

県立ぐんま天文台

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

年 次 報 告

ANNUAL REPORT

2004



ぐんま天文台全景



屋外モニュメント



65cm望遠鏡



150cm望遠鏡



観察用望遠鏡



太陽望遠鏡



展示コーナー



少年少女研究員（太陽観測）



少年少女研究員（太陽の自転周期を求める）



ペルセウス座流星群説明会



連携協力校事業



天文学校



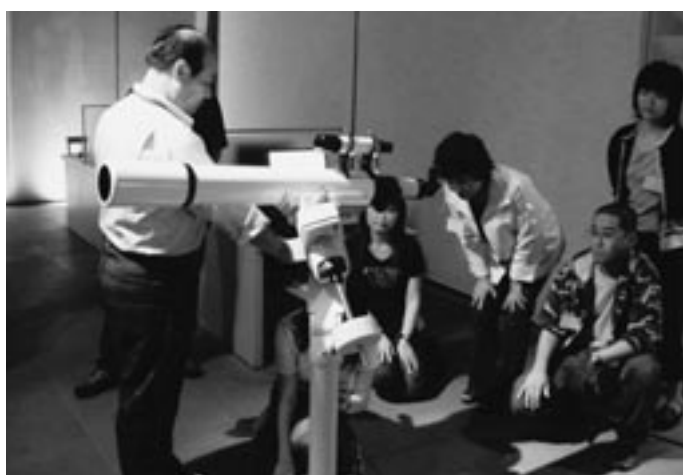
天文講話



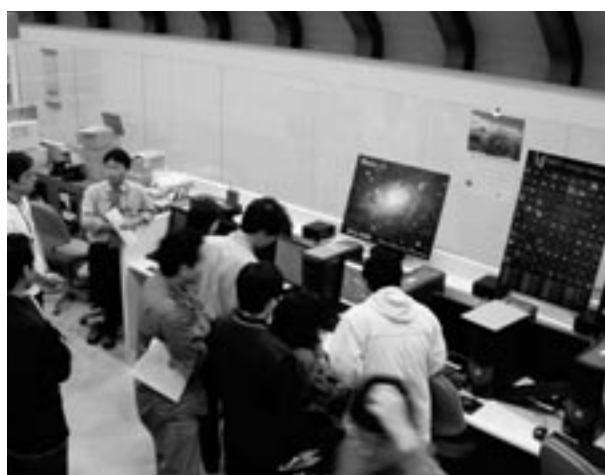
慶応高校SSH



高崎高校SSH



望遠鏡講習会(移動式)



望遠鏡講習会(観察用)

序 文

台長 古在 由秀

平成 16 年度は、ぐんま天文台の 6 年目にあたり、創立以来 5 年が経過した。そこで、創立 5 周年を記念するパネル展を 7 月に、前橋市の群馬県庁内で開き、ぐんま天文台の施設を紹介し、活動状況を説明した。展示は 2 週間にわたって行なわれたが、期間中 2200 名以上の観覧者があった。天文台側も、このようなパネル展を準備する機会に、天文台創立の理念がどう生かされているかなど、自省することが出来た。

今年度の特別な天文現象として、6 月 8 日に 130 年ぶりに日本で見られる金星の太陽面通過現象が予定されており、そのための説明会など準備を進めていたが、生憎の曇天に妨げられ、観測できなかった。また、5 月から 6 月にかけて、明るい二つの彗星の出現が予報され、5 月から 6 月初旬の間、いくつかの小さな望遠鏡を用意するなど、特別な観測態勢を整えて待機した。この二つとも、予期したほどは明るくならなかったが、1000 名ほどの人たちがそれを観測した。

年間の来館者は約 3 万人と、ほぼ定常的な数であった。その内の学校利用は、70 団体、3569 人で、これもほぼ例年通りであった。そのなかには、文部科学省の理科学研究指定校が数校ふくまれており、これら指定校のぐんま天文台の利用が定着してきたといえよう。

国際協力事業は、主としてインドネシアのバンドン工科大学との間で行われ、研究員の相互派遣は例年のごとく行われた。さらに、今年度は、両者でのリモート望遠鏡のシステムの確立を目指したが、通信回線の問題があり、望遠鏡の相互制御が可能になる段階でとどまり、望遠鏡の映像をリモートで観測するにはいたらなかった。なお、この原型となったシステムは、教育プログラムの一環として、県内の小中学校との間で活用されている。

昨年度から、口径 150 cm 望遠鏡用の高分散の分光器が稼働を始めたが、これは一流の性能を出すことが実証された。この分光器を利用して、ぐんま天文台といくつかの大学の研究者による共同研究が行われた。今後、各種天体の分光観測により、大きな成果が期待されている。

彗星の研究でも大きな成果があり、河北観測普及研究員の彗星の分光観測による彗星核生成時の温度の推定が、独自の方法でなされ、彗星起源の研究に新しい途を開いた。河北観測普及研究員はこの研究により、COSPAR (国際スペース科学研究委員会) のゼルドビッチ賞、日本天文学会の奨励賞を受賞した。

また、局所銀河群の測光観測、ガンマ線バースター天体の赤外観測など、広い範囲の観測・研究で成果が報告された。

ぐんま天文台の今後の発展のためには、多くの方からのご助言とご協力が必要であると考えている。

目 次

1 概 要

1.1	沿革	1
1.2	建設経過	2
1.3	組織・運営	2
1.4	施設概要	4
1.5	入館者一覧	6

2 望遠鏡・観測装置

2.1	150cm光学赤外線望遠鏡関連	7
2.2	65cm光学望遠鏡関連	11
2.3	観察用望遠鏡	14
2.4	太陽望遠鏡	14
2.5	移動式望遠鏡、双眼鏡	15

3 研究・教育支援設備

3.1	図書	16
3.2	計算機システム	17
3.3	工作室・実験室	18

4 観測研究活動

4.1	観測研究活動	19
4.2	学術論文及び出版物	26
4.3	研究会・学会等	28
4.4	ぐんま天体力学N体力学研究会	30
4.5	談話会	32
4.6	バンドン工科大学との協力提携協定に基づく活動	33

5 教育普及活動

5.1	一般観望	34
5.2	団体予約利用	34
5.3	外部団体との協力による教育普及	34
5.4	学校利用（チャレンジスクール等）	36
5.5	学校との連携協力による効果的な学習指導開発事業	38
5.6	望遠鏡・機材の夜間貸出利用	38
5.7	観察会・イベント	42
5.8	スタンプラリー・クイズラリー	44
5.9	少年少女研究員	44
5.10	天文学学校	45
5.11	ホームページ	47
5.12	著作（新聞記事等）	47
5.13	広報誌	48
5.14	ボランティア	49
5.15	講演会	49
5.16	リモート望遠鏡	50
5.17	館内展示	52
5.18	高等学校特別科学教育支援	52

6 国際協力・海外出張

6.1	東南アジアにおける天文学発展への協力	54
6.2	海外研究会参加・観測等	54

7 台外委員等

1 概要

1.1 沿革

ぐんま天文台は、群馬県人口が平成 5 年（1993 年）10 月に 200 万人に到達したこと、群馬県出身の日本初の女性宇宙飛行士向井千秋さんが宇宙に飛び立ったことなどを記念して建設された。その建物群は、後世に有形の文化資産として伝えることのできるシンボリックなものとなっている。

この天文台は、21 世紀を担う子供達が第一線の研究者との交流や天体の本物の姿にふれることなどを通して、「本物」の実体験を提供することを基本理念として建設が進められた。

天文台の建設に当たっては、平成 7 年（1995 年）11 月に建設構想を策定し、次のような性格を持つ施設として態勢整備や建設を進めることとした。

天文台の設備・観測機器を駆使し、積極的に本物を見せ、最新の天文学の研究成果をえられる施設であること。

第一線の研究者を配置し、本格的な観測研究活動のできる施設であること。

研究分野から教育普及分野まで、開かれた教育・研究施設であること。

人口 200 万人到達記念碑としてふさわしいシンボリックな建築物であること。

天体観測機能を主体とする施設であり、飲食等の付帯機能は持たないこと。

一方、運営については平成 9 年（1997 年）9 月に次の 5 つの基本方針を定め、これらの基本方針に基づき業務運営を進めることとした。

1 本物の体験

本物の体験とは、望遠鏡で本物の星や宇宙を観ることだけではなく、研究者との交流や最前線の研究現場に接することなど幅広くとらえる。

2 開かれた利用

施設だけでなく、天文台で取得したデータや情報などを、子どもたちから天文愛好家、研究者まで幅広く公開する。

3 学校や生涯学習との連携

学校教育における自然体験学習の場を提供するとともに、知識や年代に応じた幅広い生涯学習機会を提供する。

4 観測研究

生き生きとした教育普及活動を進めるためには、天文台職員の本格的な研究活動が不可欠である。天文学の発展に貢献できるような水準の研究を進め、広く研究者の養成にも努める。

5 国際協力

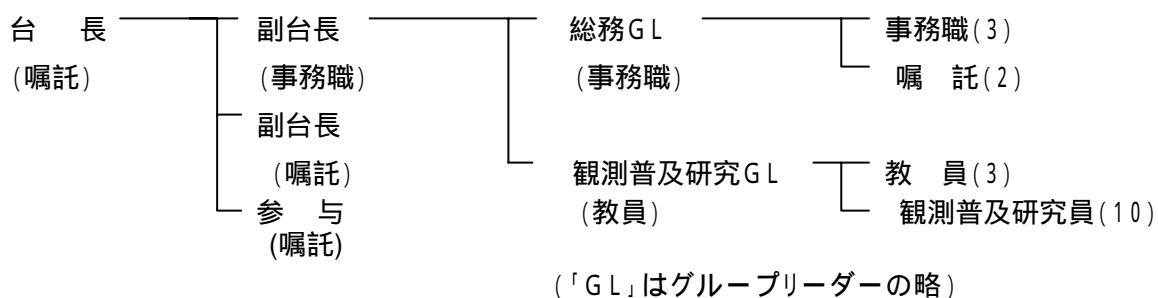
諸外国からの研究者の受入れや養成、さらに国際共同観測等の国際的な協力活動を行う。

1.2 建設経過

平成 5 年(1993年) 8月	群馬県人口200万人到達記念事業に位置づけられる
平成 7 年(1995年)11月	天文台建設基本構想を策定(第1回建設委員会)
平成 9 年(1997年) 3月	用地買収が終了
4月	古在由秀元国立天文台長が台長に就任。天文専門職員3名を採用
9月	施設設計がまとまり、運営方針を策定(第2回建設委員会)
10月	建設工事に着手
平成10年(1998年) 4月	天文専門職員5名を採用
平成11年(1999年) 3月	天文台本館・ドームが完成
4月	群馬県立ぐんま天文台の設置及び管理に関する条例の施行により、高山村に「ぐんま天文台」組織が発足。天文専門職員2名を採用(専門職員 計10名)
4月28日	ファーストライトを実施
4月29日	天文台一部オープン
7月20日	遊歩道、屋外モニュメントが追加完成し、竣工式を実施
7月21日	天文台全面オープン

1.3 組織・運営

1.3.1 組 織



1.3.2 職員名簿

台 長(嘱託) 古 在 由 秀
理学博士(天体力学)
東京大学名誉教授、元東京天文台台長、元国立天文台台長、
元国際天文学連合(IAU)会長、元日本天文学会理事長
天文学振興財団評議員、日本環境協会委員、
高山村光環境審議会委員

副台長（囑託） 奥 田 治 之
理学博士（赤外線天文学）
宇宙科学研究所名誉教授、前日本天文学会理事長
日本天文学会評議員、日本赤外線学会評議員

参 与（囑託） 清 水 実
観測天文学、望遠鏡及び観測装置の開発研究
元東京大学助教授、元岡山天体物理観測所副所長
美星天文台技術顧問、陸別銀河の森天文台技術顧問

副台長（事） 高橋 稔

< 総務グループ >

総務 GL(係長)(事)	佐藤 武夫
主 幹(事)	千木良しづ子
副主幹(事)	篠原 重行
主 任	藤本 浩文
囑 託	吉田 尚子
囑 託	奈良 昌生子

< 観測普及研究グループ >

観測普及研究 GL(補佐)(事)	倉田 巧
指導主事	登坂 一彦
指導主事	角田喜久雄
専門員(技)(観測普及研究員)	橋本 修
指導主事	倉林 勉
主任(技)(観測普及研究員)	濱根 寿彦
主任(技)(観測普及研究員)	中道 晶香
主任(技)(観測普及研究員)	濤崎 智佳
主任(技)(観測普及研究員)	長谷川 隆
主任(技)(観測普及研究員)	西原 英治
主任(技)(観測普及研究員)	河北 秀世
主任(技)(観測普及研究員)	衣笠 健三
観測普及研究員	大林 均
観測普及研究員	田口 光

1.3.3 運 営

(1) 開館時間

3～10月	11～2月	月	火	水	木	金	土	日
10:00～17:00	10:00～16:00	閉館	施設見学(予約不要)					
19:00～22:00	18:00～21:00		点検	団体予約利用		一般観望(予約不要)		

月曜日が祝日の場合は、終日開館し、その直後の休日でない日を閉館する。

(2) 入館料等

一般	大学・高校生	小中学生以下	20 人以上の団体は 2 割引。
300 円	200 円	無 料	障害者及びその介護者1名は無料。

(3) 観測機器使用料

150 cm 望遠鏡	65 cm 望遠鏡	観察用望遠鏡	望遠鏡設置場
5,000 円 / 一夜	2,000 円 / 一夜	500 円 / 一夜	200 円 / 一夜・一区画

使用にあたっては、ぐんま天文台の望遠鏡操作資格取得講習会を受講し、資格を取得した者が利用可能となる。ただし、望遠鏡設置場利用の場合は操作資格不要。

1.3.4 勤務体制

職員は、日勤、準夜勤、夜勤の 3 交代勤務である。

1.3.5 その他

- (1) 一般観望（金・土・日・祝日）は、雨天、曇天、強風、高湿度等の場合には閉館する。
- (2) 駐車場と天文台は標高差が約 70 m あり、延長 600 m の遊歩道で結ばれているが、高齢等による歩行困難者については天文台で送迎を行っている。
- (3) 金・土・日曜日の 22 時以降（冬の場合も同じ）は、望遠鏡操作資格を取得した者に占有利用として各種望遠鏡を貸し出している。
- (4) 仮眠室を、2 晩以上の占有利用者に貸し出している。

1.4 施設概要

1.4.1 所在地

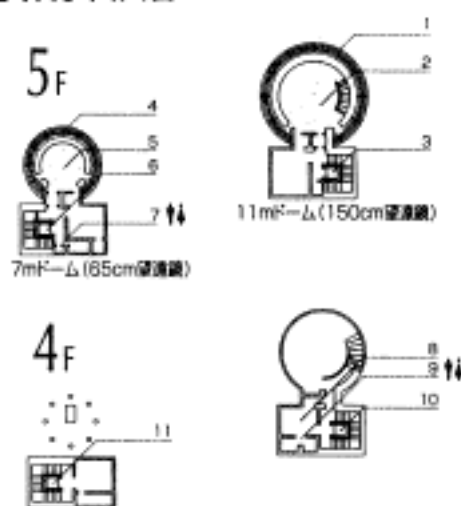
名 称：群馬県立ぐんま天文台
所在地：群馬県吾妻郡高山村大字中山
6860 - 86
設置年月日：平成 11 年 4 月 1 日
経緯度：東経 135° 58 ' 21 "
北緯 36° 35 ' 49 "
標 高：885 m (150 cm 望遠鏡不動点)

1.4.2 規模等

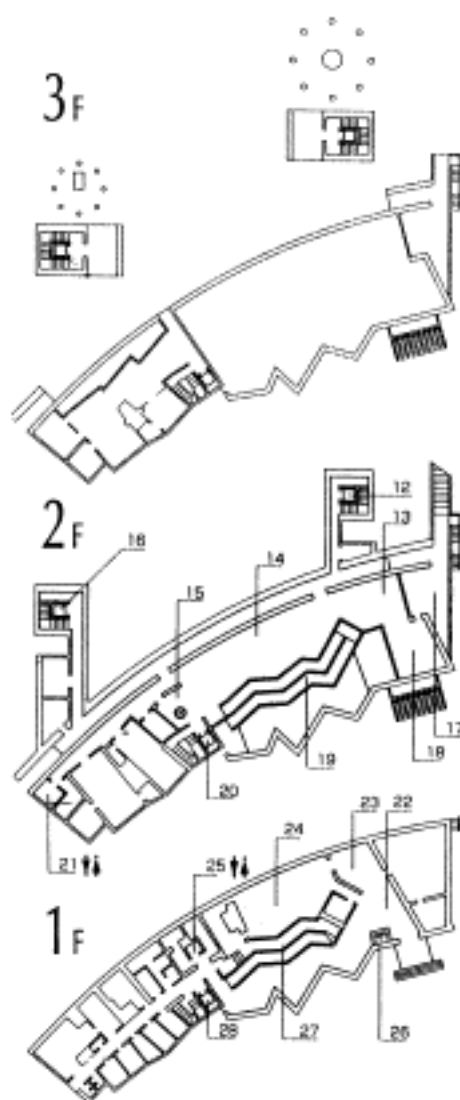
構造：鉄筋コンクリート造一部鉄骨造
敷地面積： 69,625 m²
建物面積： 3,346 m²
・ 本館 2,188 m²
・ 11 m ドーム 465 m²
・ 7 m ドーム 291 m²
・ 観望棟 402 m²



県立ぐんま天文台



- | | |
|-----------|--------------|
| 5F | 2F |
| 1 デッキ | 12 エレベーター |
| 2 観測室 | 13 図書コーナー |
| 3 エレベーター | 14 展示コーナー |
| 4 デッキ | 15 太陽望遠鏡スペース |
| 5 観測室 | 16 エレベーター |
| 6 エレベーター | 17 テラス |
| 7 化粧室 | 18 休憩コーナー |
| | 19 スロープ |
| 4F | 20 エレベーター |
| 8 観望待合室 | 21 化粧室 |
| 9 化粧室 | |
| 10 エレベーター | 1F |
| 11 エレベーター | 22 エントランスホール |
| | 23 映像ホール |
| | 24 化粧室 |
| | 25 受付・ショップ |
| | 26 スロープ |
| | 27 エレベーター |
| | 28 |



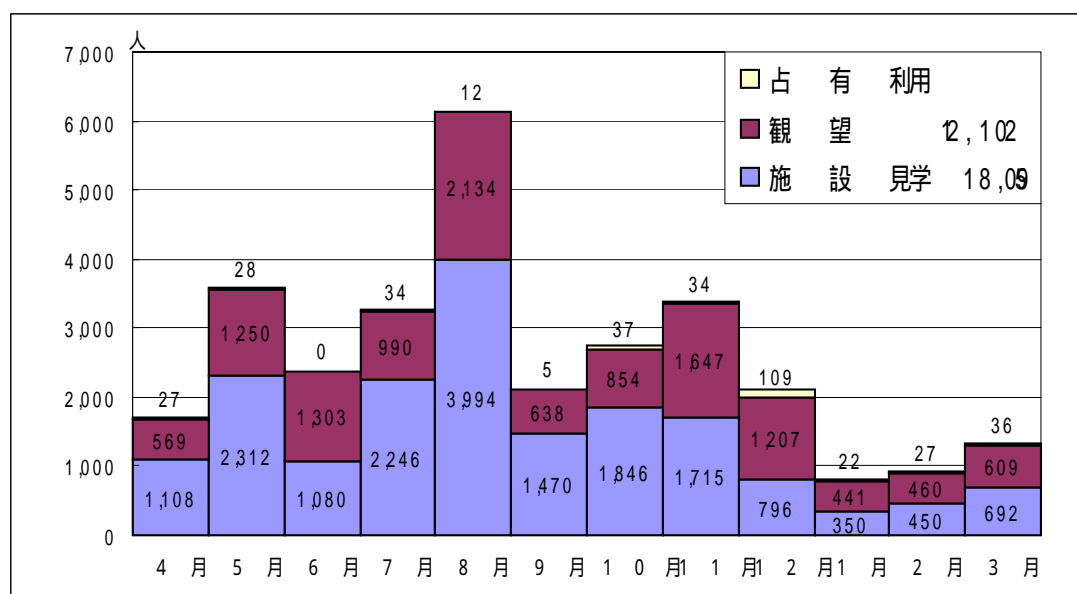
1.5 入館者一覧

1.5.1 入館者の状況

(単位：人)

