集中連載

国際教員研修プログラム NASE
～NASE-Japan 2019 の評価～

富田晃彦（和歌山大学）、上之山幸代（和歌山大学）、鷺坂奏絵（和歌山大学）、
中串孝志（甲陽学院中高）、福江 純（大阪教育大学）、松本 桂（大阪教育大学）

1. はじめに

2019 年 11 月 9 日（土）と 10 日（日）の 2 日間にわたり、国際天文学連合の教員研修の作業部会が開発してきた国際教員研修プログラム NASE が、大阪教育大学天王寺キャンパスで開催された。NASE-Japan 2019 というイベント名で開催したこの講座は NASE の第 152 回講座であり、日本では初めての開催となった（NASE-Japan 2019 のウェブサイトは [1] に、NASE-Japan 2019 の概観と開催の経緯は [2] を参照）。本稿では、NASE-Japan 2019 のねらいに対して受講者からのアンケート回答などをもとに振り返り、評価をまとめたい。

2. NASE-Japan 2019 のねらい

NASE は教員研修のプログラムとして開発されたものである。教員に天文学を伝えること（teach astronomy）、天文学をどう伝えるかを伝えること（teach how to teach astronomy）を目的としている。体験的な活動を多く取り入れた講座を開発してきている。また、NASE が世界各地を回るというだけに終わらず、開催地で実践が活性化することをねらっている。

日本人講師チームとして NASE-Japan 2019 を日本でどう位置付けるか、[2] に示していた（この章で、[2] からの引用はカギ括弧内）。まず、「日本の天文分野での教材開発や実践はすでに高い水準にあり、NASE のワークショップの内容は日本の学校教員によって開発されてきたことと重なるものが多い。この点で、日本の学校教員にとって NASE の内容の新規性はさほど高くないと見込んでいた」とした上で、「日本の学校教員にとって、NASE の内容に触れることで日本の教育実践や活動が世界の実践と同じ方向にあること、また、日本の天文教育実践者が世界にもっと貢献できることを実感してもらえることを期待した。その上で、日本の学校教員それぞれにとって、ワークショップ型授業で使える新しい教具や授業方法をさらに得る機会となることも期待した」ことを、ねらいのひとつとしていた。また、「NASE では、天文学は世界の多くの文化が長い時間をかけて共同で作り上げてきた文化的なものであることも強調しており、天文分野を例にとり、理科という教科は人類が協働して作り上げ、共有してきたものであるということを参加者が感じることも期待」したことや、「ロサ・ロスとベアトリズ・ガルシアはどちらも中等学校の教員を長年務め、その後大学教員となった経歴を持っている。学校教員の経験豊富な海外からの講師が、日本の学校教員や学校内外で教育に携わる人たちに直接出会って研修を行うというのも、今回の講座の特徴」となることも、ねらいのひとつであった。

3. 評価のための資料

NASE-Japan 2019 の評価のための資料は、大きく分けて 2 種類ある。NASE-Japan 2019 の日本人講師チームより、今回のために行ったアンケートと、NASE 側（代表の Rosa Ros と副代表の Beatriz García）が毎回取ってい

るフィードバックである。この報告では日本人講師チームとして今回行ったアンケートを主たるデータとして、適宜、NASE 側によるフィードバックを補足として使い、振り返りを行った。

日本人講師チームとして今回行ったアンケートは、10 のワークショップそれぞれで意見を聞く各 1 枚のシートによるアンケートである。NASE は講義だけでなく、体験的な活動の時間であるワークショップを多く取り入れていることが特徴であり、そこの焦点を当てて受講者からフィードバックを得ることとした。アンケートは、日本からの参加者に配付し、会場で回収できるものは回収し、残りは後日郵送かメール送付という形をとった。部分参加を含め、日本からの全参加者 50 名のうち約半数にあたる 26 名から回答を得た。うち 25 名は会場で、1 名は後日メールで受け取った。26 名は、回答したいワークショップにだけ回答を書いたので、10 のワークショップすべてで 26 名分の回答があったわけではない。提出されたシートは白紙のものもあり、なんらかの意見を書き込んでもらったものは、のべ 198 枚であった。このアンケートは第 7 章に述べるように自由記述方式であり、そこから「ワークショップ型授業で使える新しい教具や授業方法をさらに得る機会」となったかどうかを中心に、第 2 章で示した日本人講師チームが持っていたねらいに焦点を当てて振り返るための資料とした。第 6 章ではアンケート回答をまとめたものを示し、総合的な分析は第 7 章に記した。

NASE 側によるフィードバックで使ったのは、2 種類ある。ひとつは、講座終了時に取っている満足度アンケートである(第 4 章)。また NASE は、受講者が講座で得た新しい教具や授業方法を実際の授業や活動等で活用することを期待している。そのような後日の実践報告を待っており、これがもうひとつのフィードバックである（第 5 章)。これは、その講座が開催地での実践を刺激したかを振り返るための、講師側に向けた評価資料である。

4. 満足度アンケートその結果

満足度アンケートは、閉会行事の時間帯に取り組んでもらったため、その時間帯に会場にいらっしゃった 45 名（その直前に提出して帰宅した受講者の分を含む）が、有効な回答者数となった。結果は NASE のウェブサイト上で公開されている [3]。また結果の分析については、Rosa Ros から貴重な情報をいただいた。

「参加者ご自身について」のところの回答が、NASE の他の講座と NASE-Japan 2019 の違いが大きく出たところであった。NASE は中等教育の教員研修のプログラムとして開発され、これまでの NASE の講座では、ほとんどの場合、中学校・高校教員が受講者であった。NASE-Japan 2019 では小学校教員が、NASE の他の講座に比べて非常に高い値となった。受講者のうち、小学校教員かどうかをしっかり確かめてはいないが、参加申し込みの際の所属から確実に判断できる範囲であれば、参加者 52 名のうち、小学校教員 6 名（退職者を含む)、中学・高等学校教員 17 名（退職者を含む)、支援学校教員 3 名、教員研修センター教員 1 名、大学教員 5 名、大学生・大学院生 5 名、科学館・科学教育 NPO 職員 4 名であった。参加者層が非常に広いことが NASE-Japan 2019 の大きな特徴と言えそうだ。天文学をどこで修めたかについて 42 %が自学自習と答えたことは、NASE の他の講座では見られない高い値であった。日本天文教育普及研究会、星のソムリエ、科学教育研究協議会のメーリング・リストへ呼びかけたこともあり、地域活動として、また生涯学習として天文学に取り組んでいる方々の参加があったことを反映していると言える。また、

NASE の他の講座では業務的な参加が多いが、NASE-Japan 2019 では個人の希望によるものが大きいことも特徴となっている。参加者層が広いことと合わせ、インターネット上で広く広報して参加者を募った結果がここに表れているとい言えよう。天文学を事前に修めたことがある人が 8 割を超えているのも、NASE の他の講座と違っている点である。自由参加の形式だったため、天文学をある程度修め、そして天文学に興味のある方々が多く集まったと言えよう。

日程についての満足度は、NASE の他の講座でのものと似た値だった。講座についての満足度も NASE の他の講座でのものと似た値だったが、参加者層が NASE の他の講座と比べて非常に広く、小学校教員も多く参加くださったことを考えると、特に「内容の難易度」や「講座は教え方に役立ちそうか」に対して肯定的な意見が多数を占めたのは、予想以上に肯定的とも言える。

全体として、NASE 側としては、お金をあまりかけず、ありふれたものを使って教材として開発する、NASE の講座の姿勢が評価された、また運営面でも評価されたとして受け止めている。閉会式前の協議会 2 の時間帯では、参加者から講座への肯定的な評価とともに、NASE 講座の日本開催を続けられないのか、という呼びかけがあった。具体的な計画には至っていないが、科学館やプラネタリウムを会場として継続して講座を開けないかと NASE 側は期待している。

5. 後日の実践報告

受講者が講座で得た新しい教具や授業方法を実際の授業や活動等で紹介したり活用したりする中、これまでに 4 例が NASE のウェブサイトで報告がされている [4,5,6,7]。受講者が富田に実践報告を送り、富田から Rosa Ros に送り、Rosa Ros が NASE ウェブサイト上に整形して公開したものである。

○NPO 法人「弱視の子どもたちに絵本を」による子ども夢基金助成活動「おはなし・ほんのひろば」での「さわる宇宙旅行」(2019 年 12 月 15 日、大阪府吹田市)

ワークショップ 2 の活動 2 で作った「太陽の動きの模型」を、触る教具として改良した。具体的には、天球上の太陽の位置をクリップでよりわかりやすく示したこと、その夏至、春分・秋分、冬至の位置を切れ込みで示したこと、観測地点から見る地平線の東西南北四方位と、観測地点の緯度の数値について点字を貼り付けることで、触ってわかる要素を取り入れた。これは上之山、鷺坂、富田、及び NPO 法人「弱視の子どもたちに絵本を」のスタッフの方々との共同で開発したものである。なお、NASE 副代表の Beatriz García は視覚障碍者向けの触る天文教材の開発や聴覚障碍者向けの天文手話の開発に先進的に取り組んでいる。

