

特集 | ドライバへの α -ピネン供給による心理的ストレスの低減効果*

Research on Effectiveness of Supplying alpha-Pinene to Driver for Preventive Safety

太田 浩司 前田 学 田中 尚 鈴木 桂輔
 Koji OTA Manabu MAEDA Hisashi TANAKA Keisuke SUZUKI

This paper presents the effects of alpha-Pinene, a type of tree aroma, on the reduction of the mental workload when driving a car. Investigation of the effects was performed using a driving simulator with 13 participants. The positive effects on the reduction of the reaction time to visual stimulus or appropriate control of the time headway were shown when the vaporized alpha-Pinene was applied to the face of the driver with an optimized supply sequence. From the aspect of preventive safety, the effectiveness was also analyzed through comparison of the use of the tree aroma and the Forward Vehicle Collision Warning alarm. The supply of the tree aroma demonstrated similar positive effects with the use of the alarm, such as maintaining the appropriate time headway, even when the driver's mental workload was increased after a long continuous period of driving.

Key words: Preventive safety, Human-Machine-Interface, Driver behavior / Aroma of trees, alpha-Pinene, Mental workload, Reaction time, Time headway

1. 緒論

特定の樹木の香り成分の有用性について、事故を未然に防ぐといった予防安全の観点で、ドライバの運転行動や車両状態量から、詳細に分析した例は少ない。筆者らは、先行研究¹⁾において、運転中のドライバに α -ピネンを供給した場合の、香りが疲労感軽減に与える効果に関して、その有用性を見出している。 α -ピネンとは、樹木の香り成分であり、吸引した場合に副交感神経系を活性化させ、疲労感や心理的ストレスを緩和させる効果²⁾が報告されている。本稿では、この α -ピネンを供給した場合のドライバの運転特性について、供給濃度と心理的ストレスとの相関を分析し、運転中における心理的ストレスの緩和(沈静効果)の観点からその有用性について考察する。この有効性については、事前調査により心理的ストレスの分析に有効であることが確認された、視覚刺激に対する反応時間、車間時間、脳波の α 波と β 波パワーレベル比率により分析する。また、運転支援装置の一つとして普及しつつある前方車両衝突防止支援警報をとりあげ、 α -ピネンを成分とする香り供給時の運転特性と、警報提示時の運転特性の差異について分析し、例えば、先行車両との適切な車間時間の維持といった予防安全の観点での両者の有効性について考察する。なお、調査には、ドライビングシミュレータを使用した。

2. 方法

2.1 装置

香りの供給は、23℃で温度管理を行う恒温槽の中に液体状態の香り成分を200 cm³ 充填し、バブリング方式に

より気化させ、脈動ポンプで規定の嗅覚刺激レベルを示す流量を維持しながら、ドライバの顔面付近に噴射するという方式とした。また、香りの嗅覚刺激劣化を最低限に留めるために、事前調査において最適化した、香りを被験者の顔面付近に断続的に供給する方式¹⁾とした。この際、流量の変化から香りの供給タイミングを被験者が知覚できないように、香り供給用のノズルのほか、空気のみを常時噴射するノズルを設置した。実験装置の概要をFig. 1に示す。

2.2 分析条件

本研究では、以下の三種類の条件において、ドライバ特性を分析した。なお、対照条件(③)では、香りを供給する場合(①)と同様の方法でエアを供給し、被験者には香り成分が供給されると教示を行った状態で、 α -ピネン

