

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K01088

研究課題名（和文）非破壊化学分析による石器石材の研究：ネフライト製石器遺物の再認識とその源岩推定

研究課題名（英文）Non-invasive lithological study on prehistorical stone artifacts: Re-discovery of nephrite jade artifacts and their sourcing study

研究代表者

飯塚 義之 (Iizuka, Yoshiyuki)

金沢大学・国際文化資源学研究中心・客員研究員

研究者番号：90804203

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：日本の縄文時代、中米・グアテマラのマヤ文明、東南アジアの新石器～青銅器時代の出土品で磨製石斧や「玉器（Jade）」とされる装身具について可搬型蛍光X線分析装置を使用し石器石材の化学分析をおこなった。石器の一部は、実験室に借用し、走査電子顕微鏡による表面の微細組織観察と完全非破壊X線化学分析を行った。分析結果に基づく石材（岩石）の同定を行うことで、これまで不確定であった石材種の記載をする（あるいは誤記をたす）ことができ、地域や時代的な変遷を議論する情報を得た。いずれの地域でも当初計画では予測できなかった分析対象が文字通り埋もれていることも明らかとなり、本調査は現在も継続している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文化財たる石器石材の正しい理解は、時代的、歴史的な変遷を知る上で重要な情報であるにも関わらず、多くの現場で正しい記載が実行されていない。簡易的ではあるが可搬型の化学分析装置（p-XRF）を使用すること、岩石学の知識を持つものが、考古学者と協働することで正しい石材の記載を行うことの重要性を提示することができた。岩石学の慣例に則った岩石（石材）名を記載することは、国際的、学際的な相互理解を進めることにもつながる。これによって収蔵庫に埋もれている石器石材の再調査の機会が増え、先史時代の広域的な物質の移動や変遷の議論を促すことにつながると考えている。

研究成果の概要（英文）：Geological investigations have been carried out on jade (jadeitite and nephrite) and jade-like green stones artifacts in Jomon Japan, Neolithic the mainland of Southeast Asia, and Guatemalan Maya. A portable XRF, which is handy and completely non-invasive technique to study for chemical compositions of stone artifacts, was applied on-site chemical investigation. It was suitable to use especially for mono-mineral rocks. In laboratory SEM-EDS technique is also used for surface analysis of artifacts and comparison study with nature rocks.

By identifying stones (rocks) based on the results of chemical analysis, it was possible to proceed with the description of stone types that were previously uncertain (or to correct mistakes). And results indicate that chronological order of appearance may suggest a progress of processing technology of stone artifacts and change of cultural exchange area with resources in studied prehistoric cultures.

研究分野：文化財科学

キーワード：文化財科学 石器石材 非破壊化学分析 新石器時代 縄文時代

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

考古遺物の中でも石製遺物(石器)は、有機物や金属器などと異なり、風化や腐食に耐え、製作当時の姿をそのままに現代に伝える貴重な文化財である。これら石器の材料(石材)である岩石種の正しい理解は、先史の石器文化を理解する上での基本情報である。しかし文化財たる石器を損傷させることなく、かつ研磨の施された石器表面を肉眼観察することだけで石材を同定することは岩石学の専門家でも難しい。論文や報告書における石材の誤記は、研究調査すべき埋蔵文化財の情報を埋もれさせるだけでなく、遺物を広域的にあるいは時代を越えた研究を進める上で大きな障害であり、解決すべき課題のひとつであった。

岩石名は、その成因(火山に由来するものか?変成岩あるいは堆積岩に由来するものか?)だけでなく、物理的な性質(硬いか?脆いか?)や化学的な性質、色なども示している。また「翡翠(岩石学的には「ヒスイ輝石岩(jadeitite)」と称する)」などに代表される特定の石材は、その産地が明確になっている場合もあり、先史時代の物質の移動や文化交流の範囲を知る手掛かりとなる。しかし本研究の予備調査では、緑色を呈し、見かけが「翡翠」に見えていても、実際には緑色をした「石英」であったり、本調査の主要対象でもある「ネフライト(カルシウム角閃石岩、透閃石岩、緑閃石岩)」が「蛇紋岩」あるいは学術用語ではない「緑色岩」と記載されている事が少なくなかった。

