

車載メーターディスプレイ内警告サインの検出に 対するメンタルモデルの影響

Influence of mental model to detect of alert signs on dashboard display

○木村 司, Shin Yurie, 大江 龍太郎, 古屋 雅則, 植栗 寛達, 篠原 一光

(大阪大学大学院人間科学研究科) (日産自動車株式会社) (大阪大学大学院人間科学研究科)

背景と目的

近年、車両の状態や周囲の交通状況など車載メーターディスプレイに表示可能な情報量が増加している¹⁾。これらの情報量の増加はドライバーへ有益な情報を与える一方、車載メーターディスプレイに表示される情報への判断に混乱をきたす可能性もあり、ユーザビリティへの影響が指摘されている^{2,3)}。

このようなユーザビリティを検討する際、車載メーターディスプレイに表示される情報量だけでなく、情報表示に対するドライバーのメンタルモデル^{4,5)}を考慮する必要がある。例えば、車載メーターディスプレイのデザインは各自動車で異なっており、ドライバーはこれまでの運転経験の違いから、車載メーターディスプレイへ表示される情報の位置や種類に関して異なるメンタルモデルを獲得している可能性がある。

著者らは、車載メーターディスプレイの情報量といった物理的要因に加え、ドライバー個人のメンタルモデルといったドライバーの特性要因から、車載メーターディスプレイ表示の視認性を検討してきた⁶⁾。本研究では、著者らが行った研究⁶⁾のデータを再分析し、ドライバーの特性要因が車載メーターディスプレイ表示の視認性に与える影響を探索的に検討した。

方法

実験参加者 実験参加者は日常的に自動車を運転している 23 名 (女性 9 名, 男性 14 名; 年齢: 19-29 歳) であった。

刺激と装置 車載メーターディスプレイ表示画像を刺激とした (1280 pix × 720 pix)。また、この画像内に表示される警告サインとして、EV システム、タイヤ空気圧、パワーステアリング、エアバック、シートベルト、ブレーキを用いた。これらの刺激はパーソナルコンピュータと PsychoPy v2024.2.4 で制御し、21.5 インチ LCD モニタ上に呈示した。実験参加者の回答に

はキーボードとマウスを用いた。

手続き まず、モニタ上に各警告サインを表示し、警告サインの意味を知っていたか実験参加者に回答させた (警告サイン理解度取得)。次に、各警告サインを 1500 ms 表示し、その後、車載メーターディスプレイ画像を表示し、各警告サインの表示予想位置を回答させた (メンタルモデル取得)。

続いて、警告サイン検出課題を行った。この課題では、まず車載メーターディスプレイから読み取るべき情報 (時刻、速度、航続距離、外気温、バッテリー残量、最高速度) と警告サインを 1 種類モニタ上に 1500 ms 表示した。次に車載メーターディスプレイ画像を表示し、実験参加者は先程指示された警告サインが画像に含まれているか否かを回答した。警告サインが含まれていないと回答した場合、実験参加者は先程指示された読み取るべき情報を回答した。警告サインが含まれていたと回答した場合、実験参加者は先程の画像に含まれていた警告サインの種類を回答した。その後、車載メーターディスプレイ画像が表示され、実験参加者は先程の画像では警告サインがどこに表示されていたかを回答した。ここまでを 1 試行とした。

実験条件として、車載メーターディスプレイの情報量 (低混雑・高混雑) と警告サイン表示の出現位置 (正常位置・異常位置・表示なし) を操作した。車載メーターディスプレイの情報量について、低混雑条件では車載メーターディスプレイへ常に表示されている情報のみを表示し、高混雑条件では特定のモードで表示される情報を追加した。警告サインの出現位置について、正常位置条件は実車で警告サインが出現する位置、異常位置条件は異なる位置であった。警告サインが含まれている試行は、6 種類の警告サインについて正常位置条件 1 試行、異常位置条件 4 試行とした。警告サインの含まれてい

ない表示なし条件は6種類の読み取るべき情報について5試行とした。これらを低混雑条件、高混雑条件で行い、計120試行とした。実験後、ADASについて日常的に運転する自動車に搭載されているかとその利用頻度、車内表示の理解度を質問紙により計測した。