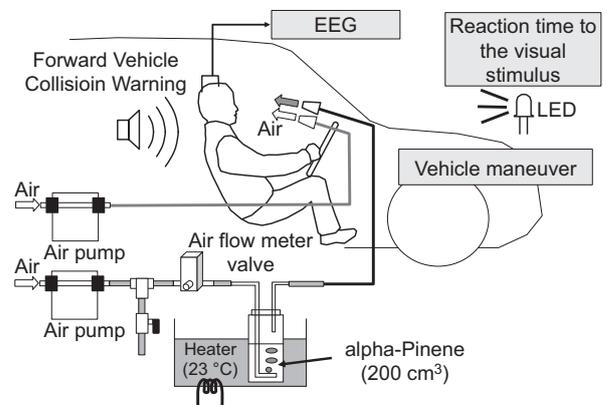


Fig. 1 Experimental system

* (社)自動車技術会の了解を得て、「自動車技術会論文集」Vol. 40 No.1 P. 193-198 より、一部加筆して転載

を添加しない設定で調査を実施した。また、一つの条件の分析について、一人あたり約 2.5 時間の連続運転を設定しており、①の4条件、②の1条件、③の1条件、合計6条件について、同日に2条件の計測とし、3日間にわたり分析を実施した。なお、被験者 13 名について、順序効果を抑制するために、それぞれの条件の順序はランダムとした。

- ① 4水準の供給濃度を設定した香りを供給する場合
- ② 前方車両衝突防止支援警報を提示する場合
- ③ 香りが供給されると教示している状況において、香りを供給しない場合 (対照条件, Control)

2.3 香り成分および供給方法

本稿では、前述のように、樹木の香り成分である α -ピネンに着目した。 α -ピネンとは、樹木の香り成分でテルペン属の一つであり、吸引すると副交感神経系を活性化させ、疲労感や心理的ストレスを緩和させるとされており、従来より、脈拍数や血圧の低下、フリッカ値の向上などの生理指標の変化からその薬理効果²⁾が確認されている。実験では、純度 95%の液体状態の α -ピネンを上記のパブリング方式により気化させ、脈動ポンプで一定流量をドライバの顔面付近に断続的に供給した。この断続的な供給パターンの設定については、事前調査において最適化を行い、周期を2分、供給時間比率は30% (2分間あたり36秒)とした。

α -ピネンのドライバへの供給量は、6水準の嗅覚刺激レベルに関する主観評価を調査に参加する被験者に依頼し、4水準の供給濃度を Fig. 1 に示した脈動ポンプのエア流量を可変させることにより設定した。エア流量と主観評価により得られた嗅覚刺激レベルとの関係を Fig. 2 に示す。以下の実験では、この Fig. 2 に示す①~④のエア流量において香り成分を供給した。以下で検討する濃度水準 (Level 1 ~ Level 4) は、この①~④のエア流量で供給した場合の濃度に対応する。なお、車室の容積や、換気量によって、香り供給装置から排出する香り成分の物理量が同一であっても、被験者が吸引する香り成分の物理量やその効果は異なることが予想される。本稿で評価の対象とするような香りの供給システムの実用化を考慮して有用な知見を得るためには、香りの供給量 (濃度水準) を、被験者が知覚した嗅覚刺激の程度で定義することが有効であると考へ、香り成分の供給量を物理量でなく、嗅覚刺激レベルといった知覚量で定義した。

また、香りの供給タイミングについては、以下に示す視覚刺激に対する反応時間の遅延が顕著になった状態において、供給を開始した。

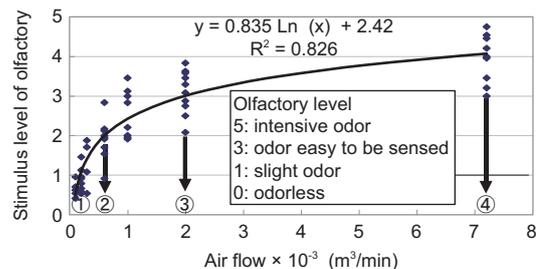


Fig. 2 Relation between the air flow (density level) and the olfactory stimulus level during the supply of alpha-Pinene

2.4 前方車両衝突防止支援警報

前方車両衝突防止支援警報装置 (Forward Vehicle Collision Warning System, 以下 FVCWS と略記) の制御アルゴリズムには、Stopping Distance Algorithm³⁾を適用した。その概略を式 (1) に示す。先行車両との車間距離が式 (1) に示す警報提示距離 D_w よりも短い条件において、警報を提示した。なお、本実験では、このアルゴリズムにおいて、想定減速度 (a_1, a_2) が、実車において採用されている値³⁾と比較して大きな値を設定している。これは、事前に実施した予備調査において、通常の心理的ストレスが低い走行状態において、警報の発生が頻繁にならないよう (煩わしさの主観評価値が極めて低くなるように) 調整した結果である。

$$D_w = V_2 \times t + (V_2^2 / 2a_2) - (V_1^2 / 2a_1) \dots \dots (1)$$

t : Assumed Delay Time: 0.8[s]

