

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DS実験

松田 啓輔¹・柳原 正実²・小根山 裕之³

¹非会員 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail:matsuda-keisuke@ed.tmu.ac.jp

²正会員 首都大学東京大学院都市環境科学研究科

³正会員 首都大学東京大学院都市環境科学研究科

交差点の安全性や効率性について、交差点構造や現示パターンに着目した研究はあるが、信号灯器の位置に着目した研究は少なく、灯器位置の違いによる運転挙動の違い等の知見も十分に得られていない。

そこで本研究では、信号灯器の位置の違いや異なる交差点タイプの混在による、運転挙動や行動判断、反応時間の違いについての有用な知見を得ることを目的とし、信号灯器の位置が運転者に与える影響について、ドライビングシミュレータを用いた実験により得られた運転挙動データを分析した。信号灯器の位置は、現在日本で主流の交差点の右手前・左奥と、ドイツなどで主流の交差点の左手前で実験を行った。分析結果より、通過・停止の行動判断や、停止・発進時の反応時間に違いがみられ、異なる交差点タイプの混在は危険な挙動を引き起こす可能性を示した。

Key Words : *signalized intersection, driving behavior, driving simulator, switching traffic signals, lamp position*

1. 研究背景・目的

我が国では年間536,899件（平成27年）の交通事故が発生しているが、その中で交差点における交通事故の発生件数は全体の54.2%にも上っている¹⁾。またその対策として交差点構造や現示パターンを適切に設定し、安全かつ円滑な交差点環境を構築することが求められている。

しかしそのような対策の前提として、信号灯器が適切な位置にあるということが挙げられ、その前提が、安全かつ円滑な交差点環境の構築のために重要となる。

そもそも信号灯器とは、停止線での運転者の停止発進の判断の基準となる信号表示を提示するものであり、停止・通過の判断においては、停止線上流150mの位置から信号面が視認できること（道路交通法施行規則第4条）、発進においては、停止線で停止している状態で信号面を視認・判断できることが求められる。従って、信号灯器と停止線は対の関係であり、停止線と対応する信号灯器の関係が、運転者に明確に認識されなければならない。

信号灯器の位置は、通常、日本では交差点左奥（正対灯器）と右手前（補助灯器）（以下、*far*と称す）が主流となっているが、ドイツなど諸外国では交差点左手前の

停止線直近（以下、*near*と称す）が主流となっており、ところも多い。

*far*では、周辺交通から信号面が見やすいため、次現示を予測しやすく、次の行動に移りやすいというメリットがある。しかし、信号灯器と停止線がどうしても離れてしまうため、複雑な形状をした交差点では信号灯器と停止線の対応が判断しにくい場合がある。それに対して *near*では、停止線の直近に信号灯器が設置されているため、停止線と信号灯器の対応関係が容易に判断できるといふメリットがある。その一方、周辺交通から信号面が見えない、もしくは見づらくなるため、次の行動に移りにくくなるというデメリットがある。しかし、次現示が予測できると、見切り発進などを誘発することが指摘されており⁶⁾、その面では *near*が有用と言える。

日本において、*far*が主流となっていることについて十分な議論が行われたとは言い難い。その結果、日本では信号灯器の設置位置に関しての統一された細かな法令はなく、現状としては各都道府県の公安委員会で独自の取り決めがなされている。

また、ドイツなどですでに一部運用されている動線別制御や方向別制御などの信号制御は、車線ごとに灯器を割り当て、それぞれ異なった信号制御を行うため、他車

線の信号面が見えることで誤認識等を誘発する恐れがあり、他車線の信号面が見えないことが理想とされている。従って、日本においてもnearでの信号灯器の設置に対しても一考の余地があると考えられる。

しかし、灯器位置に着目した研究は少なく、nearとfarで運転挙動がどのように変わるか、などの知見は十分ではない。

このような問題意識のもと、松田ら⁹⁾は灯器位置の違いに着目したドライビングシミュレータ（以下、DSと称す）を用いた実験を行い、運転挙動や反応時間の変化を明らかにした。この実験では異なる交差点タイプが同一のコースに混在するとともに、farタイプ交差点では信号灯器が交差点左奥に1機だけという設定を想定していた。しかし、これらの設定は必ずしも現実的な設定とは限らない。例えば、現在はfarのみの交差点構成であるが、仮にnearに置き換わった状態を考えると、nearのみの交差点構成になる。このような交差点構成の違いは運転車の判断に影響を与える可能性が高いと考えられる。また、farタイプの信号灯器設置位置では実際には交差点の右手前にも補助灯器があり、それぞれの信号灯器の裏面にも逆方向用の信号灯器が取り付けられている。

そこで本研究では、信号の灯器位置の違い（farまたはnear）や、松田ら⁹⁾と比べ、より現実に近い信号灯器や交差点の構造、さらに異なる交差点タイプの混在に着目し、運転挙動や通過・停止判断、反応時間の違いについて、DSを用いた模擬走行実験のデータをもとに比較分析を行い、より適切な灯器位置の検討に資する有用な知見を得ることを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

