

車載情報機器に関する 自工会安全性ガイドラインの策定と ステアリングエントロピー法による運転者負荷評価

伊藤敏行*

中山沖彦**

アーウィン・ボアー***

車載情報機器の安全性向上に対する取り組みとして、自工会と当社における運転者負荷を測定する手法開発の事例を紹介する。前者の事例は、安全性ガイドライン策定で用いた方法で視認時間、視認回数、官能評価に基づいた評価手法である。後者の事例は、ハンドル操作の滑らかさの変化に着目したステアリングエントロピー法である。特にステアリングエントロピー法については、理論、測定手順、従来手法との比較だけでなく、各種負荷の測定結果を通じて得られた測定法自体の妥当性についても解説する。

Establishment of JAMA's Safety Guideline for In-vehicle Information System and Study of a Steering Entropy Method for Evaluating Driver Workload

Toshiyuki ITO*

Okihiko NAKAYAMA**

Erwin R. BOER***

As an activity for safety improvement of In-vehicle Information Systems, this paper introduces JAMA's and our examples of developed method for evaluating driver workload. An example of the former is evaluation method based on recognition time, number of glances required for recognition and subjective evaluations that is the techniques for making safety guideline. An example of the latter is the steering entropy method that paid its attention to a change of fluency of steering wheel operation. In particular, about steering entropy method, this paper explains it about the propriety of a theory, measurement procedure, measurement method itself provided through a measurement result of various load in addition to comparison with technique conventionally.

1. はじめに

社団法人日本自動車工業会（以下「自工会」と略）

- * 日産自動車株式会社電子電装システム開発部企画グループ
Electronics Development Department ,
Nissan Motor Co . , Ltd .
- ** 日産自動車株式会社電子情報研究所
Electronics and Information System Research
Laboratory , Nissan Motor Co . , Ltd .
- *** 日産テクニカルセンターノースアメリカ
Nissan Technical Center North America , Inc .
原稿受理 2000年7月27日

は、主にカーナビを対象とした車載の画像表示装置の安全性ガイドラインを1990年10月に策定し、逐次改訂を行いながら運用を継続している。このガイドラインは、日本の11社の自動車メーカーが製造する車両に搭載しているカーナビとアフターマーケット品を含む車載VICIS (Vehicle Information and Communication System) 装置に適用されおり、今日までにおよそ300万台が販売されている。

本稿では、このガイドラインの概要と策定に用いた評価手法を紹介するとともに、当社と日産テクニカルセンターノースアメリカで共同開発した車載情

報機器が運転者に与える負荷度合いを把握するステアリングエントロピー法について解説する。

なお、本稿は、1998年12月に開催された日本人間工学会のシンポジウム「携帯電話の利用性と人間工学」¹⁾ および、1999年5月に開催された自動車技術会1999年春季学術講演会²⁾ で発表した内容をもとに執筆したものである。

2. ガイドラインの基本的な考え方

画像表示装置を通じて運転者に各種の情報を伝達することで、運転者はさまざまな利便性を得ることができる。一方、運転者が運転操作に対して注意力が低下する可能性がある。そのため、表示する情報やその操作方法に関して何らかの制限が必要と考え、以下の考え方を取り入れた。

[基本的考え方]

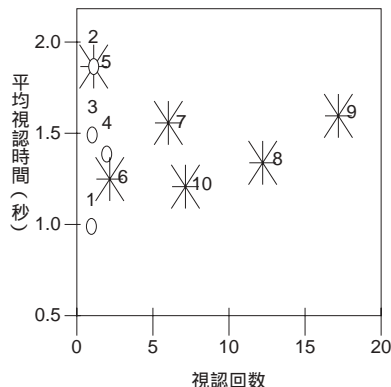
運転者は一般的には運転の負荷が軽い場合、言いかえると運転操作に余裕がある場合に画像表示装置を見たり操作したりする。運転負荷が比較的重い場合、運転者は表示画像の認識行動や表示装置の操作行動を分割して行うようになる。この行動は人間の潜在的な危険に対する自己防衛メカニズムに基づいていると考えられる。

