



SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

仙台市天文台

研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第8号

2021年度

目 次

散開星団 NGC 188 と M67 の色等級図作成	千田	華	2
最も離心率の大きい食変光星 PW Gem の中分散分光観測	伊藤 池田	芳春 薫	12
ひとみ望遠鏡による食変光星 GR Tau の特性解明	池田 伊藤 高田	薫 芳春 淑子	17
ひとみ望遠鏡冷却 CCD カメラを使用したメシエ天体の撮影	千田	華	23
展示・プラネタリウム・望遠鏡を使った エクスペリエンスサークル構築のプログラム開発	高橋 浦 郷古	知也 智史 由規	27
標準業務型インターンシップの取り組み	高橋	知也	31
非接触・対話型 展示コンテンツ「偉人トーク」の開発と実践	吉野	富士香	35
学習投映のエッセンスの検討	小野寺	正己	38
小学校3年生との連携授業の実践報告 ー「太陽とかげ」の単元と月食の仕組みー	國友	有与志	42
市民との交流を生む VI への強化 ー 3 年間の VI アイデア公募企画実施の報告ー	石垣	加也	47

散開星団 NGC 188 と M67 の色等級図作成

千田華

CHIDA Hikaru

要約

ひとみ望遠鏡を用いて散開星団 NGC 188 と M67 の測光観測を行い、星の等級と色指数を用いた色等級図 (Color magnitude diagram : CM 図) を作成した。既知の色等級図や星団進化の理論値と比較を行い、各星団の年齢推定を目的としていたが、観測から得たデータは誤差も多くサンプル数が少ないため転向点を決めることができず、年齢の測定をすることが困難であった。

今後は、星団内の星の測光数を増やすことや、信号雑音比 (Signal-noise ratio : SN 比) を良くすることで有効なデータを増やすことができれば、精度の高い年齢推定ができるのではないかと考える。

1. はじめに

1.1 目的

若い年齢の恒星系として代表的な散開星団の測光観測から得られる星の等級を用いて、色等級図を作成し、理論的な数値と比較をすることで、散開星団の年齢を推定する。

1.2 色等級図 (Color magnitude diagram : CM 図)

縦軸に絶対等級または光度、横軸にスペクトル型 (表面温度) をとった恒星の分布図をヘルツシュプルング-ラッセル図 (Hertzsprung-Russell : HR 図) と呼ぶ。スペクトル型は星の有効温度の系列なので、スペクトル型の代わりに有効温度を表す色指数を横軸にとっても同様の図を得ることができる。今回は横軸に恒星の色指数を用いる色等級図として縦軸に等級、横軸に B バンドと V バンドの等級差をとった色等級図を作成した。

2. 観測

2.1 観測天体

本研究では NGC 188 と M67 の 2 つの散開星団を観測した。どちらも散開星団の中では年齢が古い星団であり、恒星や星団の進化において研究対象とされてきた天体である。

2.2 観測装置

仙台市天文台のひとみ望遠鏡を使用し、カセグレン焦点に設置されている冷却 CCD カメラで撮像を行った。この撮像用冷却 CCD カメラに備え付けられているフィルターのうち、今回は V バンドフィルターと B バンドフィルターを用いた。本観測で使用した観測機器の仕様・性能については千田ら (2020) を参照のこと。

2.3 観測方法

NGC 188 を 2020 年 6 月 21 日、M67 を 2021 年 2 月 19 日に、B バンド、V バンドそれぞれ露出時間 60 秒で 5 枚ずつ撮像した。観測情報と天体の情報は Tab. 1, Tab. 2 に示す。

3. 処理・解析

3.1 測光対象

撮像した画像に写っている星の中から、NGC 188 は A. Sandage (1962)、M67 は Chevalier & Ilovaisky (1991)、Gliliand et al. (1991) に掲載されている星団内の星を選び、測光を行った。Fig. 1, Fig. 2 に測光した星を、引用した論文に掲載されている番号と共に示した。

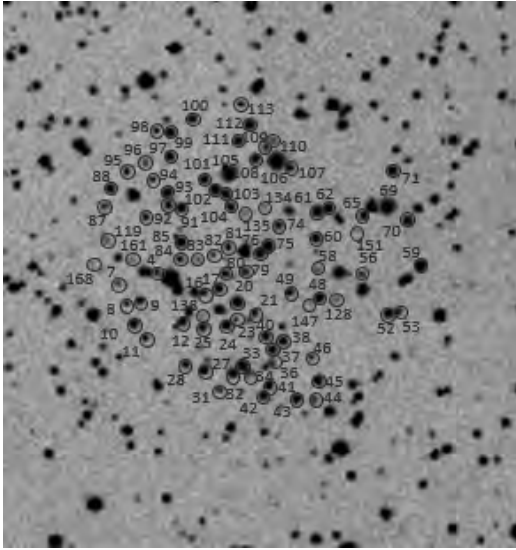


Fig. 1 測光した星 (NGC 188)

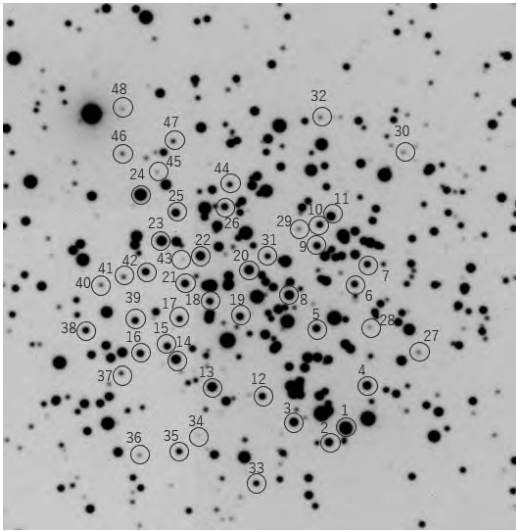


Fig. 2 測光した星 (M 67)

3.2 画像処理

天体画像処理ソフト IRAF を用い、ダーク処理、フラット処理をした後に、各フィルターについて5枚ずつ中間値を使って合成した。フラット処理の際には、NGC 188 にはひとみ望遠鏡ドーム内にあるフラット板で撮影したドームフラットを、M67 には一様な雲を使って撮影したスカイフラットを使用した。フラットの取得情報については Tab. 1 に示す。

3.3 測光

測光は、IRAF のコマンド imexamin を使って星の重心位置を決定し、phot コマンドで開口測光 (aperture photometry) を実行した。この方法は、星像の重心を中心とした3つの同心円を描き測光を行うものである。3つの円の1番内側の円の半径を

aperture, 2番目の円の半径を annulus, 2番目から3番目の円までの幅を dannulus という。一般的に星の aperture 範囲は半値幅の2から3倍が最も精度が良いとされているため、aperture サイズは半値幅の2.5倍、dannulus は aperture +2 ピクセルとした。なお、今回大気補正は行っていない。

3.4 等級解析

測光で得られた Flux からカタログによる既知の等級を使って相対等級を求めた。NGC 188 の V バンドの既知等級には A.Sandage (1962), M67 の V バンドの既知等級には Chevalier&Ilovaisky (1991), Glilliland et al. (1991) に記載されている値を、B バンドについてはどちらも SIMBAD の値を使用した (Tab. 3)。等級の算出には、2つの天体の等級と明るさに関連付けるポグソンの式

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10}(F_1/F_2) \quad (1)$$

に、 m_1 は求める等級、 m_2 は求めたい星の測光から得られた Flux、 F_2 は比較する星の既知等級、 F_1 は比較星の測光から得られた Flux の値を入れて算出した。比較星には、同視野内にある星団内の星のうち変光星でなく比較的明るい星を選んで使用した。比較星の等級については Tab. 3 に示した。

3.5 誤差の見積もり

誤差については、CCD カメラのノイズや測光範囲の広さで重みを付けた信号雑音比から求めた。CCD カメラのゲインを g 、dannulus の面積を sky 、読み出しノイズを R とすると SN 比は、

$$\frac{S}{N} = \frac{flux \times g}{\sqrt{flux \times g + area \left\{ 1 + \frac{area}{ring} \right\} (sky \times g \times R^2)}} \quad (2)$$

である (S.B.Howell et al, 2001)。

よって1つの天体における等級誤差 σ_* は

$$\sigma_* = \frac{2.5}{\ln 10} \times \sqrt{\frac{flux \times g + AREA \left\{ 1 + \frac{AREA}{ring} \right\} (sky \times g \times R^2)}{flux \times g}} \quad (3)$$

となり、同様に算出できる比較星の誤差 σ_c も含め、全体の等級誤差 σ は次式で算出できる。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_*^2 + \sigma_c^2} \quad (4)$$

各値は、IRAF の phot コマンドで得られた次の

値を使用した。*flux* は Flux, *area* は AREA, *ring* は MSKY, *sky* は NSKY, *g* は冷却 CCD カメラのゲイン, *R* は冷却 CCD カメラのリードアウトノイズである。ひとみ望遠鏡に搭載されている冷却 CCD カメラは 4 つの読み出しチャンネルを使用しているため、ゲインとリードアウトノイズの値は松下ら (2020) で報告されているチャンネルごとの値の平均値を使用した。

3.5 絶対等級と色指数の補正

観測した星団の色等級図から年齢を推定するためには、年齢ゼロの基準主系列に観測で得た星団の主系列を一致させるように縦軸、横軸方向に移動させる必要がある。縦軸の絶対等級 M_v は、星団の実視等級 m_v と星団までの距離 d [pc] を用いて

$$M_v = m_v + 5 - 5 \log_{10} d \quad (5)$$

の式から算出した。

横軸の色指数は、観測から得られた色指数に対して星間吸収による赤化の補正を行った。赤化の補正には、Montgomery et al. (1993) に記載されている値を用いた。それぞれの赤化量は、NGC 188 が 0.12, M67 が 0.03 である。

4. 結果

4.1 NGC 188 の色等級図

A. Sandage (1962) に記載されている星団内の星のうち、90 個の星を測光した。

縦軸に V バンドの実視等級、横軸に色指数をとった色等級図を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より、主系列と思われるような列の分布は見られない。等級は暗いものが 18.0 等級、明るいものが 12.1 等級と約 6 等級の範囲に渡って分布している。色指数は -1.1 から 2.7 の範囲で分布しており、様々な温度の天体を含んでいることがわかる。

絶対等級と赤化補正を行った色指数で作成した色等級図を Fig. 4 に示す。絶対等級は 0.9 から 6.9 の範囲、色指数は -1.2 から 2.6 の範囲に分布している。Fig. 3 と比べると、赤化補正を行った分左側にシフトしたことがわかる。

4.2 M67 の色等級図

A. Sandage (1962) に記載されている星団内の星のうち、27 個の星を測光した。

縦軸に V バンドの実視等級、横軸に色指数をとった色等級図を Fig. 5 に示す。Fig. 5 より、誤差が大きく乗っている点を無視すると、色指数 0.5 から 1 の範囲左上から右下にかけて主系列と思われる対角線上に連なった列の分布があるように見える。等級は、最も暗いものが 17.4 等級、最も明るいもので 10.8 等級と、約 7 等級の範囲にわたって分布している。色指数は広い範囲に渡って分布しているように見えるが、0.4 から 0.9 にかけて分布が集中している。

絶対等級と赤化補正を行った色指数で作成した色等級図を Fig. 6 に示す。絶対等級は 1.3 から 7.7 の範囲、色指数は 0.1 から 0.8 の範囲に分布している。NGC 188 と同様に Fig. 5 と比べると、赤化補正を行った分左側にシフトしたことがわかる。

5. 議論

5.1 観測誤差

Fig. 3 から Fig. 6 より、誤差が大きいデータが複数見られる。そこで、誤差範囲を 1% 程度とし、誤差が大きく乗っているデータを除いたグラフを Fig. 7, Fig. 8 に示した。縦軸は絶対等級、横軸は赤化補正を行った色指数である。天体数はそれぞれ NGC 188 が 74 個、M67 が 24 個となり、サンプル数が減ってしまった。誤差が大きい理由としては、シーイングなどの観測条件の悪さや SN 比の悪さが考えられる。シーイングが良く、測光する天体の数を増やすなど SN 比を上げることができれば、誤差を抑えることができ、有効なデータ数を増やすことができると考える。

5.2 NGC 188 と M67 の比較

2 つ星団を比較するため、Fig. 7 と Fig. 8 を 1 つの色等級図にプロットしたものを Fig. 9 に示す。NGC 188 の方のばらつきが大きい、色指数 0.5 から 1 のあたりに集まって分布しているように見える。この範囲のプロットを見てみると、どちらの星団も左上から右下に向かっているので主系列と思われるような分布をしている。基準となる主系列星の分布と一緒にプロットしたものを Fig. 10 に示す。色指数 0.5 から 1 の範囲を見ると、NGC 188 も M67 どちらも主系列の分布に乗っているように見える。定量的な判断は難しいが、仮に見た目から転向点を見積もってみると、NGC 188 は絶対等級 3.49 色指数 0.54 の点、M67 は絶対等級 3.26 色指数 0.48 の点となる。

5.3 既知の色等級図との比較

Fig. 7 と Fig. 8 を既に報告されている A. Sandage (1962) の Fig. 8 に重ねた図を Fig. 11 に示す。どちらの星団も既知の進化過程のグラフに乗っているように見えるが、ばらつきや誤差が大きい上にサンプル数が圧倒的に足りないため、断言することは難しい。実際の星団内の星は測光した星の数よりも多いため、測光する星の数をより増やす必要があると思われる。

5.4 年齢測定

観測から得られた結果を基に年齢を測定するため、年齢による星団の進化の理論モデルとの比較を行った。理論的な等時曲線に Fig. 7, Fig. 8 をプロットしたものを Fig. 12 に示した。5.2 節で見積もった転向点を用いると、NGC 188 は約 150 億年、M67 は約 100 億年と見られる。理論的な年齢は、NGC 188 は 68 億年、M67 は 30 から 50 億年であるため、理論値よりも大幅に古い年齢と見積もってしまっている。原因としてはサンプル数が少ないため転向点が正しく見積もれていない可能性が考えられる。NGC 188 に関しては、A. Sandage (1962) の Fig. 1 に掲載されている約 500 個の星団の星のうち、星団の中心部にあたる範囲にある 90 個の星を測光したため、もう少し広い範囲で測光を行い、サンプル数を増やす必要があると考える。

6. まとめと今後の展望

年齢の古い散開星団 NGC 188 と M67 について測光観測を行い、色等級図を作成した。既知の色等級図や星団進化の理論値と比較してみると、観測から得たデータは誤差も多くサンプル数が少ないため転向点を決めることができず、年齢の測定をすることが困難であった。

今後は、星の測光数を増やし、SN 比をよくすることで有効なデータを増やすことができれば、精度の高い年齢測定ができるのではないかと考える。また、今回は年齢の古い散開星団を扱ったので、他の年齢の星団の観測も行うことで、ひとみ望遠鏡を使った独自の散開星団の色等級図を作成してみたい。

<参考文献>

- Chevalier C & Ilovaisky S.A. (1991) Cousins BVRI CCD photometry of stars in the M 67 “dipper asterism”, A&AS, 90, 225
- Gilliland R.L., Brown T.M. & Duncan D.K. (1991) TIME-RESOLVED CCD PHOTOMETRY OF AN ENSEMBLE OF STARS IN THE CLUSTER M 67, AJ, 101, 541
- Montgomery K.A., Marschall L.A. & Janes K.A. (1993) CCD PHOTOMETRY OF THE OLD OPEN CLUSTER M 67, AJ, 106, 181
- Allan sandage. (1962) Photometric data for the old galactic cluster NGC 188, APJ, 135, 333
- Mark E. Everett and Steve B. Howell. (2001) A Technique for Ultrahigh-Precision CCD Photometry, PASP, 1428-1435
- 千田華, 松下真人, 仲千春 (2021) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級再評価 仙台市天文台研究・実践紀要 第 7 号 仙台市天文台, 22-30
- 松下真人, 仲千春, 千田華 (2021) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラ更改に伴う性能評価 仙台市天文台研究・実践紀要 第 7 号 仙台市天文台, 10-21
- 山中雅之 (2011) IRAF/DAOPHOT を用いた PSF 測光 簡易マニュアル ver 0.3b http://home.hiroshima-u.ac.jp/myamanaka/data/daophot_manual.pdf

Tab. 1 観測情報

天体名	フィルター	観測日	観測開始時間	天体高度 (°)	露出時間	フレーム数
NGC 188	V	2020 年 6 月 21 日	1 時 50 分	39	60	5
	B		1 時 58 分	40		
ドームフラット	V		0 時 23 分	—	60	5
	B		0 時 30 分	—		
M67	V	2021 年 2 月 19 日	23 時 02 分	63	60	5
	B		23 時 08 分	62		
スカイフラット	V	2021 年 1 月 23 日	19 時 58 分	—	60	10
	B		20 時 10 分	—		

Tab. 2 観測天体

天体名	NGC 188	M67
星座	ケフェウス座	かに座
赤経	00h46m26s	08h51m18s
赤緯	+85°15.3'	+11°48.0'
等級 (星団全体)	8.1	7.6
視直径	14'	25'

Tab. 3 等級の文献値

				フィルター名	
				B	V
文献値 (SIMBAD 等級)	NGC 188	天体 NO.	10	15.66	14.47
	M67		16	16.75	16.05
			5	14.23	13.707
			9	14.54	13.978

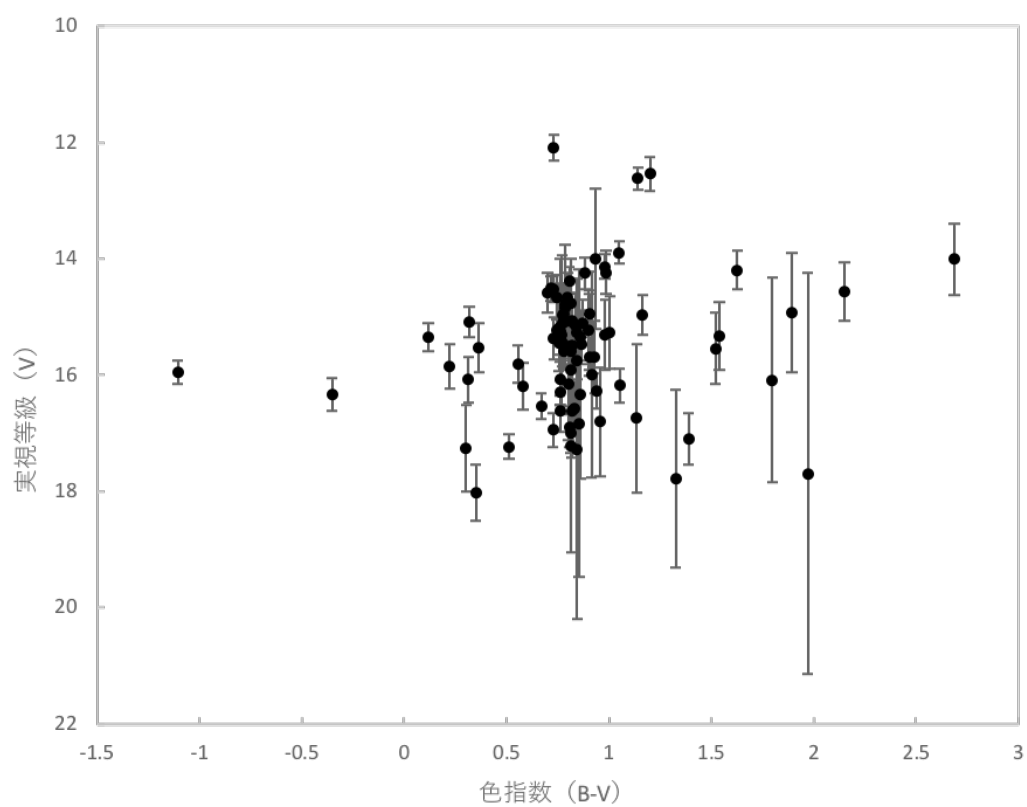


Fig. 3 NGC 188 の色等級図 (実視等級 (V) vs 色指数)

