

# 学生教育・教育研究の視点から

特に学校教員を目指している学生に対して  
研修を積んでいる学校教員に対して  
(ここでは、研究者を目指す学生の教育、を含まない)

富田晃彦

(和歌山大学 教職大学院)

Tomita Akihiko

atomita@wakayama-u.ac.jp

<http://web.wakayama-u.ac.jp/~atomita/>

第2回データアーカイブワークショップ

2020年3月30日 over zoom

# お題 1

- ・ アーカイブによりあげられた成果、期待できる成果
  - もしあれば、アーカイブならではの成果
  - こういうアーカイブがあれば可能になる、という成果

天文教育は、研究論文の生産性が（意外にも）高い

fp ≡ 査読論文 / 研究発表件数

天文分野で：fp (Science) = 0.23, fp (Education) = 0.21, fp (Outreach) ≈ 0

「天文分野での教育・アウトリーチの成果発表の現状」

富田晃彦、日本地球惑星科学連合2016年大会、発表番号G03-21、2016年5月22日

天文教育研究論文は、アーカイブデータの活用によるものが（それなりに）多い

「地学教育」2007-2018年に発表の天文教育研究論文33編のうち10編

# データアーカイブを 活用した 天文教育の 研究論文の例

# 地学教育

第68巻 第1号(通巻 第348号)

2015年

## 目次

### 原著論文

紫色レーザー光励起による蛍光現象を用いた方解石の複屈折についての教材  
.....多賀 優・河野俊夫・中野聰志(1~12)

### 教育実践論文

撮像データを用いた恒星の表面温度推定のための自主学習型教材の開発  
.....伊藤信成・山縣朋彦・浜部 勝・西浦慎悟・三戸洋之(13~28)

高校地学で扱われる火成岩とその多様性の説明に関する問題点  
—北海道有珠火山を題材とした学習プログラム—  
.....平岡瑞恵・岡村 聡(29~39)

### 資 料

大気中の二酸化炭素濃度の日変化を小学生はどう考えているか  
—小学校6年生を対象に行った質問紙調査と授業の結果から—  
.....土井 徹・巴田 篤・林 武広(41~52)

地学教育ニュース(53~54)

本の紹介(55)

学会記事(56~58)

天文教育の研究論文が多数掲載  
されている、日本地学教育学会の  
学会誌「地学教育」から  
いくつか紹介

日本地学教育学会

## 撮像データを用いた恒星の表面温度推定のための 自主学習型教材の開発

Development of Self-Directed Astronomical Learning Program  
for Estimating Stellar Temperature Using Broad-Band Imaging Data

伊藤信成<sup>\*1</sup>・山縣朋彦<sup>\*2</sup>・浜部 勝<sup>\*3</sup>・西浦慎悟<sup>\*4</sup>・三戸洋之<sup>\*5</sup>

Nobunari ITOH, Tomohiko YAMAGATA, Masaru HAMABE,  
Shingo NISHIURA and Hiroyuki MITO

**Abstract:** New educational guidelines coming into effect in 2011 have resulted in more high school students than before taking earth science classes because the guidelines mean students at most high schools need to take at least three basic science courses. With more students beginning to study earth science, it is important to provide effective learning materials for promoting astronomical education. The development of effective teaching materials is vital to support teachers who have little information about astronomical learning materials. Color is one of the most essential characteristics of stars as well as magnitude, and it has a close relationship with stellar surface temperature. As stellar color differences can easily be seen by the naked eye, the cause of stellar color difference is considered to be a theme familiar to high school students. However, fewer materials are available on stellar surface temperature than on stellar magnitude. To remedy this, we have developed an astronomical learning program for estimating stellar surface temperature by comparing the observed stellar flux in the  $B$ ,  $V$ ,  $R_c$ , and  $I_c$  bands with blackbody spectra. We used archived image data made public by the National Astronomical Observatory of Japan as the data set. In this program, students can semi-automatically estimate stellar temperature by inputting the stellar brightness from each band into a spreadsheet containing a macro program. To evaluate the usefulness of the learning program, a trial run with the program was carried out at the open seminar held by Mie University. Thirty-seven high school students from grade one to three participated in the trial. None of the participants had taken astronomy classes at their high schools. The program received a favorable response from more than 90% of the experimental participants. Accordingly, our program will prove to be effective even for students who have little knowledge of astronomy.

