

令和 6 年 5 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10362

研究課題名（和文）合成人口データを用いた心停止発生シミュレーションとAEDの最適配置に関する研究

研究課題名（英文）Cardiac Arrest Simulation Using Synthetic Population and Optimization for AED Placement

研究代表者

村田 忠彦（Murata, Tadahiko）

大阪大学・サイバーメディアセンター・教授

研究者番号：30296082

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、心停止発生シミュレーションに基づく自動体外式除細動器（AED）の最適配置への合成人口データの応用研究に取り組む。合成人口データとは、日本の全人口の世帯構成・構成員の年齢、性別、所得などを、公開されている統計に基づいて、仮想的に合成したデータである。心停止事例の65%が自宅で発生する現状に注目し、自宅での心停止患者の救命に必要なAEDの日本全国の配置状況の分析を行った。分析結果をもとに心停止患者の発生シミュレーションを実施し、適切なAEDの配置の検討を行った。市町村単位から都道府県のシミュレーションに拡大することにより、同一県内での自治体による違いを明らかにできた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、AEDの設置状況に応じたシミュレーションが可能となった。市町村単位のシミュレーションから都道府県単位のシミュレーションに拡大できたことにより、同一県内であっても、協力者の割合によって救命の効果が異なることがわかった。また、自宅内での心停止事故においては、家族だけでなく、近隣の協力者にAEDの運搬を依頼することにより、救命の可能性がある10分以内の運搬が達成されやすいことがわかった。その際、近隣の居住者のうち、5%が協力できるだけでも、AEDの運搬の助けになることがわかった。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we conducted an application study of synthetic population to an optimization problem for Automated External Defibrillator (AED) Placement. Synthetic population is a pseudo data for household members with attributes such as age, sex and income synthesized from publicly distributed statistics. To cope with the difficult situations that 65% of heart attack cases happened in houses, first we considered appropriate AED allocation in Japan. Based on the analysis, we conducted heart attack simulations and consider the optimal allocation of AEDs. We conducted the simulation within a city, then we extended the simulation in a prefecture. We could show the difference in cities in a prefecture by the simulations.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：心停止 自動体外式除細動器 合成人口データ

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本研究課題では、心停止発生シミュレーションに基づく自動体外式除細動器（AED）の最適配置への合成人口データの応用研究に取り組む。合成人口データとは、申請代表者が公開されている統計に基づいて、日本の全人口の世帯構成・構成員の年齢、性別、所得などを仮想的に合成したデータである。申請代表者は2016年に日本全国規模の人口合成に成功し、合成人口データの利活用に関する研究を進めている。申請代表者は、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）の公募課題として、大阪大学サイバーメディアセンターと北海道大学情報基盤センターの協力を得て、日本全体の人口の合成を行なっており、合成された人口データが利用可能になっている。本研究課題では、合成人口データの活用事例の一つとして、心停止事例の65%が自宅で発生する現状に注目し、自宅での心停止患者の救命に必要な自動体外式除細動器（AED）の日本全国の配置状況の分析結果をもとに、心停止患者の発生シミュレーションを実施し、適切なAEDの配置の検討を行う。

本研究課題で取り組む医療分野における合成人口の活用事例として、自宅での心停止患者の救命に必要な自動体外式除細動器（AED）の日本全国の配置状況を考慮する。総務省消防庁の統計をもとに2013年から2015年に全国で発生し、救命が試みられた心停止事例約33万件の分析によると、64.9%にあたる約212,000件が自宅で発生している。公共の場で倒れた場合の1ヶ月後生存率は19.7%、大きな後遺症がなく社会復帰ができたのは13.8%であるのに対して、自宅で倒れた場合の生存率は3.4%、社会復帰率は1.4%であった。このことから、自宅で倒れた人の生存率・復帰率を向上することが、喫緊の課題であると言える。一般に心停止時間が1分経過するごとに、10%生存率が下がると言われているため、10分以内にAEDを使用して、心拍を再開することが望まれる。

