

## Misato ProCeedings

### 連載・今月の一枚

#### 第41回：天文台の庭

7月18日天文教室で青色日光写真機を製作しました。露光時間を調べるために何枚か撮ったときの1枚です。天文台の庭の風景、小型ドームといちょうの木です。



露光時間は、晴天で、約5分です。白黒写真になりますので、被写体は、コントラストのはっきりしているものがいいです。感じとしては、夕方撮った昔の写真のように見

えます。写真は、左右が逆に写ります。良く晴れた日に青色日光写真を写しましょう。曇りの日だとはっきり写りません。

外箱に内箱を入れピントを合わせて内箱に印を入れます。ピントを合わせたら、一度内箱を引き出して、印画紙ホルダーに印画紙（ブルネオペーパー）を入れます。

家の中（暗い所）で印画紙を入れレンズから光が入らないようにして撮影場所に持つていて対象を狙ってそのまま約5分待ちます。撮影が終わったら、光が入らないようにレンズを手で抑えて家の中（暗い所）に入ります。印画紙を取り出して、アイロンをかけると出来上がりです。光が当たった部分は白くなり、当たらなかった部分は青色になります。

風の強い日には、石や本などを重りにします。人物写真だと撮るとき5分間動けません。

作ろうと思われる方は、インター

ネット検索で「牛乳パックカメラの作り方」を参考にして下さい。元々ブルネオペーパーは、設計図等に使われていた熱式ジアゾ複写機（青焼き）のコピー用紙です。これは、文房具屋さんで取り寄せることができます。（向井中茂紀）



試作1号機  
天文教室で  
作ったのは  
不具合を  
修正した  
バージョン  
アップ版



星の塔の前から庭を撮影  
自分を撮影してみました



### ペルセウス座流星群 天文教室＆観望会

昨年の夏休みは「火星の接近」一色でしたが、今年の夏休みの天体現象といえば「ペルセウス座流星群」でしょうか。今年は月の条件が良いため、多数の流れ星が期待されていました。

皆さんにペルセウス座流星群を楽しんでもらうため、みさと天文台では8月12日に天文教室と特別観望会を開催しました。

日中に行われた天文教室では、西端客員研究員がペルセウス座流星群の解説や流星群を観望するにあたつ



ての注意等、予備知識をもって夜を迎えるようなお話をしました。

引き続き豊増研究員が、流れ星を電波で観測する装置を見ながら、前日そして昼間の流星群の様子などを紹介しました。

夜には天の川が見えるほど絶好の夜空が広がり、多数の流星に期待が高まります。お客様も夜がふけるにつれ増えてきます。皆、天文台の庭に所狭しと広げられたシートに寝転び、夜空を横切る流れ星を朝まで楽しみました。（矢動丸泰）

（左下）身ぶりを交えお話を西端客員研究員。（中上）流星電波観測装置を紹介する豊増研究員。（中下）熱心に聞き入るみなさん。（右上）流れ星を見るためにシートに寝転んだお客様のむこうの空に天の川。（右下）天文台の庭一杯に広げられたシートには多数のお客さま。



# 連載 美里から宇宙へ

1905年アインシュタイン 4

アインシュタイン奇跡の年の論文のなかでも三つ目はよく省略される。これは「揺らぎの理論」とか「ブラウン運動の理論」と呼ばれる。相対論や光子という二十世紀を闊歩した大きなテーマに比べて、十九世紀20年代の植物学者ブラウンが顕微鏡で見つけた水面上の花粉の不思議な動き（ブラウン運動）の理論とはなんとも牧歌的なテーマに見える。たぶん顕微鏡があれば「夏休みの理科課題」で取り組んでもいいテーマだ。一見、身近で親しみを持つてしまう。しかしそう思ったとしたら全くの錯覚である。古典論から量子論への二十世紀の革命への理論物理の深い洞察のシリーズである。

アインシュタインの1902年の初回論文以来の連載ものの一つである。実は光電効果の論文もこの「連載もの」の一つの応用という傍系だ。また「ブラウン運動の理論」も一つの応用である。アインシュタインが彼の揺らぎの一般理論の応用テーマとしてブラウン運動を挙げ、それに刺激されて実験がなされ、特にペランというフランス人の実験家は巧妙な方法でアインシュタインの式をつかって、原子論の物理量を決めるに成功した。後にペラン

