

実行機能と「心の理論」の発達に関連性

—創発仮説・表現仮説・メタ表象仮説の検討—

志 波 泰 子

はじめに

最近、幼児期における実行機能 (executive functioning; EF) と「心の理論」 (theory of mind; ToM) との関係に焦点を置く研究が相次いで発表されている (e.g., Russell; 1991; Frye, Zelazo, & Palfai, 1995; Russell, 1996; Carlson, Moses, & Hix, 1998; Carlson & Moses, 2001; Carlson, Moses, & Breton, 2002; Carlson, Mandell, & Williams, 2004; 小川 & 子安, 2006; Sabbagh, Xu, Carlson, Moses, & Lee, 2006)。

実行機能は、脳神経生理学上の概念であり、前頭葉の媒介によって思考および行動を管理制御する能力として、その下位機能には自己制御、プランニング、認知の柔軟性、抑制制御、エラーの探索と修正やワーキングメモリなどを含むとされている (Zelazo, Carter, Reznick, & Frye, 1997)。

これまでの研究では、実行機能と「心の理論」を測定する課題の間かなりの相関があることが指摘されており、特に、実行機能が子どもたちの「心の理論」発達にどのような役割を果たしているのか、また、その因果関係がどうなっているのかについては、すでにいくつかの仮説がある。

本論文では、実行機能の中で特に抑制的側面が「心の理論」と強い関係があると指摘する論文から、Moses (2005) の論じる創発仮説と表現仮説及びメタ表象仮説を中心にとりあげて、どの仮説が他の関連する研究とあわせて最も矛盾なく説明しうるのかについて、さらに発展させ、検討をおこなった。

「心の理論」における抑制的制御の重要性

幼児の欺き研究で Russell, Mauthwer, Sharpe, and Tidswell (1991) が、3歳児の欺き課題の失敗には心理化と実行能力が関わっていることを指摘した。彼らによれば、心理化とは、メタ表象や「心の理論」と関連する心的状態の概念を獲得することであり、実行能力とは、それらの情報の保持と操作に関わる能力であるが、3歳児がウィンドウズ (騙し指差し) 課題と標準誤信念課題の双方で困難を示すのは、彼らが「目立った方」を選んではいけないのに、「目立つ対象」から注意をそらすという反応を実行することができないためであることを示唆している (Russell, 1991; Russell, 1996; 郷式, 2001)。さらに、Russell (1996) は、両方の課題間の成績にかなり強い相関が見られることから、誤信念にはEF能力が大きく影響し、誤信念の概念の獲得のためにはある一定のEF能力の水準が必要とされること、加えて、自閉症児もウィスコンシンカード分類テスト (WCST) やハノイの塔課題のようなEF課題において困難を示すことから、

EFこそが「心の理論」の推論を生み出すものであることを主張した。

一方、Frye, Zelazo, and Palfai (1995) は、DCCS (WCSTをもとにして作られている) を用いたEF課題と誤信念課題の双方が、子どもの視点から見たときに、どちらを推論するかを選ばなければならないより高い順序規則を使用することが要求されているという埋め込み仮説を展開した。DCCS課題では、子ども達は、もし、形と色で種類分けされていたら、その種類分けの状況をセットし、さらにもし、そのカードに形（または色）が表現されていたら、それを前件とし、つぎに、後件として、指定された場所にそのカードを置かなければならないという規則構造を含んでいる。同じように、標準誤信念課題も、自己と他者の視点の切り替えと表象変化の前後の時間を含み、さらに見かけ課題ではどのように見えるのかということと、事実との切り替えという構造を持つと仮定した。彼らは、3～4歳児におけるDCCS課題と誤信念課題には相関があったことを報告し、このような推論能力はEFとToMを発達的につなぐ鍵となると述べている。

Carlson, Moses, and Hix (1998) の研究では、EFのなかの抑制制御 (inhibitory control; IC) の役割が、特に強調された。彼女たちは、3歳児がウィンドウズ課題で困難を示すのは、すなわち、空の場所を指さして騙すことがほとんどできないのは、彼らにとって指さしをすることは物事を正確に示すことであり、このような行動を抑制するのは非常に困難なことだからであると述べている。3歳児は、矢印や描かれた手がかりを用いるような低い抑制制御条件でなら騙すことは可能なのだが、空の場所を指さすという現実のことではない行為を行うような高い抑制制御条件では、騙すことができないのである。3歳児は、誤信念や見かけを全く考慮できないのではなく、抑制制御能力が不足しているために課題に失敗する。彼女たちは、3歳児はすでに持っている概念的知識を見合った行動に置き換えることができず、もっと騙せる能力があるかもしれないのだが瞬時に反応してしまい、その反応から離れることが出来ずに課題に失敗するのだと抑制制御能力の不足によることを強調している。さらにこのことは、3歳児が、信念とは物事の真実を忠実に表わすことだという現実バイアスを伴って信念の心的状態を理解していることにもよるのではないかと論じている (Carlson, Moses, & Hix, 1998)。

EFの抑制制御機能 それでは、EF (特にIC) とToMは、どのように関連しているのだろうか。すでにLuria, A.らによって、成人の脳損傷による機能障害の証拠から、EFの中心には、抑制制御機能がかかわっていることが指摘されていた (Carlson & Moses, 2001からの引用)。

