

交差点幾何構造に着目した異なる信号灯器位置 に対する車両挙動分析

小松 香貴¹・小根山 裕之²・柳原 正実³

¹学生会員 東京都立大学 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢一丁目一番地)

E-mail: komatsu-kouki@ed.tmu.ac.jp

²本会員 東京都立大学 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢一丁目一番地)

E-mail: oneyama@tmu.ac.jp

³本会員 東京都立大学 都市環境科学研究科都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢一丁目一番地)

E-mail: yanagihara@tmu.ac.jp

円滑で安全な信号交差点を実現するために、信号灯器位置が重要な要素と認識されている。特に、幾何構造の複雑な交差点において信号灯器位置の影響がより大きいと考えられるが、これらについて十分な知見は得られていない。そこで本研究では、ドライビングシミュレータ（DS）を用いた模擬走行実験により、幾何構造の複雑な交差点（広い中央分離帯、オーバークロス、五差路）と対照として単純な十字路交差点を対象として、信号灯器位置の違い（far タイプ、near タイプ）に対する車両挙動について、特に通過判断率及び右折時の停止回数に着目して比較分析を行った。

その結果、複雑な交差点では必ずしも near タイプで停止通過の判断が明確でないことと、いずれの交差点においても near タイプの方が右折時に判断に迷いにくいことが判明した。

Key Words: signal position, driving behavior, signal intersection, driving simulator, complex intersection

1. はじめに

日本では年間 309,178 件（令和 2 年）の交通事故が発生しており、そのうち交差点付近での交通事故の割合は 56.1% に上る¹⁾。近年では自動車に搭載されたカメラやセンサーなどによって運転をアシストする自動車が増え、運転する上での安全性は向上し、これによって交通事故も直近 10 年で比較をすると 48.3% も減少している²⁾。しかし、交差点付近での交通事故の割合は横ばいであり、依然として交差点での事故率の高さが課題となっている。また、交差点の交通安全対策として、交差点構造の改良や信号制御の変更など様々な対策が実施されている。一方、信号灯器位置も円滑で安全な信号交差点を実現するための重要な要素であるものの、これまで十分な注意が払われてきたとは言い難い。信号灯器の位置は、日本においては主に交差点に対して左奥に設置（以下 far タイプとする）されているが、ドイツやイギリスなどの諸外国では左手前の停止線付近（以下 near タイプとする）

に設置するのが標準である場合も多い。

far タイプでは、停止線の停止時に前方の信号を視認しやすく、交差点の停止線付近にて自流入部の信号灯器だけでなく、交差方向の信号灯器が視認できることから信号現示の変化を推測した運転行動が可能となるというメリットがある。一方、いわゆる見切り発進を誘発して安全上の課題となることも指摘されている。また、交差点を右左折したあとに交差方向の信号が見えてしまう場合もあり、これが自流入部の信号と誤認して追突の原因となる恐れもある。

一方、near タイプでは信号灯器位置が停止線手前にあることで、交差点進入後に信号灯器が視認できなくなり、歩行者や対向車のみ集中して交差点を通過できるというメリットが挙げられている。しかし、そもそも日本ではあまり見られない信号灯器配置であることから、導入の際、ドライバーにとって慣れないものであることから戸惑いが発生する可能性がある。また、右左折後に先詰まりで交差点内に取り残された際、従うべき信号が見え

ず、ドライバーによってはそのまま停車してしまう可能性もある。

以上のような背景のもと、著者らの研究グループでは信号灯器位置による運転挙動や安全性、円滑性などに関する研究を行ってきており、*near* の安全性、円滑性の観点からの一定の優位性が示されている。しかしながら、これらはいずれも単純な十字路交差点を対象としたものである。

一方、複雑な交差点では、*far* タイプであることのデメリットが指摘されている。単純な十字路交差点に比べて、複雑な交差点の方が交差点幾何構造、交通運用などにおいて配慮すべき点が多い。また、複雑な交差点における信号灯器位置による車両挙動の違いを把握することは、信号灯器位置、交差点幾何構造、交通運用との関係において車両挙動に影響を与える要因の理解につながる。結果的に、信号灯器位置の変更も含めたより適切な交差点安全対策の検討に資することが可能となる。

また、*near* の方に優位性があるとした場合でも、費用面や業務量などを考慮すると交差点灯器位置を全面的に入れ替えていくことは現実的ではない。しかし、複雑な交差点において安全性向上の観点から信号灯器位置の変更も含めた対策を実施することは十分に可能性がある。このようなピンポイントでの導入は日本において適切な信号灯器位置の検討を行っていく端緒となりうるものであり、重要だと認識している。

以上のような認識のもと、本研究では、十字路よりも複雑な交差点を対象として、信号の灯器位置の違い (*far* タイプと *near* タイプ) による運転挙動への影響を、ドライビングシミュレータ (以下 DS) を用いた模擬走行実験により明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

信号灯器位置について、Tang et.al.²⁾は国別に整理しており、アメリカ、カナダ、中国、インド、韓国などでは *far* タイプを採用し、ドイツ、イギリス、フランス、スイス、オーストラリアなどでは *near* タイプを採用している。また、近年では韓国で *near* タイプの導入も一部で行われており、Kim³⁾は韓国で実際に行われている異なる信号灯器位置の比較において、*near* タイプの停止線遵守率が高いと示している。

