

大学生における心の理論とワーキングメモリ ならびに抑制機能との関連

渡部 雅之*・田中 千尋**

Does Working Memory or Inhibition Predict University Students' Theory of Mind?

Masayuki WATANABE・Chihiro TANAKA

キーワード：心の理論、誤信念課題、実行機能、大学生

要約

成人期における心の理論と実行機能の関連は、まだ十分に解明されていない。本研究は、大学生における誤信念課題とワーキングメモリならびに抑制機能との関連を明らかにすることを目的とした。予備実験を行って誤信念課題の手続きを定めた後に、106名の大学生に対し、2種類の誤信念課題と、日本語版リーディングスパンテストならびに埋没図形課題を、質問冊子を使用して集団に一斉実施した。リーディングスパンテストの単語再生数に対して誤信念課題の解答タイプの主効果が示され、誤答群は正答群や確率論的に思考する群よりも再生数が有意に少なかった。また、埋没図形課題の正答数に対して誤信念課題の解答タイプの主効果に有意傾向が示され、正答群よりも確率論的に思考する群の方が正答が多い傾向が示された。埋没図形課題の正当数が少ない者は場依存的であり、社会的感受性が高いと仮定し、社会的感受性が高くワーキングメモリ容量が大きい場合は誤信念課題に正答し、社会的感受性が低くワーキングメモリが大きい場合には合理的判断を優先すると考察した。社会的感受性とワーキングメモリ容量のいずれも低いと、大学生でも誤信念課題に不適切な反応を示すことが確認された。

問題

自他の知識や信念等の心的状態を理解したり説明したりする能力は、「心の理論 (theory of mind)」と呼ばれ (Premack & Woodruff, 1978)、すでに 20 年以上も我が国の発達心理学における重要な研究テーマであり続けている。対象とする領域は多岐にわたり、乳児期から幼児期にかけての発達過程 (子安・木下, 1997) や自閉症スペクトラムとの関連 (内藤, 1997) 等を中心に、膨大な数の研究が行われてきた。

こうした研究では、心の理論の有無やその特徴について、「誤信念課題」(Wimmer & Perner,

1983) を用いて検討されることが多い。誤信念課題は、状況の変化に伴って子ども自身の信念が変化した場合に、信念の変化が無かった他者が過去の信念に基づいて反応することを理解できるかどうかを調べるものである。この課題に正答することが、他者の心的状態を理解していることの指標になるとされてきた。その結果、一般的には、3歳児は自己の現在の信念を誤って他者にも帰属させてしまい、ほとんど正答できないのに対し、5歳児は他者の誤信念や行動を正しく推測できることが示されてきた (子安, 1997)。

Wellman, Cross, & Watson (2001) は、誤信念課題を用いた 178 の研究を対象として、課題中の様々な要因を操作したメタ分析を行い、幼児の年齢が上がるにつれて成績も上昇する一貫

* 滋賀大学教育学部

** ワールドビジネスセンター株式会社

した発達の変化がみられることを示した。この結果から、3歳から5歳にかけて、人の心的状態やそこから推測される行動に関する概念が獲得されると結論している。しかし、心の理論の発達に必要なのは、心的状態についての概念的な理解だけではないことが、近年の研究から明らかになった。例えば、誤信念課題に正答するには、ある課題状況に付随する自己と他者、現在と過去といった2つの相反する表象を切り離したり、逆に関連づけたりするための表象操作の能力が必要である。

これらは実行機能として位置づけられ、心の理論との関連が検討されてきた (Perner & Lang, 1999)。実行機能とは、高次の思考や行為のモニタリングやコントロールを助ける、自己制御的な認知を意味する (Carlson, 2005)。心の理論と実行機能は、そのどちらもが幼児期に急速に発達すること、誤信念課題に困難を示す自閉症者がウイスコンシン・カード分類課題やハノイの塔のような実行機能課題でも困難を示すこと等から、両者の深い関連が指摘された (Carlson & Moses, 2001)。そして特に、不適切な行動や情報を押さえるための抑制機能 (Bailey & Henry, 2008; 森口, 2012) や、行為全体のコントロールに不可欠であるワーキングメモリ (Davis & Pratt, 1995) が、心の理論の使用に深く関与していることがわかった (前原, 2015)。

では、心の理論は、関連が示されたこれら汎用的な実行機能が生み出す高次認知の1つに過ぎないのか、それとも他の認知機能からは比較的独立した特別な能力なのだろうか。また、4歳以前にも見られる他者との共鳴経験 (De Jaegher, Di Paolo, & Gallagher, 2010) と、二次的誤信念課題で問われるような児童期以降の記号操作能力 (加藤, 2011) を、発達の連続線上に位置づけることは可能なのだろうか。これらの問いへの答えを探るため、心の理論の獲得や減退に対する実行機能の役割を探る発達研究が近年盛んに行われてきた。

その結果、心の理論に関連する実行機能は幼児期に急激に発達 (Zelazo & Frye, 1998) した後に、十代後半までは発達を続けることがわかった (Zelazo & Carlson, 2012)。加えて、成人を対象とした心の理論の認知的メカニズムに関

する研究 (Apperly, 2010; Birch & Bloom, 2004) や高齢期における心の理論の老化過程の検討 (Henry, Phillips, Ruffman, & Bailey, 2013) などから、成人期以降に実行機能は徐々に低下すること (Park & Reuter-Lorenz, 2009) や、実行機能の衰えに起因すると考えられる高齢者の社会的能力の低下 (von Hippel, 2007) も明らかになりつつある。これらは、加齢に伴う心の理論の機能低下を、実行機能の低下によって説明できる可能性を示唆している。

