

Misato ProCEEDings

連載・今月の一枚 第60回：電波観測へ(1)

みさと天文台の庭に建っている電波望遠鏡、かつての最先端の機材を展示するオブジェみたいですが、実は動くんです。9年前に、野辺山太陽電波観測所で廃棄される時に、いただいて来たものです。その後、なかなか観測にまで手が出せずに来たのですが、和歌山大学との連携のもと、ついに整備が始まりました。日本ではほとんど行われなかった水素原子の出す電波（波長21cm）観測をするのが目標です。

電波望遠鏡は望遠鏡とは言っても、アンテナ付きのラジオみたいなものです。目で覗いたり、写真を撮ったりすることはできません。宇宙からやってくる電波を捉えて、宇宙にはどんな物が、どんな状態で存在しているのか？を調べる装置です。受ける電波は、物質が自然に出している電波ですので、感度を非常に高くする必要があります。



整備の内容は、水素の電波がうまく受けられるように、直径8mのパラボラの面のデコボコを平均1cmくらいにすること。電波は目に見えないですから、精度良く天体に向け、追いかけることが確実にできる架台にすること。また、雑音が少なく十分に感度が高い受信機を作ることです。今流のパソコンを使えば、

9年前では実現できなかったようなデジタル処理も可能になるので、以前のように大きな労力やお金をかけなくても済みます。

上：これまでのパラボラ面を分解している様子

右：新たな高精度パラボラを待つ、電波望遠鏡

「みさと天文台って、流星の電波観測をやってませんでした？あれは電波望遠鏡ではないのですか？」と思われた方、スルドイです。流星の場合は、電波望遠鏡というよりもレーダーでした。流星は上空100km程の距離の現象ですので、流星の作る電離層に人工の電波を反射させて観察できます。一方、宇宙の方は何千光年も離れていたりしますから、遠すぎて電波が届かないのと、反射して帰ってくるのを待っているとその倍の年月がかかってしまいます。電波望遠鏡は、宇宙からの自然の電波を受けるのが専門です。（豊増伸治）



そぼくなギモン 教えてポエットくん

こんにちは。ぼくポエットくんです。天文台のキャラクターなんですけどみんな知ってたかな？これから、きみたちが宇宙や星についてギモンに思ったことについて答えていきます。よろしくね。じゃあ、さっそく質問にいきましょう！



Q：宇宙にはいくつ星がありますか？（小2男子）

A：これはだれもがギモンに思うことだね。がんばって答えてみよう！

夜、星を見てみると、たくさんの星が見えるよね。いくつあるのか数えてみたことはあるかな？みんなの住んでる町の中では街灯（がいとう）などがあって夜でもあまり暗くないので、たくさんの星を見ることができないかもしれないけれど、もし山の中できれいな星空をみあげたとしたら、3000個ぐらいの星を見つけることができるよ。でも、人間の目で数えられるのは、とても明るい星だけなんだよ。もっと暗い星を見たい時は望遠鏡（ぼうえんきょう）を使ったらいいよ。

いま場所が調べられている星は10億個ぐらいだけど、これが宇宙全体の星の数じゃないんだ。まだまだ見えない遠い星や暗い星もたくさんあるんだってさ。

みんなは銀河（ぎんが）って聞いたことあるかな。銀河はとってもたくさんの星が作る天体で、2000億の星があるといわれているんだ。宇宙には銀河がたくさんたくさんあるらしいから、宇宙全体の星の数は数え切れないっていうことになっちゃうね。数が多いときの例えで「星の数ほど」という言葉をよく聞くけど、本当に星の数は数えられないほ

どたくさんあるんだね。これでわかったかな？また、分からないことがあったら、何でも聞いてね。ボクががんばってこたえるよ。じゃあ、また。

宇宙や星に関するそぼくなギモンにポエットくんが答えます。質問は、みさと天文台まで電話、FAX、電子メール、天文台受付に直接など、どんな形で結構です。皆さんの質問をお待ちしています。

