

2018 年度プラネタリウムリニューアルについて

渡部 義弥, 飯山 青海, 嘉数 次人, 石坂 千春,

江越 航, 西野 藍子, 西岡 里織*

概要

大阪市立科学館では 2018 年度にプラネタリウムのリニューアルを行った。数ヶ月にわたる長期の休止をしてのプラネタリウムのリニューアルは 1989 年の開館以降 2 回目であり、今回は光学式プラネタリウムの更新とプラネタリウムホール改修を行った。工期は 2018 年 12 月 1 日～3 月 15 日の 3 ヶ月あまりであり、3 月 29 日の内見会で公開し、30 日から通常の公開を開始した。

このうち光学式プラネタリウムの更新では、安定性と再現性の向上に加え、これからプラネタリウムをどのように使っていきたいかという事前の意見集約をベースにしたコンセプトを盛り込み、操作性と番組開発環境の改良をもくろんだ。

また、プラネタリウムホールの改修では、安全性と快適性の向上を目的とし、階段・通路の修正や照明の更新や追加を行い、さらに 2009 年で運用を停止していたオムニマックス設備を撤去することでできたスペースを利用して座席の移設などを行った。

なお、今回はデジタル全天周動画システムと音響、座席、空調、スクリーンの更新は見送っている。

本稿では 2018 年度のプラネタリウムリニューアルについて報告する。

1. はじめに

大阪市立科学館は 1989 年に開館時に当時世界 2 位(現在 8 位)の直径 26.5m ドームスクリーン(20 度傾斜)、318 席を擁する超大型のプラネタリウムを設置、公開してきた(図 1)。以来、プラネタリウムの公開は常設展示場とともに、大阪市立科学館の中心的事業でありつづけ、近年は年間で 35 万人前後の観覧利用者があり、これは国内 300 程度あるプラネタリウム施設の中で常に 4 位以内に入り(日本プラネタリウム協議会調べ)トップクラスである。

プラネタリウムの機器は 1989 年の開館時に光学投影機とともに、マルチスライドと音響の自動演出装置が設置され、ドームスクリーンを共用する 70 ミリフィルムの全天大型映画であるオムニマックス映写装置が併設されていた。いわゆる「スペースシアター」形式であり、20 度傾斜ドームを採用しているのはオムニマックス映画の上映に最適な 30 度と水平(0 度)または緩い傾斜がよいプラネタリウムの折衷的な角度である。また、ドーム

スクリーンは床面ギリギリまで貼られており、床面からスペースがある他館との差異になっている。



図 1. 今回のリニューアル前のプラネタリウム。傾斜ドームの中央にプラネタリウムが設置され、その背後にオムニマックス映写機、さらにドーム縁に 6 台のプロジェクターからはデジタル全天周映像システムの映像が映写される。

*大阪市立科学館

開館当初のプラネタリウムは自動演出に特化したものであったが、前半 25 分は生解説。後半 20 分を自動投影というスタイルで運用を続けていた。自動投影はマルチスライドを駆使したものであり、番組を作るには科学館においてある専用の PC で、プログラムをし、スライドの現像と調整、音響の外部録音と専用のテープデッキへのミックスダウンなど、大きなコストと時間を要していた。これらの内製は不可能であり、番組製作の実作業はほぼ外注をしていた。

2003 年～2004 年にはこれら装置の老朽化と演出用スライドからデジタル映写への切り替えを企図し、第 1 回のプラネタリウムリニューアルを行った。総費用 9.8 億円。工期は 12 月～6 月のおよそ 7 ヶ月であった。

この 2003 年～2004 年の第 1 回のプラネタリウムリニューアルでは光学式プラネタリウム投影機を更新、全周 LED 演出照明の新規導入、独立シアターコントロールシステムの新規導入など今回と同様な内容のほか、今回は見送った音響システムの更新、デジタル全周システムの新規導入、ドームスクリーンの張り替え、空調設備の更新、椅子の全面取り替え等を行った。また多目的室や倉庫なども整備している。詳しくは渡部ほか(2005)、飯山ほか(2005)を参照されたい。

なお上記第 1 回目のプラネタリウムリニューアルでは、オムニマックス映写機はそのままとしたが、フィルムからデジタルへの世界の移行や、高い運営コストが原因となつての他館の運営終了や科学教育ソフト供給の先細りなどもあり、2009 年 11 月 29 日まで上映した「ナットのスペースアドベンチャー」を最後に運用停止し、デジタル全周システムでの上映に切り替えた。その後は断続的にデジタル映写による全周映像の上映を行っている。

