

プラネタリウム100周年と 天文学の発展

縣 秀彦¹・伊東昌市²

〈¹国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

〈²国立天文台 〒186-0011 東京都国立市谷保 6793-1〉

e-mail: ¹h.agata@nao.ac.jp, ²KHF11056@nifty.ne.jp



縣



伊東

全国で350館以上のプラネタリウム（以下「プラネ」）施設が稼働中であり、年間の観覧者数はおよそ900万人と推定される。その2割が学校利用（学習投影）で残りが個人利用である。しかし、個人で今後プラネに行きたいと希望している人は約2,300万人で、まだまだ需要が見込まれる文化施設と言える。プラネ施設に足を運ぼうという人たちの目的や想いは人それぞれだが、プラネ施設はこの100年間、天文教育・普及において重要な地域の拠点であったことは間違いない。経済効果や地域の活性化、就職先等としても重要な存在となっている。しかし、広範なエンターテインメントの場や天文以外の教育や文化の拠点ともなりうる可能性を秘めており、プラネ活用を学術としての天文学コミュニティが重視するのなら、本稿で提案するような協力関係の構築が不可欠と思われる。

900万×2の瞳

日本プラネタリウム協議会（JPA）によると、全国各地のプラネタリウム（以下本稿ではプラネと略す場合あり）を訪れる観覧者はコロナ禍前2018年の総計で年間889万人である[1]。現在、日本は米国に次ぐプラネ大国で、国内には350を超える稼働中のプラネタリウム投影施設がある[2]。これらを本稿では「プラネ施設」と総称することにする（日本のプラネ施設の詳細な解説は[2]を参照のこと）。

JPA[1]によると、学校単位で利用する「学習投影」への年間観覧数は全体のおよそ2割程度とのことなので、少なくとも日本全般においては、学校ごとの利用（移動教室等での学習投影）がメインユーザーではなく、家族、友人または個人でのプラネ施設の利用が主となっている。

一方、一般社団法人宙ツーリズム推進協議会によるマーケティング調査（2018）[3]によると、

15歳以上の国民で年に1回以上、プラネ施設へ出かけたことのある人の推定値が約700万人で、機会があればプラネ施設を訪れたいと希望している人は2,300万人程度であった。

公益財団法人生命保険文化センターの調査（2020）[4]によると、日本人の余暇の過ごし方として、1位は動画鑑賞3,900、2位読書3,650、3位音楽鑑賞3,410、4位国内観光旅行3,390（いずれも単位は万人；推定値）と続く。映画鑑賞（8位）が年間の推定値2,750、カラオケ（20位）1,750で、プラネタリウム鑑賞との対比として興味深い。この数字からプラネ施設観覧は、現在トップ20位に入るようなメジャーな余暇の過ごし方にはなっていないものの、将来条件が整えば年間2千万人を超える潜在的な可能性が期待される。

また、プラネ施設観覧者数との対比でよく用いられるサッカーJリーグのスタジアム入場者数は日本サッカー協会の公式記録[5]によると、2018年で976万人であった（J1が18チーム、J2が22

チーム、J3は17チームのその年度の主催試合の総計)。すなわちプラネ施設へ足を運ぶ人の数は、スタジアムにてJリーグのサッカー公式試合を観戦する人の数とほぼ同じレベルである。

プラネ施設に足を運ぶ人たちの目的や想いは人それぞれでバラエティーに富むと予想されるが、それでも、今日の日本において、天文・宇宙を中心に科学教育や科学成果の普及、そして科学文化形成において極めて重要な役割を担っている存在であることを認識させられる。また、その経済効果や地域の活性化、さらには天文科学を専攻した若者にとっての就職先（プラネ業界で必要とされる科学映像クリエイターや科学映像プロデューサー等を含む）としても重要な存在となっている。

日本天文学会の会員の中にも、子供の頃に「プラネ施設で育った」、「プラネ観覧によって天文・宇宙に関心を持つようになった」等の経験を有する方が多数いるはずだ。私事になるが縣の場合、1981年春に大学進学のため田舎から上京し、その2日目何よりも先にと最初に訪ねたのが、当時渋谷駅東口側にあった憧れの五島プラネタリウム（1957年4月開館-2001年3月閉館）であった。小林悦子さんの名解説をお聞きし、その帰りに受付脇で売っていた天文月報を購入して帰った。翌日は東京天文台まで出かけ、日本天文学会に入会した。些細な話かもしれないが、人生を振り返った際に忘れられない出来事であり、分岐点でもあったように感じる。

