

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：82709

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22300275

研究課題名(和文)地球システム相互作用の理解に基づく地球史学習プログラムの構築

研究課題名(英文)Construction of the Earth history learning program based on the understanding of the Earth system interaction

研究代表者

平田 大二(HIRATA, DAIJI)

神奈川県立生命の星・地球博物館・その他部局等・学芸部長

研究者番号：70132917

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,200,000円、(間接経費) 2,160,000円

研究成果の概要(和文)：46億年にわたる地球史・生命史に関する情報を収集し、地球史・生命史イベントと地球システムの相互作用を理解するための総合年表の作成を進めた。当館が所蔵する標本や画像など各種資料のデータベースを再構築するとともに、それを補完する標本と資料の収集を進めた。それらを活用した地球史学習プログラムとして、常設展示の展示標本と解説資料を活用した、地球の歴史の中で起きた現象と地球システムについて理解できる双方向形式の連続講座を実施した。参加者が地球史・生命史について理解を深め、現在および未来の地球について考えることができ、地球科学リテラシーの涵養を図ることが出来る環境を提供できた。

研究成果の概要(英文)：We have promoted the creation of a comprehensive chronology of order to gather information about the Earth's history and life history over 4.6 billion years, to understand the interaction of the Earth system and the history of the Earth and life history events. In addition to re-build a database of various resources such as images and specimens in our museum, and advanced the collection of data and specimens to complement it.

We have conducted a continuous course that can be understood as a history of the Earth learning programs that utilize them, utilizing the permanent exhibition, on global systems and phenomenon that happened in the history of the Earth. It was possible to provide an environment that can be allows participants to have better understanding of Earth's history and life history, to think about the earth current and future, to promote the cultivation of the Earth Science Literacy.

研究分野：地質学、地学教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、科学教育

キーワード：地球史 生命史 博物館 地球史学習プログラム 科学リテラシー

## 1. 研究開始当初の背景

国内の地球史・生命史と地球環境変動史の研究は活発となり、その成果は数多くの普及書によって紹介され、一般市民の知的好奇心を向上させ、知的欲求を満足させている。市民の知的向上心は、自然史博物館にも向けられ、展示見学のみならず各種講演会や講座への参加、自己学習、ボランティア活動に及ぶようになってきている。このようなニーズに応えていくためには、学芸員が常に科学研究の最先端を意識し、資料や情報の収集に努めること、ボランティアや友の会会員、学校教師などとの連携をはかり、効果的な学習プログラムを開発し活動することが必須である。科学の基礎、基本にもとづく科学リテラシーを基盤とするものであることが重要である。

### (1) 地球史に関する研究動向

地球のサブシステム間の相互作用に着目して 46 億年に及ぶ地球システムの実態を理解する地球史・生命史の科学研究は、2000 年代にはいり国内外で活発に行われ、現在でも世界各地で新しい発見と研究成果がだされている。また、2008 年に開催された地球惑星科学連合大会や日本地質学会においても、地球史・生命史と地球環境の変遷に焦点をあてたシンポジウムが開催された。しかし、これらの 46 億年を通じた地球史・生命史の科学研究的成果を、一般市民が理解できるような学習プログラムの開発は十分ではない。

### (2) 学校教育における地学教育の現状

近年、地学教育の衰退が危惧されている。小中学校における地学分野の単元の減少や、高校での地学履修率が低下など指導要領やカリキュラム上の問題や、小中学校教員の地学未履修の問題など、いずれも児童生徒が地学の単元を学習する機会が少なくなるという根本的な課題である。地球環境問題が重要視されているにもかかわらず、地球のシステムを理解するための科学である地球科学(地学)の学習が十分に行われていない。学校現場からの博物館における地学教育の期待は高まるばかりであり、その期待にどのように応えるべきかを検討する必要がある。