「ネフライト(nephrite)」は、緻密な繊維構造をもつ強靱な岩石で、この特性から石斧としての利用が多く、東アジア、東南アジアの先史時代では「玉(Jade)」として珍重されていた石材の一つでもある。しかし、並行期の日本(縄文時代)に「ネフライト」製石器が存在するという認識がなかった。世界的に「翡翠」を使った装飾品に代表される日本(縄文時代以降)や中米(マヤ文明)の先史文化では、石材(玉材:JADE)としての「翡翠(輝玉)」に研究の興味が集まる一方で、他の石材の記載がおろそかになっていることが否めない。日本の縄文時代の石器石材については、誤記(表記は「蛇紋岩」、実際は「ネフライト」)、マヤに関しては単に「Jade(玉)」あるいは「Green Stone(緑色岩)」とした表記が多い。また、東南アジア、特に大陸地域(Continental Southeast Asia)では、ネフライトを活用していた地域が広がりやその来源(石材産地)の認識が遅れていた。その大きな一因は、岩石学的な石材調査がきちんと行われていないことである。

### 2. 研究の目的

本研究では、近年普及してきた可搬型(ポータブル型)蛍光X線分析装置( $p$ -XRF)や遺物に対して完全非破壊分析が可能な低真空走査型電子顕微鏡(LVSEM)を使用し、「玉(JADE)」文化が発達していた日本、中米、東南アジアの先史文化の磨製石器の化学分析を行い石材(岩石)の再認識を試みることである。特に新石器時代から広域で利用されてきた「緑色を呈する岩石」、すなわちヒスイ輝石岩(以下「ヒスイ岩」とする)、ネフライト(カルシウム角閃石岩)、蛇紋岩、滑石(岩)、緑色石英(ジャスパー)など、単鉱岩(「単」一の「鉱」物から構成される「岩」石)の判別、分類を行うことを目的とした。

$p$ -XRFによる多様な石材の非破壊簡易分析や岩石種判別の手順は、確立されていなかったため、岩石学では一般的な実験室での「破壊分析」の結果をもとに現場における簡易分析の確からしさを比較検討することが初期段階の課題でもあった。化学組成に基づく石器石材の岩石同定に加え、得られた分析値を天然の岩石と比較することで石材原岩の採集地(来源)の推定も試みた。本研究が最終的に目的とするところは、石器石材の化学分析と地質学的情報から、先史時代に用いられた石材の多様性とそれらの流通範囲について地域的、年代の変遷を論ずることである。

### 3. 研究の方法

#### (1) 石製遺物の石材分析:分析対象の石製遺物

調査では、日本、特に東北地方の縄文時代、中米・グアテマラのマヤ文明、東南アジア大陸部(ベトナム、タイ、ミャンマー)の新石器～青銅器時代の磨製石斧を中心とした石材分析に取り組んだ。

すでに発掘報告書や展示品資料集に記載されているものから、「蛇紋岩製」、「緑色岩製」、「軟玉製」、「珪化凝灰岩」、「凝灰岩頁岩」あるいは「不明」などと記載されている磨製石斧を抽出し、目視観察による選別を経て分析対象資料とした。また、調査の過程で見出した「ヒスイ」や「石材不明」とされて

