

小学校理科の天文学習におけるプラネタリウム活用法の再考： 6m簡易プラネタリウムドームの設計と投影

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-10-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 高橋, 典嗣, 下村, 知愛 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1908

小学校理科の天文学習における プラネタリウム活用法の再考

～6 m簡易プラネタリウムドームの設計と投影～

Reconsideration of Utilizing a Planetarium to Teach Astronomy in Elementary School Science

～ Design of a 6-meter Simple Planetarium Dome and Projection Techniques ～

高橋典嗣*

TAKAHASHI Noritsugu

下村知愛**

SHIMOMURA Chie

1 はじめに

現行の小学校学習指導要領¹⁾は、2017年（平成29年）に告示され、2020年度より施行された。この総則には、中央教育審議会答申を受けて、「“よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創る”という目標を学校と社会が共有し、連携・協働しながら、新しい時代に求められる資質・能力を子供たちに育む」とある。これは、今回の学習指導要領の特質の一つである「社会に開かれた教育課程」によるものである。

育成すべき資質能力として「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」を3つの柱に掲げ、理科の目標である「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を育成する」。このことを実現するために、「自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付ける（知識・技能）」、「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う（思考力・判断力・表現力等）」、「自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う（学びに向かう力・人間性等）」と具体的に示している。観察・実験を行って科学的な見方や考え方を育成していくこと、観察・実験を重視していることは、従来と変わっていない。

理科の天文領域の学習における観察・実験は、夜間に星の観察や天体観察を行わなければ、直接体験による観察・実験をしたことにはならない。しかし、昼間の授業で扱うことができない星の観察を、夜間に実施しているケースは少ない。これが、この領域の指導における従来からの大きな課題の一つであった。この問題に、今回の学習指導要領では次のように示している。

4年生の「月と星」の内容では、「移動教室や宿泊を伴う学習の機会を生かして、実際に月や星を観察する機会を多くもつようにし、夜空に輝く無数の星に対する豊かな心情と天体に対する

*武蔵野大学教育学部 **新潟県見附市立見附小学校

興味・関心をもつようにする」、さらに「学校では観察ができない時間帯の月や星の位置の変化については、映像や模型、プラネタリウムなどを活用することが考えられる」とある。夜間の観察については、「安全を第一に考え、事故防止に配慮するように指導する」と付記されている。

同様に6年生の「月と太陽」でも「移動教室や宿泊を伴う学習の機会を生かすとともに、プラネタリウムなどを活用することが考えられる」とある。加えて、「夜間の観察の際には、安全を第一に考え、事故防止に配慮するように指導する」とあり、「昼間の月を観察し、太陽の位置を確認する際には、太陽を直接見ないようにするなど、安全に配慮するように指導する」と、実施する際の注意事項を丁寧に示している。

内容の取り扱いについての配慮事項には、「それぞれの地域にある博物館や科学学習センター、植物園、動物園、水族館、プラネタリウムなどの施設や設備を活用することが考えられる」とあり、社会に開かれた教育課程が象徴するように、「これらの施設や設備は、学校では体験することが困難な自然や科学に関する豊富な情報を提供してくれる貴重な存在である」ため、天文領域の学習では、プラネタリウム館などの社会施設と連携、協力することにより、学習活動を更に充実させていくことを求められている。

体験的な学習²⁾を重視することも今回の学習指導要領改訂の特質の一つであるので、本来は学校内で夜間に星の観察指導を行い、移動教室においても星の観察指導を実施し、直接体験させることが望ましい。

そこで、疑似体験ではあるが夜間に星の観察をさせて直接体験させることが難しいという課題を解決することができる教具がプラネタリウムなのである。プラネタリウムドームに写し出される星空は、臨場感があり、天候に左右されずに何時でも観察したい星空を再現することができるので、昼間に星の効果的な観察学習を行うことができる。

著者らは、「天体望遠鏡を使った星の観察指導」、「月の満ち欠け観察箱などの天文教材開発」、「プラネタリウムの活用法」についての教材研究を行っている。今回は、この内のプラネタリウムに焦点を当て、社会に開かれた教育課程に示されているように、学校と社会が共有し、連携・協働する空間としてのプラネタリウムの利用方法を再考するとともに、学校におけるプラネタリウムの新たな活用法について提案する。

2 天文学習の空間としてのプラネタリウム

日本においてプラネタリウム投影ができる施設は、2000年度の調査³⁾では347館あり、アメリカの802館に次ぐ世界第2位のプラネタリウム保有国になっている。

プラネタリウムは、ギリシャの天文学における地球中心の宇宙観（天動説）と天体の複雑な動きを理解するために作られた天球儀から始まる。天球に張り付けた星と惑星を宇宙から眺めるものであったが、当初から天体の動きを理解する学習教具としての側面をもっていた。これが、視点を天球の内側に移し、天球に見立てたドームに星や惑星を投影すると、実際の星空を見ている臨場感が伴い、学習効果が高くなる。このような現在のプラネタリウムが1923年に誕生⁴⁾した。開発したのはドイツのカールツァイス社で、開発されて間もない1937年には、このプラネタリウムが輸入され、大阪四ツ橋の電気科学館（現在の電気科学館）がオープンした。翌年には東京有楽町の東日天文館にもプラネタリウムが設置された。東京のプラネタリウムは1945年の空襲