**Key words:** astronomy learning material, stellar surface temperature, high school, data analysis, self-learning

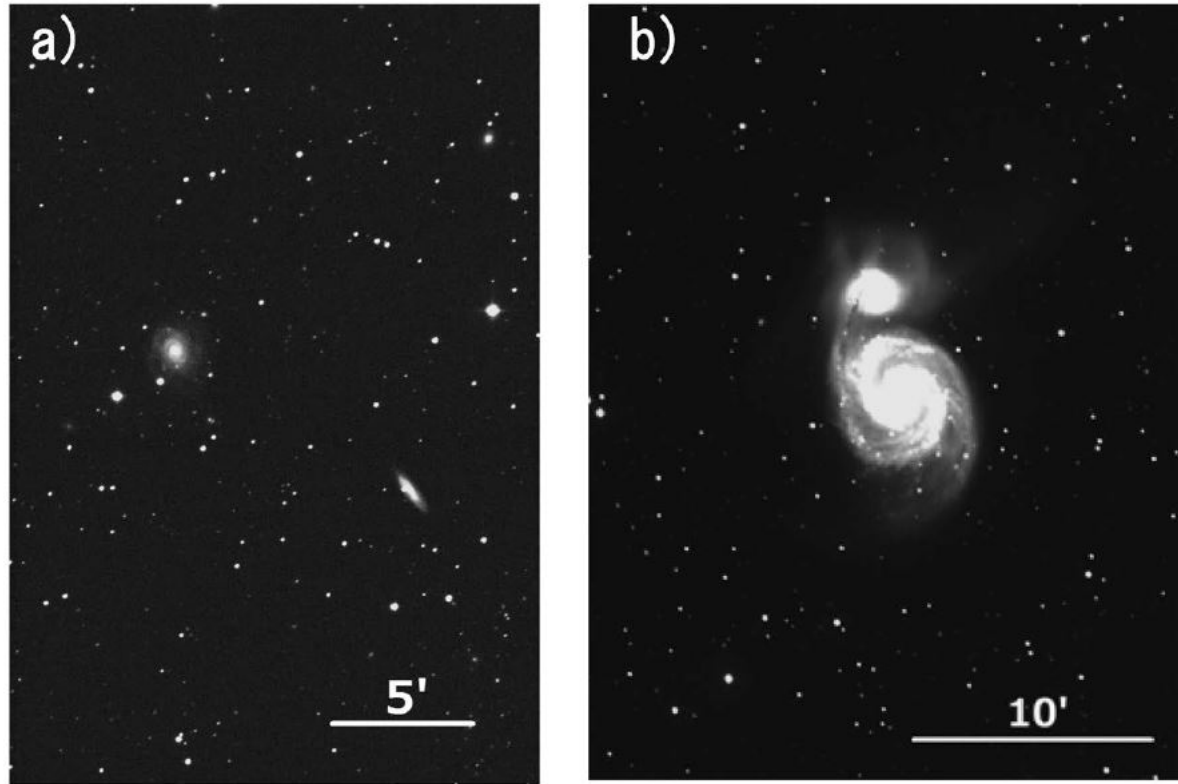
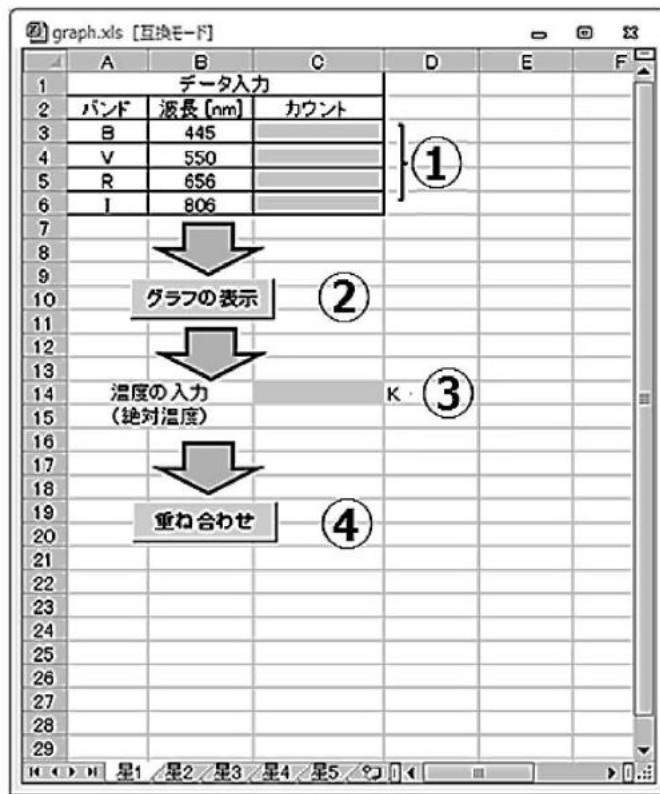


図3 教材に利用した領域

a) SA104 領域 ( $19' \times 30'$ ), b) M51 領域 ( $24' \times 30'$ ). いずれも 2KCCD (Vバンド) 画像.

a)



b)

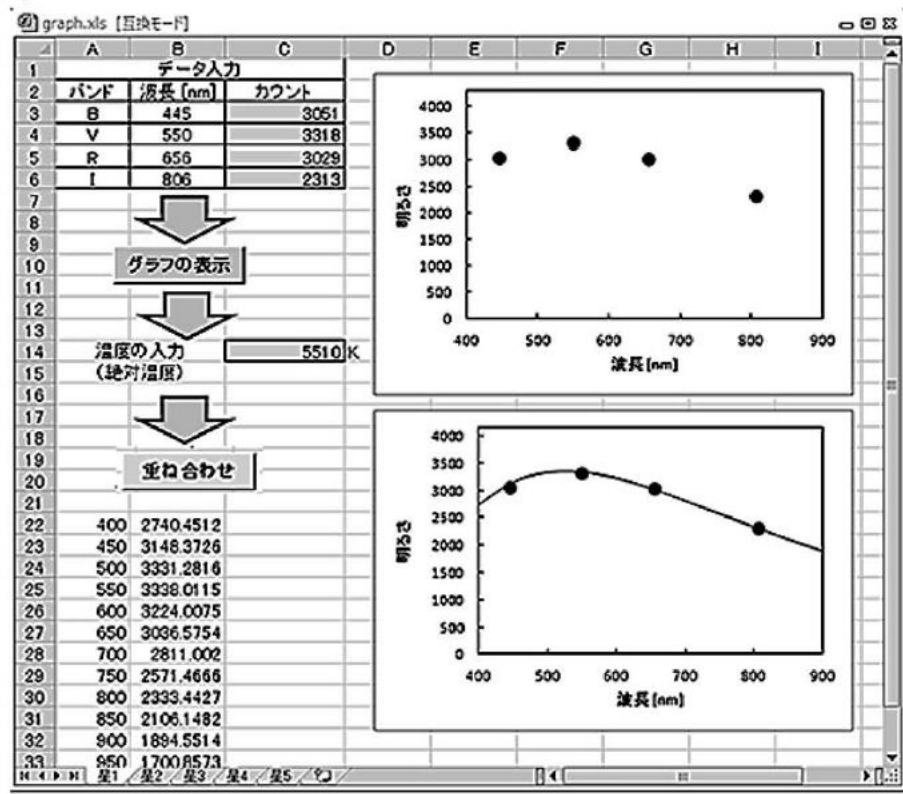


図 6 a) Excel で作成した表面温度推定用マクロの画面；b) マクロを用いて温度推定を行った例  
なお本マクロはデータ公開用のホームページからダウンロードできる。

