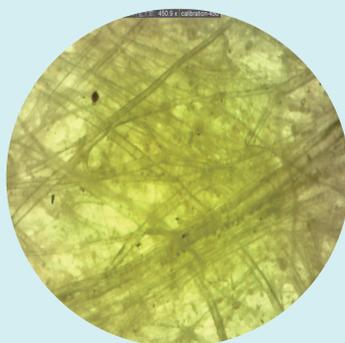


# 古文書を科学する

## 料紙分析 はじめの一步



研究代表者

**渋谷 綾子 (編)**

# **Science of Japanese Historical Materials**

## **Initial Steps for Starters**

**Ayako Shibutani (ed.)**

Grant-in-Aid for Scientific Research (A) (19H00549)

Establishment of International Research for Historical Paper Materials

表紙写真

左上 コウゾ

右上 分析対象の史料

左下 顕微鏡を使った観察

右下 顕微鏡撮影画像（450倍）

## 目次 Contents

<b>本書のねらいと使い方</b> .....	<b>1</b>
料紙研究の現状	
ガイドとしての使い方	
<b>押し葉標本と植物素材の DNA 分析</b> .....	<b>3</b>
DNA 分析用押し葉標本の作り方	
植物素材カジノキの DNA 分析について	
<b>プロジェクトで調査している史料</b> .....	<b>11</b>
松尾大社社蔵史料について	
陽明文庫所蔵史料について	
修復された史料 – 国立歴史民俗博物館所蔵史料から	
<b>顕微鏡を用いた料紙の分析</b> .....	<b>15</b>
(1) 分析項目	
(2) 顕微鏡の特徴と観察する物質	
(3) 顕微鏡による撮影手順	
(4) 料紙に用いられた繊維の種類と判別方法	
<b>歴史情報の資源化と文化財保存</b> .....	<b>24</b>
古文書を守り伝える	
コンピュータで料紙調査データを活用するために	
東京大学史料編纂所のデータベースと料紙研究	
<b>参考文献</b> .....	<b>29</b>

# 本書のねらいと使い方

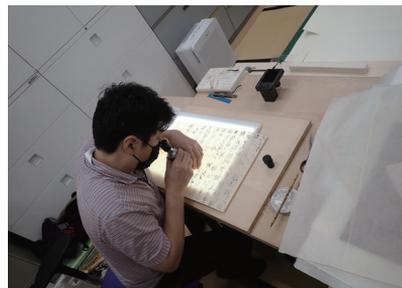
Aims and How to Use This Guide

## 料紙研究の現状

日本における古文書や古記録類に用いられた紙（料紙）の研究は、現在まで非常に多くの研究が行われてきています。近年は顕微鏡を用いた観察によって、料紙の種類の特定や表裏の識別、墨や朱など使用素材の分析、料紙の製造方法や使用方法の解明、装丁技術の分析が進められています。料紙の製造過程で添加された植物性の物質や紙の継ぎ目に使用された糊の特定など、考古学や植物学の分析手法を応用した研究も進められています。

しかし、料紙の調査研究を行うすべての人が自然科学的な知識をもち、機器や設備の使用に慣れているわけではありません。そのため、調査で獲得される自然科学的なデータが不十分となり、分析結果やそこから導かれる解釈に大きく影響します。史料の状態によっては調査後に修理が行われ、失われてしまう情報があるかもしれません。

さらに、これまでの研究では、調査者によってデータの取得方法や対象とするデータ項目が異なるため、客観性の不足が指摘されています。分析にもちいたデータの一部は論文や書籍、データベースなどで公開が試みられていますが、部分的で表面的な提示にとどまっています。研究者間でのデータの共有も不十分であり、長年にわたって蓄積されてきた多くの研究データが十分に活用されていない現状にあります。



## ガイドとしての使い方

本書は、自然科学を専門としない調査者が、料紙の科学分析において必要となる情報を可能な限りきちんと記録できることを目指して作成しました。料紙の科学分析に関する書籍や論文は、これまで数多く刊行されています。しかし、実際の現場において「何をどうすべきか」という視点で書かれたものはほとんどありません。

特に、顕微鏡などの分析機器や設備を使うことのない・少ない人にとっては、そもそも機器の種類や特徴、使用方法などはなじみのないものであり、調査時に戸惑ってしまうことが多いでしょう。

そこで本書は、科学研究費補助金基盤研究(A)『『国際古文書料紙学』の確立』など共同研究プロジェクトで実践している内容から基本的なものを抽出し、基本ガイドとしてまとめました。史料の状態や調査の目的、経費や期間など、料紙の調査に関わる諸条件はそれぞれ異なります。マニュアルとして絶対視せず、現場での状況判断を優先してください。



## 押し葉標本と植物素材の DNA 分析

### Herbarium specimen and DNA analysis for identifying plant materials

私たちの研究では、科学分析の手法の一つとして料紙の植物素材を対象とする DNA 分析を行っています。

生物のさまざまな形質は、ある言語によって書かれています。A, T, G, C という 4 つの文字（塩基）から成り、それが DNA に記されています。ほぼすべての生物はこの言語で書かれた物語の本（ゲノム）であり、個体や生物によって物語、言い換えれば文字の並び（塩基配列）が異なります。つまり植物の DNA 分析は、植物の本、すなわちゲノム情報を用いてその性質やとりまく環境などを解明します。

植物のゲノム情報を用いる DNA 分析では、既知の製紙材料である植物種から比較対象となる DNA 配列を取得すれば、その配列の個体差をもって製紙起源を特定することができます。私たちは史料の非破壊観察・調査を徹底しているため、歴史資料自体を対象とする DNA 分析は実施していませんが、現生の植物サンプルから DNA の情報を抽出することによって、植物の産地を検討し、料紙の成分特定につなげようとしています。その成果は、近年各地で頻発する大規模な自然災害で被災した歴史資料の修理や長期保存の問題に対しても、植物のもつ情報を提言するという形で活かすことができます。これが、研究プロジェクトで DNA 分析を取り入れている理由です。

この章では、分析用サンプルとなる押し葉標本の作り方と DNA 分析の方法について紹介します。



常陸大宮市で栽培されているコウゾ



白峯神宮のコウゾ（撮影：高島晶彦）

## DNA 分析用押し葉標本の作り方

DNA 分析では、可能な限り若い葉を乾燥した状態で用います。ここでは分析に用いる標本の作り方をご紹介します。紫外線に当てなければ、どんな植物にも応用できます。

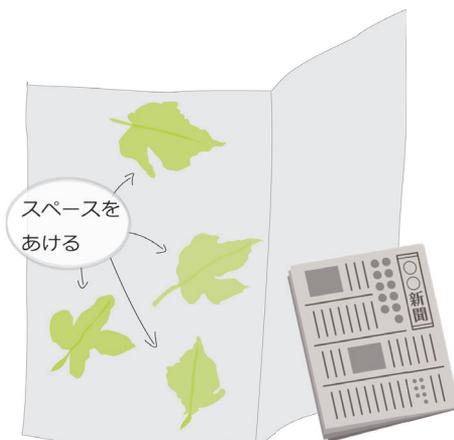
### 《用意するもの》

- 標本にする葉っぱ（1 本の木から数枚程度でよい）
- 新聞（朝刊 1 日分）
- チャック付きポリ袋 1 枚
- メモ用紙 1 枚（ポリ袋に書いてもよい）
- 辞典のような厚みと重量のある本 1 冊



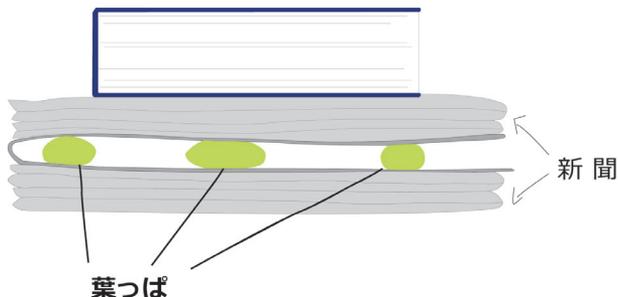
(1) 採取した葉を新聞紙 1 枚の上へのせ、茎や葉が重ならないようにバランスよく広げます。広げた葉の上に別の新聞紙をのせます。

