

報告

GHOU conference 2018 の報告

篠原秀雄（草加東高等学校）、松本直記（慶應義塾高等学校）

1. はじめに

筆者の篠原と松本は、2018 年 8 月にオーストリア、ウィーンにあるクフナー天文台で開催された Global Hands-On Universe Conference (GHOU2018) に参加してきました。この稿では、会合の様子を報告します。

2. HOU、GHOU とは

Hands-On Universe (HOU) とは、1990 年代にアメリカの超新星研究天文学者の Carl Pennypacker らが始めた教育プロジェクトです。天文学者と同じ画像データをオリジナルの画像処理ソフトで解析しながら数学や科学の知識を習得するカリキュラムが整備され、天文学者と学校現場をネットワークで結び、インターネット経由で新たな画像の撮影がリクエストできる環境が構築されました。およそ 30 年経過した現在から見ても先進的なプロジェクトです。日本でも日本ハンズオンユニバース協会 (JAHOU) が組織され、HOU ティーチャーの認定を受けるためのワークショップ（以下 WS）が盛んに行われました。松本はもともと気象が専門なのですが、この WS に「見学」参加をしたことが天文教育界隈で活動するきっかけになっています。米国発の HOU は、日本以外にもスウェーデン、ドイツなどが早期から参加し、国際会議である GHOU が毎年さまざまな国で行われてきました。松本が昔書いた資料[1]によると、1998 年に和歌山県美里町で行われた GHOU がストックホルム（スウェーデン）、カーメル（米国カリフォルニア）に続いて 3 回目の開催とありますが、GHOU のホームページ[2]には 1998 年が第 1 回となっていて、今回のウィーンの会議で第 21 回とのことでした。

GHOU は国際会議とはいえ、さほど肩肘張ったものではありません。各国の天文教育活動の報告や WS 形式の発表もあり、さまざまな場所で、さまざまな方法で、さまざまなアイデアで実践されている天文教育を体験的に知ることができます。また参加者との交流で新たなプロジェクトとなることもあります。2000 年に行われたミュンヘンでの GHOU で Suzanne Faye（仏）が提案した木星連続観測が Jupiter Project となり GHOU から教育目的としてはおそらく世界初の国際的な共同観測網が作られました。2016 年のノルウェー GHOU では Janne Robberstad（ノルウェー）の紹介した Global Science Opera に篠原が参加し、生徒の自主性で創る芸術と科学が融合した新しい教育の環に飛び込むことができました。

GHOU に参加するには、JAHOU のメーリングリストで案内が流れますので、まずは JAHOU ML に参加してみてください[3]。

3. 開催地ウィーンへ

筆者らは 4 月頃、国立天文台の縣 秀彦さんからのメールで GHOU の受付が始まったことを知ります。今年は本会の年會が神奈川でありましたが（2 人とも実行委員）、そのしばらく後なので、大丈夫かなと踏んで申し込みをしました。英文でタイトルと短い概要を書いて、参加費を PayPal で支払って登録完了。参加費は現地払いでも構いません。7 月あたりに実行委員長の Thilina Heenatigala（スリランカ）からプログラム確定の連絡が来て、発表が正式に受け付けられたとのこと。念のため、Invitation letter を送って欲しいとお願いしたら、瞬時に PDF で送ってくれ

ました。それを受けて航空券とホテルを予約。お盆の頃なのでもっと早くの予約の方が安かったろうと思われます。キャンセル可能な予約を早めにとっておくのをお勧めします。

さて、8月12日に現地へ出発。指定の日程で最安だったポーランド航空でまずワルシャワへ。ここから乗り換えでウィーンへ。ところが予約サイトの提案では乗り換え時間が40分しかない。心配になって航空会社へ電話をしてみたたら、たどたどしい日本語で「ちいさい空港だから大丈夫」とのこと。入国審査と手荷物検査もあるだろうから本当に大丈夫かなと思っていたら、案の定ワルシャワ到着時には乗り換え便は出発済み。とりあえず Thilina に空港 Wi-Fi を捕まえてメール。いつウィーンにいけるかと心配していたら2時間後の便に振り替えてくれました。夕方にはウィーンに到着予定だったので、ゆっくり夕食を、などと考えていたのが皆吹っ飛び、夜遅くにホテルにチェックイン。この日の夕食は立ち食いスタンドのソーセージでした。

