

交通渋滞中のドライバーの精神的ストレスおよび肉体的ストレス に対する芳香物質の影響 —パイロットスタディ—

東京農工大学大学院工学府機械システム工学専攻

佐藤 桂

The improvement of drivers' condition is required to reduce traffic accidents. The purpose of this study is to improve driver's condition during traffic jams by using aroma compounds. Since it is not clear which kind of stress drivers have during traffic jams, the effects of aroma compounds on mental stress and physical stress were analyzed respectively. Furthermore, the effect of aroma compounds which were supplied during driving a scenario of traffic jam on a driving simulator was also evaluated.

1. 緒言

近年の車社会において、交通渋滞は大きな問題の一つである。渋滞中の交通事故の発生率は、通常状態におけるその約8倍であり、特に追突事故に関しては約16倍である¹⁾。高速道路など二車線以上の道路上で渋滞に巻き込まれた場合、目的地に少しでも早く着こうと車線変更をくりかえすドライバも数多くおり、自車線に進入される側にとってそれはさらなるストレスとなる。交通事故の原因の多くがヒューマンエラーによるものであると言われていることから、ドライバの精神状態や身体状態は運転行動に大きく影響を与えられ、注意力低下状態など不安全行動をとりやすい状況にあるドライバの心身状態の改善は交通事故の低減に重要である。

ドライバの状態を改善する方法の一つに香りの提示があげられる^{2,3)}。香り、つまり芳香物質は吸引されたのち、血液中にとりこまれ全身を巡り肝臓で代謝され体外に排出されることから、薬理効果や効果の持続性が期待される。(一)-linaloolはラベンダーオイルなどに含まれる化合物であり、その鎮静効果はこれまでも多くの論文で報告されている⁴⁾。一方1,8-cineoleはローズマリーオイルやペパーミントオイルに含まれており、これらの刺激作用が報告されている⁵⁾。

本研究の目的は、渋滞中のドライバの精神的ストレスおよび肉体的ストレスの香りによる低減であるが、渋滞中のドライバに具体的にどのようなストレスがかかるのか不明であり、またドライバにとって鎮静させる香りが有効であるのかそれとも刺激する香りが有効であるのか不明であるため、相反する効果を有する2種の香りの効果を評価した。



Influence of aroma compounds on the drivers' mental and physiological stress during traffic jam - Pilot study -

Kei Sato

Department of Mechanical Systems Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

ヒトのストレスの測定には、脳波の測定や唾液中や血中に含まれるストレスホルモンの測定、心電図の測定などがあげられるが、運転時のドライバの状態の測定には、安全面の観点から運転の邪魔にならない心電図の測定が有用であると考えられる。実世界の道路環境では同じ交通場面に遭遇することは皆無であり、被験者ごとに実験場面が異なってしまうことと、本研究が基礎研究に位置することから、現段階では同じ交通環境を再現できるドライビングシミュレータを用いて香りの効果の評価を行ったが、本研究の結果をもとに将来は実車実験により評価する予定であるので、本研究でも心電図の測定を行った。今回は、R波とR波の間隔であるR-R間隔（以下RRI）を指標として用いた。これは心拍の逆数で表され、RRIが大きい場合は拍動が遅く、リラックスしており、小さい場合は緊張またはストレス下にあるとされている。

2. 実験の部

2.1 試薬

(一)-linalool (≥95.0% GC sum of enantiomers) はシグマアルドリッチ社製を、また1,8-cineoleは和光純薬製を用いた。

2.2 心電図測定機器

ニホンサンテック株式会社製の自律神経解析プログラム (Map 1060) を用いた。

2.3 ドライビングシミュレータ

ドライビングシミュレータ（以下DS）には、株式会社アストジェイ製のマルチエージェント交通流シミュレーション (ASSTranece) を用いた。DSの性能上、シナリオの時間は最長で28分となった。

