気通信大学 総合情報学部，[6]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：歩行者交通量調査の多くは，人手による現地調査や動画像を目視で人物を計数している．そのため，人為ミスの誤計数，人的コストの問題や調査員の確保が困難など，解決すべき課題が山積している．この解決策として，ICT を活用した計測手法が研究開発されており，具体的にはカメラ撮影した動画像に人物の識別処理を適用し，歩行者数を計数する（国土交通省，2020）．しかし，この手法は，歩行者交通量調査のように不特定多数の人が往来する環境でオクルージョン（人と人の重なり）が生じて人物認識精度の低下が顕著である課題を抱えている．そこで，本研究では，オクルージョンに対応可能な深層学習による人物認識の技術を確立するための課題を分析し，実用可能な手法を導出する．

(2) 方法：一般的な歩行者交通量調査は，12 時間/日で実施されるので，動画像のデータ量が膨大になる．そのため，現行の調査と同等の調査期間で解析結果を得るには，人物認識の高速処理が求められる．そこで，既存の物体検出技術より YOLOv4 を選定し，本調査の撮影条件の高さ（図 1）から動画像を撮影して検証した．そして，オクルージョンの発生要因となる撮影角度に着目して人物認識結果の変化の有無を検証した．なお，ビデオカメラは撮影モードを 4K 解像度にして，撮影角度を俯角 15・30・45・60 度で撮影した．

(3) 結果：撮影角度ごとに，100 フレーム分の画像を抽出し検証の対象とした．人物認識結果を表 1，各撮影角度の検証結果の一例を図 2 に示す．適合率と再現率の調和平均となる F 値に着目すると，撮影角度 30 度が 0.976 と最も高く，撮影角度 15 度が 0.932 と最も低い結果となった．撮影角度 15 度では，広範囲を撮影可能であるが，オクルージョンが発生しやすく，またその発生頻度も他の撮影角度と比べて多いことが分かる．一方，撮影角度 60 度では，人物領域の半分以上が隠れるオクルージョンが発生しづらく，オクルージョンに起因する人物認識精度の低下の例は少ないが，人物を認識できない場面が散見された．また，歩行者の密度が高い場面では，全ての撮影角度において人物領域にオクルージョンの発生が見られた．この結果に基づくと，今後は，オクルージョンの影響を受けにくい領域（頭部や足元など）の可否や特徴を分析し，その特徴を活かした人物の認識精度の向上手法の開発が適切と考えられる．

(4) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1069 としても実施した．ここに記して感謝の意を表する．

(5) 参考文献：

国土交通省（2020）ICT を活用した新道路交通調査体系検討会，<https:www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/index.html>.

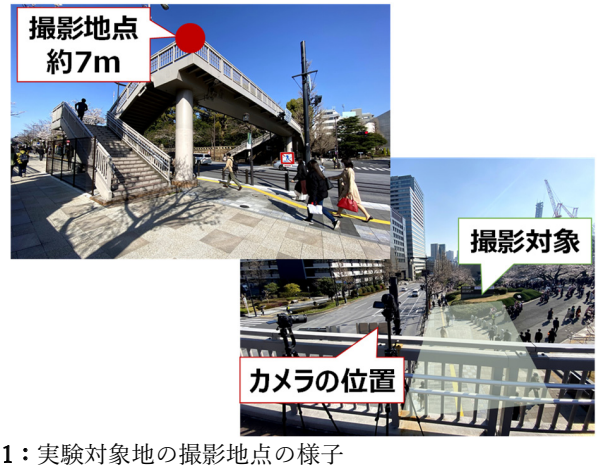


図 1：実験対象地の撮影地点の様子

表 1：撮影角度ごとに抽出した 100 枚の画像における人物認識の精度検証結果

撮影角度	正解人数（人）	モデル認識計数（人）	正しい計数（人）	適合率	再現率	F値
15度	539	555	510	0.919	0.946	0.932
30度	853	890	851	0.956	0.998	0.976
45度	251	266	247	0.929	0.984	0.956
60度	71	71	69	0.972	0.972	0.972

図 2：撮影角度 15 度（左上），30 度（右上），45 度（左下），60 度（右下）の人物認識結果の一例

高解像度画像から生成した 3 次元点群データの特性分析

今井 龍一[1]，中村 健二[2]，塚田 義典[3]，○山本 忍[4]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学 空間情報科学研究センター，[2]大阪経済大学 情報社会学部，
[3]摂南大学 経営学部，[4]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先:< ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp >

(1) 動機：道路舗装の維持管理では，ひび割れ，わだち掘れや平坦性を測定するためにレーザ計測機器やラインセンシングカメラを搭載した路面性状調査車が利用されている．しかし，専用車両を用いるため，費用面の負担が大きく，日常的な道路巡視で利用することは難しい．そこで，ドライブレコーダやスマートフォンで撮影した動画像を用いて，道路舗装のひび割れ率を算出する研究がなされているが，対象物の 3 次元的な変化まで考慮していない（今井ほか，2021）．

一方，公共測量の現場では，2 次元の画像から 3 次元の点群データを生成できる SfM（Structure from Motion）の導入事例が増えている．SfM を用いた高密度かつ高精度な点群データの生成には，一般的に高解像度な画像が必要とされる．特に，道路面の変状判定には，レーザ計測と同等程度の密度と精度が要求される．そこで，本研究の目的は，Full HD，4K，8K の画像を撮影可能なスマートフォンのカメラ（以下，「Full HD カメラ」，「4K カメラ」，「8K カメラ」とする．）と SfM を用いたアスファルト舗装面の点群データの生成可否の解明とした．

(2) 方法：本研究では，多視点画像を効率的に取得するため，アスファルト舗装面を動画で撮影した．そして，撮影後に動画をフレーム単位に切り出し，高解像度画像を選定した．SfM のソフトウェアには Metashape を使用した．写真のアライメント処理の入力パラメータは，精度を「中」とした．また，高密度クラウド構築処理の入力パラメータである品質は「中」，深度フィルタは「弱」とした．

(3) 結果：本研究の結果を表 1 に示す．車内に取り付けたカメラのうち，Full HD カメラでは，点群データの生成が困難であった．一方，4K カメラでは約 4,000 点/m²，8K カメラでは約 30,000 点/m² の点群データを生成できた．しかし，いずれの点群データも全体的に湾曲していた．原因として，一方向から撮影した画像のみを使用していたこと，フロントガラスを介して取得した画像を使用したことが挙げられる．今後は，計測環境下に基準点を設け，点群データの生成処理時に補正値として与えることで改善効果を確認する．

車外に取り付けたカメラでは，Full HD，4K，8K ともに点群データを生成できた．一例として，4K カメラと 8K カメラを用いて生成したアスファルト舗装面の点群データを表 2 に示す．4K カメラでは約 5,000 点/m²，8K カメラでは約 40,000 点/m² の点群データを生成できた．以上より，画像からアスファルト舗装面の 3 次元的な変化を識別するためには，カメラは車外設置とし，画像は 4K 以上の高解像度であることが望ましい．

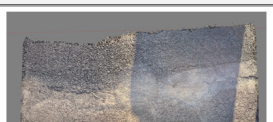
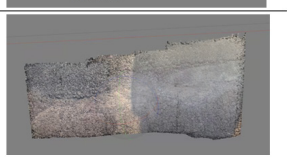
(4) 謝辞：本研究を遂行するにあたり，元法政大学 山本莉子氏に多大な協力をいただいた．また，本研究の一部は，国土技術研究センター研究開発助成（第 19011 号）により実施した．さらに，本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1073 としても実施した．ここに記して謝意を表する．

(5) 参考文献：今井龍一・中村健二・塚田義典・伊藤大悟・栗原哲彦（2021）ドライブレコーダ画像を用いた深層学習による道路舗装のひび割れ評価手法に関する研究，「土木学会論文集 F3（土木情報学）」，Vol.77，No.2，pp.I_67-I_76.

表 1：高解像度画像を用いた点群データの生成結果

解像度	点群データの生成結果	
	車内に取り付けたカメラ	車外に取り付けたカメラ
Full HD (1,920×1,080)	生成不可	生成可（一部欠損あり） 約1,500点/㎡
4K (3,840×2,160)	生成可（全体的に湾曲） 約4,000点/㎡	生成可 約5,000点/㎡
8K (7,680×4,320)	生成可（全体的に湾曲） 約30,000点/㎡	生成可 約40,000点/㎡

表 2：車外に取り付けたカメラを用いて生成した点群データ

解像度	点群数	アスファルト舗装面の点群データ
4K (3,840×2,160)	約5,000点/m²	
8K (7,680×4,320)	約40,000点/m²	

スマートフォンで収集した都市高速道路の走行車両プローブデータの特性分析

今井 龍一[1]，井上 晴可[2]，○難波 尚樹[3]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学 空間情報科学研究センター，
[2]大阪経済大学 情報社会学部，[3]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：我が国では，既存の道路ネットワークの効果を最大限発揮するため，ピンポイント渋滞対策として，車線拡幅の改良工事などが推進されている（国土交通省，2019）．効果的な対策のためには，自動車交通の状態把握が求められるが，個車の挙動は目視で観測・分析されており，膨大な車両の走行挙動を 24 時間 365 日把握することは非現実的である．そこで，車両の走行履歴データに着目し，本研究の目的をスマートフォンの GPS に基づくプローブデータの位置精度の検証とした．本稿は，スマートフォンのドライブレコーダアプリを用いて収集したプローブデータを分析し，走行車線の推定におけるプローブデータの適用可能性を考察する．

(2) 方法：本研究の検証フィールドは，信号制御のない自動車専用道路である阪神高速道路 1 号環状線の湊町 JCT～中之島 JCT 間とした．ここは，片側 4 車線の直線道路が約 3km 続く区間である．

まず，車線変更の有無別の走行を計 7 パターン実施した．その際，自動車のダッシュボード上に 2 台のスマートフォンを設置（図 1）し，走行時のプローブデータおよび前方動画を 2 秒間隔で取得した．次に，カメラで撮影した前方動画上の走行車線を正解データとして，プローブデータを GIS 上に可視化した結果（図 2）を目視で確認することで，測位点の正誤を判定した．正誤判定は，実際の走行車線のみを許容する場合（以下，「1 車線許容」）および隣接車線まで許容する場合（以下，「2 車線許容」）の 2 種類とした．

(3) 結果：正誤判定の結果を表 1 に示す．正誤判定では，計 7 パターンの走行のうち車線変更を伴う 2 パターンの走行時に取得した測位点を対象に評価した．1 車線許容の正解率は全てのデータにおいて 50%以下であるのに対し，2 車線許容の正解率は 90%程度と高いことが明らかとなった．特に，2 車線許容における 1 号機の正解率が 90.6%以上であるのに対して 2 号機の正解率は 74.1%以上となり 1 号機と 2 号機で正解率に違いがみられた．これらから，端末によるデータ特性の違いが示唆されたものの，両機ともに 1 車線許容の正解率と比較して，2 車線許容の正解率が大幅に改善しており，測位誤差が生じた点の多くは隣接車線上に存在しているといえる．

本研究では，片側 4 車線の直線道路を検証対象として，単一のプローブデータから隣接車線程度であれば走行車線が推定できる可能性があることを明らかにした．今後は，対向車線が存在する場合や，他区間での測位精度を検証する．

(4) 謝辞：本研究は，株式会社 Create-C および株式会社ケー・シー・エスにデータ収集のご協力をいただいた．また，大阪経済大学情報社会学部 中村健二教授，関西大学環境都市工学部 山本雄平助教および摂南大学経営学部 塚田義典准教授には貴重なご意見を賜った．さらに，本研究は，東大 CSIS 共同研究 No.1067 としても実施した．ここに記して謝意を表する．

(5) 参考文献：

国土交通省（2019）国土交通省生産性革命プロジェクト，
<https://www.mlit.go.jp/common/001300068.pdf>.

図 1：実験環境

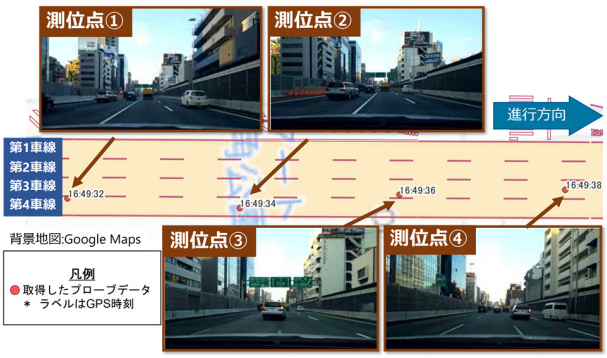


図 2：データの取得結果の一例

表 1：正誤判定の結果

判定基準		1走行目		2走行目	
		1号機	2号機	1号機	2号機
1車線許容	正	44.8%	24.1%	30.2%	35.8%
	誤	55.2%	75.9%	69.8%	64.2%
2車線許容	正	98.3%	74.1%	90.6%	88.7%
	誤	1.7%	25.9%	9.4%	11.3%
評価対象		58点	53点	58点	53点

集約型都市におけるライドシェアサービス導入効果のシミュレーション

小池 優太郎[1]，西山 勇毅[1]，瀬崎 薫[1,2]
[1]東京大学 生産技術研究所，[2]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <williamkoike@mcl.iis.u-tokyo.ac.jp> Web: <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/>

(1) 動機：日本の地方都市の多くは郊外に人口が分散しており，交通需要の分散により公共交通機関の運営が難しく，自動車依存形な社会となっている．近年，人口減少と高齢化により，運転が困難な高齢者など交通弱者が年々増えている．交通・日常生活の利便性や環境負荷対策など他要因を総合的に考慮し，「ネットワーク型コンパクトシティ」を日本地方都市の将来像とする政策が閣議決定され，各地方都市のプランニングでは相関の文面が見られるものの，都市の「どこ」に「どのぐらい」の人口と施設を集約させ，それら地域を「どのような交通機関」で繋げるか，具体策が欠けるのがほとんどと言えよう．

一方，近年 ICT とシェアエコノミーにより，シェア型モビリティが世界各地で実用化され，さらに MaaS といった統合型モビリティサービスが出現している．そこで，本研究は日本の地方都市を対象に，自家用車をシェアするライドシェアサービスの導入を仮定し，交通需要の分布がシェア成立率に影響する事を考え，いつくか人口分布のパターンを想定し，異なる都市構造において，ライドシェアサービスがどのように機能するかシミュレーションした．

(2) 方法：本研究は宇都宮市全域と対象とする．宇都宮市は積極的に「ネットワーク型コンパクトシティ」を進めているのと，自動車分担率は依然高く，効率的な公共交通手段を求めているためである．まず，宇都宮市の 2040 年の推計人口を基に都市マスタープランを参照し，「居住誘導区域」，「都市拠点」，「地域拠点」とその他市街化区域と市街化調整区域に居住人口の増減で表現する人口の流れをいくつかのパターンを想定し，六つの異なる人口分布を作成した．

次に，ArcGIS Pro の Network Analysis を利用し，ライドシェアのシミュレーションプログラムを作成した．アルゴリズムとしては，まず，自動車を運転するある OD ペアのルートを生成し，このルート周辺 1.5km 以内のほかすべての OD ペアを選択する．次に，運転する OD ペアの出発地から，選択した OD ペアの出発地に対し到着時刻を計算する．設定した時間と搭乗人数の条件によって，該当ルートをシェアできるかを判断する．

これで異なる人口分布でのライドシェア導入効果を検証する．

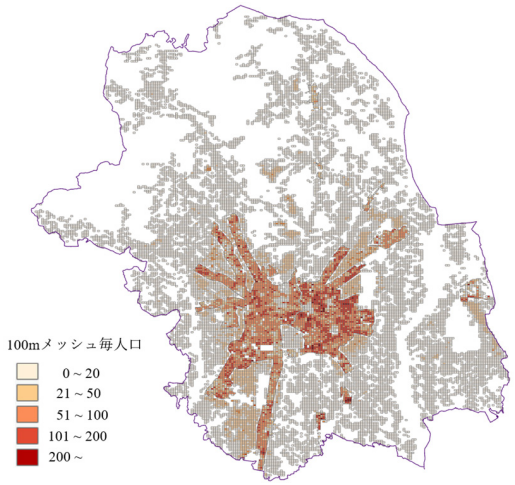


図 1：居住誘導区域の地域拠点に人口が集約するパターン

(3) 結果：今回はシミュレーションプログラムを検証するために，宇都宮市内において数百通りの OD ペアを何回か生成させた．今回使ったデータは，出発時刻と出発地が大きく分散しているものの，全体を通して約 1~3 割の OD ペアがシェアされた．OD ペアの出発地と目的地が空間的に集約しているパターンが約 2~3 割，分散しているパターンが約 1~2 割シェアされた．ライドシェアサービスの効果が交通需要の分布に大きく影響されることがわかる．

今後は仮定した 6 つの人口分布を基に，それぞれの OD ペア分布を作成し，異なる人口分布においてライドシェアサービスの導入効果を検証する．

(4) 使用したデータ：

・「500m メッシュ別将来推計人口データ（2017 年国政局推計）」国土数値情報
・「宇都宮市 立地適正計画（2017 年）」宇都宮市
・「ArcGIS Geo Suite 道路網」ESRI ジャパン株式会社

(5) 使用したソフトウェア:

・「ArcGIS Pro 2.8」ESRI ジャパン株式会社

(6) 謝辞：本研究は東大CSIS 共同研究 No.1058 の成果の一部として実施した．ここに記して謝意を表したい．

(7) 参考文献：

小澤悠，高見淳史，原田昇（2014）『都市計画マスタープランにみる多核連携型コンパクトシティの計画と現状に関する研究』，都市計画論文集，52(1), 0-17.

街路の全方位画像に基づくテクスチャ付き 3 次元建物モデルの自動生成手法の検討

中村 遼斗[1]，佐藤 剛[1]，小川 芳樹[2]，前田 紘弥[3]，関本 義秀[2]
[1]東京大学大学院 工学系研究科，[2]東京大学 空間情報科学研究センター，[3]東京大学 生産技術研究所
連絡先: < nakaryo@iis.u-tokyo.ac.jp >

(1) 動機：近年，国家規模のプロジェクトとして 3 次元都市モデルの整備が進められている．現状，大規模な都市モデルの構築においては，航空写真から抽出した建物テクスチャを白箱型のモデルに投影する手法が一般的であるが，この手法で生成された建物テクスチャは解像度が低く，また建物要素のセマンティック情報も持たないため，発展的な利用が難しい．本研究では，車両に搭載した全方位街路画像から抽出した建物画像に基づいて合成されたテクスチャ画像を建物モデルにマッピングすることで，テクスチャ付き建物モデルを自動生成する手法を提案する．さらに，この手法を神戸市の一部区画に適用し，建物ファサードのセグメンテーション精度の検証及び最終的な 3 次元建物モデルと Google Earth との比較を行う．

(2) 方法：

対象領域は神戸市内の約 100 m 四方の区画とする．この領域には 81 棟の建物が存在し，このうち 77%となる 62 棟の建物画像を得た．

建物画像に対しセマンティックセグメンテーションを行い，壁面や窓，ドア等のファサード要素に分解する．モデルには HRNetV2（Wang et al., 2019）を採用する．得られた壁面セグメント領域からランダムに 10 枚の画像をクロップする．

壁面のクロップ画像は画質が粗いため，テクスチャ合成手法（Vidanapathirana et al., 2021）によってこのクロップから新たなテクスチャ画像を生成する．建物ごとに 10 枚のクロップが存在するため，クロップと合成画像の間の VGG 損失が最小のものをテクスチャとして採用する．

神戸市の都市計画基礎調査から得られる建物フットプリントや建物の属性情報に基づき，窓・ドアを配置した白箱型の建物モデルを Blender 上で自動生成する．これに合成された壁面テクスチャ画像をマッピングすることで，テクスチャ付き建物モデルを生成する．

(3) 結果：ファサードセグメンテーションの結果，ピクセルベースの Accuracy が 86.82 %となった．また，図 1 に対象領域の Google Earth と生成された 3D モデルの比較を示す．一部建物で外観の乖離が認められるものの，多くの建物で現実と似た色彩を再現できており，提案手法には一定の有効性があると考えられる．今後は，訓練画像の枚数増加によるセグメンテーション及びテクスチャ合成の精度向上や屋根等の複雑な要素のモデリング手法の開発等に取り組むことで，より現実に近い 3 次元建物モデルの生成を目指す．

(4) 使用したデータ：

・「全方位画像（神戸市）」株式会社ゼンリン
・「都市計画基礎調査」G 空間情報センター
・「eTRIMS Image Database」Korč, F., Förstner, W. (2009)

(5) 謝辞：株式会社ゼンリンには本研究で用いた全方位画像データを提供して頂いた．また，都市計画基礎調査は G 空間情報センターより提供して頂いた．関係各位に謝意を表する．

(6) 参考文献：

小川芳樹・沖拓弥・陳聖隆・関本義秀（2021）街路の全方位画像と建物 GIS データの結合手法. 第 30 回地理情報システム学会講演論文.

Wang, J., Sun, K., Cheng, T., Jiang, B., Deng, C., Zhao, Y., Liu, D., Mu, Y., Tan, M., Wang, X., Liu, W., and Xiao, B. (2019) Deep high-resolution representation learning for visual recognition. TPAMI 2019.

Vidanapathirana, M., Wu, Q., Furukawa, Y., Chang, A. X., and Savva, M. (2021) Plan2scene: Converting Floorplans to 3D Scenes. CVPR 2021.

Korč, F., Förstner, W. (2009) eTRIMS Image Database for Interpreting Images of Man-Made Scenes. Dept. of Photogrammetry, University of Bonn, Tech. Rep.

図 1：3 次元建物モデルの生成結果と Google Earth の比較

高解像度 DEM と廃道を利用した土砂堆積箇所の抽出と計測

原田 駿介[1]，小倉 拓郎[2]，八反地 剛[2]
[1]筑波大学 生命環境学群地球学類，[2]筑波大学 生命環境系
連絡先: <s1810784@s.tsukuba.ac.jp>

(1) 動機：航空レーザ測量をはじめとするレーザ測量（LiDAR）の進歩により，空間解像度 1 m 未満の高解像度標高データが整備されつつある．これに伴い，崩壊などの地形変化が起きる前後の標高の変位量を求め，土砂の移動を侵食場と堆積場を明らかにする研究が行われてきた（内田ほか, 2010）．しかし，この手法では崩壊の前後で少なくとも 2 時期の標高データを必要とする．また，LiDAR 自体が新しい技術であるため古い標高データが存在せず，断続的な落石の蓄積やクリープなどの数十年以上にわたる地形変化に適用するのは難しい．そこで本研究では，長期間放置された人口平坦面上に堆積した土砂と，推定した元の平坦面の差を利用し，最新の 1 時期のみのデータから長期間の堆積量を求める．

(2) 方法：静岡県道 288 号大嵐佐久間線の浜松市天竜区水窪町夏焼～佐久間町佐久間字弾座の 8.2 km を対象とする．この区間は 1994 年に廃止されて以来管理がされず，図 1 に示すような巨礫を主体とする崩壊が各所で発生したままになっている．まず，国土交通省の機関が 2009 年と 2011 年に行った解像度の異なる航空レーザ測量のデータから，それぞれ解像度 1 m, 0.5 m の DEM を生成した．次に，道路上の点群のうち道路構造令に沿っている傾斜 7° 未満の LiDAR 点群を，崩土に埋もれていない路面と定義して抽出した．この際，傾斜 7° 未満であっても，等高線の判読により崩壊内部と判断した点は除外した．こうして抽出した点群から崩落部分に DEM を内挿することで，元の路面を復元した DEM を生成した．さらに，レーザ距離計等による簡易測量を含めた現地調査を行い，GIS 上での判読結果と現地の状況の整合性を確認した．

(3) 結果：図 2 に，ある地点における現在の地表面と，推定した路面との標高差を 0.5 m メッシュで示す．また，崩落土砂の推定体積を白字で示した．このような崖錐様の地形が道路全体で 200 ヶ所あまり抽出された．しかし道路の幅が 3～10 m 程度と狭いため，解像度 1 m の DEM では不十分なことも判明した．一方，0.5 m メッシュの DEM では各崩壊が明瞭に抽出でき，崖錐内に数十個の点群が含まれる状態であった．これらのことから，堆積物の抽出と量の計測に，幅の狭い車道を使う場合，少なくとも 0.5 m 程度の解像度が必要と考えられる．さらに，図 2 の崩落 B は道路幅全体が埋められ，その後の落石は抽出漏れがあると考えられる．一方その他の 2 つは道路内に収まっている．このような道路幅を埋め尽くすに至っていない崩落を主な解析対象とし，今後はこれらの土砂を供給した山側斜面の傾斜・集水面積・地表粗度といった地形量と，道路への土砂供給量の関係を解明する．

(4) 使用したデータ：

- 「中部地方整備局管内河川流域地盤高データ作成業務（平 21 部公第 11 号）」中部地方整備局中部技術事務所（解像度 1 m）
- 「平成 23 年度天竜川佐久間ダム湖周辺地形測量（平 23 部公第 229 号）」中部地方整備局浜松河川国道事務所（解像度 0.5 m）

(5) 謝辞：本研究は国土地理院が管理する公共測量データの提供，また現地の道路を管轄する天竜土木事務所佐久間土木工事グループの協力を受けることで実現した．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：内田太郎・中野陽子・秋山浩一・田村圭司・笠井美青・鈴木隆司（2010）レーザー測量データが表層崩壊発生斜面予測及び岩盤クリープ斜面抽出に及ぼす効果に関する検討．「地形」，31（4），383-402

