

jh210040-MDH

合成人口プロジェクト：従業地・通学地属性の確率的割当てと 深層学習による空中写真からの住宅判別

村田 忠彦（関西大学）

概要

合成人口プロジェクトは大阪大学サイバーメディアセンター公募型利用制度「若手・女性研究者支援萌芽枠」に始まり、2019 年度から継続して、JHPCN の採択課題として推進している。2021 年度は、これまで居住地に対して行われていた合成人口データにおいて、就業者の従業地を推定することにより、昼間人口分布の推定と、合成された世帯を割り当てる建造物の利用用途を空中写真の画像から推定することにより、より正確な割り当てを目標に取り組みを行なった。国勢調査により公開されている統計表を用いた昼間人口分布推定アルゴリズムを開発することにより、日本全国の従業地の推定を行うことができるようになった。また、空中写真からの建造物の利用用途の判別により、世帯の建造物への割り当て誤差を減少することができた。

1. 共同研究に関する情報

(1) 共同研究を実施した拠点名

北海道大学 東京大学 大阪大学

(2) 共同研究分野

超大規模数値計算系応用分野

超大規模データ処理系応用分野

(3) 参加研究者の役割分担

総括・人口合成アルゴリズム

村田忠彦, 原田拓弥, 福嶋竜希, 李 皓

人口合成プログラム配備

伊達 進

合成人口 DB 構築・運用

棟朝雅晴, 杉木章義, 埴 敏博

合成人口 DB インタフェース・応用

市川 学, 後藤裕介

社会シミュレーションである。これまで、多くの社会シミュレーションでは、時にはトイプロブレムと呼ばれる小規模なシミュレーションから得られた含意を、現実の社会に適用するために、高度な解釈を行ってきた。そこで、本研究課題では、現実と同じスケールの世帯構成をもつ人口を合成し、その人口に対するシミュレーション結果から、より現実に適用しやすい解釈を可能とするリアルスケール社会シミュレーション基盤を構築する。現在、国レベルの合成人口の公開は、アメリカおよびイギリスで行われているのみであり、アジア初の RSSS 基盤として、日本の合成人口のデータベース構築には大きな意義がある。

2. 研究の目的と意義

本研究課題では、リアルスケール社会シミュレーション（RSSS: Real Scale Social Simulation）の基盤を構築するため、国勢調査をもとに日本全体の市区町村ごとの世帯構成員を含む人口を合成するとともに、合成された人口を RSSS で活用するためのデータベースの作成を行なっている。RSSS とは、実際の規模の世帯構成をもつ人口を用いた

今年度の 2 つの研究課題の意義は、1) 就業者・通学者の就業地・通学地の確率的な割り当ては、文献[A,B]の手法によって合成された合成人口データの各世帯の就業者および就学時年齢の世帯構成員に対して行う。これまで、世帯構成員の居住地情報に基づいて、投票シミュレーションや地域の労働政策など、居住地に紐づいた社会シミュレーションを展開してきたが、感染症に関するシミュレーションや、居住地から離れている時間帯で

の災害発生のシミュレーションなど、世帯構成員の勤務先や通学先の情報が必要となることも多い。通学先の割当ては、義務教育の年代については、原則的には割り当てられた校区の学校に割当てることができる。一方、就業者の従業地は、国勢調査の従業地自治体に関する統計、経済センサスの町丁目別の産業別事業所数、従業者数に関する統計を用いて、合成人口データの各世帯の就業者の従業地の確率的な割り当てを行う。

また、2) 建造物の利用用途推定について、これまでの文献[C]の手法を用いた地図上の建造物への世帯の割り当てでは、建築面積により集合住宅と戸建て住宅の区別を行っていた。しかし、大規模建造物には、住宅目的以外に、工業や商業の目的等への利用が考えられ、住宅目的の建造物の判別が必要とされていた。本年度は、割当て対象となる住宅目的の建造物を、深層学習のモデルの一つである pix2pix を用いた文献[D,E]の手法により判別する。図1に示すように、pix2pix への学習画像として国土地理院の空中写真（航空写真）を用い、正解画像として国土地理院の宅地利利用動向調査の土地利用情報を含むタイル画像を用いる。東京都を除く首都圏、近畿圏、中部の3つの地域のみ公開されている宅地利利用動向調査結果を用いて学習した pix2pix を全国の空中写真に適用し、建造物の所在する地域の土地利用用途を推定する。今年度は、正解画像が公開されている3つの地域の地図で学習させた pix2pix を他の地域にも適用することで生じる課題の洗い出す。

