

生体情報の活用

谷 島 一 嘉 *

生体情報の活用を考えるにあたり、まず必要なことは生体情報を構成する生体の種々の機能の個々の特性を知ることであり、次にそれらの機能の相互関連性を理解し、機能の統合体としての生体の特性を知ることである。ここでは特に交通安全の観点から、人間の機能の中で中枢神経系を中心に各機能を類別し、統合体としてのそれらの機能の関連性を模式化した。次にこれらの機能から生体情報をとり出す検査法を概説し、主なものについて運転への活用例を挙げて説明を加えた。

The Generation of Psycho-physiological Information in the Automobile Driver : Measurement and Evaluation

Kazuyoshi YAJIMA

In order to apply the psycho-physiological information produced by a driver's nervous system to traffic safety and other fields concerned with the human sciences, it is necessary to first know the functional characteristics of each organ which generates such information, and secondly, to understand the relationship among these various functions which form a well-organized total system. This article introduces a block-diagram of human psycho-physiological functions complete with explanation, and then I turn to some of the functions required in actual driving, especially to those that relate to the central nervous system. In the latter half of the article, the methods for obtaining such information from a subject driver are explained and examples of the application of such information to the driving process are discussed.

I 生体の特性

生体の機能を器官別に模式化する方法は、複雑な生体の仕組みを便宜的にわかりやすくするためよく用いられる。自動車を中心にした生体の情報の流れを考えるにあたり、外界からの刺激がどのような生体内の経路をへて運転という行動に至るか、そこに至る数多くのフィードバック・ループとの関連を明らかにしながら、一般に示されているものよりも詳しく、生体の機能を模式的に示したのが Fig. 1 である。運転に最も重要な影響をもつものは、いうまでもなく中枢神経系とその周辺の神経系である。この図は神経系を中心としており、ほかの呼吸器系とか循環器系などは生体そのものを維持するための基盤としてとり扱った。

外界からの情報は、人間の感覚系によって生体にとり込まれる。人間の脳の中に発生している神経インパルスは1秒間に300万個ともいわれているが、その3%は視覚に関したものであるという。入力情報の大部分が視覚系に入ることは、他の動物と異なる人間の大きな特徴である。視覚の次に情報量の多い感覚は聴覚であり、この2つの感覚で運転に関

する大部分の情報がとり込まれる。とり込まれた情報のほとんどは、そのままゲート回路の所で終わってしまう。車外の風景など見ているもの全部を記憶したり注意しては、神経細胞の数がいかに多くてもたまったものではない。必要な情報だけ通し、

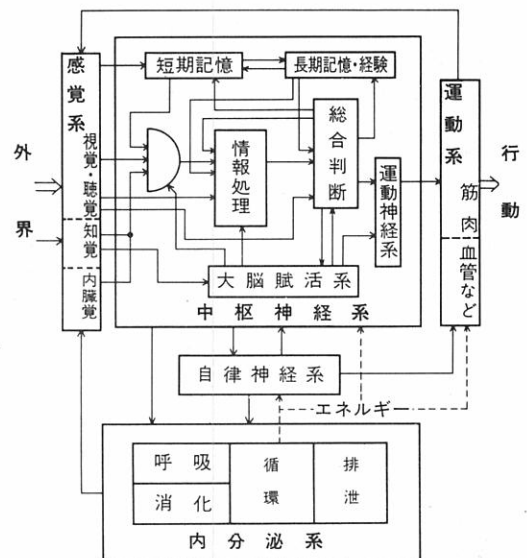


Fig. 1 神経系を中心とした生体機能の模式図(谷島)
A model of life functions centering on the nervous system

* 東京大学助教授(医用電子学、人間工学)
原稿受理 昭和51年4月25日

一部は短期記憶をへて中期・長期記憶へと貯えられる。

このように感覚系から選ばれた一部の情報と、記憶や経験からの情報と、緊急の場合には感覚系からの生の情報と、総合判断の結果の是非などが一緒に処理されて、ひとつの状況に対する判断が構成される。この判断はさらに今迄の経験や記憶の部分と確かめ合い、状況の変化した部分（状況の微分効果）などとも確かめ合って初めて、運動神経に指令を発

する。また、ゲート回路、情報処理部、総合判断部、運動神経系はすべて、大脳賦活系の影響を受けて、その活動水準が上下する。

こういった複雑な機構の連関を、わかりやすく単純化したもののひとつに、日本交通科学協議会の運転適性部会（部会長 大島正光氏）の医学的特性小委員会（稲葉、大谷、谷島）において、自動車の運転における生体の特性と構成要素をまとめたものがあるので、Table 1 にこれを示す。I に模式化された