はノーベル賞を受賞した。その意味ではブラウン運動現象自体は「夏休み課題」的だが、それを原子の熱運動に結びつけるアインシュタインの理論のパワーはすごい。

## 先輩を乗り越えて

気体や固体といった物体は膨大な数の原子集団である。集団の平均的な振る舞いを扱う統計理論が十九世紀末に熱現象の理論として始まった。マックスウェルやボルツマンなどが気体の統計理論をつくった。学部学生をおえた青年アインシュタインが独学で取り組んだテーマはそこから始まる。最初の論文を書いたのが23歳頃である。今でいえば大学院の修士論文の年頃である。

彼のテーマはマックスウェルやボルツマンの統計理論が「気体」に限定されていたのを一般的な運動（放射や格子振動）に拡張することだった。統計理論で扱う量は平均値と分散である。分散とは平均値からのずれ（揺らぎ）の二乗平均である。試験の偏差値というのもこの分散をすこし加工した量である。試験成績のような統計データと気体がどう関係しているか？「ああ、気体の一個一個の原子を生徒一人一人と考えるといいのか」と思うかもしれない。しかし、これでは時間変化の揺らぎとは結びつかない。ここで一捻りしたのがアインシュタインである。

## 小集団での大きな揺らぎ

温度が決まった大きな熱浴に小さな体積の箱を接触させる。エネルギーは熱浴と小さな箱のあいだを行き来する。大人数のはいった大ホール（熱浴）と洗面所（小さな箱）は「接触」している。時々洗面所に立つ人がいるので人数は変化するが大ホールの人数は多いので人数の相対的な変動（揺らぎ）は小さい。しかし洗面所の人数の変化は、ゼロになったり、2, 3になったり、時間平均（例えば一人）からの揺らぎは大きい。勿論、洗面所にはホールを抜けてやって来たのである。だからホールに居ても大きな揺らぎが分かる調査の仕方があるはずである。

ホール全体を見る代わりに5人の集団毎に細かく見ていると、5人が4や3になったりするから、大きな揺らぎが見えるはずだ。数だけでなく「動き」の揺らぎもある。

ここから話しが飛躍するが、水面上の原子を小集団（小さい花粉のサイズ）に分割して考えれば原子群の「動き」の揺らぎもあるのである。この揺らぎに乗って（突き動かす力によって）、場所と時間両方の意味で、花粉が運動する。これがブラウン運動である。

## レーザーとBE凝縮

アインシュタインは揺らぎの一般

理論を展開した目的の本命はプランクが発見した黒体放射の量子論だった。小体積内の揺らぎの考察から光の波動と粒子の性質を併せ持つことを示した。これも光子説の一つの根拠である。1907年には気体でも放射でもない格子振動に統計理論を応用して固体の比熱理論の扉を拓いた。こういう応用でチェックしながら彼はさらなる古典理論から量子理論に移行する論理的分析をする。この一端が光の放射と吸収の過程を古典論から切り離すことであった。これはボーアの原子論を経て1917年に誘導放出の理論をだした。1900年のプランクの公式の自分で納得のいく導き方にそこで行き着いたという。実験と合ったら成功で終わるのではなく、徹底した論理的一貫性を追及したのだ。この理論が後に今日のレーザー技術につながる。

アインシュタインの統計理論はさらにボーズ・アインシュタイン統計をうむ。インドのボーズが送ってきた論文をドイツ語に訳して発表してあげた。それが光子であったのをアインシュタインは（静止できる）粒子を含む場合に拡張した。これが後にボーズアインシュタイン（BE）凝縮としていくつものノーベル賞を産む重要な概念になっていった。

（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

8月は、台風の影響によるドーム破損事故が起き、沢山のお客さまが遊びに来られたのにも関わらず、105cm大型望遠鏡での観望会が2週間にわたり中止となりました。代わりに小型望遠鏡を出してご覧いただきましたが、大型望遠鏡を楽しみにして来られた方も多く、皆さんには本当に御迷惑をおかけしました。申し訳ありませんでした。

### 9月のイベント

#### 9月の天文教室

##### 「早めのお月見」

9月26日（日）（予定）

毎年恒例のお月見イベントを今年も行います。ただし、本当の十五夜は28日（火、天文台休館日）にあたりますので、二日早めのお月見です。例年通りの月見だんご、お茶会に加え、和歌山大学の先生のお話、句会やコンサートなど盛り沢山のイベントを計画中です。乞うご期待。開始時刻等の詳細は、決まり次第、ホームページなどで公表していきます。電話などでもお気軽に天文台へお問い合わせください。皆さんのお越しをお待ちしています。

