

民間救急導入可能性評価のための緊急度を考慮した救急搬送シミュレーションの研究

福田章太[†] 佐伯幸郎^{††} 陳思楠[†] 中村匡秀^{†,†††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 高知工科大学 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

^{†††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

E-mail: [†]fukuda.s.cs.es4.eedept@kobe-u.ac.jp, ^{††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, ^{†††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp,

^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

あらまし 近年、日本での少子高齢化の影響は多岐にわたり、中でも救急、医療現場のひっ迫は大きな問題となっている。救急搬送業務においてはその件数が年々上昇し、現場到着所要時間もそれに比例して上昇している。中には緊急性の低い転院搬送に利用されるケースもあり、それにより一刻も早く救急医療が必要な患者への対応が遅れてしまう可能性が示唆されている。そういった中で、民間救急と呼ばれる民間の救急サービスが注目されているが民間救急の適用によって実際どのような効果がでるのかが検証されていない。そこで本研究では緊急度の低い転院搬送を民間救急に委譲することで救急サービスの品質がどれくらい向上するかを定量的に評価する手法を提案する。また、提案手法を神戸市のデータを用いて実装し、実験を行う。実験より1年で約170万秒の駆けつけ時間が短縮されるという結果が得られた。よって民間救急への委譲は救急サービスの品質向上に繋がるといえるだろう。

キーワード 高齢化、救急サービス、医療逼迫、ビッグデータ、シミュレーション

A study of emergency transport simulation considering urgency for evaluating the feasibility of introducing private emergency service

Shota FUKUDA[†], Sachio SAIKI^{††}, Sinan CHEN[†], and Masahide NAKAMURA^{†,†††}

[†] Kobe University Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan

^{††} Kochi University of Technology 185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

^{†††} Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan

E-mail: [†]fukuda.s.cs.es4.eedept@kobe-u.ac.jp, ^{††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, ^{†††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp,

^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract Japan's aging population and declining birthrate have severely impacted emergency and medical services. The rising number of emergency transports has led to longer response times. Some non-urgent transfers further delay critical emergency care. Private emergency services are being considered, but their effectiveness hasn't been verified. This study proposes a method to evaluate the impact of delegating non-urgent transfers to private services on emergency service quality, using data from Kobe City. Results show that over a year, response times were reduced by approximately 170 million seconds, indicating improved emergency service quality through private service delegation.

Key words Aging Society, Emergency Service, Medical Compulsions, Big Data, Simulation

1. はじめに

近年、ICTシステムの技術の発展により、企業や政府、自治体が様々なデータを収集し、それを活用する動きが活発になっている。このように様々なデータを活用し、より効率的で持続

的な都市、スマートシティ [1] を目指すことは世界的な動きといえるだろう。日本の消防署においても、例えば救急搬送業務における様々なデータを ICT システムにより収集、記録している。こういったデータは、消防の需要予測や救急車両などのリソース運用の最適化といった、様々な方向性で活用することが

期待されている [2]。我々の研究室と共同研究を行う神戸市消防局も救急出動に関する膨大なデータを日々収集・記録している。

また、日本は慢性的な少子高齢化社会となっており、その影響は多岐にわたる。中でも救急、医療現場のひっ迫は大きな問題となっている。救急搬送業務においてはその件数が年々上昇し、現場到着所要時間もそれに比例して上昇している。中には緊急性の低い転院搬送に利用されるケースもあり、それにより一刻も早く救急医療が必要な患者への対応が遅れてしまう可能性が示唆されている。

そういった中で、民間救急と呼ばれる民間の救急サービスが注目されている。緊急性の低い転院搬送に対してそういったサービスを適用することが懸念される問題の解決策の一つである。しかしながら、民間救急の適用によって実際どのような効果がでるのかが検証されていない。

そこで本研究では緊急度の低い転院搬送を民間救急に委譲することで救急サービスの品質がどれくらい向上するかをシミュレーションを用いて定量的に評価することを目的とする。具体的なアプローチとして以下のような手法を提案する。

A1: 救急ビッグデータを分析し、緊急度の低い転院搬送 T を特定する。救急ビッグデータに対して、搬送種別や緊急度のラベルを用いて T の特定を行う。

A2: オリジナルの出動データ D1 と D1 から T を除いたデータ D2 を用意する。D2 は民間救急に緊急度の低い転院搬送を委譲したと仮定したデータである。