ICとは、認知し表象された目標を追いつつ、不適切な反応を抑制する能力 (Rothbart & Posner, 1985; Moses & Carlson, 2001からの引用) と定義されているが、抑制制御と誤信念課題との関連性については、就学前期にICとToMの重要な発達が見られること (Moses & Carlson, 2001)、どちらも前頭葉機能が関係しているという脳イメージング研究からの証拠があること (Baron-Cohen, 1995)、自閉症児には、ToMの欠損とウィスコンシンカードやハノイの塔のような古典的なEF課題の遂行に障害を持つという共通性があること (Russell, 1996) などが指摘されている。

Moses and Carlson (2001) は、DCCS課題のみしか採用していないFryeらの研究に対して、EFの測定として課題を拡張して、3～4歳児107名に10のEF (IC関連) 課題と8つの誤信念課題を用いて検証を行った。この研究ではICと誤信念の課題に加えて、言語能力テスト、運動能力テスト、心的状態統制課題、ふり課題および親による子どものIC報告が測定されている。10のIC

課題で要求される優勢反応と非優勢反応（正しい反応）は表1の通りであった。

表1 IC課題の優勢反応と非優勢の正しい反応 (Carlson & Moses, 2001)

IC課題	優勢反応	非優勢の正しい反応
葛藤課題		
昼と夜	太陽には昼と月には夜	絵とは反対のことをいう
草と雪	草には緑、雪には白を指さす	連想とは反対の色を指さす
空間葛藤	絵と同じ側のボタンを押す	絵と違う側のボタンを押す
カード分類	前と同じ次元の色や形に分ける	別の新しい次元に分ける
熊と竜	熊と竜の両方の命令に従う	熊に従い竜には従わない
ささやき	キャラクターの名を大声で言う	キャラクターの名をささやく
遅延課題		
ピンボール	すぐに棒を引く	“いけ”というまで待つ
贈り物	贈り物を包むのを覗く	覗かずに待っている
塔積み木	自分で全部のブロックを置く	実験者にブロックを置かせる
KRISP*1	すぐに似た絵を指さす	全部が検討されるまで待つ

* 1 : KRISP は Kansas Reflection-Impulsivity Scale for Preschoolers の略

測定の結果は多くのIC課題と誤信念課題が相関し、年齢、性、言語能力を統制した後も有意な偏相関が見られた。特にICバッテリーとToMバッテリーの相関が、 $r(107) = .66$ 、偏相関は、 $rp(99) = .41$ であったことはICとToMの関係の強い関連性を証明していた。

さらに、EF課題を因子分析によって、熊と竜課題のような優勢な感情を抑制しなければならない葛藤課題と贈り物課題のように贈り物を包んでいる間待っていることができる遅延課題に分けると、ToMと一貫して強く相関するのは葛藤課題であった。そしてこれらの課題の主成分分析では、ToM要因がEF要因といっしょに出現すること、回帰分析では、ToMとEFがそれぞれ誤信念課題の成績を有意に予測することが報告されている (Moses & Carlson, 2001)。

彼らは、このような知見はEFの発達と就学前期の子どもたちに起こるToMとの間に密接な関連があること、抑制機能の変数が取り除かれたときでも誤信念課題には、グループとしての一貫性があり課題間を結ぶ共通の概念的核の存在を示唆しているため、ToMの発達には概念変化が作用していると述べている (Carlson & Moses, 2001)。続いて彼らは、誤信念課題とIC課題とワーキングメモリ (WM)との関連を検証し、ICとWMを両方含む葛藤課題のみが誤信念課題と有意に相関 ($r(47) = .52$)、偏相関 ($rp(47) = .30$) することを示した (Carlson, Moses, & Breton, 2002)。

創発仮説 と 表現仮説 Moses (2001, 2005) は、このような実行機能の抑制制御面を強調した仮説に対して、EFが誤信念の概念を創発させるというRussell (1996) の説明を創発仮説 (emergence accounts またはemergence hypothesis) と名づけ、EFがすでに生じているToM能力の表現に影響を与えているというCarlson, Moses, and Hix (1998) による説明を表現仮説 (expression accounts またはexpression hypothesis) と呼んで区別している。この2つの仮説

は、どちらもEFがToM発達の大きな要因であり、心的概念が変化すること、そしてEFのなかの抑制制御がToMに一定の役割を果たしていることを前提としているが、違うのは、創発仮説は、EFはToMを発達させる重要な基盤であるが、3歳児には真正の誤信念の概念はまだ生まれていないと主張しているのに対し、表現仮説は、子どもたちはすでに誤信念の概念を持っているが、EFスキルが十分でないためにそれを表現できないでいると考える点である。さらにいえば、表現仮説では、Carlsonたちは、幼児の誤信念課題の失敗は、彼らがすでに知っていることを表す（たとえば、彼らの知識を実行行動に変える）ことを妨げるような周辺に存在する実行機能に問題があると主張しているが、創発仮説のRussell（1996）は、幼児はそもそも一定水準の実行スキルを欠いているために、多様な心的表象を考えることができないという、もっと深いところにあるEF能力の問題から生じていると述べている。

