

救急車の赤信号交差点進入時のリスク要因分析 及び被害軽減ブレーキの導入課題

リスク工学グループ演習第8班

木南優希 木下仁視 根本美里 陳昭衡

アドバイザー教員 齊藤裕一

1. はじめに

2019年8月、東京都千代田区において、赤色灯をつけ、サイレンを鳴らし、スピーカーで緊急性を伝えながら走行していたパトカーが、赤信号の交差点を直進する際に男児と衝突する事故を起こした^[1]。まちの治安を守るために日々訓練をしているパトカーを運転する警察官であっても、交通事故を発生してしまうことがある。

ここで、パトカーは、道路交通法において緊急自動車に指定されており、緊急用務を遂行するために右側通行の特例や停止義務免除の特例等が定められている^[2]。故に、赤信号を示す交差点でさえ、車両は直進が可能である。緊急自動車の種類としては、パトカーの他にも、消防車や救急車、自衛隊の車両、また電力会社の所有車両等、様々な車両が挙げられる。

緊急自動車の中でも、救急車の需要は年々高まっている。平成30年版消防白書^[3]によれば、救急車による全国の救急出動件数は634万2,147件となり、増加傾向にある。救急車の出動件数が増加するほど、先のパトカーの事故と同様の事例を発生させる事故リスクが上昇することは想像に難くない。

そこで、救急車が関与する交通事故の発生を防ぐ研究は取り組まれてきた。新藤ら^[4]は、消防隊員を対象にドライブレコーダーを用いた振り返り訓練を実施し、交通事故防止に向けたコミュニケーション施策として有効性を示し

た。山田ら^[5]は、緊急走行時の映像を活用した運転教育資料を作成し、紙面上の資料に比べ疑似走行が可能な点等の有用性を挙げた。秋月ら^[6]は、救急車の緊急走行時と救急隊の屋外活動時に遭遇する交通事故危険の制御に資する知見を得るために、事故の根本的原因及びヒューマンエラーを抑制する運転態度を明らかにした。

上記の既往研究を見ると、救急隊員、人間の認知力や技能を向上させ、交通事故防止を発生させないように研究が取り組まれてきた。

2. 目的

先のパトカーの事故事例が発生しているように、人間の能力向上のみでは交通事故発生は防げず、交通事故防止には、救急車を取り巻く科学技術の視点を考慮する必要がある。

そこで、本演習では、赤信号交差点に進入する救急車に着目し、赤信号交差点進入時のリスク要因を分析し、事故防止対策に有用と考えられる科学技術を調査し、救急車を取り巻く科学技術の実現可能性について検討する。

はじめに、救急車の赤信号交差点進入時のリスク要因を把握するために、総務省消防庁が公開する「消防ヒヤリハットデータベース」を用いて、事故発生の背景にある要因の連鎖関係を記述する分析(DREAM)を実施した。次に、特定したリスク要因に有用だと考えられる科学技術を調査し、現役の救急隊員へのインタビューに基づき、救急車を取り巻く科学技術の実状、並びにその実現可能性を明らかにする。

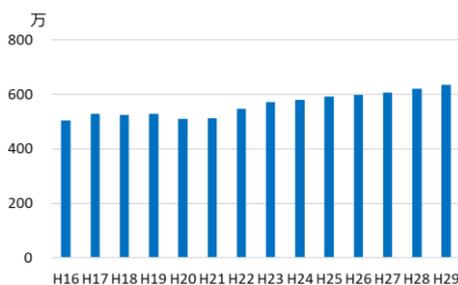


図1 全国の救急出動件数^[3]

3. 救急車の赤信号交差点進入時のリスク要因分析

DREAMを用いた分析の目的は、赤信号交差点に進入する際に救急車の運転者が直面するリスクの背景要因を調査することである。

3.1 消防ヒヤリハットデータベース⁷⁾

消防ヒヤリハットデータベース（以下、消防ヒヤリハットDB）は、総務省消防庁が公開している、全国の消防本部の事故及びヒヤリハット事例情報をアンケート方式の調査票によって収集・共有・蓄積するシステムである。調査票の一例を図2に示す。

