

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：32518

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560119

研究課題名(和文) 幼児期から児童期にかけての対象操作とイメージとの関連性

研究課題名(英文) The relationship between object manipulation and imagery in nursery to primary school children.

研究代表者

野田 満 (Noda, Mitsuru)

江戸川大学・社会学部・教授

研究者番号：00636300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：対象間を識別させる課題において、視覚的なガイドとなる道具の使い方を8歳児で検討したところ、刺激の目や特徴的な部分を重点的に探索することがわかった。3～5歳児においては刺激に対する探索活動に続き、確認的ローテーションの存在が示唆された。一方、手や頭といった身体各部の揺れを加速度センサーで測定したところ、3～8歳児では、身体各部分間の協調(co-ordination)が課題成績に従い変化し、認知的処理と身体の揺れとの緊密な関連性を指摘することが出来た。また自発的な身体利用が空間的変換に対し補助的役割を果たすことを示しただけでなく、認知処理への自己制御の関与を示唆する結果も得ることができた。

研究成果の概要(英文)：We developed a special cursor pointer as a visually guided tool to explore the difference between stimuli, and we measured the fluctuation of the body motion with an acceleration sensor during the mental rotation of young children. We found that 8-year-old children focused on the eye area and distinctive features when searching. The results of searching activities performed by the 3- to 5-year-old children indicate that confirmatory rotation appears following the perceptual reference. On the other hand, measurements of the fluctuation of the heads and hands of the 3- to 8-year-old children showed that the coordination of each body part varied according to the performance of the task, suggesting a close relationship between cognitive processing and fluctuation of body motion. In addition, we showed that spontaneous particular action plays a supporting role in cognitive processing, and the relative spatial transformation provided evidence for the involvement of self-regulation.

研究分野：空間認知発達心理学

キーワード：身体性 イメージ変換 手操作 メンタルローテーション 協調 発達 揺れ 同期

1. 研究開始当初の背景

実際にイメージ変換課題を行うと呈示された対象の傾きに対して自らの身体を合せようとして身体を傾けたり、傾いた2つの刺激を比較する為に、動かすことの出来ない対象を手で動かそうとする行為が見られた。それらについて、幼児期から児童期にかけての対象認識のあり方は、視覚的側面だけでなく対象へかかわる行為を通じて、身体運動的側面から捉える必要があると考えた。マイケル・ポランニー(1980)が指摘するような身体化の文脈において、道具が身体の延長として働くと考えられ、子どもが対象理解において自らの身体をどのように調整するかという問いが、認識形成における重要な側面を担うと考えられた。本研究に至る上で、認識における対象と自己(身体)との相互の運動を介した機能的働きが存在すると考えられた。

2. 研究の目的

(1)対象の操作

機能的働きを検討する上で、子どもの対象への能動的側面を明らかにすることを目的とした。第1に、呈示された刺激間の違いを発見させる為に用意した視覚的ガイドをどのように用いて探索するか、探索した空間座標上の痕跡を調べることが目的とした。第2には、傾いた刺激どうしの異同判断を行う際に、刺激を手で捉え、空中で操作しようとする一種のジェスチャーによる身体利用が行われ「ひきうつし」と命名したが(野田,2001)その働きを明らかにすることを目的とした。

(2)自己身体内の調整

機能的働きを検討する上で、対象との関係から自らを変えようとする側面を検討することを目的とした。本研究では与えられた課題に対する身体の変化を、課題遂行時の身体の揺れの大小により捉えることとした。傾いた刺激の異同判断の際に、刺激の傾きに身体を合わせてしまうと大きく揺れてしまう。このことから、基本的には身体の揺れが大きい場合は、対象の変換を自らの身体を介して行っているといえ、揺れが少ない場合は対象の変換を身体を媒介して行うよりも、内化したかたちで行っているものと予想した