いた装飾品類についても一部取り扱った。

#### (2) *p*-XRFを用いた「その場」非破壊化学分析法

現地調査では、オックスフォード・インストルメンツ社製の *p*-XRF (X-Met7500) を使用し、大気雰囲気中での「その場」分析を行った。分析の際に試料面に照射される初生 X 線ビーム (ロジウム Ph ターゲット) の有効径は 9mm である。予備実験に基づき、元素範囲マグネシウム (Mg) からチタン (Ti) までの分析は加速電圧 13kV、照射電流 45 $\mu$ A で測定時間を 4 秒、バナジウム (V) からウラン (U) までの分析は加速電圧 40kV、照射電流 10 $\mu$ A で測定時間を 1 秒と定め、これを 12 回繰り返し計 60 秒間の測定を行った。測定には鉱物用の分析プログラム (mining LE-FP) を使用し、分析結果は酸化物の重量パーセント (wt.%) として出力させた。1 試料について、例えば試料の両面に対して最低限 2 箇所、さらには岩質や色相の異なる部位にも留意し、複数個所での測定を行い、均質性あるいは異相の確認を行った。この確認作業において、単一の鉱物相からなる岩石 (単鉱岩) の場合、測定値の陽イオン比 (cation ratio) を測定直後に計算し、対応する鉱物の理想化学式の元素組み合わせや陽イオン比に同定できるかの検討を行ったうえで、分析作業を進めた。

#### (3) SEM-EDS による非破壊化学分析法

分析対象の一部は、台北・中央研究院地球科学研究所に借用し、フィールドエミッション走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) による表面微細組織の観察とエネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) を用いた定量化学分析を行った。分析方法は先行研究によって確立しており、その詳細と石製遺物分析の実施例は、Iizuka et al. (2005)、飯塚 (2012) などに詳しく述べてある。

Iizuka Y, P Bellwood, HC Hung, EZ Dizon (2005) A Non-Destructive Mineralogical Study of Nephritic Artifacts from Itbayat Island, Batanes, northern Philippines. *Journal of Austronesian Studies* 1 (1): 80-105.  
飯塚義之 (2012) 「考古鉱物学: 低真空走査型電子顕微鏡 (LV-SEM) による玉器の分析とその成果」『日本電子ニュース』 44:23-39

### 4. 研究成果

#### (1) *p*-XRF による石器石材分析の手法

*p*-XRF は、可搬型で完全非破壊での化学分析が可能であるため、文化財の搬送が困難な海外調査では特に利用価値が高い。*p*-XRF 法は含まれる元素を検出する定性分析に向いているが、一方で「定量分析の確からしさ」についての検討例はなかった。そこで実験室において、ED-XRF、EPMA、SEM-EDS を使用し、*p*-XRF との比較分析を試みた。検証の結果、ネフライトでは Mg/[Mg+Fe] 値において概ね  $\pm 0.1$  の範囲で一致し、石材同定と共に岩石学的な議論にも有用であることを確認している。

それぞれの石材には、硬度や靱性など物性的な違いと化学的な違いがある。図 1 に、本研究の分析実績によって作成した「緑色を呈する石材」とその判別のフローチャートを示す。図 1 には単鉱岩の構成鉱物であるヒスイ輝石とオンファス輝石 (岩石名「ヒスイ岩」)、透閃石と緑閃石 (ネフライト)、蛇紋石 (蛇紋岩)、滑石 (滑石岩)、(普通角閃石あるいはホルンブレンド (普通角閃石岩)、 $\text{SiO}_2 < \text{石英質} >$  鉱物 (碧玉、瑪瑙や「水晶」)、などの判別法を示した。単鉱岩の多くは、ケイ素 (Si)、アルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、カリウム (K)、鉄 (Fe) の 6 元素によって大まかに分類することができる。石材の解説などは、飯塚 (2012)、飯塚・小野 (2020) などに報告がある。また、大気雰囲気下の分析を行う *p*-XRF では、ナトリウム以下の軽元素の分析が出来ないことを留意しておく必要がある。ナトリウム (Na) を主要構成元素とする「ヒスイ岩」の判別法は、飯塚ら (2020) の報告に解説を載せた。

