

自動車の操縦に基づくプレジャーに関する研究

日大生産工(院) ○上田 恭兵 日大生産工 栗谷川幸代

1. はじめに

近年、製品開発の段階で人間のあらゆるニーズが製品に取り入れられ、車自体の性能は向上し、開発技術水準の差が小さくなりつつある。自動車分野も同様に、乗り味や車内空間などが吟味され、車を購入する上で自分の中で満足できる物を購入したいという欲求がある。この欲求を満たすものとして、最近では「ドライビングプレジャー」という言葉が浸透し、「乗っているとわくわくする」「ずっと乗っていたい」といった、新たな付加価値として求められるようになった。そこで、このドライビングプレジャーの要因を把握できれば、自動車自体の性能以外での区別化が図れる。

先行研究において、ドライビングプレジャーは、「運転操作がうまくいって楽しかった」⁽¹⁾「走行風景が良くて楽しかった」⁽²⁾「音楽を聴いて走行して楽しかった」⁽³⁾など様々な楽しさの要因があるとされている。そこで、本研究では、ドライバの運転操作に起因する能動的なドライビングプレジャーに着目して、その要因推定手法の構築を目的とする。

2. ドライバモデルを用いたドライビングプレジャーの要因推定

本研究では、実験コースに連続するカーブを設定したため、横方向のドライバの制御動作に着目してドライビングプレジャーの要因推定手法について検討を行う。ドライビングプレジャーの要因推定を行うため、ドライバの情報処理過程のモデル化を重回帰式を用いて行った。重回帰式は以下の(1)式で表され、

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_nx_n \quad \dots (1)$$

式中の y が出力(従属変数)、 x_n が入力(独立変数)で、 a_n は偏回帰係数、 a_0 は定数項を示す⁽⁴⁾。本研究では、従属変数にドライバの車両制御量である操舵角を、独立変数にドライバが運転に用いていると考えられる車両状態量の前後方向速度、前後方向加速度、横

方向速度、横方向加速度、ヨーレイト、ロールレイト、またこれらから計算したヨー角加速度、ロール角加速度、前後方向加加速度、横方向加加速度、0.5秒後予測位置、1.0秒後予測位置、1.5秒後予測位置を用いた。ここで、予測位置は車両状態量の横方向速度および横方向加速度からテイラー展開で計算し算出した。なお、独立変数間で相関が高い場合、多重共線性によりモデルの妥当性が問題となるため、ステップワイズ法を用いて入力を選定する。これより、構築されたモデルの内部関数を分析することで、ドライバの操舵時の情報処理過程を把握して、ドライビングプレジャーの要因推定を試みる。

3. 実車実験

3.1 実験概要

モデル構築に必要な入出力情報を得るため、実車実験を行った。日本大学理工学部交通総合試験路を用いて、図1に示すコースをパイロンを用いて作成した。教示は、「ドリフト走行は禁止として、走行中は危険がないように走行して下さい。危険を感じたら走行を停止して下さい。実験後に運転の楽しさや運転操作について質問します」とした。なお、コースに慣れてもらうため、実験前に練習走行を2回行い、実験走行は6回行った。実験参加者は、インフォームドコンセントを得た運転歴3年の21歳男性1名である。

3.2 計測項目

ドライビングプレジャーの有無を確認するため、各走行後に実験参加者に「楽しかったー楽しくなかった」、「思った通り運転できたー思った通り運転できなかった」をVAS(Visual Analog Scale)に回答させ、またコース図に「楽しく感じた場所」などを記入させた。車両状態量は、前後方向速度、横方向速度、前後方向加速度、横方向加速度、ヨー角、ロール角、ピッチ角、ヨーレイト、ロールレイト、ピッチレイト、走行経路の11項目、車両制御量として操舵角、操舵トルクの2項目を計測した。

Study on pleasure based on the control of car

Kyouhei UEDA , Yukiyo KURIYAGAWA

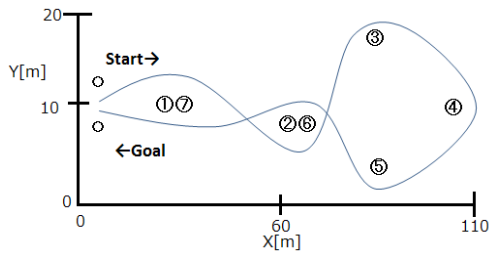


図1 実験コース

3.3 実験結果

3.3.1 全コースに対する解析

始めに、モデルの入出力を決定するため走行6回分の全コースのデータを基にステップワイズ法を用いて選定した。その結果、前後方向速度、横方向加速度、ロールレイト、ロール角加速度、ヨーレイト、横方向加加速度の6項目が選定された。これらの入力を強制投入法で重回帰式に投入した。図2にドライバモデルから算出した操舵角と実験で得られた操舵角を示す。図2より、モデルで算出した値と実験で計測した操舵角はよく一致しており、モデルがドライバの情報処理過程を表現できていることがわかる。なお、モデルの決定係数である R^2 の値はすべての走行で 0.98 以上であった。

