
共同研究の経過と概要

齋藤 努

本報告書は、2007年度から2009年度にかけて実施された国立歴史民俗博物館共同研究「歴史資料に対する自然科学的調査法の開発と適用に関する研究」の成果をまとめたものである。

1. 研究の概要

この共同研究を開始した当初の目的は、次の通りであった。

様々な歴史資料の材質や産地・年代を明らかにする方法として、これまで行われてきた化学分析のほかに画像分析を加えて研究を行う。研究の蓄積のある金属技術資料を中心とし、画像分析による材質判定の開発研究を試行するのに適した関連資料についても対象とし、工芸技術全般の解明をめざす。化学分析については、組成分析、鉛同位体比法による原料産地推定、金属組織による材質調査、年代測定などを広く視野に入れる。画像分析については、歴史資料への適用はまったく新しい試みであり、国内外においてもこれまで行われていない。したがって、光源・撮影条件による材質の判定分析、各部の形状の自動判断による分類、表面状態の判別などについて、分析方法の開発とその有効性について検討する。対象資料は館蔵資料を中心とし、必要に応じて他機関の資料を扱う。下記の研究組織は中心となる者であり、個々の資料調査の際には関係する館内外の研究者に適宜協力を仰ぐ。

これらのうち、画像解析については、まず、資料撮影時に使用する光源とフィルタを選択することで、撮影画像から資料情報を解析するための基礎的手法の開発と適用についてまとめた。また、赤外線動画映像による逐次温度測定の方法を伝統技術の解析に応用した事例についても本報告書の中で扱っている。

組成分析や材質調査について、新しい手法の開発としては、壁画資料に対してシンクロトロン放射光を照射し、その特性によって多岐にわたる情報を引き出すことに成功した分析結果を取り上げた。これまでの分析方法の応用例としては、古墳出土資料の中に見出されることのある高比素鉄器について、複数の方法を組み合わせることによってその産地について可能性を指摘している事例を報告した。

2. 研究組織

館外と館内にわけ、それぞれ五十音順で示した（所属は2007年度現在）。◎は研究代表者、○は副代表者である。

-
- 亀田修一 岡山理科大学・総合情報学部
高塚秀治 学識経験者
土生田純之 専修大学・文学部
原田一敏 東京国立博物館
安達文夫 国立歴史民俗博物館・研究部
今村峯雄 国立歴史民俗博物館・研究部
宇田川武久 国立歴史民俗博物館・研究部
小瀬戸恵美 国立歴史民俗博物館・研究部
◎齋藤 努 国立歴史民俗博物館・研究部
○坂本 稔 国立歴史民俗博物館・研究部
杉山晋作 国立歴史民俗博物館・研究部
鈴木卓治 国立歴史民俗博物館・研究部
永嶋正春 国立歴史民俗博物館・研究部
藤尾慎一郎 国立歴史民俗博物館・研究部
宮田公佳 国立歴史民俗博物館・研究部
村木二郎 国立歴史民俗博物館・研究部

[ゲストスピーカー]

- 津村徳道 千葉大学・工学部
谷口陽子 筑波大学大学院・人文社会科学研究科

3. 研究の経過

◇2007年度

【研究会】

2007年8月1日（国立歴史民俗博物館）

「質感工学とその応用」（津村徳道）

「錦絵資料の測色データベースの構築と色彩分析の試み」（鈴木卓治）

「古代の青銅製品資料」（村木二郎）

2007年12月6日（国立歴史民俗博物館）

「錦絵および板木資料の赤外ラマン分析」（小瀬戸恵美）

「展示資料への画像技術の応用に関する検証」（宮田公佳）

2008年3月6日（国立歴史民俗博物館）

「紫外線・可視光線・X線を使用した資料分析の総合化」（永嶋正春）

「赤外線サーモグラフィーによる逐次温度測定」（齋藤努）

2008年3月24日～27日（法華三郎信房氏工房）

伝統技術（焼き入れ）に関する調査（齋藤努，坂本稔，高塚秀治）

【成果】

金属製品、錦絵、染織資料などを中心に、蛍光X線、X線回折、ラマン分光、透過X線といった化学分析の手法と、可視・近赤外分光反射スペクトル、紫外分光反射スペクトルなどの画像分析の手法を組み合わせ分析を行った結果について、その特徴や適用の可能な資料種別などを総合的に検討した。特に館蔵の錦絵は様々な面からみて本研究の目的に合致していることがわかり、今後は美術史的な問題点を意識しながら他の手法でも解析を試みていくことで合意した。また引き続き適切な資料をさぐるとともに、2007年度の研究会で取り上げなかった分析手法についても検討を加えることになった。

◇ 2008 年度

【研究会】

2008年10月16日（国立歴史民俗博物館）

「日本出土のヒ素含有鉄器について」（永嶋正春）

「韓国蔚山・達川遺跡から出土したヒ素を含む資料の分析結果」（高塚秀治）

「日本刀製作時の焼き入れ温度と焼刃土の効果」（齋藤努）

2008年11月4日～7日（法華三郎信房氏工房）

前近代技術（大鍛冶）の復元実験（齋藤努，坂本稔，高塚秀治）

2009年3月5日（国立歴史民俗博物館）

「ラマンイメージングによる錦絵顔料の分析」（小瀬戸恵美）

「画像工学と分析化学の連携による歴史資料解析手法の検討」（宮田公佳）

【成果】

鉄製品と錦絵に対する研究結果に重点をおいて検討を行った。以前から問題になっていたヒ素を高濃度で含む鉄製品について、国内の出土資料分析結果と遺跡の検討から朝鮮半島との関連が浮かび上がり、また韓国の達川遺跡出土資料との比較から、韓国蔚山がその原料産地である可能性が指摘された。これについては特に韓国出土資料について分析例を蓄積していく必要がある。日本刀の焼き入れ工程を対象として、赤外線サーモグラフィを利用した温度測定が実施され、刃文と加熱温度との関係、焼刃土の保温効果について検討が加えられた。錦絵顔料について携帯型ラマン分光分析装置によって材質分析が行われた。この成果は企画展示「錦絵はいかにつくられたか」でも発表された。