交通渋滞の表示やカーナビ情報を表示する画像表示装置の機能は、道路交通の安全・円滑化並びに環境保全等に有用である。そのために人間の自己防衛メカニズムを妨げることなく画像表示装置の便利な機能を可能なかぎり享受できるように以下の観点に基づいてガイドラインを作成した。

- ・車両の運行に関わらない情報や運転者に視認を誘発させるような情報を表示しない
- ・画面を注視し続ける必要がある情報の表示および操作を禁止する
- ・画面の情報量を適正化するとともに、分割して視認または操作ができるように、表示操作方法を工夫する
- ・公共性を損なう機能を持たせない

3. ガイドライン策定に用いた評価手法

以上の考え方に基づくガイドラインの規定内容を決定するために、安全な運転を妨げない運転者の視認時間（わき見時間）や視認回数を調査した。視認時間とは、運転者が車載機器を視認、操作するために前方の路面から目を離し始めてから、視認、操作を終えて、再び前方の路面に視線をもどすまでの時



[従来機器タスク] 1 速度計判読 2 温度調節操作
3 時計判読 4 ラジオ選局操作
[画像表示装置タスク] 5 地図上自車位置判読
6 地図縮尺切替操作 7 自車位置修正操作
8 目的地設定操作 9 電話番号入力操作 10 住所検索操作

Fig.1 各種タスクと視認時間回数の関係¹⁾

間をさす。また、走行中に複雑な情報を読み取る場合、一回の視認では全ての情報を読み取らずに、複数の回数に分けて読み取る。このときの視認回数を N とすると総視認時間 $T(sec)$ は

$$T = D \times N$$

であらわれ、これを評価指標に以下の三種類の実験を行った。ここで D は視認時間の平均である。

なお視認時間・回数の測定は、実験中の被験者の視認行動を撮影した小型ビデオカメラの映像を解析して行った。また、被験者は35名である。

3-1 直線走行における車両の横方向偏位と総視認時間の測定(実験1)

運転者がわき見をすると前方への注意力が減少するため、車両は蛇行し始める。わき見時間が長いと、蛇行の量が大きくなることから、運転者の注意力の減少度合いは、蛇行時の横方向の偏位量に比例すると考えられる。この現象に着目し、運転者が車載機器を視認、操作したときの総視認時間と車両の横方向偏位量の関係を調べる実験を行った。

1) 実験方法

被験者に道路上のセンターラインに沿って100km/hで可能な限りまっすぐ走るように指示し、従来計器の視認や空調機器、ラジオの操作を行わせた。さらに複雑な操作として、電話番号の入力やカーナビ地図上での目的地設定などを行わせた。

車両の挙動を計測するために車両のルーフ上部の側方にビデオカメラを設置し、道路上のセンターラインを撮影した。実験終了後、ビデオ映像を解析す

ることによって、被験者がタスクを行っているときの視認時間・回数を測定するとともに、車両のセンターラインからの位置を測定し、横方向の偏位量を算出した。

2) 実験結果

Fig.1に各作業における平均視認時間と視認回数を示す。平均視認時間は2秒以下であり、従来からある機器の作業の視認回数は3回以下である。

一方、総視認時間 T と横方向の偏位量 X (mm)には以下の相関関係が認められた。

$$X = 35T + 94 \quad (\text{相関係数 } r = 0.75)$$

また、被験者に何も作業をさせず、可能な限りまっすぐ走るという指示もあたえずにリラックスした状態で運転させたときの横方向の最大偏位量は、400mmであった。

3-2 総視認時間と官能評価の測定(実験2)

走行中に画像表示装置を視認したときの官能評価実験を実施した。

1) 実験方法

運転中の被験者に6インチの液晶ディスプレイに表示される文字画面を黙読させた。文字画面は、漢字かな混じりの9文字から42文字の60種類の画面をランダムに表示した。実験は、交通安全中央研修所のテストコースで、高速道路を模擬した高速周回路を100km/hで走行する実験と、一般道を模擬した模擬市街路で市街地走行を再現する実験を行った。