ただし一般向けのプログラムとしては、以降は主としてプラネタリウム番組を 2 種類としており、回数もプラネタリウム一日 4 回、全天映像番組 3 回だったものを、プラネタリウムのみを一日 7～8 回を実施するようになった。動員数も常設展示場の観覧者とはほぼ同数の 35 万人前後を維持するなど、特別展示場を持たない大阪市立科学館としては、常設展示とともに 2 大看板事業となり今日に至っている。

さて、第 1 回目のリニューアル後 15 年近くがたった光学式プラネタリウムは老朽化の時期を迎えていたが、奇しくも 2018 年 9 月から、法的に定められた耐震工事のために 4 ヶ月あまり正面玄関を含むアトリウム天井の改修を行うことになり、展示場が閉鎖されることになった。これにあわせて、展示場の改装や火災報知器の改修、空調機器の大規模な更新など施設共用の停止を必要とする工事が行われ、2004 年リニューアルから 15 年近くを経て老朽化で更新のタイミングとなつて

いたプラネタリウムのリニューアルを行った。事業は大きく 2 つである。

- 1) 光学式プラネタリウムの更新
- 2) プラネタリウムホールの改修

プラネタリウムホール現場での工期は 2018 年 12 月 1 日～2019 年 3 月 15 日の 3 ヶ月強であり、2018 年 11 月 30 日までは投影を行った。一方 2019 年 3 月 29 日の内見会を行い、30 日から通常公開を開始した。

このうち光学式プラネタリウムは、1989 年の開館時、2004 年のリニューアルを経て三代目の機器となった。前身の大阪市立電気科学館で使われていた機器からみると四代目となる。

一方、プラネタリウムホールの改修では、ホール中央を占め 10 年前から運用を停止していたオムニマックス映画の機器を撤去したスペースに周縁部から座席を移設し、通路の拡幅、階段のステップの均等化、照明の改修などを行った。

リニューアルは、数年前から行っていた改修に向けたアイデア出しとコンセプト作りの実現と、老朽化や機能不足など現状の課題を解決することを基本としてリサーチして「最低仕様」を決定した上で、2 つの主事業をまとめてプロポーザルで業者を選定し実施した。

本稿では、前段階のコンセプト作りや課題から実際にどのような形にリニューアルがなったかまでを述べる。

2. 光学式プラネタリウムの老朽化対策、オーバーホールと更新、主としてコスト面での検討

光学式プラネタリウムの老朽化対策には、更新のほかオーバーホールという方法もある。オーバーホールは、機器をいったん工場に引き上げ、全体を分解し、損耗またはしつつかある部品の修繕、交換、調達が難しくなっている部分については同等機能品や機構の改造での置き換えなどである。そうして再生した機器を再設置するという形になる。基本的は従来のものが新品同様になるが、古い設計をそのまま残す形になるので、光学式プラネタリウムの場合は、15 年程度の寿命をさらに 10 年程度延長する効果がある。

コストはケースにはよるが、オーバーホールは新品購入より 2～5 分の 1 程度ですむなど安くなる。一方で、休止期間については、新品更新と違って長くなる。これは単純な設置ではなく、引き取りと再設置があり現場での作業期間は 2 倍となり、さらにその間にオーバーホール作業を工場で行っている期間も当然ながら休止となるためである。これが新品更新なら、現行機の運用と平行して工場で作成が可能であり、現場の作業も設置は新たに配線を必要となるが、撤去は再生を

前提としないため短縮が可能である(現行機の動態保存が必要なら取り外し機関も相応に長くなる)。

なお、オーバーホールは現行機の機能をそのまま引き継ぐため、機器としての延命ははかれるが、用途や時代にあわせての延命は難しい場合がある。

たとえば、光学式プラネタリウムは従来、星を投影する光源として白熱電球を使用してきた。演色性では青色に弱いなど放電球などに比べ劣るものの、調光のダイナミックレンジや即応性などに優れるといった特徴があり、構造が単純なために安いという特徴がある。しかし、白熱電球はその放射エネルギーのほとんどを目で見えない熱放射にしており、エネルギー効率が悪い。また熱を発生するために周辺の機器が高温になり、発火などの危険性もあるため強力(で騒音も大きな)冷却機構を必要とする。また、白熱するフィラメントの寿命が短く頻繁な交換の必要があるといった短所がある。

それでも白熱電球は長所が勝り使われてきたが、2010年代に入り、LED光源が代替できるように技術が進歩しエネルギー効率の観点から政策的に白熱電球の生産は急減しており、交換電球の入手性が悪化している。白熱電球を前提に使われている機器は、光学設計の都合などでLED光源への変更が難しい場合があるため、オーバーホールをしたところで、機器寿命より早く「交換消耗品の手配がつかない」ことによる寿命がくることが想定される。