Table 1 自動車の運転における生体の特性と構成要素
Major components and features of the life system as they relate to automobile driving

<p>I. 自動車の運転における医学的特性は、右に示す系により模式化される。</p>		<pre> graph LR A[入力系] --> B[判断] B --> C[出力系] C --> D[車の特性] D --> A </pre>	
<p>II. それぞれの系は、以下に述べるようないくつかの項目に分かれる。また、この特性は、教習所などでの、基本的動作に必要なものと、一般道路における、一般走行に必要なものとに分けて考えることができる。</p>			
<p>II-1 基本的動作に必要な特性と要素</p> <p>入力系</p> <p>視覚 (1)路面の質、状態 (2)路幅 (3)カーブ (4)信号と標識 (5)路地 (6)坂 (7)ガードレール (8)横断歩道 (9)他車 対向車 並進車 (10)停止車の陰</p> <p>聴覚 (1)エンジン音</p> <p>その他の感覚 (1)振動感覚 (2)縦のGに対する感覚 (3)横のGに対する感覚</p> <p>運動感覚 (1)ハンドルに対するもの (2)アクセルに対するもの (3)ブレーキに対するもの</p> <p>判断系 速度 横位置 方向 加速度 減速度 信号の判別 予測 車に関するもの 周囲に関するもの</p> <p>出力系 ハンドル アクセル ブレーキ クラッチ</p>		<p>チェンジレバー 方向指示器 クラクション ライト その他</p> <p>II-2 一般走行に必要な特性と要素</p> <p>入力系</p> <p>視覚 (1)~(10)はII-1に同じ。 (11)路上の障害物 (12)対向車の挙動の読み (13)並進車の挙動の読み 前の前の車の挙動の読み 前の車の挙動の読み 方向指示器 制動灯 初心者か否か 運転者が男か女か ランプの故障の有無 横の車の挙動の読み 後の車の挙動の読み 車種 先の信号 (14)歩行者の読み (15)トンネル進入時の暗順応 (16)店先などからのとび出し (17)自転車やバイクの挙動の読み (18)特殊ランプの注意 (19)レーンマーク (20)ガード (21)計器類の読み</p> <p>聴覚 (1)はII-1に同じ (2)車外の音 クラクション 緊急自動車 車の接近音 ブレーキ音 人の声</p> <p>(3)車内の音 ラジオ ステレオ 会話 (4)風切り音 (5)タイヤ音 (6)騒音</p> <p>その他の感覚 (1)~(3)はII-1に同じ。 (4)横風を受けた時 (5)嗅い</p> <p>運動感覚 II-1と同じ 判断 II-1と同じ 出力系 II-1と同じ</p>	
		<p>III. 全体を通してみた特性から抽出される因子 (1)反応速度の適切さ (2)疲労 (3)耐車調性 (4)判断の安定性 (5)情緒安定性 (6)モラル (7)意識のレベル (8)薬物の影響 (9)動機 (10)Risk taking (11)経験 (12)生理的リズム (13)男女差 (14)年令差 (15)注意の配分と集中 (16)操作の確実性 (17)車の特性</p>	

4つの系の特性を考慮するにあたって、具体的な構成要素を列挙したものである。

II 生体情報検査とその活用

前項で示したような周囲の状況の知覚から運転行動に至る過程を分析するにあたり、その過程の個々の系を解析することが必要になってくる。しかしながら入力情報は無数にあり、多数の系が互に干渉しあって機能を営んでいる生体から、個々の系をとり出すことは不可能である。そこで、心身反応といわれるような生理的あるいは心理的反応をつかまえて、生体の中の系の機能を類推する必然性が生ずる。

生体の中の系と、その系に関する心身反応の検査法とその主な活用は、次の如くである。

1. 感覚系

1-1 視覚

(1) 静止視力

ランドルト氏環を使用する方法が最も普通のものであり、フィールドで使用する目的には、コーワ動体視力計の使用が最も便利であろう。ランドルト氏環の周囲の明かるさをいろいろと変えて静止視力を測定すると、曇天、薄暮、夜間などのシミュレーションとなり、動的なデータが収集できる。

(2) 動体視力

上に述べた動体視力計を用いて測定するもので鈴村らが開発した方法であり、ランドルト氏環が眼前2m~50mの距離範囲で、時速30kmで近づき、遠ざかる感覚を光学系と機械系でシミュレートしたものである。この方法で測定した動体視力は静止視力と必ずしも比例せず、眼科的な運転適性の重要な一項目をなしている。

