

ラジコンカーを用いた疑似運転体験による身体反応

心理学科 15hp107 伊藤 康大

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：心拍、発汗、自動車運転

問題と目的

現代、自動車は自動車社会といわれるほどに多く普及している。しかし普及量に伴い事故発生率も増加している。そういった中で近年では自動化などの面から安全性を図る企業が増えてきている。しかし、運転に伴う不安を自動化により完全に拭い去ることは不可能である。その為、運転中の反応を心理的側面から分析することは極めて重要である。しかし実際には、実車を用意するコストや必要資格による敷居の高さなどから、実験を気軽に行うことはできない。またシミュレーターを用いた実験もあるが、精密に制作された3DCG映像コンテンツでも、その造形や挙動、現象等に違和感をもつことも少なくない(藤原・若月,2010)。本実験ではラジコンカーを用い自動車運転体験を再現することで、運転が心身に与える影響を検討することを目的とした。

方法

実験参加者：本学生 10 名(平均年齢 20.7、 $SD=0.95$)を実験参加者とし、参加者全員に 2 条件の実験を行った。実験課題：ヘッドマウントディスプレイを通じてラジコンカーに装着したカメラの映像を見てもらい、ラジコンカーを用いコースを周回してもらった。

指標：生理指標として、心拍数(Heart Rate 以下 HR)、RMSSD(root mean square of differences 以下 RMSSD)、皮膚コンダクタンス(Skin Conductance 以下 SC)、皮膚温を計測した。心理指標として、小川・門地・菊谷・鈴木(2000)の一般感情尺度、開放性測定の為、下仲・中里・権藤・高山(1999)の日本版 NEO-FFI。爽快感測定の為、独自の項目を用いた。

手続き：前安静 2 分、課題 4 分、後安静 2 分を 1 セットとし、高速、低速の 2 条件を行った。質問紙回答後、前安静、課題、後安静の順に計測し、実験終了後質問紙に回答を求めた。順序による効果を考慮しカウンターバランスを取った。

結果

生理指標については、HR において両条件とも課題期で大きく上昇し、後安静で回復した。しかし低速条件は課題突入で大きく上昇したが一度数値が減少した。RMDDs では有意差は見られず、SC は両条件とも課題期で数値が高くなり、後安静期で回復する様子が見られた。また高速条件は、課題期に大きく数値が上昇し、その後も数値の上昇が見られたのに対し、低速条件の数値は後安静期までに大きな変化は見られなかった。心理指標について一般感情尺度の PA、NA は両条件において課題期で上昇し後安静で下降した。CA は両条件で課題期にかけて下降し後安静で上昇した。また、生理指標に開放性の有意な効果は認められなかった。

考察

生理指標については、HR において大きな差は無かったが低速条件での減少については、運転時は眠気などの精神状態が心拍を変える主な要因となることが知られているので(柳平・安士,2013)、低速条件の遅さが心拍へ影響したと考えた。また模型戦車を用いた長野・下仲・手塚(2013)でも、本実験と同様の HR 反応が見られたため、本実験は疑似運転体験として成り立つのではないかと考えた。SC は精神的ストレスと関係が深く、肉体的ストレスと関係が小さいことが知られ(友井・温・山川・山下・高草木・浅間,2015)、手掌部(精神性)発汗は精神的緊張などによって増加することが知られている(高橋・百瀬・小林・佐々木・大橋,2012)。NA 得点が課題期で上昇していた事からも、課題による緊張や不安などのストレスが発汗をより促したと考えた。本実験は先行研究とほぼ同様の結果が得られたことから疑似運転体験としての有用性を感じられたが、条件間の速度差が少ないため条件の効果が見られなかった点や、課題中のミスを減少させるためにもより長い練習時間を設ける必要があると考えた。

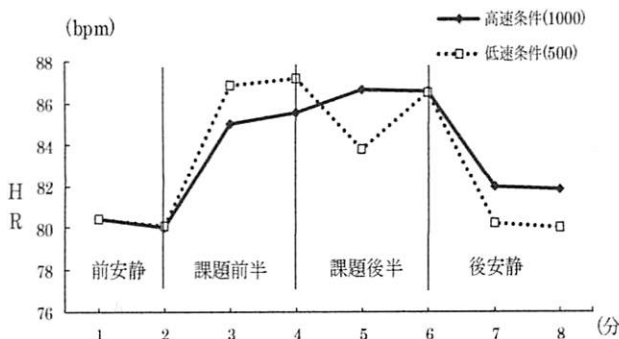


図1 各期間におけるHRの変化

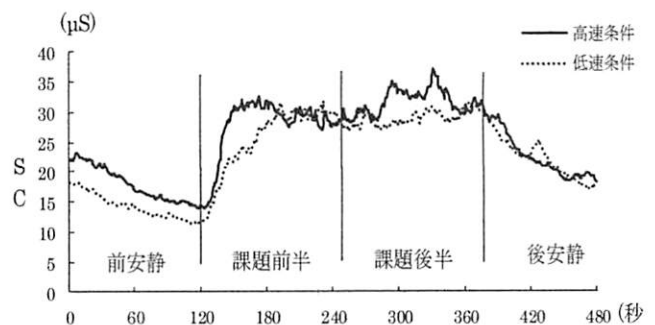


図2 各期間におけるSCの変化

ラジコンカーを用いた疑似運転体験による身体反応

学籍番号 15HP107

氏名 伊藤康大

指導教員 長野祐一郎

序と目的

【自動車文化や社会の変化】

自動車は世界に登場以来常に進化を遂げ、現代では自動車社会といわれるほどに多く普及している。しかし普及量が多くなればなるほど、自動車による事件、事故の発生率や件数やより多くなっていつてしまっている。そういった社会の中で自動車の安全性を高めるために、各自動車企業は革新的な安全技術を追求している。近年ではVOLVO社での自動ブレーキによる69.0%の事故発生率減少やSUBARU社でのアイサイトによる運転のアシストなどの試みに示される通り、自動運転技術の導入が進んでいる。しかし自動化とは、メリットのみではない。自動化システムの利用においては、人間と外界との関わりはますます間接的になっている。そのため、ユーザとシステムの間での齟齬が生じやすい状態にある(前東,2017)などや、自動化システムは自律的に課題遂行を行う。そのため、システムの多用により、人間の課題遂行に関わる認知機能が低下する可能性が考えられる(前東,2017)。この様に、自動化を追求することで逆に、自動車運転への不安感が募り快適感や楽しさが減ってしまうことが懸念される。こういった面を補助するためにも自動車運転を心理的側面から研究することが必要であると考えられる。

【自動車運転中の心身の反応】

自動車の乗り心地を良くするためには研究が必要だが、各自動車メーカーなども自動車の設計をより馴染みやすいものへ変更したり、テストドライバーからのフィードバックによる評価で自動車の乗り心地を高めている。自動車運転がドライバに与える疲労を客観的に評価することは、安全で快適な車両を開発する上で重要な課題と考えられる(田口,1998)。そして心理的側面から行われている自動車実験として、現在では車両を用いた長距離走行の実験や、運転中に起きる振動を測定して揺れと乗り心地を測定する実験などが行われている。その結果から、自動車の走行により車の振動およびスピード感覚が同乗者に影響を与え、生体の自律神経系のうち交感神経系が優位に働くために起こる生理機能への影響であると思われる(吉田・伊藤・町田,1974)。このような実験から運転中には心拍の上昇や、疲労によるストレスや緊張が運転中に負荷としてかかる事がわかっている。

【シミュレーターの問題点】

これらの研究は、いずれも実車を用いたものであり、実験を行う際に車両や土地の確保、実験中の不具合による被験者への危険性、運転する際に被験者には運転免許が必要になる為、参加者としての敷居が高くなってしまふなどの問題がある。したがって自動車運転体験を、気軽には行うことができず実車を用いた実験はあまり容易とは言えない。自動車運転体験をより簡易に行うことができるようにするためにCGシミュレーターや映像を用いた実験なども行われるようになってきている。シミュレーターを用いた実験ではLF/HFの上昇は交感神経優位の状態であり、心拍の観点から疲労に起因したストレスや焦りなどの緊張の高まりを実験協力者が感じていることがわかる(杉江・荒川・小塚,2015)。このことからCGシミュレーターを用いた実験でも実写とほぼ同様の反応が見られるが、精密に制作された3DCG映像コンテンツでも、その造形や挙動、現象等に違和感をもつことも少なくない(藤原・若月,2010)。このことからCGを使ったものでは、現実感が不足し、実車の体験を十分に現せていない可能性が考えられる。

