

令和 6 年 5 月 18 日現在

機関番号：32687

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K00974

研究課題名(和文) 光ルミネッセンス「温度計」の確立と高確度化による焼成考古遺構と遺物の被熱温度推定

研究課題名(英文) Establishment of OSL-thermometer and Estimation of firing temperature of archaeological remains and artifacts

研究代表者

下岡 順直 (Shitaoka, Yorinao)

立正大学・地球環境科学部・准教授

研究者番号：10418783

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)：光ルミネッセンス(OSL)法による被熱温度推定は試料が露光していても測定可能であり、かつ明るいところで試料処理を行うことができる。そのため、飛躍的に被熱温度推定として分析数の増加が見込まれる。OSL法による被熱温度推定の等時焼鈍および等温焼鈍に関する基礎実験を行って手法としての有効性を確認した。また、X線回折分析結果と比較を行い、粘土鉱物の有無などから推定被熱温度の正確さを確認した。さらに、縄文土器の被熱温度推定を行い、焼成温度の時代による変化が見られないこと、土器の部位による被熱温度変化の可能性のあることを考察することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

OSL法で推定される焼石や焼土の被熱温度を、X線回折分析を用いて得られたデータと相互比較を行う。そして、OSL「温度計」の正確度を検証する。そうすることで、極少量の試料での測定を可能にし、焼成考古試料に対する被熱温度情報の解像度を高めることで、「OSL度計」を用いた温度情報データで先史時代から歴史時代における加熱処理行為をもちいた生業活動研究解明に寄与することができる。

研究成果の概要(英文)：Firing temperature estimation by the optically stimulated luminescence (OSL) method can be performed even when the sample is exposed to light, and the sample can be processed in bright locations. Therefore, the number of analyses for firing temperature estimation is expected to increase dramatically. Here, basic experiments on isochronous annealing and isothermal annealing for estimating the heat capacity by the OSL method were conducted to confirm the validity as the method. Comparison with the results of X-ray diffraction analysis was also conducted to confirm the accuracy of the estimated heat-sensitive temperature based on the presence or absence of clay minerals. Furthermore, we estimated the heat-sensitive temperature of Jomon pottery and were able to consider that the firing temperature did not change with time and that there is a possibility that the heat-sensitive temperature varies depending on the part of the pottery.

研究分野：考古学(年代測定)

キーワード：OSL感度変化法 被熱温度推定 X線回折分析 長石 焼成考古遺物 縄文土器 焼石

## 1. 研究開始当初の背景

1960年代に始まった熱ルミネッセンス(TL)年代測定の研究は、土器や焼土、焼石などの考古試料に適用されてきた。考古試料のTL年代測定は、放射性炭素( $^{14}\text{C}$ )年代測定とは原理が異なることから、判定年代をクロスチェックできる手段として用いられた。また、瓦窯やたたら製鉄炉などの焼成遺構では、考古地磁気法とのクロスチェックも行われてきた。そのような中で、TL年代測定は陶磁器の真贋判定や焼成考古試料の被熱温度推定などにも応用されてきた。陶磁器の真贋判定では、年代測定の蓄積線量評価法を応用したものであり、大まかに年間線量を推定することで、より新旧判定に近いことまでできるようになった。しかし、TL法による被熱温度推定が研究テーマとして扱われることはほとんどなく、個別事例が主で年代測定の副産物的な扱いであることが多かった。TLを用いた被熱温度推定について最初に言及した市川ほか(『古文化財教育研究報告』8、1979)は、低線量域におけるスーパリニア現象と被熱温度の相関を述べるにとどまっていた。橋本ほか(『考古学と自然科学』30、1994)は、窯跡の被熱温度推定を報告論文としてまとめた最初であるが、記述に不鮮明な箇所が多く、データの再現性が乏しい。奥山・長友(1998;1999)は、日本文化財科学会第15回・第16回大会においてTLと電子スピン共鳴(ESR)を併用した被熱温度推定に関する発表を行ったものの、詳細なデータは公開されていないために実験を再現できない。そのような中で、長友・西村ほか(日本文化財科学会第20回大会、2003)によって、TLおよびESRを用いた焼成考古試料の被熱温度推定手順のルーチン化が試案された。さらに、西村ほか(日本文化財科学会第24回大会、2007)は、光ルミネッセンス(OSL)による被熱温度推定法を考案した。土器表面など、これまで露光している試料ではTL法による被熱温度分析が不可能であったが、OSL法を用いた被熱温度推定ではOSL信号の感度変化を利用するため露光した焼成考古試料でも適応が可能になった。これらの成果をふまえて、小畑・下岡(『地質技術』5、2015)は、OSLやTLを用いた被熱温度推定法について手順や方法を網羅的に整理した。これにより、OSLやTLを用いた被熱温度推定法を研究手法として大まかに体系化できたが、単発的なデータ取得が依然続いている。研究代表者もTL/OSL法を用いた年代測定と併行して、焼石や焼土、土器片などの被熱温度推定を行ってきたが、被熱温度データは年代測定の副産物として温度情報が得られたに過ぎない。具体的には、TL年代測定では、年代初期化(ゼロリセット)とされる500以上に加熱されているかどうかの判断を行うことが可能である。一方、縄文時代以降における土器の焼成行為については、これまでも多くの経験的かつ理化学的データが蓄積されており、特に、X線回折(XRD)による鉱物の生成温度もしくは消失温度に対する状態観察により、土器がおよそ何度で焼成されたかは明らかにされつつある。

