

令和 5 年 9 月 21 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H01746

研究課題名(和文) 言語・非言語コミュニケーション評価に基づく高齢者の多様性理解と支援

研究課題名(英文) Verbal and Nonverbal Communication Assessment of the Older Adult

研究代表者

上出 寛子(Hiroko, Kamide)

名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授

研究者番号：90585960

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,100,000円

研究成果の概要(和文)：他者と協力して行う認知身体マルチタスクが、高齢者の認知身体機能に与える影響を検討した。しりとりを用いた認知タスクと、移動ロボットまたは歩行を用いた身体タスクを用いて、女性の高齢者が5日間、持続的にマルチタスクを行った。その結果、実験の前後で、視覚的な注意や他者の顔の認識に関する認知機能や、歩幅や握力といった身体機能が有意に向上することが明らかとなった。これは、移動ロボットを用いた場合でも、歩行を用いた場合と効果の違いはなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者が他者と協力して実施する認知身体マルチタスクを継続的に実施することで、認知身体機能が向上することが明らかとなった。特に、他者の顔の認識といった社会的な認知機能にも効果がある傾向が明らかになったことは、社会的なマルチタスクが高齢者の社会性を維持・向上する可能性を示したという学術的な意味がある。さらに、移動ロボットを用いた場合であっても、歩行を用いた場合と効果が異なることはないということは、歩行による移動が困難な場合に代わりに移動ロボットを用いても同様の効果が得られることが期待できるため、移動ロボットの利用可能性といった社会的意義についても明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：We examined the effects of a cognitive-physical multitask performed in cooperation with others on the cognitive-physical functions of older adults. Using a cognitive task using shiritori (a game of shiritori) and a physical task using a mobile robot or walking, women older adults performed the multitasking continuously for 5 days. The results showed that cognitive functions related to visual attention and recognition of others' faces, as well as physical functions such as stride length and grip strength, were significantly improved before and after the experiment. This effect did not differ when a mobile robot was used or when walking was used.

研究分野：社会心理学

キーワード：認知身体マルチタスク しりとり 移動ロボット

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高齢者は、身体タスクと認知タスクを同時に行なった場合（以下、マルチタスクと呼ぶ）、若年者よりもパフォーマンスが低下することが知られている[1]。身体的な運動と、認知的なタスクを組み合わせたトレーニングの研究は増加してきており、これにより身体能力や認知能力に対する効果が確認されている[2, 3]。身体的なタスクに関しては、立位のバランスや歩行タスクが注目されている。これは下半身の筋力低下による影響が大きいと考えられるが、姿勢を安定的に維持するには、体幹のコントロールを意識することも重要である。そこで本研究では、座位の状態では上半身の体幹を能動的にコントロールする動きを、身体的なタスクとして取り入れることとした。具体的には、移動ロボットを用いた移動を実施し、座位の状態では体幹を用いた重心移動を意識的に行う。

また、これまでに実施されてきた高齢者を対象としたマルチタスクの内容は、個人で実施するタスクが主流であった。ただし、高齢者の **well-being** には社会性が重要とされていることから[4]、他者と協力しながら実施するようなマルチタスクの検討も必要である。本研究では、この他者と協力しながら実施するマルチタスクを、社会的マルチタスクと定義する。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、他者と協力して行う社会的なマルチタスクについて、高齢者と若者を比較することで高齢者の特徴を明らかにし（研究1）、その上で、社会的マルチタスクを高齢者が持続的に実施することの身体・認知機能への影響を実証的に検討する（研究2）。研究1では、1人で実施する個人的なマルチタスクと、ペアになった相手と協力して実施する社会的なマルチタスクを実施し、これらのタスクの達成度について、高齢者と若年者での成績を比較する。研究1で得られた結果に基づき、高齢者にとって特に挑戦的な社会的マルチタスクを特定する。その上で、従来の個人的マルチタスクの研究のように、社会的マルチタスクを持続的に実施することで、身体・認知機能が向上する効果が得られるかどうかを研究2において検討する。特に、これまでの先行研究で用いられてきた基本となる歩行の身体的タスクと、移動ロボットを用いた移動との比較を行う。このロボットはユニバーサルデザインであることから、足に怪我や障害があっても移動するために用いることができる。もし、歩行を用いた社会的マルチタスクによって得られる身体・認知機能への効果が、ロボットを用いた社会的マルチタスクと同等である場合、歩行が困難な高齢者であっても、ロボットを用いたタスクを行うことで身体・認知機能のトレーニングができる可能性を示すことができる。

