

言語ラベリングが実行機能課題に及ぼす効果とその持続性

—幼児期に着目して—

柳岡 開地

問題

子どもの頃、おつかいをした記憶を思い返して欲しい。母親から卵とティッシュを買ってきて欲しいと頼まれ、お金を握りしめてスーパーに向かうと、魅力的なおもちゃや美味しそうなお菓子が棚に並べられている。しかし、財布にはお菓子を余分に買うお金がない。こうした状況で、お菓子を横目で見ながら我慢しておつかいできたという人もいれば、つい誘惑に負けて卵の代わりにお菓子を買ってしまっていたという人もいるだろう。このように私たちの目標指向的な思考や行為の制御を担う認知機能を実行機能という (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000)。近年、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、社会的相互作用 (e.g., Moriguchi, 2014)、算数などの学業成績 (e.g., Best, Miller, & Naglieri, 2011)、自閉症スペクトラム障害などの発達障害 (e.g., Pugliese, Anthony, Strang, Dudley, Wallence, Naiman, & Kenworthy, 2016) など多領域と関連があることが報告されている。また、神経基盤として前頭前野の特に右下前頭領域の活動が実行機能の発達にとって重要な役割を果たすことも示されている (Moriguchi & Hiraki, 2009)。こうした最新の知見の源流へと遡ると、Vygotsky の流れを受け継いだ Luria, A. R. に行き着く。Luria は、幼児期における行動調整機能の重要性と神経基盤の両方に言及し研究を進めたが、特に彼は言語機能が行動調整に果たす役割を重視した (Luria, 1961)。こうした Luria の流れを受け継ぎ、近年言語が実行機能課題に及ぼす影響について研究が進められている (Doebel & Zelazo, 2013, 2015; Kirkham, Cruess, & Diamond, 2003; Kray, Eber, & Karbach, 2010; Müller, Zelazo, Hood, Leone, & Rohrer, 2004; Müller, Zelazo, Lurye, & Liebermann, 2008)。しかし、“幼児期において言語がどのようにして実行機能課題に影響を与えるか” は明らかにしておらず、本研究ではこの問いを実験的に検討することを大きな目的とした。

Luria (1961) は、ゴムバルブを使った go/ no-go 課題を用いて、言語が幼児の行動調整に果たす機能について検討した。その結果、3歳を過ぎたころから “1つ”、“2つ” と言いながらゴムバルブを2回押すことができはじめ、特に言語が構音的側面から調整機能を果たすことを示した。一方、近年の研究は、言語の意味的側面も実行機能の課題成績を促進することを示している (e.g., Kirkham et al., 2003)。これらの研究の多くは、実行機能を測定するために Dimensional Change Card Sort (DCCS) 課題 (Zelazo, 2006) やタスクスイッチングパラダイム (e.g., 佐伯, 2015) を用いている。たとえば、DCCS課題は2つの次元 (色と形) を持つ4種類の絵柄の異なるカード (赤い船、青い船、赤いうさぎ、青いうさぎ) を分類する課題である。まずこの課題では、ある次元 (色) に基づいてカードを分類するよう教示され、次に別の次元 (形) に切り替えてカードを分類されるように教示される。先行研究では、3歳児の多くははじめての分類に成功するものの、切り替え試行においてははじめての分類基準を保持してしまうことが一貫して報告されている

(e.g., Zelazo, Frye & Rapus, 1996)。しかし, Kirkham et al (2003) は切り替え試行において分類の基準になっている次元について子どもに言語ラベリングをさせると (実験者が“これは何色かな?”と聞いて, 参加児が“赤だよ”と答える), 3歳児の成績が飛躍的に向上することを報告している。この結果が追試できないとの報告があるものの (Müller et al., 2008), 多くの研究では追試されており, 次の段階として言語ラベリングがどのように実行機能課題に影響を及ぼすかについて議論されている (Doebel & Zelazo, 2013, 2015; Kray et al., 2010; Lucenet, Blaye, Chevalier, & Kray, 2014)。特に, ルールの切り替えが要求される実行機能課題では, 課題構造そのものが階層的になっている (Badre, 2008; Zelazo et al., 1996)。たとえば, DCCS課題の場合, 色ルールか形ルールかという目標レベルと, それぞれに刺激に含まれる具体的な色・形という刺激レベルに分類することができる。そのため, Doebel & Zelazo (2013) は, 幼児期において言語ラベリングが“目標レベル”または“刺激レベル”で機能するという2つの可能性を提案している。

まず, Kirkham et al (2003) は言語ラベリングが刺激レベルで機能すると主張している。彼女らによると, 3歳児は刺激のある次元に注意が集中すると抑制することが難しく, 別の次元に注意を向けることができないため, DCCS課題で保続反応が生じる。そして, 言語ラベリングは刺激に含まれる新しい次元の情報を活性化することで, 注意が切り替わることを可能にする。この主張を支持するように, 刺激に含まれる両次元をラベリング (“赤い車だよ”) した場合は DCCS課題の成績が向上しないことも示されている (Munakata & Yerys, 2001; Doebel & Zelazo, 2013)。また, 刺激に含まれる切り替え前の次元を言語化しない場合, DCCS課題の成績が向上する (Yerys & Munakata, 2006)。つまり, Kirkham et al (2003) はDCCS課題を通過するためには“目標レベル”の表象は必ずしも必要なく, 言語がボトムアップ的に機能することで切り替え前の次元の情報を抑制できる可能性を提起している。

