

Ambulance Service Reviewer: 様々な時間粒度で救急活動を振り返るアプリケーション

矢吹 直也[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀^{†,††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 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: tyabuki@ws.cs.kobe-u.ac.jp, tsachio@carp.kobe-u.ac.jp, ttmasa-n@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 最近の消防局では、消防や救急の様々なデータを記録・管理している。しかし、このデータを分析するためにはデータ分析の技術が必要となる。そこで、我々の研究では以前、神戸市消防局のデータを活用して、過去の救急車の出動状況を地図上に可視化するシステム Ambulance Dispatch Reviewer(ADR) の開発を行った。だが、このシステムだけではいつの状況を確認するとよいか把握することが困難であるという課題があった。そこで今回、月間、年間を通しての各分、各日の出動時間、出動隊数を比較し、グラフとして表示するシステム Ambulance Service Reviewer(ASR) を提案・開発した。このシステムにより、出動が多かったのはいつか、特徴的な日はどの日かなどを把握することが可能になり、その日時の状況を ADR により確認することができるようになった。

キーワード 消防局, 救急車, 可視化, Web アプリ

Ambulance Service Reviewer: Application for Reviewing Ambulance Services from Multiple Time Granularity

Naoya YABUKI[†], Sachio SAIKI[†], and Masahide NAKAMURA^{†,††}

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

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

E-mail: tyabuki@ws.cs.kobe-u.ac.jp, tsachio@carp.kobe-u.ac.jp, ttmasa-n@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract Recent fire department records and manages various data of firefighting and Emergency dispatch. However, techniques are required to analyze this data. Therefore, in our research, we used the data of Kobe City Fire Department to develop a system Ambulance Dispatch Reviewer(ADR) to visualize the past dispatch situation of ambulances on a map. However, in this system, there was a problem that it was difficult to grasp when was good to confirm the situation. Therefore, we proposed and developed the system Ambulance Service Reviewer(ASR), which displays the results as a graph, comparing the time of dispatch and the number of dispatched units for each minute or day throughout the month or the year. With this system, it became possible to grasp when there were many dispatches and when it was a characteristic day, and it became possible to confirm the situation on that date by ADR.

Key words Fire Department, Ambulance, visualize, Web application

1. はじめに

社会情勢、気候変動など様々な要因の下、日本における救急隊への出動要請は年々増加の一方である [1]。救急隊の主たる業務は、国民の生命を守ることにあり、そのため 24 時間 365 日、市民の救急要請に応じて、現場に駆け付け、病院へと搬送する

必要がある。よって、増え続ける出動要請に対して、限られた救急リソースの有効活用は、現代日本の救急行政を考える上で、重要な命題である。そこで、各自治体は ICT システムによる一元的な出動管理により、これまでの出動記録の管理や振り返り、現状の把握、将来の予測などを目指す、救急隊の出動効率化に関する取り組みを官民一体となり進めている。

例えば、札幌市では「まちづくり基礎調査・研究費」の一環として、「救急出動記録データの分析評価」を行い、より効果的かつ効果的な救急隊の配置や出動体制の構築に向けた救急出動記録データの分析を行い、現状の課題把握等を行っている [2]。また、救急だけでなく消防においても蓄積されたデータをもとに、火災被害軽減を図ることを目的とし平成 20 年から平成 29 年までの過去 10 年間の火災傾向や「どのような場面で、どのような行動をしたことで、なぜ火災に至ったのか」を詳細に分析するとともに、「まちづくりセンター」管轄区域別の火災発生件数を盛込むなど、より地域の特性を踏まえた火災予防広報資料「あなたの街の火災」の発行を行っている [3]。

また、神戸市消防局では消防救急情報システムが導入されており、司令部および救急隊が実施する各種のイベントがリアルタイムに記録されている。具体的には、各出動に対して、119 番通報があった時刻（覚知時刻）や、救急車が出動した時刻（出場時刻）、現場の住所や、搬送先病院、患者の疾病の詳細等が記録されている。これらのデータに基づくと、各救急車がいつ、どこで、どのような状態（これを動態と呼ぶ）にあったかを詳細に振り返ることができる。このデータを元に、民間企業と事業連携協定を結び救急車稼働状況の現状分析、救急需要の予測などを行っている [4]。