### 10月以降のイベント

#### 10月の天文教室

##### 「ギリシャと天文学」

10月17日（日）午後2時から

日本の金メダルラッシュの続くギリシャオリンピック。ギリシャは天文学と少なからず関わりがあります。オリンピックイヤーの今年、ギリシャを切り口にしてお話をしたいと思っています。

#### 11月の天文教室

11月14日（日）午後2時から

#### 12月の天文教室

12月12日（日）午後2時から

#### 1月の天文教室

##### 「第三回かるた大会」

1月23日（日）午後2時から

かるた大会を予定中。かるた歌の募集開始もまもなくです。いまから皆さんも考えておいてください。

#### 3月の天文教室

3月13日（日）午後2時から

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！

### 9月の観望会の予定

観望会の内容は当日の天候、参加者数などで臨機応変に変わります。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

7時15分、8時、8時45分（途中参加はご遠慮下さい）受付は各開始時刻の15分前からになっています。

#### 参加費

一般200円、小中高100円  
主な観望天体（予定）

2(木)～5(日)：夏の星雲星団、他  
9(木)～12(日)：夏の星雲星団、他  
16(木)～20(月,祝)：月、秋の星、他  
23(木,祝)～26(日)：月、秋の星、他  
30(木)～10/3(日)：秋の星雲星団、他

#### 昼間の施設見学について

見学時間：午後1時～午後6時

研究員による105cm望遠鏡の案内：  
午後1時30分、3時、4時30分

#### 9月の休館日

7月から休館日が変わりました。

休館：月曜日・火曜日

9月は、6日(月)、7日(火)、13日(月)、14日(火)、21日(火)、22日(水)、27日(月)、28日(火)、が休館日です。

### 編集後記

夏休み、中でもお盆の頃は一段とお客様の数が増えてきます。町外へ出ていた人たちが美里町へと里帰りして天文台に遊びに来る、ということも多いようです。

お盆前後には、あちこちで夏祭りが行われます。美里町でも「みさと祭り」が8月9日に行われました。月曜日でしたので私も参加し、久しぶりに花火を堪能しました。



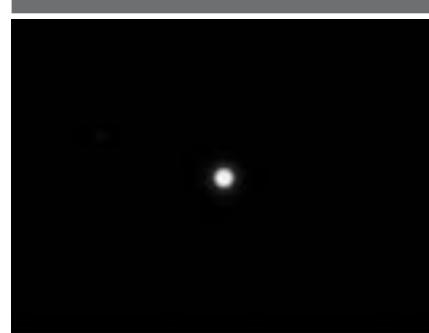
好評の(?)小動物写真をご紹介しましょう。今年の夏に頻繁に顔を見せるようになったヤモリ。これを娘が捕まえたのは驚きです。 (Y2)



# 連載 今月の星空

今月は、秋の夜空に見られる遠方の惑星についてお話しします。

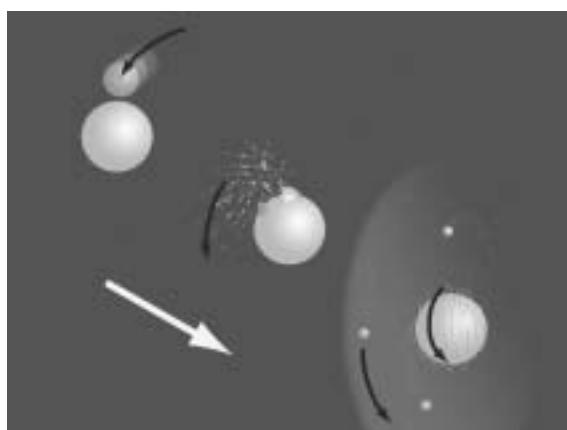
## 天王星



### 天王星の発見

天王星は、望遠鏡で初めて発見された惑星です。1781年3月13日、ウィリアム・ハーシェルが観測中、偶然発見したものです。彼は発見当初、この天体を彗星だと思っていたようです。

