

令和 2 年 6 月 21 日現在

機関番号：80101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01204

研究課題名(和文) X線CTを核としたアイヌ民族資料の保存修復に関する研究

研究課題名(英文) Studies on the conservation and restoration of Ainu's cultural properties with the aid of X-ray computed tomography

研究代表者

杉山 智昭 (Sugiyama, Tomoaki)

北海道博物館・研究部・学芸員

研究者番号：90446310

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、X線CTスキャナによる資料の非破壊三次元調査を核として、地域に遺されたアイヌ民族生活関連資料を長期にわたって安全に利活用していくための基礎情報の取得と資料内部構造に含まれる歴史情報の抽出、伝統的な工芸技術の復元・継承等を旨とした基礎的な取り組みを行った。その結果、1)アイヌ民族生活関連資料の内部構造、製作技法、製作年代、製作地、劣化状態、修復技法に関する情報を獲得する上でX線CTスキャナを用いた調査が有効であること、2)データベース化した三次元情報を画像あるいは3Dレプリカの形で利用することにより、アイヌ民族生活関連資料の製作技術の解明・復元が可能となることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた成果は、保存科学の観点から体系的な科学調査が十分進んでいなかったアイヌ民族の生活関連資料を適切に利活用していくための基礎情報と位置付けられるものである。また、貴重な文化財を将来にむけ永く守り伝えていくためには、製作や修復にかかる技術的知見が必須となるが、当該資料群についてはその内部構造情報について不明な部分も多い。したがって、従来の外部形態情報と併せて、内部に隠された製作・修復技術にかかわる詳細情報の抽出とデータベース化は、現代のアイヌ工芸家、修復家を文化財科学の力によってサポートし、アイヌ民族文化の復興を図る上で学術的、社会的に大きな意義を有する。

研究成果の概要(英文)：Cultural properties which have been handed down by the Ainu people are essential subjects to understand their identity, history. However, some Ainu's cultural properties stored in storage rooms are fragile and facing significant degradation. In this study, non-destructive three-dimensional internal structural surveys by X-ray computed tomography (CT) scanner were carried out to observe the condition of various Ainu's cultural properties. The results of this study showed that X-ray CT scanner-generated images provide the inner structure of these cultural properties in detail and discover their manufacturing and repair methods, production age and area, and evaluate state of degradation. Furthermore, it is revealed the images and 3D printer-generated replicas enable to restore the manufacturing methods of Ainu's cultural properties with high accuracy.

研究分野：文化財保存科学

キーワード：保存科学 アイヌ民族資料 X線CTスキャナ 非破壊調査

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 北海道にはアイヌ民族が伝えてきた数多くの生活関連資料が各地に遺されているが、その素材や構造、製作の技法・地域・時期等に関する情報は十分ではなく、未だ不明な部分を多く有する資料群である。また、その中には生活の道具として長年使用されてきたものもあり、保存状態が良好なものばかりではない。そのため、国内外の収蔵施設に保管されているアイヌ生活関連資料については、脆弱で著しい劣化が確認されるもの、早急に修復を要するものも多数存在している。したがって、今後、当該資料群にも一層求められてくる文化財活用促進の潮流に適切に対応していくためには、まず、各資料に対する客観的なコンディション調査を行った上で、文化財保護の観点からそのデータを運用していくシステムの構築が不可欠である。しかし、製作時や過去に実施した修復時の記録に乏しい当該資料群について、資料コンディションに関わる詳細情報を従来の非破壊法（外部観察・計測など）のみで入手するには限界がともなう。

(2) 近年、高精度の X 線 CT（Computed Tomography）スキャナが調査対象の内部構造を明らかにするための手段として、文化財保存修復分野においても広く使用されるようになり、製作・修復技法の解明や劣化状態の評価につながる重要なデータが蓄積しつつある（文献 1 など）。アイヌ民族の生活関連資料については、2016 年までに北海道博物館、九州国立博物館、平取町立二風谷アイヌ文化博物館、奈良大学によるチームがこれまで体系的な科学調査がほとんど手つかずの状況にあった当該資料群についての基礎情報を得るため、一部の資料に対し X 線 CT スキャナを用いた内部構造の調査を行ってきた。その結果、限られた調査例においても、木製の杵や漆器類、小刀、宝刀の刀装具などにおいて、外部観察からは確認することのできない内部での割れや空隙、文化財害虫による食害や木材腐朽菌による腐朽の有無と劣化範囲を客観的に特定することが可能であることが判明し、X 線 CT スキャナによる現況調査の有用性を強く認識するに至った。さらに、X 線 CT スキャナによって得られた三次元画像からは、調査対象資料の素材・構造、製作・修復技法（木取り、加工方法、接合部の形状、後補素材の取り付けなど）に関する豊富な情報が得られることも明らかとなった（文献 2、3 など）。これらの成果から、貴重なアイヌ民族の生活関連資料を今後、長期間にわたって良好な状態で引き継いでいくためには、科学的なデータに基づいたより広範な資料情報の収集、データベース化、および関係機関・工芸（修復）専門家による情報の共有・活用が不可欠であることが示唆されている。

