

# 簡易型 DS 操作中の脳波測定および安全運転評価に関する研究

Simple type DS brain wave measurement while operating it and research on safe driving evaluation

石川 耕介<sup>\*1</sup>  
Kousuke Ishikawa

巨 東英<sup>\*2</sup>  
Dong Ying Ju

<sup>\*1</sup> 埼玉工業大学大学院工学研究科  
Saitama Institute of Technology graduate school engineering research course

<sup>\*2</sup> 埼玉工業大学先端科学研究所  
Saitama Institute of Technology High-tech research center

It evaluates it by using simple type DS concerning a brain wave measurement in one's twenties and the result.

## 1. 緒言

近年、高齢・認知症ドライバーによる交通事故の増加が社会問題となっており、様々な対策が講じられている。その中の 1 つとしてドライブシミュレータ(以下 DS)を用いた手法が注目されつつある。[伊藤 08-1]科学警察研究所(以下科警研)では、ミラーを確認して周囲の車両の配置を把握する能力(実際の運転状況に近い環境での有効視野)の測定を意図した DS を開発し、高齢者、非高齢者による走行実験の結果、高齢運転者の能力低下の検出に有用であることを明らかにした。[木平 08-1]しかしながら、実際に検査が必要な高齢ドライバーを全て、大型 DS を保有する施設で検査することは不可能である。そこで、国立長寿医療センターでは、科警研で開発した検査用ソフトウェアを改良し、高齢者が日常的に運転能力測定および運転トレーニングが可能な簡易型 DS を開発し、高齢者、非高齢者による走行実験によりその有用性を明らかにした。しかし、簡易型 DS の成績と脳内での高次な情報処理能力との関係は不明である。

本研究では、第一段階として、国立長寿医療センターが開発した簡易型 DS を用いて、20代の被験者を対象に DS 操作中における運転者の脳波測定を行い、一定期間定期的に測定を行った場合の脳波および、イベント発生前後の脳波の増減率・イベントの成功率について比較検討を行った。

## 2. 実験機材

本研究ではノートパソコン(InreI RCore2Duo 2GB NVIDIA GeForceR 8400M ),37 型液晶テレビ(AQUOS LC-37GS20),ゲーム用コントローラ(Logicool GT FORCE Pro)と国立長寿医療センター研究所が開発した簡易型DS (Fig.1)を用いて実験を行った。

脳波の測定には、脳力開発研究所の製作した Brain Builder Unit (Fig.2)を使用した。Brain Builder Unit の仕様を Table1 に示す。Fig.2 に示すように、額(二箇所)と右耳たぶの部分に装置を装着し、専用ソフトを起動させることにより、脳波を測定する。



Fig.1 Simple type DS



Fig.2 Brain Builder Unit

Table1 Brain Builder Unit of Specification

本体概要

サイズ	120(W)X135(D)X 35(H)mm
重量	500g

脳波検出部

測定周波数範囲	4~30Hz
最低測定電圧	5 $\mu$ Vpp
最大測定電圧	80 $\mu$ Vpp

筋電図検出部

測定周波数範囲	200~1000 Hz
平滑時定数	0.5sec
測定精度	$\pm 10\%$

3. 実験概要

3.1 走行コース

走行コースは運転中の精神的・身体的負担の状態を現実  
に近づく目的で、常盤自動車道の三郷 IC から谷和原 IC にか  
けて実際の道路線形に従い、構造物や風景を模した約20kmの  
区間の道路モデルを使用した。該当道路は中央分離帯で上下  
線が分断された片側三車線区間である。

3.2 走行の基本設定

実験参加者に運転させる車の前方に二台の先行車両を配置  
した。この先行車両は共に中央の車線を 80km/h で直進し、実験  
参加者は二台の先行車両に追従して走行させることとした。また、  
今回の実験は先行車両に追従するだけであり、イベントを回避  
するために直度に意識を両脇の車線に向かいやすくなると予想  
される。そこで前方への注意を維持させる目的で、後述の数字の  
読み上げ課題を運転と平行して実施することとした。