### 3. 研究の方法

#### 3.1 実験参加者と実験手続き(研究1)

研究1には、同性同士の26ペア52名(平均年齢46.87, SD=22.00)が参加した。高齢者グループは13ペア26名(男性ペア7組)であり、平均年齢68.50(SD=2.39)(男性68.64, SD=2.44、女性68.33, SD=2.43)であった。若年者グループは13ペア26名(男性ペア7組)であり、平均年齢25.23(SD=2.89)(男性25.36, SD=2.90、女性25.08, SD=2.30)であった。3歳以上年の離れていない初対面同士がペアとなった。精神的、また、身体的疾患がなく、高血圧などの医師から処方されている薬の常用ない人が実験に参加した。また、ロボットに乗る実験であることを承諾済みであり、ロボットを用いる基準である、145センチ以上、100キロ以下の人が対象となった。これらの条件は研究2も同様である。

参加者はペアで実験場所に集合し、同意書にサインをした後、年齢の操作チェックとして身体・認知機能のテストを実施した。次に、専門家によるロボットの乗り方の指導をペア単位で10分程度実施し、十分にロボットを用いた移動に慣れるよう練習を行なった。その後、個人的タスク(参加者が1人で実施)と社会的タスク(ペアになった相手と一緒に実施)を行なった。タスクの順序はペアによってランダム化した。すなわち、1人の参加者につき、個人で実施するマルチタスクを1回、ペアの相手と実施するマルチタスクを1回、合計2回実施した。

#### 3.2 移動ロボット

実験では、移動ロボット(図1)を2台用いた。このロボットは、ASIMOに代表されるヒューマノイドロボット研究から生まれたバランス制御技術を活かしたパーソナルモビリティであり、全方位駆動車輪機構により、進みたい方向に体幹を倒し重心を移動することで、その方向へ進むことができる。

#### 3.3 身体・認知機能のテスト(操作チェック)

若年者よりも高齢者の方が、身体・認知機能が低いことを確認するため、下記のテストを行なった。身体テストとして、Two-stepテストを実施した[5]。これは動的状態でのバランスの指標であり、床のラインにつま先を合わせて足を閉じて立った後、バランスを崩さないようにできる限り大股で2歩歩き、最後に足を揃えて立つ動作を行う。2回行い最大値を記録する。記録(m)を身長(m)で割ることで算出した2ステップ値を分析に使用する。

認知テストとしては、先行研究[3]に基づき、パソコンの画面上で実施する TOVA(Task of Variables Attention)と、DWM (Delayed Working Memory)を実施した。TOVA は、視覚的な注意に関する認知能力の指標である。課題が開始されると、画面内の黒色の正方形が画面下部に配置された状態で現れ、その後 10~15 秒の範囲でランダムな間隔で、画面上部に移動する。参加者は移動を確認したらすぐに指定されたキーを押して反応するように教示された。正方形の移動からキーの押下までの反応時間を計測した。ボタン押下後、正方形は画面下部に戻り、1セット 10 間で 2 セット実施した。DWM は短期記憶に関する認知能力の指標である。課題が開始されると、800ms の間、覚えるべき顔画像 A が表示され、その後、No Distracter 条件では 6800ms の空白、Distracter 条件では 800ms の Distracter 提示と前後 3000ms の空白が表示された。さらにその後、1000ms 間、顔画像 B が表示される。参加者は、それらの提示終了後に、顔画像 A と B が同じかどうかを回答するように教示された。正答数を記録した。回答の制限時間は無く、比較刺激が最初の提示刺激と異なる確率は 50%であり、Distracter は必ず比較・提示刺激と異なるものであった。



