

# 長距離運転時におけるエナジードリンクの 眠気緩和効果

鈴木聡士<sup>1</sup>・大井元揮<sup>2</sup>・池前敬太<sup>3</sup>・佐々木翼<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 北海学園大学教授 工学部生命工学科(〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目1-1)

E-mail: souchi-s@lst.hokkai-s-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 社)北海道開発技術センター(〒001-0011 北海道札幌市北区北11条西2丁目2-17)

E-mail: ooi@decnet.or.jp

<sup>3</sup>非会員 ホクレン農業協同組合連合会(札幌市中央区北4条西1丁目3)

E-mail: ikemae.keita@gmail.com

<sup>4</sup>学生員 北海学園大学修士課程 大学院工学研究科(〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目1-1)

E-mail: t.chan.0827@gmail.com

本研究は、長距離運転時において、カフェインとアルギニンが含有されているエナジードリンクの眠気緩和効果を検証するものである。合計4時間のドライビングシミュレーターによる運転実験において、水飲みの場合とエナジードリンクを飲用した場合の走行実験を実施した。そして、エナジードリンクの眠気緩和効果を定量的に比較・評価するために、脳波計測と主観評価を実施した。これらのデータについて、被験者毎の対応ある平均値の差の検定により有意性について検証した。その結果、脳波分析では運転開始後90分まで、主観評価では運転開始60分以降で、眠気緩和効果について有意な差があることが明らかとなった。

**Key Words** : Sleep-averting effect, long-distance driving, energy drink, brain wave

## 1. 研究の背景と目的

2012年に発生した関越自動車道高速バスによる居眠り運転事故など、長距離バスによる事故が多発しており、その対策や効果的な改善策が求められている。

これらの状況を踏まえ、国土交通省自動車局では、貸し切りバス交代運転者の配置基準<sup>2)</sup>を公表し、連続運転時間や休憩時間等に関する基準を示している。寺田<sup>3)</sup>は、高速ツアーバス規制と貸し切りバスの長距離運転防止に関する考察を行っており、特に日欧の規制について比較し、乗務間の休憩時間の違いについて指摘している。また、三浦ら<sup>4)</sup>はドライビングシミュレータを用いた11分20秒程度の走行シミュレーションを実施し、眠気を催す前に「警告表示+音」による警告を実施した場合、覚醒水準の低下を効果的に抑えることができることを実証している。さらに、村崎<sup>5)</sup>は高速道路での居眠り運転防止に向けた効果的な対策について調査しており、長距離運転の休憩時において、カフェイン摂取後に20分の仮眠を取ることが、眠気解消において効果的であることを定量的に実証している。

ここで、常盤薬品の研究グループ<sup>6)</sup>は、健康成人男

性を対象とした試験において、アルギニンがカフェインの覚醒効果を増強することを明らかにしている。これは、近年注目されつつある、いわゆるエナジードリンク(モンスターエナジーやレッドブルなど)に含有されている成分であり、60分間の作業を行った場合の覚醒状態について、カフェインのみの配合飲料と比較し、その覚醒増強効果を実証している。

しかし、これらの既存研究においては、上述の国土交通省が基準を示しているような、長距離運転時における眠気緩和効果、特にカフェイン・アルギニン配合飲料(以降、エナジードリンクという)の覚醒効果を実証した研究は見当たらない。

そこで本研究では、長距離運転時におけるエナジードリンクの覚醒効果を検証することを目的とする。

## 2. 走行実験概要と分析フロー

本研究の分析フローを図-1に示す。

図-1のとおり、本研究ではまず、安全性を確保する必要があることから、実走行ではなくドライビングシミ

レーションによる長距離走行実験を実施する。その際、国土交通省自動車局が示した基準を参考にして、2時間の連続運転時間の後、休憩時間を30分とり、さらに2時間の連続運転を実施する。この30分の休憩において、飲用物は水のみと限定して休憩を行う状況（以降、「なし」という）と、エナジードリンクを摂取する状況（以降、「飲用時」という）の2パターンの走行実験を行い、覚醒度の比較を行う。この走行パターンを図2のようにする。

