

# デジタルプラネタリウム基礎

田部一志 (デジタルプラネタリウム研究ワーキンググループ)

Basic Concept of the Digital Planetarium  
Isshi Tabé (JPA Digital Planetarium Research Working Group)

2008年10月31日

## 1 はじめに

デジタルプラネタリウムとは、デジタル機器を使った割合の高いプラネタリウムといった程度の意味合いだったが、現在ではビデオプロジェクターと PC を主要な要素とするプラネタリウムといった意味に使われつつある。本稿では、現在考えられるデジタルプラネタリウムの枠組みを与えるとともに、そのソフト、ハード両面の構成要素を吟味し、さらなる発展の方向性を探ることとする。

## 2 デジタルプラネタリウム

写真1は現在も残っているアナログプラネタリウムの例である。中心には黒く巨大な光学式プラネタリウムが聳えていて、周辺には数百台のスライドプロジェクターが配置され、それが一斉に動く荘厳さは、アナログプラネタリウムの昔日の繁栄を今に伝えている。

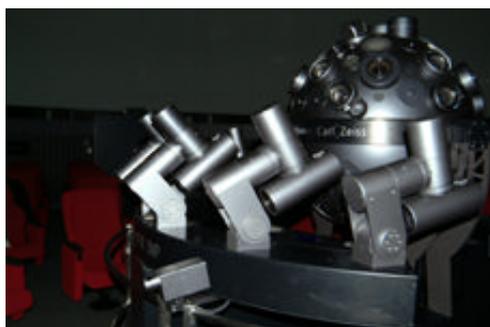


写真1 光学プラネタリウムの例 (旭川)

それに対してデジタルプラネタリウムには象徴的な写真は存在しない。あえて撮るなら写真2のようなものになるのであろうか。これはプロジェクターの写真であるが、見た目、非常に面白くないものになっている。

## 3 構成要素

現在主流となっているデジタルプラネタリウムの構成要素



写真2 デジタルプラネタリウムの例 (旭川)

素はビデオプロジェクターとコンピュータである。機器の性能は年々良くなっていくので、現時点で何が良いかは言えないが、次項ではあえてその点にも触れてみる。

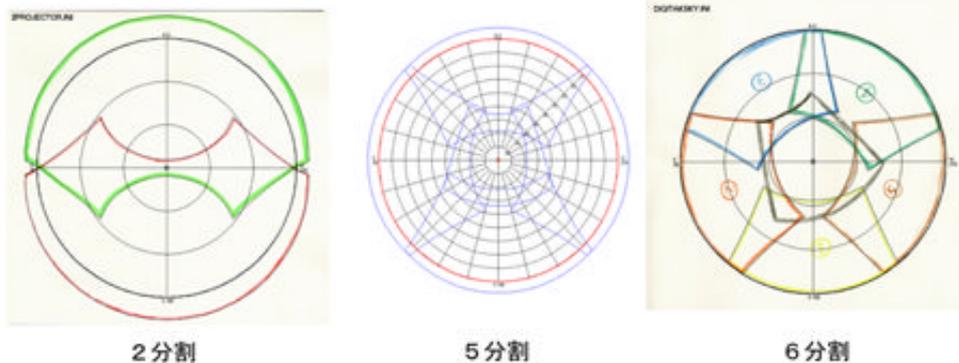
一方、映像を映し出す仕組みも要素として非常に重要である。むしろデジタルプラネタリウムがプラネタリウムである所以はこちらにあり、機器として見るとただの PC とビデオプロジェクターなのである。

### 3a ビデオプロジェクター

映像を映し出すシステムとしてはバックエンドにあたるが、技術開発のスピードも非常に速いため、どういう機器がプラネタリウムに向いているか、一概には言えない状況にある。しかしながら、各メーカーの現行機器を並べてみるといくつかのことが見えてくる。その前に全天を何台のビデオプロジェクターでカバーするのかという問題を避けることはできない。

#### 3a-1 分割方式

現在実用されている分割方式として、主に6分割、5分割、3分割、2分割そして分割しないいわゆる“単眼”による投影方式がある。単眼方式を別にすると、分割数が多いほどプロジェクターから出る光量を有効に使うことができる。例えば分割数が無限大ならば、効率は100%となる。



