

2024/08/07

第44回交通工学研究発表会

69 研究論文

交差点右奥の角地へ進入する 自動車の入口選択要因分析

Visiting Vehicles' Entrance Choice for Parking
Space of Corner Lots in Back Right

植田真生史¹, 中西航²

1. 学生会員, 学士(工学), 金沢大学大学院自然科学研究科
2. 正会員, 博士(工学), 金沢大学理工研究域

背景と目的(1/3)

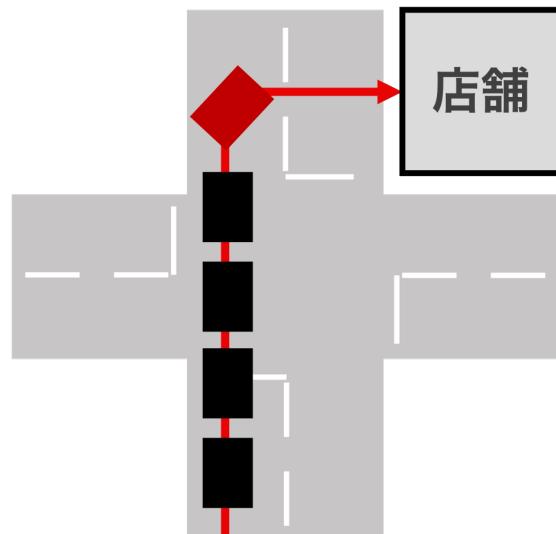
- 自動車の沿道施設への進入は道路上の安全性と円滑性の低下につながる
- 沿道施設への入出庫が前面道路に与える影響に関する既存の分析/対策は多数存在する
 - ◆ 早河ら(2009)：店舗の存在による平均旅行速度低下
 - ◆ 田部井ら(2023)：入庫時の一時停止による円滑性低下
 - ◆ 田部井ら(2020)：出入口構造の違いと安全性の比較
 - ◆ 清水ら(2021)：店舗規模/業種の違いと円滑性の比較
 - ◆ 森本ら(2006)：店舗立地位置の違いと円滑性の比較
 - ◆ 大規模小売店舗立地法：
大規模な店舗に対する交通アセスメント

背景と目的(2/3)

- 交差点角地店舗を右奥に見る進入に着目する
 - ◆ 2種類の進入経路はいずれも右折を必要とするため、安全性・円滑性への影響が大きいと考えられる

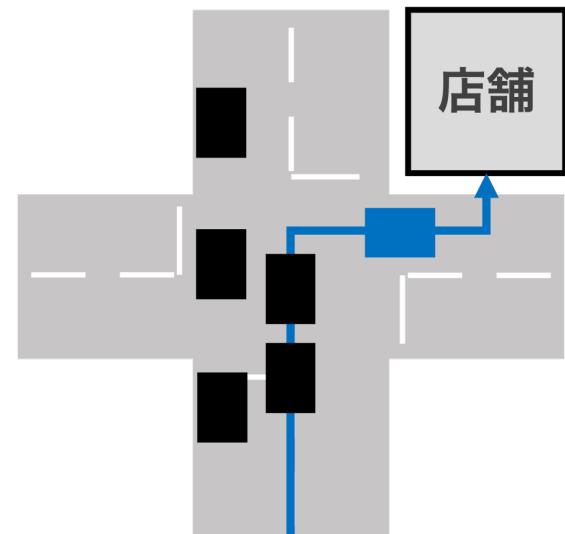
直進後右折

- 後続車の接近
- 後続車の停滞



右折後左折

- 右折交通の逼迫
- 横断歩行者との交錯



背景と目的(3/3)

- 右奥進入に着目した研究や調査は存在しない
 - ◆ 右奥進入の実態は不明で影響の有無も定かではない
 - ◆ 運転者が経路選択において何を考慮しているかは不明
 - ◆ 経路選択要因を明らかにすることで、右奥進入による周辺交通への影響低減に向けた利用経路分散等の対策につながる
- 右奥進入を対象に経路選択要因を分析する
 - 1) 右奥進入車の**実地観測**を行う
 - 2) 観測項目と経路選択結果の関係の**傾向を把握**する
 - 3) 右奥進入経路選択の**モデルを構築**する

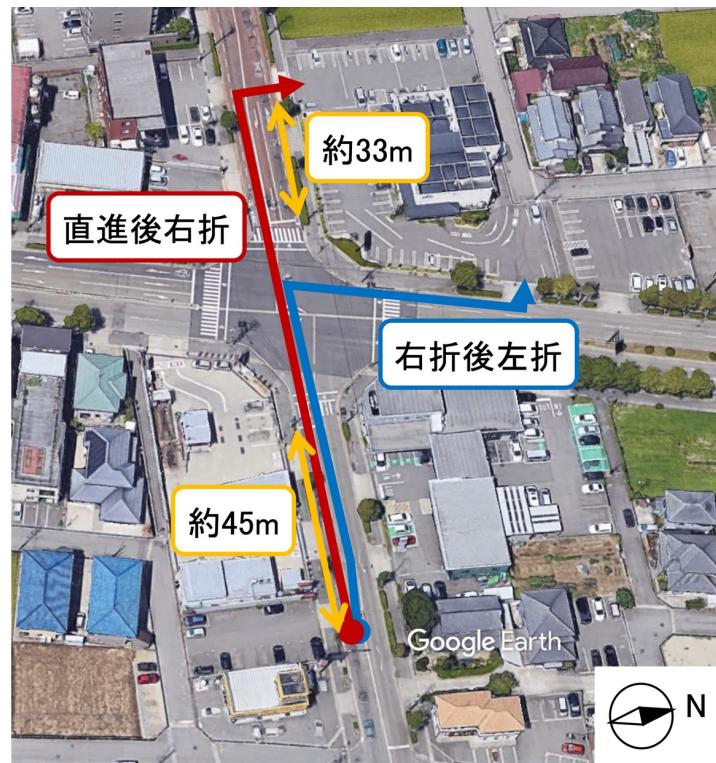
右奥進入車の観測

- 石川県金沢市内の回転寿司チェーンで実施
 - ◆ 交差点角地で2種類の右奥進入経路の選択が可能
 - ◆ 住宅街の一角に位置する

■ 観測地点の特徴：

- ◆ 右奥進入は従道路(片側1車線)から行う
- ◆ 主道路は交差側で片側2車線
- ◆ 右折レーンの長さは約45m
- ◆ 右折専用現示信号は存在しない

観測地点の様子



観測日時と経路選択結果

■ 10日間で178台の右奥進入車を観測

- ◆ 期間：2023/11/9～2023/11/26 (計10日間)
- ◆ 時間：昼営業のピーク時間帯(11時頃～13時頃)

観測日時と経路選択結果

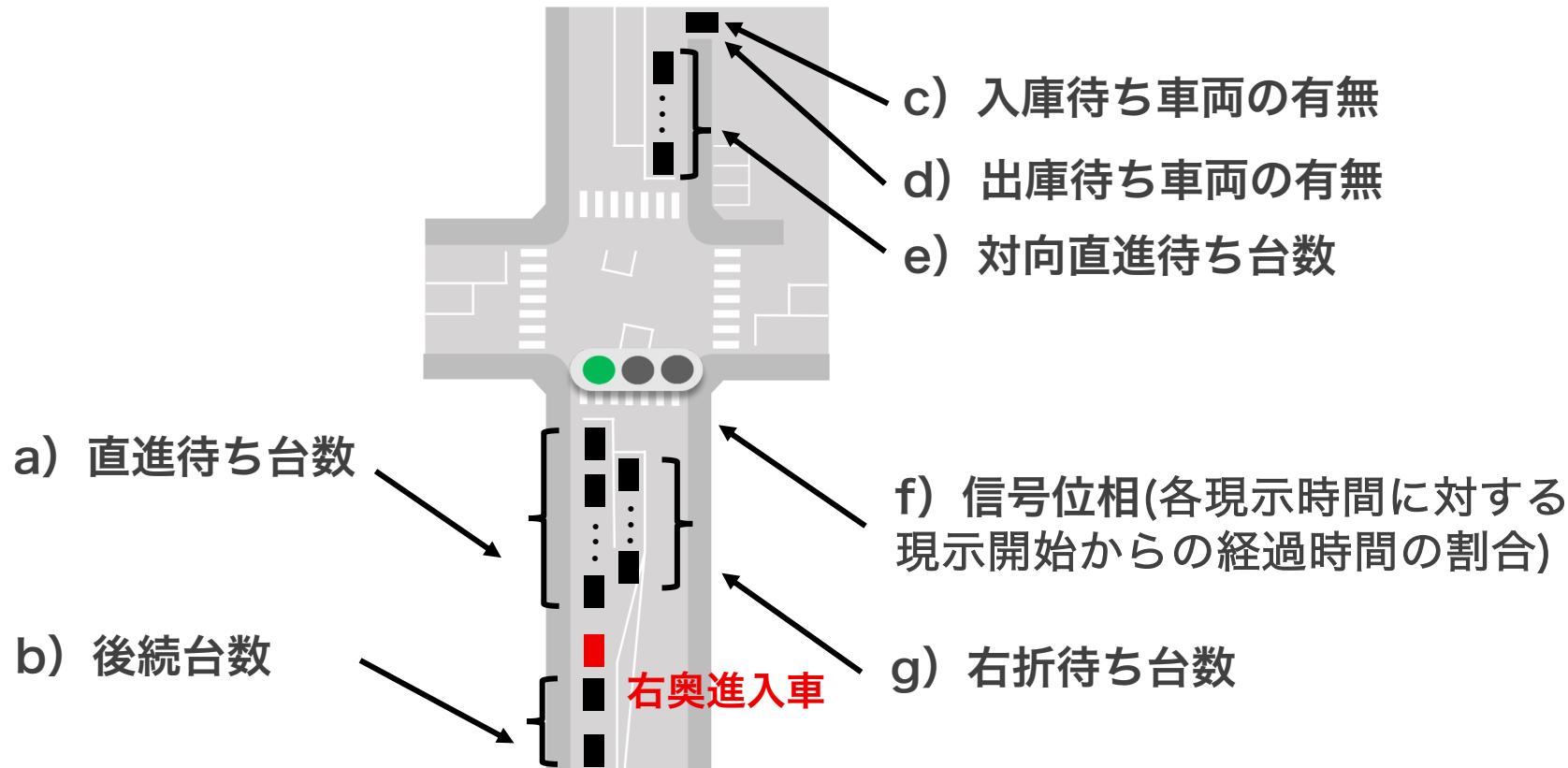
観測日	観測時間	右奥進入の結果		
		合計	直進後右折	右折後左折
11/9(木)	11:02～13:04	16	12	4
11/11(土)	11:01～13:02	20	11	9
11/15(水)	10:56～12:56	26	21	5
11/16(木)	10:45～13:01	14	7	7
11/19(日)	11:01～13:05	18	11	7
11/21(火)	10:43～13:02	21	7	14
11/22(水)	10:50～13:03	19	12	7
11/23(木)	10:55～13:03	15	8	7
11/25(土)	10:54～13:01	14	3	11
11/26(日)	10:52～13:02	15	4	11
合計		178	96	82

