

交差点事故発生数を考慮した経路案内

可知, 岳

九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

廣田, 正樹

九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

<https://hdl.handle.net/2324/7237135>

出版情報 : 2023-12-08. ITS Japan

バージョン :

権利関係 :



交差点事故発生数を考慮した経路案内

可知 岳 廣田 正樹

九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

交通事故は年々減少しているが、出会い頭事故などの交差点事故は依然として多く死亡率も高い。交差点事故は特定の交差点で多く発生しており、福岡市では、発生した過去 3 年間の交差点事故は全交差点の約 14.8%発生している。その特定の交差点を避けることで交差点事故発生を抑制できる可能性があると考えている。本研究では交差点事故が多く発生している福岡市博多区を中心としたエリアを調査、分析し、交差点ごとの過去の事故発生件数や交差点環境を考慮した経路案内を作成し、最短距離経路と比較することで交差点事故を考慮した経路案内が有効に使える条件について調査分析を行った。

Route guidance considering the number of accidents at intersections

Kachi Takeru Hirota Masaki

Department of Automotive Science, Graduate School of Integrated Frontier Sciences, Kyushu University

Traffic accidents are decreasing year by year, but intersection accidents, such as collisions, remain common and have a high fatality rate. Intersection accidents are more common at specific intersections, with only about 14.8% of all intersections having intersection accidents in Fukuoka City in the three years. It is believed that the occurrence of intersection accidents could be reduced by avoiding those intersections. This study surveyed the around Hakata Ward, Fukuoka City, where many intersection accidents occur, and created route guidance that considered the number of past accidents in intersection and verified its effectiveness by comparing it with the shortest-distance route.

Keyword: route guidance, accidents at intersections, reducing accidents

1. はじめに

日本の交通事故件数は、2005 年の約 95 万件をピークに減少しており、2022 年には交通事故発生数がピーク時の半分以下の約 30 万件になっている[1]。交通事故は年々減少してはいるが、件数は依然として多く、交通事故ゼロに向けた交通事故防止対策は必要である。

2022 年の車両相互事故の事故類別発生数とその

死亡率を図 1-a に示す。車両相互事故約 25 万件内訳は、追突事故が全体の 36%と最も多く、次いで出会い頭事故が 30%となっている。一方、死亡率では、追突事故が 0.16%であり出会い頭事故は 0.37%である[2](図 1-b)。このことから出会い頭事故は車両相互事故の中で、発生件数が多く死亡事故につながりやすい事故形態であり、出会い頭事故を減少させることができれば交通事故ゼロへ大きく前進することが

できる。

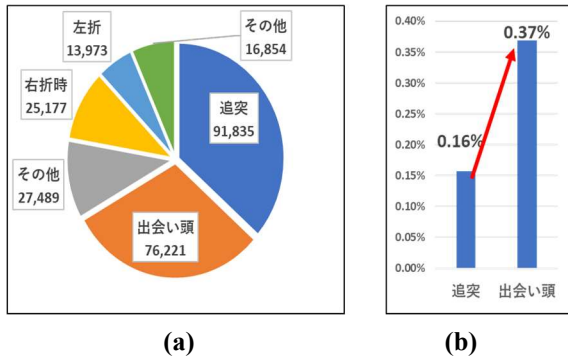


図 1. 車両相互事故件数、死亡率
(a) 類型別事故件数、(b) 死亡率

2020 年に起きた出会い頭事故は 85%が交差点で発生しており、出会い頭事故減少のためには交差点での事故を減らすことが効果的である[3]。そのため交通事故発生数が上位であり、九州大学がある福岡市の交差点と事故件数の関係を調査した。

その結果、2019 年から 2021 年の間で 1 件以上事故が発生した交差点は 14.8%、3 件以上発生した交差点は 2.8%であり交差点での事故はどの交差点でも一様に発生するのではなく、特定の交差点で発生していることがわかった(図 2)。事故が発生するという事はその交差点に事故の要因がある可能性があるということである。このことから、過去に事故が発生した、事故発生要因のある交差点を避けて運転することで交差点事故を減らすことができると考えた。そこで本研究では過去に起きた交差点事故を考慮した経路案内を作成し、最短距離を移動する経路と比較することで、交差点事故を考慮した経路案内が有効に使える条件を調査した。