○NASE のいろいろなワークショップでの活動を中学校の授業で実践（2019 年 11 月）

和歌山大学教育学部附属中学校教諭の境原周太郎氏は、ワークショップ 3 の活動 9「太陽の直径の測定」、ワークショップ 5 の活動 5「太陽の自転周期の決定」、ワークショップ 7 の活動 1「分光器の作成」、ワークショップ 9 の活動 1「惑星の太陽からの距離モデル」、また NASE-Japan 2019 では時間の都合で省略したが講義 4「太陽系」の資料を参照した調べ学習、そして事前事後テストに挑戦など、多くの活動を中学 3 年生の授業に取り入れた。特に事前事後テストを使った「天文クイズ」は中学生を夢中にさせたようで、授業中の班活動で盛り上がっただけでなく、帰宅後も熱心に調べ、担任の境原先生に議論を挑むなど

の姿もあったとのことである。

○理科と数学の教科横断の活動として、中学校の校舎の高さを測る実践（2019 年 12 月）

奈良県の王寺町立王寺南中学校の教諭の新明郁実氏は、ワークショップ 4 の活動 2「簡易四分儀」を応用し、中学 3 年生を対象に、中学校理科の「宇宙の中の地球」と中学校数学の「三平方の定理」を総合した活動を行った。簡易四分儀を作成し、校舎の高さを角度として測定し、三平方の定理を用いて実際に高さを算出するという活動である。「天文教育」にもその活動報告を行っている [8]。

○フィリピンの教員養成大学での学生教育での実践（2020 年 2 月）

Philippine Normal University（フィリピン教育大学）教授の Shila Rose Sia 氏は、ワークショップ 1 の活動 2「ミニチュア地球」を教員養成学生への授業に取り入れた。

以上のように、NASE が期待するように、実践は学校、教員養成、地域活動の現場に活用されており、教員養成プログラムとしての、開催地での発展が見られると考えてよいだろう。NASE ウェブサイトに掲載されている、講座終了後の実践例は 2020 年 5 月 7 日閲覧現在で、515 ある。すでに 160 以上の講座が開かれたことを考えると、NASE-Japan 2019 から 4 件の実践例というのは、講座修了から数ヶ月しか経っていないにもかかわらず、過去の平均値を上回っていることになる。

6. ワークショップのアンケートその結果

ワークショップのアンケートとして実際に配付したものを、付録に示した。付録ではワークショップ 1 に対するものだけを示したが、実際は 10 のワークショップそれぞれに対して 1 枚を用意し、合計 10 枚を参加者全員に渡した。質問項目は以下の 3 点である。

1. 新しく得た技能や見方は、ありましたでしょうか。あれば、それは何でしょうか。
2. ワークショップとして、よかった点はどこでしたでしょうか。
3. ワークショップとして、改善できる点はどこでしたでしょうか。

全部でのべ 198 枚の回答があり、ワークショップの活動ごとに、アンケートに書かれた内容を以下にまとめた。ここでは活動の内容について説明しないが、すでに 10 のワークショップごとに活動内容を「天文教育」に別に発表している [9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]。その内容と照らし合わせていただくと、それぞれの活動の受講者側からの多面的な評価がわかる。なお、各活動の後ろにカッコ内で示した回答数は、回答者 26 名のうち、何名からその活動について回答があったかを示したものである。また、具体的な回答の後ろにカッコ内で示した人数は、同じ回答を書いた人数を示している。なお、以下では、実際に書かれた回答について、内容を変えない範囲で語句を補い、また、文章として整形した場合がある。また、回答があるものの、はっきりしないものはここでは省略した。

ワークショップ 1：太陽の動き

○新しく得たことについて

- 活動 1「中心に太陽（電球）、地球の 4 つの位置」（16 回答）
  - ✓ 公転面を傾けるモデルが想定外だった。（11 名）
  - ✓ 季節の変わり方がよくわかった。（5 名）
  - ✓ 北、南半球の季節の違いも理解できた。
- 活動 2「ミニチュア地球」（7 回答）
  - ✓ ミニチュア地球について。（3 名）
  - ✓ 観測者の位置を球に水平に置く考え

方にも大変、興味深かったです。
- ✓ 天文の基礎となる太陽の動きについて、地球の今自分のいる場所が地球儀のトップにあたるという視点で見ていくこと。また実際の外で太陽の作る影がミニチュア地球の上で各地点での再現になっていることを実感できた。新しい体験でした。
- ✓ 明石の科学館（注：ミニチュア地球の展示がある）へ行こうと思うし、1 つ自分用を作っておきたい。
- ✓ 二至二分について。

● 活動 3「学校から見える地平線のモデルを作ろう」(3 回答)
- ✓ モデルに日中の太陽や夜の恒星の動きを撮影に組み合わせる点。
- ✓ 学校から見える地平線のモデル。
- ✓ 実際の背景を写真で撮っていることで天体の動きがわかりやすい点。

● 活動 4「簡単な赤道型日時計を作ろう」(5 回答)
- ✓ 日時計について。
- ✓ 北半球南半球ともに時刻が読み取れること。
- ✓ 使いやすく、よかった。
- ✓ 日時計はしっかりと作ったことがなかったので参考になりました。
- ✓ 太陽の動きを使って時間を知ることができる。日時計がこんなにも簡単に作ることができるのかと驚いた。

● 活動 5「(日時計を使った) 時間の読み取り方」(言及なし)

○よかった点について

● 活動 1 (4 回答)
- ✓ 模型を作っていただき、わかりやすかった。授業での教え方のイメージもわいた。
- ✓ 上記のような新たな見方を通して、改めて理解できた点です。
- ✓ 模型に地図が書いてあったので、分かりやすかったです。
- ✓ 公転のモデルについて。

● 活動 2 (4 回答)
- ✓ ミニチュア地球について。(2 名)
- ✓ ミニチュア地球は活用できそうですね。
- ✓ 常に観測者と地平線を水平にして考えること。また、人形を使ってそれを明確にしていたこと。

● 活動 3 (1 回答)
- ✓ 太陽の通り道の変化のモデルについて。

● 活動 4 (3 回答)
- ✓ 赤道型日時計の製作について。
- ✓ 日時計を実際に屋外に置いてどうなるかを見ることができた点。
- ✓ 日時計を説明しながら、日照角度の説明もあった点がわかりやすかったです。

● ワークショップ 1 全般 (10 回答)
- ✓ 子どもに教える教材の作り方などを見せて下さったので実際に行いやすいと思います。
- ✓ 手作りできそうな教具を教えていただいたこと。
- ✓ 英語で講習を受けることができたこと。
- ✓ 実演がいっぱいでたのしかった。
- ✓ 実物、モデルを実際に見て考えられる点。
- ✓ ゆっくりと丁寧ですべての人が理解できるように配慮されていました。
- ✓ 軽妙な話の流れの中で、大事な点を強調しながら行われていた。
- ✓ 教えたい着眼点をよく整理されていた点がよかった。
- ✓ 先生方のかけあいが良かった。

✓ 地平線モデルや日時計は改めて作らないといけないと思った。

○改善すべき点について

- 活動 1（2 回答）
  - ✓ 模型のしくみを初めに教えていただけたら、もっと分かりやすかったと思います（実際の作り方が気になったので）。
  - ✓ 光源がやや暗いと思いました。何か良い光源をさがしてみてもいいと思いました。
- 活動 4（1 回答）
  - ✓ 外に出て、日時計を見たかった。もりだくさんで少し忙しかった。
- ワークショップ 1 全般（3 回答）
  - ✓ 製作時間の確保、実際に測定する時間の確保。
  - ✓ スライドの日本語訳があったのでデモンストレーション以外では通訳は不要だと思います。
  - ✓ 質問ばかりしてすみませんでした。とても面白かったものでつい‥。

新しく得たこと、よかったところの質問に対し、活動 1「中心に太陽、地球の 4 つ」の位置の実践に対しての回答数が多く、印象的だったようだ。改善すべき点として、製作時間が短いこと、外での活動時間がなかったことなどが挙げられた。

ワークショップ 2：星と太陽と月の動き

○新しく得たことについて

- 活動 1「星の動きの模型で見よう（星の動きの模型の製作）」（7 回答）
  - ✓ 星の動きの模型、また簡単に作ることができ、わかりやすいこと。（5 名）
  - ✓ 緯度によって見える星、星座がちがうこと。
  - ✓ モデルの地平を水平にするという考えがいい。
- 活動 2「太陽の動きの模型で見よう（太陽の動きの模型の製作）」（4 回答）
  - ✓ 日本以外の地域での太陽の日周運動などは、あまり教科書でも教えることがなく実感がかったが、工作した教材によって、詳しく知ることができました。
  - ✓ 色んな緯度での動きが説明しやすい。
  - ✓ 緯度と日没の角度の関係について。（2 名）
  - ✓ 工作が簡単であること。
- 活動 3「月の動きの模型」（3 回答）
  - ✓ 三日月の方向について。（2 名）
  - ✓ 月の「ほほ笑み」ができる理由がわかった。
- ワークショップ 2 全般（11 回答）
  - ✓ 太陽・星座、月の動きがわかりやすいなと思った。（6 名）
  - ✓ 特に太陽について日の出日の入りの位置や太陽高度の季節によるちがいが直感的にわかりますね。
  - ✓ 季節によって北や南よりに太陽が沈むのがよくわかりました。
  - ✓ 夕暮れ時の時間や影のできない日という話は、あまり知らず、面白い話題だと思いました。
  - ✓ 特に新しい技能というよりは教材の工夫が細かいところにあり参考になりました

