

自然科学研究機構

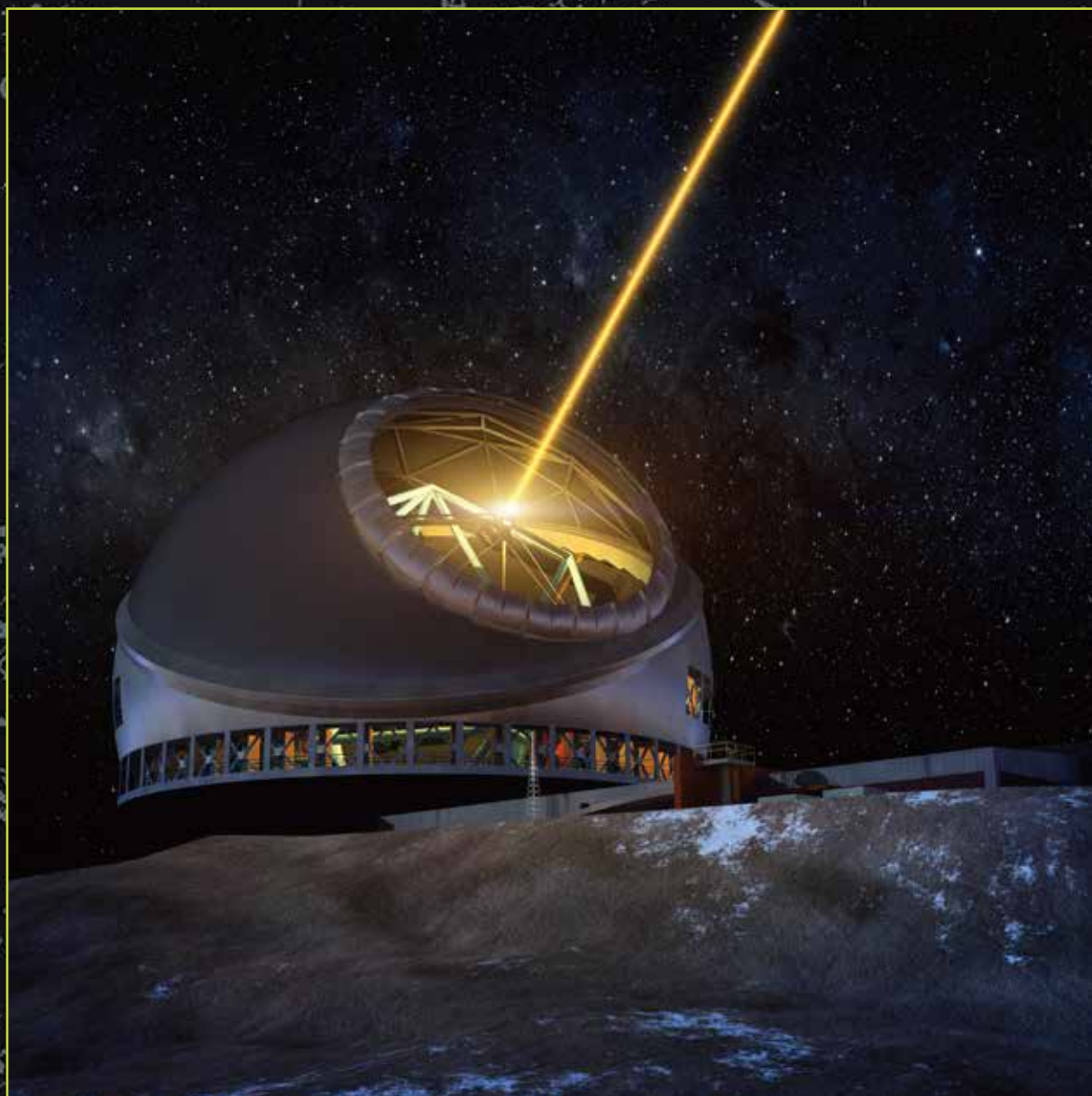


# 国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2014年8月1日 No.253

## 特集 TMT いよいよ建設開始！



- TMTプロジェクトの国際協議のこれまでの歩み／着々と進む日本での望遠鏡製作と科学研究の検討／口径30メートルの超巨大望遠鏡 マウナケア天文台群に仲間入りへ！／TMTの広報活動を紹介しします／TMT推進室のスタッフと活動を紹介しします／新連載「Aloha! TMT」01 TMT計画の概要と日本の役割分担
- 「木星系探査衛星JUICE-GALA 全体研究会」報告
- 「The 6th Korea-Japan Workshop on KAGRA」報告
- 「国立天文台とレバノン ノートルダム大学(NDU)との研究協力協定の締結」

8

2014

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

03

## 特集 TMT 建設開始へ！

## ★TMTいよいよ建設開始！

—TMTプロジェクトの国際協議のこれまでの歩み—  
(家 正則 / TMT 国際天文台評議会副議長)

## ★着々と進む日本での望遠鏡製作と科学研究の検討

(青木和光)

07

## 新連載「Aloha! TMT」01

TMT 計画の概要と日本の役割分担 (青木和光 / TMT 推進室)

08

- 口径30メートルの超巨大望遠鏡 マウナケア天文台群に仲間入りへ！

10

- TMTの広報活動をご紹介します。(石井未来)

11

- TMT推進室のスタッフと活動をご紹介します。(臼田知史 / TMT 推進室長)

12

## おしらせ

- 「木星系探査衛星 JUICE-GALA 全体研究会」報告  
(並木則行 / RISE 月惑星探査検討室)
- 「The 6th Korea-Japan Workshop on KAGRA」報告  
(中村康二 / 重力波プロジェクト推進室)
- 「国立天文台とレバノン ノートルダム大学 (NDU) との研究協力協定の締結」  
(関口和寛 / 国際連携室)

15

## 人事異動

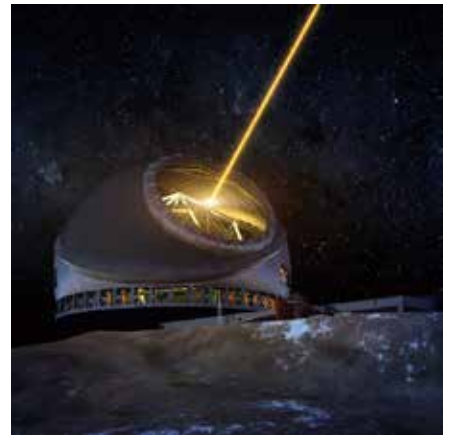
- 編集後記
- 次号予告

16

## 新シリーズ「新すばる写真館」05

すばるが見つめる星のゆりかご

——大朝由美子 (埼玉大学)

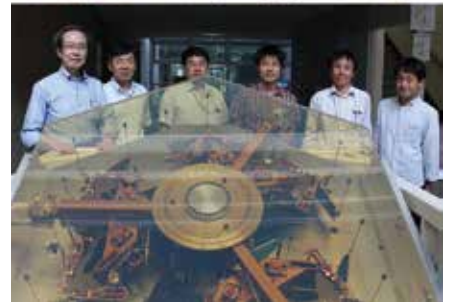


表紙画像

ハワイ島マウナケア山頂域(標高4050m)に建設予定の超大型望遠鏡TMT(完成予想図)。補償光学を用いた近赤外線観測のためには、望遠鏡からレーザーを照射して人工の参照星を生成します。

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)



(上) 千葉・幕張メッセで開催中の「宇宙博2014」(9月23日まで。p15参照)の展示品として運び出されるTMT主鏡分割鏡の試作品。台内スタッフも興味津々。(下) 関係者で記念撮影(左から宮下隆明主任研究技師、杉山元邦特任専門員、山下卓也教授、橋本哲也研究員、鳥居泰男研究技師(光赤外研究部)、田島俊之広報普及員)。

## 国立天文台カレンダー

## 2014年7月

- 09日(水) 幹事会議
- 11日(金) 4次元シアター公開/観望会
- 24日(木) 安全衛生委員会
- 26日(土) 4次元シアター公開/観望会
- 31日(木) 幹事会議

## 2014年8月

- 02日(土)~10日(日) 石垣島天文台 4D2U・天体観望会
- 03日(日) VLBI石垣観測局特別公開
- 06日(水) 電波専門委員会
- 08日(金) 4次元シアター公開・観望会(三鷹)
- 10日(日) VLBI入来地区特別公開
- 23日(土) 野辺山地区特別公開/4次元シアター公開・観望会(三鷹)
- 28日(木) 安全衛生委員会
- 30日(土) VLBI水沢地区特別公開/岡山天体物理観測所特別公開