	入館者数	有 料			無 料					
		一般	大・高	占有 利用	小学生 中学生	高齢者	身障 者等	学校 教育	社会 教育	その他
平成 16 年 4 月	1,704	1,120	21	27	215	却	16	0	109	196
5 月	3,590	2,044	112	28	679	却	27	181	112	407
6 月	2,383	1,124	34	0	232	却	9	427	237	320
7 月	3,270	1,369	98	34	501	却	21	204	776	267
8 月	6,140	2,840	249	12	1,376	却	38	601	294	730
9 月	2,113	969	50	5	271	却	55	105	202	456
10 月	2,737	1,079	33	37	250	却	10	572	331	425
11 月	3,396	1,312	46	34	282	却	47	492	639	544
12 月	2,112	833	58	109	138	却	5	265	340	364
平成 17 年 1 月	813	385	24	22	71	却	1	79	84	147
2 月	937	497	28	27	68	却	7	53	111	146
3 月	1,337	686	41	36	111	却	10	8	121	324
年計	30,532	14,258	794	371	4,194	0	246	2,987	3,356	4,326
累計	261,210	126,037	6,859	1,936	36,758	13,213	2,680	18,895	29,666	25,166

1.5.2 施設見学・観望・占有利用別入館者内訳



2 望遠鏡と観測装置

2.1 150 cm 光学赤外線望遠鏡関連

2.1.1 150 cm 光学赤外線望遠鏡

直径 11 m のドームに納められた経緯台式の反射望遠鏡で、ぐんま天文台の主力である。主鏡の直径は 160 cm。その有効口径 150 cm は 2004 年 11 月に兵庫県立西はりま天文台の 200 cm 望遠鏡が昨年 11 月に竣工したことにより、国内で第 3 位の大きさのものとなった。最新の天文学研究に対応した強力な望遠鏡であるが、公開用の接眼部を持ち、一般の見学者が直接天体を観察することも可能である。直接目で観察できる天体望遠鏡としては世界最大級のものである。後述の赤外線観測装置や高分散分光器などの最先端の観測装置を用いることによって、比較的明るい天体の観測では超大型の望遠鏡と遜色のない精度の高い観測データを得ることが可能である。現在の特性は表 2.1 に示す通りである。

表 2.1 150 cm 望遠鏡

光学方式	リッチ・クレチアン式反射望遠鏡
主鏡直径	160 cm
焦点距離	1830 cm (F/12.2)
ハルトマン定数	0.3 arcsec
架台	計算機制御経緯台式
指向精度	3.0 arcsec (rms)
追尾精度	0.7 arcsec (rms) (15 分間)
ドーム直径	11 m
製作	三菱電機

2.1.2 赤外線観測装置

150 cm 望遠鏡のカセグレン焦点に設置されている。HAWAII と呼ばれる 1024 × 1024 画素の HgCdTe アレイ検出器を用いて 6.8' × 6.8' の視野を 0.4"/pixel のスケールで撮像することが可能である。グリズムを用いた分光モードも用意されており、J, H, K の各バンドにおいて分解能 1,000 程度の分光観測も可能となっている。観測研究用として安定した状態で常に利用可能な状態が維持されており、様々な研究課題に用いられている。現在は鹿児島大学との共同作業によって制御、データ取得系のソフトウェアの改良を進めており、観測効率の一層の向上を図っている。現在の仕様と特性を表 2.2 に示す。

表 2.2 赤外線観測装置

検出器	HAWAII (HgCdTe) 1024 × 1024 画素
冷却方式	ヘリウム循環冷凍機
視野	6.8' × 6.8' (0.4"/pixel)
フィルター	J, H, K, Ks, K' etc.
限界等級 (露出 9 分, S/N=10)	17.7 等 (J), 16.9 等 (H), 16.3 等 (Ks)
分光モード	スリット + グリズム (分解能 ~ 1,000)
製作	インフラレッドラボラトリーズ (アリゾナ)

2.1.3 高分散分光器 GAOES

ナスミス焦点に設置されており、GAOES (Gunma Astronomical Observatory Echelle Spectrograph) と名付けられている。波長 360 - 1,000 nm の可視光に対して 100,000 程度までの波長分解能で分光観測を行うことが可能である。国立天文台岡山天体物理観測所の HIDES と並んで国内で最大級の波長分解能、精度、効率を持つ分光器である。高分散のエシェル回折格子と 4096 × 2048 画素の大型 CCD 検出器が用いることによって、次のような特徴を持つ。

- (1) 一定の広い波長域の天体スペクトルを一回の露出によって取得できる。
- (2) 高い波長分解能が得られる。
- (3) 高い効率を持つ。

光学系には損失が少なく、かつ極めて収差の少ないレンズ系が採用されている。また、光学特性を安定させ精度を保つために、光学系全体は大型の真空容器に納められていることが大きな特徴のひとつとなっている。装置の安定性は運用にかかる手間を最小限にするためにも有効であり、観測研究以外にも様々な業務を行なっている公開天文台での運用にも適したものとなっている。これまで、試験観測などを通じて機能や性能の確立が図られてきたが、2004 年度からは様々な最前線の学術研究においても本格的な利用が開始され、日本の天文学界にとって極めて重要な装置のひとつとしての地位を築きつつある。今後は、学術研究を主体とした本格運用に用いられることによって、日本の観測天文学の発展に大きく貢献することが期待されている。また、今後もさらなる性能の向上を目指した改良も継続的に加えて行く計画である。現在の仕様と特性を表 2.3 に、岡山天体物理観測所の HIDES との Na D 線付近でのスペクトルの比較を行った例を図 2.1 に示す。HIDES に対してほぼ互角、あるいはより優れた分光特性を示している。

表 2.3 高分散分光器 GAOES

波長域	360 ~ 1000 nm
波長分解能	75,000 (スリット 1.0"), 100,000 (スリット 0.6")
スリット長	8.0" (720 μ m)
検出器	EEV CCD44-82 2048 × 4096 画素 (1 画素 15 μ m × 15 μ m)
冷却方式	ヘリウム循環冷凍機
方式	セミリトロウ
コリメータ	レンズ方式
カメラ	レンズ方式
エシェル回折格子	R = 2.8, 31.6 gr/mm, ブレーズ角 71 °
クロスディスペーザ	(赤) 250 gr/mm, ブレーズ 600 nm, 4.5 ° (青) 400 gr/mm, ブレーズ 415 nm, 4.8 °
製作	ジェネシア

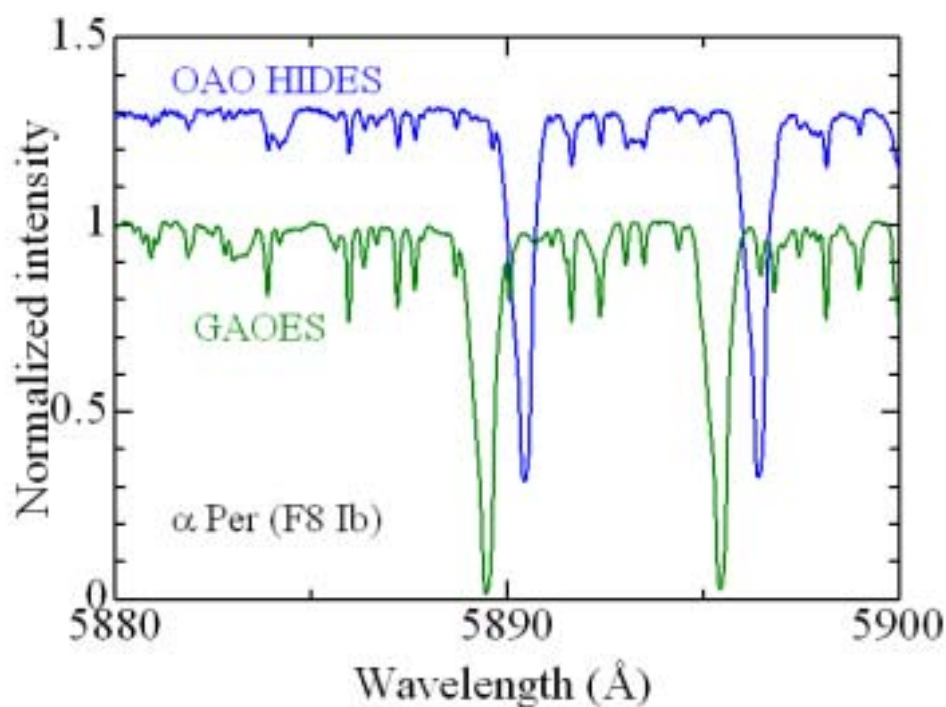


図 2.1 Na D 線付近での HIDES と GAOES のスペクトルの比較の例

2.1.4 可視 CCD 撮像カメラ

可視域での撮像用にベントカセグレン焦点に用意されている。1024×1024 画素の CCD 検出器が液体窒素で冷却されており、レデューサを用いることによって 10'×10' の視野を得ることが可能である。公開用の資料画像の取得の他、天文学校などの形で教育普及活動にもしばしば利用されている。超新星などの突発天体の観測などにも適合した低分散の分光モードを今後追加することを計画している。現在の主な仕様を表 2.4 に示す。

表 2.4 可視 CCD 撮像カメラ

検出器	SITe 1024×1024 画素
冷却方式	液体窒素冷却
視野	10.0'×10.0' (0.6"/pixel, レデューサ使用)
フィルター	U, B, V, R, I, etc.
製作	浜松ホトニクス

2.1.5 観測データ取得、アーカイブシステム

ぐんま天文台観測データ取得、アーカイブシステムは、150 cm および 65 cm 望遠鏡それらの観測装置を統合的に連係させ、利用手法を統一化し、取得された観測データを標準的なデータ形式の利用しやすいものとしてアーカイブするシステムである。2002 年度より開発を行ない、2003 年度より基本システムの運用を開始した。これによって、効率的なデータ取得と処理が可能となり、天文台としての観測研究能力が著しく向上した。また同時に、アーカイブされたデータを市民から研究者まで広く公開することによって、学術的な研究活動にとどまらず教育普及活動にも有効なものとなっている。公開されるデータの充実は今後の観測活動の発展と連動しているため、もう暫くの時間を必要とするが、実験的な形でのアーカイブデータの公

開は開始しており、2004 年度に行なった開館 5 周年行事などを通じて、多くの人々の目に触れるものとなっている。

2.1.6 150 cm 望遠鏡による活動

2.1.6.1 一般観望

週末の一般来館者および学校等の団体に対して 150 cm 望遠鏡を用いた観望サービスを行なった。また、天文学校等の教育普及活動に対しても観望会を行なった。一般および予約団体に対して 2004 年度に行なわれた観望は延べ 125 日であった。今年度は本来好天が多いはずの 1 月の天候が不順であったにもかかわらず、非常に天候に恵まれた昨年度と全く同じ日数の観望を開催したことになる。ちなみに、その前の年度は延べ 109 日であった。

2.1.6.2 研究活動

2004 年度は 150 cm 望遠鏡を用いて以下のような観測研究活動が行なわれた。

- (1) 高分散分光器 GAOES による明るい恒星の分光観測
GAOES 分光器の調整も兼ね、延べ 9 日間の観測が行なわれた。
- (2) 食連星 CD Tau の高分散分光観測
バンドン工科大学 (ITB) との共同研究
GAOES 分光器を用いて、延べ 5 日間の観測が行なわれた。
- (3) 高速回転星 Oph の高分散分光観測
ブリティッシュコロンビア大学等との共同研究
GAOES 分光器を用いて、延べ 14 日間の観測が行なわれた。
- (4) Post-AGB 天体および F, G 型超巨星の高分散分光観測
放送大学、国立天文台等との共同研究
GAOES 分光器を用いて、延べ 11 日間の観測が行なわれた。
- (5) 線バーストおよび超新星等の突発天体の赤外線観測
赤外線観測装置を用いて、延べ 5 日間の観測が行なわれた。
- (6) 金星の赤外線観測
東京大学との共同研究
赤外線観測装置を用いて、延べ 12 日間の観測が行なわれた。
- (7) T Tau 型星の赤外線観測
アンダルシア天体物理学研等との共同研究
赤外線観測装置を用いて、延べ 1 日間の観測が行なわれた。

また、150 cm 望遠鏡および観測装置等を用いて、次のような技術要素の研究開発活動も行なわれた。

- (8) 望遠鏡関連作業、保守作業、指向解析、ドーム関連等
(現場作業延べ 43 日)
- (9) 高分散分光器 GAOES 関連作業
(現場作業延べ 21 日)
- (10) 赤外線観測装置関連作業
(現場作業延べ 6 日)
- (11) 計算機・アーカイブシステム関連作業
(現場作業延べ 5 日)

上記のような活動の結果、150 cm 望遠鏡を用いた観測研究の成果として、2004 年度は次のような論文が公表されている。

O.Hashimoto, K.Kinugasa, E.Nishihara, H.L.Malasan, H.Okuda, M.Shimizu 2005, Proc. “Grain Formation Workshop 2003”, eds. C.Kaito and O.Hashimoto, Vol.23, p.1-5, Ritsumeikan University, Japan, “Gunma Astronomical Observatory 150 cm telescope and its observation instruments”

G.A.H.Walker, R.Kuschnig, J.M.Matthews, P.Reegen, T.Kallinger, E.Kambe, H.Saio, P.Harmance, D.B.Guenther, S.Marchenko, A.F.J.Moffat, S.M.Rucinski, D.Sasselov, W.W.Weiss, D.A.Dohlender, H.Bozic, O.Hashimoto, P.Koubsky, R.Mann, D.Ruzdjak, P.Skoda, M.Slechta, D.Soudar, M.Wolf, S.Yang 2005, Astrophys. J. 623, L145-L148 “The radial and nonradial pulsations of the Be star Zeta Ophiuchi from MOST satellite photometry and ground-based spectroscopy”

Y.Takeda, O.Hashimoto, H.Taguchi, K.Yoshioka, M.Takada-Hidai, Y.Saito, S.Honda 2005, Publ. Astron. Soc. Japan, submitted, “Non-LTE line-formation and abundances of sulfur and zinc in F, G and K stars”

E.Kambe, O.Hashimoto, G.A.H.Walker, P.Harmanec, S.Yang, “Observation of Nonradial Pulsation in Zeta Ophiuchi with Gunma Astronomical Observatory Echelle Spectrograph (GAOES)”, 日本天文学会 2005 年春季年会

2.1.6.3 天文学校・学校プログラム等

天文学校における実地観測として、赤外線観測装置を用いた観測を延べ 3 日間行なった。

2.2 65 cm 光学望遠鏡関連

65 cm 光学望遠鏡は、以下の 4 つの目的をもって設置された、口径 65 cm のカセグレン式望遠鏡である。観望装置のみならず複数の観測装置をカセグレン焦点に装着可能となっており、研究や一般公開の用途に加えて、教育やアマチュアの活動にも利用できる。開館当初より、下記 1～3 の目的に供せられ、2002 年度より 4 の利用も可能となった。現在、ぐんま天文台設立当初にたてられていた 65 cm 望遠鏡に関する構想は全て実現し、定常運用状態にある。

1. 一般観望利用： 一般来館者（学校等の教育利用を含む）に対する観望会
2. 夜間占有利用： 週末（金・土・日）夜におけるライセンス保持者への貸し出し
3. 学術目的利用： 専用の観測装置を用いた、学術研究目的の観測
4. 教育用遠隔利用： 学校等の授業における望遠鏡利用（遠隔操作・画像配信）

本年度の利用状況は、なんらかの一般観望を行ったのが 80 夜（一般観望日は約 150 日）、団体利用に供されたのが 12 日、占有利用が 7 日、台内利用によりデータの得られた観測（調整観測含む）の夜数は、49 夜であった。この中で可視 CCD 撮像カメラや小型低分散分光器を用いた研究観測が多く行われ、科学的な成果を挙げている。65 cm 望遠鏡によって得られたデータを用いた論文は、本年度、査読付き学術論文誌に 1 編が掲載された。

65 cm 望遠鏡は、過去 6 年間、適正に維持・管理され、教育・普及・研究の全てにわたって設置目的を十分に果してきたが、幾分トラブルも目立ち始めてきており、今後も十分なメンテナンスを行うと共に、観測装置等の機能更新・次期観測装置についても議論すべき時期に来ている。また占有利用の件数が少なく、今後、利用者を増やす必要があると考えられる。

2.2.1 望遠鏡本体・観測装置など

(1) 望遠鏡本体

表 2.5 65 cm 望遠鏡基本仕様

光学方式	カセグレン式反射望遠鏡
有効径	65 cm
焦点距離	780 cm (F/12)
架台	フォーク式赤道儀
ドーム直径	7 m
製作	三鷹光器

本年度は、9 月に主鏡、副鏡の再蒸着を行った。再蒸着後の反射率は主鏡副鏡とも 5000 において 90%以上であることが確認されている。現在、ハルトマン定数は 0.2～0.3 秒角程度が実現されており、望遠鏡の指向精度は約 15 秒角 (RMS) 程度である。指向精度の誤差は、本質的に機械系の位置再現誤差によるものと考えられ、これ以上の改善は、大幅な機械系改修を行わない限り望めない。望遠鏡の追尾精度は約 0.30"/15 分 (RMS) である。また、10 月の中越大地震により極軸のずれが生じたため、指向追尾について調整作業を行った。

(2) 望遠鏡遠隔操作システム

昨年度より、電話回線 (ISDN) 経由で 65 cm 望遠鏡を操作し、ビデオ画像を配信するためのシステムが稼動を開始している。遠隔地のパソコンから Web ブラウザを用いて 65 cm 望遠鏡を操作することができ、Windows 上のネット会議システム NetMeeting など用いて望遠鏡で撮ったビデオ画像を遠隔地で見るができる。電話回線上には望遠鏡操作のためのコマンドと、ビデオ画像がやり取りされる。現在は専用のルータを使って学校とぐんま天文台で直接 LAN を構築している。ブロードバンド・インターネット回線を用いた利用については試験を適宜行っている。

(3) 可視 CCD 撮像カメラ

表 2.6 可視 CCD 撮像カメラ基本仕様

波長域	360～1000 nm
視野	AP8 10 分角 / AP7 5 分角 (0.6"/pixel)
検出器	AP8 1024×1024 画素 (水冷) / AP7 512×512 画素 (空冷、UV 対応)
フィルター	U, B, V, R, I (Bessel)、ND、H _α 、H _β 、HeII、[OIII]、[SII]
Gain	4 e-/ADU (AP8), 3.6 e-/ADU (AP7)
Readout	9.2 e- (AP8), 8.4 e- (AP7)

1999 年度以降、ほぼ定常的な運用を続けており、本年度も占有利用や台内での研究活動に利用された。1024×1024 画素の CCD は小型分光器と共用であり、主として小型分光器に装着して使用されているため、撮像装置は UV 対応された 512×512 画素 CCD カメラを装着して使用するのが通常である。ただし、ガンマ線バースト可視光残光の検出、散開星団の測光、見かけの大きい銀河の撮像など、広い視野が必要な場合には 1024×1024 画素 CCD (こちらは UV 対応されていないため青色領域の感度が低い) が用いられ、本年度初めてこの装置のみによる観測論文が出版された。

測光係数の比較による観測条件のモニターデータは 2000 年度に大規模に取得されたが、本年度再び取得した。残念ながら 2000 年度に比べると測光係数の観測日毎のばらつきは相当大きく、測光に適した安定した観測夜は少なかったことがわかった。