蓄積されていく膨大なデータを、消防局職員自らが分析するにはデータ分析スキルが必要である。したがって、救急車の過去の動態を詳細に理解、分析するためには学習コストと時間が必要となり、現状の業務の合間に、こうした分析を行うことは困難である。そのため、技術を持たない消防局職員でも簡単に振り返ることができるシステムが必要となる。

これまでの我々の研究において、救急車の動態と位置を可視化するシステム: Ambulance Dispatch Reviewer (ADR) の開発を行っている [5]。ADR は、救急出動データに対し以下の 2 つのアプローチを行い、蓄積されたデータより、過去の任意の時刻における救急車のおおよその位置と動態を算出し、地図上に可視化する。

- 救急出動記録の時空間情報への変換

情報システムが記録した各種イベントの発生時刻の間を内挿し、毎分の救急車の動態を表す時系列データを生成する。また、救急車が所属する消防署、駆け付け現場の住所、病院の住所等の緯度経度情報を統合し、毎分の救急車のおおよその位置を表す時系列データを生成する。これにより、離散的な出動記録データが連続的な時空間情報へ変換される。

- 時空間情報の可視化

API で取得した時空間情報を地図上に可視化する。変換した時空間データを指定された時刻で取り出し、地図上に可視化する。救急車のおおよその位置を緯度経度に基づいて配置し、その時刻での動態に合わせて色付けされたアイコンで表示する。また、駆け付けの現場や病院も表示し、出動の状況を振り返る助けとする。

ADR を用いることで、振り返りの可視化は実現できたが、消防局での試用とそのアンケート結果から実際の振り返りでの利用について、以下の点に対する指摘があった。

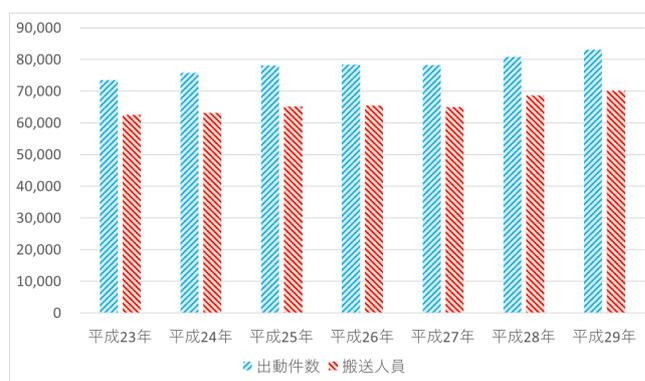


図 1 救急出動件数と搬送人員の推移

- P1: いつ問題が起きたのかを探ることができない
- P2: 問題が発生日時が、異常なのか確認することができない
- P3: 救急隊全体でのひっ迫状況が分かりにくい

これらの指摘事項に対し、消防局と検討を行った結果以下 4 点の要求として整理された。

- R1: 一年のうちいつ問題が起きたか知りたい
- R2: 現状が他の日時、場所とどう違うか知りたい
- R3: 一日のうちいつ部隊が動いたのか俯瞰したい
- R4: R1~R3 で絞った日時を ADR で振り返りたい

そこで本研究では、年間、月間を通しての出動状況を可視化する Ambulance Service Reviewer(ASR) を開発する。ASR では以下 4 つのアプローチに基づき、出動が多い日、時間など、特徴的な日時を把握できるように、各日時の出動状況を取得し、グラフとして表示する。

- A1: 様々な時間粒度で出動を可視化
- A2: 異なる年、地域と比較
- A3: 同時刻での出動隊の状況を可視化
- A4: ADR との連携

本稿では、開発した ASR をもとに過去 6 年分神戸市救急隊の出動記録の可視化を行い、特徴的な日時についての分析を行った。

2. 準備

2.1 救急出動の現状

図 1 に、神戸市消防局の過去数年間の救急出動件数と搬送者数の推移を示す [6]。神戸市消防局の発表によると、平成 29 年の救急出動件数は 83081 件で、平成 23 年の 73507 件に比べて 9574 件（13.0%）増加し、搬送者数についても 70217 人で 62587 人と比べて 7630 人（12.1%）増加している。しかし、救急隊の隊数は増加していないため、より効果的な出動が求められるようになっている。