我が国においては、道路構造令の解説と運用⁴⁾において、信号灯器の信号面は交差交通から見えなくすべきと明記しているが、中村ら⁵⁾は実際の交差点では交差方向の信号灯器までも視認することができ、これによって現示の切り替わりタイミングが予測でき、見切り発進を誘発している恐れがあるという点を指摘している。大口⁶⁾

は論説の中で、特に多車線交差点における動線分離信号制御を対象として、灯器位置の再考が検討すべき課題であることを指摘している。これらは、より複雑な交差点において信号灯器位置がより重要な問題になることを示唆している。

一方、信号灯器位置に関する研究として、松田ら⁷⁾は DS を用いた実験により、*far* と *near* の比較を行っている。結論として *near* が *far* よりも同じ黄色切り替わりタイミングでも通過判断を下しやすいことと、発進反応時間が遅いことなどを示した。さらに、小根山ら⁸⁾は信号灯器位置に関する実験では実車実験を行っており、松田らと同様に黄色切り替わり時の通過、停止判断について *near* タイプの方が通過判断を下しやすい点、右折時には *near* タイプの方が右折開始が遅いという点を結論として示している。また、大木ら¹⁰⁾は、右折挙動における信号灯器位置の影響を DS 実験により分析し、右折時の視認場所が異なることや、ドライバー特性によって影響が異なることなどを示している。

ただ、これらの研究はいずれも十字交差点を対象としたものであり、幾何構造や交通信号制御が複雑なケースを対象としたものではない。本研究は、主として交差点幾何構造がより複雑になるケースを対象として、複雑な交差点において信号灯器位置の違いによる運転挙動への影響を明らかにしようとしている点が、既往の研究に対する新規性になる。

3. 実験概要

(1) 実施目的

運転挙動を記録したログデータの取得と実験後に被験者に対して行う実験に関する被験者属性や運転した感想などを主としたアンケートの取得を目的とする。

(2) 実施装置

本実験では、株式会社フォーラムエイトの UC-win/Road ドライブシミュレータ Ver 11, ver14 (図-1) を用いて実験を行う。なお、バージョンの違いによる運転挙動への影響はない。



図-1 ドライブシミュレータ筐体

(3) 実験設定

a) 全体設定

本コースでは交差点真上を片側 2 車線の高架道路が横断するいわゆるオーバーパス，中央分離帯と交差する交差点，五差路，対照実験用として十字路を設定した。また，far の信号灯器配置は交差点左奥と右手前に設置したものとし，near では交差点左手前に横型の主灯器と縦型の補助灯器を設置する。これによって交差点通過後にも信号灯器を確認できるのが far，確認できないのが near となる。

まず，それぞれの交差点における共通事項として，停止線と横断歩道の間隔は 2m，横断歩道の幅は 4m，横断歩道は車道と歩道の境界線から 3~4m 後退させる。信号灯器は，far タイプは，主灯器が交差点中央から奥 16m，歩道左端から 2.5m の位置に，補助灯器が交差点中央から手前 16m，歩道右端から 2.5m の位置にそれぞれ高さ 6m となるよう設置し，背面に対向流入用の灯器も設置した。また，near タイプは交差点中央から手前 16m，歩道左端から 2.5m の位置に，主灯器を高さ 6m，補助灯器を高さ 1.5m の位置に設置した。

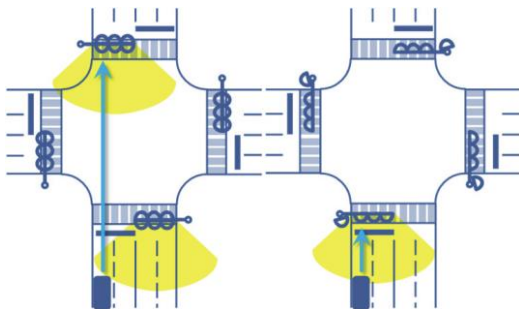


図-2 far タイプ交差点 (左) と near タイプ交差点 (右)

b) 複雑な交差点の設定

本研究では，オーバーパス交差点，中央分離帯と交差する交差点，五差路交差点を複雑な交差点として対象とした。以下，それらの交差点についての設定を列挙する。

・オーバーパス交差点

オーバーパスは交差方向の道路間の距離を 30m とし，オーバーパスにおける高架道路は交差点の道路面から 7m 上空に設置する。着目点として高架構造物の存在による信号目視の遅れ，主灯器の位置が停止線から大きく離れてしまうことによる信号目視の遅れ，far タイプにおける右折後に交差方向の信号灯器が確認できてしまうことによる信号の誤認の可能性について検証する。

