

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：32618

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K13149

研究課題名（和文）料紙観察の普及に向けた汎用的手法確立のための基礎研究

研究課題名（英文）Basis research for the establishment of general-purpose method for popularization of paper observation

研究代表者

白戸 満喜子（SHIROTO, Makiko）

実践女子大学・研究推進機構・研究員

研究者番号：50814042

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、書物や印刷物など多種多様な古典籍に用いられている紙を調査する料紙観察という方法について、これまでに使用されている高額かつ設置型の高精度顕微鏡だけではなく、低価格で入手容易かつ携行可能な新規機器での調査を試行した。新たな機器で得られたデータを検討するという方法で、さまざまな場面で活用可能な分析方法を新たに構築し、今後の研究に活用しうる汎用的な紙質データ構築の方向性を模索した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、紙の表面を拡大することで紙の原料を非破壊で調査する料紙観察という手法は、高額かつ移動不可能な高精度光学顕微鏡だけではなく、金額的に入手が容易かつ携行可能な機器でも目的に応じた調査が可能であることがわかった。調査資料の保管状況や資料形状に適した適応力と機動力のある調査手法で、調査分析の範囲が拡大できる意義は大きい。

本研究において構築された方法は既にアメリカのワシントン大学図書館で活用されており、社会的貢献を果たしている。

研究成果の概要（英文）：The applicant examined new, inexpensive, and portable tools to replace the prevailing expensive, unportable, and high-precision microscopes to perform methods of paper observation to investigate a wide variety of classical books and printed materials. By examining the data obtained with the new tools, the applicant developed a new method of analysis that is widely applicable and sought a direction to construct the general-purpose paper quality data as a basis for future research.

研究分野：書誌学

キーワード：書誌学 料紙 非破壊 料紙観察 紙質 紙資料調査 植物繊維 填料

1. 研究開始当初の背景

本研究は、書物などの紙媒体資料の表面に記された文字や画像だけではなく、資料を構成する「紙」という物質自体が示す情報に着目して調査することにより、紙そのものの情報を発見・活用することが可能であることから、紙という素材に対する調査方法の社会的認識を普及することを試みた。紙は製造される地域の自然環境・製紙方法・形成後の加工により多種多様であり、その特性は「料紙観察」という非破壊検査により確認・調査が可能である。これまでは研究仕様で設置型の高精度光学顕微鏡を用いた料紙観察が中心で、社会生活においては身近な手法ではなかったが、本研究では入手・使用が容易な新規機器を試行することで汎用性の高い方法を確立することを目指した。また、観察資料を他機関でも参照可能な印刷・出版物とし、データの再現性・公共性を重視することで、紙素材を扱う他領域での研究や調査など広範な活用に対する基盤を構築することを当初の目標とした。

2. 研究の目的

本研究は書物の特徴や特性を研究する書誌学の視点から、書物や経典、浮世絵など多種多様な資料に用いられた紙を調査する料紙観察により、以下の2点を確立することを目的とした。(1)料紙観察の方法・技術について、これまで使用されている高額かつ移動不可能な高精度光学顕微鏡以外の、金額的に入手が容易で、かつ携行可能な新規機器を導入し、様々な分野・場面で活用可能な分析技法を新たに構築する。(2)高精度顕微鏡で撮影したデータと新規機器で撮影したデータを比較・検討し、さらに化学分析結果と照合することで汎用的な紙質データとして活用する範囲を提示する。

3. 研究の方法

本研究では、主として印刷・出版物に使用された紙の料紙について、(1)紙の原料となる植物繊維、(2)印刷適性などの機能を向上させるために添加された填料、(3)紙質向上や装飾のために施された加工の3点を明らかにする料紙観察という方法について、それぞれを 設置型高精度デジタル顕微鏡 ノートパソコン接続型マイクロスコープ デジタルカメラ付帯の顕微鏡モード 非設置型光学顕微鏡という4種類の機器で同一資料を観察し、得られたデータをまとめて比較する。基準とする資料を『古今和紙譜』(関義城 昭和29年)とした。