そこで本研究では、X線回折分析により焼成考古遺物中の鉱物の生成温度もしくは消失温度と、OSL法およびTL法(主にOSL法)で推定される被熱温度データをすり合わせて相互比較を行う。そうすることで、OSL法やTL法で用いられる石英や長石の物性から得られる「温度計」としての精度を検証する。

## 2. 研究の目的

OSL法による被熱温度推定は試料が露光していても測定可能であり、かつ明るいところで試料処理を行うことができ、TL法より簡便に試料選別・試料処理ができることから、飛躍的に被熱温度推定として分析数の需要も増える見込みである。そこで、本研究の目的は、OSL法で推定される焼石や焼土の被熱温度を、X線回折(XRD)分析を用いて得られたデータと相互比較を行う。そして、OSLを「温度計」として使うための正確度を検証する。さらに、極少量の試料での測定を可能にし、「OSL温度計」を用いた温度情報データを体系的に蓄積し、先史時代から歴史時代における加熱処理行為を解明する。加熱処理による胎土中の石英や長石のOSL信号が温度変化のなかでどのように物性が変化するかを、胎土中のその他の鉱物をXRD分析した結果と相互比較を行い、加熱処理行為に関する温度情報のための「OSL温度計」の精度を検証する。

## 3. 研究の方法

焼石や焼土の被熱温度推定を、OSLとX線回折の複数温度計を用いて相互比較と検証を行う。そして、高精度OSL温度計により温度情報を求める。

### <OSL法による被熱温度推定について>

OSL感度変化法では、鉱物に光刺激をして得られるOSL信号が露光のみで加熱が生じなければ放射線量に対するOSL強度はほぼ変化しない(Rhodes 2011)とされ、このような特性を活かして被熱温度推定を行う。また、測定する試料の扱いが容易で、かつ対象物が露光していても被熱履歴の評価が可能という利点をもつ。

OSL感度変化法による被熱温度推定の判定は、以下の方法で行う。過去の被熱温度を $T_0$ 、電気炉による加熱処理温度を $T_1$ とする。また、人工太陽システム(下岡ほか2008)を用いて光照射する露光処理をしてOSL信号を人為的にゼロリセットした試料を「露光試料」、段階的に加熱処理を行った測定試料を「加熱処理試料」とする。OSL感度変化法では、同一試料で同じ被ばく放

