

飯田市東和町ラウンドアバウトにおける アイマークレコーダーの解析について

梶井 敦¹・泉 典宏²・森本 清誠³・鈴木 弘司⁴

- 1 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)
E-mail:masui@oriconsul.com
- 2 非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)
E-mail:izumi@oriconsul.com
- 3 学生会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市中村区御器所町)
cjk18567@stn.nitech.ac.jp
- 4 正会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市中村区御器所町)
suzuki.koji@nitech.ac.jp

出会い頭事故等の問題や東日本大震災で浮き彫りになった停電時の安全性の確保等の諸問題の対策として、交通量の多くない平面交差点などには、従来の一般的な交通安全対策として採用されている信号制御による交差点をラウンドアバウトとして運用することの有用性が明らかになってきた。しかし、国内では採用実績がほとんどなく、安全性を明確にすることが急務となっている。

本研究では、運転時の交差点安全確認における視点移動に着目し、アイマークレコーダーの記録からラウンドアバウト整備前後での安全確認のための注視時間及び注視回数を計測した。ラウンドアバウトでは、信号制御した交差点に比べ、特に左折時及び右折時では、歩行者や交差車両への一回あたりの注視時間が増加し、十分な安全確認できていることが明確となった。

Key Words : Round-about; Eye-mark; Traffic safety

1. はじめに

交通事故の約半数が交差点で発生しており、信号交差点でも信号無視や信号切替り時の出会い頭事故が多発している。従来の安全対策として採用される信号制御では、信号設置コストや電力消費等により維持管理等で課題が残り、信号無視等による重大事故の削減に効果が小さい場合がある。

海外に目を向けると、従来、信号交差点を設置していた交差点に対して、ラウンドアバウトが導入され、交通事故の減少などの効果が報告されている。また、円滑性の向上や災害時に電力等を必要をしない等、我が国にとっても副次的なメリットが大きいことも確認されている。

国内においては、我が国の道路構造基準及び交通特性に適したラウンドアバウトの導入に向けた調査研究『安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究』^{※1}が平成21年度～23年度に実施され、社会実験や実証実験を通じた各種データの蓄積が急務とされている。

本稿では、国内で初めて信号交差点からラウンドアバウト化された飯田市東和町交差点において、整備前・整

備後に、運転者の安全確認に関する調査を実施し、安全性確保の視点から一資料として役立てるものである。

2. ラウンドアバウトにおける安全性の留意点

(1) ラウンドアバウトの安全性

ラウンドアバウトでは、交差点内での交錯ポイントを

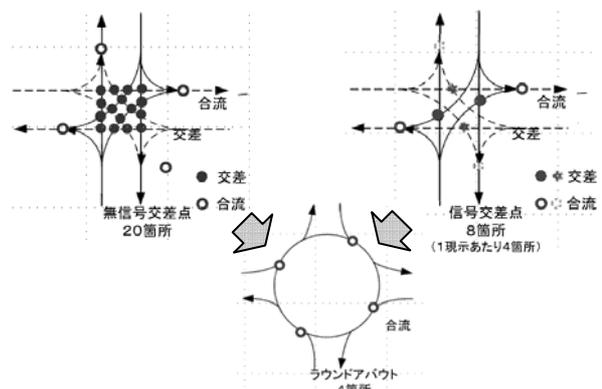


図-1 交錯点の削減

減らすことが可能（図-1参照）で、一方通行により流入時の安全確認が基本的に右方向のみとなるため、信号交差点に比べ、安全性に優れているとされている。また、交差点内を円形に屈曲して通行するため速度抑制効果があり、かつ、車両間の交錯角度が浅いため、事故発生した場合でも軽度な事故で済む場合が多いことが挙げられる。