(3) フリッカー値(ちらつき値)

大島、橋本らにより開発・改良された検査法で、産業疲労の分野にまず応用されたが、現在では人間

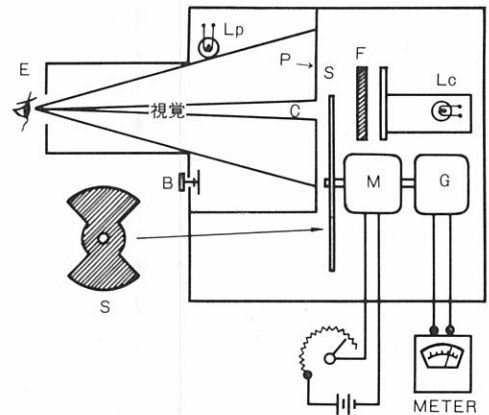


Fig. 2 セクター式フリッカー測定器(橋本ら)
Flicker measuring device

工学の分野に広く用いられるようになった。Fig. 2にその原理を示す。人間の視覚は、約40ヘルツ程度の光の断続までは光がちらつくと感じる能力があるが、それ以上の早い断続になると連続光と区別出来ない。光の断続を早い方から次第に遅くしてゆく際に連続光からちらつきとして最初に感じた周波数をフリッカー値という。Fig. 2においてはモーター(M)の回転数を電圧によりコントロールし、軸に直結したセクター(S)による光の断続を観察する方式で、セクター方式と呼ばれるフリッカー値測定器である。最近では発光ダイオードを使って電子回路により光の断続を作り出す電子方式の測定器が開発され、普及しはじめている。

フリッカー値は、精神的緊張によって値が上昇し、疲労とか単調な環境におかれると低下する。そこで作業による疲労のチェックをはじめ、疲労に関するいろいろな研究に最もよく使われ、しかも信頼性が高い。フリッカー値のコントロール値からの低下率から、大島は労働強度の判定基準を作製した。Table 2にその基準表を示す。また、フリッカー値を測定してゆくと、Fig. 3に見られるようなきれいな生理

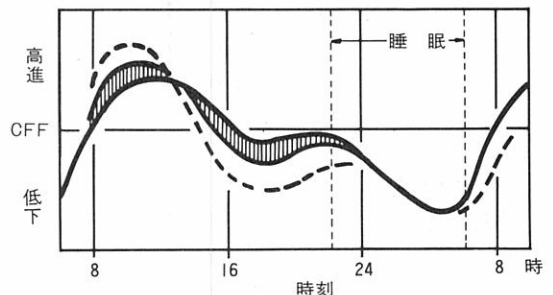


Fig. 3 フリッカー値にみられる日周リズム(橋本ら)
Physical rhythm during a 24 hr. period
(Flicker device measurement)

Table 2 労働強度の判定基準表
Standards for judging work intensity

労働の種類	第一作業日の日間低下率		作業前値の週間低下率	
	好ましい限界	可能限界	好ましい限界	可能限界
肉体労働の場合	-10%	-20%	-3%	-13%
中間労働の場合	-7%	-13%	-3%	-13%
精神労働の場合	-5%	-10%	-3%	-13%

的リズムが観察される。午前中が生理的リズムの上昇期で、明け方に最低値をとる。運転においてもこの生理的リズムとうまく合ったタイムスケジュールで運行することが重要であることを著者は発表しているが、ここで改めて強調したい。

1-2 聴覚

(1) 周波数弁別力

いくつかの周波数の音を決めて被検者に聞かせ、その内の1~2種類の音にのみ反応させる検査法である。刺激の呈示方法、持続時間などまだ一定の方法はない。

(2) 左右弁別力

左右の耳から同時に異なった情報を与え、片方の耳からの情報がどの程度正しく伝わったかを検査する方法である。著者の研究室では、左右の耳から異なった1桁の数列を聞かせ、片方の耳からの数列のみをクレベリン方式で加算させる検査法を現在試験中である。

1-3 その他の感覚

(1) 二点弁別閾値

指先などに近接して2点の痛覚または振動覚刺激を与え、辛うじて2点として識別出来る最小距離を閾値とする方法と、2点間の距離を一定にして刺激の強さを変えて、2点として識別出来る刺激の閾値を求める方法とがある。