- ◎ 葉同士が重ならなければ、あいているところに別の葉を並べてもかまいません。
- ◎ 採取した直後、なるべく新鮮なうちに加工するのがポイントです。
- ◎ 水分がついてぬれている葉を使う場合は、複数枚重ねた新聞紙を使ってください。



(2) 全体へ均一に圧力をかけます。

辞典のような、厚みと重さのある本が最適です。

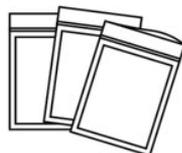


(3) 1日に1回、新しい新聞紙に替えながら、約1週間置きます。

(4) 1週間後、新聞紙から葉を取り出します。

このとき、

- ・葉が湿っている（新聞紙がまだぬれている）
  - ・・・(3)をくり返します
- ・葉が乾燥している（新聞紙が乾いている）
  - ・・・標本の完成です！葉をチャック付きポリ袋へ



◎ 袋には、葉を採取した場所、日付、採取した人の名前をメモ用紙に書いたものを入れます。

◎ メモの代わりにマジックでポリ袋に書いてもかまいません。



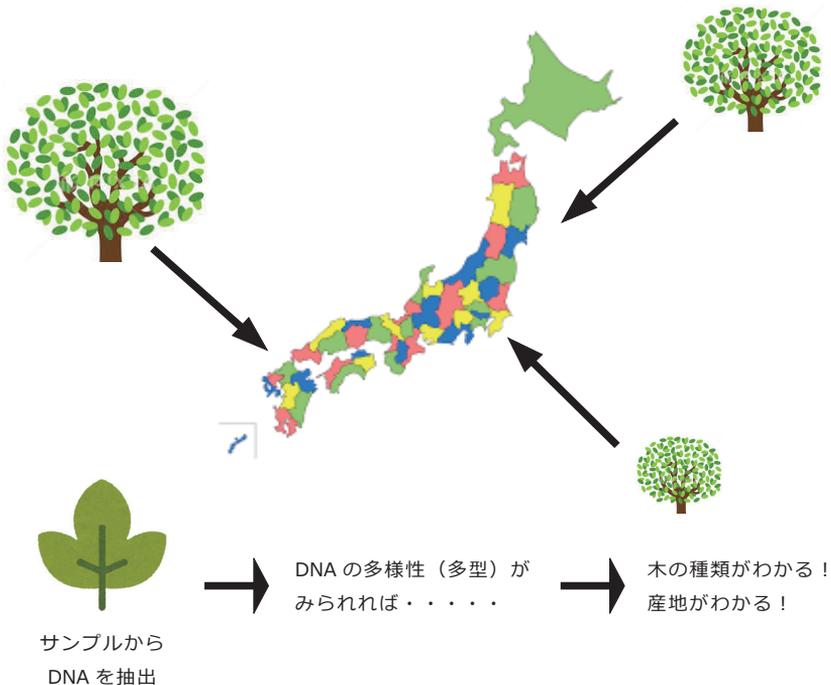
DNA 分析用標本が完成しました！

(文責：渋谷綾子)

# 植物素材カジノキの DNA 分析について

多型<sup>たはい</sup>ともいう DNA の違いがみられると、木の種類や産地の同定、個体としての樹の同定が可能になります（図 1）。そのためには DNA 抽出と多型の比較が必要となりますが、その手段は生物種によって限られてきました。現在は、次世代シーケンサーや MIG-seq (Suyama and Matsuki 2015 : Scientific Reports 5:16963) と呼ばれる方法があり、コストとの兼ね合いで選択できる方法が増えました。

図 1



## DNA の抽出と由来

分析に用いる葉は液体窒素で粉砕します。DNA の抽出には、ピペットマン、滅菌済のチップ (20ul, 200ul, 1000ul), チューブ, チューブを立てるスタンド, 細胞を凍らせて破碎するためのビーズなどが必要です (図 2)。ビーズによる破碎では、写真に示した破碎するための器具を必要とします。株式会社トミー精工, ビーズ式細胞破碎装置など複数の機械が販売されています。

図2 DNA抽出に必要な代表的な機材



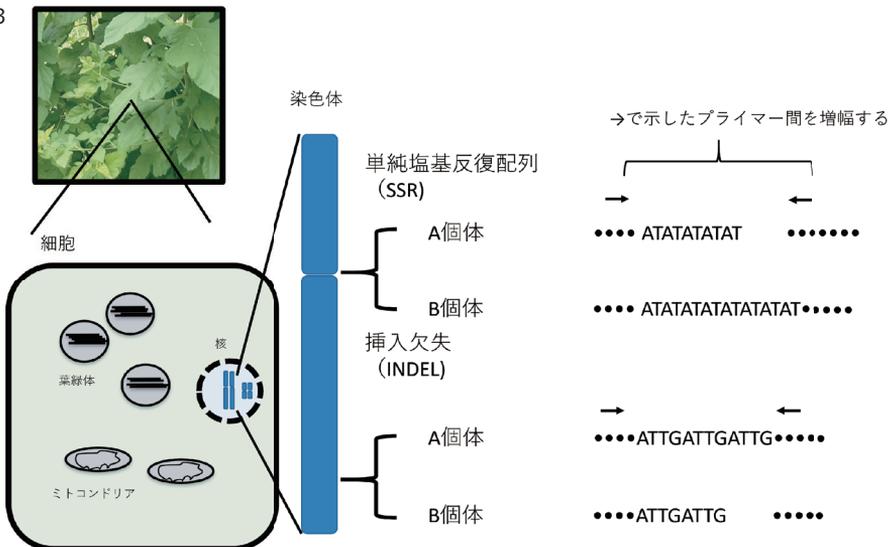
①微量の溶液を計測するピペットマンやDNA抽出に用いるチューブなど

②液体窒素（サンプルは凍らせることで細胞を破碎してDNAを抽出する）

③液体窒素で凍らせたあとに細胞を破碎する器具の例（TOMY Micro Smash MS-100）

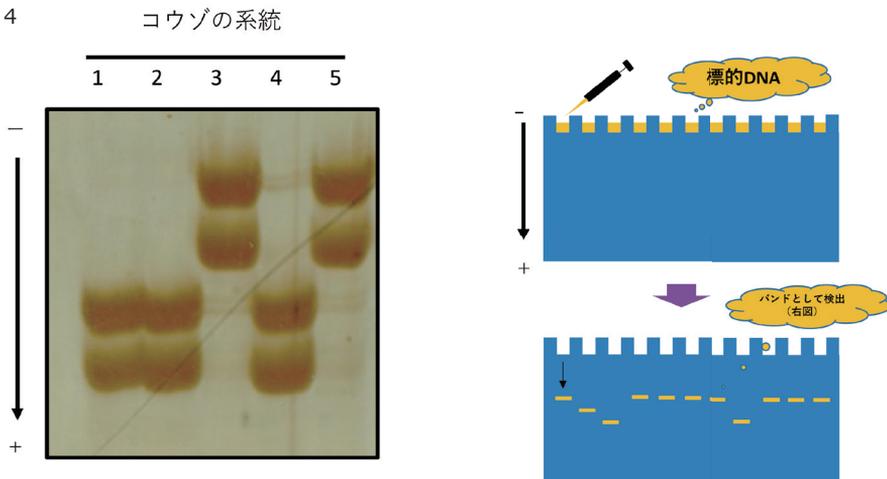
抽出されるDNAの由来は植物の場合、葉緑体、ミトコンドリア、核ゲノムです（図3）。核ゲノムのDNAは個体識別ができるものであり、他のゲノムは基本的に母親由来であるため、母系の追跡を行うことができます。