観測の様子



観測した項目

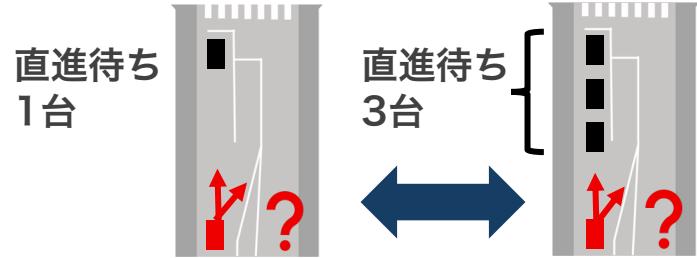
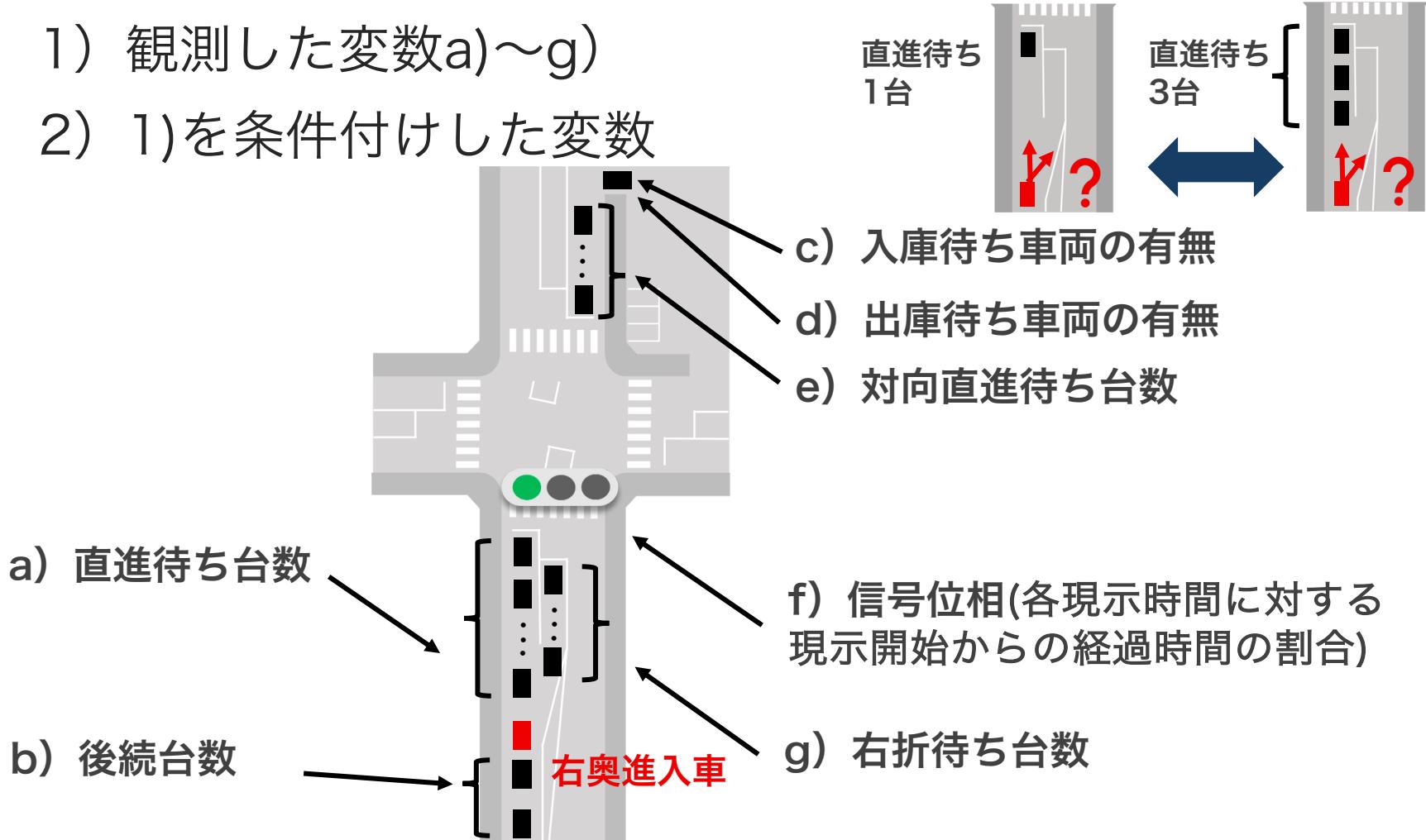
- 右奥進入車の経路選択結果(前ページ)
- 右奥進入車が車線分岐位置を通過する際の「交通の状況」(下図)



