

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：33921

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23730711

研究課題名(和文) 加齢にともなう衝動性の抑制と共感性の変化に関する実験的研究

研究課題名(英文) Experimental study on changes in empathy and inhibition with aging

## 研究代表者

川合 南海子(久保南海子)(Kubo-Kawai, Namiko)

愛知淑徳大学・心理学部・准教授

研究者番号：20379019

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：加齢にともない抑制機能は一様に低下するわけではない。本研究では、フランカー課題とサイモン課題の遂行における前頭前野の血流量の変化を近赤外線分光法(NIRS)で計測した。その結果、従来と同様にフランカー課題では加齢による違いはなかったが、サイモン課題では高齢者の反応時間は若齢者より有意に延長した。フランカー課題では高齢者でより脳活動が顕著であった。不一致条件が一致条件よりも有意に脳血流量が増加したのは、サイモン課題の前頭前野右背外側のみであったが、両年齢群間での違いはなかった。すなわち、若齢者と高齢者で脳血流に差がないときには、刺激 反応の抑制に加齢の効果がみられることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Studies on cognitive aging have demonstrated that aging is accompanied by a decreased ability to inhibit irrelevant information. The elderly, however, don't always show deficit in an inhibition task. Previous studies suggest that the elderly compensate their decreased inhibitory ability by an exaggerated activation in prefrontal brain area, which is responsible for inhibition. We compared the younger adults and the elderly in the Franker and Simon tasks by recording brain activity with a near-infra red spectrosotopy (NIRS). The elderly showed greater Simon effect, although the Franker effect was equivalent to the young. However, greater brain activities were observed in the elderly in the Franker task. The NIRS scores show that brain activity in right dorsolateral area was greater in incongruent condition than in congruent condition in the Simon task, suggesting that this area was responsible for response inhibition, while there was no group difference in this activity.

研究分野：実験心理学

キーワード：高齢者 抑制 NIRS サイモン課題 フランカー課題

## 1. 研究開始当初の背景

総務省の発表によれば、65歳以上の高齢者が日本の人口に占める割合が23.3%を超えた。2015年には、26.0%を超えると予想されており、数年以内に日本人の4人に1人は高齢者という社会が生まれる。ながらく高齢化社会といわれてきたが、もはや日本は世界にも類をみない「高齢社会」であるといえる。近年問題となっている高齢者が振り込め詐欺にあいやすいという背景には、加齢に伴う抑制機能の低下および家族である他者への共感性が高まっていることがあると仮定し、これを実験的に検証する。従来の研究のように、加齢に伴う認知機能の変化が中枢神経系だけでなく、末梢神経系にも現れるかも含めて検討する。認知・行動変化と自律神経系の変化を調べることで、基礎的な心理学研究の知見を高齢者の犯罪被害の増加などの社会問題へつなげることが、本研究の目的であった。

## 2. 研究の目的

本研究では、加齢によって抑制機能と共感性がどのように変化するかを実験心理学的手法および生体・脳機能計測により明らかにした。高齢者の抑制機能は広範囲に研究されてきたが、一様に低下するわけではない。たとえばストループ課題やサイモン課題では加齢にとともに反応時間が長くなり、誤反応も増加するが、go/no-go課題やフランカー課題では若齢者と差異は認められない。Kubo-Kawai & Kawai (2010)は同じサイモン課題であっても、go/no-go課題を組み合わされれば高齢者のサイモン効果は若齢者と差異は生じないことを示した。一方で、高齢者は抑制課題において若齢者と同じ程度の遂行を示すものの、脳の血流量は高齢者のほうが多いという報告もある。これらのことは、高齢者の脳では低下しつつある抑制機能を補償するように活性化することを示唆している。認知訓練(2重課題)により、高齢者の遂行は若齢者と同程度に改善し、その改善の程度は腹側と背側の前頭前野の活動レベルの年齢差と負の相関があった。すなわち、認知訓練により高齢者の前頭前野の活性化は抑制されるとともに遂行は上昇した。このことは前頭前野が認知の抑制に重要な役割を担うことと、高齢者においても脳の可塑性があることを示している。

本研究では、加齢による影響を受けないとされる抑制課題(フランカー課題)と、影響を受けやすい抑制課題(サイモン課題)を同じ被験

者に課し、課題遂行中の脳血流反応を調べる。抑制課題の遂行と脳活動の関連を調べることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 被験者: 被験者は13名の大学生(20~31歳)と15名の65歳以上の高齢者(67~83歳)であった。すべての高齢者に日本語版 Mini Mental State Examination を実施し、すべての被験者は24点以上であった。

(2) 刺激: 刺激は黒の背景に呈示された白色の“>”か“<”であり、それぞれの水平方向の視角は $48^\circ \times 48^\circ$ であった。課題はInquisit (Millisecond software社製)で作成し、刺激呈示用 PC(TOSHIBA社製)により呈示し、反応時間とエラーの計測を行った。刺激呈示と同時に刺激呈示用 PC から TTL 信号を NIRS 計測用 PC(TOSHIBA社製) に送信した。