場所のわかっている10億個の星のデータで描いた夜空の様子（作画：小澤研究員）



宇宙はプラズマ

「プラズマディスプレイ」のプラズマにたどり着く前に従来のプラズマのイメージを思い出しておこう。そうしないと「プラズマディスプレイ」のプラズマの新鮮さに何の違和感も感じないだろうからである。

宇宙の物質は99パーセント以上プラズマである。太陽のような恒星では彩層という表層のほんの薄い層の一部が中性原子なだけであって、その下の星の内部もその上のコロナでも原子はイオン化したプラズマである。コロナにつながる太陽風も完全なプラズマである。この熱いプラズマが太陽系惑星の外側にまで流れ出て太陽圏を作っている。太陽圏の境界の外には恒星に左右されない星間空間が広がっている。星間物質には二種類あってH₂領域とH_I領域と呼んでいる。H_Iとは中性水素Hの記号であり、ここは低温領域である。それに対し一百度以上でイオン化が起こっている領域がH_{II}である。銀河内の星間空間を出て銀河の外にでると完全なプラズマ状態である。中性原子状態は宇宙では稀なのである。H₂領域、恒星の表層、地球のような惑星、などである。

アイスクリームの天ぷら

とくに不思議に見えるのは百万度の希薄な太陽風プラズマのなかに木星より外側の氷の惑星や氷の衛星が

浮いていることである。まさに煮えたぎった天ぷら油にアイスクリームを入れて天ぷらをつくるような状況である。なぜ溶けないのでしょうか？百万度で普通の氷がなぜ解けないのか？氷は摂氏100度で溶けるのでなかったのか？

太陽風の天文学者は超高温のプラズマが太陽系を満たしていると言い、惑星の天文学者は外惑星は凍てつく低温の世界だと言う。天文の愛好家の皆さんにぜひ言いたいことは、常識を発揮して上に書いたような自分で疑問を発するようにしてほしい。自分で疑問を発することをしなければ専門家の“最新知識”を暗記するだけでは何の意味もない。私の本のタイトルである「雲はなぜ落ちてこないのか？」という発問もこの態度である。

「アイスクリームの天ぷら」と我々の摂氏20度の快適地球環境を百万度の太陽風プラズマが取り囲んでいる状態とどこが違うのか？この話しはよそ路にずれるので改めてやることにする。

宇宙電磁流体力学

天体が出来たりする現象の殆どは「重力で物質が集まる」という単純なイメージで理解できない。話しをややこしくする要因のひとつは回転であり、磁場である。中性物質なら磁場から力を受けないが、プラズマなら磁場から力をうける。力は重力だけではないのである。磁場からの力は方向性があって計算も直感するのも難しい。こういう学問が宇宙電

磁流体力学である。

2003年の京都賞（稲盛財団）は太陽風を理論的に予言したパーカーが受賞した。私はこの時の審査委員会の委員長をしてたので、パーカーさんのその他の業績もいろいろ勉強する機会となった。例えばパーカー不安定というものがある。銀河の磁場が銀河面からはみ出た時に、磁力線にそって重力でずり落ちて軽くなって“はみ出”が加速されて不安定になる。こういう“はみ出”が銀河電波などでみえる。ともかく重力と磁力の共同作業で、重力だけでは起きない、珍しいことも起こる。

マグネター

パルサー、ガンマ線バースターなどの親玉みtainなマグネターという強磁場の中性子星（クオーク星？）が最近の話題である。この星の物質が飛び散らないのは強力な重力である。では磁場が飛び散らないのは重力なのであるうか？磁場も重力を受けるんだっけ？ここでも専門家のマグネターの定番の話題に騙されずに自分で考えて疑問を発してみるべきです。ここでプラズマと磁場への凍結という重要な概念に行き着く。

