

## 第IV部門

LiDAR プローブ自転車を用いた信号交差点における左折車に対する自転車衝突リスク評価方法に関する考察

大阪公立大学大学院 工学研究科 学生員 ○西山 哲平

大阪公立大学大学院 工学研究科 正会員 吉田 長裕

## 1. 研究背景・目的

自転車と自動車の交通事故のうち約 85%、死亡事故のうち約 90%が交差点で発生している<sup>1)</sup>。交差点における自転車と左折車の錯綜は、重大事故に至りやすく、自転車の電動化に伴う速度上昇や通行帯と横断帯との接続に関わる課題がある。自転車交通の安全性を向上するためには、左折車と自転車の錯綜現象を観測し、その衝突リスクを評価した上で、関連する交通行動を交通環境の改善を通じて制御していく必要がある。

自転車と左折車の錯綜現象の観測には、従来、画像解析手法が用いられてきたが、画角の問題等から観測を行える交差点に限りがあった。一方、自転車搭載の距離センサによる観測では、自動車との衝突リスクを評価するための応答速度、測定範囲の向上が不可欠である。そこで、本研究では、LiDAR センサを用いて、左折車と自転車の錯綜現象を直接観測し、実環境でのオクルージョン等による課題とともに、左折車と自転車との衝突リスクを評価するための知見を得ることを目的とする。

## 2. 研究方法

信号交差点において、LiDAR センサを搭載した自転車によって左折車の観測を行うとともに、リスク評価の可能性を検証するため、交差角の違い等、条件の異なる信号交差点で観測調査を行った(図-1)。使用したプローブ自転車には、前方に LiDAR センサ (VLP-16) とビデオカメラを、荷台部分に RTK-GNSS を搭載した。LiDAR センサからは、周辺物体を非連続にとらえた点群データが出力され、各点の LiDAR センサを原点とした三次元座標上の位置情報が 0.1 秒間隔で得られる。これらの点群データの中から、対象物の形状や相対的な位置関係を高精度に明らかにすることが可能である。

調査方法については、対象交差点において、LiDAR プローブ自転車を静止固定した状態と走行した状態で左折車挙動を約 5 台ずつ観測した。まず、危険な錯綜になりがちな自転車の歩道通行パターンを 2 つ決め、自転車が時速 20km/h で交差点に横断すると仮定して、1.交差 3 秒前、2.交差 1.5 秒前、3.直進 3 秒前、4.直進 1.5 秒前の地点に自転車を静止固定して観測を行った(図-1)。

解析では、左折車と判断された点群を取り出し、原点から最も近い点を左折車の走行位置とした。また、自転車の通行パターンを時速 20km/h で通行すると仮定し、衝突余裕時間 (Time to Collision(TTC)) を逐次算定した。また、得られた左折車軌跡から、オクルージョンの発生要因を把握した。

表-1 対象交差点

交差点名	亀戸駅前	錦糸橋	遠藤東	志村 3 丁目 鋭角部分	志村 3 丁目 鈍角部分	板橋 中央陸橋
観測日時	2022 11/22 14:00-15:30	2022 11/22 16:00-17:00	2023 1/11 9:00-13:00	2023 1/11 16:00-17:00	2023 1/11 17:00-18:00	2023 1/12 9:30-11:30
交差角	90°	90°	90°	70°	110°	100°



図-1 観測地点

Teppei NISHIYAMA, Nagahiro YOSHIDA

[sh23482b@st.omu.ac.jp](mailto:sh23482b@st.omu.ac.jp)

### 3. 分析結果

#### (1) 交差点隅角部におけるオクルージョンの発生状況

オクルージョンの発生要因には、柵、ガードレール、立て看板などが確認された。これらの障害物によって、左折車の走行軌跡データが一部途切れた部分があった。また、センサのレーザーは、垂直方向に 2° 間隔で照射しており、交差点流入部から約 20m 以上離れた地点では、左折車をとらえられないケースも存在した。

#### (2) TTC の算出可能性

流入する自転車と左折車について、走行軌跡から最初に得られた TTC の範囲をみることで、交差点におけるリスク評価の可能性をみた (表-2)。その結果、志村 3 丁目交差点を除いて TTC 算出ができていることから、交差角度が 90° ~ 100° では、TTC の直接観測が可能で、衝突余裕時間によるリスク評価も可能といえる。一方、志村 3 丁目では、衝突余裕時間を求めることができなかった。この理由としては、交差点隅角部がとくに鋭角になる場合に衝突直前にしか危険な TTC を検出できなくなるためである。

#### (3) 自転車走行による TTC 観測

プローブ自転車が走行した状態で、リアルタイムに TTC の算定が可能か検証した。遠藤東交差点において自転車先行錯綜発生時に、RTK-GNSS によって得られた自転車走行軌跡、LiDAR から得られた相対位置データを事後に補正した左折車走行軌跡、また最小 TTC 値とその発生時の自転車・左折車位置を図-2 に示す。ビデオカメラとの整合の結果、自転車軌跡は概ね良好だったが、左折車には不連続な部分があり、ソフト RTK 補正の精度と自転車の走行時の傾きの影響があることがわかった。

表-2 各交差点における TTC の平均値と標準偏差

観測地点	①	②	③	④
亀戸駅前	3.19 (0.10)	2.22 (0.28)	4.08 (1.05)	2.12 (0.60)
錦糸橋	5.71 (1.58)	(欠測)	3.75 (0.25)	(欠測)
遠藤東	4.01 (0.60)	3.66 (0.35)	6.46 (1.81)	5.34 (2.87)
志村 3 丁目 鋭角部分	-	3.09 (0.08)	3.02 (0.33)	2.23 (0.23)
志村 3 丁目 鈍角部分	-	-	9.94 (1.40)	16.15 (4.50)
板橋 中央陸橋	6.85 (2.43)	8.38 (4.12)	3.47 (0.25)	2.53 (0.41)

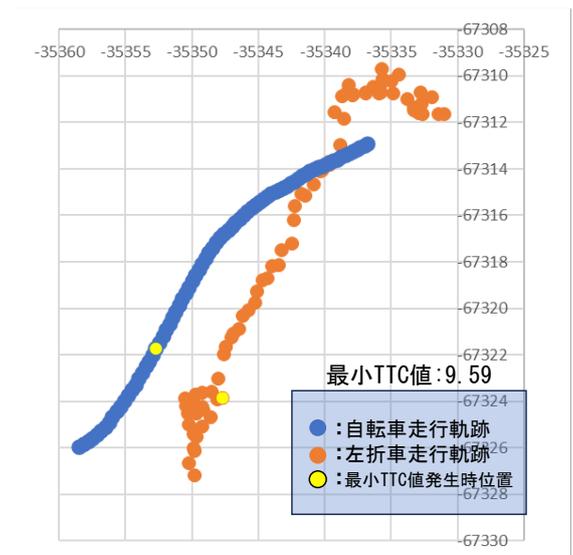


図-2 走行時観測データ

### 4. まとめ

本研究では、LiDAR センサによる観測データのオクルージョンや観測範囲に関する知見を得た。センサを静止固定した状態では、LiDAR により左折車の走行軌跡を精度よく求めることができ、衝突余裕時間によるリスク評価が可能であることを確認した。今後の課題として、自転車走行時のデータを使って、左折車の走行軌跡を精度高く求める方法を検討する。

**謝辞：**本研究は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議の技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「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」で行われた。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 公益財団法人 交通事故総合分析センター：2019 年度 SIP パターン別の事故件数