## 2014年9月

- 01日(月) 運営会議
- 05日(金) 幹事会議
- 12日(金) 4次元シアター公開・観望会(三鷹)
- 16日(火) 太陽天体プラズマ専門委員会
- 25日(木) 安全衛生委員会
- 27日(土) 4次元シアター公開・観望会(三鷹)



### ▶ TMTいよいよ建設開始！ —TMTプロジェクトの国際協議のこれまでの歩み—

★ついに建設が始まるTMT。ここでは、10年余にわたるTMT計画の経緯を振り返ってみましょう。

家 正則

(TMT国際天文台評議会副議長)



#### ● 合意書締結

カリフォルニア工科大学、カリフォルニア大学、カナダ天文学大学連合は、2003年にTMT公社を設立し、四半期ごとにTMT協力評議会を開催し、計画を練ってきました。これに、日本は2006年から、中国が2010年、インドが2011年から参加して、TMT建設を国際プロジェクトとして実現することを目指してきました。2009年には日本の意向を入れて建設地をハワイとすることが合意され、各国の役割分担の協議が2011年頃にはほぼ固まり、それぞれが予算要求

の準備を進めてきました。建設を進めるため、TMT国際天文台法人を設立すること、その運営はメンバー機関の代表者からなる評議員会で重要事項を決定すること、基本的には各国対等の立場でプロジェクトを進めること、望遠鏡時間は寄与分に応じて配分することなど、紆余曲折はあったものの粘り強い協議の末に基本方針を合意してきました。

実は合意協議の中で難航したのが、「プレミアム因子論争」という寄与貢献の評価法に関する論争でした。4年余り合意点が見つからな

いままでしたが、第三者機関の調停を得て2013年4月にはこの問題も解決し、基本合意を記した主協定書に2013年7月に林正彦国立天文台長など参加パートナー六者の代表全員が署名しました。

この後、国際法律事務所の支援を得て、非営利有限責任会社としてTMT国際天文台を設立するための設立合意書と、各パートナーの寄与内容を明記した寄与合意書の作成に入り、約一年間にわたる協議の結果、全体で200頁を超える合意書群の最終版が2014年4月中旬に完成しました。

#### ● TMT国際天文台設立

2014年4月28日に、佐藤勝彦自然科学研究機構長がこれらTMT主合意書、TMT国際天文台設立合意書、寄与合意書に最終責任者として署名しました(図01)。

中国国家天文台長、カリフォルニア大学長、カリフォルニア工科大学長の署名も5月の初めには整い、これをもって5月6日にTMT国際天文台(Thirty Meter Telescope International Observatory: TIO)が非営利法人有限責任会社(Limited Liability Company)として、デラウェア州法に則り正式に登録され、設立されました。



図01 佐藤自然科学研究機構長がTMT合意書群に署名(2014年4月28日)。前列左より飯沢隆夫事務局長、佐藤勝彦機構長、筆者、後列左から白田知史TMT推進室長、石原仁弁護士。

## ● TMT 国際天文台評議員会

TMT 国際天文台の第一回評議員会は2014年5月22日と23日にパサデナのTMT本部で開催されました(図02)。最高決定機関となるTMT 国際天文台評議員会の議長にはカリフォルニア大学サンタ・バーバラ校学長ヘンリー・ヤン教授が、副議長には筆者が選出されました。評議員会は、TMT 建設期間の統括責任者としてカリフォルニア工科大学副学長エドワード・ストーン教授、TMT プロジェクト・マネジャーにゲイリー・サンダース博士、そのほか会計責任者などの役員を任命しました。TIO 設立メンバーとなった日本・中国・カリフォルニア大学・カリフォルニア工科大学の四者に加えて、2014年秋までに署名を整え正式メンバーとなる予定のインド、2015年春に正式メンバーとなる予定のカナダ、および、2018年以降にメンバー参加を予定している全米天文学大学連合を、投票権のない准メンバーとして協議を続けることにしました。

この会議でなされたもう一つの重要な決定は、主合意書の規定に



図02 TMTの本格建設開始を決定した第1回評議員会(2014年5月22日)。

基づきTMT 建設の初期段階に着手することを全員一致で承認したことにあります。

## ● 建設開始宣言

TMTの建設予定地(通称13 North)は、すばる望遠鏡から西北西約900mの距離にあり、スミソニアン天文台のサブミリ波アンテナアレイが展開されている敷地の一部を通して、溶岩斜面を少し下ったところです(p08-09参照)。すばる望遠鏡の建設地より標高は約100m下がりますが、地盤がより安定な敷地です。この場所

での建設については、既に2013年4月にTMT 公社が土地使用許可を得ていて、同夏には地盤調査を終えています。

山頂地域一帯はハワイ州が所有し、ハワイ大学が科学研究のため2033年まで使用する借地権をハワイ州土地天然資源局から得ています。国立天文台はハワイ大学と転貸借協定を結び、すばる望遠鏡を建設し運用してきました。TMT 国際天文台も、ハワイ大学と転貸借協定を結ぶことについて合意済みでしたが、2014年7月25日のハワイ州土地天然資源局の会議でこの転貸借が正式に承認されました。

これをもって、一連の法的手続きが完了しましたので、TMTの建設開始のニュースが7月28日(日本時間29日)に世界中を駆け巡りました。マウナケア山頂は地元にとっては神聖な山です。地元には敬意と感謝を表し、いよいよ始まる建設が無事完了することを祈るため、10月7日には各国来賓を招いて、マウナケア山頂にて起式を行う予定です。TMT 計画における日本の役割は極めて大きく重要です。皆さまのご支援とご理解をお願いします。



図03 第2回TMT 国際天文台評議員会出席者(2014年7月22日、TMT本部前にて)。前列左から5人目からエドワード・ストーンTMT 国際天文台総括責任者、ゲイリー・サンダースTMT プロジェクト・マネジャー、ヘンリー・ヤンTMT 国際天文台評議員会議長。そのほか、日本、中国、カリフォルニア大学、カリフォルニア工科大学、インド、カナダ、全米天文学大学連合、米国国立科学財団、ムーア財団からの参加者が建設開始に向けた笑顔で写っている。



## ▶ 着々と進む日本での望遠鏡製作と科学研究の検討

いよいよTMT本格建設開始となりましたが、日本では昨年度からすでに主鏡の製作や望遠鏡設計など、望遠鏡建設にかかわる重要な作業が進んでいます。国際協力のなかでの日本の役割とその進捗状況をご紹介します。

### ①望遠鏡の本体構造

TMTは直径30メートルの主鏡で光を集める反射望遠鏡で、集められた光は副鏡と第三鏡を経て観測装置で分析・記録されます。この光学系全体を支え、目的とする天体に向けるのが望遠鏡の本体構造です。

望遠鏡は、夜空の様々な位置にある天体を観測します。目的の天体に向けた後も、その天体は地球の自転のために常に動いていきますので、それを追いかけていかなければなりません。いかに正確に望遠鏡を天体に向けることができるか、その天体をいかに正確に追尾していくことができるか？これが望遠鏡の性能を決定づけます。

日本はこの望遠鏡構造の製造という、計画全体のなかでも極めて重要な部分を担当します。TMTの主鏡の直径はすばる望遠鏡の約3.7倍ありますので、すばる望遠鏡の設計をそのまま拡大したのでは、体積・重量は3.7の3乗倍、つまり約50倍にもなってしまいます。すばる望遠鏡の本体（望遠鏡を格納するドームを除き、鏡を搭載して水平方向に回転する部分）は約550トンなので、その50倍という2万トンを優に超えてしま

います。これはさすがに製作することも、精度よく動かすことも困難です。

TMTは分割鏡方式をとるため、主鏡を薄く、軽くつくることができます。また、光学系もコンパクトになるようにし、設計上の工夫もこらして軽量化を図っています。その結果、重量を約2300トンにおさえることができる見込みです。それでも、重量はすばる望遠鏡の約4倍になります。一方で、補償光学を使った場合の解像度は、すばる望遠鏡の約4倍になるため、望遠鏡の追尾精度も向上させなければなりません。大型になった望遠鏡を、より細かく動かさなければ