○よかった点について

- 活動 1（1 回答）
  - ✓ 星の動きの模型は星座と共に太陽の動きも、よくわかるところ。
- 活動 2（1 回答）
  - ✓ 太陽用のもので、各地の日の出の写真と連動させて活用されていたこと。

- ワークショップ 2 全般（13 回答）
  - ✓ 工作をしたこと。(5 名)
  - ✓ 大きい模型で示してくれたので分かりやすかったです。
  - ✓ 工作で作ったものを使って伝える側としての自分たちも理解を深められた点。
  - ✓ 作業は楽しく、実際に使うと説明されたことが実感できました。
  - ✓ 発表の流れ（組み立て方）が上手いと感じた。
  - ✓ 太陽の動きの模型は作成も使用も楽しめました。いろんな場所の太陽の動きを簡単にシミュレートできてわかりやすかったです。
  - ✓ 観測者の視点を意識して人形を用いるところがとてもよかった。

○改善すべき点について

- 活動 1（1 回答）
  - ✓ よりたくさんの星座が描かれているバージョンも作ってみたかったです。
- 活動 3（3 回答）
  - ✓ 月の動きも、もう少しお話を聞きたかったです。
  - ✓ 実際に月も特大模型も見たかった。
  - ✓ 三日月については、明るい方が太陽のある方なので動く部分に直角につけなければならない。
- ワークショップ 2 全般（1 回答）
  - ✓ カッターナイフを持ってくればよかった。

新しく得たことの質問に対し、太陽、星座、月の動きの模型作成が印象的だったようである。実際この模型は NASE のトレードマークのようなものであり、よく工夫されている。活動の中で様々な緯度での見え方を試す時間があったためであろう、観測地による天体の動き方の違いに強い印象を持った人が多かった。この点は、世界を回る講座らしいところが出た点といえよう。よかったところの質問に対し、工作をしたことが特に挙げられていた。

ワークショップ 3：日食と月食

○新しく得たことについて

- 活動 1「月の表・裏側のモデル」(1 回答)
  - ✓ 月の裏側が見えない理由が直感的に理解できました。
- 活動 2「月の満ち欠け：電灯を用いたモデル」（1 回答）
  - ✓ 半月の形（どちらが光っている半円か）を C、D で表現したこと。日本以外でされているのがわかったのでこれから使ってみようと思います。
- 活動 3「月の満ち欠けのシミュレーション」（1 回答）
  - ✓ 120 cm の幅に縮小したときに地球と月を模型で表すことができて分かりやすかった。
- 活動 4：「間違い探し（絵本の図の中の月の満ち欠けの形)」言及なし
- 活動 5「(モデルを使って）月食を起こしてみる」（1 回答）
  - ✓ 月食を起こしてみること。
- 活動 6「(モデルを使った）日食のシミュレーション」（1 回答）
  - ✓ 日食のシミュレーションについて。
- 活動 7「大きな太陽を小さな月のように見てみよう」（2 回答）
  - ✓ 地球-太陽、地球-月の距離などの測り方がよくわかった。
  - ✓ 実際に見たりしてわかる縮尺でモデルを作ることで、太陽-地球-月の大きさの違いをしっかりと感じることができるとわかった。

- 活動 8「パラパラ漫画：食のシミュレーション」（言及なし）
- 活動 9「太陽の直径の測定」（2 回答）
  - ✓ 太陽直径の測定のしかたの工夫について、数字での説明でなく（縮尺）、模型を使った説明の重要さ。
  - ✓ 太陽の直径が簡単に測定できること。
- 活動 10「紀元前 310 年から 320 年のアリスタルコスの実験」（1 回答）
  - ✓ アリスタルコスの測定について。
- ワークショップ 3 全般（8 回答）
  - ✓ 日食と月食のメカニズムとシミュレーションについて。
  - ✓ 5 人で行うワークで、月の満ち欠けだけでなく、ライトの位置を工夫することで、月食・日食も十分に体感できることを知れてとてもよかったです。
  - ✓ 実験（で扱っている背景）の歴史について。
  - ✓ 日食、月食の見える場所について。
  - ✓ Re（地球半径）がわかれば Rm（月の半径）、EM（地球と月の距離）等を導けること。
  - ✓ 地球-月-太陽のモデル、距離について。
  - ✓ 陰と影について。
  - ✓ わかっている内容も、実際に実演してみると、理解が深まる。わからない子どもにも伝わりやすいように感じました。

○よかった点について

- 活動 1（3 回答）
  - ✓ お面を使って月の満ち欠けを実験したこと。ボールよりも人が月の役する方がより、意識を高められると思いました。
  - ✓ 月と地球の人を使ったモデル実験はよく理解できた。
- 活動 6（1 回答）
  - ✓ 月の満ち欠けと食と同時に考えることができ、違いを理解しやすい。
- 活動 7（2 回答）
  - ✓ 屋外の太陽（2.2 m）-月（0.6 cm）モデルについて。
- ワークショップ 3 全般（7 回答）
  - ✓ 当時の人が地球や宇宙をどう測ったか分かりやすかった。
  - ✓ 太陽・月・地球の位置関係が体感できたこと。
  - ✓ 屋外で実習できたこと。
  - ✓ 実体験はやはり大切で理解に向けて一番効果があるということがわかりました。
  - ✓ 翻訳もとても丁寧で明快だった（発表内容は勿論のこと）。
  - ✓ 簡単にできること。

○改善すべき点について

- 活動 2（1 回答）
  - ✓ 月の満ち欠けモデルはわかりにくいので球形のボールを頭上に支える等の方がよいと思いました。
  - ✓ 月の満ち欠けの説明はもう少し簡潔でもよいのではないか。
- 活動 8（1 回答）
  - ✓ 改善点ではないが、パラパラマンガ見てみたかった。自分でやります。
- ワークショップ 3 全般（2 回答）
  - ✓ 時間が足りないのはしかたないですね。
  - ✓ ワークショップのようすをビデオ録画してはどうか。

新しく得たこと、よかったところの質問に対し、活動数が多かったが、いずれも好評だったようである。例えば、月の裏側が見えない理由が直感的に理解できました、実際に見たりしてわかる縮尺でモデルを作ることで、

太陽-地球-月の大きさの違いをしっかりと感じることができるとわかった、などの感想があった。改善点の記述は少なかったが、時間が十分なかったことや、月の満ち欠けの授業内容に対して改善案があった。月の満ち欠けをどう教えるか、世界共通の悩みである[19]。

ワークショップ 4：天文教育なんでも教具

○新しく得たことについて

- 活動 1「角度測定器」(7 回答)
  - ✓ 角度測定器について。(3 名)
  - ✓ 角度を計る教材が子供に分かりやすいと思った。
  - ✓ 角度測定器を簡単な道具で作成できることがわかりました。
  - ✓ 測角器、知らなかったので新鮮でした。
- 活動 2「簡易四分儀」(4 回答)
  - ✓ 四分儀について。
  - ✓ 銃型の四分儀が楽しく子供に作らせるせることができるのでおもしろかったです。
  - ✓ 簡易四分儀が面白かったです。これほど簡易な教材で水平からの角度がはかれるのですね。
  - ✓ 四分儀の意味が分かりました。
- 活動 3「簡易方位器」(2 回答)
  - ✓ 簡易方位器も初めて見ました。
  - ✓ 簡易方位器が簡単につくれること。
- 活動 4「星座盤を回転させて観察日時に一致させる」(2 回答)
  - ✓ 星座早見もたいへん簡単につくれることができ、おどろきでした。
  - ✓ 星座早見盤が作れることに驚きました。
- 活動 5「月面地図」(言及なし)
- 活動 6「分光器」(言及なし)
- 活動 7「日時計（赤道型)」(2 回答)
  - ✓ 赤道型の日時計も実用的でよかったです。
  - ✓ 日時計のしくみと作り方について。
- 活動 8「懐中電灯（赤色灯)」、活動 9「方位磁針」、活動 10「腕時計など」(言及なし)
- ワークショップ 4 全般（3 回答）
  - ✓ 身近なものをつかって簡単に作れるものばかりで、授業でも使えそうだと思いました。自分で作った器機だと、観測するのが楽しみになると思います。
  - ✓ 小学校高学年の子ども達も楽しめると思います。
  - ✓ 角度測定器・簡易四分儀の作り方と使い方について知ることができ、かつ実際にワークショップの中で使ったりすることで子供たちにも簡単に使ってもらえるよう教えられるイメージをもつことができた。

○よかった点について

- 活動 1（1 回答）
  - ✓ 作った器具で実際に角度を測って、かつ距離の違いで角度も違うことが実感できてよかった。
- 活動 4（1 回答）
  - ✓ 星座早見盤は初めて作ったので、いろんなことがわかりました。
- ワークショップ 4 全般（7 回答）
  - ✓ 子供にも簡単に作れて楽しく理解を深めることができる教材だった。
  - ✓ 様々な測定器が製作できたこと。
  - ✓ 実践もかねていたので実際に使えそうだった。
  - ✓ 実際に作って、使ってみることができた点。
  - ✓ 実測を何回も行ったこと。
  - ✓ 誤差についてもその意味について改