#### (2) 各地域での成果

- A. 日本: 東北・関東地方の日本の縄文時代を中心とした調査に取り組んだ。宮城県、岩手県、青森県、群馬県、愛知県での調査結果はすでに公表している。主たる成果は、以下の 4 点である。
- ① 磨製石斧や装飾品の石材としての「ネフライト」を再発見した。
  - ② これら「ネフライト」の化学組成は、蛇紋岩を母体とする変成岩の組成に見合い、これまでのところ長野県北部 (白馬周辺) から新潟県東部 (糸魚川周辺) に分布する変成岩に由来する「ネフライト」の組成とほぼ一致することが分かった。
  - ③ 東北地方における「ヒスイ (岩)」製の装身具は「ネフライト」の登場より遅い縄文時代前期中葉以降であることが推定できる。
  - ④ 縄文時代の装身具に、これまで認識されていなかった「葉蠟石」を主体とする岩石 (石材)

で作られているものを確認した。

- 飯塚義之、杉野森淳子、秦光次郎 (2021) 「非破壊化学分析法による青森県地域の縄文石器石材の化学分析 (第2報)」『青森県埋蔵文化財調査センター研究紀要』 26:1-6.
- 飯塚義之、小野章太郎 (2020) 「完全非破壊化学分析による宮城県地域の縄文時代磨製石斧および石製装身具の石材研究」『宮城考古学』 22:137-156.
- 飯塚義之、杉野森淳子 (2020) 「完全非破壊化学分析による石器石材研究—青森県立郷土館収蔵石製品の石材同定—」『青森県郷土館研究紀要』 44: 35-43.
- 飯塚義之、藤井康隆 (2020) 「完全非破壊化学分析による石器石材研究：名古屋市博物館および南山大学人類学博物館収蔵のネフライト製石斧の再発見」『名古屋市博物館研究紀要』 43:11-14
- 相原淳一、飯塚義之 (2020A) 「宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類」『東北歴史博物館研究紀要』 21: 45-55. <https://www.thm.pref.miyagi.jp/issue/>
- 相原淳一、飯塚義之 (2020B) 「宮城県蔵王町明神裏遺跡出土のネフライト製磨製石斧ほか—宮地祐一氏・後藤勝彦氏採集資料から—」『宮城考古学』 22:231-240.
- 中村由克、飯塚義之 (2020) 「下鎌田遺跡の玦状耳飾の蛍光 X 線分析とその再評価」『下仁田町自然史館研究報告』 5: 19-26. <https://www.shimonita-geopark.jp/shizenshikan/200502kenkyuhoukoku5.html>
- <調査報告書>
- 飯塚義之 (2021) 「二月田貝塚出土玉象嵌土製品の石材判別」『セヶ浜町震災復興事業関連遺跡発掘調査報告書 2』 セヶ浜町文化財調査報告書第 13 集 60-65. <https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/91009>
- 飯塚義之 (2021) 「北小松遺跡出土の石器・石製品および土製小玉の非破壊化学分析」『北小松遺跡』宮城県文化財調査報告書第 254 集、第 2 分冊 331-340.
- 飯塚義之 (2021) 「ポータブル型蛍光 X 線分析装置による石器石材の分析」『宿戸遺跡発掘調査報告書：三陸沿岸道路建設事業関連遺跡発掘調査 (第 1 分冊)』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書第 726 集 416-418. <https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/90838>

B. 東南アジア大陸部 (主にミャンマー、ベトナム)：新石器～青銅器時代の調査において、

- ①ミャンマーの青銅器時代にネフライト製の装身具が存在していたこと、
- ②中部平原地帯にネフライトの製作遺跡が存在すること、
- ③ベトナム、ミャンマーにも玉器製作拠点があり、それぞれの地域で化学的な特徴の異なる原石を活用していたこと、などを明らかにした (図 2)。

飯塚義之 (2021) 「考古フォーカス：東南アジア先史時代のネフライト製石器の研究」『考古学研究』 261(68-1):107 - 109, (巻頭口絵 2 頁)

Georjon, Cloe, U Aung Aung Kyaw, Daw Tin Tin Win, Daw Thu Thu Win, Baptiste, Pradier, Anna Willis, Peter Petchey, Yoshiyuki Iizuka, Eric Gonthier, Jacques Pelegrin, Berenice Bellina, T. O. Pryce (2021) Late Neolithic to Early-Mid Bronze Age semi-precious stone bead production and consumption at Oakaie and Nyaung' gan in central-northern Myanmar. *Archaeological Research in Asia* 25:100240 (Available online 03 December 2020) <https://doi.org/10.1016/j.ara.2020.100240>