ならないのです。

この望遠鏡を実現するための基本設計が2013年度に行われました。2013年11月には国際的な審査が行われ、日本の設計はこれに合格し、製造に向けた詳細設計に進むことになりました。2014年度には、製造図面の作成や部品調達から現地での組み立て手順まで含めた詳細設計が進められています。そして2015年度からはいよいよ基礎部の製作が進められる予定です。

### ②主鏡の製作

天体からの光を集める主鏡は、いうまでもなく望遠鏡光学系の中心をなします。この主鏡の製造に



図01 2013年度に基本設計が進められた望遠鏡の本体構造。

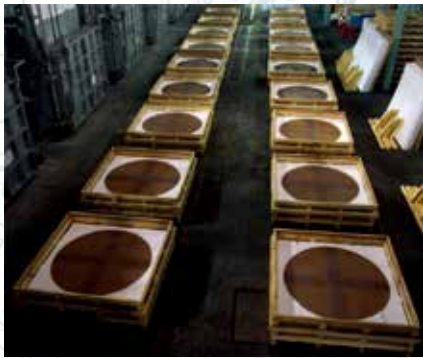


図02 熱膨張率がほぼゼロとなる「クリアセラム」を用いて、2013年には60枚の主鏡分割鏡材が製造されました。写真は、18枚分の鏡材が並べられたところ（オハラ社において撮影）。

においても、日本は鏡材の製作と、研磨の一部を担当します。

TMTの主鏡は、対角が1.44 mの六角形状の鏡を492枚組み合わせで構成します。配置される場所により鏡の表面形状は少しずつ異なり、全体で82種類の鏡を6枚ずつ製作する必要があります。表面に金属膜をコート（メッキ）することによって鏡としますが、再メッキをするための交換用の鏡を1枚ずつ用意するため、合計ではさらに82枚多い、574枚の鏡を製造する必要があります。つまり、建設期には年間約100枚も製造する必要があります。

鏡の材料としては、望遠鏡の使用温度（摂氏で約ゼロ度）付近で、温度が変わっても形が変わらない材質、すなわち極めて低い熱膨張率をもつ材質が必要となります。この条件を満たす材料で、2013年度には60枚の鏡材が製造されました（図02）。

主鏡の全体が放物面に近い双曲面となるように、一枚一枚の分割鏡の表面を加工する必要があります。したがって、分割鏡はそれぞれ軸対称でない非球面に表面加工が施されます。主鏡材はまず表裏とも球面状に研磨され、その後、表面は非球面状に研削・研磨されます。分割鏡では、隣の鏡と形状が連続的につながるように、端ま

で精度よく研磨する必要があります。この技術実証のための試作品が2012年度には製作されました（図03）。この実績をもとに、日本は全体の3分の1にあたる175枚の分割鏡を研磨加工する予定です。

2013年度には、12枚の分割鏡について、研磨の前工程にあたる研削加工が行われました。2014年度からはいよいよ研磨加工が始まります。研磨され、外形加工も施された分割鏡は、インドが製作を担当予定の支持機構に搭載され、米国に送られます。米国では表面形状の最終調整を行い、現地に送って表面のコートを施して望遠鏡に搭載されることとなります。

### ③ 観測装置

望遠鏡で集められた光は、カメラや分光器などの観測装置によって分析され、記録されます。観測装置の出来は、科学的な成果をどのくらい挙げられるかを決定づけるといっても過言ではありません。

TMTは、観測開始時には可視光を観測する装置を1機、赤外線の観測装置を2機搭載する予定です。観測装置の製作も国際協力で行う計画で、日本はこのうち、赤外線の撮像・分光装置 IRISの一部と、可視光の多天体分光装置 MOBIEの一部の製作を担当する予定です。国立天文台先端技術センターを中心に、これまでに要素技術の開発や設計、試作品の製作が進められています。

また、観測開始後にも順次新装置を搭載していく予定で、これらの「第2期観測装置」にむけた技術検討も進められています。

### ④ TMTによる科学研究の検討

TMTが完成したときどのような研究を行うのか、具体的な検討が進んでいます。国内ではこれまで、約100人の研究者が参加して行われた検討が400ページを超える報告書としてまとめられています。

国際的にも検討が進んでおり、分野ごとに編成されている検討チームには日本からも積極的に参加しており、8分野のうち5分野で共同のチームリーダーを務めるなど、重要な役割を果たしています。また、米国NSFの助成を受けて昨年から年一度のペースで開催されることになったサイエンスフォーラムにも、日本から多数参加し、積極的に研究提案を行っています。これとは別に、2013年10月には東京でTMTサイエンスワークショップが開催され、多くの海外からの参加者を迎えて研究計画や観測装置計画の議論が行われました。

2014年度に現地建設が始まるなか、日本の役割分担も着実に進めていくことが求められます。それぞれのトピックについて、国立天文台ニュースでも新連載「Aloha! TMT」でご紹介していく予定です。連載01回は7ページをご覧ください。

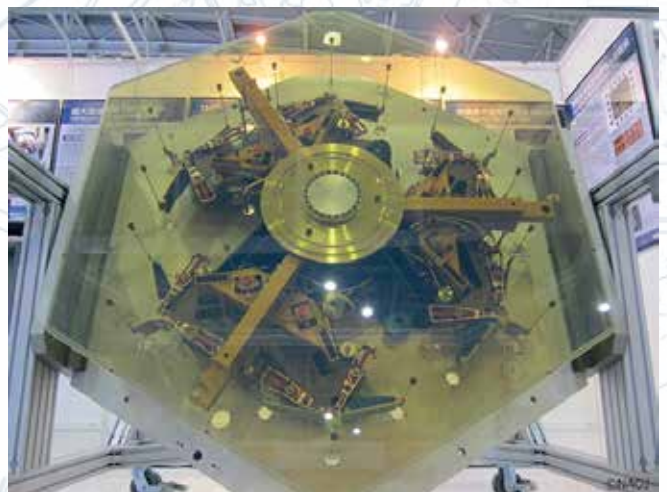


図03 TMT主鏡分割鏡の試作品。六角形状が特徴的です。

あせらず、  
たゆまず、  
まいりましょう、  
アロハ!



# TMT

## 新連載 Aloha! TMTもスタート!

### 01 TMT計画の概要と日本の役割分担

今年から本格建設が始まるTMTのさまざまなトピックスについて、これから、この連載記事「Aloha! TMT」でご紹介していきます。01回は、TMT全体のつくりと日本の分担について、改めてその要点をまとめながら、TMTの全体像をご紹介したいと思います。

#### ①TMTの概要

TMTはハワイ島・マウナケア山頂域に建設予定です。現地に建設される施設の全体像を図に示します。天体の光を集める鏡(主鏡)は、中央の六角形がならんだもので、これが全体で直径30mとなります。図の上のほうから天体の光が入り、主鏡で反射され、望遠鏡の上部に取り付けられる副鏡で反射され、さらに主鏡の上あたりに置かれる第三鏡で反射され、望遠鏡の脇の部分に取り付けられる観測装置のところで焦点を結びます。

これらの鏡と観測装置を搭載するのが望遠鏡の本体構造です。全体が水平方向にまわり、また鏡を搭載した部分は高度方向にもまわります。この動作の組み合わせで、望遠鏡を観測天体に向け、日周運動を追尾します。望遠鏡を高度方向に動かしても、観測装置を載せた台は動かないので、重い観測装置を搭載することができるのです。

構造全体はドームで覆われ、観測の際にはシャッターを開いて天体の光を入れます。シャッターはドームの上部にある円形状のもので、図では半分だけ描かれています。ドームが大きくなると、技術的にも、コストの面でも困難が出てくるので、望遠鏡本体がぎりぎり納まるように設計されています。それでも高さ56m、幅は60m以上になります。

望遠鏡の制御やデータ取得に必要な計算機などは、ドーム脇に建設される「支援棟」におかれます。すばる望遠鏡と同じく、夜間観測の間はドーム内は無となります。

#### ②日本の分担

このなかで、日本が分担として製作するのは、望遠鏡本体構造と主鏡、および観測装置です。

望遠鏡本体構造は、主鏡・副鏡・第三鏡で構成される望遠鏡の光学系を支え、天体に向けるための構造で、望遠鏡の要となります。従来の望遠鏡に比べて口径が3倍以上、光を集める鏡の面積は9倍以上となりますが、重量は4倍程度に収まるよう設計されています。それでも2000トンを超えます。しかも、望遠鏡の解像度が高まるため、天体を追尾する精度は従来以上に必要となります。昨年までに望遠鏡本体構造の基本設計は完了し、現在、製造・組み立ての工程や部品調達なども含めた詳細設計に入っています。

