

ドライバの覚醒状態維持に向けた飲料摂取効果

情報科学科 齊藤 圭

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

居眠り運転は交通事故の重大な要因の一つであり、これまで居眠り運転防止に向けてドライバの眠気状態検知や覚醒刺激に関わる研究が数多く行われている。本研究では、ドライバの覚醒状態維持を促す刺激の一つとして飲料摂取に着目し、飲料摂取がドライバに与える効果をドライビングシミュレータ (DS) 運転時の生体信号、車両挙動の分析より検証する。

2 ドライバの眠気評価指標

心電、視覚情報、車両情報、主観値を用いて、ドライバの眠気を評価する。計測した心電図のピーク値の間隔 (RRI) の時系列データに対し、周波数解析を行うことで、心拍数 (HR) 及び交感神経指標である SNA、副交感神経指標である PNA を式 (1)(2) のように導出する。

$$SNA = \frac{\int_{0.04}^{0.15} Power(f)df}{\int_{0.15}^{0.45} Power(f)df} \quad (1)$$

$$PNA = \int_{0.15}^{0.45} Power(f)df \quad (2)$$

ここでの $Power(f)$ は、 f [Hz] におけるパワースペクトルの大きさを表す。HR, SNA はドライバの覚醒に伴って上昇、PNA は減少する指標として一般的に用いられる。飲料摂取に関して、カフェイン含有コーヒー摂取では、30 分後以降で PNA が有意に上昇 [1]、レモン経口摂取では、30 分後以降で SNA が上昇すること [2] が報告されている。

また、視覚情報から瞼の開閉度と瞳孔径を評価に用いる。瞼の開閉度は瞼によって虹彩が覆われた度合いを 100 分率で計測している。眠気が高まるにつれ、瞼の開閉度は大きくなる。瞳孔径は瞳孔の大きさを絶対値で計測している。瞳孔は自律神経の支配を受けており、交感神経亢進で散大し、副交感神経亢進で縮瞳する。

車両情報からは車体の横ズレ量と速度の標準偏差を評価に用いる。眠気が高まり運転操作が不安定になることでこれらの値が大きくなるが、ドライバがカフェイン含有コーヒーを飲むことで、これらの値が抑えられるといった報告 [3] がある。

また、視覚情報から瞼の開閉度と瞳孔径を評価に用いる。瞼の開閉度は瞼によって虹彩が覆われるのを 100 分率で計測している。眠気が高まるにつれ、瞼の開閉度は大きくなる。瞳孔径は瞳孔の大きさを絶対値で計測している。瞳孔は自律神経の支配を受けており、交感神経亢進で散大し、副交感神経亢進で縮瞳する。主観的指標としては、ドライバの主観的眠気を Visual Analog Scale(VAS) にて、ドライバの顔表情を北島ら [4] の手法に従い、5 段階にて眠気レベルを評定した。

3 実験方法

普通自動車免許を保持する健康な被験者 3 名 (男性 3 名, 21 歳) に対して実験を実施した。実験では、カフェイン含有コーヒー、レモン飲料がドライバの眠気に与える効果を検証する。カフェインは眠気を抑制する成分として知られ、レモンは経口摂取 30 分後以降に交感神経の亢進が報告されている。各被験者に対して、無糖缶コーヒー、加糖缶コーヒー、レモン飲料、天然水を摂取する 4 条件をかした。実験は計 4 日間にかけて実施し、

カフェイン含有飲料は試験日の起床時から飲用しないように統制した。試験飲料を図 1 に示す。



図 1 試験飲料

生体信号計測機器を装着後、初めに 15 分間の一次走行を行う。その後、30 分間の飲料摂取休憩を挟んで、最大 30 分間の二次走行を行う。二次走行において眠気レベル 3 以上が 3 分間継続した場合には、運転が危険な状態と判断し、走行を中止させる。被験者には、暗室下にて夜間的高速道路を模擬したコースを、95 km/h の一定速度で走行車線を安定した位置で走行するよう指示した。飲料は休憩開始から 10 分以内に消費し、休憩中は眠気が高まるのを防止するため明室にて DS から降車し、好きな動画を見て過ごしてもらった。被験者のリアルタイムでの眠気レベルの判定には顔表情評定値を用いる。実験の流れを図 2 に示す。

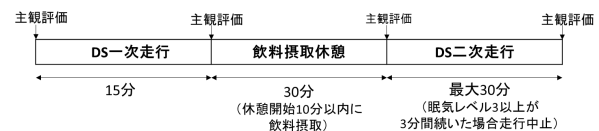


図 2 実験プロトコル

4 実験結果

評価指標の一つである交感神経指標 SNA に関して、被験者 A の実験開始時を基準とした変動値の推移を図 3 に示す。DS 運転時においても先行研究 [2] 同様、レモン飲料摂取 30 分後より SNA が上昇する傾向にあった。また、瞳孔径においてもレモン飲料摂取休憩後に散大し、交感神経の亢進を示した。以上より、レモン飲料摂取休憩によってドライバの交感神経活動を亢進させ、眠気に対して効果的な影響を与える可能性が示唆された。

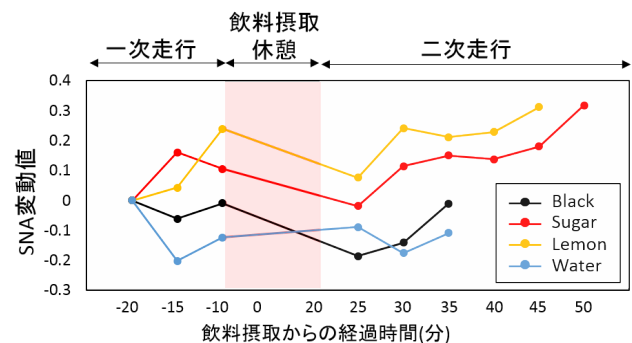


図 3 SNA 変動 (交感神経指標) : 被験者 A

参考文献

- [1] Gaku Hibino *et al.* J Nutr. 1997 Jul;127(7):1422-7.
- [2] 永井ら, 「肥満研究」, vol.14, no.1, 2008.
- [3] M.A.J.Mets *et al.*, Psychopharmacology (Berl). 2012 Jul; 222(2): 337-342.
- [4] 北島ら, JSM (C), vol.63, no.613, pp.3059-3066, 1997.