(3) フランカー課題: この課題では、被験者は画面中央に呈示された刺激に基づいて選択反応(キー押し)を行うことが求められた。具体的には、「>」に対しては右に、「<」に対しては左に反応することが求められた。ただし、この刺激の周りに手がかり(「>」)と同じ方向(「>>>>」)の周辺刺激と、逆の方向(「<<<<」)の周辺刺激が呈示された。同じ方向の周辺刺激が呈示された試行(「>>>>」)を一致条件、周辺刺激が逆の方向を向いた試行(「<<<<」)を不一致条件とした。

(4) サイモン課題: この課題では刺激を左右どちらかに呈示し、参加者に呈示位置とは関係なく矢印の向いている方向のボタン押しを求めた。呈示位置と矢印の方向が一致している場合を一致条件、一致していない場合を不一致条件とした。

(5) 実験の手続き: 実験では、各課題を2ブロック行い、計4ブロック行った。1ブロックは48試行で、96試行ずつ各課題で行った。課題開始後、最初の試行のみ10sのブランクを設け、その後の試行ではブランクは設けなかった。刺激呈示時間は2sで、参加者の反応が得られると消失した。刺激間隔は10sとした。試行は一致・不一致条件に分けられ、ランダムな順序で呈示した。両課題の実施順序は参加者ごとにカウンターバランスをとった。

(6) NIRS測定: NIRS の計測には NIRO-200(浜松ホトニクス社製)を使用し、課題中の脳血流に含まれる酸化ヘモグロビン量を測定した。測定には照射プローブを2本、受光プローブ

を8本用いた。照射プローブはそれぞれ国際10-20法の定めるF3/F4付近に位置するよう固定用ホルダを用い設置し、受光プローブを4つずつその周辺に振り分けた。受光プローブ間の距離は3cmとし、左右4チャンネルずつ測定し、合計8チャンネル測定した。サンプリングレートは1Hz、刺激呈示前2s呈示後10sを1試行の測定区間とし、NIRS graph Ver.1.30(フォトンクス・イノベーションズ)によりNIRSデータを記録した。

(7) データの分析: 群、課題、刺激ごとに、各試行の刺激呈示前2s間の平均値と標準偏差を用い、刺激呈示後10s間のz-scoreを求めた。その後、参加者ごとに群、課題、刺激別に加算平均を行った。エラー試行とアーティファクトが混入した参加者のチャンネルは分析対象外とし、加算平均から除去した。

#### 4. 研究成果

(1) 行動のデータ: 誤反応は反応時間の分析から除外した。若齢群と高齢者の平均誤反応数はフランカー課題でそれぞれ2.4%と2.36%、サイモン課題で1.4%と2.2%であった。従来の研究と同様にフランカー課題の効果量には年齢群間の差が見られない。しかし、サイモン課題では高齢者の効果量が顕著に増加している。課題×年齢の分散分析の結果、課題の主効果( $F(1,26)=5.05, p<.05$ )が有意であった。サイモン課題の効果量のほうが有意に多かった。課題×年齢群の交互作用は有意な傾向を示したが( $F(1,26)=3.40, p=.076$ )、年齢群の主効果は有意でなかった( $F(1,26)=-0.14, n.s.$ )。下位検定の結果、サイモン課題では効果量が年齢間で有意に異なることが確認された( $p<.01$ )。

(2) 脳血流量の変化: 各チャンネルの値をそれぞれの課題ごとに年齢×条件×時間の分散分析を行った。その結果、群間に差があったのは、Ch. 1のフランカー課題( $F(1, 26) = 5.34, p < .05$ )とCh. 4のフランカー課題( $F(1, 26) = 4.78, p < .05$ )だけであり、いずれも高齢者の賦活量のほうが多かった。条件の効果が認められたのは、Ch. 4のサイモン課題( $F(1, 26) = 6.59, p < .05$ )、Ch. 6のフランカー課題( $F(1, 26) = 3.51, p = .072$ )とCh. 8のサイモン課題( $F(1, 26) = 3.22, p = .089$ )で有意な傾向があった。Ch. 4のサイモン課題とCh. 6のフランカー課題では一致条件の賦活量が多かったが、Ch. 8のサイモン課題では不一致条件の賦活量のほうが多かった。このパターンを示したのは、Ch. 8だけであった。

(3) 考察: 行動を指標とした結果は、従来の研究と一致して、フランカー課題では加齢の影響が見られなかったが、サイモン課題では高齢者のサイモン効果量(不一致条件の反応時間と一致条件の反応時間の差)が大きくなった。このことは、高齢者がターゲット刺激の周りに配置された刺激を抑制することに問題はないが(刺激 刺激)、自動的な反応傾向を抑制することは困難であることを示している。サイモン課題では、被験者は位置と無関係の属性(形)に基づいて選択反応(キー押し)をおこなう。本実験では、「>」が画面の左右にランダムに呈示され、被験者は刺激が呈示された位置ではなく刺激の方向に従って左右の反応キーを押し分ける。刺激を受容してから反応へ変換する際には、そのときの課題要求に従って意図的に行われる変換ルート(刺激がどこに呈示されようと、刺激の向きに合わせて反応を行う)と、課題との関連性にかかわらず刺激と反応間に対応関係がある場合に自動的に活性化される自動活性ルート(刺激が左に呈示されれば、左へ反応しようとする傾向)の2つが存在する。サイモン効果は、意図的なルートと自動的な活性ルートが一致しているときに反応が促進され、これらが合致しないときに反応が遅くなるために生じると考えられる。

