

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380901

研究課題名(和文) 運動抑制の加齢変化 -反応タイプの違いに注目して-

研究課題名(英文) Motor Inhibition in Aging: Impacts of Response Type

## 研究代表者

土田 宣明 (Tsuchida, Noriaki)

立命館大学・文学部・教授

研究者番号：40217328

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)：本研究の目的は、運動コントロールへの加齢効果を検討することにあつた。反応形態の違いにより、運動の抑制に影響がでるのかを、2つの年齢群を対象にして比較した。さらに、視覚刺激と同時に提示される音刺激が運動の抑制に与える影響を同時に分析した。その結果、高齢者では反応形態の違いが、誤反応率に大きく影響することが分かった。さらに、音刺激の提示は、若年成人、高齢者ともに反応を促進し、反応時間を短くする効果も確認された。しかし、高齢者では若年成人に比べ、誤反応を誘発する率も高くなることが分かった。高齢者においては、運動に付随する神経システムの興奮が運動コントロールに強く影響することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study examined the effects of response types and the presentation of auditory stimulus on motor inhibition. Continuous responding tasks were conducted with 27 younger adults and 39 older adults. The results indicated the following: (1) response type significantly affected error rates in older adults; (2) the presentation of an auditory stimulus facilitated responses and decreased reaction times in both younger and older adults; (3) the presentation of an auditory stimulus also increased error rates in older adults; and (4) the effect of response type on error rate remained in experiments conducted under different conditions in older adults. This suggests that in older adults, movement and the associated nervous excitation have significant effects on motor inhibition.

研究分野：発達心理学

キーワード：抑制 高齢者 運動抑制 抑制機能 加齢効果 運動コントロール 老化

### 1. 研究開始当初の背景

高齢者の抑制機能の低下は、加齢に伴う認知機能の変化を説明する仮説の1つとして、重要視されてきた。注意・記憶・思考などの認知面で、抑制機能の低下がどのように影響するか、多角的に分析されてきた。しかし、意思決定後の運動面の抑制に関しては、研究の蓄積は少ない。そこで、本研究では運動コントロール(motor control)、特に運動抑制に注目して、どのような変数が運動の抑制に影響しているのか、その基礎的なデータの収集を目的とした。日常生活では、様々な機器操作が想定される。その運動面への抑制機能の影響を検討することは、高齢者(MCI 状態の高齢者を含む)のサポートに関する重要な資料になるものと思われた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、運動抑制への加齢効果を検討することにあつた。運動コントロールは、様々な機器類の操作に密接に関わる問題である。とりわけ、意図せずに、誤って操作してしまうエラーである運動抑制の失敗は日常生活においても、たいへん大きな問題となる。高齢者の日常生活をサポートする上でも、高齢者の運動抑制の特徴を理解することは重要である。そこで、本研究では、高齢者の運動コントロールのうち、運動抑制の失敗に注目し、その特徴を分析した。

### 3. 研究の方法

#### 対象

27名の若年成人(男性16名、女性11名、Mean age: 20.8 years, range: 18-25)と39名高齢者(男性21名、女性18名、Mean age: 71.9 years, range: 66-83)。高齢者は全員、シルバー人材センターに登録しており、日頃は軽作業を中心とした仕事に従事していた。今回の実験では、交通費込で、一人一時間約1000円の謝礼を支払った。自己報告によれば、全員、慢性的な疾患を除き、健康な状態であった。高齢者はいずれも年金受給者で、地域で自立して生活していた。MMSEの得点は平均28.1点(SD=1.39)で、rangeは25-30であった。高齢者の平均就学年数は14.8年(SD=2.5)であり、全員12年以上の就学経験を有していた。就学年数に関して、若年成人(Mean=15.3, SD=3.9)と高齢者には統計上有意な差はなかった( $t(65)=0.73$ ,  $p=.47$ )。若年成人は全員が心理学専攻の大学生であり、実験にはボランティアで参加した。若年成人は一人が左利きで、残り全員は右利きであった。高齢者は全員右利きであった。実験参加者(participants)には実験の前にインフォームドコンセントを提示した。また実験内容は第1著者が所属する大学の倫理委員会において事前に承認を得た。

#### 装置と手続き

刺激の提示位置に合わせて、左右2箇所ある反応ボタンを押し分ける場所弁別課題を

個別で行った。装置は反応ボタン、ディスプレイとパソコンから形成されている。反応ボタンは2種類用意した。ひとつは人差し指の動きだけで作動できる、マイクロスイッチ(Micro light switch #58500, Tash inc. 製造、作動圧は10グラム)。もうひとつは、円筒形のグリップを掌(てのひら)全体で握ってスイッチを作動させるグラススイッチ(Grasp switch #58650 Tash inc. 製造、作動圧は300グラム)である。

