

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K13237

研究課題名（和文）縄文時代の石材獲得と石器製作・流通に関する研究 -山梨の流通中継遺跡からの視点-

研究課題名（英文）Research on the relationship between stone procurement, stone tool production, and distribution in the Jomon Period: A Case Study of the relay site in Yamanashi Prefecture.

研究代表者

金井 拓人 (Kanai, Takuto)

帝京大学・付置研究所・助教

研究者番号：60779081

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：山梨地域を中心とし縄文時代前期後半（諸磯式期）の石器石材の供給を明らかにする研究を行った。黒曜石については、諸磯式期全体にわたって諏訪エリアの黒曜石が最も高い重量比率を示し、採掘活動（諸磯c期）以前から諏訪エリアの黒曜石が甲府盆地に大量に供給されていたことが明らかになった。また、甲府盆地東部や富士吉田には原石が供給されていたが、大月および八王子西部には原石が供給されていないことが明らかになった。水晶については、その原産地が山梨と長野の県境に位置する金峰山系と、甲府盆地東部の塩山系に分けられるが、縄文時代に利用された水晶はほとんどが塩山の水晶であることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

山梨は黒曜石の原産地である信州と消費地である南関東の間に位置するが、これまでの縄文時代の遺物の原産地推定は限定的で、本研究によって山梨地域への黒曜石供給の姿が明らかになった。他地域では諏訪エリアの黒曜石の占有率の変化が採掘開始を境として急増する例が報告されているが、山梨では採掘以前から諏訪エリアの黒曜石の占有率が高く諸磯式期全体を通じて徐々に増加していくという他地域と異なる姿を確認することができた。さらに水晶については塩山の原産地から八ヶ岳まで移動していることが確認でき、研究成果が博物館企画展等を通じて社会に還元されるなど、水晶宝飾産業を地場産業とする山梨の水晶文化の解明に貢献した。

研究成果の概要（英文）：This study examines the supply of stone materials in the Yamanashi area during the latter half of the Early Jomon Period (Moroiso period). Obsidian from the Suwa area exhibited the highest weight ratio throughout the entire Moroiso period, indicating that large quantities of obsidian from the Suwa area were supplied to the Kofu Basin even prior to the onset of mining activities (Moroiso c period). Furthermore, obsidian raw materials were supplied to the eastern part of the Kofu Basin and Fujiyoshida, whereas no obsidian raw material was found in Otsuki and western Hachioji. The source of quartz can be divided into the Kinpusan Mountains on the border between Yamanashi and Nagano prefectures and the Enzan area in the eastern Kofu Basin, with the majority of quartz used during the Jomon period clearly originating from the Enzan area.

研究分野：文化財科学

キーワード：黒曜石 水晶 原産地推定 縄文時代 蛍光X線分析 赤外分光分析

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本研究は石器の原産地推定を通じて石器石材および石器製品の供給を解明することを目的として設定した。これまで中部関東地域の石材研究では主に黒曜石を中心に供給が研究されてきたが、本研究では山梨を研究地域とし、黒曜石と水晶という2つの異なる石材を対象として石器石材および石器製品の供給を検討することを課題として設定した。その背景は次の通りである。

黒曜石については、山梨地域は信州の黒曜石原産地と南関東の石材消費地の間に位置するが、先行研究や発掘調査で実施された黒曜石原産地推定は、抽出資料を対象としたものが大半で、山梨地域における黒曜石の獲得や南関東地域に対する役割などは明らかにされていない。この要因として、山梨県の縄文時代遺跡の黒曜石は1遺跡でも数1000点に及ぶことがあり、分析時間に膨大な時間を要することがあげられる。水晶については、原産地推定のための科学分析およびデータ解析手法が黒曜石ほど確立されておらず、原産地推定の実施例が少なかつたため、その供給に関する議論はなされていなかった。

このような研究背景を受けて本研究では黒曜石、水晶ともに原産地推定手法の改良を行い、分析可能な全点を対象に原産地を推定することを掲げた。さらにその結果をもとに、石器器種ごとに石器石材の原産地組成を明らかにすることで、石器石材および石器製品の供給が解明できるのではないかと考え、本課題を設定した。