メタ表象仮説

ToM推論能力の概念変化的説明と表象変化的説明 ところで、幼児のToMの推論能力の発達については、2つの説明が対立している。Wellman（1990）が、心的表象概念の変化によって生じると概念変化的説明をおこなったのに対して、Perner（1991）は、幼児のToMの推論能力は、心的表象概念によるのではなく一般的表象によるものであり、子どもたちはメタ表象によって真正の誤信念（現実の心的誤表象）の理解を発達させるという表象変化による説明を主張した。

Perner（1991）によれば、4歳以前の子どもは表象を理解することはできるが、表象の媒体と表象の内容を完全に区別できず、彼らは単に表象された状況から処理する状況理論家なのである。しかし、彼は、理論が完全に別の理論に置き換わるわけではなく、われわれはおとなになっても状況理論家であり続けると述べている。

さらに、子どもの初期的心の理解とは、思考と信念とふりの単純な表象的理解のみを含むので、幼児は、表象物として写真や絵のような物理的表象を理解できないが、表象の新たな理解を獲得するとき、誤信念の理解にいたることができるのである（Perner, 1991）。このようなメタ表象の理解は、子どもたちに心の表象的理論を発達させるので、彼らの欲求、知識、記憶などを変化させることになり、状況的行動理論から情報処理的心の理論へと理論変化がおきることになる（Perner, 1991）。

Pernerらのメタ表象仮説 この表象変化的説明の立場から、Perner and Lang（1999）は、EFとToMの関連性について、子どもは自分の意志で行動をコントロール出来るためには、自分の行動目標もその目標の障害になるような事柄についても表象することができなければならない、そのため表象スキルがまず必要なのであり、このようなメタ表象によるToMの進歩こそが、実行抑制（executive inhibitory）を必要とするすべての課題で同じような進歩を促すことになる論じている。子どもは、誤信念の場合には、主人公の間違った情報が、彼に間違った場所を見るように仕向けることを理解（心的状態とその行為の関連性を表象的に理解）し、抑制のためには、習慣的な行為スキーマが主人公の間違ったゴールへ向かわせるので、新しい行為のために抑制されねばならないこと（不適切な行為スキーマとその行為の関連性を表象すること）を認識しなければならぬ、このようにToMの持つメタ表象のおかげで実行抑制がうまく働くのだと主張している（Perner & Lang, 1999）。この表象変化的説明に基づく実行機能の抑制的仮説は、

メタ表象仮説とよべるだろう。

メタ表象仮説 対 創発仮説・表現仮説

EFとToMの因果の方向性 ところでMoses (2005) は、EFとToM の間に相関があることがわかって、EFがToM に影響するのか、ToM がEFに影響しているのかは確定できない、EFがToMの発達に因果的に関係しているとすれば、概念変化的説明に基づいた創発仮説や表現仮説のように" EFがToMに影響を与えている (EF→ToM説) "ののだろうか、それともPerner たちの主張のように、ToMが実行抑制に影響を与える" ToMがEFに影響を与える (ToM→EF説) "ののだろうかと問題を提起している。

メタ表象仮説のToM→EF説 これまでの研究からは、EFからToMへの方向性も、ToMからEFへの方向性のどちらの結果も考えられないわけではないようである。しかし、Moses (2005) は、子どもたちにToMスキルとEFスキルのトレーニングを行なうという研究 (Kloo & Perner, 2003) の結果からは、ToM→EFの方向性は支持されないのではないかと指摘する。もし、ToMがEFに影響しているならば、ToMの訓練はEFスキルを高めることになるはずであり、EFがToMに影響しているのならば、EFの訓練はToMスキルを高めるように働くと考えられるが、ToMを訓練してもToMスキルには影響しなかった。しかし、ToMの訓練はEFスキルを向上させる結果となった。他方、EFの訓練は、ToMの訓練がEFを高めた結果よりもさらにEFスキルを高め、ToMスキルも共に高める結果となった (Kloo & Perner, 2003)。

これについて、Pernerたちは、トレーニングに用いたEF課題とToM課題の両方がメタ表象を含むため結果的にメタ表象を訓練することになったからではないかと述べている (Kloo & Perner, 2003)。

しかしCarlson and Moses (2001) が行った因子分析からは、EF課題が全部メタ表象を含むとはいえないこと、さらに、抑制課題を遅延課題と葛藤課題に2分すると、ToM と一貫して相関するのは、ICとワーキングメモリ (WM) の負荷の双方がかかる葛藤課題のみであることが指摘されている (Moses, 2005)。もし、Pernerたちがいうようにどちらもメタ表象が必要と考えるなら、これらは同じように相関するはずである。そのうえ、メタ表象仮説では、誤信念の評価には実行抑制の働きが必要であるとしているが、WMがどのようにToMの発達に関わっているかについては研究されていない。