V_1 : Velocity of preceding vehicle

V_2 : Velocity of subject's vehicle

a_1 : Assumed Deceleration of preceding vehicle : 7[m/s²]

a_2 : Assumed Deceleration of subject's vehicle : 7[m/s²]

2.5 評価指標の検討

どのような評価指標が心理的ストレスの分析に有効であるかについて、被験者 20 名を対象に検証した。心理的ストレスは、ドライバの主観的なものであり、客観的には分析が困難であると考えられる。このため、まず、運転中に心理的ストレスが高い状況を誘発する副次タスクを設定し、心理的ストレスについての主観評価値が高くなる状況を確認した後に、この主観評価値の変化に同期して変化する評価指標に着目した。次いで、副次タスクによる心理的ストレスが高い状況 (10 分間) と、運転のみを行っている心理的ストレスの低い状況 (10 分間) での評価指標の実測値について有意差を検定し、心理的ストレスの増加に伴い実測値に有意差の確認された評価指標に限定した。

なお、本稿では、心理的ストレスが高い状況を誘発するための副次タスクとして、被験者に対して運転中に記憶を伴う暗算を課した。

この検証において、20名のドライバーの何名に心理的ストレスの増加とともにその実測値に有意な変化が確認されたかについて、総括した結果を以下のTable 1に示す。Table 1の上から3行に示した視覚刺激に対する反応時間、車間時間、脳波の α 波と β 波パワーレベル比率⁴⁾では、20名中15名以上の被験者について、心理的ストレスの増加に伴い実測値に有意な変化が確認され、その有効性が確認された。7割強程度の被験者では不十分であると意見もあろうが、今回の調査では、他の評価指標と比較して有意差が確認された割合が高かったことから、心理的ストレスの程度を分析する指標として有効であると判断した。

以下に、これら評価指標の詳細について示す。視覚刺激に対する反応時間の計測では、正面、左右45度に設置した3個のLEDをランダムに点灯させ、点灯に気づいたらステアリングのホーンボタンを押すように教示した。上記の評価指標の選定の際の分析結果から、心理的ストレスの増加と反応時間の遅延に相関が確認されていることから、反応時間が遅延しているほど、心理的ストレスが増加しているものと判断した。

また、車両状態量から、ドライバーの心理的ストレスの程度を推定した。先行車両に極めて接近する、あるいは離れて走行している状況では、上記の評価指標の選定の際の分析結果に基づき、心理的ストレスが増加しているものと判断した。この車間時間については、ドライビングシミュレータの画面に、被験者の運転する車両からの車間時間が1秒と2秒の位置を描画し、速度変化を伴いながら走行する先行車両をこの範囲内に設定して運転するように教示した。上記の評価指標の選定において、この1秒～2秒の範囲で走行する時間頻度と心理的ストレスとの間に相関を確認していることから、この時間頻度が減少するほど、教示に忠実な運転を行っておらず、心理的ストレスが増加していると判断した。

Table 1 Frequency of subjects indicating the effectiveness on analyzing the mental workload level

Variable	Frequency of subjects
Reaction time Front	16/20
Reaction time Side	17/20
Time headway	15/20
Power level of EEG α/β (O1, O2, C3, C4)	16/20, 15/20, 15/20, 15/20
Frequency of eye blinking	10/20
Time to lane departure	2/20

脳波については、国際10-20法に基づき、頭頂部のC3と後頭部のO1の2箇所を電極を設置し、(株)ニホンサンテック製の脳波解析装置Map1058を用いて1秒間隔で周波数分析を行った。上記の評価指標の選定の際の分析結果に基づき、 α/β のパワーレベル比率が小さいほど心理的ストレスが高いものと判断した。

