

交差点での自転車挙動からみた細街路における自転車走行指導帯の整備効果 Analysis of Effects by Bicycle Lanes at Residential Streets from Viewpoints of Bicycle Behavior at Junctions

山中 英生¹, 濱口 啓輔², 三国 成子³, 小島 拓郎⁴
Hideo YAMANAKA¹, Keisuke HAMAGUCHI², Shigeko MIKUNI³ and Takuro KOJIMA⁴

日本では交差点での自転車事故の割合が高く, 他国にない交差点での自転車の双方向通行がその要因として着目されている. このため, 自転車の左側通行を誘導する自転車専用通行帯や自転車走行指導帯の整備が進められている. 本研究では, 金沢市の細街路型自転車走行指導帯での安全性向上効果を確認するため, 交差点における自転車の進入挙動に着目した. 具体的には, 5箇所の交差点において走行指導帯整備前後のビデオをもとに, 自転車の進入挙動, 自動車速度の変化を分析するとともに, 指導帯有無・交通事故発生状況の異なる3箇所の交差点で自転車の挙動について比較した. その結果, 細街路における自転車通行指導帯整備による左側通行の遵守向上によって, 危険とされる逆走方向から交差点に進入する自転車の割合が減少していることが明らかになった.

The ratio of bicycles accidents at junctions in Japan is quite high. Both-way running of bicycles at junctions, which is unique system in the world, is focused on as a reason of this phenomenon. Bicycle lanes, which promote bicycles running on left side of the carriageway, have been introduced to solve this problem by realizing one-way bicycles running system. In this study, in order to confirm the effects on safety by bicycle lane system on residential streets in Kanazawa city, the approaching behavior of bicycles is focused on. Bicycles' behavior and vehicles' speed before and after the implementation of bicycle lanes at five junctions using video survey are analyzed, and bicycles' behavior at three junctions with different accident records and condition of bicycle lanes is compared. As results, the ratio of wrong way approaching of bicycles is decreased by the implementation or existence of bicycle lane system which promotes keep left running of bicycles on the approach streets.

Keywords: 自転車, 交通安全, 小交差点, 挙動分析, 金沢市

Bicycles, traffic safety, small junctions, behavior analysis, Kanazawa city

1. はじめに

自転車事故は, 75%が交差点で, 50%近くが無信号交差点で発生しており, 無信号交差点では出会い頭事故が8割近くをしめている.

幹線道路小交差点の出会い頭事故では, 自動車の左側から来る自転車(右側通行)の事故率が高いことが知られている¹⁾. 一方, 出会い頭事故の自転車の進行方向別構成率の分析²⁾³⁾では, 全体として自動車の左側から来る右側通行自転車との事故の割合が高く, 特に自動車直進時,

左折時に自転車事故の割合が高いことが示されている. ただし, 直進・左折時より少ないが, 自動車右折時は自動車の右側から来る自転車事故の割合が高くなるように, 自動車の進行方向により衝突する自転車の方向に違いが見られる. これは, ドライバーの注意の偏りが原因と考えられ, 交差部分で自転車が双方向から現れるという我が国特有の交通環境が危険要因であることを示唆している.

国土交通省と警察庁による「安全で快適な自転車利用

1 正会員, 工学博士, 徳島大学社会産業理工学研究部

Member, Dr.Eng, Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

〒770-8506 徳島市南常三島町2-1 e-mail: yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp Phone: 088-656-7350

2 非会員, 西日本旅客鉄道(株)

Non-member, West Japan Railway Co., Ltd

3 非会員, 地球の友・金沢

Non-member, Friends of Earth Kanazawa

4 非会員, 西日本高速道路エンジニアリング関西(株)

Non-member, West Nippon Expressway Engineering Kansai Co., Ltd

環境創出ガイドライン」⁴⁾では、自転車の車道左側端通行原則を明確にし、自転車専用通行帯、車道混在のピクトグラム表示等によって誘導を計る指針が示されている。また、2013年6月公布の道路交通法では、細街路等の路側帯について自転車は左側の路側帯通行が規定され、自転車左側通行の促進施策が進んでいる。