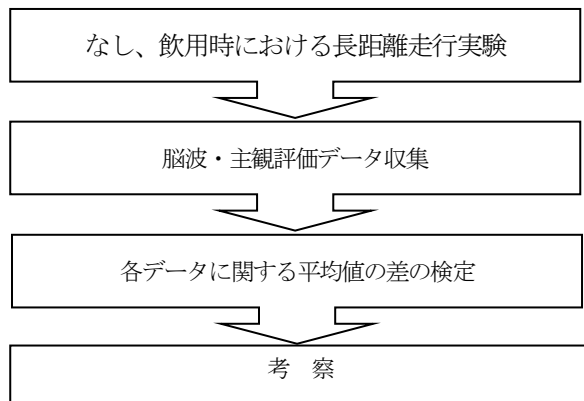


図-1 分析フロー

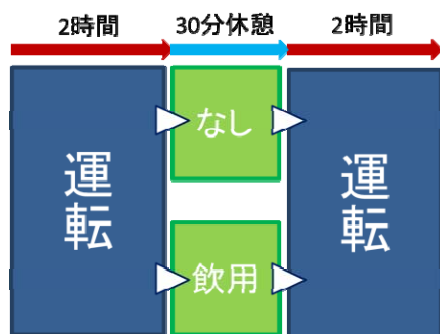


図-2 走行パターン

ここで、エナジードリンクについては、コンビニやパーキングエリア等で容易に入手可能な「モンスターエナジー(355ml)」を用いた。その成分を表-1に示す。

さらに、走行時においては、眠気緩和効果を定量的に比較・評価するため、脳波・主観評価の2種類のデータ計測・調査を実施した。これらのデータについて、なし-飲用時における被験者毎の対応ある平均値の差の検定により、有意性について検証し、エナジードリンクの効果について定量的に分析・考察を行う。

走行環境としては、PlayStation3のGRAN TURISMO 6を活用し、同ソフトに収録されており、かつ夜間の高速道路走行環境を再現した「クラブマンステージルート5」を使用した。本調査の被験者は、20歳代の男性3名、女性3名の計6名であった。

表-1 エナジードリンク成分一覧(100mlあたり)

エネルギー	50kcal	ビタミンB6	0.8mg
たんぱく質	0g	ビタミンB12	1-6 $\mu$ g
脂質	0g	L-アルギニン	125mg
炭水化物	13g	D-リボース	125mg
ナトリウム	78mg	高麗人参	82mg
ビタミンB2	0.7mg	L-カルニチン	29mg
ナイアシン	8.5mg	カフェイン	40mg

### 3. 脳波による眠気緩和効果の検証

#### (1) 脳波計測と分析の概要

本研究では、MUSE BRAIN SYSTEM(株式会社デジタルメディック)を用いて脳波を計測した。

測定された脳波は図3に示すように、波が細かく振幅の大きいものが $\alpha$ 波、波が細かく振幅の小さいものが $\beta$ 波、波の間隔が大きいものが $\theta$ 波としてPCに収集される。

ここで、脳波は周波数(Hz)で分類され、一般的に $\theta$ 波帯域(4-8Hz)、 $\alpha$ 1波帯域(8-10Hz)、 $\alpha$ 2波帯域(10-12Hz)、 $\alpha$ 3波帯域(12-13Hz)、 $\beta$ 波帯域(20Hz(本研究では、てんかん脳波を避けるため、20Hz以下は対象外として比較))に分類される。

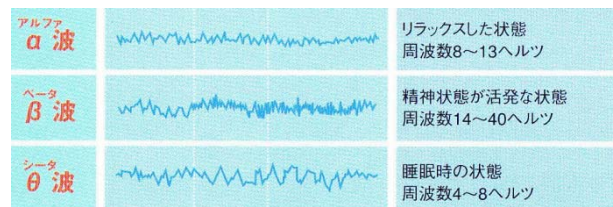


図-3 脳波データ

脳波データは1秒ごとに収集され、測定データを高速フーリエ変換(Fast Fourier Transform: FFT)することで、 $\alpha$ 波(リラックス状態)・ $\beta$ 波(興奮・覚醒・ストレス状態)・ $\theta$ 波(まどろみ・うとうと・ぼんやり状態)を数値化して評価することが可能となる。この際、数値化の方法としては、それぞれの波の出現率(全出現数に対する各波の出現数の割合)を算出し、比較する。

その際、0-30分の区間の平均値を30分、30-60分の区間の平均値を60分、60-90分の区間の平均値を90分、90-120分の区間の平均値を120分として示し、比較を行う。