2. 研究の目的

本研究では山梨地域における石器石材および石器製品の供給の解明という目的に対し、石材の獲得が石器製作や石材自体の流通とどのような関係にあったかを問いとして設定する。特に注目したのは縄文時代前期後半（諸磯式期）であり、この時期には信州の黒曜石原産地にて黒曜石の採掘活動が開始されたと考えられている。単純な原産地からの地理的關係を考えれば、信州原産地から甲府盆地を通り南関東に黒曜石が供給されるという供給ルートの存在が考えられる。さらに、①どの原産地の黒曜石がどの程度供されたかという原産地組成および供給量、そして、②原石が供給されているかといった供給される石材の消費度は、遺跡によって異なっていると考えられる。さらにこれら①・②の状況が時期、とりわけ原産地での採掘活動開始の前後で変化することも考えられる。しかしこのような黒曜石供給の検討は山梨地域での研究例がない。そこで本研究では遺跡単位で分析可能な黒曜石製遺物の全点を分析し、原産地ごとに供給量や供給された石材の消費度を明らかにすることで、山梨地域における黒曜石供給を明らかにする。また、山梨地域の特色的な石器石材として水晶に注目し、遠方（信州）から供給される黒曜石と、身近で獲得できる水晶を比較することで、石器石材の供給を検討することも研究目的とする。

3. 研究の方法

(1) 黒曜石原産地推定手法の改良

山梨地域において黒曜石の原産地推定が進んでこなかった要因は二つの要因が考えられる。一つは山梨県内に黒曜石の原産地推定を実施できる研究体制が存在しなかったことであり、蛍光 X 線分析装置等の科学分析装置と比較対象のための原産地産黒曜石の両方を整えることが研究参入への高い障壁となっている。もう一つは出土点数が膨大な数におよぶことであり、分析時間や委託分析のための費用面から、抽出資料を対象とした原産地推定しか実施できずにいる。

本研究ではこの問題を解決するため、装置非依存の黒曜石原産地推定手法の開発と、可搬型蛍光 X 線分析装置（pXRF）を用いた黒曜石原産地推定手法の実用化を検討する。装置非依存な原産地推定手法を開発することで、原産地産黒曜石を所有していない研究組織でも黒曜石の原産地推定研究に取り組むことができるようになる。もう一つの pXRF の実用化は、大気雰囲気での分析で得られたデータが黒曜石原産地推定に耐えうる正確度および精度を有しているかを検討することである。pXRF の黒曜石原産地推定への有効性が確認されれば、真空雰囲気で行う装置の分析時間が1点当たり5分程度であるのに対し、大気雰囲気で行う pXRF では2分程度まで短縮することができ、分析時間の短縮によってより多くの資料の分析が可能となる。

(2) 水晶原産地推定手法の改良

水晶は赤外分光分析によって得られた赤外スペクトルを解析することで原産地を推定する。従来の原産地推定は3つの波数の赤外線吸光度を利用した原産地判別指標を用いており、結果を散布図で図示できる利点があるものの、判別図上での原産地同士の重なる領域が大きいためという問題点があった。そのため、1点1点の遺物の原産地を推定することは困難で、遺跡全体として特定の原産地産の水晶を利用していったという議論しかできずにいた。

そこで本研究では、より多くの赤外線吸光度を解析の対象とし、多変量解析を導入することで遺物1点1点の原産地を推定できるような解析手法を開発する。

(3) 山梨地域における石器石材および石器製品の供給の検討

原産地推定手法の改良を進めることで、これまで山梨地域の縄文時代遺跡で実施されてこなかった分析可能な資料全点の原産地を推定する。これにより原産地ごとの供給量の時期変化や、

遺跡内での原産地組成の変化を明らかにする。さらに、石器の種類（原石・石核・剥片・製品類）ごとに原産地推定結果を比較し、石材消費の進行度と石材供給量の関係などを確認する。