信号切り替わり時の運転挙動については多くの既往研究がある。佐々木ら³⁾は、右折専用現示から交差方向現示への信号切り替わりに着目し、切り替わり前最終車と切り替わり後先頭車の交錯点通過時間差は、切り替わり前最終車の停止線通過時間との相関が強いということ、また、多くの交錯組み合わせにおいて、交錯点通過時間差はかなり余裕があることを明らかにしている。これはつまり、切り替わり前最終車の停止線通過時間を制御することができれば、交錯点通過時間差を十分に設けることができ、すでに十分な交錯組み合わせにおいては、現在余分となっているクリアランス時間を削減できる可能性があるということが示されている。小野ら⁴⁾は、現在日本で行われている交差点長を考慮した全赤時間の設定では適正な設定が行われておらず、ドイツで行われている、交錯点（コンフリクトポイント）を考慮した設定と比べると、現在の全赤時間を1秒近く短くできる可能

性を示している。

このように、交錯点通過時間差を長くすることができればさらなる全赤時間の短縮が可能となり、十分な安全性を確保しながら、より効率的な交差点運用が可能となることが考えられる。しかし、これらの分析はいずれも現状の灯器位置（far）を前提としており、灯器位置については言及されていない。

一方、道路構造令の解説と運用⁵⁾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あることについて中村ら⁶⁾は、現在の日本で、流入路に対して左向こう側に設置された信号灯器において、交差交通からも信号面を視認することができるため、運転者の現示切り替わりタイミングの予測を可能とし、このことが見切り発進を誘発しているおそれがあることを指摘している。

以上の現状を踏まえ、本研究に先立って実施した松田ら⁹⁾の研究では、灯器位置を交差点奥から交差点手前に変えた際の運転挙動や反応時間の変化について、nearタイプ交差点はfarタイプ交差点に比べ通過判断傾向が強いこと、farタイプ交差点はnearタイプ交差点に比べ発進反応時間が短いことなどを、DSを用いた実験により明らかにした。しかし、同一の実験コースに異なるタイプの交差点が混在しており、現実では交差点の左奥と右手前に1機ずつという両面信号灯器の配置が一般的な中、farタイプ交差点の信号灯器は交差点左奥に1機のみしか配置していなかった。

本研究には、運転挙動や運転者の判断について、松田ら⁹⁾の研究と比べ、より現実的な実験設定のもとで、信号灯器の位置の違いや異なる交差点タイプの混在に着目して、DSを用いて実験的にそれらを比較分析したところに新規性がある。

3. 実験手法

本研究では、信号灯器を日本では馴染みのない位置に変え、さらに信号切り替わり時という事故発生リスクの高い状況を対象として運転者の挙動変化を調査分析するため、実路での調査・データ収集は多くの困難がある。そのため、DSを用いて仮想空間上にコースを作り、被験者にそのコースを疑似走行してもらうことでデータを収集する。以下、実験手法の詳細を示す。

なお、本実験は首都大学東京の倫理委員会の承諾を得て行っている。

(1) 実験概要

本実験では、実験コースに、実験対象とする交差点として、信号灯器を交差点左奥と右手前に設置した交差点（farタイプ交差点）、あるいは交差点左手前のみを設置

した交差点（nearタイプ交差点）を配置し、それぞれの交差点で異なる信号切り替わりのタイミングを与えた。また、交差点タイプや信号切り替わりのタイミングを変えたケースを8パターン作成し、被験者にその中の2, 3ケースを走行してもらうことで運転挙動データ（ログデータ）を取得した。図-1に実験道路平面図を示す。また表-1に実験設定一覧を示す。ここで、交差点タイプ“mix”はfarタイプ交差点とnearタイプ交差点が同一コース上に混在していることを意味し、交差点タイプmix1,2は交差点タイプの出現順序が異なる。

DS実験後には、アンケート調査も行い、年齢や実験中に感じたことなど計4項目の質問に回答してもらった。表-2にアンケート項目を示す。

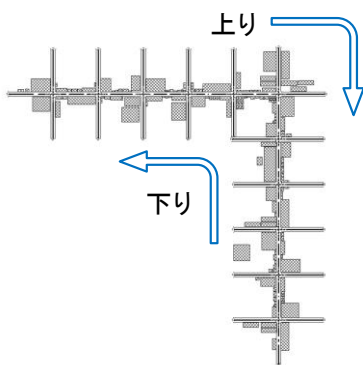


図-1 実験道路平面図



図-2 実験風景

表-1 実験設定一覧

ケース	交差点タイプ	走行経路	対象交差点数	信号切り替わり地点
1	far	上り	8	停止線手前 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110m
2	far	下り		
3	near	上り		
4	near	下り		
5	mix1	上り		
6	mix1	下り		
7	mix2	上り		
8	mix2	下り		

表-2 アンケート項目

1	年齢
2	運転しづらいと感じたか (YES→3へ, NO→5へ)
3	運転しづらいと感じた信号灯器の位置
4	運転しづらいのはどんなときか
5	運転しやすいと感じた信号灯器の位置
6	運転しやすいと感じた理由

(2) 実験装置

本実験では、FORUM8社のドライブ・シミュレータを用いて実験を行った。図-2に実験風景を示す。

(3) 実験装置実験に用いる道路の設定

実験に用いる道路は、車線幅員3.25m、全長約3kmの片側2車線市街地一般道路（第4種第1級程度）を再現し、交差点直近の車線運用は、左車線から左折直進、右折直進とした。交差点は、200m以上の間隔をあけて設置し、交差点での停止線間の距離は約40mとした。

また、できるだけ現実との乖離を防ぐため、実験道路の周辺には構造物を配置し、実験コースの途中には、不自然さ解消を目的とする右左折行動のための実験対象ではない交差点を配置した。

