

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（2年目の研究対象）】

|   |      |  |       |                         |       |     |  |
|---|------|--|-------|-------------------------|-------|-----|--|
| <b>①研究代表者</b>   |      | 氏名（ふりがな）                                     |       | 所属                      |       | 役職  |  |
|   |      | 吉田 長裕（よしだ ながひろ）                              |       | 大阪公立大学大学院工学研究科          |       | 准教授 |  |
| <b>②研究テーマ</b>   | 名称   | 車道基本の自転車通行環境整備による交通事故特性と新たな道路交通安全改善策に関する研究開発 |       |                         |       |     |  |
|   | 政策領域 | [主領域] 交通事故対策                                 |       | 公募                      | タイプ I |     |  |
|   |      | [副領域] 新たな行政システムの創造                           |       | タイプ                     |       |     |  |
| <b>③研究経費</b> （単位：万円）  |      | 令和3年度  | 令和4年度 | 令和5年度                   | 総合計   |     |  |
|   |      | 1,642  | 1,800 | 1,576                   | 5,018 |     |  |
| ※R3は精算額、R4は受託額、R5は計画額を記入。端数切捨。  |      |  |       |                         |       |     |  |
| <b>④研究者氏名</b> （研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）  |      |  |       |                         |       |     |  |
| 氏名  |      |  |       | 所属・役職                   |       |     |  |
| 山中英生  |      |  |       | 徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授    |       |     |  |
| 松本修一  |      |  |       | 文教大学情報学部・准教授            |       |     |  |
| 平岡敏洋  |      |  |       | 日本自動車研究所新モビリティ研究部・主席研究員 |       |     |  |
| 川合康央  |      |  |       | 文教大学情報学部・教授             |       |     |  |
| 小嶋 文  |      |  |       | 埼玉大学大学院理工学研究科・准教授       |       |     |  |
| 稲垣具志  |      |  |       | 東京都市大学建築都市デザイン学部・准教授    |       |     |  |
| <b>⑤研究の目的・目標</b> （提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）  |      |  |       |                         |       |     |  |
| <p>本研究の目的は、車道上自転車と自動車の交通事故に着目し、とくに重大事故に至りやすい夜間や単路、坂道、大規模交差点等での交通コンフリクト状態を、個別開発されてきたツールと連携しながらサイクルシミュレータ上で再現・実験することにより、高い安全性を発揮できる事故対策案と、道路交通システムの設計段階に反映すべき持続可能な安全を段階的に高める方策の提案である。研究目標としては、(1)ドライブレコーダや事故データ等による車道上の自転車関連事故を類型化、(2)モバイル型プローブ自転車を用いて国内外の自転車走行環境の評価、(3)自転車と自動車との協調行動をDS上で表現するためのシステムを構築、(4)協調型サイクルシミュレータシステムによる交通コンフリクト実験・マニピュレート実験できるシステム構築、(5)自転車の重大事故発生危険箇所において、設計段階に反映できる持続可能な安全を段階的に高めるための方策の提案、の5つである。</p> |      |  |       |                         |       |     |  |

## ⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

本研究は、令和2年度にFS研究として採択され、令和3年度より本格研究として採択された研究課題である。令和2年度FS研究時には、対象や範囲を限定し、(1)の限定版として「信号交差点における左折時の事故を対象として、自転車運転者と自動車運転者の意思決定プロセスにおける仮説の作成」、(3)の限定版として「協調型サイクルシミュレータの構築」、(4)の限定版として「自転車と自動車の錯綜現象を対象とした仮想道路空間での実験」を行った。令和3年度研究時には、(R3-1)車道通行自転車の事故の類型化と特性分析、(R3-2)協調型サイクルシミュレータ(CCS)で再現する周辺交通環境のデータ等の取得、(R3-3)サイクルシミュレータ(CS)システムの再現性検証実験、(R3-4)協調型サイクルシミュレータ(CCS)を使用した錯綜再現実験を行った。これらの研究成果は、「⑦研究成果の発表状況」に記載の通り、結果等がまとめ次第、学会や会議などで公表を進めている。令和4年度は、過去2年間の研究成果を活かしながら、当初申請した研究計画を一部変更して進めることとした。以下に、具体研究課題(1)～(5)と進捗状況についてそれぞれ示す。

