

AIによる物体検知を活用した自転車の並走挙動検知とその発生要因に関する研究

高知工科大学 山本 紘大
指導教員 西内 裕晶

1.はじめに

近年、自転車利用の増加に伴い、自転車の交通違反や事故の発生が社会的課題となっている。高知県警察署本部¹⁾によれば、自転車に対する警告書交付件数は増加傾向にあり、その内訳では並走に関する違反が最も多く全体の約3割を占めている。一方で、道路交通法における並走の規定は抽象的であり、他の違反行為に比べて効果的な対策が十分に進んでいない。Yanら²⁾は単一方向の自転車道を対象として、自転車流率の増加に伴い並走が増加することを示したが、自転車が双方向に通行し歩行者も混在する歩道空間が広く存在する日本においては、この知見を適用できない可能性がある。そこで本研究では、高知市内の歩道5地点を対象に、自転車の交通行動の実態の把握し、並走を定量的に定義したうえで並走の発生要因を把握する。

2.研究概要

本研究では、自転車が双方向に通行し、歩行者と混在する高知市内の歩道5地点を対象として朝と夕方に動画撮影を実施した。調査の概要と対象地点の位置を表1、図1に示す。

撮影映像から自転車の走行軌跡を得るため、物体検出モデルYOLOv8を用いて、各自転車の走行軌跡を取得した。得られた走行軌跡データから自転車の並走を定義し、二項ロジスティック回帰分析を適用して、並走の発生要因を把握する。

3.並走の定義

カメラ画角内に自転車が複数台走行する場面を抽出し、目視判定により並走、追い越し、追従、すれ違いに分類した。並走と追い越しを識別するために、自転車間の進行方向距離と進行方向距離が閾値以下となる状態の合計継続時間を指標として二次元の感度分析を行い Youden's J (真陽性率-偽陽性率) が最大となる値の組み合わせを算出した。結果を図2に示す。その結果、Youden's Jが最大となる閾値の組み合わせは進行方向距離1.7m以下かつ合計継続時間3秒以上であり、並走と目視判定した場面の約9割がこの条件を満たすことが示された。さらに、追い越しの相対速度が概ね0.5-4.5 m/sの範囲であるというGuillermoら³⁾の知見を踏まえ、並走の判定条件に相対速度0.5 m/s未滿という条件を追加した。これを踏まえて、進行方向距離1.7m以下の状態が7秒以上継続する場合、または進行方向距離1.7m以下の状態が合計3秒以上継続し、相対速度が0.5 m/s未滿である場合を並走と定義した。

4.分析方法

並走が発生し得ない単独走行を除外するため、Luら⁴⁾の研究を参考に自転車群を定義し、車頭時間が2秒以内となる自転車を自転車群に属するものとした。自転車群に属さないものは単独走行と定義し、分析対象から除外した。各走行形態の人数は表2の通りである。目的変数は並走の有無(並走した場合を1、しなかった場合を0)とし分析した(表3参照)。

表1 調査の概要

地点名	撮影日	観測時間
附属小学校	2025/10/21	7:00-9:00, 16:00-18:00
高地工業	2025/10/16	7:00-9:00, 16:00-18:00
北本町	2025/10/20	7:00-9:00, 16:00-18:00
薊野	2025/10/27	7:00-9:00, 16:00-18:00
葛島	2025/10/17	7:00-9:00, 16:00-18:00



図1 調査地点
(国土地理院地図より作成)

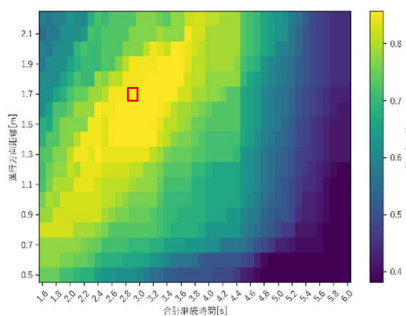


図2 感度分析の結果

表2 各走行形態の人数

	朝	夕	全体
単独走行(人)	986	600	1,586
群走行(人)	423	228	651
並走(人)	67	101	168
全体(人)	1,409	828	2,237

