



研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第3号

2016年度

目 次

ひとみ望遠鏡撮像用CCDカメラの限界等級の再測定	溝口 小扶里	2
	山中 雅之	
ひとみ望遠鏡中分散分光器の限界等級測定	松下 真人	12
	岩崎 仁美	
小学6年生の単元「太陽と月の形」における研究授業の実践報告	亀谷 光	15
オープンキャンパスにおけるロールモデル紹介イベントへの参加について	仲 千春	20
来場者による展示評価	佐々木 瑞穂	24
仙台市天文台のビジョンと戦略目標，戦略，評価指標の策定	大江 宏典	27
科学系博物館職員の満足度規定要因の検討	小野寺 正己	34

ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級の再測定

溝口小扶里, 山中雅之[※]

Re-measured limiting magnitudes of the imaging CCD camera mounted on the Hitomi Telescope

MIZOGUCHI Sahori, YAMANAKA Masayuki^{※1}

要約

ひとみ望遠鏡に搭載されている撮像用 CCD カメラの U , B , V , R , I バンドフィルターにおける限界等級の再測定を実施した。撮像用 CCD カメラは 2 枚のチップ (Chip1, Chip2 と表記) で構成されているため、それぞれのチップで散開星団 M67 の撮像観測を実施した。また、前回の報告 (溝口・松下・長谷川・土佐 2014b) では標準等級への変換を実施していなかったため、今回は標準測光システムへ変換した後に、標準等級を求めた。これらの再測定によって、より正確な限界等級を得ることができた。

Abstract

We performed the calibration of the limiting magnitudes in $UBVRI$ bands of the CCD camera for imaging observations mounted on the Hitomi Telescope. We observed the cluster M67 using two chips on the CCD camera. The obtained magnitudes were converted into the standard-system ones using the color terms. From these re-measurements, we obtained the more accurate limiting magnitudes comparing to the previous reports.

1. はじめに

ひとみ望遠鏡のカセグレン焦点には、撮像用 CCD カメラが搭載されている。この CCD カメラは 2 枚のチップで構成されたモザイクカメラであり、ピクセルサイズは $15 \times 15 \mu\text{m}$ 、視野の大きさは $32.6' \times 32.6'$ で、 U , B , V , R , I , C_2 , C_{2C} , C_3 , CO_+ , H_2O , H_2O_C の 11 種類のフィルターが備え付けられている。これまでチップごとの性能や限界等級について評価を行ってきた。(溝口・松下・長谷川・土佐・岩崎 2014a, 溝口ら 2014b)

溝口ら (2014b) では、散開星団 M67 を観測し、 B , V , R , I バンドについて限界等級を求めた。溝口・松下・土佐 (2015) では、M67 で測光補正観測を行い、標準等級へ変換するための色変換式の変換係数を求めた。しかし、 U バンドについては限界等級を求められていない。また、使用しているフィルターの透過率曲線や CCD の波長感度特性等によって系統誤差が生じる。正確に天体の等級を求める場合には、補正を行う必要がある。そこで今回は、溝口ら (2014b) と同じデータを用いて M67 の 48 天体について $UBVRI$ バ

ンドで得られた標準等級を求め、その値を用いて改めて限界等級を算出した。

2. 観測

2015 年 1 月 13 日に散開星団 M67 を U , B , V , R , I フィルターを使って露出時間 60 秒で撮影した。このとき、同じ星が Chip1, 2 とともに撮影できるよう、Chip1 では R.A. (赤経) 方向に +450 arcsec, Chip2 では R.A. 方向に +1400 arcsec ずつ視野をずらして 2 パターン撮影を行った。撮影時の M67 の高度は 43-63 度だった。

3. 画像処理・解析

3.1 測光対象

撮像用 CCD に写っている M67 の星の中から、Chevalier & Ilovaisky (1991), Gilliland et al. (1991) に等級が記載されているものを含む 48 天体を測光した (Fig.1)。

※広島大学宇宙科学センター (Hiroshima Astrophysical Science Center)

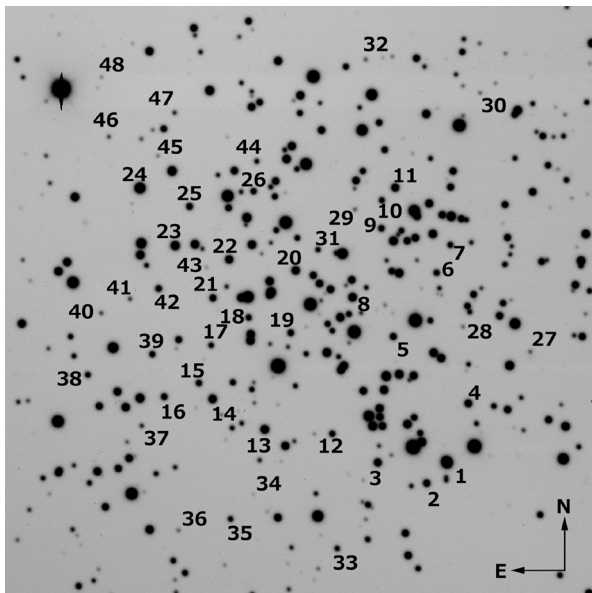


Fig.1 撮像用 CCD で撮影した M67。視野の大きさは 806.4×806.4 arcsec。
(番号は Tab.1 に示す ID (SAO) 番号と同じ)

3.2 画像処理・測光方法

天体画像処理ソフト IRAF を用い、ダーク処理、フラット処理、星像中心の位置合わせをした後に、各フィルターにおいて 5 枚ずつ中間値を採用して合成した。

測光は IRAF に組み込まれているコマンド imexamine を使って、星の重心位置を決定し、phot コマンドで開口測定 (aperture photometry) を実行した。

aperture の範囲は半径方向に対する星像プロファイルの full-width at half-maximum (FWHM) の 2 倍とした。また、スカイの領域は aperture から 2 ピクセル外側からの 15 ピクセルの領域とした。

aperture 領域のサイズを FWHM の 2.5-3.0 倍として測光することで測定誤差が最小に抑えられると知られている (Stetson, Peter B. 1990)。しかしながら、今回は星同士が混み合った領域であり、sky 領域に他の星像の影響が及ぶことがわかった。また、シーイングサイズが 5 秒と非常に大きく、スカイに比較的大きな分散が認められた。これらを考慮に入れて、より測定誤差を小さく抑えるために、aperture サイズは FWHM の 2 倍とした。

チップごとのリードアウトノイズを測定誤差に含めて測光したが、Chip1, 2 についてこのノイズの差によって結果が左右されることは無かった。また、今回は大気補正は行っていない。

3.3 解析

測光した結果を色変換係数 (溝口ら, 2015) を使用して標準等級に変換した。このとき、溝口ら (2015) で定義した色変換式から以下の連立方程式を用いてフィルターごとの標準等級を求めた。

$$U_{\text{obj}} = U_{\text{ref}} + u_{\text{obj}} - u_{\text{ref}} + k1 / (1 - k1 + k2) * \{(u_{\text{obj}} - u_{\text{ref}}) - (b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}})\} \dots (1)$$

$$B_{\text{obj}} = B_{\text{ref}} + b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}} + k2 / (1 - k1 + k2) * \{(u_{\text{obj}} - u_{\text{ref}}) - (b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}})\} \dots (2)$$

$$B_{\text{obj}} = B_{\text{ref}} + b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}} + k3 / (1 - k3 + k4) * \{(b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}}) - (v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}})\} \dots (3)$$

$$V_{\text{obj}} = V_{\text{ref}} + v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}} + k4 / (1 - k3 + k4) * \{(b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}}) - (v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}})\} \dots (4)$$

$$B_{\text{obj}} = B_{\text{ref}} + b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}} + k3' / (1 - k3' + k4') * \{(b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}}) - (v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}})\} \dots (5)$$

$$V_{\text{obj}} = V_{\text{ref}} + v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}} + k4' / (1 - k3' + k4') * \{(b_{\text{obj}} - b_{\text{ref}}) - (v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}})\} \dots (6)$$

$$V_{\text{obj}} = V_{\text{ref}} + v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}} + k5' / (1 - k5' + k6') * \{(v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}}) - (r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}})\} \dots (7)$$

$$R_{\text{obj}} = R_{\text{ref}} + r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}} + k6' / (1 - k5' + k6') * \{(v_{\text{obj}} - v_{\text{ref}}) - (r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}})\} \dots (8)$$

$$R_{\text{obj}} = R_{\text{ref}} + r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}} + k7' / (1 - k7' + k8') * \{(r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}}) - (i_{\text{obj}} - i_{\text{ref}})\} \dots (9)$$

$$I_{\text{obj}} = I_{\text{ref}} + i_{\text{obj}} - i_{\text{ref}} + k8' / (1 - k7' + k8') * \{(r_{\text{obj}} - r_{\text{ref}}) - (i_{\text{obj}} - i_{\text{ref}})\} \dots (10)$$

このとき、同じ文献から算出できる標準等級の値が 2 つある場合には、色変換係数の誤差が小さい方の式を使用した。また、異なる文献から求めた標準等級を比較した。その結果、測光誤差に比べて、その系統差は十分小さいとわかった。本解析においては、より測光誤差が小さい値を採用した。以上より、本紀要では、(1), (4), (5), (8), (10) 式を使用して求めた。Tab.1 に Chip1 で求められた標準等級一覧、Tab.2 に Chip2 で求められた標準等級一覧を示す。

変換された標準等級と IRAF では "MERR" として表示される測光誤差の値を使って $\log(S/N)$ を求め、 $S/N = 30$ で検出できる等級を求めた。

4. 結果

Chip1, 2 に関して、 U , B , V , R , I バンドの 300 秒積分における $S/N = 30$ のときの限界等級を求めることができた。Tab.3 に各フィルター、チップごとの限界等級を示す。

フィルター	Chip1	Chip2
U	13.4	14.1
B	18.5	18.4
V	17.8	17.6
R	17.9	17.9
I	16.6	16.9

Tab.3 限界等級一覧 (300 秒積分, $S/N=30$)

Tab.1 色変換係数から求めた標準等級 (Chip1)

ID (SAO)	ID (G)	ID (C&I)	<i>V</i>	<i>U-B</i>	<i>B-V</i>	<i>V-R</i>	<i>R-I</i>
1		2	10.88	-0.08	0.42	0.27	0.30
2		3	13.45	0.39	0.57	0.36	0.34
3	46	4	13.10	0.08	0.60	0.36	0.35
4		8	13.20	0.00	0.60	0.35	0.35
5	64	6	13.68	-0.09	0.57	0.34	0.34
6	73	30	14.14	0.21	0.63	0.35	0.35
7			14.31		0.55	0.33	0.32
8	36	28	12.70	0.22	0.55	0.34	0.33
9	72		13.95		0.57	0.35	0.34
10	85		14.30		0.64	0.38	0.35
11	51		13.03	0.29	0.85	0.47	0.44
12			14.12		0.59	0.35	0.34
13	22		12.67	0.07	0.56	0.35	0.34
14	29		12.76	0.15	0.68	0.40	0.40
15	74		14.08		0.59	0.38	0.37
16	61		13.92		0.55	0.34	0.36
17	81		14.54		0.64	0.37	0.38
18	75		14.20		0.59	0.36	0.35
19	66		13.84	-0.07	0.62	0.39	0.39
20	33		12.83	-0.12	0.46	0.32	0.30
21	60		13.67	0.35	0.56	0.35	0.34
22	32		12.92	0.07	0.51	0.32	0.33
23	14		12.34	0.15	0.53	0.34	0.34
24			11.38	0.97	1.05	0.54	0.53
25	58		13.74	0.21	0.11	0.34	0.35
26	67		14.08		0.58	0.36	0.37
27			16.22		0.86	0.58	0.40
28			16.67		0.89	0.40	0.43
29			16.34		1.20	0.68	0.64
30			16.54		1.24	0.64	0.63
31			14.75		0.71	0.41	0.42
32			16.27		1.03	0.57	0.52
33			14.72		0.72	0.44	0.43
34			17.89		1.00	0.81	0.96
35			14.65		0.62	0.39	0.39
36			16.59		0.94	0.63	0.56
37			15.64		0.98	0.57	0.58
38			14.45		0.69	0.44	0.44
39			14.19		0.58	0.37	0.36
40			16.04		0.56	0.35	0.36
41			15.86		0.87	0.52	0.48
42			13.90	0.37	0.54	0.34	0.35
43			17.34		1.44	0.77	0.84
44			14.97		0.73	0.44	0.43
45			16.96		1.46	0.76	0.69
46			16.10		0.76	0.47	0.39
47			15.61		0.95	0.50	0.56
48			17.28		0.72	0.93	0.81

※ ID (SAO) は本紀要で付与した番号, ID (G) は Gilliland et al. (1991) で付与された番号, ID (C&I) は Chevalier & Ilovaisky (1991) で付与された番号

Tab.2 色変換係数から求めた標準等級 (Chip2)

ID (SAO)	ID (G)	ID (C&I)	<i>V</i>	<i>U-B</i>	<i>B-V</i>	<i>V-R</i>	<i>R-I</i>
1		2	10.88	-0.16	0.45	0.27	0.27
2		3	13.46	0.07	0.59	0.35	0.34
3	46	4	13.10	0.06	0.61	0.36	0.35
4		8	13.23	0.06	0.60	0.34	0.33
5	64	6	13.69	-0.20	0.59	0.34	0.35
6	73	30	14.17	0.07	0.61	0.35	0.34
7			14.33	-2.30	0.58	0.31	0.32
8	36	28	12.69	1.82	0.58	0.34	0.33
9	72		13.96	0.65	0.60	0.34	0.35
10	85		14.31	-1.11	0.68	0.35	0.33
11	51		13.06	1.37	0.85	0.46	0.43
12			14.14	-2.10	0.54	0.39	0.35
13	22		12.60	0.40	0.59	0.36	0.35
14	29		12.70	1.65	0.69	0.43	0.40
15	74		14.00	-0.44	0.64	0.39	0.35
16	61		13.83	1.05	0.60	0.36	0.36
17	81		14.45	-0.18	0.69	0.39	0.36
18	75		14.13	-0.52	0.61	0.38	0.35
19	66		13.81	-1.76	0.62	0.40	0.39
20	33		12.80	1.24	0.46	0.33	0.31
21	60		13.58	-1.16	0.64	0.34	0.34
22	32		12.84	-0.78	0.55	0.34	0.32
23	14		12.23	0.04	0.61	0.35	0.34
24			11.27	2.39	1.09	0.56	0.53
25	58		13.58	1.16	0.19	0.30	0.34
26	67		14.00	1.16	0.63	0.37	0.37
27			16.26		0.87	0.56	0.49
28			16.59		0.87	0.28	0.36
29			16.33		1.16	0.60	0.74
30			16.59		1.34	0.58	0.54
31			14.70		0.78	0.39	0.44
32			16.14		1.13	0.41	0.52
33			14.70		0.72	0.45	0.42
34			17.63		1.51	0.67	0.76
35			14.60		0.62	0.43	0.40
36			16.44		0.98	0.59	0.52
37			15.53		1.11	0.57	0.50
38			14.34		0.77	0.47	0.43
39			14.08	-0.04	0.67	0.37	0.36
40			15.96		0.57	0.39	0.28
41			15.77		0.87	0.53	0.46
42			13.78	0.08	0.63	0.35	0.35
43			17.26		1.39	0.75	0.84
44			14.92		0.76	0.45	0.43
45			16.82		1.29	0.73	0.72
46			15.94		0.83	0.46	0.46
47			15.50		0.98	0.53	0.55
48			17.00		1.20	0.85	0.71

※ ID (SAO) は本紀要で付与した番号, ID (G) は Gilliland et al. (1991) で付与された番号, ID (C&I) は Chevalier & Ilovaisky (1991) で付与された番号

