

日本最古の石博物館標本と最新地球史研究成果の融合による 新たな博物館教育の試み

A trial for new life-long education at the Hichiso Precambrian Museum
by means of collaboration of the exhibition of rock samples with
scientific researches on the Earth History

川上紳一¹・東條文治²・大野照文³・竹中 諒¹

1: 岐阜大学教育学部

2: 名古屋芸術大学人間発達学部

3: 京都大学総合博物館

Shin-ichi Kawakami¹, Bunji Tojo², Terufumi Ohno³ and Ryo Takenaka¹

1: Faculty of Education, Gifu University, Gifu-shi, 501-1193, Japan

2: Faculty of Human Development, Nagoya University of Arts, Kitanagoya-shi, Aichi, Japan

3: The University Museum, Kyoto University, Kyoto-shi, Kyoto, Japan

要 旨

本論は、平成19年から現在までの約6年間にわたる岐阜大学の当研究室と岐阜県加茂郡七宗町の日本最古の石博物館との地域連携事業の概要を報告するものである。日本最古の石博物館は、七宗町上麻生における上麻生礫岩の発見を記念して設立された博物館である。その岩石展示と、筆者らの地球史研究のコンテンツを融合して、展示コンテンツの更新、企画展示、講演会や学習教室などの生涯学習活動を推進してきた。その主な取り組みが、展示コンセプトの明確化、ESD活動との関わりなど、博物館の性格に対する付加価値の追加、夏季特別展、X'masレクチャーの開催などの生涯学習活動の展開である。2012年に、飛騨川下流の坂祝町で三疊紀後期の天体衝突のエジェクタ層が発見され、本事業で行ってきた「岐阜大学隕石コレクション」展示と、地域の地質に関連性が浮上した。これまでの取り組みの概要を示し、地域博物館が抱える課題を明らかにする。

【キーワード】: 地球史, 自然史博物館, 生涯学習, ESD, 隕石, 美濃帯, 層状チャート

1. まえがき

本研究の目的は、筆者らがこれまで行ってきた地球史研究の成果を踏まえ、岐阜県七宗町・日本最古の石博物館を活用した科学教育プログラムを開発し、企画展示や講演会などを通じて、教育活動を行うこと、およびそうした教育研究活動を通じて地域博物館運営のあり方に関する課題と方向性を明らかにすることである。

日本最古の石博物館は、岐阜県加茂郡七宗町中麻生で発見された日本最古の礫を含む上麻生礫岩の発見を記念して、平成5年に開設された新しい博物館である。グリーンランド、オース

トラリア、カナダなどから集められた地球史を記録した貴重な岩石標本とともに、上麻生礫岩が展示されている。これは地域の地質資源を活用した生涯教育施設であるが、岩石をテーマとしていることもあり、開設以来入館者が減少傾向にあった。また、開設当初には学芸員が1名配置されていたが、平成11年に転出してからは、展示に詳しい職員が不在となっていた。こうした状況を改善することを願って、平成19年秋に岐阜県中濃振興局から相談を受け、著者の一人(川上)が七宗町の井戸敬二町長とお会いする機会ができ、日本最古の石博物館との連携

がスタートした。

その後3年間（平成20～22年度）の活動計画を立て、文部科学省科学研究費補助金の研究課題としてとりまとめた。その課題が採択になり、本研究を大きく発展させることができた。本論では、その後現在までの6年間の研究開発の概要を示し、今後の展望について述べる。

2. 博物館コンセプトの明確化

筆者らは、これまで地球環境変動や生物進化の歴史をテーマとして、カナダ、ナミビア、ロシアなどで調査研究を行ってきており、「生命と地球の共進化」や「全球凍結事件（スノーボール・アース）」、「多細胞動物の起源論」などについて新たな地球観を提示してきた（川上, 1995, 2000, 2003, 2006, 2011; 熊澤ほか, 2002）。一方、日本最古の石博物館は、岐阜県七宗町で1970年代に発見された日本最古の岩石を含む上麻生礫岩を中心に、地球史における重要な岩石標本を展示しており、筆者らの研究課題と密接に関連した標本を多く所蔵している。筆者らの学術的成果と日本最古の石博物館の標本を基盤に、博物館のコンセプトを宇宙や地球の歴史を学び、現在の地球環境問題や持続可能な地域社会を考える場に位置づけた。