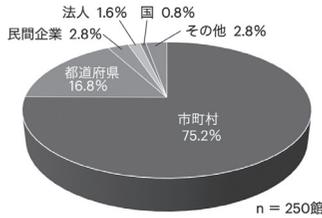


図1 プラネタリウム館の設立主体

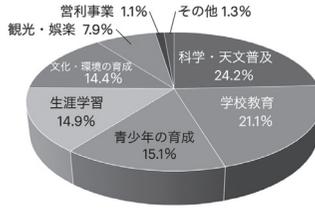


図2 プラネタリウム館の設立目的

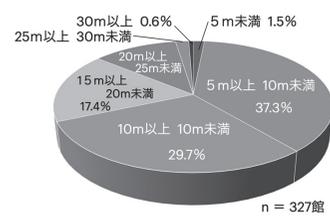


図3 プラネタリウム館のドーム直径

で焼失したが、大阪では1989年まで使われていた。

プラネタリウムを観覧した人々は、ピンホール式の簡易プラネタリウムを自作するようになった。1947年（江上式）、1950年（高知式、金子式）、1951年（大西式）など、次々に自作プラネタリウムが考案された。大西⁵⁶⁾は、プラネタリウム投影するためのドームを竹箆に紙を貼って作り、高校の文化祭で披露した。一方、五島光学⁷⁾と千代田光学（現：コニカミノルタ）が本格的なプラネタリウムの開発に着手し、1959年に国産プラネタリウム（五島光学）が誕生した。以降、改良が加えられ、現在のプラネタリウムは地球から離れて太陽系のどこからでも見える惑星の動きを再現できるようになっている。さらに、本物の星空を再現したいとの思いから大平^{8,9)}は、天の川の星や目に見えない11等星まで、10万個の星を写し出すMEGASTARを開発した。さらに、投影ではなくドーム側に付けたLEDで星空を再現するプラネタリウム（コニカミノルタ）も開発されている。

プラネタリウムデータブック2015¹⁰⁾によると、これまでに国内に設置されたプラネタリウム施設は累計すると455館で、新設数は1970年代がピークで、1990年代以降の新設数は減少している。プラネタリウム施設の設立主体は図1のように市区町村が75%で最も多く、この種別は科学館（70%）、公民館・文化会館（46%）、学校・教育センター（10%）となっている。また設立の目的は図2のように科学・天文普及が24%、学校教育が21%、青少年の育成、生涯学習がそれぞれ15%で、教育的な利用を目的に掲げているプラネタリウム館が75%を占めている。プラネタリウム館のドームの直径は、図3のように5m以下は5%と少ない。5mから10mが37%と最も多く、10mから15mが30%、15mから20mが17%となっていて、近年のプラネタリウム館はドーム直径が30mを超える劇場型の大型ドームが新設される傾向がある。これらのプラネタリウム館の多くで、小学生を対象とした学習投影^{11,12)}が行われている。

3 学校教育におけるプラネタリウムの活用

学校教育におけるプラネタリウムの活用について河原^{13,14)}は1965年に「プラネタリウムは学校の理科授業の延長の場としての方向に進んでいく必要がある」と指摘し、さらに「理科の中にある天文分野の殆ど全てをプラネタリウムドーム内で十分に説明でき、天体運動などについての学習効果が高められる」と述べている。山田の報告¹⁵⁾では、学校の利用による生徒の67%の感想が肯定的で、生徒の意欲にも効果がある。またプラネタリウムの有効性について横倉¹⁶⁾は、都内14のプラネタリウム館において投影されている小学校の理科学習プログラムについて、理

科学習にどの程度寄与するかを調査した。その結果、天文事象に関する関心・意欲・態度と知識・理解の形成に有効性が確認でき、特に単元の導入とまとめの段階で有効であることを示している。

これらから、プラネタリウムを活用することで、天文領域の学習において、児童の宇宙への興味・関心を高め、星や星座の学習内容の理解促進と定着を図ることができ、学校の理科授業における天文領域の学習においてプラネタリウムは有効的な教具であることは明らかである。このように学校教育における学習効果が高く、都心の空では天の川が見れなくなってしまったが星空の素晴らしさを児童に見せたい、児童の宇宙への憧れを実現させる身近な空間を創出したいといった強い想いを背景に、各地にプラネタリウム館が作られていったと考えられる。設立の趣旨を再確認し、天文領域の学習においてプラネタリウムが積極的に活用されていくことを望んでいる。

4 プラネタリウムの利用者減少要因と対応

プラネタリウムデータブック 2015¹⁰⁾によると、プラネタリウムの観覧者数は、2012年度が8477000人、2013年度が8167000人、2014年度が8175000人と僅かな減少傾向がみられている。またプラネタリウムの館数に着目すると、2003年度は399館が2015年度330館となっていて、12年間で17%少なくなっている。これまで開館したプラネタリウム館の累計総数は455館なので、約27%の館が閉館していることになる。理科教具としての価値が高いプラネタリウムではあったが、利用者減少、休館や閉館する傾向がみられるようになった。

江頭¹⁷⁾は、利用者数と館数の減少の要因について、プラネタリウムの評価基軸を Production、Price、Place、Promotion に分類し、利用者・潜在利用者・非利用者のそれぞれの顧客満足度の分析結果から、利用者階層ごとに異なった利用阻害要因を特定している。その結果から分析利用促進策として、利用者はプラネタリウムへの期待値が高く、肯定的に評価している集団である。このため、観覧後に評価が下がる危険性が高いので、満足できる投影内容を提供し続ける必要がある。潜在利用者は気楽に行ける所ではないと考えているので、行って楽しめるプラネタリウムとなることが望まれる。非利用者はプラネタリウムに興味を示していないので、プラネタリウム観覧につながる、星の魅力に触れてもらう機会をつくることが重要となる。

学校教育での活用を目的とした市町村で設置されたプラネタリウムが休館・閉館する、プラネタリウム離れの要因は次の3つにある。

第一に、利用者階層で危惧されたように、満足できる投影内容が提供されていない、プラネタリウムでの学習は授業として不十分である、学校の理科の学習として期待される学習効果が得られないなどの理由が挙げられる。その結果、利用者側の授業者や学校関係者が星の学習におけるプラネタリウムの活用を必要としなくなってきた。

