

(47) 緊急車両の走行経路選択に 影響を与える要因に関する分析

直島浩樹¹・井上裕文²・篠田茂樹¹・別府重憲¹・小川芳樹³・関本義秀³

¹非会員 日本電気株式会社 第一都市インフラソリューション事業部

(〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753)

E-mail: h-naoshima@nec.com

²非会員 日本電気株式会社 第二都市インフラソリューション事業部

(〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753)

³正会員 東京大学教授 東京大学空間情報科学研究センター (〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5)

本研究は、優先走行が認められる特殊な性質を有する緊急車両の現場到着時間短縮のための経路を提示するシステムの実現を目的としている。本稿では、消防局が保有している救急車両の出動実績データを用いて、走行経路の選択に関わる要因についての分析を示す。具体的には、熊本市消防局の出動から現場到着までの1分間隔の走行軌跡データを使用し、道路環境による走行速度への影響及び走行経路の判断に影響を与える要因の分析をした。その結果、緊急走行中の緊急車両においても走行速度が道路環境に影響を受けていること、及び時間的・人的要因により、走行経路の選択に影響があることが示された。

Key Words: emergency dispatch, travel route, travel trajectory, ambulance delay, fire department,

1. はじめに

2020年度版消防白書¹⁾によると、救急活動における覚知から現場到着までの所要時間の平均は約8.7分で10年前(平成21年)と比べ0.8分延伸しているが、救命率の向上のために現場到着所要時間の短縮が求められている。既往研究では、緊急車両の車車間・路車間通信により経路を確保する方式の検討²⁾が行われている。また、一般車両であれば走行速度の因子依存性や運転者の意図を反映した経路探索に関する研究^{3,4)}が進められている。

本研究は優先走行が認められる特殊な性質を有する緊急車両について、現場到着までの所要時間短縮のための経路を提示するシステムを実現することを目的としている。本分析においては、第一に緊急車両の走行特性が環境の影響を受けるか確認を実施した。第二に、現状の経路選択に与える要因の分析を行った。

2. 分析対象データの概要

(1) 緊急車両(消防車及び救急車)の走行データ

緊急車両の走行データは、熊本市消防局の出動から現

場到着まで1分単位の車両位置データ(2020/1/27から2020/10/6までの約8ヵ月間)を使用した。ここで、熊本市消防局の緊急車両の走行時の軌跡データを表1に示す。また、図1に全軌跡データ131,624件を熊本市の地図上へプロットした。白色ほど通行回数が多い道路を示す。

表-1 消防車両の出動時の軌跡データの概要

期間	2020/1/27～2020/10/6
全軌跡データ数(出動回数)	131,624件 (21,266件)
出動1回当たりの平均走行距離	2.1km
出動1回当たりの平均走行時間	6.7分
走行軌跡データの取得条件	緊急出動から到着までの軌跡 (取得間隔:1分間隔)



図-1 熊本市消防局の出動軌跡(1分間隔)の全データ

(2) その他使用データ

消防署の所在地，道路の中心線や幅員等の情報については，表-2に示すオープンデータを使用した。

表-2 使用したオープンデータ

データ名	データ内容詳細
消防署データ ⁵⁾	位置，行政コード，種別コード（消防本部，消防署，分署・出張所），所在地
道路データ ⁶⁾	図形情報，道路分類，道路状態，幅員区分，有料区分，自動車専用道路

3. 緊急車両の走行経路選択に関わる因子の分析

(1) 緊急車両における走行速度の実態調査

救急車の出動時の平均時速に影響を与える因子として，時間帯及び幅員について確認を行った。方法としては，渋滞が起きやすいとされる熊本市中心地を通る国道三号の中から通行履歴の多い道路区間を抽出し，出動時の走行速度の変化を算出することで，各因子における影響の実態について調査した。なお，走行速度については，1分間隔で測定された車両の座標間は最短経路を走行したという仮定の下で Dijkstra 法により経路を補間し，経路長を走行時間で除して算出した。

a) 時間帯による走行速度の影響

地域流通経済研究所による交通渋滞実態調査⁷⁾によると，熊本市中心部の朝夕の交通渋滞は慢性化している。図-2に示す通り，道路渋滞が発生している通勤及び帰宅時間帯では，緊急走行中の救急車も走行速度が出せていない実態が確認できた。

