

プラダンを用いた可動式プラネタリウムドームの開発

大石匠海¹、中野英之²、村上忠幸²

(1 京都教育大学附属高等学校、2 京都教育大学教育学部)

Development of the movable planetarium dome using plastic corrugated paper

Takumi Oishi・Hideyuki Nakano・Tadayuki Murakami

2012年11月30日受理

抄録：家庭用プラネタリウムやプラネタリウムの工作教材の普及により、プラネタリウムがより身近なものとなってきたが、手軽に利用できるドームが普及していないことから、その性能を活かせていない場合が多い。著者らは、この点に着目し、プラダンを用いたプラネタリウム用ドームを開発した。開発したドームは耐久性に優れ、少人数でも組立てることができ、軽量で持ち運びが容易であることから、教育現場で有効に使用できることが分かった。

キーワード：天文教育、プラネタリウム、ドーム、ものづくり、プラダン

I. はじめに

プラネタリウムはかつては大型公共施設でないと利用できないものであったが、最近では、安価で高性能の家庭用プラネタリウムが多数販売されるようになり、また、小中学校での学習教材用に手作りプラネタリウムも多数考案される（例えば、山田・栗野 2002、小貫 2007、大石 2012）など、プラネタリウムは国民にとってより身近な存在となってきている。しかしながら、プラネタリウムを投影する際にはドーム型ではない室内で投影することが多いため、天井の四隅では特に星座の形が大きく歪んでしまったり、室内の遮光が十分でないことなどにより、その性能を十分に活かせない場合が多い。家庭用や手作りのプラネタリウムを投影するためのドームには、市販のプラネタリウム用の傘や、市販の傘を改造したドーム（宮古 2008）を利用することも考えられるが、傘を利用した場合は部屋の天井から傘を吊り下げのための工夫が必要であること、傘を設置する部屋を完全に遮光しなくてはならないこと、大型のものを製作することが困難であるという問題がある。エアドームは移動型ドームとして利用されているが（例えば山本・遠山 2012）高価であり一般向きではない。こうした課題を踏まえ、SELENE ダンボールドームプロジェクトチーム（2009）は、ダンボールを組み合わせたダンボール製ドームを開発した。このドームは、投影面にケント紙を貼り付けたダンボールを組み合わせてドームをつくり、ドームをダンボール製の基礎の上に置いて使用するもので、遮光性と強度に優れたものとなっている。しかし、紙製のダンボールを使用しているため組立・解体を繰り返して使用することが難しく、また、多数のダンボール製のパーツを組み合わせて使用することから組立には多数の人員が必要であるという課題がある。そこで、著者らは、軽くて耐久性に優れたプラスチック製ダンボール（プラダン）を用いてプラネタリウムドームを製作することにした。開発の視点は以下の6点である。

- (1) 組立パーツを可能な限り少なくすること
- (2) 組立と片付けが用意であり、持ち運びが可能なものにすること
- (3) 大人2人で短時間で組立が可能なものであること

- (4) 繰り返し使用することが可能なものであること
- (5) 収納に別段大きなスペースを要しないこと
- (6) 十分な遮光性を有すること

本稿では、プラスチックダンボール製プラネタリウムドームの製作方法と、製作したドームを用いた教育実践について報告するものである。

Ⅱ. プラスチック段ボール製プラネタリウムドームの開発

材料に用いるプラスチック段ボールはポリプロピレン製であり、ホームセンターなどで 1800×910 mm のサイズで市販されているものを使用した。ドームの設計は筆頭著者の大石が開発したプラネタリウム（大石 2012）を投影することを念頭に直径約 3 m のものを設計した。直径 3 m の大きさのドームを開発する場合、ドーム内の地平線方向から天頂部までを 1 枚のプラスチック段ボールで再現しようとする 2355 mm の長さのプラスチック段ボールが必要となる。市販のプラスチック段ボールは長辺が 1800 mm であるため、ドームは A～C の 3 部位に分けて開発することにした。開発したドームはプラスチック段ボール製の基礎の上に載せて使用する（図 1）。プラスチック段ボールは各色が用意されているが本研究ではドーム部分に白色のものを、基礎に黒色のものを使用した。以下にドームと基礎の作製手順、および組立方法を示す。