また、モーターやスリッピング、組み込みコンピュータや無線通信機器など、従来は高価だったものが安価になったり。値段はあがっても取り回しが難しく不安定だったものが、安定に運用できるようになったりすることもあり、またその逆もある。適宜、新しく、かつしばらく主流となりそうな技術を取り入れる方が、運用が安価にかつ安定して行える。

今回、これらの観点から、オーバーホールと機種更新の比較検討を行った。そのさい、科学館そのものの建物寿命 50 年を迎える 20 年後の 2039 年を最終使用年度とした。これは科学館の建物寿命が訪れた際は、プラネタリウムもあわせて建設しなおしになり、どのみち原稿機器が使えなくなるからである。そのためにオーバーホールの見積もりをとったところ、オーバーホールでは 10 年の寿命延長しか担保できず、どのみち 10 年後に機器更新を行わなければならないこと。また、他館で行われているLED電球への変更は、現行の機器では機器置き換えのスペースが確保できないことから行えないことが明らかとなった。

また、初期費用は機種更新が上回るがLED電球化により交換機器の長寿命化とメンテナンスコストの低減があり、機器更新でも必要となる 10 年次の大規模メンテナンス費用を加味しても、現時点で新規機種更新を

して 20 年間使う方が、オーバーホールをして 10 年延命し、さらに 10 年後に機器更新をして残り 10 年間を使うよりも安価であることが明らかとなった。

今後、財政環境がどうなるかはわからないが、仮に悪くなったとしても、機器更新の方が将来のコストを低減できる。

また、機器更新の場合は、オーバーホールと違い、現行機器以外のメーカーの参入も可能であり、競争により、よりよい提案を見込むことも考えられた。

なお、工期の面では、別の理由に(耐震対策工事、防災機器の更新工事等)による長期間の休館が必要となるため、こと光学式プラネタリウムのみであれば考慮する必要はないことがあきらかになった。

以上により、老朽化対策としてオーバーホールではなく、光学式プラネタリウムの更新を行うこととなった。

3. より望ましい光学式プラネタリウムへの更新—プラネタリウム担当者による検討

光学式プラネタリウムは今回もし更新を見送ったとしても、遠からず更新の時期があることを見込み、プラネタリウムを使用する担当者では、2014 年頃から望ましい光学式プラネタリウムの検討を行ってきた。

検討は 3 段階で行っている。視察・現状の確認、意見出し、集約と整理である。

まず、自分の施設を客観的に見るために、他館の視察をおこなった。これは平素行っているものに加え、担当全員が少なくとも直近で 1 つの施設は訪問するように行った。このさい、視察施設はプラネタリウムのバラエティを見るため、規模や運用方法などが、大阪市立科学館とはかけ離れているところでもかまわず行き、視野を広げることとした。また、プラネタリウムに限らず、映像を活用した科学教育の場や、プレゼンテーションを行う場の映像なども参考にすることとした。

また科学館のプラネタリウムについて、平素特徴的と言っていることの確認を行うケースもあった。図 2 は、さいたま市青少年科学館のプラネタリウムである。大阪市立科学館(図 3)のものと同じ傾斜式ドームであるが、いわゆる「見切り線」が高く、前方であってもドームスクリーンの下に人が入りきる(スクリーンに影ができない)ことがわかる。これが大阪市立科学館だと、スクリーンの前に人が立つ形になる。こうした違いは、運用の違いとなって現れるため、気をつけて見る必要がある。違いの理由について、物理的な要員にも目配りする必要があるのである。大阪市立科学館でやれていて、他館がやれていない。あるいはその逆といったことを、その理由が設備にあるのか、運用にあるのか、その両方かといったことも意識した。設備の問題であればリニューアルで変更しうるからである。



図2. さいたま市青少年科学館のプラネタリウムのシアターの下部、見切りの下に人が収まっている



図3. 大阪市立科学館のプラネタリウムのシアターの下部、見切りを越えて人が立っているのが見える

これは単なる見学だけの視察では難しく、視察先のプラネタリウム解説者、運用者との意見交換が重要であった。協力いただいた皆様には感謝申し上げたい。

第2段階では、これらの視察や平素感じている課題や改善したい点、今後やりたい演出や、それに必要な機能について意見を出し合った。最終的に渡部が個別面談で声を集め、集約を行った。

典型的な意見としては、表1.のようなものがあがった。これらをリニューアルの仕様策定のさいに、できる限り盛り込むようにした。

表1. プラネタリウム機器更新に向けての意見(抜粋)