一方、伊東の方は、1961年、中学2年生のとき友人から地学部への入部の誘いを受けた。一緒に天文班を立ち上げ活動しようというものだった。学校の近くの靖国神社境内で天体観望などを行ったこともあった。そして渋谷の五島プラネタリウムへ通うようになり「星の会」へも入会し、次第にプラネにも興味をもつようになった。さらに大学院生のころ杉並区立科学教育センターで非常勤の指導員としてプラネを使って科学教育を行うようになり、五島プラネタリウムで臨時解説員として数ヵ月間

手伝いを頼まれたこともあった。こうしてプラネにはまり、最終的には教員にはならず、プラネタリウムを使って子どもたちや大勢の人々に宇宙を考える楽しさを伝えようとする道を選んだ。

さて、現在活躍するすばる望遠鏡の集光力は人間の瞳のおよそ100万倍である。そう考えると、人工の星空とは言え、年間900万×2の瞳が宇宙を覗いていると思うと、その影響力は測り知れないし、100年という時を経て、今後さらに多くの人々の生活（人生）に寄り添う存在になっていったらと期待している。

進化するプラネタリウム

地球面上で複雑な動きをする惑星（Planet）。プラネタリウムはそもそも、惑星の動きを再現するために開発された装置のことである。しかし、光学式プラネタリウムが普及した20世紀後半からは「地球上のあらゆる場所から見る恒星や惑星、月、太陽などの諸天体をドーム状のスクリーンに映し出す装置およびその装置を設置した部屋」[6]と解釈される場合が多かった。さらに現代では投影技術のデジタル化、コンピュータ化によって、プラネは今日では、地上から見た天文現象のみならず、宇宙旅行や海洋、生物の体内など森羅万象あらゆるものをドーム空間に可視化できる装置およびドームシアターへと進化している。

スクリーン張りのドーム空間に光学的に天体を投影する現在の光学式プラネタリウム装置は、1923年にドイツのカール・ツァイス社が発明した製品である（ツァイスI型）。ドーム中心に設置される光学装置は、天体の動きを再現し、特定の日時の惑星・恒星・太陽・月などの諸天体を自由に投影できる。このプラネ装置は次々と改良・発展し世界中で利用されるようになった。例えば、装置の傾きを変えることによって地球上のあらゆる場所からの星空も再現できるようになった。一方、1947年には機能を押さえた簡略型の教育用プラネタリウムを米国のスピッツ社が販売

を始めている [7].

1970年代になると主装置のほかスライド映写機や補助投影装置を自動的に再生、演出するオート・プラネタリウムが誕生し、学芸員のような専門家がいなくても誰でもがスイッチを入れるだけでの自動投影を可能とした。このことは、科学館や生涯学習センター等へのプラネ設置を急速に進めたが、一方、いわゆるプラネ施設の学術的専門性や教育効果を低下させ、プラネタリウムの教育機能よりもエンターテインメント性・娯楽性といったニーズが高まっていった。

1980年代に入ると、それまでのプラネタリウム独特の光学機器（スター・ボール）を使わず、光学プロジェクターとコンピュータの組み合わせで星空をドームスクリーンに映し出すデジタル・プラネタリウム装置が開発された。デジタル装置は、スター・ボールによる光学式と異なり、天体の運行のみならず、森羅万象さまざまな事象をドームスクリーンに映し出すことができ、各社がそのソフトウェアや映像コンテンツを競い合う時代に入った。デジタル・プラネタリウムの発展は、光学式プロジェクターを使わなくてもコンピュータとごく一般的なビデオプロジェクターだけで球形スクリーンに星空や映像を映せるようにした。地上から見る星空に限定する星空原版から解放してくれたのであった。コンピュータで天文現象の演算をしたりデータベース化された宇宙の地図の中を旅行したりできるバーチャルな世界を見せてくれるようになった。しかし、日本において本格的にデジタル式が普及したのは2000年代に入ってからだった。当時はビデオプロジェクターが映し出す星の映像には満足できず、星空を映すためにはやはり光学式投影機が一番いいと考えるプラネ関係者も国内には多数存在した。このため、両者を併せ持つハイブリッド式プラネタリウムも開発され日本各地に設置されていった。