【ラジコンカーを用いた研究の提案】

そこで、今回は一人称カメラを搭載したラジコンカーをハンドルコントローラーに接続し、自動車運転体験を再現することで、自動車運転が心身に与える影響を検討することに

した。また、運転の際に操作のしやすさが心身に与える影響を検討するため、ラジコンカーの速度を2条件設け、比較することにした。

方法

実験対象者

本学生 10 名(平均年齢 20.7、 $SD=0.95$)を実験参加者とし、参加者全員に2条件の実験を行った。

低速条件：操作してもらうラジコンの速度が低速な条件。

高速条件：操作してもらうラジコンの速度が高速な条件。

また開放性得点を算出し得点の高い5名を高開放性群(平均年齢 20.6、 $SD=1.14$)、得点の低い5名を低開放性群(平均年齢 20.8、 $SD=1.00$)と振り分けた。

実験課題

課題時間を4分とし、事前に設定したコースを周回してもらった。また周回の際にラジコンに装着したカメラの映像を見ながら操作してもらうため、ヘッドマウントディスプレイを装着してもらい、そこに映像を映し操縦してもらった(図1)。



図1 実験課題の様子

生理指標

心拍数(Heart Rate:以下 HR)、皮膚コンダクタンス(Skin Conductance:以下 SC)を測定した。

心理指標

心理指標として主観的感情を測定するために小川・門地・菊池・鈴木(2000)の一般感情尺度を測定した。肯定的感情(以下 PA)、否定的感情(以下 NA)、安静的感情(以下 CA)の計24項目に対し、「まったく感じていない」～「非常に感じている」の4件法で回答させた。

また開放性を測定するために下仲・中里・権藤・高山(1999)の日本版 NEO-FFI を使用し開放性得点を用いた。

独自に「思い通りに操作できる」「楽しい」「この操作を続けたい」「爽快感」「徐々にうまくなる」といった質問項目を用いて、爽快感を測定した。

装置

心電図および皮膚コンダクタンスの測定に関しては、長野（2012）に準じて行われた。心電図は胸部に装着した電極（日本光電工業製 VitrodeF-150M）より、皮膚コンダクタンスは母指球および小指球に装着した電極（日本光電工業製 VitrodeF-150S）より記録された。これらの計測器は Wifi 経由で一秒ごとにデータを計測可能であった。

実験スケジュール

両条件とも、全安静期 2 分、課題期 4 分、後安静期 2 分の計 8 分のスケジュールで実験を行った。また両条件とも前安静の前に実験参加者にコースの道なりを伝え 2 分程度の練習を行ってもらった。両条件ともに前安静期の前と後安静期の後に質問紙に答えてもらった。実験スケジュールを図 2 に示した。

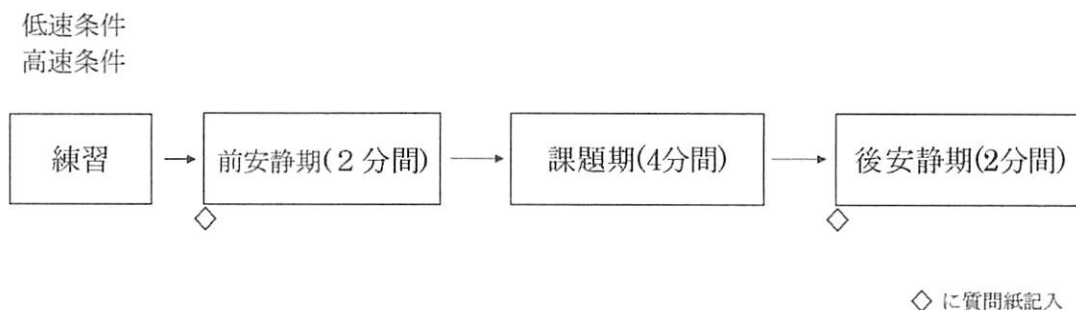


図2 実験スケジュール

手続き

まず、両群ともに実験の被験者に本実験で得られたデータはすべて平均化して、個人が特定されないように統計的に処理すること、本実験で行う課題は身体に害がない事を伝え、インフォームド・コンセントを得てから実験を開始した。その後、被験者に測定器を取り付け、測定器の動作を確認した。

両条件ともに初めに被験者には、「これから実験の説明をします。実験は、前安静期 2 分、課題期 4 分、後安静期 2 分の計 8 分間で行います。これを 2 回繰り返してもらいます。前安静期、後安静期では目を閉じて安静にしてください。課題期ではラジコンを操作してコースを進んでもらいます。課題中はできるだけ操作が止まることの無いようにして下さい。もし転倒や操作不能になったら、私がラジコンを立て直すのでその際は操作を行わないようにして下さい。ここまでの説明でわからないことはありますか？ないようでしたら実験を開始いたします。まず、前安静期から測定しますので目を閉じて安静にしてください。」と教示を行った。実験室の配置とコースを図 3 に示した。

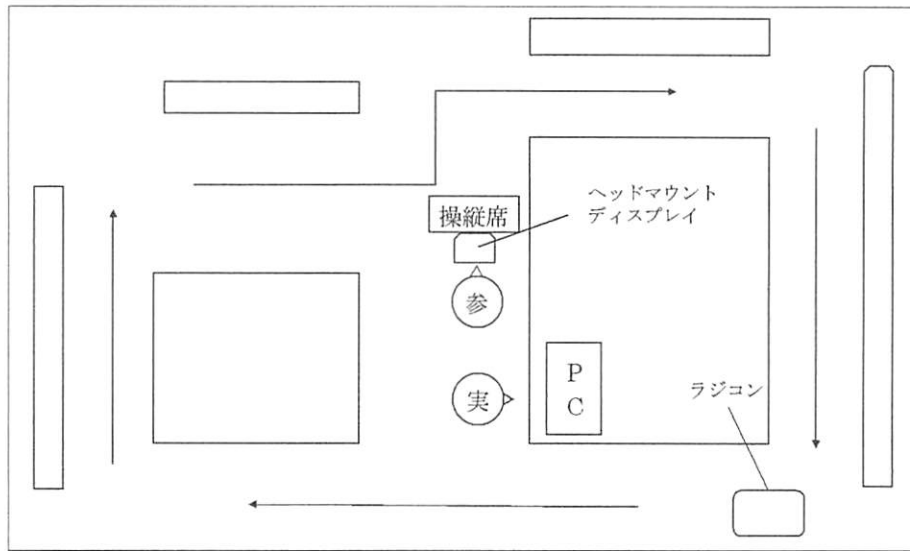


図3 実験室の配置図とコースルート

結果

各群の HR の平均値を算出し、図 4 に示した。

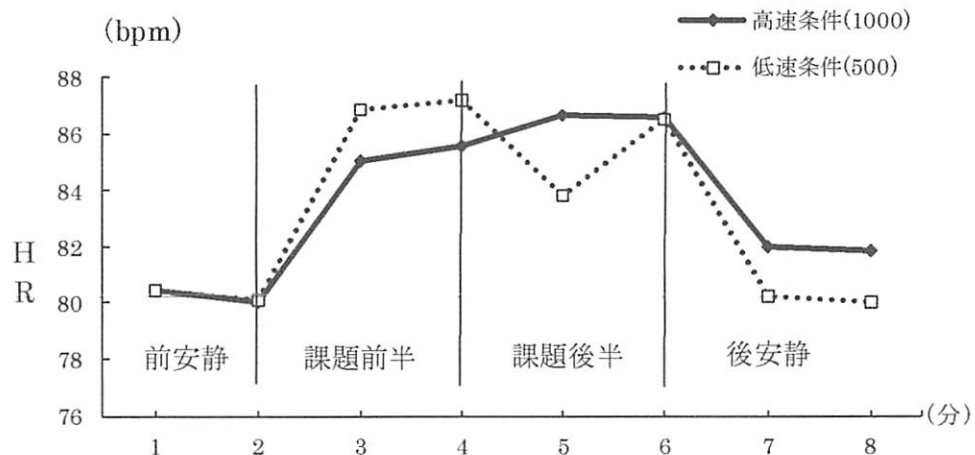


図4 各期間におけるHRの変化

HR は、両条件とも課題期に入ると値が高くなり、課題期終了と共に値が低くなった。また課題期前半では、高速条件より低速条件のほうが値の上昇が大きく、高速条件の数値を上回ったが、課題期後半になると低速条件の HR は大きく減少し、高速条件の数値を下回った。高速条件は課題期突入時点で大きく値が上昇した後、徐々に数値は上がっていった。課題終了時点での HR の値は両条件ともほぼ同じで、後安静では低速条件のほうが高速条件より HR が下回る結果となった。また後安静での HR の変化は両条件ともほぼ同じ形が見られた。