4. 会場、クフナー天文台について

ウィーン中心街からトラム（路面電車）とバスを乗り継いで30分ほどの、Ottakring という丘の上に会場のクフナー天文台[4]があります。



図1 クフナー天文台外観

1880年代に、地元のビール醸造家 Kuffner 氏の出資で造られた天文台です。Kuffner 氏のビールは現在でも Ottakringer のブランド

名で広く販売されています（さっぱり系の味でした）。

郊外の一軒家ほどの小さい敷地にそれぞれドームを擁した2つの建物があり、入口から見て正面の建物のドームには現在でも国内第3位の口径を誇る27cm屈折望遠鏡が収められており、若き日の Karl Schwarzschild もこの望遠鏡を使っていたそうです。この望遠鏡は現在、観望会で活用されているとのこと。右手の塔には22cmの屈折望遠鏡が収められ、このレンズは真ん中で分割された微小角を測定できるヘリオメーターとなっています（図2）。ベッセルの年周視差発見から60年の後、世界最大のヘリオメーター（現在でも！）が導入され、1899年から1908年の間に、16の恒星の視差を測ることに成功しました。これは当時視差の知られている星の1/8を占めます。この棟の地下ホールが GHOU の会場です。

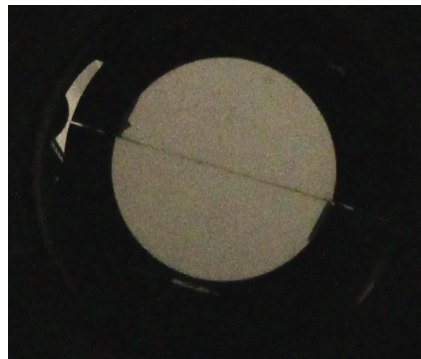


図2 ヘリオメーターの対物レンズ
接眼部からカメラでのぞきこむように撮影。
対物レンズが2つに分かれている。

クフナー天文台には、巨大子午儀も設置されています。この子午儀がオーストリアの位置や時刻の決定に大きな貢献をしたそうです。国立天文台三鷹キャンパスの子午儀と同じ役割を担っていたのです。クフナー天文台の子午儀や望遠鏡のメーカーはハンブルグのレプソルド。国立天文台にもレプソルド社製の子

午儀が展示されています。

クフナー天文台は第一次から第二次世界大戦にかけて破壊され閉鎖されていましたが、1947年に国立教育研究所として復活し、現在ではウィーン市と保存協会の協力で運営される公開天文台となっています。観望会のほか、市民セミナーや教員教育、ワークショップなど様々な天文教育普及活動が行われています。このような素晴らしい歴史を持ち、ウィーンにおける天文教育普及の聖地とも言える場所で GHOU2018 は開催されました。

5. 第1日 (8/13)

GHOU の初日はいきなりコーヒータ임でゆるやかに始まりました。「開始時刻の10時を過ぎているのになあ」と、こちらは時計を気にしていても、皆さん、正面玄関のところにあるコーヒーやクッキーなどを手に談笑が続きます。旧知の天文仲間に久しぶりに会うので、あちこちで話が弾みます。このゆるさは、GHOU の最初から最後まで続きました。ランチタイムもプログラム上は1時間の設定でしたが、結局、毎日2時間くらいかかり、午後のセッションが終了する時刻は常にプログラムより1時間以上遅くなっていました。

初日の開始時刻をしばらく過ぎたところで、ようやく会場の地下ホールに移動、簡単な挨拶などのあとで、いくつかの口頭発表とワークショップがありました。

この日のプログラムでもっとも印象的だったのが、フランスから来た Emmanuel Rollinde による、“Human Orrery” というワークショップです。

“Human Orrery” とは「人間太陽系儀」とでもいうもので、天文台の正門を入った正面の広場いっぱいに広げられた巨大なビニールシートに太陽が示され、そのまわりに、水星から木星までの惑星の軌道や、小惑星セレス、2つの彗星（エンケとチュリモフ-

