

全国に先駆けた緊急走行VR（バーチャルリアリティ）の共同開発

姫路市消防局

1. はじめに

今回、ご紹介するのは予行演習のできない消防車等の緊急走行時に係る交通事故防止対策を、抜本的に改革するためのVRを活用した取組です。危険予知や事故等を「見える化」し疑似体験できるVRシステムを、市内の大学との連携により共同開発しました。年齢、性別を問わず、職員がこのVRシステムを体験することで、リスク予見と回避のための事前知識を養うことにより、事故0を目指す全国に先駆けた取組です。

2. 当局と兵庫県立大学の紹介

姫路市は兵庫県南西部に位置し、人口はおよそ52万人、市域面積は534km²で温和な気候である瀬戸内気候区に属しており、北は中国山地の雪彦山、南は瀬戸内海に浮かぶ家島諸島を擁しています。本市中心部には、平成5年に日本で初めて世界文化遺産に登録された「国宝姫路城」が、飛び立つ白鷺のように白く優美な姿で本市のシンボルとして親しまれています。

当局は、昭和23年の自治体消防発足から半世紀以上経過した平成19年、近隣の神崎郡3町の消防事務を受託することとなり、現在の管轄人口はおよそ56万人、管轄面積は865km²、職員数は598人となっており、1本部5署2分署13出張所の配置数となっています。また、緊急車両の保有台数は救急車を含め62台であり、それに消防艇1隻と救急艇1隻を加えた体制で、地域の安全・安心を担っています。

兵庫県立大学は、2004年4月に、それぞれに歴史と伝統を持つ「神戸商科大学」「姫路工業大学」「兵庫県立看護大学」の県立3大学が統合し、開学しました。今回、共同開発をしていただいたのは、本市書写の姫路工学キャンパス内にある大学院工学研究科であり、「異分野間の融合を重視した教育と研究を行い、独創的・先駆的な研究を推進して新しい知の創造に全力を尽くし、地域の発展と我が国の繁栄に貢献する。」という、崇高な大学の基本目標のもと、様々な分野への社会貢献をしている大学です。



兵庫県立大学 姫路工学キャンパス

3. 発案に至った契機

近年、熟練機関員の退職や車社会による交通量の増加、感染症流行を含む出動件数の増加等も相まり、消防車や救急車の交通事故は、毎日のように全国各地で発生し、ニュースやネット上で報道されています。全国の常備消防が保有する消防車両は、救急車を含め3万台以上（令和5年4月1日現在、総務省消防庁調べ）であり、救急出動件数のみでも1日平均で1万6千件を超える（令和4年版消防白書出典）現状です。このように、頻繁に出動を繰り返す消防車両の交通事故発生に関するリスクは非常に高く大きいものであり、全国の消防本部にとって、緊急走行時における交通事故撲滅は、達成しなければならない永遠の課題です。公的に安全を推進すべき消防機関がこのような事故を起こすことは、消防に対する信用失墜や市民の保有財産への損害、救急搬送時における傷病者の容態悪化等、社会的影響は計り知れません。

消防法や道交法で認められた緊急自動車の優先通行権等を根拠に、一刻も早く災害現場へ向かう消防車や救急車が行う緊急走行には、赤信号や反対車線への進入、停車車両間のすり抜け等、事故の発生危険を伴う動きが多



本局の署所配置状況

く、赤色灯やサイレンの影響により、通行人や一般車両は予期せぬ動きをすることもあり、毎回の緊急走行で多少なりともリスクを伴いながら出動しているのが現状です。

また、仮眠からの夜中の緊急走行、無線や活動指示等の聴覚的錯綜要因、赤色灯や雨などの視覚的錯綜要因、道間違いや炎上火災・重症事案等の心理的焦り、機関員経験の乏しさによる不安等、事故の発生要因は他律的なものばかりではなく、不安定な精神状態を含めた内因的な要因も大きく影響していると考えられます。

4. VRを取り巻く消防の現状と当局の取組

全国の消防本部では、消火器を使用した消火訓練の開発や消防教育訓練シミュレーションの開発など、VRを活用したコンテンツは、消防関係でも多く流通し始めたものの、現時点では緊急走行VRは全国でどこも開発・導入していないと思われ、全国に先駆けた取組です。また、既存の自動車教習所や警察等が導入している大型のドライブシミュレータとは違い、実際に操作ができ、安価かつ小型で設置場所を選ばず、持ち運びができる成果物を最終目標としています。

