

平面から立体へ可逆変化する構造を用いた教材開発

Educational Application by Variable Structure

Changing Two-Dimensional Plane to Three-Dimensional Solid

大島 哲平† 白木 厚司† 関谷 信吾‡ 佐野 麻理恵† 中山 弘敬† 角江 崇†

下馬場 朋禄† 伊藤 智義†

Tepei Oshima Atsushi Shiraki Shingo Sekiya Marie Sano Takashi Kakue
Tomoyoshi Shimobaba and Tomoyoshi Ito

1. はじめに

折りたたまれた平面から、2つの端点を引っ張るだけで強固な立体形状を形成する手法が本研究グループで開発されている[1]。本手法による構造は可逆的であり、立体から平面に戻すことも可能である。また、一般に紙などのシート状のものからでは成形が困難な球体や回転楕円体などの曲面体を作ることにも可能となっている。

この技術は、教材、包装、緊急時のテント、持ち運び可能な大規模プロジェクションシステム、外科手術のスペーサーとしての応用が考えられている。今回の研究では、この技術を天体教育の応用として適用した。

2. 作製方法

図1の球を作製する例を用いて設計方法の説明を行う。まず、目的の立体を上下に分割し、それぞれの展開図を考える。隣り合う側面が分裂するようにさらに分割する。つまり、半球が二つできることになる。さらに、隣り合う側面が分散するように分割し、各側面部に左右交互になるように“はね”を取り付ける。最後に、底面部を重ね合わせ接合し、はねが立体の内側に入るように互いに対応する側面部を接合する。

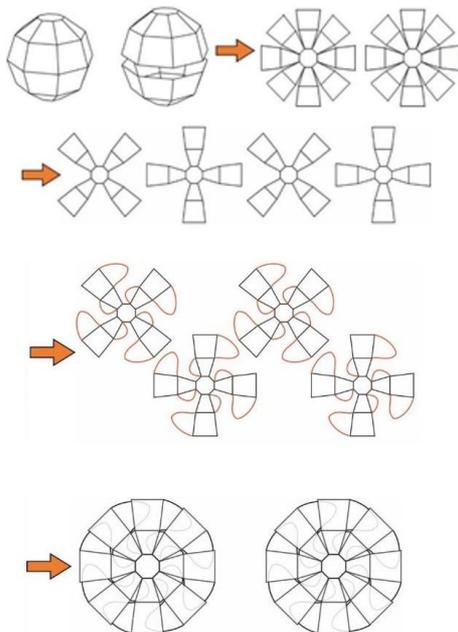


図 1：球体の作成過程

図2のように底面部を引くことによって、目的としていた立体を再構築することができ、押せばシート状になる。

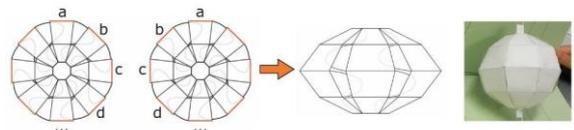


図 2：本手法で作製した球

3. 天体教育への応用

一般に、天体についての教育において平面図を用いた説明がされている。ICT教育の推進から映像やCGを用いて説明も行われているが、天体の動きは立体的なものであるため、平面図のみによる理解は難しい。

模型を用いて説明することもあるが、説明用の模型の多くは、公転半径や大きさの比率を考慮して作られたものではなく、太陽系の惑星が順番に置かれているものに過ぎず、教員の工夫を加える余地もない。そのような比率を考えたものを作成すると、保管用のスペースの確保という問題があり、興味のある特定の生徒が博物館などで学ぶ程度である。

本研究では、冒頭で述べた技術を利用した天体模型の開発によって、これらの問題の解決を図る。この構造体の素材は紙である。平面状態では薄く、折りたたみ可能で収納スペースの少ない教育現場においても導入できる。生徒に配り、手元においておくことも可能である。立体状態では十分な強度を持ちながらも軽量という利点があるので、教員や生徒が更なる工夫を重ねたいときに、加工が簡単である。この特徴に注目し、これを応用して天体教育の理解を補助する教材の開発を行った。図3はこの技術を用いて作製した地球である。



図 3：本手法で作製した地球

† 千葉大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Chiba University

‡ 木更津工業高等専門学校

Advanced course of Control and Information system

engineering, Kisarazu National College of Technology

3.1 月相教育

天体教育の中でも特に正確な理解の難しい、月の動きとその見え方についての学習を補助する教材の開発を行う。中学校の月相教育では図4のような図で説明される。また、教室を暗くしてボールを月に見立て光の当たり方を確認する教員も多いと思われる。