だが一方で、後期高齢者が誤信念課題で優れた成績を示したとの、先の例とは相反する報告もなされている (Happe, Winner, & Brownell, 1998)。成人期以降を対象とする心の理論研究は、論文数においても、また関連する理論の精緻さにおいても、幼児・児童期を対象とした研究の水準に至っておらず、成人の誤信念理解に何らかの認知的コストが必要であることは示せても (Apperly, Riggs, Simpson, Chiavarino, & Samson, 2006)、背後にある認知的なメカニズムまではまだ十分に解明できていない。また、心の理論の関連能力が幼児期から成人期にかけて線形的に発達することを実証した研究 (Bernstein, Thornton, & Sommerville, 2011) も、心の理論と複数の実行機能との関連を詳細に示すには至っていない。複数の実行機能が生涯発達の中で心の理論とどのように関連するのか (Ahmed & Miller, 2013) について研究を積み重ねることによってこそ、説明力の高い理論モデルを提案することができるだろう。

そうした意図を持つ試みの1つに Maehara & Saito (2011) がある。彼らは、Birch & Bloom (2007) の課題を参考に大人向けの一次的誤信念課題を作成し、ワーキングメモリに認知的負荷をかけた二重課題実験を行った。使用された物語は子ども用の誤信念課題に似た平易な内容であった。大学生の実験参加者は、7文字の無意味英単語 (高ワーキングメモリ負荷) か、あるいは2文字の無意味英単語 (低ワーキングメモリ負荷) を覚えるよう指示され、同時に主人公がターゲットをどの箱に探すのかの確率を見積るよう求められた。結果は、7文字条件 (45.05%) のほうが2文字条件 (38.63%) よりも有意に高い誤答率を示した。これは、ワーキングメモリ

への負荷が心の理論の働きを阻害し、誤信念を考慮しないまま相手の行動について判断したことを意味する。

しかし Maehara & Saito (2011) では、心の理論との繋がりが指摘されている他の実行機能との関連は検討されていない。例えば、幼児では心の理論と抑制機能との相関が示され、さらにワーキングメモリと抑制機能との相関も高いとする報告がある (小川・子安, 2008)。また、誤信念課題においては、不適切な情報を抑制するために抑制機能が不可欠である (小川・子安, 2010)。これらに Maehara & Saito (2011) の結果を重ねると、大学生においてもワーキングメモリが大きく抑制機能が高い者は、誤信念課題において不要な情報を抑制し、最も高い確率で適切な判断ができると予想できる。そこで本研究では、成人期の心の理論における実行機能の働きを解明するために、実行機能としてワーキングメモリと抑制機能の2つを同時に取り上げ、大学生における心の理論との関連を明らかにすることを目的とする。合わせて Maehara & Saito (2011) の成人用誤信念課題を改良し、手続きが煩雑になる二重課題を用いなくても天井効果が生じない手法を開発する。

なお、抑制機能を捉えるには、ストループ課題を用いるのが一般的である。しかし、単純なストループ課題は大学生にとって容易すぎることで、調査冊子を用いた集団式の実験への導入が困難であること等から、時間制限法下でディスプレイの抑制を含む視覚的注意課題を用いることにした。そして、複雑な刺激への注意過程を説明する誘導探索モデル (武田・八木, 1996) に基づき、ポップアウト課題、埋没図形課題、間違い探し課題などの候補の中から、一斉実施に向いており、得点化も容易である埋没図形課題を選定した。

本研究では、分析データを一定数確保するため、質問紙を用いて集団実験を行うことにした。しかし、使用予定の誤信念課題と埋没図形課題は、解答時間によって成績が左右される恐れがあった。そこで、解答時間を統制した課題手続きへの変更方法を探り、同時に適切な制限時間を定める目的で予備実験を実施した。ただし、ワーキングメモリを測定する課題は当初よ

り集団実施用に作られたものを使用するため、予備実験の必要はなかった。

予備実験の方法

協力者

国立大学法人 A 大学の3年生32名 (男12名) を対象とした。参加は自発的な意志に基づいて行われ強制ではないこと、研究目的は人の一般的な心理的特徴を調べることであること、研究を通じて知り得た個人の情報は守秘すること、途中であっても参加の意志がなくなれば中止できることを説明し、同意を得た者を対象とした。データの不備があった1名を除き、31名 (男11名) のデータについて分析を行った。

実施時期

2018年12月中に全ての実験を終えた。

手続き

解答用紙を兼ねた質問冊子を用いた個別実験であった。質問冊子を渡して表紙の注意事項を黙読させた後に、参加の有無を決めさせた。実験に参加することになった者に対しては、集団実験を想定し、解答時間を統制して実施した。最初に誤信念課題の教示文を読ませた後、練習問題を実施し、続いて誤信念課題1を実施した。次に埋没図形課題の作業内容を実験者が口頭で教示し、練習問題を2問提示して理解の確認を行った後、埋没図形課題1として10問を実施した。続いて、誤信念課題2を練習問題無しに、誤信念課題1と同様の手順で実施し、その後、埋没図形課題2を10問、そして最後に誤信念課題3を行った。全てが終了したらすぐに質問冊子を回収し、デブリーフィングを行った。

課題

1. 誤信念課題

Maehara & Saito (2011) の成人用誤信念課題に倣った。教示文の理解がワーキングメモリに過度の負荷を与えることを避けるために、ターゲットとそれを隠す箱の位置を、質問冊子内の課題文の横に図示した。Maehara & Saito (2011) では、4つの箱に異なる模様が描かれていたが、模様の有無が解答に及ぼす影響を探るため、誤信念課題1では模様のない箱を4つ、誤信念課題2では模様のある箱を5つ、そして誤信念課

