



SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

仙台市天文台

# 研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第1号

2014年度

# 目次

ひとみ望遠鏡分光器用CCDカメラの性能評価 .....	松下 真人 .....	2
	溝口 小扶里	
	長谷川 哲郎	
	土佐 誠	
	岩崎 仁美 (東北大学)	
ひとみ望遠鏡中分散分光器の波長分解能測定 .....	松下 真人 .....	6
	溝口 小扶里	
	長谷川 哲郎	
	土佐 誠	
ひとみ望遠鏡中分散分光器での低分散モード試験観測 .....	松下 真人 .....	8
	溝口 小扶里	
	長谷川 哲郎	
	土佐 誠	
ひとみ望遠鏡撮像用CCDカメラの性能評価 .....	溝口 小扶里 .....	15
	松下 真人	
	長谷川 哲郎	
	土佐 誠	
	岩崎 仁美 (東北大学)	
ひとみ望遠鏡撮像用CCDカメラの限界等級 .....	溝口 小扶里 .....	21
	松下 真人	
	長谷川 哲郎	
	土佐 誠	
小学校と天文台の連携による単元まるごと学習の実践 .....	亀谷 光 .....	27
視覚障がい者向け企画の中間報告 .....	高橋 博子 .....	32
ワークショップ 太陽の通り道をたどろう！～アナレンマのふしぎ～ .....	松田 佳奈 .....	40
隕石の簡易的な鑑定方法 .....	大江 宏典 .....	44
展示コミュニケーション活動とはどのようなことをすることか .....	佐々木 瑞穂 .....	47
展示コミュニケーションの統計的分析 .....	小野寺 正己 .....	51

# ひとみ望遠鏡分光器用 CCD カメラの性能評価

松下真人, 溝口小扶里, 長谷川哲郎, 土佐誠, 岩崎仁美 (東北大学)

## The performance assessment of CCD Camera for Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope

MATSUSHITA Masato, MIZOGUCHI Sahori, HASEGAWA Tetsurou, TOSA Makoto,  
IWASAKI Hitomi (Tohoku University)

### 要約

ひとみ望遠鏡のナスミス台には中分散分光器が設置されている。分光器用 CCD カメラが FLI 社 PL-16803 に変更となったため、カメラの性能評価を行った。その結果、リニアリティが  $\sim 57,000$  [ADU], ゲインが  $1.49$  [e-/ADU], リードアウトノイズが  $17.30$  [e-], ダークカレントが  $0.74$  [e-/sec] となった。

### Abstract

We present the result of the performance test of FLI PL-16803 CCD Camera that is using for Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope. We obtain the Linearity limit of  $\sim 57,000$  [ADU], the Gain of  $1.49$  [e-/ADU], the Readout-Noise of  $17.30$  [e-], and the Dark-Current of  $0.74$  [e-/sec].

## 1. はじめに

ひとみ望遠鏡のナスミス焦点に設置された中分散分光器には 2 種類のスリット (1.35" と 2") と 3 種類のグレーティング (低分散モード: 600 本/mm, 中分散モード: 1714 本/mm, 1800 本/mm) があり, 可視光域のスペクトルを一度に撮影することも可能である。

分光器用 CCD カメラが Apogee 社 Alta U16-2 から FLI 社 PL-16803 に変更となったことに伴い, 改めて性能評価を行った。

## 2. 分光器用カメラの仕様

Tab.1 FLI 社 PL-16803 特性

CCD チップ	KAF-16803
ピクセル数	4096(H) x 4096(V)
ピクセルサイズ	9 x 9 $\mu$ m
センサーサイズ	36.8 x 36.8 mm
冷却方法	ベルチェ電子冷却方式

## 3. リニアリティの評価

### 3.1 評価方法

2014 年 12 月 2 日に, FLI 社 PL-16803 単体でフラット, ダーク画像 (CCD 冷却温度マイナス 25°C, 露出時間 0.1 - 30 秒) を取得し, 天文画像処理ソフト IRAF を使用して解析を行った。各画像の平均値をとってグラフ化して近似線を引き, 近似線とのずれを計算した。

### 3.2 結果

露出時間が短い場合にリニアリティが崩れており, それ以降 57,000ADU までは良好である。

## 4. ゲイン・リードアウトノイズ

### 4.1 評価方法

リニアリティと同様のデータを使用した。2 枚のフラット画像の差をとり, カウントと分散のグラフを作成して, その近似線の傾きと切片の値から, ゲインとリードアウトノイズを算出した。

### 4.2 結果

近似線の傾きの逆数がゲインとなり  $1.49$  [e-/ADU], また, 切片のルートにゲインを乗じたものがリードアウトノイズで,  $17.30$  [e-] となった。

## 5. ダークカレント

### 5.1 評価方法

露出時間とダークノイズカウントのグラフを作成し、その近似線の傾き（単位時間当たりのノイズ）を算出した。この傾きの単位は [ADU/sec] となるので、これをダークカレント [e-/sec] に変換するために上記 4 で算出したゲインを使用した。

### 5.2 結果

近似線の傾きにゲインを乗じたものがダークカレントとなり、0.74 [e-/sec] となった。

## 6. まとめ

変更となった PL-16803 のリニアリティおよびゲイン、リードアウトノイズ、ダークカレントという基礎的なデータを求めることができた。

## 7. 今後の課題

短時間露出でリニアリティが崩れてしまうのが CCD カメラの特性なのかどうか、再評価を行う。

今回は CCD 冷却温度をマイナス 25℃ に設定して各項目の評価を行ったが、冷却温度を変化させた場合や、外気温の違いによって各項目への影響を把握する必要がある。

Tab.2 FLI 社 PL-16803 実測値

リニアリティ	~ 57,000 ADU
ゲイン	1.49 e-/ADU
リードアウトノイズ	17.30 e-
ダークカレント	0.74 e-/sec

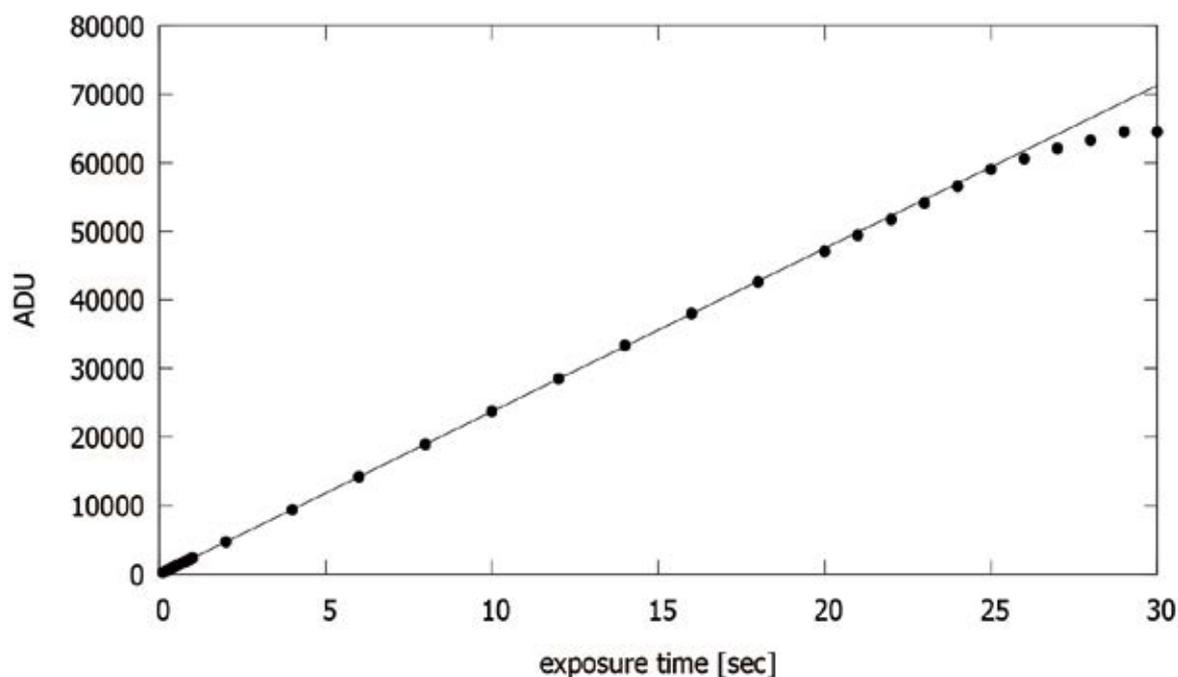


Fig.1 リニアリティ

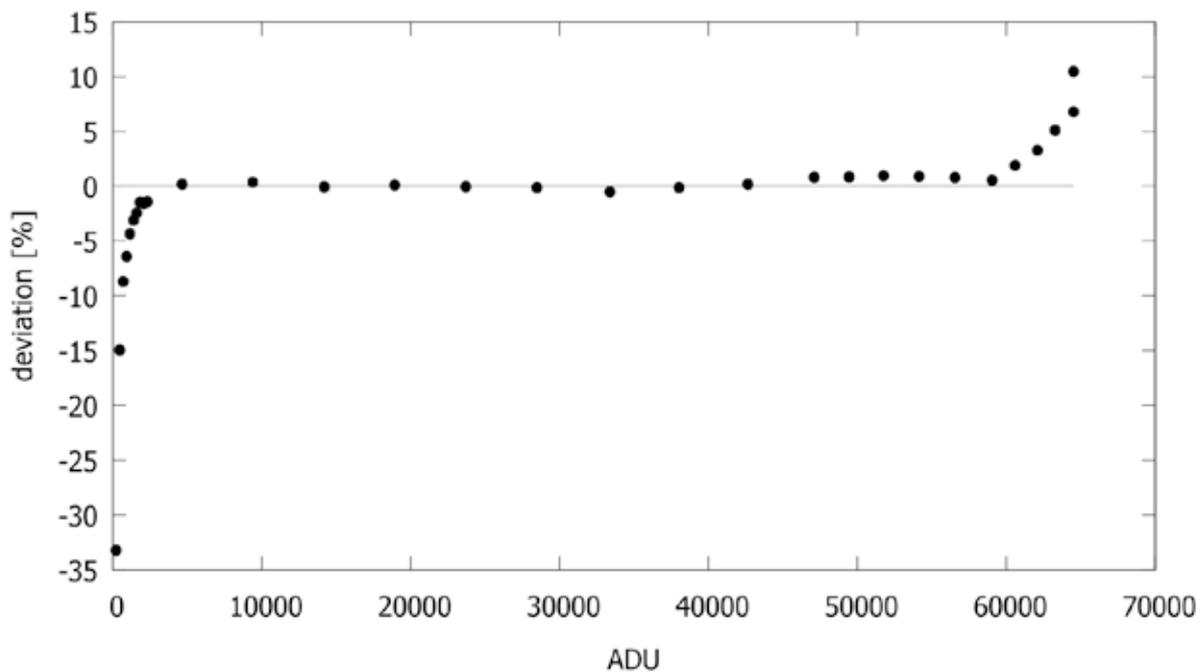


Fig.2 リニアリティの近似線からのばらつき

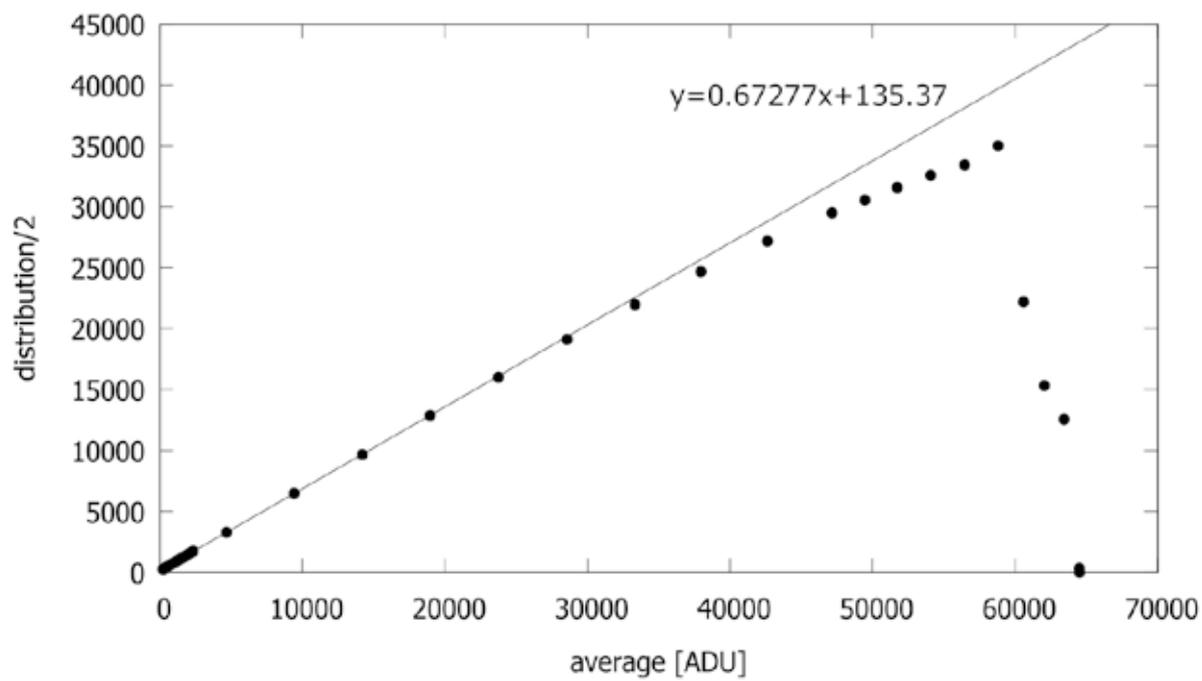


Fig.3 カウントと分散

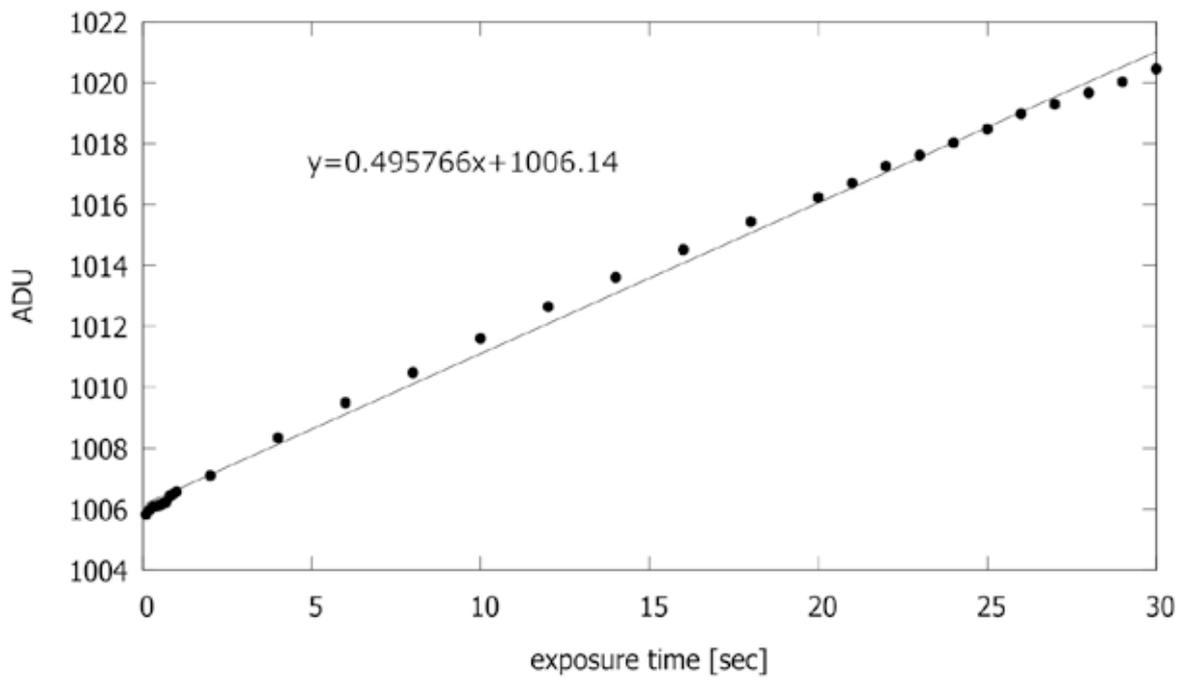


Fig.4 ダークカレント

# ひとみ望遠鏡中分散分光器の波長分解能測定

松下真人, 溝口小扶里, 長谷川哲郎, 土佐誠

## Wavelength Resolutions of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope

MATSUSHITA Masato, MIZOGUCHI Sahori, HASEGAWA Tetsurou, TOSA Makoto

### 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、波長分解能の測定を行った。その結果、2"スリットの低分散モード（中心波長 5000Å）で  $R \sim 1190$ , 中分散 5000 モード（中心波長 5000Å）で  $R \sim 4000$ , 中分散 6500 モード（中心波長 6500Å）で  $R \sim 5500$ , 1.35" スリットの中分散 5000 モードで  $R \sim 9500$  となり、設計値と同等以上の波長分解能を得られることを確認した。

### Abstract

We measured wavelength resolutions of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope, and confirmed the measured value of wavelength resolutions are equal to or greater than designed value.

### 1. はじめに

ひとみ望遠鏡中分散分光器には、2種類のスリット（1.35"と2"）と3種類のグレーティング（低分散モード：600本/mm, 中分散モード：1714本/mm, 1800本/mm）があり、可視光域を一度に撮影することも可能である。昨年から中分散分光器で基礎的なデータを取得し、波長分解能の測定を行った。

に、実際の天体でスペクトル取得を進めていく。

### <参考文献>

- 新井彰・高木悠平・本田敏志・坂元誠・鳴沢真也・伊藤洋一（2012）Annual Report of the Nishi-Harima Astronomical Observatory（西はりま天文台年報）No.22, 34-39

### 2. 測定方法

2"スリットの各グレーティングモードと1.35"スリットの中分散6500モードで、中心波長をグレーティングのブレイズ波長に合わせて設定し、それぞれの比較光源データを取得した。一次元化した比較光源スペクトルの輝線ピーク波長に対する強度半値幅の比をとり、波長分解能とした。

### 3. 結果・まとめ

分光器設置後、基礎データの詳細な測定を行っていなかったが、今回の測定により設計値と同等以上の波長分解能を得られることを確認した。

### 4. 今後の課題

未測定モードで波長分解能の確認を行うとともに

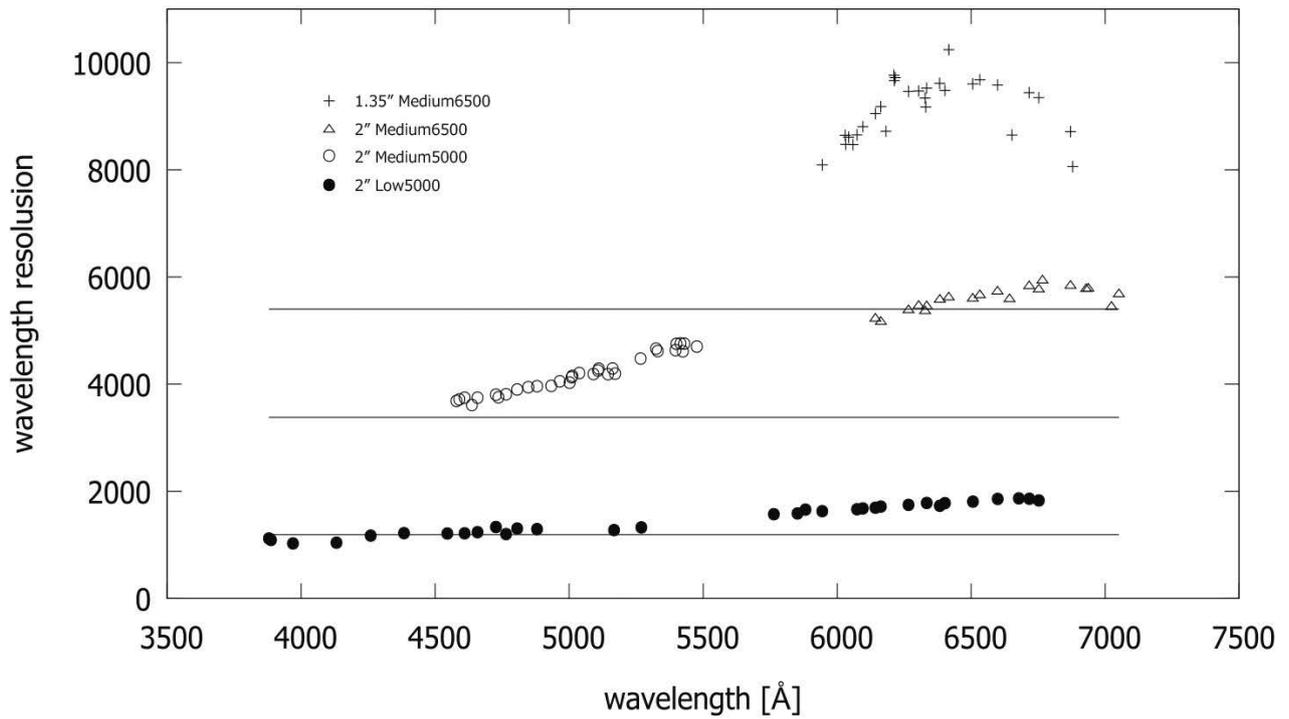


Fig.1 波長分解能の実測値

Tab.1 2" スリットにおける分解能の設計値と実測値, および波長範囲

グレーティング	低分散	中分散 5000	中分散 6500
設計値	R ~ 1190	R ~ 3380	R ~ 3380
実測値	R ~ 1190	R ~ 4000	R ~ 5500
ブレース波長における 波長範囲 (Å)	3697 (3090-6787Å)	1012 (4549-5561Å)	933 (6121-7054Å)

Tab.2 1.35" スリットにおける分解能の設計値と実測値, および波長範囲

グレーティング	低分散	中分散 5000	中分散 6500
設計値	R ~ 1800	R ~ 5400	R ~ 5400
実測値	未測定	R ~ 9500	未測定
ブレース波長における 波長範囲 (Å)	未測定	955 (5934-6889Å)	未測定

# ひとみ望遠鏡中分散分光器での低分散モード試験観測

松下真人, 溝口小扶里, 長谷川哲郎, 土佐誠

## Test Observations in Low-dispersion mode of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope

MATSUSHITA Masato, MIZOGUCHI Sahori, HASEGAWA Tetsurou, TOSA Makoto

### 要約

ひとみ望遠鏡中分散分光器における基礎データ取得のため、2" スリットの低分散モードで中心波長を 5000Å に設定し、恒星の分光試験観測を行った。本観測により、スペクトル型の違いによるピーク波長の違いを確認した。また、恒星スペクトルに見られる吸収線を同定し、吸収をもたらす原子や分子およびイオンの違いを確認した。

### Abstract

We observed bright-stars to obtain the basic data of Low-dispersion mode of Medium-dispersion Spectrograph mounted on the HITOMI Telescope. We confirmed that the peak wavelength shift of the spectrum intensity due to the difference of spectral type, and identified atoms, molecules and ions which leads to absorption.

