

# 保存科学研究室年報

第 10 号

2010 年(平成 22 年)度

## 第 1 回 北田文化財保存科学賞の授与 (3 月 25 日)

本賞は保存科学研究領域で極めて優秀な研究成果を博士論文にまとめた学生で将来有望な研究者になることが期待できるものに与えられるもので、賞状と奨励金よりなる。当研究室の北田正弘名誉教授の寄付により今年度より創設された。審査の結果、栄えある栄誉を受けたのは貴田啓子および杉岡奈穂子の 2 人である。今後のますますの活躍が期待される。

## 博士後期課程修了及び論文博士の授与

今年度は博士後期課程修了が 4 名、論文博士の授与が 2 名である。学位論文名は以下のとおりである。今後の活躍が期待される。

### 博士後期課程修了

- 貴田啓子 : 浮世絵顔料プルシアンブルーが和紙の劣化に及ぼす影響
- 杉岡奈穂子 : 江戸後期の唐絨布に用いられたクロム酸鉛系顔料の材料科学的な研究
- 田中眞奈子 : 火縄銃に用いられた鋼の微細構造と腐食挙動に関する金属組織学的研究
- 崔 禎恩 : 高麗時代に製作された青銅文化財の金属組織学的研究

### 論文博士

- 星 恵理子 : 銅を含む顔料による和紙の劣化現象と変色抑制手法の研究
- 間渕 創 : 文化財公開施設等における微生物の予防と制御に関する研究

## 第 10 回保存科学研究室発表会を開催(11 月 18 日)

第 10 回の保存科学研究室発表会を 11 月 18 日に開催した。来演として、共立女子大学の斉藤昌子教授に「染織文化財の科学分析から得られる情報」について講演していただいた。当研究室から 9 名が発表した。内容は、たたら製鉄技術、鎧に用いられた鉄鋼材料、鉄砲に用いられた鉄鋼材料の金属組織、江戸時代貨幣の表面層の微細構造、浮世絵顔料プルシアンブルーによる紙の劣化、平等院鳳凰堂の修復に用いられる彩色顔料の光劣化、紙の経年劣化機構、機械漉き和紙の技術革新、近世における木材の利用史などである。

発表会には文化財関連の研究者や修復技術者を始め、日本技術士会や他分野の科学技術研究者の方から一般の方々まで約 90 名の参加をいただき、終始活発な議論が行われた。

現在、第 11 回の発表会に向けて準備を進めておりますので、多くの方々の参加をお待ちしています。

### 入試日程のお知らせ

大学院美術研究科 文化財保存学専攻(保存科学研究分野)  
願書受付(郵送のみ)

修士課程 : 2011 年 8 月 17 日~20 日(済)

修士課程(外国人留学生入試) : 2011 年 12 月 2 日~7 日

博士課程 : 2011 年 12 月 2 日~7 日

### 入試日程

修士課程 : 2011 年 9 月 19 日~21 日

修士課程(外国人留学生入試) : 2012 年 2 月 10 日~11 日

博士課程 : 2012 年 2 月 10 日

詳細は学生募集要項参照、或いは教務係へ  
教務係 TEL : 050 - 5525 - 2122



受賞した杉岡奈穂子(写真左)と貴田啓子(写真右)



田中眞奈子



崔 禎恩



星 恵理子



杉岡奈穂子



貴田啓子



間渕 創

博士課程修了者と論文博士授与者



講演される斉藤昌子教授

## 第 11 回保存科学研究室発表会(予告)

平成 23 年 10 月 20 日(木)

13:00~18:00

東京藝術大学 美術学部第一講義室  
詳細はホームページをご覧ください。

<http://www.geidai.ac.jp/labs/hozon/page011.html>

## ご講義を賜った先生方(2010年(平成22年)度非常勤講師)

保存科学は幅広い学問領域である特徴を有することから、最先端で研究しておられる多方面の先生にお願いして講義していただいた。今年度の講師の先生とご講義いただいた題目を以下で紹介いたします。