TMTの主鏡は492枚の分割鏡で構成されます。それぞれの鏡は対角が1.44mの六角形状で、厚さは4.5cmです。その表面には金属が蒸着(メッキ)され、反射鏡となり、望遠鏡本体構造に搭載されます。反射率が悪くならないように、時々鏡を交換し、蒸着をやり直します。これを効率的に行うために交換用の分割鏡も1セット(82枚)用意します。したがって、合計574枚の鏡が必要となります。

主鏡には、温度が変化しても形が変化しないように、望遠鏡を使用する温度(摂氏ゼロ度付近)で熱膨張率が実質的にゼロになる材料が用いられます。この鏡材の製作が日本の担当です。直径1.5mの鏡材が、昨年度にすでに60枚製作されました(特集記事参照)。

鏡の研磨は、日本を含む4か国で分担します。日本は約3割の鏡の研磨加工を行う予定です。昨年度12枚の鏡について、研磨の前工程となる研削加工が行われました。今年はいよいよ研磨が開始されます。望遠鏡で集め

られた光を分析し、記録するのが観測装置です。TMTは可視光と赤外線を観測する望遠鏡で、大きく分けると画像を撮影するカメラと、光を波長に分けて観測する分光器の機能をもった装置がそれぞれの波長帯で必要となります。

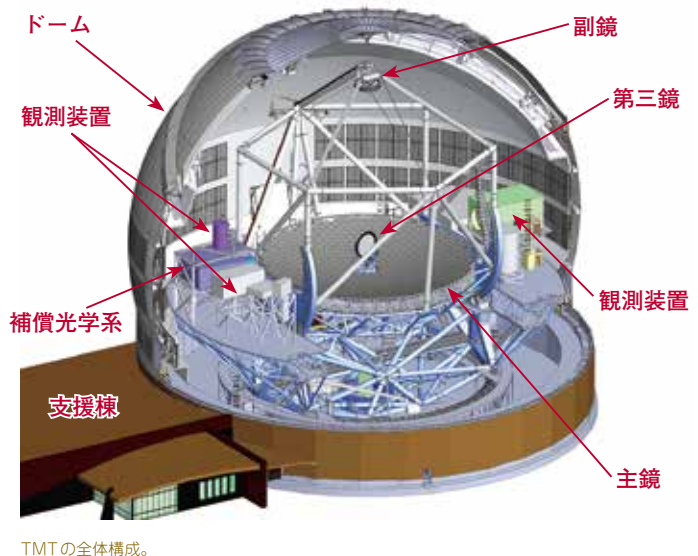
TMTの完成時には、3つの観測装置を搭載する予定です(図のカラーの部分)。それ以外の装置は順次製作を進め、最終的には8台程度の装置を搭載予定です。

観測装置も大型となり、国際協力で製作されます。日本は、近赤外線撮像分光装置(IRIS)の撮像部と、広視野可視撮像分光装置(WFOS/MOBIE)のカメラ系を担当します。

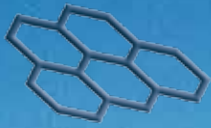
日本の担当箇所以外については、主なものとして、副鏡(米国)、第三鏡(中国)、主鏡制御(米国、インド)、ドーム(カナダ)、補償光学(カナダ、中国)などがあります。

#### ③連載の予定

TMTは一つの望遠鏡ですが、開発・製作の項目は多岐にわたります。これからの連載では、主に日本が分担している箇所、すなわち望遠鏡本体構造、主鏡、観測装置の製作についてご紹介していきます。また、望遠鏡完成後の運用計画や、期待される科学的成果もご紹介していく予定です。

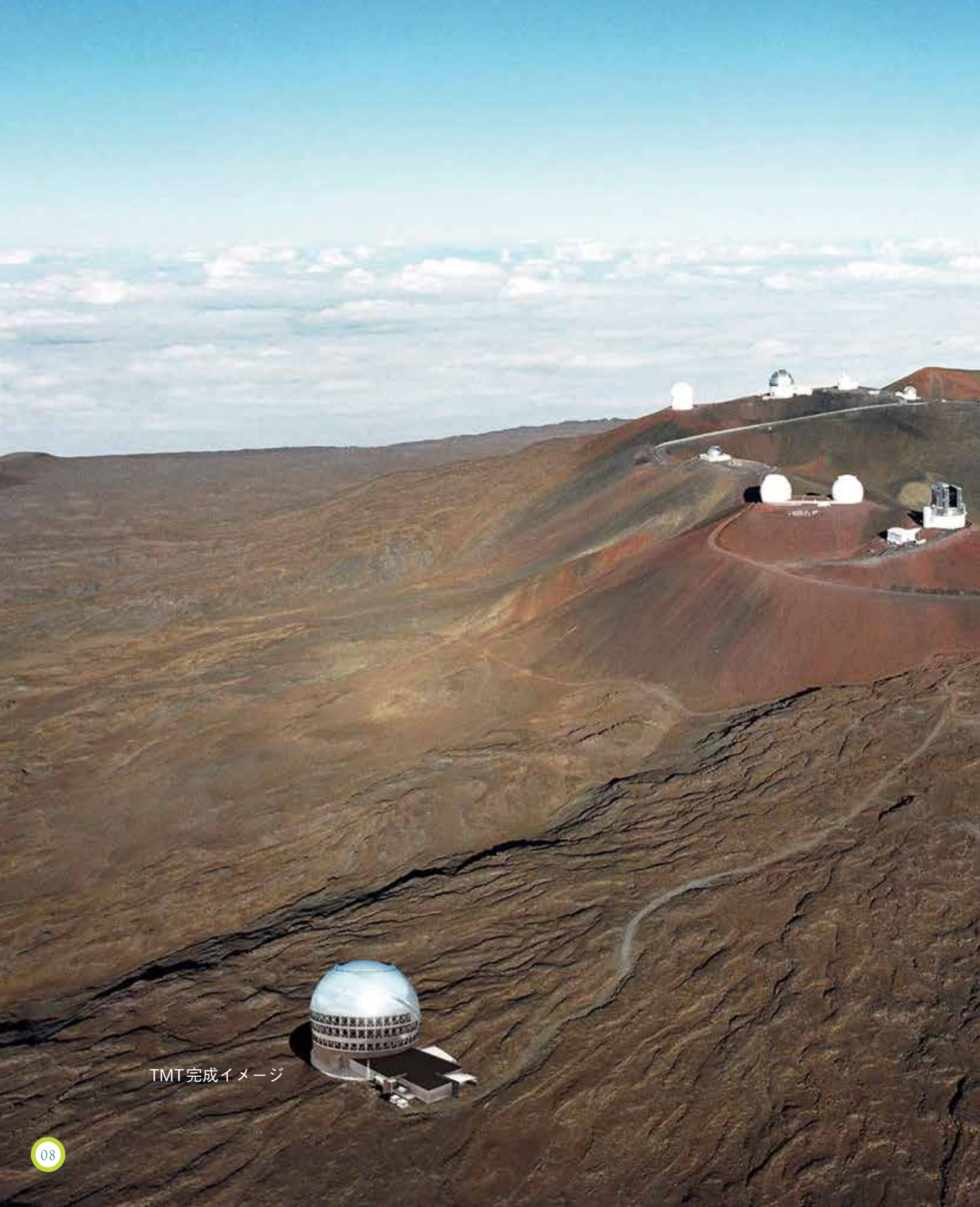


TMTの全体構成。



# TMT 特集

TMT 建設開始へ！



TMT 完成イメージ



太平洋からそびえ立つ世界一の火山の上に、史上最大の光学望遠鏡が建設されます。天文観測において希有な気象条件に恵まれたマウナケア山頂域では、最新テクノロジーを駆使した望遠鏡群が活躍しています。そこに、2022年にはTMTが仲間入りします。すばる望遠鏡とも協力して、宇宙の謎に迫ります。