図3



得られた DNA は、PCR（ポリメラーゼ鎖連鎖反応）によって増幅させて多型をみます。標的となる配列は、個体間で変化しやすい領域の ATATAT などの単純塩基配列反復（SSR：Simple Sequence Repeat）や挿入欠失（INDEL：Insertion/deletion）を用いることが多いです。DNA の増幅により、調査に必要な供試材料（分析用サンプル）は微量ですみます。その後、電気泳動（電荷をもった分子に液体中で電流を流し、電気力によって加速され持っている電荷とは反対の極に移動させること）を行い、マーカーとなる多型を検出します（図 4）。

図 4



## ゲノムデータと次世代シーケンサー（NGS）

料紙の植物素材であるカジノキ（コウゾはヒメコウゾとカジノキの雑種）は、2 種類の葉緑体完全長ゲノム（NC\_037021 や KX828844）が公的な DNA データバンクにすでに保存され、誰でも閲覧可能となっています。登録データをもとに解析を行い、多型が検出される部分を標的として選ぶことができます（図 5）。樹木種の判定には、異論の出る場合があるので注意が必要です。さらに、NGS により、数多くの配列の登録が進められています。コンピューターによる解析では、フリーソフト（A Plasmid Editor（APE）、<https://jorgensen.biology.utah.edu/wayned/ape/>）を使うこともできます。

図 5 2 種類のゲノムデータを比較して予想される多型

INDEL1 complex

```

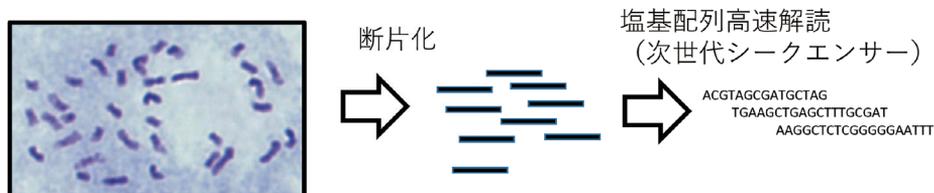
tttcttcttcttcaaaaaaaaaatgaaaaataggagtaattaatt          gggcgaacgacgggaattgaaccgcgcgatggtgattcacaatccactg
|||||
tttcttcttcttcaaaaaaaaaaa          taggagtaattaattaataattaatgggcgaacgacgggaattgaaccgcgcgatggtgattcacaatccactg

```

ゲノム情報はすべての供試系統（分析用サンプルの系統）やゲノム未知の個体には適用することができません。そのため、多型予測を行った後に実験的に多型を検出し、得られた情報を数値化して個体間の比較を行うことが必要です。さらに、NGSの使用では高純度のDNAを必要とするため、分析結果に影響しやすい不純物が多く含まれる樹木などは注意が必要です。カジノキについては、(株)キアゲン社のDNeasy Plant Mini Kitを利用して純度の高いDNAを精製することができます。従来の方と異なり、短くても100~150塩基対(bp)の配列を大量に得ることができます(図6)。

図6

### 核ゲノムの例 (イネ)



現在、NGSを利用した多様な手法が開発されており、その1つがMIG-seqです。SSRの間の配列はISSRといい、ISSRの長さの変異は個体の比較に利用されてきました。そのDNA断片をNGSで解析する方法がMIG-seqです。NGSで解析するために必要なデータ(DNBSEQ-G400 100bpのペアエンド1サンプルあたり100万リード程度)は、1ng(ナノグラムは100万分の1グラム)のDNA濃度で得ることができます。SSRはACTなどの繰り返しの配列があり、その端に異なる配列をつなげる1本鎖合成DNA(プライマー)をもとにPCRを行います。図7は、MIG-seqのデータ取得例を示したものであり、ACTの繰り返しとAGTの繰り返し(相補鎖と呼ばれる関係では前者と同じ)の間を標的としました。ここでは、配列のDNAや長さの違いをもとに多型を識別しています。さらに、実際に得られるデータはcatalogと呼ばれます。その配列データをもとに、個体間で異なった場合は数値化して比較します。本研究プロジェクトでは、カジノキの24サンプル間におけるcatalogとして4万242配列という解析結果が得られました。図8は、現生カジノキの在来種間での塩基配列の違いを示しています。

このように、多型をもとに現生カジノキの識別ができれば、料紙の生産地の解明や修復材料の選定の一助になるでしょう。





## プロジェクトで調査している史料

### Historical Materials in Our Research Projects

科学研究費補助金基盤研究(A)「『国際古文書料紙学』の確立」などの共同研究プロジェクトでは、料紙研究情報の国際標準化を通じて、歴史学の情報をより豊かにするとともに、国際的な歴史資料研究の基盤となるしくみを作り上げることを目指しています。具体的には、①考古学や植物学の手法を応用した料紙の科学研究方法の標準化、②大量かつ多様な研究データを作成・共有していくための基盤の構築、③特定の機器やシステム、機関に依存しない科学研究コミュニティの形成を進めています。これらを達成することにより、料紙情報の国際標準化を進め、日本だけでなく東アジア全体における、古文書や古記録など紙媒体歴史資料の科学研究を展開させることができます。

プロジェクトでは、松尾大社所蔵史料や陽明文庫所蔵史料などを対象として、料紙の構成物を解明し、内容の変化の検討を行っています。本章では、どのような史料なのかについてご紹介します。

#### 史料調査の風景（①②陽明文庫，③④松尾大社）



## 松尾大社社蔵史料について

松尾大社（以降、松尾社と略す）は京都市西京区、桂川の西岸、景勝地である嵐山の南に位置します。大宝元年（701）に社殿が建てられたといわれる古社です。「賀茂の厳神、松尾の猛霊」と比されるほど山城国の中で重要な位置を占めています。国家祈祷を担う二十二社体制では伊勢神宮、石清水八幡宮、賀茂社に次ぐ社格を有しています。松尾社は元来、渡来系氏族である秦氏の信仰を受け、社家もまた秦氏が明治維新まで勤めていました。

社家の秦氏は中世に至り東家・南家などに分かれるものの、神主・祢宜・祝など重要な祠官を担い、神事の催行、所領運営などを行っていました。近代以降、神社のみならず各社家が有する文書が移管され現在に至ります。これが今日、松尾社に所蔵されている「松尾大社史料」です。近代以降に社史編纂と史料整理がなされました。社史は未刊となっているものの、昭和9年（1934）に中村直勝によって目録整理が行われ、現在では1,859点を有することが確認されています。また令和2年（2020）の文書蔵の調査によって、未整理の史料も発見されており、調査・整理が急務となっています。整理されている史料で最も古いものとしては嘉応3年（1171）の「池田庄立券文」があります。その他、多くが中世・近世の史料です。内容としては朝廷から発給された太政官符や祠官の叙任・補任に関わる口宣案・綸旨、鎌倉・室町・江戸幕府の歴代将軍の書状や朱印状、織田信長や豊臣秀吉の朱印状など多岐に渡り、活字としては『松尾大社史料』として文書編7巻、典籍編3巻、記録編4巻が吉川弘文館より刊行されています。

特徴として社家の分家に伴い松尾社の権利を示す文書について「写」が多くある点です。近代の史料整理がなされたため、それぞれ分かれた社家が所有していた段階での伝来経路は不明のままです。文字情報のみならず料紙の分析を行うことによって「写」された時代が明らかになると、伝来経路の考察にも資することになるでしょう。



江戸期に成巻されたと考えられている巻子



近代に成巻された巻子

（文責：野村朋弘）

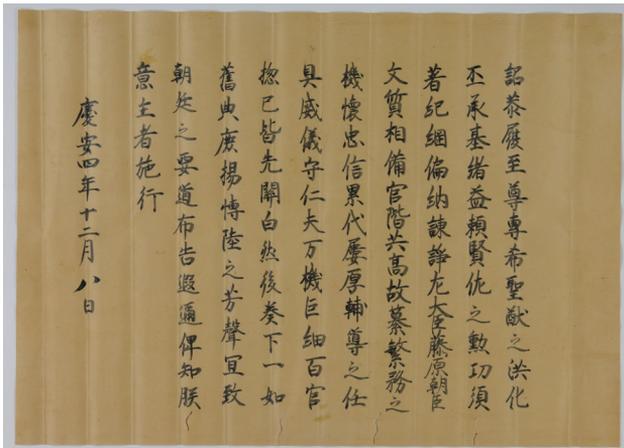
## 陽明文庫所蔵史料について

京都市右京区の陽明文庫には、平安時代以来、摂関家筆頭として千年以上にわたって政治・文化の中心であり続けた近衛家に伝来した十数万点の史料が、先人達のおかげによって散逸することなく守り伝えられています。その中では古記録や古文書、また歌集・物語や漢籍などの典籍が大部分を占めていて、料紙として多様な紙を見ることができます。