Carlson, Mandell and Williams (2004) の縦断研究の結果も、メタ表象仮説 (ToM→EF説) には不利な証拠といえる。81人の子どもたちの24ヶ月から39ヶ月までの縦断的発達研究では、子どもたちの2歳時のEFは3歳時以上の彼らのToMを言語能力を統制しても有意に予測できた。このように24ヶ月時のEFの成績が、一年後のToMの成績を言語能力を統制しても有意に予測できたことは、一般にいわれている以上に早い段階で、子どもたちが心的状態に気づき始めていることを発達的に確認できたといえるだろう (Carlson, Mandell, & Williams, 2004)。さらに比較文化的調査の結果 (Sabbagh, Xu, Carlson, Moses, & Lee, 2006) も、メタ表象仮説 (ToM→EF説) には不利であった。中国の109人の幼稚園児のEFはアメリカの107人の子どもたちにくらべるとかなり進歩していたが、ToMの推論に関しては、中国の子どもたちはアメリカの子どもたちと比較して特別な発達が見られなかったことが報告された。すなわち、EFはToMに先行

して存在したが、EFに先行するToMは存在しなかった。これも、ToM→EF説に否定的な結果である。このように、創発仮説・表現仮説とメタ表象仮説の論争については、メタ表象仮説の立場を支持する証拠は今のところ少ないようである。

メタ表象について ところでメタ表象仮説で主張される第3変数としてのメタ表象についてであるが、Perner (1991) はメタ表象そのものを「表象関係の表象」と定義しているが、実際には単なる2次表象以上のものと考えていると思われる。たとえば、彼のいう誤信念の表象とは、ただ単に頭に思い浮かべることだけでなく、それを受け入るのか受け入れないのか、受け入れるならどのように行動するのか、あるいはしないのかを評価することまで要求している。さらに彼のいうメタ表象能力は、EFにおける思考や推論の部分にも関わっていると思われ、その関係はEFと表裏一体の関係に近く、彼はメタ表象能力を領域固有の能力をこえて領域一般の能力として示唆しているように思われる。

このことについては、Pernerたちが、EF課題も誤信念課題もどちらもメタ表象を必要とするのだから、EF課題は実際には誤信念課題なのだと述べている (Perner & Lang, 1999) ことから伺われるのだが、そもそも、Pernerたちのいうメタ表象とは、大脳のどの部分で、どのように機能しているのかという神経生理学的検証もEFとの関係も含めてさらに議論される必要があると思われる。このようなことから、メタ表象によるToMの進歩こそが、実行抑制 (executive inhibitory) を必要とする課題を進歩させるというToM→EFの因果の方向性の根拠は、それほど堅固なものとはいえないのではないだろうか。

彼らが、誤信念と実行抑制の関係は、誤信念課題で与えられる実行要求だけのせいではなく、もっと深いところの発達でつながっている (Perner & Lang, 1999) と指摘しているのは正しいと思われるが、ToMの発達をメタ表象能力の発生だけに固執して考えるならば、ToMとEFの関係を適切に捉えることは難しいのではないかと思われる。

EF→ToM説 創発仮説か表現仮説か では、創発仮説と表現仮説のどちらがEF→ToMをより説明しうるのだろうか。2001年にWellman, Cross, and Watson がToMのメタ分析をおこなっている。1983年にPerner and Wimmerが、「マキシのチョコレート」課題を提出して以来十数年間のToM研究178例を集めたこのメタ分析の結果は、幼稚園児による課題の成績はチャンスレベル以下から以上までに渡っていたが、子どもたちには一貫した発達のパターンがあった。子どもたちの信念や心の理解は、この時期に現われる真の概念変化に掛かっているという理論的説明 (Russell, 1996) と一致したが、発達変化は課題の作り方に係わり誤信念課題をもっと簡単にすることで解決できるという主張 (Wellman, 1990) とは一致しなかった。

そして、もし表現仮説に立つとするならば、幼児が誤信念課題で示す困難は、誤信念の課題要求に関連するEFスキルの制限のために概念的知識を表すことができないことから生じているので、誤信念の正しい判断には、通常は優勢反応 (目立つ経験) の抑制が必要となるはずである。マキシの課題のような、現実世界の内容 (チョコレートは本当は戸棚にあること) と心の内容 (マキシはチョコレートは引き出しにあると考えていること) の2つの領域に渡る誤信念課題については、優勢な現実注目すること (チョコレートは本当は戸棚にある) を抑制し、かわりに心的内容 (マキシはチョコレートは引き出しにあると考えている) に注目しなければならない。しかし、Wellmanらのメタ分析では、たとえば、そのチョコレートを食べてしまったり、だめ

にしたりすることで現実の顕著度と優勢を減少させた課題であっても、幼児の成績はチャンスレベル以上にはならず、誤信念反応の基本的発達軌跡を変えることはできなかった。逆に心的内容の顕著度を増加させようとする研究もあり、ことさらに主人公の心的状態をのべたり描いたりして変数を操作しても、それはすべての年齢で成績を高めることにはななかったが、幼児の成績がチャンスレベルを超えることはなかった (Wellman, Cross, & Watson, 2001)。すなわち、抑制操作はいつも予測される効果があるわけではなく、抑制操作が予測される効果があるときですら、年少児の遂行は完全とは程遠いままであった。このようなメタ分析の報告は、表現仮説より創発仮説に一致した。