本演習において、消防ヒヤリハットDBに「救急」業務内の「交通事故」事例は350例ある。その内、交差点進入時の場面に限定することで53の事例を分析対象とする。

3.2 分析手法 DREAM

Driving Reliability and Error Analysis Method（運転の信頼性と誤りの分析方法）の頭文字を取った「DREAM」という分析方法を採用し、救急車の交差点進入時におけるリスク要因を分析する。DREAMは、限りある運転者の能力を補完する先進運転支援（ADAS）を目的とする車両支援機能の開発を促進するために編み出された分析・技法であり、道路交通環境下における事故・インシデントの因果関係の情報を分類し、その得られた知識を保存できる点で優れている。

消防ヒヤリハットデータベース事例回答シート (No. 070400)

【事例概要について】

1. 事故・ヒヤリハットの別	ヒヤリ
2. 体験した事例の名称	緊急走行（救急車）で赤信号交差点を直進するため進入した際、一旦停止した右側車線後、直進した大型トラック後方で見えなかった車両が右から交差点内に進入し衝突しそうになった。
3. 体験した事例の中心的事象	列時もあり交通量が少なかったため直進し、トラックの後方に後続車両が「いるかもしれない」と予測しなかったため。
4. 体験した事例の原因・理由	横断車が見て前進する際、アクセルを踏む前に再度右を確認すべきであった。後行進入していたため衝突はしなかったが、速度によっては事故に繋がっていた。

【体験した事例の直接的な原因について】

1. 体験した事例の直接的な原因	状況判断に問題があった。
------------------	--------------

【体験した事例について】

1. 発生日時	平成 17年 6月 6日	午後 2時頃
2. 発生した当時の天候	曇	
3. 発生した活動環境	屋外：緊急走行車線は、片側1車線、交差する車線は、中央分離帯あり別な車線	
4. 体験した事例の経緯	回答者が、自分自身で直進した。	
5. 事故の程度（ヒヤリハットの程度、直に危険したときの程度）	直進の危険をしていた（させていた）だろう。	
6. どのようなことが起きたのか（起きそうになったのか）	交通事故。	
7. 事例体験時の活動	緊急、【 】	
8. (7の活動中) どのような作業中に発生したか	その他：現場へ緊急出動で走行中	
9. 同様の体験は、これまでどの程度の頻度で体験していますか。	初めて体験した。	

図2 消防ヒヤリハットデータベース一例

3.3 DREAM 適用事例

DREAMの分析手順は、次の5ステップで、

- ① 事件事例情報の収集
- ② 事故概要の詳細化
- ③ 事故の重大因子の選択
- ④ 重大因子の起こり得る寄与要因の選択
- ⑤ 寄与要因の関連検討

となる。手順①②は消防ヒヤリハットDBによって満たされる。なお、重大因子や寄与要因はDREAM付録の表中から選択していく。

ここで、図2で示した事例について分析してみたい。図2の調査票には、図3のようなヒヤリハット現場の描写が描かれている。事故概要を通じてヒヤリハットの発生に導いた重大因子は、見えない車両を認識しないまま発進した「早すぎる行動(Too Early Action)」に当てはまる。早すぎる行動を引き起こす要因となったのは、大型トラック後方の車両を認識できない「状況の誤判断(Misjudgment of the Situation)」があった。さらに、状況の誤判断を招く要因となったのは、大型トラックにより後方を確認できない「見誤り(Missed Observation)」や、車両は接近してこないだ