ハーシェルが発見するよりも、天王星を多くの観測者が見ていました。ただ殆どの観測者はこれを新しい惑星とは思わず、見過ごしていました。



【図1】衝突による自転の変化と衛星の成り立ち

## 海王星



### 海王星（みさと天文台撮影）

### 海王星の発見

海王星は、木星、土星、天王星の観測された位置が、理論からわずかにズれていることをもとに、計算から求められました。

1845年、イギリスのアダムスとフランスのル・ベリエは、それぞれ第8番目の惑星の場所を計算で求めました。

日	天文現象
7日(火)	下弦、白露
9日(木)	水星が西方最大離角
14日(火)	新月
20日(月)	敬老の日
	秋の彼岸の入り
22日(水)	上弦
23日(木)	秋分の日
28日(火)	満月(中秋の名月)

天王星の名前は、ドイツの天文学者ボーデによって神話に出てくる天空の神の名前(ウラノス)をもとに名づけよう!と提案したものが一般的になりました。

### 天王星の特徴

天王星の特徴は、非常に傾いた自転軸です。

他の惑星は、公転面によそ垂直な自転軸を持っていますが、天王星は公転面に平行な自転軸となっています(傾斜角97.86度)。この原因としては、衝突説が有力と考えられています。

まだ惑星ができたばかりの頃、大きな氷の塊が衝突し、その勢いで回

転の向きが変わったといふものです(図1)。この説が有力な理由は、衛星の公転面が、天王星本体の赤道面に平行であることです。すなわち、衝突によって飛び散った破片は、天王星本体の回転と同じ方向に飛び出し、赤道面上で衛星に成長したと考えられているからです。

1846年、ドイツのガレは、この計算をもとに観測し、海王星を発見しました。

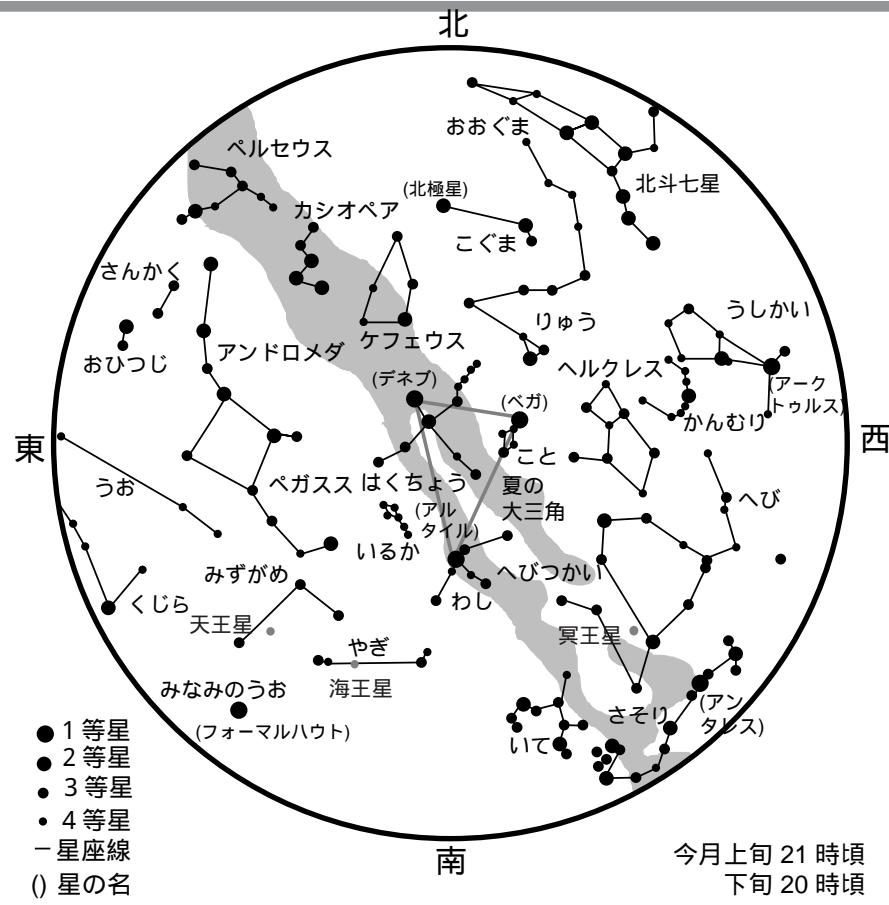
この事からアダムスとル・ベリエの二人に、海王星発見の功を認めています。

### 海王星と天王星の組成

先にお話した天王星も海王星と同じような組成をしています。

共に多量の水素と少量のヘリウムを含んだ大気を持ちます。ただ天王星に比べ、海王星の大気にはメタンが多く含まれ、メタンによる赤い光の吸収から、海王星は青く見えると考えられています。