(4) 光電測光装置

表 2.7 光電測光装置基本仕様

フィルター	U,B,V,R,I (Johnson), ND, u, v, b, y (Stromgren)
検出器	光電子増倍管

1999 年度以降、ほぼ定常的な運用を続けている。本年度は積極的な利用は少なかった。

(5) 小型低分散分光器

表 2.8 小型低分散分光器基本仕様

波長域	380 ~ 900 nm (380 ~ 760 nm / 500 ~ 900 nm)
スリット	2 秒角 × 10 分角
分解能	500, 2000
検出器	CCD 1024 × 1024 画素 (水冷)

2001 年度以降、各部の改修を加えつつ、ほぼ定常的な運用を続けている。本年度は、定常メンテナンスを行った他、新規カメラを衣笠の科研費により導入し、その性能測定を進めている。冷却温度が - 90 °C に達するため、遠方銀河のガンマ線バーストなど微光天体の初期観測に有効であると期待される。

2002 年度からは占有利用装置としても公開されており、科学的或いは教育的なテーマによる申し込みの中から、放送大学・修士課程の学生のための観測により修士論文としての成果も出ている。天文台外との共同研究にも利用されている。科学的成果も多く得られており、過去 6 年間に出版された 65 cm 関連・査読付き論文の半数以上が、小型低分散分光器によるものである。

(6) 低中分散分光器 (150 cm ・ 65 cm 望遠鏡共用)

表 2.9 低中分散分光器基本仕様

波長域	380 ~ 1000 nm
スリット	スリット長 10 分角、スリット幅可変
分解能	1,000 (スリット幅 6.0 秒角にて)
検出器	裏面照射 CCD 2048 × 4096 画素 (冷凍機冷却)

本年度においてようやく調整がほぼ終了し、現在最後の試験を行っている。撮像系はやや透過率が低いものの、スリット幅をかなり広げることができるのがこの分光器の光学系の特徴でもあり、シーイングが悪い条件が少なくないぐんま天文台の観測環境に適しているともいえる。また、小型低分散分光器と同じスリット長をもつため空間をせばめることなくより高い分散をめざすことができる。撮像系も冷凍機冷却でノイズが低くまた小型分光器で用いられた AP8 にみられる残像効果がないため、検出限界を大幅に深めることができる。従って、来年度以降のサイエンスの幅を広げることが期待される。

2.2.2 教育普及・研究成果

(1) 一般観望・団体観望

本年度、65 cm 望遠鏡は一般観望に供せられた。観望は「ワンダーアイ」と呼ばれる延長光学系によって行われる。150 cm 望遠鏡と違って小口径であることから、比較的明るい月や惑星、あるいは二重星などの比較的コンパクトな天体が観望の対象となっているが、銀河などの淡く広がった天体の観望も天候の条件が整えば行っている。一般観望時は、7 m ドーム内に設

置された一般観望用ソフトの稼動しているパソコンから 65 cm 望遠鏡の操作を行うこともある。この場合はパソコンの画面上に導入した天体の解説が表示されるようになっており、待っている来館者が楽しめるように工夫されている。

本年度の一般観望の詳細については、「一般観望」の項目を参照のこと。

(2) 占有利用

週末の金曜、土曜、日曜において、65 cm 望遠鏡を占有利用に供した。本年度は、「観望光学系・35mm / 67 銀塩カメラ」、「可視 CCD 撮像カメラ」、「光電測光装置」、「小型低分散分光器」が占有利用に供せられた。本年度は光電測光装置の利用申し込みがなかった。また、可視 CCD 撮像カメラの利用は、従来の広帯域フィルター (U, B, V, R, I) に加え、狭帯域フィルター (H など) の利用が増えてきている。

本年度の望遠鏡占有利用の詳細については、「占有利用」の項目を参照のこと。

2.2.3 研究成果

本年度は、65 cm 望遠鏡によって得られたデータに基づく論文が査読付き論文誌に 1 編 (Hasegawa et al. 2004、4.2.1 節参照) 掲載された他、観測速報が 3 編報告されている。日本天文学会等における関連する発表は 2 編であった。また、過去 6 年間の累計では、天文学上の成果を現す指標である査読付学術雑誌に掲載された論文数は 14 篇にも及ぶ。

2.3 観察用望遠鏡

主に教育やアマチュアの利用を想定した、15 ~ 30 cm の望遠鏡群で、個人や団体に利用できる。学校などの団体では 6 台の望遠鏡を一括制御することも可能である。さらに、学校などの利用においては、外部から望遠鏡を遠隔操作することも可能となっている。今年度も、望遠鏡操作資格講習会を受けた個人やグループによる占有利用も盛んに行われた。

観望 (観察)、撮影等や、天文学研究を目的とした利用もあり、観測研究の裾野を広げる役割にも貢献している。指向精度は約 30 ~ 40 秒角、追尾精度は 2.0 秒角/15 分が実現されている。さらに、オートガイダー機能を更新し、天体観測時の機能や効率が大幅に向上した。また、教育用分光器 (R ~ 150, 3 号機用) を導入し、学校、合宿等の実習に供せられるようになった。

表 2.10 観察用望遠鏡

赤道儀式架台			6 台
反射望遠鏡	有効口径 25 cm	焦点距離 854 mm (F/3.42)	2 台
	25 cm	1273 mm (F/5.09)	2 台
	30 cm	1750 mm (F/5.83)	1 台
	30 cm	3600 mm (F/12)	1 台
屈折望遠鏡	有効口径 15 cm	焦点距離 1005 mm (F/6.7)	6 台 (6 台すべてに同架)

2.4 太陽望遠鏡

日中の太陽観察用の 30 cm 反射望遠鏡で、直径 1 m の直接投影像とスペクトル映像を観察することができる。さらに、本体に同架された小型の望遠鏡で水素 (H γ) の単色像とその拡大像、プロミネンスの全体像と拡大像、白色全体像を観察するとともにデータの自動保存を行っている。日中の来館者に対して望遠鏡の働きや、その用途を体験・理解する手段となっている。特に、スペクトルの展示は天体観測の手法を具体的に理解する有効な教材となっている。

2.4.1 太陽望遠鏡と分光器

- (1) 太陽望遠鏡
 - ・グレゴリー・クーデ式反射望遠鏡
 - ・有効口径 30 cm 焦点距離 780 cm (F/12)
 - ・真空鏡筒
 - ・赤道儀式架台
 - ・4 m ドーム
 - ・太陽投影像 (直径: 1.0 m)
- (2) 太陽望遠鏡用分光器
 - 波長域 : 400 ~ 700 nm
 - 分解能 : 3,000 15,000
 - 1999 年度から稼働中

2.4.2 太陽望遠鏡を用いた活動

- (1) 本年度に行った主な観測等
 - 太陽観測結果報告
 - 7 月 22 日 太陽フレア ホームページ掲載 (連続画像 アニメーション)
 - 10 月 14 日 部分日食 ホームページ掲載 (連続画像)
 - 10 月 23 日 巨大プロミネンス ホームページ掲載 (連続画像)
 - 11 月 10 日 巨大フレア ホームページ掲載 (連続画像 アニメーション)
 - 12 月 3 日 フレア ホームページ掲載 (連続画像 アニメーション)
 - 1 月 14 日 肉眼黒点の出現 (H 画像)
 - 分光像撮像システム調整作業および観測
 - 各種画像取得 (自動観測)
 - 観測データバックアップ作業
- (2) 本年度に行った主な改修作業
 - オートガイドシステムの変更
 - 第 2 クーデ鏡オートガイドシステムの導入
 - 望遠鏡制御用オートガイダー新設
 - 光軸調整 主に垂直管内のケラレを改善
 - 分光像撮像用 CCD フランジの改修 フォーカス調整部をヘリコイド化
 - 映像配信システム更新 HDD/DVD レコーダーを導入
 - 分光器スリットビューワーの取り付け位置変更
 - 分光器コリメーターミラー・カメラミラー位置調整

2.5 移動式望遠鏡、双眼鏡

屋外で利用できる小型望遠鏡と双眼鏡が用意されている。屋外には電源と無線 LAN を備えた観測用スペースが設置されている。移動式望遠鏡は学校などの団体が利用する機会が多かったが、占有利用でも利用されている。また少年少女研究員や望遠鏡講習会など、台内の教育普及活動にも多く活用されている。双眼鏡は、彗星観察や月の観察に利用された。

- (1) 区画数 10 区画
- (2) 移動式望遠鏡 有効口径 20 cm、焦点距離 300 cm (F/15) 5 台
" 10 cm、" 100 cm (F/10) 5 台
- (3) 大型双眼鏡 有効口径 15 cm 2 台
- (4) 小型双眼鏡 有効口径 10 cm 2 台

3 研究・教育支援設備

3.1 図 書

研究活動に不可欠な学術雑誌、単行本、データ集、カタログ、星図などを収集・管理している。

3.1.1 主たる海外学術雑誌

Astronomical Journal
Astronomy and Astrophysics
Astronomy and Astrophysics Review
Astronomy and Astrophysics Supplement series
Astrophysical Journal
Astrophysical Journal Letters
Astrophysical Journal Supplement series
Experimental Astronomy
Icarus
Information Bulletin of Variable Stars
International Journal of Modern Physics D
Mercury
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
Nature
New Astronomy
Physical Review and Physical Review Letters Index
Physical Review D
Physical Review Letters
Planetary and Space Science
Publication of Astronomical Society of Japan
Publication of Astronomical Society of the Pacific
Science
Sky and Telescope

3.1.2 主なカタログ、星図等

The Bright Star catalogue
Catalog of Infrared Observations
Two-micron Sky Survey -A Preliminary Catalog
Revised AFGL Infrared Sky Survey Catalog
Infrared Astronomical Satellite Catalogs and Atlas
Automatic Classification of Spectra from the IRAS
The Hipparcos and Tycho Catalogues
Nearby Galaxy Catalog
Cataloged Galaxies and Quasars observed in the IRAS survey
Second reference Catalogue of Bright Galaxies
Lines of the Chemical Elements in Astronomical Spectra

M.I.T. Wavelength Tables
 The Solar Spectrum 2935 Å to 8770 Å
 Infrared Atlas of the Arcturus Spectrum, 0.9 - 5.3 micron
 A Revised Shapley-Ames Catalog of Bright Galaxies
 Atlas of High Resolution IUE Spectra of Late-type Stars
 Revised MK Spectral Atlas for Stars Earlier than the Sun
 The Hubble Atlas of Galaxies
 Palomar-ESO Photographic Atlas of the Northern Sky (B, R, I)
 SERC-ER Sky Atlas / SERC-EJ Sky Atlas

3.2 計算機システム

サーバーとなる高速ワークステーションを中心に約 80 台がネットワークで有機的に結合され、毎日の研究・教育活動を支えている。ギガビットイーサネット等の技術を用いたシステムをバックボーンとして用いることによって各端末までの回線が 100 Mbps ~ 400 Mbps と高速でかつ信頼性の高いネットワークを実現している。また、これらのシステムによって、ぐんま天文台における観測研究活動をサポートするだけでなく、ホームページなどのぐんま天文台からの情報発信の中核としても稼働しており、教育や普及活動にも強力な手段となっている。

これらの計算機システムは 1999 年 4 月の開設時から大きなトラブルなく運用を続けてきている。2003 年 3 月にはシステムの更新を行い、データの増大化、高速化を目指したシステムを導入した。また、2003 年 10 月には外部接続の回線の高速化 (3.0 Mbps, 1.5 Mbps 下限保証) を行った。これは、2002 年度に導入したデータアーカイブシステムに対応するものである。

データアーカイブシステムとは、観測データの取得から公開までを管理するシステムである。このシステムにより、今後の観測の効率化と観測データのさらなる有効活用が期待でき、研究活動や教育普及活動を強力に支援するものである。

- 計算機システムの構成 (2003 年 3 月より)

UNIX サーバー, ワークステーション	9 台
ストレージサーバー	6 台
PC/UNIX 端末	16 台
PC/個人用端末	31 台*
ノート PC	17 台
ネットワークプリンタ	9 台
ネットワークプリンタ (カラー)	3 台
高速スイッチ	5 台 (スイッチ間は 1 Gbps で接続)
外部とのネットワーク接続	OCN (3 Mbps)

* 望遠鏡や装置に組み込まれたものを除く

3.3 工作室・実験室

3.3.1 工作室設置機械

- (1) フライス、旋盤、等、6月に定期点検。
- (2) 製作、及び修理事項
 - NHK 放送技術センター、スーパーハイビジョンカメラ用望遠レンズ製作
 - D: 130 mm, f: 750, 1000, 1800, 3000, 4500 mm
 - FWHM 8 ~ 10 、H フィルターの改造
 - 小型分光器（スザンナ）用各種取り付けインターフェース
 - 空冷 CCD 取り付け各種インターフェース
 - 太陽望遠鏡分光器調整/テスト用パーツ
 - 観望バックアップ用望遠鏡（夜間用、昼間太陽用）の製作。

3.3.2 実験室

- (1) NHK スーパーハイビジョン用望遠レンズ光軸調整等
- (2) 県民の日「赤外線観測イベント」用の中間赤外カメラ / 光学系の調整

4 観測研究活動

4.1 観測研究活動

小惑星の運動の研究 (古在)

近年、非常にたくさんの小惑星が発見され、軌道も決まってきた。これらの小惑星は一般に暗く、小さなものが多いが、その明るいものとの、運動の差異について研究している。

重力波天文学の研究 (古在)

東京・三鷹市の国立天文台内に設置された TAMA300 について、毎月一回の定例会に出席し、その感度の向上を図っている。

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡の管理・運用 (橋本)

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡の性能・機能を維持する管理・運用に関する作業を行なった。また、観測や各種観測装置の運用に関わる該当望遠鏡の利用時間の調整も行なった。メーカーも参加する大がかりな保守作業は2004年6, 7月と9, 10月の二つの時期に分けて行なったが、それ以外にも随時必要とされる作業を実行することによって満足できる性能・機能が維持されている。メーカーによる定期保守作業では各部の機能保守に加えて、主鏡光学系の清掃作業や二つのベントカセグレン焦点の He 配管の交換なども行なった。望遠鏡の現状や2004年度の利用状況の詳細は望遠鏡、観測装置の項を参照願いたい。

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡の時刻管理、指向・追尾精度の改良 (橋本)

望遠鏡の指向・追尾精度を維持するためには、システムのもつ時刻管理システムの適切な運用と維持、加えて標準天体を観測して行なう望遠鏡解析を随時行なう必要がある。2004年度もこのような作業を行ない、望遠鏡の高い指向・追尾性能を実現した。詳細については望遠鏡、観測装置の項を参照願いたい。

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡エシェル高分散分光器の管理・運用 (橋本)

ナスミス焦点に設置されたエシェル高分散分光器 GAOES (Gunma Astronomical Observatory Echelle Spectrograph) の管理・運用作業を行なった。これまでに、試験観測などを通じて機能や性能の確立を行なってきたが、今年度からは学術研究に対しての本格的な利用を開始した。これまで同種の観測装置として国内最高の性能を誇ってきた国立天文台岡山天体物理観測所の HIDES (HIgh Dispersion Echelle Spectrograph) と匹敵、あるいは部分的には凌駕する性能を持つ事が示され、日本の天文学研究にとって重要な装置であると認識されつつある。詳細については望遠鏡、観測装置の項を参照されたい。

ぐんま天文台観測データ取得・アーカイブシステムの開発、管理、運用 (橋本、衣笠)

各種望遠鏡および観測装置を統合的に連係させ、利用手法を統一化し、取得された観測データを標準的なデータ形式としてアーカイブするシステムの運用を開始した。さらに、現場での実際の利用を考慮した発展的な部分の開発や試験運用も行なった。一連の作業では、天文台の計算機・ネットワークシステムとの密接な連携が不可欠であり、このような点にも十分な配慮を行なった。今年度は、5周年記念事業としての展示会場において、現状のアーカイブシステムを展示した。

高分散分光器 GAOES による明るい恒星の分光観測 (橋本、田口)

分光器の調整を兼ね、明るい恒星についての高分散分光観測を行なった。様々な研究の基準となる標準スペクトルのデータベースの構築を行なうことが研究の第一目的である。加えて、観測やデータ測定のプロセスにおいて分光器の特性を把握し、改良あるいはさらなる性能向上のための研究を行うことも目指している。このような目的のために、GAOES を用いて延べ 9 日間の観測が行なった。この課題に対しては 2005 年度以降も観測を継続する予定である。

食連星 CD Tau の高分散分光観測 (橋本、田口)

似たような特性の二つの星から構成される食連星 CD Tau について GAOES 分光器を用いた高分散分光観測を行った。食連星は様々な観測から詳細な物理情報を引き出すことのできる対象であるが、それ故に一方では様々な測定量の間に完全な合理性が得られていない場合も少なくない。高分散分光観測を軌道運動の変化にしたがって行い、時間変化をともなった非常に詳細な物理情報を得ることによって、より完全な連星系の描像を得ることがこの研究の目的である。時間的に変化する変光星など天体の継続的な観測は、比較的柔軟に観測計画を遂行することができるぐんま天文台の特徴を最も有効に活かすことのできる研究課題のひとつである。この対象のために延べ 5 日間の観測が行なわれた。バンドン工科大学との共同研究。

高速回転星 Oph の高分散分光観測 (橋本)

高速で回転する早期型星 Oph について GAOES を用いた高分散分光観測を行った。カナダの超高精度測光衛星 MOST と同期した連続した時系列を網羅する国際共同観測の一貫である。この計画には ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡の他、カナダのドミニオン天文台 120 cm 望遠鏡、チェコのオンドリエフ天文台 200 cm 望遠鏡などが参加しており、彼らとの共同研究となっている。高精度の測光および分光観測データに見られる物理特性の時間変化からこの恒星の詳細な振動の様子を測定し、内部の構造を明確にすることが研究の目的である。継続的な時間変化を追うこの課題も、ぐんま天文台の特徴を有効に活かした研究であると言える。この課題のために延べ 14 日間の観測が行なわれた。ブリティッシュコロンビア大学、防衛大学校等との共同研究。

Post-AGB 天体および F, G 型超巨星の高分散分光観測 (橋本、田口)

Post-AGB 天体だと考えられている天体の高分散分光観測を GAOES を用いて行った。また、分光学的に Post-AGB 天体とよく似た特徴を示す F, G 型超巨星の高分散分光観測も比較対照のために併せて行った。Post-AGB 天体は太陽などの中小質量が進化最末期に惑星状星雲になる直前の状態であると考えられているが、その詳細な進化の様子は謎に包まれたままとなっている。このような天体の進化の解明は、恒星のみに留まらず、銀河や宇宙全体の進化、あるいは生命の発生に対する理解にも必要不可欠なものである。高分散分光観測データを用いて様々な物質の存在量を高精度で測定し、化学的な物質進化の視点から Post-AGB 進化の実態の解明を目指す。この課題のために延べ 11 日間の観測が行なわれた。2005 年度以降も観測を継続する計画で、国立天文台岡山天体物理観測所の望遠鏡なども適宜利用する予定である。放送大学、国立天文台、東北学院大学との共同研究。

T Tau 型星の赤外線観測 (橋本、西原、奥田)

2003 年度に行なった T Tau 型星の国際共同観測に引き続き、150 cm 望遠鏡と赤外線観測装置を用いて今年度も同様の観測を行なった。スペイン、メキシコ、日本などにある複数の天文台を用いた連続観測を行なったが、今年度は天候に恵まれず、ぐんま天文台では 1 夜の観測データが取得できただけであった。生まれたばかりの若い天体である T Tau 型星からの赤外線強度の時間変化を測定することによって、このような星の周辺にある円盤の物理特性と星形成過程を研究することを目的としている。アンダルシア天体物理学研等との共同研究。

バンドン工科大学との提携協力事業 (橋本)