図 1：調査対象地における崩落の一例（筆者撮影）

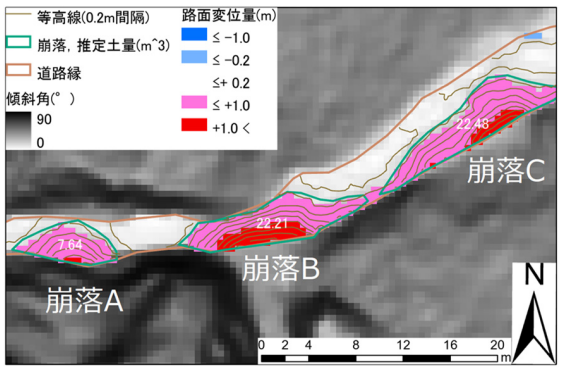


図 2：ある区間での現在の地表面と推定路面との標高差

都筑区バス路線網の変遷から見る港北ニュータウンの役割の変化

澤田 海宏
横浜市立大学 国際教養学部
連絡先: <a190127@yokohama-cu.ac.jp >

(1) 動機：横浜市北部にある港北ニュータウンは横浜市六大事業の一つで、市街地の乱開発抑制などを目的として 1965 年に策定され、1983 年より順次入居が開始された．このとき横浜市街地へは横浜市営地下鉄 3 号線（現在のブルーライン）が整備された反面、東京都心部方面へは田園都市線に乗り換えるよう計画されたように本来は横浜市内への通勤を想定した都市計画であった．だが実際には「横浜都民」という言葉に象徴されるように横浜市北部は首都圏郊外の中でも東京都心への通勤者率が高い住宅地として発展した．このような地域を例に、本研究では各時点における人の流れを表し、その変化を追うことを可能にする空間情報としてバス路線網に注目し、その変遷を追うことで港北ニュータウンの役割の変化を明らかにすることを目指す．

(2) 方法：対象地域は都筑区と青葉区のうち第三京浜、横浜･川崎市境、田園都市線、横浜北西線に囲まれたエリアである．神奈川県バス協会によって 1991 年より複数年毎に発行された「かながわのバスマップ」および後継の「神奈川県内乗合バス･ルートあんない」を参考に対象地域の 1991 年と 2020 年の路線図を図示した．青字が市営、赤字が東急で、免許維持路線は除いている．表 1 では港北ニュータウン地区の地下鉄各駅の乗降人員と方面別･時間帯別バス路線の本数を示した．

(3) 結果：図 1 と図 2 によると、地下鉄開業前のため長距離路線やニュータウンを環状する路線が多い．現在は環状路線や長距離路線が分割･短縮され、地下鉄各駅、特にセンター北駅とセンター南駅を拠点としたフィーダー化が進んでいる．現在は一方で田園都市線駅を拠点としたフィーダー路線の一部は乗り換えが必要であったがタウンセンター地区への乗り入れが進んだ．駅を基準としたフィーダー化に分かりやすくなってはいる．最寄バス停へのアクセシビリティについては、荏田･中川･茅ヶ崎エリアが不便になりつつある一方で北山田エリアは路線が増加し開発初期より便利になっている．

(4) 使用したデータ：

・「横浜市統計書 第 9 章 ブルーライン乗降人員（2020 年）」神奈川県横浜市
・「横浜市統計書 第 9 章 グリーンライン乗降人員（2020 年）」神奈川県横浜市
・「かながわのバスマップ（1991 年）」一般社団法人 神奈川県バス協会
・「神奈川県内乗合バス・ルートあんない」一般社団法人 神奈川県バス協会，JTB パブリッシング

表 1：2020 年の港北ニュータウン地区地下鉄各駅の乗降客数と方面別･時間帯別路線バス本数

	乗降人員/日 (R2)	方面	平日朝最大本数/時	日中本数/時
中川	12927	(路線無)	0	0
センター北	51931	鷺沼	5	4
		たまプラーザ	4	3
センター南	65204	鷺沼	0	5
		たまプラーザ	0	3
		江田	3	2
		市が尾	3	2
		綱島	0	1
		中山	2	2
仲町台	23959	新横浜	2	2
		江田	6	2
東山田	7828	綱島	5	3
		日吉	10	0
		武蔵小杉	0	1
		江田	2	1
北山田	19820	鷺沼	8	4
		たまプラーザ	4	3
都筑ふれあいの丘	15887	江田	7	2
		中山	1	1
		市が尾	3	2
		鴨居	3	3

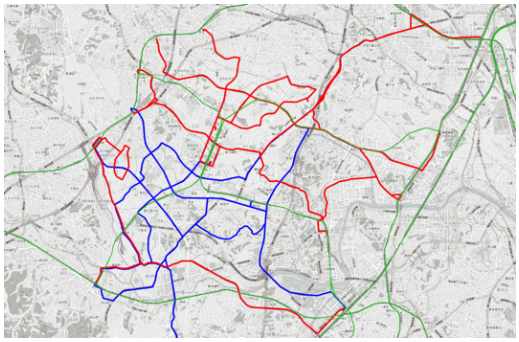


図 1：1991 年の港北ニュータウン地区バス路線図 @OpenStreetMap Contributors

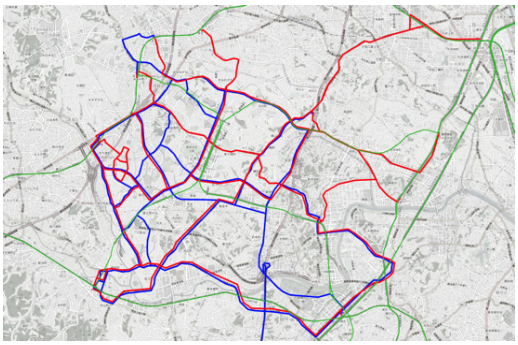


図 2：2020 年の港北ニュータウン地区バス路線図 @OpenStreetMap Contributors

交通事故オープンデータを活用した事故オンラインマップの構築

楊 甲[1]，曹 鵬[2]，安藤 良輔[1]
[1]公益財団法人豊田都市交通研究所 研究部，[2]中華人民共和国西南交通大学 交通・物流学院
連絡先: <yang@ttri.or.jp>

(1) 動機：2020 年 12 月から，警察庁は交通事故統計情報をオープンデータとして，警察庁のホームページに掲載している．該当事故オープンデータは全国での統一フォーマットで，一般道路のみならず，高速道路で発生した交通事故状況についても，詳細な情報を記載している．また，事故オープンデータの利活用を通じて，効率的な交通事故抑制対策の推進が期待されている．事故データの利活用の先進事例として，一部地方自治体は，交通安全対策を検討・評価するための基礎資料を得るため，該当地域の交通事故マップを作成している．既存事例で作成した交通事故マップには，紙版のマップとウェブサイト版のマップ（以下，事故オンラインマップと称する）が 2 種類ある．紙版の事故マップと比較して，事故オンラインマップはインターネットを通じて，閲覧されることは可能であることや，地図データを更新するための手間が掛からないことなどのメリットが挙げられる．一方，通常の有料オンライン地理情報システム（以下，GIS と称する）のツールを用いて構築した事故オンラインマップには豊富な検索機能が含まれるため，構築費用は安くないことや操作方法は若干煩雑であることなどの問題点が存在している．このため，本研究は事故オープンデータを活用し，安価かつ分かりやすい事故オンラインマップを構築することを目的とした．

(2) 方法：対象地域を愛知県豊田市とする．まず，警察庁が公開した事故オープンデータをもとに，該当地域に含まれるものを抽出し，GeoJSON ファイル形式として整理する．そして，分かりやすい事故オンラインマップを構築するため，都道府県警察担当者が構築している事故オンラインマップや豊田市役所交通安全防犯課が作成した紙版の事故マップを参考しながら，事故内容（死亡事故・負傷事故）及び事故類型（車両相互・人対車両・車両単独・列車）の組み合わせによる表示方法を検討する．その後で，米国のマイクロソフト株式会社が開発・提供している無料の Visual Studio Code の開発環境で，OpenLayers 言語を用いて，事故オンラインマップを構築する．ここで，OpenLayers 言語を選定する理由としては次の 3 点がある．1 点目，OpenLayers 言語は JavaScript で組まれたオープンソースライブラリとして，GeoJSON ファイル形式の GIS データに適用することで，GIS データベースを構築する必要がなく，便利な点である．2 点目，OpenLayers 言語のプログラミング技術に関する豊富な説明資料やデモンストレーションはインターネット上で掲示されているため，ウエブサイトプログラミングを実施する初心者にとって，理解しやすい点である．3 点目，構築したものは通常の有料版の事故オンラインマップと比較して，サーバーレンタル料金（年間 2 万円程度）のみが必要であるため，高額な維持・管理費は不要である点である．

(3) 結果：構築した事故オンラインマップの様子を図 1 に示す．背景地図を地理院の淡色地図として，交通事故発生箇所や各小学校区の境界線を表す．そのなか，死亡事故・負傷事故それぞれについて，事故類型は色によって分けられる．また，事故内容の絞込みも可能である．さらに，小学校区名を用いて検索すると，該当小学校区の範囲を迅速に表示することは可能である．本研究で構築した事故オンラインマップについて，豊田市役所交通安全防犯課の担当者に確認した結果，該当成果は有用であることが確認された．このため，当研究所は該当事故オンラインマップを公開している．

(4) 使用したデータ：

・「交通事故統計情報オープンデータ（2019 年）」警察庁
・「豊田市小学校区シェープファイルデータ」国土数値情報ダウンロードサービス

(5) 謝辞：本研究を実施するにあたり，愛知県豊田市役所地域振興部交通安全防犯課の担当者から貴重なコメントを頂きました．また，本研究は中国人民共和国四川省成都市に位置する西南交通大学との共同研究によって実施したものです．ここに記して，謝意を表します．

(6) 参考文献：

・警察庁，https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/opendata/index_opendata.html
・OpenLayers, https://openlayers.org/

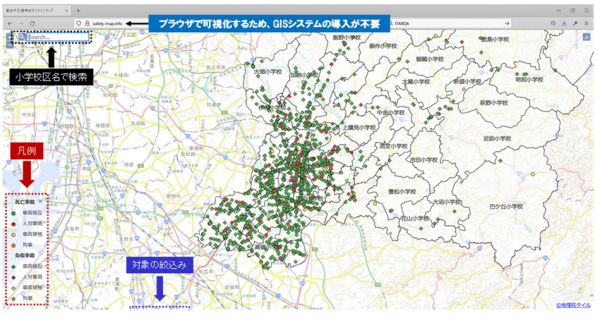


図 1：本研究で構築した事故オンラインマップの様子

ドローンにより収集した熱赤外画像と可視画像を用いた広域における空き家分布推定手法の開発

秋山 祐樹[1,2]，飯塚 浩太郎[2]，今福 信幸[3]，杉田 暁[4]
[1]東京都市大学 建築都市デザイン学部，[2]東京大学 空間情報科学研究センター，
[3]大牟田市 都市整備部建築住宅課，[4]中部大学 国際 GIS センター
連絡先: <akiyamay@tcu.ac.jp> Web: <https://akiyama-lab.jp/yuki/>

(1) 動機：近年，日本全国で空き家が増加し続けており，全国の自治体では空き家の広域に亘る空間的な分布調査を迅速かつ安価に実施する手法が求められている．しかし，空き家の分布を把握する手法は個別目視が中心であり，空き家の分布を広で把握するには多大な労力，時間，費用を要している（益田・秋山, 2020）．そこで，秋山ほか（2020）は，ドローンと熱赤外カメラを組み合わせた機器を用いて，建物からの光と熱の排出状況を把握することで，迅速かつ安価に空き家の現地調査を実施する手法を検討した．その結果，ドローンによる上空からの撮影により，広範囲の熱分布の把握が可能なこと，また特に夜間光と冬季夜間に確認される排熱は非空き家判定に有用なことを確認した．そこで，本研究は秋山ほか（2020）の手法のさらなる広域化・高度化を目的に実施した．

(2) 方法：対象地域は自治体からの協力が得られた福岡県大牟田市とする．また同市内のうち住宅地の上空を広域的に飛行することの許可を得ることができた同市の羽山台地区を対象に撮影を行った．撮影機器は秋山ほか（2020）と同じく DJI Matrice 210（ドローン）と，DJI Zenmuse XT2（熱赤外カメラ）を用いた．昨年度の成果より冬季に撮影する方が空き家分布の把握に有利であることが分かっているため， 2021 年 1 月 6 日と 1 月 25 日の日中及び日没後に，上空から可視光および熱赤外画像の直下（130 m, 85 %ラップ率）及び斜め撮影（80 m 約 80 %ラップ率）を行った．これは観測範囲をカバーしつつ 1 フライト 30 分以内に収める必要があったためである．

(3) 結果：ドローンにより収集した可視光，夜間光及び，熱赤外画像により，広域空間を一括で観測する方法が開発できた．特に昼間のデータと夜間光の情報により，居住者の有無をかなりの程度判別可能であった．生活感や人間活動に直結する光という情報は空き家判定に非常に有効であった．また，それら二つの情報からでは判読できない場合は，熱画像を併用することにより，建物内部の居住者の活動状況が推測でき，より確度を高めることができた（図 1）．一方で，飛行方法がデータ品質に大きく影響することが分かった．単純にセンサ性能の問題だけではなく，密集した住宅地では，いかに壁面などの情報をうまく取得するか，また，地域の状況により飛行方法を変化させることが必要となる．さらに，機械学習（多層パーセプトロン：MLP）による夜間光分布の自動判別も可能であったが（図 2），調査対象となる家屋以外の光や熱の要因を取り除く方法が今後の課題である．

(4) 主な使用データ：

・「大牟田市空家実態調査情報」福岡県大牟田市
・「Zmap TOWN II（2016 年）」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：本研究は福岡県大牟田市より空き家調査結果を，また同市の羽山台空家対策プロジェクトよりフィールドの提供を受けることで実現した．さらに，公益財団法人住友財団 2018 年度環境研究助成および，中部大学国際 GIS センター「問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究拠点 2020 年度共同研究」（研究課題番号：IDEAS202009）の助成を受けた．さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No.880 の一部として実施した．以上，ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：

益田理広・秋山祐樹（2020）日本国内における近年の空き家研究の動向．「地理空間」, 13(1), 1-26.
秋山祐樹・飯塚浩太郎・谷内田修・杉田暁 (2020) ドローンにより収集した熱赤外画像と可視光画像を用いた建物単位の空き家推定手法の研究．「CSIS DAYS 2020 研究アブストラクト集」, A03.

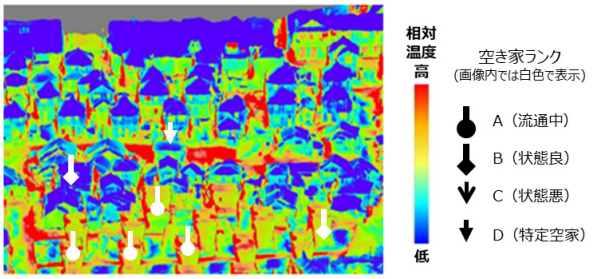


図 1：夜間の熱赤外フル 3D モデル（21 時頃撮影）

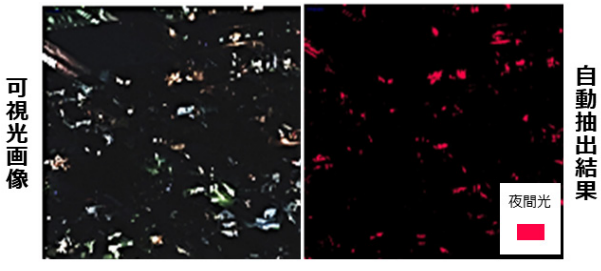


図 2：機械学習による夜間光の自動抽出結果

GitHub アカウント数による市町村別の IT 技術者数とその誘導要因

小林 秀二[1]，関本 義秀[2]，小川 芳樹[2]
[1]東京大学大学院工学系研究科，[2]東京大学空間情報科学研究センター，
連絡先: <deji@iis.u-tokyo.ac.jp>　Web: <https://sekilab.iis.u-tokyo.ac.jp/>

(1) 動機：近年日本はデジタル利用の遅れが目立つ．こうした遅れは大都市より地方地域が深刻であり，地域における IT に強い人材の存在が重要である．本研究は，IT 技術者数を GitHub から得られるアカウント数から測定し，誘導要因の地域的な特徴を分類する．

(2) 方法：オープンソースを活用している IT 技術者数を GitHub のアカウント数から測定を行う．Users options の From this location にローマ字で地名を入力することでわかる．都道府県，市町村すべてのローマ字を入れた．これを「実ユーザー数」とする． 県名，Japan のみの場合は，人口比案分して加算して「推定ユーザー数」とした．

(3) 結果：県別のユーザー数と人口比のランキングをみると，実ユーザー，推定ユーザーともに東京，神奈川，愛知が多い．実ユーザーは北海道，兵庫，茨城，宮城が続く．推定ユーザー数は大阪，福岡が多い．人口比率で高いのは，東京であるが，京都，富山，沖縄が高いことがわかる．

主要都市の GitHub ユーザーの人口比率ランキングで推定ユーザーの人口比をみると，東京都区部の他，つくば，生駒，会津若松，那覇，柏など県庁所在地でない都市が上位にきている． 市町村別の推定ユーザー数のランキング表からは東京の都心区が多いことが確認できた．

市町村別の推定ユーザー数をグラフ化した（図１）．その人口比ランキング表によると，これも東京の都区部が上位に並ぶ．それに続いて岡山の西粟倉村，沖縄の与那国町，徳島の神山町，東京の三鷹市，大分の姫島村，沖縄の恩納村など予想外の町村が現れている．人口１０万人未満の市町村のうち GitHub の実ユーザー数が２人以上いる市町村を人口比の多い上位のランキング表を作成した（表 1）．これによると，小さい市町村であっても GitHub 推定ユーザー数の多い地域は，以下の要因で分類できる．

（１）高専：舞鶴市（舞鶴高専），上島町（弓削高専），津山市（津山高専），鯖江市（福井高専）
（２）研究大学院大学：恩納村（OIST），能美市（JAIST），葉山町（総研大）
（３）米軍基地：羽村市（横田基地），読谷村（嘉手納基地），宜野湾市（キャンプフォレスター）
（４）理工系大学：鳩山町（東京電機大），京田辺市（同志社大），四条畷市（大阪電気通信大）
（５）研究所：和光市（理研），精華町（ATR）
（６）企業群：諏訪市（精密機械工業），白老町（石山工業団地）
（７）交通の要衝：米原市，羽島市
（８）自然リゾート地：ニセコ町（スキー），箱根町（観光），湯沢町（スキー），軽井沢町（自然），石垣市（海），逗子市（海），那須市（自然）
（９）まちおこし：徳島県神山町（光ファイバー誘致），北海道大樹町（宇宙のまち），富山県南砺市（オープンデータ）

地域の IT 技術者に移住してもらうには，要因のうち（８）（９）を参考になると考える．

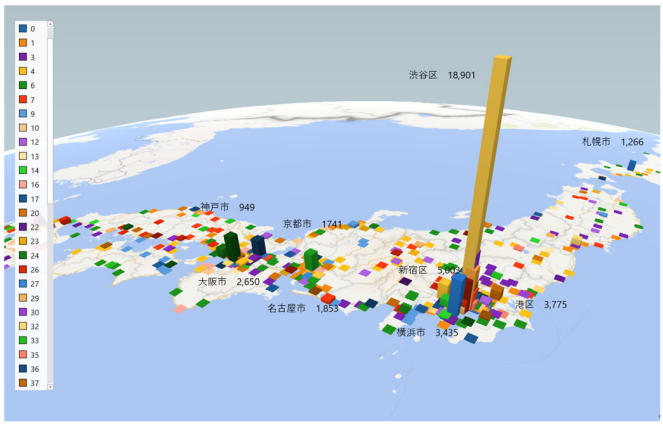


図 1：市町村 GitHub ユーザー数の３D マップ（実ユーザー数按分推定値）

(4) 使用したデータ：

・GitHub Docs の advanced search

(5) 関連文献：

小林秀二・関本義秀・小川芳樹（2021）GitHub アカウント数による地域の IT 人材力の測定，日本地理情報システム学会，第 30 回学術研究発表大会講演論文集．

表 1：推定ユーザー数人口比の高い市町村：１０万人未満、実数２人以上、実ユーザー数按分人口比）

順位	市町村名	実ユーザー数	推定ユーザー数	推定ユーザー数／人口比	主な施設
1	千代田区	100	2,307	3.437%	
2	奥多摩町	2	45	0.932%	
3	神山町	2	17	0.369%	光ファイバー
4	姫島村	2	6	0.348%	
5	恩納村	3	30	0.279%	ＯＩＳＴ
6	精華町	5	91	0.253%	ATR、ＮＴＴ、京セラ、パナソニック
7	和光市	24	171	0.202%	理研
8	高千穂町	2	22	0.189%	
9	舞鶴市	8	144	0.183%	高専３０、自衛隊
10	鳩山町	3	22	0.164%	東京電機大学
11	稲城市	6	138	0.149%	
12	京田辺市	6	108	0.146%	同志社大学
13	上島町	2	9	0.141%	高専４８
14	四條畷市	5	78	0.141%	大阪電通大（総合情報学部）
15	南部町	2	14	0.136%	

Wi-Fi パケットセンサを用いた日比谷公園の短距離の交通流動調査

今井 龍一[1]，金子 俊之[2]，○矢野 有希子[3]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学空間情報科学研究センター，[2]法政大学エコ地域デザイン研究センター（株式会社福山コンサルタント），[3]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：都市はそれぞれ大きさ，成り立ち，近隣都市圏との距離，交通網の発達度合いや輸送可能量等，様々な特性を持っており，全く同じ特性を持つ都市は存在しない．また，このような特性によって，各都市での居住人口や流入人口には一定のキャパシティがあると言え，それを超えると極端な過密やオーバーツーリズムに繋がる．

本研究においては，各都市における特性を加味した滞在人口のキャパシティを定量的に示すことを目的としているが，その研究成果の一端として，本稿では，都市公園（日比谷公園）を対象としたコロナ禍での人流の分析結果を報告する．

(2) 方法：対象地域は東京都千代田区の日比谷公園とし，2020 年 11 月 26 日に Wi-Fi パケットセンサを用いた交通流動調査を実施した．同センサは，データ取得範囲内に存在する Wi-Fi が有効となっている電子機器から時刻や MAC アドレスを取得し，有期限の固有識別子を付与するものである（図 1）．本研究では，この仕組みを活用することで，センサ間の人々の流動データとして集計できるように，滞留人口および移動人口の算出手法を考案した．①滞留人口の算出では，センサの取得範囲，歩行速度およびプローブリクエストの取得間隔から同一地点データとして判定，②移動人口の算出では，センサ間の設置距離と移動時間から移動データ判定をすることを定義し，これらの閾値設定により，集計データとしての判定を行う手法とした（矢野ほか，2021）．

(3) 結果：分析結果の一例として，地点 12 草地広場での滞留人口を図 2 に示す．草地広場周辺では，すべての時間帯において，滞留時間が 10~29 分となる観測台数が多いことが確認できた．また，日比谷公園における 12 時台のセンサ間の移動を可視化した移動人口を図 3 に示す．12 時台には，地点 5 霞門と地点 13 雲形池間等での移動人口が多いことが確認できた．このように，Wi-Fi パケットセンサによる取得データに考案手法を用いることで，狭域での滞留人口および移動人口を算出できた．今後は，同一対象地における交通流動の経年変化の把握および多様な交通ビッグデータの組み合わせによる都市内の流動や空間容量を把握する手法を考案したい．

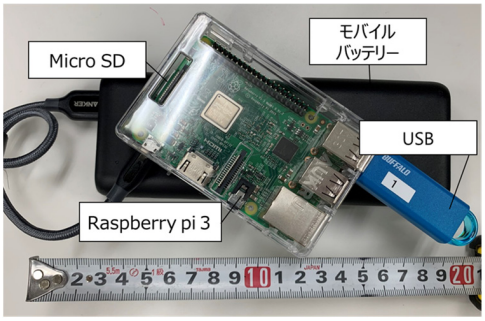


図 1：Wi-Fi パケットセンサ

(4) 謝辞：本研究の遂行にあたり，元法政大学の齋藤悠太氏，元東京都市大学の日野陽介氏，千代田区都市計画課，（公財）東京都公園協会，（一財）国民公園協会，環境省皇居外苑管理事務所，三菱地所（株）および Oxyzen（株）の皆様，東京理科大学の柳沼秀樹准教授，摂南大学の塚田義典准教授，法政大学の景観研究室，建築計画学研究室および社会空間情報研究室の皆様には多大な協力を賜った．さらに，本研究は千代田区と区内の大学等が区の事象を調査・研究する「千代田学」の活動の一環であるとともに，東大 CSIS 共同研究 No.1068 としても実施した．ここに記して謝意を表する．

(5) 関連文献：矢野有希子・今井龍一・金子俊之・日野陽介（2021）Wi-Fi パケットセンサを用いたコロナ禍における日比谷公園内の交通流動調査，「土木学会年次学術講演会講演概要集」，Vol.76, No.IV-46.