3. 研究の方法

(1)視覚的ガイド

対象児はプレ実験では8歳児1名、実験においては幼児3~5歳児59名を対象とした。視覚的ガイドの開発：対呈示された刺激の異同を調べるために、LCD画面上に視覚的ガイドの役割を果たすリング状のカーソルポインタを作成し表示した。カーソルポインタの内側は透けて見え、提示刺激と同一画面上をマウスで移動させることが出来る。ポインタ移動により得られる空間座標の値を5~9msecのレートで、ファイルに記録できるものを開発した(野田,2013)。

反応記録用ウェア：視覚的ガイドが空間のどの領域に集中したかを調べるために、記録対象とする提示刺激やその各特徴部分を囲む円形領域内のポインタの数と停留時間を割り出すために開発した(野田,2013)。

メンタルローテーション課題：対呈示した刺激の異同を調べる上で、HSP言語を用いてメンタルローテーション実験用のプログラムを作成した。対呈示された刺激の異同の判断に対する正誤と反応時間(msec)を記録できるものである。

(2)身体の揺れの計測(加速度センサー)

対象：幼児3~5歳児60名、児童6~8歳児(小学1,2,3年生)95名、大学生と保育士合計18名(20~25歳)。

加速度センサー：メンタルローテーションを行っている際に、身体的な動きが生じていることがわかってきているが、手と頭との協調(co-ordination)の程度はイメージ変換のレベルと関連すると考えられた。そこで、課題中の身体の揺れを計測する為にATR-Promotion社製のTSND121を用いた。

身体の揺れを計測する上で、メンタルローテーション課題を実施した。ただし刺激は、上記の視覚的ガイドで使用したものと異なる刺激を用いた。

4. 研究成果

(1)トレース

プレ実験において、刺激対象間の異同を調べる為に探索した痕跡として、ポインタの座標値によるトレース記録を得た。対象とした8歳児では、得られた全ての座標値を提示刺激上にプロットすると、人型の刺激の特徴的な部分に偏ったトレースをしていることが示された(傾いた刺激、顔とその周辺、着衣の特徴的部分)。また、トレースの位置の変化を時系列に分析したところ、対提示した刺激の内、最初は傾いた刺激の方を重点的に探索したが、傾いていない正立した刺激の探索も試みつつ、最後は両者の包括的なトレースが行われることが示された(野田,2013)。

(2)ポインタの加速度の算出

幼児3~5歳児を対象とし、異同の判断をするために探索に用いたポインタの加速度を求めた。メンタルローテーションが行なわれる際には、最初に刺激対象の特徴などを符号化してから対象を回して異同が判断される(Cooper & Shepard,1973)。正しくメンタルローテーションを行った子どもをメンタルローテーターとして抽出し、ポインタの動きを分析した。ポインタの移動の活発さを表す指標として加速度を求め、符号化がなされた時点までのポインタの動きと、符号化以降も含めた課題遂行の全体での動きとを比較すると、主要な動きは符号化までに生じていたことが示された。つまり、異同判

断を行う初期の符号化段階までに、探索的行為が活発に生じていたことがわかった。符号化以降では確認的なローテーションが行われていた可能性が示唆された(野田,2014a;野田,2014b;Noda,2014b)。



Figure.1 Example of the trace of pointer (5-year-old girl, mental rotator)

(3) 内的変換の身体的表れ

身体の動きは Bernstein(1967)によると、多数の筋の協調 (co-ordination) による機能的構造の働きというシナジーの概念により説明されている。幼児 3~5 歳児のメンタルローテーション課題を遂行する際に生じる身体の動きを、まとまった行動単位としてではなく、揺れのレベルで捉えることで、身体各部の揺れの同期を分析した。