題3では模様のない箱を5つ用いて比較した。誤信念課題1は模様の有無による変化を見るため、誤信念課題2と3は箱の数を5つに増やすことによる影響を見るため（誤信念課題3は同時に模様の有無についても検討）であった。誤信念課題1～3のいずれも、教示文の読み取りを含めて制限時間は3分であったが、全ての者がこれより早く解答を終了した。

2. 埋没図形課題

抑制機能を測定する課題として、埋没図形課題 (Witkin, Oltman, Raskin, & Karp, 1971) を使用した。ターゲット図形とディストラクターを含む複雑な図形（以下「複雑図形」）を左右に提示し、左側のターゲット図形と同じ形の図形を、右側の複雑図形の中からもなるべくたくさん見つけ出して赤ペンでなぞり、同時にその総数を解答欄に記入するよう求めた。わからなければ、問題を飛ばして次に進んでもよいと伝えた。練習問題2問と本番の10問×2課題（埋没図形課題1と埋没図形課題2）を実施した。埋没図形課題1と埋没図形課題2の合計20問について、問題の組合せを替えた4パターンの質問冊子を作成し、それぞれの中で難易度の低い問題から高い問題へと順に並べた。協力者には4パターンのいずれかを（8セットを使用）、カウンターバランスをとって配布した。埋没図形課題の制限時間は1と2のいずれも3分であった。

予備実験の結果

誤信念課題の解決タイプと埋没図形課題の得点化

誤信念課題1～3のそれぞれの解答に対し、どの箱に一番数値を高く設定したかによって、5つのタイプに分類した。すべての箱を同率にした「タイプ1」、最後にハサミが入った箱を一番高い確率にした「タイプ2」、最初にハサミが入っていた箱に対して最後にハサミが入った箱とは対称位置にある箱を一番高い確率にした「タイプ3」、最初にハサミが入っていた箱の両隣を同じ確率にした「タイプ4」、そしてタイプ1～4のどれにもあてはまらないものを「タイプ5」とした。

埋没図形課題においては、20問の合計得点を使用した。得点は、ターゲット図形を正しく1

つ同定するごとに1点とした。解答欄に記入された数値に相当する数の図形がペンで正しくなぞられていた場合に、その数を正当数とした。同定箇所が正しくなかった場合は、その数を記入数から減じて正当数とした。埋没図形課題1と埋没図形課題2の計20問に対する合計得点の幅は、最高59点、最低14点であった。埋没図形課題1と埋没図形課題2の差は最大で23点、最小で1点であった。埋没図形課題1よりも埋没図形課題2の得点が高かったのは31名のうち21名であった。埋没図形課題1では解答方略が定まっていなかった者が多くいたため、以後の分析には埋没図形課題2の得点だけを用いた。埋没図形課題2の得点幅は、最高34点、最低10点であり、平均得点は23.16点であった。

3種類の誤信念課題間の比較

誤信念課題1～3の解答に見られた5つのタイプの人数を Table 1 に示した。誤信念課題1では、タイプ2が一番多く、続いてタイプ3とタイプ4が多くなっている。誤信念課題2では、タイプ4が一番多く、続いてタイプ2が多くなっている。誤信念課題3では、タイプ4が一番多くなっている。課題1～3の人数の偏りについてカイ二乗検定したところ、1%水準で有意であった ($\chi^2(8) = 21.009, V = .336$)。残差分析からは、誤信念課題1のタイプ2反応が多く、タイプ4反応が少ないこと、逆に誤信念課題3ではタイプ2反応が少なく、タイプ4反応が多いことが示された。

誤信念課題において主人公の考えを適切に推測した場合の反応は、誤信念課題1ではタイプ2と4、誤信念課題2と3ではタイプ4となる。タイプ4とは、最初に自分が入れた箱にハサミを見つけれられなかった主人公が、「間違っ隣隣の箱に入れてしまったのかも」と考えるだろうと推論した場合の反応である。また、誤信念課

Table 1 予備実験における誤信念課題1, 2, 3の反応タイプ別度数 (人)

タイプ	1	2	3	4	5	計
課題1	2	13	8	8	0	31
課題2	4	7	2	16	2	31
課題3	3	3	4	21	0	31

題1のタイプ2は「間違っ隣りの箱に入れてしまったのかもしれないが、それでも一番端の箱に入れる可能性は低いだろうから、内側の2つの箱のもう一方に違いない」と考えるだろうと推論した場合の反応である。この解釈に基づいて課題ごとの正答数を計算し直すと、誤信念課題1が21人、誤信念課題2が16人、誤信念課題3が21人となり、有意な偏りはなくなった。**誤信念課題と埋没図形課題との関連**

誤信念課題の5つのタイプのうち、最後にハサミが入った位置を意識したことを意味するタイプ2とタイプ3を1つにまとめてタイプ2・3群とした。次いで、誤信念課題の4タイプを要因とし、埋没図形課題2の得点に対する一元配置分散分析を行ったところ、有意な主効果が認められた ($F=3.712$, $df=3/27$, $p<.05$, $\eta^2=0.292$)。多重比較では有意差が見られる群間がなかったため、2群の全ての組み合わせについてt検定を行ったところ、タイプ1とタイプ2・3 ($t=3.225$, $df=27$, $p<0.01$, $r=.527$) ならびにタイプ1とタイプ4 ($t=2.992$, $df=27$, $p<0.01$, $r=.499$) の間に有意差が示され、いずれもタイプ1の正答数が多かった。