(4) 実験における交差点構造

本実験で用いる交差点は、停止線外端の位置を交差点中央から約20mの位置に設定した。歩行者用信号は、信号切り替わりを予測させるため、本実験では設置せずに実験を行った。

信号灯器は、farタイプ交差点では高さ6mの一般的な横型灯器を各位置に1機ずつ設置し、nearタイプ交差点では高さ6mの横型灯器に加え、停止線停止時に信号が確認できるよう、信号柱の高さ1.5mの位置に縦型の補助灯器を設置し、車道側に水平に30°だけ傾けた。図-3にnear・far両タイプ交差点周辺の信号灯器配置を示す。また、図-4にそれぞれの停止線手前約20mから見たDS上の交差点画像を示し、farタイプ交差点に関しては交差点全体図も示す。

(5) 実験における信号制御

本実験では、信号切り替わり時の運転挙動について分析を行うため、意図的に信号の切り替わりを制御した。制御方法として、運転者が交差点上流のある地点を通過した際に信号の現示が青から黄へと切り替わるよう設定した。この場合、信号の切り替わり地点がそれぞれ停止線手前40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110mとなるように設定した。

また、信号の現示切り替わりを予見した運転行動とな

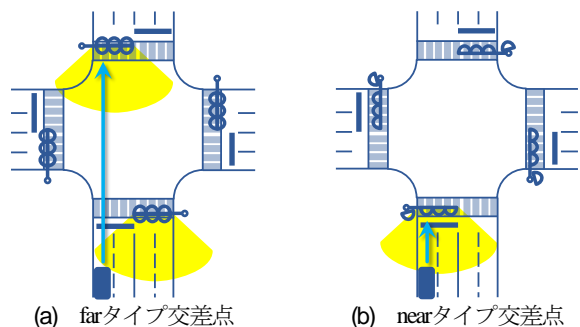


図-3 交差点周辺の信号灯器配置

るのを避けるため、一部交差点では青信号のまま通過できるように設定した。

実験コース作成の際に、信号の切り替わり地点は、同一ケースで40～110mが一つずつ現れるように設定し、順序はケース1～4ではただランダムに、ケース5～8では交差点タイプでの偏りがないよう設定した。

サイクル長は、黄時間を3秒、全赤時間を2秒とした。青時間は10秒と短めに設定し、信号待ちによる被験者の注意力の低下を抑え、同時に実験時間の短縮を図った。

(6) その他実験条件

本実験では、先頭車両としての停止、または発進など、純粋な信号切り替わり時の挙動を対象とするため、その挙動に影響を及ぼすと考えられる、被験者車両と同方向へ進む車両は配置しない。また、対向車両は自由流とするが、対向右折車は、被験者挙動に影響を及ぼす可能性があり、分析を複雑にすると考えられるため、本実験では、対向車は直進交通のみとし、右折は設定しない。



(a) farタイプ交差点



(b) nearタイプ交差点



(c) farタイプ交差点 (全体図)

図-4 DS上での交差点画像

また、実験中の気象条件は、午前10時程度の明るさ、晴天、無風とし、これらをDS上で再現した。

(7) 被験者の概要

被験者は、以前同様の実験に参加していただいた方に協力してもらい、すべて男性で、25歳以上35歳未満が4名、35歳以上45歳未満が4名である。実際には6名ずつの実験であったが、前回実験との運転速度の大幅な上昇・低下等のあった4人分のサンプルは除外した。ただ、運転速度の低下したサンプルに関しては、発進時の挙動にその影響はないと考え、交差点での赤から青への切り替わりにおける発進反応時間分析にのみサンプルを利用した。

なお、いずれも免許取得後1年以上経過していることを条件とした。

(8) 実験の実施

実験の前に、DSの操作に慣れてもらうため、十分な走行練習の時間を設けた。また、走行練習の際に、正常に運転できるか、停止線での停止が正確にできるか、指定された速度で走行できるか、などの基本操作ができていることを確認してから実験へと進んだ。

走行練習に用いるコースにも、near・far両タイプの交差点を配置したが、信号切り替わりのタイミングは制御せずに走行練習を行ってもらった。

その後、実験では、特に指示のない場合は交差点は直進することなどを指示し、一人あたり2,3回の走行実験を行った。

実験からは、経過時間や車両速度、アクセル・ブレーキなどのデータが得られ、それらの値を用いてさらに、走行位置や加速度等を算出した。

(9) 事後アンケート

実験の後には、アンケート調査を実施し、年齢や実験中に感じたことなど計4項目を調査した。

4. 分析結果

本分析では、farタイプ交差点における分析を“far”，nearタイプ交差点における分析を“near”と示す。また、異なる交差点タイプが混在しているケースに限定する場合は“mix”，単一の交差点タイプのみのケースに限定する場合は“pure”と区別する。グラフ内の両矢印は両側検定、片矢印は片側検定の検定結果を示し、矢印がない場合は両側検定の検定結果を示す。

また、表-3に有効サンプル数を示す。

表-3 有効サンプル数

(通過, 停止)	pure-far	pure-near	mix-far	mix-near
40	(2, 6)	(4, 4)	(0, 4)	(1, 0 (1))
50	(1, 7)	(3, 5)	(0, 1 (2))	(0, 4)
60	(0, 8)	(1, 7)	(0, 1 (2))	(0, 4)
70	(0, 8)	(0, 8)	(0, 4)	(0, 1 (2))
80	(0, 8)	(0, 8)	(0, 4)	(0, 1 (2))
90	(0, 8)	(0, 8)	(0, 1 (2))	(0, 4)
100	(0, 8)	(0, 8)	(0, 1 (2))	(0, 4)
110	(0, 8)	(0, 8)	(0, 4)	(0, 1 (2))