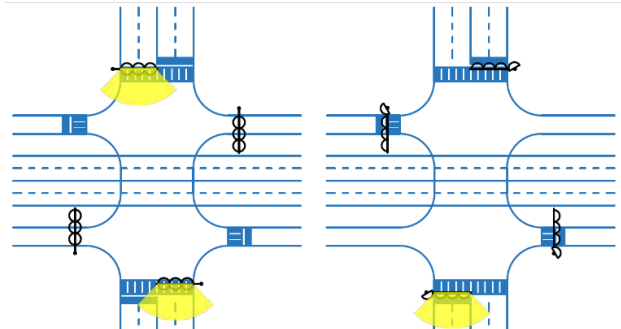


図-3 オーバーパスにおける far タイプ交差点 (左) と near タイプ交差点 (右)

・広い中央分離帯交差点

広い中央分離帯はオーバーパスがなくなった交差点であり，高架構造物がない部分では幾何構造は同様である。着目点として主灯器の位置が停止線から大きく離れてしまうことによる信号目視の遅れ，far タイプにおける右折後に交差方向の信号灯器が確認できてしまうことによる信号の誤認の可能性について検証する。

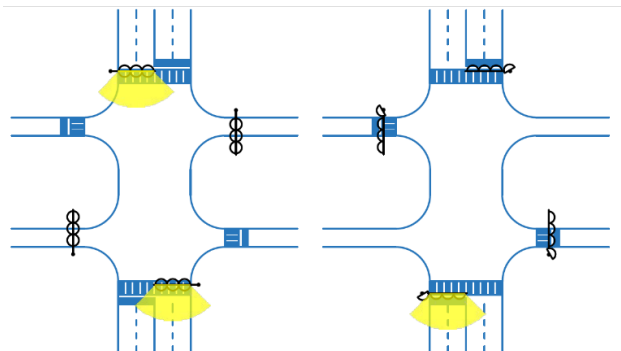


図-4 広い中央分離帯における far タイプ交差点 (左) と near タイプ交差点 (右)

・五差路交差点

五差路については十字路にさらに 45 度で交差する道路が加わったものとした。着目点としては 45 度で流入する道路と自車線双方の信号灯器の誤認や，far タイプにおいて多数の流入があることで停止線通過後に視認できる信号灯器の数が増え，信号灯器の誤認や目視の遅れをもたらす可能性を検証する。

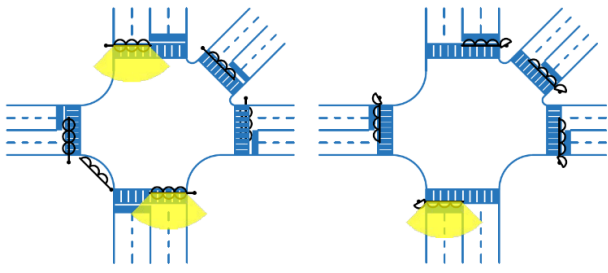


図-5 五差路における far タイプ交差点 (左) と near タイプ交差点 (右)

c) コース設定

コースは基本的に片側 2 車線道路とし、オーバースタックにおける側道や広い中央分離帯の道路に関しては片側 1 車線道路を設定する。交差点付近の車線運用に関して片側 2 車線道路は第 1 走行車線が直進左折、第 2 走行車線が右折とし、右折用の付加車線は交差点手前には設けなかった。全長約 5km のコースに実験対象となる交差点を 16 ヶ所設置し、交差点の間隔は 300m 以上とした。被験者には 60km/h を目安に図-6 に示す実験コースを走行してもらった。歩行者と歩行者用信号機は実験簡略化のため設置しないものとした。また、対向車については 500 台/時とした。

各コースには far タイプと near タイプが 1:1 程度の比率となるよう混在させた。現示パターンは赤、青、停止線 30m~100m 手前を 10m ごとにランダムに青→黄に切り替える計 10 パターンとした。また、このコースに対して、各交差点の far タイプと near タイプの配置 2 タイプを設定し、被験者に走行してもらった。具体的な交差点タイプとシナリオ、現示パターンの組み合わせを表-1 に示す。

