

タイトル	青年期における非標準型の描画活動が実行機能の発達に及ぼす影響
著者	進藤, 将敏; SHINDO, Masatoshi
引用	北海学園大学学園論集(185): 1-12
発行日	2021-07-26

青年期における非標準型の描画活動が 実行機能の発達に及ぼす影響

進 藤 将 敏

要旨

本研究は、対象の特殊な見えや向きを表現した「非標準型の描画」を産出する認知プロセスにおいて、目標志向的な自己制御能力である「実行機能」が関与することを想定し、青年期における非標準型の描画活動が実行機能の発達に及ぼす影響について調べた。実験1では、大学生1名に対して非標準型の描画活動時と標準型（対象のステレオタイプの表現）の描画活動時における脳血流量を近赤外線分光法（NIRS）で測定したところ、非標準型の描画時の方が実行機能を担う前頭前野の活動がより活性化したことから、非標準型の描画と実行機能の関連が確認された。実験2では、非標準型の描画活動を継続的に行った実験群8名と統制群13名における実行機能について調べたところ、実験群においてのみ、実行機能質問紙の「プランニング」因子と「シフティング」因子の得点が有意に向上した。この結果から、非標準型の描画活動が実行機能の発達を促進する可能性が示唆された。

問題と目的

実行機能（Executive Function）とは、目標を達成するために自己の行動や思考を適切に制御する能力のことであり、脳の前頭前野の働きと密接に関連することが知られている（Diamond & Goldmanrakic, 1989）。実行機能には複数の構成要素が想定されており、特に Miyake et al. (2000) のモデルが広く受け入れられている。すなわち、「抑制（Inhibition）」、「切り替え（Shifting）」、「ワーキングメモリ（Working memory または Updating）」の3要素から成るモデルである。「抑制」とは、直面した状況において不適切な行動や衝動性を抑える能力であり、「切り替え」とは、当該の状況で適切な行動や思考に切り替える能力を指す。そして、「ワーキングメモリ」とは、当該の状況で必要な情報を一時的に頭に留めておくために必要な能力である。

実行機能の発達の萌芽は乳児期から見られ、幼児期から児童期にかけて著しい発達を遂げることが報告されている。例えば、幼児期以降の実行機能の発達を調べる代表的な指標である DCCS 課題（Dimensional Change Card Sort）（Zelazo, 2006）では、色と形の2つの属性をもつカードが用いられる。もし「緑色の車」、「青色の車」、「緑色の星」、「青色の星」のカードが提示された場

合、参加児は最初に、実験者の指示にしたがって同じ色同士(「緑色の車」と「緑色の星」)でカードを分類することが求められる。そして、数試行後に突然ルールが変更され、今度は同じ形同士(例えば「緑色の車」と「青色の車」)での分類が求められる。このルール変更に柔軟に対処できるのは4歳以降であり、幼児期後半以降で成績が著しく向上することが明らかとなっている(Zelazo et al., 2013)。

そして、近年において実行機能は、重要な教育課題として国際的に注目されている。その理由は、実行機能の発達、人間の社会性の促進に長期的な影響を及ぼすことが報告されたからである。Moffitt et al. (2011)による縦断研究では、1970年代に生まれた子どもたちを対象に、成人期までの発達の軌跡を約30年間追跡調査した。その結果、児童期に実行機能が関わる自己制御能力が高いと評価された子どもは、30代になったときの年収や社会経済的地位が高く、さらには健康面や対人関係面においても良好であった。例えば、将来の社会経済的地位の高さが学力の高さと関連していると考えられるならば、学業における実行機能は、やるべき宿題や試験に向かうために頭を「切り替え」たり、勉強のスケジュールを念頭に入れ(「ワーキングメモリ」)、不要な情報や誘惑は「抑制」するなどといった働きをしているのかもしれない。実際に、「抑制」、「切り替え」、「ワーキングメモリ」は算数の学力や読解力と相関しており(Espy et al., 2004; Bull et al., 2008)、社会性の発達に関しても、対人関係の形成に不可欠となる「心の理論」(他者の心的状態を推測する力)も実行機能の発達と関連することが示されている(小川・子安, 2008)。

