

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：平成 20年11月1日～平成 21年10月31日（期間 1年間）
テーマ：エデュテインメント性を有する理科教材用の折紙および幾何学モデルの開発
氏名：杉山文子 所属：京都大学 登録番号：08061

1. 課題の主旨

近年、算数、数学や理科を敬遠する小・中学生が多くなっていると度々指摘されている。国際化により、論理的な考究と論述が益々必要になった現在、この理系離れの問題を解決する手立てを考えることは目下の急務の一つであると思われる。

理系離れを起こす原因として、「授業が先生から生徒への一方通行であり、面白味がない」、「学習したことが何に役立つのか分からず、興味が持てない」、などが考えられる。手にとって体験できる折り紙モデルや幾何学モデルを提示すれば、学ぶ意欲を促し、教育で最も大事な具体的な達成感と物づくりの喜びを同時に与えることができる。また、折り紙モデルが先端科学とどのような関連を持つのかを一連の折り紙モデルで体系的に関連づけることで、数学や幾何学の知見が先端科学の基礎として不可欠であることを示すことができ、興味を持つきっかけになり、理系離れを食い止めることができると考える。

研究者らは数理に基づく工学用の折り紙モデルや動植物の形態を模擬した折り紙モデルを数多く開発している。これらの研究で定式化した折りたたみの基礎理論とこれに基き設計された膨大なモデルの蓄積を基本に、エデュテインメント性に富む折紙教材を開発し、それらを提示することで、上述の目的を達成できると考える。

2. 準備

小・中学生を対象とした講習会を予定していたが、昨年、幼稚園の先生を対象に開いた折り紙講習会を縁に石井式国語教育研究会より再度講習会を開いてほしいとの連絡があり、幼稚園を対象に講習会を開くことになった。幼稚園といっても、園児の兄、姉が参加するため、実質、小・中学生対象といえる。また、春休みのイベントとして新潟県立自然科学館より、折り紙博への展示依頼、夏休みのイベントとして岐阜県のサイエンスワールドより折り紙講習会の依頼があったので、今回の研究の一環に組み込んだ。

上述の理由により、申請当初予定していた「講習会開催場所の選定」、「講習会開催の宣伝」は必要なくなった。それ以外の準備を以下に挙げる。

- (1) 小、中学生が興味を示すと思われる折り紙モデルを、過去に作成したモデルの中から選定する。また、新たなモデルを考える。
- (2) 折り紙モデルの作成意義、作成方法を子供に分かるようにまとめる。(パワーポイント)
- (3) 講習会用の実習材料の作成。

3. 指導方法

折り紙モデル、幾何学モデルの折線図を描くには高等数学を必要とするが、対象が、中学生以下ということから、予め折線図を入れた用紙を用意し、折線図に従って折ることでモデルを作成させる。

しかし、折線に沿って折るだけでは、遊びの折紙と変わらないため、講習会で作る折紙モデルと伝承折紙との違い、科学技術への応用の可能性などについてパワーポイントを使って説明し、折畳みの原理についても理解できるように述べる。

幾何学特性の異なる折紙モデルを5種類ほど選び、その折線が入った紙を配り、折り方を示しながら折紙モデルを作らせる。

実際折るにあたり、数名の指導員が会場内を巡回し、わからない子供には個別に指導する。

4. 実践内容

(1) 「大おりがみ博」: 於 新潟県立自然科学館 3月14日～4月5日

折紙を体験させることが本研究の目的ではあるが、折紙でどのようなことができるのかを見たり、触ったりすることも大切であると考え、3月14日から4月5日まで新潟県立自然科学館で行われた「大おりがみ博」に作品を展示した。主に、科学技術に応用され得る作品を展示した。折畳み・展開構造の面白さを実感してもらうために、電動で動かす工夫をした。期間中に2万7千人を超える来場者があった。



(2) 折紙講習会: 於 第一ひかり幼稚園 6月27日



始めに、保護者を対象に、折紙を教育に取り入れる意義、折紙が、工学、医学、生物学、等、多方面で応用されている事例を示した。その後、折畳み条件を説明し、円筒の折りたたみを実習した。次に、螺旋について説明し、螺旋を応用した、花型容器、円形膜、帽子の作成を行った。

