

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 9 月 5 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K12012

研究課題名（和文）マルチタスク遂行の基盤機構と社会性情報処理との関係：自動車開発への認知工学的応用

研究課題名（英文）The Underlying Mechanisms of Multitasking Performance and Their Relationship with Social Information Processing: Cognitive Engineering Applications for Automobile Development

研究代表者

西崎 友規子 (Nishizaki, Yukiko)

京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・准教授

研究者番号：60705945

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：マルチタスク遂行が余儀なくされる自動車運転において、適切な運転支援法の構築に貢献する知見創出を目指し、マルチタスク遂行と認知資源の配分や社会性情報処理、その意図的な制御の可能性を明らかにした。実験の結果、若年者のマルチタスク成績はOSPAで測定する認知資源容量と関連しない、高齢者は運転中の二次課題の負荷によってパフォーマンス低下する傾向にあるが、一部の高齢者は運転が改善されることが示された。さらに、自動運転車の指示に対する受容に個人差があり、社会性情報処理が影響することが示された。また、2つの課題への注意配分は主観的には困難であるが、実際のパフォーマンスは指示通り変動できる可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、実験心理学の手法を用いて、自動車の運転者支援システム開発に寄与する基礎的な知見を提供した点で意義深い。特に、運転の自動化が進む中で、車内での運転者の行動が多様化し、マルチタスクが増加することが予想される。本研究で明らかになった高齢者のマルチタスク遂行の特徴、自動運転車からの指示に対する個人差、および複数の課題への注意配分の制御可能性に関する知見は、個々の運転者の特性に応じた運転支援方法の設計に有用な指針を提供する。これにより、より安全で効果的な運転支援システムの開発が期待される。

研究成果の概要（英文）：Driving represents a quintessential multitasking activity. Given significant individual differences in multitasking capabilities, this study aimed to produce insights to develop personalized driving support systems. The research explored the relationships between multitasking performance, cognitive resource allocation, social information processing, and the feasibility of their deliberate control. Multiple experiments showed that young individuals' multitasking performance is not related to their cognitive resource capacity as measured by OSPAN. In contrast, elderly individuals tend to decline in performance with a secondary task during driving, though some showed improvement. The study also highlighted differences in accepting instructions from autonomous vehicles, influenced by social information processing. Additionally, while controlling attention allocation to two tasks is challenging, actual performance can vary according to the directed attention allocation.

研究分野：認知科学

キーワード：マルチタスク 自動車運転 認知資源 個人差

1. 研究開始当初の背景

自動運転車の研究開発は急速に進展しているが、全ての運転業務を自動車に任せる日はまだ遠く、運転者は自動車運転中にマルチタスクを行う必要がある。さらに、現代ではスマートフォンなどの情報端末を持つことが一般的になっており、運転中に着信音に気を取られたり、メールの内容を考えたりすることで、運転以外のタスクに注意をそらされるのを完全に防ぐことは難しい。すなわち、運転中は常に広義のマルチタスク状態にあり、限られた認知資源(例:注意の容量モデル, Kahneman, 1973)を効率的に配分することが求められる。安全な運転行動を実現するためには、マルチタスクの特性を明らかにし、個々の能力に応じた運転支援や操作制限を設けることが重要である。

複数の課題を同時にこなすと、通常はどちらかの課題のパフォーマンスが低下する。しかし、いずれのパフォーマンスも低下しない、あるいは低下が非常に緩やかであるなど、マルチタスクの影響の出現度合いには個人差があることが多くの研究で示されている(例: Jason, Watson, & Strayer, 2010; Medeiros-Ward, Jason, & Watson, 2015)。しかし、マルチタスクを支えるメカニズムの理論的解明はまだ十分ではない。高齢者に関する研究でも、高齢者は若年者に比べてマルチタスクが苦手で、利用可能な認知資源が少ない可能性が指摘されている(Boisgontier et al., 2013)が、高齢者のマルチタスク遂行能力を特定する要因は明らかになっていない。

一方で、わずかな認知負荷によって社会性情報処理が低下することが近年明らかになっている(Schneider, Lam, Bayliss, & Dux, 2012; Land, Greene, & Nowak, 2012)。安全な運転行動を実現するためには、認知資源の配分と社会性情報処理との関係を解明することも見逃せない課題である。運転は他の車両や歩行者とのインタラクションを必要とする社会的な行動であり、運転における社会性情報処理の役割を検討することは重要と考える。