道路交通法改正の結果、普通自転車通行可の歩道以外では、自転車は全て左側通行であるが、歩道上での双方向通行の慣習から、実情は、細街路はむろん、車道部でも逆走する自転車が見られる。各自治体の自転車通行環境整備計画では、ガイドラインに従ってネットワーク計画のもと、車道部を一方通行する自転車レーンを中心とした整備が進められているほか、自転車安全条例でも愛媛県や高槻市など自転車に左側の歩道を通行する努力義務規定も現れている。その中、金沢市では、市街地の細街路で自転車走行指導帯の整備を進めており⁵⁾、街頭指導の強化もあって、事故減少⁶⁾、左側通行遵守向上効果⁷⁾⁸⁾が報告されている。ただし、交通事故の多発する交差点での安全性向上効果に結びつく挙動変化は明らかになっていない。

そこで、本研究では、金沢市での自転車走行指導帯の整備前後の情報が入手できた5箇所の交差点において、自転車の進入挙動、自動車速度の変化を分析するとともに、指導帯有無・交通事故発生状況の異なる3箇所の交差点での自転車の挙動について比較することで、細街路における左側通行遵守が交差点安全性に与える影響を明らかにすることを目的としている。

2. 金沢市における細街路での自転車走行指導帯整備

金沢市では、自転車の車道左側通行を促す施策として、自動車・自転車・歩行者が混在する中央小学校前で、平成22年に我が国初の細街路型自転車走行指導帯を試行整備した。次いで、平成23年に「まちなか自転車利用環境向上計画」を策定し、約860haの中心市街地（まちなか）を対象として総合的な整備計画を立案し、その中で、「はしる」環境整備のための自転車ネットワーク整備として、幹線道路に加えて、自転車利用ニーズの高い路線として裏道ネットワークと呼ばれる細街路路線を選定し、中央小学校前の自転車走行指導帯の事業を踏まえて、自転車走行指導帯整備を進めている。まちなか地区では平成23年～平成25年にかけて約10kmの細街路で指導帯を整備している。さらに、警察・地域住民らによって街頭での安全指導が集中的に行われている（図1）。その結果、交通事故件数が前の約40%に減少したと報告⁶⁾されている。

3. 調査の概要

3.1 前後比較および地点比較分析

本研究では以下の2つのアプローチで指導帯整備が安全性向上に与えた影響を把握することとした。

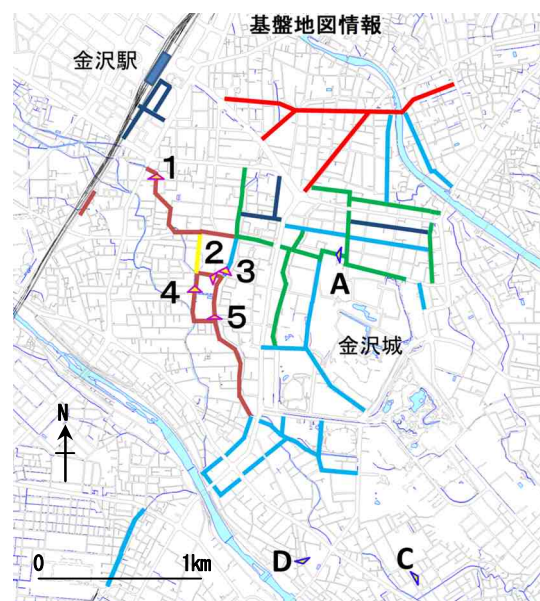
- 1) 前後比較 走行指導帯整備前後のビデオ調査をもとに自転車挙動、自動車速度の変化を分析する。
- 2) 地点比較 走行指導帯有無、事故発生の変化状況の異なる交差点での自転車挙動の相違を分析する、

3.2 前後比較分析の対象交差点と調査方法

前後比較分析では走行指導帯整備前のビデオ撮影データがある5箇所（図2）を選定した。整備前は平成21年11月、整備後は平成27年10月、午前7時から午後6時まで路側ビデオ撮影データを用いた。整備前のビデオ撮影は交通量観測のためのもので、路側に設置した三脚からの撮影となっている（図3）。この画像から分析可能な挙動を比較することとした。