関連する研究として、新潟大学医歯学総合病院の遠藤らが日本救急医学会論文誌（2011年22巻1号）にて「自宅における突然の心停止を対象とした自動体外式除細動器の効果的配置の検討ー地理情報システムを用いたシミュレーションー」[1]と題して、新潟市で2008年に発生した1,114例の心停止事例のうち、実際に自宅で発生した心停止事例861例を対象に、新潟市に配置されている568箇所AEDとの関連性の分析を行っている。その結果、AEDから直線距離で200m圏内での心停止発生事例は23.5%、100m圏内では5.7%であることがわかっている。現状の設置場所の問題点としては、複数階の建物に設置されていて上下移動に時間を要すること、24時間のアクセスが困難な場所に設置されていることがあげられている。24時間アクセスが可能で、上下移動が少ない設置場所として、コンビニ店舗と警察関連施設に設置した場合の心停止事例カバー率の推計が行われている。設置場所は325箇所現状の57%に留まるものの、200m圏内、100m圏内の発生事例は、16.5%、4.7%と推計された。単純推計での13.4%、3.2%と比較して、設置箇所が60%弱であるにも関わらず発生事例割合が高いことから、設置場所候補として、有望であることが確認されている。

また、国立保健医療科学院の佐々木らが2016年に開催された第44回日本救急医学会総会・学術集会にて「Agent-Based Approachを用いたAEDの最適配置に関する研究」[2]と題して、所沢市を対象に、申請代表者が合成した合成人口を用いて実施した心停止シミュレーションでは、AEDから道路距離で300m圏内に45%の市民が住んでおらず、すぐにAEDを探しに行くことができたとしても、10分以内のAEDの適用が困難な市民が多数いることが確認された。

新潟市、所沢市の2例を対象とするこれらの研究からでも、現在のAEDの配置では、自宅での心停止発生に対して、十分な備えとなっていないことがわかる。そこで、本研究では、日本全国のAEDの設置状況に関するデータを用いて、全国を対象としたAEDの人口カバー率に関する推計を行う。その際、申請代表者が取り組んできた合成人口を用いることにより、日本全国におけるAEDの配置の課題や改善方法について検討が可能となる。

2. 研究の目的

上述のように、我が国のAEDの設置状況について、実際の心停止事例に対して、わずか23.5%しかカバーできていなかったこと、また、仮想的な合成人口に対して推計されたAEDの人口カバー率としては最大でも55%にしかならないことが確認されている。本研究課題では、日本全国のAEDの人口カバー率を明らかにすることで、救急医療での課題において、明確に改善が必要な地区や地域を可視化し、突然の心停止に備えた環境の構築に取り組む。日本全国を対象とした研究は、申請代表者が取り組んできた市町村単位の合成人口を用いなければ行うことができないため、独自性が高い研究であるといえる。

また、合成人口が保持している年齢分布を用いることにより、自宅での心停止事例が起りやすい地域を対象にAEDを設置することが可能となり、救急医療環境の向上のための予算をより効果的に活用することが可能となる。

3. 研究の方法

以下の手順で、研究を推進する。

- 1) AED の設置情報を一元的に管理している日本 AED 財団の全国 AED マップから AED の位置情報を収集する。
- 2) 最新の国勢調査に基づく合成人口を用いて、AED の 100m 圏内、200m 圏内、300m 圏内の人口カバー率を推計する。
- 3) 性別、年齢別、地域別の心停止発生確率を適用し、AED の圏外で、心停止発生確率が高い地域を可視化することにより、AED の導入における優先順位を可視化する図を作成する。

4. 研究成果

2020 年の総務省消防庁の救急救助の現況によると、一般市民に目撃された心停止傷病者数は 25,790 人であるが、そのうち AED が使用された事例は 1,091 人とわずか 4.2%にとどまっている。本研究課題では、この使用率を高めるために、どのくらいの一般市民の協力が求められるかをシミュレーションにより検討する。

3 節の手続きを用いて、全国 AED マップから AED の位置情報を収集し、シミュレーションを実施した。まず、市町村単位のシミュレーションとして神奈川県相模原市（2015 年人口 70 万人）を対象にしたシミュレーションを実施した。シミュレーションにおいて、AED の運搬の可否は、心停止事象が発生した住宅から往復 300m 以内に AED が設置されているかどうかで判断した。なお、この際、住宅と AED の直線距離ではなく、実際に運搬する道路距離により運搬の可否を判断した。相模原市において、本シミュレーションモデルが稼働可能であることを確認することができた。