A3: 覚知から出動、現場、病院、帰署まで一連の救急車の移動をシミュレートするアルゴリズム A を作成する。アルゴリズムの制作には、管轄内の住所同士の距離、移動時間をまとめた距離データ、救急隊についての情報をまとめたデータを用いる。

A4: D1 と D2 を A に適用し、駆けつけ時間を算出し、データの分布、統計を比較する。合計値の比較や、転院搬送以外の搬送への影響、その具体的な変化の動きなどを分析する。

この手法を実際の神戸市内のデータを用いて実装し、評価実験を行う。実験結果から民間救急の有無で駆けつけ時間が1年で約170万秒短縮されることが分かった。また、民間救急に委譲するとして除いた緊急度の低い転院搬送以外のデータにおいても1年で約23万秒短縮されているという結果が得られた。

これにより、緊急度の低い転院搬送を民間救急へ委譲した際、救急サービスのクオリティが向上することを定量的に示せることが分かった。

2. 準備

2.1 背景

近年、日本は慢性的な少子高齢化社会となっている。内閣府 [3] によると65歳以上人口は、3,623万人となり、総人口に占める割合（高齢化率）も29.1%となったとあり、この傾向はこれからも続き、令和52年には38.7%に達して、国民の2.6人に1人が65歳以上の者となる社会が到来すると推計されている。こういった少子高齢化の影響は社会全体に波及しており、医療分野にもその影響がみられている。令和5年の総務省の公表 [4] によると図1に示すように令和4年中の救急自動車による

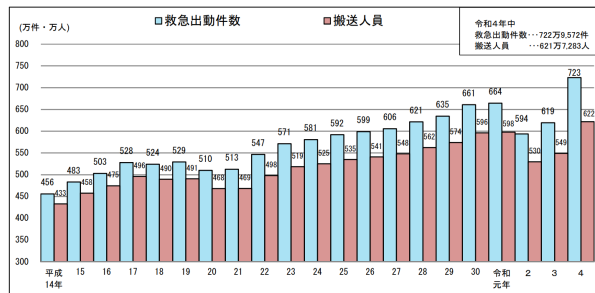


図1 救急自動車による救急出動件数及び搬送人員の推移 [4]

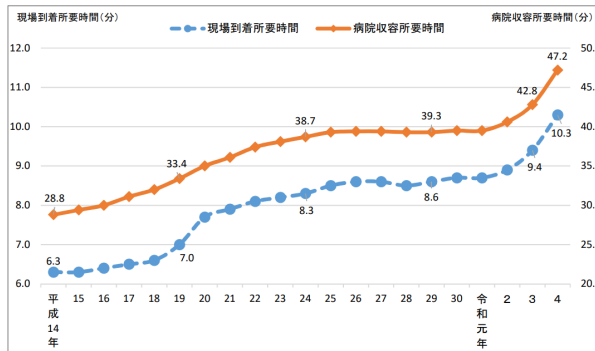


図2 現場到着所要時間及び病院収容所要時間の推移 [4]

る救急出動件数は722万9,572件（対前年比103万5,991件増、16.7%増）であり前年と比較して増加したとある。この傾向は少子高齢化によりさらに増加していくことが考えられている。また、救急搬送の数が増加するとともに現場到着所要時間、つまり現場への駆けつけ時間も増加している。同じく令和5年の総務省の公表 [4] によると図2に示す通り、令和4年中の救急自動車による現場到着所要時間（入電から現場に到着するまでに要した時間）は、全国平均で約10.3分（前年約9.4分）とある。我々が住む神戸市においても同様の傾向がみられ、駆けつけ時間の増加が発生しており、大きな問題となっている。