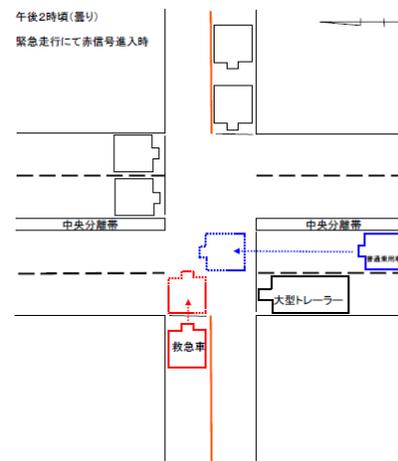


図3 ヒヤリハット現場の描写

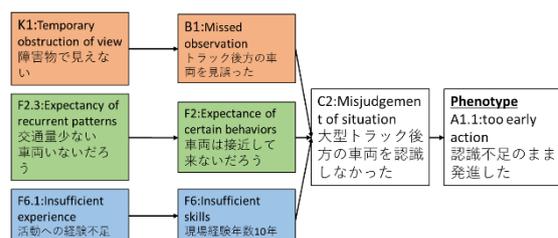


図4 DREAM分析の一例

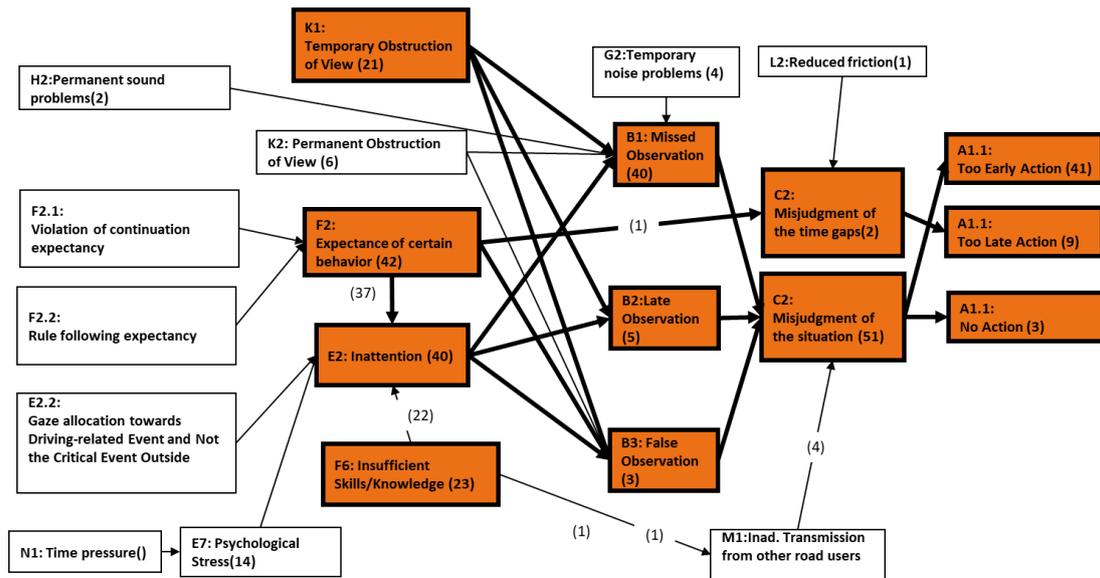


図5 DREAMによるリスク要因分析結果

ろうという「期待(Expectance of certain behavior)」, 経験年数の少なさによる「技術不足(Insufficient Skills)」が挙げられる。このようにして、ヒヤリハットの発生という結果を視点にして、それに関与した背後要因の連鎖を可視化していく。これらの関係を整理すると、図4のとおりになる。

3. 4 結果と考察

消防ヒヤリハットDB53例をDREAMによって分析した結果は図5のとおりである。括弧内の数字はリスク要因として選択された個数であり、顕著なものに色付けしている。

救急車が赤信号交差点進入時においてヒヤリハット発生を経験する重大因子は「早すぎる行動」である。早すぎる行動を引き起こすのは「状況の誤判断」であり、一般車両は停止してくれるだろうという「期待」、また停止した車両の死角に起因する「見誤り」が大きく関係している。

図2の一例にもあるように、「救急車は赤信号交差点進入前に一時停止し『左右確認後』、発進したら大型トラック後方で『見えなかった』車両」によって、すなわち人間の死角からの車両によってヒヤリハットに遭遇している。一般車両の運転者は停止してくれるだろうという期待が救急車の運転者は有すると推察されるが、救急車は赤信号交差点前で一時停止し、安全には最大限配慮している。