2) 実験結果

Fig.2に総視認時間と被験者の官能評価の結果を示す。総視認時間が5~6秒程度より少なければ被験者は不安感を持たないことがわかる。なお模擬市街路では模擬高速道路での評価より若干評点が低くなっている。

Fig.3に画面文字数と総視認時間の関係を示す。この結果から画面に表示される情報量の総量は、文字数に比例すると考えられる。

3-3 地図読み取りと視認時間の測定(実験3)

文字画面以外の表示を読み取る際の総視認時間を調べる実験を行った。

1) 実験手法

台上にセットした液晶画面(実験2で使用したものと同一のもの)に実験2で用いられた60種類の文字画面と地図画面を表示した。実験2と同様に被験者に文字画面を黙読させ、読み終わると同時にボタンを押させた。地図画面の場合は四つの課題を設定し

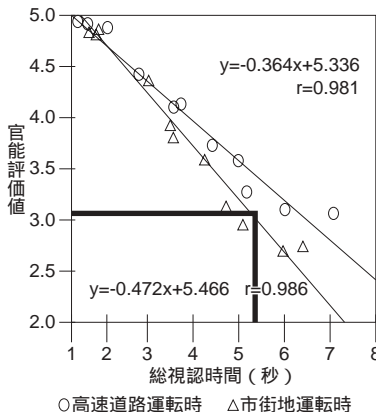


Fig.2 官能評価値と総視認時間の関係¹⁾

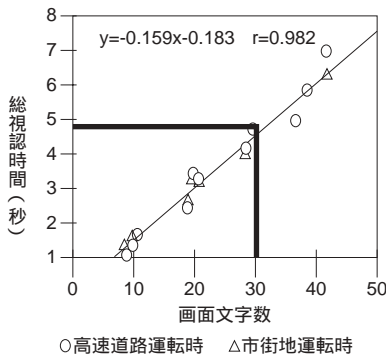


Fig.3 総視認時間と画面文字数の関係¹⁾

た。各課題は地図画面を表示する前に被験者に提示しておき、地図画面表示後、被験者がその課題の回答がわかったと判断した時点でボタンをおさせた。ボタンがおされると画面は自動的に消えるようにセットした。

2) 実験結果

実験2で得られた走行中の文字画面読み取りの総視認時間と本実験での文字画面読み取り時間との間には相関がみられたため、台上の地図読み取り実験の結果で走行中の地図読み取り時間を推定することが可能であることがわかった。

実験から得られた地図読み取り時間は、20文字の文字読み取り時間より有意に短かった。

3-4 各実験結果に対する考察

実験1の結果は、通常のリラックスした状態で運転したときの車両の最大横偏位量400mmは、総視認時間で7~8秒の作業を実施しながら、可能な限りまっすぐ走ろうとしている状態に相当することを表わしている。横偏位量は、車両の走行特性や運転者の個人差、路面状況、気象条件によって大きくか

わるため、絶対値そのものに大きな意味はない。しかし、同一条件下で行った実験間の比較は可能であると考えられる。

この実験結果から、表示内容を判読するための総視認時間は7秒以下であるべきであるということが言える。

また、官能評価実験の結果から総視認時間が5～6秒を越えた場合、評点は3点を下回り不安感があらわれる。一方、計器の視認、空調機器やラジオの操作という従来から車両に備わっている機器の視認・操作に伴うタスクの総視認時間は、5秒以下である。

これらの結果から、車載の画像表示装置に走行中表示される情報量は、判読するための総視認時間が6秒以下を目標とすることが望ましい。また、走行中の操作についても、操作に伴う総視認時間が6秒以下になる項目に限定することが望ましいと考える。

この結論は、Zwahlen et al.^{3,4)}の「平均視認時間が1.4秒のときの視認回数は、4回以下が望ましい(この場合総視認時間は5.6秒)」という結論とよく整合する。