また、Perner, Lang and Kloo (2002) は、創発仮説のいうように、EFスキルが概念形成に決定的に働くのなら、EFスキルの測定はそれらの概念を必要とする誤信念課題の成績を予測することになると予想した。そして、子どもたちが誤信念を認識するために、主人公がどこを見るかを予測するため知識を抑制しなければならない標準誤信念課題と、反対にこのような実行機能要求を最小化した (何故、主人公は間違った場所を見るのかを尋ねられるだけの) 標準誤信念説明課題を用いて、EF課題の成績にどのように関連するかを検証した。

彼らは、もし、表現仮説が妥当なら、EF課題の成績は実行機能要求がある課題の成績とは相関するが、実行機能要求が低い課題の成績とは相関しないと予測した。実行機能要求が低い課題の成績とも相関するのであれば、それは創発仮説を支持することになるはずである。結果は標準誤信念課題、標準誤信念説明課題のどちらの課題もEF課題の成績と高く相関した (Perner, Lang, & Kloo, 2002)。このように、どちらにも相関が見られたことは創発仮説に有利だが、表現仮説にとって不利な結果であった。

さらに、Moses, Carlson, Stieglitz, and Claxton (2005) が、実行機能要求がない非優勢な標準誤信念課題、標準誤信念課題とEF課題を用いて行った研究でもそれぞれの成績が高く相関した (Moses, Carlson, Stieglitz, & Claxton, 2005; Moses, 2005からの引用)。このように実行機能要求がないときでもEFが誤信念の概念形成に関わっているという結果は明らかに表現仮説に不利で、創発仮説には有利であった。

EFとToMの中国とアメリカの比較文化研究

創発仮説がもっとも有利 先にも述べたように比較文化的調査の結果 (Sabbagh et al., 2006) では、中国の109人の幼稚園児のEFはアメリカの107人の子どもたちにくらべるとかなり進歩していたが、ToMの推論に関しては、中国の子どもたちはアメリカの子どもたちと比較して特別な発達が見られなかったことが報告された。

Sabbaghら (2006) は、この比較文化的研究で、中国の親は子どもの衝動の制御を2歳児に期待すること、また、中国の親は子どもたちが就学前期にそのコントロールができることにアメリカの親よりも価値を置くという報告 (Chen et al., 1998; Wu, 1996; Sabbagh et al., 2006からの引用) と、ADHD の子どもたちはEF課題の成績が低いことが知られているが、そのADHDへの関与が示唆されている特定の遺伝子 (DRD4) の母集団罹患率がアメリカより中国を含む東南アジア地域が低い (Chang, Kidd, Kivak, Pakstis, & Kidd, 1996; Sabbagh et al., 2006からの引用) という遺伝医学的理由から、中国の子どもたちはアメリカの子どもたちよりEFの水

準が高いことを想定していた。

予想どおり、彼らの調査結果は、中国の3.5歳児のEFはアメリカの4歳児とほぼ同じという高い水準を示したが、それにもかかわらず、ToMはまだ発現していなかった。それでも、アメリカの子どもたちのEFとToMの相関は、 $r(99) = .63$ 、 $rp(96) = .386$ 共に $p < .001$ 、であり、中国の子どもたちのEFとToMの相関は、 $r(103) = .59$ 、 $rp(99) = .393$ 共に $p < .001$ で、アメリカと中国の子どもたちのEFとToMの関係性は、文化の差にも関わらず、個体発生的頑健性があり、ほぼ同一であると報告している (Sabbagh et al., 2006)。

経験要因の必要性 この報告は、既述したようにメタ表象仮説に否定的であったが、表現仮説にとっても不利な結果であった。表現仮説を妥当と考えるなら、EFが十分に発達していれば、それはToMの推論にも必ず有利に働くはずであるが、この中国の子どもたちの研究ではその結果が示されなかった。中国の3.5歳児グループの示すEFは、アメリカの4歳児グループのEFとほぼ同じくらいで強力であったにもかかわらず (図1)、アメリカの4歳児グループはToM課題でよい成績であるのだが、中国の3.5歳児グループにはそれに相当するToM能力はまだ現われていなかった。そして、中国の4歳児グループで現れたToMの成績はアメリカの4歳児のToMの成績とほぼ同じ結果となっていた (図2)。この研究は、創発仮説で考えるとしても、ToMが出現するためには、EFがある一定の水準になっても、必ずしもToMが発現するわけではないことを示していた。これについてSabbaghたち (2006) は、Russell (1996) によってすでに示唆されていたことなのだが、注意をコントロールし優勢な反応を抑制するEF能力は、子どもたちに、自己と他者の心的状態を映す信念および誤信念の概念を成長させるが、さらにToMの発現に必要な十分な概念的発達を養うためには、彼らを適切な経験にさらし、その領域固有の経験を十分に利用させる必要があると述べている。特に、心的状態が現実と一致しない他者の誤信念のような概念を推論するためには、子どもたちは他者が誤信念を持っていることに気づく経験が必要となるのである (Russell, 1996; Moses et al., 2004; Sabbagh et al., 2006)。

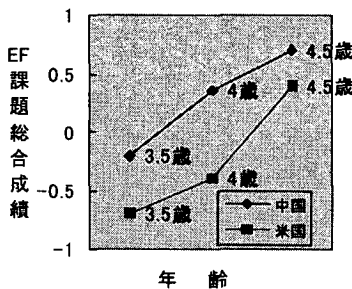


図1. 中国とアメリカの子どもたちの
EF課題総合成績

(Sabbagh, Xu, Carlson, Moses, & Lee, 2006)