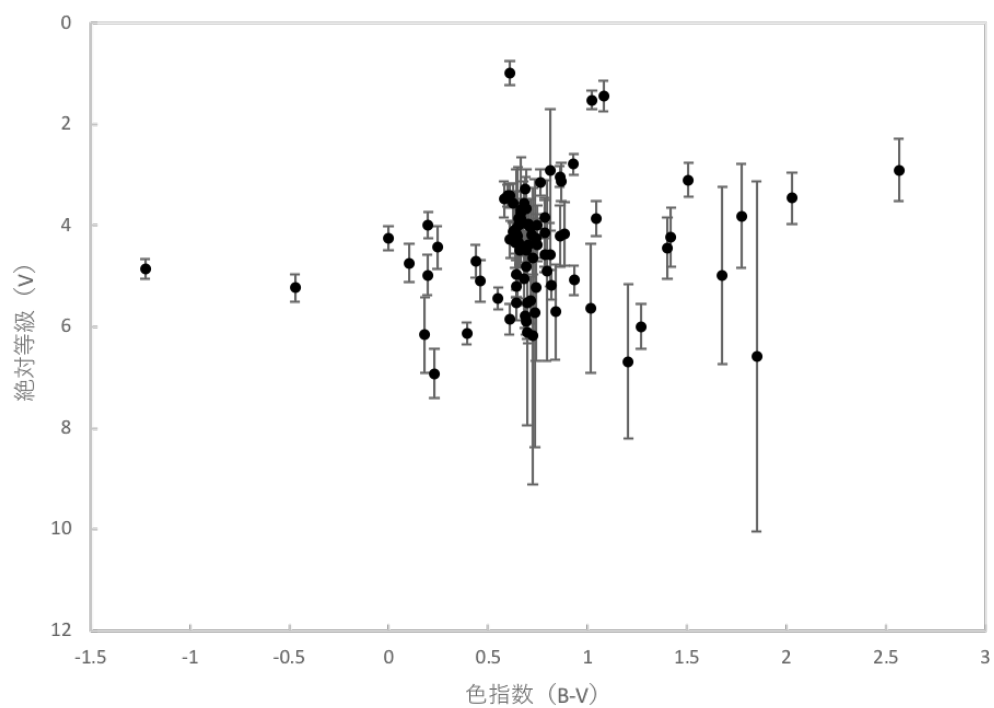


Fig. 4 NGC 188 の色等級図 (絶対等級 (V) vs 色指数)

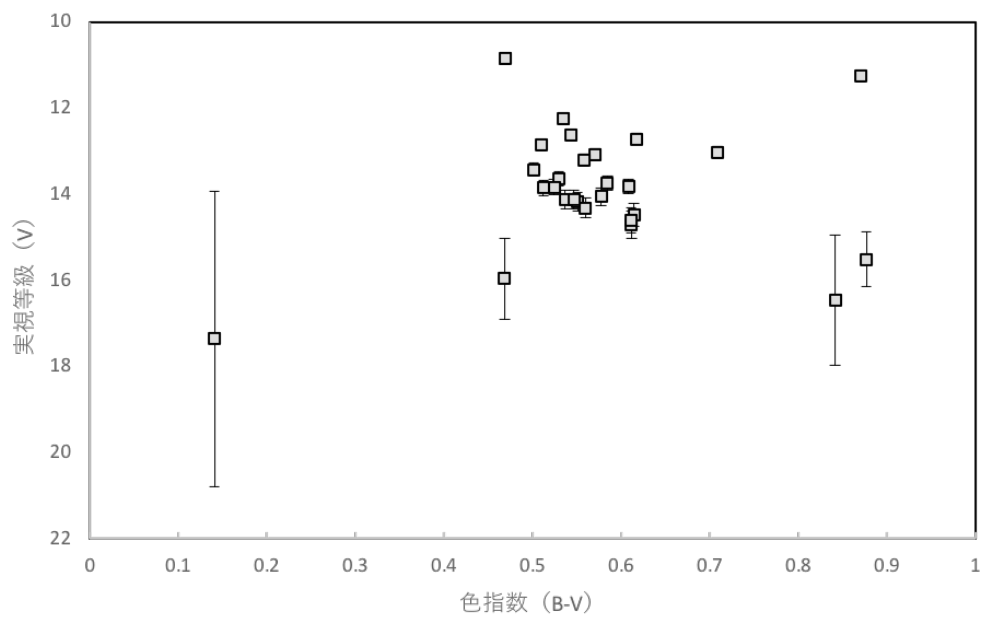


Fig. 5 M67 の色等級図 (実視等級 (V) vs 色指数)

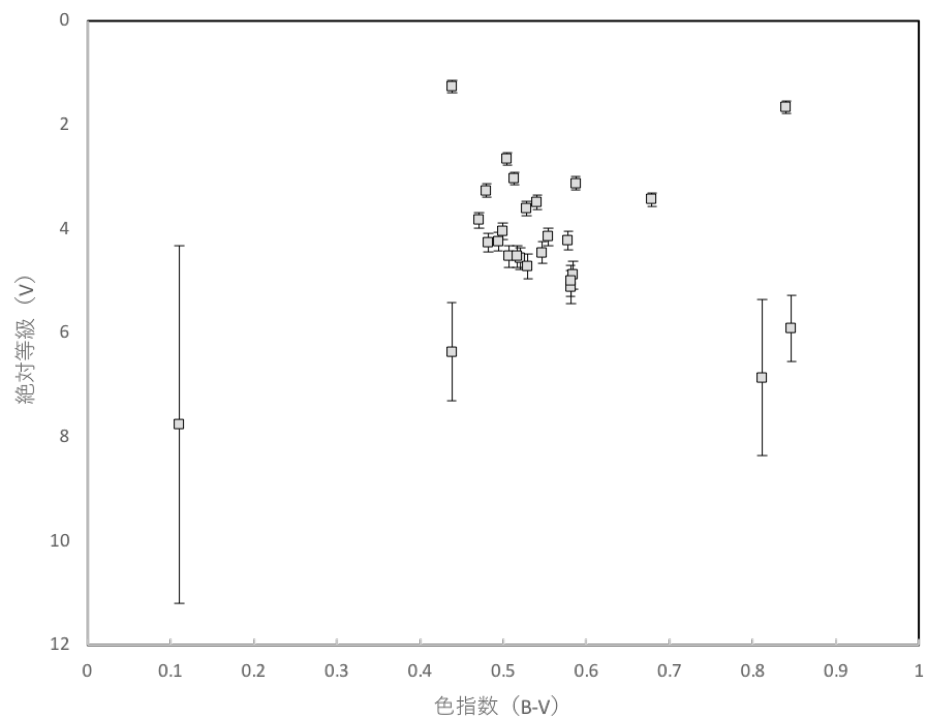


Fig. 6 M67 の色等級図 (絶対等級 (V) vs 色指数)

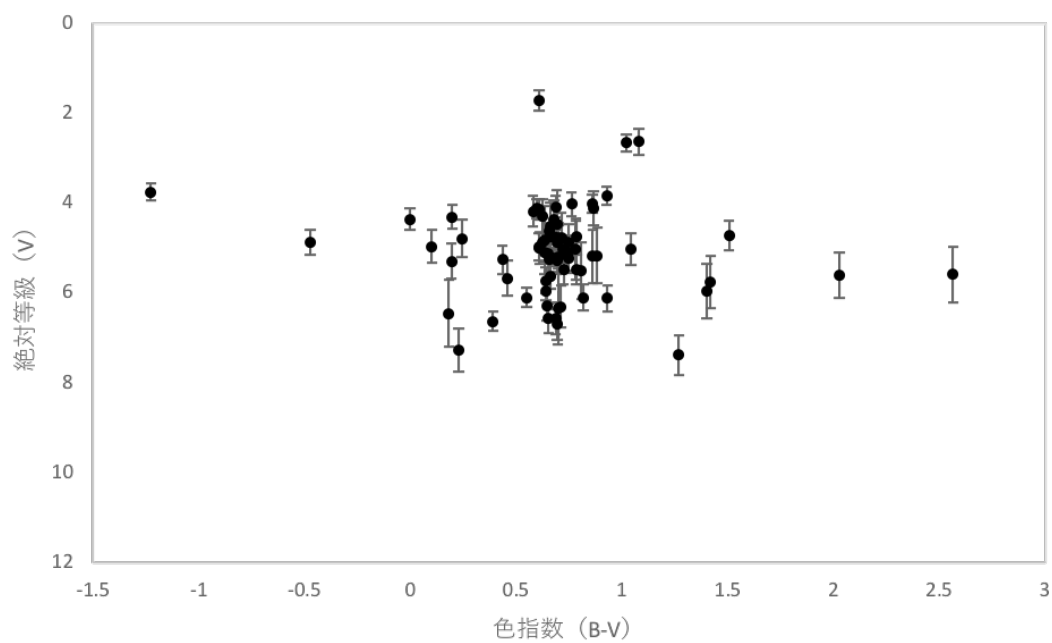


Fig. 7 NGC 188 の色等級図 (誤差 1% 未満のデータを使用)

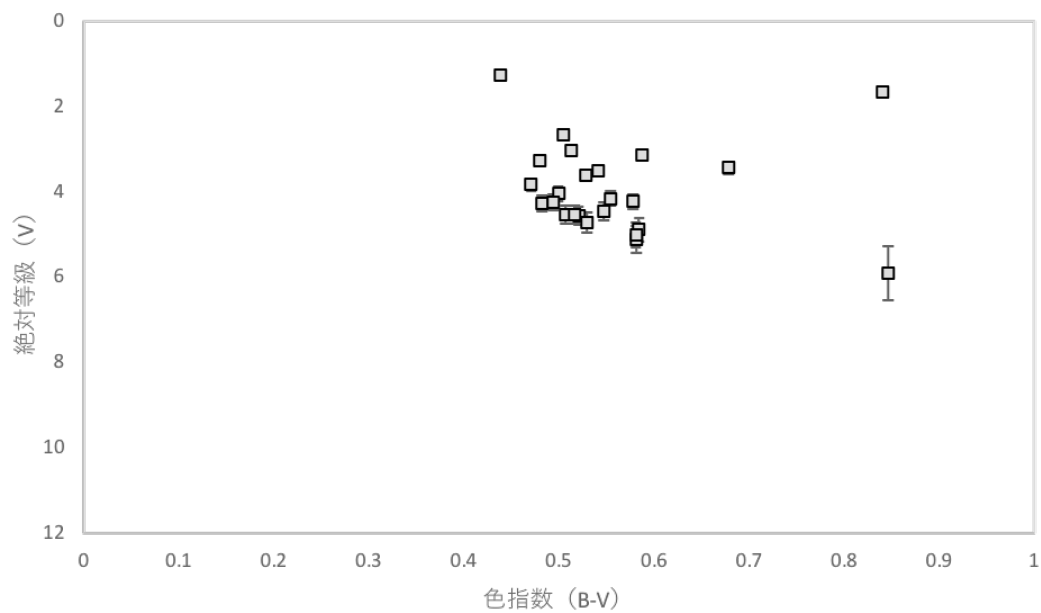


Fig. 8 M67 の色等級図 (誤差 1% 未満のデータを使用)

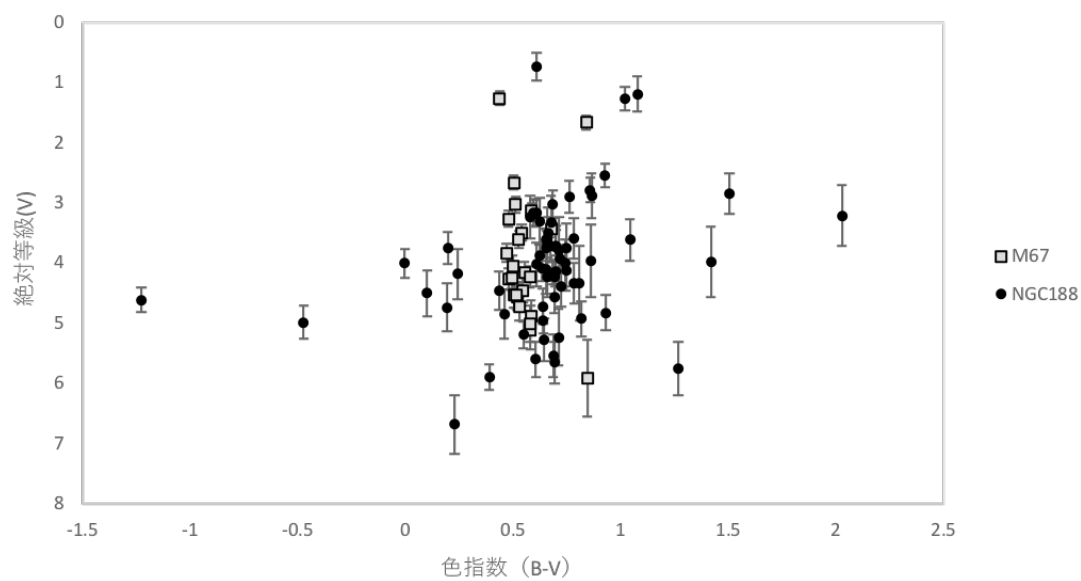


Fig. 9 NGC 188 と M67 の色等級図

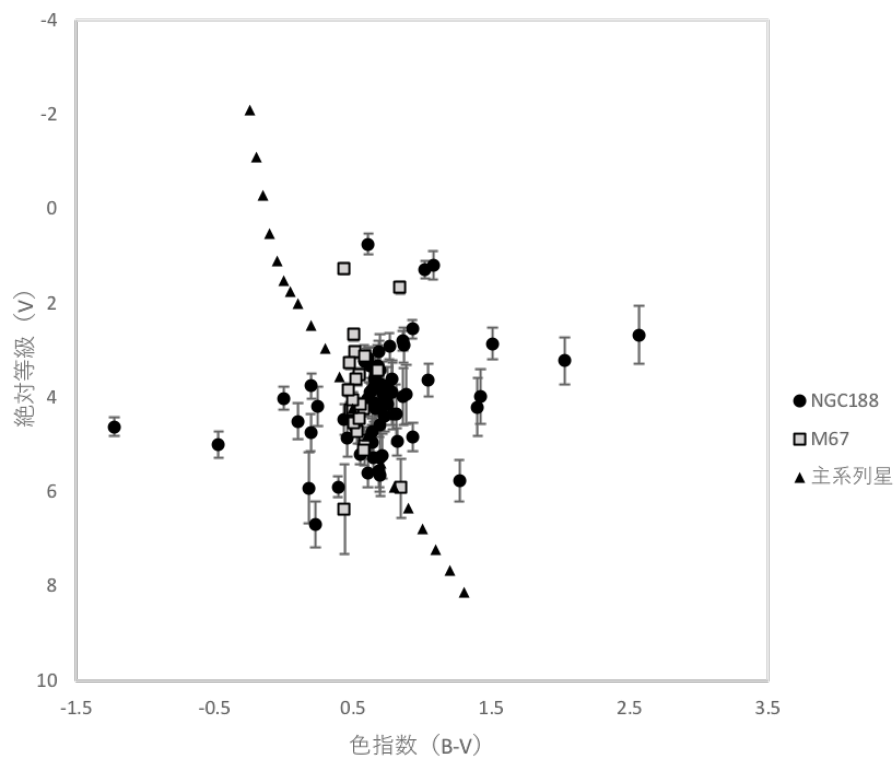


Fig. 10 主系列星との比較した色等級図

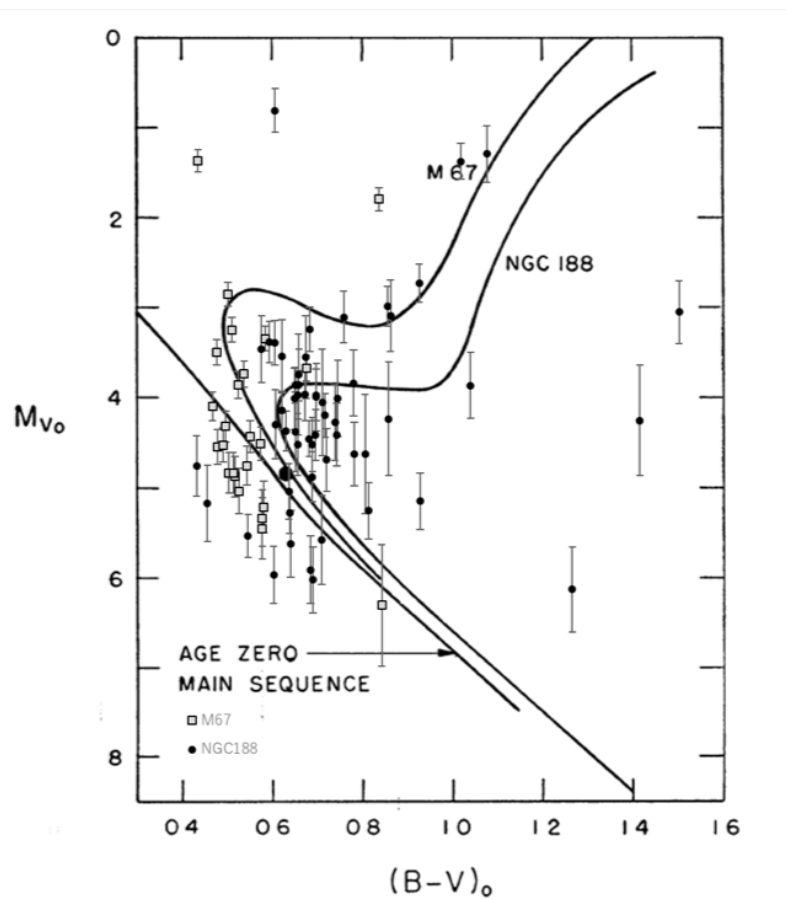


Fig. 11 論文の色等級図との比較 (A.Sandage (1962) より引用し, 一部改変)