(2) 二重刺激閾値

同種または異種の感覚刺激を異なった部位に同時に与え、ひとつの刺激が他の刺激の閾値に対して与える抑制作用とか増強作用を見る方法である。たとえば皮膚のある点に振動刺激を加え、強さなどを変えながら指先の痛覚閾値を測定するといった方法である。

2. 中枢神経系

中枢神経系の中の機能は、特に複雑にからみ合っているため個々に分離することは非常にむずかしい。ここでとり上げる検査法も、内容は決して一様ではない。

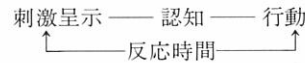
2-1 処理・判断

(1) 反応時間

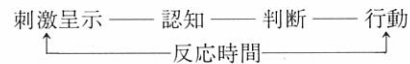
視覚や聴覚または他の感覚を通して刺激を呈示し、刺激を知覚したと同時に反応させて（ボタンを押すとかスイッチを踏むとか）、刺激から反応までの時間を測定する。手軽によく使われる検査法のひとつである。刺激としては光、色、パターン、光点の

運動など視覚に関するもの、一定の周波数の音とか和音、音の時間的変化など聴覚に関するもの、痛覚、温度覚、振動覚など他の感覚に関するものなどがある。刺激を知覚すると同時に反応させるのを単純反応といい、幾種類かの刺激を呈示してその内の決められた刺激にのみ反応させるのを選択反応という。

単純反応



選択反応



両者を比較すると明らかのように、選択反応時間は、単純反応時間に判断の時間が加わったものである。複雑な判断になる程時間がかかるのは当然であるが、あまり複雑では経路が考えられないので、なるべく簡単な選択をさせる方がよい。稲葉の考案になるC.C.No.(Cybanetical Controlability Number)検査器は、マル、三角、四角の3種の図形に対するスイッチがそれぞれ決められていて、ランダムに表示される3種の図形に応じて出来るだけ早くスイッチを押すようになっている。

著者が運転疲労の実験に際して用いている反応時間測定システムをFig. 4に示す。円内の5種のパターンの内ひとつを表示し、同時にカウンタをスタートさせ、指示されたものであればスイッチを踏んでフラッシュを光らせ、前の車のカウンタにパルスを送ってストップさせる方式である。

結果はFig. 5に示す通りであり、白丸は単純反応時間、黒丸は選択反応時間をあらわしている。運転時間の増加とともに、両者とも遅くなり、バラツキが増大する傾向が認められる。選択反応時間が短くなっている例も多いが、これは疲労のため考えるのが面倒になって、勘に頼って反応した結果である。

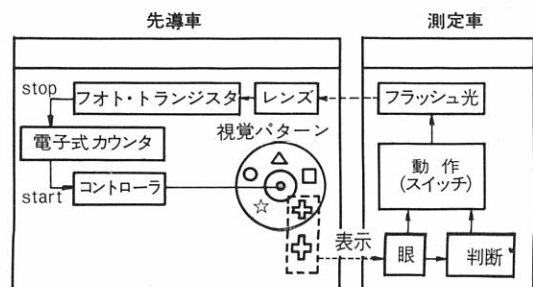


Fig. 4 運転中の反応時間測定システム
Driver-reaction-time measuring system

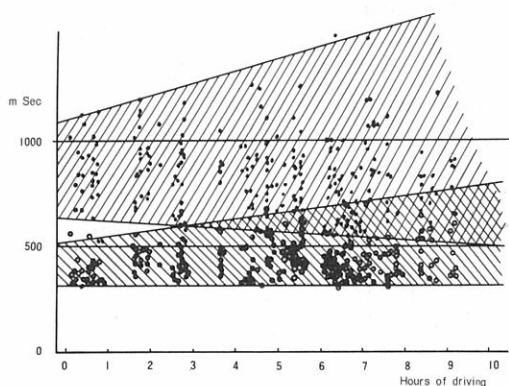


Fig. 5 運転疲労実験における反応時間の結果

○……単純反応時間
●……選択反応時間

The experimentally measured effects of driving fatigue

(2) 速度見越

運転適正検査に使用されている装置は、光点が一定の速度で動いて遮蔽板の後に隠れる。遮蔽板から再び現われると思われる時点でスイッチを押して、実際とのズレを見るものである。

(3) 処置判断

運転適正検査に使われているものは、回転円板上に小さな矢印が沢山ついていて、ゆっくりまわっている。2本の針が左右に出ていて、間の距離は変わらないが位置を自由に横にずらすことが出来るようになっている。円板の回転にともなって次々と針に近づいてくる矢印を、左右に注意を分散させながら針をずらして、3分間避け続けさせるものである。