2.4 被験者

普通運転免許を持つ本学の23歳男性8名であり、実験当日はカフェインを摂取しないよう教示した。また各実験の測定開始時刻は毎回同時刻とした。

なお、本研究は、東京農工大学の倫理委員会の承認のもと実施し、被験者には事前に研究内容を説明し、インフォームドコンセントを得た。

2.5 実験環境

実験室は換気扇を備えた約13.5 m²の部屋で、気温を約23℃、湿度を30－40%に設定した。

2.6 香りの供給装置および濃度の決定

2.6.1 供給方法

空気および芳香物質の供給にはエアポンプを用い、被験者の鼻先から約10cmのところに供給した。

2.6.2 濃度の決定

不快な香りを長時間吸引することは、ストレスになりかねないことと、香りを用いた警報システム等の商品化の際に非現実的であることから、香りの供給濃度として、2条件をアンケート結果により決定した。なお、空気の流量は変化させず一定とし、芳香物質の量により濃度高(300 µl)と濃度低(100 µl)の2条件を調整した。

2.7 実験条件

2.7.1 精神的ストレス

渋滞中のドライバーの精神的ストレスとして、①目的地に早く着きたいのに自分の意に反して進めない、②進もうとしているのに横入りにより邪魔される、③退屈するなどの意見が挙げられたことから、タスクとして、エクセルシート上ランダムに縦一行に並んでいる1から15までの数字を被験者に順番に1から15までとなりの行にマウスを用いてできるだけ早く縦に並べさせ、被験者が並べている間にオペレータが、カーソルの移動を邪魔したり等、被験者

の邪魔をしいらいらさせる作業を行った。このタスクを20回行わせ、1シート分の作業を終えるたびに、①疲れているか、②ストレスがあるか、③いらいらしているか、④気分が明るいかな、⑤眠いか、という質問に1－5のスケールで答えさせた。なお、オペレータの作業は毎回同じシナリオを用いて行った。香りの供給は、14回目から18回目の作業時に行い、一種の香りにつき2条件(供給濃度：高・低)の合計4条件を行った。なお被験者には、香りの効能等の説明はせず、測定当日に使用する香りの情報も与えなかった。

2.7.2 肉体的ストレス

渋滞中に身体にかかる肉体的ストレスとして、長時間座ったままであり、身体を伸ばすことができないなどがあるが、例えば正座をタスクにするといつ被験者にストレスがかかっているか不明であり、個人差も大きいことから、コールドプレッシャーテスト(以下CPT)を本実験では用いた。約3℃の冷水に肘から下を50秒間つけさせ、この間香りを供給した。

またテストの開始前、CPTの直後、テスト終了後に、①疲れているか、②ストレスがあるか、③いらいらしているか、④気分が明るいかなという質問に1－5のスケールで答えさせた。図1にプロトコルを示す。この測定は一種の香りにつき2条件(供給濃度：高・低)と香りの提示なし(空気のみ)1条件の下行った。

2.7.3 DS実験

作成した渋滞のシナリオAを図2に示す。図中のシナリオの「やや渋滞」と「渋滞」を入れ替えたシナリオBも作成し、各芳香物質につき2種類のシナリオを用いた。ただし、これらのシナリオを用いる順番はランダムとした。なお芳香物質はいずれのシナリオにおいても「大渋滞②」の

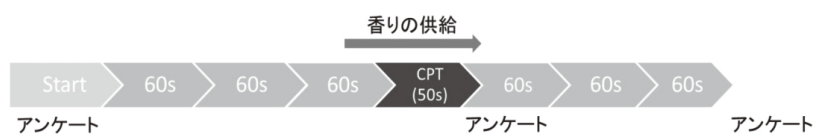


図1 CPTのプロトコル

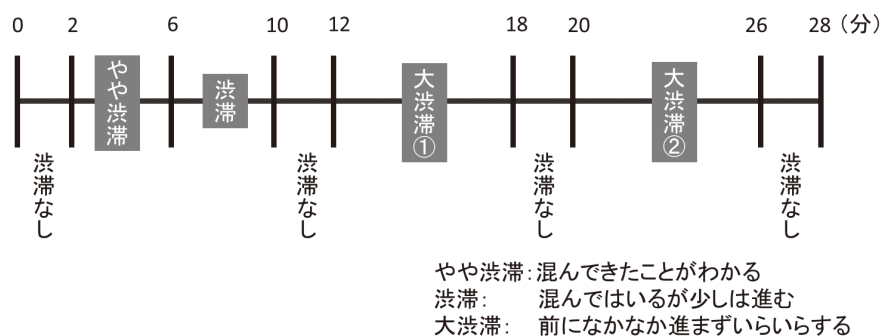


図2 渋滞シナリオA

ときに供給した。

まず、DSでの走行に慣れるために自車両の前後、横方向に他車両が存在しない通常のコースを10分ほど走行させた。被験者には通常の運転をするように教示し、車線変更をしたい場合はしてもよい旨を伝えた。