2.2 ADR

ADR は我々が以前開発した、救急車の動態と位置を分単位で可視化するシステムである。このシステムは、蓄積されたデータをもとに、過去の任意の時刻での救急車のおおよその位置と動態を算出し、地図上へと可視化する。

まず、ユーザーが日時を指定すると、その時刻のデータを取

表 1 ADR に表示する統計情報

項目	内容
出動台数	出動中の部隊の数
平均駆けつけ時間	出動中の部隊の駆けつけ時間の平均
最大駆けつけ時間	出動中の部隊の駆けつけ時間の最大
平均搬送時間	出動中の部隊の搬送時間の平均
最大搬送時間	出動中の部隊の搬送時間の最大
平均出動時間	出動中の部隊の出動時間の平均
最大出動時間	出動中の部隊の出動時間の最大
駆けつけが一定を超える台数	



図 2 ADR の画面

得する。次に、取得した動態からアイコンの色を決定し、取得した座標にそのアイコンを表示する。消防局での実際の基準に基づき、灰色のアイコンが帰署、黄緑色のアイコンが引揚、赤色のアイコンがその他の動態（出動中の状態）を表す。また、駆けつけ現場を電話のアイコン、搬送先を病院のアイコンで表す。一定時間ごとにその1分後のデータを取得し、アイコンを更新することで、救急車の出動の様子をアニメーション化することが可能となる。

このとき、統計情報も計算し表示する。表1に統計情報に含まれる内容を示す。ここで、駆けつけ時間とは覚知時刻から現着時刻までの間、搬送時間とは現発時刻から病着時刻までの間、出動時間とは出場時刻から帰署時刻までの間とする。また、駆けつけ時間が一定を超える部隊を表示する理由は、一定を超える場合は通常時に比べて著しい遅延が発生していると考えられているからであり、神戸市の場合この基準を約13分としている。

さらに、地域ごとの出動部隊数と、出動中の部隊の駆けつけ時間の平均も計算し、表示する。これにより、どの地域での出動が多いのか、駆けつけに必要な時間が長いのはどの地域か、確認することができる。

このシステムを用いて、現在神戸市消防局に記録されている、2013年から2018年のデータの可視化を行った。実際に可視化を行った様子は、図2のとおりである。

3. 提案アプリケーション：AmbulanceServiceReviewer(ASR)