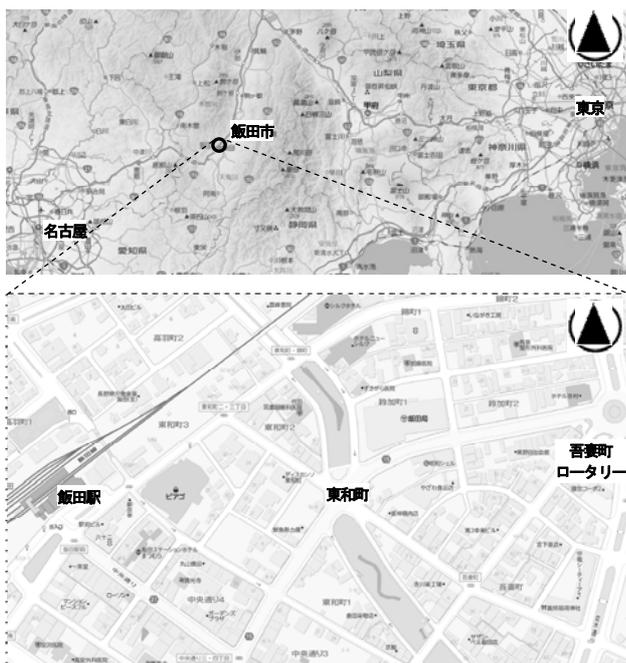
(2) 本稿の着目点

本稿では、ラウンドアバウト化によりドライバーが行う安全確認の負担が軽減されたことにより注意すべき対象物への注視が向上しているかを分析し、ラウンドアバウト化による効果を把握する。また、信号制御がなくなったことによるドライバーの確認行動の欠如の有無を確認する。

3. 東和町交差点について

(1) 調査箇所

長野県飯田市東和町交差点（5差路）



<http://maps.loco.yahoo.co.jp/>

図-2 調査箇所位置

(2) 地域概要

飯田市は、長野県南部地方で、東京から車で約4時間、名古屋から約2時間の所に位置し、東西にアルプス山脈に囲まれた人口約10万人の都市である。

交通安全にも積極的に取り組んでおり、隣接する吾妻町ロータリーでは、路面標示や各種安全デバイス等の社会実験を実施する等を経て、本格的なラウンドアバウトと

して供用している。前述した調査研究『安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究』においても、速度抑制効果、最適なラウンドアバウトの道路構造の実証フィールドとして提供した。

東和町交差点は、JR飯田駅の東約300mの中心市街地にあり、県道と市道が交差する5差路の信号交差点である。周辺には郵便局や13F建てマンションや南北に続く中央公園等アイストップとなる施設が立地している。

中央公園等の再整備事業に併せ、交差点改良が必要となり、煩雑な形状でアクセス等に課題があったことから、ラウンドアバウト化することとなった。信号交差点からラウンドアバウトに切り替えて整備することは、国内で初めての試みである。

(3) 整備概要

整備延長	: 約400m（市道整備含む）
事業期間	: 平成24年8月着手～ 平成25年2月5日供用 平成25年3月24日完成
道路構造規格	: 4種2級（40km/h）
交差道路	: 県道15号飯島飯田線 市道東和町線、市道飯田560号線、 市道東和伝馬町線
標準幅員	: 14.0m



図-3 ラウンドアバウト完成時の形態（飯田CATVwebカメラより）

(4) 整備前の状況

図-4は、整備前の交差点形状を示す。N流入部は、公園により流入部と流出部が分離されており、N流入部から交差点に進入する際は、一度NE流入部に流入する必要がある。さらには、SW流入部及びSE流入部へは公園から接続道路があり、全体的にも煩雑な交差点であると言える。

東西に伸びる県道が主要道路となり、NE流入部、SW流入部からそれぞれ約1,700台/12時間、約2,400台/12時間、全流入部合計7千台/12時間程度の自動車が東和町交差点

に流入している（調査日平成24年5月9日※2調査結果より）。

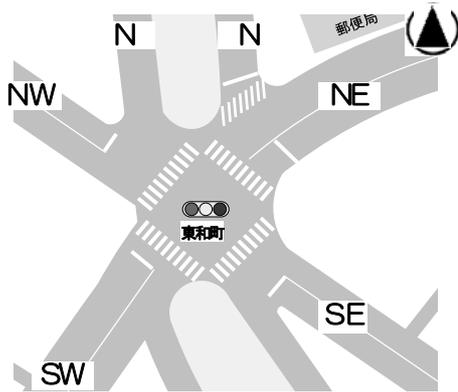


図-4 整備前の交差点形状

(5) 整備後の計画

図-5は、整備後の交差点形状を示す。

整備後は、交差点の煩雑さを低減させるために、北側の公園をシフトさせN流入部を分離させない構造としている。また、SE流入部及びSW流入部への公園からの接続道路は、接続部をシフトさせ、交差点から遠ざける構造としている。さらに、ラウンドアバウトを通過してNW⇒Nへ左折することが困難であるため、手前でアクセス可能となるように左折導流路を設置している。

