

道路環境の安全性の脳波による評価

東京都市大学大学院 学生会員 ○阿部 哲
 東京都市大学 正会員 皆川 勝
 藤沢市 進藤 翔太

1. 序論

近年、人々の交通安全への関心が高まっていることから交通事故防止策を考えることは更に重要になっている。交通事故防止策には、自動車の制御や、交通ルールの変更¹⁾など様々な方法がある。土木工学の視点から交通事故防止策を考えた際、道路周辺の「景観」や標識・トンネルなどの「道路交通施設」といった「道路環境」の改善が考えられる。また、交通事故の一要因である漫然運転は運転者の生理や心理に関わっているとされる。しかし、道路環境の向上を考える際に、生理指標の観点から考えている研究は少ない。特に脳波についてはまだ研究が行われていないのが現状である²³⁾。すべての視覚情報は脳を通して処理され、それに対し人は反応し行動する為、視覚が主な情報源となる運転時において脳波は重要な生理指標である。生理指標に脳波を用いて道路環境を評価し交通事故防止を考えることは、今後の交通事故防止に役立つといえる。

本研究では、脳波測定装置を使用し被験者に運転席から撮影した動画をスクリーンに通して視聴させ、脳波データを分析することで道路環境要因が運転者の生理状態へどのような影響を与えるのかを調査することを目的とする。また結果をもとに運転に悪影響を起こすと考えられる地点の対策を考察する。

2. 実験方法

(1) 脳波の測定方法

脳波とは、脳の活動によって生じる電位変化を数値化したものであり、周波数によって α 波、 β 波、 θ 波などに分けられ、人の気分の状態を表すことが分かっている。被験者の脳波を測定する装置として、ニューロスカイ社製のMINDSETを用いる。MINDSETは脳波を連続して計測することができるため、シークエンス景観のように常に時間的に変動する道路環境に対して、脳波の反応を測定するのに適している。また、ニューロスカイ社が開発した解析ソフト「eSense アルゴリズム」を用いることで、脳波測定によって得られた脳波を「集中度」という指標で表すことができる。運転中における「集中度」変化から道路環境が運転者にどのような影響を与えるのかを評価した。被験者は学生21名と教授1名とした。ここで脳波の結果において測定の不具合により途中途切れてしまったりしているものは省いたため、実験結果では必ずしも全員の結果を用いていない。

(2) 脳波の評価方法

脳波の評価方法として、eSense アルゴリズムより得られた集中度の値についての評価と、その集中度の変化率に着目して時間に対する微分値を用いての評価を行う。更に各被験者について同様の変化をしているところを明確にする為に標準偏差と平均値を用いて考察する。

(3) 動画の撮影方法・視聴方法

実験ではカメラにより撮影した運転動画をスクリーンに投影した映像を視聴してもらう。今回の実験では音声無しで動画を視聴してもらうこととした。本実験は道路環境の評価であり視覚に特化していること、動画撮影の際に車体の微震動による雑音などの不自然な音が入ることから音声無しで行うこととする。また音声無しで行ったため、実験時に実験とは関係ない外の音が聞こえてしまう場合がある。実験の際は外の音が入らないように注意を払ったが、入ってしまった場合はその都度チェックし脳波データへの影響を考慮した。

3. 実験対象場所

街路と高速道路では交通条件が異なるため道路環境が変わってくる。そのため、高速道路と街路は分けて考えることが必要と判断し、対象場所として高速道路2パターン、街路2パターンの計4パターンを選定した。

4. 結果と考察

(1) 集中度による評価

全ての動画において集中度は被験者によってバラついた。数は少ないが集中度が似たような値を示した区間があった。図-1のグラフより街路aの45秒付近において各被験者ともに高い集中度を示していた。その時間は赤信号により停車する時であり、前方の車に接近していく時に集中度が高い値を示すといえる。図-2のグラフより街路bの128~133秒に関しても集中度は高い値を示した。この時間は路上駐車車を発見してから追い越す直前までの時間である。このことから車への接近行為はどの被験者に関しても高い集中を伴うことが分かった。高速道路に関しては両パターン共に各被験者で似たような集中度を表す時間帯はなかった。

ここでグラフの変化の仕方について着目すると、絶対値は違うものの、変化の仕方については似たような傾向が見受けられた。そのため、微分で表される変化率による評価の方が適していると考えた。

キーワード:自動車の車窓景観, 景観の遠近, 景観の変化

連絡先:〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 Tel 03-5707-2100 +3253

(2) 微分値と標準偏差による評価

街路 a については、図 - 3 の微分値の値と図 - 4 の標準偏差から、90 秒付近で集中度が増加する反応が見られる。この時間は交差点を通り過ぎ、かつ前の車と車間距離が狭くなる時である。また交差点を渡る歩行者がおり被験者は注目したと考えられる。