ゲラシメンコ）の軌道などが描かれています（図3）。軌道は連続する線ではなく飛び飛びの点で描かれ、番号がふられています。参加者は靴を脱いでシートに上がり、各惑星に振り分けられて軌道上のどこかの点に位置します。そして進行役の手拍子にあわせて、次の番号の点へ皆がいっせいに移動していきます。



図3 Human Orrery ワークショップの様子
右端がWSを主導する Emmanuel Rollinde さん

点の間隔は天体が軌道上を移動する速さを反映しているので、たとえば地球の軌道上に自分がいる場合、内側の水星や金星の軌道を進む人には抜かれ、外側の火星や木星を進む人を抜いていくことから、太陽に近い軌道ほど公転のスピードが速いことが実感できます。また、極端に扁平な彗星の楕円軌道をたどると、近日点付近では1回の移動で大きくジャンプしなくてはならず、ケプラーの第2法則（面積速度一定の法則）が体感できます。

この“Human Orrery”は、他にも教育的な効果を発揮することができます。彗星役（複数が同じ軌道に広がってまわり、軌道上のチリを表す）と地球役が常に軌道上の同じところで衝突するので、流星群が毎年同じ時期にあらわれることが理解しやすくなります。

上級編の使い方として、左手を太陽の方向に、右手を進行方向に伸ばして進むと、特に彗星の場合でその角度がだいぶ変化することに気づきます。左手は万有引力の方向、右手

が軌道の進行方向を示すことから、軌道上を進むスピードの変化と万有引力の方向との関係にも気づくことが可能です。様々な可能性をもって面白い教育活動ができそうです。

6. 第2日 (8/14)

この日は前日より1時間早い9時の開始でした。トップの口頭講演は、ルーマニアからたった一人で参加した女性の高校物理教師、Claudia-Mariana Cocosila です。

Cocosila さんの発表の内容は、ヨーロッパで国境をまたいで展開されている STEM 教育 (Science, Technology, Engineering, Mathematics の融合教育) の一環として実施した物理の授業に関するものでした。電場を視覚的に見る演示実験など、国内でも見たことがある内容も含まれていました (図4)。



図4 Cocosila さんのSTEM教育に関する発表

Cocosila さんはとても元気な方で、よく私たちに“**My Japanese friends!**”と呼びかけてきては、「発表の時に写真を撮っておくれ」とか「ポスター貼るから手伝ってちょうだい」といった調子で話しかけてくれました。このCocosila さんとは、ランチの時にいろいろな話をしました。お互いに英語が苦手なので完全に理解しあえてはいないのですが、たとえば「物理の授業で簡単なことなのに生徒は理解しない」(いずれも同じと強く同感)とか「今回の研究会参加のための旅費をどう

してる?」(Cocosila さんは「ポケットマネーよ。夫のポケットも使ったわ」と言ってました、たぶん)など、話題はいろいろでした。

第1日のワークショップで human orrery を紹介した Emmanuel Rollinde の口頭発表はフランスにおける HOU (F-HOU) の活動の紹介でした。欧米版「マカリィ」とも言うべき画像解析ソフト“Salsa J”を使った探求的教育活動が報告されました。

筆者(篠原)の口頭講演は、勤務校で2016、2017年の2年にわたって実施した“Global Science Opera (GSO) workshop”の報告です。GSOとは、科学と芸術の融合による新しいスタイルの科学教育で、科学研究の成果に基づいてつくられたオペラのストーリーを1~2分程度のシーンに分割し、世界各国から参加した中・高校生等のグループが演じた各シーンを1つのオペラにまとめてインターネット上で公開する、という取り組みです。今回は2016年の実施についての生徒アンケートの分析と、2017年の取り組みの概要報告でした。

発表のパワーポイントファイルは前夜の段階で未完成、当日の朝になんとかまとまった、という崖っぷちの状況でした。そのため話す内容も事前に原稿にできず、当日はぶっつけ本番となりましたが、質疑も含めてどうにか無事に終えることができました (図5)。



図5 篠原の発表の様子

今年の GSO は、“One Ocean” で、海洋環境がテーマになります。これについては、GSO プロジェクトの中心となっているノルウェーの Janne Robberstad による “Global Hand-on Ocean” という発表がありました。歌から始まり、海洋環境について考えることをうったえる内容でした。筆者の勤務校は、今年もこの “One Ocean” の GSO に参加する予定です。どのようなオペラができあがるのか、楽しみにしています。