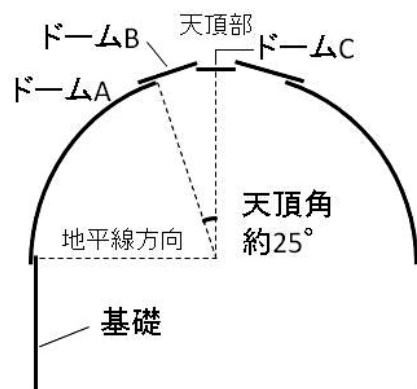


図1 ドームの概要

プラスチック段ボールは各色が用意されているが本研究ではドーム部分に白色のものを、基礎に黒色のものを使用した。以下にドームと基礎の作製手順、および組立方法を示す。

1. ドーム A の製作

ドーム A は、二等辺三角形に細長く切ったプラスチックダンボールを 12 枚組み合わせてドームを製作する。1 枚あたりのパーツの形状は次のように求める。パーツの長さを l_0 、底辺の長さを d_0 、頂点からの任意の長さ l のときのパーツの幅を d 、天頂から任意の長さ l までの天頂角 $(90^\circ \times l/l_0)$ を θ とすると、これらの間には $d = d_0 \sin \theta$ の関係式が成り立つ。天頂角 5° ごとにパーツの幅 (d) を計算により求め（図 2）、型紙を作成する。型紙をプラスチック段ボールにトレースし、切断する。その際、パーツごとを接続させるため、 5 cm 程度ののりしろを残しておく。直径 3 m のドームを 12 枚のパーツで組立てる場合、1 枚あたりのパーツの底面は 785 mm となる。組立時はのりしろを外側に折り曲げ、M4 のボルトとナットを用いて 12 枚のパーツを接続する（図 3）。

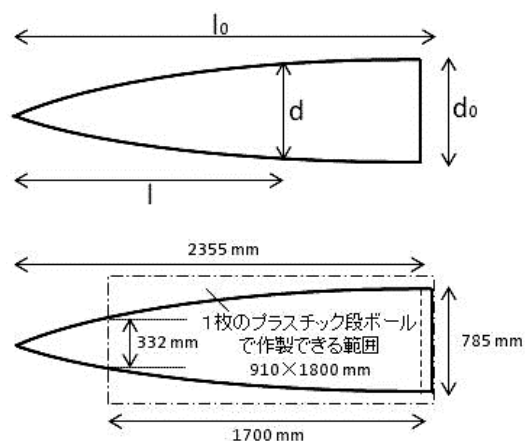


図2 ドームのパーツの設計

2. ドーム B および C の製作

ドーム B は図 2 のように底辺が 340 mm、上辺が 50 mm、高さ 680 mm の四角形の肩紙を作成し、ドーム A と同様にプラダンにトレースし、ドーム A と同様にのりしろ部分を残して切断する。これを 12 枚用意する。ドーム A と同様にのりしろ部分を外側に折り曲げ、M4 のボルトとナットを用いて 12 枚のパーツを接続する。中央部にはプラダンを直径 30 cm の円形に切り抜いたパーツ（ドーム C）をテープで固定する（図 3）。ドームの

外側にはパーツを切断後に遮光を目的として黒色のラッカーで塗装をした。

3. 基礎

プラダンを $910 \times 785 \text{ mm}$ にのりしろを加えた長さで切断したパーツ 12 枚を同様にのりしろ部分を外側に折り曲げ、M4 のボルトとナットで接続する。パーツの 1 枚にはドーム出入り用の扉を製作する (図 3)。

4. ドームの組立方法

予め、ドーム A、B および C、基礎はそれぞれのパーツを接続しておく。ドームを設置する場所に基礎を置き、その上にドーム A をはめ込んで固定する。その際、ドーム A と基礎のそれぞれ 12 枚のパーツが交互になるようにはめ込んでいく。組立完了後、ドーム B および C をドーム A の上に乗せ、組立完了となる (図 4)。ドームの製作に要した費用はプラダン、ボルト・ナット類、ラッカーを含め総額約 15,000 円であった。

ドームの組立は、大人 2 人で十分に可能で組立に要する時間も 30 分程度と短時間で行うことができた。明るい部屋でドームを使用する場合はドーム全体を多く遮光カーテン等にかけて遮光を徹底する必要があるが、薄暗い部屋で使用する場合には十分な暗さを保つことが確認できた。プラネタリウムを開発したドームの内部に設置し、投影実験を行ったところ、星像は鮮明であり、日周運動もスムーズに再現をすることができた。開発したドームは完全な半球ではないため、パーツの接続部分の凸凹が投影された星像に与える影響を心配していたが、実際はほとんど問題にならず、プラネタリウムを投影するのに十分な性能を有していることが確認できた (図 5)。ドーム内は椅子を持ち込んで座って利用するが、大人で 10~12 名、子どもで 15 名程度は収容可能である。

