

自転車走行空間の設計と交差点での安全性に関する研究*

A Study of Safety at the Intersections with Bicycle Facilities*

鈴木 美緒**・屋井 鉄雄***

By Mio SUZUKI**・Tetsuo YAI***

1. はじめに

わが国では、「新たな自転車利用環境のあり方を考える懇談会」(国土交通省・警察庁, 2007)において自転車走行空間の原則分離の強化が確認されて以降, モデル地区の選定や社会実験の実施等, 自転車走行空間の実務面での導入が急速に進んでいる。それと同時に現在, 「自転車道等の設計基準解説」(1974)でしか言及されていない, 自転車レーン(自転車専用通行帯)をはじめとした自転車走行空間の設計基準を見直す動きも出てきている。一方, 自転車先進国の欧米においては, 自転車走行空間の種類が多だけでなく, 設計基準が数値的に細かく定められている。多くの国で自転車交通に関する目標と設計基準が国家レベルで定められているが, 数値が細かく規定されているのは単路部での設計が多く, 交差点のような複雑な状況では, 設計基準をふまえながらも各自治体の主観によって施策を運用している可能性が示されている¹⁾。

研究においては, 自転車利用者の感覚を基に自転車歩行者道での評価を行ったり, 自転車走行空間としての評価を行ったりするものはみられる²⁾が, 複数の自転車走行空間による行動の違いに着目し, 交差点について, 関わるモード全てを考慮した総合的な評価を試みた研究はみられない。

そこで本研究では, 自転車交通の先進国である欧州の事例から自転車走行空間の設計や運用に関する知見を得るため, ドイツの交差点の事例を用いて, 自転車の走りやすさの観点から交差点を評価し, わが国で検討されている交差点設計との比較を行なった。

2. 調査概要

(1) ドイツの自転車交通政策

ドイツでは, 政府が国家自転車利用推進計画(2002年-2012年)を進めており, その一環として自転車道に関する規則が1997年に改正され, 車道内の自転車走行空間を選択肢として加えることになり, ドイツでも自転車レーンが設計されるようになった³⁾。

ドイツの自転車走行のルールは道路交通令(StVO)と道路交通認可令(StVZO)により定められている。ドイツでは, 赤信号のうちに自動車を追い越し, 車線の先頭にいることができれば直接左折することができるが, 信号の有無, 車線数, 自動車交通量, 自動車の85パーセントイル速度によっては2段階の左折が推奨されるが, 2段階にわけずに左折することも認められている⁴⁾。

(2) 調査方法

交差点の特性を表す指標として, 自転車の走りやすさを考える。自転車はバランスが安定しづらい乗り物であり, 速度変化に弱い。つまり, 自転車にとって走りやすい交差点とは, 速度変化が極力ない状態で通過出来る交差点であり, これが安全性と快適性の両方に影響する要素と考えられる。そこで, 速度変化が起こると考えられる, 「動線の交錯」と「他のモードとのすれ違い・合流」, 「自転車自身の経路(カーブ)」を交差点を評価する指標として用い, 交差点での走りやすさを比較することとした(表-1)。

また, 本研究では比較しやすさを考え, 4叉路のみを対象とし, 信号1サイクルあたりで比較することとした。

表-1 調査対象都市

	ADFC ランク	人口	面積
Kiel	2	約23.5万人(2007)	約120km ²
Oberhausen	3	約22.0万人(2005)	約77km ²
Hannover	4	約51.5万人(2005)	約204km ²
Bonn	7	約31.5万人(2007)	約141km ²
Karlsruhe	10	約28.5万人(2005)	約173km ²
Stuttgart	26	約59.2万人(2006)	約207km ²

*キーワード: 歩行者・自転車交通計画, 交差点, 自転車配慮型道路, 自転車走行空間

**学生員, 修(工), 東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻
(横浜市緑区長津田町4259, TEL&FAX; 045-924-5675)

***正会員, 工博, 東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻(横浜市緑区長津田町4259,
TEL; 045-924-5615, FAX; 045-924-5675)

表 - 2 交差点の評価に用いた項目

項目		定義	換算(2)	換算(3)
特徴	規模	交差する道路の車線数の積	-	-
動線の交錯	歩行者	歩行者と自転車の動線の交錯回数	× 1	× 1
	自動車	自転車と自動車の動線の交錯回数 安全性向上策の反映 Bike Box の設置や停止線をずらす施策：40%軽減 交差点内の着色：20%軽減 交差点内の標示：10%軽減	× 13.6	× 8.33
	自転車	自転車同士の動線の交錯回数	× 0.97	× 5.25
すれ違い合流カーブ	歩行者	自転車がとまっている歩行者の横を通過する回数	× 0.98	× 1.00
	自転車すれちがい	自転車がとまっている自転車の横を通過する回数	× 0.98	× 2.63
	自転車対面	自転車同士の対面でのすれ違いの回数	× 0.97	× 3.00
	自転車合流	自転車が合流する地点の数	× 0.03	× 1.88
	自動車	自転車が自動車とすれ違う回数	× 13.1	× 3.00
	直進カーブ	自転車が直進する際にカーブする回数	× 0.037	× 1.88
	右折カーブ	自転車が右折する際にカーブする回数	× 0.037	× 1.88

