

プラネタリウムにおける映像表現の最前線

上坂 浩光

〈有限会社 ライブ 〒110-0016 東京都台東区台東 2-3-14 WITH 大橋ビル 2 3F〉

e-mail: kohsaka@live-net.co.jp

プラネタリウムはドームスクリーンに星空を投影する施設としてはじまりましたが、現在は、星だけでなく、全天に広がるフルドーム映像作品が多く制作され、上映が行われています。本稿ではフルドーム映像上映システムの仕組みや歴史とともに、フルドーム映像作品の制作を行ってきた筆者の経験に基づく作品作りのエピソードを紹介します。

はじめに

私は2008年から、プラネタリウムで上映されるフルドーム映像作品を監督、制作してきました。本来星空を映すドームスクリーン全体に、映像を映し出すのがフルドーム映像です。観客の視野のほとんどを覆うことのできるこのメディアは、あたかもその場所にいるような感覚を観客に与え、大きな没入感を得ることができます。現在、プラネタリウムでは様々なタイプの作品が上映されていますが、多くのプラネタリウム施設の目的が「科学教育」であることから、そのような分野の作品が多くなっています。私自身も研究者の方々にご協力いただきながら、科学作品を制作してきました。本稿ではその経験をもとに、科学研究のアウトリーチとしてのフルドーム映像の可能性を述べていきたいと思います。

プラネタリウムにおける映像表現の歴史

プラネタリウムのドームスクリーンに映像を投影する試みは、星空投影に使われた天文現象の解説用スライドから始まりました。このスライド投

影機を複数使って、地平線付近の景色を投影する「スカイライン」(1970年) [1]が生まれ、やがてドームスクリーン全体を覆う「オールスカイ」(1991年: SkyScan)にまで発展しましたが、それはあくまで静止画を映し出すものでした。

フィルムで始まったフルドーム映像投影装置

1969年、プラネタリウムメーカーの五藤光学研究所が、35mm・5P (パーフォレーション*1) フィルム(図1)と魚眼レンズを組み合わせたアストロビジョンを富士急ハイランドに納入、ドームスクリーン全体を映像で覆うフルドーム映像システムが現れます。その没入感の特筆すべきものでした。翌1970年には5台の70mm映写機を使った5分割全天周映像システムアストロラマが

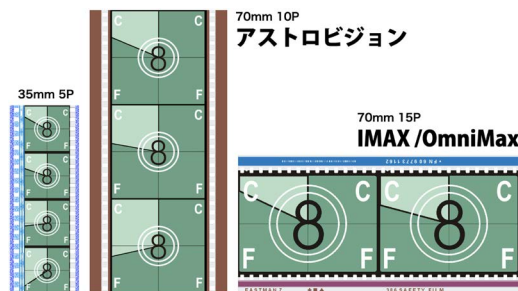


図1 大型映像のフィルムサイズ。

*1 「パーフォレーション」フィルムの両脇にある穴のことで、これを映写機のツメで引っ掛けて1コマずつ送ります。

開発され、大阪万博のみどり館で「誕生」「前身」という作品が上映されました。その後、アストロビジョンも70 mm・10P（図1）フィルムに拡大し、画質の向上させていきました [1]。

一方、映画の世界でも巨大なスクリーンを使った「IMAX（アイマックス）」が開発されます。あくまで平面映像ではありますが、スクリーンが観客の視野を覆うほど巨大なため、正面を見ているかぎり、こちらもその臨場感は充分なものでした。また平面投影であること、そしてアストロラマよりさらにフィルム面積を広げた70 mm・15P（図1）を採用したことにより、その投影画質は優れたものでした。こちらも大阪万博の富士グループパビリオンで「虎の仔」という作品が上映されています [2]。

そして1973年、このアイマックスを発展させ、魚眼レンズを使ってドームスクリーンに映像を映し出す「OminiMAX（オムニマックス）」が開発されます。しかしここでドームスクリーンに映像を映し出す原理的な欠点も述べておかねばなりません。まず、収差の出やすい魚眼レンズを使うため、平面投影に比べ画質が落ちること。そしてスクリーンが球面のため内乱反射が起こり、映像のコントラストが落ちてしまうことです。劇場映画で、後ろにもう一つスクリーンがあることを想像してみてください。明るいシーンではこの現象が顕著になり、著しく画質を落とすこととなります。オムニマックスは、もともと“高画質な平面映像システム”として開発されたものを、これらの欠点を承知の上で無理やり捻じ曲げたフォーマットだったのかもしれませんが。