予備実験の考察

主人公の考えを適切に推測できたか否かで反応を二分すると、誤信念課題1と3は大学生用の誤信念課題として難易度に差がなかった。一方、誤信念課題2は誤信念課題3と比較して、タイプ2の人数の多い点が異なった。両課題の違いは箱の模様のみであるため、それが原因と考えられる。誤信念課題2は箱に模様があり、最初にハサミを入れた箱の柄(斜め格子柄)と最後にハサミが入っていた箱の柄(斜め柄)が似ていたことが影響したのかもしれない。対して、箱がすべて無地であった誤信念課題3では、箱の模様に左右されず、位置だけに基づいて判断が下されることから、課題解決に用いられる思考様式を特定するのに適していると考えた。また、同じく無地の箱を用いた誤信念課題1は、誤信念課題3と異なる思考様式を引き出すことができた(正答としてのパターン2)ことから、誤信念課題3とあわせて用いることが望ましい

と考えた。なお、参加者の1/4程度が誤答したことから、大学生であっても、常に心の理論を適切に用いることができるわけではないということが示唆された。

埋没図形課題では、赤ペンで図形をなぞりつつその数を数えることが大学生でも困難であること、使用方略によって正答数が大きく異なることがわかった。特に、使用方略が定まらなかった埋没図形課題1でその傾向が強かった。今回、後ろの問題になるほど難易度が上がるように設定したが、最初の比較的簡単な問題を飛ばして中盤以降の問題に取り組んだ結果、制限時間内にターゲット図形をほとんど見つけることができなかつた者がいた。こうしたことを防ぐために、各問ごとに制限時間を設定して、必ず解答させる方式が望ましい。だが、埋め込まれたターゲット図形の数を答えさせると、正答数よりも少なく報告した場合と多く報告した場合の価値を適切に比較することが困難である。そこで、埋め込まれたターゲット図形の個数を意味する数字を同時に提示し、その正誤を問う方式を用いることにした。この場合、各問の偶然正答確率が50%になるが、十分な数の問題を用意すれば、抑制機能の個人差を検出できると考えた。なお、誤信念課題で誤答であったはずのタイプ1の者は、正答を意味したタイプ2(誤信念課題1のみ)やタイプ4の者よりも、埋没図形課題の正答数が多かった。この点についても次の本実験で再確認する。

以上を踏まえ、誤信念課題1と3ならびに変更した埋没図形課題を使用し、さらにワーキングメモリを測定するための日本語版リーディングスパンテストも加えて新たに質問冊子を作成した。これを用いた集団実験を大学生を対象に実施し、心の理論(誤信念課題)と実行機能(リーディングスパンテストと埋没図形課題)との関連を明らかにする。

方法

協力者

国立大学法人A大学で心理学関連の授業を受講した1年生126名(男性55名)に協力を依頼した。参加は自発的な意志に基づいて行われ

強制ではないこと、人の一般的な心理的特徴を調べることが研究目的であること、研究を通じて知り得た個人の情報は守秘すること、途中であっても参加の意志がなくなれば中止できることを説明し、同意を得た者のうちから、データに欠損等のなかった107名(男性51名)を分析の対象とした。

実施時期

2019年11月中に全ての実験を終えた。

手続き

解答用紙を兼ねる質問冊子を用いて集団実験を行った。各自に質問冊子を配布した後、表紙の注意事項を実験者が読み上げて内容を確認させ、参加の有無を決めさせた。実験参加者に対して、性別と年齢を表紙に記入するよう求めた後、それ以後の課題は時間を統制して実施する必要があることから、正面の大型スクリーンにパワーポイントで制御した課題スライドを提

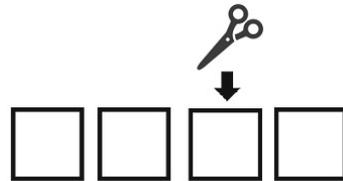
示し、必ずその指示に従うよう教示した。最初にリーディングスパンテストの教示文を提示し、その練習問題を1問行った。その後、リーディングスパンテスト2題(以後「リーディングスパンテストI」と「リーディングスパンテストII」)を実施した。次に、誤信念課題の練習問題について説明し、練習問題を1問行った後で、予備実験の誤信念課題1と同じ問題を実施した。続いて埋没図形課題の手続きを説明し、練習問題を2問行った後に埋没図形課題を14問実施した。最後に予備実験の誤信念課題3と同じ問題を練習問題無しに実施した。これら全てが終了した後、すぐに質問冊子を回収し、デブリーフィングを行った。

課題

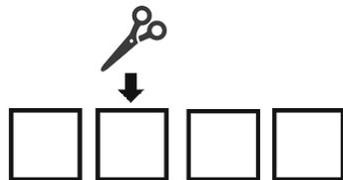
1. 誤信念課題

予備実験で使用した誤信念課題1 (Figure 1; 以後「誤信念課題I」) と誤信念課題3 (以後

部屋の中には、ふたのついた4つの空の箱があります。花子さんは部屋に入ってきて、使い終わったはさみを、4つならべた箱のうち、右から2番目の箱へしまって、部屋の外へ出ていきました。



花子さんが部屋を出たすぐあとに太郎さんが入ってきて、はさみを探し出して使ったあと、左から2番目の箱の中にはさみをしまいました。そして、太郎さんは部屋から出ていきました。



それを知らない花子さんが部屋へ戻ってきて、もう一度はさみを使おうと思い、右から2番目の箱の中を見ましたが、はさみはありませんでした。



そこで、花子さんは他の箱も探してみることにしました。次にどの箱を探すでしょうか? それぞれの箱を探す確率を予想して、3つの箱の合計が100%になるように、右の絵の()の中に数値を回答してください。

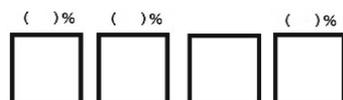


Figure 1 誤信念課題I (予備実験の誤信念課題1に相当する)