4. 研究成果

本研究課題では、書物を中心とした資料を構成する「紙」という物質そのものが持つ情報に着目し、紙の表面を顕微鏡などで拡大して観察・調査する「料紙観察」という非破壊検査方法を普及することにより、紙に記されている文字や画像と併行し、紙という素材自体が持つ情報の発信と活用により資料の全体像を把握することが可能であることについて、社会的認識向上を図ることを目標として取り組んだ。当初の目的では、紙原料の化学的分析を専門機関に依頼してその結果と照合し汎用的な紙質データを構築することを視野に入れていたが、COVID-19 流行の影響や予定していた分析機関の業務停止などにより、新規機器による観察方法の開拓やそれらの機器を用い幅広く活用可能な分析・調査方法を新たに確立するべく方針を変更した。得られた成果は、第一に携行可能かつ低価格のマイクロスコープなどと設置型の高精度顕微鏡における撮影画像の有効性の違い、第二に料紙観察時における機器ごとの利点と欠点を明確にすることで調査目的と状況に沿った機器を選択する指針を策定できたこと、第三にはこれまで注目されていなかった料紙の調査ポイントを発見した点である。

(1)本研究における料紙観察は、宍倉佐敏『必携 古典籍・古文書料紙事典』(八木書店 2011年 ISBN 978-4-8406-2072-7)「第三部 料紙の調査方法」を参考とし、出発点はペン型ルーペ(光学倍率50倍および100倍)を使用していた。ルーペによる肉眼観察は、単眼型・双眼型の顕微鏡同様に繊維形状を確実に観察できるだけでなく、立体感も把握しやすい。また拡大率は光学倍率で確定しているため、安定的な観察がしやすい。ペン型ルーペを使用するメリットは、資料のどの部分でも観察可能であること、観察者が資料保管場所へ赴くことで資料自体の移動を伴わない点である。ただし、観察者は1人だけで確認することとなり、複数人での同時観察はもとより、画像の撮影はできない点がデメリットである。ルーペ以外の観察機器として、上記の研究の方法で掲げた ~ の機器を試行した結果は次の通りである。

設置型の高精度デジタル顕微鏡(本研究では所属機関のKEYENCE社 VHX-7000を使用)は、撮影時の光源の角度や計測アプリケーションなど豊富な機能が備わっているため、調査報告に使用する分かりやすい画像の撮影が可能であり、また大画面のデジタル顕微鏡であれば同時に複数人で調査資料の観察ができる。一方で、調査資料は顕微鏡を設置している場所への移動が必須であり、かつ試料台へ載せる必要がある。一枚物の資料であれば問題はないが、顕微鏡本体の試料台に載せることができないサイズ、試料台上での安定性が確保できない形態、また厚みのある書物は調査できない、あるいは制限が生じる場合がある。また、デジタル顕微鏡で撮影された画像は自動的に補正されている点は考慮に入れるべきであり、表示される拡大倍率が光学倍率かデジタル倍率かという点に注意が必要である。

ノートパソコン接続のデジタル顕微鏡（本研究では SKYBASIC Wi-Fi デジタル顕微鏡を使用）は設置型の高精度デジタル顕微鏡と同等の機能は少ない。一方で Wi-Fi を利用して画像データ送信する機器は、その場にいる観察者が所持する PC・スマートフォン・タブレットなどにアプリケーションをいれることで自由に画像撮影することが可能であり、複数人で同時に同一画面で観察している際に、それぞれの必要に応じた部分を柔軟に撮影できる点で機動力のある調査ができる。ただし、明確な倍率が表示されない機種が多く、また表示される場合でも光学倍率か、デジタル倍率かはほとんど不明である。また機種によっては画像焦点が部分的である、デジタル補正のために肉眼では確認されない着色がある、などのデメリットがある。さらに USB 接続のデジタル顕微鏡はケーブルを使用する機種があり、こうした機種では観察対象である資料保護の観点から、使用の際に注意が必要となる。

顕微鏡モード付帯のデジタルカメラ（本研究ではリコーイメージング株式会社 TG 70 を使用）では資料全体像（書影や調査箇所などを含む）と繊維形状の両方を 1 台の機器で撮影可能である。ただし、デジタルカメラの顕微鏡モードは倍率が明確ではなく、本研究において他種機器で同一資料・同一箇所と比較した画像では 50 倍よりも低倍率である。

