

脳損傷者の自動車運転時の注視行動の特性研究

代表研究者 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部作業療法学科 助教 建木健
共同研究者 秋山尚也（浜松市リハビリテーション病院）
共同研究者 岡村千紗子（浜松市リハビリテーション病院）
共同研究者 齊藤ふみ（浜松市リハビリテーション病院）

【まとめ】

ドライビングシミュレーター及びアイトラッカーを用いて脳損傷者と健常者による注視特性を明らかにすることを目的とした。その結果、交差点における直進よりも右左折が生じる場面、すなわちマルチタスクが要求された状況において、健常者よりも脳損傷者は注視視点が散在していることが明らかとなった。

1.研究の目的

脳卒中や脳外傷等による障がい者が社会復帰をしていくうえでの手段として自動車運転を自ら行うことの意義が大きい。自動車社会と言われている日本において、全国民の70%が運転免許証を保有する中、特に交通インフラの乏しい地域では自動車運転は必要不可欠なものであり、自動車運転の有無が行動範囲や社会参加を制限する因子であるといった特徴があり、自動車運転の有無が行動範囲や社会参加を制限する因子であるといった特徴があり、障がい者にとっても自動車運転の必要性とニーズはとて高い。そこで訓練や評価で使用されることが多くなってきたドライビングシミュレーターにおける脳損傷者の注視特性を明らかにすることを本研究の目的とする。

障がい者にとっても自動車運転の必要性

とニーズはとて高い。これまでの研究によると、頭部外傷患者の50%以上が運転免許を再取得している(Brouwer&Withaar 1997)。運転訓練プログラムを受けることができる段階まで回復した脳外傷者の44～48%が実際の自動車運転の再開に成功しているとの研究や、約30～50%の脳卒中患者が運転を再開していると考えられている(Fisk et al. 2002)とあり、日本においても適切な医療職による評価とプログラムが実施されれば、多くの障がい者にとって社会参加が促進されることが期待される。

近年、ドライビングシミュレーターの技術発展に伴い、シミュレーターは再現性を持って運転時のリスク場面を作り出せることから本研究において健常者と脳損傷者の注視時間と注視特性の着目し、健常者と脳損傷者の差を明らかにすることによって、脳損傷者の自動車運転の安全性の確保と自動車運転に対してのリハビリテーション方法の一助となり社会へ貢献できることが期待される。

2.研究方法と経過

2-1 実験装置

2-1-1

ドライビングシミュレーター（三菱DS3000）（以下DS）及びアイトラッカー（眼球運動測定装置 Tobii ProX3-120）、

画像取り込みカメラ (BuffaloWebCamera) を接続し (図 1)、アイトラッカーと画像との同期を行った。カメラは画面解像度 1280×960 ピクセル, 30fps で記録した。分析には TobiiStudio 及び IBMSPSS statistics22 を用いた。

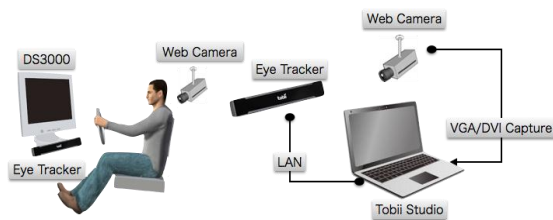


図1 実験装置

2-1-2 アイトラッキングシステム

眼球運動の解析には、Tobii 社の ProX3-120 を使用した。この装置は、モニター前部に記録装置を設置し赤外線にて眼球運動をリアルタイムに追跡が可能であり、この装置を用いて時間・空間解像度は 120Hz のサンプリングレートで記録した。

2-2 被験者 (患者群及び健常群)

対象者の組入基準として、対象群として脳損傷を呈し病前もしくは受傷前まで日常的に自動車運転をしおり、発病又は受傷後 2 年以内であり、(現在運転されている方も含める) SDSA (脳卒中ドライバーのスクリーニング評価日本語版) にて運転可能群を対象とした。運動麻痺による影響を考慮して、運動麻痺はないか若しくは軽度であり、運転に支障がないものとした。

