

投稿

授業教材に適した 手作りプラネタリウムについて

小貫良行（独立行政法人理化学研究所
延^{えんよ}興放射線研究室）

1. 概要

小中学校の理科授業や学習教材に適したプラネタリウムを考案した。構造は円筒形を採用し、簡素で十分な強度を持ち合わせ、小学生でも工作できることを心掛けた。星座線投影機構、星座早見盤機能、暗闇でも時刻目盛合わせができるように光る機構、星座の出没の理解に便利な地平線下の星が映らない機構を取り入れるとともに、星の明るさを面積比で再現し、授業において実用的な教材を目指した。可能な限り価格設定を低くして、誰にでも入手しやすいプラネタリウムというコンセプトで製品化して頂けることになった。

2. 経緯

筆者は新潟県立自然科学館の天文指導員やサイエンスボランティアとして、学部1年から博士課程3年(最後の2年間は研究のためあまり活動できなかった)まで、館の天体観望会や工作教室などのお手伝いさせて頂いていた。また天文部に所属し、学園祭で手作りプラネタリウムやドームなどを製作もしていた。その頃に、科学館の工作教室の新しい出し物として天球展開図プログラムを書いたものが、紹介するプラネタリウムの原型である。当時は型紙に印刷し、星の一つ一つを千枚通しで穴を開けて製作していたため時間がかかる大変な作業であった。

その後、独立行政法人理化学研究所に所属が移った。研究所一般公開時に所属研究室の出し物として、プラネタリウムをお客さんにその場で作って持ち帰って頂くイベントを企画したところ、所属長から許可があり、透明

(OHP)フィルムに印刷するアイデアを頂いた。

構造をシンプルにすることで小学生でも作れ、自分の創意工夫で改良することができることを目指し、試行錯誤をして完成度を高めた。なお、筆者の研究分野は素粒子物理学実験で宇宙・天文とは近からずではある(が、遠くもない)。

一般公開当日は朝10時から夕方4時まで毎時開始の工作教室を行って、プラネタリウム合計100セットを配布した。その後、多くの人に使って頂こうということになり、理研ホームページから型紙をダウンロードできるようにした。さらに、理研の広報や知的財産部門の呼びかけのもと、神奈川県中小企業センターが仲介し、株式会社テクノシステムズとのキット化実施契約締結に至った。

3. プラネタリウム展開プログラム

プラネタリウム展開図描画のために、C++プログラミング言語とTcl/tkというGUI作成スクリプト言語(いずれも無料)を利用しプログラムを開発した。開発環境はLinuxを採用した。星のデータはYale Bright Star Catalogというフリーの星表カタログを使用した。Tcl/tkには描画した情報を直接Postscript形式で出力する機能が備わっているため容易にPDF化が可能であるだけでなく、ベクトル画像で出力するので画像をいくら拡大しても品質の劣化がない。つまり画像情報として完全なので現在の印刷技術の限界までプラネタリウム原版を高精細にすることが可能となる。