C. 中米・グアテマラ：北部低地帯、中部山岳地帯と太平洋岸でのマヤ遺跡出土石器の調査・分析を行った。その中で特出すべき成果は、下記の 2 点である。

- ①これまで一括りに緑色岩あるいは JADE と称されていた石材を岩石学的に記載し直し、それぞれの地域で使われていた石材の種類に差があることを見出した。
- ②同様にこれまで「pyrite (黄鉄鉱)」と称されていた象嵌装飾用の石材が、「geothite (針鉄鉱)」であることを再発見した。

飯塚義之、鈴木真太郎、バリエントス・トマス (2020) 「完全非破壊化学分析法による古代マヤ文明の磨製石器石材分析」『古代アメリカ』 23:29-50.

Sandoval-Molina Andrea Maria, Yoshiyuki Iizuka, Shintaro Suzuki (2020) Preclassic Mesoamerican dental inlays: Study of the raw material by SEM-EDS. *STAR: Science and Technology of Archaeological Research*, 5:157-163 (<https://doi.org/10.1080/20548923.2019.1700451>).

青山和夫、飯塚義之、猪俣健 (2020) 「セイバル遺跡の緑色岩製品の石材、製作と機能：蛍光 X 線分析と写真観察による石材判別とマヤ文明黎明期の磨製石斧の使用痕分析」『古代アメリカ』 23: 103-117.

本研究によって、当初予定していた調査範囲について地域と時代を拡大して継続させる必要が明確となり、現在は、<21K00987 基盤 C (飯塚義之)>にて継続研究が進行している。

成果の詳細は既出の論文 (リスト、あるいは researchmap) を参照していただきたい。

URL [https://researchmap.jp/yiizukaies/published\\_papers](https://researchmap.jp/yiizukaies/published_papers)