表4 セミナー参加前後での天文学に対するイメージの変化

	セミナー参加前のイメージ	参加後のイメージ
1)	星や宇宙を調べる	自分の想像よりも深いことをしていた。(1年)
2)	星の観測をする	観測だけではなく科学的な視点から見るのがわかった。(2年)
3)	星を見て研究する	意外にデジタル化していた。(2年)
4)	毎晩、望遠鏡で星を見ている	自分の思っていた天文学は違い驚いたが、とても良かった。(2年)
5)	空を見て写真を撮ったりする	意外と地道な作業がある。(3年)
6)	新しい星を見つける	観測だけではわからない事を科学的に調べる。(1年)
7)	星の観測をしている	いろいろな方法で星のことを調べていることがわかった。(1年)
8)	望遠鏡をのぞいている	図や表にして調べている。(1年)
9)	星や小惑星を探している	数字で様々なことを割り出す。(1年)
10)	星座やギリシャ神話のイメージ	画像から様々な意味を見出している。(2年)
11)	ずっと天体を眺めている	眺めるだけではなく温度等を計算している。(2年)
12)	宇宙や星銀河などを研究する	様々な分野の知識が必要。(1年)
13)	宇宙を研究する	天文には物理や数学が必要なことがわかった。まずは高校での勉強をがんばる(1年)
14)	星座やギリシャ神話のイメージ	文系科目かと思っていたが物理学が必要。(2年)



## 星団の色等級図作成と年齢を推定する 高校生向け教材の開発と授業実践

—研究用資源を利用した天文教材の開発—

Development of the Teaching Material for High-School Students to  
Determine Seellar Cluster Age Based on a Color-Magnitude Diagram

原 正<sup>\*1</sup>・五島正光<sup>\*2</sup>・洞口俊博<sup>\*3</sup>・古荘玲子<sup>\*4</sup>・大島 修<sup>\*5</sup>

矢動丸 泰<sup>\*6</sup>・金光 理<sup>\*7</sup>

Tadashi HARA, Masamitsu GOSHIMA, Toshihiro HORAGUCHI,  
Reiko FURUSHO, Osamu OHSHIMA, Yasushi YADOUMARU  
and Osamu KANAMITSU

学校教員が  
中心となって  
まとめたものも  
多い

**Abstract:** The HR diagram is an important concept in the Japanese high-school textbook. The teaching material described herein is based on the characteristics and the ages of a globular cluster and an open cluster. In order to encourage students to measure as many stars as possible in making the diagram, a color-magnitude diagram was utilized, rather than the standard HR diagram. The image data used were originally generated for scientific purposes of cluster research. To enable students to easily undertake the photometric measurements, the image data are pre-processed using the educational image analysis software Makali'i. By comparing the shape of the diagram with the theoretical curves of star clusters at several different ages, students can determine the ages of the clusters of two different types. Based on results from a questionnaire which was taken after the class work, it was confirmed that the use of scientific image data with FITS format did not negatively impact students' understanding, and also increased the interest of more than 80% of the students.

**Key words:** high school, astronomy education, FITS data, color-magnitude diagram, Makali'i, research activity

### 1. はじめに

HR図は恒星を扱う天文学の分野において重要な概念である。20世紀の天文学における最も重要な発見の一つに挙げてよいだろう。高校地学の天文分野の学習においても下記のように多岐の役割を持っている。

一つ目の役割は星の色をスペクトル型に分類し、絶

対等級の関係から、恒星を主系列星、白色矮星、巨星の三つのグループに分けることである。

二つ目は主系列星を用いて、恒星までの距離を推定する手段となることである。この方法は星団のHR図を作成することで、見かけの等級と絶対等級の関係から距離を求めるものである。

三つ目は星の進化について学ぶことができる点であ

<sup>\*1</sup> 埼玉県立豊岡高等学校 <sup>\*2</sup> 巣鴨中学・高等学校 <sup>\*3</sup> 国立科学博物館 <sup>\*4</sup> 国立天文台

<sup>\*5</sup> 岡山県立水島工業高等学校 <sup>\*6</sup> 紀美野町みさと天文台 <sup>\*7</sup> 福岡教育大学

2011年4月12日受付 2011年9月15日受理



## 高校生のための天文学実習用教材 「宇宙年齢を測る」の作成

Teaching Material for High School Students to  
Calculate the Age of the Universe

西浦 慎悟\*1・中田 好一\*2・三戸 洋之\*2・宮田 隆志\*3

Shingo NISHIURA, Yoshikazu NAKADA,  
Hiroyuki MITO and Takashi MIYATA

**Abstract:** A method for creating teaching material for high school students to measure the age of the universe using a simple assumption is introduced. Any high school teacher with a personal computer connected to the Internet can create this teaching material. Utilizing photographs of external galaxies with known red shift, we can estimate the age of the universe assuming that all of the galaxies are of the same size as the Milky Way (our galaxy), i.e., 30.0 kpc in diameter. The fact that the simple assumption and simple material can provide an estimate of the age of the universe should impress many high school students. This teaching material has already been applied with positive benefit to about 1,000 high school students studying astronomy in the Kiso Observatory, Institute of Astronomy, University of Tokyo.

**Key words:** age of universe, Hubble constant, Hubble's law, astronomical education, teaching materials of astronomy, Internet, high school

### 1. はじめに

本稿では、高校生対象の天文学実習「宇宙年齢を測る」の教材作成方法およびその使用方法・効果等を紹介する。これは東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター木曾観測所において、2002年から実施されているサイエンス・パートナーシップ・プログラム事業 (Science Partnership Program: SPP: 文部科学省の「科学技術・理科大好きプラン」, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/daisuki/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/index.htm))「星の教室」用に開発されたものである。本教材を用いた実習では、高校生は十数個の銀河の画

像サイズを定規で測定し、その上で「すべての銀河の実サイズがわれわれの住む天の川銀河の実サイズと同じである」という簡単な仮定の下に、その銀河までの距離を算出する。そして、それを用意されたデータベースから得られる銀河の後退速度と合わせることで、銀河の距離-後退速度図 (Hubble diagram: ハッブル図) を描き、その比例関係の傾き (ハッブル定数に相当する) を求めることで宇宙年齢を計算する。本実習の特徴としては、a) 単純なパソコン設備のみで行えること、b) 実習作業の時間が2~3時間と比較的短いこと、c) 簡単な四則演算のみで遂行できること (ただし計算量が多いため電卓または表計算ソフトを使用

\*1 東京学芸大学自然科学系宇宙地球科学分野

\*2 東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター木曾観測所

\*3 東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育研究センター

2006年12月15日受付 2006年12月28日受理

## 研究用銀河スペクトル画像を用いたハッブル則の 高校向け教材の開発と試行

Development of and Practice with Teaching Materials to Study  
Hubble's Law Based on Galactic Spectra