### (3) 自然史博物館における学習プログラム開発の位置づけ

自然史博物館における地球科学の分野の役割は、過去の地球と生命の歴史を紹介することで、地球と生命の進化について理解を深め、現在および未来の地球について考える場と情報を提供することである。地球の内部、表層、大気海洋、生命をシームレスにとらえ、全体を地球システムとして考える地球科学の新たな展開がはじまっている。地球史・生命史を理解することは、現代あるいは未来の地球を考える上で、研究者だけでなく一般市民にとっても非常に重要な課題といえる。そのためには、自然史博物館が果たすべき役割は大きい。

## 2. 研究の目的

(1) 地球は 46 億年の長い歴史を通して、固体地球だけでなく、大気や海洋、生命もさまざまな変化を遂げ、それらの相互作用により形成される地球環境も、大きな変動を遂げてきた。地球 46 億年の歴史は、地球のサブシステムの相互作用の結果ともいえる。本研究は、子どもたちや一般市民が地球環境の成り立ちについて、地球の歴史の中でおきた地球科学的イベントと、そのイベントを生じさせた地球システムの相互作用を理解できる地球史学習プログラムの構築を目的とする。

### (2) 科学コミュニケーションの普及と科学リテラシーの育成

子どもから大人まで、一般市民はあまりにも身近な毎日の天気や大気、山や川、海などの地形などは、地学現象として意識していない。地学現象として認識するのは、地震や火山、台風などの災害が起きたとき、また地球温暖化や冥王星の話題などに代表されるマスコミが大きく取り上げる場合である。地学現象は、時間スケール、空間スケールにおいて様々であり、市民は現象そのもの理解や、それぞれの関係について理解が困難となる場合も多い。一部の情報だけを鵜呑みにして、誤解が生じていることも多々ある。科学的なリテラシーの育成と、地学現象を理解できる場を設定することが必要である。

(3) 本研究では、地球誕生から現在までの地球史・生命史に焦点をあて、固体地球と生命との共進化が現在の地球環境を作り上げてきたことを、子どもから大人まで誰でも理解できる、自然史博物館における科学リテラシーを基盤とした実物標本にもとづく学習プログラムを開発し、実践と検証を行う。自然史博物館は基本的な物象、現象を体系だっで学ぶ事ができる最適な生涯学習機関である。地球科学の基礎基本を学習する場所の確保と実践により、科学リテラシーの素養をもつ市民の育成を目指す。

## 3. 研究の方法

(1) 神奈川県立生命の星・地球博物館は、地球史・生命史をテーマとした国内では先駆的な自然史博物館である。来館者は地球史・生命史のダイナミックさに感動し、知的好奇心をかきたてられている。神奈川県立生命の星・地球博物館が保有する地球史・生命史に関係した資料を、地球の理解のために資することは、地学教育のみならず自然科学教育にとって有益である。開館後 14 年を経過したが、その間に地球史・生命史の研究の進歩は著しいものがあり、展示資料や解説内容に新たな情報や資料、知見を加える必要もある。既存の資料とそれを補完する資料を新たに収集することで、充実した地球史・生命史の学習資料を整備することができる。だれでもが好きなだけ学習できる場所として、生命の星・地球博物館は最適な場所である。

(2) 現在までに明らかとなった地球史 46

億年の間に起きたイベントと、その要因となったと考えられる地球システムの相互作用を理解するための総合年表を作成する。その年表をもとに、生命の星・地球博物館が所蔵する標本や画像など各種資料を活用した、学習資料や展示資料を製作する。それらの資料を基にした、地球史学習プログラムの構築を行い、博物館内での学習事業や博物館外での活動、特に学校や市民活動との連携事業において活用し、地球科学リテラシーと地球環境の理解増進に寄与する。

