

一般講演 1

2020年10月—中秋の名月と火星最接近

三品 利郎 (月惑星研究会)

October 2020 --- The harvest moon and the closest approach of Mars

Toshirou Mishina (Association of Lunar and Planetary Observers of Japan)

Abstract

On October 6, 2020 Mars has a large viewing diameter of 22.6 seconds.

Using Koyomi Station (Calculation of Ephemeris) on Ephemeris Computation Office NAOJ's WEB, the closest approach of Mars in 2020 we can know the state of the night sky view. As follows I understood when examining it with Koyomi Station (Calculation of Ephemeris) : October 1 is the harvest month of the autumn ; October 3 is eclipse of Mars (Not visible from Japan) ; October 6 is the closest approach to Earth.

1. はじめに

今年、2018年の夏は2003年8月から15年ぶりの火星大接近の話題で賑やかです。次に火星が大きく見えるのはいつかと問われれば、再来年、2020年10月なのです。今は様々な星図・プラネタリウムソフトがあるので、その様子を容易に調べることができます。国立天文台の暦計算室、「こよみ計算」のページでは簡単な操作で惑星の位置や大きさを知ることができます。[1]そこで、2020年10月6日の最接近のころの様子を「こよみ計算」のページで調べました。

2. 2020年10月の火星の見え方

火星と土星の見かけの大きさが、変化する様子をグラフにしたものが図-1です。点線が土星、実線が火星の見かけの大きさ(視直径)です。土星と比べると火星の見かけの大きさは大きく変わります。火星は大半の期間、小さくしか見えず、2年2か月ごとに、土星よりも大きく見えるようになります。それが大接近、或いは、大接近とは呼ばれなくても火星が大きく見える時期です。

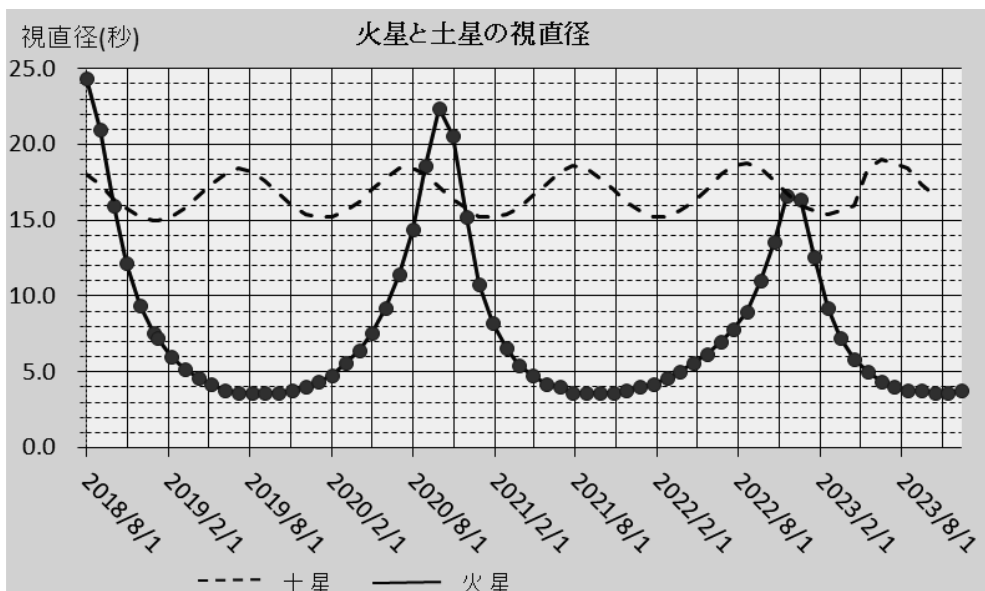


図-1 火星と土星の見かけの大きさ(視直径)「こよみ計算」のページで計算しグラフ化

次の大接近は2035年9月11日です。それまで待たなくても、2020年の10月に火星が大きく見えます。図-2は、2020年8月から11月末までの火星の視直径の変化です。10月には視直径が22秒を超えます。今年の大接近は視直径が23.6秒ですので、同じくらい大な火星が見られます。さらに火星は「うお座」にあるので、「やぎ座」の今年よりも空高く昇ります。火星が真南になった時には高さが横浜では60度を超えます。望遠鏡で見る時には、高い方が大気の揺らぎの影響が少なく有利です。2020年の秋は、火星を観察するチャンスです。



図-2 2020年夏から秋の火星の見かけの大きさ(視直径)

それでは、2020年秋の夕方の空を見てゆきましょう。観望会が開かれる時刻の様子を「こよみ計算」のページで作成したものが図-3,図-4,図-5です。

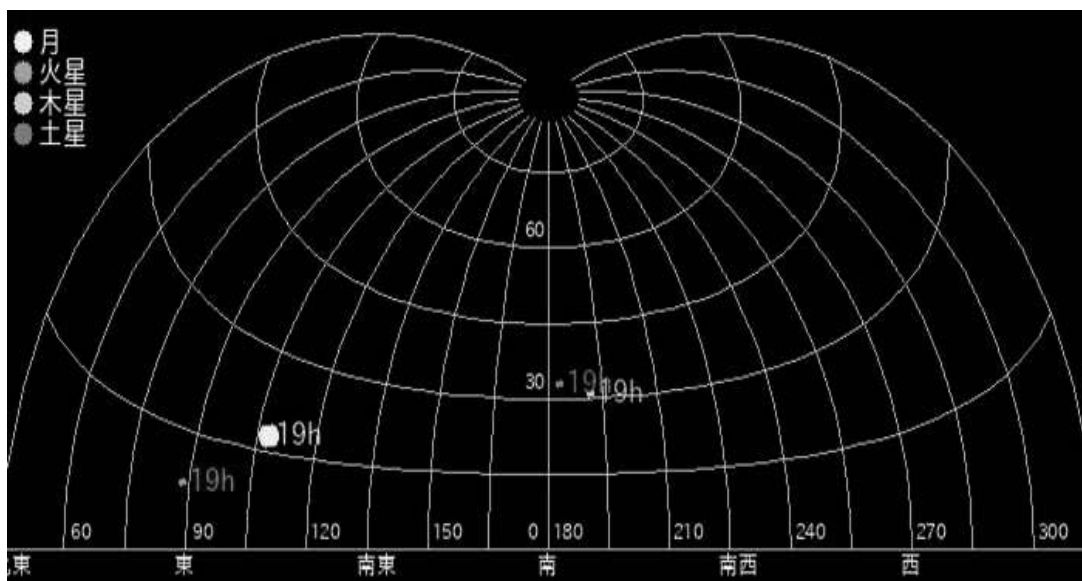


図-3 2020年10月1日、19時の星空

図-3は、10月1日の19時です。この日は、中秋の名月です。10月になるのは19年に4-5回[2]です。この年は火星の最接近の直前に名月となり、名月の下から火星が昇ってきます。

図-4 の 10 月 3 日には月と火星の位置が入れ替わり月の直ぐ上に火星が見えます。3 日の昼間に火星が月に隠される火星食が起きていました。日本からは見る事が出来ず、南アメリカの南端、南アフリカの南端で見られます。

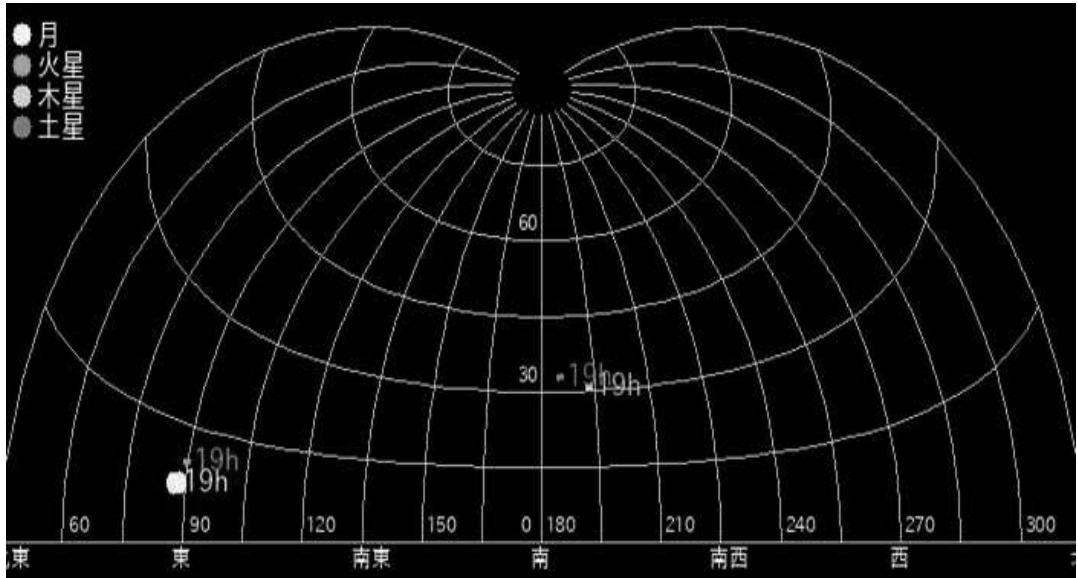


図-4 2020年10月3日、19時の星空

10月17日(土曜日)になると、20時30分には火星が41.8度(横浜)まで昇ってきます。見かけの大きさは22秒もあります。さらに、この日の前後には、火星面の大きく顕著な模様、大シルティスやヘラス平原が正面に来て見やすくなります。その様子を図-5 にしました。右隅に WinJupos で作成した火星面(北が上)を載せました。火星の模様を観察できそうです。