当初は投影機が直方体(立方体)になるよう

な展開図を作ったが、最終的に円筒型が適するという結論に至った（図1）。

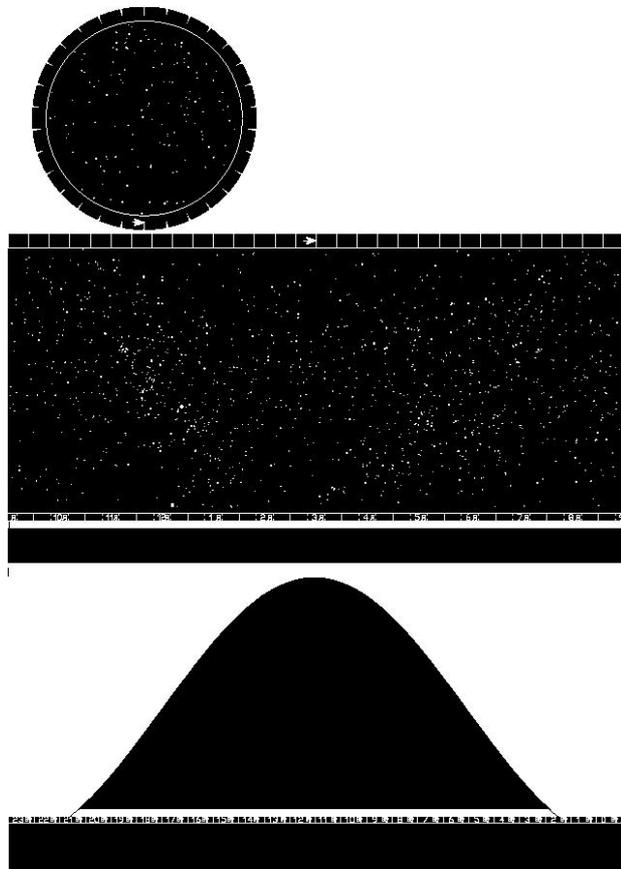


図1 展開図

4. 特徴

4.1. 組み立て

組み立てに必要な道具は両面テープ、はさみである。円筒を組み立てる時に重要なのが組み立て手順である。本プラネタリウムは円筒部とその底部分(実際には茶筒の底を上向きにする)からなる。それぞれ平面のフィルムから構成されるのでフィルムを丸めて茶筒側面にして、円形の底の部分を互いの糊しろで張り合わせる。張り合わせにコツがあるので手順をマニュアル化してある。

4.2. 円筒の利点

立方体(多面体)と円筒を比較すると辺の数が少ないので、糊しろ部分を少なくすることができ工作が容易である。骨組みなどを使用

せずに薄いフィルムのみで組み立てた円筒と立方体の強度を較べると、円筒の強度が非常に高い。また、円筒は球と同じ軸対称なので地軸の中心(天の北極・南極)と一致させると恒星の日周、年周運動を再現するにも適する。投影機は茶筒とその蓋に例えられる2つの円筒部からなっている（図2）。

円筒型の利点として茶筒部分を北天版(北緯36度付近)と南天版(南緯36度付近)に分けることができる。その場合、茶筒部分を交換するだけなので蓋部分や土台、豆電球などもそのまま利用できる。



図2 組立後の写真

4.3. 星座早見盤

茶筒部は投影面になっている。筒の下部側面には日付目盛が一周している。これは黒背景で文字が透過するように印字されている。日付目盛のすぐ上には、透明な帯状の窓が一周するように設けてある。蓋の部分は、平たい円柱の発泡スチロールの周囲に、時間目盛が入った帯を巻き付かせた構造になっている。茶筒部を引き出すと、窓の部分を通して蓋部の時間目盛が現れる。日付と時間を合わせ使用するという、星座早見盤と同じ機能を持たせてある。目盛の文字は透明なので、投影機内部の豆電球のあかりで暗闇に浮かびあがる（図3）。時刻合わせ完了後は茶筒を蓋の奥まで押し込めば、目盛部分が影に隠れ見えなく

なる。時刻合わせをするときに部屋の電灯を付ける必要が無いので暗順応を妨げることがない。これは星(星座)と時間目盛を同時に見られるので、星の運行を理解してもらうのにも都合が良い(例えば一時間あたりに星が動く角度など)。

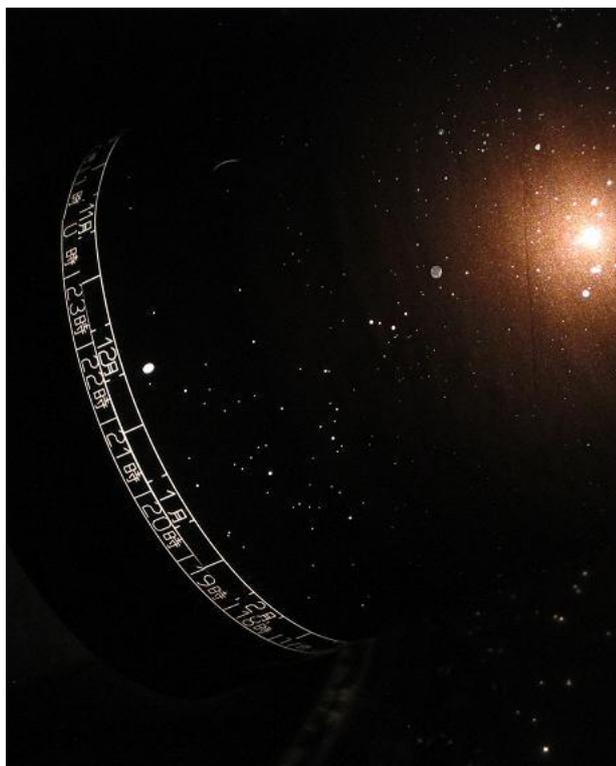


図3 時刻合わせ時の目盛部分の拡大

4.4. 星数

星数は5等星より明るい星に限定している。理想的な環境において肉眼で見られる最微星は6等星と言われるが、大都市を除けば、全国の郊外で見られる標準的な星空と星の数は同等であると思われる。また5等星まで投影すれば、ほとんどの星座の線を辿るのに十分な数であり、星座の学習においても適切な数であると思われる。また、星の明るさは投影面の星の面積に比例するように計算している(図4)。星座の出没の理解を助けるために、地平線下の星が投影されないように蓋部に覆いを設けている。これにより時刻によって季節の星座が出没することが理解できる。