### 1. はじめに

恒星の色の違いは、その表面温度の違いを反映している。恒星は黒体放射で近似できる連続光を放射しており、表面温度によってスペクトル強度分布のピーク波長が変化する。また、スペクトル型に応じて吸収線の現れ方に特徴がある。

本観測では、スペクトル型の違いによるピーク波長の違いを確認するとともに、恒星のスペクトルに見られる吸収線を同定し、吸収をもたらす原子や分子およびイオンの違いを確認する。また、既知の恒星スペクトルを観測することにより、ひとみ望遠鏡における分光観測の基礎データと位置付ける。

Tab.1 恒星のスペクトル型における吸収の特徴

O	電離ヘリウム、高電離の酸素、窒素、炭素等の吸収線がある。
B	水素吸収線が強まり、中性ヘリウム吸収線はこの型で最強。
A	水素吸収線が最強。電離金属吸収線も次第に強くなる。
F	水素吸収線はやや弱まり、カルシウム H、K 線および金属の吸収線が次第に強くなる。
G	H、K 線が強く、水素吸収線は目立たず、G 帯が強まる。
K	H、K 線は強く幅広く、諸種の金属吸収線は重なり合う。紫色部の連続スペクトルは弱い。
M	酸化チタンの暗帯が特徴。
C	炭素、シアンなどの暗帯が著しい。

### 2. 観測装置

ひとみ望遠鏡ナスマス焦点の中分散分光器には、2種類のスリット (1.35" と 2") と3種類のグレーティング (低分散モード: 600本/mm, 中分散モード: 1714本/mm, 1800本/mm) があり、低分散モードでは可視光域のスペクトルを一度に取得することも可能である。

本観測では、恒星の可視光全域でのスペクトル強度分布を把握するため、低分散モードを使用した。

### 3. 処理・解析

スペクトル強度分布を得るために、ダーク処理、フラット処理、比較光源による波長校正に加え、標準星による強度補正を行った。

理想的には、目的天体と標準星とを同時刻に同高度で観測することが望ましいが実際には困難である。本

観測では、アルニタクとミンタカ、R Lep においては HR1544 を、その他の恒星においては HR3454 を標準星として強度補正に使用した。その結果を Fig.1 – 10 に示す。

Tab.2 ひとみ望遠鏡中分散分光器の低分散モード設定

口径	1,300 mm
焦点距離	12,699 mm
スリット	W 0.125 x H 35 mm(W 2" x H 9.3')
中心波長	5000Å
観測波長域	3500 – 6800Å
波長分解能	R ~ 1190 @5000Å

#### 4. 議論・考察

観測によって得られたスペクトル強度分布から、スペクトル型の違いによるスペクトル強度のピーク波長がシフトしていることを確認できる。また、各スペクトル型に特徴的な吸収線も同定でき、分光観測における最も基礎的なデータを取得することができた。

HR1544 を標準星とした 3 天体（アルニタク、ミンタカ、R Lep）において、短波長側でスペクトル強度の急上昇あるいは急降下が見られる。これは、HR1544 のダーク処理過程で負の値が出ていたことに起因するものである。今後、ダークノイズの露出時間変化に不安定性がないか評価が必要である。

スペクトル型が同じ A1 のシリウスとカストルでスペクトル分布の相違が見られる。この原因として、シリウスが極端に低高度であったため大気の影響を大きく受けたことと、標準星 HR3454 とシリウスの高度差が大きく強度補正が不適だったことが挙げられる。目的天体に近い標準星で、かつ、目的天体と同高度で観測することで、より正確な強度補正を適用できるであろう。また、大気の影響を少なくするためにも、目的天体と標準星を高高度で観測することが望ましい。

#### <参考文献>

- 国立天文台編 (2014) 理科年表 丸善出版, 114
- Jack Martin (2010) A Spectroscopic Atlas of Bright Stars Springer
- Richard O. Gray and Christopher J. Corbally (2009) STELLAR SPECTRAL CLASSIFICATION Princeton University Press

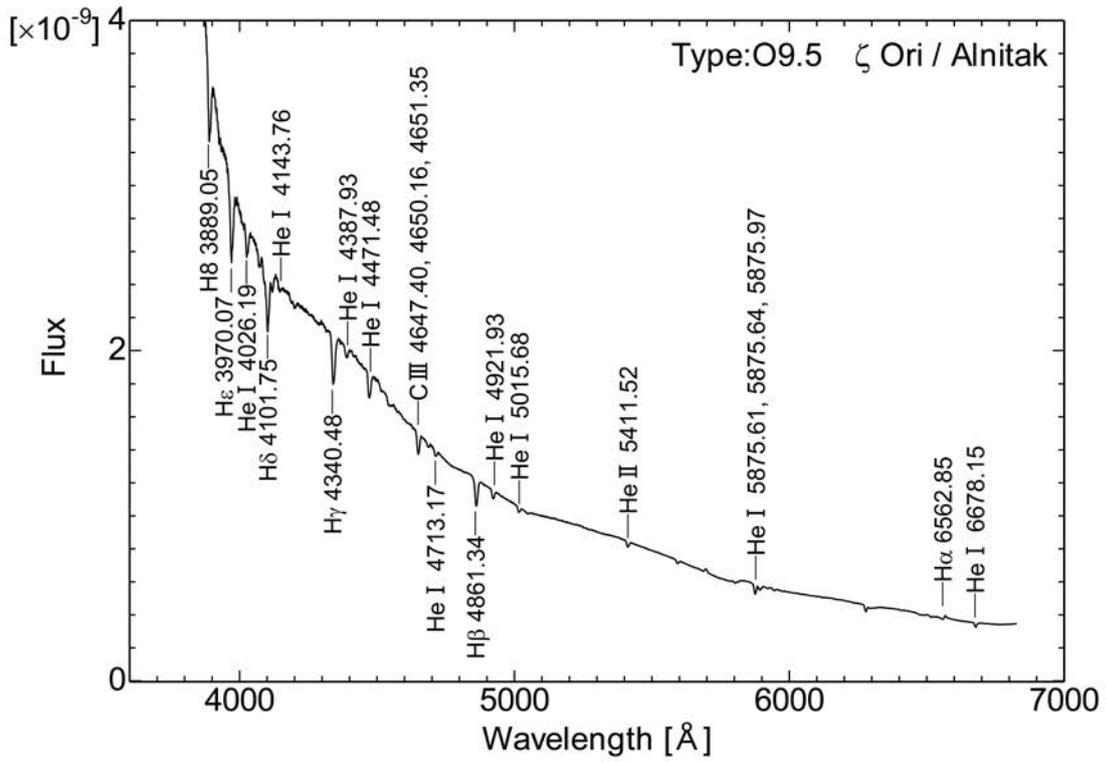


Fig.1 アルニタクのスペクトル

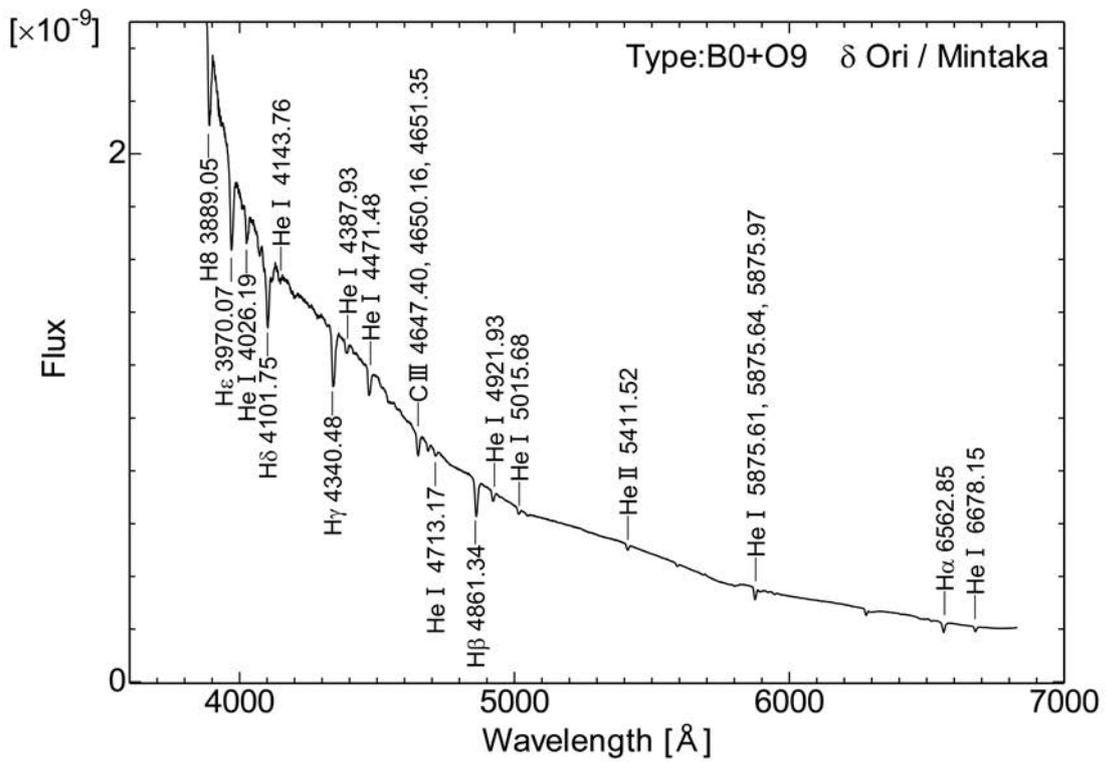


Fig.2 ミンタカのスペクトル

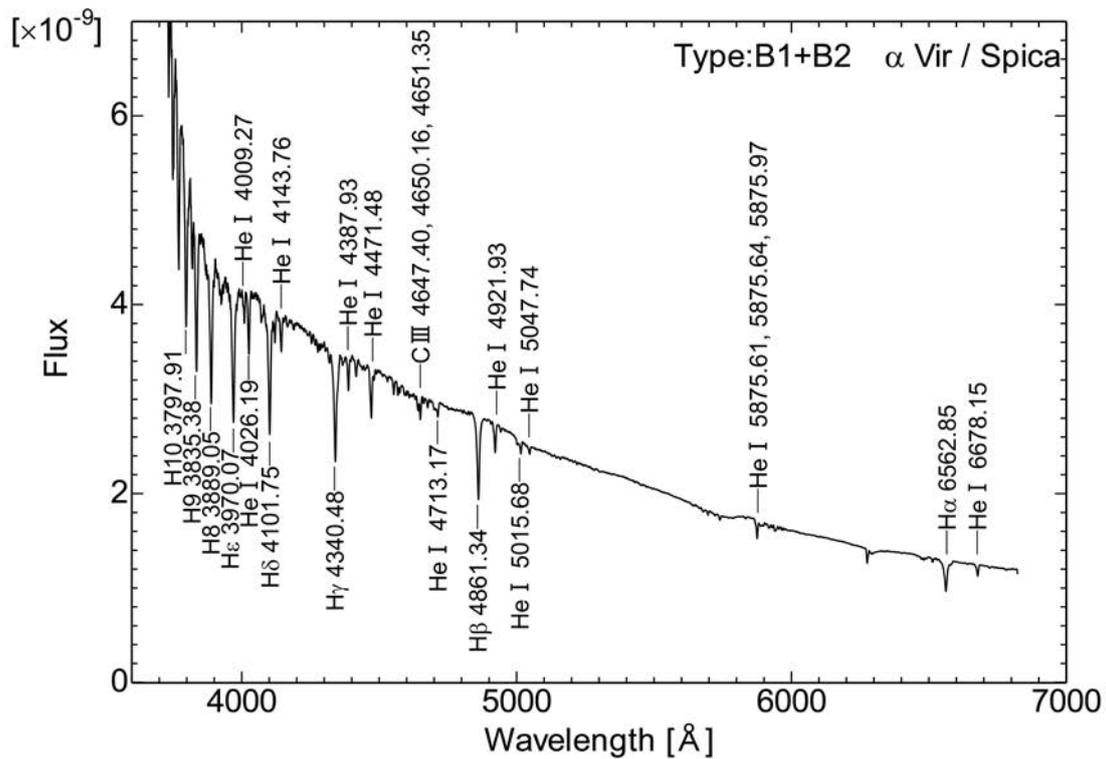


Fig.3 スピカのスペクトル

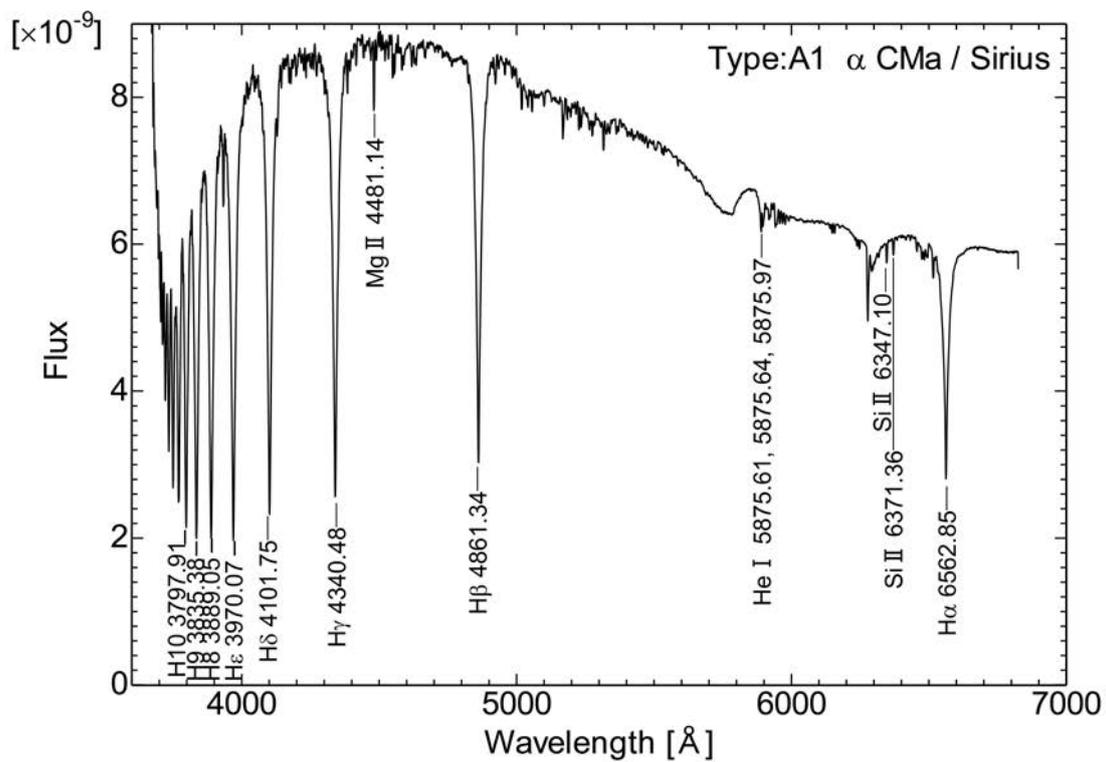


Fig.4 シリウスのスペクトル

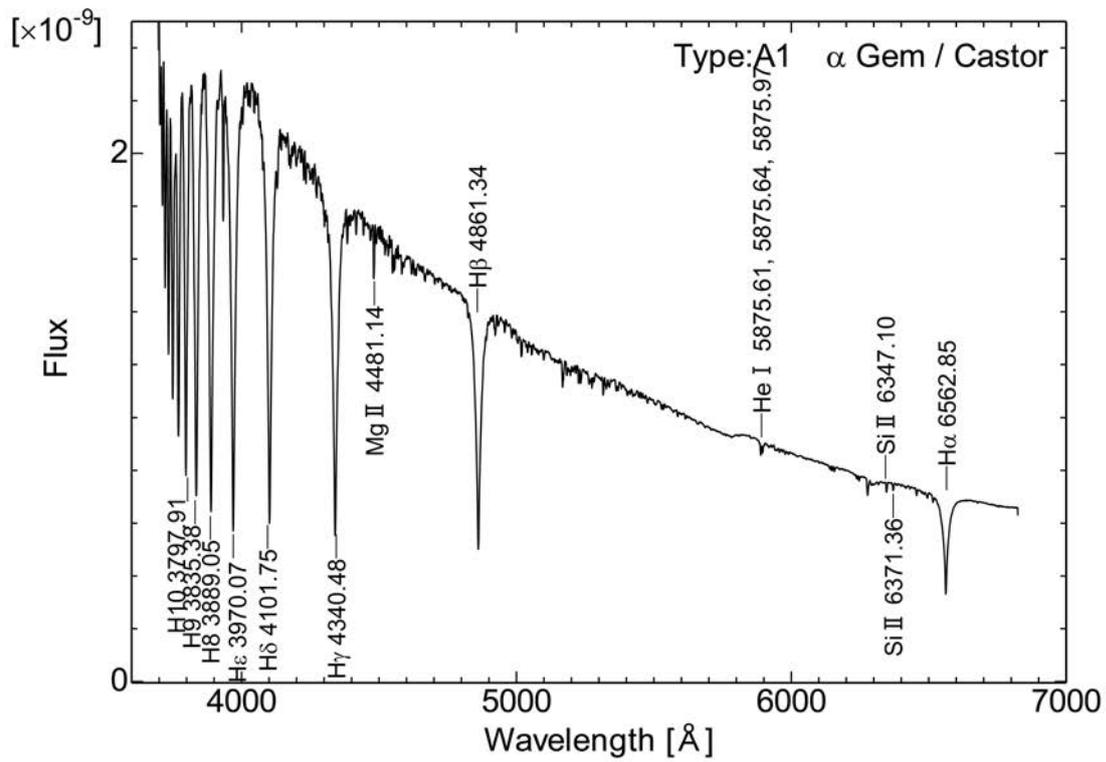


Fig.5 カストルのスペクトル

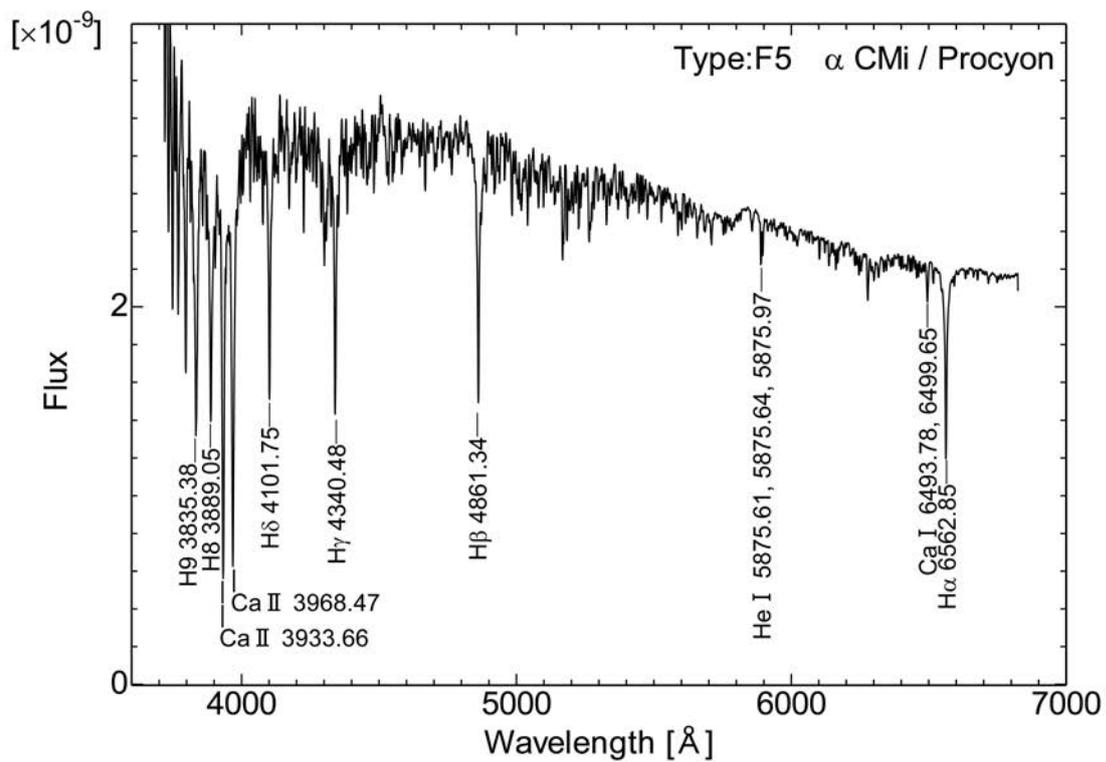


Fig.6 プロキオンのスペクトル

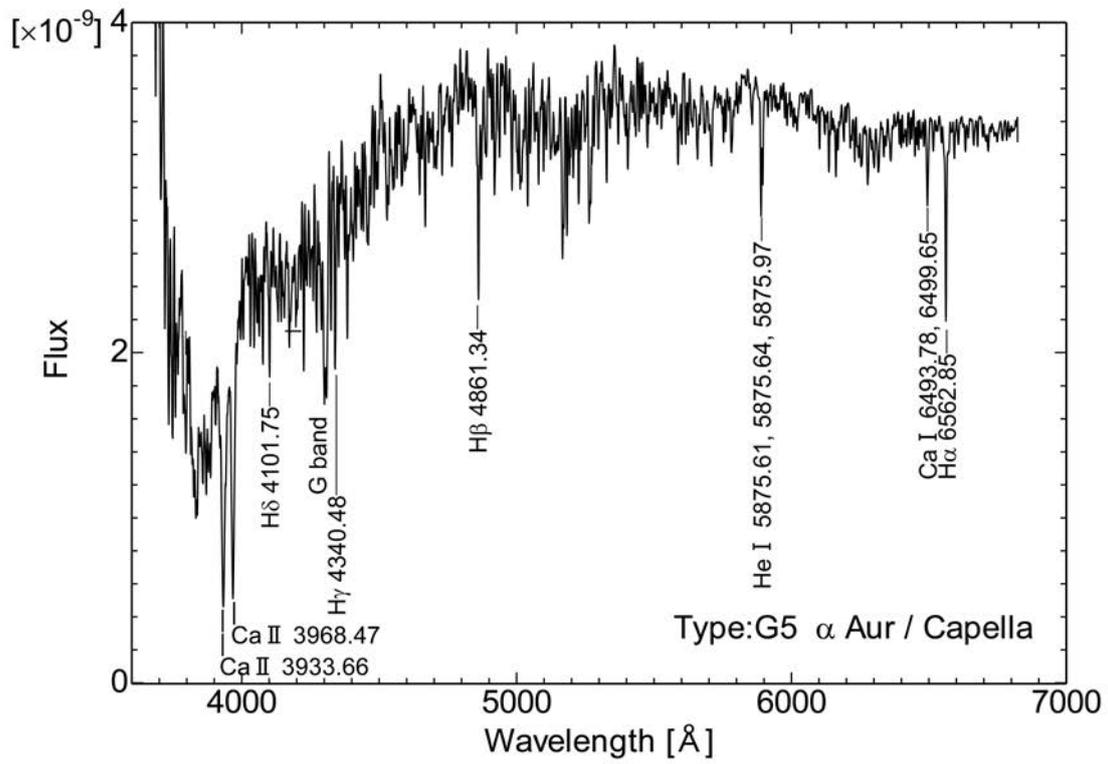


Fig.7 カペラのスペクトル

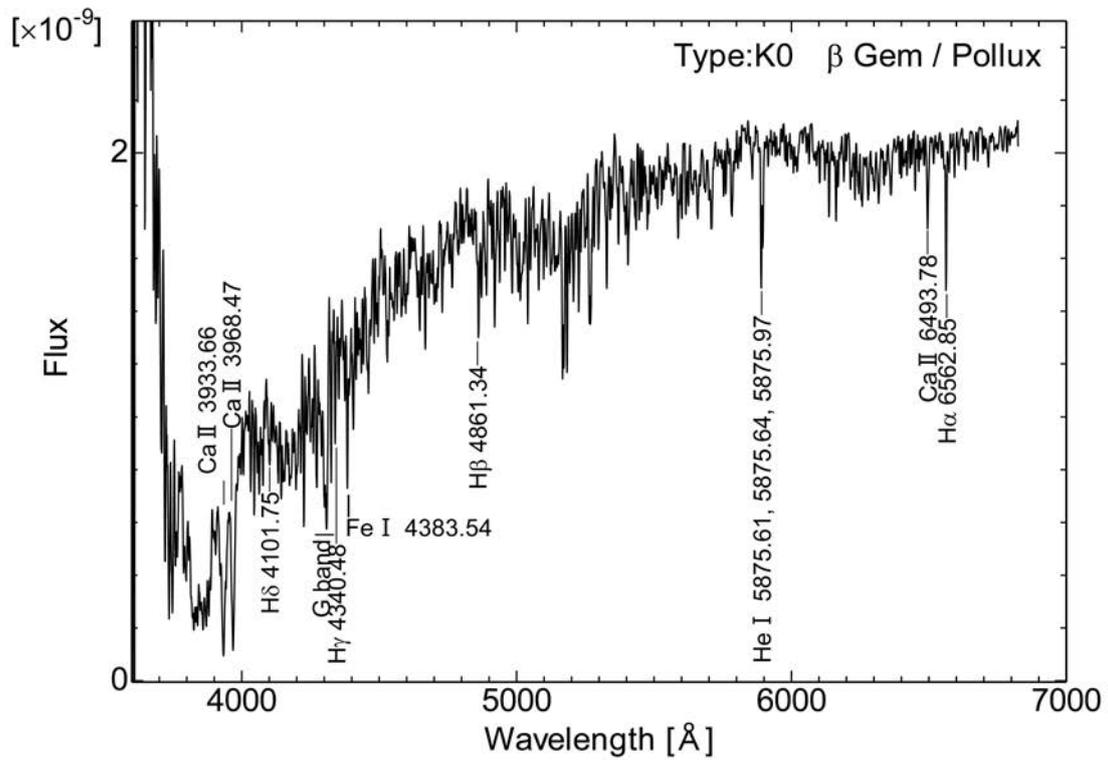


Fig.8 ポルクスのスペクトル

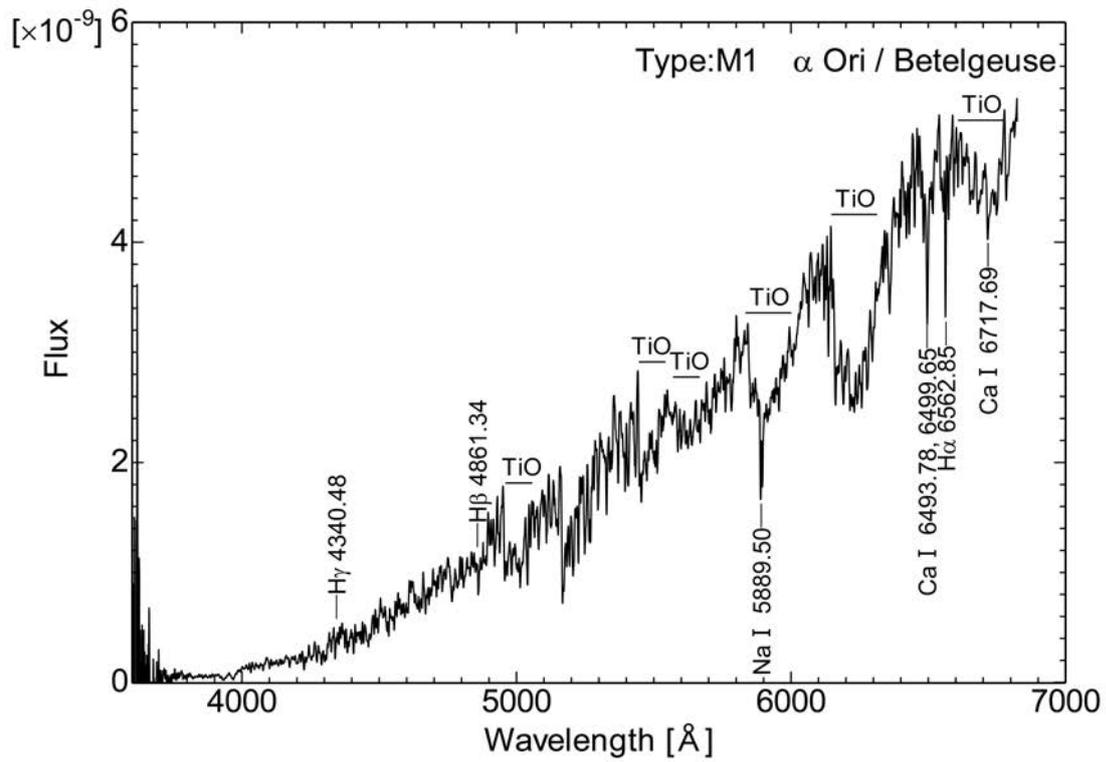


Fig.9 ベテルギウスのスペクトル

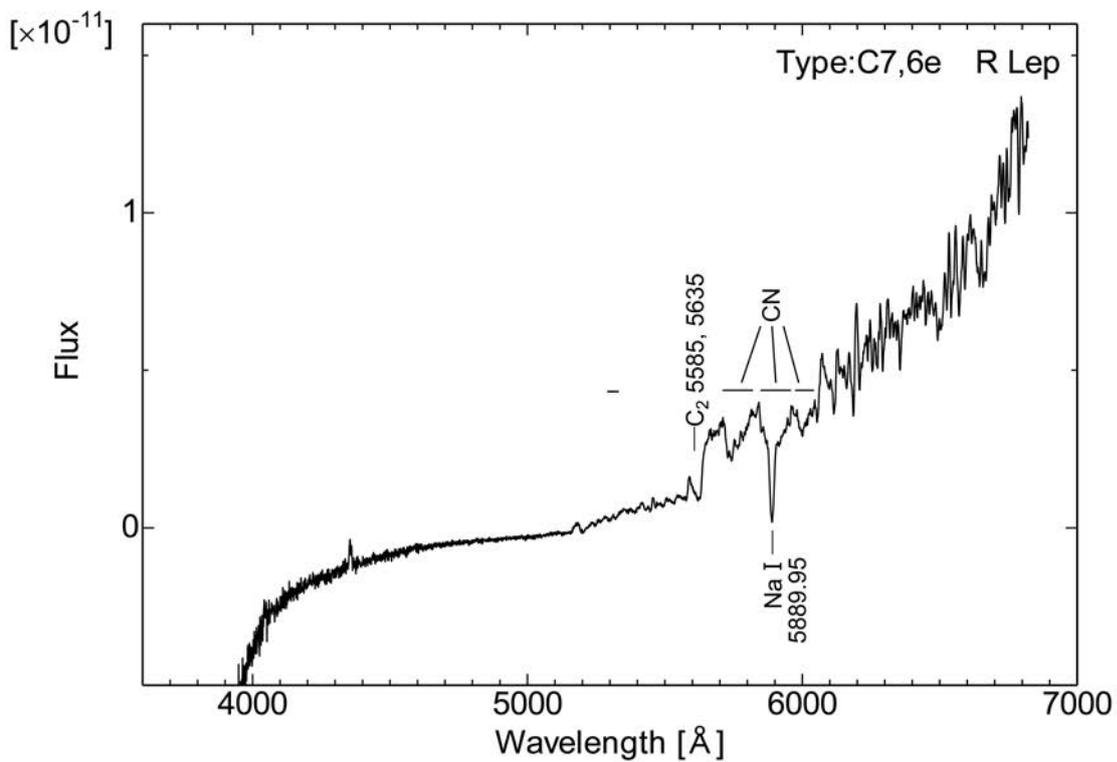


Fig.10 R Lep のスペクトル

# ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの性能評価

溝口小扶里, 松下真人, 長谷川哲郎, 土佐誠, 岩崎仁美 (東北大学)

## The performance assessment of imaging CCD camera mounted on the HITOMI Telescope

MIZOGUCHI Sahori, MATSUSHITA Masato, HASEGAWA Tetsurou, TOSA Makoto, IWASAKI Hitomi (Tohoku University)

### 要約

我々は、ひとみ望遠鏡に搭載されている撮像用 CCD カメラの性能評価を行った。このカメラは、2枚のチップでできたモザイクカメラである。チップごとに評価を行った結果、リニアリティは Chip1, Chip2 とともに約 60,000[ADU] まで保たれていることがわかった。また、ゲインは Chip1 : 2.87[e-/ADU], Chip2 : 2.73[e-/ADU], リードアウトノイズは Chip1 : 42.96[e-], Chip2 : 32.54[e-] という値が得られた。

### Abstract

We present the results of the performance test of the HITOMO telescope CCD camera for capturing images. This camera is a mosaic camera configured in two chips. The evaluated linearity limit is ~60,000[ADU] for Chip1 and Chip2. The gain of Chip1: 2.87 [e-/ADU], Chip2: 2.73 [e-/ADU] and the readout noise of Chip1: 42.96 [e-] and Chip2: 32.54 [e-] are obtained.