図1 移動ロボット

### 3.4 個人的・社会的マルチタスク

研究 1 は、和光市総合体育館で実施した。ロボットに乗りながら、実験場所に提示されている 20 枚の番号札を下記のルールに従って取り、同時に、しりとりを行なうタスクを実施した。これは、参加者が 1 人で実施する場合も、ペアの相手と一緒に実施する場合も、最短距離・最短時間でタスクを終了することを目標とした。番号札は、赤と青の色で示した、0~9 の札、合計 20 枚である。それぞれの札は、高さ 69cm のスタンドの上に B5 サイズで提示されており、実験場所にランダムな配置で設置された(図 2)。参加者は番号札の位置を確認し、ルールに従いながら、できるだけ最短距離で素早く移動して番号札を取得するよう教示を受けた。

番号札を取得するルールは、①赤または青のいずれかの 0 から連番順に取得し数字は飛ばさないこと、②色は混ぜながら進めてよいが(例えば、赤の番号札を取った次は、赤の札でも青の札でも良い)、必ず、各色で連番になるように進めること、とした。すなわち、赤 0→赤 1→青 0→赤 2→青 1 (次は赤 3 または青 2) は可であるが、青 0→青 2 (連番でない) や、赤 0→赤 1→青 2 (青も 0 から順番で取得) は不可である。番号札はスタンドにクリップで挟まっており、参加者は正しい番号札をクリップから外した後、スタンドの下に番号札を落とすことで、番号札の取得の完了とした。個人的タスクの場合は、このルールに基づき、20 枚全ての番号札を 1 人で移動しながら取得し、社会的タスクの場合は、交互に 1 枚ずつ(各人 10 枚)取得することとした。社会的タスクの場合は 2 人が協力してできるだけ早くタスクを完了するために、次に取るべき番号札がどこにあるかをお互いに教え合っても良いこととした。

参加者は番号札を 1 枚取得するごとに、しりとりのルールに従った単語の発言を一回行うこととした。しりとりでは、すでに使った単語は使用不可とし、できるだけ一般名詞を使うように教示した。個人的タスクも社会的タスクも、最初の文字は実験者から口頭で伝えられた。個人的タスクの場合は、1 人でしりとりの発言を合計 20 回続け、社会的タスクの場合は、ペアの相手と交互に各人 10 回ずつ行なった。また、社会的タスクの場合は 2 人が協力し合う方法として、もし相手が次のしりとりの言葉を思いつかない場合、自分の言った単語を別の単語に言い直しても良いこととした。しりとりの発言は、必ず、取るべき番号札へ移動しながら、実施することとし、移動し始める前や、番号札に到着した後など、走行がストップしている時にしりとりの回答をすることは不可とした。個人的タスクの場合は、次の番号札を探し、移動しながらしりとりを 1 回実施し、これを 20 回続けた。社会的タスクの場合は、スタートを指名された参加者の移動としりとりが完了した後、ペアの相手が移動としりとりを実施し、その間、1 人目の参加者はその場でロボットから足を下ろして待機することとした。

### 3.5 個人的・社会的マルチタスクの達成度の評価

各タスクがどの程度効率よく達成できたのかの指標として、参加者が移動した距離を測定し、さらに、各タスクで個人が 1 ターン当たりに移動した距離を効率性の指標とした。距離は、実際に移動した距離と併せて、番号札の位置関係から最も移動距離が短くなる経路を取った場合の最適理論値を計算し、理論値からの誤差距離も検討の対象とした。