- |        |                  |                      |
|--------|------------------|----------------------|
| ○上本道久  | (東京都立産業技術研究センター) | 「分析値の信頼性」            |
| ○河内国平  | (刀匠)             | 「刀の見方とできるまで」         |
| ○斉藤昌子  | (共立女子大学)         | 「染織文化財の科学分析から得られる情報」 |
| ○杉山真紀子 | (東北芸術工科大学)       | 「虫害と文化財保存」           |
| ○鈴木 稔  | (帝京大学 山梨文化財研究所)  | 「文化財測定学」             |
| ○二宮修治  | (東京学芸大学大学院)      | 「文化財測定学」             |
| ○三ツ井朋子 | (新潟県埋蔵文化財事業団)    | 「埋蔵文化財の保存と活用」        |
| ○萬 雄彦  | (産業技術総合研究所)      | 「企業における材料研究」         |

(敬称略 五十音順)

## 集中講義および特別講義の風景

集中講義とともに、共同研究などで来学された先生にも御講演いただいている。研究の最先端の話がうかがえ、なかなか得にくい経験をさせていただいている。今年度、御講演いただいた先生方にこころより御礼申し上げます。



**上本道久先生**  
(東京都立産業技術研究センター)  
測定により得られたデータの統計的な処理の初歩から応用まで、実例をあげつつ懇切丁寧に指導いただいた。今日の研究にすぐ行かせる実践的な講義であった。

**特別講義: Ute Henniges 先生**  
(BOKU 大学 ウィーン)  
セルロースの酸化反応の研究について講義いただいた。この大学には学生が特別研究員として3カ月在籍し、研究を行ってきた。

**特別講義: イカリ消毒**  
藝大内の芸術資料館の生物的対応である IPM 作業を行うことになり、その実施方法や注意点など現場で講義していただいた。学生には他では得られない貴重な経験になったと思う。



**国際交流**  
Gill Juleff 先生(Exeter 大学、イギリス)に『モンスーン鋼とインドの鉄』と題して講演いただいた。博士はモンスーンを用いたユニークな製鉄法の研究者で、その業績の一部は Nature でも取り上げられている。直接会っての講義で皆その迫力に圧倒された。

**国際交流**  
研修で来日しているイラク国立博物館の保存修復家 3 名へ有機化合物の科学分析機器とその役割について紹介した。



**国際交流**  
中国復旦大学から陳剛副教授が日本学生支援機構の帰国外国人留学生短期研究制度により来日し、「手漉き竹紙の製造法とその保存性について」の共同研究を行った。





## 研究室の構成(2011年(平成23年)08月現在)

### 教員

稲葉 政満	教授	文化財測定学
アンドラス・モルゴス	招聘教授	文化財測定学
永田 和宏	教授	美術工芸材料学
桐野 文良	教授	美術工芸材料学
貴田 啓子	非常勤講師	文化財測定学
蔵品 真理	非常勤講師	文化財測定学
相見 光	非常勤講師	文化財測定学
瀬田 愛子	教育研究助手	美術工芸材料学
杉岡 奈穂子	教育研究助手	美術工芸材料学
水本 和美*	教育研究助手	考古科学

\* : 発掘調査団

### 客員研究員

張 文元	客員研究員	壁画用顔料
------	-------	-------

### 学生と研究テーマ

釘屋 奈都子	D 2	鎧に用いられた金属
田口 智子	D 1	Ag合金の材料化学
李 壘	D 1	紙の促進劣化と自然劣化
鈴木 恵梨子	M 2	油絵の技法
橋本 麻里	M 2	膠の保存性
藤原 志帆	M 2	和紙の顔料焼け
水口 友紀	M 2	水害にあった和紙の乾燥
伊藤 嘉昌子	M 1	漆喰の材料学
芳賀 文絵	M 1	顔料の材料学
大久保 美貴	M 1	陶磁器釉の発色
鳥塚 真璃亜	M 1	陶磁器の材料学
平塚 祥	M 1	古代鉄の材料学

## 2010年(平成22年)度外部資金導入状況

- 文部科学省科学研究費補助金
  - 金属文化財の腐食機構解析に基づく新防食法の開発
  - Nanotechnology in the conservation
- 学術振興会特別研究員
  - 室町から江戸時代に渡来した染織文化財の材料科学的研究
  - 浮世絵版画におけるプルシアンブルーの劣化が和紙に及ぼす影響
  - 室町時代から江戸時代における鎧の材料科学的研究
- 学術振興会
  - 優秀若手研究者海外派遣事業
- 研究助成
  - 竹紙の保存性に関する研究(文化財保護・芸術研究助成財団)
  - 経年劣化紙資料を用いた加速劣化試験法の比較(吉田学記念文化財科学研究助成基金)
  - 19世紀に東南アジアから渡来した唐棧布のルーツを探る研究(公益財団法人三島海雲記念財団学術研究奨励金)
  - 吉田科学技術財団国際研究集会助成金
- 受託研究等
  - 木材にベンガラ系塗料を塗布した顔料の接着性(平等院)

