

ドライバー視覚テスト装置・方法の最近の発達

P. A. デビソン*

実際の運転状況にできるだけ適応した災害防止に有効な新しい視覚テスト方法の開発・実施を目指す研究が、最近著しい進歩を遂げている。本稿では、まず、ドライバーの視覚運動知覚能力・動く視標の識別能力に関する研究のために使われてきた一連のテスト方法について説明する。次に、別途のすぐれた検査法として、検査所要時間が非常に短いので、ドライバー視覚検査に適している明度対比知覚機能テスト〔contrast sensitivity function test〕の概略を述べる。その種のテストは、ドライバーが空間周波数の異なる格子模様様の刺激を識別するのに要する最小明度対比值を測定するというものである。最後に、視野測定固有の問題について論ずる。そこでは、ドライバーの視覚テスト向きのマルチプル刺激式静的視野測定法〔multiple-stimulus static perimetry method〕を紹介し、それに関する研究の必要性をのべる。また、新しい各種テストの測定結果と運転能力の関係に関する研究論文の解説も試みる。

Recent Developments in Driver Vision Testing
Instrumentation and Methodology

P.A. Davison*

Considerable progress has been made recently towards the design and implementation of new vision tests having maximal face-validity to the driving situation. The present paper describes a range of tests which have been used to study the ability of drivers to detect visual movement and to resolve details on moving stimuli. A second line of development has been the design of tests of contrast sensitivity function which are sufficiently rapid in operation to be suitable for driver vision screening; these tests measure the minimum luminance contrast necessary for a driver to resolve grating stimuli of varying spatial frequency. Thirdly, certain problems inherent in the screening of visual fields are described; the suggestion is made that the method of multiplestimulus static perimetry should be investigated for driver vision testing purposes. In addition the available literature is reviewed on relationships between driving ability and scores on the new tests.

1. はじめに

ドライバーの視覚テストに関する専門家の論争が起こったのはかなり昔（1907年¹⁾）のことであるが、今日でもなお、その論争には決着がついていない。したがって、ドライバーに対して実施している視覚テストのさまざまな点が国によって大きく異なるということは決して意外なことではない。国による相違の1例としては、ドライバーに対して実施している視覚テストの種類の違いがあげられる。つまり、（静止）視力検査を実施していることは世界共通であるが、それ以外にどんなテストを実施しているかは国によって大きく異なるのである（静止視力検査

しか行なわない国もある）。しかも、ドライバーの視覚機能の評価尺度としての静止視力の妥当性さえも長年疑問視されてきたのである。³⁾

ところで最近、運転時の視作業〔visual task〕に適応した数々の新しい視覚テスト方法が開発されている。本稿では、それらのテスト方法のいくつかを紹介、解説する。それらの方法は下記の2種類に大別できる。

① 新開発のノンクリニカルな視覚テスト：明度対比の弱い視標を用いて行なう明度対比知覚機能テスト〔contrast sensitivity function test〕、ドライバーの眼球に対して正接面〔tangentially〕、または矢状面〔sagittally〕に動く視標を用いて行なう動視力・動体視力テスト。

② クリニカルな視覚テスト、特に、視野の測定

* ダブリン工科大学講師（眼科学）
Lecturer in Ophthalmic Optics, Dublin Institute of
Republic of Ireland.

法・評価法の発達。

認知力、知覚力など、その他の関連能力のテストも明らかに運転行動と大いに関連があるが、それらのテストに関する説明は本稿では割愛する。

最近、ドライバーの視覚テストの成績と運転記録（または、運転実技テストの成績）との関係について統計的に検討した文献を考察したところ⁵⁾、次の点が明らかになった。その視覚テストの実際の価値(過去の事故経験およびテスト後の事故発生状況とテスト成績の相関関係から見た価値)は、一部の著者らが指摘しているほど高くはないが、現行の法定合格基準は少なくとも、視覚機能が特別劣る人間を運転不適格者としてふるい落とす役割を果たしていると思われる。そこで、本稿では下記の2つの疑問点をベースにして、視覚テスト装置・方法について論じたいと思う。

(a) ある種の視覚機能障害は運転にほとんど支障をきたさないにもかかわらず、その種の障害を理由に運転免許証をもらえない人があるのではないか。

(b) 運転に最も必要な視覚機能が劣るにもかかわらず、現行の法定ドライバー視覚テストではその種の機能障害を発見できないために、運転免許証を与えられている人がいるのではないか。