刺激の提示は液晶ディスプレイ(I-O DATA 社製、19型LCD-AD195GB)を用い、実験の制御は全てパソコン(TOSHIBA 社製、dynabook SatteliteA50S型)で行った。音刺激の提示はディスプレイ下の、左右のloudspeakerから左右同時に提示した。なおloudspeakerは、ディスプレイ底辺の中心部を挟んで左右にそれぞれ約30cmの位置にあり、左右の音量は同じに設定された。

はじめに注視点が視野の中心に提示され、その後注視点の左右(注視点から視角として10.7度の位置)に赤色の丸(直径4.5cm)がランダムに提示された。注視点と被験者の間の距離は、約50cmであった。刺激の左右への出現率は、それぞれ50%とした。被験者は刺激が提示されたら、なるべく早く、正確に刺激が提示された側の反応ボタンを押す(あるいは握る)ように指示された。実験中は、左右の手をそれぞれの反応ボタンの上に軽く置く(あるいは軽く握る)ように指示した。刺激に対して反応ボタンが押され、1試行が終了したら、特定の間隔を置いて、次の試行が開始された。前反応から次の刺激の提示間隔時間(response stimulus interval: RSI)は、500ms、1500ms、2500msの3種類がランダムに使用された。練習試行8試行後、本実験を行った。実験は1ブロック16試行で、2ブロック連続して行った。ブロック間では約5秒間隔をあげた。

また、全ての試行を通して、約半数の試行に視覚刺激と同時に、刺激の提示位置とは無関連な音刺激を提示した。音刺激はスピーカーから50cmの位置で約70dBとなるように700Hzのtoneを150ms提示した。音刺激は1ブロック16試行中、7回、8回、9回のいずれかの回数で出現するように設定した。高齢者において、音刺激が聴取可能かどうかは練習試行時に確認した。

上記の実験手続きを、反応タイプを変えて2回実施した。なお、反応タイプの実施順序については、カウンターバランスした。

さらに、実験2として、同様の実験を刺激-反応適合性を変えて実施した。

### 4. 研究成果

単純な場所弁別課題であったにも関わらず、高齢者と若年成人において、error rateに有意な差が確認された。左右の手を使い、連続的にスイッチを押す(握る)課題において、高齢者は、若年成人と比較して、反応す

べきでない(視覚刺激が提示されていない)側のスイッチに対して、反応してしまうエラーが多かった。このことから、加齢効果がみられるとした仮説は支持されたものと思われる。ただ、図1で示したように、高齢者は反応タイプの違いや音刺激の提示の有無により、error rateが大きく異なった。若年成人では、error rateは反応タイプの違いや音刺激の有無の影響をうけてない。若年成人と高齢者では、対照的な結果となった。

反応タイプの違いによる影響は、若年成人と高齢者で大きく異なった。若年成人では、反応タイプの違いはerror rateに関する限りほとんどみられなかった。一方、高齢者では、反応タイプの違いがerror rateに大きく影響していた。掌をつかって、把握運動をしなければならぬグラススイッチの方が、微小な指の動きで作動するマイクロスイッチに比べて、error rateが高くなったのは注目すべき結果である。

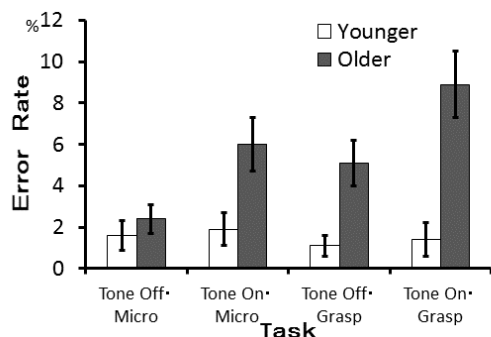


図1 実験1の結果

さらに刺激-反応の位置関係が非適合な実験2でも、実験1と同様、若年成人と比較して高齢者では全体的にerror rateが高くなった(図2参照)。さらに、高齢者に関しては、実験1同様、グラススイッチを操作した場合に、マイクロスイッチと比較して、error rateが高くなった。刺激-反応の位置関係を非適合なものとして、反応時間が全体的に遅くなる中で、反応タイプの影響が消えずに残ったものといえる。この点から、反応タイプがerror rateに及ぼす影響はかなり頑健なものとして推察された。

逆に音刺激提示のerror rateに及ぼす影響は有意なものではなくなった。音刺激の提示により、反応時間が早くなる傾向は実験1同様、確認されている。これらの点を考慮すると、実験2では、音刺激の影響はerror rateの上昇までには影響しにくかったことになる。