3. 結果および考察

紙面の都合上、被験者S1のデータを示す。

3.1 精神的ストレス

3.1.1 香りの嗜好性

まず、被験者の香りの嗜好性（どちらでもないを含む5段階）および被験者が感じた匂いの強弱（どちらでもないを含む5段階）を表1に示す。なおこの嗜好性は実験終了直後にたずねた。

3.1.2 アンケート結果

アンケートは、1シート毎のタスクが終わる度に行った。結果の詳細は紙面の都合上割愛するが、各条件下における簡単な結果を以下にまとめる。主に香りを供給した5シート分とその前後4シート分の結果を示す。

・(-)-linaloolの供給条件下

低濃度：香りの供給後にリラックスさせる傾向にあった。

香りを供給した区間中の眠気が低下した。

高濃度：低濃度と同じくリラックスさせる傾向にあったが、いらいらも増した。供給後から気分の明るさが増したが、眠気は供給前とは変わらず実験の終了まで変化しなかった。

・1,8-cineoleの供給条件下

低濃度：香りの供給後にリラックスの度合いが低下したが、イライラの度合いは減少した。眠気は減少し供給終了後からは再度増加した。

高濃度：リラックスの度合いは変動はなかったが、香りの供給直後はいらいらが増加し再度減少した。

3.1.3 各条件下におけるRRIの変動

図3から図6にそれぞれ、(-)-linalool（濃度：低）、(-)-linalool（濃度：高）、1,8-cineole（濃度：低）、1,8-cineole（濃度：高）を供給した結果を示す。タスクは20シート分行ったが、香りを供給した5シートの前後4シートのRRIの解析を行った。

4条件のうち、(-)-linalool（濃度：高）と1,8-cineole（濃度：低）を供給した時にRRIの値が上昇したことから、リラックスする傾向にあったと考えられる。特に前者の場合、嗜好性は-1と低かったが嗜好性の影響はないと考えられる。また、1,8-cineole（濃度：高）の条件下では、香りの供給まで眠気を感じており、供給により目が覚めたが、再度眠たくなったという申告が測定後にあったことから、1,8-cineole（濃度：低）を供給した時に比べ、全体的に

表1 香りの嗜好性および強弱

(-)-linalool								
濃度（低）	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	2	強い
濃度（高）	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	2	強い
1,8-cineole								
濃度（低）	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	2	強い
濃度（高）	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	2	強い

RRIの値が高くなっており、香りの供給前後のRRIの値の変動が顕著でない可能性がある。

3.2 肉体的ストレス

3.2.1 香りの嗜好性

被験者の香りの嗜好性および感じた匂いの強弱を表2に示す。

3.2.2 アンケート結果

実験開始直前、CPT直後、実験終了直後に行ったアンケート結果の詳細は紙面の都合上割愛するが、コントロール条件、また低・高濃度の(-)-linaloolを供給した場合は、実験開始直前に比べストレスが増加した。

一方、1,8-cineoleを供給した場合はいずれの濃度の場合もストレスは減少した。しかし、低濃度の場合、いらいらの度合いが増した。高濃度の場合はいらいらの度合いは0であった。なお、コントロール条件下および(-)-linaloolの供給条件下ではCPTによるいらいらは発生しなかった。

3.2.3 各条件下におけるRRIの変動

図7から図11にそれぞれ、コントロール条件下、(-)-linalool（濃度：低）、(-)-linalool（濃度：高）、1,8-cineole（濃度：低）、1,8-cineole（濃度：高）の供給条件下の結果を示す。CPTを行った前後2分間における50秒ずつのデータをそれぞれ切り出し、RRIの変化の解析を行った。

図8および図9に示すように、(-)-linaloolを供給した場合、濃度の高低にかかわらずRRIの変動は図7に示したコントロール条件の変動と同様の傾向を示した。従って(-)-linaloolにより肉体的ストレスは緩和されていないと考えられる。