## 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 カメラが常時設置されている。2枚のチップで構成されたモザイクカメラで、広視野を覆うことができる。2008年に搭載されて以来、CCD 自体の性能評価がされてこなかったため、改めて評価を行った。

## 2. 観測装置

Tab.1 撮像用 CCD カメラ仕様

CCD チップ	E2V CCD44-82 x 2 枚
ピクセル数	2048(H) x 4096(V) x 2 枚
ピクセルサイズ	15 x 15 $\mu$ m
センサーサイズ	30.7 x 61.4 mm x 2 枚
最低露出時間	4 秒
オーバーヘッド	約 30 秒
視野	32.6' x 32.6'
ピクセルスケール	0.48"
冷却方法	ヘリウムガス冷却
フィルター	U,B,V,R,I,C2,C2c,C3,CO+,H2O,H2Oc
リードアウトノイズ	2.5e- at 20kHz

## 3. リニアリティ

### 3.1 評価方法

2014年6月19日にフラット、ダーク画像（露出時間 4 – 60 秒）を取得し、天文画像処理ソフト IRAF を使用して解析を行った。各画像の平均値をとってグラフ化して近似線を引き、近似線とのずれを計算した。

### 3.2 結果

結果を Fig.1 – 4 に示す。どちらのチップも約 60,000 [ADU] までは良好であることがわかった。

## 4. ゲイン・リードアウトノイズ

### 4.1 評価方法

リニアリティと同様のデータを使用した。2枚のフラット画像の差をとり、カウントと分散のグラフを作成して、その近似線の傾きと切片の値から、ゲインとリードアウトノイズを算出した。

### 4.2 結果

結果を Fig.5・6 に示す。Chip1 のゲインは 2.87

[e-/ADU], Chip2 のゲインは 2.73 [e-/ADU] と求められた。また、リードアウトノイズは Chip1 が 42.96 [e-], Chip2 が 32.54 [e-] となった。リードアウトノイズに関しては、設計値の 2.5 [e-] よりもかなり大きいことがわかり、今後測光精度への影響等を考える必要がある。

## 5. ディストーション

### 5.1 評価方法

2014年3月3日に撮影した散開星団 M35 の画像を使い、カタログ値と実際に写っている天体の位置を比べ、カタログ値からのずれを求めた。カタログは USNO\_B を使用し、各チップを 4x8 分割してずれを計算した。また、ずれを補正する式を求めて、天体の位置を補正できるスクリプトを作成した。

さらに、Chip1 と Chip2 にあいている隙間の大きさを求め、正確に 2 枚を合成できるスクリプトも作成した。

### 5.2 結果

チップの端にいくほど位置のずれは大きくなることがわかった。(Fig.7) しかし、視野中心のずれは小さくなく、カメラが約 30 分角もの広い視野を持っていることを考慮すれば、やむを得ない程度のずれと考えられる。

また、CCD のチップの隙間の大きさは、赤経方向に 99.78423 ピクセル、赤緯方向に 2.01660 ピクセルであることがわかった。

## 6. まとめ

Tab.2 評価結果のまとめ

	Chip1	Chip2
リニアリティ	~ 60,000ADU	~ 60,000ADU
ゲイン	2.87e-/ADU	2.73e-/ADU
リードアウトノイズ	42.96e-	32.54e-

Tab.3 チップ間の大きさ

	赤経方向	赤緯方向
チップ間 (ピクセル)	99.78	2.02

Chip1, 2 とともにリニアリティ、ゲイン、リードアウトノイズなどの基礎的なデータを求めることができた。

## 7. 今後の課題

これまでの観測により、冷却 CCD の温度は約マイナス 70 度以下に常に保たれているにも関わらず、ダークの値にばらつきが見られている。今後は季節ごとにダークの評価を行う。また、実際に天体を撮影しながら、測光精度などの性能も評価していく。

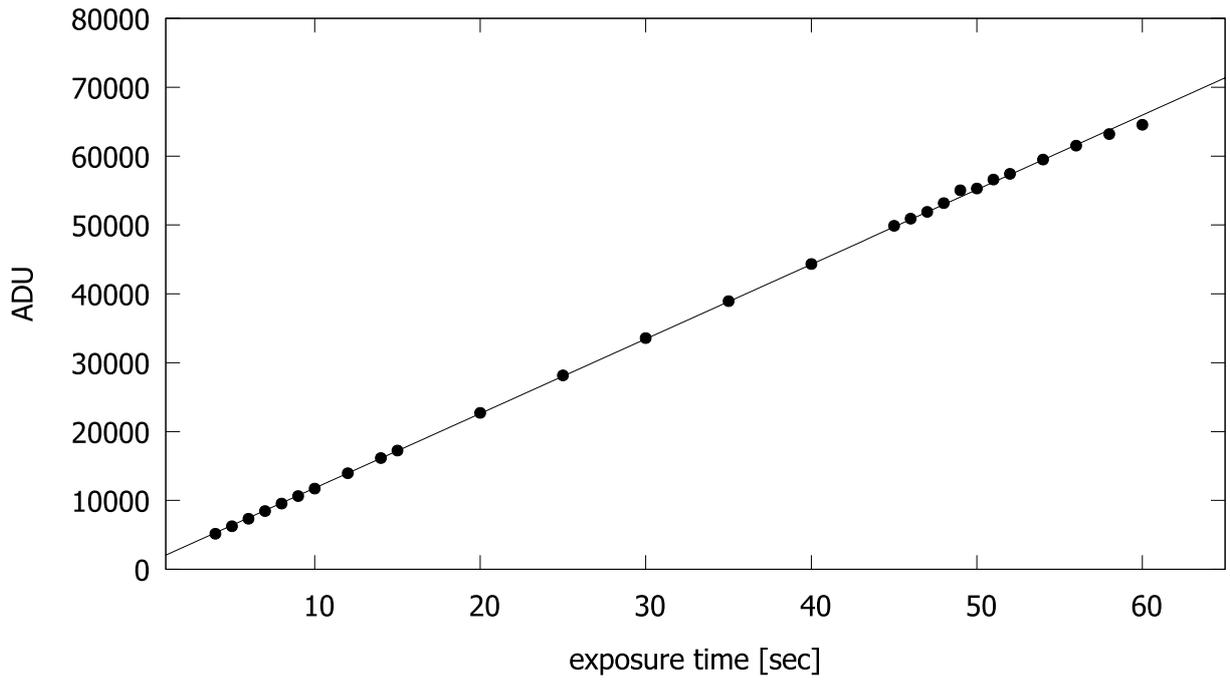


Fig.1 リニアリティ (Chip1)

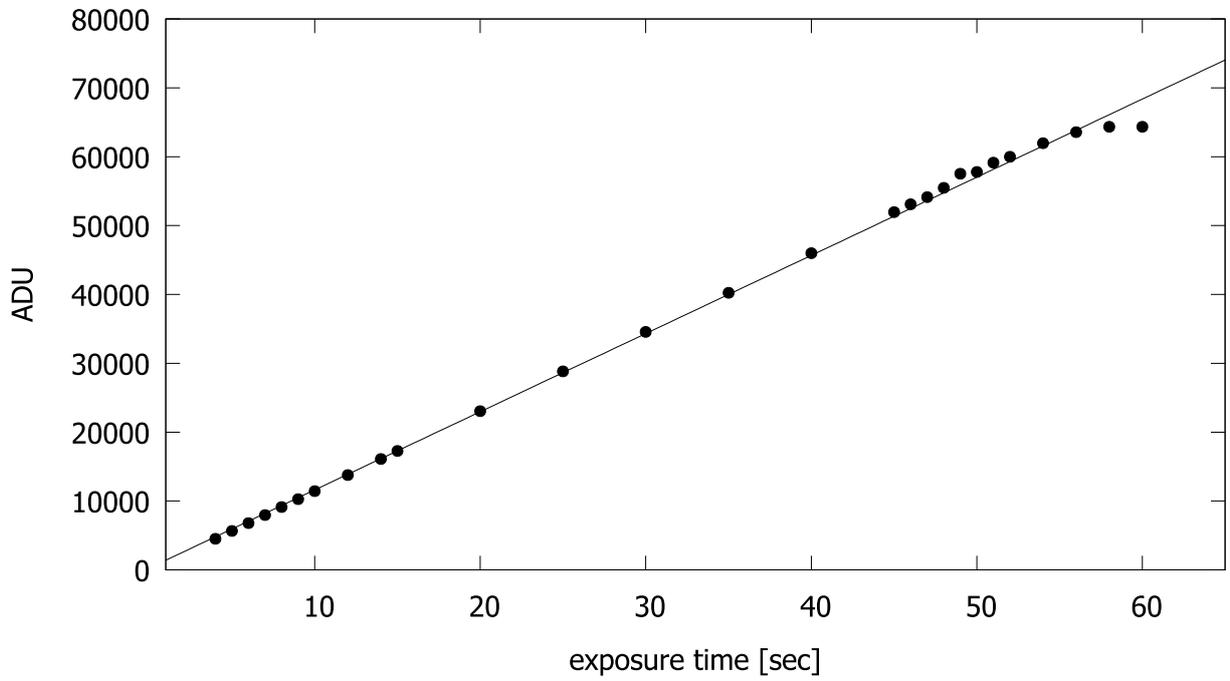


Fig.2 リニアリティ (Chip2)

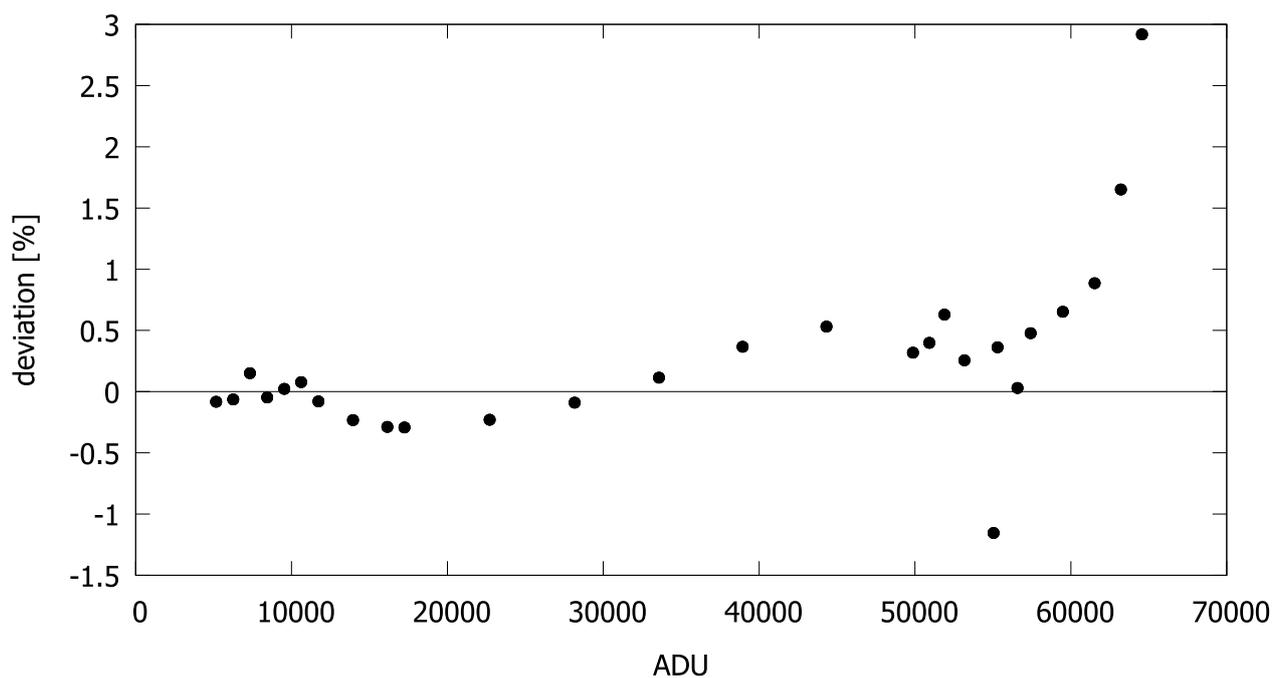


Fig.3 リニアリティの近似線からのばらつき (Chip1)

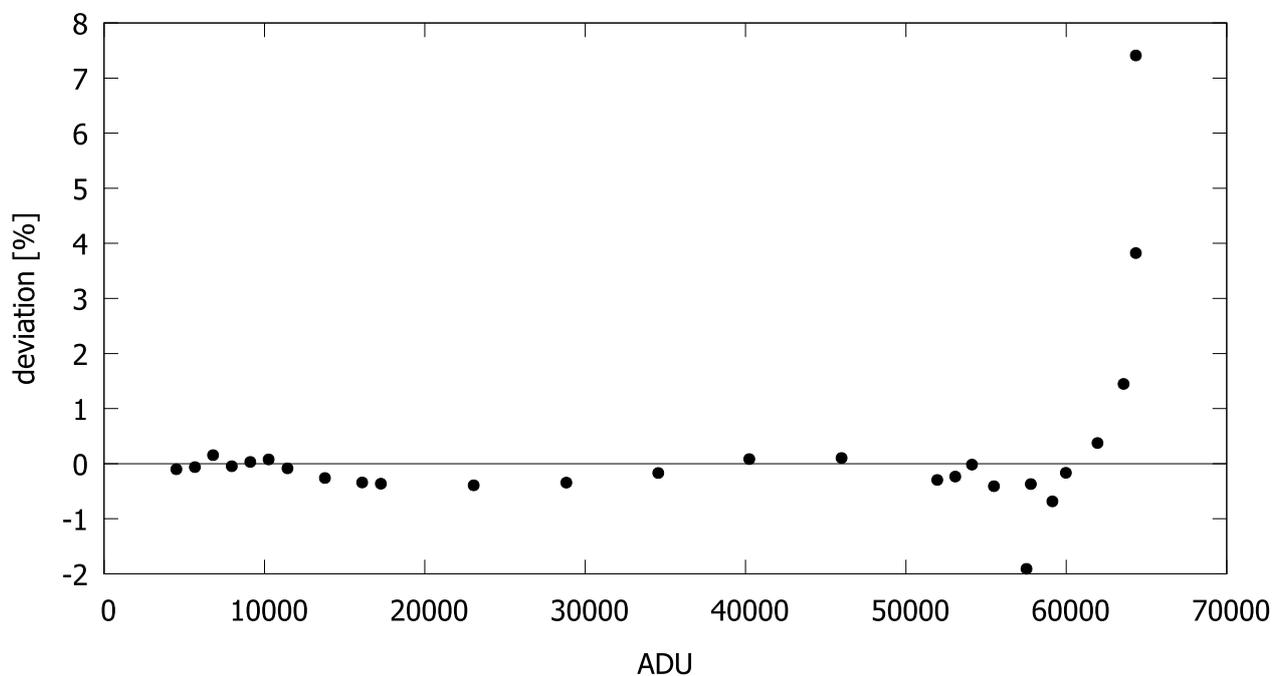


Fig.4 リニアリティの近似線からのばらつき (Chip2)

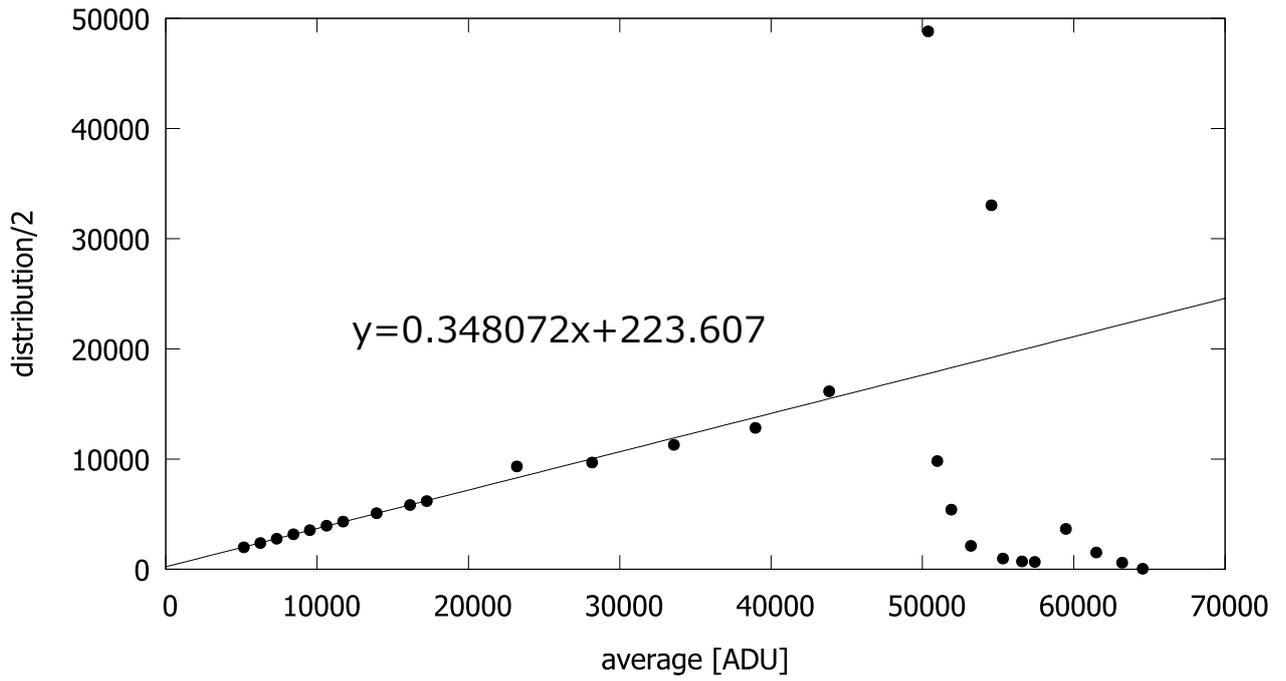


Fig.5 カウントと分散 (Chip1)

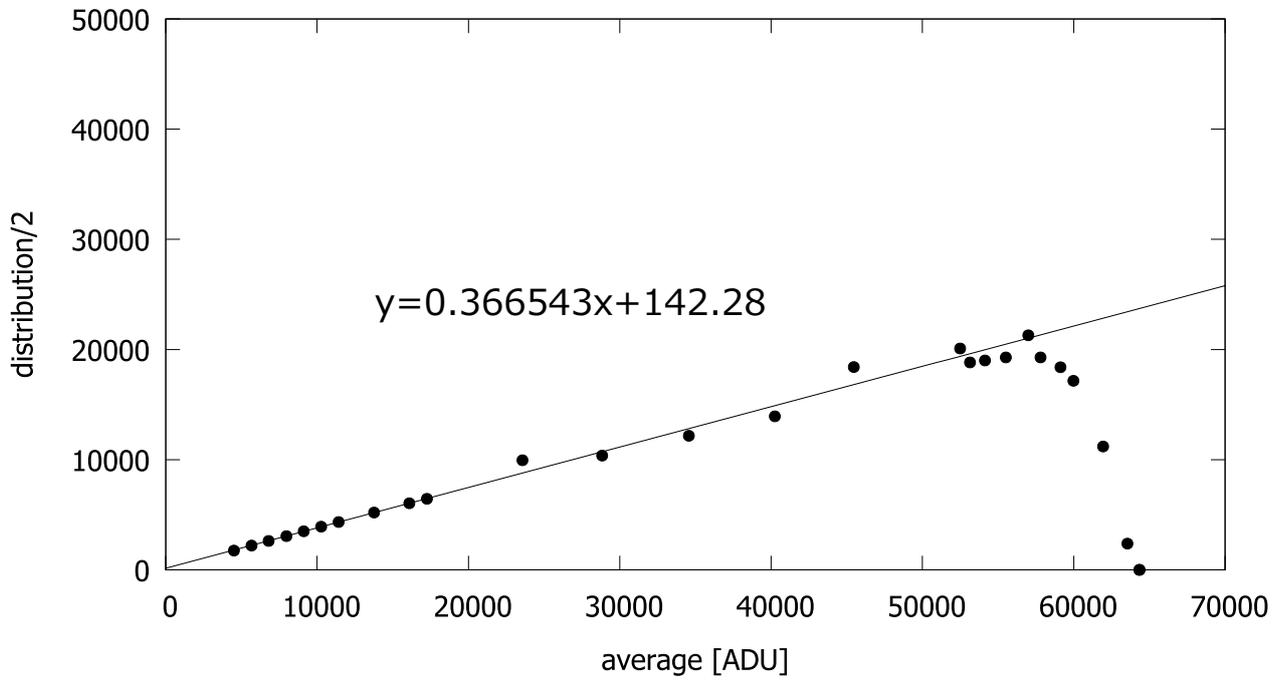


Fig.6 カウントと分散 (Chip2)

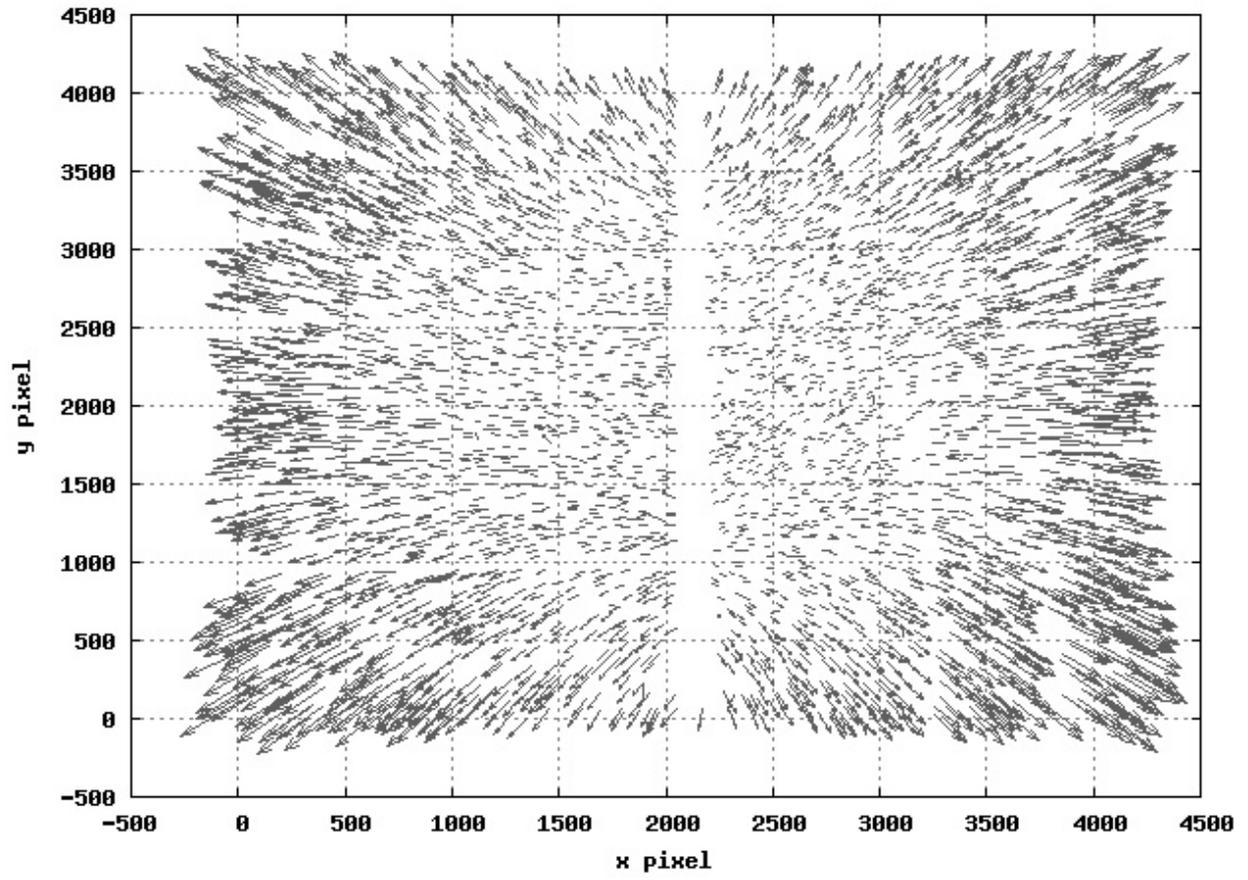


Fig.7 光学系の収差 (見やすいように矢印は5倍の長さにしてある)

# ひとみ望遠鏡撮像用 CCD カメラの限界等級

溝口小扶里, 松下真人, 長谷川哲郎, 土佐誠

## The measured limiting magnitude of imaging CCD camera mounted on the HITOMI Telescope

MIZOGUCHI Sahori, MATSUSHITA Masato, HASEGAWA Tetsurou, TOSA Makoto

### 要約

我々は、ひとみ望遠鏡で M67 を撮影し、撮像用 CCD カメラの限界等級を求めた。その結果、限界等級は B (Chip1) = 18.05[mag], V(Chip1)=18.16[mag], R(Chip1)=18.85[mag], I(Chip1)=17.99[mag], B (Chip2) = 18.49[mag], V(Chip2)=17.82[mag], R(Chip2)=18.85[mag], I(Chip2)=18.07[mag] であった。

今回の測定では、300 秒積分の画像を使用し、S/N 比 = 10 となるときの等級を限界等級とした。

### Abstract

We measured limiting magnitudes of the HITOMI Telescope CCD camera for capturing images with observing M67. The limiting magnitudes (Chip1) of B=18.05[mag], V=18.16[mag], R=18.85[mag], I=17.99[mag] and The limiting magnitudes(Chip2) of B=18.49[mag], V=17.82[mag], R=18.85[mag], I=18.07[mag] were derived from images obtained with a 300sec integration. We define the limiting magnitudes as those which give the signal-to-noise ratio of 10.