HR を従属変数として、2 条件(高速,低速)×4 期間(前安静期,課題期前半,課題期後半,後安静期)の 2 要因参加者内の分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意であり

($F(3,27)=6.29, p<.01$)、条件の効果($F(1,9)=0.06, ns$)、条件×期間の交互作用($F(3,27)=0.75$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、前安静期と課題期前半、前安静期と課題期後半、課題期前半と後安静期、課題期後半と後安静期の間有意な差が認められた($p<.05$)。つまり課題中の HR は、他期間に比べて高くなったといえた。

次に各条件の RMSSD の平均値を算出し、図 5 に示した。

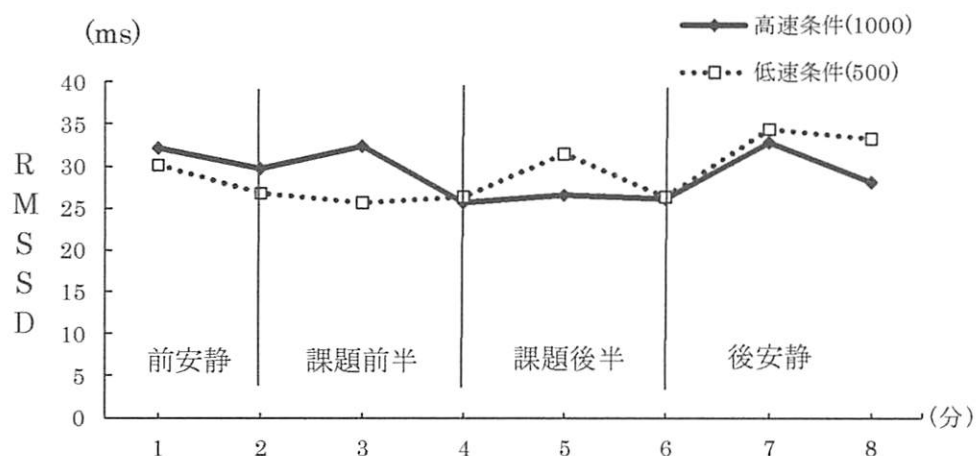


図5 各期間におけるRMSSDの変化

RMSSD は、安静に比べ課題期間中にやや下降しているように見えた。両条件とも大きな差は無いが、高速条件が課題期前半で数値が大きくなり課題期後半になるにつれ低くなったのに対し、低速条件の課題期前半はあまり前安静期と数値の変化がなかったが課題期後半になると数値が高くなる動きが見られた。また課題終了時には両条件ともほぼ同じ数値になり、後安静でも数値が上昇し、その後落ち着くなどの同じような数値の動きが見られた。

RMSSD を従属変数とし、同様の分散分析を行った結果、条件の効果($F(1,9)=0.01, ns$)、期間の効果($F(3,27)=1.46, ns$)、条件×期間の交互作用($F(3,27)=1.47, ns$)のどれも有意な差は認められなかった。つまり RMSSD は、どの条件、期間においても大きな変化はなかったといえた。

次に各条件の SC の平均値を算出し、図 6 に示した。

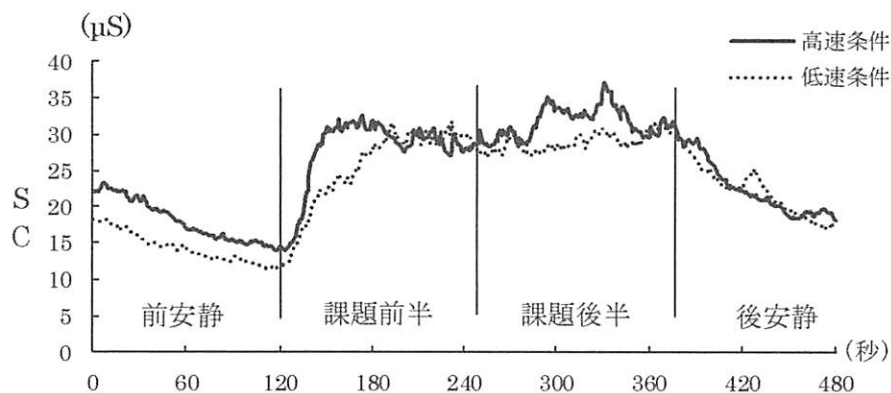


図6 各期間におけるSCの変化

SCは、両条件とも課題期前半で数値が高くなり、課題中に大きな変化はなく、後安静期で数値が低くなる様子が見られた。また高速条件は、低速条件よりも課題期突入時に大きく数値が上昇し、その後再度課題期後半で数値の上昇が見られた。対して低速条件の数値は課題期突入後に高速条件に比べ緩やかに上昇していき、後安静期までに大きな変化は見られなかった。

SCを従属変数とし、同様の分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり ($F(3,27)=7.88, p<.01$)、条件の効果 ($F(1,9)=0.92, ns$)、条件×期間の交互作用 ($F(3,27)=0.59, ns$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったためLSD法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期前半、前安静期から課題期後半、前安静期から後安静期、課題期後半から後安静期間に有意な差が認められた ($p<.05$)。つまりSCは、前安静期から課題期にかけて高くなり後安静になり低くなったといえた。

次に開放性得点ごとに分けた高速条件のHRの平均値を算出し、図7に示した。

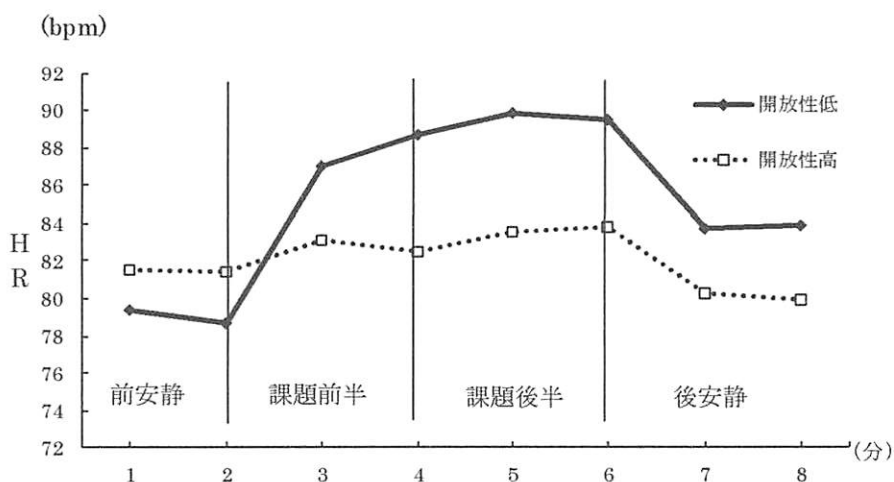


図7 高速条件の開放性によるHRの変化

高速条件のHRは、低開放性群のほうが課題期前半で大きく数値が上昇し、課題期後半

になっても数値は徐々に増加し続け、そのまま高開放性群の値を下回ることなく後安静期で数値が低くなった。高開放性群は課題期でわずかに値は上昇したが、大きな変化はなく低開放性群と同様に後安静期になり数値は低下した。

HR を従属変数とし、2 群(高開放性、低開放性)×4 期間(前安静期、課題期前半、課題期後半、後安静期)の 2 要因混合計画による分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意であり ($F(3,24)=4.01, p<.05$)、群の効果 ($F(1,8)=0.24, ns$)、群×期間の交互作用 ($F(3,24)=1.65, ns$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期前半、前安静期から課題期後半、課題期後半から後安静期の間有意な差が認められた ($p<0.5$)。つまり高速条件の課題中の HR は、開放性得点の高低に関わらずどの期間よりも高くなったといえた。