(4) リズム感

一定間隔で打鍵運動を指示し、打鍵時の信号を音とか電気信号によって記録するもので、装置もきわめて簡単である。著者の研究室でこの検査法の信頼性を検討しているが、メトロノームでたとえば1秒間1拍のリズムを5回聞かせ、あとはメトロノームなしで60回、打鍵を続けさせて、打鍵間隔ヒストグラム、時系列データの変動の様相、平均打鍵間隔、分散などに注目して分析するものである。1種の速度見越し検査と考えることが出来る。

単独に打鍵間隔の60回の平均値をプロットしてみると、Fig. 6に示すごとく、フリッカー値と非常に似た変動となる。他の例でも似たような結果で、フリッカー値が現在心身反応の検査法として信頼性が高いことから、リズム感も大いに期待がもたれる検査法のひとつである。

(5) 数列順識別

稲葉は、0から9までの数字を連続してニキシ管

で表示し、その内の1ヵ所だけ数字を逆の順序に配列しておき、その逆の箇所を正しく識別できるかどうかを見た。ひとつの数字が次の数字に変わる速度を0から10ヘルツまで1ヘルツごとに可変とし、識別しうる最高の周波数で評価している。

2-2 大脳の活動水準

(1) 脳波

意識のレベルを見るのは脳波が最も適していることはいままでもない。しかし、病院内でとるのと異なり、屋外とか車内で脳波をとることはかなりむずかしい。その中でもリード線のゆれは特に脳波とまざらわしく、他の雑音のように、見てすぐには区別出来ない。この欠点を補うため、黒木らはテレメータを利用してリード線を極端に短かくし、よい結果を得ている。テレメータの使用がむずかしい状況では、車や身体の振動の最も混入しやすい8ヘルツ以下の周波数を切り捨てる覚悟がある。著者らは脳波のアルファ成分(8~12ヘルツ)とベータ成分(15~25ヘルツ)の比を指標にして安定した結果を得た。

上に例を挙げた同じ運転疲労実験で、黒木らが記録した実際の脳波例をFig. 7に示す。上から下にゆくに従って運転時間がふえ、疲労が増大し、脳波の徐波成分が顕著に増える様子がはっきりと出ている。

(2) 眼球運動

目の両側に電極を貼り、生体増幅器に接続すると眼球の運動が電位変化としてとらえられる。その電位は眼球の軸の偏移にある範囲内では比例している。この電位(EOG)の発生機序をFig. 8に示す。

眼球運動は緊張によって盛んになり、運動回数は増加する。疲労の症状として眠気が出てくると、眼球運動回数は減少し、時には数秒から10秒間も全く動かないことがある。24時間運転における眼球運動

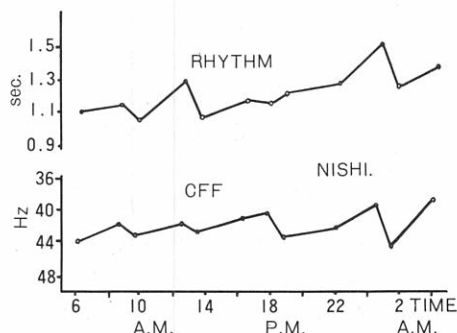
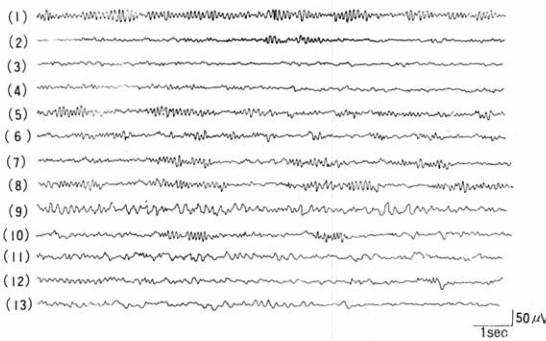


Fig. 6 長時間運転におけるリズム感とフリッカー値の1例
Flicker values and rhythm response over extended driving periods



車内安静閉眼、開眼および運転時脳波(Sb1, 8, 22才, 走行速度約60km/h)
 (1) 安静閉眼時(03:00頃), (2) 安静閉眼時(03:05頃), (3) (4) 第1回目運転時(03:10, 04:40頃), (5) (6) 第2回目運転時(06:20, 07:40頃), (7) (8) 第3回目運転時(09:50, 10:30頃), (9) 第4回目運転時(14:45頃), (10) (11) 第5回目運転時(16:13, 17:17頃), (12) 第6回目運転時(20:30頃), (13) 第7回目運転時(22:50頃)