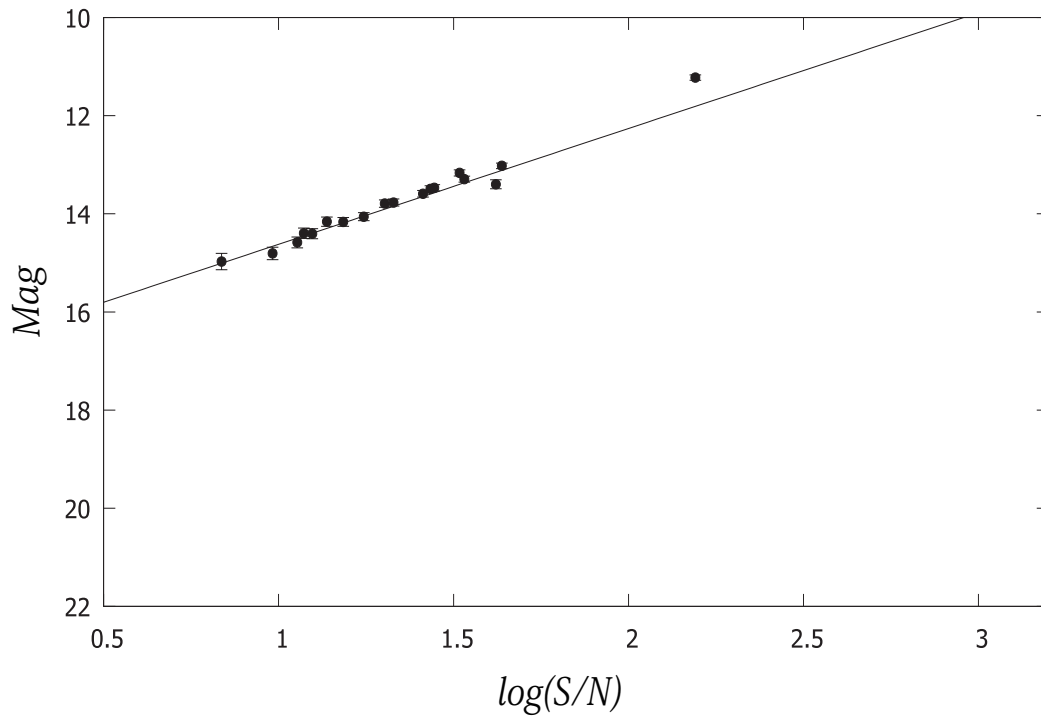


Fig.2 U バンドにおける限界等級 (Chip1)

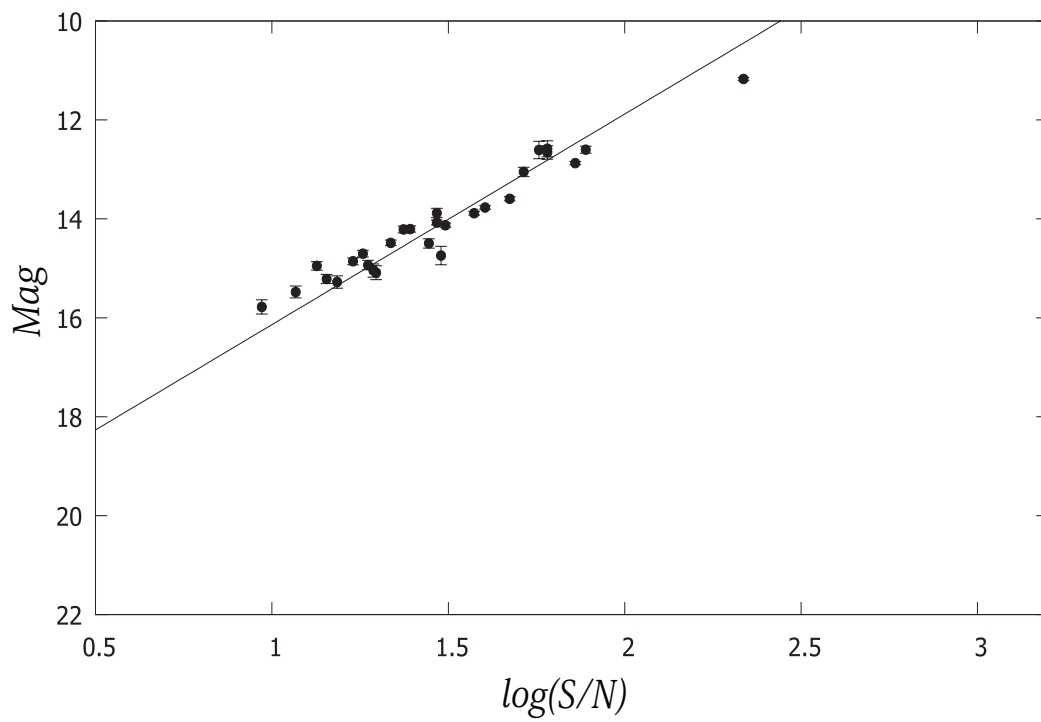


Fig.3 U バンドにおける限界等級 (Chip2)

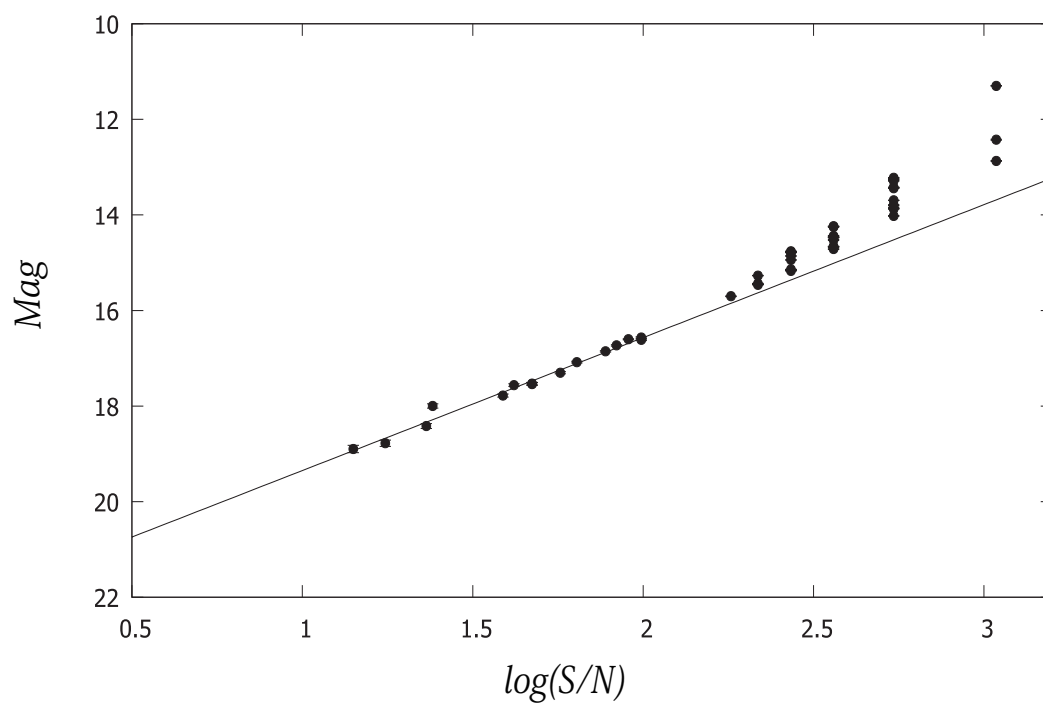


Fig.4 B バンドにおける限界等級 (Chip1)

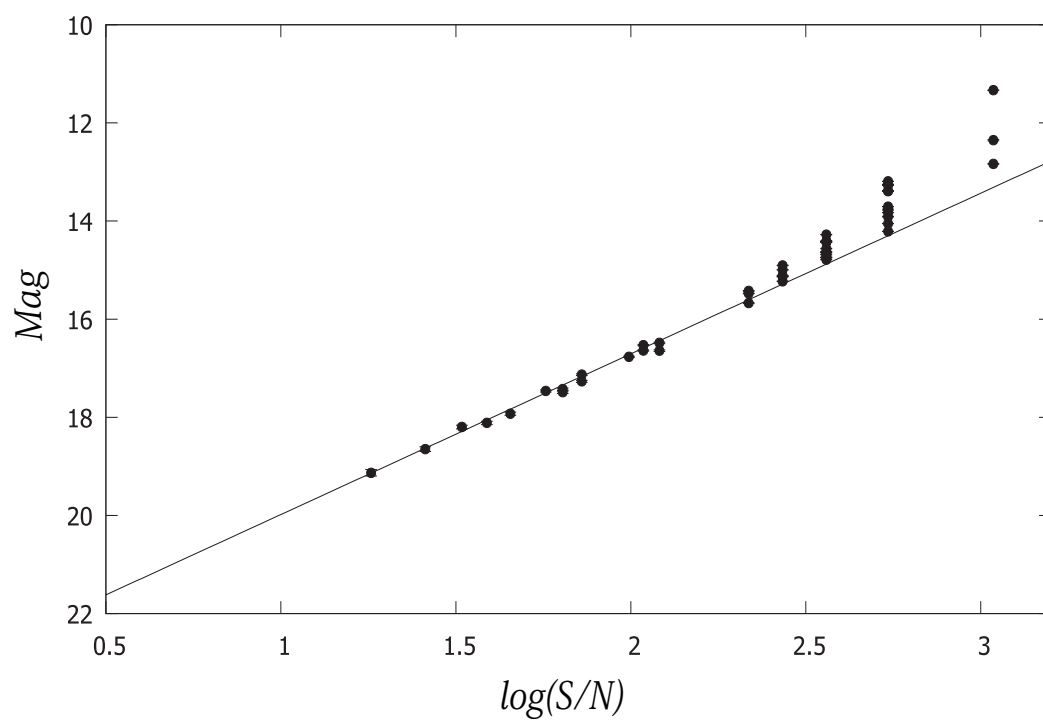


Fig.5 B バンドにおける限界等級 (Chip2)

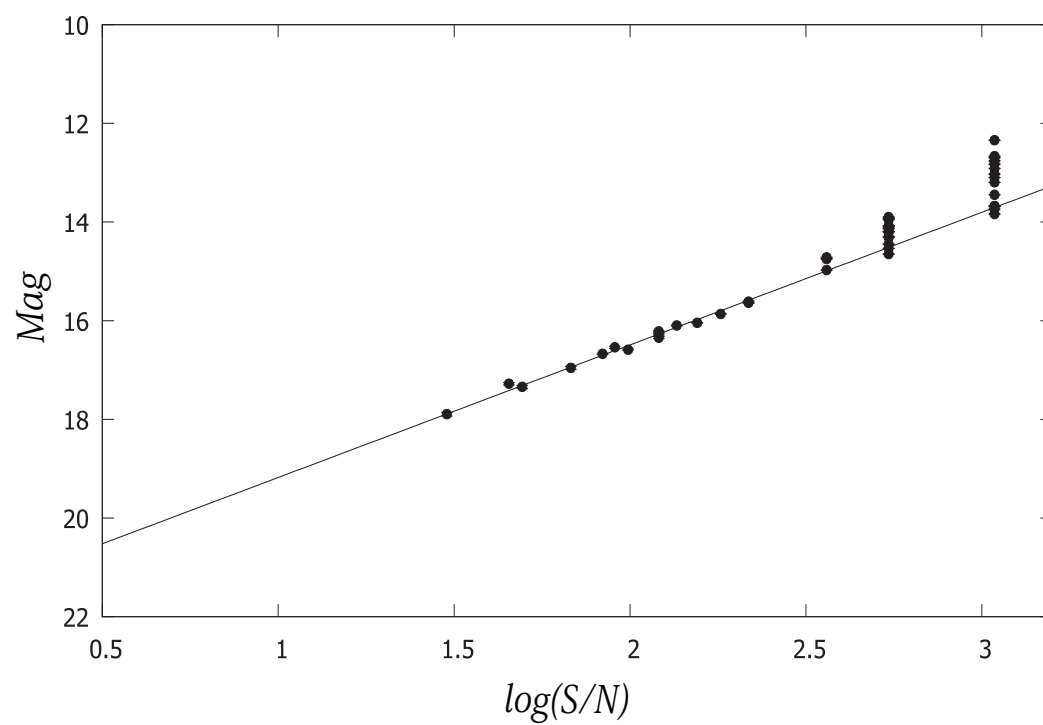


Fig.6 Vバンドにおける限界等級 (Chip1)

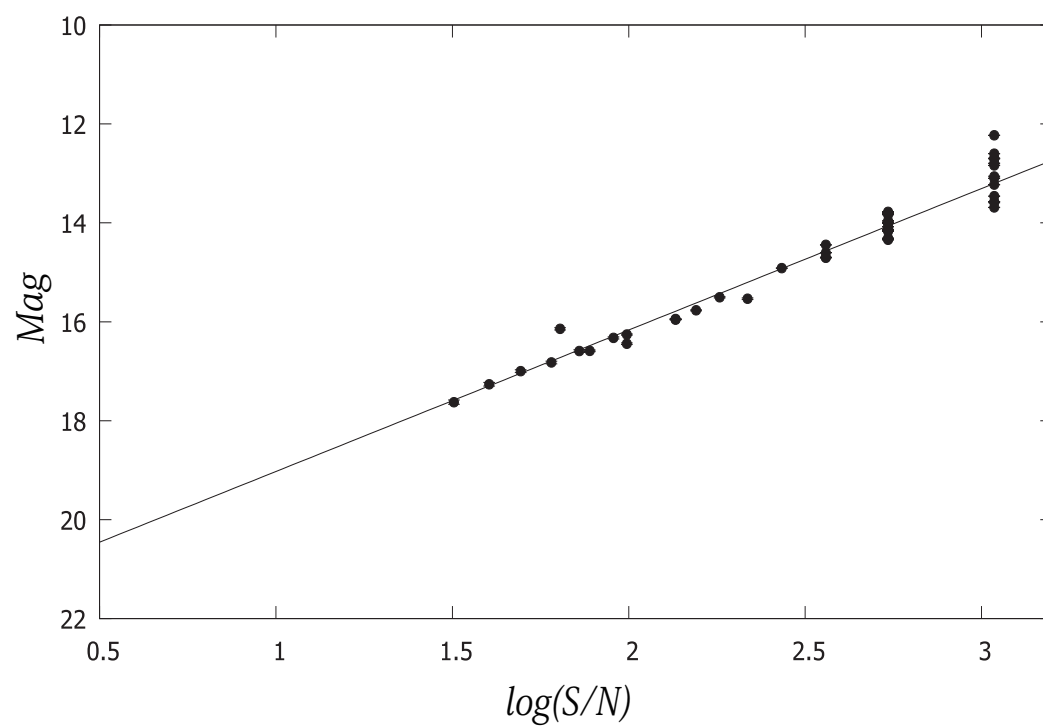


Fig.7 Vバンドにおける限界等級 (Chip2)

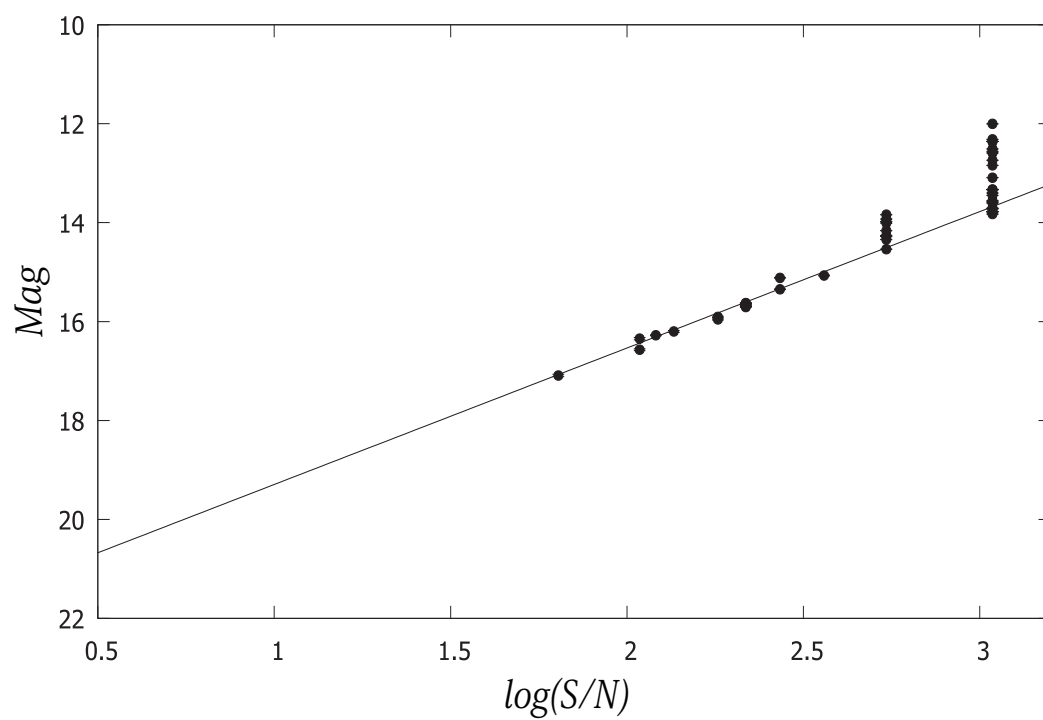


Fig.8 R バンドにおける限界等級 (Chip1)