一方1,8-cineoleを供給した場合は2条件下とも、(-)-linaloolと反対の傾向を示した。特に濃度の高い1,8-cineoleを供給した場合、RRIの値の上昇が顕著であることから、1,8-cineoleはこの被験者にとって、肉体的ストレスの緩和に有用であると考えられる。また香りの嗜好性についても、この実験条件下では(-)-linaloolの嗜好性は両濃度とも低く、高濃度の1,8-cineoleを好んでいることも結果に影響を及ぼしている可能性がある。

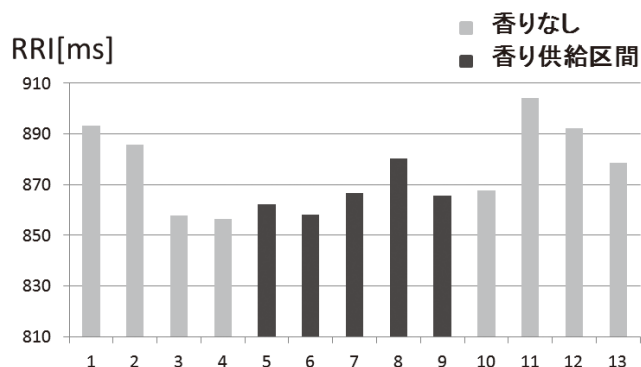


図3 (-)-linalool (濃度：低) 供給条件下の RRI の変動

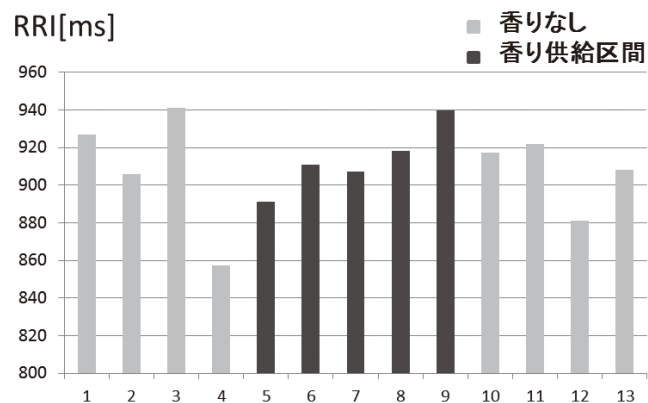


図4 (-)-linalool (濃度：高) 供給条件下の RRI の変動

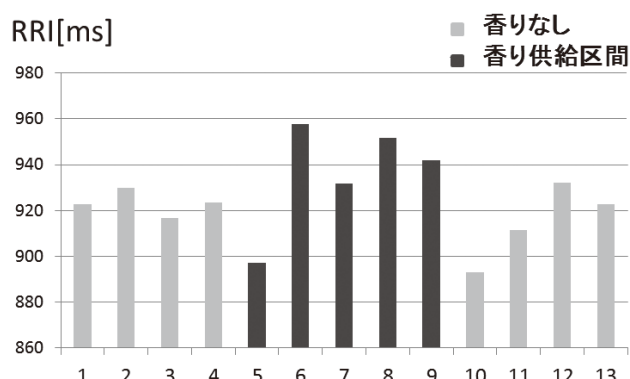


図5 1,8-cineole (濃度：低) 供給条件下の RRI の変動

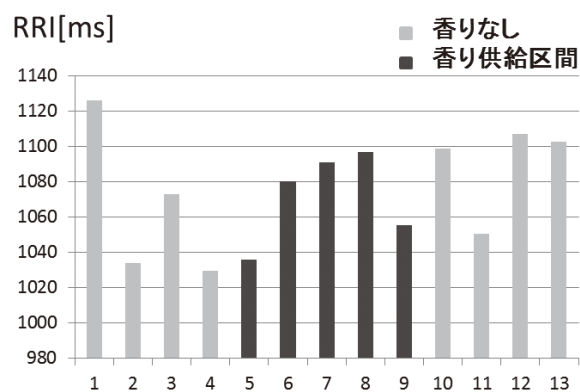


図6 1,8-cineole (濃度：高) 供給条件下の RRI の変動

表2 香りの嗜好性および強弱

(-)-linalool								
濃度 (低)	嗜好性	嫌い	-2	(-1)	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	(-1)	0	1	2	強い
濃度 (高)	嗜好性	嫌い	-2	(-1)	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	(0)	1	2	強い
1,8-cineole								
濃度 (低)	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	(1)	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	(2)	強い
濃度 (高)	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	(2)	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	1	(2)	強い