まず、日本最古の石博物館の展示が、岩石学的な内容に偏っており、町民や県民の興味からのずれが問題であることがわかった。そこで、今日の地球環境問題を考える基礎として、地球の歴史で起こった大きな出来事を学ぶというコンセプトを前面に打ち出した展示パンフレットを制作した。

次に、多くの人々の興味・関心が化石や古生物に寄せられていることから、岩石だけでなく化石や生命誌をも含めた展示に改善することを試みた。平成21年度の夏季特別展については、岐阜県金生山で発見された貴重な化石標本を展示した。また、アンモナイトやサメの歯化石を大量に確保し、化石探し体験ができるエリアを設置した。化石については、恐竜化石などの追加も検討中である。

一方、日本最古の石博物館には、隕石の展示もあり、七宗町出身者がハワイ島のすばる天文

台の職員になっていることもあり、天体写真の展示など、地球から宇宙へと視野を広げるような展示もあった。そこで、筆者らは小学生とその保護者を対象に、大学の公開講座として、親子天文教室を開催してきており、日本最古の石博物館を会場にして、親子天文教室の開催も始めたり、太陽系最古の礫岩として隕石を展示するなど、宇宙科学や太陽系科学との接点を広げようと試みている。

さらに、日本最古の石博物館での生涯学習活動を支援するため、周辺の博物館（岐阜県博物館、蒲郡市生命の海科学館、京都大学総合博物館）とのネットワークの構築を進めている。

3. 具体的な取り組み

本研究では、日本最古の石博物館の展示コンセプトの明確化と、夏季特別展の開催、研究者による講演会、公開講座の実施、ならびに小中学校の理科授業で活用できる課題解決型教材の開発を行った。これらの内容を以下に述べる。

（1）日本最古の石博物館の展示コンセプトの明確化

日本最古の石博物館には、世界各地から集められた地球史研究における貴重な標本を展示している。それらの多くは大きさが1メートルもある大きなもので、標本としての価値は非常に高い。しかし、一般の見学者に対しては、それぞれの岩石標本の価値が伝わりにくいものであった。そこで、岩石標本そのものの展示というよりも、それらの岩石から地球の歴史について、何がわかるのか、それらの岩石が何を語っているのかを明確にしたパンフレットを制作した。

基本コンセプトは、地球と生命の歴史を学び、現在の地球環境を考えるというものである。1～2ページ目には、日本最古の石博物館の概要を宇宙の歴史のなかでわかるようにした（図1）。まず宇宙を構成するすべての物質は、ビッグバンとともに生まれた。ビッグバンでは、水素、ヘリウムが合成されたが、やがてそれらが集まって星や銀河が形成された。星の内部では核融合反応によってさまざまな元素が形成され、赤色巨星、超新星爆発で、自然界に存在するすべて

の元素がそろった。太陽系は46億年前に星間雲が収縮してできた。この星間雲には超新星から飛び散った物質が含まれており、原始太陽をとりまいた原始太陽系星雲から太陽系の惑星ができた。地球は水惑星となり、生命が発生し、進化をとげ、今日の世界ができあがった。日本最古の石博物館の主な展示物を地球史の年表上に配置し、それらがどの時代のものであるかがわかるようにした。

3~4ページ目には、地球史の事件として、(1)地球の形成、(2)生命の起源、(3)光合成の始まり、(4)スノーボール・アースと多細胞動物の起源をとりあげた。それらの出来事を簡単に解説するとともに、博物館の展示物との関係を明らかにした。(1)については、ギベオン隕石、(2)については40億年前のカナダ、アカスタ片麻岩、38億年前のイスア地域の礫岩、35億年前のピルバラ地域に産する枕状溶岩やブレッチャ、チャート層、(3)については19億年前のカナダのストロマトライトが対応する。(4)については常設展示に標本がないが、筆者らがナミビアで採集したガープ氷河堆積物がある。