※()内は発進反応時間に限る

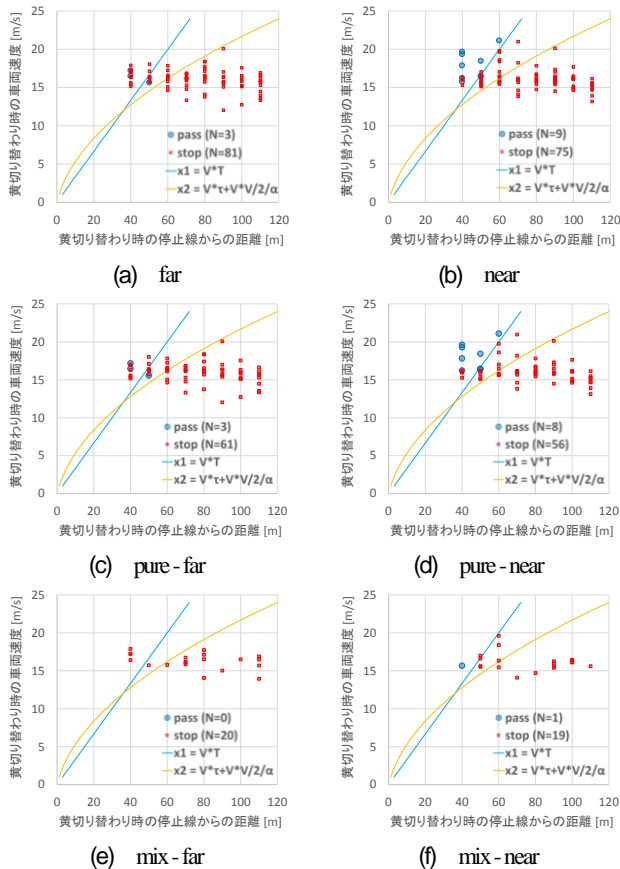


図-5 黄切り替わり時の停止線からの距離と車両速度の関係図

(1) 青から黄・全赤信号切り替わり時の運転挙動

a) 信号切り替わり時の通過・停止判断

この分析では、被験者が通過と停止、どちらの行動判断をしたかについて、両交差点タイプを比較して分析を行う。通過判断を“pass”，停止判断を“stop”と示す。それぞれのケースについて、黄切り替わり時の停止線からの距離と車両速度の関係でプロットしたものを図-5に示す。このグラフは、縦軸に黄切り替わり時の車両速度、横軸に黄切り替わり時の停止線からの距離を取り、交差点ごとにその交差点での情報をプロットしたものである。グラフ内の直線と曲線はそれぞれ、黄切り替わり後そのままの速度で走行した場合に黄時間内に停止線を通過できるぎりぎりの状態と、ある減速度で減速した場合にある反応遅れを伴って停止線の手前で停止できるぎりぎりの状態を示している。グラフ内では、黄時間3秒、減速度 3m/s^2 、反応遅れ0.7秒を設定している。

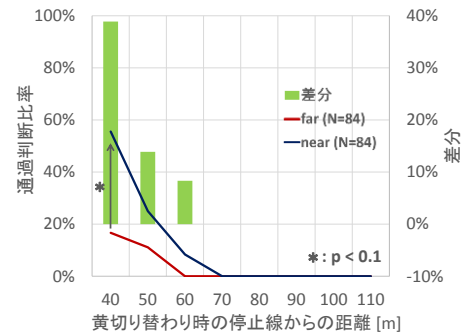


図-6 黄切り替わり時の停止線からの距離と通過判断比率

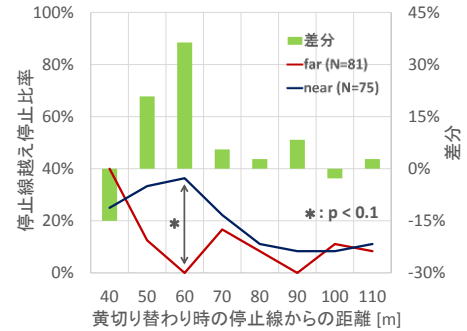


図-7 黄切り替わり時の停止線からの距離と停止線越え停止比率

また、交差点タイプごとに、両行動判断 (pass, stop) に対する通過判断 (pass) の割合を示したものを図-6に示す。なお、ここでの差分は、nearタイプにおける通過判断比率 (near-pass) からfarタイプにおける通過判断比率 (far-pass) の値を差し引いたものである。

これらの結果を見ると、farタイプ交差点と比べて、nearタイプ交差点では被験者の通過判断傾向が強いという結果が示された。逆に、nearタイプ交差点と比べて、farタイプ交差点では停止判断傾向が強いとも言える。

b) 停止時の停止線越え停止挙動

次に、停止判断をした被験者について、黄切り替わり時の停止線からの距離と停止線越え停止比率の関係について分析する。その関係を交差点タイプごとに示したものが図-7である。ここで、停止線越え停止比率は、交差点タイプごとに、停止行動 (stop) に対する停止線を越えての停止 (stop-ng) の割合を示す。また、差分は、nearタイプにおける停止線を越えての停止割合 (near-stop-ng) からfarタイプにおける停止線を越えての停止割合 (far-stop-ng) を差し引いたものである。