第二に、授業者であるはずの教員自身がプラネタリウムの利用者から非利用者の視点に移行している。そのため、プラネタリウムが気楽に行ける場所に立地されていないことを理由として、プラネタリウム学習を学校行事から除外してしまう傾向にある。実際に、大都市より地方ほど活用率が低くなっていて、活用しない理由にプラネタリウムまでの交通手段を挙げている¹⁸⁾。また、練馬区ではプラネタリウム施設が無く、最寄りのプラネタリウムを利用するにも、移動に時間と費用がかかるため、ほぼ全くプラネタリウムを使用していないのが現状である¹⁹⁾との報告がある。

第三に、本来主体となるべき授業者である教員の関わりが希薄になっていることが挙げられる。

学校の利用について2019年度の「日本の博物館総合調査報告書²⁰⁾」では、学校との連携・協力の状況として、「学校側から児童や生徒が館に来る」、「学校行事や授業」、「職場体験」が中心であって、「館側が主体性をもったり、学校と館が深く関わったりするような連携や関係は少ない」。また「博物館と学校の連携には双方向的な取り組みが必要であるが、双方向になり得ていない」との報告がある。プラネタリウムを所管する科学館の多くも、博物館同様に学校との綿密な双方向での取り組みが行われていないと考えられる。2003年度の教育課程実施状況調査²¹⁾によると、科学館や自然系博物館を活用した授業を行った小学校は、5年生で7.7%、6年生で10.7%であった。また2008年度の科学技術振興機構による「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書²²⁾（改訂版）」では、小学校の6年間でプラネタリウムに行ったことのない児童は25.8%であった²³⁾。

これらの利用状況から、プラネタリウムが学校における理科教具としての価値は高いはずなのに、教員が本来のプラネタリウムによる学習効果や学習活動を引き出せずにいることが、このような減少要因を招いている原因の一つと推察される。

5 学校プラネタリウムの再考

河原¹³⁾は1965年に公立の中型プラネタリウムは、「学校の理科教育に直結した天文教材の一部としての投影をするのが、本当の使命だと思われます。できれば、学年単位、学級単位のそれにふさわしい投影をすることが望ましいわけです」と述べている。当時の学校教育を取り巻く社会情勢とは違いがあるが、現在なら学級単位でのプラネタリウムを使った天文学習を実現し、教員自身が星の学習の授業者となって児童に星の魅力を直接伝えることができると考えられる。

小学校の学級定数は、1年生だけが35名で、2年生から6年生までは40名と定められていた。これが、2021年4月に義務教育標準法²⁴⁾の改訂法案の施行により、小学校の1学級当たりの学級編成標準が引き下げられ、35名となった。2021年度は2年生が35人学級に、以降学年ごとに学年進行で引き下げられ、2025年度には6年生までの全ての学級数の上限が35名となる。

従来の学習投影を行うプラネタリウム館の収容定員は、学級数の40名を単位として、1学級(40名)であれば7mドーム、2学級(80名)であれば9mドーム、3学級(120名)であれば12mドーム

表1 ドーム直径と収容定員
収容人数は1m間隔(0.75㎡)と底面積の比で求めている。

直径(m)	高さ(m)	底面円周(m)	底面積(㎡)	収容人数(名)
2	1	6.28	3.14	4
3.5	1.75	10.99	9.62	12
4	2	12.56	12.56	16
5	2.5	15.70	19.63	25
6	3	18.84	28.26	36
7	3.5	21.98	38.47	48
9	4.5	28.26	63.59	80
12	6	37.68	113.04	143

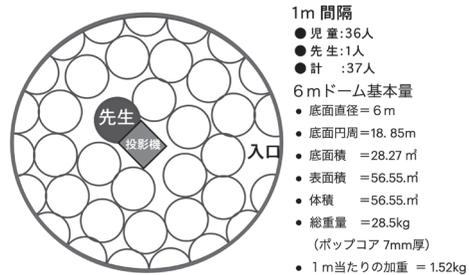


図4 6mドームの配置図
児童35名、教師1名の合計36名が一緒にドームに入り星座観察をすることができる。

ムが適当とされていた。児童を1 m間隔(0.75㎡)でドーム内に入れると、ドーム直径による収容定員は表1のようになる。これより、1学級35名の児童を収容するには6 mドームであれば良いことになる。6 mドームに1 m間隔で児童を入れると図4のような配置になる。



図5 簡易プラネタリウムドーム
(左：直径2 m 右：直径3.5 m)

6 mクラスのプラネタリウム館であれば、これまでの大型のプラネタリウム館のように莫大な費用を投じなくて済むので、同じ予算であれば6 mクラスのプラネタリウム館を複数設置することができる。また、各学校内にプラネタリウム教室を作る事も可能になる。学校内に設置できれば、移動や交通費、引率の問題も解消される。設置が難しい場合は、モバイルプラネタリウム^{25,26)}を共同で利用する方法もある。6 m以下の簡易プラネタリウムドームであれば自作できるので、自作した1つの簡易プラネタリウムドームを学校に用意・保管しておけば、使いたいときに組み立て、何時でも星の学習を行うことができる。

このような身近で利用しやすい学校プラネタリウム環境が実現できれば、理科の授業時間内に星の観察学習が可能になる。自作の簡易プラネタリウムドームであれば、授業前に組み立て、授業の主体者である教員が直接ドームに写し出される星を観察させ、星の学習を行うことができる。児童に宇宙への感動を呼び起こし、理科への興味関心を高めることができるのである。

