

## 自動車運転者の適性基準判定指針の検討に関する研究

A proposal for judgment of motor driver's aptitude

主任研究員：岩佐哲夫

分担研究員：金住順二 宮井義裕 岡本征四郎 竹口知男

自動車運転者の適性基準を判定するための基礎的な研究を行いながら、常に疑問に思うことは、事故が運転者の適性に関係しているかどうかである。もちろん、研究の目的は安全な運転に必要と考えられる要因を検討すること、その要因によって適性基準が判定できないだろうかということである。しかし運転技量がすぐれているから事故を起こさないという保証はなく、自動車教習所においても、すいすいと各段階をパスした教習生の方が、その後事故を起こすことが多いという事例も報告されている。現在行っている実験では、上記に類する運転者はほぼ適性のある部分に属し、我々のモデルでは判別できない。多分、メンタル的なファクタが必要であることは十分予測される。今までに検討してきた技能に関係する機能的な要因と異なり、環境、状況によって色々に変化する感情や心理を把握する方法は残念ながら第一報からまだ検討が進んでいない。今年度は前年度までの身体的機能の実験的確認と判定モデルの検討を中心に行った。合わせて、今後に結びつくと考える一二の研究も行った。まず、暗順応に関する実験的研究においては視力がこれに関係していることを確認し、裸眼視力と矯正視力が二つの要因として取りあげる妥当性を得た。

一つの要因とは、第二報で報告した識別機能である。この機能は矯正視力によって判別されるが、暗順応は矯正はしていても裸眼視力に関係が強いと考えられる。判定モデルの検討においては、自動車教習所の教習生から約40例のデータを取り、判別分析法の手法により卒業検定までの時間数を判別することを検討した。サンプルデータの抽出の方法にもよるが、モデルによっては70パーセントを超える結果が得られた。このことは、将来的には入学する教習生に対して、あらかじめ時間のかかりそうな教習生をピックアップして適切な指導が可能になると考える。このモデルの測定装置の改良の中で、ゲームセンターなどでよく見られるドライブシュミレーション的な手法の検討を行った。その一つはバーチャルリアリティによる操舵系の制御特性を異なった視点からとらえようとした。もう一つは、近年社会問題にもなっている携帯電話の運転中の使用による事故である。画面の自動車の運転中に様々な外乱を与えることによって、その原因の究明に供したいと考える。

暗順応に関する実験的研究  
金住順二・岡本征四郎

本報告は暗順応に関連する問題として、暗い状況下で事物、事象が確認できる状況下で急激に明るい光刺激を受けた場合、また、周辺が明るい状態において暗い部分の事物、事象を確認する場合に、どの程度の明と暗の間の光量の差が生じた場合に暗い状況の事物、事象が確認できなくなるか、また、このような状況下で瞳孔がどのような挙動をするか等を実験的に調べた。

実験（使用した実験装置および実験方法）の概略は暗箱を二つの部屋に区分し、被験者の目に明るい状況を与え、明の部屋の正面の穴から暗室の状況が見られるようにし、暗室に設置したランドルト環の認識が、被験者の目に与える明るさを変えることによってどう変わるかを調べる。また、瞳孔の動きはアイカメラを用いて瞳孔の動きを録画して調べる。

実験結果の概要は、まず、各被験者が暗い状況下（暗順応下）での目標（文字）が確認できる明るさ（ $L_x$ ）の限界と視力の関係を調べた。その結果、視力の違いによって、暗い状況下の目標物の確認できる明るさが大きく異なり、視力の良いほど、より低照度下で目標物を確認できることが認められた。

つぎに、暗い状況下での目標物の認識が、目に明るい状況を与えることによって、暗の目標物が見えなくなる限界を、暗の光量に対する明の光量の比で表し視力の関係を調べた。この結果、目標物が見えなくなる限界の光量比と視力の間に比例関係が認められた。そして、視力の弱い被験者の場合には、暗に対し少しの明るい光量を瞳孔に与えることによって暗の状態で見えていた対象物が見えなくなる、それに対し、視力がよい場合にはかなりの明るい光量を与えても暗の目標物を確認できることがわかった。

また、これらの状況において、瞳孔の動きを求めた実験結果では、単に暗順応、明順応の場合は瞳孔径はほとんど時間的に一定（安定）しているが、暗い目標物を見ている状況で目に明るい一定量の光量を与えた場合、瞳孔径は大きな周期的な変動を繰り返す。

これらの結果、本実験では次のようなことを明らかにすることができた。

- 1) 視力は暗い状況下での事物事象の認識できる明るさの程度に大きく影響をする。
- 2) 暗い状況下で目標物が確認できていたものが、目に明るい光量を受けることによって、なおも目標物が確認できる明るい光量の限界（暗の光量に対する明の光量の比）も視力により大きく変わり、視力の悪いものより、視力の良い程、目に強い光り刺激を受けても暗の目標物が確認できる。