2.2 神戸市消防局との共同研究

我々の研究室と共同研究を行っている神戸市消防局は、スマートシティを推進する活動の一環として、救急搬送に関するデータをICTシステムにより収集、記録している。救急搬送に関するデータには、各救急搬送における出動隊や車両名といった基本的な情報から、119番通報の覚知時刻、現場到着時刻といった時間的な情報、傷病者の年齢や性別、緊急度といった傷病者の属性に関する情報、発生場所および搬送病院といった空間的な情報などを含む膨大な量のデータにより構成されている。データの一部を表1に示す。このデータは2013年より収集が開始されており、現在では10年分のデータとなっている。過去、この膨大な救急搬送に関するデータ（以後、救急ビッグデータと呼ぶ）を分析・活用することによって、消防局の構成に基づいて、地域の各町丁目への消防車の駆けつけを計算・可視化するツールFD-CASTの開発 [5] や、消防局構成の事前評価システムの開発 [6] などを行い、実際の救急事業に活用された事例もある。

表1 救急ビッグデータの例

	覚知時刻	傷病名	...	年齢	現場住所
1	2023-01-01 14:52:22	腎不全	...	57	兵庫区中道通
2	2023-04-13 00:23:46	肺炎	...	58	中央区相生町
3	2023-08-22 23:31:05	打撲・頭顔部	...	74	垂水区高丸

表2 出動データ D1 の例

覚知時刻	...	帰署時刻	現場住所	搬送病院名
2023-01-01 00:08:42	...	2023-01-01 01:09:27	長田区宮川町 2丁目	吉田病院
...
2023-12-31 23:41:29	...	2024-01-01 00:32:30	中央区脇浜町 2丁目	神戸マリナーズ 厚生会病院

2.3 着目する課題

東京消防庁の発表 [7] によると、救急搬送業務において転院搬送（医療上の理由により現に医療機関にある患者を他の医療機関に搬送すること）について、東京消防庁の救急隊が搬送した人員は年々増加しているとある。さらに、この転院搬送について、搬送先の医師に入院の必要ないと診断された軽症者の割合が一定数存在し、このような患者の転院搬送に救急車が利用されると、一刻も早く救急医療が必要とされる救急患者への対応が遅くなり、救えるはずの命が救えなくなる可能性があるとも示唆されている。このように救急搬送数が増えそれに伴って、緊急度の低い転院搬送が増えることによる救急搬送サービスの品質が低下が問題視されている。

そんな中一部地域には民間救急というサービスが導入されている。民間救急は軽傷や軽い病気の人に向けた救急サービスである [8]。この民間救急の利用は先ほどの問題に対する一つの対応策といえる。実際、東京消防庁では救急車の適正利用を呼びかけるとともに、ホームページでの医療機関案内や医療機関への交通手段を紹介する東京民間救急コールセンターの利用促進など、様々な取組を行っている [9]。しかし、福岡県庁の民間救急に関するアンケート調査 [10] によると、360 人中 168 人が「知らない、聞いたことがない」と、143 人が「聞いたことがあるが、詳細は知らない」と回答したとある。このように民間救急の存在はまだ世間に広く浸透しているとは言い難い状況である。一部地域においては導入されているが、民間救急導入によってどのような効果かが得られるか実証されていないという点が課題としてある。本研究ではこの課題に着目する。

3. 提案手法

3.1 目的とキーアイデア

本研究では緊急度の低い転院搬送を民間救急に委譲することで救急サービスの品質がどれくらい向上するかを定量的に評価することを目的とする。キーアイデアは救急ビッグデータを活用し、転院搬送を取り除いた出動と元の出動とをシミュレーションし、その両者の駆けつけ時間を比較することである。目的を実現する具体的なアプローチとして以下の手法を提案する。図3にイメージ図を示す。

A1：救急ビッグデータを分析し、緊急度の低い転院搬送 T を特定する。

A2：オリジナルの出動データ D1 と D1 から T を除いたデータ D2 を用意する。

A3：覚知から出動、現場、病院、帰署まで一連の救急車の移動をシミュレートするアルゴリズム A を作成する。

A4：D1 と D2 を A に適用し、駆けつけ時間を算出し、データの分布、統計を比較する。

3.2 A1：緊急度の低い転院搬送 T の特定

転院搬送を取り除いた出動と元の出動をシミュレーションするため、まずは取り除く転院搬送を定義しそれを特定する必要がある。「取り除く」とはつまり、民間救急に委譲することを仮定しているためその救急搬送は「その救急搬送が転院搬送目的であること」「その救急搬送の緊急度が低いこと」の二つを満たす必要がある。

