

鉄道の災害医療への活用に関する研究

【2025年度 KR-116】

早稲田大学 総合研究機構 医療レギュラトリーサイエンス研究所

顧問 名誉教授

梅津 光生

招聘研究員

小峰 輝男

1. 調査研究の背景

鉄道は大量輸送が可能な輸送モードである。しかしながら大地震など大規模災害発生時においては、2011年の東日本大震災でのタンク貨車による石油輸送を除いて被災地支援の実績はほとんど見当たらない。そこで、被災地への救急車両や医療器材などを貨物列車で搬送し、被災地からは被災者や被災病院の入院患者を列車で広域搬送することにより、災害医療への支援に鉄道を活用することを考えた。それをきっかけに、長年、生体医工学分野で医療機器（特に人工心臓）の患者への臨床応用に携わり、レギュラトリーサイエンスを専門とする著者の一人（梅津）が主導して、2023年に「鉄道の災害医療への活用研究会（Rail DiMeC 研究会）」を創設した。そこでの研究テーマの一つとして津軽海峡に注目し、物流における津軽海峡の重要性および問題点について研究および調査を進めている。その中で、2025年度に取り組んだ、救急車両を積載したコンテナ貨物列車による津軽海峡の通過における課題、および救急車両の青函フェリーによる搬送実験について、以下に報告する。^{1),2),3),4)}

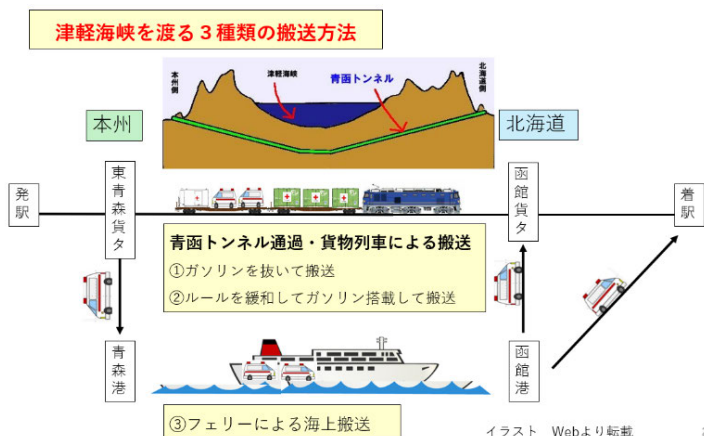


図1 津軽海峡を渡って救急車を搬送する3つの方法

2. 調査研究の概要

(1) 青函トンネルの危険物輸送

ガソリン満タンの救急車を、青函トンネルを通過して搬送するため、危険物輸送に関わる法令による規制、長大道路トンネルにおける大規模災害発生時の規制緩和としての「エスコート通行方式」⁵⁾、発火リスク面からみたタンクローリーと救急車の比較、自動車火災の発生原因⁶⁾などについて調査した。その結果、大規模災害発生時に規制緩和し、青函トンネルを通過、救急車はガソリン満タンでコンテナに乗せ、貨物列車で搬送できる可能性は十分にあると考える。今後、行政等に働きかけ大規模災害発生時の規制緩和実現に向けて取り組んでいきたい。しかしながら新幹線とのすれ違いに対して、その状況がどの程度の安全性があるのかを、実際に救急車をコンテナに搭載して青函トンネルを通過させ、その挙動の把握とデータ計測を行うことが重要である。レギュラトリーサイエンスの学問分野では、一般的には、このような科学的根拠をもとに、ガイドライン作りや、改訂に向けての議論に使用されることが多く、本研究でも法整備の実現に向けて、有益なデータ蓄積を進める所存である。

長大トンネル等における災害時の通行規制の緩和について 国土交通省

○災害時に被災地への迅速なエネルギー輸送を確保するため、石油等を輸送するタンクローリーについて、前後に誘導車を配置（エスコート通行方式）するなど通行の安全を確保する場合には、長大トンネル等の通行を可能とする。
※各道路管理者における必要な手続きを行い次第、通行規制を緩和