2.6 評価方法および被験者

香り供給による心理的ストレス低減効果の有無を以下の方法で判定した。また前述の2.2の分析条件に示したように、同時に、警報(FVCWS)を提示した場合の運転行動、香り成分を含まない場合(対照条件)の運転行動との比較を行った。まず、被験者1名ごとに個々の評価指標(反応時間:2方向、車間時間、脳波:2部位、合計5項目)について、香り供給前30分間と香り供給後30分間について、平均値の差の検定(t検定)により有意差を検定し、評価指標ごとに有意な変化が確認された(p<0.05)被験者数を分析した。

また、被験者は、通勤・通学等の目的で日常的に自動車を運転している20歳代(年齢:21歳~24歳)の男性ドライバー13名とした。

3. 心理的ストレス緩和効果の検証

計測結果の一例として、ある被験者の視覚刺激に対する反応時間の推移をFig. 3に示す。香り供給の前後で比較すると、香り供給(Onset of air supplement)の後では、反応時間が短縮している様子が見られる。つまり、 α -ピネンの供給により、副交感神経が優位となった結果、心理的ストレスが緩和されたために反応時間が短縮したものと考えられる。

視覚刺激に対する反応時間(前方、斜め45度前方)、車間時間、脳波の α 波と β 波パワーレベル比率について、4水準の濃度での香り供給、またはFVCWSの起動によって有意な差が確認された被験者の人数を、香りを供給しない条件(対照条件)での分析結果と比較してFig. 4に総括して示す。また、Fig. 4には、香りに対する印象について、被験者に5段階で主観評価を依頼した結果(13名の平均

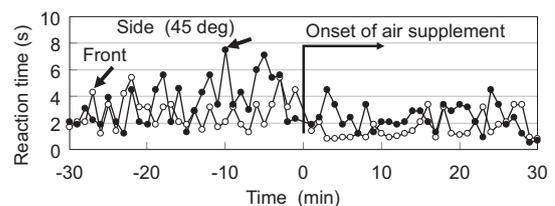


Fig. 3 Reduction of the reaction time to visual stimuli when supplying alpha-Pinene

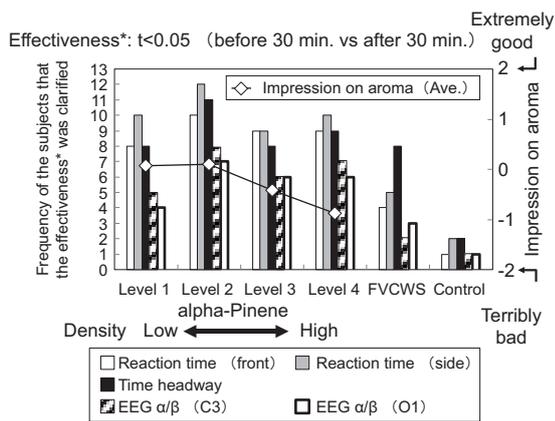


Fig. 4 Frequency of subjects indicating a change in the state variables and the impression on aroma (Number of subjects: 13)

値)についても示す。

香りを供給した場合、全ての評価指標に共通して、供給濃度水準が2 (Level 2) において、供給前後で有意差が確認された(供給前30分間と供給後30分間の計測結果についての平均値の差の検定で有意差が確認された)被験者が多い傾向にあった。また、供給濃度を最適な条件に保てば、反応時間や車間時間については、13名中10名以上の被験者について香り供給による効果が顕在化することが分かった。

これと比較して、警報が提示される場合(FVCWS)では、香りを供給した場合と比較して、Fig. 4に示すように、反応時間の短縮が確認された被験者数は少ない傾向にある。また、車間時間の変化(1秒~2秒に保って走行する時間頻度の増加)がみられた被験者数については、警報を提示した場合に、前述の式(1)に示した警報提示アルゴリズムにより、主として車間時間が短縮した場合に高い頻度で警報が提示されるため、香りを供給した場合と概ね同等の有意差が確認されている。なお、予防安全の観点でのこれら警報と香りの有効性の比較については、以下の4章において、より詳細に考察する。