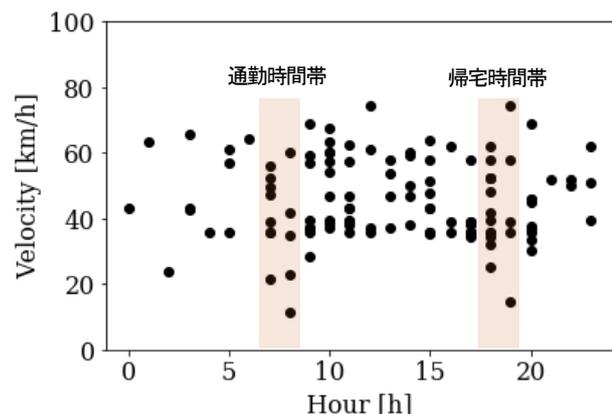


図-2. 走行速度の時間帯依存性（南区平田二丁目付近）

b) 曜日による走行速度の影響

地域流通経済研究所による同調査によると，金曜日は中心市街地に向かう車両で厳しい渋滞となるとされている。図-3に示す通り，金曜日では，緊急走行中の救急車においても走行速度が出せていない実態が確認できた。

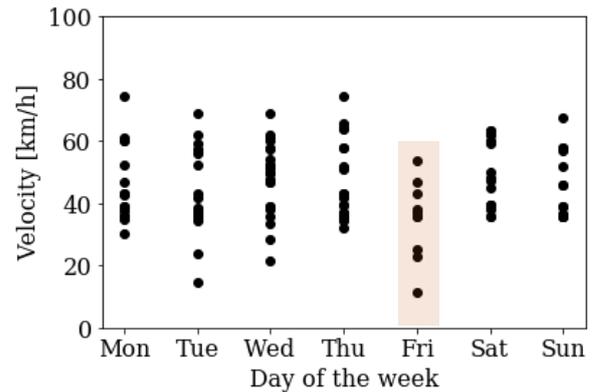


図-3. 走行速度の曜日依存性（南区平田二丁目付近）

c) 道路幅員による走行速度の影響

図-4について，横軸は道路幅員，縦軸は走行速度を示す。黒点は個々の通行の走行速度，赤点・赤線はその平均速度を示す。これによると幅員の狭い道路では，走行速度が出せない実態が確認できた。とりわけ，幅員が5.5mを下回る狭い道路では，緊急走行中でも速度が0km/hという車両が停止をしている状態が発生している。緊急車両は交通信号機の状態によらず走行できるため，何かしらの要因により走行が妨げられていることを示唆する。

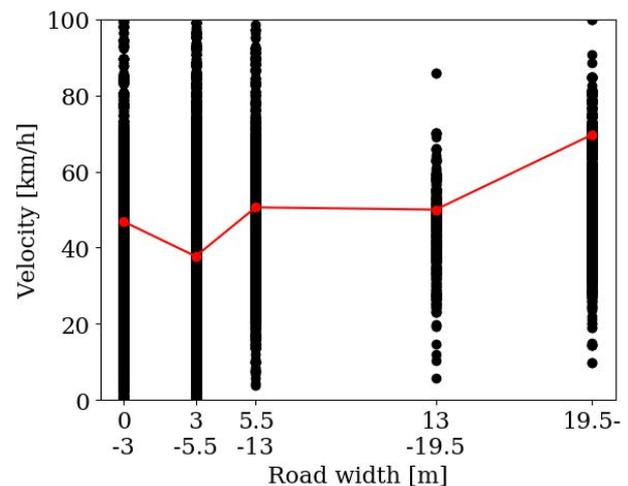


図-4. 走行速度の幅員依存性

(2) 同一出勤場所に向かう際の走行経路の差異

緊急車両を運転する機関員の違いが，同一の出勤場所に向かう際の走行経路に影響することが想定される。そこで，同一出勤場所に対して走行経路が異なるケースが発生しているかについて，走行経路の実態の分析をおこなった。方法としては，図5に示すように，中央消防署周辺の領域を約100mの区画で分割し，車両の最終座標が同じ区画に所属するものを同じ到達地点として分類し，

その理由について考察した。

結果として、同一地点への出動にもかかわらず経路の異なる 14 組 28 出動のケースを抽出できた。これらのケースの内、走行距離は長い方が早く現場到着するケースは 4 件確認できた。また走行距離に差があるが、走行時間がかからないケースは 3 件であり、走行距離も走行時間も長くなるケースは 7 件であった。