めて考えることができたこと。自分で作ることで測定器の意味や使い方のポイントがよく分かりました。
- ✓ 日本人講師（上之山）がしっかり説明してくださったこと。

○改善すべき点について
- 活動 1（1 回答）
  - ✓ 角度を測ることで、何がわかるか、についてまで、できれば考察したかった。
- ワークショップ 4 全般（7 回答）
  - ✓ 工作品をすべて作れなかったこと。(2 名)
  - ✓ 他のワークショップとの教材の重なり（日時計や分光器など)。
  - ✓ 外で使う時間があればよかった。

角度測定器、簡易四分儀、日時計などの工作ができたこと、また実践し理解できたことに、好評価が集まった。このワークショップも改善点についての記述が少ないが、他のワークショップとの重なりの調整や、工作品をすべて作れなかったことなど、授業の組み立て方に対しての意見が出た。

ワークショップ 5：太陽黒点と星のスペクトル

○新しく得たことについて
- 活動 1「太陽スペクトル：偏光」（言及なし）
- 活動 2「光の偏光」(3 回答)
  - ✓ セロハンテープを貼ると偏光が変わる。
  - ✓ PC ディスプレイを偏光の道具として使えること。
  - ✓ 透明なプラスチックを偏向板で見ること。
- 活動 3「太陽の構造」(2 回答)
  - ✓ 太陽の構造のモデル作成は子供向けにいいと思った。
  - ✓ 太陽の構造を、色画用紙を重ねていくことで理解させることは、是非やってみたいと思いました。
- 活動 4「太陽の自転周期の決定」(9 回答)
  - ✓ 黒点のしくみと、黒点が対になっていること。
  - ✓ 黒点観察から実際に計算することで太陽が自転していることを実感できる手法を知ることができた。
  - ✓ 黒点の自転周期の求め方について。(3 名)
  - ✓ 黒点は黒くないこと。
  - ✓ 11 年周期で磁極の反転すること。
  - ✓ 黒点の移動から、太陽が自転していることが分かることをこの前、中 3 生に教えたところがあったが、周期の算出方法がこんなに簡単にできることに驚いた。
  - ✓ 差動回転について。
- 活動 5「太陽の光度の測定」(9 回答)
  - ✓ 太陽光度測定のための油しみ照度計について。(9 名)
- 活動 6「透過と透明度」(1 回答)
  - ✓ ライターの火が「透明」であることは初めて知りました。
- 活動 7「光の散乱」(1 回答)
  - ✓ 光の散乱の実験について。
- ワークショップ 5 全般（6 回答）
  - ✓ 黒点等、天文学で扱う光について包括的に学ぶことができたこと。
  - ✓ 実験を通して体験する中で「驚き」の重要性をガルシアさんの熱意から伝わってきました。時間がおしていても必ず実験を行うという一貫した態度は、日本人は大切にすべきだと感じます。むしろ「しゃべりすぎない」ことが重要でいかに活動の時間を確保するかを考えた授業計画が大切ですね。
  - ✓ おもちゃで波をつくること。(2 名)

- ✓ 太陽という 1 つのものだけで、多岐にわたるテーマ設定ができる、ということがよくわかった。一番身近な恒星として、星の話にも広げられそう。
- ✓ スペクトルの仕組みをあまり知らなかったのですが、今回を通して理解を深められました。

○よかった点について

- 活動 1（2 回答）
  - ✓ 偏光の実験は見た目にも暗くなる、虹色に見える、などわかりやすくてとてもおもしろかった。
  - ✓ 偏光に関するデモはわかりやすかった。
- 活動 4（1 回答）
  - ✓ （黒点の動きから太陽の自転を求めた）ガリレオ・メソッドを実際にやらせていただけたこと。
- 活動 5（2 回答）
  - ✓ 油しみ照度計が簡単で使えそうなのがよかったです。
  - ✓ 油しみの実験はやってみて初めてわかった。これまで意識したことのなかった現象で、ある意味、目がうろこでよかった。
- 活動 7（1 回答）
  - ✓ 牛乳水を使って光の入りが変わる実験ができたこと。
- ワークショップ 5 全般（8 回答）
  - ✓ 毎回実験があるのは印象に残って、よいです。（2 名）
  - ✓ 式についての実験という感じで、式自体を理解しやすかったです。
  - ✓ 実際に身近なものでたくさん実験が見ることができた。（3 名）
  - ✓ 新しく知見を得られたこと。
  - ✓ 日本人講師（福江）の話が分かりやすかった。

○改善すべき点について

- 活動 1（1 回答）
  - ✓ 各自が偏光板を実際に使用して、体験できると、より興味、関心が高まるのではないか。
- ワークショップ 5 全般（7 回答）
  - ✓ 専門の英単語が多すぎる。（4 名）
  - ✓ 少し時間が足りなかったかもしれない。
  - ✓ テレビ等で映せたら、近くに立って行かなくてもいいと思った。
  - ✓ 準備がとても大変な様子でした。

黒点の自転周期の求め方、太陽光度の測定に好評価が集まった。一方で、各自がもっと体験できたらよかったという反応も見られた。そして専門の英単語が多いことにも、指摘が集まった。

ワークショップ 6：星の一生

○新しく得たことについて

- 活動 1「視差の実験」（言及なし）
- 活動 2「逆二乗則」（3 回答）
  - ✓ 逆二乗則について。
  - ✓ 明るさと距離の関係を視覚的にとらえられる方法が方眼紙を使うことで簡単にできることを知ることができた。
  - ✓ 等級の話は、中学校の時に習いましたが久しぶりにより復習となりました。
- 活動 3「恒星の色」（3 回答）
  - ✓ 緑色の星が存在しない理由について。（2 名）
  - ✓ 3 原色と補色の違いについて。
- 活動 4「散開星団の年齢」（4 回答）
  - ✓ 散開星団の年齢測定方法について。（3 名）
  - ✓ 個人的に最も興味のある単元だった

ので、様々なことを知れて良かったです。HR 図は以前何度が見たことがあったのですが、それで星の年齢を計れるという話があり、面白く思いました。

- 活動 5「超新星爆発の実験」（3 回答）
  - ✓ 超新星爆発のモデルとしてのボールとばし。（3 名）
  - ✓ どういうしくみで爆発するのかわかりやすいと思った。
- 活動 6「パルサーの実験」（言及なし）
- 活動 7「空間の曲率とブラックホールの実験」（6 回答）
  - ✓ ブラックホールと空間の曲率の実験。（5 名）
  - ✓ ブラックホールの実験では、バスケットボールと水の入った風船でへこみ方が異なり見えなくなる様子を観察できるのが良かった。テレビで見たことがあっても実際にやってみると驚きがある実体験が一番いい。
  - ✓ 科学館にあるような設計したものでないとできないと思っていました。
- ワークショップ 6 全般（3 回答）
  - ✓ 卒論で研究した内容だったので興味深かった。
  - ✓ 体験しにくい内容を身近なものを使ってモデル化した説明はわかりやすかったです。
  - ✓ 視覚的に理解できた項目が多かったです。

○よかった点について

- 活動 2（1 回答）
  - ✓ 逆二乗則について。
- 活動 4（1 回答）
  - ✓ 等級～HR 図を用いて、星の一生へとつなげる流れについて（残念ながら今の高校地学基礎では HR 図をなしに太陽の一生を教えます）。
- 活動 5（2 回答）
  - ✓ 超新星爆発の実験について。（2 名）
- 活動 7（5 回答）
  - ✓ 科学館などでよくある、ブラックホールと空間の曲率の実験が身近なものでできると分かり、また実際に行うことができてよかったです。
  - ✓ ブラックホールと太陽のちがいを参加しながら視覚的に理解できた点。
  - ✓ ブラックホールの実験がおもしろかった。（3 名）
- ワークショップ 6 全般（1 回答）
  - ✓ 身近な簡単なものでできることがわかって、よかったです。

○改善すべき点について

- 活動 4（3 回答）
  - ✓ HR 図の作成がもう少し分かりやすくできればよかったです。
  - ✓ 星団の年齢のグラフに色など数字や記号が入っている方がわかりやすい。（2 名）
- ワークショップ 6 全般（5 回答）
  - ✓ 難しい内容だったのでもう少し通訳してほしかった。
  - ✓ 各個人で活動できることを内容として盛り込んでほしかった。
  - ✓ 時間がきつかった点。
  - ✓ 扱っている内容が難しいので、ペースを落として翻訳がないと理解が厳しいと思います。
  - ✓ 英語力+知識のある人はついていけるが、そうでないと大変でした。

散開星団の年齢の測定方法、超新星爆発のモデル、ブラックホールと空間の曲率の実験が印象的だったようである。また、体験しにくいものを身近なもので視覚的に理解できた点に好評価が集まった。新しく得たこととし