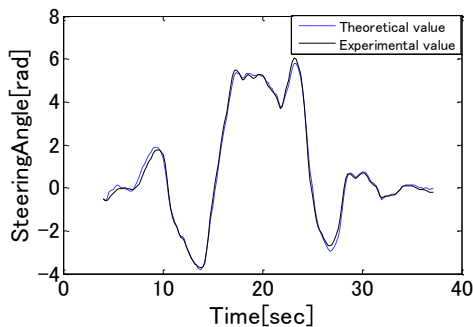


図2 操舵角の実験値とモデル出力値

まず始めに、入出力データを標準化して重回帰式を構築した際に得られる標準偏回帰係数を図3に示す。

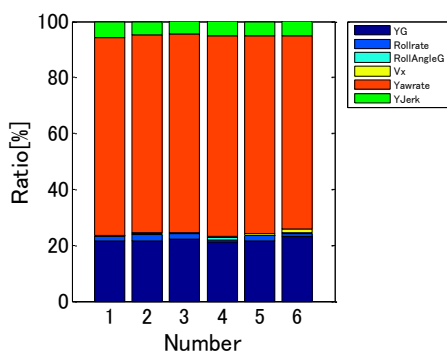


図3 各走行における標準偏回帰係数の比率

図3より、標準偏回帰係数の各入力割合はすべての走行で同様であり、ヨーレイトの成分が大きいことが分かる。走行毎の違いに着目すると、ロール角加速度や前後方向速度、ロールレイトが走行4回目と6回目で微小であるが差があることがわかる。そこで、時系列の影響度の変化を検討するため、各偏回帰係数と車両状態量を掛け合わせて操舵角の次元にし、総和を 100[%]としたものを図4(走行5回目)、図5(走行4回目)、図6(走行6回目)に示す。なお図4の走行5回目は、走行1, 2, 3回目と同様な結果であった。

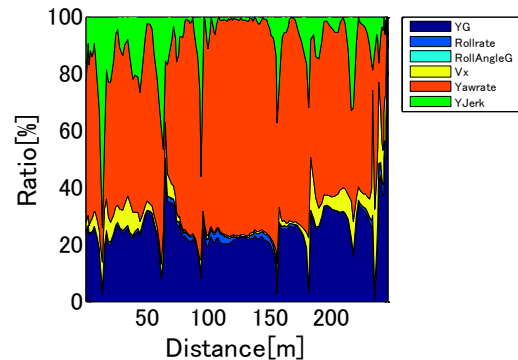


図4 走行全体における操舵角に対する車両状態量の変化(走行5回目)

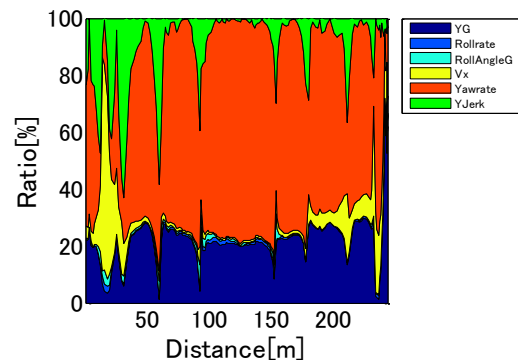


図5 走行全体における操舵角に対する車両状態量の変化(走行4回目)

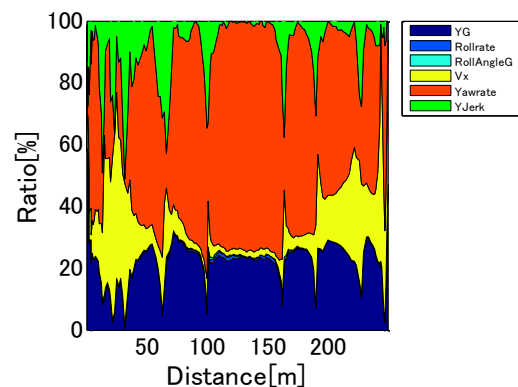


図6 走行全体における操舵角に対する車両状態量の変化(走行6回目)

