

令和 2 年 6 月 25 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01066

研究課題名(和文)本格的な天体観測画像を活用したアクティブラーニングプログラムの発展開発

研究課題名(英文)Development of active-learning program using astronomical image of authentic observation

研究代表者

洞口 俊博 (HORAGUCHI, Toshihiro)

独立行政法人国立科学博物館・理工学研究部・研究主幹

研究者番号：00238768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本科研費により、恒星の明るさや進化、散開星団や銀河といった宇宙のさまざまな階層を構成する天体の距離などをテーマにしたアクティブラーニングプログラム(学習者が主体的に問題を発見し、協同してより深い学びを経験することのできる学習プログラム)の開発を行った。開発したプログラムについては研究協力者とともに実践テストを行い、アンケート等による評価を行った。学校の教員や博物館・科学館、公開天文台職員等を対象としたワークショップを開催し、開発したプログラムについて発表、広報を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、アクティブラーニングの考え方をを用いた学習プログラムを開発することである。宇宙に関する学習だけでなく、万有引力の法則や対数の利用などを通じて物理や数学の学習とも関連した、主体的・協働的に学習を行うプログラムの開発を行うことができた。また天体画像を用いた学習にはコンピュータの利用が必須となるが、ICTの教育にも資するプログラムとなっている。今回の開発プログラムはそのように応用が広く、先駆的なものであり、学術的意義とともにその教育的・社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：We have developed active-learning programs on stellar evolution, distances of various objects in the hierarchical structure of the universe, and so on. Through the programs, students discover the subject by themselves and experience process of deep understanding with the interaction with the others. The programs are practiced with collaborative teachers, and the effectiveness is estimated by questionnaires. We have held workshops for school teachers and staffs of museum, science center, planetarium, and public observatory to promote and improve the programs.

研究分野：天体物理学・天文情報処理

キーワード：科学教育 天文

1. 研究開始当初の背景

研究代表者らがこれまで行ってきた「公開天文台ネットワーク(PAONET)」活動は全国の学校や博物館、科学館等にすばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡などの画像を配信するなど、大きな成果をあげてきた。その活動の中で、既存の広報用画像("picture")だけでなく、観測によって得られた生の天体画像("data")も学校等に配信し、生徒等の学習に利用したいという要望が次第に高まり、結成されたのが、学校や博物館・科学館・公開天文台および国立天文台・大学関係者をメンバーとするワーキンググループ、PAOFITS WG である。

PAOFITS WG は当初は手弁当で活動を行っていたが、その後科研費の援助を得て、恒星の進化に関する教材や天体の距離に関する教材、太陽や太陽系に関する教材など、10本以上の教材セットをそれに必要なソフトウェアやワークシート、教員用解説書などとともに開発することができた。ハッブル宇宙望遠鏡や国立天文台の最先端の観測データを用いたこれらの教材は、各地の学校で利用され、理系の生徒だけでなく文系の生徒についても大きな刺激となっているなど、高い評価を得ている。

一方、そのような研究観測画像による学習を行うなかで明らかになってきたことは、多くの生徒たちのあいだに、自らも観測を行いたいという強い欲求が生じていることである。幸い、近年の技術の進歩によって、一般に市販されているデジタルカメラでも従来では考えられなかったような本格的な天体画像データが得られるようになってきていることから、生徒や教員が自ら天体画像を撮影し、それをもとに学習を進める教材の開発も我々は開始している。

このような教材を開発し評価する過程において、もう一つ明らかになってきたことは、生徒どうしの協同作業による学習の増進効果である。限られた授業時間の中で必要な画像解析作業を行う過程で見出されたことであるが、一つの目標に向けてそれぞれが役割を果たし結果を持ち寄る学習方法を採用した場合、明らかに生徒の主体性、探究心が高まっていることがみてとれる。これはまさに自然発生的なアクティブラーニングといえることができる。

我々の成果はこれまでも国際的に独創的なものと評価されているが、それらの資産を活かし、アクティブラーニングの視点を加えることによって、学習者が主体的に問題を発見し、協同して深い学びを経験することができる、より効果の高い学習プログラムの構築が可能である。