一方, 言語が目標 (色で分類する) の活性に重要な役割を果たすという知見も存在する (Kray, Eber, & Karbach, 2008; Saeki & Saito, 2004)。特に, 内言使用の発達が不十分である幼児や児童にとって, 言語ラベリングをさせることは目標の活性を容易にすることが示唆されている (Winsler & Naglieri, 2003)。たとえば, 児童を対象に言語ラベリングを検討した研究として Lucenet, Blaye, Chevalier, & Kray (2014) が挙げられる。Lucenet et al (2014) はタスクスイッチングパラダイムを用いて, Kirkhamらのように刺激に含まれる情報 (赤) をラベリングする群, 目標 (色) のみをラベリングする群, 統制群を設けて比較したところ, ラベリングをしたどちらの群も同程度に統制群よりも課題成績がよかった。これらの結果から, 言語ラベリングはその内容に関わらず, どちらの次元で切り替えるかという目標の活性と関連することを示している。つまり, これらの研究では, 言語がトップダウン的に機能した結果, 目標表象にアクセスしやすくなる可能性を示している。

以上のように, 言語ラベリングの機能の仕方には2つの可能性があるものの, 幼児を対象に両者を比較検討した研究はまだ存在しない。Doebel & Zelazo (2013) は, DCCS課題を実施する際に正答ではない次元の刺激情報をラベリングする反対ラベル群と統制群を比較している。言語ラベリングがボトムアップ的に働くのであれば, 反対ラベル群の成績が統制群よりも低くなるはずだが, 結果は両群とも差が見られなかった。しかし, この知見は言語ラベリングの機能を明らかにするうえでは間接的なものである。そのため, 本研究では幼児期において, 言語が実

行機能課題の遂行にボトムアップ的に機能するのか、トップダウン的に機能するのか比較検討することを1つ目の目的とした。具体的には、DCCS課題の改良版である3DCCS課題 (Deák, 2003) を用いて、Lucenet et al (2014) が行ったように刺激に含まれる情報 (赤) をラベリングする群、目標 (色ゲーム) をラベリングする群、統制群の3群を設けて比較する。

結果の予測として、2つの可能性が存在する。1つ目は、Lucenet et al (2014) で得られた結果のように、言語ラベリングはその内容に関わらず、3DCCS課題の成績を向上させるというものである。この場合、言語ラベリングという行為自体が、発達の段階を問わず課題目標を活性化させるトップダウンの機能を持つと考えられる。こうした知見は、言語ラベリングが内省 (reflection) を促し、その結果目標に合致した次元を選び取ることが可能になると想定する Zelazo et al (2003) らのモデルとも一致する。さらに、2つ目は Kirkham et al (2003) が示したように刺激にふくまれる情報レベルの言語ラベリングのみが3DCCS課題の成績を向上させるというものである。この場合、幼児において、言語ラベリングはボトムアップ的に機能し、目標レベルでは機能をしないと考えられる。また、こうした知見は、幼児期から児童期にかけて言語ラベリングが目標レベルで機能するようになる発達メカニズムを想定する必要があることを示唆する。このように Lucenet et al (2014) の実験操作をもとに、幼児期の実行機能に言語ラベリングが果たす役割を検討することは、実行機能の理論的にも十分価値がある。また、言語ラベリングの役割が発達とともに変化することについても間接的に検討可能であり、幼児期と児童期の実行機能研究を結びつける重要な知見にもなりうる。

さらに、本研究では言語ラベリング効果の持続性についても検討した。先行研究 (e.g., Kirkham et al., 2003) は、幼児が大人からの促しにより言語ラベリングをした結果、実行機能課題の成績が一時的に向上することを示している。では、こうした効果は一時的なものにとどまるのだろうか。Vygotsky (1962) は外言から内言へと至ることで、自らの行為や思考を調整できるようにになると考えた。実際、課題遂行中の大人の言語的な援助は、後に子どもが同じ課題中に言語を使用することを促すことが知られている (Winsler, Fernyhough, & Montero, 2009)。また、児童や成人を対象とした場合、課題中の目標関連情報の処理に内言が使用される (Chevalier & Blaye, 2009; Emerson & Miyake, 2003; Kray et al., 2008)。以上を踏まえると、大人により促された外発的な言語ラベリングが内発的な言語ラベリングへと移行する可能性は十分にある。こうしたラベリング効果の持続性を調べた研究は存在しないため (Doebel & Zelazo, 2015)、刺激レベルのラベリングもしくは目標レベルのラベリングがどの程度持続性を持つかに関しては探索的にならざるを得ない。しかし、言語と実行機能の関係を考えるうえで、言語ラベリングの持続性は理論的に検討する価値は十分にある。そのため、本研究では同じ実行課題を2回実施し、1回目の言語ラベリングの効果が2回目の課題遂行を促すかどうかを探索的に検討することを2つ目の目的とした。

Lucenet et al (2014) の用いたタスクスイッチングパラダイムは、次元間の切り替えに加え、目標の活性および保持を測定している。本研究でDCCS課題を改良した3DCCS課題 (Deák, 2003) を選択したのは、Lucenet et al (2014) の用いた課題が幼児には難しいからである。DCCS課題にも、目標の活性および保持は必要となるが最低限であるため、DCCS課題をより複雑にした3DCCS課題を用いた。3DCCS課題は複雑で次元を3つ設定しているが、DCCS課題との相関は非

常に高い (Deák, 2003)。そのため、本研究では3～4歳児を対象に言語的ラベリングがどのように3DCCS課題の遂行に影響するのか、そしてその効果の持続性について検討した。