図より、操舵角に対してドライバの用いる車両状態量が時々刻々と変化していることがわかる。特に100[m]から150[m]付近において、ロール角加速度とロールレート、前後方向速度の項目に違いが見られる。この区間は、パイロン3番目へ入る場面からパイロン5番目の通過する場面の区間である。走行5回目では、ロールレート成分が含まれ、走行4回目では、ロール角加速度の成分が他の走行と比べて多く含まれ、走行6回目で前後方向速度の成分が多く含まれていることが分かった。ここで、VASの結果で楽しかった場合を+100[%]、操作が上手く行った場合を+100[%]として示した結果を表1に示す。表より、走行4回目は楽しく走行でき、運転操作もうまくいっており、一方、走行6回目は楽しく走行できず、運転操作もうまくいっていないことがわかる。また、走行5回目に関しては楽しさも運転操作も総合的に見ると、4回目より楽しさが少なく、5回目より大きい。このことから操舵角を従属変数とし、独立変数を車両状態量とすることで、走行全体の時系列データを比較でき、楽しい場合とそうでない場合での車両状態量の違いが確認できた。そこで、次項ではこれらの差が見られた走行区間に着目して、検討を進める。

3.3.2 パイロンに対する解析

ドライバは運転時の情報処理を時々刻々考えていると考えられる。そこで、前述した100[m]から150[m]付近の区間で時間を区切って、再解析を行った。図7に走行4回目、図8に走行5回目、図9に走行6回目のそれぞれのコースから特徴のあったパイロン通過時点前後を抜き出して解析した結果を示す。図より、図4から図6では見られた、ロールレート、前後方向速度、ロール角加速度の成分の違いが、区間を区切ったことにより楽しい場合とそうでない場合に大きな違いが見られなかった。これは、ドライバがその走行場面において重要としている車両状態量が、走行全体を通してステップワイズ法で選択した前述の車両状態量とここでの区間では違うためと考えた。そこで抽出した解析区間において再度ステップワイズ法を用い、入力を選定を行った。

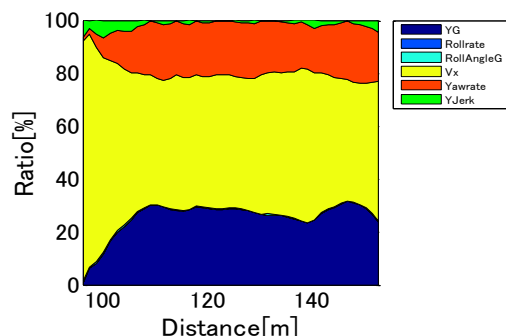


図7 走行全体における車両状態量の変化をある区間で区切った場合(走行4回目)

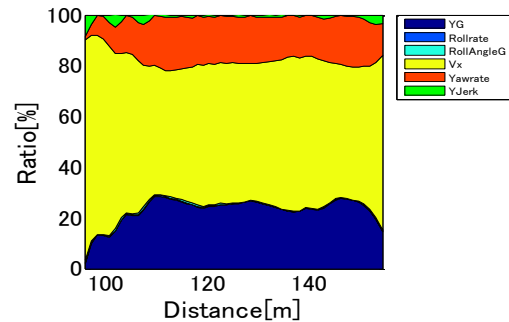


図8 走行全体における車両状態量の変化をある区間で区切った場合(走行5回目)

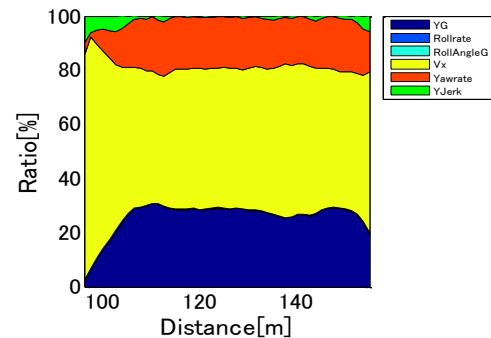


図9 走行全体における車両状態量の変化をある区間で区切った場合(走行6回目)

表1 VASの結果

	走行回数					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Pleasure[%]	70	58	21	86	20	-20
Control[%]	28	41	70	56	-14	-56

ステップワイズ法の結果、前後方向速度、ロール角加速度、前後方向加速度、ヨー角加速度、ヨーレートの5項目が選定された。これらを強制投入法で重回帰式を再構築した。選定された項目は、前述のモデルでは、横方向加速度や横方向加加速度などの横方向に関する車両状態量が多く含まれていたのに対し、今回の解析区間では前後方向成分に関する車両状態量や、ロール角の運動やヨー角の運動が含まれている。これらにより、再構築したモデルの決定係数 R^2 の値はすべての走行で0.97以上となった。

前述した解析と同様の解析をした結果を図10から図12に示す。図より、楽しくなかった場合に比べて、楽しかった場合と比較的楽しかった場合ではヨー角加速度とヨーレートの要素の細かな変動がみられる。また、楽しかった場合に比べて、楽しくなかった場合と比較的楽しかった場合では、前後方向速度の要素が大きく出ている。このように、ドライバが操作する操舵角に対して、時々刻々と変化していく車両状態量に改めてモデル構築することによって、全体を通して作ったモデル式をより細かく見ることができる。これにより、ドライバがその地点ごとに情報処理過程における重要