このように、実行機能の発達は生涯に渡って我々の社会生活に肯定的な影響を及ぼすことから、幼児期や児童期を対象にした実行機能の支援を意図した実践研究が徐々に増え始め、有効な取り組みに関する成果も散見される(例えば、Karbach & Kray, 2009; Klingberg et al., 2002; Diamond et al., 2007)。しかしながら、現在において、追試研究や発達のメカニズムを明示した理論は極めて少なく、特に我が国においては、諸外国に比して研究の質・量ともに不十分と言わざるを得ない状況である。加えて、これまでの実行機能の支援に関する研究の多くは幼児期・児童期を対象にしたものが一般的であり、青年期を対象にした研究はとりわけ少ない。青年期は前頭前野の発達がまだ完了しておらず、実行機能の発達が続いている段階である(Zelazo et al., 2013)。このことから、実行機能の発達を促す支援や教育は、幼児期・児童期に限らず青年期においても重要であり、研究の蓄積が喫緊の課題と言えよう。そこで、本研究では青年期の実行機能に焦点を当てることにする。

青年期とは、児童期と成人期の間に位置する発達段階であり、脳と身体に特徴的な変化が起こる時期である。青年期の発達上の意義については、多くの国や地域・文化圏では「自立の時期」として位置づけられるが多く、青年期は一人の大人として、所属する社会を支える役割を持つ重要な一員として見なされているようである。具体的に何歳から何歳までを青年期と呼ぶのかについては、生物学的な要因や社会文化的な背景から様々な定義があるが、我が国では一般に青年期を、社会を支える一員となるために学業面や対人関係の構築を通じて育まれていく存在として捉

えている。それを踏まえ、本研究では10代から20歳過ぎまでの時期を青年期という言葉で表すことにしたい。

青年期の発達に関して、身体や脳に影響を及ぼす個体内要因として広く知られているのはアンドロゲンやエストロゲンといった性ホルモンの分泌である。これにより脳の大脳辺縁系が影響を受け、男女に共通して報酬系に変化が生じる。報酬系は、目の前の報酬や快楽に反応する大脳辺縁系の領域であり、そこには腹側線条体や腹側被蓋野が含まれている。例えば、腹側線条体の発達は、身体の発達である第2次性徴の進行と相関しており（Goddings et al., 2014）、このことから脳と身体の発達連関が窺われよう。一方、実行機能の発達については先述の通り、青年期以降も発達は続いており、脳の担当部位である前頭前野の発達は成人期まで続くようである（Gogtay et al., 2004）。特徴的な点は、青年期の脳では報酬系の発達が急速に進む反面、実行機能に関わる前頭前野の発達は非常に緩やかに進むことである。このギャップが生じる結果、青年期は児童期に比べて目先の利益や報酬に対する感受性が強くなり、目標志向的な行動の実行や衝動性を抑えることが難しくなる（Bechara et al., 2005）。このことから、幼児期や児童期と同様、青年期においても実行機能がうまく機能しなければ、学業面や対人関係などの不適応といった社会生活に悪影響を及ぼしかねないことが想像できるだろう。

学業や対人関係などで悩みが多くなる青年期において、実行機能の発達を効果的に促す試みは社会生活の質の向上に寄与する可能性があるため、そのニーズは特別支援教育の現場に限ったことではない。加えて、そのような試みは実行機能のメカニズムを探る研究としても貴重と言える。近年では、青年期を対象にした実行機能の支援研究として、仲間関係を考慮した教育現場での介入などが行われている（例えばCampbell et al., 2008）。しかし、先述の通り、実行機能の発達を扱った研究や発達のメカニズムに関する知見は国内外ともに乏しく、どのような働きかけが実行機能の発達を効果的に促すのかについては不明である。そこで本研究では、青年期の実行機能の発達において、描画活動が有効である可能性に着目し、描画と実行機能の関連について探っていきたい。具体的には、「非標準型の描画」（後述）の理論が実行機能の発達に適用できる可能性について論じていく。

「非標準型の描画」とは、幼児期や児童期の描画研究において取り上げられており、特に描画の発達を意味する特徴的な表現形式として扱われている。具体的には、通常では自発的に描かれることのない特殊な見えや向きで対象物を描くことを指す。例えば、図1のように「人物や顔の描画」は通常だと正面向きで描かれることが典型的（以降、「標準型」の描画と呼ぶ）である。一方、例えば、鼻が特徴的な動物であるブタを描くときは、それを進行方向が右向き、かつ顔を横向きで描くこと（「非標準型」の描画）はほとんどない。その他にも、特殊な形態をした架空の対象も自発的に描かれることが極めて少ないため、非標準型の描画として分類される（図1参照）。これまでの研究では、特に3歳頃の幼児期初期の子どもは、コップには必ず取っ手を付けて描く、人を正面向きで描く、または車を横向きで描くといったステレオタイプの標準型への固執が強い

