

道路ネットワーク特性と走行距離を考慮した自転車の通行方向による交通事故遭遇確率の比較

石田 信之¹・小川 圭一²

¹学生員 立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1)
rd0031sh@ed.ritsumei.ac.jp

²正会員 立命館大学准教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1)
kogawa@se.ritsumei.ac.jp

自転車で走行する際、左側通行時より右側通行時の方が一つの交差点における事故遭遇確率は高いとされているが、左側一方通行規制を行うと迂回せざるを得なくなり、出発地、目的地間では交差点横断回数が増加するため全体での交通事故遭遇確率が高くなる可能性がある。そこで本研究では京都市中京区(格子状ネットワーク)と洛西ニュータウン(非格子状ネットワーク)を例にして、複数の出発地から目的地までの経路を設定し、交差点通過回数を考慮した自転車の交通事故確率を算定する。自転車の通行方向を左側通行のみとする整備を行った場合と、両側通行可能な整備を行った場合との事故遭遇確率の比較分析を行う。

Key Words : bicycle, road network, traffic accident, intersection

1. はじめに

自転車は短距離での重要な代表交通手段であり、幅広い年齢層に利用されている。

そのため交通事故も発生しており、毎年全交通事故の約2割が自転車事故である。その事故の約7割が交差点で起きている現状である。さらに、車道上での自転車レーンの設置など自転車の車道左側通行を促進する自転車通行空間の整備も行われている。また、「自転車の一方通行規制」を導入し、「自転車一方通行」の規制標識が新設される動きも見られている。図-1¹⁾は「東京都内の幹線道路のある区間(15.2Km)」を対象に、区間内のすべての細街路が接続する交差点における2002年~2005年に発生した自転車事故を抽出、整理したものである。

()内の数字は100万台あたりの事故発生率を示しており、左側通行時よりも右側通行時の方が事故発生率の数値が高い。つまり、ひとつの交差点における事故遭遇確率は右側通行時の方が高いと言える。

しかし、左側一方通行規制(右側通行不可)を行った場合では一方通行規制を行っていない場合(両側通行可能)に比べて迂回しなければならない状況が発生すると考えられる。そのため、交差点横断回数が増加するため一方通行規制を行えば出発地から目的地までの全体の交通事故遭遇確率が増加する可能性がある。さらに、道路

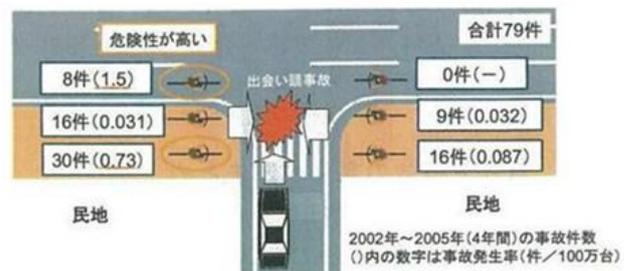


図-1 自転車の交通事故遭遇確率¹⁾

ネットワークの形状によってはより迂回する必要があり、交差点横断回数も増加することも考えられる。

そのため本研究では道路ネットワーク特性の異なる地域を対象として、自転車の一方通行規制をすれば、自転車が安全に通行できるか比較し、その中でどの走行方法(両側通行可能[歩道]・左側一方通行[車道]・左側一方通行[歩道])が最適かを考える。

具体的には、道路ネットワークの形状(格子状か非格子状か)と、幹線道路に接続する細街路交差点の集約状況に着目し、これらと自転車の走行方法による交通事故遭遇確率との関係を見ることとする。

これより、道路ネットワークの特性に応じた自転車通行空間の整備方法や、一方通行規制の可否を検討するための知見を得ることを目的とする。

2. 対象地区の概要

(1) 京都市中京区

京都市の中心部の市街地（中京区）は794年に平安京として造営された都市構造を現在に残しており、東西南北の格子状の道路ネットワークをもつ都市構造を特徴としている。現在の京都市中京区は、平安京として造営された格子状の道路ネットワークの中に、自動車交通に対応した広幅員の幹線道路が新たに追加された形状になっており、幹線道路・細街路のいずれも格子状の道路ネットワークとなっている。このため中京区内の移動においては、同一距離の代替経路が多く存在している。また、幹線道路と細街路の交差点においても多くが信号交差点となっており、交差点間距離が小さく、幹線道路においても横断可能箇所が多く存在する。このため、自転車の通行方向を左側通行のみとした場合においても、規制を遵守するための迂回率は大きくなく、交差点通過回数もそれほど大きくならないと考えられる。

