

幼児期における心の理論と実行機能の発達

小 川 絢 子

はじめに

近年、幼児期の認知発達研究の中で盛んに行われているテーマとして、実行機能 (executive function) の発達と他の認知課題との関連がある。特に、従来から盛んであった心の理論課題との関連が指摘されてきたことと相まって、実行機能は現在非常に注目を受けている研究テーマであるといえる。日常生活の中でも、目標を保持しながら目的志向的に活動することは多くの場面でなされていることであり、実行機能は我々がより生産的に生きていくためにも大切な機能であるといえる。Perner & Lang (1999) は、1999年以前に実施されてきた心の理論 (theory of mind) と実行機能の関連を検討した研究のメタ分析を実施し、両者がどのように関連するのかについて検討しているが、実行機能課題の成績と心の理論課題の成績の相関は研究間で一致しておらず、関連に対する理論的仮説もしぼりきれしていない。加えて、欧米では盛んに研究が行われているにもかかわらず、実行機能と心の理論の関連について日本の幼児を対象とした研究は、始められたばかりであり非常に少ない (小川・子安, 2006; 子安・郷式・服部, 2003; 瀬野・加藤・木村・加藤, 2005)。本論文の目的は、実行機能と心の理論の関連を検討した先行研究をレビューし、実行機能と心の理論の関連を検討していく上で、どのような研究を実施していくことが今後重要となるのかについて方向性を見出すことである。

実行機能の定義と下位機能

実行機能とは、目標に到達するために行動や思考の計画、調整、コントロールなどを行う機能の総称である。実行機能は前頭葉にその基盤を持つとされており、前頭葉の損傷患者では実行機能課題の遂行が困難であることが示されている。これまでの研究の結果から、実行機能は単一の能力であるというよりも、複数の下位機能から構成された制御過程の総称であると考えられている。

Welsh, Pennington, & Groisser (1991) は、幼児から成人までを対象として、前頭葉損傷患者に対して実施されてきた課題を実施した。実行機能を測定する課題として、視覚的探索 (Visual Search) や、言語流暢性 (Verbal Fluency)、動作系列検査 (Motor Sequencing)、ウィスコンシン・カード分類課題 (Wisconsin Card Sorting Task; WCST)、同画探索検査 (Matching Familiar Figures Test, MFFT)、ハノイの塔 (Tower of Hanoi, TOH) が行われた。

視覚的探索検査とは、ディストラクタの図形の中からターゲットである図形を探索し見つける課題である。試行によって、ターゲットになる図形とディストラクタになる図形は入れ替わるた

め、被験者はディストラクタとターゲットを混同しないようにしながらターゲットを探索することが求められる。言語流暢性検査とは、ある条件に合致する単語を時間内にできるだけ多く産出することを求められる課題である。動作系列検査とは、4本の指を順番に親指につけリング状することを、時間内に順番を間違わずに繰り返すことを要求する課題である。

同画探索検査は、6つのよく似た絵の中から、ターゲットの絵と同じ絵を見つけ出す課題であり、衝動的な反応を抑制することが要求される。ウィスコンシン・カード分類課題は、カードを分類する基準が何（色や形）であるのかを、実験者のフィードバックから推論していく課題である。分類基準が変わる際に、従来の分類基準には固執せずに新しい基準へと注意を向けなければならないことから、柔軟性や抑制の能力が必要である。

ハノイの塔とは、横に並べて立ててある3本の棒のうち、左の1本に3枚の大、中、小（または4枚の特大、大、中、小）のディスクが大きさの順にはめられている課題材料を用いて、被験者はディスクを右の棒に最短の移動回数で移すことを求められる課題である。同画探索課題とハノイの塔はもともと発達研究から作成された課題である。

8歳以上の幼児から成人までのデータを対象として主成分分析を実施した結果、実行機能は、流暢ですばやい反応（fluid and speeded response）、衝動のコントロール（testing and impulse control）、プランニング（planning）の3つの機能に分類されることがわかった。流暢ですばやい反応は、視覚的探索、言語流暢性検査、動作系列検査との関連が強く、衝動のコントロールは、ウィスコンシン・カード分類課題と同画探索検査との関連が強く、プランニングは、ハノイの塔との関連が強いことが示されている。

