

IV-8

自動車運転者のメンタルワークロード特性に関する研究

| | | |
|---------------|-----|------------------|
| 北海道大学大学院工学研究科 | 学生員 | TOKUNAGA Roberto |
| 北海道大学大学院工学研究科 | 正員 | 萩原 亨 |
| 北海道大学大学院工学研究科 | 正員 | 加賀屋 誠一 |
| 北海道開発局開発土木研究所 | 正員 | 大沼 秀次 |
| 北海道開発局開発土木研究所 | 正員 | 林 華奈子 |

1. はじめに

NASA-Task Load Index¹⁾(以下、NASA-TLX)は、航空パイロットの主観的な精神作業負担(以下、メンタルワークロード)を評価するために米国で開発された手法である。

著者らは、Hart らの提案及び三宅²⁾らが翻訳した NASA-TLX を用いて 96 年³⁾及び 97 年⁴⁾に自動車運転者のメンタルワークロード調査を行った。しかしながら、実験に用いた NASA-TLX には様々な問題点が見られ、改善の必要性がこの時の課題として残された。

NASA-TLX は、航空パイロットを対象に開発された手法であるため、熟練及び知識が必要である。従って、メンタルワークロードを求めるための評価項目の説明内容が一般的な知識を持つドライバーに分かりにくい。また、実験の中で設けられた少ない時間で、この手法の説明及び十分な理解を被験者に求めるのが極めて困難である。実車実験では、この問題が更に悪化する。

よって、著者らは本研究において一般ドライバーにも利用できるような NASA-TLX の改善を目指すこととした。そのため、本研究では問題点の改善による NASA-TLX の成果を試みることを目的として、新たに一般道路において実験を行った。

具体的には、自動車運転中(一次的タスク)に会話(二次的タスク)が加えられることで、ドライバーの主観的なメンタルワークロードにどのような影響を及ぼすかを調査すると共に NASA-TLX 手法の再検討を行うという過程とした。

2. 実験手法

2.1. 実験車両

本実験には、図 1 に示すセダン(85 年式トヨタ・ビスタ)を用いた。実験車両には、計測機器及びビデオカメラが設置され、時刻、速度変化、走行距離等によって被験者の運転挙動を記録した。計測データのサンプリングレートは、1/20 秒とした。

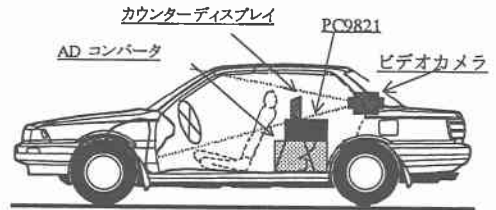


図 1 実験車両

2.2. メンタルワークロードの測定

メンタルワークロードとは、特定のタスクによる負荷が被験者に対していかなる要請や生息負担を課しているかを検討するための指標である。

NASA-TLX は、主観的観点から見た被験者のメンタルワークロード評価を目的として作成された多次元の格付け手法である。NASA-TLX のメンタルワークロードは、精神的要求(Mental Demand)、身体的要求(Physical Demand)、忙しさ(Temporal Demand)、努力(Effort)、達成度(Own Performance)及び不満度(Frustration)の 6 項目から構成されている。本研究では、三宅らが翻訳(直訳)した 6 項目の説明と異なって、表 1 に示されているように簡易化及び具体化した質問項目を採用した。