中心部は、水素やヘリウムを含んだ岩石でできていると考えられています。



### 冥王星



### 天王星（みさと天文台撮影）

### 冥王星の発見

海王星探査のもととなった理論と観測との僅かなズレは、海王星発見後も残っていました。そのため、海王星のさらに外側に第9番目の惑星があると考えられたのです。

アメリカの天文学者ローウェルは自らの計算をもとに観測を行い、新惑星の探査を進めました。しかし、彼が亡くなった1916年になっても、新惑星は発見されませんでした。

この意を引き継ぎ、ローウェル天文台のトムボーは、1930年1月にふたご座 星の近くを観測し、新惑星の発見に至りました。

### 冥王星の特徴

発見された天体は、その後の観測から非常に歪んだ軌道をたどることが分かりました。その軌道は、近日点付近で海王星の軌道の内側にまで入り込むものでした。実際、1979年から1999年までのおよそ20年間は、海王星が太陽系で最も外側の惑星となりました。

### 第10惑星、セドナ?

2004年3月15日に第10惑星の候補セドナが、カリフォルニア工科大学の研究グループによって発表されました。

この天体の特徴は、直径が1600km程度と小さく、また非常に細長い軌道を回っていることです。近日点は約114億km、遠日点はなんと約1500億kmにも達します。そして、この天体の公転周期はなんと10,500年!これまでの常識を遥かに超えた長周期の天体であることが分かりました(図2)。

しかし、この天体を惑星とは呼ばないようです。

惑星の明確な定義はありません。ただ、発見された新天体と同じような軌道に、その天体に匹敵する質量が無いことを前提としています。

セドナは地球の数百分の一の質量しか無いと考えられています。そのためこの軌道付近において、質量的に優位な天体とは考えられないため、"惑星"と呼ぶことはできないようです。

(小澤友彦)



### 「あなたの星」が見頃ですよ!

友の会のみなさん、9月の宵の空には、次のHR番号の会員さんの星がよく見えると考えられます。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。

## 今月の宇宙人 博物館学芸員実習（2）

7月に引き続き、8月にも博物館学芸員の資格を取得するために、大阪教育大学（越山さん、堀さん）、奈良女子大学（石井さん）の学生が実習に来ました。

### 越山 寛子

「豊増さんなら面白い実習をさせてもらえる」という噂を聞きつけ、かなり前から実習はみさと天文台と決めていた私。こうして期待に胸弾ませやってきた私の実習期間は、夏休み本番の8/1～15のうち10日間。最もお客様が多い時期の実習となりました。

1週目は天文台の通常業務を覚えながら、実習テーマのひとつとして「みさと天文台 星空シミュレーター」を作りました。このプログラムを使えば、家にいながらにして、みさと天文台で見える星空の様子を知ることができます。天文台のトップページから見られますので、ぜひ遊んでみてくださいね！



2週目がスタートして早々、ドームスリットの故障というアクシデントが発生！そんな中、ペルセウス座流星群のイベントがやってきました。イベント当日の私はというと、昼間は、たくさんのお客様を前にイラストや模型を使って望遠鏡の説明をし、夜にはドキドキの星空解説デビューを迎えたのでした。星空解説のとき、たくさんの星座たちの中からどれを選んで解説しようかが一番の悩みどころ。最後には必ず北極星を指して、「（冬のソナタの）ヨン様です」

と締めくくるのが私の解説です。そして、天文台といえば夜の観望会無しには語れません。その翌日には「星空ツアー」を担当し、初回にしてなんと70名！ものお客様をご案内することに。あがってしまってなかなかうまく話せず、また天文専攻の学生なのに自分の知識不足にも改めて気づかされました。



星のお姉さんとしての2週間はあつという間でしたが、天体写真撮影など普段できないこともできて有意義な夏休みになりました。また、豊増さんやほかの研究員さんたちにもご指導をいただき、緊急時の迅速な対応などいろいろと学ぶことが多い実習となりました。

期間中何度も訪れていただいたお客様から、「この前はありがとう」と声をかけていただき、私の解説でも喜んでいただけたのだという実感を得られてすごく嬉しかったです。本紙を読んでくださっている皆さんの中にも、私が担当させていただいたお客様がおられるかもしれませんね！