原 正\*<sup>1</sup>・畠 浩二\*<sup>2</sup>・五島正光\*<sup>3</sup>・洞口俊博\*<sup>4</sup>・金光 理\*<sup>5</sup>  
古 莊 玲子\*<sup>6</sup>・矢治健太郎\*<sup>7</sup>・PAOFITS ワーキンググループ

Tadashi HARA, Koji HATA, Masamitsu GOSHIMA, Toshihiro HORAGUCHI,  
Osamu KANAMITSU, Reiko FURUSHO, Kentaro YAJI and PAOFITS WG

**Abstract:** New teaching materials for the study of Hubble's law utilizing observational data of galactic spectra were developed. These materials were presented to high school students of one of the authors, an astronomy and Earth sciences teacher, and the educational effects were assessed. In the past, printed spectra were used to obtain the Hubble constant in many teaching materials and consequently it was difficult for students to determine the radial velocities of galaxies correctly, and to determine the Hubble constant quantitatively. In contrast, our teaching materials use observational data themselves and make students measure the spectra with their personal computer, with the result that students intuitively understand the relationship between wavelength shift of spectral lines and the radial velocity of galaxies. A questionnaire distributed to the students after the educational exercise revealed that our teaching material increased the interest of the students in modern astronomy.

**Key words:** high school, astronomy education, FITS data, galactic spectrum, Hubble's law, Makali'i

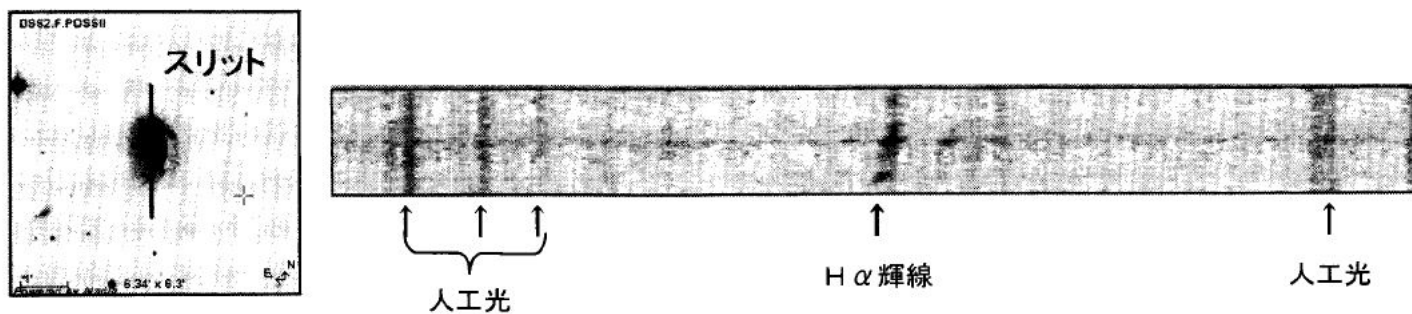
### 1. はじめに

ハッブルの法則とは、E. ハッブルが1929年に発見した、銀河の後退速度が距離に比例するという法則であり、高校の地学Iの教科書にもグラフが掲載されている。その比例定数はハッブル定数と呼ばれ、現代の膨張する宇宙像を示す重要な役割を果たしている。今回の教材は、実際の銀河のスペクトルデータから後退速度を求め、ハッブルの法則のハッブル定数を導くも

のである。

スペクトルについては、高校地学の太陽の表面温度や恒星のHR図の単元で学ぶが、太陽の学習では温度による連続スペクトルの形(プランク分布)を取り扱い、HR図ではプランク分布と色の関係や、スペクトルの吸収線と恒星のスペクトル型を学ぶものであり、いずれも天体の運動に結びつけるものではない。そこで、銀河のスペクトルデータを使って自ら手を動かして作業をしながら銀河の後退速度を求める体験をさせ

\*<sup>1</sup> 埼玉県立豊岡高等学校 \*<sup>2</sup> 岡山商科大学附属高等学校 \*<sup>3</sup> 果鴨中学・高等学校 \*<sup>4</sup> 国立科学博物館  
\*<sup>5</sup> 福岡教育大学 \*<sup>6</sup> 国立天文台 \*<sup>7</sup> 立教大学  
2009年4月8日受付 2009年9月15日受理



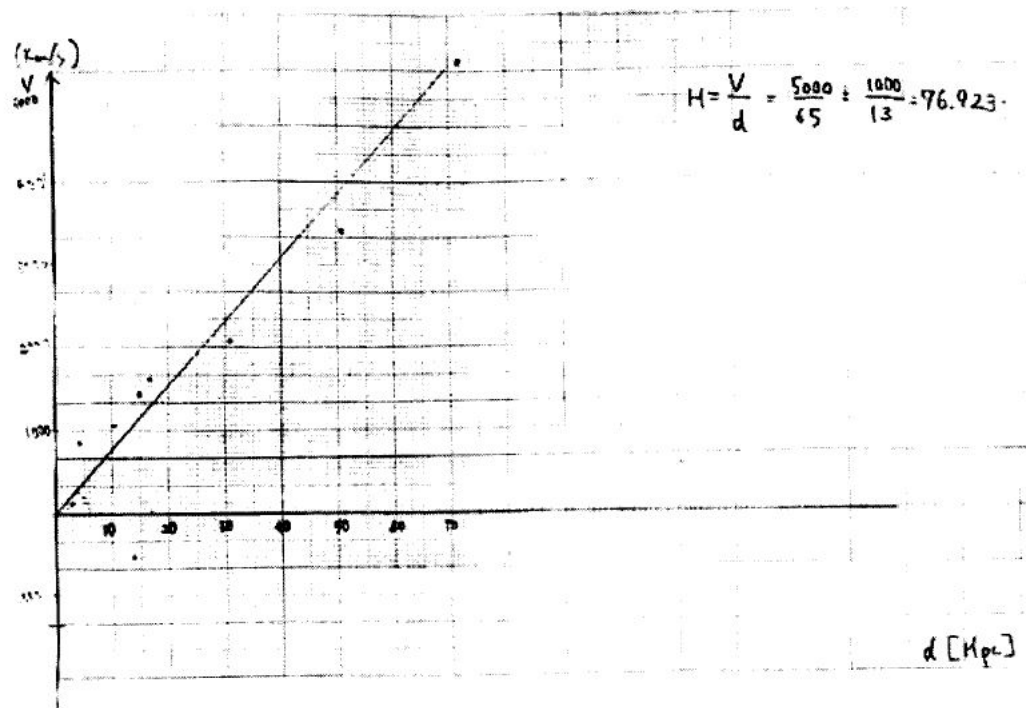
**図 1** NGC673 のスリットのイメージ (左) とスペクトル (右)  
 左図のように銀河の中心核を切る長軸方向にスリットをあててスペクトルを撮っている。右図は教材のスペクトル画像で、スペクトルの右ほど波長が長い。銀河の中心核が中程に水平に薄く現れている。縦に垂直に入っているのは人工光によるもの。左図の銀河画像は DSS2 による。