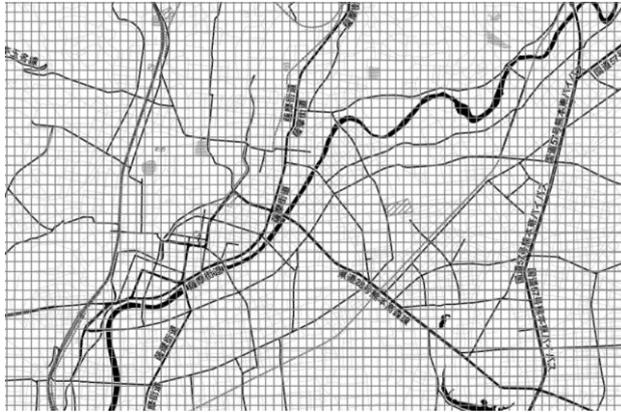


図-5. 中央消防署周辺の領域を約 100m の区画で分割

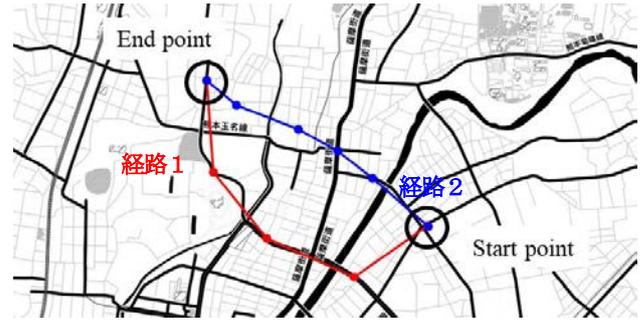


図-6 時間的要因による影響例 1

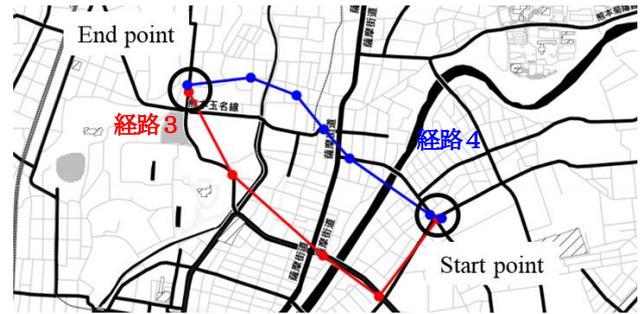


図-7 時間的要因による影響例 2

(3) 経路選択における因子関連性の評価

熊本市消防局情報司令課の職員 3 名の協力のもと、出動経路の差異の評価をおこなった。方法としては、図 6 から図 9 のように地図上に出動経路の差異を示しながら、経路選択の理由として考えられる要因を質問するグループインタビュー形式で行った。

a) 時間的要因による経路選択への影響

時間帯及び時間により、速度を出せる幹線道路を利用するかしないかの判断をしていることが確認できた。例えば、表 3 及び図 6 に示す通り、23 時 43 分の深夜時間帯の出動は、幹線道路も渋滞発生はしていないとの状況認識のもとに、経路 1 の選択をしている。一方で、15 時 8 分の出動は、幹線道路の渋滞が想定される日中時間帯のため幹線道路を避けた経路 2 の選択を行っていると考えられる。

また、図 7 に示す事例において、3 時 2 分の出動時は深夜時間帯のため幹線道路を利用する大甲橋経由の経路 3 の選択している。8 時 20 分の出動は、渋滞を避けるため幹線道路を利用しない経路 4 の経路選択していることが確認できた。これらの活動実態の考察により、時間的要因が走行経路の選択に影響を与えていると考えられる。

表-3 出動経路と出動時間／時間帯

経路番号	走行時間	走行距離	出動時間	時間帯
経路 1	5.0 分	2.4 km	23 時 43 分	深夜
経路 2	6.0 分	1.8 km	15 時 8 分	日中
経路 3	5.0 分	2.3 km	3 時 2 分	深夜
経路 4	6.0 分	1.8 km	8 時 20 分	日中

b) 属人的要因による経路選択への影響

緊急車両の運転者は、これまでの緊急車両の運転経験及び道路特性への理解により、走行経路を選択している。隊員と出動件数の一覧を表 4 に示す。属人的要因による経路選択の影響については、図 8 に示す通り、出動回数が 321 回と経験豊富な隊員 A は走行距離が 2.1 km と迂回路になるにもかかわらず、踏切のない立体交差を利用可能な経路 5 を選択している。一方で、出動回数が 5 回と少ない隊員 B は走行経路の距離は短いものの、鉄道踏切で遅延の可能性がある経路 6 を選択している。

また、図 9 に示す事例において、128 回の出動回数の隊員 C は踏切のない立体交差を利用する経路 7 を選択している。一方で、経路 8 の出動においては、出動回数 65 回程度の隊員 D が鉄道踏切がある経路の選択をしている。