### (1) ドライブレコーダや事故データ等による車道上の自転車関連事故を類型化

以下①～③を実施することにより、国内における車道通行自転車の事故の類型化及び運転挙動のモデル化を行う。

- ①自転車に関するインフラ整備が行われた場所で現地検討会を実施し、道路管理者、警察などへ自転車に関わる重大事故や走行環境について、ヒアリング調査を行い、課題を把握する。
- ②マクロデータを用いて、自転車の重大事故の特性を分析する。
- ③ドライブレコーダデータを用いてヒヤリハット現象と自転車の重大事故等の関連性を分析する。
- ④最新の自転車シミュレータの研究成果や自転車に類するマイクロモビリティ(電動キックボード等)の動向、自転車に関するインフラ整備、自転車のIoT化動向などの情報収集を行う。

**進捗状況:** ①に関して、R3年度に現地検討会を名古屋、及び大阪府高槻市において開催した(完了)。②に関して、SIP交通事故パターンデータ(ITARDA)、埼玉県自転車事故データ、全国自転車事故データ(ITARDA)の簡易集計について、R3年度までに整理済みである。残された部分として、全国自転車事故データを使ってさらに発生場所等の詳細な条件を追加した分析をR4年度に実施予定である。

③に関して、ドライブレコーダデータを用いて、自動車視点からみた対自転車のヒヤリハット状況を交差点部、単路部で抽出し、事故に至る要因について考察を終えた(完了)。④に関しては、自転車シミュレータ、マイクロモビリティ、自転車IoT化に関する情報については、国内の関連企業(パナソニックサイクルテック(株)、マゼランシステムズジャパン(株)、京セラ(株))を対象にオンラインミーティングを3回開催しヒアリングを行った。2つの国際会議(Velo-city2021, International Cycling Safety Conference 2021, 2022)では、マイクロモビリティの動向やProtected Intersectionに関する情報を収集した(完了)。

### (2) モバイル型プローブ自転車を用いて国内外の自転車走行環境の評価

①事故多発地点における走行環境と利用者挙動の関係(選択的認知状況)についてビデオ観測調査を実施し、協調型サイクルシミュレータによる錯綜実験で再現すべき周辺交通環境のデータ等を明

確化する。

②協調型サイクルシミュレータに入力するデータを効率的に取得するため、モバイルプローブ自転車(受託者が保有する自転車の速度や振動などの走行状況を計測することができる自転車)の改良を行う。具体的には、LIDAR センサーを搭載し、動作検証を行う。

**進捗状況**：①については、全国交通事故多発交差点マップ(日本損害保険協会)から自転車関連事故の発生している信号交差点を抽出し、東京都内の信号交差点においてビデオ観測調査を行った(R2、R3年度)。観測動画データについては、機械学習を援用した画像・動画解析手法(図1)によるトラッキングなし(Faster R-CNN) /あり(Yolov5+DeepSORT)を使って、左折車×自転車の錯綜分析(単純/複雑)を行い、交差点隅角部開口部と自転車通行との関係を整理し終えた。なお、Lidarセンサーを搭載したプローブ自転車の走行調査が残っている。これらの結果は、シミュレータ実験において自転車通行帯のパターンとしてシナリオ作成、衝突余裕時間の検証のために活用する。②については、既存のプローブ自転車をさらに改良してLidarセンサー等を搭載し、単路部での自転車後方、交差点部での自転車前方における錯綜状態危険度の直接観測・評価をR4年度に検証中である(図2)。この結果を使って、交差点隅角部条件、単路部追越挙動に関する車車間条件、無信号交差点での車車間条件を明らかにすることで、対策の必要条件とその具体的対応手法について整理する予定である。なお、プローブ自転車の実使用の検証を兼ねた多様な環境下でのデータ収集は、R5年度も継続する。



図1 画像・動画解析による物体検知の例(東京都亀戸交差点 左:単純錯綜、右:複雑錯綜)



図: プローブ自転車1号機(改良後)