例えば 2013 年から 2023 年の神戸市の場合では図 4 のように転院搬送かつ緊急度が低い搬送、この例では準緊急のラベルが張られている搬送を救急ビッグデータから検索することで、取り除く搬送 T を特定している。

3.3 A2：各種出動データの作成

シミュレーションに入力するデータを救急ビッグデータから作成する。まず、救急ビッグデータから以下の情報に関する列を抽出し、オリジナルの出動データ D1 を作成する。実際に神戸市のデータを使用した例を表 2 に示す。

- 救急搬送の現場住所
 - 搬送病院名
 - 救急隊の覚知、出動、現着、現発、病着、病発、帰署時刻
- 次に、比較対象となる緊急度の低い転院搬送を除いたデータ D2 を作成する。出動データ D1 に対し、A1 で特定した緊急度の低い転院搬送 T を取り除くことで作成する。

3.4 A3：救急搬送シミュレーションアルゴリズム

救急搬送シミュレーションのためのアルゴリズムを作成する。まず、アルゴリズムの作成に必要な二つのデータを用意する。一つ目は距離データ、二つ目は救急隊データである。前者は消防局が管轄する区域のそれぞれの住所間の距離、移動時間に関しての情報、後者はその区域の救急隊に関しての情報であ

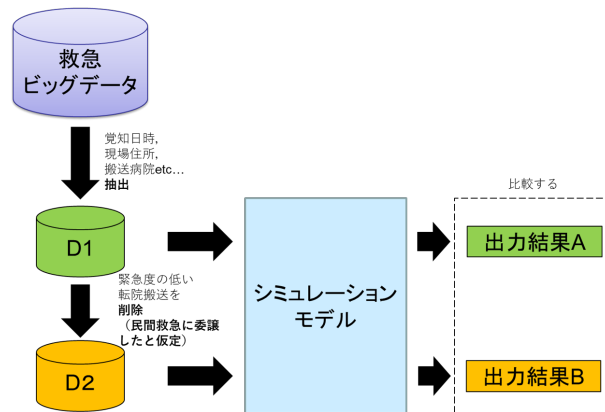


図3 アプローチイメージ図

	緊急度	搬送種別
0	緊急	転院搬送
1	その他	急病
...
912950	準緊急A	急病
912951	準緊急A	急病

図4 2013～2023年の神戸市内各救急搬送の緊急度と搬送種別

表3 距離データ

項目	詳細
住所	消防局が管轄する区域内の住所
消防署名	その区域における消防署
距離, 移動時間	上記2地点間の距離, 移動時間

表4 救急隊データ

項目	詳細
救急隊	消防局が管轄する区域の救急隊
消防署名	その救急隊が所属する消防署
車両名	その救急隊が所有する車両名

る。詳しい項目はそれぞれ表3と表4にまとめる。

これらを用い、出動データ D1, D2 の各出動 X に対して処理を行うアルゴリズムを作成する。ただし、救急搬送の現場住所、搬送病院は X と同じであり、現場滞在時間や病院滞在時間は救急隊によって変わらないものと仮定をする。作成したアルゴリズムのイメージとして図5を示す。

まず、覚知時刻、出動時刻に関しては D1, D2 と同じものをそのまま出力する。次に、X の現場住所から最も近い消防署 Y を検索し、その消防署に出動可能な救急隊があるかを確認する。このとき、出動可能な救急隊がなければ次に X の現場住所に近い消防署を検索する。以後、出動可能な救急隊が見つかるまで同様の処理を行う。出動可能な救急隊が見つかり、担当する消防署 Y が決定すれば、距離データにある消防署 Y から X の現場住所までの移動時間に基づいて現着時刻を出力する。現発時刻は D1, D2 の実際の現場滞在時間、すなわち現発時刻と現着時刻の差に基づいて出力する。これは現場滞在時間が救急隊によって変わらないものと仮定したためである。次の病着時刻についても D1, D2 の病着時刻と現発時刻の差に基づいて出力する。病発時刻についても病院滞在時間が救急隊によって変わらないと仮定しているため同様に出力する。帰署時刻に関しては、距離データにある消防署 Y から搬送病院までの移動時間に基づいて出力する。