大項目	
基本	デジタル映像 コントラストほしい より手軽に運用したい ドーム照明 低照度でのラチチュード
操作性	既存拡張・精度向上 マクロボタンの増量、差し替えできる 操作ボタンBOX、 複数操作をまとめる デジタル星空が光学式に追従 新しい操作法 リモコン ジェスチャー認識 音声認識 TEDのように前でプレゼン 解説者をもっと目立たせる
生産性	向上したい エディタの仕様の向上 プログラムエディットの統合化

	パワポ的に編集したい 外部でも作れる ツールの共有化や持ち運び
観客	快適性アップ 移動の安全性・確実性確保 参加性向上 レスポンスアナライザー 個別の情報表示
星空	再現性がよいこと、よりナチュラルにシミュレーターであることが重要 日食や月食の資源性向上 星が暗い→明るく 木星や金星の輝きを再現 宇宙の時間変化をもっと見せたい 日周・年周以外
番組構成	宇宙に飛び出した感がでること 遠隔地の映像をリアルタイムで見せる オーロラライブ 他のプラネタリウムとリアルタイム連携 実際の星空を見せたい 季節感の演出、雲、風景 好きな時間に好きな番組 ツイン・マルチドーム

個別の意見として目立ったのは、星空の再現性を向上させることで、これまでのプラネタリウムのアピールポイントをさらに強化するべきというものであった。また星の明るさの向上が意見として目立った。

また操作性についての意見も多く、解説の仕方の幅を広げたいという意見もめだった。これは現行の生解説主体のプラネタリウム運営を発展させるという考え方である。特に前回のリニューアルで導入した、一連の操作をまとめ込める「マクロボタン」については有用

性が強く認識された形となった。

また、観客に関するところでは、安全性と運用性に加え、参加性についての言及もあった。レスポンスアナライザーや個別の情報表示などもアイデアとしてあがった。今回は、これらの導入は行っていない。安全性については 2016 年に先行して柵と手すりを設置したが、今回のリニューアルでは後述するように通路や階段の改修での対応を行った。

また、番組の生産性についても多くの意見があげられた。これは、大阪市立科学館のプラネタリウムが開館時間中は休むことなく投影をしており、プラネタリウムを使っただけの番組製作は定時後か休館日でないと行えないためである。そこで、まず番組製作そのものの効率化についての改善要望があり(プログラムエディットの統合化やエディタ仕様の向上)。さらには、プラネタリウムドームの外でプログラムの作成の大部分が可能になるようにしたいという要請である。

一方で、2003—2004 年の仕様書も見直し、渡部、石坂、飯山の 3 名で現状での課題点や改良点について並行して確認作業を行った。表 2 にその抜粋を掲載する。

表 2. 前回リニューアル仕様からの課題抽出

項目	要件	コメント合体
附属投影機	存在	流星必須・ほかは？
星の明るさ	2等星 10ルクス	実効で15ルクスはほしい 性能向上2倍以上要
星の明るさ	4等星が 0.6ルクス	性能向上2倍以上要
調光	手動・自動・ 任意設定	1等星のなかでも、より明るい星が暗い星より先に見えること
星の像	6分角以内	6→5分角。2等星の星像が1等星と同等であること
またたき	全ての恒星が固有瞬き	ブライトスターだけで十分
遮光	客席にこぼれない	シャッター位置の精密な制御
太陽	適正な大きさ 白色	純白ではない
木星	点像 8分角以下	金星もシャープに
惑星	年周運動	操作性に難点
天の川	明るさ	もうすこし明るさがほしい
ハンドポインター	存在	2本同時使用、より明るく

ハンドポインター	予備	合計3本以上。アライメントなど整備性の向上
操作性	全ての機能のコンソールコントロール	一部軸のリセットなどもやれるとよい
操作性	手動操作中のマクロ	ボタンの増加、または増設が容易なこと
操作性	リモコン	できればほしい。 キューだけでもよい。
プログラミング	スクリーンエディット	より高度な IDE 環境がほしい。
プログラミング	オフサイトプログラム	現状はソフトエディタのみ、IDE 的なエミュレータ必要
整合性	オムニマックスの映像に支障なし	ただし、講演会などでステージが見えるように、はけられることは必要
恒星ランプ	色温度 4800K 以上	もうすこしゆるく(色温度が低く)てもよい
恒星ランプ	自然な色再現	赤～紫
恒星ランプ	消費電力 4000W 以下	2000W 以下
恒星ランプ	ランプ交換が 10分以内に可能	ランプの寿命を1年以上に・熱くないようにもしくは投影時にランプ交換が不要であること
静粛	5m 55db	50db
内部時計の正確さ		年で10秒以下の較差
プラネタリウム機器の保守費用	500万円以下	300万円以下