1) 実物標本にもとづく地球環境学習プログラムの開発

地球史・生命史イベント年表の再構築

2) 地球史・生命史データベースの構築準備  
既存データの確認と新規収集計画の立案、実施

3) 地球史・生命史の認識度把握と科学リテラシー育成のための調査

教師、博物館ボランティア、友の会会員等を対象としたアンケート調査

各学習単元を理解するための科学的基礎知識の学習要素の抽出

学習指導者の養成と育成のための準備調査

4) 国内外の自然史系博物館における学習プログラムの実施状況調査

#### 4. 研究成果

(1) 地球史・生命史イベント年表の構築：

ここ数年、地球史・生命史の研究は加速度的に発展している。46億年のなかで起きた地球史・生命史イベントに関する情報を収集して、地球システムの相互作用を理解するための総合年表作成を計画し、地球史46億年の間に起きたイベントの最新データを各種文献、図書などを中心に収集した。神奈川県立生命の星・地球博物館にて開催した特別展「日本列島20億年」および関連連続講座を通じて、日本列島の地球科学の最新の知見と資料および関連情報の収集を行った。地球環境学習については、現代の事象が注目されているが、地球史を通じた視点について近年さらにその重要性が注目されてきている。

(2) 地球史・生命史データベースの構築：

生命の星・地球博物館が所蔵する標本や画像など各種資料を活用し、学習資料や展示資料を製作することを目的として作業を進めた。既存資料の確認と新規の試料収集を実施した。世界各地で明らかにされている地球史46億年の地球史・生命史に関する地球科学的な情報を専門書、学術雑誌等から収集するとともに、実物資料の収集も合わせて実施した。隕石衝突時の生成物であるモルダバイト、地球最古の鉱物を含むオーストラリアの太古代礫岩、北米産の原生代生命化石、中東オマーンのオフィオライト関連岩石類など国外の資料をはじめ、国内では2011年に噴火した九州・新燃岳の噴出物、古生代のフズリナ

の断面標本、北上山地の古生代岩石類を収集した。地球史を通じた実物や画像など資料を収集、保管する機能をもつ生命の星・地球博物館ならではの活動である。

(3) 地球史・生命史の認識度把握と科学リテラシー育成のための調査：

市民の地球史・生命史の認識度と科学リテラシーについての状況を把握することを狙いとして、特別展「日本列島20億年」の関連講座に参加者や、特別展を通じて地球史・生命史をどのように理解できるか、また教師を目指す大学生を対象に地球史・生命史の認識度についてのアンケート調査を実施した。その結果は、高校までに地球科学に関する授業を受ける機会が極めて少なく、地球史・生命史の認識度が低いことがあらためて把握できた。教師や博物館ボランティア、友の会会員等からの聞き取りでも同様であった。その一方で地球科学についての興味関心は高く、地球科学リテラシーの育成が望まれていることの証しといえる。斎藤は自然史博物館における標本の意義について、また自然史博物館におけるコミュニケーションの現状と課題について報告した。平田ほかは、近年日本で活発となっているジオパーク活動に関連して、地球科学的なリテラシーの育成について博物館の果たすべき役割について発表した。上記学習プログラムの参加者および博物館展示解説ボランティアに、講座を通じた地球史・生命史の理解度についてのアンケートを実施した。

(4) 学習プログラムの実施状況について国内外の博物館調査：

国内では大阪市立自然史博物館、岐阜県七宗町最古の石博物館、名古屋大学総合博物館を、国外ではベルギー自然史博物館、フランス国立自然史博物館、米国(シカゴ・フィールド博物館、ワシントンDC・スミソニアン自然史博物館、ニューヨーク・アメリカ自然史博物館)、英国(ロンドン自然史博物館、オックスフォード大自然史博物館、マンチェスター大自然史博物館)の各博物館について調査を行った。その結果については、現在分析中である。

(5) 実物標本にもとづく地球環境学習プログラムの構築と実践:自然史博物館の役割の一つは、現在起きている地球の様々な現象を理解するためには、地球と生命の歴史を知るために、地球と生命の歴史について理解を深め、現在および未来の地球について考える場と情報を提供することである。そこで、実物標本にもとづく地球環境学習プログラムとして、常設展示の展示標本と解説資料を活用した、地球の歴史の中でおきた現象と、その現象を生じさせた地球システムについて理解できる双方向形式の連続講座「地球46億年ものがたり」(全9回)を開催した。また、