3. 当拠点公募型研究として実施した意義

本プロジェクトは、2017年と2018年に大阪大学サイバーメディアセンター公募型利用制度「若手・女性研究者支援萌芽枠」で開始し、2019年度からJHPCNで合成人口に関する共同研究を実施している。研究代表者の村田は、2020年4月から2022年3月まで関西大学研究拠点形成支援事業を実施し、経済学・社会学・情報学・医療の分野への合成人口データの利活用の研究を推進した。2020年11月にはJST未来社会創造事業に採択され、「社会政策立案に向けたマルチスケールABSS手法」にデータを提供し、様々な分野の社会シミュレーションへの展開を行なっている。さらに、2020年7月には、新型コロナウイルス蔓延に伴って内閣官房が公募したCOVID-19 AI・シミュレーションプロジェクトに採択され、感染症対策シミュレーションに合成人口データを提供し、2022年度も継続して、データの提供を行なっている。

- [A] T. Murata, T. Harada, D. Masui, Comparing Transition Procedures in Modified Simulated-Annealing-Based Synthetic Reconstruction Method Without Samples, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, Vol. 10, No. 6, pp. 513-519, 2017.
- [B] T. Murata, T. Harada, Synthetic Method for Population of A Prefecture Using Statistics of Local Governments, *Proc. of IEEE International Conference on System, Man & Cybernetics* (Oct. 7-10, 2018), pp. 1171-1176, 2018.
- [C] T. Harada, T. Murata, Projecting Households of Synthetic Population on Buildings Using Fundamental Geospatial Data, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, Vol.10, No.6, pp. 505-512, 2017.
- [D] 田口, 原田, 大内, 現実に近い社会シミュレーション実施のための pix2pix を用いた建造物の用途の判別, *SICE 社会システム部会研究会*, 124/128 (2020).
- [E] 福嶋, 山崎, 原田, 大内, 現実に即した社会シミュレーションの実現 -Pix2Pix を用いた建物の用途の判別を通して-, *SICE 社会システム部会研究会*, 1 page (2020).