これは明るさだけではなく、ピクセルを有効にドーム面に投影するという意味の効率になる。現在のところ、単眼の場合63%程度、2分割では50%程度、6分割で60%程度が明るさ（すなわち有効なピクセル）の効率ということになる。

かつてのスライドフィルムのサイズの縦横比は3:2であった。およそ36mm:24mmだったことは記憶に新しい。それに対して、ビデオプロジェクターの画面のサイズは実サイズではなく縦横のピクセル数で表現する。そしてその縦横比は4:3である。オフィスで使われているPCの画面のサイズはXGA(1024:768)、SXGA(1280:1024)、WSXGA(1600:1200)などはみな4:3の縦横比を持っている。当然ピクセル数が大きいほど解像度は高いのであるが、ビデオプロジェクターの場合はレンズの焦点距離と投影距離によって最終的に映る大きさが決まる。

### 3a-2 投影素子

映像を作り出す方式は数種類あるが、プラネタリウムで用いられてきたのは、三管式、液晶、DLP、SXRD、I-DLA、さらにレーザー技術を用いたGLV、AdLip等がある。三管式の場合はCRT(ブラウン管)が素子であるが、他の場合も素子とかチップとかパネルとかいう言葉で呼ばれる。(統一して欲しい!)

三管式プロジェクターはたまに見かけることはあるが、現役で使われているものは少ないと思われる。当初(2001年頃まで)はコントラスト比が非常に高いため、いわゆるフレームレスのスライドの代わりに用いられ、そのままデジタルプラネタリウムにも用いられたが、現在ではほとんど用いられなくなった。

液晶方式のプロジェクターは、以下に述べるDLP方式の

プロジェクターが高価だったのでスライド代わりとして使用されたことがあったが、デジタルプラネタリウムとしてはほとんど使われていない。

DLPは液晶式に比べると現在でも高価であるが、液晶式のコントラスト比が300:1程度あるのに対し、DLP方式は2000:1程度が実現されている。コントラストや明るさの比較は、光源、レンズ、光路で発生する迷光によって変わるので一概にはできないが、液晶とDLPを比較する場合は10倍もの開きがあるので有効である。しかしながらDLP同士を比較する場合、メーカーのカタログに記された数値はあまりあてにならないし、2000:1と1500:1では並べて見比べても分からない程度の差異しか無いと思われる。

さらに、メーカーによっては素子本来のコントラスト比ではなく、動的に変化するアイリス(絞りを)を組み込んで、それをも計算に含めた数値を表示している場合もあるので、ますますあてにならない。

D-ILA素子やSXRD素子は反射型液晶(LCOS)と呼ばれる方式の素子の商品名である。(D-ILAはビクター、SXRDはソニーの商品名である。)コントラスト比率はSXRDの場合は2000:1程度、I-DLAの場合は10000:1程度である。しかしながら、明るさは同クラスのプロジェクターどうしを比較すると、カタログ値はSXRDの方が数倍明るい。例えば同じ4k×2kサイズのプロジェクターの場合、SXRDでは5000ルーメンと10000ルーメン、I-DLAでは3500ルーメンである。両社の開発技術者に直接聞いてみると、ソニーからは、「コントラストを高くすることは出来るが暗くなるよ。」という返答が、ビクターからは「明るくすることは出来るが、コントラストは落ちるよ。」という返答がそれぞれ返ってくる。つまり、現状では明るさとコントラストは相反する関係にあり、良いところだけとることは技術的にクリアされていない。



写真3 D-ILA プロジェクター

プラネタリウムで使うクラスのプロジェクターの光源はほとんどの場合、高価な放電系の電球を使う。W 数やメーカーによっても異なるが、耐用時間は 800 時間から 2000 時間程度である。電球はその特性として、新品の時は明るくても、だんだん暗くなり、耐用時間に至る頃には約 50% 程度まで落ちている。電球の明るさが半分になると人の目には 7 割くらいの明るさと映るから、この頃が換え時である。

2004 年スペインで開催された IPS (国際プラネタリウム協会) の年会では、Zeiss 社の AdLip プロジェクターが注目を集めた。しかしながら、取り扱いが非常に面倒なと高価であるという理由で国内に導入事例はない。また、E&S 社製の GLV (Grating Light Valve) 技術を使ったレーザープロジェクターは、カタログ性能に実質が追いつかない現実に加えて、不自然な縞模様の発生などのトラブルが解決されていないらしい。日本では 2ヶ所に導入されたが、今後新たにこの種のプロジェクターを導入しようとするところは途絶えたようである。