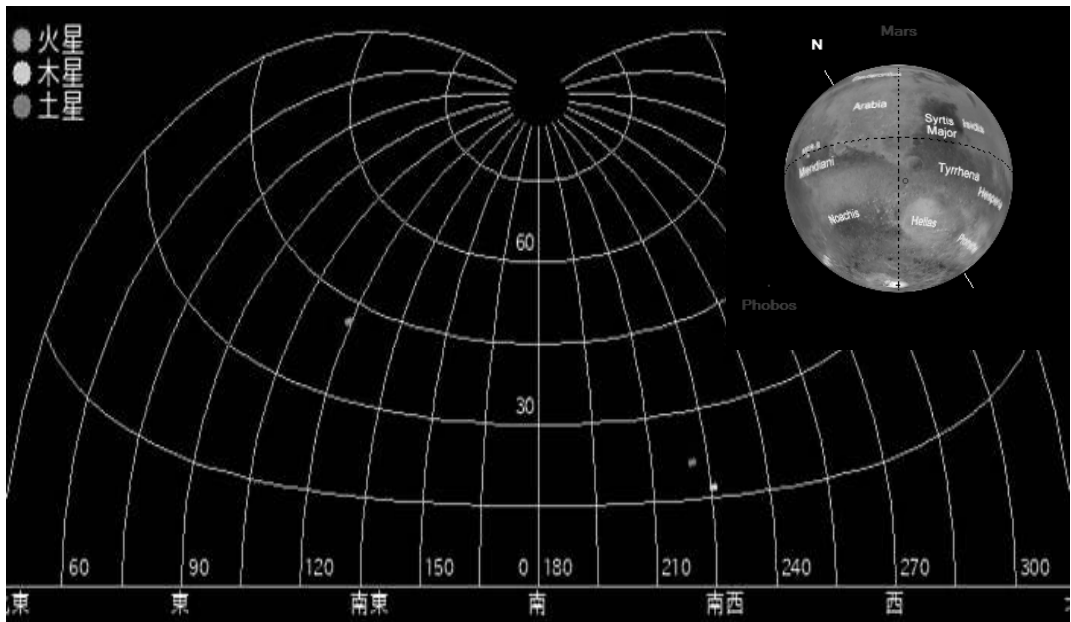


図-5 2020年10月17日、20時30分の星空と火星の模様

3. おわりに

火星は15年或いは17年ごとに、地球と火星の距離が6000万kmよりも近づくと「大接近」として賑やかになります。2018年は、約5700kmまで近くなり見かけの大きさが24.3秒になりました。大接近を機会に火星に興味を持たれた方が多いと思います。2020年10月6日にも火星が約6200万kmまで近づき見かけの大きさが22.1秒になります。2020年の秋も火星を観察してみたいかがでしょうか。2020年の10月も火星の観望会を開くのに良い時期です。

2018年の7月に、日本でも火星を主題にした図書が何冊出版されました。火星に興味を持たれた方は、一読されてはいかがでしょうか。アメリカやイギリスの出版社からは、火星の専門書もアマチュア向けの火星の解説書も毎年、何冊か出版されています。例えば、以下です。

[中学生・高校生向け] Steve Kortenkamp 著、Mars Exploration Rovers: An Interactive Space Exploration Adventure、2016、You Choose Books

簡単な英語(わかり易い構文)で書かれているので中学生・高校生でも読めると思います。「読者へ、NASAのエンジニアになったらこういう仕事をしますよ」と語り掛けながら、マリナーからキュリオシティまでの、火星探査プロジェクトを成功も失敗も紹介しています。

[アマチュア向け] Peter Grego 著、Mars and How to Observe It、2012、Springer

望遠鏡で火星を観察する人のための解説書です。前半は、2012年当時の最新の火星像が解説されています。後半は、観察の手引きで、望遠鏡で観察する方法や2021年までの接近の様子が紹介されています。火星を撮影するカメラや画像処理のツールは、2012年当時と変わっていませんので、それらに関しては、最近の雑誌記事(天文ガイドや星ナビ)を見てください。

参考文献

- [1] 国立天文台暦計算室、こよみの計算のページ
(<http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi>)
- [2] 国立天文台暦計算室、暦 wiki、中秋の名月
(<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/C3E6BDA9A4CECCBEB7EEA4C8A4CF.html>)

質疑応答

Q: なし

コメント: (福澄孝博さん) 札幌では火星の高度が大問題。実は、青少年科学館では7月下旬ごろから、次の最接近も推している。月や色々な情報も加えていただき、大変参考になった。ありがとうございます。

補足: 最近の関東地方では、花火大会やコンサートがゲリラ豪雨で中止になるなど、夕方に天候が急変するリスクもあります。10月には天気が安定しているので天候が急変するリスクの少ないのではないのでしょうか。2020年の最接近も忘れず頭の片隅に入れておいてください。

以上

第 32 回天文教育研究会 昼間の天体観望について

芳野 雅彦 (所属なし)

The astronomy education seminar with the 32nd time

About the orb observation in the daytime

Masahiko Yoshino (Free)

要約

Abstract

ここでは、昼間に移動式天体望遠鏡で天体観望を可能にする方法を解説します。
The way of introducing a star with the portable-type telescope in the daytime

1. 赤道儀の構造を知る

まずは赤道儀の構造を知ること、一つの手法が推測できます。赤道儀は、その赤経軸を正確に天の北極（ここでは北半球を前提とします。）に向けることで、主鏡に導入した天体を、赤経軸のみ日周運動に合わせて回転することで安定して追尾できます。

逆に言えば、昼間でも移動式望遠鏡の赤経軸を正確に極軸方向に一致させれば、対象天体の赤道座標の赤緯値を望遠鏡の赤緯軸の目盛環（図 1）に合わせることで、あとは赤経軸を対象天体方向に適当に低倍率で向ければ、導入が可能になるということです。



望遠鏡の赤緯軸の目盛環です。望遠鏡の赤経軸が、正確に極軸と一致していれば、この目盛環の数値は、対象天体の赤道座標の赤緯値と一致します。そして、追尾してもその値は変わりません。そのように望遠鏡は設計されています。

「図 1」

2. 昼間でも正確な望遠鏡の設置（極軸合わせ）には

通常は、夜間の望遠鏡設置なら、北極星を利用して極軸を合わせられます。精密にするには、極軸望遠鏡で北極星を利用して行います。

では北極星が見えない昼間は、どのようにして正確に設置すればよいでしょうか。

それには、移動式望遠鏡を設置する「緯度」と「真北」が分かれば、北極星を利用しなくて済みます。

緯度は、インターネットで地図上の地点を指定すれば、正確な数値が求められます。その数値を、赤道儀の仰角（高度）目盛に合わせれば解決です。

一方、真北を決めるのはどんな方法があるのでしょうか。方位磁石は、数度のずれが出ます。スマホでも正確に示さない例を見ている。（ただ、最近は正確に示すものが出ています。そのような機種なら良いかもしれません。）

ここでは、太陽の「地平座標」を利用して安全に導入する手法を紹介します。地平座標とは、北（又は南）を起点として、水平方向にぐるりと360度方位を示し、また地平線からの高さを高度として天体座標を示すものです。ちなみに経緯台の架台は、この数値を利用して天体導入しています。

※地平座標では方位角と高度を使用して天体の位置を表す。

高度は地平線上を0度として天頂を90度として表す。地平線下にある天体についても、高度をマイナスとして表すことができる。

方位角は、現代の天文学においてはほとんどの場合、真北を0度として時計回り（真東：90度、真南：180度、真西：270度）に計る。しかし以前は真南を0度として時計回りに計るのが一般的であった。これは北半球では圧倒的多数の恒星は、真南で南中し、その時点でその恒星の時角が0時となるからである。

☆下図は、天体ソフトを用いて、太陽の地平座標を調べ例



「図2」：アストロアーツ社 ステラナビゲーター 星図例

3. 太陽とプロトラクターを使って真北を割り出す

具体的な真北の割り出しには、太陽の影と建築機材のプロトラクター（角度計）を使って行います。

まず観測地点・時点の時刻において、天文ソフトで太陽の地平座標（図2）を調べます。

次に太陽の地平座標で示した方位の数値をみて、プロトラクターを同数値分だけバーを開きます。その開いた一方のバーに太陽の影を載せます。つまり、太陽の影と一致したということは、北（又は南）から正確にその方位を向いたことになります。そうすれば、もう一方のプロトラクターのバーは、真北（あるいは真南）を示すので、昼間でも正確な真北を導き出すことができます。

この方法を用いて、昼間でも惑星や1等星以上の明るい星を導入が可能になります。ちなみに、夜までそのまま設置して、極軸望遠鏡を覗いたらバッチリ北極星が入ってました。



図3

4. 昼間の天体観望の効果

(1) 昼間の授業中に観望可能

- ・天体観望は、夜に行うものといった概念を超えて、学校の授業に行うことができる。
- ・昼間は、「星が出てない」のではなく、太陽の明るさで他の「星が見えない」だけであることを説明できる。(見えると生徒は驚きます。)
- ・赤道座標や地平座標、望遠鏡の構造など、児童や生徒に、天文に興味を持たせる要素を含む。

(2) 天体観望スタッフにも技能向上・練習になる

- ・赤道儀の基本構造が分かる。
- ・天体の座標と望遠鏡の関係が分かる。
- ・天体導入の際に、目盛環を利用してスムーズに導入できる。
- ・昼間の天体も導入できる。

質疑応答

Q: 太陽を利用した方が、正確になるのではないかと? (宮川祐一さん)

A: 実際に天体を利用するのですから、それも正確だと思います。ただ、基本的に正確さを競っているわけではありません。昼間でも観望できる精度があれば十分です。実際このやり方で、夜間に極軸望遠鏡を覗いたらきっちり北極星が入ってました。相応の精度は十分出ていると考えています。

ただそれより安全性を重視しています。自分も太陽を利用しようとして、投影素材に灼熱で穴をあけてしまいました。私がドジなためでもあります。子供相手の観望会では、安全がなにより最優先です。

なお、貴方のやり方でもできる(ただし重たい架台を動かすことになる)と思います。それを否定もしません。

Q: フィルターを使ったらもっと良く見えるのでは? (渡部隆夫さん)

A: 太陽観測をするわけではありません。たとえファインダー等で太陽に向けるとしても、安全最優先のため、私はその方法を用いません。

日本におけるアストロツーリズムの可能性

縣 秀彦 (宙ツーリズム推進協議会/国立天文台)

Possibility of astro tourism in Japan

Hidehiko Agata (SORA Tourism / NAOJ)

Abstract

This presentation will introduce the "SORA Tourism" Promotion Council established to pursue the possibility of astro tourism in Japan. Astro tourism is a collective term such as a journey to see stars, a trip to see astronomical phenomena such as solar eclipse, a trip to visit astronomical observation facilities.