では、停止車両の死角といった人間の認知能力では把握しきれない範囲を補ってくれるものは、科学技術だと考え

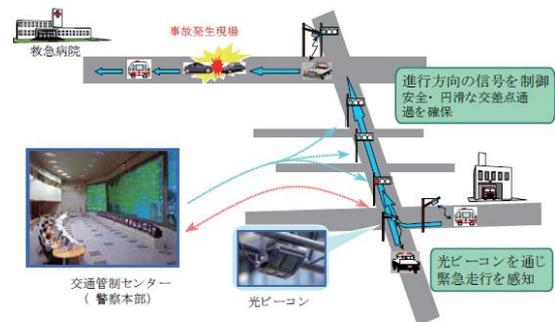


図6 現場急行支援システム(FAST)⁸⁾

る。救急車を取り巻く環境に科学技術が導入されていれば、交通事故には至らずヒヤリハットで収まる場面が増加するという仮説を立てる。

4. 救急車を取り巻く科学技術

救急車を「外」部からサポートするような科学技術と、救急車事自体に装備された「内」部の科学技術に大別される。

4. 1 救急車外部の科学技術

救急車外部の技術として、現場急行支援システム(FAST)が挙げられる(図8参照)。FASTは、緊急自動車が緊急走行を行う際に、優先的に走行できるよう信号制御を実施するシステムである。信号制御をおこなうことで、救急車は、赤信号交差点に進入することが減少するため、交通事故に遭遇するリスクは低下するだろう。高田らの研究⁹⁾によれば、FASTが救急車の交差点通過時における走行速度の向

上、また走行挙動の安定性改善に顕著な効果をもたらしていることを明らかにした。しかしながら、ヒヤリハットの遭遇が減ったという記述は見当たらない。

FASTの技術が導入されれば、ヒヤリハット遭遇率は減少するだろうが、信号機や交通管制センター等のまち全体の大規模な整備が必要となることから、FASTの導入が進まないと察するため、本演習ではFASTの詮索には焦点を当てないこととする。

4.2 救急車内部の科学技術

救急車内部の技術として、先進運転支援システム(ADAS)が挙げられる。ADASには、衝突被害軽減ブレーキ、車線逸脱抑制装置、後方視界情報提供装置、高機前照灯装置、ペダル踏み間違い時加速抑制装置等がある。これらの技術の中で、救急車の交差点進入時に有用だと考えられるのは衝突被害軽減ブレーキである。衝突被害軽減ブレーキの概要は図7に示される。交差点での死角からの車両という突然のイベント発生に対して、人間の知覚・認識・判断・操作に代わって、機械システムが衝突を防ぐ、あるいは軽減させる衝突被害軽減ブレーキを作動させる。これによって、事故・ヒヤリハットを未然に防ぐ、あるいは被害を軽減させる対策は強固となる。

しかしながら、書籍やWeb等で救急車に衝突被害軽減ブレーキが導入されているか否かについて調査してみると、導入されていない実態が見えてくる。衝突被害軽減ブレーキは救急車の安全を向上させるに資すると考えられるが、なぜ導入されていないのか。これは本演習の問いである。現役の救急隊員にインタビューを実施し、救急車への衝突被害軽減ブレーキの導入課題を検討する。



図7 衝突被害軽減ブレーキの概要⁸⁾

5. 衝突被害軽減ブレーキの導入課題

はじめに、救急車に衝突被害軽減ブレーキが導入されていない仮説を設定し、次に、インタビューする消防本部を選定し、さらに、救急搬送に従事する救急隊員のヒヤリハットへの意識や衝突被害軽減ブレーキの希望有無を調査する。仮説を検討し、救急車への衝突被害軽減ブレーキの導入課題を定性的に把握する。

5.1 仮説の設定

繰り返しになるが、救急車に衝突被害軽減ブレーキが導入されていれば、交差点での死角からの車両という突然のイベント発生に対して、人間の認知・判断・操作の機能に加えて、機械システムの認知・判断・操作によってヒヤリハットを回避できる安全は高まると考えられる。現実的に導入されていないことを鑑みると、衝突被害軽減ブレーキが作動することが救急車にマイナスに働くとも考えられる。このことから、以下2点の仮説を設定し、その仮説の検証のために用いるインタビュー項目を箇条書きで記す。

仮説1：傷病者への影響

前方の障害物（一般車両等）に対する警報に運転者が気付かない場合には、自動でブレーキが作動する。この時、0.7Gほどの加速度が救急車には発生しうる。急ブレーキが生じることから、傷病者搬送に影響があり、導入が進まない。