4. ガイドラインの規定内容

以上の実験結果から総視認時間が6秒を超える表示内容や操作項目を走行中に表示、操作しないようにガイドラインで規定した。

なおガイドラインは、実験結果だけでなく、第二章の基本的考え方に則って規定している内容もある。

主要な規定項目は、以下のとおりである。

4-1 表示装置による情報表示に関する規定

走行中に画像表示装置に表示される内容は運転者が短時間で確認できるものであり、かつ以下に示す条件を満足することとした。

1) 地図表示

カーナビの地図表示において、縮尺1/20000より広域を表示する地図上では市街地の細街路を表示しない。

地図が車両の走行速度に応じてスクロールする場合は、運転者が困惑を受けないように表示する。

2) テレビ放送映像、ビデオ再生映像

走行中は映像の表示を禁止する。

3) レストラン、ホテル等の内容紹介

走行中はレストランやホテルの内容紹介等に関する情報を表示しない。

4) 動的情報の表示

地図に交通渋滞などの動的情報を重ねて表示する

場合、画面上に表示される情報量は適正にする。

旅行時間は運転者が短時間で確認できるものとし、運転者に旅行時間を得るために、複雑な計算をさせてはならない。

テキストによる動的情報の表示は、以下の条件を満足するように表示する。

- ・テキスト表示は、スクロール表示しない
- ・表示する文字数(漢字、かな文字)は、30文字以下とする

4-2 画像表示装置の操作に関する規定

画像表示装置の操作スイッチは運転者が容易に操作できるものとし、走行中は以下のような煩雑な操作を禁止した。

- ・カーソルスイッチ操作による目的地の設定、修正
- ・地図のスクロール操作
- ・異なる地図エリアの選択
- ・電話のテンキー入力
- ・住所、メモ等の情報の入力
- ・住所、電話番号、レストラン、ホテル等の検索
- ・動的情報のエリア選択
- ・動的情報のスクロール操作

5. ステアリングエントロピー法開発の背景

以上に解説してきた内容は、自工会として取り組んできた内容であるが、カーナビ等の車載情報機器の安全性を高めるための研究開発を各社独自でも取り組んでいる。

ここでは、当社の米国開発拠点である日産テクニカルセンターノースアメリカの研究所で考案され、当社で専用台上シミュレータの開発も含めて実験評価手法に体系化した車載情報機器が運転者に与える負荷度合いを把握するステアリングエントロピー法の内容について解説する。

車載情報機器の運転者に与える負荷度合いの把握は、正確、かつ、簡便である必要がある。正確さは当然として、簡便さが要求される理由は、これらの機器は頻繁に新規開発が行われる傾向があり、開発のたびに負荷測定を行う必要があるからである。しかし、従来からよく知られている手法である、二重課題法、生体計測法、官能評価法は、正確さと簡便さを十分満たしているとは言い難い。

また、第三章で解説した手法は、視認や視認を伴う操作の負荷度合いを測定するのに適しているが、例えば、音声による情報提供を行うような機器を使用しているときの負荷度合いを測定することはでき

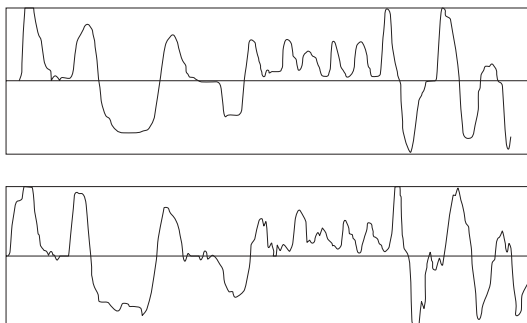


Fig.4 負荷の有無による時系列舵角データ比較²⁾

ない。しかしながら、今後の車載情報機器の機能を考えると、さまざまな情報提供方法や機器操作に適用できる負荷測定手法が必要である。

そこで、これらの要求を満足する方法として、ステアリングエントロピー法を新たに開発した。

6. ステアリングエントロピー法の概念

ステアリングエントロピー法は、ハンドル操舵という運転行為それ自体から直接算出される点で、運転行為とは別次元、あるいは、間接的に算出される二重課題法等とは根本的に異なる。