誘導車を配置したタンクローリーの通行（イメージ）

○タンクローリーの前後に誘導車を配置して、他の一般車両との間隔を保ちながら通行する

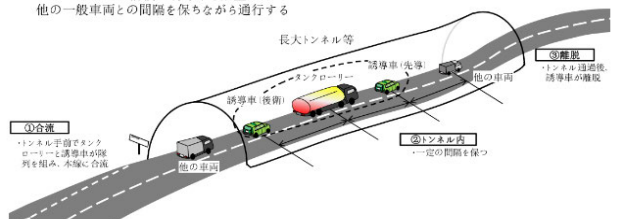


図2 エスコート通行方式の説明図（文献5）

(2) フェリーによる海上搬送実証実験

i) 実証実験概要

実施日時： 2025年8月27日 フェリー時刻 青森港発 11:35 →函館港着 15:35
 搬送経路： 青森県立中央病院→青森港～～フェリー～～函館港→函館市立病院
 使用救急車： 青森県立中央病院所有車両 (トヨタハイメディック)



写真1 JR貨物 東青森駅



写真2 フェリーに積載



写真3 市立函館病院到着



写真4 同院屋上ドクターヘリ

(写真1から写真4 いずれも小峰輝男撮影)

ii) フェリー航行中の計測

測定項目：振動加速度およびロール角

測定機器およびソフト：スマホフリーソフト phyphox

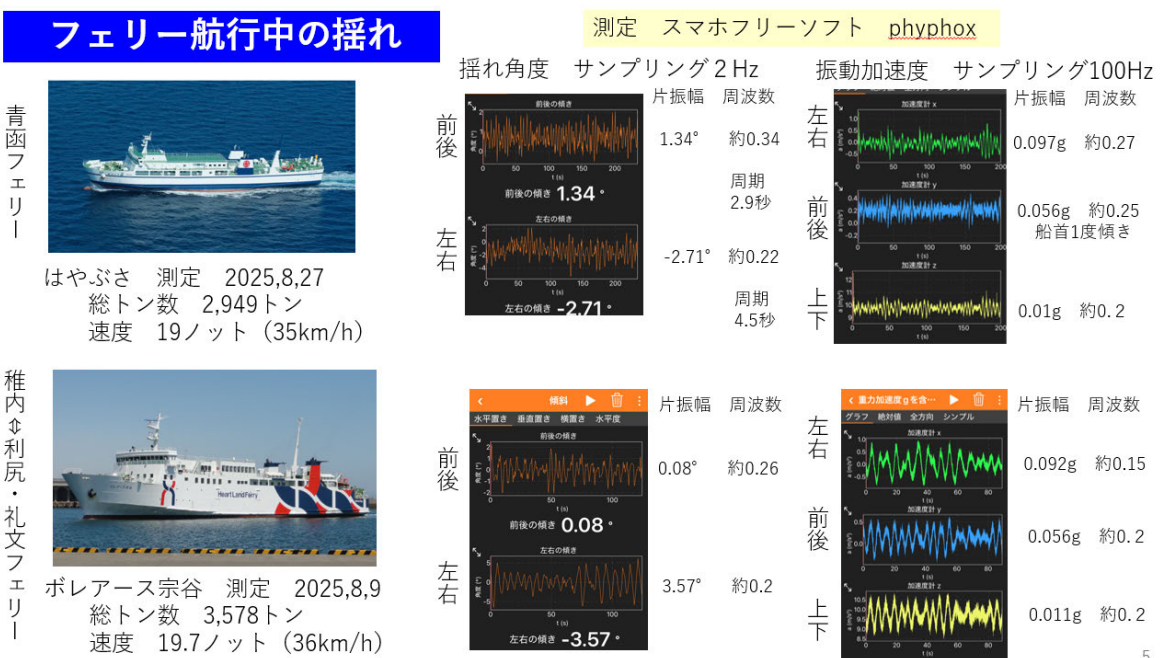


図3 フェリー航行中の揺れと振動加速度

フェリー傾斜波形について

フェリー航行位置と時刻

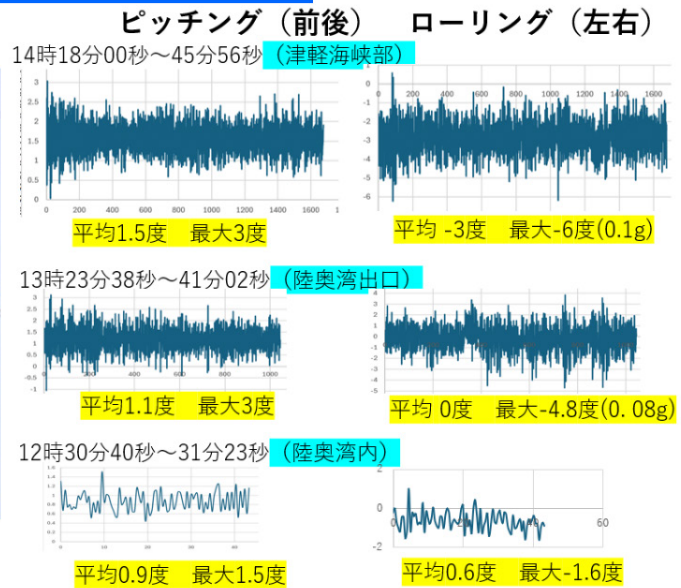


図4 津軽海峡航行中のフェリーの傾斜波形の推移

iii) 取得データの説明

傾斜（ローリング、ピッチング角度）：傾斜の計測は、ついでには、陸奥湾内、津軽海峡部、函館湾付近に分けてデータを整理した。

①縦揺れ（ピッチング）について

- 平均値は、陸奥湾内：0.9度→陸奥湾出口：1.1度→海峡部：1.5度
航行抵抗が増え、パワーを上げたためと推定
単発の揺れは、津軽海峡を航行するコンテナ大型船などからの造波の影響と思われる。

②横揺れ（ローリング）について

- ローリング角度平均値の変化 陸奥湾内：0.9度→湾出口：0度→海峡部：-3度
海峡部では海流が東西に流れ、傾いて航行したためと推定する。