4. 研究成果

(1) 黒曜石原産地推定手法の改良

装置非依存な黒曜石原産地推定手法の開発：従来利用されてきた蛍光 X 線強度を利用した原産地推定ではなく、装置に依存しないデータである元素濃度を利用した原産地推定手法の開発に取り組んだ。同一原石から剥片・研磨片・ガラスビード試料を作製し、蛍光 X 線分析による非破壊分析の結果を比較したところ、遺物を想定した剥片試料では凹凸が著しい試料や小型の試料で正確な元素濃度を推定することができなかった。そこで、凹凸の影響を受けにくい蛍光 X 線強度比から元素濃度比を推定することを検討し、元素濃度比であれば試料形状の影響を受けずに正確な装置非依存の値を推定できることを確認した。この元素濃度比を利用して原産地判別図を作成し、非破壊かつ装置非依存な黒曜石原産地推定手法を開発できた。

pXRF の実用化：元素ごとに大気雰囲気における分析精度を確認し、原子番号が K（カリウム）以上の元素であれば大気雰囲気の影響をほとんど受けないことを確認した。そこで、従来の黒曜石原産地推定に利用されてきた原産地判別図を利用するため、pXRF のデータを従来研究で利用されてきた据置型蛍光 X 線分析装置のデータの相当値に変換できるかを検討した。研究協力者である池谷信之博士（明治大学）の協力を得て原石や遺物資料を 2 つの分析装置で分析した結果、両者のデータの間には高い線形相関関係が確認できた。これにより pXRF のデータを従来研究で利用されてきた分析装置のデータ相当値に変換し、黒曜石の原産地を推定できることを確認した。

(2) 水晶原産地推定手法の改良

水晶原産地推定のための赤外線吸光度の解析に、多変量解析のひとつである主成分分析と対話的手法を組み合わせた対話型主成分分析を導入した。従来の手法では 2 つの指標で原産地を推定していたが、この手法の導入により 8 つ以上の指標を用いて原産地を推定できることになり、1 点 1 点の遺物の原産地を推定することが可能になった。さらにこの手法の改良をはかり、対話的操作ではなく総当たり式で原産地を推定することで、2000 以上の判別図での判別結果を総合的に判断するデータ解析方法を開発した。この方法により、精度の高い原産地推定が可能となった。

(3) 山梨地域における石器石材および石器製品の供給の検討

本研究で研究対象とした遺跡の位置を図 1 に示す。黒曜石を対象とした検討においては対象遺跡を八ヶ岳南麓（天神遺跡）、甲府盆地東部（獅子之前遺跡・釈迦堂遺跡群・花鳥山遺跡）、大月・都留（柴草遺跡・孝道遺跡・上暮地新屋敷遺跡）、西八王子地区（日向四谷遺跡・裏宿遺跡群・南八王子地区遺跡・御所水遺跡・宇津木台遺跡群・滝山高燥遺跡 III）の地域に分けて検討を行った。

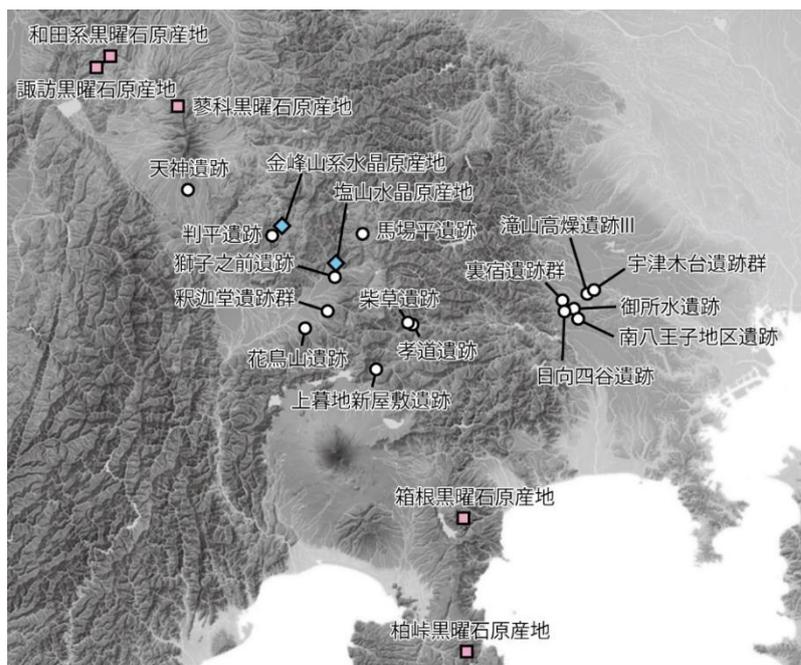


図 1 研究対象遺跡（一部省略）

(3-a) 石材原産地-遺跡間の距離と石器の保有量の関係

黒曜石：研究対象時期を諸磯 a、b、c の 3 段階に分けた場合、八ヶ岳南麓、甲府盆地、大月・都留、西八王子地域のすべての地域で住居址を含む時期は諸磯 b のみとなる。そのため、諸磯