図1 自転車走行指導帯と街頭指導



前後比較1～5 地点比較A, C, D 色付：指導帯整備区間

図2 自転車走行指導帯のビデオ調査地点

1 芳齊



2 三谷産業前



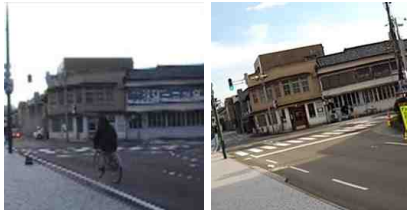
3 公園前



4 中央小前



5 中央小南



左：整備前状況 右：整備後

図3 前後比較分析の対象交差点

3.3 地点比較分析の対象交差点と調査方法

地点比較では、走行指導帯整備によって交通事故減少が見られた交差点と、走行指導帯は未整備だが交通事故変化が異なる交差点とを比較することとした。このため、平成20~25年の自転車関連の車両相互事故の発生箇所図を用いて、この期間に事故件数が3件以上であった多発交差点を抽出し、その中から、走行指導帯整備の有無、整備後の事故発生の有無の基準から交差点を分類した(表1)、このうち区分Bの交差点は存在しなかったことから、A,C,Dの区分に属する3地点の交差点を選定し(表2)、地上4m程度に設置したビデオによる撮影データを用いて自転車挙動を分析した(図4)。撮影は平成28年10月である。

3.4 自転車の挙動分析方法

交差点進入時の自転車挙動を分析するため、ビデオ撮影データから、手前から撮影交差点へ進行する自転車を対象として、自転車ごとに図5に示す通過断面別のコードを入力する方法をとった。手前の断面は交差点まで約10mの位置となっている。右左折については、事前撮影

表1 地点比較分析の交差点選定方法

交差点	指導帯	事故変化	区分
事故多発交差点 H20-25間 3件以上	指導帯整備有り	整備後事故なし	A：整備減少
		整備後事故発生	B：整備非減
	指導帯整備無し	H24-25事故なし	C：未整備減少
		H24-25事故あり	D：未整備非減

表2 地点比較分析の対象交差点

区分	地点名	枝数	枝道路 下線分析対象
A 整備減少	尾崎神社付近	3枝	主1車+従2車
C 未整備減少	工業高校付近	4枝	主1車+従1車
D 未整備非減	新堅町3丁目	3枝	主1車+従1車



図4 地点比較分析の対象交差点

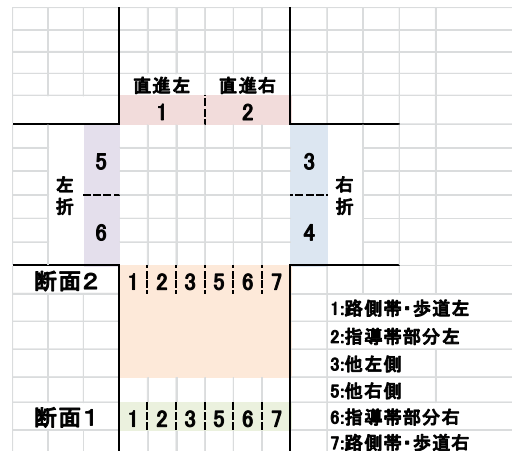


図5 自転車の交差点進入時の断面別通過コード

ビデオで交差道路での通行位置の判断が困難な場合は手前・奥の区別を入力していない。断面1, 2で1,2,3の通行位置の時に右側, 5,6,7の時に左側通行としている。

4. 整備前後比較分析の結果

4.1 交差点手前の自転車進入挙動の前後比較

交差点の手前から交差点進入部までの自転車の挙動パターンを図6に示す4つに分類して、その構成率を整備前後で比較した。こうした細街路では、自動車にとって左側手前から現れる、すなわち右側通行で交差点に進入する自転車との出会い頭事故の割合が、他の方向からの