3.1 概要

ASRは、救急車の過去の出動数等をグラフに可視化するシ

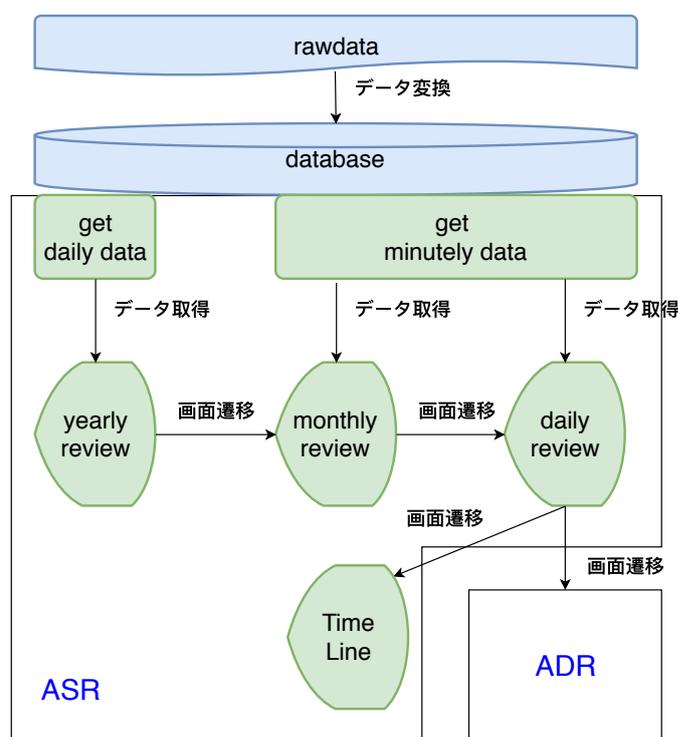


図 3 ASR の処理フロー図

ステムである。図3にASRの処理フロー図を示す。まず、救急出動記録から各日時の出動隊数を計算し、データベースに保存する。これを分単位で行った後、そのデータを利用して日単位のデータを作成する。日単位のデータには、出動隊数×出動時間を計算したもの、その日の出動数の最大数を計算したもの、最小数を計算したものがあ。これをAPIを用いて取得し、web上に横軸を時間、縦軸を出動数としたグラフ化して表示する。

次節以降では、1.で述べた各アプローチについて説明する。

3.2 A1: 様々な時間粒度で可視化

一年のうちいつ問題が起きたかを把握するための機能として、様々な時間粒度での可視化を行う。ASRのグラフの表示方法は三段階あり、最初に年間を通しての日単位のデータを表示するもの、次に月間での分単位のデータを表示するもの、最後に日間での分単位のデータを表示するものとなっている。これにより、まず年間を通した中から特異な時期を見つけられる。次にその時期の中からより特徴的な日を見つけ、さらに細かく見ること、いつがどれだけ出動が多かったのか把握することが可能となる。

まず、年間表示の画面について説明する。図4に、画面のイメージを示す。年間表示画面では、指定した年の一年分のデータをグラフ化して表示する。初期状態では、2018年のデータが表示されているが、ユーザは見たい年のデータを選択する。そして、どの地域の情報を見たいかを選択し、画面を更新する。この選択機能については3.3で詳しく述べる。ここでいう地域とは、表2に示すとおりである。表示されるグラフは、3か月ごとに分けられており、1~3月、4~6月、7~9月、10~12月の4つが表示される。見たい項目に応じて、出動数の合計や、