「凍結」とは一緒に動くという意味である。この凍結は必ずしも完全でなくその度合いは伝導率で決まり、そこまで理解しないと今度は星の形成が理解できない。

確かに我々の地上でもちゃんと地磁気の磁場がある。しかし空気は中性だから磁場の力を受けることなく風がふいる。空気の伝導率は非常に

悪い。非常にいい絶縁体であるが完全ではない。乾燥した日の静電気や雷はそういう暗示である。こう考えてくるとマグネターの伝導率はいくらなのか？という日ごろ気にしない疑問が発生する。

こういうように宇宙の科学を身の回りの科学と関連させて考えてみることは大変重要です。上にいろいろ発した疑問”？”の回答を自分で考えてみてください。

なぜプラズマ

宇宙の物質の大半がイオン化している原因の一つは太陽のような大半の星が紫外線を出しているからです。もう一つは密度が希薄なので、中性化の過程がのろいので、弱い紫外線でもイオン化が維持されているということです。密度が高ければ紫外線は物質を熱するだけです。（もちろん数万度になれば高密度でもイオン化します）

この辺りの物理というのは宇宙現象を理解する際の基本ですからしっかりと理解しておく必要があります。そこがいい加減だとプラズマディスプレイとオーロラは結びつかない。今回とり上げた宇宙プラズマでは常にプラズマに留まっている場合であり、イオン化と中性化（再結合）の過程を経由してプラズマと中性化を行きかう場合ではない。次回はこの過程を考えてみる。

（佐藤 文隆：甲南大学教授、みさと天文台名誉台長）

みさと天文台通信

先月末は、天文学会開催のために休館をさせて頂き、皆様には御迷惑をおかけいたしました。おかげさまで学会は無事終了することができました。感謝しています。その時の様子などは次号以降でご紹介する機会もあるかと思います。

いよいよ春本番です。昼間は暖かくても夜には冷え込むことも。お出かけの際は上着を忘れずに。

4月のイベント

4月の天文教室
4月9日（日）午後2時より
この季節に見頃となっている「土星」をテーマに行う予定です。

天文教室は基本的にいずれも**参加無料**ですが、場合によって、実費が必要となります。また、会場・材料の都合から事前予約が必要な場合もあります。詳細のお問い合わせなどはみさと天文台まで。飛び入り参加も大歓迎！

4月の観望会の予定

観望会の内容や形態は当日の天候、参加者数などで臨機応変に変わります。詳細は当日のご案内になることをあらかじめご了承下さい。

観望可能日
毎週木・金・土・日、祝日の晴れた夜

開始時刻
木、日、祝 1 回開催
7 時30分から
金、土 2 回開催
7 時30分、8 時30分

受付（チケット販売）は各開始時刻の15分前から行っています。途中参加はなるべく御遠慮ください。

4月は、1日(土)、7日(金)、8日(土)、14日(金)、15日(土)、21日(金)、22日(土)、28日(金)、29日(土)に観望会が2回行われる予定です。

参加費 一般200円、小中高100円

主な観望天体（予定）
2(土)～3(日)：土星、月、他
6(木)～9(日)：土星、月、他
13(木)～16(日)：土星、冬の星、他
20(木)～23(日)：冬の星、M42、他
27(木)～30(日)：冬の星、M42、他

昼間の施設見学について

105cm望遠鏡は以下の時間に自由見学できます。ただし、星は覗けません。

見学時間：午後1時～午後5時

3月の休館日

休館日：月曜日・火曜日

3月は3日(月)、4日(火)、10日(月)、11日(火)、17日(月)、18日(水)、24日(月)、25日(火)が休館日になります。



天文台付近の満開の梅

4月は、入学・進級・入社など、新しい環境での生活が始まっている方も多いでしょう。環境が変わるのを機会に、新しいことにチャレンジされる方もいるのではないのでしょうか。これまで星空に接することが少なかった方も夜空を見上げる回数を少しでも増やしてみませんか？

