

自然科学研究機構

 国立天文台  
**NAOJ**

# 国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2017年4月1日 No.285

## 特集 TMT 計画を進める人々 Vol.02



- TMT建設予定地ハワイ島マウナケア・関係者 インタビュー  
 有本信雄(国立天文台ハワイ観測所)／Guenther Hasinger(ハワイ大学)／Marianne Takamiya(ハワイ大学)／Stephanie Nagata(ハワイ大学)／Stewart Hunter(ハワイ大学)／嘉数悠子(国立天文台ハワイ観測所)
- 「流体学校～Athena++で学ぶ流体力学～」報告
- 参加者募集中！国立天文台のレクリエーション活動「三鷹地区」
- 平成28年度国立天文台長賞は、2チームに！

4

2017

# NAOJ NEWS 国立天文台ニュース

C O N T E N T S

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

03

## 特集

## TMT計画を進める人々 Vol.02

- TMT建設予定地ハワイ島マウナケア・関係者 インタビュー  
インタビュー取材：ラムゼイ・ランドック (Ramsey Lundock)

05

## ● 国立天文台ハワイ観測所

- ・有本信雄 (Nobuo Arimoto) ハワイ観測所・前所長 (国立天文台名誉教授)

08

## ● ハワイ大学

- ・Guenther Hasinger (ギュンター・ヘイジンガー)  
ハワイ大学天文学研究所 (IfA) 所長
- ・Marianne Takamiya (マリアンヌ・タカミヤ)  
ハワイ大学ヒロ校 (UH Hilo) 物理・天文学部長

14

## ★ 座談会

- ・Stephanie Nagata (ステファニー・ナガタ)  
ハワイ大学山頂管理事務局 (OMKM) 局長
- ・Stewart Hunter (ステュアート・ハンター)  
ハワイ大学マウナケア天文台サポートサービス (MKSS) 事務局長
- ・嘉数悠子 (Yuko Kakazu) 国立天文台ハワイ観測所

19

## おしらせ

- 「流体学校～Athena++で学ぶ流体力学～」報告  
——川島朋尚 (理論研究部)、朝比奈雄太 (天文シミュレーションプロジェクト)
- 参加者募集中！国立天文台のレクリエーション活動「三鷹地区」  
★各活動の参加者募集は台内スタッフが対象です。
- 平成28年度国立天文台長賞は、2チームに！
- プロジェクト変更のおしらせ

23

- 編集後記
- 次号予告

24

## シリーズ「アルマ望遠鏡観測ファイル」13

## 巨大赤ちゃん星が作りだした宇宙花火

——平松正顕 (チリ観測所) / 廣田朋也 (水沢VLBI観測所)



表紙画像

TMT計画を推進する研究者たち。

背景星図 (千葉市立郷土博物館)  
渦巻銀河M81画像 (すばる望遠鏡)

マウナケアの上に傾く天の川銀河 (撮影：藤原英明/ハワイ観測所)。

## 国立天文台カレンダー

## 2017年3月

- 4日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 7日(火) 教授会議
- 9日(木) 天文情報専門委員会
- 10日(金) 4次元デジタルシアター公開/観望会 (三鷹)
- 11日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 14日(火) 幹事会議
- 18日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 21日(火) プロジェクト会議/先端技術専門委員会/太陽天体プラズマ専門委員会
- 22日(水) 運営会議
- 23日(木) 安全衛生委員会 (全体会)
- 24日(金) 三鷹地区安全衛生委員会
- 25日(土) 観望会 (三鷹)
- 27日(月) 理論専門委員会

## 2017年4月

- 1日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 7日(金) 4次元デジタルシアター公開/観望会 (三鷹)
- 8日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 12日(水) 光赤外専門委員会
- 15日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 22日(土) 観望会 (三鷹)
- 25日(火) 教授会議
- 27日(木) 幹事会議
- 28日(金) プロジェクト会議

## 2017年5月

- 6日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 8日(月) 電波専門委員会
- 9日(火) 運営会議
- 11日(木) 幹事会議
- 12日(金) 4次元デジタルシアター公開/観望会 (三鷹)
- 13日(土) 4次元デジタルシアター公開 (三鷹)
- 24日(水) 幹事会議
- 26日(金) プロジェクト会議
- 27日(土) 観望会 (三鷹)



特集

# TMT計画を進める人々

## Vol.02

特集「TMT計画を進める人々」のVol.02をお届けします。TMT国際天文台（TIO）のメインスタッフと各国TMTの代表者のインタビューを掲載したVol.01に続いて、今回はTMT建設予定地のハワイ島マウナケアで活動するさまざまな関係者にお話を伺いました。

### クレジット

- インタビュー取材：ラムゼイ・ランドック（Ramsey Lundock）NAOJ
- 協力：国立天文台ハワイ観測所（Subaru Telescope）  
国立天文台TMT推進室（NAOJ TMT-J Project Office）  
都築寛子（Hiroko Tsuzuki）NAOJ

# TMT建設予定地ハワイ島マウナケア・関係者 インタビュー

## Interviews with Concerned Parties about Maunakea, the Proposed Site for TMT

30メートル望遠鏡（TMT）の建設予定地はハワイ島マウナケアです。そこで、TMT特集のVol.2では、マウナケア関係者のインタビューをお届けします。

まず、2017年3月まで国立天文台ハワイ観測所の所長を務めた有本信雄名誉教授に、TMTとすばる望遠鏡との連携についてインタビューします。つぎに、すばる望遠鏡を含めて、世界各国の望遠鏡が設置されているマウナケア科学保護区の管理・運営を行なっているハワイ大学の関係者から、ハワイ大学天文学研究所（IfA）のGuenther Hasinger所長、ハワイ大学ヒロ校物理・天文学部（UH Hilo）のMarianne Takamiya学部長にお話を伺います。さらに、日々、マウナケアの環境やインフラ等の管理・運用を担っているハワイ大学マウナケア山頂管理事務局（OMKM）からStephanie Nagata局長、同マウナケア天文台サポートサービス（MKSS）からStewart Hunter事務局長をお招きし、国立天文台ハワイ観測所の嘉数悠子さんも交えて、座談会形式でマウナケアの管理・運用業務の数々を具体的に紹介していただきます。

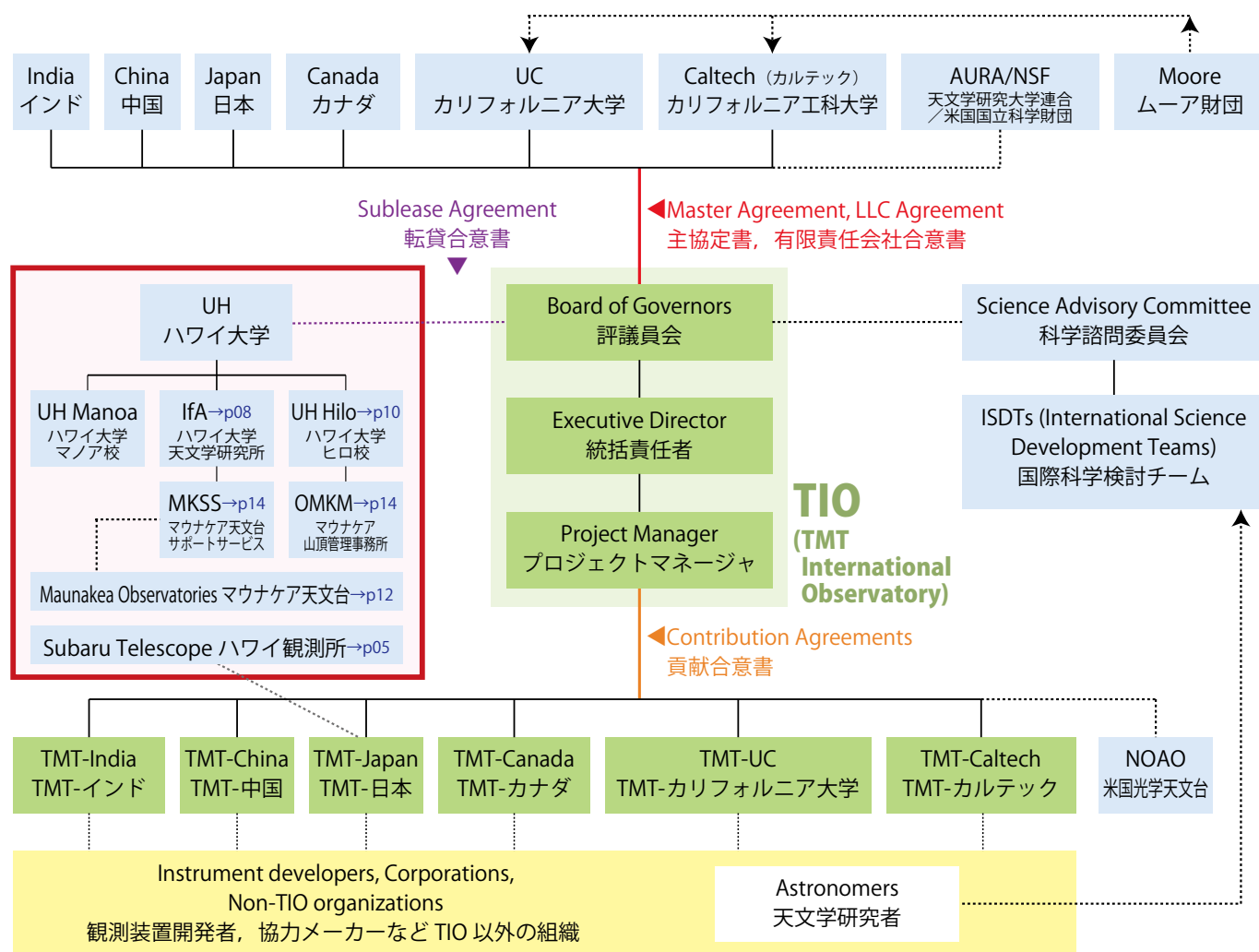
★インタビューは2016年に行ったものです。

The proposed construction site for the Thirty Meter Telescope (TMT) is located on Maunakea, on Hawai'i Island. In this second installment of the TIO Special Feature, we present interviews with people connected to Maunakea.

First, we interviewed Prof. Emeritus Nobuo Arimoto, who served as Director of Subaru Telescope until March 2017, about cooperation between TMT and the Subaru Telescope. Next, from the University of Hawai'i (UH), which is responsible for the overall management of the Maunakea Science Reserve where telescopes (including the Subaru Telescope) have been established by countries from around the world, we speak with Guenther Hasinger, Director of the Institute for Astronomy (IfA), and Marianne Takamiya, Chair of the Department of Physics and Astronomy of the University of Hawai'i at Hilo (UH Hilo). Finally, Yuko Kakazu from Subaru Telescope joins us for a dialog with Stephanie Nagata, Director of the UH Office of Maunakea Management (OMKM), and Stewart Hunter, General Manager of UH Maunakea Observatory Support Services (MKSS), organizations which are responsible for the day-to-day operations and management of Maunakea's environment and infrastructure, to discuss the nuts-and-bolts of the many management and logistical activities on Maunakea.

◆ Interviews were conducted in 2016.