最大-6度で、g換算すると約0.1gが搬送車両に定常的に作用する。
新幹線曲線通過時よりやや大きいレベルであり。在来線通勤区間と同程度（今回の航行の場合）

③揺れの固有振動数について

- 青函フェリー はやぶさ 2949トンで、前後 0.34Hz、左右 0.22Hz程度

3. 考察

(1) ガソリン満タンの救急車とタンクローリーの比較

ガソリン満タンの救急車をコンテナに搭載して青函トンネルを通過する場合、救急車は停止していること、ガソリンタンク容量はタンクローリーの1/100以下なので、タンクローリーに比べて青函トンネル内搬送中の救急車の発火リスクは極めて小さいと考えられる。また燃料タンク破損や漏れによる自動車火災発生は稀であり、さらに救急車の火災は少ない。以上のことから、大規模災害発生時に規制緩和し、救急車はガソリン満タンでコンテナに乗せ、貨物列車で青函トンネルを通過して搬送できる可能性は十分にあると考える。今後、行政等に働きかけ大規模災害発生時の規制緩和実現に向けて取り組んでいきたい。しかしながら新幹線とのすれ違いがあるので、コンテナに救急車を搭載して青函トンネルを通過させ、その挙動の把握、測定を行うことで、安全性を唱えるための科学的な根拠となるデータを取得することが重要である。

(2) トンネル内エスコート通行方式に代る方式について

また、関門道路トンネルでのエスコート通行方式の場合、万が一火災が発生した場合、迅速に消化活

動ができるように消防車が隊列最後尾を走行していた。救急車をガソリン満タンでコンテナに搭載して青函トンネルを走行する場合、トンネル自体の高度な火災検知システムに加えて、コンテナに「ガソリン漏れ検知装置」「着火防止装置」を導入することにより、発火前にガソリン漏れを検知して着火防止を図ることができ、消防車の代替が可能と考える。監視や情報伝達については青函トンネルの高度なシステムが活用でき、列車に監視・連絡員が同乗する場合は貨物列車けん引機関車の後部運転台に添乗することも可能と考える。