### 堀 美沙

博物館学芸員実習のため、8月4日からみさと天文台にお世話になり、1週間が経ちました。毎日貴重な体験をさせていただいている。



夏休みということもあり、この1週間でたくさんのお客様と接しています。

ムが外壁がめくれ上がり、ドームスリットの開閉が出来なくなってしまったのです。お盆直前の出来事だったので、多数のお客さんに御迷惑をおかけしてしまいました。申し訳ありませんでした。

### 出来事

#### 7月

- 18日：天文教室
  - 21日：電波望遠鏡作業
  - 24日：雷雨
  - 25日：雷雨、流星電波観測作業
  - 26日：雷、流星電波観測作業
  - 30日：台風、日本工学教育協会年会参加（～31日）
- 8月
- 3日：四分校会議発表@文化センタ
  - 4日：台風、大阪教育大実習生初日



この期間の大きな出来事は何と言っても、ドームの破損です。立て続けに訪れた台風の影響によりドーム



と締めくくるのが私の解説です。そして、天文台といえば夜の観望会無しには語れません。その翌日には「星空ツアー」を担当し、初回にしてなんと70名！ものお客様をご案内することに。あがってしまってなかなかうまく話せず、また天文専攻の学生なのに自分の知識不足にも改めて気づかされました。



ました。中には望遠鏡や星について大変詳しい方や、鋭い質問を投げこられる方もおられ、自分の勉強不足を実感することがしばしばありました。また、昼間ですと、天文台からのパノラマをご覧になった方から地理的なことを尋ねられることも少なく、とまどうこと多くありました。短い期間ではあっても、みさと天文台の職員として、来てくださったお客様にご満足いただけるよう精一杯努力していきたいと思っています。

他に実習課題として、夏から秋にかけて見られる星座を星野写真として撮影することになりました。私は大学では「雲を呼ぶ女」と呼ばれ、実習1週目もその力が発揮されてしまったよう（？）残念ながら写真を撮れるほどの天気には恵まれませんでした。9月中旬からの実習2週目は気力で雲を吹き飛ばし、みさと天文台からの美しい星空を皆様にお届けできればと思います。

みさと天文台での実習を通して、学芸員としての仕事を理解することはもちろん、お客様に楽しんでいただき、何より自分自身が楽しむということを目標としてやっていきたいと考えています。お客様と心地よい時間と空間を共有するために、実習2週目には再び気合いを入れ直し、みさと天文台に向かいます！

### 石井 優子

こんにちは。只今、博物館学芸員の資格を取るのに必要な実習をみさと天文台で受けさせていただいている

ます。

みさと天文台は「とても楽しい実習をさせてもらえる」という話もあり、ホームページ上の博物館実習生の活動報告を見て楽しい実習先だと思い、こちらを訪ねました。

6月5、6日に下見に来たら、いきなり虫中継を手伝うことになり、施設を見学するだけかと思っていた私には大変な2日間となりました。しかし実習への期待も大きく膨らみました。

さて、8月11日から実習に来て4日目になります。その間にペルセウス座流星群という夏の一大イベントがありました。また、実習早々にドームの屋根が壊れてしまい、いくぶん変わった実習のスタート！！実習初日から天気の良さもあり徹夜で



星を見たり（耐えられず途中で寝てしましましたが…）、夜の観望では10 20cmクラスの小望遠鏡で星空の案内をしてい

ます。このように105cmの望遠鏡が使えず変則的ですが楽しい実習となっています。

また、通常のお昼の望遠鏡の説明もさせていただきました。なかなか言いたいことをわかりやすく伝えることができず、悔しいです。しかし、実習期間の残り半分が9月になります。その折は言いたいことを伝えられるよう頑張っていきたいと思います。



### 報道・その他

#### 7月

- 17日：連載2（まるで万華鏡）
- 20日：小学校の図鑑・NEO第9巻「宇宙」P169（みさと天文台）

- 24日：連載2（月で夕涼み）
- 25日：KANSAI 1週間「関西日帰りお出かけブック」p19,p59（天文台）

- 30日：連載1（ペルセウス座流星群）
- 31日：連載2（心洗われます）

#### 8月

- 7日：連載2（望遠鏡よりサマーベッド）
- 11日：和歌山特報（イベント情報）
- 13日：NHK「おーいニッポン」取材
- 14日：連載2（ボラリストって何？）
- 15日：ポプラ社「月刊ポプラディア9月号」（カシオペヤ写真提供）
- 連載1：毎日新聞「星からの贈りもの」
- 連載2：和歌山新報

「みさと天文台は今日も元気」