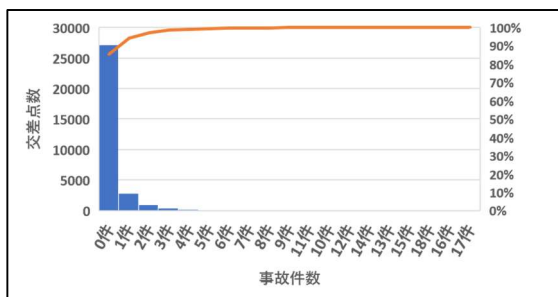


図 2. 福岡市交差点事故発生数 (2019~2021)

調査地域は福岡市の 7 区中で 1km² 当たりの事故件数が多い、中央区、博多区、南区、城南区を対象

とした(図 3)。

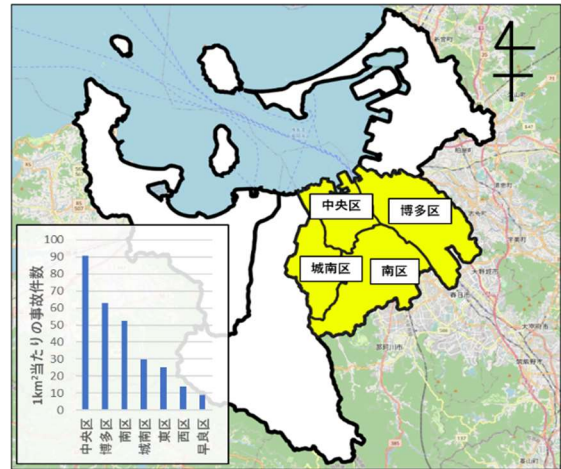


図 3. 福岡市地図、面積当たりの事故件数

2. 交差点位置の取得方法と事故件数取得方法

経路探索をするためには交差点位置、交差点毎に発生した交通事故件数、交差点間の道路の長さが必要のため、地理空間データ分析をするためのシステム GIS(Geographic Information System)のフリーソフトである QGIS[4]を使用した。

2-1. 交差点位置の取得

交差点位置のデータは、Geofabrik の提供する道路のデータ[5]を利用し、道路が交差する点を交差点として取得した(図 4-a)。使用した地形データ、は国土交通省の提供するオープンデータを利用している[6]。使用した道路データは歩行者用道路や自転車用道路などに分類されている。本研究では交差点で発生した事故を考慮するため、交差点のない高速道路を除いた車両用の道路データを使用した。提供されている道路データから交差点位置を取得する詳細な方法は記事で紹介されている方法を利用した[7]。

2-2. 事故件数の取得

調査対象の 4 区の全 14,098 箇所の交差点位置を取得したのち、交差点中心から半径 40m を交差点領域とした(図 4-b)。警視庁の提供している交通事故データには緯度経度の情報があるため、この円内で起きた交通事故をその交差点で起きた事故として数えた。他の交差点との距離が近ければ円が重なってしまう場合がある。その場合、円が重なっている場所で起きた交通事故は二つの交差点で発生した事故として数えられてしまう。そのため、円が重なって

る場所にセンターラインを引き、交差点範囲が重ならないように円を作成した(図 4-c)。こうして作成した交差点領域で、福岡県で 2019 年から 2021 年に起きた交差点での事故件数を数えた(図 4-d)。各区の交差点数、道路数などの情報を表 1 に示す。