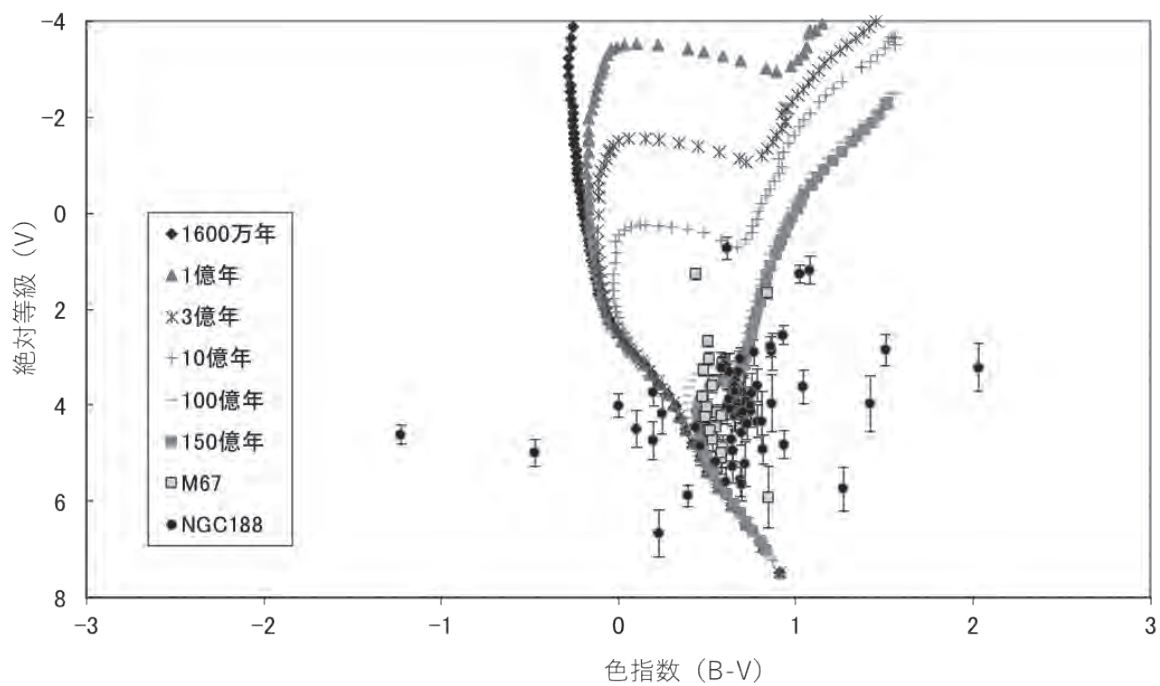


Fig. 12 年齢による星団の進化 (理論モデルとの比較)

最も離心率の大きい食変光星 PW Gem の中分散分光観測

伊藤芳春（市民観測員），池田 薫（市民観測員，宮城教育大学）

ITO Yoshiharu, IKEDA Kaoru

要約

PW Gem は現在知られている中で最も離心率の大きい食変光星である。これまで分光観測が行われたことが無く、離心率が判明してから初めて食を迎える PW Gem について分光観測を行ない、主極小、副極小を含む中分散分光データを得ることができた。Hel 4471 と MgII 4481 の吸収線から主極小と副極小期間の主星と伴星の視線速度を求めることができた。Hel 4471 と MgII 4481 の等価幅の比をモデル大気と比較して有効温度を主星 12900[K]、伴星 13299[K] と求めることができた。

1. はじめに

2020 年 5 月に AAVSO の Sebastian Otero 氏が PW Gem のさまざまな測光観測をまとめた光度曲線を発表し、最も離心率の大きい軌道を持つ食変光星であることを指摘した。最も興味深く奇妙な食変光星であるとして観測を呼びかけていた。周期は 197 日であるため指摘から初めての食を起こす 2021 年 3 月に向けて観測を始め、主極小、副極小を含む中分散分光観測を行ない視線速度と有効温度を求めることを目的とした。

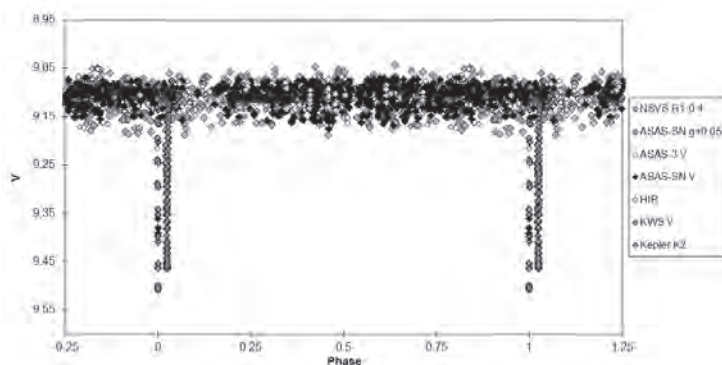


Fig. 1 PW Gem の光度曲線

2. PW Gem について

PW Gem の光度曲線は、これまでの測光観測から Fig. 1 のとおりである。主極小の直後に副極小が起こることから離心率の大きな軌道を持つことが分かっている。多くの食変光星は円軌道であるため副極小は位相 0.5 に起こる。PW Gem は周期約 197 日に対し副極小は 5 日後の位相 0.0245 に起こっている。ヒッパルコス衛星の二重星・多重星カタログによると、0.34 秒離れたところに第三体があることも知られている。

Tab. 1 PW Gem について (AAVSO)

位置 (2000)	α 6:16:00.1 δ + 23:46:59.6
等級	9.1 - 9.51V
元期, 周期	2456731.278 日, 196.9158 日
食変光星の型	アルゴル型
スペクトル型	B9

3. 分光観測

PW Gem の視線速度と有効温度を求めるため、仙台市天文台市民観測員制度を利用して、同天文台の 1.3m ひとみ望遠鏡で F9.69 のナスミス焦点に取り付けた中分散分光器（仲ら, 2020）で観測を行った。望遠鏡と分光器の仕様を Tab. 2 と Tab. 3 に示す。観測日と撮影枚数は Tab. 4 の通り 2021 年 1 月から 3 月の計 7 夜にわたって行い、32 本のスペクトルを得た。大部分は両極小の期間を含む短い期間に集中している。

PW Gem は 9 等級と暗いため、1 回の露出は 1800 秒とした。PW Gem の撮影前後にコンパリオンの撮影を行った。一夜の観測中、分光標準星と視線速度標準星の撮影も行った。これらの星は明るいので 600 秒露出である。

Tab. 2 ひとみ望遠鏡の仕様

口径	1300mm (主焦点 F2.3)
ナスミス焦点	F9.69
緯度	北緯 38 度 15 分 23 秒
経度	東経 140 度 45 分 19 秒
標高	165m

Tab. 3 中分散 5000 分光器の仕様

スリット幅	1.35"
波長分解能	R~7100
観測波長域	3600 - 6000Å
分光器用カメラ	FLI-16803

Tab. 4 観測日と撮影枚数

月日	観測時間	撮影枚数
1/14	24:48 ~ 24:18	600s×3
3/3	19:00 ~ 20:35	1800s×3
3/17	18:41 ~ 22:23	1800s×7
3/18	18:56 ~ 20:29	1800s×3
3/19	19:07 ~ 22:33	1800s×6
3/22	19:34 ~ 22:29	1800s×5
3/23	19:20 ~ 22:29	1800s×5

この他に 11 月 16 日にテスト観測, 2 月 11 日, 3 月 24 日にも観測を行なったが SN 比が悪くデータとしては使えなかった。

2021 年 3 月 19 日に撮影した画像を整約計算し規格化したスペクトルを Fig. 2 に示す。

当初 H β の吸収線を測定し視線速度を求めることを目標とした。Fig. 3 は 2021 年 1 月 14 日から 3 月 23 日までの H β の吸収線の変化を示したものである。縦軸は規格化した強度で 1 目盛が 0.5, 横軸は波長 [Å] で H β の吸収線を時系列に並べている。1 夜でも複数枚撮影しているが変化が少ないため 1 枚目を表示している。ただし, 3 月 17 日は最初と最後の H β の吸収線を並べた。図中の縦線は H β の 4861.3[Å] を示す。吸収線の細かいギザギザの線はノイズである。ギザギザの多い吸収線は天候の不良や天体の高度が低くなった場合で SN 比が悪くなっていることが現れている。

今回の観測期間を通してスペクトルの劇的な変化をとらえることができた。

1 月 14 日, 3 月 3 日は, 食は始まっておらず主星・伴星の吸収線は重なって 1 本に見えている。3 月 17 日の食の開始前後では初めの吸収線は, 食が始まり吸収線が浅くなり吸収線の幅が広がってきているように見える。3 月 17 日の最後のスペクトルは主極小に近いスペクトルで, その傾向が強まっている。3 月 18 日は主星・伴星の吸収線が浅くなり幅が広がっている。3 月 19 日もほぼ同じ傾向である。3 月 22 日は副極小の中央付近であり, 主星が伴星をほぼ隠している。3 月 23 日は食が終わり, 主星, 伴星両方の吸収線が見えていいると考えられる。

主極小, 副極小を捉えていたが, 水素バルマー線の吸収線には様々な現象が反映されており, 視線速度の測定には適さないことがわかった。

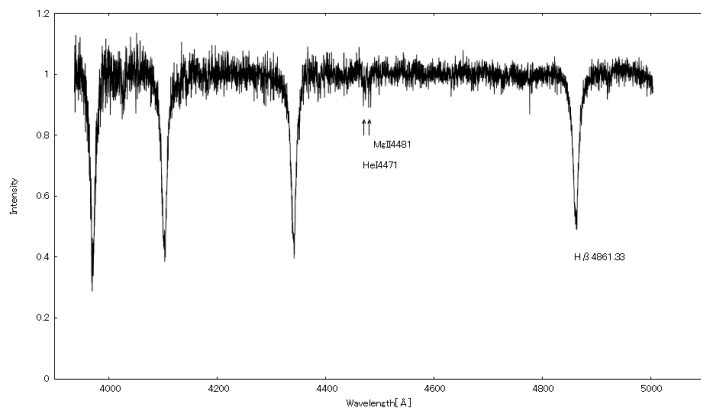


Fig. 2 PW Gem スペクトル (2021年3月19日撮影)
H β を測定したが, 後に HeI4471, MgII4481 (↑) を使用した。

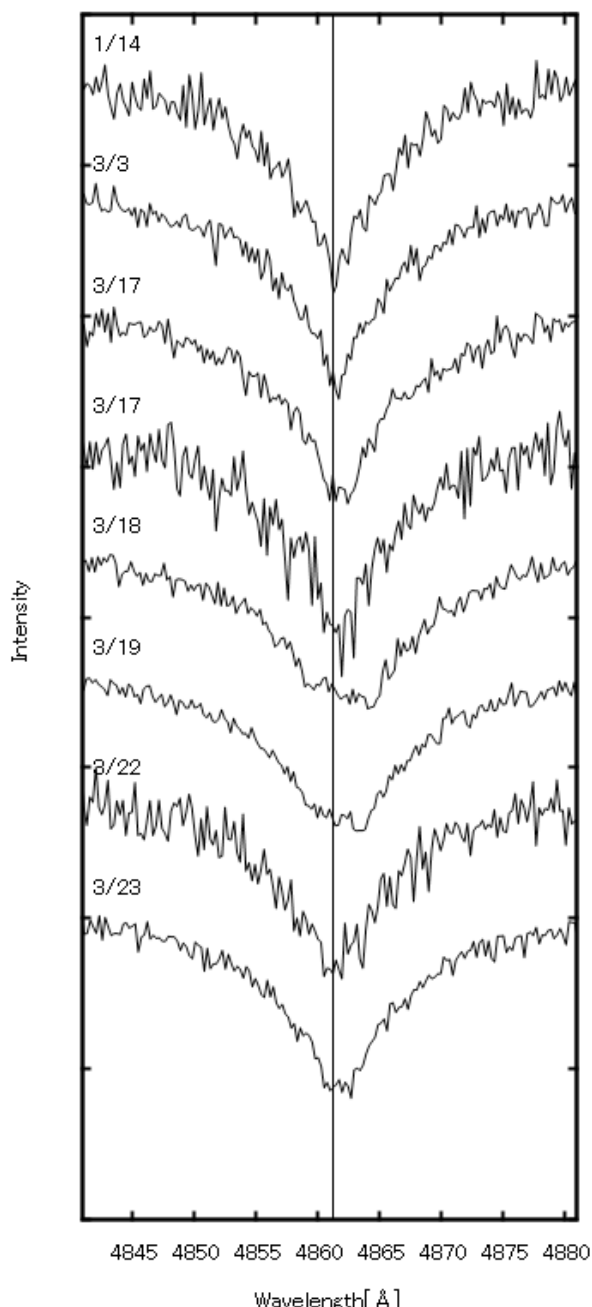


Fig. 3 H β 吸収線の変化

4. 測定

データ整約には BeSpec (川端哲也氏作成), 波長較正には Excel を使用した。アマチュア天文家がいつでもどこでも使える Windows 環境で作業することを目指した。

視線速度の測定には Hel 4471 と MgII 4481 を用いることにした。SN 比を上げるために一晩のデータを積算し (3月17日は前半と後半に分けて積算), さらに Fourier Noise Filter (Gray, 2005) をかけたデータを使用した。

視線速度の測定には, BeSpec で出力された Hel 4471, MgII 4481 吸収線をガウシアンでフィットする方法を用いた。具体的には, 主星と伴星の吸収線が分離した時のプロファイルをそれぞれガウシアンフィットし, その半値幅で固定したガウシアンを使って, 各晩に観測された吸収線を最も良く再現する主星と伴星の視線速度を求めた。第三体の影響は小さいと見なし, ここでは考慮していない。この方法以外に, CCF (Cross-correlation Function) による測定も進行中で, 以下では現時点で得られた結果も含めて報告する。

5. 分光解析

5.1 Hel 4471, MgII 4481 吸収線の変化

2021 年 1 月 - 3 月に得られたスペクトルの Hel 4471, MgII 4481 吸収線の変化を Fig. 4 に示す。縦軸が規格化した強度, 横軸が波長で, 時系列に並べている。3月17日以外は一晩のデータを積算している。細かい振幅のある線は得られたスペクトル, 滑らかな曲線はそれに Fourier Noise Filter (Gray, 2005) をかけたものである。図中の縦線は両吸収線の本来の波長位置を示す。

1月14日と3月3日は, 主星・伴星の吸収線が重なって1本に見える。3月17日前半の食の開始前後では, 主星・伴星の吸収線は分離し始め, 互いに相手の連続光の影響で浅くなっている。同日後半の食の進行中では SN 比が不十分で, 隠されつつある主星のロシター効果の影響もあり, 視線速度の測定は難しい。18日, 19日は主星・伴星の吸収線が分離し, その中間に第三体の吸収線らしい凹みも見られる。22日は副極小の中央付近であり, 主星が伴星をほぼ隠している。SN 比が不十分で主星の吸収線以外は同定が難しい。23日は食が終わっており, 主星・伴星の吸収線はまだ少し分離している。

5.2 視線速度の測定

測定で得られた視線速度 (暫定値) を Tab. 5 にグラフを Fig. 5 示す。離心率の大きい軌道の特徴が現れている。これらの測定結果は確定値ではないので, 視線速度曲線の解析は行っていない。図中の曲線は, 光度曲線解析で得られた離心率 0.915, 近星点引数 324.8° に基づく理論的な視線速度曲線 (永井ら, 2021) である。私たちが測定した主星・伴星の視線速度は, この理論的な視線速度曲線と概ね合っていることがわかる。

CCF 法では第三体とみられる視線速度 4 km/s も得られている。一方, PW Gem の重心の視線速度は, 位相 0.6851, 0.9277 の結果からほぼ 0–10 km/s の範囲にあると推定される。両者の視線速度は概ね同じであり, PW Gem と第三体が長周期の実視連星を成している可能性が高いとの見方と整合する。

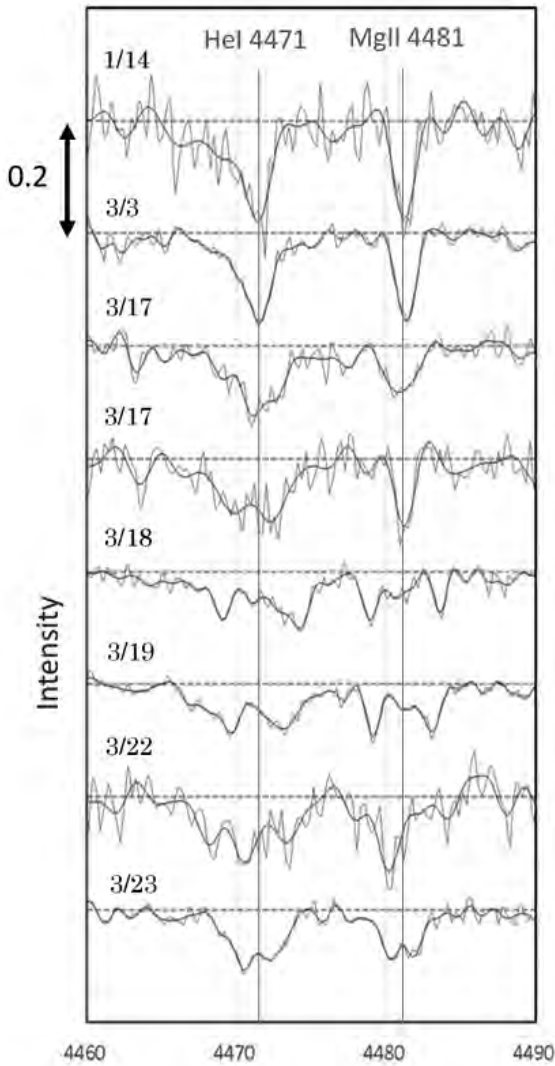


Fig. 4 HeI 4471 と MgII 4481 吸収線の変化

5.3 主星と伴星の有効温度

主星と伴星の吸収線が分離しており, SN 比も比較的好かった 3 月 19 日のスペクトルから両星の有効温度を求めた。具体的には, 晩期 B 型星で有効温度に敏感な HeI 4471 と MgII 4481 の等価幅の比 $EW(\text{HeI}) / EW(\text{MgII})$ をモデル大気スペクトルと比較して有効温度を決定した (Fig. 6)。等価幅は Voigt 関数を使って求めた。モデル大気 $\log g$ としては, 3 月 3 日 (視線速度差が小さい時期) の主星・伴星

のブレンドしたバルマー線プロファイルに最もよく合う $\log g = 4.0$ (主系列星に対応) を用いた。第三体については, その吸収線は主星・伴星の分離した吸収線のほぼ中央にあり, しかも浅いことから, その影響は小さいと見なして考慮していない。予備的な結果では, 主星: $T_{\text{eff}, 1} = 12900$ [K], 伴星: $T_{\text{eff}, 2} = 13200$ [K] となった。

吸収線の深さに対する SN 比や第三体の吸収線の影響を考慮すると, 主星と伴星の温度差は必ずしも有意とは言えない。主星と伴星の有効温度が同程度 (スペクトル型 B7V 相当) という結果は, 食内と食外で色指数に変化が無いという測光観測の結果と整合している。

Tab. 5 得られた視線速度 (暫定値)。括弧内は CCF 法の測定値。- は測定値無し

位相	主星 [km/s]	伴星 [km/s]	第三体 [km/s]
0.6851	16	-7	(6)
0.9277	27	-5	(3)
0.9988	-51 (-)	27 (-)	(-2)
0.9992	- (-)	- (-)	(-)
0.0039	-148(-157)	163 (155)	(4)
0.0092	-134(-137)	126 (115)	(4)
0.0244	-63 (-73)	- (-)	(-)
0.0294	-50 (-49)	42 (34)	(-)

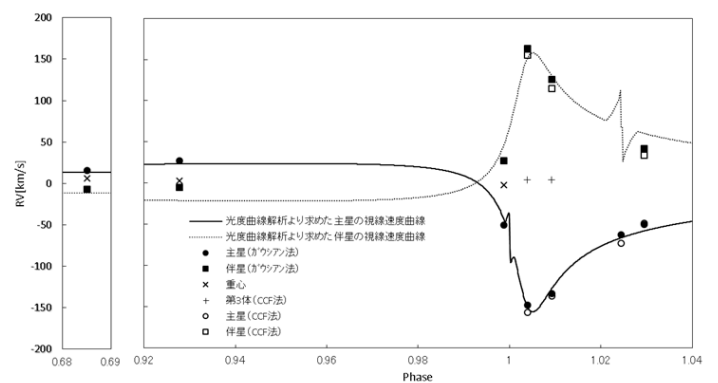


Fig. 5 PW Gem の得られた視線速度 (暫定値) と, 光度曲線解析結果に基づく理論的な視線速度曲線 (点線)