て上記でまとめたものの中に、体験する中での驚きの重要性や、そういった活動の時間の確保のための授業計画の大切さという、重要な指摘があった。

ワークショップ 7：目に見えない光

○新しく得たことについて

- 活動 1「分光器の作成」（5 回答）
  - ✓ CD ディスクを利用した分光器の作成について。
  - ✓ CD の金属層が、テープでかんたんにキレイにはがせること。
  - ✓ 分光器は昔も作ったことがありますが、CD の破片でつくるアイデアは面白いと思いました。
  - ✓ 一番楽しみだった分光器をつくることができたこと。
  - ✓ 分光器作りがとても楽しく、表面のフィルムをはがして回折格子を取り出すのが面白かったです。
- 活動 2「雨粒を使って、太陽光を分解」（言及なし）
- 活動 3「ハーシェルの実験」（1 回答）
  - ✓ ハーシェルが赤外線を発見した実験について詳しく知らなかったので分かってよかった。
- 活動 4「携帯電話で赤外線を受ける」（3 回答）
  - ✓ iPhone の場合は、自撮りモードにすれば赤外線が見えること。
  - ✓ 赤外線をカメラでキャッチする方法について。（2 名）
- 活動 5「白熱電球からの赤外線」（1 回答）
  - ✓ 布で可視光をカットしても赤外線がカメラで確認できること。
- 活動 6「赤外線 LED を使った星座」及び活動 7「リモコンを使った星座」（2 回答）
  - ✓ リモコン（の赤外線）で星座（の形）を作る活動について。（2 名）
- 活動 8「電波を発生させる」（2 回答）
  - ✓ 電池から簡単に電波を発生させられる（なぜなのかの説明もほしかった）手法がある、かつラジオでそれをとらえられることを体験できたこと。
  - ✓ 電波を作る方法は勉強になりました。あんなに簡単に作れてしまうとは思いませんでした。
- 活動 10「ブラックライト（紫外線）」（1 回答）
  - ✓ ブラックライトの活用法について。
- 活動 11 及び活動 12「紫外線カットフィルター」（1 回答）
  - ✓ ブラックライトの実験の際にガラスは UV 線を通さないことを実感できた。また、プラスチックレンズでも UV 線を通さないケースを実感できた。これらは知識としては持っていたが、初めて実際に見れたことがよかった。
- ワークショップ 7 全般（6 回答）
  - ✓ 電磁波の波長の特性を生かした天体の違いについて。
  - ✓ 見えない光（赤外線や紫外線など）を見る方法を知ることができました。
  - ✓ 物理が専門でしたので、光の話はよくわかりました。
  - ✓ いろいろな光を見る方法がわかった。
  - ✓ 活動 5,8 は興味深く初めてであった。
    "
  - ✓ 身近な現象を体系立てて説明していただいたので,とても情報が整理されてよかったです。ありがとうございました。

○よかった点について

- 活動 1（5 回答）
  - ✓ 分光器で光源の特性を確認したこと。（3 名）

- ✓ 分光器を作成したこと。(2 名)
- ✓ 適切な説明が加えられて納得できました。
- ✓ 分光器作成は楽しめました。(2 名)

● 活動 4（1 回答）
- ✓ 知っていたがより深まった。

● 活動 5（1 回答）
- ✓ 電球によってスペクトルが違うことが確認できました。

● 活動 6,7（3 回答）
- ✓ 赤外線を携帯カメラで見るリモコンを使った星座について。
- ✓ 赤外線をカメラでキャッチする方法を試せたこと。
- ✓ 知っていたがより深まった。

● 活動 8（1 回答）
- ✓ 見えない電磁波を見られたのがよかった。特に電波を聞けたのがよかった。

● 活動 10（1 回答）
- ✓ ブラックライトの活用法を試せたこと。

● ワークショップ 7 全般（5 回答）
- ✓ 実践して驚きがあった点です。
- ✓ あまり身近なものとはいえない電磁波を直接目で見た感じたりすることができるワークがたくさんあってよかった。
- ✓ たくさん体験させていただいたこと。
- ✓ 実際に見て現象を確認させてもらえたのがとてもよかった。
- ✓ 赤外線源（リモコン）～紫外線源（ブラックライト）まで幅広い光源を波長に注目してきちんと使用していたこと。

○改善すべき点について

● 活動 1（2 回答）
- ✓ 分光器の紙をもう少ししっかりしたものにした方が箱を組み立てやすい
- ✓ もう少しゆっくりと分光器で遊びたかったです。

● 活動 4（1 回答）
- ✓ ケータイを使っての赤外線の確認は、赤外線カットフィルターの入っているものがふえています。そのような場合でも内側カメラを使うとうまくいきますよ。

● ワークショップ 7 全般（3 回答）
- ✓ CD 片の事前準備とラジオ等の機器の電池の装、電池からの電波送信時に電池スナップの利用などをしていただけると時間短縮ができたと思います。
- ✓ 自分の問題ですが語学力が不十分でした。
- ✓ 現象が見れない場所があったので最初に指示があればもっとよかったかな。

分光器を作ることができたこと、可視光以外の電磁波を人間が感知できる手法が知ることができたことなど、実践したことに対して好評価が集まった。英語の理解ができなかったことや、もう少し準備をしておくべきだったという改善点も挙げられた。

ワークショップ 8：宇宙の膨張

○新しく得たことについて

● 活動 1「ドップラー効果」(3 回答)
- ✓ 赤方偏移は以前聞いてもわかりにくかったのですが or 忘れていた、よくわかりました。
- ✓ 光の波長についてもドップラー効果を応用して説明ができること。
- ✓ 宇宙膨張とドップラー効果の違いについて。

● 活動 2「光子の引き伸ばし」(2 回答)
- ✓ 光子の引きのばしがイメージしやす

いと思った。(2 名)

- 活動 3「ゴムバンドの宇宙」(3 回答)
  - ✓ ゴムバンドで宇宙の膨張(遠い銀河ほど遠ざかるスピードがはやい)を感じることができるのは初めて知った。
  - ✓ ゴムを使って簡単に宇宙の膨張の特徴をつかむことができ、よかったです。
  - ✓ ゴムバンドの宇宙から後退速度と距離の比例関係を見つける実験は初めてでとても楽しかったです。
- 活動 4「風船の宇宙」(1 回答)
  - ✓ 風船の宇宙がわかりやすかった。
- 活動 5「ハッブル定数の計算」(3 回答)
  - ✓ ハッブル定数の計算から宇宙のどの位置でも一様に膨張していることがわかること。
  - ✓ ハッブル定数を計算で求めようとしたこと。(2 名)
  - ✓ 銀河自身の移動速度もあること。
- 活動 6「中心のない宇宙膨張」(4 回答)
  - ✓ 中心のない宇宙膨張を示すモデルがかんたんにできること。
  - ✓ 中心のない宇宙膨張の考え方が理解できた(透明シートの重ね合わせで)。
  - ✓ 中心のない宇宙の膨張について。
  - ✓ プランク衛星によるマップは初めて見ました。
- 活動 7「宇宙背景放射」(言及なし)
- 活動 8「グラスの足の部分による変形の実験」及び活動 9「活動 9 : グラスワインによる空間変形の実験」(4 回答)
  - ✓ グラスの足部を使った重力レンズのイメージ現出。(4 名)
- ワークショップ 8 全般(6 回答)
  - ✓ 宇宙の話を通して、科学するとはどういうことか、ということを改めて考えることができた。また、宇宙の中心について、また、宇宙は広がっているということについて大変わかりやすく教えていただきました。
  - ✓ 宇宙に中心がないということが、よく理解できました。
  - ✓ また、宇宙の膨張は、間隔がポイントということも実験を通して、良くわかりました。
  - ✓ 宇宙の膨張、中心についての考え方を少し理解できた
  - ✓ 宇宙の膨張に中心がないことは知っていたが、ビックバンからの詳しい説明が聞けてよかった。
  - ✓ 全て新しく得た内容でした。
  - ✓ ビックバンや宇宙の膨張の歴史的な話が興味深かったです。

○よかった点について

- 活動 1(1 回答)
  - ✓ 時計をふり回す実験は迫力、説得がありました。
- 活動 4(3 回答)
  - ✓ 宇宙の膨張が理解しやすいと思いました。
  - ✓ 新鮮でした。ぜひとりいれたいと思った。
  - ✓ 面白かった。
- 活動 5(2 回答)
  - ✓ ハッブル定数の計算。(2 名)
- 活動 8(3 回答)
  - ✓ グラスの底で重力レンズを再現して見せるのは子どもたちに分かりやすくて活用できると思った。
  - ✓ グラスワインの実験、とても綺麗でした。
  - ✓ 面白かった。
- ワークショップ 8 全般(6 回答)
  - ✓ 話のテンポよく、笑いをはさみながら大変楽しむことができました。
  - ✓ 重力レンズを模した特製アクリル板に感動しました(福江作成)。

- ✓ 一見難しい宇宙の知識も、工夫しだいで伝えられるものになることがよくわかって良かったです。
- ✓ 風船、ゴムバンドなどの膨張の実験がイメージをつかめるようにしていた。
- ✓ 時間は限定されていましたが、全ての活動を行うことができた点です。
- ✓ ロマンのあるテーマでした。壮大なテーマでした。