プラネタリウムを学校に整備していくには、プラネタリウムドームの設置、プラネタリウム投影機と言ったハード面と、どのような授業を展開するかというソフト面の問題がある。

今回は、ハード面の簡易プラネタリウムドームの製作、投影方法についての検討結果を示す。

6 6m簡易プラネタリウムドームの製作

本研究での「簡易プラネタリウムドーム」とは、「組み立て分解が簡単で、軽量、保管して再利用できるプラネタリウムドーム」と定義している。天文領域の学習の特質を克服する一つの方法として、昼間の授業で星の観察学習を実現するために、簡易プラネタリウムドームを製作して活用する^{27,28)}ことを考えた。図5は、これまでに製作した2 mドーム、3.5 mドームであるが、このサイズのドームでは、学級単位で一緒に星の観察を行うには、空間が狭い。

そこで、1学級の児童を収容することができて、星を観察する空間を体育館などに仮設し、いつでも組み立てられ、使用後は速やかに分解して保管できて何度も使える6 m簡易プラネタリウムドームを製作するため、簡易プラネタリウムドームの製作方法を検討し、設計することにした。

(1) 収容定員

小学校の1学級上限、35人で1度に星の観察学習が可能な直径6 mの簡易プラネタリウムドームの製作方法を検討し、設計することにした。本年度の見附小学校の6年生の学級数は30名であるので、6 mプラネタリウムドームの空間内で様々な学習活動を展開することができる。



図6 6mドーム
(1/10 模型)

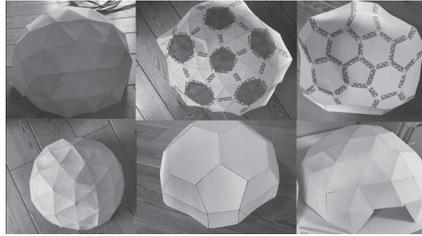


図7 ジオデシックドーム模型



図8 5mエアドーム
(提供:ピーアンドプレーン)

(2) ドーム形状の検討

簡易プラネタリウムドームとして、中学校、高等学校での文化祭で天文部などが段ボールを使った3mドームを製作²⁹⁾し、ピンホールプラネタリウム^{30,31)}による投影が各地で行われてきた。これらのドームの多くは行事が終わると解体廃棄されてしまう。プラスチック製ダンボール(プラダン)を用いて製作された3mドーム^{32,33)}では、30分程度で組み立てられ、使用後に分解して保管し、再利用も可能な構造になっている。いずれも星空の投影方法がピンホール式のプラネタリウムによるため、ピンホール光源の出力の制約によりドーム直径は3m前後で、6mドームに投影することは困難となっている。

本研究では、ピンホールプラネタリウムではなく、プラネタリウムソフトをプロジェクターを使ってドームにデジタル投影することで、6mドームに明るい星空を投影することにした。1学級の児童と一緒に学習できるスペースとして、6m簡易プラネタリウムドームを製作する。

ドームの形状は、図6のようなフラットナードーム、図7のジオデシックドーム³⁴⁾模型、図8のエアドーム³⁵⁾について検討した。

図6の構造のドームは、半球を頂点から分割し、縦方向も分割したパネルを組み合わせて球面に近いドームにしていくもので、これまでに2mと3.5mドームを製作している。

図7のジオデシックドームは、図9のように三角形から五角形、六角形を組み合わせていくと

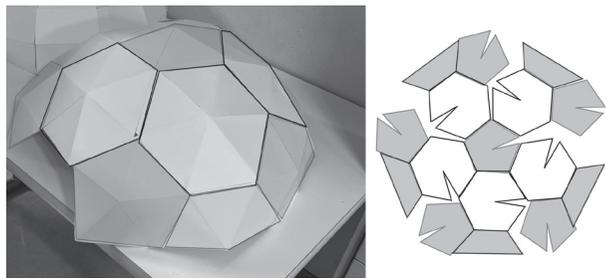


図9 ジオデシックドームの構想と組立方

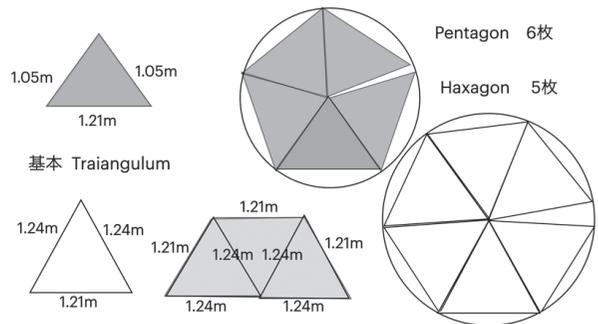


図10 ジオデシック6mドームの各辺の長さ

ドームが完成する。図10に6mのジオデシックドームを製作する場合の三角形の一辺の長さを示した。

どちらのドームも形状はシンプルで、組み立て分解が簡単、軽量、保管して再利用できる。ドーム素材には、軽量で、再利用の条件を満たすスティレンボード（ポップコア）を使うことを考えていた。ポップコアのサイズは、900mm×1800mmで、1枚のポップコア板からジオデシックドームの三角形を切り出すことはできない。このため、ジオデシックドームを製作する場合は、他の材料や組立方に変更しなくてはならない。

図8のエアドームの製作は、数本の塩ビパイプなどを骨組みにして半球をつくり、布をかぶせて、送風機で膨らまして球の形状を保持することになる。

これらの検討結果より本研究では最終的に図6の1/10模型のようなパネル板を組み合わせる方法でドームを製作することにした。

(3) 6m簡易ドームの設計

① ドームの構造

ドームは、図11のように30度・12分割し、7段、合計73枚のパネルで構成する。頂点の1段目は12枚を貼り合わせて1枚のパネルにした。2段目から7段目は各12枚、計72枚のパネルに分割した。図12に7分割した各段の頂点・1段目を①とし、7段目(⑦)までの各段の半径(C)と円周(L)を示した。これより7分割した各パネルの斜辺の長さ(γ:パネル面の高さ)は図13のようになる。