基礎分析の方針

■ 以下の変数の値で経路選択結果が変わるか確認

- 1) 観測した変数a)~g)
- 2) 1)を条件付けした変数



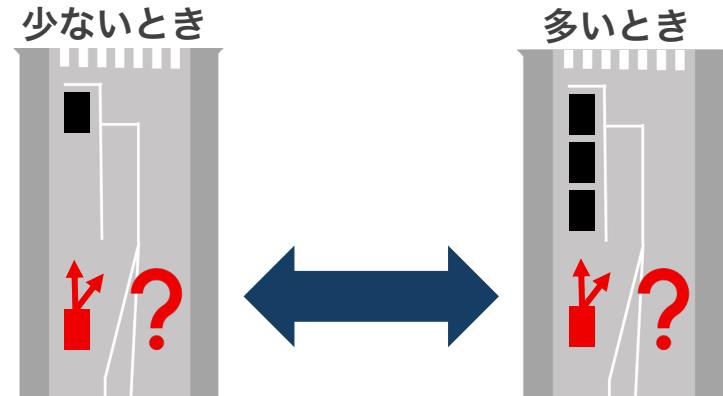
全16変数のうち**4変数**で経路選択との関係を見出すことができた

直進待ち台数

■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

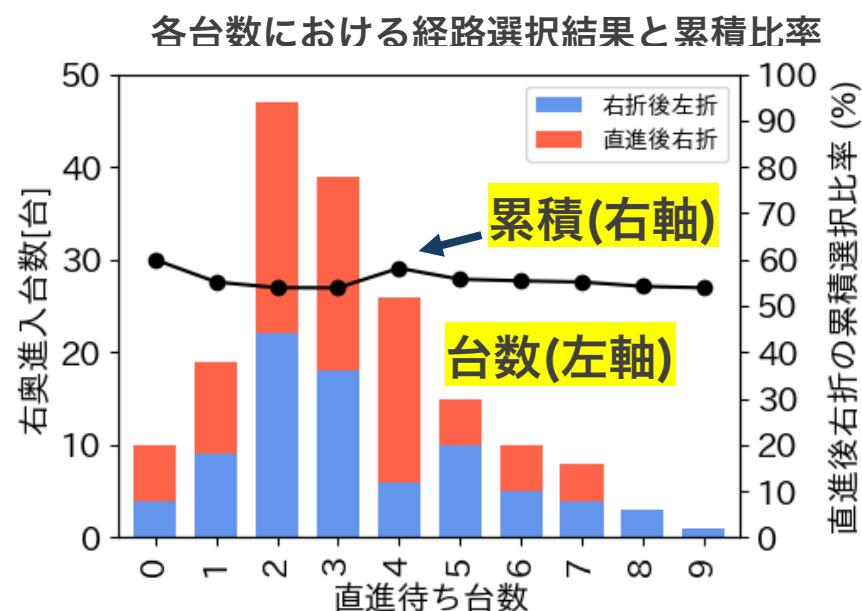
■ 仮説：

- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる



■ 結果：

- ◆ 累積の選択比率は概ね横ばい



青信号中の直進待ち台数

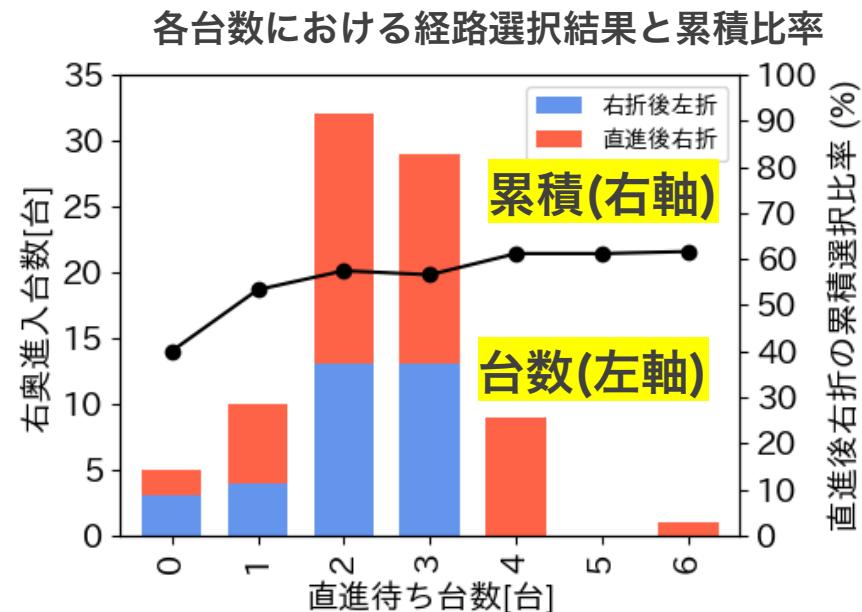
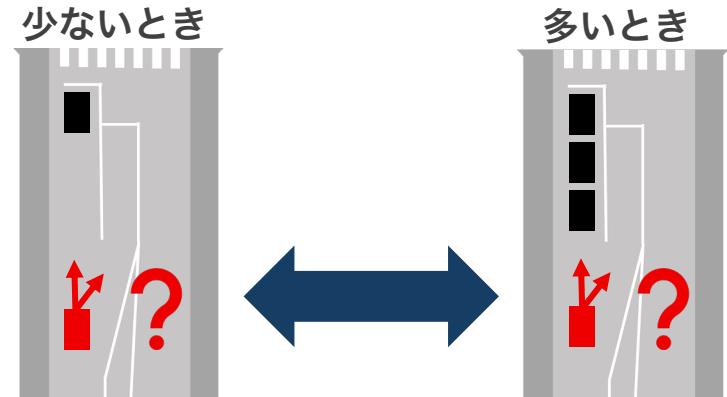
■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

■ 仮説：

- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる

■ 結果：

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率はむしろ増加傾向
- ◆ 直進待ち台数が多いときは、そもそも交差点を直進しやすい交通流が形成されている可能性

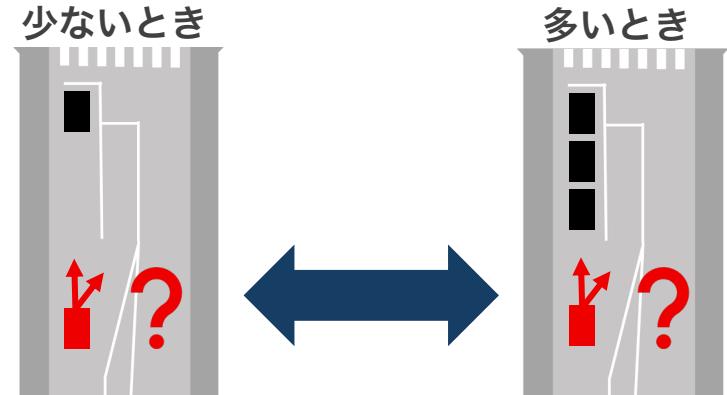


赤信号中の直進待ち台数

■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

■ 仮説 :

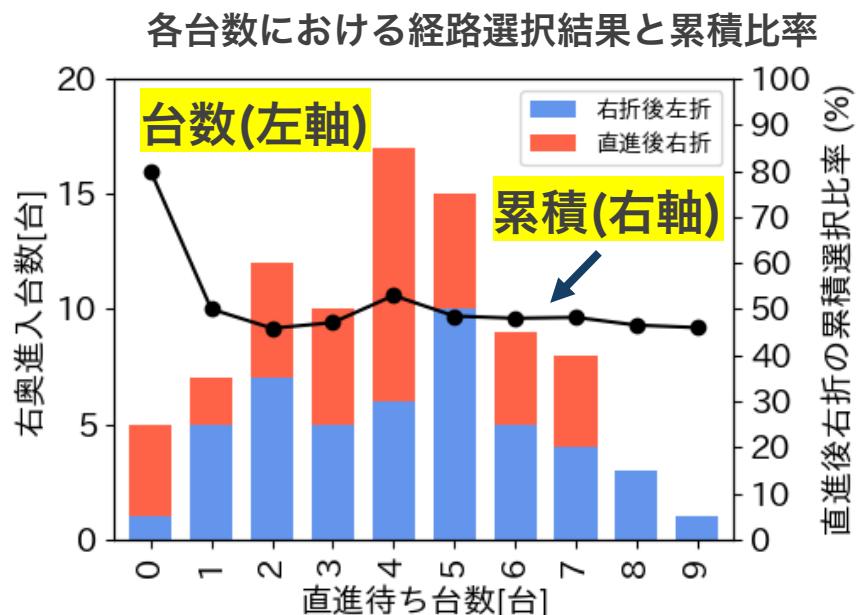
- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる



■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は減少傾向

⇒ 直進待ち台数は信号現示別の変数とする

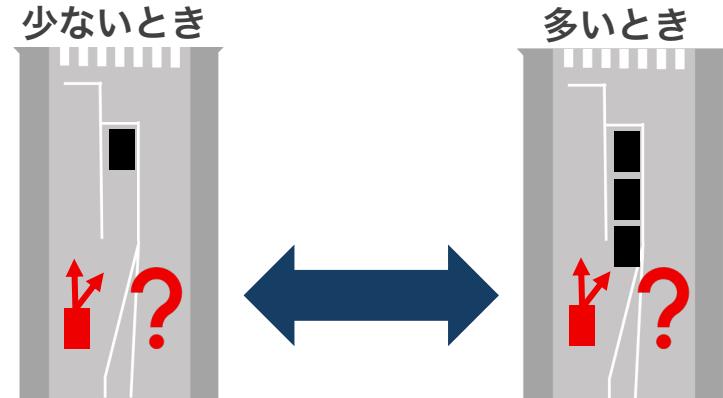


右折待ち台数

■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

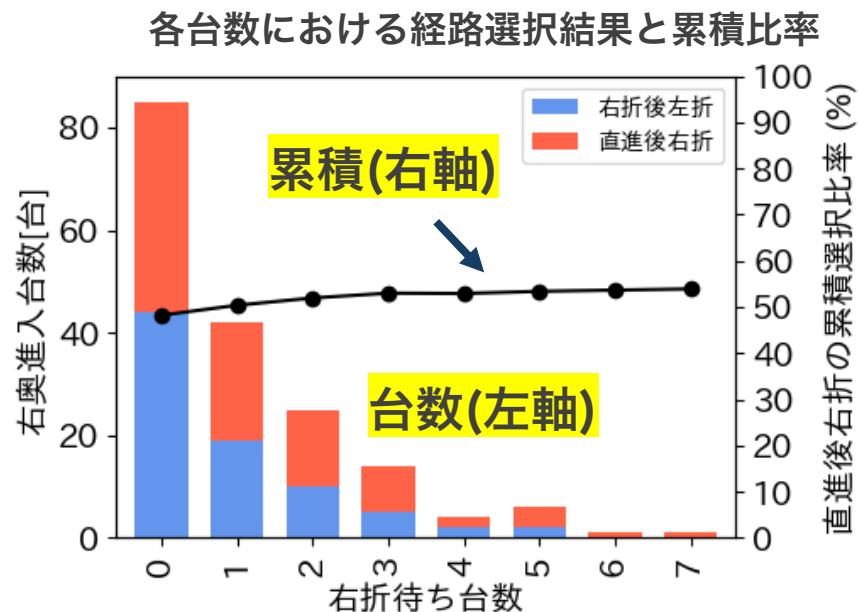
■ 仮説 :

- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されやすくなる



■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は漸増傾向



1. 二項ロジットモデル

- ◆ 直進後右折経路の効用を表現
- ◆ 基礎分析で傾向が見られた変数でモデル構築を試みる
- ◆ 変数が5%有意になる組み合わせを探索する

2. 精度向上を目的とした深層学習モデル

- ◆ 1. のロジットモデルの精度が低かった(後述)ため試行
- ◆ 観測した変数をすべて用いて学習

$$V_{sr} = \beta_{fs} x_R n_{fs} + \beta_{fr} n_{fr}$$

直進後右折経路の確定効用

赤信号中の直進待ち台数[台]

右折待ち台数[台]

β_{fs}, β_{fr} : パラメータ

パラメータ推定結果

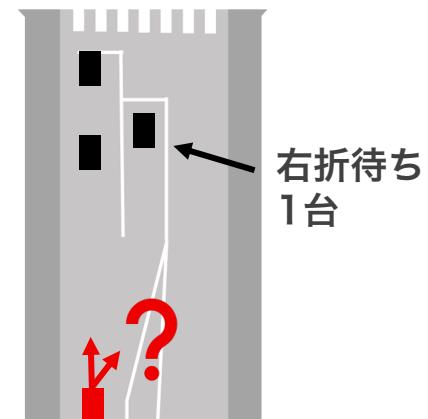
	係数値	t値
赤信号中の直進待ち台数 β_{fs}	-0.109	-2.06*
右折待ち台数 β_{fr}	0.254	2.57*
サンプル数		178
初期対数尤度		-123.38
最終対数尤度		-119.02
尤度比		0.035
的中率		59.3%

* : 5 %有意

推定結果

- パラメータの符号条件は合理的
- 赤信号中においては右折待ち1台と直進待ち2.33台が等価
- 精度は高いとは言えない

- 右折待ち台数のみが経路選択に影響を及ぼす
 - ◆ 現サイクルで必ず右折できる程度の待ち台数であれば右折後左折経路も選択し得る
 - ◆ 現サイクルでは右折できない程度の台数では直進後右折経路の選択確率はいっそう高くなる
- 実際の選択比率にも概ね整合
 - ◆ 例) 右折待ち1台における直進後右折経路の選択比率は
 - モデルの予測 : 56.3%
 - 実データの比率 : 62.5%(24台中15台)
 - 現実にも経路選択が分かれる状況
 - このようなケースの選択を的中させる改良は必要