6. まとめ

分光観測から各位相の視線速度（暫定値）が得られ、測光観測による離心率と近星点指数に基づく理論的な視線速度曲線と概ね合うことが確認された。

予備的な分光解析から主星と伴星の表面重力加速度は共に $\log g = 4.0$ 程度、有効温度はそれぞれ 12900 [K], 13200[K] とほぼ同じ温度（スペクトル型 B7V 相当）が得られた。

第三体は PW Gem と長周期の実視連星を成している可能性が高いとされているが、視線速度も PW Gem の重心の視線速度と概ね同じあるとわかり、この見方と整合する。

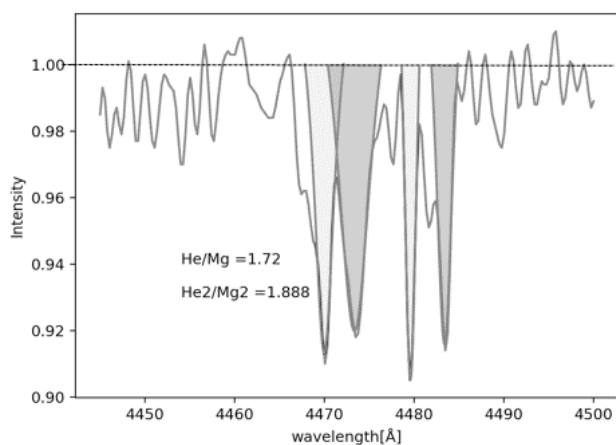


Fig. 6 3月19日の主星と伴星の HeI 4471, MgII 4481 吸収線

謝辞

分光解析について有益な助言をいただきました岡崎群馬大学名誉教授に感謝申し上げます。約 200 日という長周期で、しかも数日間しか食の機会が無い食変光星観測のためひとみ望遠鏡を利用させていただき貴重なデータを取得することができました。仙台市天文台に深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- AAVSO 掲示板 <https://www.aavso.org/most-eccentric-ea-system-ever-pw-gem-s>
- Hipparcos Catalog Vol 10: Double and Multiple System Annex5
- 仲千春, 松下真人, 千田華 (2020) ひとみ望遠鏡中分散分光器の波長分解能再測定 仙台市天文台研究・実践紀要 第6号, 8-12.
- Gray, D. F., (2005), *The Observation and Analysis of Stellar Photospheres* 3rd (Cambridge: Cambridge Univ.)
- 永井和男, 伊藤芳春他 大離心率の軌道を持つ食連星 PW Gem の分光・測光観測, 2021 年度連星系・変光星研究会

ひとみ望遠鏡による食変光星 GR Tau の特性解明

池田 薫^{*1,2}, 伊藤 芳春^{*1}, 高田 淑子^{*2}

^{*1} 市民観測員, ^{*2} 宮城教育大学

IKEDA Kaoru, ITO Yoshiharu, TAKATA Toshiko

要約

ひとみ望遠鏡を用いて、食変光星 GR Tau の B, V バンド測光観測、中分散分光器を使用した分光観測を実施し、光度曲線解析及び有効温度、視線速度曲線の取得を試みた。光度曲線解析では、B, V バンドの両者で極大Ⅰが極大Ⅱよりも約 0.04 等級明るくなり、オコンネル効果を検出できた。また、 $B-V$ 等級から、位相 0.25 付近で高温領域、位相 0.4 付近で低温領域の存在の可能性が得られ、伴星表面の温度が非一様である可能性が考えられる。Ca I, Mg II の等価幅比を用いた有効温度の測定により、主星の有効温度は約 7800[K]、スペクトル型は A7 型、さらに、視線速度曲線から、質量関数は、 $f(M) = 0.0087 \pm 0.0014 M_{\odot}$ と推定される。

1. はじめに

GR Tau は、おうし座に位置する食変光星である。変光周期は約 0.43 日で、最大光度は 10.26 等級 (V) である (Yamasaki et al, 1984)。過去の研究では、極大Ⅰと極大Ⅱで光度が異なるオコンネル効果が見られる非対称型の光度曲線とオコンネル効果が見られない対称型の光度曲線の 2 種類が報告されている。非対称型の光度曲線が見られる場合、非対称性を引き起こす何らかの現象が起きていると考えられ、先行研究では、伴星表面にホットスポットの存在を示唆している (Zhang et al, 2002, Gu et al, 2004, Snyder, 2009)。また、コパールの分類として、分離型、半接触型、接触型が報告され、分類はいまだに確定されていないが、近年の観測ではほとんど接触型に近い半接触型、もしくは、接触型であることが示唆されている。先行研究における GR Tau の分光観測の報告は少なく、GR Tau の主星のスペクトル型は未確定であり、主星と伴星の質量の関係を表す質量関数は、Yamasaki et al. (1984) 以降、報告されていない。

そこで、GR Tau の特性を解明するために、美濃山 (2020) の観測に続き、2021 年 10 月から 11 月にひとみ望遠鏡を用いて測光観測を 1 夜、分光観測を 4 夜行い、光度曲線解析と吸収線を用いた有効温度測定、視線速度、そして、質量関数の取得を試みた。

2. 観測概要

ひとみ望遠鏡を用いた GR Tau の観測の概要を

Tab. 1 に示す。測光観測は、露出時間を 30[s]、B, V バンドで交互に観測した。また、分光観測は、中分散分光器 5000 を使用し、露出時間を 1800[s] と設定して観測した。GR Tau の分光撮像の前後に比較光源の分光撮像も実施した。

3. 結果

本研究で得られた V, B バンドの光度曲線をそれぞれ Fig. 1, 2 に示す。誤差が約 0.002 等級の高精度な観測を行うことができた (Jansen, 2006)。位相 0.8 付近は GR Tau の高度が 30 度以下になり観測できなかった。V, B バンドの光度曲線から、それぞれオコンネル効果が見られることがわかる。

また、 B 等級から V 等級を減算した $B-V$ 等級の変化を Fig. 3 に示す。これは、位相 0.025 ごとに平均化し、各範囲内での標準偏差を誤差とした。また、横線は全位相における中央値を示す。

Fig. 4 に 2021 年 10 月 29 日の分光観測により取得した GR Tau の分光スペクトルを示す。GR Tau は主星の光が強い単線の星であるため、得られたスペクトルは主星のスペクトルを示す。スペクトルに見られる吸収線の等価幅比を用いて有効温度の測定を行い、GR Tau の主星の有効温度は約 7800[K] であることが分かった。また、水素線を用いて視線速度の測定を行ない、最小二乗法を用いて視線速度曲線を求めた (Fig. 5)。

4. 考察

4.1 光度曲線の非対称性

Fig. 1, 2 に示されるように, B, V バンドの両方で極大Ⅰが極大Ⅱよりも光度が明るく, オコンネル効果を確認することができた。極大Ⅰと極大Ⅱの等級差は約 0.04 等級となり, 美濃山ら (2020) と同様の結果が得られ, 対称型の光度曲線を示す Lazaro et al. (1995) と異なる結果となった。

4.2 B-V 等級

GR Tau の光度曲線は非対称型で, オコンネル効果が見られるが, これは恒星表面に高温領域の存在を仮定することによって説明されることが多い (Kozuma, 2019)。GR Tau の過去の観測研究では, 伴星に高温領域であるホットスポットの存在を仮定することで光度曲線の非対称性を説明している (Zhang et al, 2002, Gu et al, 2004, Synder, 2009)。B 等級から V 等級を減算した色変化 (B-V 等級) は恒星表面の温度変化を表すものである。B-V 等級が有意に小さい値を示す場合は周囲よりも高温な領域の存在が推測され, 有意に大きな値を示す場合は周囲よりも低温な領域の存在が推測される。GR Tau は, 位相 0.25 付近で B-V 等級値が有意に小さく, 位相 0.4 付近で有意に大きな値を示している (Fig. 3)。さらに, これらの変化は位相 0.2 から位相 0.5 にかけて連続的であり, 位相 0.5 付近から変化はない。位相 0.5 付近は伴星が主星に隠される副極小である。これらのことから, GR Tau の伴星表面には, 周囲と温度が異なる領域が存在することが考えられ, 位相 0.25 付近で高温領域, 位相 0.4 付近で低温領域が見られることから, 伴星表面にホットスポットもしくはクールスポットのどちらかがあるのではなく, 伴星表面の温度分布が非一様である可能性も考えらえる。

4.3 有効温度測定

Fig. 4 に示した GR Tau のスペクトルには, A 型星の特徴であるバルマー線が強く見られる。そこで, A 型スペクトルの代表的な吸収線である Ca I (4226.7[Å]) と Mg II (4481.1[Å]) の 2 本の吸収線の等価幅の比 (Ca/Mg) を用いて有効温度を求めた。大気モデルを用いて求めた等価幅比と有効温度の関係値を用いて 2021 年 10 月 28, 29, 11 月 7 日のスペクトルを用いて有効温度を求めた結果を Tab. 2 に示す。このように, GR Tau の主星の有効温度は 7782 ± 84 [K] が得られ, スペクトル型は A7 型に

該当する。過去の研究では, GR Tau のスペクトル型は, A9 型 (Gotz et al, 1962), A5 型 (Yamasaki et al, 1984) と報告されている。以上のことより GR Tau は A 型晩期星であると考えられる。

4.4 視線速度曲線

視線速度曲線 (Fig. 5) から, 振幅は, $K = 58.1 \pm 1.5$ [km s⁻¹] 質量関数は, $f(M) = 0.0087 \pm 0.0014 M_{\odot}$ と求められた。これらは, Yamasaki et al.(1984) により求められた視線速度曲線の解析結果と有意な差は見られなかった。

5. 結論と今後の課題

光度曲線として, 極大Ⅰと極大Ⅱの等級差が約 0.04 等級である非対称型の光度曲線が得られた。この非対称性の原因として, 伴星表面に高温領域と低温領域が並んだ表面温度が非一様である領域が存在する可能性が考えられる。分光観測により得られたスペクトルから, GR Tau の主星の有効温度が約 7800 [K] であり, スペクトル型は A7 型が得られた。また, 視線速度の変化により求めた視線速度曲線から, 質量関数は $0.0087 \pm 0.0014 M_{\odot}$ が得られた。

本研究では, 高精度の光度曲線を取得できたが, 継続観測で全位相のデータを取得することにより, 本研究では議論することができなかった位相 0.8 付近における B-V 等級値の変化を確認することが望まれる。また, 10 等星の GR Tau の分光観測では, スペクトルからのノイズの除去が精度に影響している。継続した観測により, 精度の向上が望まれる。

<参考文献>

- Gots W., Wenzel W., (1962) Mitt. Veranderl Sterne, No.628.
- Gu S., Chen P., Choy Y., Leung K., Chung W., Poon T., (2004) A&A, 423, 607-611.
- Jansen R., (2006), Astronomy with Charged Coupled Devices, 47-53.
- Kozuma S, (2019) Starspots in contact and semi-detached binary systems, ASJ, 21-1-2.
- Snyder L., (2009) SAS, 197-200.
- Yamasaki A., Okazaki A., Kitamura M., (1984) PASJ, 36, 1, 175-188.
- Zhang X., B., Zhang R.X., Fang M.J., (2002) A&A, 395, 587-593.
- 美濃山 蛸, 伊藤芳春, 松下真人, 高田淑子, 阿部

光晃, 堀越優一, 米田雄人, 海老名健将, 菊地京香,
 西山正吾 (2020) ひとみ望遠鏡による食変光星
 GR Tau の 2017 年度測光観測の報告 仙台支会
 天文台研究・実践紀要 第 6 号 仙台市天文台,
 36-41

Tab. 1 観測日時と概要

Date	Object	exp[s]	xframe	備考
分光観測 2021.10.28 (23:10 - 26:10)	HR9087	120	1	標準星
	GR Tau	1800	7	対象天体
	Comparison	5	9	比較光源
	Flat	600	1	
	Dark	120,600,1800	10	
分光観測 2021.10.29 (20:20 - 28:30)	HR9087	120	1	標準星
	GR Tau	1800	12	対象天体
	Comparison	5	14	比較光源
	Flat	600	1	
	Dark	120,600,1800	10	
分光観測 2021.11.2 (22:30 - 26:20)	HR9087	120	1	標準星
	GR Tau	1800	4	対象天体
	Comparison	5	6	比較光源
	Flat	600	1	
	Dark	120,600,1800	10	
分光観測 2021.11.7 (20:30 - 27:00)	HR9087	120	1	標準星
	GR Tau	1800	9	対象天体
	Comparison	5	11	比較光源
	Flat	600	1	
	Dark	120,600,1800	10	
測光観測 2021.11.28 (18:30 - 28:30)	GR Tau (V)	30	283	対象天体
	GR Tau (B)	30	283	
	Flat (V)	10	10	
	Flat (B)	10	10	
	Dark	10,30	10	

Tab. 2 有効温度測定結果

Date	T_{eff} [K]
10 月 28 日	7840
10 月 29 日	7664
11 月 7 日	7844
平均	7782 ± 84

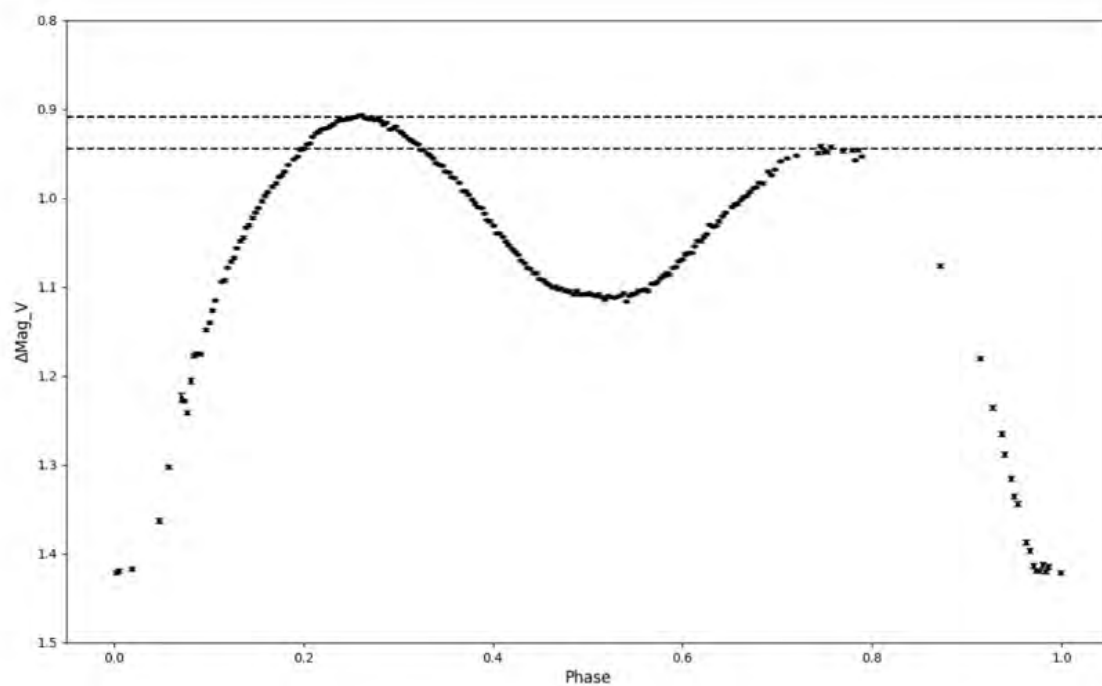


Fig. 1 V バンドの光度曲線

横軸は位相，縦軸は比較星との等級差 (mag) を示す。比較星は，BD +19 642 を使用した。

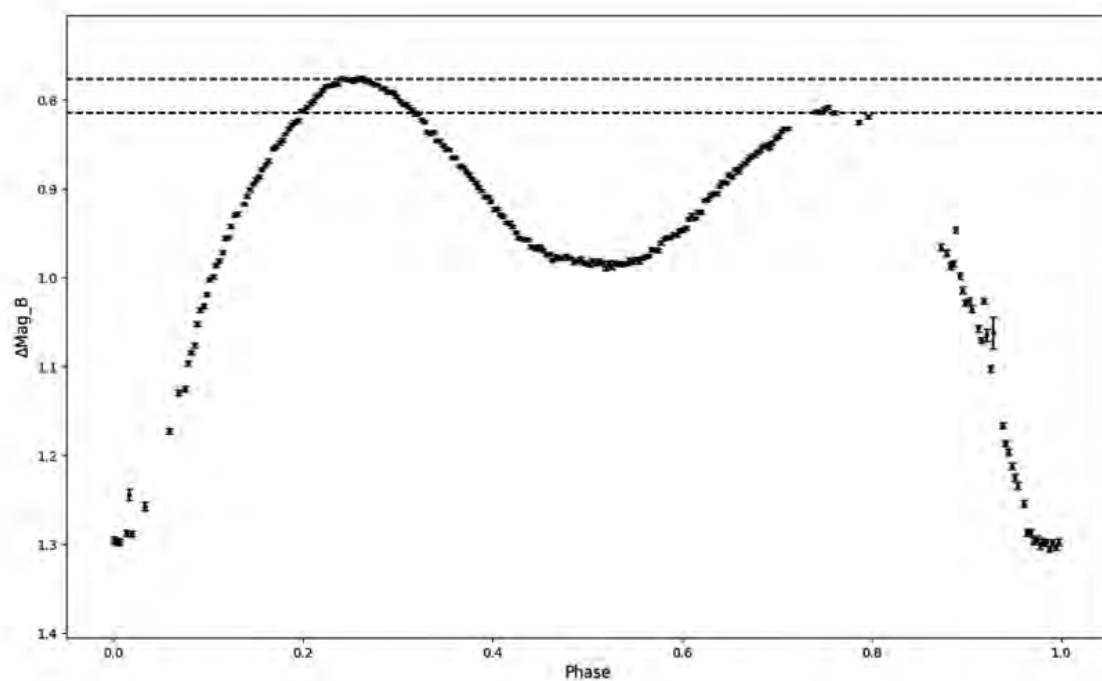


Fig. 2 B バンドの光度曲線

横軸は位相，縦軸は比較星との等級差 (mag) を示す。比較星は，BD +19 642 を使用した。

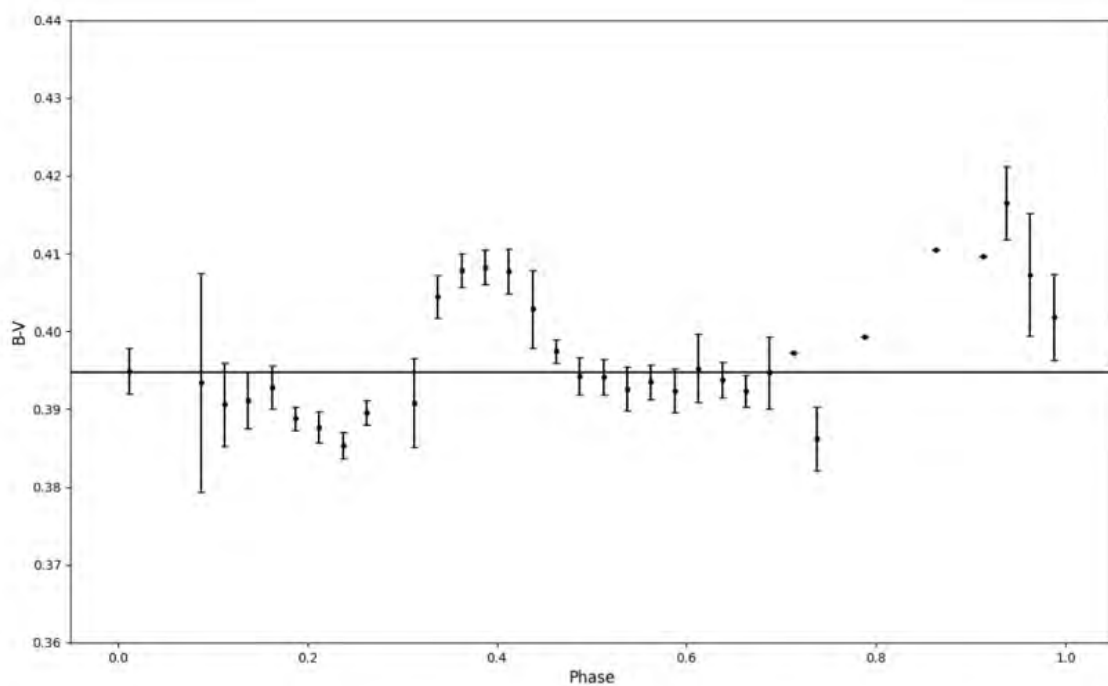


Fig. 3 $B-V$ 等級の変化

横軸は位相，縦軸は位相 0.025 ごとに平均した $B-V$ 等級である。誤差は，各位相範囲内の標準偏差である。横線は，全位相の $B-V$ 等級の中央値を示す。