さてIMAX社のシステムは、上映時の「コマ揺れ」*2を防ぐため、空気圧を使った特殊な機構「ローリング・ループ」でフィルムを動かしてい

ました。これはIMAX社の特許技術だったため、追従するメーカーは現れませんでした。特許が切れた後で、ウルトラ70（1994年） [1] という同様のシステムがワールドオデッセイ社によって作られ、五藤光学研究所がこれを日本に導入したことを書き添えておきます。

こうして1980年代から1990年代にかけて、日本各地にオムニマックスやアストロビジョンが広がっていきました。当初はアトラクション的な驚きによって動員数も増えましたが、上映されるコンテンツには科学的な内容のものが多く、エンターテインメント性を持ったものが少なかったために、次第に観客数が減っていきます [3]。これはエンターテインメントを追求する劇場映画などの差別化が明確になっていなかったためではないかと思われます。またオムニマックス作品のほとんどは英語圏で作られていたため、テイストが日本の観客には合わない傾向も目立ってきました。このあたりもワールドワイドを意識して作られる劇場映画との差異だったのかもしれませんが。

デジタルフルドーム映像投影装置の登場

一方、コンピューターの発達とともに、デジタルでフルドーム映像を投影するシステムが現れます。エバンス&サザーランド（E&S）社が開発したデジスターシステム（1983年） [3] です。このシステムはベクターキャンディスプレイ*3を使い、その管面を魚眼レンズでドームに映し出しました。3次元空間に定義されたオブジェクトを描画することができたので、恒星間を自由に移動するような映像を表現することができ、新しいプラネタリウムの可能性を示してくれました。ただベクターキャンディスプレイは、原理的に点と線だけしか描写できません。また管面をドームスクリーンに投影するため、その投影画像はとても

*2 「コマ揺れ」映写機のツメとパーフォレーションの大きさはスムーズな送り動作を行うために、パーフォレーションの方がわずかに大きく作られています。このためフィルム位置が微妙にずれて映像全体が揺れて見える現象が起きます。

*3 「ベクターキャンディスプレイ」ブラウン管に画像を描画するのに電子ビームそのものを図形にそって動かす方式です。そのため画素という概念がなく精細な図形を描き出すことができます。

暗いものでした。

1996年、デジタルプラネタリウムシステム「バーチャリウム」がエヌ・ケー・エクサ社の協力のもと、五藤光学研究所から発表されます [1]。コンピューターが描き出した映像を3管式プロジェクターを使ってドームスクリーンに投影するものでした。デジスターと違いラスター画像*4を扱うので、原理的にどんな画像でも表現することができるようになりました。また管面ではなくプロジェクターを使うことによってより明るく高画質な映像を投影できたのです。

このシステムは2つの技術的ブレイクスルーに支えられています。1つはコンピューターによるリアルタイム映像生成が可能になったことです。またこのシステムは計算により映像を生成するだけでなく、ムービー（動画）を再生する機能も持ち合わせていて、これが後に「フルドーム映像」というメディアに繋がっていきます。そして2つ目が複数のプロジェクターによる投影技術です。複数のプロジェクターを使うことにより、投影された映像の解像度を上げることができたのです。しかしプロジェクター同士の境界を目立たなくするのは難しく、境界が全く見えないシステムを、私はまだ見たことがありません。これらの問題は、マルチプロジェクター方式の原理的な欠点であると言えます。

このシステムの後を追って、各メーカーがマルチプロジェクターを基本としたデジタルプラネタリウムシステムを発表していきます。StarRider (E&S)、SkyVision (スカイキャン)、DigiDome (スピッツ)、ADLIP (カール・ツァイス)、ジェミニスター (ミノルタ) などです。これらのデジタルプラネタリウムシステムは、オムニマックスに比べて設置がやすく、低コストであったこと、またコンテンツがデジタルとなったことで扱いが

容易になり、オムニマックスなどのフィルムを使った大型映像システムは次々に置き換えられていきました。

デジタルフルドーム映像コンテンツ

さてここからはデジタルプラネタリウムで上映されるコンテンツの話になります。本格的なデジタルフルドーム映像作品は、アメリカ自然史博物館が制作した「Passport to the Universe」(2000年)で始まったとあってよいでしょう。地球を飛び立ちオリオン大星雲を經由しながら宇宙の果てに向かうという作品です。パンフレットには“プラネタリウム番組”と書かれていて、あくまでもこの作品が星空解説の延長線上にあったことを示しています。観測によって得られたデータを使い、正確な恒星の位置を描画していることなど、デジスターの考え方を発展させたものでした。