## 2010年(平成22年)度大学院修士課程修了者

- 李 壘：経年劣化紙資料の懸垂法による湿熱劣化
- 田口 智子：江戸時代貨幣『豆板銀』の表面層の構造
- 謝 謹誠：中国産竹紙の湿熱劣化による保存性評価

## 2010年(平成22年)度の主な学外発表

### 《学術論文》

- ・杉岡奈穂子、北田正弘：江戸時代後期の国産唐棧布(とうざんふ)に用いられた橙色染色剤・Pb<sub>2</sub>CrO<sub>5</sub>の繊維内分布と微細構造、日本金属学会誌、**74** (2010), pp. 242-249.
- ・田中眞奈子、北田正弘：江戸時代に製造された火縄銃の非金属介在物の組成と構造、日本金属学会誌、**74** (2010), p250.
- ・崔 禎恩、北田正弘：高麗遊児書像鏡の金属組織と不純物、日本金属学会誌、**74**(2010), p365.

## 新入生の紹介

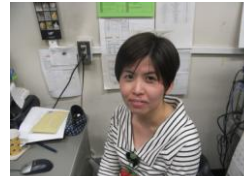
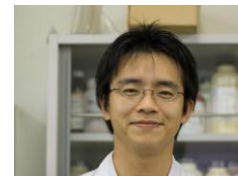
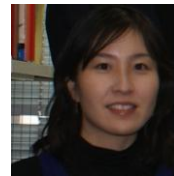


### 入学記念：教員と新入生

(後列左から、相見、杉岡、水本、貴田、瀬田、永田、稲葉、蔵品(教員)、前列左から、桐野(教員)、大久保、伊藤、芳賀、鳥塚、平塚、李、田口(学生))

### 新任教員

- 貴田啓子 (非常勤講師)
- 相見 光 (非常勤講師)
- 杉岡奈穂子 (教育研究助手)



- 水本和美 (教育研究助手、発掘調査団)



### 客員研究員

- 張 文元 (敦煌研究院)



### 退任教員

- 高林弘実(非常勤講師)
- 秋山純子(教育研究助手)
- 坪倉早智子(教育研究助手)
- 鈴木伸哉(教育研究助手、発掘調査団)



大英博物館での国際会議の風景

- ・杉岡奈穂子、北田正弘：江戸末期に技術移入されたPbCrO<sub>4</sub> 黄色染色法を用いて染めた羊毛の微細構造、  
日本金属学会誌、**74** (2010), pp751-757.
- ・崔 禎恩、北田正弘：高麗青銅貨：海東通寶(ヘドントンボ)の金属組織と不純物の微細構造、  
日本金属学会誌、**74** (2010), pp. 30-35.
- ・田中眞奈子、北田正弘、西嶋雅彦：江戸時代後期に製造された管打銃の金属組織と非金属介在物、  
日本金属学会誌、**74** (2010), p779.
- ・稲葉政満、桐野文良、釘屋奈都子、實井香那子、甲斐由香里：平等院鳳凰堂の修復に用いるベンガラ系塗料の耐  
光性に関する研究 II-新たなベンガラ系塗料の耐光性試験と鐘楼での屋外暴露試験-、鳳翔学叢、**6** (2010)、pp153-170.
- ・坪倉早智子、近藤文、豊竹幸恵、山口佳奈、稲葉政満：挿入法による紙劣化試験(IV)―硫酸アルミニウム成分の  
紙の劣化への影響―、文化財保存修復学会誌、**55** (2010)、pp. 25-37.
- ・星恵理子、稲葉政満、北田正弘：銅イオンに起因する和紙の劣化に対するキレート剤の効果、  
文化財保存修復学会誌、**55** (2010)、pp. 67-75.
- ・稲葉政満、加藤雅人：画仙紙の開発と手漉きの省力化、東京芸術大学美術学部紀要、**48** (2010)、pp. 5-38.
- ・北田正弘、杉岡奈穂子、平賀賢二：美術工芸品に使われる青貝の微細構造と光学的性質、**48** (2010)、pp. 39-54.