3.3 数字読み上げタスク

先行車両の後端部に'1'~'7'までの数字を4つ表示した。その  
中で 3 つを重複させ、数字残りの1つを違う数字とした。被験者  
にはその中で違う数字を 3 秒ごとに読み上げてもらった。この数字  
の読み上げにより、ミラー確認など、運転を優先させ、運転に必要  
な脇見により数字が読み上げられなかった場合には、読み飛ば  
してもよいこととした。なお、数字の表示の位置は先行車両の車  
線変更に関連させず、中央車線の中央車線中央にとどめ置いた。

3.4 イベント

実験中は、左右の車線に出現した車群が自車よりもやや速  
い速度で順々に自車を追い抜いてゆく状態が継続する。しばらく  
すると一台目と二台目の車両の間に突然障害物が出現し、二台  
目の先行車両が車線変更すると、その影から障害物が自車の前  
に出現する状況とした (Fig.3)

続いて、自車両も障害物に接近して回避行動が必要な状況  
になり、被験者には周囲の車両の配置に応じて、最も安全な方法  
で回避することを課題とした。(Fig.4)ただし、回避方法として操舵  
と制動を混同させると解析が困難なため、回避方法は操舵に限  
定し、左右どちらかへの車線変更の二択とし、近くに後続車両の  
存在しない車線に出て障害物を回りこむ回避を正解とした。こ

で、障害物の手前で急ブレーキをかけてとまる回避方法は不正  
解であり、状況を体現するためにその場合には後続車両に追突  
されるようにした。

なお、イベントの発生タイミングはランダムで予測困難なも  
のとした。

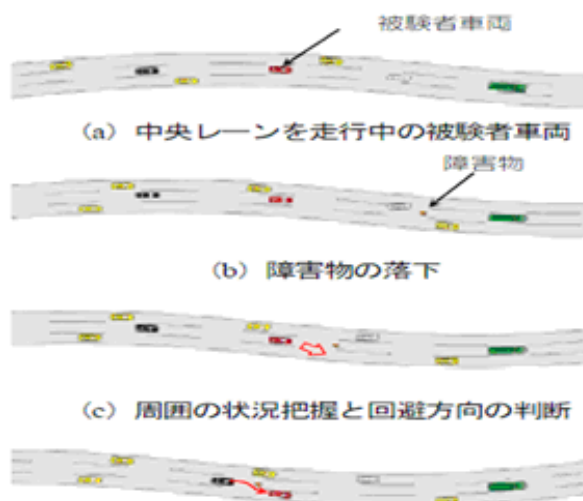


Fig.3 Appearance of evasion by event



Fig.4 Appearance of obstacle avoidance

3.5 その他

被験者には、上記の実験概要を十分に説明し、続いて実際の  
走行デモンストレーションを行い、その後、実際に練習を行ったう  
えで走行実験を行った。

3.6 被験者

本研究では、2 週間ごとに大学生 3 人 (日常的に運転してい  
る被験者 A.ペーパードライバ被験者 B.運転免許を取得してい  
ない被験者C)を対象に実験を行った。

3.7 走行条件

練習コースを 3 分走行後、運転に慣れた後、一分間安静にし  
てもらい、その後、30 秒後に実験を行った。測定時間は 5 分とした。

3.8 解析方法

今回測定した脳波データを高速フーリエ変換 (Fast  
Fourier Transform 以下 FFT)を用いて解析した。 Table.2  
に、脳波の名称、及び周波数帯が表す状態を示す。今回は  
周波数帯の中でも特に  $\alpha$  波と  $\beta$  波に重点を置いて調べた。

Table.2 Classification by frequency band of brain wave

周波数	名称	状態
7~14Hz	α波	リラックス 意識集中
15Hz以上	β波	不安 イライラ

#### 4. 実験結果及び考察

被験者3人の測定した脳波データを元に、イベント発生前後5秒間のFFT解析を行った。1回目の実験時におけるイベント発生前後のα波・β波の平均値を100%として2~4回目の増減率のグラフをFig.5,6,7に示す。また、イベント発生前の状態を100%とした場合のイベント後の増減率のグラフをFig.8,9,10に示す。また、被験者ごとのイベントの成功率をFig.11に示す。