歩行者の安全性に配慮し、可能な限り分離島を設けるものとしている。

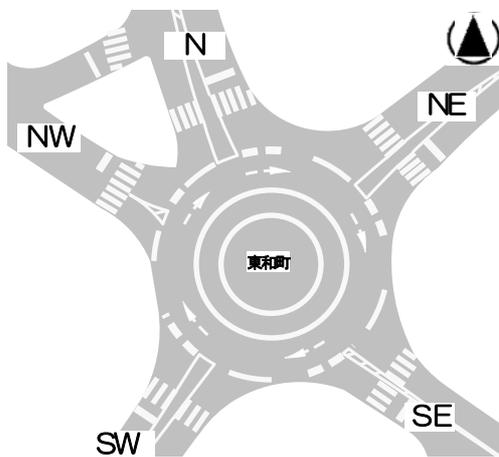


図-5 整備後の交差点形状

4. 調査内容

(1) 調査概要

交差点走行時における運転者の確認行動を分析し、ラウンドアバウト化した際における期待される効果及び課題の有無を明らかにすることを目的とする。

ドライバーの確認行動は、運転時の注視時間とした。

注視時間は、アイマークレコーダーから読み取るものとした。

調査時期は、図-6に示す工事スケジュールにおける整

表-1 調査概要

	整備前	整備後（規制中）
調査日	平成24年5月8日～9日	平成25年2月5日～6日
被験者	20代男性 4名	20代男性 2名
走行回数	全20パターン×4回	全20パターン×4回
調査車両	乗用車	乗用車

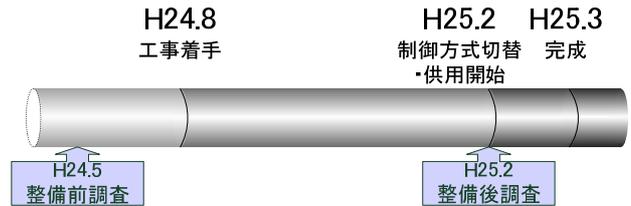


図-6 工事スケジュールと調査時期



図-7 制御方式切替直後の状況

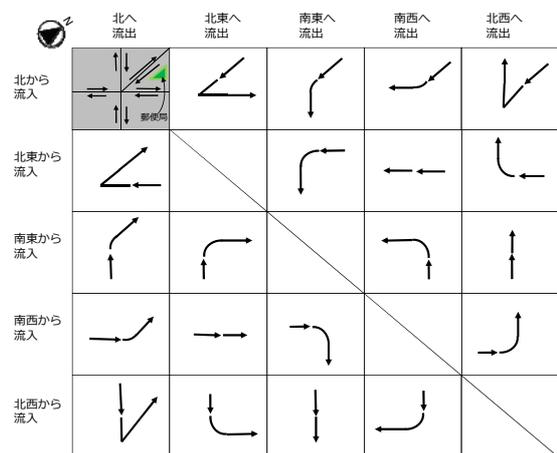


図-8 全走行パターン



図-9 調査車両（左：整備前、右：整備後）

備着手前の平成24年5月とラウンドアバウト制御方式に切り替えた直後の平成25年2月に実施した。制御方式切替直後の状況を図-7に示す。

走行パターンが流入・流出の組合せより全20パターンあり、それぞれ4回ずつ走行した。調査の概要を表-1、走行パターンを図-8、調査車両を図-9に示す。

(2) 調査に使用した機器

本調査では、ドライバーの注視点の動きを捉え、注視する対象物を把握するため、アイマークレコーダーEMR-9 (model ST-725) を使用した。EMR-9の仕様を表-2に示す。

EMR-9は、キャップにアイマークカメラ (左右) と視



図-10 アイマークレコーダー (NAC社HP)