表 1 教材に用いた銀河のスペクトルと距離

距離の数字の右肩の a はハッブル・キー・プロジェクトによる値, b は Ia 型超新星による値であることを示す.

	銀河	撮像年月日	グレーティング(波長域)	観測者	距離 Mpc
データセット1, 2	NGC673	1995. 11. 28	1200 本/mm (648-686nm)	家, 他	72. 40 <sup>b</sup>
	NGC2403	1997. 3. 1	1200 本/mm (642-682nm)	富田, 他	3. 22 <sup>a</sup>
	NGC2608	1995. 11. 28	1200 本/mm (648-686nm)	家, 他	31. 00 <sup>b</sup>
	NGC3198	1997. 3. 3	1200 本/mm (642-682nm)	富田, 他	13. 80 <sup>a</sup>
	NGC7678	1995. 11. 30	1200 本/mm (648-686nm)	家, 他	51. 80 <sup>b</sup>
データセット2	NGC925	1995. 11. 25	1200 本/mm (648-687nm)	家, 他	9. 16 <sup>a</sup>
	NGC2541	1995. 11. 29	1200 本/mm (648-687nm)	家, 他	11. 11 <sup>a</sup>
	NGC2713	1995. 11. 28	1200 本/mm (648-687nm)	家, 他	55. 40 <sup>b</sup>
	NGC3031	1999. 3. 17	1800 本/mm (649-674nm)	祖父江, 他	3. 63 <sup>a</sup>
	NGC3627	1993. 1. 13	300 本/mm (605-733nm)	加藤・平田・高田	10. 05 <sup>a</sup>
	NGC4258	1994. 2. 17	150 本/mm (466-716nm)	山田, 他	7. 98 <sup>a</sup>
	NGC4321	1997. 3. 5	1200 本/mm (642-682nm)	富田, 他	15. 21 <sup>a</sup>
	NGC4414	1999. 3. 23	1800 本/mm (649-674nm)	祖父江, 他	17. 70 <sup>a</sup>
	NGC4536	1999. 3. 23	1800 本/mm (649-674nm)	祖父江, 他	14. 93 <sup>a</sup>
	NGC4548	1996. 4. 16	1200 本/mm (641-679nm)	青木, 他	16. 22 <sup>a</sup>
	NGC4639	1996. 4. 16	1200 本/mm (640-680nm)	青木, 他	21. 98 <sup>a</sup>
NGC7331	1995. 11. 25	600 本/mm (616-694nm)	大山, 他	14. 72 <sup>a</sup>	

ここまでは、  
SMOKAなどの  
よく吟味された  
アーカイブデータ  
による例



5. 求めたグラフの比例定数(傾き)はハッブル定数と呼ばれ宇宙の大きさ、年齢を決める数字です。ハッブル定数を求めてみましょう。

図4 生徒が作成したグラフの一例  
グラフ用紙に手作業でプロットし、原点を通るようにヒントを与えて直線を引かせた。

部分日食画像を利用した月の視差検出の試み  
—撮影地点の相対位置関係の推定—

Trial Experiment on Detecting Lunar Parallax Using Partial Solar Eclipse Images  
—Estimate of Relative Positions of Observation Points—

伊藤 信成 \*1

Nobunari ITOH

**Abstract:** A trial experiment for estimating minute lunar parallaxes among multiple observation points was carried out by using images of the partial solar eclipse on May 21, 2012. Images were collected from websites that provide several images of the partial solar eclipse taken at different times, and 284 images taken at 37 observation points were selected. The analysis results indicate that the estimated lunar parallaxes at 25 out of the 37 positions were consistent with theoretical values within 20". The most effective source of error was uncertainty as to the observation time, and time correction could reduce errors to around 6.5". This finding shows that it is possible to detect minute lunar parallaxes and relative positions among observation locations tens of kilometers apart from each other by using images of a partial solar eclipse not taken at the same time but taken sequentially. The trial experiment also indicates that pictures of a partial solar eclipse taken at multiple locations are applicable as astronomical educational material for detecting lunar parallaxes, and that they allow us to draw a relative location map of the shooting points.

**Key words:** partial solar eclipse, lunar parallax, relative position, digital camera

1. はじめに

日食は、同一地点に限れば発生頻度が低い現象であるが、人々の関心を引く現象である。また、晴れてさえいれば日食グラス等の簡便な器具さえあれば観測することができるため、天文・宇宙への興味・関心を喚起する現象として有効である。日食については、学習指導要領の改訂で、中学校理科第2分野の地球と宇宙の単元における月の運動と見え方の範囲に「日食や月食にも触れること」との記載が加わった(文部科学省, 2009)。これにより、生徒が日食の情報に触れる

機会も以前より増加するものと予想される。

2012年5月21日に日本の広い地域で金環日食となった。この日食では金環食となる地域の限界線に注目し(相馬ほか, 2012)、一般市民と連携して北限界線の推定を行う共同観測プロジェクトが実施され、1万人を超える市民が参加した(石坂ほか, 2012)。このプロジェクトは、一般市民から寄せられたデータを積極的に利用することで複数の予測が存在する金環日食の限界線を市民の観察結果から決定するという科学的要素が盛り込まれた点で、新しいタイプの市民参加型観望会となった。