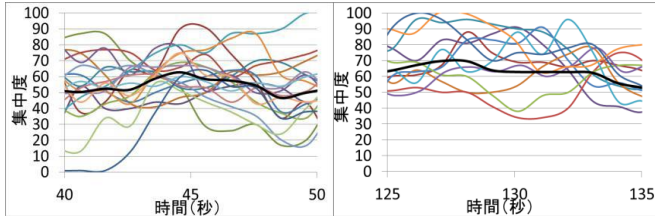


図 - 1 街路 a 集中度

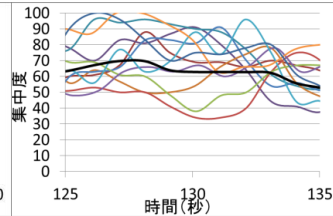


図 - 2 街路 b 集中度

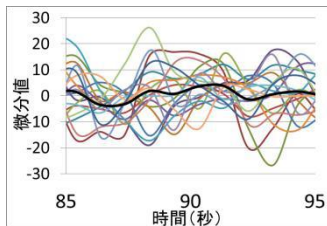


図 - 3 街路 a 微分値

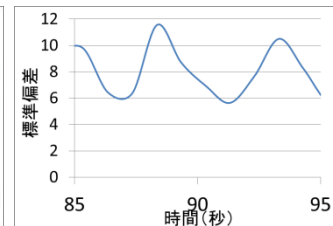


図 - 4 街路 a 標準偏差

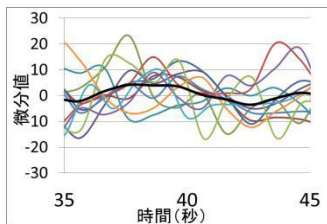


図 - 5 街路 b 微分値

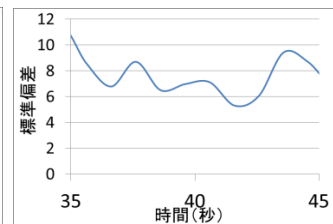


図 - 6 街路 b 標準偏差

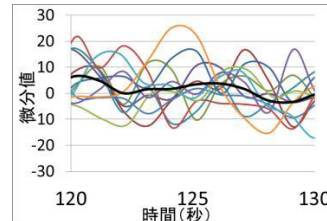


図 - 7 街路 b 微分値

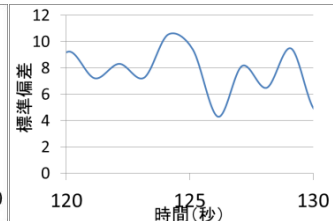


図 - 8 街路 b 標準偏差

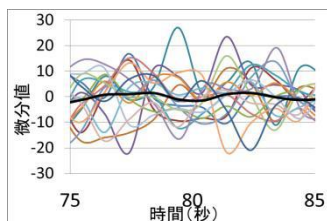


図 - 9 高速道路 a 微分値

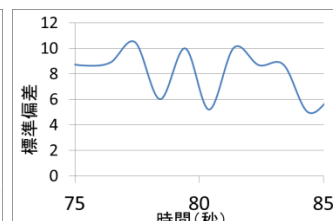


図 - 10 高速道路 a 標準偏差

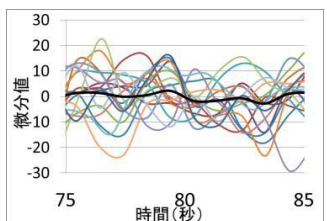


図 - 11 高速道路 b 微分

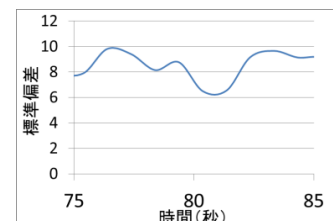


図 - 12 高速道路 a 標準偏差

街路bについては、図 - 5と図 - 6から42秒付近で集中度が減少することが分かった。ここはカーブ区間であり、直前に交差点があり信号を越えた後の地点である。交差点を越えたことにより集中度が低下したと考えられる。図 - 7と図 - 8から126秒付近で増加しているのが分かる。この時間は(1)の集中度の考察でも述べたが路上駐車があり、近づいていくと集中度が増加する。

高速道路aについては、図 - 9と図 - 10から80秒過ぎに集中度が少し下がっているのが分かる。トンネルの出口を抜け景色が広がってから数秒たった場所である。78秒あたりでは若干ではあるが正の変化が多く、トンネルを抜けたことにより情報量が増え集中度が増加し、その反動で80秒過ぎに下がる変化が起きたといえる。

高速道路bについては図 - 11と図 - 12から80秒過ぎに集中度が減少しているのが分かる。ここはカーブ区間であり、警戒標識であるシェブロンマーカークや道路に標示がある。直前で警戒標識等が視認できるようになったときに標準偏差は低くないものの微分値は上昇しており、このカーブ区間に入ってから下がり続けていることが分かる。このことから警戒標識等はカーブに入る前は注目し集中が上がると思われるが、カーブに入ってからあまり効果がないと考えられる。シェブロンマーカークは設置基準が設けられておらず、乱雑に設置されているため景観面・コスト面からもカーブ区間内後半では減らした方がいいと考えられる。

5. 結論

本研究では脳波データを集中度として表し評価を行った。集中度は人によってバラつきがあるが、変化については場所によって似た変化を示すことが分かった。街路については車の接近や交差点など、事故に関するものに接近した時に集中度が上がるということがわかった。またカーブでの見通しの悪さといった道路環境に関してより、交通面に関する交差点の方に集中が向くことがわかった。このことから街路では道路環境を集中度で評価するのは困難だと考えられる。高速道路についてはトンネル区間やカーブ区間での集中度の反応から評価がある程度出来ることがわかった。トンネル区間では飽きが生じる可能性があるため変化を付ける必要や、カーブ区間ではシェブロンを減らす必要があると考えられる。

今回は動画中で集中度が上がる時にどこに注目しているかを、独断で決めてしまっていたため、視線についてアイマーカーコーダー等による視線計測を併せて行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 道路交通法：第六十五条，第七十一条の三。
- 2) 小林和孝：運転状況による生理反応パターン，人間工学，Vol.4，No.4，1968。
- 3) 平田輝満，飯島雄一，屋井鉄雄：都市内地下道路における運転者の意識水準低下に関する分析，土木計画学研究論文集，Vol.21，No.4，2004.9。