表3 並走の発生要因に関する二項ロジスティック回帰分析の結果

(A) 全データ (朝+夕)				(B) 朝のみ				(C) 夕のみ			
変数	パラメーター	P値	有意水準	変数	パラメーター	P値	有意水準	変数	パラメーター	P値	有意水準
定数項	-0.982	0.008	***	定数項	-0.478	0.293	-	定数項	-0.423	0.532	-
生徒ダミー	0.325	0.164	-	生徒ダミー	0.604	0.113	-	生徒ダミー	0.272	0.376	-
男性ダミー	-0.068	0.750	-	男性ダミー	-0.139	0.656	-	男性ダミー	-0.071	0.817	-
歩行者流率	-0.004	0.054	*	歩行者流率	-0.012	0.001	***	歩行者流率	0.002	0.448	-
進行方向流率	-0.001	0.627	-	進行方向流率	0.001	0.726	-	進行方向流率	0.003	0.491	-
対向車両流率	-0.003	0.102	-	対向車両流率	-0.004	0.046	**	対向車両流率	-0.005	0.257	-
夕方ダミー	1.109	0.000	***	高知工業ダミー	0.941	0.054	*	高知工業ダミー	0.292	0.481	-
高知工業ダミー	0.703	0.022	**	北本町ダミー	-1.243	0.035	**	北本町ダミー	-0.143	0.791	-
北本町ダミー	-0.541	0.135	-	薊野ダミー	-0.388	0.523	-	薊野ダミー	0.080	0.895	-
薊野ダミー	0.149	0.687	-	葛島ダミー	-4.077	0.000	***	葛島ダミー	-0.952	0.052	*
葛島ダミー	-1.980	0.000	***	サンプル数	423 (並走:67)			サンプル数	228 (並走:101)		
サンプル数	651 (並走:168)			McFadden擬似R ²	0.220			McFadden擬似R ²	0.056		
McFadden擬似R ²	0.176			*有意水準10%, **有意水準5%, ***有意水準1%							

5.結果と考察

表3より、朝と夕の全データを用いたモデル(A)では、夕方ダミーが正で有意であり、朝に比べて夕方は並走が発生しやすい傾向が示された。これは、夕方は朝に比べて時間的制約が小さく、走行形態の選択幅が広がることで、並走が選択されやすくなったと考えられる。生徒ダミーおよび男性ダミーは有意に影響しておらず、個人属性による差は本分析の範囲では明確にできなかった。交通状況を表す変数では、歩行者流率が負の係数を示し、並走の発生を抑制する傾向がみられた一方で、自転車を対象とする進行方向流率および対向車両流率については、統計学的に有意な影響は認められなかった。朝のみのモデル(B)では、歩行者流率と対向車両流率が負で有意であり、歩行者および対向車両の増加に伴い並走が抑制されることが示唆された。一方、夕方のモデル(C)では葛島ダミー以外に有意となった変数はなく、McFadden擬似R²も0.056と小さい値であった。これは、朝に比べて時間的制約が小さいことや走行目的が多様化することで、行動のばらつきが大きく、朝の並走の発生メカニズムと傾向が異なっている可能性を示している。地点差については、葛島ダミーがすべてのモデルで負に有意であった。葛島は工事用の仮囲いの影響で視認性が悪く、対向車両の接近を把握しにくい環境であったため、リスク回避行動として並走しにくい走行環境であったと考えられる。

6.まとめ

本研究では、高知市内の歩道5地点を対象とし、並走の要因分析を行った結果、朝は歩行者流率および対向車両流率の増加に伴い、並走が抑制される傾向が示唆された。また、進行方向流率については統計学的に有意な影響は認められず、交通量の増加や空間的制約によって並走が生じる状況は、本研究の対象範囲では明確には確認されなかった。これらの結果は、本研究で観測された並走の多くが、走行者の意思決定に依存している可能性を示唆している。したがって、道路設計等のハード面の対策に加え、ルールの周知や注意喚起、啓発活動といったソフト面の対策を重視することが有効であると考えられる。今後の研究としては撮影範囲を拡大し、隣接する信号交差点の灯火の状況との関係や、対向車両や歩行者の存在下における並走の回避行動や回避後の挙動を分析することで、並走の発生要因および挙動をより詳細に把握する必要がある。

7.参考文献

- 1)高知県警察 HP 「自転車事故の推移」 <https://www.police.pref.kochi.lg.jp/docs/2023110700187/>
- 2) Yan. X, Wang. T, Ye. X, Chen. J, Yang. Z, Bai. H, : Recommended Widths for Separated Bicycle Lanes Considering Abreast Riding and Overtaking, Sustainability, Vol.10, Article 3127, 2018.
- 3)Pérez Castro. G, Johansson. F, Olstam. J, : Empirical study of bicycle traffic characteristics relevant for microscopic simulation, Journal of Cycling and Micromobility Research, Vol.3, Article 100054, 2025
- 4) Bai. L, Sze. N.N, : Red light running behavior of bicyclists in urban area: Effects of bicycle type and bicycle group size, Travel Behaviour and Society, Vol.21, pp.226-234, 2020.