加えて、課題によって発達のピークが異なっており、幼児期の間（つまり3歳から6歳）、6歳から10歳まで、12歳から成人期初期にかけてという3段階の発達のピークが見られることが示されている。これは、3歳から6歳児までの間に、視覚的探索や3枚のディスクを使用したハノイの塔を通過できるようになることから、ディストラクタのような干渉や、不適切な反応を抑制し課題解決のためのプランニングを行う能力は、幼児期の間にある程度発達することが示された。次に、10歳になると、同画探索検査に通過することから、複雑な刺激に対してより組織立った探索を行い、衝動的な反応をコントロールすることができるようになり、加えてウィスコンシン・カード分類課題に通過することから、柔軟な注意の切り替えが可能になると考えられる。最後に、言語の流暢性や動作系列の課題には成人にならないと通過しないことから、青年期においても前頭葉の成熟がさらに進むことが示唆された。また、実行機能は、知能との関連が比較的独立であることも明らかになっている。

以上のように実行機能に対する研究は、前頭葉の成熟という観点から、古くは脳損傷患者や健康成人を対象として行われてきた。しかし、Welsh et al., (1991) によって、幼児期や児童期の実行機能の発達が再評価されてきたことにより、幼児を対象とした実行機能の発達を検討する研究が以降盛んに行われるようになった。従来の研究では脳損傷患者を対象とした課題を子どもに実施することが多くみられたが、近年ではより幼児の実行機能の発達を診断するのに適した課題が考案されるようになってきている（Beveridge, Jarrold, & Pettit, 2002; Carlson, 2005; Diamond, Prevor, Callendar, & Druin, 1997; Gerstadt, Hong, & Diamond, 1994; Kochanska, Murray, Jacques, Koenig, & Vandegest, 1996）。

心の理論と実行機能の関連

近年、実行機能の発達と他の様々な認知的、社会的課題との関連を検討する研究が盛んに行われてきている。その中でも特に注目されているのが、幼児期における心の理論 (theory of mind) の獲得と実行機能との関連についてである。心の理論とは、広義には自己や他者への心的帰属 (Premack & Woodruff, 1978) であり、自己や他者の行動を予測したり、説明したりする為の、心の働きについての知識や原理のこと (信念、意図、願望、感情など様々な心的状態の推論を含む) である。ただし、狭義には、自分の考えとは異なる他者の誤った考え (誤信念) や行動を推測する能力のことを意味しており、幼児の誤信念理解の能力は、他者の心的状態を質問する課題を使用し、検討されることが多い。

具体的な課題としては、誤信念課題 (false belief task) と呼ばれる Wimmer & Perner (1983) の課題が挙げられる。この課題では、①登場人物Aがある物を部屋の場合Xに入れて退出、②登場人物Aの不在中に、登場人物Bが部屋に現れ、物を場所Yに移動させ退出する、③再び登場人物Aが部屋に現れる、というストーリーを、人形劇や紙芝居などを用いて呈示した後で、子どもに質問を行う。質問は、他者信念質問として「登場人物Aは物がどこにあると思っていますか (始めにどこを探しますか)?」、記憶質問として「登場人物Aが始めに物を入れたのはどこですか?」、現実質問として「今どこに物はありますか?」をたずねる。Wellman, Cross, & Watson (2001) は、心の理論課題を使用した178の研究を対象としたメタ分析を行い、様々な課題操作を行った研究において、幼児期の間に年齢が上がるにつれて他者信念質問に対する成績が上がるという一貫した発達変化が見られることを示している。この結果から Wellman et al. (2001) は、3歳から5歳にかけて、心的状態や、そこから推測される人間の行動に関する概念が獲得されるとしている。

心の理論と実行機能の関連については、Carlson & Moses (2001) によると、どちらも幼児期の間に急激に発達する点や、脳画像研究から、心の理論の座と実行機能の座が同じ前頭葉であるという点、心の理論課題に困難を示す自閉症者がウィスコンシン・カード分類課題やハノイの塔のような実行機能の課題に困難を示す点 (Hughes, 1996) が指摘されている。心の理論と実行機能がどのように関連するかに対しては研究者間で様々な理論が提唱されているが、一致した見解には至っていないのが現状であるといえる (Perner & Lang, 1999)。

心の理論と実行機能の関連の理論的仮説について、郷式 (2005) は、Perner & Lang (1999) を引用し、1) 実行機能の成立は心の理論に基づいている、2) 心の理論の成立は実行機能に基づいている、3) 心の理論課題の課題要求に、実行機能が含まれている、4) 心の理論と実行機能課題の両課題とも同種の命題的に埋め込まれた状況の推測を必要とする、5) 心の理論と実行機能は同じ脳領域の機能であるの5つが考えられ、そのうち3) の可能性を否定しているものの、どの仮説が正しいかは定まっていないとしている。

ここで、心の理論と実行機能の関連に対する理論として代表的なものを挙げることにする。まず、Frye, Zelazo, & Palfai (1995) や Zelazo (1999) による CCC 理論 (Cognitive Complexity and Control Theory) が挙げられる。CCC 理論とは、前頭葉機能の発達に伴い、子どもの解決できる課題構造は複雑化し、パフォーマンスは要求される課題の構造の複雑さによって規定され