## 1. はじめに

ひとみ望遠鏡のカセグレン焦点に設置されている撮像用 CCD カメラには、U, B, V, R, I, C<sub>2</sub>, C<sub>2c</sub>, C<sub>3</sub>, CO+, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>c</sub> の 11 種類のフィルターが備え付けられている。今回は、そのフィルターの中でも使用頻度が高い B,V,R,I について、散開星団 M67 を使って限界等級の調査を行った。

## 2. 観測

2015 年 1 月 13 日に散開星団 M67 を B,V,R,I フィルターを使って露出時間 60 秒で撮影した。同じ星が Chip1,2 ともに撮影できるように、視野をずらした 2 パターン撮影を行った。このとき、大気の影響が少なくなるよう、高度 45 度以上で撮影を行った。

## 3. 処理・解析

### 3.1 測光対象

冷却 CCD に写っている M67 の星の中から、Chevalier&Ilovaisky(1991), Gliliiland et al. (1991) に等級が記載されているものを選び出し、B,V バンドでは 47 個、R,I バンドでは 52 個を測光した。(Fig.1)



Fig.1 測光に使用した天体

### 3.2 測光方法

天体画像処理ソフト IRAF を使って、各フィルター 5 枚を位置合わせしてから中間値を使って合成し、

aperture photometry で測光を行った。

aperture の範囲は fwhm (半値幅) ×2.5 とし、sky 領域は aperture + 2 の値から 2 ピクセルとした。大気補正は今回は行っていない。

### 3.3 解析方法

フィルターごとに測光した機械等級から Chevalier&llovaisky(1991) と Gilliland et al. (1991) にある値を使って等級を求めた。また、測光したときの MERR の値を使って、log (S/N) を求め、等級とのグラフを作成し、log (S/N) = 1 (S/N 比 = 10) となるときに等級を限界等級として算出した。

## 4. 結果

B (Chip1) = 18.07[mag], V(Chip1)=18.16[mag], R(Chip1)=18.85[mag],I(Chip1)=17.99[mag], B(Chip2) = 18.48[mag], V(Chip2)=17.89[mag], R(Chip2)=18.85[mag], I(Chip2)=18.07[mag] となった。(Fig.2-9)

## 5. まとめ

今回の観測から、使用頻度の高いフィルターの限界等級を求めることができた。また、同時にシーイングを測定すると、かなり悪いことが分かった。今回のシーイングの値は 5 枚の画像を合成したものを測定しているので、その影響もあるかもしれないが、シーイングがより良ければ、限界等級がさらに深くなる可能性がある。

今回の結果を一つの目安とし、今後観測を行いながら確認していきたい。

## <参考文献>

- Chevalier,C & llovaisky,S.A. (1991) Cousins BVRI CCD photometry of stars int the M67 "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 M67 , AJ, 101,541
- Montgomery,K.A. ,Marschall,L.A. & Janes,K.A. (1993) CCD PHOTOMETRY OF THE OLD OPEN CLUSTAR M67 ,AJ, 106,181
- 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 第 17 号 4-15
- 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 第 21 号 13-42
- 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 2013 年度 兵庫県立大学 天文科学センター 紀要 第 1 号 17-22

Tab.1 限界等級一覧 (300 秒積分, S/N=10)

フィルター	Chip1	Chip2
B (Johnson)	18.07±0.03 (seeing=5.5arcsec)	18.48±0.04 (seeing=4.9arcsec)
V (Johnson)	18.16±0.04 (seeing=4.7arcsec)	17.89±0.10 (seeing=4.7arcsec)
R (Kron-Cousins)	18.85±0.07 (seeing=4.7arcsec)	18.85±0.09 (seeing=4.9arcsec)
I (Kron-Cousins)	17.99±0.05 (seeing=4.8arcsec)	18.07±0.04 (seeing=4.7arcsec)

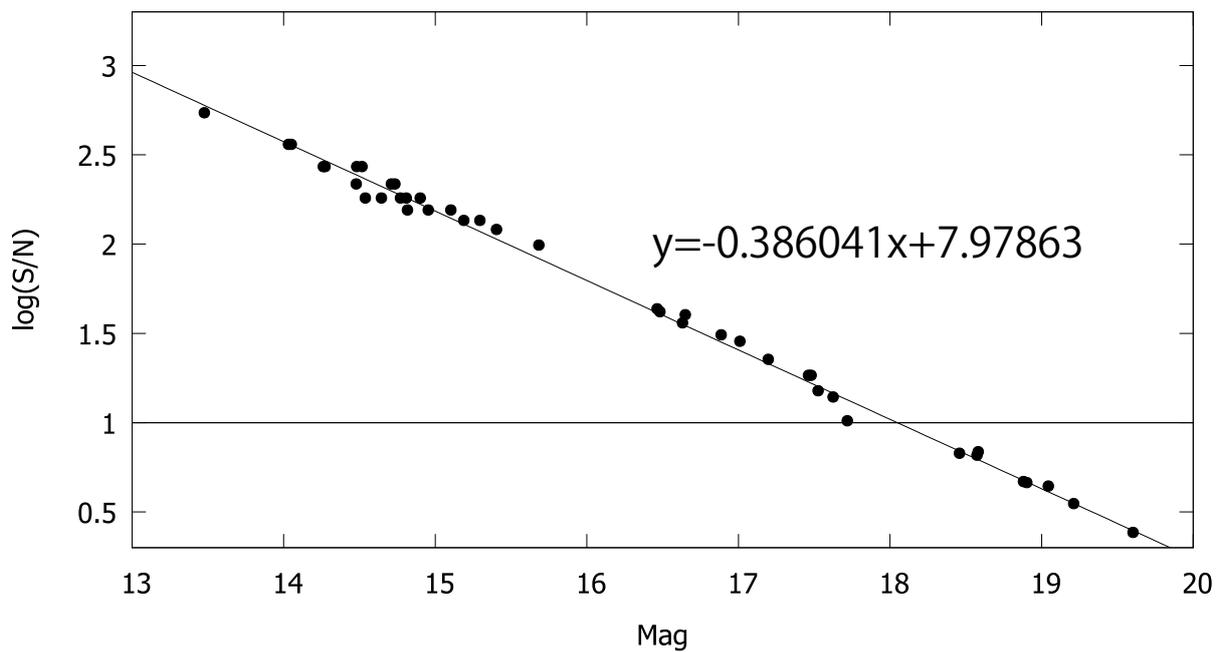


Fig.2 Bバンドにおける限界等級 (Chip1)

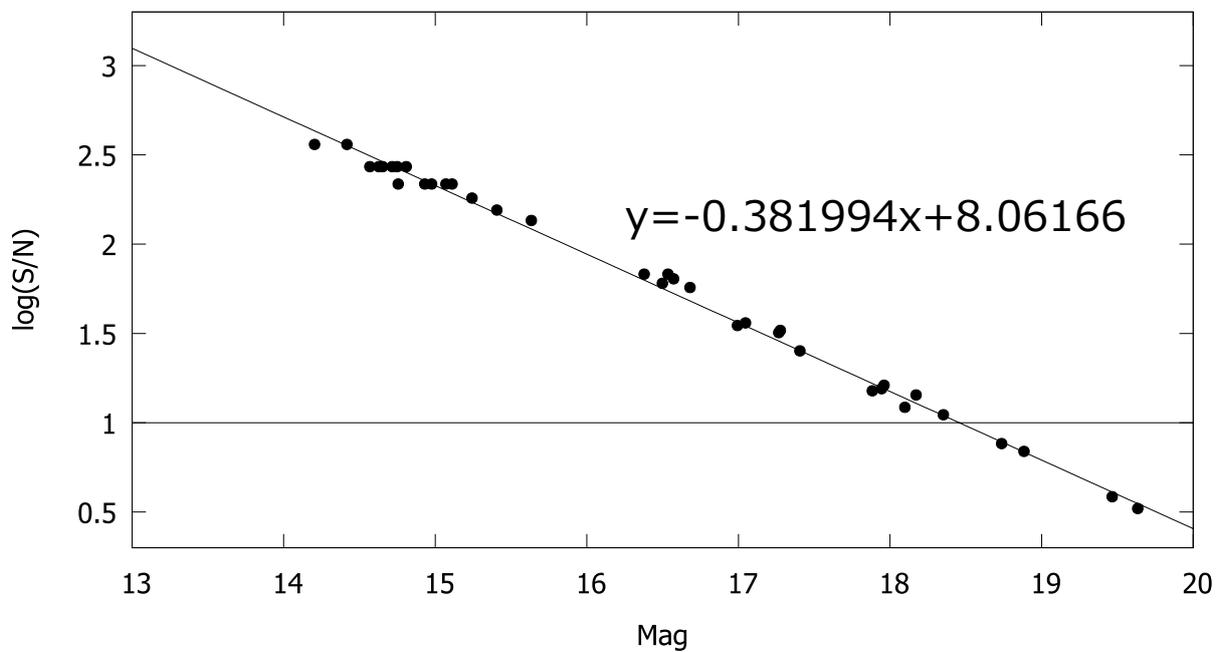


Fig.3 Bバンドにおける限界等級 (Chip2)

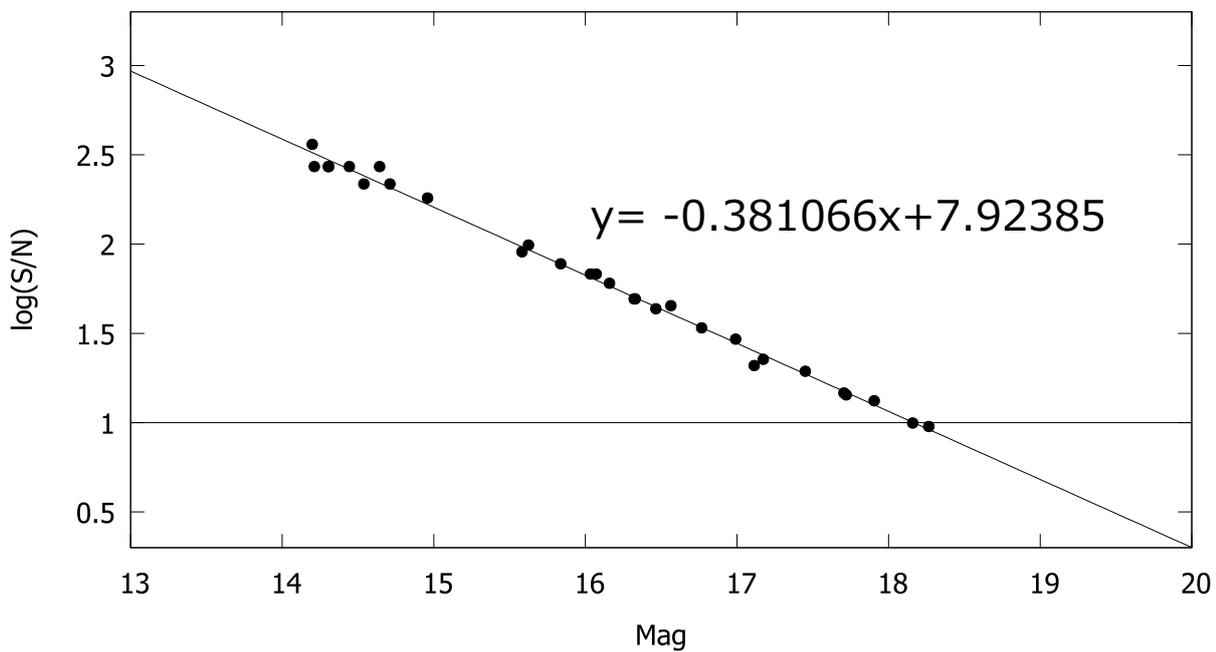


Fig.4 Vバンドにおける限界等級 (Chip1)

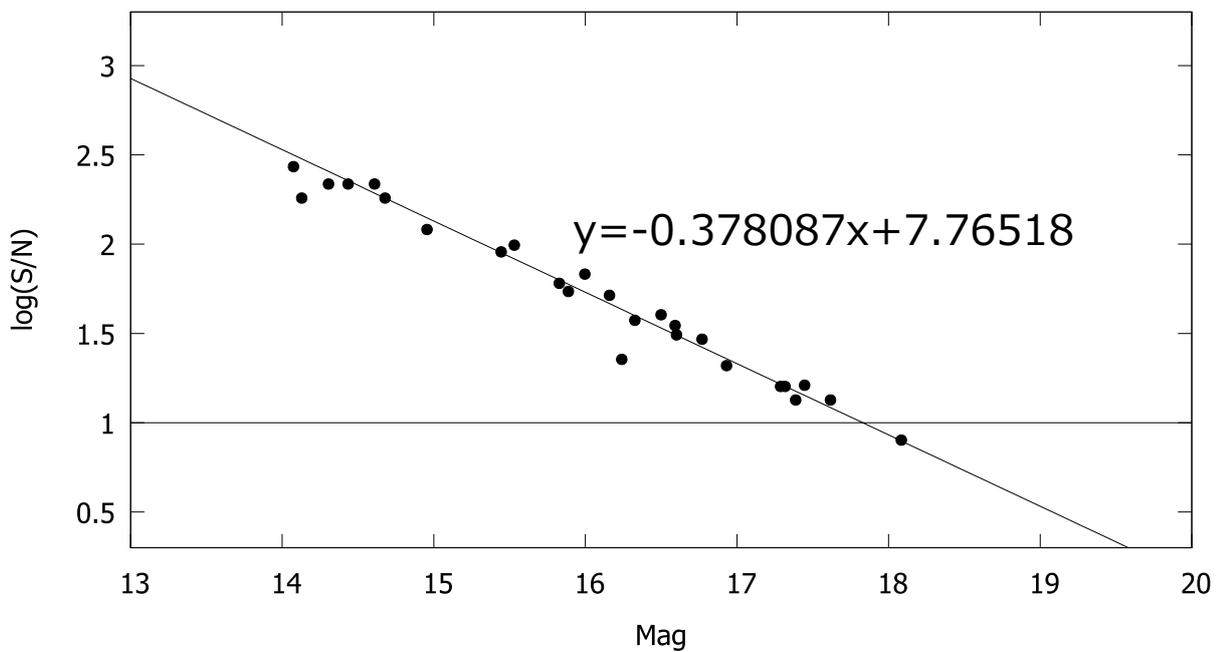


Fig.5 Vバンドにおける限界等級 (Chip2)

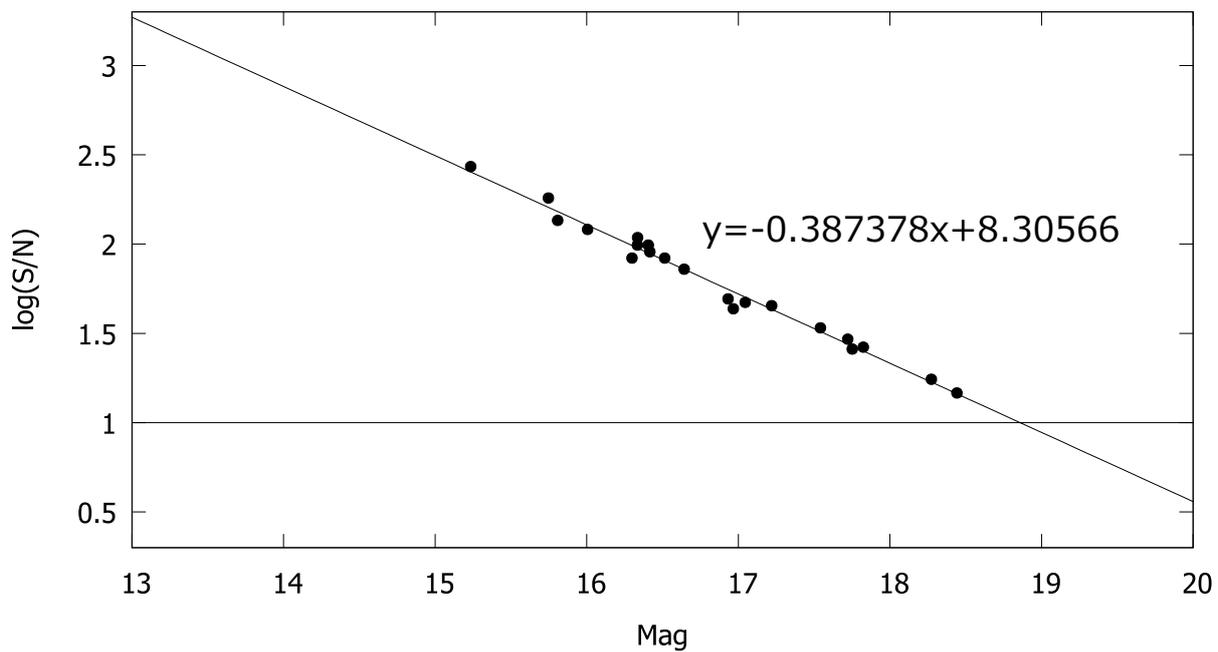


Fig.6 Rバンドにおける限界等級 (Chip1)

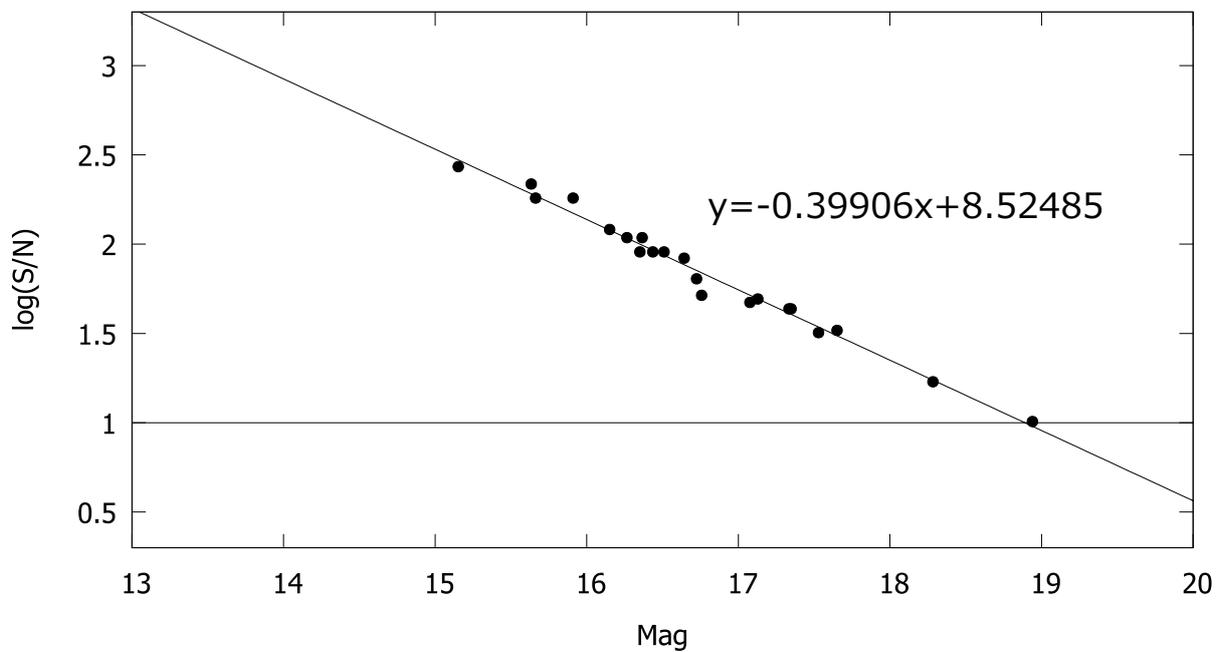


Fig.7 Rバンドにおける限界等級 (Chip2)

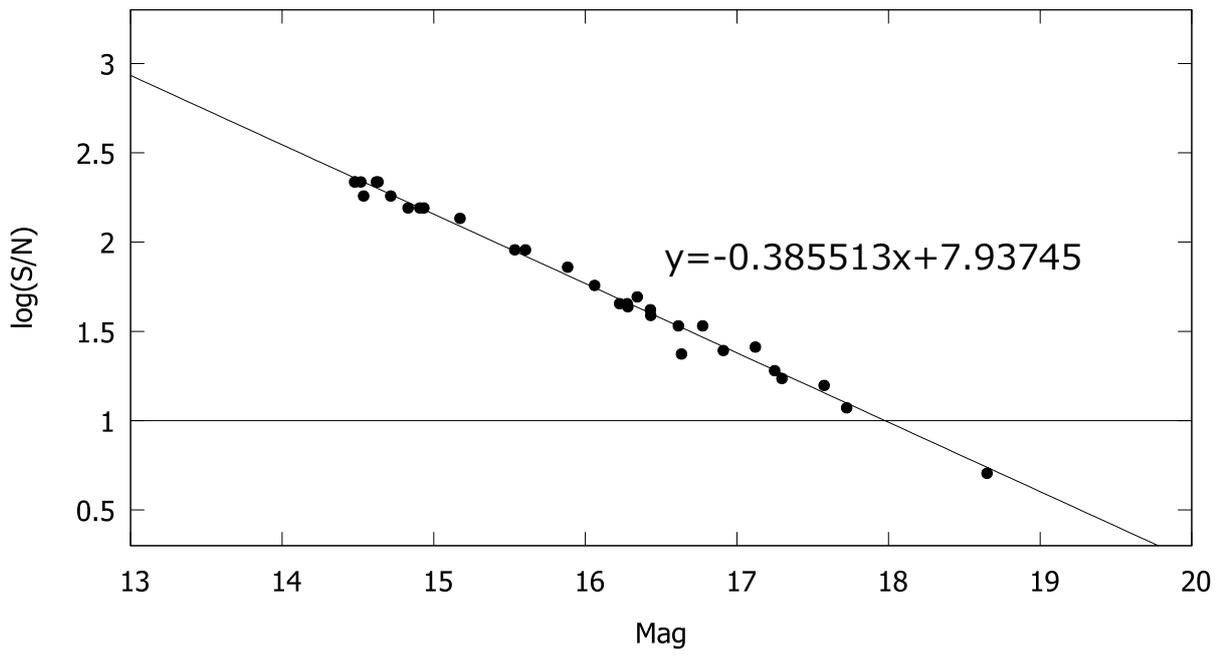


Fig.8 Iバンドにおける限界等級 (Chip1)

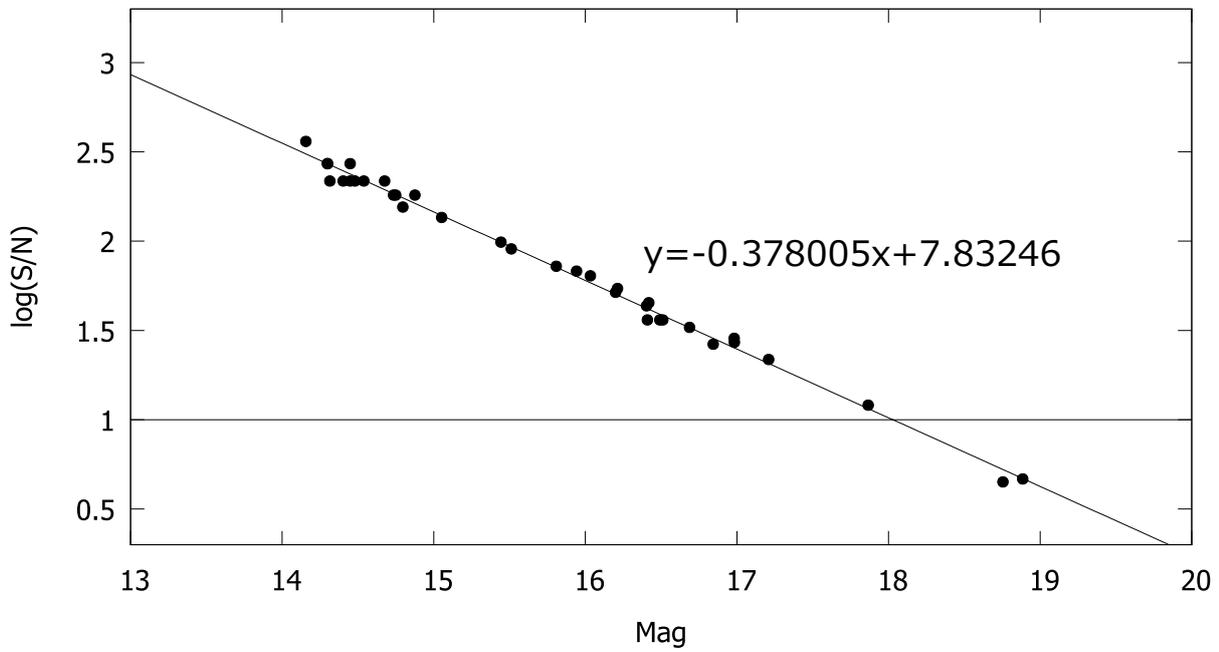


Fig.9 Iバンドにおける限界等級 (Chip2)

# 小学校と天文台の連携による単元まるごと学習の実践

亀谷光

## Practice of learning the whole unit through collaboration Astronomical Observatory and elementary school

KAMEYA Hikaru

### 要約

これまで学校との連携の重要性がたびたび議論されてきた。今回、小学校と天文台が連携し、天文台職員が天文分野の単元全てに関わり、プラネタリウムでの学習を単元計画に加えた実践を行うことで得られる学習効果と定着度についての検証を行った。

### Abstract

So far the importance of cooperation with the school has been frequently discussed. This time, cooperation is elementary and Observatory, Observatory staff involved in any unit of the astronomical field, it was verified for the learning effect the fixing of which is obtained by performing a practical plus learning in Planetarium unit plans.