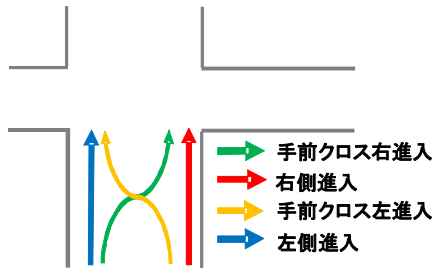


図6 自転車の交差点進入時の挙動パターン分類

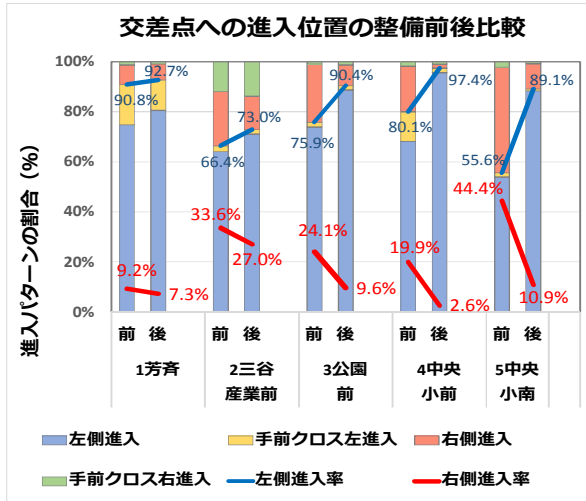


図7 交差点進入時の自転車挙動パターンの整備前後変化

自転車との出会い頭よりも高いことが明らかになっており、右側進入と手前クロス右側進入のパターンが危険な挙動と考えられる。なお、手前クロスとは断面1、2で右→左、左→右の通行位置となった場合である。図7に5箇所の交差点での整備前後の進入パターン別の構成率の変化を示す。全体として、左側進入率が整備後に増加し、右側進入率が減少していることがわかる。手前クロス左側進入も減少しており、三谷産業前では手前クロス右側進入が増加している。これらは、いずれも単路部では左側通行が遵守されるようになってきていることから生じている現象と考えられる。

表3は自転車の直進、右左折別に進入パターン別の観測数を整理している。整備後に減少した場合に赤字、増加時は青字となっている。左折時、他の進行方向と異なる変化が見られるが、もともと整備前から左側進入が高く、右側進入は小さくなっている。これに対して、右折進行の場合は、左側通行率が整備前に低く、整備によって右入進入が減少、左入進入が増加しているが、同時に手前クロス右入も増加している。

4.2 右折自転車の進入パターンの前後比較

そこで自転車右折時について、右折後の通行パターンを図8のように区分して、分析を行った。この結果を図9に示す。なお、芳斉の交差点では右折自転車が観測されていない。4地点とも、最も危険性が高いとされる右

表3 自転車進行別の交差点進入パターンの変化

地点	左側進入	右側進入	手前クロス左	手前クロス右	合計	
直進	1芳斉前	377 78.5%	32 6.7%	68 14.2%	3 0.6%	480
	1芳斉後	357 81.7%	26 5.9%	49 11.2%	5 1.1%	437
	差	3.2%	-0.7%	-3.0%	0.5%	
	2三谷産業前	45 83.3%	4 7.4%	3 5.6%	2 3.7%	54
	2三谷産業前	59 93.7%	3 4.8%	1 1.6%	0 0.0%	63
	差	10.3%	-2.6%	-4.0%	-3.7%	
	3公園前	193 74.2%	61 23.5%	3 1.2%	3 1.2%	260
	3公園前	171 94.5%	7 3.9%	3 1.7%	0 0.0%	181
	差	20.2%	-19.6%	0.5%	-1.2%	
	4中央小前	379 68.3%	98 17.7%	70 12.6%	8 1.4%	555
4中央小前	518 98.1%	6 1.1%	0 0.0%	4 0.8%	528	
差	29.8%	-18.5%	-12.6%	-0.7%		
5中央小南	88 67.7%	37 28.5%	3 2.3%	2 1.5%	130	
5中央小南	220 95.7%	9 3.9%	1 0.4%	0 0.0%	230	
差	28.0%	-24.5%	-1.9%	-1.5%		
左折	1芳斉前	38 48.7%	12 15.4%	28 35.9%	0 0.0%	78
	1芳斉後	87 74.4%	9 7.7%	21 17.9%	0 0.0%	117
	差	25.6%	-7.7%	-17.9%	0.0%	