2. 研究の目的

本研究では、X 線 CT スキャナを核とした非破壊調査により、アイヌ民族生活関連資料の長期的な保存管理・修復・活用計画に資する客観的な劣化診断を実施し、情報のデータベース化を行う。次いで、関係機関でのカルテ共有化・運用を可能とする基盤（フォーマット）の構築に向けた検討を実施する。また、アイヌ民族生活関連資料の素材や構造、製作・補修に関する詳細な情報を収集、蓄積することによって、実際に使用されている技術の解明・復元につながる知見の獲得を目指す。

3. 研究の方法

(1) アイヌ民族生活関連資料の内部構造・製作情報の把握

①文化財用 X 線 CT スキャナ（九州国立博物館、奈良国立博物館）を用いて、北海道博物館および平取町立二風谷アイヌ文化博物館所蔵の多様な素材からなるアイヌ民族生活関連資料の三次元情報を収集し、データベース化を行った。また、一部の資料については蛍光 X 線分析により金属部位の元素組成について調査を行なった。

②類似する形状、あるいは使用目的を有する資料につき、アイヌ民族以外の生活関連資料を含めて内部構造情報を比較し、当該資料群の有する独自性や多様性、普遍的要素について検討を行った。

(2) アイヌ民族生活関連資料の現況状態および修復部位の調査

①得られた三次元情報により、外部からは観察されない微小な割れ、破損、部材の脱落を含めた現状における劣化の有無について情報を収集するとともに、劣化が確認された資料について、正確な劣化範囲の把握、構造的に脆弱となった部分の特定を行った。

②修復が施されている領域を三次元的に特定するとともに、その修復技法や修復素材の解明にむけた検討を行った。

(3) 獲得情報のデータベース化と運用に関わる検討

①三次元情報の収集・蓄積に先立ち、解像度、焦点距離、X 線出力、アーティファクト軽減など、データベース化後の利用を考慮した X 線 CT スキャナ各種撮影条件の絞り込みを行った。

②データベースへの記載情報項目を整理するとともに、地域の文化財公開施設においても共有可能な汎用性が高く、使い勝手の良いフォーマットの構築について検討した。

③データベースの三次元画像および 3D プリンタによって製作したレプリカを現代のアイヌ工芸家に提供することにより、実際の資料に即した形でのアイヌ民族生活関連資料の製作技術の復元について検討した

4. 研究成果

(1) X線CTスキャナを用いて、祭祀用の矢筒や太刀、小刀、漆器、煙草入れ、耳飾りなど多様なアイヌ民族の生活資料の内部構造を調査した結果、当該資料群の適切な保存修復を実施する上で重要となる素材の使用法や製作技法に関する情報を獲得・蓄積することができた。この調査過程で、大部分が交易や労働の対価あるいは購入品などとして本州よりもたらされたものとされている漆器類については、「曲げ物」を模した「挽き物」構造を有する行器（図1）など、類例と構造が大きく異なる資料の存在が確認された。これらの資料については文様の形式、漆の彩色パターンとあわせ、本州内で流通していた漆器とは一線を画す、当初よりアイヌ民族との交易専用として製作された可能性が高いものと考えられる。また、外観からは把握できない資料内部の接合金具について、ソフトウェア上で三次元データ解析を行った結果、製作年代や修復履歴を反映した情報を有する接合金具の形状、サイズについての詳細な計測情報を入手することができた（図2）。上記の結果はアイヌ民族に伝わった漆器類の産地や流通経路、製作年代の解明においてX線CTスキャナを用いた内部構造調査の有効性を強く示唆するものである。したがって、アイヌ民族のたどってきた歴史への理解を深化させていく上で今後のさらなる資料調査の展開・継続が重要と考えられる。

また、アイヌ民族が自ら製作した小刀や祭祀用矢筒などについてX線CTスキャナによる内部構造調査を行なった結果、同一の使用目的を有し、外観が類似した資料間において、内部に異なる加工が施されていることが明らかとなり、製作技術の多様性が認められた。これらの構造が資料の作り手あるいは製作年代・地域間の差異に起因するものであるかに関しては、今後のさらなる調査と情報蓄積により検証される必要がある。さらに祭祀用矢筒において蛍光X線分析装置による金属部の元素分析を実施した結果、金属部品ごとに不規則な元素組成のばらつきが認められる資料の存在が確認された。これらの差異が当初の意匠によるものであるか、後代の補修によるものかについては、さらなる調査を通して、類例を蓄積していくことが必要と考えられる。

