第20号

衣笠繊維研究所報告

2016

公益財団法人 衣笠繊維研究所

2017年3月発行

2016

Annual Report of Kinugasa Research Foundation for Textile Science

Kitano Shimohakubai, Kita-ku,

Kyoto 603-8326, Japan

目　次

研究・技術開発事業

外部連携研究

カイコへの各種ストレスの供与と産出される絹糸の品質に関する
研究(継続 3 年目)　河原　豊・・・・・・ 1

観察および化学分析法を用いた出土繊維製品の構造と材料に関する
総合的研究　奥山 誠義・・・・・ 6

共同研究

繭の塩類飽和溶液による浸漬と繰糸に関する研究
高橋重三・名所高一・高濱(一田)昌利・・・・・・・11

教育支援事業

繊維科学の教育支援事業・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14
繊維教育賞の授与・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・16
　受賞記念講演・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・22
春季見学会の開催・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
学術講演会の開催・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

文化財保存事業

衣笠会館の維持事業について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・27

平成 28 年度　衣笠繊維研究所理事および評議員の活動状況

学術論文の発表、各種学会での口頭発表など・・・・・・・・・・・・・・28
講演・講義活動・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
受賞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

研究・技術開発事業

外部連携研究

カイコへの各種ストレスの供与と産生される絹糸の品質に関する研究

河原　豊

群馬大学大学院理工学府　環境創生部門

〒376-8515　群馬県桐生市天神町 1-5-1

１．研究背景と目的

炭酸カルシウムは、摂食促進因子であることが確認されている（常山・田中 2001）。桑中の炭酸カルシウムは、時間の経過とともに葉に蓄積され、特に桑は他の植物と異なり、葉の特定部位に著しい量が蓄積される（Sugimura *et al.* 1998, 1999）。一般に植物中の炭酸カルシウムは、動物の摂食行動に対してストレスとなり、カイコの様な多量摂取は困難となる。

一方、絹糸腺は繭の原料を合成するだけでなく、生理的役割として、過剰に摂取した Ca の選択的排泄も担っている（赤尾 1943）。つまり、絹糸腺のイオンバランスは摂食した桑葉からのミネラルの影響を受けやすい。また、強く水麻酔（新川・橋本 1998）すると、カイコの代謝に異常を生じ、それが絹糸腺のミネラルバランス等に波及して、繭糸のミネラルバランスも変化する恐れがある。

本研究では、種々のストレス暴露条件で得られた繭糸の構造を調べ、Ca との関連を明らかにし、繊維構造形成との関係について検討した。また、カイコに強制紡糸（forced reeling）を行い、as-spun 糸の構造解析からセリシンの機能や Ca の影響について検討した。

２．材料および方法

アロメトリー解析は、蚕業技術研究所および群馬県蚕糸技術センターで 2008 年春蚕期から 2014 年晩秋蚕期にかけて育成された交雑種の繭（家蚕交雑種 188 品種（春蚕期(6 月) : 41 品種，初秋蚕期(9 月) : 93 品種，晩秋蚕期(10 月) : 99 品種）の繭質検査データを用い解析した。

無機成分の定量分析は、サーモフィッシャーサイエンティフィック製 ICP 発光分析

装置 iCAP6500Duo を用いて行った。前処理は、乾式灰化法で行い、灰分を塩酸に溶解して試料液を調製した。

３．研究成果と展望

３．１　解じょ率と繊度

小松計一氏（松村・小松 1979）がクライオで撮影したカイコの吐糸の写真によれば、吐出直後、Swelling 現象が観察されることから、カイコの紡糸は乾式紡糸であることがわかる。液状絹には、少なくとも 70%以上の水が存在する（荻原 1957）。吐糸と同時に水が蒸発する。水の不均一な蒸発は粘度ムラからドローレゾナンスを生じさせ、繊度ムラにつながる。このため、営繭させるときに多くの場合、少しでも水の均一な蒸発を確保すために飼育場には大型扇風機による送風が不可欠となる。しかしながら、繭を 100%解じょしてフィラメント糸とすることは難しい。カイコの吐糸の遺伝的な癖も影響するが、繭の内層の乾燥は外層に比べて遅れ、糸相互の融着を生じさせる。交雑種の繭について解じょ率を調査したところ、解じょ率は、おおよそ 80%以上となった。カイコの吐糸行動については、繭の側面が複数の層状に剥離しやすいことを根拠とし、吐糸の途中でカイコが休息するのではないかとする考えもあるが、大半の解じょ率が 80%以上となることから、カイコは休息せず営繭していると判断される。