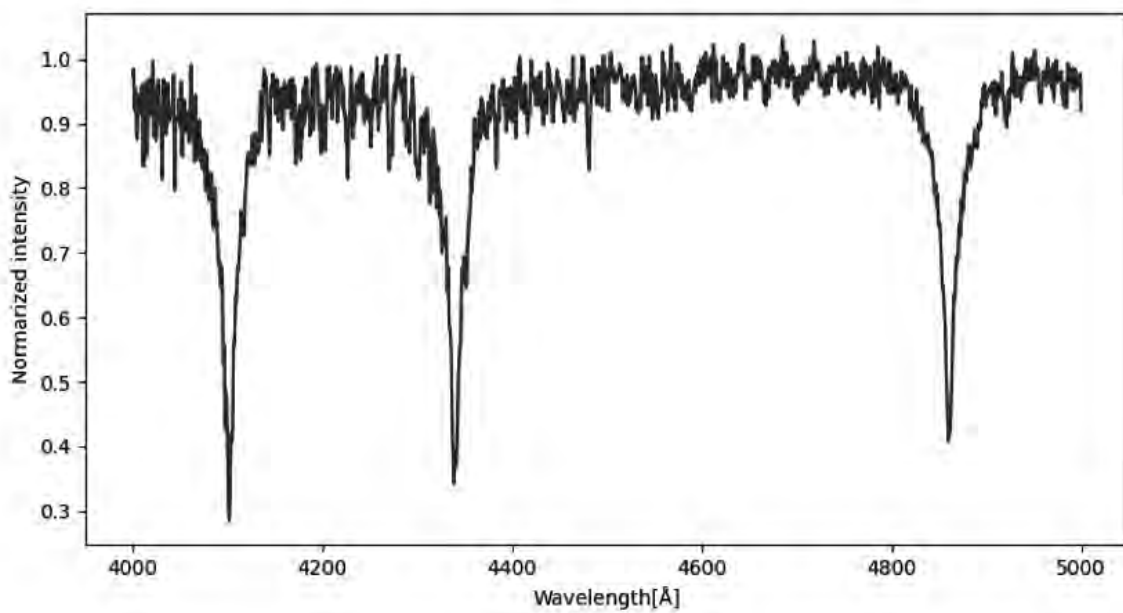


Fig. 4 GR Tau のスペクトル (2021 年 10 月 29 日撮像)

横軸は波長 [Å]，縦軸は規格化した光強度である。また，フーリエノイズ処理によりノイズを軽減した。

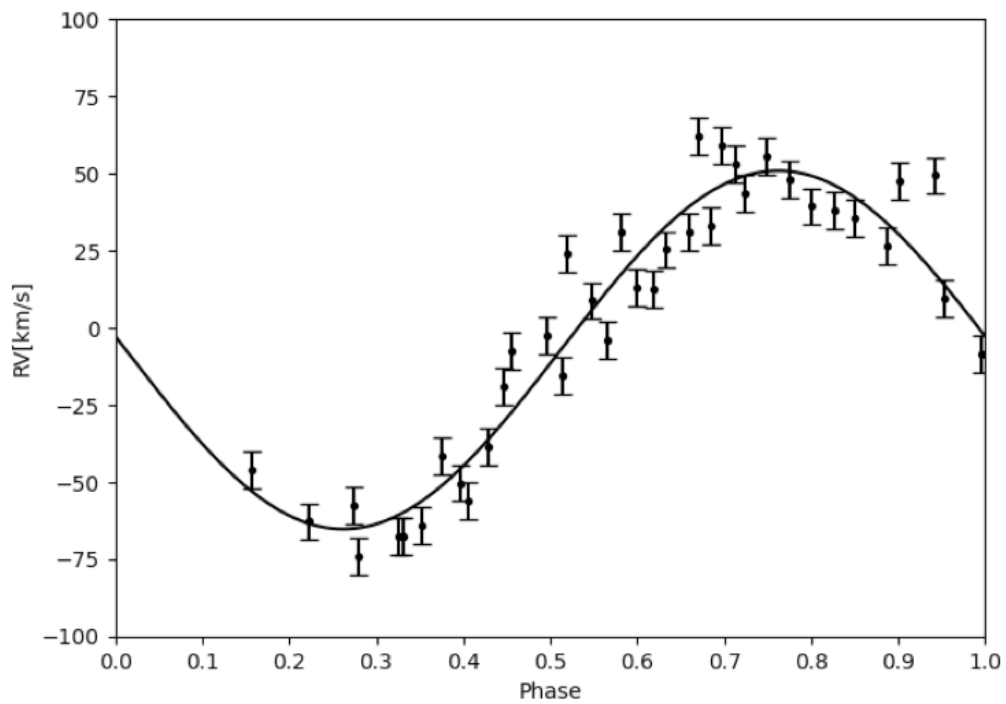


Fig. 5 視線速度測定値と視線速度曲線（実線）

視線速度測定値と最小二乗法により求めた視線速度曲線。位相 0.75 付近の視線速度はほとんど変化が見られない位相であるが、ばらつきが見られる。そこで、視線速度測定値の誤差として、位相 0.7 から位相 0.8 までの標準偏差をとった。

ひとみ望遠鏡冷却 CCD カメラを使用したメシエ天体の撮影

千田 華

CHIDA Hikaru

要約

ひとみ望遠鏡に付属されている撮像用冷却 CCD カメラを使用し、19 のメシエ天体について撮影を行った。天体によって等級や構造が異なるため、天体写真を撮影する際には、露出時間の調整が必要となる。今回は、露出時間の設定の参考資料とするため、露出時間を 60 秒に固定した撮影を行った。今後はこのサンプルデータが、天体毎に露出時間を調整する目安となると考える。

1. はじめに

ひとみ望遠鏡に付属されている冷却 CCD カメラでは、 $32.6' \times 32.6'$ の視野で撮像を行うことができる。ひとみ望遠鏡と冷却 CCD カメラの仕様は仙台市天文台のウェブサイト／観測・研究活動／撮像冷却 CCD カメラ (<http://www.sendai-astro.jp/laboratory/hitomi-ccd.html>) を参照のこと。

天体写真を撮影する際、天体の種類によって等級や性質が異なるため、対象天体毎に露出時間を調整する必要がある。今回は露出時間の参考資料とするため、19 のメシエ天体について、露出時間を固定した撮影を行った。

2. 撮影

2021 年 4 月 1 日に、各天体 60 秒露出で撮像を行った。この撮像用冷却 CCD カメラには 11 種類のフィルターが備え付けてあるが、今回は、フィルターを入れずに撮影を行った。

天体画像処理ソフト IRAF を用い、ダーク処理、フラット処理を行ったのち、レベル調整を行った。

3. 撮影画像

取得した画像は Fig. 1 から Fig. 19 に示す。

4. まとめと今後の展望

今回露出時間を固定したメシエ天体の撮影を行ったことで、天体ごとの露出時間の目安を知ることができた。今後はこれを基に、天体毎に露出時間を調整する目安とすることができると考える。更に天体サンプルを増やしたり、フィルターを入れた撮影を行いカラー合成したりと発展させたりすることで、天体撮影や画像処理技術の向上につなげることができると考える。



Fig. 1 M1



Fig. 2 M35



Fig. 5 M38



Fig. 3 M36



Fig. 6 M41



Fig. 4 M37



Fig. 7 M42



Fig. 8 M44



Fig. 11 M63



Fig. 9 M50



Fig. 12 M67

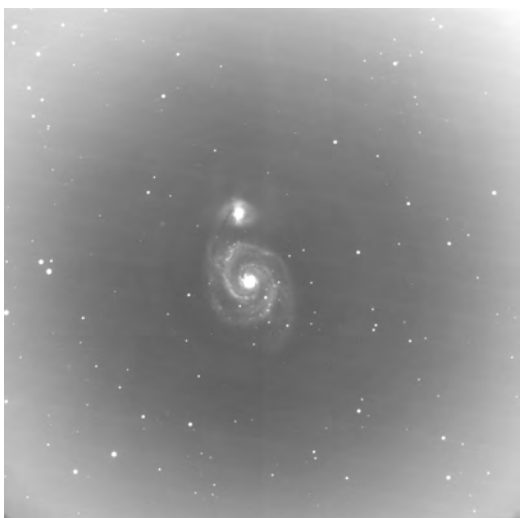


Fig. 10 M51



Fig. 13 M78



Fig. 14 M87



Fig. 17 M106



Fig. 15 M94



Fig. 18 M108



Fig. 16 M97



Fig. 19 M109

展示・プラネタリウム・望遠鏡を使った エクスペリエンスサークル構築のプログラム開発

高橋 知也, 浦 智史, 郷古 由規

TAKAHASHI Tomoya, URA Satoshi, GOKO Yuki

要約

仙台市天文台は展示・プラネタリウム・望遠鏡の3つの体験ゾーンを兼ね備えた天文総合博物館である。本稿でのエクスペリエンスサークルはこれら3つのゾーンを結ぶサークルを指し、2020－2022年度はエクスペリエンスサークル構築のプログラム開発に注力している。

2021年8月までに開発した4つのプログラムを振り返り、エクスペリエンスサークル構築の目的と各ゾーンの役割を見直した。さらにその振り返りをもとに「月食」の新プログラムを開発した。

新プログラムの開発・実践を終え、テーマ選定をはじめとするいくつかの課題が見つまっている。2022年度はそれらの課題を踏まえてプログラム開発を行う。

1. はじめに

1.1 展示・プラネタリウム・望遠鏡ゾーン

仙台市天文台（以下、当台）は「宇宙を身近に」を施設ミッションとして掲げる天文総合博物館である。リニューアルオープン以降、3つの体験ゾーン：展示・プラネタリウム・望遠鏡を活用した様々なプログラムを開発し、宇宙や天文の世界を市民に紹介している。

3つの体験ゾーンは国内でも有数の規模を誇る。7つのエリアに分かれた展示は地球から大宇宙までの幅広い天文現象を網羅し、プラネタリウムは直径25mの大型ドームに壮麗な星空や宇宙を表現し、1.3mひとみ望遠鏡を筆頭とする望遠鏡は多彩な天体の姿を私たちの瞳に届ける。これら3つのゾーンは単独でも十分に機能するが、複数のゾーンを組み合わせたプログラムを開発できる点が当台の強みのひとつである。

1.2 エクスペリエンスサークル

エクスペリエンスサークル（以下、サークル）は、2008年7月のリニューアルオープン時に設けた運営の軸のひとつである。様々なサークルを想定しているが、3つの体験ゾーンに跨るサークルでは各ゾーンを体験者が巡ることによる「施設のにぎわいの創造」や「体験者の知識の深化」を目的としている。

2020－2022年度は「展示・プラネタリウム・望遠鏡等の各ゾーンを総合的に活用した活動の推進」を目標に掲げ、サークル構築を目指すプログラムの開発に力を入れている。

2. 本稿の背景

2021年8月時点で、2020年度分と合わせ4つのプログラムを開発した。さらに2021年11月19日の部分月食に合わせて新プログラム開発にも取り組んだ。その際、それまでの4つのプログラムに関して総合的な振り返りを行い、新プログラムに反映させることを目指した。

本稿では、新プログラム開発前の振り返り、月食に関する新プログラム開発、及び現状の課題と今後の展望について報告する。

3. 2021年8月までの事例

2020年4月から2021年8月までの期間、「部分日食」、「木星と土星の接近」、「皆既月食」、「ペルセウス座流星群」の各現象をテーマとするサークル構築のプログラムを開発した。各プログラムの概要をまとめた表がTab. 1である。「木星と土星の接近」のプログラム内容の詳細に関しては『仙台市天文台研究・実践紀要 第7号』で報告している（浦ら、2021）。

Tab. 1 2021 年 8 月までのプログラム開発

テーマ		部分日食	木星と土星の接近	皆既月食	ペルセウス座流星群
テーマ選定の理由		2020 年 6 月 21 日に部分日食が起きるため	2020 年 12 月下旬に木星と土星が見かけの上で接近するため	2021 年 5 月 26 日に皆既月食が起きるため	8 月中旬に観察できるため（2021 年の極大は 8 月 13 日明け方）
サークル概要		現象当日に各ゾーンでイベントを開催した。 展示とプラネタリウムは開催時間が重複していた。	10 月中旬から天体を紹介する企画展を行った。 12 月からはプラネタリウムで現象のシミュレーションと仕組みの解説を行った。 観望会は最接近を含む 4 日間開催する予定だった。	現象（極大）までに展示で見え方や仕組みの解説を行った。 現象当日（極大前日）にプラネタリウムでシミュレーションと仕組みの解説を行い、その後、観望会を開催する計画だった。	
イベント名	展示	特別観望会「部分日食をみよう !!」	企画展「木星と土星が大接近！」	展示案内	特別イベント「ペルセウス座流星群をみよう !!」
	プラネタリウム		星空の時間「今夜の星空散歩」	特別観望会「皆既月食をみよう !!」	
	望遠鏡		特別観望会「木星と土星をみよう !!」		
実施概要	展示	現象直前に太陽観察用のオリジナルピンホール作成ワークショップを企画した。 (新型コロナウイルス感染症対策のため中止し、代替として日食の観察方法をポスター掲示した)	10 月 12 日から 12 月 28 日までの期間、パネル展示を行った。 木星と土星の特徴の紹介に加え、星野写真と惑星軌道図を展示した。	5 月 1 日から 23 日までの土日祝日に展示物を使って現象を紹介した。	7 月 24 日から 8 月 12 日までの土日祝日に展示物を使って現象を紹介した。
	プラネタリウム	現象直前に約 45 分間の特別投映を行った。	通常時は投映者によってテーマが異なる「星空の時間『今夜の星空散歩』」で、12 月は投映者全員が「木星土星大接近」をテーマとして投映した。	現象当日に約 15 分間の特別投映を 2 回行った。	
	望遠鏡	現象の観望会を企画した。 (曇天のため中止)	12 月 19 日から 22 日までの 4 日間、特別観望会を企画した。 (4 日間のうち、曇天のため 2 日中止)	現象の観望会を企画した。	極大前日に観望会を企画した。 (雨天のため中止)
備考		当台広報誌「ソラリスト Vol.46」でも特集した。	当台広報誌「ソラリスト Vol.49」でも特集した。	当台広報誌「ソラリスト Vol.50」でも特集した。	

4. 部分月食プログラム開発のための振り返り

4.1 エクスペリエンスサークルの目的

Tab. 1 の 4 つのプログラムでは「現象の観察」を最終目的とし、広報でのイベントの括り方に差異はあるが展示・プラネタリウムのイベントが望遠鏡のイベントのプレイベントであった。しかし 1.2 節で述べ

たとおり「現象の観察」ではなく「体験者の知識の深化」が本来のサークル構築の目的であるため、これは望ましくないと考えた。

4.2 各ゾーンの役割

サークル構築における各ゾーンの役割を見直すに

当たり、主な天文普及の手法を確認した。各ゾーンの手法は次のとおりである。

●展示

展示物や小道具を用いた演示・実験を伴う解説、企画展の開催

●プラネタリウム

関連する映像番組の投映、プラネタリウム機能を活用したシミュレーションや解説

●望遠鏡

肉眼や望遠鏡による観察体験

手法から考えると「体験者の知識の深化」を目指すために「知識の伝達」という役割を担うのは、展示・プラネタリウムゾーンである。望遠鏡ゾーンの観測体験は、得た知識とリアルな現象観察を結び付け、更なる知識の深化のための興味・関心を引き出す、いわば「答え合わせ」の役割である。「答え合わせ」をする好機があるということはテーマ設定の理由になる。だが、それは目的ではないため、例えば天候が悪く現象の観察ができなかった場合でも、体験者の知識が深まればサークル構築は成功といえる。

また、展示とプラネタリウムは「知識の伝達」を行うが、その知識は重複しないことが望ましい。それぞれの手法に適した異なる内容を紹介することで「ゾーンを巡ることで知識が深まる」というサークル構築の本来の目的を達成できるのである。

5. 特別イベント「月食特集」

5.1 プログラム開発の順序

これまでのプログラム開発であれば「部分月食を観察すること」をゴールに設定し、展示・プラネタリウムの日程や内容を詰めた。しかし、4.1 節で述べたとおり知識の深化が重要であるため「月食の知識を深めること」をゴールとして考えることが適している。

そのため、最初に月食の知識を深めるための項目を挙げ、その中から展示とプラネタリウムとでそれぞれの天文普及の手法に適した次の項目を選択した。

●展示 月が赤く見える理由

●プラネタリウム 月が欠ける仕組み

5.2 実施概要

3つのゾーンの総合的な内容を表すイベント名は、「月食の知識を深めること」が目的であることを重視し「特別イベント『月食特集』」とした。

各ゾーンの実施概要は次のとおりである。

●展示

11月3日から19日までの土日祝日に展示物を使って「月が赤く見える理由」を紹介した (Fig. 1)。

使用した展示物は E-10「日食と月食」、A-10「太陽光の散乱の仕組み」である。

●プラネタリウム

通常時は投映者によってテーマが異なる「星空の時間『今夜の星空散歩』」で、11月1日から19日までは投映者全員が「月が欠ける仕組み」を紹介した。

●望遠鏡

現象の観察会を企画した (Fig. 2)。



Fig. 1 展示案内



Fig. 2 観察会

6. 現状の課題

6.1 テーマ選定

これまでの5つのプログラムのテーマの多くは、特定の日に起きる現象(以下、スポット現象)であった。「木星と土星の接近」と「ペルセウス座流星群」は特定の日に限らないが、最接近日や極大日があるため、

体験者の期待や観覧会の需要はスポット現象と同様に特定の日に集中する。

スポット現象はメディア効果による注目度向上が期待できるといったメリットを持つ。その一方、現象が起きる曜日や時間への依存が大きいというデメリットもある。今後、サークル構築の幅を広げるためにも、非スポット現象をテーマとするプログラム開発が重要であると考えている。