(2) 洛西ニュータウン

洛西ニュータウンは、京都市西京区の大原野地区と大枝地区にまたがるニュータウンである。京都市内では最初の大規模計画住宅団地であり、1969年に計画され、1976年に入居が開始された。

ニュータウンは丘陵地にあることから地形に沿った道路が設置されており、住宅地への通過交通の進入を防止するため「迷路の町」と呼ばれるような複雑な状態の道路ネットワークとなっている。幹線道路の幅員は大きく、幹線道路に接続する細街路も集約されているため、京都市中京区と比較すると交差点間距離が大きくなっている。このため、自転車の通行方向を左側通行のみとした場合には、規制を遵守するための迂回距離が大きく、交差点通過回数も大きくなると考えられる。

3. 交通事故遭遇確率の算出方法

(1)算出方法の概要

京都市中京区（格子状ネットワーク）と洛西ニュータウン（非格子状ネットワーク）を例にして、複数の出発地から複数の目的地までの経路を設定し、出発地から目的地までの交差点通過回数を考慮した交通事故遭遇確率を算定する。

ここでは自転車は幹線道路のみを通行するものと想定し、幹線道路と細街路の交差点における交通事故遭遇確率と、幹線道路同士の交差点における交通事故遭遇確率の考慮をする。交通事故遭遇確率は過去の研究²⁾に基づき表-1の値を用いる。数値は図-1と同じく東京都内の国道254号線を対象に、自転車交通量の実測データ（12

表-1 自転車の交通事故遭遇確率²⁾

		幹線道路同士の交差点事故	幹線道路と細街路の交差点	
			出会い頭事故	左折進入時事故
左側通行	車道	3.12	0	0
	歩道		0.0451	0.019
右側通行	歩道		0.3805	0.0091

(単位:件/100万台)



図-2 京都市中京区周辺

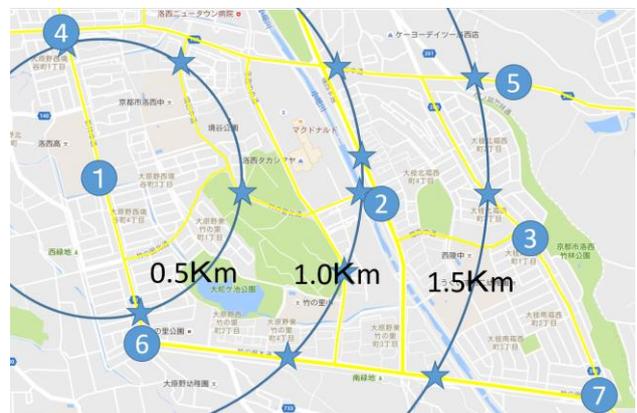


図-3 京都市洛西ニュータウン周辺

h)を用いて、各通行位置において、仮に自転車が100万台走行した場合に何台事故に遭遇するのかを算出したものである。

(2)出発地・目的地と経路の設定

図-2、図-3がそれぞれの地域の事故遭遇確率算出の対象範囲であり、黄色で示してある道路が幹線道路である。

(幹線道路とは骨格的な道路網を形成する道路であるため、片側1車線以上かつ両側に歩道が設けられている道路を幹線道路とした。)

南北方向の幹線道路の中央に地点①～③を設け、対象範囲の四隅に地点④～⑦を設けた。地点①～③は地点から直線距離0.5Km、1.0Km、1.5Kmとなる幹線道路上の地点をもう一方の地点とし、④～⑦は2.0Kmとなる幹線道路上の地点をもう一方の地点とする。その地点をそれぞれ出発地・目的地とする。