ことが明らかとなっており、教示や対象提示の仕方を工夫したとしても、この傾向を抑制することは困難である(例えば、Cox, 1978; Davis, 1983; Freeman, 1980)。一方、5・6歳頃の幼児期後半になると、標準型を優先的に描きやすい傾向は変わらないが、描画対象の提示方法などを工夫することによって、非標準型を特別に意識して描くことができるようになってくる(例えば、Light, 1985; 藤本, 1996; Picard & Durand, 2005)。

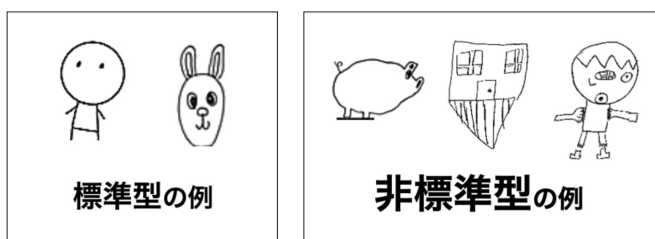


図1 標準型と非標準型の描画。例は幼児・児童の描画であり、Kariloff-Smith (1990) および進藤 (2013, 2015) から引用。

しかしながら、子どもが非標準型を意識的に描くようになる課題条件は明らかになっても、子どもの脳では実際にどのような認知処理がなされているのかといった認知的側面の詳細については長らく明らかにされてこなかった。近年では、その問題を解決するため、非標準型の描画を実行機能系の発達と関連づけて説明するいくつかの取り組みが見られる。Morra et al. (1996) では、描画発達の認知的メカニズムを解明するために、「ワーキングメモリ」から成る単一の認知基盤(M capacity)を想定し、理論的な説明を試みている。例えば、2つの球体が前後に配置され、後方の球体的一部分が前方の球体によって遮蔽されて見えない様子を子どもに描かせると、年齢に関わらず、ワーキングメモリの容量が大きい子どもほど重なるの表現(遮蔽表現)をし、未熟な子どもでは2つの球体を分離して描く傾向が見られた。2つの球体の分離画は、複数の球がそれぞれ別個に存在することを明示しており、この種の表現は優先的に描かれやすいため、標準型の描画と解釈される。一方、重なり(遮蔽)を意識した描画は、幼児期の子どもが通常は自発的に描かない表現であるため、非標準型と見なすことができる。Morra (2008) が提唱した発達モデルによれば、子どもはワーキングメモリの発達に伴い、本来優勢である標準型の描画反応を抑制できるようになり、その結果、非標準型(通常は描かれにくい遮蔽表現)の意識化に至るといふ。さらにその後、進藤(2015)では、より詳細な認知的メカニズムを調べる目的から「空間認知」と「抑制」の観点から非標準型の描画発達モデルを想定し、その妥当性が調べられている。結果として、年齢を統制しても、非標準型の描画発達には、空間認知と抑制の両者の発達が関与することが明らかとされた。

進藤(2015)において、とりわけ興味深いことは、非標準型の描画反応には、実行機能を構成する「ワーキングメモリ」、「抑制」、「切り替え」の各々が関わっていることが推察され得ること

である。具体的には、対象を紙面のどの場所へ、どの位の大きさで描くかといった空間認知には、大きさと位置といった複数の情報を同時に考慮する「ワーキングメモリ」が関与していると解釈でき、本来優勢である標準型から非標準型の描画へ反応を「切り替える」ためには、それに先立って、標準型を描く反応を「抑制」しなくてはならない。したがって、理論的には非標準型を描く認知過程において、実行機能を構成する各要素の働きが想定される。

非標準型の描画を扱ったこれまでの研究は、対象が幼児期・児童期に限定されていたとは言え、青年期においても実行機能の認知基盤は前頭前野であることを考えると、上記の非標準型の描画理論を青年期の実行機能の発達支援に適用できる可能性があると推測できる。そして、描画行動は描画以外の発達領域にどのような影響を及ぼすのかについてもこれまでの研究では明らかにされてこなかったため、本研究のような描画と実行機能との関連を探る取り組みは、学術的にも教育実践的にも意義深い。仮説として、非標準型を意識した描画活動を習慣的に経験することは、実行機能の発達に促進的な影響を与えるのではないだろうか。