方法

参加児

和歌山市内の私立幼稚園に通う3～4歳児58名(男児27名、女児31名;平均月齢54.6ヶ月;範囲46ヶ月～58ヶ月)を対象に個別実験をおこなった。園には柔軟性の発達を検討する目的を伝え、3～4歳児を対象に調査を行う承諾を得た。

手続き

実験者は調査開始以前に、園に数日訪問し、参加児の多くの子どもとラポールを形成するよう努めた。実験は園内の静かな部屋で行われ、はじめに参加児に名前と年齢と誕生日を尋ねた。次に、実行機能を測定する課題として使用されている3DCCS課題(Deák, 2003)を2回実施した。最終分析対象児は54名で、刺激ラベリング群(女児12名)、目標ラベリング群(女児9名)、統制群(女児9名)の3群に18名ずつランダムに振り分けられた。これらの3群にはそれぞれ異なる手続きで1回目の3DCCS課題を実施したが、2回目は3群とも同じ手続きで実施した。課題実施時間は10分程度であった。

3DCCS課題(1回目)(Deák, 2003)

3DCCSはルールの切り替え能力を測定するDCCS(Zelazo, Frye, & Rapus, 1996)を改良した課題である。DCCSでは色と形の2つの次元が異なるカードを用いるが、3DCCSではDCCSの課題構造を複雑にするために3つの次元が異なるカードを用いた。材料はプラスチックの箱を3つ、モデルカードとして色と形と数の3つの次元が異なるカード3枚の3セット、分類カードとして、モデルカードと色と形と数の3次元のいずれかが異なるカード6枚を3セット用意した。分類カードに対して、1つの次元のみがモデルカードと一致するカードを選定した。たとえば、モデルカードとして緑色の船が2つ、青色のコップが1つ、黄色の家が3つ描かれたカードが提示された場合、分類カードとして青色の船が3つ、黄色の船が1つ、黄色のコップが2つ、緑色のコップが3つ、緑色の家が1つ、青色の家が2つ描かれた6つのカードが用意された。

課題の導入として、参加児にそれぞれのカードに何が書かれているかについて色、形、数全ての次元について言語化するよう求めた。練習試行では、色、形、数の3つの次元から1つについてルールを説明し、実験者が2枚のカードを分類した。次に、1次元目分類試行では参加児にカードを渡し練習試行と同じ次元で分類してもらった。また、分類の際には絵柄が見えないようにカードをひっくり返すよう促した。ルールを理解していない場合は、実験者は再度説明した。

正しく6枚連続で分類できたところで、2次元目分類試行と3次元目分類試行を順に実施した。参加児には、異なるルールのゲームを行うことを伝え、残りの2つの次元のうちどちらかのルールについて説明した。さらに、“色ゲームでは、この緑のカードはどこに入れますか? ”、“数ゲームでは、この2つ絵が書いているカードはどこに入れますか? ”など2問口頭質問をおこなった。結果、すべての子どもがこの質問に答えることができていた。

2次元目分類試行では新しく切り替わった次元で6枚分類し、最後に同様の手続きで3次元目分類試行を実施した。細かな手続きは、刺激ラベリング群、目標ラベリング群、統制群で異なっているので後述する。3DCCS課題(1回目)では1次元目分類試行で全ての参加児が全試行正答していたことから、切り替え後の2,3次元目分類試行で正しく分類した枚数を分析対象とした。それぞれの次元ごとに、得点範囲は0点から6点だった。

統制群 確認質問の後、参加児は新たな次元に基づきカードを分類するように教示された。また、実験者ははじめの3試行のみ“今は色ゲームです”などルールを口頭で伝えた。残りの3試行では実験者はルールを口頭で伝えず、カードを渡した。2回目のルールの切り替え時も、同様の手続きでおこなった。

刺激ラベリング群 刺激ラベリング群では、Kirkham et al (2003) のラベル条件を参考に実施した。まず確認質問を終えた後に、参加児は新たな次元に基づきカードを分類するように教示された。実験者は、切り替え後はじめの1試行のみ“これは何色かな? ”、“これは何個あるかな?” など分類の基準となっている次元の刺激情報についてのみに参加児にラベリングさせる質問をおこなった。参加児が分類の基準となっている次元以外について答えたり、2つの次元を同時に答えたりした場合は、再度質問を繰り返した。残りの5試行については、統制群と同じ手続きで行った。2回目のルールの切り替え時も、同様の手続きでおこなった。

目標ラベリング群 刺激ラベリング群と同様に、確認質問を終えた後に、新しい次元に基づいて分類するように教示された。さらに、切り替え後はじめの1試行のみ“いまは、色ゲーム(切り替え前の次元)と数ゲーム(切り替え後の次元)のどちらをやっているかな?”と質問した。答えられなかった場合は、選択していたゲーム名をフィードバックした。残りの5試行については、統制群と同じ手続きで行った。2回目のルール切り替え時は、同様の手続きで“いまは、色ゲーム(切り替え前の次元)と数ゲーム(切り替え後の次元)のどちらをやっているかな?”と質問し、分類してもらった。

3DCCS課題(2回目)(Deák, 2003)

