

## 歩行者認知訓練システム TRAIN を用いた反応時間の計測と分析

Analysis of Reaction Time Measured using Pedestrian Recognition Training System TRAIN(Training system for Recognition Ability using IN-vehicle camera image)

須藤 匠<sup>†</sup>  
Takumi Suto<sup>†</sup>猿田 和樹<sup>‡</sup>  
Kazuki Saruta<sup>‡</sup>寺田 裕樹<sup>‡</sup>  
Yuki Terata<sup>‡</sup>陳 国躍<sup>‡</sup>  
Guoyue Chen<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

財団法人交通事故総合分析センターの調査によると、運転者が原因の交通事故のうち認知ミスによるものが約 8 割を占めている[1]。自動車運転における認知とは前方車両や歩行者、信号機など運転に必要な対象を見ることがであり、認知ミスは漫然運転、障害物による遮蔽などの理由で認知対象を見ていなかったことを指す。また、警察庁の交通事故発生状況の統計データによると、交通事故死者数のうち約 4 割が歩行者である[2]。つまり、運転者が歩行者を見ていないことによって、歩行者が死亡する交通事故が多く発生しているといえる。したがって、運転者の歩行者認知能力を向上させることで、このような交通事故を低減できると考えられる。運転者に対する安全運転教育として、従来はドライビングシミュレータを用いて歩行者の飛び出しに対する対応などの危険認知訓練が行われてきた。しかし、ドライビングシミュレータは自動車教習所や運転免許センターなどの特定施設のみを設置され、利用できるのは運転免許を所持していない者や違反者講習の受講者など、非常に限られている。また、利用できる時間帯は基本的に設置施設によって定められており、運転者は自由に利用できない。このため、一般の運転者がドライビングシミュレータを利用して日常的に訓練することは困難である。さらに、ドライビングシミュレータで用いられる教材は主に CG 映像であるため実際の見え方から乖離していることが多く、実際の運転における認知能力を訓練できない。加えて、CG 映像を作成するコストが大きく、様々な交通場面を再現するためには多大な労力を要する。そこで筆者らは、日常的な歩行者認知訓練や実際の運転における歩行者認知能力の向上を可能とするため、タブレット PC とドライブレコーダ映像に着目した。タブレット PC はドライビングシミュレータと比較して安価で購入でき、可搬性が高くあらゆる場所に持ち出して利用できる。また、タッチ操作は手軽でどの年齢層であっても扱いやすい。ドライブレコーダ映像は実際の運転に近い認知状況を再現することができ、このタブレット PC を用いることでアニメーションを用いるドライビングシミュレータよりも現実感のある訓練が可能である。なお、ここで述べている現実感とは目の前の光景(背景、歩行者など)が連続的に変化することを指している。さらに、ドライブレコーダ映像中に出現する歩行者をタッチさせるという行為は運転行動の中において運転者が歩行者を認知したことを明確に示すことができる。視線計測装置を利用して運転者が映像に向けた視線の停留時間を

計測することで認知したことを示す方法も考えられるが、どの程度停留した場合に認知したと判定するかしきい値を設ける必要があるほか、視線が停留している場合でも必ずしも歩行者を認知しているとはいえない。

このようなタブレット PC とドライブレコーダ映像を用いたシステムとして、三品らは iPad と iOS 用アプリケーション「Hazard Touch」を用いた危険認知訓練システムを提案している[3]。図 1 に Hazard Touch の訓練の流れを示す。Hazard Touch は iPad 上で事故映像を再生し、事故直前で画面が停止する。停止中の画面上でユーザが危険な場所をタッチした後に、映像の再生を再開し、交通事故の瞬間を提示する。この訓練により、被験者の運転行動に変化がみられ、運転映像とタブレット PC を用いた訓練に効果があることが島崎らによって示されている[4]。しかし、この Hazard Touch は提示映像として事故映像を用いており、システムの利用による心的ストレスが懸念される。一方、事故が発生しない日常の運転を記録した運転映像であれば、システムの利用による心的ストレスがなく、安全に利用できる。また、Hazard Touch では危険な箇所をタッチする際に画面が停止するため、やや現実感に欠けている。認知対象をタッチすることは、実際の運転に置き換えれば認知対象に対する視点を移動させることである。実際の運転において視点を移動する間、目の前の光景が停止している状況は存在し得ない。認知対象が複数存在するのであれば、認知対象間を視点が移動する間に目に映る認知対象の大きさは変化するはずである。したがって、認知対象に対するタッチの際に画面が停止しているのは不自然であり、映像は再生されているのが望ましい。

