

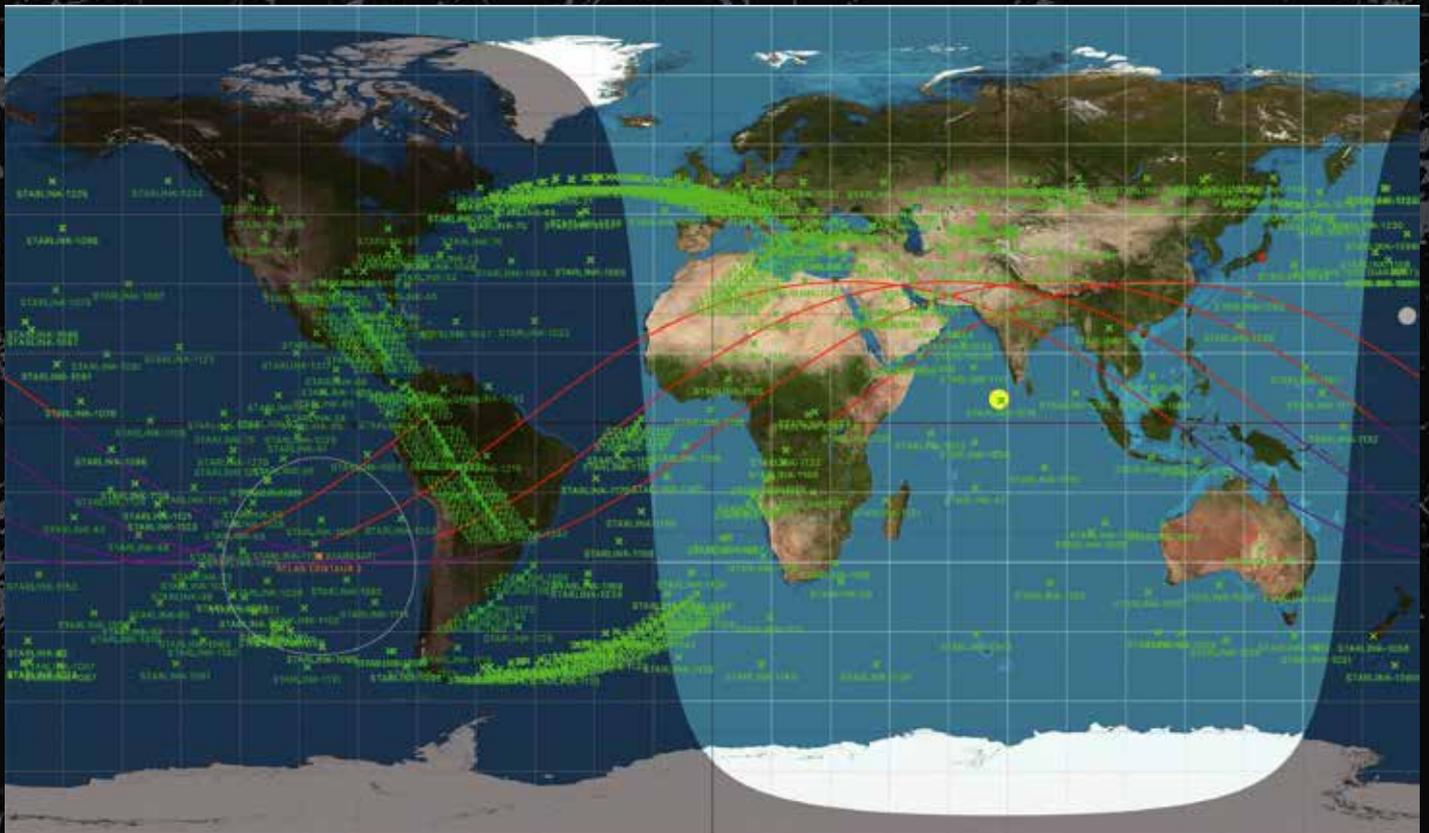
国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2020年5月1日 No.322

研究トピックス

美しい星空と高速衛星インターネット通信の 共存は可能か？



- おうちで天文学 家で楽しく学べる国立天文台コンテンツ
- IDL講習会 (FITSデータ解析編) 開催報告
- 2030年代の天文学を展望する～
サイエンスブック「すばる望遠鏡とTMTで結ぶ新たな宇宙像」を刊行
- 山岡 均のキーナンバーで読み解く宇宙09 キーナンバー4131
- 令和元年度退職者永年勤続表彰式

5

2020

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

研究トピックス

美しい星空と高速衛星インターネット通信の共存は可能か？

大石雅寿 (天文情報センター 周波数資源保護室室長)

07

おしらせ

- おうちで天文学
家で楽しく学べる国立天文台コンテンツ
- IDL講習会 (FITS データ解析編) 開催報告
亀谷和久 (天文データセンター)



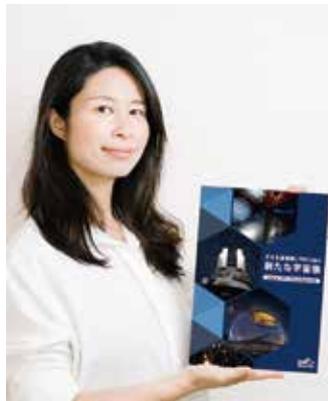
- 2030年代の天文学を展望する～

サイエンスブック

「すばる望遠鏡とTMTで結ぶ新たな宇宙像」を刊行

青木和光 (TMTプロジェクト)

編集世話人の空華智子さん (左)
と中島 静さん (右)。



山岡 均のキーナンバーで読み解く宇宙09 キーナンバー 4131

ツイッタークイズの4年間

山岡 均 (天文情報センター広報室長)



- 新型コロナウイルス感染症に関連した対応について
- 令和元年度退職者永年勤続表彰式

15

編集後記／次号予告

16

新連載「すばる望遠鏡HSC Cosmic Gallery」02

KKR25

解説：田中賢幸 (ハワイ観測所)

国立天文台カレンダー

2020年4月

2020年5月

2020年6月

●3月、4月、5月のカレンダーは、新型コロナウイルス感染症のため、掲載を見送ります。

美しい星空と 高速衛星インターネット通信の 共存は可能か？



大石雅寿
(天文情報センター
周波数資源保護室室長)

この光点の列は何だ？

2019年5月末、私は、スイスのジュネーブにいた。電波天文の観測環境を人工電波から適切に保護していくため、国連配下にある国際電気通信連合の会議に参加していたのであった。会議の1セッションは90分で、90分毎に30分のコーヒープレークが入る。あるプレーク時間に米国からの参加者が「おい、このビデオクリップを見てみるよ」と言ってきた。5月24日に打ち上げられたスターリンク (Starlink) 衛星60基が隊列を組んで空を進んでいく様子を写した動画であった★01。

「何だ、これは？」。

恥ずかしながら、この時点ではStarlinkについては特に知識がなかった。ジュネーブでの会議では責任者としてある報告書を取りまとめる必要があったので、急いでそちらの用件を片付け、Starlinkについて米欧からの参加者の協力も得て情報を集めた。

「これは大変だ」。

世界の天文学者が一丸となって動く必要を感じ、旧知の間柄である国際天文学連合 (IAU) の会長を務めている Ewine van Dishoeck さんにメールを書いた「Ewine、Starlinkという衛星群の打ち上げが始まった。最終的には1万2000基の衛星を上げる計画だという。光赤外線や電波観測に大きな影響が考えられるのでIAUとしてメッセージを出したほうが良いんじゃないか？」。すぐに彼女から返事が来た。「実はもうメッセージの原案を作り始めているの。あなたも電波の部分を書いてくれる？」。このようにして急遽作成された国際天文学連合の声明は2019年6月3日に公表されることになった★02。そこには、様々な天体の前を多くの光の筋が遮る衝撃の画像が掲載されていた (図01)。