##### 4-1 実験結果

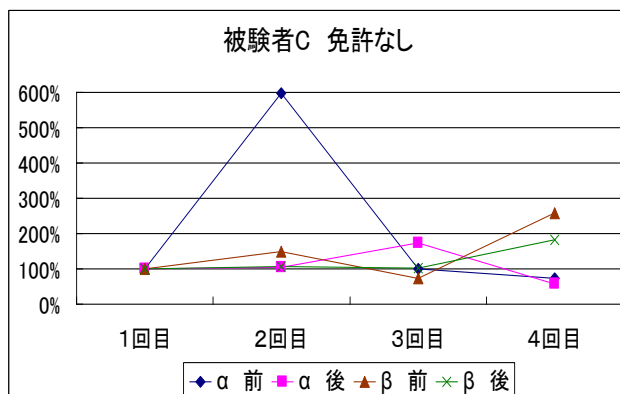


Fig.7 Subject C No License

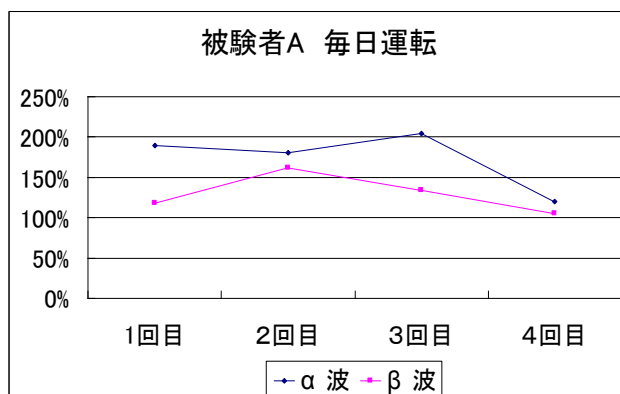


Fig.8 Subject A Driving of every day

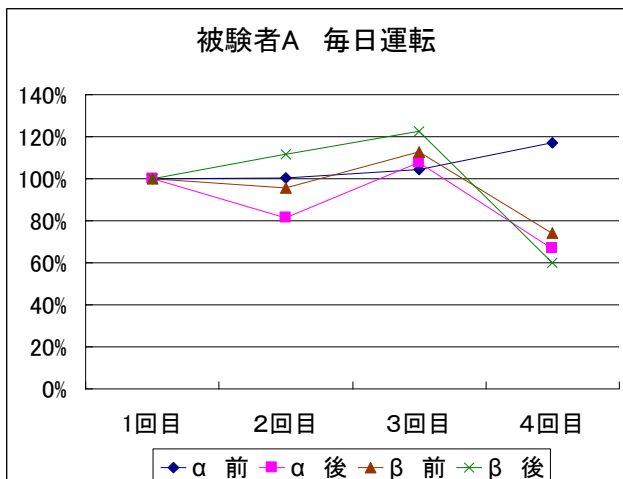


Fig.5 Subject A Driving of every day

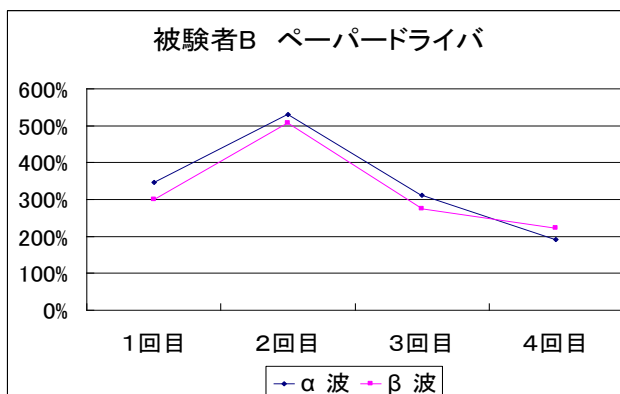


Fig.9 Subject B Paper Driver

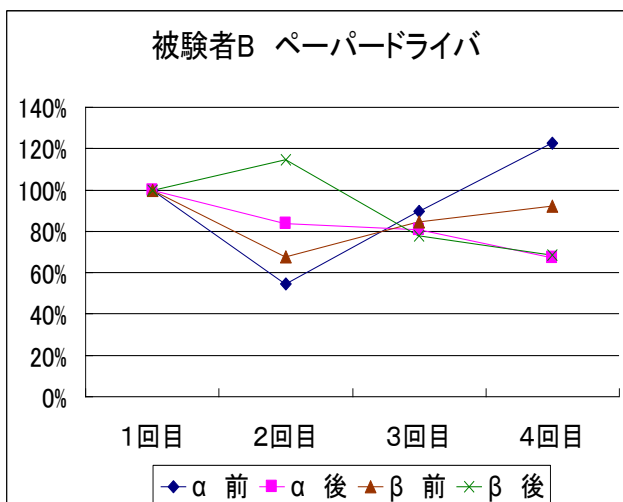


Fig.6 Subject B Paper Driver

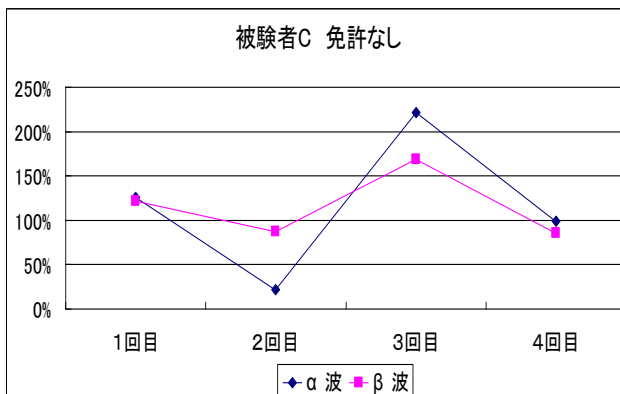


Fig.10 Subject C No License

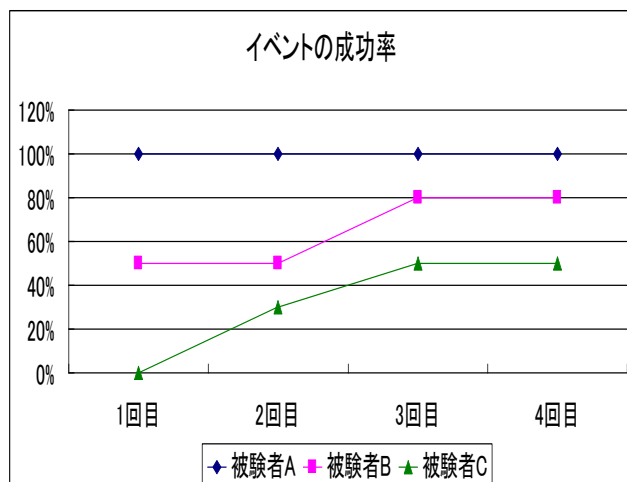


Fig.11 Success rate of event

#### 4-2 考察

被験者 A(毎日運転)は Fig.5 を見ると、比較的増減率にぶれがなく安定している。また、回数を重ねるごとに若干の増減はあるが、イベント後の  $\alpha$  波・イベント前後の  $\beta$  波が1回目の実験に比べ低下していることがわかる。これは実験を繰り返すことにより、一回目の実験時よりも運転に慣れたことと回避行動に適切な判断がしやすくなっていることが考えられる。逆にイベント前の  $\alpha$  波は徐々に上昇していることから、適度な緊張感を持ってDSを運転していることが考えられる。

また、Fig.8 を見るとイベント発生後は  $\alpha$ ・ $\beta$  波ともにイベント前に比べ大幅に増加していることがわかる。また、実験を繰り返すごとに増減率が低下していることが考えられる。

被験者B(ペーパードライバ)は Fig.6 を見ると、被験者 A に比べるとやや増減率にぶれがあるものの、被験者 A とほぼ同様の傾向を示した。これは被験者 A と同様に運転による慣れが原因であると考えられる。このことは Fig.11 の被験者 B のイベントの成功率が上昇している。また、このことにより、ペーパードライバでも DS によるトレーニングを重ねるごとに毎日運転している人の脳波に近づいているのではないかと考えられる。