1. はじめに

国内では「長野県は宇宙県」[1]や「星取県」(鳥取県)[2]など、地域の星空資源を活用した観光事業や地域振興の取り組みが幾つかの自治体で始まっている。海外でもニュージーランドのデカポ湖やアフリカのナミビ砂漠、またはヨーロッパのアルプス山麓などでの星空観光が人気を集めている。さらに、ハワイ島はもちろんチリやカナリー諸島でも天体観測施設への来訪も含めた星空観光が盛んになりつつあるという。このような動きは天文学の発展や天文教育・普及に寄与するのであろうか？

本稿において、アストロツーリズム (Astro Tourism) とは、天体 (星) を見る旅、日食など天文現象を見る旅、天体観測施設を訪れる旅などの総称と定義する。

2. 宙ツーリズム推進協議会の活動について

アストロツーリズムについての具体的な調査や地域間の関連付け等を行うために、著者は、山崎直子宇宙飛行士、和歌山大の秋山演亮教授、電通宇宙ラボの荒井誠氏の協力の下、2017年11月に14の自治体や日本公開天文台協会他の関連企業・団体と共に「宙ツーリズム推進協議会」[3]を立ち上げ、宇宙×旅をテーマに日本における星空観光の推進を始めた(なお、「宙」には、空やSpaceも含むものとする)。

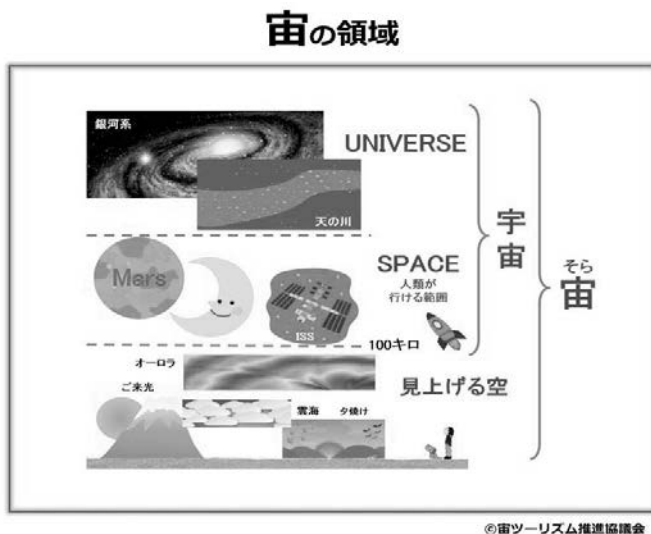


図1 宙ツーリズム推進協議会が対象とする宙の領域

宙ツーリズム推進協議会は、現在は任意団体であるが、早い時期に一般社団法人化することを目指しており、会員の勧誘を進めている。会の目的としては、次の3項目を目指している。

ア. 場を繋ぐ情報・ノウハウを提供

現在、地域における「宙」を感じる「場」の運営は、自治体や天文関連団体等による個々の取り組みが中心となっていますが、全国規模で繋がり合うことで、さらなる情報発信や集客施策の広域化を推し進めること。

イ. 「宙」がもつ魅力を集約し発信

「宙」のもつ魅力コンテンツのポータルサイトを構築することで、より多くの人びとが大自然の中で「宙」を感じ癒される機会を増やし、また、学校や科学館、宇宙関連施設、公開天文台などにおいて、知的探究心の翼を上げ、「宙」のもつ魅力を自由に楽しめるようにすること。

ウ. 市場の拡大

「宙」を観光資源として有する地域の施設や団体と、観光事業全般に関わる様々なネットワークと繋ぐことで、空・星・宇宙の魅力に、他の観光資源を盛り込んだ新しいツアーを企画・実施し、潜在ニーズも掘り起こして市場を拡大すること。

2018年度の観光庁「テーマ別観光による地方誘客事業」[4]に応募したところ、新規採択として応募27件中4件の一つとして採択された。本事業計画は3年間であり、初年度は特に星空観光に関する観光客ニーズと地域特性・課題について調査している。天文学にあまり関心の無い層へのアプローチの仕方や、国内外での成功事例の収集のほか、曇天・雨天時の対応や専門家によるガイドの効果や課題などを抽出する予定である。また、本事業では、日本天文協議会等と協力して、公開天文台やプラネタリウム、天文学が学べる大学など多種の天文情報に簡単にアクセス可能なポータルサイト(天文情報データベース(仮称)ACCESS)を構築し2019年に公開する予定で、現在その検討を進めている。

宙ツーリズム推進協議会の活動目的

- 宙観光に関するターゲット層の調査結果の共有
- ウェブなどによるターゲット層への情報発信機会の提供
- 無料で参加できる宙観光に関するシンポジウムやイベントの開催
- 専門家とのネットワーキングによるコンサル機会の提供

協議会会員 (自治体・団体)

- 鳥取県
- 長野県
- 井原市
- 南阿蘇村
- 福岡 (福岡市科学館)
- 鹿児島 (株式会社星の駅)
- 石垣市
- 秋田 ((一社)あきた宇宙コンソーシアム)
- 八ヶ岳 (スターラウンド八ヶ岳)
- 三鷹 (合同会社 科学成果普及機構)
- 御宿町
- 岐阜県・各務原市 (岐阜ががみはら航空宇宙博物館)
- 京都 (近山天文台の群衆を考える会)
- 和歌山市加太

協議会会員 (個人)

- (一社)宇宙カルチャー推進協会、認定NPO法人花山星空ネットワーク、(一財)日本宇宙フォーラム、日本公開天文台協会、星空公園、和歌山大学観光学部科学文化ゼミ、(株)アストロアーツ、ANA セールズ(株)、(株)オスカープロモーション、(株)クラブツーリズム・スペースツアーズ、(株)電通、宇宙うが、(株)日本旅行、(株)パナソニックグループ、(株)ビクセン、特定非営利活動法人千ガスター、(株)日本宇宙協議会総合研究所、福井工業大学、NPO 法人日本宇宙旅行協会

2018年9月11日現在

図2 宙ツーリズム推進協議会の活動と会員 (2018年夏現在、参加予定も含む)

平成30年度 選定テーマ一覧 (継続・新規)