図-11 視野カメラの映像

表-2 EMR-9の仕様

視野カメラ	
検 出 セ ン サ	1/3インチカラーイメージセンサ
質 量	150g
アイマークカメラ	
検 出 セ ン サ	1/3インチB/Wイメージセンサ
測 定 範 囲	眼球運動：水平±40°，垂直±20°
検 出 方 法	瞳孔/角膜反射法式
コントローラ	
出 力 信 号	映像信号 (データ重畳可能) AUDIO出力(モノラル) シリアルデータ (フレームカウンタ、注視点座標等) イベント出力(TTL信号)
記 録 時 間	約60分
外 形 寸 法	約85(W)×147(D)×63(H)mm
質 量	590g
記 録 媒 体	SDカード

野カメラが付属され (図-10) , コントローラ兼記録装置とで構成されており、ドライバーの前方を写す視野カメラにアイマークカメラから得たドライバーの瞳孔の動きを落とす装置である。図-11は、視野カメラの映像を示しており、図の中央に表示される+、□、○が、それぞれその時点での被験者の左眼、右眼及び左眼右眼の視差補正された視点の位置を示す。

なお、アイマークカメラの精度は、個人の眼幅や眼球運動に依存するため、調査時においても随時、確認及び再調整 (キャリブレーション) を行った。



図-12 EMR-9装着の様子

(3) 分析範囲の設定

車両走行における注視点の傾向を把握するため、1走行を下記2エリアに分けて分析する。

- ①流入部 : 停止線手前から約30mから停止線まで (信号停止中は記録しない)
- ②交差点内部 : 停止線から流出部への横断歩道を越えた地点まで



図-13 分析範囲

(4) 分析する走行パターンの設定

全走行パターンのうち、整備前後で比較するデータを抽出した。抽出は、信号待ち、歩行者等、前方車両、対向車両、交差車両の有無の外部環境を整理し、類似した条件となるように設定した。

(5) 分析項目

歩行者や自転車、他車両との交錯が多い右折時や左折時に着目し、注視すべきものに集中して注視できているかを確認した。また、本稿では、以下の2つの項目に着目して分析した。

a) 注視点の変化

ラウンドアバウト化により、流入時から流出時にかけて、確認すべき対象が変化することから、注視状況の変化を分析する。ここで、注視すべき対象物とは、歩行者等や対向車、交差車両、環道車両を指す。

b) 流出時の横断歩行者等への注視

ラウンドアバウトにおいて流出時の横断歩行者との交錯が懸念されている。このため、流出時の横断者への注視状況について比較分析する。

c) 流入時の環道車両への注視範囲

環道流入時に環道車両を確認する際にどの範囲までドライバーが注視しているかを分析する。

5. 注視点による分析結果

(1) 抽出するデータ

アイマークにより注視していることが確認された対象物とその注視回数、注視時間について分析した。

ここで、注視と判断した時間は、運転者が同一対象物を見ている時間とし、福田らの研究^{※3}から0.165秒以上とした。

①注視回数：交差点走行時に各対象物を注視した回数

②注視割合： t_1 / t_2

t_1 ：対象物を注視した時間

t_2 ：計測開始から計測終了までの総時間

③対象物：・注意すべき道路や車両

⇒対向車線・交差道路・環道（及び環道を走行する車両）等

・車両用信号及び歩行者用信号

・標識や案内板

・歩行者等

⇒（横断）歩道／自転車／歩行者

・車内及びその他（サイドミラー、メーター等）

(2) 分析に用いたサンプル

分析に用いた走行サンプルは、整備前後における外部環境が類似するように抽出し、それぞれ17サンプルとした。その内、歩行者が横断した事象は、それぞれ5サンプルであった。

外部環境：信号待ち、歩行者等、前方車両、対向車両、交差車両の有無

(3) 注視回数の分析結果

a) 左折流入時

左折流入時における注視回数を図-14に、注視割合を図-15に示す。

ラウンドアバウトでは、信号制御と比較すると、『対向・交差・環道（車道）』や『歩道・歩行者等』に対する回数や割合は、信号制御の場合と差異がなかった。流入部では、信号制御及びラウンドアバウトともに、確認すべき対象物を確実に注視していた。