このほか、香り成分を供給すると教示し、実際には α -ピネンを供給しない場合(対照条件, Control)では、効果が確認された被験者の割合は、13名中1~2名程度であった。1~2名程度において有意差が確認されたのは、長時間の走行の過程で、自然と心理的ストレスが低減した結果によるものと思われる。従って、前述の香り成分供給時の心理的ストレスの軽減効果は、被験者の思いこみによるものでなく、 α -ピネンの薬理効果によるものであると判断できる。

また、供給濃度水準が2の状態(Level 2)において、香りの供給前後で効果(有意差)が確認された被験者が多

かった理由について考察する。Fig. 4に併記した香りの印象についての主観評価値(「2:極めて良い, 0:どちらでもない, -2:極めて悪い」の5水準)をみた場合、供給濃度水準が3以上(Level 3, Level 4)では、劣化していることがみてとれる。つまり、本来の香り成分の持つ薬理効果は、濃度水準の増加につれて顕著になると予想されるものの、香りに対する印象が劣化しているために、濃度水準が3以上では、十分な心理的ストレスの軽減効果が確認されなかったと考えられる。

そこで、供給濃度水準の増加(Level 1 \Rightarrow Level 4)とともに、香りに対する印象がよくなった被験者(13名中4名)に限定して、Fig. 4と同様に、供給濃度水準別に、それぞれの状態量で有意差が確認された被験者数をFig. 5に示す。被験者が4名と少ないため定量的な考察は困難と思われるが、濃度水準の増加(Level 1 \Rightarrow Level 4)とともに、全ての評価指標において、供給前後において効果が確認される被験者数が増加している状況がみてとれる。

供給濃度とその効果との関係について定量的な議論を行うには、更に多くの被験者数による追加実験が必要であると思われるが、心理的ストレスを緩和する効果のある α -ピネンをドライバに供給する場合、その薬理効果と、香りに対する嗜好性(好み)の両者が、心理的ストレスの軽減効果に影響しているものと思われる。

4. 予防安全効果

以下では、上記の α -ピネンを成分とする香り供給による運転行動の変化について、前述のFVCWSを例とする警報を提示した場合と比較して、予防安全の観点で、どのような特徴の差異があるかについて、反応時間と車間時間を評価指標として考察する。なお、 α -ピネンの供給濃度は、

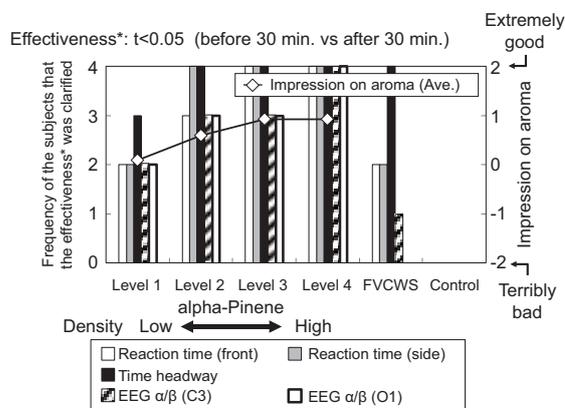


Fig. 5 Frequency of subjects indicating a change in the state variables and the impression on aroma (for subjects with a good impression of the aroma at high density: Subject = No.4)

