

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 18 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510152

研究課題名（和文） 動画データと対話型図解ペトリネットによる救急走行阻害要因の解析と対策案開発支援

研究課題名（英文） Research on the analysis of emergency driving prevention factors using video data and an interactive illustration Petri net, and development on supporting of their measures

研究代表者

二神 透（FUTAGAMI TORU）

愛媛大学・防災情報研究センター・准教授

研究者番号：40229084

研究成果の概要（和文）：松山南消防署の救急車に、Web カメラと GPS を搭載し、救急車両の実走行データを採取した。次に、それらのデータを国土空間データ（2500 分の 1）上で、再生するシステムを開発し、速度の分布と停止時間を色の分布と、円の大小で判別することによって、速度の低下と停止時間より、走行阻害箇所を特定し動画より阻害状況を確認した。さらに、交差点・リンクの走行速度を自動抽出するシステムを開発し、ボトルネックとなるリンク、交差点を明らかにした。そして、信号現示が走行速度に与える影響が大きいことを定量的に示し FAST（Emergency Vehicle Preemption Systems）の導入効果を定量的かつ、視覚的に示すことができた。

研究成果の概要（英文）：A Web camera and GPS were carried in the ambulance of the Matsuyama south fire department, and the real driving data of emergency vehicles was extracted on it.

Next, by developing the system which reproduces those data on country spatial data, and distinguishing distribution and stop time of speed by distribution of a color, and the size of a circle, the driving prevention part was pinpointed from a fall and stop time of speed, and the prevention situation was checked from video.

Furthermore, the system which extracts the running speed of a crossing and a link automatically was developed, and the link and crossing used as a bottleneck were clarified.

And it was able to be shown quantitatively that the influence which the blue of a signal and red have on a driving speed is great, and the introductory effect of FAST（Emergency Vehicle Preemption Systems）was able to be shown quantitatively and visually.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
2012 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：救急走行阻害、動画像、GPS、ペトリネット

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、これまでに、(株)NEXCO の管制記録ならびに消防署救急搬送記録を用いて、愛媛県内の高速道路における救急搬送の認知・指令に関する研究を行い、救急車両出動までの情報伝達プロセスの実態と問題点を明らかにしている。その結果、一般道路における搬送時間の分散が大きいことが明らかになった。これにより、国内外で研究されている消防署や救急病院の施設配置問題における、救急サービス時間の信頼性研究の必要性を感じた。例えば、救急車両の走行動態は、一般車両の走行動態と異なるため、信頼性の高い移動時間を用いなければ、バイアスに基づいた救急・消防施設配置の解となろう。この課題に対して、救急搬送記録を用いたサービス時間の推定に基づく研究も見られるが、駆け付け場所や走行経路が不明であるため、経路の走行時間推定の信頼性に問題がある。換言すれば、消防署から救急需要地点への駆け付け時間・救急病院への搬送時間が経路毎に既知でなければ、施設の配置問題の解の信頼性は低くなる。

研究代表者は、この救急車両の走行に関するデータの信頼性に着目し、覚知時間から駆け付け場所、処置時間、救急病院への搬送時間までの救急搬送記録データの分析を行っている。一方、救急車両へGPSとビデオカメラを搭載することにより、1秒毎の車両の走行軌跡ならびに周辺交通状況を動的に採取するためのシステムを開発し、松山市南消防署でのパイロット実験を行っている。急搬送時間に関するさらなる課題は、救急車両ドライバーが、患者の症例程度を考慮して、故意に搬送速度を落としているケースもあり、これらのデータを峻別して解析する必要がある点にある。

松山市における道路ネットワークのリンク速度を推定するためには、動的データ(GPSとWebカメラ搭載による搬送データ)を収集し、分析する必要がある。そのためには、症例別搬送記録データと動的データを、市内全域において救急走行データを収集する必要がある。そして、これらのデータから、走行阻害等を解析するためのシステム開発の必要がある。さらに、ビデオカメラで撮影した周辺交通状況と交通センサによる時間別交通量・混雑度を用いて、動的図解ペトリネットによる救急車両走行シミュレーションを作成し、走行阻害要因の抽出と解決方法を動的図解することにより、救急走行サービス