## 《学会発表》

### 8th International Symposium of Weatherability & Durability (Tokyo, 2010)

- ・ Keiko Kida: Antje Potthast, Masamitsu Inaba : The effect of Prussian blue pigment on the deterioration of cellulose in filter paper

### Archaeological Iron Conservation Colloquium (Stuttgart, Germany 2010)

- ・ Manako Tanaka and Masahiro Kitada : Metallurgical properties of steel used in a traditional Japanese matchlock Gun

### 1st International Congress Chemistry for Cultural Heritage (Ravenna, ITALY, 2010)

- ・ Nahoko Sugioka, Masahiro Kitada: Microstructures of Chrome-Yellow Dyestuff Used for Cotton Fabric Imported into Japan in mid-19th Century.

### SEM and microanalysis in the study of historical technology materials and conservation (SEM 2010) (British Museum, UK, 2010)

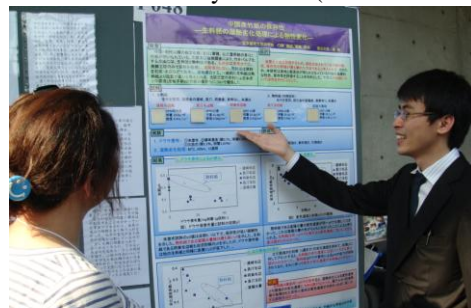
- ・ Nahoko Sugioka, Masahiro Kitada: SEM and TEM Analyses of Chrome-Yellow Dyestuffs Used for Imported and Domestic Cotton Fabrics "Touzan" in Japan in 19th Century.
- ・ Choi Jung Eun and Masahiro Kitada: Microstructure and Impurities of bronze mirrors fabricated in the Koryo Period (10th to 14th century).

### 2010 Great Baekje World Festival International Symposium (Buyeo Korea 2010.10)

- ・ Andras Morgos: Current Status of the Conservation of Cultural heritage

### 第32回文化財保存修復学会研究発表大会(岐阜, 2010, 文化財保存修復学会)

- ・ 貴田啓子、稲葉政満：浮世絵顔料フェロシアン化鉄による和紙の化学変化II-ウロン酸量の変化-
- ・ 李 壘、稲葉政満：経年劣化紙試料の加速劣化試験-80℃, 65%rh 条件での物性と色変化-
- ・ 甲斐由香里、稲葉政満：墨のにじみへ及ぼす水の硬度の影響
- ・ 謝 謹成、稲葉政満、陳 剛：中国産竹紙の保存性-生料紙の湿熱劣化処理による物性変化-
- ・ 杉岡奈穂子、北田正弘：渡来唐棧(江戸後期)に用いられた橙色鉱物染料の木綿繊維内分布
- ・ 田中眞奈子、北田正弘：幕末に製造された洋式銃(管打銃)の表面処理層と腐食層
- ・ 崔 禎恩、北田正弘：高麗時代に製造された青銅貨の金属組織と表面腐食
- ・ 釘屋奈都子、北田正弘、桐野文良：江戸時代製銃の骨牌札に使われた鋼板の金属組織
- ・ 藤澤明、北田正弘、桐野文良：化学試薬を用いた鍍付け法により鉄地表面に生成する化合物の構造
- ・ 實井香那子、桐野文良：緑青付けにより生成した着色層の色彩に関する保存科学的研究



2010年文化財保存修復学会での発表風景

### 第150回日本金属学会-春季大会-(東京, 2011)

東日本大震災に被災のため中止(概要集の発行のみ)

### マテリアルライフ学会春期研究発表会 (東京, 2011)

- ・ 謝謹誠、稲葉政満、陳剛：中国産生料竹紙の湿熱劣化による保存性評価

## 《講演》

- ・ 甲斐由香里、稲葉政満 「墨のにじみへ及ぼす水の硬度の影響」(和紙文化研究会) (2010.02).
- ・ 稲葉政満 「生紙と染紙の保存性」(久留米大学比較文化研究所) (2010.02).
- ・ 稲葉政満 「アーカイブ資料のための環境管理-近現代史料の保存」(日本銀行金融研究所) (2010.03).

## 《記事》

- ・ 桐野文良：文化財の保存における技術士の役割 IPEJ Journal **23**(No. 1) (2011) pp20-23.