被験者は、与えられた特定のタスクに対して、尺度の「小さい/大きい」、「低い/高い」または「良い/悪い」

表 1 NASA-TLX の説明

| 三宅らによるNASA-TLXの解釈 | | | 本研究に用いたNASA-TLXの6項目 | | |
|-------------------|-------|--|---------------------|--------|--|
| 項目名 | 端点 | 説明 | 項目名 | 端点 | 説明 |
| 精神的要求 | 低い・高い | どの程度、精神的かつ知覚的活動が要求されましたか？(例、思考、意思決定、計算、記憶、観察、検索など) 作業は、容易でしたか、それとも困難でしたか、単純でしたか、それとも複雑でしたか、過酷でしたか、それとも寛大でしたか。 | 精神的要求 | 小・大 | 与えられた課題を実行中に、(道路を)見る、(指示質問を)聞く、(余白内容を)記憶する、考える等どれくらいの知覚的活動が必要だったと感じましたか。 |
| 身体的要求 | 低い・高い | どの程度、身体的活動が必要でしたか？(例、押す、引く、回す、操作、活動するなど) 作業は容易でしたか、それとも困難でしたか、ゆっくりしていましたか、それともきびきびしていましたか、ゆるやかでしたか、それとも努力を要するものでしたか、落ち着いたものでしたか、それとも骨の折れるものでしたか。 | 身体的要求 | 小・大 | 課題を遂行した際に、(ハンドルのボタンを)押す、(ハンドルを)回す、動き回る、(車両を)制御する等どれくらいの身体的活動が必要だったと感じましたか。 |
| 時間的圧迫感 | 低い・高い | 作業や要素作業の頻度や速さにどの程度、時間的圧迫感を感じましたか？作業ペースはゆっくりしていましたか、それとも急速で大変でしたか。 | 忙しさ | 小・大 | 与えられた課題の頻度または速度から感じた時間的圧力はどの程度だったと思いますか。 |
| 努力 | 低い・高い | あなたの作業達成レベルに到達するのにどのくらい一生懸命作業を行わなければなりませんでしたか？ | 努力 | 少ない・多い | 与えられた課題の維持・達成にあなたはどの程度がんばったと思っていますか。 |
| 作業達成度 | 良い・悪い | 実験者(あるいは、あなた自身)によって設定された作業の達成目標の遂行について、どの程度成功したと思いますか？この目標達成における | 達成度 | 良い・悪い | 与えられた課題の目標達成にあなたはどの程度満足していますか(どの程度成功したと思っていますか)。 |
| 不満 | 低い・高い | 作業中、どのくらい不安、落胆、いらいら、ストレス、不快感、あるいは安心、喜び、満足、リラクセス、自己満足を感じましたか？ | 不満度 | 低い・高い | 作業中に、いらいら、不安、落胆、ストレス、悩み等をあなたはどの程度感じましたか(作業をうまくできなかったという思いの程度)。 |

の両極を持つ項目の線分上に、評定尺度によって○印をつける。このような線分上に印された位置を、0～10の数値に変換し被験者の主観的な評価を数値化する。

Hart らが提案しているように、6 項目全てを先に説明し、その後 1 枚の質問用紙において評価させるという方法ではなく、本研究では、図 2 に示すように各項目の説明及び線分を質問用紙一枚ずつに表示させた状態で被験者に評価してもらった。これによって、被験者は各項目の説明をそのたびに読むことで評価する際に内容を再度確認することができる。

NASA-TLX は、6 項目の評価値から総合値(平均値)を算出し、タスクを遂行したドライバーの主観的なメンタルワークロードを提供するといった特徴を持っている。このメンタルワークロードの総合値は、Hart 及び三宅らが提案している一対比較法又は順位付け法によって求められた重み付け係数を用いて算出される。しかし、上記に述べた重み付け係数の算出法には様々な問題点や指摘がなされており、本研究でも、その改善を検討中である。

よって、本報告では NASA-TLX の 6 項目から算出した単純平均のみを用いたドライバーのメンタルワークロードを紹介する。

2.3. 実験内容

被験者構成は、男性 22 名及び女性 3 名(計 25

課題：楕型マーキングの発見+会話

精神的要求: 以上の課題を実行中に、見る、聞く、記憶する、考える等どれくらいの知覚的活動が必要だったと感じましたか。

※ 以下の線分上に○印をつけて評価してください。



図 2 NASA-TLX 用紙の例

名)、平均年齢は 36.84 才、運転歴は一人(1 年)を除いて 3～36 年、年間走行距離は平均 14000km だった。

被験者に走行してもらった道路は、カーブが多い国道 453 号線(支笏湖線)の 15.5 キロポスト付近のパーキングエリアから 23.75 キロポスト(ラルマナイ川付近)の往復区間とした。この山間部道路において、カーブ前にある楕型マーキング(減速マーク)をできるだけ早く発見しながら運転するという課題で、被験者の主観的なメンタルワークロードを測定した。

表 2 に示すように、楕型マーキングを発見しながら

ら運転する(以下、マーキング発見)及び運転中に同乗者と会話をしながら櫛型マーキングを発見する(以下、発見+会話)という2つのタスクを昼間(乾燥路面・湿潤路面)及び夜間(乾燥路面・湿潤路面)の4条件で行った。各被験者の実験走行は1往復のみとし、実験時間はおよそ1時間30分とした。