2002 年 7 月に締結したバンドン工科大学との提携協力事業において、ぐんま天文台側の窓口であるコーディネーターとして共同研究、共同作業の推進を行なった。バンドン工科大学側のコーディネーターはかつてぐんま天文台に在籍した H.L.Malasan 氏である。共同研究活動の中心課題のひとつと位置付けられているぐんま天文台 150 cm 望遠鏡とエシェル高分散分光器を用いた観測研究に特に重点を置き、食連星の観測やデータ解析手段の確立などの実践的な研究を行なうとともに、今年度は両者間で観測情報の共有や観測データの統一的な処理を行なうための共通のデータ解析システムを確立した。また、このような共同作業を遂行するためにバンドン工科大学の若手スタッフ 1 名を約 3 カ月間、研修生として受け入れた。その他提携協力事業の詳細については該当の項目を参照されたい。

晩期型巨星の質量放出と恒星末期進化の研究 (橋本)

太陽のような中小質量の恒星が進化の末期にたどり着く晩期型巨星について、その質量放出とそれをともしう進化について研究を行なった。赤外線や高分解能分光観測データを用いた研究手法の開発とともに、東京大学木曽観測所において極めて深い撮像観測から直接的な空間分布を求めるような研究も行なった。また、様々な観測結果を解析する手段として、輻射伝達を取り扱う数値モデルの開発・整備を行なった。

ぐんま天文台談話会の運営 (橋本、大林)

談話会を 18 回開催した。講師、講演内容等の詳細は、4.5 節を参照のこと。

彗星の可視低分散分光サーベイ (瀧根)

数年来続けている彗星の可視低分散分光サーベイを継続。光分解した彗星分子のうち CN, C₂, NH₂ はそれぞれ HCN, C₂H₂, NH₃ が親分子である可能性がきわめて高い。これら分子は分子雲コアにも含まれており、彗星ガス中のこれら分子の組成比と分子雲中のそれとの比較は原始太陽系星雲の分子ガス組成の起源を探る上で興味深い。

彗星は、天体力学的には、原始太陽系星雲の木星、土星領域で形成された微惑星が起源であると考えられているオールト雲彗星と海王星以遠の領域で形成された微惑星が起源であると考えられているカイパーベルト彗星(木星族彗星)に分類される。しかし、2005 年 3 月現在、オールト雲彗星のサンプル数が十数例あるのに対し、木星族彗星のサンプルはわずか 2 例に過ぎず、彗星の化学分類については原始太陽系星雲の動径方向のガス組成分布の推定を統計的に行うには偏りがある。このような偏りが生じる原因のひとつは木星族彗星には比較的暗いものが多く、現在の観測機器(65 cm 望遠鏡および小型分光器)では観測が困難なためである。2005 年度はこの困難を克服すべく、方策を考えたい。

SDSS DR3 の銀河分布を再現する統計理論の決定 (中道)

Sloan Digital Sky Survey DR3 において分光された銀河の観測データは、宇宙の大規模構造を形成した重力の普遍的な性質を反映している。(A) 系が加法的か？(B) 分布関数が長くテイルを引くか？の 2 点に着目し、(A) (B)× の代表例としてボルツマン統計力学、(A)×(B)× ボルツマン統計力学に空間的フラクタルな物質を導入したモデル、(A) (B) Renyi 統計力学、(A)×(B) Tsallis 統計力学の 4 種類の理論モデルを調べた。カウント・イン・セル法で銀河の存在確率を比較したところ、Tsallis 統計力学が最も良く観測データを再現し、重力が作る構造を再現する統計理論には、非加法性と分布関数の長いテイルが必須であることが明らかになった。理論モデルの比較には、パラメータ数にハンディを課す赤池指数(AIC)を使用している。森川雅博氏(お茶の水女子大学)との共同研究。

自己重力系の崩壊過程での速度分布のシミュレーション (中道)

重力多体系専用計算機 GRAPE5(国立天文台)を共同利用し、自己重力系での崩壊過程の場合と、2 つの塊が衝突する場合に現れる速度分布を N 体シミュレーションにより調べると、潰れる方向ではガウス分布になるが、それ以外の方向では様々な速度分散を同じ重みで重ね合

わせた分布が良く合うという結果を得た。井口修氏、曾田康秀氏、森川雅博氏（お茶の水女子大学）、立川崇之氏（早稲田大学）との共同研究。

アンドロメダ銀河円盤部の巨大分子雲複合体の内部構造（瀧崎、長谷川）

銀河円盤部に存在する巨大分子雲複合体（GMA）内部の構造と星生成へつながるメカニズムを明らかにするために、最も近傍の渦状銀河 M31 の GMA に対し、45 m 鏡による $^{12}\text{CO}(1-0)$ 及び $^{13}\text{CO}(1-0)$ の詳細な観測を進めている。その結果、この GMA は shock 前後と解釈できる 2 つの速度成分から構成されており、post-shock と思われる成分では $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ 比が明らかに低くなっていることがわかった。 $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ 比は、銀河円盤部のような低温領域では密度トレーサーとして利用でき、観測された低い $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ 比は高密度ガス成分の割合が高いことを示唆する。すなわち、渦状腕における衝撃波前後での高密度ガスの形成現場を捉えた可能性が高い。また、野辺山ミリ波干渉計による高分解能観測では、この GMA の内部に多くの巨大分子雲（GMC）と同等の分子雲が存在し、これらの“コア”と希薄なエンベロープの集合体であることがわかった。現在これらの結果について論文準備中である。塩谷泰広氏（東北大学）、久野成夫氏、中西康一郎氏（国立天文台野辺山）、松下聡樹氏（ASIAA）、河野孝太郎氏（東京大学天文センター）との共同研究。

ガンマ線バースト GRB030329 の野辺山ミリ波干渉計による観測（瀧崎）

我々は、2003 年 3 月に発生した GRB 030329 に対し、NMA による高精度なミリ波モニター観測を行った。その結果、ミリ波残光の光度曲線の中に、時間にして数日の plateau phase があることを発見した。これが GRB 周囲における星間物質の密度ゆらぎを反映するものならば、その空間スケールは約 10^3AU に対応し、我々の銀河系における星生成領域での高密度ガスの微細構造スケールと一致する。これは、GRB の発生する環境を知る上で重要な手がかりとなる。さらに、連続波を差し引いて足し合わせたデータから、赤方偏移した $\text{CO}(1-0)$ 輝線の兆候を検出した。これが有意であれば、 10^9 太陽質量を越える多量の分子ガスが母銀河に存在することを意味する。GRB は大質量星の生成と密接に関連していることが示唆されているが、その原料である分子ガスの観測はほぼ皆無であった。これは、今後更なる追試が必要ではあるが、GRB 母銀河の性質を明らかにする上で新しい第一歩となる。これらの結果は、論文にまとめ日本天文学会欧文報告に掲載された。河野孝太郎、村岡和幸、小野寺幸子、祖父江義明（東大天文センター）、奥田武志、中西康一郎、鎌崎剛、奥村幸子、久野成夫、中井直正（国立天文台野辺山）、太田耕司（京都大）、石附澄夫、川辺良平（国立天文台）、河合誠之（東工大）各氏との共同研究。

近傍の渦状銀河に対する CO アトラスの作成（瀧崎）

系外銀河の分子ガスの観測は、銀河における星形成、銀河の進化・構造といったことを理解するためには重要である。しかし、これまでに行われてきた観測は、銀河の構造を分解しうるような高分解能でのものはごく限られた銀河／領域についてであり、また、統計的な研究については、高分解能のものは中心部のみで、銀河全体についてのものは分解能が悪く銀河の構造との関係は調べることができていない。これは、系外銀河の電波が微弱なために膨大な観測時間を必要とするためである。我々は、銀河における分子ガスの分布、運動を系統的・統計的に調べるため、近傍渦状銀河の高分解能な CO マッピングによるサーベイ観測を、BEARS を用いた大規模な NRO プロジェクトとして行っている。2004 年度が最終シーズンであり、2005 年 NRO ユーザーズ・ミーティングにはデータを公開する予定。今後、数値シミュレーションを行い、観測から得られた分布・運動を再現するモデルを構築していく。久野成夫氏、中井直正氏（国立天文台野辺山）、中西裕之氏（東京大学）、佐藤奈穂子氏（北海道大学）、塩谷泰広氏（東北大学）らとの共同研究。

スターバースト銀河 NGC253 の分子ガス（瀧崎）

近傍のスターバースト銀河 NGC 253 に対し、野辺山ミリ波干渉計を用いた $^{12}\text{CO}(1-0)$ 高分解能観測を行い、 ^{13}CO , HCN, 近赤外線との比較によって分子ガスの構造、運動、物理的性質

を調べた。これらから、“twin-peaks”として見られる棒状構造によるガス流入の結果、星生成が起こっていること検証し、さらに密度等の物理的性質とガスの運動との関連を明らかにした。これらの結果は論文にまとめられ、アメリカ天文学会誌 *Astrophysical Journal* に掲載された。T.A.D. Paglione (York College, City University of New York)、O.Yam (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica)、J.M.Jakson (Department of Astronomy, Boston University) 各氏との共同研究。

局所銀河群の銀河の広域測光観測 (長谷川)

国立天文台すばる望遠鏡広視野撮像装置 Suprime-Cam を利用して局所銀河群のメンバーの銀河である M33、Leo A の撮像観測を行った。これはすばる望遠鏡クラスの望遠鏡でやっと可能になった近傍銀河の個々の星の測光観測により、近傍の銀河の中での星形成の歴史をたどる研究である。これまでは銀河を構成する無数の星を合計した明るさや色をもとに銀河の形成や星形成史が議論されて来たが、恵まれた観測環境にある大望遠鏡の解像力と巨大集光力をいかして個々の星に分解して測光することにより、精度が高いというよりは次元をことにするほど詳細な議論を行うものである。またすばる望遠鏡の広視野カメラはハッブル宇宙望遠鏡の視野の約 100 倍に達することから、近傍のみかけが大きな銀河についてはすばる望遠鏡を使うことで初めて銀河の全体の描像を捉えることができる。

2004 年度においては、ひきつづき矮小不規則銀河 Leo A の解析を進めた。2003 年度のハローの検出に引続き、いつごろどの程度の星が銀河のどこで形成されたかを調べた。その結果は、初期に銀河全域全体で星が形成され、最近では中心でもっともよく形成されていることがわかった。もっとも最近の星の形成は HII 領域の和集合をみているだけかもしれない。いずれにしても最近の星形成が銀河全体でおきているものではないことは確実である。やはり近傍にある NGC 6822 では、最近の星の形成は銀河全体でおきており、対照的な結果となった。有本 信雄、生田 ちさと (国立天文台)、山田 善彦 (東大理天文/国立天文台)、太田 耕司 (京大理宇宙物理)、田村 直之 (Durham Univ.)、Vladas Vansevicius (Institute of Physics, Lithuania)、Pascale Jablonka (Paris-Meudon Obs.) 各氏との共同研究。

古い散開星団の測光観測 (長谷川、河北)

2000 年度から継続して、ぐんま天文台 65 cm 望遠鏡を利用して散開星団の測光観測から古い散開星団を見出す試みを続けている。2001 年度までは主に銀河中心と反対側(従って銀河円盤の外側)の領域の星団を観測していたが、2002 年度からこの領域よりは銀河中心に近づく方向の空で探査を行った。2002 年度秋季年会で報告したが、いぜん古い星団 (10 億年以上) のものが多いものの、反銀河中心の方向に比べるとヒヤデス星団程度のやや若い星団 (5 億年) も増えて来ている傾向がみれなくもない。また、これまでにぐんま天文台で観測した 30 個の古い星団の銀河円盤の中での位置分布を見ると、銀河中心から 8 kpc より内側の領域には星団がないことが見て取れる。これまでも銀河円盤内部では古い星団は存在しないことが指摘されていたが、この説をさらに強化する結果となった。測光結果について論文を作成中である。銀河円盤には、中心ほど金属量が高く、外部になるにつれて低くなるという傾向があるが、ぐんま天文台で測光した星団には、この傾向より金属量が高いと考えられる星団が数個あり、その成因についても考慮中である。Hakim. L. Malasan 氏 (バンドン工科大)、坂本 強氏 (岡山天体物理観測所) らとの共同研究。

若い散開星団の測光観測 (長谷川)

2003 年 10 月から、スペイン、メキシコとの国際共同観測の形で、T Tau 型星 (誕生したばかりの星) の変光観測を行っている。T Tau 型星では、生まれたばかりの星の周囲にある円盤 (星周円盤、これはやがて惑星系を形成する原始惑星系円盤と考えていいと思われる) がある。モデルによると、中心にある生まれた星に円盤からガスが落下すること現象が起きると考えられている。ガスが円盤から剥がれる時は赤外において増光が見られ、星にインパクトする瞬間は可視光で増光が見られると考えられるため、赤外にひき続いて可視光で増光が見られればこのモデルが検証されたことになる。この観測では可視光の増光の検出を目指して変光観

測を行った。観測した 6 天体のうち 3 天体から増光が検出されており、同時期に行われた赤外観測の整約が進めばその時間的な前後関係がそしてモデルの正否がはっきりするものと期待される。2004 年もこのモデルを検証するための観測を継続して行った。小倉勝男（国学院大学）、Fernandez Matilde（スペイン）、西浦慎吾（東京学芸大学）らとの共同研究。

銀河面チャンドラ天体の赤外撮像観測（西原）

ジュネーブ天文台の海老沢たちが X 線天文衛星 Chandra を使って行った銀河面ディープ・サーベイによって、多数の未知の X 線源が発見された。これらの X 線源は、銀河面における吸収のため光学対応天体が見つからず、未公開の 2MASS のデータを用いても赤外対応天体が全体の 1/3 程度見つかったに過ぎず、特に硬 X 線源は全く同定されていない。これらの銀河面 X 線源の性質を調べるため、南米チリにある ESO (European Southern Observatory: ヨーロッパ南天天文台) La Silla 観測所の口径 3.5 メートル NTT (New Technology Telescope) と近赤外多目的観測装置 SofI (Son of Issac) を用いて、Chandra 銀河面ディープ・サーベイ領域の J, H, Ks バンドの広帯域撮像観測を 2003 年に行った。本年度は、これらのデータをまとめ、論文を投稿した。ジュネーブ天文台との共同研究。

金星大気の赤外線分光観測（西原、橋本、奥田）

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡カセグレン焦点赤外カメラを使い、金星大気の赤外線分光観測を行った。Super Rotation を始めとして金星には多様な気象現象が存在するが、その観測的研究は十分になされていない。気象現象の解明のためには、長期的かつ詳細なデータが必要とされる。特に、Super Rotation の角運動量の供給源として注目される下層大気の観測は非常に重要である。下層大気は近赤外の特定の波長でしか観測されない。また、撮像だけでなく、分光スペクトルも得ることで、高度分布も得ることができる。これらをふまえ、本観測では、空間と波長の両方の情報を得ることができるスリット・スキャン法という観測法を用いた。東京大学との共同研究。

ぐんま天文台 150 cm 望遠鏡カセグレン焦点赤外カメラの管理・運用（西原、橋本、奥田）

望遠鏡制御系との連携を高めるため、制御・データ取得系の更新を行った。鹿児島大学との共同作業。

ぐんま天文台 11 m・7 m・4m ドームおよび観望棟の管理（西原）

ぐんま天文台太陽望遠鏡および分光器の調整・整備（倉林、清水、中道）

彗星の観測的研究（河北）

彗星は約 46 億年まえの太陽系形成初期に存在した微惑星の残存物である。彗星核には太陽系形成初期に起こった物質化学進化の結果が保存されている。本年度は、彗星氷に含まれている分子の核スピン異性体比、重水素 / 水素比を手がかりとして彗星分子形成環境の温度について研究を行った。特に 2004 年春に明るくなった C/2001Q4 彗星については Subaru 望遠鏡を用いた詳細な観測を行い、メタン分子について世界で初めて核スピン異性体比から核スピン温度を求めることに成功した。また、2005 年 1 月には C/2004Q2 彗星を Keck II 望遠鏡で観測することに成功した。現在、メタン分子の重水素化物の探査を行っている。また、彗星に含まれる塵についても、主にサブミクロン・サイズの塵について、サイズ分布および鉱物組成について、可視偏光撮像観測、中間赤外分光観測をもとに研究を行った。

線バースト可視光対応天体捕捉システム (GETS) の構築と運用（衣笠）

県立ぐんま天文台において、線バーストの可視光対応天体を即時に捕捉するシステムを構築した。定常的な運用では変光星などのモニターなども行っており、その観測データは Imada et al. (2005) (4.2.1 節参照) に活かされている（京大との共同研究）。本年度においてはおよそ

90 日の観測日数であった。年間 10 個程度の 線バーストの速報に反応した観測を行った。そのなかでも、GRB040511, 041006 についてはタイミングよく早期観測を行うことができたため、GCN Circular にて早期観測結果を発表した。特に、GRB041006 の観測では 2 時間にわたり詳細な光度曲線が得られた。

GRB0401006 の早期赤外線観測 (衣笠、西原)

2004 年 10 月 6 日に発生した 線バーストを発生から約 2 時間後から観測を行った。このバーストの赤外線の観測としては最も早い時期であったが、上限値を与えるに留まった。しかし、この時期での GETS における観測結果があるため、可視光から赤外までの SED をプロットすることにより、バーストのスペクトルのべきに制限を与えることができた。

GRB041015 の早期赤外線観測 (衣笠、西原)

2004 年 10 月 15 日に発生した 線バースト残光の赤外線測光観測をバースト発生から約 2 時間後から行ったが、検出することはできなかった。結局、他の観測結果についても検出の報告がなかった。

超新星の可視分光観測 (衣笠、河北、浜根)

IAU サーキュラ、九大・山岡氏からの速報などにより、65 cm 望遠鏡+GCS により、超新星の可視分光観測を行い、SN2004bd, SN2004gt といった超新星のタイプ決定を行った。特に、SN2004gt についてはハッブル宇宙望遠鏡の詳細な過去画像との照合を行うため、150 cm 望遠鏡で追観測を行い、超新星の元となった星への制限を与えた。さらに、今年度最も明るくなった SN2004dj, 2004et については追観測も行っている。九大・山岡氏との共同研究。

県立ぐんま天文台の計算機システムの運用、管理、新システムの構築 (衣笠、橋本)

ぐんま天文台に設置したネットワーク、ならびに計算機システムの運用・管理を行っている。

県立ぐんま天文台の 65 cm、観察用望遠鏡遠隔操作の構築、運用 (衣笠、田口、河北、倉林)

県立ぐんま天文台の望遠鏡を遠隔地から操作するためのシステムを構築し、運用を行った。特に、インドネシアとの連携の一環として、ボツシャ天文台との望遠鏡遠隔操作システムの構築を行い、テストを行った。

150 cm 望遠鏡窒素冷却カメラにおける分光モードの開発 (衣笠、橋本)

150 cm 望遠鏡のベントカセグレン焦点にとりつけている窒素冷却カメラを改造して低分散分光を行うことができるように開発中である。

小型低分散分光器 (GCS) の検出器部の改良(衣笠、河北、浜根、長谷川)

65 cm 望遠鏡に取り付けて分光観測を行う小型低分散分光器 (GCS) の新しい検出器の導入に伴い、取り付け部の改良を行った。

県立ぐんま天文台での公共天文台ネットワークの画像ホストの管理 (衣笠)

公共天文台ネットワークでは、最新の天文画像を各施設に対して配信している。画像を配信するためのホストをぐんま天文台でも運用している。

展示の改修 (大林)

5.17 館内展示を参照。

4.2 学術論文および出版物

4.2.1 査読付学術誌

Walker, G.A.H., Kuschnig, R., Matthews, J.M., Reegen, P., Kallinger, T. Kambe, E., Saio, H., Harmance, P., Guenther, D.B., Marchenko, S., Moffat, A.F.J., Rucinski, S.M., Sasselov, D., Weiss, W.W., Dohlender, D.A., Bozic, H., Hashimoto, O., Koubsky, P., Mann, R., Ruzdjak, D., Skoda, P., Slechta, M., Soudar, D., Wolf, M., & Yang, S.