濃度水準 4 (Level 4) の場合を例に分析する。

車両の前方に設置した LED の点灯に対する反応時間 (13 名 × 50 回程度の平均値 ± 標準偏差) を Fig. 6 (a) の左側に示し、前方注視点から左右に 45 度の位置に設置した LED の点灯に対する反応時間 (同様に 13 名 × 50 回程度の平均値 ± 標準偏差) を Fig. 6 (a) の右側に示す。いずれも、香りの供給、または警報の提示前 30 分間 (■) と提示後 30 分間 (□) での計測結果について、その平均値と標準偏差を示す。また、Fig. 6 (b) には、香り供給、または警報提示前 30 分間の調査結果を基準として、供給後 30 分間の調査結果を比率で示し、多重検定法の一つである Bonferroni 法により、香りを提示した後の反応時間について、警報を提示した場合と香り成分を提示しなかった場合との有意差について分析した。なお、今回の調査において、香り成分を供給しなかった場合 (対照条件, Control) では、基準とする反応時間 (Fig. 6 (a) の黒色グラフ) が、香りまたは警報を提示した場合と比較してわずかに遅延しており、基準とする調査条件に差異があることが懸念されるため、以下では、主として、香りを提示した場合と警報を提示した場合の調査結果について、予防安全の観点での比較を行う。

まず、Fig. 6 (b) の左側に示す正面の視覚刺激に対する反応時間については、香り成分を供給する運転環境と警報を提示した場合で、有意差は確認できない。これに対し、Fig. 6 (b) の右側に示す左右 45 度方向の視覚刺激に対する反応については、香りを供給した場合と警報を提示した場合で有意差が確認され、香り供給の優位性がみられる。前述の Fig. 4 に示したように、 α -ピネンを供給した場合は、心理的ストレスを軽減する効果が確認されている。この結果、視野の周辺に対する視覚刺激に対する反応時

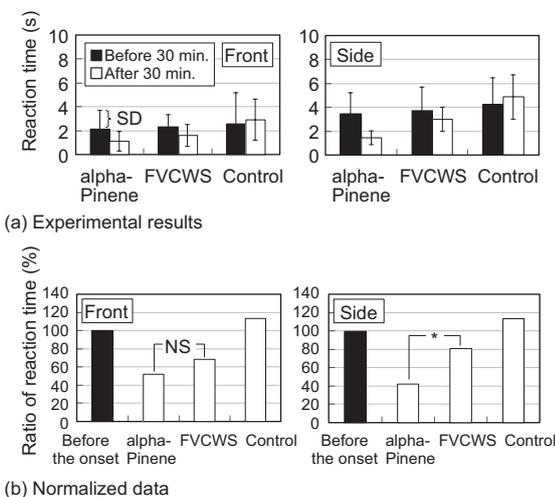


Fig. 6 Reaction time to visual stimuli

間が顕著に短縮したものと思われる。また、香りを供給していない場合 (Control) では、反応時間の短縮はみられなかった。香り供給状態における反応時間の短縮は、 α -ピネンの薬理効果によるものと判断することができる。

視覚刺激に対する反応時間の変化 (提示後の提示前に対する割合, 13 名の平均) を総括すると以下となる。

香り供給

前方方向: 供給前の 52% まで短縮

左右 45 度方向: 供給前の 42% まで短縮

警報提示

前方方向: 提示前の 68% まで短縮

左右 45 度方向: 提示前の 80% まで短縮

ついで、車間時間を例とした場合の分析例を以下に示す。今回の実験では、前述のように、ドライビングシミュレータの前方画像に、自車両からの車間時間が 1 秒と 2 秒のラインを描画し、この範囲内に先行車両が位置するように教示している。先行車両の加減速に伴い車間時間は変化するため、この範囲に先行車両を位置させて走行する時間的な頻度が高いということは、教示に忠実に丁寧な運転を行っており、予防安全の観点で適切な運転を行っているものと判断できる。この車間時間の範囲から外れている時間頻度を分析し、その時間頻度について被験者 13 名の平均値を走行条件別に Fig. 7 の下図に示す。また、これとは別に先行