6.2 実施期間

これまでは「スポット現象の観覧」をゴールとしていたため、展示室やプラネタリウムでの解説はスポット現象の当日で終了していた。しかし、サークル構築の目的が「体験者の知識の深化」であることを念頭に置くと、スポット現象後にも展示やプラネタリウムでの解説・体験の提供を継続することを検討する必要がある。なぜなら、観測体験を経てその現象への興味が高まる体験者の存在が予想できるからである。

6.3 タイムスケジュール

3つの体験ゾーンを巡ってこのサークルであるが、全てのゾーンを1日で回り切る仕立てにすることが難しい。その原因の1つは展示室の観覧時間が17時で終了することである。これにより、夜間に観覧できる天体や現象を紹介する際に、展示と望遠鏡とを連続で体験することができない。観覧時間の延長については、夜間担当職員の配置の都合により連日は現実的ではなく、行えるとしてもスポット現象当日のみに限られる。1日で回ることが困難な場合、実施期間や実施回数を十分に確保する必要がある、体験者が複数回来館することを想定したサークルの構築を前提としなければならない。

6.4 実施回数

展示とプラネタリウムでは同じテーマであっても解説内容が異なるため、来館者に両方とも体験してもらうには、それぞれの実施回数を増やす必要がある。今回の新プログラムではプラネタリウムの放映回数に対して展示のイベントの実施回数が少なかった。実施回数については6.3節で述べた課題とも関係しているため合わせて対策を講じていく。

6.5 効果測定

新プログラムも含めて、浦ら（2021）が報告したシール式アンケート調査を効果測定の手法として選択

している。これは担当を配置する必要がない点と体験者が心理的に回答しやすい点を評価したからである。しかし、この手法では「体験者の知識の深化」を計測することが難しい。また、シール式アンケート調査では測定するタイミングによって結果が大きく変わる。観覧会開催前から回答可能である場合、観覧会参加前に回答する体験者が増え、それを避けるために観覧会開催時に調査すると、展示とプラネタリウムだけに参加した体験者の測定ができない。

7. 今後の展望

2022年度も2つ以上のサークル構築を目標にプログラム開発を計画している。

その1つは、特定の日に体験者が集中しない非スポット現象である「夏の大三角」をテーマにしたプログラムを予定している。そしてもう1つは、日の入り時刻が早い冬季に、夕方の短い時間で3つのゾーンを回ることが可能な「火星」をテーマにしたプログラムの開発に取り組む。

効果測定に関しては、出口調査や簡易テストなどシール式アンケート調査以外の手法を取ることを検討している。

8. まとめ

2020、2021年度に5つのサークル構築のプログラムを開発した。その中で最後に開発した「月食」のプログラムでは、それまでのプログラム開発の振返りを活かし、サークル構築の目的に立ち返って開発することができた。テーマ選定やタイムスケジュールなどにおける課題を踏まえて、2022年度も2つ以上のサークル構築を目指す。

<参考文献>

○浦智史、郷古由規、仲千春（2021）木星と土星の接近における展示・プラネタリウム・望遠鏡を使ったエクスペリエンスサークルの構築 仙台市天文台研究・実践紀要 第7号 仙台市天文台、37-40.

標準業務型インターンシップの取り組み

高橋 知也

TAKAHASHI Tomoya

要約

仙台市天文台ではインターンシップ希望者を募集しており、2021年3月21日から標準業務型インターンシップ1名を受け入れている。この標準業務型インターンシップとは、職員と同等の標準的な業務を行うインターンシッププログラムである。今回の実践では、仙台市天文台側の目的・環境とインターンシップ実施者側の目的・技能との相性が良かったため、双方にとってメリットの大きいインターンシップが実現できていると考えている。

1. はじめに

1.1 仙台市天文台のインターンシップ制度

小野寺（2020）にあるように、仙台市天文台（以下、当台）ではインターンシップ希望者（以下、希望者）を募集している。2020年度までは短期・中期・長期といった期間によってプログラムを分類していた。しかし、2021年度は募集要項を改訂し職場体験型・企画立案型・標準業務型に分類を変更した。これは、希望者がインターンシップに求める目的に応じて期間や出勤頻度を調整することが望ましいと考えたためである。

1.2 標準業務型インターンシップの目的

標準業務型インターンシップは当台職員と同等の標準的な業務の体験を求める希望者を想定したプログラムである。

当台にとっての標準業務型インターンシップを受け入れる目的として、「①当台の運営思想・形態に対する理解の促進、魅力発信」や「②指導による職員の基礎・基本の確認」が挙げられる。しかし、これらは標準業務型プログラムに限らず全てのプログラムに共通する目的である。標準業務型インターンシップではさらに「③社会教育施設の運営実践力を身につけた人材の育成」、「④職員の標準業務量の削減」も達成できる目的と考えている。また、希望者が学生である場合は「⑤学生とともに就労することによる職員への刺激」もインターンシップを受け入れる目的に加わる。

2. 本稿の位置づけ

本稿では2021年3月21日から行っている標準業務型インターンシップ実施者（以下、実施者）の受け入れに関する報告である。

3. 実施内容

3.1 実施者

エントリーシートにより申込みがあった地球物理学を専攻する大学生1名を受け入れている。

3.2 実施期間

当初は2021年3月21日から2022年2月までの約11か月を予定し実施した。しかし実施者の希望により、2022年1月の時点で2023年3月まで終了予定時期を延長している。

週1日程度の勤務を想定し実施を開始し、2021年3月21日から2022年3月19日までの勤務日数は49日間であった。

3.3 実施者の目的

受け入れ時の面談において、エントリーシートの内容と当台側から提供可能な業務を踏まえて「当台におけるサイエンスコミュニケーションの手法を学ぶ」という目的を定めた。

3.4 業務内容・自己設定目標

最初の約5ヶ月間は企画・交流業務内の標準業務の研修・実務を行った。9月からは標準業務に加えて「コロナ禍における新しいコンテンツの企画・実施」を自己設定目標（以下、目標）に掲げて勤務した。

具体的な業務内容はTab. 1に示すとおりである。

Tab. 1 インターンシップの業務内容

時期	業務内容
2021 年 3 月	＜オリエンテーション＞ ・会社や施設に関する説明 ・勤務の流れやルール
4 月	＜研修＞ ・コミュニケーション研修 ・展示交流研修 ・天文相談研修 ・ひとみ望遠鏡案内研修 ・広報研修 ＜実務＞ ・展示交流（展示紹介パネル作成） ・広報（ラジオ原稿作成）
5 月	＜研修＞ ・プラネタリウム補助研修 ・プラネタリウム研修 ・定期観望会研修 ・移動天文台研修 ・天文台学習受け入れ研修 ＜実務＞ ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・ひとみ望遠鏡案内準備
6 月	＜実務＞ ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・広報（プレスリリース作成）
7 月	＜研修＞ ・プラネタリウム研修 ・定期観望会研修 ・トワイライトサロン研修 ＜実務＞ ・展示交流 ・展示ワークショップ補助 ・プラネタリウム補助 ・ひとみ望遠鏡案内準備
8 月	＜研修＞ ・プラネタリウム研修 ・移動天文台研修 ＜実務＞ ・プラネタリウム投映準備 ・ひとみ望遠鏡案内準備 ・移動天文台

時期	業務内容
9 月	＜実務＞ ・目標に関する取り組み ・プラネタリウム投映準備 ・ひとみ望遠鏡案内
10 月	＜研修＞ ・定期観望会研修 ＜実務＞ ・目標に関する取り組み ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・プラネタリウム投映準備 ・ひとみ望遠鏡案内 ・定期観望会 ・移動天文台 ・トワイライトサロン
11 月	＜研修＞ ・プラネタリウム研修 ＜実務＞ ・目標に関する取り組み ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・プラネタリウム投映 ・ひとみ望遠鏡案内 ・移動天文台 ・天文台学習受け入れ補助
12 月	＜実務＞ ・目標に関する取り組み ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・プラネタリウム投映 ・ひとみ望遠鏡案内
2022 年 1 月	＜研修＞ ・プラネタリウム投映研修 ＜実務＞ ・目標に関する取り組み ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・プラネタリウム投映 ・トワイライトサロン

時期	業務内容
2月	<実務> ・目標に関する取り組み ・展示交流 ・プラネタリウム補助 ・プラネタリウム投映 ・ひとみ望遠鏡案内
3月	<実務> ・目標に関する取り組み ・研究・実践紀要原稿の作成 ・展示交流 ・ひとみ望遠鏡案内

3.5 中間面談

3.4節で述べた目標の設定、及び研修の進捗確認を兼ねた中間面談を8月28日に行った。面談の内容は実施者が文書でまとめ、インターンシップに関わる職員に共有した。その文書内には次のとおり実施者の所感が記載されていた。

組織としてひとつのミッションのもとに動くこと、またVI（ビジュアル・アイデンティティ）の確立などによるブランディングへの徹底ぶりに感銘を受けた。スタッフの方々の仕事の様子を見て、その発想や工夫に新たな学びを得ることも多々ある。組織としての物事の決め方や、仕事の進め方を学ぶことができ、インターンシップならではの貴重な体験をさせて頂いている。さらに、ひとつの建物の中で様々な方と一緒に過ごす中で、皆さんの暖かさや優しさに触れるたび、幸せを実感している。スタッフの皆様ひとりひとりに、そして天文台に恩返しができるように、のこり半年、よりいっそう気合を入れて駆け抜けたい。

3.6 目標に関する報告

企画・実施までを終え、その内容をまとめたレポートを実施者が作成し本紀要に掲載している。

3.7 今後の実施内容

2022年3月21日に再度面談を行い、2022年度の新たな目標を考えるように依頼した。その際、実施者の卒業後の進路において希望進路の実現や実現後の業務で利点が見出せる目標を設定することが望ましいと伝えている。2022年度は引き続き企画・交流業務の標準業務を行いつつ、新しい目標の達成を目指してもらう。

4. 実施の考察

4.1 標準業務型インターンシップの目的に対する考察

1.2節で述べた標準業務型インターンシップの目的に沿って考察する。

本実践において期待以上の成果を得られたのは「④職員の標準業務量の削減」である。小野寺（2020）で報告した事例とは異なり、実施者が地球物理学を専攻する学生であったため、職員の業務量削減への効果は一層大きかった。実務経験の提供は実施者の目的達成の一助にもなっているため、当台と実施者の双方にとって良い関係を形成することができたといえる。この関係の基盤は、当台の目的に対する実施者の技能、実施者の目的に対する当台の環境のマッチングが良かったことである。2年目は実施者のスキルも向上すると期待でき、実務内容の質が高まるだけでなく幅も広がると想定している。なお、そのほかの4つの目的に関しては、以下のとおりの成果があったと考える。

「①当台の運営思想・形態に対する理解の促進、魅力発信」と「③社会教育施設の運営実践力を身につけた人材の育成」に関しては、3.5節の実施者の所感からも読み取れるように十分に達成できたと考えている。

「②指導による職員の基礎・基本の確認」は同時期に新入社員2名の研修も始まったため恩恵を感じることはできなかった。しかし、活動的な実施者は新入社員をはじめとする職員にとって良い刺激になり「⑤学生とともに就労することによる職員への刺激」は十分に達成された。

4.2 目標への取り組みに対する考察

当台職員は標準業務と並行して、自ら決めた目標の遂行に努めている。実施者にもこれとほぼ同じ機会を提供することができたことは本実践の成果のひとつである。

しかし、月ごとに実施者の出勤日時を調整しているため、残りの期間に対する進捗度合いが明瞭ではない点が課題である。この課題は実施者と目標の進捗状況を密に確認し合い、達成までにどの程度の勤務を要するかを実施者が正確に把握することで緩和され则认为している。

5. まとめ

当台は次の5つを目的に実施者を受け入れた。

- ①当台の運営思想・形態に対する理解の促進、魅力発信
- ②指導による職員の基礎・基本の確認

③社会教育施設の運営実践力を身につけた人材の育成

④職員の標準業務量の削減

⑤学生とともに就労することによる職員への刺激

一方で、実施者は「当台におけるサイエンスコミュニケーションの手法を学ぶ」を目的に標準業務や目標に取り組んだ。

1 年間の実践を通して「④職員の標準業務量の削減」を中心にお互いの目的達成に貢献し合うことができた。この成功の大きな要因は当台の目的・環境と実施者の目的・技能の相性が良かったことである。

また、実施者が職員と同じように目標を設定し、その達成に向けて標準業務と並行して取り組むことができた。しかし、進捗管理においては課題が残っている。

＜参考文献＞

- 小野寺正己（2020）長期インターンシップの取り組み 仙台市天文台研究・実践紀要 第6号
仙台市天文台，52-56.

非接触・対話型 展示コンテンツ「偉人トーク」の開発と実践

吉野 富士香（インターン）

YOSHINO Fujika

要約

対面での交流を基本として行われていた「展示交流」は、コロナ禍において大きく制限された。そこで、スタッフの常駐が制限された展示室において、来館者が“対話を通して”理解を深めることができるような、非接触・対話型展示コンテンツ「偉人トーク」を考案した。「偉人トーク」はweb上で完結しており、来館者が自分のスマートフォンを通して過去の偉人と対話するというものである。「偉人トーク」の開発と実践の概要と、今後の展望を報告する。

1. 背景—コロナで変わった「展示交流」

仙台市天文台（以下、当台）のミッションは、「宇宙を身近にします」である。このミッションを達成するべく、展示室ではスタッフと来館者による展示交流が行われてきた。スタッフは展示物と来館者の間をつなぐような存在であり、直接対話をしながら来館者の興味や疑問を引き出す。来館者は対話を通して展示物の意味を理解したり、疑問を解決したりする。展示物は、見ていだけでは完全に理解するのは難しいものもあり、スタッフが具体例やイメージなどを補足することで理解を助ける場面も多く見られた。来館者にとっては、展示物に対する理解が深まることで、展示物を身近に感じ、さらにその先にある物理現象や宇宙をも身近に感じるようになっていくのである。

ところがコロナ禍において、当台での展示交流の形は大きく変わった。スタッフと来館者の間の直接の対話は制限され、かつてのような展示交流はできていない。また、コロナが落ち着いたとしても、いつこのような状況に見舞われるかわからない。そこで、スタッフが対面に対応できない状況にあっても、来館者が“対話を通して”理解を深めることができるような展示コンテンツ「偉人トーク」を開発した。この報告では、「偉人トーク」の概要についてまとめる。

2. 展示コンテンツ概要

2.1 目的

スタッフの常駐が制限された展示室において、来館者が、天文学の発展に貢献した歴史上の偉人と「仮想的に」対話することで、偉人や偉人の功績に対して理解を深めてもらう。

2.2 ターゲットとねらい

展示室に訪れた来館者をターゲットとした。ねらいは以下のとおりである。

- ・偉人を身近に感じてもらう
- ・偉人や偉人の功績に対して興味を持ってもらう
- ・来館者同士での会話が生まれる
- ・来館者が自ら関連展示をまわる

2.3 展示方法

展示室内「天文学の歴史エリア」に、二次元コードを添付したA2サイズのパネル（Fig. 1）を掲出した。※天文学の歴史エリア：過去の偉人たちの肖像画が並んでおり、壁際には年表とともに、天文学の歴史を追えるようになっている。



Fig. 1 展示パネル

2.4 展示体験の流れ

- ①来館者が自分のスマートフォンで二次元コードを読み取り、ウェブサイトへアクセスする (Fig. 2)。
- ②web ページの画面上に、偉人の肖像画が表示され、ボタンをタップすると顔が動き出し、自己紹介を始める。(偉人が自己紹介する内容で事前に編集した動画がウェブサイト上で再生される) (Fig. 3)。



Fig. 2 開始画面

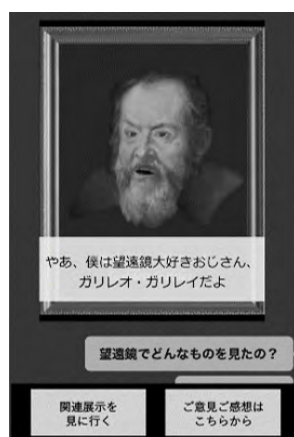


Fig. 3 自己紹介

- ③自己紹介の最後に、「さあ、何か聞きたいことはあるかね？」など、来館者に発問を投げかける。「〇〇について聞きたい」「△△って何？」など、複数のふきだしのボタンが表示され、来館者はその中から1つを選び、ふきだしをタップする (Fig. 4)。

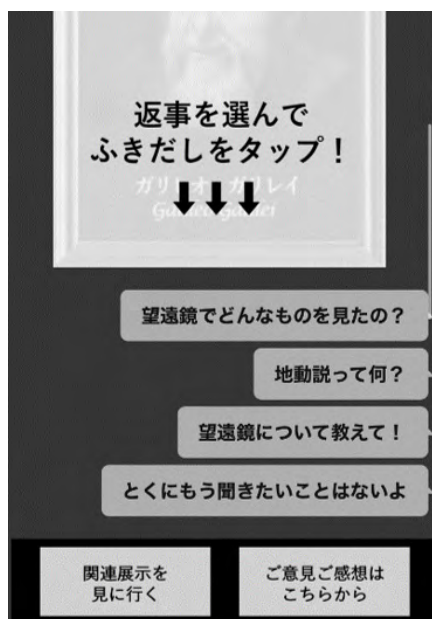


Fig. 4 操作画面 (ふきだしの選択)

- ④来館者が選んだふきだしの内容に応じて、偉人が話す (選択したボタンに応じた動画が流れる)。
- ⑤会話の途中で展示室内の関連展示の紹介があり、会話を終えると関連展示の見どころ (Fig. 5, 6) や展示室のマップ (Fig. 7) のページの表示を促す表示が出る。



Fig. 5 関連展示一覧



Fig. 6 見どころ



Fig. 7 展示室内のマップ
(関連展示があるエリアを色付けしてある)

⑥ (3) — (5) を繰り返す。

2.5 展示コンテンツの作成方法

作成した展示コンテンツはhtml, CSS, Javascriptによって記述されている。偉人が話す動画は、当台が所有していた素材から作成した肖像画の画像と、「FaceMore：AI顔写真アニメーター」というアプリを用いて作成し、別途字幕を付けたうえでウェブサイト上に配置する。利用者のボタン操作に応じた動画が自動的に流れるようになっている。

3. まとめ

コロナ禍という、対面での展示交流が制限される状況において、来館者が“対話を通して”理解を深められるような展示コンテンツ「偉人トーク」を考案し、開発した。プログラムを工夫し、来館者の行動選択に応じた反応を返すことで「仮想的な対話」を実現した。また、「偉人トーク」では、来館者の持つ1台のスマートフォンで一連の展示体験が完結するため、実際の展示物に対しては非接触であるものの、自分の手で展示体験を進めることができる。この点は、コロナ禍における展示コンテンツにおいて優れた点である。

4. 今後の展望

web上で完結する展示コンテンツには、1つのひな型ができれば複製やアップデートが簡単であるというメリットがある。そのため、肖像画の作成、動画作成、関連展示の解説を用意すれば、簡単に展示コンテンツの種類を増やすことができる。今後、ニュートンやメシエなど、他の偉人でも同様の展示コンテンツを作成したい。一方で、web上で完結している以上、展示コンテンツの存在に気づいてもらうための工夫が必要である。今後、来館者の行動の観察や聞き取り調査により、展示パネルの内容や展示場所について検討する。また、「偉人トーク」の体験者の感情・行動の変化を定性的に調査し、目的やねらいが達成されているかどうかを評価する。そこで得られた結果を基に、「偉人トーク」を改善していきたい。

学習投映のエッセンスの検討

小野寺 正己

Examining the Essence of Learning Projection

ONODERA Masami

要約

本稿では、プラネタリウムにおいて行われる、幼児、小学生、中学生を対象にした教育的プログラムのエッセンスを抽出することを目的とした。検討にあたっては、当天文台だけではなく、全国のプラネタリウムを有する科学館等の5つの施設と一緒に検討を行った。また、幼児は幼稚園教育指導要領を、小学校と中学校は学習指導要領を基にエッセンスの抽出を行った。

その結果、幼児は「豊かな感性と表現」が、小学校4年生は「科学的に解決したり探求したりする態度」が、小学校6年生は「理科の見方・考え方を働かせて」、中学生が「科学的に解決したり探求したりする態度」が一番重要なのではないかと結論となった。

Abstract

The purpose of this paper is to extract the essence of educational programs for infants, elementary school students, and junior high school students at planetariums. The review was conducted not only with our observatory, but also with five science museums and other facilities with planetariums throughout Japan. The essence of the program was extracted based on the Courses of Guidance for Kindergarten Education for infants, and the Courses of Study for elementary and junior high school students.