したがって、ドライバーのどの視覚機能をテストすべきかを選択することは、道路交通安全のためだけでなく、社会的正義の点からも重要なことといえる。ただし、その選択の結果、たとえば、あるドライバーの運転免許を取り消すことになり、そのドライバーに経済的苦難と無免許運転のどちらかを選ばせることになる場合もありうるので、こうした経済的・法律的な結果を伴うことを考慮して、その選択は慎重に行なう必要がある。

2. 動く視標を識別させる視覚テスト

ドライバーに視標の運動を感知させたり、動く視標の細部を識別させる視覚テストが、運転記録との経験的な関係から見て極めて重要なものであることは、BurgやHenderson^{6), 7)}の先駆者的な研究論文が立証している。その種のテストは、従来の視力検査に比べて、はるかに複雑な装置を要するが、実際の運転状況に即した非常に有効な視覚測定法であるともいえる。というのも、ドライバーの眼とその他の道路使用者や物体との間に相対的な運動が生じた時に初めて、危険な運転状況の生まれる可能性が生じるからである。

動く視標の識別能力テスト方法のうち、最も盛んな研究が行なわれているのは、一定の角速度で円弧（被検者の眼を中心とする弧）を描いて視野内を横ぎる視標の細部を被検者に識別させるという方法である。この方法で測定された視覚機能を動視力(DVA)という。

DVAテストの視標を識別するには、眼球の衝動性運動と追跡運動のたくみな組合せが必要である。したがって、BurgとHulbert⁸⁾が指摘しているように、ドライバーのDVAテストの成績は必ずしも静止視力(SVA)テスト(従来の視力検査のこと)の成績とは一致しない。なお、Burgは一連の研究報告の中で、DVAテストの成績の悪いドライバーは運転記録も悪い、という相関関係があることを指摘している(ただし、その相関関係が見られるのは主として高齢ドライバーに限られている⁹⁾)。

Burgは大きさの異なる視標を一定の角速度で移動させ、被検者が細部を識別できる最小視標の大きさを調べることによって、DVAを測定したという。また、そうしたテストを行なう場合の最も有効な角速度は90度/秒と120度/秒であると述べている。なお、視標を動かさずに提示すれば、静止視力を測定できる。

ところで、DVAテストには同一被検者の再テストが難しいという問題がある。というのも、DVAテストを行なう場合は、視標が初めて現れる瞬間におけるドライバーの眼球の位置・動きが、彼の視標識別能力にあまり影響を及ぼさないようにすることが重要であるが、2回目以降のテストになると、視標の動き方や現れる位置がすでにドライバーに分かっているので、テストの成績が大幅に上がってしまうからである。

DVAテストは眼球の視標追跡運動・衝動性運動能力が主体となった視認知力の検査を目的としたものであり、眼の動く物体に対する遠近調節能力が主体となった(網膜の視細胞機能、中枢における感覚力も関係する)視認力の検査を目的としているのが動視力(KVA)テストである。Suzumuraの開発したKVAテスト法は、ミラーとレンズから成る装置を使って静止視標の映像を映し出すと、その映像が移動光学系の矢状面運動に伴って、時速30または45kmの速度で被検者の眼に向かって矢状に移動する(つまり、映像が接近し、視角が徐々に大きくなる)ので、被検者(ドライバー)はその視標(8方向のいずれの方向にでも切れ目を向け変えることのでき

るランドルト環が使われている)を識別できた瞬間に、足踏み式のスイッチを踏み込んで映像の動きを止める、というものである。

この場合、被検者は視標の虚像を両眼視するわけだが、虚像が極端に接近することはないので、両眼を輻輳させる(内方に回転させる)必要は全くない。この装置(kowa社製)にはドライバーが足踏み式スイッチを踏み込んだ瞬間における虚像の視角と見掛けの距離を示す目盛りがついており、その目盛りがKVAの尺度として使われる。この装置はSVAの測定にも利用できる。その場合は、ドライバーが像を識別できるまで、試験官がミラーを手で動かせばよいのである。

ドライバーのKVA得点またはDVA得点をその人のSVA得点で割ると、運動知覚能力指数が求められる。このアプローチはドライバーの視覚テストの得点と事故歴の関係に関する研究にもっと応用する価値がある。