## 判別モデルの検討 岩佐哲夫・宮井義裕

過去において、自動車運転者の適性を判別するための装置の開発およびデータの解析の方法について検討を行ってきた。本年は前年までのまとめとして、自動車教習所で免許取得にきた教習生を対象にして、今までに製作した装置を使用して、データの収集とその解析および検討を行った。あわせて、新たに実験装置の検討も行った。以下にその内容についての概要を報告する。運転適性を判断する機能として、反射機能、認識機能、判断機能、予測機能はすでに検討をした。今回はゲームでもよく見られるもので、画面上を蛇行するように次から次へと連続して表示される道路におかれた自動車を道路から外れないようにパソコンに取り付けたジョイスティックで操縦するものである。この装置は教習所においても採用され、ゲームセンターにおいてもかなりリアルなものもあり、初めて使用した場合には、運転経験者と初心者の間では、はっきりとその差が出ることはよく知られている。この実験は将来、高齢者の運転技量を判定する際に必要な要因であること、最近社会問題となっている自動車電話がどのような状況で前方不注意になるかをシミュレーションする目的もあってプログラム作成を行った。原理は振幅、周期をランダムに変化する  $\sin$  波を発生させ、ジョイスティックハンドルで操縦する被験者が一定時間内で何回脱輪するかを測定するもので、派生的な研究として検討を進めている。教習所における測定は、約40名の教習生からデータを取り、判別分析法により次の検討を行った。その前提は、教習生の卒業までに要する実技受講時間にバラツキがあるのでは？ また、そのバラツキが今まで行ってきた装置を利用すれば、卒業に必要な検定時間の長短を判別することは出来ないであろうか？ もし、ある程度の確率で判別が可能であれば、教習生が入学した時点で、卒業までに日数のかかりそうな教習生をあらかじめ把握することによって、適切な指導が可能になるのではないかと考えた。判別結果は、モデルとなるサンプルデータと判別基準（卒業に要した検定時間）の取り方によって異なるが、最もうまく判別できた場合では80パーセントであった。データ数、卒業に関する時間数の分布の調査、適切な検定基準時間、その他の機能なども含めて検討を進めている。

### 3次元ビジュアルシステムによるドライバー 安全教育用適性基準判定指針に関する研究 竹口知男

車両操作者により手動制御を受けた車両の運動をブロック線図で表わすと、図1によって表わせることが知られている。ここに、 $y$  は車両の横変位を、 $y_{0L}$  は前方注視距離  $L$  での前方注視点での横変位を、 $G_y(s)$  ならびに  $G_\delta(s)$  は車両操作者によって実舵角  $\delta$  を受けた際の車両の横変位  $y$  およびヨー角  $\theta$  に対する車両特性によって定まる伝達関数を表わし、 $H(s)$  は車両操作者の車両制御動作に対する伝達関数を表わす。また、人の制御動作

に対する伝達関数 $H(s)$ は、制御理論でのむだ時間動作と比例動作を基本として、ごく弱い微分動作あるいは積分動作を加えた伝達関数で与えられることが知られており、むだ時間要素を含む比例積分微分（P I D）動作で近似される。すなわち、車両操作者の伝達関数

$$H(s) = h \left[ 1 + \tau_D s + \frac{1}{\tau_I s} \right] e^{-\tau_L s}$$

として表わすことができる。ここに、 $h$ 、 $\tau_D$ 、 $\tau_I$  および  $\tau_L$  は、それぞれ比例定数、微分時間、積分時間およびむだ時間を表わす。

制御理論に基づくと、微分時間 $\tau_D$ 、積分時間 $\tau_I$ および比例定数 $h$ は、伝達要素 $H(s)$ に周期的入力信号が与えられたときの入出力振幅比による近似折線ゲイン線図の変曲交点ならびに変曲交点間のゲイン値より求めることができる。したがって、コンピュータ画面上に振幅ならびに周期が変化する周期関数の軌跡を生成させ、被験者に自動車ハンドル操作に模したコンピュータ入力装置を用いて、その軌跡を追尾させ、その入出力信号より高速フーリエ変換を介してゲイン線図を描かせることにより、被験者の比例定数 $h$ 、微分時間 $\tau_D$ ならびに積分時間 $\tau_I$ を推定することが可能である。また、むだ時間 $\tau_L$ はステップ応答により推定可能である。平成8年度の本分担研究では、これらの処理システムの試作・テストを行った。

一方、前方注視の距離 $L$ の同定については、視差と収差による3次元ビジュアルシステムを用いて、被験者に乗車仮想体験させ、その入出力信号に基づき、車両操作者の伝達関数 $H(s)$ 、車両横変位の伝達関数 $G_y(s)$ ならびにヨー角の伝達関数 $G_\theta(s)$ より、前方注視の距離 $L$ を推定する処理システムを作成する予定である。

さらに、人による制御動作においては、繰り返し体験することによって学習を行い、より高度な制御則を生成している。「ドライバー安全教育用適性基準判定指針」を検討する上で、この学習機能も考慮する必要がある。次年度からは「制御系における状況認識と行動判断に関する研究」と分野名を改称し、当該分担研究では、「制御系の学習・判断機能に関する研究」を行う予定である。

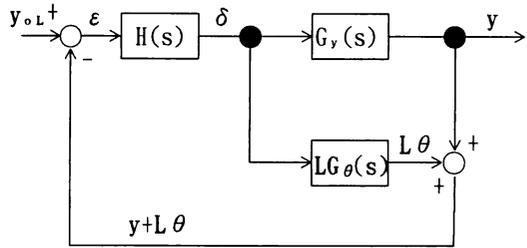


図1 人の車両制御動作に対するブロック線図