外部講師による最新の研究成果を紹介する  
機関活用講座「地球史・生命史を解読する」  
(全6回)を実施した。その概要と結果につ  
いて論文化し、学術雑誌に投稿準備中である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

藤岡換太郎・平田大二・大島光春ほか,  
2014. 相模湾の海底地形・地質および生  
物の目視観察 - NT08-21 次航海ハイパ  
ードルフィン潜水調査報告 - . 神奈川県  
立博物館研究報告(自然科学), (43): 73-97,  
査読無.

Shinjoe H., Y. Orihashi, J. A. Naranjo, D.  
HIRATA et al., 2013. Boron and other trace  
element constraints on the slab-derived  
component in Quaternary volcanic rocks  
from the Southern Volcanic Zone of the  
Andes. *Geochemical Journal*, 47(2) :  
185-199. 査読有.

Orihashi Y., R. Anma, A. Motoki, M. J.  
Haller, D. Hirata et al., 2013. Evolution  
history of the crust underlying Cerro Pampa,  
Argentine Patagonia: Constraint from  
LA-ICPMS U-Pb ages for exotic zircons in  
the Mid-Miocene adakite. *Geochemical  
Journal*, 47(2) : 235 - 247. 査読有.

Ishihama S., O. Takeshi, S. Hasegawa and R.  
Matsumoto, 2014. Paleoceno graphic  
changes of surface and deep water based on  
oxygen and carbon isotope records during  
the last 130 kyr identified in MD179 cores,  
off Joetsu, Japan Sea. *Journal of Asian Earth  
Sciences*.

DOI information: 10.1016/j.jseae. 2013.12.  
020. 査読有.

笠間友博, 2013. 2011 年新燃岳噴火に関連  
した博物館教育実践報告. 神奈川県立博物  
館研究報告(自然科学), (42):1-6. 査読無.

石浜佐栄子・山下浩之・平田大二ほか 5  
名, 2012. 大磯丘陵に分布する新第三系の  
微化石年代とフィッシュ・トラック年代.  
神奈川県立博物館調査研究報告(自然科  
学), (14):137-144. 神奈川県立生命の星・  
地球博物館. 査読無

笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下  
浩之・石浜佐栄子, 2010. 食用廃油を使用  
した複成火山作成実験の開発. *地学教育*,  
63(5):163-179. 査読有.

平田大二・山下浩之ほか 4 名, 2010. プロ  
ト伊豆 マリアナ島弧の衝突付加テクト  
ニクス - レビュー - . *地学雑誌*,  
119(6):1125-1160. 査読有.

笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下  
浩之・石浜佐栄子, 2011. 水槽実験を活用  
した小学生向け火山学習プログラム. *地  
学教育*, 64(1):1-12. 査読有.

平田大二・山下浩之, 2012. 隕石資料の公  
開と保存 神奈川県立生命の星・地球博物  
館の事例. *博物館研究*, 47(1) : 10-13. 日

本博物館協会 . 査読無.

〔学会発表〕(計13件)

平田大二, 2013.9. 連続講座「地球史 46 億  
年ものがたり - 常設展示室を活用した地  
球史学習プログラムの開発 - . 日本地質  
学会第 120 回学術大会日本地質学会第 120  
回学術大会, 東北大学.

石浜佐栄子・大井剛志・長谷川四郎・松  
本良, 2013.9.16. 日本海東縁における浮遊  
性・底生有孔虫殻の酸素・炭素同位体組成  
変動に基づく過去 13 万年の古海洋環境の  
復元. 日本地質学会第 120 年学術大会,  
東北大学 .

