

幼児期におけるルーティンの獲得と実行機能の相補的關係の検討

柳岡開地

本論文は、シミュレーション研究や成人研究から得られた知見をもとに、幼児期におけるルーティンの獲得と実行機能との関係について検討したものである。具体的に、幼児を対象に独自の課題を作成することで、ルーティンの獲得とその遂行の発達過程を探るとともに、実行機能との関連を明らかにすることを目的として、6つの研究を実施した。

朝の支度をする、電車に乗るなど日常的に繰り返し行われる目標志向的な行為系列のことをルーティンと呼び、心理学では古くから研究対象とされてきた (James, 1890; Norman, 1981)。ルーティンの獲得により、後に起こることの予測がしやすくなるほか、次の行動を選択するプロセスが自動的になることが知られている (James, 1890; Norman & Shallice, 1986)。そのため、未知の場面に遭遇しやすく、行動の型が限られている子どもにとって、ルーティンを獲得することは日常の基礎を固めるうえで非常に重要である。

一方、ルーティンから逸脱した場面や新奇な場面では、自らの行動を意識的に制御する必要がある。このように目標に向かって自らの思考や行動を制御する認知機能のことを実行機能と呼ぶ (Miyake et al. 2000)。特に、実行機能は幼児期に急激に発達することが知られており、現在でも精力的に発達の検討が行われている (e.g., Garon, Bryson, & Smith, 2008; Munakata, Snyder, & Chatham, 2012)。

こうした自動的な処理システムであるルーティンと意識的な処理システムである実行機能は互いにどのように関連しあうのだろうか。両者の関連について最初に言及したのが、「デュアルシステム理論」(Norman & Shallice, 1986) であり、現在は Cooper, Ruh, & Mareschal (2014) が計算機モデルを用いてこの理論を発展させている。Cooper et al. (2014) の目標循環モデルでは、ルーティンの獲得と実行機能が相補的關係にあることが示唆されている。本論文では、この両者の相補的關係に着目し、ルーティンの発達研究、実行機能の発達研究で見落とされてきた点を明らかにしてゆく。

まず、ルーティンの発達研究では、3歳頃には、手本なしでもよく経験した行為系列を間違わずに遂行できることが明らかにされてきた (e.g., Hudson & Fivush, 1991)。しかし、ルーティンが獲得される要因には、行為系列を遂行する頻度や月齢などがあげられ、その背後にある認知メカニズムについては明らかではなかった。一方、Cooper et al. (2014) は、実行機能がルーティンの獲得を促進することをシミュレーション研究により示している。具体的なメカニズムとして、行為系列の学習初期段階において、実行機能は目標を保持しながら、トップダウン的に目標と関連する行動のみ処理する働きを行う。そして、目標を保持しながら繰り返し行為系列を遂行するうちに、目標を達成するために必須の行為や順序などが学習されてゆく。こうした学習に応じて、モデル内で「今までにどのような目標が達成されたか」または「どのような目標を達成していないか」など目標に関する情報が蓄積されるようになる。本論文では、こうした情報を「目標文脈情報」と呼ぶ。この目標文脈情報は、目標と関連しない行動の最中には曖昧に表象され、目標に関連する行動の直前にのみ明瞭に表象されるという動的な表象過程をたどるよう学習される。その結果、目標に関連する行為のみを自動的に選択・予測できるようになり、ルーティンが獲得されると考えられている。本論文では、Cooper et al. (2014) が示唆する目標文脈情報という観点から、幼児のルーティン獲得メカニズムを探るとともに、実行機能が果たす役割を明らかにすることを目的とした。そこで、幼児が新たなルーティンを獲得できる課題を開発し、ルーティンの獲得の発達的变化と実行機能との関連を実験的に検討した。

次に、実行機能研究では、新奇なルールを用いた「常に」「一定の方略の」行動制御が必要となる課題を通して、子どもの振る舞いを観測してきた。しかし、日常生活において常に新奇なルールを保持しつつ、一定の方略で行動制御をし続けることは考え難い。なぜなら、日常生活は普段から蓄積されている習慣またはルーティンが有効な場面と、それらから逸脱する新奇な場面から構成されているからである (e.g., Wood & Neal, 2007)。Cooper et al. (2014) のモデルに従うと、ルーティンを遂行している間は、目標文脈情報が動的に表象されるため、常に実行機能が駆動される必要はない。むしろ、目標文脈情報による行為の選択・予測から逸脱した場合にのみ、行動制御が必要となり実行機能が駆

動される可能性が高い。よって、ルーティンの獲得が実行機能の駆動を最小限に留めていると予想される。しかし、発達研究では、ルーティンの獲得と実行機能は別々に研究が進められてきており、幼児がルーティン遂行中に行動制御できるかという点は見過ごされてきた。そこで、本論文では幼児がルーティンを遂行できる課題を開発し、ルーティンから逸脱した場面の検出とその解決に関する発達的变化と実行機能との関連を検討することを目的とした。

