

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：34315
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2020～2022
課題番号：20K04726
研究課題名(和文)道路ネットワーク特性と交通事故発生確率に基づく自転車通行環境の整備形態の検討

研究課題名(英文)A Study on Bicycle Space on Roads Considering the Characteristics of Road Networks and the Traffic Accident Probability of Bicycles

研究代表者
小川 圭一(Ogawa, Keiichi)
立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：50303508
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自転車の通行位置・通行方向の規定と、出発地・目的地間の交通事故遭遇確率との関係について、道路左側の一方通行をすることによる出発地・目的地間の迂回とそれとともなる車道横断回数の変化を考慮した分析をおこなった。具体的には、異なる道路ネットワーク特性をもつ対象地域を想定し、自転車の通行位置・通行方向の規定に応じた出発地・目的地間の交通事故遭遇確率の比較をおこなった。また、シミュレーションモデルを用いて自転車・自動車の錯綜現象を表現することにより、対象地域の自転車・自動車の交通量に応じた錯綜現象の発生状況の比較をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、環境負荷の小さい交通手段として自転車交通が見直されており、都市交通手段として自転車を活用しようという動きが高まっている。しかしながら、現実的な自転車通行環境整備においては、対象地域の道路ネットワーク特性や自転車利用者のトリップ距離の特性、自転車・自動車の交通量の特性に応じた自転車通行空間の整備形態の選定や、自転車道の一方通行規制の導入可否の検討が必要である。本研究の成果は、これらの特性に応じた対象地域全体としての交通事故発生件数を減少させるための自転車通行環境の整備方法の検討に資するものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, traffic accident probability of bicycles by running position (roadway and walkway) and direction (left side and right side) considering the number of road crossings between origin and destination for bicycle users is analyzed. Firstly, the relationship between characteristics of road network and traffic accident probability of bicycles is analyzed based on hypothetical road network and real road network. Secondly, the traffic conflict phenomenon between bicycles and vehicles on roadway is analyzed using an agent simulation model.

研究分野：土木計画学・交通工学

キーワード：自転車 自転車通行環境 交通事故 通行位置 通行方向 道路ネットワーク特性

1. 研究開始当初の背景

近年、環境負荷の小さい交通手段として自転車交通が見直されており、都市交通手段として自転車を活用しようという動きが高まっている。一方、無秩序な自転車通行にともなう交通事故の発生や、歩道上での歩行者・自転車の混在交通にともなう歩行者の危険性の増大が社会的な問題となっている。これは、環境負荷低減の観点からは自動車交通を抑制し、自転車の利用を促進しようという一方で、現実の道路空間には自転車の通行環境が整備されておらず、また利用者への通行ルールの周知も不十分であることから、大量の自転車交通を受け入れられる道路環境が整備されていないことが原因であると考えられる。

このような現状から、平成 19 年度には国土交通省、警察庁により、全国 98 箇所の「自転車通行環境整備モデル地区」が指定された。その成果をもとに、平成 24 年度には国土交通省、警察庁により「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」が発出され、平成 28 年度にはその改定版も発出されている。これにより、道路上における自転車通行環境の整備や、都市内における自転車交通ネットワークの整備が進められている。基本的な整備形態は自転車道、自転車専用通行帯、車道混在（車道上での自動車との混在）の 3 種とされており、また近年、自転車道も道路両側の双方向通行ではなく、道路左側の一方通行が推奨されるようになっている。

この根拠として、歩道上、車道上とも、道路全体に対して左側よりも右側を通行する自転車の交通事故発生確率が大きいことが挙げられている。しかしながら、自転車の道路左側の一方通行を促進した場合、自転車利用者がこの通行ルールを遵守するためには車道を横断する回数が増加することになる。このため、出発地・目的地間の車道横断回数を考慮した自転車利用者の交通事故遭遇確率を算定し、それにもとづいた評価をおこなう必要があると考えられる。

また地方部においては、都市部と異なり、十分な道路空間が確保できない狭隘な道路も多く、同一の道路空間に自転車・自動車が混在して通行することが多くなる。このような道路において自転車の車道通行を促進した場合、自動車による自転車の追越し行動による錯綜現象が発生する。これは、対象道路の自転車・自動車の交通量に応じて発生確率を定量的に評価し得るものであるため、自転車の通行位置・通行方向の規定にあわせた錯綜現象の発生状況の評価をおこなう必要があると考えられる。