一方、1998年に日本の大平貴之氏が、100万個を超える恒星をドームに投影できる画期的な光学

式プラネタリウム、メガスターを開発し国際的に話題を呼んだ。このように光学式プラネタリウムもさらなる進化を続けていると言えよう。

2000年代に入ると家庭用プラネタリウムが普及したり、学校や病院などにプラネを出前できるモバイルプラネタリウムが増加したりと、プラネ施設に限らない多様なプラネ体験が広がっていった。ドーム空間における立体視技術の開発や、学術研究機関からのコンテンツ提供が進んだのもこの時期である。

その一方、2000年代バブル崩壊後の時期に日本では、プラネ施設のような文化施設が相次いで閉館や休館、運営規模の縮小などに見舞われた。指定管理者制度の導入もプラネ施設の運営に大きな影響を与えた。そのような中、2010年代に入ってはやぶさ効果の影響もあり、入館者も復調し、プラネ施設は徐々に活気を取り戻していった。

2011年3月には、常設のプラネ施設としては世界最大規模を誇る直径35メートルドームの名古屋市科学館がリニューアル・オープンした。東京の新名所となる東京スカイツリーにもプラネ施設が併設された。

国立天文台（NAOJ）でも2001年から4次元デジタル宇宙（4D2U）プロジェクト [8]を開始し、



国立天文台4D2Uドームシアター。

4D2Uプロジェクトが開発した4次元デジタル宇宙ビューワー「Mitaka」（製作者：加藤恒彦）他の4D2Uコンテンツは、世界各地のプラネ施設でも活用されている（提供：NAOJ）。



第2回国際科学映像祭のポスター（2011年）。ポスターの図案からも、ドーム空間では天文・宇宙のコンテンツのみならず多様な映像作品が上映されていることがうかがえる。

ドーム空間における立体視映像の可能性を高めた。4D2Uの成果として、国立天文台三鷹に2006年に設置された4D2Uドームシアターのほか、2007年、2008年に相次いで科学技術館シンラと日本科学未来館ガイヤという国際的にも希な3つの常設立体ドームシアターが東京に相次いで誕生した。海外でもハワイ島ヒロ市にあるイミロア天文学教育センターに常設立体視ドームシアターが設置されるなど立体視ドームが注目された時期もある。

2010年からは毎年、日本を中心に国際科学映像祭が開催され、日本のドームコンテンツ（デジタル・プラネタリウム用作品等）がアジア圏を中心に国際的にも注目を集めるようになった。

さらに進化が続く。2021年10月名古屋にオープンしたプラネタリウムはビデオプロジェクターさえなくしてしまい、ドームスクリーンに埋め込まれた発光ダイオード（LED）をコンピュータが直接ドライブして映像を作り出す新たなプラネ

タリウムが登場した。つまり球形スクリーンが光を受けて光るのではなく、スクリーンそのものがカラーで光るシステムになった [9]。

天文学の発展とプラネタリウム

近代的なプラネ装置が登場した100年前とは、エドウィン・ハッブルがアンドロメダ銀河の距離測定に成功した頃であり、恒星の内部構造に関する研究や天の川銀河の回転、または宇宙膨張の発見など天体物理学が大きく前進した時代である。しかし、当初のプラネにおいては、天体の動きなど天文教育や位置天文学に関するテーマがほとんどであった。

1957年、人工衛星スプートニク1号が打ち上げられると、プラネにおいても人工衛星を投影し人々の興味に対応した。1970年代頃から米国のキットピーク国立天文台など海外の研究機関から沢山の天体スライドや映画がプラネ施設に提供され始めた。このことが契機となり、国内においてもプラネ施設は、最新の天文学を伝える場ともなっていく。ボイジャー1号2号など惑星探査機による鮮明な画像もプラネのコンテンツとして大いに利用されるようになった。

1980年代になると乾板やフィルムに代わり受光素子としてCCDが実用化され、より暗いあるいは遠い天体の観測が進んだ。1990年代に入るとハッブル宇宙望遠鏡（1990年打ち上げ）による精密で美しい天体画像が多数もたらされはじめる。この頃、海外のプラネ施設ではデジタル装置が併用されるようになり、科学衛星によって得られた可視光線以外の波長観測画像等も紹介されるようになった。

このようにして、世界のプラネ施設は天文学の進歩に対応する表現力をもち始めた。そして、すばる望遠鏡が完成した1999年以降になると、日本の天文学の成果もプラネ番組で積極的に取り上げられるようになり、2009年の世界天文年を経て、2010年のはやぶさの帰還へと国内外の科学