2. 研究の目的

上記のような背景から、本科研費では世界最先端の本格的な研究観測画像など、我々がこれまで開発した教材の資産を活用し、学習者の知的探究心を刺激して目的意識をもった深い学びに導く学習プログラムの開発を行う。生徒が知的好奇心を持って自然の事物・現象に接し、その中で得た気づきから疑問を形成して課題を設定し、探究の過程全体を主体的に遂行できるような指導方法の重要性は、平成28年に行われた中央教育審議会初等中等教育分科会の教育課程部会で行われた次期学習指導要領等に向けた審議のまとめでも指摘されている。「本物」の体験を通してその裏側にある本質をつかみ取る作業は、自然科学の本当のおもしろさを知り、探究方法を学ぶ大きな手だてとなる。完成したプログラムは、インターネットを通じて広報し、学校関係だけでなく、宇宙を知りたい一般の市民にも利用を呼びかけるが、宇宙に関心を持つ市民は多く、社会の科学リテラシーの向上にも資することが期待される。

3. 研究の方法

我々のグループは国立天文台と協力して、観測画像から天体の明るさや色、位置情報などを正確に測定できるパソコンソフト"マカリ"を既に開発している。この画像解析ソフトを利用して、いくつかのテーマにそった学習プログラムを逐次開発していく。具体的にはまず、星の進化を探究するプログラム、次に惑星・恒星・銀河など、それぞれの階層の天体の距離や性質を調べるプログラムの開発を行う。時間的に可能であれば、太陽など、その他の天体をテーマとしたプログラムの開発も行う。開発したプログラムについては順次、研究協力者とともに実践授業を通じたテストと評価、そして開発作業へのフィードバックを行い、最終年度にはシンポジウムを開催して、インターネットや印刷物を通して広く全国に利用を呼びかける。

4. 研究成果

本科研費によって、星の進化に関する学習プログラムの開発を行うとともに、星の等級と明るさに関するプログラムについても開発を行うことができた。恒星の進化は、その質量によって速度が異なり、同時に生まれた恒星の集団である星団を構成する星を調べることによって、そのようすを知ることができる。さまざまな年齢の星団を調べ、その共通点や相違点を各自が見出すことによって、恒星の進化を主体的に学ぶことが可能になるが、星の等級と明るさはその理解のいちばんの基礎となるからである。また各階層の天体をテーマとした学習プログラムについては、散開星団や銀河の距離を求めるプログラムを開発した。またそれにあわせて、天体画像の測定を通じた学習に必要な画像解析ソフトの基本的な使い方、およびそれを用いた天体の大きさの測り方に関する学習プログラムの開発し、国立天文台すばる望遠鏡の最新カメラ Hyper Suprime Camera のデータを用いて行う、さまざまな銀河についてその特徴を考察するプログラムや、国立天文台 Solar Science Observatory のデータを用いて行う、太陽黒点の動きから考察を行うプログラム、海外のインターネット天文台で得た画像から天球の回転と地球の自転につ

いて考察するプログラムについても開発を行うことができた。

開発したプログラムについては研究協力者とともに実践テストを行い、アンケート等によって評価を行った。また、学校の教員や博物館・科学館、公開天文台職員等を対象としたワークショップを開催し、開発したプログラムについての研究発表や実習を通してそれらの広報を行うだけでなく、さらなる改良へ向けてさまざまな意見の収集を行った。本研究の成果は学会の会合等を通じて発表を行っているが、このワークショップの中でも多くの興味深い成果が発表されている。以下に、それぞれのワークショップで行われた主な発表テーマを記す。これらには多くの研究協力者が貢献している。

天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ(2018年1月28日, 於: 明石市立天文科学館)
天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ(2018年9月23日, 好評により同所で再開催)

- ・天体の大きさを測る
- ・ガリレオ衛星の動きから木星の質量を測る
- ・FITS画像で広がる世界

天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ(2019年3月22日, 於: 国立科学博物館)

- ・天体の大きさを測る
- ・星の等級と明るさ
- ・あなたもできる天体FITS画像撮影

ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」(2019年7月27-28日, 於: 長野県上田市マルチメディア情報センター)

- ・星の等級と明るさ
- ・FITSデータと一次処理
- ・超新星の明るさと銀河の距離
- ・星団の色等級図
- ・デジカメ(JPG画像)でもできる測定
- ・マカリで広がる世界