ステアリングエントロピー法の原理は以下のとおりである。

運転者は通常、先の状況を予測して、無意識のうちに滑らかにハンドル操舵を行っている。例えば、車が直線からカーブに進入することを想定すると、カーブに進入した時点でカーブの曲率に最適な操舵角になるように、運転者はカーブに入る前から、少しずつハンドルをきりはじめめる。また、直線を走っている場合でも、道路のわだちや傾き、横風、左右のホイールバランスのずれなどから、車が少しずつ左右方向にずれていくのに対し、車がまっすぐ走るように少しずつハンドルを動かしている。

ここで、運転者が運転以外の負荷を実行したと想定すると、その間の運転者の意識、視線は運転行為から外れ、滑らかなハンドル操作はできなくなり、車は本来意図した軌道からずれる。負荷実行終了後、運転者の意識、視線が運転行為に復帰した時点で、運転者は車両が意図した軌道から離れていることに気づき、あわてて、通常時よりも素早く、修正操舵を行う。総じて、無負荷時は、ハンドル操作は先の状況を予測した滑らかな操作であるのに対し、負荷を加えると、程度に応じ、滑らかさを失い、非連続性が增大する。

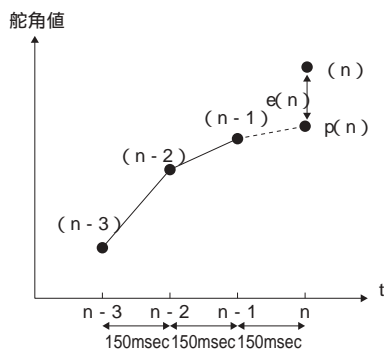


Fig.5 予測誤差とサンプリング周期³⁾

Fig.4に、同じコースを同じ速度で走行した時の、時系列舵角データを示す。上段は負荷無し時であり、下段は負荷（暗算）を課した時のデータである。ここで、上段に比べ、下段のラインは、明らかに滑らかでなく、ギザギザな非連続性が観察される。換言すれば、下段は上段に比べ、秩序の低い状態、すなわち、エントロピーがより高い状態であるといえる。

ステアリングエントロピー法は、この現象に着目し、運転者にとっての負荷度合いを、時系列舵角データから計算される情報エントロピー値として数値化するものである。なお、人によりハンドル操作の滑らかさ度合いが異なるため、各個人の特性に応じて補正する。

7. ステアリングエントロピー値算出理論

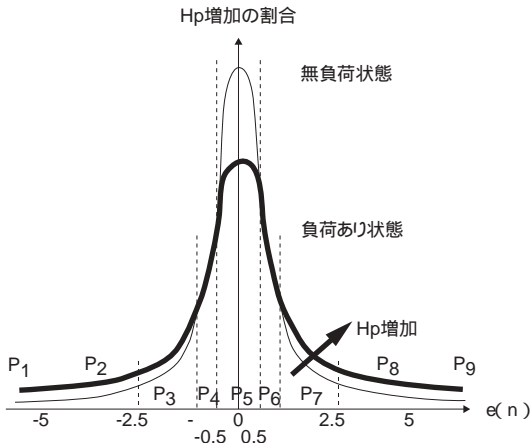
次にステアリングエントロピー値 (H_p) の算出方法を述べる。まず、被験者に無負荷状態で、走行してもらい、その間のステアリング舵角データを収集する。サンプリング間隔は、50msとし、3データ毎に平均値を求めると、人間の最短制御間隔とされる150ms毎の舵角値を得る⁵⁾。

ここで、ある n 時点に着目する。過去3点 ($n-3$, $n-2$, $n-1$) の舵角値を用いて、 $n-1$ 時点を中心とする2次テイラー展開により算出される、 n 時点での舵角予測値 $p(n)$ (極めて滑らかに操舵したら得られるであろう舵角値) と実際の n 時点舵角値 (n) との差をとることにより、 n 時点での予測誤差値 $\alpha(n)$ を求める (Fig.5)。

$$\alpha(n) = (n) - p(n)$$

ただし、

$$p(n) = (n-1) + \frac{1}{2} \left((n-1) - (n-2) \right)^2 - \frac{1}{2} \left((n-2) - (n-3) \right)^2$$