この際、「なし」の120分(270分)のデータは、データ不良の2名を除き、4名の比較結果である。また、「飲用時」の30分(180分)、60分(240分)のデータ

は、データ不良の 1 名を除き、5 名の比較結果である。

なお、リラックスの度合いを示す  $\alpha$  波出現率に関しては、本調査結果においては、「なし」と「飲用時」で有意な差は認められなかった。

(2)  $\theta$  波出現率に関する平均値の差の検定

「なし」と「飲用時」における 30 分 (180 分) ~ 120 分 (270 分) の  $\theta$  波出現率(まどろみ、うとうと、ぼんやり状態)に関する対応ある平均値の差の検定結果を表-2 に示す。また、 $\theta$  波の 30 分毎の出現率を図-3 に示す。

表-2 より以下のことが考察される。

- ①30分と60分では、 $p$  値 $<0.05$  から 5%有意であることが分かった。
- ②90分では、 $p$  値 $<0.10$  から 10%有意であることが分かった。
- ③これらのことから、運転開始から 60 分までは、エナジードリンクの飲用が  $\theta$  波出現率に有意な差をもたらすことが明らかになった。また、強い有意性ではないものの、90 分まではエナジードリンクの飲用が  $\theta$  波出現率に差をもたらす可能性が示唆された。
- ④ここで、図-3 の 90 分 (240 分) ~ 120 分 (270 分) における、なし- $\theta$  の変化に着目すると、大幅に  $\theta$  波が減少していることが分かる。論理的に考えれば、時間経過に伴って眠気が増加し、 $\theta$  波が増加することが推察される。このような結果となった理由として、ある特定の被験者がこの時間帯に居眠り運転状態となり、大きな衝突を 2 回発生させていた。この事象が覚醒状態を高くさせ、 $\theta$  波を大幅に増加させた主要因となった可能性が推察される。仮にこの事象が発生していなければ、 $\theta$  波の出現率が経時的に上昇し続けて、かつ 120 分においても、「なし」と「飲用時」において、有意な差を得ていた可能性が強く示唆される。

表-2  $\theta$  波出現率と平均値の差の検定

時間	なし- $\theta$	飲用時- $\theta$	p 値	有意
30分(180分)	37.2%	33.0%	0.038	**
60分(210分)	37.2%	33.2%	0.023	**
90分(240分)	37.8%	34.0%	0.059	*
120分(270分)	35.9%	34.5%	0.258	

(1%有意: \*\*\*, 5%有意: \*\*, 10%有意: \*)

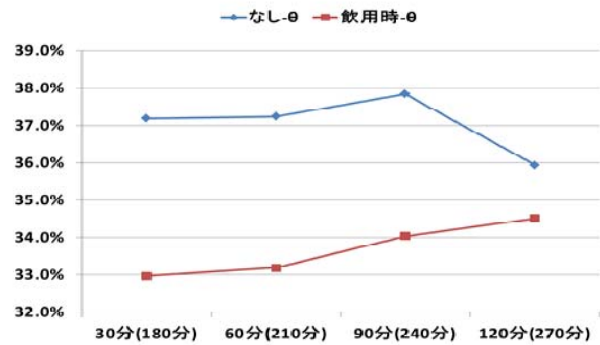


図-3 30分毎の平均  $\theta$  波出現率

(3)  $\beta$  波出現率に関する平均値の差の検定

「なし」と「飲用時」における 30 分 (180 分) ~ 120 分 (270 分) の  $\beta$  波出現率に関する対応ある平均値の差の検定結果を表-3 に示す。また、 $\beta$  波の 30 分毎の出現率を図-4 に示す。

表-3 より以下のことが考察される。

- ①30分から90分では  $p$  値 $<0.05$  から 5%有意であることが分かった。
- ②このことから、90 分まではエナジードリンクの飲用が  $\beta$  波出現率に有意な差をもたらすことが明らかになった。
- ③ここで、図-4 の 90 分 (240 分) から 120 分 (270 分) のなし- $\beta$  グラフに着目すると、この時間に大幅に  $\beta$  波出現率が上昇していることが分かる。論理的に考えれば、時間経過に伴って眠気が増加し、 $\beta$  波が増加することが推察される。このような結果となった理由として、3.2 の考察④と同様に、ある特定の被験者がこの時間帯に居眠り運転状態となり、大きな衝突を 2 回発生させていたことが原因であると推察される。仮にこの事象が発生していなければ、 $\beta$  波の出現率が経時的に減少し続けて、120 分においても、「なし」と「飲用時」において、有意な差を得ていた可能性が強く示唆される。
- ④以上より、「飲用時」の方が「なし」よりも、 $\theta$  波出現率が有意に低く、かつ  $\beta$  波出現率が有意に高いということがわかった。すなわち、脳波の観点からは、「飲用時」の方が、有意に眠気を緩和し、覚醒度が増加しながら運転できていることが明らかとなった。