5~6ページには、(5)生物大量絶滅事件、(6)恐竜絶滅、(7)人類の起源をとりあげた。生物大量絶滅事件のなかで最大の古生代末の生物大量絶滅事件については、岐阜県岐阜市金華

山地域、岐阜県各務原市鵜沼地域などに、黒色の珪質泥岩が露出しており、ジュラ紀付加体を含めて紹介した。(6)、(7)については、七宗町で発見された石器などの展示があるだけであるが、地球と生命の歴史というコンセプトとして加えた。

7ページには、日本最古の石博物館を中核にして、地域の持続可能な発展を目指すこととし、七宗町の石仏、祭などの文化、特産品などの産業を紹介した。日本最古の石博物館は、国連・ユネスコが展開している「持続可能な開発のための10年」の取り組みの一つである、中部ESD拠点に参加し、持続可能な開発のための教育活動として、教育普及活動を進めていることを示した。

こうしたストーリーは、いわば地球史と生物進化のエッセンスを短く紹介したものであり、詳しい説明が必要であった。そこで、このパンフレットをさらに詳しく解説した原稿を執筆した。この原稿については、PHPサイエンスワールド新書として、出版している(川上, 2011)。

(2) 夏季特別展ならびに講演会の開催

夏季特別展は、毎年7月上旬から9月上旬に開催するもので、本研究の中核となる事業である(図2)。平成20年度には、「氷の大災害! 地

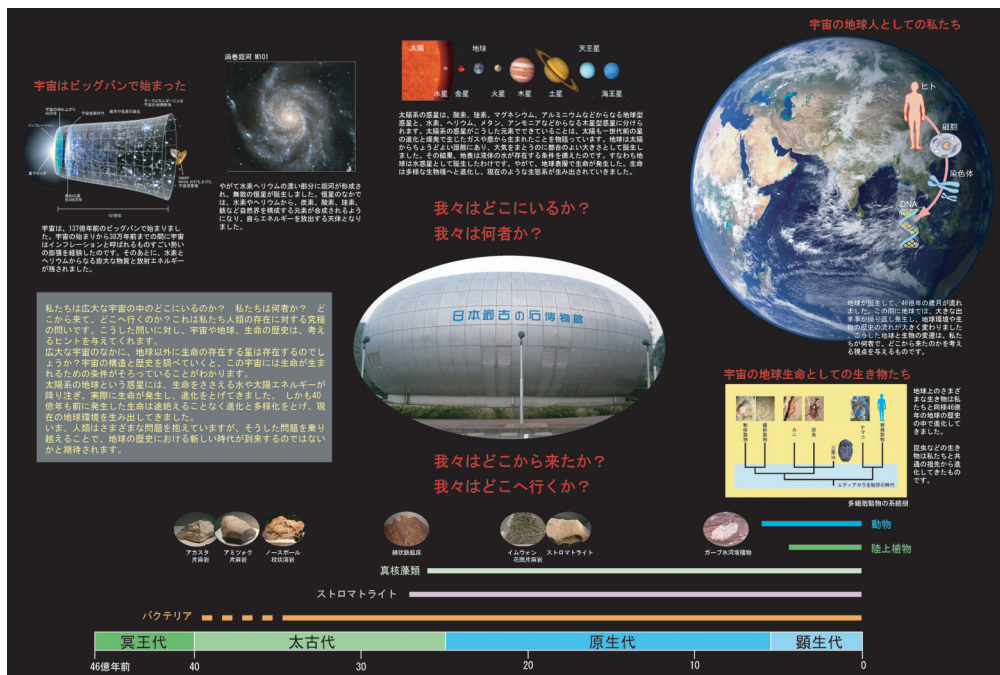


図1. 新たに作成したパンフレットの一部分.