### TMTプロジェクトの全体組織図 (TMT Project Overall Organizational Chart)



今回の特集では、赤色で囲った国立天文台ハワイ観測所（Subaru Telescope）、ハワイ大学天文学研究所（Institute for Astronomy：IfA）、ハワイ大学ヒロ校（UH Hilo）物理・天文学部、ハワイ大学マウナケア山頂管理事務局（Office of Maunakea Management：OMKM）、ハワイ大学マウナケア天文台サポートサービス（Maunakea Observatory Support Services：MKSS）に所属するスタッフにインタビューを行いました。



## Subaru Telescope ハワイ観測所

### The Subaru Telescope's Role in the Era of 30 m-class Telescopes 30 m 望遠鏡時代のすばる望遠鏡の役割

Nobuo Arimoto

Director of Subaru Telescope  
Visiting Professor at Seoul National University

有本信雄

ハワイ観測所・前所長  
ソウル大学客員教授

**L** : 30m 望遠鏡の観測が始まると、すばる望遠鏡の役割はどのようなものになりますか。

**A** : 30m 級望遠鏡は、TMT、E-ELT、GMT★とあります。どれも口径が大きいので解像力や集光力はとても優れていますが、見える範囲は非常に狭くなります。すると、30m 望遠鏡は、今のすばる望遠鏡よりも、おそらくもっと遠い天体を観測することになりますが、そのときどの領域に望遠鏡を向ければ目的の天体を見つけられるかを、視野の狭い30m 望遠鏡本体を使って行っていたのでは、とても効率が悪い。ここで、もう少し広い領域を一遍に見ることのできる望遠鏡があれば、それで予め地図をつくって、どこにどんな大事な天体、珍しい天体があるかを知ることができます。

この地図作りを行うのがすばる望遠鏡の役割。TMT が完成するまでに、すばる望遠鏡の広視野観測性能を活かして、広範囲の宇宙空間のサーベイをやって、さまざまな天体を探す。次に宇宙論的な規模の宇宙の大規模構造がわかるような地図を…宇宙だから三次元じゃなくて、四次元マッピングになりますが…、そういうものをつくっておく。そしてTMT が完成したら、その地図から学問的に重要な天体を選んで詳しく観測していく。

そういう意味では、すばる望遠鏡というのは、TMT が完成するまでの期間、さらに完成したあとも、その時々天文学の研究内容の変化に対応して、それにふさわしい新しい天体を撮像イメージの中からどんどん探し出して、TMT にターゲットリストを提供していきける。そういう仕事がこれからなされるでしょう。すばる望遠鏡とTMT の連携ですね。

そのためには、たいへん広い空を一遍に撮れるカメラとか、広い視野の中で同時にいろいろな天体を分光できる分光器とか、そういったものがようになります。そんな広い視野を撮

**L** : How will the Subaru Telescope's role change when 30 m-class telescopes start observations?

**A** : Thirty meter-class telescopes include TMT, E-ELT, and GMT★. All of these will have excellent resolution and light gathering power thanks to their large apertures, but the field of view they can see is very narrow. So 30m-class telescopes will be able to see celestial objects located farther away than the current Subaru Telescope can see. But at that time, it would be very inefficient to use a 30 m-class telescope with a narrow field of view to determine what regions they should point the telescope at to find target objects. But if you have a telescope capable of viewing a slightly wider region of outer-space at a time, you can use it to make a map beforehand of what important objects are located where and where the unusual objects are.

Making these maps is the Subaru Telescope's responsibility. Until TMT is completed the Subaru Telescope will continue making the best use of its wide field of view observing capabilities to survey wide regions of space looking for various kinds of celestial objects. Next, we can prepare maps showing the large-scale structure of the Universe over cosmological distances. Because this is the Universe, we need not 3-dimensional maps but 4-dimensional maps. Then after TMT is completed, it can pick scientifically interesting celestial objects from those maps to observe in more detail.

In that sense, until TMT is completed, and even after it is completed, the Subaru Telescope will still continue to find new suitable object in its observation images as the content of astronomy research changes over time. And in this way provide a target list to TMT. This is what the Subaru Telescope will do from now on if they let it, this kind of cooperation between Subaru and TMT.





マウナケアで活躍中の「すばる望遠鏡」。

れるカメラとして「Hyper Suprime-Cam (HSC)」が今、もう動いていますし、さらに広い視野を同時に分光できるような分光器としては、東京大学 Kavli IPMUと共同で「Prime Focus Spectrograph (PFS)」を開発しています。これは、2400本のファイバーを使って、同時に2400個の天体を分光する装置で、2019年から動きます。

今、お話ししたHSCとPFSは基本的に可視光の装置ですが、さらにハワイ観測所で計画している近赤外の観測装置もあります。近赤外の検出器はとても高価ですから、近赤外で広視野を持ったカメラでありながら、同時に分光もできる、名づけて「ULTIMATE-SUBARU」…すばるの“究極の装置”。それを今、カナダ、オーストラリアと共同で、開発を目指してがんばっているところです。

私たちは、すばる望遠鏡が、ULTIMATE-SUBARUとHSCとPFSの3つの足で（かなえの三脚と言うのですけれども）、将来、安定したサーベイ観測中心の望遠鏡として役割を果たせるようにと考えています。

**L:** この3台の観測装置をフルに使うようになると、今動いている他の装置はどうなりますか。

**A:** はい。3つの装置はとても重要ですが、これだけでは、例えば「どこかの星に惑星がある」ので、それを詳しく探そうというときには使えないのです。そこで、ほかの惑星を探すための装置は別に「IRD (Infrared Doppler)」や「CHARIS」といった、小規模な装置をすばる望遠鏡に取り付けて観測していきます。

もともとすばる望遠鏡は7つの観測装置でスタートしました。その中に、例えば「Suprime-Cam」がありますが、その次世代機が先に紹介したHSCです。これは、Suprime-Camよりも7から8倍ほど視野が広く、もちろん観測の効率は上がりますので、Suprime-Camは、2017年5月を最後にHSCのバックアップ装置に回します。そのような装置の休止や廃棄は、既存のすばるの観測装置のいくつかで行なう予定です。既に廃棄したものは、FMOS (Fiber Multi-Object Spectrograph) という400本のファイバーを用いた近赤外の分光装置があり、これは、先に紹介したPFSが間もなく来ますので、その準備のための措置です。

今、お話しした以外の装置は、まだいつ休止や廃棄するかは決まっていますが、基本的な考え方は、装置が故障して、簡単な修理で直る場合にはもちろん引き続いて使うとして、何かとても複雑な故障が発生したり、あるいは壊れたりして、なかなか直すのが大変となった場合には廃棄します。

To do that, we need cameras that can capture an extremely wide region of the sky in one picture and spectrographs that can simultaneously take the spectra of various objects across a wide field of view. For a camera which can photograph a wide region of the sky, Hyper Suprime-Cam (HSC) is already in operation. And for a spectrograph that can perform spectroscopy simultaneously over a wide field of view, we are working with Kavli IPMU at the University of Tokyo to develop the Prime Focus Spectrograph (PFS). This instrument will use 2,400 fibers to perform spectroscopy on 2,400 objects simultaneously. Operation is planned to start from 2019.

HSC and PFS which I've mentioned just now are basically visible light instruments. So in addition to these there are plans for a near infrared instrument at Subaru Telescope. Near infrared detectors are extremely valuable, so we're considering an instrument that acts as a camera with a very wide field of view in the near infrared and that can take simultaneous spectra. This instrument which we're considering now has been named ULTIMATE-SUBARU ... the ultimate instrument for the Subaru Telescope. Now we're collaborating with Canada and Australia to develop it.

We're saying that ULTIMATE-SUBARU, HSC, and PFS will be the "3 legs of a tripod" at Subaru Telescope. We think that in the future, the Subaru Telescope will become a survey telescope supported by these 3 "legs."

**L:** If you use those 3 observational instruments fulltime, what will happen to the other instruments already in operation?

**A:** Well, these 3 instruments are extremely important, but with only these 3 instruments we can't use them, for example, to ask "which stars have planets around them" and look for them carefully. For that, there will be separate instruments like IRD (Infrared Doppler) or CHARIS to search for other planets. We'll maintain other small-scale instruments like these and attach them to the Subaru Telescope to do observations.

Originally, Subaru Telescope started with 7 observational instruments. Suprime-Cam was one of those, but the next generation instrument Hyper Suprime-Cam (HSC) has already been introduced. It has a field of view 7 to 8 times wider than Suprime-Cam, so naturally, HSC has a better observing efficiency. So after May 2017, it will become a backup for HSC. There are plans to conduct this kind of discontinuation and decommissioning for several of the existing Subaru observational instruments. An example that has already been decommissioned is a 400 fiber spectrograph known as FMOS (Fiber Multi-Object Spectrograph). It was decommissioned as part of the preparations for PFS, which will be introduced soon.

For instruments other than the ones I've just mentioned, it hasn't been decided when to discontinue and decommission them. The prevailing thought is passive decommissioning. In other words, when an instrument breaks down if there is an easy way to fix it, of course we'll continue to use it. But if a complicated malfunction occurs, or something breaks so that it would be difficult to fix, in those cases the instrument will be decommissioned.

Thinking about it this way, the heavily used basic instruments are HDS, and IRCS. These 2 are fundamental instruments that have been used since Subaru's first season. They are both extremely stable, so I think they will probably continue to be used even until 2020.

But if we concentrate on survey observations using large instruments, then it becomes difficult to cover all of the research of Japanese astronomers. Everyone asks us to leave as many

そう考えると、現在、基本的な装置でよく使われるのは、HDS、IRCSかな。この2つは、すばるの第1期からずっと使っている基本的な装置ですが、どれも非常に安定しているので、2020年の時点でもおそらく使い続けているのではないかと思います。

大きな装置でサーベイ中心の観測をやるとなると、日本の天文学者の研究の全てをカバーすることが難しくなるので、皆さんはできるだけ多数の装置を残してくれとおっしゃいます。しかし、装置がたくさんあるとメンテナンスとか取りつけとか、充分なケアが困難になるので、その辺の事情でどれだけの装置を維持できるかが決まってくると思います。中でも、可視光の分光撮像装置FOCASは、第1期から使用している、誰もが使える、どんなサイエンスもある程度対応できる装置ですが、マウナケアにある他の望遠鏡にも似たような装置があって、すばる望遠鏡との時間交換を使って、それらの装置を使うことができますから、第1期の装置の幾つかはやはりすばる望遠鏡としては維持しなくてもいいと判断する日が来ると思っています。

**L:** サイエンス以外の事務や経費などの面については、TMTはハワイ観測所にどんな影響を及ぼすと思いますか。

**A:** TMTが予定通りマウナケアに建設される場合と、TMTがそれ以外のほかのサイトに行く場合（プランBと言いますが）の2通りがあります。

プランBの場合には、ハワイ観測所はTMTの運用には関与できませんが、サイエンスは連携できます。

予定通りマウナケアに建設される場合には、研究面は先にお話ししたとおりの方策が進められますし、観測、運用等もハワイ観測所の人員の中から、デイクルーとか、望遠鏡、あるいは装置やソフトウェアなど、いくつかの部門ではおそらくスタッフを共有して、TMTとすばると両方の運用をするように人が割けるとしています。そういう意味では、TMTの運用にハワイ観測所が全面的にかかわれるということで、ハワイ観測所の運用経費のかなりの部分はTMTの運用予算から賄うことができるのだらうと思っています。また、事務部門もそうですね。人は増えるでしょうけれども、その内容は基本的にはそんなに変わらないでしょう。

しかし、普通の考え方では、TMTができれば、8.2mのすばる望遠鏡の必要性はなかなかわかりにくいので、すばる望遠鏡は要らないのではと考える人も多いでしょう。予算も減額されるでしょうが、それでも、日本の天文コミュニティはすばる望遠鏡を使いたいと思うでしょうし、すばる望遠鏡を使いたいほかの国のコミュニティもいくつもあるわけです。とすれば、そういう他国のコミュニティに、すばる望遠鏡の運用にも実際に参加してもらって、ともにすばる望遠鏡の将来を考えながら、国際共同運用のパートナーとして一緒に運用していくのがベストだと思います。

- ★ E-ELT (European Extremely Large Telescope)、ヨーロッパ南天天文台がチリで建設している超大型望遠鏡。  
GMT (Giant Magellan Telescope) 国際協力機構がチリで建設している超大型望遠鏡。
- ★ E-ELT: European Extremely Large Telescope being constructed by the European Southern Observatory in Chile.  
GMT: Giant Magellan Telescope being constructed in Chile through international collaboration.

instruments as possible, but when there are many instruments, they take a good deal of maintenance and it becomes difficult to give them sufficient care. In this situation, I think at some point we have to decide which instruments we can maintain. In particular, FOCAS is a camera and spectrograph instrument in the visible wavelength range available since the first season which anyone can use. It can do any kind of science to some extent. However, other telescopes on Maunakea have similar instruments. Through time exchange programs with the Subaru Telescope, we can use those instruments. So I think that for first season instruments like this one, the day will come when we'll decide that it's not necessary for Subaru to maintain them.

**L:** What effects will TMT have on Subaru Telescope, not just in terms of science, but also administrative, fiscal, etc.?