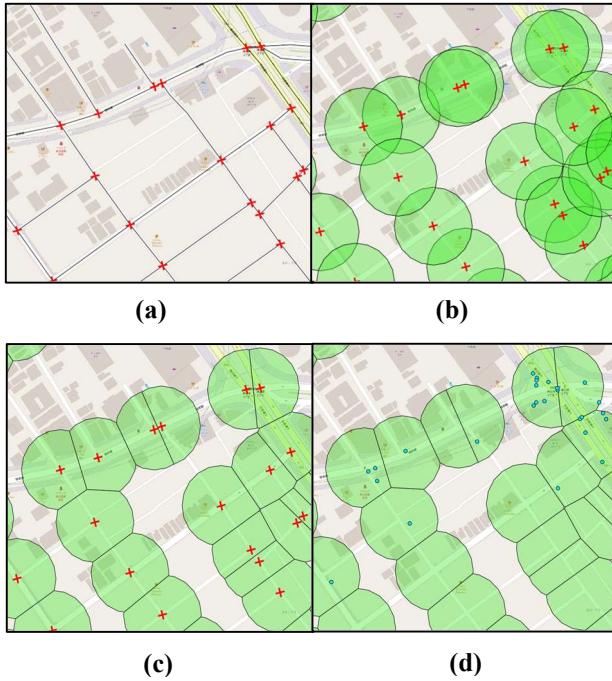


図 4.交差点位置、事故件数取得方法
 ((a)交差点位置、(b)交差点領域、
 (c)センターライン、(d)交差点内事故件数)

表 1.対象 4 区のデータ

区名	交差点数	交差点間の道路数	総事故数 (2019~2021)	面積 (km ²)	1km ² あたりの交差点数
中央区	2,259	3,750	1,393	15.16	149.0
博多区	3,974	6,987	1,993	31.47	126.3
南区	5,329	9,051	1,630	30.98	172.0
城南区	2,536	4,269	476	16.02	158.3

3. 経路探索手法

3-1.経路探索アルゴリズム

本研究では目的地までの距離が最小になる最短経路と目的地までの経路上の交差点事故件数が最小になる最小事故件数経路を探索するため、経路探索に使うコストは交差点間の距離と事故発生件数であり、正の値のみを扱う。また、すべての交差点同士の経路探索をするため、探索策経路数が多くなる。そのため本研究では、経路探索をするためのコストに正

の値のみを使用し、動作の早いダイクストラ (Dijkstra)法を使用した。コストとは経路探索をする際の指標であり、ダイクストラ法ではコストの和が最も小さくなる経路を探索する。

ダイクストラ法を使用するために地図上の交差点をノード、交差点間の道路をエッジとした。経路探索に使用するデータには各ノードをつなぐエッジに交差点間の距離や事故件数をコストとして入れ、そのコストを用いてノードにコストを入れていく。スタート地点を A、ゴール地点を G とし、確定したノードのコストを赤文字、未確定のノードのコストを青文字で示す(図 5)。ダイクストラ法は以下のような流れで目的地まで経路を求める。

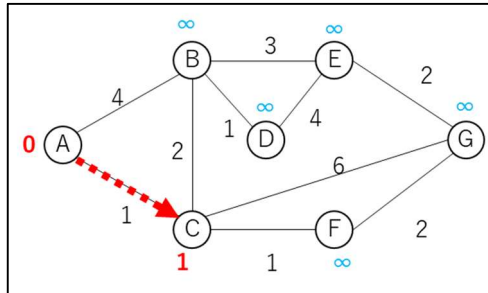
- ① すべてのノードのコストを ∞ にする。
- ② スタート地点の A のノードのコストを 0 に更新し、確定する。
- ③ 確定したノードのコストと、接続する未確定のノードまでのエッジのコストの和を計算し、未確定のノードのコストより小さければ更新する。
- ④ 確定しているノードから未確定のノードに接続するエッジコストが最も小さいノードを確定させる(図 5-a)
 ※エッジのコストが同じノードが複数ある場合はどれから選んでもよい。
- ⑤ ゴール地点 G が確定するまで③、④を繰り返す。(図 5-b)