② パネル板の切り出し

ポップコアのボード板から切り出すパネルの形状とサイズ、各辺の底面(a)、各辺の上面(b)、パネルの高さ(γ)は、図14のようになる。①から⑦の7種類で、各12枚、計84枚を切り出す。図15に示したようにポップコアからパネルを切り出すと、48枚のポップコアが必要になる。

③ パネル板の接続

パネル板は、7mm厚のポップコアで製作した。ポップコアから切り出した①から⑦の各

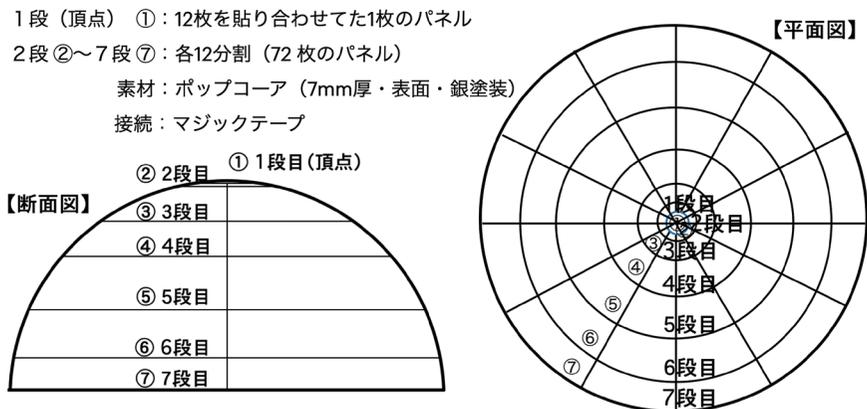


図11 6m簡易プラネタリウムドームの構造

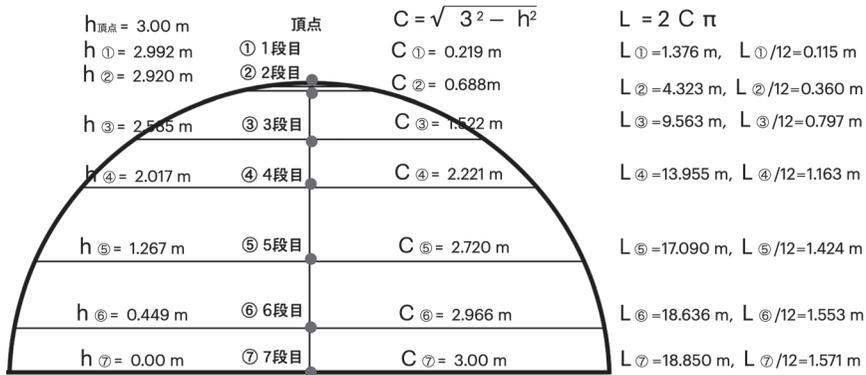


図 12 7分割の半径 (C) と円周 (L)

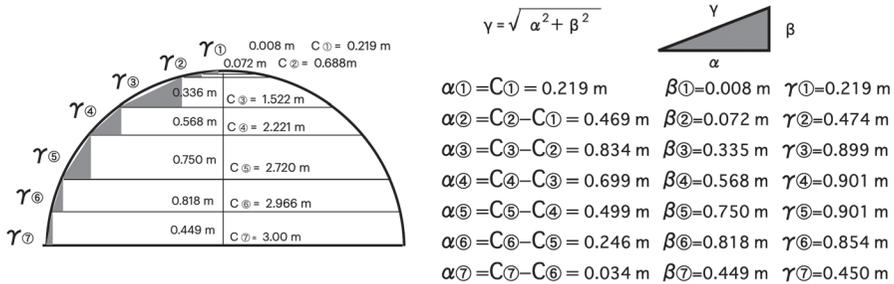


図 13 7分割のパネルの斜辺の長さ (γ)