## 《社会連携》

- ・ 桐野文良：NHK 教育テレビ：美の壺『なつかしの商店建築』(file-193、2010年12月10日放送) 緑青の生成過程とその魅力を解説

## 【編集後記】

今年度終わりにM9.0の東日本大震災が発生した。15000人を超える多くの人命が奪われ、また、福島第一原子力発電所の事故により放射性物質の脅威に曝されている。被災された方々に心よりお見舞いを申し上げます。防災における想定など無意味で、改めて自然の力の偉大さを感じた。自然の力に対抗するのではなく、減災の観点から如何に上手く付き合っていくかを考える契機となった。このような考えが文化財を守るために自分が何をすべきか、研究室として何が出来るか、それぞれの立場でできる最大限の努力をおしまないでやって行きたい。(F.K)



ドイツでの国際会議の風景

東京藝術大学大学院美術研究科  
文化財保存学専攻

保存科学教室年報  
第10号

発行：2011年09月10日 発行責任者：稲葉政満  
発行所：東京藝術大学大学院美術研究科文化財保存学専攻 保存科学研究分野  
〒110-8714 東京都台東区上野公園12-8  
TEL：050-5525-2285 FAX：03-5685-7780  
HP：http://www.geidai.ac.jp/labs/hozon/page011.html



**第 10 回 保存科学研究室研究発表会内容梗概**  
**2010 年(平成 22 年)11 月 18 日(木) 於：東京藝術大学 美術学部 第 1 講義室**  
**《プログラム》**

**【研究発表】**

13:00~13:10	開会の挨拶および研究室紹介	教授 稲葉政満
13:10~13:25	「機械漉き和紙への技術革新」	教授 稲葉政満
13:25~13:40	「経年劣化紙試料の懸垂法湿熱劣化試験-80℃, 65%rh」	修士 2 年 李 壘
13:40~13:55	「プルシアンブルー顔料を塗布したろ紙の劣化」	博士 3 年 貴田啓子
13:55~14:10	「遺跡出土木棺の用材分析に基づく近世の木材利用史」	助手 鈴木伸哉
14:10~14:20	休憩	
14:20~15:10	招待講演 「染織文化財の科学分析から得られる情報」	共立女子大学 教授 齊藤昌子
15:10~15:20	休憩	
15:20~15:35	「平等院の修復に用いる顔料の耐光性」	教授 桐野文良
15:35~15:50	「江戸時代貨幣『豆板銀』の表面層の構造」	修士 2 年 田口智子
15:50~16:05	「江戸元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃の金属組織」	博士 3 年 田中真奈子
16:05~16:20	「江戸時代に製作された籠手に用いられた鋼(小篠)の金属組織」	博士 1 年 釘屋奈都子
16:20~16:35	「たたら製鉄操業における脈動送風の効果」	教授 永田和宏
16:35~16:40	閉会の挨拶	教授 永田和宏

**《講演の概要》**

**機械漉き和紙への技術革新**

東京藝術大学大学院 稲葉政満

楮紙の抄紙工程で難しいのは、長い繊維を水中に均一分散させることである。手漉きの場合、粘剤を使用して流し漉きすることで、その困難を克服している。一方機械漉きは、風船爆弾用紙の製造で試みられ、戦後に懸垂式短網抄紙機が実用化された。そしてついには「かげろうの羽」と称される楮の薄紙である「典具帖紙」の抄紙にも成功する。その技術革新について発表する。

**経年劣化紙資料の懸垂法による湿熱劣化(80℃、65%rh)**

東京藝術大学大学院 ○李 壘(院生)、稲葉政満

紙資料をより良い状態で保存するための対策を確立するには、その劣化挙動を解明することが必要であるが、自然劣化資料を評価するには長期間を要し、困難である。一方、加速劣化試験が自然劣化をシミュレートできているかは常に問題となる。本研究は、紙の経年劣化と加速劣化の関係を明らかにする手始めとして、経年劣化した紙資料(1878 年~1923 年)を懸垂法で湿熱劣化(80℃、65%rh)させ、紙の物理的・化学的変化について検討した。

実験に用いた経年劣化紙資料を湿熱劣化させると、劣化前の状態で最も量の多かったシュウ酸は増加したが、2 番目に多いグリコール酸は減少した。また、有機酸が多く蓄積された紙ほど、湿熱劣化により、紙の引裂強さと破裂強さが低下し、変色が進んだ。これはセルロース主鎖の切断数と相関を示した。セルロース主鎖の切断数と pH との間には明確な相関は認められず、切断数と粘度法によるセルロースの酸化度との間には良い相関があったことから、酸加水分解反応と同時に酸化反応も生じていると結論づけた。