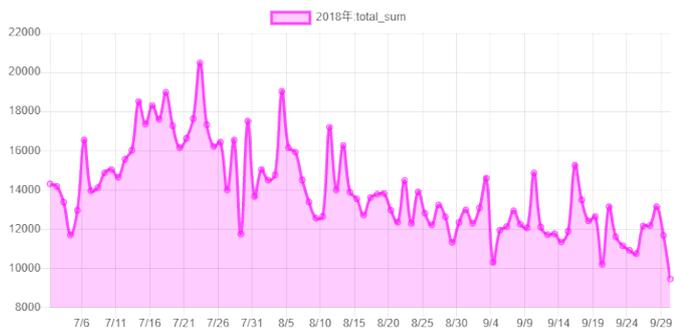


図4 年間表示

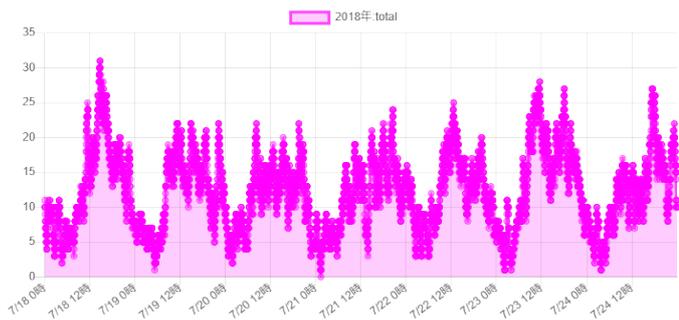


図5 月間表示

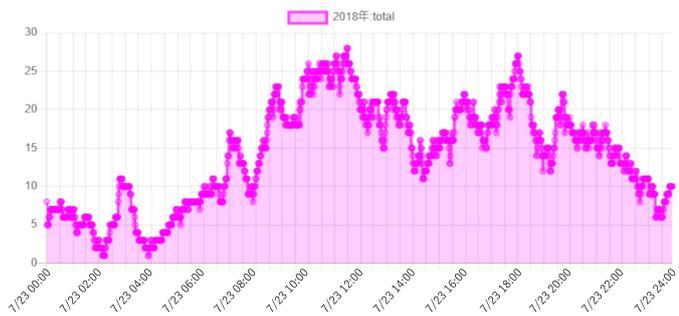


図6 日間表示

表2 神戸市の地域分け

地域名	区
市街地東	東灘区, 灘区, 中央区
市街地中央	中央区, 兵庫区, 長田区
市街地西	須磨区, 垂水区
北	北区
西	西区

出動隊数の最大値, 最小値などを表示することができる。もし、気になった日時があれば、その点を選択することでその日から1か月間のデータ表示画面に移動する。

次に、月間表示の画面について説明する。図5に、画面のイメージを示す。月間表示画面では、年間表示画面で選択した日から1か月分のデータをグラフ化して表示する。ここでも、年や地域を選択することで変更することができる。この画面で表示されるグラフは、1週間ごとに分けられており、1~7日、8~14日、15~21日、22~28日、29日~月末の5つのグラフが表示される。この画面で気になった日時を選択すると、その日時

を含む1日分のデータ表示画面に移動する。

最後に、日間表示の画面について説明する。図6に、画面のイメージを示す。日間表示画面では、月間表示画面で選択した日1日分のデータをグラフ化して表示する。この画面では、一つのグラフに1日分のデータが表示される。

3.3 A2: 異なる年, 地域と比較

現状が他の日時, 地域とどう違うのかを把握するための機能として、複数の年, 複数の地域のデータを同時に重ねて表示することができるようにする。

ユーザーが見たい地域, もしくは見たい年を複数同時に選択することで、選択したものを示すグラフを重ねて表示する機能となる。これにより、その年の中で出動が多い日, 少ない日が、例年と比較するとどうなのか, ということ調べることができる。また、全体でみると出動が多い場合でも、地域別でみると多い地域と少ない地域を調べることができる。

3.4 A3: 同時刻での出動隊の様子を可視化

各時間ごとに出動中の部隊を一目で確認することができるようにするため、各隊の1日の出動をタイムラインで表示した。図7は、その画面の様子を示したものである。3.2で述べた日間表示の画面から、その日の様子を表すタイムラインへと移動することができる。

この画面では、横軸を時間として、その部隊が出動している時間を赤色で、出動を終えて消防署に戻っている時間を黄緑色で、帰署中の時間を無色で表示する。この色分けは現場到着や病院到着などでより細分化したものと切り替えることができ、特定の動作に時間がかかったものを見分けることができる。

この画面では、表示したい部隊を選択しておくことで、表示を絞ることができる。

これを見ることで、特定の隊が頻繁に出動している時間帯, および、多くの隊が出動している時間帯を把握することができる。

3.5 A4: ADR との連携

この章で述べた機能によりどの日時を見るべきか発見したのち、その日時の様子を詳細に見るために、ADRに接続する機能を付ける。3.2で述べた日間表示の画面で、詳細を見たい日時の点を選択することで、その日時を表示するADRに移動することができる。

4. プロトタイプ実装

本研究では、3.で述べた提案手法に基づき実装を行った。以下では実装の詳細について述べる。

まず、救急出動記録から、各日時の地域ごとの出動隊数と合計出動隊数を計算し、データベースに保存した。この操作はpythonを使用して行い、データベースはMySQLを利用した。

さらに、データベースに保存したデータをシステムで利用するために、指定した日時のデータを取得するAPIを作成した。このAPIはphpで実装を行った。

最後に、取得したデータからグラフを作成して表示するWEBアプリケーションの開発を行った。このアプリケーションはHTML5とJavascriptで実装を行い、グラフの表示にはChart.js

2018年7月18日 (水)