“The radial and nonradial pulsations of the Be star Zeta Ophiuchi from MOST satellite photometr and ground-based spectroscopy”

2005, Astrophys. J. 623, L145-L148

Takeda, Y., Hashimoto, O., Taguchi, H., Yoshioka, K., Takada-Hidai, M., Saito, Y., & Honda, S.

“Non-LTE line-formation and abundances of sulfur and zinc in F, G and K stars”

2005, Publ. Astron. Soc. Japan, submitted

Nakamichi, A., & Morikawa, M.

“Is Galaxy Distribution Non-extensive and Non-Gaussian?”

2004, Physica A 341, 215-233

Iguchi, O., Sota, Y., Tatekawa, T., Nakamichi, A., & Morikawa, M.

“ Universal Non-Gaussian Velocity Distribution in Violent Gravitational Processes ”

2005, Physical Review E 71, 016102

Paglione, T.A.D., Yam, Y., Tosaki, T., & Jackson, J.

“ The Structure Kinematics and Physical Properties of the Molecular Gas in the Starburst Nucleus of NGC 253 ”

2004, Astrophysical Journal, 611, 835

Kohno, K., Tosaki, T., Okuda, T., Nakanishi, K., Kamazaki, T., Muraoka, K., Onodera, S., Sofue, Y., Okumura, S.K., Kuno, N., Nakai, N., Ohta, K., Ishizuki, S., Kawabe, R., & Kawaki, N.

“Nobeyama Millimeter Array Observations of GRB 030329: a Decay of Afterglow with Bumps and Molecular Gas in the Host Galaxy”

2005, Publ. of the Astronomical Society of Japan, 57, 147

Hasegawa, T., Malasan, H. L., Kawakita, H., Obayashi, H., Kurabayashi, T., Nakai, T., Hyakkai, M., & Arimoto, N.

“A New Sample of Old Open Clusters in the Anti-galactic Center Region”

2004, PASJ, 56, 295-311

Vansevicius, V., Arimoto, N., Hasegawa, T., Ikuta, C., Jablonka, P., Narbutis, D., Ohta, K., Stonkute, R., Tamura, N., Yamada, Y., & Vansevicius, V.

“The full-fledged dwarf irregular galaxy Leo A”

2004, ApJL, 611, L93-L96

Ebisawa, K., Tsujimoto, M., Paizis, A., Hamaguchi, K., Bamba, A., Cutri, R., Kaneda, H., Maeda, Y., Sato, G., Senda, A., Ueno, M., Yamauchi, S., Beckmann, V., Courvoisier, T.J.-L., Dubath, P., & Nishihara, E.

“Chandra Deep X-ray Observation of a Typical Galactic Plane Region and Near-Infrared Identification”

2005, ApJ, submitted

Furusho, R., Kawakita, H., Fujii, M., & Watanabe, J.

2005 *Astrophys. Journal*, 618, 543—546

Imada, A., Kato, T., Uemura, M., Ishioka, R., Krajci, T., Sano, Y., Vanmunster, T., Starkey, D.R., Cook, L.M., Pietz, J., Nogami, D., Yeung, B., Nakajima, K., Tanabe, K., Koizumi, M., Taguchi, H., Yamada, N., Nishi, Y., Martin, B., Torii, K., Kinugasa, K., & Jones, C.P.

“The 2003 Superoutburst of an SU UMa-Type Dwarf Nova, GO Comae Berenidis”

2005, PASJ 57, 193-201

4.2.2 国際研究会集録

Hashimoto, O., Kinugasa, K., Nishihara, E., Malasan, H.L., Okuda, H., & Shimizu, M.

“Gunma Astronomical Observatory 150 cm telescope and its observation instruments”

2005, Proc. “Grain Formation Workshop 2003”, eds. C.Kaito and O.Hashimoto, Vol.23, p.1-5, Ritsumeikan University, Japan,

Nakamichi, A., & Morikawa, M.

“Non-Gaussian Galaxy Distribution”

2004, International Workshop “22nd Texas Symposium on Relativistic Astrophysics”, Stanford University” no. 1411

Nakanishi, H., Kuno, N., Sofue, Y., Sato, N., Onodera, S., Egusa, F., Tosaki, T., Shioya, Y., Hirota, A., Sorai, K., & Nakai, N.

“Environmental Effects on Gaseous Disks of Virgo Spiral Galaxies”

2004, Proc. “The Dusty and Molecular Universe: A Prelude to Herschel and ALMA”, Eds.: A. Wilson. ESA Conference Series, p.58

4.2.3 その他

Kinugasa, K., Torii, K., & Kohama, M.

“GRB040511: Optical limit”

2004, GCN Circ. 2598

Kinugasa, K. & Torii, K.

“GRB041006: GETS Optical Afterglow Observation”

2004, GCN Circ. 2832

Kinugasa, K. & Nishihara, E.

“GRB041006: Near Infrared observations”

2004, GCN Circ. 2814

Kinugasa, K., & Nishihara, E.
“GRB041015: Near-Infrared observations”
2004, GCN Circ. 2834

Hamane, T., Kinugasa, K., Kawakita, H., & Yamaoka, H.
“Supernova 2004bd in NGC 3786”
2004, IAU Circ. 8317, 3

Kinugasa, K., Kawakita, H., Yamaoka, H.
“Supernova 2004gt and 2004gv”
2004, IAU Circ. 8456, 2

4.3 研究会・学会等

泉浦秀行, 中田好一, **橋本修**
「うみへび座 U 星の 0.1 pc 光学ダストシェル」
日本天文学会 2004 年秋季年会

Kambe, E., Hashimoto, O., Walker, G.A.H., Harmanec, P., & Yang, S.
“Observation of Nonradial Pulsation in Zeta Ophiuchi with Gunma Astronomical Observatory Echelle Spectrograph (GAOES)”
日本天文学会 2005 年春季年会

Hashimoto, O.
“Stellar Astrophysics with a High-resolution Echelle Spectrograph (GAOES)”
Science Seminar IV (Seminar MIPA IV), Institute of Technology Bandung (Invited review)

橋本修, **清水実**, Hakim L. Malasan, 神戸栄治, 竹田洋一
「ぐんま天文台高分散分光器 GAOES を用いた変光星の観測」
連星・変光星ワークショップ 2004

橋本修, **清水実**, Hakim L. Malasan, 神戸栄治, 竹田洋一
「ぐんま天文台高分散分光器 GAOES の現状」
第 10 回 天体スペクトル研究会 2005-03

橋本修
「ぐんま天文台高分散エシェル分光器 GAOES の現状」
「恒星物理学の新展開」研究会

神戸栄二, **橋本修**
「Oph の振動について - 地上天文台と MOST 衛星の共同観測 - 」
「恒星物理学の新展開」研究会

泉浦秀行, **橋本修**, 中田好一
「高感度直接撮像で捕える赤色巨星の質量放出」
「恒星物理学の新展開」研究会

橋本修

「進化した AGB 天体の質量放出と星周構造」
鹿児島大学理学部物理学科宇宙コース談話会 2004-09-16

橋本修

「天体の分光観測 - 最新技術と観測装置」
群馬工業高等専門学校・電気学会 講演会 2005-01-19

橋本修

「恒星の進化とその終焉」
茅野市八ヶ岳総合博物館天文講演会 2005-03-18

瀧根寿彦

「ぐんま天文台 65 cm 望遠鏡による彗星可視分光サーベイ」
日本天文学会秋季年会（岩手大学），9 月 21 日（火）～22 日（水）

瀧根寿彦

「ぐんま天文台における夜間占有利用」
第 13 回「全国の天体観測施設の会」（島根県立三瓶自然館サヒメル）6 月 22 日（火）～24 日（木）

瀧根寿彦

体感授業「虹で宇宙をながめてみよう」講師
葛飾区郷土と天文の博物館，12 月 25 日（土）～26 日（日）

瀧根寿彦

「スペクトルでの研究の実際『彗星の分光観測』」
葛飾区郷土と天文の博物館，12 月 26 日（日）

中道晶香、倉林勉、清水実

「ぐんま天文台の太陽観測」
国立天文台太陽観測所・京都大学大学院理学研究科附属天文台合同ユーズ・ミーティング「太陽地上光学観測の新展開 2005」2005 年 2 月 1 日 2 日 明星大学日野

中道晶香、森川雅博

「重力が作る構造と統計理論」
ぐんま天体力学 N 天体力学研究会 2005 年 3 月 9 日 11 日 ぐんま天文台

森川雅博、中道晶香

「対称性の自発的破れと量子測定論」
日本物理学会 第 60 回年次大会（2005 年春）

中道晶香、森川雅博

「SDSS DR3 の銀河分布を最も良く表す統計力学の決定」
日本天文学会 2005 年春季年会

瀧崎智佳、長谷川隆、塩谷泰広、久野成夫、中西康一郎、松下聡樹、河野孝太郎

「M31 disk 領域における GMA の内部構造」
日本天文学会 2004 年秋季年会、盛岡

菅野麻里絵、鍵谷将人、坂野井健、岡野章一、西原英治

「火星 H₂O 氷雲の近赤外分光観測」

第 115 回地球電磁気・地球惑星圏学会、幕張メッセ国際会議場、5 月 10 日、2004 年

大月祥子、佐川英夫、岩上直幹、上野宗孝、西原英治

「ぐんま天文台における金星大気光観測」

第 116 回地球電磁気・地球惑星圏学会、愛媛大学、9 月 26 日、2004 年

河北秀世、古荘玲子、布施哲治、渡部潤一

「C/2001 Q4 (NEAT) 彗星における近赤外高分散分光観測：メタン分子の核スピン温度と D/H 比」

日本天文学会 2004 年秋季年会、盛岡

衣笠健三、鳥居研一、西原英治

「ぐんま天文台における GRB 041006 の可視光および赤外線観測」

日本天文学会 2005 年春季年会

山岡均、衣笠健三、河北秀世、B.Monard

「NGC4038 に出現した Ib 型超新星 2004gt の親星」

日本天文学会 2005 年春季年会

田口光

「アジアと結びリモート望遠鏡」

第 13 回全国の天体観測施設の会

4.4 ぐんま天体力学 N 天体力学研究会

昨今の観測精度の向上に伴って、小惑星や彗星、カイパーベルト天体(KBOs または TNOs) に代表される太陽系小天体の力学的研究はここ数年飛躍的な進展を遂げている。ぐんま天文台の望遠鏡でもこれらの太陽系小天体を観測しているので、この領域に関心のある研究者が多く集って活発な議論が展開されることを期待し、今後の研究の方向性を探るために、平成 17 年 3 月 9～11 日に「ぐんま天体力学 N 天体力学研究会 - 小惑星、彗星、カイパーベルト天体の力学 Small body Dynamics - 」を開催した。約 50 人の参加があり、下記の講演を行った

招待講演

「深宇宙探査機の力学と「はやぶさ」計画」吉川 真氏 (宇宙航空研究開発機構)

「Collisional disruption of asteroids and implications on the physical properties of near-Earth objects」Patric Michel 氏 (宇宙航空研究開発機構/Observatoire de la Cote d'Azur, Nice, France)

「彗星の古記録と現代天文学」長谷川 一郎氏 (東亜天文学会)

「惑星による微惑星の散乱と集積 - 彗星雲形成へ向けて - 」樋口 有理可氏 (国立天文台/神戸大学)

特別講演

「観測的見地から見た彗星力学の問題点」河北 秀世 (ぐんま天文台)

「小惑星運動理論の問題点」古在 由秀 (ぐんま天文台)

講演

- 「古いクレーターのサイズ分布と小惑星」伊藤 孝士氏 (国立天文台)
- 「木星の衛星 Amalthea (JV) の起源」高遠 徳尚氏 (国立天文台)
- 「動径方向の移動を考慮した原始惑星形成」小南 淳子氏 (東京工業大学)
- 「近接連星系における微惑星のダイナミクス」小久保 英一郎氏 (国立天文台)
- 「相互作用ある惑星系での古在メカニズム」木下 宙氏 (国立天文台)
- 「GRAPE-DR 計画とその応用可能性について」牧野 淳一郎氏 (東京大学)
- 「KS 正則化軌道に対する多様体補正法」福島 登志夫氏 (国立天文台)
- 「Mass-Loss Timescale of Star Clusters in an External Tidal Field」谷川 衡氏 (東京大学)
- 「天体位置表の惑星食図の不備」相馬 充氏 (国立天文台)
- 「新釈の Hubble 距離」井上 猛氏 (京都産業大学)

ポスター発表

- 「太陽系内での実験相対論の現状と今後」荒木田 英禎氏 (国立天文台)
- 「Universal Non-Gaussian Velocity Distribution in Violent Gravitational Processes」井口 修氏 (お茶の水女子大学)
- 「若い小惑星族の光度曲線」伊藤 孝士氏 (国立天文台)
- 「6 から来る小惑星破片の衝突確率」伊藤 孝士氏 (国立天文台)
- 「N 機人工衛星集団化のための最適軌道制御」梅原 広明氏 (情報通信研究機構)
- 「GPS 擬似距離データによる電子基準点位置の解析」河合 雅司氏 (富山商船高等専門学校)
- 「角運動量ありの三体問題へ向けて」桑原 健二氏 (早稲田大学)
- 「臨界軌道傾斜角の困難」完全回避の人工衛星運動理論」齋藤 信明氏 (京都産業大学)
- 「直線三体問題における周期軌道」齋藤 正也氏 (総合研究大学院大学)
- 「矮小銀河における球状星団系の力学進化」坂本 強氏 (国立天文台)
- 「西暦 500 年と 900 年前後の地球自転速度の急激な変動」相馬 充氏 (国立天文台)
- 「GRAPE 用 PCI-X 版インターフェースの開発」台坂 博氏 (国立天文台)
- 「RubblePile 天体の衝突による衛星形成のシミュレーション」武田 隆顕氏 (国立天文台)
- 「1 次元自己重力リングモデルの熱力学」立川 崇之氏 (早稲田大学)
- 「1 平均運動共鳴の経度差が 0 度の周りの軌道」中井 宏氏 (国立天文台)
- 「重力が作る構造と統計理論」中道 晶香 (ぐんま天文台)
- 「太陽の自転と惑星の公転との関係並びに惑星の自転と衛星の公転との関係を示す HH モデル (Hula-Hoop Rotation-Revolution Model)」林 大雅氏 (長構造研究会)
- 「大気による地球回転季節変動の時間的变化」眞崎 良光氏 (国土地理院)
- 「New class of symmetries for self-gravitating hydrodynamics equations」村田 宗一氏 (名古屋大学)
- 「標準写像における一般馬蹄」山口 喜博氏 (帝京平成大学)
- 「エノン写像における位相エントロピー」山口 喜博氏 (帝京平成大学)
- 「メインベルト微小小惑星のサイズ頻度分布」吉田 二美氏 (国立天文台)
- 「平均運動共鳴への準解析的アプローチ」渡辺 憲昭氏 (千葉商科大学)

4.5 談話会

原則として外部の講師を招き、18 回開催した。日時・講演者・題目は以下の通り。

第 90 回	2005.3.15	杉山 直 (国立天文台)	「宇宙マイクロ波背景放射で探る宇宙の現在、過去、未来」
第 89 回	2005.3.1	嶺重 慎 (京都大学)	「ブラックホール天文学入門」
第 88 回	2005.2.15	Baju Indrajaja (バンドン工科大学)	「Irradiation Effect on the Accretion Disc around Compact Stars: an Evolution Study」
第 87 回	2005.2.1	安藤 裕康 (国立天文台)	「視線速度を高精度で測る - その道のりと未来 -」
第 86 回	2005.1.18	富谷 光良 (成蹊大学)	「リモートセンシング画像データの現状と修正対向伝搬法による分類手法」
第 85 回	2004.12.14	竹田 洋一 (国立天文台)	「Post-AGB 星の表面化学組成異常について」
第 84 回	2004.11.30	藤原 智子 (九州大学)	「歴史的星表を使った恒星の長期間変動の探査」
第 83 回	2004.11.16	藤井 高宏 (国立天文台/鹿児島大学)	「鹿児島大学 1m 光赤外線望遠鏡による AGB 星の研究」
第 82 回	2004.11.2	茂山 俊和 (東京大学)	「Low 金属欠乏星の起源」
第 81 回	2004.10.19	Hakim L. Malasan, Agus Triyono P.J. (ITB)	「High-resolution Spectroscopy of CD Tau: An Eclipsing Binary with Similar Components」
第 80 回	2004.9.28	川端 弘治 (広島大学)	「広島大学新 1.5m 望遠鏡で探る宇宙の高エネルギー現象」
第 79 回	2004.9.14	平山 淳 (明星大学)	「太陽コロナは何故百万度か、太陽風は何故吹くか」
第 78 回	2004.6.30	岩上 直幹 (東京大学)	「金星大気光 G 線の謎」
第 77 回	2004.6.29	河北 秀世 (ぐんま天文台)	「リニア彗星 (C/2002 T7) のコマに存在する氷粒子について」
第 76 回	2004.6.15	柏川 伸成 (国立天文台)	「すばるによる遠方銀河探査」
第 75 回	2004.5.25	神戸 栄治 (防衛大学)	「星震 (星の地震) をみる」
第 74 回	2004.5.11	田中 培生 (東京大学)	「恒星終末期の近赤外スペクトルアトラス および 東京大学アタカマ望遠鏡計画 -TAO 計画-」
第 73 回	2004.4.20	古在 由秀 (ぐんま天文台)	「小惑星永年摂動理論の拡張」

4.6 バンドン工科大学との協力提携協定に基づく活動

(1) 人材交流、研修等

バユ・インドラジャヤ氏の招聘

バンドン工科大学及びボッシャ天文台における最新の観測環境を実現するためにネットワーク構築に関すること、テスト観測等によるデータフロー検証に関すること、等のため、平成 17 年 1 月から 3 月まで滞在。

天文台職員（衣笠健三主任）の派遣

バンドン工科大の新ネットワーク構築作業のため、バユ氏と共に渡航。作業期間は平成 17 年 3 月 31 日から 4 月 11 日まで。

(2) リモート望遠鏡システム

望遠鏡等の設置スペースが確立したことから、10 月から 3 月にかけて、断続的にテスト。相手側の通信環境の脆弱さの課題が残るものの、ほぼ相互制御が可能となった。

(3) 2005 年 7 月のアジア太平洋地域国際天文学会議（APRIM）について

GAO/ITB の協力関係に基づく共同作業等の発表内容、会議に対しての GAO の協力等についての事前協議、ボッシャ天文台での機材の管理方法、小型分光器に関する談話会出席のため、10 月に専門員橋本修、2 月に GL 倉田が渡航した。

5 教育普及活動

5.1 一般観望

来台者が天体観望できる一般観望を、金曜日・土曜日・日曜日および祝日の夜に行った。当日の気象条件に問題がない場合に行い、観望時間は夏期（3月～10月）は19時～22時、冬期（11月～2月）は18時～21時である。

一般観望では150 cm 望遠鏡と65 cm 望遠鏡を使用し、職員が天体の導入と解説を行った。一般観望へ参加するのに予約は必要ないが、大人数での観望の場合には事前に仮受付票を提出してもらい適切な対応につとめた。

5.1.1 150 cm 望遠鏡

ナスミス焦点に設置された観望用光学系を用いて観望を行った。望遠鏡の集光力を生かし65 cm 望遠鏡よりも暗い天体を観望対象とすることが多かったが、直視分光器を用いて明るい恒星のスペクトルを観察することもあった。観望対象天体は、恒星、惑星、散開星団、球状星団、惑星状星雲、系外銀河など、多岐にわたった。

5.1.2 65 cm 望遠鏡

カセグレン焦点に設置された機械的自由度を持つ延長光学系（ワンダーアイ）を用いて観望を行った。ドーム内には天体の簡単な説明が表示される天体導入用のコンピュータを設置し、職員はそれを用いて望遠鏡の操作と解説を行った。観望対象天体は比較的明るい物や視野が広い物が多い。特に月は150 cm 望遠鏡では全形の4分の1程度しか視野に入らないことや明るくなりすぎることから、主に65 cm 望遠鏡で観望することが多かった。