Fig.6 $\epsilon(n)$ の度数分布²⁾

被験者に無負荷状態で数分間走行してもらくと、150ms毎に計算された $\epsilon(n)$ の度数分布 (Fig.6の細線曲線) を得る。この分布における90%タイル値 を算出する。

ここで、運転特性が滑らかであればあるほど、分布は、中心へのシャープさが増した形になり、も小さくなる。この は、各個人の運転特性の基準を示す値であり、以後、その被験者にて行われる各負荷測定の際、算出の基準として用いる。

次いで、この に基づき、度数分布を九つのセルに分け (Fig.6) 各セルに入る割合 P_1, P_2, \dots, P_9 を求め、エントロピー値 H_p を計算する^{6,7)}。

$$H_p = - \sum_{i=1}^9 P_i \log_9 P_i \quad (i = 1 \sim 9)$$

上記により、ある被験者の無負荷状態での が算出される。次いで、負荷をかける以外、全く同じ条件で被験者に走行してもらい、同様に得られる度数分布データと無負荷状態で求めた 、セルに基づき、各負荷の H_p を算出する。

通常、負荷を加えると、被験者のハンドル操作は滑らかさを欠き、度数分布 (Fig.6の太線曲線) はシャープさを欠いた形状となり、 H_p は増大する。

8. 専用シミュレータの開発

ステアリングエントロピー値を各負荷について求める際は、各測定につき、走行コース、速度、障害物回避等の運転行為自体は同じくする必要がある。そうでないと、得られた H_p の変化要因として、負荷以外の要因が混ざり、測定精度の悪化を招く。

実験に用いたシミュレータは、車のハンドル、シート、インストルメンタルパネル、アクセル、ブレ

Fig.7 専用台上シミュレータ概観²⁾

ーキ等の部品から構成される (Fig.7)。

メータ上に、17インチカラーモニターを設置し、運転者前方の道路上に、可変速で走行する先行車を表示する。被験者は、シートに座り、モニターを見ながら、この先行車に等速追従するように、ハンドル、ブレーキ、アクセルを通常の運転と同様に操作する。ここで、先行車追従を被験者に強いる根拠は、各人の運転行為をそらせるためである。コースは、連続したハンドル負荷を与えるために、緩やかな曲線により構成した。一回の走行は約3分である。

9. 実験内容

9-1 実験手順

被験者は、最初、シミュレータに慣れるまで、何度も練習走行を行う。練習走行完了の目安は、 が一定値に下がるまでとした。練習走行を行う理由は、これを実施しないまま、各負荷測定に入ってしまうと、シミュレータ習熟による H_p 減少と、負荷による H_p 増大の二要因が混ざり、精度悪化を招くからである。

被験者がシミュレータに習熟したことを確認した後、データ取得を行う。まず、無負荷状態で走行して、 、無負荷の H_p を算出する。

その後、負荷1について走行、負荷2について走行と、順次、繰り返して測定し、無負荷状態で算出した に基づき、各負荷の H_p を算出する。

9-2 さまざまな負荷値の測定 (実験4)

以下14の負荷につき、 H_p の測定を行った。四人の被験者は、下記の負荷を、約3分間のシミュレータ運転中、実験員の指示に従い、可能な限り早く、連続して行った。

交通情報聞き取り (ラジオ情報から特定地点状況確認)

会話 - オウム返し (実験員の言葉を繰り返す)

会話 - YES / NO 選択 (ある候補が好きか、嫌いか選択)

会話 - 3 候補選択 (三つの候補の中で好きな候補を選択)

暗算 (950 から 7 を順次引いた数を発声)

カーナビ地図確認 (カーナビ上の地図が所定の個所か確認)

カーナビリスト選択 (表示した四地点から一つ好みを選択)