次に、神奈川県全体（2015 年人口 205 万人、58 市区町村）の合成人口データを用いたシミュレーションを実施した。Fig. 1 に、各自治体ごとの人口に対する AED 運搬の協力者の割合を変化したときの AED の使用率を示す。Fig. 1 より、協力者数が増えることにより、AED の使用率が高まるものの、自治体によって、使用率の高まり方が異なることがわかる。そこで、家族による運搬のみの場合の AED の使用率と人口の 20% が協力者であるときの AED 使用率の差を AED 運搬システムの効果（Fig. 2 の縦軸）、協力者が 20% のときの 8 割の AED 使用率を達成する協力者の割合（Fig. 2 の横軸）の関係をシミュレーションによって求め、Fig. 2 を作成した。Fig. 2 から、5%ほどの協力者で、協力者が 20% のときの 8 割の使用率を達成できる自治体がある一方、15%以上の協力者がいなければ 8 割の使用率を達成できない自治体があることがわかった。これらは、AED の分布状況の違いに起因するものであると考えられる。

本研究課題により構築したシミュレーションモデルは、日本全国の自治体において実施可能である。本シミュレーションにより、多くの協力者がいなければ、効果をあげられない自治体に対して、AED の配置をより充実させるべきであることがわかる。

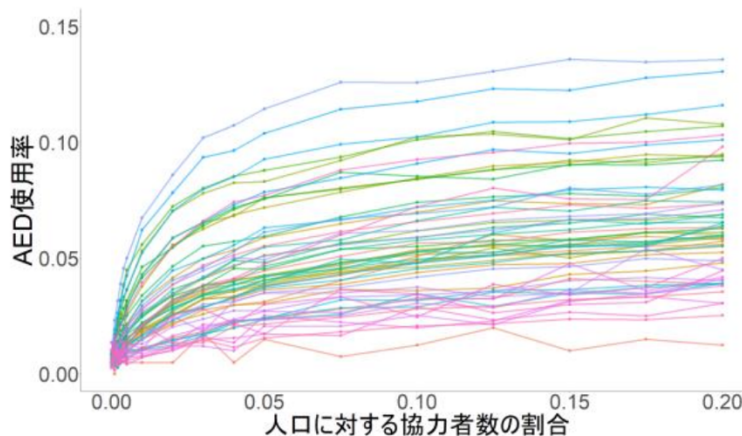


Fig. 1 協力者割合と AED 使用率

参考文献

- [1] 遠藤, 肥田, 大橋, 木下, 林, 斎藤, 本多, 自宅における突然の心停止を対象とした自動体外式除細動器の効果的配置の検討—地理情報システムを用いたシミュレーション—, 日本救急医学会雑誌, vol. 22, no. 1, pp. 1-8, 2011.
- [2] 佐々木, 市川, 金谷, Agent-Based Approach を用いた AED の最適配置に関する研究, 日本救急医学会雑誌, vol. 27, p. 431, 2016.