春の大曲線

4月の夜空には、西に傾いた冬の星座たちに代わって、しし座・おおぐま座など春の星座たちが頭の上に登ってきます。しし座は”？”（ハテナ記号）を鏡に映したような形が目印に、おおぐま座はなんとと言っても北斗七星が目印になります。どちらも覚えやすい形です。

北斗七星は他の星座を探す目安にもなります。ひしゃくの柄の部分はその曲がりに沿って南の方へ伸ばしていくと明るい1等星にたどり着きます。その星がアークトゥルス、うしかい座の1等星です。さらに線を延長するとまたまた1等星を見つけることができます。こちらはスピカ、おとめ座の1等星です。北斗七星からアークトゥルス（うしかい座）さらにスピカ（おとめ座）を結ぶカーブを春の大曲線と呼びます。

春の大曲線を利用すると、うしかい座、おとめ座の場所を探す事ができるのです。皆さんも北の空から南まで伸びる大きなカーブを探してみませんか？

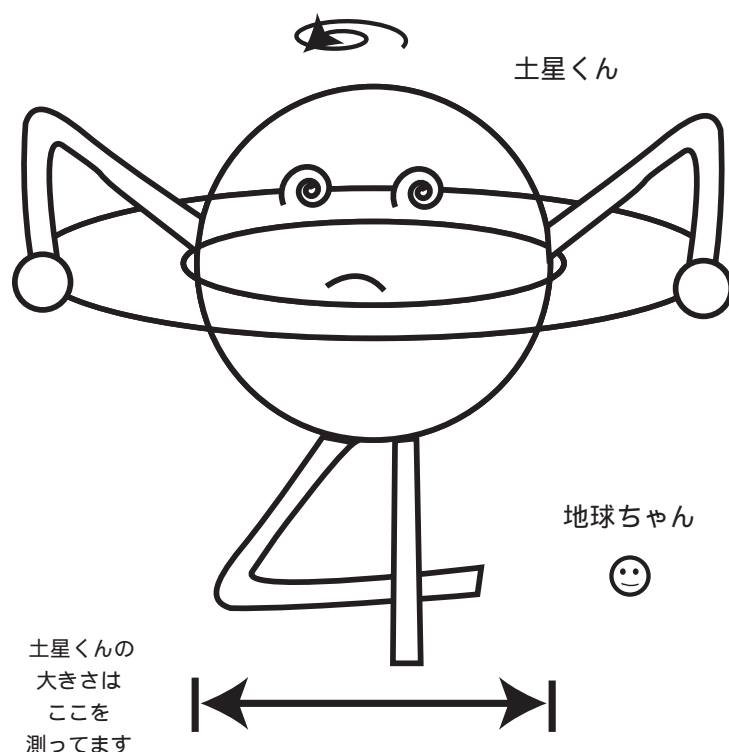
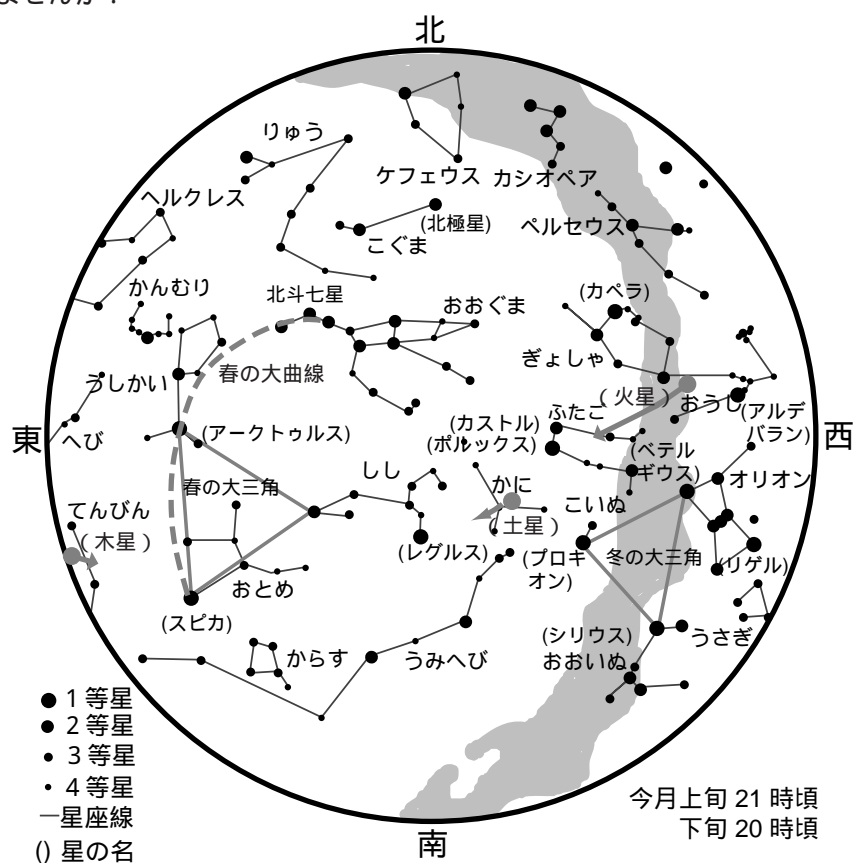
頭の上で雄姿を見せるしし座から少し西側に明るく輝く星が見つかります。それは土星です。姿のフシギさから土星を知っている方も多いでしょう。ここでは少し土星について紹介します。