国内でもデジタルフルドーム映像は、館のオリジナル番組として作られていきますが、それらの作品が他館にも配給されるようになると、館独自の番組が減り、初めから配給番組として作られるようになっていきました。

現在のフルドーム作品の状況

日本でフルドーム映像の上映可能なプラネタリウム施設数は、2015年の時点で70館程度でしたから [4]、現在はもっと増えていると思われます。これらの施設は、科学館や博物館、そして児童館などがほとんどで、「科学教育」という目的が根底にある場合が多いです。ですので天文などを扱う科学作品が多く上映されていますが、それ以外にも音楽や映像を主体にしたヒーリング作品、テレビアニメの人気キャラクター作品などがあります。本稿では主に天文を中心にした科学的作品について述べていきますが、フルドーム映像がアートの表現手段にもなり得るとして、新しいタイプの

*4 「ラスター画像」(=ビットマップ画像) ピクセルの集合体で構成されているため、写真のような複雑な画像を表示できます。

ショートフィルム作品も作られていることを記しておきます。

そしてこれらの作品の作り手も様々です。プラネタリウムメーカー、配給会社、純粋な映像プロダクション、そして個人で制作される場合もあります。フルドーム作品は、一般の劇場映画と同じように配給作品として流通していますが、各上映施設は独立して運営されていますので、それぞれが独自に選定を行い、劇場映画のように“全国一斉ロードショー”のようなことはありません。逆に上映館それぞれが特色を出したいという意識が強く、近隣で上映していない作品を選ぶ傾向もあります。これはよい作品をより多くの人に届けるという視点で見た場合、大きな障害になる可能性も出てきます。フルドーム映像をもっと多くの人に知ってもらうには乗り越えなければならない懸念点かもしれません。

日本で配給されるフルドーム作品は年間40本程度[5]作られています。制作した年に選定されなかった作品は次年度の選択対象から外されることが多く、制作者にとっては厳しい状況となります。作品の選定は施設担当者が行う場合が多いですが、外部に選定委員を設ける場合もあります。いずれにしても、そこで選ばれるような内容の作品を作り手は用意する必要があるわけです。

上映館が作品を知る機会としては、JPA（日本プラネタリウム協会）やJGSS（日本ジャイアントスクリーン協会）などの上映イベント、国際科学映像祭などのフルドーム映像祭があり、実際にドームに上映された作品を見ることができます。もちろんそれ以外にも各配給会社が上映館に直接営業を行っています。また制作者が直接アプローチする場合もあり、これはこの業界ならではのことで。

では次に私が制作した2つの作品のエピソードを紹介しながら、実際のフルドーム作品がどのように作られていくのか、科学を伝えるアウトリーチとしてどんな価値があるのかをご覧ください。



図2 「HAYABUSA-BACK TO THE EARTH-」ポスター。

ばと思います。

科学と人の心

「HAYABUSA-BACK TO THE EARTH-」

私は2008年からフルドーム映像作品を企画制作するようになりましたが、その初めての作品が、小惑星探査機はやぶさを描いた「HAYABUSA-BACK TO THE EARTH-」（図2）でした。私はもともとCG映像の作り手で、CMやゲームムービーなどのエンターテインメント映像や、各研究機関が企画制作する科学映像を作っていました。フルドーム映像制作のお手伝いをした経験もあり、その表現力に興味を持ち始めていたちょうどその頃、大阪市立科学館さんから、はやぶさをテーマにしたこの企画を持ちかけられたのです。構成案を作り、それが認められたら正式に制作がスタートするというまだ打診レベルのお話しでした。

私が初めに考えたのはJAXAの歴史を下敷きに、ミッションチームが奮闘し「はやぶさミッション」を遂行していくというストーリーです。まあオーソドックスなアイデアです。そしてこの構成案をまず会社のスタッフに説明してみました。その彼は宇宙に興味をもっているわけな

かったので、一般の人がどう感じるのかを知るよいサンプルになると思ったのです。そしたら…「面白くない」と言うんですね。彼曰く「JAXAの人たちが何をしようと自分には関係ありませんから興味ないです」と言われました。これには少しムッとしました。しかし確かにこのストーリーだと、観客はミッションチームとはやぶさを第三者的にみることになります。はやぶさが宇宙に出ていって、トラブルを抱えながらイトカワにタッチダウンし、自らは燃え尽きながらカプセルを地球に届けるという現実を、他人事としてしか感じられないのではないだろうかと思い直しました。