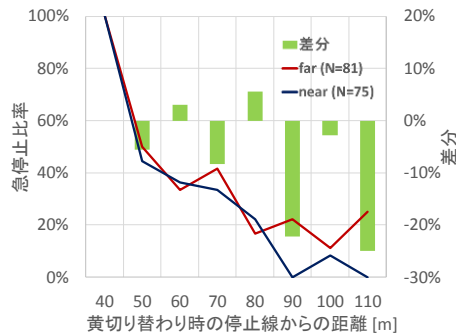
これらの結果を見ると、黄切り替わり40m付近ではfarタイプ交差点で停止線を越えて停止する傾向が強く、50、60m付近ではnearタイプ交差点で同様の傾向が強くなっていることがわかり、全体的にnearタイプ交差点でその傾向が強いことがわかる。

また、far・near両交差点タイプで、比較的緩やかに停止できる黄切り替わり70m以上でも、一定数の停止線越え停止が見られたが、nearタイプ交差点ではそれが緩や

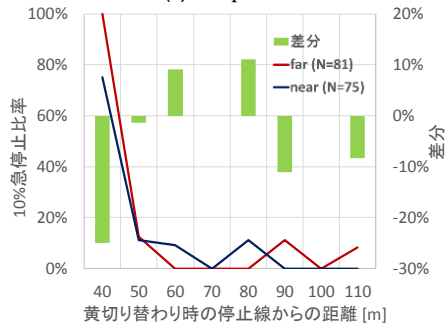
かに推移する一方, far タイプ交差点ではその変動が大きいことがわかる。

c) 停止時の急停止挙動

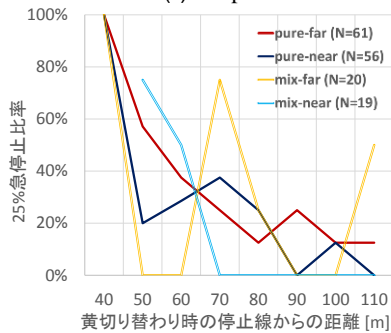
次に, 停止判断をした被験者について, 黄切り替わり時の停止線からの距離と急停止比率との関係について分析する。その関係を両交差点タイプ毎に示したものが図-8である。ここでは, 減速度の大きさと交差点タイプの関係をより明確にするため, 最大減速度が上位25%に入る停止を25%急停止 (stop-25A), 上位10%に入る停止を



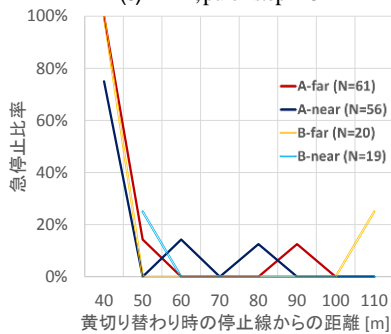
(a) stop-25A



(b) stop-10A



(c) mix, pure-stop-25A

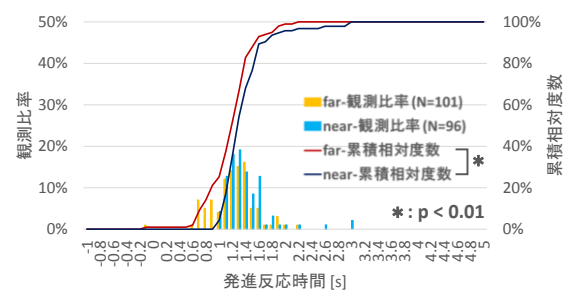


(d) mix, pure-stop-10A

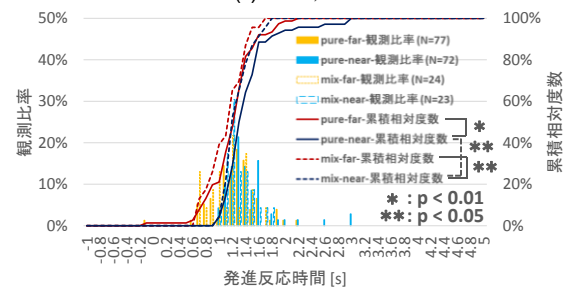
図-8 黄切り替わり時の停止線からの距離と急停止比率

10%急停止 (stop-10A) と2種類の急停止を定義し, 停止判断 (stop) に対する各急停止 (stop-25A, stop-10A) の割合をそれぞれ25%急停止比率, 10%急停止比率とする。また, 差分は, nearタイプにおける各急停止比率 (near-stop-25A, near-stop-10A) からfarタイプにおける各急停止比率 (far-stop-25A, far-stop-10A) を差し引いたものである。

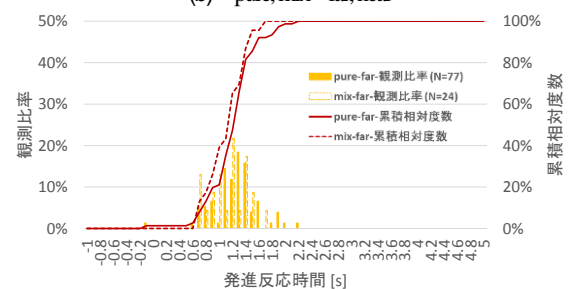
これらの結果を見ると, farタイプ交差点とnearタイプ交差点に急停止傾向の差はそれほど見られず, 10%急停止に関しては, 黄切り替わり40m以外の黄切り替わりタイミングでは急停止がほとんど見られないことが分かる。また, 10%急停止では黄切り替わり40m付近で, 25%急停止では黄切り替わり90, 110m付近で, farタイプ交差点が急停止傾向が強くなっていることがわかる。