園児およびその保護者、兄、姉を合わせて200名以上の参加者があった。

(3) 折紙講習会: 於 岐阜県サイエンスワールド 7月19日



夏休みを利用して、小・中学生を対象に参加者を募集し、折紙を体験してもらった。内容は(2)とほぼ同じであるが、実習に重点を置いた。当初の参加募集は20名であったが、応募者多数ということで、最終的に50名ほどの講習会となった。

(4) 折紙講習会: 於 大和富士幼稚園 10月23日



内容は、(2)とほぼ同じであるが、(2)の実習において、時間が足りなかったため、実習内容を半分に減らした。

参加者は、園児、保護者合わせて80名ほどであった。

5. 成果・効果

ハイテクが重視されている今日、ボタンひとつで大抵の事が出来てしまう世の中になってきているが、その中で、紙を折るというローテクがかえって新鮮だったようである。

いずれの講習会でも、子供達が目を輝かせて紙を折っていたのが印象的であった。子供たちが今までやってきた伝承折紙と違い、数理に基づいた折紙であり、科学技術に応用されていることを教えることで、大いに興味を引くことができたと感じた。

講習を受けた小学生の中には、どうしてこんな風に折れるのか、何に使われるのかと、大変興味を示した者もいた。今回の研究では、折り線を自ら描くのが目的ではなく、理科・数学に興味を持ってもらうことが目的であるから、その目的は十分達せられたと感じた。

6. 所感

理系離れが懸念されて久しい。しかし、子供たちが科学に興味を示さなくなったのではないことを今回の講習会を通じて感じた。宇宙開発では欠かせない、折畳み・展開構造、植物のつぼみの巻き取り、昆虫の翅の折りたたみ等、折紙で再現できたり、折紙の技法が多方面で使われていることを示すと、子供たちから歓声が上がった。最先端の科学技術を生むきっかけとなったもの、これからも多方面で応用可能なものを自分でも作れることを知ると、子供達は大いに興味を示す。自らの意思で学び、学習が楽しいことであるのを気付かせるのに、折紙は最適であることを実感した。

7. 今後の課題や発展性について

今回は、短時間の講習会ということで、多くのことを伝えられなかった。今まで蓄積してきたモデルを学習の一環として学校で取り入れ、時間をかけて実習すると、必ず、多くの子供たちが科学に興味を示すと思われる。今後も講習会を多く開き、学ぶことの楽しさを子供たちが実感できるように活動を続けていくつもりである。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

口頭発表

1. 杉山文子、野島武敏:エデュテインメント性を有する教育用数理折紙モデルの提案、2008年度数学教育学会春季年会、2009年3月27日～29日、東京大学(駒場)

2. 杉山文子、野島武敏:エデュテインメント性を有する教育用数理折紙モデルの提案-2(平面膜の異形ハブへの巻き取り収納法)、2009年度数学教育学会秋季例会、2009年9月25～27日、大阪大学豊中キャンパス