As a result, we concluded that "rich sensitivity and expression" is the most important for infants, "attitude to solve and explore scientifically" for fourth-grade elementary school students, "using views and ideas of science" for sixth-grade elementary school students, and "attitude to solve and explore scientifically" for junior high school students.

1. 問題と目的

学習指導要領において、博物館や科学学習センター（以下、施設と略記）との積極的な連携が謳われ、既に10年以上が経過している。今回の学習指導要領の改訂においても、その記載は継続されている。そのようなこともあり、各地において、小学校理科及び中学校理科の天文分野の学習においては、プラネタリウムの活用がなされている。この活用を、一般的には「学習投映」と呼んでいる。

連携となっていることから、学校側と施設側が双方にとって、より良い学習投映を検討していくことが望まれる。しかし、現状は、施設側からの一方的な提供になっていることが多い状況と考えられる。そうなら

ない方策として、施設への学校教員への配置や学校教員との検討会等を行っている自治体もあるが、その実態を明確にしている研究や報告は見られない。なお、仙台市天文台（以下：当台）においては、小学校と中学校の学習投映において事前の打ち合わせを行う点が、他の施設と比較し、特徴的な事項と考える。

この状況を踏まえ、小野寺（2018）は、小学校との連携実践をする中で、学校側と施設側双方の方向性を示している。学校側の方向性としては、日中の一斉授業において予想や仮説の検証が難しい天文分野に関しては、学習投映を含む学習課程にすることが望まれること。そしてそのことにより、予想等の検証を宿題にすることなく、一斉授業において「時間的・空間

的な関係」を検証させる問題解決学習の環境が確保でき、結果として「理科の見方・考え方」を発揮する環境や場面を作り出すことができることが示唆されている。また施設の方向性としては、学校来館時に投映をするだけの関わりに留まるのではなく、単元全体の学習課程の中での学習投映の位置づけを学校側と明確に行い、それをふまえた上で、問題解決学習となる投映を行う必要性が示唆されている。

そこで本研究では、小野寺（2018）の施設側の方向性の示唆に基づき、天文単元全体の学習課程における学習投映の位置づけを検討することとした。位置づけを考えるにあたっては、辻本（2021）が推奨するダイヤモンドランキングを用いることで、学習投映のエッセンスを抽出することを目的とした。辻本（2021）の手法を用いた理由は、学習指導要領に関する重要なキーワードを10個挙げ、それをランキング形式で検討する方法であることから、エッセンスの抽出が、簡易かつ具体的にできるものと考えたからであった。なお、幼児に関しては、幼稚園教育要領にある「幼児期の終わりまでに育ってほしい姿」の10項目を用いることとした。

2. 方法

2.1 検討チームの編成

検討にあたっては、信頼性および妥当性を担保するために、複数人で検討を行うこととし、筆者を含めた8名のチームを編成した。8名全員が学習投映経験者であり、筆者を除くチームメンバーの所属は以下の通りであった。

- ・盛岡市子ども科学館
- ・仙台市天文台（筆者とは別のメンバー）
- ・さいたま市宇宙劇場
- ・府中市郷土の森博物館
- ・福井市自然史博物館分館
- ・北九州市児童文化科学館
- ・株式会社五藤光学研究所

2.2 手順と実施時期

以下の手順により検討を行うこととした。

- ①メンバーへの辻本（2021）の論文の提示と、各施設で実施している学習投映の実態とメンバーが理想とするエッセンスの双方の1次検討。（2021年10月初旬）
- ②メンバー全員の考えを集約し、現実と理想のギャップで埋め合わせできそうな点について、各自がコ

メントをし、その内容を電子メールにて共有。（2021年10月下旬）

- ③②で検討した内容をふまえ、オンライン会議にて理想とする学習投映のエッセンスの抽出。（2021年11月初旬）

2.3 検討内容

ダイヤモンドランキングにおいて抽出を検討した事項は、Tab. 1に示す内容であった。前述した通り、幼児は、幼稚園教育要領にある「幼児期の終わりまでに育ってほしい姿」の10項目であり、小学校と中学校は、辻本（2021）が抽出した10項目であった。

Tab. 1 ダイヤモンドランキングの抽出検討事項

幼児
A. 健康な心と体
B. 自立心
C. 協同性
D. 道徳性・規範意識の芽生え
E. 社会生活と関わり
F. 思考力の芽生え
G. 自然との関わり・生命尊重
H. 量・図形、文字等への関心・感覚
I. 言葉による伝え合い
J. 豊かな感性と表現
小中学校
A. 理科の見方・考え方を働かせて
B. 科学的な根拠に基づく賢明な意思決定
C. 知識・理解
D. 科学的に解決したり探求したりする態度
E. 思考力・判断力・表現力等
F. 学びに向かう力・人間性等
G. 主体的・対話的で深い学び
H. 日常生活や社会における科学の有用性
I. 人間が自然と調和できる持続可能な社会
J. 見通しを持った観察・実験

3. 結果

チームメンバー8名による検討の結果、手順の①と②を経て、実態と理想で大きく違ったのは小学校4年生と中学生を対象にした投映であった。小学校4年生では、現状が「科学的に解決したり探求したりす

る態度」のエッセンスは低いランクであったが、理想は1番重要という結果となった。中学生では、現状では「知識・理解」が一番高いランクであったが、理想では大きくランクが下がり、「科学的に解決したり探求したりする態度」が1番重要なエッセンスとなった。

その後、手順③を経て、幼児、小学校4年生、小学校6年生、中学生の学習投映における、理想とするエッセンスは、Fig. 1, 2, 3, 4の通りとなった。

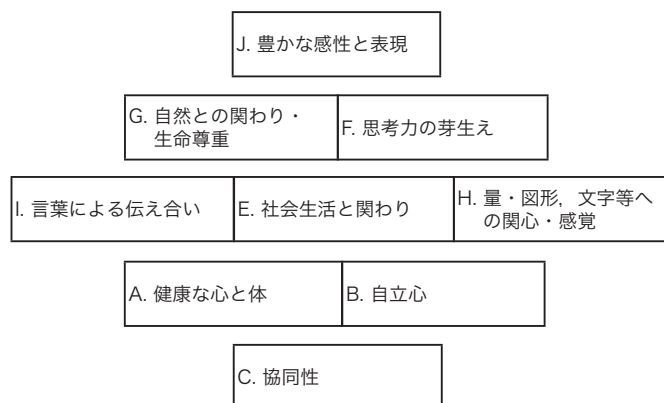


Fig. 1 幼児のダイヤモンドランキング結果

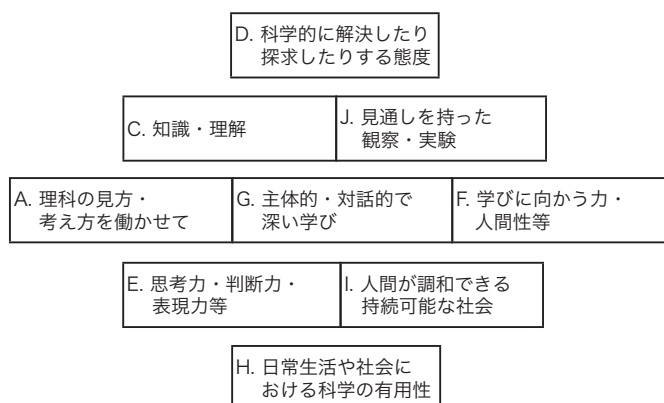


Fig. 2 小学校4年生のダイヤモンドランキング結果

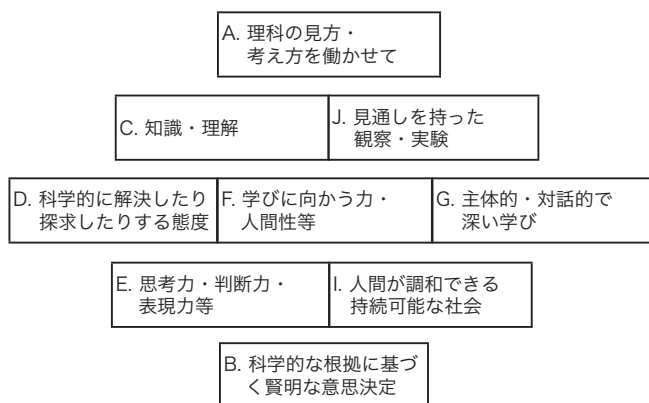


Fig. 3 小学校6年生のダイヤモンドランキング結果

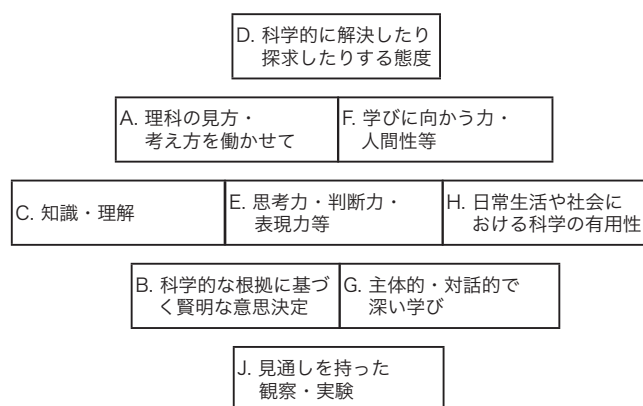


Fig. 4 中学生のダイヤモンドランキング結果

4. 考察

新学習指導要領では、「『主体的・対話的で深い学び』は、1単位時間の授業の中で全てが実現されるものではなく、単元や題材のまとまりの中で、例えば主体的に学習を見通し振り返る場面をどこに設定するか、グループなどで対話する場面をどこに設定するか、学びの深まりを作り出すために、子供が考える場面と教員が教える場面をどのように組み立てるか、といった視点で実現されていくことが求められる。」と謳われている。よって、天文単元を扱うにあたって、単元計画の中での学習投映の位置づけの検討が必要になるものとする。しかし、当台の場合、いくつかの学校と一緒に観覧する投映がほとんどであり、各校の単元計画の調整は困難と言える。そのような実態も踏まえて、今回は、学習投映単体として必須とされるエッセンスを抽出することで、単元計画とは切り離れた検討を行った。その上で、学習投映を観覧する学校にこのエッセンスをふまえた投映内容を提示することで、単元計画に反映をさせてもらうことが、反対に可能と考えたからであった。

また、新学習指導要領の基本的な骨子となった、文部科学省（2016）の中央教育審議会の答申においては、理科の見方・考え方が新要領の中核的な役割になると指摘している。その理科の見方・考え方とは、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と定義されている。さらに、地球領域においては、時間的・空間的な視点で捉えることが、見方の視点であると指摘されている。時間的・空間的な視点は、プラネタリウムが一番得意とする環境であり、その点についても、プラネタリウムの有用性が活かされることを、エッセンスを示すことで、学校現場に示すことが

可能ではないかと考える。

次年度以降、このエッセンスを組み入れた取り組みを計画し、学校現場の反応を注視したい。

<引用文献>

- 文部科学省（2016）中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会 理科ワーキンググループにおける審議のとりまとめ
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/1376994.htm
（参照：2022.04.19）
- 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，36-37.
- 小野寺正己（2018）既習事項や生活経験を基にした予想や仮説を検証するプラネタリウム学習の実践～小学校 4 年生の天文分野において～
天文教育，30-6, 2-12.
- 辻本昭彦（2021）ダイヤモンドランキングとは何か～ワークショップ型授業のためのコミュニケーション・ツール～ 理科の教育，831, 5-8.

小学校3年生との連携授業の実践報告 －「太陽とかげ」の単元と月食の仕組み－

國友 有与志

Implementation Report of Collaborative Classes with Third Grade of Elementary School - Unit of "the Sun and the Shadow" and Mechanisms of Lunar Eclipse -

KUNITOMO Ariyoshi

要約

小学3年生を対象に、「太陽とかげ」の単元における学習内容と月食の仕組みとを関連付けた連携授業を実施した。その結果、本来月食の仕組みは中学校での学習事項であるが、ほとんどの児童が、月食時の太陽・地球・月の位置関係を予想することができた。本稿では、その実践内容について報告する。

Abstract

We conducted the collaborative classes related learning contents in unit of "the Sun and the shadow" to mechanisms of lunar eclipse for third grade of elementary school. As the result, most of students guess that the position of the Sun, the Earth and the Moon during lunar eclipse in spite of the contents learn at junior high school. In this report, we introduce their contents.

1. はじめに

仙台市天文台（以下、当台）では、小学校と当台が連携し、理科の天文分野の単元において、当台職員が学校へ伺い授業を行う連携授業を2014年から継続して実施している。これまでは、「夏の星」や「月や星の見え方」、「冬の星」の単元がある小学4年生と、「月の形と太陽」の単元がある小学6年生を対象に本事業を実施してきたが、今回新たに小学3年生との連携授業を実施する機会を設けることができた。そこで本稿では、今回実施した連携授業の内容について報告する。

2. 指導にあたって

2.1 小学3年生での学習内容

小学3年生で学習する「太陽とかげ」の単元は、小学校学習指導要領において、以下のような内容として示されている。

○太陽と地面の様子

太陽と地面の様子との関係について、日なたと日陰の様子に着目して、それらを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の位置の変化によって変わることを。

(イ) 地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気に違いがあることを。

イ 日なたと日陰の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、太陽と地面の様子との関係についての問題を見だし、表現すること。

今回の連携授業では、本単元での学習内容と月食の仕組みとを関連付けるために、特に(ア)の「太陽と影の位置関係」について注目する内容を検討した。

2.2 対象

今回の連携授業の対象校は、仙台市内の小学校の3学年6学級である。ただし、授業は2学級合同×3回の形式とした。なお、本小学校は当台の近隣にあり、児童たちにとって当台は既に身近な存在になっていると考えられる。

また、教諭によると、普段の授業から発言が多い学年であるとのことであった。

2.3 事前指導

対象児童たちは、本連携授業を実施する段階で、既に「太陽とかけ」の単元は学校で学習しており、

- ・影は太陽と反対側にできること
- ・太陽は時間とともに、東から南、西へと見える位置が変わること

といった知識は持っていた。さらに、太陽の位置の観察を行う授業の際には、児童全員が観察を行えるよう全員分の遮光プレートを当台から学校へ寄贈した。

3. 連携授業の内容

3.1 ねらい

今回の連携授業では、本単元の内容の理解をより深めるということよりも、学校で学習した事象が宇宙空間でも実際に起こっており、それによって天文現象（月食）が引き起こされているという、「日常と宇宙との繋がり」を意識してもらうことに主眼を置いた。そこで、授業日は、月食の前日である、2021年11月18日に設定した。

3.2 授業展開

授業展開については、Tab. 1の通りである。なお、授業は筆者を含めた2名の当台スタッフで実施した。

①～③ 挨拶／天文台の紹介

自己紹介として、自分たちは天文台から来たこと、宇宙や星の特別授業をしに来たことをお話した。天文台への来館経験を聞いたところ、ほぼ全員があるということだった。

④ 星を見た経験

これまで星を探したことはあるか、どのような星を見たことがあるのかなどの、星を見た経験について発表してもらい、日常体験の共有を行った。その中で、太陽も星の仲間であること、太陽と月は全員が見たことがあるということを確認し、以降の展開へ繋げた。

⑤・⑥ 太陽のこと／月のこと

太陽や月の基本情報として、大きさや温度、距離について紹介した。それぞれの大きさを説明する際には、当台から持参した地球儀や惑星模型を使用して、太陽の直径は地球の109倍もあること、月は地球の4分の1であることを視覚的に分かるようにした（Fig. 1, Fig. 2）。



Fig. 1 地球と太陽の大きさ比較の様子
筆者（左）は右手に地球の模型を持っている。



Fig. 2 地球と月の大きさ比較の様子

距離の説明をする際には、キロメートルと併せて、太陽まで歩くと4300年、月まで歩くと11年という表現を用いたが、太陽の後に月の距離を聞くと、児童からは「意外と近い」という感想があった。

また、この後に月食の説明をするため、月は地球の周りを約1ヶ月かけて公転しているという説明を行った。月の公転は小学6年生での学習事項であるが、そのことに引っ掛かっているような児童は特に見受けられなかった。

Tab. 1 授業展開

構成		
時間	項目	内容・ねらい
1:00	①あいさつ	○自己紹介 ・宇宙や星のことをお話ししに来た
2:00	②天文台や小学校はどこだろう？	○天文台がある街であることを知る ・周辺の地図を表示し、天文台や小学校、自分の家を探してみる
4:00	③天文台ってどんなところ？	○天文台のことを知る ・プラネタリウム：様々な番組があり、誰でも楽しむことができる ・展示室：体験型の展示物も多く、遊びながら宇宙のことを学ぶことができる ・望遠鏡：肉眼では見られない天体の姿を見ることができる
2:00	④最近どんな星を見た？	○星を見た経験を思い出す →「月」と「太陽」というキーワードを引き出す
5:00	⑤太陽のこと	○太陽の基本情報 ・大きさ：地球の109倍 ・表面温度：約6000度 ・距離：1億5000万km（歩くと4300年）
6:00	⑥月のこと	○月の基本情報 ・大きさ：地球の4分の1 ・表面温度：-170～120度 ・距離：38万km（歩くと11年） ・月は地球の周りを約1ヶ月かけて回っている
10:00	⑦月食とは	○月の形 ・月にはいろんな形があり、毎日形を変えている →明日の月だけは、数時間のうちにどんどん形が変わっていく →月食 ○月食の仕組み ・月食とは「月が地球のかげに入って、欠けたりくらく見えたりすること」 問題：月が地球のかげに入るのは、どこにあるとき？ ヒント：かげは、太陽の（反対がわ）にできます →太陽・地球・月の順番に一直線に並んだとき →明日月食が見られる！
4:00	⑧明日の月食の見え方	○明日の月食の観察ポイント ・16:18 部分食開始, 18:02 食の最大, 19:47 部分食終了 ・ぎりぎり全部は欠けない ・赤っぽい色に見える ・月明かりが減り、周りの星が見やすくなる
5:00	⑨質問タイム	○児童からの宇宙の質問に答える
	⑩終了	

⑦-1 月食とは（月の形）

「どんな形の月を見たことがあるか？」という問いかけを行い、児童からの意見を聞いたうえで、月にはいろんな形があり、毎日少しずつ形が変わっていくということを確認した。その後、今日と明日の月の形を紹介して、「明日は満月だけど、時間とともに形がどんどん変わっていく。それはなぜだろう？」という前置きから、月食の内容に入った。