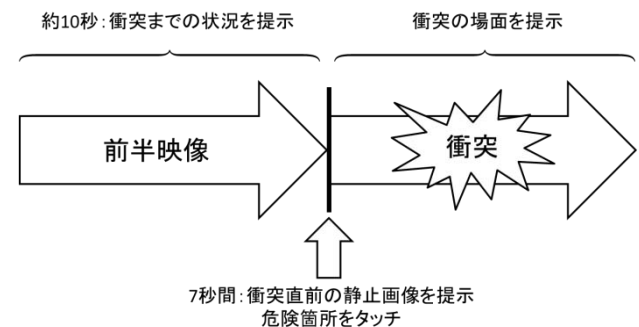


図 1. Hazard Touch における訓練の流れ

そこで筆者らは、タブレット PC とドライブレコーダ映像を用いて、より現実感のある歩行者認知訓練システムを開発してきた[5]。このシステムを用いた普通運転免許所持者を対象とした訓練効果の検証実験の結果、訓練前後で反応時間が有意に短縮したことを確認している。一方、実験前の教示の際に歩行者が出現した時に素早く歩行者の位置

<sup>†</sup> 秋田県立大学大学院システム科学技術研究所<sup>‡</sup> 秋田県立大学システム科学技術学部

をタッチするように求めただけであり、実際の運転状況を想定して映像を見るように教示しなかった。そのため、訓練前の段階で本来よりも反応時間が大きく測定され、訓練前後の反応時間に有意差が出ていた可能性も考えられる。また、文献[5]の研究（以下、従来システム）ではタッチした位置が歩行者かどうかを画像認識により判定していたが、システムの負荷が大きく処理時間が長かった。これを改善するために文献[6]では、タッチした位置が歩行者かどうかをあらかじめ歩行者の位置を定義したデータベースを用いて判定し、システムの負荷を軽減したが、改善効果を定量的に示していなかった。さらに、運転者の特性（年齢、運転経験）や教材映像の特性（時間帯、歩行者との距離）によって訓練効果は異なると考えられるが、これらの特性が訓練効果に与える影響についても十分に検証されていなかった。本研究では、文献[5]の従来システムを改善した歩行者認知訓練システムを TRAIN(Training system for Recognition Ability using IN-vehicle camera image)と名付け、システムの負荷に対する改善効果を示したうえで新たに訓練効果の検証実験を実施し、システムの有効性について検証する。また、運転免許の有無や教材映像毎、教材映像の特性毎の訓練前後の反応時間の差についても検証し、運転者の特性および教材映像の特性が訓練効果に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 歩行者認知訓練システム TRAIN

### 2.1 システム概要

提案システムは Android アプリケーションとして実装しており、タッチ操作のみで利用できる。アプリケーションの開発には統合開発環境である Eclipse 4.4 を用いた。

図 2 にシステム概要を示す。運転者ははじめに、シナリオと呼ばれる教材映像セットを選択する。シナリオには、自動車に取り付けたドライブレコーダで撮影した複数の運転映像が含まれている。本研究で用いた運転映像は、歩行者を一人だけ含んでおり、あるタイミングで建物の陰などの遮蔽物からその歩行者が出現する映像である。図 3 に教材映像例を示す。同図左上は、T 字路で左側から歩行者が出現しドライブレコーダに向かってくる映像で、同図右上は、直線路で右側から歩行者が出現しドライブレコーダに向かってくる映像で、同図左下は、交差点路で左側から歩行者が出現しドライブレコーダに向かってくる映像で、同図右下は、T 字路で歩行者が右側から出現しドライブレコーダに向かってくる映像の例である。このような映像を含むシナリオを選択後、提案システムはランダムに一つの教材映像を選択し、タブレット PC 上に提示する。次に、運転者は提示された映像中に歩行者を発見した場合、その位置をタッチする。このとき、システム内では教材映像の再生位置やタッチした画面上の座標を取得し、これらのタッチ情報とあらかじめ作成した歩行者位置定義リストから映像中の歩行者の位置、歩行者領域の高さを取得するほか、歩行者が出現してからタッチするまでの間の反応時間を測定する。歩行者位置定義リストには歩行者が出現したフレームにおける教材映像の再生位置や歩行者領域の中心座標、