広く  
研究に使える  
データを  
ネット上から  
集めた  
citizen science 的  
な例



表1 撮影地の経緯度および解析利用画像

画像出典	撮影地点	経度 [°]	緯度 [°]	表記	解析枚数	空間分解能
高校生 天文観測 ネットワーク	北海道函館市	140.7569	41.7869	函館	7枚	5.5"/pixel
	青森県青森市	140.7733	40.7892	青森 1	7枚	5.5"/pixel
	青森県青森市	140.7981	40.7028	青森 2	7枚	0.8"/pixel
	青森県弘前市	140.4472	40.5803	弘前	7枚	16"/pixel
	群馬県前橋市	139.0650	36.3844	前橋 1	5枚	3.3"/pixel
	栃木県栃木市	139.7061	36.3739	栃木	8枚	1.1"/pixel
	茨城県下妻市	139.9669	36.1839	下妻	7枚	1.2"/pixel
	埼玉県蕨市	139.6742	35.8328	蕨	7枚	1.5"/pixel
	東京都荒川区	139.7650	35.7325	荒川	6枚	1.5"/pixel
	東京都国立市	139.4456	35.6889	国立	3枚	3.1"/pixel
	東京都杉並区	139.5936	35.6839	杉並	6枚	1.3"/pixel
	神奈川県秦野市	139.2447	35.4133	秦野	4枚	1.3"/pixel
	愛知県名古屋	136.9579	35.1886	名古屋	4枚	0.8"/pixel
岡山県浅口市	133.6242	34.5458	浅口	7枚	2.2"/pixel	
ウェブ 公開画像	北海道天塩郡	141.6493	45.0570	天塩	3枚	12"/pixel
	岩手県一関市	141.1864	38.9341	一関	5枚	8.3"/pixel
	山形県寒河江市	140.2642	38.3881	寒河江	4枚	7.0"/pixel
	宮城県仙台市	140.8409	38.2560	仙台	12枚	12"/pixel
	福島県いわき市	140.8024	36.8961	いわき	9枚	2.2"/pixel
	新潟県新潟市	139.0363	37.9155	新潟	5枚	3.0"/pixel
	富山県小矢部市	136.8762	36.6672	小矢部	13枚	13"/pixel
	群馬県前橋市	139.0630	36.3887	前橋 2	25枚	10"/pixel
	群馬県吾妻郡	138.9733	36.5971	吾妻	12枚	11"/pixel
	茨城県小美玉市	140.2965	36.2354	小美玉	4枚	7.8"/pixel
	長野県茅野市	138.1966	36.1034	茅野	8枚	10"/pixel
	埼玉県秩父市	139.0606	35.9390	秩父	19枚	4.3"/pixel
	東京都八王子市	139.3513	35.6741	八王子	8枚	12"/pixel
	東京都町田市	139.4485	35.5738	町田	8枚	9.4"/pixel
	山梨県甲府市	138.5677	35.6624	甲府	4枚	9.0"/pixel
	静岡県磐田市	137.8712	34.8759	磐田	6枚	15"/pixel
	静岡県湖西市	137.5556	34.7169	湖西	4枚	9.2"/pixel
	岐阜県恵那市	137.5007	35.4435	恵那	4枚	13"/pixel
	大阪府柏原市	135.6499	34.5513	柏原	9枚	9.4"/pixel
	奈良県北葛城郡	135.7461	34.5488	北葛城	8枚	3.5"/pixel
兵庫県神戸市	135.1210	34.6887	神戸	10枚	12"/pixel	
岡山県岡山市	133.9267	34.6963	岡山	7枚	17"/pixel	
高知県室戸市	134.1711	33.2770	室戸	12枚	8.2"/pixel	

「広さ」「量」  
で大きな  
可能性があるが  
「質」が  
問題になる可能性

本的に同じである。すなわち、月の輪郭から月の中心位置を求め、撮影地点ごとに求めた月中心位置を比較する。図1は地表面の観測地点の違いにより、対象天体（今回の場合は月）の天球上での位置が変化する様子を模式的に表したものである。撮影地点が異なると視差により天球上での月の位置が変化し、地上でのA、B、Cの3地点から見た月の天球上の位置A'、B'、C'は、天体Mを挟んで点対称の位置に投影されることになる。また、地上の2地点A、Bから月Mを同時に観察することにより、視差 $\theta_{AB}$ を求めることができる。地上のスケールに比べ月までの距離が十分に遠ければ、M-A間距離とM-B間距離を等しいと仮定す

