

プラネタリウムの現状と活動



毛利 勝 廣

〈名古屋市科学館 学芸課天文係 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目 17-1〉

〈名古屋市立大学システム自然科学研究科 〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字山の畑 1〉

e-mail: mouri@nagoya-p.jp

日本は世界第2位のプラネタリウム保有国です。その全国組織である日本プラネタリウム協議会では毎年の基礎調査や5年ごとのデータブック発行でその結果を公開しています。それによると全国のプラネタリウムには年間800万人以上の観覧者があります。ただし地域間での状況の違いや、運営体制、従事するスタッフの少なさなどの問題点もあります。昨今のデジタル式プラネタリウムの進化により、さまざまなコンテンツを全国のプラネタリウム施設同士でやりとりできるようになりました。プラネタリウムの学芸員と研究者との協力により、全国のプラネタリウムでの科学教育を盛り上げていきたいと思っています。

1. はじめに

現代のプラネタリウムは、1923年、ドイツのカール・ツァイス社によって発明され、世界中に広がりました。現在、世界には3500を超えるプラネタリウム施設が存在します。表1に示す通り、日本は設置数、稼働中数ともアメリカに次ぐ世界第2位のプラネタリウム大国となっています [1]。

日本国内に、これだけの数のプラネタリウム施設があるというのもあらためて驚くべきことで

す。このような数値を出すことができるのは、それをまとめているプラネタリウムの組織があるからです。

INTERNATIONAL PLANETARIUM SOCIETY (IPS) は世界中のプラネタリウム関係者の組織で、日本プラネタリウム協議会はその友好団体として関わっています。国内においては日本プラネタリウム協議会 (JPA Japan Planetarium Association) が、それまでの国内のプラネタリウム組織3つをまとめる形で2006年に発足し現在にいたっています。

プラネタリウムという言葉は惑星 (planet) を見る場所 (-arium) としての造語で、1783年、オランダのアイジンガー・プラネタリウムで初めて使われました。ただし、このアイジンガー・プラネタリウムの形は現代の分類で言えばオーラリ (太陽系儀) であり、現代のプラネタリウムとは異なります [2]。

現在ではプラネタリウムという言葉は、ドームを持った施設だけではなく、スマートフォン・タブレットなどのアプリケーションにも使われてい

表1 世界のプラネタリウム施設数ベスト5.

国名	稼働中数	設置数
アメリカ	729	1183
日本	357	422
中国	201	400
フランス	169	247
イタリア	136	170

設置数には建替前の旧施設や閉館施設等を含む。

Worldwide Planetariums Database より

ます。広義では星を扱えば何でもプラネタリウムというところになります。本稿では施設や設備としてのハードウェアとそれを扱って活動を行うスタッフが存在する、いわゆるプラネタリウム施設をプラネタリウムと称します。

原稿執筆時点での活動内容は、新型コロナウイルス感染症対策下で大きく変わっています。ただし、この変化は長期的視点では一過性のことと考えられますので、基本はCOVID-19以前の状況をまとめます。

2. 日本プラネタリウム協議会

日本プラネタリウム協議会（略称：JPA）は、プラネタリウム施設・団体及び個人の交流と連携のもとに、プラネタリウムの進歩発展を図り、豊かな文化の創造、科学教育及び天文普及に寄与することを目的として活動している団体です。全国のプラネタリウム施設やメーカーなどの関連企業、プラネタリウムに関心のある個人などで組織されています。

主な事業としては、日本のプラネタリウム業界全体の集会である「全国プラネタリウム大会」の開催（年1回）、全国プラネタリウム研修会（実務研修会）の開催（年1回）、『日本プラネタリウム協議会事業報告』の発行（年1回）、プラネタリウムに関する研究や実践報告などを掲載した会誌の発行（年1回）、地域別・目的別ワーキンググループによる活動、日本国内のプラネタリウムに関する基礎データの収集と集計、結果の公表、収集した基礎データ等をまとめた『プラネタリウムデータブック』の発行（5年ごと）、映像素材・教材等の配布などを行っています。