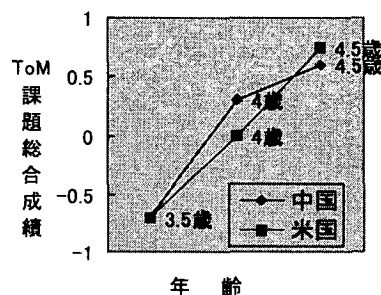


図2. 中国とアメリカの子どもたちの
ToM課題総合成績

(Sabbagh, Xu, Carlson, Moses, & Lee, 2006)

さらにSabbaghたちは、中国ではアメリカの子どもたちに比べて、誤信念の概念が発現していない原因と考えられる経験要因として、中国の一人っ子政策による、きょうだい数の影響を挙げている。これまでToMへのきょうだい数の影響の先行研究として、Ruffman, Perner, Naito, Perkin, & Clements (1998) が、ToMには、年上のきょうだい数が影響することを報告したが、

Carlson & Moses (2001) の研究ではきょうだい数はEF とToMどちらにも影響しないという結果を示しており、まだ議論が定まっているとはいええない。しかしながら、中国の国家的政策が、子どもたちの経験要因の有無に影響を与えており、ある一定水準のEFの発達がありながら、誤信念の概念はまだ発達していないという結果をもたらして、中国とアメリカのToMの発達にバリエーションが生じたことは考えられることである (Sabbagh et al., 2006)。

創発仮説の説明力

これまでメタ表象仮説および創発仮説と表現仮説を比較し検討した結果からは、創発仮説が、EF→ToMへの因果関係をより矛盾なく説明できるようである。しかし、新しい比較文化的研究からは、EFの特定の水準を達成することだけではToMの成績を強力にすることはできないこと、EFとToM間の関連性には、ToM課題で与えられる実行要求だけではなく、真の誤信念の概念を発現させるため他者の誤信念に出会うという経験の必要性が示された (Sabbagh et al., 2006)。そしてそのためには、やはり創発仮説こそが、子どもたちにToMに必要な概念的発達を養うための領域固有の経験的要因をより十分に利用させ、"EFのある一定水準の発達があり、さらに他者の誤信念に出会うという経験にさらされることで、真の誤信念の概念を発現させる"ことを説明できると思われる。

それでは、創発仮説がEF とToMの関連性を説明するもっとも妥当性のある仮説であるとすれば、これまでの他のToM発達のアプローチの理論とは整合するのだろうか。

これについてMoses (2005) は、創発仮説は、理論説 (theory-theory) にとっても、理論的概念変化をEFの進歩が可能にすると主張するので重要であり整合性がある、一方、理論説と対立するシミュレーション説 (simulation-theory) も、その基礎となる類推の発達や内省の成長にEFは重要と考えられるので、創発仮説とは矛盾せず、結局のところ、創発仮説はどちらの説にたいしてもその理論を補強することになるだろうと述べている (Moses, 2005)。これに対し異論はない。

ToM の領域固有性 しかしこのような領域普遍的なEFが、ToM のような領域固有的能力に影響を与えるという創発仮説の考え方はToM の領域固有性に矛盾しないのだろうか。

Moses (2005) は、他者の心を推論することは、領域固有的能力および領域一般的能力どちらも必要とする複雑で多面的なスキルであるので、創発仮説の考え方は、EFが領域普遍的能力であり、ToM は領域固有的能力であることも矛盾しないと述べている。

しかしながら、カミロフ-スミス (1997) は、「領域」は、ある固有な知識領域の表象集合であり、「モジュール」は、その領域の知識とそれを記号化しカプセル化する情報処理の単位であると区別しているが、彼女のいう領域固有性とは、新生児ならびに乳児が領域固有の原理をすでにもって生まれてきている、あるいは非常に早い時期にすばやく獲得してしまっていることであり、それが入力を制限し処理を効率的にするため、注意に領域固有の偏りが起こり、ある特定の入力しか処理されないことを意味している。ToMと同じように領域固有性を持つと思われる言語能力の分野では、領域固有性が先行して現れ、後に領域一般的に変化が起きると明確に述べている (カミロフ-スミス, 1997)。彼女の見解をもとに考えるならば、創発仮説では、領域一般的EF能力が領域固有のToMの創発に影響を与えると考えるので、矛盾すると思われる。この点について

ては、領域固有性と領域一般性は、互いに対立するものではなく、必ずしも領域毎にその発達過程が同じである必要はないと考えられるので、Moses (2005) と同様に、創発仮説のこの矛盾については柔軟に対処できると思われる。

創発仮説と概念変化

既述したように、創発仮説も表現仮説も同じく概念変化を前提とした仮説である。しかし、前者は3歳児には真正の誤信念の概念はまだ生まれていない、したがって概念変化はまだ起きていないと主張しているのに対し、後者は、子どもたちはすでに誤信念の概念を持っているがEFスキルが十分でないためにそれを表現できないだけだと主張していた。このような概念変化を中心にもつ創発仮説がEF とToMの関連性を説明する3つの仮説の中でもっとも妥当性のある仮説であるとすれば、他のこれまでのToM発達の仮説とどうかかわるのかも問題となる。