射線量のとき、電気炉による加熱処理温度が過去の被熱温度を超えない、すなわち  $T_0 > T_1$  もしくは  $T_0 = T_1$  の場合、「露光試料」の OSL 強度に対して「加熱処理試料」の OSL 強度の感度変化はほとんど生じないもしくは小さい。これに対して、電気炉による加熱処理温度が過去の被熱温度を超えた、すなわち  $T_0 < T_1$  の場合、OSL 強度は感度変化を生じ、「露光試料」に対して「加熱処理試料」は系統的に変化する。そこで、OSL 強度が「露光試料」とほぼ同じで一定に維持された後に OSL 強度が増加へ変化する温度に着目すると、過去の被熱温度は OSL 強度の感度が増加へ変化する温度付近であると推定できる。つまり、OSL 強度が低温側からみて感度の増加変化を起こし、かつ、「露光試料」の OSL 強度を超える最初の変化点付近を被熱温度として推定する。

例えば、電気炉を用いて試料を 700 に人為的加熱処理後、400～1,000 まで 100 刻みで段階加熱した再現実験を試みた。OSL 強度は、400～1,000 まで段階加熱した試料の OSL 強度を、700 に人為的加熱処理試料の OSL 強度で規格化した。その結果、700 までは OSL 強度比は 1 を下回るが、700 では OSL 強度比がほぼ 1 となり、800 以上で OSL 強度比が 1 を超えた。OSL 感度変化法による被熱温度推定の判定では、被熱温度は 700～800 と推定でき、被熱した温度を再現可能である。

#### (1) これまで報告されている OSL 法による被熱温度推定データの集成

採取方法・被熱部位選別・処理と測定手順・結果を抽出し、基礎データとした。

#### (2) 被熱温度推定法の体系化に向けたデータ集成と石英・長石の OSL 特性に関する基礎実験

被熱温度を判断する OSL 感度変化点判定の客観性、人為的な焼鈍時間の妥当性、OSL 被熱温度推定法の適用可能な試料の目安、などの検討課題が挙がってきた。そこで、高精度な被熱温度推定を目指して「OSL 感度変化法」の再検討を試みた。

OSL 感度変化に対する鉱物ごとの特性をより詳細に調べるために、鉱物標本試料の曹長石、正長石を用いて、等時焼鈍実験および等温焼鈍実験を行った。

等時焼鈍実験では、焼鈍時間を 1 時間に設定し、加熱なし(露光のみ)と 300～1,000 まで 100 間隔で焼鈍したときの OSL 信号の感度変化を観察した。

等温焼鈍実験では、焼鈍温度を 300、600、900 に設定し、それぞれ 0(加熱なし)、0.5、1、3、6 時間で焼鈍したときの OSL 信号の感度変化を観察した。

#### (3) OSL 法による被熱温度推定と X 線回折分析による相互比較

縄文土器片 3 試料(縄文土器片 1～3)、紀元前後 1 世紀頃の瓦片 1 試料(瓦片)、須恵器窯壁のブロック片 1 試料(窯壁片)の 5 試料の焼成考古遺物について、OSL 感度変化法を用いた被熱温度推定と、X 線回折(X-ray diffraction, XRD)分析による粘土鉱物が熱変性を受けて変質した鉱物や新しく生成された鉱物の有無を確認した。そして、2 種類の方法を用いて推定した被熱温度のデータを比較した。

#### (4) 縄文土器を用いた高精度 OSL 被熱温度推定の実施

縄文土器の焼成温度については、いまだ 500～900 程度と幅広い温度情報の提示にとどまっているに過ぎない。また、時期や型式の段階ごとの焼成温度の変化・変遷に関する詳細な温度データは得られていない。そこで、OSL 法を用いた縄文土器の被熱温度推定を行った。そして、縄文時代早期から晩期における土器片を用いて、土器の被熱温度に作成時期ごとの差(時期差)が生じていたのか観察した。また、縄文土器の口縁部、胴部、底部の部位ごとに被熱温度が異なるかについても検討した。さらに、阿部(1995)の論考を検討するため、縄文時代早期の土器片を用い、土器断面の色調が赤褐色と黒褐色に異なることと、焼成温度との相関関係について、OSL 特性を用いて分析を行った。試料は以下の通りである。

被熱温度の時期差の評価・・・山形県羽黒神社西遺跡で出土した縄文時代早期土器 6 点(H\_p1～H\_p6)、前期土器 1 点(H\_p7)、中期土器 1 点(H\_p8)、晩期土器 1 点(H\_p9)の合計 9 点。