歩行者領域の高さが記述されている。なお、本研究ではあらかじめ教材映像中の歩行者領域を切り出しテンプレートとしたテンプレートマッチングを教材映像に対して適用し、この定義リストを自動的に作成している。これら図 2①から③までの処理をシナリオ中のすべての教材映像に対して繰り返す。すべての教材映像を提示した場合は、訓練結果画面へ移行する。図 4 に訓練結果画面例を示す。訓練結果画面では、シナリオ中の教材映像毎に取得した歩行者領域の高さからタッチした時の車両-歩行者間距離、車両速度、歩行者と衝突する危険度を推定あるいは判定し、反応時間とともに測定情報として提示する。測定情報は、訓練終了後にタブレット PC 内のデータベースに自動的に保存する。以上が提案システムにおける訓練の流れである。

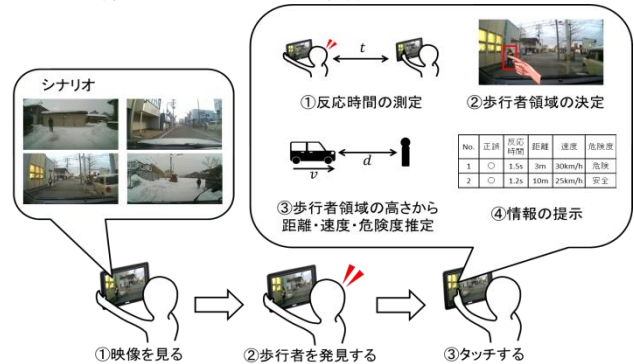


図 2. システム概要



図 3. 教材映像例

No.	正誤	反応時間[秒]	歩行者との距離[m]	車両速度[km/h]	危険度
1	○	0.87	28	17.5	安全
2	○	1.1	9.7	21.9	安全

図 4. 訓練結果画面例

表 1. 教材映像の概要

映像 No.	時間帯	天候	路面 状態	歩行者出現時の 車両との距離	歩行者出現時の 道路上の位置	映像 No.	時間帯	天候	路面 状態	歩行者出現時の 車両との距離	歩行者出現時の 道路上の位置
1	夕方	曇り	乾燥	近い	左	11	日中	曇り	乾燥	近い	右
2	夕方	曇り	乾燥	遠い	左	12	日中	曇り	乾燥	遠い	右
3	夕方	雪	雪	近い	左	13	日中	晴れ	乾燥	遠い	右
4	日中	曇り	湿潤	遠い	左	14	夕方	晴れ	乾燥	中間	左
5	夕方	雪	雪	近い	右	15	日中	晴れ	乾燥	遠い	左
6	日中	曇り	乾燥	近い	右	16	日中	晴れ	乾燥	近い	右
7	日中	晴れ	乾燥	中間	左	17	日中	曇り	雪	近い	左
8	日中	晴れ	乾燥	近い	左	18	日中	曇り	湿潤	遠い	右
9	日中	曇り	乾燥	中間	右	19	日中	曇り	雪	近い	右
10	日中	雨	湿潤	遠い	左	20	日中	曇り	乾燥	遠い	左

## 2.2 システム改善効果の検証・結果・考察

従来システムと提案システムの処理時間の差異について検証する。はじめに、従来システムおよび本研究におけるシステムにおいて同一の教材映像を提示する。次に、同一の再生位置および座標におけるタッチから訓練結果画面の表示までの処理時間を計測する。これを各システムにおいて 10 回実行し、各処理時間の平均を算出する。検証に用いる教材映像は 1 本である。なお、同一の再生位置および座標におけるタッチを実現するために、提案システムを実装する際に用いた Eclipse のデバッグ機能を用いる。デバッグ機能を用いることでシステムを任意の位置で停止させることができるほか、システムを停止している間に Android アプリケーション内で利用される変数の値を書き換えることができる。