また、ラウンドアバウトでは、信号制御での信号機への注視割合と同等に標識や案内への注視が確認された。切替直後であり、新しい交通制御での利用方法を確認するためと考えられる。

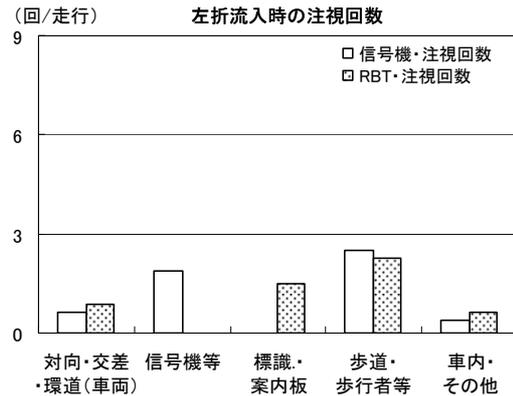


図-14 左折流入時の注視回数

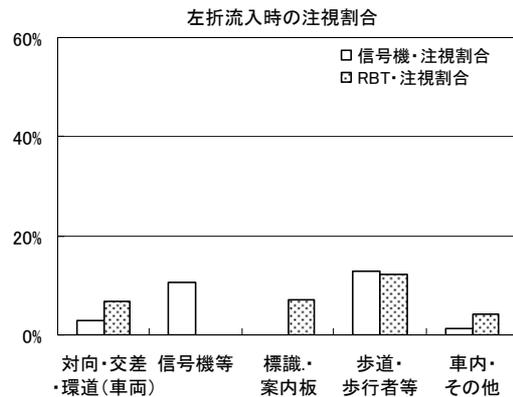


図-15 左折流入時の注視割合

b) 左折時交差点内部

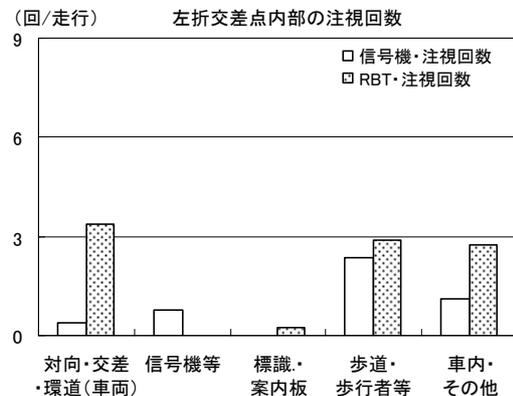


図-16 左折時交差点内部の注視回数

左折時の交差点内部における注視回数を図-16に、注視割合を図-17に示す。

ラウンドアバウトでは、信号制御と比較すると、『対向・交差・環道（車両）』に対する注視回数及び割合が大幅に増加した。一時停止線を過ぎた後から環道へ進入するまでに、環道を走行する車両の確認が十分に行われていたことが表れている。

