

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23530858

研究課題名(和文) 幼児期における空間的思考力の育成に関する基礎研究

研究課題名(英文) Fundamental study on the development of spatial thinking in early childhood

研究代表者

杉村 伸一郎 (SUGIMURA, Shinichiro)

広島大学・教育学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40235891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円、(間接経費) 540,000円

研究成果の概要(和文)：言語的能力と空間的能力は思考の両輪だと考えられるにもかかわらず、幼児期における教育的知見は少ない。そこで本研究では、幼児の空間的思考に影響を与える要因を明らかにするために、3歳児から6歳児を対象に、再定位課題、再構成課題、3つの玉問題を実施した。その結果、幼児期では、布置周囲の間仕切りが布置参照枠の利用を促進させること、参照枠の選択に実験者の位置が影響を及ぼすこと、軌道イメージの形成において予想が運動と同等の効果を持つこと、が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Although verbal abilities and spatial abilities are thought to be the two wheels of thinking, there are no educational findings in early childhood. Therefore, in this study we conducted reorientation tasks, reconstruction tasks and three balls problems on children between 3 and 6 years old to clarify the factors that influence spatial thinking. The results suggested that, during early childhood, using partition around the array promote the use of array-intrinsic frame of reference, the experimenter positioning has influence on frame selection, anticipation of the trajectory image has the same effect as the movement.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：空間認知 参照枠 心的イメージ 認知発達 身体性 幼児教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 空間的思考の重要性

情報社会が発展し、それに応じて、教育も変わりつつある。その中のひとつが、物事や現象を空間的に把握し考える力、すなわち空間的思考力の育成である。高度情報化社会では、大量の情報を処理する能力とともに、物事や現象を多角的に分析し判断する能力が求められる。そのために、論理的、分析的、継時的といった特徴をもつ言語的な能力だけでなく、直感的、総合的、同時的といった特徴をもつ空間的な能力が、近年、注目を集めるようになってきた。

その契機のひとつは、学校教育での空間的思考の指導における GIS(地理情報システム)の有効性を説いた、アメリカ学術会議のレポート(NRC, 2006)である。この影響を受け、英語圏では GIS 教育に関連した空間的思考に関わる検討が多方面で進められ、日本でも地理情報科学と空間的思考に関するいくつかのプロジェクトが動きはじめている(若林・石川, 2010)。また、アメリカでは心理学者を中心に、空間的な学習に関する科学を発展させ、そこでの知見を教育的実践に移すことを目的として、Spatial Intelligence and Learning Center (SILC) という学際的な組織が設立され、研究活動が活発に行われつつある(Newcombe, 2010)。

(2) 幼児期における空間的思考力の育成の必要性

以上の研究の多くは、初等教育から高等教育における空間的思考力の向上を目的としており、幼児期を対象にしているものは数少ない。しかしながら、空間的なリテラシーが、文字の読み書きや数の計算と同様に、その後の発達や学習において重要なものであり、両者が相補的な役割を果たすとすれば、幼児期を基礎形成の時期と位置づけ、空間的思考力の育成を行う必要があるだろう。

このような観点から、日本の幼児教育の現状をみると、環境を通して教育を行うことを基本としており、積み木遊びや探検ごっこなど、多くの活動に空間的な思考が含まれていることに気づく。しかし、幼稚園教育要領の解説などには、幼児が自ら興味をもってかかわれるように環境を構成するとともに、保育者がモデルとして環境への関わり方を示すように書かれているが、子どもの空間的思考の発達やその個人差に応じた支援の具体的な方法までは言及されていない。各幼稚園の実践では、経験的に空間的思考の育成につながるようなことが行われている可能性があるが、実践を組織的に行うには、科学的な根拠が必要になる。

2. 研究の目的

そこで本研究では、まず、幼稚園で空間的思考という観点から観察を行い、次に、筆者

がこれまでに取り組んできた空間認知の発達に関する研究を発展させ、幼児期における空間的思考力の育成を考える上で基礎となる科学的な知見を得ることを目的とする。具体的には、幼児の空間的思考に影響を与える要因を明らかにするために、再定位課題、再構成課題、3つの玉問題の解決に関連する要因を検討するとともに、空間能力と数能力との関連も検討する。

国内では、児童・生徒を対象に、算数や数学の図形・空間における空間的思考の育成に関する研究などは行われてきたが(狭間, 2004)、幼児を対象にした研究はみあたらない。そして、空間的思考を、図形・空間といった特定の教科の内容ではなく、子どもの生活全体に拡張し幅広く捉えることは、国外も含め新しい試みである。また、幼児の空間的思考力の実態や個人差の検討は、筆者の知る限り国外でも行われておらず、幼児の空間的思考に影響を与える要因の検討も、始まったばかりである。

児童期以降では、算数、理解、地理など多くの教科において、空間的思考力が必要となり、実際に、空間的思考力と数学や科学の成績との間に関連があることが明らかにされている。したがって、幼児の空間的思考の実態を明らかにした上で、空間的思考に影響を与える要因を検討し、その科学的根拠に基づき、子どもの発達や個人差に応じた空間的思考の足場づくりをすれば、子どもたちが、空間的思考をより積極的に行うようになり、その後の学力の向上につながることを期待できる。