5.2 団体予約利用

原則として火曜日～金曜日の昼間、水曜日と木曜日の夜間に団体予約利用を行った。利用内容は、特に要望のあった場合を除き、昼間は観測普及研究員による館内案内、夜間は天体観望としている。主な利用団体は、学校や社会教育団体・福祉団体などである。夜間に悪天候などで観望できないときには、希望に応じて昼間と同じように館内案内やスライドを用いた解説を行うようにした。

平成16年度の利用団体（学校利用については別項参照）は、合計176団体、4916人であった。利用内容は、昼間の施設見学が111団体、夜間の天体観望が65団体と、昼間の施設見学が6割以上を占めている。ただし、夜間の天体観望は天候不良によりキャンセルとなる団体が多く、利用を申し込んだ団体数はこれより多い。団体種別でみると、社会教育団体が69団体、その他が107団体となっており、青少年を対象とした教室などの利用が多い。月別では11月が最も多く、次いで7月の利用者数が多い。年度初めの4月と1～3月の冬季は利用者数が少ない（表5.1参照）。

5.3 外部団体との協力による教育普及

2004年11月13日、ウェーブ2000事務局との協力により、群馬の子供たち50名（親子100名）対象の「気象」、「天文」、「環境」のイベントを行った。気象予報士の平井伸行、岩谷忠幸の両氏もボランティアとして参加。

表 5.1 平成16年度 団体利用内訳

16年度:月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	小計								
団体種別	見学	観望	見学	観望	見学	観望	見学	観望	見学	観望	見学	観望	団体数	利用者数							
社会教育団体	1 (20)	1 (24)	2 (33)	1 (50)	5 (258)	4 (141)	5 (258)	5 (104)	2 (61)	2 (48)	1 (29)	2 (45)	3 (84)	2 (63)	5 (233)	1 (27)	2 (87)	2 (77)	52	(1905)	
			1 (34)		1 (20)						1 22	1 (53)							4	(85)	
																			2	(76)	
																	1 (10)		11	(288)	
その他	3 (96)	1 (27)			5 (114)		1 (25)		1 (38)	1 (25)	3 (72)			3 (63)					1 (20)	19	(480)
			1 (42)		1 (21)	1 (149)			3 (102)	3 (102)	1 (17)	1 (30)	1 (81)	1 (81)	1 (29)	2 (52)		1 (7)	19	(749)	
							2 (22)						1 (7)						3	(29)	
					1 (29)		1 (26)		1 (62)										4	(161)	
	1 (20)		3 (88)	1 (31)	2 (38)		1 (29)	1 (6)			1 (21)							1 (8)	13	(246)	
その他	3 (54)		1 (41)	1 (20)	3 (74)	2 (9)	2 (27)	2 12	7 (178)		5 (105)	3 (139)	5 (50)	3 (5)	1 (10)	1 (30)	3 (73)	1 (27)	49	(897)	
施設見学	8 (190)		8 (218)	16 (500)	13 (434)	12 (372)			16 (352)		10 (277)		8 (142)		1 (10)	2 (57)	5 (88)		111	(2909)	
天体観望		1 (24)				5 (200)		8 (119)			4 (128)			15 (589)	10 (281)	2 (52)	3 (97)	6 (139)	65	(2007)	
																			176	(4916)	

※ 表示数字は団体数、()内は利用者数

※ 「見学」は昼間の施設見学、「観望」は夜間の天体観望

5.4 学校利用 (チャレンジスクール等)

原則として火曜日～金曜日の昼間と水曜日～木曜日の夜間の団体予約利用の枠内でさまざまな学校を受け入れた。基本的な利用形態は昼間の施設見学と夜間の天体観望であるが、学校側の要望や悪天候の場合に対応して天文学に関する学習や工作を伴う学習を行うなど柔軟に対応した。

平成 16 年度の学校利用は合計のべ 70 団体 3569 人であり、前年度ののべ 81 団体 3045 人と比べると利用団体数は減ったが利用人数が増えたことになる。その内訳は幼稚園、保育園がのべ 15 校 475 人、小学校がのべ 27 校 1993 人、中学校が 6 校 302 人、高校がのべ 17 校 665 人、大学・専修学校が 5 校 134 人であった。

学習計画は科学教育の支援を行う立場から学校側の学習のねらいを明確にしてから立案するようにした。そのためにも極力下見に来台してもらい十分に打ち合わせるようにしたが、直接に打ち合わせることができない場合には電話や FAX を用いて密に連絡を取り合うようにした。天文台でできることとできないことを学校に理解してもらった上でチャレンジスクールなどでは目的に応じて児童・生徒の課題意識を大切にした学習や体験を提供するようにした。

利用する際の学校側の意識も、単に施設見学をしたり観望したりするだけでなく、明確な学習目的を持って利用する学校が増えてきている。特に高等学校では専門的な内容を講義に取り入れたり、観測実習を実施したりと、科学教育の中での位置づけがしっかりした利用を求める傾向が強い。SSH (Super Science High school)・SPP (Science Partnership Program) などの文部科学省の研究指定校による天文台の利用は例年のこととなり定着してきている (表 5.2 参照)。

表 5.2 教育関係の利用

学校種別	団体名	利用人数			利用目的		
		児童・生徒	引率	他	施設見学	天体観望	学習実習
幼稚園 保育園	高山村立高山幼稚園年長児	37	3	21			
	渋川市立渋川幼稚園	42	4	4			
	たけのこ保育園	9	4				
	中之条保育所	21	4				
	桃の木保育園	21	6				
	ポケット幼稚園	62	11				
	第一保育園	10	12				
	邑楽町風の子保育園	19	5				
	国分寺幼稚園	17	3				
	コスモス保育園	29	24				
	わかさ幼稚園	10	3				
	かしの木保育園	25	4				
	わかさ幼稚園	14	3				
	はと保育園	15	11	6			
	わかさ幼稚園	13	3				
小学校	伊勢崎市立三郷小学校	115	11				
	伊勢崎市立豊受小学校	115	13				
	利根村立西小学校	25	9				
	伊勢崎市立殖蓮小学校	134	12				
	赤堀小学校	88	6				
	伊勢崎市立坂東小学校	81	7				
	草津小学校	57	4				
	太田市立鳥之郷小学校	38	5				
	中之条町立第一小学校	91	6				
	埼玉県川越市立川越西小学校	75	7				
	吾妻町立原町小学校	55	5				
	群馬大学教育学部付属小学校	146	6				
	富士見村立石井小学校	33	3				
	中之条町立第四小学校	16	3				
	倉渕村立東小学校	27	3	22			
	倉渕村立中央小学校3学年親子	1	17	13			
	新治村立須川小学校	15	2				
	伊勢崎市立北小学校	61	9				
	高山村立高山小学校	32	4				
	渋川市立古巻小学校	111	7				
	横浜市立別所小学校	131	5				
	渋川市立金島小学校	66	6				
	渋川南小学校5年生	37	5				
	渋川南小学校4年生	36	5				
	横浜市立飯島小学校	74	9	1			
	横浜市新橋小学校	108	9				
	群馬県立二葉養護学校	6	5				
中学校	佐波郡境町北中学校あすなろ学級	3	1				
	横浜創英中学校	71	6				
	群馬学院(小・中)	10	4				
	薄根中学校	65	3				
	沼田市立沼田南中学校	84	8				
	吾妻町立岩島中学校	42	5				
高等学校 中等教育学校	慶應高校SSH	18	1				
	慶應高校SSH	18	1				
	桜陰学園理科部(中・高)	53	5				
	群馬県立中央高等学校	76	4				
	群馬県立中央高等学校	76	4				
	群馬県立二葉高等養護学校	9	10				
	高崎高等学校1年SSH	85	4				
	高崎高等学校2年SSH	20	2				
	高崎高等学校2年SSH	19	2				
	高崎高等学校2年SSH	20	2				
	群馬県立尾瀬高等学校	31	4				
	群馬県立下仁田高等学校	75	4				
	白根開善学校高等部3年	29	2				
	豊昭学園理科部	17	8				
	神奈川県立川和高等学校理科実習	7	1				
	芝学園理化部(中・高)	38	2				
	高山中学校PTA研修会	5	1	12			
大学 専修学校	東京都立武蔵高等学校定時制	38	3	1			
	駒場東邦天文部(中・高)	13	2				
	東京都立大泉高等学校天文部	6	2				
	芝浦工業大学建築研究会衣袋研究室	44	1				
	放送大学群馬学習センター	20	4				

* ……チャレンジスクール ……連携協力校 ……SSH・SPP・理科大好きスクール

5.5 学校との連携協力による効果的な学習指導開発事業

天文分野について指導要領の内容を学校教育で実現するには、多くの観測が必要になる。記載されている内容にしたがって観測させるためには、1年間、場合によっては2年間の計画的な観測が必要になる。しかし、教科書や教育課程の計画では、中学校3年時にわずか十数時間程度の学習が組まれているにすぎない。これでは長期間の観測を必要とする内容については、画像や書籍・インターネット等を活用した間接的な学習に頼らざるをえない。

本事業では沼田市立薄根中学校と連携し、学習指導要領の内容を実現できる指導計画を考えた。新しい指導計画では、長期的な観察を必要とする「昼夜の長さ・太陽高度の変化」と「季節の星空」については、2年の2学期から3年の2学期にかけて計画的に観察することとした。それにもとづく今年度の実践内容は以下の通りである。

- (1) 秋分近辺の太陽の動きの観察（指導案作成および授業実践）
- (2) 秋の星空・天体の観察（指導案作成および授業実践、授業は薄根中学校にて実践）
- (3) 冬至近辺の太陽の動きの観察（指導案作成および授業実践）
- (4) 冬の星空・天体の観察（指導案作成および授業実践、授業はぐんま天文台にて実践）

実践の結果、2/3以上の生徒がより長い時間の観察を望み、自分自身でも観察を続けようとする生徒も増えた。また、いろいろな天体があることを知って、さらに観察を希望する生徒が増えた。これらのことから、この単元に対する生徒の関心・意欲が高まったと言える。さらに、方位についての知識が曖昧な生徒が減るなど、知識面でも成果が得られた。

本事業は、2005年度も薄根中学校と連携して継続していく予定である。具体的な実践の成果と課題については全ての内容の終了後に検証を行う予定である。

5.6 望遠鏡・機材の夜間貸出利用

ぐんま天文台では、平成11年7月より、天文台が所有する機材の夜間貸出（以下「占有利用」という）を行っている。時間帯は、金土日曜日の午後10時から翌朝6時までである。

機材の利用にあたっては、望遠鏡使用資格の取得を義務づけている。資格には有効期限を設けており、資格を継続して保持するためには、毎年開催されるユーザーズ・ミーティングに参加しなければならない。

5.6.1 望遠鏡操作資格取得講習会

ぐんま天文台の望遠鏡および付属機材（以下「望遠鏡機材」という。）の利用希望者に対し、これらの安全かつ円滑な利用を図ることを目的として「望遠鏡操作資格取得講習会」を実施した（表5.3）。対象となる望遠鏡機材は、移動式望遠鏡、観察用望遠鏡、65cm望遠鏡とそれぞれに取付け可能な機材（カメラボディ、CCDカメラ等）である（表5.4、表5.5）。観察用望遠鏡のCCDカメラについては、十分な講習時間を確保するため、専用の講習を望遠鏡操作講習の翌日に行った（65cm望遠鏡を除く）。

表 5.3 講習会実施日

講習会	実施日
第1回 1日目	平成16年7月10日（土）
第2回 1日目	9月29日（水）
第2回 2日目	9月30日（木）
第3回 1日目	12月4日（土）
第3回 2日目	12月5日（日）
第4回 1日目	平成17年2月12日（土）
第4回 2日目	2月13日（日）

表 5.4 占有利用に供した望遠鏡

望遠鏡名称	口径、台数等
移動式望遠鏡 (光耀社製)	口径 10 cm 屈折望遠鏡 : 5 台 口径 20 cm 反射望遠鏡 : 5 台 いずれも、ビラー付赤道儀 (10 台) に載せて使用する。
観察用望遠鏡 (高橋製作所製)	口径 15 cm 屈折望遠鏡 FCT150 ・口径 25 cm または 30 cm 反射望遠鏡 (撮像用) 同架 ・口径 7.8 cm 屈折望遠鏡 FS78 (オートガイド専用) 同架 ・EM-2500 赤道儀 (ドイツ式) ・アイピースターレット (FCT150 用) 付属 上記の基本セットが 6 台ある。このうち反射望遠鏡は次のとおりである。 ・口径 25 cm: BRC250 × 2 台 250 × 2 台 ・口径 30 cm: MT300 × 1 台 C300 × 1 台
65 cm 望遠鏡 (三鷹光器製)	口径 65 cm 反射望遠鏡 (F12) ・口径 15 cm 屈折望遠鏡 (オートガイド専用) 同架 ・フォーク式赤道儀

表 5.5 望遠鏡使用資格と利用可能な望遠鏡機材

資 格 名 称	利用可能な望遠鏡機材
観察用望遠鏡使用資格 a (観察 a)	移動式望遠鏡 カメラボディ (ニコン FM-2) 自由雲台 アイピース
観察用望遠鏡使用資格 b (観察 b)	観察用望遠鏡 カメラボディ (ニコン FM-2, ペンタックス 67, アストロカメラ) 自由雲台 アイピース
観察用望遠鏡使用資格 c (観察 c)	観察用望遠鏡 カメラボディ (ニコン FM-2, ペンタックス 67, アストロカメラ) CCD カメラ (ビットラン BT-11, BT-11C, BT-211E, BT-21) 自由雲台 アイピース
65 cm 望遠鏡使用資格 b (65 b)	65 cm 望遠鏡 ワンダーアイ (観望用接眼部) カメラボディ (ニコン FM-2, ペンタックス 67)
65 cm 望遠鏡使用資格 c (65 c)	65 cm 望遠鏡 ワンダーアイ (観望用接眼部) カメラボディ (ニコン FM-2, ペンタックス 67) CCD カメラ (apogee AP-7)

実施回数は 4 回、総日数は 7 日間である。65 cm 望遠鏡び講習は受講需要が減少したので今年度は 1 回のみの実施とし、CCD カメラ使用講習と合わせて 1 日で行うこととした。

望遠鏡使用資格取得者数はのべ 144 人であった (表 5.6)。

表 5.6 望遠鏡操作資格取得講習会受講者数（平成 16 年度）

	観察 a	観察 b	観察 c	観察 b + c	観察計	65 b	65 c	65 b + c	65 計	合計	備考
第 1 回	24	17	-	-	41	-	-	-	-	41	土曜日のみ開催
第 2 回	14	6	4	9	33	-	-	-	-	33	水木開催
第 3 回	17	1	15	7	40	-	-	-	-	40	土日開催
第 4 回	-	5	4	7	16	1	0	13	14	30	土日開催
合計	55	29	23	23	130	1	0	13	14	144	

（観察 b + c : 観察 b と観察 c を同時取得、65 b + c : 65 b と 65 c を同時取得。）

5.6.2 ユーザーズ・ミーティング

技術の進展、観測の要請によって、望遠鏡機材の使用環境は常に変動する。このような機材の状況、利用方法等の最新情報を伝えるとともに利用者の要望等を聞き、占有利用の運用を円滑に行うためにユーザーズ・ミーティングを開催した（表 5.7）。ユーザーズミーティングへの参加は、望遠鏡使用資格更新の条件にもなっている。

平成 16 年度は 4 回実施し、各回に接続して参加者の機材利用の参考となる講演会を開催した（表 5.8）。

表 5.7 ユーザーズ・ミーティング実施日および参加者数

	実施日	参加者数（人）
第 1 回	平成 16 年 5 月 15 日（土）	31
第 2 回	7 月 11 日（日）	34
第 3 回	9 月 30 日（木）	15
第 4 回	12 月 5 日（日）	32
合計	-	112

表 5.8 ユーザーズミーティング講演会タイトル、講師、実施日および参加者数

	タイトル	講師	実施日	参加者数（人）
第 1 回	二大彗星・金星太陽面通過説明会	古在由秀（天文台長） 河北秀世（観測普及研究員）	平成 16 年 5 月 15 日（土）	（*）
第 2 回	C C D 観測入門～天体観測の楽しみ～	門田健一（天体観測家）	7 月 11 日（日）	23
第 3 回	実践！分光観測～天体の素性を解き明かす～	河北秀世（観測普及研究員）	9 月 30 日（木）	15
第 4 回	教育用画像解析ソフト「マカリ」の紹介	五島正光（巣鴨中等高等学校）	12 月 5 日（日）	32
合計				70（†）

（*）第 1 回は一般向けイベント。参加者数は「5.7 観察会・イベント」を参照。

（†）第 1 回を除く。

5.6.3 占有利用

自ら機材を操作して天体画像・スペクトル等のデータを取得し、これらの処理および解析を行う過程を通して天文学に関する興味関心および理解を深めることを目的として、占有利用を行っている。貸出を行っている望遠鏡機材は、移動式望遠鏡、観察用望遠鏡、65 cm 望遠鏡とそれぞれに取付け可能な機材（カメラボディ、CCD カメラ等）（表 5.4、表 5.5）である。この

他に、持込望遠鏡用スペース（以下、ブースという）の貸出を行っている。ブースの利用に限り、望遠鏡使用資格を必要としない。

平成 16 年度の占有利用予約件数は 289 件で、うち 136 件の利用があった。実施できなかったものは、ほとんどが天候不良のためであった（表 5.9）。

また、平成 16 年度の占有利用予定者数は 690 人で、うち 371 人の利用があった（表 5.10）。

表 5.9 占有利用件数および実施率（実施率＝利用件数÷予約件数×100(%)）

望遠鏡等		65 cm 望遠鏡		観察用望遠鏡		移動式望遠鏡，ブース		望遠鏡全体	
利用可能日		利用件数	実施率(%)	利用件数	実施率(%)	利用件数	実施率(%)	利用件数	実施率(%)
4 月	12	0 (0)	---	13 (17)	76.5	2 (2)	100	15 (19)	78.9
5 月	9	0 (1)	0.0	7 (24)	29.2	4 (12)	33.3	11 (37)	29.7
6 月	12	0 (0)	---	0 (10)	0.0	0 (0)	---	0 (10)	0.0
7 月	14	1 (2)	50.0	6 (18)	33.3	1 (3)	33.3	8 (23)	34.8
8 月	10	0 (0)	---	5 (12)	41.7	1 (3)	33.3	6 (15)	40.0
9 月	12	0 (0)	---	3 (17)	17.6	0 (5)	0.0	3 (22)	13.6
10 月	15	0 (1)	0.0	15 (17)	88.2	4 (8)	50.0	19 (26)	73.1
11 月	12	1 (1)	100	7 (26)	26.9	3 (3)	100	11 (30)	36.7
12 月	12	4 (4)	100	21 (32)	65.6	3 (7)	42.9	28 (43)	65.1
1 月	12	0 (2)	0.0	9 (18)	50.0	5 (5)	100	14 (25)	56.0
2 月	12	0 (2)	0.0	12 (20)	60.0	0 (0)	---	12 (22)	54.5
3 月	12	1 (1)	100	8 (16)	50.0	0 (0)	---	9 (17)	52.9
計	144	7 (14)	平均 50.0	106 (227)	平均 46.7	23 (48)	平均 47.9	136 (289)	平均 47.1

()内は予約件数

表 5.10 占有利用者数（人）

望遠鏡等	65 cm 望遠鏡	観察用望遠鏡	移動式望遠鏡，ブース	望遠鏡全体
4 月	0 (0)	24 (37)	3 (3)	27 (40)
5 月	0 (2)	10 (40)	18 (33)	28 (75)
6 月	0 (0)	0 (16)	0 (0)	0 (16)
7 月	20 (30)	11 (25)	3 (7)	34 (62)
8 月	0 (0)	8 (26)	4 (13)	12 (39)
9 月	0 (0)	5 (28)	0 (12)	5 (40)
10 月	0 (20)	31 (33)	6 (10)	37 (63)
11 月	10 (10)	19 (67)	5 (5)	34 (82)
12 月	43 (43)	44 (67)	22 (30)	109 (140)
1 月	0 (2)	16 (32)	6 (6)	22 (40)
2 月	0 (2)	27 (41)	0 (0)	27 (43)
3 月	20 (20)	16 (30)	0 (0)	36 (50)
計	93 (129)	211 (442)	67 (119)	371 (690)