これらの定量的評価により、対象地域の道路ネットワーク特性や自転車利用者のトリップ距離の特性、自転車・自動車の交通量の特性に応じた自転車通行空間の整備形態の選定や、自転車道の一方通行規制の導入可否の検討が必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、自転車の通行位置（車道・歩道）、通行方向（道路左側の一方通行と道路両側の双方向通行）の規定と、出発地・目的地間の交通事故遭遇確率との関係について、道路左側の一方通行をすることによる出発地・目的地間の迂回とそれにとまらぬ車道横断回数の変化を考慮した分析をおこなう。また、自転車の通行位置・通行方向の規定にあわせた自転車・自動車の錯綜現象の発生状況について、シミュレーションモデルを用いた分析をおこなう。これらを定量的に評価することにより、今後の自転車通行環境整備における整備形態の選定や、自転車道の一方通行規制の導入可否の検討に資するものとする。

3. 研究の方法

(1) 自転車の通行位置・通行方向による交通事故遭遇確率の比較

異なる道路ネットワーク特性をもつ複数の対象地域を想定し、多様な出発地・目的地間における自転車の通行経路を自転車の通行位置・通行方向の規定に応じて設定し、出発地・目的地間における交通事故遭遇確率を算定する。

まず、交差点形状（4 肢と 3 肢の割合）、細街路の集約状況、横断可能箇所数（交差点以外の横断箇所）の 3 種の要因をそれぞれ変化させた仮想道路ネットワークを作成し、それぞれの要因がどのような影響を及ぼすかを分析する。作成された道路ネットワーク上で直線距離が異なる出発地・目的地をランダムに設定し、道路左側の一方通行とした場合と道路両側の双方向通行を許容した場合との出発地・目的地間における交通事故遭遇確率を算定する。また、異なる道路ネットワーク特性をもつ対象地域として、京都市中心部（格子状ネットワーク、細街路が集約されていない）、洛西ニュータウン付近（非格子状ネットワーク、細街路が集約されている）を対象として同様の分析をおこない、現実の道路ネットワークへの適用性を検討する。

(2) 自転車・自動車の錯綜現象のシミュレーション分析

エージェント型のシミュレーションモデルを用いて車道上における自転車・自動車の混在交通を再現し、自動車による自転車の追越し行動による錯綜現象の発生状況の分析をおこなう。

具体的には、自転車・自動車が混在する地方部の往復2車線道路を想定し、路肩拡幅による自転車通行空間の設置効果の分析をおこなう。自転車・自動車のサービス水準として、追従による自動車の遅れ時間、追従時間率、自転車・自動車の追越回数と追越し時の離隔距離などを用い、自転車通行空間の区間長と設置間隔による比較をおこなう。

4. 研究成果

(1) 自転車の通行位置・通行方向による交通事故遭遇確率の比較

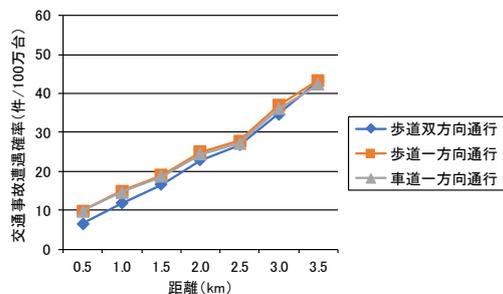
仮想道路ネットワークにおける出発地・目的地間の交通事故遭遇確率を算定し、出発地・目的地間の距離帯ごとに比較をおこなう。例として、細街路の集約状況（幹線道路同士の交差点と幹線道路と細街路の交差点の割合）が異なる道路ネットワークによる比較を図1に示す。なお、図中の「歩道双方向通行」は歩道の双方向通行、「歩道一方通行」は歩道の左側一方通行、「車道一方通行」は車道の左側一方通行を示している。