**プルシアンブルー顔料を塗布したろ紙の劣化**

○貴田啓子<sup>1</sup>, Antje Potthast<sup>2</sup>, 稲葉政満<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京藝術大学大学院 <sup>2</sup> Department of Chemistry, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria

**【緒言】**プルシアンブルー顔料は浮世絵版画に用いられている。この顔料に含まれる鉄(Fe)が、紙の主成分であるセルロースの劣化を促進する可能性がある。セルロースの劣化の主な原因は、酸加水分解による低分子化および酸化反応の進行である。低分子化はセルロースの分子量測定により、酸化反応はその酸化物の定量により把握できる。GPC-Labeling 法は、高分子の分子量を測定する GPC 法と酸化物官能基に選択的な蛍光ラベリング法を組み合わせた新規な手法である。本研究では、セルロースの劣化の詳細を GPC-Labeling 法を用いて検討する。

**【実験方法】**紙にセルロース純度の高いろ紙を使用し、プルシアンブルー塗布、Fe イオン含浸試料を作製し、湿熱加速劣化(80℃、65%rh)した。酸化物であるカルボニル基およびカルボキシル基は、各々蛍光ラベリング剤 CCOA (Carbazol-carbonyl oxyamine) および FDAM (Fluorenyl-diazo-methane) によりラベルし、蛍光検出器で定量した。

**【結果・考察】**プルシアンブルーを塗布したろ紙は、未塗布ろ紙よりも湿熱加速劣化による分子量低下が早い。これは、湿熱劣化により紙中の Fe イオンが増加することがわかっており、分子量低下はその Fe イオンにより促進されている。Fe イオン含浸試料は、セルロース中の酸化物官能基であるカルボニル基およびカルボキシル基量の経時変化から、酸化反応が大きく促進され、プルシアンブルーでもわずかにその影響がみられた。GPC-Labeling 法は、プルシアンブルーや Fe イオンが紙の劣化に及ぼす影響を分析する手段として有用であった。

**遺跡出土木棺の用材分析に基づく近世の木材利用史**

東京藝術大学大学院 鈴木伸哉

17 世紀はじめの江戸幕府による江戸城およびその城下町の建設には大量の木材が必要となり、幕府はこれを木曾川・天竜川流域をはじめとした全国の天然林から調達したことが知られている(所, 1980)。こうした都市建設と、それに引き続く都市人口の増加や度重なる火災などにより、近世の森林資源は全国的な枯渇の状況に陥つたと推定されている。また、幕藩体制を支えた身分制度や階層差が木材利用にどのような影響を与えたかが問題とされるが、そうした観点にたった出土木製品の材質に関する調査・研究はわずかであった。こうしたなか、本研究は、東京都内の 4 つの墓地遺跡から出土した、江戸時代初期から幕末にかけて形成された円形木棺(上面観が円形で、結桶形の構造をなす座棺)と方形木棺(上面観が正方形または長方形で、箱形の構造をなす座棺または寝棺)を主体とする一般都市住民層の木製埋葬施設の構築材およそ 2,700 点の樹種同定と形態の観察に基づき、近世の江戸における木材利用の変遷と森林資源や身分・階層差との関わりについて検討した。

木棺用材に反映した江戸における木材消費の様相には、江戸時代初期から幕末にかけて変化が認められた。17 世紀前半~18 世紀はじめ頃までは、円形木棺の用材は木曾川・天竜川流域をはじめとする天然林からもたらされたサワラやアスナロ、ヒノキなどの移入材を主体とし、都市における木材需要の増大による木材供給源の枯渇を反映して材が軽薄化し、より奥山に生育する樹種が用いられるようになるなど、近世林業史研究で推定されたような木材の大量消費の様相を裏付けたが、時期が下るにつれて、江戸周辺における植林による木材生産の活発化と、「江戸地廻り経済圏」をはじめとする流通網の発達によって、江戸近郊を主産地とするスギやアカマツなどの人工林・二次林産の樹種が主体的に用いられるようになったと推定した。円形木棺と 17 世紀前半の方形木棺、18 世紀以降を中心とする方形木棺は、それぞれ系譜の異なるものであるが、これら江戸の一般的な都市住民層に用いられた木棺の用材は、将軍家・大名家の墓の用材とは、江戸時代を通じて異なっていたことから、当時の身分差・階層差が木棺の用材に反映したと考えた。

