

全天星図から HR 図へのシームレスな変換について

三 田 村 耕 平*

概 要

HR 図は、恒星の分類や進化の段階を一目で知ることができる強力な手段である。しかし、多数の恒星を自ら図中にプロットして実感を得ることは、一般市民には難しい。そこで、実際の星空で見える恒星が、HR 図上でどのような対応関係にあるのかを理解することのできる映像の制作手法を確立した。映像中では、まず全天の恒星から 1 等星を HR 図上に移動して並べ替え、その後、全恒星を HR 図上に移動することで、主要な恒星には巨星や超巨星が多いことが直観的に分かる工夫を盛り込んだ。

また、制作した映像をドームマスター形式で出力し、当館 2025 年度プラネタリウム A 冬番組「星の一生」の 1 カットとして使用することで、プラネタリウムを観覧する多くの来館者にご覧いただけたとともに、当館学芸員による生解説を加えることもできた。

1. はじめに

HR 図(Hertzsprung-Russell diagram)は、縦軸に恒星の光度や絶対等級を、横軸にスペクトル型や色指数(有効温度)を取った分布図である[1]。

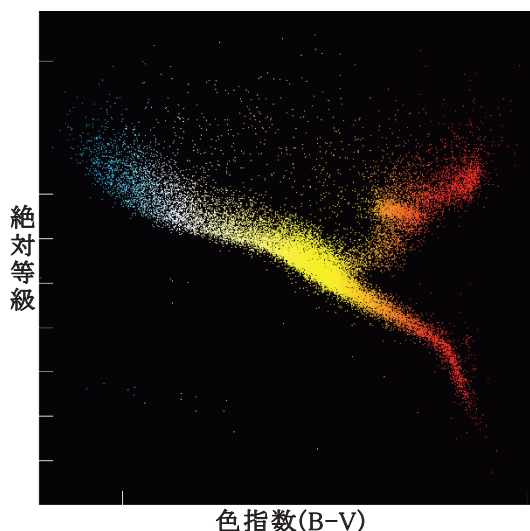


図 1. HR 図。縦軸に絶対等級、横軸に色指数を取った(ヒッパルコス星表を元に筆者作成)。

HR 図上では、水素の核融合によって輝く主系列星は、左上から右下に向かって分布する。観測された多くの星は主系列星であり、温度が高いほど明るくなるこ

とが分かる。また進化が進み低温で明るくなった赤色巨星は、主系列から枝分かれし右上に伸びる分布をすることが分かる。このように HR 図は、恒星の分類や進化を一目で知ることができる強力な手段である。

しかし、観測された全ての恒星はもちろん、比較的身近な太陽や 1 等星であっても、一般市民が HR 図上のどこに分布するのかを自ら図中にプロットして体感することは難しい。そこで、実際の星空と HR 図の対応関係を理解するための、実際の星空のように分布する全天星図から、HR 図上に恒星が移動する映像の制作を試みた。

2. 手法

2-1. データ取得

HR 図を描画するためのデータは、ヒッパルコス星表を用いた。データは Vizier のウェブサイト (https://vizier.cds.unistra.fr/viz-bin/VizieR-3?-source=I/239/hip_main) から取得し、HIP 番号、視等級、年周視差、年周視差の誤差、B-V、B-V 誤差、スペクトル型、J2000 の赤経・赤緯を抽出した。

2-2. データ処理

抽出したパラメータから、距離と絶対等級を算出した。また、年周視差の誤差を年周視差で割った相対誤差が 0.1 より大きい星、B-V 誤差が 0.1 より大きい星は除外した。ただし、主要な恒星である γ And、 α Aql、

*大阪市立科学館
k-mitamura@sci-museum.jp

α Aur、 α Boo、 α Car、 α CenA、 β Cen、 α CMa、 α CMi、 α Cru、 β Cru、 α Cyg、 α Eri、 β Gem、 β Gru、 α Lyr、 α Ori、 β Ori、 ε Peg、 α PsA、 α Sco、 α Tau、 α Vir は除外しなかった。

さらに、赤経・赤緯で表された球面座標系を全天星図の描画に適した直交座標系に変換するための関係式は、赤経 α 、赤緯 δ 、距離 r 、地軸の傾きを ε と置く

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = r \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon & \sin \varepsilon \\ 0 & -\sin \varepsilon & \cos \varepsilon \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{pmatrix}$$