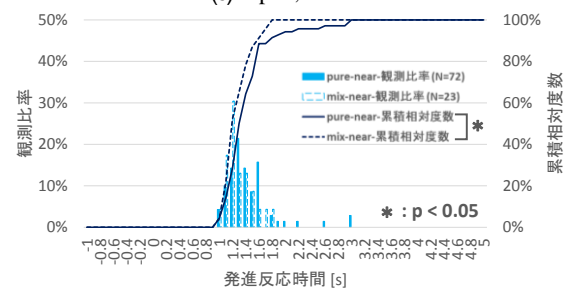
(a) near, far



(b) pure, mix-far, near



(c) pure, mix-far



(d) pure, mix-near

図-9 発進反応時間

また、図-8(c)において、黄切り替わり50, 60mと70, 80mで、mix-farとmix-nearの急停止比率が逆転しているが、これはサンプル数が少ないためだと考えられる。また、mix-far・mix-nearの急停止比率の高い黄切り替わりタイミングでは、それぞれpure-far, pure-nearの急停止比率を上回っていることがわかる。交差点タイプが混在しているケースのサンプル数に偏りがあるためあくまで推測となるが、このことから交差点タイプが混在している状況では、減速度上位25%程度の急停止が多くなると考えられる。なお、図-8(d)に示すように10%急停止ではそのような違いは見られなかった。

(2) 発進時・停止時の反応時間

本分析では、信号切り替わり時からアクセル（発進時）またはブレーキ（停止時）を踏んでDS上で検知さ

れるまでの時間をそれぞれ発進反応時間、停止反応時間とし、near・far両タイプ交差点間での比較を行った。

a) 発進反応時間

図-9は、発進反応時間の観測比率および累積相対度数を、各交差点タイプについて示したものである。

これらの結果を見ると、farタイプ交差点では発進反応が全体的に早いということがわかる。また、pureとmixでは累積相対度数グラフの起き上がり位置は変化ないが、mixでは100%に達する位置が左にシフトしている。このことから交差点タイプが混在している場合、反応時間の分散が小さくなっていることがわかる。