なお、検討はデジタル全天周映像システムもあわせて行ったが、現行のシステムが 2011 年にプロジェクターの交換とシステムのオーバーホールを行ったところ、その後の調子もよいこと。また、プロジェクターは小型で強力なものだが、最新機種は光量をあげるためにやや大型であること。2020 年開催のオリンピックに向けて、各社が大幅な改良を行った機種を投入発表する見通しがありそうなので、このタイミングでのリニューアルは行わず、設置場所の検討・調査と必要に応じて先行工事のみを行うこととしている。

このほか、更新にあたっては、老朽化対策だけで行うのではなく、特色を出した内容であることが要請され

た。これは光学式プラネタリウムの更新だけでも2億円＋税程度と多額の費用がかかることと(最終的にはプラネタリウムホールの改修工事もあわせて税込3.2億円の予算となった)、4ヶ月近くと長期に閉館し、その後多くの利用者を得るためにも市民やステイクホルダーが納得できるだけの内容とするためである。

これらを踏まえて、NTTファシリティーズ社に課題の整理と実際の施工のために必要な要件整理のサポートをしていただき、それをベースに仕様の策定を行った。リニューアルを(公財)大阪科学振興協会(以下協会)が実施することになったため、協会職員(市からの派遣者含む)プラネタリウム担当が作業を行うこととした。

4. 仕様の策定

仕様の策定にあたって今回のリニューアル業務の発注方法について確認を行った。2003～2004年に行った前回＝第1回のリニューアルでは、大阪市教育委員会が外郭団体の大阪市建築技術協会に発注し、同建築技術協会が簡易プロポーザル方式でコンサル業者を選定。選定されたNTTファシリティーズ社が、大阪市、建築技術協会、大阪科学振興協会職員にヒアリングをし、現行の技術を調査しながら仕様をまとめて、競争入札を行って業者を選定している。また、全体の監理も同社が行った。

前回の仕様は競争入札に参加しうる事業者のどこでも施工ができる最大公約数的なものとなった。また、業務は5分割された。1:光学プラネタリウム 2:デジタル全天周システム 3:空調機器 4:ドームスクリーン・椅子をふくむ建築 5:電気設備と音響機器である。それぞれ、ユニカミノルタプラネタリウム、五藤光学、ダイダン、大林組、きんでんが受注している。

一方、今回のリニューアルでは前回の教訓をふまえて「最低仕様」を定めての、プロポーザル方式にすることとした。これは前回、最大公約数的な共通仕様としたために値段勝負となり、特徴ある要素が出にくかったためである。ただし、現実的でない仕様を作っても意味がないので、事前に光学式プラネタリウムを製造している各社にヒアリングを行い、技術動向を確認した。

仕様書は、光学プラネタリウムの発注から設置まで最低でも1年は必要という情報に基づき、2017年の11月までに仕様を作成し決裁のうえ、同12月にプロポーザルの募集を開始、2017年度末までに業者を決定、業務を開始している。

また、休館しての別工事の関係から、工期がやや長く取り得ることが明らかになったために、工事に時間がかかるプラネタリウムホールの改修、特に座席の中央部にあり、現在運用していないオムニマックス映写機のスペース(図4)の除却を盛り込んだものとした。下見積

りほか調査の結果。総予算は3.2億円税込みとし、協会の理事会・評議員会の承認と大阪市の了解を経て実施することになった。

また、それでも工期がタイトになることから、1社で光学式プラネタリウムとプラネタリウムホールの改修を行えることを条件とした。光学式プラネタリウムのメーカーは通常1社でプラネタリウム設備全体の施工を行っており、これは無理のない設定である。



図4. 客席中央部の「特等席」を占めていたオムニマックス映写機のドグハウスほかの設備。



図5. 上図の改修後。21席の座席を移設できた。

仕様書には、以上を踏まえて、今回の目的を以下の通り明示した。

ア)実物の星空の精密な模型であること

博物館の活動は、実物資料を収蔵しそれを観覧に供することを基本とする。したがって登録博物館である大阪市立科学館のプラネタリウムは、地上から見える実際の星空の精密模型でなければならない。また、現在のみならず、過去未来の星空を再現し、天体の運動や視点の移動を体験せしめる必要がある。さらに、突発的なできごとも含めて、地上から見えるあらゆる天体現象も再現できることを整備目標とする。また、これを理解しやすく、感動をもって観覧できるように必要・適切な補助映像や各種演出照明、解説音声や音響が供されなければならない。

イ) 高く柔軟な操作性と、番組開発環境、拡張性を持つこと

大阪市立科学館のプラネタリウムは、マニュアル操作、生解説での解説をすることにより星空の持つ価値を伝え、宇宙や科学のコンセプトを観覧者と共有している。これは昭和 12 年開館の前身施設、大阪市立電気科学館からの伝統であり、市民に長く支持され多くの利用者がある源泉でもある。したがって現在の操作性を継承し、改良するように整備する。