これを見ると、いずれも出発地・目的地間の距離が小さい場合には歩道の双方向通行の交通事故遭遇確率が小さく、出発地・目的地間の距離が大きくなるにつれて車道の左側一方通行の交通事故遭遇確率が小さくなるのがわかる。たとえば、幹線道路同士の交差点と幹線道路と細街路の交差点の割合が1:2の場合、3.0km以下では歩道の双方向通行がもっとも交通事故遭遇確率が小さく、3.5kmでは車道の左側一方通行がもっとも交通事故遭遇確率が小さくなっている。これは、出発地・目的地間の距離が小さいほど道路左側の一方通行になることによる迂回の影響が大きくなり、車道横断回数の増加割合が大きくなるためであると考えられる。一方、出発地・目的地間の距離が大きい場合には迂回の影響は小さくなり、車道横断回数の増加割合は小さいため、左側一方通行にすることによる個々の交差点の交通事故発生確率の減少による効果が大いといえる。

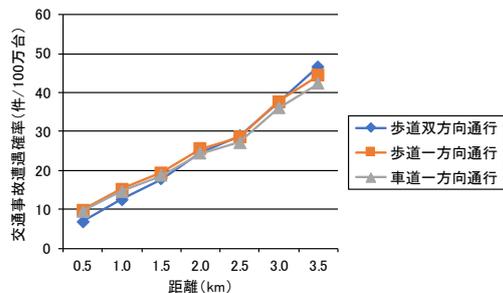
これらにより、対象地区の自転車利用特性（とくに自転車のトリップ距離の分布）に応じて適切な整備形態や通行ルールを選定することが必要であることがいえる。とくに、図1のような出発地・目的地間の距離と交通事故遭遇確率との関係において、双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率の大小関係が逆転する距離を把握しておけば、対象地区の自転車トリップ距離の分布と比較することによっていずれの整備形態や通行ルールが適切であるかを判断することができると思われる。

他の道路ネットワーク特性の場合も含め、以下のような点が示された。

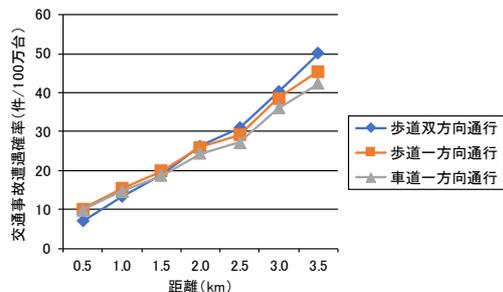
細街路の集約状況（幹線道路同士の交差点と幹線道路と細街路の交差点の割合）が異なる道路ネットワークを比較すると、細街路が集約されておらず、細街路との交差点の割合が大きいほど、双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率が逆転する出発地・目的地間の距離が小さくなる。これは、幹線道路と細街路の交差点における交通事故発生確率が左側通行と右側



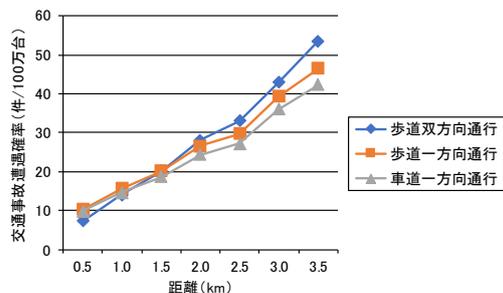
幹線道路同士の交差点：幹線道路と細街路の交差点=1:2



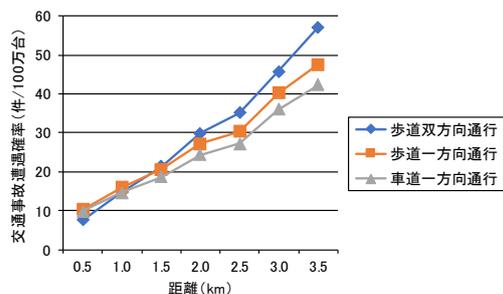
幹線道路同士の交差点：幹線道路と細街路の交差点=1:4



幹線道路同士の交差点：幹線道路と細街路の交差点=1:6



幹線道路同士の交差点：幹線道路と細街路の交差点=1:8



幹線道路同士の交差点：幹線道路と細街路の交差点=1:10

図1 細街路の集約状況による交通事故遭遇確率の比較

通行と異なるためであると考えられる。右側通行をする可能性がある道路両側の双方向通行では細街路との交差点の数が大きいほど出発地・目的地間の交通事故遭遇確率も大きくなる。さらに、出発地・目的地間の距離が大きいほど細街路との交差点における車道横断回数が増加するため、双方向通行の方が左側一方通行に比べて交通事故遭遇確率が大きくなるものと考えられる。