メガコンステレーションとは何か？

Starlinkを始めとする一連の衛星群は、まとめて、メガコンステレーションと呼ばれている。ここでコンステレーション (Constellation) とは、星座、群れ、集合という意味の言葉で、その語源はラテン語にあり、星の集団 (group of stars) という意味である。現在、多数の人工衛星群からなる通信サービスが展開されており (例：66基からなるイリジウム)、その衛星群全体をコンステレーションと呼んでいる。従ってメガコンステレーションは、衛星数が非常に多いものを意味することになる。

人工衛星の軌道には、静止軌道と非静止軌道がある。このうち静止軌道については、2°おきに配置することが国際的に決められているため、静止衛星の数は180が上限となる (実際には運用機の近くにバックアップ機を待機させているが)。非静止衛星であれば、理論上衛星数に上限はない。非常に多数の衛星からなるメガコンステレーションは、いず

★ newscope <参考情報>

★01

<https://vimeo.com/338361997?ref=tw-share>

★02

<https://iau.org/news/announcements/detail/ann19035/>



図01 NGC 5353/4に出現した超新星を撮影中に偶然撮影されたStarlink衛星列による“妨害”。60基の衛星群を打ち上げただけでこのような妨害が生じる例である。<https://iau.org/public/images/detail/ann19035a/> Credit: Victoria Girgis/Lowell Observatory

れも非静止軌道に衛星を配置したもの（巨大非静止衛星群）である。

さて、この記事で取り上げるメガコンステレーションにはいくつかある。右側の表01は、私が日本天文学会の月刊誌である天文月報に執筆した記事★03に掲載したものを再掲したものである。

いずれも、世界中にレイテンシー（通信の遅延時間）の小さな高速（～1Gbps）接続サービスを提供しようとするもので、実現すれば恩恵を受ける人々が多いだろう。2019年2月末に打ち上げが始まったGoogle傘下の企業によるOneWebシステム★04はその先駆けであり、2019年5月末から打ち上げが始まったSpaceX社によるStarlink★05はより大規模な計画となっている。多くの企業がほぼ同じ目的で競争しているため、サービスを展開する前に脱落する企業も出てきている。本稿執筆現在、先行していたOneWebが破産へというニュースが飛び込んできた★06。資本提供しているソフトバンクが大幅赤字を出していることと関連しているのだろう。

注目すべきはその衛星数の多さである。OneWebは合計約4500基、Starlinkは合計約4万2000基を利用する計画になっている。個々の衛星はそれほど小さくなく、Starlinkの場合、衛星は3×3×0.2mの直方体に7×3×0.05mの太陽光発電パネルが接続されたもので、その重量は200～250kgとされている。SpaceX社は自社の打ち上げ衛星Falcon9を用い、一度に60基の衛星を打ち上げる。2019年5月24日の打ち上げはその第一弾であり、本稿執筆時点で5回（総計300基）の打ち上げが行われた。これらの衛星は、超低地球周回軌道（Very Low Earth Orbit）や中地球周回軌道（Medium Earth Orbit）上にほぼ等間隔に配置されるようになる。表紙に掲載したのは、本稿執筆時点でのStarlink衛星の分布を表したものである。300基でこれだけたくさんあるのだから、計画通り打ち上げられたらStarlinkだらけになることが容易に分かると思う。

メガコンステレーションによる天文観測への影響

図02をご覧ください。これは、第一弾のStarlink衛星が可視光でどの程度の明るさに見えるのかを、米国のアマチュア天文家の方々が測定した結果に基づいて作成したものである。夜空が暗い場所では肉眼で見える限界の等級が6等と言われる。Starlink衛星の等級は2～7等なので、その多くが肉眼で見

システム名	OneWeb	Starlink	Telesat	O3b
衛星機数	LEO: 1980 MEO: 2560	LEO: 4425 VLEO: 7518	117	O3nB: 24, O3bl: 16, O3b mPOWER: 7
軌道高度 (km)	LEO: 約1200 MEO: 約8500	LEO: 約1150 VLEO: 約340	極軌道: 1000 傾斜軌道: 1248	8062
利用周波数帯 (GHz)	10.7-12.7(↓)、 12.75-13.25, 13.8-14.5(↑)	10.7-12.7(↓)、 14.0-14.5(↑)	17.8-18.6, 18.8-19.3(↓)、 27.5-29.1, 29.5-30.0(↑)	17.8-18.6, 18.8-19.3(↓)、 27.5-29.1, 29.5-30.0(↑)
遅延 (ms)	50以下	LEO: 25~25	30~50	150以下
通信速度 (bps)	LEO: 50M MEO: 2.5G	LEO: 1G	1G	1G

表01 主な巨大衛星通信網の技術諸元。軌道高度の略称は以下の通り：LEO (Low Earth Orbit)、MEO (Medium Earth Orbit)、VLEO (Very Low Earth Orbit)。↓は宇宙→地球、↑は地球→宇宙方向の発射を意味する。O3bは、O3nB、O3blとO3b mPOWERと呼ばれる3つの衛星群から構成されている。

えることがよく分かる。可視光域では、衛星は太陽光を反射して輝くので、見える時間帯は日没後や日の出前の数時間と考えられる。軌道高度は約550kmなので、観測点から2000kmほど離れた地点の上空に衛星が来れば見えることになる。周期は約90分なので、ある観測点から衛星が認識できる時間は10～15分程度となる。Starlink衛星の多くは低い仰角の領域に集まって見えると思われる。つい最近、欧州南天天文台は、メガコンステレーション全体を対象とした可視光と赤外線観測への評価を行った結果を発表した★08。その評価結果でも、低い仰角に衛星がたくさん見えることが示されている（図03）。一方、衛星が地球の影近くに来る場合（仰角が高い）はそれほど多くはなさそうである。質の高い天文観測は、対象の天体の仰角が高い範囲で行われることが多いので、このことは関係者を少し安心させるかもしれない。その一方で、長時間露出を行う場合は要注意である。広視野観測を行うVera C. Rubin望遠鏡（以前の名称はLSST）では、30～50%の観測データに甚大な影響が出ると予想されている。すばる望遠鏡に搭載されているHSCを始めとした高感度な広視野可視光観測にとってもやはり脅威である。

また、衛星は赤外線

newscope <参考情報>

- ★03 http://www.asj.or.jp/geppou/archive_open/2020_113_3/113-3_183.pdf
- ★04 <https://oneweb.world>
- ★05 <https://www.starlink.com>
- ★06 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO57370820Y0A320C2000000/>
- ★07 <http://satobs.org>
- ★08 <https://www.eso.org/public/news/eso2004/>

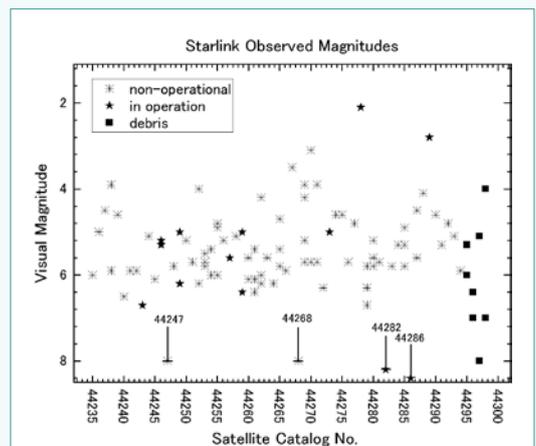


図02 Starlink衛星の実視等級の実測例。横軸は衛星番号、縦軸は観測された実視等級である。星印(★)は運用中、アスタリスク(*)は未運用の衛星を意味する。黒い四角(■)はデブリである。等級がきちんと測定できなかった衛星についてはバーで示している。この図は、米国のアマチュア天文家らが測定してVisual Satellite Observer's Home Page★07に公開したデータに基づいてChandra X-ray CenterのJonathan McDowell氏が作成したものをさらに改変したものである。

でも「光る」。宇宙空間は非常に低い温度であるので衛星の表面もほぼ同じ温度になっている。その温度は、日陰の部分はマイナス150度（約120 K）、反対に日が当たっている部分はプラス120度（約390 K）ぐらいである★09。どの物体もその温度で決まる放射を行うが、人工衛星の表面温度に対応する温度の物体は赤外線領域で最も明るく輝くことになる。つまり、メガコンステレーションの衛星は、可視光だけではなく赤外線でも輝く「星」のように見える可能性が高い。

