

2019年7月17日

博士学位審査 論文審査報告書 (課程外)

大学名 早稲田大学
研究科名 大学院人間科学研究科
申請者氏名 近藤崇之
学位の種類 博士 (人間科学)
論文題目 (和文) 先行車追従・接近場面における運転者の知覚-行為システムに基づく個人適応型リスク式の開発
論文題目 (英文) Development of Individually Tailored Risk Feeling Formula Based on Drivers' Perception-Action System in Car-following Situations

公開審査会

実施年月日・時間 2019年6月21日・13:00-15:00
実施場所 早稲田大学 所沢キャンパス 100号館 第一会議室

論文審査委員

	所属・職位	氏名	学位 (分野)	学位取得大学	専門分野
主査	早稲田大学・教授	古山 宣洋	Ph. D. (Psychology)	シカゴ大学	生態心理学
副査	早稲田大学・名誉教授	石田 敏郎	博士 (人間科学)	大阪大学	交通心理学
副査	早稲田大学・教授	三嶋 博之	博士 (人間科学)	早稲田大学	生態心理学
副査	早稲田大学・教授	加藤 麻樹	博士 (人間科学)	早稲田大学	人間工学

論文審査委員会は、近藤崇之氏による博士学位論文「先行車追従・接近場面における運転者の知覚-行為システムに基づく個人適応型リスク式の開発」について公開審査会を開催し、以下の結論を得たので報告する。

公開審査会では、まず申請者から博士学位論文について60分間の発表があった。

1 公開審査会における質疑応答の概要

公開審査会では審査者より以下の質疑があり、申請者はその全てについて適切に応答した。

- 1.1 人間は自車速度をオプティカルフローから知覚できるのか？ 回答：直接自車速度は知覚できないものの、例えば THW (車間距離/自車速度) の逆数がグローバルオプティックフローにおける視角の拡大率と相関することが知られている。
- 1.2 THW は自動車業界の用語だが、視覚研究では Time-to-Passage を使う。また、狭義では「接触までの残り時間」を意味する TTC が τ と等価だとしているが、それには「等速運動下」が条件となる。申請者はどのように考えるか？ 回答：用語の

整理をしつつ、自動車研究の文脈で一般的な TTC および THW を用いる。

- 1.3 リスク式の説明で、THW 項と TTC 項の積では $1/TTC$ が 0 になった場合にリスク=ゼロとなるので、和のほうが適切という説明があったが、「 $1/TTC$ が 0 になる状況」とはどのような状況なのか？ 回答： $1/TTC$ が 0 または 0 に限りなく近くなるのは、相対速度が 0 の場合である。
- 1.4 図 2-5 に関して、ドライバーは昼間と夜間で見える対象も異なり、ここで例示されている TTC と THW だけで状況判断をしているわけではないのではないか？ 回答：他にも情報はあるので、それについては整理することとする。
- 1.5 結果について過去の車間距離に関する研究とは比較したのか？ 回答：比較を行って論文に反映させる。
- 1.6 リスク式の各項について和をとるのか、積をとるのかについては、両者の比較をすべきではないか？ 一方、行動経済学との類推では経済指標について掛け算することはあり得ないので、その点は良いという考え方もある。その場合、THW 項と TTC 項が独立していると言及すべきではないか？ 回答：両者の独立性について追記する。
- 1.7 実用面での有効性を明確にすべきではないか？ 回答：アダプティブ・クルーズ・コントロールなどにすぐに応用可能である。
- 1.8 ウェーバー比の適用範囲について明示する必要があるのではないか？ 回答：修正論文で明示することとする。
- 1.9 人間科学に対してどんな貢献があるのか？ 回答：自動車工学、心理学等からなる学際的な研究であり、個人差の問題を考慮しつつ、リスク感を定量的にモデル化できた。
- 1.10 実験参加者に対して倫理的な配慮がどのようになされたのか？ 回答：加筆修正する。

2 公開審査会で出された修正要求の概要

- 2.1 博士学位論文に対して、質疑応答を踏まえ、以下の修正要求が出された。
 - 2.1.1 自車速度 V を人間が知覚できるのかどうかに関して説明すること。
 - 2.1.2 用語の整理を行うこと。
 - 2.1.3 「 $1/TTC$ が 0 になる状況」について説明すること。
 - 2.1.4 スライド 9 にある図に関して整理し、説明すること。
 - 2.1.5 車間距離についての研究との比較した結果を書くこと。
 - 2.1.6 各項の和と積の両方を比較・説明をすること。または、THW 項と TTC 項が変数として独立していることを説明すること。
 - 2.1.7 実用面での有効性を明確に論述すること。
 - 2.1.8 ウェーバー比の適用範囲について明示すること。
 - 2.1.9 人間科学に対する貢献について明記すること。
 - 2.1.10 各実験の倫理的な配慮について明記すること。
 - 2.1.11 論文として妥当な水準に推敲すること。

2.2 修正要求の各項目について、本論文最終版では上記質疑応答に基づき適切な修正が施され、修正要求を満たしていると判断された。

3 本論文の評価

3.1 本論文の研究目的の明確性・妥当性：

本研究の目的は、先行車追従・接近場面における「運転者の知覚特性を明らかにした上で、運転者の感覚に合致したリスク式，すなわち“個人適応型リスク式”を構築する」ことであると明確に述べられており、学術的・社会的に妥当なものであると判断した。

3.2 本論文の方法論（研究計画・分析方法等）の明確性・妥当性：

本研究の目的を達成するために、本論文では、ドライビングシミュレーターで統制された実験データ、高速道路での走行データや大規模自然運転行動データから先行車追従場面を抽出したデータを用いて、提案モデルを検証しており、その説明は明確かつ妥当性があると判断した。