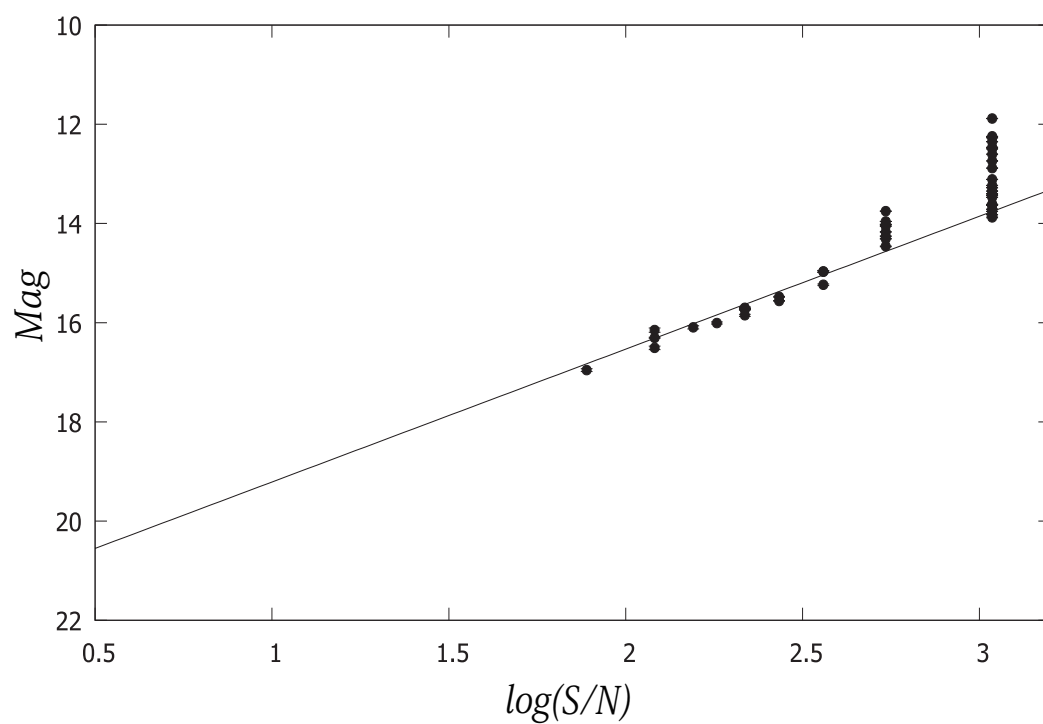


Fig.9 R バンドにおける限界等級 (Chip2)

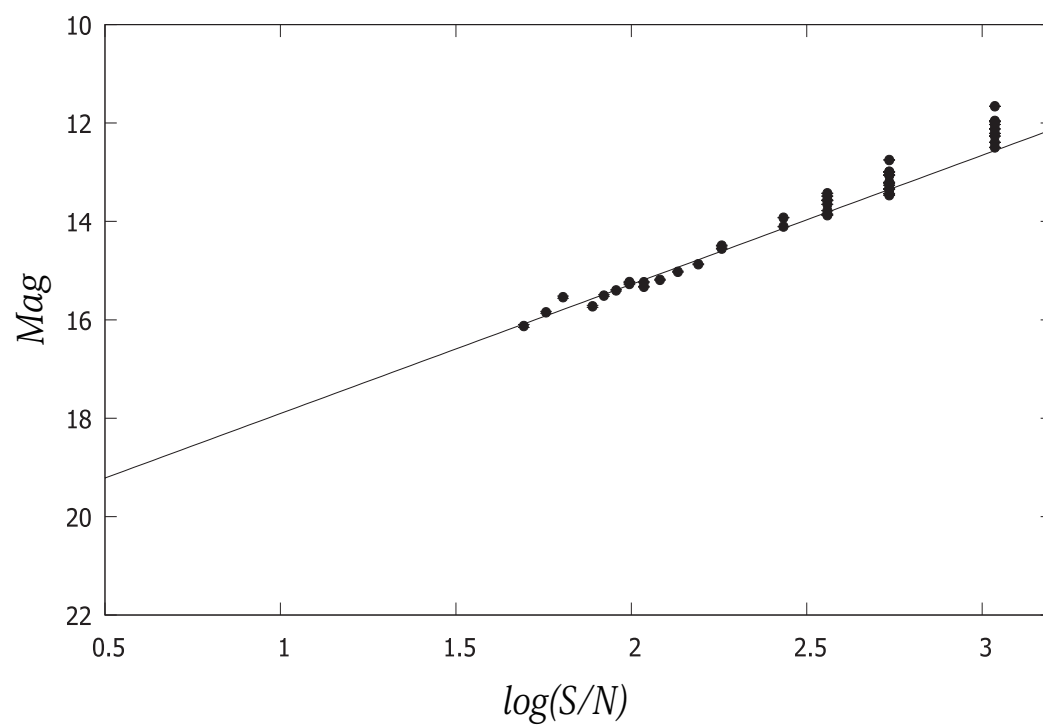


Fig.10 Iバンドにおける限界等級 (Chip1)

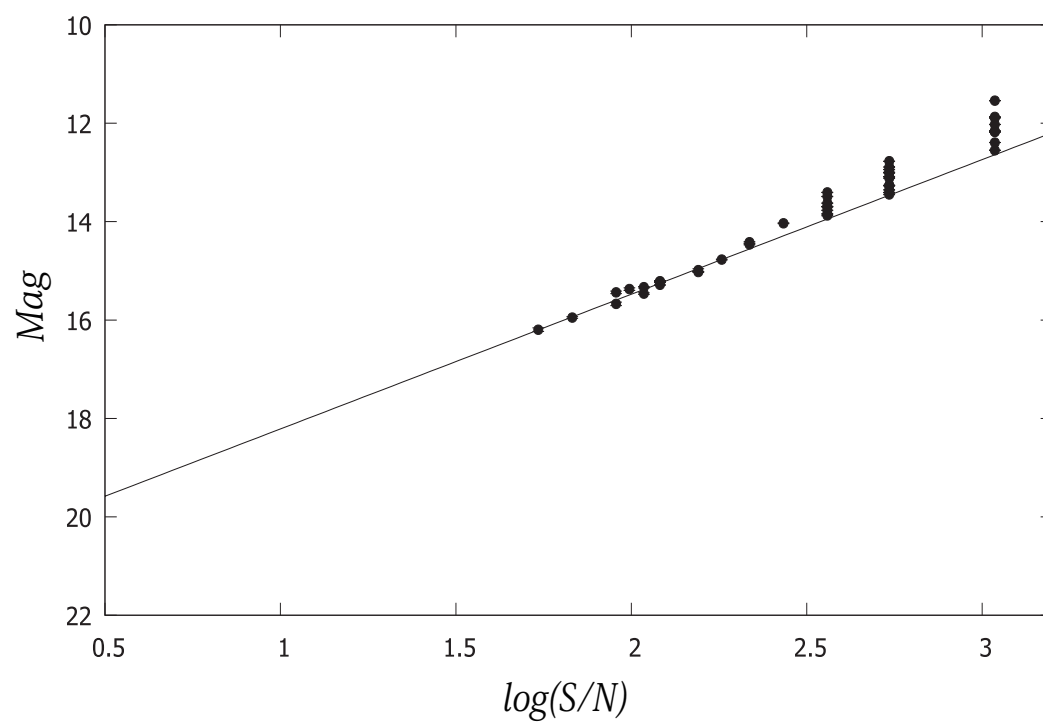


Fig.11 Iバンドにおける限界等級 (Chip2)

5. まとめ

散開星団 M67 の観測データから、ひとみ望遠鏡に搭載されている撮像用 CCD カメラの限界等級を、300 秒積分、 $S/N=30$ として、限界等級を算出した。Chip1 では、 $U=13.4$ 等、 $B=18.5$ 等、 $V=17.8$ 等、 $R=17.9$ 等 $I=16.6$ 等、Chip2 では、 $U=14.1$ 等、 $B=18.4$ 等、 $V=17.6$ 等、 $R=17.9$ 等、 $I=16.9$ 等と求められた。

しかし、撮影時間の関係で U バンド（特に Chip1）に関しては撮影高度が 45 度前後と低くなってしまった。このため、大気の影響が大きくなっている可能性がある。今後はより高高度での観測を実施し、より正確な限界等級を見積もる必要がある。

<参考文献>

- Chevalier, C & Ilovaisky, S.A. (1991) , Cousins BVRI CCD photometry of stars in the M67 "dipper asterism" , A&AS, 90, 225.
- Gilliland, R.L. , et al. , (1991) , TIME-RESOLVED CCD PHOTOMETRY OF AN ENSEMBLE OF STARS IN THE OPEN CLUSTER M67, AJ, 101, 541.
- 石黒正晃・高橋隼・禅野孝広・時政典孝・黒田武彦 (2011) 西はりま天文台近赤外線カメラ NIC の性能評価 西はりま天文台年報 21, 13-42.
- 溝口小扶里・松下真人・長谷川哲郎・土佐誠・岩崎仁美 (2014a) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの性能評価 仙台市天文台 研究・実践紀要 1, 15-20.
- 溝口小扶里・松下真人・長谷川哲郎・土佐誠 (2014b) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級 仙台市天文台 研究・実践紀要 1, 21-26.
- 溝口小扶里・松下真人・土佐誠 (2015) ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの測光補正観測 仙台市天文台 研究・実践紀要 2, 2-13.
- Stetson, Peter B. (1990) , On the growth-curve method for calibrating stellar photometry with CCDs, PASP, 102, 932.
- 高木悠平・新井彰・森鼻久美子 (2014) 可視光多波長撮像装置 MINT の測光補正観測 II 兵庫県立大学天文科学センター紀要 2, 1-6.
- 高橋隼・禅野孝広・石黒正晃 (2013) 西はりま天文台近赤外線カメラ NIC 限界等級の再測定 兵庫県立大学 天文科学センター紀要 1, 17-22.
- 山中雅之・内藤博之・定金晃三 (2007) M67 を使ったなゆた望遠鏡可視光撮像装置 MINT および

60cm 反射望遠鏡 ST-9 の測光較正観測 西はりま天文台年報 17, 4-15.

- 山中雅之 (2011) IRAF/DAOPHOT を用いた PSF 測光 簡易マニュアル ver 0.3b

<謝辞>

京都産業大学神山天文台の新井彰氏には、解析にあたり、基礎的なところから丁寧にご指導いただきました。新井氏の助言が無ければ、最終的な結果までたどり着くことができませんでした。厚く御礼申し上げます。

ひとみ望遠鏡中分散分光器の限界等級測定

松下真人, 岩崎仁美

The measurement of limiting magnitude of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the Hitomi Telescope

MATSUSHITA Masato, IWASAKI Hitomi

要約

ひとみ望遠鏡中分散分光器の基礎データの一つとして, 分光標準星の観測結果から限界等級の測定を行った。その結果, 低分散モードの 1.35" スリットで 180 秒積分, $S/N=10$ の限界等級が 10.08 等級であった。

Abstract

We measured limiting magnitude of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the Hitomi Telescope. As a result of the measurement, the limiting magnitude of 10.08 were derived with 1.35" slit, 180 sec integration, and the signal-to-noise ratio of 10.

1. はじめに

ひとみ望遠鏡中分散分光器の限界等級は岩崎 (2015) により求められている。しかし, この時の分光器設定は, 調整用のハルトマンシャッターが挿入されたままであった可能性があり, 本研究では適切な分光器設定で限界等級の再測定を行った。

2. 観測方法

波長ごとの等級が既知である分光標準星を観測する。観測時の分光器設定, 及び観測天体は Tab.1, Tab.2 の通りである。

Tab.1 観測日時と分光器設定

観測日	2017 年 2 月 13 日
観測時間	19 時 41 分
積分時間	180 秒
スリット幅	1.35 "
グレーティング	低分散
中心波長	5000 Å
分解能	R-2787
波長域	3085-6795 Å

Tab.2 観測天体

天体名	HR 1544
赤経	04 50 36.723
赤緯	+08 54 00.649
スペクトル型	A1Vn
等級 (V バンド)	4.35
等級 (@5508Å)	4.346

3. 解析方法

取得した分光標準星のスペクトル画像に対して, 一次処理と波長較正を行い, 5508Å における標準星のカウントとノイズのカウントから $S/N=1$ の限界等級を求める。

3.1 標準星 (HR 1544) のカウント

波長較正済のスペクトル画像 (Fig.1) は横が波長方向, 縦が空間方向となっている。この画像から 5508Å における空間方向のピクセルとカウントをプロットすると Fig.2 のようになり, 1084 ピクセルを中心としたピークを持ち, 半値幅が 14 ピクセルであることがわかる。

ここで, 空間方向の広がり半値幅の 3 倍の半径をもったアパーチャーと考えると, 標準星のカウントは 42 ピクセル分の合計となり, その値は 180,193[ADU] となった。

3.2 スカイのカウント

標準星のアパーチャーよりも離れたピクセルをスカイとし、1 ピクセルあたりの平均値をとるとスカイのカウントは 4.0[ADU] となった。

3.3 S/N と限界等級の算出

S/N は以下の式で表される。

$$\frac{S}{N} = \frac{N_{\text{obs}} \times gt}{\sqrt{N_{\text{obs}} \times gt + N_{\text{dark}} \times gt \times \text{pixel} + N_{\text{read}}^2 \times \text{pixel} + N_{\text{sky}} \times gt \times \text{pixel}}}$$

ここで、限界等級を求める際には天体のフォトンノイズの影響は小さいと考え無視し、以下の式で S/N を求める。

$$\frac{S}{N} = \frac{N_{\text{obs}} \times gt}{\sqrt{N_{\text{dark}} \times gt \times \text{pixel} + N_{\text{read}}^2 \times \text{pixel} + N_{\text{sky}} \times gt \times \text{pixel}}}$$

また、限界等級 (m_{limit}) と S/N には以下の関係式が成り立つ。

$$m_{\text{limit}} = m_{\text{obs}} + 2.5 \log \frac{S}{N}$$

この式に、3.1 及び 3.2 で求めた値と、ひとみ望遠鏡分光器用 CCD カメラの性能評価 (松下・溝口・長谷川・土佐・岩崎, 2014) の結果の値 (Tab.3)

を代入し、限界等級を算出した。その結果、

$$m_{\text{limit}} = 12.58$$

となり、 $S/N=1$ となる限界等級は 12.58 等級であることがわかった。

4. 結果と考察

1.35" スリットで 180 秒積分、 $S/N=1$ の限界等級が 12.58 等級であり、 $S/N=10$ では 10.08 等級となる。

この結果を岩崎 (2015) による測定と比較するため、2" スリット、120 秒積分、 $S/N=10$ の限界等級に換算すると 10.07 等級となる。岩崎 (2015) の結果では限界等級が 10.26 等級であり、今回の再測定では、ハルトマンシャッター位置の改善に伴う S/N 向上は見られなかった。

この原因として、シーイングの影響が大きかったものと考えられる。岩崎 (2015) の測定時のシーイングは 3.7 秒であるが、今回の測定では観測天体の空間方向の広がり半値幅が 14 ピクセルであったことからシーイングは 6.5 秒となり、仙台市天文台における典型的なシーイングである 4 秒よりも悪かったことが影響している。

これらのことから、限界等級付近の天体を観測する際には、良好なシーイング環境下で実施することも重要である。

Tab.3 限界等級算出のためのデータ一覧

$N_{\text{obs}} \times t$	天体のカウント [ADU]	180,193
t	積分時間 [sec]	180
pixel	ピクセル数	42
N_{sky}	1 ピクセルあたりのスカイカウント [ADU]	4.0
m_{obs}	5508Å における等級	4.346
g	ゲイン [e-/ADU]	1.49 [*]
N_{dark}	ダークカレント [e-/sec]	0.74 [*]
N_{read}	リードアウトノイズ [e-]	17.30 [*]

※を付した値は、松下ら (2014) の観測結果に基づく



Fig.1 HR 1544 のスペクトル画像

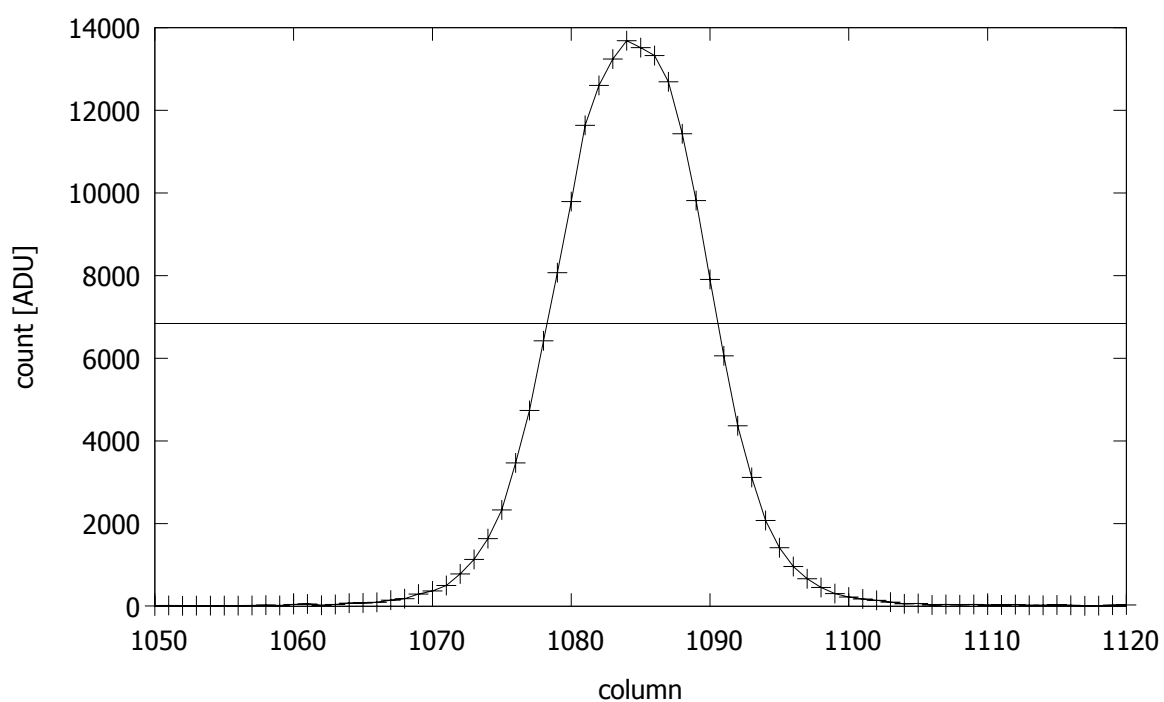


Fig.2 HR 1544 の 5508Å における空間方向のカウント分布

<参考文献>

- 岩崎仁美 (2015) 仙台市天文台 1.3 mひとみ望遠鏡の性能評価と近傍ミラ型変光星のスペクトル型分類 東北大学大学院理学研究科天文学専攻修士論文 72-77.
- 松下真人, 溝口小扶里, 長谷川哲郎, 土佐誠, 岩崎仁美 (2014) ひとみ望遠鏡分光器用 CCD カメラの性能評価 仙台市天文台研究・実践紀要 1, 2-5.