分析 警告サイン検出課題では、警告サインが画像に含まれているかの判断、警告サインの種類の判断、警告サインの位置の判断に対する正誤と反応時間を算出した。これらに対し、一般化線形混合モデルによる分析を行った。分析にはRおよびそのパッケージであるlme4, lmerTes, emmeansを用いた。各判断の正誤は各試行の正誤（正答：1，誤答：0）に対し二項分布とロジット関数を適用し、固定効果として車載メーターディスプレイ上の情報量（低混雑条件、高混雑条件）、出現位置（正常位置条件、異常位置条件、表示なし条件）、警告サイン理解度（既知、未知）、メンタルモデル（一致、不一致）、およびこれらの交互作用を、ランダム変数として実験参加者の個人差を投入した。各反応時間では各試行の反応時間に対し、ガンマ分布とログリンク関数を適用した。固定効果、ランダム変数は各判断の正誤と同様であった。なお、警告サインの種類の判断、警告サインの位置の判断については出現位置を（正常位置条件、異常位置条件）とした。

結果

各結果に対し、ランダム変数である実験参加者の個人差のみを変数としたNullモデルと各モデルのAIC, BICを比較した。その結果、いずれの結果においても固定効果として警告サイン理解度とメンタルモデルを含むモデルでAIC, BICが最も低くなることはなかった。探索的な検討として、各結果ですべての固定効果を投入したフルモデルの結果を検討した。

警告サインの種類の判断では、正誤において警告サイン理解度とメンタルモデルの交互作用がみられた（Estimate = 0.048, SE = 0.001, $z = 24.67$, $p < .001$ ）。Tukey法による多重比較の結果、メンタルモデルに不一致かつ警告サインが既知で正答数が最も多く、続いてメンタルモデルに不一致かつ未知、一致かつ既知、未知の順であった（ $ps < .001$ ）。反応時間では影響がみられなかった。また、警告サインが画像に含まれているかの判断および警告サインの位置の判

断では、正誤および反応時間のいずれも警告サイン理解度とメンタルモデルの固定効果による影響はみられなかった。

考察

本研究は、ドライバの特性要因が車載メーターディスプレイ表示の視認性に与える影響を検討した。一般化線形混合モデルによる検討の結果、警告サインの種類の判断では警告サイン理解度およびメンタルモデルの影響がみられた。特に、警告サインが既知（警告サインへ理解を有する）の場合は未知の場合に比べ判断が正確となり、警告サインへの理解は、警告サインを正しく記憶、想起するために重要な要因となる可能性が示唆された。この結果は、車載メーターディスプレイ表示の視認性といったユーザビリティを検討する際に、ドライバの特性的要因を考慮する必要があることを示唆している。

しかし、この結果はNullモデルよりも当てはまりが悪いモデルでの探索的検討の結果である点に留意する必要がある。さらに、メンタルモデルと一致する試行は不一致の試行に比べ試行数が大きく異なっていた（一致：不一致 = 約1：20）。そのため、不一致試行では試行数が多かった結果、誤答数が多くなった可能性もある。今後は、確証的な検討を行うためのメンタルモデルの選定や条件設定を検討することで、ドライバの特性要因に基づいた自動車の運転に関するユーザビリティ設計が可能になることが期待される。

引用文献

- (1) Klauer, S. G., et al. (2006). United States, Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- (2) Yoon, S. H., et al. (2015). International Journal of Human-Computer Interaction, 31, 890-900.
- (3) Lee, S. C., et al. (2019). Applied ergonomics, 81, 102888.
- (4) Johnson-Laird, P. N. (1983). (海保博之監修, 「メンタルモデル：言語・推論・意識の認知科学」, 1988)
- (5) Norman, D. A. (1988). (野島久雄訳, 「誰のためのデザイン?—認知科学者のためのデザイン原論」, 1990)
- (6) 木村 司・他 (2025). 車載メーターディスプレイ内警告サインの検出性に対する行動的評価法の検討 自動車技術会 2025年秋季大会