(凡例) ■ 駆け付け, ■ 現場処置, ■ 病院搬送, ■ 病院引渡, ■ 引き揚げ

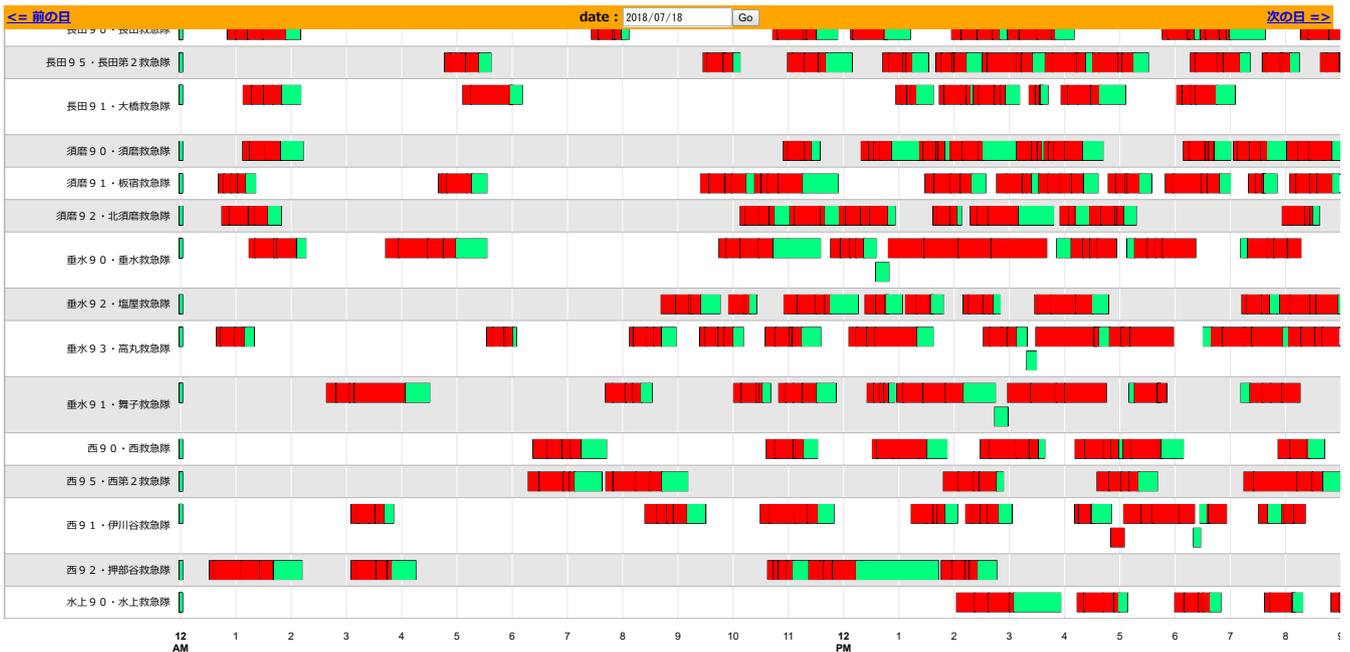


図 7 タイムラインを表示する画面

表 3 使用したデータ項目

項目名	内容
出動隊名	出動した部隊名
出場日時	部隊が出動した日時
病発日時	部隊が搬送を終えて病院を出発した日時
帰署日時	部隊が消防署に戻った日時

を利用した。このシステムは、Apache をサーバーとして公開している。

今回、神戸市消防局が記録している 2013 年～2018 年の救急出動記録を使用した。このデータはおよそ 47 万件あり、出動時刻、出動先住所、傷病者の詳細などが記録されている。今回の研究では表 3 の項目を利用した。

5. 評価

今回の提案に対する評価として、各要望を達成できたかどうかを評価する。

5.1 R1: 一年のうちいつ問題が起きたか知りたい

一年のうちいつ問題が起きたかを確認するため、今回は 2018 年で神戸市全体の出動が最も多かった日を分析する。まず、年間表示で 2018 年、全地域を選択し表示したものが図 4 である。これを見ると、7 月 23 日が多かったことが分かる。さらに、7 月 18 日からの月間表示に移動したものが 5 である。7 月 23 日の最大同時出動数はその時期の他の日とあまり変わらないが、一日を通して出動が多かったことがわかる。そして、7 月 23 日の日間表示に移動したものが図 6 である。この日は午前 8 時頃から午後 2 時頃にかけてと、午後 3 時半頃から午後 6 時半頃の長時間にわたって出動が多い状態が続いていることが分かった。