るという理論のことであり、解決できる推論課題の構造が共通していれば、誤った信念課題、実行機能課題ともに正答できると考えている。

また、別の観点から心の理論と実行機能の関連を説明しようとする立場としては、Carlson & Moses (2001) やMoses (2001; 2005) の主張が挙げられる。これは、実行機能は心の理論の表出 (expression) と発現 (emergence) の両方に関わるという立場である。心の理論の表出とは、心の理論課題の問題解決や日常的な他者の心的状態推論のことを指している。このような状況においては、自己の視点からの思考を抑制し、他者の視点について考慮することが必要となってくるため、抑制の機能が重要な役割を果たすといえる。一方、心の理論の発現とは、心の理論の獲得、つまり心的状態に対する何らかの概念変化が起こることを指している。つまり、心の理論における概念的変化が起こるためには、先行してある程度の実行機能が発達していることが条件であると、Moses (2001) は主張している。

CCC理論は、心の理論課題と実行機能課題には、命題に関する同種の推論システムが必要であることを主張する立場であり、Carlson & Moses (2001) やMoses (2001; 2005) の立場は、心の理論の獲得や使用に実行機能が重要な役割を果たすことを主張する立場である。本研究では、これらの理論的仮説と実際の研究結果を比較検討していく中で、特に心の理論課題の処理と実行機能との関連に焦点を当て、レビューを行っていく。

関連を検討した従来の研究

それではここで、従来の研究を概観し、実行機能課題のどのような下位機能が、どのように心の理論課題と関連するのかを検討していくこととする。心の理論と関連が強いとされている実行機能の下位機能としては、a) 抑制制御 (inhibitory control)、b) 認知的柔軟性 (cognitive flexibility) または認知セットの転換 (set shifting)、c) ワーキングメモリ (working memory)、d) プランニング (planning) が特に注意を向けられてきた。それぞれの機能の定義と対応する課題をTable 1に示した。

Table 1: 実行機能の下位機能の定義

下位機能	定義	子どもを対象とした課題
抑制制御	思考において優勢であるが不適切な情報を抑制したり、衝動的な反応を抑制する機能	昼/夜課題、クマ/竜課題、ささやき、ハンドゲーム、贈り物遅延課題、KRISP (同画探索課題)
認知的柔軟性 (認知セットの転換)	ある次元から別の次元へ柔軟に思考や反応を切り替える機能	ウィスコンシン・カード分類課題の簡易バージョン、DCCS
ワーキングメモリ	入力される情報を処理しながら、一方で正確に保持しておき、必要なときに適切な情報を活性化させる機能	数逆唱課題、単語逆唱課題、教唱・ラベリング課題
プランニング	目標を達成できるよう計画を立て、その計画に適した一連の行動を選択した後に、それらをモニタリングして改善していく機能	ハノイの塔、ロンドンの塔

また、先行研究の方法はいくつかの種類に分類される。①心の理論課題中の実行機能とみなされる要因を操作し、その課題の成績と従来の心の理論課題との関連をみる方法、②心の理論課題と実行機能課題をそれぞれ実施し、課題間の相関をみる方法、③心の理論課題と実行機能課題の関連を縦断的に検討する方法などである。各研究方法別に結果をまとめ、検討していくこととする。

①心の理論課題の要因操作による研究 まず、①実行機能の要因を操作し、成績を比較する研究としてCarlson, Moses, & Hix (1998) や瀬野ら (2005) による実験が挙げられる。Carlson et al., (1998) の研究では、心の理論課題の1つとしてディセプション課題を実施した。この課題では、実験協力者の不在中に、子どもは実験者から実験協力者をだまそうと促され、ボールをもともと入っていた箱からもう一方の箱へ移動させる。その後、子どもは実際には入っていない箱を指さしや矢印によって示したり、箱の上に写真や目印を置いたりすることによって、実験協力者が間違った箱を開けるように反応することが求められる。ディセプション課題において、実験協力者をだますためには、子どもは実験協力者が誤った信念を抱き、その結果ボールの入っていない箱を開けるように、指さしなどの反応をコントロールしなければならない。

実験の結果、指さしではなく、目印となるものを箱の上に置かせたり、または矢印を使用して子どもに答えさせたりというような、間接的な回答をさせることで、子どもの成績が上昇することが示されている。この結果の解釈として、Carlson et al. (1998) は、対象の入っていない箱を指さすという行為は、子どもにとって非常に抑制制御の負荷が高く、回答の形式を目印や矢印といった間接的な回答に変化させることで抑制の負荷が減り、成績が上昇したと考察している。また、瀬野ら (2005) は、幼児が視覚的に目立った情報を抑制し、他者の知識について考慮することが困難であるということを「見ること - 知ること」課題を用いて証明し、情報が目立たないような状況においては、他者の知識を考慮することができるようになることから、目立った情報を抑制することが、年少の子どもにとって困難であるとしている。