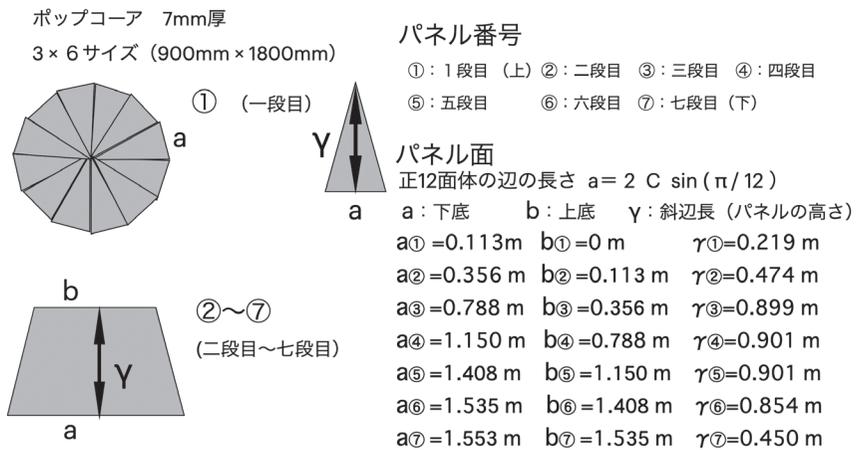


図 14 パネルの切り出しサイズ

ポップコア断裁 7mm厚 3×6サイズ (900mm×1800mm) 48枚

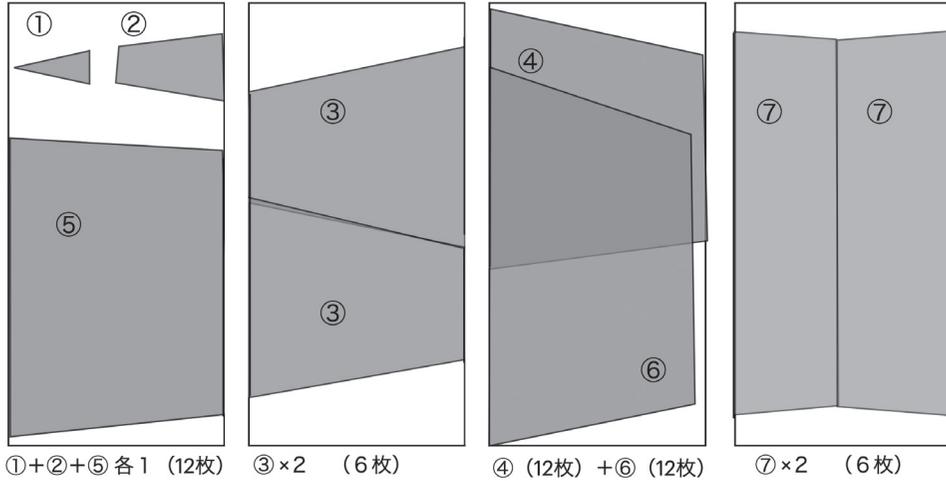


図 15 ポップコアからの切り出し枚数

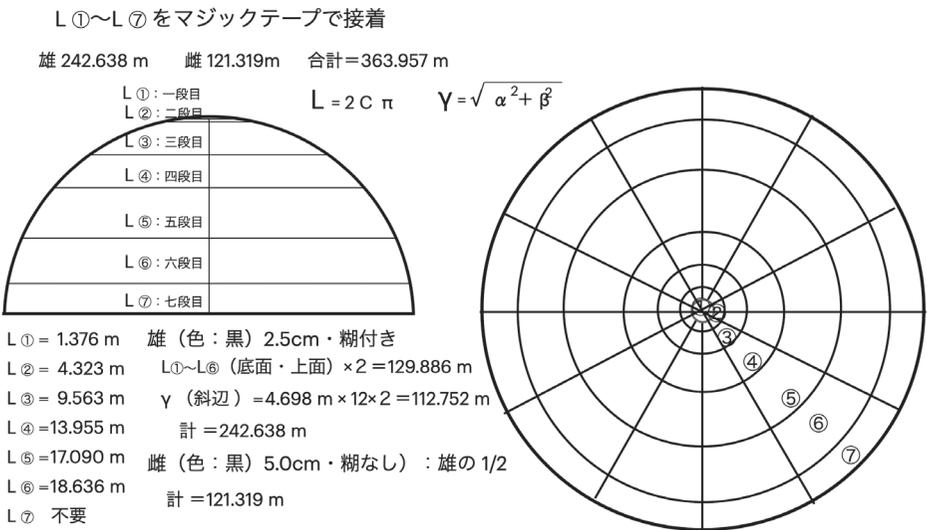


図 16 マジックテープの長さ

パネル板は、マジックテープで接続して脱着できるようにした。マジックテープは、クラレファスニング エコマジックテープを使用した。巾 25mm の粘着付きの黒色のマジックテープ (A 面: フック・雄) をパネル面の各辺に貼りつける。

ドームを組み立てるときは、①の下面から順番に巾 50mm の黒色のマジックテープ (B 面: ループ・雌) で各辺をつないでいく。必要なマジックテープの長さは、図 16 のように A 面 (雄) が 242.638m、B 面 (雌) が 121.319 m となる。机などを並べた上に完成したドームを置いて使用す

る。また分解するときは、⑦から順番にマジックテープのB面（雌）を剥がしていき、剥がしたらパネル板のマジックテープA面（雄）の上にB面（雌）を付けて保管する。分解した73枚のパネル板は、収納して大切に保管する。

④ パネル板の遮光

ポップコアは光を透過するので、暗室以外の場所でドームに星を投影するためには、遮光する必要がある。今回は、体育館での使用を考えたので、ドーム自体を遮光することにした。

<塗装による遮光>

・切り出したドームのポップコアにマジックテープを貼った後で、外側の面に水性ペンキをローラーで塗った。最初に黒色塗料を塗り、乾燥後さらに銀色塗料を塗って遮光した。図17にパネル板の遮光テストの結果を示した。黒のマジックテープは、A面（雄）だけでは完全に遮光されないが、接続部分はB面（雌）のマジックテープが重なることで完全に遮光される。塗料も黒と銀の二度塗りすることで、完全に遮光される。

・机に載せた6mドームの下部と机の周囲は、遮光シート（東光映材）で覆い、遮光する。

<遮光シート>

縦方向が1830mmで、長さ50mの遮光シートで、ドーム全体を覆い、遮光する方法も考えられる。

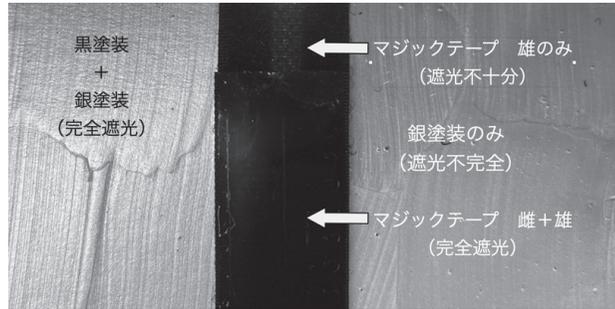


図17 パネル板の遮光テスト結果

7 投影方法

パソコン、プロジェクター、広角レンズと魚眼レンズを用意し、プラネタリウムソフトを使って星空画像をドームに投影する図18のようなデジタルプラネタリウムを構築した。プロジェク