3DCCS課題(1回目)と同じ材料で実施した。1回目の3DCCS課題終了後に時間間隔をおかずに、“同じゲームをもう一度最初からやってくれるかな?”と教示し、3群すべてで統制群と同じ手続きで課題を実施した。つまり、実験者から参加児にラベリングを求めることはなかった。また、3DCCS課題を1回目実施した時の切り替えの順序と同じ順序で2回目も実施した。しかし、本課題では同じ材料と手続きで行ったため、1回目の課題で最後に正答した次元が2回目の課題にも影響を与える可能性があった。たとえば、1次元目分類試行が参加児にとってはルールが切り替わる試行にあたる一方、2次元目分類試行はルールが保続されている試行にあたる場合が考えられる。そのため、3DCCS課題(1回目)と異なり、3DCCS課題(2回目)では1次元目分類試行から3次元目分類試行まですべてを分析対象とした。

結果

3DCCS課題(1回目)

本研究では、練習試行に入るまえに色、形、数の3つの次元に関する情報を参加児に質問し

ていた。しかし、4名は特に数についての質問に間違える、もしくは数の次元に基づいてカードを分類できなかったため、最終分析対象から外した。最終分析対象となった54名は、ルール切り替え前の1次元目分類試行では、ランダムに割り当てられた1つの次元に基づいて6枚連続で正しく分類することができていた。

次に、3DCCS課題(1回目)の解答パターンについて整理する。2次元目分類試行では、刺激ラベリング群で78%(全正答78%)、目標ラベリング群では67%(全正答39%)、統制群で67%(全正答33%)が全試行正答か全試行誤答のパターンであった。3次元目分類試行では、刺激ラベリング群で83%(全正答78%)、目標ラベリング群で61%(全正答28%)、統制群で50%(全正答33%)が全試行正答か全試行誤答のパターンであった。どちらの分類試行ともに正しく分類できたカードの数を指標として得られたデータは正規分布に従わなかった。そのため、Deák(2003)と同様に2・3次元目分類試行の両方とも5試行以上正答であった場合は完全分類型、片方のみ5試行以上正答であった場合は部分分類型、どちらとも4試行以下であれば保続型としました。

3DCCS課題(1回目)の成績をTable 1に示した。全群を通して、2次元目分類試行では誤答していたにも関わらず、3次元目分類試行で正答していたという参加児はいなかった。そのため、部分分類型の参加児は2次元目分類試行のみ5試行以上正答していた。 χ^2 検定¹の結果、群間の得点の分布に有意な差があった($\chi^2(4) = 17.00, p = .002$)。残差分析を行ったところ、刺激ラベリング群では有意に完全分類型が多く($p < .01$)、統制群では有意に完全分類型が少なく($p < .05$)、目標ラベリング群では有意に保続型が多かった($p < .05$)。以上より、カードに含まれる具体的な刺激情報をラベリングすることが3DCCS課題(1回目)の成績を向上することが示された。

Table 1. 3DCCS(1回目)の成績の分布(N = 54)

	刺激ラベリング群 (n=18)	目標ラベリング群 (n=18)	統制群 (n=18)
保続型	1 (-3.6)	11 (2.4)	9 (1.2)
部分分類型	2 (-0.3)	1 (-1.1)	4 (1.4)
完全分類型	15 (3.7)	6 (-1.5)	5 (-2.1)

注1. 数字は人数

注2. カッコ内の数字は調整済み残差

3DCCS 課題 (2 回目)

1回目の3DCCS課題で最終分析対象となった54名に、同様の分析を行った。2回目の3DCCS課題では、1次元目分類試行で間違った分類をしている参加児が多数みられた。理由として、1

¹ 期待値の小さいセルがあるので χ^2 検定を行うことには問題があるものの(郷式, 2008), Fisherの確率検定で分析しても結果は変わらない($p = .002$)ことから本研究では χ^2 検定を採用した。

回目の 3DCCS 課題で次元の切り替えの成功していた参加児にとっては、3DCCS (2 回目) の 1 次元目分類試行は次元の切り替えに相当していたからである。具体的には、1 次元目分類試行では、刺激ラベリング群で 83% (全正答 72%)、目標ラベリング群では 83% (全正答 72%)、統制群で 67% (全正答 56%) が全試行正答か全試行誤答のパターンであった。次に、2 次元目分類試行と 3 次元目分類試行の解答パターンについて整理する。2 次元目分類試行では、刺激ラベリング群で 89% (全正答 78%)、目標ラベリング群では 83% (全正答 39%)、統制群で 78% (全正答 33%) が全試行正答か全試行誤答のパターンであった。最後に、3 次元目分類試行では、刺激ラベリング群で 78% (全正答 56%)、目標ラベリング群で 83% (全正答 39%)、統制群で 78% (全正答 28%) が全試行正答か全試行誤答のパターンであった。すべての分類試行で得られたデータは正規分布に従わなかったことから、Deák (2003) と同様に $1 \cdot 2 \cdot 3$ 次元目分類試行のすべてで 5 試行以上正答であった場合は完全分類型、2 つで 5 試行以上正答であった場合は部分分類型、1 つのみが 5 試行以上であった場合は保続型、1 つも 5 試行以上正答とならなかった場合を分類失敗型とした。しかし、参加児はそれ以外の分類段階を含め 3 つの段階の少なくとも 1 つで、カードを 6 枚中 5 枚以上分類できていた。そのため、分類失敗群に属する参加児は 1 人もいなかった。