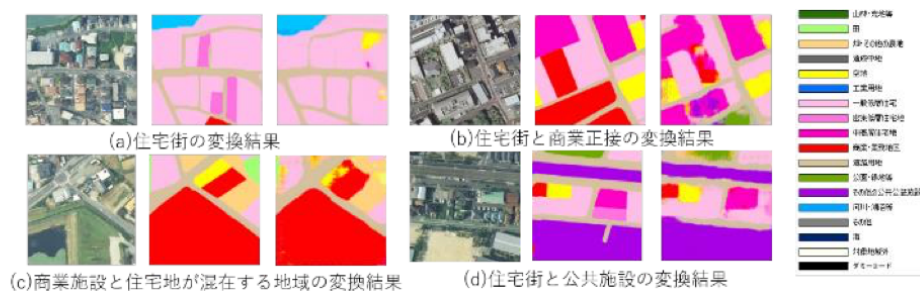


図1 : pix2pixによる学習結果（左から順に、空中写真，土地利用図，土地利用推定結果）

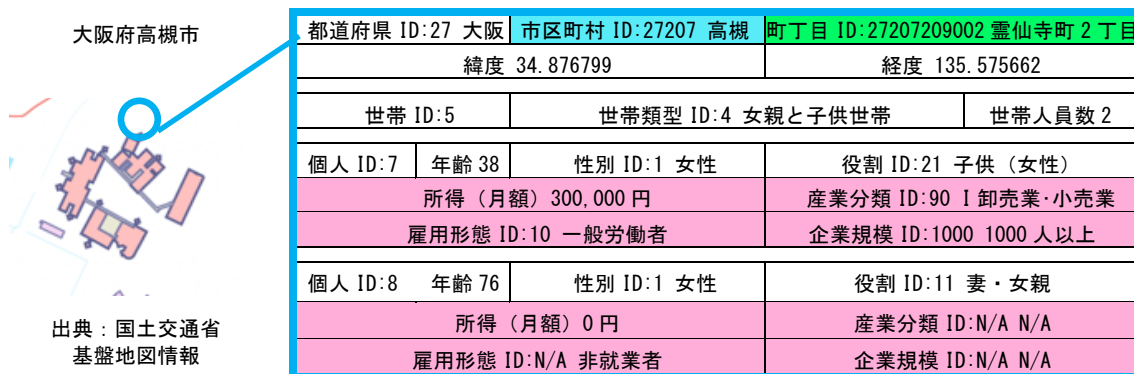


図 2：合成人口データの世帯情報（大阪府高槻市霊山寺町のサンプル）

表 1：データ保護レベル

データ保護レベル	粒度	就業状況と所得※1	対象※2
1	都道府県	×	学部生
2	市区町村	×	学部生
3	都道府県	○	院生
4	市区町村※3	○	院生
5	町丁目	×	院生
6	位置情報	×	研究者
7	町丁目	○	研究者
8	位置情報	○	研究者

※1 研究内容により就業状況のみのデータ提供の場合がある。

※2 研究内容により、高いレベルのデータ提供も考慮する。

※3 人口 1,000 人未満の市区町村を除く。

Whole Japan Synthesized Population by HPCI-JHPCN

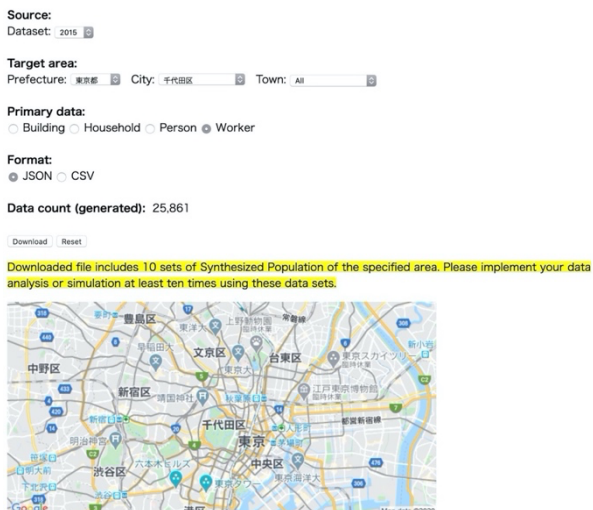


図 3：合成人口ダウンロード用インターフェース

4. 前年度までに得られた研究成果の概要

2019 年度は、大阪大学の計算機を用いて、図 2 のような日本全国の個票データを国勢調査に基づいて合成した。図 2 は大阪府高槻市にある建築物に居住する世帯の一例であ

る。現在、表 1 のデータ保護レベルにしたがって、図 3 の中の色分けされた属性を含めるかどうかを決定して、データの提供を行っている。さらに、北海道大学のインタークラウドシステムを用いて、図 3 のように地図上で自治体を指定して世帯や就業者の情報をダウンロードできるシステムを構築した。北海道大学で継続的にデータベースを維持すると共に 2020 年 2 月から共用ストレージにてバックアップを行っている。

2020 年度は以下の研究を推進した。

- ・合成世帯の建物へのマッピング[文献 D, E]
- ・施設世帯を含めた人口合成
- ・人口動態に関する研究
- ・シミュレーションプラットフォーム開発
- ・救急医療の環境整備に関する研究
- ・新型コロナウイルス感染症に関する研究
- ・地震時の避難行動に関する研究
- ・ベーシックインカムに関する研究

このように、本プロジェクトでは、1) 合成人口データの利活用を研究者コミュニティに呼びかけつつ、2) 合成人口データの精度向上と属性の追加、3) 合成人口データを用いた大規模シミュレーション環境の構築、4) 合成人口データを用いたアプリケーションの開発を行うことにより、RSSS (リアルスケール社会シミュレーション) に関する技術の改善をはかるとともに、実務に役立てることができる環境の構築に取り組んでいる。