図2 改良したプローブ自転車の概要とLidarセンサーによる自転車視点の周辺自動車の状況

なお、国外での自転車走行環境の評価については、新型コロナの影響もあって国外調査を実施することができなかった。この代替措置として、信号交差点に関する海外事例をR4年度までに収集し、R5年度のシミュレータ実験において自転車専用信号を含むProtected Intersectionの要素を取り入れて、その効果を検証する予定である。

### (3) 自転車と自動車との協調行動をDS上で表現するためのシステム構築

(2) のモバイルプローブ自転車等から得られたデータをもとに、サイクルシミュレータ (CS) の走行性能に関する再現性検証を行う。また、夜間の走行環境条件に対するサイクルシミュレータの適用可能性について簡易実験を行うことで、課題を把握する。

**進捗状況：**共同研究者等がそれぞれ開発してきた自動車ドライビングシミュレータ (DS) とCSをベースに、本研究ではDSとCSを接続し、シミュレータ内でのドライバーと自転車利用者の運転挙動を連動させて同一の仮想空間で相互に干渉しあう協調型シミュレータ (以下「CCS」と記す) へ改修を進めてきた。主な改修内容は、自転車の追従走行を実験するためにスクリーン投影範囲の拡張+ヘッドマウントディスプレイ・モーションキャプチャを使った全方位視野への拡張 (左右ビューの表示機能拡張)、CCS内でのドライバー及び自転車運転者の衝突回避及び運転モデルの更新 (交通流車両に対する動作制御機能、徳島大学CS改修)、信号交差点制御方法に自転車専用信号の追加、シミュレータにおける衝突余裕時間の出力と警告音発生機能の追加 (TTCリアルタイム表示機能等) である。本研究では、スクリーン投影広視野タイプとヘッドマウントディスプレイタイプをそれぞれ用意し (図2)、両者の違いと特徴を整理しながら動作検証を行っている。具体的な検証方法として、モバイルプローブ自転車の実走実験とシミュレータ実験の結果を比較し、錯綜危険度評価において問題がないか確認を行っている。R3年度には、まずは単純なケースとして、道路単路 (昼間/夜間) を走行する自転車と自動車との追越挙動 (相対距離、離隔距離、自動車速度、危険感) を対象とし、R4年度には、単路トンネル部、信号交差点における自動車左折時の挙動を対象に、シミュレータ上の実験環境の構築とともに、プローブ自転車を使った走行調査を行い、一部の調査は終了したところである。残る調査の実施とともに観測データの検証を行い、自転車と自動車の協調行動の特徴とその再現方法について結果を整理し、分析を行う予定である。