これらの研究は、心の理論課題における実行機能の要因を操作することにより、他者の信念や知識状態を考慮することが可能になることを示した点で、Carlson & Moses (2001) やMoses (2001; 2005) によって主張されている、心の理論の表出 (expression) に実行機能が関連することを証明した研究といえる。

②心の理論と実行機能の相関研究 次に、②心の理論課題と実行機能課題をそれぞれ実施し、課題間の相関をみた代表的な研究例を、Table 2に示した。複数の心の理論課題と複数の実行機能課題を横断的に実施し相関を検討する研究は、非常に盛んに行われてきている。相関研究は、実行機能の下位機能の中で特に何が心の理論の成績と関連するのかを解明する研究として位置づけられる。研究法が相関研究である以上、心の理論と実行機能の因果的関連、すなわち心の理論の発現 (emergence) に実行機能が関わることを証明する研究とはいえないと考えられるが、多くの研究から、心の理論と関連が強いとされる下位機能が挙げられ、検討されつつある。

単に相関をみるだけではなく、年齢や言語能力、知能などの干渉変数を統制した上で、心の理論課題の成績と実行機能課題の成績の偏相関係数を検討するものが多いことがTable 2からうかがえる。また、実際の研究では相関のみを調べるのではなく、年齢や言語能力、実行機能課題の成績を説明変数、心の理論課題の成績を目的変数として、重回帰分析を行い、より詳細に結果

Table 2: 心の理論課題と実行機能課題における主要な相関研究

研究	年齢	実行機能課題 抑制制御 (inhibitory control)	認知的柔軟性 (cognitive flexibility)	ワーキングメモリ (working memory)	プランニング (planning)	主要な相関・相関係数
Carlson & Moses (2001)	3:3-4:11	DCCS, 昼/夜課題 芝生/雪課題, ささやき クマ/鹿課題 空間的逆転課題, タワー KRISP, ビンボール 隣り物逆転課題	(DCCS)			年齢、性別、言語能力 心の理論 × 遅延 (Conflict Scale): .41** 心の理論 × 遅延 (Delay Scale): .23** 心の理論 × 抑制制御 パツチー: .41**
Carlson, et al. (2002)	3:4-5:6	クマ/鹿課題 ささやき		歌唱・ラベリング課題 数逆転課題, 車筋逆転課題		年齢・知能 感情課題 × 遅延 (Conflict Scale): .30*
Carlson, et al. (2004)	3:2-4:11	クマ/鹿課題 ささやき 隣り物逆転課題		ハノイの塔 トラックの積荷 キツチンデリハリ		年齢、言語能力 心の理論 × クマ/鹿: .32* 心の理論 × ささやき: .34*
Davis & Pratt (1995)	3:3-5:4			数逆転課題, 数順課題		心の理論 × 数逆転課題: .46**
Fry, et al. (1995; Exp. 2)	2:8-5:4		DCCS			年齢 感情課題 × DCCS: .40**
Gordon & Olson (1998)	3:0-6:4			歌唱・ラベリング課題 指タツピング・ラベリング課題		年齢、指タツピング・ラベリング課題 感情課題 × 歌唱・ラベリング課題: .47*
Hughes (1998a)	3:3-4:7	ハンドゲーム リーチングボックス リーチングボックス	WCST の簡易版 マグネットパターニング課題	聴覚系列化絵本課題 ボット回転視覚探索課題		年齢、言語能力、非言語能力 ディセプション × 抑制制御: .45* ディセプション × 認知的柔軟性: .30*
Hughes, et al. (1998)	3:6-4:6	ハンドゲーム リーチングボックス	WCST の簡易版 パターン再生課題	聴覚系列化絵本課題 ロンドンの塔		言語能力 心の理論 × 実行機能パツチー: .35*
Keenan, et al. (1998)	4:0-5:2			歌唱スパン課題		心の理論 × 歌唱スパン課題: .54*
Muller, et al. (2005)	3:1-5:5		DCCS			スマーティ (自己信念) × DCCS: .46** スマーティ (他者信念) × DCCS: .39**
小川・子安 (2006)	3:5-6:4	赤/青課題 ハンドゲーム タワー	DCCS	車筋逆転課題 8 ボックス		年齢、言語能力 感情課題 × DCCS: .21* 感情課題 × 車筋逆転: .25*

注) DCCS=Dimensional Change Card Sorting, KRISP=Kansas Reflection-Impulsivity Scale for Preschoolers, WCST= Wisconsin Card Sorting Task. * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