表 2：割当て属性と使用する統計表の出典

割当て属性	使用する統計名	公開されている対象	表題/境界名称	表
従業地 (市区町村)	平成27年国勢調査 / 従業地・通学地による人口・就業状態等集計 (人口, 就業者の産業 (大分類)・職業 (大分類) など)	21大都市 (東京都区部と政令指定都市) とその区, 県庁所在市, 人口20万以上の市	常住地による従業市区町村, 産業 (大分類) 別15歳以上就業者数	A
		全市区町村	常住地又は従業地 (9区分) による雇用者 (3区分), 産業 (大分類), 男女別15歳以上就業者数	B
			常住地による従業・通学市区町村, 男女別15歳以上就業者数及び15歳以上通学者数 (15歳未満通学者を含む通学者一特掲)	C
従業地 (小地域)	平成26年経済センサス基礎調査 / 町丁・大字別集計	全市区町村	経営組織 (2区分), 産業 (中分類)・従業者規模 (6区分) 別全事業所数及び男女別従業者数-市区町村, 町丁・大字	D
従業地 (小地域の図形中心点座標)			平成26年経済センサス-基礎調査-町丁・大字別境界データ	-

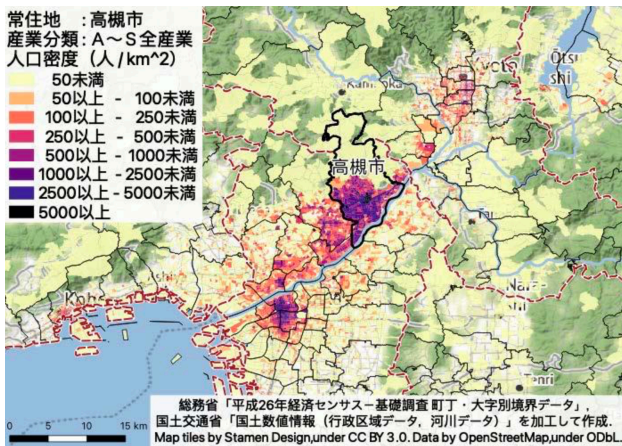


図 5：高槻市の就業者の従業地分布

5. 今年度の研究成果の詳細

本年度は、2つの課題に取り組んだが、空中写真からの住宅判別に計算資源を投入する必要が生じたため、就業者の従業地割当ては、一部の地域にとどまることになった。

1) 就業者・通学者の就業地・通学地の確率的な割り当て

本年度は、従業地割当てアルゴリズムの精緻化と自動化に取り組んだ。本研究の成果は高く評価され、2021 年度計測自動制御学会第 27 回社会システム部会において優秀賞を受賞した[12, 16, 21]。まず、国勢調査から得られる常住地による従業市区町村別就業者数の分布比率に基づいて各従業地 (市区町村) に割当ててる人数を決定する。表 2 の表 A より、就業者の常住地 (市区) 別、産業分類別、従業地 (市区町村) 別の構成比が得られ、これに比例した人数の合成人口データを無作為に抽出することで従業地 (市区町

村) を割当てて。なお、今回対象とした高槻市は 20 万人以上の人口を擁する市であるため表 A を用いた割当てが可能であるが、これが公開されていない市町村においては、表 B および表 C を用いて段階的に割当ててる手法を提案する。表 B より得られる就業者の常住地 (市町村) 別、産業分類別、男女別、従業地 (6 区分) 別の構成比に基づいて従業地 (6 区分) を割当て、うち「県内他市区町村で従業」または「他県で従業」が割当てられた者に対し、表 C より得られる就業者の常住地 (市町村) 別、男女別、従業地 (市区町村) 別の構成比に基づいて具体的な従業地 (市区町村) に割当てて。