平田大二, 2013.8. 地域の自然と歴史の理  
解からはじめる自然災害教育をどう展開  
するか 神奈川県西湘地域を例に . 平成  
25 年度全国地学教育研究大会・日本地  
学教育学会第 67 回全国大会大阪大会, 大  
阪教育大学.

石浜佐栄子・田口公則・大島光春,  
2013.5.20. 「食べる海洋コア」を用いた海  
洋調査疑似体験プログラムの試み. 日本  
地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張メッ  
セ国際会議場 .

笠間友博, 2013.5.20. 廃油火山実験を使っ  
た富士山学習. 日本地球惑星科学連合 2013  
年大会, 幕張メッセ国際会議場.

笠間友博, 2012.9.15. 児童生徒が描く成層  
火山断面図 ~ 実験実践から学齢による変  
化を探る ~ . 日本地質学会 119 年学術大会,  
大阪府立大学.

笠間友博・石浜佐栄子・新井田秀一, 2012.5.  
21. 東北地方太平洋沖地震で液状化現象が  
発生した小学校で行った液状化理解のた  
めの授業プログラム. 日本地球惑星科学連  
合 2012 年大会, 幕張メッセ国際会議場.

笠間友博, 2012.5.21. 小学 6 年生が描く成  
層火山断面図 - 教科書タイプ・水平タイ  
プ・V 字タイプ・実験タイプ - . 日本地球  
惑星科学連合 2012 年大会, 幕張メッセ国際  
会議場.

Niihara T., Misawa K., Mikouchi T., Nyquist  
L. E. Park J., Yamashita H., Hirata D. 2012.  
Complex Formation History of Highly  
Evolved Basaltic Shergottite, Zagami.  
Abstracts Annual Meetings of the  
Meteoritical Society 2012.

笠間友博・石浜佐栄子・新井田秀一,  
2011.9.11. 液状化で噴出した砂のはぎ取り  
標本 - 千葉市内の小中学校校庭の事例 - . 日  
本地質学会第 118 年学術大会, 茨城大学.

笠間友博, 2011.9.11. 2011 年新燃岳噴火  
と博物館実践授業の効果. 日本地質学会第  
118 年学術大会, 茨城大学 .

笠間友博・石浜佐栄子・新井田秀一,  
2011.5.27. 校庭で生じた噴砂丘の断面はぎ  
取り標本とその教材化. 日本地球惑星科学  
連合 2011 年大会, 幕張メッセ国際会議場 .  
笠間友博・山下浩之・平田大二, 2011.5.26 .

箱根町の火山教育についての実践報告 ～  
博物館、教育委員会、中学校の連携授業～、  
日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張  
メッセ国際会議場。

〔図書〕(計 2 件)

川手新一・平田大二, 2013. 自然災害から  
いのちを守る科学. 岩波ジュニア新書,  
230pp, 岩波書店.

平田大二・齋藤靖二・新井田秀一・笠間  
友博・山下浩之・石浜佐栄子. 2010, 日本  
列島 20 億年 その生い立ちを探る (特別  
展展示解説書) .78pp, 神奈川県立生命の  
星・地球博物館.

6. 研究組織

(1)研究代表者

平田 大二 (HIRATA, Daiji)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸  
部・学芸部長  
研究者番号：7 0 1 3 2 9 1 7

(2)研究分担者

齋藤 靖二 (SAITO, Yasuji)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・館長  
研究者番号：0 0 0 0 0 1 3 3

笠間 友博 (KASAMA, Tomohiro)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸  
部・主任研究員  
研究者番号：7 0 3 9 2 9 9 1

新井田 秀一 (NIIDA, Syuichi)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸  
部・主任学芸員  
研究者番号：2 0 2 2 8 1 2 5

山下 浩之 (YAMASHITA, Hiroyuki)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸  
部・主任研究員  
研究者番号：6 0 2 6 1 1 9 5

石浜 佐栄子 (ISHIHAMA, Saeko)  
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸  
部・学芸員  
研究者番号：6 0 4 1 6 0 4 7