**A:** There are two possible cases, the case where TMT comes to Maunakea, or the case (known as Plan B) where TMT goes to another site.

In the case of Plan B, then naturally Subaru Telescope can't take part in the operation of TMT. But we can still do scientific collaboration.

In the case that TMT is constructed on Maunakea as planned, of course there is science cooperation; we can follow the plan I mentioned earlier. For observations and operation, etc. we can share staff from several divisions here at Subaru Telescope: Day Crew, Telescope Engineering Division, Instrument Division, Software Division, and so on. I think it should be possible for people to work for both TMT and Subaru. In that sense, I think every aspect of the Subaru Telescope will be related to the operation of TMT. I think the majority of the operating expenses of Subaru Telescope can be covered by the TMT operations budget. That is also true for the Administration Division. The number of people will increase, but the content of the administrative work basically won't change much.

But according to the usual way of thinking, it is difficult to understand why we need the 8 m Subaru Telescope once TMT is completed. Many people probably think that the Subaru Telescope is unnecessary. The budget coming from Japan is likely to be greatly reduced. But I think that even in that case, the Japanese community will want to use the Subaru Telescope, so there must be communities in many other countries that will also want to use the Subaru Telescope. And if those countries will actually participate in the operation while thinking about the future of Subaru Telescope together with us, I think it would be best to continue operations with international collaboration operation partners.



インタビュアーのランドック（左）と有本さん（右）。

## Institute for Astronomy (IfA)

ハワイ大学天文学研究所

## Window for Hawai'i's International Astronomy Collaboration

ハワイの天文学国際協力の窓口

Guenther Hasinger

Director of the Institute for Astronomy of the  
University of Hawai'i

ギュンター・ヘイジンガー

ハワイ大学天文学研究所 (IfA) 所長



L: Could you please tell us about the special characteristics of the Institute for Astronomy and its relation to the Manoa Department of Physics and Astronomy and the University of Hawai'i at Hilo?

H: So actually, you have to look at this from a historical perspective. In 1962 there was the first really big optical solar observatory on Haleakala, and that brought scientists from around the U.S. In particular, Prof. Gerard Kuiper (the famous astronomer for whom the Kuiper Belt was named) was actually visiting Haleakala and he saw that sometimes when the weather got bad on Haleakala, the weather was still good on Maunakea.

And when a few years later Mr. Matsuo Akiyama of the Hawai'i Island Chamber of Commerce actually invited universities to think about developing an observatory on Maunakea, Gerard Kuiper was the first, the only one, to raise his hands and say, "I want to build a telescope on Maunakea." John Jefferies, who was the founder of our institute, then got a budget from NASA to build the first telescope up on Maunakea.

And that led to the creation of this Institute for Astronomy. So we are not a department, we are a research organization. But we're strongly collaborating with the Physics and Astronomy Department of the UH Manoa. And we're also collaborating with the Physics and Astronomy Department at UH Hilo. Now for the first 30 years basically UH Manoa and the Institute for Astronomy were managing everything on both mountain tops, on Haleakala and Maunakea. But that then later turned out to be politically problematic because, in particular all the issues on the Big Island should be dealt with by the Big Island community themselves. And so it was decided around 2000 to actually split the responsibility for the mountain and have University of Hawai'i Hilo managing the mountain, while UH Manoa and the Institute for Astronomy still having the cooperation with all the international organizations. So in simple terms you can say what happens inside the telescopes runs over our desks, and what happens outside the telescopes on Maunakea is managed by UH Hilo.

L: So what's the relationship between Maunakea and Haleakala?

H: In terms of current science, we have a number of important telescopes on Haleakala, in particular the Pan-STARRS telescope. And the Pan-STARRS telescope is feeding survey information into the Maunakea telescopes.

The big difference in terms of the way the 2 mountains are managed is that on Haleakala, the University is actually owning the property but for Maunakea we have a lease, which has a lifetime until 2033. And so if we want to continue observations from Maunakea after the lease, we have to ask for a lease renewal.

L: ハワイ大学天文学研究所の特徴とハワイ大学マノア校物理・天文学部、ハワイ大学ヒロ校との関係を詳しく教えてください。

H: 歴史的な経緯からお話しましょう。1962年、ハワイ州マウイ島にあるハレアカラに初めて大規模な光学の太陽観測所が建てられました。それがきっかけでアメリカの研究者たちが観測に訪れるようになりました。あるとき、Gerard Kuiper氏（ジェラルド・カイパー／カイパーベルト天体で知られる著名な天文学者）が、ハレアカラを訪ねました。あいにく天気が悪かったのですが、ハワイ島のマウナケアの方向を見たら、そちらは天気がよかったです。

数年後、ハワイ島の商工会議所アキヤマ・ミツオ氏は、マウナケアに天文台を作ることにに関して、米国内の重要大学と日本に手紙を送りました。その際、Gerard Kuiper氏がただ一人手を挙げ「マウナケアに望遠鏡を作りたい」と言いました。そして、天文学研究所の創設者のJohn Jefferies氏がNASAから資金を得て、マウナケアに初めて望遠鏡を作ったのです。

これが天文学研究所 (Institute for Astronomy: IfA) 創設のきっかけです。だから天文学研究所は学部ではなく、研究組織なのです。そうは言っても、私たちはハワイ大学マノア校物理・天文学部とも強く協力し合っています。また、ハワイ大学ヒロ校の物理・天文学部とも協力し合っています。当初の30年間は、ハワイ大学マノア校と天文学研究所は、ハレアカラ山頂とマウナケア山頂のすべてのことについて管理をしてきました。しかし、これが後に、政治的に問題になってきました。なぜなら、ハワイ島での問題はハワイ島の地域社会の中で解決しなければならないからです。そこで2000年頃、マウナケアの管理について責任を分担しました。ハワイ大学ヒロ校がマウナケアを管理し、ハワイ大学マノア校と天文学研究所が国際的な研究組織との協力を受け持つことになりました。つまり、簡単に言うと、ドームの中で行うことは私たちが管理し、マウナケアでドームの外で行うことはハワイ大学ヒロ校が管理することになりました。

L: マウナケアとハレアカラにはどんな関係がありますか。

H: 現在の研究についてですと、ハレアカラには、Pan-STARRS（パンスタース）望遠鏡をはじめとする、多くの重要な望遠鏡があります。そしてPan-STARRS望遠鏡で観測した結果を利用してマウナケアの望遠鏡で観測しています。

マウナケアとハレアカラの管理方法には大きな違いがあります。ハレアカラは、大学が土地を所有しています。一方、マウナケアについては、2033年までの契約で土地を借りています。そのため、契約期間終了後も観測を続けたい場合には、新たな契約をしなければなりません。



L: What is the relation between IfA and Maunakea Observatory Support Services?

H: The Maunakea Observatory Support Services (MKSS) is a sub-unit which is actually managed by us, by our associate director, Bob McLaren. And there's a very close relation between the Maunakea Support Services and Office of Maunakea Management (please refer to pg 14 for more details). Although they are formally run by 2 different entities in the University.

L: And what is the relation between IfA and the TMT International Observatory?

H: Our relation to TIO, is that the University of Hawai'i is first the sublease grantee. And as part of the sublease, we are also a member of the Board of TIO, of the TMT International Observatory. In principle UH Hilo is the landlord of TIO, so UH has one member in the TIO Board.

Currently we have a very capable and experienced representative, Bob McLaren who has dedicated the last 30 years of his life to Maunakea. He will however retire soon, so we are thinking about replacing him on the Board. But we will do that in cooperation with the UH President and the Chancellor of the University of Hilo.

L: And is there any relation between the Department of Physic and Astronomy at Manoa and TIO?

H: No, they don't have a formal relation to TMT. But if at some future time there will be TMT students, we can supervise and support students jointly.

L: What are you expecting from TMT in the future (both in terms of research and other things)?

H: So it's clear that TMT, together with the other large telescopes of the next generation are an absolute must, given the new challenges and the new discovery space that we are looking forward to, both in terms of the very early Universe (e.g. my own research looking for the first population of redshift 7 to 10 objects), and in the extrasolar planet arena where we are all looking forward to being able to maybe find and study Earth-like planets in habitable zones around other stars.

L: What difficulties have you had to overcome in your TIO activities?

H: Our biggest challenge for TIO is the problem on the mountain, the conflict with the construction of the telescope. And we, IfA, are actually heavily engaged in learning on one hand, but also educating the public about this conflict. We are participating in hearings where we are trying to convince the Hawai'i population about the necessity and the possibility to have a coexistence between science and culture on the mountain.

L: What do you see as IfA's ultimate role in TIO?

H: I have a dream. Ultimately, if everything is said and done, I would like the University of Hawai'i to become a full partner of the TIO. I'm committed to try to raise money so that we can actually buy a share of the partnership. We are a landlord and we are a respected and welcome partner, but we are not really sitting on the table where the decisions are made.

L: Do you have any closing comments?

H: I'm very happy to have Japan as a very strong partner on Maunakea. You know our long term view is to, I mean I'm calling this the 'Pan-Pacific Observatory,' to make this into a large international corporation. And Japan with its strong commitment to Subaru and now also TMT is one of the backbones of this Pan-Pacific Partnership.

L: 天文学研究所とマウナケア・サポートサービスはどんな関係がありますか。

H: マウナケア・サポートサービス (MKSS) は天文学研究所が管理している組織の一つで、実際には天文学研究所副所長アソシエイトディレクターのBob McLaren氏が担当しています。マウナケア・サポートサービス (その仕事の詳細は14ページ参照) とマウナケア山頂管理事務局は、正式には大学内の別々の組織ですが、密接な関係があるのです。

L: それでは、天文学研究所とTMT国際天文台 (TMT International Observatory、TIO) はどんな関係がありますか。

H: まず、ハワイ大学は土地を借りそれをTIOに転貸しています。そのつながりの一環として、ハワイ大学はTIO評議員会 (TMT国際天文台の評議員会) の一員となっています。つまりハワイ大学ヒロ校はTIOの地主の立場なので、ハワイ大学のメンバーが一名、TIO評議員会に参加しているわけです。

現在、天文学研究所からの評議員は、Bob McLaren氏が務めています。彼は、過去30年間、マウナケアで働いており、経験もある優秀な人物です。もうすぐ定年を迎えるので、評議員会メンバー交代する予定です。これは、ハワイ大学総長とハワイ大学ヒロ校学長と協力して進めることになります。

L: ハワイ大学マノア校物理・天文学部とTIOはどんな関係がありますか。

H: ハワイ大学マノア校物理・天文学部とTMTとの間には正式な契約はありません。しかし、将来的には、TMTの学生も来るでしょうから、TMTと天文学研究所が協力して学生の指導を行うことになるでしょう。

L: TMTに対して (研究とその他の面においても) どんなことを期待していますか。

H: TMTや他の次世代超大型望遠鏡は、必要不可欠なものです。TMTは、宇宙への新たな挑戦であり、新発見に繋がると期待しています。その一つは初期の宇宙について。例えば、私は赤方偏移7~10の最初の天体群を研究しています。もう一つは系外惑星のハビタブルゾーン内に地球に似た惑星を発見し研究することです。

L: TIO関連で何か困難だったことはありますか。

H: TIO関係で一番の課題となるのはマウナケアの問題、つまり望遠鏡建設への反対運動の問題です。天文学研究所はこの問題について地域の人たちの意見を聞きながら、その一方で地域の人たちにTMT建設の背景や我々の考えを伝えてきました。マウナケアにおける科学と文化の共存の可能性や必要性についてハワイの人たちに納得してもらえるように、公聴会にも参加しています。

L: TIO関連で天文学研究所の最終的な役割は何だと思いますか。

H: 私には夢があります。最終的にハワイ大学とTIOが完全なパートナーとなることです。実際に提携関係を共有できるように資金調達に尽力してきましたし、ハワイ大学は土地を貸している側なので、重んじられ、また提携パートナーとして歓迎されていますが、ハワイ大学にはTMTに関する決定権がありません。

L: 最後に読者へコメントはありますか？

H: マウナケアに関して日本は強力なパートナーであり、うれしく思っています。私たちの長期目標は、いわゆるPan-Pacific Observatory (環太平洋天文台) という巨大な国際組織を作ることです。日本は、これまですばる望遠鏡に真剣に取り組んできました。そして、これからはTMTが環太平洋協力の主力の一つとなるでしょう。

UH Hilo

ハワイ大学ヒロ校

## Conduit to the Community

地域社会との橋渡し

Marianne Takamiya

Chair of the Department of Physics and Astronomy, the University of Hawai'i at Hilo

マリアンヌ・タカミヤ

ハワイ大学ヒロ校物理・天文学部長 教授



L: Could you please tell us about the special characteristics of the Hilo Department of Physics and Astronomy and its relation to the Institute for Astronomy and the University of Hawai'i at Manoa?