アメリカから参加した Connie Walker による “Globe at Night” は夜空の明るさ調査の国際版で、日本語のページもあるようです。会場には小さな灯りと簡単な街の模型も用意され、灯りにつけるカバーによって街の明るさがどう変化するかを確かめるワークショップもありました。

この日は会場となっているクフナー天文台の見学ツアーもあり、常に笑みを絶やさない陽気な台長さんによる解説で、台内をあちこち見学させていただきました (図 6)。



図 6 シュバルツシルトも使った大屈折鏡

7. 第 3 日 (8/15)

8 月 15 日、GHOU の最終日となりました。朝一番のセッションは、実行委員長の Thilina による “10 Years of GTTP” について。GTTP とは Galileo Teacher Training Program の略で、天文教育に関する教師のための教育プログラムです。「興味を持って伝え

る」ことやコンピュータツールなども活用し様々な手法が体験的に学べます。Thilina は「なぜ学ぶ必要があるのか」という設問を参加者に課し、発言をその場でスライドにまとめていきました。会場はずいぶん盛り上がりました。

ここで、ホールは子供向けのイベントに明け渡すことになり、本館のゼミ室のようなところに移動。狭くて立ち見多数の状態では発表は続きます。

以下、印象深い発表について簡単に紹介していきます。Alexander Hons (豪) の “The Australian 50 Hour Project Nova Aquilae - The Vulcan Star by” の発表。Carl Pennypacker らが立ち上げた 50 hours for 50 nations というプロジェクトに参加し、この取り組みで提供される Las Cumbres Observatory (LCO) の望遠鏡ネットワークを用いてわし座の新星を観測し行った研究活動の報告でした。50 hours for 50 nations [5] に興味のある人は筆者らに連絡を下さい。とりあえず、登録だけは済ませてあります。

次の発表が始まろうとすると、Thilina に「これの次はおまえ (松本) だが大丈夫か?」と急に言われ焦りました。午前中最後と思っていたら変更になっていたようです。HP のプログラムは毎日作り替えてくれていますが、iPhone での表示だとスクロールできなくて確認できないのです。松本は、“Development and Implementation of Student Activity to Find Mass of Black Hole” のタイトルで発表しました。我々の銀河中心の Sgr A* の質量を、周りを公転する S2 星の軌道要素を読み取って求める生徒実習の開発と実施について報告しました。横浜サイエンスフロンティアでの実践を受け、更に簡単に計算ができるよう配慮した版を作り、これを会場の皆さんと手計算と簡単な電卓のみで太陽やブラックホールの質量が求まるのを一緒に体験しました。急

な会場変更で仕込み直しの部分があり、多少時間不足で最後のアンケート調査のあたりは飛ばし気味にして何とか発表を終えました。笑いも多少取れたので良しとします(図7)。



図7 松本の発表の様子

Suzanne Faye の “Archeoastronomy, Roses, and Potatoes” の発表では、様々な角度から天文を捉え、芋の伝播と天文の関連についての発表や、ゴッホの星月夜のぐるぐるを M51 と見立てたり、北極星周りの日周運動と見立てたりしてワークショップを行ったり。プレアデス星団がラスコーの洞窟に描かれたりイースター島の石碑に刻まれたり、昔から時間管理に使われていた、などなど様々な天文の楽しみ方を提案してくれました。

ここでランチタイム。やはり 10 分ほど歩いて近郊のレストランへ。どうやら昨日までとは違う店のよう。初日に一度寄って(そして閉まっていた)お店です。この日はオープンエアーの日傘の下でランチ。隣に座ったにこやかな台長さんのおすすめで、Eierschwammerlgulasch/Serviettenknödel(アンズタケのシチュー/小麦粉だんごのせ)という料理をいただきました。さすがは地元のお薦め、体験したことのない美味でした。

午後のセッションは、ワークショップ 2 件です。まずは、ノルウェーの Janne さんによる “The Great Jelly-Fish Plastic Bottle