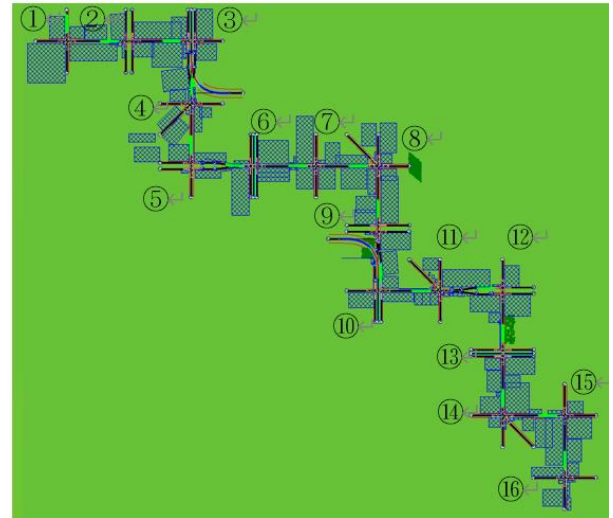


図-6 実験コース全景

表-1 交差点番号とシナリオの組み合わせ

		シナリオ番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
交 差 点 番 号	1 十字	Rn	Rn	Y30n	Y40n	Gf	Gf	Y70f	Y80f	Rf	Rf	Gn	Gn
	2 広い中央分離帯	Y80f	Y70f	Rf	Rf	Y40f	Y30f	Gn	Gn	Rn	Rn	Y50f	Y60f
	3 オーバースタック	Rf	Rf	Y30n	Y40n	Rn	Rn	Y60f	Y50f	Y70f	Y80f	Y70n	Y80n
	4 五差路	Y90n	Y100n	Gf	Gf	Y40n	Y30n	Rn	Rn	Y50f	Y60f	Rf	Rf
	5 広い中央分離帯	Rf	Rf	Rn	Rn	Y70f	Y80f	Gf	Gf	Y60n	Y50n	Y90n	Y100n
	6 オーバースタック	Gf	Gf	Y80n	Y70n	Gn	Gn	Y30n	Y40n	Y30f	Y40f	Y80f	Y70f
	7 十字	Y30n	Y40n	Y50f	Y60f	Rf	Rf	Y30f	Y40f	Y70n	Y80n	Y50n	Y60n
	8 五差路	Y30f	Y40f	Y80f	Y70f	Y100n	Y90n	Y60n	Y50n	Rf	Rf	Rn	Rn
	9 広い中央分離帯	Y70n	Y80n	Y50n	Y60n	Y90f	Y100f	Y90n	Y100n	Y40n	Y30n	Gf	Gf
	10 オーバースタック	Y100f	Y90f	Y90n	Y100n	Gf	Gf	Y40f	Y30f	Gn	Gn	Y50n	Y60n
	11 五差路	Y50n	Y60n	Y40f	Y30f	Gn	Gn	Y80n	Y70n	Y90f	Y100f	Y70f	Y80f
	12 広い中央分離帯	Y70n	Y80n	Gn	Gn	Y30f	Y40f	Y90f	Y100f	Y50f	Y60f	Y30n	Y40n
	13 オーバースタック	Y50f	Y60f	Y90f	Y100f	Y60n	Y50n	Rf	Rf	Y100n	Y90n	Rn	Rn
	14 五差路	Gn	Gn	Y80n	Y70n	Y50f	Y60f	Y30n	Y40n	Gf	Gf	Y100f	Y90f
	15 十字	Y100n	Y90n	Y50f	Y60f	Y70n	Y80n	Y90f	Y100f	Y50n	Y60n	Y30f	Y40f
	16 十字	Gf	Gf	Y90f	Y100f	Y70f	Y80f	Gn	Gn	Rn	Rn	Y100n	Y90n

備考：信号現示-(現示変化位置)-灯器位置、交差点番号は図6の左上から右下方向に番号を振った

例 Y80f→Y現示停止線80m手前far

d) 被験者設定と調査シナリオ

実験対象者は 20 歳~45 歳の男性 15 名であった。各被験者 12 シナリオを運転してもらい、走行順は表-1 で示した 12 種類のシナリオをランダムに割り当てた。

4. 分析結果

本実験では、分析対象として DS 実験で出力されたログデータと実験後に行った事後アンケートを基に分析を行った。ログデータは自車両の実験開始からの時刻、座標、速度、加速度、ブレーキ開度などが 0.05s ごとに出力されたものであり、そこから運転挙動の比較分析を行うにあたって停止線 100m 手前～流出側横断歩道より 50m の位置までを、停止線 100m 手前までは 10m ごとに、停止線通過後は 0.5s ごとにデータを抽出した。

(1) 信号切り替わり時の通過判断率

停止、通過判断は停止線からの切り替わり地点の距離が同じ距離であってもドライバーによって停止、通過の判断が分かれる場合があり、先行車両が停止判断、後続車両が通過判断を下すと、追突する可能性が出てくる。そのため、信号切り替わり時の通過判断は交差点における安全性に対して影響を与える可能性がある。以上の観点から、信号切り替わり時の停止線からの距離に対応する通過判断率を分析した。

本分析は停止線 30～100m 手前で信号が青から黄に変わるサンプルを抽出した。停止線から $x[m]$ 手前の信号切り替わり地点における速度を $v[m/s]$ とし、その地点から仮に停止線で停止するとした場合に必要となる減速度 $a[G]$ (以下、必要減速度) を算出した。必要減速度は次の式 (1) で表される。この値が小さい場合には停止が比較的容易であるのに対し、大きい場合には停止が困難な状況であることを示している。

$$a[G] = \frac{v^2}{2x} \times \frac{1}{9.8} \quad (1)$$

また、必要減速度 a を説明変数として、通過判断率をロジスティック回帰に当てはめた。回帰曲線の式は次の式 (2) で表される。

$$P = \frac{1}{1 + \exp\{-(b_0 + b_1 a)\}} \quad (2)$$

ここに、 b_n : パラメータ。

以下、交差点タイプ毎のパラメータ推定結果を表-2 に、必要減速度 a と通過判断率の関係図-7～14 に示す。なお、図中において実際に停止したサンプルは通過判断率 0、通過したサンプルは通過判断率 1 としてプロットした。