小学 6 年生の単元「太陽と月の形」における研究授業の実践報告

亀谷光

Practice report of research classes in unit "element of sun and moon" of elementary school sixth graders

KAMEYA Hikaru

要約

天文台と理科研究部会で連携し、小学 6 年生の単元「太陽と月の形」で研究授業を行った。その結果、児童が能動的に月の形の見え方のしくみについて学び、学習内容を主体的・対話的に深めることができた。今回の内容は次期学習指導要領改定に関連するため、実践の内容と様子を報告する。

Abstract

In cooperation with the observatory and the science research group, we conducted research classes in the unit "sun and moon shape" of elementary school sixth graders. The students learned actively how the appearance of the shape of the moon is, and was able to deepen the learning contents subjectively and interactively. The content of this time is related to the revision of the next course guidance course, so I will report the details and state of practice.

1. はじめに

次期学習指導要領の改定では、「アクティブ・ラーニング」が注目を集めている。児童が能動的（アクティブ）に学ぶことで主体的・対話的に深い学びを図ることができ、理科における資質・能力を育成することができるといえることである。

仙台市天文台では、小学 4 年生、6 年生を対象とした天文台学習を実施している。宮城県内から多くの学校が来館し、プラネタリウムや展示室、ひとみ望遠鏡を活用し、天文や宇宙に触れる機会を提供している。

今回は、天文台と理科研究部会で連携し、小学 6 年生の単元「太陽と月の形」で研究授業を行った。授業では月の形の見え方が太陽や月の位置関係によって変わることを児童がグループごとにモデル実験を行うことで、能動的に学び、主体的・対話的に深い学びをすることができるようにした。また、グループ間での発表の場を設けることで言語活動の充実を図ることができた。そして天文台のスタッフがチームティーチングの T2 として授業に加わることにより、学習内容を深めることができたようにした。

以下には研究授業の実践内容を報告する。

2. 指導にあたって

2.1 単元について

本単元は、小学校学習指導要領第 6 学年の目標（2）「B 生命と地球」に関わる目標（5）月と太陽について取り扱う。内容は、第 4 学年「B（4）月と星」の学習を踏まえて、「地球」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「地球の周辺」に関わるものである。

ここでは、天体について興味・関心を持って追求する活動を通して、月の位置や形と太陽の位置関係を推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や太陽に対する豊かな心情を育て、月の形の見え方や表面の様子についての見方や考え方を持つことができるようにすることがねらいである。

2.2 対象校について

研究授業を実施する対象校の 6 学年は 4 学級あり、理科専科教諭が担当している。

理科専科教諭によると、児童は、実験や観察などの直接体験が好きで、積極的に取り組んでいる。また、グループ活動にも意欲的に取り組んでいる。しかし、実験の結果から分かることを言葉に表したり、自分の

考えたことを発表したりすることが苦手で、考察の場面では、数人の児童の発表を聞いているだけに留まることが多い。そのため、他の単元の授業でも「キーワード」を提示し、言語化しやすくしたり、少人数で自分の考えを友達に聞いてもらう時間を設けたりしているとのことであった。

2.3 指導について

対象校の児童は、研究授業前に天文台で6年生を対象とした天文台学習を実施している。天文台学習では、プラネタリウムを使った学習の他に展示室やひとみ望遠鏡を使った学習を行った。この天文台学習と学校での授業とを連携させ、児童のより深い理解に繋げるために学校の授業に天文台スタッフが指導者として加わることにした。

本研究授業実施のために、4学級全てで同様の内容の授業を行い、最後の4学級目を研究授業として実施した。

指導計画についてはTab.1の通りである。

2.4 研究の視点

(1) 実験・観察等の結果をもとに科学の法則を児童自身に見出させるための工夫をする。

- 学習の目的を持って天文台学習に参加できるための導入の工夫
 - ・興味を持って学習に取り組ませるための発問
 - ・太陽や月の観察のさせ方
- 観察・実験したことが科学の法則の発見に結びつくような記録のさせ方の工夫
 - ・観察記録カード
 - ・天文台学習のしおりの使い方

(2) 科学的な言葉や概念を使用して自身の考えを表現させ、学習を深める場の工夫をする。

- 実験や観察から自分の考えを持つことができるようにするための工夫
 - ・月のモデル実験
 - ・資料提示の工夫
- 自分の考えを友達に伝えるように説明させるための工夫
 - ・科学的な言葉をキーワードとして提示
 - ・発表ワークシートの作成

3. 本時の指導

3.1 本時のねらい

月の形が日によって変わって見える理由を、実験を通して考察し、自分の考えを表現することができる。

3.2 研究の視点との関連

「(2) 科学的な言葉や概念を使用して自身の考えを表現させ、学習を深める場の工夫をする」に関連させる。

指導過程と評価規準はTab.2とTab.3の通りである。

3.3 準備物

(1) 教師

太陽・月の写真、月の模型、光源、暗幕、デジタルカメラ、実物投影用カメラ、大型テレビ

(2) 児童

月の模型（発泡スチロール球）、懐中電灯、デジタルカメラ、ホワイトボード、ペン、太陽・月・地球のシール

4. 成果と課題

4.1 成果

- 天文台学習で学んできたことをモデル実験で確かめることができていた。



Fig.1 モデル実験の様子

- グループごとに月のモデル実験を行うことで、グループ内の児童で地球や月、太陽といった役割を分担し、児童が自分の考えを持ちながら実験することができた。
- 地球の視点をデジタルカメラに置き換えることで、撮影した画像を使って他の役割をした児童も同じように地球から見た月の形を確認することができた。

Tab.1 指導計画

評価の観点 (□関心・意欲・態度 ■科学的思考・表現 ◎観察・実験の技能 △知識・理解)

次	時	○主な学習活動
太陽と月のちがい	1	太陽と月を観察しよう ○太陽と月の表面の様子を遮光プレートや双眼鏡などを使って観察・記録する。 ○月の見える位置や見かけの形を、日時を変えて2-3回観察・記録する。 (夜間の観測は、保護者の協力を得て家庭で行う) □太陽と月の共通点や差異点に興味を持ち、進んで調べようとしている。(発表・行動観察)
	2	太陽と月の表面の様子を調べよう <天文台学習> ○太陽と月の表面の様子や見え方などについて、天文台のプラネタリウムなどで調べる。 ○太陽の位置が月の形の見え方の違いに関係があることを展示室のモデルを使って調べる。 ◎太陽と月の表面の様子について、必要な器具を適切に操作したり、映像や資料などを活用して調べたりしている。(行動観察・記録) △月の表面の様子は、太陽と違いがあることを理解している。
	3	<学校に戻ってから> ○観察結果や資料をもとに、太陽と月を比較しながら、それぞれの表面の様子の違いをまとめる。 ○観察結果や天文台での学習をもとに、月の形が日によって変わって見えることを確認する。 ◎日没直後の太陽の位置と、そのときの月の形と位置を観察し、月と太陽との位置関係が分かるように記録している。
月の形の見え方	4 本時	月の形が日によってちがう理由を考えよう ○月の形が日によって変わって見える理由を調べるためのモデル実験をグループごとにする。 ○実験と観察の結果を関連づけながら、月の形が変わって見える理由について自分の考えをまとめる。 ■月の形が日によって変わって見える理由について推論し、予想や仮説をもって、モデル実験の方法を計画して、自分の考えを表現している。
	5	月の形が日によってちがう理由を説明しよう ○グループでまとめた考えを発表する。 ■月の形が日によって変わって見える理由を、観察やモデル実験の結果をもとに考察し、自分の考えを表現している。
	6	学習したことをまとめよう ○月の見え方と太陽と月の位置関係について、学習したことをまとめる。 △月の輝いて見える側に太陽があり、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わることを理解している。(発言・記録)

Tab.2 指導過程

段	分	○主な学習活動	指導上の留意点（※評価）
つかむ	10	○天文台で学習してきたことを確認する。 ・太陽や月の表面はどうなっていたかを思い出す。 ・月の形が違って見えるのはどうしてかを言葉で確認する。 ○今日の課題を確認する。 ・グループごとに月の形（満月・上弦の月・下弦の月・三日月のどれか）を選び、ホワイトボードに選んだ月の形になるように太陽と月と地球を配置し、予想する。 月の形が日によって違って見えるわけを説明する方法を考えよう	・天文台で学んだことをもとに分かったことを発表させる。また、質問もさせる。（前時にそれぞれまとめたことを発表する。） ・月の満ち欠けの写真を見せ、太陽・月・地球がどの位置にあるときに見える形かを分かりやすく説明する方法を考えることを伝える。
ひろげる	20	○グループごとに、モデルを使って説明する方法を考える。 ・模型を使って予想した配置で月の形が選んだ形に見えるかを確認する。 ・太陽・地球・月の役割を果たしている物がどれなのかシールで印を付ける。 ・説明する言葉をグループで話し合い、ホワイトボードにまとめる。	・児童がモデルに使う発泡スチロールのボール、懐中電灯を用意しておく。 ・模型のどれが地球・月・太陽の役割を担っているのかに注目させるためシールを貼らせる。 ・説明するために必要な用語を提示する。 ・発表の内容をホワイトボードに書かせる。 ※自分の考えを持つことができたか。 （活動・発表）
ふかめる	15	○グループの考えを発表する。 ・実際にモデルを操作しながら説明する。 ○天文台スタッフの話を聞く。 ○学習のふり返しをする。	・実物投映機を使って、ワークシートを提示しながら、実際にモデルを操作させ、説明させる。

Tab.3 評価規準

十分満足できる	おおむね満足できる	努力を要する
月の形が日によって変わって見えるのは、太陽と月の位置に関係があるということを、観察結果やモデル実験の結果と関連付けて考え、理由を具体的に表現している。	月の形が日によって変わって見えるのは、太陽と月の位置に関係あると考え、自分の考えを表現している。	モデル実験の結果と、実際の太陽と月の位置関係とを関係付けて考察することができない。また、自分の考えを言葉で表現することができない。

- グループでまとめた説明を発表する際に、実物投影カメラにホワイトボードを映し、モデル実験時に撮影した地球視点の月の形が分かる画像を大型テレビに映し出して説明することができ、とても分かりやすい説明をすることができていた。
- 天文台スタッフが授業に入ることで、アドバイスという形で考えるべきポイントを明確に示すことができた。
- 授業最後に天文台スタッフが児童からの質問にその場で答え、天文・宇宙に対する興味・関心を高め、学習内容も深めることができたという評価を他校教諭からいただいた。



Fig.2 自分の言葉でまとめている様子

4.2 課題

- 光源（懐中電灯）が弱かったために月の形を確認するためには太陽と月を近づけなければならず、実際の宇宙での距離と違ったために、位置関係を図にする際に悩んでいる児童が見かけられた。モデル実験をする前に太陽と月と地球の距離について説明をするべきだった。また、太陽と月と地球の大きさの違いについても説明をしておくべきだった。
- 家庭で実施した観察結果をモデル実験に生かす方法を検討するべきだった。
- 天文台スタッフが授業に入らない場合に指導計画での天文台学習の位置づけを検討する必要がある。
- 学校での授業でモデル実験をする場合、学習内容を深めるために、天文台学習を実施する前に行うのが良いのか、実施後の確認として行うのが良いのかを検討していく必要がある。

5. まとめ

これまで天文台学習で来館する児童に対してプラネタリウム等を使用しての学習支援を行ってきたが、今回、仙台市小学校教育研究会理科研究部会と共同で研究授業を行うことができた。

天文台学習を学校の指導計画内に位置づけて実施していただけたことは大きな成果と言えるだろう。また、研究授業として実施したことで、多くの先生方に授業を見ていただき、様々なご意見をいただくことができた。

今回の重点として、児童に科学的な言葉や概念を使用して自分の考えを表現させ、学習内容を深める活動を検討してきた。授業を共同で実施した理科専科の教諭によると、普段の授業よりも活発に参加していたということであった。

次期学習指導要領で重要視されているアクティブ・ラーニングにも関連する学習形態で実施し、一定の成果も挙げられた。一方で児童に対する言葉や道具の提示方法にも改善をして行くことができそうである。

児童に対しての提示は天文台学習のプラネタリウムや望遠鏡、展示室で使用する学習のしおりに記載する表記にも関連するため、学習指導要領改定に合わせ、内容の検討をしていくことも課題としたい。

<参考文献>

- 小林和雄（2017）理科における「主体的・対話的で深い学び」とは何か 理科の教育 66, 15-18.
- 望月俊男（2017）「深い学び」をとらえるためのICAPフレームワーク 理科の教育 66, 11-14.
- 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説 理科編 64-80.
- 寺本貴啓（2017）理科における「主体的・対話的で深い学び」の考え方 理科の教育 66, 19-22.

オープンキャンパスにおけるロールモデル紹介イベントへの参加について

仲千春

NAKA Chiharu

要約

出身大学のオープンキャンパスにて、高校生を対象とした大学卒業後の就職イメージを持ってもらうための講演会が行われた。この会で公共天文台の学芸員のロールモデルとしての講演会を行った。その内容を報告する。

1. はじめに

当台では市内外を問わず、関係団体から講演会等の講師の依頼があった場合には、業務に支障のない範囲で応じることになっている。近年、依頼が増えており、この業務を講師派遣業務としている。

普段なら市内や近郊の地域からの依頼が多いが、このたび出身大学からの依頼があった。科学館や公共天文台で働いている学芸員のロールモデルとして声がかかり、大学への恩返しの意味も込めて講演会へ参加することになった。

2. 準備

2.1 依頼内容

講演会はオープンキャンパスのイベントの一環であり、今回が2回目の開催であった。詳細はTab.1の通りである。

Tab.1 イベントの詳細

イベント名	天文を学んで働くにはー〇〇〇〇になるう！ー
日時	2017年3月26日(日) 15:00-16:30
会場	京都産業大学 神山天文台
対象	新高校2,3年生
目的	卒業生の話により、天文学を学んだ学生が就職する際の様々な将来像を紹介する。
内容	座談会形式で行う。 講師は国立大学の研究員、高校教師、天文学系の会社の起業者および学芸員(筆者)の4名。 持ち時間は1人15分(5分間の質疑応答を含む)。 時間内に収まるようにスライドで発表を行う。 ディスカッションの時間は30分の予定。

なお対象は、オープンキャンパスなので高校生が主となるが、職業に興味のある在学生の参加もあることが予想されるところだった。またスライドにはTab.2の4つの内容を含めてほしいという依頼もあった。

Tab.2 スライドに含めて欲しいこと

1	現在の仕事の内容の紹介
2	現在の仕事についたきっかけ
3	どのような学生生活を送っていたか、大学生および院生時代に努力したこと、熱中していたことなど趣味やクラブ活動など(もしあれば)
4	若い方へ学生時代にやっておくと良いことのアドバイス

2.2 発表準備

2.1で依頼があったように、Tab.2の4つの内容を含めるようにスライドの作成を行った。その中でも特に1と3について力を入れて作成した。

1については、目的と対象が高校生に将来像を持ってもらいたいということなので、業務風景を写した写真を多く取り入れたスライドを作成した。3については、母校のオープンキャンパスでの開催なので、この大学で良かった点を話せるように意識して作成した。

今回は準備の段階で、司会者和其他の講師陣の間で発表スライドの確認を行っていた。これはディスカッションの議題の把握や、先方がそれぞれの職業について話して欲しい部分を盛り込むためだった。