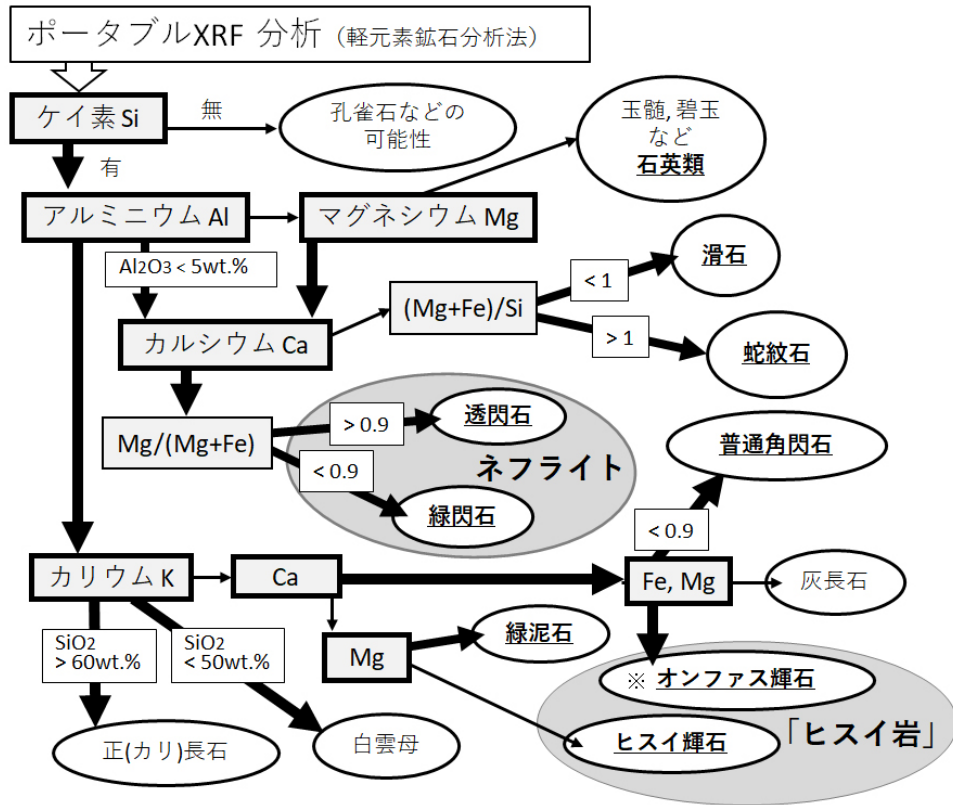


図1 ポータブル XRF の化学分析結果から「緑色」の単鉱岩（石材）をどう判別するか？  
 (飯塚・小野 2020、飯塚ら 2020 より改訂)

※ 高 Si/Al 値や高 Ca 濃度によって単斜輝石とし「ヒスイ輝石・オンファス輝石」と区別する。  
 下線を付した石材（鉱物）は、本報告で確認したもの。火成岩類（閃緑岩、輝緑岩、緑色凝灰岩など）は単鉱岩ではないため、ここに含めない。

### 東南アジア・先史時代のネフライトの流通経路

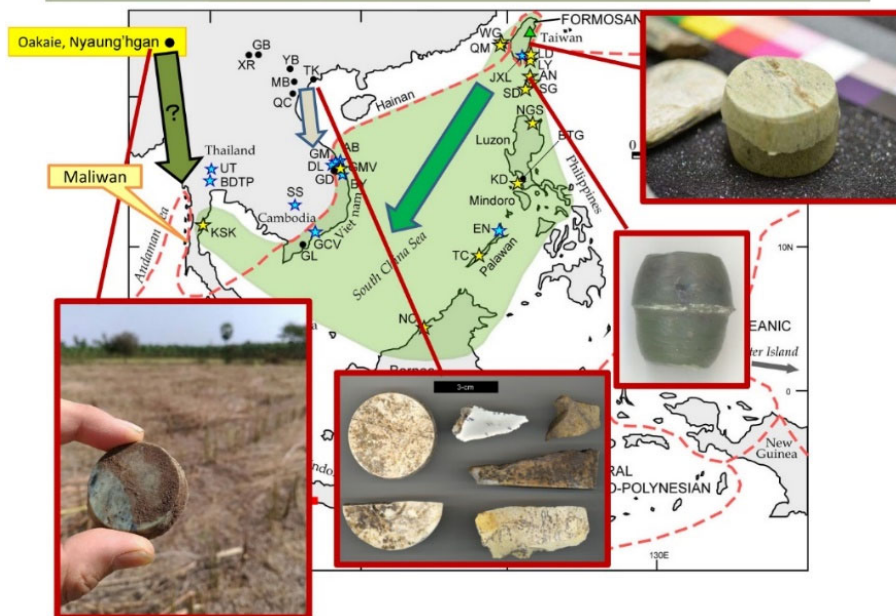


図2 東南アジア・先史時代におけるネフライト石材の流通についての仮説的な俯瞰図  
 (飯塚 2021)

図中の写真（いずれも報告者撮影）は西から、オアイ第4（ミャンマー）、チャンケン（TK、ベトナム）、アナロ（AN、フィリピン）、平林（台湾）の製作遺跡からの表採・出土品（ネフライト製）。  
 矢印はネフライト原岩の動き（ただし「？」は現時点での推測）を示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 7件）