手と頭部の協調関係：手と頭部に装着した加速度センサーで得られる分散を用いて相関分析を行ったところ、一次関数への収束がみられ明確な共変性が確認された。また、メンタルローテーターを抽出し、手と頭部の関係を示した分布図にプロットすると、メンタルローテーターの子どもの頭部の揺れ幅が限定されていたが、ノンローテーターの子どもの頭部の揺れは広範囲に渡った。これは意識的な集中のために頭の揺れが少なくなった可能性が考えられた。つまり、この年齢の子どもにおいて、頭部の揺れが少ないことがイメージ変換を内的に実施している身体的表れであることがわかった(野田,2015)。

シナジーとの類縁性：手と頭部のそれぞれの揺れが関係しあって一定の比率を示すことは、シナジーの確認につながると考えた。手と頭部の揺れから得られる2変数から求められた、一次関数(回帰式)への収束度がシナジーの強さを表すものと考えられ、その収束度が高い子どもがメンタルローテーターであるということを示すことができた(野田,2015)。

(4) ひきうつしの確認と分類

3~5 歳児がメンタルローテーション課題を遂行する際に生じる身体の動きを、まとまった行動単位として捉える為に、映像分析を行った。ジェスチャーの一種であるが、対象を変換させる為に手を用いて回転させたり、移動させようとしたりする6種類の「ひきうつし」と命名した身体利用を捉えることが出来た。イメージ変換のための補助的な身体動

作と考えられるが、メンタルローテーションのレベルが高くなると減少することが示された(野田,2015,印刷中)。

(5) 相互相関による身体のずれ

手と頭部の動きの相互作用を検討する上で、身体各部の同時性のずれのあり方を、相互相関分析 (cross-correlation analysis) を用いて調べた。分析で用いたのは大学生と保育士 (N=18) である。分析の結果で得た同期の程度を表すコレログラムから、右手の動きが左手や頭部の動きより先行し、左手の動きは頭部より先行することが示された。メンタルローテーション課題中における身体各部の動きは完全に同期しているのではなく、ずれが存在していることを成人において捉えることが出来た (Noda,2016)。

(6) 児童期における手と頭部の関係

身体各部の協調：6~8 歳児(小学校 1~3 年生)を対象に内的変換の身体的表れを調べる為に、幼児と同じ実験を試みた。加速度センサーで得られた加速度の分散を身体の揺れの指標とし、身体各部(右手、左手、頭部)を比較したところ、年齢とともに揺れは減少し、特に 6~7 歳では右手が左手や頭部よりも揺れていたが、8 歳になるとその差は無くなった。このことから、身体各部の揺れが年齢とともにバランスがとれ全体として揺れ自体が収束してくる傾向にあることがわかった (Figure.2)。

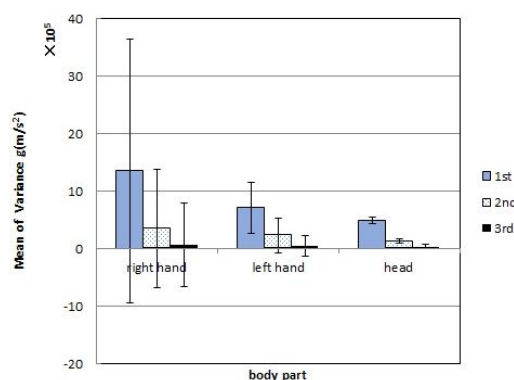


Figure.2 Developmental convergence of fluctuation of each body motion

協調と変換の関係：身体間の協調と対象の空間変換という2側面から子どもをタイプ分けする試みを行った。

2 変量は協調と変換の程度を用いた。手と頭部それぞれの揺れの分散から相関係数が得られるが、それを協調 (co-ordination) の指標とした。一方、呈示された刺激の傾きと反応時間に基づく一次関数式に対して、実際の反応時間がどの程度当てはまるかを表す値として決定係数がある。この値は意図的に回転させた程度を示している。これを変換の指標 (y 軸) とした。協調軸と変換軸により子ども達の各値をプロットして得た散布