一方、常に新しい取り組みを行い、変化する世の中に対応した運用ができなければならない。そのために番組制作が時間や場所に縛られずに行えること。各種ハードウェアの拡張・追加や改良などができるような、ソフト・ハード・権限面を整備する。

ウ) 利用者が観覧に集中できる安全・快適な場であり、それを維持すること

大阪市立科学館のプラネタリウムは、30 分～1 時間以上の時間、一般、生徒はもとより、幼児から高齢者、身体障害者まであらゆる人が着席しつづけて観覧する運用をしている。また「科学を楽しむ文化」を持ち帰ってもらうためには、観覧者がプラネタリウム観覧に自然と集中するため、それ以外の要素を、排除する必要がある。

すなわち光と音や振動などノイズは最大限除去し、入・退場、観覧、移動、避難しやすい安全性・快適性・安定性・耐久性を確保し、その維持管理の簡素化を追求する。

また投影中止を最小限に食い止めるため、故障しやすさはもとより、予備系による障害回避、予備部品とマニュアル、サポート、メーカー技術員のかけつけ対応など、事故・故障時の対処のしやすさと迅速な復旧など、多方面にわたり目的を達成するために整備する。

以上を念頭に置き、以下を基本的な性能の方針とし、性能規定書として最低限の基準として定めた。本事業はこのことを基本として十分理解し、履行していくこととする。

光学プラネタリウムの更新に求めること

1. 星は鋭く、明るく、人間の感覚を加味した階調で見えること
2. 様々な天体現象を正しく再現できること
3. 星空や天体現象を解説する補助映像が星空をかき消すことなく表示されること
4. 解説担当者が意のままに生解説・番組製作ができる操作性をもつこと

プラネタリウムホールの安全化に求めること

1. 座席の設置場所・方向・設定をプラネタリウムの利用に最適ように変更する
2. 通行の安全性を向上し、着座も容易にする
3. ホール照明調光の上・下限を向上させ、下限値付近での調光を緻密化する
4. プラネタリウムの星空、映像との親和性を増大させる
5. 臨時・追加の配線、機器追加、物品移動の安全性と作業性を向上させること
6. 追加機能の性能保持に必要なメンテナンスの簡素化をはかること

事業全体に共通に求めること

1. 安定性・予備系整備もふくむ連続稼働を確保すること
2. メンテナンスコストの低減をはかること
3. 20 年間に渡る使用を想定し、保全計画を策定、部品の確保や交換の見通しを立てること

なお、仕様には全天周映像システム更新のための検討も要件として盛り込んだ。これは、近い将来全天周映像システムの更新を行うさいに設置スペースの確保を行うため、可能な先行工事、あるいは工事のさいに配慮をもって行うためである。

また、仕様書には次のことを特に盛り込んだ。

- 1) 光学式プラネタリウム本機
 - ・向こう 20 年間の使用を前提とする
 - ・LED 光源とすること
 - ・恒星を明るく 現状より 50% 以上向上
 - ・恒星をシャープに 現状より 50% 小さく
 - ・運動 スムーズであり、追従すること
 - ・座標線、星座絵が完全に連動すること
 - ・外部からのコントロール、外部機器のコントロールを汎用・オープンな規格で行えること
 - ・新規要素
 - リモコンの導入
 - 月食投影機の導入
 - ・既存のシアターコントロールを統合(プログラムの簡素化のため)。
- 2) オフサイト番組プログラム製作環境
 - ・ドーム外の任意場所でプログラムできる環境を納品
 - ・光学式プラネタリウムと補助投影機一切のプログラ

ムを画面上でシミュレーションしながら製作できる
・番組を本番環境にLANで容易に送受信できる

3) プラネタリウムホールの安全化

- ・通路の整備。車イス利用者、幼児、高齢者をふくむ観覧者の動線を勘案して整備する
- ・ホール前方ステージ部の段差解消(可能な限り)
- ・コーブライトの機能強化

以上の仕様に基づき、外部委員 4 人を含めた 7 人の委員会でプロポーザルによる審査を行い、コニカミノルタプラネタリウム株式会社が、事業を実施することとなった。

5. 詳細設計

事業実施の契約から、渡部・飯山が直接の窓口となり、西野がサポートする形で詳細設計を進めていった。おおむね 2 週間に 1 回、打ち合わせを持ち(図 6)、仕様の一つ一つを確定していった。



図 6. 打ち合わせの様子。科学館にて行った。

当初仕様書から、どの事業者が行っても物理的に無理だということから、プラネタリウムホール前方ステージは仕様変更し、完全なかさあげは行わないことにしたが、必要な拡張は行うことにした。