今年 2006 年の IPS 大会 (メルボルン) で注目を浴びたプロジェクターは SEOS 社の Zorro-Real Black であった。明るさはそれほどでもないが、コントラスト比は数十万 : 1 というものであった。一説によるとビクター社の I-DLA チップを複数重ねて高コントラスト比を実現しているという話だが真偽のほどは不明である。ヘイデンプラネタリウム (Hayden Planetarium : ニューヨーク自然史博物館) はいち早く 2006 年の時点で次期プロジェクターとして Zorro-Real Black の導入を決めたが 2008 年 10 月現在、未だ納入されていない。国内にも導入事例はない。

2008 年の IPS 大会では Zeiss 社から Velvet というプロジェクターの発表があった。Real Black とほぼ同等の性能で、安定しているように見えたが、Zeiss の専売であることと、やや高価であるためこれも国内に導入事例はない。



写真4 シャッターの一例

プロジェクターの性能についてまとめると表-2 のようになる。

### 3a-3 明るさとコントラスト

フィルムによる全天映像が日本各地に建設された 1980 年代後半、全天に明るい映像を映すとコントラストが低下する現象が認識されるようになった。海外では、スライドによる明るいオールスカイ (AllSky) パノラマ映像でも同じことが認識されていた。ドームに映像を映す場合の宿命であった。これを避ける方法として、ドームの反射率 (スクリーングインという場合もある) を低くする方法があるとされている。観客が見たい光はスクリーンに 1 回反射した光であって、2 回目の反射、3 回目の反射がコントラストを低下させるのであるから、2 回目より先の反射光はなるべく早く減衰してしまうことが望ましいわけである。

一方、映像が明るいことによるコントラスト悪化感覚の低下という現象も認識されている。つまり、ドームに映すことによるコントラストの低下は中途半端に暗い映像を映した場合に顕著で、うんと暗い映像 (星に代表される) やコントラストの低下に打ち勝つほど明るい映像を映した場合は問題にならない。ドーム全体に映写される映像の明るさとスクリーン面の反射率、人間の目の特性などがからみあって、最終的に良く見える・見えないという感覚につながることはまでは理解できるが、その本質は解明されていない。

### 3a-4 レンズ

光をスクリーンに送出する最終段の重要な要素である。カメラレンズと同じように平面のチップから球面のドームに向けて映写する方式が理想である。しかしながら、一般的なプロジェクターに用いられている投影用レンズは、平面に向けて投影することが想定されている。そのため、レ

レンズを持つ重要なパラメータに画角-投影距離の比がある。ようするにこの比が1のレンズは、投影距離と映った映像（画像の実サイズ）の大きさが同じということである。2ならば、投影距離の半分の大きさの画像が得られる。

分割数がある程度多い場合は、個々のプロジェクターが受け持つ範囲は狭くなる。すなわち、一般的なレンズ（量産されるので安価）で用は足りる。しかしながら、2分割や3分割の場合、特別な広角レンズ（ $f \tan \theta$ ）または魚眼（ $f \theta$ ）レンズが必要となる。これを逃れる方法として、魚眼コンバージョンレンズを装着する方法も考案され、実用化されている。

### 3a-5 シャッター

液晶、DLP、SXRD、I-DLAの各素子のバックグラウンドの明るさはゼロではない。そのため何も映していない時でもぼんやりとした薄暗い光が常に出続けている。明るさとコントラスト比、さらにドームの大きさ、反射率が非常に上手くマッチすれば実用上は気にならないレベルに押さえ込めると期待されるが、現実には不要な光を遮る仕組みとしてのシャッターが必要となる。簡単なのはウチワでレンズを覆ってしまう方法であるが、レンズ内のアイリス（絞り）を完全にクローズまで絞れる機構も考案されている。

映像の明るさを完全な漆黒の状態にまで絞る動作は、ハロゲンランプの場合は電圧制御で簡単に行うことができたが、放電系の光源を持つスライドプロジェクターやビデオプロジェクターの場合、アイリスに頼らざるを得ないのが実情である。この機構は可動装置を含むためにトラブルの原因となりやすく、さらに複数のプロジェクターでは動作が一樣でない（映像の暗くなり方がバラバラに見える）などの難点もある。