天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ(2020年1月12-13日, 於: ウィズあかし(明石市複合型交流拠点))

- ・星の等級と明るさ
- ・Ia型超新星の明るさと銀河の距離
- ・マカリでのデジカメRAW画像一次処理
- ・マカリを利用した太陽の自転速度測定実習
- ・「あなたもできるデジカメ天文学」内容の教材化
- ・Raspberry Pi Cameraとraw2fitsによるRAW画像処理
- ・「マカリ超入門」動画バージョン
- ・皆既月食の色を測る
- ・HSCViewerを使った膨張宇宙の学習
- ・宇宙科学データアーカイブ(DARTS)の教育利用
- ・高校生による星食観測と解析について



2019年7月のワークショップのようす
(長野県上田市)



2020年1月のワークショップのようす
(兵庫県明石市)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 矢治健太郎、大西浩次、洞口俊博、PAOFITSワーキンググループ
2. 発表標題 太陽観測衛星ひのでが観測した水星太陽面通過画像を利用した実習教材
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 洞口俊博
2. 発表標題 ガリレオ衛星の動きから木星の質量を測る
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村秀人
2. 発表標題 天体の大きさを測る
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西浩次
2. 発表標題 FITS画像, RAW画像で広がる世界
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木文二
2. 発表標題 FITS画像で広がる世界 - マカリで偏光解析 -
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 洞口俊博
2. 発表標題 星の等級と明るさ
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木文二
2. 発表標題 あなたもできる天体FITS画像撮影
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 洞口俊博
2. 発表標題 FITSデータと一次処理
3. 学会等名 ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原正
2. 発表標題 超新星の明るさと銀河の距離
3. 学会等名 ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古荘玲子
2. 発表標題 星団の色等級図
3. 学会等名 ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山村秀人
2. 発表標題 デジカメ(JPG画像)でもできる測定
3. 学会等名 ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木文二、大西浩次
2. 発表標題 マカリで広がる世界
3. 学会等名 ワークショップ「マカリで天体画像を解析しよう」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 洞口俊博
2. 発表標題 Ia型超新星の明るさと銀河の距離
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 畠浩二
2. 発表標題 マカリでのデジカメRAW画像一次処理
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村昌能
2. 発表標題 マカリを利用した太陽の自転速度測定実習
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山村秀人
2. 発表標題 「あなたもできるデジカメ天文学」内容の教材化
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木文二
2. 発表標題 「マカリ超入門」動画バージョン
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原正
2. 発表標題 HSCviewerを使った膨張宇宙の学習
3. 学会等名 天体画像を使った天文教育指導者ワークショップ
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

PAOFITS WG http://paofits.nao.ac.jp/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大島 修 (OHSHIMA Osamu)	岡山理科大学・非常勤講師 (35302)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	五島 正光 (GOSHIMA Masamitsu)	巣鴨中学校・高等学校・教諭	
研究協力者	鈴木 文二 (SUZUKI Bunji)	渋谷教育学園幕張中学校・高等学校・教諭	
研究協力者	艶島 敬昭 (TSUYASHIMA Takaaki)	熊本県民天文台・台長	
研究協力者	西村 昌能 (NISHIMURA Masayoshi)	京都教育大学・非常勤講師 (14302)	
研究協力者	畠 浩二 (HATA Kouji)	岡山商科大学附属高等学校・教頭	
研究協力者	原 正 (HARA Tadashi)	埼玉県立豊岡高等学校・教諭	
研究協力者	古荘 玲子 (FURUSHO Reiko) (70373040)	国立天文台・天文情報センター・特別客員研究員 (62616)	
研究協力者	矢治 健太郎 (YAJI Kentaro) (10399305)	核融合科学研究所・研究力強化戦略室・特任専門員 (63902)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	山村 秀人 (YAMAMURA Hidehito)		元滋賀県立長浜北星高等学校教諭
連携研究者	縣 秀彦 (AGATA Hidehiko) (30321582)	国立天文台・天文情報センター・准教授 (62616)	
連携研究者	大西 浩次 (OHNISHI Kouji) (20290744)	長野工業高等専門学校・一般科・教授 (53601)	