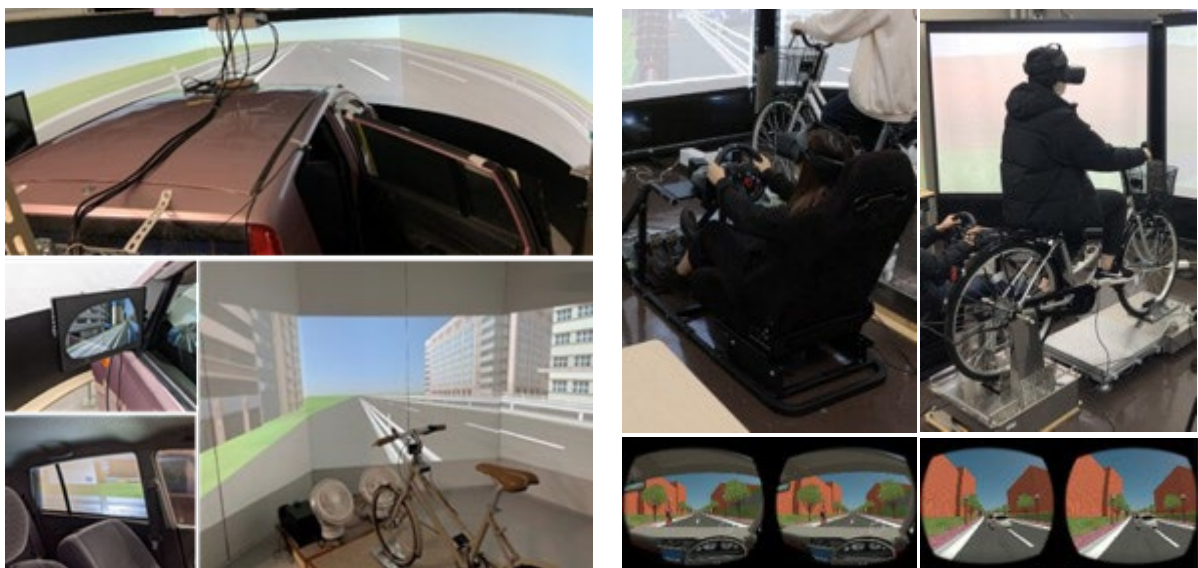
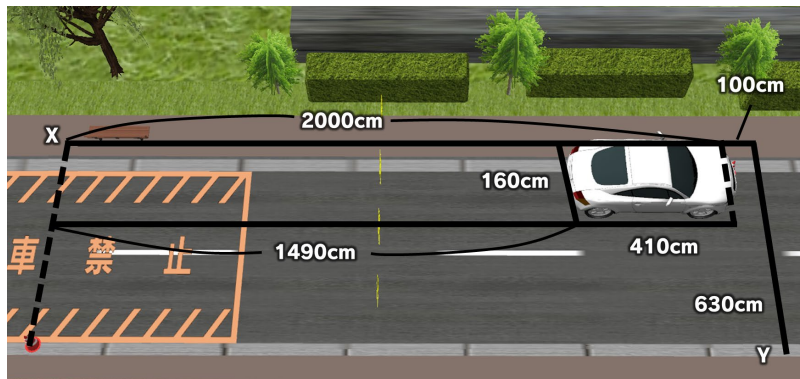


図2 CCSシステムの概要 (左：徳島大学スクリーンタイプ、右：文教大学HMDタイプ)



夜間実験については、本研究で構築するシステムの夜間性能を検証するために、路上駐車車両の追越挙動を対象に実験を行った。実験の評価では、実走・CS間での離隔距離の知覚・操作性能の違いに着目して走行特性を把握することとした（図3）。

シミュレータを用いた夜間の走行実験に関しては、実際の道路およびそれを模擬したシミュレーション環境下で実験を行い比較した。その結果、実験の環境下に限定はされるが、以下のような結果が得られた。1. 夜間におけるシミュレータと実走において、平均速度、離隔距離に有意な差がなかった、2. 走行危険感に関しても、有意な差がなかった、3. 車両との距離感を保つタスクに関しては自転車実走の距離感は過大評価されるが、シミュレーション環境下では過小評価の傾向があった。これらのことから、夜間のシミュレーション走行に関する車両挙動に関しては、実走と同程度の安全性指標を算出可能であると考えられるものの、人間の距離感覚等は再現しきれない可能性が示唆された。なお、本実験で用いたフォーラムエイトのシミュレータでは、夜間照明やトンネル内照明などを表現するためにはさらに拡張・改修を行う必要があるため、とくに視認性に関わる詳細な再現実験・評価を行う場合は、研究実績などのある他の3次元シミュレータ（UNITY）の使用の具体的な方法論についても検討を進める。



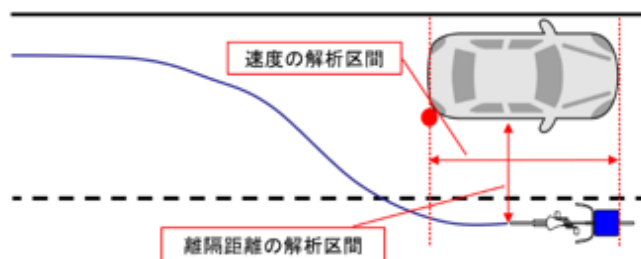
a) CS実験の仮想空間



b) CS実験 駐車車両ハザードランプ無



c) CS実験 駐車車両ハザードランプ有



d) 自転車走行挙動の解析手法

図3 夜間の自転車の駐車車両追越実験

#### (4) 協調型サイクルシミュレータシステムによる交通コンフリクト実験・マニピュレート実験できるシステム構築

ドライビングシミュレータ (DS) とサイクルシミュレータ (CS) との協調行動に関する機能を拡張し、自動車と自転車等の衝突回避等の錯綜状況の再現性を確認する。また、錯綜実験から自転車の走行挙動の危険性を確認する。