()内は利用予定者数

5.7 観測会・イベント

ぐんま天文台では、開館当初より観測し易い天文現象について一般向けの説明会や観測会を開催するほか、天文に親しみを持つ機会となるイベントを企画・開催している。天文現象に関連したイベント及び天文講話等の講演会を除く一般向けイベントについて記す。

平成 16 年度開催の観測会・イベント等は計 10 回、総参加者数は 4240 人である（表 5.11）。

表 5.11 観測会・イベント等（平成 16 年度）

観測会・イベント等名称	開催日	参加者数（人）
月食説明会・観測会	5 月 4 日(火)～5 日(水)	説明会 37, 観測会 –（天候不良中止）
二大彗星・金星太陽面通過説明会	5 月 15 日(土)	60
彗星観測週間	5 月 28 日(金)～6 月 6 日(日)	970
金星太陽面通過観測会	6 月 8 日(火)	21
5 周年記念パネル展	7 月 10 日(土)～25 日(日)	2251（小柴昌俊氏講演会を除く）
持込望遠鏡講習会	7 月 24 日(土)	15
ペルセウス座流星群説明会・観測会	8 月 12 日(木)	説明会 281, 観測会 270
部分日食観測会	10 月 14 日(木)	74
県民の日イベント「赤外線であそぼう」	10 月 28 日(木)	212
ふたご座流星群説明会・観測会	12 月 12 日(日)	説明会 36, 観測会 13（天候不良途中終了）
合計		4240

5.7.1 5 周年記念パネル展および小柴昌俊氏講演会

平成 11 年 7 月の完全開館から 5 年が経過したことを記念し、群馬県庁において 5 周年記念パネル展を開催した。ぐんま天文台の設立理念や運営方針を示し、施設紹介を行い、さらにこれまでのぐんま天文台の種々の活動や研究活動成果を広く県民に知らせるとともに、天文台で開発・製作した教材教具に触れたり天文台職員との対話を行ったりして、ぐんま天文台に親しみを持っていただくことを目指した。約 2 週間連続開催し、この間 2251 人の観覧者があった。また、高山村と協力して、2002 年ノーベル賞受賞者である小柴昌俊氏の講演会を実施し、約 800 名の参加者があった。

5.7.2 月食説明会・観測会

5 月 5 日未明に始まり皆既中に夜明けとなる皆既月食があった。これに合わせて 4 日に説明会を行い、観測会を夜半過ぎから行うこととした。説明会には 37 人の参加があった。観測会は天候不良のため月がまったく見えないため中止とした。

5.7.3 二大彗星・金星太陽面通過説明会

5 月末から 6 月初旬にかけて、肉眼で見える彗星が二つ同時に現れると予想された。また 6 月初旬には約 130 年ぶりの金星太陽面通過が予報されていた。これら天文現象の観測会（彗星については 9 日間の観測期間）を行うにあたり、事前に現象に関する知識を伝えて当日は現象に集中できるように計らい、説明会を行うこととした。観測・観測記録を残すことも大切であるので、観測技能を持つ占有利用者のためのユーザーズ・ミーティングが行われる日に合わせて開催した。参加者数は 60 人であった。

5.7.4 彗星観察週間

5月末から6月初旬にかけて出現が予想された二つの肉眼彗星（リニア彗星 C/2002 T7，ニート彗星 C/2001 Q4）を、可搬式の小型望遠鏡と双眼鏡で観察する期間を設けた。一般観望の日を含めた毎日（休館日を除く）開催し、来館者が予約なしで見られるようにした。

実際には、予想よりも暗く肉眼で見るには厳しかったが、小型望遠鏡や双眼鏡では初心者でもはっきり見ることができた。970人の参加者があった。

5.7.5 金星太陽面通過観察会

日本では約130年ぶり、世界でも122年ぶりに観測できる金星太陽面通過の観察会を行った。太陽展示コーナーにおける直接投影と可搬式太陽望遠鏡による眼視観察を行う予定であった。しかし、天候に恵まれず、回復を待ったもののほとんど観察できずに終了した。参加者数は21人であった。

5.7.6 持込望遠鏡講習会

使い方がわからないという理由で、家庭や学校で使われないまま保管されている望遠鏡が多いと言われている。そこで、このような手持ちの望遠鏡をぐんま天文台に持参し、その使い方を天文台職員が個別に指導する講習会を開催した。平成15年10月に続いて2回目である。開催時期については、野外に出る機会が多くなると考えられる夏休み期間始めの7月下旬とした。参加者数は15人であった。

5.7.7 ペルセウス座流星群説明会・観察会

例年行っているイベントである。説明会ではペルセウス座流星群が現れる理由や見方の解説を観測普及研究員が行い、観察会では天文台屋外の観察広場で流星の観察を行った。説明会は参加希望多数につき3回実施し、合わせて281人の参加があった。観察会は夏期としては安定した好天に恵まれ、参加者は270人であった。

5.7.8 部分日食観察会

10月14日午前に、月によって太陽の一部が隠される部分日食があった。太陽展示と可搬太陽望遠鏡を用いてこれを観察した。参加者は74人であった。

5.7.9 県民の日イベント「赤外線であそぼう」

ぐんま天文台の主力観測装置のひとつに赤外線カメラがある。赤外線でなければ姿を捉えられない天体の観測に有効で、日本国内でも有数の優れた装置である。このような装置で検出される赤外線の性質を、日常生活に見られる道具を用いて親しみながら体感学習してもらおうという企画・イベントである。映像ホールに、テレビリモコン、赤外線を吸収して通さないペットボトル、ハンディ赤外線カメラなどを用意し、目には見えない赤外線が日常生活のさまざまな場面で役に立っていることや、人体の発する赤外線を捉えて目に見えるように表示した画面で体温分布などが見て取れることなどを体験してもらった。参加者数は212人であった。

5.7.10 ふたご座流星群説明会・観察会

昨年度から、毎年安定して現れ、深夜にならなくても観察できるふたご座流星群を対象として説明会と観察会を行っている。説明会では流星群が現れる理由や見方の解説を観測普及研究員が行い、観察会では天文台屋外の観察広場で流星の観察を行う予定であった。説明会には36人の参加があった。観察会は天候不良のため途中終了となったが13人の参加があった。

5.8 スタンプラリー・クイズラリー

昼間のイベントとして、スタンプラリーとクイズラリーを実施した。

スタンプラリーは、各ドーム、展示コーナー、屋外モニュメントの計6カ所にスタンプを用意し、参加者に押してもらうもので、ぐんま天文台の施設を楽しみながらくまなく見学できる企画として実施した。

クイズラリーは、施設内の説明や職員の解説を聞きながら問題に答えるものである。クイズを楽しみながら天文学への理解を深めてもらうことを意図して実施した。

スタンプラリーの台紙やクイズラリーの問題用紙は入館時に希望者に配布し、参加者には景品として「ぐんま天文台オリジナル天体写真はがき」を差し上げている。景品はがきは4種類を作成し、いずれか1枚を選ぶことになっている。

平成16年度のスタンプラリー参加者は7953人、クイズラリー参加者は3153人であった。スタンプラリー、クイズラリーともに、参加者は家族連れが多かった。

スタンプラリー、クイズラリーは、改修を加えながら平成17年度も継続を予定している。

5.9 少年少女研究員

平成14年度の重点事業として始まった子ども天文学学校推進事業の一つが少年少女研究員である。

この事業は、観察から結果の考察までを継続的に体験する活動を通して、観測技能の習得や、科学的思考力の向上を図ることを目的としている。2004年度は小学生21名、中学生3名、高校生4名が参加した。

2004年度は全6回で実施した。

(1) 第1回 オリエンテーション（平成16年11月20日実施）

第1回は本事業の概要や日程の説明と、太陽に関する簡単な学習を実施した。学習は天文台の野外モニュメントを利用して太陽の動きを実感したり、日の入りの位置の季節変化を確かめたり、太陽望遠鏡の投影像で黒点の見え方について学習したりして、興味・関心・意欲の向上を図った。参加者の中には比較的知識の豊富な子もいたが、実際に黒点の観察を行ったことがある者は1名のみだった。

(2) 第2回 望遠鏡等操作講習（平成16年12月18日実施）

第2回は実際に観察に使う機材の操作を習得することであった。初めに高校生を中心とした4グループに分け、グループごとに簡単な自己紹介やゲームなどをしてお互いに打ち解けあうようにしてから操作実習に入った。

今回使うのは移動式10cm屈折赤道儀式望遠鏡。午前中は操作の仕方を中心に講習し、なれてきたところで地上の風景などを自由に観望させた。午後は操作にも慣れてきたので、太陽投影版を装着し、太陽黒点のスケッチの仕方や東西線の取り方などを教えて、各自太陽面のスケッチをとらせた。

(3) 第3回 観測実習（平成16年12月19日実施）

第3回は天候が怪しかったため、予定を変更して早めに太陽黒点の観測を行った。前日の観測で慣れていたため、どのグループも比較的スムーズにスケッチできたが、正確さにかける者も少なくなかった。そこで、望遠鏡に太陽観測フィルターを装着し減光して黒点を拡大して観察させた。スケッチと比較することで、どこが正確でないのか実感できたようだ。ただ、うす曇りの中、小さな黒点しかなかったため、スケッチで正確に観察するのは困難な条件だった。

午後は「観測」という言葉の意味を考え、正確に観測することの重要性を実感した。スケッチをグループごとに比較させ、同じ太陽を観測したはずなのにみんな違うことから正確さに欠けることが実感できた。これによって写真で観測することの意味を理解させることができた。このあと一眼レフカメラの操作講習と風景の撮影による実習を行って終わりとなった。

(4) 第4回 観測実習 (平成17年1月22日実施)

雪のため欠席者が多くあった。天候不良で観測はできなかったため、前回撮影した写真の記録整理を行った。前回の実習の際、シャッタースピードや絞りを変えて撮影させたので、適正露出でない写真も数多くあった。そのため、適正露出を得ることの難しさを実感できた。

太陽面経緯度図を使い、黒点の相対的な位置を測定し、2日間でも太陽の黒点が移動していることを確かめた。しかし、スケッチの精度が悪く正確に位置を測れないこと、観測者によって移動量に大きなばらつきがあるなどから、正確に観測しないといけないことを再度実感した。正確な観測には写真が有効であることも実感できた。その後あらかじめ天文台で観測した数日分の画像データを利用して、黒点の位置や形の変化の様子を確認し、どうしてそのように変化するのか考えた。

(5) 第5回 観察実習 (平成17年1月23日実施)

今回も天候不良で観測できず。前日の画像データを利用して、太陽面経緯度図を用いて黒点の相対的な位置をすべての画像データで測らせ、それぞれの黒点の移動量を求めて太陽の自転周期を算出させた。最初は正確さにかけるため各自によってまちまちの周期が出てきたが、平均化することによってほぼ27日前後の値になった。すべての黒点が同じ方向にほぼ同じ割合で動いていることから太陽が27日の周期で自転していることが実感できた。

(6) 第6回 まとめ (平成17年2月19日実施)

最終日も天候不良のため観測はあきらめ、今までの結果を考察することにした。ここで、理科年表に掲載されている太陽の自転周期がおおよそ25日であることを伝え、なぜ、2日も違うのかグループごとに考えさせた。高校生にとってもかなりの難問だったらしく、どのグループもなかなかうまく説明できる案が出てこなかったが、1つの班で地球の公転が影響していることに高校生が気づき、そのずれを算出できた。加えて黒点の形が変化することからわかる太陽の性質も考えさせた。

午後は、それぞれのグループごとに考察したことを発表させた。グループによって考察の程度には差があったが、あとで解説したときにはどの子も納得できたようだった。

最後にまとめとして、太陽は地球とは違う恒星の仲間であることを学習して今年度の少年少女研究員を終了し、望遠鏡操作資格と修了証を授与した。

5.10 天文学校

5.10.1 天文学校の趣旨と目的

ぐんま天文台の基本方針のひとつである「本物の体験」の取り組みの一つとして、主に高校生以上の一般を対象とした、「ぐんま天文学校」を毎年開催してきた。これは、天文学の基本を体験し、その一端に触れながら、将来の資質を育成することを目的としたものである。

ぐんま天文台の150 cm 反射望遠鏡には、国内有数の1024×1024ピクセルの赤外線検出器、各種フィルターやグリズム等を備えた「近赤外線カメラ」が装備されている。このカメラはこれまでに、金星や火星のような太陽系内の惑星から超新星やガンマ線バーストなどの遠方の天体まで様々な観測を行ってきた。今年度の天文学校ではこの赤外カメラを使い、専門的な観測

研究を希望する参加者を対象に、近赤外領域での観測・解析の体験場面を準備し、今後の参加者のステップアップに寄与できるよう留意した。

5.10.2 平成 16 年度ぐんま天文学校の実施内容

今回の天文学校では、8 名程度の定員で参加者を募集したところ、定員を超える 11 名の参加申し込みがあった。検討の結果、11 名全員ぎりぎり宿泊可能と判断し、応募者全員が参加することとなった。参加者のほとんどは（11 名中 10 名）は、30～40 代の男性であった。

今回の天文学校（詳細な日程は、下記「実施日程と内容」参照）では、講義と実習は西原・衣笠で分担して行い、奥田副台長も 1 コマ講義を行った。今回の主題は、黒体輻射型スペクトルを持ち有効温度の大きく異なった 2 つの恒星と、べき乗型スペクトルの代表的天体であるキューサーの赤外測光を行い、可視光の測光データと合わせて可視光から近赤外にかけての広い波長域でのスペクトル・エネルギー分布を明らかにし、その放射機構についての考察を行うことである。測光については、観測条件が良くない場合にもある程度の精度ができるように、2MASS のデータを元にした相対測光を行った。具体的な対象天体は、約 30,000 度の有効温度を持つ O 型星 HD 44811、約 3,000 度の有効温度の M 型星 Gl 226.1、および、キューサー 3C 273 とした。また、これらの天体のほかに、参加者の希望も考慮に入れて、ハッブルの変光星雲とも呼ばれる R Mon の撮像観測も行った。

データ解析に使う計算機は、ぐんま天文台側で 3～4 人に 1 台程度の PC を準備するとともに、参加者各自で所有するノートパソコンの持ち込みも積極的に奨励した。その結果、天文台で準備した PC と合わせて、ほぼ 1 人に 1 台計算機があるというこの種の実習では理想的な環境を実現することができた（口絵写真参照）。今後の天文学校でも、計算機の持ち込みは大いに奨励すべきであろう。データ解析用のソフトウェアは、我々が通常使っている IRAF ではなく、あえて、国立天文台が配布している「Makali'i」を用いた。これは、Makali'i は Windows ベースのフリーの画像解析ソフトであり、Linux ベースのソフトである IRAF に比べ、参加者にとって導入が楽であり、なおかつ、天文学校修了後も各自で比較的容易に利用できる考えたからである。また、測光結果をまとめスペクトル・エネルギー分布を求める際には、やはり参加者が使い慣れていると思われる Microsoft Excel を使い、自分たちで求めたスペクトル・エネルギー分布を最小自乗法により黒体輻射スペクトルへフィットした（図 5.1 参照）。

「実施日程と内容」

第 1 回 2004/1/8 (土)～9 (日)

- | | | |
|---------|-------------|-----------------------|
| 1/8 (土) | 14:00～18:00 | 講義（赤外線天文学入門、赤外線観測） |
| | 18:00～21:00 | 夕食・宿泊準備ほか |
| | 21:00～ 2:00 | 観測（早期型星、晩期型星、キューサーほか） |
| 1/9 (日) | 2:00～ 9:00 | 休憩・睡眠 |
| | 10:00～12:00 | 講義（データ解析 - 1 次処理） |
| | 12:00～13:00 | 昼食・休憩 |
| | 13:00～15:00 | 解析（1 次処理） |

第 2 回 2004/1/15(土)～16(日)

- | | | |
|----------|-------------|---------------|
| 1/15 (土) | 14:00～18:00 | 解析（1 次処理続き） |
| | 18:00～20:00 | 夕食ほか |
| | 20:00～22:00 | 講義（データ解析--測光） |
| 1/16 (日) | 10:00～12:00 | 解析（測光） |
| | 12:00～13:00 | 昼食・休憩 |
| | 13:00～15:00 | 解析（測光続き） |

第 3 回 2004/1/22 (土)

- | | | |
|----------|-------------|-------------------|
| 1/22 (土) | 10:00～12:00 | 講義（スペクトル・エネルギー分布） |
| | 12:00～13:00 | 昼食・休憩 |

13:00～14:00 実習（スペクトル・エネルギー分布）

14:00～15:00 まとめ

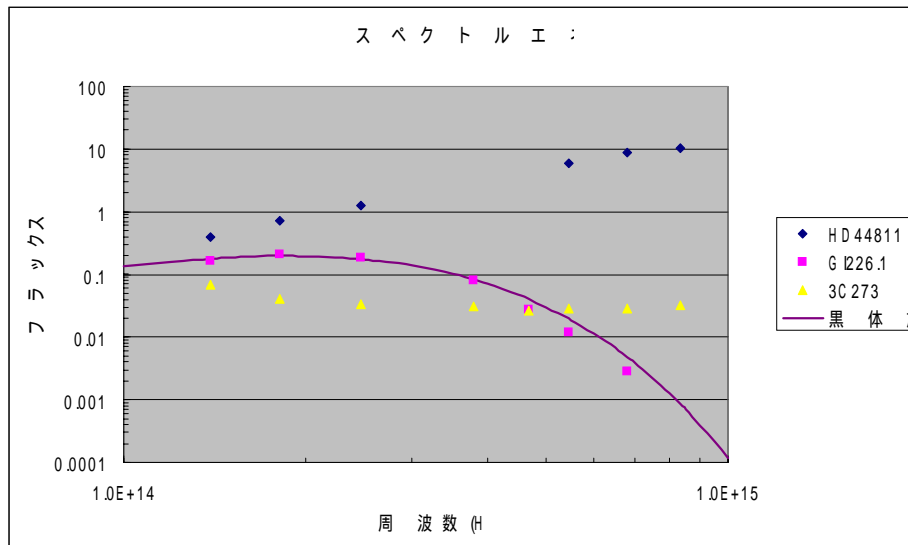


図 5.1 天文学学校で観測した天体のスペクトル・エネルギー分布

5.11 ホームページ

施設案内、利用案内、夜間占有利用の予約状況、研究活動紹介、教育活動紹介、イベントの案内、研究会の案内、問い合わせ先、各種申請用紙、観測速報などを掲載した。

2004 年 8 月からはぐんま天文台北側の空をモニターしているカメラの最新画像も閲覧できるようになり、お客様が来館前に天候をインターネット経由で確認できるようになった。

トップページへのアクセス数は 1 年間で 12 万 7 千件（天文台内からのアクセスを除く）。

5.12 著作 (新聞記事等)

- 1) 毎週金曜日 上毛新聞「天文台だより」
- 2) 04/04/09 グラフぐんま「年間イベント情報」
- 3) 04/04/13 朝日新聞、毎日新聞、上毛新聞「超新星 SN2004bd の初期観測に成功」
- 4) 04/04/30 赤旗「ニート、リニア彗星」
- 5) 04/05/04 ぐんまテレビ「5/5 未明の月食について」
- 6) 04/05/06 朝日新聞、群馬マリオ「二大彗星・金星太陽面通過説明会」
- 7) 04/05/11 朝日新聞「二大彗星・金星太陽面通過説明会」
- 8) 04/05/15 朝日新聞ぐんま「二大彗星・金星太陽面通過説明会」
- 9) 04/05/25 FM ぐんま「彗星観察週間の概要」
- 10) 04/05/26 ぐんまテレビ「ニート彗星動画放映」
- 11) 04/06/01 朝日新聞ぐんま「金星太陽面通過観察会」
- 12) 04/06/04 FM ぐんま「金星の太陽面通過観察会情報」
- 13) 04/06/04 グラフぐんま「天文台紹介、7 - 8 月のイベント情報、見ごろの天体紹介」
- 14) 04/06/11 FM ぐんま「第 2 回天文講話『太陽系外の惑星』の紹介」