以上より、Cooper et al. (2014) では、実行機能がルーティンの獲得を促進するとともに、ルーティンの獲得は実行機能の駆動を最小限に留めることから、両者に相補的関係があることが想定されている。本論文では既存のルーティンおよび実行機能の発達研究に対して、こうしたルーティンの獲得と実行機能の相補的関係を組み込むことで、2つの研究領域を繋げ、行為系列獲得・遂行の発達モデルの構築することを試みた。具体的には、ルーティンの獲得過程を観察法で検討した研究1、ルーティン遂行中の行動制御を実験法で検討した研究2・3・4、ルーティンの獲得と実行機能の関連を実験法で検討した研究5・6の計6つの研究を実施した。

研究1A, 1Bでは「朝の用意」場面の観察を通して、3歳児がルーティンを獲得することが可能かどうか、もし可能ならばルーティンの特徴である「行為系列の階層性 (e.g., Zacks & Tversky, 2001)」, 「入れ替わらない不変順序と入れ替わり可能な可変順序の区別 (e.g., Botvinick & Plaut, 2004)」が獲得される過程を検討することを目的とした。研究1Aでは、新入園児が朝の用意に取り組む様子を2ヶ月間観察した。結果、1ヶ月半でほとんどの子どもが不変順序、可変順序ともに園で教わった一定の順序で行為系列を実施していたが、2ヶ月の時点では行為間の順序が可変的な場合、園で教わったのとは異なる順序で行為を実施する子どもが複数みられた。研究1Bでは、新入園児と学齢は同じものの前年度から通園している既入園児を対象に観察したところ、研究1と同様に可変順序の行為間のみ園で教わった順序で行為を実施しない子どもを複数確認することができた。また、予め園の先生により朝の用意系列をいくつかの行為のまとまりに分けてもらったところ、研究1A・1Bともに行為グループ間の順序は園で教わった通り実施するのに対し、グループ内の行為間では可変順序の学習が進むという階層構造があることが示唆された。つまり、園で教えられた順序通り行為

系列を実施するようになった後、形成された行為グループに基づいて行為間の順序が不変か可変かを学習するというルーティンの獲得過程が示唆された。

研究2では、幼児が実験室でルーティンを遂行できる人形課題を開発するとともに、ルーティン遂行中の行動制御の発達的变化および実行機能との関連を検討することを目的とした。3~5歳児を対象に、ルーティンを測定する人形課題と2つの実行機能課題を実施した。人形課題では、まずパンツやシャツなど7つのアイテムを用いて「着替えルーティン」を人形に対して行ってもらった。その後、順序が間違っているアイテムを脱がすという、後戻りが必要な逸脱状況を設定した。また、人形課題と異なり、目標に至るまで手順を7つ要するものの子どもにとっては新奇な状況として、プランニング課題も実施した。結果、3歳児からほぼ全員が順序を間違わずに着替えルーティンを遂行できていたのに対し、プランニング課題の成績では年齢差が見られた。また、ルーティンから逸脱した状況の人形課題の成績を、最短で後戻りを実施した最短群、後戻りを試行錯誤的に実施した非最短群、後戻りができなかった群を誤答群と分類したところ、3歳児は誤答群に分類される子どもが多く、5歳児では最短群に分類される子どもが多かった。さらに、実行機能課題の成績が、後戻りを実施するか、しないかと関連することが示された。つまり、ルーティン遂行中に行為間の順序に逸脱がある状況を検出し解決することには発達的な変化が見られ、実行機能が関連することが示唆された。

研究3では、ルーティンから「いつ」逸脱したと判断され行動制御がなされるのかに関して、発達的变化および実行機能との関連を検討することを目的とした。その際に、ルーティンを支える目標文脈情報の階層性に着目し、行為間の不変順序から逸脱する状況への対処と可変順序の入れ替えを許容するかどうかを階層性の指標とした。その結果、5歳児では上位目標文脈優位のルーティンの遂行をしており、上位目標から逸脱する状況でのみ行動制御を行っていることが初めて示された。また、一方、上位目標文脈優位のルーティン遂行に至る前段階として、下位目標文脈優位のルーティン遂行をしている子どもがいることも確認された。さらに、保持されている目標の階層性に関わらず、ルーティンから逸脱する場面で行動制御を行うことには実行機能が関連し、ルーティンを支える目標文脈情報の階層性と実行機能の関連は一貫した結果が得られ