この確認作業の際に送ったスライドは、特に変更の要望はなかった。そこで写真を見やすいものに交換するなどして最終調整をし、本番を迎えることになった。

3. 実施

3.1 発表

講演会当日、講演会に集まったのは高校生、高校生の保護者、在校生などを合わせて45名だった。

また全ての講師が依頼通りに作成したスライドで講演したところ、持ち時間を大幅に延びてしまった。そのため、ディスカッションの時間を取ることができなかった。

そのかわりに、司会者が用意した質問に対してそれぞれの講師が答える形式で、高校生に対して今後のメッセージを伝えた。



Fig.1 イベントの詳細

3.2 質問

質問は在校生から1つあり、採用試験は具体的にどういったことを行ったのかというものだった。これに対して、自身の採用試験について話した。さらに司会者からも試験内容はバリエーションが豊富であることが話された。

また高校生から他の講師への質問もあまりなく、在学生からの質問がほとんどであった。

4. アンケート結果

先方が参加者に対してアンケートを行っており、その結果をいただくことができた。参加者45名中31名からの回答があり、まとめた結果がTab.3-5である。

Tab.3 性別および所属

男	15名	高校生	13名
女	15名	保護者	6名
無記入	1名	在学生	11名
		その他	1名

Tab.4 今後の進路を考える上で参考になったか？

		全体	高校生	保護者	在学生	その他
参考になった ↑ ↓ あまり参考にならなかった	5	68%	69%	100%	64%	0%
	4	19%	15%	0%	36%	0%
	3	3%	8%	0%	0%	0%
	2	6%	8%	0%	0%	100%
	1	0%	0%	0%	0%	0%
無記入		3%	0%	20%	0%	0%

Tab.5 今回のような講演会があれば、また、参加してみたいと思うか？

		全体	高校生	保護者	在学生	その他
参加したい ↑ ↓ あまり参加したくない	5	65%	62%	83%	67%	0%
	4	29%	31%	0%	33%	100%
	3	6%	8%	17%	0%	0%
	2	0%	0%	0%	0%	0%
	1	0%	0%	0%	0%	0%
無記入		0%	0%	0%	0%	0%

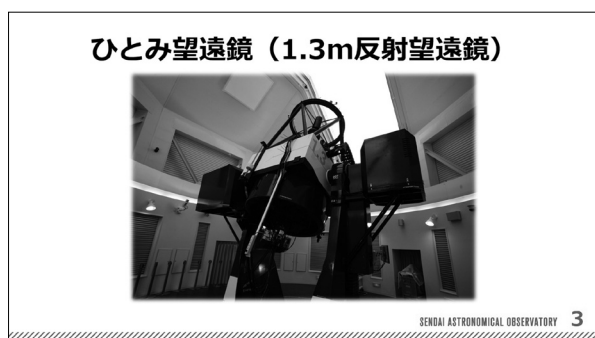
5. 考察・今後について

今回全ての講演の時間が想定よりも大幅に延びてしまった。これは全ての講師がTab.2の内容を盛り込んだことによって、個々の特徴以外の部分も含めたことが原因であると考えられる。先方もロールモデルを紹介するイベントを実施するのが2回目ということもあり、勝手がわからないところがあったと想定される。発表内容について、こちら側からも何か提案をできればよかったかもしれない。

アンケート結果については、講演会全体として参加者にご満足いただけたことがわかった。4名の講師全体への評価なので、実際にどの程度担当が役に立ったかまではわからないが、対象に対しての満足度が高いことは喜ばしいことであった。なおTab.4のその他の評価が低いのはアンケート欄に「学生ではないので」という書き込みがあったことが関係していると考えられる。

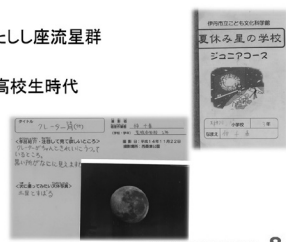
また在学生の参加が想定よりも多かったことがわかった。3.2や他の講師への質問によって、大学生が気になる部分を少しつかむことができたので、今後は大学生に対しての講演なども行ってみたいと感じた。

Tab.6 発表資料



なぜ天文台職員を目指したのか？

- 親に連れて行かれ、見れなかったし座流星群
- 望遠鏡を好きになった小学生時代
- 自力で職業体験のアポを取った高校生時代



8

私の京産生生活

- 観測漬けの日々
- 神山天文台のアルバイト
- 地元科学館でのボランティア
- イベントの計画・実施



9

最後に

やりたいことは他の人にしておく
いろいろなものに触れおく
なりたいものの違いを知る

SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY 10

大学生になったら・・・

仙台市天文台にも遊びに来てくださいね(^__^)

SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY 11

来場者による展示評価

佐々木瑞穂

Visitor Evaluation on Exhibition

SASAKI Mizuho

要約

来場者による展示評価を行うことで、現在の展示のコンセプトや来場者に持ち帰ってもらいたいメッセージがどのように受け止められているのかを明らかにする。また、その評価結果からより客観的な視点で展示を見直し、改善の指標とする。

1. はじめに

博物館における展示評価について、吉富（2010）は、欧米では1960年代から評価（evaluation）の考え方や方法、実践事例が報告されているが、日本では比較的新しい分野であると指摘している。また、吉富（2010）は、展示評価とは、展示から発せられたメッセージを来館者がどのように受け止めているのか、展示体験によって何を得ているのか、“展示の効果”を問うことであると述べている。さらに、展示は博物館を担うものであり、展示評価はその効果を測るだけでなく、博物館の機能そのものも確認する手段でもあると述べている。

2008年にリニューアルした当施設は、「本物を見せる、提供する」ことで「宇宙を身近に」するというコンセプトを持つ。天文は実物展示が難しい分野であるため、展示では現象を伝え、体験としての本物を提供することをコンセプトとし、来場者同士あるいはスタッフやサポーターとの対話を促す展示室を目指している。また、運用しながら得た“展示の効果”に対する知見を活かし、よりよいものへとバージョンアップさせるため、10年ごとに展示の更改が計画されている。

その最初の展示更改が2017年度末に実施されることを踏まえ、2013年と2016年に、現在の展示に対する来場者の印象を調査する「展示室に関するアンケート」を実施した。日常的に直接来場者と対話することで得る“展示の効果”に対する情報は、ある意味感覚的であり主観的であるといえる。そこで、利用者がどう感じているのかを調査することで、その結果からより客観的な視点で展示を評価し、改善の指標を得ることとした。

2. 実施概要

2.1 実施機関

- (1) 2013年7月20日（土）-8月13日（火）
- (2) 2016年6月2日（木）-7月22日（金）

2.2 対象

実施期間中の展示室来場者

2.3 実施方法

- (1) 展示室来場者にアンケート用紙を配布
- (2) 展示室内に記入・回収場所を設置
- (3) 回収後に集計

展示室に関するアンケート

仙台市天文台

■お答えいただいている方について教えてください

お住まい /

仙台市内

宮城県内

県外 ()

年 齢 /

才

性 別 /

男

女

来館回数 /

初めて

年2・3回

年5・6回

月1回程度

月に数回

■展示室はいかがでしたか

①普段の暮らしと「宇宙」のつながりを感じることができましたか

感じた

感じない

わからない

自由回答 ()

②体験装置を十分に利用できましたか

利用できた

利用できなかった

自由回答 ()

③楽しめた又は印象に残ったコーナー・展示物がありましたか

あった

コーナー・展示物名 ()

理由 ()

なかった

④展示室において実施してほしいイベントなどありましたらご記入ください

⑤このほか展示室に対するご要望などありましたらご記入ください

ご協力ありがとうございました。

Fig.1 アンケート用紙

2.4 実施人数

2013 年は 500 人、2016 年は 860 人であった。

3. 結果

3.1 回答者の属性

回答者の属性は Tab.1-Tab.4 の通りであった。

Tab.1 居住地

	宮城県内	宮城県外
2013 年	77.1 %	22.9 %
2016 年	74.6 %	25.4 %

Tab.2 性別

	男性	女性
2013 年	36.7 %	63.3 %
2016 年	35.6 %	64.4 %

Tab.3 年齢階層

	10 歳未満	15 歳以下	その他
2013 年	48.3 %	6.9 %	44.8 %
2016 年	45.2 %	5.3 %	49.5 %

Tab.4 利用頻度

	初めて	年に 2・3 回	その他
2013 年	38.4 %	37.0 %	24.6 %
2016 年	52.0 %	32.9 %	15.1 %

3.2 展示室についての質問①の回答

- ①『普段の暮らしと「宇宙」のつながりを感じることができましたか』の回答は、Tab.5 の通りであった。

Tab.5 質問①の回答

	感じた	感じない	わからない
2013 年	77.8 %	3.8 %	18.4 %
2016 年	76.2 %	10.6 %	13.2 %

3.3 展示室についての質問②の回答

- ②「体験装置を十分に利用できましたか」の回答は、Tab.6 の通りであった。

Tab.6 質問②の回答

	利用できた	利用できない
2013 年	90.7 %	9.3 %
2016 年	88.0 %	12.0 %

3.4 展示室についての質問③の回答

- ③「楽しめた又は印象に残ったコーナー・展示物がありましたか」の回答は Tab. 7 の通りであった。

Tab. 7 質問③の回答

	あった	なかった
2013 年	90.2 %	9.8 %
2016 年	83.2 %	16.8 %

また、質問③で「あった」と回答した対象展示物（5% 以上）は以下の通りであった。

○ 2013 年

地球公転カレンダー（13.1%）、恒星製造機（12.6%）、天文学者カルタ（9.3%）、オーロラ（7.7%）、星座を探してみよう（5.5%）、月の満ち欠けのしくみ（5.5%）

○ 2016 年

天文学者カルタ（9.6%）、恒星製造機（9.3%）、星座を探してみよう（8.8%）、惑星コーナー（8.2%）、オーロラ（7.1%）、地球公転カレンダー（6.9%）

4. 考察

回答者の属性および各質問項目の回答比率が、2013 年、2016 年ともに同様の傾向を示したことから、この結果が現在の展示に関する来場者の印象とあってよいと考える。

また、回答結果から、現在の展示が、多くの来場者にとって普段の暮らしと「宇宙」とのつながりを感じる空間となっており、体験装置も十分に利用できている人の割合が多いことが明らかとなった。一方で、1 割前後の来場者が体験装置を十分に利用できていないと感じており、その要因について、展示の制作と運営の両面から検討する必要があることも明らかとなった。

さらに、多くの来場者が楽しめた又は印象に残ったコーナー・展示物の回答においても、2016 年は

「なかった」と回答する割合が1割弱増加している。そこで、年度別に回答者の属性に伴う評価の違いがあるかを分散分析及びt検定にて検討をした。

その結果、2013年においては、属性による評価の違いは認められなかった。一方、2016年においては、年齢による有意な違いが認められた ($F(4,461)=3.0, p<0.5$)。そこでscheffe法による多重比較を行ったところ、10歳～15歳以下の年齢層が一般の年齢層より評価が有意に低いことが明らかとなった。展示のリニューアルの視点として、10歳～15歳以下の年齢層が楽しんだり印象に残ったりする展示とは何かを考慮する必要があることが示唆された。

5. おわりに

吉富(2010)は、展示評価の観点として、特に個々の展示についての評価を実施する際に有効なものとして、Borun(1999)が提唱する下記の「5つの力」があると述べている。

- 1) 惹きつける力 (attracting power) …誰が来るか
- 2) 保持する力 (holding power) …どの位の時間とどまるか
- 3) 手順の力 (procedural power) …それが使えるか
- 4) 教育的な力 (instructional power) …何を学ぶか
- 5) 感情の力 (affective power) …それを気に入るか

今後、現在ある展示を活かしつつ新しいストーリーを展開する展示更新が行われるが、これらの観点で現在の展示を見直しながらい進めていきたい。

<引用文献>

- Borun. M. and Korn R. (1999) Introduction to Museum Evaluation. American Association of Museums
- 吉富友恭 (2010) 日本展示学会編「展示論 - 博物館の展示をつくる -」 雄山閣 174-177.

<参考文献>

- 高橋信裕 (2015) 日本ミュージアム・マネジメント学会事典編集委員会「ミュージアム・マネジメント学会事典」学文社 64-65.

仙台市天文台のビジョンと戦略目標、戦略、評価指標の策定

大江宏典

OOE Hironori

要約

仙台市天文台は、2008年のリニューアルオープン以来、「宇宙を身近に」をミッションとして掲げ、各種事業を展開してきた。また同時に、時代の変化や利用者の様々なニーズに応えることのできる施設として充実を図るため、3年毎に中期計画を策定し、実行してきた。

2016年度は新たな中期計画の策定期間であった。本稿では、中期計画策定の過程をまとめ、策定方法について考察する。

1. はじめに

2008年7月のリニューアルオープン以来、仙台市天文台として中期計画を策定するのは今回で3回目となる。今回の計画では戦略計画方式⁽¹⁾を参考に策定を進めた。また通常、中期計画は経営レベルでの策定が多いが、目標達成のためにはスタッフ一人ひとりの主体的な関わりが必要不可欠であるため、当台では当初より計画段階からスタッフ全員によるワークショップ形式での策定を実施している。ここではその実践内容について報告する。

2. 方法

毎月1回、全スタッフ（約30人）が集まる会議室を利用し、30-60分程のワークショップを計6回行った。筆者がファシリテーターとなり、グループディスカッションを中心に、様々なファシリテーション手法を組み合わせ策定を進めていった。

3. 実践内容

3.1 計画

中期計画の策定を納得的且つ効果的に進めるために、議論のプロセスやフレームワークを検討し、Tab.1のような計画を立てた。

3.2 内容の詳細

(1) 目的の共有

中期計画策定の目的を下記のように定め、スタッフ間で共有した。

- ①目標を明確にし、台一丸の体制をつくる
- ②Plan（計画）→Do（実行）→Check（評価）→Action（改善）サイクルによる業務改善
- ③内部評価によりステークホルダーへの説明責任を果たす（運営の健全性の証明）
- ④博物館法および要求水準の履行

Tab.1 中期計画策定のための計画

項目	日時	所要時間	ねらい	進行内容	資料
1 ミッション&ビジョンの確認 ミッションの振り返り ダイアログ 「私たちはなぜ『宇宙を身近に』するのか？」	2016/5/25	15分	施設アイデンティティと中長期計画の位置づけを確認し計画策定を「自分事」として捉えられるようにインプットする	・仙台市天文台のミッション&ビジョンを概念図で説明し、確認をとる ・中長期計画の目的（PDCAと内部評価の意義）を説明し、確認をとる	・MI説明資料 ・仙台市天文台のミッション&ビジョン概念図 ・中長期計画の目的
		15分	我々の活動がミッションに則しているのかを検証し、ビジョン策定にはミッションが重要であることを認識させる	・グループ内で3つのアイデンティティを振り返り、発表する	
		30分	我々のミッション「宇宙を身近に」について、スタッフの考えを深めておく	・グループ内で対話し、発言を記録する	
2 ビジョン（仮）の策定	2016/6/29	60分	3年後の天文台像を感覚的に描き、夢を共有する	・グループで「3年後に理想の天文台になっているとしたら、どのようなことが増えていて、どのようなことが減っているか」を挙げ、天文台の将来像を共有する ・得られた結果から、仮のビジョンをコピーライティング	・ミッションについてのダイアログの記録 ・大手企業ミッション&ビジョンの例
3 戦略目標の策定とビジョンの決定	2016/7/2	40分	SWOT分析を用いて、現実的な視点で3年間の戦略目標を策定し、共有する	・グループでO（機会）→S（強み）→T（脅威）→W（弱み）の順に挙げていく	・仙台市天文台事業計画書 ・過去3年のアンケート結果
	2016/8/3	60分		・グループでクロス分析を実施し、戦略目標を策定する ・その結果とビジョン（仮）の整合性をはかり、ビジョンを決定する	・SWOT分析・クロス分析記入シート
4 戦術および評価指標の策定	2016/9/2	40分	戦略目標を具体化し、戦術として自身の業務と紐付けさせる	・戦略目標をもとに各業務ごとに予め考えてきた戦術や評価指標の案を全体で確認する	・中長期計画書（案）

(4) ビジョン（仮）の策定

ビジョン策定の検討材料とするため、「モア or レス」を実施した。5～6名のグループを作り、グループ毎に「3年後に理想の天文台になっているとしたら、どのようなことが増えていて、どのようなことが減っているか」を挙げてもらった。そして、得られた結果から、下記を条件に、グループ毎にビジョンを描いてもらった。

<良いビジョンの条件>

- ・ 覚えやすい
- ・ 感性に訴える
- ・ イメージとして浮かぶ
- ・ スタッフの共感が得られる
- ・ ステークホルダーから見て魅力的
- ・ 達成確率が50%ぐらい