次に、カイコの体重（W）と繊度（D）に関してアロメトリー解析（D=A･WB）を行ったところ W の乗数 B は、原種（G0）で 0.327 の最小値を示し、3 交雑（F1×G0）で 0.680 の最大値を示した。カイコの吐糸は頭部の旋回運動に伴う糸の引き出しに基づくとする考えもあるが、吐糸は内臓からの排泄運動の延長とする考えもある。いずれにせよ、現時点でわかっていることは、カイコの吐糸速度は 4～15 mm/sec 程度であり（荻原 1957）、吐糸速度の変化は糸強度の変化につながる可能性がある（Shao and Vollrath 2002）。一方、動物の運動速度は W の 0.25 乗で遅くなる（つまり、繊度は W の 0.25 乗で太くなる）（Calder III 1996）。調査した範囲では、W の乗数は、おおよそ 0.5 前後であるため、繊度の増加に対する W の影響を運動性の低下からのみで説明できないことがわかる。一方、W と絹糸強度（S）のアロメトリー解析（S=A･WB）の結果、F2 グループ（F1×F1）では W の 0.24 乗で強度が低下し、強度が吐糸速度に依存すると仮定した場合（Shao and Vollrath 2002）、カイコの W の増大による運動速度の低下と強度との間に動物の代謝に関する 0.25 乗則が見掛け適合したと見えたが、これ以外の交雑蚕グループでは W の影響は認められず（B≒0）、強度は吐糸速度や繊度の大小に影響されないことがわかった。単純なフィブロイン分子の伸長だけで絹糸の構造が形成されるわけではないことがわかる。

W の増大はカイコの各器官の大型化を促す。幾何相似を仮定すると、吐糸口の断面積は W の 2/3 乗で増大するため繊度も同様に大きくなるはずであるが、今回の調査では大半の交雑蚕のグループにおいて、繊度に対する W の乗数は 0.5 程度であった。運

動速度低下による繊度の増大は W の 0.25 乗であるため、少なくとも繊度の増大には幾何相似の寄与分が認められる。しかしながら、幾何相似の繊度に対する影響は、それほど顕著でないといえる。

３．２　絹糸腺内のイオン環境

飼育シーズンと力学特性の関係を調べたところ、10 月に飼育した場合、強度が低下しやすいことがわかった。この原因として桑葉の Ca 蓄積が影響していると考えている。桑葉中の Ca は、季節の経過とともに葉の厚壁異形細胞(idioblast)に形成される cell wall sac に炭酸カルシウム結晶として蓄積される（Sugimura et al. 1998, 1999）。つまり、季節進行によって、カイコの体内に供給される総 Ca 量は増加し、絹糸腺に加えられる Ca ストレスは、飼育シーズンの進行で増大する。このため絹糸腺の重要な機能として、過剰に摂取した Ca の選択的排泄が指摘されている(赤尾 1943) 。2015 年 5 月と 9 月飼育のカイコの繭を金属分析した結果、5 月飼育では、吐糸初期の Ca 含有量が少ない傾向を示した。また、吐糸寸前に 1 時間の水麻酔（新川・橋本 1998）を行うと Ca 含有量が増加した。一方、9 月飼育でもこの傾向は若干認められたが、全体的に Ca 含有量が高くなることがわかった。Ca はタンパク分子と相互作用し、分子鎖の伸長変形を阻害する可能性がある。10 月飼育のカイコの絹糸強度が低下しやすいことと関連していると考えられる。

３．３　強制紡糸(Forced reeling)

強制紡糸（図 1）によって 1GPa 程度の強度をもつ繊維の得られることを確認したが、結論から言って、そのような紡糸環境が出現するのは、ごく短時間で、しかも、カイコに水麻酔（新川・橋本 1998）を行っていないときに出現すると考えている。
Shao and Vollrath (2002)は、カイコの頭部の旋回運動を停止させ、撚りのない繊維を作ることで、絹糸のさらなる強度向上がはかれるとしている。そこで、カイコを麻痺させるためのタンパク薬を開発し強制紡糸実験を行ったが、強度は 400～500 MPa 程度に過ぎず、改善は認められなかった（Mortimer *et al.* 2013, 2015）。一方、引き取り速度を増加させれば、フィブロインの配向結晶化によって強度向上が期待されたが、麻痺させていないカイコを使って 40 mm/sec で強制紡糸しても強度は 650 MPa に過ぎなかった（Khan *et al.* 2008）。