3. 研究の方法

(1) 観察研究

幼稚園において、年少、年中、年長各1クラスずつを対象に、週1間の観察を3ヶ月実施した。空間的思考に該当すると思われる幼児や保育者の行動を記録し、それらを分類することにより、空間的思考を整理する枠組みを検討した。

(2) 再定位課題

対象を位置づける基準となるものを空間的参照枠と呼ぶが、従来の研究では、空間的参照枠として自己と環境の区別や、定位の仕方として自己中心的と他者中心的の区別は行なっていたものの(例えば、杉村, 1995)、環境空間の種類を十分に考慮してこなかった。しかし、部屋のようにその中で移動できる空間と、小さなテーブルのようにその中で移動できない空間(模型空間と呼ぶ)とでは、認識のされ方やその発達が異なるはずである(Wheatherford, 1982)。

そこで、筆者らは模型空間の中にある対象を位置づけるための参照枠を布置参照枠と命名し、その利用の発達を再定位課題により検討してきた(多田・杉村, 2009, 2011)。布置参照枠の利用は、文脈に依存しないより

柔軟な思考と関連すると考えられ、そのためには、部屋などを基準とする環境参照枠や自己を基準とする自己参照枠による対象の定位を抑制する必要がある。

先行研究から、周囲が円形の部屋のように、環境参照枠が利用できない状況では布置参照枠の利用が増加し、家具などが設置されている通常の部屋のように、環境参照枠が利用できる状況では布置参照枠の利用が減少する、という仮説が導かれた。さらに、部屋でなくても、対象を隠す布置の周囲を円形にするだけで、対象を周囲に関連づけなくなる可能性がある。そこで、幼稚園の年少24名(4歳5ヶ月)、年中32名(5歳3ヶ月)、年長32名(6歳2ヶ月)を対象に、縦5.0cm×横7.5cm×高さ1.0cmの小布置を用いる条件と、小布置の周囲に直径15cm×高さ65cmの円形の間仕切りを設ける条件とで、再定位課題を行った。

(3) 再構成課題

Levinson (2002)は、呈示された動物を反対側のテーブルに再構成する一列並びの動物課題を行い、成人における空間の捉え方が相対的か絶対的かは、使用する言語の特性により規定されることを明らかにした。利用する参照枠が、自己を基準とした相対的なものか、環境を基準とした絶対的なものかは、空間的な思考と密接に関連すると考えられるが、発達的な検討は行われていない。

そこで本研究では、3歳から6歳の幼児を対象に、空間言語の理解の程度を測定し、空間参照枠の選択と空間的言語能力との関連を検討した。また、呈示対象の方向性の明確さや実験者の位置が空間参照枠の選択に及ぼす影響も検討した。左右などの言語的空間理解は相対的反応と関連する、また、再構成時の実験者の位置が記銘時と絶対的に同じであれば絶対的な反応が多くなり、相対的に同じであれば相対的な反応が多くなる、という仮説を立てた。

(4) 3つの玉問題

幼児期の最初は、表象は静的であるが、しだいに動的になると考えられている。その変化を調べるために、Piaget & Inhelder (1966)や杉村(2009)で用いられた3つの玉課題を用い、玉の位置や軌道の理解において、運動や予想がどのような効果を持つかを、保育園の年中児と年長児50名を対象に調べた。訓練には円盤を180度回転させた場合に円盤上の動物がどのように動くかを予想させる課題を用い、子どもが動物の回転軌道を予想し円盤を回転させる(予想+運動群)、子どもは予想だけ行い円盤の回転は実験者が行う(予想群)、子どもは予想せずに円盤の回転だけを行う(運動群)を設定した。また、玉の位置や軌道の理解に対する援助を臨床法により検討した。

(5) 空間能力と数能力

数量に関する認知や行動を規定していると考えられるものの一つに心的数直線があり、近年、視空間ワーキングメモリが関係していることなどが示されつつある。しかし、どのような空間認知能力が心的数直線の形成に関わっているのか明らかにされていない。

そこで本研究では、数表象の形成に関連があると考えられる空間認知能力とそれらに関わると思われる感覚運動能力を測定する課題を開発し、両者の関連を検討した。予備実験は、保育園の年少、年中、年長、各10名を対象に、直線上の位置を記憶するマッピング課題と、8cmや32cmの直線上の相対的な位置を16cmの直線上で示すスケーリング課題、そして、半分や倍の長さを指や手で表現する感覚運動課題を実施した。本実験は、心的数直線課題、マッピング課題、スケーリング課題と視覚的ワーキングメモリの測定を実施した。

4. 研究成果

(1) 観察研究

観察の結果、当初想定していたよりも空間的思考を幅広く捉え、空間的行動も含めた方が幼児教育や保育実践にも有用であると考えられた。また、保育者が幼児にどのような空間的指示を与え、幼児がそれをどのように受け取るのか、という観点から分析した結果、空間的な指示は、「もう少し上」というように言語的に行われたり、ある方向を指さすなど非言語的に行われたりしており、それらの体系化を行った。