### 3a-6 投影距離

同じプロジェクターに同じレンズを装着して同じ映像を投影した場合、スクリーン面での明るさは、投影距離の自乗に反比例する。ドームの中心から投影しない限り画面の中で明るさの違いが生じている。多くの場合ドームの周辺にプロジェクターを配置するので、この現象は避け得ないものである。しかし、不思議なことに、単一画面内の明るさの変化は非常に滑らかなので見た目にはそれほど気にならない。完全にシンメトリーに配置されたプロジェクターの画面の接合部分の明るさも実用上差し支えないレベルで調整可能である。

それに対して1台だけシンメトリーから外れた構成（例えば6分割）の場合、シンメトリーに配置されたプロジェクターと外れたプロジェクターの画面の明るさに大きな違

いが生じることになる。いかに明るさやガンマを補正しても、5つの接合線の明るさを合わせることは不可能である。これを補正するためには、ソフト的に投影距離による明るさの差異を補正する機構を付加する必要がある。ただしそれは最も条件の悪いところに条件の良い部分を合わせるということになり、現実には行われていない。

### 3a-7 ボカシマスク

フィルムによるスライドプロジェクターの時代から、映像を接合するのに用いられてきた技術にボカシマスク（ピネッタともいう）によるブレンドがある。やりかたによっては干渉縞が出たりするが、簡単なので広く用いられている。板に鋸状の切れ込みを入れて干渉縞を低減する工夫もされている。ビデオプロジェクターの場合は、ボカシの効果はソフトウェア的に付加したマスク（いわゆるソフトマスク）と、ハードウェア的なマスクの併用が一般的である。後者はボカシの意味合いより、不要なバックグラウンドからの光を遮る意味合いのほうが強い。しかし、これを積極的にグラディエーションマスク（ニューカークフィルターの逆応用）としてブレンドを滑らかにすることに応用している例もある。現状ではブレンドはおこなわざるを得ないが、自動ジオメトリ補正が完全に実現すれば映像はいわゆる「つきつけ」が可能となり、将来的には遮光のみの用途が残ることとなる。

### 3a-8 総体としての解像度

ビデオプロジェクターの能力いっばいにビデオボードの出力設定を行うことによって、そのプロジェクターシステムの解像度が推定できる。単眼プロジェクターの場合、プロジェクターの解像度がXGA（1024×768）ならその中に取れる円の最大直径は768である。分割方式の場合、1台のプロジェクターの場面内でも解像度が微妙に違うことになり、さらに観客からスクリーン面までの距離も全て異なっている。（これは単眼の場合でも同じである。）そこで、解像度は世界的にドーム直径に対していくつのピクセルが割り当てられるかによって表される。

このドームは4kの解像度があると言った場合は、直径4000ピクセルの丸い写野をもっているということである。理想的なレンズの画角がとれた場合、SXGA（1280×1024）6台で約2.8k、1920×1080ピクセル（ハイビジョン）のプロジェクター2台の場合は約1.9k、4096×2160ピクセルのプロジェクター2台の場合は約3.8k、4096×2400ピクセルのプロジェクター2台の場合は約4.0kである。

	ドーム断面積	プロジェクター	全光束	効率	実効光束	単位断面積あたりの光束 (lm/m <sup>2</sup> )	解像度(ピクセル/直径)
10m(平塚)	79 m <sup>2</sup>	F1+ 5台	2500lm*5	0.5	6250lm	79lm/m <sup>2</sup>	2.4k
16m(メルボルン)	201 m <sup>2</sup>	SXRD 2台	10000lm*2	0.6	12000lm	60lm/m <sup>2</sup>	2.5k
18m(札幌・旭川)	254 m <sup>2</sup>	Barco SIM4 6台	1500lm*6	0.6	5400lm	21lm/m <sup>2</sup>	2.5k
20m(名古屋 JPS)	314 m <sup>2</sup>	SXRD 2台	10000lm*2	0.6	12000lm	38lm/m <sup>2</sup>	3.8k
18m(SH-4 2台なら)	254 m <sup>2</sup>	SH-4k	3500lm*2	0.6	4200lm	16.5lm/m <sup>2</sup>	4.0k
25.6m(大阪)	551 m <sup>2</sup>	Panasonic 6600 6台	7000lm*6	0.6	25200lm	45lm/m <sup>2</sup>	2.5k