具体例として神戸市のデータを用いた場合を図6に示す。まず、現場住所である中央区吾妻通4丁目より、距離データを用いて最も近い消防署を検索する。今回の例では中央消防署で

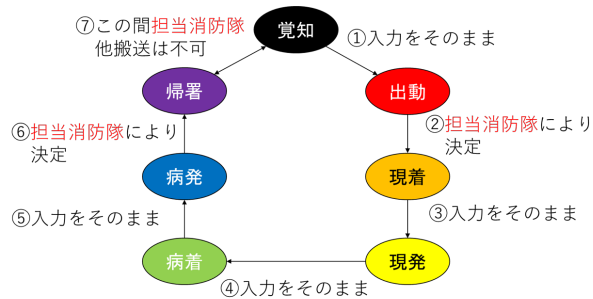


図5 救急搬送シミュレーションアルゴリズム

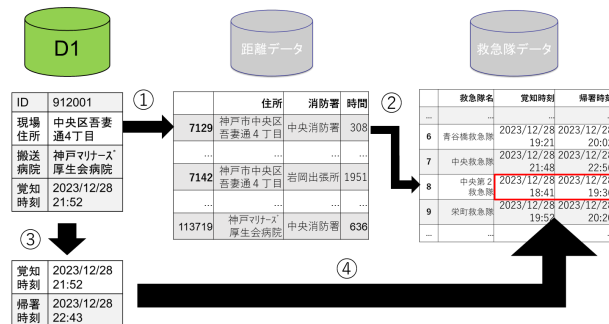


図6 シミュレーションの具体例

あったため、この消防署に所属する中央救急隊と中央第2救急隊が出動可能であるかを救急隊データから確認する。この例の覚知時刻 2023年12月28日21時52分段階において、中央救急隊は覚知時刻21時48分、帰署時刻22時56分となっている別搬送で使われているため出動が不可能である。しかしながら、中央第2救急隊は帰署時刻が19:36分とすでに帰署済みであり、重なる救急搬送が無いため出動が可能である。よって担当する中央消防署に決定する。以降は図5や先述したアルゴリズムの通りに計算を行う。また、シミュレーションの結果として出力された覚知時刻、帰署時刻を救急隊データの中央第2救急隊の列に上書きすることで、以降のシミュレーションにおいて中央第2救急隊の出動が重ならないようにする。

3.5 A4: データの分析

A1～A3で行った救急シミュレーションについて、民間救急に委譲する前後で駆けつけ時間にどのような変化があるか、またどのような効果があるかを分析する。ここでは駆けつけ時間の分布や合計値の比較、また緊急度の低い転院搬送以外の搬送への影響を、委譲前後の駆けつけ時間の差を用いて分析する。さらに、シミュレーションの精度を確認することでこのシミュレーションモデルの評価を行う。

4. 評価実験

4.1 使用したデータ

3.で提案した手法に基づいて実際のデータを用いた実験を行った。出動データ D1 および D2, また A3 における必要データとして今回は表5のようにデータを使用した。救急ビッグデータと救急隊データは神戸市消防局より提供していただいた。距離データは Google の RouteApi を用いて収集した。神戸市の救

表5 使用したデータ

データ名	使用したデータ
D1, D2	神戸市消防局の救急ビッグデータ (2023年)
距離データ	神戸市内の住所-消防署間データ
救急隊データ	神戸市消防局の救急隊データ

急搬送において2023年度の転院搬送は2,283件であったため、D2はD1からその2,283件のデータを抜いたことになる。

4.2 使用した技術

実装言語として、python3を、ライブラリとしてpandas, numpy, re, seaborn, matplotlib, ツールとしてjupyterを用いた。

4.3 実験結果

出力されたシミュレーション結果を分析した。まず、各データD1, D2の分布の比較を図7に示す。左がD2であり、右がD1である。D2の方が2秒程度中央値が小さいなどのわずかな違いがあるが、おおむね分布に大きな変化はないことがわかる。

次に、各搬送の駆けつけ時間の合計値を比較した。結果を表6にまとめた。比較すると民間救急の有無で駆けつけ時間が1年で約170万秒短縮されることが分かった。これは日数にして約19日にのぼる。分布にはそれほどの変化がなかったが、合計値にするとかなり大きな時間短縮に繋がっていることがわかる。