処理時間を計測した結果、従来システムでは平均 8040 ms であった。一方、提案システムでは平均 0.08 ms であった。

2.1 でも述べたように、本研究における歩行者位置定義リストは教材映像中の歩行者をテンプレートとしたテンプレートマッチングを用いて作成している。また、従来システムにおいても教材映像中の歩行者を切り出したものを学習画像とした画像認識によりタッチ位置を判定している。画像認識において、学習画像を大量に用意することが望ましい場合が多く、従来システムにおいても歩行者が含まれるすべてのフレームの歩行者を切り出して学習画像としていた。そのため、教材映像の作成には大量の切り出し作業が必要であり、教材映像の作成にかかる負担が大きいことが問題であった。一方、本研究で用いたテンプレートマッチングは、テンプレートとして用いる画像と類似した部分を任意の画像中から探索する。そのため、同一のテンプレートであっても数フレームから十数フレームにわたって探索できることが多く、歩行者が含まれるすべてのフレームの歩行者を切り出す必要がない。従来システムと比較すると、本研究では歩行者画像の切り出し作業を大幅に削減できている。教材映像の作成者にかかる負担を軽減できる。

## 3. 提案システムの有効性に関する検証実験

本実験では、提案システムを用いて訓練前後の反応時間を測定し、その有効性について検証する。また、システム

を用いて得られた、運転免許の有無による訓練前後の反応時間の差、教材映像毎の訓練前後の反応時間について分析する。

### 3.1 予備実験概要および結果

実験に先立ち、訓練に用いる教材映像を 2 つのシナリオ間で平均反応時間に差がないように振り分けるための予備実験を実施する。図 5 に実験環境を示す。タブレット PC (Nexus 10, Samsung) は、実験用テーブルに固定されたタブレット PC 用アームを用いて配置する。頭部固定台は、タブレット PC から 45 cm となるように配置する。表 1 に教材映像の概要を示す。表 1 の「歩行者出現時の車両との距離」は、教材映像中で歩行者の全身が初めて映るフレームにおける歩行者領域の高さを測定し、40 pixel 未満を「遠い」、50 pixel 未満を「中間」、50 pixel 以上を「近い」とする。教材映像の撮影にはサンワサプライ製ドライブレコーダ (400-CAM031) を用いる。また、「歩行者出現時の道路上の位置」は、歩行者が車両側から見て道路の左側にいる場合を「左」、右側にいる場合を「右」とする。教材映像の解像度はすべて 1280×720 pixel である。予備実験は、以下の手順で実施する。はじめに、タブレット PC (Nexus 10, Samsung) の画面最上部と被験者の目の高さが同じになるように被験者を配置する。次に、被験者に対し、両手は机の手前に力を抜いて置き、映像中に歩行者が出現し次第、素早く歩行者の位置をタッチするように教示する。このとき、実際の運転を想定して映像を見るように教示する。また、タッチの際は両手を使ってもよいと教示する。続いて、タブレット PC 上に提示される教材映像に出現する歩行者に対してタッチするように教示し、表 1 に示すすべての教材映像をランダムに提示する。この手順は一度だけ行い、休憩ははさまず教材映像を連続して提示する。提示された教材映像中の歩行者に対して被験者がタッチすると、提案システムは歩行者が出現してから歩行者をタッチするまでの間の反応時間を取得する。表 2 に予備実験の結果を示す。以降の実験では表 2 の振り分け結果を用いる。予備実験に参加した被験者は男子学生 8 名、女子学生 2 名で、平均年齢は 22.1 歳である。被験者はすべて運転免許取得者で構成する。