**進捗状況**：R2年度には、自転車と自動車の事故が多い交差点で見られた自転車挙動として「車道左側通行」「ショートカット走行」「横断帯通行」をとりあげ、広視野サイクリングシミュレータを用いた実験により自転車挙動の潜在的危険性および被験者の不安感を分析した。R3年度には、「死角並走」、「廻り込み横断」、「逆走横断」のパターンを抽出し、協調型サイクルシミュレータを用いて自転車通行空間、横断帯位置の異なる交差点において錯綜再現実験を行ない、TTCおよび接近速度、ドライバー不安感を分析した。交通コンフリクトのシナリオについては、(1) (2) より得られた結果を用いて自転車挙動 (車道直進/ショートカット/横断帯横断/死角並走/廻り込み/逆横断) として使用している。自転車の走行環境に関しては、代表的な自転車通行空間 (自転車道/矢羽根/なし) で、これに横断位置 (セットバック距離) のパターン (大/小) を加えたものとなっている。

R4年度には、交差点隅角部条件として、横断帯シフト量をさらに組み合わせて、繰り返しありの錯綜実験を行う予定である。この交差点条件に自転車専用信号などの要素を加えたものがマニピュレート実験条件に該当するものであり、(3) で詳述したシミュレータの改修とあわせて、R5年度の実験に向けて順調に進んでいる。

#### (5) 自転車の重大事故発生危険箇所において設計段階に反映できる持続可能な安全を段階的に高めるための方策の提案

自転車の重大事故発生危険箇所として、信号交差点における自動車左折事故を取り上げ、自転車走行の実態分析、協調型サイクルシミュレータを使用した錯綜実験に基づいて、設計段階に資する段階的安全対策とその組み合わせによる方策の提案を行う。また、その過程において、有識者との研究検討会を行う。

**進捗状況**：具体的な安全対策の提案を行うための実験環境の構築や諸外国における同問題に関する対応状況の資料収集とそれに基づいた次年度に行う評価実験などの準備については、上述の通り順調に進んでいる。

また、R2年度に3回開催した検討会では、信号交差点における左折巻き込み事故に関する問題の深刻さを事故分析などで共有し、R3年度3回開催した検討会と2回開催した現地検討会 (名古屋/高槻) では、調査及び実験の方法論と結果について進捗状況を共有した。また、信号交差点における自転車の安全性に関する関連情報については、国際会議への参加などによって、Protected Intersectionのコンセプトやその設計要素について情報収集を終えている。これらの情報を整理し、R5年度の実験に活用することで、最終的には、日本の交差点の特徴などに適用可能な、「(仮称)日本版プロテクテッド型交差点」の設計指針としてとりまとめる方向性を示すところまで来たといえる。

#### ⑦研究成果の発表状況

(本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

令和3年度及び令和4年度4～12月の研究成果公表については以下の通り。(下線：関連研究者)