次に開放性得点ごとに分けた高速条件の RMSSD の平均値を算出し、図 8 に示した。

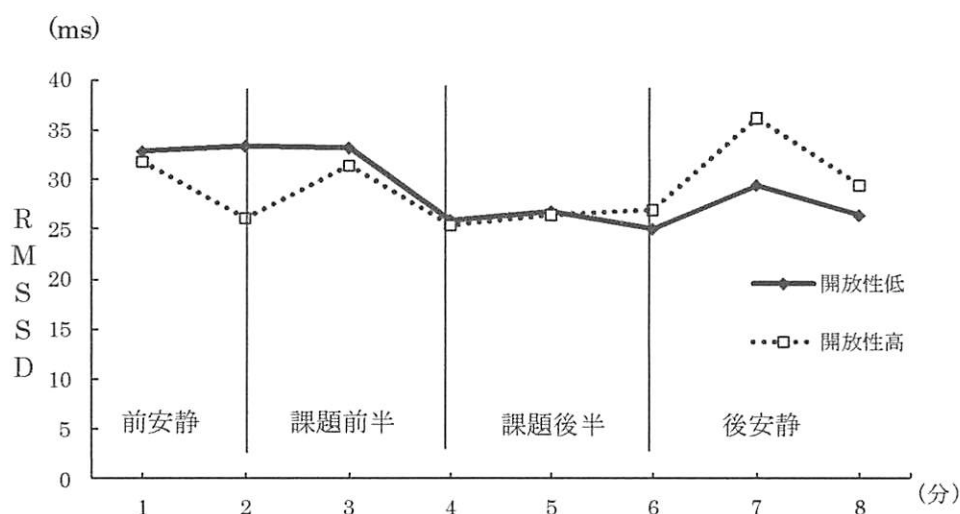


図8 高速条件の開放性によるRMSSDの変化

高速条件の RMSSD は、低開放性群では課題期前半で一度数値が下がり、その後の課題期では大きく変化することなく後安静で少し増加した。高開放性群は課題期前半で一度数値が高くなったが課題期後半になるにつれ下がり、低開放性群とほぼ同じ数値となったが後安静では低開放性群より数値は上回る様子が見られた。

RMSSD を従属変数とし、同様に分散分析を行った結果、群の効果 ($F(1,8)=0.00, ns$)、期間の効果 ($F(3,24)=0.83, ns$)、群×期間の交互作用 ($F(3,34)=0.67, ns$)のどれも有意な差は認められなかった。つまり高速条件の RMSSD は、どの群、期間においても変化がなかったといえた。

次に開放性得点ごとに分けた低速条件の HR の平均値を算出し、図 9 に示した。

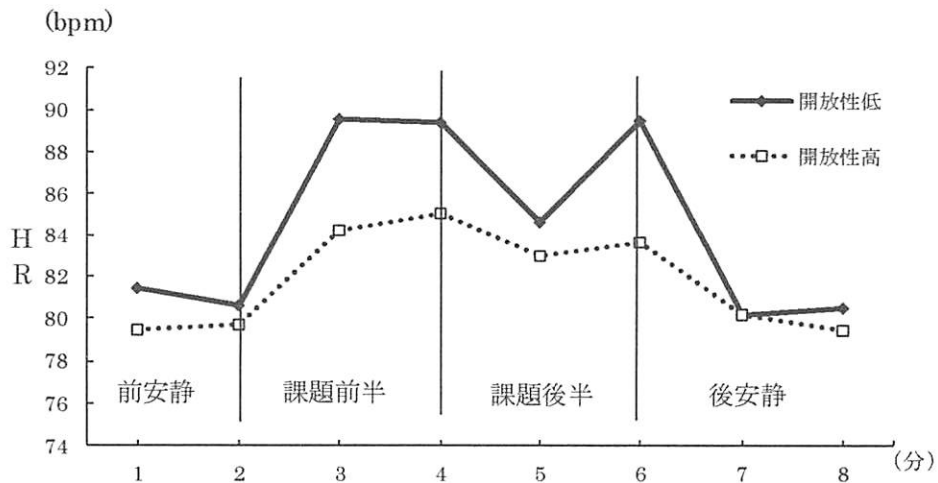


図9 低速条件の開放性によるHRの変化

低速条件のHRは、両群とも課題期前半で数値が増加し、後安静で低下したが、低開放性群は課題期前半に数値が大きく上昇し、課題後半で一度大きく数値が減少した後もう一度大きな上昇を見せ、後安静期で前安静期とほぼ同じ値まで減少した。高開放性群も同様に課題期前半で数値が上昇したが、低開放性群に比べ緩やかに上昇し、また課題後半では低開放性群と同様に一度減少し、後安静期においても緩やかに数値が減少していった。

HRを従属変数とし、同様に分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり($F(3,24)=4.45, p<.05$)、群の効果($F(1,8)=0.13, ns$)、群×期間の交互作用($F(3,34)=0.36, ns$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったためLSD法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期前半、前安静期から課題期後半、課題期前半から後安静期、課題期後半から後安静期間に有意な差が認められた($p<.05$)。つまり低速条件の課題中のHRは、開放性得点の高低に関わらず前安静期から課題期で高くなり、課題期から後安静期で低くなったといえた。

次に開放性得点ごとに分けた低速条件のRMSSDの平均値を算出し、図10に示した。

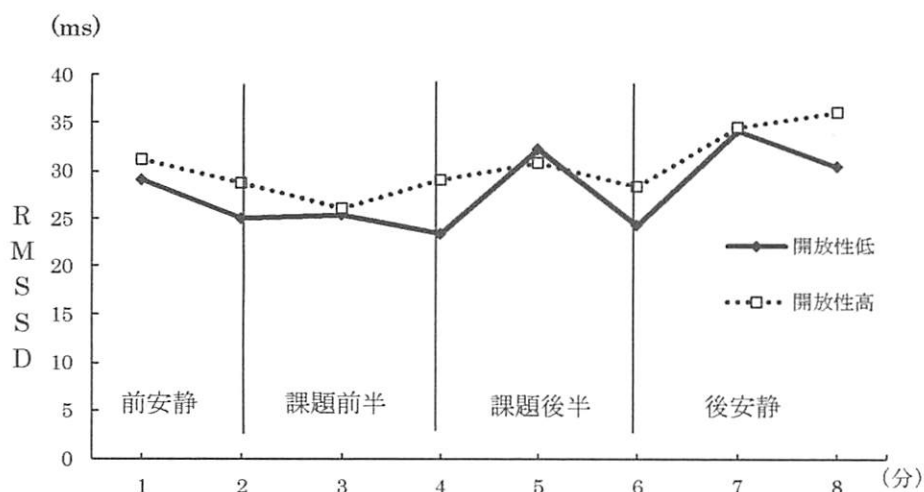


図10 低速条件の開放性によるRMSSDの変化

低速条件の RMSSD は、両群ともに課題期前半で数値が減少し、課題期後半から後安静期にかけて徐々に増加していった。低開放性群は課題期前半では大きな数値の変化は見られなかったが、課題期後半では一度大きく増加した後元の数字付近まで戻り後安静で再度増加した。高開放性群は課題期前半に少し数値が減少し、その後課題期後半にかけて緩やかに増加していき、後安静期で大きく増加した。

RMSSD を従属変数とし、同様に分散分析を行った結果、群の効果($F(1,8)=0.06, ns$)、期間の効果($F(3,24)=1.80, ns$)、群×期間の交互作用($F(3,24)=0.03, ns$)のどれも有意な差は認められなかった。つまり低速条件の RMSSD は、どの群、期間においても変化がなかったといえた。