相関係数は明瞭な形で示した。相関関係はゴシック体で示した。相関係数は、各研究における相関関係の上部に太字で示した。実施した心の理論課題について、感情課題=標準感情課題、スマーティ=スマーティ (だまし箱) 課題、ディセプション=ディセプション課題、心の理論=様々な心の理論課題のパツチーとして示した。

を検討する研究が多い。

代表的なものとしては、Carlson et al. による2001年から2004年にかけての一連の研究が挙げられる。Carlson & Moses (2001) や Carlson, Mandell & Williams (2004) では、下位機能である抑制制御の課題を幼児に実施し、主成分分析の結果から、抑制制御は、葛藤抑制 (conflict inhibition) と遅延抑制 (delay inhibition) という2つの機能にさらに区別されることを示している。葛藤抑制とは、優勢ではあるが、課題の目標とはそぐわない不適切な反応を抑制し、相反する新しい反応を活性化させる機能 (優勢反応抑制; prepotent response inhibition) といえ、課題としては、昼/夜課題 (Day/Night: Gerstadt, et al., 1994) や芝生/雪課題 (Grass/Snow; Carlson & Mosens, 2001)、ささやき課題 (Whisper; Kochanska, et al., 1996)、クマ/竜課題 (Bear/Dragon: Reed, Pien & Rothbart, 1984)、ハンドゲーム (Luria's 'fist and finger' Hand Game: Hughes, 1998a) などが含まれる。これらの課題において、子どもは何らかのルールに従い反応を変化させることを求められる。例えば、昼/夜課題では、実験者が太陽の描かれたカードを見せたときは「夜」、月や星の描かれたカードを見せたときには「昼」と反対のラベリングを行うことが求められる。ささやき課題では、子どもはよく知ったキャラクターのカードを見せられた際に、衝動的な大きな声で反応するのではなく、小さな声でささやくことが求められる。クマ/竜課題では優しいクマの言ったときには、言われたとおりの反応を行い、いじわるな竜が言ったときには、動かずにいることが求められる。ハンドゲームでは、実験者が出した手の形 (指さし) とは反対の手の形 (げんこつ) をするように求められる。

遅延抑制とは、単に衝動的な反応を抑制する機能であり、課題としては、タワー課題 (Tower: Kochanska, et al., 1996) や贈り物遅延課題 (Gift Delay: Kochanska, et al., 1996) が代表的である。葛藤抑制と遅延抑制の相違点として、Carlson & Moses (2001) は、ワーキングメモリの存在を挙げている。葛藤抑制においては、2つまたはそれ以上の対立する思考や反応のうち、目立っており優勢である一方は抑制し、他方の情報を活性化させる必要がある。このように複数の思考や反応の候補を頭の中で操作するためには、ある程度ワーキングメモリの容量が必要となる (Carlson & Moses, 2001)。年齢や性別、言語能力を統制しても様々な心の理論課題の成績との関連が強いのは、葛藤抑制の機能であることを示した。さらに、プランニングやワーキングメモリのような他の下位機能と比較しても、抑制制御のほうがより心の理論課題の成績と関連していることを示している (Carlson, Moses, & Breton, 2002; Carlson, et al., 2004)。同様に Hughes (1996; 1998b) においても、類似の結果が得られている。

他の代表的な研究としては、Frye et al. (1995) や Muller, Zelazo, & Imrisek (2005) による、認知的柔軟性の機能との関連を重視したものが挙げられる。ここでは、心の理論に必要なとされる推論システム (system of inference) は、判断の基準となる対立する視点のうち、一方の視点から推論を形成し、他方は無視するという、認知的に柔軟である能力としている。つまり、誤信念課題に対する失敗を自己と他者という対立する視点からの推論を切り替えることの失敗だと説明できるのではないかと仮定し、心の理論課題と同様の推論システムの構造を持ちながら、心的状態の理解を含まないDCCS (Dimensional Change Card Sorting) 課題を用いて成績の発達の变化を比較した。結果、DCCSの成績と心の理論課題の成績は非常に相関が高く、心の理論と認知的柔軟性機能の関連が示唆された。DCCSは、ウィスコンシン・カード分類課題と非常