<令和3年度>

- 1) 櫻井淳, MORALES ARENAS ANGEL, 三宅智也, 松本修一：シケインにおけるサイクリングシミュ

- シミュレータの走行再現性, 土木学会, 第 63 回土木計画学研究発表会・講演集, 8 pages, 2021 年 6 月.
- 2) 稲垣具志, 吉田長裕: ドライブレコーダデータを活用した車道における自転車と左折車の錯綜の類型化, 交通科学, Vol. 51, No. 2, pp.28-33, 2021 年 7 月. [https://doi.org/10.34398/kokaken.51.2\\_28](https://doi.org/10.34398/kokaken.51.2_28)
  - 3) 小嶋文, 瀬下希奈: 自転車の走行位置に着目した自転車と左折自動車の事故の特徴に関する研究, 交通科学, Vol. 51, No. 2, pp.34-38, 2021 年 7 月. [https://doi.org/10.34398/kokaken.51.2\\_34](https://doi.org/10.34398/kokaken.51.2_34)
  - 4) 澤田和樹, 吉田長裕, 瀧澤重志: 信号交差点における高速畳み込みニューラルネットワーク手法による軌跡データを用いた自転車と左折車の錯綜分析, 第 41 回交通工学研究発表会論文集 (研究論文), pp. 177-182, 2021 年 8 月.
  - 5) 吉田長裕, 澤田和樹: 信号交差点における疑似次元衝突余裕時間を用いた自転車と左折車の錯綜分析, 土木学会, 第 64 回土木計画学研究発表会・講演集, 4 pages, 2021 年 12 月.
  - 6) 山中英生, 楠瀬史浩, 吉田長裕, 松本修一: 広視角協調型サイクリングシミュレータを用いた左折自動車との錯綜現象の安全性評価, 土木学会, 第 64 回土木計画学研究発表会・講演集, 6 pages, 2021 年 12 月.
  - 7) 吉田長裕, 澤田和樹, 瀧澤重志: 信号交差点における高速畳み込みニューラルネットワーク手法による軌跡データを用いた自転車と左折車の錯綜分析, 交通工学研究会, 交通工学論文集, Vol. 8, Issue 2, pp. A\_273-A\_280, 2022 年 2 月. [https://doi.org/10.14954/jste.8.2\\_A\\_273](https://doi.org/10.14954/jste.8.2_A_273)

<令和4年度4月～12月まで>

- 8) 御所名航也, 吉田長裕: 信号交差点における隅角部条件に着目した自転車と左折車との選択的錯綜状況に関する分析, 土木学会, 2022 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, 2 pages, 2022 年 5 月. (発表のみ)
- 9) 松本修一, 上田正史, 櫻井淳, 米沢海斗, 川合康央, 山中英生: 高齢者に対する自転車追越挙動と危険感に関する分析, 土木学会, 第 65 回土木計画学研究発表会・講演集, 7pages, 2022 年 6 月. (ポスター発表)
- 10) 山田一太, 山中英生, 吉田長裕, 松本修一: ドライビングシミュレータを用いた交差点における自転車・自動車錯綜分析, 土木学会, 第 65 回土木計画学研究発表会・講演集, 6pages, 2022 年 6 月. (発表のみ)
- 11) 山中英生, 山田一太, 松本修一, 吉田長裕: 協調型シミュレータを用いた信号交差点における自転車・自動車錯綜分析, 第 42 回交通工学研究発表会論文集 (研究論文), pp. 709-714, 2022 年 8 月. [https://doi.org/10.14954/jsteproceeding.42.0\\_709](https://doi.org/10.14954/jsteproceeding.42.0_709)
- 12) 神林怜, 松本修一, 櫻井淳, 山中英生, 吉田長裕: 協調型シミュレータを用いた高齢ドライバーに対する左折時自転車錯綜リスクの評価, 第 42 回交通工学研究発表会論文集 (研究論文), pp. 715-720, 2022 年 8 月. [https://doi.org/10.14954/jsteproceeding.42.0\\_715](https://doi.org/10.14954/jsteproceeding.42.0_715)
- 13) 御所名航也, 吉田長裕: 信号交差点における複数自転車と左折車との選択的錯綜状況に関する分析, 第 9 回自転車利用環境向上会議 in さいたま, 2022 年 11 月. (ポスター発表)
- 14) 村越元汰, 神林怜, 松本修一, 吉田長裕, 山中英生: 協調型シミュレータを用いた高齢ドライバーの左折錯綜リスク評価, 第 9 回自転車利用環境向上会議 in さいたま, 2022 年 11 月. (ポスター発表)
- 15) 高橋隼人, 上田正史, 櫻井淳, 松本修一, 山中英生: 自転車に対する自動車の追越し挙動に関する研究, 第 9 回自転車利用環境向上会議 in さいたま, 2022 年 11 月. (ポスター発表)
- 16) 御所名航也, 吉田長裕: 信号交差点における複数自転車と左折車との選択的錯綜状況に関する分析, 建設技術展 2022 近畿, 2022 年 11 月. (ポスター発表)
- 17) Nagahiro YOSHIDA, Hideo YAMANAKA, Shuichi MATSUMOTO, Toshihiro HIRAOKA, Yasuhiro KAWAI, Aya KOJIMA, and Tomoyuki INAGAKI: Development of Safety Measures of Bicycle Traffic by Observation with Deep-Learning, Drive Recorder Data, Probe Bicycle with LiDAR, and Connected Simulators, The 10th Annual International Cycling Safety Conference(Dresden, Germany), November 2022. (Abstract 査読あり, ポスター発表) <https://doi.org/10.25368/2022.368>
- 18) 松本修一, 百目鬼智輝, 櫻井淳: 夜間における路上駐車車両に対するサイクリングシミュレータの追越し挙動特性, 土木学会, 第 66 回土木計画学研究発表会・講演集, 6 pages, 2022 年 11 月.