そう思った私は、人は一切出さない方向に舵を切りました。“はやぶさとそれを見ているあなたの物語”にしようと思い立ったのです。そしてこれをきっかけに、私自身が、満身創痍で奮闘するはやぶさの姿に、人格を感じていることに気づかされたのです。なぜ気づかなかったのかと言えば、個人的な感情を作品に投影する必要はないという潜在意識が自分にあったからです。しかし真実は逆で、作品には極めて個人的な感情が必要で、それがなければ人に訴えかけるものはいない…ということの後々知ることになります。はやぶさを機械ではなく「彼」と呼び、人格を持ったものとして扱う骨格が、このとき生まれました。

さっそく構成案を書き直して関係者に提出しましたが、どうやら今までにない発案だったようで、誰も納得してくれませんでした。吉川 真さんを通して、ミッションチームのメンバーにもその構成案を見てもらいましたが「なぜ機械に感情移入させる必要があるのか理解できない」という意見がほとんどで、このときはさすがに心が折れそうになりました。でも自分はどうしてもこのアイデアをあきらめることができなかつたのです。その後も構成案をブラッシュアップさせ、はやぶさを描くことで「いのちの本質に迫る」というところまで、テーマを昇華させていきました。

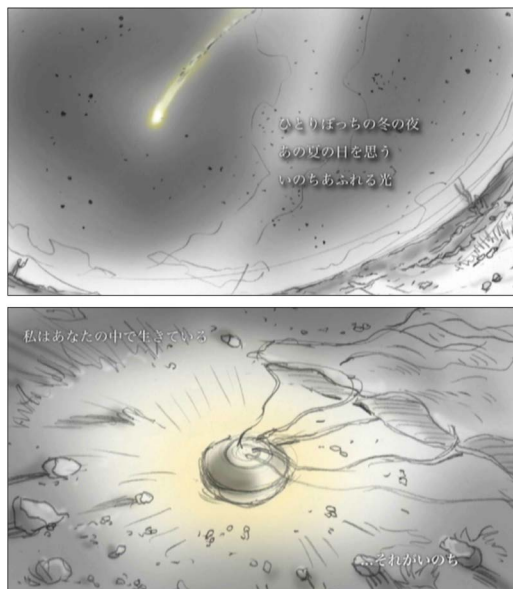


図3 大阪市立科学館で流したラストシーンのムービー。

土壇場のプレゼン

2008年8月、私は出資の権限を持った人たちにに対し、作品の内容について直接プレゼンする機会を得ました。そこでこの構成案には3つの側面があると訴えました。

- 1) 物理的なレベル：工学的、理学的なもの
- 2) 哲学的なレベル：人間の根源的願望の達成
- 3) 感情的なレベル：はやぶさと心の結びつき

通常作品は、1) もしくは2) までだろう。しかしこの作品は3) までいくのだと主張したのです。しかし反応は思わしくなく「科学に感情はいらない」という意見がほとんどでした。今までのフルドーム作品にはそんなタイプの作品はなかったので、誰もその価値が想像ができなかつたのかもしれませんが。ある程度そのような反応を予測していた私は、プレゼンの最後に、用意してあった作品のエンディングである「カプセル帰還シーン」の映像を見せました。スケッチした絵に詩と音楽をつけて映像化したものです(図3)。

ひやひやしなご様子をおつておましたが、映像が終つたとき…なんと拍手が巻き起つたのです！この反応には驚きましたが、映像が情感を伝え、人の心を動かしたのでしょう。そしてその場で、制作GOの決断がくだされたのです。私はこのとき、このコンセプトに手おえを感じ、これで科学作品で人を感動させることができると確信しました。その後にも紆余曲折はあったものの、翌2009年4月に作品は無事完成し、上映が始まりました。