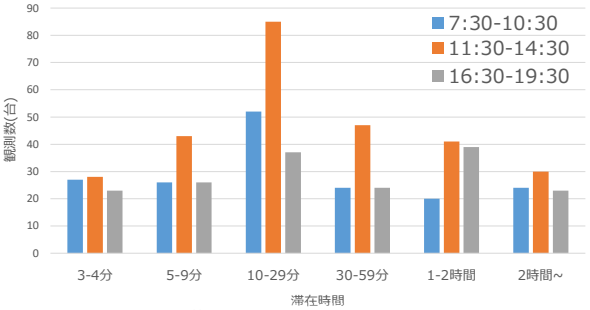


図 2：地点 12 草地広場での滞留時間

図 3：移動人口の可視化（12 時台）

常時装着型イアラブルデバイスにおける割り込み可能タイミングの検討

下条 和暉[1]，西山 勇毅[1]，瀬崎 薫[1,2]
[1]東京大学 生産技術研究所，[2]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <shimojo@mcl.iis.u-tokyo.ac.jp> Web: <https://www.mcl.iis.u-tokyo.ac.jp>

(1) 動機：近年，腕や頭部，腹部等の身体に装着して利用するウェアラブルデバイスが注目されている．ウェアラブルデバイスに搭載された多種多様なセンサ群を用いることで心拍数や歩行数，消費カロリーといった日常生活中の様々な活動情報をより簡単，詳細に検知・収集可能になった．また，ウェアラブルデバイスの小型化・軽量化・低価格化が日々進んでおり，これまで以上にウェアラブルデバイスを日常的に装着しながら生活する環境が到来すると考えられる．ウェアラブルデバイスの中でも，耳に装着する形式のものはイアラブルデバイスと呼ばれる．イアラブルデバイスには，モーションセンサとマイクが搭載されており，それらを用いた行動・音声認識機能と音声インターフェスを組み合わせることで，ハンズフリーでの新たなユーザ支援環境を実現出来る．例えば，イアラブルデバイスを用いて，ユーザの街中での迷いを検知し，その迷い状態に応じて，音声による道案内を行うといったサービスが考えられる．このような常時装着型のイアラブルデバイスが提供するサービスは，いつでも・どこでもユーザに情報を提供することが出来る一方，情報の提供タイミングによってはユーザ体験の低下につながる可能性がある．しかしながらイアラブルデバイスにおける，適切な割り込みタイミングは明らかになっておらず，ユーザへの情報提供のためには，適切なタイミングを明らかにすることが必要不可欠である．そこで本研究では，ランダムなタイミングでユーザに音声で情報提供を行うイアラブルデバイスを実装し，イアラブルデバイス利用時におけるユーザへの割り込み可能なタイミングを明らかにする．

(2) 意義：Wei ら[1]はスマートスピーカーにおける割り込み可能タイミングについての調査を行った．音声インターフェスにおいてユーザへの割り込みタイミングという要素が重要であることが示唆されている．またイアラブルデバイスにおいては割り込みについての研究が行われていないことから本研究の有用性は大きいと言える．また，道に迷う状況（道を歩行している，自転車に乗っている等）においては，通知による情報を，イアラブルデバイスを通じて直接的に確認する方がユーザーにとって好ましいものであり，今後実用性のある方法として普及すると考えられる．

(3) 方法：ユーザとして実験に参加可能な参加者を募る．ユーザに対して iPhone 及び，イアラブルデバイスとして AirPods Pro を貸し出す．ユーザに対して次に示す a）から c）の 3 種類の場面について設定する．a）ショッピングモール等の施設において買い物をしている場面．b）座って休憩や作業をしている場面．c）電車やバス等で移動している場面．3 種類のそれぞれの場面において，1 時間の間に合計 10 回程度の音声通知（今すぐに返信出来るかを尋ねるもの）をランダムなタイミングで送る．ユーザは毎回の音声通知に対して，通知のタイミングが好ましいものであるかを，5 段階のリッカート尺度で評価を行い，音声読み上げによって回答する．ユーザが行った評価の結果から，ユーザの反応モデルを作る．

(4) 結果：今回は 2 名の実験参加者（男性：20 代）を募り実験を行った．実験結果を図 1 に示す．実験結果より，全ての場面において，通知はおおよそ好ましいタイミングであったことが分かった．また，c）の場面においての音声通知に対して，「好ましくない」と回答した割合が他の場面より大きいことについて，ユーザからは「徒歩で移動している時と違い，電車やバス内では近くに人がいる状況であったため回答しにくかった」といったコメントがあった．今後は被験者数を増やしてより一般的なユーザの反応を把握すると共に，イアラブルデバイスから検知することが出来るユーザの行動や周囲の環境を結びつけることで，音声によるユーザーへの割り込みの適切なタイミングを明らかにし，イアラブルデバイスを用いた新たなユーザ支援システム・サービスの実現を目指す．

(5) 参考文献：

[1] J. Wei, T. Dingler, V. Kostakos, “Developing the Proactive Speaker Prototype Based on Google Home” CHI ’21: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Article No.292, pp. 1-6, 2021.

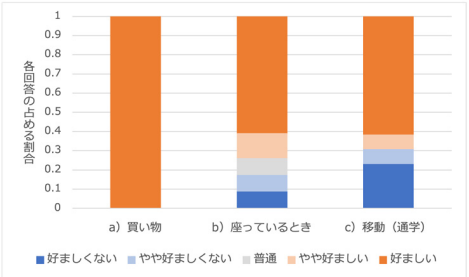


図 1：各場面における音声通知に対するユーザーの主観的なリッカート尺度による評価

八溝山地中部の堆積岩地域における航空レーザ計測データによる森林の３次元要素の抽出

渡辺 啓太[1]，小荒井 衛[1]，村山 いであ[1]
[1]茨城大学大学院 理学部理工学研究科
連絡先: <21nm318n@vc.ibaraki.ac.jp>

(1) 動機：日本では斜面崩壊による災害が頻発している．今井（2008）では，表層崩壊と樹木根系との関係を議論している．樹木根系の崩壊抵抗力として，主に杭効果と土壌緊縛力が検討されている．樹木の根系伸長深度は一般的に 1～3ｍ程度であるため，斜面表層を構成する土壌及び風化層と，樹木の根系が表層崩壊に大きく影響していると考えられている．また岡谷ほか（2013）では，航空レーザ計測データにより，森林 3 次元構造を把握する手法が検討されており，樹木本数，樹高，胸高直径が推定できる可能性が示唆されている．そこで八溝山地中部の LiDAR データを解析し，その有用性を検討することとした．

(2) 方法：八溝山地中部の堆積岩地域における伐採地で毎木調査と伐採前に計測した LiDAR データを利用した解析を行った．この地域における LiDAR データの有用性を検討するために LiDAR データから 2 つの手法で樹木データを取得した．1 つは数値表層モデル（0.5mDSM）と数値標高モデル（0.5mDEM）との差分から 0.5mDCHM（Digital Canopy Height Model）を作成して樹木を抽出する手法，もう 1 つは点群解析ソフト ENVI LiDAR で樹木を抽出する手法である．また樹木を間接的に抽出する方法として航空レーザの透過率も測定し方形区内の樹木の断面積和と比較した．6 つの方形区を作成して毎木調査を行い切株の位置・本数・直径などを調査し，LiDAR データと比較し GIS ソフトを用いて重ね合わせなどを行った．

(3) 結果：本数に関して表 1，表 2 にまとめた．実測の本数と ENVI LiDAR での樹木抽出本数または DCHM から抽出した本数では，実測データ数がどの方形区も上回っていた．しかし解析対象を直径 20cm 以上にするなど対象を限定することで抽出率を上げることができた．また DCHM での抽出は，ENVI LiDAR での抽出よりもさらに抽出率を上げることができたが，誤抽出が多くなる問題が見られた．透過率に関しては，方形区内の切株直径の断面積割合と透過率との間に反比例の関係が見られなかったため（図 1），地形や点群密度を考慮しさらなるデータを増やし検討する予定である．

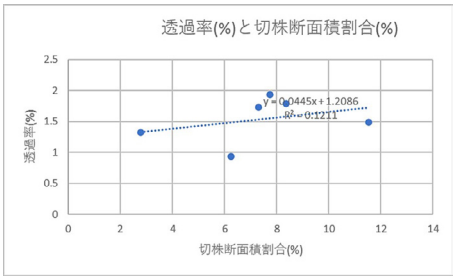


図 1：方形区 1 ～ 6 透過率（%）と断面積割合（%）の関係

(4) 使用したデータ：

・日光砂防レーザ計測業務（那珂川流域）株式会社パスコ

(5) 謝辞：本研究を行うにあたり，森林総合研究所森林防災研究領域チーム長（リスク評価担当）の村上亘博士には，多くのご指導，アドバイスをいただき，大変お世話になった．地図作成のための UAV 空撮に関しては森林総合研究所山地災害研究室の小川泰浩氏にもご協力をいただいた．この研究には科学研究費補助金（課題番号：19H01369；研究代表者：小荒井衛）を使用している．

(6) 参考文献：

・岡谷隆基・乙井康成・中埜貴元・小荒井衛（2013）新潟県出雲崎地区における航空レーザ計測データによる森林の 3 次元要素の抽出．写真測量とリモートセンシング，第 52 巻，第 2 号，pp.56-68.

・今井 久（2008）樹木根系の斜面崩壊抑止効果に関する調査研究，ハザマ研究年報，pp.35-53.

表 1：毎木調査結果と ENVI LiDAR での樹木抽出率

ENVI LiDAR	本数(本)				
方形区番号	実測(10cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	36	10	10	27.8	27.8
方形区 2	32	15	13	46.9	40.6
方形区 3	40	12	10	30.0	25.0
方形区 4	11	4	3	36.4	27.3
方形区 5	17	9	6	52.9	35.3
方形区 6	20	9	9	45.0	45.0
ENVI LiDAR	本数(本)				
方形区番号	実測(20cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	22	10	8	45.5	36.4
方形区 2	22	15	12	68.2	54.5
方形区 3	25	12	9	48.0	36.0
方形区 4	9	4	3	44.4	33.3
方形区 5	16	9	6	56.3	37.5
方形区 6	12	9	7	75.0	58.3
ENVI LiDAR	本数(本)				
方形区番号	実測(30cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	14	10	4	71.4	28.6
方形区 2	15	15	9	100.0	60.0
方形区 3	18	12	7	66.7	38.9
方形区 4	7	4	3	57.1	42.9
方形区 5	9	9	4	100.0	44.4
方形区 6	8	9	6	112.5	75.0

表 2：毎木調査結果と DCHM の差分での樹木抽出率

DCHM法	本数(本)				
方形区番号	実測(10cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	38	14	11	36.8	28.9
方形区 2	33	18	16	54.5	48.5
方形区 3	41	19	18	46.3	43.9
方形区 4	13	20	8	153.8	61.5
方形区 5	18	18	11	100.0	61.1
方形区 6	20	10	8	50.0	40.0
DCHM法	本数(本)				
方形区番号	実測(20cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	24	14	11	58.3	45.8
方形区 2	23	18	15	78.3	65.2
方形区 3	26	19	17	73.1	65.4
方形区 4	11	20	8	181.8	72.7
方形区 5	17	18	10	105.9	58.8
方形区 6	12	10	7	83.3	58.3
DCHM法	本数(本)				
方形区番号	実測(30cm以上)	推定	確認できた樹木	推定抽出率(%)	一致抽出率(%)
方形区 1	16	14	10	87.5	62.5
方形区 2	15	18	12	120.0	80.0
方形区 3	19	19	14	100.0	73.7
方形区 4	9	20	8	222.2	88.9
方形区 5	10	18	8	180.0	80.0
方形区 6	8	10	5	125.0	62.5

小児科病棟集約化に伴う患者アクセスの変化

江原 朗
広島国際大学 健康科学部
連絡先: <a-ehara@hirokoku-u.ac.jp> Web: <https://www.hirokoku-u.ac.jp/>

(1) 動機:2019 年 4 月施行の改正労働基準法により，日本の労働者における労働時間の上限規制が導入された．医師に関しては，5 年の猶予を経て 2024 年 4 月から上限規制が実施される．これまで上限がなかった勤務医に上限規制が導入されれば，集約化により医師を基幹病院に集めざるを得なくなる．したがって，住民の病院へのアクセスも悪化せざるをえない．

病院小児科においては，大規模病院では小児科専門病棟，小規模な病院では小児科と他の診療科（内科，産婦人科など）との混合病棟の形態を取っていることが多い．そこで，小児科の入院機能が小児科専門病棟のある病院だけに集約化された場合，最も近い小児科病棟を有する病院までの距離がどう変化するかシミュレートした．

(2) 方法：小児科病棟（専門病棟および混合病棟）が所在する市町村は令和 2 年病床機能報告（厚生労働省）から，引用した．各市町村の人口重心（住民の居住地の北緯・東経の平均値）は総務省「我が国の人口重心 －平成 27 年国勢調査結果から－」，市町村の小児人口（0～14 歳）は「平成 27 年国勢調査」から引用した．小児科病棟（専門病棟または混合病棟）を有する市町村（東京 23 区は各区を 1 市扱いとした）の人口重心から 10 キロおよび 20 キロ圏内に所在する市町村（人口重心を代表値とする）を同定し，圏域内の居住人口の割合を計算した．市町村間の直線距離は，人口重心の緯度経度の差から計算した．なお，福島県内の 4 自治体は除外した．具体的な計算は，Jupyter Lab（Python 3）を用いて行った．

(3) 結果：表 1 に小児科病棟を有する市町村までの距離の平均値，カバーする小児人口を 10 ㎞圏内，20 ㎞圏内に分けて示す．

小児科専用病棟を持つ市町村は全国に 288，小児科専用病棟ないしは小児科混合病棟（他科と共用の病棟）を有する市町村は全国に 531 存在した．

各市町村の人口重心を用いて小児科病棟のある市町村までの最短距離を全市町村について解析すると，

- 小児科専門病棟または小児科混合病棟を有する市町村までの平均距離は 13.9 ㎞，10 ㎞圏内小児人口は全国の 90.6%，20 ㎞圏内小児人口は 97.2%であった．
- 集約化して小児科専用病棟のある病院だけに病院小児科を集約したと仮定すると，これらの病棟のある市町村までの平均距離は 22.7 ㎞，10 ㎞圏内の小児人口は全国の 79.4%，20 ㎞圏内の小児人口は 91.0%であった．

表 1：小児科病棟までのアクセス

	市町村	平均距離	10 km 圏内	20 km 圏内
混合病棟/専門病棟	531	13.9	90.6%	97.2%
専門病棟	288	22.7	79.4%	91.0%

小児科病床のある市町村を 531 から 288 に 54%にしても，10 ㎞圏内小児人口は 90.6%から 79.4%に約 1 割減るだけであった．

もし，各病院の担当する国土面積が均等である場合，小児科病棟を有する市町村数が 54%になるなら担当面積は 1.85 倍（1/0.54）倍になるはずである．面積の次元は距離の 2 乗であるので，距離はその平方根である 1.36 倍になるはずである．実際には 1.63 倍（22.7 km/13.9 km）と 1.36 倍を上回っていた．しかし，小児科専門病棟のある市町村は人口密度の高い都市部に多いため，集約化によっても 10 ㎞や 20 ㎞の圏域内に居住する小児の割合が極端には減少しなかった．

(4)使用したデータ：

- 「令和 2 年病床機能報告」厚生労働省
- 「我が国の人口重心 －平成 27 年国勢調査結果から－」総務省
- 「平成 27 年国勢調査人口等基本集計」総務省

(5)謝辞：ご意見をいただきましたテキサス大学ペトロスキー・トミオ先生に深謝いたします．

(6)参考文献：

Westra E (2016) GIS. In: Westra E, eds. *Python geospatial development, 3rd eds*. Birmingham: Packt publishing, pp15–45.

(7) 関連文献：Ehara A (2018). Children's access to major hospitals estimated to provide pediatric inpatient services 24 h a day in Japan. *European Journal of Pediatrics*, 177, 559-565.

夜間光データを用いた人流推定手法の検討

杉本 賢二[1]，松村 寛一郎[2]，一ノ瀬 俊明[3]
[1]大阪工業大学 工学部，[2]東京農業大学 生物産業学部，[3]国立環境研究所
連絡先: <kenji.sugimoto@oit.ac.jp>

(1) 動機：新型コロナウイルスの感染拡大対策として，不要不急の外出自粛や三密を避けることが求められている．中でも，スマホの位置情報を用いて推計された人口変化率は，人の密集度合いを表す指標として一般的に認知されるようになった．しかし，広範囲で人流動態を把握するためには，位置情報の入手可能性や匿名性の確保，データ収集コストの増大などの課題がある．社会経済活動の度合いを間接的に表すデータとして，人工衛星により夜間における地表付近の輝度を観測した夜間光データがある．夜間光は，全球で日々観測されているため，輝度と人口変化率との相関が高ければ，夜間光を用いて位置情報取得や通信環境に依存しない汎用的な人流推定手法となりうる可能性がある．そこで，本研究では，輝度変化率と人口変化率との相関性評価を行った．

(2) 方法：人流データは，内閣官房が公開している主要駅・繁華街における人口変化率を用いた．本研究では，docomo によるデータ（2020 年 5 月 1 日～2021 年 6 月 30 日，15 時台の人口変化率，94 地点）と，Agoop によるデータ（2020 年 8 月 12 日～2021 年 6 月 30 日，21 時台の人口変化率，45 地点）がある．夜間光データは，人工衛星 Suomi-NPP に搭載されたセンサ VIIRS により観測された輝度データから，人流データの地点が含まれる画素の値を抽出した．このとき，夜間光は真夜中過ぎに観測されるが，人口変化率は 15 時台の観測値であるため，夜間光を前日の輝度として日付をずらして使用した．また，人口変化率は感染拡大前（2020 年 1 月 18 日～2 月 14 日）と比較した平日/休日の割合であるため，同期間の輝度を基準として輝度変化率を算出した．最後に，人口変化率と輝度変化率とを，集計単位別（日，週，月）に相関係数を比較した．

表 1：相関係数の算出結果（docomo）

	集計単位		
	日	週	月
平均	0.043	0.135	0.206
最大	0.238	0.437	0.555
最小	-0.196	-0.413	-0.491

表 2：相関係数の算出結果（Agoop）

	集計単位		
	日	週	月
平均	0.011	0.060	0.093
最大	0.260	0.488	0.673
最小	-0.169	-0.316	-0.552

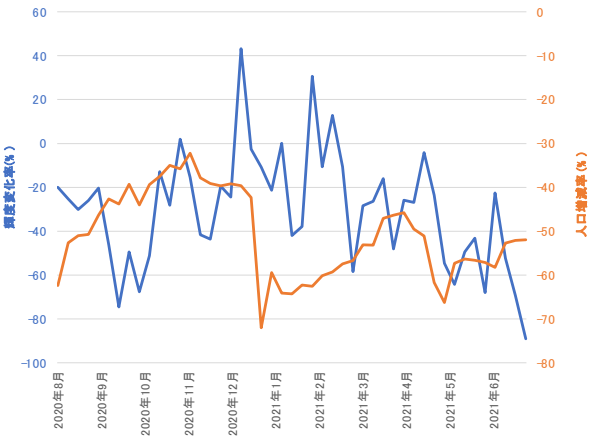


図 1：東京駅における輝度及び人口変化率（Agoop）の推移

(3) 結果：輝度変化と人口変化率との相関係数について，表 1 に docomo を用いた算出結果を，表 2 に Agoop を用いた算出結果を示す．観測地点・時間が異なるため単純比較は難しいが，両者とも日別の相関係数は低い値にとどまるが，週や月単位で集計すると強い相関性が得られることが明らかになった．これは，輝度が上空の雲量や月光といった，気象条件による影響を平滑にできたためであると考えられる．一方で，相関係数が 0 に近い値や負値となる地点も見られた．図-1 に，東京駅付近における輝度及び人口変化率（Agoop）の推移を示す．図中で背景が赤色の箇所は，緊急事態宣言の期間を表している．人口変化率は期間の始めに大きく減少し，徐々に増加している一方で，輝度は現象傾向にある．このように，都市部では飲食店等が営業自粛しているが，人口はさほど減少していないことが，輝度変化率と人口変化率との相関関係が弱くなった要因であると推測される．以上のように，輝度と人口変化率には一定の相関関係があるものの，間接的に人流を把握するためには，他地域での適用や精度検証が求められる．

(4) 使用したデータ：

- 「新型コロナウイルス感染症対策 人口減少率」内閣官房
- 「Nightly DNB Mosaic」Earth Observation Group, Payne Institute for Public Policy

(5) 謝辞：本研究は，科研費補助金（19K12434）の支援を受けて実施した．また，東京大学 CSIS 共同研究（No.922）の成果の一部である．ここに記して謝意を表する．

オープンデータを活用した居住地としての小地域評価手法の検討

川向 肇[1]，田中 有理[2]，岩場 貴司[2]，
[1]兵庫県立大学 社会情報科学部，[2]東急不動産株式会社
連絡先: <kawamukai@sis.u-hyogo.ac.jp>　Web: <https://www.u-hyogo.ac.jp/gsis/>

(1) 動機：従来，住みやすさや住民の幸福度など地域の定量的評価は行われてきたが，その大半は市区町村での集計済み統計データを利用したもの（中村, 2002），特定層の住民と地域の生活利便施設との関係性に着目するもの（山岸ほか, 2013），あるいは民間事業者によるアンケート調査等による地域評価が大半である．ところで「官民データ活用推進基本法」制定後，多くの市区町村で位置座標などを含む普遍的で客観的な空間的なオープンデータの提供が開始される一方，情報提供者の偏りや評価バイアスの課題を含みつつも民間の情報提供事業者のサービスとして Web 上で公開された地域内の店舗や施設への一般利用者の評価やコメントは地域における若年層を中心とした地域での消費行動に相当の影響を及ぼしている．

このような状況を踏まえ，自治体提供の DEM データや DSM データ，施設関連のオープンデータ及び民間事業者が公開している施設の評価データなどを活用し，若年層向け居住施設，具体的には学生寮の利用者の施設選択支援における地域評価に向けての検討事例を紹介する．従来，利用希望者に候補施設を紹介する際には，窓口の営業担当者に蓄積されたノウハウ，引き継ぎ資料等を元にした施設紹介，希望者に同行しての現地での案内により実施しているが，担当者間の較差が大きいという現実があり，定量化，評価の視覚化，情報共有の実現により不動産紹介業務のシステム化に資する技術開発を行った結果を紹介する．

(2) 方法：対象地域は学生寮が多数供給されている兵庫県西宮市の中央部とした．兵庫県が公開している 1 m 解像度 DEM データを用い，小地域単位の変動係数やレンジ等により，自転車や徒歩による通学時の容易さに影響すると考えられる地形の複雑さや斜度などを定量的に表現するとともに学生寮の利用者の利用希望が高く，学生寮の選択に影響する可能性が高いと思われる民間施設のうち，医療機関や薬局のアクセシビリティに加え，民間事業者が一般の利用者からの評価を公開しているカフェなど，他の利用者による各店舗への評価が個別施設の利用選択に影響しやすい施設の評価に関する ArcGIS Online を利用した Web マップを作成し，学生寮利用者に対して学生寮の立地展開および潜在的な寮の入居者に対して通学経路に関する利便性に関する客観的な情報提供とサービス品質の安定化を試みた．

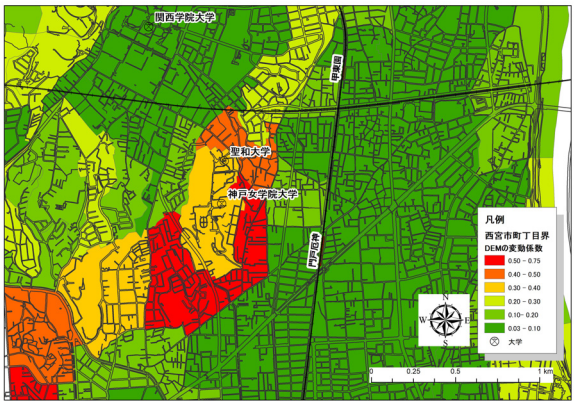


図 1：西宮市の町丁目別 DEM の変動係数による地形

(3) 結果：図 1 は 1 m解像度の DEM データを用いた対象地区の一部に関する変動係数による移動困難性指標に関する地域評価指標のマップの事例，図 2 は学生の利用が多いカフェについて，個別カフェの公開されている評価値を利用した地域に関する評価分布についてのマップの事例である．今後は入手可能な多数のデータを利用し，様々な不動産取引対象者への紹介事業に利用できるよう世代別あるいはライフステージ別に必要となる施設に関するマップを作成することで総合的な地域指標の構成を計画している．

(4) 使用したデータ：

・「エキテン」株式会社デザインワン・ジャパン
・「基盤地図情報」国土地理院
・「兵庫県_全域 DEM」兵庫県

(5) 参考文献：

中村實（2002）比較研究-東北 6 県都：「住みやすさ」からみる都市の姿，「総合政策論集」，2 (1)，75 – 100.

山岸輝樹・鈴木雅之・広田直行・服部岑生（2013）住宅地の生活利便性の評価による高齢者の暮らしの比較研究，「日本建築学会計画系論文集」，78 (686)，801-806.