3-2.経路の探索条件

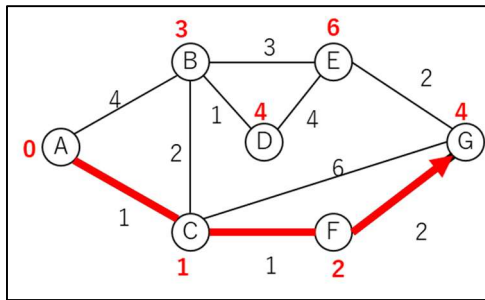
本研究では比較のために最短距離経路と最小事故件数経路を探索した。最短距離経路ではコストとして交差点間の距離を与え、最小事故件数経路ではコストとして 2-2 節で算出した 2019 年から 2021 年に交差点で発生した事故件数を用いた。

最短距離経路探索の場合は交差点間の距離がコストになっているため、道路の長さが完全に同じになることはなく、異なる経路のコストが同じ場合はない。一方、最小事故件数経路の場合は事故件数がコストのためコストが同じになる場合が存在する。目的地までの総事故件数が 0 件の経路が複数ある場合、次の交差点を選ぶ順番によって経路が変化するため、最小事故件数経路の探索には二つ目のコスト[8]として交差点から目的地までの直線距離を与えた。次の交差点までのコストが同じ場合に目的地までの直線距離が最も近い交差点を選択するようにした。アルゴリズムの動作例を図 6 に示す。スタートが a、

ゴールがhとするとノード a に接続するノード b、c、d はエッジコストがすべて 0 である。その場合に二つ目のコストである直線距離を使用し、最も短い b を選択し確定させる。こうすることで計算量を減らし、同じコストの経路の中でより距離が短い経路を求めることができる。



(a)一回実行後



(b)実行終了

図 5.ダイクストラ(Dijkstra)法

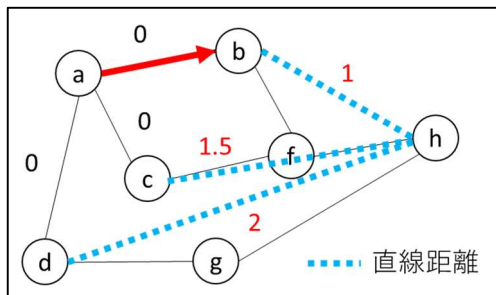


図 6.最小事故件数経路の条件

4. 経路探索結果

南区、城南区、博多区、中央区それぞれで交差点と道路のデータを作成し、各交差点からすべての交差点までの経路探索を試みた。尚、区ごとに交差点と道路を区切っているため、区の境界付近の交差点は一方通行路の関係でゴールまでの経路がない組み合わせも存在する。それらの経路は経路が探索できないため、今回の分析から省いている。最短距離経路と最小事故件数経路の例を図 7 に示す。

4-1.最短距離経路と最小事故件数経路の探索

表 2 に区ごとの探索経路数、最短距離経路と比較した最小事故件数経路の総事故数、経路の長さ、通過交差点数の増減した経路数を示す。最小事故件数経路は総事故件数が最も少ない経路のため、総事故件数が増加した経路は存在しない。経路の長さおよび通過交差点数ともに最短距離経路より最小事故件数経路の方が増加している経路がほとんどである。これは事故の発生した交差点を避けるために迂回するためである。

