

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06306

研究課題名(和文) ワーキングメモリにおける手続き的表象の制御メカニズムに関する実験心理学的研究

研究課題名(英文) Examining cognitive control for procedural representation in working memory

研究代表者

佐伯 恵里奈 (Saeki, Erina)

京都大学・教育学研究科・研究員

研究者番号：90424746

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：日常生活は宣言的表象(物事についての知識)と手続き的表象(やり方についての知識)を組み合わせることで成り立つ。本研究では、手続き的表象の制御可能性を検討するため、判断課題を一定にして2つの反応セットの切替えを求める反応セットスイッチ課題を考案し実験を行った。

反応セットが手掛かりで指定される場合は、手続き的表象の内的変更は可能である一方、判断課題がカテゴリ一分類でかつ手続き的表象の系列的变化が求められると、刺激呈示前に内的に手続き的表象を変更することは困難であった。このため、手続き的表象は内的に制御可能だが、その制御可能性は、操作対象となる宣言的表象の性質により制約を受けることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：A combination of declarative representation and procedural representation underpins our daily action. In this study, I devised a response-set switching task which required participants to switch between two response-rules without changing any judgment rule and examined whether procedural representation was endogenously controlled.

When a response set was specified by an external cue, participants could change the response-set before presenting stimulus. On the other hand, when a sequential switching of response-set with category judgment was required, they could not proactively change the response set. These results suggested that procedural representation can be endogenously controlled and the capacity of cognitive control for procedural representation may be differed with switching type (random or sequential) and declarative representation involved in a judgment rule.

研究分野：認知コントロール

キーワード：ワーキングメモリ 認知コントロール 手続き的表象 宣言的表象 スイッチ課題

### 1. 研究開始当初の背景

日常生活は、今行っている活動で必要となる宣言的表象(物事など何かについての知識)と手続き的表象(何かを行うやり方についての知識)を組み合わせ、操作することで成り立っている。必要となる表象をうまく制御できなければ日常生活を円滑に送ることは難しいため、表象の制御メカニズムの解明はヒトの認知過程を理解するのに不可欠である。この点において、大きな牽引役を担ってきたのがワーキングメモリにおける制御メカニズムの研究である。

ワーキングメモリとは、認知活動の遂行に必要となる情報を一時的に保持するシステムである。この機能を果たすには、単なる情報の保持だけでなく、情報の更新・抑制といった情報の制御が必要であるため、保持機能に加えて、情報の制御に関する研究も多行われてきた(Baddeley, 1996)。しかし、ワーキングメモリ研究で用いられる課題は、言語的推論や読みといった宣言的表象に関するものであり、実際に行為を行う方法の知識である手続き的表象についてはこれまでほとんど注意が払われていない。このような状況の中で近年、宣言的表象だけでなく、手続き的表象についても必要な表象を一時的に保持するワーキングメモリシステムが存在していることが指摘されている。例えば、Oberauer, Souza, Druery, & Gade. (2013) は、従来のワーキングメモリを宣言的ワーキングメモリと呼び、それに加えて手続き的表象を保持する手続き的ワーキングメモリがあるとするモデルを提唱し、実験的・計算論的検討を加えている。その結果、2つは類似した構造を持つとされたが、それぞれのシステムで保持できる情報量など、保持メカニズムにおける類似性を検討している段階であり、手続き的表象の制御の側面については、検討が進められていなかった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、ワーキングメモリ研究と制御メカニズムの研究手法として注目されているタスクスイッチング研究を結びつけた新しい認知課題「反応セットスイッチング課題」を考案し、この課題を用いて手続き的表象の制御メカニズムを検討することである。

Oberauer (2009)のモデルでは、宣言的・手続き的ワーキングメモリは同じ構造を持つとされるが、ふたつの表象の意識的なアクセシビリティの違いを考えると、制御メカニズムには違いがある可能性もある。そこで、反応セットスイッチング課題を用いて、ワーキングメモリにおける手続き的表象の制御メカニズムを詳細に検討する。

具体的には以下の2点を明らかにすることを目的とする。

(1) 手続き的表象がどの程度まで内的に活性化可能であるか。

後述するタスクスイッチング研究では、課題セットの活性化を刺激呈示前にできることが知られている。手続き的表象でも、刺激の呈示といった外的なトリガーを必要としない、内的な制御が可能かどうかを明らかにする。