フィブロインの Silk1（Asakura *et al.* 2001; Okuyama *et al.* 2001）および Silk2（Takahashi *et al.* 1999）結晶のコンフォメーションエネルギーに関しては、Silk1 (-9.9 kcal /mol)に比べて、Silk2 (-10.7 kcal/ mol)の方が若干、安定であることがわかっている(Lazo and Downing 1999)。このため、再生絹フィブロインを用いた結晶化の実験では、室温では Silk1 結晶のみが得られる。70 oC 以上に加熱すれば Silk2 結晶が生成できるが（Magoshi *et al.* 1979; 河原ら 2006）、加熱せずに Silk1(beta-

turn)→silk2(beta-sheets)の転移を生じさせるためには、外部から分子へ伸張力を加えエネルギーを補完する必要がある。カイコの特殊な吐糸運動がこれに相当する(馬越・馬越 2007)。

強制紡糸して得られた繭糸の広角 X 線回折図形および強度曲線を調べた結果、カイコの自然吐糸では Silk2 結晶のみが選択的に生成されるが、強制紡糸した場合は、Silk1 結晶も混在することがわかった。外部から単純な伸長力を加えるだけでは、かえって結晶化プロセスが阻害され、不均一な構造が形成されてしまうことが示唆された。また、このことは強制紡糸を行っても繊維強度の向上がはかられなかった理由の一つと考えられる。

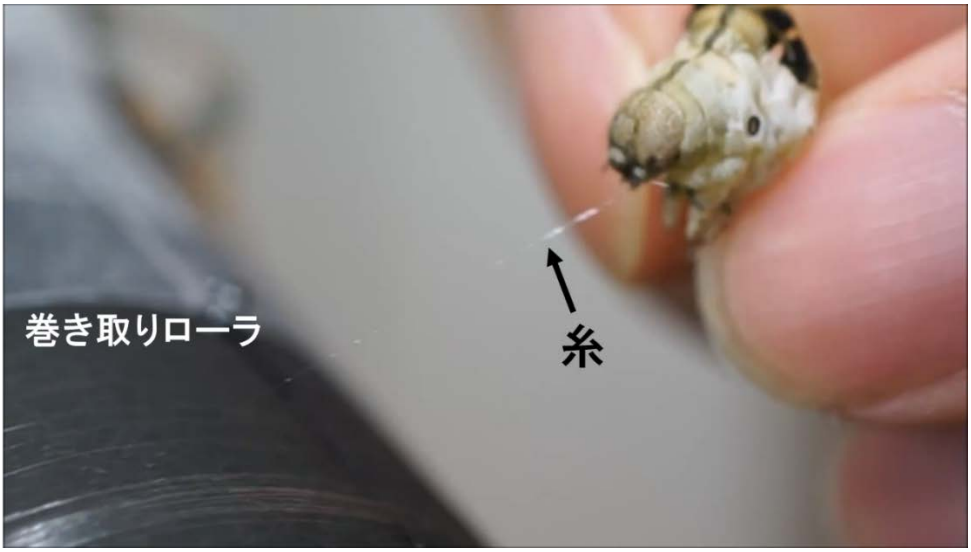

図１．強制紡糸風景

今後の予定として、絹糸腺内でのフィブロインとセリシンの相互作用を調べ、Silk2 結晶の選択的生成のメカニズムを明らかにし、同時に各セリシン成分の機能を明確にしたいと考えている。なお、本研究の遂行に当たり、熟蚕をご提供下さいました群馬県蚕糸技術センター 桑原伸夫氏、無機分析にご協力下さいました京都市産業技術研究所 南　秀明氏に深謝します。

４．引用論文

赤尾晃 (1943) 家蚕の吐糸に関する研究，蚕試報，11(3), 295-309.

Asakura, T., Ashida, J., Yamane, T., Kameda, T., Nakazawa, Y., Ohgo, K., Komatsu, K. (2001) A repeated ß-turn structure in Poly(Ala-Gly) as a model for silk I of *Bombyx mori* silk fibroin studied with two-dimensional spin-diffusion NMR under off magic angle spinning and rotational echo double resonance, J.Mol.Biol., 306, 291-305.

Calder III WA (1996) “Size, function, and life history”, Dover Pub., Inc., New York, pp.