すばる望遠鏡

口径30メートルの超巨大望遠鏡  
マウナケア天文台群に仲間入りへ！



### ▶TMTの広報活動を紹介します。

TMT推進室では、より多くの人たちにTMT計画へのご理解とご支援をいただくための広報活動に力を入れています。その一部をご紹介します。

#### ① 全国各地での講演

超大型望遠鏡で挑もうとしている宇宙の謎について、多くの人たちに知っていただくために講演活動をこまめに行っています。2013年からは、TMT講師派遣プログラムを立ち上げ、ホームページの問い合わせフォームから講演依頼の申し込みや相談が気軽にできるようになりました。依頼者は、科学館、小学校～大学の教育機関、カルチャーセンター、企業、職業団体など様々で、幅広い年代や職業の人たちにTMT計画について知ってもらうためのよい機会をいただいております。昨年度は各地での講演は50回におよびました。講師も色々な方からご質問をいただいたり、懇談の機会をいただくことで、はっとさせられるような刺激を受けることもあります(図01)。講演会の様子はTMTのブログでも紹介しておりますので、興味があれば、ぜひ覗いてみてください(<http://tmt.nao.ac.jp/blog>)。



図01 天文講演会のようす(青木和光さんによる「宇宙をさぐる新しい眼」/2014年6月29日・福井県自然保護センターにて)。

#### ② TMT1/100模型

実際に目で見て、望遠鏡の構造や動きを理解してもらうために、1/100模型を制作しました(図02)。ドームと望遠鏡が稼働式ですので、TMTの動きをリアルに感じていただけます。これまでに宇宙・天文の博覧会や天文学会で展示を行い、多くの方々のご関心をいただきました。通常は、三鷹キャンパスの展示室に設置されておりますので、まだの方はぜひご覧になってください(ただし、7月から9月下旬の間は、宇宙博@幕張メッセにて展示されています)。

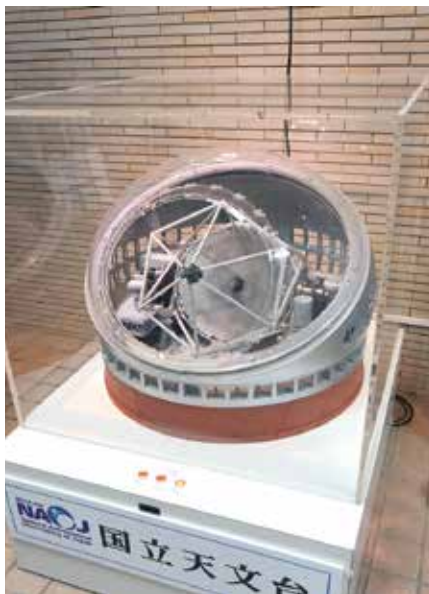


図02 TMT1/100模型。



図03 TMTの主鏡をモチーフにした六角形の寄附者銘板。

#### ③ 寄附者銘板

TMT計画への皆様のご支援を目に見える形にしたいという目的から、寄付金

の募集を行っております。

ご寄付をいただいた場合は、TMTの主鏡をモチーフにした六角形の銘板にお名前を刻印し、ハワイ観測所山麓施設ロビーにて掲示させていただく計画です。第一期(2012年度まで)の寄付金募集につ

いては、銘板の設置を完了し、1583名の個人と6法人のお名前を掲示させていただきました(図03)。

今後も多くの方々からTMTプロジェクトを応援いただけるよう、工夫を凝らしていきたいです。

## TMT 特集

TMTいよいよ建設開始！

## ▶ TMT 推進室のスタッフと活動を紹介します。

2014年4月からTMT推進室の室長を務めております**白田知史**です。「あれ、**家正則**教授は？」と思われる方も多いと思います。家教授は2015年3月で定年になるため、任期二年の推進室長は白田が引き継ぎました。家教授は2014年5月よりTMT国際天文台(TIO)の評議員会の副議長に就任し、TMT計画の日本の代表としてだけでなく、TIOでも重責を担っております(p3参照)。私は2005年に家教授をリーダーとして発足した国立天文台AプロジェクトのJELT(Japanese Extremely Large Telescope)プロジェクト検討室のメンバーとして活動してきました。私は1998年から2013年までハワイ観測所に勤務していましたので、2006年から当時カリフォルニア工科大学、カリフォルニア大学、カナダの三者が検討していたTMT計画の科学諮問委員会やサイト調査、運用方法検討などの会議に参加するなど、主に海外でTMTに関する活動に従事してきました。

いよいよ本格的にプロジェクトが開始されたTMTですが、簡単にTMT推進室の仕事内容を紹介します。

日本がTMTで貢献する内容としてまず望遠鏡本体が挙げられます。白田が中心に活動していますが、昨年チリ観測所で定年退職した**稲谷順司**さんがアルマ計画の経験を生かして、2013年から研究支援員としてTMT望遠鏡の設計・検討で活躍しています。

次に、2013年から量産が始まった主鏡セグメント鏡の製作では**山下卓也**教授と**宮下隆明**主任研究技師がメーカーとの協議やTIOの主鏡担当者との打合せなどで活躍しています。今後は主鏡研磨を担当する米国・中国・インド、セグメント鏡の支持構造を量産するインドとの国際協議も始まる予定です。観測装置の開発は先端技術センターと協力して進めています。TMT推進室との調整や、TIOの観測装置担当者との協議など、**高見英樹**教授は日本の観測装置開発がスムーズに進む

活動をしています。赤外線撮像分光装置IRISの開発では、**鈴木竜二**助教が中心になり設計やプロトタイプ製作・試験を先端技術センターのスタッフやアメリカとカナダの共同開発者と協力して進めています。4月から新たにプロジェクト研究員に着任した**原川紘季**さんは、IRISが目指す高精度位置天文学の達成に向けたIRISの性能の評価と設計へのフィードバックをおこなっています。可視光撮像分光装置WFOS/MOBIEの開発では、すばる望遠鏡のHyper Suprime-Camなどの開発経験を生かして、**宮崎聡准**教授と**尾崎忍夫**専門研究職員が国内外のメーカーやアメリカ・中国・台湾などの共同開発者と協力して進めています。**柏川伸成**准教授は国内の大学と協力して、TMTの第二期観測装置の開発に向けた基礎開発を進めています。また、TMTの国内外の科学諮問委員として、TMTで目指すサイエンスの検討やその実現可能性などの検討を主導しています。

TMTは北半球で唯一の超巨大望遠鏡になりますので、世界との競争が益々厳しいことが予想されます。TMTの観測装置を使って、どの程度の性能が出るのかどうかをシミュレーションすることはサイエンスの検討を具体的に進めるためには非常に重要です。**橋本哲也**研究員はユーザーの意見を上げながら、ウェブ版のシミュレータの整備などに活動しています。TMTで取得された結果をいち早く公表するために、ユーザーが簡単に解析できるツールやデータの公開サービス・アーカイブが非常に重要になります。具体的な検討をチリ観測所の**小杉城治**准教授を中心にALMAのソフトウェアグループと共同で進めて行く予定です。

TMTほどの大きなプロジェクトになると総務担当は幅広い作業が期待されます。概算要求関連の書類作成や、文部科学省、学術会議などから依頼される資料の作成・質問事項への対応は**青木和光**准教授を中心に進めています。こうした資



料に加えて、国内外の関連メーカーとの技術会議の資料など、大量の文書が毎日やりとりされています。**杉山元邦**特任専門員は前職の資料管理の豊富な経験を生かして、5月よりTMT推進室で活動しています。TMTプロジェクトを一般に知っていただくための広報活動では**石井未来**専門研究職員と研究支援員の**田島俊之**さんがウェブの整備やポスターや動画の製作など、天文情報センターと協力して進めています。TIOの設立にあたり4月に作成された協定書は約200ページあります。こうした重要な英語文書を日本語に翻訳するだけでなく、協定書の内容を把握し、問題点の整理と検討するために、4月からURA職員として採用された**チャップマン純子**さんは、翻訳担当の**神津昭仁**特任専門員と協力して作業を進めています。事務支援員の**原中美由紀**さんと**山口千優**さんは、物品購入や出張などの日々の事務を担当しています。

今年からハワイマウナケア山頂での建設工事がいよいよ始まる予定です。すばる望遠鏡を運営するハワイ観測所との連携・協力は益々重要になってきます。また、TIOの本部があるパサデナに、プロジェクトの中心メンバーが滞在していることから、パサデナに長期滞在するリエゾンが重要です。これらの仕事に従事するために昨年11月から**寺田宏准**教授がTMT推進室の所属となり、ハワイ・パサデナで活躍しています。