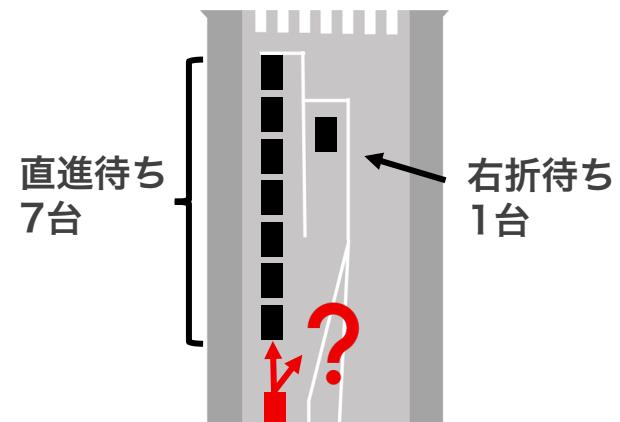


■ 右直待ち台数の比較によって経路選択を行う

- ◆ 交差点右折に要する時間が直進よりも長いため、右折待ち台数はより強い影響を及ぼす
- ◆ パラメータの比は現実的な数値：
交通の状況を考慮しつつ選択する余地がある

■ 実際の選択比率に整合している場合もあった

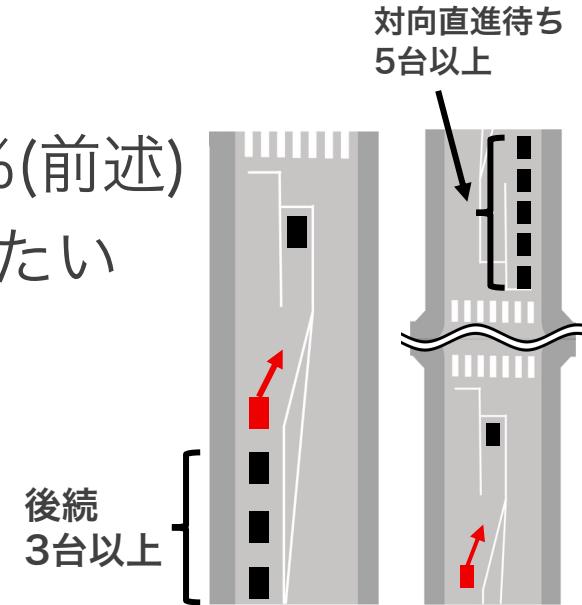
- ◆ 例) 直進待ち7台、右折待ち1台における直進後右折経路の選択比率は
 - モデルの予測：37.5%
 - 実データの比率：25%(4台中1台)
 - 右直待ち台数の比較を表現できている



■ 経路選択を十分に記述できていない状況の例:

青信号中で右折待ち1台のとき

- ◆ 直進確率はモデル56%, 実データ63%(前述)
⇒このようなケースの選択を的中させたい
- ◆ サンプル個別に交通の状況をみると、
後続台数や対向直進待ち台数が影響
しているように思われた(右図)
- ◆ 全体として有意な変数になるほどの特徴はなかった



■ 他の例も同様であり、精度向上には未知要因や個人の異質性の把握が必要

- ◆ 例) アンケート調査で個人別選択肢集合・変数を特定

■ 観測した7変数を用いて学習

- ◆ 直進待ち台数/右折待ち台数/対向直進待ち台数/
後続台数/入庫待ち車両の存在/出庫待ち車両の存在/
信号位相

■ 結果

- ◆ ロジットモデルよりも高い精度を得た
- ◆ 複雑なモデルにおいて精度の向上が見られたため、観測数の増加やモデルの構造化による精緻化もありえる

深層学習モデルの結果と設定

的中率	65.2%
サンプル数	178
変数	観測した7変数
中間層の数	4
中間層のニューロン数	100
中間層の活性化関数	Relu
L2正則化パラメータ	0.001
エポック数	20
バッチサイズ	16
最適化ソルバー	Adam

■ 研究成果

- ◆ 右奥進入車に着目した実地観測を行った
- ◆ 右奥進入経路の選択要因の検討を行い、直進/右折待ち台数などの影響を検討した
- ◆ 右奥進入経路選択のモデルを構築し、各変数の影響力を明らかにした

■ 今後の課題

- ◆ 観測数の増加によるさらなる現象理解
- ◆ 複数交差点での観測と選択要因の比較
- ◆ 運転者の異質性の考慮などによる精緻なモデルの構築
- ◆ 実施策への反映

参考文献

1. 早河辰郎, 中村英樹 : 幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 76_1-4, 2009.
2. 田部井優也, 小早川悟 : 駐車場出入口における入庫車両の通行実態と一時停止が交通流へ与える影響に関する分析, 交通工学論文集, Vol.9, No.2, pp.A_145-A_151, 2023.
3. 田部井優也, 長田哲平, 大森宣暁 : 大規模小売店舗の駐車場出入口の構造が交通事故や交通流に与える影響に関する分析, 交通工学論文集, Vol.6, No.2, pp.A_260-A_269, 2020.
4. 清水真人, 塚田悟之 : 沿道商業施設非出入制限のもたらす幹線道路への影響とその解決策, 交通工学研究発表会論文集, Vol.41, pp.585-588, 2021.
5. 森本章倫, 古池弘隆 : 大規模小売店舗立地法における交通にかかわる独自基準の作成, 都市計画論文集, Vol.41, No.3, pp.133-138, 2006.
6. 植田真生史, 中西航 : 交差点角地の店舗への自動車進入経路の実態把握, 土木計画学研究・講演集, Vol.69, CD-ROM, 2024.

補足 | 対向直進待ち台数

21

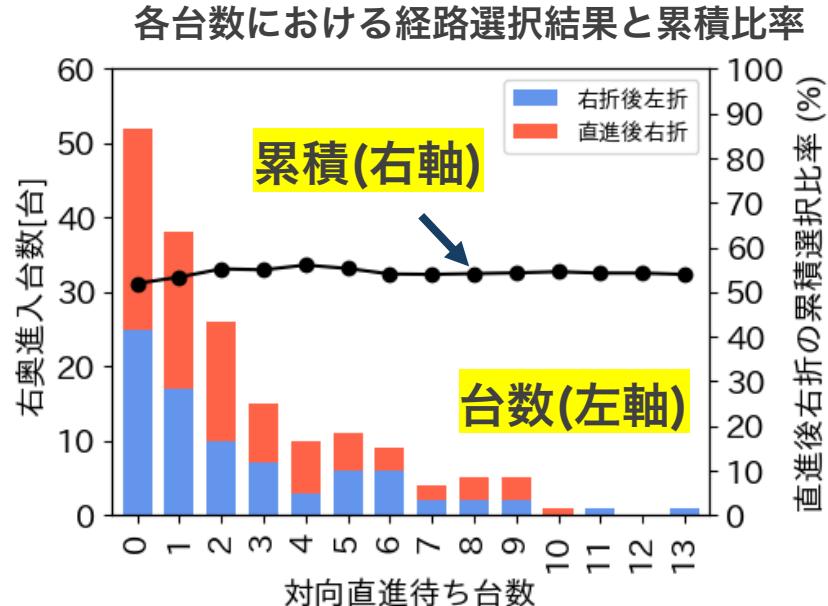
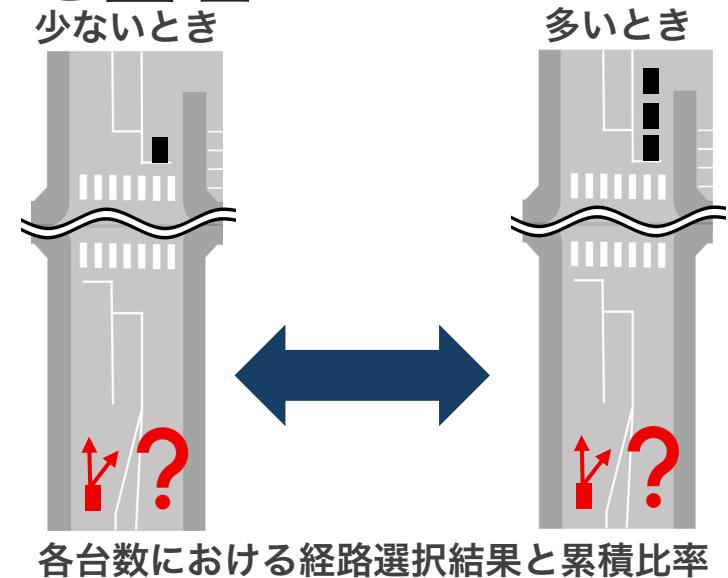
■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

■ 仮説 :

- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる

■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は概ね横ばい



補足 | 右折待ち存在下の対向直進待ち

22

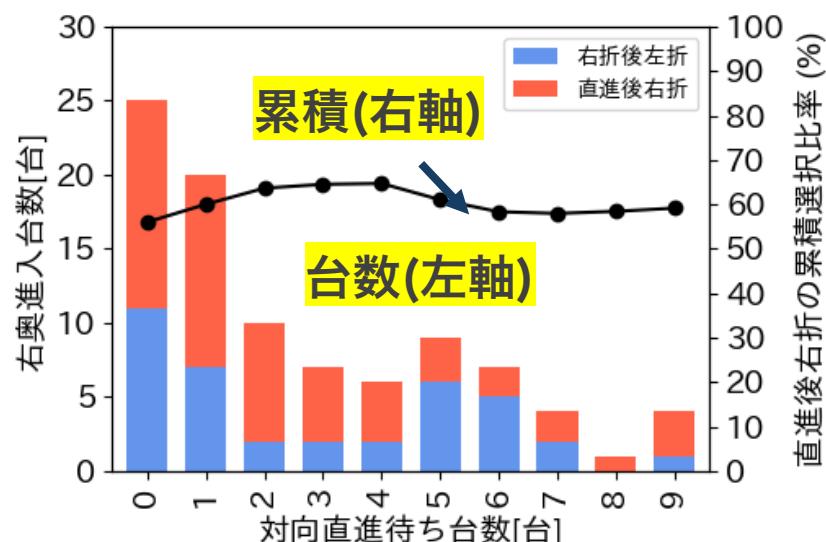
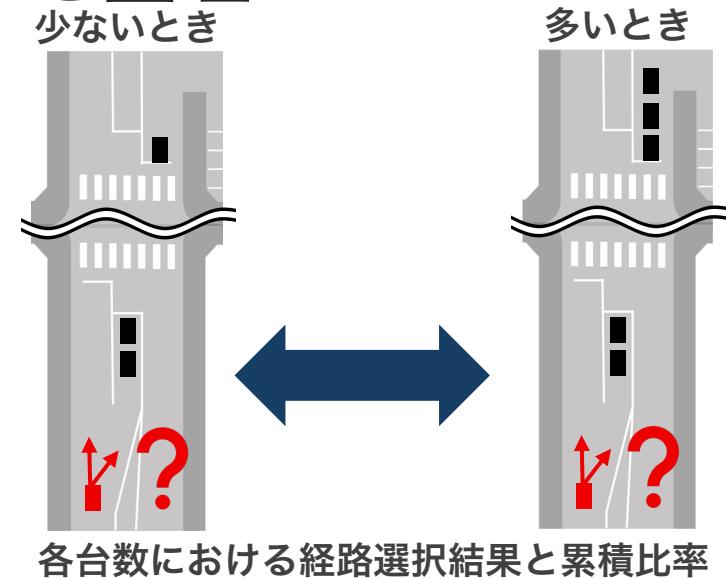
■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

■ 仮説：

- ◆ 右折待ち存在下では直進後右折経路の選択志向が強く、一定の対向直進待ち台数までは直進後右折経路が選択されやすくなる

■ 結果：

- ◆ 4台までは直進後右折経路の選択比率が高い



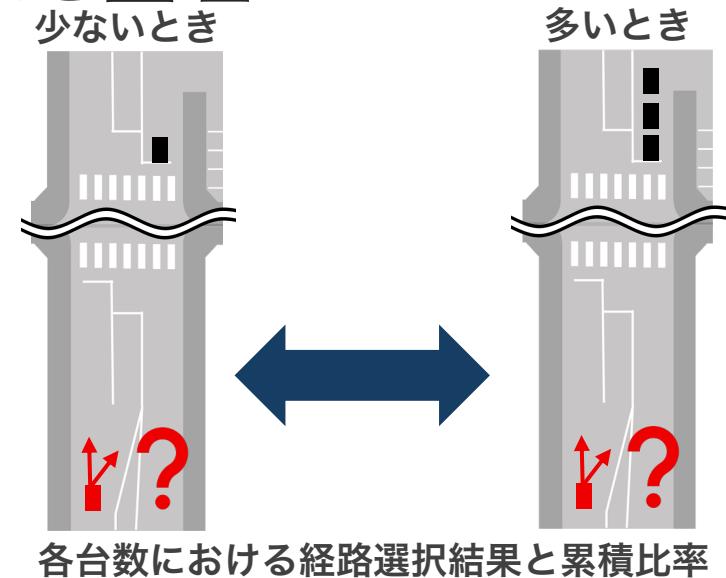
補足 | 右折待ち0台での対向直進待ち

23

■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

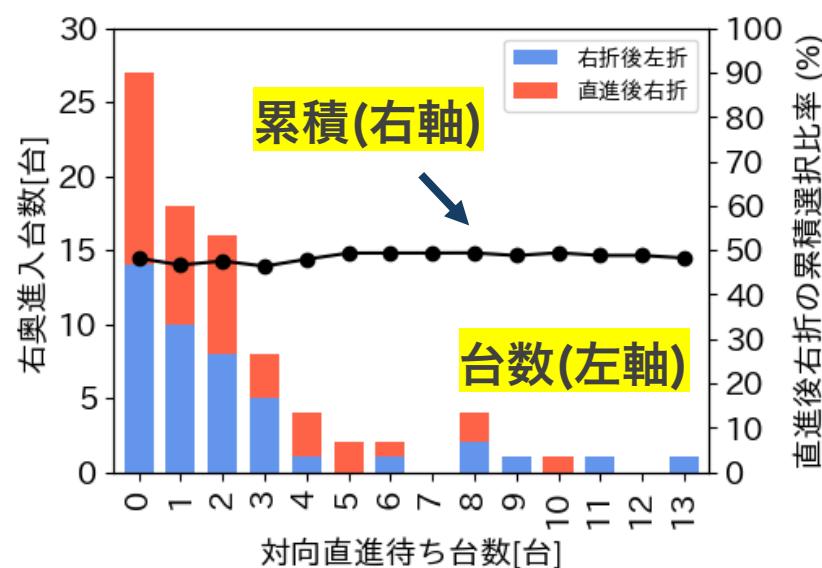
■ 仮説 :

- ◆ 右折待ち0台のときは対向直進車線の見通しがよいため、台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる



■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は概ね横ばい



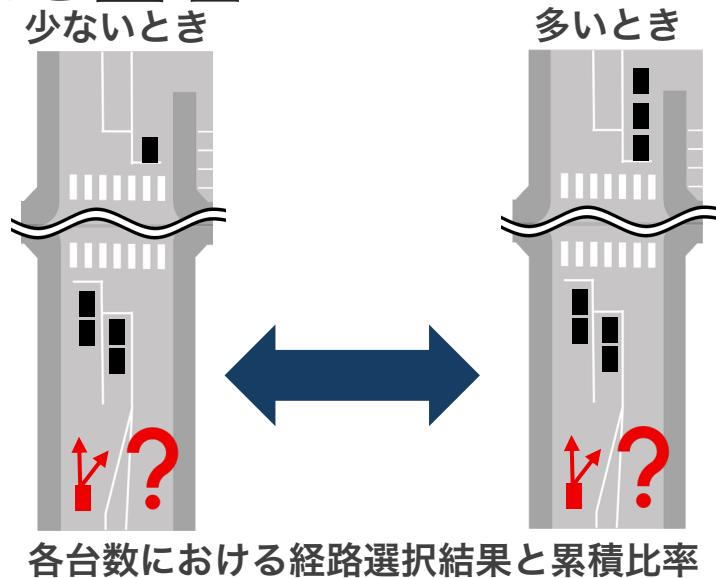
補足 | 右直同台数での対向直進待ち

24

■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

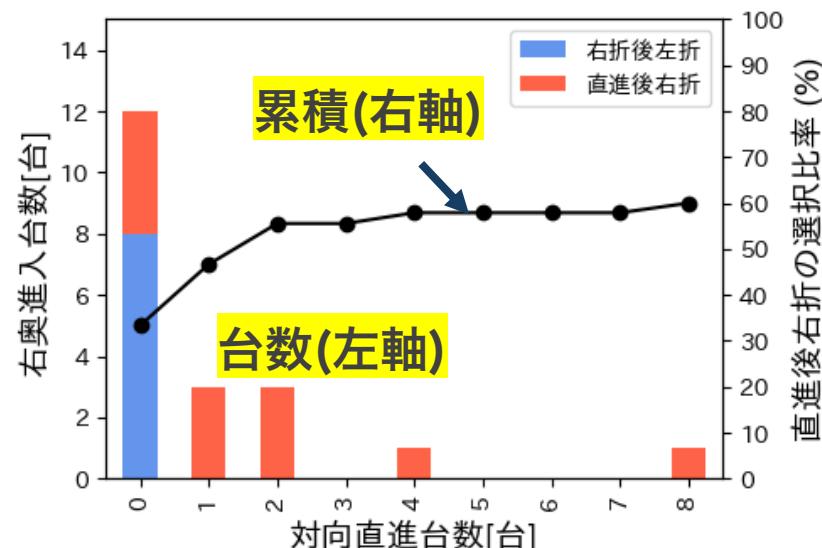
■ 仮説 :

- ◆ 右直待ち台数が同じときは対向直進待ち台数が考慮され、台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる



■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率はむしろ増加傾向



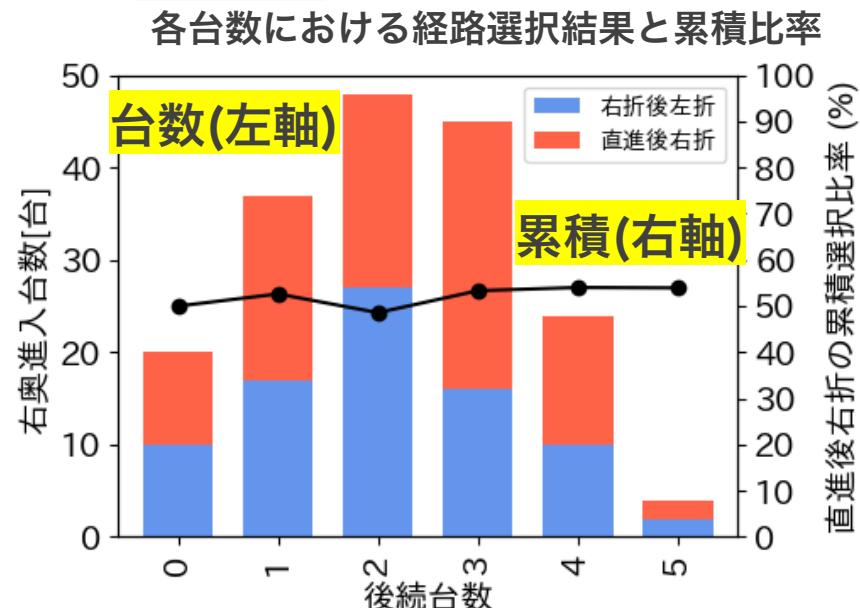
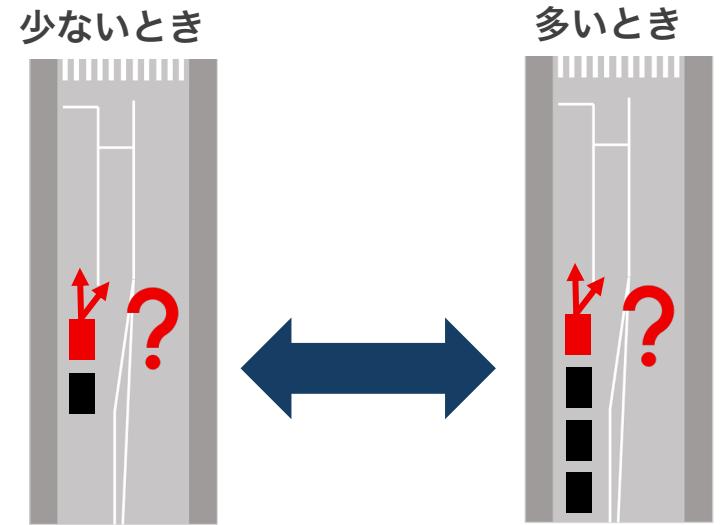
■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