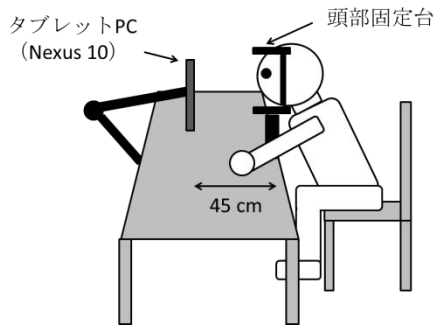


図 5. 実験環境

表 2. 教材映像の振り分け結果

シナリオ	映像 No.	平均反応時間[ms]	シナリオ	映像 No.	平均反応時間[ms]		
A	1	1050	B	2	1437		
	3	1100		4	1940		
	6	1490		5	1133		
	7	1056		8	1148		
	9	1230		11	1078		
	10	1416		12	1056		
	13	1508		14	1230		
	16	2100		15	2167		
	17	1496		19	918		
	18	1315		20	1337		
	平均反応時間[ms]			1376			1344

### 3.2 実験概要および手順

実験環境は、予備実験と同様である。実験は、練習フェーズ、訓練フェーズ、測定フェーズに分かれている。タッチ操作に慣れてもらった後、訓練を 3 回、測定を 1 回行い、訓練の 1 回目と測定における平均反応時間を比較する。訓練はすべて同一のシナリオを用いて行い、測定では訓練と異なるシナリオを用いる。被験者をグループ A およびグループ B に同数になるように振り分け、グループ A はシナリオ A を訓練、シナリオ B を測定に用い、グループ B はシナリオ B を訓練、シナリオ A を測定に用いる。シナリオ A およびシナリオ B にはそれぞれ表 2 に示す歩行者を含む教材映像 10 本が含まれる。

実験は、以下の手順で実施する。はじめに、予備実験と同様に教示する。次に、練習フェーズとして 2 つの教材映像をランダムに提示し、タッチ操作に慣れてもらう。続いて、訓練用シナリオに含まれる教材映像をランダムに提示する。訓練結果画面では、表示された結果をよく確認するように教示する。この訓練を 3 回繰り返す。その後、測定用シナリオに含まれる映像をランダムに提示する。実験後、訓練と測定における平均反応時間を算出し比較する。ここで平均反応時間は、各シナリオに含まれるすべての教材映像で得られた各反応時間の平均値である。また、被験者がタッチしなかった映像の反応時間は、歩行者が再生映像中に存在する最大の時間とする。被験者は男子学生 10 名、女子学生 2 名で、平均年齢は 19.8 歳である。各グループで運転免許取得者および運転免許未取得者はそれぞれ 3 名で

ある。運転免許取得者 6 名のうち、2 名は普段は運転しない運転者である。すべての運転免許未取得者は自動車教習所への通学歴のない者とする。

### 3.3 実験結果

#### 3.3.1 訓練前後の反応時間

実験で測定した反応時間について、実験グループ (A, B) × 実験フェーズ (訓練 1 回目, 訓練 2 回目, 訓練 3 回目, 測定) の 2 要因混合計画で分散分析を行った。分析には、ANOVA4 on the web[7]を用いた。有意水準は 5% とした。分散分析の結果、交互作用はみられず ( $F(3,30)=1.401$ ,  $p=0.262$ )、実験グループの主効果もみられなかったが ( $F(1,10)=0.079$ ,  $p=0.785$ )、実験フェーズの主効果が有意であった ( $F(3,30)=24.22$ ,  $p<.001$ )。次に、Ryan の方法を用いて実験フェーズの主効果における多重比較を行った。有意水準は 5% とした。多重比較の結果、訓練 1 回目と測定における平均反応時間に有意差はみられなかった。図 6 に各実験フェーズにおける平均反応時間の分布を示す。横軸は実験フェーズ、縦軸は平均反応時間 [ms] を示す。図中の十字は平均値、箱ひげ図のひげの上端および下端は最大値および最小値、箱中の横線は中央値を示す。なお、前述の分散分析において実験グループの主効果はみられなかったため、図 6 はグループ A およびグループ B の結果をまとめて示している。