によく似た課題であり、子どもにカードを分類するルールの切り替え（例えば色から形へ）を求める課題である。

加えて、ワーキングメモリとの関連を指摘する研究も行われている（Davis & Pratt, 1995; Gordon & Olson, 1998; Keeman, Olson & Marini, 1998）。これらの課題では、メモリスパン課題や二重課題を使用して子どもの言語的、非言語的ワーキングメモリの容量を測定していると考えられる。Davis & Pratt (1995) は、数逆唱課題と心の理論課題の成績の相関が高いことを示し、これは心の理論課題にとっては、1つの課題状況やストーリーに対して、自己と他者、現実と誤信念といった複数の表象を保持しておく必要があるからであるとしている。ただし、抑制制御などの下位機能と比較した場合には、心の理論との関連がそれほど強くないことが示されており（Carlson et al., 2002; Hughes, et al., 1998）、結果は一貫しているとはいえない。しかし、日本の幼児において実行機能と心の理論の関連を検討した小川・子安（2006）では、Carlson & Moses (2001)やCarlson et al. (2002; 2004) の結果とは異なり、抑制制御課題と心の理論課題との関連はみられず、Frye et al. (1995) やDavis & Pratt (1995) の結果と一致して、DCCSや単語逆唱課題との関連がみられた。ワーキングメモリを実行機能の中の1つの下位機能とみなすか、実行機能に影響を与える別の要因とするのかという点や、実施されている課題がワーキングメモリの何を測定しているのかという点は研究者間で異なっているため、今後とも検討していく必要があると考えられる。

③縦断研究 関連を縦断的に検討する方法を用いた縦断的研究では、実行機能と心の理論の発達において因果的な関係がみられるどうか、またみられるのであれば、どちらが原因でどちらが結果となるのかを検討しようとすることを目標としている。つまり、ある時点での心の理論または実行機能の成績が、後の心の理論や実行機能の成績をどの程度予測するかを検討するために縦断研究が行われてきた。Hughes (1998b) は同一被験児に対して、3歳と4歳の2度、心の理論課題と実行機能課題を実施しその発達的变化を検討した。その結果、3歳時での心の理論課題の成績は、4歳時での実行機能課題の成績を予測しなかったが、3歳時での実行機能課題の成績は、4歳時での心の理論課題の成績を予測した。また、Carlson, et al. (2004) による2歳児から3歳児を対象とした縦断研究においてもほぼ同様の結果が示されている。

以上をまとめると、実行機能と心の理論の関連については以下の点に集約できると考えられる。まず、実行機能と心の理論の因果的關係に対しては、Calson & Moses (2001) やMoses (2001; 2005)、Hughes (1998a) の主張から、心の理論の発現 (emergence) は実行機能の発達に基づくという仮説を支持する研究が多いことが考察される。ただし、Kloo & Perner (2003) のトレーニング研究によって示されたように、実行機能課題をトレーニングすることが、心の理論課題の成績を高めるのと同様に、心の理論課題をトレーニングすることは、その後の実行機能課題の成績を高めることから、心の理論課題と実行機能課題には同種の命題的に埋め込まれた状況の推測が必要であることを主張するCCC理論の立場や、Perner & Lang (1999; 2002) の両者は相互依存的に発達するという仮説も否定はできない。

実行機能の下位機能の関連としては、DCCSは他の下位機能の課題と比較して、心の理論課題との関連が強くみられることが多く、相関研究でもトレーニング研究でもその関連の強さは頑強であることが示されている。次に、Carlson, et al. やHughes, et al. の一連の研究から抑制制

御の機能は心の理論課題との関連が強いことが予想されるが、年齢や言語能力を統制した上で課題ごとの相関をみると、相関係数が有意ではない場合も多く (Carlson & Moses, 2001)、どのような課題を使用して検討するかということが非常にセンシティブに結果に表れてくるといえる。またワーキングメモリの機能においては、心の理論課題にとって必要となる程度の容量はすでにこの時期には獲得しているといえるのかも知れない。

従来の研究の問題点と今後の課題

本論文の目的は、実行機能と心の理論の関連を検討した先行研究を詳細に調べることで、従来の研究の問題点を見出し、今後の研究の方向性を定めることであった。従来の研究の問題の1つに、Perner & Lang (1999) によって設定されている仮説の真偽を検討することが明確にはできていないことが挙げられる。Carlson & Moses (2001) やMoses (2001; 2005) で主張されている心の理論の発現 (emergence) と実行機能の関連については、縦断的な相関研究からの推測が可能であっても、個々の子どもの発達を詳細に検討していく必要があると考えられる。

心の理論と実行機能の関連の問題について郷式 (2005) は、「実行機能も心の理論もいくつかの基本的な要素 (下位過程) から成り立っているためかもしれない。」としている。つまり、実行機能においては、ワーキングメモリ、抑制制御、認知的柔軟性といった基本的な要素が考えられているのに対し、他者の心的状態推論についても表象の保持、抑制のコントロールといった下位過程から成り立っていると考えられる。