表1 代表的なドームでの明るさと解像度の比較

### 3a-8 総体としての明るさ

解像度とともに非常に重要な要素は明るさである。プロジェクターの明るさは、レンズから有効に放射される光束の量（ルーメン lumen 数）で表される。ANSI=米国規格協会が指定する実測方法に基づいて表示した明るさは ANSI-lumen（アンシルルーメン）と呼ばれる。実質同じものと考えて差し支えない。

ドームに向けて照射される光束はプロジェクター1台の明るさに台数を掛けただけのものになるが、画面の重複を考慮すると有効な光束量は6～7割となる。

ドームに向かう光束をドームの断面積（または表面積）で割れば、単位面積あたりの明るさが計算できる。どの位の単位面積あたりの光束があれば、十分な明るさと言えるのか分からないが、代表的な館での実例を計算したものを表-2に示す。

### 3a-9 プロジェクターコンフィギュレーション

プロジェクターのドームでの配置は理想の場所におけるとは限らない。スライドのオールスカイの場合、計算通りの場所がないとコンテンツの互換性が無くなってしまふという決定的な欠点があったが（そのため何としてでも計算通りの場所にプロジェクターを配置しようとした）、デジタルの場合は、個々のプロジェクターの設置位置に対して、歪みを計算する数値データを取得することによって、歪みの補正が可能である。このためのデータセットを単にパラメータと言ったり、コンフィギュレーションと呼んだりしている。このデータセットは、投影レンズの3次元的な位置と投影レンズの情報、画面の中心位置のドーム上での高度と方位角などのデータから成っている。計算または実測では追いつききれない誤差もあり、このパラメータは万能ではないが、後に述べるドームマスターのスライスのためのパラメータそのものでもある。

なお、一部のシステムでは、いったんプロジェクターをドームの中心に配置したとする仮定のもとにドームマスターのスライスを行っているし、映像生成装置から各投影機に送られる映像もこの仮定に基づいている。プロジェクター側で、現実のプロジェクターがドームの中心にないこと

によって生じる歪みの補正を行っている。最終的にドームの投影された結果は補正を2段重ねたものになるが、一度スライスされた投影用ファイルは使いまわせるという利点がある。

### 3b ソフトウェア

デジタルプラネタリウムの機械要素としては、ビデオプロジェクターとコンピュータということになるのだが、コンピュータそのものより重要なのは、映像を作ったり送出したりするソフトウェアということになる。

デジタルプラネタリウムの歴史を紐解けば、2つの起源に行き当たる。1つは景観シミュレーターが宇宙に延長されたもの（デジスター）でも、もう1つはいわゆるパソコンプラネタリウム（超高速天文シミュレーション）ということになる。これらの発展とその毀誉褒貶はなかなか面白く興味深いものがあるが、ここでは割愛して、進化の結果デジタルプラネタリウムの4つの要素として次のものを挙げる事が出来る。

- 1) 全天版ステラナビゲーター
- 2) スペースエンジン
- 3) 全天版パワーポイント
- 4) 全天版メディアプレーヤー

いずれも通常は単画面の PC 上でのシミュレータまたはプレゼンテーション用のソフトであるが、それが全天に広がったものと考えると分かりやすい。

#### 3b-1 プラネタリウム機能

光学式のプラネタリウムの持つ、恒星、惑星、月、太陽、座標線、諸表示、星青光、朝夕焼、薄明などをそのままデジタル化したものと考えると分かりやすい。PC 上での天文シミュレーションソフトとしては国内ではステラナビゲーター、ミタカ、鶴浜義治氏のソフトなどがあり、海外には、The Sky, Red Shift, Space, Voyager, Starry Night, Stellarium などのソフトウェアがある。書店などで市販されているのはいわゆるコンシューマー向けのソフトで、複数のプロジェクターには対応していないしドームに投影した場合の歪み補正