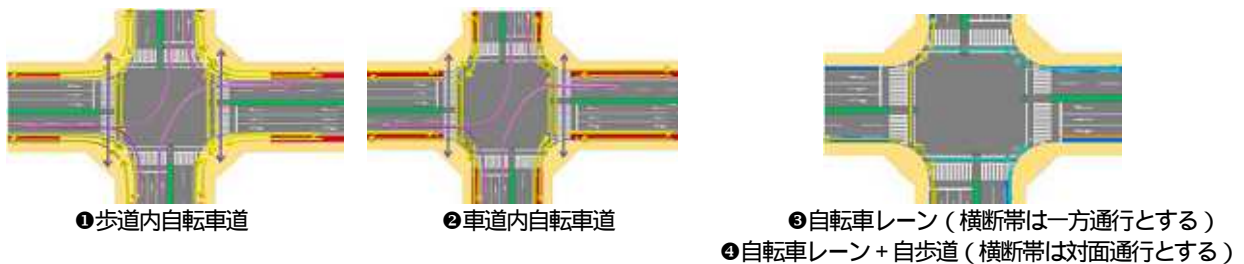


図 - 1 わが国の幹線道路同士の交差点での自転車走行空間設置例 国土交通省資料を基に作成。

(3) 調査対象都市

調査対象としては、2005年のADFCによる自転車交通に関するアンケート（Fahrrad-klimatest）で、上位に入った都市を中心に表 - 1の6都市を選定し、4叉路の交差点について評価を行なった。

なお、わが国の走行空間として用いたのは、図 - 1に示す4つのケースである。左の2つは自転車道の設置された道路の交差点、右は自転車レーンが設置された道路の交差点、さらに「自転車レーンと自歩道の両方で供用する」ケースの4つを、わが国における自転車走行空間の代表例として用い、これらとドイツの各都市の交差点での指標の平均値を比較した。

3. 交差点の走りやすさ評価

(1) 交錯および減速回数による評価

表 - 1 に示す各項目について、信号 1 サイクルあたりの交錯および減速回数の合計を交差点の危険度を表す指標とし、数値を比較した。なお、自動車交通量については単路部の車線数で表現、交差点での直進・右左折交通量は、方向指示レーンの数に比例する

ものとした。

この結果を、図 - 2に示す。わが国の交差点設計の中でも、特に対面通行を認めるケースでは、あらゆるモードとの交錯やすれ違いが格段に多いことがわかる。また、自転車レーン導入のケースでも、横断帯にのるためのカーブによって減速せざるをえないこと、また、車道内自転車道（車道スペースを活用して設置された自転車道）の場合には、自動車との対面のすれ違いも可能となることにより、錯綜・減速回数が増すこと、しかしそれよりも歩道における交錯による影響から特に歩道走行を認めるケースでの錯綜・減速回数が高いことが見てとれる。

(2) 事故の大きさを考慮した交差点の評価

ここでは、事故の大きさを重視した指標での評価を試みた。すなわち、自転車が走行できる全経路における、他のモードとの動線の交錯やすれ違い・合流、および右左折・直進時のカーブの回数に運動エネルギーの損失を重みとして乗じた上で足し合わせ、「交差点指標」とする(項目、重みづけは表 - 1のとおり)。設定方法を以下に示す。

◆ 自転車および歩行者は各経路に対して一定数存在するものとする。

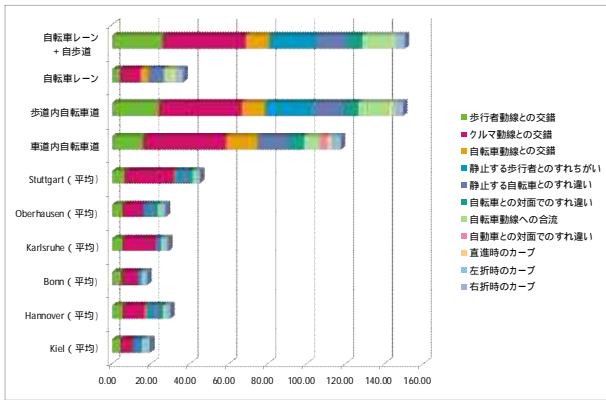


図 - 2 交錯・減速回数による交差点評価

- ◆ 交差点内では、自動車 (1.8m×5.0m, 1000kg) が 30km/h, 自転車 (に乗った人: 0.6m×1.5m, 75kg) が 20km/h, 歩行者 (0.5m×0.3m, 60kg) が 4km/h で通行しているものとする。
- ◆ 動線の交錯および対面でのすれ違いでは、衝突する 2 者の運動エネルギーの全てが失われるものとし、そのエネルギーを衝突の大きさと考える。
- ◆ 停止している自転車や歩行者とのすれ違いでは、自転車が停止することを考え、その運動エネルギーを衝突の大きさと考える。
- ◆ カーブおよび自転車の合流での減速については、自転車が減速により失うエネルギーを用いた。