幼児は現実空間の中で移動したり物の探索や操作を行ったりして多くのことを学ぶ。幼稚園においては、保育者がそれらの活動を支援することにより、学びの量や質を高めている。その際に有効に使われているのが、空間的な指示であることが明らかになった。

以上の知見は、今年度から開始した、子ども自身によるリスクマネジメントの研究や、発話と身振りの研究の萌芽となった。

(2) 再定位課題

実験の結果、円形の間仕切りの設置による環境参照枠の利用への影響はほとんどなかったが、布置参照枠の利用しやすさへの影響は認められ、特に年少で顕著であった。したがって、布置周囲に間仕切りを設置することで布置参照枠の利用をある程度促進できるが、それだけでは十分ではなく、より広い環境である部屋の形状などの影響が残っていることが示唆された。

(3) 再構成課題

実験の結果、相対的反応の割合と空間的言語能力は年齢の増加につれて高くなったが、相対的反応の割合は、対象の方向性の明確さの影響をあまり受けず、空間言語の理解の程

度との関係も顕著にはみられなかった。実験者の位置に関しては、日本と中国の幼稚園で実験を行った結果、部分的に上記の仮説を支持する結果を得た。また、空間言語課題の誤答分析により、従来から指摘されている対面者の左右の場合だけでなく、前後や遠近の場合にも、2つの基準に基づいた空間軸の重なりが空間言語の理解を難しくしていることが示唆された。

(4) 3つの玉問題

実験の結果、軌道を予想させることが運動と同等の効果を持つことが明らかとなり、幼児期のイメージの発達に予想が大きな役割を果たしていることが示唆された。また、臨床法による検討の結果、空間情報の継次的処理と同時的処理という観点が、空間的思考を捉える際に有効であることが明らかになった。

(5) 空間能力と数能力

予備実験から、新しく開発した空間認知能力を測定する課題は利用できることが確認できた。本実験の結果、数直線課題におけるズレは、ワーキングメモリ得点との間に中程度の相関があり ($r = .298, p < .01$)、それは月齢を統制しても有意であった ($r = .191, p < .05$)。しかし、マッピング課題やスケーリング課題との間には、相関がほとんどみられなかった。したがって、視覚的ワーキングメモリは先行研究の結果と同様、心的数直線の形成に関わっていることが明らかになったが、心的数直線課題の解決過程に関わっていると考えた空間的なマッピング能力やスケーリング能力は、あまり関係しないことが示唆された。

(6) 成果のまとめ

以上の研究結果より、幼児期では、布置周囲の間仕切りが布置参照枠の利用を促進させること、参照枠の選択に実験者の位置が影響を及ぼすこと、軌道イメージの形成において予想が運動と同等の効果を持つこと、が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ①鄭 曉琳・杉村伸一郎 印刷中 幼児の空間言語の習得に関する発達的研究 -遠近, 前後, 左右の理解- 幼年教育研究年報, 36. 査読無
- ②浦上 萌・杉村伸一郎 2013 幼児の数の見積りにおける手がかりの効果 広島大学心理学研究, 13, 219-227. 査読無 <http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00035681>
- ③村田観弥・杉村伸一郎 2012 幼児期における軌道のイメージの発達過程 関西大

学文学部心理学論集, 6, 11-21. 査読無 <http://kuir.jm.kansai-u.ac.jp/dspace/handle/10112/7923>

[学会発表] (計7件)

- ①杉村伸一郎 幼児の軌道イメージにおける予想訓練の効果 日本発達心理学会第25回大会 2014年03月22日 京都
- ②鄭 曉琳・杉村伸一郎 幼児の空間参照枠の選択における実験者の位置の効果 日本発達心理学会第25回大会 2014年03月21日 京都
- ③浦上 萌・杉村伸一郎 数表象の発達に関連する空間認知能力の検討 日本発達心理学会第25回大会 2014年03月21日 京都
- ④Sugimura, Shinichiro & Kumihashi, Miwa Effects of anticipation on children's mental imagery 16th European Conference on Developmental Psychology 2013年09月06日 Lausanne, Switzerland
- ⑤浦上萌・杉村伸一郎 数直線課題における幼児の数表象の発達 -0~10の範囲に着目して- 日本赤ちゃん学会第13回学術集会 2013年05月25日 福岡
- ⑥鄭 曉琳・杉村伸一郎 幼児の空間参照枠の選択における空間言語の役割 日本発達心理学会第24回大会 2013年03月17日 明治学院大学
- ⑦多田幸子・杉村伸一郎 幼児の布置参照枠に基づく対象定位に環境参照枠が与える影響 日本発達心理学会第24回大会 2013年03月16日 明治学院大学

[図書] (計1件)

- ①湯澤正通・杉村伸一郎・前田健一 2012 心理学の新世紀3 -教育・発達心理学- ミネルヴァ書房 482.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/shinsugi/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉村 伸一郎 (SUGIMURA, Shinichiro)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 40235891