メガコンステレーションは通信衛星であり、地上と衛星間は電波を用いて通信を行う。インターネット接続サービス利用者は、端末で衛星からの電波を送受信することになる。その周波数帯域は、StarlinkやOneWebの場合、衛星から端末方向（ダウンリンクという）が10.7～12.7 GHz、端末から衛星方向（アップリンクという）が14 GHz近辺である（表01）。電波天文学は、天体からの微かな電波を受信することで成り立つ天文学の分野である。天体からの電波はあらゆる周波数で放射されるので、地上に置かれた電波望遠鏡は、宇宙からの電波が大気を透過できる帯域であればどこでも観測できる。当然、10 GHz帯や14 GHz帯も観測可能であるし、実際に観測している電波望遠鏡は世界にたくさんある。日本国内にも10 GHz帯を観測している電波望遠鏡が2台存在する。14 GHz帯を観測する望遠鏡は、調べたところ、ないようだ。10 GHz帯を観測する電波望遠鏡にはメガコンステレーションからの通信用電波が入射してしまう。図03のように電波で見た空でも衛星が明るく「輝く」ので、それらからの電波が合算されて電波望遠鏡に届いてしまう。言い換えると、メガコンステレーションからの通信用電波は、電波望遠鏡による観測を「干渉」してしまうのだ。

天文学とメガコンステレーションの共存に向けた取り組み

メガコンステレーションが天文観測にとって大きな問題となり得ることはお分かりだと思う。では、これからどうすれば良いのだろうか？

まず、国際的な規制機関が存在する電波領域からみていこう。その機関とは、本稿の冒頭で触れた国際電気通信連合 (International Telecommunication Union = ITU) である。現代人の暮らしには無線通信が必須となっている。衛星テレビ、衛星通信、携帯電話、最近ではSuicaも電波を用いている。電波は空間

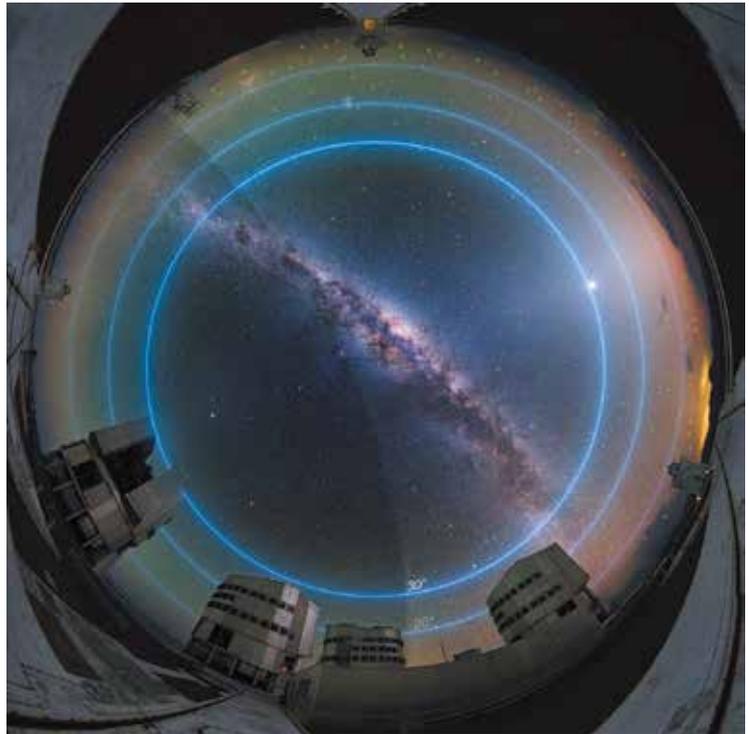


図03 欧州南天天文台によるメガコンステレーションの見え方についてチリのパラナルにあるVLT望遠鏡を対象としたシミュレーション例である。多くの衛星が、仰角30°以内の範囲に見えることが理解できる。赤い点は仰角30°より高くかつ3～4等に見える衛星、緑は5～6等に見える衛星である[★08]。

を伝わっていくため、目的毎に使用周波数や電力などをきちんと制御しておかないと、お互いに妨害しあう状況（干渉または混信）が発生してしまう。しかも電波は人為的に定めた国境を越えて伝わる。従って、適正な電波利用のためのルールは国際的に決めなければならない。国際電気通信連合が設立されたのは1865年で、150年を超える歴史がある★10。国際電気通信連合で策定された国際ルールに基づいて、国際電気通信連合加盟国が国内ルールを定めている。日本の場合は、総務省が電波利用のルールである電波法を運用している★11。

表01には、メガコンステレーションが通信のために用いる電波帯域に関する情報を掲載している。メガコンステレーション側が用いる10.7～12.7 GHzのすぐ下に電波天文観測が保護を求める権利が与えられている10.6～10.7 GHzバンドがある。この電波天文バンドに干渉を起こさないための技術検討は欧州で詳細に行われており、その結果はECC Report 271★12にまとめられている。それによると、電波天文観測を適切に保護するためには、メガコンステレーション衛星の送信機にフィルター (High Pass Filter) を装着すると共に、電波天文バンドに隣接するチャンネルである10.7～10.95 GHzを使用しない、と

★ newscope <参考情報>

★09

<https://fanfun.jaxa.jp/faq/detail/199.html>

★10

<http://itu150.org/home/>

★11

<https://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>

★12

<https://www.ecodocdb.dk/document/1032>

いう技術要件が得られている。メガコンステレーションは様々な国の上空を通過するため、その運用のためには世界中の国から運用免許を得なければならない。日本の電波行政を司る総務省でも電波天文をメガコンステレーションから保護するための検討会が2019年秋に行われ、欧州のECC Report 271で得られた要件をそのまま適用することが確認されている。私もその会合に参加し、OneWebに出資しているソフトバンク社からの参加者に、その方針をソフトバンク社としても了承する、ということ公式に確認している。

上記会合で対象としたのはメガコンステレーションのうちOneWebだけであった。それは、2019年秋の時点ではOneWebだけが日本でのサービスを検討していたからであった。2019年12月にSpaceX社は総務省に対して2020年中にStarlinkのサービスを開始したいとの申し入れを行った。今後総務省では、Starlinkに免許を付与する場合の技術要件を審議する予定であるし、その際には国立天文台からも委員を出して検討に加わることになる。その準備を兼ね、2020年2月の頭に、SpaceX社に勤めるMatt Botwin氏が国立天文台を訪問した。これは、後述する米国天文学会ホノルル大会で私がSpaceX社のvice presidentと知り合いになったことがきっかけになって実現したものである。SpaceX社は、米国の天文学関係者とも協議をしていることもあり、宇宙を汚すようなことはしたくないので共に問題解決に当たりたいというスタンスを示していた。Starlink計画では4万2000基を打ち上げるとしているが、この非公式協議でBotwin氏は「サービス開始は1500基程度あればできる。実際に打ち上げる総数は3000程度ではないか」とも話していた。これらの情報も踏まえて電波天文観測への影響を避ける方策を、良好な関係を維持しつつ、探っていくことが必要である(図04)。

電波天文観測への影響については、国際的な枠組みや各国の電波法を遵守することで回避できそうである。では、電波と違って国際規制機関が存在しない光赤外線観測への影響はどのように回避すれば良いのであろうか？ そのために、まず、お互いの考えを胸襟を開いて話し合うために開催されたのが、2020年1月頭にホノルルで開催された米国天文学会中の特別セッション“Challenges to Astronomy from Satellites”である。セッションで天文側からは、広視野観測では複数の衛星が視野に入るためにゴーストも生じてしまうこと、赤外線観測では地平線より上にある衛星が全て見える可能性がある