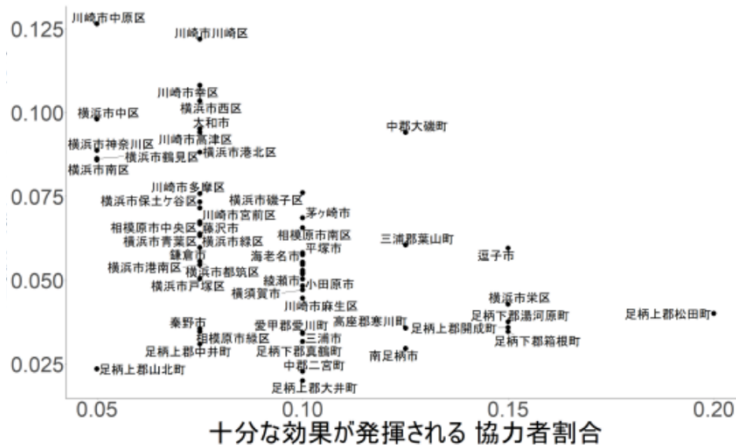


Fig. 2 協力者割合と AED 運搬支援の効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀和, 村田忠彦	4. 巻 1
2. 論文標題 自宅での心停止に対するAED運搬支援システムの効果の可視化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第31回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阪本凌也, 村田忠彦	4. 巻 1
2. 論文標題 一般市民による救命活動の課題点の分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第31回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阪本凌也, 村田忠彦	4. 巻 1
2. 論文標題 世帯ごとによる自動体外式除細動器 (AED) 使用率の推定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第30回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 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	4. 巻 1
2. 論文標題 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	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 18-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀知, 村田忠彦, 佐々木美絵	4. 巻 1
2. 論文標題 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	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第27回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 139-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tadahiko Murata, Atsuki Fukushima, Takuya Harada, Mie Sasaki	4. 巻 1
2. 論文標題 Social Awareness from Analysis of Available Time for Automated External Defibrillators in a City	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of IEEE International Conference on Cybernetics 2021	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 江尻雄一, 原田拓弥, 大内紀知, 村田忠彦, 佐々木美絵	4. 巻 1
2. 論文標題 住宅内心停止へのAED利活用促進に向けた社会シミュレーション分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第24回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 80-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 自動体外式除細動器 (AED) の利用可能時間に関する分析	4. 巻 1
2. 論文標題 福島惇輝, 村田忠彦, 原田拓弥, 佐々木美絵	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 計測自動制御学会第24回社会システム部会研究会資料	6. 最初と最後の頁 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 14件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 江尻雄一
2. 発表標題 自宅での心停止に対するAED運搬支援システムの効果の可視化
3. 学会等名 計測自動制御学会第31回社会システム部会研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 一般市民による救命活動の課題点の分析
3. 学会等名 計測自動制御学会第31回社会システム部会研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 阪本凌也
2. 発表標題 世帯ごとによる自動体外式除細動器（AED）使用率の推定
3. 学会等名 計測自動制御学会第30回社会システム部会研究会資料
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 リアルスケール社会シミュレーションを実現する研究基盤
3. 学会等名 IEEE関西支部第116回技術講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 リアルスケール社会シミュレーションを実現するデータ基盤としての合成人口データ
3. 学会等名 京都大学学術情報メディアセンターセミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Synthetic Societal Data (= Synthetic Population + Basic Behavioral Data) for Real-Scale Social Simulations
3. 学会等名 022 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Real-Scale Social Simulations Using Synthetic Societal Data
3. 学会等名 The 56th Hawaii International Conference on System Sciences 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 仮想実社会データ (= 合成人口データ + 基本行動データ) によるリアルスケール社会シミュレーション
3. 学会等名 システムイノベーションセンター 第5回特別講義 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Real-Scale Social Simulations Using Synthetic Population Data with Protection Level
3. 学会等名 The 4th International Conference on Communication and Cyber-Physical Engineering: ICCCE 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Social Simulations in the Post COVID-19 Era
3. 学会等名 IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society Cybernetics Summer School (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 リアルスケール社会シミュレーションによる未来社会の選択
3. 学会等名 行動学とスーパーコンピュータに関するシンポジウム, 京都大学学術情報メディアセンター, 九州大学情報基盤研究開発センター (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Agent-Based Real-Scale Social Simulations Using Synthetic Population
3. 学会等名 2021 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 合成人口データを用いたリアルスケール社会シミュレーション
3. 学会等名 第28回社会情報システム学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 リアルスケール人工社会 データサイエンスとシミュレーションによる未来デザイン基盤
3. 学会等名 社会・経済システム学会研究会「新しい資本主義と社会・経済システムのデザイン」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 合成人口を用いたリアルスケール社会シミュレーション
3. 学会等名 計測自動制御学会第3回スマターワールド実現のための新たなシステムズアプローチの実展開を目指す調査研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadahiko Murata
2. 発表標題 Data Distribution for Japanese Synthesized Population and Real-Scale Social Simulations
3. 学会等名 Social Simulation Week 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村田忠彦
2. 発表標題 合成人口を用いたリアルスケール社会シミュレーション
3. 学会等名 放送大学キャリアアップ講座「データサイエンス 基礎から応用」第7回「AIによるデータサイエンスとシミュレーション」(招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

合成人口データ使用申請ウェブサイト https://www.sde.cmc.osaka-u.ac.jp/ApplicationForData
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------