(2) 手続き的表象の系列制御はどのようになされているか。

行為は系列的にのみ産出可能であることから、行為に大きくかわる手続き的表象の系列的な選択について検討する。

### 3. 研究の方法

タスクスイッチングでは、制御負荷を掛けるために、実験参加者に複数の課題セット間の素早い切り替えを求め、この切り替えに必要な制御メカニズムを検討している。本研究では、手続き的表象の制御を検討するために、判断次元(例、数字の奇数・偶数判断)は一定だが、反応キーのセットを2つ用意し(図1参照)それらのセットの切り替えだけを求めることにより、手続き的側面だけの切り替えを求める実験課題を実施した。

#### (1) 研究1

実験参加者：京都大学の学生・大学院生64名が実験に参加した。実験参加者は、反応セットスイッチ群(32名)と課題セットスイッチ群(32名)のいずれかにランダムに割り振られた。さらに反応セットスイッチ群では、奇数・偶数判断が求められる群(16名)と大小判断が求められる群(16名)に分けられた。

課題：判断課題として、5を除く1桁の数字の奇数・偶数判断、あるいは5を基準にした大小判断が用いられた。反応セットは左手中指でWキー・右手中指でLキーを押すセットと左手人差し指でSキー・右手人差し指でKキーを押すセットが用いられた。それぞれセットX、セットYと教示されたが、セット名と用いられたキーセットはカウンターバランスされた。

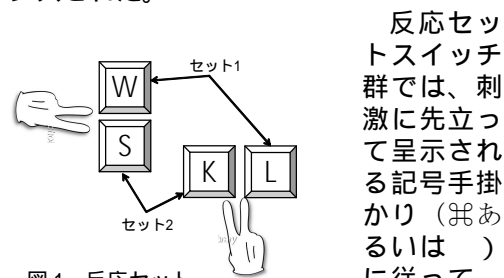


図1 反応セット

反応セットスイッチ群では、刺激に先立って呈示される記号手掛かり(⌘あるいは )に従って、セットXか

セットYを用いて反応することが求められた。課題セット群では、同じ手掛かりに従って、奇数偶数判断課題と大小判断課題を遂行することが求められた。2つの判断課題それぞれにセットXとセットYが割り当てられた。

手続き：反応スイッチ群では、最初の実験の間用いる判断基準が教示され、それぞれのセットでの反応キーの練習、続いて手掛かりに従って反応セットを切り替える練習課題の遂行が求められた。課題スイッチ群では、

最初に2つの判断基準について教示され、課題毎の練習を行い、続いて反応スイッチ群と同様に、手掛かりに従って反応セットを切り替える練習課題の遂行が求められた。

試行は、画面上下に呈示された2つの+の注視点の呈示で開始された(図2参照)。上部に呈示されていた注視点が、記号手掛かり(⌘)あるいは※に変化し、0, 300, 600, 900msのランダムな間隔が挿入された後、下の+の注視点に数字刺激に変化した。手掛かりから刺激が呈示されるまでの時間間隔(cue-stimulus interval: CSI)はランダムであったが、前の反応から次の刺激が呈示される間隔は、いずれのCSI試行でも1100msに固定された。

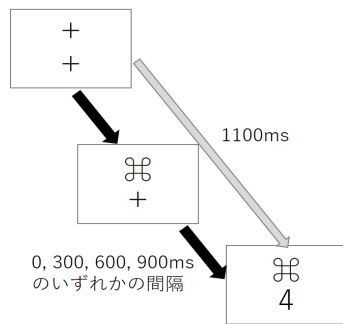


図2 研究1試行の流れ

このため、注視点から手掛かりが出る反応・手掛かり間隔の長さは、CSIの長さにより変化した。記号手掛かりの下に、数字刺激が呈示され、手掛かり・刺激ともに参加者が反応するまで画面に呈示された。本課題97試行からなるブロックを8ブロック遂行し、それぞれのCSIでリピート・スイッチ試行はそれぞれ24試行ずつ含まれていた。