T: The University of Hawai'i system has several campuses. It has four universities: University of Hawai'i Manoa, the flagship campus in Honolulu; University of Hawai'i at Hilo, that has about 4,000 students, an order of magnitude less than Manoa; University of Hawai'i-West O'ahu; and University of Hawai'i Maui College that recently went from a community college to a university in the last few years.

So Manoa has a Department of Physics and Astronomy and we have a Department of Physics and Astronomy and we're completely independent. Our program has been around, the astronomy and physics program, and the astronomy more interestingly enough has been around since '96 or so. So ours is the oldest undergraduate astronomy program in the state of Hawai'i. We don't have a grad program yet.

IfA is an institute of research. And I'm not the expert of IfA, but they are neither Manoa itself as a department nor UH Hilo, you know. They are a very large, very strong astronomy program.

L: Could you please explain the relationship between UH Hilo and TIO?

T: So, I want to say about 7 years ago, the proto-TMT group wanted to talk to UH Hilo people. And because we were part of the Department of Physics and Astronomy, I was actually invited to talk to them. And we talked about the possibility of bringing this 30 meter telescope to Hawai'i, in collaborating directly with UH Hilo. And we were part of many stakeholders that the TMT group approached.

So the collaboration with the international organization TIO is something that had to happen because the way projects in astronomy go about. They're very expensive; you need more partners. But UH Hilo wasn't really directly involved in looking for partners. Or also you know we don't have any budget to provide to the TMT itself, so we're the host partners/members. And so we become the conduit between whatever TMT is doing and the community.

L: What difficulties have you had to overcome in your TMT/TIO activities?

T: Somewhat many.

I think originally it was not understood by the community of astronomers at large why UH Hilo, a purely undergraduate program, would be the host university to TMT. Even in my department, some faculty were not really welcoming of TMT. And so the first one was actually to talk to our UH astronomers, including IfA, and try to explain to them that we in fact want to grow and this is one way of growing the astronomy in the islands other than Oahu.

L: ハワイ大学ヒロ校物理・天文学部の特徴とハワイ大学天文学研究所、ハワイ大学マノア校の関係を詳しく教えてください。

T: ハワイ大学（システム）には複数のキャンパスがあり、そのうち4つは4年制大学です。一番大きく、最も有名なのはハワイ大学マノア校（UHマノア・オアフ島ホノルル）、次がハワイ大学ヒロ校（UHヒロ・ハワイ島ヒロ）です。UHヒロには4000人の学生が在籍しています。これはUHマノアの学生の数と比べると1桁少ない規模です。そしてハワイ大学・西オアフ校（オアフ島）があり、最後にハワイ大学マウイ校（マウイ島）が数年前に2年制短期大学から4年制大学になりました。

マノア校には物理・天文学部があり、UHヒロにも物理・天文学部があります。両方とも完全に独立した組織です。UHヒロ物理・天文学部の興味深いところは物理学部より先に天文学部ができたということです。1996年ぐらいから天文学部ができたので、ハワイ州にある天文学部としては、UHヒロが最も古い大学です。また、UHヒロには大学院はありません。

IfA（Institute for Astronomy、ハワイ大学天文学研究所）は研究組織です。私はIfAについてはあまり詳しくないのですが、マノア校物理・天文学部やUHヒロ物理・天文学部とは、また違ったカラーを持つ組織で、しっかりとした多岐にわたる天文学プログラムがあります。

L: UHヒロの物理・天文学部とTIOの関係を詳しく紹介してください。

T: 7年くらい前のことです。初期のTMTグループからUHヒロに計画に加わってほしいとの誘いがありました。私たちは物理・天文学部の一員なので、TMTの会議へ招かれました。TMTグループとUHヒロが直接協力して、ハワイの30m望遠鏡建設の可能性について話し合いました。UHヒロはTMTグループが声をかけた多くの関係組織の1つでした。

国際組織TIOとの協力は、天文学プロジェクトの発展のために、ぜひ進めなくてはなりません。天文プロジェクトは非常にお金がかかるので、より多くの協力組織が必要です。しかし、UHヒロは協力パートナーを探すことには直接関わらず、またTMT本体に出す資金もないので、ホストパートナーとして参加し、TMTと地域社会とを結びつける仕事を進めています。

L: TMT/TIO関連で困難だったこと、問題となったことはありますか。

T: たくさんあります。

なぜ大学院がないUHヒロがTMTの受け入れを担当するのか、初めは天文学者に理解されませんでした。私の学部でも、TMTをあまり歓迎していなかった教授がいました。そのため、IfAを含むハワイ大学の天文学者と相談しました。「私たちはUHヒロを発展させたいと思っています。UHヒロがホストになるということは、オアフ島以外のハワイ州の島で天文学を発展させるのに役立ちます」と説明しました。



The probably more contentious and biggest challenge has been our own Hoku Ke'a Telescope. The department got a grant from the NSF (National Science Foundation) to refurbish our 24-inch (~0.6 m) telescope into a 0.9-meter telescope. And that route was hard: the telescope was delivered in substandard functioning mode, there were problems with many subsystems unfortunately, such that we really never got an image through a real science camera.

So when the TMT protests came about in April 2015, one of the arguments was there is a telescope on the mountain that doesn't work. We had a plan in fact with IfA to refurbish that to a PlaneWave (manufacturer) 0.7-m telescope. It was really through very nice collaboration with IfA, especially Director Hasinger (please refer to pg 8). And we were about to order the telescope when this whole TMT problem came about. So what happened is that the Vice Chancellor of our academic affairs of our university triggered the notice of intent to decommission the Hoku Ke'a Telescope. And that was a huge blow for us. However, Chancellor Straney allowed us to purchase the equipment anyways, and I told him, "We will find a site."

The notice of intent to decommission the Hoku Ke'a, which was about a year ago, was carefully considered by the Maunakea Management Board. And the Maunakea Board told UH Hilo to seek input from the community. And the input has basically been, "Please keep the Hoku Ke'a Telescope on Maunakea." Groups of native Hawaiians who expected to have STEM (Science, Technology, Engineering and Math) opportunities, astronomy opportunities for their communities have stepped up and said, "We were hoping this would be a reality for our community." So we don't know right now whether we're going to keep it there or not.

We can't as a scientist not being born in Hawai'i can't think that we come here, we use one telescope, and then we go back without any impact to the community. That to me as a citizen of the world is not right. Being a citizen of Chile, I know how astronomy has helped the community in Chile develop. It is a third-world country, but every single kid in Chile thinks "Maybe I'll be an astronomer." Many of them are not going to be astronomers, but they learn the math skills, the physics skills, the scientific skills. And what happens is you bring up the whole community.

And Hawai'i is a special place for that. We import a lot of the doctors; we import a lot of the engineers; we import everything! So having students be inspired by astronomy, and then being skilled and doing other kinds of professions is the role of UH Hilo I think.

L: Is there anything else you'd like to get on record?

T: Maybe one thing, and that is that through the TIO, UH Hilo is now participating in what is called the "10+10" which is a China scholarship council. Which was completely triggered by the Chinese government in fact, to pair 10 universities in China with 10 universities that are U.S. universities. And what we're doing is an exchange of faculty, post-docs, grad students, and now undergraduate students. And UH Hilo is the only undergraduate program in this suite of amazing universities. So that will bring Chinese students to UH Hilo, paid for by the government of China for 1 or 2 years.

And you know that Hawai'i has a lot of relationships with Japan, but not at the undergraduate level. So it would be very nice if there was some sort of agreement. You know some students do spend time here, not just visiting, actually learning about the culture, learning about the difficulties of working at the summit.

And I think this is what TIO needs. It's really the young people who need to be increasing their professional networking. So all these things I think might make TIO the seed for collaborations that are much larger projects.

さらに大変だったのは、UHヒロが所有するホクケア望遠鏡です。UHヒロの天文学部はNSF（アメリカ国立科学財団）から24インチ（約0.6 m）の望遠鏡を0.9 m望遠鏡に改造するための助成を受けました。しかし、助成金を受け取った後の道は険しかったのです。性能が水準以下の望遠鏡が届き、さらに様々なサブシステムにも問題がありました。残念ながら、本物の科学研究用のカメラでは画像を1枚も撮ることができなかったのです。

そして、2015年4月にTMT建設に対する抗議デモが行われたのですが、このときホクケア望遠鏡をさして、マウナケアには現在使用できない望遠鏡があるではないかという抗議もありました。このとき、UHヒロとIfAと共同でPlaneWave社製の0.7 mの望遠鏡に改造するプランが、IfA、特にIfAのディレクターのHasinger博士と協力して進められていたのですが、望遠鏡を注文しようというところで、TMTの建設地反対問題がもちあがったのです。すると、UHヒロ大学の副総長がホクケア望遠鏡を廃止する意向を表明し、私たちの計画に大きな障碍となりました。しかし、UHヒロ大学総長Straney（ストレイニー）博士が装置の購入許可を出してくれました。私はストレイニー博士に「必ず建設地を見つけます」と約束しました。

マウナケア管理委員会は、1年程前のホクケア望遠鏡の廃止意志通知について、慎重に検討しました。そして、マウナケア管理委員会はUHヒロに地域の住民の意見を聞くように言いました。UHヒロの調査結果によると「マウナケアにホクケア望遠鏡を残してほしい」という意見がほとんどでした。地域住民のための天文学やSTEM（Science, Technology, Engineering and Math）を学ぶ機会を期待したネイティブ・ハワイアンのグループが「ホクケア望遠鏡は、地域社会の役に立つと期待している」と自ら進んで発言していました。現時点では、マウナケアに望遠鏡を残せるのかどうかは、分かっていません。

ハワイ出身ではない科学者が「マウナケアに来て、望遠鏡で観測して、地域住民には関与せずにすぐ帰ろう」と思うのは良いことではありません。同じ世界に生きる市民の一員として、それは正しくありません。私はチリの国民なので、どのように天文学がチリの地域社会を発展させたかを知っています。発展途上国の話ではありますが、子どもたちは全員、「将来、私は天文学者になれるかもしれない」と思っています。多くの子どもたちは、実際には天文学者にならないけれど、算数や物理学や科学を学ぼうとします。このようにして、地域社会の全般的な学術レベルが向上するのです。

この観点でみると、ハワイは特別な場所です。ハワイでは何でもかんでも「輸入」します。多くの医師やエンジニアも「輸入」しています。しかし、天文学では、生徒たちが自ら科学への関心を持つことで、技術を身につけるきっかけとし、たとえ天文学とは別の仕事に就くとしても、結果的に天文学が社会発展の力となっていきます。これがUHヒロの役割だと思います。

L: 最後に読者へコメントはありますか。

T: はい。TIOのおかげで、現在、UHヒロは、「10+10」という中国政府の奨学金プログラムに参加しています。これは、中国政府から話のあったもので、中国の大学10校と米国の大学10校を組み合わせて、教授、研究員、大学院生の交換留学を行っています。最近は大學生まで対象が広がっています。この交換留学を行っている大学の中で天文学の大学院課程がないのはUHヒロだけですが、このプログラムを利用すると、中国の学生は中国政府から1~2年間分の奨学金をもらってUHヒロで学ぶことができます。

日本とハワイとの間にはさまざまな結びつきがありますが、大學生向けのプログラムはまだなので、今後そのような計画が実現できるといいですね。ハワイへの短期の出張だけではなく、じっくり滞在しながら、ハワイの文化やマウナケアの観測環境のバックアップの仕組みや苦勞なども学ぶよい機会となります。

TIOに必要なのは、このような人のつながりだと思います。特に、若い人はつながりをもつことが必要です。また、TIOはさらに大きなプロジェクトで協力するための基礎になるとと思います。