次に、割当てた従業地 (市区町村) において、経済センサス-基礎調査を用いてさらに詳細な小地域への割当てを行う。表 D より、全国すべての市区町村ごとの小地域 (町丁・大字) 別、産業 (大分類) 別従業者数表を作成し、これを利用して割当ててる従業地 (小地域) を確率的に選ぶ。合成人口データにおいて、従業地 (市区町村) が w 、産業分類が d であるとき、従業地 (小地域) c が選択される確率 $f(c)$ を、表 D から得られる市区町村 w 、小地域 c_k で従業している産業分類 d の従業者数 $n(w, d, c_k)$ 、市区町村 w 内の小地域の数 N_w から求める。

図 5 に、本合成人口プロジェクトで合成した大阪府高槻市の合成人口データに含まれる就業者の従業地分布の一例を示す。この分布は、各従業地自治体の小地域ごと

の粒度で構成されている。図から高槻市の就業者は、琵琶湖から大阪湾に流れる淀川沿いの北側に沿って分布し、大阪市内では、JR 大阪駅から南側の地下鉄で通勤できるエリアに分布していることがわかる。すでに、表 2 に示されている属性を割り当てるための統計表 A から D のダウンロードを終え、全国の自治体の就業者の従業地を割り当てられる準備が整っており、関西大学研究拠点形成支援経費による研究のために大分県の合成データを提供し、科学研究費基盤(A)の研究代表者からの要請に応じて、奈良県のデータを提供する予定である。

2) 建造物の利用用途推定

前年度に開発した pix2pix の文献[D,E]の手法を用いて空中写真から住宅の利用用途を判別するアルゴリズムを用いて、合成人口データの適切な割り当てを試みた[11]。建物を含む空中写真として、国土地理院が提供する 2007 年の電子国土基本図、住宅の利用用途の正解情報として、首都圏（2005 年、267,313 画像）、中部圏（2003 年、115,195 画像）、近畿圏（2008 年、125,336 画像）の宅地利利用動向調査の結果を用いる。なお、各画像は、世界地図を Zoom 0 とする Zoom 18 の範囲で、256X256 の画素数をもつ。

具体的には、Pix2Pix の Generator として採用されている U-Net を用いた学習と評価を行なった。建物の用途のデータと航空写真を用いて、深層学習モデルのひとつである U-Net を訓練し、建物の用途を判別する。U-Net の学習においては、各画像の画素ごとの利用用途を学習した。一方、正答率としては、画像内の建物ごとの用途が正しく判別できているかどうかで判断した。U-Net の挙動を決定するハイパーパラメータである水増しの有無、重み付けの有無、バッチサイズ、Dropout Rate, Learning Rate の 5 つのパラメータの組合せを大阪大学の

OCTOPUS を用いて探索した。予備実験により学習にかかるエポック数は 100 程度が適切であることが分かったため、各パラメータの組合せごとの学習時間は約 90 時間となった。パラメータの探索の結果、水増し有り、重み付け無し、バッチサイズ 64, Dropout Rate 0.02, Learning Rate 2.00×10^{-4} がもっとも高い正答率を与える組合せであった。

探索されたハイパーパラメータを用いた U-net により判別された用途に基づいて、合成人口の各世帯を居住する建物に割り当てることで住所情報を与える。宅地利利用動向調査は土地の用途を調査したものであり、3 階以下の住居や公共施設用の土地などの用途を含む。学習に用いた用途は、3 階以下の住居用地（低層住宅）、4 階以上の住居用地（中高層住宅）、非住居である工業用地、商業・業務用地、公共公益施設用地、その他である。首都圏と中部圏のデータを用いて U-Net を訓練し、近畿圏のデータで評価したところ、近畿圏の建物（面積 25 m^2 以上）の内、82.8%の用途を正しく判別できた。低層住宅、中高層住宅、非住居の再現率と適合率の調和平均である F 値はそれぞれ、0.910, 0.689, 0.770 であった。

低層住宅と判別された建造物に 1 世帯、中高層住宅と判別される建造物に多世帯を割り当てることを基本方針とし、建物の用途判別結果に基づいて、合成人口の世帯の割り当てを行なった。

次に、割り当て結果と現実のデータの整合を確認するため、総務省統計局により提供される住宅・土地統計調査の内、京都府京都市伏見区の住宅から駅までの距離データを用いた。このデータは 200m 未満や、200m 以上 500m 未満などの駅からの距離の階級ごとの住宅数を提供している。先行研究の合成人口 117,519 世帯が有する住所情報と、本研究で与えた住所情報それぞ