組織としての専任職員はおらず、組織の運営はプラネタリウム関係者のボランティア的な活動によって行われています[3]。

会員数は2021年4月15日時点で282会員（正会員：188、個人会員：56、賛助会員：38）です。前述のプラネタリウム総数との開きがあるのは、

主に予算面から、このような組織に参加することができない施設が多数あることを示しています。

会員施設の一覧やGoogleMapによる地図は日本プラネタリウム協議会のページから御覧いただけます[4,5]。

3. プラネタリウムの現状

本章ではまず、プラネタリウムデータブック2015 [6]や、日本プラネタリウム協議会のwebページに公開されている情報から全国のプラネタリウムの現状を見ていきます。

図1は都道府県別、座席数ごとのプラネタリウム設置数です[6]。黒丸は稼働中、白丸は休止・閉館の施設です。プラネタリウムの規模を表す指標としてドーム直径の他に、この座席数がよく使われます。座席数はそれだけの来館者数に対応できるという、運営母体の規模も見えるという特徴があります。

経済、人口の集中地である関東地方に多く稼働していることがわかります。補足ですが高知県にはこの調査集計の後、2018年に高知みらい科学館が開館しており、現在ではすべての都道府県にプラネタリウムが存在し稼働していることとなります。

表2は全国のプラネタリウム全体の観覧者数・投影回数の変遷です[7]。2019年度は3月に多くの施設が新型コロナウイルス感染症対策で休演、休館をしているので、2018年度に比べて総観覧者数や投影回数は減少していますが、それでも800万人以上の観覧者があります。これは約20年前のプラネタリウムの国勢調査[8]での500万人から大きく伸びており、当時も比較の対象とされたJリーグ（J1リーグ）の2019年観客動員数634万人[9]より有意に多くなっています。

表3は2019年度の観覧者数ベストテン[7]です。プラネタリウムは教育施設の側面があるので人数が評価基準のすべてではないのですが、全国の状況をつかむには有効な指標でもあります。