(3) 青函フェリーによる海上搬送に関する実験結果の考察

青函フェリーによる搬送実験のデータ分析と、フェリー等における船体大傾斜事例について調査した。その結果、過去には最大横揺れ 30 度から 40 度の傾斜事例があり、海が穏やかな搬送実験時においても最大 6 度という横揺れが観測された。また「外洋を航行するフェリー・RORO 線の貨物固縛方法について(ガイドライン)別添」において津軽海峡は「外洋」に該当する。このため津軽海峡を渡るフェリーにおいては、自動車等の貨物固縛強度評価には横揺れ角 25 度、安全率 4 が示されている。荒天の場合、フェリーに救急車を載せて津軽海峡を渡るのは厳しい。横に 25 度傾いても救急車内の搭載物や機器が移動せず破損しないか、確認する必要があるが、やはり青函トンネルを通過する貨物輸送のほうが、横揺れの面からも安全であると考えられる。

4. まとめ

「救急車が津軽海峡を渡るには」というテーマで、長大トンネルの危険物輸送規制や規制緩和の状況、過去の取り組み等を調査し、さらに発火リスク面での救急車とタンクローリーとの比較、自動車火災の状況について調査を行った。その結果、発火リスクは小さく自動車火災のうち燃料漏れ着火の発生は少ないこと、また消防車併走の代替としてのガソリン漏れ検知や着火防止装置の開発、さらに青函トンネルの高度な防災・監視設備や通信設備を活用することによって、大規模災害発生時の規制緩和措置として、ガソリン満タンで救急車を青函トンネル経由で搬送することは大いに可能性があることを示し

た。ただし青函トンネル内での貨物列車と新幹線のすれ違い時の挙動については、今後確認が必要である。

また青函フェリーによる救急車搬送の実証実験を行い、搬送の流れや手順、所要時間を把握するとともに、横揺れ(ローリング)角度は鉄道輸送に比較して大きく、救急車車内設備や機器への影響や破損について課題があることを明らかにした。

大規模災害発生時の青函トンネル危険物搭載車両走行の規制緩和に関する提言提案に向けて、今後も研究を続けていく所存である。□

謝辞

この研究を推進するにあたり、救急車両搬送にご協力いただいた青森県立中央病院、実験にご協力いただいた市立函館病院、公立はこだて未来大学、日本貨物鉄道東北支社東青森駅、同北海道支社函館貨物駅、そして救急車をフェリーで搬送していただいた青函フェリー株式会社(いずれも敬称略)各位、および研究および救急車のフェリー輸送実験実施にあたりご助言をいただいた一般社団法人鉄道の災害医療への活用研究会のメンバー各位、そして本研究に対し助成金を頂いた公益財団法人研友社様に、この場をお借りして深く感謝申し上げます。

参考文献・引用文献

- 1) 梅津光生：災害医療の鉄道活用，私の視点，朝日新聞コラム，2023年7月15号朝刊
- 2) 梅津光生：災害医療に活用する鉄道の新たな価値の提案，第62回日本生体医工学会総会抄録集SY2-7，p.89，2023
- 3) 梅津光生，小峰輝男：Rail DiMeC研究会(鉄道の災害医療への活用)の活動紹介，JREA，Vol.67，No.6，pp.4-6，2024
- 4) 梅津光生：鉄道の新しい価値の発見～Rail DiMeC研究会の活動紹介～，R& m，Vol.32，No.23，pp.2-3，2024
- 5) 国土交通省：長大トンネル等におけるタンクローリーのエスコート通行方式について(報告)，2016
- 6) 消防庁予防課：車両火災の現況等について，2025