(2) 研究2

実験参加者：京都大学の学生・大学院生32名であった。奇数・偶数判断群(16名)と大小判断群(16名)にランダムに割り当てられた。

課題：課題は研究1と同様に5を除く1桁の数字の奇数偶数判断、あるいは大小判断であった。反応セットも研究1と同じ組み合わせが用いられたが、セット名はセットAとセットBとして教示された。数字刺激は、十字に区切られた象限の中央に時計回りで呈示された(図3参照)。実験参加者は2試行毎に、用いる反応セットを切り替えることが求められた。

手続き：実験参加者はまず実験で用いる判断課題について説明を受け、それぞれの反応

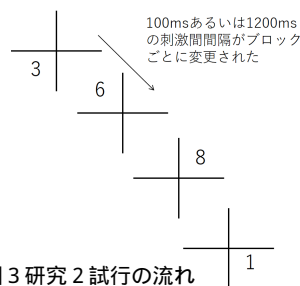


図3 研究2試行の流れ

て反応する反応セットスイッチ課題の練習を行った。1ブロックは32試行からなり、

反応刺激間隔(response-stimulus interval: RSI)は、ブロックごとに100msあるいは、1200msに設定された。スイッチブロックの開始時には、RSIの長さで用いる反応セットが呈示された。ブロックは、第1象限から第3象限から始まるため、数字刺激の呈示位置と反応セットの関係はブロックにより異なった。実験参加者は、できるだけ早くかつ間違えないように遂行することともに、長いRSIのブロックではその間隔を利用して次の試行で用いるセットを準備しておくよう強調された。

4. 研究成果

(1) 研究1

研究1の目的は、反応セットが内的に準備可能であるかを検証することであった。このため、前の課題の反応と次の刺激呈示までの間隔を一定に保ちながら、反応セットを指定する手掛かりと刺激の呈示間隔をブロック内で操作することにより、準備時間を厳密に操作した実験を実施した。また、判断課題は一定で反応セットだけを変更することと、課題全体(判断基準と反応セットの両方)を変更することでは、次の反応セットの準備の容易性に違いをもたらすかを併せて検討するために、課題を変更する課題スイッチ群を設けて実験を実施した。

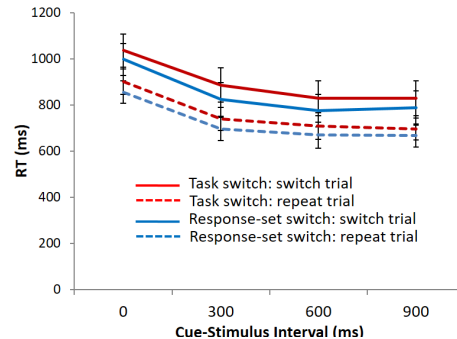


図4 研究1の結果(反応時間)

図4に示されているように、課題セット群の反応時間は反応セット群の反応時間には大きな違いは認められなかった。反応スイッチ、課題スイッチとともに、前の試行と同じ反応セットあるいは、課題を変更するスイッチ試行は、反応セット/課題を繰り返すリピート試行よりも、反応時間の遅延が認められ、変更にもなう認知コストが観察された。また、両群ともにCSI600msまではCSIの延長に伴い、反応時間が速くなり、またCSIの延長による次の反応の準備効果はスイッチ試行でもリピート試行でも認められた。このため、CSIの延長に伴う反応セットと課題セットの準備効果は極めて類似したものであった。

このことから、宣言的表象に対する操作(判断基準)は一定で、外的な記号手掛かりによって手続き的表象(反応セット)のみを操作することが求められても、次の試行で用い

る反応セットを刺激が呈示される前に内的に活性化できることが示された。

また、反応セットスイッチ群の反応時間が、判断基準と反応セットの両方の選択が求められる課題スイッチ群と違いが認められないことから、課題スイッチで従来示されていた、課題の選択にかかわるコストは、判断基準の選択ではなく、反応セットの選択に由来している可能性がある。課題スイッチにおいてコストを生み出している要因が、反応セットの選択だという可能性であるということは、外的な手掛かりが呈示された状況では、CSI を利用して反応セットを内的に活性化することが可能だが、手続き的表象は宣言的表象ほど柔軟に制御できないことを示唆するものといえる。