ハードSW操作 (エアコンのモード変更)

タッチパネル操作 (エアコンのモード変更)

カーナビスクロール (経路に沿って地図スクロール)

カーナビ縮尺変更 (指定地点が見えるように縮尺変更)

小銭取り出し (指定金額をコンソールボックスから取出)

携帯電話発信 (なじみの番号を10キー入力)

携帯電話受信 (小物の交じった箱から電話取出)

9 - 3 二重課題法との比較 (実験 5)

前記14の各負荷につき、ステアリングエントロピー値と比較するため、二重課題法による値を測定した。

測定にあたっては、上記シミュレータのダッシュボード上の右端、中央、左端に、三つLEDを設置する。LEDは、10秒から30秒間の任意の間隔で、どれかが一つが点灯する。被験者は、ステアリングエントロピー値取得実験時と同じく、先行者に追従して同じコースを走行しながら、LED点灯に気が付いたら、ハンドル右手親指付近に設置されたSWを右手親指で押す。SW位置は、親指にほとんど触れた状態で設置されている。押されるとLEDは消灯する。このLED点灯から、SWが押されるまでの反応時間を測定し、記録しておく。

上記測定を、ステアリングエントロピー値測定時と同じ14の負荷にて、同じ被験者四人にて行った。各被験者につき、各負荷一走行約3分で、約10個のデータが得られる。それらのデータを平均すると、各負荷の平均反応時間が得られる。この平均反応時間が長いほど、負荷が大きいと判断される。

負荷無、および14の負荷毎の平均反応時間 (四人の平均値) と、 H_p (四人の平均値) との比較グラフを Fig.8 に示す。この二重課題法とステアリングエントロピー H_p との相関係数は、0.827 と高い値を示している。

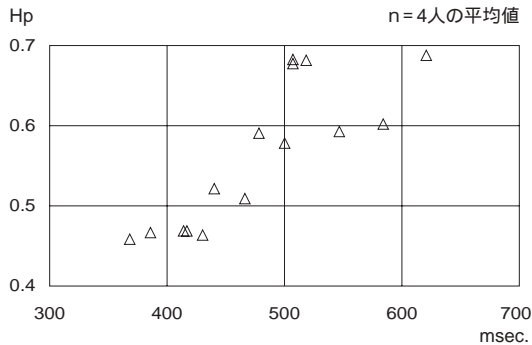


Fig.8 平均反応時間とHpの比較²⁾

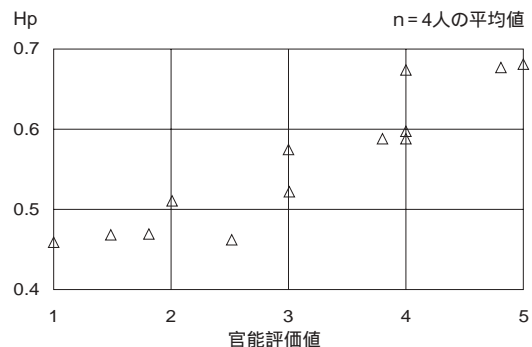


Fig.9 官能評価値とHpの比較²⁾

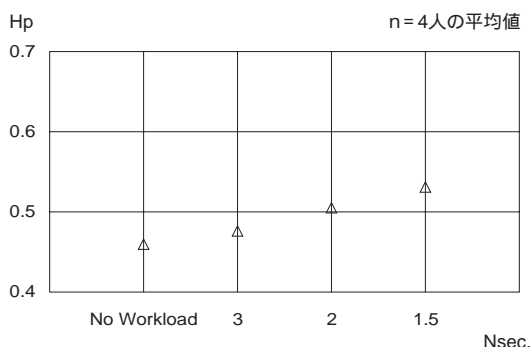


Fig.10 暗算負荷増大とHpの比較²⁾

9 - 4 官能評価法との比較 (実験 6)