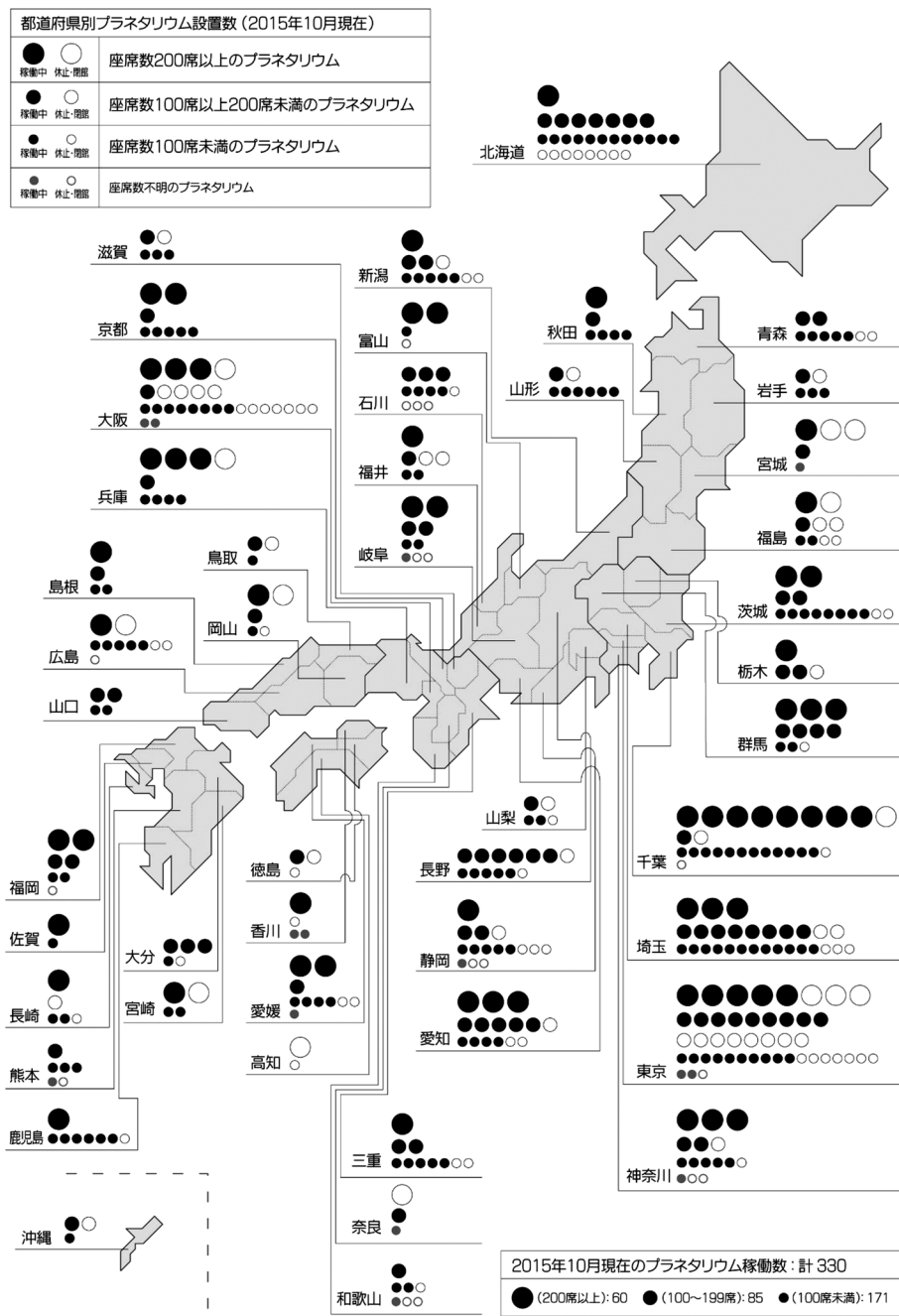


図1 都道府県別プラネタリウム設置数。

科学館や天文台という名称の7施設は科学系博物館で、そのほとんどが各地の自治体が設置母体である教育系施設です。一方、3位から5位はい

ずれも東京都23区内にある民間企業直営館で、アミューズメント系の施設です。

このように東京とそれ以外ではベストテンに入

表2 全国のプラネタリウムの観覧者数・投影回数。

年度	総観覧者数	総投影回数
2011年度	769万人	19万回
2012年度	848万人	20万回
2013年度	817万人	20万回
2014年度	817万人	20万回
2015年度	815万人(速報値)	20万回(速報値)
2016年度	858万人(速報値)	20万回(速報値)
2017年度	872万人(速報値)	23万回(速報値)
2018年度	889万人(速報値)	22万回(速報値)
2019年度	830万人(今回速報値)	20万回(今回速報値)

表3 2019年度の観覧者数ベストテン。

	施設名	観覧者	稼働率	座席数
1	名古屋市科学館	43.2万人	85%	350
2	大阪市立科学館	35.2万人	57%	312
3	コニカミノルタ プラネタリウム“満天” in Sunshine City	28.6万人	41%	214
3	コニカミノルタ プラネタリアTOKYO※	28.6万人	34%	284
5	コニカミノルタ プラネタリウム “天空” in 東京スカイ ツリータウン®	26.1万人	35%	212
6	福岡市科学館	18.1万人	41%	220
7	多摩六都科学館	16.4万人	53%	234
8	横浜子ども科学館	13.7万人	32%	268
9	仙台市天文台	13.0万人	35%	280
9	千葉市科学館	13.0万人	27%	200