写真5 映像送出装置の一例（旭川）

も付いていない。それに対して、デジタルプラネタリウム用のものは、プロ用の仕様として複数 PC に対応し、歪み補正機能も備えている。日本ではステラナビゲーターのプロ版がステラドームプロであり、ミタカのプロ版がミタカプロである。海外の場合、Starry Night はスピッツ社のサイドーム (SciDome) に、Stellarium はデジタルリス (Digitalith) 社のデジタルリウム (Digitalium) で採用されている。

従来のプラネタリウムでも今日の星空、天文現象の時刻などを調べたりするのにパソコンプラネタリウムが重宝されてきた。使用方法や同じなので、全天モードの空の部分のみがドームに映り、操作のタグスイッチも含めた部分が手元モニターに映っていると思えば分かりやすい。

一方、シミュレータとしての流れはデジスター、デジスター II では UNIX のマシンを使う必要があったが、現在は一般的な Win-PC が使われている。そのため、実質的にはパソコンプラネタリウムと同じと言って良い。

### 3b-2 スペースエンジン

プラネタリウムは地球にいて星空を再現する仕組みであ

った。日周運動も年周運動も地球上に居ればこそその現象であり、人々の生活とも密着しているので、観客は解説を興味を持って聞けることになる。

しかしながら、当然のことながら宇宙は平面ではないし、天球に張り付いたようなものでもない。宇宙は奥行きのある空間である。簡単な天文現象、例えば日の出・日の入りや月の満ち欠けなどでも、視点を自由に変えて見ることが出来れば、理解は大いに進むはずである。太陽系の構造、銀河系内の位置、銀河系の構造、大きな宇宙の中での銀河系の位置・・・、これまでのプラネタリウムでは取り扱いきれなかった内容をいとも簡単に視点を変えてみる仕組みが欲しくなる。デジタルプラネタリウムが真に 3次元プラネタリウムである所以は奥行きのある宇宙へ視点を移動することにあるとって過言でない。そしてこれをリアルタイムに可視化する機能と概念をスペースエンジンと呼んでいる。

スペースエンジンには現在知られている（存在する）あらゆる宇宙のデータを内包している必要がある。とは言ってもデータは膨大であり、次々に更新される内容を決められたフォーマットに変換するのも大変な作業である。プラネタリウムで使える形の唯一のデータセットはアメリカ自然史博物館 (AMNH) が作っているデジタルユニバース (Digital Universe) データセットである。これを部分的に可視化するシステムは同じ AMNH で作っているパーティビュー (Parti-View) というシステムがあり AMNH の HP から自由にダウンロードして使うことができる。

デジタルユニバースを既存のドーム用システムに取り込む仕組みとして、スカイキャン社のデジタルスカイ 2 はデジタルユニバースプラグインが付加されている。つまり、デジタルスカイの同じ操作系でデジタルユニバースデータセットの可視化ができるわけである。E&S 社はデジスター 4 でこの機能が実現され、スウェーデンのスキス (SCISS) 社のユニビュー (Uniview) とともに世界では 3つのリアルタイムでの可視化ソフトが存在している。

### 3b-3 プレゼンテーション

パワーポイントはマイクロソフト社のプレゼンテーションツールとして、学会発表その他のプレゼンテーションに多様されている。プラネタリウムでもその使い勝手の良さから重宝されているし、スカイキャン社はスパイスシステムからパワーポイントを操作できる仕組み (パワーポイントプレゼンター) を出している。

しかしながら全天にわたってプレゼンテーション用の画像を自由にしかもマニュアルで配置することのできるツールはまだなかなか一般化していない。

その中でオリハルコン社のクアドラテューラ (Quadratura) は、通常のスライド的な静止画、動画、全天

の静止画 (All Sky)、さらには軽い全天動画 (1k 程度) をリアルタイムでマウスでドラッグして大きさを調整しながら配置することができる。さらに 3D モデルの配置、任意の文字の配置、さらにはフリーハンドで落書きまで可能という優れた使い勝手の良さで人気沸騰の可能性はある。

### 3b-4 全天メディアプレーヤー

ウィンドウズメディアプレーヤーやウイン DVD などのソフトは、いろいろな動画や音声を再生することができる。プレイバック機能と呼ぶこともある。1 台の PC と 1 台のビデオプロジェクターならば、全画面モードで投影すれば済むが、複数の場合は画像にズレが生じないようにする仕掛けが必要となる。ハード的にはビデオボードのゲンロック (GENELock) 機構を利用する方法があるが、ソフト的に別の PC 上の画像を同期する方式を採用しているところもある。