	2三谷産業前	33 100.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	33
	2三谷産業前	29 93.5%	0 0.0%	2 6.5%	0 0.0%	31
	差	-6.5%	0.0%	6.5%	0.0%	
	公園前	22 95.7%	0 0.0%	1 4.3%	0 0.0%	23
	公園前	29 90.6%	0 0.0%	3 9.4%	0 0.0%	32
	差	-5.0%	0.0%	5.0%	0.0%	
	中央小前	25 92.6%	1 3.7%	1 3.7%	0 0.0%	27
中央小前	20 95.2%	1 4.8%	0 0.0%	0 0.0%	21	
差	2.6%	1.1%	-3.7%	0.0%		
中央小南	6 85.7%	1 14.3%	0 0.0%	0 0.0%	7	
中央小南	8 88.9%	0 0.0%	1 11.1%	0 0.0%	9	
差	3.2%	-14.3%	11.1%	0.0%		
右折	2三谷産業前	2 5.3%	23 60.5%	0 0.0%	13 34.2%	38
	2三谷産業前	25 38.5%	18 27.7%	0 0.0%	22 33.8%	65
	差	33.2%	-32.8%	0.0%	-0.4%	
	3公園前	5 33.3%	10 66.7%	0 0.0%	0 0.0%	15
	3公園前	11 42.3%	12 46.2%	0 0.0%	3 11.5%	26
	差	9.0%	-20.5%	0.0%	11.5%	
	4中央小前	3 20.0%	9 60.0%	0 0.0%	3 20.0%	15
	4中央小前	5 41.7%	2 16.7%	0 0.0%	5 41.7%	12
	差	21.7%	-43.3%	0.0%	21.7%	
	5中央小南	2 4.9%	37 90.2%	0 0.0%	2 4.9%	41
5中央小南	7 25.9%	18 66.7%	0 0.0%	2 7.4%	27	
差	21.0%	-23.6%	0.0%	2.5%		
全数	1芳斉前	415 74.4%	44 7.9%	96 17.2%	3 0.5%	558
	1芳斉後	444 60.7%	35 4.8%	70 9.6%	5 0.7%	732
	差	-13.7%	-3.1%	-7.6%	0.1%	
	2三谷産業前	80 64.0%	27 21.6%	3 2.4%	15 12.0%	125
	2三谷産業前	113 71.1%	21 13.2%	3 1.9%	22 13.8%	159
	差	7.1%	-8.4%	-0.5%	1.8%	
	3公園前	220 73.8%	71 23.8%	4 1.3%	3 1.0%	298
	3公園前	211 88.3%	19 7.9%	6 2.5%	3 1.3%	239
	差	14.5%	-15.9%	1.2%	0.2%	
	4中央小前	407 68.2%	108 18.1%	71 11.9%	11 1.8%	597
4中央小前	543 96.8%	9 1.6%	0 0.0%	9 1.6%	561	
差	28.6%	-16.5%	-11.9%	-0.2%		
5中央小南	96 53.9%	75 42.1%	3 1.7%	4 2.2%	178	
5中央小南	235 88.3%	27 10.2%	2 0.8%	2 0.8%	266	
差	34.4%	-32.0%	-0.9%	-1.5%		