次に開放性得点ごとに分けた低速条件の SC の平均値を算出し、図 11 に示した。

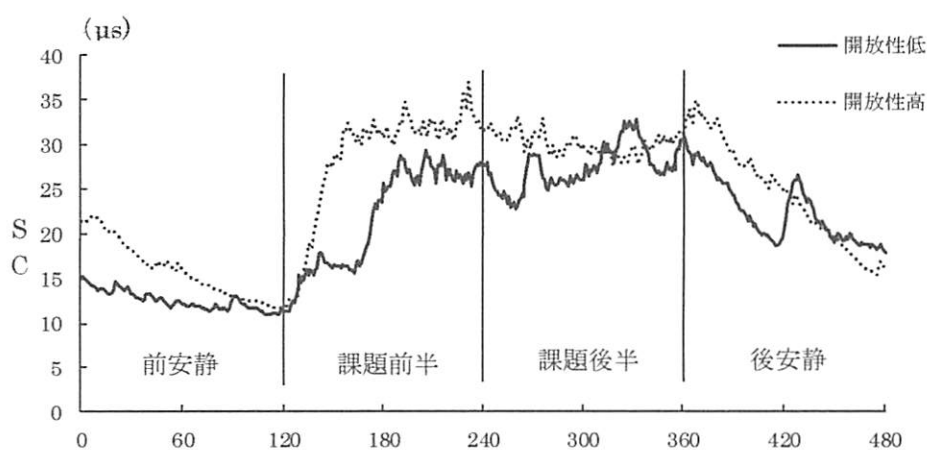


図11 低速条件の開放性によるSCの変化

低速条件の SC は、両群とも課題前半で増加し、その後は大きな変化をせず後安静で低下していく傾向が見られた。高開放性群は課題前半で低開放性群より大きく増加し、その後課題期中は大きく変化せず後安静期で減少した。低開放性群も高開放性群と同様に一度課

課題前半で大きく数値が増加し、その後課題期中に少し増加し後安静で低下した。

SC を従属変数とし、同様に分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり ($F(3,34)=5.07, p<.01$)、群の効果 ($F(1,8)=0.27, ns$)、群×期間の交互作用 ($F(3,24)=0.14, ns$) は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期前半、前安静期から課題期後半、前安静期から後安静期の間有意差が認められた。つまり低速条件の SC は、開放性得点の高低に関わらず課題期で増加したといえる。

次に開放性得点ごとに分けた低速条件の SC の平均値を算出し、図 12 に示した。

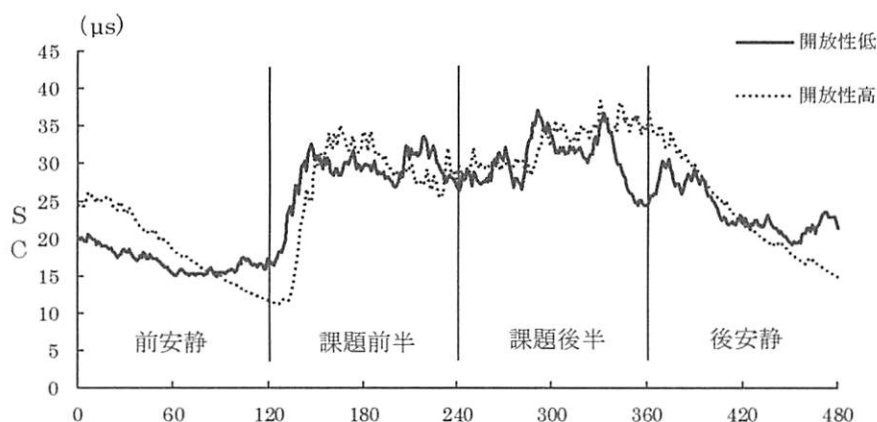


図12 高速条件の開放性によるSCの変化

高速条件の SC は、両条件とも課題期前半で数値が増加し、その後課題中に大きな変化をみせず、後安静で緩やかに低下していく傾向が見られた。低開放性群は課題期前半で数値が増加した後、大きく変化せず課題期後半で多少上下はしたものの後半になるにつれ低下していき後安静でも同様に低下した。高開放性群は、低開放性群よりも課題期前半での増加幅が大きかったが、その後課題後半になるにつれ少し減少していき、課題期後半からは少し増加した後、後安静期で緩やかに低下していった。

SC を従属変数とし、同様に分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり ($F(3,24)=9.62, p<.01$)、群の効果 ($F(1,8)=0.00, ns$)、群×期間の交互作用 ($F(3,24)=0.06, ns$) は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったため LSD 法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期前半、前安静期から課題期後半、前安静期から後安静期の間有意差が認められた。つまり高速条件の SC は、開放性得点の高低に関わらず課題期で増加したといえる。

次に各群の一般感情尺度である PA 得点の平均値、NA 得点の平均値、CA の平均値を算出し、結果を図 13、図 14、図 15 に示した

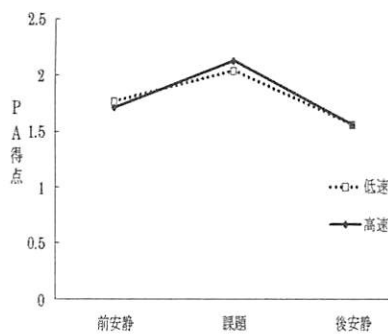


図13 期間におけるPA得点の変化

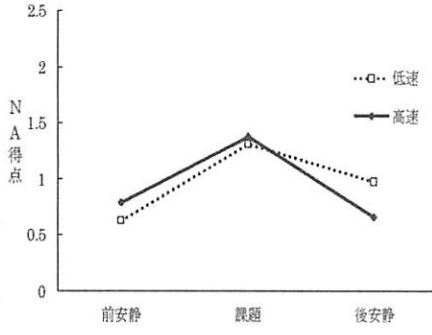


図14 期間におけるNA得点の変化

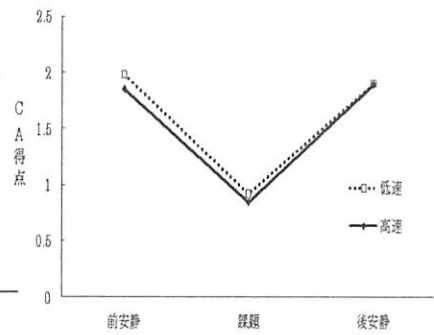


図15 期間におけるCA得点の変化

PA得点は、両条件とも課題期で増加し課題期から後安静期で下降する傾向が見られた。低速条件のほうが課題期でわずかに高速条件よりPA得点が低かったが後安静期ではほぼ等しくなった。PA得点を従属変数として、2条件(低速,高速)×3期間(前安静期,課題期,後安静期)の2要因混合計画による分散分析を行った。その結果、期間の効果のみ有意であり($F(2,18)=7.42, p<.01$)、条件の効果($F(1,9)=0.03, ns$)、条件×期間の交互作用($F(2,18)=0.35, ns$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったためLSD法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期、課題期から高安静期間に有意差が認められた($p<0.5$)。つまりPA得点は、課題期で一番高くなったといえる。

NA得点は、両条件とも課題期で増加し課題期から後安静期で下降する傾向が見られた。低速条件のほうが前安静期、課題期でわずかに高速条件よりNA得点が低かったが後安静期では低速条件のほうが得点は高くなった。NA得点を従属変数として、同様に分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり($F(2,18)=6.58, p<.01$)、条件の効果($F(1,9)=0.04, ns$)、条件×期間の交互作用($F(2,18)=1.40, ns$)は有意ではなかった。

期間の効果が有意だったためLSD法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期、課題期から高安静期間に有意差が認められた($p<0.5$)。つまりNA得点は、課題期で一番高くなったといえる。

CA得点は、両条件とも前安静期から課題期で減少し後安静期で増加する傾向が見られた。低速条件は前安静期と課題期でわずかに高速条件より高かったが、後安静期ではほぼ等しくなった。CA得点を従属変数として、同様に分散分析を行った結果、期間の効果のみ有意であり($F(2,18)=26.68, p<.01$)、条件の効果($F(1,9)=1.18, ns$)、条件×期間の交互作用($F(2,18)=0.15, ns$)は有意ではなかった。期間の効果が有意だったためLSD法による多重比較を行った。その結果、前安静期から課題期、課題期から高安静期間に有意差が認められた($p<0.5$)。つまりCA得点は、課題期で一番低くなったといえる。