古記録では、ユネスコ「世界の記憶」として著名な藤原道長（966～1027）の『御堂関白記』以下、明治期の近衛篤磨（1863～1904）に至る歴代当主の日記をはじめ、当主夫人の日記や、近衛家に奉仕していた貴族や実務官僚たちの日記などがあります。たとえば鎌倉時代の当主が日記を書くのに利用した具注暦（日の吉凶など暦注が注記してあるカレンダー）は、たいへん上質で類例が少ないものです。また、詩懐紙や手紙などの反故を翻して書いている日記も多くあります。

古文書では、近衛家関係者が家族や周囲の人々とやりとりをした手紙のほか、官庁など外部の機関から受け取った文書などがあります。手紙には、天皇や朝廷の貴族たちをはじめ、将軍や戦国大名など全国の武士、さらには僧侶や文人など、幅広い人々が平安時代から幕末明治期に至る長期間に書いたものが残されています。公的な文書では、天皇の命令を伝える詔書や宣旨が多く残っていることも貴重です。一例として、慶安四年（1651）十二月八日に近衛家十九代当主尚嗣（1622～53）を関白に任命した際、後光明天皇の詔書原本の写真を載せておきます。

このように千年以上に及び期間で、使用された時代や地域、目的や用途、使用した人々の階級や属性が異なる、実に多様な紙が陽明文庫には残されています。



慶安四年十二月八日詔書  
（陽明文庫所蔵、  
名和知彦氏撮影）

※史料の写真の掲載については、  
陽明文庫の許可を得ています。

（文責：尾上陽介）

# 修復された史料 – 国立歴史民俗博物館所蔵史料から

田中穰氏旧蔵典籍古文書コレクションから重要文化財『白氏文集』を紹介します。この写本は金沢文庫旧蔵本であり、大東急記念文庫所蔵本や三井文庫所蔵本と元来一具であったと考えられます。ただし巻によって書写時期は平安時代後期と見られるものと13世紀前半とに分かれます。虫損や汚れのほか前近代になされた裏打ちによって本紙に折れが生じており、墨や朱・白色顔料の剥落を防ぐためにも、修復を実施しました。

本紙は丁寧な打ち紙加工がなされていて本紙のみで保存可能と判断されたため、裏打ち紙は除去し、新たな裏打ちを施すことはせず、虫損箇所<sup>かくひつ</sup>に補紙をあてるのみにとどめました。角筆（先端をとがらせた棒によって紙をへこませ文字や記号を記す）も確認されたため、加湿や加圧により消えることのないよう注意を払って作業が進められました。

修復により取り扱いが容易になるのみならず、虫損箇所や汚れ付着箇所、また書き入れ等の判読もしやすくなりました。

## 『白氏文集』 修復前後の比較

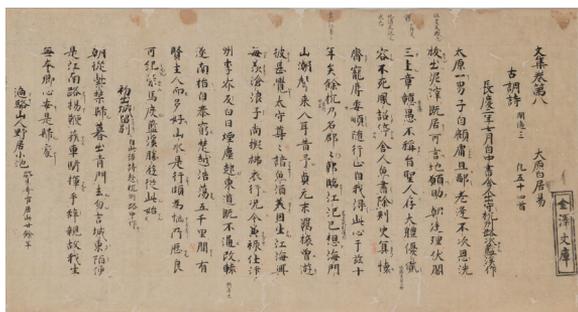
巻 35

巻 8

前



後



(文責：小倉慈司)



# 顕微鏡を用いた料紙の分析

## How to analyse historical documents

### (1) 分析項目

史料調査の現場で対象とする料紙の特徴を見極めることは、分析の方針を決めるために重要な作業です。歴史学、古文書学、文化財科学、植物学など分野によって着目する要素や手法は異なります。そのため、分析にあたって何を明らかにしたいのかを見定めることは必要です。その上で、調査者の感覚によって左右され、自分の仮説に都合の良いように利用しないように、相対的な項目の設定を避けることが求められます。結果の再現性や客観性が確保され、数値データ化が可能となる項目の設定とそれを用いた調査・研究チーム内での調査方法の統一が重要なのです。

本書では、先行研究で蓄積されてきた計測数値にもとづいて、構成物の種類の特定と量・密度の計測を実施し、植物学的特徴を記述するための基本項目を紹介します。

**史料** 各所蔵機関での資料番号や資料名、コレクション名、資料の作成年月日や点数など資料の基本情報を記述します。

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| ◎ 資料番号                 | ◎ 料紙の素材                 |
| ◎ 資料名                  | コウゾ、ガンピ、ミツマタ、タケ、宿紙などの分類 |
| ◎ コレクション名              | ◎ 料紙の形態情報               |
| ◎ 史料の作成年月日（本文から判る場合のみ） | 現状長、現状幅、重量、厚さの計測結果      |
| ◎ 史料点数                 |                         |

**顕微鏡撮影** 撮影倍率や撮影箇所等の記述情報、料紙の構成物の種類・量・密度、同定結果を記述します。

- |        |                   |
|--------|-------------------|
| ◎ 撮影倍率 | ◎ 撮影光（反射光／透過光／蛍光） |
| ◎ 撮影箇所 | ◎ 偏光ポラライザー使用の有無   |

**構成物** 構成物のうち、填料（料紙の製造過程で添加される物質）がどの時期の料紙に含有されるようになるのか、料紙の製法における変化を検討するため、填料に由来するデンプン粒と鉱物に焦点を当て、デンプン粒の植物種の同定結果、鉱物の含有量、糊痕跡の有無を記述します。

- |   |   |
|---|---|
| ◎ 同定結果の概要                                 | ◎ 他の植物性物質                               |
| ◎ デンプン粒の有無と植物種<br>イネ／イネ科穀類／トコロアオイ／ノリウツギ／他 | 細胞組織の断片や柔細胞、繊維の断片などの分類<br>鉱物や塵など植物以外の物質 |
| ◎ 糊痕跡の有無と糊痕跡のある場合は残留状態の概略など               |   |

## (2) 顕微鏡の特徴と観察する物質

料紙の分析では、対物レンズのみのマイクروسコープを使用します。接眼レンズと対物レンズで肉眼では見えない微小な物体を拡大し観察する光学顕微鏡に比べて、マイクروسコープは、焦点深度(レンズのピントが合って見える範囲)が深く、角度や長さを計測する機能があります。光学顕微鏡の接眼レンズに相当する部分がデジタルカメラとなり、観察対象をモニターに映します。各メーカーからさまざまな機種が販売されており、観察する対象物や目的にあわせて最適な倍率と分解能(細部を識別する性能)が得られる機種を選定する必要があります。マイクروسコープは用途や性能によって値段が異なり、倍率や視野範囲が狭いものは1万円前後から取り扱いがあります。

料紙の分析では、料紙の素材の識別、填料や糊痕跡の有無を調べるため、100倍以上(可能なら200倍以上)の機器を使用します。私たちが使用しているマイクروسコープは下記の3種類です。これらとバックライト(顕微鏡用偏光歪検査セット)を合わせています。参考までに購入当時の金額も付記します。

### ① Dino-Lite Edge S FLC Polarizer (偏光)

Dino-Lite シリーズ用精密スタンド RK10(静電防止仕様)と合わせた Dino-lite R & D(研究開発)セットで使用します。

填料のデンプン粒は、偏光で観察すると、粒芯の中央部(粒子の形成核、ヘソ hilumともいう)で特有の複屈折にともなう十字状の暗線(偏光十字)が見られます。この暗線は細胞組織や鉱物などの物質には見られない特徴であり、調査時は、バックライトにも偏光フィルターを装着し、偏光での観察を行っています。