Image-Morphology Journey”。GSO や HOO などで海洋に関心の高い Janne さん、海洋汚染の問題を説き、ワークショップとして捨てられるペットボトルからクラゲのモデルを作ります。青空の下でその写真を撮り、あたかも海に浮かぶ様子を再現します。このようなモデルを作ることで、ゴミが海洋環境を考えるきっかけに変化することを促すものでした(図8)。



図8 Janne さんのワークショップの様子

アメリカの Richard Gelderman による、“Hands-On Spectroscopy” も興味深い内容でした。スペクトルについてのレクチャーの後、ワークショップは、吸収線の位置と太さが描かれた 13 枚のカードを、①特定の吸収線は温度によって出やすさが変わる、②吸収効率は温度によって連続的に変化する、というふたつの条件をヒントに高温順に並べるというものでした。数人でチームを組んで、ああでもないこうでもないという頭をひねりながら考えていきます。まさに A. J. Cannon になった気分です。この WS、特に答え合わせはありません。ただ、相談しながらいろいろ考えているうちに原理とスペクトル像の関係がすっかり身についた気持ちになりました。最後の演示では光源をリアルタイムにスペクトル像と強度分布図にするデモが行われました。これは、地学や物理の授業で非常に有用なツールと感じました(図9)。



図9 Richardさんのワークショップの様子

そして、クロージングセッション。Carl、Thilina、EU-HOU の中心人物ポルトガルの Rosa Doran からそれぞれ総括が話されました。最後は Rosa が撮りためた会期中の写真を、ムービーにしたものが上映され、拍手喝采の中 GHOU2018 は幕を閉じました。

8. GHOU の旅～番外編

今回の GHOU 参加の合間に、ウィーン市内を少し巡ることができました。GHOU の旅を彩る番外編として、少しだけ紹介します。

8.1 ウィーン中央墓地

GHOU 3 日目の朝、筆者（篠原）は朝 6 時にホテルを出てウィーン中央墓地へ向かいました。目的はウィーン出身の物理学者、ルートヴィヒ・ボルツマンの墓です（図 10）。

「ボルツマンの墓標には彼が見いだした方程式 “ $S = k \log W$ ” が刻まれている」というエピソードを、筆者はこれまでの物理の授業でたびたび生徒に話してきたのですが、私自身は実物を見たことはありませんでした。今回ウィーンに来て、その中央墓地に彼の墓標があること、しかも朝 7 時から墓地に入れることを知り、GHOU 会合前の早朝に訪問することにしました。14C という区画にある彼の墓地は、見つけにくいという事前の情報とは裏腹に、あっけなく見つかりました。花と樹

木に囲まれた墓標、そこからつきだした彼の胸像とその上に金文字で刻まれた方程式。澄み切った空気とまぶしい日差しの中、他に誰一人いない広大な墓地の中で、しばしボルツマンの墓標と静かに向き合うことができました。



図10 ボルツマンの墓と刻まれた方程式

8.2 ウィーン美術史博物館

「ウィーンで 1 つだけ美術館を訪れるとしたらここです」とガイドブックに紹介されるほど、大作・名作が集まっている美術館です。2 階の広大なフロアを巡ると、ブリューゲルのバベルの塔（この間来日したのとは違うもの）、フェルメールの絵画芸術（何年か前に来日しました）などなど、日本に来ればその 1 点だけでも大きな話題になりそうな絵がごろごろしています（ではなくてちゃんと壁にかかっています）。ルーベンスにいたっては大きな部屋 2 つを占有して展示されています。日本の美術館と違って、その名作の横で写真を撮ることができるのがまた大きな驚きです。

下のフロアには古代エジプトのミイラなどからはじまって、かつてウィーンを統治したハプスブルク家のあきれるほどものすごい量の財宝などが展示されています。黄金に輝く天球儀などもありました（図 11）。



図 11 ハプスブルク家の財宝の天球儀
星座絵はメドゥーサの首をもつペルセウス

8.3 シュテファン大聖堂

リンクと呼ばれる環状道路に囲まれたウィーン中心部の歴史地区は、街並みそのものが世界遺産として登録されています。歩いているとどこを見ても歴史的な重みを感じられますが、その中であって特に際だった存在感を放っているのがシュテファン大聖堂です。その建造物を最初に目にしたとき、しばらく言葉が出ないくらい圧倒されました。中に入ってもその感動は続きます。おそらくは聖書の様々な場面が描かれているのであろう絵画と華麗で精緻な彫刻がいたるところに施されています。私たちが入ったときは、ちょうど何かのミサ(?)が行われるところで、パイプオルガンの重厚な音色と祈りの朗々たる声が堂内に響き渡り、荘厳な雰囲気をさらに高めていました。