○改善すべき点について

- 活動 2（1 回答）
  - ✓ 「光子の引きのばし」の意味がわかりにくかったです。
- 活動 4（2 回答）
  - ✓ 風船の実験で液体のりを使ったのですが、準備物で書いてくれていたらもっと作業早くできたと思います。
  - ✓ 木工用ボンドですね（風船のワークは‥）。
- 活動 5（1 回答）
  - ✓ ハッブル定数導出のアクティビティで、銀河の形が大きくて、その場所の測定の際に誤差が生まれてしまった。
- 活動 6（2 回答）
  - ✓ 透明シートの重ね合わせが各自で体験できるとよい。
  - ✓ 中心のない宇宙膨張のところがよくわかりませんでした。
- ワークショップ 8 全般（4 回答）
  - ✓ 実際に生徒などに説明することになった場合、自分がまず理解しておく必要があると思うが、その点にやや不安があるかもしれない。まず説明するポイントがあるとよかったかもしれない。
  - ✓ 言語がわからないと内容がむずかしいのでむずかしい。
  - ✓ 全般として、英語の原文もあった方が講師の方の英語が分かりやすいと思います（予習として）。
  - ✓ 光源によって、なかなか再現しにくい場合がありましたがそれも学びとなりました。

ゴムバンドで宇宙の膨張を再現したこと、ハッブル定数の計算、重力レンズのイメージ導出などの活動に好評価が集まった。一方で、英語が難しいことや、内容が難しいという指摘があった。

ワークショップ 9：惑星と系外惑星

○新しく得たことについて

- 活動 1「太陽からの距離のモデル」（1 回答）
  - ✓ トイレットペーパーのユニットを利用した「太陽からの距離モデル」はおもしろいですね。
- 活動 2「直径のモデル」（言及なし）
- 活動 3「直径と太陽からの距離」（言及なし）
- 活動 4「街の中でのモデル」（言及なし）
- 活動 5「時間のモデル」（言及なし）
- 活動 6「惑星から見た太陽の大きさ」（1 回答）
  - ✓ 五円玉の穴と太陽の大きさを合わせる→丁度 0.5 度ということ。
- 活動 7「密度のモデル」（2 回答）
  - ✓ 惑星の密度モデルでは実際に「物」を手で持って体感することの大切さを知った。
  - ✓ 密度をモデルで体感させるのもおもしろい。
- 活動 8「扁平を作るモデル」（言及なし）
- 活動 9「公転のモデル」（言及なし）
- 活動 10「表面重力のモデル」（言及なし）
- 活動 11「衝突クレーターのモデル」（1 回

答）
  - ✓ クレーター作りのモデルについて。
- 活動 12「脱出速度」（言及なし）
- 活動 13「太陽系外惑星系の姿」（7 回答）
  - ✓ 系外惑星のモデルを作ったのが初めてだった。太陽系と比較しやすくていいと思った。
  - ✓ 系外惑星について。
  - ✓ 系外惑星が発見された経緯が大変よくわかった。
  - ✓ 系外惑星の様々な知見について。
  - ✓ 新たに発見された惑星系にはびっくり。
  - ✓ 系外惑星については知識だけだったので、模型で学ぶハビタブルゾーンらとてもおもしろいと思いました（存在は知っていた）。
  - ✓ 系外惑星系のサイズモデルについて。
- ワークショップ 9 全般（11 回答）
  - ✓ データで分かっていたつもりになっていたけれど、モデルで確認することで惑星の大小関係や距離がとてもよく分かりました。また、系外惑星についてもモデルを通してみることで、今まで習ってきた太陽系とは違った特異な感じがよく伝わりました。
  - ✓ 中学の時、あまりイメージ出来ずにただただ暗記していた内容だったので距離や密度などとても理解しやすかったです。私は今、火星移住についていろいろ研究をしているのですが、ここで地球との違いや火星自体のことも再確認できたので、いい時間でした。
  - ✓ 紙の巻き物（距離）、太陽のサイズの布に惑星を描きこんだもの（直径）はすぐに使えて便利だと思った。
  - ✓ 惑星系の距離や直径以外にも、惑星から見た太陽のサイズの比較や密度、扁平であることを感じるなど、太陽系を感じるためのいろいろな要素をわかりやすく伝えることが可能であることが分かった。
  - ✓ 模型を作るときは、科学的に正しい点と異なっている点をはっきりさせること（大きさと距離）。
  - ✓ 間違った見方を覚えられてしまわないよう気をつけようと思いました。
  - ✓ 惑星間の比較、太陽系のイメージの教え方について。
  - ✓ 太陽、月の直径モデルと視直径の関係について。
  - ✓ 様々な視点から、データで惑星を見ることができたこと。
  - ✓ This is NASE not NASA.
  - ✓ 惑星を並べる際に方向はバラバラの方がむしろ現物を反映していること。

○よかった点について

- 活動 1（3 回答）
  - ✓ 太陽からの距離のモデル（画用紙のもの、トイレットペーパーのもの）直径のモデルについて。
  - ✓ 実際に作られたものを見せていただけてよかったです。
  - ✓ 惑星間の距離がわかりやすい巻紙がおもしろかった。
- 活動 3（2 回答）
  - ✓ 運動場での直径と距離のモデルは子どもたちに実感させることができるのでとてもよいと思いました。
  - ✓ 実際に距離と直径を同時に再現した場合に惑星間がとても遠くてかつ小さく、太陽系自体がすかすかであることを実感できたこと。
- 活動 8（2 回答）
  - ✓ 扁平を作るモデルが、天体が球状なのが分かりやすくていいと思った。
  - ✓ もし教師になれたら使えそうなこと

（惑星の比較について）をたくさん学べた点です。

- 活動 13（4 回答）
  - ✓ 生命居住可能領域のモデルが、わかりやすかったです。
  - ✓ 宇宙人に会えるかもしれないという期待がもてたこと
  - ✓ 系外惑星の話題、とてもホットでよかったです。
  - ✓ 系外惑星も教材にできることがわかった。
- ワークショップ 9 全般（7 回答）
  - ✓ 参考になる数値がまとめられていて助かりました。
  - ✓ モデルを見ることで理解が深まると再確認した。
  - ✓ さまざまなデータを数字で終わらせるのではなく体感する工夫を学べたこと。
  - ✓ 答を自分自身で見つけさせるこの講座で一貫したスタンスについて。
  - ✓ スケール比や外観なども、モデルに考慮することの大切さを認識しました。知っているようで、知らないスケール感を教えていただきました。
  - ✓ 距離と大きさを両方再現したモデルについて（特に活動 3 はやってみようと思いました）。
  - ✓ 直径と距離で「あの店まで」がよかった。

○改善すべき点について

- 活動 8（1 回答）
  - ✓ 扁平を作るモデルを作ってみたかった。
- 活動 12（1 回答）
  - ✓ ロケット打ち上げやってみたかった。
- 活動 13（1 回答）
  - ✓ 系外惑星検出は専門すぎて難しかった。
- ワークショップ 9 全般（4 回答）
  - ✓ 全員が密度モデルに触れられるような時間の確保（今回は一部の人だけであった）。
  - ✓ 英語が全く分からない。
  - ✓ 時間配分の見積もり。
  - ✓ プレゼンターに依存する部分が大きいと感じた。ここでの知見を各自の仕事の場などに持ち帰って活かすのは簡単ではないかも。

太陽系惑星の大きさ、それぞれの距離などのモデルや系外惑星のモデルなど、数値を見せるだけでなく、目で見て、触ってわかるモデルが高く評価された。一方で、扱いきれなかった扁平のモデル、ミニ・モデル・ロケット打ち上げの活動をしてみたかったという改善点が挙げられた。

ワークショップ 10：天体観測をしよう

○新しく得たことについて

- 活動 1「傘の天球」（10 回答）
  - ✓ 傘を使った天球による星座の動きの指導について。
  - ✓ 私自身は、星について。
  - ✓ 興味があって歴史や神話などを調べたりしているのですが、光害が原因であまり星を見る機会がなく、忘れられかけているという話もありました。そのような事は考えてすらしていなかったので、帰ったら自分の学校でも興味を持ってもらうべく、観測会を開きたいと思いました。
  - ✓ 傘の天球について、私としては透明な傘に北半球、南半球をそれぞれ作る方法がいいなと思いました。
  - ✓ 傘を天球にみたてることでいろいろ

わかりやすく伝えられることがわかった。
- ✓ 都会での見方準備するものなどがよくわかった。傘の天球に投影して星座を描くこと。
- ✓ 透明な傘を天球儀にすること。
- ✓ 道具（傘）を用いた活動
- ✓ 傘のモデルについて。
- ✓ 傘の天球について。

● 活動 2「光害：街の灯り」（5 回答）
- ✓ 光害の実験で、上半分を遮光するという実験はよかった。光を消すのではなく、必要な場所にのみ照らすという別の考え方ができた。
- ✓ 光害について、子どもたちに伝えるための教材は新しく学びでした。
- ✓ 光害について、グローバルに話題として取り上げられている点に驚いた。電球にふた（キャップ）をかぶせることで星の見えやすさが変わる実験は、とてもわかりやすかったし、対策について考えるきっかけにもなるのでとてもよかった。
- ✓ 光害の実験は良かった。
- ✓ 光害モデルについて。