### ② Dino-Lite Premier S Polarizer (偏光) 400x

本機と①の精密スタンドと合わせて使用します。①よりもレンズの可動範囲が狭くなるため、本研究では、①の220倍で撮影した後、デンプン粒や鉱物など特徴的な物質を対象とした観察・撮影を行っています。

### ③ Dino-Lite Premier M Fluorescence (蛍光) TCFVW

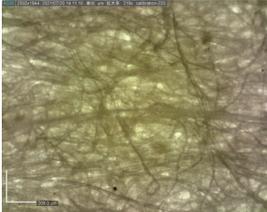
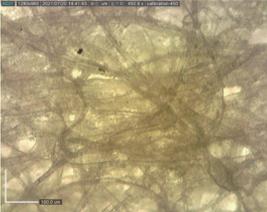
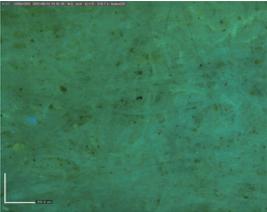
本機と①の精密スタンドと合わせて使用します。標本サンプルを染色なしで観察できる本機は、シアン色蛍光の観察・撮影ができ、白色LED照明を利用すれば、外光に頼らず同じ状態での撮影が可能です。

本研究では、料紙に含有された細胞組織や繊維、鉱物の構成成分を発光させ、その識別を行っています。

#### 顕微鏡で計測するときに必要な作業—キャリブレーション(校正)

デジタルマイクروسコープはUSB接続でPCと接続して使います。PCに今見ている画面のサイズを教えてあげなくては、寸法の正確な計測ができません。そこで、最初に行う作業として、標準付属のガラススケールを使ってキャリブレーションという作業を行います。キャリブレーションは、ガラススケールをPCに映し出して、そのメモリの2点間をマウスで指定し、その距離をPCに入力します。つまり、PC画面上に映し出された対象物の長さは、その値を基準にして測定することになります。

<<https://www.microsq.com/archives/575> [2021年11月29日アクセス]>

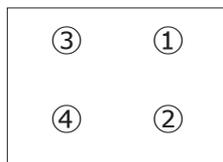
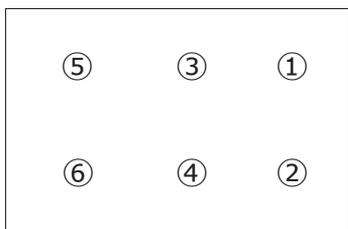
	①	②	③
実機			
撮影画像			
倍率	約 20 ~ 220 倍 (本研究では 220 倍に固定)	約 400 ~ 470 倍 (本研究では 450 倍に固定)	約 20 ~ 220 倍 (本研究では 220 倍に固定)
撮影	透過光 (偏光) ・ 反射光	透過光 (偏光) ・ 反射光	蛍光
購入金額	約 15 万 (精密スタンドとセット)	約 9 万	約 8.5 万

### (3) 顕微鏡による撮影手順

顕微鏡観察・撮影時は、文字の有無を問わず、料紙の大きさにあわせて一紙につき数箇所を選択し撮影していきます。

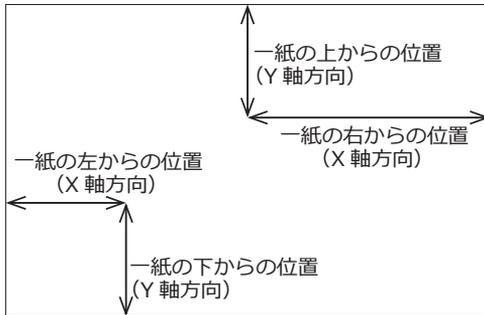
このとき、一紙の上下左右からの位置情報として数値による撮影箇所の記録を行います。これによって、料紙のどの箇所にとれぐらいの量の物質が含まれているのかを点的に表すことができ、撮影位置の数値記録から分析結果の再現性を担保することができます。

#### ①サイズにあわせて一紙 4 ~ 6 箇所を撮影



一紙の縦横 (XY) で記録

## ② 撮影箇所の数値による記録

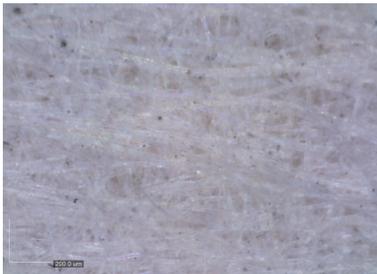


一紙の単位面積当たりの構成物の密度を算出すれば史料の特徴の比較が可能となるため、本研究では定点的な調査は行っていません。

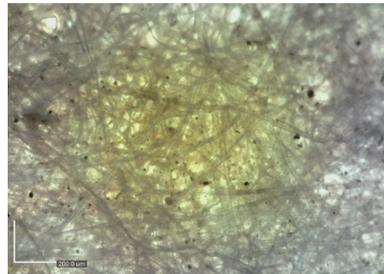
## ③ 基本は透過光・偏光で撮影

さらに、コウゾ・ガンピ・ミツマタなど料紙の素材と史料の現況にあわせて、反射光または透過光、構成物の種類にあわせて偏光ポラライザーを用います。偏光ポラライザーを用いる理由は、填料（添加物）の米粉に由来するイネのデンプン粒を識別するためです。本研究では、マイクロスコープ本体とバックライトの双方に偏光ポラライザーを装着し、デンプン粒とその他の植物性物質、鉱物などを確実に識別できるようにしています。

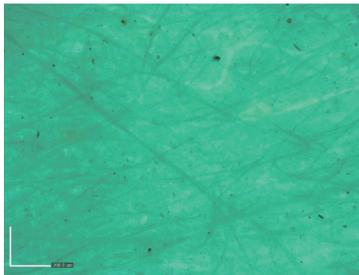
### コウゾの繊維を異なる撮影光で撮影した画像（220倍）



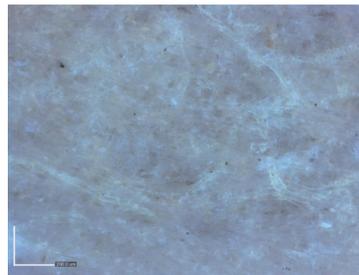
反射光



透過光（偏光）



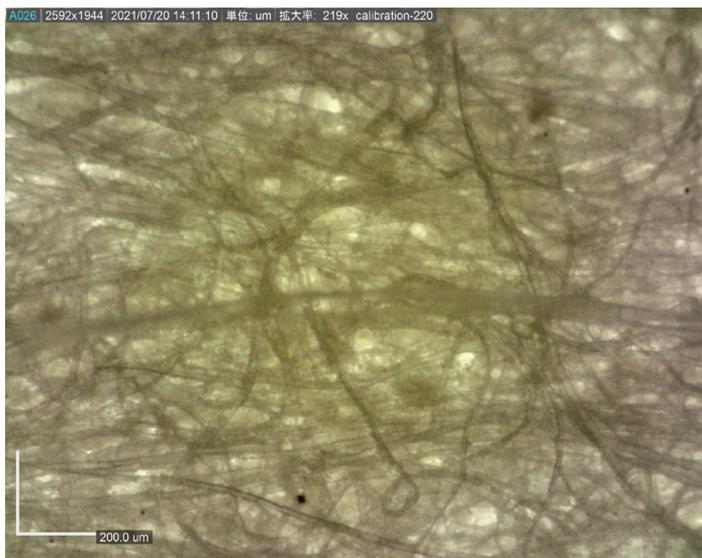
蛍光（シアン色蛍光）



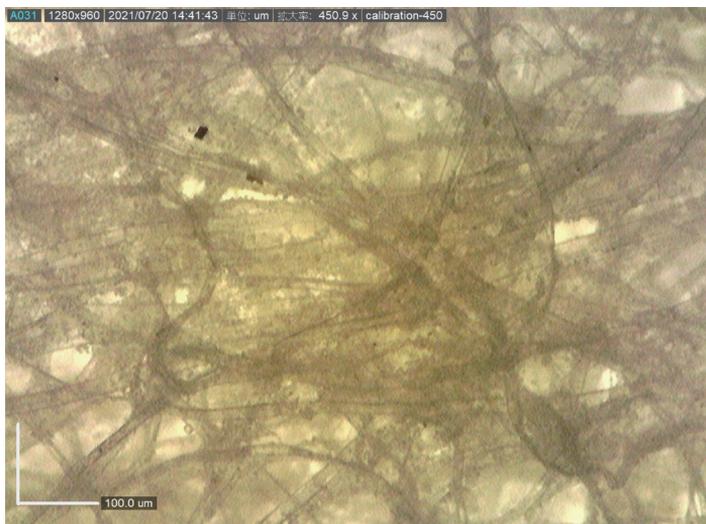
蛍光（シアン色蛍光+白色LED）

## 楮紙の繊維にからみついたイネのデンプン粒

※いずれも填料（米粉）に由来します。



① Dino-Lite Edge S FLC Polarizer (偏光) 220 倍



② Dino-Lite Premier S Polarizer (偏光) 450 倍

(文責：渋谷綾子)