非設置型光学顕微鏡（本研究では株式会社杉藤 TS 8 LEN 100 WT 50 倍・100 倍を使用）は、ペン型ルーペ同様に光学倍率が確定しており、安定的な観察が可能な上に撮影可能である。画像にデジタル補正がなく、正確な形状を把握できる点がメリットである。一方で、資料上に直接機器を載せて観察することから、対象資料の状態によっては用いることを控えざるを得ず、また撮影は接眼部分から行うために容易ではなく、確認時と撮影画像にズレが生じる点がデメリットである。

上記 4 機種を使用して料紙観察を行ってきた結果として、原料植物の繊維形状を確認するにあたっては、4 機種ともに大きな差異はない。報告書として具体的に繊維長さ・幅などのデータが必要な際には、自動的に目盛が入る高精度デジタル顕微鏡が有効である。また、光学倍率は高精度顕微鏡が最も高く、料紙に添加されている填料の調査においては、現在のところ他機種の倍率では及ばない。とはいえ、設置型の顕微鏡に機動力がないことは自明であり、本研究の料紙観察という手法の普及には不向きである。調査目的が原料である植物の繊維形状を確認することを主眼とする場合、ノートパソコンに USB 接続あるいは Wi-Fi 接続するデジタル顕微鏡、顕微鏡モード付帯のデジタルカメラを使用する料紙観察が、機器の入手しやすさと観察資料へのアクセスビリティの面から汎用性が高いことがわかった。

(2) 上記の機器を用いての料紙観察では、共通事項として以下のように調査資料の下準備調査をすることで、料紙観察がスムーズになることがわかった。成立年代はいつごろか どこで作成された、あるいは書かれたのか 誰が、あるいはどんな組織が作成したか どのような目的で記録された資料か 書写か、印刷か 一枚か、複数枚の貼り合わせか 1 枚物で計測可能である場合は資料のサイズ（縦×横）と重量

次に料紙観察の際には以下のポイントにも着眼した。肉眼による目視で資料全体を光源にかざして確認する。この際に虫穴が確認できた場合は、虫穴周辺を観察ポイントにすると繊維の立体感や填料の有無が確認しやすくなる。料紙表面の光沢・滑らかさ・凹凸を確認する。それぞれの料紙あるいは資料について、1ヶ所だけの調査ではなく、複数箇所ですべて調査を実施する。

(3) 本研究に基づいた成果として、2022 年には『和紙文化研究』28 号に論考「料紙の白色度と青色繊維 料紙観察からの試論」を発表した。この調査には非設置型光学顕微鏡（株式会社杉藤の TS 8 LEN 100 WT 100 倍）を使用し、調査対象を極札（江戸時代に書かれた古筆の鑑定書である紙片）とした。本調査の内容については、増田勝彦氏（元昭和女子大学教授『正倉院紀要』32 号「正倉院文書料紙調査所見と現行の紙漉き技術との比較」などの論考がある料紙調査のスペシャリスト）が『和紙文化研究』29 号「前号を読んで」にて「比較的入手しやすい検査機器を使用して、紙への探求心をもって調査をすることで貴重な成果を得ることが出来ることが示されている」と評価している。2023 年度は慶應義塾大学文学部「文献学の世界：書物をノが構成する宇宙」（極東証券寄付講座）に招聘され「料紙観察 ～紙のミクロコスモスを探る～」という内容にて、料紙観察に関する具体的な講義を行った。受講生からは非破壊調査への賛同や料紙観察の調査対象資料に関するアイデアだけではなく、紙以外の書写材料や芸術作品の支持体へ応用可能であるというデジタルネイティブ世代ならではの活発な意見が多数上がった。本講義内容は 2024 年 7 月に報告書として刊行される予定である。また、アメリカのワシントン大学図書館が所蔵する資料の調査研究に対して、本研究の手法を活用することで協力した。他には、日本文学協会発行の『日本文学』2024 年 7 月号に「料紙からみた文学作品」という論考で本研究における成果を発表する。

(4) これまでに行われていた料紙に関する非破壊調査は、紙表面を拡大することで原料である植物繊維の形状を確認することにだけに注目していたが、本研究では 繊維形状以外にも原料植物の違いによる紙の特質に注目する 紙の切断面への注目する という新たな調査ポイントを確認できた。の具体例として、ガンピを原料とした料紙（図 1）においては、コウゾを原料とした料紙（図 2）と比較して墨が浸透しにくい点が挙げられる。古典籍や古文書に記されている墨線の観察も、料紙調査の際には考慮すべきであることがわかった。