TMT計画の推進にはメンバーの拡充が必要です。また、国立天文台だけでなく、関係する機関との連記も益々重要になっていきます。引き続き、皆さまのご支援のほど、よろしくお願い致します。

# 「木星系探査衛星 JUICE-GALA 全体研究会」報告

並木則行 (RISE 月惑星探査検討室)



図1 木星とその氷衛星を探査する JUICE の想像図。(c) ESA/AOES

5月7～8日にわたって、東京工業大学地球生命研究所において、木星系探査の国際共同チーム会合が開催されました(写真1)。この会合は一年前にベルリンで行われた第一回に続く、第二回の全体会合でした。JUICEとは欧州宇宙機関(ESA)が現在すすめている木星系探査計画であり、日本チームはガニメデ探査に使用するレーザー高度計 GALA の開発と科学検討に参加しています。国立天文台 RISE 月惑星探査検討室は日本チームのとりまとめとして、受光望遠鏡の開発を担当しています。会合には日本の GALA チームに加えて、ドイツ、スイス、フランスから7名の国際チームメンバーが参加しました。

木星は大きさにして地球の11倍、重さにして320倍の巨大なガス天体です。周



木星系探査計画の会合は東京工業大学地球生命研究所の会議室で開催されました。

囲にはガリレオ・ガリレイが発見した4つの衛星が回っています。それぞれの衛星は地球型惑星に匹敵する大きさで、そのうちのエウロパ、ガニメデ、カリストは表面が氷で覆われた氷天体です。その氷天体が最近、惑星科学者の注目を集めています。表面の厚い氷地殻の下には、広大な海が存在する可能性が高いからです。氷天体の地下海には太陽光は届きません。しかし、深海底での熱水活動が地球生命体を構成しているリンやイオウなどの元素を供給するとともに、生命活動を維持するためのエネルギー源となります。氷天体の地下には人類がまったく目にしたことがない、新しい生命圏が広がっているかもしれません。

JUICE は2022年に打ち上げられて、2030年に木星に到着し、木星の大気・磁気圏と氷衛星を調査します(図2)。広大な宇宙に惑星が誕生し、生命が出現する条件とは何か? 無数の恒星のまわりで、他の太陽系はどのように成長して行くのか? という壮大な疑問に挑戦します。そのために、JUICEでは4つの大目標を掲げ、木星と氷天体に謎に切り込んでいきます。

- ①木星大気の運動と循環を観察し、大気の成分と化学特性を測定する。
- ②高速自転する木星磁気圏が超巨大な粒子加速器として機能するダイナミクスを観測する。
- ③ガニメデ衛星の地下海と氷地殻の特徴を明らかにし、生命存在可能領域である氷天体を理解する。
- ④氷天体の表面地形を観察して過去と現在の地質活動を調べ、木星磁気圏と氷天体の相互作用を解明する。

初日は氷衛星探査の科学目標を中心に議論が行われました。国際チームのリーダーであるフスマン教授がまず GALA 全般の科学目標について説明した後に、個別の科学テーマについて講演が行われ、GALAの達成すべき科学観測について踏み込んだ議論が行われました。日本チーム内だけではなかなか盛り上がらない議

論も、海外からの参加者を交えて活発に行われました。トップバッターのフスマン教授の講演は熱が入ったあまり予定時間を30分以上超えて、会議の先行きが心配されましたが、初日を何とかスケジュール通りに終えて、懇親会を始めることが出来ました。

二日目は冒頭に JUICE-JPN を代表して斉藤主査から日本の状況説明があり、GALA開発の技術的課題について詳細な議論を行いました。メールやネット会議で打ち合わせを行ってはいれるものの、やはり顔をあわせて議論を行うと、目に見えて課題を片付けることが出来ました。木星周辺で JUICE は、原子炉内部と同じくらい強烈な放射線に曝されることとなりますが、その対策について日独の専門家が意見交換を行いました。また、まるで体組織の97%がビールとジャガイモで出来てきているがごとき生粋のドイツ人ベンケ博士(筆者の印象)が、ESA流の電磁ノイズ対策について詳細な解説を行いました。午後に入るとさすがに参加者はお疲れの様子(写真2)でしたが、サイエンスメンバーは別室で分科会を行い、前日の科学目標についての総括をおこないました。最後は次回の全体会合を1月にスイスベルン大学で行うことを決めて閉会しました。二日間の短い会合でしたが、科学検討と技術検討の両面で大きな進展のあった、有意義な会議であったと思います(写真3)。



二日目午後の会合の様子。参加者は疲れきっていましたが、時差ボケでも居眠りしない海外メンバーはさすがに一流の研究者です。



会合終了後の集合写真。国際チームリーダーのフスマン教授(中央やや左)はいつ、どこで会っても黒いシャツを着ています。何枚持っているかはまだ聞いていません。

## 「The 6th Korea-Japan Workshop on KAGRA」報告

中村康二 (重力波プロジェクト推進室)

現在建設中の日本の大型重力波望遠鏡 KAGRA (★01) は、日本のみならず、多国間の共同研究により進められています。今回は、韓国と日本間の KAGRA の稼働実現に向けての協力体制の確認と今後の方向性の議論をするため、「Korea-Japan Workshop on KAGRA」が国立天文台・三鷹キャンパス・講義室にて2014年6月20日～21日の日程で開催されました。この会議は2012年1月に開催されてから6回目となり、日本学術振興会研究拠点形成事業 (A. 先端拠点形成型) のサポートにより開催されました。今回は韓国、日本はもとより、フランス、中国から合計50名の研究者が参加し、装置開発やデータ解析に関する日韓の協力体制が議論され、先端技術センターと TAMA300 の見学も実施されました。特に今回は、マルチメッセンジャー天文学 (★02) の特別セッションが設けられ、活発な議論がなされました。

初日の午前には KAGRA 自体の装置開発に関する話題が議論され、TaiHyun Yoon 氏 (Korea Univ.) が、KAGRA の入射光学系での使用を検討されているファイバーリングキャビティを用いた周波数安定化の紹介をしました。午後のセッションでは林正彦国立天文台台長の挨拶からはじまり、梶田隆章氏 (東大宇宙線研) が KAGRA の現状を紹介し、Hyung Mok Lee 氏 (Seoul National Univ.) が韓国での活動状況の総括を伝え、Matteo Barsuglia 氏 (Paris APC) が Advanced Virgo (★03) の現状を紹介しました。

初日の午後後半が、マルチメッセンジャー天文学セッションです。このセッションで、Mynugshin Im 氏 (Seoul National Univ.) が重力波イベント電磁波対応天体の同定に関する韓国での活動状況を紹介しました。韓国ではウズベキスタンと共同で LIGO (★04)、Virgo との協定を結び、望遠鏡ネットワークによる重力波イベント電磁波対応天体のフォローアップ観測の体制を整備しつつあります。続いて吉田篤正氏 (青山学院大) により国際宇宙ステーションで実施されている高エネルギー宇宙線観測プロジェクト CALET が紹介され、吉田道利氏 (広島大) により国立天文台も含む日



ワークショップ参加者の集合写真。

本の重力波イベント電磁波対応天体のフォローアップ観測の共同研究プロジェクト J-GEM の紹介がされました。いずれも LIGO、Virgo との協定を既に結び、その下での重力波イベントのフォローアップ観測の戦略が練られており、今後 KAGRA と同様の協定を結ぶことが期待されています。X線観測からは、河合誠之氏 (東工大) が国際宇宙ステーションでの X線観測プロジェクト MAXI について紹介し、重力波イベントの X線観測からのサポートに関する議論がなされました。

二日目はデータ解析セッションで、データ解析での日韓の準備状況と協力体制の紹介と今後の方向性が議論されました。日本からは田越秀行氏 (大阪大) が KAGRA のデータ解析の準備状況を報告し、韓国からは Hyung Won Lee 氏 (Inje Univ.) が韓国での活動状況を報告しました。日本では、LIGO が開発した既存のデータ解析ライブラリーに頼ることなく、独自にライブラリーを作っている一方、韓国では、LIGO のライブラリーの理解を進めたくて KAGRA のデータ解析に活かし、日韓共同でデータ解析の体制を構築しようとしています。両国ともデータ解析を担う人材は決して十分とは言えず、データ解析体制構築を人材育成と並行して行わなければならない事情は同様でした。ちなみに、データ解析グループは、この会議が終了した午後、研究内容の詳細な打ち合わせをするためのサテライト会議を開き、中身の濃い議論をしていました。