⑦-2 月食とは（月食の仕組み）

「月食とは、月が地球のかげに入って、欠けたりくらく見えたりすること」という説明を行い、今回の連携授業の一番の目的でもある「月が地球のかげに入るのはどこにあるとき？」という問題を出題した（Fig. 3）。この問題について、正解だと思う月の位置の番号を挙手で答えてもらったが、過半数の児童が正解の③を選択した。

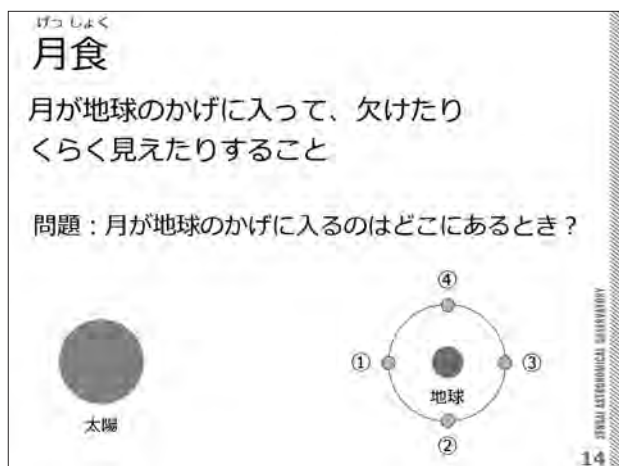


Fig. 3 月の位置の問題スライド①

次に、かげができる向きについて、教科書で学習した内容を思い出してもらうために、「かげは、太陽の（ ）にできます」という問いかけを行い、空欄部を答えてもらった（Fig. 4）。そのうえで、再度問題に答えてもらったところ、ほぼ全員が正解の③を選択した（Fig. 5）。

そして、地球の影の中を月が通過していくことで月が実際に欠けたり暗くなったりする様子を天文ソフトで再現して確認した。

⑧明日の月食の見え方

授業日は月食の前日だったため、翌日の月食の観察ポイント（時刻・方位・色など）について説明した。また、天文台でも観察会を開催することを紹介し、来館を促した。

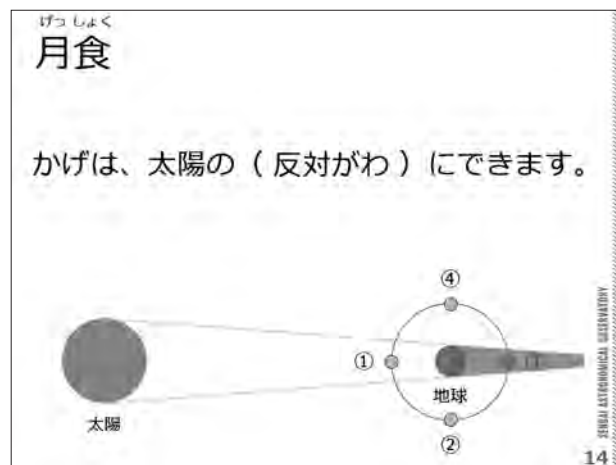


Fig. 4 月の位置の問題スライド②



Fig. 5 児童たちが解答している様子

⑨質問タイム

残りの時間を使って、太陽や月に限らず、宇宙に関する様々な質問に答えた。

4. 成果と課題

4.1 成果

- 小学3年生という、これまで実施したことのない学年と連携授業を実施することができた。
- 理科の授業で学習した内容と、翌日に起きる月食という天文現象を結び付けることができた。
- 月食の仕組みを理科で学習するのは中学3年生であるが、月食が起きるときの月の位置は、小学3年生でも予想できるということが分かった。
- 授業日を月食の前日に設定することで、少なくとも7割以上の児童が、実際に月食を観察してくれた。

4.2 課題

- 授業前と授業後でどのような変化があったのかを調べる効果測定を行うことができなかった。
- 今回は、月食という「太陽とかげ」の単元に関連させやすい天文現象があったが、月食が見られない年の場合は、どのような連携授業を行うのがよいか内容の検討が必要。

5. まとめ

今回、新たに小学3年生との連携授業を計画・実施することができた。その結果、3年生には難しいと思われた、月食が起きるときの太陽・地球・月の位置関係を大半の児童が予想できることが分かった。ただし、児童たちが宇宙空間をどのような視点で捉えているのかは調べることができなかったため、今後調査を行っていききたい。

また、今回の連携授業の結果としては、「実際の空で月食を観察する」ということに最も効果があったように思える。理科は小学3年生になって初めて始まる授業であるため、本物の自然に触れ、観察してもらえたということは、今後理科を好きになってもらうために非常に重要な因子となったのではないかな。

初めての内容ということもあり、4.2節のような課題も残ったが、2022年にも月食が観察できるため、今年も子どもたちにとって、宇宙を好きに、宇宙を身近に感じてもらえるような内容を検討し、提案していきたい。

<参考文献>

- 文部科学省（2017）小学校学習指導要領解説
理科編，学校図書株式会社，29-44
- 文部科学省（2011）小学校理科の観察，実験の手引き，53-57

市民との交流を生む VI への強化 —3 年間の VI アイデア公募企画実施の報告—

石垣 加也

ISHIGAKI Kaya

要約

仙台市天文台の VI（ビジュアル・アイデンティティ）の活用において、2019 年度から VI を通した市民への新たなアプローチの一つとして開催した「VI のアイデア公募企画」を、2020 年度・2021 年度にも継続して開催した。2021 年度の開催内容とともに、3 年間実施した結果と振り返り、VI の今後の展望を報告する。

1. VI のアイデア公募について

2018 年度まで仙台市天文台（以下、当台）内部のみで実施してきた VI のコラージュ制作について、2019 年度からは市民へ向けた新たな VI のアプローチの一つとして「VI のアイデア公募企画」を開催し、2020 年度・2021 年度も同様の企画を開催した（石垣、2020、石垣、2021）。

1.1 2021 年度の公募企画実施概要

2021 年度ソラリスト夏号 vol.51 やウェブサイト・SNS にて公募概要を掲載し、募集した（Fig. 1）。2019 年度の取り組みでは、「アイデア募集 BOX」と題したイラスト制作コーナーを館内に設けて来館者からの応募を集めたが、2021 年度は感染症対策のため設置しなかった。

○VI アイデアイラスト募集！2021 公募概要

「宇宙・天文」と「日常の風景やモノ」をかけあわせた、宇宙を身近に感じられるアイデアイラストを募集し、採用されたイラストを基に、当台の VI を制作した。制作した VI は、年賀状やノベルティグッズなど、その後の当台の事業の中で、様々な媒体に使用した。

○特典

アイデアが採用された方へ、VI を使用したオリジナルグッズをプレゼントした。さらに、2021 年度は展示室で VI バナーを掲出することも特典とし、展示室観覧のための招待券も送付した。

○募集テーマ

「土星」

理由：見た目に特徴があり、市民にとっても馴染みのある人気の惑星だと考えられるため。

○応募に関するルール

見た目が似ている「宇宙・天文」と「日常」をかけあわせること

○注意事項

応募者には以下の各事項について承諾のうえ、ご応募いただいた。

- ・入選作品については、VI として使用するうえで、必要な修正をする場合があること
- ・入選作品の著作権は当台に帰属すること
- ・ご応募いただいた作品の返却は行わないこと

○応募方法

2021 年 8 月 15 日（日）を締め切り日とし、アイデアイラストと名前、住所、年齢、電話番号、何と何をかけあわせたかを記載の上、はがきでの郵送、メール、FAX のいずれかの方法で応募いただいた。

ほか、ウェブサイト上に資料として「VI アイデアイラストのヒント！」を掲載した（Fig. 2）。VI のアイデアイラストを制作する際の流れや考え方を明記しているものである。



Fig. 1 公募概要記事 (ソラリスト夏号 vol.51)



Fig. 2 「VI アイデアイラストのヒント！」

1.2 VI アイデアイラストワークショップの開催

2020 年度と同様、夏休み期間中に VI アイデアイラストワークショップを開催し、応募数の底上げを図った。

- 【日 時】2021 年 8 月 15 日 (日)
13:45—16:00 (実施は 2 時間程度)
- 【対 象】夏休みで遊びに来た親子
- 【会 場】加藤・小坂ホール
- 【参加費】無料
- 【定 員】一度の会場入場者は 10 名まで (随時入替)

【内 容】当日告知の開催で、新型コロナウイルス感染防止対策を行ったうえで、VI アイデアイラストを制作するワークショップを実施した。

実施時間中は VI 制作について指導をする講師を筆者が担った (Fig. 3)。



Fig. 3 「VI アイデアイラストワークショップ」開催の様子

2. VI の活用における新しい取り組み

2.1 アイデアの採用者を増やす

2020 年度まではそれぞれ 1 名ずつのアイデア採用としていたが、VI 自体が「人々にコミュニケーションツールとして活用されることで意義がある」という観点から、人々に浸透しやすく比較的小規模なコミュニケーションに利用できる VI 制作を目指し、公募の際に最も多かったアイデアを採用することにした。1.1 節に記載のとおり、2021 年度は市民に馴染み深くアイデアの応募がしやすいと予測した「土星」をテーマに選んだ。

また、最も多かったアイデアを採用することで前回からの展望・課題の 1 つでもある「アイデアの採用者を増やす」も達成できると考えた。

結果、下記の集まったアイデアの種類 (ランキング) (Tab. 1) から、9 名の応募があった「麦わら帽子」を採用した (Fig. 4)。

Tab. 1 集まったアイデアの種類（ランキング）

ランキング	種類	人数
1 位	麦わら帽子	9
2 位	浮き輪	4
3 位	アイス	3
	腕時計	3
	ドーナツ	3
4 位	CD・レコード	2
	ゴールに入ったバスケットボール	2
1 名ずつ, その他	—	30
合計		56



Fig. 4 土星×麦わら帽子

2.2 VI バナーの展示室での掲出

2020 年度までは印刷媒体の VI を展示室外のエリアへ掲出していたが、展示室内でのコミュニケーション促進と来館促進を目的として、VI バナーを制作し、展示室内に掲出した（Fig. 5）。

また、1.1 節に記載のとおり、VI バナーの展示観覧のための招待券を採用者 9 名へ送付した。



Fig. 5 完成した VI バナー展示の様子

3. 2021 年度 VI アイデア公募企画結果

2021 年度に VI を制作した結果、応募点数及び参加者に関する調査結果は下記のとおりである。

○ 2021 年度に採用した VI アイデア（Fig. 5）

- ・ テーマ：土星
- ・ かけあわせたもの：土星×麦わら帽子
- ・ 紹介文：地球から見た時の環の傾きが変わる土星を、日常の世界で、見る方向によってつばの傾きが変わる麦わら帽子に例えています。

Tab. 2 VI アイデアイラスト応募の内訳

参加方法	2021	
	アイデア件数	(アイデア応募部数)
WS	39	37
メール	5	5
郵送（はがき）	—	—
その他	12	6
合計	56	48

Tab. 3 応募者の年代内訳

年齢・年代	人数
	2021
10 代以下	23
10－20 代	14
30－40 代	5
50 代以上	2
記載なし	4
合計	48

Tab. 4 応募者の住まいの内訳

住まい	人数 2021
仙台市青葉区	—
仙台市泉区	1
宮城県内（青葉区・泉区以外）	5
東北地方	—
国内（東北以外）	1
記載なし	41
合計	48

Tab. 2 から、2020 年度同様、ワークショップ参加による応募件数が圧倒的に多いことが分かる。年代別に分けた Tab. 3 から、2020 年度と同様に 10 代以下の参加が多いことが分かる。これは、ワークショップの対象を絞ったことにより、夏休み中の親子や子どもが来館した際に多く参加したためと考えられる。応募者を居住地別にまとめた Tab. 4 については、「記載なし」が多数を占めている。これは、2021 年度はワークショップへの気軽な参加のしやすさの向上を優先し、プライバシー等の理由により、予めの居住地調査を行わなかったためである。

採用者の方へは連絡をして、特典の送付という理由から居住地を確認するのみとした。

○ VI 公募の結果発表

市民のアイデアを基にした VI 制作の結果発表は 2021 年度ソラリスト冬号 vol.53 にて掲載した (Fig. 6)。アイデアを採用された方へは VI が載ったクリアファイルを特典として差し上げた (Fig. 7)。

その後、2.2 に記載のとおり、VI 展示バナーを制作し展示室内に掲出した。



Fig. 6 VI 結果発表記事（ソラリスト冬号 vol.53）



Fig. 7 採用者への特典のクリアファイル（表・裏）

4. 2021 年度の成果と課題

2020 年度からの改善点として、「アイデアの採用者を増やす」、「VI バナーの展示室での掲出」の 2 点を実施できた。それぞれの成果と課題は以下のとおりである。

○「アイデアの採用者を増やす」の成果

最も多かったアイデアを採用することで、人々に浸透しやすく比較的コミュニケーションに利用できる VI を制作できた。

○「アイデアの採用者を増やす」の課題

今回は 1 種類のアイデアのみを採用したため、採用者数は 9 人に留まった。更にアイデアの採用者数を増やすためには複数のアイデアを採用する必要があると考える。

○「VI バナーの展示室での掲出」の成果

採用者のみならず、一般の来館者も展示室内で VI バナー展示を観覧できるため、多くの方にとって VI のテーマになった「宇宙」部分についてコミュニケーションを通して考えられる展示コンテンツの 1 つとできた。

○「VI バナーの展示室での掲出」の課題

新型コロナウイルス感染症の影響で、展示室内にスタッフが常駐することができなかったため、VI バナー展示を用いた具体的なコミュニケーション促進へと繋げることができなかった。また、新型コロナウイルス感染症対策が続く限り、距離感を保ったコミュニケーションの中で VI を活用できる場面を検討する必要があると考える。

5. 3 年間の振り返り

3 年間実施してきた「市民との交流を生む VI への強化」を踏まえた結果と振返りは下記のとおりである。

- 「市民との交流を生む VI への強化」実施の結果
 - ・VI アイデアイラストワークショップを開催し、市民へ直接 VI の解説や VI を活用した天文解説を実施することで、VI を通して直接的なコミュニケーションする機会を設けることができた。
 - ・アイデアイラスト公募企画において、地元・仙台のみならず、県外からの応募も若干数あったことは、浸透度の観点から成果の一つとなったといえる。
 - ・VI 自体の理解が難しいため、当初は 10 代以下を対象とした企画ではなかったものの、ワークショップを夏休みの親子対象としたことで 10 代以下の参加者を多く獲得することができた。
- 3 年間の実施結果からの振り返り
 - ・これまで市民との具体的な交流の中で VI を活用する場面があまりなかったが、アイデア公募企画では「VI を作る側の体験」という形式で市民への浸透ならびに、市民との VI を用いた天文普及交流の場を設けることができた。したがって、3 年間の実施は成功であったといえる。
 - ・当台の VI は、交流の中で「宇宙」を日常の何かに例えることでより分かりやすく宇宙について理解を深めることが可能であるが、VI の展示箇所を増やすのは直接的な交流を生むことに繋がらず、VI の本来の良さを活かしていくことに繋がりにくい。交流の中で活用できることが本来は望ましいと考える。

6. 今後の展望

- アイデアイラストワークショップの経験を活かし、コロナ禍でも実施可能な、VI を活用した交流の現場を新たに模索する。
- 交流で活用しやすい実用的な VI について調査・制作し、交流内で活用する。

7. まとめ

3 年間、「市民との交流を生む VI」の取り組みを実施し、VI の浸透において、プレゼント付きのアイデアイラスト公募企画は効果的であったと考えられる。「VI アイデアイラストワークショップ」を開催したことで、直接的なコミュニケーションをする機会を得ることに成功できた。さらに、この 3 年間は「市民への VI の浸透度を深める」という大枠に重きを置き、市民が交流したくなる仕組みの一つとして「アイデアイラスト公募企画」を試行できたことは、これまでの VI の

運用において大きな成果であり、今一度 VI の在り方を見つめられるきっかけとなった。

今後は展望にもあるように、実用的に活用できる VI の制作と VI を用いた「交流」自体にフォーカスし、VI の運用管理に努めていきたい。

<参考文献>

- 石垣加也（2020）市民との交流を生む VI（ビジュアル・アイデンティティ）へと強化するための取り組み 仙台市天文台研究・実践紀要 第 6 号 仙台市天文台、68-72
- 石垣加也（2021）市民との交流を生む VI への強化―VI アイデアイラストワークショップの開催報告― 仙台市天文台研究・実践紀要 第 7 号 仙台市天文台、45-50

仙台市天文台研究・実践紀要 第8号

2022年7月30日 発行

編集発行

仙台市天文台

〒989-3123

仙台市青葉区錦ヶ丘9丁目29-32

TEL 022-391-1300 FAX 022-391-1301

URL www.sendai-astro.jp

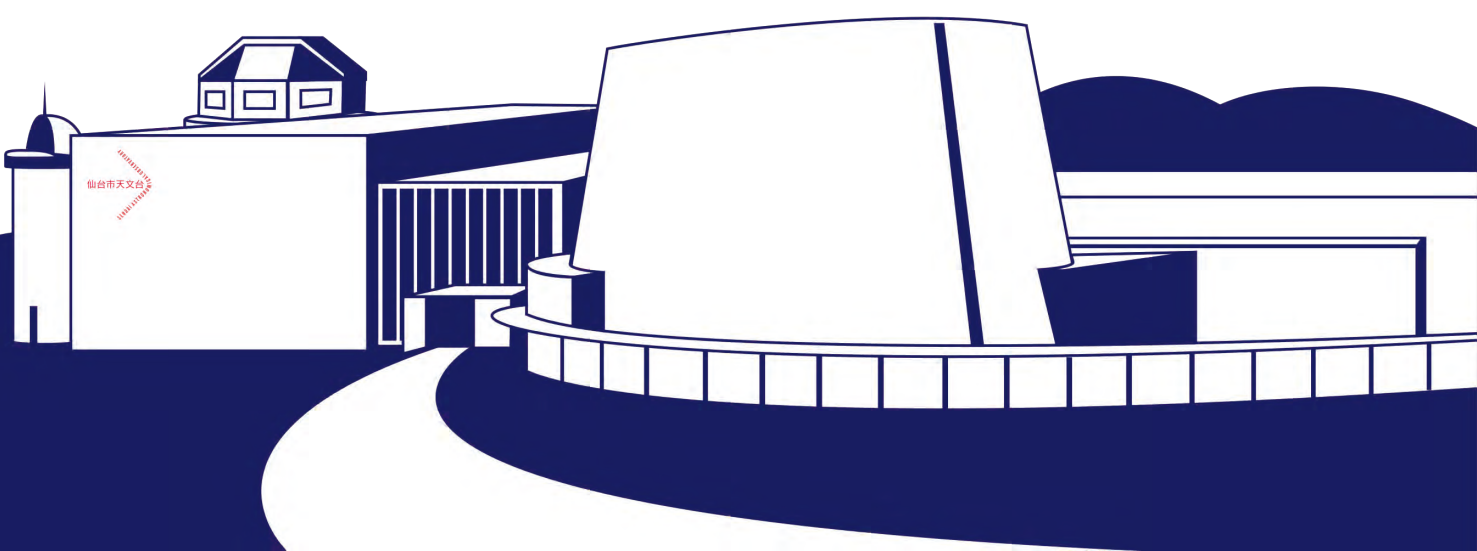
北緯 38°15'22"99 東経 140°45'18"56

標高 165m

印刷

川口印刷工業株式会社

SENDAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2021



仙台市天文台
SENDAI ASTRONOMICAL
OBSERVATORY