れを用いて、京都市伏見区の住宅 125,390 棟の駅までの距離の分布を計算した。階級ごとに相対度数を算出したところ、合成人口による割当て誤差は 16.8%であったが、提案手法を用いた割当て誤差は 15.4%となった。本課題で実行した提案手法の割当て手法の方が、合成人口の割当て手法と比較して、住宅土地統計との相対度数の絶対値誤差を 1.4%削減（約 1,755 棟分）することができた。

6. 今年度の進捗状況と今後の展望

#進捗状況については、申請時に設定した今年度の計画に対する自己評価を定量的に記述してください。

今年度、空中写真を用いた住宅の利用用途判別に計算資源を要したため、就業者の従業地割当てを全国的に行うことができなかった。ただし、従業地割当てのアルゴリズムは全国的に展開できる状態になっているため、研究としては、当初の目標を達成することができた。

空中写真の利用用途判別は、Pix2Pix で用いられている U-Net のハイパーパラメータの探索に計算資源を投入することにより、合成人口データで当初割り当てていた住宅から駅までの距離よりも、誤差を少なくする割当てが行えるようになった。

今年度は、合成人口データにおける 2 つの課題である昼間人口分布の推定と世帯の割り当て対象となる建造物の利用用途の推定に取り組んだ。合成人口データは、公開された統計データから推定された個人の属性を含む世帯情報を地図上に割り付けている。人口データの合成に用いている統計情報に合致する推定を行うことはできているが、今回の日中の従業地の推定を行うことによる属性の追加や、割り当て対象となる建造物の利用用途の推定を行うなどにより、一層、利用価値の高いデータにすることが可能である。

本プロジェクトで合成されたデータに対して、科学研究費基盤(A)のプロジェクトや、社会シミュレーションを実施している企業からの関心も集まっており、本プロジェクトに対する高い期待を感じることができている。さらに、2021 年 3 月に開催された開催された計測自動制御学会社会システム部会研究会では、52 件の研究発表中 14 件 (26.9%) の発表に合成人口データが使用され、2022 年 3 月の研究会では、32 件中 12 件 (37.5%) の発表に使用された。また、2022 年 3 月の研究会では、研究代表者の関係する研究が**優秀賞**、合成人口データを利用した研究発表（清水、貝原、国領、藤井、マルチスケールモデリングを用いた社会シミュレーションにおける複数の意思決定主体間の影響解析）が**学生賞**を受賞している。具体的な地域を対象としたリアルスケール社会シミュレーションに取り組む研究者を着実に増やすことができている。

7. 研究業績一覧

(1) 学術論文（査読あり）

[1] 原田拓弥, 村田忠彦, 高橋真吾, 仮想都市の統計情報による合成人口データの評価, 計測自動制御学会論文誌, Vol. 58, No. 7 (採択決定)

[2] 原田拓弥, 村田忠彦, 市区町村の統計表を考慮した都道府県単位の個票データの合成, 計測自動制御学会論文誌, Vol. 58, No. 6 (採択決定)

(2) 国際会議プロシーディングス（査読あり）

[3] Tadahiko Murata, Atsuki Fukushima, Takuya Harada, Mie Sasaki, Social Awareness from Analysis of Available Time for Automated External Defibrillators in a City, Proc. of International Conference on Cybernetics: CYBCONF2021 (Virtual, June 8-10, 2021), pp. 45-49 (2021).