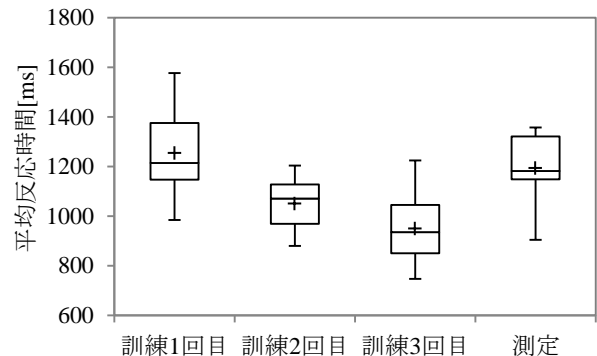


図 6. 訓練前後の反応時間の分布

#### 3.3.2 運転免許の有無による訓練効果の差

運転免許の有無による訓練効果の差について検証した。はじめに、3.2 で得られた訓練 1 回目と測定の反応時間の差を訓練効果量として算出した。次に、運転免許所持者と未所持者の訓練効果量について対応のない t 検定を行った。有意水準は 5% とした。その結果、運転免許の有無で訓練効果に有意差はみられなかった ( $t(10)=1.218$ ,  $p=0.251$ )。運転免許所持者と運転免許未所持者の平均訓練効果量はそれぞれ 117 ms, 5 ms であった。

#### 3.3.3 各教材映像における訓練前後の反応時間

各教材映像における訓練前後の反応時間について検証した。本実験で用いた各教材映像における訓練前後の反応時間について対応のない t 検定を行った。有意水準は 5% とした。その結果、映像 11 および映像 18 において有意差

表 3. 各教材映像の訓練前後の反応時間に対する t 検定結果

映像 No.	平均反応時間[ms]		t 検定	映像 No.	平均反応時間[ms]		t 検定
	訓練 1 回目	測定			訓練 1 回目	測定	
1	939	895	$t(1,10)=0.297, p=0.772$	11	1467	995	$t(1,10)=2.424, p=0.036 *$
2	1178	1184	$t(1,10)=-0.030, p=0.977$	12	1000	983	$t(1,10)=1.161, p=0.875$
3	928	933	$t(1,10)=-0.060, p=0.953$	13	1773	1495	$t(1,10)=0.772, p=0.458$
4	1750	1939	$t(1,10)=-0.978, p=0.351$	14	1022	1072	$t(1,10)=-0.513, p=0.619$
5	900	1061	$t(1,10)=-1.461, p=0.175$	15	1611	1839	$t(1,10)=-0.941, p=0.369$
6	1383	1088	$t(1,10)=1.373, p=0.203$	16	1867	1844	$t(1,10)=0.110, p=0.914$
7	1133	923	$t(1,10)=1.614, p=0.138$	17	1417	1300	$t(1,10)=0.345, p=0.737$
8	1089	961	$t(1,10)=0.706, p=0.496$	18	1401	1161	$t(1,10)=2.970, p=0.014 *$
9	1100	906	$t(1,10)=1.019, p=0.332$	19	850	833	$t(1,10)=0.355, p=0.730$
10	1133	1205	$t(1,10)=-0.414, p=0.680$	20	1139	1250	$t(1,10)=-0.790, p=0.448$

がみられた ( $t(10)=2.970, p=0.014, t(10)=2.424, p=0.036$ )。表 3 に各教材映像の訓練前後の反応時間に対する t 検定の結果を示す。

