

正多面体のポップアップブックの作成

佐久間 菜摘、梶原 有紀、吉野 隆
東洋大学工学部 〒350-8585 川越市鯨井 2100

e-mail : tyoshino@toyonet.toyo.ac.jp

Construction of POP-UP BOOKS of regular polytopes
Natsumi Sakuma, Yuki Kajiwara, and Takashi Yoshino
Toyo University, Kujirai 2100, Kawage 350-8585

Abstract : We tried to construct pop-up books of regular polytopes. The books are made of two dimensional parts and display three dimensional shapes when we open.

Keywords : regular polytopes, pop-up book

1. はじめに

ポップアップブックとは、仕掛け絵本、飛び出す絵本と呼ばれる本のことである。見た目は普通の絵本だが、本を開くと絵が立体的に浮き上がってくる。以下では、本を開いたときに立体が浮き上がってくる仕組みを作ることを「ポップアップ化」と呼ぶことにする。

本研究では、正多面体のポップアップブックの作成を試みた。多面体をポップアップブックにすることで持ち運びを便利にし、教育現場で活用しやすくすることを目的としている。図では想像しにくい三次元の立体を目に見える形で現すことができるため、見たり触ったりすることで多面体についての理解を深めることができる。また、特殊な材料や装置も不要なので、作る楽しさも味わうことができる。

2. 正十二面体と正二十面体のポップアップ化

正四面体、正六面体、そして正八面体までは、頂点の数が少ないために簡単にポップアップ化することができた。正多面体をポップアップ化するためには一度二次元に折りたたまなければならないが、この時に面を折ったり辺と辺を切り離したりすることが必要になる。正十二面体と正二十面体は頂点の数が多くなり、折りたたむ面や切り離す辺が多くなるためポップアップ化することが困難である。

ポップアップ化においては、第一に折れる面と切り離される辺をどのような位置関係にするのかを検討することが重要である。次に重要なのは、折ったり切り離したりした面が、本を開いたときに正多面体の形に出来上がるかどうかである。自力で膨らむか、他の力(糸やゴムなど)を加えないと膨らまないかなど、各々の正多面体に適した方法を検討することも重要である。ポップアップ化した正十二面体と正二十面体の作り方について、これまでに検討してきた内容を以下に説明する。

3. 正十二面体ポップアップブックの作り方

図1のような展開図を2組用意する。点線は山折りと谷折りにし、太線は向かい合う辺同士を接着しておく。●印はそれぞれ各辺の中点を意味し、印のある位置には出来るだけ辺に近い位置に糸を通すための穴を開けておく。どちらか一方のパーツの中心にある正五角形を台紙の中心線に合わせて貼り付け、もう一方を上から被せるように置く。このとき上のパーツは下のパーツと点対称となるようにする。ここで互いに一番近い位置関係にある●同士を糸で4箇所結び付けることにより、上下のパーツがつながり正十二面体の形が現れる。この正十二面体を台紙の内側で図2のような二次元の形に折りたためば完成である。再び台紙を開いたとき正十二面体が現れる。図3は、完成例である。

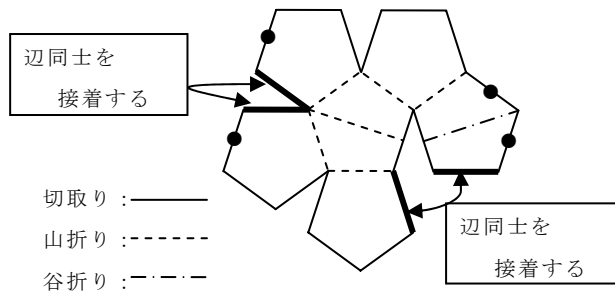


図 1：正十二面体を作るための展開図

下部のパーツと上部のパーツは糸により 4 箇所を点で支えているだけなので、台紙を開いたときの力のみでは各正五角形を正確な角度に開くことが出来ない。そのため、辺同士の重ね合わせが甘くなり正十二面体が潰れたような形になってしまう。今後は角度のずれを調節する方法とともに、面を折らずにポップアップ化する方法を検討する。

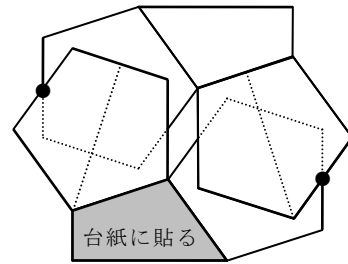


図 2：正十二面体を二次元に潰した形

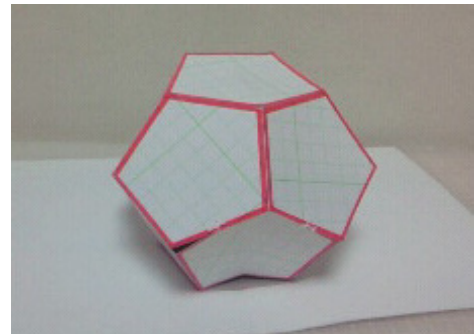


図 3：正十二面体ポップアップ化の完成例

4. 正二十面体ポップアップブックの作り方

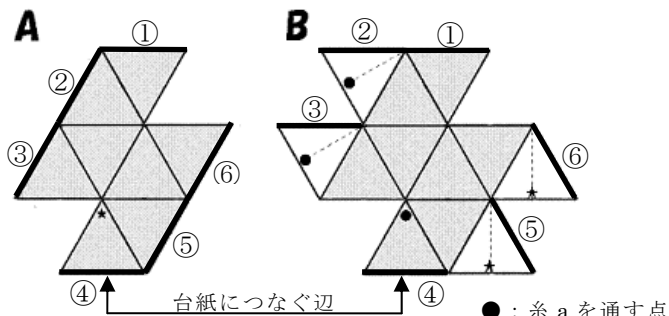


図 4：正二十面体を作るための展開図 ●：糸 a を通す点 ★：糸 b を通す点

次に、図 5 のように、台紙を半分に折り、折り目の線に沿って台紙につなぐ辺を貼り合わせる。2 本の糸(糸 a、糸 b)を用意し、それぞれの糸を左図の①、②と通したら、立体の中で糸を交差させ、それぞれを③に通し、最後に糸を台紙に固定する。糸を台紙に固定する際は、立体化させたときに色付き三角形と台紙がなす角度を考えて、糸の長さを調節する。図 6 は完成例である。

糸を交差させることにより、台紙を開いたとき、固定されている糸が外側に引かれ、①、②部分が引き寄せられる。頂点同士が離れている箇所は、この方法を用いても完全につなぐことができないので、完全な正二十面体のポップアップ化する方法を検討することが今後の課題である。

図 4 のような展開図 A、B を用意する。B にある 4 つの正三角形を点線部分で折る。色が濃くなっている部分で重なり合うよう、A の上に B を置く。同じ番号の太線部分同士をつなげ、A と B をつなぎ合わせる。

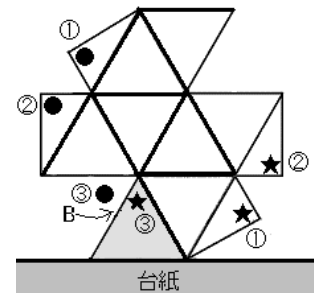


図 5：正二十面体を二次元に潰した形



図 6：正二十面体ポップアップ化の完成例