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之、鈴木真太郎、バリエントス・トマス         | 4. 巻<br>23          |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析法による古代マヤ文明の磨製石器石材分析 | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>古代アメリカ                        | 6. 最初と最後の頁<br>29-50 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし           | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）   | 国際共著<br>該当する        |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・小野章太郎                               | 4. 巻<br>22            |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析による宮城県地域の縄文時代磨製石斧および石製装身具の石材研究 | 5. 発行年<br>2020年       |
| 3. 雑誌名<br>宮城考古学                                    | 6. 最初と最後の頁<br>137-156 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                      | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難             | 国際共著<br>-             |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・杉野森淳子                                | 4. 巻<br>44          |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析による石器石材研究 - 青森県立郷土館収蔵石製品の石材同定 - | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>青森県郷土館研究紀要                                | 6. 最初と最後の頁<br>35-43 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                       | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）               | 国際共著<br>-           |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・藤井康隆   | 4. 巻<br>43          |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析による石器石材研究：名古屋市博物館および南山大学人類学博物館収蔵のネフライト製石斧の再発見 | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>名古屋市博物館研究紀要   | 6. 最初と最後の頁<br>11-14 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                                     | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                             | 国際共著<br>-           |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>相原淳一・飯塚義之                              | 4. 巻<br>21          |
| 2. 論文標題<br>宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類 | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>東北歴史博物館研究紀要                            | 6. 最初と最後の頁<br>45-55 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                   | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である)           | 国際共著<br>-           |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>相原淳一・飯塚義之                                     | 4. 巻<br>22            |
| 2. 論文標題<br>宮城県蔵王町明神裏遺跡出土のネフライト製磨製石斧ほか 宮地祐一氏・後藤勝彦氏採集資料から | 5. 発行年<br>2020年       |
| 3. 雑誌名<br>宮城考古学   | 6. 最初と最後の頁<br>231-240 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                          | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難                  | 国際共著<br>-             |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>青山和夫、飯塚義之、猪保健  | 4. 巻<br>23            |
| 2. 論文標題<br>セイバル遺跡の緑色岩製品の石材、製作と機能：蛍光X線分析と写真観察による石材判別とマヤ文明黎明期の磨製石斧の使用痕分析 | 5. 発行年<br>2020年       |
| 3. 雑誌名<br>古代アメリカ   | 6. 最初と最後の頁<br>103-117 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難                                 | 国際共著<br>該当する          |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>中村由克・飯塚義之                    | 4. 巻<br>5           |
| 2. 論文標題<br>下鎌田遺跡のケツ状耳飾の蛍光X線分析とその再評価    | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>下仁田町自然史館研究報告                 | 6. 最初と最後の頁<br>19-26 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著<br>-           |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. 著者名<br>Georjon Cloe, Kyaw U. Aung Aung, Win Daw Tin Tin, Win Daw Thu Thu, Pradier Baptiste, Willis Anna, Petchey Peter, Iizuka Yoshiyuki, Gonthier Eric, Pelegrin Jacques, Bellina B?r?nice, Pryce T.O. | 4. 巻<br>25                  |
| 2. 論文標題<br>Late Neolithic to Early-Mid Bronze Age semi-precious stone bead production and consumption at Oakaie and Nyaung 'gan in central-northern Myanmar  | 5. 発行年<br>2021年             |
| 3. 雑誌名<br>Archaeological Research in Asia  | 6. 最初と最後の頁<br>100240-100240 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.ara.2020.100240  | 査読の有無<br>有                  |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である)   | 国際共著<br>該当する                |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・杉野森淳子・秦光次郎                     | 4. 巻<br>26        |
| 2. 論文標題<br>非破壊化学分析法による青森県地域の縄文石器石材の化学分析 (第2報) | 5. 発行年<br>2021年   |
| 3. 雑誌名<br>青森県埋蔵文化財調査センター研究紀要                  | 6. 最初と最後の頁<br>1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難        | 国際共著<br>-         |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・藤井康隆   | 4. 巻<br>43          |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析による石器石材研究：名古屋市博物館および南山大学人類学博物館収蔵のネフライト製石斧の再発見 | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>名古屋市博物館研究紀要   | 6. 最初と最後の頁<br>11-14 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                    | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難                            | 国際共著<br>-           |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之・杉野森淳子                                | 4. 巻<br>44          |
| 2. 論文標題<br>完全非破壊化学分析による石器石材研究 - 青森県立郷土館収蔵石製品の石材同定 - | 5. 発行年<br>2020年     |
| 3. 雑誌名<br>青森県郷土館研究紀要                                | 6. 最初と最後の頁<br>35-43 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                      | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難              | 国際共著<br>-           |