な要因を見ることができ、ドライバに対して楽しさを起因している要因の推定が行えると考えられる。

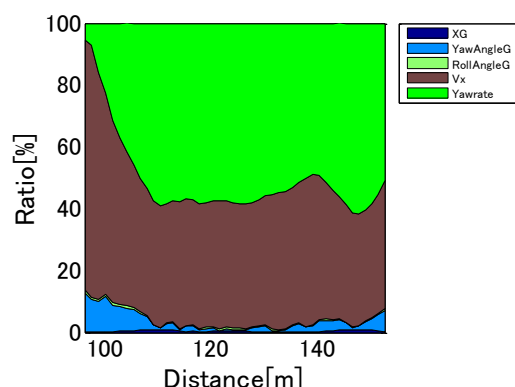


図10 解析区間を短くした場合における操舵角に対する車両状態量の変化(走行4回目)

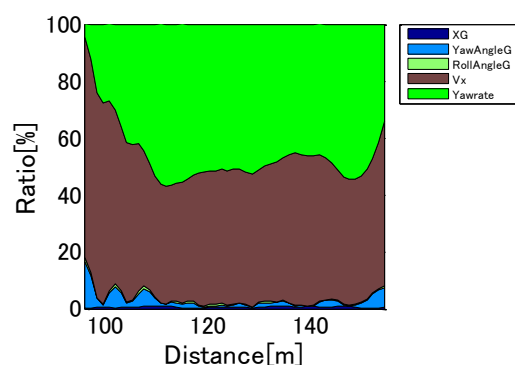


図11 解析区間を短くした場合における操舵角に対する車両状態量の変化(走行5回目)

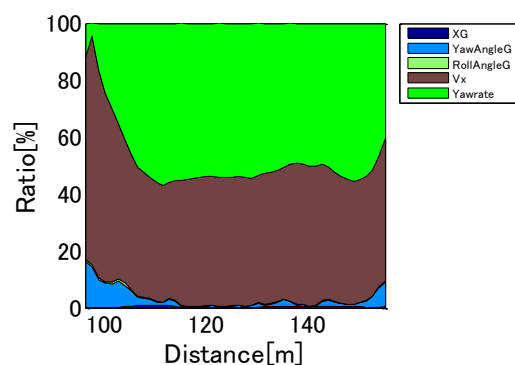


図12 解析区間を短くした場合における操舵角に対する車両状態量の変化(走行6回目)

4. 考察

ドライバの情報処理過程におけるドライバモデルを構築し、ドライビングプレジャーの要因推定を行った結果、走行全体におけるモデルの場合、楽しさを感じる走行では、前後方向速度の要素が少ないこととロール角の運動が要素に含まれると楽しさを感じている。このことから、今回実験で使用した車両が車高が高く、ロール運動の影響を受けやすく、その結果楽しさに繋がった可能性が考えられる。また、車両状態量に変化のある区間に区切ってモデルを再構築した場合、楽しい場合ではヨー角加速度とヨーレートの変動が大きく、

他の走行に比べ、前後方向速度の要素が小さく出た。これは、前後方向速度によってヨー角の運動に影響を与えている可能性があると考えられる。

5. まとめ

本研究ではドライビングプレジャーの要因推定に関して行った。その結果

- 1) 走行全体でモデルを作成することで、時々刻々と変化する車両状態量がどの程度操舵角に影響を与えているのか把握できる。
- 2) 走行全体において、車両状態量の差が見られた区間で再解析を行うことで、その区間での操舵角に影響を与える車両状態量の要因が変わる。
- 3) ドライバが楽しさを感じる要因としては、前後方向速度がヨー角の運動に対して影響を与えることでドライバが楽しさを感じている可能性がある。

しかしながら、今回の検討では実験参加者は1名で走行したコースも1パターンであり、違うドライバやコースでの検討では異なる結果になる可能性があるため、さらなる検討が必要である。

「参考文献」

- 1) 富田幸佳, 景山一郎, 自動車の操縦に基づくドライビングプレジャーに関する研究—目標コース決定およびFB操舵からの評価の試み—, 日本機械学会第15回交通・物流部門大会講演論文集, (2006) p331-334
- 2) 永見豊, 永田裕典, 反復効果に着目した道路内部景観に関する研究(3)-飽きの解消を目的としたトンネル壁面のパターンデザイン-, 日本デザイン学会デザイン学研究BULLETIN OF JSSD 2009, (2009) p340-341
- 3) 宮本覚, 下坂陽男, 音楽がドライバの緊張度及び運転操作に与える影響に関する研究, 日本機械学会関東支部第16期総会講演会講演論文集, (2010) p45-46
- 4) 長谷川勝也, ホントにわかる多変量解析, 共立出版株式会社, (1998) p1-74p. 41-51.