被熱温度の部位ごとの変化・・・山梨県大日野原遺跡から 5 点(O\_p1～O\_p5)、福島県和台遺跡から 3 点(W\_p1～W\_p3)の合計 8 点。部位別としては、土器口縁部 2 点(O\_p1、O\_p4)、土器胴部 4 点(O\_p2、O\_p3、W\_p1、W\_p3)、土器底部 2 点(O\_p5、W\_p2)。

縄文土器断面の色調と焼成温度との関係・・・縄文時代早期の土器片 2 点(K\_p1～K\_p2)を比較に用いた。2 点は、土器片断面が赤褐色を呈する試料(K\_p1)と黒褐色を呈する試料(K\_p2)。

## 4. 研究成果

(1) 報告事例として 21 データを入力することができた。これらの報告において、手法として大きな差異はないものの、測定条件の違いなどを確認することができた。

(2) 等時焼鈍実験では、曹長石は 700 までは OSL 感度はやや下がるもののほぼ一定、700 以上で系統的に OSL 感度が上がった。正長石は 400～800 (700 以外)の OSL 感度はほぼ一定、800 以上で系統的に OSL 感度が上がった。なお、正長石の 700 焼鈍のみ一時的に OSL 感度が上がる原因は、離溶現象が生じた可能性も考えられるが不明である。実際に「OSL 感度変化法」

で測定した焼成考古遺物の結果でも、700 焼鈍のみ一時的に OSL 感度が上がる同じような現象が見られていたことから、この場合の測定試料は主に正長石であった可能性がある。

等温焼鈍実験では、曹長石は、300 と 600 で焼鈍 1 時間まで OSL 感度が下がるものの、その後はほぼ一定であった。900 は焼鈍 0.5 時間以降については感度が上がり、焼鈍 6 時間で 2 倍程度まで OSL 感度は上がった。正長石は、300 で焼鈍 1 時間まで OSL 感度が下がるものの、その後はほぼ一定であった。600 では焼鈍 0.5 時間まで OSL 感度が上がったあとはほぼ一定、900 では焼鈍 1 時間まで OSL 感度が上がったあと、焼鈍 3 時間まではほぼ一定、焼鈍 6 時間で 5 倍程度まで OSL 感度は上がった。

以上の結果より、「OSL 感度変化法」では焼鈍時間を 1 時間で実験をしている目安としては妥当と考える。また、曹長石、正長石ともに、900 で長時間焼鈍することで OSL 感度が上がっていることから、高温で焼鈍された場合は被熱時間推定ができる可能性が示唆できた。

( 3 ) OSL 測定結果は、縄文土器片 1 では約 800~900 程度、縄文土器片 2 では約 500~600 程度、縄文土器片 3 では約 600~700 程度、瓦片では約 700~800 程度、窯壁片では約 1,000 以上に被熱した可能性が示された。

XRD 分析結果では、縄文土器片 1 の全岩分析では、石英が主として検出され、長石は少量であった。クリストバライトおよび角閃石が微量含まれていた。縄文土器片 1 では、これらに加え、雲母が検出された。定方位分析でイライトが検出されなかったことから、雲母は白雲母や黒雲母など、初生的に生成した比較的粗粒なものであると推定される。定方位分析においては、粘土鉱物由来のピークは検出されなかった。以上より、縄文土器片 1 では、角閃石が全岩分析で検出されたことから、土器胎土として、凝灰岩など火山性のものが用いられた可能性がある。また、粘土鉱物が検出されなかったことから、粘土鉱物が完全に非晶質化する高温で焼成されたと推定される。

縄文土器片 2 の全岩分析では、石英が主として検出され、長石は微量検出された。クリストバライトおよび角閃石は、微量含まれていた。定方位分析においては、粘土鉱物は検出されず、石英のみが検出された。以上より、縄文土器片 2 では、角閃石が検出されたことから、縄文土器片 1 と同様に土器胎土として、凝灰岩など火山性のものが用いられた可能性がある。また、粘土鉱物が検出されなかったことから、粘土鉱物が完全に非晶質化する高温で焼成されたと推定される。