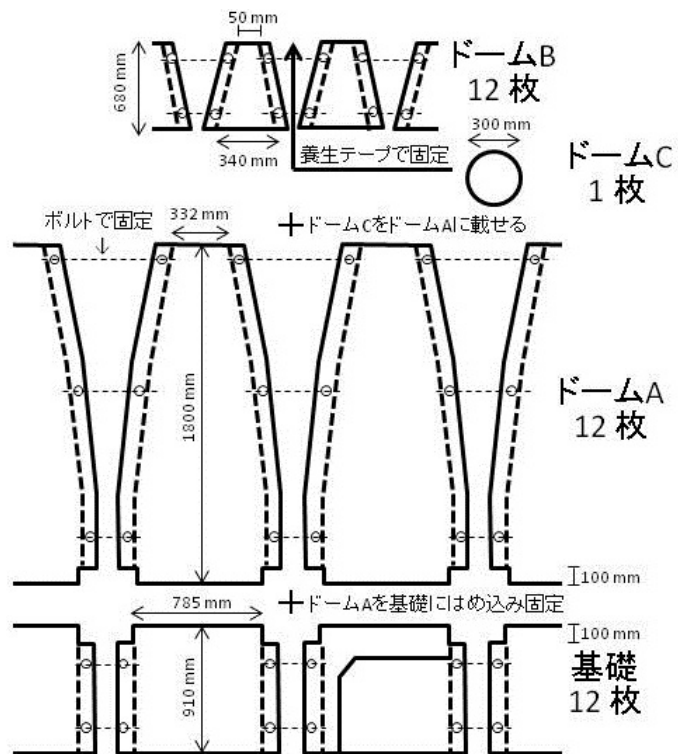


図 3 ドームの組立に使用する各パーツ

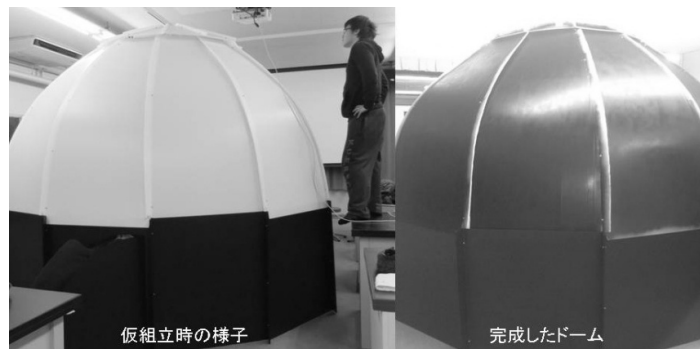


図 4 ドームの組立

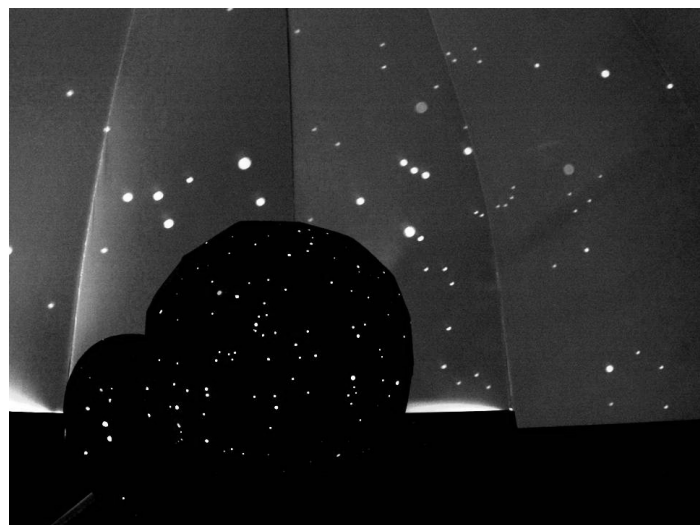


図 5 プラネタリウムの投影実験の様子

Ⅲ. 教育実践での使用例

開発したドームを用いた教育実践例を表1に示す。天文教育のための用途以外にも暗闇を必要とする実験教室などに有効に活用されている。開発したドームは軽く、収納スペースをあまり必要とせず、持ち運びが容易であるため、学外でも気軽に使用できる点が大きな特長である。ドームの完成から約1年が経過し、この間に組立と分解を約10回繰り返した。しかし、ドームを構成する各パーツの劣化は見られず、優れた耐久性を有していることが分かった。