この機能だけの全天映像シアターもある。歴史的にはスカイキャン社のスカイビジョンや、バーチャリウムのある種のもの (福島市に納入されたもの) はメディアプレーヤーのみの機能に限定されている。

アイマックスドームやアストロビジョンの単独館と考えれば分かりやすいだろう。

## 4 コンテンツ

かつてのプラネタリウムは、天文に関する先生の話の聞きに行く場であった。そういう意味では講演に近かった。それがいつの間にか番組という言葉が使われるようになるころになるとテレビを見るかのような感覚となった。さらにデジタルプラネタリウムではいわゆるオートとマニュアルの間に厳然と聳えていたカベは相当低くなったと見ることが出来る。

### 4a 投影要素

#### 4a-1 静止画

あらゆるプレゼンテーションで最も多用されるのは、いわゆる静止画である。マイクロソフト社のパワーポイントでは静止画に対してスライドという言葉を使っている。プラネタリウムではスライドという未だにフィルムによるスライドを指すことが多いが、ここではスライドという呼称を用いることとする。将来的にはスライドと呼んでも何の誤解も生じないようになると思われる。静止画は縦横ともに 2 のべき乗 (128,256,512,1024,2048...) のサイズが用いられる。

四角いスライドに対して、全天を覆う静止画をオールスカイと呼んでいる。スライド投影机 6 分割で全天に静止画を投影していた時代に IPS で決められた規格は、

[http://www.skyskan.com/Reference/allsky\\_spec/cont.html](http://www.skyskan.com/Reference/allsky_spec/cont.html) で見ることができる。デジタルでは、自由に作れば良いが、景色については画面の下が南と決められている。



写真6 景色のオールスカイの例

丸い画面の直径が 4000 ピクセル程度あれば、とりあえず



写真7 フルオールスカイの例

十分な解像度といえる。静止画の場合、アルファチャンネルを設定することが出来、その部分の背景が抜けた映像が映し出せる。

パノラマ (いわゆるスカイライン) も多くの機種ではパノラマモードのレンズが用意されていて、従来使っていた

写真6のようなパノラマをそのまま貼ることができる。空はアルファチャンネルで抜けば背景の星が景色に重なることはなく景色に沈める演出が可能となる。

オールスカイは半球分しか画像がないが、下半分にもあれば、全球の画像が貼り付けられる。例えば星空や天の川については最初から全球分のデータを持っているが、一般の景色でも全球分のデータを持つことが可能である。しかし、それは丸い形ではなく、写真7に見るような6枚正方形の画像のセットということになる。

#### 4a-2 動画

テレビやビデオの画面サイズは720×480ピクセルまたは、640×480ピクセルである。この程度の大きさの動画は、圧縮されたMPEGでも、Windows Media Video (WMV)でも、非圧縮のAVIでもそのまま上映することができる。

一方、全天版の動画は、一般的にはドームマスター (Dome Master) という形式で供給される。ドームマスターのことをドームオリジナル (Dome Original) という場合もある。か

ところが、4kの非圧縮静止画を秒30枚の割合 (フレームレート (Frame Rate) といいFPS(Frame Per Secondの単位で表現する)でスムーズに再生するためには高価なRAIDOを組んだハードディスクシステムが必要になり、あまり現実的ではない。そこで、一般的には4kドームマスターから、各プロジェクター用に歪みを補正した画像を作り、それをエンコードソフトを用いてMPEGまたはWMVに変換した画像を再生している。

ドームマスターから投影用の圧縮されたファイルを作る操作をスライス(Slice)という。しかし、特定の企業や特定のコミュニティでは、レンダリング(Rendering)またはスライス&レンダリング(Slice and Rendering)またはスライス&エンコード (Slice & Encode) と言うことがある。

スライスを行うためのソフトウェアをスライサー (Slicer) またはスライスソフト (Slice Software) と呼んでいる。スライサーが扱うことのできるパラメータを共通化できれば、非常に便利になる。事実一部のシステムとスラ