48-146.
河原豊，古川敬子，山本岳志，益田美和，古園勉（2006）柔軟な絹フィブロインフィルムの開発，日本シルク学会誌, 15, 3-6.
Khan, Md.M.R., Morikawa, H., Gotoh, Y., Miura, M., Ming, Z., Sato, Y., Iwasa, M. (2008) Structural characteristics and properties of *Bombyx mori* silk fiber obtained by different artificial forcibly silking speeds, Int. J. Biol.Macromol. 42, 264-270.
Lazo, N.D., Downing, D.T. (1999) Crystalline regions of *Bombyx mori* silk fibroin may exhibit beta-turn and beta-helix conformations, Macromolecules 32, 4700-4705.
馬越　淳, 馬越芳子(2007) カイコの繊維形成と絹の結晶化, 繊維学会誌, 63, P-244-P-252.
Magoshi, J., Mizuide, M., Magoshi, Y. (1979) Physical properties and structure of silk. VI. Conformational changes in silk fibroin induced by immersion in water at 2 to 130oC, J.Polym.Sci., Polym.Phys.Ed., 17, 515-520.
松村初太郎，小松計一（1979）走査型電子顕微鏡による熟蚕の吐糸の観察, 日蚕雑, 48, 343-344.
Mortimer, B., Guan, J., Holland, C., Porter, D., Vollrath, F. (2015) Linking naturally and unnaturally spun silks through the forced reeling of *Bombyx mori,* Acta Biomaterialia, 11, 247-255.
Mortimer, B., Holland, C., Vollrath, F. (2013) Forced reeling of *Bombyx mori* silk: Separating behavior and processing conditions, Biomacromolecules, 14, 3653-3659.
Okuyama, K., Somashekar, R., Noguchi, K., Ichimura, S. (2001) Refined molecular and crystal structure of silk I based on Ala–Gly and (Ala–Gly)2—Ser–Gly peptide sequence, Biopolymers, 59, 310-319.
荻原清治（1957）吐糸管のアナトミーとその吐糸機構,“絹糸の構造”(伊藤武男 監修)，千曲会出版部，pp. 20-45.
Shao, Z., Vollrath, F. (2002) Surprising strength of silkworm silk, Nature, 418, 741.
新川　徹，橋本健一（1998）水中麻酔法を用いた昆虫の形態観察，遺伝，52(12), 52-55.
Sugimura, Y., Nitta, I., Morita, Y., Ishikawa, S., Mori, T., Kotani, E., and Furusawa, T. (1998) Microscopic detection of calcium deposited in idioblasts of mulberry leaves, J.Seric.Sci.Jpn, 67, 445-451.
Sugimura, Y., Mori, T., Nitta, I., Kotani, E., Furusawa, T., Tatsumi, M., Kusakari, S., Wada, M., and Morita, Y. (1999) Calcium deposition in idioblasts of mulberry leaves, Annals of Botany, 83, 543-550.
Takahashi, Y., Gehoh, M., Yuzuriha, K. (1999) Structure refinement and diffuse streak scattering of silk (*Bombyx mori*), Int. J. Biol.Macromol., 24, 127-138.
常山泉，田中幸夫（2001）蟻蚕の摂食性に及ぼす炭酸カルシウムの影響，日蚕雑, 70, 97-101.

外部連携研究

観察および化学分析法を用いた出土繊維製品の構造と材料に関する総合的研究

奥山誠義

奈良県立橿原考古学研究所
〒634-0065　奈良県橿原市畝傍町 1 番地

1. 研究の背景と目的

現在、日本では年間 9,000 件前後の遺跡の発掘調査が行われ、その発掘調査では、様々な遺物が出土している。天然繊維から成る織物などの繊維製品もわずかながら出土している。繊維製品が単体で出土することは珍しく、多くの場合、金属や漆などに伴って出土する。出土繊維製品は、1950 年代以降、顕微鏡等を用いた形態分析による繊維鑑定の研究（布目 1989）がおこなわれるようになり、考古学および文化財分野における繊維研究が大きく進展した。また、1980 年代以降、材料調査のため化学分析の手法が導入され（例えば、林屋ら　1986 など）、出土繊維製品に対して「化学情報」を基にした議論が行われるようになった。いずれの手法も優れた手法で、両者の研究及びその成果は相補的関係でもある。その後も研究は進展し、観察においては、走査電子顕微鏡観察技術の向上やミクロンオーダーの解像度を有する X 線 CT 等が開発され（竹原ら 2013）発展が著しい。また、化学分析技術も進歩し、その中には筆者らが研究をすすめる微量分析（奥山ら　2010）あるいは非破壊的に材料分析する手法［奥山ら　2015］等がある。しかし、未だに形態分析研究と化学分析研究は個々に行われている状況が続いている。