ため大きな影響が懸念されたとのコメントも出ていた。SpaceX社のvice presidentであるPatricia Cooper氏からは、SpaceXとして反射光を抑える努力をしていること、どの程度の明るさに見えるのかを知るために天文学関係者に対する協力を要請する、との話があった。反射光を抑える努力とは、米国天文学会の直前である2020年1月6日に打ち上げられたStarlinkの第3回打ち上げで、60基のうち1基の表面に反射を抑えると期待される塗料を塗ったことを指している(この衛星はDARKSATと呼ばれている)。その塗料が反射光を十分に抑えるかどうかは、この時点では不明であったため、SpaceX社としても天文側に協力を要請したのであった。

これを受けて世界のいくつかの天文台で実際にDARKSATの光学観測を実施した。その初期成果が論文としてまとめられている★13。それによれば、DARKSATは他のStarlink衛星に比べてわずか0.9等しか暗くならない。この観測結果は、チリ北部にある望遠鏡を用いて数回のみ行ったものなので一般化することはできないだろう。衛星による反射光の明るさは、太陽—衛星—観測点の位置関係に大いに依存する。従って、世界の天文台が協力して実測データを積み重ね、それをメガコンステレーション事業者と共有しながら問題解決に導いていくことが必要である。問題解決に寄与するため、国立天文台でも石垣島天文台が保有する望遠鏡(図05)を用いたモニター計画を進めている。国内には他にも光学望遠鏡(例：東京大学木曾観測所)がある。これら研究用の望遠鏡だけではなくアマチュア天文家の方々とも協力して実測を重ねて行くことが、光赤外線観測環境を保持するための重要な活動になると考えている。



図04 SpaceX社のMatt Botwin氏(右側)が国立天文台三鷹を訪問した際、大赤道儀を見学した時の写真。立場は異なっても、良い関係を築いていくことが今後の天文観測環境の保持に必須だと考えられる。写真左側は筆者である。



図05 石垣島天文台にある口径105 cmのむりかふし望遠鏡。筆者撮影。

newscope <参考情報>

★13

<https://arxiv.org/abs/2003.07251v1>

おうちで天文学家で楽しく学べる国立天文台コンテンツ



CLICK!

<https://www.nao.ac.jp/news/topics/2020/20200422-stayhome.html>

★自宅で楽しく学べる国立天文台のコンテンツを集めました。天文や宇宙、いま国立天文台が挑んでいる宇宙の謎について、この機会に多くの方に知っていただくとともに、少しでも自宅でも時間の過ごし方が有意義になれば嬉しいです。

IDL講習会（FITSデータ解析編）開催報告

亀谷和久（天文データセンター）

天文データセンターでは、「IDL講習会（FITSデータ解析編）」を2020年2月6日（木）から7日（金）の2日間に国立天文台三鷹キャンパス南棟の共同利用室において開催しました。

天文学では画像やスペクトルなどの大規模なデータを扱う機会が多くあり、FITS形式というデータ形式を用いることが一般的です。IDL（Interactive Data Language）は、そのようなデータの解析や可視化を効率的に実行するために適しているプログラミング言語です。特長として、データを配列として扱うこと、様々な解析に対応した豊富なライブラリ群が存在すること、充実したグラフィック機能が実装されていることなどがあり、天文学研究の標準的なツールとして広く利用されてきました。個人で導入する上ではライセンスが有償であることがハードルになるかもしれませんが、天文データセンターが運営する共同利用のデータ解析環境「多波長データ解析システム」には、多くのデータ解析ソフトに加えてIDLもインストールされており、ユーザーであれば自由にご利用いただけます★01。実際、昨年度の利用統計によると、他のソフトと比べても多くのユーザーがIDLを利用されており、需要は依然として多いようです。

今回のIDL講習会（FITSデータ解析編）の講師は、台湾の中央研究院天文及天文物理研究所（ASIAA）の大山陽一（Senior Research Scientist）さんに担当していただきました。大山さんはこれまで、すばる望遠鏡やあかり衛星のデータ解析ソフトウェア開発に従事され、IDL経験が非常に豊富なため、10年以上にわた



01 講義を行う大山さん（左）と受講者たち。

り毎年講師をお願いしています。今回の講習会は、昨年7月に開催した「初級編」に対して、より実践的な天文データ解析を扱う内容という位置付けとなります。1日目の前半は講師による講義★02が行われ、1日目の後半と2日目の全ての時間は演習に充てられる実践重視の内容です。講義ではIDLの文法とプログラミングの基礎をおさらいして自力でプログラムを書く準備をしました。次に演習ではすばる望遠鏡のMOIRCSや台湾中央大学Lulin望遠鏡によって観測されたFITS形式のデータを用いて、研究にも応用できる画像処理の実習を行ないました。

今回の受講者は5名と比較的少人数でしたが、そのため受講者の希望や理解度に応じて臨機応変により細やかな指導ができていたように思います。講習会終了後に実施したアンケートによると、受講者の満足度は非常に高かったようです。受講後の感想としては、「初級の内容が分かっていると、ちょうど良い内容

★01 天文データセンターではデータ解析用計算機システム（多波長データ解析システム）を提供しています。天文学やその関連分野における大学院生以上の研究者であれば基本的に利用できますので、是非ご活用ください。

<https://www.adc.nao.ac.jp/MDAS/>

★02 今回の講習会のテキストは、以下のウェブサイトに掲載しております。

https://www.adc.nao.ac.jp/JJ/cc/public/koshu_shiryō.html#idl_fits
また、過去に天文データセンターが主催した各種講習会の資料も掲載していますので、ご興味のある方は是非ご参照ください。

だった」「天文データ解析の素人には有難かったです」「実習をもっとやりたい」などをいただきました。掲載できなかったご意見も含めて、今後の講習会の参考とさせていただきます。

●最後となりましたが、講師をご快諾いただいた大山さん、受講者の皆様、その他本講習会にご協力いただきました全ての方々はこの場をお借りして感謝申し上げます。

「すばる望遠鏡とTMTで結ぶ新たな宇宙像」を刊行

青木和光 (TMTプロジェクト)

ファーストライトから20年を迎えたすばる望遠鏡は、現在も先端的な観測成果を出し続けるとともに、主焦点観測機能を活かした大型サーベイの強化も進められ、今後もいっそうの活躍が期待されています。そして2030年代には、観測感度を大幅に向上させる超大型望遠鏡TMTの本格稼働も予定されています。この特長ある2つの望遠鏡を合わせて用いることが今後の日本の天文学の強みとなります。

すばる望遠鏡とTMTを活かすことにより期待される科学的成果に焦点をあてた検討を2019年度に行い、その成果をサイエンスブックとしてとりまとめ公表しました。全国の研究者80人により執筆された本書の特徴と主な内容をご紹介します。

●すばる望遠鏡とTMT

すばる望遠鏡は、世界最大級の口径をもつ光赤外線望遠鏡として20年にわたって活躍してきました。特に、主焦点に装置を搭載できる特長を活かした広視野カメラは他の大型望遠鏡では真似のできない大規模で深いサーベイ観測を続けています。またマウナケアの観測条件を活かした高感度観測を可能にする多彩な観測装置を備え、天文学および関連分野の研究者に広く観測機会を提供してきました。一方、これから10年もすると口径30メートル級の望遠鏡の時代がきます。北半球では日本を含む国際協力でTMTの建設計画が進んでおり、従来の望遠鏡を凌駕する解像度と感度での観測が可能となると期待されます。これを最大限に活かすには、すぐれた広視野観測機能をもつすばる望遠鏡による天体の探査を、TMTの高感度観測につなげていくという研究の展開が重要になります。特に、重力波やニュートリノなどの新たな観測手段による宇宙の研究が活発になる中、すばる望遠鏡による光赤外線観測での対応天体の検出とTMTによる分光観測は、未知の天体現象の解明を通じたより深い宇宙の理解を可能にします。