図18 デジタル投影システム

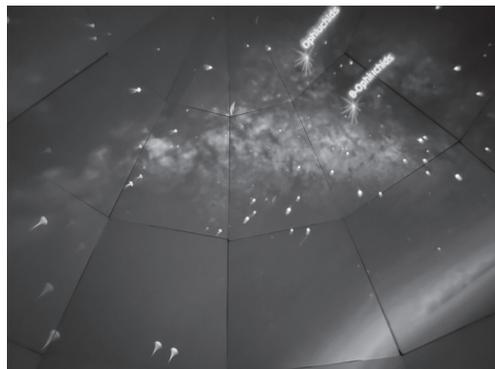


図19 ドームに投影された星空

ターレンズの上に広角レンズと魚眼レンズを取り付けた。アダプターとプロジェクターを垂直に立てるための台（2個）は、3Dプリンターで製作した。

プロジェクターは16000ルーメン、解像度1920×1080、コントラスト比10000:1のANXONIT製XIDUを使用した。このプロジェクターの投影角度は38度なので、プロジェクターレンズの上にマクロレンズを載せて縮小させ、投影角度を90度に広げた。縮小された像が魚眼レンズの焦点位置にくるように魚眼レンズを置くことで、全天周の投影を実現した。使用したマクロレンズはNEEWER HD DSLR MC AF 0.43倍、全周魚眼レンズはRAYNOX DCR-CF187PRO HIGH DEFINITION FISH EYE CONVERSION LENS 185°を使用した。

構築した投影システムにより、プロジェクターの輝度を生かし、完全に暗室にならない状態でも図19のような星空を再現できる。薄明かりの状態でも上映が可能なので、ドーム内で児童を活動させたり、児童の様子も把握することができる。

単眼コンバージョンレンズ方式で、プロジェクターを超広角投影しているため、湾曲収差、球面収差、色収差が大きい。このため天頂にフォーカスを合わせると地平線の星は線上に流れてしまう。この投影方法では、これらの歪み補正が課題として残される。

本研究実践では、デジタル投影システムを使って、フリーソフトの「Stellarium³⁶⁾」により製作した6m簡易プラネタリウムドームに星空を投影することにした。このソフトは、Macに対応しており、日本語表示もできる。他にもWindows対応では「Mitaka^{37,38)}」「Super star³⁹⁾」「Nightshade⁴⁰⁾」「SkySafar⁴¹⁾」などの市販ソフトがある。

パソコンを操作してプロジェクターで星空をドームに投影するので、ピンホールプラネタリウムに比べ、星像もシャープで美しい。

8 まとめ

プラネタリウム館は日本各地にあり、これまで多くの学校が児童の理科の学習、星の学習の場所として利用してきた。しかし、理科授業における天文領域の学習にプラネタリウムが有効的な教具であることを認識していても、最寄りのプラネタリウム館までの移動時間と児童への費用負担から利用を控える傾向が見られている。

一方、学校と社会が共有し、連携・協働しながら、新しい時代に求められる資質・能力を子供たちに育むとする「社会に開かれた教育課程」の観点からは、プラネタリウム館などの優れた校外施設を今まで以上に積極的に活用していく必要がある。そのために克服すべき問題も明らかになってきた。プラネタリウム館は利用阻害要因を克服するため、より魅力ある投影内容を常に用意していくことが求められる。また利用者である学校教員は、ただ児童を引率するのではなく、館のスタッフと深く関わり、一緒に授業を計画して授業を実施するような、双方向的な取り組みをしていく必要がある。

プラネタリウムの設置要件として、小学校の学級定員が35名となることを踏まえて、これまでのような大型ではなく、1学級で学習できる6mプラネタリウムドームを新設し、地域に寄り添った身近なプラネタリウム館を増設していくことを推奨する。モバイルプラネタリウムの動向は、このような情勢に応える一方法でもある。

さらに、「組み立て分解が簡単で、軽量、保管して再利用できる6m簡易プラネタリウムドーム」



図 20 6m 簡易プラネタリウムドーム

予定していたプラネタリウム投影会がコロナ感染予防対策で中止となりました。そのため、6m 簡易プラネタリウムドームを組み立てる機会がありませんでした。写真は、製作中に①～⑤段目までを組み立てたものです。

を学校に1つ準備することを勧めたい。学校にプラネタリウムドームがあると、使いたいときに組み立て、児童に星の話をプラネタリウムで聞かせるのではなく、プラネタリウムを星の学習活動と観察を行う空間として活用していくことができる。児童に自由にプラネタリウムを操作させたり、星について観察して調べたことについてプラネタリウムを使って発表させたり、これまでのプラネタリウムではできなかった新たな学習活動の展開が可能になる。

児童の指導・評価面では、これまでのように星の観察を家庭での宿題とするのではなく、6m 簡易プラネタリウムドームに投影される星空で、教師が直接星の観察の仕方を指導することができ、これまで実現が困難であった児童の星の観察の姿を捉えながら科学的な見方や考え方を身につけさせることができる。天文以外の領域と同様に、星の観察を行いながら観察に取り組む児童の意欲や好奇心を伸ばすことができるのである。

学校に6m簡易プラネタリウムドームがあると、これまでの視聴するプラネタリウムから、活動の空間としてのプラネタリウムに変換され、活用方法も広がることになる。こうして、学校に組み立てた6m簡易プラネタリウムドームでの学びから生まれた疑問や好奇心を解決するための次のステップとして、夜間に児童を学校に集め、星空の下で天体望遠鏡を使って天体観察を行う機会が創出されていくことを願っている。そのための学習空間が6m簡易プラネタリウムドームなのである。完成した簡易6mドームを図20に示した。