■ 仮説 :

- ◆ 台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる

■ 結果 :

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は横ばい



補足 | 右直同台数での後続台数

26

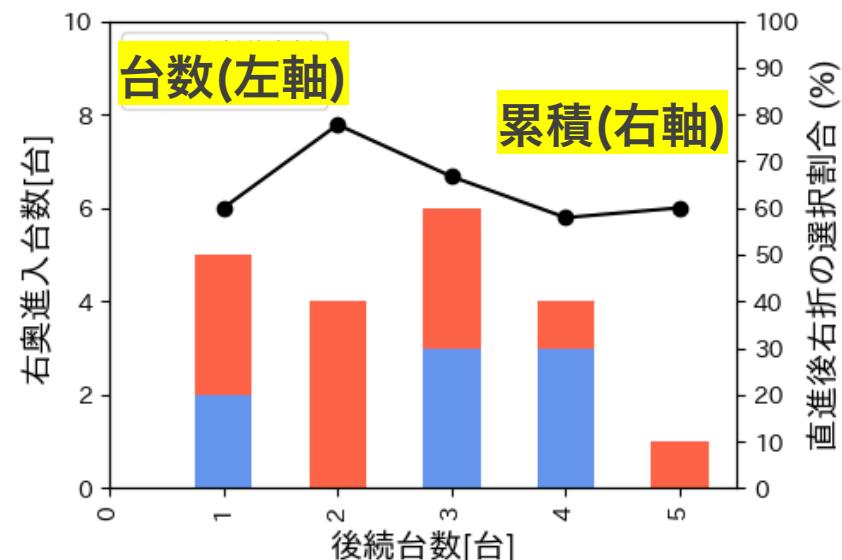
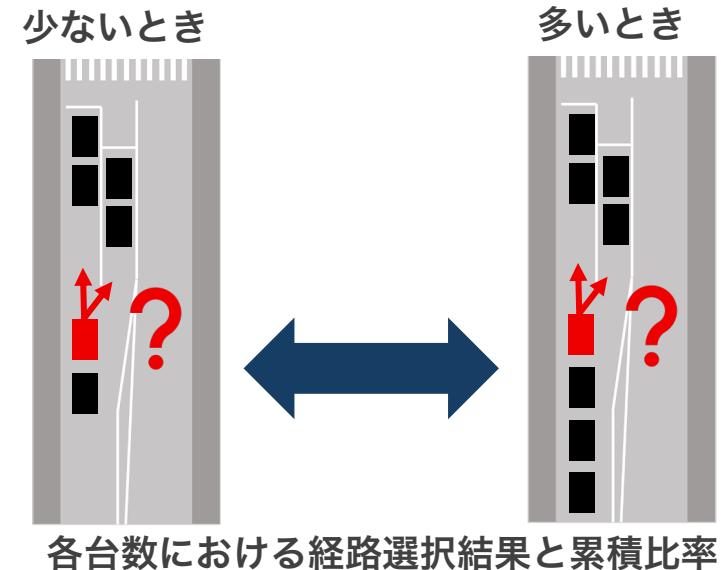
■ 台数の増加と選択比率の関係を整理

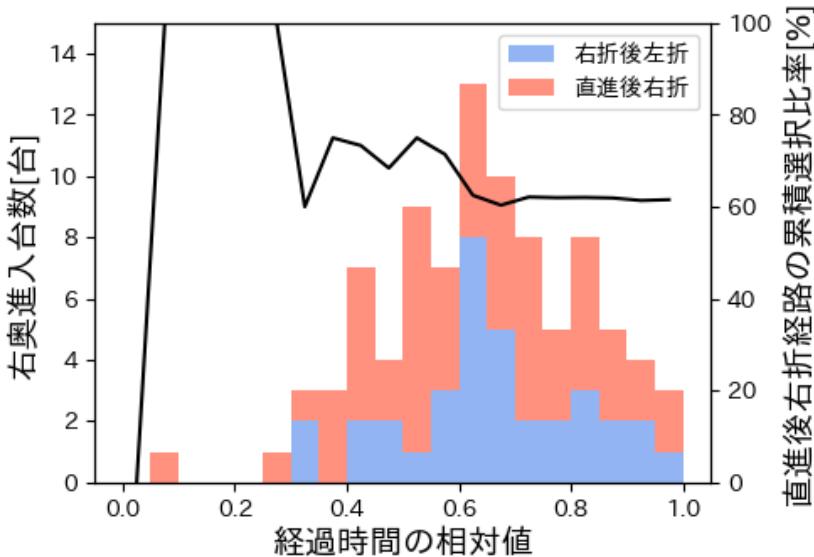
■ 仮説 :

- ◆ 右直待ち台数が同じときは後続台数が考慮され、台数の増加に伴って直進後右折経路が選択されにくくなる

■ 結果 :

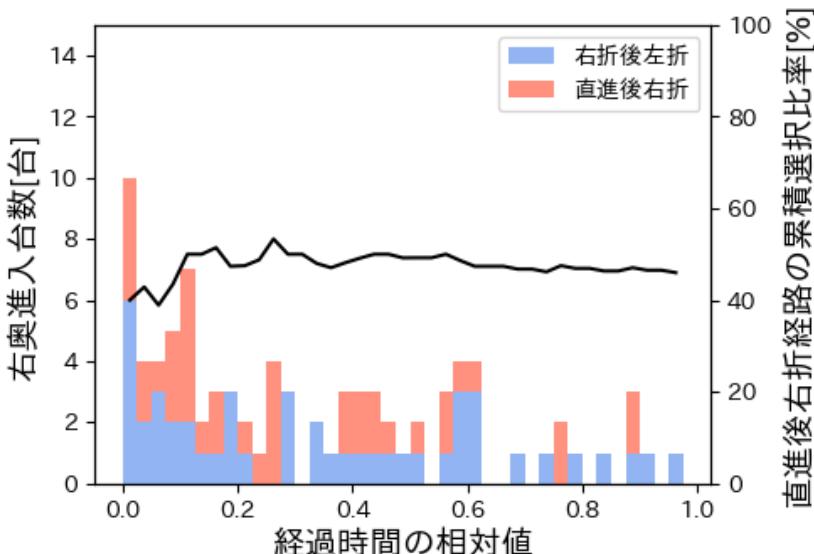
- ◆ 累積の直進後右折経路選択比率は2台以上で減少傾向





■ 青黄信号中

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は概ね横ばい



■ 赤信号中

- ◆ 直進後右折経路の累積選択比率は概ね横ばい

■ 入出庫待ち

	入庫待ち		出庫待ち	
	存在	非存在	存在	非存在
サンプル数	4	174	13	165
直進後右折	2	94	6	90
右折後左折	2	80	7	75

■ 右折待ち0台

	右折待ち	
	0台	0台でない
サンプル数	85	93
直進後右折	41	55
右折後左折	44	38

補足 | 各条件におけるサンプル数

29

■ 青黄信号中

右折待ち台数	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台
	35	24	14	12	2	3	1

■ 赤信号中

右折\直進	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台	7台	8台	9台
0台	4	4	7	7	13	7	4	2	1	1
1台	0	1	3	2	3	3	2	4	0	0
2台	1	1	1	1	1	3	0	2	1	0
3台	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4台	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
5台	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
6台	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7台	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

補足 | 直進後右折選択比率(実データ)

30

■ 青黄信号中

右折待ち台数	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台
	51	63	64	67	100	100	100

■ 赤信号中

右折\直進	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台	7台	8台	9台
0台	100	25	0	29	62	43	100	50	0	0
1台		0	100	100	67	0	0	25		
2台	0	0	100	100	100	34		100	0	
3台			100			0				
4台					0	0				
5台		100				0			0	
6台										
7台					100					

補足 | 直進後右折選択比率(モデル)

31

■ 青黄信号中

右折待ち台数	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台
	50	56	62	68	73	78	82

■ 赤信号中

右折\直進	0台	1台	2台	3台	4台	5台	6台	7台	8台	9台
0台	50	47	45	42	39	37	34	32	29	27
1台	56	54	51	48	45	43	40	38	35	33
2台	62	60	57	55	52	49	46	44	41	38
3台	68	66	63	61	58	55	53	50	47	45
4台	73	71	69	67	64	62	59	56	54	51
5台	78	76	74	72	70	67	65	62	60	57
6台	82	80	79	77	75	73	70	68	66	63
7台	86	84	83	81	79	77	75	73	71	69