この短縮時間は民間救急に委譲した搬送、つまり緊急度の低い転院搬送が無くなること自体も含まれているため、次にシミュレーション結果が変わった、つまり現場到着時刻などに変化があった搬送を抽出してその変化がどのようなものであったかを分析した。変化した搬送の件数は2,184件であった。先ほどと同じように合計値での比較を行ったところ表7のような結果となった。比較すると、約23万秒、つまり約2.6日短縮されていることが分かった。つまり、先ほどの約170万秒の短縮の内訳は、搬送自体が無くなることによる147万秒の短縮と、その影響によって搬送時間が短縮された約23万秒の短縮ということになる。さらに、変化した搬送1件1件に対しプロットし

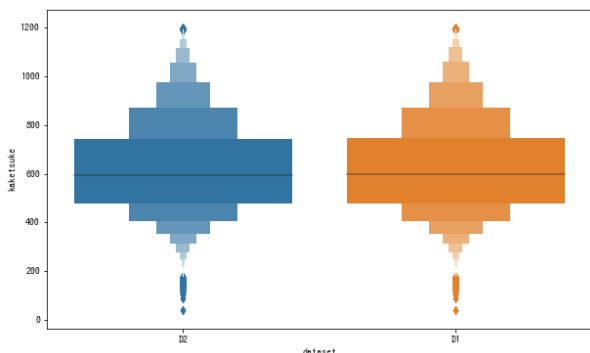


図7 駆けつけ時間の分布

表6 駆けつけ時間の合計値

データ名	駆けつけ時間 (s)
D2	62060812.0
D1	63768769.0

表7 転院搬送以外への影響

データ名	駆けつけ時間 (s)
D2	1603068.0
D1	1835636.0

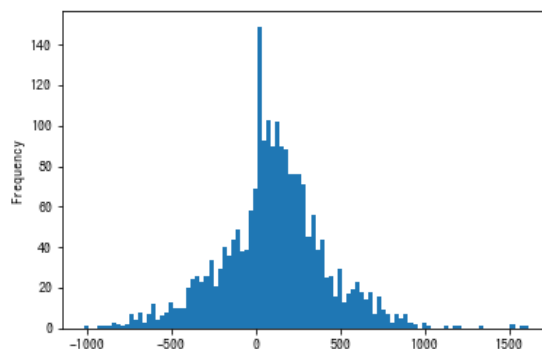


図8 転院搬送以外の駆けつけ時間の変化

たヒストグラムを図8に示す。横軸は短縮された駆けつけ時間であり、右に行くほど民間救急導入によって駆けつけ時間が早くなった事例を表している。縦軸はその件数を表している。ヒストグラムによると、早くなった事例、遅くなった事例ともにあるが、右に有利であることがわかる。

ではなぜ、短くなった事例も存在したのかを確認するために、変化した搬送について具体的にどのような変化が起きているかを確認した。表8に一例を示す。

この例では転院搬送が無くなったことで灘消防署のリソースが空き、その消防署に担当が変わったことによって駆けつけ時間が5分早くなっていることがわかる。さらに一例を表9に示す。この例は表9と同日、約20分後の搬送のシミュレーション結果であり、駆けつけ時間が遅くなった事例を示している。先ほど、灘消防署に担当が変更したことによって本来担当するはずだった灘消防署が担当できなくなり、結果として先ほどとは反対の変化が起きていることがわかる。

このように、リソースが使われることで本来使っていたリソースが無くなり、駆けつけ時間が早くなるだけでなく遅くなるという事例も発生していることがわかる。しかし、全体として考えると表7に示す通り、約23万秒の短縮、平均をとると1件約102秒の短縮に繋がるという結果が得られた。

表8 変化した搬送の具体例1

データ名	覚知時刻	現着時刻	...	帰署時刻	担当消防署
D2	16:55:48	17:09:07	...	18:57:31	灘消防署
D1	16:55:48	17:14:04	...	18:58:12	青谷橋出張所

表9 変化した搬送の具体例2

データ名	覚知時刻	現着時刻	...	帰署時刻	担当消防署
D2	17:14:34	17:32:03	...	18:06:04	青谷橋出張所
D1	17:14:34	17:25:31	...	17:55:56	灘消防署