● ワークショップ 10 全般（15 回答）
- ✓ PC ソフトやアプリの活用法について。
- ✓ 握りこぶしが 10° なのは知っていたけれど、1° や 20° のめやすは知らなかったので星の位置などを子供たちに教えるときに便利だと思いました。
- ✓ 指やこぶしで天球上の角度が分かること。
- ✓ 日周運動と年周運動による角度の変化について。
- ✓ 「ステラリウム」というプラネタリウムのソフトは使ったことがなかったので、参考になった。Mitaka しか使ったことがなかった。
- ✓ ステラリウムの利用について。
- ✓ 星空のカルチャーがなくなってきているのではないかということが響きました。
- ✓ ステラリウムの存在について。
- ✓ ステラリウムについて使い方などとても参考になりました。大変便利だと思いました。
- ✓ 天文用語の英語表現について。
- ✓ ステラリウムというソフトウェアについて。
- ✓ アンドロメダ銀河は私も見てみたい、見つけてみたいと思いました。
- ✓ 人さし指、グー、手のひらがそれぞれ 1°、10°、20° に当たるということは役立つと思いました。
- ✓ 「ステラリウム」は使用してみたいと思いました。
- ✓ ステラリウムとその操作活用について（一度使ってみようと思います）。

○よかった点について

● 活動 1（1 回答）
- ✓ 傘の天球の実物を見ることができたこと。

● 活動 2（4 回答）
- ✓ 光害がわかるように箱に開けた穴で星を模し、街灯モデルで見え方の違いを示せるようにしたところ。
- ✓ 街灯と星の見え方のモデルを見ることができたこと。
- ✓ 光害などに関する活動は大変新鮮でした。
- ✓ 光害のイメージ（ダンボール星座と街の灯）は、モデルが単純なのにわかりやすかったです。

● ワークショップ 10 全般（11 回答）
- ✓ オススメのアプリ、ソフトや Web サイトも教えて下さってよかったです。

- ✓ 様々なアプリケーションの話や望遠鏡の話もあったので、今後どうしようかなと考えれるわくわくするワークショップでした。
- ✓ 星座アプリの紹介について。
- ✓ アプリなどの簡易に使えるものの紹介がたくさんあったこと（ステラリウムはモバイルプラネのソフトとしても日頃から使っていきます)。
- ✓ ステラリウムは知っていましたが、扱い方がわかってよかったです。
- ✓ ステラリウムの使い方について。
- ✓ 観望会などを行う上でのノウハウは大切だと思う。
- ✓ 翻訳の方が単なる訳だけでなく注訳も与えてくれて、よかった。
- ✓ 暗い時にセッティングしにくいということを気づかせてくれた点（観測時)。
- ✓ 話がききとりやすかったです。
- ✓ 実践的であること。

○改善すべき点について

- ワークショップ 10 全般（5 回答）
  - ✓ 実際の天体観測も WS の中に組み込めるとよい。
  - ✓ 時間があれば、実際に外で星空の観察をしてみたかったです。
  - ✓ もう少し時間をかけて活動ができるとよかったと思います。
  - ✓ 少しだが冗長な印象があった。
  - ✓ 講師の先生が少しスライドを見たらわかるようにタイトルなどは英語にしておいたら良いかもです。

傘の天球、光害のモデルの活動 2 つとも印象的だったようである。また、活動だけでなく、天体観測を行う注意点や、プラネタリウムソフトの紹介も好評であった。一方で、天体観測をしようというテーマにも関わらず、実際にワークショップ中に星空の観測を行えなかったことに指摘があった。第 1 日目のワークショップ終了後、大阪教育大学天王寺キャンパスの校舎屋上にある天文台で観望会を行った。過密スケジュール後で、遅い時間帯でもあったため、都合のつく方々のみの参加となったが、天候に恵まれ有意義な観望会となった。また、光害の中の観望会であり、光害についても実際に体験できる機会となった。なお、この観望会はこのアンケートの対象に含まれていない。

7. 評価のまとめ

参加者層は幅広いものではあったが、それでも、中等教育教員研修向けに開発した講座に対し、受講者は内容と運営の両面に満足していたと見てよいだろう。講座終了後の各地の実践例が出てきていることから見て、講座内容が受講者の地に波及していっていると見てよいだろう。伝える方法を伝える（teach how to teach）ということについて、「データで分かっていたつもりになっていたけれど、モデルで確認することで惑星の大小関係や距離がとてもよく分かりました」「さまざまなデータを数字で終わらせるのではなく体感する工夫を学べた」「答を自分自身で見つけさせるこの講座で一貫したスタンス」（以上、ワークショップ 9 から）という回答からも、受講者に伝わったと思われる。ワークショップのアンケートでは、それぞれの活動に対して、受講者の興味や好み、驚き、今後の活用への期待、そして改善案が丁寧に書かれていた。「ワークショップ型授業で使える新しい教具や授業方法をさらに得る機会」となったと見てよいだろう。

NASE-Japan 2019（NASE 第 152 回講座）は、他の NASE 講座が 4 日間の講座として開

かれているところ、日本の学校教員が多忙で自主研修に十分な日を割くことができない事情を勘案し、一部の科目を省略したとはいえ、2 日間に詰め込んだ日程となった（詳しい事情については [2] を参照）。日程について学校教員にとって参加しやすいものとはいえないことは事実である。過密な時間割という問題を上回る、内容の濃さ、よさだったか、NASE-Japan 2019 の世話人側として振り返っておきたい。主にワークショップのアンケート結果（第 6 章）をもとに読み取りたい。過密だったという感想そのものが、アンケート回答にあふれていたわけではなかった。どうして過密日程になったか、参加者には事前にメールで十分説明をし、その上で、参加するかの検討をお願いしていた。もともとワークショップ内で予定していた活動の数も多く、過密日程だったこともあいまって、NASE-Japan 2019 ではすべての活動をこなすまでに至らなかった。そのため、すべての活動ができなかったこと、また、開催地周辺の天文遺産訪問が省略されたことを残念に思うという意見がやはり多く見られた。日程について十分事前に説明していれば、今回のような大変過密な日程でも、参加者の満足度が低くならなかったと思われる。NASE 側の満足度アンケートで、内容のレベルについて直接問う項目があり、87 %が満足、13 %が高過ぎ、という結果が出ていた。この講座の内容は参加希望者には事前に伝えており、その上で参加いただいていることから、校種の幅広さから予想されるものに比べ、レベルのミスマッチは少なかったと思われる。

天文分野は特に国境や言語の壁なく世界中で共有しやすい内容であり、日英二ヶ国語の環境下でも内容が理解やすいことを利用した。学校現場が近年社会から強く求められている、英語力向上、あるいは、国際連携といったことに対し、教科の活動とは別建てで行うという、多忙化をさらに激化させる方法ではなく、多国籍の講師陣や日英二ヶ国語での講座という活動が、そのまま教科の力量向上につなげられることを実感してもらうこともねらっていた。もっとも、同時通訳的な方法は時間を二重に使うことになり、ただでさえ過密な時間割を、さらに過密にしてしまった。言語の壁を感じさせない、内容の濃さ、進め方のよさだったか、主にワークショップのアンケート結果（第 6 章）をもとに振り返っておきたい。初等教育で扱う内容（月の満ち欠けや季節の変化など、ワークショップ 1 から 4）が中心のワークショップでは、英語に関する指摘は見当たらなかった。中等教育で扱う内容（太陽系外惑星やブラックホールなど、特に高校で扱う内容、ワークショップ 5 から 9）が中心のワークショップでは、英語が理解できないという指摘が多く出てきた。言語の壁について、事前に知っている内容、また、平易な内容であれば、大きく感じることはないようである。これは英語を併用した教員研修の際に参考になる意見と思われる。一方、受講者が難しいと感じる部分は、内容を平易にするか、日本語訳での資料を追記するか、時間をかけるかといった工夫をするべきだったと考えられる。しかし、NASE は世界各地を回るにあたり、講座の内容と方法を標準化させているため、受講者や開催地の事情に合わせた内容や方法の重みづけ直しが自由にできない形になっている。この点は NASE としての構造的な問題である。なお、ワークショップ 6 での HR 図のことやブラックホールのこと、ワークショップ 8 での宇宙の膨張のことなど、宇宙物理学的にやや高度な内容に対して、難しいが受講者にとって興味をそそるということがアンケート回答からもうかがえる。

第 2 章で示していた日本人講師チームのね

らいのひとつ、「日本の学校教員にとって、NASE の内容に触れることで日本の教育実践や活動が世界の実践と同じ方向にあること、また、日本の天文教育実践者が世界にもっと貢献できることを実感してもらえることを期待した。その上で、日本の学校教員それぞれにとって、ワークショップ型授業で使える新しい教具や授業方法をさらに得る機会となることも期待した」ことについても、主にワークショップのアンケート結果（第 6 章）をもとに振り返っておきたい。ワークショップのアンケートでは肯定的な意見が多く寄せられた。学校で生かせる、子どもたちが楽しめると思われる、という意見が多く書かれていた。「身近なものをつかって簡単に作れるものばかりで、授業でも使えそうだと思いました。自分で作った器機だと、観測するのが楽しみになると思います」「小学校高学年の子ども達も楽しめると思います」（以上、ワークショップ 4 より）「運動場での直径と距離のモデルは子どもたちに実感させることができるのでとてもよいと思いました」（ワークショップ 9 より）といった意見が見られた。NASE 側の満足度アンケートで、今後の授業や活動において「教え方に役立ちそうか」を問う項目があり、58 %が非常に役立つ、42 %が役立つ、という結果が出た。日本での普段の教育実践で扱ってきた、また、開発してきた教具と似たものに出会ったと同時に、NASE で開発された独自性の高いもの（屋外で地球儀を使った活動、季節の変化を説明する際の教具の置き方、太陽の光度を測るための室内基礎実験など）には学校教員をはじめ参加者の興味を引き、それが回答に表れていた。「科学館などでよくある、ブラックホールと空間の曲率の実験が身近なものでできると分かり、また実際に行うことができてよかったです」（ワークショップ 6 より）といった回答からは、科学館の展示を見る目を向上させたことがうかがえる。また NASE 側の満足度アンケートで、「参加者どうしの交流について」問う項目があり、大変良かったが 12 %、良かったが 85 %、良くなかったが 3 %という結果が出た。中等学校の教員研修として開発されたものであるが、年齢や経歴は問わず、インターネット上で広く参加者を募ったため、学校教員とそうでない人が混じり、学校教員も小学校を含めて校種がさまざまであったが、その人たちの交流は有益なものだったと振り返ることができる。ワークショップ型という環境による大きな教育効果と言える。