番号	テーマ	協議会名(下段が代表団体)	30年度の当事業での取組概要
継続 (旧年度)	1 エコツーリズム	エコツーリズム地域推進協議会 (特非)日本エコツーリズム協会	空港におけるインバウンド向け満足度調査を、これまで実施していない春から夏にかけて実施するとともに、イギリスメディアやガイドブックを招致する。調査結果やPR会社との関係構築により、次年度以降の販促活動を更に効果的なものにしていく。
	2 街道観光	街道観光推進会議 (特非)全国街道交流会議	体験プログラムの調査やモニターツアーの実施、街道スタンプラリーの実施を通じて、街道観光へ誘客するための基礎を固め、これまで構築してきたネットワークを活かして、全国に展開していく。
	3 酒蔵ツーリズム	日本酒蔵ツーリズム推進協議会 (社)日本観光振興協会	全国から酒蔵ツーリズムのモデル地域を選定し、モニターツアーや受入体制整備、着地型ツアー造成を実施する。また、平成29年度事業として作成した酒蔵向け外国人受入体制標準化ツールの一層の普及・啓蒙活動を行う。
	4 社寺観光 巡礼の旅	社寺観光地域連携協議会 (一社)全日本社寺観光連盟	前年度まで取り組んだ「徳川家康ゆかりの社寺」、「修験道」にテーマを絞った調査の結果に基づき、「宿坊」を切り口としたマーケティング調査、モニターツアー等を実施し、企業研修のための宿坊プログラム開発を目指す。
	5 明治日本の産業革命遺産	明治日本の産業革命遺産世界遺産ルート推進協議会 (一財)産業遺産国民会議	世界遺産「明治日本の産業革命遺産」(8県11市)の構成資産を有する地元の自治体や観光協会、DMO等と連携し、構成資産とその周辺の観光スポットを回る周遊モデルコースを設定し、その周知に取り組む。
	6 ロケツーリズム	ロケツーリズム協議会 (株)地域活性化プランニング	全国の各地域においてロケツーリズムを牽引できる人材を育成するために、セミナー形式の協議会を開催し、ノウハウや成功事例の共有を行う。また、前年度で作成した全国ロケ地マップの第二弾を作成し、海外に向けてロケツーリズムのPRを行う。
継続 (旧年度)	7 アニメツーリズム	(一社)アニメツーリズム協会 (一社)アニメ観光協会	旅行商品化に向けたノウハウの蓄積を目的に、アニメ聖地を訪れるツアーの造成・試験販売を行う。また、平成29年度事業から得られた知見を基に、複数のアニメ聖地をどうアゲファンが巡るのか、その両立の実証実験も実施する。
	8 古民家等の歴史的資源	歴史的資源を活用した観光まちづくり協議会 READYFOR(株)	古民家等の歴史的資源への誘客を促進する際に効果的な方法を調査するためのマーケティング調査を実施し、その結果に基づいたモニターツアーをクラウドファンディングを活用して行う。
	9 サイクルツーリズム	全国サイクルツーリズム連携推進協議会 (一社)ルーツスポーツ・ツージャパン	イベント時以外の日常的なサイクリストの受入体制整備と、外国人の誘客を促進するために、各地の名所や隠れたスポットを巡るサイクルコースの設定や、地元ガイドの養成、外国人向けのモニターツアーを行う。
	10 全国ご当地マラソン	全国ご当地マラソン協議会 (株)パワフルランティア	協議会の公式ホームページを多言語化するともに、加盟大会において中国人向けエントリーサイトを開設し、外国人のご当地マラソンへの誘客を図る。また、実際に大会に参加している外国人を対象に、滞在日数や訪れた観光地等の動向調査を実施する。
	11 日本巡礼文化発祥の道	西国巡礼地域連携協議会 西国三十三所礼所会	前年度に実施したマーケティング調査を踏まえターゲットを絞り、その嗜好にあったツアーを造成するとともに、継続的に実施していくことができるようモニター調査を実施。また、インバウンドの誘客を図るため、外国人向けツアー造成のための調査も行う。
	12 忍者ツーリズム	日本忍者協議会 日本忍者協議会	平成29年度事業で造成した忍者ツアーを実際に国内外の旅行会社にて販売するほか、クルーズ船利用者に向けた寄港地での旅行商品造成を目的に、クルーズ会社との折衝を行う。また、忍者ゆかりの地にインフルエンサーを招請し、PRも引き続き実施する。
	13 百年料亭	百年料亭ネットワーク (株)ランドスタッフ	前年度実績のある台湾と欧州1ヶ国から旅行会社等を用いてファミリーツアーを実施し、既存のツアーや新たなツアーに百年料亭を組み込んでもらうことを目指す。また、料亭としてのインバウンド接客法等の基本的部分をまとめたマニュアルを作成する。
新規	14 Industrial Study Tourism(産業訪問)	全国産業観光推進協議会 (公社)日本観光振興協会	海外からのビジネスに繋がる産業観光の視察旅行やMICE誘致を促進するため、受入の実態調査を行い、産業観光のワンストップサービス化に向けてデータベースの構築に着手する。また、受入の体制整備や課題整理のためモニターツアーを実施する。
	15 ONSEN・ガストロノミーツーリズム	ONSEN・ガストロノミーツーリズム推進連携ネットワーク (一社)ONSEN・ガストロノミーツーリズム推進協議会	「ONSEN・ガストロノミーツーリズム」の認知度向上と誘客を図る有効な方法を検討するため、マーケティング調査を実施し、その結果を活用しながら、シンポジウムやPRを行う。また、外国人観光客獲得のため、調査事業やサイトの多言語化を行う。
	16 郷土食探訪～フードツーリズム～	日本フードツーリズム連携協議会 (一社)日本フードツーリズム協会	フードツーリズムを先進的に推進する地域をエリア認定し、その地域においてモニターツアーや実証実験を行う。また、認証エリアの一体的なPR活動や、各地でフードツーリズムに従事する人材のネットワーク化を図り、ノウハウの共有を図る。
	17 宙ツーリズム	宙ツーリズム推進協議会 (財)科学成果普及機構	空や星・宇宙など多岐にわたる「宙ツーリズム」に対する観光客のニーズや課題抽出のため、マーケティング調査を実施する。また、星空を解説する人材の活用やシンポジウムの実施、PR活動を行い、機運の醸成や認知度向上を図る。

表1 平成30年度の観光庁「テーマ別観光による地方誘客事業」採択一覧

参考 URL

- [1] 長野県は宇宙県連絡協議会 <https://www.nro.nao.ac.jp/~uchuukuen/html/index.html>
- [2] 星取県 <https://www.hoshitori.com/>
- [3] 宙ツーリズム推進協議会 <https://www.facebook.com/宙ツーリズム推進協議会>
- [4] 観光庁「テーマ別観光による地方誘客事業」
http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/theme_betsu.html

質疑応答

Q: 講演中に映し出された映像の中に、種子島宇宙センターがありました。ロケット発射を見るツアーは昼の発射が多いですが、夜間のロケット発射は宇宙の星空に向かってロケットが進んでいく様子が実感できるので、アストロツーリズムでもそのような機会を期待したい。(森友和さん)

A: 貴重なご意見ありがとうございます。目的や投入軌道等によって発射時刻は決まってしまうものと思われませんが、夜間発射の魅力に関するご意見は JAXA 担当者に伝えるようにしたいと思います。

Q: 宙ツーリズム推進協議会に個人で入会するメリットは何を想定されていますか？(原田敦さん)

A: 協議会の会員の多くは、自治体や観光協会と旅行関係業者等を想定していますが、個人でも入会可能です。お住まいの地域で天文同好会の仲間や個人として天体観望会を請け負って

いる際、その活動の場が広がると思われます。地元子どもたちや住人へのサービスのみならず、全国や海外から星空を見に訪れる方々へも、地元の星空を案内したいという方にはメリットがあると思われます。

Q：宙ツーリズムで星を見に来てくれる人々へのメリットは何でしょうか？特に一般の人々への事で教えて下さい。（大西浩次さん）

A：「上を向いて歩こう」、「見上げてごらん夜の星を」・・・つらい時や悲しい時に夜空を見上げることで救われた気持ちになれることがあります。また、家族や親しい仲間と一緒に満天の星空を見上げて、幸せな気持ちを味わえることがあります。一人で対峙して自分の過去や未来と語り合う時間も、多くの人たちと共感しあう瞬間も、星空はかけがえのない存在です。日常を離れ、星を見ながら自分自身や他者と対話する素敵な「星空体験」を多くの人たちに体験してほしいと思います。そのことは個人の文脈のみならず、持続可能な安定した社会の構築の上でも役に立つのではと考えています。



図3 宙ツーリズム推進協議会のメイン・ビジュアル

宇宙図プロジェクトの進捗報告

高梨 直紘 (東京大学)

Report on the "Diagram of Our Universe" Project

Naohiro TAKANASHI (the University of Tokyo / TENPLA)

Abstract

"Diagram of Our Universe" is a science poster published in Japan. The poster provides a panoramic view of the Universe by showing the extent both in space and time, which includes a wide range of astronomical topics and describes their relationship. The latest version of the poster was released in 2018. We introduce this poster and show a vision of the project.

1. はじめに

2018年3月に、宇宙図シリーズの最新作である「宇宙図 2018」がリリースされた(図1)。2007年の科学技術週間に合わせて制作された「一家に1枚宇宙図 2007」は、宇宙を俯瞰的視点から眺め、天文学分野の知を構造化した科学ポスターである[1]。企画は国立天文台および天文学普及プロジェクト「天プラ」が担当し、美術家の小阪淳氏、コピーライターの片桐暁氏、そして天文学分野で研究教育活動に携わる有志らを中心に組織された宇宙図制作委員会が制作に当たっている。これまで天文学の発展に伴いたびたびその内容を更新しており、今回リリースされた宇宙図 2018は、2013年にリリースされた「宇宙図 2013」に続き2回目の大改定となった。本稿では、今回の改定でどのような点が追加・更新されたのか、宇宙図 2018を活用してどのような取り組みが行われているのかについて報告する。

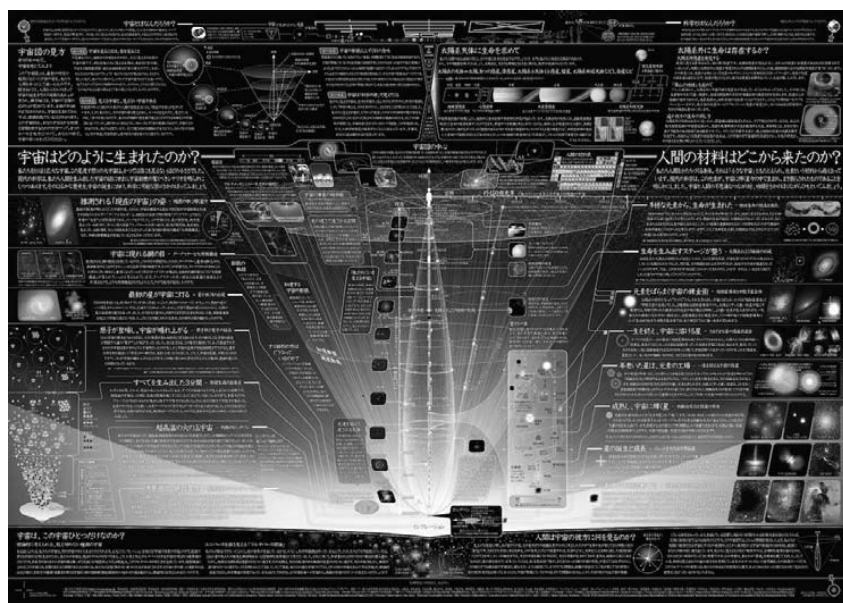


図1. 宇宙図 2018

2. 主な更新点

今回の改定では、全体として文章量が 1 割程度増加しているのに加え、既存の箇所も表現や数値などが最新の理解やデータに基づいたものへと更新されている。

その最大の目玉は、マルチバースに関するパートの新設である（左下部）。宇宙図 2007 および 2013 では、宇宙の始まりについては 138 億年前にあったビッグバンと、それを引き起こした原因としてインフレーションに言及したのみで、そのインフレーション以前については「無からの誕生」という表現を採用していた。しかしながら、インフレーションとはどのような現象であるのか、インフレーションはどのようにして始まったのか、インフレーション理論からどのような宇宙観が導かれるのか等といった事については（制作側の理解不足もあって）説明が省かれていたが、近年になり優れたレビュー論文や解説書等が出版されたこともあり、それらの知見を取り込むことにしたのである。