その後、スタッフによる投票を行い、下記のとおり「宇宙に夢中」が第一位となった。今後のワークショップではこれを仮のビジョンとして進めていくこととした。

<投票結果>

1. 宇宙に夢中
2. 宇宙が見つかる天文台
3. 「見る」から「知る」へ発見のお手伝いをします
4. We ♥ 宇宙
5. We ♥ 天文
6. 星のリゾート

ここで敢えてビジョンを「仮」とした理由は、具体的な現状分析を後回しにしていたためである。本来、ビジョンは現状分析なしに策定はできない。しかし、現状分析から始めてしまうと、思考が現実的となり夢を描きにくくなってしまう。よって、ここでは感覚的にビジョンを検討してもらうことを目的としていた。

(5) 現状分析

仮のビジョン（目的地）が見えた所で次はそれを実現するための方策作りを始めた。目的地に向かうには、まずは、現在地を明らかにしておく必要がある。現在地を知るための現状分析の手段として、来館者アンケートの統計結果の確認とSWOT分析を実施した。

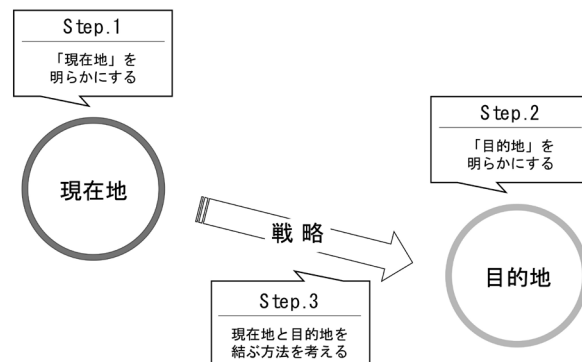


Fig.4 ビジョンと戦略についての概念図

SWOT分析は、現状分析のフレームワークとして使われるが、何を持ってS（強み）・W（弱み）・O（機会）・T（脅威）とするかは主観に左右されやすく、高度な判断が必要とされる。よって、ここでのSWOT分析は、「もしも、ビジョンを『宇宙に夢中』とした場合、我々にとってのSWOTは何か？」という問いに答える形式とし、仮のビジョンの検証のために行った。現状分析前に仮のビジョンを定めたのは、より有効にSWOT分析を実施するためでもあった。



Fig.3 モア&レスの様子

外部要因		機会 (O)	脅威 (T)
外部要因	①大きな天文現象 (火星大接近、日食など) がある ②中学校の閉校により、錦ヶ丘地区の人口が更に増加する ③マスコミやSNSによって天文台の注目度が上がる ④アクセスの向上 ⑤錦ヶ丘、秋保地区に人気施設が増える ⑥手宙開発 (はやぶさ2、りゅうぐう) が盛上がる ⑦観光客が増えている ⑧新規の来館者が減らない ⑨近くに秋保、作並温泉がある	①大きな天文現象 (火星大接近、日食など) がある ②中学校の閉校により、錦ヶ丘地区の人口が更に増加する ③マスコミやSNSによって天文台の注目度が上がる ④アクセスの向上 ⑤錦ヶ丘、秋保地区に人気施設が増える ⑥手宙開発 (はやぶさ2、りゅうぐう) が盛上がる ⑦観光客が増えている ⑧新規の来館者が減らない ⑨近くに秋保、作並温泉がある	①顕天候と高湿度 ②類似施設 (水族館など) の人気上昇 ③光害 ④仙台市の制約がある ⑤世界情勢の悪化、平和への不安 ⑥理科離れが進む ⑦市民に飽きられること ⑧震災復興遅れによる景気の低迷
	【観望戦線】強みを活かして、チャンスをつかむには何をすべきか？	【観望戦線】強みを活かして、チャンスをつかむには何をすべきか？	【差別化戦線】強みを活かして、脅威をチャンスに変えるには何をすべきか？
強み (S)	a. スタッフのホスピタリティが高い b. スタッフの専門性が高い c. ショップの商品が充実していて、市民からの期待が高い d. ひとみ望遠鏡 (東北一) やたくさんの望遠鏡がある e. 様々な種類のイベントを実施できる f. どこバスや庄バスなどで来館が促進されている g. 望遠鏡・展示・プラネタリウムの3つが備わり、充実している h. プラネタリウム放映の種類や内容が充実している i. 望遠鏡の更新がある j. 展示の更新がある k. 天文台ブランドが確立している l. 自然が近くにあり、環境が良い m. 幼小中の学校教育が充実している n. スタッフサポーター、ファンサポーターが増加	①③- b / マスコミ報道 + αの天文情報を積極的に流す ①②- 1 / 地域を巻き込んだ観望会を企画し、「星のまち錦ヶ丘」を売り出す ①③- bdeg/ 天文関連 イベントの強化 ①- bde/ 大規模な観望会を実施する ①⑥- bk/ 天文現象、衛星打ち上げの Live 中継の実施 ①③⑧- d/ 電話観望会の開催 ①③- g/ 内容を統一したイベントの開催 ①- b/ 天文解説のページを充実させる ①③- de/ 火星大接近特別観望会の実施 (毎日) 大勢が集まるイベント実施 (流星群観望会のような) ①- b/ 撮影講習会の実施、望遠鏡販売の強化 ①、⑥- b e/ 旬なイベントを開催する ①- bde g/ 大きな天文現象があるときは、必ず観望会やイベントを行う ①- bg/ 大きな天文現象の時には、3ヶ所全てで話題を取り上げる ①- bh/ 大きな天文現象をプラネタリウムで扱う ①- lm/ 錦ヶ丘小・中学校と連携し独自の教育システムを構築する。 ②⑤- ek/ 地域と連携したイベント開催 ②- abm/ 錦ヶ丘内の教育施設と連携することで、幼小期から天文に親しむ環境を作る ②- fm/ 親子宇宙教室などの地元型型教室イベントの開催→学校とも連携できればいい。 ②- di/ 地域の観測員を育成する。地元向け観望会を実施。 ②- k/ 天文台のある街として地域と連携・コラボ ②- ef. m/ 家族をターゲットにした企画を行う。対象を幼、小、中向けにそれぞれあると良い ③⑦- cek/ プレミア感のある商品を使いイベントを行う。 ③- b / 地元マスメディアで天文情報提供枠を積極的に獲得する ③- bc k/ 専門性を生かして手宙のことがわかったり、天文台で撮影した画像を使ったグッズを開発し、SNS 等で発信 ③- e/ 展示更新でマスコミ取り上げってもらうことで、市内での需要を増やす ③⑦- eg/ 今のようにイベントを企画、マスコミに重伝してもらう ③- b/ マスコミに解説員として参り込む ③- ab. k/ 正しい天文情報を常に発信し、天文台に聞けば天文に関しては何でも答えてくれる、という状況を生み出す ③⑦- ij/ 更新したことを全国にアピールし、来館を促す ④- 全て / バスや電車を常に発信し、星がよく見える (星のまち) という環境を売りに行っていく。温泉街で観望会をやするなど。 ⑤⑦- i/ 錦ヶ丘、秋保地域と協力し、星がよく見える (星のまち) という環境を売りに行っていく。温泉街で観望会をやするなど。 ⑤⑦- c/ 錦ヶ丘、秋保地区をめぐるルートガイドを作成する (車、バスを使って観光した場合の所要時間と予算を入れる) ⑤- c e/ コラボ商品の開発・コラボイベントの企画 ⑤⑦- chk/ 天文台ブランドの強化。質のよい空間を提供する。 ⑤- abceh/ 地域施設とコラボイベント ⑤⑦ ek/ 秋保から天文台への流れを作る、セットになるような企画を行う。秋保に行けば天文台がわかるようなアピール作り (ワインの店やドトールと食と星のコラボ) ⑥- e/ 打ち上げなどの盛り上がりがある手宙開発イベントに合わせて企画を行う ⑥- c/ 手宙開発系のグッズを盛り上げりに合わせて増やす ⑦- adk/ 周りからの評判を上げること、市民にさらにアピールすること。(逆輸入のようなもの) ⑦- h k/ 他のプラネタリウム施設との違い (役使者が10人いる、種類が多いなど) を押していく。 ⑧⑨- de/ 地域観望会を多く開催する ・望遠鏡の更新に新しい機能を入れる ・観望会を増やす ・ノウハウやブランドの活用 ・ブランド展開の外部連携 (委託) ・キャンペーンやスポンサーなどとの外部活用の高制度化 ・マスコミとの連携の高制度化	①-e/ 天候に左右されないイベントを企画する。 ①- h / サタスタ雨の日プラネタリウムの放映を企画 ①- i/ 湿度計の移動で、できるかぎり利用できるようにする ①⑤- abh/ 熱帯プラザのリウムで皆寄せに！ ①⑤- e/ 望遠鏡講習・販売の強化 (自分で楽しむ備を知ってもらう) ①- e g/ 雨の日用プログラムの充実 ①- gh/ 土曜日の観天候をカバースする企画を考える (展示室を開ける、プラネでの観望体験など) ②- e/ 他の施設とのコラボやスポンサーなど人気にあやか ②- k/ 天文台オリジナルに力を入れてみる (10周年記念商品？プラネくん・ひとみ望遠鏡ストラップなど) ②- dim/ もっと望遠鏡でできる増え事業を増やす。例) 基礎を深めれば大型望遠鏡等が誰もが使えることを積極的アピールし認知度や利用率を上げる。望遠鏡操作体験をアトラクション化する ②- e/ コラボ企画で相乗効果を狙う ②- a/ ホスピタリティの高さの維持と向上 (他の施設に負けない) ②- bg/ 天文に特化したイベントの強化 (他施設との差別化) ②- eq/ 施設巡り (ツアー) の誘致 ③- abdm/ 幼小期から天文に親しむ機会を提供し、光害に対して観望を向けてもらえる ③- el/ 錦ヶ丘は天の川が見えるというのを地域に浸透させるようにイベントとして実施し光害の影響を軽減できるようにする。 ③- e/ ライトダウンイベントの企画・継続 (土曜日は灯りを消して天文台へ) ③- nm/ 光害教育の啓発・充実 ③- el/ 光害の無いところで観望会を実施 ③- i/ 環境がよいことを地域の売りにして、地域全体で光害に取り組むよう協力する ④- m/ より興味をわく学習内容になるよう、見直す。 ④- abek/ 仙台市が運営した上でできないことだけだということを強く認識してもらい。市内部に広げをしてくれる人を増やす ⑤- nm/ 中学校の志望を含め天文台学習を通して仙台市内の児童生徒の理科に対する興味関心が高いことを証明し、天文台の存在意義を示す。 ⑥⑦- a b / スタッフとのコミュニケーションを充実させ、天文の面白さを伝えていく ⑥- h/ 定期的な観望開催 ⑥- b/ 天文台独自の発行 (民間資格) を作る ⑥⑦- gh/ 自由な発想でユニークな天文台とする ⑥⑦- bm/ 学校や市民講座への講師派遣 ⑥- nm/ 学校向けのコンテンツや企画を行い、理科離れを嘆く先生や学校を呼び込む ⑦- ij/ 大規模なリニューアルPR ⑦- ab/ 質の維持を行う ⑦- dehi/ 各種更新に合わせてイベントを開催する。 ⑦- j/ 更改することを SNS 等を活用してアピールする ⑦- e/ 手宙兄弟や宮沢賢治といった、必ずしも天文が好きとは限らない層が興味をもつような内容の企画展の開催 ・人工衛星追跡機能を入れる (予算による) ・制御機能を検討し、改善する ・天文台市民講座の定例化 (自主事業) ・近隣類似施設との連携枠の高制度化 ・仙台市教育行政の外部委員に入る ・仙台市博物館施設の博物館運営協議会委員になる ・PFI のスキームを把握し、事業期間中の機器・設備更新などの各社イベントを最大限活用する ・更改にあわせて、フチリリニューアルをうたう。いろいろ企画をぶつけていく。 ・地域の活動に協力する。 ・天候に左右されない事業展開 ・市民が飽きない事業展開 (ex. 毎年のテーマの設定) ・理科や科学的ではない事業展開 ・市や議員との関係作り ・学校 (幼保・小・中・高・大) との連携による将来の顧客の獲得

	・自主メディア枠の獲得（天文台のミニ番組枠など） ・ネットやテレビ・ラジオ講座や大学・市民講座への講師派遣（独自事業） ・天文現象をSNSでアップしやすい企画と結びつける。（写真をとって人にみせびらかしたくなる） ・天文現象を天文台ならではの視点（身近なものに関連付ける）で、マスコミにもキャッチーなフレーズで紹介する。 ・スタッフの専門性をたかめて、スペシャリストになる。 ・プラネタリウムでの天文現象の取り上げ（ex. 火星特集） ・プラネタリウムでの宇宙開発もの番組の放映 ・観ヶ丘中学校との連携授業 ・天文台に一定の来館者が来ていることを示し、バス路線の増加をはたらき掛ける ・観ヶ丘住民限定サービスの実施 ・各種更新を大きく宣伝する	【改善戦略】弱みを克服して、チャンスの波に乗るには何をすべきか？ ①③-e/ 望遠鏡で観望可能な大きな天文現象がある場合に積極的に観望会を開催する。 ①⑥-b/g/ イベントの見直し・精査 ①-e/ 特別観察会の実施 ①-g/ 大規模観察会の実施 ①-g/ 担当スタッフを変えて実施してみる ①⑥-e/ 土曜日以外にも観望会開催 ①-e/ 観望会の質の向上 ①-b/e/ 勤務時間の変更 開館時間の変更 ①-e/ 望遠鏡講習・販売の強化（自分で楽しむ術を知ってもらおう） ①③-e/ 火曜大接近特別観望会の実施（毎日） ①-e/ 特別な観望会の実施（平日など） ①⑥-g/ 天文ニュースに日々注目しておく ②-b/ 地域ボランティアを募る ②③-g/h/ 年間を通して小・中・高向けの天文教室の開催（マスコミとの共催） ②⑤-f/ 他の施設とのアクセスの融合または地元客の増加を目指す。 ③⑤-a/ 近隣のレストランと連携。宇宙食メニューなど？ ②-f/ 近くの人たちを取り込むことを考える。まずは、お年寄り向けの企画をやってみる。近いので参加しやすい。口コミで外にも広がっていくはず。 ②⑤-c/e/ 地域の活性化に貢献する企画を展開する 例）観ヶ丘の夏祭会場を天文台で ③-h/ スマートフォントサイトの作成・webリニューアル ③-g/ 他の館への研修制度を設ける（短期でもよい）せっかくマネジメントが充実してきているのだから、どの館もマンネリ解消・刺激になるのではないかな。 ④⑤⑦-a/ セブンイレブンさん以外にも参入してくれることを募る ④⑤⑦-f/ 再度、バス会社にも掛け合ってみる ⑤-f/ 人気施設が増えることで利用者増加を見込み、タクシー会社と連携し、愛子駅から観ヶ丘までの直通乗り合いタクシーを設定する。 ⑤-a/ 新たな飲食店の情報入手とお客層への情報提供 ⑤-a/ 新しい施設との連携 ⑤⑨-b/g/ 移動プラネタリウム・観望会の開催 ⑤⑦-c/d/g/ 秋保等近隣施設と県内外の修学旅行向けのモデルプランを作り、発信する ⑤⑦-a/ 秋保地区とランデブーシティバス運行 ⑤⑦-e/f/ ツアー向け観望会の実施 ⑤-a/ 天文台を利用すると近隣のレストランでお得なサービスが受けられるような企画をする ⑥-g/ 角田の JAXA と共催イベントを行う ⑦②-f/ 観光客増・住民増を理由に市営バス路線を強化してもらうよう働きかける ⑦⑧-j/ 館内外のサイン（案内表示）の一斉刷新 ⑦-a/ カフェの開設とワゴン販売の拡充 ⑦-c/ 60 年以上の歴史を誇りにする ・仕事の分類、分掌化（業務メリハリをつけるためにも日々膨れる業務の分析と対策をスタッフ全員で議論する） ・業務の効率化（圧縮・標準化） ※上記二点により企画・前述来業務への専念時間のねん出 ・長期インテンションシップ（協働スタッフ）枠の定常化 ・非正規スタッフの活用の高度化（教育施設としてのアルバイトの関わり方を議論する） ・オーナーサポーターのような感じで飲食店枠を設け、天文台のチケットの半券でサービスが受けられる近隣のお店をつくる。 ・真なる担当で職場体験をする。 ・軽食提供カフェの除致とそのための環境整備 ・ひとみ望遠鏡が使えなくても、極力入口で無料観望会を行う ・五膳内の人事異動
弱み (W)	【回避・撤退】想定される問題の事態を回避するには何をすべきか？ ①-e/ 悪天候や高湿度で通常の観望会が開催できなくてもお客さんと呼べる代わりを用意する。 ①-b/ 梅雨の時期は観望会を設定しない ①③-e/f/ 海外のインターネット望遠鏡を活用する。自由に操作できるインターネット望遠鏡を設置する ①④-e/f/ 要求水準見直しとフレキシブルな運営 ②-a/ 地域飲食店との連携をさらに進める ②-f/ 水俣館同様、天文台へのシャトルバスの運行してもらう ③-c/d/ 環境保護とメンテナンスの確実な実施 ④-e/ 観望会を無料にし、多少の天候条件の悪さでも気軽に星をご覧いただける体制をとる or 多少ぬれてもいい望遠鏡で観望会を行う ⑥-c/ 市と協決して、世間のニーズに合わせた学習内容の提示 ⑥⑦-c/g/ 年度のテーマの設定、定常的な活動（天文学）だけでなく、ある程度の期間と資本の集約を行い、常に新しい切り口でコラボを構築する。 ⑦-b/g/ 新しい仕事を加えていっているが、昔からの仕事は残っている現状のため市民の飽きとスタッフの業務量増加とマンネリを防ぐために現在の業務の整理・見直しをする。 ⑦-b/g/ 年間イベントスケジュールを精査し、絞り込む ⑦-e/ 定期観望会の開催が本当に土曜の夜だけでいいのか真剣に考える ⑦-b/ イベントの精査 ⑦-e/ これまでにない観望会の実施 ⑦-c/g/ 新編プログラム（コンテンツ）の開発 ・仙台市との戦略的な連携を能動的に実施するため（仙台市連携委員会を設けるなど） ・コンプライアンス及び善管注意義務に関する館内講座を設ける（館内委員会を立ち上げる） ・業務の標準化を進めサービスの質を保つ ・仙台市のモニタリング、第三者委員会に戦略的に関わる ・SPC 各社との連携強化（通常スタッフレベルにまで広げる） ・SPC 各社の人的、内的資源を効果的に活用する ・「展示室のこのエリア」「プラネタリウムの・・の時間」「望遠鏡の・・」「学習の・・」など、一年ごとに力を入れる部分を決めて、担当だけではなく、スタッフ一丸となって盛り上げる。（ひとりができる業務量には限界があるので、すべての業務に全力をそぐのではなく、緩急をつけることで、年ごとに天文台に変化をつけ、魅力を増やして行き、お客様にもあきられないようにする） ・五膳内の人事異動 ・計画的な保守 ・計画的な施設の維持管理	

