

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 judgement of motor driver's aptitude

主任研究員：秋葉光俊

分担研究員：岩佐哲夫 金住順二

1. 研究の必要性・目的

近年増加している交通事故問題、とくに高齢者社会に伴う高齢運転者問題の解決は早急に望まれるところである。これには、ヒューマン・エラーに対する人間工学的あるいは心理学的アプローチが必要と考えられる。すなわち、ヒューマン・エラーの原因として、運転者の環境変化に対する適応能力(認知-反射機能)、注意集中、情動、疲労状態などが挙げられる。これらの要因を速応的に正確に計測、判定、さらに制御する客観的基準手法を決定することは重要な問題である。本研究はこのような観点から、交通事故問題、高齢運転者問題の実際を調査し、理論的、実験的データに基づいて運転者の運転適性の客観的判定指針を提案しようとするものである。

2. 共同研究の進捗状況の報告(中間報告)

本研究の遂行は実験室的研究だけでなく、次に挙げるような多くの困難な問題点を含む。これに対する考え方と現状での対策を示す。

1) **事故に関する実情の調査**：局所的な解釈でなく広範囲な調査を必要とするので、種々の資料を収集し調査を続行している。

例えば、「交通安全白書」総務庁、「交通の教則」警察庁交通局、「日本人の体力標準値」東京都立大学体育学研究室、「高齢ドライバー用自動車の開発に関する調査報告書」(財)運輸経済研究センター。

2) **実験対象被験者の収集**：生体現象の計測には被験者が多数であることが要求される。また、性別、年齢層、運転経験別、性格別などの条件の異なる広範囲な被験者を対象とすることが望ましい。この点については事実上苦慮するところであるが、計測およびデータ処理技法について、先ず可及的多くの学生を対象として検討し、次の段階として、一般の自動車教習所の協力をお願いする。例えば門真自動車教習所の諒解は得られている。

3) **不安、焦燥、怒り、疲労など主観の客観的計測**：主観的情動はある生体現象と関連があるので、他の環境変化の影響を受けることが少なく、最も速応的にその情動を反映する生体現象指標を選定して計測する。例えば、不安焦燥、眠気は脳波周波数によりその変化が検出できる。肩、腰など筋の凝りは筋電位で検出できる。運転中の驚き、恐怖、興奮は皮膚抵抗変化となって現れる。現状では脳波周知波数による計測を試みたので、引続いて皮膚抵抗による実験の追加を予定している。その他、必要に応じ筋電位、血圧、心拍などの実験も可能である。

4) 動的計測：運転を対象とするからには実験室的計測よりむしろ動的計測が必要であるが、現在要求される検出対象に対して計測方法および妥当な計測器が少ないことは残念である。この問題については今後の課題として探求を続ける。

上記のような困難さは存在するが、極力これを打開し、目的達成のための実験研究を続行する。本年度実施した実験研究のうち主なものを具体的に以下に略述する。

1. 反射機能判定について

反射機能判定の方法として、落し棒反射の実験を選定した。測定者は手に持った測定棒（直径20mm、長さ500mm、木製）を突然手から放す。被験者はこれを視覚認知し落下棒を握る。握ったとき被験者の掌の上端から握られ棒の下端までの長さが反射機能の尺度となる。反射機能が優れていればこの長さは小さい。当然測定者の手と被験者の手との距離は一定に定めておく。この実験は、同じ手続きにより7回繰返し、その平均値により被験者個々の反射機能を、データの推移により学習機能を判定した。

2. 認識機能判定について

認識機能判定の方法として“回転円盤上の記号特徴認識”の実験を用いた。直径93mm、幅20mmの回転円盤の側面に、一般の視力表用記号（何れか一部が欠けた円、直径約20mm）を貼付け、円盤回転数を徐々に減速させ、被験者がその記号の特徴を認識し得たときの回転数で被験者の認識能力を判定した。しかし、実際上被験者の直前では、記号の交換、減速条件の調整などを行うことは避けたいので、上記内容を4インチの液晶ビデオモニターで再生し実測した。