次に条件ごとの爽快感平均得点を算出し、図16に示した。

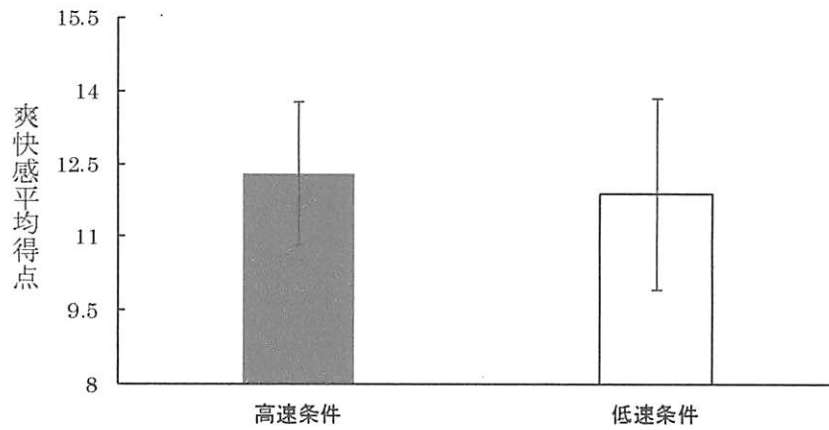


図16 条件ごとの爽快感平均得点

爽快感平均得点を見ると、高速条件の得点のほうがわずかに低速条件を上回っているように見られた。爽快感平均得点を従属変数とし、対応のある t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった($t(9)=0.46, ns$)。つまり条件ごとの爽快感の感じ方には大きな差はなかったといえる。

次に条件ごとのコース平均周回速度を算出し、図 17 に示した。

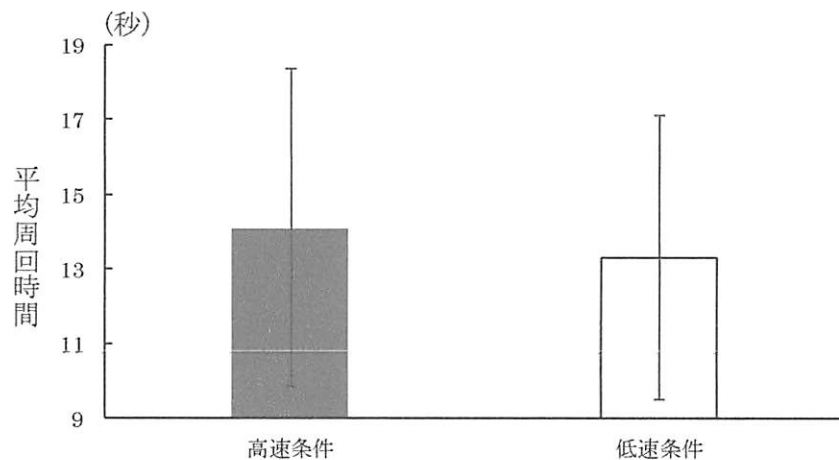


図17条件ごとのコース平均周回時間

平均周回時間を見ると、低速条件のほうが高速条件より速く周回しているようにみられた。平均周回時間を従属変数とし、対応のある t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった($t(9)=1.52, ns$)。つまり条件ごとのコース平均周回時間には大きな差はなかったといえた。

次に条件ごとのコース平均周回数を算出し、図 18 に示した。

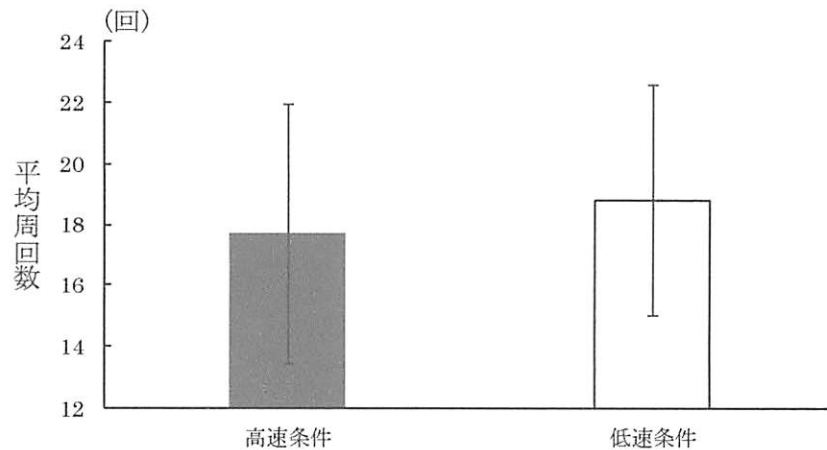


図18 条件ごとの平均周回数

平均周回数を見ると、低速条件のほうが高速条件より多く周回しているようにみられた。平均周回速度を従属変数とし、対応のある t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった ($t(9)=1.53, ns$)。つまり条件ごとのコース平均周回数には大きな差はなかったといえた。

考察

本研究では、ラジコンカーで自動車運転体験を再現することで、自動車運転が心身に与える影響を検討することを目的とした。また、運転の際に操作のしやすさが心身に与える影響を検討するため、ラジコンカーの速度を 2 条件設け、比較することにした。

[生理指標の結果]

まず生理指標に注目すると、HR は両条件とも課題中に上昇し、後安静で回復した。しかし低速条件では課題期後半に一度数値が下がったのに対し、高速条件は課題中ほぼ数値は上昇していた。心拍は姿勢や気温、精神状態などによって変わるが、運転時は姿勢や周囲温度が変わることが少ないので、眠気などの精神状態が心拍を変える主な要因となる(柳平・安士,2013)。このことから低速条件での運転課題は眠気や退屈などの要因で一度低下してしまったのだと考えた。また課題での心拍の上昇については、Harrison・Denning・Easton・Hall・Burns・Ring・Carroll(2001)では自動車模型を用いたレース課題を行った結果、顕著な HR 上昇を見出した。同様に模型戦車を用いた長野・下仲・手塚(2013)でも、操作中に HR の上昇がみとめられ、これらの研究では、本研究と同様の結果が得られている。このことから本実験でも同様の運転による心拍反応が得られたといえた。RMSSD は、課題期で減少し、後安静で上昇したように見られた。しかし両条件間に大きな差は見られなかった。自動車を運転する際には、ドライバに大きな疲労やストレスが掛かる(和藤・高田,松浦,2012)。つまり両条件とも課題期で一度低下したのは、運転によってストレスがかかったため低下したのだと考えた。SC は、両条件とも課題で上昇し、後安静で回復した。発汗量は精神的ストレスと関係が深く、肉体的ストレスと関係が小さいことが知られ(友井・温・山川・山下・高草木・浅間,2015)、手掌部(精神性)発汗は精神的緊張や情動興奮によって増加することが知られている(高橋・百瀬・小林・佐々木・大橋,2012)。このことから RMSSD の低下で見られたストレス負荷が発汗にも影響し、発汗量が上昇したのだと考えられる。また高速条件のほうが急な上昇を見せた点は、自動車を運転する際には、交差点などの危険が予測される場面や、「ハッとする」「危ない」など、咄嗟に危険を回避す

る場面で SC が増加することから(高橋・百瀬・小林・佐々木・大橋,2012)、低速条件より早めに操縦が難しく危険と感じたためであると考えた。

[開放性を用いた生理指標の結果]

HR に注目すると、両条件・両群とも課題中に数値が上昇していた。しかし両条件とも低開放性群の方がより高くなる傾向が見られた。RMSSD は、両条件、両群とも課題中に数値が減少していく傾向が見られた。SC は、両条件、両群とも課題中に上昇する傾向が見られた。また低速条件での高開放性群の SC は低開放性条件より高くなるようにみられた。開放性が高い個人は、普段行い慣れない特殊な課題を、どのような状況でも楽しむことができるのに対し、開放性が低い個人は競争状況のような余裕がない場合に課題を脅威と捉えてしまった可能性が考えられるだろう(長野・下仲・手塚,2013)。このことから HR の数値で低開放性群の方が両条件とも高かったのは、RMSSD の変化がほぼ同じなのに対し、課題に対する恐怖心や緊張といった精神的要因から、心拍が増加してしまったのだと考えた。開放性とストレス負荷時の心臓血管反応の関係を調べた Williams・Rau・Cribbet・Gunn(2009)は、開放性の高さは、ストレス負荷時における低い血圧反応性、ポジティブ感情の上昇と関連があると報告しており、本研究の結果で高開放性群の HR が低くなり、低開放性群は高くなるという結果と高い一貫性を持つと考えた。また低速条件の高開放性群の SC が高くなったのも、低速ゆへの操作のしやすさから課題を楽しんだために発汗量が増加したのだと考えた。