## (4) 料紙に用いられた繊維の種類と判別方法

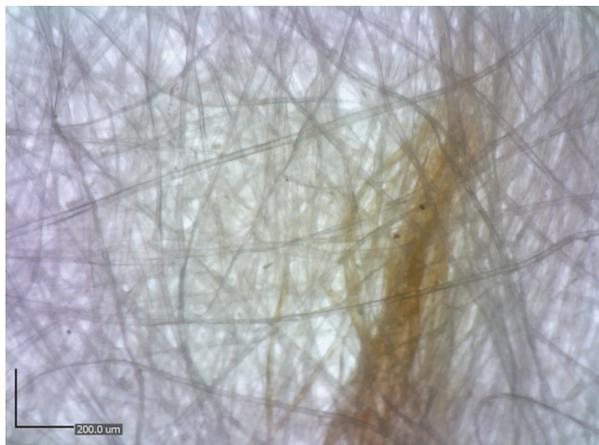
顕微鏡観察による料紙の繊維の判別は、長年に亘って繊維分析や抄紙<sup>しやうし</sup>（製紙）技術の研究に携わってこられた大川昭典氏（元高知県立紙産業技術センター・技術部長）の助言を受け確立してきたものです。以下に、デジタルマイクロスコープ、バックライトを用いて透過光（物体を通過した光）で撮影した繊維画像を挙げ、その特徴を確認します。

### 《使用機材》

デジタルマイクロスコープ Dino-lite R & D（研究開発）セット（220倍）  
（「顕微鏡を用いた料紙の分析」を参照）

### ① こうぞ 楮

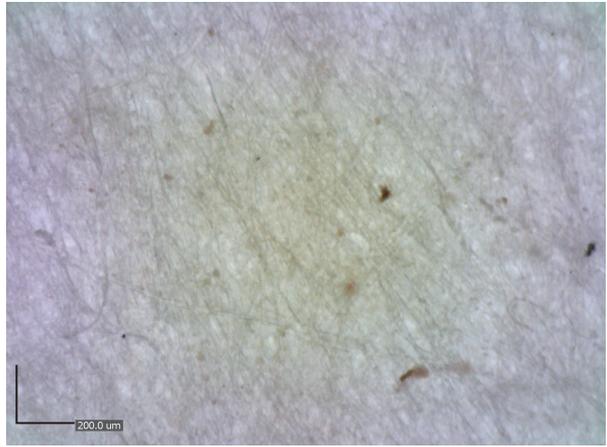
楮繊維は、断面の形状が円形または楕円形で、縦に長い点が特徴です。繊維幅は狭いものと広いものがあり、均一ではありません。細胞壁は厚く、輪郭線もはっきりしています。繊維幅の狭いものは先端が尖り、幅の広いものは先端が丸く見えます。また繊維と繊維の間隔は大きく見えます。



ちよし  
楮紙

## ② がんび 雁皮

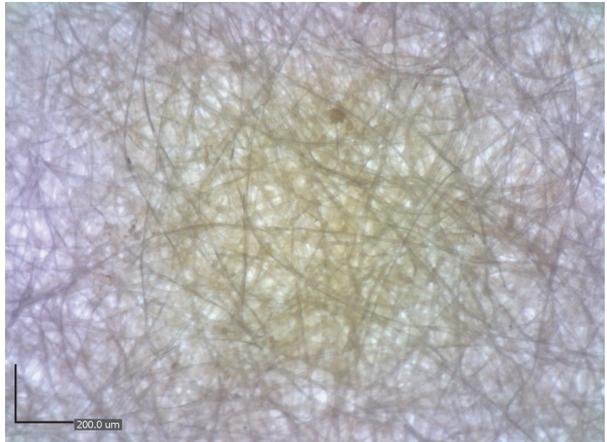
雁皮繊維は、断面の形状が扁平で、全体に細やかさが目立ちます。繊維幅は狭く、細胞壁も薄いのが特徴です。繊維には透明感があつて、途中で細くなる部分や、繊維の折り返しなどが見られます。先端は丸く、繊維と繊維との間隔は密着して一見して詰まった印象を受けます。



がんびし ひし  
雁皮紙 (斐紙)

## ③ みつまた 三椏

三椏繊維は、繊維の中央部分が特に幅広く、先端に向かって徐々に狭くなっています。細胞壁の厚さも不均一で、雁皮に比べると繊維に透明感がありません。雁皮のように途中で細くなる部分や、繊維の折り返しはありません。先端は丸く、繊維と繊維との間隔は雁皮ほどではないものの、楮に比べると多少密着しているように見えます。

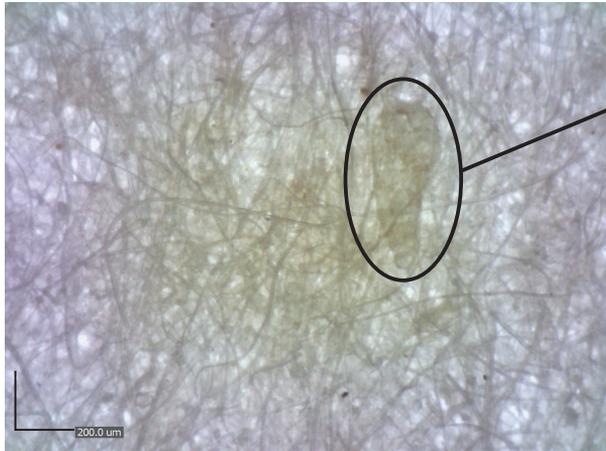


みつまたがみ  
三椏紙

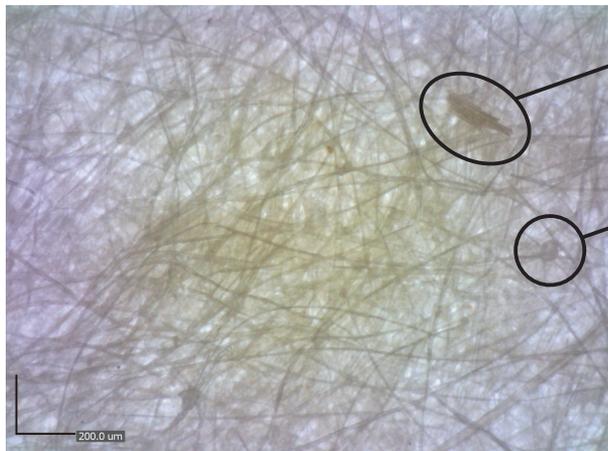
#### ④ 竹

竹繊維は、特に細くて短いものが目立ち、全体に透明感がありません。先端が尖っていて直線的な針状の繊維です。また俵型の薄壁細胞（柔細胞、細胞壁は薄い）や、管状の組織、繊維幅よりも数倍大きい網目状の細胞が見受けられるのもその特徴です。