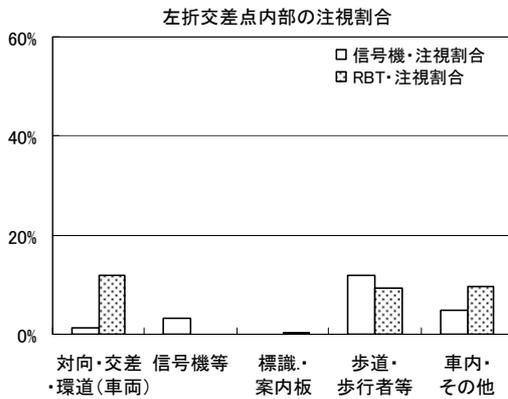


図-17 左折時交差点内部の注視割合

c) 右折流入時

右折流入時における注視回数を図-18に、注視割合を図-19に示す。

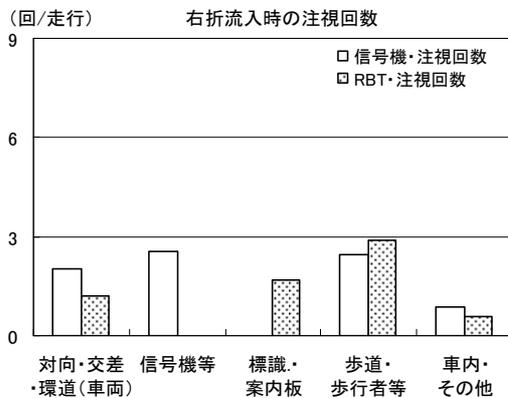


図-18 右折流入時の注視回数

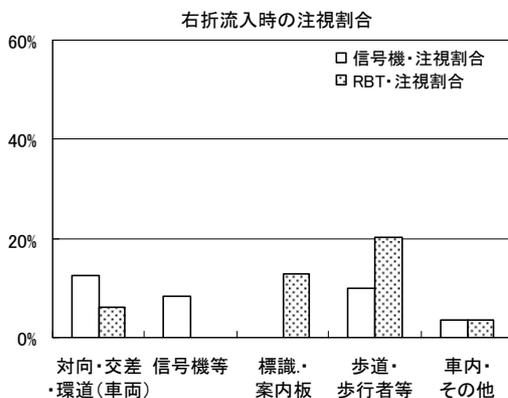


図-19 右折流入時の注視割合

左折時同様、信号制御、及びラウンドアバウトともに、『歩道や歩行者等』への注視が確実にに行われている。

信号制御では、ラウンドアバウトに比べ注視割合が全体的に低く、注視回数には大きな差がないことからラウンドアバウトの方が注視1回あたりの注視時間が長く、安全確認が十分に行われていることがわかる。

d) 右折時交差点内部

右折時の交差点内における注視回数を図-20に、注視割合を図-21に示す。

ラウンドアバウトでは、信号制御と比較すると、注視回数では、『対向・交差・環道（車両）』が増加したが、『歩道・歩行者等』への注視回数は減少した。また、注視割合は、『対向・交差・環道（車両）』及び『歩道・歩行者等』ともに、ラウンドアバウトの方が割合が増加した。つまり、『歩行者への注視』については、信号制御はラウンドアバウトに比べて注視回数が多く注視割合が少ない。これは、信号制御では、対向車両と歩行者等を交互に注視する必要があるのに対し、ラウンドアバウトでは、流入直前に環道を注視し、流出前に歩道・歩行者等を注視するといった様に、安全確認すべき対象が時間的に分離されているといった特徴を有しているため、ラウンドアバウトは、安全確認のしやすさが向上した結果だと考えられる。

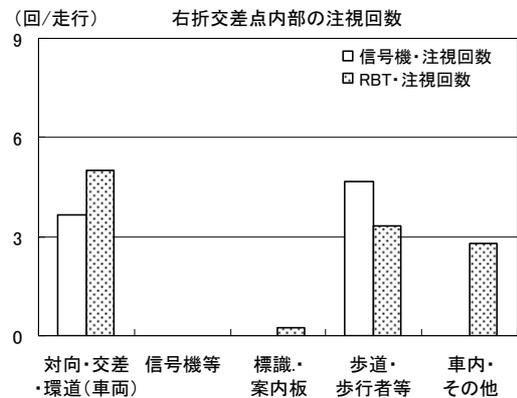


図-20 右折交差点内部の注視回数

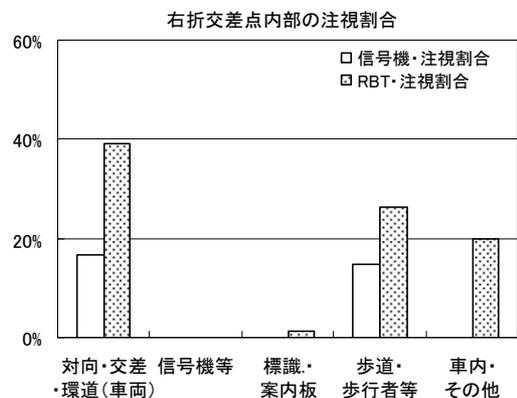


図-21 右折交差点内部の注視割合

(4) 流出時に歩行者がいる場合の注視時間の分析

流出時に歩行者がいる場合の注視時間を図-22に示す。ラウンドアバウトでは、信号制御と比較すると、左折時・右折時ともに延べ時間が約2倍に向上している結果となった。信号機や対向車両等の注視の必要性がなくなり、歩行者等を注視するための時間を確保することが可能となっていることがわかる。