3DCCS 課題 (2 回目)² の成績を Table 2 に示した。分析の結果、群間の得点の分布に有意な差があった ($\chi^2(4) = 11.06, p = .025$)。残差分析を行ったところ、刺激ラベリング群では有意に保続型が少なく ($p < .01$)、部分分類型が多かった ($p < .05$)。また、目標ラベリング群では有意に保続型が多く ($p < .05$)、部分分類型が少なかった ($p < .05$)。以上より、カードに含まれる具体的な刺激情報をラベリングした群では、後の 3DCCS 課題 (2 回目) の成績が他の群より高いことが示された。また 3DCCS 課題 (2 回目) では、群間で完全分類型の分布に差はなく、刺激ラベリングの効果が十分に持続していないことが予想される。そこで、刺激ラベリング群における 3DCCS 課題の 1 回目と 2 回目の成績の差を検討するために、Wilcoxon 符号付順位検定を実施した。結果、2 回目の成績は 1 回目の成績に比べると有意に低かった ($Z = -3.9, p < .001$)。よって、刺激情報を言語ラベリングする効果はある程度は持続するものの、その効果は 1 回目に課題を実施したときほどではないことが示唆された。

Table 2. 3DCCS (2回目) の成績の分布 ($N = 54$)

	刺激ラベリング群 ($n=18$)	目標ラベリング群 ($n=18$)	統制群 ($n=18$)
保続型	3 (-3.1)	12 (2.1)	10 (1.0)
部分分類型	9 (2.3)	2 (-2.1)	5 (-0.2)
完全分類型	6 (1.1)	4 (-0.2)	3 (-0.9)

注1. 数字は人数 注2. カッコ内の数字は調整済み残差

² 3DCCS 課題 (1 回目) と 3DCCS 課題 (2 回目) の成績の関連について検討したところ、3DCCS 課題 (1 回目) の成績が保続型であった 21 名のうち 21 名が 2 回目も保続型であった。また、部分分類型であった 7 名は、2 回目では 4 名がそのまま部分分類型に 3 名が保続型となった。完全分類型の 26 名は、2 回目では 1 名は保続型に、12 名は部分分類型に、13 名は完全分類型となった。

考察

本研究では幼児期において、言語ラベリングが3DCCS課題の遂行にボトムアップ的に機能するのか、トップダウン的に機能するのか検討することを1つ目の目的としていた。そのため、Lucenet et al (2014) に従い、刺激に含まれる情報（赤）を言語化する刺激ラベリング群、目標（色ゲーム）のみを言語化する目標ラベリング群、統制群の3群を設定した。結果、刺激ラベリング群のみで、3DCCS課題の成績が有意に高かった。また、目標ラベリング群においては、2回の切り替えのどちらも誤答した参加児が他の群よりも有意に多かった。

さらに、言語ラベリングの効果が後の同課題の遂行においても持続するか調べることを2つ目の目的としていた。結果、効果がみられた刺激ラベリング群では、大人からのラベリングがない状況でも同課題の成績が有意に高いことが示された。以下、これらの結果を先行研究と照らし合わせながら考察する。

言語ラベリングはどのように実行機能課題に影響を与えるのか

本研究の結果は、言語ラベリングが実行機能課題に対して“刺激レベル”で機能するというKirkham et al (2003) が提起した説に合致していた。Kirkham et al (2003) の結果と同様に、現在目標となっている次元に関わる刺激情報を言語化することで、参加児の注意はその刺激情報へと切り替わり、モデルカードと照らし合わせて分類することが可能であったと考えられる。本研究はKirkham et al (2003) とは異なり、3DCCS課題を用いて言語ラベリングの効果を追試する結果となった。さらに、DCCS課題よりルールが複雑な課題になったとしても、言語がボトムアップ的に機能することが示された点では先行研究の知見を拡充させたといえよう。しかし、こうした結果は言語ラベリングが切り替え前に正答となっていた次元の“抑制”を助けていると断言できない。なぜなら、DCCS課題に誤答する要因として切り替え後に正答となる次元の“不活性”が考えられるからである (Chevalier & Blaye, 2008; Müller, Dick, Gela, Overton & Zelazo, 2006)。Chevalier & Blaye (2008) は、切り替え後に正答となる次元は切り替え前にはほぼ自動的に抑制されており再び活性化させることに困難を伴うため、切り替え前に正答となる次元の“抑制”とは別に扱うべきだと主張している。そのため、本研究の言語ラベリングは、切り替え後に正答となる次元の“活性”を参加児に促した可能性は十分にある。こうした区別は、実行機能の理論を考えるうえでは重要であるが、本研究では焦点化していなかったため今後の課題としたい。

では、“刺激レベル”で言語ラベリングが機能したにも関わらず、なぜ“目標レベル”では機能しなかったのだろうか。Müller et al (2008) は、自身の研究で言語的ラベリングの効果がみられなかった原因として goal neglect (Marcovitch, Boseovski, & Knapp, 2010; Towse, Lewis, & Knowles, 2007) をあげている。Müllerらは、ラベリングという行為自体が2重課題のようになり、課題目標の保持に干渉した結果、ラベリングは正しくできるがDCCS課題には通過しないという反応が生じると説明している。しかし、本研究の場合、“刺激”レベルでの言語的ラベリングの効果は見られていたことから、ラベリングという行為自体が課題通過に影響を与える可能性は低い。そのため、ラベリングする内容が課題成績に影響を与えていたと考えられる。そこで、児童を対象に“目標”レベルでのラベリングに効果があることを示した Lucenet et al (2014) が