- 19) 山田一太, 山中英生, 吉田長裕, 松本修一: 協調型サイクリングシミュレータを用いた左折自動車と直進自転車の錯綜パターンの安全性評価, 土木学会, 第 66 回土木計画学研究発表会・講演集, 7 pages, 2022 年 11 月.
- 20) 御所名航也, 吉田長裕: 信号交差点における隅角部条件に着目した自転車と左折車との選択的錯綜状況に関する分析, 土木学会, 第 66 回土木計画学研究発表会・講演集, 6 pages, 2022 年 11 月. (ポスター発表)
- 21) 恩田泰山, 松本修一, 上田正史, 櫻井淳, 山中英生: 自動車の自転車追越し時における走行特性と自転車のリスク知覚, 第 20 回 ITS シンポジウム 2022, 6pages, 2022 年 12 月. (ポスター発表)
- 22) 櫻井淳, 三宅智也, 松本修一: 定置型サイクリングシミュレータ環境における自転車の旋回性能の検証, 情報システム学会誌, (印刷中)

### ⑨研究成果の活用方策

(本研究から得られた研究成果について、実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等を記入。また、研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開等をどのように確保するのかについて記述。)

本研究で構築したシステムの活用方法については、錯綜の危険性を評価する際には、実道路での社会実験、路外実験、地域間比較等が考えられるが、衝突発生への恐れのある実物実験は実施困難である場合に用いることが考えられる。これらの手法については、スマートシティやデジタルツインなどの具体的な施策としても位置づけが可能である。本研究においては、衝突や危険な錯綜を含む実験を仮想空間上で実施可能となるように、従来制約のあった個別シミュレータを接続して協調型サイクルシミュレータとして拡張したものとなっている。

今後、道路交通法の改正に伴う電動キックボード等の特定小型原動機付自転車カテゴリの具体化に伴って、新たな中速モビリティの走行安全性に関する評価などにも同手法の活用を期待できる。

評価会で指摘を受けた今後の活用展開に関する事項として、本研究で構築したプラットフォームのオープン化に関する指摘を受けた。本研究で構築している仮想環境は、特定のシミュレータソフト上でしか使用できないことから、より拡張可能な他の環境でも使用できるように道筋とその方法論を具体的に示せるように検討を進めている。具体的には、現状利用可能なオープンデータ群を活用し、実都市データに基づいた道路交通シミュレータ環境を提供できるようにすることである(図4)。



図4 実都市データに基づいた 3 次元仮想空間DS・CS環境構築



オープンデータとしては、国土地理院の基盤地図情報に、道路・ネットワークデータとしてOpenstreetMap、沿道データとしてPLATEAU3D都市建物データ、テクスチャとしてGoogle street mapの航空写真データである。オープンデータを使ったオープン環境を提供することで、研究期間終了後も、自転車の交通安全研究を継続することが可能である。とくにデジタルツイン時代において、シミュレータ環境上で交通安全対策を実験などで検討した上で、効果的かつ実行可能な対策の導入に繋げることができる。

協調型シミュレータに関しては、研究協力者である実務家等の意見を踏まえ、自転車専用信号の設置位置、Protected Intersectionの導入に向けた実験を行っているので、実用に向けた準備段階にある。