注：青字は増加、赤字は減少を示す。

入右出のパターンは減少している。ただし、中央小南のように相変わらず高い交差点も見られる。

また、道路交通法で定められた2段階右折の左入左出、それに準拠した左入斜出パターン（ただし隅角部では一時停止していない）も整備後増加が見られる。ただし、いずれも比率は高くない。

一方で、整備後に手前でクロスして右折する手前クロス右出が増加している。すなわち、走行指導帯整備や街頭指導の実施で、単路部での左側通行の遵守が増加したため。この自転車が交差点で右側する際に、交差点手前の単路部で右側通行に遷移して、右側隅角部を近回りする挙動の増加につながっていると考えられる。これは、左右確認のため減速、停止が必要になる交差点横断を嫌い、前後が見通しできる単路部で通行位置をシフトすることで減速をなるべく避けるといった、減速・停止を嫌う自転車利用者の性向から生じる挙動とも考えられる。

4.3 自動車の進入速度の前後比較

次に交差点進入時の自動車速度の変化に着目した。事

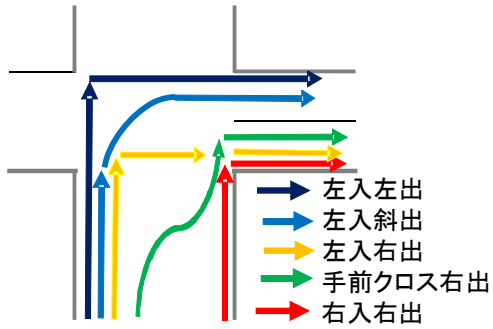


図8 右折自転車の挙動パターン分類

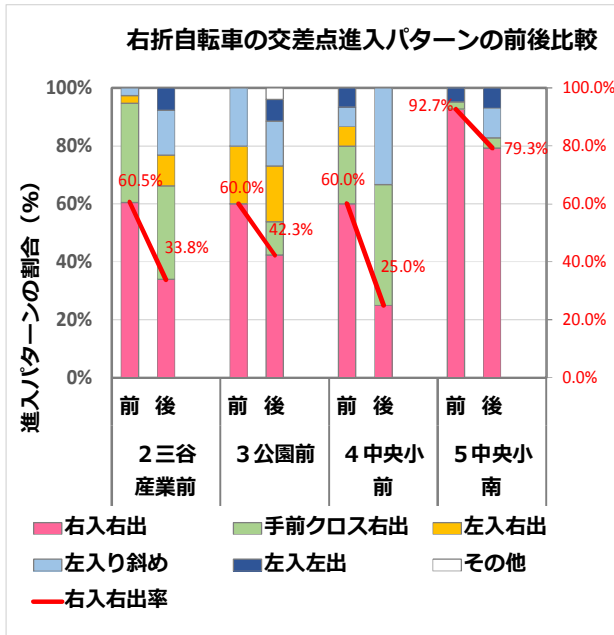


図9 右折自転車の挙動パターン変化

前ビデオの進入路部分の画角が十分あり自動車速度値を計測できた2地点(3:公園前, 4:中央小前)について、整備前後それぞれ50台のサンプルについて、交差点手前10mの平均速度、標準偏差を求めた結果を表4に示す。

3:公園前では整備後に8%, 4:中央小前では24%速度が低下しており、t検定による片側確率では、いずれも5%の有意水準で有意な減少と言える。変化率に差が見られるが、4:中央小前は段差付き歩道が設置されており整備前に歩道を通っていた自転車が整備後は車道部を通行するようになったことが、大きな速度低下をもたらしている原因と言える。これに対して3:公園前は幅員が広く、車道部を通行するようになった自転車の影響が4:中央小前に比べると小さいことが考えられる。

この2地点のうち、3:公園前については、整備前のビデオ画像でも交差点30m手前から自動車の速度変化を取得することができたことから、30m手前から交差点進入地点までの減速状況について、整備前後の比較を試みた。サンプル50台について6mごとの区間速度の平均値を求めて、整備前後の値を比較した結果を図10に示す。これによると、整備前は自動車の減速が少なく、一定速

表4 自動車の交差点進入速度の変化

地点	指標	自動車速度 km/h		変化率 %	t検定 p値
		整備前	整備後		
3:公園前	平均	34.12	31.59	-7.42%	0.033
	標準偏差	6.72	6.94		
4:中央小前	平均	25.03	18.87	-24.60%	0.000
	標準偏差	7.63	5.17		

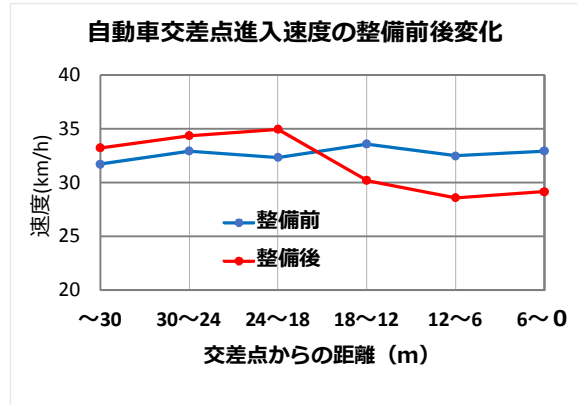


図10 自動車の交差点進入時の減速状況の整備前後変化

度で進入しているのに対して、整備後は、交差点手前の6~18m付近で減速する傾向が見られる。

自転車が車道部に多くなり、自動車の配慮運転が増加していることに加え、図6, 9に示した交差点前10m以内でクロスする自転車の増加が影響している可能性が示唆される。

5. 自転車進入挙動の地点比較結果

指導帯整備および事故発生状況の異なる3地点で交差点の自転車挙動についても、図6に示した区分で分類した。3地点での進入パターンを比較した結果を図11に示す。指導帯が整備されて事故低減が見られたA:尾崎神社付近では89%の自転車が左側進入を守っていることがわかる。一方、指導帯未整備ではあるが最近事故発生が見られないC:工業高校前では左側進入率は76%とA:尾崎神社付近よりは低いものの、比較的高い値を示していることがわかる。これに対して、指導帯が未整備で、近年でも事故発生が見られたD:新堅町では、左側進入率は42%しかない。

指導帯未整備では、事故が減少しているC:工業高校前の方が、事故件数が減少していないD:新堅町より、自動車・自転車交通量が多いことから、左側進入の順守率が事故発生の確率に影響を与えていることが推察できる。そして、A:尾崎神社付近のように指導帯整備があれば、左側進入率はより高くなっており、指導帯の効果を示唆している。