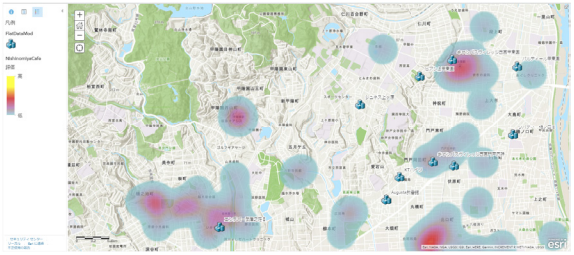


図 2：西宮市内のカフェの評価マップ（エキテンから入手したデータを基に独自作成）

一時的な土地開発制限が商業立地に与える持続的影響：横浜市街地接収の事例

高野 佳佑
一般財団法人運輸総合研究所
連絡先: <s1211270.sk.tsukuba@gmail.com>　Web: <https://researchmap.jp/k_takano>

(1) 動機：用途の混在や無秩序な開発等に起因する，都市内土地利用の効率性を損ねる外部不経済を是正する上では，ゾーニングを始めとする法的規制を導入することが必要である．一方で土地利用規制は，開発需要に応じた都市空間の柔軟かつ高度な利用を抑制する費用にもなりうる（Glaeser & Gyourko, 2018）．市街地開発を行う際の費用としての強い土地利用規制は，それが例え一時的なものであったとしても，持続的に商業立地に負の影響をもたらすだろうか．この問いを検証する為，本研究では，太平洋戦争終結から朝鮮戦争停戦の時期に，最大 10 年に渡って米軍による大規模な中心市街地・港湾施設の接収を受けた横浜市の事例を自然実験として利用した実証分析を行う．当該期間中，接収地域内では日本人向けの商業活動・居住は殆ど認められなかった．故に接収は，中心市街地での土地開発費用を一時的に無限大にする極端に強い土地利用規制の事例と捉えることができる．

(2) 方法：接収の持続的影響を計測する為，自然実験の代表的手法である，差分の差分法（difference-in-differences; DD）を用いる．具体的には，1947 年の「横浜復興都市計画」で指定された商業地域（中・西・南・神奈川・鶴見区内）を対象に，接収を受けた中心市街地の町丁目を処置群（接収というショックの影響を受けた地区），接収地域の外側にある町丁目を対照群（ショックの影響を受けなかった地区）と設定し，接収前後での事業所立地傾向の変化を両群間で比較する．接収地域は，図 1 の赤塗部で示す通りである．DD のアウトカムは各町丁目の事業所数であるが，多くの町丁目で観測値は 0 もしくはそれに近い値域に分布している．故に，式 (1) で定式化される負の二項回帰に基づく DD を推定する．

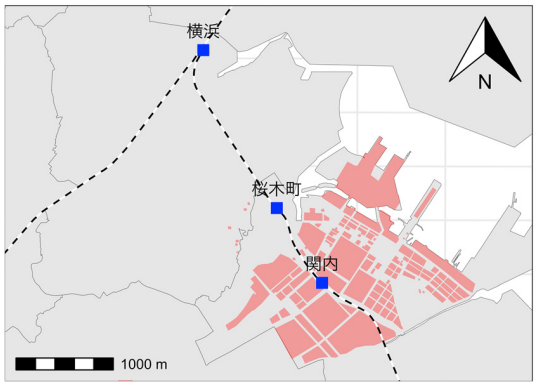


図 1：米軍の接収を受けた中心市街地域（赤塗部）

$$E[y_{it}] = \exp[treat_i \times after_t \beta_1 + \rho_t + \kappa_i] \quad (1)$$

ここで，$E[\cdot]$ は期待値，y_{it} は町丁目 i での時点 t の事業所数を表す．関心がある変数は，町丁目 i が接収地域内なら 1 を取るダミー変数 $treat_i$ と，接収解除後の時点であれば 1 を取るダミー変数 $after_t$ との交差項である．その回帰係数 β_1 は負になると予想する．ρ_t は全町丁目に共通の時点 t 固有の要因（時点固定効果），κ_i は町丁目 i に固有の時間不変の要因（町丁目固定効果）を表す．分析においては，接収前の時点を 1939 年，接収後の時点を 1959・1965 年と設定する．

(3) 結果：表 1 に示すのが，式（1）で定式化した DD の推定結果である．列（1）は接収解除後の観測値として 1959・1965 年の両時点をサンプルに含めた結果，列（2）は 1965 年のみを含めた結果である．全ての列で，処置変数（$treat_i \times after_t$）の回帰係数は負であり，接収対象の町丁目では接収解除後において，事業所数が（相対的に）低水準となったことが示唆される．一方，回帰係数の値は，1965 年を解除後の観測値として用いた際に比較的小さくなるが，依然として統計的に有意であり，接収の負の影響はある程度持続的であったことを示唆する結果である．

(4) 実証分析に使用したデータ：

・横浜商工会議所（1939）．横浜商工名鑑，昭和 14 年版．
- 同（1959）．横浜商工名鑑，昭和 34 年版．
- 同（1965）．横浜商工名鑑，昭和 40 年版．
・横浜市（1954）．横浜港隣接地帯接収現況図．

(5) 引用文献：

Glaeser, E., & Gyourko, J. (2018). The economic implications of housing supply. Journal of Economic Perspectives, 32 (1), 3-30.

表 1：DD 推定結果

	(1) 事業所数 (1939-1959&1965)	(2) 事業所数 (1939-1965)
treat×after	−0.656*** (0.102)	−0.323*** (0.104)
町丁目固定効果	Yes	
時点固定効果	Yes	
Observations	1,059	706
Over-dispersion	12	23.9

注：***1%, **5%, *10%で統計的に有意．()内は標準誤差．標準誤差は町丁目レベルでクラスターされている．

地震リスク軽減と地価の空間パネルデータ分析

河端 瑞貴[1]，直井 道生[1]，安田 昌平[2]
[1]慶應義塾大学 経済学部，[2]日本大学 経済学部
連絡先: <mizuki@econ.keio.ac.jp>

(1) 動機：災害に強い都市づくりは，災害リスクの高い世界各地で重要な政策課題となっている．日本では，建築物の耐震化や密集市街地の解消等，防災対策の都市整備が進められてきた．しかし，災害リスク情報と不動産価格に関する研究蓄積が進む一方で，地震リスクを軽減する都市整備の効果に着目した研究は少ない．地震リスク（特に延焼の危険がある火災リスク）の軽減は，当該地区の地価を上昇させる直接効果だけなく，周辺地区の地価を上昇させる間接（スピルオーバー）効果もある可能性がある．そこで本研究では，空間パネルデータモデルを用いて，地震リスクの軽減が地価に与える直接効果と間接（スピルオーバー）効果を推定し，地震リスクを軽減する都市整備の効果を定量的に評価した．

(2) 方法：対象地域は離島を除く東京都とする．地震リスク指標には，町丁単位の東京都の「地震に関する地域危険度測定調査（以下，地域危険度と記す）」（2002，2008，2013，2018 年）と国土交通省の「地震時等に著しく危険な密集市街地（以下，密集市街地と記す）」（2012, 2015, 2016, 2017 年）を用いる．ヘドニック・アプローチを採用し，被説明変数に公示地価（住宅地，対数）を用いた空間ダービンモデルに基づく時空間固定効果モデル（Elhorst, 2014）を推定した．時間可変のコントロール変数には，最寄り駅までの距離（対数）と人口密度（対数）を用いた．

(3) 結果：地域危険度および密集市街地が住宅地地価に与える平均限界効果を表 1 に示す．空間固定効果モデルの推定結果を見ると，建物倒壊危険度の直接効果は有意に負であるが，間接（スピルオーバー）効果は負だが有意ではなく，建物倒壊の影響は局所的であることを示唆している．一方，火災危険度は直接効果，間接効果ともに有意に負であり，火災危険度を軽減すると，当該地区（町丁）だけでなく，周辺地区の地価が上昇することを示している．建物倒壊危険度と火災危険度を合わせた総合危険度の直接効果と間接効果は有意に負となっている．火災危険度と総合危険度の総合効果（直接効果＋間接効果）は，それぞれの危険度が 1 ランク下がると，間接効果が及ぶ範囲を 500 m 圏内とした場合（閾値 500 m）は 3.6％と 3.4%，750 m 圏内とした場合（閾値 750 m）は 2.6％と 3.0％上がることを示す．建物倒壊危険度，火災危険度，総合危険度の総合効果は，いずれも標準固定効果モデルの平均限界効果よりも絶対値が大きい．推定値に基づくと，2012 年から 2017 年に生じた密集市街地解消の便益は，スピルオーバー効果を考慮しない場合で 1210 億円，スピルオーバー効果を含めると閾値 500 m で 3630 億円，閾値 750 m で 2940 億円であった．

(4) 使用したデータ：

- 「地震に関する地域危険度測定調査（2002，2008，2013，2018 年）」東京都都市整備局
- 「地震時等に著しく危険な密集市街地（2012, 2015, 2016，2017 年）」国土交通省
- 「地価公示」，「鉄道時系列」国土数値情報
- 「住民基本台帳」東京都

(5) 謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP20K01617，日本住宅総合センター助成金，日本経済研究センター研究奨励金を受けた．ここに謝意を表する．

(6) 参考文献：

Elhorst, P. (2014) Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Heidelberg: Springer.

表 1：地域危険度と密集市街地の平均限界効果

	標準固定効果モデル	空間固定効果モデル					
		閾値500m			閾値750m		
		総合効果	直接効果	間接効果	総合効果	直接効果	間接効果
地域危険度							
建物倒壊危険度	-0.016 **	-0.024	-0.014 *	-0.010	-0.019	-0.012 **	-0.006
	(0.008)	(0.017)	(0.008)	(0.010)	(0.014)	(0.005)	(0.010)
火災危険度	-0.012 ***	-0.036 ***	-0.017 ***	-0.020 ***	-0.026 ***	-0.009 **	-0.017 ***
	(0.004)	(0.013)	(0.006)	(0.007)	(0.010)	(0.004)	(0.006)
総合危険度	-0.018 ***	-0.034 ***	-0.016 ***	-0.018 **	-0.030 ***	-0.014 ***	-0.016 ***
	(0.004)	(0.012)	(0.006)	(0.007)	(0.009)	(0.004)	(0.006)
密集市街地	-0.024 ***	-0.073 *	-0.031 *	-0.043 *	-0.059 *	-0.019 **	-0.039 *
	(0.008)	(0.041)	(0.018)	(0.024)	(0.030)	(0.010)	(0.022)
N（地域危険度）	3,796	1,176			2,748		
N（密集市街地）	4,604	1,628			3,552		

*p < 0.10, **p < 0.05, ***p < 0.01. 括弧内は標準誤差．標準固定効果モデルは空間ラグを含まない時空間固定効果モデル．
空間固定効果モデルは空間ダービンモデルに基づく時空間固定効果モデル．

大規模災害時における住宅単位の経済的被害評価手法の開発

古谷 貴史[1]，秋山 祐樹[2,3]
[1]東京都市大学大学院 総合理工学研究科，[2]東京都市大学 建築都市デザイン学部
[3]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <g2081624@tcu.ac.jp>

(1) 動機：わが国では，自然災害の発生頻度が高いため，地震・水害等による物理的な被害評価手法の高度化が図られてきた．一方，自然災害による被害を考える際，物理的な被害のみならず，経済的被害を踏まえた災害リスク評価も重要である．特に住宅の被害は災害による直接被害額の大部分を占めるため，住宅の経済的被害を広域かつ詳細に評価することが重要である．しかし，内閣府（2013）による住宅の経済的被害評価をはじめ，既往研究の多くは評価結果がマクロな単位でなされており，住宅における被害額を広域かつ空間的に高い粒度で推計した事例は殆ど見られない．さらに Nakashima et al.（2018）は，災害による経済的被害は，年収や貯蓄等の世帯の経済力によって格差が生じることを指摘している．そこで本研究では，大規模災害時の住宅単位の損害額および世帯ごとの貯蓄高を推計することで，地域の経済力を考慮した住宅単位の経済的被害評価手法の開発を目的とする．

(2) 方法：本研究では，首都直下型地震を想定し，住宅の中でも戸建て住宅を対象に，経済的被害評価を実施した．まず損害額の推計に必要な情報として，建物 1 棟 1 棟の構造を XGBoost による機械学習を用いて推定し，さらに既存の統計資料を組み合わせ，築年代を推定した．次に，推定した建物構造および築年代に基づき住宅単位の損害額を推計した．さらに，既存の統計資料を組み合わせ，町丁字単位で世帯の貯蓄高を推計した．最後に，町丁字ごとに 1 世帯当たりの貯蓄高に対する損害額の比を算出することで，経済的な負担の地域格差を定量的に明らかにした．

(3) 結果：図 1 に首都直下型地震の想定震源地が都心直下南部となる場合における，半壊以上の被害を受ける建物 1 棟あたりの平均損害額を示す．1 棟当たりの平均損害額が 1,000 万円を超える町丁字は関東地方の広い範囲に分布し，住宅の損害額の総額は約 20.4 兆円であった．これは内閣府が試算した被害額（2013）の 23.8 兆円と概ね一致する結果となった．次に，町丁字ごとに 1 世帯当たりの貯蓄高に対する損害額の比を算出した．図 2 にその結果を示す．1 世帯当たりの貯蓄高に占める損害額の割合が 4 割未満となる地域が多い一方で，東京 23 区近郊は 1 世帯当たりの貯蓄高を超える損害額が出る地域が多くなることが分かった．今後は，より正確な経済的被害評価に向けて，建物属性の推定精度を向上させる予定である．

(4) 使用したデータ：

・「国勢調査（2015 年）」総務省
・「住宅・土地統計調査（2018 年）」総務省
・「国土数値情報 用途地域データ」国土交通省
・「Zmap TOWN II（2016 年）」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1049 による成果である．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：

内閣府（2013），首都直下型地震の被害想定と対策について最終報告書）,<http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_siryo03.pdf>.（最終閲覧日 2021 年 9 月 5 日）

Nakashima, T., Okada, S., (2018) Financial Imbalances in Regional Disaster Recovery Following Earthquakes - Case Study Concerning Housing - Cost Expenditures in Japan, Sustainability, 10(9), 3225, 1-23.

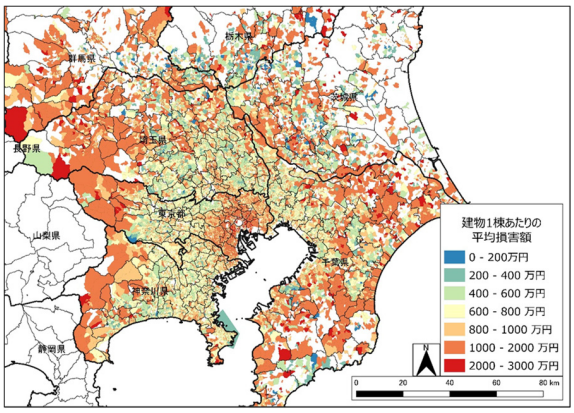


図 1：被害建物 1 棟当たりの平均損害額

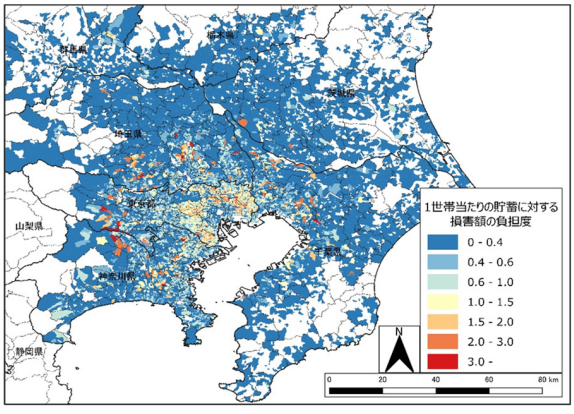


図 2：1 世帯当たりの貯蓄高に対する損害額の比

連続的・不連続な空間的異質性を分析する融合モデルの提案

彭 湛[1]，井上 亮[1]
[1]東北大学 情報科学研究科
連絡先: <peng.zhan.p3@dc.tohoku.ac.jp>

(1) 動機：地理空間データの分析を通した地域モニタリングに基づく政策決定への活用が都市・地域計画分野における重要な研究課題の一つである．地域モニタリング上の注目事項の一つは，社会経済現象の生成要因が場所により異なることに着目した，空間的異質性分析である．大都市圏のように多様な特徴を有する地域では，空間全域で連続的に変化する異質性と，行政境界，鉄道沿線などの特定の地域で不連続的に変化する異質性の 2 種類が同時に存在する．しかし，従来の分析手法ではその片方しか考慮できないため，偏りのある推定結果に基づき地域特徴の解釈を誤る可能性がある．そのため，連続的・不連続な空間的異質性構造を同時に抽出する手法が必要である．

(2) 方法：連続的な空間的異質性に対して，地点毎に回帰係数を推定し，位置によって生成要因の影響が徐々に変化する空間構造を捉える Spatially Varying Coefficient（SVC）モデルがある．不連続な空間的異質性に対して，特定の地域区分に基づき各地域に異なる係数を設定したモデルが検討されてきた．二種類の空間的異質性を同時に検出するために，SVC の 1 つである Eigenvector spatial filtering-SVC（ESF-SVC）とスパースモデリング手法の 1 つである Fused LASSO を融合したモデルが提案される (田・井上, 2020)．また近年，ESF-SVC モデルに変量効果を導入した random effects ESF- SVC（RE-ESF-SVC）モデルに拡張され，連続的な空間的異質性の構造をより高い精度で分析できることが示されている（Murakami et al., 2017）．そこで本研究は，より適切な連続的・不連続な空間的異質性構造の抽出を目指し，RE-ESF-SVC モデルと Fused LASSO の融合モデルを提案する．

提案モデルは，連続的な空間的異質性を，random effects を導入した回帰係数で表現する同時に，分割した小地域のダミー変数のパラメータに対して隣接関係の L_1 正則化項を加えた推定を行うことで，パラメータが同じ非 0 値を取る周辺地域と異質な小地域群を抽出できる．シミュレーション実験によって，提案モデルと RE-ESF-SVC モデル，Fused LASSO の推定結果を比較して提案手法の有用性を評価する．

(3) 結果：図 1 に各モデルで推定したパラメータの空間分布を示す．提案モデルでは，2 種類の空間的異質性を同時に抽出でき，それぞれ切片 β_1 と小地域ダミーのパラメータ β^{area} で表す．一方，RE-ESF-SVC モデルの切片と Fused LASSO の小地域ダミーのパラメータの推定結果から，2 種類の空間的異質性が混在しているパターンが見える．加えて，表 1 に各モデルの統計量を示す．他のモデルに比べ，提案モデルのパラメータ推定の RMSE と BIC が最も小さく，Adjusted R^2 が最も大きく，高い汎化性能と説明力を示す．また，残差の Moran's I 統計量が 0 に近く，提案モデルは空間相関を十分に考慮できることが確認できる．以上から，提案モデルは異なる空間的異質性を同時に抽出できることが確認された．

(4) 謝辞：本研究は JSPS 科研費 18H01552 および 21H01447 の助成を受けた．さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No.815 の成果の一部である．

(5) 参考文献：

田 皓一朗，井上 亮（2020）．異なる空間スケールの異質性を考慮可能な分析法の提案~空間可変パラメータモデルとスパースモデリングの融合アプローチ．地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集，29：C24-1-3．CD-ROM.

Murakami, D., Yoshida, T., Seya, H., Griffith, D. A., & Yamagata, Y. (2017). A Moran coefficient-based mixed effects approach to investigate spatially varying relationships. Spatial Statistics, 19, 68-89.

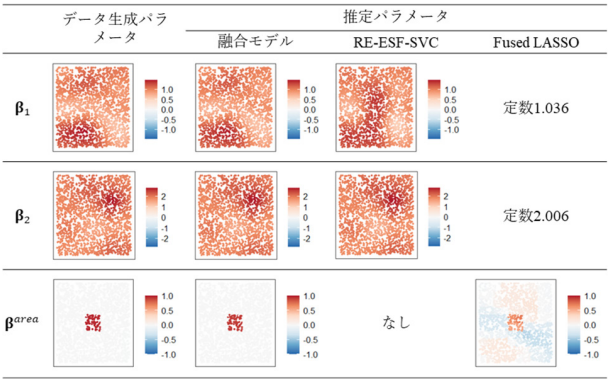


図 1：各モデルのパラメータ空間分布

表 1：各モデルの統計量

統計量	融合モデル	RE-ESF-SVC	Fused LASSO
β_1のRMSE	**0.023**	0.142	0.189
β_2のRMSE	**0.034**	0.054	0.184
β^{area}のRMSE	**0.017**	NA	0.164
Adjusted R^2	**0.977**	0.934	0.951
Moran's I	**-0.004**	0.194	0.194
BIC	**-3561.38**	-1473.41	-1702.70

オープンデータと機械学習を用いた建物ごとの構造推定手法の開発

武田 直弥[1]，古谷 貴史[2]，秋山 祐樹[3,4]
[1]東京都市大学 工学部，[2]東京都市大学大学院 総合理工学研究科，
[3]東京都市大学 建築都市デザイン学部，[4]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <g1818055@tcu.ac.jp>

(1) 動機：南海トラフや首都直下型地震などの大規模地震の被害低減には，住宅の耐震化の取り組みを全国的に進めることが重要である．このような取り組みを自治体レベルで進めるためには，自治体が事前に地震の被害状況を把握・推定した上で防災計画を立てていく必要がある．その際に建物の耐震性や防火性を決める重要な要素である建物ごとの構造に関する情報は重要である（小川ほか，2020）．しかし，建物ごとの構造に関する情報は一般に公開されていない場合が多い．そこで，本研究では機械学習を用いて建物ごとの構造推定を行い，信頼性の検証を行った．

(2) 方法：本研究は，建物ごとの構造情報が公開されている東京都世田谷区を対象地域とした．まず，世田谷区の住宅用途の建物を 1,000 件抽出し，抽出した建物に公開情報から建物構造を与えることで，機械学習に用いる教師データを作成した．次に国勢調査（2015）と住宅土地統計調査（2018）等から作成した様々な地理空間情報を建物データに付与した．以上の処理により建物構造を説明するための説明変数を作成した．また，これらの説明変数には用途地域など一部の地域で欠損値が生じる可能性があるため，欠損値を扱うことのできる機械学習モデルである XGBoost (eXtreme Gradient Boosting)を用いて建物構造の推定を行った．本研究のモデルでは，予め訓練用データと検証用データを 8:2 の比率で分割し，学習用データのみでモデルの学習を行った後，建物が非木造に分類される確率を算出し，その確率が 0.5 を超えるものを非木造と推定する手法でモデルの作成を行い，また，logloss (Logarithmic Loss) を評価指標に用いた．

(3) 結果：表 1 は世田谷区を対象に検証用データを用いて，モデルの推定結果と真値とを集計したものである．この結果表から正答率，F 値を算出するとそれぞれ 92.00%，0.7519 となり，このモデルを用いることで建物構造を全体としては高い精度で推定することができた．次に，兵庫県神戸市を対象に同モデルの汎化性能の検証を行った．先に用いたモデルで構造推定を行った兵庫県神戸市の建物データから丁町字ごとの木造率を算出し，神戸市都市計画基礎調査建物構造集計データから得られる丁町字ごとの木造率と比較した．図 1 に真値の木造率と推定値の木造率の差を示す．この結果から世田谷区と類似した特徴を持つ地域は正しく推定できたが，それ以外の地域では精度に問題があることがわかった．今後は統計データの存在しない地域の精度向上など，モデルの汎化性能の改善に取り組む．

(4) 使用したデータ：

- 「Zmap TOWN II（2016 年度 Shape 版）」株式会社ゼンリン
- 「神戸市都市計画基礎調査建物構造集計データ（2014 年）」G 空間情報センター
- 「平成 27 年国勢調査」総務省統計局
- 「平成 30 年住宅土地統計調査」総務省統計局

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究（No.884）の一環として実施した．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：

小川芳樹・沖拓弥・関本義秀・柴崎亮介（2020）不動産に関する地理空間情報と建物画像を用いた建物の構造・築年代推定手法の検討．「人工知能学会全国大会論文集 34 回全国大会」，2P6-GS-13-01.

表 1：世田谷区における検証用データの推定結果

検証データ		推定構造数		
		非木造[棟]	木造[棟]	合計
教師データの建物数	非木造[棟]	23	11	34
	木造[棟]	5	161	166
	合計	28	172	200

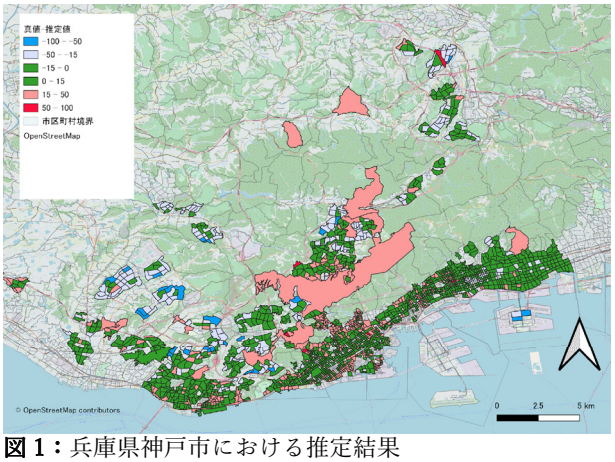


図 1：兵庫県神戸市における推定結果

街路の全方位画像ビッグデータを用いた地域分析

沖 拓弥[1]，小川 芳樹[2]
[1]東京工業大学 環境・社会理工学院，[2]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <oki.t.ab@m.titech.ac.jp>　Web: <http://www.arch.titech.ac.jp/okiLab/>

(1) 動機：地域の特徴づけや地域分類の方法として，これまでに様々なものが提案されてきた．しかし，高い空間解像度で広域を対象に分析を行うことは困難であった．一方で近年，多種多様な建築・都市ビッグデータが比較的容易に入手可能となるとともに，人工知能技術も急速に発展しており，これらを活用した新たな地域分析手法を検討することの意義は大きい．そこで本研究では，車両に設置した全方位カメラで撮影した街路画像ビッグデータをもとに，深層学習による画像認識技術を用いた地域分析の手法を構築した．

(2) 方法：東京都世田谷区全域（一部，区外も含む）で撮影された 178 万 9,821 枚の全方位画像（横 5,400 pixel×縦 2,700 pixel，2.5 m 間隔で撮影）から，一部の画像をサンプリングして分析に用いた．まず，画像認識用の学習済み深層学習モデル（VGG16：Simonyan and Zisserman, 2014）を特徴量抽出器として用い，街路画像の特徴量に基づく地域分類手法を構築した．次に，CityScapes データセット（Cordts et. al., 2016）を学習させた DeepLab V3+モデル（Chen et. al., 2018）を用いた Semantic segmentation（画素単位の自動意味づけ）により，各撮影地点における街路構成要素（建物，道路，塀，植栽，空，街灯など）の構成比を算出し，これをもとに街路の景観や安全性等を評価した．

(3) 結果：VGG16 モデルで抽出した 4,096 次元の特徴ベクトルに基づき，k-means++法を用いて，連続する 4,689 枚の画像を 10 個のクラスタに分類した結果を図 1 に示す．同一街路上の画像は概ね同一のクラスタに分類されているが，所属クラスタが頻繁に変動するケースも一部見受けられる．図 2 には，Semantic segmentation に基づく街路構成要素割合の可視化結果を示す（ここでは全方位画像から変換したパース画像を用いている）．パース画像は人間の視野に近いことから，例えば緑（vegetation）の割合で見ると，必ずしも樹木や植栽の絶対量が多い街路で値が高くなっているとは限らず，街路を通行中にアイレベルで感じる緑の多少が抽出できている．他にも例えば，歩道の整備度合い（sidewalk），街路のにぎわいや群集密度（person），天空率（sky）など，様々な地域分析（ウォーカビリティ評価，防犯・防災性能評価など）に応用できる可能性がある．今後は，本手法を用いた世田谷区全域の街路景観評価や安全性評価に取り組む予定である．

(4) 使用したデータ：
・「全方位画像」株式会社ゼンリン

(5) 謝辞：株式会社ゼンリンには本研究で必須となる全方位画像データを提供して頂いた．さらに本研究は，2020 年度東工大挑戦的研究賞に関する研究課題，および，東大 CSIS 共同研究 No.992 および No.1042 の一部として実施した．ここに記して謝意を表す．

(6) 参考文献：

K. Simonyan and A. Zisserman (2014) Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, arXiv:1409.1556.

M. Cordts, et. al. (2016) The Cityscapes Dataset for Semantic Urban Scene Understanding.（2020.8.31 参照）<https://www.cityscapes-dataset.com>