前に書いたように、フルドーム映像作品には「全国一斉ロードショー」のような仕組みはなく、この作品も大阪市立科学館と日立シビックセンターの2箇所だけで上映が始まりました。しかし作品を観た人は皆感動し涙を流してくれたのです。評判を聞きつけた宇宙機ファンは、全国からこの2館に詰めかけ、その感動を地元プラネタリウム館に持ち帰りました。そして上映はやがて全国に広がっていったのです。初めに観てくれたのは宇宙探査に興味を持った人たちでしたが、情感に訴える作品であったがゆえに、宇宙や科学に興味のない一般の人たちにも作品は届きました。大人だけではありません。泣きじゃくって席を立てない子や、それをきっかけにはやぶさや宇宙探査、そして広く天文一般にまで興味をもってくれた子もいます。なんて素晴らしいことなんだろうと私は思いました。やはりあのときの判断は間違つてなかった。自分の一番深いところにある感情をコアにすることこそが、作品にとって一番大切なことなのだ、私は実感しました。こうしてこの作品は大ヒットを記録し、科学と人の心を結びつけたのです。

翌2010年6月13日、はやぶさが燃え尽きながらもカプセルを地球に届けると、はやぶさは社会現象となり、その後3本の劇場映画が作られました（私の作品も劇場で上映されました）。そして地球帰還寸前のはやぶさに対して、ミッションマネージャーの川口淳一郎さんが、「はやぶさは、



図4 「HORIZON～宇宙の果てにあるもの」ポスター。

生きてるとしか思えない」という言葉を口にするのです…してやったりです。

科学的な正確さをどこまで追求できるか 「HORIZON～宇宙の果てにあるもの」

さて、ここまで「情感」という $+α$ の必要性を書いてきましたが、科学的に正しい描写は必要不可欠になります。そのためには何よりも科学者、研究者との相互理解が必要です。私たちは、研究者の方が頭の中に浮かんでいるであろうイメージを、第三者により伝わりやすくなるように演出しデザインする必要がありますし、一方研究者の方には私たちが何をしようとしているかを理解し、協力してもらう必要があります。ここがうまくいくかどうか、科学作品を成功させるためにはとても重要な部分です。

私は2017年に「HORIZON～宇宙の果てにあるもの」(図4)という作品を作りました。観測できる最遠の宇宙である宇宙背景放射に辿り着くまでの、科学者達の物語です。監修を物理学者の小松英一郎さんをお願いし、難解な概念をなるべく噛み砕いて表現しました（小松さん自身にも本人役として出演してもらっています）。

その作品の中で表現するのが難しかったシーン

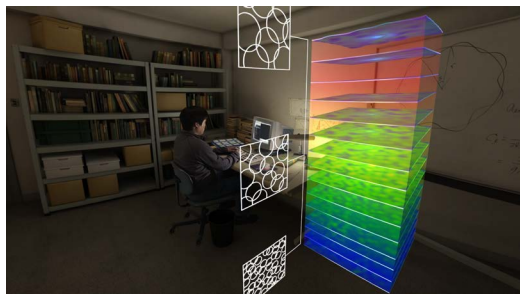


図5 WMAPの観測データからパワースペクトルを導き出す。

を紹介しようと思います（図5）。宇宙背景放射探査機WMAPの観測データからパワースペクトルを導き出すという、かなり数学的なシーンです。パターンをフーリエ変換して波長ごとの強さを出していくという内容なのですが、ここで重要なのは、まず初めに「宇宙背景放射のパターンは、大小様々な波長の波が重なったものである」ということを観客の皆さんに納得してもらおうことです。

そこでまず様々な波長のレイヤーを何枚か画面に出して、それが重なると“宇宙背景放射のパターンようになる”ということを図示しました。もちろん厳密には同じにはならないのですが、「そうなんだ…」と納得させる（思わせる）力が映像にはあります。そしてその概念が観客の頭の中にできてしまえば、あとはスムーズに話が進みます。宇宙背景放射のパターンを波長ごとにレイヤーに分解し、それぞれの強度（波の強さ）をグラフにプロットしていけば、パワースペクトルのできあがりです。パワースペクトルはその音が響いていた空間の性質を示してくれますから、宇宙の晴れ上がり以前の宇宙もこれで探れる…という展開にスムーズに導くことができました。

制作者と監修者

小松さんとの出会いは、当時プラネタリウム業界で年に一度開かれていた「最新天文学ワークショップ」でした。小松さんのレクチャーは難解ではありましたが、彼の経歴も含め、宇宙の果てを探る！という情熱が感じられるものでした。そ