(2) 草本、木材、金属、皮革、骨、角など様々な素材から構成されるアイヌ民族資料のコンディションについて三次元情報を立体解析した結果、外観観察からは認められない微小な割れ、破損、部材の脱落を含めた現況を詳細に把握することが可能であった。また、生物劣化に関しては、文化財害虫による食害状態や木製資料の腐朽状態を資料内部の密度分布を画像解析することによって詳細にモニターすることが可能となった。これにより、文化財公開施設等におけるX線CTスキャナの運用が資料に生じている物理的および生物的劣化の全体像を包括的にとらえ、資料の保存管理、修復方針の策定や展示、搬送、教育普及事業などにおける取り扱い作業に対して、科学的見地より詳細な情報を提供し、技術的サポートを行う手段として有効であることが明らかとなった。

(3) 修復が施されている資料に対して、その修復領域と修復材料についてX線CTスキャナによる

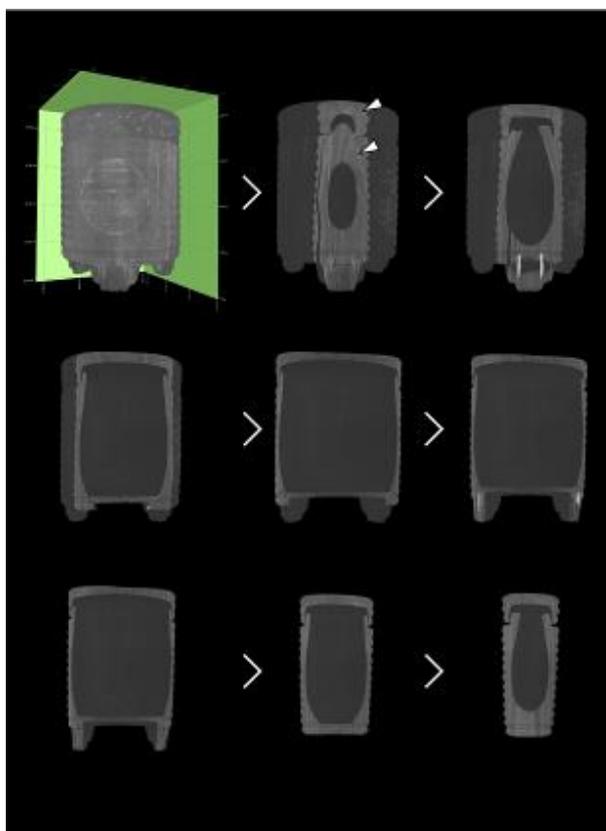


図1 X線スキャナによる漆器（行器）の調査例
（製作技法に関する情報の抽出）
※矢頭：連続する板目のパターン

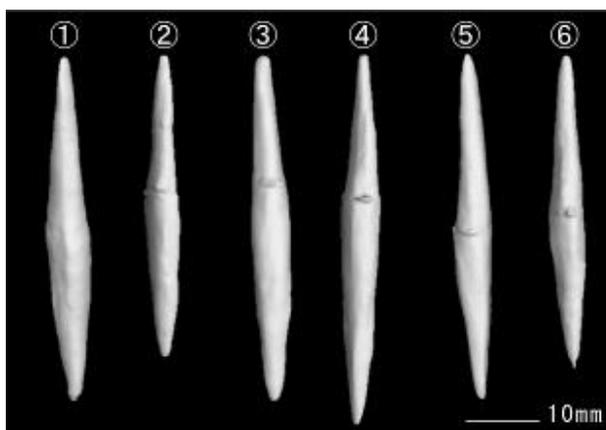


図2 X線CTスキャナによる内部接合金具（相釘）
の調査例
（製作技法・年代に関する情報の抽出）

三次元画像抽出と蛍光X線分析装置による素材調査を行なった結果、修復の技法、素材についての客観的な内部情報を備えた資料カルテの作成および、今後の利活用の際、必要となる補修部位の現時点における安定性について評価することが可能となった(図3)。

(4) サイズ、密度の異なる素材から構成される資料について三次元情報の収集とそれに続くデータベース化を行うため、低密度から高密度の資料あるいは、その複合資料についてX線CTスキャナの影条件の絞り込みを行った結果、解像度、焦点距離、X線出力等について一定の条件を確立することができた。また今後、汎用性が高い形で資料の三次元情報を活用すべく、画像形式(PDF、BMPなど)でデータベースを構築した。本データベースはアイヌ民族生活関連資料の構造やコンディションを直感的に捉えることを可能とするため、資料の保存修復あるいは利活用を行う上での基礎的な情報源として有用性が高いものと考えられる。

(5) 現代のアイヌ伝統工芸作家にデータベース上のアイヌ民族資料(小刀)の三次元画像および、三次元データをもとに3Dプリンタを用いて製作した石膏レプリカを提供し、「実際の資料構造」に即した形でアイヌ民族資料の製作技術を復元する試みを行った。その結果、3Dプリンタを用いて、対象資料の部品ごと、あるいは様々な任意断面でプリントアウトした各種レプリカを参照に工程を進めることで、工芸作家が迷いなく客観的な情報に基づいた製作活動に取り組めることが実作業を通して確認された(図4)。このことは、不明な点も多いアイヌ民族資料の製作技術の解明・復元・継承にX線CTによる調査が大きく寄与しうることを示唆するものである。

<参考文献>

- 1) 「X線CT(3D-CT)を用いた文化財の状態調査」今津節生、鳥越俊行、輪田慧、楠井隆志『2013 東アジア文化遺産保存国際シンポジウム発表要旨集』、39-43頁、2013年
- 2) 「アイヌ民族文化財のX線CTによる現況調査(Ⅱ)」杉山智昭、今津節生、鳥越俊行、赤田昌倫、小林幸雄、長田佳宏、佐々木利和『北海道博物館紀要 第1号』、111-118頁、2016年
- 3) 「文化財調査におけるX線CTの活用」北海道記念館開拓編『シンポジウム文化財調査におけるX線CTの活用発表要旨集』、6-67頁、2014年

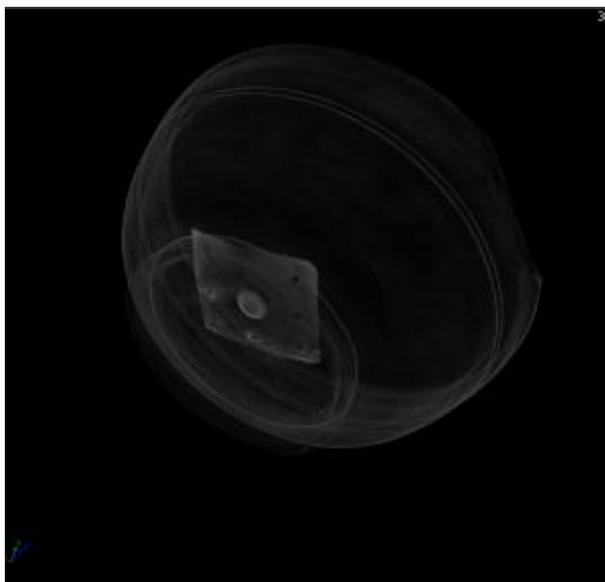


図3 X線スキャナによる碗の調査例
(修復技法・材料に関する情報の抽出)



図4 3Dレプリカを参照にした原資料に忠実な構造を有する複製の製作
(製作技術の解明・復元)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 杉山智昭, 赤田昌倫, 鳥越俊行, 長田佳宏, 大江克己, 今津節生	4. 巻 4
2. 論文標題 X線CTによるアイヌ民族資料「シントコ（行器）」の製作技法および劣化現況に関する調査	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 北海道博物館研究紀要	6. 最初と最後の頁 21-28
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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 杉山智昭, 鳥越俊行, 赤田昌倫, 大江克己, 長田佳宏, 貝澤守, 清水宏至, 今津節生
2. 発表標題 X線CTによるアイヌ民族資料の調査 ~ 保存修復から技術伝承まで ~
3. 学会等名 日本文化財科学会公開講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山智昭
2. 発表標題 アイヌ民具の保存・活用における現状と課題
3. 学会等名 東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター専門家会議（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山智昭, 赤田昌倫, 大江克己, 鳥越俊行, 長田佳宏, 清水宏至, 今津節生
2. 発表標題 X線CTスキャナを用いたアイヌ民族資料製作技術の可視化
3. 学会等名 日本文化財学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山 智昭, 赤田 昌倫, 鳥越 俊行, 長田 佳宏, 大江 克己, 今津 節生
2. 発表標題 アイヌ民族文化財保存修復体制の確立にむけた X線CTによる資料現況調査
3. 学会等名 文化財保存修復学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉山智昭
2. 発表標題 X線CTと3Dプリンタを駆使したアイヌ民族資料 「イカヨブ(狩猟用矢筒)」の内部構造および内容物の可視化
3. 学会等名 文化財保存修復学会第39回大会
4. 発表年 2017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
研究分担者	今津 節生 (Imazu Setsuo) (50250379)	奈良大学・文学部・教授 (34603)	
研究分担者	鳥越 俊行 (Torigoe Toshiyuki) (80416560)	独立行政法人国立文化財機構奈良国立博物館・その他部局等・室長 (84603)	
研究分担者	赤田 昌倫 (Akada Masanori) (90573501)	独立行政法人国立文化財機構九州国立博物館・学芸部博物館科学課・客員研究員 (87106)	