参考となる。近年、次元が複雑さつまりルール表象の抽象性が実行機能課題における年齢間の違いを説明することを示した研究が報告されている (Amso, Haas, McShane, & Badre, 2014; Unger, Ackerman, Chatham, Amso, & Badre, 2016)。これらの研究では、多数の“刺激” (赤, 青, 黄など刺激やルールの種類数) 間の切り替えよりも、多数の“次元” (もし○なら色で, ×なら形という入れ子構造の数) 間の切り替えのほうが困難であることを示している。本研究で扱った幼児の場合、この階層的なルール表象が児童に比べて不完全であったため、高次のレベルでラベリングをしても効果がなかった可能性がある。こうした結果は Zelazo et al (2003) らの理論に示唆をもたらす結果だと考えられる。Zelazo et al (2003) はDCCS課題を通過するためには階層的なルール表象が必要であり、言語ラベリングがどのような内容であったとしても、内省を促し、階層的なルール表象の形成を促すと考えている。しかし、本研究の結果は、階層的なルール表象が不完全な状態の時期の子どもに高次のレベルでラベリングすることは逆に負荷になる可能性があることを示している。つまり、Zelazoらの主張するような“もし形ならうさぎの箱にいて、もし色なら赤の箱にいろ”という複雑なルール表象ができていない限り、目標レベルのラベリングをすることの効果はないと考えられる。

言語ラベリング効果の持続性

本研究では、“刺激”レベルでの言語ラベリング効果の持続性を確認することができた。こうした知見は、大人から与えられた言語的教示が内言へと移行するという Vygotsky (1962) の理論とも一致している。本研究では、言語ラベリングがのちの課題にどのように影響を与えたのかまでは特定できないものの、2つの可能性が考えられる。1つは、大人に促されなくとも“刺激”レベルでラベリングする方略を獲得した可能性である。Kirkham et al (2003) では、言語ラベリングをはじめの1試行のみしか行っていないが効果的であったことが示されている。そのため、残りの5試行では同様のラベリング方略を自発的に使用している可能性がある。実際、本研究の参加児も3DCCS (2回目) において自ら“刺激”レベルのラベリングを行っているものが数名みられた。今後は、Alderson-Day & Fernyhough (2015) で紹介されているように課題中の発言を課題関連や課題無関連などに分類する方法を採用し、詳細に検討することが望まれる。

2つ目は Zelazo et al (2003) が提起したように、言語が複雑なルール表象の形成を促した可能性である。つまり、はじめは“刺激”レベルでの言語使用により2つの異なるルールが存在することを理解し、それら2つのルールを統合する高次のルールの形成へとつながると考えられる。仮に、この可能性が正しいとすれば、2回目以降の3DCCS課題では複雑なルール表象をもとにトップダウン的に課題を遂行することを可能にしたといえよう。Zelazo et al (2003) が提起したように言語ラベリングがトップダウン的に機能するのは、外的に促される場合ではなく、子ども自身が言語を自発的に使用するときに限られると考えることもできる。実際、児童期では課題中の目標関連情報の処理に内言を使用し始めることが示されている (Chevalier & Blaye, 2009; Kray et al., 2008)。

先行研究では、正誤のフィードバックなしでDCCS課題を繰り返しても課題成績が向上も低下もしないことが示されている (Müller et al., 2008; Zelazo et al., 2003)。本研究も統制群では課題成績が1回目と2回目で変化しないことを想定していたが、2回目の成績は1回目と比べると

有意に低かった。原因として、同じ材料で課題を連続して実施したことが考えられる。同じ材料・手続きの課題であったため、参加児が適切でない切り替え次元を使用し続けた、または飽きてしまったなど複数の問題を引き起こされた可能性が高い。こうした問題がありつつも、刺激情報のラベリングが一定の持続効果を持つという知見は、今後の実行機能研究にとって意義あるものといえよう。

本研究の今後の展望

本研究では、言語ラベリングが実行機能課題に対して“刺激レベル”で機能し、一定の持続性を持つことが示された。ルール表象の形成にも少し重なるが、今回の知見は子どもにとっての言語の熟知性という点からも考察することができる。本研究の場合、実験者は“目標レベル”のラベルとして、幼児には新奇の語である“色ゲーム”、“数ゲーム”、“形ゲーム”の3つを紹介した。各ゲームのルールの理解を確認しているものの、逆に課題のルールのみを観察してラベリングすることはできただろうか。少なくとも、“刺激レベル”では子ども自身によるラベリングは可能であったことから、言語ラベルとして“目標レベル”と“刺激レベル”では明らかに熟知性が異なっていた。言語が実行機能に影響を与えるためには、その言語が使用者にとってどの程度熟知性があるのか考慮する必要がある。実際、Chevalier & Blaye (2009) も2つの次元のうちどちらに切り替えるかを示す cue を明瞭化すると、実行機能課題の成績が促進されることが報告されている。この仮説を検証するために、ゲームの名前を子ども自身がラベリングする、もしくは各ゲームを繰り返すなかでゲーム自体の名前をラベリングできるように練習試行をするなど熟知性を操作する手続きが考えられる。こうした検討は、幼児期における言語と実行機能の関係を考えるうえで重要になるとなる。たとえば、近年幼児がぬいぐるみに課題の構造を教えることで、実行機能課題の成績が向上するという興味深い結果が報告されている (Moriguchi, Sakata, Ishibashi, & Ichikawa, 2015)。この研究も、言語の側面から考えると、子どもが課題目標または課題のルールを自身の言葉で言語化したことで実行機能課題の成績が向上した可能性もある。このように子どもから発信される言語ラベリングが実行機能の遂行に与える影響の検証は実践的にも十分価値があり、今後取り組むべき課題であろう。