表-3  $\beta$  波出現率と平均値の差の検定

時間	なし- $\beta$	飲用時- $\beta$	p 値	有意
30分(180分)	21.9%	25.2%	0.038	**
60分(210分)	22.2%	25.5%	0.033	**
90分(240分)	21.1%	24.9%	0.023	**
120分(270分)	22.7%	24.3%	0.270	

(1%有意: \*\*\*, 5%有意: \*\*, 10%有意: \*)

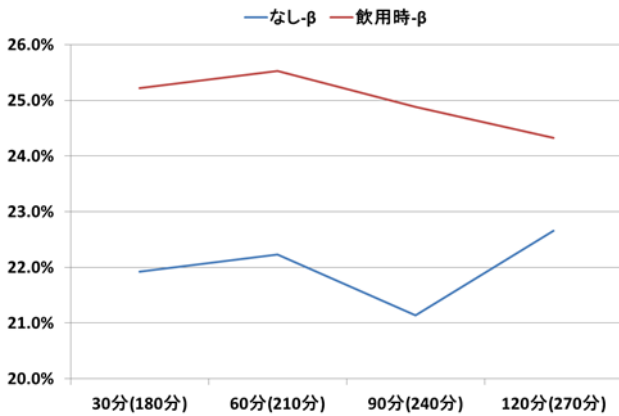


図4 30分毎の平均β波出現率

#### 4. 主観評価による効果検証

本研究では、眠気尺度 KSS<sup>48)</sup>に準拠して、表-5 に示す評価項目を設定し、「思考」と「眠気」に関する主観評価を実施した。これらの分析結果から、時系列的な思考力ならびに眠気の定量的な比較が可能となる。

ここで、「思考」とは、表-5 の項目(1)-(3)の主観評価の合計値であり、思考力の度合いを表す指標である。

また、「眠気」とは、表-5 の項目(4)-(8)の主観評価の合計値であり、眠気の度合いを表す指標である。

表-5 眠気尺度 KSS による主観評価項目

	全く思わない	← 普通			→ 非常にそう思う
(1) 頭がさえていない	1	2	3	4	5
(2) 思考が鈍っている	1	2	3	4	5
(3) 頭がぼんやりする	1	2	3	4	5
(4) 目がショボショボする	1	2	3	4	5
(5) まぶたが重い	1	2	3	4	5
(6) 眠気と戦っている	1	2	3	4	5
(7) 知らず知らずのうちにまぶたがくっつく	1	2	3	4	5
(8) 眠くて倒れそうである	1	2	3	4	5

これらの項目について、5段階の尺度による評価を30分毎に調査した。なお、これらの数値が高いほど、思考力が低下している度合、ならびに眠気を感じている度合いが高いことを示している。

思考に関する平均値の差の検定結果を表-6 に示す。また、これらの30分毎のスコアを図化したものを図-6 に示す。

表-6、図-6 より以下のことが考察される。

- ①90分時では、p 値<0.05 から 5%有意であることが分かった。
- ②60分時ならびに 120分時では、p 値<0.10 から 10%有意であることが分かった。
- ③これらより、90分時を中心に前後 30分において、思考に関する有意な差が認められることが示唆された。

また、図-6 に示すように、とくに時間が経過するにつれて、なしと飲用時のスコアに開きが生じている傾向が見受けられることから、主観評価における「思考」については、特に長距離運転後半時において効果が認められることが示唆された。

表-6 思考に関する主観評価の平均値の差の検定

時間	なしスコア	飲用時スコア	p 値	有意
30分(180分)	42	29	0.168	
60分(210分)	56	43	0.097	*
90分(240分)	65	41	0.041	**
120分(270分)	64	44	0.069	*

(1%有意: \*\*\*, 5%有意: \*\*, 10%有意: \*)