して興味を持った私が、ハッブルから始まった近代宇宙論の科学史を調べていくうちに、大変興味深いことが起こっていたのだと知ることになります。「ハッブルの法則」を発表する2年前、ベルギーの司祭であるルメートルが同じ発想をしていたこと。ルメートルの膨張宇宙論は否定されたが、Bell研究所のペンジラスとウィルソンの宇宙背景放射の発見によってようやくそれが認められたこと。小松さんもメンバーだったWMAP探査機は、結果を見ずに亡くなったウィルキンソンの名前をつけたこと等々…人生をかけた科学者の姿を感じ、ルメートルに代表されるような一般には名を残さなかった多くの科学者によって得られた知見が、現在の科学の礎となっていたのだと実感したのです。これは作品にしたい…いやしなければ、という確信に至りました。

さっそく小松さんに連絡をとるとすぐに協力の約束をとりけることができました。彼はミュンヘン・プランク研究所の所長をしているので、なかなか直に会うことはできなかったのですが、シナリオ初稿ができたころ、彼が来日するのを見計らって直に打ち合わせをするチャンスを得ました。初顔合わせというのはお互い緊張するものですが、小松さんはとても気さくな方で、大きなダメ出しをもらうこともなく逆に褒めていただくことができ、ホットと胸を撫で下ろしました。その後お酒を共にし、さらに深い意思疎通ができたことを付け加えておきます。こういう機会はとても大切ですね（笑）。

さて、制作はシナリオ作成から始まり、絵コンテを描き、それを基にラフなCGによって全体を作り上げていきます。これを私たちは「アニメティクス」と呼んでいます。仮ナレーションや音楽も入れて完成形を作ってしまうのが私のやり方です。そうすることによって問題のある部分が見えてくるからです。あるシーンを不必要と判断して削ったり、シーンの順番を入れ替えたりの試行錯誤をしながら満足のいくまでやり直します。そ



図6 カットされるかもしれないが最古の人類が星空を見上げるシーン。

してすべてがOKになった後で、本番のCGレンダリング*5を行い完成に至ります。つまり映像制作は、初めに完璧な設計図があってその通りに作っていくわけではなく、問題点が発覚すると前の段階に戻ってやり直すという、行きつ戻りつしながら完成ににじりよっていくわけです。

そんなある日、私はミスを犯します。いくつかのシーンを冗長と判断し削除しました。初稿には作品の冒頭で、人類誕生の頃、アフリカの草原で洞窟から出てきたアルディ（最古の猿人）が星空を見上げるというシーンがあったのですが、これを削除したのです。このシーンは、“人はその誕生の頃から宇宙の果てを追い求めていたのではないか”という暗喩で、宇宙探究は研究者だけでなく人類全体が追い求めているものなのではないかという意味がありました（図6）。

また宇宙背景放射の温度を調べるのにプランク分布を説明するカットがあったのですが、これも不要と考え削除しました。私は制作に取り組んでいるうちに、だんだんと視野が狭くなり、人類全体の問題へと繋がる情緒を持ったシーンや、一般の人は知らない内容を常識として捉えるようになってしまっていたのです。

その削除したアニメティクスを小松さんに見せ

たら、一言「上坂さん、専門家になっちゃだめだよ」とずばり言われました。これはとても大切な直言でした。制作作業に埋没し、初心を忘れ、物事を俯瞰できなくなっている自分にハッと気づかされたのです。間違いに気づいた後はすぐに元通りに直したのは言うまでもありません。作品はこういうことの積み重ねで作られていきます。監督はすべてを正しく判断できるわけではないのです。信頼できる監修者、信頼できるスタッフと共同で作るものだと私は思っています。監督と監修者はどちらかがリードするのではなくお互いがリスペクトしあいながら制作を進めるのが理想的だと思っています。

2017年、こうして完成した作品は、多くの科学館で上映され支持されました。少し難しい内容でしたが作品のファンも生まれました。海外へも上映の場を広げ、また世界各国の映像祭で多くの賞をいただきました。その中で一つとても印象的な出来事がありました。小松さんが勤務されているプランク研究所の近くにはプラネタリウム施設（ESO Supernova Planetarium）があるのですが、そこで世界中の宇宙物理学者が集まるシンポジウムが開かれました。そしてそのプラネタリウムで「HORIZON～宇宙の果てにあるもの」をみせたのだそうです。研究者の皆さんはとても熱心に作品を見てくれたようで、大きな拍手をもらい、中には涙を流す人もいたとか…。一般の観客のみならず、宇宙物理を研究をされている方々にとっても、自分たちの立ち位置を確かめるよい機会となったのかもしれません。

そして2018年4月、福岡で開催されたCAP2018でもこの作品は上映され、翌2019年10月、IAUが「ハッブルの法則」を「ハッブル＝ルメートルの法則」に置き換えました。少しは作品