被験者の位置計測は、床上 10 cm に LIDAR (Shanghai Slamtec Co. RPLIDAR A3M1) を設置し、被験者が搭乗するロボットを撮像することにより実施した。15Hz のフレームレートで点データを取り込み、ROI 内でノイズ処理とオクルージョン処理を行い、ロボットの重心位置を求めることにより被験者位置とした。理論的測定誤差は最大 5 cm 程度である。

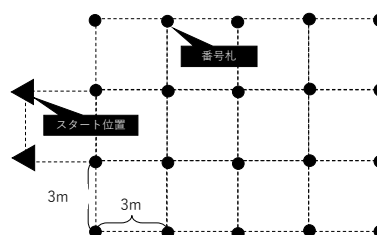


図2 番号札の設置位置

### 3.6 操作チェックの結果

実験に参加した高齢者は、若年者よりも、身体・認知的機能が低いかどうかを確認した。Two Step テストでは、性別の主効果 ( $F(1, 48)=20.23, p<.001$ ) と、年齢グループの

主効果 ( $F(1, 48)=9.82, p<.01$ ) が有意であり、若年者の方が高齢者よりも Two Step での距離が長いことが確認できた。また、男性の方が女性よりも距離が長いという結果であった。TOVA についても、年齢グループの主効果が有意であり ( $F(1, 48)=7.34, p<.01$ )、高齢者の方が若年者よりも反応時間が遅かった。また、DWM も年齢グループの主効果が有意であり ( $F(1, 48)=10.79, p<.01$ )、高齢者の方が若年者よりも正解数が少なかった。研究 1 に参加した高齢者と若年者の間に有意な身体的・認知的な機能の違いがあることが確認された。

### 3.7 年齢とタスクが移動距離に与える影響

年齢の違いと、タスクの種類が、マルチタスクの達成度に与える影響を調べるため、年齢のグループと性別を独立変数とし、個人的・社会的タスクでの実移動距離を従属変数とした、反復測定による二元配置分散分析を行なった。その結果、タスクの種類の主効果が有意であり ( $Wilk' s \lambda = .270 (F(1, 48)=129.53, p<.001)$ )、タスクと年齢の交互作用が有意傾向であった ( $Wilk' s \lambda = .941 (F(1, 48)=3.01, p<.10)$ ) (図 3)。

個人的タスクにおいても、社会的タスクにおいても、高齢者の方が若年者よりも実際の移動距離が長かった。両タスクにおいて、若年者の方がより効率的に短い移動でタスクを完了していた一方で、高齢者はタスクの達成により長い移動距離が必要となっていた。すなわち、従来、加齢の影響が確認されてきた個人的タスクだけでなく、他者と協力した実施する社会的タスクにおいても、高齢化に伴い達成が困難になるということが明らかとなった。また、高齢者と若年者の両方で、個人的タスクより社会的タスクの方が移動距離が長いことも明らかとなった。本研究で提案した内容のタスクの場合、個人で実施するよりも、他者と協力することで、より困難さが生じることが示唆された。

次に、理論値から誤差 (理論値から実移動距離を引いた値) について、同様の分析を行なった。その結果、タスクの主効果 ( $Wilk' s \lambda = .189 (F(1, 48)=206.35, p<.001)$ ) と、タスクと年齢の交互作用 ( $Wilk' s \lambda = .918 (F(1, 48)=4.26, p<.05)$ ) が有意であった。すなわち、社会的タスクの場合において、高齢者での誤差距離が若者での誤差距離より長くなることが示された (図 4)。

### 3.8 持続的な社会的マルチタスク実施の効果 (研究 2)

研究 1 において、本研究で新たに提案した社会的マルチタスクは、年齢による身体的・認知的機能の低下を反映する可能性について確認することができた。また、高齢者は、個人的タスクよりも、社会的タスクにおいて、困難さを示していることも示された。したがって、研究 2 においては、他者と一緒に行う社会的マルチタスクのみに注目し、高齢者が社会的マルチタスクの繰り返し実施することにより、身体・認知機能に対するトレーニングの効果が示される可能性について検討を行う。特に、従来の先行研究で基本の身体タスクとされてきた歩行による移動と、ロボットを用いた移動との比較を行うことにより、ロボットを用いた社会的マルチタスクの効果を明らかにする。