### 3.3.4 教材映像の各特性における訓練前後の反応時間

教材映像の各特性における訓練前後の反応時間について検証した。分析に用いた項目は表 1 における「歩行者出現時の車両との距離」「歩行者出現時の道路上の位置」である。はじめに、訓練 1 回目および測定において教材映像毎に各被験者の反応時間の平均を算出した。次に、各教材映像を「歩行者出現時の車両との距離」によって「近い」「遠い」の 2 グループに分けた。「中間」は映像数が少ないため、分析の対象外とした。続いて、歩行者との距離（近い、遠い）×歩行者の出現位置（左、右）×実験フェーズ（訓練 1 回目、測定）の 3 要因混合計画で分散分析を行った。有意水準は 5% とした。分散分析の結果、歩行者との距離、歩行者の出現位置および実験フェーズのいずれも主効果はみられなかったが ( $F(1,13)=1.837, p=0.198, F(1,13)=0.024, p=0.879, F(1,13)=2.584, p=0.132$ )、歩行者の出現位置×実験フェーズの交互作用がみられた ( $F(1,13)=5.000, p=0.044$ )。この交互作用における単純主効果の検定を行ったところ、歩行者が道路の右から出現する教材映像において実験フェーズの単純主効果が有意であった ( $F(1,13)=7.386, p=0.018$ )。図 7 に各出現位置における訓練前後の反応時間を示す。図 7 をみると、歩行者の出現位置が右側の場合は訓練前後で反応時間が短縮し、左側の場合は訓練前後で反応時間がわずかに遅れたことがわかる。

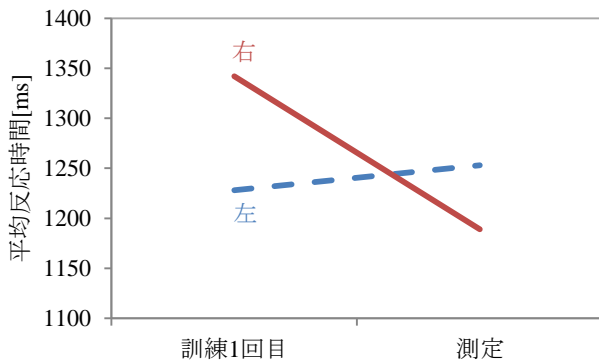


図 7. 各出現位置における訓練前後の反応時間

## 4. 考察

訓練前後の反応時間について検証した結果、平均ではわずかに反応時間は短縮したが、有意差はみられなかった。先行研究と異なる結果となった理由の一つとして、用いた教材映像が異なることが挙げられる。先行研究では各シナリオに 6 本の映像が含まれていたが、そのうち夜の映像はそれぞれに 1 本ずつ含まれていた。過去に行った研究では夜の映像に対する反応時間が昼の映像と比較して長くなる傾向にあることがわかっている。そのため、訓練の 1 回目で夜の映像が提示された際には歩行者に素早く反応することができなかったが、測定では夜の映像に慣れ、昼の映像と同等の反応時間でタッチできた可能性がある。本研究では、各シナリオに 10 本の映像が含まれていたが、夜の映像は 1 本も含めなかった。そのため、訓練前後で反応時間は有意に短縮しなかったと考えられる。

運転免許の有無による訓練効果の差について検証した結果、平均では運転免許所持者が未所持者よりも 100 ms ほど訓練効果量が大きい結果であったが、有意差はみられなかった。本研究では、運転免許所持者のうち 2 名が普段はほとんど運転しない運転者であった。そのため、運転免許所持者ではあるが、運転免許未所持者に近い訓練効果量であった可能性がある。特性の異なる運転者に対する訓練効果の程度を明らかにするためには、運転免許所持者で日常的に運転している運転者、運転免許所持者で普段は運転しない運転者、運転免許未所持者に分けたうえで、各運転者に対する訓練効果の差について再度検証する必要がある。

各教材映像における訓練前後の反応時間について検証した結果、映像 11 および映像 18 で訓練前後の反応時間に有意差がみられた。この理由として、これらの映像は同一地点で撮影したものであったことが挙げられる。また、有意差はみられなかったが、映像 17 および映像 19 も映像 18 および映像 11 と同一地点で撮影したものであった。つまり、各被験者は同一地点で撮影した映像を 4 本視聴している。本研究の結果からは明らかにできないが、同一地点の映像を繰り返し視聴することによって歩行者が出現する地点をあらかじめ予測できるようになり、反応時間が短縮した可能性がある。同一地点映像の提示による訓練効果を明らかにするためには、さらに教材映像を充実させ、別の地