補足 | 他地点との比較

32

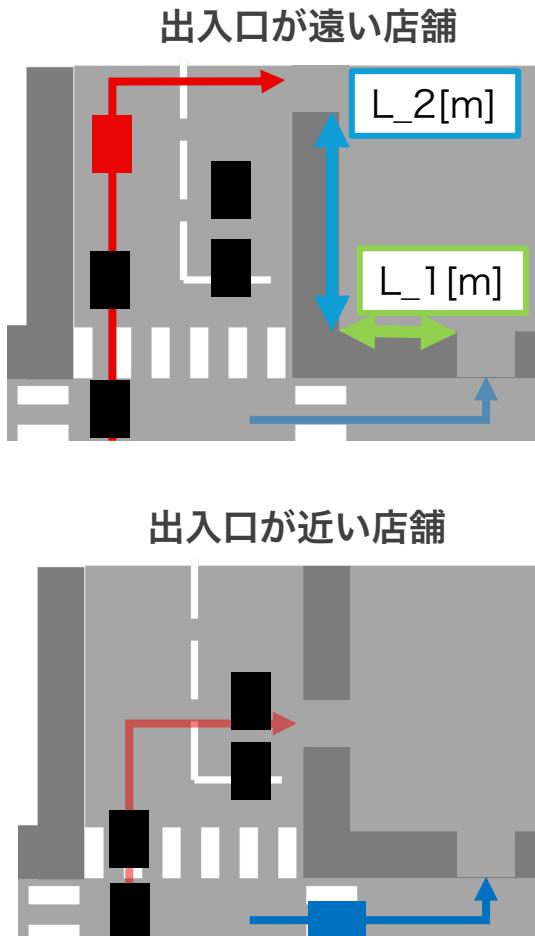
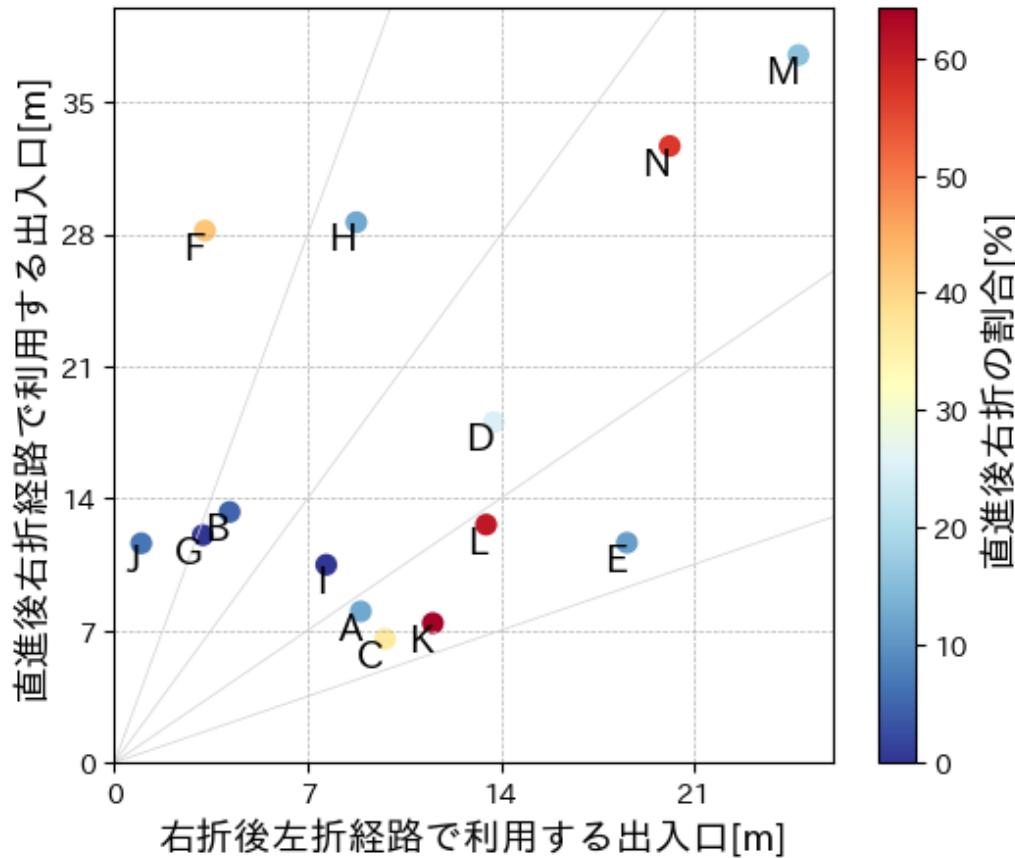
■ 全14地点において各地点1時間程度の観測を実施

	業種	観測日	観測時刻	観測結果[台/時]			
				合計	直進後右折	右折後左折	
A	コンビニエンスストア	2023/11/01(水)	10:00～11:12	6.6	0.8 (12.5%)	5.8	(87.5%)
B	コンビニエンスストア	2023/11/01(水)	12:14～13:32	15.4	0.8 (5.0%)	14.6	(95.0%)
C	弁当店	2023/11/01(水)	12:14～13:32	8.5	3.1 (36.4%)	5.4	(63.6%)
D	コンビニエンスストア	2023/10/31(火)	11:10～12:21	13.5	3.4 (25.0%)	10.1	(75.0%)
E	スーパーマーケット	2023/09/10(日)	12:15～12:57	12.8	1.4 (11.1%)	11.4	(88.9%)
F	ガソリンスタンド	2023/09/17(日)	11:17～12:37	14.3	6.0 (42.1%)	8.3	(57.9%)
G	飲食店	2023/10/07(土)	12:48～13:58	4.3	0.0 (0.0%)	4.3	(100.0%)
H	コンビニエンスストア	2023/10/14(土)	08:17～09:40	5.8	0.7 (12.5%)	5.1	(87.5%)
I	ドラッグストア	2023/10/14(土)	15:32～16:43	8.5	0.0 (0.0%)	8.5	(100.0%)
J	コンビニエンスストア	2023/10/15(日)	16:45～17:57	12.5	0.8 (6.7%)	11.7	(93.3%)
K	コンビニエンスストア	2023/10/22(日)	12:00～13:10	12.0	7.7 (64.3%)	4.3	(35.7%)
L	ガソリンスタンド	2023/10/22(日)	16:03～17:13	19.2	12.0 (60.9%)	7.7	(39.1%)
M	ドラッグストア	2023/11/04(土)	11:03～12:15	26.7	4.2 (15.6%)	22.5	(84.4%)
N	飲食店	2023/11/19(日)	11:02～12:15	11.5	6.6 (57.1%)	4.9	(42.9%)

補足 | 他地点との比較(出入口位置)

33

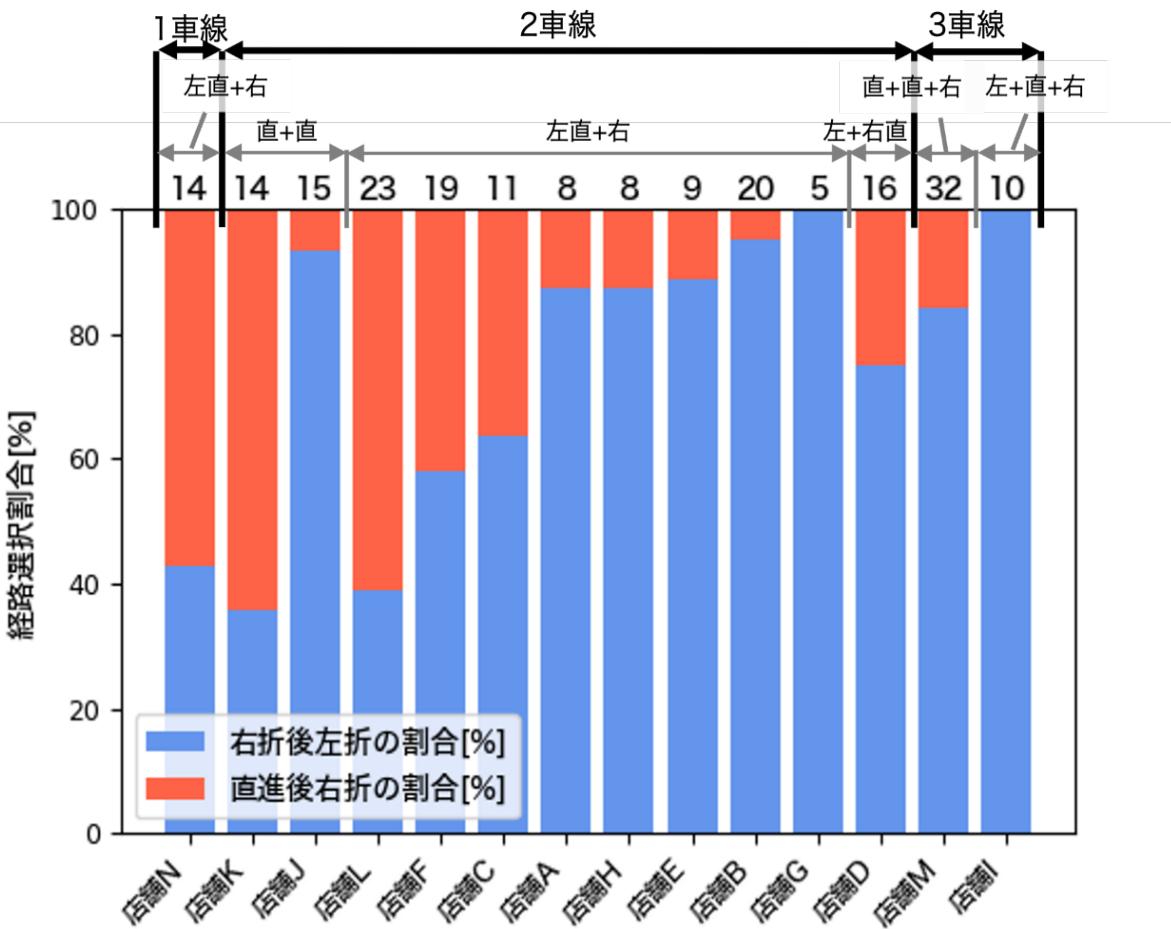
- 対象の観測地点は他店舗に比べて直進後右折経路で利用する出入口が交差点から離れている