球表面がすべて凍りついた証拠はこれだ」というテーマで企画展示を行った。展示した標本は、ナミビアのチューオス氷河堆積物、ガープ氷河堆積物、キャップカーボネート（ラストフ層、マイエバグ層）、チューオス層の縞状鉄鉱床など、スノーボール・アース仮説の成立に重要な情報を提供した世界的に有名な地層を展示した。また、スノーボール・アース事件のあとに出現した大型生物化石として、エディアカラ生物群化石を展示した。この企画展に関連させて、2008年7月26日に、「スノーボール・アース仮説の成立と、論争のゆくえ」（講師：川上紳一）と題する講演会を実施した。

平成21年度には、「金生山の化石」と題する企画展示を実施した。この展示は、これまで岩石が中心だった日本最古の石博物館の展示内容を生物の進化という視点を取り入れることが必要であるという認識のもとに企画した。金生山は、岐阜県大垣市赤坂にあり、石灰岩の採掘が行われているが、古生代後期の巻貝化石、二枚貝化石、フズリナなどが産することで、国内だけでなく世界的に有名になっている。展示については、大垣市内の化石研究家に協力して頂き、貴重な化石標本を展示できた。この企画展示にあわせて、2009年7月26日に「古生代生物の盛衰」（講師：大野昭文）という講演会を実施した。

平成22年度には、日本最古の石博物館に展示されている岩石標本の産地の状況を撮影した写

真など、世界的に有名な地層、地形、地質をテーマにした写真展「生きている地球」を実施した。これらの写真は、地質写真家白尾元理氏が撮影したもので、本研究の研究協力者になっていただき、貴重な写真を提供していただいた。この企画展示に関連させて、「地球史を旅する」（講師：白尾元理氏）というテーマで講演会を開催した。平成23年度については、月探査機「かぐや」の地形カメラやハイビジョンカメラで得られた画像をもとに、写真展を開催し、関連講演会として、「隕石の魅力」（講師：山中敦子氏）を開催した。平成24年には、ハッブル宇宙望遠鏡で撮影した天体画像を用いた写真展を開催し、関連講演会として、「最新科学技術で探るブラックホールの謎」（高羽浩氏）を開催した。

- ・平成20年度夏季特別展 「氷の大災害」
(2008年7月6日～9月6日)
- ・平成21年度夏季特別展 「金生山の化石」
(2009年7月4日～9月6日)
- ・平成22年度夏季特別展 「生きている地球」
(2010年7月4日～9月5日)
- ・平成23年度夏季特別展 「かぐやのみた月」
(2011年7月3日～9月4日)
- ・平成24年度夏季特別展 「ハッブル宇宙望遠鏡が見た世界」
(2012年7月7日～9月12日)



図2. 夏季特別展のチラシの例。

平成25年度については、「チョウの標本展」を開催する予定である。こうした企画展や特別展示を行うことは、博物館における生涯学習の大きな役割である。しかし、町立の博物館で定期的に企画展を開催することは財政的に困難である。また、学芸員不在の状況を考えると、そうした企画立案のための人材も不足している。そのため、博物館の運営には、岐阜大学など関連大学の研究者による実質的な支援は今後も欠かすことはできないといえる。

(3) X'masレクチャーの開催

X'masレクチャーは、平成19年度からスタートさせた一般向け講演会で、毎年12月に開催している(図3)。平成19年度(2007年)には、「エディアカラ動物群化石」というテーマで、京都大学総合博物館大野照文氏が講演を行った。平成20年度には、「映画『日本沈没』の地球科学」というテーマで、名古屋大学山岡耕春教授に講演をしていただいた。平成21年度には、「かぐやが見た月」というテーマで白尾元理氏に講演していただき、日本が打ち上げた月探査機「かぐや」のハイビジョンカメラで得られたデータを紹介していただいた。平成22年度は、「雲南の自然に生きる」というテーマで、岐阜大学野元世紀教授に講演していただいた。

- 2007年12月16日「エディアカラ動物群化石の

魅力」大野照文教授(京都大学)