本研究の主な目的は、出土繊維製品の材料調査において形態分析研究と化学分析研究とをつなぐ融合的研究を行うことである。本研究は、出土繊維製品の観察および化学分析が非破壊あるいはごく微量の試料によって相互に行えるよう技術の改良を進め、出土繊維材料研究の精度と信頼性の向上を目指すものである。

2. 材料および方法

本研究は、現代産の繊維（現代産標品）を用いて基礎的な研究を行い、その応用として、主に古墳出土繊維資料を対象として研究を行う。本研究では、当研究所既設の調査機器のほか大型放射光施設 SPring-8 等の設備を利用し、微小領域観察あるいはナノスケールの非破壊観察、微量材料分析をおこなった。

2.1　放射光顕微赤外分光法による繊維断面組成の検討

主に、繊維資料の断面から科学的情報を得る方法を検討するため、各種資料の形態を維持した状態、すなわち繊維断面形を保った状態での繊維断面の赤外分光分析（Fourier　Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR）を試みた。本研究においては、3 点の繊維試料を供した。その 3 点は、1 点が古墳出土短甲付着繊維（以下、短甲繊維）、1 点が古墳出土挂甲付着繊維（以下、挂甲繊維）、残る 1 点が現代産繊維と銅粉を湿潤環境で接触させ実験的に腐食させた資料（以下、腐食再現繊維）であった。

いずれの資料も放射光 FT-IR 測定のため切片を必要とすることから、各資料の小片を塩化銀（AgCl）に包埋し、さらにその周囲をエポキシ樹脂で包埋したブロックを用いた。包埋ブロックからは、事前にミクロトームで薄片を作製し実験に臨んだ。測定に供した薄片は、厚さ 10μm～20μm に調整した。FT-IR 測定は、大型放射光施設 SPring-8 のビームライン BL43IR に設置された HYPERION を用い、顕微鏡モードの透過法による測定をおこなった。検出器は MCT 検出器を選択し 4000-600cm^{-1} の波数領域でスペクトルを得た。測定径は 5μm 四方または 10μm 四方とし、波数分解能は 8 cm^{-1} とし、積算回数は 640 回とした。薄片は、薄片化作業でゆがんでいたため、ダイヤモンドプレスで軽く挟み込んで平滑化し、ダイヤモンドプレスの一方に密着させ、それを測定に供した。

2.2　放射光 X 線ラミノグラフィによる織物構造の検討

本研究では、大型放射光施設 SPring-8 のビームライン BL20B2 に設置された測定装置を利用し、放射光 X 線ラミノグラフィ測定をおこなった。ラミノグラフィは、CT と同様に試験片を回転させながら二次元の透過像を多数測定し，バックプロジェクションにより断層像を再構成する技術である（佐野ら　2016）。ラミノグラフィは，板状の試験片を観察する手段として優れ，電子基板などの非破壊検査に用いられている（S Gondrom *et al.*　1999）。また，放射光を光源とすることにより，微細な三次元構造を高い精度で再構成できることが知られている（L.Helfena *et al.*　2005）。測定には現代産繊維資料と出土資料を用いた。放射光 X 線ラミノグラフィ測定は、試料をアクリルパイプ製の試料台に両面テープなどで固定する必要があるが、非破壊分析が優先される文化財は、両面テープなどによる固定は試料損壊につながり好ましくない。また試料が脆く壊れやすいことからも両面テープなどによる固定は現実的ではない。そこで筆者らは各資料より小片の試料を選び出し、約 10mm 角に切り出した 100μm 厚のパウチフィルムにはさんで三方をメンディングテープでふさぎ緩やかに固定した。さらにこのパウチフィルムを両面テープによってアクリルパイプに固定した。試料を載せたアクリルパイプを BL20B2 の高精度ステージに固定し、試料を回転させながら X 線透過像を高分解能 CCD で取得し、得られた透過像をコンピューターによる演算処理によって三次元ラミノグラフィ像に再構築した。試料の回転面と入射 X 線との角度は 30°に設定し、回転のステップは 0.2°、1 枚あたりの露光時間は 1 秒であった。1 試料あ