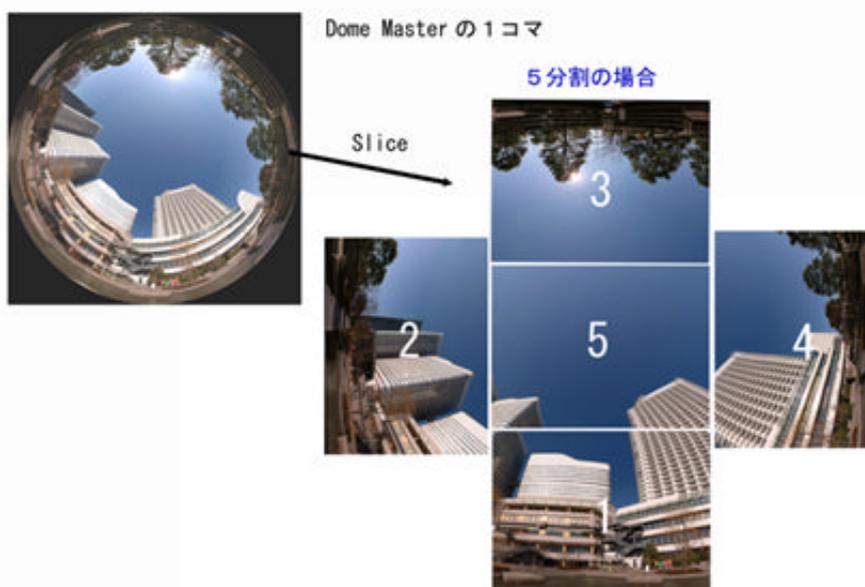


写真8 スライスの一例(5分割の場合)

いつまんで言うと、4a-1で述べたオールスカイの静止画連番ファイルと考えると分かりやすい。動画にするためには、一般的には1秒間に30フレーム(コマ)が必要になる。30分の作品ならば、54000枚の静止画で供給される。IPSで推奨するドームマスターの規格は、30または60である。

イサーではパラメーターの共通化が図られている。

#### 4b 音声

デジタルの音声は主にワブ(wav またはウエーブ)またはAIFFといった形式が一般的である。通常はステレオ

2ch であるが、5.1 チャンネル、7.1 チャンネルの wav ファイルも存在する。しかし、海外で作られるドームマスター作品はドルビーデジタルを採用した AC3 という形式が用いられ、この形式が IPS でも推奨となっているため国内でも多くの館が使い始めている。また、PC 上で編集・加工できるソフトもフリーのものも含め出回り始めている。

## 5 生解説

デジタルプラネタリウムは生解説に使ってはじめて価値が生ずるものなのかも知れない。しかし、デジタルプラネタリウムでの生解説は十分開発されているとは言えない。この方面の研究の試みのひとつが今年 1 2 月 8 日に行われる第 6 回デジタルプラネタリウムワークショップでメインテーマとして検討されることになっている。

## 6 長所と短所

デジタル化はもはや止められない時代の流れであり、うまく使えれば「天文教育の道具」の域に留まらない限りない可能性を秘めている。しかしながら、全てにコンピュータを介していることに対して使用者側がある種のアレルギーを持つことも否めない。これは、時間を掛けて徐々に慣れていくことによって解決できる。若い世代ほどアレルギーが少ないのは一種の救いでもある。

アナログ時代の機器とデジタルの機器を比較すると、その寿命において大きな差異がある。ここ 20 年来のプラネタリウムは電子部品～コンピュータに依存する割合が高まっている。調光 1 つとっても、昔はスライダックだったが、20 年ほど前からサイリスタによる調光となっている。運動系も同じである。しかし、機械で作られた基幹部分の寿命は実績として 50 年以上あった。しかも 50 年前の機械も現在の機械も星像はそう変わっていないのかも知れない。しかしながら、フルデジタルの場合は、基幹部分は全て電子部品ということになり、おのずとその寿命は 10 年未満となる。それ以上にこの分野の技術革新はまさに日進月歩であり、5 年前の機器は事実上古くて使う気が起きないということになる。そういう意味でデジタルプラネタリウムの寿命は極めて短いものとなる。

### 文 献

- (1) <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/>
- (2) <http://www.lochnessproductions.com/lfco/lfco.html>
- (3) [http://www.lochnessproductions.com/fulldome/fulldome\\_resources.html](http://www.lochnessproductions.com/fulldome/fulldome_resources.html)
- (4) <http://www.ips-planetarium.org/fulldome/>