◇ 2009 年度

【研究会】

2009年7月29日～8月1日（法華三郎信房氏工房）

伝統技術（卸金）に関する調査（齋藤努，坂本稔，高塚秀治）

2009年8月28日（国立歴史民俗博物館）

「シンクロトン放射光を用いたXRD/XRF同時測定と μ FTIRイメージング：パーミヤーン壁画の事例から」（谷口陽子）

「刀剣素材を作るための卸し鉄と折り返し鍛錬における温度条件」(齋藤努)

2009年11月26日 (国立歴史民俗博物館)

「ヒ素を含む鉄鉱石類の分析結果と今後の調査計画」(高塚秀治)

「ヒ素含有鉄器の分析結果」(永嶋正春)

【成果】

絵画顔料に適用されている分析方法の事例とその結果について、ゲストスピーカーを招いて発表を行ってもらった。

日本刀の素材を作る卸し鉄と折り返し鍛錬を対象として、送風量の計測と赤外線サーモグラフィーを利用した温度測定が実施され、浸炭・脱炭条件下における送風条件と炎の温度の違い、炭素濃度が異なる鉄素材を扱う際の加熱温度の違いと変化状況などについて検討が加えられた。前年度に引き続きヒ素を高濃度で含む鉄製品について、国内出土鉄製品と達川遺跡出土資料や鉄鉱石類の分析結果について情報交換し、研究の総括に向けての計画を検討した。

4. 研究成果の概要

自然科学的な分析法は数多く開発されているが、実際に歴史資料の分析に適用され、成果をあげているものはそのごく一部に過ぎない。その理由は、歴史資料がもつ特性(形状・大きさの不均一、成分・組織の不均質、表面の錆化・劣化など)と歴史資料分析における制限(歴史学・考古学的考察に役立つ結果が得られるようにする、非破壊を基本とする、試料採取はできるだけ微量にとどめるなど)に適合する方法が限られているためである。本共同研究の主要な目的は、このような条件に合うような新しい分析・調査手法について検討し、実資料への適用を試みる基礎的研究を実施することであった。

この目的のため、初年度は金属製品、錦絵、染織資料などを中心に、蛍光X線、X線回折、ラマン分光、透過X線といった化学分析の手法と、可視・近赤外分光反射スペクトル、紫外分光反射スペクトルなどの画像分析の手法を組み合わせ分析を行い、その特徴や適用の可能な資料種別などを広く総合的に検討した。

その結果、特に館蔵の錦絵は、様々な面からみて、本研究の目的を達成するための対象資料として適切であることがわかり、美術史的な問題点を意識しながら、測色分光法、ラマンイメージング法などを中心として解析を試みていくことにした。また赤外線サーモグラフィーによる温度測定が伝統技法の解明に有効であることがわかり、刀剣の素材や製作技術の調査に適用を試みることにした。そのほか、以前から問題となっていた、古墳などから出土するヒ素を高濃度で含む鉄製品について、国内の出土資料分析結果と遺跡の検討から朝鮮半島との関連が浮かび上がり、また韓国の達川遺跡出土資料との比較から、韓国蔚山がその原料産地である可能性が指摘された。これらの課題を中心として研究を総括していくこととした。

得られた成果は下記のとおりである。

まず錦絵については、顔料と板木について携帯型ラマン分光分析装置によって材質分析が行われた。このような有機質のデリケートな資料を対象として初めてラマン分光データを得ることに成功し、いくつかの顔料の識別を行うことができた。これは物質の分子構造に基づいた情報を得ること

ができる方法であり、非破壊分析法として従来からよく行われてきた蛍光X線分析法による成分分析と組み合わせることによって多角的な情報を得ることができると期待される。この結果は『国立歴史民俗博物館研究報告』に掲載され、また企画展示「錦絵はいかにつくられたか」においても発表された。

赤外線サーモグラフィによる温度測定については、日本刀製作時の焼き入れ工程における刃文と加熱温度との関係、焼刃土の保温効果についての検討、卸し鉄における浸炭・脱炭条件下における送風条件と炎の温度の違いとの対応関係、折り返し鍛錬における炭素濃度が異なる鉄素材を鍛える際の加熱温度の違いと変化状況などの検討、大鍛冶の再現実験、に適用された。この結果は日本文化財科学会大会で発表され『考古学と自然科学』誌に掲載されたほか、大学院講演会などで紹介が行われた。

ヒ素を高濃度で含む鉄製品については、国内の出土資料分析結果と遺跡の検討から朝鮮半島との関連が浮かび上がり、また韓国の達川遺跡出土資料との比較から、韓国蔚山がその原料産地である可能性が指摘された。蛍光X線分析や走査型電子顕微鏡分析、放射化分析などにより調査が行われた。この結果は日本文化財科学会大会で発表された。