- 2008年12月13日「映画『日本沈没』の地球科学」山岡耕春教授(名古屋大学)
- 2009年12月19日「「かぐや」がみた月」白尾元理氏(地質写真家)
- 2010年12月11日「雲南の自然に生きる」野元世紀教授(岐阜大学教育学部)
- 2011年12月18日「宇宙の歴史と隕石」川上紳一教授(岐阜大学教育学部)
- 2012年12月15日「美濃帯の形成過程と最近の研究の話題」小嶋智教授(岐阜大学工学部)

X'masレクチャーは、日本最古の石博物館の生涯学習行事として定着してきている。今後は、岐阜大学と七宗町が連携した地域連携事業として、より多様なテーマで講演会を開催するなど、生涯学習活動の拠点として整備することが課題であろう。

(4) ESD活動

国連・ユネスコが展開する「持続可能な開発のための教育10年」に愛知、岐阜、三重の3県にまたがる中部ESD拠点が、地域拠点として認定された。岐阜県ではさまざまな団体や個人がESD活動を展開しているが、岐阜大学は運営委員会の一員として、この取り組みに積極的に関わることになった。岐阜地区で活動するメンバーが集まって、中部ESD拠点岐阜ランチを設立



図3. クリスマスレクチャーのチラシの例.

し、日常的に情報交換を行っている。岐阜県内の博物館としては、大垣市金生山化石館と並んで、日本最古の石博物館もメンバーとして参加している。

ESD活動は地域のNPOが積極的に活動を展開していることが多く、七宗町周辺でもNPOの設立などの取り組みが必要となった。日本最古の石博物館が窓口となって、情報交換を進めることとし、本研究のなかで、ESD関連の講演会も開催した。

2008年3月には、「ESDってなに？」というタイトルで、ESDの経緯や課題、先行実践事例について、高野雅夫名古屋大学准教授に講演していただいた。また、2009年には、岐阜県博物館の浦崎太郎氏に「トータルシステムデザインとESD活動」というテーマで講演していただき、日本最古の石博物館の活動指針について、提言をいただいた。

日本最古の石博物館の友の会のメンバーなど、地域のリーダーにESDに関する理解を深めていただいたものの、ESD活動の展開については今後の課題となっている。

(5) 公開講座・出前講義の実施

近年博物館や科学館における教育活動には、大学や研究機関のアウトリーチ活動などを取り入れて、より魅力的な体験を提供することが求められるようになってきている。日本最古の石博物館では、学芸員が不在なこともあり、小中学生対象の学習教室などの開催はこれまでになかった。七宗町には飛水峡などの豊かな自然があり、自然体験や自然観察などの機会を博物館が中心になって展開することも必要である。そこで、これまで筆者が岐阜大学公開講座や京都大学夏休み学習教室で実施してきた講座を日本最古の石博物館でも実施することにした。開催する講座は、岐阜大学公開講座とし、会場を日本最古の石博物館とした。

2010年度については、5月と11月に開催する予定であったが、日程的に調整がつかず、開催していない。自然観察学習会や天体観察会などは、今後も毎年開催していく予定である。

一方、日本最古の石博物館や飛水峡の巡検に

ついては、岐阜県立加茂高等学校理数科1年生(80名)を対象に、サイエンスパートナーシッププログラムとして実施している。このプログラムは、2009年と2010年の2年にわたり、2クラスを対象に行っている。午前中は、日本最古の石博物館でのレクチャーおよび展示解説(見学)、午後は、飛水峡の層状チャートと、上麻生礫岩の発見地における露頭観察を行っている。

- ・2008年5月24日 岐阜大学公開講座「納古山の自然を調べよう」
- ・2008年11月17日 岐阜大学公開講座「親子天文教室」
- ・2009年5月17日 岐阜大学公開講座「納古山の自然を調べよう」
- ・2009年8月1日「化石のレプリカ作り教室」
- ・2009年11月14日 岐阜大学公開講座「親子天文教室」