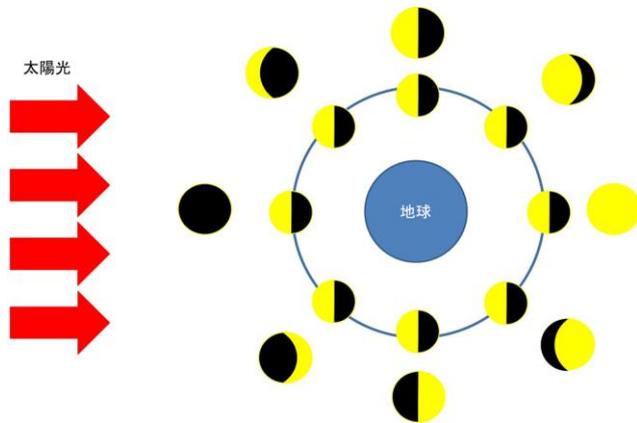


図4：月相教育に用いられる図

図4での説明で生徒からは、すべて半分光っているのに、なぜ三日月や満月が見えるのか、地球が邪魔して満月に見えることはないのではないか、などの声が挙がる。

このような疑問を解決するためには、実際に体験し、3次元的に図4が見えるようにイメージを膨らませる必要がある。

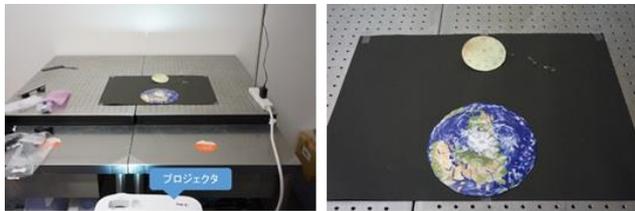


図5：本手法を用いて作製した月相教材

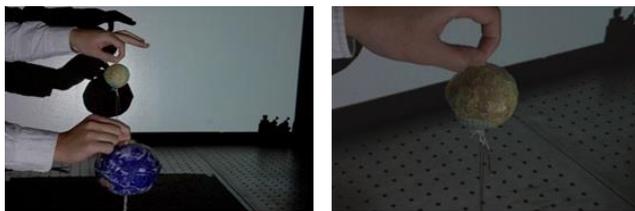


図6：満月の様子

本手法は2次元と3次元の架け橋のような効果を持っているので、図5のように平面モードでは図4と同じような状態を示すことができ、立体モードの図6のように示せば、実際に満ち欠けをしている様子が確認できる。月食や日食などが生じる原因である公転軸の傾きも糸の長さを調節することによって表現できる。また、ボールと異なり月の模様が印刷されているため月は同じ面を地球に見せていることなど付随して教えることも可能である。

3.2 その他の天体教育

半球ドームの作製も本手法で可能なので、天球儀や黄

道、白道の説明に使用でき、公転軸の差異によって生まれる月食や日食の理解をより深めることもできる。

月相教材と同様にして、図7で示されるような金星の満ち欠けのモデルを作ることも可能であるので天体の教材として広く利用することができる。

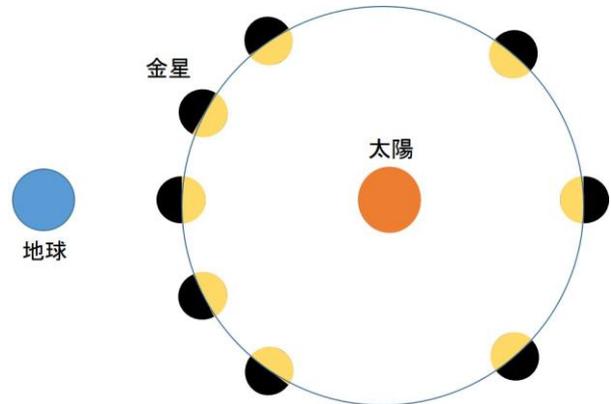


図7：金星の満ち欠け

4. まとめ

本研究グループで開発されている手法を用いて天体教育に関する教材を提案した。

今後の展望としては、実際の教育現場での使用を行いたい。また、本手法を用いて数学や物理など幅広い分野の教材の開発を行いたい。

本研究は科研費（挑戦的萌芽）26560081の助成を受けたものである。

参考文献

- [1]H. Nakayama, A. Shiraki, T. Kakue, T. Shimobaba and T. Ito, "Variable structure changing two-dimensional plane to three-dimensional solid and its applications", Proceedings of the 2015 Collaborative Conference on 3D & Materials Research (CC3DMR), pp. 358-359 (2015)