以上より、本研究では非標準型の描画活動が実行機能の発達に寄与するか否かを検討する。実験1では、非標準型の描画時における前頭葉の活動を調べることで、実行機能との関連の有無を検討する。実験2では、非標準型の描画活動が実行機能の発達に影響を与えるか否かを検討する。

実験 1

目的

描画と実行機能の関連の有無を検討するため、標準型の描画活動時（典型的な表現を描く時）よりも、非標準型の描画活動時（普段は意識化されない特殊な表現を描く時）において前頭前野がより活動することを確認する。

方法

参加者 大学生1名。この参加者には、事前に美術に関する特別な教育歴がないことを確認している。

課題と手続き 標準型の描画課題では「本来の世界地図」を想起して描画し、一方、非標準型の描画課題では「架空の5つの大陸から成る世界地図」を想像して描画をした。非標準型の描画と実行機能との対応関係として、非標準型を描くためには(1)本来の世界地図のイメージを「抑制」すること、(2)新奇な地図を描くように「切り替え」ること、(3)5つの大陸、架空性といった複数の要件を常に保持しておく「ワーキングメモリ」が必要であると想定した。本実験では、参加者は先に非標準型を描画し、続いて標準型を描画することにした。描画時においては、近赤外線分光法(NIRS)(鳥津製作所製)を用いて、前頭前野(国際10/20法のF3/4領域に該当する部位)の脳血流量を計測した。

倫理的配慮 実験に先立ち、参加者へ課題内容について説明が行われ、成績評価には無関係であり、実験は希望すればいつでも中止可能であることを伝えた。また、測定データは統計的に処理され、個人名が明らかにされることはなく、データは研究以外の目的で使用しないことを説明し、同意を得た。

結果

描画課題の開始30秒間を教示に費やしたため、課題開始30秒後から50秒までの20秒間のデータを抽出して分析した。なお、脳血流の指標として、酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) を扱うことにした。

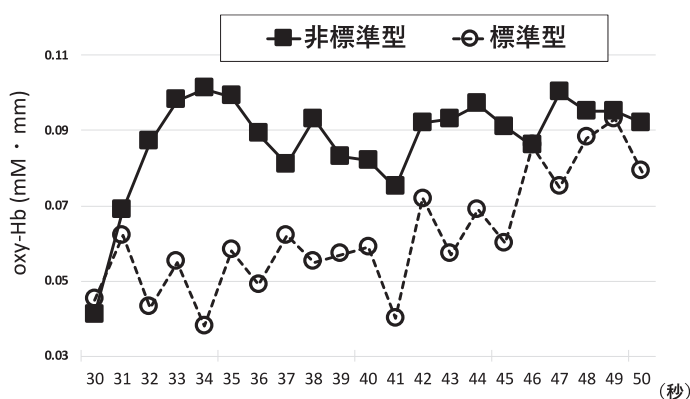


図2 描画活動時における前頭前野の活動

非標準型および標準型の各描画活動時(20秒間)における酸素化ヘモグロビンの平均値を t 検定で比較したところ、非標準型の描画活動時の方が有意に値が高かった ($t=6.83, p<.01, d=1.75$)。

考察

従来の描画研究の対象者は幼児期・児童期がほとんどであるため、実行機能が関わると考えられる非標準型の描画理論が青年期に対して適用できるか否かは不確かであった。とは言え、実行機能の認知基盤は共通して前頭前野であり、実際にNIRSで得られたデータ(図2)からは、非標準型の描画活動時において前頭前野がより活性化することが示された。このことから、非標準型を意識化した描画活動を継続することによって、実行機能が向上する可能性が考えられる。実験2ではその点を検討する。

実験 2

目的

非標準型を意識した描画活動は、実行機能の発達を促すか否かについて検討する。

方法

参加者 大学生 21 名。そのうち 8 名が非標準型の描画活動を行う実験群、13 名が何も活動を行わない統制群へ振り分けられた。なお、参加者の中には美術に関する特別な教育歴を持つ者はいなかった。