※コニカミノルタプラネタリアTOKYOには2つのドームがあり、各数値はその合計です。

るような大規模館の設置母体や天文教育的な環境が他地域とかなり違うことが見られます。

次に全国のプラネタリウムがいつ作られたか、図2で年代別の設置数を見ていきましょう [6]。高度経済成長期から、いわゆるバブル期の設置が多いことがわかります。現在は、当時作られた機

器や建物の老朽化により、移転を含めた建物ごとの建て替えや、内部機器の更新が各地で行われています。

図3で、プラネタリウムがどのような施設に設置されているのかを見ていきましょう [6]。その多くは博物館や科学館、天文台に設置され、学芸員などの専門職員がプラネタリウムを使った教育を行います。公民館や文化会館、児童館など、より一般的な施設にも多く設置されています。

一方で、全国には設置主体と運営主体が違う施設が多くあります。アミューズメント系を除くと、設置主体のほとんどは地方自治体ですが、図4のように、運営主体には法人や民間企業、NPOなどのその他の団体が多くなっています [6]。これは運営自体をそのまま外部委託する事例が多いからです。

図5は運営主体に対する指定管理者の導入率です [6]。都道府県や市区町村の指定管理導入率が一見低く見えますが、これは運営主体の段階で、法人や民間企業、その他の団体に主体を移しているからです。全体では4割以上の施設が実際の運営を指定管理に出しているということになります。

指定管理制度を活用することのメリットももちろんありますが、その評価や選択基準は、来館者数や投影回数、経費の安さになりがちです。インフラの維持費はそうそう圧縮できないので、指定管理者として選ばれるには人件費が圧縮の対象になりやすく、少ない人数でいかに回すかという運営になります。そして来館者数を得るためには、教育的な効果よりも集客数を稼げるコンテンツが導入されます。さらに一般的に契約期間が数年と短いので、先々を見据えた職員の育成や施設の運営の一貫性が保ちにくくなります。ただし、指定管理者の運営実態は多種多様です。厳しい環境の指定管理者であっても、すばらしい活動をされているプラネタリウムがあることを付記しておきます。

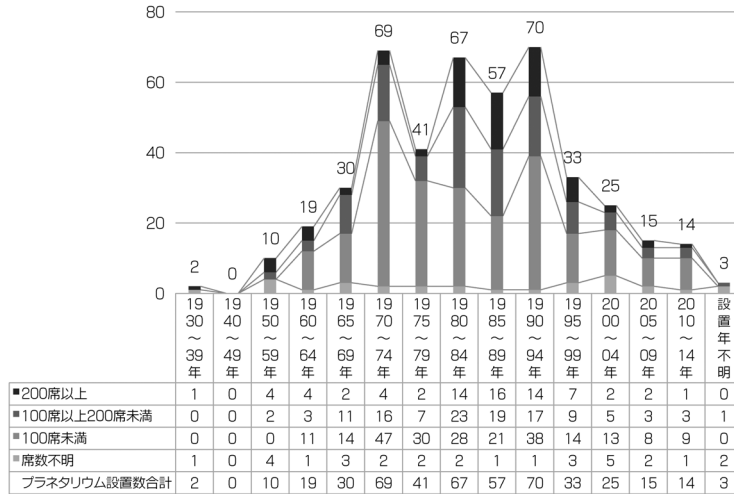


図2 プラネタリウムの年代別設置数.

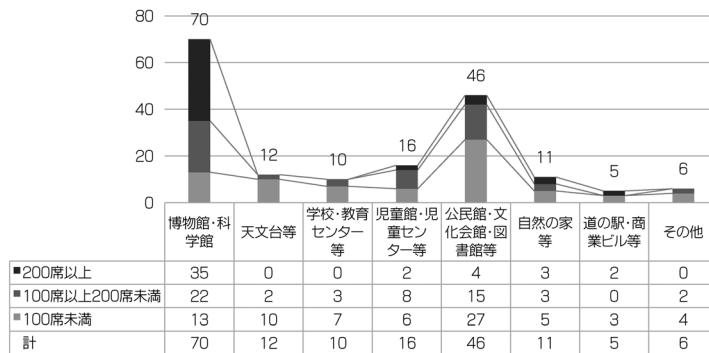


図3 プラネタリウム施設の種別.