- 15) 04/06/12 道路公団「楽道、観光マップ、観光情報冊子」
- 16) 04/07/07 読売ぐんま「夏の夜空、天文台イベントなどの紹介」
- 17) 04/07/10 上毛新聞「ぐんま天文台 5 周年パネル展の開催状況」
- 18) 04/08/03 NHK 前橋、読売「ペルセウス流星群説明会、観測会」
- 19) 04/08/10 放送大学「天文教材番組」収録
- 20) 04/08/12 読売新聞「夏の星空観測」
- 21) 04/08/12 Aoto Fashion Import「モニュメントをバックにした秋冬服の撮影、天文台紹介」
- 22) 04/10/14 FM ぐんま「部分日食」
- 23) 04/11/01 フジテレビ「マツケンサイバーZ、2014 年に接近する小惑星の地球衝突の可能性」
- 24) 04/11/08 テレビ朝日「デカレンジャー」
- 25) 04/11/11 桐生タイムス タウンわたらせ「冬の星空、天文台の楽しみ方」
- 26) 04/11/23 NHK-BS2「おーい、ニッポン 私の・好きな・群馬県」
- 27) 04/11/25 国土交通省利根川ダム統合管理事務所「利根川の流れ NEWS LETTER」
- 28) 04/12/05 月刊ぶらり 1 月号「ぐんま天文台の施設紹介、冬の見どころ天体等」
- 29) 04/12/09 月刊天文ガイド「大型望遠鏡を借りられる公開天文台」
- 30) 04/12/18 上毛新聞タブロイド版「若者が立ち寄るスポット、ぐんま天文台紹介」
- 31) 05/01/06 上毛新聞「施設の 3～5 月情報」
- 32) 05/02/04 上毛新聞特別版「カー＆ドライブ、この時期見られる星々」

5.13 広報誌

5.13.1 子ども向け壁新聞「ほしぞら」

教育普及活動の一環として、子ども向け壁新聞「ほしぞら」の作成・配布を行った。広報誌「ステラーライト」が主に高校生以上を対象としているのに対し、「ほしぞら」は主に小学校中学年から中学生を対象としている。作成のねらいは、子どもたちに視点を持って日常的に天体を見るきっかけを持たせること、宇宙に興味を持ちぐんま天文台でさらに深く学ぼうとする意欲を持たせることである。

配布箇所へ行ったアンケート結果を生かし、平成 16 年度発行の No.7～9 では「天文台へいこう！！～夏の星空が君を待っている～」 「星のゆりかご～星がうまれるところ～」 「第二の地球を探せ！！」をメインテーマとし、昨年度同様より親しみやすい漫画形式を中心に構成した。配布先は 15 年度同様小学 4 年生以上中学校までの各校各クラスと県内各図書館・公民館に加え、県立各施設にも配布した。

5.13.2 ステラーライト

ぐんま天文台では、教育普及活動の一環として、広報誌「ステラーライト」を発行している。広報誌は天文学の考え方や知識の普及のみでなく、天文台成果の発信、天文台活動の報告などを広く含んでいる。2004 年度には Vol. 16-18 を発行し、「天体列伝」や「観測報告」等の従来の記事に加え、「天体観測入門」として入門記事や天文台の気象事情等の記事も増やした。

5.14 ボランティア

ぐんま天文台のボランティアには、現在 42 名が登録している。活動内容は以下の通りである。

施設見学、一般観望時に展示コーナーの説明をする。

施設設備の位置関係を説明し、必要に応じて誘導する。

介助が必要な来館者に対しては介助し、館内を案内する。

一般観望時のドーム内で、来館者の安全を図るとともに観望をスムーズに行えるようにする。

今年度からボランティア活動はぐんま天文台協力会に属し、自主的な運営が可能となった。平成 17 年度は月一回の月例会を実施するとともに、ボランティア活動を充実させるための学習会を行う予定である。

5.15 講演会

5.15.1 天文台長の天文講話

平成 15 年度から、古在由秀台長の天文講話を開催することとなった。平成 15 年度は年間で計 6 回、各偶数月に一回、天文台長により 1 時間、行われた。平成 16 年度においては、副台長、参与の講演もお願いして回数を 9 回とした。各回の日程、タイトル、参加者数は表の通りである。平成 15 年度においては現代科学としての天文学がどのようなことをおこなっているかをとりあげたが、平成 16 年度においては平成 15 年度において参加者からあげられた要望の多いトピックスなどを中心にとりあげた。各回、アンケートを実施し、講話の理解度等を調査した。主な結果は以下の表の通りである。

表 5.12 天文講話実施状況

回数	日程	人数	講演者	タイトル
1	4/17	19	古在	惑星相互の衝突はあるのか
2	6/19	20	古在	太陽系外の惑星
3	7/24	15	奥田	やさしい望遠鏡の話
4	8/21	82	古在	ブラックホールをみつけるには
5	9/25	27	奥田(倉田)	お盆のような月
6	10/16	10	古在	日本の天文だいと天文学
7	11/3	8	清水	望遠鏡よもやま話
8	12/11	26	古在	星の一生
9	2/12	88	古在	アインシュタインと一般相対論

表 5.13 天文講話アンケート結果

年度	参加者	参加のきっかけ					理解度			内容量		
		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3
H15	221	40	39	19	26	2	13	79	32	13	87	26
H16	209	35	17	17	34	0	29	44	23	11	63	11

参加のきっかけ

- 1: 天文台に來台して
- 2: 知人から聞いた
- 3: ホームページ
- 4: ラジオ放送等広報
- 5: 過去の参加から

理解度

- 1: わかりやすい
- 2: だいたいわかる
- 3: わかりにくい

内容量

- 1: ものたりない
- 2: ちょうどよい
- 3: 多すぎる

表 5.14 天文講話参加者年齢層 (H15 データなし)

年齢層	0-9	10-19	19-29	29-39	40-49	50-59	60
H16	6	7	4	17	10	18	13

5.15.2 出張講演会・出前講座

出張講演会は、平成 14 年度において子ども天文学校の一環として行ったものを継続しているもので、天文台職員が県内の諸施設に出向き、諸施設の普及事業とも連携しながら講演会を行うものである。天文台との地理的な距離が大きい場合や、交通の手段を持たない等の理由で天文台に来ることが難しいと想定される人々に対し、子どもにもわかるような形で天文学の解説することを目的としている。

出前講座は県広報課が管理運営しているものの一環である。2004 年度は以下の表のような講演会を行った。

表 5.15 出張講演会

地域	施設	人数	日程	講演者	タイトル
前橋	生涯学習センター	94	8 月 1 日(日)	長谷川	太陽系とその仲間たち
高崎	高崎市少年科学館	44	8 月 27 日(金)	濤崎	星のゆりかご
伊勢崎	総合教育センター	10	8 月 28 日(土)	西原	太陽と金星を見よう
太田	こどもの国児童館	117	9 月 11 日(土)	河北	月の七不思議

表 5.16 出前講座

日程	地域	施設/団体	講師	タイトル
H16.08.06	前橋	金古保育所	登坂	星空探検に出かけよう
H16.08.08	箕輪	箕輪小	倉田他	今見える星々
H16.08.21	前橋	児童文学館	倉田	夏のみごろの天体、星の見方
H16.08.25	群馬町	堤ヶ岡学童保育	衣笠	星座と宇宙の一生
H16.11.13	赤堀	赤堀公民館	倉田	星の一生
H16.12.11	太田	太田宇宙会	河北	最先端の彗星天文学
H17.01.27	伊勢崎	伊勢崎佐波歯科医師会	倉田	星や宇宙の一生とみごろの天体

5.16 リモート望遠鏡

「観察用望遠鏡・65 cm 望遠鏡遠隔操作システム」(以下、リモート望遠鏡システム)は、学校等(遠隔地側)から電話回線を通じて天文台側の望遠鏡(観察用望遠鏡あるいは 65 cm 望遠鏡)を操作し、望遠鏡によって得られる画像および天文台側の画像(職員、望遠鏡)を遠隔地に提供するためのシステムである。電話回線だけではなくインターネットを通じたシステムの運用も可能であるが、セキュリティの観点から、現在は以下の仕様に制限して利用可能としている。

ISDN 回線によって、天文台側と学校等(遠隔地側)の間で、閉じたネットワークを構成する。

望遠鏡を遠隔地から、WEB ブラウザ(インターネットエクスプローラーなど)を用いて、操作できる。

望遠鏡に装着したビデオカメラから、モノクロ/カラーの画像を遠隔地側に配信できる。

天文台側に設置した小型ビデオカメラにより、職員、望遠鏡の様子などを学校等(遠隔地側)に配信できる。

遠隔地と天文台を結ぶネットワークを構築するための ISDN ルータ、ノート PC については天文台側より貸出すことができるが、設置、操作については学校等（遠隔地側）の人間が行う必要がある。

5.16.1 望遠鏡制御

望遠鏡の制御は、遠隔地側からは Web ブラウザ（IE や Netscape）によって行う。天文台側に Web サーバーが設置されており、その Web サーバーを通じて望遠鏡に動作を指示、或いは現在の位置情報を取得する。操作は Web の閲覧と同じで、極めて単純である。遠隔地と天文台のサーバーとの間では、単純な文字列などがやり取りされるだけなので、ISDN の回線容量をほとんど消費しない。

5.16.2 望遠鏡動画像の取得

天体画像の取得については、学校等の要望に応じた任意のカメラで行い、得られた動画を、動画サーバーにて MPEG4 に変換して配信している。

5.16.3 その他のビデオ画像（望遠鏡の様子など）の取得

望遠鏡近くには、望遠鏡そのものの動きや職員の様子を見るためのビデオカメラが別途用意されている。このカメラは Windows 上で動作する TV 会議システム（NetMeeting）等によって利用できる。天文台側と遠隔地側の二つの PC 上で NetMeeting を起動し、おたがいのビデオカメラに写る動画像を交換して見ることができる。ただし、ISDN 回線の容量が少ないため、天体ビデオ画像と同時に再生することができず、必要に応じて一方を中断しておく必要がある。将来的な回線容量の増加に伴い、この問題は解決できる。

5.16.4 実施例

2004 年度は広く県内の小中学校からも利用希望を募り、同時にリモート望遠鏡利用者講習会を実施した。

本年度は、中之条四小および伊勢崎南小からの利用希望があり、リモート望遠鏡システムを用いた実践授業を行った。また、今年度は実施されなかったが、太陽望遠鏡にて得られたデータを学校側に配信することも可能である。

いずれの場合にも、昨年度と同様、教室からの望遠鏡遠隔操作だけでなく、実際に天文台に來台して学習を行うということを基本とした。こうすることにより、リモート望遠鏡であることが実感できるとの考慮からである。

表 5.17 2004 年度リモート授業実施例

日時	場所（学校）	内容（対象）	望遠鏡	時間帯
12 月 4 日	伊勢崎南小 6 年、 （東毛少年自然の家）	冬の天体観察 （NGC253、M15 等）	観察用望遠鏡	夜間 課外授業
10 月 6 日	群馬県総合教育センター	リモート望遠鏡を使った	観察用望遠鏡	昼間
3 月 17 日	中之条四小 4 年（校内）	情報教育（学校から 望遠鏡遠隔操作）	観察用望遠鏡	昼間 総合学習時間

5.17 館内展示

本館 2 階の展示コーナーでは、ぐんま天文台の望遠鏡や観測装置の仕組み、さらに観測データの解析などの天文台の仕事を、模型やコンピュータグラフィックスなどを使い、分かりやすく解説している。

2004 年度はタッチスクリーンを備えたパソコンによる展示を更新した（「ぐんま天文台の観測結果」および「星空ガイド」）。

5.18 高等学校特別科学教育支援

平成 16 年度は、SSH（スーパー・サイエンス・ハイスクール）支援を 2 校について 3 件行った。その概要は表 5.18 の通りである。

表 5.18 特別科学教育支援を行った高等学校

高等学校名	学年	生徒数	実施日	支援内容
県立高崎高等学校	1	85	平成 16 年 12 月 11 日(土)	講義、施設見学、観望
慶應義塾高等学校	2,3	28	平成 16 年 9 月 15 日(水) ～ 16 日(木)	
県立高崎高等学校	2	20	平成 16 年 10 月 8 日(金) 11 月 5 日(金) 12 月 3 日(金) 平成 17 年 1 月 7 日(金)	講義、施設見学、観測実習、 解析演習・実習

群馬県立高崎高等学校 1 年生 13:30～21:00

・平成 16 年 12 月 11 日(土)

生徒数：85 人、引率：5 人、天文台職員：5 人（倉田、瀨根、角田、登坂、田口）

昼間は、講義「天文台紹介と科学に必要な基本的な考え方」、施設見学（研究室、書庫、太陽展示、150 cm 望遠鏡）、講義「撮像観測と分光観測」を実施し、具体的な話と実際の見聞を通して天文台の役割と科学的な観測について知る活動を行った。

夜間は、150 cm 望遠鏡、65 cm 望遠鏡、観察用望遠鏡による天体観望、観測広場での星空観察を行った。

群馬県立高崎高等学校 2 年生

・平成 16 年 10 月 8 日(金) 10:30～21:40

生徒数：20 人、引率：2 人、天文台職員：3 人（瀨根、倉林、登坂）

昼間は観測についての講義と望遠鏡操作講習、夜間は観測実習の予定であった。しかし、雨天のため、観測実習を解析演習に変更し、コンピュータを使ったデータ解析の練習を行った。演習では相対測光によって短周期変光星の光度変化を調べた。

・平成 16 年 11 月 5 日(金) 15:00～21:00

生徒数：20 人、引率：2 人、天文台職員：2 人（瀨根、倉林）

昼間は望遠鏡操作の復習を行い、冷却 CCD カメラを冷却して夜の観測に備えた。

夜間はスペクトルタイプの異なる 10 個の恒星（天文台職員があらかじめ指定しておいたもの）を自分たちで導入し、フィルターを用いて撮像する予定であったが、観測開始後間もなく曇天となり、わずかなデータを得たのみであった。

・平成 16 年 12 月 3 日(金) 15:00～22:00

生徒数：19 人、引率：2 人、天文台職員：2 人（瀨根、倉林）

前回と同様の予定で進めた。

夜間はやや薄雲がかかっていたものの天候が安定し、当初取得を目指したデータをすべて得ることができた。

- ・平成 17 年 1 月 7 日（金） 13:10～17:00（高崎高等学校演習室）

生徒数：20 人、引率：2 人、天文台職員：2 人（濱根、倉林）

前回取得したデータの解析を行い、恒星の色指数を求めた。これが今回の SSH 講座の目的である。時間に余裕があったので、発展課題として標準星との比較から見かけの光度を求め、これをあらかじめ与えられた距離を用いて絶対光度に換算し、HR 図を作成してみた。白色矮星、赤色巨星、いくつかの主系列星を含めておいたため、得られた結果に感嘆の声があった。

慶應義塾高等学校 2・3 年生

生徒数：2 年生 10 人、3 年生 14 人、引率：1 人、天文台職員：2 人（濱根、河北）

- ・平成 16 年 9 月 15 日（水） 13:30～22:00

昼間は、スペクトルについての講義、望遠鏡操作講習を実施した。

夜間は、星空観察や 150 cm 望遠鏡による観望、銀鉛カメラによる星野写真撮影を予定していたが、雨天のため画像解析演習を行った。

- ・平成 16 年 9 月 15 日（木） 9:15～17:00

昼間は、施設見学（屋外モニュメント、150 cm 望遠鏡、65 cm 望遠鏡、太陽展示、展示コーナー）を行い、前日に取得したデータの一次処理と解析を行う予定であったが、データが得られなかったため、データに関する作業は演習でこれに代えた。

夜間の観測を予定していたが、天候に恵まれないため、予定を切り上げて夕方退館した。

6 国際協力・海外出張

6.1 東南アジアにおける天文学発展への協力

倉田巧

(1) フィリピン気象庁 (PAGASA) 附属天文台へ出張

期日 平成 17 年 2 月 21 日から 25 日

目的 機材管理、広帯域フィルターによる測光観測の指導、等のため

(2) バンドン工科大・ボッシャ天文台へ出張

期日 平成 17 年 2 月 25 日から 3 月 2 日

目的 次期招聘研修生の検討、小型分光器の里活用についての談話会、APRIM の事前協議、ボッシャ天文台機材のチェック、管理方法の指導、等のため

衣笠健三

(1) バンドン工科大・ボッシャ天文台へ出張

期日 平成 17 年 3 月 31 日から 4 月 11 日

目的 データリダクションのためのネットワークシステム構築、リモート望遠鏡システムのチェック、談話会

6.2 海外研究会参加・観測等

橋本修

2003 年 7 月 26 日 2003 年 7 月 31 日 インドネシア

バンドン工科大学 および ボッシャ天文台

Science Seminar IV (Seminar MIPA IV) 出席、招待講演

中道晶香

2004 年 12 月 11 日 22 日 米国カリフォルニア州パロアルト市 スタンフォード大学

“ 22nd Texas Symposium on Relativistic Astrophysics ” 参加・発表

瀧崎智佳

2004 年 9 月 23 ~ 28 日 米国ハワイ州ハワイ大学

ハワイ大学 2.2m 望遠鏡による観測

河北秀世

5 月 26 日 ~ 5 月 30 日

国立天文台すばる望遠鏡による彗星観測。ニート彗星 (C/2001Q4) の近赤外高分散分光観測による有機物質の探査、メタンの核スピン温度・D/H 比決定。

7月18日～7月24日

COSPAR (Committee On Space Research) の2004年総会出席および関連研究発表。発表はリニア彗星 (C/2002T7) 内部コマの氷粒子について。Zeldovich 賞受賞式に出席。

1月26日～2月1日

Keck 望遠鏡による彗星観測。マックホルツ (C/2004Q2) の近赤外高分散分光観測による重水素化メタンの探査。メタン分子の重水素 / 水素比の決定。

7 台外委員等

古在由秀

国際天文学連合小天体命名委員会委員
女性科学者に明るい未来をの会、星空を守る会の会長
伊藤科学振興会理事長、井上科学振興財団理事
平成基礎科学財団、天文学振興財団、仁科記念財団、住友財団、学士会の評議員
日本学士院会員

奥田治之

日本学術会議天文学研究連絡委員会委員
国際天文学連合第 11 分科会会長

清水実

りくべつ宇宙地球科学館（愛称：銀河の森天文台）技術専門員

濱根寿彦

彗星会議運営委員
日本天文学会教材委員会委員（2004 年 12 月末日まで）

瀧崎智佳

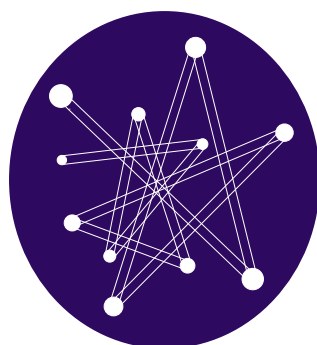
日本天文学会天文月報編集委員

河北秀世

日本天文学会内地留学奨学金選考委員
彗星会議運営委員（副委員長）

衣笠健三

公共天文台ネットワーク（PAONET）運営委員
日本天文学会天文教材委員会委員（2004 年 12 月末日まで）



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

〒377-0702

群馬県吾妻郡高山村中山6860-86

TEL. 0279-70-5300

FAX. 0279-70-5544

E-MAIL : gao@astron.pref.gunma.jp

URL : <http://www.pref.gunma.jp/>



古紙配合率70%再生紙を使用しています。白色度70%程度