- ・ 傷病者搬送中に救急車内で実施されている活動について。
- ・ 救急車への衝突被害軽減ブレーキ導入の希望有無（希望有の場合、衝突被害軽減ブレーキ作動時に0.7Gの加速度が発生するが、それでも導入希望か）
- ・ 急ブレーキをしない運転の心がけ

仮説2：費用対効果

リスク要因分析で使用した消防ヒヤリハットDB53例には、救急隊員の経験年数及びヒヤリハット体験頻度が記載されている。この情報から、救急隊員は約2年に1回ヒヤリハットに遭遇していると推定できる。救急車は、出動件数が多く車両の整備や更新を考える時、衝突被害軽減ブレーキを導入するコストに対して費用対効果が低く、導入が進まない。

- ・ 交差点進入時のヒヤリハット経験の有無

・ 救急車の更新年数

5. 2 消防本部の選定

A 消防本部と B 消防本部の 2 つを選定した。選定理由は簡条書きで示す。

【A 消防本部】

- ・ 県内で最大の救急出動件数であり、ヒヤリハット事象に多く遭遇している可能性がある。
- ・ 広域化によって財政面に余裕が生まれ、科学技術に投資している可能性がある。
- ・ 東日本大震災の被災によって、順次、救急車を更新し、科学技術を導入した可能性がある。

【B 消防本部】

- ・ A 消防本部とは対照的に、県内で救急需要の少ない消防本部である。
- ・ 研究機関と連携している可能性がある。

5. 3 インタビュー結果

A 消防本部から 2 名、B 消防本部から 1 名にインタビューを実施し、その回答を以下に示す。

A 消防本部・αさん (26 才) 経験年数 : 3 年
傷病者搬送中の救急車内の活動
容態観察, 心肺蘇生, 特定行為の救命処置. 針等を扱い, 救命処置には危険を伴っている.
救急車への被害軽減ブレーキ導入の希望有無
導入できるならば希望する.
0.7G の加速度が生じるが, 導入希望有無
希望しない.
急ブレーキしない運転の心がけ
ブレーキペダルに足を構える意識, 車間距離を広めに確保する, もらい事故をもらわないようにする, またコメントアードライブ.
赤信号交差点進入時のヒヤリハット経験
無.
救急車の更新年数は何年か
10 年以上. 数十万 km 走行している.

以後、救急隊員に共通する「傷病者搬送中の救急車内の活動」のような質問はしないこととする。

A 消防本部・βさん (25 才) 経験年数 : 5 年
救急車への被害軽減ブレーキ導入の希望有無

希望しない. 衝突被害軽減ブレーキの機能・性能を把握していない.
急ブレーキしない運転の心がけ
危険予知. イメージを膨らませている.
赤信号交差点進入時のヒヤリハット経験
無.
救急車の更新年数は何年か
10 年以上. 故障が生じた時.

なお、A 消防本部の救急車に衝突被害軽減ブレーキは導入されていない。また、広域化しているとはいえ財政面に余裕はなく、計画的な救急車の更新を実施していると回答を得た。

B 消防本部・γさん (35 才) 経験年数 : 12 年
救急車への被害軽減ブレーキ導入の希望有無
希望しない. 事故を起こさないように訓練を積んでいる.
急ブレーキしない運転の心がけ
危険予知. 図 3 のヒヤリハット現場は, トラックの死角に加え, 徐行が始まった中央分離帯が越えてからも危険が潜んでいる.
赤信号交差点進入時のヒヤリハット経験
頻繁にある.
救急車の更新年数は何年か
故障や走行距離によって更新される.