【引用文献】

- 1) 文部科学省, 小学校学習指導要領, 2017.
- 2) 学校教育法・31条
「小学校においては、前条各号に掲げる目標の達成に資するよう、教育指導を行うに当たり、児童の体験的な学習活動、特にボランティア活動など社会奉仕体験活動、自然体験活動その他の体験活動の充実に努めるものとする」
- 3) 白書編纂委員会, プラネタリウム白書, 日本プラネタリウム協会, 2001.
- 4) 児玉光義, プラネタリウム技術の系統化調査, 国立科学博物館技術の系統化調査報告, 29 March, 4-108, 2020.
- 5) 大西道一, 国産プラネタリウム, ASTEROID, 24 (4), 104-110, 2014.
- 6) 神戸新聞 (11月10日), 1951.11
- 7) 五島光学研究所, 星・空・夢, 1996.
- 8) 大平貴之, 「宇宙の新しい眺め」をつくるだす, JST News, 1 (2), 4-7, 2004.
- 9) プラネタリウムを作りました。—7畳間で生まれた, エクスナレッジ, 410万の星, 2003.
- 10) プラネタリウムデータブック 2015 (最終版), 日本プラネタリウム協議会, 2021.
- 11) 藤井常義, プラネタリウムハンドブック, Twilight 増刊号 (日本プラネタリウム協会), 1997.
- 12) 入山隆雄・滝澤紳一, 天文学習におけるプラネタリウムの効果について, 川崎市青少年科学館紀要, 7, 45-50, 1996.
- 13) 河原郁夫, 天文教材としての中型プラネタリウム, 天文月報, 58 (11), 259-261, 1965.
- 14) 河原郁夫, プラネタリウム解説法, 五島光学研究所, 1976.
- 15) 山田茂樹・川上純一, 中学校における博物館やプラネタリウムを活用した野外観察学習, 岐阜大学教育学部研究報告書・自然科学, 30, 65-76, 2006.
- 16) 横倉圭・平田昭雄, 小学校理科学習におけるプラネタリウムの有効性, 日本科学教育学会研究報告, 21 (4), 57-60, 2007.
- 17) 江頭満正・戎崎俊一, プラネタリウムにおける利用者減少要因と対策に関する研究, 図書館情報メディア研究, 5 (2), 41 ~ 55, 2007.
- 18) 芳賀隆・山本勝博, 茨城県北東部の教育施設を活用した理科学習の現状と実践, 理科の教育 (日本理科教育学会), 59, (692), 27-29, 2010.
- 19) 近藤恵吾・高橋典嗣, 小学校における簡易プラネタリウムを活用した理科授業, 宇宙教育研究 (武蔵野大学教育学部宇宙地球科学教育研究室), 1, 35-39, 2020.
- 20) 日本博物館協会, 「日本の博物館総合調査報告書」日本博物館協会,
- 21) 教育課程実施状況調査 2003.
- 22) 科学技術振興機構, 「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書 (改訂版)», 2009.
- 23) 河守博一, プラネタリウムを用いた小学校理科授業, 天文教育, 23 (1), 29-33, 2011.
- 24) 公立義務教育諸学校の学級編制及び教職員定数の標準に関する法律
- 25) 山本哲也・遠山御幸, 移動式プラネタリウムの可能性—歴史系博物館での実践とともに, 博物館研究, 47 (8), 18-21, 2012.

- 26) 坂元 誠・加藤 治・喜多伸介・唐崎健嗣・杉中 慎・高橋真理子・瀧本麻須美・槌谷則夫・橋本靖之,「移動プラネタリウムネットワーク」始動,天文教育,30(3),4-9,2018.
- 27) 高橋典嗣,星空の楽しみ方,洋泉社,2016.
- 28) 下村知愛・高橋典嗣,宇宙時代の教育への展望,天文教育,32(2),35-41,2020.
- 29) 宮古昌,100円傘を利用したプラネタリウムドーム製作の工夫,研究紀要(北海道立理科教育センター),20,76-77,2008.
- 30) 松原尚志,Microsoft Excelを用いた円筒形ピンフォール式プラネタリウム投影機とその地学教材開発演習への適応,北海道教育大学研究紀要,70(1),341-355,2019.
- 31) 山田泰三・粟野諭美,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,14(6),6,2002.
- 32) 尾上創・熊本千夏・前田夏奈・岩浅大輝・朝比奈雄志・松田稜哉・平木志虎・平野聡・尾崎匠・竹内彰継,超軽量化プラネタリウムドームの作製,米子工業高等専門学校研究報告,53,4-7,2018
- 33) 大石匠海・中野英之・村上忠,プラダンを用いた可動式プラネタリウムドームの開発,京都教育大学教育実践研究紀要,13,93-97,2013.
- 34) プラネタリウムドームをつくろう:軽くて丈夫で簡単に作れる球体の構造物「ジオデシックドーム」とは何か?,Newton,36(7),128-135,2016.
- 35) エアドーム,(有)ピーアンドプレーン.
- 36) Stellarium <https://stellarium.org>
- 37) Mitaka (Mitaka version 1.7.3),2022. <https://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>
- 38) 石田光宏,高等学校天文部によるMitaka3Dと自作プラネタリウムを用いた天文教室の実践,天文教育,37(1),43-46,2020.
- 39) Super star <https://www.sstar.jp>
- 40) Nightshade <http://ja.softoware.org/apps/download-nightshade-for-linux.html>
- 41) SkySafar <https://skysafariastronomy.com>