2. 研究の目的

本研究は、マルチタスク遂行とその背後にある認知資源容量および配分の仕方の個人差を明らかにすることを目的とする。特に、若年者と高齢者におけるマルチタスク遂行の差異を明らかにするために、ドライビングシミュレータを使用した二重課題実験を実施し、運転中の計算課題が運転行動に与える影響を調べる。さらに、運転中の注意配分の個人差や、自動運転車からの指示に対する社会性情報処理(他者受容性)の個人差についても検討し、これらの知見が安全な運転支援システムの設計にどのように活用できるかを探求する。最終的には、個々の運転者のマルチタスク遂行、および社会性情報処理の特性に合わせた運転支援インタフェース構築に向けた指標の提案を目標とする。

3. 研究の方法

(1) マルチタスク遂行と認知資源容量の関連の検討(若年者による検討)

マルチタスク遂行能力は、流動性知能と注意制御機能の能力が説明変数となるが、オペレーションスパンテスト(OPAN)などのワーキングメモリ課題との直接的な関係は明らかでない(Redick ら, 2016)。そこで、運転中のマルチタスクのパフォーマンスは、OSPAから測定される認知資源容量の個人差とどのような関係にあるのか明らかにするために、ドライビングシミュレータ(Forum8社製: UC-win/Road)を用いた二重課題実験(実験1)を行った。

実験参加者は大学生・大学院生50名であった。シミュレータ上に作成された緩やかなカーブが続く一本道を時速40kmで、ガードレールに接触しないように走行する課題を一次課題とした。同時に、音声によって提示される2桁の計算問題を口頭で解答するよう求められた(二次課題)。二重課題時の運転パフォーマンス(ガードレールへの接触回数)と認知資源容量の個人差の関連を分析した。また、二重課題実験終了後に、日常的注意経験尺度(篠原ら, 2007)を参考に作成した「日常マルチタスク経験」質問(8項目)、「メタマルチタスク能力」質問(10項目)、刺激希求尺度(柴田, 2008)下位尺度のうちTAS(Thrill and Adventure)5項目とDNS(Daily Novelty Seeking)5項目を課した。

(2) 高齢者のマルチタスク遂行に関する検討

高齢者の運転に関わるマルチタスク遂行の特徴を捉えることを目的とする。マルチタスク遂行では、限られた認知資源を共有して複数の課題を並列的に処理するため、通常、どちらか一方、あるいは両方のパフォーマンスの低下が生じると考えられる。高齢者の運転に関わるマルチタスク遂行について、行動データを基に検討された研究はない。

実験2では、運転中の高齢者のマルチタスク遂行によるパフォーマンス変化について、若年者との比較検討を行った。実験参加者は若年者群30名(20-24歳, 平均21.93歳)、高齢者群27名(70-80歳, 平均70.23歳)であった。実験方法は実験1と同様であり、一次課題をドライビングシミュレータ上の運転行動とし、二次課題を音声提示の計算課題とした。計算課題は、若年者と高齢者では予備調査を経て難度に変化をつけた。実験3では、マルチタスク遂行の個人差に着目した。非高齢者を対象にした研究ではマルチタスク遂行の個人差(Samsad, et al., 2022)は明白で

あり、同時に2種類の課題をどちらも難くこなす人がいる(Jason, Watson, & Strayer, 2010)ことや、マルチタスク環境の方がそうでない時よりも良いパフォーマンスを発揮する人がいる(Nishizaki & Osaka, 2006)報告もなされている。そこで、実験2と同様の実験で計算課題を課された時(二重課題)の方が課されない時よりも、良い運転のパフォーマンス(一次課題)が見られた実験参加者と二重課題の時の方が悪いパフォーマンスであった実験参加者について、運転時の挙動について比較を行った。2つのグループの差異は、運転に対する覚醒が影響するのではないかと考え、マインドワンダリングの生起について検討した。



図1 運転実験の様子

(3) マルチタスク遂行中の自動運転車両からの要請に対する受容の個人差に関する検討

運転は他の交通参加者(他車両、歩行者、自転車など)とのインタラクションを必要とする社会的な行動であり、マルチタスク遂行を含む運転において、社会性情報処理の役割を検討することは重要と考える。当初、実験1-3と同様に、ドライビングシミュレータ内で他車両や歩行者等とのインタラクションを必要とする課題遂行の実験を計画しており、その実現に向けて予備実験を重ねた。しかしながら、シミュレータ内の挙動は現実世界との乖離が生じることが否めず、多くの実験参加者に違和感が残ることから、他者配慮や利他行動などの社会性情報処理を必要とした条件での実験を断念することとした。

そこで、実験4では、他者との関係において他者をスムーズに受け入れるか否かという社会性情報処理(他者受容性、共感性)に着目し、その個人差の運転行動への影響を検討した。自動運転車の運転走行を監視しながら他の課題(計算課題)を行うというマルチタスク遂行時に、予期せぬタイミングで、車側から指示を出された際に、それを受け入れる態度がどのように異なるかを検討した。