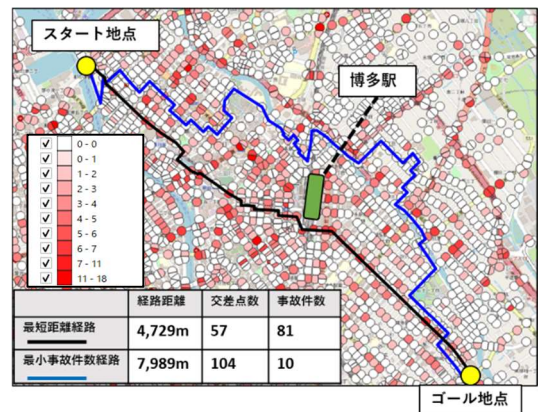


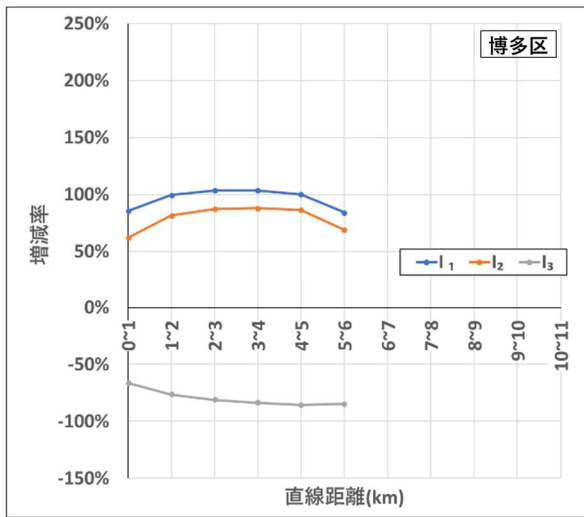
図 7.博多区探索経路例

表 2.最短距離経路と最小事故件数経路の比較

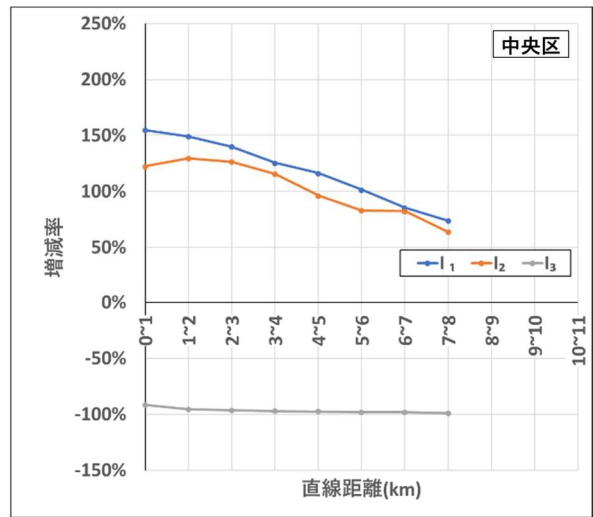
区名	項目名	経路数			総経路数
		減少	変化なし	増加	
中央区	総事故件数	4,904,000	154,010	0	5,508,010
	経路の長さ	0	82,319	4,975,691	
	交差点数	142,324	176,568	4,739,118	
博多区	総事故件数	15,662,852	273,388	0	15,936,240
	経路の長さ	0	148,552	15,787,688	
	交差点数	382,072	318,995	15,235,173	
南区	総事故件数	23,775,834	179,941	0	23,955,775
	経路の長さ	0	456,302	234,994,473	
	交差点数	462,789	410,060	23,082,926	
城南区	総事故件数	6,624,352	363,775	0	6,988,127
	経路の長さ	0	122,746	6,865,381	
	交差点数	245,952	257,414	6,484,761	