発見タスクは、道路を走行中に櫛型マーキングを見つけた時点で、実験車両のハンドルに設置したボタンを押すという環境にした。

運転中の被験者に加えられた会話タスクは、個人データの再確認(名前、年齢、年間走行距離等)及び40個の単語によって意味判断をさせる言語課題が用いられた。言語課題は、実験者が助手席で述べた単語に対して被験者は反対語で答える(例、寒い→暑い、狭い→広い等)という簡単なものとした。

被験者は、スタート地点の15.5キロポスト付近のパーキングエリアから23.75キロポストまでの区間においてマーキング発見を遂行し、22キロポストからスタート地点までの区間で発見+会話を行った。道路上に表示された櫛型マーキングは、行き6ヶ所及び帰り8ヶ所(計14ヶ所)となっていた。

2.4. 実験手順

最初に、実験車両に乗車し安全確認を行い、実験の目的及び内容について説明した。走行中にカーブ前にある櫛型マーキングを発見したら、ハンドルに設置されたボタンをできるだけ早く押すようにと指示をした。また、同乗している実験者が運転中の被験者に簡単な質問を行うので、櫛型マーキングを発見しながら答えるようにと説明した。実験の内容について説明を行った後、被験者はNASA-TLXの6項目について説明を受け質問用紙に記入した。

スタート地点から支笏湖に向かって国道453号線に進入し、実験を開始した。10分弱で23.75キロポスト付近に到着し、実験者の指示に従って車両を道路の脇に停止した。被験者は、再び説明を受けNASA-TLXの質問用紙に記入した。22キロポスト地点で、実験を再開し、最初のスタート地点に向かって実験者の指示に従って走行した。同じく、10分弱でスタート地点に到着し実験を終えた被験者は、質問用紙において再びNASA-TLXの質問用紙及びアンケート用紙に記入した。

表2 タスク及び走行条件

| タスク | 走行条件 | | | |
|---------|------|----|----|----|
| | 昼間 | | 夜間 | |
| | 乾燥 | 湿潤 | 乾燥 | 湿潤 |
| マーキング発見 | 9人 | 4人 | 8人 | 4人 |
| 発見+会話 | 9人 | 4人 | 8人 | 4人 |

表3 各条件におけるNASA-TLXの統計結果

| 昼間走行(乾燥路面)におけるTLXの統計結果 | | |
|------------------------|---------|-------|
| | マーキング発見 | 発見+会話 |
| 平均値 | 4.15 | 4.70 |
| 標準偏差 | 1.72 | 1.82 |
| 平均値+標準偏差 | 5.87 | 6.52 |
| 平均値-標準偏差 | 2.43 | 2.88 |
| 被験者数 | 9 | 9 |

| 夜間走行(乾燥路面)におけるTLXの統計結果 | | |
|------------------------|---------|-------|
| | マーキング発見 | 発見+会話 |
| 平均値 | 4.41 | 5.91 |
| 標準偏差 | 0.81 | 1.43 |
| 平均値+標準偏差 | 5.22 | 7.34 |
| 平均値-標準偏差 | 3.60 | 4.48 |
| 被験者数 | 8 | 8 |

| 昼間走行(湿潤路面)におけるTLXの統計結果 | | |
|------------------------|---------|-------|
| | マーキング発見 | 発見+会話 |
| 平均値 | 4.13 | 5.15 |
| 標準偏差 | 1.75 | 0.90 |
| 平均値+標準偏差 | 5.88 | 6.05 |
| 平均値-標準偏差 | 2.38 | 4.25 |
| 被験者数 | 4 | 4 |

| 夜間走行(湿潤路面)におけるTLXの統計結果 | | |
|------------------------|---------|-------|
| | マーキング発見 | 発見+会話 |
| 平均値 | 5.10 | 7.38 |
| 標準偏差 | 2.30 | 1.00 |
| 平均値+標準偏差 | 7.40 | 8.38 |
| 平均値-標準偏差 | 2.80 | 6.38 |
| 被験者数 | 4 | 4 |

3. 実験結果

3.1. メンタルワークロードの結果

表3は、昼間走行(乾燥路面・湿潤路面)及び夜間走行(乾燥路面・湿潤路面)の4つの条件におけるマーキング発見及び発見+会話に対する被験者のメンタルワークロードの平均値及び標準偏差を示している。走行条件に関係なく、発見+会話の方がマーキング発見に比べて各々の条件において高く評価されている。