なお、B 消防本部は、最先端の技術は取り入れているものの、衝突被害軽減ブレーキは導入されていない。図 3 を見た時に、即座にトラックの死角以外にもヒヤリハット発生箇所を指摘し、ヒヤリハット経験が頻繁にあるという発言から、危険予知が高いものであると感じた。

5. 4 仮説の検証と導入課題

インタビューの結果から、

- ・ 傷病者搬送中は救命処置を実施によって危険を伴っているため、救急車は安定的な走行が求められる。このことから、0.7G という衝突被害軽減ブレーキの減速加速度は避けるべきである。
- ・ ヒヤリハットへの認知のずれはあるものの、ヒヤリハットにいつ遭遇してもおかしくない業務である。と現役の救急隊員の意見が見えてきた。

したがって、「仮説1：傷病者への影響」について、救急隊員は、衝突被害軽減ブレーキの減速加速度が激しいことに起因して、衝突被害軽減ブレーキを希望しない風潮があり、これによって救急車への衝突被害軽減ブレーキ導入が進まない。「仮説2：費用対効果」について、救急車は10年以上乗ったり、数十万km走行したりするうえ、ヒヤリハットに遭遇し、衝突被害軽減ブレーキは作動見込みありと考えられるため、費用対効果は高いと考える。人命を搬送する高貴な職業のため、コストを考えることはナンセンスでもある。

総じて、救急車に衝突被害軽減ブレーキが導入される時は、衝突被害軽減ブレーキの減速加速度が現在よりも小さくなり、傷病者搬送に影響を与えないようになり、救急隊員に衝突被害軽減ブレーキの性能を理解が得られた時である。むしろ、0.7Gほどの加速度が生じうる衝突被害軽減ブレーキというより、走行速度の抑制に働きかけるインテリジェント・スピード・アダプテーション (ISA) の活用が安全性向上のうえで効果的になりうるかもしれない。

6. まとめ

救急出動件数が増加傾向にある昨今、救急車の赤信号交差点進入時におけるリスクに着目し、DREAMという手法で、「救急車は赤信号交差点前で一時停止し安全には配慮しているが、人間の死角からの車両によってヒヤリハットに遭遇する」リスクを特定した。

人間の能力を補う、救急車への衝突被害軽減ブレーキの導入を検討したが、現役の救急隊員のインタビューを通じて、「衝突被害軽減ブレーキの減速加速度が現在よりも小さくなり、傷病者搬送に影響を与えないようになり、救急隊員に衝突被害軽減ブレーキの性能を理解が得られた」時に導入が進むと言えるかもしれない。しかしながら、本演習の取り組みの結果は、あくまで、数名の隊員のインタビューを通じて被害軽減ブレーキの導入に対する意見について回答を得たに過ぎない。したがって、被害軽減ブレーキの導入における課題を把握できたことに留まっており、現実に導入した際の効果の推定等は、今後の課題になる。

その効果推定と、被害軽減ブレーキの機能・性能を把握していないという意見を鑑み、技術に対する理解・教育を行うことが今後の課題となる。

参考文献

[1]東京新聞 Web 版：

<https://www.tokyonp.co.jp/article/national/list/201908/CK2019081902000125.html> (最終閲覧日：2019年10月14日)。

[2]交通法令研究会緊急自動車プロジェクトチーム編：五訂版緊急自動車の法令と実務，東京法令出版，2008。

[3]総務省消防庁：平成30年消防白書

https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h30/items/h30_hakusyo_all.pdf (最終閲覧日：2019年10月14日)

[4]新藤貴久，細谷昌右，高井啓安：交通事故防止に有効なコミュニケーション醸成方策に関する検証，消防技術安全所報，No.48，pp.84-91，2011。

[5]山田正人，林雅史，山下孝文：緊急走行の実写動画を活用した運転技術教育資料の作成，消防機器の改良及び開発並びに消防に関する論文平成23年度，pp.21-30。

[6]秋月万恵，糸井川栄一：救急業務における交通事故の人的要因に関する研究—背景要因と抑制要因に着目して—，筑波大学大学院システム情報工学研究科修士論文，2015。

[7]総務省消防庁 HP：

<https://internal.fdma.go.jp/hiyarihato/index.html> (最終閲覧日：2019年10月14日)

[8]内閣府：平成30年版交通安全白書

https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/index_zenbun_pdf.html (最終閲覧日：2019年10月14日)

[9]高田邦道，稲葉英夫，南部繁樹：金沢市における現場急行支援システム (FAST) の導入効果，国際交通安全学会誌，Vol.34，No.3，pp.301-308，2009。