UH [University of Hawaii]  
2.2-meter Telescope (米国)

CFHT [Canada-France-  
Hawaii Telescope]  
(カナダ、フランス、米国)

Gemini North  
(米国、カナダ、チリ、  
ブラジル、アルゼンチン)

すばる望遠鏡 (日本)

NASA IRTF [Infrared  
Telescope Facility] (米国)

W.M. Keck Observatory  
(米国)

①

TMT完成イメージ



UKIRT [United Kingdom  
Infrared Telescope]  
(2014年まで英国、現在:米国)

UH [University of Hawaii]  
Hoku Ke'a Telescope (米国)

VLBA [Very Long  
Baseline Array] (米国)

CSO [Caltech Submillimeter  
Observatory] 2015年、終了  
(米国)

JCMT [James Clerk Maxwell  
Telescope] (2015年まで英国、カナ  
ダ、オランダ、現在:東アジア天文台)

②

SMA [Submillimeter  
Array] (米国、台湾)

ハワイ島・マウナケア(標高4200メートル)の山頂域に広がるマウナケア天文台群。地上で天体観測の最適地のひとつであるこの場所には、世界各国の望遠鏡が設置されています。TMTの建設予定地は、すばる望遠鏡から北東に少し離れたところにあります。

## The People Supporting the Various Activities on Maunakea

### マウナケアのさまざまな活動を支える人々

- (N) Stephanie Nagata, Director, Office of Maunakea Management
- (H) Stewart Hunter, General Manager, Maunakea Observatory Support Services
- (K) Yuko Kakazu, NAOJ
- (L) Ramsey Lundock, NAOJ

- (N) ステファニー・ナガタ マウナケア山頂管理事務局 局長
- (H) スチュアート・ハンター マウナケア天文台サポートサービス 事務長
- (K) 嘉数 悠子 国立天文台 ハワイ観測所
- (L) ラムゼイ・ランドック 国立天文台 天文情報センター



左手前から、ステファニー・ナガタ氏、スチュアート・ハンター氏、嘉数悠子氏、ラムゼイ・ランドック。

- このコーナーでは、マウナケアのさまざまな管理業務を担う責任者のお二人を交えて対談形式でお話を伺います。
- In this article we present a conversation with two of the people responsible for the management and support tasks for Maunakea.

L: Could you please describe the respective roles of MKSS and OMKM?

H: Maunakea Observatory Support Services (MKSS) oversees the general maintenance and logistical services to the Maunakea Observatories and the facilities at Halepōhaku (HP) while the Office of Maunakea Management (OMKM) is the overall land manager. MKSS takes care of approximately 9 miles of road and supplies water to the summit observatories. In the wintertime, MKSS is responsible for clearing snow from the road - we have the only snow removal equipment in Hawai'i!

MKSS also operates the Visitor Information Station (VIS) and the 72-room food and lodging facility at HP. There is a full time kitchen serving 3 meals a day and a summit lunch for those working at the top. Staff also prepare "night lunch" for those working throughout the night. This is basically a custom order "brown bag" meal where workers can select from a variety of sandwiches and other items. The cooks will accommodate special dietary requests such as vegan or vegetarian as long as they know in advance.

The rooms at HP have a small bed, private bathroom, a desk, and internet service. HP has high-speed internet service, connecting to the 10 Gb per second summit line. So people are able to conduct teleconferences and transfer data at a very high rate.

Other logistical services are provided on an "as needed" basis. For instance MKSS staff repaired the cinder roads between the Submillimeter Array dishes after they were damaged from heavy rain.

A good way to look at the relationship between OMKM and MKSS is that OMKM establishes the land management policies that MKSS and other organizations working on Maunakea must follow.

N: The role of OMKM is to protect the cultural, natural, and scientific resources and to ensure the health and safety of those who visit the mountain.

In 2000, the University of Hawai'i's Board of Regents (BOR) adopted a new Master Plan, which is the University's internal policy regarding how the University is to manage Maunakea. The Master Plan is the result of the BOR's recognition of the community's discontent over how Maunakea was managed over the previous years. A major focus of the Master Plan was the establishment of community-based management and an office dedicated to managing the mountain.

L: MKSS and OMKMの各々の役割を説明していただけませんか。

H: マウナケア・サポートサービス (MKSS) は一般的な整備や、マウナケアの天文台やハレポハク (HP) の施設へのサポートをしています。マウナケア山頂管理事務局 (OMKM) は土地を全部管理しています。MKSSは山頂の天文台までの9マイル程 (約14km) の道を整備し、天文台に水を供給しています。冬になると道路の除雪を行います。ハワイで除雪道具を備えているのはここだけです。

MKSSはビジターインフォメーションステーション (VIS) とHPにある宿泊所 (72部屋) を運営しています。食事は1日3食の料理を提供しています。そして、山頂で働く人たちのために「山頂ランチ」があります。一晩中働く人のために「夜のランチ」も用意しています。これは「ブラウンバッグ」という自分で選べる食事で、サンドウィッチほかさまざまな料理の中から選べます。事前に連絡があれば、ビーガンやベジタリアンのような方のために、コックが食事のリクエストに対応してくれます。

HPの部屋には小さなベッド、専用のバスルーム、机が備えつけられていて、インターネットも完備しています。山頂までインターネット回線があり、HPでは秒速10ギガビットの高速インターネットにつながります。電話会議もできますし、高速でデータも送れます。

その他の物流サービスについては必要に応じて提供します。例えば、以前、大雨で道が破損したときには、MKSSスタッフがサブミリ波干渉計間の砂利道を修復しました。

OMKMとMKSSの関係を理解するためには、OMKMがMKSSやマウナケアの他の組織が守らなければならない土地の管理方針を制定していることを知っておくと良いでしょう。

N: OMKMの役割は文化や自然資源、科学保護区を守ることと山を訪れる人の健康と安全を確保することです。

2000年に、ハワイ大学理事会は、新しい基本計画を採用しました。この基本計画では、ハワイ大学がマウナケアをどう運営していくかについての大学の内部方針を扱っています。過去何年かにわたってマウナケアがどう管理されてきたかについて、地域の不満や要望を理事会が認めた結果、制定されたのが現在の基本計画です。この基本計画では、地域に根ざした運営管理とマウナケアの運営に特化した事務局を設立することに重点を置いていました。





ビジター・インフォメーション・ステーション (VIS) は標高2800m。正式名は“ONIZUKA CENTER FOR INTERNATIONAL ASTRONOMY”です。

Part of the community-based management includes two volunteer advisory groups. One is the Kahu Kū Mauna Council (KKMC), which is comprised of members from the Native Hawaiian community and the other, is the Maunakea Management Board (MKMB). The KKMC advises OMKM, the MKMB, and Chancellor of the University of Hawai'i at Hilo on cultural matters related to Maunakea. The MKMB is comprised of members from the general community. The MKMB reviews all projects following consultation with Kahu Kū Mauna. The MKMB approves a project if it is one that has minimal impact on the mountain. For example, if Subaru wanted to put a camera on the side of its building or if it wanted to install a safety platform, MKMB can approve these. The MKMB recommends to the UH administration approval or disapproval of projects that have greater impacts, considered Minor, or Major projects such as the Thirty Meter Telescope project. Major projects, such as the construction of a new telescope, require the Board of Regents to make the final approval. But prior to the reaching the BOR, the project goes through the KKMC and MKMB review process.

The Master Plan provided the community for the first time with an opportunity to participate by giving input into the design of major projects, such as telescope facilities, through the design review process. This process involves review by a committee comprised of volunteers with expertise in the fields of architecture, engineering, planning, landscape engineering, and project management as well as a representative from KKMC and MKMB. The review of Major projects is guided by the goals, objectives, and design guidelines of the Master Plan. Included in the goals and objectives are the avoidance of sensitive environmental areas and archaeological sites as well as utilizing existing infrastructure to minimize impacts on the environment. The TMT was the first to go through this design review process.



VISの一角に建てられたハワイ島出身の宇宙飛行士エリソン・オニツカの記念碑。

OMKM is also responsible for activities that occur outside the buildings. OMKM does not get involved with internal telescope activities unless such activities affect the external environment, for example the transport of equipment using large vehicles requiring the closure of the road or inspection for invasive species.

While OMKM is responsible for activities that occur outside the telescope buildings, MKSS, which has been around for over 30 years, is responsible for a lot of the exterior work. This is mostly maintenance items such as road repairs, snow removal in the winter and water deliveries to HP and the summit. This works well and OMKM doesn't get involved except to ensure these activities don't impact the resources.

地域に根ざした運営管理には、2つのボランティアの顧問団体含まれています。1つはカフクマウナ協議会 (KKMC、Kahu Kū Mauna Council) です。ネイティブハワイアの地域コミュニティのメンバーが所属しています。もう1つはマウナケア管理委員会 (MKMB、Maunakea Management Board) です。KKMCはOMKMやMKMB、ハワイ大学ヒロ校学長にマウナケアの文化事情について助言します。MKMBは一般的な地域コミュニティのメンバーが所属しています。KKMCと協議した全てのプロジェクトに関して、MKMBは再審議します。MKMBはマウナケア山への影響が少ないプロジェクトのみを承認します。たとえば、すばる望遠鏡の建物の側面にカメラを取り付けたいときや安全のために足場を設置したいときにはMKMBが審議します。TMTプロジェクトのような大規模プロジェクトであっても小規模プロジェクトであっても、マウナケアへの影響が大きい場合には、MKMBが審議して承認や否認することがハワイ大学の管理のもと推奨されています。新しい望遠鏡を作るような大規模なプロジェクトの場合、理事会の最終決定が必要です。しかし、理事会の審議に入る前に、KKMCやMKMBの審議で承認されなければなりません。

基本計画では、設計の再審議を行うことによって、望遠鏡施設などの大規模プロジェクトの設計に地域の人の意見を盛り込む機会を初めて提供しました。この一連の審議の中には委員会の審議も含まれています。委員会には、建築、工学、プランニング、景観工学、プロジェクト管理の各々分野を専門としているボランティア、そしてKKMCとMKMBの代表が所属しています。大規模プロジェクトの審議は、基本計画の目標、目的、設計ガイドラインに則って行われます。目標と目的には環境への影響を最小限にするために既存のインフラを利用すると共に、環境脆弱地域や遺跡発掘現場を避けることも含まれています。設計が一連の審議にかけられるのはTMTが初めてでした。

OMKMは建物外での活動にも責任があります。一方、OMKMは、外の環境に影響を与える場合（たとえば機材を運搬するために大型車両を使うので道路を閉鎖し、外来種の調査をするといった場合）でない限りは、望遠鏡内部のことには関わりません。

OMKMは望遠鏡が設置されている建物の外で起こったことに対して責任があります。そして、MKSSは30年以上も実作業に関わっているので、外部の多くの仕事に責任を負っています。仕事の大部分は道路の補修、冬季の除雪、HPや山頂まで水を運搬するといった補修や維持に関するものです。一方、OMKMは補修や維持の活動が環境や資源に影響を及ぼさないようにチェックする役割で、この仕組みは大変うまくいっています。

大学が管理しているマウナケアの土地は保護区に指定されていて、ハワイ州土地・天然資源局 (DLNR) の行政規則によって治められています。施設を建設するには、DLNRの許可が必要となり、許可条件を守ることが必要になります。MKSSの場合、安全のために、ガードレールを設置するといった小規模な工事でもDLNRの許可が必要になります。ガードレールの工事は、



MKSSが管理するVISを訪れる観光客は近年にますます増えています。

The University's managed lands on Maunakea are classified as a conservation district and are governed by the administrative rules of the Department of Land and Natural Resources (DLNR). Constructing a facility would require a permit from DLNR and compliance with the permit conditions. In the case of MKSS, a Minor project, such as installing guardrails, which even though it is a safety issue, would still require a DLNR permit. Before going to DLNR, the guardrail project would go through the review process involving KKMC and MKMB, just not as intense or detailed as a Major project review such as the TMT.

**L: Could you please tell us about Maunakea's Comprehensive Management Plan?**

**N:** In 2005, OMKM began the process of developing a Comprehensive Management Plan (CMP). This process involved the separate development of a Cultural Resources Management Plan and a Natural Resources Management Plan, which then provided the foundation for the CMP. The CMP, which was approved by the Board of Land and Natural Resources in 2009, is the state's plan for how we manage the mountain.