### 平等院鳳凰堂の修復に用いる彩色材料の耐光性

東京藝術大学大学院 ○桐野文良、稲葉政満、平等院 神居文彰

【緒言】平等院では鳳凰堂の創建当時の彩色を復元する修理を予定している。彩色材料はベンガラが用いられていたが、創建当時と現代とはその色彩が異なる。そのため、修復にあたり色彩の調整を行なわなければならないが、この彩色材料の耐光性が懸念される。そこで、受託研究として彩色材料の耐光性評価を受けた。その結果について報告する。

【実験方法】修復に用いる顔料をSEM、EDX分析、そして、X線回折により調べた。修復時と同じ工程を用いて試料を作製した。ヒノキ材の上に水処理後、胡粉を塗布後、膠水中に分散させた彩色材料を2回塗る耐光性試験は紫外線フェードメータによる加速試験と鐘楼へ塗布する暴露試験とを比較した。色差の経時変化により耐光性を評価した。

【結果】彩色に用いる現代のベンガラと色彩調整用朱の基本的な特性を調べた。色彩調整用朱はBaSO<sub>4</sub>に染料などで染めた材料である。このうちの1つにはTiO<sub>2</sub>が含まれる。ヒノキ上に塗布した試料に紫外線フェードメータにより光を照射すると、赤系の色が白色の方向へ色差が変化する。暴露試験として平等院の鐘楼に塗布し彩色顔料の色差の変化を調べたところ、加速試験を支持する結果を得た。これは、色彩調整用朱の中に含まれるTiO<sub>2</sub>が光触媒として作用し染料や膠を分解したと考えられる。TiO<sub>2</sub>を含まない色彩調整用朱を用いると、紫外線フェードメータによる加速試験では変化が極めて小さい。現在、東門にこの彩色材料を塗布して耐光性を調べている。

### 江戸時代貨幣『豆板銀』の表面層の構造

東京藝術大学大学院 ○田口智子(院生)、桐野文良

【緒言】豆板銀は江戸時代に流通した銀貨の一種であり、Ag-Cu合金である。Ag-Cu合金貨幣の銀の含有率と表面層の関連についての研究はほとんど見られない。本研究の目的は、豆板銀の表面層の解析を行い製作技法や保存状態を明らかにすることである。

【方法】試料は江戸時代に製造された、保存状態の異なる十二種類の豆板銀である。これら試料の分光光度計で分光反射率の測定、XRDおよび電子線回折で結晶構造をそれぞれ調べた。また、表面をSEMで観察し、組成をEDXおよびXRFで分析した。表面の解析はSTEMおよびTEMにより調べた。

【結果】(1)安政豆板銀に代表されるAg濃度の低い豆板銀においても、試料表面は銀色を呈している。分光反射率を測定すると、Cuのスペクトルに見られる特徴は見られない。(2)腐食生成物として酸化銀、酸化銅、塩化銀、硫化銅が検出されたが、銀濃度による生成物の明確な差は見られず、保存状態に起因するものと考えられる。(3)安政、文政豆板銀では、試料表面近傍でAg濃度の高い層が観察される。(4)豆板銀の表面を一部研磨すると、銀色から銅色に変化する。(5)TEM観察から安政豆板銀の地金上には、二層からなる表面層が存在している。地金に近い層は約0.6μmのAg富化層で、その上部に約0.8μmのCu<sub>2</sub>Oを主成分とする層が形成されている。(6)以上の検討より、豆板銀表面には色揚げ処理が施されている可能性を示唆する結果を得た。

### 江戸・元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃の金属組織

東京藝術大学大学院 ○田中真奈子(院生)、北田正弘

【緒言】日本の古式銃の金属学的基礎データを蓄積することを目的に、これまでに江戸時代の銃2挺の金属組織、非金属介在物および表面生成物の特徴について報告した。本報では江戸・元禄時代に国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃を研究試料として、金属組織と非金属介在物の観察を通じて銃身の材質および製造方法について考察した結果を述べる。