Fig. 7 運転疲労実験における脳波の記録例 (黒木)
 The experimentally measured fatigue on brain waves effects of driving

の減少例をFig. 9に示す。運転開始直後の1時間に、眼球運動総数は24,500回であったものが、18時間経た後の1時間では約半分の12,000回に減っている。これに伴って、500msec以上の長い間隔が増えている。

脳波によらないで眼球運動の回数から、意識のレベルをとらえる試みはかなり可能性がありそうである。

EOGによらないで、眼の角膜に光を当て、反射光を光学的にとらえるアイマークレコーダ(ナック)を使って眼球運動を検出する方式もある。EOGよりも精密な分析に適しているが、分析方法はかなり手数がかかるものである。

(3) 注意力

注意力は脳の活動水準に密接に関連し、意識レベルの低下や他に気をとられることなどに際し、著しく低下する。運転中の検査方式には決まったものはないが、ランプを何ヵ所かにとりつけて、ひそかにそのひとつを点灯し、何秒後にドライバーが気付くかチェックする方法とか、異常な音を出してドライバーが気付くまでの時間をチェックする方法とか、いくつかの方法が考えられる。しかしながらこういう種類の注意力測定は、測定の場における偶然性がかなり大きな因子になるので、少数例をとっても結果の判断は困難である。

2-3 総合的機能

(1) 自覚症状

疲労は自覚しう特性を持つので、質問紙に疲労に際しての精神症状、神経症状、身体症状などを各

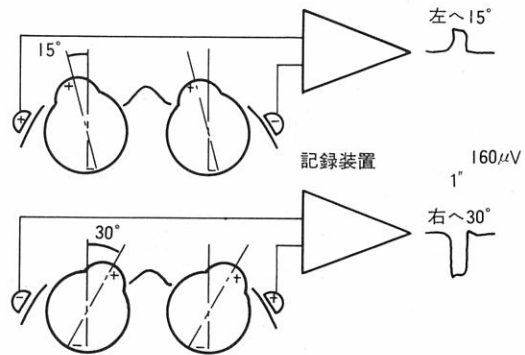


Fig. 8 EOGの発生機序 [SHACKEL]
 EOG generating system

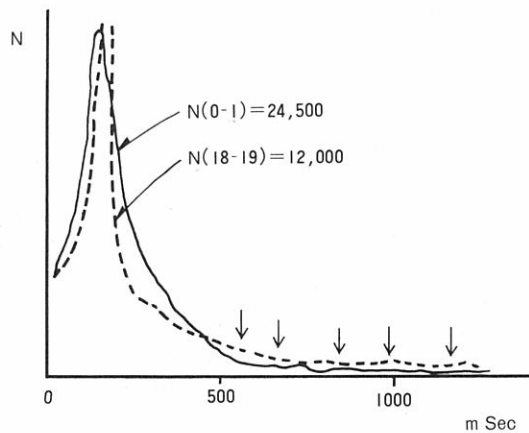


Fig. 9 眼球運動の間隔ヒストグラム
 実線N(0-1)は運転開始直後1時間の眼球運動数
 点線N(18-19)は運転開始後18時間から19時間までの1時間の眼球運動数をあらわす。
 A histogram of eyeball movement intervals

10項目ずつ記入し、それぞれの症状の有無をチェックさせる方法と、疲労を0から10までの数でおきかえ、自分が今どの段階にあるか答えさせる方法とがある。人間が答える主観的検査なので、客観性に乏しく、精神的影響を受けやすいといった反面、用い方によってはかなり信頼しうる結果となる。

(2) 運転パフォーマンス

実際に運転させて、車間距離を出来るだけ一定に保つよう走行させ、距離のゆらぎを検出する方法とか、決められた複雑なコースを走らせて時間とか間違い、障害物への接触回数をチェックする方法とか、教習所のコースを走らせて教官が採点する方法とかいったものは、運転パフォーマンスの測定をしていることになる。パフォーマンスは、そこに至る感覚と情報処理、判断などを区別せずに、結果だけを見るわけであるから、結果の解釈がいろいろとできるのが問題である。2つの条件の比較の手段にパフォ

ーマンスを用いる方法は非常に有効である。

3. 運動系

運転に関与する運動系は筋肉である。筋収縮の速度、強さ、持続を測定する方法と、筋電図のように収縮時の電気現象を測定する方法とがある。

(1) タッピング

筋肉の敏捷性の検査であり、限られた時間に出来るだけ多く、反復動作をさせてその回数を数えるものである。指の運動を数える方法が一般的であるが、稲葉の C. C. No. (前述)でのタッピングは前腕の交互運動である。測定時間は10秒程度が普通で、それ以上では疲労の影響が加わってくるので注意を要する。