bにおける原産地ごとの出土総量を比較した。当然遺跡によって住居跡軒数や調査面積が異なるため、出土総量が実際の供給量を正確に反映するわけではないが、大局的な傾向を確認するためこの方法を採用した。最も出土量が多いのが諏訪黒曜石で、八ヶ岳南麓では1000g以上、甲府盆地東部では100~1000g、大月・都留では10~約200g、西八王子地区では10g未満の出土量を示した。大局的には原産地からの距離が離れるほど出土量が減少する傾向が確認できた。和田系黒曜石は八ヶ岳南麓で100~約500g、甲府盆地東部で100~300g未満、大月・都留では約10g未満、西八王子地区では2g未満となり、出土総重量が少ないという違いこそあれ諏訪黒曜石と同様の傾向を示した。蓼科黒曜石は八ヶ岳南麓では約80g出土しているが、甲府盆地東部では約10g未満となり、大月・都留、西八王子地区では確認できなかった。このように信州系の黒曜石は大局的には原産地からの距離が離れると出土総量が減少する傾向が確認できた。一方、神津島黒曜石および柏峠黒曜石については、甲府盆地東部の遺跡で50g程度と最大量を示し、都留の上暮地新屋敷遺跡で神津島黒曜石が50g程度を示す以外はすべての遺跡で10g未満となった。神津島黒曜石および柏峠黒曜石については、都留を経由するものの、それより北東側にある大月は經由せずに、甲府盆地東部の遺跡の中でも南側に位置する釈迦堂遺跡群や花鳥山遺跡に供給された可能性が示唆された。

水晶：水晶については出土量が少ないため、諸磯式期に限定せずに原産地推定を実施した。水晶の原産地は甲府盆地北部の金峰山系と、甲府盆地東部の塩山に大別できるが、点数で100点以上の出土が確認された遺跡ではほとんどが塩山の水晶によって構成されていることが明らかになった。また、100点以上の水晶製遺物が分布する遺跡は塩山水晶原産地から15km圏内に限定され、それ以上離れると出土点数が多くても数10点に減少することが明らかになった。なお、甲府盆地外の事例として、金峰山系水晶原産地に近い判平遺跡では塩山水晶ではなく金峰山系水晶を利用していることが確認できた。

(3-b) 黒曜石を対象とした石材消費度の検討

石材および石器の供給量が地域によって異なることが確認できたため、それぞれの地域における石材の消費度を検討した。具体的には、原石出土の有無と背面全面が自然面である剥片の有無に注目した。これらの存在は集落に原石が供給され、集落内で剥片剥離作業が行われたことを示唆すると考えられる。研究協力者である保坂康夫博士（身延山大学）の協力を得て剥片の観察を行った。その結果、諏訪黒曜石は八ヶ岳南麓、甲府盆地東部、都留では原石や背面全体自然面剥片が確認されたが、大月や西八王子地区では石核は確認できるものの原石や背面全体自然面剥片は確認できなかった。これは、甲府盆地東部と比較して大月では消費が進んだ石材しか供給されなかった可能性が示唆する。和田系黒曜石は諏訪系黒曜石同様に甲府盆地東部までは原石や背面全体自然面剥片の存在が確認できるが、都留では大月同様どちらとも確認できなくなる。さらに蓼科黒曜石は原石の存在は八ヶ岳南麓に限定される。すなわち、信州系の黒曜石の消費度合いについては、原石の供給が甲府盆地東部までしか確認されないように、甲府盆地までは比較的消費されていない黒曜石が供給されていた。一方、甲府盆地の外には消費が進んだ石核などの状態で黒曜石が供給されていたという違いが確認できた。信州系以外の、神津島黒曜石および柏峠黒曜石は甲府盆地東部および都留で原石が確認できるものの時期は限定的であり、信州系に比べると消費が進んだ石材が供給されていたと考えられる。