従って、今後の研究の1つの方向性としては、心の理論課題の処理、すなわち心の理論の表出 (emergence) に影響を与える実行機能の働きについてより詳細に検討していくことが挙げられる。心の理論課題のどの下位過程において、実行機能のどの下位機能が重要な役割を果たすのかを詳細に検討していくことである。現在考える心の理論課題の下位過程と実行機能の下位機能の対応をFigure 1にまとめた。

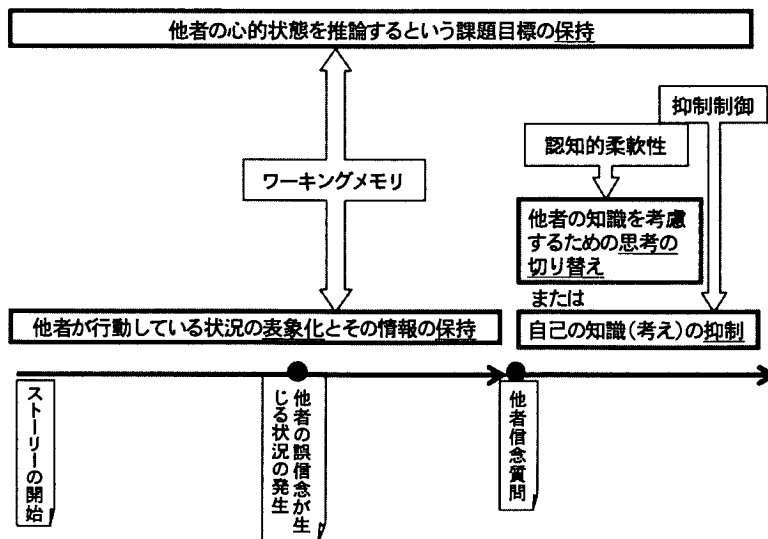


Figure 1: 他者の心的状態推論における実行機能の下位機能の働き

Figure 1のようにストーリー中の登場人物の行動の表象化や保持といった推論における早い段階から必要となる実行機能と、登場人物の考えとは異なる自己の知識やそれに基づく反応の抑制や自己から他者への思考の切り替えなど、他者の行動に対する表象を保持した上で必要になってくる実行機能があると考えられる。

加えて、従来の研究ではほぼ注目がなされてこなかったが、課題目標が何であるかを理解し、それを課題の始まりから終わりまで保持しておく、「課題目標の保持 (goal maintenance)」という機能が他者の心的状態推論にとって重要な要因であるのではないだろうか。ただし、課題目標の保持は、他の実行機能の下位機能とは異なり、幼児を対象とした実験方法がほとんどなく、従って心の理論との関連を検討した研究もみられない。この「課題目標の保持」という下位機能が、実行機能の他の下位機能と共通する側面が多く、定義があいまいであるということも、その原因として考えられる。しかし、そもそも実行機能全体がうまく機能するためには、課題解決のための目標が必要であり、その目標に向かって、抑制や認知的柔軟性などの様々な下位機能を働かせていくことが重要になってくる。従って、心の理論課題においても他者の心的状態を推論するという目標の保持自体が心の理論課題通過のための重要な要因となる可能性がある。

さらに、実行機能の下位機能がどのように相互に関連しながら幼児期に発達するかに対しては、ほとんど検討がなされていない。しかし、実行機能が下位機能に区別され、それが時には個別に、時には総合的に心の理論と関連しているのであれば、実行機能自体の発達のメカニズムについて下位機能の相互のかかわりという観点から検討していく必要があると考えられる。この点を解明する手がかりとして、抑制制御課題、特に葛藤抑制課題の成績とワーキングメモリ課題の成績が非常に高い相関を示すということが挙げられる (Carlson et al., 2002; 小川・子安, 2006)。今後、ワーキングメモリの発達と抑制制御機能の発達の関連について検討していく必要があると考えられる。

謝 辞

本論文の作成にあたりご指導いただきました京都大学大学院教育学研究科の子安増生教授に深く感謝いたします。

引用文献

- Beveridge, M., Jarrold, C., & Pettit, E. 2002 An experimental approach to executive function fingerprinting in young children. *Infant and Child Development*, 11, 107-123.
- Carlson, S. M. 2005 Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595-616.
- Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L. 2004 Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental Psychology*, 40, 1105-1122.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. 2001 Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032-1053.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., & Breton, C. 2002 How specific is the relation between executive function and theory of mind? Contributions of inhibitory control and working memory. *Infant and Child Development*, 11, 73-92.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., & Claxton, L. J. 2004 Individual differences in executive

- functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, **87**, 299-319.
- Carlson, S. M., Moses, L. J., & Hix, H. R. 1998 The role of inhibitory processes in young children's difficulties with deception and false belief. *Child Development*, **69**, 672-691.
- 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.
- Diamond, A., Prevor, M. B., Callendar, G., & Druin, D. P. 1997 Prefrontal cognitive deficits in children treated early and continuously for PKU. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, **62**(4, Serial No. 252).
- Frye, D., Zelazo, P.D., & Palfai, T. 1995 Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, **10**, 483-527.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. 1994 The relationship between cognition and action: Performance of children 3.5-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, **53**, 129-153.
- Gordon, A.C.L., & Olson, D.R. 1998 The relation between acquisition of a theory of mind and the capacity to hold in mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, **68**, 70-83.
- 郷式徹 2005 幼児期の自己理解の発達 ナカニシヤ出版.
- Hughes, C. 1996 Control of action and thought: normal development and dysfunction in autism: a research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **37**, 229-236.
- Hughes, C. 1998a. Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, **16**, 233-253.
- Hughes, C. 1998b Finding your marble: does preschoolers' strategic behavior predict later understanding of mind. *Developmental Psychology*, **34**, 1326-1339.
- Hughes, C., Dunn, J. & White, A. 1998 Trick or treat?: Uneven understanding of mind and emotion and executive dysfunction in hard-to-manage preschoolers *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, **39**, 981-994.
- Keenan, Olson & Marini. 1998 Memory span as a predictor of false belief understanding. *New Zealand Journal of Psychology*, **27**, 36-43.
- Kloo D., & Perner, J. 2003 Training transfer between card sorting and false belief understanding helping children apply conflicting descriptions. *Child Development*, **74**, 1823-1839.
- Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T. Y., Koenig, A. L., & Vandegeest, K. A. 1996 Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development*, **67**, 490-507.
- 子安増生・郷式徹・服部敬子 2003 縦割り保育の幼稚園における「心の理論」および関連する能力の縦断的研究 京都大学大学院教育学研究科紀要, **49**, 1-21.
- Moses, L. J. 2001 Executive accounts of theory-of-mind development. *Child Development*, **72**, 688-690.
- Moses, L. J. 2005 Executive function and children's theories of mind. In Hodges & Malle, *Other minds: How humans bridge the divide between self and others*.11-25.
- Muller, U., Zelazo, P. D., & Imrisek, S. 2005 Executive function and children's understanding of false belief: how specific is the relation? *Cognitive Development*, **20**, 173-189.
- 小川絢子・子安増生 2006 幼児期における「心の理論」と実行機能の関連性. 日本発達心理第17回大会発表論文集, 240.
- Perner, J., & Lang, B. 1999 Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Science*, **3**, 337-344.
- Perner, J., & Lang, B. 2002 What causes 3-year-olds' difficulty on the dimensional change card

- sorting task?. *Infant and Child Development*, **11**, 93-105.
- Premack, D. G. and Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, **1**, 515-526.
- Reed, M. A., Pien, D. L., & Rothbart, M. K. 1984 Inhibitory self-control in preschool children. *Merrill-Palmer Quarterly*, **30**, 131-147.
- 瀬野由衣・加藤義信・木村美奈子・加藤弘美 2005 幼児における心的状態の理解に関する発達的研究
(1) —「知る」はどのようにして心的状態として意識化されていくか— 日本発達心理学会第16回
大会発表論文集, 293.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. 2001 Meta-analysis of theory-of-mind development:
The truth about false belief. *Child Development*, **72**, 655-684.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. 1991 A normative-developmental study of
executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental
Neuropsychology*, **7**, 131-149.
- 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.
- Zelazo, P. D. 1999 Language, levels of consciousness, and the development of intentional action.
In Zelazo, P. D., Astington, J. W., & Olson, D. R. (Eds.), *Developing theories of intention:
Social understanding and self-control* 134-153. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

(教育認知心理学講座 博士後期課程2回生)

(受稿2006年9月8日、改稿2006年11月28日、受理2006年12月7日)

The Development of Executive Function and Theory of Mind in Young Children

OGAWA Ayako

The purpose of the present article was to consider components of executive function and tasks for young children, as well as theoretical hypotheses about the relationship between executive function and theory of mind. The development of executive function in the preschool years is recognized as playing a critical role in cognitive and social development. Many tasks that measure young children's executive functions have been used both in clinical neuropsychology and in developmental psychology for the past decade and a half. Executive function is defined as goal-directed behavior, including planning, organized search, and impulse control. It is not a single construct, but consists of some components, such as inhibitory control, attentional flexibility, error correction and detection, and resistance to interference. Many recent studies have demonstrated that the development of executive function is the factor that contributes to young children's understanding of other's false belief—"theory of mind". In this review, I proposed that one important factor of executive function is "goal maintenance" and that executive function should be analyzed as subcomponents that have an effect on the sub-processes of "theory of mind".