

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：33909

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24530840

研究課題名(和文)立体イメージの形成 『折り紙』を使った心理学的研究

研究課題名(英文)Shaping of 3dimentional Image

研究代表者

丸山 真名美 (MARUYAMA, Manami)

至学館大学・健康科学部・准教授

研究者番号：40413314

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、2次元から3次元イメージへの形成プロセスを明らかにすることであった。研究の素材として、わが国の伝統あそびである「折り紙」を使用した。折り紙は、2次元素材の紙に操作を加え3次元立体へと変形させる活動である。「折り」イメージ＝3次元イメージの形成と捉えた。「折り」のプロセス分析、成人・児童・幼児の「折り」プロセスの事例分析、「折り」パフォーマンスと認知的要因の関係、「折り」イメージの形成についての研究を積み重ねた。

以上の研究の結果を総合すると、「折り」のイメージ形成には、空間認知能力と折り紙の経験(構造理解)、紙を操作する動きイメージが関係していることが示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the formation processes from the two dimensions to a three-dimensional image. As material of the study, I used "the origami" which was traditional play of our country. The origami activity is operation on paper of the two-dimensional material and transforms to a three-dimensional objects. I regarded it as this formation of image = three-dimensional image formation. The tasks were executed as follows, the example analysis of the process in the process analysis of "folding process", case studies of an adult, a child, the infant about "folding process", the relation the origami folding performance and cognitive abilities, and the relation the folding image formation and cognitive abilities. The results of the above-mentioned study together, it was shown that a folding image formation related to movement image, cognition abilities, and experience. It is suggested that this study is related to new approach to representation ability.

研究分野：教育心理学

キーワード：折り紙 立体イメージ 空間認知能力 折り紙知識 「折り」イメージ 表象能力 熟達化

1. 研究開始当初の背景

折り紙は、日本の伝統遊びであり、子どものころに経験した人は少なくないであろう。このように、折り紙は私たちにとって身近なものである。

折り紙を心理学的観点からとらえると、2次元上の紙に操作を加えて、立体(3次元)へと変形させるものである。そして、変形させるときに形成される「立体イメージ」がどのようなものなのか、どのように形成されるのか、形成にはどのような認知的要因が関係しているのかを明らかにする研究課題を立てることができる。しかしながら、2次元・3次元の関係については、心理学では主に空間認知の領域で行われており、3次元を2次元に変換する「地図」などの大規模空間認知研究が主流である。さらに、折り紙を研究対象としている領域は数学や数学・算数領域である。折り紙のメカニズムは、工学や医療分野において応用されている。われわれの生活を考えると、2次元的に表現されたものを3次元イメージに変換する場面が多い。たとえば、テレビやPC、スマートフォンの画面も、2次元的表现だと捉えることができる。IT技術が進むにつれ、このような認知活動を行う機会が増えると考えられる。このような状況にもかかわらず、2次元から3次元イメージを形成する心的メカニズムについてはほとんど研究されていない。この心的メカニズムを明らかにすることは、他領域で折り紙を対象・素材として行われている研究にとっての基礎的知見を提供し、また、教育・療育、認知症の治療等へ有益な知見を提供できると考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3点である。

- (1)「折り紙」遊びの実態とプロセス分析
- (2)「折り紙」の熟達の程度によるパフォーマンスの事例分析
- (3)「折り紙」に関わる要因の検討
- (4)「折り」イメージ形成モデルの提案

3. 研究の方法

- (1)「折り紙」遊びの実態については、大学生を対象に、質問紙調査を行った。「折り紙」のプロセスについては、折り紙の基本的な折り方についての課題分析を行った。
- (2)「折り紙」の熟達の程度によるパフォーマンスの事例分析については、大学生(初心者、上手)児童、幼児について、折り紙を折る様子の分析を行った(事例分析)
- (3)「折り紙」に関わる要因の検討については、大学生を対象に、折図の読み能力と経験・空間認知能力についての関係を質問紙調査および、集団実験を行った。
- (4)「折り紙」の「折り」モデル提案は、上記の(1)~(3)の成果を基盤として、

「折り」イメージの形成(立体イメージの形)の構築を試みた。

4. 研究成果

(1)「折り紙」遊びの実態とプロセス分析 「折り紙」遊びの実態

調査協力者：大学生30名。

方法：質問項目は、「1.折り紙経験の有無」「2.折り紙の開始年齢」「3.終了年齢」「4.現在の折り紙頻度・折る状況」であった。

結果：全員が折り紙の経験を有していた。開始と終了年齢については、幼児期に開始し、64.3%が10歳までに、累計で89.3%の者が12歳までに終了していた。

現在の折り紙頻度は、まったくしない=1点~よくする=4点の4段階で回答を求めたが、平均値2.3(sd=0.68)であり、ほとんど折り紙を折っていないことが示された。