調査時の選択肢は以下のとおり。回答数 = 176

- ①博物館・科学館
- ②天文台等の天体観測施設
- ③学校・教育センター等の教育関連施設
- ④児童館・児童センター等の児童健全育成関連施設
- ⑤公民館・文化会館・図書館等の生涯学習関連施設
- ⑥自然の家等の野外研修施設
- ⑦道の駅・商業ビル等の商業施設
- ⑧その他

次に表4のスタッフ数を御覧ください。多くの方が訪れるプラネタリウムの運営に携わる平均スタッフ数は4-5人なのです。この「携わる」の中にはチケット販売や、受付や案内誘導も含まれています。天文教育に関わるスタッフがこのような総務系業務を兼務している場合も多く、教育系業

務だけに専念できないばかりか、最小値のような人数では休暇取得すらままならない施設もあります。さらにこの中には多くの非正規職員や臨時職員などが含まれています。そして経験年数が3年未満のスタッフが1/3以上、5年未満まで入れると半数を超します。

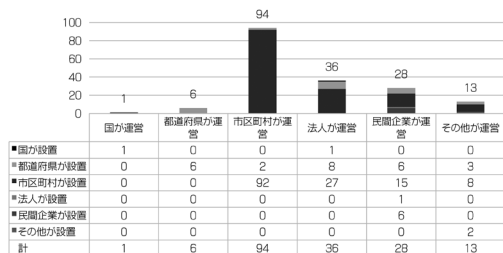


図4 プラネタリウムの運営主体。

運営主体	施設数	導入数	導入率(%)
国	1	1	100
都道府県	6	1	16.7
市区町村	93	9	9.7
法人	36	33	91.7
民間企業	28	20	71.4
その他	14	10	71.4
計	178	74	(平均値) 41.6

図5 指定管理者の導入率。

表4 プラネタリウムのスタッフ数。

座席数	回答のあった施設数	総人数(人)	平均スタッフ数(人)	最小値(人)	最大値(人)	回答拒否・回答なし(施設数)
200席以上	44	253	5.75	2	17	3
100席以上 200席未満	45	208	4.62	1	10	10
100席未満	67	267	3.99	1	15	12
計	156	728	—	—	—	25

このように、プラネタリウムという職場には、現代の働き方の制度に関わる諸問題や、マンパワーや予算節約のための外部委託などの複雑な問題があります。優秀なスタッフを長い年月をかけて育成し、長い目で見た成果を地道に積み上げるといった教育現場の理想形とはほど遠く、落ち着いた天文教育活動を行いたくてもそれどころではないという場合が散見されます。

4. 天文学会との関係

前述の現状に対して問題意識を持ち、改善していくことも重要ですが、その状況下でもできることはあります。その一つとして、天文学会と天文

教育の最前線であるプラネタリウムを有効に結びつけていきたいと思うところです。

プラネタリウムを専門とする職種は学芸員であり、少数の例外的存在を除いて、天文学の現役研究者ではありません。ただ、最新の天文学情報の収集などで、天文学会の年会に参加している関係者は少なからずいます。また、天文教育委員会にはプラネタリウムや公開天文台に職を持つメンバーが参加しています。

筆者は1999年度から2006年度の8年間、天文教育委員会の委員として活動しました。2000年10月には、天文教育普及研究会との共催による天文教育フォーラム「新世紀のプラネタリウム利用を提案しよう」を、群馬県伊勢崎市で行われた天文学会秋季年會中に開催しました。またその内容を受けての天文月報連載「新世紀のプラネ利用」の中で「プラネタリウムの将来と天文学会」を執筆しました[10]。そして同フォーラムで故山田卓氏から提案のあった、天文学会から研究者を全国のプラネタリウム等に派遣しようという講師派遣プロジェクトを立ち上げました。現在も講師紹介プロジェクトとして活動が続いているのは、とてもうれしいことです。