3. 心理生理的機能判定について

① 血圧測定：刺激反応および心身緊張度は血圧の変化として現れる。瞬時的動的変化の検出を要求される本研究では、従来一般に用いられているCuff圧による“Riva-Rocci法”では不適當である。本年度は可搬型の簡易血圧計を用い検出ベルトを指先に巻いて、各種の実験前後の被験者個々の血圧差を実測し、それぞれの血圧ベースラインと照合して、体質的な心身緊張特性を判定した。なお、現在血圧の連続測定として評価されている容積脈波法による“Ohmeda 2300 Finapres BF Monitor”の利用も考えたが、可搬型でないため実用上の問題が残っている。

② α 波の測定とバイオフィードバック：心身状態が安定制御状態にあるときは脳波の α 波成分（8-13Hz）が多くなることから、被験者の%TIME α 値の推移状態を実測し、心身平衡を得易い体質か否かを判定した。なお、発生 α 波を音周波数に変調した聴覚バイオフィードバック訓練（午前午後10分、延べ約1週間）により、ほとんどの被験者が環境変化においても（特殊な大きな場合を除き）心身を平常に保つようになり得ることを確認した。

③ 皮膚抵抗（GSR）の測定：運転中の精神的動揺を検出するため、兵庫医大行動科学科との技術検討により、同大学で開発中のGSR-フリッジを用いることにし、現在その実測データ処理のためのソフトを共同製作中である。

- ④ 性格判定：本年度は上記種々の実験の他、アンケート様式を作成して、運転者の性格と事故の可能性との関係について判別分析する準備を行った。例えば、信号が変わるときどの時点で自動車が、歩行者がスタートするかなどの問題については、両者間の性急性の相互関連がある。このような問題については実験的な検討が可能と考えられる。

秋葉光俊（工学部）

分担研究報告

運転適性に関する人間の生得的学習的条件

秋葉光俊・宮本芳文（工学部）

運転の適性要因として、運転の技能、経験の問題以外に、運転者の生得的学習的条件を考慮に入れることが必要とされる。また、年齢は反射、認識機能などの生理機能を大きく左右する。しかし、これらの要因については人それぞれのパーソナリティがあり、一概に論じられない難しさがある。本研究では、これらの要因のうち種々の実験によって普遍的に特性付けられるものについて考え方を括めたいと計画した。

人間には高度化された適応機能があり、制御体系の構成からすれば自律制御系とこれを支配する中枢制御系とで階級的に構成されている。刺激に対する反射機能は自律系で主として無意識生理現象であるが、認識、判断などは意識要素を含み脳神経中枢の行動に依存する。運転適性の解析を目的とした自律系、中枢系機能の実測については多くの多重的で複雑な問題を含んでいる。問題点の主なものを挙げると、

- ① 人それぞれに個体差のある心理反応の定量的計測化、疲労、痛みなど客観化が困難な現象の計測化、
- ② 被験者の行動の分析、例えば、刺激に対しての被験者の反応を、刺激受容に要した時定数と肉体的反射行動に要した時定数とに分別することは至難である。
- ③ 被験者の種類別（性別、年齢別、性格別、運転経験別など）収集と測定に必要な人数の収集、
- ④ 計測方法と市販の計測器の本研究への適性、感度、正確度、とくに動的測定への対応、例えば、血圧測定を計画するとき、カフを用いる従来の“Riva-Rocci法”では動的連続測定は不可能である。

など多くの案件があるが、現状で可能な範囲の実験から着手した。今後これらの問題の解決に努力しながら研究を続行する。

具体的に進展中の実験研究について以下に報告する。

運転に入る前の精神状態の制御：日航機の墜落、諸工場現場での事故原因が、運転に入る前の精神状態の不安定、焦燥などの心理的要因が関係していることに着目した。心身制御の手段として、視覚、聴覚によるバイオフィードバック訓練を実施した。訓練すれば、環境、刺激に対しても平静を保ち得るような心の持ち方を体得することが可能であることが確認できた。バ