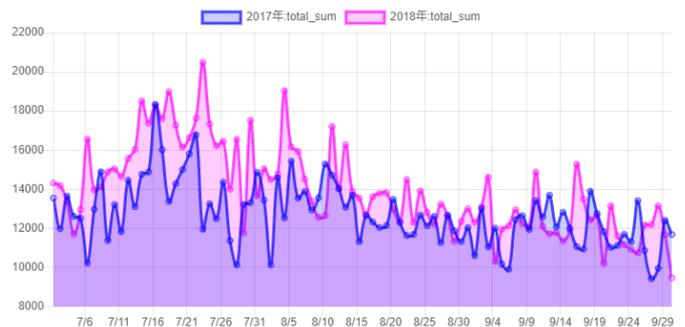


図 8 年度ごとの出動の差の確認

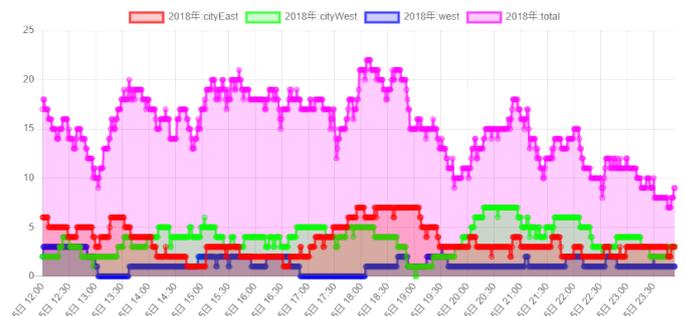


図 9 地域ごとの出動の差の確認

なお、この日に出動が多かった理由は主に熱中症患者の搬送が多かったためだと考えられている。

このように、出動が多かった日時を発見することができた。

5.2 R2: 現状が他の日時、場所とどう違うか知りたい

現状が他の日時や場所とどう違うかを確認するため、今回は同じ時期の年度ごとの差と、特定の日時の地域ごとの差を分析

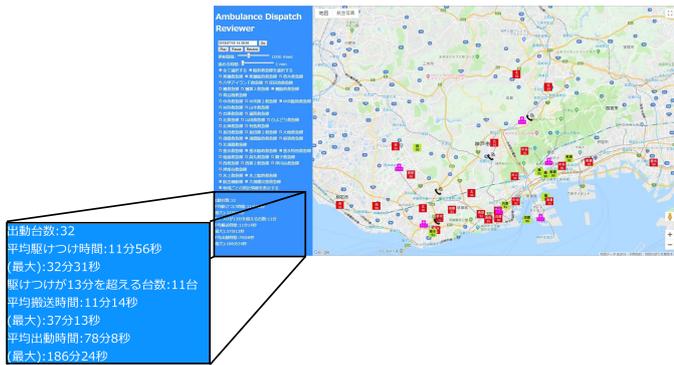


図 10 ADR での振り返り

する。

まず、年度ごとの差の分析を行う。図 8 は、年間表示の画面で 2017 年と 2018 年の 7 月から 9 月を表示したものである。青のグラフが 2017 年、桃のグラフが 2018 年を示す。この二年を比較すると、7 月後半から 8 月前半にかけては 9 月と比較して出動が多くなりやすいことがわかるが、中でも 2018 年 7 月 23 日は突出して多いことがわかる。今回は二年のみでの比較を行ったが、実際には六年間で比較することも可能となっている。

次に、地域ごとの差の分析を行う。図 9 は、日間表示の画面で、2018 年 02 月 05 日を表示したものである。赤のグラフが市街地東、緑のグラフが市街地西、青のグラフが西を示し、桃のグラフは全体の出動を示す。14 時 30 分頃から 17 時頃にかけては、全体の出動数は 15 隊以上と多いのに対し、市街地東は最大 7 隊中 3 隊以下とあまり出動していないことが分かった。また、17 時から 18 時にかけては、全体はほとんど 15 隊以上出動しているのに対し、西の出動数は 0 隊と地域差があることが分かった。