光学式プラネタリウムについては、テストの恒星原盤を数次に渡り作成し、天の川と星の像の濃さや見やすさなどの最適解をさぐった。

仕様を越える内容としては、超新星投影機と音声認識によるコントロールがある。超新星投影機は、日周運動に連動するもので、当初惑星投影機を改造したものとして提案された。これに、光条をつけてそれらしく見せるというものである。しかし、実際の超新星はたとえばマイナス 10 等級で輝くこともあることから「実物の星空の精密な模型であること」に抵触するので、満足できず、結果として新規に設計させ、レーザー光源を

使った非常に明るい像を再現するものとなった(図 7)。なお、強力なレーザー光源を使用するため、客席内のピットには、法規上、人の目に入る可能性があるため設置できず、ドーム最上部のコンソール上に設置することとなった。



図 7. ドーム上部に設置された世界初の超新星投影機。強力なレーザー光源を使用。RGBで色・明るさ指定可能。日周などの運動に連動する。

そのほか、詳細設計の中でできて実現した新しいアイデアがコンソールのマクロダイヤルである。通常コンソールのダイヤルは、時間変化や恒星の明るさの変化など用途が固定されている。そこを、様々な可変量を割り当てられるものを 4 つ用意したものである。

可変は 0~100 と、±100 になるものがあるので、2 つずつとした(図 8)。



図 8. コンソール、マクロダイヤルは左下の 4 つ。マクロボタンも増やした。操作性は可能なかぎり継承。

なお、コンソールはこれまでと同じコニカミノルタプラネタリウム株式会社のものとなったので、金枠などは再生

し、配置もできるだけ同じにした。これは工事終了が 3 月 15 日で、リニューアルオープンが 3 月 29 日という非常にタイトな日程であったため、操作性の習熟にかかる期間を短縮するねらいもある。

一方で、これまでも使い勝手がよかったマクロボタンは数を増やし、星座絵についても固定を 7 つのみとし、残りは適宜割り当てることとした。

ただ、それでも数はたらず、タブレットを利用したリモコンにボタンを割り当てて不足を補う形となっている。ただ、ハードボタンの信頼性や操作性の良さは捨てがたく、運用ですませられるか、新規に追加するか、今後の課題といえる。

なお、光学式プラネタリウム本機については、明るさとシャープさを突き詰めるため、個別のブライトスター投影機に配当する恒星を、当初予定の上位 23 個から 35 個まで増加させた。これは単純に等級順にはせず、濃い色のフィルターをかけることで減光度が大きくなる恒星を優先配当している。

また惑星投影機のうち金星も明るさを確保するため、コマ切り替え機能を廃してより強力な光源と光学系のスペースを確保している。これらにより、明るい星の再現度は大きく向上することになった。

6. 施工

プラネタリウムホールでの施工は旧機器での運用が 2018 年 11 月末日まで行い、12 月 1 日からの実施となった。納期は 2019 年 3 月 15 日である。なお、プラネタリウム投影機の製作は先行してコニカミノルタプラネタリウム株式会社の愛知県豊川市の工場に進めた。

施工では、既存のコンクリートのオムニマックスドグハウスの除却などでコンクリートをはつるために振動が発生することから、事前に騒音・振動のテストを行った。これは、近隣、特に隣接する国立国際美術館への影響がないかどうかを調べるためである。美術館の研究員にモニターしてもらいながらの削岩機を使ってののはつり作業テストでは美術館への影響は全くなく、工期への影響は考慮しないですむのが明らかになった。

また、工期に先立ち、工事作業で必要な場所から物品の移動作業を行った。これは 7 月ごろから必要な場所の洗い出しを行い、可能なものは徐々に移動し、最終的には工期の少し前に除去が終了した。これは江越が指揮をして行った。このさい別の工事でも物品の移動が必要となり、移動箇所の確保に難儀した。最終的には工事期間中は不要な客待ちや設備系のスペースなどを仮置き場所として活用して実施できた。

工期に入ってから、まず既存のプラネタリウム機器の撤去からはじまった。この際の産業廃棄物については、仮置き場が必要だったが、これまた他の工事と輻

輻するため、業者間で調整を行って、作業を行うことにした。

なお、遡って 6 月 18 日には、科学館のある大阪市北区で震度 6 を記録する地震があり、天文台や天井など一部設備が損壊しており、これら予定外の補修工事も緊急に必要となり、工事が多数輻輳し調整が必要となったため、余裕工期は使い切り、さらにリニューアル後に向け蓄積すべき作業も割愛せざるをえなかった。