図の4象限の区分から、第1象限が協調、変換ともに良い群、第2象限が協調は充分ではないが変換は良い群、第3象限は協調、変換ともに充分ではない群、第4象限にある子どもは変換は良いが協調は充分ではない群と分けることが出来た。個人差はあるが、対象とした最年長の8歳児が第1象限に集まったが、6~7歳児も確認される。また第3象限は必ずしも年少の子どもで占められてはいなかった。この協調と変換の枠組みから年齢(学年)を超えて、身体のバランスの程度と対象変換との個別の状態を相対的に捉えることができた。

(7)国内外における位置づけとインパクト

そもそも道具使用は長い間、発達の時間に従って認知的になにが出来ようになるかという視点で行われてきたが、新しい局面を切り開いたのは、アファードダンスとシナジーの考え方といえる。

前者は間接的には視覚的ガイドという道具に関連してくる。Lockman(2000)は道具使用の発達に関する展望論文において知覚-行為の環(perception-action routines)を前提にした論理展開を行ってきている。基底にはGibsonのアファードダンスの考えがあり、子どもがいかにして対象から道具としての性質を引き出すかという点から研究がなされている。対象の手操作から道具使用への乳児の発達研究(Kahrs & Lockman, 2014a, b)も同様の視点で行われているが、従来の研究がプロセスを重視していなかったことを指摘している。本研究では、視覚的ガイドとなるカーソルポインターが探索の道具として用いられたのだが、分かりづらい場所に定規をあてる行為と同様に、広い空間の1点にポインターにより焦点を自ら絞り込める性質を用いて、刺激の特徴を引き出すという行為が展開していた。道具を用いて判然とした場から特徴を抽出し確認していると考えられる点で、アファードダンス的な行為と位置づけることが出来る。国内では道具を用いて空間の性質の引き出しを行った研究は三嶋(2000)に紹介されている。

一方で、シナジーはBernstein(1967)が運動の協調(co-ordination)を説明する為に用いた考えである。道具を適切に使用する場合は身体の各部分の協調が必然的に求められる。シナジーはスポーツやリハビリテーションの領域で研究されることが多く、関節や筋の動きを中心に成人で研究されている。この領域の認知発達心理学的研究はほとんど国内外でなされていない。ただし子どもの発達をシステムと捉え、安定した状態から別の安定した状態への移行を発達ととらえたThelenら(Thelen & Smith, 2006; Smith & Thelen, 2003)の研究においては、移行期における揺れのアイデアが示されている(野田, 2016)。

(8)今後の展望

視覚的ガイドとして用いたカーソルポインターは、実際に目の動きと対応させることで知覚-運動の関連性を明らかに出来ると考えられる。探索には意図的な探索と無意図的な探索があり、両者のずれから何が無意図的な探索であるのか検討することで、対象認識の本質に迫ることの可能性があると考えられる。

協調と変換の枠組みから個別の状態を捉えられる点での信頼性や妥当性を検討していくと同時に、この個別の状態が果たして教育現場での何とつながっていくのかという問いが重要と考える。その内の一つとして、不器用さや潜在的な発達性協調運動障害(CDC)との関係を明らかにしていくことも必要と考えられる。また就学後の教育内容には、手先の協調が求められるだけでなく、イメージ操作により変換が求められる教科ごとの内容もある。その点で教科内容の理解とは別の側面から支援の手がかりを提供出来る可能性があるといえる。

<引用文献>

- Bernstein, N. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.), *Visual Information Processing*. New York: Academic Press.
- Kahrs, B.A., & Lockman, J.J. (2014). Building tool use from object manipulation: A perception-action perspective. *Ecological Psychology*, 26, 88-97.
- Kahrs, B.A., & Lockman, J.J. (2014). Tool using. *Child Development Perspective*, 8, 231-236.
- Lockman, J.J. (2000) A perception-action perspective on tool use development. *Child Development*, 71, 137-144.
- Michael, P. (1966). *The Tacit Dimension*. London, Routledge. University of Chicago Press. (マイケル・ポランニー 佐藤敬三(訳) (1980). 暗黙知の次元 紀伊國屋書店)
- 三嶋博之 (2000). エコロジカル・マインド 日本放送出版協会
- 野田 満 (2001). イメージの発達, 菱谷 晋介(編) イメージの世界 (pp.233-249) ナカニシヤ出版
- Smith, L. B., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in cognitive sciences* 7, 343-348.
- Thelen, E., & Smith, L.B. (2006). Dynamic systems theories. pp.258-312. In *Handbook of child psychology, theoretical models of human development* (Vol. 1 ed.) Lerner, R.M., (Eds.) Damon, W., & Lerner, R.M. NL: John Wiley & Sons.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