交差点形状（4枝と3枝の割合）の異なる道路ネットワークを比較すると、3枝交差点の割合が大きいほど、双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率が逆転する出発地・目的地間の距離が小さくなる。これは、3枝交差点を通過する際の車道横断回数が4枝交差点に比較して少ない場合があるためと考えられる。左側一方通行のための迂回においても、横断箇所が3枝交差点の場合と4枝交差点の場合とは横断回数が異なるため、3枝交差点の割合が大きい方が左側一方通行の交通事故遭遇確率の減少幅が大きくなり、双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率が逆転する出発地・目的地間の距離が小さくなるものと考えられる。

横断可能箇所数（交差点以外の横断箇所）の異なる道路ネットワークを比較すると、横断可能箇所数が大きいほど、双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率が逆転する出発地・目的地間の距離が小さくなる。これは、横断可能箇所が増加することにより左側一方通行の場合にも迂回する距離が小さくなり、車道横断回数が小さくなるためと考えられる。一方、道路両側の双方向通行の場合には迂回する必要がないため、横断可能箇所数による影響は受けないことになる。このため、横断可能箇所数が大きいほど双方向通行と左側一方通行の交通事故遭遇確率が逆転する出発地・目的地間の距離が小さくなるものと考えられる。

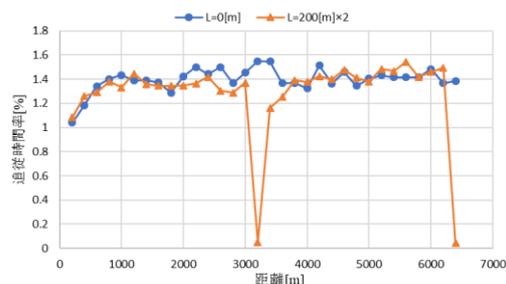


図2 自転車通行空間の有無による追従時間率の比較

(2) 自転車・自動車の錯綜現象のシミュレーション分析

自転車・自動車が混在する地方部の往復2車線道路を想定し、路肩拡幅による自転車通行空間の設置効果の分析をおこなう。自転車・自動車のサービス水準として、追従による自動車の遅れ時間、追従時間率、自転車・自動車の追越回数と追越し時の離隔距離などを用い、自転車通行空間の区間長と設置間隔による比較をおこなう。

例として、現状の対象道路の交通量にもとづき、自転車通行空間の有無により追従時間率を比較したものを図2に示す。図中のL=0[m]が自転車通行空間を設置しない場合、L=200[m]が区間長200mの自転車通行空間を設置した場合である。自転車通行空間が設置された3000~3200[m]の区間から下流400m程度の範囲では追従時間率が減少しており、サービス水準の改善がなされていることがわかる。一方、図3のように区間長Lを変化させた場合（L=200[m]×2箇所とL=800[m]×2箇所の比較）、図4のように設置間隔Dを変化させた場合（L=800[m]×2箇所とL=200[m]×8箇所の比較）においても、設置区間の下流で追従時間率が減少する範囲はあまり変化しておらず、サービス水準の改善効果が持続する距離は区間長によりそれほど変化しないことがわかる。

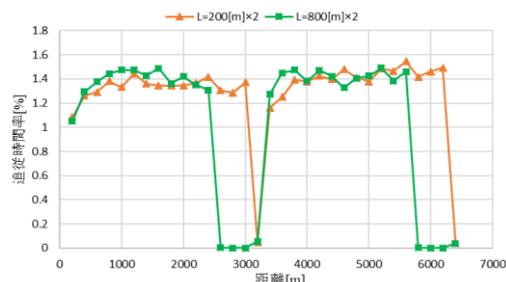


図3 自転車通行空間の区間長による追従時間率の比較

また、自転車通行空間の区間長Lと設置間隔Dの比D/Lを変化させた場合が図5である。自転車通行空間は2箇所設置し、L=0[m]から200mごとに変化させている。これをみると、自転車通行空間の区間長と設置間隔の比が2.5程度より小さくなると追従時間率が大きく減少しており、サービス水準の改善がなされていることがわかる。ただし、これらは自転車・自動車の交通量や自転車・自動車の追越挙動の特性によって異なるため、今後はこれらを考慮した検討が必要であると考えられる。