「誤信念課題Ⅱ」)であり、無地の4つもしくは5つの箱を課題文とともに提示した。練習問題では無地の箱を3つ使用した。「主人公がCの箱(左から3つ目、練習問題では左から2つ目のBの箱)に隠したターゲットが、知らない間に他者によってBの箱(左から2つ目、練習問題では最も左のAの箱)に移されてしまう。主人公はC(B)の箱にターゲットがないことを知って驚く」という一連のストーリーを読ませた後、主人公が(最初に自分が隠したC(B)の箱を除いた)3つもしくは4つ(練習問題では2つ)の箱のいずれにターゲットを探そうとするかの確率を問うた。質問冊子内の該当欄に、合計が100%となるように数字(%)を書き入れさせた。誤信念課題Ⅰと誤信念課題Ⅱならびに練習問題のいずれも、教示文の読み取りを含めて制限時間は1分であった。

2. リーディングスパンテスト

ワーキングメモリ容量を測るために、日本語版リーディングスパンテスト(遠藤, 2013)を使用した。文章を読んでその内容の正誤を答えながら、同時に指定された文中の単語を記憶し、提示文全ての正誤判断が終わった直後にまとめて再生することを求めた。これにより言語情報処理の効率性を評価することができる(学阪, 2002)。単語記憶に費やす時間を統制し、かつ前の文章を読み直してリハーサルすることを防ぐために、正面の大型スクリーンに問題文を1文ずつ提示し、黙読して正誤を考えさせた。文の内容が正しければ質問冊子内の該当欄にマルを、間違っていればバツを記入させた。問題文の提示時間は、正誤の記入を含めて1文につき10秒であった。直後自由再生における制限時間は20秒とした。その際、漢字の使用は強制しなかった。まず2文からなる練習問題を実施し、本番では1題につき8文を用意して、これを2題(ⅠとⅡ)実施した。問題文は、計算6文と知識10文からなり、1題につき計算3文と知識5文からなるようにして、知識、計算、知識、計算・・・のような順に並べた。ターゲット語は、1題につき、カタカナ3単語、ひらがな1単語、漢字のみ3単語、ひらがな混じりの漢字1単語となるように選択した。また、1題につき、正誤数が4つずつになるように問題内容

を設定した。正誤の順序はランダム化した。

3. 埋没図形課題

ターゲット図形と複雑図形を左右に対提示し(Figure 2)、ターゲット図形を複雑図形内になるべくたくさん見つけ出すように教示して、その個数が同じ画面の右下に提示された数字と合っていればマルを、間違っていたらバツを解答欄に記入するように求めた。練習問題2問と本番の問題14問を実施した。1問につき制限時間は8秒であった。

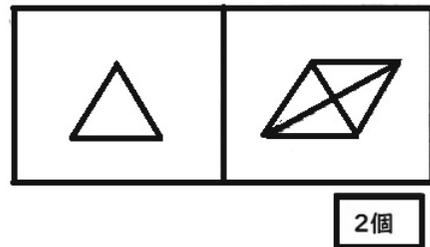


Figure 2 埋没図形課題の問題例
:練習問題のうちの1問であり
答えは「マル」である

結果

誤信念課題の解答タイプとリーディングスパンテスト・埋没図形課題の得点化

誤信念課題Ⅰと誤信念課題Ⅱのそれぞれの解答に関し、第1段階として予備実験と同様に、どの箱に一番数値を高く設定したかによって5つのタイプに分類した(Table 2)。次に第2段階として、反応度数が少なかったタイプ5(誤信念課題Ⅰで5名(4.7%)、誤信念課題Ⅱで3名(2.8%))を除外し、さらに誤信念課題Ⅰと誤信念課題Ⅱでは正誤に相当する箱が異なったため、共通性を持たせる目的で再分類を行った(Table 2)。そして最終的に、合理的に思考することで選択肢全てを同率と判断したタイプ①(誤信念課題Ⅰで33名(30.8%)、誤信念課題Ⅱで44名(41.1%))、誤信念の考慮が不十分であったことを意味するタイプ②(誤信念課題Ⅰで13名(12.1%)、誤信念課題Ⅱで13名(12.1%))、そして誤信念を踏まえた適切な判断であったタイプ③(誤信念課題Ⅰで56名(52.3%)、誤信念課題Ⅱで47名(43.9%))という3つのタイプに分けて分析を行うことにした。誤信念課題Ⅰの

Table 2 誤信念課題への解答に基づくタイプ分類

誤信念課題 I (箱は4つで左からA, B, C, D)			
タイプ分け	最大確率の箱		分類基準
第1段	第2段		
1	①	A/B/D	すべての箱を同率に
2	③	B	最後にハサミが入った箱Bを一番高い確率に
3	②	D	最後にハサミが入った箱Bと逆側の箱Dを一番高い確率に
4	③	B/D	最初にハサミが入った箱Cの隣の箱B/Dを一番高い確率に
5	—	A/Dなど	タイプ1~4のどれにもあてはまらない

誤信念課題 II (箱は5つで左からA, B, C, D, E)			
タイプ分け	最大確率の箱		分類基準
第1段	第2段		
1	①	A/B/D/E	すべての箱を同率に
2	②	B	最後にハサミが入った箱Bを一番高い確率に
3	②	D	最後にハサミが入った箱Bと逆側の箱Dを一番高い確率に
4	③	B/D	最初にハサミが入った箱Cの隣の箱B/Dを一番高い確率に
5	—	A/Eなど	タイプ1~4のどれにもあてはまらない