本研究の限界と教育的示唆

本研究の限界は4点存在する。まず、本研究ではラベリングの持続効果を検討するために3DCCS課題を2回実施したものの、1回目の課題遂行が2回目干渉してしまった点にある。具体的には、3DCCS課題(1回目)で保続していた次元を2回目でもそのまま使用してしまうエラーがみられた。原因として、1回目で3DCCS課題(2回目)で使用した材料が1回目と同じであるうえに、立て続けに実施したことが考えられる。Müller et al (2008) が実施したように、材料や次元そのものを変えるなどの工夫が今後必要である。2つ目は、サンプル数の少なさである。本研究では各群18名であったが、先行研究(e.g., Kirkham et al., 2003)では各群30名程度の参加児を集めている。今後は、サンプル数を増やして本研究の知見を追試することが求められる。3つ目は、ラベリングの促しをした試行数の少なさである。Kirkham et al (2003) の手続きに従い、ラベリングの促しは最初の試行に限定した。しかし、特に目標ラベリング群ではラベ

リングの試行数そのものが不十分であった可能性がある。そのため、6 試行すべてラベリングしても効果が得られないかを検討することが直近で取り組むべき点だと考えられる。4 つ目に 3DCCS 課題が何を測定しているのかが不明確であるという点である。3DCCS 課題は DCCS 課題と高い親和性を持つものの、課題の通過率は DCCS 課題に比べると低くなる。この通過率の低さは、切り替えのコストを反映しているのか、目標の保持の困難さを反映しているのか分離することは難しい。特に、Kray et al (2008) では、言語の使用は切り替えのコストではなく、目標活性にかかるコストに影響を与えることが示されている。今後は、言語が課題の切り替えの中のどのようなプロセスに影響を与えるのかを幼児期から児童期にかけて検討する必要がある。

最後に、本研究の知見がもたらす教育的示唆に言及する。近年、実行機能の訓練プログラムが多数開発され、そのいくつかでは訓練の効果がみられている (e.g., 森口, 2015)。こうした包括的プログラムでは、子ども同士に教えさせる、話し言葉を重視する、異なるペースで学習する子どもに対応するなど、一般的であるが重要な要素が共通することも報告されている (Diamond, 2012)。その中でも Vygotsky の理論に基づいた Tools of the Mind は、遊びや学習などで事前にプランをたてるだけでなく、即興劇中などでの言語の使用を促す活動をしている (Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007)。このようなプログラムでは、大人が子どもにどのような内容の言葉かけをするのが重要となる。本研究の知見から、子どもにとって新奇の課題では目標レベルの言葉かけは効果がなく、刺激のどこに目を向けるのかという低次のレベルで効果を持つことが示唆された。さらに、本研究の知見と Lucenet et al (2014) の知見を合わせて考えると、言葉かけの効果が幼児期と児童期では異なる可能性は十分にある。そのため、今後は発達段階に応じた包括的な介入プログラムの作成が望まれる。

文献

- Alderson-Day, B., & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: Development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. *Psychological Bulletin*, 141, 931-965.
- Amso, D., Haas, S., McShane, L., & Badre, D. (2014). Working memory updating and the development of rule-guided behavior. *Cognition*, 133, 201-210.
- Badre, D. (2008). Cognitive control, hierarchy, and the rostro-caudal organization of the frontal lobes. *Trends in Cognitive Science*, 12, 193-200.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21, 327-336.
- Chevalier, N., & Blaye, A. (2008). Cognitive flexibility in preschoolers: the role of representation activation and maintenance. *Developmental Science*, 11, 339-353.
- Chevalier, N., & Blaye, A. (2009). Setting goals to switch between tasks: effect of cue transparency on children's cognitive flexibility. *Developmental Psychology*, 45, 782-797.
- Deák, G. O. (2003). The development of cognitive flexibility and language abilities. In R. Kail (Ed.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 31, pp. 271-327). San Diego: Academic Press.

- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 335-341.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387-1388.
- Doebel, S. & Zelazo, P. D. (2015). A meta-analysis of the Dimensional Change Card Sort: Implications for developmental theories and the measurement of executive function in children. *Developmental Review*, 38, 241-268.
- Doebel, S. & Zelazo, P. D. (2013). Bottom-up and top-down dynamics in young children's executive function: labels aid 3-year-olds' performance on the Dimensional Change Card Sort. *Cognitive Development*, 28, 222-232.
- Emerson, M. J., & Miyake, A. (2003). The role of inner speech in task switching: A dual-task investigation. *Journal of Memory and Language*, 48, 148-168.
- 郷式 徹. (2008). クロス集計表に対する統計分析の手法— χ^2 検定とFisherの直説法および残差分析と多重比較による下位検定—. *心理科学*, 28, 56-66.
- Kirkham, N. Z., Cruess, L. M., & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension switching task. *Developmental Science*, 6, 449-467.
- Kray, J., Eber, J., & Karbach, J. (2008). Verbal self-instructions in task switching: A compensatory tool for action-control deficits in childhood and old age? *Developmental Science*, 11, 223-236.
- Kray, J., Lucenet, J., & Blaye, A. (2010). Can older adults enhance task-switching performance by verbal self-instructions? The influence of working-memory load and early learning. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2:147.
- Lucenet J., Blaye A., Chevalier N., Kray J. (2014). Cognitive control and language across the lifespan: does labeling improve reactive control? *Developmental Psychology*, 50, 1620-1627.
- Luria, A. R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behavior*. Oxford England: Liveright.
- Marcovitch, S., Boseovski, J. J., Knapp, R. J., & Kane, M. J. (2010). Goal neglect and working memory capacity in 4-to 6-year-old children. *Child Development*, 81, 1687-1695.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Moriguchi Y. (2014). The early development of executive function and its relation to social interaction: a brief review. *Frontier in psychology*, 5:388.
- 森口佑介. (2015). 実行機能の初期発達, 脳内機構およびその支援. *心理学評論*, 58, 77-88.
- Moriguchi, Y., & Hiraki, K. (2009). Neural origin of cognitive shifting in young children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 6017-6021.
- Moriguchi, Y., Sakata, Y., Ishibashi, M., & Ichikawa, Y. (2015). Teaching others rule-use improves executive function and prefrontal activations in young children. *Frontiers in Psychology*, 6:894.