### 1. はじめに

仙台市天文台では幼稚園・保育所、小学校、中学校、高等学校、特別支援学校を対象として、展示室、望遠鏡、プラネタリウムを使用する「天文台学習」を実施している。特に小学校4年生の校外学習として多く利用していただいている。

平成25年4月に実施された「仙台市標準学力検査小学校第5学年理科」の結果より、「月や星の動き」に関する問題の正答率は、いずれも目標値を下回っていた。しかし、対象となった仙台市内の小学5年生は、ほぼ全員が小学4年生のときに天文台学習を受けている。

本研究では、児童の学力向上を目指し、一度きりの天文台学習ではなく、小学校と天文台が連携することで得られる学習効果と定着度について検証をした。その結果、有益な知見が得られたので報告する。

### 2. 実践と分析方法

#### 2.1 実施の目的

質問紙調査により学校現場と連携し授業及び課外授業を実施することで得られる学習効果と定着度を考察する。また、より良い天文台学習の位置づけとあり方について提案する。

#### 2.2 対象学級及び実施内容

##### (1) 対象学級と実施内容

仙台市内の公立小学校4年生1学級(22名)を対象とした。小学4年生の理科授業における天文に関する単元「夏の星」「月と星の動き」「冬の星」を計6時間学校で授業をし、2時間を天文台で課外授業として実施した。学校での授業は担任教諭と天文台職員の筆者で行い、天文台では授業の進度を踏まえたプラネタリウム投映(課外授業)を筆者が行った。

また、事前にプラネタリウム投映を組み込んだ単元計画案を担当教諭と相談しながら作成し、計画的に授業を進めた。

##### (2) 実施内容詳細

「夏の星」は夏休み前の1時間学校で授業をした。今までに見たことのある星や星座について話し合った。また、星座早見盤の使い方や北斗七星から北極星を探す方法の学習をした。

「月と星の動き」は夏休み後に4時間学校で授業をし、2時間天文台で課外授業として実施した。最初の3時間で「月の動き」について学習し、これまでに見たことのある月の形を発表し、月は動いているのかを確かめる観察をした。さらに、時間が経つと月はどのように動くのかを予想し、観察方法と記録の仕方を学習した。そして、1週間ほど期間を空け、観察した結

果から月がどのように動いて見えたかをまとめた。



Fig.1 月の動きを予想する児童

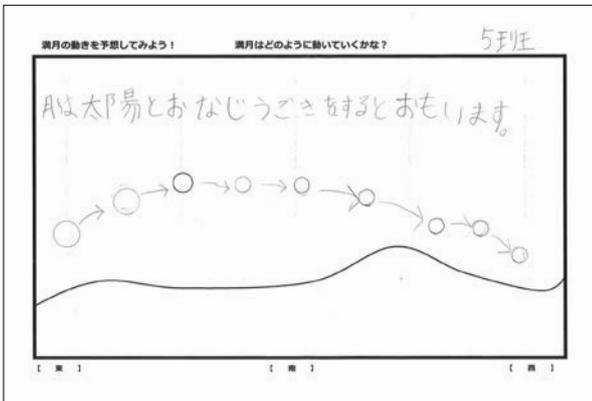


Fig.2 児童が予想した月の動き



Fig.3 プラネタリウム学習の様子

「星の動き」は月の動きをまとめた後に1時間で星の動きはどのようになっているのかを話し合いながら予想した。また、夏休み中に見た星や星座についても思い出し、プラネタリウム学習への意欲を持たせた。

プラネタリウム学習では、星の明るさの違いと色の違いを夏の星空を眺めながら確かめ、星座早見盤を用いて星や星座を自分で探す観察を行った。また、事前

に予想していた星の動きについてもプラネタリウムで時間を早める機能を使い、各方位の星の動きについて観察した。後日、1時間学校で星の動きについてのまとめを行った。

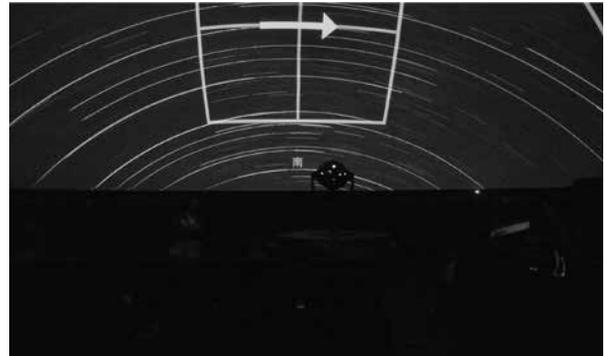


Fig.4 プラネタリウムで星の動きを学習する様子

「冬の星」は冬休み明けに1時間で冬の星や星座について星座早見盤を用いて学習し、星の明るさや色の違いについても復習した。

## 2.3 分析方法

### (1) 質問紙調査の目的と方法

質問紙調査は学習指導要領の内容に則り3問の質問事項 (Fig.5) を用意した。

月や星の質問

番 名前 \_\_\_\_\_

- 星の明るさや色について正しいほうに○をつけましょう。
  - 明るい星はどちらでしょう。(1等星・6等星)
  - 星の色は全部同じでしょうか。(同じ・ちがう)
- 午後5時に南の空に左の図のような形の月が見えました。
 

イ：動かない

ア ← D → エ

↓

イ

①

②

③

④

東 南 西

(1) 1時間後の月の形は①-④のどれでしょう。

(2) 1時間後の月の位置はア-エのどれでしょう。
- 下の図は各方位の星の動きを表したものです。
 

東の空

南の空

西の空

北の空

(1) ( ) に矢印をかきましょう。

(2) 北の空のAの星の名前をかきましょう。

Fig.5 調査票

第1問は、設問が2種類あり、星の明るさや星の色の違いについて選択式で解答する。第2問は、設問が2種類あり、時間の経過とともに月の形や動き方がどのように変化するかを選択式で解答する。第3問は、設問が2種類あり、方位によって星の動きはどのようにになっているのか、北の空の中心となっている星は何かを記述式で解答する。

それぞれ、学習前の知識や学習直後の理解、学習数ヵ月後の知識の定着を確認するため、3問の質問事項は学習前（事前）、学習直後（事後①）、学習3ヵ月後（事後②）の合計3回実施した。3回とも同様の内容とし、質問紙は回収後に児童に対し返却や答え合わせは行わないこととした。

## (2) 結果の分析方法

3問の質問事項における解答の正答率の割合と変移を事前、事後①、事後②の結果から分析し、児童の定着度を検証した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 第1問の結果と考察

Fig.6 は星の明るさの違いについて児童に明るいと思う星を2種類から選択させ、正解した児童の正答率を表したものである。事前では86%の児童が正解していた。事後①と事後②では全員が正解し100%の正答率となった。

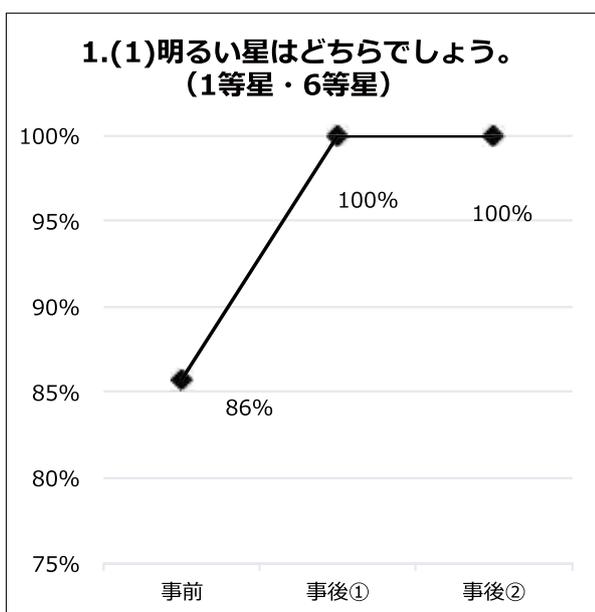


Fig.6 第1問(1) 正答率

同様に Fig.7 は星の色の違いについて星の色は全部同じか違うかを2種類から選択させ、正解した児童

の正答率を表したものである。事前では86%の児童が正解していた。事後①と事後②では全員が正解し100%の正答率となった。

どちらも事前の段階でとても高い正答率となっており、生活の中で得た知識などから以前から知っていた児童が多かったようである。そして、事後①と事後②では全ての児童が正解したということで、期間が空いても知識の定着が見られた。

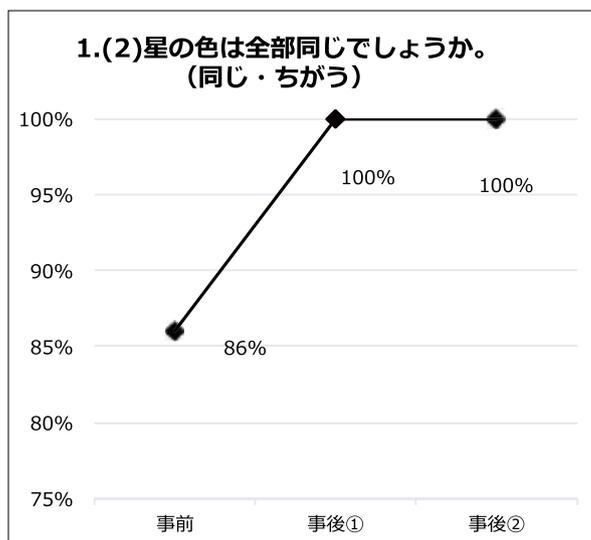


Fig.7 第1問(2) 正答率

### 3.2 第2問の結果と考察

Fig.8 は1時間後の月の形について児童が4種類の選択肢から1種選択解答し、正解した児童の正答率を表したものである。

事前では48%の児童が正解した。事後①では全員が正解した。事後②では95%の児童が正解した。

事前では約半数の児童が正解していたが、学習後となる事後①では全員が正解し、事後②でもとても高い正答率となった。学習の中で行った様々な月の形の観察と記録の経験が高い正答率の維持につながっているのだろう。

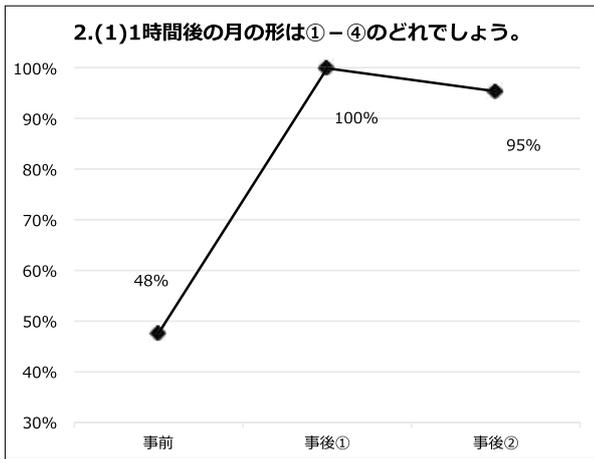


Fig.8 第2問(1) 正答率

Fig.9 は 1 時間後の月の位置について 4 種類の選択肢から 1 種選択し、正解した児童の正答率を表したものである。事前では 43%の児童が正解した。事後①と事後②では全員が正解し 100%の正答率となった。

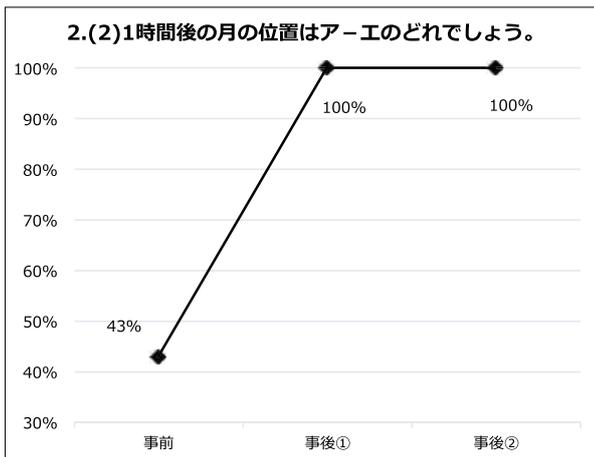


Fig.9 第2問(2) 正答率

事前では半数以下の正答率となっていたが、学習後には全員が正解し、事後②でも 100%の正答率を維持することができている。これも観察と記録の経験が高い正答率の維持につながっていると考えられる。

### 3.3 第3問の結果と考察

Fig.10 は各方位（東西南北）における星の動く方向を矢印で記入し、全ての方位で正解した児童の正答率を表したものである。事前では 14%の児童が正解した。

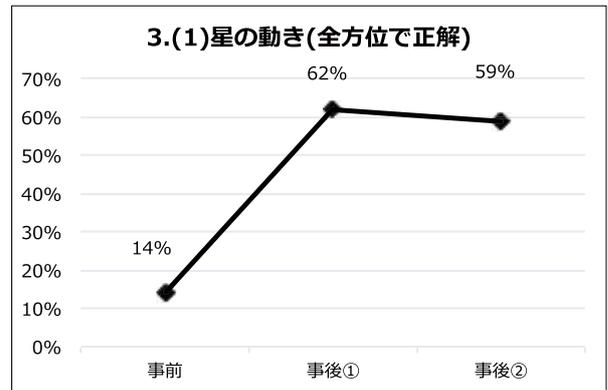


Fig.10 第3問(1) 正答率

事後①では 62%の児童が正解し、事後②では 59%の児童が正解した。事後①と事後②の差を見ると定着はしていると考えられる。さらに詳しく見るために各方位での正答率を Fig.11 に表した。

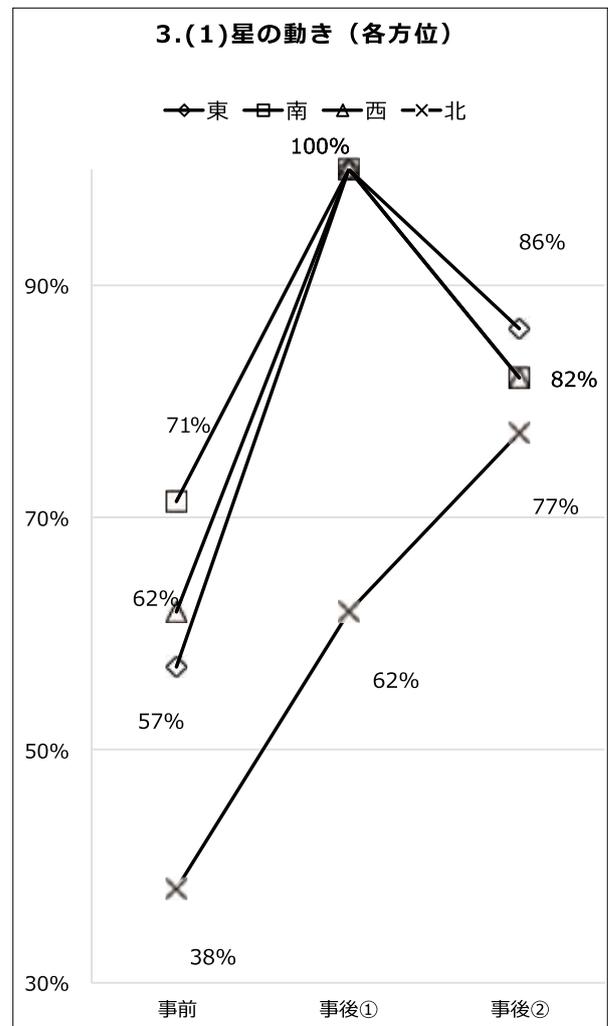


Fig.11 第3問(1) 各方位正答率

注目すべきは事後①と事後②の正答率と北の正答率の変移である。事後①では北以外での正答率は100%だった。北の誤答の多くは時計回りに矢印をかいていた。設問の配置の関係で他の方位の矢印の向きに影響された可能性が考えられる。事後②になると北以外の正答率が一様に下がっているが、高い水準で維持していると考えられる。一方で北の正答率の変移であるが、他の方位とは違い、事後①の後に事後②で正答率が上がり、他の方位の事後②の正答率に近づいている。

このような結果になった可能性として「北は反時計回りに動いて見える」という言葉を使用しながら学習をしたため、言葉で覚えていた児童は他の方位に流されることなく矢印をかくことができたのではないだろうか。反対に他の方位で誤答が増えた結果になっているのは、北の星の動きを覚えていたために矢印の記載の際に影響したとも考えることができる。いずれにしろ、星の動きの学習の核となるのは北の星の動きの学習にあるといえるだろう。

Fig.12は北の空のAの星(北極星)の名前を記述し、児童の正答率を表したものである。事前ではどの児童も正解することができなかったが事後①と事後②では全員が正解し100%の正答率だった。

事後①と事後②で全員が正解していることから、北の空の星の動きの中心には北極星があるということを知り、定着したといえるだろう。

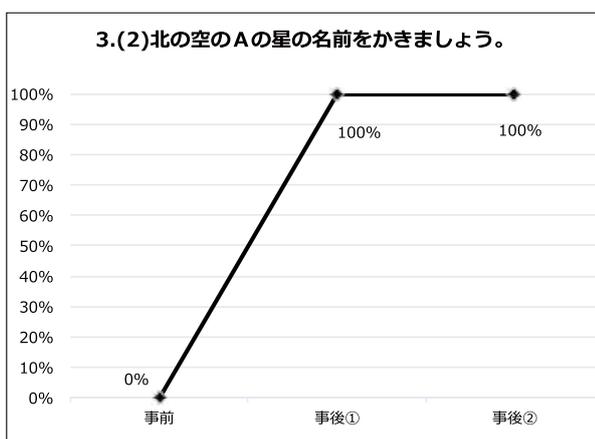


Fig.12 第3問(2) 正答率

#### 4. 天文台学習活用の提案

本研究により、プラネタリウム投映を含めた単元計画とすることで、より効果的な学習を行うことができるということを示すことができた。

現状ではとても多くの学校に利用していただいているため、複数校でのプラネタリウム投映となっ

まっている。そのため、各学校の学習進度に合わせた投映を行うことは不可能である。

しかし、プラネタリウム投映の内容を多くの利用学校に知っていただくことで、各学校の単元計画でプラネタリウム投映を含めた内容で検討していただけるのではないかと考えている。

本研究で実施したプラネタリウム投映では、学習進度に合わせ、「星の動き」に特化した内容で実施した。「月の動き」であれば、昼間の観察も可能であるが、星空の観察を授業時間内に実施することが難しい。そのため、プラネタリウムでの星の観察に重点を置くこととした。

この単元の学習時期は9月となっているために9月中の予約が集中してしまっている。学校には単元入れ替えなどの措置で対応していただけるようお願いをしていきたい。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究によって、学校と天文台の連携による学習効果と定着度について一定の効果を示すことができた。学校での学習では天文台の職員が授業を行う以外に特別なことは行っておらず、天文台でのプラネタリウム学習を単元計画に加え、学習進度に合わせた投映をする実践とした。つまり、プラネタリウム学習を意識した単元計画を作成することで連携をしなくとも一定の学習効果を得ることができるといえるだろう。この追検証は今後の課題としていきたい。

また、今回の結果から星の動きの北の空の星に動きについての定着が弱いことが明らかになった。このことの改善も今後の課題としたい。

最後に、天文台を利用していただく学校の先生方にプラネタリウム学習の内容を知っていただき、プラネタリウム学習を含めた単元計画の作成と単元入れ替え等の柔軟な対応をしていただけるように、周知をしていくことを今後の最大の課題としたい。

#### <参考文献>

- 仙台市教育委員会 仙台市標準学力検査および仙台市生活・学習状況調査について  
<http://www.city.sendai.jp/kyouiku/k-sidou/gakuryokukoujyou/hyoujungakuryokukensa.html>
- 東京書籍(2011)新しい理科4 60-77
- 文部科学省(2008)小学校学習指導要領解説 理科編 38-50

# 視覚障がい者向け企画の中間報告

高橋博子

TAKAHASHI Hiroko

## 要約

視覚に障がいを持つ人たちに「星」や「宇宙」を伝えるにはどうしたらいいのか。

ひとみ望遠鏡、プラネタリウム、展示室における解説のノウハウを、アイサポート仙台のスタッフや視覚障がい者のみなさんと一緒に蓄積してきた。これまで行った3回の取り組みについて報告する。

## 1. はじめに

新天文台オープン1年後の2009年10月に、視覚障がい者を支援する仙台市内のNPOアイサポート仙台より「街ぶら」という事業の一環で天文台を見学したいとの依頼があった。「街ぶら」とは、アイサポート仙台利用者が支援者と共に公共交通機関を利用し、色々な施設を訪問し体験を積むという一日がかりの事業とのこと。天文台では初の試みとして、比較的利用者の少ない2月に、プラネタリウムと望遠鏡と展示の体験をしていただくという内容で進めることになった。視覚障がい者に対する知識がほとんどないため、アイサポート仙台のスタッフの方との打合せを大事にしながら流れを考えていくこととし、2010年2月10日に第一回の企画を実施した。その後、2011年10月13日、2013年9月27日と計3回行ってきた。

## 2. 第一回目の概要（2010年2月10日）

### 2.1 目的

視覚障がい者のみなさんに、新しい天文台を知り楽しんでもらう。また、視覚障がい者向けのノウハウを学ぶ機会とする。

### 2.2 内容

#### ①ひとみ望遠鏡案内

望遠鏡案内のやり方まで考える余裕がなかった。

#### ②プラネタリウム投映

初めに次のような目標をたて構成を考えた。

- ・ラジオを聞いているイメージで普段気がつかないことに気づいてもらえるような内容にしてみる
- ・言葉や音楽でイメージを膨らませてもらう
- ・触って理解できる、浮き出るプリント（オリオン座→星）を活用してみる
- ・音を工夫してみる

#### ③展示案内

地球と月の大きさと距離の比較をしてみる。

- ・回る地球に触ってもらい、これを地球の大きさとすると、月はサッカーボールくらいとなる
- ・地球と月の距離はだいたい展示室の端くらいになる

### 2.3 打合せ、準備

#### ①アイサポート仙台との打合せ

- ・参加者は40代から70代の方で中途視覚障がい者（成長してから障がいを持った人）の方が多くという情報
- ・アイサポート仙台に、触って理解できる浮き出るプリントで星図を作ってもらう
- ・アイサポート仙台に、触ってイメージできるようなプラネタリウムの模型を作ってもらう

#### ②視覚障がい者向け投映を行っている他館からの情報

- ・山梨県立科学館製作の「点図」の実物を送ってもらう
- ・福島市子どもの夢を育む施設こむこむ制作の「点図」のコピーなどの資料を送ってもらうと共に、星に音をつけて日周で動かしたり動物の星座から鳴声を出すとよりわかりやすいことや、視覚障がい者と話し合いながら作るのが大事などのアドバイスをもらう