考察：折り紙は、ほとんどの大学生が経験しているが、幼稚園・保育園の時に折り紙遊びを開始し、10歳までに半数以上がやめてしまい、12歳ではほとんどのものが折り紙遊びをしなくなることが明らかになった。大学生になると、ほとんどのものが折り紙を折る機会を持たなくなることが示された。折ると答えたものも、折る状況についての記述回答から、怪我をした友人のための千羽鶴、学童保育や実習先で子どもと遊ぶためという内容がほとんどであった。すなわち、折り紙は、子ども(低学年以下)の遊びと認識されている傾向が強いことが示唆された。

「折り紙」の心的プロセス分析

目的：「折り紙」の基本的な折りのプロセスを分析し、その特徴を明らかにする。
方法：基本的な折りである、「たにおり」「やまおり」「だんおり」「まきおり」「なかわりおり」「かぶせおり」「四角おり」「ふくろおり」の8つの折り方について、実際に折ることを繰り返し、その動きや紙の変形の様子を分析した。

結果と考察：8種類の基本的折り方を、2種類タイプのタイプに分類することができた。1つは、「平面的変形」であり、変形後の形が平面的であり、変形の際にも平面的な変形を行うものである。これには、「たにおり」「やまおり」「だんおり」「まきおり」が分類された。2つ目は、「立体的変形」である。変形後の形が立体的であり、変形の際に立体的に紙を操作するものである。これには、「なかわりおり」「かぶせおり」「四角おり」「ふくろおり」が分類された。折り鶴を折る際に、初心者がつまづく箇所が、四角おり・ふくろお

り・なかわりおりの個所であることが多いことから、「立体的変形」のほうの難易度が高いと考えられる。

(2) 「折り紙」の熟達の程度による
パフォーマンスの事例分析

(2) 1 変形鶴課題

調査協力者：成人3名。A、B、Cとする。Aはほとんど折り紙を折った経験がない。Bは保育園で折り紙遊びをした。Cは子ども時代も折り紙をしたが、現在でも折る機会が多い。

熟達の程度としては、 $A < B < C$ の順に高いといえる。

課題：一般的な折り鶴と、変形鶴を折る課題を行った。変形鶴は、『本格折り紙』(前川淳著、日貿出版社、2007)掲載の入門編の折り図を使用した。変形鶴は、一般的な折り鶴の四角おりの角度が異なり(以後、変形四角おりとする)、その結果、羽の形が異なるものである。

手続き：折り紙を折っているプロセスを映像で記録した。折りの各ステップに要した時間を計測した。はじめに、一般的な折り図を折る課題、次に変形鶴の折り図を見て折る課題を行った。その後、映像を見ながらどのようなことを考えていたかインタビューした。個別に行った。

結果：BとCは、一般的な折り鶴を折ることができた。Aは、折ることができなかつたので、調査者と一緒に折り学習した。変形鶴については、全員折ることができた。Aは、折り始める前に、折り図全体を見ていた。変形四角おりのステップの前で、考える時間があったが、完成させることができた。また、数学の展開図や立体図形は得意であったと報告された。Bも変形四角おりのステップの前で、考える時間が長かったが、完成させることができた。また、数学の展開図や立体図形は苦手であったと報告された。Cは、変形四角おりはBと同様の反応であったが、その後の変形袋おり(一般的な鶴におけるふくろおりとは変形の操作が異なる)においては、ステップ前に考える時間は極めて少なかった。Bと同様、数学の展開図や立体図形は苦手であったと報告された。

考察：折り紙を折る(2次元素材を3次元立体に変換する)には、空間認知能力と経験の2つの要因が関係していることが示唆された。被験者Bは、折り紙は折り紙経験が少なくかつ展開図など空間認知能力がかかわるものが苦手であった。Bと

Aを比較すると、Aのほうの空間認知能力が高いといえる。Cの空間認知能力は高くないが折り紙経験が豊富である。AとCは、Bに比べて変形イメージが形成されたと考えられる。