KVAテストの得点は、ドライバーの反応時間の相違に左右され、特に、反応すべきタイミングに関する各ドライバーの判断基準の相違に左右されがちである。つまり、ランドルト環の切れ目の位置をはっきり確認した時点でスイッチを踏む人と、切れ目の位置がぼんやり分かった時点で踏んでしまう人とは、前者の得点の方が低くなってしまうわけである。したがって、ドライバーに静止視標の見え方と同じように切れ目の方向が識別出来たらということの指示を与えることが重要である。また、光を見た瞬間から足踏み式スイッチを踏み込むまでの反応時間を事前に測定しておけば、その人のKVA得点を評価する際に有益な資料として使える*。

ドライバーのKVA得点と運転記録の関係に関しては、いくつかの有望な研究が日本で行なわれている。^{10,11)}

3. 運動知覚力テスト

運転時にしばしば必要なことは、動く視標の細部を識別することではなく、運動そのものを知覚すること(あるいは、運動の方向や速度の変化を知覚すること)であるといえる。その種の運動はドライバーに対して正接面の運動の場合もあれば、矢状面の運動の場合もある。

純矢状面の運動を知覚する場合は、下記の3つの要因が視覚的な手がかりとなる。①物体がドライバ

*この点については文末の注釈を参照されたい(編集部)

ーに接近してくるにつれて増加する眼の調節・輻輳作用の必要性、②ドライバーの両眼網膜像間の立体的なずれ(両眼視差)の増加、③各網膜像の視角の増加。

このうち、最初の2つの要因はあまり重要でないといえる。特に、比較的遠距離を眺める場合にそれがいえる。一方、第3の要因に関しては大勢の専門家が、被検者からの距離を一定にした、大きさの異なる刺激を使って研究を行なっている。^{7),12),13)}

その種のテストにはさまざまな方法がある。つまり、一定の短時間間隔で視標を見せ、視標の大きさの変化を認知出来る最小率閾値を測定する方法もあれば、視標の大きさの変化率を一定に保って、知覚しうる最小視標の大きさ(刺激の露出時間の長さと同相関係がある)を測定する方法もある。後者の場合は、やはり被検者の反応時間が測定結果に影響を及ぼす。視標の大きさの変え方もいろいろある。ちなみに、文献に載っている方法としては、正方形または菱形の視標をそのままの形で、大きさだけを変える単純な機械的方法、^{7),13)}家庭用テレビの画面に直径の異なる円を映し出すエレクトロニックな方法が¹²⁾あげられる。

一方、正接面の運動の知覚力測定法には、1個の視標を左右に移動させて行なう方法と、^{7),13)}発光ダイオードが発する2個の映像を移動させて行なう方法がある。¹²⁾(後者の方法は、夜間、先行車に接近する時に目に入る先行車の尾灯の外観をシミュレートしたものである)。

この種の測定に関係のある変数としては、刺激の露出時間・速度・大きさがあげられる。上記のどちらの測定法の場合も、視標の露出時間は一定に保たれ、被検者の知覚しうる最小角速度[smallest rate of angular movement]の測定が行なわれるのである。測定結果は絶対閾値と相対閾値のどちらを測定するかによって(つまり、目に見える不動の背景を使って、視標の運動を相対的に見せるか否かによって)大きく異なる。¹²⁾

以上の正接面・矢状面運動の知覚力テストは、中心視と周辺視の両者の機能測定に應用されている。ただし、中心視の運動知覚力テストの得点に比べると、周辺視の運動知覚力テストの得点は事故歴との相関関係があまり強くない。⁷⁾

ドライバーの正接面・矢状面運動知覚力テストの得点と運転事故・違反歴の間に強い相関関係があることはすでに指摘されている。^{7),13)} そうした研究報告

の中で最も驚くべき事実は、高齢のドライバーだけではなく、若いドライバーの間にもそうした強い相関関係が見られると指摘する分析報告がいくつかあるという点である。ちなみに、その他の視覚テスト（たとえば、静止視力検査）の場合は、テストの得点と運転事故・違反歴の間の相関関係（いかに弱い関係でも）が見られるのは、主として高齢のドライバーに限られているのである。また、DVAテストより運転知覚力テストの得点の方が、若いドライバーの事故歴との相関関係が強いということも立証されている。ただし、その原因に関しては、現在まだ解明されていない。