L. Chen, et. al. (2018) Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation, arXiv:1802.02611.

図 1：全方位画像を用いた街路のクラスタリング結果

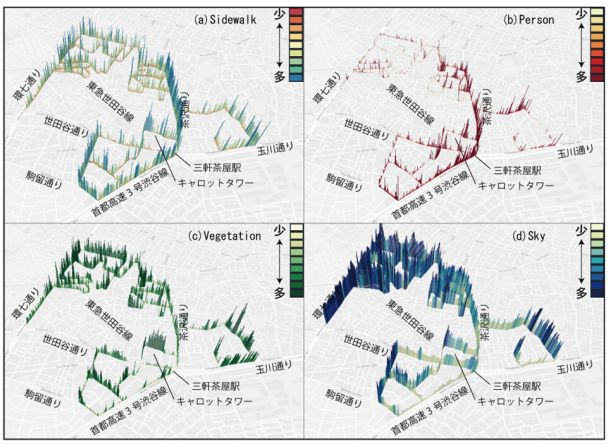


図 2：Semantic segmentation による街路の特徴の可視化
※棒の長さと色は画像中の各構成要素の多さに対応．

地域の特性の変化が小売業に及ぼす影響の分析

西堀 泰英
大阪工業大学
連絡先: <yasuhide.nishihori@oit.ac.jp>　Web: <http://oit.ac.jp/>

(1) 動機：近年，小売業の社会的な重要性が指摘されている．例えば石原（2019）は小売業がもつ外部性を指摘し，小売業とともにまちづくりに取り組むべきと主張している．満園（2015）は小売業と社会は「消費」「労働」「地域」の形で影響していることを指摘した．杉田（2008）は，買い物難民の問題は規制緩和と自動車社会化の結果生じたことを示したが，地域公共交通の衰退も相まって今後さらに問題が深刻化する恐れもある．こうした中，コンパクトシティ・プラス・ネットワークや，歩いて暮らせるまちづくりが推進されている．集約型都市の拠点や歩いて行ける場所には，小売業を含む商業機能が存在することが想定される．今後のまちづくりを進めるうえでも，小売業が重要な役割を果たすものと考えられる．
小売業の発展や衰退といった動向は，地域によって異なる．その動向に影響する要因を明らかにすることは，今後の小売業の育成や支援のあり方を検討する際の示唆となることが期待される．そこで本稿では，地域の特性が小売業に及ぼす影響の分析を行った．

(2) 方法：本稿では，小売業の動向を地域単位で分析する．小売業の動向に影響する要因には様々なものが考えられるが，ここではまず，歩いて暮らせるまちづくりの観点から徒歩分担率，そして大型小売店の出店状況を考慮する．
対象地域は，徒歩分担率を取得可能な第 4 回京阪神都市圏パーソントリップ（以下，PT）調査の対象地域（小ゾーン：概ね市区町村単位）とし，2000 年頃から 2010 年頃までの変化を分析する．商業統計 500 m メッシュ（2002 年，2014 年）を用いて PT ゾーン単位で集約し，各ゾーンの小売業全体の販売額を把握する．徒歩分担率は，第 4 回（2000 年）と第 5 回（2010 年）の PT 調査データから把握する．大型小売店の出店状況は，大型小売店データ（2010 年版）より，2000 年から 2010 年までに新規開業した店舗の有無を把握した．

(3) 結果：図 1 は，徒歩分担率を販売額の変化率の関係を 2000 年以降 2010 年までの大型小売店の新規出店の有無別に示している．新規出店があった地域では徒歩分担率が高いほど販売額の変化率が比較的大きい傾向があるが，新規出店がない地域では徒歩分担率との関係は見られない．図 2 は，徒歩分担率の変化（差）と販売額の変化率の関係である．新規出店がある地域では，徒歩分担率が上がる地域で顕著に販売額の変化率が大きくなっている．徒歩分担率と販売額の間に関係性が存在することを示唆する結果が得られた．
今後は本稿で考慮した以外の要因の考慮や，さらに細かい地域での分析を進めたい．

(4) 使用したデータ：
・「商業統計メッシュデータ」（一財）経済産業調査会，経済産業省
・「大型小売店データ」東洋経済新報社
・「京阪神都市圏 PT 調査」国土交通省

(5) 謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.972 の一部として実施し，商業統計メッシュデータ，大型小売店データの提供を受けた．また，国土数値情報より PT データを取得した．本研究の一部は，科研費（20K14856）の助成により行われた．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：
石原武政（2019）小売業の外部性と地域貢献.「マーケティングジャーナル」，38（3），6-16.
満園勇（2015）『商店街はいま必要なのか』，講談社現代新書.
杉田聡（2008）『買い物難民－もうひとつの高齢者問題』，大月書店.

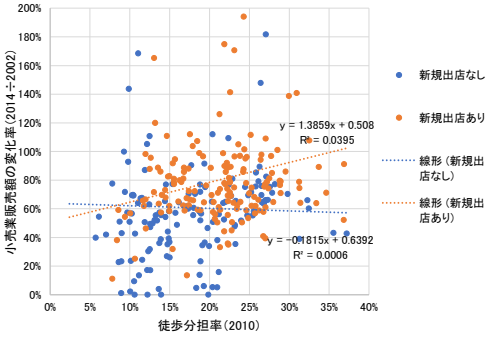


図 1：徒歩分担率と販売額変化率の関係

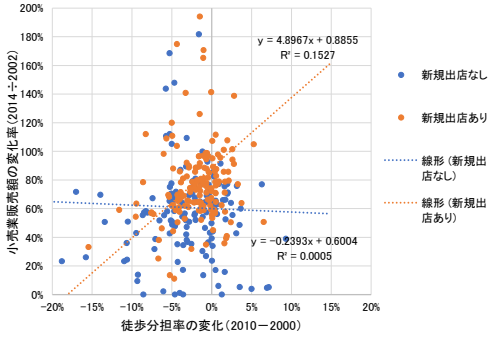


図 2：徒歩分担率の変化と販売額変化率の関係

住宅土地統計のダウンスケーリングによる地域メッシュ単位の世帯所得データの開発

山中 惇矢[1]，古谷 貴史[2]，秋山 祐樹[3,4]
[1]東京都市大学 工学部，[2]東京都市大学大学院 総合理工学研究科，
[3]東京都市大学 建築都市デザイン学部，[4]東京大学 空間情報科学研究センター
連絡先: <g1818100@tcu.ac.jp>

(1) 動機：町丁字や地域メッシュ単位の空間統計は，地域の現状を把握する上で有用な情報である．その一方で，近年では建物単位や人単位といった従来の空間統計よりも時空間的に高精細な空間情報が利用可能になりつつある（秋山，2019）．また，近年では携帯電話の移動履歴のビッグデータ（モバイルビッグデータ）も利用可能になり，これらの情報と既存統計を組み合わせて，各ユーザの個人属性を推定することで，新しい空間統計の開発も試みられている（Cheng et al., 2017 など）．このように利用可能な空間情報の空間的粒度が高精細化しつつある状況において，既存統計の空間粒度をいかにして高精細化するべきかということは，重要な課題となりつつある．そこで本研究では，既存統計を組み合わせることで市区町村単位集計の住宅・土地統計調査を地域メッシュ単位集計に高精細化（ダウンスケーリング）し，地域メッシュ単位の所得データを全国整備する技術を開発した．

(2)方法：まず，住宅・土地統計調査から住宅の所有関係別の世帯の年間収入階級別世帯数（市区町村別）を取得する．次に，国勢調査から住宅所有形式別の世帯数（町丁字別）を取得する．これらの情報に基づき，小地域（町丁字）毎の年間収入階級別世帯割合を推定する．続いて，国勢調査から町丁字と 5 次メッシュのポリゴンデータを抽出し，それらポリゴンデータを空間結合（ユニオン）する．生成された領域の面積を算出し，面積按分することによって，町丁字別の年間収入階級別世帯数を 250m メッシュ別に世帯数割合に変換する．以上の結果，市区町村別の世帯年収を 250m メッシュ別の世帯年収へダウンスケーリングする技術が実現した．さらに，国勢調査から 5 次メッシュ毎の人口数を抽出し，5 次メッシュ別の 1 人あたりの平均年収の推定を行った．

(3) 結果：図 1 に 5 次メッシュ毎に集計した 1 人あたりの推定年収を示す．所得の高い地域が東京都心や主要駅周辺に偏在していることが分かる．また，2019 年の東京都全域の「ポイント型流動人口データ」（株式会社 Agoop）から推定した各ユーザの居住地情報と各人の移動履歴の情報を組み合わせることで，任意の時間における来訪者の平均収入の推定を試みた．図 2 に 18 時の東京都在住の来訪者による推定年収分布を示す．このように既存統計をダウンスケーリングすることにより，モバイルビッグデータと既存統計を結合することも可能になった．今後はダウンスケーリングした結果の信頼性検証を進めるとともに，他の統計にも同手法を適用できないか検討を進める．

(4) 使用したデータ：

- 「住宅・土地統計調査（平成 30 年）」総務省統計局
- 「国勢調査（平成 27 年）」総務省統計局
- 「ポイント型流動人口データ（2019 年）」株式会社 Agoop

(5) 謝辞：本研究は科研費・挑戦的研究（萌芽）（19K21660）の助成を受けて実施した．また「ポイント型流動人口データ」を株式会社 Agoop より提供を受けた．以上，ここに記して謝意を表す．

(6) 参考文献：

秋山祐樹（2019）ビッグデータは何を語るか？～地理学×ビッグデータの可能性とその将来展望．「地理空間」, 12(3), 159-178.

Cheng, X, Fang, L, Hong, X and Yang, L. (2017). Exploiting Mobile Big Data: Sources, Features, and Applications. *IEEE Network*, 31(1), 72-79.

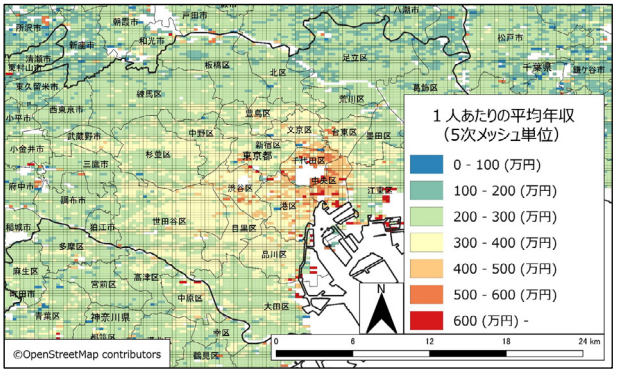


図 1：1 人あたりの平均年収の推定結果（東京 23 区とその周辺・5 次メッシュ集計）

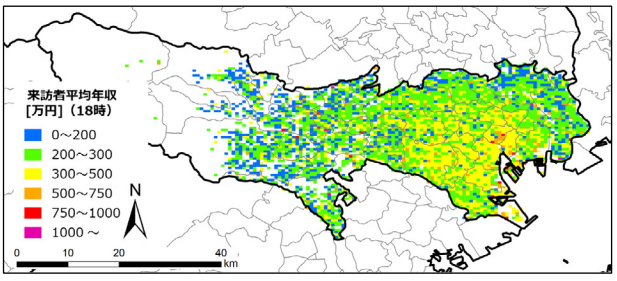


図 2：18 時における東京都在住の来訪者による推定平均年収（4 次メッシュ単位）

建物データを活用した下水道処理区の広域化・共同化に関する可能性

秋山千亜紀[1]，秋山　祐樹[2]，佐藤　大誓[3]
[1]筑波大学　生命環境系，[2]東京都市大学　建築都市デザイン学部，[3]LocationMind 株式会社
連絡先: <akiyama.chiaki@geoenv.tsukuba.ac.jp>　Web: <https://akiyama-lab.jp/chiaki/index.html>

(1) 動機：我が国では水質汚濁の改善のため，水質汚濁防止法等の法整備とともに下水道や浄化槽等の整備・普及を進めてきた．これらの排水処理施設の多くは高度経済成長期に計画され，現在では多くの施設で更新や再整備等が検討されている．そこで本研究では，将来的な下水処理施設の広域化・共同化の可能性を検討するため，広域な処理区を有する汚水処理施設である流域下水道事業を対象に，夜間人口及び昼間人口の比率を推定することで実質的な利用者の数を推定することを目的とする．これまで昼間人口の重要性は認識されていたものの，実際に昼間人口を把握することは困難であった．それに対して本研究では，建物ポイントデータの「用途」とモバイルビッグデータを援用することで，昼間・夜間の下水処理区内の人口を把握し，利用実態に迫ろうとするものである．

(2) 方法：対象地域は関東地方の流域下水道事業の処理区とする．まず住宅地図（2016 年）から建物ポイントデータを作成し,建物の用途に応じて,国勢調査から夜間人口を,モバイルビッグデータ注）から勤務地とその他に滞留している人口を非在宅人口と定義し,建物の用途ごとに人口を結合した．その後，夜間・非定住人口が結合された建物ポイントデータを秋山（2019）で構築した「流域下水道処理区ポリゴン（2015）」に空間結合し，処理区毎の想定使用者数を示す処理区人口と比較する．

(3) 結果：図 2 に図 1 で得られた結果を元に作成した流域下水道の処理区ごとの処理区人口に占める非在宅人口の割合を示す．次の段階として，昼間，つまり非在宅人口が滞留期間中に下水道をどの程度利用しているか利用実態の把握を進めたい．

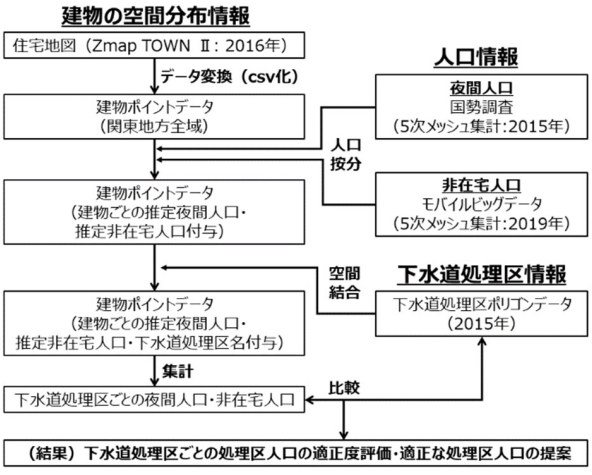


図 1：本研究の流れ

(4) 使用したデータ：
・「Zmap TOWN II（2016 年）」株式会社ゼンリン
・「国勢調査（2015 年）」総務省統計局
・「LocationMind xPop（2019 年 1 月～2019 年 12 月）」LocationMind 株式会社

(5) 謝 辞：本研究は科研費・若手研究 JSPS（19K20503）・基盤研究(C)JSPS(21K12362)の助成を受けて実施した研究成果である．さらに本研究は東大 CSIS 共同研究 No. 1114 の成果の一部として実施した．ここに記して謝意を表したい．

(6) 注釈：本研究で使用したモバイルビッグデータは LocationMind 株式会社から提供を受けた「LocationMind xPop」データを使用した．このデータは NTT ドコモが提供するアプリケーション（ドコモ地図ナビサービス（地図アプリ・ご当地ガイド）等の一部のアプリ）の利用者より，許諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を，NTT ドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータである．位置情報は最短 5 分毎に測位される GPS データ（緯度経度情報）であり，個人を特定する情報は含まれない．

(7) 参考文献：

秋山千亜紀（2019）将来推計人口に基づいた下水道事業の持続可能性の検討．「環境科学会誌」，32(2), 46-52.

Akiyama, Y. and Ogawa, Y., (2019) Development of Building Micro Geodata for earthquake damage estimation. *IGARSS 2019 Proceedings*, 5528-5531.

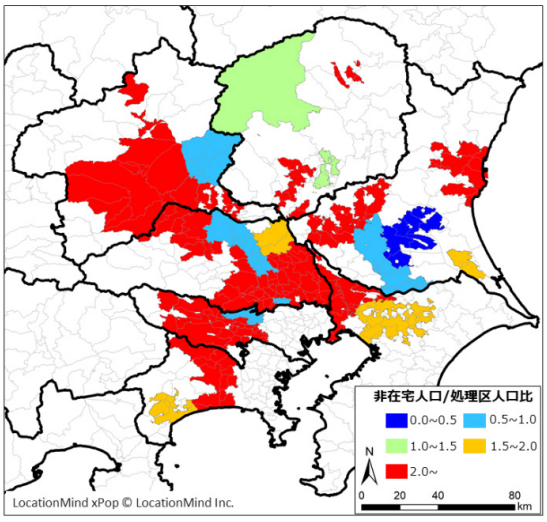


図 2：関東地方における流域下水道処理区ごとの処理区人口に占める非在宅人口の割合

空室率で見る東京オフィス市場の時空間的変動

松尾 和史[1]，堤 盛人[2]，今関 豊和[3]
[1]筑波大学大学院 システム情報工学研究群，[2]筑波大学 システム情報系，
[3]株式会社オフィスビル総合研究所
連絡先: <s2020445@s.tsukuba.ac.jp>

(1) 動機：オフィス市場を考える上で，最も代表的な指標として賃料と空室率がある．住宅市場とは異なり，オフィス賃料は，貸主が交渉を優位に進めるために秘匿するケースが多く，十分なサンプルを得ることが難しい．対して，オフィス空室率は，貸主が空室情報を秘匿するインセンティブが大きくないため，極めて高い精度で推定できる指標である．しかし，現在，一般に公開されているオフィス空室率指標は，いずれも空間単位が広く，詳細な地域ごとの市況判断には適さない．そこで，本稿では，より詳細なオフィス空室率データを構築すると共に，過去 20 年間における空間詳細なオフィス市況の変動について，探索的空間データ解析(Anselin, 1995)および空間計量経済学の手法を適用し，明らかにした．

(2) 方法：対象地域は東京 23 区内において，オフィスビルが一定程度密集する 500m メッシュとする．はじめに，三幸エステート株式会社が保有する 2000 第 1 四半期から 2021 年第 2 四半期までの個別オフィスビル単位の募集（空室）床面積，貸付総面積のデータを基に，メッシュ単位の空室率を推定する．次に，探索的空間データ解析の手法を用いて，各時点における空室率が局所的に高い水準となっている地域(HH; High-High)や，局所的に低い水準となっている地域(Low-Low; LL)を特定した．また，これらの空間パターンの時系列変化について，遷移割合等を用いて，特徴を整理した．最後に HH になりやすい地域の特徴について，経済センサスのデータも含め，空間計量経済モデルを用いて，回帰分析を行った．なお，一連の分析に用いる空間重み行列は，各メッシュの中心を代表点として，4 ㎞を閾値とした距離逆数法により定義した．

(3) 結果：金融危機前後と，COVID-19 感染拡大前後の空間パターンの分布に着目すると，どちらも，ショック後に渋谷駅周辺の地域で HH が集積しており，類似した傾向が読み取れる（図 1）．また，回帰分析の結果，空室率の水準が高く，築年の古いビルが密集し，平均的な事業所の規模が小さい地域が HH になる確率が高いことが明らかになった（表 1）．今後は，小地域単位の地域区分に基づく空室率指標を整え，時空間変動のモデル化に取り組みたい．

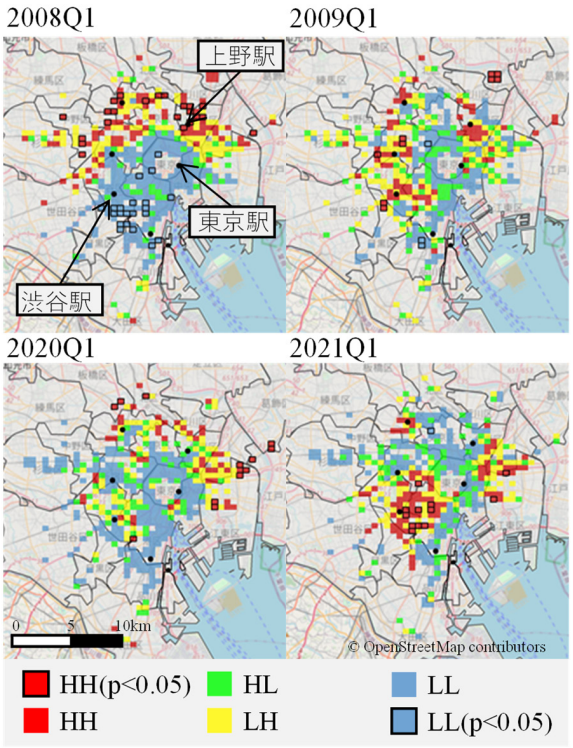


図 1：ショック前後の空間パターンの分布

表 1：HH 確率を従属変数とした回帰分析

空間ラグモデル	β	std.err	
Intercept	-26.95	4.06	***
平均空室率(%)	5.00	0.25	***
平均築年数(年)	0.35	0.15	**
平均従業者数（人/所）	-0.06	0.02	***
従業者構成比(%)			
G 情報通信業	0.01	0.04	
H 運輸業.郵便業	-0.12	0.06	*
J 金融業.保険業	-0.05	0.05	
K 不動産業.物品賃貸業	0.03	0.06	
L 学術研究.専門.技術サービス業	0.00	0.05	
R サービス業	0.04	0.04	
Rho	0.77		***
N	428		
LM	356.23***		

*p<0.1; **p<0.05: ***p<0.01

(4) 使用したデータ：

・「経済センサス活動調査（2016 年）」総務省
・「オフィスマーケットデータ（2000 年 1 月～2021 年 4 月）」三幸エステート株式会社

(5) 参考文献：

Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93- 115.

人口流動統計の発生集中量に基づく市区町村の地域特性の類型化に関する一考察

今井 龍一[1]，松島 敏和[2]，○野崎 琉加[3]
[1]法政大学 デザイン工学部／東京大学空間情報科学研究センター，
[2]中央復建コンサルタンツ株式会社，[3]法政大学大学院 デザイン工学研究科
連絡先: <ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp>

(1) 動機：交通ビッグデータは人口動態のモニタリングの観点では活用が進みつつあるものの，これに加えて地域の課題解決に向けた施策展開に必要となる地域計画にも活用できると考える．地域計画では，主に国勢調査やパーソントリップ調査が基礎情報として活用されているが，これらの統計調査は調査間隔が長く，調査範囲が限られている等の課題を有する．そのため，日々変化する都市の現状を十分に把握できず，必ずしも定量的・科学的な根拠に立脚した施策展開がなされているとはいえないこともある．以上より，本研究の目的は，24 時間 365 日データを取得可能である交通ビッグデータのみを用いて，地域計画を策定する上で欠かせない都市のエリア分けを試みることとした．市区町村を地域特性別に類型化することにより，都市圏における地域の発展の程度の分布を把握でき，地域計画の策定等に寄与できると考える．

(2) 方法：本研究では，携帯電話基地局の運用データのモバイル空間統計の一種である人口流動統計を利用した．人口流動統計は人の動きの統計データで，ゾーン間の流動人口（トリップの OD 量）を把握できるデータである．研究の対象地域は，三大都市圏のひとつで社会経済活動の活発な近畿圏（2 府 4 県）に設定した．

本研究では，人口流動統計の OD 量における特性を基に市区町村を「都心部」，「都心周辺・郊外部」および「地方部」に類型化する手法を考案した．まず，人口流動統計から近畿圏の 245 市区町村における 6 時，7 時および 8 時台の「集中量」と「集中量から発生量を引いた値」を算出した．次に，算出した 2 つのデータを基に市区町村を「都心部」，「都心周辺部」，「打ち消し部」，「郊外部」および「地方部」の 5 地域に分類した．分類イメージを図 1 に示す．最後に，分類結果が重複する市区町村が一定程度あったため，「都心周辺部」，「打ち消し部」および「郊外部」を統合し，「都心周辺・郊外部」とした．

(3) 結果：国勢調査の人口密度，昼夜率および産業構成のクラスター分析によって作成された地域分類（松島，2017）と，考案手法による地域分類とを比較した．それぞれの地域分類結果を図 2 に示す．図 2 より，両データの地域分類の結果がほぼ類似していることを確認できた．以上より，人口流動統計を活用した考案手法によって，地域特性を推定できることが示された．今後は，人口流動統計以外の交通ビッグデータでの適用可能性を調査する．

(4) 謝辞：中央復建コンサルタンツ株式会社 和田翔氏，中矢昌希氏，朝日放送テレビ株式会社 木戸崇之氏，琉球大学 神谷大介准教授，株式会社 NTT ドコモ 永田智大氏，関西大学 山本雄平助教，大阪経済大学 井上晴可講師には多大なるご協力および貴重なご意見を賜った．また，本研究は東大 CSIS 共同研究 No.1074 としても実施した．ここに記して謝意を表したい．

(5) 参考文献：

松島敏和（2017）インフラオープンデータ・ビックデータ利活用ワークショップ 活動報告④PT 調査データと可視化事例の紹介＜https://committees.jsce.or.jp/cceips17/system/files/%E6%B4%BB%E5%8B%95%E5%A0%B1%E5%91%8A4_%E6%9D%BE%E5%B3%B6_20171214.pdf＞．

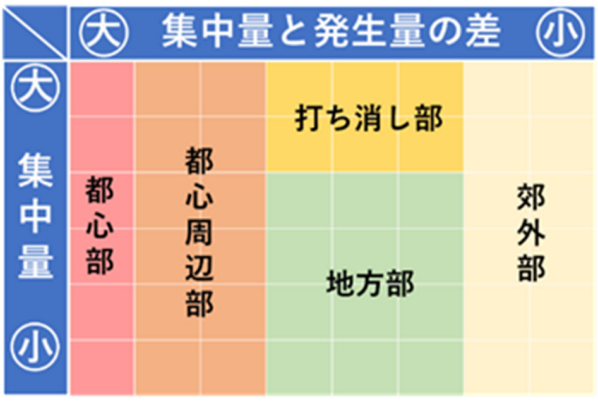


図 1：市区町村の分類イメージ

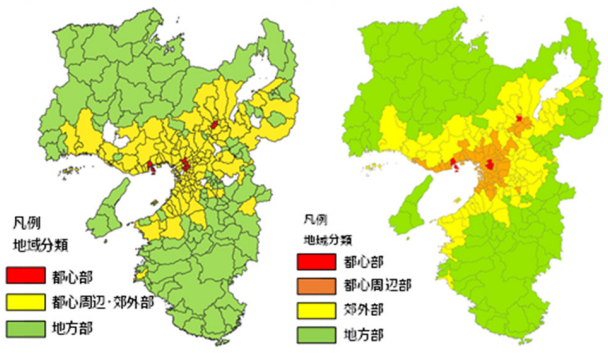


図 2：考案手法による地域分類（左）と
複数データのクラスター分析による地域分類（右）

母子世帯への公的支援の地域格差

柴辻 優樹[1]，河端 瑞貴[2]
[1]慶應義塾大学大学院　経済学研究科／日本学術振興会特別研究員（DC1），[2]慶應義塾大学 経済学部
連絡先: <yuuki.sh.eco@keio.jp>