Tab.2 SWOT 分析・クロス分析シート

(6) 戦略目標の策定とビジョンの決定

現在地と目的地を結ぶプロセスを戦略目標および戦略と位置付け、議論を進めた。結果、下記の2つを戦略目標として掲げることとなった。

<戦略目標 A>

ロマンをリアルにする天文台へ

<戦略目標 B>

市民の宇宙への探究心を支援する天文台へ

更にこの段階でここまで仮としていたビジョンを決定すべく、最終確認を行った。結果、以前の投票で4位だった「We♡宇宙」にビジョンを変更することとなった。ニュアンスの違いはあるが、目的地は同じであったため、特にこの変更の問題はなかったと考えている。

(7) 戦略および評価指標の策定

中期計画の枠組みがほぼ完成したところで、戦略及び評価指標の策定に入った。ここからはSWOT分析の結果等を参考にセクション毎に検討してもらい、Tab.3の中期計画を完成させた。

4. おわりに

本稿では、中期計画の具体的な策定方法を扱った。計画の内容については、現在、運用中のため考察はできないが、策定方法については、いくつか課題も見つかったので、ここでそれらを挙げておきたい。

まず、ワークショップを月1回のペースで実施したことにより、前月の内容を思い出すための時間が必要となり、肝心の議論が深まり難かった点が挙げられる。可能なら1日-2日間、まとめて時間を取った方が、合理的、且つ、より深い議論ができただろう。

もうひとつの課題は、現場視点の中期目標になった点である。これについては実践内容との矛盾を感じるかもしれないが、もちろん全スタッフでの目標策定は、スタッフ一人ひとりの納得性を高め、組織の隅々にまで目標の浸透を図るためには良い方法である。しかし、組織の目標は、経営レベルでの高度な判断や意思が必要不可欠であるため、経営レベルでのより具体的な検討も必要であったと感じている。

そして、最後の課題は、上記にも関連するが、最終的に誰がどのように目標を決定するのか？という決定方法の明示が不十分だったことが挙げられる。これはファシリテーションの問題でもあるが、例えばビジョン

ビジョン	戦略（重点）目標	戦略	評価指標	目標	実績			達成度	業務区分
					2017 年度	2018 年度	2019 年度		
We♡宇宙	A ロマンをリアルにする天文台へ (市民A→市民B)	1 天文学・サイエンスコミュニケーションの職員研修の機会を積極的に作ります	研修回数	1回/人・年					マネジメント
		2 VIを効果的に活用し、宇宙の魅力を発信します	VIを活用した取組み件数	1件/年					活用促進
		3 学校現場と連携し、子どもが天文を学ぶ機会を積極的に作ります	連携校数	1校/年					教育支援
		4 天文学を学ぶ機会を提供します	展示解説やワークショップなど展示交流プログラムの新規題材数	10件/年					天文普及
			天体観望会に関わる新たなプログラムの開発数	3件/3年					
			望遠鏡等の観測機材を使用した基礎的な講座の開催回数	1回/年					
			天文学をテーマとしたプラネタリウムのプログラム開発数	1件/年					天文普及・広報
			宇宙に関する講演会の開催回数	4回/年					
			市民B向けの天文情報提供に関する企画数	2件/年					広報
		5 広報戦略を策定し、市民Bを対象とした事業の広報を強化します	市民Bを対象とした事業の広報件数	7件/各事業					窓口
		6 受付スタッフもお客様と宇宙・天文情報を共有するために、天文知識の向上に努めます	研修回数	6回/年					窓口
		7	宇宙・天文に興味を持った市民の割合（市民Bの割合）	—					マネジメント
	B 市民の宇宙への探究心を支援する天文台へ (市民B→市民C)	1 研究・実践紀要に市民観測員または共同観測者の発表を掲載します	掲載数	1件/年					マネジメント 観測研究
		2 天文愛好家や学校などの天文サークルおよびサポーターのスキルアップなど生涯教育に関わる活動や交流の場を提供します	提供回数	30回/年					教育支援
		3 観測方法を知る機会を提供します	望遠鏡等の観測機材を使用した応用的な講座の回数	1回/年					天文普及
			観測天体の公開数	3天体/年					観測研究
		4	天体の撮影情報を記した資料のwebでの公開件数	20件/年					資料収集
			宇宙・天文に関して自主的に活動している市民の数（市民Cの人数）	—					マネジメント

Tab.3 完成した中期計画

の最終決定について、多数決で決めるのか、経営レベルの会議で決めるのか、議論に入る前に共有しておく必要があった。そして、目標策定において経営レベルでの決定の場が必要であるとすれば、それも策定計画に盛り込んでおく必要があったと考えている。

次回の中期計画策定は3年後となるが、上記の課題と運用結果を基に改めて検討していきたい。

＜用語の説明＞

- (1) ビジョン・戦略目標・戦略・評価指標という4つの体系を明確に設定して、事業を内部的に評価する方式

＜参考文献＞

- 第1回アーカスプロジェクトの新たな事業展開構想
等検討委員会（2005）美術系の事業や施設運営
の政策評価手法の概要と実施事例
- フィリップ・コトラー、ニール・コトラー（2006）
ミュージアム・マーケティング 第一法規
- 堀公俊・加藤彰・加留部貴行（2007）チームビル
ディングー人と人を「つなぐ」技法（ファシリテー
ション・スキルズ）日本経済新聞出版社
- 森時彦（2007）ファシリテーター養成講座一人と
組織を動かす力が身につくー ダイヤモンド社
- 酒井穰（2015）新版新しい戦略の教科書 ディス
カヴァー・トゥエンティワン
- 嶋田利広（2014）SWOT分析コーチング・メソッド
マネジメント社
- 上山信一・稲葉郁子（2003）ミュージアムが都市
を再生する 経営と評価の実践 日本経済新聞社
- 上山信一・三木美裕・佐々木秀彦・平田穰・川島ベ
ルトラン敦子（2002）入門ミュージアムの評価
と改善ー行政評価や来館者調査を戦略的に活かす
アム・プロモーション

科学系博物館職員の満足度規定要因の検討

小野寺正己

Study of the Satisfaction Factors in Science Museum Staff

ONODERA Masami

要約

本研究は、科学系博物館の職員満足度を測定するためのアンケートの信頼性と妥当性の検討を行うことを目的とした。また、その作成したアンケートから、来館者満足度との関連性についても検討することとした。その結果、科学系博物館職員の満足度を規定する要因について明らかにすることができた。しかし、その内容や来館者満足度の関係性については、更なる検証が必要であることが明らかとなった。

Abstract

This study is to examine the reliability and validity of the questionnaire that measures the staff satisfaction level of the science museum. Using that questionnaire, it was also examined with the relevance to visitor satisfaction. As a result of the analysis, it became clear that there are factors that determine the satisfaction level of the staff. However, it is necessary to further verify the contents of the obvious factors and the relationship between the visitor's satisfaction levels.

1. 問題と目的

第3次産業の産業系の経営に関わる研究において、そこで働く従業員の職務満足度 (Employee Satisfaction: ES, 以下 ES) と顧客満足度 (Customer Satisfaction: CS, 以下 CS) の関係があることが、多くの研究で示唆されている (例えば、御子柴, 2004; 信原・横山・中畑, 2013; 野中・藤井・新村・高橋・貝原, 2016)。

博物館においても、ほとんどの職員が接客業務に関わることから、CS に影響を与えている存在と言える。また、博物館においてミッションの設定や職員間での共有の重要性が謳われる様になり、松葉 (2008) が指摘するように、経営理念の浸透が ES に影響を及ぼすことについての検討も必要と考える。

そこで本研究では、科学系博物館で働く職員の満足度を測定する調査用紙を作成する。その上で、ES を高める要因について検討をすることとした。さらには、CS を高めている ES 要因についても明らかにすることとした。

2. 方法

2.1 手順

以下の手順により研究を進めることとした。

- ① 先行研究を基に、ES を測定する項目の洗い出しを行い、調査用紙を作成する。
- ② 調査協力を得られた施設において、上記で作成した調査用紙による調査を行う。
- ③ 上記において行った調査用紙を集計し、因子分析を行い、ES を規定する要因について抽出する。抽出された質問項目に関しては、信頼性と妥当性を検証し、ES を規定する要因について確定をする。
- ④ ES と CS の関係を検討する。

2.2 被験者

被験者は、仙台市天文台の職員の他、盛岡市子ども科学館、福井市自然史博物館別館、北九州市立児童文化科学館、福岡県立青少年科学館の職員の合計 77 名であった。個人が特定されないように配慮したため、性別の記載を求めなかったことから、性別の数はわからない。

2.3 調査時期

2016年9月に各施設において実施した。

2.4 調査用紙

信原ら（2013）、松葉（2008）、御子柴（2004）、吉田（2009）にある全ての質問項目の121の内容について回答を得ることとした。

2.5 調査手続き

各施設において、無記名での回答を求め、回答用紙は、個々に封筒に入れることで個人が特定されない配慮を行った。

3. 結果

3.1 因子分析結果

質問項目121に対して、被験者が77名と少ないことから、それぞれの先行研究における質問項目毎に因子分析を行った。その結果、信原ら（2013）以外のデータでは、先行研究と違った因子の抽出となった。

そこで、信原ら（2013）の質問項目に絞り、天井効果のあった3項目を除き、再度、因子分析（最尤法・プロマックス回転）を行った。その結果、先行研究と同様に6因子が抽出された（Tab.1）。

因子内容を質問項目から判断し、以下の通り因子名を命名した。先行研究とは若干内容が異なるものとなったが、ほぼ同等の因子構造と考えられた。具体的には、先行研究の因子は、「会社」、「仕事」、「自尊心」、「待遇」、「人間関係」、「施設環境」の6因子であった。それを受け、「仕事上の自尊心」は、先行研究の「仕事」と「自尊心」に呼応。「待遇」は「待遇」と呼応。「施設」は「会社」と呼応。「上司との関係」と「同僚との関係」が「人間関係」に呼応。「職場環境」が「施設環境」に呼応すると判断した。

3.2 調査用紙の信頼性と妥当性の検証

内的整合性を確認するためにクロンバックの α 係数を求めた。その結果、全項目では $\alpha = .86$ 、仕事上の自尊心では $\alpha = .82$ 、待遇では $\alpha = .78$ 、施設では $\alpha = .79$ 、上司との関係では $\alpha = .80$ 、同僚との関係では $\alpha = .78$ 、職場環境では $\alpha = .61$ であった。よって、十分な内的一貫性を有しており、信頼性が確認された。

一方、妥当性については、確認的因子分析による構成概念妥当性の検討を行った。また、信原ら（2013）の研究と同様に2次因子分析も行った。その結果、狩野（2002）の指摘に基づき、質問項目の誤差変数間に共分散を認める必要があり、適合指数が、

GFI=.82, AGFI=.75, CFI=.92, RMSEA=.07であった。また、2次因子分析においては、GFI=.82, AGFI=.75, CFI=.93, RMSEA=.07であった。星野・岡田・前田（2005）は、確認的因子分析においては、CFIとRMSEAを適用することが適当と指摘していることから、GFIとAGFIは適合度がそれほど高くはないものの、妥当性が認められたものとする。

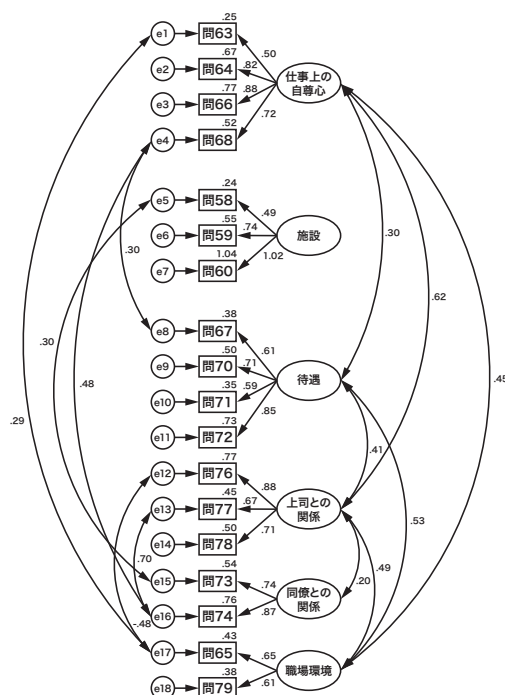


Fig.1 確認的因子分析結果

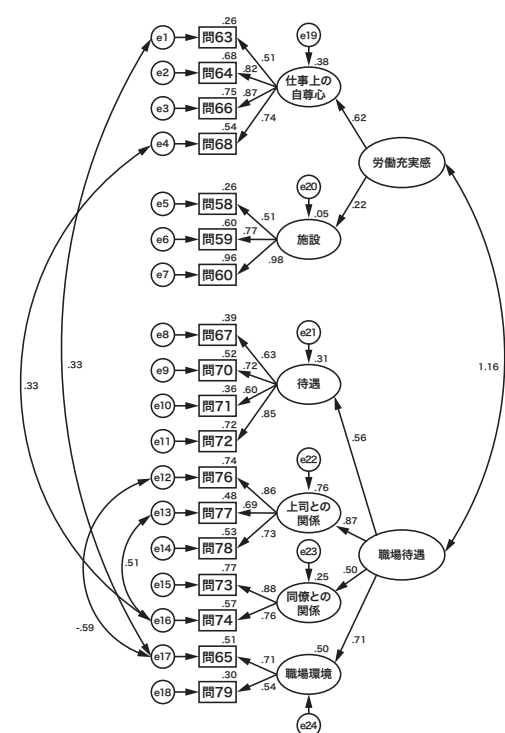


Fig.2 2次因子分析結果

Tab.1 調査用紙の因子分析結果

数字は問題番号	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6	
因子 1 「仕事上の自尊心」							
63. 自身の業務内容に対して満足している	.57	.08	.06	-.16	-.15	.29	
64. 仕事を終えたときに達成感を感じる	.85	.02	-.03	.07	-.03	-.05	
66. 働く上でやりがいを感じる	.82	-.24	-.04	.19	.03	.06	
68. 今の仕事が自分の成長につながる	.52	.07	-.02	.10	0.22	.07	
因子 2 「待遇」							
67. 勤め先の研修制度は有用であると感じる	-.09	.49	.02	.08	.02	.31	
70. 自分の給料は適切である	.03	.76	-.03	.00	.02	-.04	
71. 勤め先の福利厚生に満足している	-.11	.61	.07	.09	-.03	.01	
72. 自分の地位は妥当である	.01	.77	-.09	.06	.04	.03	
因子 3 「施設」							
58. 施設の方針を理解している	.16	.11	.90	-.04	.11	-.14	
59. 施設のブランドイメージは高い	-.09	.00	.75	.08	.01	.06	
60. 施設は周囲や世間の評判が高い	-.04	-.11	1.00	.03	-.01	.10	
因子 4 「上司との関係」							
76. 上司と相性が合うと感じている	.14	.02	.06	.83	.02	-.13	
77. 上司のスキルや能力に満足している	-.04	-.08	-.12	.62	.07	.46	
78. 上司が自分を評価してくれていると感じる	.05	.22	.09	.69	-.15	-.09	
因子 5 「同僚との関係」							
73. 同僚やチームメンバーと相性が合うと感じている	.17	.04	.06	-.04	.77	-.22	
74. 同僚やチームメンバーのスキルや能力に満足している	-.14	-.01	.00	-.04	.98	.16	
因子 6 「職場環境」							
65. 自らの労働時間は適切である	.32	.12	.04	-.23	-.01	.54	
79. 職場が清潔に保たれている	.04	.00	.06	.01	-.04	.71	
因子相関係数	因子 2	.34					
	因子 3	.19	.20				
	因子 4	.44	.35	.14			
	因子 5	.27	.35	.10	.44		
	因子 6	.21	.40	.13	.40	.32	
α係数		.82	.78	.79	.80	.78	.61