の向上に寄与できると考え、本申請課題の着想に至った。

2. 研究の目的

救急搬送は、覚知から現場駆け付け、処置、搬送、回送といった一連のプロセスの下で、諸要因が、サービス時間に影響を与える現象である。本研究は、救急搬送記録と時間交通量・混雑度と実際の救急搬送軌跡ならびに救急車の走行ビデオをGPSとWebカメラで取得・分析することによって、交差点特性による走行分析、走行阻害要因を抽出する。さらに、得られたデータを用いて動的図解手法のペトリネット・シミュレータによる救急交通現象の再現と救急阻害要因の記述・解除を提示し、救急サービスの運用・向上化を目的としたシステム研究を行うことにある。

そこで本研究では、静的データ(症例別搬送記録・交通データ)を収集するとともに、パイロット実験で開発した動的データ採取システムを松山市内全ての救急車両に装備し、市内全域の救急搬送データを採取し、分析・適応研究を行う。以上を、個別に述べると以下のとおりである。

- 1) 症例別搬送記録5年分約50,000件を入手し、GISを用いて、ユークリッド空間における症例別の駆け付け、搬送時間を分析する。
- 2) 時間交通量・混雑度を入手し、GIS上で時間帯別の交通状況を再現する。
- 3) 救急車両にGPSデータとビデオカメラを搭載し、松山市の全ての救急車両の走行軌跡・ビデオ画像データを採取する。これらを用いて、症例別による走行速度・走行動態を道路リンク・交差点毎に分析する。
- 4) データ1. 2. 3を用いて、救急病院の指定運用計画を提案・評価する。
- 5) 動的図解ペトリネットを用いて、2), 3)で得られたデータより救急走行阻害要因をシミュレーションするとともに、経路・交差点毎に対策案の提示と効果について検討を行う。

救急搬送に関する実データの解析に関する研究は少なく、静的・動的データを用いて、駆け付け・搬送時間を精緻に分析・予測することは、消防署・救急病院等の運用計画にとって貴重な基礎データとなる。さらに、救急搬送の動的軌跡ならびにビデオ画像を用いて、動的図解法であるペトリネット・シミュレーションで再現することにより、走行阻害の課題抽出と対策を具体的に提示・評価できる点も特徴である。これらの情報は、医師

会・行政・道路管理者・市民が、救急に関する問題点の認識を深め、これらの問題に対する社会的合意形成が期待できる。

以上の視点が、いずれも独創的であり、救急走行動態の解明と救急搬送時間サービスの向上、救急病院の運用計画の研究に大きく寄与できるため、その学術的・社会的意義は大きい。

3. 研究の方法

図-1 に走行動態再現システムの基本構成画面を示す。①は、松山市の地図データ（道路部分・道路輪郭部分）の表示画面である。②は、動画像の再生画面である。③は、後述する GPS データ、動画像データの解析用各種コマンド画面である。図-4 は、図-3 の①の、GPS 軌跡描画画面である。

図-1 の色のついた軌跡は、救急車両の走行軌跡であり、図中心部分の赤い矢印①が、救急車の現在位置と進行方向を表す。また、軌跡の色の違いは、走行速度の分布を表している。