また、Fig.9 を見ると2回目の実験以降は被験者 A と同様にイベント発生後は  $\alpha$ ・ $\beta$  波ともにイベント前に比べ大幅に増加している。また、実験を繰り返すごとに増減率が低下している。

以上のことからペーパードライバでも、イベント後の増減率は毎日運転している人と同様の傾向が見られることが考えられる。

被験者 C(免許なし)は実験2回目のイベント前の  $\alpha$  波が非常に高いことからなんらかのノイズが混入した可能性があるが、それ以外の3回目、4回目の傾向は、回数を重ねるごとにイベント前の  $\alpha$  波は減少傾向、イベント前の  $\beta$  波は上昇傾向であることから被験者 A・B と反対の傾向を示した。これは、Fig.11 の被験者ごとのイベントの成功率が実験を4回繰り返しても40%までしか上がらなかったことも関係していると考えられる。

Fig.10 をみるとイベント発生後の  $\alpha$ ・ $\beta$  波はイベントごとに大きく増減率が異なっている。このことから、免許を所持している被験者 A・B とは違った傾向が見られた。このことから DS による運転練習を繰り返しても運転経験の有無により、効果が違うことが考えられる。

#### 5. 結言

今回、毎日運転を行っている被験者A、ペーパードライバの被験者B、免許を所持していない被験者Cの3人について DS 操作中における運転者の脳波測定を行い、一定期間定期的に測定を行った場合の脳波および、イベント発生前後の脳波の増減率・イベントの成功率について比較検討を行った。

実験結果から以下のことが考えられる。

- ① DSによる回避行動イベントを体験することにより、 $\alpha$ ・ $\beta$  波に影響を与えることがわかった。
- ② 毎日運転を行っているドライバーは実験を繰り返しても、ある程度脳波が安定しており、回避行動も非常に精度が高いことがわかった。
- ③ ペーパードライバでもDSによる練習を行うことにより、毎日運転を行っているドライバーと同様の脳波の傾向になることがわかった。
- ④ 運転免許を所持していないドライバーは免許を所持しているドライバーと比べ、脳波や運転成績が異なる傾向であることがわかった。

#### 6. 今後の課題

現在、被験者数が少ない・高齢ドライバーに対して、実験をいっていないため、有効であるかがまだ不明である。今後はその点に重点を置き、実験を行う必要がある。

#### 7. 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(萌芽研究)(課題番号 20650093)により支援された。

今回、国立長寿医療センター研究所の伊藤安海氏に多大なご指導を頂きました。厚く御礼申し上げます。

また、ドライブシミュレータの開発および実験プロトコルの作成に多大なるご協力を賜った科警研の木平真氏に厚く御礼申し上げます。

#### 8. 参考文献

- [伊藤 08-1]伊藤安海:ドライビングシミュレータを用いた高齢ドライバー対策の現状,設計工学,Vol.43,No.6 (2008), 307-314.
- [木平 08-1]木平真:周囲の車両配置に対する判断能力を計測するドライビングシミュレータの開発,自動車技術会論文集,Vol.39,No.4 (2008), 171-176.
- [木平 08-2]木平真,伊藤安海:ミラー確認能力の測定検査とトレーニングに関する一考察,第7回 ITS シンポジウム 2008 Peer-Review Proceedings,(2008), 97-102.
- [伊藤 08-2]伊藤安海 木平真 柳井修一 小長谷陽子:危険な高齢・認知症ドライバー早期発見手法の開発 日本法科学技術学会 第13回学術集会プログラム(2008)
- [Yanai 08]S.Yanai, Y.Itoh, T.Nemoto, M.Kihira, H.Matsuura: Development of Portable Driving Simulator System, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 29-2 (2008), 207-210.
- [山口 01]山口有美 脳波の周波数解析による学習課題解決プロセスの比較 岡山大学教育実践総合センター紀要,第1号(2001),pp.59