表 3. 区別各要素の増減率

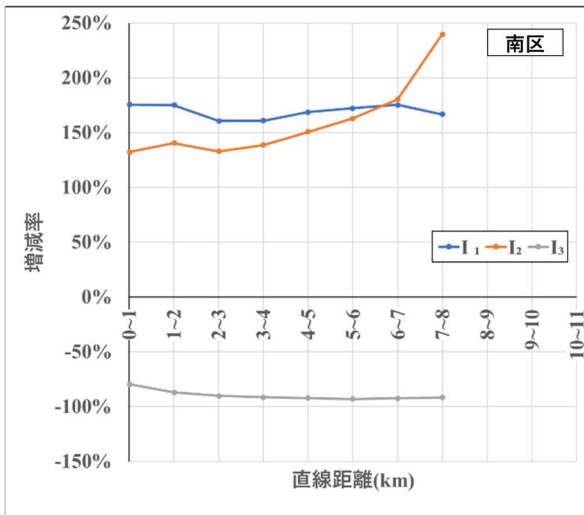
直線距離 (km)	中央区					博多区					南区					城南区				
	経路数	D(km)	I ₁ (%)	I ₂ (%)	I ₃ (%)	経路数	D(km)	I ₁ (%)	I ₂ (%)	I ₃ (%)	経路数	D(km)	I ₁ (%)	I ₂ (%)	I ₃ (%)	経路数	D(km)	I ₁ (%)	I ₂ (%)	I ₃ (%)
0~1	812,885	0.829	85.7	62.2	-66.3	1,506,339	0.822	117.1	85.2	-71.8	2,440,141	0.87	175.5	132.2	-79.5	1,282,978	0.857	154.9	122.5	-91.7
1~2	1,567,916	1.898	99.4	81.5	-76.3	2,783,137	1.934	116.8	94.8	-79.3	5,591,455	1.941	175.2	140.5	-87.1	2,434,956	1.901	149.2	129.6	-95.6
2~3	1,547,119	3.034	103.6	87.4	-81.1	2,903,113	3.088	110.9	99.3	-83.2	6,607,224	3.057	160.6	132.9	-90.0	2,044,141	3.021	140.1	126.7	-96.5
3~4	939,678	4.084	103.6	88.1	-83.6	2,642,454	4.219	99.3	97.6	-85.9	5,366,708	4.165	160.8	138.8	-91.4	985,253	4.058	125.5	115.8	-97.0
4~5	186,466	5.128	100.1	86.4	-85.6	2,123,228	5.303	92.3	92.1	-88.6	2,999,975	5.263	168.7	150.7	-92.1	216,570	5.137	116.3	96.4	-97.5
5~6	3,946	6.192	84.1	69.0	-84.8	1,774,054	6.298	84.1	82.0	-90.6	884,998	6.268	172.3	162.9	-93.0	22,593	6.294	101.6	83.0	-98.2
6~7						1,295,340	7.279	80.1	75.8	-91.9	65,147	7.226	175.4	180.4	-92.2	1,610	8.057	85.4	82.4	-98.2
7~8						649,385	8.163	76.5	68.2	-93.1	127	8.428	166.7	239.6	-91.7	26	9.077	73.9	63.9	-99.0
8~9						230,093	9.077	71.4	58.1	-93.4										
9~10						28,345	10.01	68.6	56.1	-92.8										
10~11						752	11.01	65.9	59.8	-92.9										



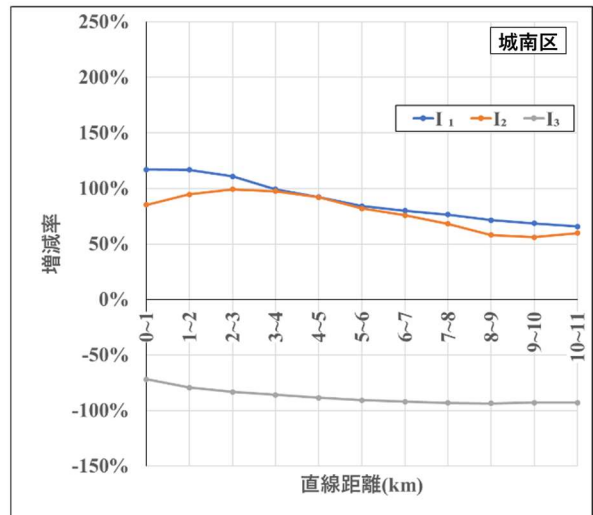
(a)



(b)



(c)



(d)

図 8. 区ごとの各要素の増加率
((a)中央区、(b)博多区、(c)南区、(d)城南区)

4-2.直線距離別事故件数

研究では最小事故件数経路の有効性の指標として経路の長さ、交差点数、総事故件数の増加率を算出し、経路の長さ増加率を I_1 、交差点数増加率を I_2 、総事故件数の増加率を I_3 として、それぞれ次に示す式 (1)、式 (2)、式 (3) で算出した。

$$I_1 = ((X_1 \div Y_1) - 1) \times 100 \quad (1)$$

$$I_2 = ((X_2 \div Y_2) - 1) \times 100 \quad (2)$$

$$I_3 = ((X_3 \div Y_3) - 1) \times 100 \quad (3)$$

ここで、 X_1 、 X_2 、 X_3 はそれぞれ最小総事故件数経路の経路の長さ、交差点数、総事故件数を示し、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 はそれぞれ最短距離経路の経路の長さ、交差点数、総事故件数を示す。