成果が全国各地のプラネ施設で取り扱われる時代となっている。

天文学者とプラネタリウム

しかし、ここで注意しなければならないことは、[2]でも詳しく言及されているように、多様な目的で設置された各地のプラネ施設では、必ずしも天文学を普及・啓発することが主目的とは言えない施設が多い点である。また、プラネ施設毎で上映番組を独自に作っているというわけでもない。独自に天文・宇宙に関する番組を制作可能なのは、学芸員等専門性の高い、天文・宇宙に詳しい職員が勤務していて、かつ、番組制作の予算を確保している中・大規模の施設である。プラネ番組の制作会社から作品を購入して上映している館も多い。

今日の社会では、入場者数など簡単に得られる指標によってその質ではなく量で評価されることが多く、「何を伝えたいか？」ではなく、「どれだけ来館者数を増やせるか？」で上映内容を選ばざるを得ないという声もよく聞く。このため、子どもたちや家族連れから支持されやすい人気アニメやテレビ番組の主人公が登場するプラネ番組に席捲されやすいという現実がある。さらに、デジタルドームシアターにおいては、天文・宇宙系の話題は映像可視化の可能性の中のもはや一つの分野に過ぎず、観客が求めるものが次第に伝統的なプラネ番組の範疇から離れていく可能性が高い。

つまり、プラネ施設はこの100年は天文・宇宙の教育・普及の重要な拠点であったが、現在では科学の話題のみならず広いエンターテインメントの場であり、広い意味での教育や文化の拠点としての施設である。もし、プラネ施設を今までのようにまたは、今まで以上に天文学の教育・普及の場として活用するのであれば、学術に関わりのある人々からの次のようなサポートが必要となることだろう。

- ・最新科学の成果をプラネ業界の人たちと共有すること。それは論文レベルのみならず、映像や

画像資源の提供や、科学映像として利用可能な科学データの提供である。

- ・プラネ番組の監修や出演などの依頼があった際は、積極的に対応するのみならず、プラネ施設の評価委員等何らかの協働・支援が可能な場合も快く引き受けること。むしろ積極的に番組制作に関われば、より正確に自らの研究への思いを共有できるはずである。
- ・プラネ施設での一般講演を積極的に引き受けて、プラネ施設の職員や地域の天文ファンと仲良くなること。
- ・若手研究者（お弟子さん）の就職先としてプラネ業界を認め、就職後もお弟子さんとのコミュニケーションを強化し、良好な関係を築くこと。

歴史を振り返ると、わが国に初めてプラネタリウムが大阪市電気科学館に設置された昭和12(1937)年にも、学界からの協力があった。京都帝国大学花山天文台長山本一清氏及び宇宙物理科副手高木公三郎氏（後に京都大学教授）等は、設置についての進言、解説者の天文指導に尽力しただけでなく、自ら解説を行ったり、直接市民向けの講演を行ったりしている。翌年には有楽町の東京日日新聞の東日天文館がオープンしたが、この際も国立科学博物館の鈴木敬信氏（後に海軍水路



プラネ施設での市民向け講演会のようす。全天周の特長を生かして迫力ある映像演出が可能（2023年2月4日、ディスカバリーパーク 焼津天文科学館にて）。

部，東京学芸大学教授）等が協力している。

戦後，渋谷の東急文化会館にプラネタリウムの設置を目指し，昭和28（1953）年に学術会議議長茅誠司氏，東京天文台長萩原雄祐氏，国立科学博物館長岡田要氏等を中心メンバーとする「東京プラネタリウム設立促進懇話会」が創設され，学界からは他にも鎌木政岐氏，宮地政司氏，藤田良雄氏（以上東京大学及び東京天文台）そして朝比奈貞一氏（国立科学博物館）らが協力し，国立科学博物館の村山定男氏が建設の推進役となっている。また昭和32（1957）年の天文博物館五島プラネタリウム開館に先立ち前年に東京天文台を退職していた水野良平氏が学芸課長として招請され赴任している。民間のプラネタリウムであるが学界挙げての応援体制が組まれていた[10]。