**K: For archeological and environmental studies, do you hire people from outside?**

**N:** Yes, we hired an outside archaeological firm that conducted an inventory survey of archaeological sites within the entire Science Reserve and the summit access road corridor. Given the challenging environmental and physical conditions of the Science Reserve, it took four years to complete the survey. The survey served as the basis for the Cultural Resources Management Plan.

The Master Plan divides the Maunakea Science Reserve into two sections. The smaller of the two is the 525-acre Astronomy Precinct, which includes all of the telescopes except for the VLBA. The second larger section, 10,760-acres is a cultural and a natural preserve. No development takes place in this area. The majority of the 263+ archeological sites are found outside of the Astronomy Precinct. Within the Astronomy Precinct, there are only six sites.

Following the completion of an archeological inventory survey, OMKM developed a burial treatment plan and an archeological monitoring plan. Every year, archeologists monitor the archeological sites within the Astronomy Precinct and sites close to human activity. The remaining sites are monitored on a three or five year cycle. The purpose of the burial treatment plan is to inform OMKM about managing burial sites. There are no known burials in the Astronomy Precinct, as most of the burials are located in the remote areas of the Science Reserve.

On natural resources, our early concerns were about the wēkiu bug, a species found only on Maunakea. In 1999 the U.S. Fish and Wildlife Service believed the threat to the bug was serious enough that it placed the bug on the federal candidate list for threatened and/or endangered status. So beginning in 2002, annual surveys of the bug were conducted in known areas where the bugs were found and in other areas outside the immediate summit area. In addition, OMKM funded a graduate student to study the life history and genetics of the wēkiu bug.

The combination of surveys and study results, and management plans provided assurance that the threat level to the bug was low, resulting in the Fish and Wildlife Service removing the wēkiu bug from the threatened or endangered candidate list in 2011. Even though the wēkiu bug is no longer a candidate

TMTのような大規模なプロジェクトに比べると詳しい審議ではありませんが、KKMCとMKMBも含んだ再審議を経てから、DLNRの審議に入ります。

**L: マウナケアの包括的管理計画についてお聞かせください。**

**N:** 2005年にOMKMは包括的管理計画（CMP）の策定をはじめました。別々に作成された、文化資源管理計画と自然資源管理計画の2つが、CMPの基になりました。2009年、ハワイ州土地・天然資源委員会がCMPを承認しました。そして、CMPは山の管理方法に関するハワイ州の計画になったのです。

**K: 考古学研究や環境研究のために、外部から人を雇っているのですか。**

**N:** はい、外部の考古学業者を雇いました。業者は、科学保護区全域と山頂への道にある、遺跡の調査を行いました。科学保護区の環境的・身体的に厳しい条件の下での調査は4年間かかりました。この調査は文化資源管理計画の基になりました。

基本計画ではマウナケアの科学保護区を2つの区域に分けています。小さい方の区域は、525エーカーの天文学関連区域で、ここにはVLBA望遠鏡以外のすべての望遠鏡があります。大きい区域は1万760エーカーの文化・自然保護区です。この区域では開発を行ってはいけません。263以上ある遺跡の多くは天文学関連区域の外にあります。天文学関連区域には遺跡は6か所しかありません。



宿舎のあるハレボハクのロビーには望遠鏡を運用している各国の国旗が飾られていて、とてもインターナショナルな雰囲気です。

一連の遺跡調査が終わったのを受けて、OMKMは埋葬地管理計画と遺跡観察計画を作成しました。毎年、考古学者が天文学関連区域にある遺跡と人間活動に近い遺跡を調査します。残りの遺跡については、3年か5年の周期で調査しています。埋葬地管理計画の目的は、OMKMに埋蔵地の管理について報告することです。天文学関連区域には埋葬地が見つかっておりません。埋葬地の多くは、科学保護区の遠隔地にあります。

自然資源に関してはマウナケアでしか発見されていないwēkiu bugという種について、その生存が危惧されていました。1999年、wēkiu bugが絶滅の脅威にさらされているとされ、アメリカ合衆国魚類野生生物局は連邦政府の絶滅危惧種リストの候補に入れました。そして、2002年始めには、過去にwēkiu bugが発見された地域と山頂から少し離れた地域の年次調査が行われました。さらに、OMKMはwēkiu bugの生態と遺伝研究に取り組む大学院生に資金を提供して調査をしました。

その調査結果や研究結果を勘案すると、wēkiu bugの絶滅の危険レベルは低いことが確認されました。そして、2011年にアメリカ合衆国魚類野生生物局は絶滅危惧種リストの候補から外しました。とはいえ、OMKMはwēkiu bugの観察を続けていま



すばる望遠鏡の制御棟の横から北東を望む。雲海の下に太平洋が広がります（12ページの①矢印の方向です）。



species, the Office continues to monitor the wēkiu bug. Another reason the Fish and Wildlife Service took the bug off the list is because that the range of the wēkiu bug was found to be much wider than what was previously known. It's still up on the top of the mountain, but it's not limited to the immediate summit area, it is much wider.

Major concerns and threats to the ecosystem include the introduction and establishment of invasive species. Beginning in 2007, OMKM began surveying for alien species. Ants are of special concern because some ant species are aggressive and can negatively impact native arthropods, many of which have an ecological relationship with native plants. This is why OMKM inspects all large equipment and deliveries; because potential invasive species could hop onboard a truck, in the wheel wells, or maybe hitch a ride on or in a container. This is also the reason why we monitor all the summit facilities every quarter, and monthly at HP and the Visitor Information Station.

**H: OMKM also monitors the MKSS office in Hilo to ensure no invasive species are present.**

**N:** Our primary mission is to make sure that we are protecting the resources. Most of the threats to the resources are related to human activities, which is of increasing concern because of the growing number of people visiting the mountain. OMKM is also responsible for ensuring the health and safety of the visiting public. So the education of the visiting public includes not only the significance of the mountain from a cultural perspective and environmental uniqueness, but also how to visit safely.

OMKM is a land manager and does not have enforcement officers. The protests on the mountain in 2015 took place on the road. The road is a public road and there are laws and ordinances about blocking a road. When the road was blocked on the paved road, local law enforcement officers became involved. When the protest reached the start of the gravel portion of the summit access road above Halepōhaku, the landowner is DLNR, at which point DLNR enforcement officers took over.

**K: How many staff do you have right now?**

**H:** MKSS has about 35 or 36 direct employees and provides administrative support for around 15 more workers such as those in the Maunakea Weather Center. The Maunakea Weather Center puts out a very accurate high-resolution summit forecast twice a day during the week for the telescopes and visitors to the Mauna.

**N:** The Maunakea Weather Center site also has summit cameras and current weather information available to the public.

OMKM has nine full-time rangers and two part-time rangers, which allows for a minimum of two rangers on duty per day, but generally there are three rangers on duty most times. OMKM also has eight administrative and program support staff and two student helpers.

**L: I've heard that you also have very active volunteer programs.**

**H:** Yes, the Visitor Information Station volunteers do the equivalent work of 6 full-time employees each year. The number of volunteer hours has dropped in the past few years due to increased screening and training requirements.

す。もうひとつ、wēkiu bugが候補からはずされた理由には、調査の結果、以前知られていたよりもwēkiu bugが広い地域で確認されたということがあります。wēkiu bugは山の頂上にいますが、山頂のすぐ近くにしか生息しないという訳ではありませんでした。

また、外来種が入り込み、棲みつくことも、生態系への重大な脅威となります。2007年からOMKMは外来種の調査を始めました。特にアリは危惧されています。いくつかのアリの種類は攻撃的で、ハワイ固有植物とも関係がある固有種の節足動物に悪影響を与えるからです。これがOMKMが大型機器などの輸送品配達物を検査する理由です。外来種はトラックの上や車輪の中に飛び乗ることも、コンテナの上や中に潜むこともできます。これもまた、四半期ごとに全ての山頂施設の調査、さらに毎月HPとVISの調査を行う理由です。

**H: ヒロのMKSS事務所にも外来種が入り込まないようにOMKMはチェックを続けています。**

**N:** OMKMの一番の任務は確実に自然資源を保護することです。資源が脅威にさらされる多くの原因は人間活動に関係しています。マウナケアを訪れる人は増えているので、さらに心配されています。OMKMには訪れる人たちの健康と安全を守る責任もあります。訪れる人たちへの啓発には、山の文化的保全や環境的固有性の保護に関する教育だけでなく、安全に滞在するための教育も含まれています。

また、OMKMは土地の管理者であり、警察官ではありません。2015年に路上でマウナケアに天文台を作ることへの抗議デモが行われました。デモが行われた路上は公道です。公道の場合、道路を塞ぐことを罰する法律や条令がありますから、デモ隊が舗装された道路を塞いだときに、地元の警察官が出てきたのです。さらにデモ隊がHPから上の山頂へと繋がる未舗装路に着いたとき、ここの土地所有者はDLNRなので、DLNRの警察官がデモ隊に対応しました。

**K: 現在、職員は何人いますか？**

**H:** MKSSは直接雇用の従業員が35、36人働いています。さらにMKSSはマウナケア気象センター等で働く約15人の従業員の事務支援を行っています。マウナケア気象センターは、望遠鏡とマウナケアを訪れる人のために、1日に2回、精度が高い、山頂気象予報を発表しています。

**N:** マウナケア気象センターにも山頂カメラがあり、現在の気象情報を公開しています。

OMKMには常勤のレンジャーが9人、パートのレンジャーが2人いますので、最低でも1日に2人のレンジャーが働いています。実際には、ほとんどの時間帯で3人勤務体制です。また、OMKMには、プログラムを支援する8人の職員と2人の学生がいます。

**L: ボランティアがとても活躍していると聞きました。**

**H:** はい、VISのボランティアは、毎年常勤職員6名分の仕事をしています。ボランティアの選考基準が高くなっており、訓練の要求も増えているので、過去数年間でボランティアの人数は減りました。

N: The OMKM volunteer weed-pull program is scheduled about once every three months. This has grown into a very popular activity. We get quite a number of people from the community that want to come up and pull weeds within the Halepōhaku area. The long-range goal is to eventually revegetate the area in native plants.

H: The Kama'aina Observatory Experience (KOE) is hosted by staff from the Maunakea Observatories, 'Imiloa Astronomy Center, and the Maunakea Visitor Information Station. This is a free monthly program developed to bring Kama'aina (Hawai'i residents) up and show them the mountain and the telescopes. It begins with Hawai'i residents meeting at Halepōhaku, where they're given talks on the significance of Maunakea: cultural, scientific, and natural resources. After that, everybody gets lunch. Then they're taken up to the summit in 2 commercial tour vans to 2 different observatories. One van goes to one observatory, one goes to the other. Then the vans switch places, so everyone gets to tour 2 telescopes. Then they're brought back down to HP for a short question and answer session. Usually it goes from 10 in the morning until about 4:30 in the afternoon or so. It's free to the participants, with all fees paid for by 'Imiloa and the Maunakea Observatories. The program provides an opportunity for local people to come and actually see for themselves first-hand what it's like on Maunakea.

K: I heard that last time when they opened the registration website online signup page, it was filled within 3 minutes.

H: Yes, so the reservations are all done by 'Imiloa. They announce when they're going to open up the website for reservations. Once open, it's full within 3 minutes or less.

L: Is there anything else you'd like to add?

N: Can I just talk about the ranger's a little bit more? The ranger program was established in 2001 following the 1998 report by the State Auditor. We started out with two rangers, and it has grown because the number of people who visit the mountain has increased significantly. As I mentioned earlier, the main role of the rangers is resource protection and looking out for the health and safety of people.

The rangers also interact with people explaining how to be safe and informing them about the cultural and environmental sensitivity of the mountain. For example, they discourage people from hiking up to Pu'uwēkiu, a culturally significant site. The KKMC asked that a sign be placed at the start of the trail-head that says: "This summit is historically, culturally and environmentally significant. Help preserve our cultural and natural landscape and show your respect by not hiking beyond this point." But some people go anyways.

Rangers also help, for example, people in distress such as sick or lost hikers, assist with stalled cars or flat tires. They also direct traffic in the evening at the Visitor Information Station and when there are oversize vehicles on the summit access road.