マルチバース理論を前提として考えた時、「宇宙」という概念の再定義も必要となる。宇宙図 2013 までは、「宇宙」とはすべてを含む概念であると定義していたが、マルチバース理論を前提とするのであれば、宇宙図で表現されている「宇宙」とは数ある宇宙（universes）の中での私たちの宇宙（the Universe）の話に過ぎなくなる。宇宙の始まりとは、「私たちの宇宙」の始まりのことなのか、多元宇宙（multiverse）の始まりのことなのか。そういった概念の取り扱いにも注意し、宇宙図内で無矛盾な表現になるよう全体的な文章の見直しも行っている。

重力波の初検出もまた、今回の改定に大きな影響を与えている。直接的には、中央左よりに重力波を含めたマルチメッセンジャー天文学についての解説を新設した（宇宙図 2013 では、多波長天文学についての解説であった）。関連して連星中性子星の衝突と、それに伴う元素合成が確たるものとなったことから、元素周期表（中央右より）には各元素の由来が分かるよう情報を追加している。また、星の一生を表した概念図にも、連星中性子星のルートを追加するなどしている。

宇宙図の意義についても、新たに解説を追加している（右下）。宇宙図制作委員会として宇宙図にどんな意味があると考えているのか、これまではポスター内には顕わに記載していなかったが、今回の改定に合わせて言及することにした。どのような意図を持って宇宙図がデザインされているのか、理解が深まることを期待している。

その他には、アルマ望遠鏡による観測成果を多数取り込んだり、発見が続く太陽系外惑星の話題なども更新している。細かい部分にも遊びが入っていたりするので、ぜひご自身の眼で確認していただきたい。

3. 宇宙図 2018 の展開

これまでの宇宙図シリーズもそうだったように、完成した宇宙図 2018 を元にした横展開にも取り組んでいる。

まずは全国の学校や科学館等への配布である。宇宙図 2013 と同様に、今回も約 42,000 箇所に対して科学技術振興機構（JST）が発行するサイエンス・ウィンドウ誌に同封する形で無料配布を行った。印刷費に関しては、前はクラウド・ファンディングを利用したが、今回は 5 名の篤志家からそれぞれ 10 万円の寄付をいただき、それを原資として印刷を行った。

宇宙図 2018 の内容を詳しく解説した書籍も出版した。宝島社の協力を得て、全国のセブンイレブンや書店向けのムック本として企画、販売が行われた。初版は 50,000 部と、一般的な科学系書籍とは違ったターゲティングおよび販売戦略で展開できたものと考えている。

今後の展開としては、外国語版宇宙図の作成を計画している。既に英語版は作成済みであるが、これを元にさまざまな言語における宇宙図の出版を行うべく、さまざまな機会を通じて協力者を求めている。

4. おわりに

宇宙図 2018 は、宇宙図プロジェクトの中核を成す成果物であるが、全てではない。宇宙図プロジェクトでは、宇宙を依り代としてさまざまな分野の知を統合化し、それを俯瞰する視点を提供していきたいと考えている。すでに出版されている光図、太陽系図、シミュレーション図などはその一環として制作されたものであるが、今後はより人文系の学問領域への接近と取り込みを図りたいと考えている。

参考文献

[1] 高梨直紘他, 「一家に 1 枚宇宙図 2013」, 天文月報, 2014

質疑応答

Q : 視覚支援学校にも届いたが、弱視の生徒さんには見えなかった。晴眼の教員にも見えづらい。大きなものも欲しい。また、テキスト化もして欲しい。(佐久間理江さん)

A : A1 サイズのポスターは一般向けに販売されています。テキスト化も含め、弱視の方にとって魅力ある宇宙図のあり方は、今後模索していきたいと思えます。

C : 国立天文台ウェブの特設サイトに宇宙図の解説コンテンツがあります。ぜひご利用下さい。(縣秀彦さん)

天文の楽しみのネットワーク作り

大西 浩次 (長野工業高等専門学校)

Building a Network of Enjoyment in the Astronomy

Kouji Ohnishi (National Institute of Technology, Nagano College)

Abstract

As "Enjoyment in the Astronomy", a great pleasure is expected when people who agree with the "slogans" gather than acting by themselves. In such a network, here we call it an "Open Network", various goals can be adopted from time to time, so that various activities can be expected to develop day by day. As an example of such an "Open Network", we introduce the activities of "Nagano Prefecture is the Astro-Prefecture".

1. はじめに

2018年3月、福岡で開催された"Communicating Astronomy with the Public Conference 2018" (CAP2018)では、53カ国、446人の天文教育関係者が集まり、「天文の楽しみ」を多くの人々と、どの様に共有していくかということについて、目的からその手法までを5日間に渡り話し合った[1]。

著者は、この会議に参加して、これまで個人的に持っていた「天文教育」への違和感を払拭するような非常に大きな感銘を受けることができた。ここで言う違和感とは、「天文教育」の「教育」という啓蒙思想的な響きの中に、教育者と多くの人々の間に区別や格差を感じていたからである。一方、この会議では、「天文学をコミュニケーションの道具として使う」「天文学でコミュニケーションをする」という、多くの人々とフラットな関係の中で、天文学をどの様に使い、科学文化（あるいは、総合文化）を創造（想像）してゆくかということで議論が終始徹していた。

ここで、これまでの天文普及活動が、「天文」や「宇宙」を使ったコミュニケーション活動だと考えれば良いことに気づいた。このことが、今回の年会のテーマでもある「天文の楽しみ」の中の、多様性（の分類）と「長野県は宇宙県」の位置づけを考えるきっかけを作った。

ここで、「天文の楽しみ」として、ひとりで行動するより、多くの人たちと関わったほうが、その楽しみがより高いものになってゆくであろうと著者は考えている。このような中、人たちとの関わり方について、3つの分類を提唱してみる。一つは、内に閉じたクローズドネットワーク、もう一つは、(単一) 目的に特化した準オープンネットワーク、そして、もう一つが、標語やモットーを合言葉にしたオープンネットワークである。これらの分類について、以下で、簡潔に紹介し、オープンネットワークの面白さと、今後の展開について考えたい。



図1 CAP2018の参加者の集合写真



図2 CAP2018での観望会の様子

2. クローズドネットワーク

「天文の楽しみ」として、ひとりで行動するより、同じ嗜好（思考）の人たちが集まると、個々の人たちとの協調と共鳴で、より高いレベルの展開が期待できる。このような同好会的な集まりを、ここでは、クローズシステムとかクローズドネットワークと呼ぶことにする。このようなシステムでは、一つの興味などに特化した、興味（趣味）達成型の活動が行いやすい。

これをいくつかの（仮想的な）天文グループを例に挙げてみよう。例えば、星を見るのが好きな人達が集まって作られた天文同好会を考えてみましょう。観望会や懇親会を通じて、天文の情報をやり取りすることで、天文観察や観測の技能の向上を目指したり、共通の天体現象を見て共有感を高めたりしているだろう。一方、ある天文同好会では、ボランティアで人に星を見せるのが好きで集まったグループの場合もあるだろう。あるいは、「星の写真を撮影」に特化したグループやプロ組織（協会）などもあるだろう。それぞれの同じ嗜好（思考）により集まっているため、まさに親密な人間関係を築くことができるであろう。一方、グループ同士の嗜好（思考）の共通点がないような場合、それぞれ（の「ノード」）をつなぐ「つなぎ」がなく、それぞれで完全に閉じたネットワークになっていることが多い。このことが、クローズシステム（クローズドネットワーク）と呼んだゆえんである。

3. 準オープンネットワーク

「天文の楽しみ」として、ひとりで行動するより、単一の目的を持った人たちが集まると、個々の人たちとの協調と共鳴で、さらにより広く高いレベルの展開が期待される。このような目的達成型の活動を目指す集まりを、ここでは、準オープンネットワークと呼ぶことにする。このようなシステムでは、明確な目的があり、その目的に向けて、個々に目標を立て行動することができる。

この例として、2012年の金環日食を挙げてみる[2]。このときは、金環日食を多くの人たちに安全に見せることを目的として、「2012年金環日食日本委員会」を組織し、「志あるものたち」が集まって、安全な日食観察の方法を広報・普及する活動を行った。これと同時に、4回の「金環日食シンポジウム」を開催し、1回目は、安全な観察の呼びかけを、2回目には、日食を使った教育研究のネットワーク作りのお見合いを、そして、3回目には、できた教育研究グループの研究計画を、最後の4回目には、教育研究グループの研究成果を報告するという流れを作った。これらのシンポジウムなどで「出会い」「発表」「聞く」「議論する」機会を作ることによって、多くの教育研究グループが誕生した。これらは、明確な目的を目指して、その目的に合う諸活動を次々と「つなぎ」で、大きなネットワークを形成できたのである[3]。