課題と手続き 実験群では「非標準型の描画活動」を定期的実施した（計 4 回）。その事前・事後において、両群ともに「実行機能の質問紙」を実施した。

「非標準型の描画活動」における課題は、普段描くことのない「特殊な見えの人物画」や「特殊な動きを表す人物画」など計 4 種類（4 回分）の見本を模写する課題である（図 3）。1 回の描画活動では見本の 1 つが提示され、参加者には見本をなるべく正確に描くことが依頼された。描画活動は 2 週間に 1 回の頻度で行い、計 4 回実施された。また、描画の所要時間は 1 回の活動につき 10 分とした。なお、初回の描画活動の実施に先立ち、参加者が本来優先的に描く人物画は標準型（正面向きの人物）であることを確認するため、事前に「一人の人物を自由に描いてください」といった確認課題を実施した。

「実行機能の質問紙」は、関口・山田（2017）の EFQ（Executive Functions Questionnaire）を使用し、実行機能の変化を調べる従属変数とした。EFQ は、実行機能に関する 25 項目に対して自己評価するものであり、因子は 6 つで構成されている。具体的には「プランニング」4 項目（例：

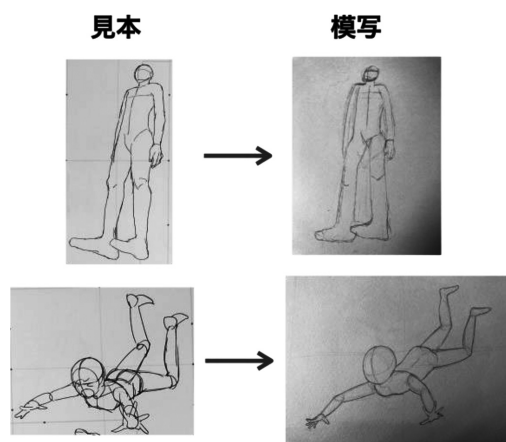


図 3 非標準型の描画課題で用いた見本とその模写の例
（上：特殊な見えの人物画の見本と参加者による模写、
下：特殊な動きを表す人物画の見本と参加者による模写）

計画通りに物事を進めることができる, 誘惑に負けずにすべきことを行える), 「没頭」5項目(例: 一つのことに没頭しやすい), 「効力感」4項目(例: 手際がいい), 「シフティング」4項目(例: 話題が変わってもすぐ話について行ける, その場その場で適切なやり方を素早くみつけることができる), 「自己意識」4項目(例: 人の目に映る自分の姿に心を配る), 「注意持続」4項目(例: 不注意ですぐに気が散る)であり, 各項目を5件法で回答する(1.全くそうでない~5.非常にそうである)。EFQは, ベースラインとして事前測定され, 全ての描画活動の終了後にも事後測定として実施された。

倫理的配慮 実験に先立ち, 参加者へ課題内容について説明が行われ, 成績評価には無関係であり, 課題への参加は希望すればいつでも中止可能であることを伝えた。また, 測定データは統計的に処理され, 個人名が明らかにされることはなく, データは研究以外の目的で使用しないことを説明し, 同意を得た。

結果

実験群において, 描画活動に先立って行われた確認課題では, 参加者全員が正面向きの人物画を描いており, 参加者が優先するイメージが標準型であることが確認された。

表1には, 実験群(非標準型の描画)および統制群におけるEFQの変化を示した。

表1 実験群・統制群におけるEFQの変化

		事前	事後	t値	効果量 d
実験群 (描画)	EFQ全体	3.31(0.28)	3.43(0.28)	2.27 [†]	0.15
	プランニング	2.66(0.71)	3.09(0.55)	2.70*	0.66
	没頭	3.55(0.87)	3.40(1.11)	0.92	0.13
	効力感	3.06(0.83)	3.00(0.65)	0.48	0.07
	シフティング	3.41(0.64)	3.99(0.73)	4.28**	0.80
	自己意識	3.94(0.78)	4.00(0.74)	0.23	0.08
	注意持続	3.16(0.82)	3.09(0.60)	0.27	0.08
統制群	EFQ全体	3.26(0.40)	3.38(0.41)	2.67*	0.17
	プランニング	2.69(0.78)	2.90(1.11)	1.30	0.58
	没頭	3.60(0.81)	3.74(0.59)	0.90	0.56
	効力感	2.90(0.67)	2.96(0.57)	0.52	0.40
	シフティング	3.52(0.65)	3.63(0.62)	1.25	0.33
	自己意識	3.85(0.79)	4.00(0.65)	0.90	0.62
	注意持続	2.88(0.73)	2.98(0.75)	0.96	0.36