湿潤路面の夜間走行を除いて、その他の3つの条件におけるマーキング発見の平均値がお互いに近似している。一方、4つの走行条件の中で、湿潤

路面の夜間走行時における発見+会話の平均値(7.38)が最も大きい値を示した。

図3の箱型図は、4つの走行条件におけるマーキング発見及び発見+会話に対するNASA-TLXの結果をパーセンタイルで示したものである。湿潤路面の夜間走行を行った被験者のメンタルワークロードが他の条件の評価を上回っていることがわかる。

乾燥路面及び湿潤路面における昼間・夜間走行(被験者間因子4水準)及びマーキング発見、発見+会話の2つのタスクに対する主観的メンタルワークロードの評価(被験者内因子2水準)の違いを2元配置(対応のない因子と対応のある因子)において分散分析($\alpha=0.05$)した。マーキング発見及び発見+会話の2変量におけるドライバーのメンタルワークロードには有意な差(0.00)が認められたが、4つの走行条件の間で2つのタスクに対するメンタルワークロードに有意(0.112)な差は見られなかった。

3.2. NASA-TLXの改善について

本研究では、Hartらが開発したNASA-TLXを一般ドライバーにもわかりやすくするため、NASA-TLXの6項目を簡易化及び具体化した。専門用語の使用は控え、自動車運転に直接関係している内容にした。また、質問用紙を各項目ごとに個別化し、与えられたタスクを評価する際に、各項目の説明内容をその度に表示させた。

この度の実験では、以前と異なって被験者の中からNASA-TLXの6項目に対する二度三度の質問が生じなかったことが優位な結果となった。また、NASA-TLXの簡易化・具体化を実行したことによって、ドライバーへの説明に要した時間がこれまでの研究と異なって短縮できた。

4. まとめ

著者らは、実車実験において自動車運転中の二次的タスクによるドライバーへの影響を主観的評価によるメンタルワークロードから調査した。

ドライバーの主観的メンタルワークロードは、4つの走行条件において、マーキング発見時(一次的タスク)に比べて発見+会話時(二次的タスク)に高くなった。よって、与えられたタスクの困難度の変化に対して、ドライバーの主観的メンタルワークロードは感

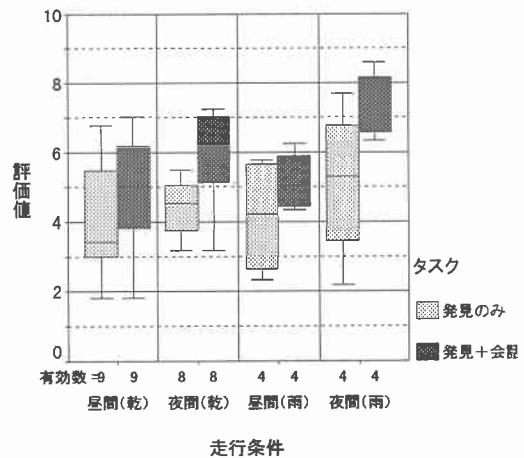


図3 各走行条件におけるメンタルワークロード

度よく対応しているといえる。

本研究には、ドライバーを対象に簡易化・具体化されたNASA-TLXを用いて主観的評価によるメンタルワークロードを調査した。ただし、これらの結果は限られた条件によって得られたものであることから、今後の研究において上記に述べたメンタルワークロード算出法の検討を行うと共に、NASA-TLX全体の有効性を更に検証して行く必要がある。

参考文献

- 1) Hart, S. G. and Staveland L. E. (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results and Theoretical Research, Human Mental Workload, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland, Amsterdam)
- 2) 三宅、神代(1993)メンタルワークロードの主観的評価法、人間工学、Vol. 29, No. 6('93)
- 3) Tokunaga R. A., 小澤正志、萩原亨、高木秀貴、下條晃裕 (1997): 自動車運転中の携帯電話使用・操作に関連する問題の研究、自動車技術会 1997 年秋季大会論文集、講演番号 201
- 4) Tokunaga R. A., 野並克弘、萩原亨、高木秀貴、下條晃裕 (1998): 自動車運転中の携帯電話使用がドライバーの主観的負担に及ぼす影響について、自動車技術会 1998 年秋季大会論文集、講演番号 15