まずは、土星の身体測定をしてみましょう。

身長は、約12万kmで、地球の約9.5倍です。体重は、約56000000000000000000000000kgで、地球の約9.5倍になります。

ちなみに、この「0」がたくさんついた数は、560「じょ」と読みます。「じょ」（禾予、これで一文字）は、億（おく）、兆（ちょう）、京（けい）、垓（がい）の次に来る単位で、普段は聞くことも使うこともない桁数ですね。これらのことから土星はとても大きい星だということが分かりますね。もし、地球が1.1m（小学校1年生の平均）だとすると、木星は10.5m（3階立ての建物くらい）の大きさになります。重さも地球が19kg（小学校1年生の平均）1805kg（大きな乗用車の重さ）すごく大きくて重い星だということが分かりますね。こんなに大きな星でも、地球と同じ惑星と呼ばれる星の仲間です。

地球が毎日クルクルと回転しているように、土星もコマのようにクルクルとまわっています。その速度はものすごく速くて、わずか10時間



30分で一回転してしまいます。地球より9.5倍も大きいのに、地球の半分の時間で一回転してしまうなんて、びっくりです。まるでアイススケートのスピンのようですね。

また惑星は、みな太陽の周りをまわっています。皆さん知っているように、地球は太陽の周りを1年かけて1周します。太陽までの距離が約14億kmと地球の約9.5倍もある土星は、太陽の周りを30年かけてまわっているのです。

ウキワで水に浮く？

突然ですが、問題です。『もし宇宙に土星が入るくらいの大きなプールがあったとして、地球と土星をプールに入れたとしたら、どうなるのでしょうか？』皆さんは分かりますか？

土星の特徴といえば、あの姿です。ムギワラ帽子をかぶっているようにも見えますし、ウキワをつけているようにも見えます。上の問題がナゾナゾであれば、『ウキワをつけている土星が浮く』という答えが正解になるでしょう。

実は、科学的に見ても、地球は沈み、土星は浮くといわれています。土星が浮くのは、その姿（ウキワ）あるためではありません。土星の密度（重さ÷体積）が水よりも小さいのです。例えば、発泡スチロールが水に浮くように、土星も水に浮いてしまうといわれています。