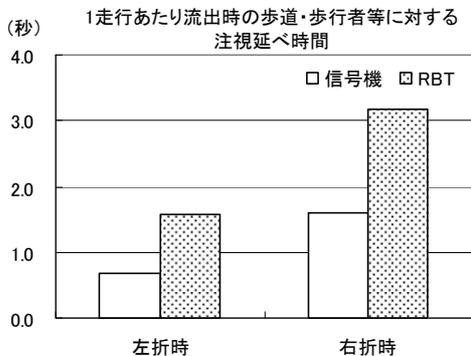


図-22 流出時の歩道・歩行者等に対する注視延べ時間

(5) 流入時の環道への注視範囲

環道へ流入する際に注視する範囲の設定を図-23に示す。サンプルのうち、環道への注視行動がどの範囲まで確認しているかを示したものである。

分析結果を図-24に示す。ドライバーの約6割が①環道（右側流入部まで）までを注視しており、残り4割はさらにその先まで確認していた。ドライバーは少なくとも、環道を走行する車が右側に隣接する流入部まででないことを確認した上で流入していた。

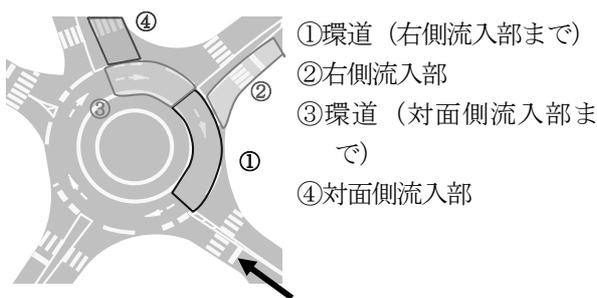


図-23注視する範囲の設定

流入時に環道の注視する範囲

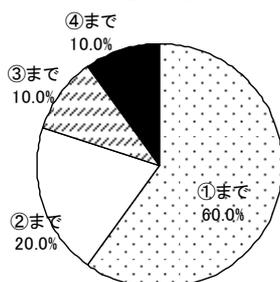


図-24流入時に環道の注視する範囲

なお、残り4割の内訳は、右側に隣接する流入部まで注視していたのが2割、約半円分あたりまで注視している人が③④合わせて約2割という状況であった。

7. おわりに

本稿では、ラウンドアバウト化によって安全性が確保されたかを把握するために、アイマークレコーダーを用いてドライバーの注視点について分析した。

これにより、以下が明らかになった。

- 左折時において、信号制御に比べ、ラウンドアバウトは、流入時の歩行者や環道車両等、より注意する箇所や方向が多くなるが、注意すべき対象の位置が異なることで時間的に分離されているため、信号制御と同等の安全確認がされている。
- 右折時において、信号制御では、対向車両と歩行者等を交互に注視する必要があり、1回あたりの注視時間が短い傾向であった。ラウンドアバウトになったことで、歩行者等への安全確認の時間が増加していた。
- ラウンドアバウトにすることで、歩行者への延べ注視時間が増加していた。
- 流入時に環道への確認行動は、約6割が右側隣接流入部までの環道車両の有無を確認し、さらに残り4割は、環道の半周程度までを確認した上で、流入の判断を行っていることが把握できた。

本稿で収集したラウンドアバウトのデータは、信号制御から切替えた直後のものであるため、運用に慣れていない交通状況での結果といえる。よって、住民ドライバーの利用が慣れた時期に再度データを収集し、分析する必要がある。

謝辞：飯田市東和町交差点での信号制御とラウンドアバウトの比較分析について、名古屋大学中村英樹教授を始めとする（公財）国際交通安全協会のH2420・2425研究プロジェクトメンバーの皆様及び飯田市役所の皆様に多大なご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) IATTS 国際交通安全協会：安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究，2010。
- 2) IATTS 国際交通安全学会プロジェクト：『ラウンドアバウトの社会実験と普及促進に関する研究』より，2012
- 3) 福田亮子：「注視点の定義に関する実験的検討，1996，人間工学 32 (4)