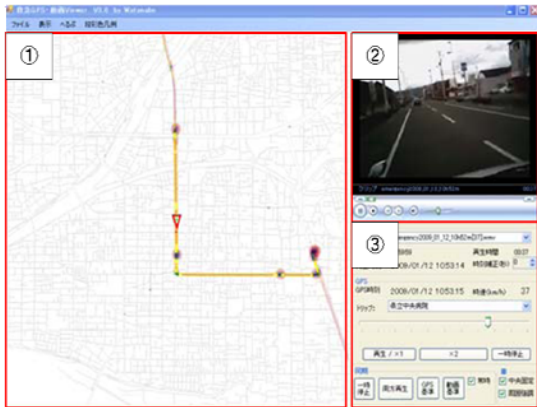


図-1 救急走行動態再現システムの構成画面

る。以下に、速度分布を示す。

- 0~10 km/h 青
- 10~20 km/h 緑
- 20~30 km/h 黄
- 30~40 km/h 橙
- 40 km/h ~ 赤

同様に、図中の道路上③~⑥の丸は、救急車が停止した時間を色の濃淡で表している。ちなみに、図中の③~⑤に示す淡い赤丸の部分は、交差点赤信号に伴う停止であり、図中右下の濃い赤丸⑥は、現場駆け付けと救急車両への患者搬入のための長時間の停止を表している。

4. 研究成果

本研究では、搬送時間短縮のために、松山市の救急車両の走行に影響を与える走行阻害要因の分析を行うことで、松山市における救急走行の現状を知ることを目的とした。

交差点走行動態分析より、交差点 17 か所全体で、赤信号による信号指示、一般車両に

よる避讓行動不足・不可が多く見られ、走行時間によって定量的に阻害であることを示した。リンク走行動態分析より、駆け付け時走行と搬送時走行の平均走行時間の差は、統計的に有意であることが全てのリンクにおいて証明され、駆け付け・搬送時走行に分けて分析する必要があることを示唆した。

また、道路形状において、走行に影響を与えるものが異なることを走行時間で定量的に示した。例えば、国道 33 号線においては、渋滞によっておこる、車間走行や一般車両の避讓行動不足・不可が見られ、はなみづき通りにおいては、逆走、路上駐車など、交通量が多く、中央分離帯がある国道 33 号線では、走行に影響を与えると考えられる走行阻害要因が、走行阻害とはならないことが分かった。

今後の課題として、本論で用いたデータは、松山南消防署という一つの消防署のみのデータであったため、一部の交差点、リンクしか分析することができないことと、データ数が少ないため、より詳細な分析ができていない。そこで、2 章でも述べたように、著者らが考案したデータ収集システムの問題点を改良した新システムを考える必要がある。そのシステムを用いて、多くのデータを得て、同様の分析を行うことで、搬送時間短縮案として、導入されつつある FAST（現場急行支援システム）の導入の必要性を示唆することが可能となり、松山市における救急走行時間短縮ができると考えている。さらに、著者らが開発しているペトリネットシミュレータ 12) を用いて、得られた GPS・動画像から阻害ネットワークを構築すれば、救急関係者・医療関係者と協働して、阻害解除のための施策の検討・評価が可能となると考えている。

謝辞：本研究を進める上で貴重な資料の提供をいただいた、南松山病院の前川総一医師をはじめ、松山南消防署の方々、ならびに松山消防の救急隊の方々、松山中央消防署前署長竹村様に心より御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 高山純一, 田中悠祐, 中山昌一朗: 救急車の走行時間信頼性からみた救急力評価に関する研究-金沢市における三次救急-, 土木計画学研究・論文集 19, pp. 237-244, 2002.
- 2) Bartholomew, J.T. et al., Requiring On-line Medical Command for Helicopter Request Prolongs Computer-Modeled Transport Time to the Nearest Trauma Center, Prehospital and Disaster Medicine, Vol. 11, No. 4, pp. 35-38, 1996.
- 3) 柏谷増男, 二神透, 前川総一, 堤純: 高速道路上での交通事故に対する「救急対応リスクマップ」の構築と評価に関する研究, 高

速道路関連社会貢献協議会，平成 18 年度研究助成報告書，2007.