また、出発地・目的地ともに幹線道路を挟む形に南北（または東西）にそれぞれ設定する。

図-2, 図-3は地点①を基準とし出発地, 目的地の設定を行ったものの例である。

このように多数の出発地, 目的地を想定することで対象区間内でのさまざまな移動に対して距離ごとの平均的な交通事故遭遇確率を算定することが出来る。

また, 出発地から目的地までの経路設定は以下の条件で行う。

- ・ 幹線道路のみを通行する。
- ・ 出発地から目的地まで最短経路である。

(3)交通事故遭遇確率の算出方法

出発地から目的地までの経路を設定し,

「幹線道路同士の交差点での事故」

「幹線道路と細街路の交差点での事故」

に分け対象となる交差点数をカウントする。

細街路には一方通行規制が導入されている場合がある。そのため, 幹線道路と細街路の交差点において幹線道路から細街路へ進入する方向へ一方通行規制が導入されている場合には自動車の左折進入の際に事故に遭遇する可能性があり, 細街路から幹線道路へ向かう方向へ一方通行規制が導入されている場合には出会い頭事故に遭遇する可能性がある。また, 細街路に一方通行規制がない交差点ではどちらの事故にも遭遇する可能性がある。

そのため, 「幹線道路同士の交差点での事故」・「幹線道路と細街路の交差点での出会い頭事故」・「幹線道路と細街路の交差点での左折進入時の事故」の3つの地点に種類を分けそれぞれカウントする。

これらを用いると出発地, 目的地間で事故に遭遇する確率はPは次のようになる。

$$P=1-\{(1-p)^n(1-q)^m(1-r)^l\}$$

p: 幹線道路同士の交差点での事故確率

q: 幹線道路と細街路の交差点での出会い頭の事故確率

r: 幹線道路と細街路の交差点での自動車左折進入時の事故確率

n: 幹線道路同士の交差点数

m: 幹線道路と細街路の交差点での出会い頭事故が起こりうる地点数

l: 幹線道路と細街路の交差点での自動車左折進入時の事故が起こりうる地点数

また, 交差点事故のみを想定しているため, 単路部での事故や自転車同士の正面衝突などは考慮していない。

4. 交通事故遭遇確率の算定結果

(1)京都市中京区と洛西ニュータウンの比較

それぞれの対象地域の事故遭遇確率を算出し, 直線距離ごとに平均値を取り示したものが表-2, 表-3であり, グラフに示したものが図-4, 図-5である。

表-2 中京区の事故遭遇確率

距離[Km]	両側・歩道	左側・歩道	左側・車道
0.5	6.749	8.364	8.048
1	11.894	14.270	13.650
1.5	17.309	18.392	17.472
2	24.281	25.241	24.240

(単位: 件/100万台)

表-3 洛西ニュータウンの事故遭遇確率

距離[Km]	両側・歩道	左側・歩道	左側・車道
0.5	3.955	5.688	5.460
1	7.575	9.370	8.970
1.5	10.617	11.594	11.017
2	11.595	12.509	12.012

(単位: 件/100万台)

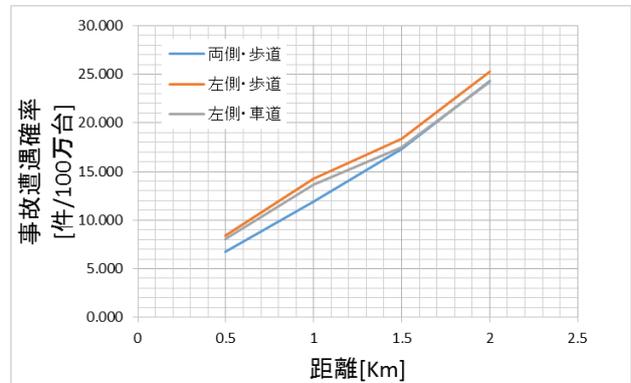


図-4 京都市中京区の交通事故遭遇確率

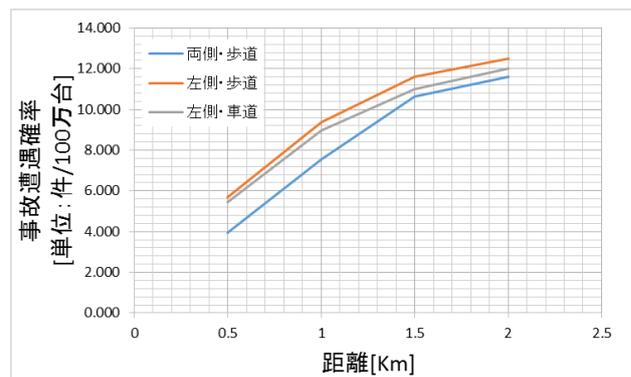


図-5 洛西ニュータウンの交通事故遭遇確率

京都市中京区の場合では距離が0.5~1.5Kmの範囲で, 歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低く, わずかではあるが2.0Kmの距離では車道の左側通行規制が最も事故確率が低く安全である結果となった。