(3-c) 八ヶ岳南麓および甲府盆地東部における信州系黒曜石供給の時期変化

信州系黒曜石の原石の供給が甲府盆地東部までであることをふまえ、八ヶ岳南麓と甲府盆地東部を対象に信州系黒曜石供給の時期変化（諸磯 a、b 古、b 中、b 新、c 古、c 新の6段階）について検討した。特に重量占有率が大きい原産地に注目した結果が図2である。

諏訪黒曜石（SWHD）は諸磯式期を通じて徐々に占有率を増加させていることが確認できる。諏訪原産地での採掘が諸磯 c に開始されたとすると、諸磯 b と諸磯 c の間もしくはそれ以降に供給量の変化があると考えられる。花鳥山遺跡では諸磯 b 新と諸磯 c 古の間で諏訪黒曜石の占有率の急激な増加が認められ、採掘による供給量の増加を反映している可能性がある。一方で、諸磯 b 新の釈迦堂遺跡群や天神遺跡で諏訪黒曜石の占有率が75%や90%を超えていることも確認できる。すなわち、諸磯 c に採掘活動が開始されたか否かに関わらず、諸磯 b 新もしくは諸磯 b 中の段階で諏訪黒曜石が八ヶ岳南麓や甲府盆地に供給される黒曜石の最大多数を占めていたことが明らかになった。

和田系黒曜石についてはいくつかの化学組成グループに分けることができ、その中でも高い占有率を示したのがWDTKとWDKBである。その他の化学組成グループの結果については投稿中の論文で詳細を発表する。釈迦堂遺跡では諸磯 a および諸磯 b 古において諏訪黒曜石よりも和田

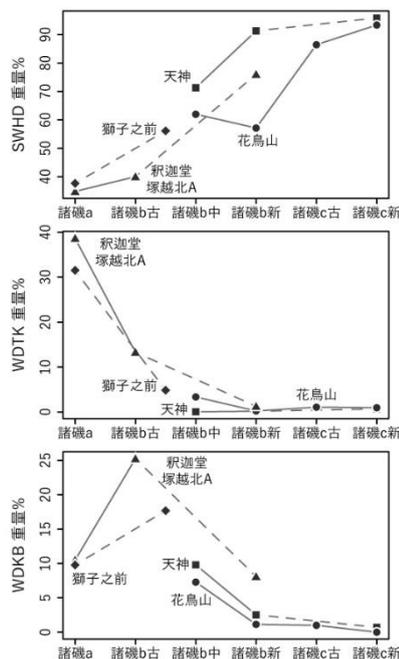


図2 黒曜石占有率の時期変化

系黒曜石の合計の方が高い占有率を示す。しかし、和田系黒曜石の化学組成グループごとの占有率を確認すると、WDTK と WDKB の比較からも明らかのように、化学組成グループごとの占有率は時期によって変化している。和田系黒曜石原産地における原産地と化学組成グループの関係は複雑で、化学組成グループが原産地と 1 対 1 に対応するわけではないが、諸磯 a と諸磯 b 古では和田系黒曜石原産地の中でも異なる原産地の黒曜石が供給されていた可能性が高い。

(3-d) 結論

山梨地域における信州系黒曜石の獲得について注目すると、消費が進行していない黒曜石が比較的大量に供給されたのは八ヶ岳南麓から甲府盆地東部までで、大月・都留やさらに東部の西八王子地区では供給される石材は、石核などの消費の進行した石材になることや供給量が減少することが確認できた。さらに、甲府盆地東部までに供給された黒曜石の重量占有率をみると、諸磯 b 中以降は諏訪黒曜石が常に最大多数を占め、諸磯 c における諏訪原産地での採掘活動の開始に関わらず、諏訪黒曜石が常に最大多数を占めていることが注目された。花鳥山遺跡の諸磯 b 新から諸磯 c 古における諏訪黒曜石の占有率の変化や、諏訪黒曜石の出土総重量の増加は、諏訪原産地での採掘活動開始を反映している可能性がある。一方で、諸磯 c では大月での諏訪黒曜石の出土総量は 40g 未満、西八王子地区では住居址そのものが少なく本研究の対象遺跡は存在しない。そのため、採掘活動による諏訪黒曜石の供給量増加の影響は甲府盆地以東では確認できなかった。