#### ③天文台で作成したもの

- ・星の動きを音声で表すプログラム  
（オリオン座が南、しし座は東、しし座がのぼる、しし座が南、オリオン座は西 以上の音声作成）

### 2.4 成果と課題

#### (1) 成果

##### ①ひとみ望遠鏡案内

小さい望遠鏡に触ってみたり、レンズや鏡に触れるようにしてみるとわかりやすいとのアドバイスをもら

えた。

## ②プラネタリウム投映

ゼロからのスタートなので手探り状態であったが、投映後の休憩時間に直接視覚障がい者の方からの感想を聞くことができ、次のようなアドバイスをもらえた。

- ・ 方角は時計の針の指す時間で現わすとよい（南は12時の方向）
- ・ 「見える」のかわりに「ある」と言う
- ・ 触れる星図に星座線と星座絵も用意し、今見えているものを触って想像できるようにしてはどうか
- ・ 触れる星図は上下がすぐに分かるように切れ込みなど入れるとよい
- ・ もっと情景を現わす言葉を使う
- ・ 数多く紹介しなくていいので、内容を膨らませてみるのがいい

## ③展示解説

月と地球の大きさと距離の比較をしてみるのの効果的だった。隕石は触ることができるのでより興味を持ってもらえた。

## (2) 課題

天文台には、触って理解できるものが少ないことを実感した。視覚障がいとはどういうものか、視覚障がい者が理解しやすいようにするにはどうすればよいか、我々も学ぶ必要があると感じた。

## 3. 第二回目の概要 (2011年10月13日)

### 3.1 目的

前回の反省やアドバイスを活かし、分かりやすい解説を目指す。視覚障がい者のみなさんに天文台に親しみ楽しんでもらう。

### 3.2 内容

#### ①ひとみ望遠鏡案内

今回も望遠鏡案内の工夫を考える余裕がないまま当日を迎えた。

#### ②プラネタリウム投映

前回は、話題の展開が速かったので、イメージを膨らませる言葉や音楽、理解を助ける音を使いつつ、普通どおりのプラネタリウム投映を意識し制作する。星座の名前と位置や日周の動きなどを音で表現、星座の大きさを身体で体感してもらう。また親しみやすい方言を使って神話を紹介する。

#### ③展示解説

触れる模型を使ってみる。惑星の大きさと重さの比

較を触れる模型で体感してもらう。

## 3.3 打合せ、準備

### ①アイサポート仙台との打合せ

- ・ 前回に続き2度目の参加者もいる
- ・ 点字を分からない人も多いので、今回は点字や点図は使用しないでよい

### ②天文台で作成したもの

- ・ 太陽の動きを音で表すプログラム（動きの音作成）
- ・ 星座名などを音声で表すプログラム（夏の大三角、秋の一つ星、ペガスス座、アンドロメダ座、ベルセウス座、おおぐま座 以上の音声作成）
- ・ 虫の鳴声が増えていく音源作成

## 3.4 成果と課題

### (1) 成果

#### ①ひとみ望遠鏡案内

- ・ 接眼部に触ってもらえた

#### ②プラネタリウム投映

- ・ 前回のアドバイスを活かし、より分かりやすく楽しかったとの声を多数いただいた
- ・ 星空の時間をベースにし、言葉や演出を視覚障がい者に分かりやすいものと心がけたことで、一般のお客様にとっても丁寧で分かりやすい投映となった（※一般客も入場可とした）
- ・ 音の演出の効果を確認できた
- ・ 障がい者向けに考えたことが一般投映や子供向け投映の幅を広げるだろうということを実感できた
- ・ 電卓やパソコンのキーボードは、ボタンの中心のキーが分かるようにできているので、レスポンスにもあると分かりやすい、ということも教えてもらった

#### ③展示解説

- ・ 触れる模型を使用し解説をしたことで、展示案内の内容を膨らませることができた

#### ④その他

- ・ 参加者の意見を直接聞くことができた
- ・ 天文台の広さ、新しいこと、環境が理解できたとの感想をもらえた
- ・ 音や匂いや触った感触で感じることを改めて教わった

### (2) 課題

- ・ 視覚に障がいを持った方が望むことをもっと知る

必要がある

- ・上記の点を理解し、解説や案内を工夫することが大事
- ・星座の形の伝え方
- ・望遠鏡の模型に触ってもらったり、レンズや鏡に触れるようにしてみる準備ができなかった

## 4. 第三回目の概要（2013年9月27日）

### 4.1 目的

アイサポート仙台との打合せを十分に行いながら、これまでの経験を活かした内容にする。また、アイサポート仙台と協同で取り組む事業の3回目なので、これまでの集約を行い天文台における視覚障がい者向け企画を考える資料とする。

### 4.2 内容

今回は、ひとみ望遠鏡案内、展示解説、プラネタリウム投映それぞれの構成案を作り、担当者3名で打合せを行い臨んだ。構成案は別紙のとおり。

### 4.3 打合せ、準備

#### ①アイサポート仙台との打合せ

- ・50代以上の方の参加、全員中途視覚障がい者（全盲4人、弱視4人、光の強さで理解できる2人）
- ・アイサポート仙台製作の七夕飾りを紹介
- ・四季の童謡と共に四季の星空を紹介
- ・前回同様に星座の位置などを音で表現

#### ②天文台で作成したもの

- ・星座名などのwav音声

### 4.4 成果と課題

#### (1) 成果

##### ①ひとみ望遠鏡案内

- ・触るものを多く取り入れたり、質問を受けたりと、視覚障がい者向け望遠鏡案内のパッケージが一つできた。
- ・望遠鏡解説の記録を残すことができた。蓄積していけば財産となる。
- ・実際にお話をしてコミュニケーションを取ることによって、どのようなことに興味があるのかを知るよききっかけになった。質問の内容も、健常者の方とあまり変わらないと感じた。



Fig.1 ひとみ望遠鏡を見学

##### ②プラネタリウム投映

- ・参加者の方より、音やことばなど分かりやすい、手を重ねて形や大きさを見るのがよかったとの感想をもらった。
- ・アイサポートの皆さんの近くに座ってみて、付き添いの方とどのように投映を聞いているのか、様子を知ることができた。付き添いの方と視覚障がい者の方の間のコミュニケーションの影響がとても大きいと感じた。
- ・皆さんが作った吹流しの画像を出し七夕のお話をするとところは身近に感じてもらえた。
- ・普段の星空の時間を少し手を加えることで、視覚障がい者の方に分かりやすいものにするという投映の形を作ることができた。



Fig.2 プラネタリウムドーム内を歩き、大きさを感じてもらう



Fig.3 アイサポート仙台の七夕飾り

### ③展示解説

- ・楽しかったのもっと時間があればいいと思ったとの感想をもらった。
- ・展示解説は、前回と違うテーマで考え、新しい手法やアイデアを増やすことができた。蓄積していけば財産となる。
- ・見えないものは説明や体感で理解してもらえらることを知ったし、宇宙への興味は一般の方と変わらないと知ったことで、みなさんと気軽に接することができた。一度担当をすると、経験や気持ちの面での収穫が大きいと思う。



Fig.4 展示室を見学



Fig.5 星の大きさの違いを手作りシートとクエス  
テーブルで感じてもらう

### ④その他

- ・三回とも参加された方より、これまでで一番よかったとの感想をもらった。
- ・直接お話ししたり、ふれ合いの時間を持つことで得られることがとても多かった。
- ・天文台スタッフが自分たちのことを考えてくれている、ということを感じられたのが、何よりも一番嬉しいと言ってもらった。

## (2) 課題

### ①ひとみ望遠鏡案内

- ・参加者の方より、まわりの状況が分からないので、誰のどういう質問にスタッフが答えているのかが分かるとよかった、との感想をもらった。言葉や説明など細やかな配慮が大事と感じた。

### ②プラネタリウム投映

- ・プラネタリウムは座る位置によっては、音の移動が分かりづらい場所があった。できるだけ中央よりに座ってもらうことが大切だと思った。

### ③展示解説

- ・展示物をピンポイントで詳しく説明はできたが、展示室全体の作りをイメージしてもらえらる工夫があるとよい。

### ④その他

- ・他の天文台スタッフにもこの企画の内容を知ってもらい、見てもらったり、担当してもらえらるとよい。
- ・リピーターへの対策。
- ・どのように話をすれば伝わりやすく、想像しやすいのかを学ぶことは大事。
- ・アンケートやフィードバックがあるとよい。

## 4.5 今回、アイサポート仙台の方より教えていただいたこと

- ・付き添いの方はヘルパー事業所から派遣されているが、月30〜50時間しか利用できないため、天文台に来るだけで8時間分ほど使ってしまうことになる。
- ・タブーなことは次のようなこと  
障がい・目が見えないなどの言葉、耳が敏感なのでこそ話を聞き取りやすい、雑音が苦手、点字には敏感（すべての人ができるわけではない）これそれぞれあれどれ。
- ・言っていない言葉 目が不自由。
- ・アイサポート仙台きりんの利用登録は70名くらい。きりんだよりは580部印刷550部を関係機

関（メディアテーク、包括センター、病院、ボランティア、県情報センター、仙台市視覚障がい者福祉協会、盲導犬協会、その他）に送付している。

## 5. まとめと展望

視覚障がいの方に星を見ていただく、ということはどう考えればいいのか、ということさえ分からない、全くの手探り状態で始めた「視覚障がい者向け企画」であったが、アイサポート仙台のスタッフの方に積極的に関わっていただけたことで、回を重ねるごとに内容を充実させていくことができた。障がいに関して教えてもらったり、視覚に障がいを持つ方と直接ふれ合うことで、少しずつ理解も深まってきたように思う。視覚障がい＝点字が必須、ではないこと。障がいを持つ方も興味を持ったり知りたいと思うことは健常者と何ら変わりのないことを目の当たりにした。視覚障がい者の方と接する時の言葉の選び方や使い方を考えたり、プラネタリウム、望遠鏡、展示、それぞれの場所で少しでも分かりやすくするにはどうしたらいいのかと試行錯誤しながら考えたことが、実は障がい者だけではなく、一般のお客様に対しても通じるのだということを実験した。あたり前のことだったのかもしれないが、印象深い経験となった。

西公園時代に聴覚障がい者向けのプラネタリウムを10年近く携わり感じたことは、聴覚障がい者向けに手話や字幕がつく投映は特別ではなく、一般の人たちが見る投映に「手話と字幕」がついているだけなのだ、という思いである。今回もそれに通じるものを感じることができた。特別なものを作り上げるのではなく、普段の投映をちょっと工夫することで視覚障がい者のみならず一般のお客様、年配の方や子どもたちにも分かりやすい投映になるのだと思う。

今後、天文台として視覚障がい者向け企画の位置づけを明確にする必要がある。プラネタリウムと展示と望遠鏡と休憩室（学習室）がセットになっているこれまでの企画（サービス？）を一団体に対して行うことは是非も含め、これを機会に皆で話し合い、共有できるものにしていかなければならない。このことは、聴覚障がい者向けに対しても同様であると考えられる。

ひとみ望遠鏡案内(アイサポ-ト仙台向け) 構成案			
起案 2013年9月20日			
放映期間	9月27日	—	担 当 溝口小扶里
タイトル	ひとみ望遠鏡案内(アイサポ-ト仙台)		
目 的	ひとみ望遠鏡をきっかけに宇宙に興味を持ってもらう		
ターゲット	アイサポ-ト仙台の皆さん	時間尺	20分
概 要	望遠鏡に関わるものに触って大きさや形を体感しながらひとみ望遠鏡のこ-について紹介する		
セールスポイント	触りながらひとみ望遠鏡を体感できること		
時 間	場 面	内 容	手 法
	□移動	・学習室から3階へ	
01:00	■ひとみ望遠鏡観測室 ○部屋の概要紹介	・望遠鏡がある部屋は丸い ・部屋の中央に望遠鏡がある ・屋根は高く、8角形で筒状	
01:00		・部屋の大きさを体感	・部屋を一周歩いてみる
03:00	■ひとみ望遠鏡の紹介 ○形	・望遠鏡の形を紹介 ・鏡がついている場所を紹介	・小さい模型に一人ひとり触ってもらう
03:00	○大きさ	・1.3mの鏡の大きさを体感	・壁にかかっている模型を触ってもらう
03:00	○動き方	・望遠鏡の動きを感じてもらう (音・光など)	・望遠鏡を動かす ・スリットを開ける(晴天時)
03:00	○覗き方	・覗く部分がどのようにになっているのか体感	・接眼部を触ってもらう
01:00	○日本が持っている望遠鏡	・日本一大きな望遠鏡はどれくらい? →部屋一周分!	
05:00	■質問コーナー		
20:00	(株)五藤光学研究所 マネジメントサービスC		

Fig.6 ひとみ望遠鏡案内

## プラネタリウム投映 構成案

起案 2013年6月22日

投映期間	9月27日	担 当	高橋博子
タイトル	視覚障がい者向け投映		
目 的	視覚に障がいを持つ人たちにも星の世界の楽しみをしってもらう		
ターゲット	視覚に障がいを持っている大人の方	時間尺	45分
概 要	日出～日の入～日出の一日を紹介。		
セールスポイント	音と言葉で星の世界を感じてもらう。		
時 間	場 面	内 容	手 法
04:00	プラネタリウムを知る	プラネタリウムを歩く～椅子に座る ～方角を確認	一緒に歩く 身体を使う
02:00	今日の太陽の動き	太陽の動きに合わせて音も動いていく	身体を使う BB(音の動き) SL(錦ヶ丘)
04:00	日の入、金星	日の入の情景を話す	♪(里の秋) 言葉表現
03:00	明るい星、星並び	・夏の大三角	身体を使う
03:00	満天	虫の鳴き声が増えるのに合わせて星が増えていく	♪(虫の音の広がり)
06:00	七夕	天の川、七夕の星 仙台七夕 七夕の物語を紹介	BB(アイサポートの七夕飾り) BB(七夕物語)
06:00	秋の星座	・秋の四辺形、大びしゃく ・水に関する星座たち	身体を使う BB(音で星座の場所を紹介)
07:00	四季の星空	季節の童謡唱歌に合わせて四季の星空をご案内	BB(唱歌メドレー) ♪
04:00	私たちの地球	宇宙に浮かぶ地球が太陽の光を受け自転している	BB(地球の自転) ♪
05:00	星空の移り変わり～日出	時間とともに星空が移り変わり、やがて星が消えて朝を迎える	BB(星めぐりの歌～日周) ♪ 言葉表現
01:00	ご挨拶	感謝の気持ち	
45:00	株五藤光学研究所 マネジメントサービスC		

Fig.7 プラネタリウム投映

展示解説構成

担当：松田佳奈

- テーマ オリオン座のベテルギウス！
- 目的 視覚以外の感覚を生かしながら、オリオン座のベテルギウスが今にも一生を終えようとしていることを知ってもらう。
- 実施予定日時 9月 27日 13時30分～13時50分
- 解説の構成

時間	■使用展示物等	●ねらい・内容等
0:00	■ 光る地球儀前でごあいさつ	●展示室のエリア説明 ●タイトル紹介 ●スタッフ自己紹介
0:03	■ 惑星模型(S11-18)	●惑星間を歩こう！ 太陽系の惑星を観光するように、それぞれの惑星の解説をしながら模型の下を歩く。 ・歩くことで展示室の広さを感じる ・惑星それぞれの大きさや特徴を知る ・惑星模型がぶら下がっていることを知る ・宇宙の遠くへ広がる展示室の構造を知る
0:08	■ 恒星の色(U-3)	●オリオン座の形とベテルギウスの位置 パネルU-3のオリオン座に、星には丸いシール、星座線には細いテープを貼り、手で触り全体像を理解する（星の等級はシールの大きさで表現）。 ・オリオン座の星座の形を知る ・ベテルギウスの位置を知る ・星の明るさ（目立ち具合）を知る
0:13	■ 銀河系クエストテーブル	●ベテルギウスの大きさ 恒星の大きさを比較した自作の模型を触り、ベテルギウスの大きさを予想してもらう。 ・恒星の大きさのちがいを知ってもらう ●ベテルギウスの最期 ベテルギウスの最期について説明し、星の一生に触れ、身近な太陽にもつなげる。 ・星にはそれぞれ一生があることを知る
0:20	■ 質問タイム	

Fig.8 展示解説

# ワークショップ 太陽の通り道をたどろう！～アナレンマのふしぎ～

松田佳奈

MATSUDA Kana

## 要約

私たちにとって身近な太陽の同時刻の軌跡をたどると、どんな形が見えるのだろうか？

日時計に記録を残し、少しずつ参加者が展示物をつくり上げるワークショップ「太陽の通り道をたどろう！～アナレンマのふしぎ～」の企画・実施について報告する。

## 1. はじめに

仙台市天文台では、2009年3月から2014年6月にかけて、春分・夏至・秋分・冬至の太陽の通り道をたどるワークショップ「太陽の通り道をたどろう！」を開催してきた。約5年間継続して行い「二至二分」の通り道が見えてきたので、新たに今年度から、同時刻の太陽の通り道をたどるワークショップ「太陽の通り道をたどろう！～アナレンマのふしぎ～」を企画・実施した。



Fig.1 春分・夏至・秋分・冬至の太陽の通り道

## 2. 企画と準備

仙台市天文台での太陽の12時の高度、方位を国立天文台暦計算室で計算し、ポール(76.5cm)がつくる影の長さや方位を求め、記録される位置を調べた。この結果から、実際にアナレンマに見えるかどうか、ワークショップとして実現可能かどうかについて検討した。

Tab.1 仙台市天文台での太陽高度と影の位置

経度/38.2569° 経度/140.7553° 標高/165.0m 時刻/12:00 (標準時: UT + 9h)

年月日	太陽高度 $\theta$ [°]	太陽方位 [°]	影の長さ (76.5cm/tan $\theta$ ) [cm]	影の方位 [°]
2014/7/6	74	195.5	21.9	15.5
2014/8/3	69	191.2	29.4	11.2
2014/9/7	57.4	191.5	48.9	11.5
2014/10/5	46.4	192.5	72.8	12.5
2014/11/2	36.3	191.9	104.1	11.9
2014/12/7	28.7	188.4	139.7	8.4
2015/1/4	28.9	184.8	138.6	4.8
2015/2/1	34.5	182.8	111.3	2.8
2015/3/1	43.9	183.6	79.5	3.6
2015/4/5	57.3	189.3	49.1	9.3
2015/5/3	66.6	196	33.1	16
2015/6/7	73.6	200.2	22.5	20.2

※方位は北を0度として東回りにはかった値

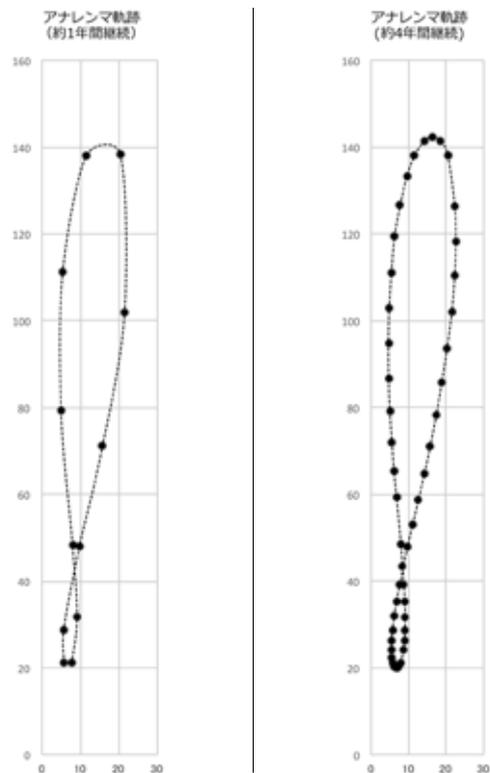


Fig.2 アナレンマ軌跡予想

得られた計算値を作図し、実際に日時計上にプロットしてみると、アナレンマの大きさや幅、八の字型に見えることが確かめられ、ワークショップとして実施可能であることが分かった。

また、影のプロット位置の間隔が狭いことから、これまで使用してきた日付刻印用メダルでは大きすぎることが分かった。そのため、影のプロット用ネジと、日付刻印用プレートを新たに準備した。結果として、これまでの「二至二分」の軌跡との区別が分かり易くなった。



Fig.3 今までの日付刻印用メダル



Fig.4 新しく用意したネジと日付刻印用プレート

### 3. 実施内容

#### 3.1 目的

継続してワークショップの機会を設け実際に太陽の影の長さを記録し軌跡として残すことで、同時刻での太陽の位置が毎日少しずつ変わり、1年を通しアナレンマを描くことを「体感」「実感」してもらう。

#### 3.2 対象

親子

#### 3.3 実施日時

毎月第一日曜日

11時45分～(30分間) 計測時刻：12時

※悪天候の場合は翌週へ延期(記録が取れるまで)

※WS開催の有無の判断は11時45分に行う

#### 3.4 所要時間

30分

#### 3.5 実施場所

惑星広場日時計(集合場所：オープンスペース旧天文台プラネタリウム投映機前)

#### 3.6 準備物等

- ・影をつくるポール
- ・日時計中心の蓋をはずす道具
- ・日付刻印用プレート
- ・プロット用ネジとワッシャー
- ・ドリル(充電しておく)
- ・日付刻印用器材(プレス器)
- ・きり
- ・マジック
- ・日食グラス
- ・アナレンマ説明用写真
- ・iPhone(標準時確認用)

#### 3.7 ワークショップの流れ

11:45- 集合, 実施場所へご案内

11:50- ワークショップの趣旨説明

- ①日時計の真ん中にポールを立て、太陽の反対側に影ができることに気づいてもらう
- ②太陽の影(軌跡)を調べると分かることを伝える
  - ・1日の太陽の動き
  - ・1年の太陽の動き
- ③「もしも同時刻にはなかったら?」と疑問を投げ掛け
  - ・「12時に必ず南中するのか?」など問題意識を持ってもらう

※12時ちょうどにはかることがポイントであることを強調する

※夏の炎天下時には、屋内か影の下で行う

11:58- 観察 実際にはかってみよう!

- ①iphoneで「JST Clock」を開き、12時に向けて参加者全員でカウントダウンする
- ②日時計上のポールがつくる影の頂点位置にマジックで印をつける
- ③プレートに年月日時刻を刻印する
- ④影の位置にきりで小さな穴をあけておく
- ⑤④にドリルを使ってワッシャーをはさみネジを打つ
- ⑥⑤の隣りにドリルを使って、ネジでプレートを固

定する

※作業途中、数分もたたないうちに影が動くことに気づいてもらう

※アナレンマは、同時刻ではかることに意味があるので、12時に晴れていない場合は記録を取らずに、影が移動する様子などを参加者に見てもらう

12:10- ワークショップのまとめ

- ・アナレンマの写真を見ながら、同時刻でも太陽の位置がちがうことを伝え、今後本当に八の字の軌跡を描くのか継続的な観察に期待をもってもらう
- ・引き続き毎月同時刻に記録を取ることを伝える
- ・「時間」と「場所」を決めれば家庭でも簡単に実験できることを伝える
- ・時間があれば、遮光板で実際の太陽を見てもらう

12:15- 終了、現地解散



Fig.5 ワークショップの様子

#### 4. 成果と課題

今回のワークショップは、「正午に南中すると予想していた太陽が、実は1年を通して観察すると八の字の軌跡を描く」ことを、実際に「体感」し確かめられるところに大きな意義があるものだった。「どのような軌跡を描くと思うか？」という質問を投げかけると、夏に高いところを通り冬に低いところを通ると知っている小学校高学年程度以上の参加者は「正午に南中するから1年間で直線の軌跡を描く」と予想する声が多く、身近な太陽についての新しい気づきを提供することができた。

また、月に一度の開催となったため、天文台内で太陽の話題に触れる機会が増えたとともに、影をつくる棒さえあれば家庭でも手軽に再現可能な観察なので、

台内だけにとどまらず、家に帰ってからも継続的に「宇宙を身近に」感じられる体験につながった。

今回まず1年間の記録ができたが、夏以外の季節は間隔が大きく八の字の軌跡を一目で実感することは難しいので、今後継続的に記録を残していきたい。しかし一方で、6月～8月は継続すると記録が密になってしまうことも分かったので、ネジやワッシャーが重ならないかどうか、以前のメダルの上に重ならないかなど、天候にも左右されるものの事前のシミュレーションや重なった場合の対応を考えておく必要がある。

さらに、「なぜアナレンマの軌跡を描くか」という質問があった際には、説明用のフローを準備したものの、理解してもらうのが難しい場面があった。地球の公転軌道が完全な円ではなく楕円であるため地球から見た太陽の動きの速さが変動することを理解してもらうところまでは可能だが、地球の自転軸が約23.5度傾いているために生じる地球から見た太陽の東西への移動量の変動については、なかなか理解してもらうことが難しかった。これらについては、アナレンマのワークショップにおいて切っても切れない話であるため、今後引き続き分かり易い説明について考えてみたい。



Fig.6 2014年7月～2015年3月までの記録



Fig.7 ワークショップポスター

<参考文献>

- 国立天文台情報センター暦計算室  
<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/>

# 隕石の簡易的な鑑定方法

大江宏典

OOE Hironori

## 要約

市民から隕石の鑑定を依頼された際に、特別な機器を用いずにできる、隕石の簡易鑑定フローを作成した。

### 1. はじめに

当台では年に数回、隕石に関する問合せがある。その中でも特に多いのは、河原等で拾ってきた岩石が隕石かどうか鑑定して欲しいという類の依頼である。本来、隕石の鑑定には科学的な調査が必要であるが、当台ではそのような機器を有していないため、対応に苦慮することが多かった。そこで本稿では、特殊な薬品や機器類を使用せずとも実践できる、観察を主体とした簡易的な隕石の鑑定方法について紹介したい。

### 2. 鑑定フローの作成

以下の4つのステップによる鑑定フローを作成した。鑑定依頼があった際には、フローに従って観察を進めていく。

#### 2.1 聞き取り調査

下記の聞き取りシート (Fig.1) を使用して、まずは鑑定依頼者に聞き取り調査を行う。

項目	回答欄	鑑定のポイント
1 落下を目撃しましたか？		落下を目撃している場合は隕石の可能性がかなり高くなる。手に触れないようにビニールなどに包み、研究機関に科学的な鑑定を依頼した方がよい
2 いつ収集したのですか？		収集時期が古い場合は、岩石が風化している可能性が高い 風化が著しい場合には、古い資料に記されている火球の目撃情報と照合するという方法もある
3 どこで収集したのですか？		隕石は落下場所の地名が名前になる 隕石は拾得者に所有権がある
4 収集した時のまわりの様子は？		草木が倒れていたり、地面に衝突痕がある場合には、隕石の可能性が高い
5 収集後の保管方法は？		保管状態が良い場合は、岩石が風化している可能性が高い
6 その他		
鑑定日		
依頼者名		
連絡先	TEL	E-Mail
備考		
鑑定者名		