正答率は54.9% (56/102)、誤信念課題IIの正答率は45.2% (47/104)であり、ほぼ半数の大学生は誤信念課題に適切に反応できなかった。さらに、ここでの正答率をFisherの正確確率検定を用いて予備実験の誤信念課題Iならびに3の正答率67.7% (21/31)と比較すると、誤信念課題IIは有意に低かった($p=0.040$)。リーディングスパンテストについては、IとIIのそれぞれの単語再生数を指標に用いた。満点は課題ごとにいずれも8点であった。埋没図形課題は14問中の正解数を使用した。誤信念課題の各タイプ群ごとに、リーディングスパンテストと埋没図形課題の平均得点と標準偏差をTable 3に示した。

誤信念課題とリーディングスパンテスト・埋没図形課題との関連

性と誤信念課題Iもしくは誤信念課題IIのタイプを要因とし、リーディングスパンテストあるいは埋没図形課題の各得点に対する二元配置分散分析を行った。リーディングスパンテストIの再生数において、誤信念課題Iのタイプの主効果($F=3.149, df=2/95, p<.05, \eta^2=.061$)が示された。Scheffé法による多重比較ではいずれのタイプ間にも有意差は示されなかったため、2群の全ての組合せについてt検定を行ったところ、タイプ③はタイプ①よりも有意に正答数が多く($t=2.151, df=87, p<.05, r=.225$)、ま

Table 3 誤信念課題Iと誤信念課題IIの各タイプにおけるリーディングスパンテストと埋没図形課題の平均得点

タイプ	リーディングスパンテスト		埋没図形課題
	I	II	
誤信念課題 I			
n=102			
① n=33	5.24 (1.12)	4.61 (1.39)	10.61 (1.78)
② n=13	5.08 (1.38)	4.46 (2.26)	10.15 (2.08)
③ n=56	5.87 (1.47)	4.62 (1.63)	9.67 (2.20)
誤信念課題 II			
n=104			
① n=44	5.56 (1.24)	4.51 (1.35)	10.30 (2.08)
② n=13	4.92 (2.06)	4.39 (1.98)	10.69 (1.70)
③ n=47	5.79 (1.37)	4.77 (1.68)	9.57 (2.18)

たタイプ②よりも正答数が多い傾向 ($t=1.799$, $df=67$, $p<.10$, $r=.215$) が示された。ただし平均正当数はタイプ①がタイプ②よりも多かった (Table 3)。リーディングスパンテストⅡの再生数では、性の主効果 ($F=6.468$, $df=1/95$, $p<.01$, $\eta^2=.062$) が示され、女性の正答数が多かった。埋没図形課題の正答数においては、性の主効果 ($F=12.24$, $df=1/95$, $p<.01$, $\eta^2=.108$) と、誤信念課題Ⅰのタイプの有意傾向 ($F=2.829$, $df=2/95$, $p<.10$, $\eta^2=.050$) が示された。女性の正答数が多く、Scheffé 法による多重比較からタイプ③よりもタイプ①の方が正答数が多い傾向が示された ($F=2.823$, $df=2/97$, $p<.10$)。タイプ②の平均正当数はタイプ①と③の間であった (Table 3)。また、誤信念課題Ⅱのタイプの有意傾向 ($F=2.903$, $df=2/97$, $p<.10$, $\eta^2=.050$) も示され、Scheffé 法による多重比較からタイプ③よりもタイプ①の方が正答数が多い傾向が示された ($F=2.617$, $df=2/97$, $p<.10$)。ここではタイプ①の平均正当数がタイプ②と③の間であった (Table 3)。なお、誤信念課題Ⅰもしくは誤信念課題Ⅱの3タイプに関しては、性による度数の有意な偏りは見られず、分散分析における交互作用も示されなかった。

考察

予備実験に続き、二重課題による負荷をかけなくても、誤信念課題で適切な反応ができない者が大学生にも相当数存在することを再確認することができた。二次的的信念の理解は、誤信念課題の通過年齢とされる4歳を越えて児童期まで遅れることや (Perner & Wimmer, 1985)、逆に予期や期待を利用した課題なら3歳以前でも誤信念の理解ができることなど (Onishi & Billargeon, 2005)、心の理論の発現が課題状況に依存することが知られている。大学生においても、課題内容や実施時の状況によって、適切に誤信念を考慮することができなくなるのだと考えられる。

同時に、誤信念課題の解答パターンから、個人特性の違いを窺い知ることができた。タイプ①の群は、確率論的に思考して、全ての箱の選択可能性は等しいと判断した。対してタイプ③の

群は、他者の誤信念を考慮した思考を行うことができた。残りのタイプ②の群は、タイプ①のような合理性も、タイプ③のような他者視点の考慮も十分ではなかった。そしてこれらの群間には、実行機能の高低について次のような傾向が示された。ワーキングメモリはタイプ②よりもタイプ③が大きく、タイプ①は平均正答数から判断するとタイプ③に近い水準であった。一方、抑制機能に関してはタイプ③がタイプ①や②より低かった。これにより予備実験で示された傾向が再確認できた。幼児期における心の理論の獲得に抑制機能が不可欠である (小川・子安, 2010) との指摘を踏まえて、大学生においても誤信念課題に通過できる者はワーキングメモリと抑制機能のいずれの機能も高いと予想したが、その条件を比較的良好に満たしていたのは誤信念課題に正答したタイプ③の群ではなく、合理的思考を行ったタイプ①の群であった。