たり 1800 枚の透過像を得た。X 線エネルギーは、画像を見て判断し 15KeV または 20KeV を選択した。

3. 研究成果と展望

3.1 放射光顕微赤外分光法による繊維断面組成

短甲繊維および挂甲繊維は、いずれも鉄製の短甲あるいは挂甲に密着し、形態こそ織物組織をとどめるが、繊維実体が遺存しているかは定かではなく、痕跡化している可能性が考えられた。腐食再現繊維の断面には、腐食の影響によるものと考えられる緑色の変色部分が認められた。顕微 FT-IR 測定においては、個々に異なる結果を得た。短甲繊維は 1730 cm^{-1} に強い吸収が確認でき、1463、1250、1150、888、801 cm^{-1} にもやや強い吸収が見られた。1728 cm^{-1} は C=O 結合（エステル）に、1463cm-1 の吸収は CH3-C bending に、1250 cm^{-1} のピークは Amide Ⅲと N-H bending、C-N stretching に帰属される。このことから動物性タンパク質から成る物質であることが確認できた。一方、888 cm-1、801 cm^{-1} の吸収は、α-オキシ水酸化鉄に帰属されるピークと考えられる。挂甲繊維は、ほぼ現代産家蚕精練絹糸に一致しており、絹糸であることが確認できた。短甲繊維及び挂甲繊維はいずれもが鉄製の甲に伴う資料であるが、薄片化した試料測定において遺存状況に差異があることを明らかにすることができた。腐食再現実験試料は、植物繊維のスペクトルが明瞭に現れており、銅による腐食生成物の吸収はほとんどみられなかった。銅による腐食の影響はほとんど受けていないものと考えられる。測定した試料全体についてみると、測定の際に試料台として用いたダイアモンドの吸収（2400～1800 cm^{-1}）が重畳していた可能性が考えられる。測定の際、試料薄片が厚く赤外光が透過せず、スペクトルが良好に得られない試料もあった。試料調整の問題から全体的にスペクトルの強度が低かった可能性が考えられるため、この点については、今後、試料の薄片化作業等の前処理を改善するなど検証が必要である。

本研究により、AgCl に包埋し薄片を採取した試料から赤外スペクトルを得ることが可能であることを確認した。しかしながら、本研究によって得られた赤外スペクトルは、筆者らがこれまでに実験してきた圧縮薄層化した試料を用いた透過測定に比べると、良好ではなかった。測定の質を上げるためにも、引き続き、技術的な検討が必要である。

3.2 放射光 X 線ラミノグラフィによる織物構造

出土繊維製品をはじめ文化財に対するラミノグラフィはこれまでおこなわれてこなかった。筆者らはまず、現代産繊維の画像化を試みた。現代産繊維は出土資料に比べ土壌や腐食性生物の付着がなく、X 線の透過を阻害する因子が少ないため、鮮明な画像が得られるものと想定した。測定及び画像再構成の結果は Fig.1 のように単繊維が束となって糸を構成している様子や織りの構造が明瞭に観察できた。この結果を基に出土資料について測定を実施した。鉄製品に伴って出土した繊維製品は、繊維が鉄錆に覆われているため X 線の透過率が著しく低下することが予想されたため、X 線エネルギーを

上げて測定を試みたが、本研究で設定した X 線エネルギーでは良好な再構成画像が得られなかった。資料の状態によって、測定に対する適否があることを確認することができた。古墳出土漆棺材片は織物が漆塗膜層等の物質に挟まれた構造を呈し、複数本の単糸が織糸を構成し、織糸が縦横に交差し平織り組織が構成されていることが明らかとなった。本研究により出土繊維製品の織物構造を非破壊的に把握することが可能であることが明らかになった。ただ、単繊維の形態を把握するには十分な分解能が得られていない。今後分解能に関する研究が必要になるものと考えられる。