一方、若年成人では、実験1同様に、音刺激提示の効果も、反応タイプの違いによる効果も確認されなかった。

以上のように、高齢者では、実験2からも反応タイプの影響が頑健に残った。視覚刺激と同時に提示される聴覚刺激のように、異種感覚によって引き起こされる神経興奮と、ス

イッチの操作によって引き起こされる運動性の神経興奮では、抑制のシステムが異なる可能性がある。運動性の神経興奮に対する抑制は、特に加齢の影響を強く受けることが推察された。

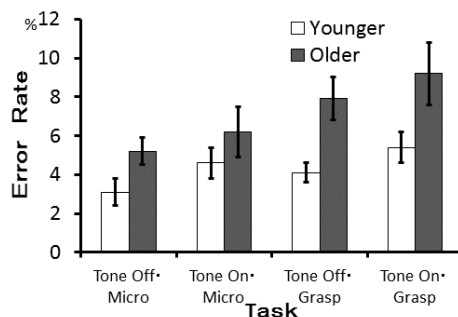


図2 実験2の結果

今回の研究結果から、運動抑制の加齢変化を検討するときには、反応タイプの違いや、視覚刺激以外の刺激から受ける影響が重要であることがわかった。これまでの、多くの研究はコンピュータディスプレイで提示される視覚刺激を変化させて、それを独立変数としてきた。そして、多くの有益な知見が積み重ねられてきたわけだが、そこで要求される反応はパソコンの特定のキー押し反応であった。若年成人を対象とした場合は、反応タイプの影響は受けにくい。しかし、高齢者では反応タイプにより、結果に大きく影響する可能性がでてきた。

また、2つの実験結果から推察できる点は、反応タイプの違いによって影響をうけるerrorと音刺激の提示によって影響を受けるerrorでは、それを引き起こすメカニズムが異なる点である。一方は運動性の神経興奮が影響しているerrorであり、一方は異種感覚による神経興奮が影響しているerrorであった。どちらも指示された側とは反対側を押してしまうerrorであったがそれを引き起こすプロセスは大きく異なることが推察された。とりわけ、運動によって引き起こされる神経興奮は、高齢者の運動抑制にとって大きな問題になるものと思われた。ただ、今回の実験は直接、神経システムを検討したものではない。あくまで行動レベルでの、変数間の関連として示したにすぎない。運動抑制における神経科学的な加齢効果の確認は、今後の課題といえよう。

また今回の研究で検討された高齢者の、ラテリティ間での相互抑制機能の弱さは、高齢者の復帰抑制(inhibition of return)の問題とも関連するかもしれない。近年の研究(Poliakoff, Coward, Lowe, & O'boyle, 2007; Tsuchida, 2005b)から、高齢者で復帰抑制が増大することが示されている。基本的に抑制機能が低下する高齢者においては、復帰抑制の増大は例外的なものと考えられてきた。しかし、今回の結果から考えられることは、高齢者で相互抑制の機能が低下すること

により、反対側の反応が促進された可能性である。その結果、見かけ上、同側への反応が遅れる復帰抑制がより強くみられた可能性がある。この点についても今後の検討課題である。

さらに今回は運動コントロールと task-switching の問題は検討できなかった。task-switching において指摘されている set-alternation cost が運動コントロール課題において、どのように影響するのか検討する必要がある。認知的な課題の switching ではなく、特に反応タイプの switching と結び付いた set-alternation cost と加齢との関連は興味深いところである。

<引用文献>

Poliakoff, E., Coward, R. S. Lowe, C., & O'Boyle, D. J. (2007). The effect of age on inhibition of return is independent of non-ocular response inhibition. *Neuropsychology*, 45, pp.387-396.

Tsuchida, N. (2005). Inhibition of return using location discrimination in two age groups. *Perceptual and Motor skills*, 100, pp.554-558.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

土田宣明 (2015). 運動抑制からみた加齢効果. *立命館文学*, 641, pp.44-52.

(査読無)

Tsuchida, N., Morikawa, S., Yoshida, H. & Okawa, I. (2013). Motor inhibition in aging: Impacts of response type and auditory stimulus. *Journal of Motor Behavior*, 45, pp.343- 350. (査読有)

[学会発表](計3件)

土田宣明 2014年9月14日. シンポジウム「ケアと脳科学」話題提供. 日本老年行動科学会第17回大会. 明治学院大学(東京都港区)

土田宣明 2014年3月22日. 抑制機能の生涯発達の变化を探る(ラウンドテーブル・話題提供). 日本発達心理学会第25回大会. 京都大学(京都府京都市)

土田宣明・森川忍 2014年3月21日. 運動抑制における加齢効果 二重課題条件での反応タイプの影響. 日本発達心理学会第25回大会. 京都大学(京都府京都市)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

土田 宣明 (TSUCHIDA, Noriaki)

立命館大・文学部・教授

研究者番号: 40217328