当局では、緊急走行に係る事故防止を目的とし、事故事例を基にしたグループミーティングでの意見交換と紙面によるKYT訓練、主要道路等での普通走行訓練、レアケース車の定期的な操縦訓練（はしご車、化学車等）等を実施しています。それに加え、本市に本社を置く神姫バス株式会社の指導のもと、令和2年度から3年間、車両運転研修を受講し6人を養成、受講した職員が各署において示達研修を実施する体制を取っており、運転に関する知識と技術を共有し、切り返しや後退、内輪差の確認等のために模擬狭隘道路でのスキルアップも含め、継続して定期的に行い、運転技術の向上に努めています。

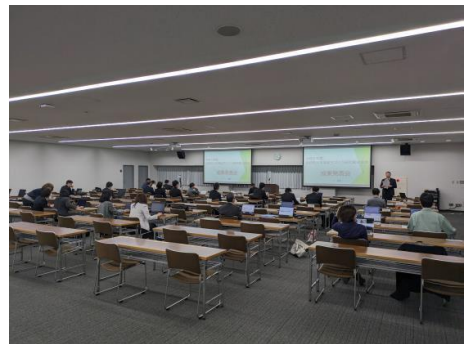
しかしながら、普通走行とは違い緊急走行では、先述した不安定な精神状態等の内因的要素も影響が大きいと考察できるため、従来の事故防止対策では限界があると思慮し、要因を直接打破する新たな取組が必要であると考え、今回の発案に至りました。



神姫バス指導員による指導

5. 開発までの経緯

本案件は、新たな取組としての提案は可能であったものの、当局レベルでの独自開発は予算的にも技術的にも困難であり、構想のみを持った状態で具現化の方法を模索していました。そんな中、令和4年度の終わりに、本市政策局高等教育室が主催する「姫路市大学発まちづくり研究助成事業」の存在を知りました。この事業は、地域の知の拠点である大学と連携し、まちづくりを推進するという趣旨のもと、本市の政策や行政課題の解決について、提案等を行う研究に対して助成を行うものです。本局の提案に対し、兵庫県立大学の山添准教授が関心を示されたことで、本局と兵庫県立大学との共同開発がスタートしました。



令和5年度姫路市大学発まちづくり研究助成事業成果発表会の様子

その後、同助成事業に採択され、令和5年度中は姫路市より助成金を受けながら開発を進め、年度末に開催された成果報告会では、姫路市長の前で発表し、評価いただくことができました。共同開発はその後も継続し、出動から火災現場の到着までの一連の緊急走行体験が可能となるなど、システムの内容と質が向上し、実証実験が可能なレベルに到達しました。

6. 緊急走行VRシステム

開発したVR緊急走行シミュレータは、運転ゲーム用コントローラー（ハンドル・ペダル）とVR用ヘッドマウントディスプレイ（HMD）で構成されており、出動から火災現場の到着までの緊急走行を体験できます。HMDには運転者視点の映像が表示され、周囲を見回したりミラーを確認したりしながら、ハンドルとペダルを使って運転操作を行います。交差点手前では、機械音声による進行方向の指示が流れ、それに従いながら、赤信号での交差点進入など、緊急走行をシミュレーションできます。さらに、HMDに加えて前方に設置されたモニターにも運転者視点の映像が表示されるため、指導者などが運転行動を確認することが可能です。

先進事例 紹介

緊急走行の臨場感や没入感を高めるため、赤色灯の映り込みやサイレンに加え、模擬的な無線交信も再現されています。交差点や横断歩道では、車両や歩行者の飛び出しが発生し、さらに、交差点に進入する際には、モーターサイレンが自動的に鳴るようにすることで、より現実に近い状況を再現しています。

現在の環境は、西新宿の3Dモデルをベースにしたもので、3種類のシナリオが用意されており、昼間だけでなく夜間の走行も体験できます。また、現在体験できる緊急車両はタンク車（大型免許、8tベース）のみですが、今後は救急車による緊急走行の再現も検討しています。

シミュレータでの体験の様子は、HMD内蔵のセンサーなどを用いて、頭部の向きや視線方向、アクセル・ブレーキ・ハンドル操作等の運転行動が記録されます。これらの記録を用いて、交差点等での車両や歩行者の飛び出しなどのヒヤリハットや、事故発生時の行動を分析することで、熟練機関員と若手機関員の行動、特に視線の違いに潜むリスクを明らかにし、根拠のある交通事故防止対策の構築も目指しています。