また基本属性として年齢、性別、疾患名、発症および受傷からの期間、運転歴、所持免許の種類、視力、有効視野 (V-FIT)、SDSA (脳卒中ドライバーのスクリーニング評価日本語版)、TMT (Trail making test)、BADS (遂行機能障害症候群の行動

評価) を患者群に実施した。

また健常群として日常的に自動車運転されている方としこれらの対象群とした。患者群 6 名、年齢は 53.8 (SD8.1) 歳、疾患は、脳出血 2 名、脳梗塞 3 名、硬膜下血腫 1 名であった。(表 1) コントロール群 9 名、年齢は 44.1 (SD12.2) 歳であった。

表 1 対象群の詳細

	Age	Gender	Diagnosis
SubjectA	63	Femail	脳梗塞(右内包後脚)
SubjectB	44	Male	急性硬膜下血腫、硬膜化膿瘍
SubjectC	60	Male	ラクナ梗塞
SubiectD	53	Male	左被殻出血、多発性脳梗塞
SubjectE	48	Male	右放線冠脳梗塞(BAD)
SubiectF	46	Male	左被殻出血
SubiectG	63	Male	脳梗塞、ワレンベルグ症候群

2-2 実験コース

DS にて市街地を模倣したコースを走行する。実験におけるコース環境は、昼時間として総合運転時間は 10 分以内とした。本研究では DS の全走行中の交通事故の多いとされている交差点における危険場面 2 箇所とし、Task1(交差点右折時のサンキュー事故場面)及び Task2(交差点直進時の先行左折車の急停止)を実験場面とした。(図 2)

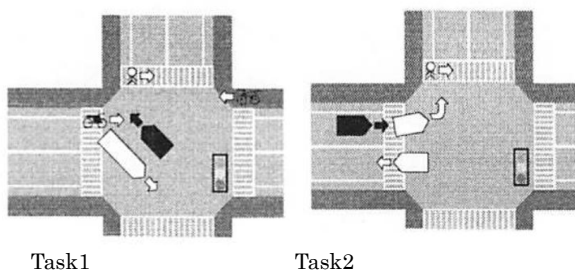


図2 市街地の交差点

2-3 解析方法

危険場面 2 箇所を走行して、データを WebCamera 及び TobiiStudio にて記録した。危険場面において、AOI(Areas of Interest)解析を行い任意に AOI を設定した。(図 3) AOI が被験者間で誤差が出ないよ

うに、定点 WebCamera 及び WebCamera の画像上でのピクセル及び DS 上のモニターの画像にて誤差を軽減した。AOI への視線注視が停留するまでの時間 (Time to First Fixation), 停留までの回数 (Fixation Before), 停留時間 (Fixation Duration), 停留回数 (Fixation Count), 滞在時間 (Visit Duration), 滞在回数 (Visit Duration count) を測定した。本研究において停留時間は 30 degree/sec とした。



図3 Areas of Interest(AOI)

四角枠で囲まれた領域への視点到達及び停留時間を測定

2-4 倫理的配慮

本研究は、聖隷クリストファー大学倫理委員会 (受理番号 15-121-01), 浜松市リハビリテーション病院 (受理番号 16-17) で承認された。本研究は、すべての対象者に同意を得た上で実施された。

3. 研究の成果

3-1 結果

本研究において、危険場面 2 箇所を走行する中で、AOI への視線注視が停留するまでの時間 (Time to First Fixation), 停留までの回数 (Fixation Before), 停留時間 (Fixation Duration), 停留回数 (Fixation Count), 滞在時間 (Visit Duration), 滞在回数 (Visit Duration count) を測定し、コ

ントロール群との比較検討を行った。Task1(交差点右折時のサンキュー事故場面)について、健常群に対して患者群は滞在回数 (Visit Duration count) が多く Mann-Whitney の U 検定にて有意差が認められた ($t=0.009 P<0.05$)。滞在回数 (Visit Duration count) とは AOI に停留した、後に AOI 外で停留すると 1 回として定義されている。また、同様に AOI における停留回数 (Fixation count) ($t=0.072 P<0.1$)。多い傾向であった。(図 4)