Finally, the rangers conduct external inspections of all the summit facilities and Halepōhaku to ensure everyone is in compliance with their Conservation District Use Permits. This includes keeping their surrounding areas clean and clear of trash. Results of the inspections are sent to all the directors.

L: Thank you for explaining everything.



ハレポハクの食堂のようす。料理はお安く庶民的な味です。食べられない食材があれば、事前のリクエストに応じて特別な料理も用意してくれます。

N: OMKMでは3か月に一度、雑草取りのボランティア活動を行っています。雑草取りは大変人気がある活動です。参加者は、ハレポハクにやってきて雑草取りをしたいという地元の人が多いです。最終的には、この土地を固有植物でいっぱいにすることが大きな目標です。

H: マウナケアの天文台とイミロア天文学センターとVISは、ハワイ州在住者向け特別見学プログラム (KOE、Kama'aina Observatory Experience) というプログラムを実施しています。毎月行われている無料のプログラムでカマアイナ (ハワイ在住の人) にマウナケアや望遠鏡を案内します。まず、HPでカマアイナが集まり、マウナケアの文化、科学、自然資源の重要性についての話を聞きます。その後は、昼食です。それから、2つの商業ツアーのバンに分かれて乗って、2つの天文台に別々に行きます。その後、入れ替わりでもう一方の天文台に行くので、2つの天文台の望遠鏡ツアーに全員が参加できるというわけです。それからHPに降りてきて、短い質疑応答の時間を設けます。通常は、朝10時から始まり午後4時半までかかります。イミロアとマウナケア天文台が全ての費用を払うので、参加者は無料で参加できます。このプログラムは地元の人たちにマウナケアにやってきて、実際にマウナケアはどういうところなのかを初めて経験してもらう良い機会です。

K: 前回、予約サイトを更新したら予約が3分で埋まったと聞きました。

H: その通りです。予約はすべてイミロアが担当しています。イミロアが予約ページをいつ更新するか予告するんです。でも、予約ページが更新されると、3分以内で埋まってしまうんです。

L: 他に補足はありますか?

N: レンジャーについてももう少し話してもいいですか? 1998年に州の監査部門がレンジャープログラムの必要性を提起し、その後2001年にレンジャープログラムが設立されました。最初のレンジャーは2人でしたが、マウナケアを訪れる人が大幅に増えたので、レンジャーの人数も増えました。先程話したように、レンジャーの主な役割は山を訪れる人の健康と安全を確保することです。

レンジャーは訪れる人たちに、ここで安全に過ごすにはどうしたらいいのかの説明し、マウナケアの文化・環境への気配りについて話します。たとえば、文化的に重要な場所であるPu'uwēkiについてもハイキングするのを止めるように注意します。カフクマウナ協議会 (KKMC) は登山口に看板を立てるように私たちに依頼しました。その看板には「この山頂は歴史的、文化的、環境学的にとっても重要な場所です。私達の文化や自然景観に敬意を示して、これらを守るために、ここから先はハイキングしないでください」と書かれています。しかし、看板を立てても一部の人は通ってしまいます。

レンジャーは、病気にかかった人や遭難したハイカーを助けることはもちろん、車がエンストしたりタイヤがパンクした人を助けることもあります。夕方になると、レンジャーはVISで交通整理を担当します。山頂に向かう道に大型車が通る場合にも交通整理を行います。

レンジャーは、山頂の全施設とHPの外部調査を行い、保護区の利用許可に則っているかどうか確かめます。この区域をきれいにすることやゴミが落ちていないようにすることも、調査に含まれています。そして、調査結果は、全ての責任者に送られます。

L: ご説明ありがとうございました。



## 「流体学校～Athena++で学ぶ流体力学～」報告

川島朋尚 (理論研究部)、朝比奈雄太 (天文シミュレーションプロジェクト)

2017年2月18日から21日の4日間にわたり、天文シミュレーションプロジェクト主催★の数値流体のウィンタースクール「流体学校～Athena++ (アシーナ・プラス・プラス) で学ぶ流体力学～」が、すばる棟大セミナー室で開催されました。Athena++とは、Princeton大学と大阪大学等が共同開発している世界最高水準の磁気流体の公開コードです。本スクールでは数値流体力学の基礎を学ぶ講義と、天文シミュレーションプロジェクトのスーパーコンピュータ「アテルイ」でAthena++コードを動かすシミュレーション実習が行われました。

天文学において流体力学過程は多岐にわたって現れます。しかし、解析的に解が得られる問題は非常に限られています。そこで、流体力学の時間発展方程式を計算機で解く数値シミュレーションが強力な道具になります。

シミュレーションは非常に強力な研究手法ですが、結果を考察するためには、流体力学および数値計算法の基礎を身につけて様々なスキーム (解法) の特性を理解しておく必要があります。また、高解像シミュレーションを実現する代表的な手法である「解適合格子法」は、その実装が困難であることが知られています。そこで、これから流体シミュレーションに取り組む大学院生や解適合格子法を研究に取り入れようとしている研究者を対象に、流体力学の基礎的性質と数値計算法の基礎、そして解適合格子法を実装した磁気流体コードであるAthena++の使用法と解析方法を学ぶ機会を提供するために、本スクールが開かれました。

本スクールの講師には、2012年に理論研究部の富阪幸治氏の指導のもと博士号を取得しAthena++の開発の主要メンバーの一人である富田賢吾氏 (大阪大学)、

数値流体力学の第一人者である花輪知幸氏 (千葉大学) が招かれました。

スクールの序盤は花輪知幸氏の流体力学・磁気流体力学、そしてそれらの数値解法の基礎の講義を中心に行われました。流体力学を学ぶ学生が躓きやすい部分、例えば「流体のエネルギー方程式になぜエンタルピー流束が現れるか」が丁寧な導出と共に解説されました。また、数値流体を解く上で重要な「リーマン不変量」や「特性速度」について、弦の振動を例にとったわかりやすい説明がなされました。



図1 花輪知幸氏による流体力学の講義の様子。講義資料は流体学校のWebページ (<http://www.cfca.nao.ac.jp/content/流体学校>) よりダウンロード可能。

富田賢吾氏によるAthena++の講義や実習の前半では、衝撃波管問題のような基礎的課題を解いて花輪氏の講義で学んだ内容の理解を深めながらAthena++の使い方に慣れていく形式で行われました。中盤から後半にかけては多次元問題や解適合格子法による高解像度計算といったより実践的な課題を行いました。シミュレーション研究を行う上での心構え (例えば、シミュレーション結果を盲信してはならないこと) も参加者に伝えられました。

受講者の意欲はとて高く、開催側の予想を上回るスピードで課題をクリアしていきました。この講義の最終課題は、受講者がAthena++を用いて自分が設定した天文学の問題を実際に解く、というものでした。それぞれ工夫をしながら問

題を設定し、自身の興味のある問題を解いていきました。



図2 富田賢吾氏によるAthena++の説明の様子。Athena++は日本語サポートページ (<http://vega.ess.sci.osaka-u.ac.jp/~tomida/athena/>) でコードおよび日本語のドキュメントが公開されている。

最終日には、スーパーコンピュータ利用申請のプロポーザルの書き方についての解説や、本スクール校長である理論研究部の富阪幸治氏による総括が行われました。校長自身も本スクールの最終課題に取り組み、相互作用する2つの超新星残骸をシミュレートしました。これは富阪氏の指導教官であった池内了氏が1970年代後半に行ったシミュレーションであり (1978, PASJ, 30, 563)、研究者のコード開発への多大な努力とコンピュータの発展により当時の最先端研究が今日では比較的容易に行えるようになったこと、そして今後のシミュレーション天文学の更なる発展を目指す若手への激励のメッセージで本スクールは締めくくられました。

最後に、本スクールの講師である富田賢吾氏と花輪知幸氏、そして実習のTAを引き受けてくださった高樺真介氏 (名古屋大学) と小野智弘氏 (京都大学) に厚く御礼申し上げます。本スクールでは当初30名の受講者を募集しておりましたが、予想以上に多くの皆様にお申し込みいただき40名の学生や研究者の皆様にご参加いただきました。受講者の皆様の今後のシミュレーション研究の手助けとなれば幸いです。

★ ポスト「京」重点課題9「宇宙の基本法則と進化の解明」、同萌芽的課題 (3)「太陽系外惑星 (第二の地球) の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明」および計算基礎科学連携拠点との共催で執り行われました。また、本スクールの経費は部分的に自然科学研究機構「自然科学研究における機構間連携ネットワークによる拠点形成事業」によりサポートされました。



図3 受講者、講師、TA、世話人の集合写真。

★各活動の参加者募集は台内スタッフが対象です。

## 参加者募集中！

## 国立天文台のレクリエーション活動「三鷹地区」

国立天文台には台内スタッフのレクリエーションを図るためのスポーツ系の同好会が数多くあります。今回は三鷹地区で活動する7つのサークルをご紹介します。

## サッカー部

堀 安範

(太陽系外惑星プロジェクト室/アストロバイオロジーセンター)

天文台サッカー部は火曜日と木曜日の週2回、昼休みにグラウンドでサッカーをしています(時々、JAXAのチームや他大学のチームと一緒にゲームしたりもしています)。性別、年齢、部署は関係なく、学部生、大学院生、職員が集まり、みんなで仲良く、ゲーム形式でサッカーを楽しむ雰囲気です。初心者の方もたくさんいますので、経験の有無に関係なく、気軽にご参加下さい。

参加登録や連絡は特に必要ありません。火曜・木曜の昼休みに、運動できる服装でグラウンドに来ていただくだけでOKです。天然芝(?)グラウンドで一緒に汗を流しましょう。運動後は中央棟の地下1階にあるシャワールームを利用できますので、夏場でも心配ありません。また、多少の小雨が降っている時もやっていますので、不安な時は昼休みにグラウンドを覗いてみて下さい。

## 活動案内

場所：三鷹キャンパス・グラウンド

日時：火曜日、木曜日の12時15分～13時

連絡先：堀 安範/0422-34-3900 (内線 3065)



昼休みに集まったサッカー部メンバー。

## ジョギング部

篠田一也(太陽観測所)

火曜日・木曜日のお昼休みに、合同練習と称して主に野川沿いを30分ほど走っています。この練習は強制ではなく、それぞれ思い思いのペースでジョギングを楽しんでいます。野川沿いの景観の中でおしゃべりしながらだったり、記録を目指してだったり、自己鍛錬や健康維持・ダイエットのためだったり目的は人それぞれです。

また、お休みの日にはマラニック(マラソン+ピクニック)を企画し、観光など楽しめます。春はお花見、初夏は神田川下り、1月は七福神巡りと季節毎の企画や、スイーツ巡りなど趣味の企画であちらこちら走りに行きます。

マラソン大会などは個人参加ですが、申込情報を教えあい、参加報告をしています。また、旧原子核研究所の職員による核研走友会さんとの合同チームで、箱根駅伝の次に伝統のある奥多摩溪谷駅伝と、ファミリーで楽しめる多摩湖駅伝に毎年複数チームで参加しています。

走ることに興味・関心がある方は、ぜひお近くのジョギング部の部員にお声掛けください。案外近くに部員は潜んでいますよ。見つけれなかった方やお問い合わせのある方は岩下部長か三役(福田、高橋、篠田)までご連絡ください。

## 活動案内

日時：火曜日、木曜日のお昼休み(12時10分～12時45分)

集合場所：中央棟(北)とすばる棟の間

連絡先：部長・岩下 光(内線3878)/広報・高橋英則/企画・福田 武夫(内線3887)/人事・篠田一也(内線3723)



駅伝(上段)とマラニック(下段)での集合写真。



## 卓球部

山崎利孝(チリ観測所)

残された記録を紐解くと、1947年11月より試合の記録が残されていて、今年で創立70年を迎えます。昭和33～61年の間は、東京大学教職員レクレーション大会にて優勝15回(入賞20回)、三多摩地区共済大会にて優勝5回と、まさに黄金期を迎えていましたが、団体戦での成績は平成17年度を最後に低迷気味です。かつては台内の職員対抗大会も行われていましたが、最近では練習環境の問題(とくに夏の酷暑と冬の寒さ)もあってか、大会開催は復活出来ていません。そんな中でも毎日の練習を数名で続けています。