[†] .05 < p < .10 * p < .05 ** p < .01 () 内は標準偏差

EFQ得点の事前・事後の変化についてt検定を行ったところ, 実験群では, EFQ全体の得点の向上が有意傾向であり, 因子については「プランニング」と「シフティング」の得点が有意に向上した。統制群では, EFQ全体の得点のみ有意に向上した。

考察

はじめに、EFQ 全体の得点の変化を見ると、事後における得点の向上は実験群で有意傾向であり、統制群では有意差が見られた。本実験の参加者は、前頭前野の発達が現在も継続中である青年期であり、かつ日頃から学業に励む大学生であることを鑑みると、成熟が関わる時間軸の要因と実行機能が要求される環境要因によって、EFQ が全体的に影響を受けやすかったのかもしれない。

本実験の結果で最も重要なのは、実験群においてのみ「プランニング」と「シフティング」の2つの因子得点が向上したことである。例えば、「プランニング」の質問項目を見ると「計画通りに物事を進めることができる」や「誘惑に負けずにすべきことを行える」などが問われており、主に「ワーキングメモリ」や「抑制」が関連する項目となっている。一方、「シフティング」の項目では「話題が変わってもすぐ話について行ける」、「その場その場で適切なやり方を素早くみつけることができる」といった行動や思考の「切り替え」の側面が問われていることが見て取れる。つまり、実行機能の3つの要素が明確に関連した因子においてのみ、得点が向上したことは、本研究が想定した非標準型の描画と実行機能の関連性を示唆するように思える。しかし、この結果は単に人物画を描く課題の積み重ねによって生じた影響なのか、あるいは単に描画活動に没頭（注意集中）していたことによる影響なのかという疑問も出てくる。前者については、描画活動に先立って行われた確認課題において、参加者全員が標準型の人物画を描いたことが確認されていたことから、実験群では毎回の課題で非標準型を特別に意識して描いていたと考えられる。後者については、EFQ の「没頭」の得点にも変化がなく、描画時間も1回つき10分程度であったことから、単に描画活動に没頭していたことが実行機能に影響していたとも言い難い。したがって、参加者は非標準型を意識して描くことへより多くの認知資源（実行機能）を配分していた可能性が高かったのではないだろうか。

以上より、本実験の結果は、非標準型の描画活動によって実行機能の発達が促進する可能性を反映していたと言えよう。ただし、実行機能の指標として用いたEFQ はあくまで認識面の測定であり、実際の行動面を測定したわけではないため、今後は実行機能が関わる行動指標を用いた調査も必要だろう。また、実行機能へ与える影響については短期間の効果測定に留まったため、結果の再現性の検証も含め、長期的に及ぼす影響についても検討を要する。加えて、非標準型の描画活動による影響の程度をさらに詳細に捉えるためには、標準型を描く条件や描画以外の活動に従事する条件など、その他の統制群の工夫も今後の課題である。

結 論

実行機能の性質には、認知的な自己制御（目標志向的な行動や思考の制御）と、情動的な自己制御（報酬や快樂に対する制御）の2つの側面が想定され得るが、描画活動は目標志向的な行動

や思考の制御を要するため、本研究は実行機能の認知的な制御の側面を扱った内容と見なせる。そういった位置づけのもと、本研究では非標準型を描く認知プロセスに実行機能が関わることを想定し、さらにそのアイデアを一步進めて、非標準型の描画活動に従事することが実行機能を促進する可能性の有無を検討した。実験1では、実行機能を担う脳の前頭葉が非標準型の描画時においてより活性化することが確認され、実験2では非標準型の描画活動が実行機能の発達に促進的な影響を及ぼす可能性が示唆された。

描画が持つ教育的意義については、従来から多くの研究者が描画には種々の学習能力または認知機能（例えば、言葉、プランニング、科学的概念の獲得）を促す効果があることを主張してきた（例えば、Arnheim, 1969 関訳 1976；Ferreiro, 1985；Freeman, 1980；Thomas & Silk, 1990 中川訳 1996）。そのため、描画が実行機能を促すこと自体、不自然なことではないと思われる。とは言え、これまで描画が認知を促すことを実証的な形で示した研究はなく、実行機能の育成に貢献する有効な方法についても知見が少ない状況だったため、本研究のように日常的に体験できる描画活動を実行機能の発達に適用した試みとその成果は、有効な教育実践例として新たな知見となり得るだろう。