この交差点指標は数値が高くなるほど走りづらい状態を表すが、わが国の自動車道あるいは自歩道で運用される交差点は交差点規模に対してこの指標が高くなっていることが図 - 3よりわかり、対面通行による自動車との交錯の多さがこの結果につながっていると考えられる。

(3) 交錯する時間の長さを考慮した交差点の評価

ここでは、走りにくい時間を重視した指標での評価を試みた。すなわち他のモードとの動線の交錯やすれ違い・合流、および右左折・直進時のカーブの回数に、錯綜のおそれのある時間の長さを重みとして乗じた上で足し合わせ、「交差点指標」とした(項目、重みづけは表

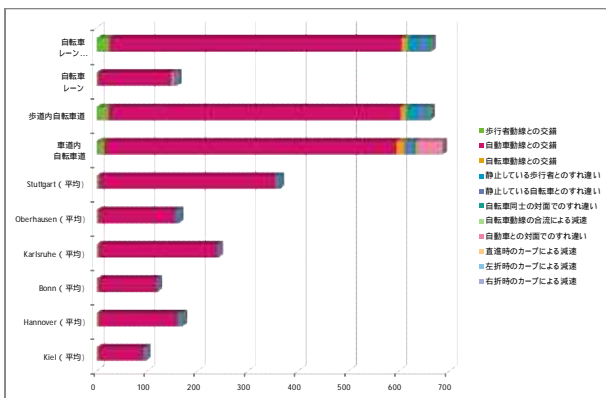


図 - 3 事故の大きさを考慮した交差点の評価

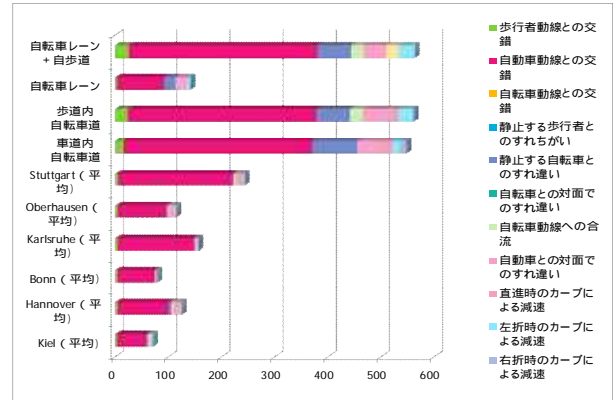
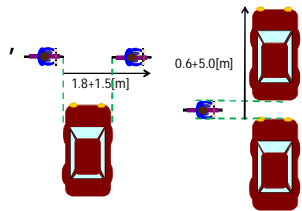


図 - 4 交錯する時間の長さを考慮した交差点の評価

- 1のとおり)。基本的には(2)の設定通りだが、

- ◆ 動線の交錯(自転車×歩行者, 自転車×自動車)では、2つのモードが垂直方向から接近し、すれ違



うまでの時間を考える。例えば自動車と自転車の交錯の場合、自転車が自動車と衝突する距離3.3mを横断する時間と、自動車が自転車と衝突する距離5.6mを横断する時間の和とし、これに回数に乗じた(右図参照)。

- ◆ 停止している自転車や歩行者とのすれ違い、対面でのすれ違いでは、ある主体が相手の主体と衝突する距離を通過する時間を算出し、評価に用いることとした。

この結果を図 - 4に示す。衝突のおそれのある時間の長さで比較しても、わが国の対面通行を許可した交差点では、自動車のみならず自転車との交錯の危険性もあり、交差点指標としては高くなることが見て取れる。

5. おわりに

本稿では、ドイツの各都市とわが国のモデル交差点を「自転車の走りやすさ」の観点から評価し、その比較を行なった。その結果、◆ わが国の対面通行の自転車道や自歩道の運用により、自転車の通行方法が増え、交錯やすれ違い等の回数を増やしている、◆ 交差点における車道走行は、歩道走行より安全性が高いことが指摘され始めているが、自転車道から車道に入り交差点に進入する場合には、対面通行による危険性が影響し、却って走りにくい交差点となる、といった知見が得られた。

より詳細な分析については発表時に譲る。

参考文献

- 1) 鈴木ら：土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009。
- 2) たとえば、山中ら：第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.193-196, 1999。
- 3) E・ズザンネら：都市計画学会論文集, No.41-3, CD-ROM, 2006。
- 4) Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, FGSV, 2006。