【実験方法】国友鉄砲鍛冶により製造された火縄銃(全長86.5cm、口径13mm、北田所蔵)の銃身中央部および銃口部から、銃身に垂直な断面と平行な断面試料を切り取り、金属組織、介在物等について調べた。炭素量の測定、光学顕微鏡、SEMおよびTEMによる観察、EDSによる非金属介在物の組成分析、ピッカース硬度の測定を行った。

【結果】銃身中央部は炭素量が0.007mass%の極低炭素鋼で、αFeからなる均一な組織である。銃口部は炭素量が0.07~0.3mass%の極低炭素鋼~低炭素鋼で、同心円状に分布する非金属介在物を境界に、介在物の内側は主にαFeからなる組織、外側はα鉄とパーライトからなる組織である。ピッカース硬度は銃身中央部で90~111Hv、銃口部のαFe領域で106~114Hv、αFeとパーライトからなる領域で102~146Hvである。銃身中央部の非金属介在物の配列から、本試料は一枚の鋼板を巻いて熱間鍛造により製造された「艦鈍張り」の銃身である。ただし、銃口部は、「艦鈍張り」銃身の上に炭素量の高い鋼板が巻かれ強化されている。銃身中央部の非金属介在物からTiが検出されたことから、銃身の原料は砂鉄と考えられる。

### 江戸時代に製作された籠手に用いられた鋼(小篠)の金属組織

東京藝術大学大学院 ○釘屋奈都子(院生)、北田正弘、桐野文良

【緒言】日本において鉄製の鎧は古くから用いられているが、これまでは様式に着目した研究が中心であり材料科学的な研究はほとんど行われていない。本研究では、江戸時代の鎧のうち籠手に用いられた鋼板の材料的な特徴や製造方法を調べることを目的とする。

【方法】江戸時代に製作されたと思われる2つの籠手(北田蔵)は、鋼板や鋼線が布に各部に縫い付けられて構成されているが、中でも小篠と呼ばれる

鋼板11枚を試料とした。光学顕微鏡とSEMによる金属組織観察を行い、ピッカース硬度を測定した。介在物の組成はEDSにより分析をした。

【結果】小篠の断面の金属組織は、籠手による違いは見られず、多くはα鉄と介在物からなる炭素濃度0.1mass%以下の小篠である。一方、小篠の中には炭素濃度の異なる層を形成し、小篠の表面近傍や中央部で炭素濃度が高くなっているものも観察された。よって、炭素濃度の異なる鋼が組み合わせられて用いられていると考えられる。また小篠には、炭素濃度に相当する値より高い硬度、壊された介在物、及び表面近傍の微細化組織など鍛造加工を示唆するものが確認される。非金属介在物からはFe、Na、Mg、Al、Si、P、S、K、Ca、及びMnなどとともTiが検出される。Tiは、砂鉄に由来することが考えられる。

### たたら製鉄操業における脈動送風の効果

東京藝術大学大学院 永田和宏

概要：たたら製鉄の送風装置は「鞆(ふいご)」と呼ばれ、朝鮮半島経由で6世紀後半に我国に伝わった。その当時は箱型の「差吹き鞆(さしふきふいご)」で、手動でピストンを往復させて送風した。その後、中世に「野だたら」と呼ばれる屋外で簡単な小屋掛けをして行われた時代は、「踏み鞆(ふみふいご)」が使われた。これは、大きな板の中心を支点とし、両端に複数の人が交互に踏んで送風した。江戸時代初期の1691年に「天秤鞆(てんびんふいご)」が発明され、たたら製鉄は高殿と呼ばれる建屋の中で行われた。これは、2枚の板の外側の端を支点とし内側の端は天秤棒の両端から下げられた縄で繋がっていた。1人が真中に立ち、足を片方ずつそれぞれの板の内側に掛けて交互に踏んだ。空気は分配箱の「ツブリ」から炉の片面下部に設置された約20個の羽口(ホド)にそれぞれ木呂管を通して送られた。たたら歌に合わせて2台の鞆の調子を取りながらたたらを踏んだので送風は脈動風となった。昭和52年に復元された現在も冬季に操業されて日本美術刀剣保存協会の「日刀保たたら」は4台の箱型差吹き鞆を電動モーターで同期して駆動させ脈動風を送っている。一方、昭和44年に日本鉄鋼協会で復元されたたたら製鉄ではブロワーによる連続風が使われた。本報告では、脈動風と連続風がたたら製鉄操業に与える影響を考察する。