ちくし  
竹紙



網目状の細胞

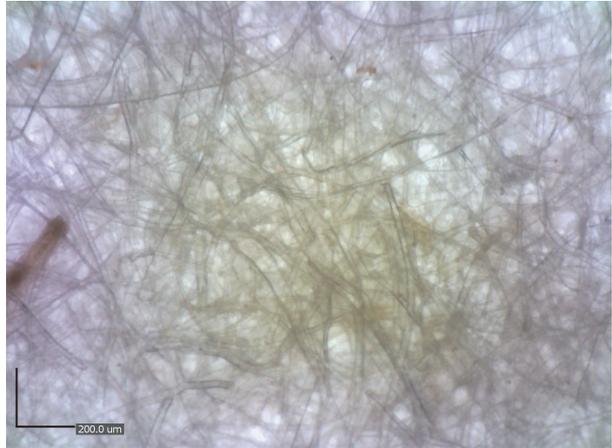


管状の組織

俵状の  
薄壁細胞

## ⑤ 麻（大麻）

麻繊維は繊維表面が厚く、繊維の断面の形状が丸みを帯びた多角形をしているため、楮より立体的で太く見えます。ぼろ布を再利用するため、繊維の裁断が見受けられます。また繊維の先は丸く、節や分岐した繊維が所々にあります。

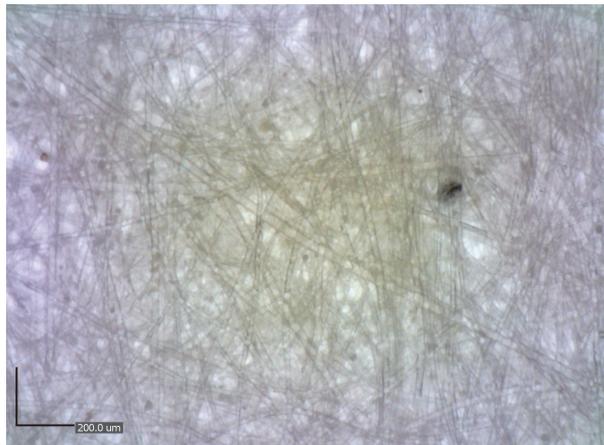


まし  
麻紙

## ⑥ こうそうちがみ か こう 楮打紙加工

打ち紙加工とは、紙に水分を与えて繊維を膨潤させたのち、その表面を槌などで徐々に満遍なく叩いたものです。繊維がきれいに押し潰されることで、紙面が引き締められて平滑になります。顕微鏡画像では楮の打紙加工紙は、楮繊維の特徴を残しながら潰れて見えます。

見た目や触感は雁皮紙に近づくため、以前は「楮交り斐」「斐交り楮」「斐紙風」などと呼ばれていました。



楮打紙加工

(文責：高島晶彦)

# 歴史情報の資源化と文化財保存

## Converting Historical Materials into Research Resources and Preserving Cultural Properties

料紙の科学研究では、顕微鏡撮影画像などのデジタル画像や分析項目の記述などの情報が大量に生成されます。史料自体の情報とあわせて「見える化」すれば、多様な研究データを共有することができ、史料の性質にあわせた修理や長期保存の方法の創出につながります。ここでは、情報をどう共有し継承していくのかについて、3つの例を挙げます。

## 古文書を守り伝える

### 古文書が持つ歴史情報

古文書に関わる諸研究では、文字情報だけでなく古文書が有するあらゆる歴史情報を抽出し、それらを分析するとともに、後世に継承するための活動が行われています。本書がテーマとする料紙研究は、古文書の物的情報に注目したのですが、古文書の伝来経緯や文書群としての構造なども古文書に付帯する歴史情報として重視されています。

古文書学における料紙調査は、文書発給者の身分や地域、時代によって料紙の性質が異なっている点に注目し、そうした物的情報から料紙の性格を判断するとともに、時代的・地域的特質を明らかにするものです。

また、古文書を群として把握し、伝来した空間から歴史像を見出す研究も活発に行われています。史料管理学などの観点から注目されるこうした研究は、整理された文書の分類方法や空間内での配置状況を記録するとともに、文書が蓄積されていく過程を検討し、そこから文書を継承する家や組織の歴史意識を見出していきます。(写真1・2)



写真1 民家の土蔵に伝えられた古文書群



写真2 長櫃に収められた古文書類

このように、古文書には多様な歴史情報が蓄積されており、それらを抽出するために、多角的な調査や分析が行われています。

## 古文書の被災と劣化

古文書の研究を進めるには、当然のことながら古文書が残されていることが前提となります。また、研究成果を検証するためには、調査した古文書が後世にも伝えられている必要があります。しかし、古文書をとりまく環境は、必ずしも安定しているわけではありません。日本列島各地に残されている古文書の多くは、寺社や個人宅などに伝えられていますが、近年多発する自然災害で被災する事例が各地で確認され、これらの古文書をいかに救出し、継承していくかが課題となっています。



写真3 津波で被災した古文書

台風や豪雨、津波といった災害で水に濡れた古文書は、急速な劣化や腐敗の危機にさらされます。こうした危機を回避するために、被災した地域では古文書を含む多様な資料の救済活動が展開し、行政や研究者、さらには地域住民等が相互に連携した取り組みが目指されています。(写真3)

救出された水濡れ状態の古文書は、まず乾燥作業が行われ、劣化・腐敗といった危機的状況を回避します。その上で泥汚れなど汚物の除去が実施され、場合によっては水洗いによるクリーニングも施されます。文書によってはカビや破損などのリスクを負ってしまう場合もありますが、それらのリスクが拡大しないよう、クリーニングや簡易的な修理によって保存・継承に向けた手当が行われていきます。(写真4)



写真4 被災した古文書の洗浄作業

被災した古文書類は、救済・保存に関わる多くの人びとの活動によって継承のための措置が施されますが、これらの対応を通して料紙はどのように変質していくのでしょうか。料紙研究の進展により、古文書を構成する物質的特徴が明らかになることが想定されます。そうした情報が被災によってどの程度消失するのか、さらには古文書を永く保存・継承する上でどのような措置を施すことで物質的な情報を保全することができるのか、料紙研究の成果を古文書の保存や継承に役立てていく連携や分析も期待されています。

(文責：天野真志)

# コンピュータで料紙調査データを活用するために

料紙に関する様々な情報が集まってくると、コンピュータでの多様な解析が可能になります。統計処理（全体・分布・偏り・時期などによる差異などを量的に処理する）を行うことが第一に考えることになるでしょう。また、質の異なる複数の資料を同時に閲覧できるようになることで、これまでとは異なる資料を同時に見るようなことも可能になるかもしれません。特に、この異なる資料を繋げる仕組みとして「Linked Data」というものが考えられています。リンクにより、異なる資料をつなげ、情報をより広くみていこうというものです。例えば、国立歴史民俗博物館が構築している“khirin”という情報基盤では、人名や年代などの情報から、異なる資料を見つけることができたりします。

人間が見つけられないようなものをコンピュータが発見してくれるかもしれないかったり、リンクの全体像を見ることで、そのデータ全体の構造を見るのが可能になったりもするでしょう。

しかし、このようなシステムでのリンクを可能にするためには、ある程度、データを「揃える」必要があります。人名であれば、漢字の表記揺れをなくすか、あるいは「この人とこの人は同じ人物」とコンピュータに教えてあげるなどの処理が必要です。あるいは、このデータ項目とこのデータ項目が同じであるといった、メタデータの相互運用性を高めるなどの工夫も必要でしょう。

料紙に関係するデータを取得する際には、メタデータ・表記の形式、量的なデータの場合には、条件を揃えておくなどの事前処理を可能な限り進めておくとともに、そのルールをどのように決めたかの記録を残しておく、その記録者自身も、他者がそのデータを使う際にも、より使いやすくなり、研究全体の進捗に大きく貢献するでしょう。また、その際に選択するルールは、相互運用性の高いものでかつ国際標準から探すことを考えましょう。