点で撮影した複数の教材映像に対しても同様の結果が得られるか検証する必要がある。

教材映像の各特性における訓練前後の反応時間について検証した結果、歩行者出現時の車両との距離の違いについては反応時間の差はみられなかった。この理由として、本研究で用いたすべての教材映像が日中あるいは夕方に撮影された映像であったことが挙げられる。一般的に、遠方にある物体を認識するのは近辺にある物体を認識するよりも困難である。一方、本研究で用いた教材映像に含まれる遠方の歩行者は認知が困難な大きさではなかったと考えられる。また、前述したように夜の映像と比較して昼の映像は反応時間が短い傾向にある。加えて、映像を撮影したドライブレコーダの特性も理由の一つとして挙げられる。一般的なドライブレコーダやカメラで用いられているレンズの特性上、遠方に映る歩行者は映像中では中央付近に出現するように見える。そのため、映像の中央付近を見ていれば歩行者を発見することは容易である。以上より、運転者は出現時の車両との距離にかかわらず素早く歩行者を認知できたと考えられる。これらの要因について明らかにするためには、運転者が映像中のどの部分を見ているか視線計測装置を用いて検証する必要がある。

道路上の歩行者出現位置の違いについては、歩行者が道路の右側から出現する場合において訓練前後で反応時間が有意に短縮した。一方、左側から出現する場合においては反応時間が短縮せず、わずかに遅れた。これは、道路の右側から出現する歩行者に対して訓練の 1 回目では反応が遅れたことが理由として考えられる。一般的に車両は道路の左側を走行するため、教材映像中においても道路の左側から出現する歩行者は映像の中央付近に出現するように見える。一方、右側から出現する歩行者は映像の中央よりやや離れた位置から出現するように見える。そのため、道路の右側から出現する歩行者の発見が遅れたと考えられる。なお、右側から出現する歩行者に対する反応が遅れたことは、本研究における運転者が映像の中央付近を中心に見ており、大幅な視線移動は行われていなかったことを示唆している。これについても、視線計測装置を用いて訓練中の運転者の視線を計測することで、反応が遅れる映像特性を明らかにすることができると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、従来システムと提案システム TRAIN とで処理時間について比較した。その結果、処理時間を大幅に短縮できることがわかった。また、訓練効果の検証実験を実施し、提案システムの有効性についてあらためて検証した。その結果、従来の研究と異なり、訓練前後で反応時間に有意差はみられなかったが、わずかに短縮した。また、運転免許の有無や教材映像毎および教材映像の各特性に対する訓練前後の反応時間の差についても検証した。その結果、運転免許の有無による訓練前後の反応時間の差に有意差はみられなかった。一方、教材映像毎の訓練前後の反応時間は映像 11 および映像 18 で有意差がみられた。さらに、歩行者出現時の距離によって反応時間に差はみられなかつ

たが、歩行者が映像の右側から出現する場合は訓練前後で反応時間が有意に短縮した。今後は、被験者の数を増やし、教材映像を充実させたうえで同様の実験を実施するほか、視線計測装置を用いて訓練中の視線について分析する予定である。

## 参考文献

- [1] 交通事故総合分析センター, “人はどんなミスをして交通事故を起こすのか”, イタリアダイフオメーション, No.33(2001)
- [2] 警察庁, “平成 25 年中の交通事故の発生状況”, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000023626210> (Accessed: April 15, 2015)
- [3] 三品誠・島崎敢・中村愛・石田敏郎, “情報端末を用いた危険認知訓練システムの開発”, 交通科学研究資料, Vol.53, pp.69-72(2012)
- [4] 島崎敢・三品誠・中村愛・高橋明子・石田敏郎, “事故映像とタブレット端末を用いたハザード出現予測の訓練とその効果”, 交通心理学研究, Vol.28, pp.35-43(2012)
- [5] 須藤匠・猿田和樹・寺田裕樹・陳国躍, “タブレット PC を用いた運転者教育システムの開発と評価”, 第 13 回情報科学技術フォーラム講演論文集 第 3 分冊, pp.49-54(2014)
- [6] 須藤匠・猿田和樹・寺田裕樹・陳国躍, “画像情報を用いた歩行者認知訓練システムの精度評価”, 電子情報通信学会 2015 年総合大会講演論文集, D-11-22(2015)
- [7] ANOVA4 on the web, <http://www.hju.ac.jp/~kiriki/anova4/> (Accessed: April 15, 2015)