表 4 に、経路数、最短距離経路の経路の長さの平均(D)、最短距離経路と比較した最小事故件数経路の経路の長さ(I_1)、通過交差点数(I_2)、総事故件数(I_3)の直線距離の区間ごとの平均の増減率を表す。ただし 0~1 は 0km 以上 1km 未満を表している。図 8 に区ごとの各要素の増減率のグラフを示す。ほとんどの区においても、直線距離が遠いほど総事故件数の減少量は大きくなり (図 8)、経路の長さは増加率が小さくなっている。しかし、増加率の大きい区間より増加率の小さい区間が実際の距離の増加量は小さい。博多区を例に見てみると、0~1km 区間の増加率約 117%で経路の長さの増加量は 0.95km だが、9~10km 区間の増加率は率が約 69%で経路の長さの増加量は約 6.90km になり、大幅に経路の長さが増加していることがわかる。通過交差点数に関しても経路の長さと同様に直線距離が遠くなるほど増加率が減少していく。しかし、南区においては直線距離が遠くなるほど交差点の増加率が増えていく。これは面積に対して交差点数が多く(表 2)、一つの交差点を回避するために他の区と比べてより多くの交差点を通過しなければならないためと考えられる。各区において探索経路数が多いのは直線距離が 1~2km と 2~3km の区間であり、総事故件数は約 70%~95%減らすことができている。一方で経路の距離は約 100%~160%増加、通過交差点数は約 80%~140%増加しており、実際に経路案内として使用する場合に推奨できる経路とは言えない。

以上のことから最小事故件数経路は、目的地までの直線距離が近いほど実際の経路の長さや通過交差点数が小さいが、総事故数の減少量が少なく、遠くなるほど総事故数の減少量が大きくなるが、実際の経路の長さや通過交差点数が大きくなっていくため、事故件数のみを考慮した経路は効果的な経路とは言

えないことがわかった。また、面積当たりの交差点数が少ない地域では多い地域より効果的に使えることがわかった。

5. まとめ

本研究では、福岡市の交差点事故が特定の交差点に集中していることに着目し、特定の交差点を回避することで交差点事故を減らすことができると考えた。そこで、目的地までの経路上の交差点事故件数(総事故件数)が最小になるようにした最小事故件数経路を作成し、最小事故件数経路と最短距離経路との経路の長さ、通過交差点数および総事故件数の三項目の比較を行い、効果の検証を行った。目的地までの直線距離が近い場合は、経路の長さを大きく増やすことなく最小事故件数経路を作成することが可能であったが、目的地までの直線距離が遠い場合は総事故数の減少量が大きくなるが、実際の経路の長さや通過交差点数が大きくなっていくため、事故件数のみを考慮した経路は効果的な経路とは言えないことがわかった。

今後は経路探索の要素として経路の長さや通過交差点数などを加え、最短距離経路と比較して経路の距離および通過交差点数総の増加量が少なく、事故件数の減少が大きい経路作成をしていく。

参考文献

- [1] e-Stat、道路の交通に関する統計事故、“交通事故の発生状況”、2021年、<https://www.e-stat.go.jp>
- [2] ITRDA、“交通事故統計表データ”、<https://www.itarda.or.jp/>、アクセス 2023年6月
- [3] 有菌祐樹、廣田正樹、“福岡市内での出会い頭事故を防ぐための交差点環境分析”、3-B-03、ITSシンポジウム 2021、2021年
- [4] QGIS、<https://qgis.org/ja/site/index.html>
- [5] Geofabrik、“OpenStreetMap Data Extracts、Asia、Japan”、アクセス 2023年8月、<https://download.geofabrik.de/asia/japan.html>
- [6] 国土交通省、“国土数値情報”、“<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>”
- [7] Yoshihisa Nitta “アルゴリズム ダイクストラ (Dijkstra) 法”、<https://nw.tsuda.ac.jp/lec/dijkstra/>
- [8] 陣内 裕、“ヒューリスティック探索入門”、<https://jinnaiyuu.github.io/pdf/textbook.pdf>、2023年4月9日