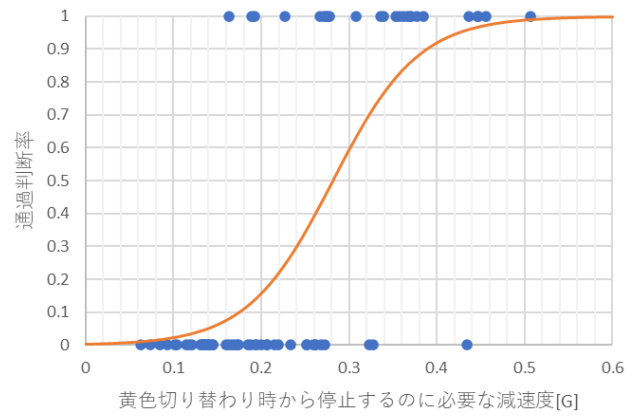


図-7 十字路 (far タイプ)における通過判断率

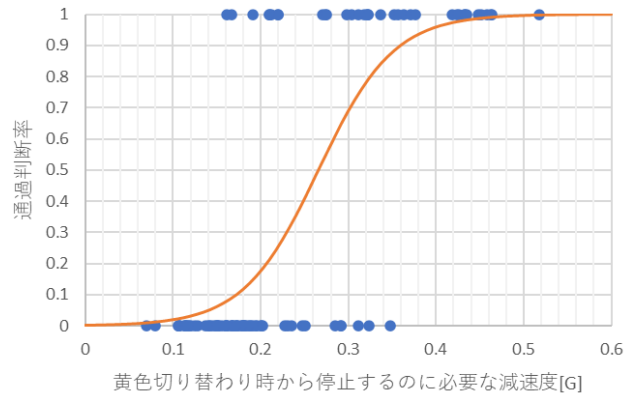


図-8 十字路 (near タイプ)における通過判断率

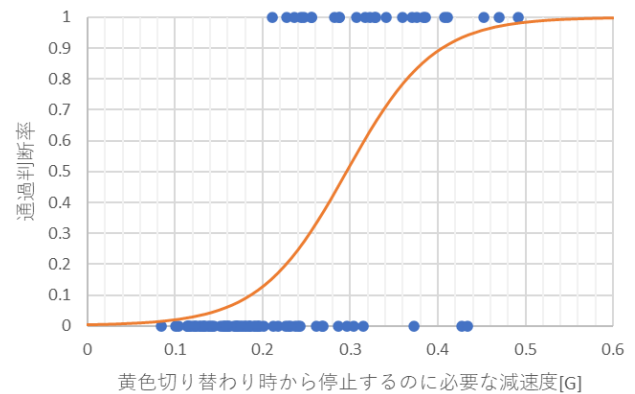


図-9 オーバーパス (far タイプ)における通過判断率

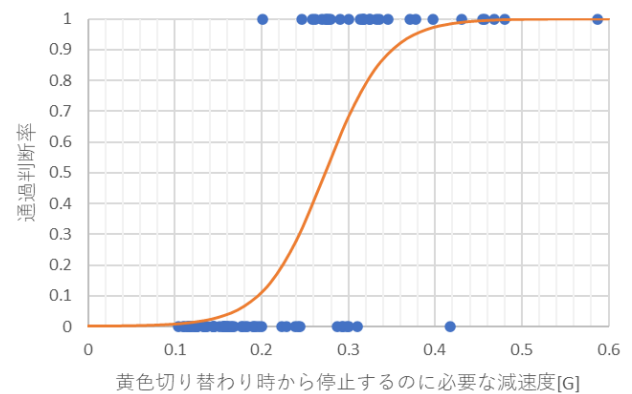


図-10 オーバーパス (near タイプ)における通過判断率

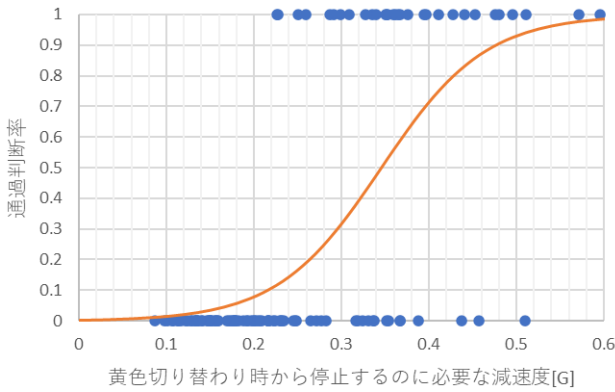


図-11 広い中央分離帯(farタイプ)における通過判断率

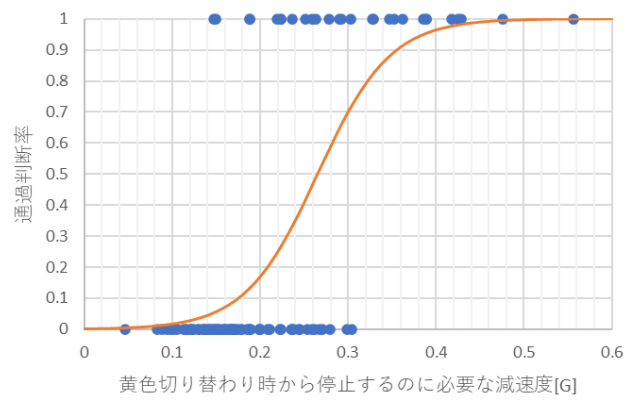


図-13 五差路(farタイプ)における通過判断率

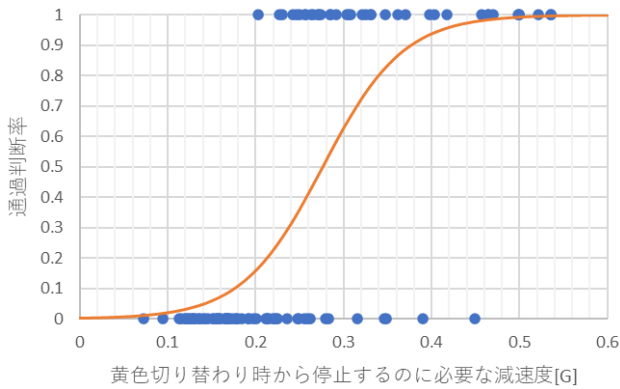


図-12 広い中央分離帯(nearタイプ)における通過判断率

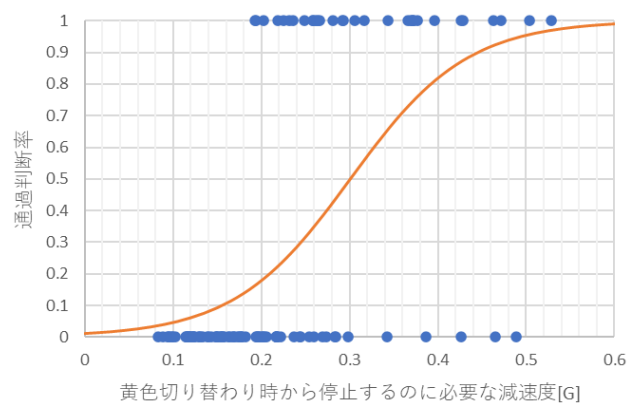


図-14 五差路(nearタイプ)における通過判断率

表-2 通過判断率のパラメータ

交差点	十字路		オーバースタ		広い中央分離帯		五差路		
信号灯器位置	far	near	far	near	far	near	far	near	
パラメータ	b_0	-5.80	-6.24	-5.98	-7.79	-5.81	-6.06	-6.46	-4.58
	b_1	20.6	23.5	20.2	28.5	16.8	21.9	24.3	15.2
疑似決定係数 R^2	0.457	0.498	0.393	0.534	0.390	0.432	0.667	0.306	

以下、各ケースについて考察を加える。なお、 b_1 が大きいと必要減速度 a の変化に対する通過判断率の変化が大きく、停止、通過の判断がより明確であることを示している。

まず、十字路については、near タイプの方が b_1 の値が大きく、停止通過判断が明確であるという結果であった。これは既往の研究⁸⁾同様の結果である。要因としては、オーバースタと同様に near タイプの方がドライバーにとって交差点接近時に信号が近くに見えるように見えるため、余裕を持って判断する事ができるためであると推測される。