同様な例として、2009年の世界天文年での活動なども挙げるができるだろう。

4. オープンネットワーク

「天文の楽しみ」として、ひとりで行動するより、ある標語・モットー・キーワードに賛同する人たちが集まると、いろいろな人たちやグループとの協調と共鳴で、さらにより広い展開が期待される。このような標語賛同型の活動を目指す集まりを、ここでは、オープンネットワークと呼ぶことにする。このようなシステムでは、標語をどの様に捉えるかの多様性があり、多様な目標を随時取り入れることができるため、日々、多種多様な活動が展開されます。

このような一例が、「長野県は宇宙県」の活動であろう。ここで、「長野県は宇宙県」というのは、「長野県がもつ「宇宙に近い」というすばらしい資産を多くの人たちと共有し、その魅力を広く伝えていくことにより、長野県の地域振興、人材育成、観光、天体観測環境維持に寄与することを目的とする。また、参加する団体・個人は、この目的のために、お互いの特徴を認めつつ、協力をし活動する。」という2016年11月23日の松本宣言に賛同して集まった、幅広いバックグラウンドを持つ人々による、いろいろな活動を指している[4]。

5. 「長野県は宇宙県」の活動

「長野県は宇宙県」では、すべての人々が、天文や宇宙を身近に感じよう文化を作り出すことを目的に、2016年のスタートから、少しずつ進めてきている。はじめは、長野県内の研究所や研究者による「長野県は宇宙県」連絡協議会が作られ、ここでの準備を経て、2016年11月の最初の集会（総会）で、長野県内外より120名の参加者をいただきスタートした。2017年度には、最初のスタンプラリーを開催し、県内50箇所ほどのイベントを行い、プラネタリウム館や科学館、各地の天文同好会が「つながり」、連帯感が増してきた。これらの中で、長野県内の10の天文同好会が緩やかな長野県天文愛好者連絡会（仮称）[5]を作り、「長野県は宇宙県」のもとで、各同好会が緩やかな「つながり」を持つようになってきた。これらの成果を踏まえて、2017年度末には、長野県プラネタリウム連絡会と長野県天文愛好者連絡会（仮称）とこれまでの連絡協議会とが繋がり、拡大「長野県は宇宙県」連絡協議会が誕生した。

2018年度には、第2回スタンプラリーの開催とともに[6]、環境省の夏の星空観察に合わせて、長野県星空継続観察の組織を作り、長野県内の詳細な空の明るさ調査を実施している[7]。

このように、「長野県は宇宙県」を合言葉に、いま、幅広いバックグラウンドを持つ人たちのネットワークを通じて、複数の分野の融合が起きようとしている。

一方で、「長野県は宇宙県」を合言葉に「星の観光」「星の事業」を行いたい人たちからの期待が多数寄せられているが、現状では、安定した財源がなく、事務局も1人に集中しているという、金も人も時間も無い状態、今後の発展は、これらをどの様に展開していくかに関わっている。

このように、決して順風満帆の状態ではないが、「長野県は宇宙県」で文化を作りたいと考えているので、細く・長く10年は最低続けたいと考えている。今後の進展を見守っていただくとともに、ご協力をお願いしたい。



図3 「長野県は宇宙県」2018スタンプラリーポスター



図4 2018年「環境省の夏の星空観察」における長野県星空継続観察の様子（観測点の分布をグーグルマップに表示）

6. まとめ

「天文の楽しみ」として、ひとりで行動するより、いろいろな目的で行動する3つのパターンを紹介した。特に、オープンネットワーク型の活動をしている例として、「長野県は宇宙県」の試みを紹介した。実は、このようなオープンネットワーク型の活動の例として、まさに、「日本天文教育普及研究会」の活動自体が、このようなオープンネットワーク（あるいは、準オープンネットワーク）の一例となっている。このような、オープンシステム・オープンネットワーク

の場合、基本的なルールを守れば、誰でも参加者として参加でき、企画者として企画できることが重要である。このような標語・モットー・キーワードなどの「合言葉」を「ノード」として、異文化のグループを次々つないで（「つなぎ」）いくことで、想像を超えた新しい文化が作られてゆくことを期待している。

また、CAP2018 の例のように、「天文を使ってコミュニケーションする」ことで、人種や政治、宗教、性別などのバリアを超えて、人々をつなぐことができる可能性がある。まさに、オープンシステム・オープンネットワークの例としての「長野県は宇宙県」は、「天文を使ってコミュニケーションする」という社会実験の一つと位置づけられるであろう。

最後に、この発表で、標語・モットー・キーワードを「合言葉」に多くの人やグループを「つないでゆく」という具体的な例示を試みた。しかし、このようなオープンシステム・オープンネットワークがうまく機能するには、有効な「合言葉」と、「基本的ルール」を明確にし、それに賛同する誰でも自由に参加者・企画者になれるという仕組みをしっかりと作る必要がある。それと同時に、緩やかなネットワークとは言え、事務局による舵取りがある程度必要であり、実際に、運用してゆくには、事務局の役割が非常に重要になっている。今後、「長野県は宇宙県」の展開をどの様にしていくか、皆さんからの知恵とアドバイスを頂きたい。

参考文献

- [1] CAP 2018: CAP Conference: Communicating Astronomy with the Public 2018 集録
<https://www.communicatingastronomy.org/cap2018registration-abstracts/#proceedings>
- [2] 大西浩次ほか、「2012 年金環日食」,第 25 回天文教育研究会集録, pp.69-79, 2011,
- [3] 大西浩次ほか、「2012 年金環日食」,第 26 回天文教育研究会集録, pp.25-106, 2012,
- [4] 「長野県は宇宙県」HP <https://www.nro.nao.ac.jp/~uchuukuen/html/index.html>
- [5] 長野県天文愛好者連絡会 HP <https://nagaten.net/>
- [6] 「長野県は宇宙県」2018 スタンプラリーについて、本集録、衣笠健三による発表を参照
- [7] 長野県星空継続観察 <http://uchuukuen.jp.org/keizoku/>

質疑応答・コメント

Q: 「長野県は宇宙県」は先進的な取り組みだと思うが、他の地域等で実施する場合の注意点、アイデア等を教えてください。（原田 敦さん）

A: 「長野県は宇宙県」が「合言葉」として、うまくいているのは、長野県内の特性をよく表現で来ているということと、「宇宙県」という言葉への各自のイメージやアプローチに多様性があるからだとおもいます。他の地域の場合、その地域をイメージされる良い（キャッチーな）合言葉があれば、同様の展開は可能だと考えます。この点から、自分の地域の特性を良く知ることが必要でしょう。なお、「天文でコミュニケーション」という形ですと、星が見えない地域でもいろんな展開が可能だと思います。なお、まだ、実験中のことであり、絶対有効な「アイデア」はまだありません。いろんな地域で展開してゆく中で、手法が確立されてゆくと期待します。

C: 原田さんからの質問に対してのコメントです。ボトムアップで活動を立ち上げた方が、参加意識が高く、継続性の上では良いと考えるが、資金面など活動に限界があり、自治体などの行政や地域の企業との連携が必要である。（懸 秀彦さん）

A: 懸さんの指摘のように、「長野県は宇宙県」の最初のスタンプラリーを始めた 2017 年度は、クラウド・ファンドを使った多くの市民による善意でスタートしました。2018 年度は、寄付金や内部資金で行っているのですが、資金がないことによる活動の縮小なども起きています。それ故、2019 年度は、自治体などの協力を仰ぐ形を取りたいと考えていますが、資金を得ることで、「活動の内容を観光にシフトさせる必要が出てくる」といった危惧があり、現在、「長野県は宇宙県」の理想を実現するために、資金についてどうするか思案中です。

「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡」開催報告

矢治 健太郎 (杉並区立済美教育センター, 国立天文台)、
「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡」実行委員会

Report on "Communicating Astronomy with the Public 2018 in Fukuoka"

Kentaro Yaji(Suginami Seibi Education Center/NAOJ)

CAP2018 Organized Committee

Abstract

"Communicating Astronomy with the Public 2018 in Fukuoka"(CAP2018) was held at Fukuoka Science Museum from Mar.24th to 28th. From all over the world, 446 people gathered for this meeting, had their presentations in oral, poster and workshop styles and exchanged one another. This article briefly reports on CAP2018.