イオフィードバックの指標としては、中枢神経系の制御出力であると解釈される脳波の α 波成分出現時間率を用いた。

運転中の精神状態の制御：心理変化が最も直接的に顕著に現れるのは α 波であるが、運転中は筋電位の影響がノイズとなって正確な測定が不可能であるので、皮膚抵抗（GSR）を指標として精神状態の安定性を確認する。乗用車、トラック、バスの運転者についてGSRを測定した実績は国鉄から既発表（橋本邦衛1949）である。今回はコンピュータディスプレイの可能な連帯用GSR-ブリッジ（兵庫医大行動科学科開発）を用いて実測を開始する計画である。なお、本器は発生GSRを音周波数に変換し、被験者自身で精神状態を事故管理することを可能とすべく、現在同医大と共同でそのソフトを検討中である。

運転適性に関する学習・事故組織化能力：人間の神経細胞相互間の情報伝達は外界または内部刺激によって興奮・抑制される。その様式およびパラメータは学習あるいは自己組織化により変化する（神経回路網が教師信号をもつ場合を学習、もたない場合を自己組織化と定義されている）。運転に関する例えば、反射、認識、運動などのうち、学習・自己組織化によって機能修正が可能なものと困難なものを実験によって区別したい。可能なものについては行動の繰返しによって運転不適性を運転適性に変えることができる。不可能なものについては運転不適性と結論付けられる。

本年度は上記のような種々の実験について、試み的に実施したのであるが、これらの実験は、一度だけでなく今後数回重ねることにより、結果の確認も得られるし、学習効果特性をも検討できる。

実験システムの開発、実験、解析

岩佐哲夫・宮井義裕（工学部）

本来の目的は、高齢者の運転適性の判定指針を検討することである。その第1段階として、運転者の適性に関係すると考える諸要因の調査を行なった。その諸要因の中で、測定データが統計学的な観点から年齢と適性に深く関係していると考えられる事象を対象とした。すなわち、ある要因（例えば反射機能）を測定する種々の方法の中から観測データが年齢と共にばらつき（分散）が大きくなり、かつその平均値も変化する事象である。

このような要因（運転適性に関係する機能）と事象（測定対象）をシステム設計の基本とした。本年度は要因の調査、それに伴う事象の調査検討とシステム設計および測定方法の開発がまだその途中であり、これらの結論は調査と実験を並行して決定する予定である。本年度は下記の要因について検討を行なった。

1. 反射機能について 被験者が目から情報を得て、目的の動作を手あるいは足で終了するまでの時間的データで反射機能と定義する。ここで時間的というのは、測定データが物理学的に時間に換算できるものをいう。具体的には、静止状態にある棒が落下を始めたとき被験者

がその棒を握ることによって、その長さをデータとする。

2. 認識機能について 目から入る情報が何であるかを認識するまでの時間的データを認識機能と定義する。具体的には、回転する円盤の側面に視力表の記号（一部分の欠けた丸記号）を貼付け円盤を高回転より徐々に減速させ、被験者が記号を認識する回転数を測定データとした。この方法は動体視力に類するものと考えている。実際の測定ではテレビカメラで撮影したものを4インチ液晶モニターで再生して測定を行なっている。したがって画面上に表示される記号の解読時間とも考えられる。
3. 刺激反応について 運転中に緊張を要する判断が要求されることが考えられる。このように外部からの刺激を皮膚抵抗の変化で測定し、この抵抗値を刺激反応機能と定義している。外部からの刺激として何が適切であるかは現在検討中である。検討の方向としては耳からの刺激（音）を、大きさ、音色、リズム（振幅、波形、波長）の変化との関係で実験を実施し、目的に合致した測定データを得たいと考えている。
4. 血圧に関する機能について 血圧は年齢と共に変化し運転中の事故につながる要因の1つであることは十分考えられる。また緊張の状態によっても大きく変化することも知られている。これら血圧の値、実験前後の血圧変化量を測定値として、何機能と定義するかを調査研究中である。
5. その他の機能について その他運転適性を判定する要因は無数にあると考えられる。しかし数少ない要因数でかつ簡便な測定方法で判定指針の検討が行なわれれば運用上にも非常に好ましい。このような立場から種々要因を検討し、必要最小限の測定項目の検討を行なっている。現在検討を進めている要因は下記のものであり、その測定方法を具体化している。