- Müller, U., Dick, A. S., Gela, K., Overton, W. F., & Zelazo, P. D. (2006). The role of negative priming in preschoolers' flexible rule use on the Dimensional Change Card Sort task. *Child Development*, 77, 395-412.
- Müller, U., Zelazo, P. D., Hood, S., Leone, T., & Rohrer, L. (2004). Interference control in a new rule use task: Age-related changes, labeling, and attention. *Child Development*, 75, 1594-1609.
- Müller, U., Zelazo, P. D., Lurye, L. E., & Liebermann, D. P. (2008). The effect of labeling on preschool children's performance in the Dimensional Change Card Sort task. *Cognitive Development*, 23, 395-408.
- Munakata, Y., & Yerys, B. E. (2001). All together now: When dissociations between knowledge and action disappear. *Psychological Science*, 12, 335-337.
- Pugliese, C. E., Anthony, L., Strang, J. F., Dudley, K., Wallace, G. L., & Kenworthy, L. (2016). Increasing adaptive behavior skill deficits from childhood to adolescence in autism spectrum disorder: Role of executive function. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 1579-1587.
- 佐伯恵里奈. (2015). 柔軟性を支える認知メカニズム—タスクスイッチング研究からの示唆—. *心理学評論*, 58, 34-51
- Saeki, E., & Saito, S. (2004). Effect of articulatory suppression on task-switching performance: Implications for models of working memory. *Memory*, 12, 257-271.
- Towse, J. N., Lewis, C., & Knowles, M. (2007). When knowledge is not enough: the phenomenon of goal neglect in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 320-332.
- Unger, K., Ackerman, L., Chatham, C. L., Amso, D., & Badre, D. (2016). Working memory gating mechanisms explain developmental change in rule-guided behavior. *Cognition*, 155, 8-22.
- Vygotsky, L. S. (1962). *思考と言語* 上下. (柴田義松, 訳). 明治図書. (1934).
- Winsler, A., Fernyhough, C., & Montero, I. (2009). *Private speech, executive functioning, and the development of verbal self-regulation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Winsler, A., & Naglieri, J. (2003). Overt and covert verbal problem-solving strategies: Developmental trends in use, awareness, and relations with task performance in children aged 5 to 17. *Child Development*, 74, 659-678.
- Yerys, B. E., & Munakata, Y. (2006). When labels hurt but novelty helps: Children's perseveration and flexibility in a card-sorting task. *Child Development*, 77, 1589-1607.
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-301.
- Zelazo, P. D., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive Development*, 11, 37-63.
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, (3, Serial number 274).

(日本学術振興会特別研究員 認知心理学講座 博士後期課程 1 回生)
(受稿 2016 年 9 月 9 日、改稿 2016 年 12 月 1 日、受理 2016 年 12 月 26 日)

言語ラベリングが実行機能課題に及ぼす効果とその持続性

—幼児期に着目して—

柳岡 開地

実行機能とは、ある課題目標を達成するために思考と行動を調整する認知機能のことであり、幼児期に急速に発達することが知られている。幼児期において言語ラベリングが実行機能課題の成績を向上させることが示されているが、言語が実行機能課題に影響を与える機序とその効果の持続性に関して明らかではなかった。特に、幼児期では言語が課題目標を活性化させる働きをするのか、適切な刺激情報に注意を向けさせる働きをするのか、2つの可能性を検討した。3～4歳児58名を対象に、実行機能課題中に適切な刺激情報をラベリングする群、課題目標をラベリングする群、統制群の3群を設けた。結果、刺激情報をラベリングした場合のみ実行機能課題の遂行を促進する効果が見られ、その効果の持続性が確認された。以上の結果を踏まえ、幼児期において言語が実行機能に果たす役割について理論的検討を行い、その教育的示唆について議論した。

Effect of Labeling and its Persistence on an Executive Function Task in the Preschool Years

YANAOKA Kaichi

The processes involved in the conscious control of thought and goal-directed behavior, i.e., executive function, develop dramatically during the preschool years. Although previous developmental studies demonstrated that labeling task stimuli could facilitate the performance of an executive function task, the nature of this effect remains unclear. We examined the two possible processes of labeling: first, labels may facilitate performance in a more bottom-up fashion, by biasing attention to relevant dimension of stimuli; and second, labels may aid performance in a more top-down fashion by activating task goals. Fifty-eight children aged 3–4 years old performed an executive function task under three conditions: stimulus labeling condition, goal labeling condition, and control condition. They succeeded in the task only in the stimulus labeling condition, and the effects persisted for the following task. Our findings suggest that labels facilitate performance in a more bottom-up fashion during the preschool years and that verbal strategies were gradually internalized. We discuss the theoretical and educational implications of our findings.

キーワード： 実行機能, 言語ラベリング, 幼児

Keywords: executive function, verbal labeling, preschoolers