Task2(交差点直進時の先行左折車の急停止)においては、2 群間において有意な差は認められなかった。

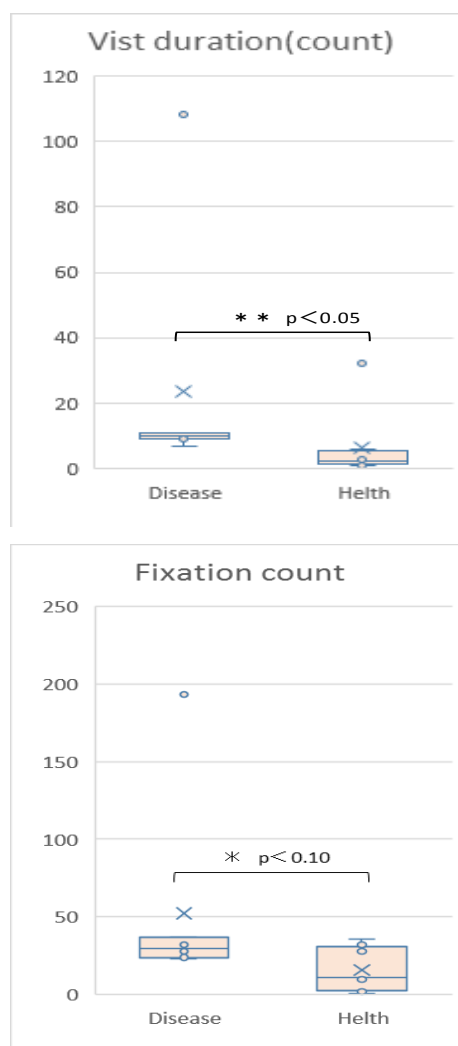


図4 Visit duration 及び Fixation Count

3-2 考察

Task1(交差点右折時のサンキュー事故場面)及び Task2(交差点直進時の先行左折車の急停止)の運転行動による特性について、Task1 においては、右折動作をともなう行動であり周囲環境に注意を払う必要があるのと同時に、右折というマルチタスクを要求される行動となる。Task 2 においては同じ交差点であるが、急な前車両の停止であり、直進方向のみの注視のみでよい行動となる。注視に合わせて運転の操作を必要とするマルチタスクのように運転者の技能が問われる状況にいたると、患者群の注視特性は本来注視すべき視点から分散的に多方向への注視が増加する傾向となり、健常群に比べ効率的に注視行動を行えていない可能性があり、結果的に AOI への滞在回数 (Visit Duration count) が増加したのではないかと考えられる。

Task1 及び Task2 において注視時間における健常群、患者群間における統計学的な差は本研究においては認められなかった。一般的に運転技能が形成されると注視時間は短くなると同時に有効視野が広くなるとの報告 (Senders1996) もあり、患者群において危険物に対するの探索行動や判断力の遅延から注視時間は延長しているのではないかと予測されたが本研究において差は認められなかった。

注視特性を把握することによる運転リハビリテーションにおける示唆を得ることができた。注視特性を把握することにより、運転リハビリテーションにおける明確な課題提示とストラテジーの構築につながる可能性は高いと考えられる。

4.今後の課題

注視特性を見出すには、更なるデータ収集が必要ではあると当時に脳損傷者へのアイトラッキングの適応等も含め検討の余地が残るものとなった。

5.研究成果の公表方法

作業療法学術誌への投稿を及び各種関係学会での報告予定である。

【引用参考文献】

- 1) Brouwer WH, Withaar FK. Fitness to drive after traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation* 1997, 7,177-193
- 2) GD Fisk, C Owsley, M Mennemeier. Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2002; Volume 83, Issue 4, 469-477
- 3) Maria T. Schultheis, John DeLuca, Douglas L. Chute, 三村 将 監訳, 医療従事者のための自動車運転評価の手引き, 新興医学出版, 2011
- 4) 武原格, 一杉正仁, 渡邊修, 林泰史, 米本恭三, 安保雅博: 自動車運転再開支援を行った脳損傷者の特徴と事故について, *リハビリテーション医学* 51 巻 2 号, p138-143, 2014
- 5) 武原格, 一杉正仁, 渡邊修: 脳卒中・脳外傷者のための自動車運転, 三輪書店, 2013
- 6) 蓮花一己: 交通行動の社会心理学, 北大路書房, 2005