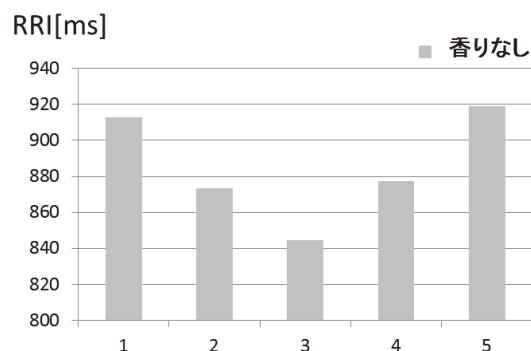


図7 コントロール条件下の RRI の変動

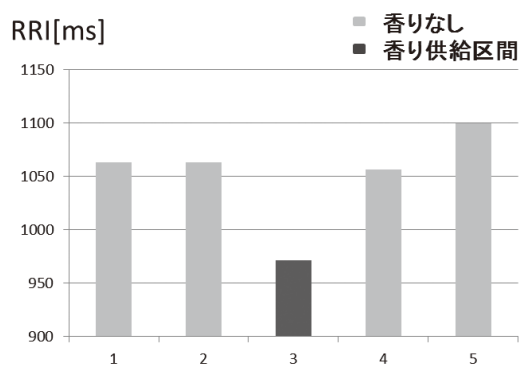


図8 (-)-linalool (濃度：低) 供給条件下の RRI の変動

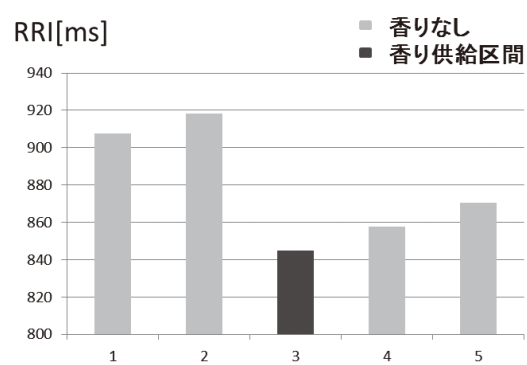


図9 (-)-linalool (濃度：高) 供給条件下の RRI の変動

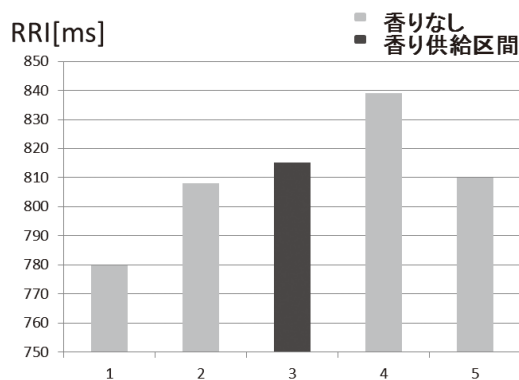


図 10 1,8-cineole (濃度: 低) 供給条件下の RRI の変動

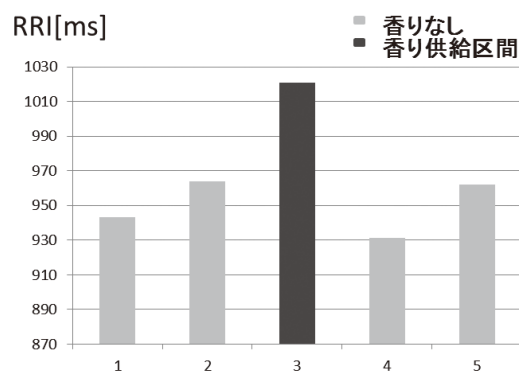


図 11 1,8-cineole (濃度: 高) 供給条件下の RRI の変動

表 3 香りの嗜好性および強弱

(-)-linalool								
濃度 (低)	嗜好性	嫌い	-2	(-1)	0	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	(-1)	0	1	2	強い
濃度 (高)	嗜好性	嫌い	-2	-1	(0)	1	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	(0)	1	2	強い
1,8-cineole								
濃度 (低)	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	(1)	2	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	(1)	2	強い
濃度 (高)	嗜好性	嫌い	-2	-1	0	1	(2)	好き
	強弱	弱い	-2	-1	0	(1)	2	強い