(4) マルチタスク遂行における注意配分の意識的な制御可能性の検討

特定の条件下でのみ、運転者が操作せずとも自動運転車が走行を継続することが可能な自動運転技術の開発が進んでいる。しかし、限定されたレベルでは、運転者は自動運転車の挙動を監視する義務があり、完全に他の作業に没頭することはできない状態となる。このように、自動化された作業を監視しながら他の作業を行うことも許容されるマルチタスクの状況が、今後増加することが予想される。このマルチタスク状況下では、監視課題に持続的な注意を向けながら、同時に他の課題に残りの認知資源を配分することが必要となる。監視に対する注意の持続には時間的な限界が存在し(Macworth, 1987)、持続的な注意の低下を軽減するためには、長時間にわたる継続的な注意を回避することが効果的(Howland, 1985)である。このことから、持続的な監視を含むマルチタスクの効率的な遂行には、注意の向け方を主体的に制御できることが望ましく、また、自動運転車等のシステムが運転者の注意配分を指示することができれば、人とシステム(車)が協調するより良い運転走行状態を実現できるのではないかと考える。

そこで、実験5では、マルチタスク遂行の際、2つの課題に割り当てる注意量を指示通りに配分することができるのか、課題成績、および主観的な注意配分の割合を明らかにすることを目的とした。大学生42名を実験参加者とし、持続的な注意を要する監視課題(一次課題; Sustained Attention to Response Task; SART, Robertson et al., 1997)と計算課題(二次課題)の二重課題とした。監視課題に対する注意の配分を90%と指示する条件と50%と指示する条件を設け、それによる一次課題と二次課題のパフォーマンスの比較を行った。

4. 研究成果

(1) マルチタスク遂行と認知資源容量の関連の検討(若年者による検討)

統制条件に比べて二重課題条件では、一次課題と二次課題のパフォーマンスがどの程度変化したか、一次課題(ガードレールとの接触回数)と二次課題(計算課題の正答数)の二重課題条件での成績を統制条件のそれで割り、変化割合を算出した。さらに、認知資源容量の個人差(OSPAN 高群・低群)毎に、一次課題の変化割合と二次課題の変化割合を足し、二重課題パフォーマンスとした。変化割合は1試行目ではOSPAN 高群は189%(SD 0.83)、低群は213%(SD 1.03)、2試行目では高群は208%(SD 0.73)、低群は177%(SD 0.79)であり、両試行とも、高群と低群の間に有意な差は認められなかった。また、OSPAN 得点、二重課題パフォーマンス(変化割合)、3つの質問紙間の相関分析を行ったところ、二重課題パフォーマンスと刺激希求尺度の間に1試行目、2試行目ともに正の相関が認められた。

これらの結果から、OSPANで測定される認知資源容量の個人差は、運転行動を基とする二重課題パフォーマンスと有意な関連が認められないことが明らかとなった。すなわち、先行研究と同様に、認知資源容量の個人差はマルチタスク遂行の直接的な説明因子とはならないことが示された。さらに、マルチタスク遂行力と刺激希求性の間に有意な相関が認められた。

(2) 高齢者のマルチタスク遂行に関する検討

若年者とは異なり、高齢者群は運転中に計算課題が課されると、ガードレールへの接触回数が増え、さらに、計算課題の正答数も低下し、マルチタスク遂行に支障をきたすことが確認された。ガードレールへの接触回数の結果を図2に示す。

また、高齢者群は日常の中で“ながら作業”の頻度は若年者群に比べると多くはないが、マルチタスク遂行のメタ認知については若年者群のそれよりも高く、過信傾向にあることが明らかとなった(実験2)。一方で、運転中に同時に計算が課されることによって、ガードレールへの接触回数が減る人が約33%いることがわかった。実験3ではこのような人たちに焦点を当てた検討を行った結果、彼らは、運転にのみ集中しなければならぬ時にマインドワンダリングの生起が多く、日頃のマインドワンダリング生起頻度も高いことが認められた。

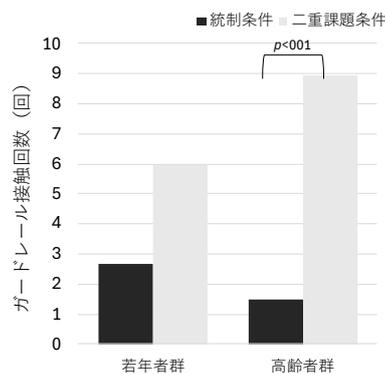


図2 ガードレールへの衝突回数(実験3)

