

科学的思考方法の育成を目指したオリガミクスによる数学教材の開発と実践

Development and Practice of Mathematics Teaching Method to Develop Scientific Thinking Method by Using “Origamics”

葛城 元^{*1}, 黒田恭史^{*2}

Tsukasa KATSURAGI^{*1}, Yasufumi KURODA^{*2}

^{*1} 京都教育大学 大学院教育学研究科

^{*2} 京都教育大学 教育学部

^{*1}Graduate School of Education, ^{*2}Faculty of Education, Kyoto University of Education

Email: din65034@kyokyo-u.ac.jp, ykuroda@kyokyo-u.ac.jp

あらまし：スーパーサイエンスハイスクール（以降、SSH）では、高等学校の理系クラスを中心に高度な理系教科の内容に関する先進的な取り組みが行われている。今後は、文系クラスをも対象とした SSH の取り組みを実践することで、理系教科に親和性を持つ高校生の裾野を広げることが期待される。折り紙は学習者にとって身近なものであり、それを数学教育に応用することで、学習者自らが問題を見出し試行錯誤して、実験・検証する活動が可能になる。本稿では、学習者の科学的思考方法の育成を目指したオリガミクスによる数学教材の開発を行い、SSH 指定校を対象に教育実践を実施し、その有効性を検証する。

キーワード：SSH, 科学的思考方法, 数学教材, オリガミクス, ダイヤカット缶

1. はじめに

SSH は文部科学省が指定する高等学校を対象に行われている事業であり、その目的は、理系教科における教育内容の開発・充実のもと、理系教科に優れた科学技術人材の育成にある。今日では、数学と他分野との協働化が推進されており、学習者は数学知識の蓄積や数学内容を理解する力とともに、数学以外の分野に数学を適応・展開し、問題を解決する力が希求されている。

したがって、学習者自らが様々な現実事象に対して問題を発見し、それを数学に関わる問題と捉えて、証明・実験などを通して検証するといった、科学的思考方法を育成することのできる数学教材の開発と教育実践による有効性の検証が不可欠である。

そこで本稿では、科学的思考方法を習得することのできる高等学校数学科の内容として、オリガミクスを取り上げ、数学教材の開発を行う。そして、SSH 指定校を対象に、オリガミクスによる教育実践を実施し、本教材の有効性を検証することを目的とする（教育実践の詳細は、ポスター発表で紹介する）。

2. 科学的思考方法とは

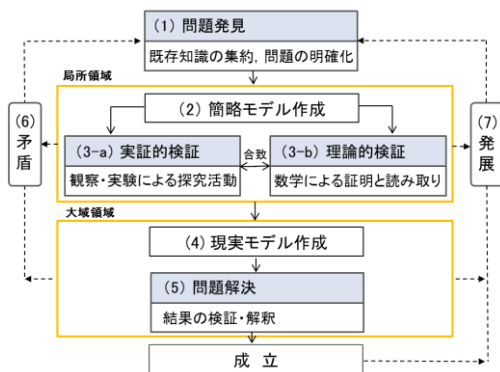


図1 科学的思考方法の育成を図る枠組みの一つ

大槻（2001）の「人間の発見過程」を参考に⁽¹⁾、科学的思考方法の育成が可能になると考えられる枠組みの一つを構成した（図1）。科学的思考方法とは、新たな知見を獲得するために適した思考の方法である。まず、現実事象に対して「(1) 問題発見」を行う。次に「局所領域」において「(2) 簡略モデル作成」「(3-a) 実証的検証」「(3-b) 理論的検証」を行う。最後に「大域領域」において「(4) 現実モデル作成」「(5) 問題解決」の順を経て、問題が法則や理論として成立する。もし不都合が生じれば、「(6) 矛盾」に移行し、再度「(1) 問題発見」から順に遂行する。また、各段階において新たな問題を発見した場合は「(7) 発展」に移行させることが可能である。

3. オリガミクスとは

今日、折り紙に関する研究は、数学、工学、計算機科学、教育を含み様々な分野で取り込まれ、学際的・科学的な広がりを持つようになってきている⁽²⁾。この折り紙が数理的に発展して、オリガミクスが誕生した。オリガミクスは、数学を折り紙に適用し、作品を創作することや、折り紙自体の原理・仕組みを数学で解明することが可能であり、数学教育としての価値も有する。実際に紙を折る活動は、試行錯誤をする中で、学習者の多様な考えを創出し、その実験・検証が可能であることから、科学的思考方法を促すことのできる数学教材の開発が可能である。

4. オリガミクスを用いた数学教材の開発

ダイヤカット缶を題材にした数学教材の開発を、図1の枠組みに沿って行い、それを図2に示す。

4.1 (1) 問題発見；FIRE 缶の構成要素

ダイヤカット缶とは、トラス（三角形の骨格構造）を立体的に組み合わせた、切子細工のような独特の

形の加工が施された缶のことである⁽³⁾。我々の身近なところでは、図2-Aの「キリンファイア挽きたて微糖・2014年度モデル(以降、FIRE缶と記す)」の缶コーヒー(内容量185g)に応用されている⁽⁴⁾。

そこで、FIRE缶の銅部分にある三角形の数理的な特徴(点、線、面などの図形の構成要素)の解明を問題とする。

4.2 局所領域

「(2) 簡略モデル作成」(図2-B)では、FIRE缶の構造を単純化した簡易版缶モデル(以降、簡易版と記す)を、オリガミクスを用いて作製する。

次に、「(3-b) 理論的検証」(図2-B)では、点について、垂心(●)は簡易版の突出部(山)、外心(▲)は窪んだ部分(谷)に現れており、重心(■)は正方形の対角線上を三等分している。次に線については、簡易版(立面図)に引かれた縦線はオイラー線を表している。これは縦方向に8本描くことができ、平面図の各頂点部分に現れる。そして、面については、平面図に対応する辺が、合同な直角二等辺三角形の辺とそれぞれ対応しているので、平面図が正八角形であることが判明した。また、「(3-a) 実証的検証」(図2-B)では、紙を折ることにより、実際に検証することが可能である。