しかし、既に述べた課題（統制群をはじめとした実験デザインの改善、測定指標の工夫、長期的効果の有無の検討など）の他にも、描画を扱う以上は「描画の実行前のプランニング」段階における実行機能の働きと「描画の実行」段階における実行機能の働きを区別し、両者にどのような違いがあるのかを明らかにすることも重要な論点になるはずである。今後は、本研究で得られた知見を足がかりに、描画理論をさらに精緻化し、検証実験を重ねることによって、実行機能の有効な支援に関する研究領域をより発展させていく必要がある。

引用文献

- Arnheim, R. (1969). *Visual Thinking*. London: Faber & Faber. (アルンハイム, R. 関計夫 (訳) (1976). 視覚的思考 — 創造心理学の世界 美術出版社)
- Bachara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends in Cognitive Science*, 9(4), 159–162.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205–228.
- Campbell, R., Starkey, F., Holliday, J., Audrey, S., Bloor, M., Parry-Langdon, N., Hughes, R., & Moor, L. (2008). An informal school-based peer-led intervention for smoking prevention in adolescence (ASSIST): a cluster randomized trial. *The Lancet*, 371(9624), 1595–1602.
- Cox, M. V. (1978). Spatial depth relationships in young children's drawings. *Journal of Experimental Child Psychology*, 26, 551–556.
- Davis, A. (1983). Contextual sensitivity in young children's drawings. *Journal of Experimental Child Psychology*, 35, 478–486.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). The early years — Preschool program

- improves cognitive control. *Science*, 318, 1387-1388.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task. Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 74, 24-40.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive function to emergent mathematics skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486.
- Ferreiro, E. (1985). Literacy development: A psychogenetic perspective. In Olson, D. R., Torrance, N., and Hildyard, A. (eds) *Literacy, Language, and Learning: The Nature and Consequences of Reading and Writing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Freeman, N. H. (1980). *Strategies of representation in young children*. London: Academic Press.
- 藤本浩一 (1996). 見えと同一性の統合の発達過程 — 特定の見えから対象の配置を再構成する — 教育心理学研究, 44, 259-268.
- Goddings, A. L., Mills, K. L., Clasen, L. S., Giedd, J. N., Viner, R. M., & Blackmore, S. J. (2014). The influence of puberty on subcortical brain development. *NeuroImage*, 88, 242-251.
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., Nugent III, T. F., Herman, D. H., Clasen, L. S., Toga, A. W., Rapoport, J. L., & Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174-8179.
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978-990.
- Karmiloff-Smith, A. (1990). Constraints on representational change: Evidence from children's drawing. *Cognition*, 34, 57-83.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781-791.
- Light, P. H. (1985). The development of view-specific representation considered from a socio-cognitive standpoint. In Freeman, N. H., & Cox, M. V. (Eds.), *Visual order* (pp.214-230). Cambridge: Cambridge University Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (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.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 2693-2698.
- Morra, S. (2008). Memory components and control processes in children's drawing. In C. Milbrath & H. M. Trautner (Eds.), *Children's understanding and production of pictures, drawing, and art: theoretical and empirical approaches*. Gottingen: Hogrefe.
- Morra, S., Angi, A., & Tomat, L. (1996). Planning, encoding, and overcoming conflict in partial occlusion drawing: A neo-Piagetian model and an experimental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 61, 276-301.
- 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.
- Picard, D., & Durand, K. (2005). Are young children's drawings canonically biased? *Journal of Experimental Child Psychology*, 90, 48-64.
- 関口理久子・山田尚子 (2017). 実行機能質問紙 (Executive Functions Questionnaire) の開発 関西大

- 学心理学研究, 8, 31-48.
- 進藤将敏 (2013). 幼児における描画構成の発達と空間認知の関連 東北大学大学院教育学研究科研究年報, 61(2), 85-96.
- 進藤将敏 (2015). 幼児における描画構成の発達: 非標準型の構成と認知的要因との因果性 認知心理学研究, 12(2), 89-99.
- Thomas, G. V., & Silk, A. M. J. (1990). *An introduction to the psychology of children's drawings*. New York: Harvester Wheatsheaf. (トーマス, G. V., & シルク, A. M. J. 中川作一 (訳) (1996). 子どもの描画心理学 法政大学出版局)
- 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., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., & Weintraub, S. (2013). NIH Toolbox Cognition Battery (NIHTB-CB): Measuring executive function and attention. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78, 16-33.

付記

本研究は、北海学園学術研究助成により実施された。