なお、全ての星で r は 1、 ε は 23.4 とした。

これらを用いて、1～3 列に全天星図の XYZ 座標を、4～6 列に HR 図の XYZ 座標を記述した csv ファイルにして書き出した。

2-3. CG ソフトによるアニメーション作成

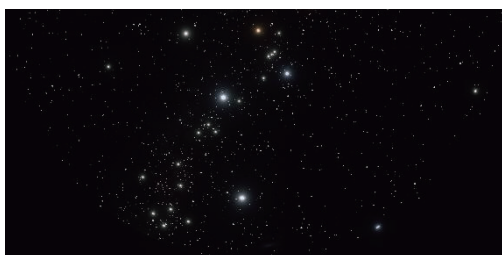
オープンソース 3DCG ソフトウェア「Blender」を用いて、アニメーションを作成した。Python により、上記の csv ファイルから頂点を生成し、初期位置を 1～3 列、移動後を 4～6 列としたシェイプキー（モーフィング）を作成した。ジオメトリノードにより、頂点の位置に球を生成し、恒星の視等級と色指数に応じた輝度と色を持つマテリアルを割り当てた。

また、レンダリング（連番ファイルへの書き出し）は画面角 180° のドームマスター形式、初期位置は北緯 35° 地方恒星時 6h、傾斜 20° の星空、恒星の移動後は仰角 55 度を中心に HR 図が現れるよう調整した。

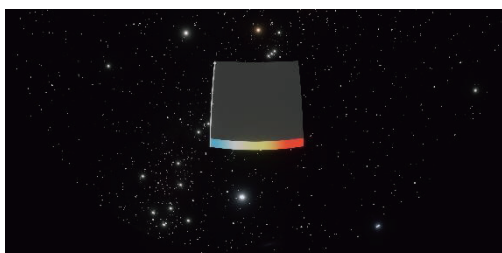
3. 結果

以下の様なシーンをアニメーションでシームレスに繋ぐことができた（画像はドームマスターの南半分のみ）。

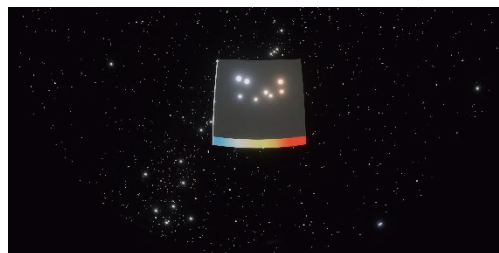
①全天星図（冬の星空）



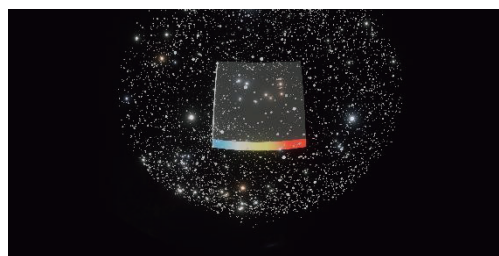
②HR 図のグラフ軸を描画したところ



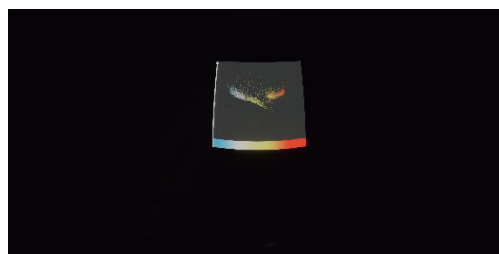
③冬の 1 等星のみを HR 図に移動させたところ



④肉眼で見える全星を移動させている途中のシーン



⑤1 等星から 6 等星までで描かれた HR 図



4. おわりに

本検討で作成した動画は、当館 2025 年度プラネタリウム A 冬番組「星の一生」の 1 カットとして使用した[2]。映像に対して当館学芸員による生解説を加えることで、多くの観覧者に対して、主要な恒星には巨星や超巨星が多いことを直観的に体感していただけた。

一方で、今回は冬の星空を中心としたものであったため、他の季節の星空や特定の星団などについては見送ることになった。また、解説ありでも映像の視聴では受動的であるため、能動的な体験となる工夫が必要である。今後の展開の例として、来館者自身が操作して任意の星空や恒星を操作するインタラクティブな展示への展開が期待される。

謝辞

HR 図と恒星の進化について示唆をいただいた渡部学芸課長代理と、番組への実装に当たって演出の相談に乗ってくださった野村学芸員に感謝いたします。

参考文献

- [1] 野本憲一 他、現代の天文学 7 恒星[第2版]，日本評論社，2025，p8-11
- [2] 野村美月，「星の一生」制作報告，大阪市立科学館研究報告，2026，第 36 巻，p.71-74