縄文土器片 3 の全岩分析では、石英が主として検出され、長石は少量含まれていた。また、19.8° 付近にピークが認められ、これはその位置と形状からメタカオリンなどの半非晶質の粘土鉱物と推定された。定方位分析は縄文土器片 2 と同様に、粘土鉱物は検出されず石英のみが認められた。全岩分析において、半非晶質の粘土鉱物のものと推定されるピークが観察されたが、定方位分析において、半非晶質粘土鉱物は底面反射のピークが消滅していることから積層方向の規則性は失われているが、全岩分析において 19.8° 付近にピークが認められることから層内の結晶構造がある程度維持されていると考えられ、完全に非晶質化する程の熱は被っていないと推定される。

瓦片の全岩分析では、石英が主として検出され、長石は少量含まれていた。そのほか、雲母が微量含まれていた。定方位分析では、イライトが検出された。よって、定方位分析の結果から、雲母は主にイライトと推定される。一般的に、500~800 程度で非晶質化するとされる粘土鉱物が明瞭に残存しているため、この瓦片はイライトが非晶質化しない温度以下で焼成されたと推定される。

窯壁片の全岩分析では、石英が主として検出され、長石およびムライトは微量含まれていた。この試料では、生成温度が 1,000 程度のムライトが検出されたことから、それ以上の熱を被っていると推定される。

以上の結果より、縄文土器片 1~3 は、OSL 感度変化法を用いた被熱温度推定において、500~900 程度の被熱があったと推定された。また、XRD 分析の結果では、縄文土器片では粘土鉱物が検出されなかったことから、粘土鉱物が非晶質化する程度の温度で焼成されたと推定された。これら両手法間で、見解に矛盾はない。

瓦片は、OSL 感度変化法による被熱温度推定では 700~800 程度の被熱とされた。これに対し、XRD 分析ではイライトが検出されることから、イライトが非晶質化しない温度までしか加熱されていない。これらの見解にも矛盾はない。

窯壁片では、OSL 感度変化法による被熱温度推定により約 1,000 以上の被熱とされ、XRD 分析でもムライトが検出されることから 1,000 以上の熱を被っていることがわかった。

5 種類の焼成考古遺物について、OSL 感度変化法と XRD 分析の 2 種類の方法による被熱温度データを比較した。そして、この両手法間の結果に、良い一致がみられた。

( 4 )

被熱温度の時期差の評価・・・H\_p1 では約 500~600 程度、H\_p2 では約 600~700 程度、H\_p3 では約 600~700 程度、H\_p4 では約 600~700 程度、H\_p5 では約 500~600 程度、H\_p6 では約 600~700 程度(以上、縄文早期)、H\_p7(縄文前期)では約 500~600 程度、H\_p8(縄文中期)では約 500~600 程度、H\_p9(縄文晩期)では約 600~700 程度に被熱した可能性が示された。本研究では、縄文土器片から推定された被熱温度は約 500~700 程

度であり、先行研究が推定する温度範囲と符合する結果であった。なお、今回の結果では、どの土器資料も 600 付近もしくはそれ以下の焼成温度であり、縄文時代早期から晩期にかけて被熱温度に大きな変化はみられなかった。縄文時代の土器の焼成は野焼きである（潮見 1988）ことから、焼成技術については時期間で大きな変化がなかったことに起因していると考えられる。

被熱温度の部位ごとの変化・・・O\_p1 では約 600～700 程度、O\_p2 では約 600～700 程度、O\_p3 では約 800～900 程度、O\_p4 では約 500～600 程度、O\_p5 では約 600～700 程度、W\_p1 では約 700～800 程度、W\_p2 では約 700～800 程度、W\_p3 では約 600～700 程度に被熱した可能性が示された。O\_p4 は口縁部にあたり、被熱温度は 600 以下という結果であった。これ以外は、いずれも 700 前後、もしくは 700 以上の高温による熱履歴があったという結果になった。これら土器が調理に利用されているとすると、炉に据えられた場合、口縁部が直火の火からやや遠くなることの影響も考えられるが、推測の域を超えない。土器資料の熱履歴については、縄文土器の用途解明にも関わることから、出土状況などと絡めて更に考察を深めたい。