リングは何？

土星が特徴的な姿をしているのは、そこにウキワならぬリングがあ

るからです。このリングはいったい
何で出来ているのでしょうか？

大小さまざまな無数の、主に氷から出来ていることが知られています。しかもそれらが非常に薄く散らばっており、真横から見た場合、リングが消えたように感じられるほど薄さです。紙を真横から見ると細い筋のようにしか見えませんよね。それと同じです。

土星のリングの傾きは毎年少しずつ変わってきており、次にほぼ真横になるのは2010年のことです。その頃には、またテレビや新聞などで「土星の環が消える?!」という見出しを見ることがあるかもしれませんね。

今月はまだ土星を見るのに適した季節です。是非、当店一押しの人気商品を楽しんでください。

春の近付きを吹く風や木々の芽吹き、桜の開花などから実感する毎日ですが、やはり夜には肌寒さを感じる日もあります。天文台で星を見る時には、上着を忘れずにお持ちください。（矢動丸 泰）

日	天文現象
5(水) : 上弦、	清明 (太陽黄経15°)
9(日) : 水星最大離角	
14(金) : 満月	
17(月) : さそり座 (2.9等)の星食、	春の土用の入り
20(木) : 穀雨 (太陽黄経30°)	
21(金) : 下弦	
28(金) : 新月	
29(土) : みどりの日、	おうし座 (2.9等)の星食

「あなたの星」が見頃ですよ！

友の会のみなさん、4月の宵の空には、次のH R 番号の会員さんの星がよく見えますと考えられます。実際の位置や明るさは、ぜひ会員証と、おすすめ時期に同封される星図をご確認下さい。なお、星を探す際は双眼鏡があると便利です。お問い合わせは、お気軽にみさと天文台まで。

4117, 4124, 4287, 4320, 4416, 4491, 4566, 4642, 4811, 4943

卒業生よりの御挨拶 飯島さん 荻原さん 柴原さん

ちょうど1年前この研修を始めるに当たり2つの目標をたてました。1つ目の「教員としての自分を振り返る」目標というよりも、この命題に対して、研修期間中ずっと向き合っていたように思います。天文台での仕事や行事をこなすたびに、今までの自分の仕事に対する姿勢を見つめ直してきました。仕事の合間にも、私が天文台にいるという噂をききつけ、訪ねてきてくれた生徒もいました。やっぱり教員としては嬉しい瞬間でした。2つ目の「教科の専門性を高める」これは、自分というのも変ですが、想像していた以上に高められたと思っています。まず、Javaというプログラミング言語を時間をかけて習得できたこと、宇宙のお話が日常的にできるようになったこと、もう数え上げるとそれだけで、この文章が終わってしまうくらいたくさんの知識を習得できました。この知識を学校での授業に生かしていきたいと考えています。こう

して振り返ってみると、目標は概ね達成できたように思いますが、やはり教員はいつまでも自分の仕事に対する意識をもち、教科に関する知識を習得していかなばなりません。この研修は1つの通過点と考えこれからも教員としてがんばっていこうと思います。

宇宙の年齢や地球が生まれてからの時間とくらべると、ほんの一瞬でしかない1年間という期間を天文台で研修できたことを大変嬉しく思います。

最後になりましたが、1年間研修を支えて頂いた研究員の皆様、和歌山大学の学生さん、みさと天文台を訪れてくれたすべての人に感謝致します。本当にありがとうございました。（研修教員 飯島輝久）

みさと天文台の客員研究員になって、1年がたちました。この1年間を振り返ると、あっという間に過ぎてしまった感じです。始めのころは、天文台の職員の一人として仕事に慣れるので精一杯。さらに、天文台までの運転にも精一杯の日々でした。

一番心に残っているのは、お客さまと1番接することのできる観望会です。観望会前には、「今日は何を見てもらう？」と、天文雑誌やパソコンに向かって予習に必死だったのを思い出します。そんな1年前に比べると今は、知識も増えて、お客さまと余裕を持って接することができるようになりました。お客さまの中には、初めて望遠鏡で星を見る方も多く、みさと天文台をきっかけに、星や宇宙に興味を持ってもらえるといいなと思っています。観望会でよこんで感動してくれる姿を見て、「観望会やってよかったー！」と嬉しくなりました。