さまざまな情報をもとに資料と資料がリンクする  
ただし、この時には語彙が同じ（統制されている）などの情報が必要

（文責：後藤真）

## 東京大学史料編纂所のデータベースと料紙研究



東京大学史料編纂所（以下、本所）は、古代から明治維新期にいたる前近代日本史関係の史料を対象とする研究所です。国内外に所在する各種史料を収集・分析して、日本史の基幹史料集として編纂・刊行し、学界および社会にひろく公開し、貢献することを使命としてきました。

本所は、SHIPS（Shiryohensan-jo Historical Information Processing System）と呼ぶ情報システムを運用しており、史料集編纂に必要な研究資源となる史料、編纂過程で蓄積してきた歴史知識、さらに編纂結果である史料集（『大日本史料』『大日本古文書』『大日本古記録』など）といった日本史に関わるさまざまなデータをデータベース検索サービス（SHIPS DB）にて公開しております。

史料編纂所におけるデータベース数：31

<https://wwwap.hi.u-tokyo.ac.jp/ships/>

- 種類 目録、本文、画像・図像・写真、知識（人名・地名・和暦・文字など）
- 件数 画像：約 2000 万件 レコード：約 700 万件（2021 年 3 月末時点）

### 史料画像データの公開

本所所蔵史料は所蔵史料目録データベース（Hi-CAT）にて公開しています。Web 公開は 1997 年より行っています。2000 年頃より史料原本のデジタル化を開始し、順次 Hi-CAT にて公開しています。2010 年まで、本所は他機関が所蔵する史料（所外史料）をマイクロフィルムを媒介として収集していました。

2009 年よりこれらのデジタル化を進めてきました。これらを Hi-CAT Plus と呼ぶデータベースにて管理しており、2011 年本所図書閲覧室にて閲覧サービスを開始しました。現在ではデジタルカメラによる史料収集を行っています。デジタルカメラによる所外史料撮影分も Hi-CAT Plus にて管理しています。2020 年 3 月より、その一部を web 公開しました。公開する史料画像は逐次増やしていく予定です。

2019 年 4 月に史料画像データの利用条件を公開しました。本所所蔵史料画像データはオープンデータとして公開しています。また、他機関所蔵史料の画像データは所蔵機関により利用条件が定められています。詳しくは <https://www.hi.u-tokyo.ac.jp/faq/reuse> にてご確認ください。

史料の所蔵者が・・・

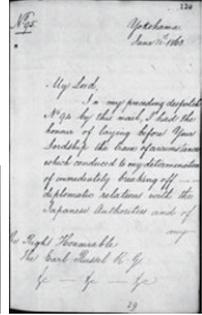
史料編纂所の場合

外部機関の場合

所蔵史料を撮影した画像



国内・海外の史料を撮影した画像



画像の保管・管理



Hi-CAT



Hi-CAT PLUS

ウェブで全世界に向けて公開



史料編纂所の閲覧室で公開

- + 連携機関で閲覧
- + 一部をウェブ公開



研究プロジェクトで撮影した顕微鏡画像や分析データについては、これらのデータベースで公開される予定です。

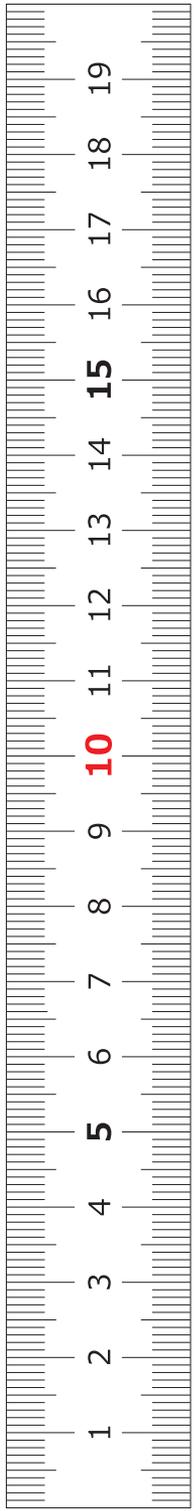
(文責：山田太造・渋谷綾子)

## 参考文献

古文書等の料紙に関する文献は非常に膨大な量が存在します。ここでは市販で手に入りやすいものを中心にご紹介します。1925年以前から詳しく調べる場合は、『古文書料紙論叢』の巻末の一覧などをご参照ください。

- ・池田寿 .2017. 紙の日本史 . 勉誠出版, 東京, 2017.
- ・稲葉政満 . 紙 . 京都造形芸術大学編, 文化財のための保存科学入門, 株式会社飛鳥企画, 東京, 2002.
- ・黒板勝美 . 古文書学并記録の研究 . 国史の研究 総説, 岩波書店, 東京, 1933, p.39-89.
- ・小林芳規 . 角筆のみちびく世界 . 中公新書, 1989.
- ・小林芳規 . 角筆のひらく文化史 . 岩波書店, 2014.
- ・佐藤道生 . 解題 (白氏文集) . 国立歴史民俗博物館館蔵史料編集会編, 〈国立歴史民俗博物館館蔵〉貴重典籍叢書文学篇 21 漢詩文 . 臨川書店, 2001.
- ・穴倉佐敏 . 和紙の歴史—製法と原材料の変遷 . 財団法人印刷朝陽会, 東京, 2006.
- ・穴倉佐敏 . 必携 古典籍・古文書料紙事典 . 八木書店, 2011.
- ・渋谷綾子, 小島道裕 . 顕微鏡を用いた古文書料紙の自然科学分析の試み—古文書を多角的に分析する 3— . 国立歴史民俗博物館編, 歴史研究と〈総合資料学〉, 吉川弘文館, p. 98-120.
- ・渋谷綾子 . 考古学・植物学的手法を応用した歴史資料の総合的研究: 「国際古文書料紙学」創出への展望, 古代文化, Vol. 72, No. 1, 2020, p. 82-89.
- ・寿岳文章 . 日本の紙 . 吉川弘文館, 東京, 1969.
- ・棚橋信文・佐藤直市編 . 松尾神社社蔵文書追加目録 . 松尾神社, 1959.
- ・日本・紙アカデミー編 . 紙の道: 源流から未来まで . 株式会社わがみ堂, 東京都, 1996.
- ・日本・紙アカデミー編 . 紙—昨日・今日・明日: 日本・紙アカデミー 25年の軌跡, 株式会社思文閣出版, 京都市, 2013.
- ・町田誠之 . 和紙の道しるべ—その歴史と化学 . 淡交社, 京都市, 2000.
- ・松尾神社編, 松尾神社社蔵文書目録, 松尾大社社務所, 1936.
- ・松尾大社編, 松尾大社, 学生社, 2007.
- ・名和知彦 . 公益財団法人陽明文庫の事業活動 . 田島公編, 近衛家名宝からたどる宮廷文化史: 陽明文庫が伝える千年のみやび, 笠間書院, 東京, 2016, p.262-269.
- ・湯山賢一編 . 古文書料紙論叢, 勉誠出版, 2017.
- ・米沢市上杉博物館編 . コレクション展 上杉家文書国宝への道—修復と紙の世界—, 株式会社青葉堂印刷, 米沢市, 2013.

キ  
リ  
ト  
リ  
セ  
ン







このハンドブックは JSPS 科研費 JP19H00549 基盤研究 (A) 「国際古文書料紙学」の確立」の成果の一部です。作成のヒントをいただいた『現場のための環境考古学』（山崎ほか編著 2015）をはじめ、関係者・関係機関に深く感謝申し上げます。

#### 執筆者一覧

天野真志，石川隆二，小倉慈司，尾上陽介，後藤真，高島晶彦，野村朋弘，山田太造，横田あゆみ，渋谷綾子

令和 4 年 2 月 28 日発行

東京大学史料編纂所 研究成果報告書 2021-9 史料調査ハンドブック  
「古文書を科学する 料紙分析はじめの一步」

編集 渋谷綾子・横田あゆみ

発行 東京大学史料編纂所

〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL 03-5841-5953 (直通)

印刷 勝美印刷株式会社

〒 113-0001 東京都文京区白山 1-13-7 アクア白山ビル 5F

TEL 03-3812-5203