洛西ニュータウンの場合では0.5Km~2.0Kmのすべての範囲で歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低く, 安全である結果となった。

一般に, 出発地, 目的地間の距離が短いほど左側通行

を遵守するための迂回による影響が大きく、両側通行の方が安全になる可能性が高いと考えられる。逆に、出発地、目的地間の距離が長くなると迂回による影響は相対的に低くなり、左側通行の方が両側通行よりも安全になる可能性が高くなると考えられる。京都市中京区と洛西ニュータウンを比較すると、京都市中京区の方がより短い距離でも左側通行の方が安全になることが見てとれる。

これは、中京区は格子状の道路ネットワークであり、交差点間距離が短く横断箇所が多く、洛西ニュータウンは非格子状の道路ネットワークであり、交差点間距離が長く横断箇所数が少ないため、洛西ニュータウンよりも中京区の方が左側通行規制による迂回の影響が小さく、車道の左側通行が最も安全になる距離が短くなったと考えられる。

また、図-6は中京区と洛西ニュータウンの事故遭遇確率を比較したグラフであり、中京区の方が洛西ニュータウンより事故遭遇確率が高いことが分かる。出発地から目的地までの直線距離が長くなるほど中京区と洛西ニュータウンの差は大きくなっていった。これは、「幹線道路同士の交差点」の通過回数に大きく影響すると考えられる。

表-4は距離ごとの幹線道路横断回数を示したものである。どちらの地域も距離が長くなるにつれ、幹線道路同士の交差点の横断回数が増加していったが中京区の方が増加する割合が高いため、事故遭遇確率が高くなったと考えられる。

(2)幹線道路に対する細街路交差点の集約状況の比較

それぞれの地域の細街路の数を変化させ事故遭遇確率を算定した。図-7は京都市中京区の細街路交差点を実際の2倍と想定したものである。0.5Kmでは歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低い1.0Km以上の距離では車道の左側通行が最も事故遭遇確率が低い結果となった。さらに、図-8は洛西ニュータウンの細街路交差点を実際の2倍と想定したもので、0.5Km~1.0Kmでは歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低かったが、1.5Km~2.0Kmでは車道の左側通行が最も事故遭遇確率が低い結果となった。

また、図-9は京都市中京区の細街路交差点を実際の1/2倍と想定したものである。0.5~2.0Kmのすべての地点において歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低い結果となった。図-10では洛西ニュータウンの細街路交差点を実際の1/2倍と想定したものでこちらも0.5~2.0Kmのすべての地点において歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低い結果となった。

これより細街路交差点が増加するほど車道の左側通行時の事故遭遇確率が歩道の両側通行時の事故遭遇確率より低くなる距離が短くなり、細街路交差点が減少するほ

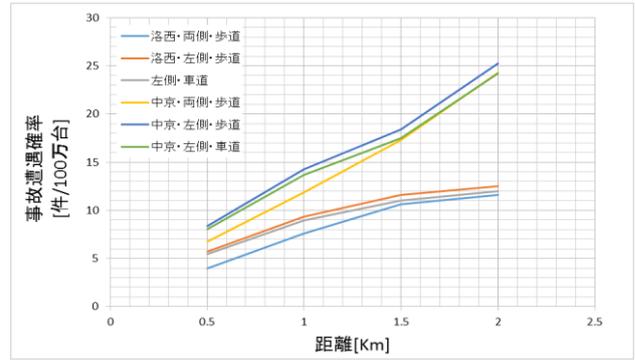


図-6 自転車の交通事故遭遇確率

表-4 距離ごとの幹線道路横断回数

距離 [Km]	洛西ニュータウン		中京区	
	両側通行	左側通行	両側通行	左側通行
0.5	1.07	1.75	1.86	2.58
1	2.04	2.88	3.16	4.38
1.5	2.88	3.53	4.55	5.60
2	3.15	3.85	6.65	7.77