(2) 2 児童における変形鶴課題

目的：空間認知能力発達途中の、児童が変形鶴の折り図から変形イメージを形成できるか、できないとすればどこでつまづくかを検討する。

調査協力者：10歳児2名、A、Bとする。両者とも折り紙でよく遊んでおり、年長児のときには折り鶴を折ることができていた。

課題：(2) 1と同様である。

手続き：(2) 1と同様である。

結果：A、Bともに完成させることができなかった。両者とも変形四角おりの部分で困難を示した。Aは変形四角折りには時間をかけて成功したが、変形ふくろおりで失敗した。Bは、変形四角おりのところで失敗した。困難を示したところを調査者が代わりに折ると、その後のステップは、スムーズに折ることができた。

考察：両者とも変形四角おりで困難を示し、事後インタビューでも、この部分がとて難しくてどうしていいのかわからなかつたと報告された。また、両者とも一般的な折り鶴を折ることができ、四角おり、ふくろおりも可能である。このことから、児童が変形四角おりで示した困難は、変形イメージ能力が不十分であることに起因するといえる。

つまり、空間認知能力の不十分さに起因すると考えられる。さらに、10歳児には、立体的変換イメージを折り図から生成することも難しいことも示された。

(2) 3 幼児における折り紙の変形

目的：幼児における平面的変形と立体的変形の実態について検討する。

調査協力者：年長児4名、A、B、C、Dとする。

課題：「ペンギン課題」(平面的変形)と「白鳥課題」(立体的変形)。

手続き：折り紙を折る手元を映像で記録した。両課題とも調査者と一緒に折った。その後、一部が変形している見本をみせ同じようにするように求めた。「ペンギン課題」は羽をたにおりする、「白鳥課題」は尾を下に向けてなかわりおりすることで解決できるものである。調査者と一緒に折る過程にお

いても、たにおり、なかわりおりは組み込まれており、4名とも折ることができた。

結果：両課題ともについて、全員が見本のどこが変わっているか理解できていた。「ペンギン課題」は4名中3名がたにおりの角度が少し異なっていたが変形させることができた。1名は、角度も正確に変形できた。「白鳥課題」は見本を見ただけでは変形することができなかった。そこで、見本をさわって、見本の折り後にそって動かす練習したら、自身の白鳥を変形させることができた。

考察：幼児は、変形された形から、平面的なものについては変形イメージを形成できるが、立体的な変形イメージを形成できないことが示された。しかし、実際に動かすことで動作を学習すると変形イメージ、すなわち動きイメージ形成を促進することが示された。

(3)「折り紙」に関わる要因の検討

(3) 1 折りパフォーマンスに関わる要因の検討

調査協力者：大学生 30 名。保育士・教員（幼・小・中）養成課程の4年生。

課題：1. 変形鶴を折り図を見て折る課題。
2. 折り紙頻度を問う質問と折り図の理解度を問う質問（1点：全くしない（わからない）～4点：よくする（わかる））
3. 京大NX15の折り紙パンチ課題。12点満点。

手続き：課題2・課題1・課題3の順で行った。課題1は、制限時間10分で行った。課題3の制限時間は1分である。集団で実施した。

結果：まず、課題2については、40%の者が折り紙を子どもと接する際に折り紙をする機会があると回答した。折り図のわかりやすさについては、平均1.57 (sd=0.57)であり、この折り図はわかりにくものと捉えられていることが分かった。課題1については、50%のものが制限時間内に変形鶴を完成させることができた。また、完成できなかったものは、変形四角おり(33.3%)と変形ふくろおり(6.7%)のところまでは折ることができていた。

課題3については、平均点4.5点 (sd=1.72)であった。課題1.2の各変数と変形鶴の達成度（そのステップまで進んだか）について相関分析を行ったところ、経験頻度と達成度 ($r=.62$, $p<.01$)、理解度と達成度 ($r=.68$, $p<.01$)、理解度と空間認知能力 ($r=.37$,

$p<.05$)の間には有意な正の相関係数が得られた。さらに、完成できた群とできなかった群の、頻度と空間認知能力と理解度の平均得点をt検定を行って比較したところ、すべてにおいて有意差が示された（順に、 $t(28)=4.01$, $p<.01$; $t(28)=2.41$, $p<.05$; $t(28)=4.60$, $p<.01$ ）。以上から、折り紙を折ることは、経験（折り紙特有の知識）が関係していることが示された。また、2次元表現から3次元変形イメージを形成することには空間認知能力が関係していることが考えられる。

(3) 2 「折り」イメージに関わる要因の検討

調査協力者：大学生 178 名（平均年齢18.79歳、sd=0.89）

課題：課題1. 折り図をみて折りイメージを形成する課題。実際には折らない。わからないところ個所を答える。(3) 1と同様に折り図のわかりやすさも尋ねた。

課題2. 京大NX15の折り紙パンチ。

課題3. 現在の折り紙頻度(3) 1と同様。

結果：まず、変形四角おり、変形ふくろおりの「折り」をイメージすることが難しいことが明らかになった。わかりやすさ、空間認知能力、頻度について相関分析を行った。その結果、分かりやすさと空間認知能力 ($r=.15$, $p<.05$)の間には有意な正の相関関係が認められた。