なお、本論文で報告されている実験には IRB が普及していない時代に論文として公刊されたものも含まれるが、そのような場合であっても適切な倫理的な配慮がなされていると判断した。自然運転行動研究のデータについては、研究実施当時の所属機関であるバージニア工科大学研究倫理委員会の承認を受けている（IRB 承認番号:15-937）。これらのことから、本研究では、倫理的な配慮が十分になされていると判断した。

3.3 本論文の成果の明確性・妥当性：本論文では以下の成果が得られたことが明確に述べられており、妥当なものであると判断した。

3.3.1 先行車追従・接近場面で運転者が用いている知覚情報が $1/THW$ と $1/TTC$ の線形和として表現できることを明らかにした（第3章）。

3.3.2 上記リスク式の有効性検証した結果、1) 提案されたリスク式によって運転行動が説明できる一方、2) 運転行動には個人差があるため個人差を考慮したリスク式が必要であることがわかった（第4章）。

3.3.3 そこで、運転行動における個人特性を反映させるため、各ドライバーのブレーキ操作時の $1/TTC$ と $1/THW$ で標準化することで個人適応型リスク式を構築し、その妥当性を DS 実験で検証したところ、アクセルオフとブレーキオンをより高い精度で分離できることが明らかとなった（第5章）。

3.3.4 一方、人数的にも特性的にもより多様な自然な状況で取得される運転行動データ（NDD）を用いることで個人適応型リスク式の提案と妥当性の検証を行った。その結果、個人適応型リスク式により、アクセルオフとブレーキオンがより正確に分離できることが確認された。

3.4 本論文の独創性・新規性：本論文は、 π 値を指標としたアフォーダンスに関する研究と位置づけた上で、以下の2つの点で新規性・独創性が認められる。

3.4.1 従来のアフォーダンス研究では、身体の寸法を個人特性、環境側の寸法を環

- 境特性として π 値を捉えていたが、本研究では、行動特性ないしは操作特性を個人特性として捉え、定量的に評価している点で新規性が認められる。
- 3.4.2 従来の π 値研究は、例えば間隙通過可否判断において π =間隙幅/肩幅とするなど、単項からなる関係式として定式化されていたが、本研究では1/TTC項と1/THW項それぞれについて π 値化し、その線形和で運転行動特性を表現し、モデル化した点で独創的である。
- 3.5 本論文の学術的意義・社会的意義：本論文は以下の点において学術的・社会的意義がある。
- 3.5.1 研究目的は従来研究ではいまだ十分に達成されておらず、学術的な意義が認められる。
- 3.5.2 自動車の自動運転・運転支援システムの開発が盛んになっている現在の社会状況から、社会的な意義も大きい。
- 3.6 本論文の人間科学に対する貢献：本論文は、以下のように人間科学に対する貢献があると明確に議論しており、これを妥当なものであると判断した。
- 3.6.1 人間の知覚行為における個人差の問題を考慮しつつ、一般的かつすぐに実用可能なかたちで定式化することで、実践的な人間科学に貢献できた。
- 3.7 本論文について類似度を確認したうえで精査したところ、不適切な引用はないと判断した。
- 4 学位論文申請要件を満たす業績（予備審査で認められた業績）および本論文の内容（一部を含む）が掲載された主な学術論文・業績は、以下のとおりである。
- Kondoh, T., Yamamura, T., Kitazaki, S., Kuge, N., & Boer, E. R. (2008). Identification Of Visual Cues And Quantification Of Drivers' Perception Of Proximity Risk To The Lead Vehicle In Car-Following Situations. *Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics*, 1, 170-180.
- Kondoh, T., Furuyama, N., Hirose, T., & Sawada, T. (2014). Direct Evidence Of The Inverse Of TTC Hypothesis For Driver's Perception In Car-Closing Situations. *International Journal of Automotive Engineering*, 5, 121-128. 10.20485/jsaeijae.5.4_121
- 近藤崇之・廣瀬敏也・古山宣洋 (2014). 先行車への接近場面における個人適応型リスク式の提案. *人間工学*, 50, 350-358.
- 5 学識確認：関連科目については、「大学院人間科学研究科博士学位論文（課程外）審査に関する内規」第17条第2項第一号および第三号を満たすことを確認した。また、外国語については、同内規第18条第4項第一号および第三号を満たすことを確認した。

<参考>

「大学院人間科学研究科博士学位論文（課程外）審査に関する内規」

（学識確認（関連科目）の方法）

第17条 学識確認（関連科目）は関連する専攻分野の科目について試問の方法により行う。

- 2 次の各号のいずれかに該当する場合は、学識確認（関連科目）を免除する。
 - 一 提出された研究業績書等にもとづき、関連分野に関し相当の学識あると判断された者。
 - 二 1975年度以前に本大学大学院旧博士課程に入学した者。（1984年2月10日研究科長会の申し合わせ）
 - 三 博士後期課程に3年以上在学し、所要の研究指導を終えて退学した者。

（学識確認（外国語科目）の方法）

- 第18条 学識確認（外国語科目）は、英語1ヶ国語とする。
- 2 60分の筆記試験を実施する。受験に際しては、辞書の持ち込み不可とする。
 - 3 合否の判定は、60%以上の得点をもって『合格』とする。
 - 4 次の各号のいずれかに該当する場合は、学識確認（外国語科目）を免除する。
 - 一 提出された研究業績書にもとづき、外国語の学識があると判断された者。
 - 二 1975年度以前に本大学大学院旧博士課程に入学した者。（1984年2月10日研究科長会の申し合わせ）
 - 三 博士後期課程に在籍したことがある者。

6 結論

以上に鑑みて、申請者は、博士（人間科学）の学位を授与するに十分値するものと認める。

以上