最後に Hyung Mok Lee 氏と川村静児

氏 (東大宇宙線研) の二人の司会により、日韓の今後の協力体制についての総括と議論がなされ、この会議は終了しました。

今回の会議は、日韓の協力体制の確認だけでなく、世界中が重力波観測に注目していることを実感させられるものでした。特にマルチメッセンジャー天文学セッションは、KAGRA を含む重力波観測ネットワーク構築を進める一方、重力波イベントに対応する高エネルギー宇宙線、可視光、X線イベントの観測体制が検討され、その体制構築に世界共同で向かっていることが確認できました。会議全体も非常に良い雰囲気、今後の重力波天文学の創設とそれを含むマルチメッセンジャー天文学の展開を期待させる一日半でした。

## ★01 KAGRA (かぐら)

東京大学宇宙線研究所、高エネルギー加速器研究機構、そして国立天文台が中心となって、現在岐阜県神岡町の池の山地下に建設中の両腕の長さ3kmという巨大なレーザー干渉計型重力波望遠鏡。完成すると、7億光年先のヘラクレス座銀河団で起きた中性子星連星の合体まで見渡せる。(http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp)

## ★02 マルチメッセンジャー天文学

重力波の単独観測だけでなく、電磁波の多波長観測、宇宙線観測、ニュートリノ観測が連携してより多くの情報から同一の天体現象を解明しようという天文学。

## ★03 Virgo, Advanced Virgo

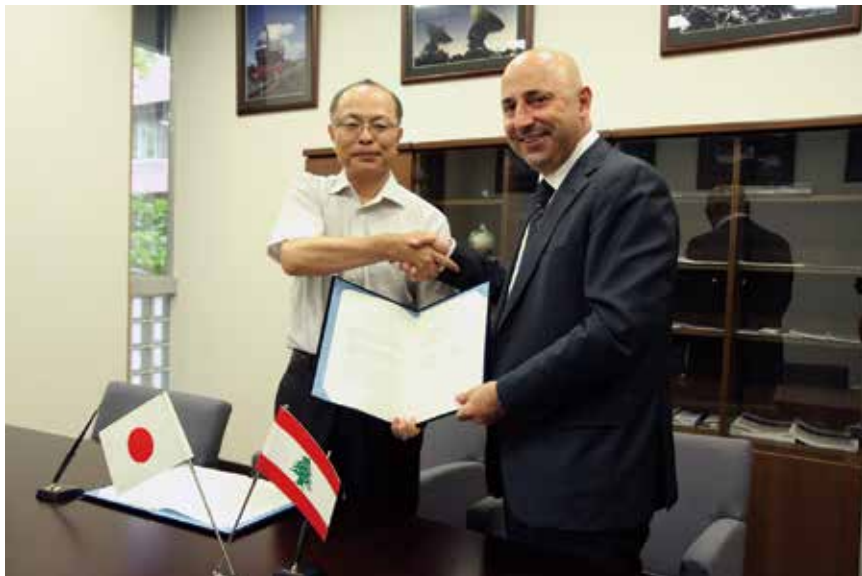
イタリアのPisa近郊にある両腕の長さ3kmのレーザー干渉型重力波望遠鏡。現在 Virgo から Advanced Virgo にアップグレード中。

## ★04 LIGO

米国の Washington 州 Hanford と Louisiana 州 Livingston にある両腕の長さ4kmのレーザー干渉型重力波望遠鏡。現在 LIGO から Advanced LIGO にアップグレード中。

## 国立天文台とレバノン ノートルダム大学 (NDU) との 研究協力協定の締結

関口和寛 (国際連携室)



研究協力協定の調印式。右が Walid R. Moussa レバノンノートルダム大学学長、左は林正彦 国立天文台長。

2014年6月11日、国立天文台（三鷹）において林台長とノートルダム大学（レバノン：Notre Dame University）学長 Walid R. Moussa 神父が「国立天文台とレバノン ノートルダム大学 (NDU) との研究協力協定」にサインされました。

ノートルダム大学は、1987年創立のキリスト教カソリック系大学であり、2013年-2014年の年度現在、710人の教員と学生7404人（内大学院生368人）、7学部、57専攻（大学院22専攻）を持つ総合大学です。天文学部は Faculty of Natural & Applied Sciences に所属し、現在3名の教員（天文学者）と12人の大学院生（修士課程）が在籍します。ベイルート郊外のメインキャンパスには60cm望遠鏡があり、プラネタリウム（ドーム直径12m）も建設予定です。2014年9月には、IAU 中東・アフリカ地域会議（MEARM）が開催されます。そして、新しく研究用

の天文台を Mt. Lebanon（標高3083m）に建設する予定です。そこで、国立天文台は、日本とレバノンの研究者が光赤外線大学間連携望遠鏡ネットワーク等と協力して、突発天体、小惑星、変光天体等の観測共同研究を行うことを目的として、元高知県芸西天文台にあった60cm望遠鏡をノートルダム大学に移設することになりました。

この60cm望遠鏡は、元は五藤光学から高知県に寄贈されたもので、コメット・ハンターとして有名な高知県・芸西天文台の関勉さんが30年間使用して、彗星や小惑星の発見に活躍した望遠鏡です。その後、芸西天文台に70cmの望遠鏡が新設されて60cm望遠鏡は撤去されましたが、その有効利用を図るために、いったん国立天文台に譲与されました。国立天文台では、これを受けて、国内外とくに発展途上国での再活用を目指して、供与可能な組織や機関を検討してきましたが、レバノンにあるノートルダム大学より是非とも受け入れたいとの申し出があり、調査の結果、さまざまな条件が整っていると判断し今回の研究協力協定の締結となりました。

現在、ノートルダム大学側では、望遠鏡コントロールシステ



ノートルダム大学のキャンパス。

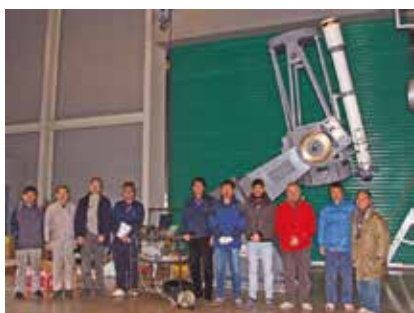


キャンパス内にある天文台。



新しい天文台の建設予定地 (Mt. Lebanon)。

ム開発、ドーム建設、観測装置（CCDカメラ、エッセル分光器）の準備が進められており、国立天文台は望遠鏡設置の技術的なサポートを行う予定です。2015年中には60cm望遠鏡の第二のファーストライトが期待されます。



国立天文台から移設される60cm望遠鏡。



キャンパス天文台ドーム前で職員、学生のみなさんと。

**● 研究教育職員**

発令年月日	氏名	異動種目	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
平成26年6月1日	石川 遼子	新規採用	太陽天体プラズマ研究部（ひので科学プロジェクト）助教	（ひので科学プロジェクト 特任助教）
平成26年7月1日	齋藤 正雄	勤務免除、勤務地変更	電波研究部（野辺山宇宙電波観測所）准教授	電波研究部（チリ観測所（三鷹））准教授
平成26年7月1日	齋藤 正雄	併任	野辺山宇宙電波観測所長（期間：平成30年3月31日まで）	
平成26年7月1日	渡部 潤一	事務取扱免		野辺山宇宙電波観測所長 事務取扱
平成26年7月3日	鎌崎 剛	勤務地変更	電波研究部（チリ観測所（三鷹））助教	電波研究部（チリ観測所）助教

**● 技術職員**

発令年月日	氏名	異動種目	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
平成26年7月1日	田村 友範	配置換、勤務地変更	光赤外研究部（ハワイ観測所）主任技術員	先端技術センター 主任技術員