*5 「CGレンダリング」コンピューターがCG画像を作る計算工程です。計算時間はシーンの複雑さによって変化しますが、私の作品では平均すると1枚あたり30分程度かかっています。動画にするには1秒あたり30枚の絵が必要になりますから、複数のコンピューターを使っても、一つの作品に2,3ヶ月程度の時間がかかります。

の影響があったのかもしれませんが。

フルドーム映像の可能性

さて、ここまで例を挙げたように、フルドーム映像は科学的理解を深めたり、ご覧になった方が自ら興味の幅を広げていく可能性を持っていることがわかっていただけたかと思います。よい内容の作品を作ることがまず第一条件ではありますが、フルドーム映像の特色である没入感が一助になっていることは間違いありません。映像鑑賞を体験というレベルにまで高めてくれ、作品を能動的にみってくれるからです。またプラネタリウム館で上映されているので、作品をみた後の様々なフォローがあることも大きいと思います。もしまだフルドーム映像をご覧になったことがなければこの機会にぜひ一度ご覧ください。

また私たち作り手からすると、この業界は作者と受け手がとても近い距離にいることから、作品の感想を直接聞くことができるよい環境であると感じています。そのフィードバックがより多くの人にマッチする作品を生むことに繋がりますし、何よりものづくりのエネルギーをもらうことができます。これはモチベーションを産む非常に大切な要素です。私もこれがあったおかげで作品制作のテンションを下げずにここまで続けてこれただと実感しています。

ハードウェアの未来

ハードとしての上映装置は、年々その性能を上げ、2000年頃と比べると格段に画質が向上しています。しかしマルチプロジェクターの原理的な欠点は根本的には解決されていませんし、各施設によってその画質は一定ではありません。この弱点は解決すべき問題点であると思います。

コンピューターのモニターに表示される画像を

一定に保つために、デバイスプロファイル^{*6}で補正をかけるという仕組みがありますが、私はこれと同じ考え方をプラネタリウムにも導入すればよいと考えています。各施設の機器が大きく違うため、完全に同じ見え方にはできませんが、イメージはかなり統一できるはずで、また、ドーム中心から魚眼レンズでスクリーンを撮影し、フラット補正^{*7}をかけるシステムを構築できれば、プロジェクターの個体差や境界も消せるはずで、これを実現するには各メーカーのコンセンサスが必要ですが、業界としてぜひ実現して欲しいと思っています。映画館でのドルビーシネマ規格のように、どこのドームで見ても同じ上映品質を提供できるようになれば、私たちも安心して制作に取り組むことができます。

そしてもうひとつ、フルドーム映像には内乱反射という大きな欠点があります。これは原理的に対処ができない問題でした。しかしここにきて全く違う原理による上映方法が開発されました。LEDドームです。映像を“投影”するのではなくドームに微細なLEDを配置し、ドームを自ら発光するモニターに変えてしまうシステムです。自発光するので、内乱反射の問題はなくなり、今まで苦手としてきた明るいシーンでもコントラストの低下がありません。また当然ですがマルチプロジェクターによる境界問題もありません。加えてLEDはとても輝度が高いので、HDRにも対応でき、太陽などを眩しいと感じさせるパワーを持っています。コンテンツの演出面を含め、フルドーム映像の見せ方を変える大きな可能性があるシステムと言ってよいでしょう。しかし現在はまだ未完全な部分も散見されます。LEDユニットの境目が目立ったり、LEDデバイスの特性から、滑らかな諧調表現が苦手な、グラデーションが滑

^{*6} 「デバイスプロファイル」各種機器の色特性データのことで、表示装置にはこのデータに沿って補正された画像が表示され、同じ見た目が得られる仕組みです。

^{*7} 「フラット補正」天体写真の補正でよく使われます。何も映っていない均一な画像で割り算することによって周辺減光などを取り除く画像処理です。

らかに表現できなかつたり、映像のフェード時もスムーズではありません。また、まだ十分な画素密度がないため、スクリーン効果（網戸を通してみるような）が現れ、ジャギーが目立つ場合もあります。そして一番問題なのが、非常に高価なことで、消費電力もばかになりません。しかしLED素子は、今後どんどん進化していくと思われますので、これらの問題も徐々に解決していくでしょう。