●全国の研究者によるサイエンスブック制作

すばる望遠鏡を用いた各分野の研究の進展をうけ、2010年代には次世代超大型望遠鏡TMTの実現にむけた科学研究の検討が進められてきました。

・「TMTで切り拓く新しい天文学」(2011年2月)

https://tmt.nao.ac.jp/researchers/science/download/file/tmt_science.pdf

・光学赤外線天文連絡会「2020年代の光赤外天文学-将来計画検討報告-」(2016年8月)

http://gopira.jp/future_report2/gopira_report_2020s.pdf

これをふまえて、今回のサイエンスブックでは、すばる望遠鏡とTMTの組み合わせでこそ成しうる科学研究に焦点をあて、それを実現するための装置や運用について最新の検討結果をまとめることを目標としました。

サイエンスブック編集の検討は2019年度はじめからスタートし、すばる望遠鏡とTMTのそれぞれの科学諮問委員会での検討を反映しながら、編集委員と世話人(別記)を置いて作業を進めました。中心となるのは科学研究の内容の検討で、これを後述する3つの分野にわけてそれぞれ編集委員をお願いし、そのもとでトピックスと執筆者の依頼、そして原稿とりまとめを行っていただきました。

検討過程では、同じ趣旨で2019年9月に日本天文学会秋季年会(熊本大学)での企画セッション「すばるとTMTの連携で拓く科学のフロンティア」を開催し、多数の講演とそれにもとづいた議論をいただきながら、内容を深めていきました。

また、科学研究の基礎となるすばる望遠鏡の今後の装置開発計画や、TMTの装置プランについてのとりまとめ、および2020年代から2030年代を見通した望遠鏡運用プランについての章の準備も進めました。最終的に、執筆者は総勢80人(実数)におよびました。執筆者の皆さんには、この場を借りて感謝申し上げます。

2019年秋からは実際の編集作業に入り、そこからは世話人の実務作業も佳境に入りました。世話人の中でも特に空華智子さんと中島静さんには、校正や著作権の確認、参考文献の整理など細部にわたる作業に多大な労力をさいてもらいました。広い分野の多数の執筆者による作業のため、略語や用語の統一や解説も編集上の重要な作業となりました。その結果の一部は本書の冒頭に略語集・用語集としてまとめられています。

そして2020年3月13日に冊子が完成、翌週からオンラインでも公開となりました。オンライン版は以下のTMTプロ

Subaru Telescope

TMT (Thirty Meter Telescope)



表紙デザイン：
柴田純子（ハワイ観測所）

ジェクトウェブページ、すばる望遠鏡ウェブをご覧ください
<https://tmt.nao.ac.jp/researchers/science/>

2020年日本天文学会春季年会がお披露目の場となる予定だったところ、新型コロナウイルス問題のため現地開催が中止となったのは残念でしたが、今後機会をみつけて普及していきたいと思います。

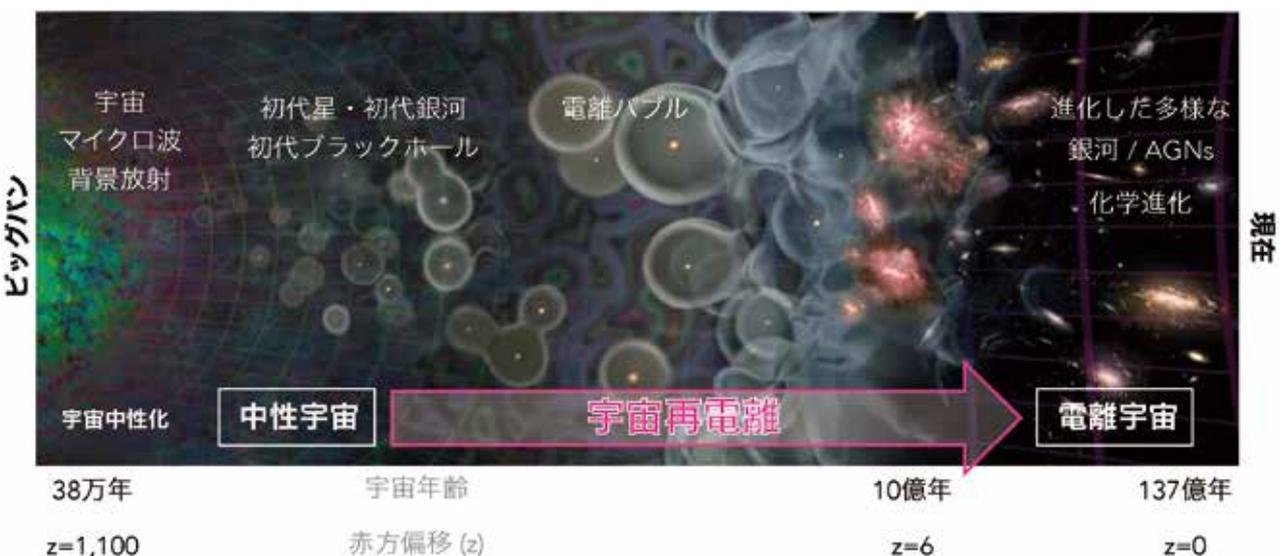
このサイエンスブックが検討の対象としている2030年代にむけ、すばる望遠鏡はこれから新装置を導入して機能強化をはかろうとしています。これと圧倒的な高感度観測を実現するTMTが一体的に宇宙の謎に取り組む時代は本当に楽しみです。TMTの実現は建設地の状況を含め決して平坦な道のりではありませんが、超大型望遠鏡が宇宙の理解

を進めるのに必要不可欠であることを本書はあらためて浮き彫りにしています。この検討結果を多くの方に見ていただき、今後のすばる望遠鏡とTMT計画に助言いただくことを期待します。

- サイエンスブック「すばる望遠鏡とTMTで結ぶ新たな宇宙像」編集委員と世話人
- 編集委員：秋山正幸（東北大学、副編集長）、児玉忠恭（東北大学、編集長）、小谷隆行（アストロバイオロジーセンター、第3.1.1節担当）、吉田二美（千葉工業大学、第3.1.2節担当）、本田充彦（岡山理科大学、第3.1.3節担当）、大朝由美子（埼玉大学、第3.1.4節担当）、柏川伸成（東京大学、第3.2節担当）、高田昌広（東京大学、第3.3節担当）、田中雅臣（東北大学、第3.3節担当）
- 世話人：青木和光、岩田生、小野寺正人、小山佑世、空華智子、中島静（国立天文台）

●サイエンスブックの主な内容

第1章「背景と概要」では、上記のような制作の背景に基づき、本書で扱う主要な研究課題を4つにまとめて概要を紹介しています。その課題は①生命を育む第二の地球の探査、②銀河形成史のゆりかごから墓場まで、③マルチメッセンジャー天文学、④宇宙膨張と構造形成から探るダークマターとダークエネルギーの正体、であり、これらの内容を詳述する第3章への導入となっています(3章においては③と④はひとつの節にまとめられています)



02 第3.2節「銀河進化のゆりかごから墓場まで」の研究対象を俯瞰する解説図。

す)。そしてこれらの研究を実現するためのすばる望遠鏡とTMTの連携の観点を整理しています。

第2章「すばる望遠鏡とTMTの将来計画」では、すばる望遠鏡の現在の観測装置の状況を整理し、特色である広視野観測機能を活かしTMTとの連携にむけて力を発揮する観測装置計画を紹介しています。TMTについては計画されている観測装置群と、スペース望遠鏡や他の超大型望遠鏡と比較した場合の特色を整理しています。

第3章「すばる望遠鏡とTMTで取り組むサイエンス」が本書の主要部分で、3つの節にわけて研究課題を説明しています。

3-1節「惑星系の理解と生命探査」では、太陽系外惑星における生命探査を中心課題に、太陽系天体から惑星系形成現場の観測、星形成の解明において期待されるすばる望遠鏡・TMTの連携を紹介しています。幅広い研究分野をカバーしている節ですが、急速に進展する太陽系外惑星の研究をふまえ、TMTが活躍する時代に期待される宇宙における生命の解明という課題を柱にすえて構成されています。