交差点への進入位置の挙動

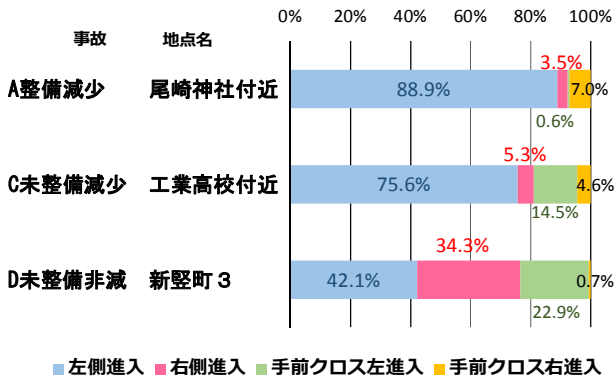


図 11 自転車の交差点進入パターンの地点比較

6. おわりに

金沢市での自転車走行指導帯の整備前後の情報が入手できた交差点での自転車の進入挙動と自動車速度の変化を分析した結果、単路部の左側通行の遵守によって、交差点進入パターンでも左側進入が全体として向上していることが明らかになった。

ただし、右折進行する自転車では、左側進入の率は改善しているものの、左側進入率が低い交差点も見られること。さらには、道交法で定める2段階右折等の遵守も改善は見られるものの、低い率に留まっており、むしろ、左側通行から交差点手前で右側へクロスして右折するという道交法違反の挙動が増加していることが明らかになった。こうした手前でクロスする時には後方確認する自転車は多く見られたが、確認しない自転車も存在している。また右折後の単路部での右側通行を生じさせる恐れも考えられる。こうした点を踏まえて、挙動の危険性について詳細な検討が必要である。このような細街路の自転車右折時の進行パターン別の安全性評価の分析を進めて、指導方法を検討することが必要と言える。

また、自動車の交差点進入速度を分析した結果からは、2地点と少ないデータではあるが、整備後の有意な低減が見られている。

指導帯有無・交通事故発生状況の異なる3箇所の交差点での自転車の挙動について比較した結果、自転車通行指導帯整備によって、左側進入の割合が増加しており、未整備交差点2地点での比較でも、交通量が多く事故低減傾向が見られる交差点のほうが、交通量が少なく近年の事故発生が見られる交差点よりも、左側進入率が高いことが明らかになった。

今後は、地点比較の観測データを増強することや、事故の経年変化を分析して、細街路における自転車の左側通行化による効果を明確にしていきたいと考えている。また、金沢市では指導帯表示に加えて、継続した街頭指導が行われており、個々の施策の効果や相乗効果について明らかにすることも重要と考えている。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 (A) 16H02369 (代表: 山中英生: 我が国の自転車通行システムの整序化へのコンセンサス形成戦略) の経費を用いて実施・分析を進めている。

参考文献

- 金子正洋, 松本幸司, 簗島治(国土技術政策総合研究所): 自転車事故発生状況の分析, 土木技術資料, Vol.51, No.4, 2009.
- 藤田健二: 四輪車と自転車の無信号交差点・出会い頭事故の人的要因分析, 交通事故総合分析センター, 第15回交通事故調査・分析研究発表会論文2012. (http://www.itarda.or.jp/ws/index_15.php).
- 萩田賢司, 森健二, 横関俊也, 矢野伸裕(警察庁科学警察研究所): 自転車の進行方向に着目した交差点自転車事故の分析, 土木学会論文集 D3, Vol.70, No.5, pp.I-1023~I-1030, 2014.
- 国土交通省, 警察庁: 安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン, 2017
- 金沢市; 金沢市まちなか自転車利用環境向上計画, 2011.
- 小島拓郎, 三国成子, 山中英生: 地区内街路における自転車走行指導帯の事故低減効果の分析, 土木計画学研究・講演集, No.52, 2015.
- 木内怜菜, 三谷哲雄, 山中英生: 自転車指導帯による細街路交差点の安全性分析, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要, Vol.20, pp.241~242, 2014
- 小島拓郎, 山中英生, 三国成子, 森万由子: 細街路における自転車指導帯ネットワークの整備効果, — 金沢市まちなか地区 —, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, 2016