(図1)ガンピ原料料紙では墨をはじく (図2)コウゾ原料料紙での墨付き状態
の切断面に関しては、ノートパソコン接続のデジタル顕微鏡を使用して確認できることが
わかり、これまで紙の表面だけを観察していた非破壊料紙調査研究では留意されていなかった
新たな調査ポイントがあることがわかった。(図3・4)



(図3)チベット密教経典 (図4)チベット密教経典料紙の切断面

肉眼による確認の範囲で1枚物とされる資料であっても、裁断された面を調査することが今後の料紙観察において考慮されるべき点である。貼り合わせ加工されているのか、あるいは製紙段階で多層漉きであったか、という点についても資料の成立背景を考える際に重要な情報であり、設置型の顕微鏡を使用することで表面観察のみであった料紙調査にさらなる局面を加えることができる。

(5)料紙観察は、古典籍や古文書などの貴重な資料に関して新しい研究側面を発見できるだけでなく、今まで看過されてきた書物や作品に対する再評価を導くことも期待できる方法である。これによってアーカイブ全体に対する新たな研究局面を切り開く可能性がある。本研究は、その方法・実効性・汎用性を確立するための基礎的な調査であり、書道・美術・歴史など他分野についても研究領域を開拓し、図書館学・文化財学・保存修復学での活用も十分に活用可能である。本研究はワシントン大学図書館の所蔵資料調査へ引き続き協力をしていく予定である。また、研究対象とする資料の範囲と調査手法はこれまで和紙が中心であったが、日本以外の地域で生産された紙へと調査対象を拡大し、それぞれの紙の特性に適合した料紙研究手法を確立していく方針である。近年、西洋におけるインキュナブラ研究では、物質としての本を特徴づける諸要素を copy-specific information、あるいは material evidence と称している。特に書き入れや来歴は、読書行為や本の流通の再構築に重要な手掛かりとなるため、これまで以上に注目が集まっているとされている。(徳永聡子「インキュナブラ研究と copy-specific information」) 本研究は material evidence を提供する手法の汎用性を指すものであり、国内での料紙研究のみならず国際的な書物研究に寄与すべく、研究を継続していく。

<引用文献>

徳永聡子「インキュナブラ研究と copy-specific information」『人文情報学月報』第63号【前編】 <https://www.dhii.jp/DHM/dhm63-1>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0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 白戸満喜子	4. 巻 28
2. 論文標題 料紙の白色度と青色繊維 –料紙観察からの試論–	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 和紙文化研究	6. 最初と最後の頁 48-60
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 白戸 満喜子	4. 巻 39
2. 論文標題 『源氏物語』古筆切の料紙観察（第一報）（二〇一九年度国文学科公開講座講演会「源氏物語、伝統と未来」）	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 年報 = Nenpo	6. 最初と最後の頁 215 ~ 233
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34388/1157.00002121	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計2件

1. 著者名 白戸 満喜子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 文学通信	5. 総ページ数 280
3. 書名 書誌学入門ノベル! 書医あづさの手控 クロニクル	

1. 著者名 陳剛 / 稲葉政満監修 / 白戸満喜子訳	4. 発行年 2023年
2. 出版社 科学出版社東京	5. 総ページ数 235
3. 書名 中国手漉竹紙製造技術	

〔産業財産権〕

〔その他〕

【連載】白戸満喜子の料紙観察の手控 メモ
<https://bungaku-report.com/ryoshikansatsu.html>

【研究協力】

岡田ひろみ, 咲本英恵, 内田保廣, 菅野扶美「本学所蔵貴重和装本(和歌・物語)の書誌調査報告: 竹取物語絵巻・伊勢物語・湖月抄・今物語・馬名合・勅撰集・仮名文字遣・自讃歌 付: 白戸満喜子「共立女子大学図書館所蔵古典籍の料紙観察に関する報告書」」『共立女子大学・共立女子短期大学総合文化研究所紀要』27号 共立女子大学・共立女子短期大学総合文化研究所 2021年 41～59頁

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