b) 停止反応時間

図-10は、停止反応時間の観測比率および累積相対度

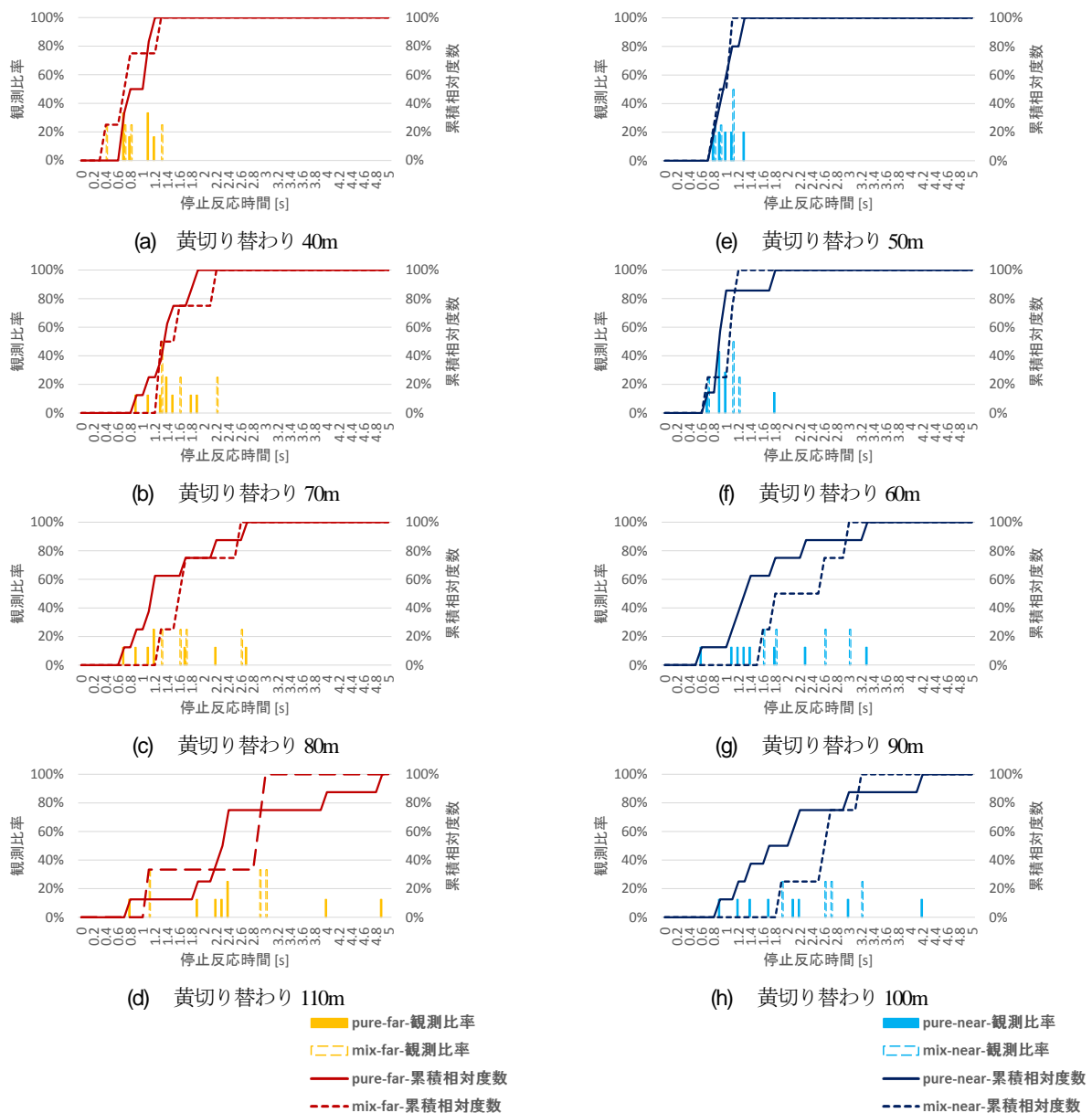


図-10 停止反応時間

数を、黄切り替わりタイミングごとに、各交差点タイプについて示したものである。黄切り替わり 40, 70, 80, 110m は far タイプ交差点、50, 60, 90, 100m は near タイプ交差点について示す。

これらの結果を見ると、黄切り替わり 40, 50, 60, 70, 110m では大きな差は見られないが、黄切り替わり 80, 90, 100m で、交差点タイプが混在していない場合に比べ、交差点タイプが混在している場合は、停止反応時間が長くなっていることがわかる。

5. 考察

今回の実験による結果に加え、松田ら⁹⁾の研究結果とも比較して考察する。図-11に松田ら⁹⁾における分析結果を示す。

(1) 青から黄・全赤信号切り替わり時の運転挙動に関する考察

分析の結果、near タイプ交差点では通過判断を下す傾向が強く、far タイプ交差点では停止判断を下す傾向が強くなることがわかった。この結果は、松田ら⁹⁾における far タイプ交差点、右手前の信号灯器がないパターンでの実験結果とも一致し、信号の青から黄・全赤への切り替わりにおいては、補助灯器による判断の影響は見られず、正対灯器となる、正面の信号灯器の設置位置による影響が大きいことが考えられる。far・near 両交差点タイプを比較すると、far タイプ交差点では黄切り替わり 40m

での通過停止判断の境界速度が高いことが見て取れる。また、ジレンマゾーン内では基本的に停止傾向のほうが強いことがわかる。これは、本実験で使用した DS での運転では、停止時にかかる衝撃を体を感じないため、急停止にも抵抗を感じなかったことが一因として考えられる。

停止線を越えて停止した車両に関しては、松田ら⁹⁾では far タイプ交差点で停止線越え停止の比率が高かった一方、本実験では逆の結果となり、特に黄切り替わり 50, 60m において、near タイプ交差点において停止線越え停止比率が大きくなった。これは、交差点タイプが混在しているケースでのサンプル数の偏りによる影響、ジレンマゾーン内での黄切り替わり時の走行速度が near タイプ交差点で特に高かったことなどが要因として考えられる。

急停止挙動に関しては、25%急停止において、far タイプ交差点で黄切り替わり 90~110m という緩やかに停止できる黄切り替わりタイミングでの急停止がより多く見られたが、黄切り替わり 70m 以上の、比較的緩やかに停止できる黄切り替わりタイミングでの停止線越え停止や急停止は、DS 上での運転による運転感覚（距離感やブレーキ）のズレが関係していると考えられる。

また、25%急停止比率において、異なる交差点タイプが混在している場合に、急停止比率が大きくなる可能性が示された。これは、異なる交差点タイプが混在する場合、通過か停止かの判断の前に、目の前の交差点が far タイプ交差点か near タイプ交差点かを判断し、停止線の位置を見極める必要があるために判断が遅れるためだと考えられる。