上述の H_p データ取得時、各被験者に、各負荷毎の走行後、難易度を尋ねた。「1」が最も易しい、「5」が最も難しい、の五段階評価とした。

負荷無、および14の負荷毎の官能評価値 (四人の平均値) と、 H_p (四人の平均値) との比較グラフを Fig.9 に示す。この官能評価値とステアリングエントロピー H_p との相関係数は、0.947 と非常に高い値を示しており、ステアリングエントロピー値は、人間が感じる感覚に合致しているといえる。

9 - 5 徐々に増大する負荷値の測定 (実験 7)

次いで、徐々に増大する負荷において、 H_p が負

荷増大に比例して徐々に増大するか確かめた。暗算の難易度を徐々に増大する負荷により検証を行った。

パソコンで、 N 秒おきに、1桁数字を二つランダムに発生させ、脇の実験員がこの二つの数字を読み上げる。被験者は二つの数字の足し算を暗算で行い、答えを発声する。 N が小さくなるにつれ、負荷は徐々に大きくなる。

四人の被験者による結果をFig.10に示す。

これも、 N 減少、すなわち負荷増大とともに H_p が徐々に増大してゆく状態が読み取れ、ステアリングエントロピー法の高い測定精度を裏付けていると考えられる。

以上、実験4～実験7の結果が示すように、運転以外の全行為の負荷度合いを比較的正確に、かつ簡便に定量把握できる手法が確立できたと判断している。

10. おわりに

自工会ガイドライン策定で用いた被験者の視認行動を撮影した小型ビデオカメラの映像から総視認時間を求める手法は、主に視認や視認を伴う操作の負荷度合いを測定するのに適していると考えている。

ステアリングエントロピー法は、前述の実験結果が示すようにこれらの負荷に加え、さらに暗算等の精神的行為の負荷度合いを測定することも可能である。また、舵角の時系列データのみしか測定に必要としない点で簡便な手法であると言える。

一方、生体計測法や二重課題法は、被験者に実験をより強く認識させてしまい、結果に恣意が入る可能性があるが、上記二つの手法では、実験を意識させにくいので、より客観性の高い結果を得ることができると考えている。

今後、車載情報機器の車への搭載増加とともに、運転者の負荷が高くなり、それが原因で、事故が増大するとの懸念がある。これを解決するには、今後とも自工会や各社において、各種の負荷が正確に把握される手法等の開発を活発に行い、より人に優しく負担の少ない車載情報機器の開発を促進することである。

すでに自工会としてもDVDの普及等、技術革新に対応して1999年6月、2000年2月にガイドラインの改訂を行ったが、携帯電話データ通信を用いてカーナビとインターネットの融合が始まっており、新たな視点で改訂を行う必要が生じてきている。

最後に、自工会の活動は、エレクトロニクス部会画像表示装置安全性分科会のもとで実施されたものであり、策定作業や実験に多大なるご協力を頂いた委員各位並びに関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 伊藤敏行他「車載情報機器の安全性向上に対する自工会の取り組み」『シンポジウム「携帯電話の利用性と人間工学」論文・資料集』1998年
- 2) 中山沖彦他「運転者負荷定量化手法ステアリングエントロピー法の開発」『自動車技術会99年春季学術講演会前刷集』No.45-99(9933862)、pp.5-8、1999年
- 3) Zwahlen, H.T., Adams Jnr., C.C., et al.: Safety Aspect of CRT Touch Panel Controls in Automobiles, Vision in vehicles II, pp.335-344, 1988
- 4) Zwahlen, H.T., Adams Jnr., C.C., et al.: Safety Aspect of Cellular Telephones in Automobiles, Int. Sympo. on Automot. Techno. & Automation, No.88058, 1988
- 5) T.B. Sheridan and W.R. Ferrell: Man-Machine Systems: Information, Control, and Decision Models of Human Performance, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1981
- 6) A.I. Khinchin: Mathematical Foundations of Information Theory, Dover Publications, Inc, New York, 1957
- 7) E.R. Boer and A. Liu (Eds.): Cambridge Basic Research 1997 Annual Report, CBR TR 97-7, Cambridge Basic Research, Cambridge Massachusetts, 1997