考察：(3) 1と(3) 2の結果を総合的に考察すると、「折り図」から「折り」イメージを形成するには「空間認知能力」が関係しており、実際に完成させるためには、折り紙についての知識が関係していると考えられることができる。

(3) 3 変形やっこさん課題

目的：折り紙についての知識が豊富なもの（折り紙熟達者）が、新規な課題をどのように解決するかのプロセスを明らかにする。

調査協力者：大学4年生女性1名。折り紙についてはたくさんの経験と知識を持っており、難易度の高い作品を折ることができる。事前に行った、折り紙パンチは12点満点中7点であり、WVIQは41点であった。

課題：変形やっこさん課題。一般的なやっこさんを折ってから、顔だけを白くすることを求めた。

手続き：折っている様子を映像で記録し

た。課題終了後にインタビューを行った。見本を提示した。

結果：見本を見るだけの段階では、試行錯誤を繰り返したが、見本を触る段階では、見本の顔の白いところを少し崩し、そのように折られているか構造を確認し、完成させた。

インタビューでは、「顔が白いから、どこかをひっくり返すことはすぐにわかった。自力で顔を白くすることはできたが、腕のところをうまく折ることができなかった。見本を崩してみたら、腕は折りこめばいいことがわかり、見通しを持つことができた。

考察：インタビューで報告されたことから、折り紙の構造を理解することが重要であることが新たに明らかになった。

(4)「折り」イメージ形成モデルの提案

(1)(2)(3)で得られた知見に基づいて、「折

り」イメージ(2次元から3次元立体変換イメージ)の形成のモデルを提案する。まず、「折り」イメージの形成には、空間認知能力が関係していることが明らかになった。竹内(2014)は、「空間認知能力が「折り」と関係するのは、折り図からどのように折るかを読み取る能力介してである」と述べている。このことは、上記に述べてきた結果とも一致する。また、折り紙を折ることは手指の運動を必要とする。すなわち、「折り」イメージは運動イメージの形成ということが出来る。菱谷(2013)は、「折り紙を折る過程には、知覚系と運動系といった身体的なものの変形をイメージしたり、操作の結果をモニタする要素が関係している」と述べている。実際、折り紙を折るとき、どのように折り紙を操作したらよいかという運動イメージを形成し、その結果を確認したり、モニタしながら折っていく。(2) 3の幼児の「白課題」においても、実際に折りあとを利用して動きの練習をしたら、変形させることができた。実際に折るという運動をし、その結果をモニタすることも、「折り」イメージに関係するといえる。このことは折り紙についての知識も内容に含まれるかもしれない。つぎに、折り紙知識といえる折り紙の構造を理解することも重要な要因であると考えられる。また、構造を理解することで、心内での「折り」が可能になると感えられる。2013年に実施したNYにおけるORIGAMI USA(折り紙の愛好家たちが世界中からあつまるイベント)におけるフィールドスタディでは、折り紙達人たちにインタビューしたが、彼らは共通して「折り紙の楽しさは、折り方を自分で考えて作品を作ること」と答えた。あるスペイン人

の男性は、象を折ると決めたら、どのように象の形になるように髪を操作すればいいか、頭のなかで考え、実行することを繰り返しかえすといっていた。折り紙達人であっても、普通の折り紙愛好者や子どもであっても、「折り」イメージ形成のプロセスは同じであろう。異なるのは、関連する各要因の程度だと考えられる。

以上から、われわれは「折り」イメージを形成には、空間認知能力と運動イメージ(経験量が多いほど豊かになる)が関係しているといえる。

図1に「折り」イメージ形成モデルを示す。

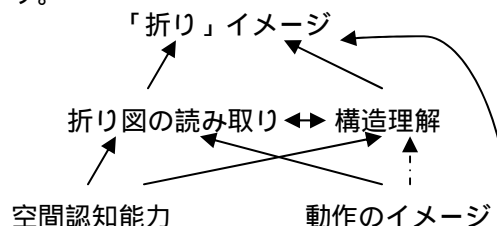


図1 「折り」イメージ形成モデル

空間認知能力と動作のイメージともに折り図の読み取りと構造理解に影響し、折り図を読み取ったり構造を理解したりすることで「折り」イメージが形成される。さらに、動作イメージ、すなわち運動・知覚系がダイレクトに「折り」イメージに影響を及ぼすことも考えられる。