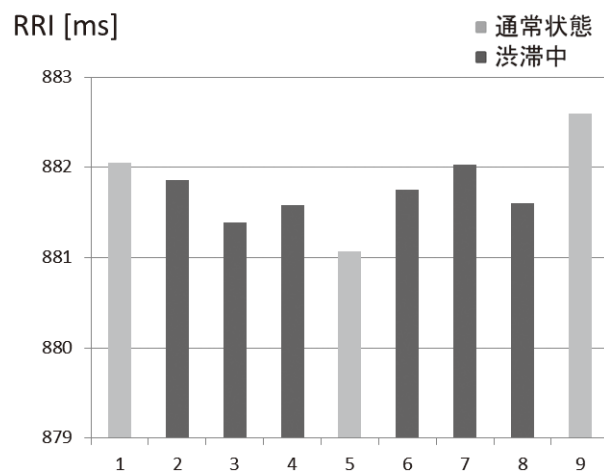


図 12 (-)-linalool (濃度: 低) 供給条件下の RRI の変動 (シナリオ B)

3.3 DS実験

3.3.1 香りの嗜好性

被験者の香りの嗜好性および感じた匂いの強弱を表3に示す。

3.2.2 アンケート結果

走行開始直前、走行直後、実走行終了直後に行ったアンケート結果の詳細は紙面の都合上割愛するが、低・高濃度の (-)-linalool を供給した場合は、実験開始直前に比べ疲れが増加した。

3.2.3 各条件下における RRI の変動

図12から図15にそれぞれ、(-)-linalool (濃度: 低)、(-)-linalool (濃度: 高)、1,8-cineole (濃度: 低)、1,8-cineole (濃度: 高) の供給条件下の「大渋滞①」の通常状態、「大渋滞①」、通常状態、「大渋滞②」の間の RRI の変化を示す。なお、通常状態からは120秒間の中間にあたる90秒分のデータを切り出した。また渋滞中からは、360秒間の区間内前後45秒のデータを切り捨て、中間の90秒のデータ3回分を切り出した。

図12および図13に示すように、(-)-linalool を供給した場合、濃度の高低にかかわらず、香りの影響によると考え

られる RRI の変動は見られなかった。

一方1,8-cineole を供給した場合は2条件下とも、香りを供給しなかった前半の「大渋滞①」の時の RRI に比べ、供給した時の「大渋滞②」におけるその値は上昇傾向にあった。従って、被験者 S1 にとって渋滞シナリオの運転中の状態改善に、1,8-cineole は有用であると考えられる。

4. 考 察

精神的ストレスを与えられた場合、肉体的ストレスを与えられた場合では、香りの嗜好性が異なることが表1と表2の結果から示される。特にこれは(-)-linalool (濃度: 低) の結果が顕著である。肉体的ストレスを与えられた時に、嗜好性は低くなり、肉体的ストレスの緩和にこの香りは影響していない。

一方1,8-cineole (濃度: 高) の嗜好性は肉体的ストレスを与えられた場合に上昇しており、ストレスの緩和に有効であることが RRI の変動よりわかる。精神的ストレスを与えられた場合も、1,8-cineole を供給した場合に RRI の値が上昇したことから、この被験者にとっては1,8-cineole は両ストレスの緩和に有用な香りであると推定できる。

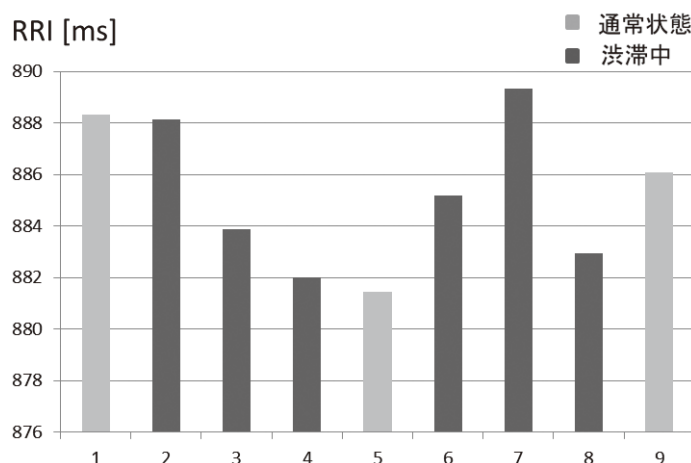


図 13 (-)-linalool (濃度:高) 供給条件下の RRI の変動 (シナリオ A)