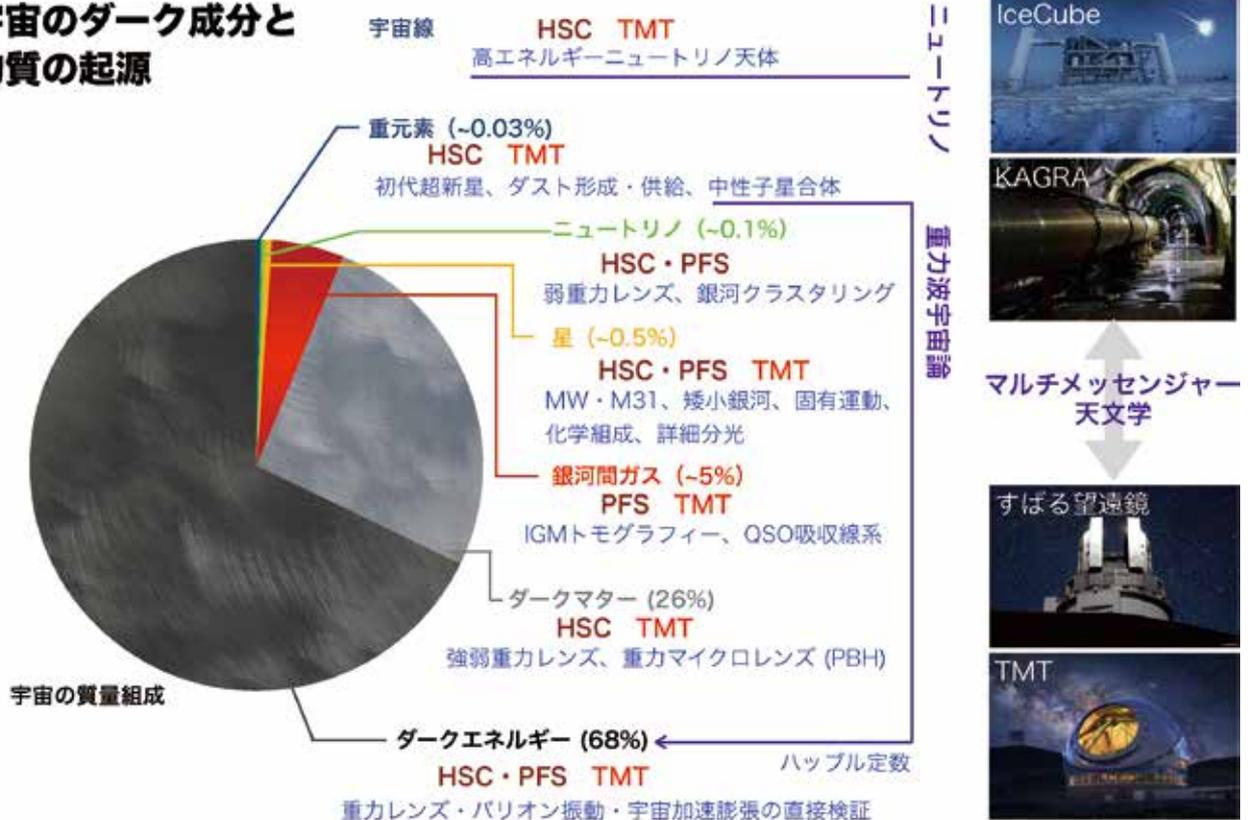
3.2節「銀河進化のゆりかごから墓場まで」では、すばる望遠鏡の広視野観測機能とTMTの大集光力を組み合わせることによって期待される、宇宙再電離期から近傍銀河・銀河系にいたるまでの銀河の形成・進化、巨大ブ

ラックホールとの共進化や銀河における物質循環の研究を紹介しています。すばる望遠鏡が推し進めてきた遠方銀河の探査は、TMT時代にはいよいよ宇宙初代の星を含む銀河の解明に挑むとともに、そこから現在に至るまでの激動の歴史を明らかにすると期待され、これには今まさに進められているすばる望遠鏡の大規模サーベイと、TMTによってはじめて可能になる高感度な暗い銀河に至るまでの観測が大きな役割を果たします。

3-3節「宇宙のダーク成分と物質の起源」では、宇宙物理学上の大きな謎であるダークマター・ダークエネルギーの性質にむけたすばる望遠鏡とTMTの様々なアプローチと、連星中性子星合体の観測をはじめとしたマルチメッセンジャー天文学における両望遠鏡の役割・連携を紹介しています。とりわけ連星中性子星合体や超新星など、短時間明るく輝く現象の検出とその詳しい分光観測を行っていくには、すばる望遠鏡とTMTは理想的な組み合わせと言えます。

そして第4章「すばる望遠鏡とTMTの科学戦略」では、前章で紹介した科学目標の実現にはすばる望遠鏡とTMTの連携が鍵となることをふまえ、それにむけた2020年代のすばる望遠鏡の観測装置整備・観測計画の推進と2030年代のすばる望遠鏡・TMTの一体的な共同利用運用の展望を概観しています。

宇宙のダーク成分と物質の起源



03 第3.3節「宇宙のダーク成分と物質の起源」の研究対象とそれに挑む望遠鏡・装置の解説図。

国立天文台天文情報センター広報室長の山岡 均です。国立天文台ニュースの記事をもっと深く理解するために、キーナンバーに注目して解説します！

ツイッタークイズの4年間

山岡 均 (天文情報センター広報室長)

最も回答が多かったQ71の参加者数。月や惑星の話題は、多くの参加者を引き付けたようだ。

今回のキーナンバー

4131

山岡均の
キチンバで
読み解く宇宙

08

イラスト/藤井龍二



4年前に私が国立天文台に赴任したとき、天文情報センター長から託された課題のひとつが、「双方向性を持った広報活動」であった。ここは先達にいろいろ知恵をもらいたい。国際連携室のLina Canasさんから、ツイッターを使ったクイズはどうだろうという提案をいただいた。早速調べたところ、ツイッターにはアンケート機能があり、これを活用すればフォローに参加してもらう形の双方向性が実現できる。これだこれだと飛びつくのが我ながら体形に反してフットワークの軽いところで、ゴールデンウィーク明けの5月にはとりあえずの10問を和英で作成し、金曜出題、月曜正解発表のスケジュールで出題

を開始した。当初から3000前後の回答数があり、当時のフォロワー7万人の5%ほどが参加してくれたヒット企画と感じた。繰り返すうちに、さまざまな傾向が見えてきた。天文うんちくネタは比較的参加者が多いが、それだけでは機関広報にはなりにくい。国立天文台の話題を織り交ぜると、てきめん参加者が減少する。暦の話題も定番だが、回答数は問題によってまちまちで、はっきりしたトレンドは見られない。火星の大接近時には火星特集を、アルマ望遠鏡を訪れたあとにはアルマ望遠鏡特集を1か月間続けたりもしたが、特集期間の回答数はその前後を下回ることも多く、悩ましい試行錯誤の繰

り返しであった。英語の回答数はせいぜい数十程度で、なかなか伸びを見せない。出題から回答まで3日というのがツイッターの即時性に合わないのではないかと、2019年9月からは木曜出題、金曜正解発表のスケジュールへと変更したが、これも大きなインパクトとはならなかった。ツイッターのフォロワーは順調な伸びを見せ、2020年4月には20万人を超えたのだが、クイズに回答するのはその1%を切る状態が続いている。ということで、ここはいったん仕切り直しをするため、ツイッタークイズは第200回の5月14日で休止することとした。次なる企画をぜひご期待いただきたい。

ツイッタークイズの流れ



出題1時間後



回答するとそれまでの傾向がわかる



翌日の最終結果と正解&解説

NAOJ クイズ日本語版のこと

夏苺聡美 (天文情報センター)

ツイッターへの投稿など実際の運用とあわせて、山岡さんから送られてくるクイズの原稿を元に、投稿する際の文字数チェックやNAOJウェブサイトとの用語統一、参考ウェブサイトの追加などを主に行っていました。何しろ投稿できる文字数は140文字。選択肢はさらに少ない25文字（これは英語版のほうがもっと大変だったと思いま