第 2 章で示していた日本人講師チームのねらいのもうひとつ、「NASE では、天文学は世界の多くの文化が長い時間をかけて共同で作り上げてきた文化的なものであることも強調しており、天文分野を例にとり、理科という教科は人類が協働して作り上げ、共有してきたものであるということを参加者が感じることも期待」したことや、「ロサ・ロスとベアトリズ・ガルシアはどちらも中等学校の教員を長年務め、その後大学教員となった経歴を持っている。学校教員の経験豊富な海外からの講師が、日本の学校教員や学校内外で教育に携わる人たちに直接出会って研修を行うというのも、今回の講座の特徴」ということについても、主にワークショップのアンケート結果（第 6 章）をもとに振り返っておきたい。「人類が協働して作り上げ、共有してきたもの」といったことを直接書いた意見は見られなかった。好意的に解釈するなら、日本だ、外国だ、という意識が出てこなかったくらい、国境を越えていたといえるかもしれない。「宇宙の話を通して、科学するとはどういうことか、ということを改めて考えることができた」（ワークショップ 8 より）という回答からは、この講座が単なる天文教育に終わらず、科学

教育全般に資するものであることを示している。「光害について、グローバルに話題として取り上げられている点に驚いた。電球にふた（キャップ）をかぶせることで星の見えやすさが変わる実験は、とてもわかりやすかったし、対策について考えるきっかけにもなるのでとてもよかった」（ワークショップ 10 より）という回答からは、この講座が単なる天文教育に終わらず、地球環境問題を考える題材にもなっていることを示している。内容として国境を越えていることもさることながら、NASE-Japan 2019 では、海外からの講師が学校教員としての経験が豊富だったので、学校教員が持つ学問への思いが国境を越えて共有されていた、と見ることもできるだろう。このような国際的な研修を来年度以降も継続して開けないか、それも今度は自分たちで世話人として動けないか、という提案が複数の方々から上がってきた。レベルの高いものに触れて驚いた、あるいは、楽しいものに触れてよかったという型よりも、これなら次は自分たちでと、参加者の自主性や自発性を発露させた型の教員研修だったといえるだろう。中等学校の教員として経験豊富な NASE 代表・副代表の匠の技と言えるかもしれない。国際的な教員研修では、学校現場の経験豊富なベテラン教員が講師として魅力になるということもうかがえる。

付　記

満足度テストの結果について、Rosa Ros から情報をいただいた。後日の実践報告は、NASE-Japan 2019 受講者から富田が報告を受けたものを Rosa Ros に連絡し、Rosa Ros がウェブサイト上にまとめた。ワークショップのアンケートは日本人講師 6 人全員で検討し、鷺坂が自身の修士論文 [20] の一環としてデータまとめを行った。最後の章の議論の一部は、別の論文でも行っている [21]。

謝　辞

NASE 代表の Rosa Ros 氏と副代表の Beatriz García 氏には、日本人講師チームとして感謝の気持ちと敬意を表したい。NASE-Japan 2019 開催において、大阪教育大学には共催として会場でさまざまなお世話をくださり、感謝する。日本天文教育普及研究会に加え、和歌山大学、日本天文学会、日本地学教育学会、国立天文台、和歌山県教育委員会、和歌山市教育委員会、大阪府教育委員会、大阪市教育委員会からは、本事業に後援・協賛をいただいた。激励に感謝する。日本人講師チームは、この講座の構想段階で、大阪市立科学館の渡部義弥氏、元京都府立高校教員の西村昌能氏、兵庫県川西市教育委員会の成田直氏、和歌山大学の尾久土正己氏に種々の議論でお世話になった。NASE-Japan 2019 は、多様な背景を持つ、熱意ある多くの参加者に支えられて実施できた。運営側として、参加者の熱意とともに講座を作り上げることができたことに感謝する。NASE-Japan 2019 の振り返りの評価ができたのは、参加者からの丁寧かつ熱意あるフィードバックがあったからである。それに対して感謝するとともに、主体的、対話的、深い学びを実践された参加者に敬意を表したい。

文　献

[1] NASE-Japan 2019
http://web.wakayama-u.ac.jp/~atomita/nasejapan2019/

[2] 富田晃彦、福江純、松本桂、中串孝志、上之山幸代、鷺坂奏絵（2020）「国際教員研修プログラム NASE：NASE-Japan 2019 の概観と開催の経緯」天文教育, Vol.32, No.2, 42-48

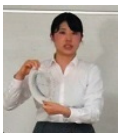
[3] NASE ウェブサイト内に、NASE 第 152 回講座（NASE-Japan 2019）についてのページがある：
http://sac.csic.es/astrosecundaria/en/cursos/realizados/reglados/152_japan_2019/ListaDocs.php
その中の「Results of the Questionnaire/Poll」が満足度アンケートの結果であり、それをふまえての NASE 側の自己評価まとめが「Conclusions」にある。
[4] https://issuu.com/nase.networkastronomyschooledu/docs/501_december_japan_2019
[5] https://issuu.com/nase.networkastronomyschooledu/docs/model_2_japon
[6] https://issuu.com/nase.networkastronomyschooledu/docs/model_3_japon
[7] https://issuu.com/nase.networkastronomyschooledu/docs/filipinas
[8] 新明郁実、富田晃彦（2020）「簡易四分儀を用いた理科と数学科での教科間連携を図った授業実践：中学校理科「宇宙の中の地球」、中学校数学「三平方の定理」の分野を通して」、天文教育、Vol.32, No.3, 10-13
[9] 富田晃彦、上之山幸代、鷺坂奏絵、中串孝志、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 1」天文教育, Vol.32, No.2, 49-54
[10] 鷺坂奏絵、上之山幸代、富田晃彦、中串孝志、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 2」天文教育, Vol.32, No.2, 55-58
[11] 富田晃彦、上之山幸代、鷺坂奏絵、中串孝志、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 3」天文教育, Vol.32, No.2, 59-67
[12] 上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 4」天文教育, Vol.32, No.3, 32-37
[13] 福江純、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 5」天文教育, Vol.32, No.3, 38-42
[14] 松本桂、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、福江純（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 6」天文教育, Vol.32, No.3, 43-48
[15] 松本桂、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、福江純（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 7」天文教育, Vol.32, No.3, 49-54
[16] 福江純、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 8」天文教育, Vol.32, No.4（今号）
[17] 中串孝志、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 9」天文教育, Vol.32, No.4（今号）
[18] 中串孝志、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、福江純、松本桂（2020）「国際教員研修プログラム NASE：ワークショップ 10」天文教育, Vol.32, No.4（今号）
[19] AkihikoTomita, HidehikoAgata, ShigeyukiKarino, Naoki Matsumoto, Junya Terazono (2019) “An Analysis of Peer-Reviewed Papers on Astronomy Education Published From 2007 to 2018 in Japan” Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice, 17 September 2019, ESO, Garching, Munich, Germany
[20] 鷺坂奏絵（2020）「天文教育におけるカ

リキュラム比較の研究：NASE に焦点をあてて」和歌山大学大学院 教育学研究科 学校教育専攻 教科教育コース 科学教育領域 修士論文

[21] 富田晃彦、上之山幸代、鷺坂奏絵(2019)「国際的な天文分野教員研究 NASE の実施：経緯と改善への振り返り」和歌山大学教職大学院紀要「学校教育実践研究」, No. 4, 97 -104

富田 晃彦
atomita@wakayama-u.ac.jp

上之山 幸代
atoriekou@yahoo.co.jp



鷺坂 奏絵
kanae.s25.heron@gmail.com

中串 孝志
nakakushi@koyo.ac.jp

福江 純
fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

松本 桂
katsura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

付録

各ワークショップで参加者に配布したアンケート

みなさまの声をお聞かせください　ワークショップ 1

ワークショップはいかがでしたでしょうか。世話人側の私たちの振り返りとして、そしてそれをもとにして、天文教育としての研究成果をまとめるにあたり、みなさまからの声をぜひいただくことができれば、と思います。

研究発表の際は、個人情報の保護をよく考えた上で、また、みなさまの名誉をよく考えた上で、よりよい天文教育を議論するという視点からまとめてまいります。

1. 新しく得た技能や見方は、ありましたでしょうか。あれば、それは何でしょうか。

2. ワークショップとして、よかった点はどこでしたでしょうか。

3. ワークショップとして、改善できる点はどこでしたでしょうか。

日付：　2019 年 11 月　日　　グループ：　A　B

差し支えなければ、教えてください：

お名前：　　ご年齢（年代でも結構です）：