掲載記事

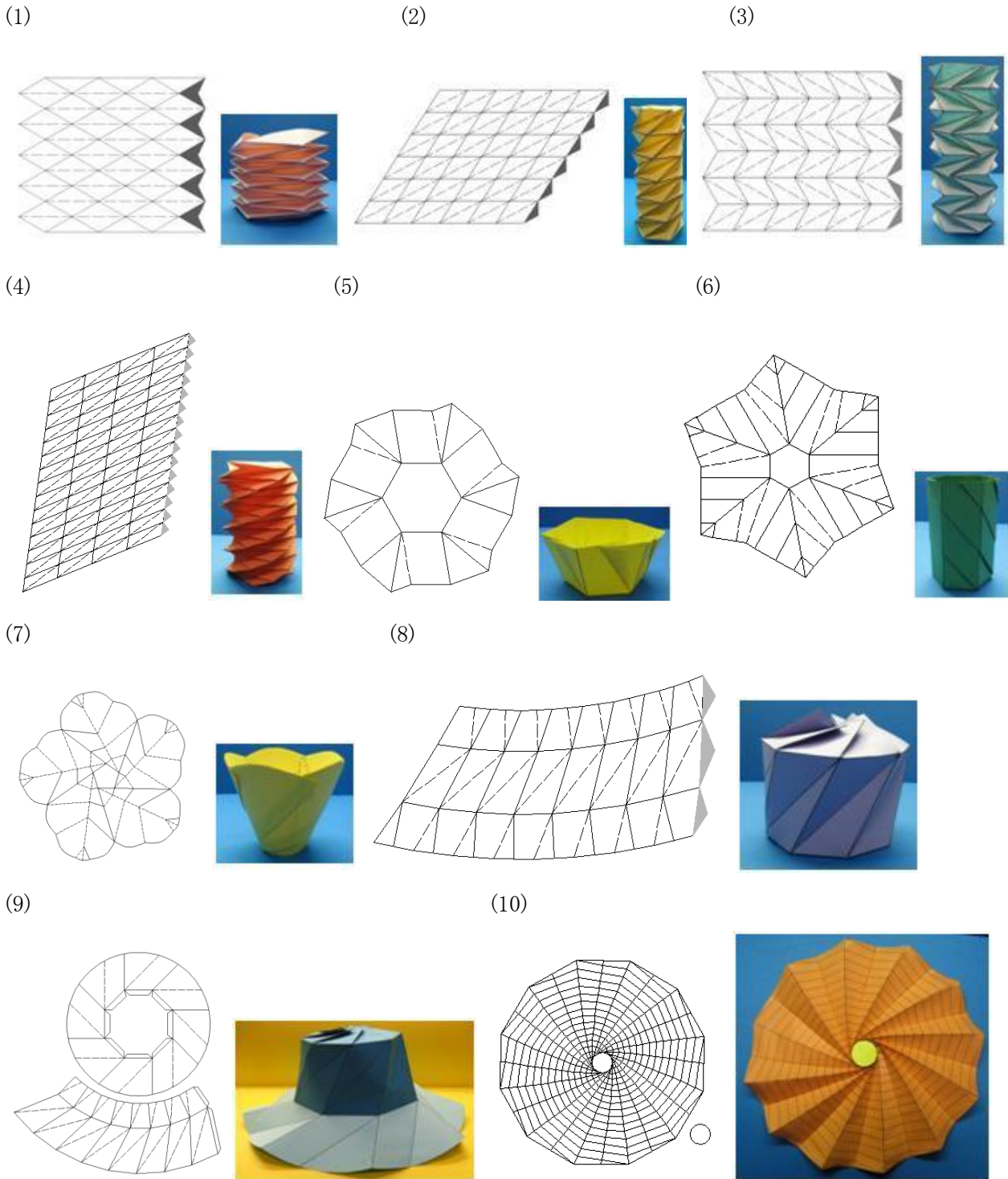
産経新聞:オピニオン「折紙工学教室」、2009年7月27日

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

高校生以上の場合には、三角関数を使って図面を書かせることができるが、中学生以下には無理なので、あらかじめ折り線図を引いた図面を教材として配布し、子供達に折らせる。

以下に折り線図および完成図の例を示す。



(1)～(4)は折畳み条件を用いて円筒を折りたたむものである。

(5)～(10)は螺旋(等角螺旋、アルキメデスの螺旋)を応用した折畳みである。

折畳み条件を満たしていれば、角度や長さを変えることによって様々な折畳みができることを学習できる。

円筒の折りたたみを応用して、医学分野では、ステントが開発段階にある。また、ペットボトルや缶の折畳みに応用してごみの減容化が考えられている。

等角螺旋は自然界に多くみられる。(オウムガイ、ヒマワリの種の配列、葉序、等々)

DNAも螺旋を形成している。

どうして螺旋なのか？まだ解明されていないことが多い。折紙で再現することによって、まだ解明されていない事実を明らかにできる可能性が大いにある。

(10)は宇宙開発には欠かせないソーラーセイルなどに応用可能な折畳みである。

以上のように、子供が興味を示すと思われる折り線図を多数用意している。これらを数学・理科の副教材として用いれば、子供たちが科学の面白さを認識することは必至と思われる。