縄文土器断面の色調と焼成温度との関係・・・K\_p1 では約 700～800 程度で被熱した可能性が示された。K\_p2 の加熱実験では、400 以上に熱を被っていない結果となった。これらより、土器断面が赤褐色を呈する K\_p1 は相対的に高温での被熱があったとされ、土器断面が黒褐色を呈する K\_p2 では相対的に低温（400 未満）での被熱もしくは被熱はほとんどない可能性が示された。これら結果は、阿部（1995）の論考を支持するものであり、重要な傍証になる可能性がある。

本研究の成果より、加熱処理行為に関する温度情報分析に用いることができる高精度で高精度「OSL 温度計」が完成した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17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 1件）

1. 著者名 下岡順直・国武貞克・早田 勉・大石雅之・須藤隆司	4. 巻 62
2. 論文標題 北八ヶ岳横岳火山を起源とする八ヶ岳新期第4テフラ(Yt-Pm4)の噴出年代	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 第四紀研究	6. 最初と最後の頁 159-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4116/jaqua.62.2306	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 国武貞克・下岡順直・早田 勉	4. 巻 57
2. 論文標題 長野県香坂山遺跡における始良Tn火山灰層上位の石刃石器群	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本考古学	6. 最初と最後の頁 103-114
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 下岡順直・川野良信	4. 巻 35
2. 論文標題 萩平遺跡A地点隣接地で検出された礫群の焼石に関する年代学的検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 萩平遺跡の発掘記録 - A地点・A地点隣接地の2021年度発掘調査 -、愛知学院大学考古学発掘調査報告	6. 最初と最後の頁 60-62
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 下岡順直	4. 巻 6
2. 論文標題 熱ルミネッセンスを用いた被熱履歴分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 中央大学文学部考古学研究室調査報告書	6. 最初と最後の頁 69-71
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 下岡順直・小林謙一	4. 巻 26
2. 論文標題 光ルミネセンス法を用いた縄文土器の被熱温度推定に関する試み	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 地球環境研究	6. 最初と最後の頁 1-8
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 下岡順直・一般社団法人文化財科学研究センター	4. 巻 第42集
2. 論文標題 焼土試料のルミネセンス分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 六反ヶ丸遺跡3 -C・D地点-、公益財団法人鹿児島県文化振興財団埋蔵文化財調査センター発掘調査報告書	6. 最初と最後の頁 229-232
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 下岡順直	4. 巻 第56集
2. 論文標題 遺跡形成過程復原のための遺跡堆積物のルミネセンス年代測定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 史跡大鹿窪遺跡発掘調査報告書-史跡整備事業に伴う再発掘調査-、富士宮市文化財調査報告書	6. 最初と最後の頁 53-59
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 下岡順直	4. 巻 722
2. 論文標題 本郷満行原遺跡出土瓦片の熱ルミネセンス年代測定法を利用した相対的な新旧判定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 西毛広域幹線道路(高崎西工区)社会資本総合整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書	6. 最初と最後の頁 843-846
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 下岡順直	4. 巻 160
2. 論文標題 近江坂本城跡出土瓦のルミネッセンス法による被熱履歴分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 坂本城跡出土瓦の再整理、大津市埋蔵文化財調査報告書	6. 最初と最後の頁 35-39
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 下岡順直・高井康宏・中村直子・中村大介・小林謙一	4. 巻 25
2. 論文標題 光ルミネッセンス特性とX線回折を用いた焼成考古遺物の被熱温度推定の試み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 地球環境研究	6. 最初と最後の頁 15-22
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 下岡順直・川野良信	4. 巻 35
2. 論文標題 秋平遺跡A地点隣接地で検出された礫群の焼石に関する年代学的検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 愛知学院大学考古学発掘調査報告	6. 最初と最後の頁 60-62
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 下岡順直	4. 巻 33
2. 論文標題 ルミネッセンス法を用いた北町遺跡出土礫の被熱判定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 山形県南陽市北町遺跡 - 2018・2019年度の発掘調査概要報告書 -	6. 最初と最後の頁 55-57
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 下岡順直	4. 巻 7