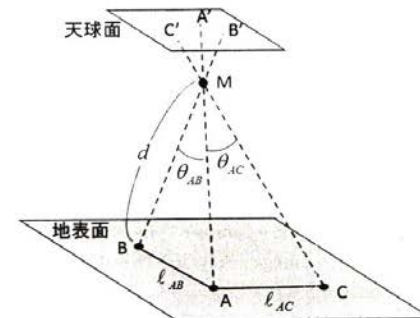


図1 地上の観測点と天球上の投影位置の関係



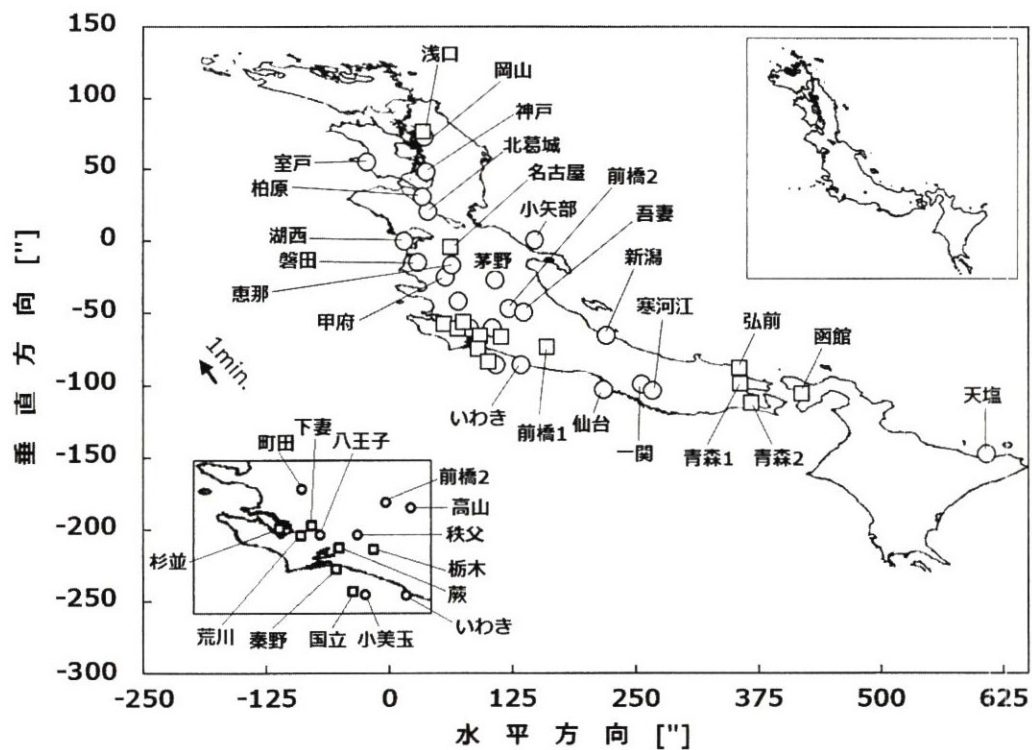


図5 月位置をもとにした観測地点の相対位置関係および日本地図との比較

データアーカイブの教育研究を支える  
教材開発と、実践者間の研修の基盤の例



<https://paofits.nao.ac.jp/>

**PAOFITS WG**

FITS画像を教育に活用するためのワーキンググループ

# 前史

公開天文台ネットワーク（PAONET） 1990年代半ばより

天文情報処理研究会 1990年代初期より

# 派生

日本天文学会ジュニアセッションでの研究課題  
全国の大学（特に教員養成系）での卒業研究や修士論文  
天文・地学・科学教育での実践とその研究論文  
学会大会での教員研修プログラム

## 教材セット

<https://paofits.nao.ac.jp/>

## PAOFITS が開発した教材セット

- マカリのバージョンが **2.1** に上がりました。お使いのマカリが最新のバージョンであることを確認してお使い下さるようお願い致します。
- [アンケート](#)にご協力お願い致します [35kB, Wordファイル]

## FITS画像 (データ) 解析ソフト

● [FITS データって何?](#)

◆ [すばる画像解析ソフト: マカリ \(Makali`i\)](#)

無償の教育普及目的であれば自由に使えるFITS画像 (データ) 解析ソフトです  
[News] [マカリのバージョンが Ver. 2.1 に上がりました\(2016.03.17\)](#)

◆ [最初にお読み下さい](#)(マカリにできること、できないこと) [PDFファイル]

◆ [マカリインストールマニュアル](#) [PDFファイル]

◆ [マカリ:超入門編](#) [1.8MB, PDFファイル] [動画版](#) [193MB, MP4ファイル] **New**

超入門編用 サンプルFITSデータ ( [N5194\\_01.fits](#) | [N5194\\_02.fits](#) )

◆ [マカリを使ってみよう\(測光編\)](#) [PDFファイル]

◆ [デジカメ raw画像の FITS化について](#)

● [その他のFITS 画像解析ソフト](#)

# <https://paofits.nao.ac.jp/Materials/>

## ①(距離梯子1)『[金星の太陽面通過\(1天文単位を求めよう\)](#)』 NEW

日本とタイで観測した2012年6月6日の「金星の太陽面通過」のデータから、金星の視差を測定し、「1天文単位」の距離を求めます。

## ②(距離梯子2)『[星団視差\(散開星団までの距離を求めよう\)](#)』

散開星団NGC1912(M38)のFITS 画像を用いて星団の個々の恒星のみかけの等級を求め、主系列星の絶対等級との等級差(距離指数)を見積もり、散開星団までの距離を求めます。

## ③(距離梯子3)『[セファイド変光星\(系外銀河M100の距離を求めよう\)](#)』

ハッブル宇宙望遠鏡(HST)で撮像されたM100(NGC4321)という銀河にみつかった約70個のセファイド変光星のひとつについて、明るさを測り、変光周期からM100までの距離を求めます。

## ④(距離梯子4)『[ハッブルの法則](#)』

距離のわかっている銀河のスペクトルデータ(※)からハッブルの法則を求め、宇宙の膨張速度であるハッブル定数を決定します。

(※)使用するデータは、国立天文台岡山天体物理観測所188cm望遠鏡力セグレン分光器で得られ公開されている研究観測データ。

## ⑤(距離梯子5)『[超新星の明るさと銀河の距離](#)』

最も明るくなった時の絶対等級がほぼ一定になるIa型超新星の明るさを測り、Ia型超新星の絶対等級と銀河の距離との関係を調べます。

Ia型超新星の絶対等級を求めるとほぼ一定になることを確認する実習と、絶対等級を既知として実際に現れたIa型超新星の明るさの変化を測定し銀河の距離を求める実習の、2セットの構成になっています。

## ⑥『[星団のHR図を作ろう](#)』

ハッブル宇宙望遠鏡・すばる望遠鏡・木曾シュミット望遠鏡などが撮影した画像データ(FITS画像)を測定して、星団のHR図を作成します。

『[球状星団編 - 星団の年齢を求めてみよう -](#)』、『[散開星団編 - 主系列星を見てみよう -](#)』、『[\(球状+散開\) 星団編 - 恒星の進化 -](#)』の3通りの展開に合わせた教材があります。



# <http://makalii.mtk.nao.ac.jp/>

## PAOFITS WG 開発教材セット

すばる画像解析ソフト – Makali`i – 配布サイト

### すばる画像解析ソフト Makali`i (マカリ、マカリィ)

#### Makali`iとは

Makali`iは、すばる望遠鏡をはじめとした研究観測で得られたFITS画像（データ）を解析することができるソフトです。無償の天文教育普及目的であればどなたでもお使いいただけます。

Makali`iは、Ver. 2.1以降、ユーザ登録制度を廃止しました。利用者の責任においてご利用ください。

- 本ソフトウェアをインストールする過程および使用したことによるコンピューターの故障、その他あらゆる損害・損失（商業的損害・損失を含む）などを含め一切責任を負いません。
- 無償の天文教育普及目的であれば、どなたでもご自由にお使いいただけます。
- 本ソフトウェアの著作権は国立天文台と(株)アストロアーツの両者にあります。ソフトの解析や改変、逆コンパイル等、およびソフトの有償での再配布は禁じられています。