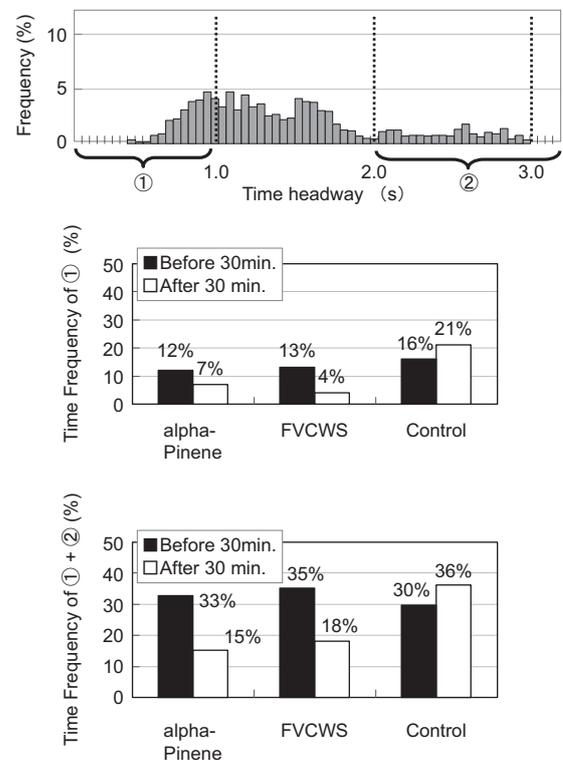


Fig. 7 Fluctuation of time headway

車両との衝突の危険性について考察するために、車間時間が1秒未満であった時間頻度について Fig. 7 の上図に示す。これらでは、香りまたは警報提示の前後 30 分間における車間時間の頻度分布を対象に分析した（被験者 1 名につき 1 データで分析した）結果を示しており、データ個数が被験者の人数分の 13 個と少なく、統計的な議論が困難なため、標準偏差は示さず平均値のみを示している。香りを供給した場合は、警報を提示した場合と同様に、適切な車間時間を保つ頻度が向上していることが分かる。

前述の式 (1) に示す Stopping Distance Algorithm により、前方車両との衝突を回避することを目的とした警報を提示した場合では、先行車両との車間距離が急激に短縮した場合に、警報装置が作動している。このため、例えば、Fig. 7 上図に示す車間時間が 1 秒未満の時間頻度については、警報を提示した場合 (FVCWS) に、香りを供給する場合 (alpha-Pinene) と比較して、時間頻度の顕著な減少 (13%⇒4%) が確認されたものと考えられる。しかしながら、Fig. 7 下図に示すように、実験時に教示した適切な車間時間の範囲 (1～2 秒) を保って走行する車間頻度について分析すると、香りを供給した場合には警報を提示した場合と同等の効果が確認された。これは、 α -ピネンの供給によりドライバーの心理的ストレスが軽減し、結果として、教示した車間時間の範囲を忠実に保って走行したためと思われる。予防安全の観点での効果を評価する最適な状態量については議論の余地があるが、今回の調査結果から判断すると、 α -ピネンを成分とする香りの供給は、長時間の運転の継続により高まった心理的ストレスを軽減し、適切な車間時間を維持するといった予防安全の観点で正の効果があると判断できる。

予防安全の観点で適切な運転を行わず、先行車両との車間時間が 1 秒～2 秒の範囲から外れている時間頻度の変化と車間時間が 1 秒未満の時間頻度の変化 (いずれも 13 名の平均) を総括すると以下となる。

香り供給

1～2 秒の範囲から外れている頻度：33%⇒15%

1 秒未満の時間頻度：12%⇒7%

警報提示

1～2 秒の範囲から外れている頻度：35%⇒18%

1 秒未満の時間頻度：13%⇒4%

以上のように、 α -ピネンを用いた香りの供給は、心理的ストレスの軽減に有効であることが示唆された。これら心理的ストレスは、運転中のドライバーディストラクションの観点では、一般的に Cognitive なディストラクション⁵⁾に分類される。このほか、前方不注意は、Visual なディストラ

クション⁵⁾に分類される。今回の調査結果から判断すると、香りの供給は、Cognitive なディストラクションの抑制に有効と思われる。このほか、FVCWS などの運転支援警報は、Visual なディストラクションが発生した場合に、衝突の危険性を抑制するという観点で有効⁶⁾と思われる。 α -ピネンを主成分とする香りの供給を警報と組み合わせた場合の効果について、警報のみを提示した場合と比較して、予防安全の観点でどのような差異があるかについての分析を今後の課題として考えている。