### 3.9 実験参加者と実験手続き

研究 2 では、性別による効果を統制するため、全て女性の高齢者 (平均年齢 72.19,  $SD=2.84$ ,  $range=66-76$ ) を対象とした。ロボット条件には 20 名 (平均年齢 71.40,  $SD=2.93$ )、歩行条件には 16 名 (平均年齢 73.19,  $SD=2.46$ ) が参加した。実験期間は 2023 年 2 月 27 日から 3 月 15 日の約 3 週間で、土日を除き、約 2 日おきに実験に参加し、合計でどの参加者も 5 日間の参加であった。実験の 1 日目は、社会的マルチタスクについて練習を行ない、特にロボット条件の場合は、ロボットに乗る練習も行なった。1 日目から 5 日目まで、日毎に毎回新しい他者とペアとなり、1 日につき 3 回の社会的マルチタスクを行なった。すなわち、一人の参加者につき、5 人の他者と、合計で 15 回の社会的マルチタスクを実施した。

社会的マルチタスクの内容は研究 1 と同様である。ただし、歩行条件の場合は、移動を歩行で実施する。研究 2 は、産業技術総合研究所臨海副都心センターの会議室にて実施した。

### 3.10 身体・認知機能のテスト (効果検証)

社会的マルチタスクが身体・認知機能に与える効果を検証するため、研究 1 と同様に、Two-step (身体機能) と、TOVA、DWM (認知テスト) を、実験の開始前と終了直後に実施した。その結果、Two-step に関しては、両条件間と実

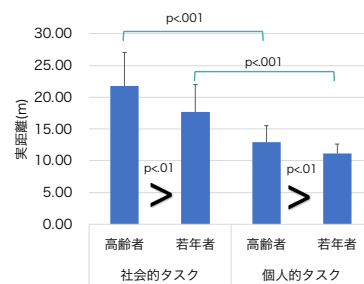


図 3 タスクの種類と年齢の違いによる実移動距離

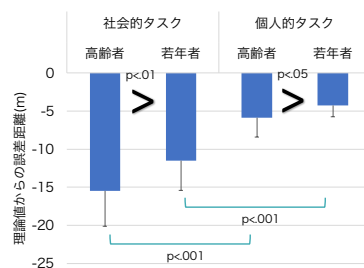


図 4 タスクと年齢による理論値からの誤差距離

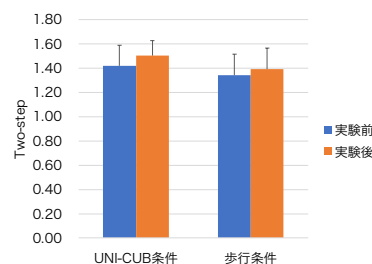


図 5 実験前後での Two-step の距離 (m)

験前後の交互作用に有意な差はなく、実験前後で有意な差があることが示された(Wilk' s  $\lambda$  = .737 (F(1, 34) = 12.13,  $p$  < .001)。すなわち、歩行条件もロボット条件も、共に、実験前よりも実験後の方が、Two-step の距離が有意に長くなることが明らかとなった(図5)。また、認知機能である TOVA においても両条件間と実験前後の交互作用に有意な差はなく、実験前後で有意な差があり(Wilk' s  $\lambda$  = .883 (F(1, 34) = 4.49,  $p$  < .05)、実験後の方が両条件ともに反応時間が早くなっていた。DMW に関しては、両条件間と実験前後の交互作用に有意傾向が示された(Wilk' s  $\lambda$  = .904 (F(1, 34) = 3.59,  $p$  < .10)。多重比較の結果、歩行条件は実験前後で有意な差がないものの、ロボット条件では、実験前に比べて実験後の方が DWM の正当数が有意に増加していた(図6)。