1. はじめに

「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡(CAP2018)」(以下、CAP)が、2018年3月24日から28日に、福岡市科学館を会場に開催された。CAPは、天文学に携わるすべての人一般社会のコミュニケーションに関する最近の取り組みについて、様々な意見を交換する場である。この会議を通じて、効果的で実績のある数多くの科学コミュニケーションの事例が紹介されている。国際天文学連合(IAU)によって、2005年に設立された国際会議で、ほぼ2年ごとに開催されている。これまで、ミュンヘン、アテネ、ケープタウン、北京、ワルシャワ、メデジンで開催されており、プラネタリウム施設がある場所で行われることが多い。そして、今年3月に、日本の福岡で開催されることとなった。これまで日本からの参加者は多くて10名だったが、今回は国内での開催ということもあり、日本国内からなんと198名が参加した。

表1 CAP2010以降の参加国・参加者数

	参加国	参加者数
CAP2010	49	155
CAP2011	18	52
CAP2013	40	206
CAP2016	22	140
CAP2018	53	446

表2 CAP2016/2018の参加者数の比較

	CAP2016	CAP2018
開催国	コロンビア	日本
開催都市	メデジン	福岡
参加国	22	53
(アジア)	2	11
参加者	140	446
(アジア)	11	256
(日本)	9	198
発表数	147	305

2. 史上最大の天文系科学コミュニケーション会議

今回の CAP は、「史上最大の天文系科学コミュニケーション会議」と、国立天文台ニュース 2018 年 5 月号で評されている。そう言われる所以は、参加国の数が 53 カ国、参加者数 446 人、そして発表数が 305 人と、どの数字も過去の CAP の中で最大の数字を達成したことにある。さらに、アジアからの参加者が 256 人、日本国内からも 198 名とこれらの数字も過去最高である(表 1、表 2)。当初、「参加者は 200 名行くかな、国内から 50 名参加してくれるかな。」と関係者の間では不安であったが、いい意味で期待を裏切る結果となった。そのため、当初予定していた会場では収容できないこととなり、サテライト会場を用意したが、さらにその収容人数を上回るおそれがあったため、当初、2 月 28 日に予定していた参加申込み締め切りを、2 月 10 日に繰り上げるようになった。「国際会議で、これほどの人数、しかもこれほどの国からの参加はなかなかない。」という参加者もいた。

CAP の会議の様子は twitter でも話題となり、3 月 24 日夕方には、福岡で 1 位、オランダで 2 位、イギリスで 5 位にトレンド入りし、この会議の盛り上がりぶりがわかる。

国際学術誌である、ネイチャー・アストロノミーにも CAP のレポート記事が掲載された。

3. CAP2018 の内容

CAP の 2018 の全体テーマは「今日の世界で天文学を伝える目的と方法」である。さらに、以下の 6 つのサブテーマが設定された。

- ・天文コミュニケーションの課題
- ・天文コミュニケーションの実践例
- ・障がい者とマイノリティと共に楽しむ天文学
- ・よりよい世界を目指す天文コミュニケーション
- ・天文学の公衆関与における先端技術の活用—マルチメディア・SNS・没入体験
- ・天文コミュニケーションにおけるメディアの役割

また、特別セッションとして、「国際天文学連合 100 周年における天文コミュニケーションの展開」が行われた。

今回、5 人の招待講演、141 件の口頭発表、111 件のポスター発表、20 件のワークショップがあった。参加者による発表のほかにも、大濠公園・能楽堂でのウェルカムイベント、コンファレンスディナー、宇宙×茶会、太宰府へのオプションルツアーが行われた。表 3 に、CAP2018 のプログラムの概要を示す。

いくつかの発表については、天文教育 2018 年 5 月号で速報、7 月号で特集号が組まれている。特に、特集号では 16 本の原稿が掲載され、発表内容や CAP の様子がわかる内容になっている。

さらに、CAP の集録がオンラインで公開されており、CAP のサイトから、どなたでもダウンロードできる

4. 参加者の声から

「天文教育」2018 年 7 月号・CAP2018 特集から。

・CAP2018 では世界各国 53 か国から天文コミュニケーターが集い、多様なコンテンツ、活動事例、課題の紹介があった。参加者らがそれらを共有し、語り合う、そのための目的は皆同じなのだとは再確認することができる貴重な機会であった(浅見)

・国際天文学連合が「社会のための天文学」をミッションに掲げ、それに応じるように、一人ひとりに寄り添った天文教育、特に、ユニバーサルデザインやインクルージョンをテーマにした発表が多々あったのには、感銘を受けた。(高橋)

・宇宙をテーマとしたオペラやファッションショーなど、天文ファンではなくても宇宙に興味を

持つ人々へ入り口を提供する活動を知るにあたり、「京都千年天文学街道」も歴史に興味を持つ人が多く参加する活動であることから、我々の活動の意義について強く勇気づけられた(青木)
 ・参加者の皆さんは、さすが広報普及に携わる人々の集まりだけあって、どなたも積極的に発言。コーヒーブレイクの会場でもちょっとした問いかけにすぐ反応が返ってくる。多様な見方・考え方があることの理解も深いように思えた(林)

表 3 CAP2018 プログラム概要

	3月24日(土)	3月25日(日)	3月26日(月)	3月27日(火)	3月28日(水)
午前	開会式	エナジャイザー	エナジャイザー	ワーク ショップ	エナジャイザー
	招待講演 1	招待講演 2,3	招待講演 4		招待講演 5
	全体セッション	全体セッション	全体セッション		全体セッション
昼食					
午後	全体セッション	分科会(4)	分科会(5)	ワーク ショップ	分科会(4)
	スペシャル セッション IAU100周年				アンコンファレン ス
	ウェルカム イベント				閉会式
			カンファレンス ディナー		

5. まとめにかえて

2018年3月24日(土)~28日(水)、福岡市科学館で、「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡(CAP2018)」が開催された。「史上最大の天文系コミュニケーション会議」と評され、世界中から、参加者 446 名、参加国 53 ヶ国、発表総数 301 件に達した。日本国内からも、198 名が参加、うち天文教育普及研究会の会員は 53 名だった。

以前、矢治は CAP に参加してきた経験から、CAP に参加する意義として、以下の 3 つをあげた。

- (1) 世界の天文教育普及の動向がわかる。
- (2) 参加者とのコミュニケーション
- (3) 自分たちの活動がアピールできる。

今回もその意義が十分達成できたと思う。CAP2018 の参加者たちも、英語でのコミュニケーションには苦労したと思うが、日本の天文教育普及の活動状況をアピールし、海外のコミュニケーターと直に交流できる貴重な機会となった。今後も天文系コミュニケーションの国際会議の機会がいろいろある。ぜひ、その経験を活かしてほしいし、また、多くの人に伝えてほしい。

「天文教育」の特集号や、CAP2018 の集録もネット上で公開されているので、今回参加できなかった人も、CAP2018 がどんな会議であったか、ぜひ知ってほしい。

次回の CAP は 2020 年に予定されている(場所はまだ未定)。

参考文献

Communicating Astronomy with the Public 2018 in Fukuoka

<https://www.communicatingastronomy.org/cap2018/>

「史上最大の天文系コミュニケーション会議を終えて」 縣秀彦, 2018 年 5 月号, 国立天文台ニュース

「世界天文コミュニケーション会議 2018 in 福岡に参加しよう」 矢治健太郎, 2018 年 5 月号, 天文教育

「<特集>CAP2018 in Fukuoka JAPAN」 縣秀彦, 2018 年 7 月号, 天文教育

Communicating Astronomy with the Public 2018 Proceeding

<https://www.communicatingastronomy.org/cap2018registration-abstracts/#proceedings>

質疑応答

Q: CAP 発表者中の天教会員の比率は、天文学会員中の天教会員の比率と比べてどうですか？
(玉澤春史さん)

A: 前者は 17%、後者は 22%なので、前者の方がやや少ないと言えます。

Q: CAP での学生の参加者はどれくらいいましたか？(三浦飛未来さん)

A: 学生料金で申し込んでいたので、かなりいたと思います。特に地元の学生は多かったです。
(矢治)

天文ソフト「Mitaka」の最新機能

～教育・上映向け機能と Gaia DR2 の天の川～

加藤 恒彦（国立天文台）

Latest Version of “Mitaka” Software: Functions for Education and Outreach and

Gaia’s Milky Way

Tsunehiko Kato (National Astronomical Observatory of Japan)

Abstract

“Mitaka” is a software program for visualizing the known Universe with up-to-date observational data and theoretical models developed by the 4D2U Project of the National Astronomical Observatory of Japan. Here, we first briefly outline the 4D2U Project and the Mitaka software. Then, we describe the functions that would be useful for education and outreach incorporated into the recent versions of the Mitaka software. Finally, we explain the Milky Way image for displaying on celestial sphere generated by stellar data obtained by the Gaia mission and All-Sky H-alpha map obtained by the WHAM Sky Survey.

1. はじめに

1.1 国立天文台 4次元デジタル宇宙（4D2U）プロジェクト

4次元デジタル宇宙プロジェクト^[1]は国立天文台で進めている可視化プロジェクトで、宇宙・天文の観測・理論・シミュレーションの成果をわかりやすく可視化して一般の人に見せることを主な目的としている。現時点での構成メンバー（敬称略）は以下の通りで、開発は CfCA 下の 4D2U プロジェクトが、公開は天文情報センターが行っている。

4D2U/CfCA（開発）	小久保英一郎、加藤恒彦、中山弘敬、長谷川鋭、福土比奈子
天文情報センター（公開）	縣秀彦、臼田・佐藤 功美子、遠藤勇夫、伊東昌市、岩下由美、武田隆顕、波田野聡美、根本しおみ、高島規子

プロジェクトには 2 本柱がある。一つは本稿で紹介するソフトウェア「Mitaka」で、もう一つは、スーパーコンピュータによる大規模シミュレーションを可視化したムービーである。Mitaka の開発は加藤が一人で行っており、シミュレーションムービーの作成は中山、長谷川の 2 名が行っている。プロジェクトの成果物は、国立天文台三鷹キャンパスにある 4D2U ドームシアターでの一般向け定例公開（月に 4 回、事前申込み制）^[2]で上映に用いられているほか、ウェブサイト^[3]からダウンロードして使用することもできる。

1.2 Mitaka の概要

「Mitaka」は、4D2U プロジェクトで開発をしている、天文学の成果に基づいた最新の宇宙像を見ることが出来るソフトウェアである^[4]。広大な宇宙の様々なスケールを自由に行き来して、各階層の様々な天体やその構造を見ることが出来る。これまで 4D2U ドームシアターの上映用ソフトとして用いられてきたほか、学校や科学館、公共天文台、イベントや講演会、書籍やテレビ番組などでも広く使用されてきた。フリーソフトとして公開しており、ウェブサイト^[5]からダウンロードして個人の PC で使用することもできる。