次に、オーバースタについてみると、図-9のように far タイプでは 0.2G 以下の必要減速度で全てのサンプルが停止することが出来ており、0.3G 以上では大半のサンプルが通過の判断を下している傾向であった。一方、図-10のように near タイプでは同様の傾向がより明確に現れており、パラメータについても near タイプの方が b_1 の値が大きく、far タイプよりも判断が明確であることが示

唆される。near タイプの方がドライバーにとって交差点接近時に信号が近くに見えるように見えるため、余裕を持って判断する事ができているものと推察される。また、後述する広い中央分離帯よりも、停止したサンプルの必要減速度のばらつきは少なかった。要因としてまず、オーバースタでは高架構造物が交差点内に設置されていることで、交差点接近時の距離感をつかみやすかったものと考えられる。加えて、特に far タイプでは高架構造物によって主信号灯器が隠れ、補助灯器を用いてドライバーが停止通過の判断を早く下すことができたと考えられる。十字路と比較すると、far タイプ、near タイプとも全体的に似た傾向であり、停止、通過の必要減速度、 b_1 の値のいずれも十字路に近い値であった。特に near タイプについてはやや b_1 の値がオーバースタの方が大きく、0.2G 以下での通過がなかったことから、十字路以上に余裕を持って判断できたものと見られる。

次に、広い中央分離帯において、図-11 のように far タイプではオーバースタよりも停止したサンプルの必要減

速度の幅が広い一方、十字路にはあまり見られなかった 0.4G を超えるような大きい必要減速度で停止しているサンプルは far タイプ, near タイプともに見られた. b_1 の値で十字路と比較をしても両タイプとも十字路よりも値が小さくなった. これは, 交差点の規模が大きく, オーバーパスでの高架構造物のような規模の大きさが判断できるような情報が少なく, かつ, 十字路のような単純な幾何構造よりも判断に迷うドライバーが多かったためであると考えられる.

五差路においては他の 3 交差点と異なり, far の方が β_1 の値が near タイプよりも大きく, far タイプの方において停止通過判断がより明確になっていることを示唆する結果となった. また, 通過したサンプルについては信号灯器位置による差は明確にはなく, 停止したサンプルにおいて far タイプは 0.3G 以下で停止しているもののみであった一方, near タイプでは 0.5G 近い必要減速度で停止しているなど無理な停止をしたものがいくつか見られた. 考えられる要因として交差点接近時に左手前 45 度の方向に接続している流入路が影響していることが考えられるが, より詳細な検討が必要である.