2. 論文標題 C区の放射性炭素年代測定結果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 栃木県栃木市中根八幡遺跡第7次発掘調査概要報告	6. 最初と最後の頁 17-17
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 下岡順直	4. 巻 7
2. 論文標題 香坂山遺跡堆積物の石英によるルミネッセンス年代測定の予察的検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 香坂山遺跡2020年発掘調査成果報告書	6. 最初と最後の頁 138-141
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 下岡順直	4. 巻 1
2. 論文標題 光ルミネッセンス (OSL) 年代測定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 F48三ツ木東原B遺跡 - 毛野国白石丘陵公園園路建設に伴う埋蔵文化財発掘調査 -	6. 最初と最後の頁 157-161
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 下岡順直	4. 巻 7
2. 論文標題 萩平遺跡A地点隣接地出土焼石の熱ルミネッセンス年代測定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 萩平遺跡A地点隣接地の発掘記録	6. 最初と最後の頁 67-71
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 下岡順直・早田 勉	4. 巻 1
2. 論文標題 余市町登町10遺跡「赤色土層」の熱履歴分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 登町10遺跡：一般国道5号俱知安余市道路（共和 - 余市）工事施工に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書	6. 最初と最後の頁 100-105
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12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 長井謙治・米田 穰・ト部厚志・太田博樹・吉川昌伸・能城修一・佐々木由香・吉川純子・澤田純明・下岡順直・宮田佳樹・丸山真史・佐々木繁喜・中村由克・岩瀬 彬・小熊博史・麻柄一志・片岡 新・角田朋行
2. 発表標題 山形県南陽市北町低湿地発掘プロジェクト：2020 - 23年度合同発掘調査の中間的報告
3. 学会等名 日本考古学協会第89回総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直・川野良信・長井謙治
2. 発表標題 複合遺跡で検出された礫群の考古学的研究：愛知県新城市萩平遺跡A地点隣接地を例として
3. 学会等名 日本考古学協会第89回総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直・国武貞克・早田 勉・伊藤茉由子・小野澤拓馬・須藤隆司
2. 発表標題 旧石器遺跡鍵層となる八ヶ岳新期第4テフラ（Yt-Pm4）の年代学的研究
3. 学会等名 日本旧石器学会第21回研究発表
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直・国武貞克・早田 勉・大石雅之・須藤隆司
2. 発表標題 八ヶ岳新期第4テフラ(Yt-Pm4)の放射性炭素年代について
3. 学会等名 日本第四紀学会2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西田泰民・下岡順直・長友恒人
2. 発表標題 熱ルミネッセンス年代測定法を用いた新潟県内近世近代窯業址の操業時期解明に向けて
3. 学会等名 日本文化財科学会第40回記念大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直
2. 発表標題 熱ルミネッセンス年代測定法を用いた考古学研究への寄与
3. 学会等名 応用物理学会、極限的励起状態の形成と量子エネルギー変換研究グループ第13回研究会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直
2. 発表標題 ルミネッセンス法による熱履歴分析:古地磁気法との比較研究レビューから
3. 学会等名 岡山理科大学フロンティア理工学研究所主催研究集会「地球電磁気学と考古学・人類学の連携による人類生息環境の変遷研究の展開」
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 下岡順直・長井謙治・川野良信
2. 発表標題 愛知県秋平遺跡出土焼礫の熱ルミネセンス年代測定による考察
3. 学会等名 日本文化財科学会第39回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下岡順直・高井康宏
2. 発表標題 光ルミネセンス特性を用いた被熱温度推定法の再検討
3. 学会等名 日本文化財科学会第39回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shitaoka, Y., Takai, Y. and Kobayashi, K.
2. 発表標題 Firing temperature estimation of archeological burned materials using sensitivity change of OSL
3. 学会等名 6th Asia Pacific Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (APLED2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下岡順直・三好雅也・山本順司・柴田知之・長友恒人・竹村恵二
2. 発表標題 玄武岩質溶岩の熱ルミネセンス年代測定: 鬼箕単成火山について
3. 学会等名 国際火山噴火史情報研究会EHA1 2022-2
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 下岡順直・長井謙治・小林謙一
2. 発表標題 光ルミネッセンス法を用いた縄文土器資料の焼成温度推定(2)
3. 学会等名 日本文化財科学会第38回大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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

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