また、プローブ自転車に関しては、国土交通省横浜国道事務所、神奈川県茅ヶ崎市との連携のもとでトンネル部等での走行評価実験を行っており、実務での具体的な活用を開始している。また、基礎的なプローブ自転車を使った調査については、研究協力者がタイ・バンコクでの実走を行っており、通行環境等の国際比較研究への発展についても期待できる。

## ⑨特記事項

(本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

本研究で構築した協調型サイクルシミュレータシステムについては、既存の個別シミュレータを拡張、改修することで、従来評価が困難であった、交通コンフリクトの発生場所において車車間通信、反射性能を含む目立ちやすさ、通行環境、道路・交通条件を組み合わせる危険度評価を行える点の特徴となっている。また、このシステムの妥当性については、事故データに加えて、プローブ自転車や画像解析手法によって挙動データを収集・分析して、安全性の評価方法とともに示すことができた。これらのシステム概要については、R4年度の自転車安全国際会議において報告をしたところ、上述の諸条件を組み合わせる実験などを行えることから、高い関心を集めた。なお、類似の実験環境に関しては、視認性に特化した認知、判断のプロセスを工学的に評価するものがでてきているものの、複数のシミュレータを接続したのを使った実験はほとんどなかった。また、環境構築に莫大なコストがかかる部分において、オープンデータなどの活用などで低コストで代用できる目処がたつたことから、研究面においては、今後、協調型サイクルシミュレータを使った実都市に適用した模擬実験が主流になってくるものと考えられ、本研究はその基礎を築いたと考えられる。

信号交差点部における自転車通行環境に関する知見として、現段階では、TTC及び不安感の観点からは、全般として、矢羽根表示のある道路の方が無い道路に比べて高い安全性を示すことが明らかとなった。ただし、矢羽根表示があることで、自動車に不安感を与えるケースも見られた。矢羽根は、自動車に側方を走行する自転車の存在を意識させ、自転車の安全な走行環境の整備に効果があると考えられる。また、歩道・自転車道から横断帯を横断する場合の横断帯のセットバックについては、すべての指標において、セットバックの小さい方で危険性が高い傾向にあり、接近速度が高いケースも多くみられた。プロテクテッド型の交差点を想定した場合、ブラインドスポット事故への対応も含め、車道からのセットバックを確保することの必要性を示していると考えられる。

今後は、本研究で構築したシステムと収集したデータなどを活用して、自転車の重大事故に至りやすい信号交差点において、交差点形状、自転車走行空間以外の設計要素の影響や危険な自転車走行パターンを防止する形状や施策といった事故防止のための施策の効果について、実環境に適用可能な方策を提案することになっている。現段階での研究成果の見通しについては、構成するシステムや実験の成果がでてきていることから、概ね順調であると評価している。また、(1)～(5)の

研究目的に関する現段階の進捗の達成度については、表1に項目別自己評価を記載した。

表1 研究目的の進捗の達成度（R4年12月段階）

| 進捗達成度                                    | 進捗達成度（R4年12月段階）  |
|--|--|
| (1) 車道上自転車関連事故の類型化                       | 自己評価◎：R4年度のマクロ事故分析の追加、R3年度までのヒヤリハットデータ等の解析で類型化（運転シナリオ作成）を完了予定              |
| (2) モバイル型プローブ自転車を用いた国内外の自転車走行環境の評価       | 自己評価△：国外調査はできなかったが資料収集などで代替、半導体不足に伴う一部改修遅れによって、国内の自転車調査(応用)はR5年度に追加実施で対応   |
| (3) 自転車と自動車との協調行動をDS上で表現するためのシステム構築      | 自己評価○：当初予定より外注費が上回っているが、要求水準を満たすレベルで構築済。ただし、R5年度一部修正対応の可能性あり               |
| (4) 協調型サイクルシミュレータシステムによる交通コンフリクト実験システム構築 | 自己評価○：当初予定より外注費が上回っているが、(1)に対応した実験を行うためのシステム構築は概ね予定通り。ただし、R5年度一部修正対応の可能性あり |
| (5) 持続可能な安全を段階的に高めるための方策の提案              | 自己評価×：R5年度に主に実行する内容であるため、現段階では提案を行うための実験に関する情報を整理している段階。見直し順調              |