表-5 対象地域の比較

	中京区	洛西ニュータウン
幹線道路距離	9.80Km	9.84Km
幹線道路同士の交差点数	20ヶ所	18ヶ所
細街路との交差点数	145ヶ所	78ヶ所

ど車道の左側通行時の事故遭遇確率が歩道の両側通行時の事故遭遇確率より低くなる距離が長くなることが分かる。

これは、1つあたりの幹線道路と細街路の交差点において左側通行時より右側通行時の方が事故遭遇確率が高いからであるため、通過回数が増えるほど右側通行が可能な両側通行の方が事故遭遇確率が高くなると考えられるからである。

したがって、道路ネットワーク特性の形状が同一であっても、幹線道路に接続する細街路の交差点が集約されているか否かによって、どの通行方法がより安全であるかは異なることになる。

(3)細街路交差点の集約と道路ネットワークの関係

中京区と洛西ニュータウンでは出発地、目的地間の事故遭遇確率が異なった。その原因は単に道路ネットワークのみではないと考えられるため、各対象範囲の「幹線道路距離」・「幹線道路同士の交差点数」・「細街路との交差点数」をまとめたものが表-5である。「幹線道路距離」と「幹線道路同士の交差点数」には大きな差はなかったが、「細街路との交差点数」は中京区では145ヶ