飲酒運転などで、酔いが覚め始めた状態で、フリッカー値や選択反応時間は機能低下が続いているにもかかわらず、タッピング機能は回復の傾向を示すことが観察された。運動機能が戻るのに酔いが覚めたと錯覚することは、飲酒運転のひとつの本質的な問題のように思われる。

(2) 筋電図

筋肉を覆う皮膚の部分に電極を貼付して生体増幅器で記録する。

身体を動かす際に、各筋肉がどの程度使用されるかチェックするにはよい方法である。スポーツなどでは、筋肉の使い方を名選手のデータと比較して、無駄に力を使っているかどうかを判断することも可能である。

(3) その他

渡辺は加速度計を用いて筋肉の微小振動を検出し、モデル化して検討を加えている。人間の状態をいろいろ変えて微小振動を測定することは、特に緊張度とか作業負荷を知る目的には有効な手段である。

4. 自律神経系

(1) 皮膚電気反射 (GSR)

精神電流現象ともいわれ、うそ発見器に応用されている。緊張とか興奮に際し、汗腺が活動し、興奮電位の出現とか皮膚の電気抵抗の減少となって現われるものである。手掌部と指の腹側にもっとも早く反応が出る。検査法はその部に2個の電極を貼って生体増幅器につなぐ。起電力を直接測定する起電力法と、小さな電池で別に電流を流して、抵抗値の減少に伴う電流変化を記録する方法とがある。

感情の動揺がかなり忠実に記録されるので、自分

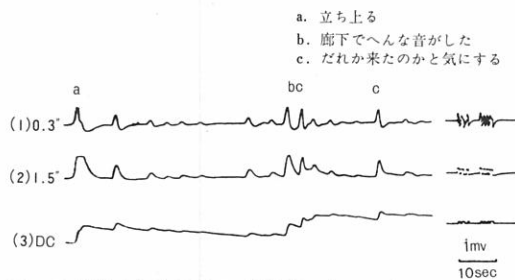


Fig. 10 起電力によるGSRの記録例 (橋本ら)
Sample recording of GSR produced by electromotive force

でGSRを見ながら分析してゆけばかなり内容の豊富な分析が可能であるが、他人を観察している限りでは、GSRの出現理由が不明のことが半数位ある。理由を無視して、たとえば1分ごとの出現回数を記録する方法もある。運転疲労実験に際しては、小区間の走行ごとに運転とともにGSRの出現が増加した。また、停車中よりも安定した走行中の方がGSRの出現が少なく、運転における安静レベルは道路に合った状態でスムーズに走っている時のレベルであり、速度が早い方に動いても、遅い方に動いても心身反応が増加することが判明した。

GSRの記録例をFig.10に示す。

(2) Wengerの検査

自律神経の緊張測定法であり、自律神経機能のデータを因子分析する手法である。唾液の分泌量、手掌電気抵抗、血圧、脈搏、舌下温などが自律神経機能と相関が高いといわれる。アメリカでは航空士の適性検査に使用されている。

5. 呼吸系

(1) 呼吸数

市販の呼吸ピックアップを胸や腹のまわりに巻きつけるか、呼吸量測定器で数を検出する方法が簡単である。

(2) 呼吸量

ダグラスバッグに呼吸を貯えて、酸素濃度や炭酸ガス濃度を分析する方法、開放的機構の流量計を使って呼吸量のみ連続記録する方法などがある。ガス濃度の分析は、ガス代謝の測定によって基礎代謝を算出する目的で使用される。労働生理、運動生理の分野での利用が多く、近藤らは運転への応用を試みている。呼吸量の記録は、緊張により呼吸量が抑制されることを定量化した、大島はじめ多くの研究があり、長時間の連続記録に適している。緊張度、作業負荷、疲労を評価するために用いられる。

(3) その他

エネルギー代謝はダグラスバッグにより基礎代謝と同様に求められる。主に筋肉の運動量を計測したり、作業の種類を決める目的で用いられる。

6. 循環系

(1) 心拍数

四肢または胸部に電極を貼り、心電計により心電図を記録しながらそのR波を数える方法と、光電脈波を利用して指先とか耳朶から測定する方法が主なものである。作業中や運動中の記録にはテレメータによる心電図電送がすぐれている。