予想と異なった理由を整合的に説明するには、抑制機能の測定に使用した埋没図形課題の特性について再考する必要がある。幼児期の心の理論研究では、抑制機能は DCCS (Dimensional Change Card Sort; Frye, Zelazo, & Palfai, 1995) や白/黒課題 (Simpson & Riggs, 2005) などのストループ課題によって測定されてきた。埋没図形課題も、デストラクターである複雑図形内の不要な線を認知的に抑制する必要があることから、抑制機能を捉える課題であると想定したが、むしろ別の特徴がより強く現れた可能性がある。埋没図形課題とは、Witkin による場異存性の研究において開発された課題であり、Witkin, Moore, Goodenough, & Cox (1977) では、埋没図形課題得点が低い場依存の者は、高得点の場独立の者に比べて、社会的感受性が高く、対人スキルに長けていると指摘されている。そのことから、埋没図形課題の得点は、抑制機能の高さ (低さ) と同時に、社会的感受性の低さ (高さ) の指標であるとも言える。後者の観点に立つと、タイプ①の群とタイプ②の群は社会的感受性が低く、タイプ③の群は社会的感受性が高いことになる。この解釈に依るならば、社会的感受性が高くワーキングメモリ容量が大きい者 (タイプ③) が心の理論の活用 に長けているのに対し、社会的感受性が低

くワーキングメモリが大きい者(タイプ①)は、他者視点よりも状況に応じた合理的判断を優先することになる。また、タイプ②の群は、社会的感受性が低くワーキングメモリ容量も小さいため、最も未熟な反応を示したと考えられる。一般的に社会的感受性が求められる女性(Kunkel & Burleson, 1998)の方が、埋没図形課題において男性よりも有意に高い得点を示したことも、その証左となるだろう。

この説明は予想に反した今回の結果に妥当な説明を与えるように思えるが、そう短絡する前に解決すべきいくつかの問題がある。誤信念課題の不適切な情報を抑制するという意味において、抑制機能は心の理論を支える実行機能であることは間違いないだろう。ならば、抑制機能の高いことと場独立の認知スタイルであることが対応せねばならない。それは、埋没図形課題が抑制機能を捉えたとした想定が間違っていたことを意味する。この矛盾を解消するには、抑制機能の測定にストループ課題を加えたり、場依存性の測定には埋没図形課題以外の課題を用いるなどして、誤信念課題との関連を再検討する必要がある。また、行動傾向の記述に近い場依存・場独立や社会的感受性といった概念自体を、実行機能の枠組に置き換えることも有効だろう。

最後に、本研究で示した大学生における心の理論の特徴は、成人が有するとされる2つの他者信念理解のシステム、すなわち高速に稼働するが柔軟性のない自動化されたシステムと、低速だが柔軟性を持つ制御されたシステム(Carruthers, 2017)のうち、前者のものであった可能性を指摘しておきたい。使用した誤信念課題は、他者視点の取得を明示的に求めたものではなかったからである。自動化された処理であったが故に、成人であっても十分な他者視点取得ができない者がいたとの推論も成り立つ。さらに、このシステムに關与する抑制機能は、もう一方の制御されたシステムに關与する抑制機能とは異なるものであるとの指摘(Qureshi, Monk, Samson, & Apperly, 2020)がある。そのために先述の抑制機能に関する矛盾が生じた可能性も皆無ではない。成人期の心の理論を支える複数のシステムにおいて、実行機能の關与の

仕組みが異なるならば、そこに至る乳幼児期からの発達過程を、この2つのシステムの発達差や実行機能との関連の違いから再検討することが重要となるだろう。そのため、幼児期以降の変化を追跡する Peterson & Wellman (2019) のような縦断研究や、成人期後期 (Burnside, Ruel, Azar, & Poulin-Dubois, 2018) や高齢期までの複数の年齢層を対象とした生涯発達研究が一層強く望まれる。

文献

- Ahmed, F. S., & Miller, L. S. (2013). Relationships between theory of mind and functional independence is mediated by executive function. *Psychology and Aging, 28*, 293-303. DOI: 10.1037/a0031365.
- Apperly, I. A. (2010). *Mind readers: The cognitive basis of "theory of mind"*. New York: Psychology Press.
- Apperly, I. A., Riggs, K. J., Simpson, A., Chiavarino, C., & Samson, D. (2006). Is belief reasoning automatic? *Psychological Science, 17*, 841-844. DOI: 10.1111/j.1467-9280.2006.01791.x
- Bailey, P. E., & Henry, J. D. (2008). Growing less empathic with age: Disinhibition of these If perspective. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 63*, 219-226. DOI: 10.1093/geronb/63.4.p219
- Bernstein, D. M., Thornton, W. L., & Sommerville, J. A. (2011). Theory of mind through the ages: Older and middle-aged adults exhibit more errors than do younger adults on a continuous false belief task. *Experimental Aging Research, 37*, 481-502. DOI: 10.1080/0361073X.2011.619466
- Birch, S. A. J., & Bloom, P. (2004). Understanding children's and adults' limitation in mental state reasoning. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 255-260. DOI: 10.1016/j.tics.2004.04.011
- Birch, S. A. J., & Bloom, P. (2007). The curse of knowledge in reasoning about false beliefs. *Psychological Science, 18*, 382-386. DOI: 10.1111/j.1467-9280.2007.01909.x
- Burnside, K., Ruel, A., Azar, N., & Poulin-Dubois, D. (2018). Implicit false belief across the lifespan: Non-replication of an anticipatory looking task. *Cognitive Development, 46*, 4-11. DOI: 10.1016/j.cogdev.2017.08.006
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive

- measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuro Psychology*, 28, 595-616. DOI: 10.1207/s15326942dn2802_3
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032-1053. DOI: 10.1111/1467-8624.00333
- Carruthers, P. (2017). Mindreading in adults: evaluating two-systems views. *Synthese*, 194, 673-688. DOI 10.1007/s11229-015-0792-3
- Davis, H. L., & Pratt, C. (1995). The development of children's theory of mind: The working memory explanation. *Australian Journal of Psychology*, 47, 25-31.
- De Jaegher, H., Di Paolo, E., & Gallagher, S. (2010). Can social interaction constitute social cognition? *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 441-7. DOI: 10.1016/j.tics.2010.06.009.
- 遠藤 香織 (2013). 言語性ワーキングメモリ課題遂行における個人差に関する実験的研究 (大阪大学大学院博士論文) 大阪大学, 大阪
- Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive development*, 10, 483-527.
- Happe, F. G. E., Winner, E., & Brownell, H. (1998). The getting of wisdom: Theory of mind in old age. *Developmental Psychology*, 34, 358-362.
- Henry, J. D., Phillips, L. H., Ruffman, T., & Bailey, P. E. (2013). A meta-analytic review of age differences in theory of mind. *Psychology and Aging*, 28, 826-839. DOI: 10.1037/a0030677
- 加藤 義信 (2011). “有能な乳児”という神話—「小さな大人」発見型研究から「謎としての子ども」研究へ— 木下孝司・加用文男・加藤義信 (編) 子どもの心的世界のゆらぎと発達: 表象発達をめぐる不思議 (pp. 1-33) ミネルヴァ書房
- 子安 増生 (1997). 幼児の「心の理論」の発達—心の表象と写真の表象の比較— 心理学評論, 40, 97-109. DOI: 10.24602/sjpr.40.1_97
- 子安 増生・木下 孝司 (1997). 〈心の理論〉研究の展望 心理学研究, 68, 51-67. DOI: 10.4992/jpsy.68.51
- Kunkel, A. W. and B. R. Bursleson (1998). Social Support and The Emotional Lives of Men and Women An Assessment of The Different Cultures Hypothesis. In Canary, D. J. & Dindia, K. (Eds.), *Sex Differences and Similarities in Communication. Critical Essays and Empirical Investigations of Sex and Gender in Interaction* (pp 101-125.). Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.
- 前原 由喜夫 (2015). 心の理論の生涯発達における実行機能の役割 心理学評論, 58, 93-109. DOI: 10.24602/sjpr.58.1_93
- Maehara, Y., & Saito, S. (2011). I see into your mind too well: Working memory adjusts the probability judgment of others' mental states. *Acta Psychologica*, 138, 367-376. DOI: 10.1016/j.actpsy.2011.09.009
- 森口 佑介 (2012). わたしを律するわたし: 子どもの抑制機能の発達 京都大学学術出版会
- 内藤 美加 (1997). 心の理論仮説からみた自閉症の神経心理学的研究 心理学評論, 40, 123-144. DOI: 10.24602/sjpr.40.1_123
- 小川 絢子・子安 増生 (2008). 幼児における「心の理論」と実行機能の関連性—ワーキングメモリと葛藤抑制を中心に— 発達心理学研究, 19, 171-182. DOI: 10.11201/jjdp.19.171
- 小川 絢子・子安 増生 (2010). 幼児期における他者の誤信念に基づく行動への理由付けと実行機能の関連性 発達心理学研究, 21, 232-243. DOI: 10.11201/jjdp.21.232
- Onishi, K. H., & Baillargeon, R. (2005). Do 15-month-old infants understand false beliefs? *Science*, 308, 255-258. DOI: 10.1126/science.1107621
- 荻原 満里子 (2002). 脳のメモ帳ワーキングメモリ 新曜社
- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, 60, 173-196. DOI: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093656
- Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 337-344. DOI: 10.1016/s1364-6613 (99) 01362-5
- Perner, J., & Wimmer, H. (1985). “John thinks that Mary thinks that...”: Attribution of second-order beliefs by 5 to 10-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 437-471. DOI: 10.1016/0022-0965 (85) 90051-7
- Peterson, C. C., & Wellman, H. M. (2019). Longitudinal theory of mind (ToM) development from preschool to adolescence with and without ToM delay. *Child Development*, 90, 1917-1934. DOI: 10.3758/s13423-019-01656-z
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 515-526. DOI: 10.1017/S0140525X0007651
- Qureshi, A. W., Monk, R. L., Samson, D., & Apperly, I. A. (2020). Does interference between self and other perspectives in theory of mind tasks reflect a common underlying process? Evidence from individual differences in theory of mind

- and inhibitory control. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 178-19. DOI: 10.3758/s13423-019-01656-z
- Simpson, A., & Riggs, K. J. (2005). Inhibitory and working memory demands of the day-night task in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 72, 1-17. DOI: 10.1348/026151005X28712
- 武田 祐司・八木 昭宏 (1996). 視覚探索課題と注意に関する研究動向 人文論究, 46, 116-130.
- von Hippel, W. (2007). Aging, executive functioning, and social cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 240-244. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2007.00512.x
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Metanalysis of theory-of-mind development: The truth about false belief. *Child Development*, 72, 655-684. DOI: 10.1111/1467-8624.00304
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs :Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128. DOI: 10.1016/0010-0277 (83) 90004-5
- Witkin, H. A., Moore, C.A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47, 1-64. DOI: 10.3102/00346543047001001
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *A manual for the Group Embedded Figures Test*. California: Mind Garden, Inc.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence : Developmental and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6, 354-360. DOI: 10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x
- Zelazo, P. D., & Frye, D. (1998). Cognitive complexity and control: II. The development of executive function in childhood. *Current Directions in Psychological Science*, 7, 121-126.

付記

本論文は、第二著者が令和元年度に滋賀大学教育学部に提出した卒業論文のデータの一部を第一著者が再分析し、執筆したものである。