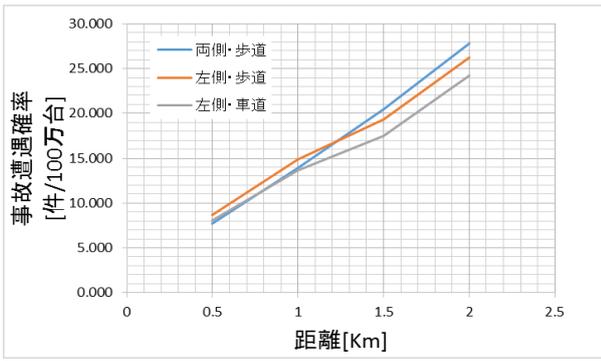


図-7 京都市中京区の交通事故遭遇確率（細街路2倍）

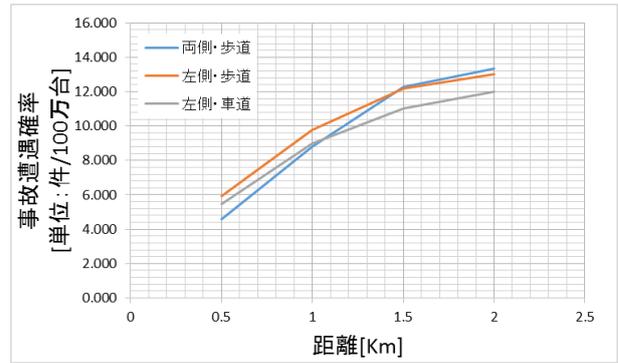


図-8 洛西の交通事故遭遇確率（細街路2倍）

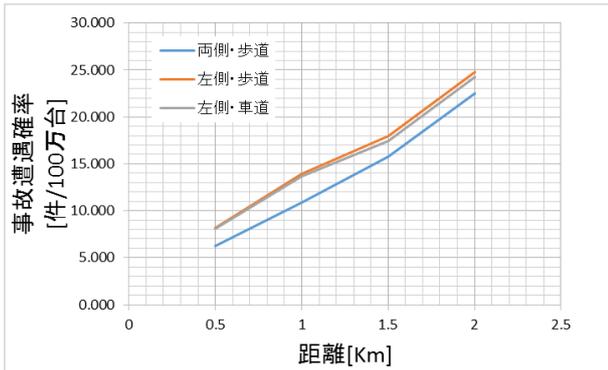


図-9 京都市中京区の交通事故遭遇確率（細街路1/2倍）

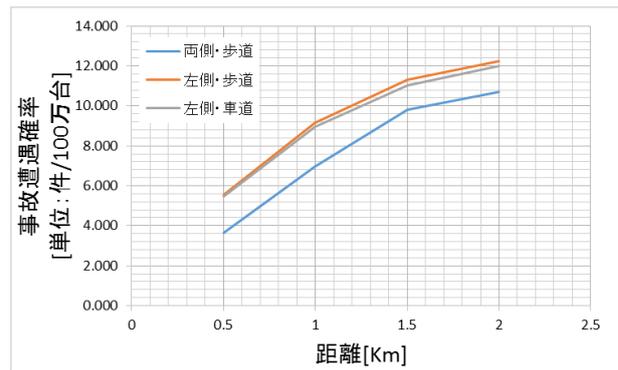


図-10 洛西の交通事故遭遇確率（細街路1/2倍）

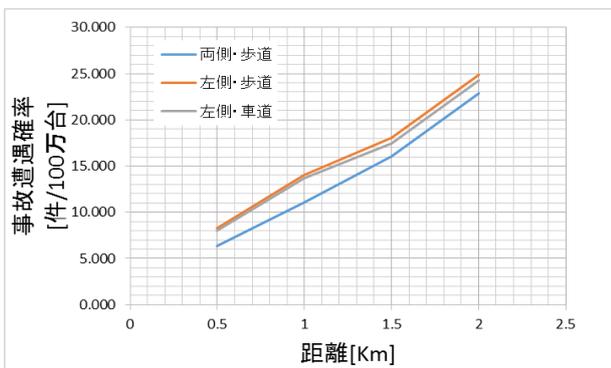


図-11 中京の交通事故遭遇確率（洛西ニュータウンの比率）

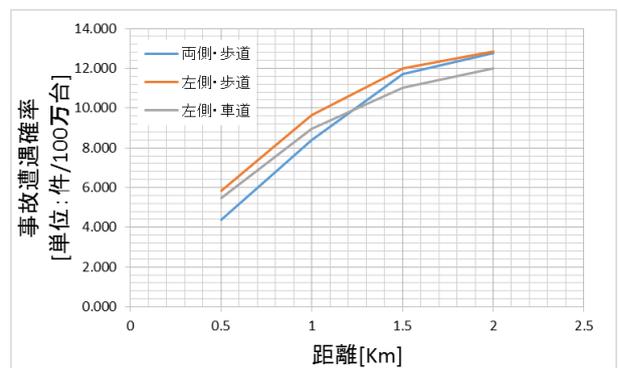


図-12 洛西の交通事故遭遇確率（中京の比率）

所，洛西ニュータウンでは78ヶ所と約2倍の差がみられた。中京区では「幹線道路同士の交差点」と「細街路との交差点」の比率は1：7.25，洛西ニュータウンは「幹線道路同士の交差点」と「細街路との交差点」の比率は1：4.33であった。よって，2つの地域の交通事故遭遇確率の差は道路ネットワークの形状だけではなく，「細街路との交差点」の集約状況による影響がみられると考えられる。そのため，「細街路との交差点」の集約状況を統一することでより道路ネットワークの形状による交通事故遭遇確率を比較することが出来る。

図-11は中京区を洛西ニュータウンの「幹線道路同士の交差点」と「細街路との交差点」の比率1：4.33と想定し交通事故遭遇確率を算定したものである。0.5Km～

2.0Kmのすべての範囲で歩道の両側通行が事故遭遇確率が低い結果となった。また，図-12は洛西ニュータウンを中京区の「幹線道路同士の交差点」と「細街路との交差点」の比率1：7.25と想定し交通事故遭遇確率を算定したものである。0.5～1.0Kmでは歩道の両側通行が最も事故遭遇確率が低く，1.5～2.0Kmでは車道の左側通行が最も事故遭遇確率が低い結果となった。

図-11，図-12より中京区の比率で行った洛西ニュータウンの方が歩道の両側通行より車道の左側通行の事故遭遇確率が低くなる距離が短いことがわかる。つまり，道路ネットワークの形状よりも幹線道路に対する細街路交差点の集約状況の方が事故遭遇確率に対する影響が大きいと考えられる。

したがって、自転車通行空間の整備方法や一方通行規制の導入の可否を検討する上では、対象地域の幹線道路に対する細街路交差点の集約状況に着目する必要があるものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、格子状の道路ネットワーク特性をもつ京都市中京区と、非格子状の道路ネットワークの洛西ニュータウンを対象とし、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算定・比較を行った。