天文学会のみなさんには、ぜひ地元や旅先のプラネタリウムを訪ねていただき、その多様性と現状を感じていただけたらと思います。一言にプラネタリウムと言っても、規模、運営、専門性などにおいてかなりの違いがあります。そしてできればプラネタリウムスタッフとの交流、そしてアウトリーチでの協力関係を結ぶことができたらと思います。全国のプラネタリウムには、800万人以上の天文学に興味を持ち足を運んだ人たちが待っているのです。

また、各地のプラネタリウムの建築やリニューアルに際して、選定や外部審査などの委員を依頼される方もあるかと思います。選定するのはハードウェアの場合がほとんどですが、ぜひ運営面にも目を向けていただきたいと思います。大学での

構造的なパーマネントポジション、運営費の減少の問題と同様に、専門学芸員の有無や人数、処遇やそれにつながる運営形態こそが、そのプラネタリウムや施設、そしてその地域の天文教育の未来を左右するのです。

5. デジタル式プラネタリウムによる投影技術の一般化

プラネタリウムには地上からの星空を本物のように映し出す光学式プラネタリウムと、コンピュータグラフィックスの映像をドーム全体に投影するデジタル式プラネタリウムがあります。大規模施設の多くはその両方が併設されており、また小規模の施設などではデジタル式のみどころも増えています。このデジタル式プラネタリウムの普及は、コンテンツの流通を容易にし、全体のレベルアップにつながる可能性があります。

デジタル式プラネタリウムのシステムには、その日その時の星空や天体現象を、スクリプトやインタラクティブな操作で表示するスペースエンジンと呼ばれる専用のソフトウェアが、投影機器のハードウェアと一体で設置されています。現状ではこの部分のスクリプトなどのソフトウェア資産に対するメーカー間の互換性はほとんどありません。しかしその中で用いる天体や宇宙機などの3DモデルはCG業界の標準形式を用いるため、個々のシステムが持つ方言、例えばXYZ軸の方向が右手系か左手系かなどを修正すれば読み込むことができます。

また、ドームの半球状スクリーンにできあがった映像を投影するのであれば、かなりの互換性を持つことができます。そのためにはドームマスター形式と呼ばれるドーム上半球を等距離射影し、縦横比1:1のビットマップ画像に収めたものを用います。このドームマスター形式での連番ファイルを、それぞれのスペースエンジンで読み込んで投影できる動画形式に、受け取り側でエンコードすることで、プロジェクターの台数や配置

などの施設固有の条件を加味して静止画や動画を投影できるようになります [11]。

目的に応じて適切な手順を踏みさえすれば、科学教育的に有用な素材を各地のプラネタリウムへ送り込んで、それぞれで自由に活用することができるようになっているのです。

6. 科学コンテンツ流通の事例

6.1 はやぶさ2によるリュウグウ3Dモデル

2019年、はやぶさ2がリュウグウにタッチダウンし、さまざまな科学データが得られました。この偉業をできるだけプラネタリウムらしい形で一般市民にわかりやすく伝えたいと考えました。スペースエンジンを用いて、プラネタリウムドームの中でリュウグウに近づき、任意の方向から眺める場合には、リュウグウの3Dモデルが必要になります。その材料はリュウグウ形状データと表面に貼り込むテクスチャ画像です。ただし関係者は限られた期間でのミッション遂行のために超多忙であり、個別に対応している時間をとらせては申し訳ないです。そこで日本プラネタリウム協議会として窓口を集約し、サイエンスデータの流通のための加工や配布を筆者らが行うことで、はやぶさ2サイエンスチームの協力を得ることができました。筆者は地球科学の修士卒の後、情報科学技術の天文教育への応用で博士号を取得しており、両分野の架け橋として全力を尽くしました。