**● 年俸制職員**

発令年月日	氏名	異動種目	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
平成26年5月31日	石川 遼子	辞職	（太陽天体プラズマ研究部（ひので科学プロジェクト）助教）	ひので科学プロジェクト 特任助教
平成26年6月1日	Zeidler Simon	新規採用	重力波プロジェクト推進室 特任研究員	
平成26年6月4日	Packham Christopher Charles	新規採用	TMT推進室 特任准教授（客員准教授） 任期：平成26年8月13日まで	
平成26年6月9日	Ojha Devendra Kumar	新規採用	太陽系外惑星探査プロジェクト室 特任教授（客員教授） 任期：平成26年7月8日まで	
平成26年7月1日	祖谷 元	新規採用	理論研究部 特任助教（国立天文台フェロー）	
平成26年7月15日	大宮 正士	新規採用	太陽系外惑星探査プロジェクト室 特任研究員	

**宇宙博2014開催中！**

国立天文台のALMAやTMTの展示（p2参照）もある「宇宙博2014」は9月23日まで。ぜひ、ご来場ください。


**編集後記**

ALMA受信機をイベントで展示したいというお話が数件。でも、展示に出せるものは、いま幕張に。手軽なサイズのせいひっぱりだこです。(I)

イベント盛りだくさんの夏がやってきた。金沢へ、平塚へ、野辺山へ、そしてドイツへ。学ぶことも多い。(h)

夏休みに奄美の島々へ。内湾性の珍しい魚に会うことができました。日本で初めて見るチョウチョウオの仲間も！(e)

COSPAR という国際会議ではじめてモスクワに出張。キリル文字をどうにか読みながらメトロに乗るのは面白い経験でした。気温は30度あり普通に暑いにもかかわらず、ホテルや会議場にはエアコンがなく、なんとか耐えしのぎました。(K)

盆休みの前、観測所の周りは既に秋の蟬の鳴声に赤蜻蛉が飛行中。帰省で実家に帰ると、まだまだ夏蟬の大合唱です。(J)

8月初旬のハワイ出張ではまさかのハリケーンがハワイ島に直撃。嵐の前の静けさの中で早々に警報が出て、マウナケア山頂には行けなくなり、予定を切り上げて帰国することに。帰ってきたらきたで、日本でも台風が猛威をふるっていました。二度あることは……いやいや、もういいです。(κ)

KAGRAのトンネル見てきました。ここに続々と装置が運び込まれると思うと感慨深いものでした。(W)

**● お詫びと訂正**

・国立天文台ニュース7月号10ページの水沢VLBI観測所2014年特別公開の「●過去の開催データ・2013年」の記事中で以下の誤りがありました。

※（誤）「伊藤孝士天文データセンター」→（正）「伊藤孝士天文シミュレーションプロジェクト助教」

※（誤）「滝脇知也 理論研究部」→（正）「滝脇知也 天文シミュレーションプロジェクト特任助教」

お詫びの上、訂正いたします。

**国立天文台ニュース  
NAOJ NEWS**

No.253 2014.08

ISSN 0915-8863

© 2014 NAOJ

（本誌記事の無断転載・放送を禁じます）

発行日／2014年8月1日

発行／大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1

TEL 0422-34-3958

FAX 0422-34-3952

**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・副委員長）／小宮山裕（ハワイ観測所）／寺家孝明（水沢VLBI観測所）／勝川行雄（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）／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／福島英雄／岩城邦典）●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。

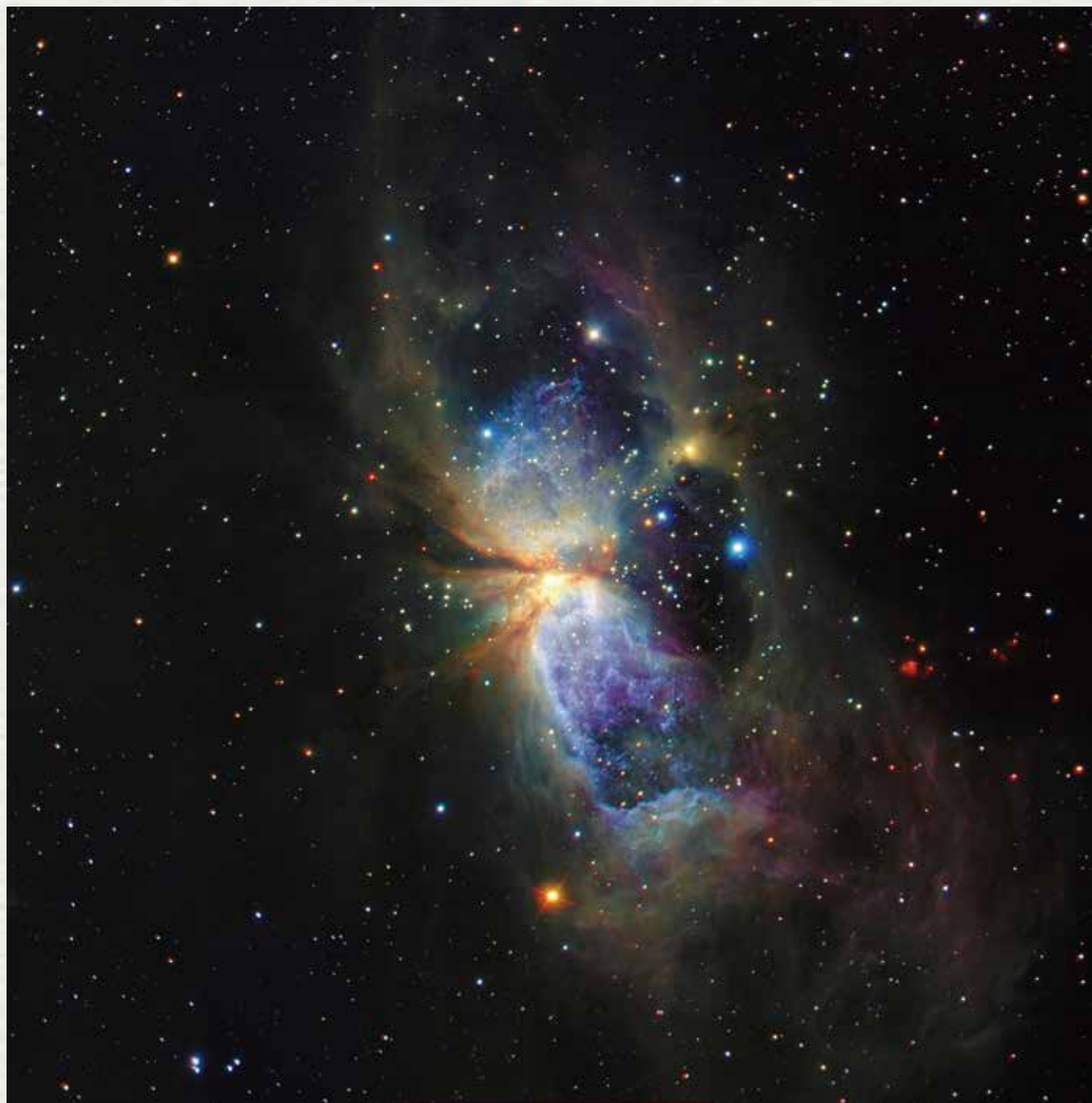
なお、国立天文台ニュースは、<http://www.nao.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

9月号の研究トピックスは、木星の「ガリレオ衛星」の観測結果から思いもよらない新現象を発見！の記事をお届けします。お楽しみに！

深  
ら  
な  
リ  
セ  
キ  
ロ

## すばるが見つめる星のゆりかご

大朝由美子 (埼玉大学)



## データ

天体：星形成領域 S106 IRS4

撮影：1999年5月25日、6月

5日、6月6日 (UT)

J、H、K'各バンドのカラー

合成 / CISCO

国立天文台三鷹キャンパスの建物に描かれており、米国のゴア元副大統領「不都合な真実」にも“美しく不思議な宇宙”として登場する、すばる望遠鏡が撮ったベストショットの一つ。ファーストライト直後の手探りの観測であったが、ベストシーイングは0.25秒と天候に恵まれ、絵に描いたようなみごとな淡い星雲の姿が写し出された。「絵」としての美しさが先行しがちだが、数百もの生まれたばかりの軽い星々が一度に捉えられたのは初めてであった。このいわば兄弟のような星々は、それぞれの持つ重さによって、将来は、恒星、褐色矮星、浮遊惑星(惑星質量天体)と違う「人生」を歩んでいく。その数は軽い天体ほど多く、場所によっても違う。つまり、星の初期質量関数が環境依存する可能性があることを学生時代の私に提起した天体でもある。