5. 総括

5.1 α -ピネンによる心理的ストレスの緩和

α -ピネンを気化させた香りをドライバーに断続的に供給した場合、例えば、嗅覚刺激レベルを「容易に認知できる程度 (本文中の Level 2)」に設定した状況では、視覚刺激に対する反応時間、車間時間を評価指標とした場合、13 名の被験者のうち、10 名以上について心理的ストレス緩和の効果が観察された。また、香りの供給があると被験者が認識している条件において香りを供給しなかった場合では、明確な効果は観察されなかった。香り成分供給時の心理的ストレスの軽減効果は、被験者の思い込みではなく、 α -ピネンの薬理効果によるものであることを確認した。

また、今回の分析では、供給濃度が増加するほど、その薬理効果も高まるという結論は得られなかった。供給濃度が高い場合では、香りに対する嗜好性が劣化するドライバーもみられ、濃度と効果との間に正の相関は見られなかった。ただし、13 名の被験者の中で、4 名については、濃度の増加に対する嗜好性の劣化はみられず、これらの被験者については、濃度と効果との間に正の相関が確認された。十分な効果を得るためには、嗜好性が劣化しない程度の適切な供給濃度を選定する必要があると思われる。

5.2 香り供給と警報提示の予防安全の観点での有効性

長時間の運転の継続により、心理的ストレスが増加した状況における、香りを供給した場合と警報を提示した場合について、以下の傾向を示した。

・視覚刺激に対する反応時間の変化 (13 名の平均)

香り供給

前方方向：52%まで短縮、左右 45 度方向：42%まで短縮

警報提示

前方方向：68%まで短縮、左右 45 度方向：80%まで短縮

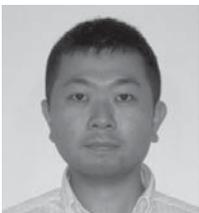
- ・先行車両との車間時間が1～2秒(指定した車間時間)の範囲から外れている時間頻度の変化(13名の平均)
- 香り供給
1～2秒の範囲から外れている頻度:33%⇒15%
- 1秒未満の時間頻度:12%⇒7%
- 警報提示
1～2秒の範囲から外れている頻度:35%⇒18%
- 1秒未満の時間頻度:13%⇒4%

<参考文献>

- 1) 鈴木桂輔, 保田将史, 佐々幸哉, 原田茂樹: 森林系エアサプリメントがドライバの運転行動に及ぼす影響, 日本機械学会論文集C編, Vol.72, No.723-C, pp.142-150 (2006).
- 2) 谷田貝光克: 樹木の香りとその保健休養機能, AROMA RESEARCH, Vol.1, No.1, pp.2-7 (2000).
- 3) 渡邊一矢, 坂部匡彦, 中所孝之, 野中正勝: ASV 前方障害物衝突防止支援システムの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.58-01, pp.9-12 (2001).
- 4) 北島洋樹, 沼田仲穂, 山本 恵一, 五井 美博: 自動車運転時の眠気の予測手法についての研究: 第1報, 眠気表情の評定法と眠気変動の予測に有効な指標について, 日本機械学会論文集C編, Vol.63, No.613-C, pp.93-100 (1997).
- 5) Ranney, T., Mazzae, E., Garrott, R. and Goodman, M.: NHTSA Driver Distraction Research: Past, Present, and Future, NHTSA (2000).
- 6) 山田喜一, 若杉貴志: 前方車両衝突警報の有効性についての考察, 自動車技術会論文集, Vol.32, No.1, pp.119-124 (2001).



<著者>



太田 浩司
(おおた こうじ)
冷暖房開発1部
車室内空調製品の開発に従事



前田 学
(まえだ まなぶ)
冷暖房開発1部
車室内空調製品の開発に従事



田中 尚
(たなか ひさし)
デンソー・セールス・カリフォルニア
(DSCA)
熱市販業務に従事



鈴木 桂輔
(すずき けいすけ)
香川大学工学部 知能機械システム
工学科 准教授 博士(工学)
交通事故予防安全システムの研究に従事