

第4次展示改装における「星の3次元分布」の制作

石坂 千春*

概要

第4次展示改装において「星の3次元分布」を大きく仕様替えし、新規製作したので報告する。旧展示では四半球上に星を分布させていたが、新展示では立方体の中に星を配置させた。制作において考慮すべきだった新たな知見を得られたので、備忘としてまとめる。

1. 内容

この展示は、透明な立方体ケースの中に北斗七星、カシオペヤ座、北極星を3次的に配置し、星は空にはり付いているのではなく、宇宙には奥行きがあることを観察してもらうものである(図1)。見る角度を変えると(地球から離れて宇宙の遠いところから見ると)、地球から見る星の並びとはまったく違って見えることが分かる。



図1. 新「星の3次元分布」

旧展示は、図2のように、暗幕で仕切られたコーナーの中に設置した四半球を天空に見立て、距離に応じた長さの光ファイバーを奥から差し込むことで星の3次元分布を再現していた。

四半球の前面にはガラス窓があり、楕円で示された地球(太陽系)の位置から見ると、見慣れた配置で北斗七星やカシオペヤ座が見えるが、視点を移動さ

せると、まったく違う形になる。

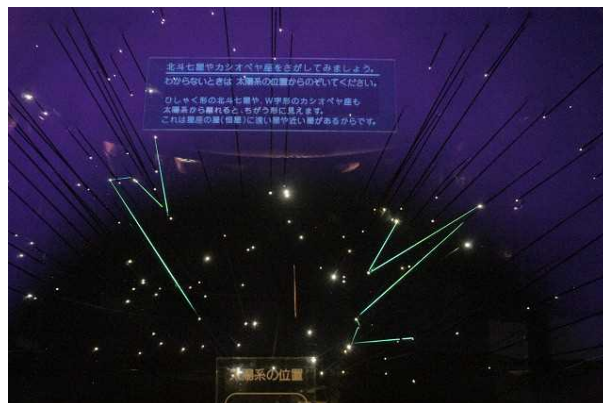


図2. 旧「星の3次元分布」

この旧展示では、光ファイバーの長さが「四半球の半径」-「距離」であること、それぞれの挿入角度を動径方向に固定しなければいけないこと、が星の3次元分布を正確に再現する上での困難を招いていた。

また、観覧者にとって、星の配置が太陽系から見た場合と同じ配置になる視点が、非常に狭い1点に限られていること、その場所を示す楕円の印が、暗幕で仕切られたコーナーの中では暗くて見つけにくいこと、が難点であった。

そこで、新展示は、旧展示の難点を解決するため、下記のような方針で設計することにした。

- ・明るい状態(暗幕で仕切らない)で観察できること
- ・適度に広い範囲から、通常の配置に見えること
- ・星の支持機構が安定していること
- ・側面からも観察が可能なこと

*大阪市立科学館/中之島科学研究所

この方針を実現するため、透明な立方体の中に恒

星を配置することとした。

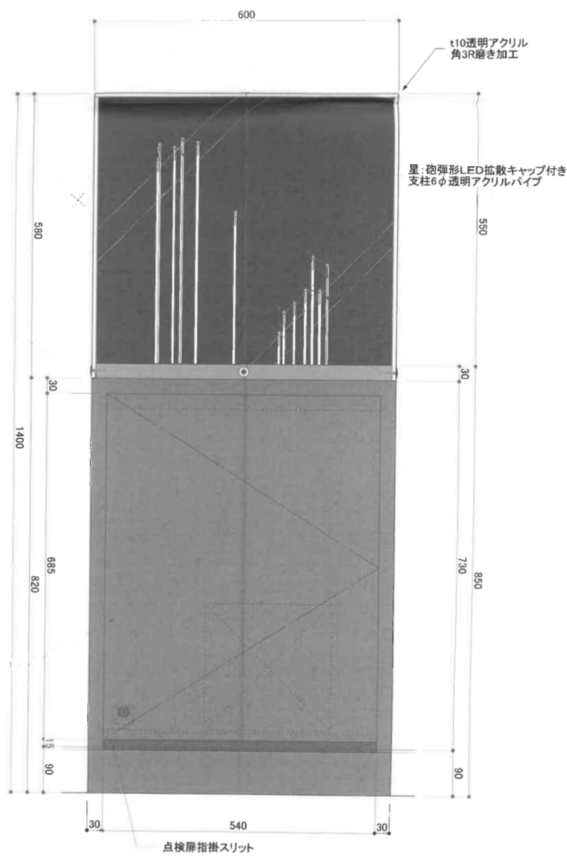


図3. 「星の3次元分布」寸法

2. 設計

2-1. 什器

什器の形は旧展示と異なり、立方体を採用し、正面に立つと、太陽系から観察した場合に相当するよう意図した。寸法は図3のとおりである。高さは身長140cmの小学生の視点に合わせるよう設計した。

また、恒星は旧展示と異なり、LED電球を採用し、明るい状態でも容易に視認できるようにした。

2-2. 恒星の配置

配置する恒星は、北斗七星とカシオペア座および北極星である。

まず、星空シミュレーションソフト・ステラナビゲータ10により地上から見た北天を適当な日時で再現し(図4)、当該恒星の位置(XY平面への投射位置)を数値化した(表1)。この方法が後述する問題点①の原因の一つとなった。

当初、恒星は視覚の邪魔にならないよう、背面から支持棒を伸ばすことを考えたが、これでは恒星の位置を固定するのが困難なため、底面から恒星を“生やす”よう設計変更した。

この場合、支持棒どうしが接近しすぎると電源の配線が難しくなるため、表2のように、XY平面上での恒星の位置を回転させた。この回転中心が北極星ではなかったことが、後述する問題点②の主原因となった。