[4] Tadahiko Murata, Kohei Totsuka,

Agent-based simulation for avoiding the congestion of tourists, Proc. of International Conference on Cybernetics: CYBCONF2021 (Virtual, June 8-10, 2021), pp. 56-60 (2021)

[5] Tadahiko Murata, Kanta Yamashita, Estimating the effect of COVID-19 contact tracing application using agent-based simulation, Proc. of International Conference on Cybernetics: CYBCONF2021 (Virtual, June 8-10, 2021), pp. 120-125 (2021)

(3) 国際会議発表 (査読なし)

なし

(4) 国内会議発表 (査読なし)

[6] 嶋直紀, 市川学, ABSS を用いた社会保障制度の効率性と公平性の評価, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Session 1A, 1 pages (2021)

[7] 太田奎佑, 李皓, 通勤距離を加味した居住地選択モデルの構築～北海道札幌市の仮想個票を事例に～, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Session 1A, 1 pages (2021)

[8] 八木祐哉, 江尻雄一, 原田拓哉, 大内紀知, 全国規模 AED 設置状況の分析に向けたオープンデータの公開状況の調査, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Session 1B, 1 pages (2021)

[9] 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀知, 合成人口と AED オープンデータを活用した相模原市の AED カバー率の分析, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Long Session 1A, 2 pages (2021)

[10] 北下慎太郎, 村田忠彦, 合成人口データを利用した労働者の通勤経路・所要時間の推定, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Long

Session 1B, 2 pages (2021)

[11] 福嶋竜希, 原田拓弥, 大内紀知, 合成人口の精緻化に向けた U-Net を用いた建物用途推定, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Long Session 2, 2 pages (2021)

[12] 岩瀬大輝, 村田忠彦, 合成人口データにおける就業者の生活時間推定のための従業地と職業の割当て, 計測自動制御学会第 26 回社会システム部会研究会資料 (オンライン, 8 月 28 日, 2021), Long Session 2, 2 pages (2021)

[13] 村田忠彦, 原田拓弥, エージェントベースリアルスケール社会シミュレーションのための模擬個票に基づく人口データの合成, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (オンライン, 11 月 20-22 日, 2021 年), pp. 276-281 (2021)

[14] 市川学, 大規模エージェントベース社会シミュレーションモデルを用いた感染症対策, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (オンライン, 11 月 20-22 日, 2021 年), pp. 282 (2021)

[15] 北下慎太郎, 村田忠彦, 合成人口データを活用した就業者の通勤経路・所要時間の推定, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (オンライン, 11 月 20-22 日, 2021 年), pp. 291-294 (2021)

[16] 岩瀬大輝, 村田忠彦, 原田拓弥, 合成人口データにおける就業者の従業地の割当て, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (オンライン, 11 月 20-22 日, 2021 年), pp. 295-298 (2021)

[17] 根岸美知, 李皓, 労働市場の変化による所得推定に基づくマイクロシミュレーション—既存の社会保障制度とベーシックインカム制度の比較—, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (オンライン, 11 月 20-22 日, 2021 年), pp. 299-302 (2021)

[18] 下田稜, 李皓, 合成人口データを用いた新型コロナウイルスに対する感染分析及び経

済的影響の分析, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会(オンライン, 11月20-22日, 2021年), pp.303-306 (2021)

[19] 太田奎佑, 李皓, 通勤距離を加味した居住地選択モデルの構築～北海道札幌市の仮想個票を事例に～, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会(オンライン, 11月20-22日, 2021年), pp.312-314 (2021)

[20] 原田拓弥, 伊藤崇, コロナ共存社会模索のための実規模シリアスゲームの検討, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会(オンライン, 11月20-22日, 2021年), p.315 (2021)

[21] 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会優秀賞, 岩瀬大輝, 村田忠彦, 原田拓弥, 合成人口データにおける就業者の従業地の割当て, 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料(オンライン, 3月6-8日, 2022), pp.10-17 (2022)

[22] 八木祐哉, 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀知, 村田忠彦, 佐々木美絵, 日本全国の市区町村を対象としたAED設置情報の公開状況に関する分析, 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料(オンライン, 3月6-8日, 2022), pp.18-26 (2022)

[23] 北下慎太郎, 村田忠彦, 合成人口データを活用した就業者の通勤手段・通勤経路・所要時間の推定, 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料(オンライン, 3月6-8日, 2022), pp.101-108 (2022)

[24] 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀知, 村田忠彦, 佐々木美絵, AED使用率向上のための社会シミュレーション分析による直線距離と道路距離の比較, 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料(オンライン, 3月6-8日, 2022), pp.139-144 (2022)

(5) 公開したライブラリなど

なし

(6) その他(特許, プレスリリース, 著書等)

なし