(2) 交差点内停止回数

全事故のうち, 84% を占める車両相互の事故¹⁾の中で交差点での右折車両と直進車両との事故, いわゆる右直事故は追突, 出会い頭に次いで 3 番目に高い. 本分析は, 交差点での対向車交通流に対して右折するタイミングを見計らう際, 迷っていると何度も繰り返しブレーキを踏み, 停止することで迷いが生じる場合がある. 何度も迷っている場合, タイミングを誤ってしまい, 先述したような右直事故など交通事故を発生させてしまう恐れがある. そこで本研究では, 交差点内停止回数を右折時の安全性に関する指標としてとらえ, 信号灯器位置との比較によって分析する.

本分析では, 右折する車両を対象に停止線以外に交差点内で停止した回数をカウントする. 停止回数 0 回(停止線を過ぎて 1 度も止まらずに右折した)サンプルは迷っていないものとタイミング良く右折できたものが混在しているため, 1 回以上停止したサンプルのみを対象とする. また, 交差点接近時に青信号表示であるケースについては停止線通過後においても信号現示が変わらず, 対向車がいる場合には通過することが容易に予測され, 信号切り替わり時の挙動とは異なることが想定されることから, 対象外とした. なお, 青現示は現示の変化によって運転挙動に変化が出ないよう, 常時青現示としている.

各交差点タイプの分析結果を図-15~18 に示す. far, near 両タイプ毎に停止回数の発生率(相対度数)を棒グラフで, 累積相対度数を折れ線グラフで示した.