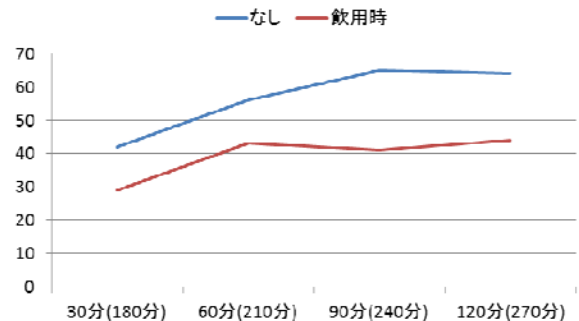


図-6 思考に関する主観評価

次に、眠気に関する平均値の差の検定結果を表-7 に示す。また、これらの30分毎のスコアを図化したものを図-7 に示す。

表-7、図-7 より以下のことが考察される。

- ①90分時では、p 値<0.05 から 5%有意であることが分かった。
- ②120分時では、p 値<0.10 から 10%有意であることが分かった。
- ③これらより、90分以降において、眠気に関する有意な差が認められることが示唆された。また、図-7 に示すように、とくに時間が経過するにつれて、なしと飲用時のスコアに開きが生じている傾向が見受けられることから、主観評価における「眠気」においても、「思考」と同様に、特に長距離運転後半時において眠気緩和の効果が認められることが明らかとなった。



表-7 眠気に関する主観評価の平均値の差の検定

時間	なし	飲用時	p 値	有意
30分(180分)	61	44	0.190	
60分(210分)	78	60	0.120	
90分(240分)	99	62	0.027	**
120分(270分)	96	61	0.076	*
(1%有意: ***, 5%有意: **, 10%有意: *)				

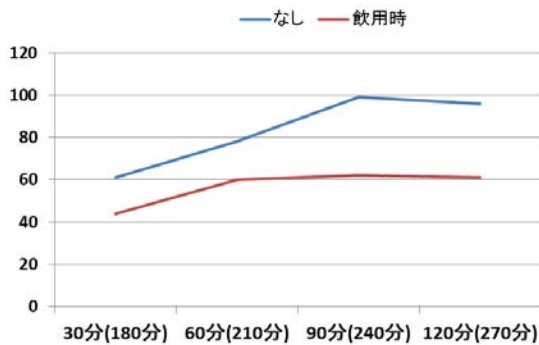


図-7 眠気に関する主観評価の結果

## 5. 結論

本研究の分析結果から、長距離運転時におけるエナジードリンクの飲用による眠気緩和の効果が定量的に実証された。特に、脳波分析では運転開始後 90 分まで、主観評価では運転開始 60 分以降で有意な差があることが明らかとなった。

このように、長距離運転時においては、カフェインの覚醒効果を増強させるアルギニン含有飲料の服用が、効果的に眠気を緩和させることにつながるということがわかった。

今後は、これらの効果を積極的にPRしつつ、聴許委運転時における飲用を推奨するとともに、PAや地方部におけるコンビニや道の駅などで、これらのエナジードリンクを広く取り扱うことにより、長距離運転時の安全性を向上させることが可能になると考えられる。

### Sleep-averting effect on long-distance driving by energy drink

Soushi SUZUKI, Genki OOI, Keita IKEMAE and Tsubasa SASAKI

## 参考文献

- 1) 東洋経済 ONLINE Web: <http://toyokeizai.net/articles/-/102544>
- 2) 国土交通省自動車局：交替運転者の配置基準（解説）、2013.6
- 3) 寺田一薫：高速ツアーバス規制と貸し切りバスの長時間運転防止、国際交通安全学会誌、Vol.38, No.1、2013.5
- 4) 三浦崇嗣、屋井鉄雄、増田智志、鈴木美緒：覚醒水準評価による運転中の居眠り防止の研究、土木計画学研究・講演集、Vol. 38、2008
- 5) 村崎慎一：高速道路での居眠り運転防止に向けた効果的な対策に関する調査研究(最終報告)、公益財団法人高速道路調査会 Web: <https://www.express-highway.or.jp/jigyoinfo/gijyutsu2015/gijyutsu201502.pdf>
- 6) 常盤薬品 Web: <http://noevirgroup.jp/cojip/t/t1240/>
- 7) 福永篤志監修：よくわかる脳のしくみ、ナツメ社、2009
- 8) Ishihara,K., Saito,T.and Miyata,Y. : Sleepiness Scale and an Experimental Approach, Jpn. J. Psychol., 52, pp.362-365, 1982