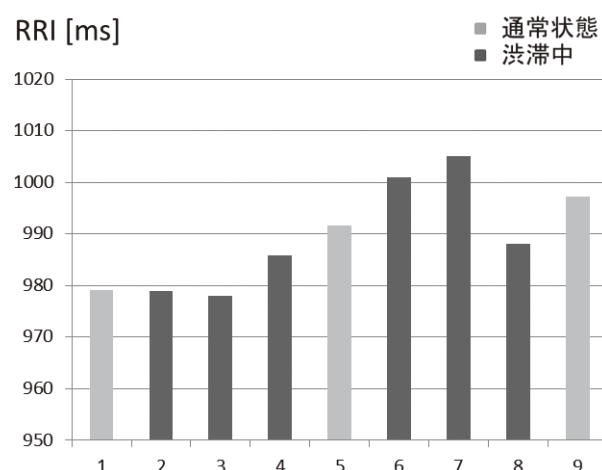


図 14 1,8-cineole (濃度:低) 供給条件下の RRI の変動 (シナリオ A)

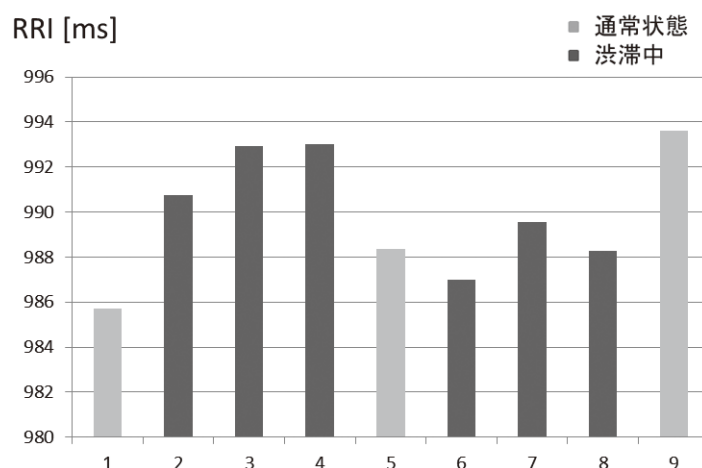


図 15 1,8-cineole (濃度:高) 供給条件下の RRI の変動 (シナリオ B)

また渋滞中に感じるストレスに対しては, (-)-linalool は影響をほとんどおよぼさなかったが, 1,8-cineole は解消させる傾向にあることがわかった. DS実験の終了後, この香りが供給されたとき, 気分がすっきりしたと被験者が答えたことから, この香りが気分を与える影響も大きいと考えられる. この被験者は (-)-linalool よりも 1,8-cineole を好む傾向にあり, 刺激効果のある物質ではあるが, 好きな香りで気分転換もできリラックスしたと考えられる.

(参考文献)

- 1) <http://www.shutokodeikou.jp/kensho/article/37.php>
首都高ドライバズサイト: 首都高速道路株式会社
- 2) 平松真知子, 笠井純一, 田口満: 自動車技術会論文集, Vol.26, No.2, 88-93, 1995
- 3) 鈴木桂輔, 佐藤桂, 太田浩司: ヒューマンインタフェース学会学会誌 Vol.12, No.3, 115-124, 2010

4) Hoeferl M, Krist S, Buchbauer G: Planta Medica, 72(13), 1188-1192, 200

5) Hongratanaworakit T: Sci Pharm, 77, 375-387, 2009
本研究内容は下記の学会にて発表いたしました.

- 1) K. Sato, M. Nagai. "Influence of (-)-linalool and 1,8-cineole on physical stress" International conference on natural products 2014, Putrajaya, Malaysia, March 2014 (要旨提出済み)
- 2) 寺沢拓馬, 佐藤桂, 永井正夫, "芳香物質が肉体的ストレスに及ぼす影響の心電図測定による評価", 日本人間工学会東海支部2013年研究大会, 愛知, 2013年11月
- 3) K. Sato, T. Terasawa, M. Nagai. "Influence of aroma compounds on the driver's mental and physical stress" 44th International symposium on essential oil, Budapest, Hungary, September 2013