公開講座は、2010年以降は開催してこなかったが、今後の岐阜大学と七宗町の地域連携を構想していくことも考え、2013年度には化石教室を開催する計画を立てている。

(6) 化石探し体験コーナーの設置

博物館では、展示の見学だけではなく、来館者が主体的に活動できる場が必要である。日本最古の石博物館では、これまでは展示の見学が主体であり、体験的な活動の場がなかった。化石研究家の小野輝雄氏からフランス産ジュラ紀アンモナイトやモロッコ産サメの歯化石を大量に提供していただくことができ、日本最古の石博物館の入り口に化石探し体験ができるコーナーを設置した。

(7) 月の地質とクレーター形成実験

筆者は、2001年から天体望遠鏡組立キット(スピカ)を用いた親子天文教室を実施してきた。この講座では、天体望遠鏡を製作する活動を通じて、天体望遠鏡のしくみを理解すると同時に、月や惑星の観察を行って、宇宙や天文学に対する興味・関心を高めることを目的としている。望遠鏡で月を観察すると、多数のクレーター

の存在に気づく。クレーターの大きさ、深さ、形態、エジェクタ層、密度などに関する学習者の気づきから、クレーターがどのように形成されたのかという課題へとつなげる。そこで、カラーサンドを用いた標的を作り、鉄球を落下させることで、クレーターの形成がどのようなものであるかを実験から学び取る。さらに、月の観察へとつなげ、月の地質や地形、進化に対する見方や考え方を学ぶ(川上, 2011)。

カラーサンドでクレーターの形成を行うと、最初につくった成層構造が壊れ、いろいろな砂が混じりあうようになる。レゴリスと呼ばれる月の表面物質は、天体衝突でいろいろな岩片が混ざり合ったものである。こうした見方を実際に月からやってきた隕石や小惑星からやってきた隕石の岩石組織で確認できるとより実感がもてるのではないかと考えた。

こうした視点から、月隕石(NWA5000, DAG400)を確保した。これらは月の高地からやってきた斜長岩質角礫岩である。比較のため、月玄武岩(NWA032)や火星起源のシャゴタイト(DGA319)を確保している。また、起源となった小惑星は特定されていないが、さまざまな岩片がまざったユレイライト(DAG735)を確保した。

2011年にNASAが打ち上げたDAWNという小惑星探査機が小惑星ベスタに接近して探査を行うことになっている。ベスタ起源であるHED隕石のうち、天体衝突の影響を受けているユークライト(ドーハ009)なども確保し、学習活動における教材として活用をはじめている。

(8) 長期的展示刷新構想

日本最古の石博物館の展示の更新については、化石の特設展示などを検討してきたが、これまでに実現したものは、「岐阜大学隕石コレクション」のみである(川上ほか, 2012)。これは2011年3月からスタートし、2012年3月に若干隕石を入れ替えて、現在まで継続している。この展示については、2012年3月にモロッコで化石、隕石の調査を行っており、さらに展示を充実させていく目処がたっている。

こうした中で、最近、鹿児島大学の尾上哲治

助教らが、同じ美濃帯に属する坂祝町の木曾川河床で、三畳紀後期の天体衝突エジェクタ層を発見し、2012年11月10日の新聞各紙朝刊で報道された。この地層は層状チャートに挟まっていたもので、カナダのマニコーガン・クレーターの形成に伴うものであることがわかっている。七宗町にある飛水峡にも三畳紀後期の層状チャートが分布しており、今後調査が進めば、七宗町内を流れる木曾川右岸のロックガーデンでもエジェクタ層が発見されるかもしれない。いずれにしてもこの発見によって、日本最古の石博物館に「岐阜大学隕石コレクション」として、隕石やテクタイト、シャッターコーンなどの岩石標本を展示していることに対する地域地質との関連性が明確になった。天体衝突で形成されたエジェクタ層や隕石を活用して地域の活性化につながることを期待したい。