|  |                   |
|--|-------------------|
| 1. 著者名<br>Andrea Maria Sandoval Molina, Yoshiyuki Iizuka, Shintaro Suzuki              | 4. 巻<br>-         |
| 2. 論文標題<br>Preclassic Mesoamerican dental inlays: Study of the raw material by SEM-EDS | 5. 発行年<br>2020年   |
| 3. 雑誌名<br>Science and Technology of Archaeological Research                            | 6. 最初と最後の頁<br>1-7 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1080/20548923.2019.1700451                              | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている(また、その予定である)  | 国際共著<br>-         |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之  | 4. 巻<br>21            |
| 2. 論文標題<br>青銅器と石器 -文化財の化学分析からわかること- 東洋文化講座・シリーズ「青銅器からみる古代東アジア」講演録 | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>東洋文化研究(学習院大学東洋文化研究所)                                    | 6. 最初と最後の頁<br>195-225 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                    | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難                            | 国際共著<br>-             |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>飯塚義之                            | 4. 巻<br>261           |
| 2. 論文標題<br>考古フォーカス: 東南アジア先史時代のネフライト製石器の研究 | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>考古学研究                           | 6. 最初と最後の頁<br>107-109 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし            | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難    | 国際共著<br>-             |

〔学会発表〕 計9件(うち招待講演 8件/うち国際学会 7件)

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>飯塚義之                   |
| 2. 発表標題<br>完全非破壊化学分析法による磨製石器石材の研究 |
| 3. 学会等名<br>第2回 物流・交流を考える会(招待講演)   |
| 4. 発表年<br>2021年                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka   |
| 2. 発表標題<br>Nephrite Jade Mapping in Southeast Asian Prehistory: Petrological and Mineralogical Study of Stone Artifacts |
| 3. 学会等名<br>84th Annual Meeting of Society for American Archaeology (招待講演) (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka   |
| 2. 発表標題<br>Non invasive mineralogical study of nephrite jade objects in Southeast Asian Prehistory: Implication for jade exchange network and their sources |
| 3. 学会等名<br>International network on Jade Cultures - workshop in Athens (招待講演) (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka   |
| 2. 発表標題<br>Geological Sourcing of Nephrite Jade Objects in Southeast Asian Prehistory                   |
| 3. 学会等名<br>The 3rd SEAMEO SPAFA (International Conference on Southeast Asian Archaeology) (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka  |
| 2. 発表標題<br>Non-invasive chemical investigation on stone artifacts in ancient Guatemala   |
| 3. 学会等名<br>the 3rd International Symposium on the Ancient Maya in Japan: Recent Interdisciplinary Research in Maya Archaeology (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka   |
| 2. 発表標題<br>Re-discovery of Nephrite Jade artifacts from Japanese Archipelago: Petrological and mineralogical investigation of Jomon stone tools |
| 3. 学会等名<br>SEAA 東アジア考古学会 中国、南京市（招待講演）（国際学会）   |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka and Junko Uchida  |
| 2. 発表標題<br>Metallurgical Study of Anyang (Yinxu) Bronze objects in Academia Sinica Collection |
| 3. 学会等名<br>SEAA 東アジア考古学会 中国、南京市（招待講演）（国際学会）   |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yoshiyuki Iizuka                                 |
| 2. 発表標題<br>Prehistorical Nephrite Sourcing Study in Vietnam |
| 3. 学会等名<br>IPPA インド-太平洋先史学会 ベトナム、フエ市（国際学会）                  |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>飯塚義之                          |
| 2. 発表標題<br>青銅器と石器 文化財の化学分析からわかること        |
| 3. 学会等名<br>学習院大学東洋文化研究所 第98回東洋文化講座（招待講演） |
| 4. 発表年<br>2018年                          |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|