4. 明度対比知覚力テスト

運転時の視覚作業を行なう上でしばしば必要となるものに、背景との明度対比の弱い物体を識別する能力がある。事実、物理的な明度対比がゼロに近い状況に出くわす場合がある（強雨や濃霧の場合）。

それにもかかわらず、従来の視力検査（静止視力テスト）には、背景との明度対比の強い視標が使われている。その種の検査で高い得点をとることは、非常に小さい視標を識別する能力がすぐれていることを意味するわけだが、実際の運転時には、それほど小さい視標を識別できなくても差しつかえないのである。たとえば、視力6/9（ $=20/30=0.67$ ）とは視角0.67の物体の細部を識別できることを意味するわけだが、その視角は実に、917m前方の40cm大の歩行者を見た時の視角に相当するのである。一方、明度対比の強い小さな視標を識別する能力の劣る（視力検査の得点が低い）ドライバーは必ずしも、明度対比の弱い大きな視標の識別能力も劣るとは限らない（このことから、視力検査の得点が低い低視力者は2種類に大別できると言える）。しかも、視力（明度対比の強い視標の識別力）はすぐれているのに、明度対比の弱い比較的大きな視標は識別できないという人さえいる。¹⁵⁾

したがって、視力検査の得点は、暗所（夜間）はおろか明所（昼間）における中心および傍中心視機能〔foveal and para-foveal vision〕の評価基準としても適切とはいえない。要するに、ドライバーの中心視・傍中心視機能を徹底的に評価するには、さまざまな視標を識別するのに要する明度対比の閾値を測定する必要がある。その種の測定では、周期の異なる一連の正弦波の格子〔sinusoidal grating〕を視標として用いるのが一般的である。つまり、ブ

ラウン管の画面に格子模様を映し、それを視標として使うわけである。その場合、最も簡単な方法は、画面の縦軸に平行な高周波三角波信号を送ることにによって画面を縦線で「埋めつくし」、画面の明度を調節するというものである。¹⁶⁾ 格子模様の明度対比と空間周波数（視角1度当たりの格子模様の周期の数）は、横軸方向の信号の振幅と周波数を（別々に）調節することによって変えることができる。明度対比閾値は下記の公式を使って求めることができる。

$$\text{明度対比閾値} = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

（ L_{\max} と L_{\min} はそれぞれ、明度対比が閾値に達した時の格子模様の最も明るい縞線と最も暗い縞線の輝度を意味する）

各空間周波数における明度対比閾値の逆数（これを明度対比感度〔sensitivity value〕と呼ぶ）を求め、その感度を空間周波数別にグラフ化すると、その被検者の明度対比知覚機能（CSF）を判定することができる。なお、CSFを漠然と「(threshold) modulation transfer function」と呼ぶこともある。

従来の精神物理学的手段を用いるCSF測定法は時間がかかりすぎるので、日常的なドライバー視覚検査には不向きである。ただし、短時間でCSFを測定できる方法がすでにいくつか発表されている。^{17), 18)}

その1つとして、simultaneous bandwidth equalization (SBE)の原理を使った測定法(数々の利点を有する)があげられる。この測定法によって得られるデータが、時間のかかる従来の測定法から得られるデータにひけをとらない、ということは初期の研究が立証している。¹⁹⁾

このSBE式CSF測定法^{*}では、ブラウン管の画面に電子的に映し出される複雑な模様が視標として用いられる。その視標は、以前に行なわれたCSF測定公開実験で使われたもの(画面の右側に行くほど徐々に空間周波数が増加し、画面の上方に行くほど徐々に明度対比が弱くなっている)に類似している。ただし、公開実験の場合は、被検者が画面の中に均一的な格子模様ではなく、何らかの図形を見出した時に、その図形の形を言わせて、その人のCSFを判定したのに対し、SBE手法の場合は、まったく新しい判定法が使われている。つまり、被検者は縦に10等分された画面の各部分(各部分によって、空間周波数のレンジが異なる)の明度対比を自由自在に調節していき、あらゆる太さの格子線がすすれて、今までははっきり見えていた図形がぼやけて