3.3 職員満足度と顧客満足度の関係の検討

信原ら（2013）は、ES と CS 及び顧客ロイヤリティ（Customer Loyalty：CL、以下 CL）の関係についても明らかにしている。そこでは、従業員に CS と CL に関わる回答を求め、その関係性を構造方程式モデルにより検討している。

そこで、本研究でも同様の分析を行い、職員満足度が顧客満足度及び顧客ロイヤリティにどのような影響を与えているかを検討することとした。なお、顧客ロイヤリティとは、信原ら（2013）によると、「リピート率や口コミなど、企業自身やその企業のサービスに対する顧客の信頼や愛着を測る指標」としており、従業員には「常連のお客さんが多いと感じますか」との質問の回答により指標を得ている。また、CS に関しては、以下の3つの質問の回答より指標を得ている。本研究でも、同様の質問を職員に行っている。

< CS に関わる質問項目 >

満足度1…お客様はサービスに満足していると感じる
満足度2…お客様によく感謝されると感じる
満足度3…お客様によく話しかけられると感じる

(1) ES と CS の関係

ES が CS に及ぼす影響については、Fig.3 に示すモデルで検討を行った。その結果、適合指数が、GFI=.94, AGFI=.89, CFI=1.00, RMSEA=.00 であった。全ての指標において十分に高い値であったことから、ES と CS の関係を示しているものと考えられた。

なお、ES の全ての因子が CS に影響を有意に及ぼ

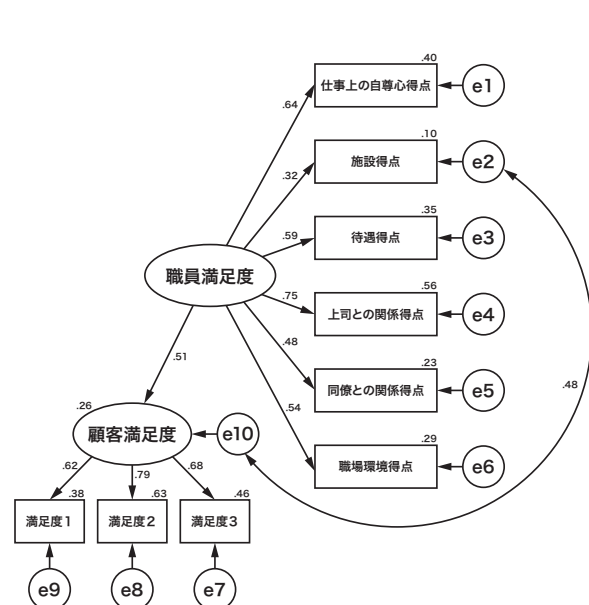


Fig.3 ES が CS に及ぼす影響モデル

していたが、仕事上の自尊心得点と上司との関係得点が特に ES を高め、結果として CS を高めていることが示唆された。また、職員が認知する CS としては、「お客様によく感謝されると感じる」という項目が CS を高めると考えていることも明らかとなった。さらには、施設得点と CS の誤差変数間に共分散を認めることがモデルの適合度を高めていることから、施設の方針やイメージ、評判と CS の間に、他に検討すべき内容があることも明らかとなった。

(2) ES と CS 及び CL の関係

ES が CS 及び CL に及ぼす影響については、Fig.4 に示すモデルで検討を行った。その結果、適合指数が、GFI=.91, AGFI=.85, CFI=.95, RMSEA=.06 であった。全ての指標において十分に高い値であったことから、ES と CS 及び CL の関係を示しているものと考えられた。

なお、ES の全ての因子が CS に影響を有意に及ぼし、CS の全ての因子が CL に影響を有意に及ぼしていた。ES と CS の関係は上記と同様の状況であり、ES → CS → CL という流れがあることが示唆された。また、職員が認知する CS として、「お客様によく感謝されると感じる」と「お客様によく話しかけられると感じる」の2項目が CL を高めると考えていることも明らかとなった。さらには、仕事上の自尊心得点と CL の誤差変数間に共分散を認めることがモデルの適合度を高めていることから、仕事上の満足感や達成感と CL の間に、他に検討すべき内容があることも明らかとなった。

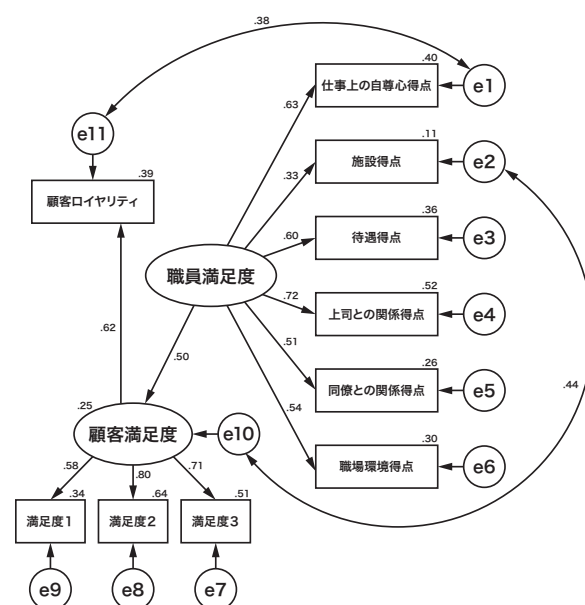


Fig.4 ES が CS 及び CL に及ぼす影響モデル

3.4 仙台市天文台の職員に関する検討

全被験者による検討にて、信頼性や妥当性が確認できたことから、仙台市天文台の職員に限定して、ES と CS 及び CL の検討を行うこととした。

(1) ES と CS の関係性の検討

ES が CS に及ぼす影響については、Fig.3 のモデルに仙台市天文台の職員のデータのみを用いて検討を行った。その結果、Fig.5 に示すモデルとすることで、適合指数が高くなることが明らかとなった。本モデルの適合指数は、GFI=.90, AGFI=.81, CFI=1.00, RMSEA=.00 であった。サンプル数が少ないため、AGFI の値が若干低いものの、他の指数においては十分に高い値であったことから、ES と CS の関係を示しているものと考えられた。

よって、仙台市天文台の職員においても、ES が CS に影響を及ぼすと考えられていることが明らかとなった。また、仙台市天文台の ES には、施設得点と上司との関係得点が高い影響を与えていることも明らかとなった。ただし、この2つの得点の誤差変数間に共分散を認めることがモデルの適合度を高くしていることから、2つの得点に関連した別の要因があるものと考えられる。さらには、CS と ES の誤差変数間にも共分散を認めることが必要であることから、施設得点とサービスの関係、職場環境とお客様とのコミュニケーションの関係についても違う要因の検討が必要と言える。

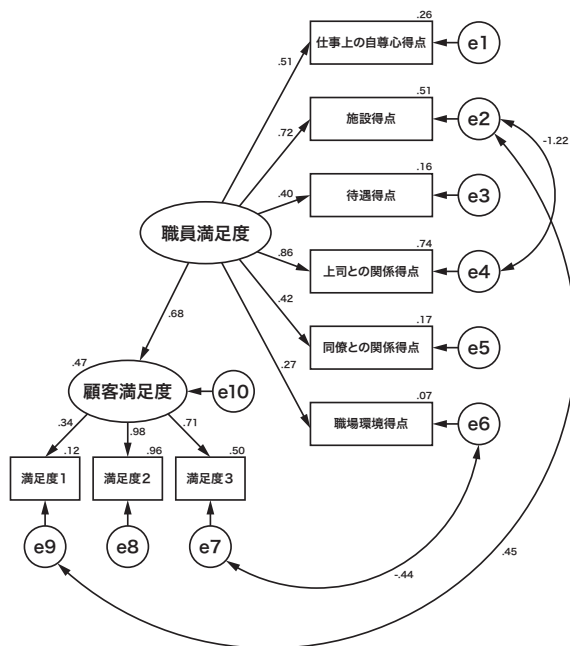


Fig.5 天文台職員の ES が CS に及ぼす影響モデル

(2) ES と CS 及び CL との検討

上記と同様に、Fig.4 を基に、仙台市天文台職員のデータにて、ES と CS 及び CL のモデルを検討した。その結果 Fig.6 に示すモデルにすることで、適合指数が高くなることが明らかとなった。本モデルの適合指数は、GFI=.85, AGFI=.72, CFI=.95, RMSEA=.07 であった。星野・岡田・前田（2005）が指摘するようにサンプル数が少なく、変数が増えたことで GFI と AGFI の値が低くなったものと考えられるが、CFI と RMSEA の値が十分な値であったことから、ES が CS に影響を及ぼし、さらに CS が CL に影響を及ぼすという関係が成り立つことが確認された。

本モデルによると、ES から CS に及ぼす影響の特徴の他に、仕事上の自尊心得点の誤差変数が顧客ロイヤリティの誤差変数と共分散を認めることが必要であった。この結果は、Fig.4 においても認められたことから、双方の要因と関係する別の要因については、仙台市天文台の職員においても検討する必要があることが明らかとなった。

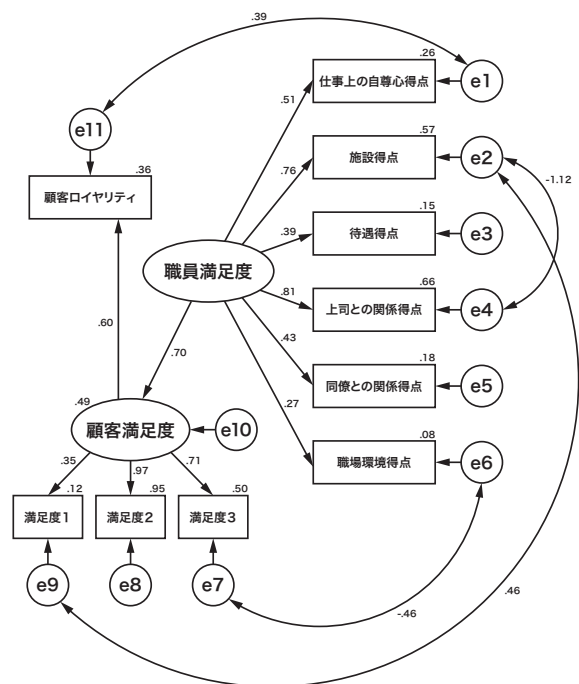


Fig.6 天文台職員の ES が CS に及ぼす影響モデル

3.5 多施設との比較検討

全被験者による検討にて、信頼性や妥当性が確認できたことから、他の4施設と仙台市天文台の職員との ES の比較を行い、当施設の職員の状況を検討することとした。検討に当たっては、他の4施設の職員の各因子得点の平均値と当施設の職員の得点の平均を t 検定により比較することとした。

その結果、当施設の職員の平均値は、他の施設の職員の平均値と有意な差はほとんどなく、平均的な満足度であると考えられた。ただし、「施設」得点に関しては、他の4施設より有意に得点が高いことから、施設のミッションやブランドイメージ、評判等に関して満足していることが伺われた。

それぞれの因子得点の、他施設との比較については、以下の Tab.2 から Tab.7 の通りであった。

Tab.2 「仕事上の自尊心」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	15.73	2.84	.16	n.s.
他施設	43	15.63	2.66		

Tab.3 「待遇」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	14.88	2.79	-.26	n.s.
他施設	43	15.05	2.81		

Tab.4 「施設」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	13.09	1.77	4.37	***
他施設	43	11.21	1.92		

*** $p < .001$

Tab.5 「上司との関係」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	11.91	2.17	-.57	n.s.
他施設	43	11.63	2.09		

Tab.6 「同僚との関係」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	7.33	1.98	-1.41	n.s.
他施設	43	7.88	1.43		

Tab.7 「職場環境」得点の比較

	人数	平均値	標準偏差	t 値	
仙 台	33	8.09	1.47	1.19	n.s.
他施設	43	7.70	1.39		

4. 考察

4.1 ES の規定要因

いくつかの先行研究を基に、科学系博物館の ES について検討した結果、本研究においても信原ら（2013）の研究と凡そ同じような結果になったものとする。信原ら（2013）の研究は、対象がサービス業に従事する職員であった。その中には、個別学習塾の講師、ゴルフ場のキャディーの業務についているサンプルが含まれていた。本研究では、科学系博物館の学芸員のみではなく、警備員や受付業務をする者等も含まれた。そのようなサンプルということもあり、一般的なサービス業の事例と類似する結果となったのではないかと考えられる。

ただし、因子構造については、信原ら（2013）の研究で示唆された「仕事」と「自尊心」が1つの因子となり、「人間関係」が「上司との人間関係」と「同僚との人間関係」の2つに分かれることが明らかとなった。信原ら（2013）の研究は、先行研究を基に主成分分析による項目の抽出であるため、因子を特定している訳ではない。よって、本研究により、サービス業に従事する職員の ES が明確になったのではないかと考える。

一方、本研究で検討したサンプル数は、100 を超えず、少ないサンプルでの検討となった。よって、さらに多くのサンプルでの検討を行い、規定要因の検討を行うことも必要と考える。

4.2 ES と CS 及び CL との関係について

本研究においても、信原ら（2013）の研究と同様に ES が CS に影響を及ぼし、さらに CL にも間接的に影響を与えているモデルが当てはまることが確認された。よって、ES を高めることが CS を高めることにつながるという、多くの先行研究を確かめることができたと言えよう。

ただし、本研究でも CS や CL の測定は、職員から見える来館者像であり、その信頼性が証明されているとはいえずらい。ES と CS との関係性の検討においては、今回のような検討が行いやすい状況にあるが、ES と CS 及び CL の関係性を来館者の調査を含めた形で実施できる方法の検討が課題と言える。

4.3 仙台市天文台職員における ES について

本研究では、他施設の職員と仙台市天文台の職員の ES の差の検討も行った。ほとんどの因子得点において、有意な差は認められなかったことから、ES において、大きな不満があるとは思われない結果となった。

ただし、全サンプルの半分程度が同じ会社の社員であったことから、偏りがあることは否めない。上記の課題とともに、サンプル数を多くすることで、一般的な平均値を求めていくことも課題と言える。

また、仙台市天文台の職員の特徴として、「施設」得点が、多施設と比べ優位に高い状況にあることも明らかとなった。仙台市天文台では、リニューアルオープン時より、施設アイデンティティを常に意識した運営や3年毎の中期計画においてビジョンの明確化を意識してきた。さらには、「仙台市天文台のブランド化」ということも、開館前より構成企業において意識し、実際の運営においても、青木（2011）や川上・山口（2013）の研究を参考に、運営テーマの設定や支援してくれる顧客の意識化等も職員間で行ってきた。このような成果が、この得点に現れているのではないかと考えられる。

<引用文献>

- 青木幸弘（2011）ブランド研究における近年の展開：価値と関係性の問題を中心に 関西学院大学商学研究 58（4）、43-68.
- 星野崇宏・岡田謙介・前田忠彦（2005）「構造方程式モデリングにおける適合度指標とモデル改善について：展望とシミュレーション研究による新たな知見」『行動計量学』 32（2）、209-235.
- 狩野裕（2002）「再討論：誤差共分散の利用と特殊要因の役割」『行動計量学』 29、182-197.
- 川上慎市郎・山口義宏（2013）プラットフォームブランディング ソフトバンククリエイティブ
- 信原由惟・横山真一郎・中畑・千弘（2013）サービス業における顧客と従業員の満足度を考慮した顧客ロイヤリティモデルの構築に関する研究 経営行動科学学会年次大会発表論文集、351-356.
- 松葉博雄（2008）経営理念の浸透が顧客と従業員の満足へ及ぼす効果 ―事例企業調査研究から― 経営行動科学 21、89-103.
- 御子柴清志（2004）従業員満足度調査 経営政策論集 4、109-126.
- 野中朋美・藤井信忠・新村猛・高橋俊文・貝原俊也（2016）顧客満足度を考慮した従業員満足度モデル ―レストランにおける職種による差異の分析― 日本経営工学会論文誌 67、59-69.
- 吉田寿（2007）社員満足の経営 ―ES 調査の設計・実施・活用法― 日本経団連出版

仙台市天文台研究・実践紀要 第3号

2017年7月20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

今野印刷株式会社

SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2016