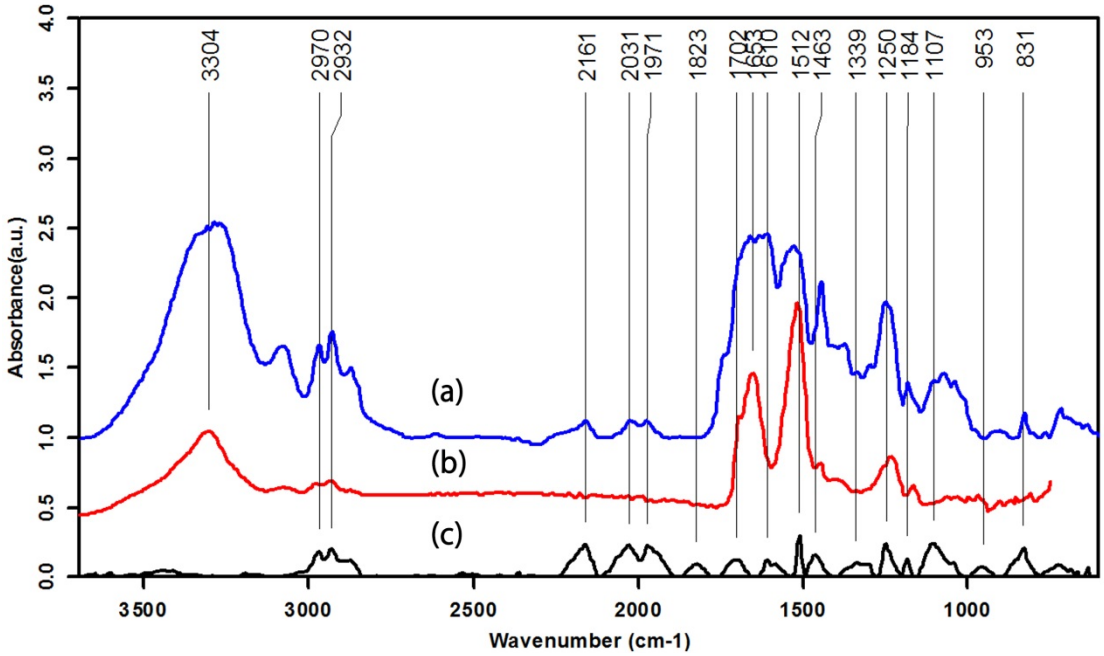

図.1　短甲繊維の IR スペクトル．a:短甲繊維、b:家蚕精練絹糸、c:AgCl

図.２．植物繊維（苧麻）のラミノグラフィ断層像

4. 引用論文

林屋慶三，佐藤 昌憲，高橋重三，山田 武，柴山伸子（1986）「江戸時代の一袴地に関する保存科学的研究」『考古学と自然科学』，19，125.

L.Helfena, T. Baumbach *et al.*, (2005) High-resolution three-dimensional imaging of flat objects by synchrotron-radiation computed laminography , Applied Physics Letters, Vol.86, Issue 7 .

布目順郎(1989)「シルクの考古学」『繊維学会誌』45(6), pp.277-282.

奥山 誠義, 佐藤 昌憲, 赤田 昌倫,森脇　太郎 (2010)「放射光顕微赤外分光分析法による出土繊維文化財の材質同定及び劣化状態の解析」『分析化学』59(6), pp.513-520.

奥山 誠義,　佐藤昌憲 (2015)「光音響赤外分光法 (PAS) による文化財分析の基礎的研究―繊維文化財への適用性の検討―」『繊維学会誌』 71(1), pp.6-9.

竹原 孝二, 井上 敬文, 藤森 健, 河合 朋充, 上杉 健太朗, 竹内 晃久, 鈴木 芳生 (2013)「走査／結像ハイブリッド型高感度高分解能微分位相 X 線顕微鏡を用いた加熱処理毛髪の構造解析」『SPring-8/SACLA 利用研究成果集』Vo.1 No.2　pp.46-48.

佐野雄二, 政木清孝, 梶原堅太 (2016) ラミノグラフィによる産業用構造材料接合部の疲労き裂の評価, 放射光,　Vo1.29,　No. 1 , 32-37.

S. Gondrom, M. Maisl, H. Reiter *et al.*　(1999) X-ray computed laminography: an approach of computed tomography for applications with limited access, Nuclear Engineering and Design, Vol.190, Issues 1-2, 141-147.

謝辞

本研究における、放射光顕微赤外分光分析は、(公財)高輝度光科学研究センター（JASRI）大型放射光施設（SPring-8）のビームライン（BL20B2）で実施した（課題番号：2016A1696)。また、放射光 X 線ラミノグラフィ測定は、同施設（SPring-8）のビームライン（BL20B2）で実施した（課題番号：2016B1807)。

共同研究

繭の塩類飽和溶液による浸漬と繰糸に関する研究

高橋重三[1]・名所高一[2]・高濱(一田)昌利[3]

[1] (公財)衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野白梅町 29
[2]京都市産業技術研究所 〒600-8815 京都市下京区中堂寺粟田町 91
[3]京都工芸繊維大学 〒616-8354 京都市右京区嵯峨一本木町 1

１． 研究背景と目的

蚕が作った繭から糸を繰る方法（繰糸）としては、1000 年の昔から鍋で繭を煮て手繰りで巻き取る方法から、足踏みで巻き取り枠を回転して巻き取る座繰り式、さらに多条繰糸機へと、さらに自動繰糸機へと進歩した。繭も生繭を直接鍋で煮る方法から、乾燥した繭を煮繭して繰糸する方法（乾繭法)、生繭を煮繭（85℃）して繰糸する方法（生繭繰糸法)、また生繭を固体の塩と混ぜて密閉し、殺蛹してから繰糸する方法(塩蔵法)などがあるが、何れの方法においても加熱（50℃以上）しなければ繰糸できないので、多くの熱エネルギーを必要としている。