## (2) 研究2

研究2では、2試行毎に反応セットを切り替えることを求め、外的な手掛かりが乏しい状況で、参加者自身が用いる反応セットを系列的に選択するという制御負荷がより高い状況で準備間隔を操作することにより、内的に反応セット系列を制御できるかどうかを検討した。

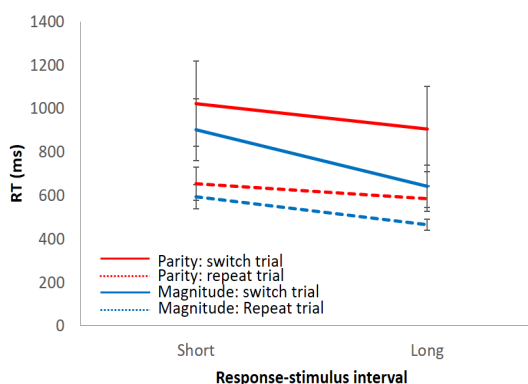


図5 研究2の結果(反応時間)

図5に示されているように、いずれの判断課題の場合でも反応セットを切り替えるときは、反応を繰り返すときよりも反応が遅くなり、切り替えが規則的で予測可能であっても切り替えに伴うコストが認められた。また、大小判断が求められたときには、RSIの延長に伴い切り替えコストの減少が認められたが、奇数偶数判断では長いRSIでの切り替えコストの減少は認められなかった。このため、系列的な反応セットの選択を求められたとき、刺激呈示前の準備時間を利用して、次の反応セットを内的に活性化することは可能であるが、それは判断課題の性質により影響されることが示唆された。

## (3) まとめ

本研究では、検討が遅れている手続き的表象の制御メカニズムを検討するため、宣言的表象に対する操作(判断課題)は一定に保ちながら、手続き的表象(反応セット)の切り替えを求める一連の認知実験を実施した。外

的に呈示される手掛かりに従い反応セットを切り替える研究1からは、刺激呈示前の間隔を利用して反応セットを準備することが可能であることが示され、刺激呈示を待たなくても内的に反応セットを活性化することが可能であり、手続き的表象の内的な制御が可能であることが示された。また課題スイッチとの成績を比較したところ、2つの間に大きな違いはなく、従来の課題スイッチのコストの多くが、手続き的表象の変更に伴うコストである可能性が示唆された。

2試行毎の系列的な切り替えが求められた研究2においても、準備間隔に伴う切り替えコストの減少が認められ、手続き的表象を系列的に制御することも可能であることが示された。しかし、この準備効果は数字を奇数と偶数というカテゴリーに分類する課題が求められた場合には認められなかったことから、手続き的表象を内的かつ系列的に制御できる可能性は、宣言的表象で求められる操作により制約をうける可能性がある。

現時点では、この制約が判断課題の認知負荷によるものなのか、カテゴリー化の必要性によるものなのか、あるいは他の要因によるものなのかを特定することは難しい。日常生活では、宣言的表象と手続き的表象が結びついて一つの行為を形成しているためこの制約には気づきにくいかもしれない。しかし、行為エラーを起こしやすい状況とそうでない状況の境界線は、宣言的表象と手続き的表象の結びつきにおける制御のしやすさ・しにくさが関係しているのかもしれない。この2つの表象の結びつきの関係を検討していくことにより、この点について今後さらに明らかになっていくと考えられる。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表](計3件)

1. 佐伯恵里奈・齊藤智. (2015). 選択的注意過程への言語的表象の関与-階層刺激の次元選択における構音抑制の妨害効果の検討-, 658, 日本心理学会第79回大会, 名古屋大学, 9月22-24日.
2. Saeki, E., Tanida, Y., Jarrold, C., Farrell, S., & Saito, S., (2016) Examination of preparatory effects on stimulus-component and response-component switching task. The British psychological society: Cognitive psychology section annual conference 2016, 77. Barcelona, August31-September2.
3. Saeki, E., Tanida, Y., Jarrold, C., Farrell, S., & Saito, S., (2017) Examining cognitive control for response representations with a response-set switching task. International Convention of Psychological Science 2017, Vienna, Austria, March 23-25.

6 . 研究組織

( 1 ) 研究代表者

佐伯 恵里奈 ( SAEKI, Erina )

京都大学・大学院教育学研究科・研究員

研究者番号：90424746