動作イメージ、すなわち実際に手指を動かすことで、心的に「折り」イメージが形成されていくと考えられる。ブルーナーのいう活動的表象と深いかかわりがあるだろう。梶田(2014)は、「折り紙は心的発達の基盤にある活動的表象を用いている」と指摘している。

本研究の成果は、2次元から3次元立体イメージの形成を折り紙を素材として事例研究、調査を積み重ねることにより、2次元から3次元へのイメージの形成モデルを形成できたことである。また、このプロセスは動的なものであり、われわれの重要な心的能力である「表象」と深く関連し、「表象」の発達メカニズムに対しての新たな観点からのアプローチについての知見を得たことである。

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)

梶田正巳 折り紙～教育への提言. 児童心理 983巻. pp117-123

梶田正巳 2014 折り紙とOrigami～比較文化的考察～. 児童心理 982巻 pp119～125

梶田正巳 2014 折り紙とは何～教育心理学的分析から 児童心理 980巻

〔学会発表〕(計 18 件)

- 丸山真名美・梶田正巳 2015 私たちは、どのように折り紙を折っているのか？(10) 折り紙初心者「折り」のプロセス分析。東海心理学会第 64 回大会。名城大学
- 丸山真名美 2015 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(9)「折り」のイメージ形成に係る要因の検討。日本発達心理学会第 26 回大会。東京大学本郷キャンパス
- 丸山真名美・菱谷晋介・竹内謙彰・杉村伸一郎・梶田正巳 2014 (自主シンポジウム) 折り紙(Origami)研究の可能性(3)「立体イメージ形成」モデルの構築。日本教育心理学会第 56 回総会。神戸大学(神戸国際会議場)
- 丸山真名美 2014 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(8)立体的変形プロセスの分析。日本教育心理学会第 56 回総会。神戸大学(神戸国際会議場)
- 丸山真名美 2014 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(7)折り図作成プロセスの検討。日本認知心理学会第 12 回大会。東北大学(仙台国際センター)
- 丸山真名美・梶田正巳 2014 私たちは、どのように折り紙を折っているのか？(6)「折り図」をみて折ることに関する要因の検討。東海心理学会第 63 回大会。岐阜大学
- 丸山真名美 2014 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(5)幼児を対象にした分析。日本発達心理学会第 24 回大会。京都大学
- 丸山真名美・梶田正巳・竹内謙彰・菱谷晋介 2013 (自主シンポジウム) 折り紙(Origami)研究の可能性(2)「折り図」を見て「折ること」の難しさについて。教育心理学会第 55 回総会。法政大学
- 丸山真名美 2013 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(4)。教育心理学会第 55 回総会。法政大学
- 丸山真名美 2013 立体イメージの形成 折り紙を使っての心理学的研究。若手イメージ研究者のためのブラッシュアップセミナー。北海道大学
- 丸山真名美 2013 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(2)。日本発達心理学会第 24 回大会。明治学院大学
- 丸山真名美・梶田正巳 2013 私たちは折り紙をどのように折っているのか？(3)平面的変形と立体的変形の特徴。東海心理学会第 62 回大会。静岡大学
- 丸山真名美 2012 折り紙に関する心理学的考察。折り紙の科学・数学・教育研究集会。JOAS ホール
- 丸山真名美 2012 折り紙(Origami)のプロセス分析。日本教育心理学会第 54 回総会。

那覇大学

- 丸山真名美・竹内謙彰・谷口篤・梶田正巳 2012 (自主シンポジウム) 折り紙(Origami)研究の可能性。日本教育心理学会第 54 回総会。那覇大学
- 丸山真名美・梶田正巳 2012 Origami: 心理学研究の素材としての可能性。東海心理学会第 61 回大会。日本福祉大学
- 丸山真名美 2012 私たちは折り紙をどのように折っているのか。日本認知心理学会第 10 回大会。岡山大学
- 丸山真名美・梶田正巳 2012 Origami: 心理学研究の素材としての可能性。東海心理学会第 61 回大会。日本福祉大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:
 取得状況(計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 取得年月日:
 国内外の別:
 〔その他〕
 ホームページ等
 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸山真名美 (MARUYAMA Manami)
 至学館大学・健康科学部・准教授
 研究者番号: 40413314

(2) 研究分担者

梶田 正巳 (KAJITA Masami)
 名古屋大学・教育発達科学研究科・名誉教授
 研究者番号: 70047231

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号: