

国立天文台「市民天文学」プロジェクト GALAXY CRUISE

臼田-佐藤 功美子 (国立天文台 天文情報センター)

kumiko.usuda@nao.ac.jp

すばる望遠鏡の大規模画像データを使って、非専門家である市民が銀河の分類に参加する「市民天文学」プロジェクト GALAXY CRUISE (ギャラクシークルーズ) を、2019年11月1日に公開しました。天体画像の教育利用が主目的ではありませんが、「市民天文学者」として本プロジェクトにご参加いただき、教育への応用についてご提案いただければ幸いです。

1. すばる望遠鏡 HSC を使った戦略枠プログラムと「衝突銀河」

すばる望遠鏡に搭載された超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC; ハイパー・シュプリーム・カム) は、8億7000万画素を持ち、満月9個分の広さの天域を一度に撮影できる巨大なデジタルカメラです。HSC を使って300夜もの観測を行う大規模な戦略枠プログラム (HSC-SSP) が2014年から進められています (<https://hsc.mtk.nao.ac.jp/ssp/>)。その第1期データ[1]が2017年2月に、第2期データ[2]が2019年5月に全世界に公開されました。第1期、第2期には2014年からそれぞれ1.7年分(61.5夜)、3.8年分(174夜)のデータが含まれています。このHSC画像を誰でも手軽に閲覧できる画像ビューア「hscMap」が公開されています (<http://hscmap.mtk.nao.ac.jp/hscMap4/>)。もともと研究者用に開発されたものに、星座線やオススメ天体などを加え、ユーザー登録しなくても使えるようにしたものです[3]。解説サイト (<http://prc.nao.ac.jp/citizen-science/hscv/index.html>) と一緒にご利用ください。

広大なHSC画像の中には、銀河が数え切れないくらい写りこんでいます。その形は多種多様。ラグビーボールのような形をした楕円銀河もあれば、恒星が円盤状に集まった渦巻銀河もあります。中には、他の銀河の重力で引っ張られたり、衝突したりして形が変わってしまった「衝突銀河」(重力相互作用している銀河)もあります。銀河がどのように生まれ、成長してきたのかは天文学の大きな謎のひとつですが、銀河はお互いに衝突・合体を繰り返しながら成長してきたと考えられています。この謎の鍵を銀河の重力相互作用が握っている可能性があるのです(田中賢幸 GALAXY CRUISE 船長談)。HSC画像の中から、衝突・合体をしている銀河を見つけ出し解析することができれば、この謎に迫ることが可能ですが、銀河は研究者だけで探すことができないくらい沢山あり、市民が銀河の分類に参加できるプロジェクトが始まりました。

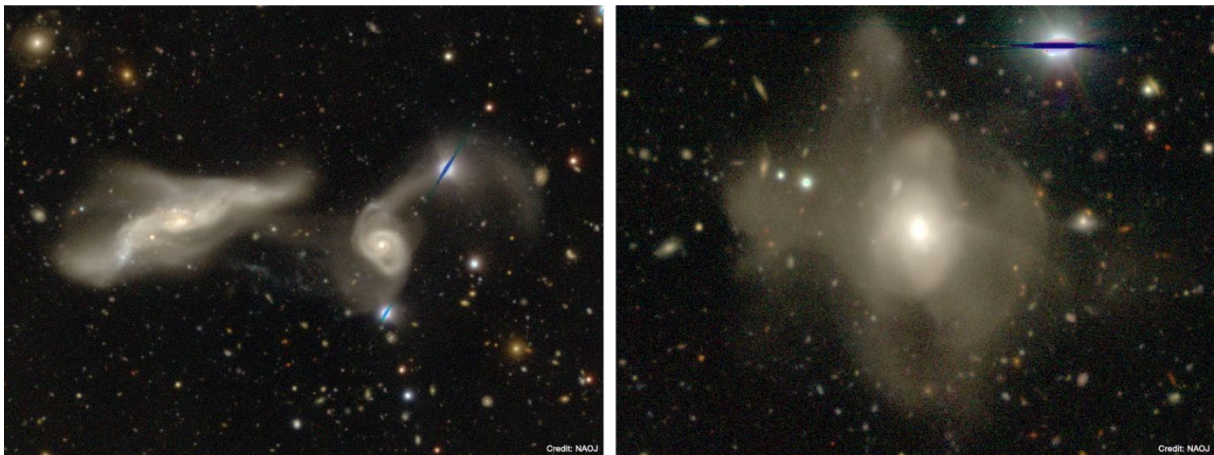


図1 HSC-SSP画像に写りこんだ衝突銀河の例。(左) UGC 12589 と 2MASX J23250382+0001068。2つの渦巻銀河がお互いの重力で引き合い、形を乱しあっている。(右) 2MASX J16270254+4328340。銀河が合体した後の姿だと考えられ、まわりには衝突の過程でできたアーク状の構造 (GALAXY CRUISE では「しっぽ」という愛称で呼んでいる) が複数見えている。(クレジット: 国立天文台)

2. 国立天文台が推進する「市民天文学」プロジェクト

シチズンサイエンス (Citizen Science) とは、市民が行う科学的活動で、しばしば科学の専門家や研究機関と共同または指導の下で進められます (オックスフォード英語辞典による)。1990年代に米国や英国で使われ始めた言葉ですが、天文学はこの言葉が生まれる前からシチズンサイエンスが活発な分野です。自分の望遠鏡や観測機材を持ったアマチュア天文家による新天体の発見や、国際ネットワークを使った変光星の観測などが行われてきました。2000年代後半からは自分で観測する代わりに、インターネットを利用して既存の大規模観測データにアクセスし、データの分類を行うシチズンサイエンスも盛んになってきました。後者の成功例として有名なのが、Galaxy Zoo (<https://www.galaxyzoo.org>) でしょう。スローン・デジタル・スカイ・サーベイ (SDSS) のデータ等に写りこんだ銀河の形を、市民が PC の画面に映し出された個々の銀河について、簡単な質問に答えることで分類に参加しました。Galaxy Zoo は大成功を収め、現在は Zooniverse (<https://www.zooniverse.org>) というシチズンサイエンスのプラットフォームに発展しています。

本 GALAXY CRUISE は、国立天文台が大規模観測データを使って行う初めてのシチズンサイエンスプロジェクトです。(市民天文学は国立天文台で行うシチズンサイエンスの和名として、独自に考案した名称です。) シチズンサイエンスは、科学研究と市民参加のハイブリッド的な性質を持つため、すばる望遠鏡を運用するハワイ観測所と、広報普及を業務とする天文情報センターの共同で進めています。



図2 GALAXY CRUISE スタッフメンバー。左から臼田-佐藤功美子、小池美知太郎*、内藤誠一郎、山岡均、田中賢幸*、柴田純子* (敬称略)。*印のついた3名がハワイ観測所所属、他3名が天文情報センター所属。

3. GALAXY CRUISE サイト <https://galaxycruise.mtk.nao.ac.jp>

国立天文台にてサイトを作成するにあたり、多くの方が自身を持ち、かつ、興味を持続しながらたくさんの銀河の分類に参加いただくために、既存の (主に英語で進められている) シチズンサイエンスサイトでは見られにくい独自の工夫を施しました。

(1) トレーニング・練習機能を充実

銀河に詳しくない方でも自信を持って参加いただけるように、3段階のトレーニングメニューを用意しました。また、参加登録後にログインした画面でも、船長（研究者）と自分の分類結果を比べられる練習メニューを用意しました。トレーニングメニューは、2018年度日本科学未来館市民参加型実験「オープンラボ」事業の協力を得て、来館者相手にデータ収集しながらブラッシュアップしました。（トレーニングや練習を行ってもなお、分類に自信の持てない方もいらっしゃるでしょう。しかし、同じ銀河を複数の方が分類したデータから、研究者が統計的に解析するので、あまり悩まず、思い切ってそれらしい選択肢を選び、どんどん分類を進めてください。）

図3 3段階（Lesson 1、2、3）のトレーニングでは、それぞれ簡単な解説（左）を読んだ後に、クイズ形式の練習問題を解く。練習問題で答えを選ぶと、船長のイラストつきで解説が読める（右）。（クレジット：国立天文台）

(2) ゲーム性を重視

すばる望遠鏡が観測した領域を海図（クルーズマップ）にたとえ、4つの街と6つの大陸を巡りながら銀河を分類していただきます。航海の進行とともに街や大陸の「出国スタンプ」を集めたり、「おみやげ」（記念品イラスト）を集めたりすることができます。また、全員「4等客室」から始まりますが、進行とともに船室のグレードが上がっていきます。

(3) 宇宙を周遊

分類に疲れたら、すばる望遠鏡 HSC がとらえた広大な宇宙画像の中を巡って楽しむことができます。分類サイトは、前述の hscMap がベースになっているため、このような機能が付加されています。画像の中を巡り、面白い形の銀河を見つけたらスクリーンショットを撮り、お問い合わせフォームより、お知らせください。

衝突銀河の分類は今回が初めてではありません。しかしながら、すばる望遠鏡 HSC が撮った画像は、ほかの望遠鏡による過去の画像に比べて、観測している天域の広さや、どのくらい暗く薄い天体が見えているかというデータの「深さ」（品質）が圧倒的に優れています。衝突の痕跡である構造は、淡いものが多いため、過去の画像ではできない詳細な解析ができると期待されています。



図4 分類画面。緑線で囲まれた領域に HSC-SSP データがかくれている。そこにカーソルを置き、マウスを使って（あるいはタッチパッドを指で操作して）ズームインすると画像が見えてくる。右下の舵（かじ）アイコンをクリックすると、中央に銀河が現れ分類が始まる。画面左下に並ぶアイコンからは、自分の「航海記録」や、集めた「出国スタンプ」や「おみやげ」を見ることができる。（クレジット：国立天文台）

4. 教育利用へのアイデア求む！

市民天文学は、教育が主目的ではありません。前述の Galaxy Zoo が参加者 1 万人以上に対して、モチベーション調査が行ったところ[4]、性別・年齢・学歴を問わず一番高いモチベーションは「科学研究への貢献」で、「教育」を選んだ人は多くありませんでした。本 GALAXY CRUISE の参加登録理由でも、「研究に貢献したい」と「天文学を学びたい」を選んだ方が多くなっています。しかし、ゆくゆくは HSC-SSP の画像データ自身や、GALAXY CRUISE のトレーニングメニューなどの教育利用を検討できればと考えています。まずは「市民天文学者」として本プロジェクトにご参加いただき、教育への応用についてのアイデアやご要望がありましたら、お聞かせいただければ幸いです。

参考文献

- [1] Aihara, H. et al. (2018) “First data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program”, PASJ, 70S, 8A
- [2] Aihara, H. et al. (2019) “Second data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program”, PASJ, 71, 114
- [3] Usuda-Sato, K. et al (2018) “Exploring the Universe with the Real Observational Data of the Subaru Telescope”, In Proc. Communicating Astronomy with the Public Conference (eds Canas, L. et al.), 68
- [4] Raddick et al. (2013) “Galaxy Zoo: Motivation of Citizen Scientists”, Astronomy Education Review (AER), 12, 010106