心拍数は、駆け足など筋肉を非常に使った時、精神的に動揺した時、緊張した時に増加する。運転においては、橋本らが速度と心拍数の間の関係を明らかにしている (Fig. 11) が、これは主に緊張の関係である。疲労との関係は著者らによれば、疲労により心拍数が増加する人と減少する人とがあり、統計的な差は出てこなかった。

(2) 血圧

最高血圧については、万井の連続最高血圧測定装置があり、運転において種々の緊急場面に際し、一過性に20~50mmHgも血圧が上昇することが観測されている。

最低血圧を計測するためには、市販の電気血圧計を利用する方法が最も確実である。長時間運転において、血圧レベルの変動をみると、最高血圧はあまり変化しないが、最低血圧は4~5時間目から徐々に上昇しはじめる。著者はこれを疲労の徴候と考えている。血圧値は一過性には自律神経系の支配を受け、緊張や興奮に際し上昇するが、レベルとしてみるとは体の他の臓器との関係で変動するので概して変動しにくい。

7. その他の系

消化系で運転に直接関係のあるものは少ない。綿貫はマイクロカプセルを飲ませて、胃の中の温度、pH、圧などを体外にテレメタリングして、運転による胃液分泌の抑制を見た。これは、運転による緊張の結果と考えられる。

このほか、運転に関係ある系は今のところあまり見当たらないので省略する。

8. おわりに

生体は最初に述べたようにいくつもの機能が組み

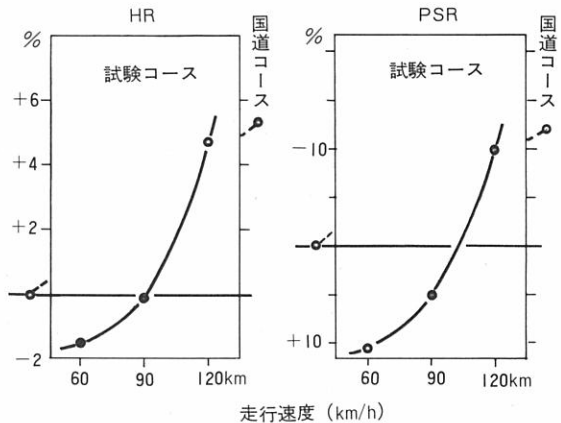


Fig. 11 走行速度と拍数(HR)、手掌皮膚電気反射(PSR)との関係 (橋本ら)

Driving speed and its relationship to heart rate and PSR

合わされて、総合的に働くように調節されている。その一部をとり出すことも出来なければ、その一部だけに刺激を与えることも難しい。ただ外部から刺激して外部から観測された結果を問題にし、あれこれと内部の状況を推定しているに過ぎない。とはいってもそれぞれの観測結果は十分に意味を持ち、しかるべき成果を挙げているのである。生体情報の将来の活用を考えると、これらの情報が今迄はひとつひとつが独立してとり扱われていたわけであるが、これからは相互の機能のかかわり合いを積極的にとりあげ、ひとつの機能の変動が他に及ぼす効果などを、総合的につかまえてゆく方向にゆかねばならない。また、そうすることによって生体の内部にはじめて科学的アプローチが可能になることを信じて疑わないものである。

参考文献

- (1) 大島正光：疲労の研究、(同文書院・東京)
- (2) 橋本邦衛、遠藤敏夫：生体機能の見方、(人間と技術社・東京)
- (3) 三浦豊彦ほか編：新労働衛生ハンドブック、(労働科学研究所・東京)
- (4) 万井正人ほか：自動車運転中の連続血圧測定、人間工学、Vol. 3, No. 1 (1967)、pp. 45-52.
- (5) 綿貫 詰：超小型情報発信器の医学的応用、東京慈恵会医科大学雑誌、Vol. 70, No. 4、pp. 456-466.
- (6) 黒木康之ほか：運転中の脳波について、自動車技術、Vol. 28, No. 4 (1974)、pp. 258-266.
- (7) 谷島一嘉：心身反応の人間工学に関する検査法、自動車技術、Vol. 28, No. 4 (1974)、pp. 253-257.
- (8) W. L. Beaver ほか：Tidal volume and respiratory rate changes at start and end exercise, J. A. P., Vol. 29, No. 6 (1970)、pp. 872-876.
- (9) 谷島一嘉：生体情報の電子機器による処理、自動車技術、Vol. 29, No. 2 (1975)、pp. 108-114.
- (10) K. Yajima：Fatigue in Automobile Drivers Due to Long Time Driving, SAE Report, No. 760050 (1976)、pp. 1-7.