Mitaka が目指しているものは、なるべく最新の観測データや理論的なモデルを用いて、科学に基づいた最新の宇宙像を見せる、ということである。例えば、恒星のスケールでは Hipparcos

衛星により得られた恒星の位置データを用いて、約 1000 光年の範囲内で星々の 3 次元地図を見ることができる (図 1(a))。遠方銀河のスケールでは、SDSS プロジェクトのサーベイ観測データを用いて、銀河の 3 次元分布を見ることができる (図 1(b))。理論モデルの例としては、銀河系がある。これは、軸対称の星と塵の分布の理論モデルとシミュレーションに基づく銀河系の腕の想像図を組み合わせてモデル化し、それをリアルタイムのボリュームレンダリングにより可視化したものである (図 1(c))。



図 1 : (a) 恒星の分布 (b) 遠方銀河の分布 (c) 銀河系の理論モデル

2. 最新バージョン (v1.4、v1.5) の新機能

ここでは、最新バージョン (v1.4、v1.5) で追加された、教育や普及のために活用できるかもしれないいくつかの新機能について紹介する。なお、2016 年に仙台で開催された天教年会では Mitaka の教育利用に関するランチミーティングがあり、その際に機能についての要望も多数挙げられた。最新版では、そのうちのいくつかの機能も実装されている。

2.1 視線ターゲット

これまでの Mitaka では、1つのターゲットを決めて、カメラの位置 (視点) も視線方向も、それによって決められていた。最新版では位置を決めるターゲットとは別に、視線を向けるターゲットを指定できるようになった。メニューから選んだり、マウス操作の場合は、Shift キーを押しながら対象天体をダブルクリックすることで、視線ターゲットに設定できる。デフォルトでは視線ターゲットは従来のターゲットと一致する。この機能によって、例えば宇宙空間モードで金星を追尾してその満ち欠けを観察したりすることができる。なお、プラネタリウムモードでは従来の「地上モードのターゲット」と同様な機能であるが、メニューから惑星に限らず任意の天体を指定できるようになった。

2.2 視線方向を変える機能

ターゲットや上述の視線ターゲットとは別に、簡単な操作で視線方向を自由に動かすことも可能になった。マウス操作の場合は Shift キーを押しながら左ドラッグをすることで視線方向を変えられる。この機能を使えば、上映中に天体の位置関係をさっと確認したり、自由な構図で画面のキャプチャを取ることが可能である。

2.3 星座絵

これまで要望の多かった星座絵も v1.4.3 で追加され、表示できるようになった。星座絵は二見広志氏 (天窓工房・元国立天文台) に作成していただいた。

2.4 簡易連番画像出力機能

ごく簡単なカメラワークについて、Mitaka の画面を連番の画像ファイルとして出力する機能が実装された。最初と最後のフレームのターゲット、時刻、スケール、姿勢などを指定して分割フレーム数を指定すると、その間を補間して各フレームの画像を連番形式で出力する機能である。映像編集用ツールなどを用いれば、この連番ファイルからムービーを作成できる。通常の平面投影用の画像形式のほか、ドームマスター形式 (ドーム用) やキューブマップ形式 (VR などの全天映像用) での出力も可能になっている。

2.5 マルチウィンドウ機能

Mitaka の 1 つのアプリケーションウィンドウの中に、複数の「子ウィンドウ」を表示できるようになった。それぞれの子ウィンドウに対して異なったカメラの姿勢、視差、ブレンド、歪み補正などを設定することができる。これと Windows のマルチディスプレイ機能を組み合わせることで、1 台の PC から複数台のディスプレイやプロジェクタに Mitaka の映像を出力することが可能である。これによって、PC1 台による立体視投影や、複数台のプロジェクタでドームを覆うドーム投影などが可能になった。

2.6 「1 恒星日」の追加

Mitaka で時間を進めたり戻したりする際の時間の刻み幅に「1 恒星日」を追加した。これによって、地上モードで恒星を止めたまま惑星の運行を眺めたりすることができるようになった。

3. Gaia DR2 と H α 線全天マップによる天の川

Gaia は欧州宇宙機関 (ESA) が 2013 年に打ち上げた位置天文宇宙望遠鏡である^[4]。ヒッパルコス衛星の後継で、20 億近い恒星の明るさ、方向、距離、固有運動、などを測定して銀河系内の恒星の 3 次元的地図を作成するのが主なミッションである。現在ミッションを遂行中であるが、今年の 4 月にその途中経過の Data Release 2 (DR2) のデータが公開され、約 17 億の恒星についてはその天球上の位置 (赤経・赤緯) と明るさ (Gaia G 等級) が得られている。そのうちの約 13 億の星については、他の 2 バンドの等級 (GBP 等級、GRP 等級) すなわち星の色情報も得られている。この Gaia DR2 のデータを用いて、全天の個々の星からの光を足しあげれば天の川の画像が生成できる。Mitaka の最新版 v1.5.0 ではこうして作成した天の川画像を実装した。まるで天体写真のような天の川が再現されており、暗黒星雲や球状星団もきちんと再現されている (図 2 (a)、(b))。さらに、Gaia の天の川に加えて、全天の H α 線のマップも重ね合わせて表示できるようになった (図 2 (c)、H α 線マップは強調している)。H α 線マップは、WHAM Sky Survey^[5]により得られたデータを使用している。天の川と H α 線マップは SI 単位での輝度マップとして計算されていて、その相対強度は正しく再現される。さらに、スクリーンメニューや設定ファイル (ini ファイル) によりそれぞれの明るさを個別に変えることもできるようになっている。

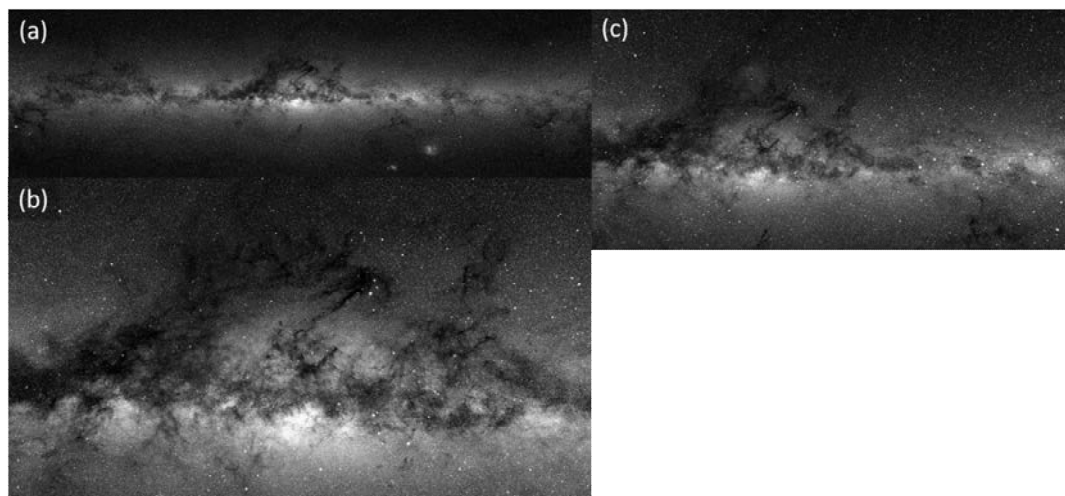


図 2 : (a) Gaia DR2 のデータから作成した天の川 (b) 銀河系中心付近のクローズアップ
(c) Gaia の天の川に重ね合わせて H α 線マップを表示した状態 (H α 線マップは強調しています)

4. おわりに

今後の開発予定としては、右から左へ書く言語への対応（アラビア語など）、データの追加・更新（星、銀河、系外惑星、探査機など）、教育・普及向け機能の強化、などを考えている。今年度で現行版 Mitaka の開発は一旦終了する予定である。その後は、1 からプログラムを書き直して、Windows のほかに Mac にも（可能であれば Linux やタブレットなどにも）対応し、スクリプト言語による自動実行機能にも対応する「Mitaka 2.0」の開発を始める計画がある。

参考文献

- [1] 4D2U ウェブサイト：<http://4d2u.nao.ac.jp/>
- [2] 4D2U ドームシアター ウェブサイト：<https://prc.nao.ac.jp/4d2u/>
- [3] Mitaka ウェブサイト：<http://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>
- [4] Gaia ウェブサイト：<http://sci.esa.int/gaia/>
- [5] WHAM Sky Survey ウェブサイト：<http://www.astro.wisc.edu/wham-site/wham-sky-survey>

質疑応答

Q：Mitaka を使った「教材」の開発をしませんでしょうか？（できましたら、いっしょに共同で作りませんか？）（大西浩次さん）

A：できればいいと思いますが、現時点でプロジェクトとしてそれを行うのは人手が足りないため難しい状態です

Q：v2.0 への開発へ移行されていくということですが、できれば Linux 版の開発もお願いできればと思います（寺菌淳也さん）

A：v2.0 では、プログラムコードの多くの部分を OS に依存しない形で書こうと考えています。残りの OS 依存部分の開発は必要ですが、可能であれば Linux にも対応したいと思います。

Q：Mitaka は、スクリーンリーダーに対応していますか？（渡部隆夫さん）

A：現時点では対応していません。使いやすいライブラリなどがあれば、今後対応を検討したいと思います。