これまでの研究から高齢者でサイモン効果が大きくなることが知られているが、それは自動的な活性ルートの抑制が弱くなったためか、意図的な制御が弱くなったためか不明である。Kubo-Kawai & Kawai (2010) は、意図的に行動の出力と抑制を切り替えるGo/No-go課題(ある刺激が呈示されたら反応しなければならないが、別の刺激が呈示されたときには反応してはいけない)と組み合わせたサイモン効果では、高齢者のサイモン効果量は若齢者と同等となることを示している。すなわち、意図的な制御が強く意識されたり、認知訓練を受けることによって抑制機能が回復すると考えられる。

ところで高齢者は、まったく刺激 刺激の干渉を受けないのだろうか。高齢者はフランカー課題において若齢者よりも有意に多くの血流反応の増加を示した(Ch. 1およびCh. 4)。このことは、go/no-go課題などで高齢者の若齢者なみの遂行を示すもののより多くの脳活動が要求されるとの結果と一致している。ただし従来の研究では反応の抑制(go/no-go課題やサイモン課題)においてのみ報告され

て来たが、本研究は干渉する刺激の抑制においても高齢者は多くの脳活動を要することを初めて示したものである。フランカー課題よりサイモン課題のほうが効果量が大きかった。すなわち、サイモン課題のほうが不一致条件でより多くの抑制を必要とされたことを示している。NIRS の値を見ると、不一致条件のほうが一致条件よりも多くの活性を示したのは Ch. 8 だけであった。これは、前頭前野背外側に相当し、多くの抑制課題で活性化する領域として知られている。群の主効果および群×条件の交互作用は有意でなかったことから、両年齢群の脳活動に違いは無かったといえる。別の言い方をすれば、この領域で高齢者の脳の活性化が顕著でなかったために、高齢者のサイモン効果量が大きくなったと考えられる。

刺激間の競合を解消(抑制)する必要があるフランカー課題では年齢間で反応時間の差に違いはなかったが、刺激の定時位置に対する身体の自動的な反応傾向を抑制するサイモン課題では高齢者のほうが不一致条件の反応時間が長くなった。これらは従来の結果と一致しているが、フランカー課題では高齢者のほうが脳の賦活量が多かった。このことは高齢者がより多くの脳活動によって刺激間の競合を解消していることを示唆している。しかし、このような高齢者の脳が顕著な活動を示さない事態では、サイモン課題のように高齢者の抑制が劣ることが示された。しかし、これらのことは認知訓練等で抑制機能の維持や回復がはかれる可能性を示している。NIRSによる前頭前野の計測はそれらの指標となり得る可能性が示唆される。

## 5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計5件)

Kawai, N., Kubo, K., & Kubo-Kawai, N. (2014). "Granny dumping": Acceptability of sacrificing the elderly in a simulated moral dilemma. *Japanese Psychological Research*, 56(3), 245-262. DOI: 10.1111/jpr.12049. 査読あり.

Kawai, N., Kubo-Kawai, N., Kubo, K., Terazawa, T., & Masataka, N. (2012). Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: A near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *NeuroReport*, 23(14), 819-824. DOI: 10.1097/WNR.0b013e3283578032. 査読あり.

川合伸幸・久保(川合)南海子 (2011). サルの手の心的回転：サルの手や手ぶくろのイメージ操作にも自身の手のような可動域の制約が生じるか？ *認知科学*, 18(4), 585-594. DOI: 10.11225/jcss.18.585 査読あり.

Ito, H., Kubo-Kawai, N., Masataka, N. (2011). The Role of Learning the Japanese Koku Multiplication Chant in Simple Arithmetic Operations. *Creative Education*, 2(3), 276- 278. DOI: 10.4236/ce.2011.23037 査読あり .

[学会発表] (計3件)

久保(川合)南海子 (2014). 老化によって失われるものと現れてくること 老齡ザルとヒト高齢者の認知研究から ,日本霊長類学会公開シンポジウム「老化を考える」,2014/7/6,大阪科学技術センター(大阪府大阪市),招待講演

[図書] (計1件)

久保(川合)南海子 (2014). 『女性研究者とワークライフバランス キャリアを積むこと、家族を持つこと』仲真紀子・久保(川合)南海子(編著), 128p,新曜社 .

## 6 . 研究組織

(1) 研究代表者

久保(川合) 南海子 (Kubo-Kawai, Namiko)  
愛知淑徳大学・心理学部・准教授  
研究者番号：20379019