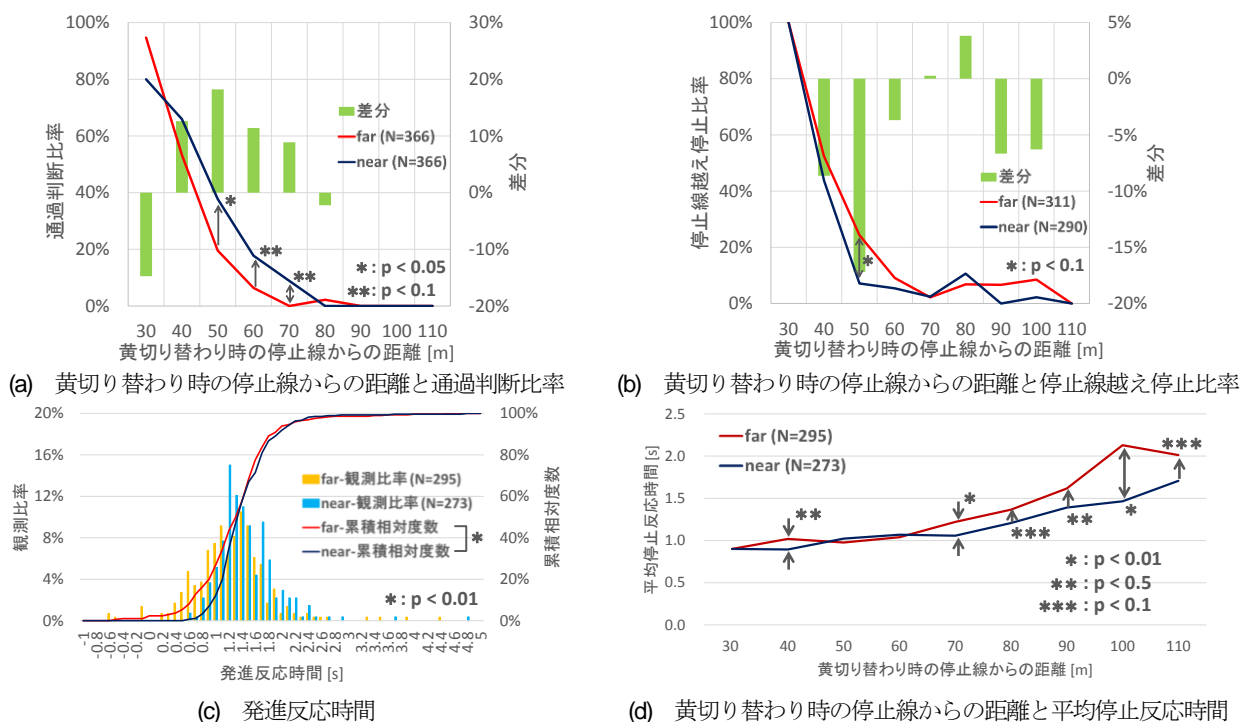


図-11 松田ら⁹⁾による分析結果

10%急停止においては、黄切り替わり40mでfarタイプ交差点の急停止がより多く見られたが、有意差はみられなかった。nearタイプ交差点の停止サンプル数がfarタイプ交差点の半分以下であったことを考えると、サンプル数を増やすことで有意差が出る可能性があると考えられ、さらにサンプルを増やして分析を行う必要がある。

(2) 発進時・停止時の反応時間に関する考察

発進反応に関しては、松田ら⁹⁾同様、farタイプ交差点で、nearタイプ交差点より早い発進反応が見られ、発進反応時間の平均値は、mix-far, pure-far, mix-near, pure-nearの順で早くなった。しかし、松田ら⁹⁾で見られたような、ピークでの観測比率の明らかな差は見られなかった。

また、交差点タイプが混在している場合、発進反応時間の分散が小さくなる傾向が見られたが、これは、交差点タイプが混在していない場合と比べ、運転に刺激を与え、より集中した運転ができたこと、または実験順序による慣れが影響していると考えられ、更にサンプル数を増やすなどの必要があると考えられる。

停止反応に関しては、松田ら⁹⁾で見られたような、交差点タイプの違いによる停止反応時間の差はそれほど見られなかったが、黄切り替わり80, 90, 100mの黄切り替わりタイミングにおいて、交差点タイプが混在している場合、停止反応時間が長くなることがわかった。これは、前節述べたように、黄切り替わり時に交差点タイプの判断に迷い、通過・停止の判断に迷うためと考えられる。

6. まとめ

(1) 結論

本研究は、より現実に近い灯器位置の設定のもとで、信号灯器の位置の違い(farまたはnear)や異なる交差点タイプの混在による、運転挙動や通過・停止判断、反応時間の違いについて、DSを用いた模擬走行実験による比較分析を行った。

farタイプ交差点よりnearタイプ交差点の方が通過判断傾向が強く、交差点タイプが混在している場合、両交差点タイプにおいて急停止傾向が強くなる可能性を示した。

また反応時間に関しては、farタイプ交差点では発進反応が早く、特に交差点タイプが混在した状況では発進反

応のばらつきが小さくなる一方、停止反応が遅くなることを示した。

(2) 課題

本研究では、異なる交差点タイプが混在している状況と混在していない状況で実験を行ったが、サンプル数が偏ってしまった影響で、混在している状況下の十分な分析を行うことができなかった。そのため再度検証を行う必要がある。また、交差点タイプが混在していない状況についてのサンプル数も十分とは言えず、今後のさらなる実験・分析が必要と考えられる。

今後は、歩行者信号や対向車・前後方車などの存在する、より複雑かつ現実的な状況下での分析、もしくは実道実験や実地調査のような現実でのサンプル取得とその分析といった、nearタイプ交差点の実用を視野に入れた研究を行う必要がある。

謝辞：本研究はJSPS科研費・基盤研究(A)「平面交差点の信号制御システム設計最適化に関する実証研究」(研究代表者：大口敬) JP 15H02270の助成を受けた。また、研究の実施にあたり、東京大学生産技術研究所の大口敬教授には有益な助言を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 27 年における交通事故の発生状況，2016.
- 2) 社団法人交通工学研究会：改訂交通信号の手引，2016.
- 3) 佐々木俊輔，大口敬，小根山裕之，鹿田成則：多車線交差点における信号切り替わりに関する研究，土木計画学研究講演集，Vol38, p4, 2009.
- 4) 小野剛志，片岡源宗，田中伸治，桑原雅夫：損失時間の適正な評価のための信号現示切り替わり時における車両挙動の分析，土木計画学研究講演集，Vol.38, 2008.
- 5) 社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004.
- 6) 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.
- 7) 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，交通工学研究発表会，Vol.37, 2017

(? . ? . ? 受付)

DS Experiment on Driving Behavior at Switching Traffic Signals Focusing on Mixture of Intersections with Different Lamp Position

Keisuke MATSUDA, Masami YANAGIHARA and Hiroyuki ONEYAMA