4. 成果と課題

平成19年度から、日本最古の石博物館の展示物と地球史研究を融合した、さまざまな博物館教育に取り組んできた。主な活動としては、夏季企画展示、講演会、アウトリーチプログラムである。こうした展示や学習プログラムの継続には、研究協力者の小野輝雄氏や白尾元理氏のようなコンテンツを日ごろから収集している専門家との連携は不可欠である。本研究を通じて、講演者や支援者などとのネットワークの構築ができたことは大きな成果である。

日本最古の石博物館の運営における最大の課題は、七宗町の職員で、博物館の企画・運営に積極的に関われる人材の不足である。すなわち、本研究は今後も活動を支援していかなければならず、そのなかで七宗町の職員のなかで、博物館運営に専門的に対応できる人材の育成をしていく必要がある。

また、本研究でさまざまな事業を展開してきたが、日本最古の石博物館の担当職員は役場の職員であるため、サービスの対象が町民へと向いている傾向が強い。日本最古の石博物館の展示内容は、町民だけでなく、美濃加茂市などの周辺の市町村、さらに岐阜県民だけでなく、名古屋市や愛知県民に対しても宣伝していくよう

な姿勢がないと、来館者は頭打ちになってしまふ。日本最古の石博物館における企画や運営だけでなく、宣伝活動についても町をあげて取り組んでいくことが必要であろう。さらに、通常は、自然史博物館などの生涯学習施設は、教育委員会の所管であるはずであるが、過去6年間の町側の対応を見る限り、日本最古の石博物館における生涯学習活動に、町の教育委員会が関与しているケースは少なく、これまでに実施された行事の開催にあたり、館長が出席するだけであった。今後は、町長部局と教育委員会が連携して、博物館運営を行い、生涯学習活動をより充実させていただきたいと考えている。

さらに、企画展示や展示の刷新構想の具体化には、経費の確保が必要である。しかし、町の財政は厳しい状況にあるため、日本最古の石博物館を岐阜大学の地域連携の窓口の一つとして位置づけることも一つの方策となるであろう。本研究成果を足がかりに、大学の研究成果の情報発信、学生の野外学習や体験学習の場としての活用を含めて、日本最古の博物館の活用を進めていくことが重要だろう。

最後に、現在展示に使われている資料の中には、町民から借り受けたものも含まれるが、設立時の事情のわかる学芸員が不在であり、所蔵する標本の管理や展示物の入れ替えに対する責任体制の欠如も改善されるべきである。これは七宗町側の課題である。

謝辞。 本研究を実施するに当たり、七宗町井戸敬二町長をはじめ、企画財政課の方々には、緊

密な地域連携のパートナーとなっていただいている。また、事業の実施には、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)地域博物館と最新地球史研究の融合による新たな博物館教育の試み(研究代表者・川上紳一、研究課題番号20605002、平成21-23年度)、ならびに平成23年度岐阜大学活性化経費地域連携による支援を受けている。講演会の開催などでは、小嶋智氏、白尾元理氏、野元世紀氏、高羽浩氏、山中敦子氏に講師を務めていただいた。ここに記して深謝する。

引用文献

- 川上紳一(1995) 縞々学：リズムから地球史に迫る，東京大学出版会。
- 川上紳一(2000) 生命と地球の共進化，日本放送出版協会。
- 川上紳一(2003) 全地球凍結，集英社新書。
- 川上紳一(2011) 宇宙史のなかの地球，PHPサイエンスワールド新書。
- 川上紳一(2011) 魅力的な教材開発・アウトリーチ活動を通じた地球惑星科学と理科教育の連携，第四紀研究，**60**，S59-S66。
- 川上紳一・東條文治(2006) 図解入門・最新地球史がよくわかる本，秀和システム。
- 川上紳一・東條文治(2008) 生命と地球の進化：持続可能な地域づくりに向けて，日本最古の石博物館展示解説書，7p。
- 川上紳一・勝田長貴・東條文治・山中敦子・小野輝雄(2012) モロッコ産隕石の収集と科学教育・理科教育における活用，岐阜大学教育学部研究報告(自然科学)，**36**，81-87。
- 熊澤峰雄・伊藤孝士・吉田茂生(2002) 全地球史解説，530p，東京大学出版会。