* 英国特許登録番号7908598

判別できなくなる寸前に調節装置を止めるので、その時点の各部分の明度対比を調べ、その値を換算式または換算表によって明度対比感度に換算するのである。

このSBE手法を使えば、迅速かつ簡単にCSFを測定できる。しかも、被検者が一連の空間周波数の明度対比を同時に比較できるので、空間周波数の変化に伴って、明度対比閾値に関する被検者自身の主観的な判断基準が変化する可能性を最小限に押さえることもできる。

ところで、電子回路とブラウン管(CRT)を使わずにすむ簡略式SBE手法として、CRTに映し出された種々の模様を撮った一連の写真を使うという方法があげられる。つまり、正常な被検者が見ると、あらゆる太さの格子線がぼんやり写って見えるだけの写真一枚と、さまざまな種類、程度の明度対比知覚障害を有する被検者が見るとそう見える写真数枚をドライバーに見せ、指定された通りの模様が見える写真を指摘させるだけでよいのである。

ドライバーのCSFと事故歴の関係に関しては、目下英国でSBE手法を使った研究が進行中であるとはいえ、視力検査の得点より(SBE式)CSFテストの得点の方が、霧の日の高速道路におけるドライバーの運転速度との相関関係が強い¹⁹⁾ことはすでに立証されている。

なお、明度対比の弱い視標から成る試視力表を用いて視力検査を行なうことによっても、ドライバーの明度対比の弱い物体認知力を測定することができる²¹⁾。この方法がドライバーの視覚テスト用として有効であることはやがて立証されると思うが、CSFテストほど大量のデータを提供してくれるものではない。

5. クリニカルなテストの発達：視野測定

現在、視覚検査の現場で使われている視野測定法には、正確な測定を妨げる不備な点が多々ある。その中で最も重大なのは、視野計の中心にある固視標をきちんとドライバーに注視させておくことができないという点である。つまり、周辺視野に刺激を与えると、ドライバーの眼はその刺激の方へ動いてしまう傾向があり、その眼の動きに試験官が気づかなければ、たとえ視野障害があっても、そのドライバーの視野は正常と判定されてしまうのである。この問題は、マルチプル刺激式視覚検査装置[multiple-stimulus vision screening device]を使えば解決で

きる。

その装置は、視野内のさまざまな位置に瞬間的かつ同時にいくつかの刺激を与え、被検者にその刺激の数を答えさせるというものである。この場合、被検者が中央の固視標をきちんと注視していないと、テストの得点は(上がるどころか)下がってしまうので、「フェイル・セイフ」な状況(つまり、被検者に眼を動かすのをやめさせることができ、正確な測定が可能な状況)を作り出せることになる。

マルチプル刺激式装置は従来の視野計よりはるかに厳しくテスト条件をコントロールできる。しかも、刺激の明度をシステマティックに変えることもできるので、この装置を使って周辺視野の明度対比知覚力測定が実際に行なわれている。マルチプル刺激装置の感度が従来の平板視野計よりすぐれていることはすでに立証されている。ただ欲をいえば、中心視野(注視点から30度以内)と周辺視野(注視点から30度以上)のどちらの測定にも使えるマルチプル刺激装置を開発してもらいたいものである。

なお、中心視野と周辺視野のどちらの方が運転にとってより重要であるかは、今後の研究を待たなければ断定できないが、ドライバーの視野を人為的に遮蔽して行なった実験報告²³⁾によれば、運転時には、周辺視野の範囲が広い(注視点から左右95度の位置にある視標を知覚できる)ことよりも、中心視野の感度が高いことの方がはるかに重要な場合が多いということである。

視野測定がドライバーの視覚テストの一手段として有効であることは明らかであるが、ドライバーの視野測定の得点と事故歴の間には統計上の関係がほとんど見られない、という研究報告⁵⁾があることもまた認めないわけにはいかない。そうした研究結果が出た原因は、研究に使われた視野計の感度の悪さ、固有の不精密さにあるとも考えられるが、その点に関しては、今後、より適切な視野計がドライバーの視覚研究に使われるようになるまでは断定できない。

6. 結論

以上、大幅な進歩が見られる数々のドライバー視覚テスト装置・方法を紹介してきたわけだが、明度対比の弱い視標を用いる新種のテストに関して言えば、今後、テストの得点と事故の関係の観点からその実用性を検討する必要がある。一方、動く視標の知覚・識別力テストが、従来の視覚テスト(静止視力検査)よりはるかにすぐれていることはすでに立