4.3 大域領域

「(4) 現実モデル作成」(図2-C)では、問題解決を行うために、簡略モデルよりも精巧なダイヤカット缶のモデル(以降、缶モデルと記す)を作製する。

「(5) 問題解決」(図2-D)では、点、線については、局所領域での分析結果と同様であった。ただし面については、缶モデル(立面図)に引かれたオイラー線は、22本描くことができ、平面図が正二十二角形であることが判明した。実証的検証と理論的検証の結果の合致することから、問題が解決された。

4.4 (7) 発展 ; FIRE 缶の構造計算

発展内容として、図形の計量について取り上げる。FIRE缶の内側に凹みを有することから、円柱型の缶コーヒーと比較し(FIRE缶と同規格とする)、体積量の相違を問題として設定する(図2-E, 2-F, 2-G)。

大域領域について、「(3-b) 理論的検証」では、コーヒーの液面の高さに換算すると、FIRE缶(5段分)では、円柱型の缶との差が約2.8mmとなった。「(3-a) 実証的検証」(図2-H)では、ものさしで測定するとFIRE缶は液面からの高さが約0.9cm、円柱型の缶コーヒーは約1.2cmで、その差は約3.0mmという結果になった。よって、理論的検証と実証的検証の結果がほぼ合致したので、ここでは問題が解決されたと判断する。

5. 結語

科学的思考方法の一つの枠組みに従って、ダイヤカット缶を題材にした数学教材を開発することができた。今後の課題は、高校生を対象に、本教材を用いたオリガミクスによる実践授業を行い、有効性を検証することである。

参考文献

- (1) 大槻説平：“発見学習支援”，実教出版，東京，pp.125-128 (2001)
- (2) 野島武敏，萩原一郎：“折り紙の数理とその応用”，共立，東京 (2012)
- (3) 第一宇宙技術部門ホームページ：“宇宙工学のスピノフ”，JAXA，(2016年6月1日現在)，
<<http://www.rocket.jaxa.jp/basic/knowledge/spinoff.html>>
- (4) キリンバレッジ株式会社ホームページ：“容器のなるほど03 FIREのダイヤカット缶”，(2016年6月1日現在)，
<<http://www.kirin.co.jp/csv/eco/special/recycle/package03p.html>>

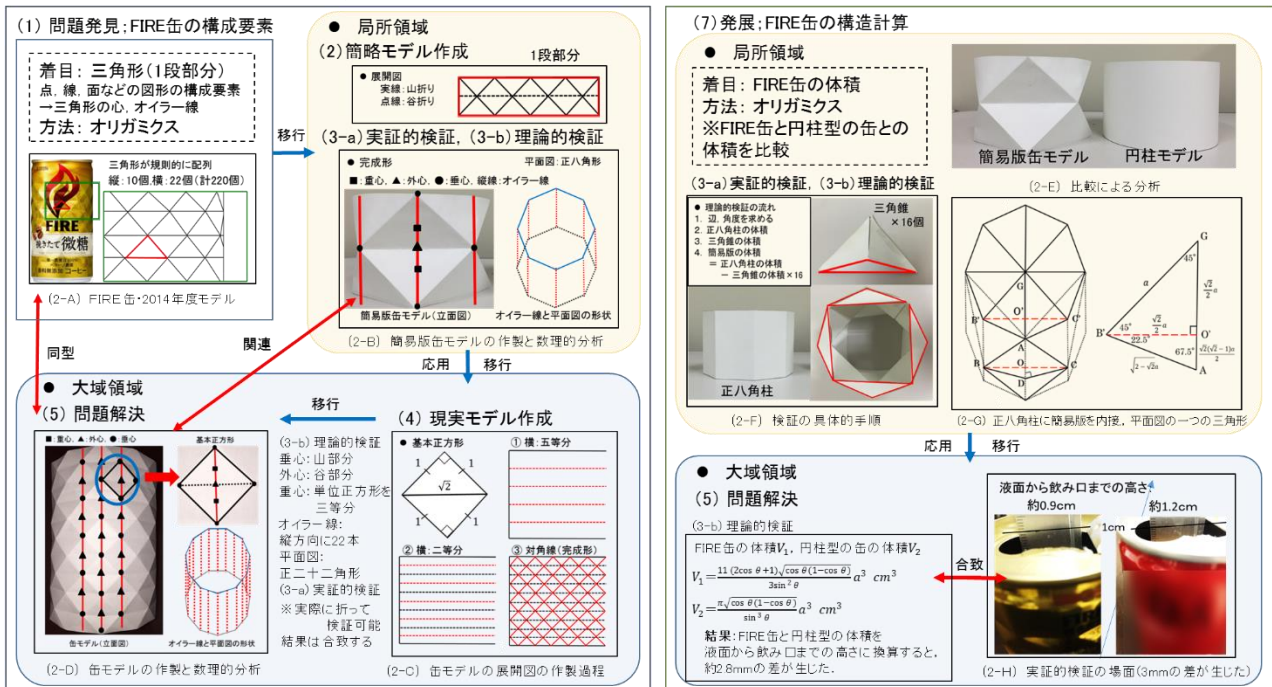


図2 科学的思考方法の枠組みに従ったオリガミクスによる数学教材の開発の流れ