なかった。

研究 4A, 4B では、ルーティンの階層構造に着目し、ルーティン遂行中の行動制御の発達的变化および実行機能との関連を検討することを目的とした。ここでいうルーティンの階層構造とは、複数の場面に共通する要素とある場面に特異的な要素から構成されるという構造を指す。たとえば、「紅茶を作る」ために必要な行為のうち、「お湯を注ぐ」などは「コーヒーを作る」際にも必要な共通行為となる。一方、「ティーバッグをコップに入れる」などは「紅茶を作る」ことに特異的な要素にあたる。研究 4A, 4B では、研究 2, 3A, 3B と異なり、ルーティン遂行中に場面が変更される状況で、どのように行動を修正するのかを人形課題を用いて検討した。その結果、4~5 歳にかけて、ルーティンの遂行時に場面変更が起こった場合、場面間に共通する要素かどうかを区別することで、行動の修正を最小限に抑えるようになることが示された。こうした発達的变化の背後には、行動制御の際に複数の場面を統合する階層的な目標を保持できるかが関連すると考えられ、その証左として実行機能との関連も見られた。

研究 5A, 5B では、幼児期のルーティンを支える行為系列表象の発達的变化を、目標文脈情報という新たな観点から検討することを目的とした。そのため、幼児のルーティン獲得過程を実験的に検討できるトースト課題を開発し、ルーティンの獲得と実行機能との関連も検討した。その結果、4 歳児と 5 歳児では行為系列遂行中の目標文脈情報の表象の仕方が異なっており、5 歳児では目標文脈情報が分岐点の直前で他の部分に比べて鮮明に表象されるという動的な保持過程をたどることが示された。さらに、発展版 DCCS 課題によって測定される実行機能がトースト課題中の妨害への対処に加え、先日の目標文脈情報が動的に保持されることとも関連することが示された。

研究 5A, 5B ではルーティンの獲得と実行機能が関連することの詳細なメカニズムには踏み込めていなかった。そこで、研究 6 では、実行機能は行為系列遂行中に分岐点で目標にアクセスすることを可能にする役割を持つと予想し、分岐点の直前の行為を行う前後に目標を想起させるリマインダーを挿入し、その効果を検証した。その結果、リマインダーの挿入がルーティンの獲得を促進することが示された。具体的に、リマインダーあり群では目標文脈情報が動的に表象されるパターンが見られたのに対し、リマインダーなし群ではそういっ

たパターンは見られなかった。しかし、こうしたリマインダーの効果が実行機能の発達によって調整されるという仮説は支持されなかった。

以上より、本論文は、幼児期においてルーティンの獲得と実行機能が相補的な関係にあることをはじめて実証的に明らかにした。具体的に、以下のようなプロセスを辿ると考えた。(1) まず、実行機能の中核を担う目標の保持および活性により、ルーティン獲得の効率性が促進される。特に、目標と関連する行為を選択する直前に目標を思い出して、適切な行為選択を繰り返すことが重要となる。(2) 次に、ルーティンが獲得されると、目標と直接関連しない行為の最中では目標文脈情報が曖昧に表象され、そして目標と関連する行為の直前には目標文脈情報が明瞭に表象され、目標と関連する行為の選択が比較的自動的になる。そのため、行為系列を遂行する際に実行機能にかかる負荷は必然的に減少すると同時に、ルーティンから逸脱する場面を検出することも容易となる。(3) 最後に、ルーティンからの逸脱を検出した場合は、実行機能が目標表象保持と活性を担うことで、行動制御が可能となる。さらに、こうした実行機能とルーティンの獲得の相補的な関係は、目標表象の階層をあげながら循環的に続いていくと想定している。本論文でも確認できたように、特に実行機能が発達し始める3歳以降では、(1) から (3) のプロセスを繰り返したことで、様々な行為系列を効率的にルーティン化し、実行機能の駆動を最小限に抑えるようになると考えられる。さらに、Cooper et al. (2014) が想定するような、目標ベースの学習に移行するには実行機能に加え言語の発達が重要な役割を果たす可能性についても指摘した。まだ行為系列の目標を言語と結びつけられていない段階では、目標ベースに行為系列を学習しているのではなく、時系列的な文脈情報に基づいてボトムアップ的にルーティンを獲得している可能性が高い。

このように本論文では、実行機能とルーティン獲得の相補的な関係のもと、ルーティンを支える目標文脈情報の階層をあげてゆく行為系列獲得・遂行の発達モデルを提案した点に大きな意義がある。しかし、本研究にも限界点がある。たとえば、ルーティンを獲得することにより、目標と関連する行為の選択が自動的になるという前提が直接検討できていないこと、実行機能を単一の機能として扱い、実行機能の下位機能については解釈を行っていないこと

などである。今後はこれらの限界を補うようなアプローチを取りつつ、本論文で提案した行為系列獲得・遂行の発達モデルを洗練させてゆく必要がある。

最後に、総合考察では、本論文が持つ保育・教育分野に資する実践的意義、デザイン学分野に貢献する点、他の研究領域 (goal neglect, 展望記憶, 過剰模倣) との関連、今後の展望について論じた。