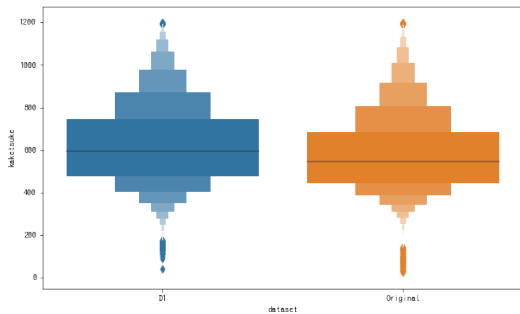


図9 駆けつけ時間のバイオリンプロット

シミュレーションの精度について分析をした。図9は D1 とオリジナルの駆けつけ時間の分布を示したものである。見てみると、実際の駆けつけ時間よりシミュレーションによる駆けつけ時間が全体的な分布はそのまま、長くなっていることが分かった。

4.4 考察

本研究の結果より、緊急度の低い転院搬送 2,283 件を民間救急に委譲することで駆けつけ時間が 1 年で約 19 日短縮されることがわかった。また、転院搬送とは関係のない搬送 2,184 件も平均で 102 秒短縮されることが分かった。1 年で 2,184 件であるから、1 日約 6 件は短縮されることになる。さらに、転院搬送分の 2,283 件が委譲されるため、こちらも 1 日約 6 件の救急搬送業務が無くなることになる。以上より、民間救急の委譲は救急隊への負担が軽減され、救急サービスの品質向上につながると考えられる。

シミュレーションの精度に関して、シミュレーション結果が長くなった原因としては、「臨時救急隊などに対応できるアルゴリズムではない点」「救急隊によって現場滞在時間は変わるが考慮できていない点」などが考えられる。臨時救急隊はその名の通り、臨時的に組まれる救急隊である。

今後の課題としては、現状 2023 年のデータのみでの分析となっているため、2013 年から 2023 年にかけての 10 年分のデータで行うこと、またシミュレーションの精度をあげてを考えている。

5. まとめ

本研究では、少子高齢化社会の中で増加する駆けつけ時間という問題に着目し、その解決策として存在する民間救急の意義や効果を定量的に評価する手法の提案を行った。さらに、この手法を神戸市の実際のデータを使用し実験を行い、民間救急が与える影響を定量的に示すことができた。この手法を用いて民間救急の意義、効果を示し、さらなる普及につながることを期待される。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H05706, JP22H03699, JP22K19653, JP23H03401, JP23H03694, JP23K17006 の助成を受けて行われている。本研究は神戸市消防局との共同研究の一環で行われている。

文献

[1] M. Deakin and H. Al Waer, "From intelligent to smartcities," In-

telligent Buildings International, vol.3, no.3, pp.140-152, 2011.
 [2] “救急活動における ICT 技術導入 総務省消防庁,”https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-57/01/shiryou2.pdf, accessed July 25, 2024.
 [3] “高齢化の状況 内閣府,”https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf, accessed July 25, 2024.
 [4] “「令和 5 年版 救急・救助の現況」の公表 総務省,”https://www.soumu.go.jp/main_content/000924645.pdf, accessed July 24, 2024.
 [5] 矢吹直也, 佐伯幸郎, and 中村匡秀, “消防局の構成を分析・シミュレーションするツールの研究開発,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.477, LOIS2019-83, pp.157-162, March 2020.
 [6] 矢吹直也, 佐伯幸郎, and 中村匡秀, “最適化問題に基づく消防局構成計画と事前評価システムの開発,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.120, no.324, pp.87-92, January 2021.
 [7] “転院搬送における救急車の適正利用について 東京消防庁,”https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/kyuu-adv/tkse_i_tenin_hansou.htm, accessed July 25, 2024.
 [8] Koichi Tanigawa, Keiichi Tanaka “Emergency medical service systems in Japan: Past, present, and future,” Resuscitation, Vol.69, Issue.3, Pages 365-370, 2006.
 [9] “救急車の適時・適正な利用 東京消防庁,”https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf, accessed July 25, 2024.
 [10] “民間救急（患者等搬送事業者）の利用について 福岡県庁,”<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/157321.pdf>, accessed July 25, 2024.