(1) 動機：本研究は日本全国の自治体を対象に，母子世帯の空間クラスターと公的支援の実施状況の地域格差を分析する．日本の母子世帯の多くは経済的困難に直面している．労働政策研究・研修機構の「子どものいる世帯の生活状況および保護者の就業に関する調査 2018（第 5 回子育て世帯全国調査）」によると，母子世帯の相対的貧困率は 2018 年で 51.4%と非常に高い．近藤（2013）は，自治体が実施する母子世帯への公的支援には地域格差があることを指摘している．しかし，どのような地域で支援が不十分であるか実態は明らかでない．本研究は，柴辻・河端（2020）を発展させ，母子世帯の空間クラスター分析の精緻化に加え，新たに公的支援の実施状況と，自治体の社会経済的特性との関連性を分析した．

(2) 方法：分析年は 2010 年と 2015 年，分析対象は全国の自治体（市町村と東京都特別区）とする．まず，自治体単位の母子世帯率について，経験ベイズ法に基づく補正を行った Global Moran's I 統計量，Local Moran's I 統計量を計算し，母子世帯率の空間クラスターを分析する．次に市，東京都特別区，福祉事務所設置町村の自立支援関係事業の実施数を空間クラスターごとに集計し，平均実施数に差があるかを分析する．そして，自立支援関係事業のうち，「自立支援教育訓練給付金事業」と「高等職業訓練促進給付金事業」の実施有無（有は 1，無は 0 のダミー変数）を被説明変数，各自治体の社会経済的特性（母子世帯率，人口密度（対数），転出超過率，離婚率，高齢化率，女性失業率，平均課税所得（対数），財政力指数，18 歳未満一人当たり児童福祉費支出（対数））を説明変数とするロジット・モデルを推定する．

(3) 結果：図 1 に 2010 年，2015 年の両年で母子世帯率の HH（空間クラスター）の自治体を示す．これら自治体の自立支援関係事業の平均実施数は，2010 年で 2.08，2015 年に 2.38 と，全体平均（2010 年：2.65，2015 年：3.08）よりも少ない．表 1 にロジット・モデルの推定結果に基づく平均限界効果を示す．分析した両自立支援事業の実施確率は，人口密度と児童福祉支出の高い地域で高く，女性失業率の高い地域で低い傾向のあることがわかった．一方，母子世帯率とは統計的に有意な関連は見られなかった．これらの結果より，公的支援の実施状況は，自治体内の母子世帯率よりも，人口規模や財政状況，労働市場の状況などの社会経済的な要因と関連する可能性が示唆された．

(4) 使用したデータ：

- 「国勢調査」総務省
- 「母子家庭の母及び父子家庭の父の自立支援施策の実施状況」厚生労働省
- 「都道府県・市区町村のすがた（社会・人口統計体系）」総務省
- 「地方財政状況調査 市町村分 調査表」総務省
- 「国土数値情報行政区域データ」国土交通省

(5) 謝辞：本研究は日本学術振興会特別研究員奨励費（課題番号：20J22386）の助成を受けた．ここに謝意を表する．

(6) 参考文献：

近藤理恵 (2013) 『日本，韓国，フランスのひとり親家族の不安定さのリスクと幸せ：リスク回避の新しい社会システム』，学文社．

(7) 関連文献：

柴辻優樹・河端瑞貴（2020）母子世帯自立支援施策の実施状況における地域差. CSIS DAYS2020 全国共同利用研究発表大会，D10.

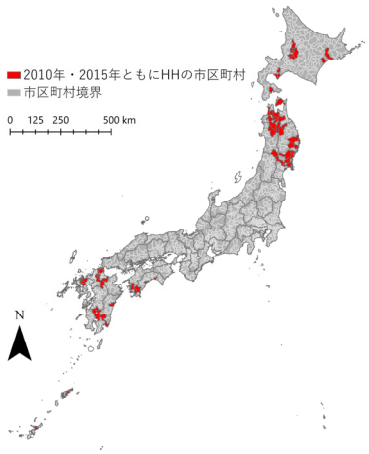


図 1：2010 年・2015 年ともに HH の自治体

表 1：ロジット・モデルの平均限界効果

説明変数	2010年								2015年							
	自立支援教育訓練給付金事業				高等職業訓練促進給付金事業				自立支援教育訓練給付金事業				高等職業訓練促進給付金事業			
	推定値	標準偏差	z値		推定値	標準偏差	z値		推定値	標準偏差	z値		推定値	標準偏差	z値	
母子世帯率	0.001	0.007	0.135		0.005	0.008	0.639		0.011	0.007	1.596		0.002	0.004	0.525	
人口密度（対数）	0.172	0.023	7.338	**	0.178	0.024	7.337	**	0.113	0.021	5.501	**	0.049	0.015	3.193	**
女性失業率	-0.049	0.011	-4.405	**	-0.059	0.012	-4.942	**	-0.049	0.016	-3.014	**	-0.010	0.011	-0.891	
転出超過率	0.049	0.030	1.601		0.012	0.033	0.369		-0.004	0.028	-0.150		-0.011	0.020	-0.533	
離婚率	0.011	0.009	1.211		0.012	0.010	1.218		-0.006	0.009	-0.685		-0.005	0.006	-0.842	
高齢化率	-0.006	0.004	-1.562		-0.008	0.004	-1.967	*	-0.003	0.003	-0.806		-0.004	0.002	-2.023	*
対数平均所得	0.207	0.224	0.923		0.052	0.234	0.221		0.157	0.194	0.812		0.109	0.146	0.747	
財政力指数	-0.002	0.001	-1.706		-0.002	0.001	-1.718		-0.001	0.001	-1.401		0.000	0.001	-0.394	
18歳未満一人当たり児童福祉費（対数）	0.372	0.076	4.874	**	0.433	0.082	5.310	**	0.138	0.070	1.984	*	0.145	0.052	2.784	*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. 2010年：n=825，2015年：n=840.

少年非行の減少が犯罪危害に与える影響について

大山 智也[1]，谷 真如[2]，中江 百花[3]，羽生 和紀[4]
[1]筑波大学システム情報系，[2]法務省，[3]警察庁，[4]日本大学文理学部
連絡先: <ohyamaty@gmail.com>

(1) 動機：都市・地域における犯罪認知件数の総数をにより治安の評価を行う場合，窃盗も凶悪犯罪も等しく 1 件とカウントされるが，それぞれが社会に与える影響は大きく異なる．これに対し，Sherman et al.（2016）の Cambridge Crime Harm Index（CCHI）に代表される犯罪「危害」指標は，罪種ごとに頻度を（たとえば量刑における収監日数で）重みづけした値を用いて，地域が犯罪に脅かされている程度について，別の側面から評価することを可能としている．犯罪認知件数が減少の一途を辿るわが国において，犯罪危害は頻度と同様の減少傾向にあるのか，また，やはり減少傾向にある少年非行が，危害の時系列変化に影響を与えるかについて，実証分析による検討を行った．

(2) 方法：東京都 23 区を対象とし，2010～19 年の 32 罪種からなるデータに CCHI と同様の重みづけ方法（刑法に規定された刑期の下限を収監日数に換算したもの/罰金や科料の下限を最低賃金で稼ぐことのできる日数）を適用した．頻度行列と重み行列の線形和としての「危害」を区ごと・年ごとに求めパネルデータを構成した．少年非行については虞犯少年，触法少年，犯罪少年の件数を合算した．これと年次を独立変数，危害を従属変数として固定効果モデルを推定する際，内生性の問題に対処するため，区ごとに実施された子供の貧困・社会排除に関する政策（当年，およびラグを想定した 1 年前）の実施を操作変数として投入した．

(3) 結果：図 1 に危害を 10 年間の合計で見た場合の地図を，図 2 に頻度と危害の時系列変化を，表 1 に固定効果モデルの推定結果を示した．頻度を従属変数とした場合，操作変数を投入しても少年非行の効果は保たれていた（非行が減少→犯罪も減少）が，危害については効果が消失しており，非行の減少は危害に影響しないことがわかった．

(4) 使用したデータ：

・「警視庁の統計（平成 22 年～令和元年）」東京都 23 区

・各区の社会福祉政策に関する Web サイト

(5) 謝辞：本研究は日工組社会安全研究財団一般助成（2021 年）の助成を受けて行われた．また，東大 CSIS 共同研究 No.756 の成果の一部として実施した．ここに記して謝意を表したい．

(6) 参考文献：

Sherman, L., Neyroud, P. and Neyroud, E. (2016) The Cambridge crime harm index: Measuring total harm from crime based on sentencing guidelines. Policing: A Journal of Policy and Practice, 10(3), pp.171-183.

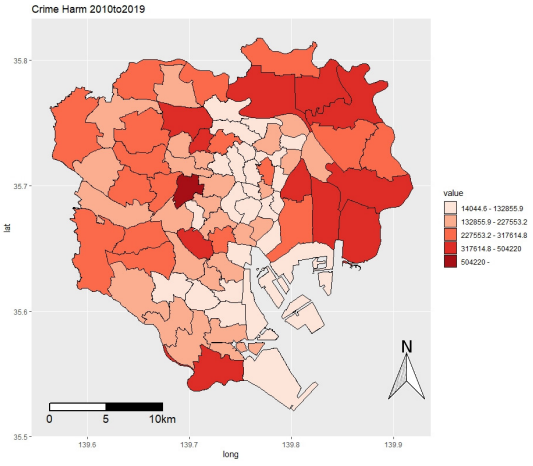


図 1：10 年間における危害スコアによる主題図

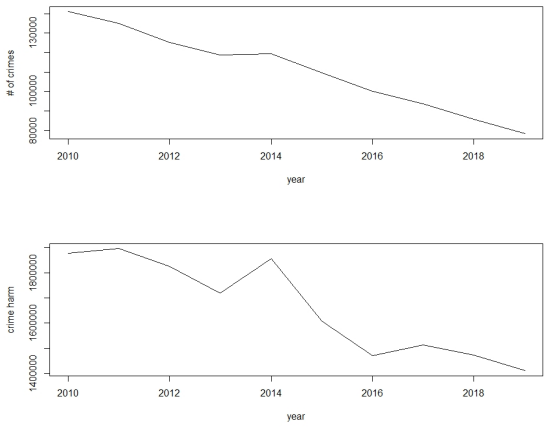


図 2：頻度と危害の時系列変化

表 1：固定効果モデルの推定結果（年次の効果は省略）

	操作変数なし		政策を操作変数（当年）		政策を操作変数（ラグ1）	
	頻度	危害	頻度	危害	頻度	危害
JD	6.34***	135.22***	9.04**	144.4	7.93***	154.47
	(0.52)	(19.08)	(3.09)	(106.08)	(2.26)	(81.31)
R2	0.43	0.20	0.43	0.20	0.43	0.20
Adj. R2	0.34	0.07	0.34	0.07	0.34	0.07
Num. obs.	230	230	230	230	229	229

***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05

地方自治体が発行する自転車利用者向け観光地図の類型化：観光地図に掲載される地理空間情報に着目して

田中 大輔[1]，雨宮 護[2]
[1]筑波大学 理工学群社会工学類，[2]筑波大学システム情報系
連絡先: <s1811257@s.tsukuba.ac.jp>

(1) 動機：日本では，観光目的での自転車利用が推進されている．一般に観光においては，主目的地だけでなく，周辺の複数の副目的地を訪れる周遊行動が重要であるとされる．観光目的での周遊行動を促すには，適切な地理空間情報の提示が必要と考えられる．本研究では，観光目的での自転車での周遊行動を促す地理空間情報の解明に向けた基礎的検討として，地方自治体が発行する自転車利用者向けの観光地図を，掲載される地理空間情報の種類に基づいて分類した．

(2) 方法：対象地域は人口 20 万人以上の 130 自治体とする．まず自治体のホームページや観光に関する web サイト，コミュニティサイクルを運営する団体のサイトなどから自転車利用者向けと読み取れる観光地図を調査し，42 自治体において発行されている観光地図を対象にした．次に，地図に記載されている情報について，凡例で用いられている項目を基に，自転車による「走行」に関係すると考えられる項目と「施設」に関する項目に分け、「走行」については，「道路規制」，「道路環境」，「施設間の移動」に分けた．最後に整理した情報をもとにして，地理空間情報の種類に基づいて観光地図を分類した．

(3) 結果：表 1 をみると，「坂道」や「自転車走行空間」，「施設間の参考移動時間」のように一部の自治体でのみ記載している情報があることがわかる．図 1 には表 1 で整理した情報の中で，多くの自治体で記載されていた 5 つの情報である「観光スポット」(42 自治体)，「参考ルート」(35 自治体)，「参考ルートの総距離」(20 自治体)，「駐輪場」(20 自治体)，「標高」(9 自治体) を元に作成した観光地図の類型化の結果を示している．図 1 のように，自治体によって記載されている情報の種類が異なっていることが分かる．これらのような地図情報における自治体間の差異は，観光地図の作成目的が周遊行動の促進や安全な走行経路の伝達などのように異なるためであると考えられる．

(4)今後の課題：今後は観光地図を作成している自治体に対して，どのような意図で情報を記載しているのか，また記載した情報による効果の有無などを知るため，聞き取り調査・研究を行いたいと考えている．さらに，観光を目的とした自転車利用者の行動実態及び地図の利用実態を明らかにするため，実際に地図を用いた実走実験を行いたいと考えている．これらの調査・研究を踏まえて，観光を目的とした自転車利用者の周遊行動を促す地理空間情報について知見を得たい．

(5) 使用したデータ：

・自治体別人口データ（2021 年）
・各自治体の HP や観光情報サイトなどから得た観光地図データ

表 1：対象とする 42 自治体における自転車利用者向け観光地図に記載されている主な地図情報
(()は自治体数)

		項目(()は自治体数)	自治体名
走行	道路規制	一方通行(1)	札幌市
		走行禁止(2)	京都市，千葉市
	道路環境	**標高(9)**	姫路市，豊田市，宮崎市など
		坂道(6)	大分市，松江市，京都市など
		平地(1)	呉市
		道路幅(2)	松江市，千葉市
		地面の状態(土，砂など)(1)	尼崎市
		走りやすい道(2)	福井市，千葉市
		自転車走行空間(3)	横浜市，世田谷区，福山市
		自動車交通量の多い道(1)	柏市
		走行注意(6)	大分市，福井市，横浜市など
		走行危険(1)	京都市
		信号(2)	世田谷区，呉市
	施設間の移動	**参考ルート(35)**	姫路市，大分市，尼崎市など
		参考ルートの総距離(20)	姫路市，大分市，尼崎市など
		参考ルートの総時間(8)	姫路市，豊田市，宮崎市など
		施設間の参考移動時間(3)	札幌市，京都市，豊橋市
		施設間の参考移動距離(4)	町田市，福山市，豊橋市など
施設		**駐輪場(20)**	横浜市，札幌市，京都市など
		観光スポット(42)	全ての自治体

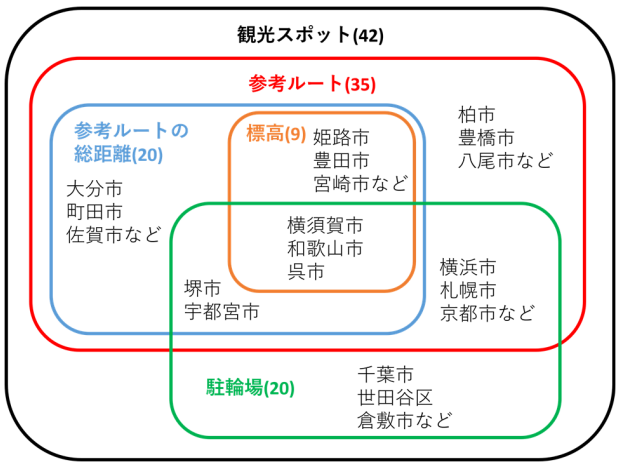


図 1：5 つの情報を基にした観光地図の類型化
(()は自治体数)

Analysis of Human Flows to Inform the Design of a Crowd-Powered Information Delivery Environment in Developing Communities

Xiangyuan Hu [1], Shin'ichi Konomi [2], Lulu Gao [1], and Kaoru Sezaki [3]
[1] Graduate School of Information Science & Electrical Engineering, Kyushu University
[2] Faculty of Arts and Science, Kyushu University
[3] Center for Spatial Information Science, the University of Tokyo
Contact: <konomi@artsci.kyushu-u.ac.jp> Web: <http://hdi.ait.kyushu-u.ac.jp/>

(1) Introduction: This study aims to analyze and visualize human flows in developing communities to inform the design of a crowd-powered information delivery environment that supports teachers and learners without easy access to the Internet. The intended information delivery environment is based on a computer networking approach called Delay-tolerant networking (DTN) which can exploit pervasive devices, such as mobile phones, moving in and across local communities.

(2) Method: We used the People Flow 2013 Nairobi Metropolitan Area (spatially reallocated) dataset provided by the center for spatial information science at the University of Tokyo as well as the Kenya-Schools dataset in 2020 provided by the Kenya Ministry of Education. The analysis approach we employed is based on Colocation networks (Konomi, 2011; Konomi and Sasao, 2015) which is based on people's colocation in space-time cubes during the time period between t_0 and t_{0+T}. We have constructed an undirected Colocation network from the mobility dataset of Nairobi, and applied a community detection algorithm to detect groups of relevant spaces. Our current analysis is based on rectangular spaces with their width and height being *500 m* and *500 m*, respectively.

(3) Result: Figure 1 shows the result. We have identified 225 groups of spaces, each of which is indicated with a different color. Compared to a similar analysis of human flows in Tokyo (Konomi, 2011; Konomi and Sasao, 2015), the shapes of the grouped spaces look more like pieces of Jigsaw puzzles than a radial web. This may reflect the differences of the structures and uses of transportation environments in Nairobi and Tokyo, and suggests a need of a different approach to enable an effective crowd-powered information delivery environment in different countries.

(4) Data:

- People Flow 2013 Nairobi Metropolitan Area (spatially reallocated)
- Kenya – Schools, The World Bank Data Catalog (Kenya Ministry of Education, 2020)

(5) Acknowledgments: This study was supported by Joint Research Program No. 1014 at CSIS, UTokyo and JSPS KAKENHI Grant Number JP20H00622.

(6) Reference:

Konomi, S. (2011) Colocation networks: exploring the use of social and geographical patterns in context-aware services. In: *UbiComp 2011:* 565-566.

Konomi, S. & Sasao, T. (2015) The use of colocation and flow networks in mobile crowdsourcing. In: *UbiComp/ISWC Adjunct 2015*: 1343-1348.

Kenya Ministry of Education (2020) Kenya – Schools, World Bank. Available at: https://datacatalog.worldbank.org/dataset/kenya-schools

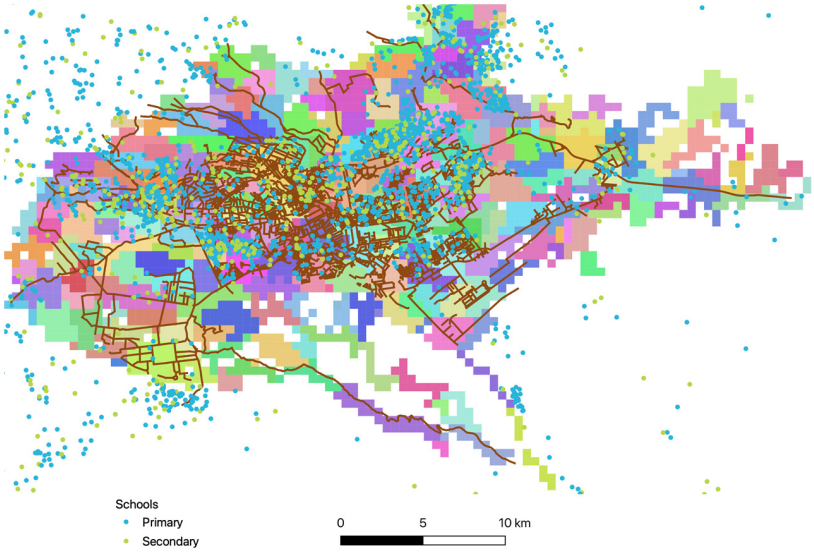


Figure 1: Result based on the People Flow 2013 dataset in Nairobi

Development of a Reinforcement Learning based Agent Model and People Flow Data

Yanbo PANG [1], Takehiro KASHIYAMA [2] and Yoshihide SEKIMOTO [1]
[1] Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo
[2] Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
Contact: <pybdtc@iis.u-tokyo.ac.jp>

(1) Introduction: In recent years, due to various factors such as population decline, aging, and the promotion of compact cities, social changes and lifestyle change significantly impact people's daily travel behavior. Although existing survey data and mobile phone data can reveal these phenomena, only aggregate-level results can be open to the public from the viewpoint of personal privacy. On the other hand, the conventional four-step travel demand estimation approach and human mobility models are limited to the low degree of freedom models, and hard to estimate the ever-changing traffic flow and the inability to capture the continuous behavior of people (Maruyama et al., 2002). This study develops a deep reinforcement learning-based agent model to tackle this problem and simulate the intercity people flow in the metropolitan area.

(2) Method: This study targets the intercity commuters in the cities as Tokyo, Kanagawa, Chiba, and Saitama. A deep reinforcement learning based agent model is developed to represent and reconstruct the commuter's travel behavior from 6:00 to 23:00 at every 30 minutes. To simplify the problem, we focus on the population move in and out of the Tokyo, as shown in Table 1. Each agent evaluates its current state and decide next step travel behavior (destination and transport mode).Moreover, we leverage the 2008 Person Trip Survey data to train the agent model parameters with the inverse reinforcement learning algorithm. Then, the simulation mechanism resembles deep reinforcement learning to produce synthetic travel plans at every 30 minutes interval and aggregate agents' movements to reconstruct synthetic people flow.

(3) Results: Figure 1 compares the dynamic simulated population distribution with ground-truth data in the Chiba and Tokyo as Table 1. The simulation results match the actual situations in two cities. Figure 2 shows the origin-destination vehicle traffic volume between 6:00-23:00. Overall, the simulation results replicate intercity movements during daytime.

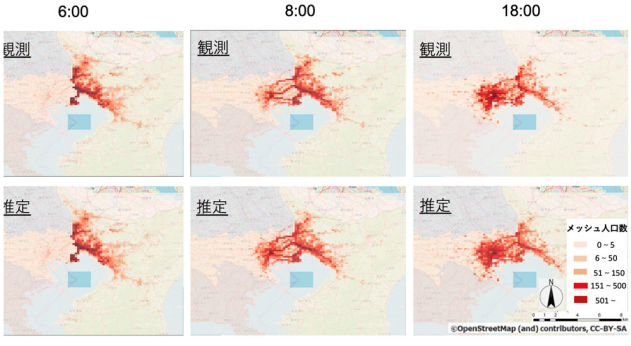


Figure 1: Hourly Population Distribution Comparison

(4) Data:

- 2008 Tokyo Metropolitan People Flow Dataset
- Zmap TOWN II 2016, Zenrin

(5) Acknowledgement: This study was supported by Joint Research Program No.1033 at CSIS, UTokyo.

(6) Reference:

Maruyama, T., Harata, N., & Ohta, K. (2002) Application of a Combined Network Equilibrium Model to Mega Metropolitan Area. *Infrastructure Planning Review*, 19(3), 551-560.

(7) Related literature:

Pang, Y., Kashiyama, T., Yabe, T., Tsubouchi, K., & Sekimoto, Y. Development of people mass movement simulation framework based on reinforcement learning. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 117, 102706.2020.

Table 1: Study area and target population

	東京	神奈川	千葉	埼玉
東京	193,532	10,517	592	967
神奈川	6,980	124,489	-	-
千葉	6,209	-	98,005	-
埼玉	5,571	-	-	83,394

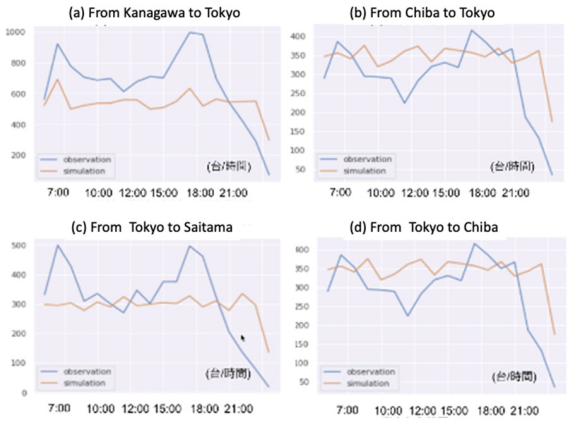


Figure 2: Origin-destination traffic volume between 6:00-23:00 (Yellow: Simulation, Blue: Ground Truth)

City-wide building footprint extraction from remote sensing images based on deep instance segmentation model

Shenglong Chen [1], Yoshiki Ogawa [2] and Yoshihide Sekimoto [2]
[1] Department of Civil Engineering, The University of Tokyo,
[2] Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo
Contact: <chen-sl@iis.u-tokyo.ac.jp>

(1) Introduction: Building footprint is one of the primary data in the urban geographic information database. Recently, with the development of machine learning and remote sensing technology, automatic extraction of building footprints from high-resolution satellite images based on deep learning algorithms is the most popular method. However, due to the diversity of feature textures and scale, discriminating adjacent buildings over a large area and applying the model to a different region remain significant challenges. As a result, this study attempted to propose a framework for city-wide building footprint extraction at the instance level and test the model's generalization ability for different remote sensing images and regions.