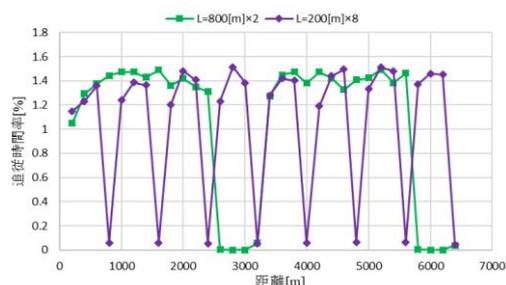


図4 自転車通行空間の設置間隔による追従時間率の比較

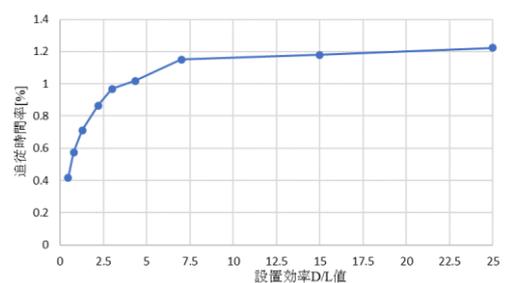


図5 自転車通行空間の区間長と設置間隔の比による追従時間率の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 小川圭一, 谷口節武	4. 巻 -
2. 論文標題 交通事故発生状況に着目した自転車の通行位置と通行方向に関する地域比較	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第42回交通工学研究発表会論文集	6. 最初と最後の頁 pp.699-702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Citra Widyaningrum, Yori Herwangi, Keiichi Ogawa	4. 巻 Vol.3, No.2
2. 論文標題 Cyclist Class in Jakarta during the Covid-19 Pandemic Based on Cycling Behavior and Facility Preferences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Built Environment Studies	6. 最初と最後の頁 pp.23-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22146/best.v3i2.3374	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 小川圭一, 松井康太	4. 巻 -
2. 論文標題 地方自治体における自転車ネットワーク計画の施策内容に関する分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第41回交通工学研究発表会論文集	6. 最初と最後の頁 pp.135-140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小川圭一, 松井康太	4. 巻 Vol.8, No.2
2. 論文標題 地方自治体における自転車ネットワーク計画と自転車活用推進計画の施策項目に関する分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 交通工学論文集 (特集号)	6. 最初と最後の頁 pp.A_101-A_107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.8.2_A_101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小川圭一, 石田信之, 安隆浩	4. 巻 Vol.51, No.1
2. 論文標題 道路ネットワーク特性と出発地・目的地間の距離を考慮した自転車の通行位置と通行方向による交通事故遭遇確率の比較分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 交通科学	6. 最初と最後の頁 pp.55-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小川圭一, 酒井颯真
2. 発表標題 都市特性を用いた都市交通手段の時系列変化に関する分析
3. 学会等名 土木学会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川圭一, 六郷文昭
2. 発表標題 往復2車線道路における自転車と自動車の追越行動を考慮した自転車通行空間の整備効果に関する研究
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会(秋大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川圭一, 松村康平
2. 発表標題 堀川五条交差点における交通容量解析と自転車通行空間整備の検討
3. 学会等名 2021年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川圭一, 菱田果鈴
2. 発表標題 自転車ネットワーク計画における想定目的地を考慮した自転車の通行位置と通行方向による交通事故遭遇確率の比較分析
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会(秋大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 六郷文昭, 小川圭一
2. 発表標題 追従時間率を考慮した往復2車線道路における付加自転車通行空間の設置水準に関する研究
3. 学会等名 2020年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 六郷文昭, 小川圭一
2. 発表標題 追従時間率を考慮した往復2車線道路における付加自転車通行空間の設置水準に関する研究
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------