開発したVR緊急走行シミュレータ



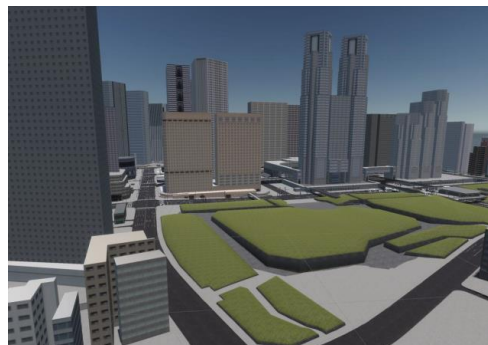
HMDに表示される運転者視点映像



夜間の赤信号での交差点進入の様子



交差点での車両飛び出し（右前方から）の様子



VR環境として利用する西新宿の3Dモデルの外観

7. 実証実験の実施

当局と兵庫県立大学は、令和7年1月20日から23日まで、開発したVR緊急走行シミュレータを姫路市姫路西消防署に設置し、当局職員を対象とした実証実験を行いました。VR内での緊急走行時の運転行動を記録・分析することで、熟練機関員と若手機関員の経験の違いによる、運転行動の違いなどを明らかにすることを目指したものです。本実証実験では、20人の消防職員が緊急走行を体験し、その際の運転行動を記録するとともに、アンケート評価も実施しました。今後、得られたデータの分析を進め、経験の違いによる運転行動の違いなどを明らかにしていきます。

また、本実証実験について姫路市より記者発表を行い、23日にプレス向けデモンストレーションを実施すると広報したところ、テレビ3社、新聞6社の計9社から取材を受けました。記者とカメラの数に戸惑いながらも、この注目は「市民の期待の表れ」でもあり、当局としても成果の実現に期待をしているところです。



実証実験の様子



プレス取材の様子

8. 導入メリット・効果と今後の展望

最後に、本VRシステムの導入のメリットと効果についてまとめます。本VRシステムは、実地での予行演習が不可能な緊急走行を仮想空間で再現・体験できる、従来とは全く違った切り口の交通事故防止対策です。リスクを疑似体験することで、危険の予見能力を高め、回避行動を学習できるため、未経験者の運転に対する不安や不安定な精神状態など、内因的要因による影響を軽減できます。これにより、安全な緊急走行の実現に向けた大きなメリットと効果が期待されます。

今後の展望は、以下のとおりです。

- (1) いつでも・どこでも・誰でも・一人でも緊急走行のシミュレーションが可能となるため、実走行時における危険予知とリスク認知の向上を効果的に進められる。
- (2) 実地での予行演習ができない緊急走行において、動画などによる受動的な学習ではなく、能動的な行動を通じた学習ができる。
- (3) 免許取得前の職員など、機関員以外も体験可能であるため、乗組員全員が実感を伴った形で注意すべき場面を共有でき、次世代を担う機関員の育成にも効果的である。
- (4) 国土交通省が提供する3D都市モデル（PLATEAU）が活用できれば、各市町村を再現した環境での模擬緊急走行が可能となり、よりリアリティのある体験が実現できる（現状、姫路市については十分な解像度のモデルが提供されていない）。
- (5) 緊急走行のシナリオは、車庫から出動し火災現場に到着するまでの一連の流れを体験できるよう作成しており、夜間走行にも対応している。VRの特性を活かし、雨天や積雪時など、より難易度の高い状況も実装予定である。
- (6) 車両や歩行者の飛び出しといったヒヤリハット、事故の発生を再現し、その際の運転行動を分析することで、熟年機関員と若手機関員の視線行動の違いに潜むリスクを明らかにし、より根拠のある交通事故防止に関する教育指導が可能となる。

9. おわりに

今回ご紹介させていただいた事例は、消防単独での開発はほぼ不可能と思われ、本市の行政課題解決の施策を活用して地元の大学である兵庫県立大学との官学連携により共同開発に成功した事例です。今後も共同開発を進め、教育的要素も取り入れながら、さらにシステムを発展させていきたいと考えています。

10. 本システムに関するこれまでの国内外学会での発表実績

- 1 令和6年9月 第29回日本バーチャルリアリティ学会大会で発表
- 2 令和6年12月 The joint 34th International Conference on Artificial Reality and Telexistence & the 29th Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE2024) で発表
- 3 令和7年3月 情報処理学会第212回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会で発表（予定）