証されている。視野測定に関していえば、すでに指摘したように測定手法が改良されているので、運転免許試験における視野測定の実際的価値は今後大いに高まると思われる。

本稿で紹介したテストの中には、比較的高度な装置を要するものがいくつかある。しかし、マイクロエレクトロニクスの登場によって、わずか10年前には、ドライバーの視覚テスト用としては実行不可能とみなされていたテストが現在では実行可能になっている。つまり、DVA・SVA・運動認知力・その他の自動測定装置がすでに開発されているのである²⁴⁾。そうした装置と明度対比の弱い明所視検査用視標〔photopic target〕を併用すれば、それらの装置で明度対比知覚力も測定できることになる。

しかし、次の2つの厳然たる事実を見過ごしてはならない。①路上交通事故を誘発しうる要因はドライバーの視覚機能の優劣以外にも多々ある。②視覚機能がすぐれている（どんな方法で測定したかを問わない）にもかかわらず、事故を起こすドライバーが多いのに対し、視覚機能の劣るドライバーの中には、事故を起こさない努力をしている者が多い。したがって、（非営業用の）個人用運転免許証の所有者に関しては、ドライバー視覚テストの価値を過大評価すべきではない。一方、プロのドライバーの場合には事情が異なる。その理由は次の通りである。

i) 年間走行距離がはるかに長いので、事故を起こす確率が高い。

ii) 大型車（慣性力が大きいため、事故時に大きな被害や重傷を受けたり、与えたりする可能性が大きい）を運転することが多い。

iii) 一般のドライバーに比べて人数が少ないので、プロのドライバーに対する視覚テストを厳しくしても、負担を感じる人が少ない。

上記の最初の2項目は、国が視覚機能の劣るドライバーに免許証を与えた場合より、企業が視覚機能の劣るプロの運転手を採用した場合の方が、はるかに深刻な結果を招く恐れがあるということを示している。しかも、企業の側から言えば、自社の運転手に対して比較的厳格かつ総合的な視覚基準を適用することは、「フェイル・セーフ」の原則（つまり、事故未然防止対策）から見て当然と言える。運転経験の等しい社用運転手志願者を視覚力に基づいてふるい分けることは可能である。しかも、そうすることには次のような道徳上・法律上の利点もある。つまり、自社の運転手が交通事故を起こした場合、企

業は「運転手の視覚機能障害が事故原因であり、適度の視覚水準に満たない従業員を雇ったことの責任をとるべきだ」という被害者の苦情を一切はねかえすことができるのである。

以上のことから、ドライバー視覚テストの発達は一般のドライバーの運転免許試験より、プロの運転手の運転免許試験や就職試験の方に多大な影響を及ぼす可能性が大きいと言える。

（翻訳・監修 鈴木昭弘*）

〔注釈〕交通の場における反応時間について

鈴木 昭弘

人の視反応時間は生理学的には通常、単純反応時間と選別反応時間に分けられる。これらはその刺激および、生体側の条件によって変化する。

この視反応時間が交通の場で有用な視覚適性条件になり、また、いろいろな視覚適性検査・機能の評価に重要な役割をはたすこともある。

例えば、先行車の尾灯の点燈に対する反応速度の長短は重要な意義がある。その能力検査としていわゆる反応時間測定は価値がある。しかし、この場合生理機能としての0.1秒前後の長短が直接災害と結びつくことは極めてまれであり、それより、そのとき信号灯に注意がいていたか、あるいは尾灯に注意が向いていたかのドライバー側の視条件、さらにまた、刺激の強弱などによる反応時間の変動量がはるかに大きく重要である。

そこで、交通の要素を取入れての反応時間の測定が考えられた。見越し反応時間あるいはタイミング反応時間がそれである。特に後者の場合は、球技運動などのように球を追従視し、それを捕えるべきポイントに来たとき、生体側の反応のずれを時間で表すものであり、これは通常50m/sec以下である。

動体視力測定のごとく、視標を追従視して、辨別阈で反応する場合の反応時間はこれに該当する。実際に被検者に反応せしめず、接近する視標を任意の距離で検査者により消失させ、視標の切れ目が正答の最長視距離をとった場合と、通常測定法で被検者に反応せしめた場合とほとんど差がない。それよりも生体特有の測定値の動揺や個人差の方がはるかに大きい。したがって、完全な、かつ測定簡易な他覚的測定法があれば別であるが、現時点でこれら類似の視覚適性機能に、従来からの生理学的反応時間を考慮することはかえって成績の判定を誤らせる結果となる。