2-3. 補助線

奥行(恒星の距離)を表すため、底面に100光年ごとの補助線を書き加えた。



図4. ステラナビゲータ10で描画したカシオペア座(左)と北極星(中央)、北斗七星(右)

表 1-1) 北斗七星の星の距離と図 4 上での位置 (x、y)

番号	名称	等級	距離(光年)	x	y
①	おおぐま座 α (ドゥーベ)	1.8	123	354	180
②	おおぐま座 β (メラク)	2.4	80	381	185
③	おおぐま座 γ (ファド)	2.4	83	399	145
④	おおぐま座 δ (メグレズ)	3.3	80	380	131
⑤	おおぐま座 ϵ (アリオト)	1.8	83	380	103
⑥	おおぐま座 ζ (ミザール)	2.3	86	377	80
⑦	おおぐま座 η (アルカイド)	1.9	104	393	49

表 1-2) カシオペヤ座および北極星の距離と図 4 上での位置 (x、y)

番号	名称	等級	距離(光年)	x	y
①	カシオペヤ座 α (シェダル)	2.2	228	42	157
②	カシオペヤ座 β (カフ)	2.3	55	56	137
③	カシオペヤ座 γ (ツイー)	2.5	549	64	169
④	カシオペヤ座 δ (ルクバー)	2.7	99	65	188
⑤	カシオペヤ座 ϵ (セギン)	3.4	410	88	200
⑥	こぐま座 α (北極星)	2.0	433	209	153

また、カシオペヤ座や北斗七星の形をわかりやすくするため、恒星と恒星を細い糸(テグス)で結んだ。恒星を底面から生やすことで、恒星と恒星を糸で結ぶことが可能となった。

3. 問題点とその対処

前章により什器を製作したが、前述した当初の意図にそぐわない問題点が生じたので、その対処とともに報告する。

3-1. 問題点①視点の固定

什器の形は旧展示と異なり、立方体を採用し、正面に立つと、太陽系から観察した場合に相当するよう意図したが、実際には、正面の特定の狭い範囲からだけ、太陽系からと同様の配置に見えるものとなった。

正面の任意の位置に立って観察したのでは、距離がほぼ同じ位置にある北斗七星はまだしも、個々の恒星の距離がバラバラなカシオペヤ座が、「W」型に見えないのである。

これは、地上から見た場合の恒星の配置が、距離を「無限遠」として投射したのだからである。

この展示ではケースの中は前述のとおり 100 光年ずつ補助線が引いてある。本来なら、ケースの手前、100 光年のところに太陽系があるはずだが、ケースの外は、

補助線の間隔がケース内とは異なり、実際の 100 光年(ケース内の縮尺からすれば、無限遠とも言える距離)になっている。

これは、もしも旧来どおり四半球上に恒星を配置し、半球ドームの中心に当たる部分に太陽系(のぞき窓)があるように設計していれば、起きなかった問題である。

対処するため、以下のような工夫を加えた。

ある特定の視点から見ると、カシオペヤ座が「W」の字に見えることが分かったので、視点を指定するために、黒いフェルトを張った背面に赤点を打ち、「北極星と赤点が重なる位置から観察」するよう、観覧者に促す解説板を取り付けた。

3-2. 問題点②

問題点②は、前述の問題点①を回避するために背面に設置した赤点と北極星を結ぶ線(指定した視線)が什器正面に対して垂直ではなく、什器から離れれば離れるほど左上に上がっていくように傾いていたことである。これはすなわち、北極星と赤点がXY平面上で中心に来ていないことを意味する。

その原因はおそらく、星を配置する際の位置座標変換の回転中心が、北極星ではなかったことにある。

制作に当たって、図4の配置でケース内に収めようとすると、北斗七星の星々の距離がほとんど同じなので、

LED ユニートを設置できないことを回避するために、図3に見られるように、実施設計では、時計回りに星野を回転させている。

北斗七星とカシオペヤ座の恒星の位置変換は、表1にまとめた星の位置 (x, y) に対して回転角を φ として、式(1)のような換算を行ったはずだが、什器の設計者は回転中心を北極星ではなく、当該星野の中心にしたのではないかと推測する。

$$\left. \begin{aligned} x' &= x \cos \varphi + y \sin \varphi \\ y' &= -x \sin \varphi + y \cos \varphi \\ z' &= z \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

ここで、 (x, y) はXY平面での位置、 z は奥行(距離)

当然、北斗七星とカシオペヤ座は、天の北極からの角度距離が同じではないので、単純に中心を北斗七星とカシオペヤ座の中間点にすると、北極星がXY平面の中心からずれてしまうのである。

4. まとめ

3章で述べたような課題はあるが、当初の目論見のうち、

- ・明るい状態(暗幕で仕切らない)で観察できること
- ・星の支持機構が安定していること
- ・側面からも観察が可能なこと

については実現できた。

旧展示と異なり、暗幕で仕切られた閉鎖空間に入る必要はないので、観覧客は通りがかりに、抵抗なく展示を観察できる。

たしかに、ある特定の視点から以外には、カシオペヤ座や北斗七星が地球から見た形と異なってしまいが、この展示で伝えたいことは、カシオペヤ座や北斗七星の形ではなく、異なる視点からは天空上の星の配置が異なって見える、ということなので、致命的な問題とはとらえていない。

なお、当該展示には、1辺15cmの小型「3次元分布」(さそり座とオリオン座)も併設した(図5)。これは観覧客にとってなじみ深い星座の星の配置を、自由に手に取って、いろいろな方向から眺められるように、との配慮である。



図5. 小型3次元分布「さそり座」(左)と「オリオン座」(右); LED 電球ではなく、カラービーズで星を表現している。落下防止のため、什器はワイヤで壁に接続している。