[心理指標の結果]

心理指標に注目すると、一般感情尺度の PA 得点は課題期に高く、NA 得点も同様に課題期に高く、CA 得点は課題期に低くなり、どの指標も後安静期に回復した。PA 得点は、課題期ではわずかに高速条件の得点が高くなったが、後安静期では両条件ともほぼ同じ数値になった。これは高速条件の速度が速く楽しかったために、PA 得点がわずかに上回ったのだと考えた。NA 得点は、前安静期、課題期ではわずかに高速条件のほうが得点は高かったが、後安静期では低速条件のほうが高くなった。これは高速条件での操作が難しかったことで課題期の得点は高くなり、後安静では難しかった課題からの解放ゆえに NA 得点が低速条件より大きく減少したのだと考えた。CA 得点は両条件とも課題期で大きく減少し、後安静期で大きく回復した。これは運転課題という慣れない行動が、速度を問わず緊張や不安と強く影響したため大きく減少したのだと考えた。

[条件ごとのスコア結果]

爽快感得点に注目すると、わずかに高速条件のほうが低速条件より得点が高くなるように見えた。加速度の振幅が大きい時、乗り心地評定が悪い方向に変化していることが指摘されている(玉・佐川・猪岡,2000)。つまり加速のふり幅が大きくなると不快感は増すことが分かっているが、本実験でのラジコンカーの速度には両条件とも大きな差が見られなかったために、高速条件の速度の速さが単純に爽快感として影響したのかもしれない。また平均周回時間では、低速条件がわずかに短く、平均周回数でもわずかに低速条件のほうが多い結果となった。複雑なスキルを習得するために、より容易なスキルから練習を開始することがしばしば行われる(伊原・相羽・牛島・柴田,2015)。今回用いた高速条件に慣れ、高いパフォーマンスを発揮するには、走行時間が不十分であった可能性があり、結果として高速条件は低速条件よりスコアが低くなったのだと考えられた。

[まとめ]

今回は、低速条件と高速条件に予想したほどの差が見出されなかった。操作しやすさの影響を検討するには、より明確に速度差をつける必要があったかもしれない。また、今回の課題は全体的に難易度が高く、いずれの条件も十分に慣れた後の走行とは言えず、想定外にミスが多く見られた。より長い練習時間を設けることで、明確なパフォーマンスの差

が見られるようになる可能性があると考えた。

引用文献

- 藤原 直子・若月 大輔 (2010). リアルな 3DCG 映像表現の違和感に関する基礎的検討筑波技術大学テクノレポート,17(2), 85-89
- Harrison, L. K., Denning, S., Easton, H. L., Hall, J. C., Burns, V. E., Ring, C., &Carroll, D. 2001 The effects of competition and competitiveness on cardiovascular activity. *Psychophysiology*, 38, 601-606.
- 橋本 成仁・海野 遥香 (2016). RR 間隔を用いた生活道路内走行時のドライバーのストレス反応に関する研究 都市計画論文集,51 巻, 3 号, p.1226-1233
- 伊原 良奈・相羽 裕子・牛島 雅子・柴田 ゆみ (2015). 操縦課程パフォーマンス間の関連 日本認知心理学会発表論文集, 121-121
- 川嶋 葵・小林 一行・渡辺 嘉二郎・沼田 仲穂 (2002). 自動車運転における心理ストレスと運転操作モデル 計測自動制御学会論文集 38 巻, 1 号,p. 26-34
- 小林 正義・佐々木 努・千島 亮・百瀬 英哉 (2011). 大橋俊夫手掌部発汗反応を用いた自動車運転認知行動評価システムの開発研究 発汗学,18(1),31-34
- 前東 晃礼 (2017). 人と自動化システムとの協調に向けた自動化システムの評価 情報知識学会誌,26(4), 312-317
- 三品 誠・石田 敏郎 (2004). 運転映像の提示による心拍変動および皮膚電気活動に関する研究 人間工学,40 巻, Supplement 号, p.318-319
- 長野 祐一郎・下仲 順子・手塚 洋介 (2014). 競争場面における心身反応およびその関連要因の検討 文京学院大学総合研究所紀要,(14) 149-162
- 杉江 亮輔・荒川 俊也・小塚 一宏 (2015). 心拍による長距離運転時の疲労評価および推定・制御の可能性 産業応用工学会全国大会講演論文集, 2015 巻, p. 4-5
- 田口 敏行 (1998). 自動車運転時の疲労評価 豊田中央研究所 R&D レビュー,33(4), 25-31
- 高橋理沙 百瀬英哉 小林正義 佐々木努 大橋俊夫 (2012). 自動車運転認知行動評価装置による手掌部発汗反応・高齢者と若年者の比較 発汗学,19(1),21-23
- 玉 峰・佐川 貢一・猪岡 光 (2000). 自動車の加減速と乗り心地の関係に関する研究 人間工学,36(4),191-200
- 友井 大将・温 文・山川 博司・山下 淳・高草木 薫・浅間 一 (2015). 因子分析を用いたドライバーのカーレース中におけるストレス推定 第 20 回ロボティクスシンポジウム講演予稿集,pp.133-138
- 和藤 好生・高田 一・浦 慶総 (2012). 自動車運転時のドライバの疲労特性に関する研究 日本人間工学会関東支部第 42 回大会講演集,42 巻,頁 106-107
- Williams, P.G., Rau, H.K., Cribbet, M.R., Gunn, H.E. 2009 Openness to experience and stress regulation. *Journal of Research in Personality* 43, 777-784.
- 柳平 雅俊・安土 光男 (2004). 運転状態推定技術の開発・心拍解析による眠気状態の検出-PIONEER R&D,14(3),17-27
- 吉田 直人・米澤 朋子 (2016). 運転時のストレス状態への気づきを促す生理現象自己状態フィードバック手法 情報処理学会関西支部支部大会講演論文集, 5p
- 吉田 義之・伊藤 彰亮・町田 信夫 (1974). 自動車の乗り心地の一計測法について 精密機械, 40 巻,476 号, p.779-784