図4 投影中(試作版のため地平線下に星が映っている)

4.5. 星座

茶筒部に星座線有り(季節の大三(四)角形を含む)、無し(の二種類を用意しており脱着交換することができる。経験のある理科教師でも、投影された星空から季節の代表的な星座を探すのは難しい。そこで星座線などが入ったバージョンも順次発売してもらう予定である。例えば導入部で星座線無しで授業を進め、途中から星座線有りに交換することによって、星座の形が変わることなく星が運行することの理解を助けることができる。

4.6. 豆電球

七畳程度の部屋の中心に置いた場合、豆電球は2.5V0.5A程度で単三電池2本の直列つなぎで寿命、明るさ、共に十分確保できる。教室などの比較的広い部屋では、クリプトン球やクセノン球の探見球(豆球)など耐圧の高いものに耐圧より若干高め(の電圧)をかけると良いと思われる。図5のように豆電球ソケットの後部がストローの先に刺さり固定される。

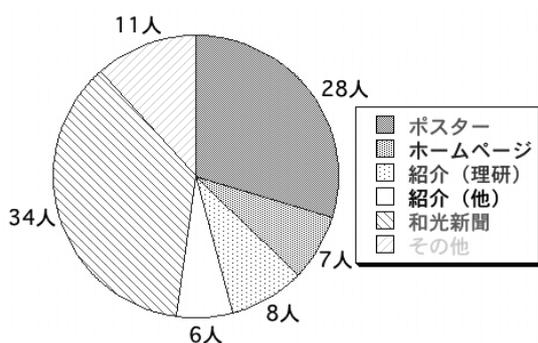


図8 質問3 回答

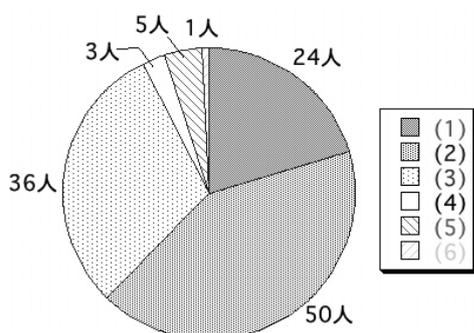


図9 質問4 回答

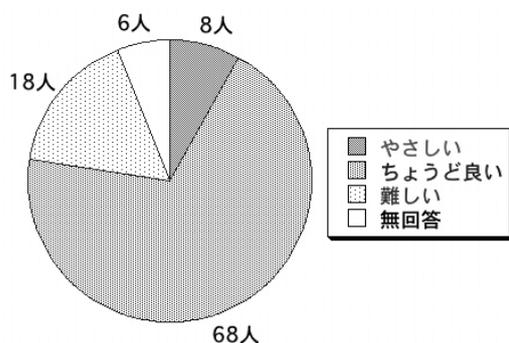


図10 質問5 回答

6. おわりに

願わくは、教師に授業でこのプラネタリウムを活用して頂きたいです。

私は週末にプラネタリウム工作教室の講師として依頼されれば喜んで引き受けます(と思います)。ただ個人の力で、プラネタリウムの奥に潜んだ科学と、その楽しさを沢山の子どもたちに伝えるには限度があります。そのため科学館、NPO、PTA、地域のコミュニティ、研究者の力が必要です。しかし一番重要なのは毎日現場で、子どもに接する教師に使

って貰うことではないか、と考えています。毎日の授業と同時進行で、理科に限らず全科目の授業内容の質的向上を図ることを多忙な教師の自発性に求めるのは難しいと思われます。また、「ボールペン以外は全部自費」と言われる教師の現状も耳にしています。そこで、まずは提案することが重要だと考え投稿させて頂きました。

公共天文台職員や理科教師、一般の方に行ったアンケート結果などから頂いたご意見をできるだけ反映し、現時点で教材として考えられる必要な要素を、可能な限り入れたと思っています。また、1000円以下の価格で実施企業から発売して頂けそうです。このプラネタリウムを教材として使って頂けることを切に願って止みません。

最後に理研広報、実施会社の担当者の方、延興主任、ご協力頂いた方に心からお礼申し上げます。

*注：コストの関係で、初期発売分は地平線以下の星を隠す覆いの部分が無いかもしれません。盛り込めるように企業の方が鋭意努力中です。

参考文献等

- [1] 独立行政法人理化学研究所
自宅で楽しめるプラネタリウムの作り方
<http://www.riken.jp/r-world/topics/060626/index.html>
- [2] 株式会社テクノシステムズ
<http://www.techno-sys.co.jp/>

小貫良行