- 4) 二神透，柏谷増男，前川聡一：高速道路上の駆け付けにおける認知・指令の情報伝達に関するシミュレータ開発，高速道路関連社会貢献協議会，平成 19 年度研究助成報告書，2008.
- 5) 二神透，柏谷増男，渡部正康：高速道路上の交通事故認知・出動の現況と課題，土木学会安全問題研究論文集，Vol. 3, pp. 131-136, 2008.
- 6) 二神透，柏谷増男，前川聡一：高速道路上での交通事故に対する救急対応事例分析に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol. 25 no. 2, pp. 859-868, 2008.
- 7) 二神透，柏谷増男，前川聡一：救急処理表と GPS・動画データ分析による緊急車両の走行動態に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 138, CD-ROM4 頁，2008.
- 8) 小池則満，秀島栄三，山本幸司：地域特性と救急車の走行速度に関する分析——名古屋市を事例として，地域学究（第 30 巻 1 号），pp. 127-140, 1999.
- 9) 南部繁樹，吉田傑，赤羽弘和：プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討，IATSS Review, Vol. 34, No. 3, pp. 55-62, 2009.
- 10) 門脇玄治，二神透，河口尚紀，渡部正康：松山市の救急駆け付け搬送阻害要因の分析，平成 22 年度 土木学会四国支部 第 16 回技術研究発表会講演概要集（CD-ROM, IV-18）
- 11) 二神透，門脇玄治，渡部正康，木俣昇，前川聡一：救急走行阻害要因分析のための GPS・動画画像解析システムの開発と適用，情報利用技術シンポジウム，Vol. 35, pp. 107-114, 8 頁，2010.
- 12) 南部佳郎，木俣昇，二神透：緊急車両の地震時広域出動シナリオのペトリネットシミュレーション開発，土木計画学研究・講演集，Vol. 137, CD-ROM4 頁，2007

5. 主な発表論文等

（研究代表者，研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 21 件）

- 1) 二神透，大本翔平，細川雅博：大震時火災延焼シミュレーション・システムの提示による住民意識変化に関する研究，土木学会論文集 F6（安全問題），68, 6 頁，2012. 【査読有り】
- 2) 二神透，大本翔平：津波避難勧告地域における防災行政無線の整備と課題-愛媛県宇和海沿岸 5 市町を対象として-，土木学会論文集 F6（安全問題），68, 8 頁，2012. 【査読有り】
- 3) 二神透，池田達朗：松山市救急搬送記録データの時間信頼性と現場滞在時間分析

に関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学），68, 8 頁，2012. 【査読有り】

- 4) 二神透，濱本 憲一郎，大本翔平：津波避難勧告における行政・自主防災組織・住民の対応行動と課題-愛媛県宇和海沿岸 5 市町を対象として-，土木学会論文集 F6（安全問題），67 No. 2, pp. 41-46. 2011. 【査読有り】
- 5) 二神透，大本翔平，濱本憲一郎：大地震時の火災延焼シミュレーション・システムを用いた地域防災力向上支援研究，土木学会論文集 F6（安全問題），67 No. 2, pp. 101-106. 2011. 【査読有り】
- 6) 二神透，河口尚紀，門脇玄治，前川聡一，渡部正康：GPS・動画画像データを用いた救急車両の走行動態分析，土木学会論文集 D3（土木計画学），67 No. 5, 179-184, 2011. 【査読有り】
- 7) 二神透，木俣昇，濱本 憲一郎：重点木造密集市街地における地震火災リスク・コミュニケーションに関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学），67 No. 5, 8 頁，2011. 【査読有り】
- 8) 池田達朗，二神透：松山市救急搬送記録データを用いた現場滞在時間分析に関する研究，土木計画学研究・講演集，43, No. 57, CD-ROM4 頁，2011. 【査読無し】
- 9) 門脇玄治，二神透：松山市における救急搬送シミュレータ構築のための基礎的研究，土木計画学研究・講演集，43, No. 63, CD-ROM4 頁，2011. 【査読無し】
- 10) 二神透，木俣昇，武部真有記：津波災害を対象としたリスクコミュニケーションの考察 - 西予市明浜町津波を事例として -：土木計画学研究・講演集，43, No. 165, CD-ROM10 頁，2011. 【査読無し】
- 11) 宮本拓史，二神透，前川聡一：救急活動記録を用いた救急病院運用体制の評価と改善案の提示，土木計画学研究・講演集，43, No. 58, CD-ROM4 頁，2011. 【査読無し】
- 12) 大本翔平，二神透：連合自主防災組織を対象とした広域地震火災延焼シミュレーションの活用研究，土木計画学研究・講演集，44, No. 259, CD-ROM6 頁頁，2011. 【査読無し】
- 13) 濱本憲一郎，二神透：大震時火災延焼シミュレーションシステムの検証に関する基礎的研究：土木計画学研究・講演集，44 No. 182D-ROM6 頁頁，2011. 【査読無し】
- 14) 門脇玄治，二神透：救急車の実走行データを用いた救急搬送シミュレータの開発のための基礎分析，土木計画学研究・講演集，44, No. 197, CD-ROM6 頁頁，2011. 【査読無し】
- 15) 宮本拓史，二神透，河口尚紀：GPS・動画画像データを用いた道路構造と救急車両の走行動態の関係に関する分析，土木計画学