1. 暗順応機能
2. 知覚判断機能
3. 疲労および疲労回復機能

以上の要因から得たデータを要素にして多変量解析による判別分析を利用して高齢化に伴う運転適性を安全側、不安全側の2群に判別することを検討している。本年度は本学学生約40名を被験者として上記反射機能、認識機能、血圧およびアンケートによる運転者の性格を測定要素とし、事故を起こす可能性についてモデルを作成し、判別分析の準備を行なった。

適性判定を行なうべき測定方法の研究

金住順二（工学部）

運転適性の判定に必要な測定器機の調査および測定装置の試作を行なっている。測定を行なうべき要因については、様々な文献および人間工学的な測定データとして数多く紹介されている。その中から、要因を十分に説明できる測定方法（事象）を検討し、本研究に最も適した測定装置および測定方法を選定したいと考えている。その理由は、本研究の遂行に当たって、被

験者の所へ訪問して測定データを収集しなければならない。そのためには色々な測定条件をクリアしなければならない。下記は、測定装置および測定方法を決定する上で考慮すべき条件である。

1. 装置が持ち運べること。
2. 測定操作が簡単であること。
3. 測定内容が単純であること。
4. 測定に時間を要しないこと。
5. 暗室等特殊な環境を必要としないこと。
6. 上記1、2にも関係するが、出来る限りコンパクトであること。
7. 当然のことながら要因の目的が十分満たされること。

上記条件を考慮しながら、各要因を満足する装置の選定あるいは試作を行ない、測定結果の検討を行なう予定である。以下に現在までに検討を進めている装置、測定の方法について説明する。

まず落し棒の実験について説明する。

この実験は反射機能の測定とし選んだものである。光、音、その他色々の測定方法および測定結果も紹介されているが、実験が上記の条件にかなっていないこと、本来の目的とした年齢の増加に伴って分散も大きくなり平均値も変化していることも報告されている。という理由から本方法を決定した。

この方法は東京都立大学体育学研究室から発行されている日本人の標準体力表を参考にして測定方法も測定棒（500ミリ、直径20ミリ）も同じものとし、本学学生を被験者としてデータの比較検討も行なっている。本研究では測定回数（現行7回）をできれば3回程度にして測定時間の短縮も検討中である。

認識機能を測定する方法として、動いている物体の形状判断あるいは文字の判読、動く方向（前後左右等）を種々検討した。結論から云えば、直径93ミリ、幅20ミリ円盤側面に、円の一部が欠けた視力表の記号を貼付け、この円盤を回転させ、高速から徐々に減速し、被験者が記号を判読した回転数を測定データとした。当初はこの装置で測定を行なう予定で、減速制御、デジタル回転表示計を備えた装置を作成した。しかし、円盤側面の記号の交換、減速条件の不均一等も被験者の前でできない作業や、時間的制約等からテレビカメラの撮影によって、これらの内容を4インチ液晶ビデオモニタに再生することの改良を行なった。シャッター時間、残象等新たな問題も生じたが、結論として最初の実験とほぼ同じ測定データが得られるようになった。

今後の課題として、各年齢層に対する測定を行ない、この方法で当初の目的が達成されているかどうか判定する作業が残っている。その他簡易血圧計による各種測定前後の血圧測定とそのデータ処理方法、皮膚抵抗の測定による刺激反応の測定方法、押しボタンと画面を利用した知覚判断機能の測定装置の試作、簡単な暗順応機能の測定方法等、上述の目的に沿った装置、測定方法の検討を進めている。なお、本測定は人間工学的な実験データとしても利用可能な形式で掲載することも検討している。