一方，コンテンツ提供として紹介したいのは，ニューヨークのアメリカ自然史博物館ヘイデン・プラネタリウムの事例である。ヘイデン・プラネタリウムは3年の歳月と250億円をかけて建設した地球・宇宙科学棟，ローズ・センターの中に新しいデジタル・プラネタリウムとして2000年にリニューアル・オープンした。その最初の番組では，座席にいる観客はあたかも宇宙船に乗っているような設定になっていた。美しい地上の星空を鑑賞する間もなく地球を飛び立ち，土星の環をくぐり太陽系を離れオリオン星雲へと向かう。オリオン星雲の中を旋回しながら星の誕生を目指し，さらに速度を上げながら天の川銀河を飛び出し，球状星団に接近する。そしてアンドロメダ銀河を通り過ぎ，無数の銀河の群がる中を数十億光年彼方まで飛行するという内容の『宇宙へのパスポート』という全天周ビデオによるシミュレーション番組であった。全436席，一日11回の投影が開館から一年間全て満席で150万人以上が見たという。当時，世界のプラネ界へ衝撃を与えた[11]。

このとき，番組制作に当たって，日本を含む世界中の大勢の研究者や研究機関の協力を得て，オリオン星雲の3Dモデル，球状星団，天の川銀河のデジタル・モデル，局部銀河群，おとめ座超銀河団，あるいは大規模構造のデジタル・モデル等を作成している。また超新星爆発やブラックホールのシミュレーションも含まれており，研究者の協力なしにはこの成功はあり得なかつただろう[12]。

全天周映像による没入感は何んといってもプラネの最大の魅力であり，その利点によって近年のプラネ施設は特に都市生活においてなくてはならないインフラの一つになりつつある。ドームに映し出すことが可能な多様なコンテンツの中で今でも天文・宇宙系の番組が多い理由の一つはNASAや欧州宇宙機関（ESA），欧州南天天文台（ESO），NAOJはじめ，世界中のほとんどの天文・宇宙系の研究機関と大学が，画像，映像，シミュレーターデータ他の科学データ他の多様な知的財産をクレジット表記のみ求めるだけでほぼ自由にプラネ業界に提供してきたことが大きい。他の業界からのコンテンツ利用は，使用料が高額であったり，利用許諾の手続きが煩雑であったりでどんな魅力的なコンテンツであってもプラネ番組制作者側から敬遠される傾向がある。少なくとも主に税金で賄われている研究機関は，今後はフリーなコンテンツ提供に務めるべきではないだろうか*1。

今回の特集シリーズで紹介されているように，現在のプラネ空間は，天体の動きを再現したり，科学映像を全天周で提供したりという教育や癒しのための空間としての機能のみならず，ワークショップ，演奏，演劇，講演，結婚式など多様なコミュニケーションの場でもある。研究者の皆さん，特に学生や若手研究者の皆さん，プラネタリウム・コミュニケーションを通して，天文学や宇宙の魅力伝える場としてプラネタリウム施設を

*1 比較的自由にコンテンツ利用を認めている事例としては，国立天文台の「著作物利用について」<https://www.nao.ac.jp/terms/copyright.html>を参照のこと。

もっともっと活用してみませんか？

参考文献

- [1] <https://planetarium.jp/info20221031/> (2023.4.1)
- [2] 毛利勝廣, 2021, 天文月報, 114, 563
- [3] https://soratourism.com/assets/pdf/sortourism_press.pdf (2023.4.1)
- [4] <https://www.jili.or.jp/lifeplan/rich/1236.html> (2023.4.1)
- [5] <https://aboutj.jleague.jp/corporate/management/attendance/> (2023.4.1)
- [6] The Universe in the Classroom; No. 14 & 15-Spring 1990, Astronomical Society of the Pacific
- [7] 井上毅, 2023, 天文月報, 116, 154
- [8] <https://4d2u.nao.ac.jp/> (2023.4.1)
- [9] <https://www.konicaminolta.jp/planetarium/hard/dynavision-led/dynavision-led/index.html> (2023.4.1)
- [10] 伊東昌市, 2008, 日本の天文学の百年 (恒星社厚生閣), 242 (第2章「天文の教育と普及」第2項)
- [11] 伊東昌市, 2015, 全国プラネタリウムガイド (恒星社厚生閣), 142
- [12] Sweitzer, J., 2001, Planetarian, 30(4), 4

The 100th Anniversary of the Planetarium and the Development of Astronomy

Hidehiko AGATA¹ and Shoichi IROH²

¹ National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

² Kunitachi Astronomical Observatory, 6793-1 Yaho, Kunitachi, Tokyo 186-0011, Japan

Abstract: There are more than 350 planetarium facilities nationwide, with an estimated 9 million visitors per year. Planetariums have been important regional centers for astronomy education and promotion for the past 100 years. If the astronomical community is to place importance on the use of planetariums, it will be essential to work together as proposed in this paper.