聖堂の南塔の300段を超える階段を上ったところにある展望台からは、ウィーンの街並みが一望にできます。そこにある望遠鏡もまた、歴史を感じさせるデザインのものでした(図12)。



図 12 シュテファン大聖堂南塔の展望台にある望遠鏡。光学系が気になりました。

8.4 楽友協会で聴いたモーツァルト

ウィーンと言えばオペラの本場、毎日のように各地で上演され、立ち見ならほんの数ユーロで観覧できてしまいます。最終日の夜、さて宿に帰ろうかと電車からトラムに乗り継いだところは国立オペラ座の目の前、ダメ元と今日の上演と立ち見でもチケットがないかと訪ねてみると…「本日の立ち見はある、ただしここではなく近くの楽友協会だ。演目はモーツァルトなど。一人15ユーロ!」とのこと。渡りに船とチケットを購入し、開演間近の楽友協会へと向かいます。

会場はウィーンフィルのニューイヤーコンサートに使われる黄金ホール。奏者はクラシカルな扮装で雰囲気を盛り上げます。小編成ながら力のある奏者が揃っており、モーツァルトの室内楽や、オペラ「魔笛」ハイライトなどが次々に演奏されます。トリは「蒼き美しきドナウ」、奇しくもドナウ湖畔のゆったりとした流れを見てきた直後。我々の心を驚掴みにします。アンコールにはニューイヤーコンサートでもおなじみの「ラデツキー行進曲」、会場の観客も拍手で合奏、大いに盛り上がりました。

9. 終わりに

Global Hands on Universe 2018 の会合は、とてもアットホームな雰囲気でありながら、参加者の皆さんがそれぞれの国での天文教育活動を真剣に語っているところに、いつも感銘を受けます（図 13）。



図 13 GHOU2018 参加の皆さん
16 カ国から約 30 人の参加でした。

そして今回の報告でもわかるように、どの国でも基本的には割と同じようなことをやっています。今回の会合の内容について、言葉を全部日本語に置き換えて、語り手を適当な日本の名前にしてしまえば、それが国際会合とは気づかないのでは、と思うくらいです。

逆に言えば、日本でやっていることも、そのまま世界に発信しても全然かまわないのだと感じます。実際、筆者等の今回の発表はどちらもこれまでに国内の研究会で報告してきたものをベースにしたものです。

まわりを海に囲まれている私たちは、言語の違いもあって、なかなか国外へ出るのは大変ですが、国境や言葉の壁はきっと意識の問題であって、それを壊してどんどん国境をまたいで出て行けるといいなと、そんなことを思った 1 週間でした。

とは言っても、費用の壁だけはとても現実的な大問題で、これがクリアされないとなかなか海外の研究会への参加は難しいことは確かです。これについては、たとえば天文学会

の若手海外学術研究援助基金のように、本会でもそういう制度があるとよいのではと思いました。本会の財政規模からすれば、それはなかなか難しいことでしょう。でも、グローバル、という言葉が当たり前に使われているこの時代に、研究者だけでなく教育者等も国外へ出て行くことをバックアップする制度があってもよいのではと感じた今回の GHOU 参加でもありました。

文 献

[1] 松本(1998)『みさとでの 4 日間』, 天文月報 第 91 巻 12 号

http://www.asj.or.jp/geppou/archive_open/1998/pdf/19981209c.pdf

[2] GHOU2018 の HP

<http://handsonuniverse.org/ghou2018/>

[3] JAHOU の HP

<http://jahou.ed.shizuoka.ac.jp/regist/regist.html>

[4] クフナー天文台の HP

<http://kuffner-sternwarte.at>

[5] 50 hours for 50 nations

<http://handsonuniverse.org/blog/apply-for-one-hour-of-telescope-time/>



ドナウ河畔にてウィーンの旅を祝す
篠原 秀雄（左）

松本 直記（右）