Fig.1 聞き取りシート

## 2.2 観察

下記シート (Fig.2) の項目に沿って岩石を観察し、該当箇所にチェックを入れていく。チェック数が多いほど隕石の可能性が高くなる。なお、隕石は研究上の大切な資料となるため、慎重に取り扱う必要がある。

【鑑定に必要な道具】  
 ○10倍ルーペ、手袋 …… 表面の観察  
 ○リング磁石、たこ糸 …… 磁性の調査  
 ○はかり、ピーカー、ラップ、たこ糸 …… 比重の測定

※落下を目撃している隕石の場合は、磁石を近づけたり、水に入れたりせずに、すぐに専門機関に科学的な鑑定を依頼すること※

隕石の種類 (存在割合)		色	形	表面の様子	内部の様子	磁性	比重			
石質隕石	球粒隕石 (85.7%)	H	□黒っぽい □赤茶または焦茶色	□鋭い角をもたない □球形ではない □空洞または気泡痕が含まれていない	□黒色で2mm以下のうすい皮 (フュージエンクラスト)がある	□2ミリ以下の丸い球粒 (コンドリュール)がある	□あり	□3.3~3.9		
		LL							□金属のキラキラした粒がある	
		C				□2ミリ以下の丸い球粒 (コンドリュール)がある	□なし			
		E				□流れ模様や前面と後面の形状の違い (配向)が見られる	□あり			
		オ				□なめらかで窪みが浅い	□2ミリ以下の丸い球粒 (コンドリュール)がある		□なし	
タ	□割れている									
ユ	□空気または気泡痕が含まれていない									
鉄隕石 (5.7%)	無球粒隕石 (7.1%)	ハ			□鋭い角をもたない □球形ではない □空洞または気泡痕が含まれていない	□藍色から黒色で1mm以下のフュージエンクラストが見られる (ただし、極薄のため短時間で風化)	□金属光沢がある	□あり	□~8	
		ウ								□流れ模様や前面と後面の形状の違い (配向)が見られる
		Ⅰ								□角ばっている
		Ⅱ	□ボコボコしている							
石鉄隕石 (1.5%)	メ	Ⅲ	□鋭い角をもたない □球形ではない □空洞または気泡痕が含まれていない	□藍色から黒色で1mm以下のフュージエンクラストが見られる (ただし、極薄のため短時間で風化)	□金属光沢がある	□あり	□~4.9			
		Ⅳ						□ボコボコしている		

Fig.2 観察チェックシート

## 2.3 照合

地球上に似たような岩石や鉱物がないか、図鑑や写真等の資料と照合する。特に玄武岩、磁鉄鉱 (餅鉄)、鉱さい (スラグ) 等は隕石と間違いやすいので注意が必要である。

## 2.4 鑑定依頼

2.1 ~ 2.3の結果、隕石の可能性が高いと判断できる場合には、国立科学博物館、東北大学理学部地球科学系等の専門機関に科学的な鑑定を依頼する。

## 3. まとめ

当フロー作成後に、数回の鑑定依頼があったが、いずれも岩石の表面を見ただけでそうではないと分かるものだった。しかし、鑑定依頼者からは、「隕石ではない根拠」を求められることが多く、そういう場合にこのようなフローを用意しておく、根拠を示す材料として非常に役に立つ。今後も当フローを活用し、隕石への興味を広げ、理解を深める活動を続けていきたい。

### <参考文献>

- 島正子（1998）隕石－宇宙からの贈りもの－  
東京化学同人
- F・ハイデ,F ヴロッカ（1996）隕石－宇宙からの  
タイムカプセル－ シュプリンガー・フェアラーク東京
- H.R. ポベンマイヤー（1984）流星と火球と隕石と  
他人書館
- リチャード・ノートン（2007）隕石コレクター  
築地書館
- 藤井旭（2010）隕石の見かた・調べかたがわかる本  
誠文堂新光社
- 米田成一（2009）宇宙地球化学研究法～隕石を例  
にとって 学芸員専門研修・アドバンス研修資料
- 富永靖弘（2011）徹底図解・鉱物・宝石のしくみ  
新星出版 社

# 展示コミュニケーション活動とはどのようなことをすることか

佐々木瑞穂

SASAKI Mizuho

## 要約

展示コミュニケーション活動にかかわるスタッフへの調査から、展示コミュニケーション活動の要素を抽出する。

### 1. はじめに

常設の展示は、特別展示や企画展示とは違い、常時展示してあるため、一般的に展示物が「変わらない」「1度見たら十分」というような「満足度が低くなる」「リピートしない」要因となる問題をかかえている。そのような状況の中で施設利用の満足度を高めるために、展示を活用したコミュニケーション活動が有効だといわれている。ではいったい、展示室でのコミュニケーション活動とはどのようなことをすることなのだろうか。

### 2. 本調査の位置づけ

仙台市天文台は1955年の開台以来、市民天文台として市民とともに活動をし、市民に宇宙に触れる機会を提供してきた。その精神は、PFI事業になっても受け継がれ、「宇宙を身近に」を使命とし、2008年7月にリニューアルオープンした。

市民の宇宙を見る目となる「1.3mひとみ望遠鏡」を備えた観測ゾーン、25mの大型ドームにリアルな星空と迫力ある宇宙を表現するプラネタリウムゾーン、4つのエリアで宇宙の様々な現象を身近にする大型（1200㎡）の展示ゾーンの3つを兼ね備えた天文総合施設となっている。

その中で展示ゾーンは、宇宙を身近にする空間を共有する、すべての人々（スタッフ・来場者・サポーターなど）の対話のきっかけや触媒となることを目指して作られており、私たちスタッフやサポーターの方々も来場者とのコミュニケーションを大切に活動している。2014年度-2016年度は「展示を活用した科学コミュニケーションスキルのブラッシュアップ」を図ることにより、「より多くの市民に利用していただく」ことを目標としている。

そこで、2014年度は、展示コミュニケーション活動についての考えを共有するため、どのような活動が考えられるのか、実践されているのか、求められていると思われる活動は何か等、展示室でのコミュニケー

ション活動の要素をKJ法によって抽出した。また、その結果を基に、施設の特性に合致したコミュニケーション活動について考えていくための資料を作成した。

### 3. 調査の概要

#### 3.1 主題

展示コミュニケーション活動とはどのようなことをすることか。

#### 3.2 目的

展示室でのコミュニケーション活動の要素の抽出。

#### 3.3 方法

展示コミュニケーション活動にかかわる人々を対象に「展示コミュニケーション活動とはどのようなことをすることか」を項目としてできるだけたくさん記入いただき、出された項目をKJ法により分類し、要素を抽出する。

#### 3.4 対象

展示コミュニケーション活動にかかわる4つの集団。

- ①仙台市天文台スタッフ（24名）
- ②仙台市天文台スタッフサポーター（27名）
- ③仙台市天文台学生アルバイト（11名）

また、科学系博物館として同様に展示コミュニケーション活動を実施している盛岡市子ども科学館のスタッフ13名にもご協力いただいた。

- ④盛岡市子ども科学館（13名）

### 4. KJ法による分類と考察

#### 4.1 情報・アイデア出し

できるだけ多くの情報・アイデアを集積するために主題に対する自分の考えを対象者に記入いただいた。

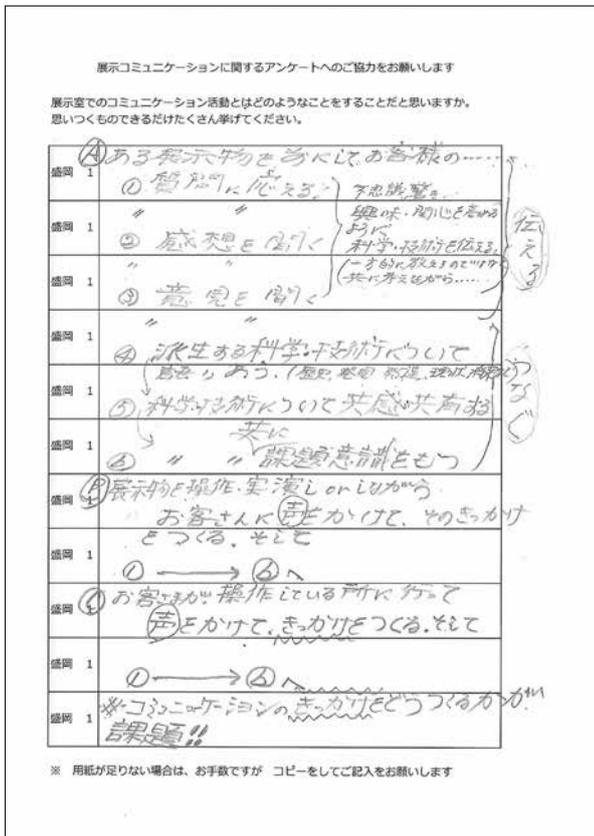


Fig.1 記入例

#### 4.2 分類

次に、集団別に 4, 5 名の作業メンバーで「内容が同じ」あるいは「近いな」と思う項目を 1 箇所に集めるグループ編成を行った (Tab.1-4 参照)。また、そのグループに見出しをつけ、空間的に配置することによって、その要素間の構造を類推し図式化を試みた (Fig.2-5 参照)。今回の作業により抽出された要素項目は 73 項目だった。

#### 4.3 考察

仙台市天文台スタッフやサポーターの方々は、他の集団と比較して要素としてまとめられた項目数が多く、個々による多様な活動がなされていると考えられる。また、どの集団も「相手に」楽しんだり学んだりしてもら要素や「一緒に」楽しんだり学んだりする要素は共通しているが、「自らも」楽しんだり学んだりする要素が含まれていることは仙台のスタッフやサポーターの特徴といえる。

#### 5. おわりに

次年度は、抽出された要素を資料として、それぞれの集団ごとに展示コミュニケーション活動の現状を見直し、「より多くの市民に利用していただく」ために

施設としての重点を話し合い「展示を活用した科学コミュニケーションスキルのブラッシュアップ」を図っていきたく考えている。

Tab.1 抽出要素とグループ化による見出し (仙台スタッフ)

展示室でのコミュニケーションとは？	
接客	声をかける
	お客様とふれ合う
	お客様におぼえてもらう
	対話・会話
	話をきく
	お客様をおぼえる
知ってもら	対人関係スキルを発揮する
	お客様の様子をうかがう
	きっかけを提供する
	知らなかったことを知るようにする
	質問に答える
	興味をひきだす
楽しんでもら	ツールを準備する
	展示物を解説する
	天文現象を紹介する
	気付き・発見をうながす
	学習アドバイス
	子どもとあそぶ
体験してもら	共に楽しむ
	スタッフが楽しむ
	楽しませる
深めてもら	非日常の提供
	体験してもら
	ワークショップをする
	知識理解を深める
集ってもら	議論する
	さらに知ってもら
	気付きからの発見
	身近なことを関連付ける
	自分が学ぶ
	相手の期待に応える
集ってもら	また来たいと思ってもら
	プラネや望遠鏡など他機能につなげる
	ニーズをつかむ
	サポーター活動へのサポート

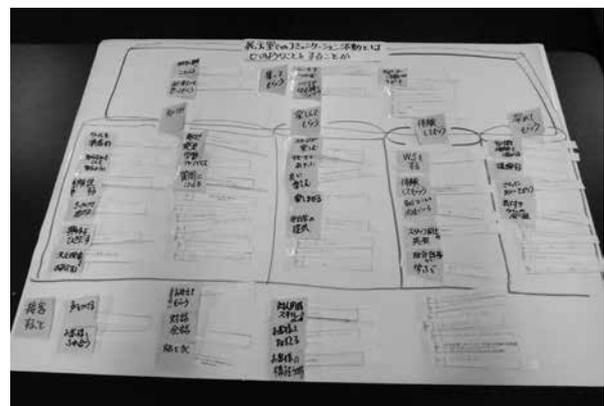


Fig.2 図式化 (仙台スタッフ)

Tab.2 抽出要素とグループ化による見出し  
(仙台サポーター)

展示室でのコミュニケーションとは？	
配慮	共感する
	安心感がもてるような振る舞い
	気遣い、相手に合わせる
	あいさつ
	笑顔で接する
	親子
	手助けする
	楽しんでもらう
	気持ちをきく
案内	案内誘導
	施設紹介
対話	話しかけやすい雰囲気をつくる
	質問に答える
	会話する
	話しかける
	一緒に考える
	ディスカッションする
	ワークショップをする
体験	体験してもらう
	言葉以外のコミュニケーション
解説	話題を提供する
	専門家による詳しい説明
	種まきをする
	展示解説をする
	理解させる
発展	＋アルファの知識を与える
	次への興味へつなげる
	驚き・発見の提示

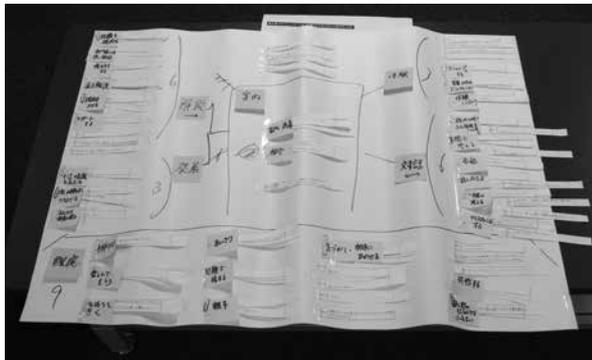


Fig.3 図式化(仙台サポーター)



Fig.4 図式化(仙台学生アルバイト)

Tab.3 抽出要素とグループ化による見出し  
(仙台学生アルバイト)

展示室でのコミュニケーションとは？		
土台	インフォメーション・ルール	案内 安全・安心の確保
養分・水分	人と人とのコミュニケーション	あいさつ 気軽に話しかける 相手に合わせる 思いやりをもって接する
幹	疑問に答える	
	展示をつかった活動	一緒に体験する 展示物を説明する
花・実	広げる活動	展示を補足する 深める 引き出す 身近なものをつなげる
		一緒に楽しむ
	情報提供	

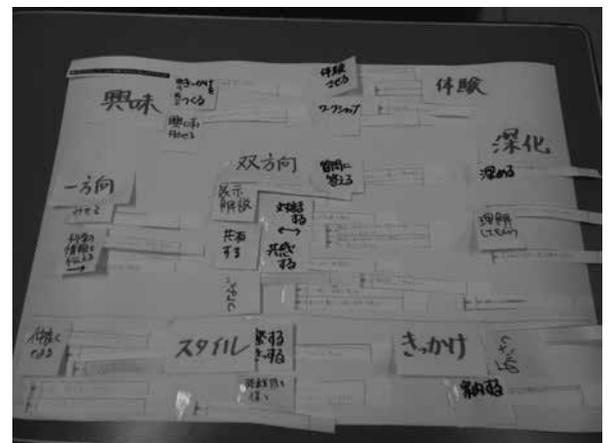


Fig.5 図式化(盛岡スタッフ)

Tab.4 抽出要素とグループ化による見出し  
(盛岡スタッフ)

展示室でのコミュニケーションとは？	
スタイル	察する
	距離感を保つ
	仲良くなる
きっかけ	あいさつをする
	案内する
興味	興味関心のきっかけをつくる
	興味を持たせる
体験	体験させる
	ワークショップ
一方向	見せる
	科学の情報を伝える
双方向	質問に答える
	展示解説
	対話する
	共感する
	共有する
深化	つなぐ
	深める
	理解してもらう

## <参考文献>

- 諸岡博熊（1993）ミュージアムマネージメントー産業文化施設の運営 創元社
- 諸岡博熊（2003）みんなの博物館ーマネジメント・ミュージアムの時代 日本地域社会研究所 全国大学博物館学講座協議会西日本部会（2008）新しい博物館学 芙蓉書房出版
- 藤垣 裕子・廣野 喜幸 編（2008）科学コミュニケーション論 東京大学出版会
- 岸田 一隆（2011）科学コミュニケーションー理科の<考え方>をひらく 平凡社
- 川喜田 二郎（1967）発想法ー創造性開発のために 中央公論社
- 川喜田 二郎（1970）続・発想法ーKJ法の展開と応用 中央公論社

# 展示コミュニケーションの統計的分析

小野寺正己

## Statistical analysis of Communication in the Exhibition

ONODERA Masami

### 要約

本研究では、科学系博物館で勤務する職員及びアルバイト職員、ボランティアを対象に行った調査に対して KJ 法により抽出された「展示コミュニケーション活動の要素」について統計的に分析を行った。具体的には、抽出された 73 項目に対して、「思っているか」と「やっているか」の 2 種類の回答を求める 5 件回答の質問紙を作成し、科学系博物館で勤務する職員 65 人に回答を求めた。その回答に対し、主要因分析を行ったところ、展示コミュニケーションは、大きく 2 つに分かれ、「一般的な対人コミュニケーション」と「専門性提供のコミュニケーション」であることが明らかとなった。さらに前者は「サービスの対応」と「ホスピタリティーの対応」に分かれ、後者は「専門内容伝達」と「専門内容深化」に分かれることも明らかとなった。

### Abstract

This study is a statistical analysis of the "elements of the exhibition communication activities".

Analysis, using the results of the KJ method of survey conducted to target the staff and part-time job and volunteers who work in a science museum. Specifically, on the extracted 73 items, for the two types of "Do you think" and "Do you doing", it was made a questionnaire seeking answers in five stages. And, it was responded to 65 staff members who work it in science museums. For that answer, I was subjected to Principal Component Analysis (PCA). As a result, there are two elements of the "General interpersonal communication" and "Communication of expertise provided". In addition the former was divided into "Service responses" and "Hospitality responses". The latter was divided into "Transmission of professional content" and "Deepening of professional content".

## 1. 研究の目的

山科 (2011) は、日本におけるサイエンスコミュニケーションが、ここ 10 年ほどの間で人材育成も含めて急速に活発化していると指摘している。また、内田・長神・佐倉 (2011) も、2005 年を境に、サイエンスコミュニケーションに関わる活動が急速に活発になったと同様の見解を述べている。

このような状況に伴い、サイエンスコミュニケーションを推進するサイエンスコミュニケーターの存在とその育成の必要性が提言されるようになってきた (渡辺, 2012)。杉山 (2007) によると、サイエンスコミュニケーター※とは、「科学技術の専門家と非専門家 (一般市民) との間で、コミュニケーションがうまくいくように仲立ちする、橋渡しするという役割をもった人」と定義されている。

また楠見 (2013) は、サイエンスコミュニケーションにおいては、他者との相互作用、すなわち、対話を

通して行うことが大切であり、効果的に伝えるというコミュニケーションのスキルが重要であると指摘している。そして、サイエンスコミュニケーターとして必要とされるスキルについては、山科 (2011) が以下の 3 つを先行実践からまとめている。

- ①科学技術の専門知識および多角的に情報を収集し精査する能力
- ②プレゼンテーションやライティングなどの表現テクニック
- ③コミュニケーションを促進するための場を創出する企画力

一方、サイエンスコミュニケーションが行われている場として、楠見 (2013) は、学校教育、科学博物館、科学ジャーナリズム、家族や職場や地域、ネットコミュニティの 5 つを挙げている。この指摘は岸田 (2011) も同様に行っており、科学博物館が常設の科学コミュニケーション展示施設であるとも指摘している。よっ

※杉山 (2007) では、サイエンスコミュニケーターではなく、科学技術コミュニケーターと記載されている。

て、科学博物館の常設展示室は、サイエンスコミュニケーションを行う上で最適の場の1つであると考えられる。これを裏付けるように、渡辺（2012）も、科学技術行政として、サイエンスコミュニケーションという概念をワークショップとして初めて紹介したのは、科学館等の科学系生涯学習施設とその職員であると指摘している。つまり、サイエンスコミュニケーションのあり方を考える上で、科学館等での展示室でのコミュニケーション（展示コミュニケーション）を検討することが、有用な知見を得るために有効なのではないかと考える。

そこで本研究では、天文台の展示室内でのコミュニケーション及び協力をいただける科学館施設においての展示コミュニケーションの実態を調査し、サイエンスコミュニケーションに関わる人材が、どのようなことを考え、実践しているのかを明らかとすることとした。そして、その結果から、展示コミュニケーションのあり方を考察することを目的とした。

## 2. 研究の方法

### 2.1 質問紙

佐々木（2015）の報告により抽出された「展示室でのコミュニケーション活動の要素」の73要素（Tab.1）を質問項目とし、検討した。

具体的には、73の要素に対して、「思っているかどうか」と「やっているかどうか」を5件法にて回答を求めた（質問紙はAppendix.1）。なお、「思っているかどうか」は、「重要だと思う」、「まあ重要だと思う」、「どちらともいえない」、「あまり重要ではないと思う」、「重要ではないと思う」の5つからの選択を求めた。「重要だと思う」が5で「重要ではないと思う」を1とした。一方「やっているかどうか」は、「積極的に行っている」、「行っている」、「どちらともいえない」、「あまりやっていない」、「まったくやっていない」の5つからの選択で、「積極的に行っている」が5、「まったくやっていない」を1とした。

### 2.2 被験者

質問紙に回答を求めたのは以下の65名であった。（ ）内の数字は欠損がない回答人数。前が「思っているかどうか」で、後ろが「やっているかどうか」の人数である。

- ・仙台市天文台の職員 24名（19, 17）
- ・仙台市天文台でアルバイトをする大学生 7名（欠損なし）
- ・盛岡市子ども科学館の職員 15名（12, 12）

- ・北九州市立文化科学館の職員 4名（欠損なし）
- ・福岡県立青少年科学館の職員 15名（12, 10）

なお、回答に欠損があるものを除くと、「思っているかどうか」に関する回答は54名、「やっているかどうか」に関する回答は50名であった

### 2.3 分析方法

木下・加来（2004）によると、主成分分析は現象の要約的記述が目的とされている。本研究では、KJ法によりまとめられた「展示コミュニケーション」の要素が73もあることから、その根幹を主成分分析により明確にすることとした。

Tab.1 展示室でのコミュニケーション活動の要素

1	共感する
2	安心感がもてるように振る舞う
3	気遣う
4	相手に合わせる
5	あいさつをする
6	笑顔で接する
7	手助けをする
8	楽しんでもらう
9	気持ちを聞く
10	案内誘導をする
11	施設を紹介する
12	話しかけやすい雰囲気をつくる
13	質問・疑問に答える
14	会話をする
15	話しかける
16	一緒に考える
17	議論する
18	ワークショップをする
19	体験してもらう
20	言葉以外のコミュニケーションをする
21	話題を提供する
22	専門家による詳しい説明をする
23	種まきをする
24	展示解説をする
25	理解してもらう
26	サポートをする
27	プラスアルファの知識を与える
28	次の興味へつなげる
29	察する
30	距離感を保つ
31	仲良くなる
32	興味関心のきっかけをつくる
33	興味を持たせる
34	見せる
35	科学の情報を伝える
36	対話する
37	共有する
38	つなぐ
39	深める
40	声をかける
41	お客様とふれ合う
42	お客様におぼえてもらう
43	話をきく
44	お客様をおぼえる
45	対人関係スキルを発揮する
46	お客様の様子をうかがう
47	きっかけを提供する
48	知らなかったことを知るようさせる
49	興味をひきだす
50	天文現象を紹介する
51	気付きや発見をうながす
52	学習のアドバイスをする

53	子どもと遊ぶ
54	一緒に楽しむ
55	スタッフが楽しむ
56	楽しませる
57	非日常を提供する
58	ツールを準備する
59	知識理解を深める
60	引き出す
61	展示を補足する
62	安全・安心の確保をする
63	一緒に体験する
64	思いやりをもって接する
65	身近なことと関連付ける
66	スタッフ同士で共有する
67	自分が学ぶ
68	相手の期待に応える
69	また来たいと思ってもらう
70	(プラネや望遠鏡等の) 他の業務につなげる
71	ニーズをつかむ
72	サポーター(ボランティア)活動のサポート
73	情報提供をする

### 3. 分析結果

#### 3.1 主成分負荷量の検討

##### 3.1.1 「思っているかどうか」について

73個の質問項目に関して、5件法で54人に回答を求めた結果に対して主成分分析を行った。その結果、Tab.2に記すように、固有値が1を超す主成分が16見出された。しかし、第1主成分のみが大きな寄与率であったことから、第1主成分の1割以上の寄与率を持つ第2主成分と第3主成分までを解釈することとした。

まず第1主成分は、Tab.3に示すように5番の「あいさつをする」、30番の「距離感を保つ」、62番の「安全・安心の確保をする」以外は、.4以上の成分負荷量を持っていた。よって、第1主成分は「総合的な展示コミュニケーションスキル」と考えることができる。

次に第2主成分は、成分負荷量の絶対値が.4以上ある項目として「安心感がもてるように振る舞う」、「あいさつをする」、「笑顔で接する」、「安全・安心の確保をする」がプラスの負荷量としてあり、「話題を提供する」と「声をかける」がマイナスの負荷量として抽出された。よって、第2主成分は「安心感を与えるコミュニケーションスキル」ではないかと考えた。

最後に第3主成分は、「共感をする」と「安全・安心の確保をする」の2項目だけが、.4以上の因子負荷量を持っていた。よって、第3主成分は「共感のスキル」ではないかと考えた。

Tab.2 主成分分析の固有値(思っているかどうか)

	固有値	寄与率	累積寄与率
1	31.96	43.78	43.78
2	3.79	5.19	48.98
3	3.04	4.16	53.14
4	2.91	3.98	57.12
5	2.75	3.76	60.88
6	2.25	3.08	63.97
7	1.93	2.65	66.61
8	1.74	2.38	68.99
9	1.69	2.32	71.31
10	1.60	2.20	73.51
11	1.49	2.05	75.55
12	1.41	1.93	77.49
13	1.20	1.65	79.14
14	1.13	1.55	80.69
15	1.12	1.54	82.22
16	1.07	1.46	83.69