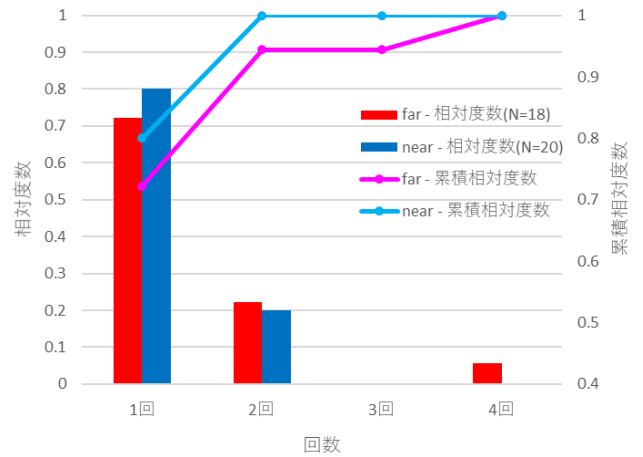


図-15 十字路における交差点内停止回数

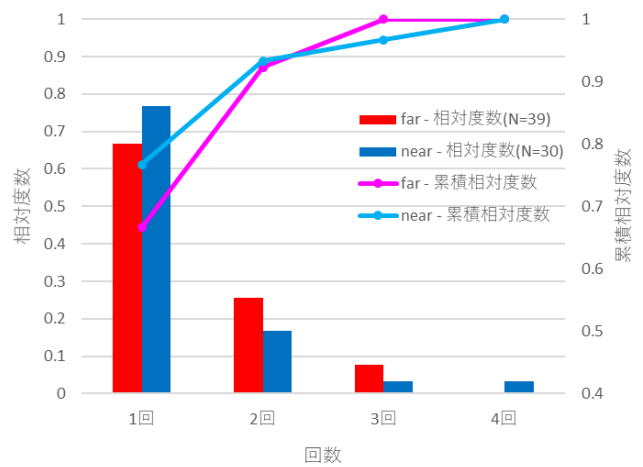


図-16 オーバーパスにおける交差点内停止回数

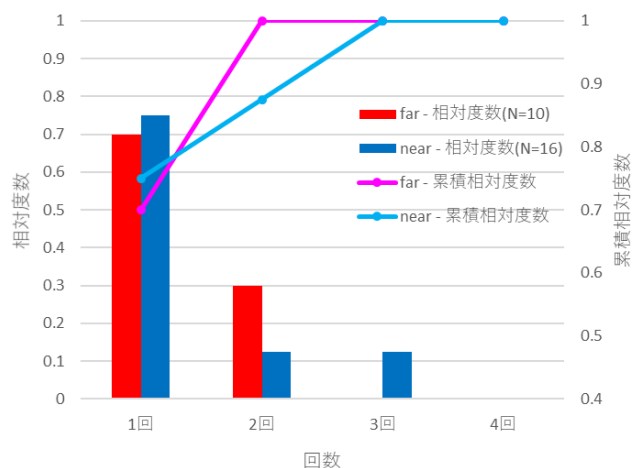


図-17 広い中央分離帯における交差点内停止回数

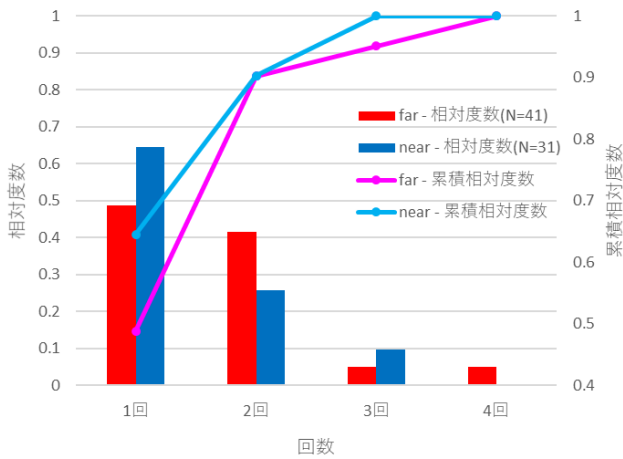


図-18 五差路における交差点内停止回数

まず、全体としていずれの交差点においても *near* タイプの方が *far* タイプよりも 1 回停止の発生率が多かった。*far* タイプにおいて、主信号灯器と対向車両の両方を注視してしまうことで、右折判断がしづらくなった一方、*near* タイプでは対向車両の挙動のみで判断ができるため、1 回停止の割合が多くなったものと考えられる。

ただし、1 回停止の発生率が概ね 7~8 割なのに対し、図-18 の五差路では低く、特に *far* タイプでは 49% と他の交差点に比較して最も低い発生率であった。原因として、*far* タイプでは停止線通過後に他の交差点と同様に注視箇所が対向車、主信号灯器に加えて左手前 45 度方向からの流入路の灯器までもが見えてしまい、視覚的情報が増えてしまったことが原因と考えられる。

次に、2 回以上停止に着目すると、いずれの交差点においても *far* タイプの方が *near* タイプよりも停止回数の発生率が高かった。これは、*far* タイプの 1 回停止における発生率が低いことに起因しており、主信号灯器と対向車両の両方を注視してしまうことで右折判断に迷いが出た結果、停止回数が増えたものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、十字路よりも複雑な交差点を対象として、信号の灯器位置の違いによる運転挙動への影響を明らかにすることを目的として、DS を用いた模擬走行実験による通過判断率の分析と交差点内停止回数の分析を行った。以下、本研究で得られた主な成果を示す。

まず、通過判断率の分析から五差路を除く 3 交差点では *near* タイプの方が停止通過の判断が明確である一方、五差路のような結果も得られたことから、複雑な交差点では必ずしも *near* タイプで停止通過の判断が明確であるとは限らないということが判明した。

また、交差点内停止回数の分析からいずれの交差点においても *near* タイプの方が *far* タイプよりも 1 回停止の発生率が多かった。1 回停止の発生率が概ね 7~8 割なのに対し、五差路では低く、特に *far* タイプでは 49% と他の交差点に比較して最も低い発生率であった。停止線通過後に他の交差点と同様に注視箇所が対向車、主信号灯器に加えて左手前 45 度方向からの流入路の灯器までもが見えてしまい、視覚的情報が増えてしまったと推察される。

今後の課題として、通過判断率における五差路の *far* タイプの優位性を裏付ける原因の詳細な究明を進めていくと同時に、停止回数でのサンプル数不足の観点から、今後実験数を増やし、サンプル数を増やした上で分析を深めていく必要がある。

更に、X 字交差点や食い違い交差点のような今回対象としなかった幾何構造の要因や、車線別制御、動線制御などの複雑な交通制御要因などについても検討を行い、交差点の複雑さを規定する要因と灯器位置の組み合わせによる車両挙動への影響について、検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：令和 2 年中の交通事故の発生状況，2021。
- 2) Keshuang Tang, Manfred Boltze, Hideki Nakamura and Zong Tian Global Practices on Road Traffic Signal Control Fixed-Time Control at Isolated Intersections, WCTRS, pressed by Elsevier 2019.
- 3) Jin-Tae Kim Effects of Traffic Signal Locations on Stop Line Compliance of Vehicle Drivers in Korea Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.10 No.99 2015.
- 4) 社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2015。
- 5) 中村英樹：合理的な道路幾何構造設計と交通運用実態に関する海外学術調査，科学研究費補助金報告書基盤研究 (B)17404010 2007。
- 6) 大口敬：多車線交差点における信号制御技術，交通工学，Vol.44 No.3 2009。
- 7) 松田啓輔：灯器位置が異なる交差点の混在に着目した信号切り替わり時の運転挙動に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学 Vol.74 No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻)，pp. I_1315-I_1325 2018。
- 8) 松田啓輔，柳原正実，小根山裕之：灯器位置に着目した信号切り替わり時の運転挙動に関する DS 実験，交通工学論文集，Vol.4 No.1 pp.A_120-A_128 2018。
- 9) 小根山裕之，新倉聡，柳原正実，大口敬：灯器位置に着目した信号切り替わり時の運転挙動に関する実車実験，生産研究，Vol. 72 No. 3 pp. 269-274 2020。
- 10) 大木裕貴，柳原正実，小根山裕之：信号灯器の設置位置が右折挙動に及ぼす影響に関する研究，交通工学論文集，Vol.7, No.2, pp.A_298-A_306, 2021。

(2021.10.1 受付)