(3) マルチタスク遂行中の自動運転車両からの要請に対する受容の個人差に関する検討

社会性情報処理(他者受容性)の個人差が、自動運転車両からの要請に対する反応に影響を及ぼすかどうか検討した。その結果、他者を受け入れようとする姿勢が強い人はそうでない人よりも、自動運転システムからの音声言語指示を最後まで聞くことが明らかとなった。そのため、指示後にステアリング操作が粗くなるなど、安全性の観点から考えると、社会性情報処理(他者受容性)の高い人に対しては、警告や指示は早めに提示することが望ましいと考えられる。いずれにしても、マルチタスク遂行中に機械音声からの指示の受け入れ方に対しても個人差が生じるという知見が得られた。

(4) マルチタスク遂行における注意配分の意識的な制御可能性の検討

各課題パフォーマンスは、指示した注意の配分量の大小に従った変化が確認され、50%条件では90%条件よりも監視課題の成績は低くなり、計算課題の成績は高くなった(図3)。一方、主観評価に関しては、90%、50%どちらの条件でも、監視課題に63-64%、計算課題に36%程度の注意配分を行ったと参加者は回答し(表1)、指示通りに注意配分できたと感じていないことがわかった。意識的には注意を指示通り配分してはいるが、行動指標から見ると、90%と50%条件では有意な差が生じるほどパフォーマンスに差異が生じた結果より、マルチタスク遂行する際の2つの課題に向ける注意量は、意識に上がらない程度で粗く制御できる可能性がある。ただし、この主観評価は「どのくらい注意を向けた」のか、「どのくらい課題を正確にできたと思う」かのいずれかを評価しているのが曖昧であるため、今後更なる検討が必要である。

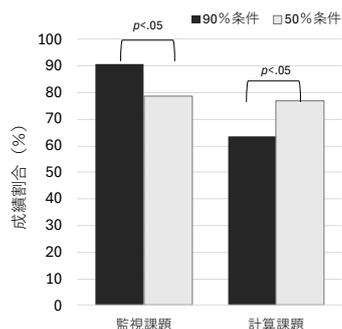


図3 マルチタスク遂行時の各課題の成績(実験5)

表1 マルチタスク遂行時の主観的な注意配分の割合(実験5)

| | 監視課題[%] | | 計算課題[%] | |
|----------|---------|------|---------|-------|
| | M | SD | M | SD |
| 監視90%指示時 | 62.73 | 8.18 | 36.12 | 9.78 |
| 監視50%指示時 | 63.88 | 5.84 | 36.39 | 10.72 |

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 西崎 友規子 | 4. 巻 55 |
| 2. 論文標題 高齢ドライバにおける運転中のマルチタスク遂行とその個人差 | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 自動車技術会論文集 | 6. 最初と最後の頁 367 ~ 373 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11351/jsaeronbun.55.367 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 西崎 友規子 | 4. 巻 54 |
| 2. 論文標題 自動運転システムからの運転交代要請に関わる運転者の個人差に関する検討 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 交通科学 | 6. 最初と最後の頁 1 ~ 8 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34398/kokaken.54.1_1 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yusaku Sannami, Yukiko Nishizaki |
| 2. 発表標題 Effect of intentional attention control on multitasking in visual monitoring task |
| 3. 学会等名 The 14th Society for Applied Research in Memory and Cognition(SARMAC)（国際学会） |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 西崎友規子, 久保克弘 |
| 2. 発表標題 他者受容性の個人差が準自動運転時のテイクオーバーに及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 日本認知心理学会第17回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 草野泰輝, 西崎友規子 |
| 2. 発表標題 ドライバの内発的動機付けの誘発が自動運転から手動運転への運転交代に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2019 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 西崎友規子, 永井聖剛 |
| 2. 発表標題 自動車運転中のマルチタスク遂行とワーキングメモリ容量の個人差 |
| 3. 学会等名 日本認知心理学会第16回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 西崎友規子 |
| 2. 発表標題 ドライバの認知特性を考慮した運転支援システム |
| 3. 学会等名 電気関係学会関西連合大会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 久保克弘, 西崎友規子 |
| 2. 発表標題 他者受容性が自動運転から手動運転への切替操作に与える影響の検討 |
| 3. 学会等名 2018年自動車技術会秋季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yukiko Nishizaki |
| 2. 発表標題 Dual-Task Performance Investigation in Elderly Drivers |
| 3. 学会等名 International Conference of Cognitive Science (ICCS) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 三浪裕作, 西崎友規子 |
| 2. 発表標題 監視課題の意図的な注意制御が マルチタスク遂行の認知と行動に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 日本心理学会第87回大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 西崎友規子 |
| 2. 発表標題 高齢ドライバにおける運転中のマルチタスク遂行とその個人差 |
| 3. 学会等名 2023年自動車技術会秋季講演会 |
| 4. 発表年 2023年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 研究協力者 | 永井 聖剛 (Nagai Masayoshi) (00415720) | 立命館大学・総合心理学部・教授 (34315) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|