す）。山岡さんから送られてくる文章はそれを意識してか簡潔にまとめられたものが多く、天文学の知識がないとわかりづらい内容のときには文字数の許す範囲で補足を加えたり、逆に微妙にはみだした文字をなんとか削ったりと毎回細々した修正をしていました。

2016年から2020年の足掛け5年間で、日本語版は毎回およそ1600人以上の

方に回答いただいていたNAOJクイズは5月で一旦休止となりますが、質問を投稿した直後からばたばたと増えていく投票グラフを見ていると、またこういう試みができたらな、とも思います。ひとまずは皆さんおつかれさまでした！

「ツイッタークイズ」全 200 回リスト

回数	出題日	テーマ
1.	2016/5/13	天文関連の現象
2.	2016/5/20	NAOJ支部がない国
3.	2016/5/27	天体の距離比べ
4.	2016/6/3	天体の直径比べ
5.	2016/6/10	昼がいちばん長い月
6.	2016/6/17	日月食などの頻度
7.	2016/6/24	NAOJ本部の都市名
8.	2016/7/1	日本標準時子午線
9.	2016/7/8	伝統的七夕の日付
10.	2016/7/15	日本と欧州の時差
11.	2016/7/22	東京と同緯度の街
12.	2016/7/29	夏の大三角の星名
13.	2016/8/5	ALMAのMの意味
14.	2016/8/12	見ごろの流星群
15.	2016/8/19	TMTの口径
16.	2016/9/2	重力波望遠鏡の名前
17.	2016/9/9	十五夜と満月の日付
18.	2016/9/16	太陽系外の天体はどれ
19.	2016/9/23	NAOJ国内施設の標高
20.	2016/9/30	すばるは何語
21.	2016/10/7	月曜とは限らない祝日
22.	2016/10/22	オリオン群の母彗星
23.	2016/10/14	星と宇宙の日
24.	2016/10/28	太陽のエネルギー源
25.	2016/11/4	秋の星座神話
26.	2016/11/11	1等星の星食
27.	2016/11/18	Z項
28.	2016/11/25	環のない惑星
29.	2016/12/2	12月の旧名
30.	2016/12/9	3大流星群
31.	2016/12/16	東京天文台の旧所在地
32.	2016/12/22	天の川銀河の形状
33.	2017/1/6	以前の成人の日の日付
34.	2017/1/13	宵の明星の正体
35.	2017/1/20	石垣島天文台
36.	2017/1/27	赤色超巨星はどれ
37.	2017/2/3	立春の前日は？
38.	2017/2/10	すばるの天体種別
39.	2017/2/17	太陽フレア望遠鏡
40.	2017/2/24	銀河座標の極の星座
41.	2017/3/3	桃の節句・端午の節句
42.	2017/3/10	国立天文台の英語略称
43.	2017/3/17	春の大曲線の星名

44.	2017/3/24	軽い星の終末
45.	2017/3/31	ゆりのはな座
46.	2017/4/7	木星が衝
47.	2017/4/14	木星の自転周期
48.	2017/4/21	木星の衛星
49.	2017/4/28	木星に彗星が衝突
50.	2017/5/12	VERAの基地局
51.	2017/5/19	探査機かぐや
52.	2017/5/26	ダークマター
53.	2017/6/2	金星の満ち欠け
54.	2017/6/9	すばる望遠鏡の重量
55.	2017/6/16	系外惑星の発見年
56.	2017/6/23	日の出が最も早い時期
57.	2017/6/30	現行星座の数
58.	2017/7/7	牽牛の職業
59.	2017/7/14	ALMAの標高
60.	2017/7/21	大暑の次の節気
61.	2017/7/28	太陽から水星の距離
62.	2017/8/4	部分月食
63.	2017/8/18	皆既日食
64.		欠番
65.	2017/8/25	伝統的七夕の月相
66.	2017/9/1	二十日は台風に注意
67.	2017/9/8	水星の直径
68.	2017/9/15	アテルイ
69.	2017/9/22	アンドロメダ姫
70.	2017/9/29	Cプロジェクトの個数
71.	2017/10/6	立待月
72.	2017/10/14	JASMINE
73.	2017/10/20	銀河の形状分類
74.	2017/10/27	近世の星座
75.	2017/11/2	三鷹の重要文化財
76.	2017/11/10	太陽活動の周期
77.	2017/11/17	反射望遠鏡の型式
78.	2017/11/24	はやぶさ2の目的地
79.	2017/12/1	今年最大の満月
80.	2017/12/8	流星が光る高度
81.	2017/12/15	ふたご群の母天体
82.	2017/12/22	冬至と夏至の太陽高度
83.	2018/1/5	常時公開の年末の日程
84.	2018/1/12	ダークエネルギー
85.	2018/1/19	1等星のない黄道星座
86.	2018/1/26	皆既月食はいつ以来？
87.	2018/2/2	ALMA:日本のアンテナ数

88.	2018/2/9	ALMA:現地のスイーツ
89.	2018/2/16	ALMA:視野の広さ
90.	2018/2/23	ALMA:山麓施設の設備
91.	2018/3/2	月に2回の満月
92.	2018/3/9	春のトレミー星座
93.	2018/3/16	水星の高度
94.	2018/3/23	CAP2018
95.	2018/3/30	岡山の開所年
96.	2018/4/6	天の川銀河外の天体
97.	2018/4/13	野辺山の標高
98.	2018/4/20	夕空に高い月の月相
99.	2018/4/27	振替休日
100.	2018/5/11	IAU100周年
101.	2018/5/18	緯度観測所
102.	2018/5/25	銀河までの距離
103.	2018/6/1	アテルイII
104.	2018/6/8	入梅の太陽黄経
105.	2018/6/15	金星の距離
106.	2018/6/22	天の川銀河の中心方向
107.	2018/6/29	すばる望遠鏡の鏡厚
108.	2018/7/6	火星:運河
109.	2018/7/13	火星:探査機
110.	2018/7/20	火星:最接近距離
111.	2018/7/27	火星:季節
112.	2018/8/3	わし星雲「創造の柱」
113.	2018/8/10	ヘルセウス群の母天体
114.	2018/8/17	織姫星が属する星座
115.	2018/8/24	野辺山特別公開
116.	2018/9/1	9月の旧名
117.	2018/9/7	海王星の発見年
118.	2018/9/14	みたか太陽系ウォーク
119.	2018/9/21	中秋の名月の距離
120.	2018/9/28	アルマが見た最遠酸素
121.	2018/10/5	2020年の祝日
122.	2018/10/12	ひので衛星
123.	2018/10/19	天王星の発見者
124.	2018/10/26	特別公開のテーマ
125.	2018/11/2	天の川銀河の星の個数
126.	2018/11/9	地球の満ち欠け
127.	2018/11/16	さんかく座の銀河
128.	2018/11/22	太陽塔望遠鏡
129.	2018/11/30	春分点がある星座
130.	2018/12/7	大雪の次の節気
131.	2018/12/14	流星の相対速度

→続・次ページ

132.	2018/12/21	冬至に食べる野菜
133.	2019/1/11	次の部分日食
134.	2019/1/18	アルマの鏡面精度
135.	2019/1/25	星団の種類
136.	2019/2/1	暦要項
137.	2019/2/8	岩本さんの彗星発見
138.	2019/2/15	カノプスが属する星座
139.	2019/2/22	ハワイ観測所がある街
140.	2019/3/1	太陽フレア
141.	2019/3/8	星座の広さ
142.	2019/3/15	ケプラーの星の出現年
143.	2019/3/22	文化財イベント
144.	2019/3/29	4月の旧名
145.	2019/4/5	せいめい望遠鏡の口径
146.	2019/4/12	おとめ座銀河団の距離
147.	2019/4/19	春の満月と潮干狩り
148.	2019/5/10	日本最古の元号
149.	2019/5/17	星と森と絵本の家
150.	2019/5/24	系外惑星を持つ恒星
151.	2019/5/31	CLASP2
152.	2019/6/7	みなみのかんむり座
153.	2019/6/14	原始惑星系円盤
154.	2019/6/21	夏至の昼と夜の差