(2) Method: This study's deep learning segmentation algorithm is based on the Mask R-CNN (He et al., 2017). A training set containing 528 aerial images from Google Earth (GE) (0.25 m resolution) and Geospatial Information Authority (GSI) (0.6 m resolution), and more than 36,000 manually labeled building footprints were created to train the model. The dataset covers four different areas, including Setagaya, Shinjuku, Hachioji, and Mashiki. To eliminate the data error, it needs to pre-process the images, including color balance, linear stretching, and bilateral filtering. After that, the experiment is implemented on the Detectron2 (Wu et al., 2019), and a pre-trained model on the COCO dataset with a ResNet-101 FPN model (X-101-FPN) backbone was used for transfer learning. Since the raw output of the Mask R-CNN network is just the mask of the building footprint, the feature should be given geographic coordinates and mosaicked together to obtain the final prediction results in GeoTIFF format after removing the duplicate features through the non-maximum suppression algorithm.

(3) Result: To examine the model performance, building extraction was performed on the test data of Setagaya and compared with a U-Net model with a VGG-16 encoder. The accuracy of the Mask R-CNN model is lower than that of the U-Net, especially the mPrecision drops by 15%, as shown in Table 1. Figure 1 randomly shows three sets of prediction results. The trained Mask R-CNN model's extraction rate and contour integrity are worse than the U-Net model, the footprint contours are coarser, and the adjacent buildings are not segmented. Besides, the model performance decreases with decreasing image resolution. The accuracy of GSI images (F1 0.52) reduced by about 1/3 compared to GE (F1 0.37). In addition, the accuracy varies widely from region to region. The urban areas with the most data in the training set performed best, while for the rural areas where the training set was missing, few buildings were identified.

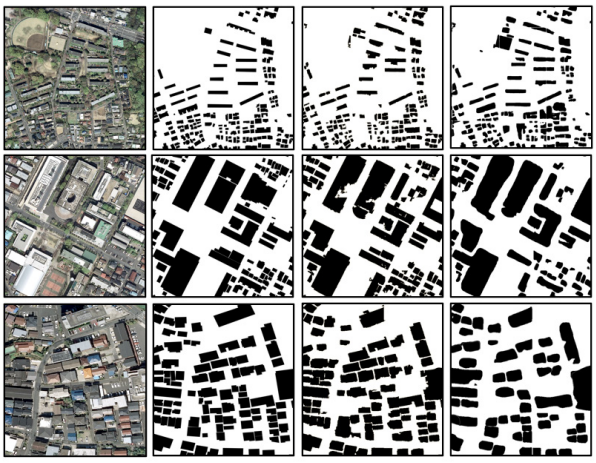


Figure 1: Prediction result of two models for Setagaya

Table 1: Object-wise accuracy of two models

Model	mPrecision	mRecall	F1
U-Net	0.82	0.61	0.70
Mask R-CNN	0.67	0.52	0.58

(4) Data:

- Aerial ortho-color images from Google earth (Zoom level 20) of Setagaya, Shinjuku, and Hachioji.
- Aerial images from the tilemap of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) of Mashiki.

(5) Acknowledgments: This research was the result of the joint research with CSIS, the University of Tokyo (No. 992). Besides, we are very grateful to the Dr. Hiroyuki Miyazaki (CSIS) for providing the training dataset and part of the code used in this study.

(6) Reference:

He K, Gkioxari G, Dollár P, et al (2017). "Mask R-CNN." *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, 2961-2969.

Wu Y, Kirillov A, Massa F, Lo W-Y, Girshick R (2019) Detectron2.https://github.com/facebookresearch/detectron2.

Exploring the Changes in Spatial Patterns of Population Ageing in the Philippines

N. L. Leyso and M. Umezaki
Department of Human Ecology, The University of Tokyo
Contact: < noveelorleyso@humeco.m.u-tokyo.ac.jp>

(1) Introduction: As population ageing is shifting to developing countries, the Philippines is also experiencing a growing number and share of older people aged 60 and above. In 2015, the Philippines ranked 24th in the world in terms of number of older population at 7.5 million and is projected to double in 2050. Spatial distribution of older people and its longitudinal change are crucial information for planning efficient delivery of services according to their changing needs and provision of age-friendly infrastructures. This study therefore aims to 1) examine the overall municipal-level spatial pattern of proportion of older people, and 2) to identify spatial clusters of high (hot spots) and low (cold spots) proportion of older people, and how they have changed over time.

(2) Method: This study used a four-period municipal panel dataset constructed from the population censuses conducted in the Philippines in 2000, 2007, 2010 and 2015. As some municipalities merged or divided between 2000 and 2015, the number of older people were re-aggregated using the geographical/ administrative boundaries in 2015. Proportion of older people at the municipal level was then calculated based on the re-aggregated data. Moran's *I* statistic was used to examine the global spatial relationship of proportion of older people using k-nearest neighbors at 4, 8, 12, and 16. Optimized Hot (Cold) Spot analysis using Getis-Ord Gi* was used to identify the local clusters of high and low proportion of older people.

(3) Result: The analysis included 146 cities and 1,488 municipalities. Preliminary results show 1) that small island municipalities and mountainous municipalities in the north of the Philippines have consistently high proportion of older people; 2) that there is a statistically significant global clustering in all tested neighborhood definition from 2000-2015 with Moran's *I* ranging from 0.72 to 0.82 and z-scores slightly increasing over time, which suggests that clustering of older people more pronounced over time; 3) that hot spots of ageing are located in the northern and central part, while cold spots are in southern part of the Philippines and in Greater Manila Area. Furthermore, cold spots and some hot spots diminished over time, while hot spots in the north and in the west-central expanded (See Figure 1).

(4) Future work: The same spatial analysis will be conducted using the municipal panel dataset for Japan and spatial patterns will be compared between countries. The spatial (mis)match between distribution of older people and the accessibility/availability of health services and facilities (e.g., doctors/nurses services and hospitals/clinic as facilities) in Japan and the Philippines will also be investigated.

(5) Acknowledgments: This study is supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan.

(6) Reference:

McCarthy K. (1983). *The Elderly Population's Changing Spatial Distribution: Patterns of Change Since 1960*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/reports/R2916.html.

Reyes, C., Arboneda, A., & Asis, R. (2019). Silver linings for the elderly in the Philippines: Policies and programs for senior citizens. *Discussion Papers DP 2019-09*, Philippine Institute for Development Studies.

Philippine Statistics Authority (PSA). *Census of Population* 2000, 2007, 2010, 2015, *Report No. 2 – Demographic and Housing Characteristics*. https://psa.gov.ph/content/census-population-and-housing-report.

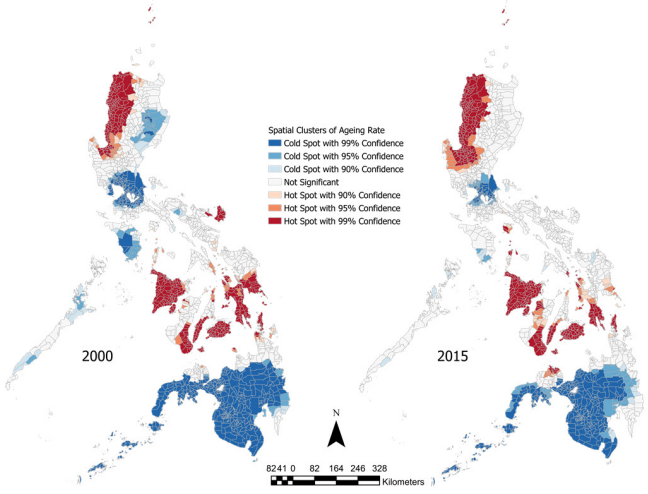


Figure 1: Spatial clusters (Hot spots and Cold spots) of proportion of older people, 2000 and 2015

Spatio-temporal smoothing, interpolation and prediction of income distributions based on grouped data

G. Kobayashi [1, 3], S. Sugasawa [2, 3] and Y. Kawakubo [1, 3]
[1] Graduate School of Social Sciences, Chiba University,
[2] Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, [3] Nospare Inc.
Contact: <gkobayashi@chiba-u.jp>

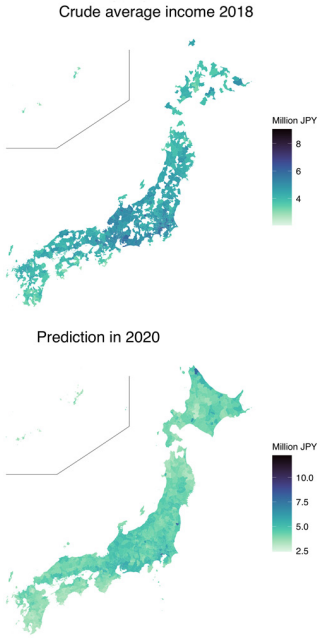
(1) Introduction: This study develops a flexible mixture model for spatio-temporal smoothing, interpolation and prediction of income distributions based on grouped data. The proposed mixture model introduces spatial and temporal heterogeneity into the mixing proportions while it shares the common component distributions across space and time which use auxiliary information. By combining the data information across space and time, the model can provide more efficient inference and can be used to predict the income distributions of non-sampled areas and future income distributions exploiting the spatial and temporal effects and auxiliary information.

(2) Method: Suppose we are interested in the income distributions in M areas over T periods, denoted by $F_{it}(\cdot)$ with the density function $f_{it}(\cdot)$ for $i = 1, \dots, M$ and $t = 1, \dots, T$. It is assumed that the individual incomes are not observed and that he grouped data is available instead. Specifically, let $[0, Z_1)$, $[Z_1, Z_2), \dots, [Z_{G-1}, \infty]$. The number of individuals included in each interval is observed and is denoted by $N_{itg}, g = 1, \dots, G$. It is assumed that not all of M areas are sampled. The first m areas are sampled and the remaining $m^* = M - m$ areas are not sampled. The total sample size of the grouped data is denoted by $N_{it} \sum_{g=1}^{G} N_{itg}$ for $i = 1, \dots, m$ and $t = 1, \dots, T$. For modelling the underlying income distribution in a flexible manner, the mixture of log-normal distributions is considered: $f_{it}(y) = \sum_{k=1}^{K} \pi_{itk} \phi_{LN}(y; x_{it}'\beta_k, \sigma_k^2)$, where x_{it} is the vector of auxiliary variables, ϕ_{LN} is the density of the log-normal distribution. For modelling spatio-temporal income distribution, the mixing proportions is modelled as $\pi_{itk} \propto \exp(\mu_k + u_{ik} + \eta_{tk})$, where μ_k is the overall constant, u_{ik} is the spatial effect following simultaneous autoregressive process, η_{tk} is the temporal effect following the random walk process. Recall that only the grouped data is available, then the likelihood contribution of ith area in tth period is $\prod_{g=1}^{G}[F_{it}(Z_g) - F_{it}(Z_{g-1})]$ where $F(y) = \sum_{k=1}^{K} \pi_{itk} \Phi_{LN}(y; x_{it}'\beta_k, \sigma_k^2)$ and Φ_{LN} is the distribution function of the log-normal distribution.

(3) Data:

- Housing and Land Survey (HLS, 1998, 2003, 2008, 2013, 2018).
- Tax Survey (1998, 2003, 2008, 2013, 2018, 2020).

(4) Result: The top figure shows the crude average incomes of the sampled cities of Japan in 2018. It is seen that the estimates are rather not smooth and there is no way to fill the non-sampled areas to complete the income map of Japan. Furthermore, it is not possible to know the income status of more recent years. Therefore, a model-based approach such as presented here is required. The second figure presents the means of the posterior predictive distributions of the average incomes of all cities in 2020. Since the Tax Survey data includes the data of the year 2020, this auxiliary information can be included in x_{it} for model estimation and prediction. The complete income map where the income distributions for all cities are predicted is smooth. It is intuitive that a handful of cities in metropolitan areas are predicted to have high average incomes.



(5) Acknowledgments: This study was supported by KAKENHI #21K01421 , 21H00699, 20H00080 and 18H03628.

(6) Related literature:

Sugasawa, S., Kobayashi, G., Kawakubo, Y. (2019). Latent mixture modeling for clustered data. *Statistics and Computing*, 29, 537-548.

Sugasawa, S., Kobayashi, G., Kawakubo, Y. (2020). Estimation and inference for area-wise spatial income distributions from grouped data. *Computational Statistics & Data Analysis*, 145, 106904.

Reward framework in Multi-objectives reinforcement learning for disaster road management plan

Soohyun Joo, Yoshiki Ogawa and Yoshihide Sekimoto
Center for Spatial Information Science, the University of Tokyo
Contact: <soo1992@iis.u-tokyo.ac.jp>

(1) Introduction: Reward in Deep RL infers heuristic knowledge of the goal. To derive optimal policy for rapid disrupted mobility recovery, we set human mobility recovery rate, road connectivity, travel cost as the reward factors. There exists various relative importance of reward factors, and if the weighted reward set does not properly represent optimization problem, it might fail to get optimal road recovery plan. Therefore, it is quite important to identify the sets of relative preference which derive optimal policies for enhancing the robustness and generality of our model. So, we propose the method for identifying generalized optimal policy over the space of all possible preferences and confirm underlying preference.

(2) Method: Multi-objective reinforcement learning (MORL) have suggested to deal with real-world problem having multiple conflicting objectives. The MORL is expressed the tuple $\langle \mathcal{S}, \mathcal{A}, \mathcal{P}, \mathcal{r}, \Omega, \mathcal{f}_\Omega \rangle$ with state space $\mathcal{S}$, action space $\mathcal{A}$, transition matrix $\mathcal{P}$, vector rewards $\mathcal{r}$, one for each goal, the preference space Ω. These methods are able to estimate optimal policies both without knowledge of preference and with known preference. We utilized envelop multi-objective reinforcement learning to estimate one policy network that is optimized over the entire space of preferences. So, we could produce the action value function that optimizer utility given state and preference.

(3) Result: In this model, each weight is $w_i \in [0, 0.1, \cdots, 0.9, 1]$, and the sum of three weights is one. The agents achieved human mobility recovery rate over 75% in 30 steps, depending on the optimal policies for 36 out of 62 preferences (Figure 1). We confirmed the lower the weight on the mobility recovery rate, the lower final recovery rate. That is, we should give the agent the evaluation signal related to the agent's goal, even a small value. We calculated the loss function and selected eight cases to identify which police with specific weight is similar to the generalized optimal policy network. As Figure 2.b, 2.c shown, except for A with the largest loss value, all episodes achieved the goal. The smaller the loss value, the shorter the number of steps it takes to reach human mobility recovery rate of over than 75%. While the relative preferences of each weight (Figure 2.a) vary, the average travel cost of agents' group (Figure 2.c) in cases with large weight of travel cost is generally shorter than that of other episodes.

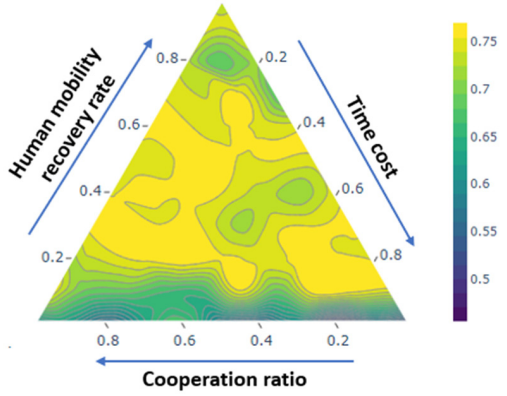


Figure 1: Ternary contours plots of human mobility recovery rate.

(4) Data:

- Mobile phone GPS (June 2018), the Agoop Co., Ltd

(5) Acknowledgements: This research was the result of the joint research with CSIS, the University of Tokyo (No.1060).

(6) Reference:

Yang, R., Sun, K., and Narashimhan, K. (2019) A generalized algorithm for multi-objective reinforcement learning and policy adaptation, arXiv preprint arXiv:1908.08342.

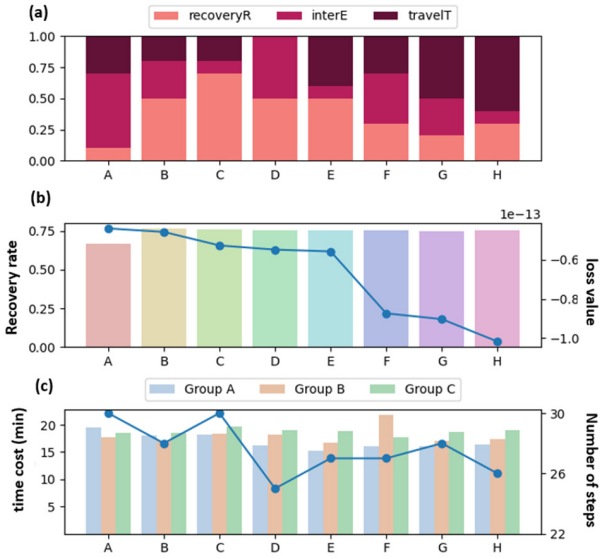


Figure 2: The detail of each case having specific preference; (a) the weight values, (b) the loss value and the human mobility recovery rate, (c) the average travel time of each workgroup and the number of steps.

Utilizing Allotment of Land in Chiken-torisirabe-soezu （地券取調総絵図）along Tokaido in Ritto City, Shiga Prefecture

K. Okabe [1], Y. Kasai [2], A. Nakagawa [3], K. Takeyama [4], W. Morioka [5], and A. Matsumoto [6]
[1] Researcher, LatLng, [2] Law, Keio University [3] Curator, Ritto History Museum, [4] Chair, KurasmuSHIGA [5] Geography and GIScience, University of Illinois at Urbana-Champaign, [6] Japan Society for the Promotion of Science
Contact: <kayo.okabe@latlng.jp>　Web: <https://www.latlng.jp/>

(1) Introduction: The objectives of this study are: 1) to archive allotment of land along Tokaido（東海道） in Ritto City using old maps; 2) to analyze the spatial characteristics of allotment of land along Tokaido using GIS; 3) to create an animation displaying entities in 3D space along Tokaido.

(2) Method: Topographical maps, Zenrin maps and Geospatial Information Authority (GSI) maps which city planners and GIS researchers often use, do not include the data of allotment of land. To obtain the data, we are supposed to apply the Legal Affairs Bureau for the registered title deeds parcel by parcel. This procedure is quite tedious especially when covering area is large. To avoid this procedure, we examine a possibility of utilizing old maps in Ritto City.

(3) On-going study:

Figure 1 shows houses of Megawa village map （栗太郡各村絵図 1873）. On this map, the orange polygons indicate the corresponding houses of GSI map. We have found that locational relationships of roads, waterways and houses on GSI map coincide with those of Megawa village map of 1873.

Figure 2 shows part of Chiken-torisirabe-soezu (1873) of Kawazura village. According to the Meiji government ordinance, this map was made in 1873 for taxation purposes all over Japan except Hokkaido and Okinawa. In this map, Tokaido is indicated by the bold red line. The map displays the parcels of allotment of land with their addresses and area data. There were thirty four villages in Ritto, and Ritto History Museum Collection has seventeen Chiken-torisirabe-soezu.

Figure 3 shows Azakirizu（字限図） of Megawa village together with a boundary map. A village called Aza（字） is a local administrative unit which is divided into Koaza（小字）. We can identify the boundaries of Koaza with Azakirizu map.

Comparing Chiken-torishirabe-soezu and Azakirzu with the map of the registered record of Legal Affairs Bureau (Figure 4), we conclude that Chiken-torishirabe-soezu can be utilized as allocation of land along Tokaido in Ritto City.

(4) Further study: The next step is to construct the GIS database of Chiken-torisirabe-soezu of Ritto City.

(5) Data:

・Kuritagun-kakuson-ezu（栗太郡各村絵図 1873）, Shiga Prefectural Archives Collection.

・Chiken-torisirabe-soezu （地券取調総絵図 1873）, Ritto History Museum Collection.

・Azakirizu（字限図）, Ritto History Museum Collection.

・Geospatial Information Authority (GSI) maps.

(6) Acknowledgments:

We thank to CSIS, University of Tokyo who support this study (Joint Research Program No. 1086). We also thank to Art Research Center, Ritsumeikan University for supporting this project.

(7) Related literature:

Samejima, N. (2004). *Nihon no Chiseki,* Kokonshoin.
Sugimoto, F et al. (2011). *Ezugaku Nyumon,* Tokyo University Press.

Figure 1: Megawa village map (1873) and GSI map

Figure 2: Chiken-torisirabe-soezu (1873, Kawazura)

Figure 3: Azakirizu (1890's)

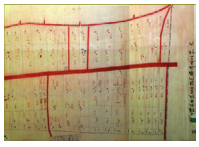


Figure 4: Part of Land-book map of Legal Affairs Bureau

NDVI Prediction based on the MLP Model using Remote Sensing Data in the Middle Tana River Basin, Kenya

Mwana Said Omar and Hajime Kawamukai
Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo
Contact: <ab17r101@ai.u-hyogo.ac.jp>, <kawamukai@ai.u-hyogo.ac.jp>

(1) Introduction: This study proposes a method to monitor and predict vegetation based on the Multi-Layer Perceptron (MLP) model using MODIS pixel-wise NDVI data in a section of the Middle Tana River Basin (MTRB), Kenya (Figure 1) to detect changes in vegetation cover and provide timely information to improve decision making.

(2) Method: This study used 19 years of pixel-wise NDVI data derived from MODIS Terra Vegetation Indices MOD13Q1, v006. The present study covered an area of 6.25 km^2 (1 × 1 pixels). The ReLU and TanH activation functions, Adam and Adamax optimizers, with 3000 and 4000 epochs were used to develop MLP 1 and MLP 2 models respectively. Figure 2 shows the summary of the methodology used in this study.

(3) Result: Table 1 presents the results for the prediction performance of the MLP models. The results shows that the MLP 2 model achieved better performance compared to the MLP 1 model. Figure 3 shows the pixel-wise NDVI time series for an area of 6.25 km^2 during the study period (2000 to 2019). The result shows that NDVI ranges between 0.2 to 0.6 indicating a region with sparse vegetation.

(4) Data:

- Didan K., 2015. MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 10 Dec.2019. https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.006

(5) Acknowledgment: This study partly used computational resources of Research Institute for Information Technology, Kyushu University.

(6) Reference:

Saha, S., et. al. (2021). Integrating Multilayer Perceptron Neural Nets with Hybrid Ensemble Classifiers for Deforestation Probability Assessment in Eastern India. *Geomatics, Natural Hazards and Risk.* 12 (1), 29 – 62

Jahani, A.and M. Saffariha. (2020). Human Activities Impact Prediction in Vegetation Diversity of Lar National Park in Iran Using Artificial Neural Network Model. *Integrated Environmental Assessment and Management* 17(1), 42 - 52

Table 1: Prediction performance of the MLP models

MLP model	RMSE	MSE	MAE
MLP 1	0.07919	0.00627	0.06134
MLP 2	0.04571	0.00209	0.03715

(7) Related literature:

Various vegetation studies have been carried out utilizing the MLP model such as prediction of deforestation probability (Saha, et. al. 2021) and prediction of vegetation diversity related to human activities (Jahani and Saffariha, 2020).

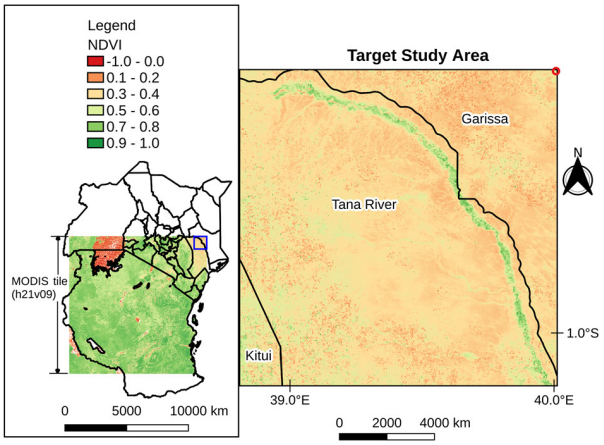


Figure 1: Target study area in the MTRB, Kenya.

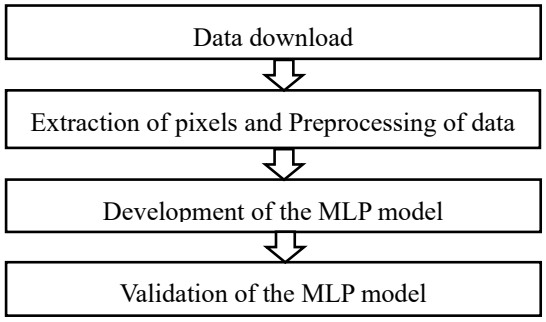


Figure 2: Summary flowchart of the methodology used in this study.

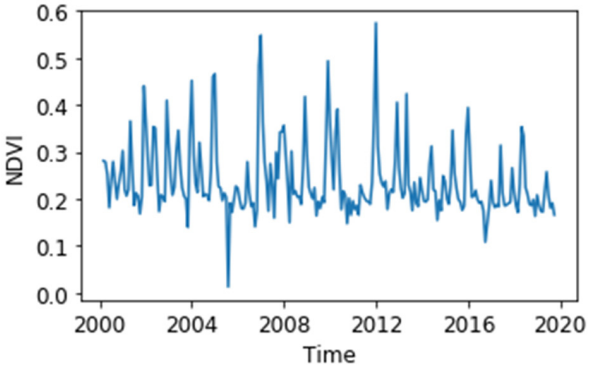


Figure 3: 1×1 pixel NDVI time series from February 2000 to September 2019.

Local Resource Allocation Model for Quarantine Facility in Response to Infectious Diseases

S. Eom [1] and E. Byun [2]
[1] Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba,
[2] Local regeneration research group, Architecture & Urban Research Institute
Contact: <eom.sunyong.fw@u.tsukuba.ac.jp>

(1) Introduction: Despite the widespread vaccination for COVID-19, non-pharmaceutical interventions are still important due to supply and logistics restrictions (Moore et al., 2021). Facility-based isolation is a widely used strategy in several countries, such as South Korea, China, and Singapore (Chen et al., 2021). In South Korea, many numbers of quarantine facility called “temporary medical facility” was introduced to manage patients from the early stage of COVID-19. Many public and private facilities, such as education and training facilities, university dormitories, and hotels, are utilized as temporary medical facilities. However, finding the available facilities and scheduling the operation period are the main obstacles to securing the necessary facilities. This study aims to develop the resources allocation model for the efficient operation of quarantine facilities in response to future infectious diseases.