データ自体の取得は到着初期に行われていたのですが、まずは論文発表が優先されます。データが見られない状態での提供交渉を終え、受け入れ準備を進めました。そして論文発表の直後に提供されたデータをまず基本の3Dモデルにまとめました。次に目的別に、軽量3Dモデル、基本テクスチャ、地名入りテクスチャなどを制作し、プログラミング活用を見据えた素材を揃えました。次にそれらを用いて、Youtube動画やthree.jsでのインタラクティブなwebページを制作し、スマートフォンなどでも活用できるようにしました。



図6 リュウグウ3Dモデル。
スマートフォン、タブレットなどでお試しく
ださい。PCでも表示できます。 <https://planetarium.jp/wp-content/uploads/ryugu/3D/map.html>

また、全国のアクティブなプラネタリウム関係者に協力を仰ぎ、それぞれの施設のシステムでの最適化作業を行った後、各ブランドのスペースエンジン向けの高解像度3Dモデルとして、プラネタリウム協議会のwebページに公開しました。図6のQRコード、URLから御覧ください [12]。

このようにして、なかなか得られないサイエンスデータの提供と公開活用を探査ミッション遂行中というタイミングで行うことができました。提供側の負担を軽減できたこと、最適化作業をまとめて行うことで、プラネタリウムシステムへの読み込みの敷居値を下げたことなど、現在進行系のミッションのサイエンスデータを全国のプラネタリウムに配布活用するモデルケースにできたと思っています。

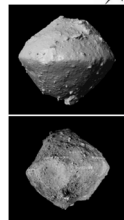
またデータをさまざまな形に整形しまとめて公開することで、プラネタリウムだけではなく、学校現場や、一般の天文学ファンもその科学成果をオンタイムで手にすることができました。これにより、ネット上や各地の科学館の展示室にリュウグウの3Dプリント模型が見られました。中でもパソコン天文ソフトの国内デファクトスタンダードであるステラナビゲータにもこの3Dモデルが搭載されたのは大きな成果です。

2019年5月の小惑星探査機「はやぶさ2」記者説明会で、図7のように、このリュウグウ3Dモデルの公開が紹介されました [13]。研究の現場を



リュウグウ形状模型の公開

- リュウグウの精密な3D模型を公開します。
- 日本プラネタリウム協議会 (JPA) にご協力いただき、いろいろなフォーマットで公開します。
- JPA会員を対象に制作されたものですが、どなたでもアクセス可能です。是非、ご利用ください。
- アクセス先 <https://planetarium.jp/ryugu/>



公開されたリュウグウ3Dデータを用いて作成したCG (JPA Webより)

2019/05/09

「はやぶさ2」記者説明会

27

図7 JAXA はやぶさ2プロジェクト、小惑星探査機「はやぶさ2」記者説明会資料 2019年5月9日。

知っていて、かつ教育普及の専門であるプラネタリウムの学芸員にデータをお渡しいただければ、皆がより大きな成果を得ることができる可能性があります。

6.2 系外惑星全天マップ

2019年のノーベル物理学賞は「現代宇宙論における理論的発見」でジェームズ・ピーブルスが、そして「太陽型恒星を回る系外惑星の発見」でミシェル・マイヨールとディディエ・ケローが受賞されました。その発表は10月8日夜。なんとマスコミから取材が入るような研究者のみなさんが偶然、筆者の勤める名古屋科学館に来られており、受賞第一報の電話からその速報がネット上に出されるまでの現場をつぶさに見ることができました。

そして何よりもその10月の当館一般投影のテーマは「生まれつつある系外惑星」だったので。プラネタリウムドームでは、1995年のペガス座51番星から現在までの系外惑星の発見場所を図8のように全天にプロットし、1995年から2019年まで時間順に見る演出をしていました。ケプラー望遠鏡の観測が開始されると、その観測領域が一気に塗りつぶされていきます。