研究・講演集, 44 No. 201, CD-ROM6 頁, 2011.
【査読無し】

- 16) 二神透, 宮本拓史, 渡部正康, 前川聡一: 松山市における救急走行阻害要因の分析に関する研究, 安全問題研究論文集, Vol. 5, 43 頁~48 頁, 2010. 【査読有り】
- 17) 二神透, 濱本憲一郎, 中久保祐典: シナリオ・シミュレータを用いた集中豪雨時の避難計画の提案と評価に関する研究, 安全問題研究論文集, Vol. 5, 223 頁~228 頁, 2010. 【査読有り】
- 18) 門脇玄治, 二神透, 河口尚紀, 渡部正康: 急走行阻害要因分析のための GPS・動画画像解析システムの開発と適用, 情報利用技術シンポジウム, Vol. 35, 131 頁~136 頁, 2010. 【査読有り】
- 19) 宮本拓史, 二神透, 前川聡一: 搬送記録・プローブデータを用いた救急病院運用計画の評価に関する研究, 第 42 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM4 頁, 2010. 【査読無し】
- 20) 河口尚紀, 門脇玄治, 二神透, 渡部正康, 前川聡一: GPS・動画画像データを用いた救急車両の走行動態分析, 第 42 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM4 頁, 2010. 【査読無し】
- 21) 二神透, 木俣昇, 濱本憲一郎: 密集市街地におけるリスクコミュニケーションの展開研究, 第 42 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM4 頁, 2010.

[学会発表] (計 5 件)

- 1) 二神透, 武部真有記, 濱本憲一郎: 津波危険地域における避難計画支援システムの開発と評価に関する研究, 平成 23 年度土木学会四国支部第十七回技術研究発表会講演概, 2011 年 5 月 14 日.
- 2) 濱本憲一郎, 二神透: 地震時火災延焼システムを用いた酒田大火の検証に関する研究, 平成 23 年度土木学会四国支部第十七回技術研究発表会講演概, 2011 年 5 月 14 日.
- 3) 大本翔平, 二神透, 濱本憲一郎: 丸亀市城北地区への火災延焼シミュレーション・システムの適用と要因分析, 平成 23 年度土木学会四国支部第十七回技術研究発表会講演概, 2011 年 5 月 14 日.
- 4) 門脇玄治, 二神透, 河口尚紀, 渡部正康: 松山市の救急駆けつけ搬送阻害要因の分析, 平成二十二年度土木学会四国支部第十六回技術研究発表会講演概要集, CD-ROM 2 頁, IV-17, 2010 年 5 月 15 日.
- 5) 宮本拓史, 二神透, 前川聡一: 松山市における救急病院運用計画の評価に関する研究, 平成二十二年度土木学会四国支部第十六回技術研究発表会講演概要集, CD-ROM 2 頁, IV-18, 2010 年 5 月 15 日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

二神透 (FUTAGAMI TORU)
愛媛大学・防災情報研究センター・准教授
研究者番号: 40229084

(2) 研究分担者

木俣昇 (KIMATA NOBORU)
金沢大学・名誉教授
研究者番号: 30026166
2010 年のみ
高山純一 (TAKAYAMA JUNICHI)
金沢大学・環境デザイン系・教授
研究者番号: 90126590