三多摩地区共済大会卓球の部にはかろうじて連続参加を続けていますが、最近のチーム戦での成績は4位と振いません。三多摩教職員大会にも参加し、昨年は「懇親会の部」で3位。この大会においては、昨年、黒田さんが女子の部個人戦で優勝(共済大会)、今年は準優勝(教職員大会)。臧さんは懇親会の部で優勝。平成29年度、3部でわたしも3位になりました。日頃からOBの三上さんの指導の下で練習しています。メンバーの国籍も多国籍化して多様なメンバーが集っていますので、初心者から上級者までどなたでも参加を大歓迎します。

### 活動案内

場所：南研究棟すぐ南、プレハブ倉庫の一角。2部屋。  
日時：毎日12時から30分間(夜間は18時から有志で)  
連絡先：山崎利孝(内線3843)



卓球室での日ごろの練習風景(臧亮堅撮影)。

## テニス部

村上和弘(事務部施設課)

皆さん、こんにちは、天文台テニス部の部長をやっています施設課の村上と申します。これから段々暖かくなり良い季節になってくるとと思いますので緑に囲まれた中で気分転換や運動不足の解消で体を動かすのはいかがでしょうか。

三鷹地区のテニスコートは、旧図書館の西側にあります。ハードコート2面でお昼休みに、雨以外はほぼ毎日行っています(“昼テニ”と呼んでいます)。

昔テニスをやっていたけど最近は全くやっていないと言う人から、これからテニスを始めてみようかな?という人も大歓迎です。

本題の活動内容ですが、昼テニ以外に多摩地区の国立大学(電気通信大学、東京学芸大学、東京農工大学、一橋大学など)対抗の懇親テニス大会が春と秋の2回行われます。過去に運良く2回優勝経験がありますが弱小チームでいつも最下位付近をウロウロしています。他大学も同様に近年テニス人口が減っています。一人でも多くの参加をお待ちしています。

### 活動案内

場所：三鷹キャンパス・テニスコート  
日時：(雨天以外の)ほぼ毎日の昼休み  
連絡先：村上和弘(内線3684)



平成28年度 西東京地区国立大学法人等職員硬式庭球大会(会場：東京農工大学にて)。

## ドッジボール部

チャップマン純子(TMT推進室)

お腹もいっぱいになった心地よい昼下がり、三鷹キャンパスのグラウンドから『熟(×「老」)若男女』の賑やかな声が聞こえてきたことはありませんか。ドッジボール部では毎週火曜か木曜のお昼休みに約30分間グラウンドでメンバーが童心に返って練習をしています(夏場は休止)。

2016年9月には初の対外試合、千葉県木更津市で開催された『大人の本気なドッジボール大会』に参戦しました。その名の通り大人が本気でドッジボールをするという大会ですが、天文台チームも直前の数週間で集中練習を行い、当日はお揃いのTシャツを着て本気で試合に臨みました。平均年齢と当日の移動距離では他チームを圧倒していたものの、結果は残念ながら完敗でした。

ドッジボールは日本で初等教育を受けた人ならばほぼ誰もが体験したスポーツである一方、その後その道を究めた人はほとんどいないため技能の差をあまり感じることなく楽しめるスポーツです。関心のある方は私やお近くの部員に声をかけていただく他、練習場所での飛び入り参加も大歓迎です。『熟若男女』は問いませんのでどうぞお気軽に参加してください。

## 活動案内

場所：三鷹キャンパス・グラウンド  
日時：火曜日か木曜日のお昼休み（約30分間）  
連絡先：チャップマン純子（内線3781）



初の対外試合にて。

## バドミントン部

野田寛大（RISE月惑星探査検討室）



西東京大会で準優勝!! 三鷹に凱旋後、賞状を手にはパチリ!

これまで部員は近隣大学の職員チームや地域のクラブに個人で参加し、大会の前に何度か集まって練習するだけだったのですが、今年度からは三鷹キャンパスに近い大沢コミュニティーセンターで月一回の練習を始めました。体育館の空き状況次第なので活動日は不定です。毎年秋には西東京地区国立大学法人等・職員バドミントン大会（団体戦）に参加しています。初心者から熟練者、外国籍のメンバーも多数いて各自のレベルでゆるく楽しんでいます。

2016年秋の団体戦では強豪5チームの中で準優勝しました。1チームに対してダブルス5試合を戦うのですが、ここ数年部員が少なく2試合に出る人が多数、という具合で勝利から遠のいていたのが嘘のようです。

バドミントンは誰でも手軽に始められて、スピード感と緩さを同時に味わえる楽しいスポーツです。仕事帰りのひととき、仲間ワイワイとバドミントンを楽しめばスッキリすること請け合いです。一緒にいかがですか？

## 活動案内

場所：大沢コミュニティーセンター、近隣の大学等  
日時：不定期（月一回程度、18時から20時）  
連絡先：杉山元邦（内線3261）、松田有一（内線3101）、高本正美（内線3516）

## 野球部

鈴木竜二（先端技術センター）

毎週、月・水・金の昼休みに天文台内のグラウンドで活動しています。普段はキャッチボールやノック、フリーバッティングをやっています。年に5～10試合くらい練習試合を組んで、年に2回大会に参加します。部員は老若男女、レベルも様々です。午後の仕事に向けてリフレッシュしたい方、何らかの理由で鬱憤を晴らしたい方、昔杵柄を取ったことのある方、野球を始めたい方、ヒットを打ちにグラウンドに遊びに来てください。

最近に参加した大会の成績では、2016年西東京地区国立大学法人等職員軟式野球大会で準優勝しましたが、東工大、農工大、東大の三強の壁は厚いです。練習試合も含めると勝率は6割くらいで、プロ野球だとAクラスです。試合は普段あまり味わうことがない類の緊張感があるので新鮮です。もちろん、試合の後は喉を潤しながらの反省会です。勝っても負けても終わった後のビールは最高ですよ。

## 活動案内

場所：三鷹キャンパス・グラウンド  
日時：月曜日・水曜日・金曜日の昼休み  
連絡先：直接グラウンドに来ていただくか、鈴木竜二（内線3867）まで。



2016年に大会で準優勝した時の写真です。



## 平成28年度国立天文台長賞は、2チームに！



45 m望遠鏡性能向上チームのみなさん。



CLASPプロジェクトチームのみなさん。

平成28年度国立天文台長賞の授賞式が3月7日に行われました。28年度の台長賞を受賞したのは、「野辺山宇宙電波観測所・先端技術センターの45m望遠鏡性能向上チーム（技術・開発部門）」および「CLASPプロジェクトチーム（研究教育部門）」の2チームです。受賞されたみなさま、おめでとうございます。

### 歴代受賞者 & プロジェクトリスト

#### 19年度

- ・技術部門：川島進、篠原徳之、北條雅典、関口英昭（野辺山太陽ヘリオグラフ）
- ・研究部門：四次元デジタル宇宙プロジェクト、ひので科学プロジェクト

#### 20年度

- ・研究部門：天文情報センター

#### 21年度

- ・研究部門：RISE月探査プロジェクト

#### 22年度

- ・研究開発部門：太陽系外惑星探査プロジェクト室
- ・運営部門：乗鞍コロナ観測所観測職員
- ・広報普及部門：世界天文年2009

#### 23年度

- ・研究開発部門：ALMA推進室・先端技術センターバンド10開発チーム
- ・広報普及部門：天文情報センター 中桐正夫、アーカイブ室
- ・特別賞：水沢VLBI観測所 佐藤克久、浅利一善、天文保持室

#### 24年度

- ・研究部門：太陽観測所・太陽の長期継続観測とデータベース作成チーム

#### 25年度

- ・研究教育部門：水沢VLBI観測所
- ・技術部門：先端技術センター 福田武夫、西野徹雄

#### 26年度

- ・チリ観測所・先端技術センター

#### 27年度

- ・運営部門：ALMAプロジェクト、電波天文周波数小委員会

★歴代の受賞者・プロジェクト名は、中央棟玄関ロビーに受賞プレートが掲示されています。

### プロジェクト変更のお知らせ

平成29年4月1日より、「太陽観測所」と「ひので科学プロジェクト」は「太陽観測科学プロジェクト」になりました。

## 編集後記

岩手では今年4月後半を過ぎてから桜が満開に。関東で桜が散ったあとから本格的に楽しめてなんだか得した気分になります。(h)

出張先のチリから小学校に入学した長男とテレビ電話で話す。入学式に行けなかったのでいろいろ聞きたかったが、まだ入学式だけだからよくわからないよ、と言われた。(l)

カリフォルニア工科大学で開催された大型加速器と望遠鏡プロジェクト広報担当者のミーティングに参加して、「そもそもなぜ広報が必要か」というところから幅広く議論。大変刺激になりました。(h)

3月末にワークショップで初めてのカザフスタンへ。アルマティはけっこう都会でした。雪道を何度もスタックしながら雲の中の天文台へ行ったのはいい思い出です。(e)

新年度開始早々にスペインに出張。帰りの乗り継ぎ便がキャンセルされ、帰国が1日遅れて、子どもの大事なイベントに間に合わなくなってしまった。これが厄年かー。(K)

春は目覚めの季節。今年は冬眠から目覚めた直後のスズメバチの女王蜂を上着につけたまま（妻が）家まで持ち帰ってしまうという事態に遭遇。まだ寝起きで動きの鈍いのが辛いですが、その後どう対応したものかと悩んだ初春の午後でした。(k)

毎年のことだが、桜はあっという間に終わり、新緑というよりも夏が。。。。。(W)

## 国立天文台ニュース

NAOJ NEWS

No.285 2017.4

ISSN 0915-8863

© 2017 NAOJ

(本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

### 国立天文台ニュース編集委員会

- 編集委員：渡部潤一（委員長・副台長）／小宮山裕（ハワイ観測所）／秦和弘（水沢VLBI観測所）／勝行行雄（ひので科学プロジェクト）／平松正顕（チリ観測所）／小久保英一郎（理論研究部／天文シミュレーションプロジェクト）／伊藤哲也（先端技術センター）
- 編集：天文情報センター出版室（高田裕行）●デザイン：久保麻紀（天文情報センター）

★国立天文台ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話あるいはFAXでお願いいたします。  
なお、国立天文台ニュースは、<http://www.naoj.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

5月号の研究トピックスは、最新のアルマ望遠鏡の成果を続々とご紹介。付録の「アルマーの冒険・外伝Ⅰ」もお楽しみに！

研究トピックス



アルマ望遠鏡 観測ファイル13

## 巨大赤ちゃん星が作りだした宇宙花火

Navigator

平松正顕 (チリ観測所)

オリオン大星雲の中で、赤外線でひとときわ明るく輝く「オリオンKL天体」をアルマ望遠鏡が観測し、四方八方に飛び散るガスを鮮明に捉えました。ここでは、巨大な赤ちゃん星たちが500年ほど前に衝突したか、衝突しそうになるほど近づいたため、星の周囲にあったガスや塵が花火のように飛び散ったと

考えられています。画像は、アルマ望遠鏡とジェミニ南望遠鏡で撮影したオリオンKL天体の合成画像です。中心近くで広がっているのがアルマ望遠鏡で捉えた一酸化炭素ガスで、その動きを色で表現しています。私たちに近づく方向に動くガスを青、遠ざかる方向に動くガスを赤で表しています。



Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), J. Bally; B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); Gemini Observatory/AURA

### 研究者の声

廣田朋也 (水沢VLBI観測所)

最初にこれを見たのは論文著者の1人とオリオンKL天体の未発表データを互いに紹介し合っている時で、第一印象は「いがくり? うに?」という驚きでした。赤と青で示された1本1本の高速ジェットが無数の針のようにシャープに分解された画質には「さすがアルマ!」としか言えません。そこでの議論を元に、最近私たちはアルマ

を用いた国際共同研究を始めました。実は、今回提案された「花火」の中心にある赤ちゃん星についての解釈と、私自身のアルマによる別の観測結果を統一的に説明するシナリオがまだ確立していません。「さらに高くなるアルマの能力をもってすれば、この赤ちゃん星の謎も近い将来解明されるだろう」と予感させた画像です。