私自身、天文台や科学館の仕事に興味があったので、この1年は、とても貴重な体験ができました。私は、この3月で和歌山大学大学院を修了し、和歌山を離れますが、今度は1人の客として天文台に来たいと思います。最後の最後まで、お天気には泣かされましたが、またきれいな天の川を見に来ます！

私の観望会におこし頂いた皆さま、そしてこれまでお世話になった研究員の皆さんありがとうございました。（和歌山大学 荻原文恵）

六角形から曲線へと移り変わる季節になりました。私、柴原は、この春から兵庫県の中学校教員になることが決まりました。4年前に初めて天文台を訪れ、1年ほど前からバイトとして働き始め、みさと天文台にいる日常は楽しかったなぁと振り返っています。

初めの頃は、お客様とお話すること、研究員の方々と議論することというのは、全くできませんでした。しかし、「柴原は ができる」と言って、私らしさを誉めてくださったので、少しずつ自信がもてるようになりました。

みさと天文台のバイトは大変です。市内からは遠いし、イベントがあると忙しいし...でも、すごくやりがいがあります。大学生活をより楽しくしてくれる、みさと天文台に後輩たちが気づくことを願っています。

最後になりましたが、私の観望会にお付き合い下さった皆様、スタッフの皆様、天文台でお会いしたすべての方へ、ステキな時間をありがとうございました

（和歌山大学 柴原 由果）

連載：天文見聞録(30) 学生最後の壁

3月4日快晴。少し涙目になっていたのは決して追い込まれて泣いていたからではなく、連日の徹夜で、夜通しパソコンとにらめっこをしていたからである。それも、私だけではなく、天文ゼミ生の仲間もみな同じだった。

という訳で、この日は卒業するみんなが突き当たる最初で最後の壁、「地学教室卒業論文、修士論文発表会」であった。この発表会では、天文・気象・地質と地学でも全くジャンルの違う研究の論文が発表される。そのため、専門用語などはなるべく噛み砕き、誰でもわかるように自分の研究成果を発表しなければ、聞いて頂いている皆さんが自分に全く興味を持ってくれなくなってしまう、という難しさがこの発表会にはある。

さて、我天文ゼミ生は5人の発表であった。三木君は「大阪府南部と和歌山市の中学校・高等学校の地学に関する意識調査」。川崎さんは「PAONET資源を活用した天文スライドの製作とその教育効果」。私、山口は「CCDカメラの測光精密評価」。柴原さんは「太陽系外惑星の測光学的検出」。そして修士の荻原さんは「インターネット中継を利用した新しい天文教材の開発と教育実践」。

今年は「全体的にわかりやすい発表だった。」と、好評を得るくらいの発表会で幕を閉じた。この後の懇親会では、発表前とは打って変わり、みんな「やりとげた」顔になっていた。後輩を含め、今後の後継者達には我々先輩を超える研究や結果を残すことを乞うご期待！

（山口 卓也）



入り口の看板が緊張を高める



終わって一区切り。みんな笑顔です。

左から：柴原さん、川崎さん、荻原さん、富田先生、筆者、三木君



提出した論文

Misato 天文ダイアリー (2/16 ~ 3/15)

出来事

- 2月18日 市民講座（小澤）
 - 24日 望遠鏡整備終了
 - 3月4日 卒論修論発表会
 - 11日 荻原さん最終観望会
 - 13日 パラボラ分解
 - 15日 新年度研修者来台
- （小澤友彦）



3月19日に天文教室が行われ、春で研修を終える飯島さんが、1年間取組んでいた気象データのアーカイブについて、お話ししました。

研修で身に付けた新しい知識を、これからは有効に活用して頂けると嬉しいです。