欺きの研究 そもそも、EFとToMの関連性についての最初の問題提起は3歳児が騙すことが出来るかということであった。騙すことや欺きの研究は、ToMにはその理論の初めから関わっていて、Premack and Woodruff (1979) が「チンパンジーは心の理論を持っているか」の論文で、チンパンジーの欺きが他者の信念に影響を与え、行動を操作する「心の理論」の存在を示す指標となると提起したことはよく知られたことである。

彼らの提起した問題は大きな論争となり、他者の信念を概念化できるためには、つまりToMが存在するといえるためには、Dennett (1978) が、「主人公はある人がある状況xを見ていることに気が付いている。そして、彼はその人がいなくなったときに、状況がxからyに予期せず変化するのを見ていた。彼はその人が状況はxであると信じていることを理解できるか」という他者の誤信念を表象できることが必要であるとしてその概要を提示した。Dennettの提案をもとにWimmer and Perner (1983) が予期せぬ移動による"マキシのチョコレート"課題を作成し子どもの心の理論研究に導入したが、この課題は標準誤信念課題として子どものToM能力を測るリトマス試験紙になっている。

3歳児が騙すことができない、すなわち他者に誤信念を持たせることができないのは、この課題を通過できない(信念概念を持たないこと)ことと一致する。しかし、もし彼らに騙す能力があるのなら、信念概念の欠損ではなく、行動の制御のためかもしれない。そうであるなら、表現仮説が考えるように、すでに早い時期に概念変化が起きていることになるだろう。

概念の変化と発達 子どもは外界を観察し、経験することで概念や知識を構成するという立場からWellman (1990) は、子どもの概念の変化と発達を次のように説明する。2歳までの子どもは、欲求の心理学しか持たないので、人は信念を持ち必然的に信念が行為を導くとは考えることができない、彼らには信念はまだ何の役割も果たしていないが、3歳になれば最初の概念変化が起きる。しかし3歳児の信念は現実のダイレクトコピーであり年長児や大人とはやや違うものである、しかしそれは通約可能な大人にも理解できる信念であり、欲求-信念心理学となる。このように3歳児でも人々が信念や誤信念をもつことへの理解は可能であるのだが、彼らは、人が、物理的世界それ自体でなく、物理的世界に対する信念との関係の中で生活していることに気づいているわけではない。しかし4歳ごろには、初期の心の理論の中核概念が変化することで、年長児や大人と同じような後期の心の理論、信念を中心とした欲求-信念心理学を持つようになり、

行為における信念の位置づけを理解する (Wellman, 1990)。

このようなWellmanの概念変化の理論が、創発仮説および表現仮説に影響しているが、Wellman自身は、2001年の彼らのメタ分析の結果から、まだ真正の誤信念概念は創発していないという Russellたちの創発仮説を支持している (Wellman, Cross, & Watson, 2001)。

モジュール説と創発仮説との整合性 ところで、子どもたちは初めから完全な形でその理論を持っているというモジュール説に立つFodor (1995) は、そのため彼らには概念革命は必要ではなく、成長とともにその概念構造が複雑になるに過ぎないのだと主張している。Moses (2005) も述べているように、概念変化を前提としている創発仮説の立場からは、Fodorのこのようなカプセル化されたモジュール説を支持することは整合性を欠くことになるだろう。

しかし、同じモジュール説の立場であるが、バロン-コーエン (1993) は、乳児は、注意や目標概念から人の行為を予測でき、彼らの注意と目標の理解が、心の理論の発達の先行指標として機能しているのではないかとやや柔軟な姿勢で論じている。彼は、Wellmanの常識心理学を取り入れて、乳児は、最初、注意-目標心理学、次に欲求心理学 (Wellman, 1990) と呼ぶものになり、最後に一人前の信念-欲求心理学 (Dennett, 1978) になるかもしれないとして今後の検証を示唆している。彼が「成熟」のみにこだわらず、このような柔軟な考え方で、概念発達をその変化に応じて考え、その本質を明らかにしようとするのであれば、創発仮説とは必ずしも矛盾しないと思われる。

結 語

これまでのところでは、3つの仮説の比較検討からは、創発仮説の説明がもっとも妥当性を持つと思われる。そして、創発仮説の立場からは、EFはまさに子どもの誤信念概念の創発に必要なもののだが、それだけでは十分ではなく、子どもたちが真正の誤信念の概念を発達させるためには、心的状態と現実の矛盾を反映する機会に触れることが重要であることが示唆されている (Sabbagh et al., 2006)。子どもたちが真正の誤信念の概念を獲得するためには、一定水準のEFの発達とともに、そのような矛盾する経験に直接に出会うことが必要なのである。

確かに、大人は通常は、自分の信念を通して世界を理解しているので、その心的状態の世界への関わりは直接的であるとはいえない。幼児にとって、他者の持つ誤信念を理解することは、他者の心的状態が現実と矛盾しているのですぐには分かりづらいことだろう。それゆえ誤信念の概念は、彼らにとっては抽象的実体である (Sabbagh et al., 2006) ともいえる。このことから、幼い子どもたちは、実際に他者の誤信念に出会い、それに気づかなければ、誤信念の概念は獲得されないのだと思われる。