表1 作製したプラネタリウムドームを用いた教育実践例

実践年月	内容
2012年2月	京都教育大学理科領域の卒業論文発表会後に、著者の大石が卒業研究で作製したプラネタリウムの投影会を行った。投影会は京都教育大学F棟の一室で行い、学生、大学院生、教員約20名が参加した。
2012年5月	京都教育大学理科教育研究室で行われた「日食メガネ工作教室」後に、著者の大石が卒業研究で作製したプラネタリウムの投影会を行い、夏の星座についての説明を行った。投影会は理科共通実験棟で行い、一般市民8名が参加した。
2012年8月	京都市立唐橋小学校で開催された「科学のタベ」において、著者の大石が卒業研究で作製したプラネタリウムの投影会を行い、夏の星座について説明を行った。児童約50名が参加した。
2012年11月	青少年のための科学の祭典において、京都教育大学理学科応用物理学研究室の学生がオーロラの再現実験を行った。
2012年11月	京都教育大学の初等理科教育の授業（担当：中野英之）における天文分野の単元で、著者の大石が卒業研究で作製したプラネタリウムの投影会を行った。投影会は理科共通実験棟で行い、学生44名が6班に分かれて順番に見学をした。

Ⅳ. 終わりに

手軽に利用できるドームが普及していない点に着目し、プラダンをを用いたプラネタリウム用ドームを開発した。開発したドームは耐久性に優れ、少人数でも組立てることができ、軽量で持ち運びが容易であることから、教育現場で有効に使用できることが分かった。本ドームの普及により、これまで投影ドームがないために性能を活かせることができなかったプラネタリウムを有効に活用できるようになることが期待できる。一方で、以下に挙げるような問題点も見つかった。

(1) 今回開発したドームは各パーツをボルトとナットで固定する方法であり、確実にパーツどうしを固定できる利点はあるものの作業そのものがやや煩雑である。マジックテープを用いれば、パーツどうしを容易に接続できるようになる可能性がある。

(2) 明るい室内で利用する場合、遮光が必ずしも十分でなく、十分な暗さを得るために、暗幕カーテンなど遮光できる布をドームにかぶせる必要が生じる場合がある。暗幕カーテンは重く、ドームを覆うのに難渋する場合がある。黒色のポリ袋や農業用シートを用いると軽くてドームに被せやすい遮光シートが安価で作成できる可能性がある。

(3) ドームへの出入り口が狭く、出入りがしにくいという問題点がある。この問題は基礎を高くすることで解決できるが、天井の低い教室では、基礎を高くするとドームそのものの設置が不可能となる。壁の高さの異なる基礎を複数用意して、設置場所に応じて基礎を使い分けることができるようにするのが現実的であると思われる。

今後は、以上の点を踏まえ、より使いやすいプラネタリウム用ドームとなるよう改良を加えていきたい。さらに、ドームのキット化も検討し、本ドームの更なる普及を促していきたい。

参考文献

- 小貫良行 (2007) 授業教材に適した手作りプラネタリウムについて, 天文教育, Vol.19, No.1, 30-34.
- 宮古昌 (2008) 100 円傘を利用したプラネタリウムドーム作製の工夫, 北海道立理科教育センター研究紀要, 第 20 号, 76-78.
- 大石匠海 (2012) 児童・生徒の学習意欲を高めるプラネタリウムの開発, 2011 年度京都教育大学卒業論文
- SELENE 段 ボールドームプロジェクトチーム (2009) 段 ボールドームプロジェクト
<http://www.kaguya.jaxa.jp/ja/document/DomeProject.htm> (2012, 11, 27 アクセス)
- 山本哲也・遠山御幸 (2012) 移動式プラネタリウムの可能性ー歴史系博物館での実践とともに, 博物館研究, vol.47, No.8, 18-21.
- 山田泰三・栗野諭美 (2002) ペットボトルで手作りプラネタリウムを作ろう!, 天文教育, Vol.14, No.6, 6-11.