(4) 研究成果の社会への還元

黒曜石原産地手法の開発については、既存研究の問題点であった装置依存性からの脱却や pXRF による分析時間の短縮に関心が持たれ、蛍光 X 線分析装置の導入を検討している自治体の埋蔵文化財担当部署等から装置導入における助言を求められたためそれに応じた。本研究の成果が黒曜石原産地推定研究の裾野拡大に貢献していることを確認できた。

黒曜石の原産地推定結果についてはデータを研究協力者の保坂康夫氏に提供し、2022 年 10 月に静岡県立美術館で開催された「山の洲文化財交流展」の講演会を通じて社会教育に活用された。

水晶については、原産地推定手法の改良により、山梨県の日本遺産「甲州の匠の源流・御嶽昇仙峡」の事業において水晶の原産地推定を実施した。本研究や日本遺産事業を通じて山梨県における先史時代の水晶利用像が明らかとなり、その成果は山梨県立考古博物館の第 39 回特別展「甲斐の勇者—その原像を探る—」や令和 5 年度春季企画展「御嶽昇仙峡名勝指定 100 周年記念 クリスタル・ロード」、山梨県立博物館の令和 5 年度シンボル展「国名勝指定 100 周年記念 甲州の匠の源流・御嶽昇仙峡」を通じて社会教育に活用された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 金井拓人・池谷信之・保坂康夫	4. 巻 20
2. 論文標題 pXRF を用いた黒曜石原産地推定の実用化と甲府盆地東部における縄文時代前期後半の黒曜石利用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 帝京大学文化財研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 147-173
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 金井拓人・保坂康夫	4. 巻 17
2. 論文標題 旧石器時代水晶製遺物の赤外分光分析による原産地推定 -甲府花崗閃緑岩体周辺の旧石器遺跡を中心に-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 旧石器研究	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 一之瀬敬一・金井拓人	4. 巻 37
2. 論文標題 古墳時代前期における山梨県産水晶の利用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山梨県立考古博物館・山梨県埋蔵文化財センター 研究紀要	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 保坂康夫・金井拓人・池谷信之・十菱駿武	4. 巻 28
2. 論文標題 縄文時代早期の黒曜石・水晶の利用状況 ~山梨市奥豊原遺跡の原産地推定を中心に~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山梨県考古学協会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 金井拓人・池谷信之・隅田祥光	4. 巻 85
2. 論文標題 エネルギー分散型蛍光X線分析を用いた非破壊かつ装置非依存式の黒曜石原産地推定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 文化財科学	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 一之瀬敬一・金井拓人	4. 巻 38
2. 論文標題 水晶製玉類の原産地推定分析における現状と課題	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 山梨県立考古博物館・山梨県埋蔵文化財センター 研究紀要	6. 最初と最後の頁 11-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 保坂康夫・金井拓人・池谷信之	4. 巻 13
2. 論文標題 縄文前期後半における黒曜石流通の拠点集落天神遺跡の再検討 -黒曜石原産地推定結果にもとづいて-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 資源環境と人類	6. 最初と最後の頁 97-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 金井拓人・保坂康夫・一之瀬敬一	4. 巻 30
2. 論文標題 先史時代の資源としての山梨県産水晶	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 山梨県考古学協会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 金井拓人
2. 発表標題 装置非依存式の非破壊原産地推定に向けて
3. 学会等名 資源環境と人類2021 シンポジウム / 信州黒曜石フォーラム第4回例会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山梨県埋蔵文化財センター	4. 発行年 2021年
2. 出版社 山梨県	5. 総ページ数 82
3. 書名 馬場平遺跡 一般国道411号御屋敷拡幅事業に伴う発掘調査報告書	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	池谷 信之 (Ikeya Nobuyuki)		
研究協力者	保坂 康夫 (Hosaka Yasuo)		

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
---------	---------