このように、現状が他の日時や場所とどう違うか確認することができた。

5.3 R3: 一日のうちいつ部隊が動いたのか俯瞰したい

R1 で気になった日の一日の出動の様子を俯瞰できるかどうかの確認として、今回は 2018 年で最も最大出動隊数が多かった 7 月 18 日 (31 隊) の様子を見た。図 7 はタイムライン画面で 7 月 18 日の様子を確認したものである。この日は全体として出動している時間が長かった日だが、押部谷救急隊など一部の救急隊は比較的短いことがわかる。また、この日の 14 時から 16 時頃は出動が密集しており、中でも長田第 2 救急隊や須磨救急隊は立て続けに出動していたことが分かった。

このように、一日のうちいつ部隊が動いたのか確認することができた。

5.4 R4: R1~R3 で絞った日時を ADR で振り返りたい

R1~R3 で絞った日時を実際に ADR で見てみる。今回は、R3 で確認した 2018 年 7 月 18 日の様子を ADR で表示した。この日の中で最も出動が増えたのは 14 時 40 分で、この時刻はすべての救急隊が出動していることが確認できた。また、出動数が一定を超えると駆けつけ時間がのびることが分かっているが、実際に駆けつけ時間が 13 分以上と長くなっている隊が 11 隊と多く、危険な状態であることが確認できた。

5.5 評価

最後に、作成したシステムを神戸市消防局職員の方による実利用での評価を行った。その結果、良かった点としては、以下の点が挙げられた。

- 複数年分を重ねて見せられる点がわかりやすい
 - 救急出動の逼迫状況を視覚的にとらえられ、注目すべきポイント (時期, 時間帯) を見つけるのに有益である
 - 年間表示, 月間表示, 日間表示と入っていきけるのは詳細を見ていくにあたって使いやすい
 - 日間表示からタイムラインへ遷移できるのも便利
- このことから、1. で述べた 4 つの要求については概ね達成できたと考えられる。

しかし一方で、改善すべき点としては以下の点が挙げられた。

- 出動した隊数だけでなく、残っている隊数や割合を表示できると、逼迫の発生状況をより把握しやすい
 - 年間表示で、総出動時間に加え、総出動件数でも見たい
 - 見栄えをもう少し整えたい
- これらの点については、今後の課題として改善していく。

6. おわりに

本稿では、ADR だけでは解決できなかった 4 つの要求を解決するために、A1~A4 の 4 つのアプローチに基づいて ASR を提案、開発した。また、開発したシステムを用いて 2013 年~2018 年のデータを可視化した。さらに、開発したシステムを消防局職員の方々に実際に使用していただき、評価を行った。課題としては、表示項目の追加や、外見の改善などが挙げられた。今後の研究としては、システムを用いて実際に発見された出動増加の要因に対し、どのような対策を行うのがよいか、その結果どのような効果が得られるかの分析などが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP17H00731, JP18H03242, JP18H03342, JP19K02973 の助成を受けている。

文 献

- [1] 総務省消防庁, “「平成 30 年中の救急出動件数等 (速報値)」の公表,” https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/190619_kyuuki_1.pdf, June 2019.
- [2] 札幌市, “救急出動記録データの分析評価,” <https://www.city.sapporo.jp/somu/machikiso/seika30.html>, March 2019.
- [3] 札幌市, “あなたの街の火災,” <https://www.city.sapporo.jp/shobo/yobo/johohassin.html>, March 2019.
- [4] 神戸市, “神戸市とヤフー株式会社とのデータドリブンな市政課題解決に関する事業連携協定,” <http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2018/02/20180206041802.html>, March 2018.
- [5] 矢吹直也, 佐伯幸郎, 中村匡秀, “救急出動記録の時空間情報への変換による救急車の動態可視化,” 電子情報通信学会技術報告書, 第 118 巻, pp.85-90, March 2019. 沖縄・宮古島市中央公民館.
- [6] 神戸市, “神戸市: 平成 29 年の消防局の災害・救急出動状況等 (速報),” <http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2018/01/20180112910101.html>, Jan. 2018.