155.	2019/6/28	アルマと皆既日食
156.	2019/7/5	東京と石垣島の日没差
157.	2019/7/12	さそり座の和名
158.	2019/7/19	木星がいる星座
159.	2019/7/26	天の川から遠い星座*Q40と同工
160.	2019/8/2	伝統的七夕の日付
161.	2019/8/9	系外惑星命名：星座
162.	2019/8/16	系外惑星命名：発見年
163.	2019/8/23	系外惑星命名：発見機材
164.	2019/8/30	系外惑星命名：IAU
165.	2019/9/5	小さい星座*ここから木曜出題
166.	2019/9/12	中秋の名月と満月
167.	2019/9/19	みたか太陽系ウォーク
168.	2019/9/26	太陽の終末の姿
169.	2019/10/3	秋の四辺形
170.	2019/10/10	名月の別名
171.	2019/10/17	遠方巨大天体ヒミコ
172.	2019/10/24	星と宇宙の日
173.	2019/10/31	太陽系外からの天体
174.	2019/11/7	立冬
175.	2019/11/14	メシエ天体の種別
176.	2019/11/21	KAGRAの所在県
177.	2019/11/28	黄道星座じゃないもの

178.	2019/12/5	DESHIMA
179.	2019/12/12	ヒヤデス星団
180.	2019/12/19	自然地形の星座
181.	2019/12/26	次の部分日食
182.	2020/1/9	変則的な祝日
183.	2020/1/16	一文字の名前の星座
184.	2020/1/23	アルマが見た炭素雲
185.	2020/1/30	ギリシャ文字
186.	2020/2/6	暦の上の春の初め
187.	2020/2/13	HSC
188.	2020/2/20	かに座のメシエ天体
189.	2020/2/27	閏年の頻度
190.	2020/3/5	枕草子のゆづつ
191.	2020/3/12	赤色超巨星*Q36と同工
192.	2020/3/19	来年の春分の日
193.	2020/3/26	三鷹市のお花見の名所
194.	2020/4/2	アルマが見たタイタン
195.	2020/4/9	春のトレミー星座*Q92と同一
196.	2020/4/16	アペルIIの計算速度
197.	2020/4/23	先端技術センター
198.	2020/4/30	振替休日
199.	2020/5/7	メシエ天体の種類
200.	2020/5/14	クイズ開始はいつ？

NAOJ クイズ英語版を担当して

佐藤 亮 (天文情報センター)

2019年4月より天文情報センター広報室で翻訳業務を担当している佐藤です。NAOJクイズではクイズ原稿の英訳を担当していました。英語のライティングではしばしば「Correct (正確)」「Clear (明確)」「Concise (簡潔)」という「3つのC」が大事だと言われます。ただ頭ではわかっている、実践するのはなかなか難しいと日々の業務で実感しています。

NAOJクイズの英訳では、とりわけ文字数が大きな壁になりました。通常、日本語の文章を英訳すると文

字数はおよそ3倍に増えます。ところがTwitterの文字数制限は日本語が140字に対し英語は2倍の280字ですから、英語のほうが制限が厳しいことがわかりいただけると思います。そのため日本版のクイズでは余裕があっても英語版では制限に引っかかってしまい、なんとか知恵をしばって文字数を減らすということが何度かありました。もっともこうした制限の下で「3つのC」を意識したからこそ、いつも簡潔かつ明確な表現を探す癖がついたのではないかと考えています。



出題1時間後 (最終回)

新型コロナウイルス感染症に関連した対応について

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を防ぐため、国立天文台の施設公開、定例公開、イベント等の一部を中止いたします。再開につきましては、国立天文台のウェブサイトやSNSにてご案内いたします。みなさまのご理解、ご協力をお願いします。

また、国立天文台に業務でご来訪されるみなさまにおかれましては、下記のことをお願いいたします。

- 新型コロナウイルス感染者との濃厚接触が判明している場合や、その恐れがある場合は、ご来訪をお控えください。
- 咳や発熱などの症状がある場合は、ご来訪をお控えください。
- マスクや手洗いなど、各自で十分な防護策をお取りください。

★くわしくは <https://www.nao.ac.jp/notice/20200226-coronavirus.html> をご覧ください。

令和元年度退職者永年勤続表彰式

今年も長く天文台を支えてくださった方を称える退職者永年勤続表彰式が2020年3月31日に行われました。退職者の謝辞に続き、職員の送辞の後、退職者の所属長や式に参列した職員を交えての記念撮影が行われました。令和元年度の被表彰者は、次の8名です。

福島登志夫（天文情報センター）
吉田春夫（科学研究部）
柴田克典（水沢VLBI観測所）
鶴田誠逸（RISE月惑星探査プロジェクト）

相馬 充（科学研究部）
石川利昭（水沢VLBI観測所）
鈴木駿策（水沢VLBI観測所）
原田英一郎（事務部総務課）

前列左から、井口副台長、吉田さん、常田台長、相馬さん、原田さん、渡部副台長。



編集後記

小1の息子と付き合いながらの在宅勤務が続いています。外遊びに付き合う間に草むしりをすることが多く、敷地がすっきりしました。(G)

全国で唯一コロナ感染者ゼロ継続中の岩手ですが、逆にここまで続くともはや絶対に感染できないという無言のプレッシャーが重くのしかかります。(は)

小さい子どもはなかなか長い時間集中できないので、たびたび邪魔されて在宅勤務も細切れに。学校というシステムは素晴らしいを実感。(I)

遅まきながら、アルマ望遠鏡の日本語Instagramアカウントを開設。まだまだ試行錯誤ですが、よろしければご覧ください。→@alma_japan (h)

家族と過ごす在宅勤務。近所のお弁当やさんを開拓したり、お取り寄せをしたりして、なんとか乗り切りました。ネット会議が当たり前のようになっただけのおかげ。でもF2Fでないといけないこともあるのは確か。(K)

IAUの会議が続き、なんと24時間まるまる寝ないで徹夜した。いったい何年ぶりだろう。。。 (W)

在宅勤務を快適にするためにノートに大きなディスプレイとHHKBを繋ぎました。ネットワークは前より遅くなりました。皆、在宅勤務したり動画配信を楽しんでいるからかな。(e)

国立天文台ニュース
NAOJ NEWS

No.322 2020.05

ISSN 0915-8863

© 2020 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：小久保英一郎（委員長・天文シミュレーションプロジェクト）／渡部潤一（副台長）／石井未来（TMT推進室）
／秦和弘（水沢VLBI観測所）／勝川行雄（SOLAR-C準備室）／平松正顕（アルマプロジェクト）／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／ランドック・ラムゼイ）●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、<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

発行日／2020年5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（出版室）

FAX 0422-34-3952（出版室）

国立天文台代表 TEL 0422-34-3600

質問電話 TEL 0422-34-3688

6月号は、続々と
新たな発見を続けて
いるアルマ望遠鏡の最
近の研究成果を特集で
お送りします。お楽し
みに！

ふしらせ



すばる望遠鏡 HSC Cosmic Gallery

02 KKR25

田中賢幸 (ハワイ観測所)

およそ2 Mpcの距離にある矮小銀河（画面中央の淡い星の密集部）。発見は比較的最近で Karachentseva et al. 1999, A&AS, 135, 221 による。矮小銀河は巨大銀河の衛星銀河であることが多いが、これは孤立した銀河でどの銀河群にも属していないと考えられている。多少の若い星も見られものの、全体的には古い星が支配的になっている興味深い銀河である。HSCによる高解像度の画像では一つ一つの星が分解でき、銀河の詳細をつぶさに見ることができる。

★HSC：すばる望遠鏡「超広視野主焦点カメラ（Hyper Suprime-Cam/ハイパー・シュプリーム・カム）」
★HSCの観測データを活用した市民天文学プログラム「ギャラクシークルーズ」もお楽しみください
<https://galaxycruise.mfk.nao.ac.jp/>