プラネタリウム機器の撤去のあとは、座席を取り外し、通路や階段、オムニマックスドグハウスの除却などが行われた(図 9)



図 9. 12 月 14 日の工事状況。削岩機を使う部分は、ホコリがまわらないようにテントで覆い、塵の吸い出しを行っている。それでもほこりは漏れ清掃を行った。

光学式プラネタリウム機器については並行してコニカミノルタプラネタリウム社の愛知県の工場での製作がすすみ、1 月に工場検査を行い(図 10)、いくつかの修正を指示して科学館への運び込みが行われた。

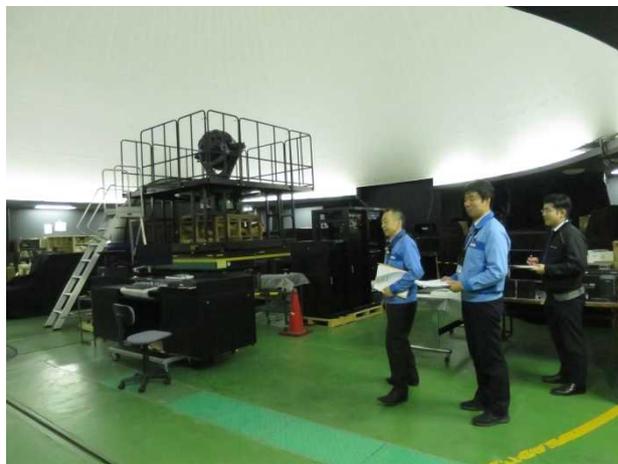


図 10. コニカミノルタプラネタリウム株式会社の愛知県豊川工場での検査。丸一日行い、不具合点、修正すべき点の指摘などを行った。

7. 完成引き渡し

3月13日には最終検査を行い、15日に引き渡しが行われた。

その前に、2月20日に広報素材を撮影するために仮組みを行い、写真撮影を行っている。また、番組プログラミングについては、オフサイト環境の光学式シミュレーターが使いにくく、また、超新星投影機やLED照明の性能追い込み作業に時間がかかったため、追加の改良作業については納品後に行うことになった。

このさい開発担当者が、デモンストレーション用のプログラムを作成することになっていたが、その発注のさいにリニューアルこけら落としのプログラムで使いそうな要素を入れ込んでもらい、それを流用するといった工夫をして工数を減らした。

図11、12に完成した機器の様子を示す。



図 11. 完成した光学式プラネタリウム



図 12. 完成したホールの様子

8. おわりに

今回プラネタリウムリニューアルは、3月31日で解散となる公益財団法人大阪科学振興協会最後の仕事として、これまでの有形無形の蓄積を活用しながら、また短期間に事業を行った。工期の短さや地震などの影響により、時間の制約がきつかった部分もあったが、全

般としては、関係各位の多大な協力や応援もあり、かなり思い通りに事業を進めることもできた。十分に明るくなった恒星や超新星や月食投影機、音声認識コントロールといった新機軸。整理され快適になった座席配置、広く滞留が防げるようになった通路(図13)、リモコンを使って来場者の前にでていっての投影解説など(図14)など、十分なリニューアル効果を出すことができたと考えている。



図 13. 広がった前方通路、幅は2倍以上になった。

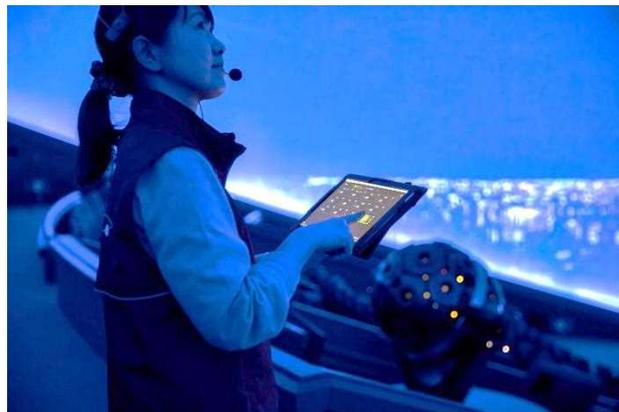


図 14. リモコンを使つての解説

参考文献

公益財団法人大阪科学振興協会、2017年、平成30年度大阪市立科学館プラネタリウムリニューアル事業仕様書、大阪市立科学館

渡部義弥ほか、2005年、大阪市立科学館の新プラネタリウムのコンセプト、大阪市立科学館研究報告誌第15号(2005年発行)

飯山青海ほか、2005年、大阪市立科学館の新プラネタリウム紹介、大阪市立科学館研究報告誌第15号(2005年発行)

日本プラネタリウム協議会 基礎調査速報、<http://www.planetarium.jp>