(2) Method: First, this study developed the resource allocation model for quarantine facilities considering the cost of rent, the number of staff, and the patient transfer to the facility. Second, we set the two infection scenarios (current and higher level) considering the actual number of patients in Chungcheongnam-do Province, Korea. Third, we applied our model to suggest the operating schedules with different intercity transfer strategies (Centralized and decentralized operation). The centralized operation, similar to the real operation strategy in Korea, selects the quarantine facilities without considering patient transfer distance. In contrast, decentralized operation limits patient transfer within the neighboring city as far as possible.

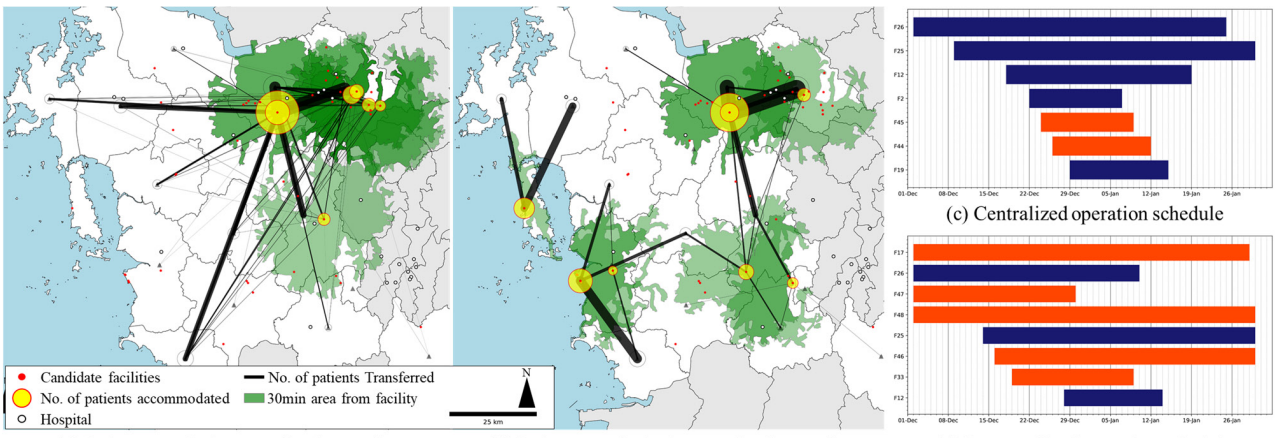
(3) Result: Figure 1 shows the result of the resource allocation model in the 1.5 times higher infection level than the actual situation between December 1, 2020, to January 29, 2021. Even though Centralized operation shows high efficiency considering vacancy rate (about 15%) and staff, but causes the long transfer distance (46 km/person). In the case of a higher infection level, the decentralized operation can be considered because it shows a significantly short transfer distance (29.5 km/person) and a small vacancy level gap compared to a centralized operation. Applying this model can contribute to preparing the local resource utilization plan in advance of the epidemic by clarifying the important facility and schedule.

(4) Acknowledgments: This study was conducted as a part of “Establishment of the System for Using Local Spatial Resources in Response to Infectious Diseases -Focusing on Temporary Medical Facilities” by Architecture & Urban Research Institute.

(5) Reference:

Chen, S., Chen, Q., Yang, J., Lin, L., Li, L., Jiao, L., Geldsetzer, P., Wang, C., Wilder-Smith, A., & Bärnighausen, T. (2021). Curbing the COVID-19 pandemic with facility-based isolation of mild cases: a mathematical modeling study. *Journal of Travel Medicine*, 28(2), 1–11.

Moore, S., Hill, E. M., Tildesley, M. J., Dyson, L., & Keeling, M. J. (2021). Vaccination and non-pharmaceutical interventions for COVID-19: a mathematical modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(6), 793–802.



(a) Patient transfer in centralized operation (b) Patient transfer in decentralized operation (c) Centralized operation schedule (d) Decentralized operation schedule

Figure 1: Example of the resource allocation results.

Evaluating multiple greenness measures in Tokyo

Xinrui Zheng [1], Ryo Amano [2] and Mamoru Amemiya [3]
[1] Master's Program in Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba, [2] Master's Program in Service Engineering, University of Tsukuba, [3] Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba
Contact: <s2020474@s.tsukuba.ac.jp>

(1) Introduction: Urban greenness is thought to be a critical factor in promoting people's health. There are three distinct objective measures of urban greenness: green space ratio based on land use dataset, vegetation indices based on satellite imageries and street-level greenness. A study was conducted to examine the agreement between these assessments as a preliminary examination for the assumption that combining these different assessments might be able to better reflect urban greenness characteristics related to health.

(2) Method: The study was conducted in Setagaya ward. The green space ratio based on land use dataset is obtained by calculating the ratio of green space area (e.g., parks, sport field, agricultural land) to the entire space. Over-view greenness was defined as the percentage of land covered by vegetation (e.g., rice paddy, crops, forest). Street-level greenness was determined by the average value of sample points within an area. The street-level greenness of a sample point was calculated by the percentage of pixel assigned as vegetation in streetscape images from that point. We used a scene parsing deep learning model named Pyramid Scene Parsing Network (PSPNet) (Zhao et al., 2017) to extract pixel belonging to vegetation from images automatically based on semantic image segmentation technology.

(3) Result: The spatial distribution of greenness value by three assessments are displayed in Figure 1. Correlation analysis (Table 1) shows that the over-view greenness and green space ratio are strongly correlated, while street-level greenness only exhibits low correlations with them. Based on further case study, we concluded some reasons to explain the results. The inconsistence between green space ratio and street-level greenness might result from mischaracterizing greenness by land use dataset. Even though the over-view greenness can reflect the actual vegetation condition, the still weak correlation might be due to the coarse data source. Greenness like small-scale private garden and street trees might fail to be detected in the coarse data with a resolution of 10 m × 10 m. Based on these results, we suggest that combing multiple greenness measures might be able to measure urban green characteristics in a more comprehensive way.

(4) Future work: Future work will be processed to develop new assessment combining these single indices in some way. The focus of our future work will be on the impact of the new assessment on various health outcomes.

(5) Data:

- Land use data (2016), The basic survey of city planning, Tokyo Metropolitan Government.
- Land cover classification map (2018-2020), JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) EORC (Earth Observation Research Center).

(6) Reference:

JAXA EORC, 2021, https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/lulc/lulc_index.htm. Access date: August, 2021.

Zhao, H., Shi, J., Qi, X., Wang, X., & Jia, J. (2017). Pyramid scene parsing network. *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2881-2890.

Table 1: Pearson's correlation coefficient (r) between three greenness indices.

Greenness index	1	2	3
1. Green space ratio	-		
2. Over-view greenness	.864**	-	
3. Street-level greenness	.336**	.479**	-

** $p < 0.01$

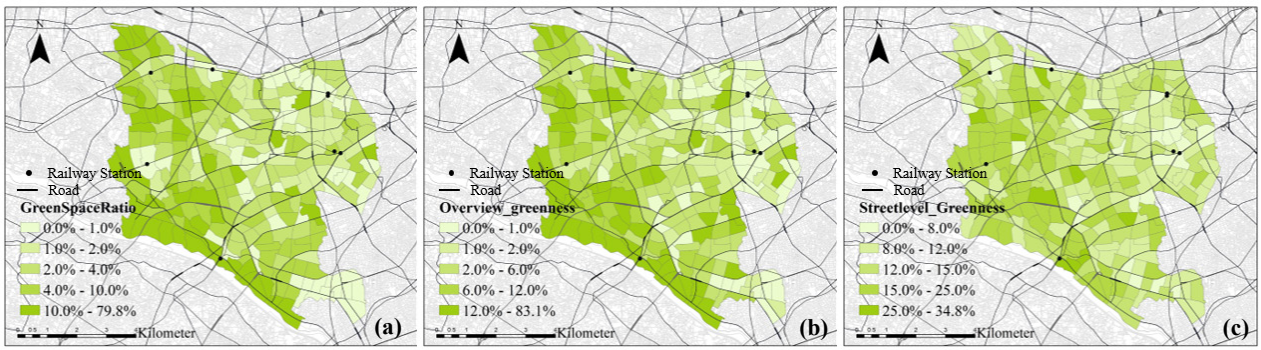


Figure 1: The spatial distribution of greenness calculated by **(a):** green space ratio, **(b):** over-view greenness and **(c):** street-level

Artificial creative destruction? Dynamic causal effects of the tsunami during the Great East Japan Earthquake

Takahiro Yamada
Department of Geography, Pennsylvania State University
Contact: <tky5118@psu.edu> / <takahiro.yamadajpn@gmail.com>
Web: <https://sites.google.com/view/takahiroyamadaswebsite/home>

(1) Introduction: Among a number of natural disasters, the 2011 Great East Japan Earthquake and tsunami is the most expensive natural disaster to date—the aggregated loss is estimated at about $210-235 billion[1], followed by Hurricane Katrina in 2005 estimated at about $161 billion[2]. However, the rigorous causal quantification of the catastrophic loss has been hampered by detailed data and reliable empirical strategies.

(2) Method: Leveraging the number of tsunami-related monuments as an instrumental variable, this study estimates the short to long-run impacts of the tsunami on the subsequent economic activities proxied by nightlight intensity.

$$NTL\ or\ POP_{i,post-tsunami} = \alpha + \beta INUNDATION_DUMMY_{i,2011} + \gamma CONTROLS + \delta_r + \varepsilon_i$$

$$INNUDATION_DUMMY_{i,2011} = a + bTSUNAMI_MONUMENTS + cCONTROLS + \delta_r + e_i$$

(3) Result: The estimation results show the dynamic change of the tsunami impacts: negative in the following 2 years of the tsunami, no robust effect 3 years after that, and positive impacts 7 years after that. Contrary, the results also show the persistent negative impact on the population density.

Massive reconstruction funds on public investments are deemed to facilitate the quick physical economic recovery in the affected areas, but ironically, they do not necessarily help people back to the locations.

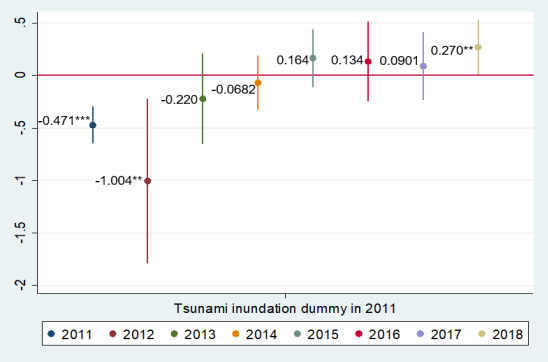


Figure 1: The chronological change of the effects of Tsunami on nighttime lights intensity by Shikuchoson from 2011 to 2018

Table 1: Comparing the elasticity of the effect of the tsunami in 2011 on population density and nighttime lights

	(1) IV/2SLS	(2) IV/2SLS	(3) IV/2SLS	(4) IV/2SLS
	Log population		Log nighttime lights intensity	
	2015	2020	2015	2018
Tsunami inundation dummy in 2011	-0.144*	-0.116**	0.164	0.270**
	-0.0802	-0.0501	-0.14	-0.133
Pre-Tsunami population per squared km (log, 2010)	✓	✓	✓	✓
Prefecture fixed effect	✓	✓	✓	✓
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic	37.4	38.6	38.8	33.6
Shikuchoson with the Tsunami innundation	No	No	No	Yes
Observations	1,880	1,884	1,837	1,850

Source: Standard errors, clustered at Prefecture-level, are in parentheses.

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

(4) Data: Tsunami inundation from CSIS, University of Tokyo, tsunami-related monuments from Geospatial Information Authority, nightlights from NOAA and harmonized by Chen et al. (2021), population from the Government of Japan.

(5) Acknowledgments: This study was supported by Joint Research Program No. 812 at CSIS, U Tokyo.

(6) Reference:

Chen, Z., Yu, B., Yang, C., Zhou, Y., Yao, S., Qian, X., ... & Wu, J. (2021). An extended time series (2000–2018) of global NPP-VIIRS-like nighttime light data from a cross-sensor calibration. *Earth System Science Data*, *13*(3), 889-906.

Ranghieri, F., & Ishiwatari, M. (Eds.). (2014). *Learning from megadisasters: lessons from the Great East Japan Earthquake*. World Bank Publications.

(7) Related literature:

Yamada, T. and Yamada, H. (2021). The long-term causal effect of U.S. bombing missions on economic development: Evidence from Ho Chi Minh Trail and Xieng Khouang province in Lao P.D.R., *Journal of Development Economics,* Vol.150 (C), May 2021, 102611.

[1] The range of the estimated cost is based on the cabinet office of Japan and Ranghieri and Ishiwatari (2014). As of June 2011, the cabinet office estimated the direct cost at JPY 16.9 trillion (US$ 210 billion) of which JPY 10.4 trillion for buildings, JPY 1.3 trillion for lifeline utilities, JPY 2.2 trillion for social infrastructure and JPY 3.0 trillion to others. The World Bank estimation indicated that the cost could reach up to US$235 billion (Ranghieri and Ishiwatari, 2014).

[2] An estimate by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), retrieved on May 7, 2021 from the following URL: https://coast.noaa.gov/states/fast-facts/hurricane-costs.html

Effects of topography and geology on vegetation recovery after shallow landslides

Chenxi Zhong [1] and Takashi Oguchi [2]
[1] Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo,
[2] Center for Spatial Information Studies, The University of Tokyo
Contact: <zhongcx@csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) Motivation: Shallow landslides are instability events that lead to mass wasting of soil and vegetation in sloping areas and are commonly triggered by intense rainfall (Gonzalez-Ollauri and Mickovski, 2014). Since vegetation is an important factor influencing the occurrence of rainfall-triggered shallow landslides and reduces the likelihood of landslides through different hydromechanical mechanisms, we should conduct in-depth research in this field for disaster risk management. However, vegetation recovery processes after shallow landslides and their influencing multivariate factors are not well known. Therefore, the objective of this study is to clarify the effects of geology and topography on vegetation recovery after shallow landslides in the Shobara district, Hiroshima Prefecture, Japan, and the Obara district, Aichi Prefecture, Japan.

(2) Methods: Using both historical and recent aerial photographs, we extract pre- and post-landslide vegetation conditions. Satellite data allow us to understand vegetation recovery processes after shallow landslides. Using the rate of the *Fractional Vegetation Cover (FVC)* over time, we quantitatively assess vegetation recovery after shallow landslides. DEMs are used to examine relationships between vegetation recovery and topographic characteristics, including slope gradient, aspect, and elevation.

(3) Data:

- Aerial photographs
- Satellite images from Landsat 5, 7, and 8
- DEMs: NASA Shuttle Radar Topography Mission Digital Elevation 30 m

(4) Results: Figure 1 shows the visually extracted damaged areas in the two study sites. Figures 2 and 3 show the results of *FVC* over time as the rate of vegetation recovery. In the Shobara district, since shallow landslides occurred in 2010, the annual FVC before 2010 tended to be stable, then became 0 in 2010, and has been increasing since then. In the Obara district, shallow landslides occurred in 1972, and vegetation recovered quite well in 1984. It was still at an increasing trend from 1984 to 2002 and then stabilized with small fluctuations.

(5) References: Gonzalez-Ollauri, A., Mickovski, S. B. (2014) Integrated model for the hydro-mechanical effects of vegetation against shallow landslides. *Environmental Quality,* 13, 37-61.

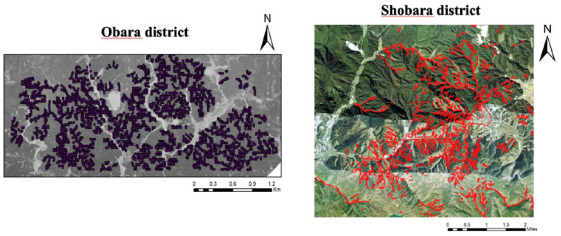


Figure 1: Extracted damaged areas

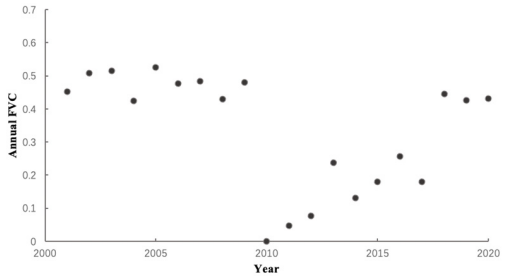


Figure 2: *FVC* time-series changes in the Shobara district

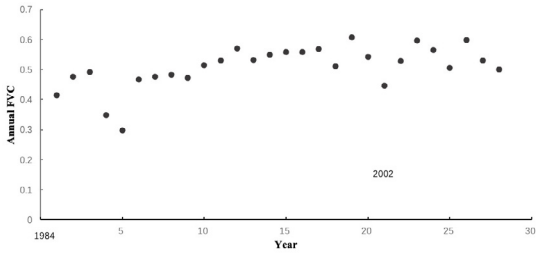


Figure 3: *FVC* time-series changes in the Obara district

Correlation analysis between topographical characteristics and land surface temperature in the Brøgger Peninsula

Jaeyong Lee [1] and Takashi Oguchi [2]
[1] Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo
[2] Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo
Contact: <lee@csis.u-tokyo.ac.jp> Web: <https://geo.csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) Introduction: We focused on the glacial topography in the Brøgger Peninsula, west of Svalbard. Recently, significant glacial shrinkage has been observed in this area. This seems to be related with climate warming, and the resulting rise in land surface temperature (LST) affects the retreat of glaciers. However, LST shows differences according to location and topographical characteristics (Bertoldi et al., 2010).

To identify the correlation between topography and LST, this study examines the sensitivity of LST to topographic characteristics (slope, aspect, elevation, and topographically controlled solar radiation) for the Brøgger Peninsula.

(2) Methods: The Brøgger Peninsula has moderate-relief terrain and glaciers that cover it. Since land surfaces and glaciers have large differences in their composition and thermodynamic properties, it is necessary to look at them separately.

The materials for analysis in this study were provided with three steps. First, we made a false color composite of satellite imagery by combining the bands of a Landsat 8 OLI image, and glacier boundaries were extracted visually using the composite. Next, we conducted the atmospheric correction for the thermal band digital number (DN) values acquired by the Landsat 8 TIRS sensor and computed LST values. These values were presented as raster layers (Fig. 1). Third, using a 20 m DEM for the Brøgger Peninsula, we obtained raster layers of topographic parameters (Fig. 1).

We masked glaciers in each topographic layer using the glacier boundaries obtained through the first step. Then, we analyzed the correlations between LST and the topographic characteristics.

(3) Results: Fig. 2 shows the correlations of topographic characteristics with LST. In all areas, aspect and solar radiation generally showed significant correlations with LST. Each correlation coefficient (R^2) was 0.2897 / 0.3009 for the whole area (Fig. 2-a), 0.0446 / 0.0089 for the glacier areas (Fig. 2-b), and 0.3423 / 0.5363 for the non-glacier areas (Fig. 2-c). However, the correlation between slope and LST was the highest in the glacier areas (R^2=0.2072). The high LST values at gentle slopes imply that they are highly related to solar radiation. In the glacier areas, other factors showed significantly lower correlation coefficients than in the other areas. These results are due to the remarkably low LST values on the glacier surfaces, and do not properly reflect the topographical characteristics. Therefore, it is inappropriate to evaluate both glacier and non-glacier areas at the same time.

The aspect values between the glacier and non-glacier areas show a completely different plot pattern (Fig. 2-b and 2-c). This explains the distribution property of glaciers concentrated on the northern slope. This is also related to solar radiation.

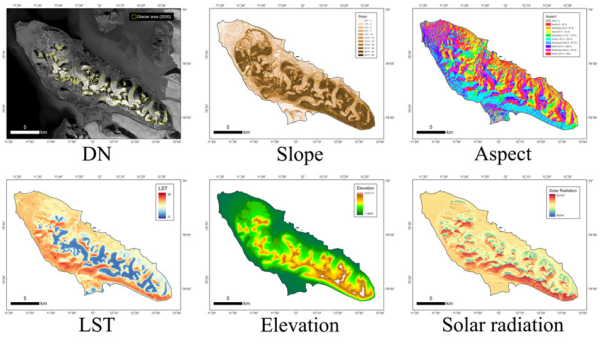


Figure 1: Terrain analysis images of the Brøgger peninsula.

(4) Data:

- Landsat 8 OLI / TIRS imagery: LC08_L1TP_218003_20200727_20200908_02_T1, Band 10 (2020) USGS
- DEM: S0 Terrengmodell (2014), Norwegian Polar Institute

(5) Reference:

Bertoldi, G., Notarnicola, C., Leitinger, G., Endrizzi, S., Zebisch, M., Della Chiesa, S., Tappeiner, U. (2010) Topographical and ecohydrological controls on land surface temperature in an alpine catchment. *Ecohydrology*, Vol (3), Issue (2), 198-204.

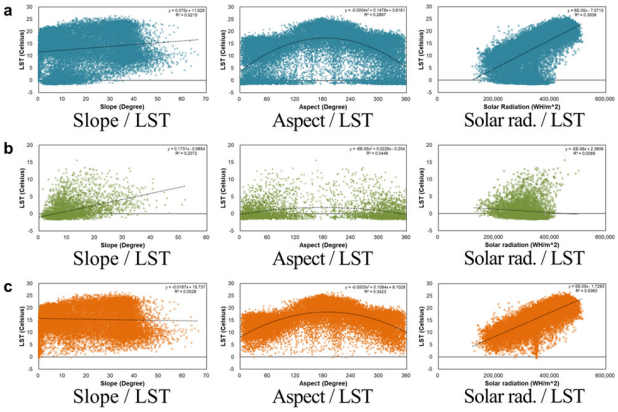


Figure 2: Correlation between terrain variables and LST.
(a) Correlations for the whole peninsula.
(b) Correlations for the glacier areas.
(c) Correlations for the non-glacier areas.

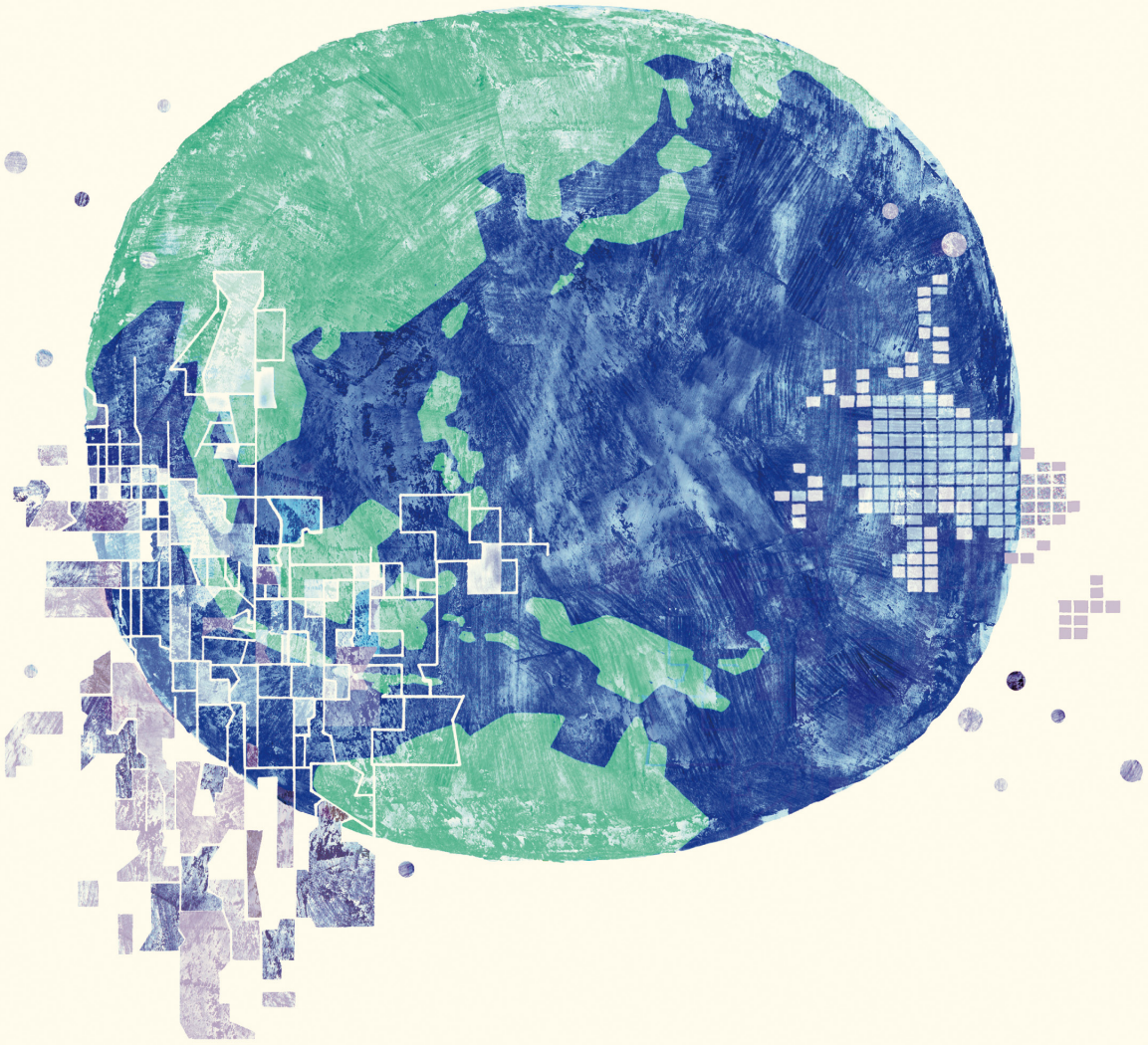
Research Abstracts on Spatial Information Science

CSIS DAYS 2021

Fri 19th–Sat 20th Nov, 2021

The CSIS Annual Meeting of Inter-University Research Activities in Japan

http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/csisdays2021/



CSiS

共同利用・共同研究拠点 Joint Usage / Research Center

東京大学 The University of Tokyo

空間情報科学研究センター

Center for Spatial Information Science

http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/