Tab.3 成分負荷量(思っているかどうか)

項目	主成分1	主成分2	主成分3
1	0.45	0.21	0.47
2	0.53	0.43	0.18
3	0.64	0.35	0.11
4	0.55	0.28	-0.18
5	0.30	0.57	0.36
6	0.52	0.47	0.21
7	0.42	0.23	-0.26
8	0.69	0.29	-0.04
9	0.67	0.27	0.01
10	0.54	0.24	-0.12
11	0.74	-0.03	-0.16
12	0.76	0.37	0.03
13	0.43	0.20	-0.24
14	0.58	-0.32	0.28
15	0.57	-0.53	0.07
16	0.70	-0.21	-0.15
17	0.62	-0.37	0.21
18	0.62	0.10	0.22
19	0.63	0.05	0.22
20	0.61	-0.02	0.26
21	0.70	-0.44	0.06
22	0.69	-0.31	-0.05
23	0.42	-0.33	0.07
24	0.68	-0.22	-0.02
25	0.75	-0.04	-0.36
26	0.74	0.06	-0.10
27	0.81	-0.15	-0.06
28	0.79	0.08	-0.19
29	0.71	0.00	0.13
30	0.35	0.15	0.06
31	0.62	-0.25	0.26
32	0.79	0.00	-0.24
33	0.76	-0.05	-0.28
34	0.62	-0.11	0.05
35	0.81	-0.01	-0.16
36	0.63	-0.26	0.12
37	0.72	0.00	0.23
38	0.62	-0.02	0.04
39	0.63	-0.08	-0.16
40	0.61	-0.47	0.26
41	0.71	-0.23	0.29
42	0.60	-0.14	0.24
43	0.71	0.03	0.22
44	0.70	0.02	0.09
45	0.65	0.14	0.02
46	0.64	0.20	0.06
47	0.75	-0.11	-0.20
48	0.68	-0.05	-0.35
49	0.75	0.02	-0.28
50	0.57	-0.18	0.02

51	0.72	0.02	-0.19
52	0.72	-0.16	-0.09
53	0.69	-0.09	0.24
54	0.69	-0.07	0.19
55	0.56	-0.12	0.27
56	0.72	0.19	-0.10
57	0.71	-0.06	-0.07
58	0.63	-0.18	0.10
59	0.82	-0.03	-0.11
60	0.73	-0.21	-0.12
61	0.66	-0.05	-0.04
62	0.39	0.43	0.46
63	0.77	0.01	0.18
64	0.69	0.35	0.18
65	0.68	0.16	-0.35
66	0.74	0.19	0.23
67	0.73	0.22	-0.07
68	0.67	0.10	-0.25
69	0.72	0.31	-0.31
70	0.68	-0.13	-0.16
71	0.73	0.05	-0.35
72	0.69	-0.01	0.07
73	0.73	-0.07	0.06

### 3.1.2 「やっているかどうか」について

73個の質問項目に関して、5件法で50人に回答を求めた結果に対して主成分分析を行った。その結果、Tab.4に記すように、固有値が1を超す主成分が14見出された。しかし、第1主成分のみが大きな寄与率であったことから、第1主成分の1割以上の寄与率を持つ第2主成分と第3主成分までを解釈することとした。

まず、第1主成分は、Tab.5に示すように5番の「あいさつをする」以外は、.4以上の成分負荷量を持っていた。よって、第1主成分は「総合的な展示コミュニケーションスキル」と考えることができる。

次に第2主成分は、成分負荷量の絶対値が.4以上ある項目として「気遣う」、「あいさつをする」、「笑顔で接する」、「距離感を保つ」、「お客様の様子をうかがう」、「思いやりを持って接する」、「スタッフ同士で共有する」がプラスの負荷量としてあり、「展示解説をする」がマイナスの負荷量として抽出された。よって、第2主成分は「お客様への配慮のコミュニケーションスキル」ではないかと考えた。

最後に第3主成分は、成分負荷量の絶対値が.4以上ある項目として「展示を補足する」と「自分が学ぶ」、「他の業務につなげる」の3項目がプラスの負荷量としてあり、「気持ちを聞く」、「仲良くなる」、「お客様に覚えてもらう」、「対人関係スキルを発揮する」の4項目がマイナスの負荷量として抽出された。よって、第3主成分は、「専門内容に関わるコミュニケーションスキル」ではないかと考えた。

Tab.4 主成分分析の固有値（やっているかどうか）

	固有値	寄与率	累積寄与率
1	33.09	45.33	45.33
2	5.14	7.03	52.37
3	3.92	5.37	57.73
4	2.71	3.71	61.45
5	2.34	3.20	64.65
6	2.17	2.97	67.62
7	1.84	2.52	70.13
8	1.79	2.45	72.58
9	1.54	2.11	74.69
10	1.40	1.91	76.60
11	1.37	1.87	78.47
12	1.32	1.81	80.28
13	1.23	1.68	81.96
14	1.07	1.47	83.43

Tab.5 成分負荷量（やっているかどうか）

項目	主成分1	主成分2	主成分3
1	.661	.234	.153
2	.588	.342	.292
3	.547	.558	-.051
4	.600	.248	.191
5	.260	.444	.076
6	.554	.402	.193
7	.724	.105	.091
8	.704	.028	-.369
9	.561	.204	-.455
10	.514	.383	-.336
11	.610	.124	-.080
12	.631	.319	-.140
13	.746	-.137	.231
14	.725	.234	-.106
15	.755	.121	.028
16	.658	-.097	-.213
17	.481	-.178	-.215
18	.577	-.297	-.025
19	.730	-.283	-.157
20	.607	-.206	-.362
21	.729	-.164	.093
22	.667	-.239	-.127
23	.693	-.352	-.131
24	.692	-.408	.090
25	.772	-.249	-.004
26	.699	-.031	.040
27	.762	-.159	.030
28	.739	-.224	-.173
29	.571	.437	.006
30	.447	.456	.028
31	.536	.333	-.462
32	.807	-.337	-.063
33	.832	-.311	-.070
34	.684	-.274	.043
35	.813	-.315	.065
36	.600	.276	-.273
37	.625	.146	.138
38	.695	-.044	.151
39	.722	-.156	-.111
40	.722	.076	-.211
41	.632	.241	-.330
42	.672	.123	-.463
43	.723	.322	.323
44	.595	.260	.081
45	.623	.239	-.499
46	.557	.418	.268
47	.768	-.223	-.086
48	.804	-.309	.191
49	.753	-.181	.132
50	.583	-.246	.358
51	.828	-.394	-.194
52	.674	-.316	.206
53	.691	.106	-.043

54	.781	.134	.103
55	.593	.317	.022
56	.776	.107	-.038
57	.695	-.060	-.371
58	.664	-.163	-.303
59	.786	-.229	.207
60	.766	-.287	-.113
61	.589	-.327	.451
62	.554	.089	.196
63	.727	-.060	.148
64	.642	.472	.222
65	.784	-.258	.238
66	.580	.403	.239
67	.557	.109	.430
68	.777	.133	-.218
69	.763	.264	.042
70	.567	-.106	.470
71	.647	.251	-.379
72	.579	-.089	.186
73	.807	-.109	.234

### 3.2 散布図による検討

前述した通り、本分析では第1主成分が、ほとんどの質問項目を含み、さらに大きな固有値を持ち「総合的な展示室でのコミュニケーションスキル」を示している。よって第1主成分では、コミュニケーションスキルの要約が難しい状況といえる。そこで、第2主成分と第3主成分を用いて、展示室におけるコミュニケーションの詳細な分析を行うこととした。

#### 3.2.1 「思っているかどうか」について

主成分分析においては、分布図を作成し、その解釈を行うことが一般的であることから、第2主成分をX軸、第3主成分をY軸とした分布図を作成し、その解釈をすることとした (Fig.1)。

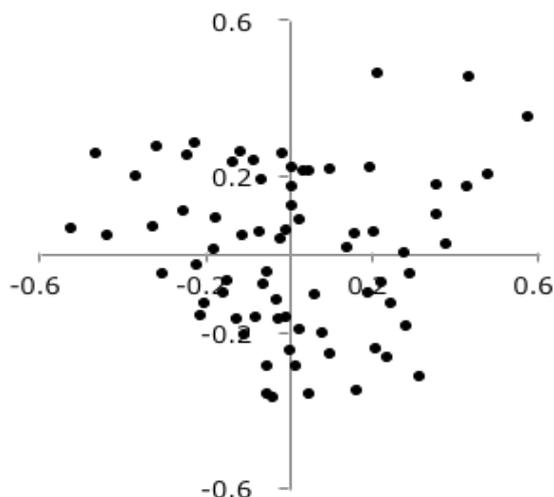


Fig.1 主成分得点の分布図(思っているかについての第2, 第3主成分)

分布は、すべての象限に分布されていることから、それぞれの象限毎のまとまりで質問項目をまとめてみ

ることとした。その結果、Tab.6にあるようなまとまりとなった。

この結果を解釈すると、第1象限は「サービスの対応のコミュニケーション」、第2象限は「専門内容を伝えるコミュニケーション」、第3象限は「専門内容を深めるコミュニケーション」、第4象限は「ホスピタリティー的対応のコミュニケーション」ではないかと考えられた。

#### 3.2.2 「やっているかどうか」について

同様に「やっているかどうか」についての質問項目の回答データに関しても、第2主成分をX軸に、第3主成分をY軸とした分布図を作成し、その解釈をすることとした (Fig.2)。

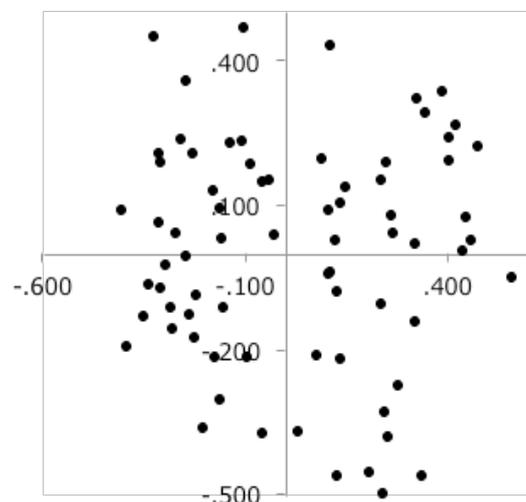


Fig.2 主成分得点の分布図(やっているかについての第2, 第3主成分)

こちらの分布に関しても、すべての象限にまんべんなく分布されていることから、それぞれの象限毎に質問項目をまとめることとした (Tab.7)。

その結果、質問項目のまとまりは若干違ったものとなったが、それぞれの象限の質問項目は「思っているか」と同様の理解ができるものと判断した。つまり、第1象限は「サービスの対応のコミュニケーション」、第2象限は「専門内容を伝えるコミュニケーション」、第3象限は「専門内容を深めるコミュニケーション」、第4象限は「ホスピタリティー的対応のコミュニケーション」というまとまりであった。

Tab.6 第2主成分と第3主成分の分布図による質問項目分類(思っているかどうか)

第1象限 (X軸+, Y軸+)	第2象限 (X軸-, Y軸+)	第3象限 (X軸-, Y軸-)	第4象限 (X軸+, Y軸-)
共感する	会話をする	施設を紹介する	相手に合わせる
安心感がもてるように振る舞う	話しかける	一緒に考える	手助けをする
気遣う	議論する	専門家による詳しい説明をする	楽しんでもらう
あいさつをする	言葉以外のコミュニケーションをする	展示解説をする	案内誘導をする
笑顔で接する	話題を提供する	理解してもらう	質問・疑問に答える
気持ちを聞く	種まきをする	プラスアルファの知識を与える	サポートをする
話しかけやすい雰囲気をつくる	仲良くなる	興味関心のきっかけをつくる	次の興味へつなげる
ワークショップをする	見せる	興味を持たせる	興味をひき出す
体験してもらう	対話する	科学の情報を伝える	気付きや発見をうながす
察する	つなぐ	深める	楽しませる
距離感を保つ	声をかける	きっかけを提供する	身近なことと関連付ける
共有する	お客様とふれ合う	知らなかったことを知るようさせる	自分が学ぶ
話をきく	お客様におぼえてもらう	学習のアドバイスをする	相手の期待に応える
お客様をおぼえる	天文現象を紹介する	非日常を提供する	また来たいと思ってもらう
対人関係スキルを発揮する	子どもと遊ぶ	知識理解を深める	ニーズをつかむ
お客様の様子をうかがう	一緒に楽しむ	引き出す	
安全・安心の確認をする	スタッフが楽しむ	展示を補足する	
一緒に体験する	ツールを準備する	(プラネや望遠鏡等の)他の業務につなげる	
思いやりをもって接する	ボランティア活動のサポートをする		
スタッフ同士で共有する	情報提供をする		

## 4. 考察

### 4.1 展示コミュニケーションの根幹について

本研究は、佐々木(2015)によりKJ法で抽出された「展示室でのコミュニケーション活動の要素」に対して、主成分分析を行い、それらの要素をまとめることで、展示コミュニケーションの根幹について明らかにし、さらに展示コミュニケーションのありかたを考察することが目的であった。

分析の結果、佐々木(2015)により抽出された要素は、そのほとんどが展示室でのコミュニケーションとして1つのまとまりとなっているものであった。しかし、それらを詳しく見ると大きくは2つ、さらにそれぞれが2つに分けられ、4つの根幹に分けられるのではないかと考えられた。大きな2つとは、1つは「一般的な対人コミュニケーション」であり、もう1つは「専門性提供のコミュニケーション」である。さらに前者は「サービスの対応」と「ホスピタリティーの対応」に分かれ、後者は「専門内容伝達」と「専門内容深化」に分かれるのではないかと類推された。

この結果は、展示室のコミュニケーションの検討であったことから、当然の帰結であるとも考えられる。しかし、一般的な対人コミュニケーションにおいても、あいさつや話す、聞く等のコミュニケーションといった一般的なサービスの対応とともに、顧客ニーズをつかみ楽しんでもらうようなホスピタリティー的対応も行っていることが明らかとなった。さらには、展示という専門性が問われるコミュニケーションにおい

ても、「情報伝達」だけではなく、さらに発展的な「専門内容の深化」も行っていることが明らかになったことは、展示室でのコミュニケーション時の留意事項として、職員間で共有する視点になったのではないかと考える。

### 4.2 具体的なスキルについて

前述で「展示室におけるコミュニケーション」は4つの根幹からなるのではないかと類推を示したが、具体的なコミュニケーション活動の内容は、「思っている」と「やっている」の双方で共通に挙げられた質問項目が具体的な活動内容になるものと考えられる。そこで、共通に挙げられた質問項目をまとめた(Tab.8, Tab.9)。

その結果、73ある質問項目の中から、31項目が抽出された。この段階でも、項目数としてはまだ多い感じがあるが、第1主成分のみに大きな寄与率があり、「展示室のコミュニケーション」として大きく括られるものであったことから、31ある項目は展示室でのコミュニケーション活動をする際に、決してばらばらに適用されているものではなく、複合的に発揮されているのではないかと考えられる。例えば、「笑顔で挨拶をすることで、お客様に安心感を持ってもらう」ことや「お客様のお話を聞く際にも距離感を保ちながら、相手のニーズを捉える」こともよくあることと考える。また、「展示を見せながら、他の展示や旬の話題とつなぐ」こともよくある展示コミュニケーション

Tab.7 第2主成分と第3主成分の分布図による質問項目分類 (やっているかどうか)

第1象限 (X軸+, Y軸+)	第2象限 (X軸-, Y軸+)	第3象限 (X軸-, Y軸-)	第4象限 (X軸+, Y軸-)
共感する	質問・疑問に答える	一緒に考える	気遣う
安心感がもてるように振る舞う	話題を提供する	議論する	楽しんでもらう
相手に合わせる	展示解説をする	ワークショップをする	気持ちを聞く
あいさつをする	サポートをする	体験してもらう	施設を紹介する
笑顔で接する	プラスアルファの知識を与える	言葉以外のコミュニケーションをする	話しかけやすい雰囲気をつくる
手助けをする	見せる	専門家による詳しい説明をする	会話をする
案内誘導をする	科学の情報を伝える	種まきをする	仲良くなる
話しかける	つなく	理解してもらう	対話する
察する	知らなかったことを知るようさせる	次の興味へつなげる	声をかける
距離感を保つ	興味をひきだす	興味関心のきっかけをつくる	お客様とふれ合う
共有する	天文現象を紹介する	興味を持たせる	お客様におぼえてもらう
話をきく	学習のアドバイスをする	深める	対人関係スキルを発揮する
お客様をおぼえる	知識理解を深める	きっかけを提供する	子どもと遊ぶ
お客様の様子をうかがう	展示を補足する	気付きや発見をうながす	楽しませる
一緒に楽しむ	一緒に体験する	非日常を提供する	相手の期待に応える
スタッフが楽しむ	身近なことと関連付ける	ツールを準備する	ニーズをつかむ
安全・安心の確保をする	(プラネや望遠鏡等の) 他の業務につなげる	引き出す	
思いやりをもって接する	ボランティア活動のサポートをする		
スタッフ同士で共有する	情報提供をする		
自分が学ぶ			
また来たいと思ってもらう			

といえる。さらには、2つの領域をまたぎ、「非日常を提供することで、展示内容への興味のきっかけを提供し楽しんでもらうこと」も、一般的に行われている活動と考える。

よって、本研究で抽出された31項目が、「展示室でのコミュニケーション活動」の主要素ではないかと考える。

#### 4.3 「思っている」と「やっている」との違いについて

「思っているか」と「やっているか」のデータ分析の結果は、大きな違いはあまりなかった。つまり、展示室でのコミュニケーションは、思っていることを行動として具現化しているという実態と考える。しかし、詳しく見ると「思っている」の第2主成分と第3主成分は、「安心感を与えるコミュニケーションスキル」と「共感のスキル」であり、どちらも「お客様への配慮のコミュニケーションスキル」の内容となっている。一方、「やっている」の第3主成分は「専門内容に関するコミュニケーション」の内容となっている。

この解釈は、以下のような状況ではないかと考えられる。つまり、展示室のコミュニケーションといえど、基本は接客のコミュニケーションを大切にしようと考えている。しかし、実際に展示室でコミュニケーションを行っている時、展示に関わる専門内容のコミュニケーションをお客様から求められ、または職員がそれを必要と感じ、専門内容に関わるコミュニケーション

を行っているという実態なのではないかと考えられるのである。

またこの結果は、今回の調査被験者が、接客を大切にしているという実態ともいえる。被験者の多くは、指定管理者の社員または団体職員であり、その面からも接客を意識した職員教育が行われていることが要因ではないかと考える。

Tab.8 展示室における一般的な対人コミュニケーション

一般的な対人コミュニケーション
<サービスの対応>
共感する
安心感がもてるように振る舞う
あいさつをする
笑顔で接する
察する
距離感を保つ
共有する
話をきく
お客様をおぼえる
お客様の様子をうかがう
安全・安心の確保をする
思いやりをもって接する
スタッフ同士で共有する
<ホスピタリティー的対応>
楽しんでもらう
相手の期待に応える
ニーズをつかむ

Tab.9 展示室における専門内容に関するコミュニケーション

専門性提供のコミュニケーション
<専門内容提供>
話題を提供する
見せる
つなぐ
天文現象を紹介する
サポーター（ボランティア）活動のサポートをする
情報提供をする
<専門内容深化>
一緒に考える
専門家による詳しい説明をする
理解してもらおう
興味関心のきっかけをつくる
興味を持たせる
深める
きっかけを提供する
非日常を提供する
引き出す

## 5. まとめ

展示室におけるコミュニケーションのあり方を検討するために、実際に展示室でコミュニケーション活動を行っている職員及びボランティアを被験者とした検討を行った。その結果、「一般的な対人コミュニケーション」としての「サービスの対応」と「ホスピタリティー的対応」及び「専門性提供のコミュニケーション」としての「専門内容伝達」と「専門内容深化」の4つの根幹が抽出された。

岸田（2011）は、科学に関心の薄い層とコミュニケーションするには、知識や情報の伝達だけでは不十分であり、「共感・共有のコミュニケーション」が重要であると指摘している。本研究結果においても、情報提供や専門性を発揮するコミュニケーションだけではなく、基本的なコミュニケーションの中に「共感する」や「共有する」という項目が入っており、さらには心情的フォローのコミュニケーションを行っている実態が明らかとなった。このことは、岸田（2011）が指摘するサイエンスコミュニケーションを、多くの被験者が実践しているという実証になったものと考えられる。

なお、佐々木（2015）がまとめた、それぞれの立場の展示室でコミュニケーション活動が、被験者の実態と考えられるが、本研究結果は、KJ法のまとめより端的で、それぞれの結果を包括する内容といえる。ただし、それぞれのグループのまとまりと無関係なものではなく、それぞれの施設や立場で細かに分化されているのではないかと考える。しかし、本研究では、そこ

まで詳しく分析することができなかったことから、このことに関しては今後の研究の課題といえる。

さらに本研究では、被験者サンプルが少なく、指定管理者の職員であるという偏りがあったことから、精度の高いものにするためには、多くの被験者及び色々な立場の方からの回答を得てまとめることが課題といえる。

## <参考文献>

- 木下英明・加来秀俊（2004）多変量解析の“からくり”をどう捉えるか その1 主成分分析・因子分析 活水論文集 47,1-22
- 岸田一隆（2011）科学コミュニケーション 平凡社新書
- 楠見孝（2013）心理学とサイエンスコミュニケーション 日本サイエンスコミュニケーション協会誌 2,66-71
- 佐々木瑞穂（2015）展示コミュニケーション活動とはどのようなことをするのか 仙台市天文台研究・実践紀要 1,47-50
- 杉山滋郎（2007）なぜ今、科学技術コミュニケーションか 北海道大学科学技術コミュニケーション・養成ユニット編著 はじめよう！科学技術コミュニケーション ナカニシヤ出版 1-13
- 内田麻理香・長神風二・佐倉統（2011）サイエンスコミュニケーションのプロセスを可視化するイベント設計～「対決！サイエンス大喜利」の実践事例～ 科学技術コミュニケーション 9,82-92
- 渡辺政隆（2012）サイエンスコミュニケーション 2.0へ 日本サイエンスコミュニケーション協会誌 1,6-11
- 山科直子（2011）サイエンスコミュニケーションにおけるファシリテーター機能の重要性とその育成ー共に考えるコミュニケーションの推進に向けてー専門日本語教育研究 13,9-14

## Appendix.1 展示コミュニケーションに関するアンケート

### 展示室におけるコミュニケーション活動に関するアンケート

Oct-14

本アンケートは、展示室におけるコミュニケーション活動のエッセンスを明確にするとともに、各エッセンスの関連性を統計的に検討するためのものです。ご自身の考えに基づき、妥当な選択肢をお選びください。

なお、本アンケートは1つの質問に対し、2種の回答をしてもらいます。太字が思っていること。細字が実際の行動です。必ず両方にお答えください。

凡例	5	4	3	2	1
太字	<b>重要だと思う</b>	<b>まあ重要だと思う</b>	<b>どちらともいえない</b>	<b>あまり重要ではないと思う</b>	<b>重要ではないと思う</b>
細字	積極的に行っている	行っている	どちらともいえない	あまりやっていない	まったくやっていない

	活動内容	思っているかどうか	やっているかどうか
1	共感する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
2	安心感がもてるように振る舞う	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
3	気遣う	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
4	相手に合わせる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
5	あいさつをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
6	笑顔で接する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
7	手助けをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
8	楽しんでもらう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
9	気持ちを聞く	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
10	案内誘導をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
11	施設を紹介する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
12	話しかけやすい雰囲気をつくる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
13	質問・疑問に答える	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
14	会話をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
15	話しかける	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
16	一緒に考える	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
17	議論する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
18	ワークショップをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
19	体験してもらう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
20	言葉以外のコミュニケーションをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
21	話題を提供する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
22	専門家による詳しい説明をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
23	種まきをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
24	展示解説をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
25	理解してもらう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
26	サポートをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
27	プラスアルファの知識を与える	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
28	次の興味へつなげる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
29	察する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
30	距離感を保つ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
31	仲良くなる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
32	興味関心のきっかけをつくる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
33	興味を持たせる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
34	見せる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
35	科学の情報を伝える	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
36	対話する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1

凡例	5	4	3	2	1
太字	重要だと思ふ	まあ重要だと思ふ	どちらともいえない	あまり重要ではないと思ふ	重要ではないと思ふ
細字	積極的に行っている	行っている	どちらともいえない	あまりやっていない	まったくやっていない

	活 動 内 容	思っているかどうか	やっているかどうか
37	共有する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
38	つなぐ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
39	深める	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
40	声をかける	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
41	お客様とふれ合う	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
42	お客様におぼえてもらう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
43	話をきく	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
44	お客様をおぼえる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
45	対人関係スキルを発揮する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
46	お客様の様子をうかがう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
47	きっかけを提供する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
48	知らなかったことを知るようさせる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
49	興味をひきだす	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
50	天文現象を紹介する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
51	気付きや発見をうながす	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
52	学習のアドバイスをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
53	子どもと遊ぶ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
54	一緒に楽しむ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
55	スタッフが楽しむ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
56	楽しませる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
57	非日常を提供する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
58	ツールを準備する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
59	知識理解を深める	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
60	引き出す	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
61	展示を補足する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
62	安全・安心の確保をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
63	一緒に体験する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
64	思いやりをもって接する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
65	身近なことと関連付ける	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
66	スタッフ同士で共有する	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
67	自分が学ぶ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
68	相手の期待に応える	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
69	また来たいと思ってもらう	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
70	(プラネや望遠鏡等の) 他の業務につなげる	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
71	ニーズをつかむ	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
72	サポーター (ボランティア) 活動のサポートをする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1
73	情報提供をする	5-4-3-2-1	5-4-3-2-1

お疲れ様でした

## 仙台市天文台研究・実践紀要 第1号

2015年9月18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](http://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 2014