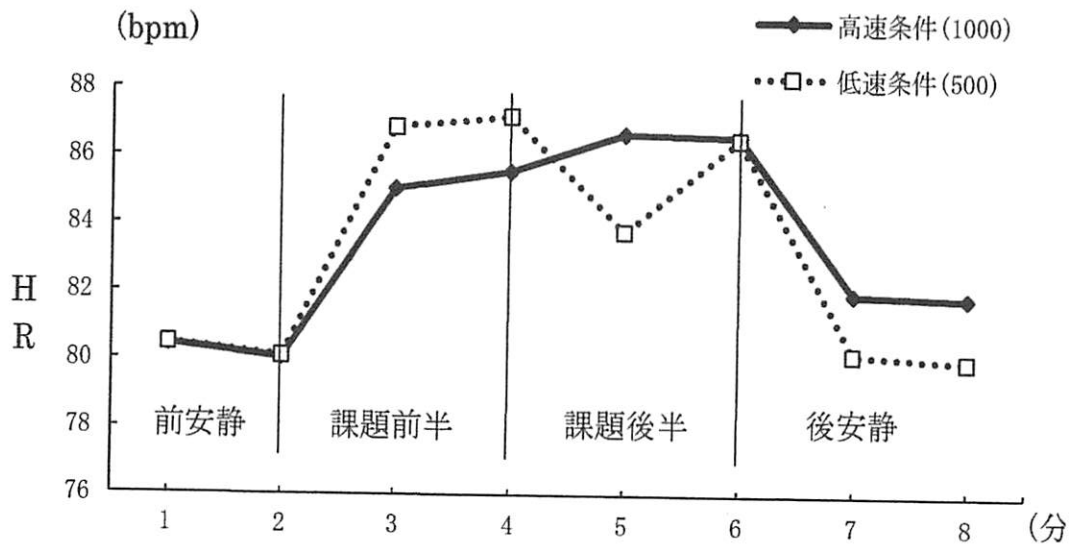


図3 各期間におけるHRの変化

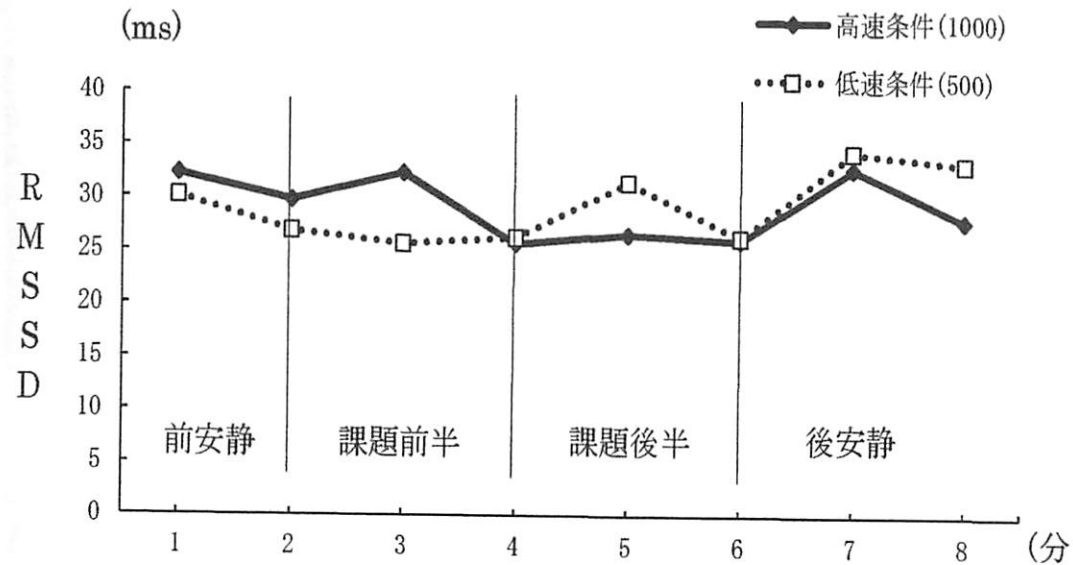


図4 各期間におけるRMSSDの変化

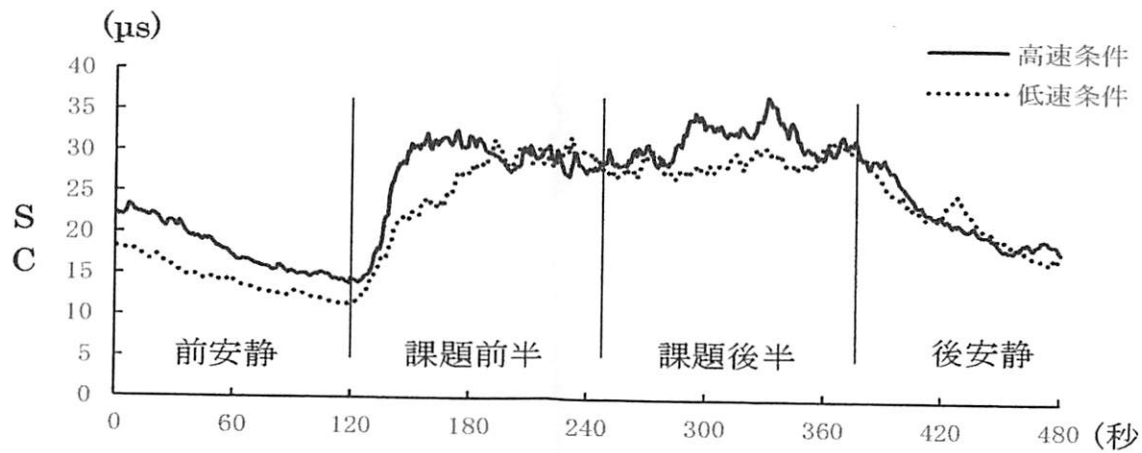


図5 各期間におけるSCの変化

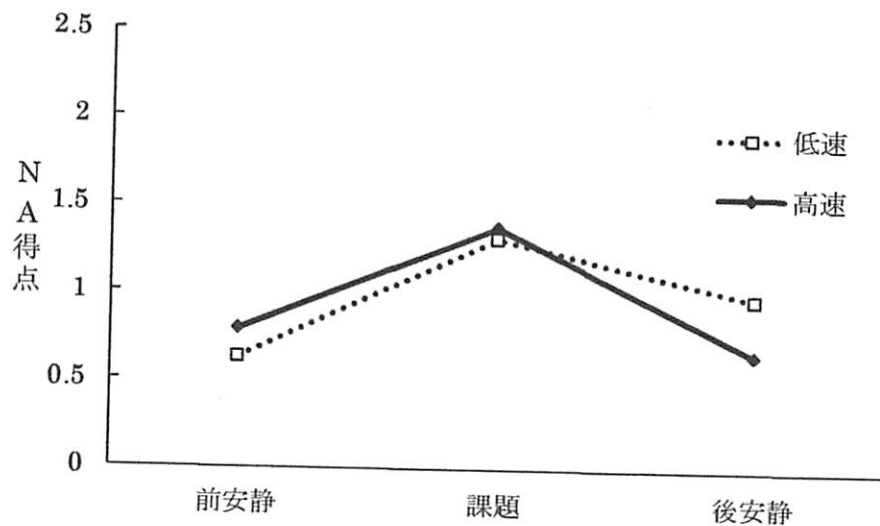


図14 期間におけるNA得点の変化

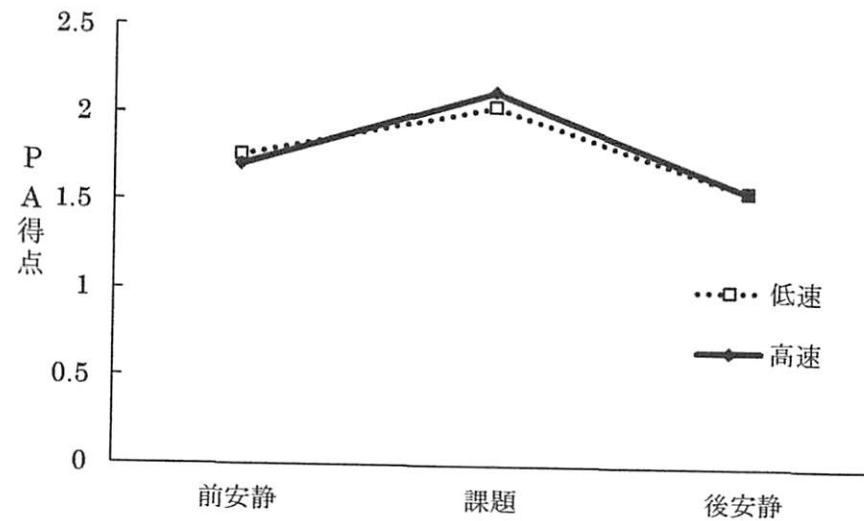


図13 期間におけるPA得点の変化

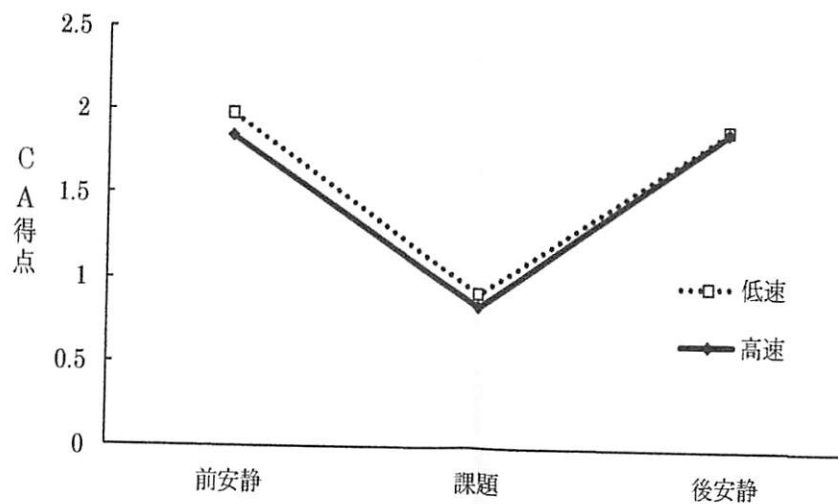


図15 期間におけるCA得点の変化