また直接プラネタリウムとは繋がりませんが、近年ヘッドマウントディスプレイによるVR空間を利用したフルドーム映像も広がりを見せていることも付け加えておきます。オンライン配信によって自宅にいながらにしてフルドーム映像を体験できる環境が一般にも広まりつつあります。また高品質なゲームエンジンを使って、フルドーム映像をリアルタイムに生成することができるようになるかもしれません。プラネタリウム解説者がその場の雰囲気ですトーリーを変えたり、物理シミュレーションを行ってみたり、ゲーム的要素を加えたりすることで、さらに進んだ新しいメディアに生まれ変わる可能性もあります。

コンテンツ制作の問題点

一方で、コンテンツ制作を取り巻く環境は複雑です。プラネタリウムの上映館は「科学教育」が施設目的の根底にある場合が多いのですが、近年は「観客動員数を増やす」ことも命題となりつつあります。公営館であっても運営上、集客できる作品が求められるようになってきています。施設存続のためには観客動員数はとても大切な要素で、当然求められるべきものではありますが、本来の目的を履き違えると劇場映画と変わらない世界になってしまいます。劇場映画との差別化をきちんと意識しないと、オムニマックスの事例のようになりかねません。日本の将来を担う人材を育てるのが目的であるはずの施設が、人気キャラクターを使ったテレビ番組と同じようなものを見せてよいのだろうかとか常々感じています。入場

者数より科学に興味を持ってくれる子供が一人でも増えることの方が大切なのではないかと思えます。プラネタリウムを映画館と同じにはしてはいけません。

また、コンテンツの制作費の問題もあります。十分なコストをかけた上質な作品が減り、そこそこの品質で安い作品が重宝されてきているのです。劇場映画のクオリティを見慣れている観客がもしそれをみて「フルドーム映像はこんなものか」と思ってしまったら悪循環が始まります。観客動員が思うように進まず、館が番組の導入コストを下げ、結果、作品の制作コストが下がり、さらに品質が下がっていくという図式です。またコンテンツの売り上げ額が減っていけば、優秀な作り手は集まって来ませんし、現在作り手として活躍している人たちも辞めてしまう可能性もあります。

科学作品を作るパートナーである科学者、研究者の置かれている立場にも問題があります。継続的で安定した環境におられる方は少ないですし、私たちと関わることになる広報活動、アウトリーチに対して、所属する組織がその価値をきちんと認めてくれない場合が多いと思います。今まで私が例にあげた作品の場合はよい協力体制が作れましたが、それは一個人の、献身的な協力によって実現できたに過ぎません。本来であれば、所属する組織、もっといえば国がそのような活動の価値を認めることが必要だと思います。

どうしたらこの悪循環を断ち切ることができるでしょうか。この問題はそれぞれの立場でそれぞれが考えていかねばなりません。しかし、このリングのどこかを断ち切ることができれば逆によい方向に回り出す可能性もあります。「観客動員増を狙え、科学教育的にも優れていて、なおかつコストをかけずに作品を作る」（最後の項目は矛盾に満ちていますが）…私はこれからも、ドーム作品でしか伝えられない何かを大切にして、制作を続けていきたいと思っています。作品をみてくださる皆さんのためにも、妥協するわけにはいきま

せん。

フルドーム作品に関わる人たちの力が結集することで、フルドーム映像の未来が明るいものになることを信じて、筆を置きたいと思います。

謝 辞

フルドーム映像投影システムの歴史を調べるにあたって快くご協力いただいた田部一志さん、執筆にあたり適切な助言をいただいた井上毅さん、嘉数次人さんに心より感謝申し上げます。

参 考 文 献

- [1] 五藤光学社史, 1996
- [2] 佐藤仁, 2006, 千葉県立現代産業科学館研究報告第12号「当館における大型映像の足跡と今後」
- [3] 天文教育普及研究会, 1993, 教育のためのプラネタリウム (天文教育普及研究会)
- [4] 日本プラネタリウム協議会, 2016, プラネタリウムデータブック2015 (日本プラネタリウム協議会)
- [5] JGSSフィルムフェスティバル2022, 上映会資料

The Frontiers of Visual Expression in Planetariums

Hiromitsu KOHSAKA

Live Company Ltd.

WITH Ohhashi BLD.2 3F, 4-20-5 Taitoh, Taitoh-ku, Tokyo 110-0016 Japan

Abstract: Planetariums began as facilities that projected the starry sky on a dome screen. but today, many full-dome movie productions are being produced and screened, not only of the stars but also of the entire sky. This paper introduces the mechanism and history of full-dome movie projection stems, as well as episodes of production based on the author's experience in producing full-dome movie works.