京都市中京区と洛西ニュータウンの結果を比較すると洛西ニュータウンの方が事故遭遇確率が低く、距離が長くなるにつれてより中京区との差は大きくなっていった。これは、幹線道路同士の交差点の横断回数に大きく影響されており、中京区よりも洛西ニュータウンの方が同一距離あたりの幹線道路同士の交差点数が少ないためである。

走行種類を比較すると短い距離では両側通行がもっとも事故遭遇確率が低く、距離が長くなるにつれて左側通行の方が低くなる傾向がどちらの道路ネットワークにも見られた。短い距離ほど左側通行規制時には迂回する可能性が高くなり交差点横断回数も増加すると思われるからである。また、京都市中京区の方が洛西ニュータウンよりも車道の左側通行が最も事故遭遇確率が低くなる距離が短くなった。これは洛西ニュータウンに比べ交差点間距離が短く、幹線道路の横断可能箇所が多く存在しているからであると言える。

幹線道路と細街路の交差点に着目すると、道路ネットワークの形状に関係なく、細街路との交差点が多いほど車道の左側通行が事故遭遇確率が最も低くなる距離が短くなった。一つの細街路との交差点における事故遭遇確率は左側通行の方が低いため、横断回数が増加するほど右側通行が可能な両側通行の方が事故遭遇確率が高くなった。

また、2つの地域の幹線道路同士の交差点と細街路交差点の比率を統一し、比較を行った。その結果洛西ニュータウンの比率で行った場合ではともに両側通行が最も事故遭遇確率が低くなり、中京区の比率で行った場合ではともに2.0Km以内で車道の左側通行が最も低くなる傾向がみられた。よって、走行種類（両側通行可能〔歩道〕・左側一方通行〔車道〕・左側一方通行〔歩道〕）別の事故遭遇確率は道路ネットワーク特性よりも細街路との交差点の集約状況の方がより影響しやすいのではというものが考えられる。

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- ・本研究での交差点ごとの交通事故遭遇確率は既存研究

で得られた東京都内の国道254号線の区間のものを利用しており、幹線道路同士の交差点幹線道路と細街路の交差点とは導出方法が異なっている。また、幹線道路の交差点については通行方法に関わらず同一の値を用いている。実際には幹線道路の交差点においても自転車の通行位置や通行方向によって交通事故遭遇確率が異なることが想定されるので、これを考慮した分析が必要である。

- ・本研究での交通事故遭遇確には自動車交通量の大小は考慮されていない。実際には対象地区ごとの自動車交通量により自転車の交通事故遭遇確率も異なることが考えられる。また、住宅地等で幹線道路に接続する細街路を集約した場合、1つの細街路交差点を通過する交通量は増加するものと思われるので、これらを考慮した分析も必要である。
- ・本研究では交差点での交通事故のみを想定し、単路部での事故や、交差点以外の駐車場等の出入口での交通事故は想定していない。歩道上での自転車の両側通行を行った場合、歩道上での正面衝突や回避行動による事故など両側通行による他の事故が発生する可能性もあるのでこれらを考慮した分析も必要である。
- ・本研究では道路ネットワーク特性としてネットワークの形状（格子状か非格子状か）と細街路交差点の集約状況に着目したが、自転車の交通事故遭遇確率に影響を及ぼす要因は他にもあると考えられる。他の要因についても分析を行い自転車の通行空間の整備方法や一方通行規制の可否を検討する上で道路ネットワーク特性を表す指標を選定することが必要である。
- ・本研究では出発地、目的地間の距離別に通行方向における交通事故遭遇確率を比較したが、実際の対象地区を想定した自転車通行空間の整備方法や一方通行規制の可否の検討においては対象地区の自転車利用特性を把握し、自転車のトリップ距離の分布に応じた整備方法や一方通行の可否の検討を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 松本幸司：自転車通行環境整備の現状と課題～自転車事故発生状況と交差点対策に着目して～、土木計画学ワンディセミナー、No53, 2009.
- 2) 小川圭一、森本一弘：交差点通過回数を考慮した自転車の通行位置と進行方向による交通事故遭遇確率の比較分析、土木計画学研究・講演集、Vol. 46, CD-ROM, No. 206, 2012.