野田 満 (2013). 異同判断におけるトレース指標の予備的研究, 江戸川大学紀要, 第 23 号, 133-144.

<https://edo.repo.nii.ac.jp/>

Noda, M. (2014). Transformation of the incomplete figure in young children.

International Journal of Behavioral Development, 38, 23-32. 査読有

野田 満 (2014). 幼児におけるメンタルローテーションでの準備的探索 江戸川大学紀要, 第 24 号, 21-32. 査読無

<https://edo.repo.nii.ac.jp/>

野田 満 (2015). 発達的にみたイメージ変換におけるからだの動き, 江戸川大学紀要, 第 25 号, 145-157. 査読無

<https://edo.repo.nii.ac.jp/>

野田 満 (2016). 空間的な変換を要する課題で生じる身体的動き, 江戸川大学紀要, 第 26 号, 33-41. 査読無

<https://edo.repo.nii.ac.jp/>

野田 満 (印刷中) 身体性とイメージ - 「ひきうつし」という手操作方略のイメージにおける役割 - イメージ心理学研究, 第 13 巻 査読有

〔学会発表〕(計 12 件)

野田 満 (2013). 異同判断課題におけるトラッキング指標について -リングカーソルの予備的検討-. 第 24 回日本発達心理学会 明治学院大学 (東京)

野田 満・落合洋子 (2013). メンタルローテーションと自己制御との関係. 第 55 回日本教育心理学会 法政大学 (東京)

Noda, M. (2013). Searching area using mouse pointer in mental rotation by young children. *16th European Conferenc on Developmental Psychology*, Lausanne (Switzerland)

野田 満 (2014). 幼児における心的回転での準備的探索活動 - 加速度変化による探索の測定 -. 第 25 回日本発達心理学会 京都大学 (京都)

Noda, M. (2014). Preliminary Searching Behavior of Mental Rotation in Young Children. *122rd Annual American Psychological Association Convention*, Washinton, DC (USA)

畠山孝男・野田 満・今井 史・今野義孝・菱谷晋介 (2014). 身体性とイメージ (シンポジウム). 第 15 回日本イメージ心理学会 江戸川大学 (千葉)

野田 満・落合洋子 (2014). メンタルローテーションと自己制御との関連性 (2) -エフォートフル・コントロールについて-. 第 56 回日本教育心理学会 神戸大学 (神戸)

野田 満 (2015). メンタルローテーション

課題の最中の幼児の頭と手の動き -加速度を測定とした場合-. 第 26 回日本発達心理学会 東京大学 (東京)

Noda, M. (2015). Young child's coordination between hand and head at the mental rotation. *16th European Conferenc on Developmental Psychology*, Braga (Portgal)

野田 満・落合洋子 (2015). 幼児におけるメンタルローテーションと自己制御との関連 -EC 尺度と BRIEF-P 尺度-. 第 79 回日本心理学会 名古屋大学 (名古屋)

Noda, M. (2016). Synchronization among body parts movement during mental rotation. *31st International Congress of Psychology*, Yokohama (Japan)

Noda, M., & Ochiai, Y. (2016). Do stimuli influence global precedence effect? *31st International Congress of Psychology*, Yokohama (Japan)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野田 満 (NODA, Mitsuru)

江戸川大学 社会学部人間心理学科・教授
研究者番号: 00636300