今後は、創発仮説からの研究では、両親との会話やきょうだいや友達との会話、彼らとの遊びや生活の中で、子どもたちの持つEFがどのような経験と出会いどのように相互作用するのか、また子どもたちのEFが経験と相互作用してどのようにToMの発達のコースを決めるのか (Sabbagh et al., 2006) などをその日常の生活の中から丁寧に拾い集め、調査し報告するようなきめ細かい研究が次の課題となってくるだろう。

謝辞：この論文を作成するにあたり、京都大学大学院教育学研究科 子安増生教授に、丁寧なご指導をいただきました。深くお礼を申し上げます。

文献

- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness*. Cambridge, MA: MIT Press
- Baron-Cohen, S., Tager-Flusberg, H., & Cohen, D. J. (1993). Understanding other minds: Perspectives from autism. Oxford University Press. (バロン-コーエン, S.、ターガー・フラスバーグ, H.、コーエン, D. 編著 田原俊司 監訳 (1997) 心の理論：自閉症の視点から (上下) . 八千代出版)
- Carlson, S. M., Mandell, D., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from age 2 to 3 years. *Developmental Psychology*, **40**, 1105-122.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, **72**, 1032-53.
- 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., & Hix, H. R.. (1998). The role of inhibitory control in young children's difficulties with deception and false belief. *Child Development*, **69**, 672-91.
- Dennett, D. (1978). Belief about beliefs. *Behavioral and Brain Sciences*, **4**, 568-70.
- Fodor, J. A. (1995). A theory of the child's theory of mind, In M. Davies & T. Stone (Eds.), *Mental Simulation: Evaluations and Applications* (pp. 109-122). Oxford, UK: Blackwell Publishers Ltd.
- Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, **10**, 483-527.
- 郷式 徹 (2000) 欺き行動における心的状態の理解と実行機能. 京都大学教育学部紀要, **44**, 167-178.
- カミロフ-スミス, A. 小島康次、小林好和監訳 (1997) 人間発達の認知科学: 精神のモジュール性を超えて. ミネルヴァ書房.
- Kloo, D., & Perner, J. (2003). Training transfer between card sorting and false belief understanding: Helping children apply conflicting descriptions. *Child Development*, **74**, 1823-39.
- Moses, L. J. (2001). Executive accounts of theory of mind development. *Child Development*, **72**, 688-90.
- Moses, L. J. (2005). Executive functioning and children's theories of mind. In B. F. Malle & S. D. Hodges (Eds.), *Other minds: How humans bridge the divide between self and others* (pp. 11-25). New York: Guilford Press.
- Moses, L. J. Carlson, S. M., & Sabbagh, M. A. (2004). On the specificity of the relation between executive function and children's theories of mind.. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind* (pp. 131-45). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 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. 発達心理学会大17回大会発表論文集、237.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Dose the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, **1**, 515-26.
- Perner, J. (1991). *Understanding the Representational Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in*

- Cognitive Sciences*, **3**, 337-44.
- Perner, J., Lang, B., & Kloo, D. (2002). Theory of mind and self-control: More than a common problem of inhibition. *Child Development*, **73**, 752-67.
- Ruffman, T., Perner, J., Naito, M., Perkin, L., & Clements, W. (1998). Older (but not younger) siblings facilitate false belief understanding. *Developmental Psychology*, **34**, 161-174.
- Russell, J. (1996). *Agency: Its role in mental development*. Erlbaum, UK: Taylor & Francis.
- Russell, J., Mauthwer, N., Sharpe, S., & Tidswell, T. (1991). The 'windows task' as a measure of strategic deception in preschoolers and autistic subjects. *British Journal of Developmental Psychology*, **9**, 331-49.
- Sabbagh, M. A., Xu, F., Carlson, S. M., Moses, L. J., & Lee, K. (2006). The development of executive functioning and theory of mind: A comparison of Chinese and U.S. preschoolers. *Psychological Science*, **17**, 74-81.
- Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory of mind development: The truth about false-belief. *Child Development*, **13**, 103-28.
- 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., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, **1**, 1-29.

(教育認知心理学講座 博士後期課程1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 Relationship between Children's Executive Functioning and Theory of Mind, by Considering the Emergence Hypothesis: the Expression Hypothesis and the Metarepresentational Hypothesis

SHIWA Taiko

This paper aimed to elucidate the relationship between children's executive functioning (EF) and theory of mind (ToM). EF serves to monitor and control thought and action, including self-regulation, planning, set shifting, inhibitory control, error detection and correction, and working memory. There are several studies reporting significant correlations between the two constructs. Among them, three hypotheses explaining these relationships are as follows: (1) The emergence hypothesis proposes that EF affects the emergence of ToM concepts; (2) The expression hypothesis claims that EF affects the expression of preexisting ToM capacities; and (3) The metarepresentational hypothesis argues that ToM affects the emergence of executive skills. Considering the result from meta-analyses, longitudinal data, cross-cultural data in terms of the causal direction between EF and ToM, the overwhelming share of the evidence is most consistent with the emergence hypothesis. On this account, executive skills may make possible the emergence of ToM concepts, however, they are insufficient to create those concepts. Children thus need exposure to relevant experiences to meet false beliefs.