このシーンは当館のスペースエンジン (Digital sky) に、発見年と赤経赤緯を読み込ませ、システムの時間を進ませることで次々と表示させるスクリプトを組んで可視化していました。テーマ



図8 系外惑星動画，プラネタリウム用素材の公開ページ。

が10月に設定してあったのは、ペガサス座51番星とケプラー望遠鏡の観測エリアが見やすい時期だからです。

正直、こんなありがたいノーベル賞のタイミングはありませんから、受賞の4日後にwebページを立ち上げ[14]、当該シーンの動画や、前述のドームマスター形式に当該シーンを書き出したプラネタリウム向け素材の公開を行いました。

公開した動画は大学の講義などでも活用されたと聞いています。ドームマスターも宗像ユリックスプラネタリウムなど他の館で活用されました。

前述のリウグウのモデルもこの系外惑星の発見動画も、クリエイティブ・コモンズのCCBYライセンスで公開することにより、使用許可、確認などの手間をかけることなく、自由に利用できるようにしています。実際にどれだけの利用があったかはつかみきれないのですが、思い立った

らすぐに誰もが使うことができるCCBYライセンスでの公開は意義あることと思っています。

7. 最後 に

本稿では、全国のプラネタリウムの現状を、日本プラネタリウム協議会データブックのデータを用いてまとめました。天文学者のみなさんが、何らかの委員になって関わる場合もありえますので、ぜひ学芸員や運営形態についても関心を持っていただきたいと思います。

その上で、科学的なデータや成果をプラネタリウム間で流通させることができる、デジタルプラネタリウムの現状とその活用事例を紹介しました。

天文学会の会員になっている学芸員は少数ではありますが、このような活動ができる人材も少なくありません。研究者のみなさんとアクティブな学芸員が協力して、全国のプラネタリウムでの科学教育を盛り上げていく一助になればと思います。

最後に、この場を借りて関係のみなさんのご協力に感謝します。

参考文献

- [1] <http://www.aplf-planetariums.org/en/> (2021.6.1)
- [2] 天文学大事典編集委員会編, 2007, 天文学大事典「プラネタリウム」(地人書館)
- [3] <https://planetarium.jp/intro/> (2021.6.1)
- [4] https://planetarium.jp/public/planetarium_list/
- [5] https://planetarium.jp/public/planetarium_map/
- [6] <https://planetarium.jp/public/databook/> (2021.6.1)
- [7] <https://planetarium.jp/info20201019/> (2021.6.1)
- [8] 渡部義弥, 2001, プラネタリウムの国勢調査(新世紀のプラネ利用〈前編〉), 天文月報, 94, 75
- [9] <https://data.j-league.or.jp/SFTD01/> (2021.6.1)
- [10] 毛利勝廣, 2001, プラネタリウムの将来と天文学会(新世紀のプラネ利用〈後編〉), 天文月報, 94, 3, 130
- [11] https://www.orihacon.co.jp/technologies/documents/how_to_make_immersive_movies.html (2021.6.1)
- [12] <https://planetarium.jp/ryugu/> (2021.6.1)
- [13] JAXAはやぶさ2プロジェクト, 小惑星探査機「はやぶさ2」記者説明会資料 2019年5月9日
- [14] http://www.ncsm.city.nagoya.jp/study/astro/astro_news/exoplanet.html (2021.6.1)

Current Status and Activities of Planetariums

Katsuhiro MOURI

*Nagoya City Science Museum Astronomy Section
17-1 Sakae 2-chome, Naka-ku, Nagoya, Aichi
460-0008, Japan*

*Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City
University, 1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-
ku, Nagoya, Aichi 467-8501, Japan*

Abstract: Japan has the second largest number of planetarium facilities in the world, attracting more than 8 million visitors a year. However, there are some problems such as differences in conditions between regions, management systems, and the small number of staff engaged. Through collaboration between planetarium curators and researchers, we hope to boost science education at planetariums across the country.