*愛知医科大学教授

- 1) Brody, L.: The role of vision in motor vehicle operation, review, *International Record of Medicine and General Practice*, 167, pp. 365–377, 1954.
- 2) Association of Optical Practitioners: The quest for safety, A.o.P., London (undated).
- 3) Ballard, S.S. and Knoll, H.A.: The visual factors in automobile driving, summary report of a vision research symposium sponsored by the Armed Forces – N.R.C. Committee on Vision, Publication 574, National Academy of Sciences – National Research Council, Washington, D.C., 1958.
- 4) Shiner, D.: Psychology on the road, the human factor in traffic safety, Wiley, New York, 1978.
- 5) Davison, P.A.: The role of drivers' vision in road safety, *Lighting Research and Technology*, 10, pp. 125–139, 1978.
- 6) Burg, A.: Vision and driving, a report on research, *Human Factors*, 13, pp. 79–87, 1971.
- 7) Henderson, R.L. and Burg, A.: Vision and audition in driving, System Development Corporation, Santa Monica, California. Final Report DOT-HS-801265, 1974.
- 8) Burg, A. and Hulbert, S.: Dynamic visual acuity as related to age, sex and static acuity, *Journal of Applied Psychology*, 45, pp. 111–116, 1961.
- 9) Hills, B.L. and Burg, A.: A re-analysis of California driver vision data, general findings, Report LR 768, Transport and Road Research Laboratory (Departments of the Environment and Transport), Crowthorne, Berkshire, England, 1977.
- 10) Suzumura, A.: The trial production of a kinetic vision tester (type AS-4A) and its application, Annual Report of the Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University, Japan, 16, pp. 77–89, 1968.
- 11) Suzumura, A.: Visual aptitude tests with the use of KVA tester, Annual Report of the Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University, Japan, 17, pp. 59–72, 1969.
- 12) Hills, B.L.: Some studies of movement perception, age and accidents, Report SR 137, Transport and Road Research Laboratory (Departments of the Environment and Transport), Crowthorne, Berkshire, England, 1975.
- 13) Shinar, D.: Driver visual limitations, diagnosis and treatment, Institute for Research in Public Safety, Indiana University, Bloomington, Indiana, U.S.A., 1977.
- 14) Hess, R.F. and Howell, E.R.: Threshold contrast sensitivity function in strabismic amblyopia, evidence for a 2-type classification, *Vision Research*, 17, pp. 1049–1055, 1977.
- 15) Bodis-Wollner, I.: Visual acuity and contrast sensitivity in patients with cerebral lesions, *Science (New York)*, 178, pp. 769–771, 1972.
- 16) Campbell, F.W. and Green D.G.: Optical and retinal factors affecting visual resolution, *Journal of Physiology*, 181, pp. 576–593, 1965.
- 17) Sekuler, R. and Tynan, P.: Rapid measurement of contrast sensitivity functions, *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 54, pp. 573–575, 1977.
- 18) Arden, G.B. and Jacobson, J.J.: A simple grating test for contrast sensitivity, preliminary results indicate value in screening for glaucoma, *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 17, pp. 23–32, 1978.
- 19) Department of the Environment/Department of Transport: A new rapid test of visual contrast sensitivity function for drivers, Leaflet LF 696, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, England, 1979.
- 20) Campbell, F.W. and Maffei, L.: Contrast and spatial frequency, *Scientific American*, 231, pp. 106–114, 1974.
- 21) Matsuo, H.: Test of visual acuity using the grey scales applied to vision and road traffic, Paper presented to the First World Congress of Ergophthalmology, Madrid, Spain, June, 1973.
- 22) Friedmann, A.I.: Serial analysis of changes in visual field defects, employing a new instrument to determine activity of diseases involving the visual pathway, *Ophthalmologica*, 152, pp. 1–12, 1966.
- 23) Danielson, R.W.: The relationship of fields of vision to safety in driving. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 54, pp. 369–461, 1956.
- 24) Booher, H.: N.H.T.S.A. studies new vision tests for state driver licensing exams, *Traffic Safety*, 77, pp. 26–27 & 36, 1977.