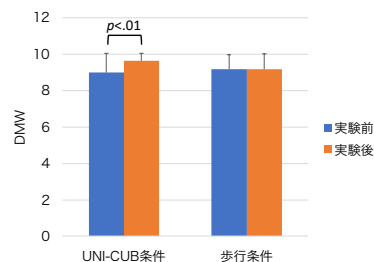


図6 実験前後でのDMWの正当数

#### 4. 研究成果

本研究では、他者と協力して、移動しながらしりとりを行う社会的マルチタスクを提案し、高齢者の特徴や、持続的に実施することの効果検証を行なった。研究1においては、社会的マルチタスクが高齢に伴う身体的・認知的機能の低下を反映する評価手法として機能することを確認できた。特に、高齢者は個人でマルチタスクを実施するよりも、他者と協力しながら実施することが難しいことを明らかにした。

これらの結果に基づき、研究2においては、5日間合計15回の社会的マルチタスクを実施することの身体・認知機能への効果について実証した。特に、従来から基本とされてきた歩行による移動と、ロボットによる移動を比較することで、ロボットを用いた社会的マルチタスクの効果を明らかにすることを目指した。その結果、両条件ともに、身体機能と認知機能が、実験の前後で改善される効果があることを示した。さらに、他者の顔を覚えるという社会的な側面を反映する短期記憶では、ロボットを用いた社会的タスクの方が、効果が高い可能性を示唆する結果が得られた。

今後、タスクの難易度を個人に合わせて調節することの効果や、効果の持続性について検討を重ねていく。

#### 謝辞

本研究では、(株)本田技術研究所のご協力によりロボットを使用させていただきました。

#### 参考文献

- [1] C. Wickens, "Multiple resources and performance prediction," *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, vol. 3, pp. 159-177, 01/01 2002, doi: 10.1080/14639220210123806.
- [2] B. Wollesen and C. Voelcker-Rehage, "Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults: A systematic review," *European Review of Aging and Physical Activity*, vol. 11, 04/01 2013, doi: 10.1007/s11556-013-0122-z.
- [3] J. A. Anguera et al., "Video game training enhances cognitive control in older adults," (in eng), *Nature*, vol. 501, no. 7465, pp. 97-101, Sep 5 2013, doi: 10.1038/nature12486.
- [4] I. Kawachi, "Social cohesion, social capital, and health," *Social Epidemiology*, pp. 174-190, 2000 2000. [Online]. Available: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030686466/>.
- [5] 村永信吾 and 平野清孝, "2ステップテストを用いた簡便な歩行能力推定法の開発," *昭和医学会雑誌*, vol. 63, no. 3, pp. 301-308, 2003, doi: 10.14930/jsma1939.63.301.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Bauer, J. J., Park, S.W., Kamide, H., Pesola, N. V., Kamble, S. V., Graham, L. E., DeBrosse, J., & Waddar, M. S.	4. 巻 21
2. 論文標題 Growth motivation and well-being in the U.S., Japan, Guatemala, and India.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Happiness Studies	6. 最初と最後の頁 899-919
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10902-019-00099-6	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 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 上出寛子・新井健生
2. 発表標題 モノと人の間ではたらく循環と調和
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2019）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上出寛子・新井健生
2. 発表標題 移動支援ロボットを用いた高齢者の社会的マル チタスク
3. 学会等名 第40回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2022）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上出寛子・新井健生
2. 発表標題 Human-Object Interactionとモノの種類
3. 学会等名 第40回日本ロボット学会学術講演会（RSJ2022）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 上出寛子, 新井健生, 福田敏男	4. 発行年 2019年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 205
3. 書名 今日、僕の家ロボットが来た。 未来に安心をもたらすロボット幸学との出会い	

〔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 分担 者	新井 健生  (Arai Tatsuo)  (90301275)	電気通信大学・脳・医工学研究センター・客員教授   (12612)	

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
---------	---------