Makali`iは一般に普及している、Windows パソコンで動作します。

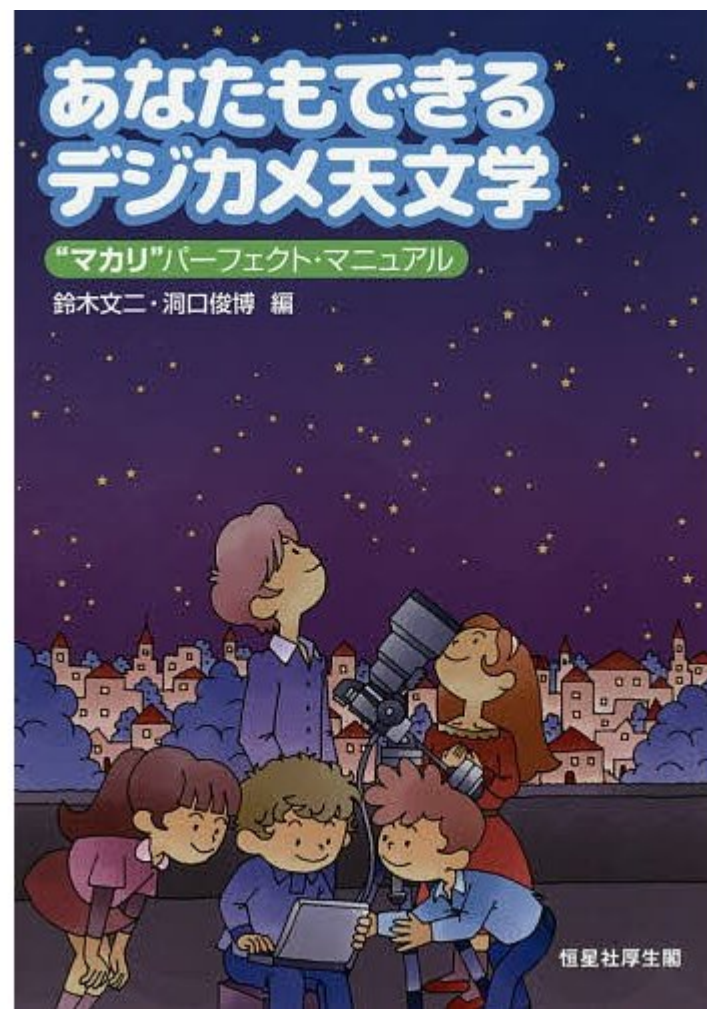
#### ★ Makali`iの動作環境：

◇ Windows OS (Ver. 2.1 or later : Windows XP/Vista/7/8/8.1/10)

#### ★ Makali`iの主な機能：

- ◇ 測光（天体の明るさを調べる）
- ◇ 測位、重心検出（天体の位置を調べる）
- ◇ 分光（グラフ描画）
- ◇ 演算（画像単位で各画素の値（明るさ）に対する加算・減算・乗算・除算）
- ◇ プリンク（複数枚画像を短時間で切替え表示して比較）  
など

Makali`iの企画・開発には、[PAOFITS WG](#)（FITSデータを活用した学校教材の開発を行っているワーキンググループ）が協力しています。



ISBN: 978-4-769915751



# お題 1

- ・ アーカイブによりあげられた成果、期待できる成果
  - もしあれば、アーカイブならではの成果
  - こういうアーカイブがあれば可能になる、という成果

天文教育は、研究論文の生産性が（意外にも）高い

天文教育研究論文は、アーカイブデータの活用によるものが（それなりに）多い

## なぜか

アーカイブデータのセンターがある

データ処理の専門家集団、一次処理のデータ、方法の標準化

SMOKA など、しっかりしたデータアーカイブがある

PAOFITS など、教材開発と実践者研修のプラットフォームがある

しかもそこでは、

学校教員、研究者、科学館等、

多方面から集まった共同研究が長期間継続している

## お題 2

- ・アーカイブや公開データに必要なとされる要件
  - アーカイブが持つべき機能
  - 公開データの種類、品質、置かれ方、付随情報など
- 多くの成果が出ている → 現在のシステムはよくできている
- データアーカイブの扱いは訓練が必要だが、
  - 一次処理のデータの準備、その方法の標準化が進んでいる
  - PAOFITSグループが日本地学教育学会等に出向いての研修会を持っている
  - 「デジカメ天文学」といった指南書が発行されている
  - Makaliiの整備が進んでる

それを支えているのは：

□教材開発と実践者研修のプラットフォームがある

データアーカイブが、  
学校での教育実践（特に高校段階、課題研究、クラブ活動）、  
教員養成・教員研修に与える **大きな力**

- ◆ 天文学分野は、このような社会資本を他分野に先駆けて充実させ、研究、教育、広報普及で大きな基盤となってきた。
- ◆ データベースによる学校での教育実践活動として、他に比するものとして気象データや地震計データがあるが、質・量・広がりにおいて、天文分野は他を圧倒している。
- ◆ データアーカイブのセンターという基盤を整備されてきた方々に敬意を表したい。今後もこの基盤が維持発展されることを願っている。
- ◆ 将来教員（小中高通して）になる学生や研修中の現職学校教員に、天文分野での、社会の共有財産を共同で作り上げる精神、その作り上げに参加する方法を伝えている。
- ◆ この共同作業に、天文学の研究者、学校教員、科学館職員をはじめ、多種多様な人々が、訓練を積みつつ、参加している。その訓練の場の自主運営を含めて、教育におけるデータアーカイブのシステムと考えたい。

## PAOFITSを牽引されてきた洞口俊博さんにうかがいました

- アーカイブを構築、運用している世界の研究機関のみなさんに敬意を表したい。
- 人的リソースの手当は大変だろうが、利用者として非常に助けられた。データに詳しい方と共同して仕事ができ、適切なアドバイスを受けることができた。
- 一次処理済のデータの利用などのサポートで、助けられたことがあった。一次処理済のデータについて、パイプラインの用意が大変だろうが、ほどほどの品質で十分な利用者も多いだろうから、あれば大きく利用の裾野が広がるだろう。