これらの活動実態の考察により、出動回数等の隊員の属人的要因により走行経路選択に影響を受けている可能性を確認できた。

表-4 出動隊員と出動回数の一覧表

経路番号	走行時間	走行距離	出動隊員	隊員の出動回数
経路 5	5.0 分	2.1 km	隊員 A	321 回
経路 6	5.0 分	1.5 km	隊員 B	5 回
経路 7	5.0 分	2.3 km	隊員 C	128 回
経路 8	5.0 分	2.1 km	隊員 D	65 回

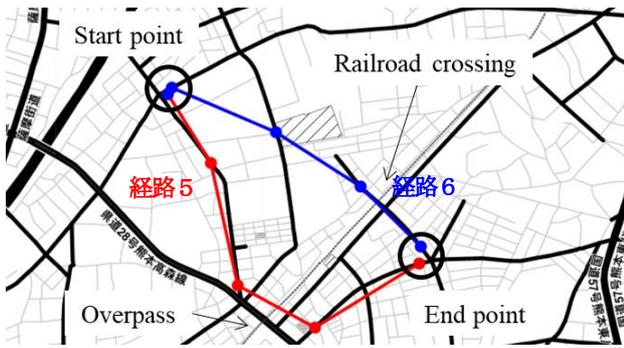


図8 属人的要因による影響例 1

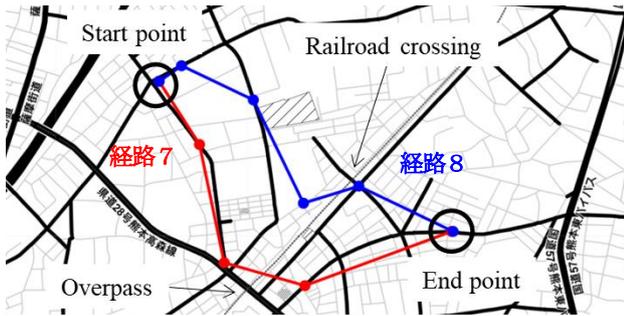


図9 属人的要因による影響例 2

4. おわりに

本稿は、消防局が保有している緊急車両の出動実績データを用いて、走行経路の選択に関わる要因について分析した。具体的には、熊本消防局の出動から現場到着までの1分間隔の走行軌跡データ（2020年1月末から2020年10月頭までの約8ヵ月間分）を使用し、時間帯や曜日、幅員による走行速度への影響と走行経路の判断に影響を与える要因について分析をおこなった。その結果、優先走行中の緊急車両においても走行速度が時間帯や曜日、幅員に影響を受けていること、及び時間的要因、属人的要因により、走行経路の選択に影響があることが示された。

今後の課題としては、分析対象を他の消防署や消防局などに広げることで考察の一般性を確認する必要がある。また本研究の目的である緊急車両の優先走行の特殊性を加味した現場到着までの所要時間短縮のための経路を提示するシステムを実現するためには、時間的要因と属人的要因を細分化するとともに、要因毎の重み付けについて考察し、モデル化の検討を進めることが必要である。

参考文献

- 1) 総務省消防庁編『令和2年版 消防白書』, 2020年
- 2) 寺島晃己, 高見一正: 緊急出動経路交通量制御のための車車間・路車間通信を用いた緊急車両経路更新

方式, DICOMO2016 シンポジウム, 2016

- 3) 下川澄雄, 森田緯之, 小山田直弥: 一般道路の道路構造が旅行速度に及ぼす影響に関する実証的分析, pp.A_19-A_25, 交通工学論文集, 第1巻, 第2号(特集号A), 2015.
- 4) 濱田恵輔, 中島伸介, 北山大輔, 角谷和俊: カーナビ利用時の運転者ルート選択意図の学習およびルート推薦手法の実験的評価, 第8回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2016
- 5) 国土交通省, 国土数値情報ダウンロード, <<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P17.html#prefecture43>>, (入手 2020.12.14)
- 6) CGIS Japan, 道路中線, <http://cgisj.jp/data_type_description.php?data_type=RoadCenter>, (入手 2020.12.14)
- 7) 財団法人 地域流通経済研究所『熊本市中心部の交通渋滞実態調査』, 2012年
- 8) 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:国際交通安全学会誌, Vol.34, No.3, p309-p316, 2009年
- 9) 薄井 智貴, 長野 佑哉, 山本 俊行, 森川 高行: 救急車プローブデータを活用した到達圏域の把握と道路改善箇所の検討, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.5, p673-p682, 2017年
- 10) 高井広行: 救急活動の実態と評価に関する一考察, 『土木計画学研究講演集』土木学会, 2004年