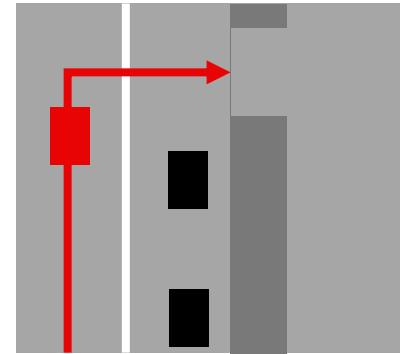
補足 | 他地点との比較(車線数)

34

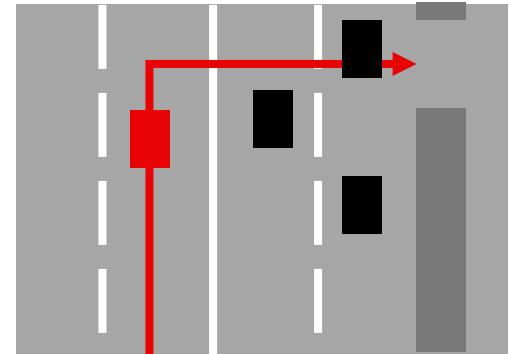
- 対象地点は直進後右折進入を行う際の車線数が1車線だが、多くの地点は2車線



跨ぐ車線が1車接



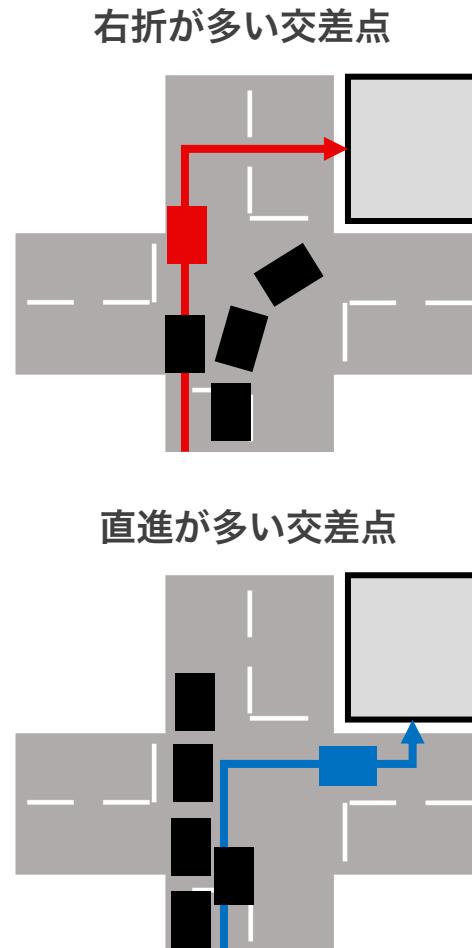
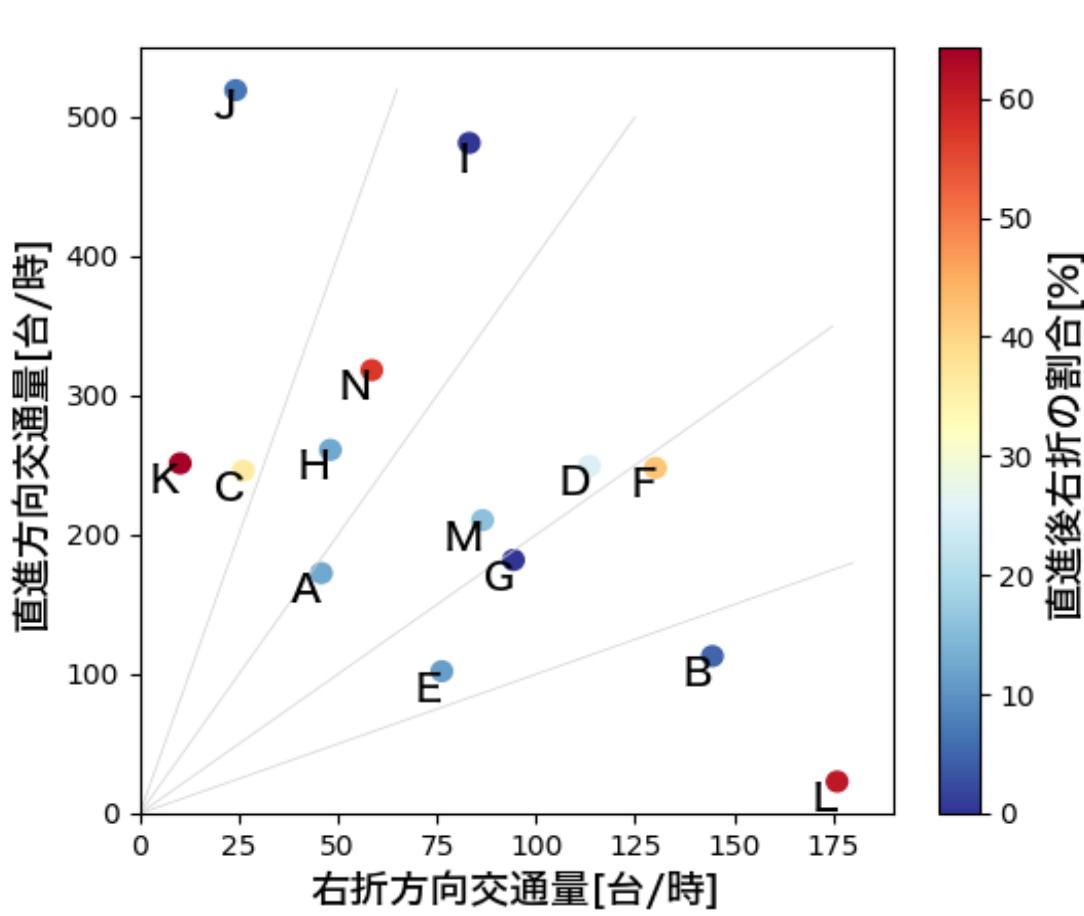
跨ぐ車線が3車線



補足 | 他地点との比較(交通量)

35

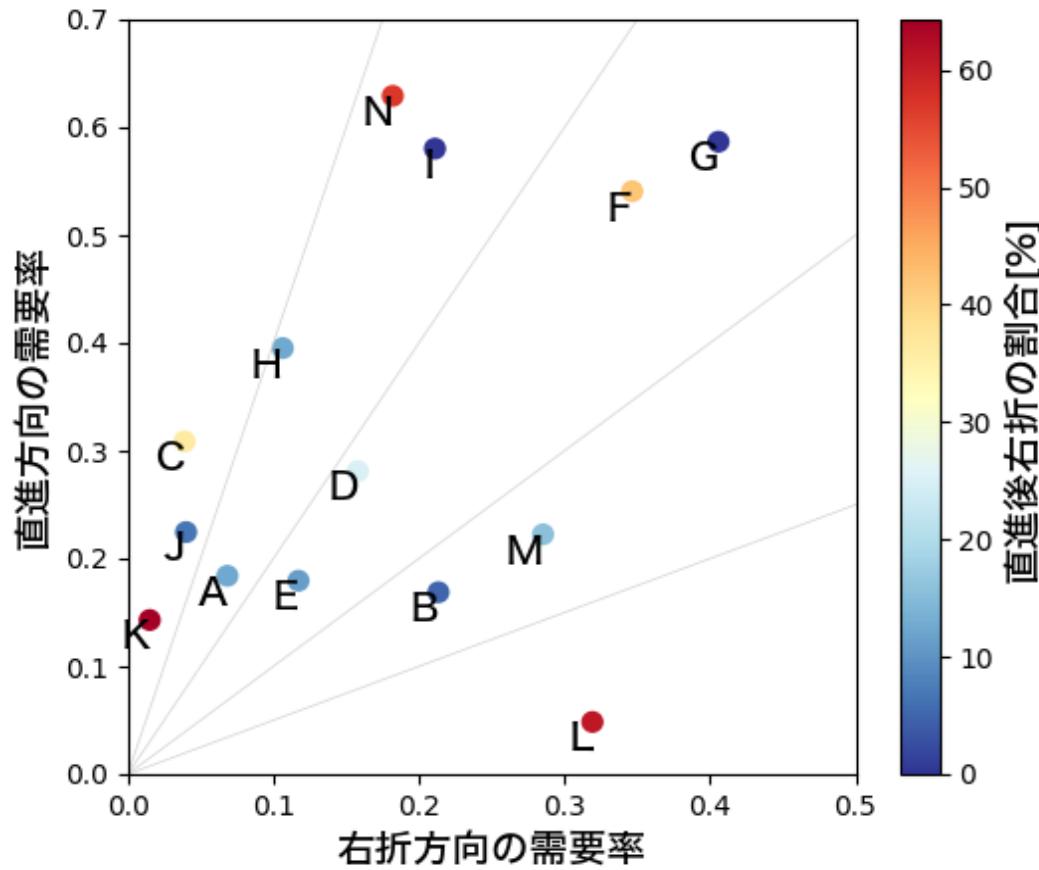
- 対象地点は直進方向の方が多い交差点
- 他地点と比べても特徴的な交通量ではない



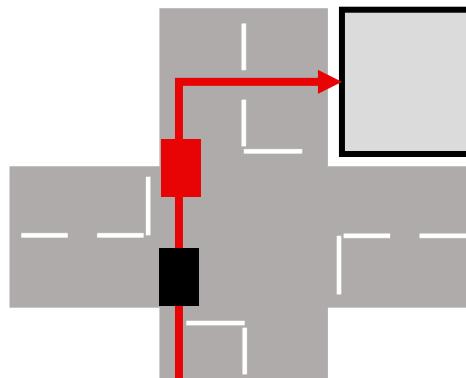
補足 | 他地点との比較(需要率)

36

- 対象地点は直進方向の需要率が大きい
→直進後右折進入で影響が増大しやすい可能性



直進に余裕がある交差点



直進に余裕がない交差点