絹繊維はタンパク質から成り、合成では得られない極めて特徴のある繊維である。戦後、多種多様の繊維が現れ、人間の衣生活に関する考え方が変化した。著者らは、絹繊維の生産方式及び絹繊維の利用に関して、新しい方式を見出すことを目的として研究した。先に「繭の塩溶液浸漬と繰糸及び生糸の実用化に関する研究」(髙濱・高橋、2011)を報告した。本研究では「繭の中性塩容液による浸漬と繰糸および生糸の実用化に関する研究」について概略を報告する。

２． 材料および方法

1) 材料：繭は、京都工芸繊維大学嵯峨キャンパスで飼育した繭を使用。
蚕品種 錦秋×鐘和、１～３齢人工飼料育、４，５齢桑葉飼育。
中性塩として次の塩類の飽和溶液を用いた。NaCl, KCl、NH_4Cl、Na_2SO_4、$(NH_4)_2SO_4$

2) 方法：上記塩類の飽和溶液に、生繭を浸漬し、30℃の低温器中で保持した。(塩の種類により中性とは限らない)。

3) 繭糸長と繊度の測定法：１粒繰り法により測定した。常温の水を繰糸浴とし、検尺器を用いて巻き取る。繭糸の太さは一定でないので、太さに応じて巻き取り速度を変化する。20 粒の平均として繭糸長を求めた。繊度は先の方法で得た糸を、秤量瓶

に入れ、予備乾燥し、20℃RH65%のデシケーターに入れ恒量になってから重量を測定し繊度を求めた。また試験用自動繰糸機を用いて 9 粒付け法で繰糸した。繰糸浴温度は常温でよいが、セリシンの溶解性から 20℃以下のほうが望ましい。揚げ返し、遠心脱水風乾して生糸を得た。

3． 研究成果と展望

3.1 繭糸長と繊度

繭糸長は、塩の種類に関係なく 1500m 前後であり、繊度は 2.65d 前後であった。

3.2 繰糸結果

何れの塩溶液浸漬においても、繰糸のし易さには若干差があるが、繰糸出来る結果を得た。

3.3 生糸の特性

結果の一例を示す。

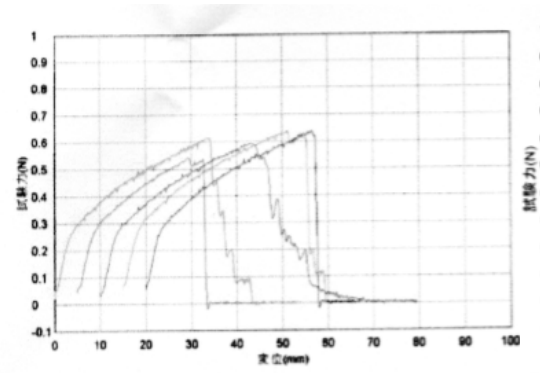

図１．$(NH_4)_2SO_4$ (30℃ 75 日)

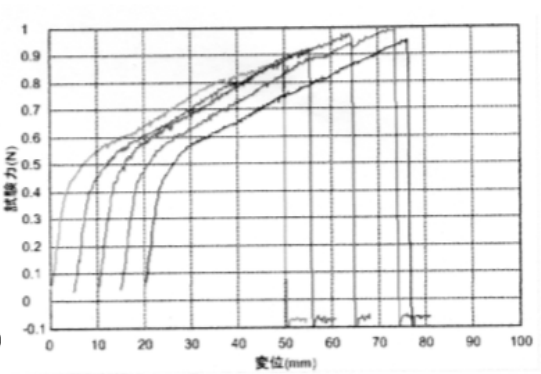

図２．生繭繰糸法 (85℃煮繭)

飽和溶液（$(NH_4)_2SO_4$飽和溶液に浸漬した生糸の強伸度曲線と生繭を 85℃で煮繭した生糸の切断時の切断力（N）を比較すると、後者の値は役 1.6 倍大である。また前者の切れ方は段階的である。この相違が塩類溶液に浸漬し繰糸した生糸の特徴である。また応力～ひずみ曲線の初期傾きを見ると生繭繰糸法生糸は 1.8 倍大であり、明らかに硬いことを示している。

3.4 考察

前報（NaCl の場合）と同様に、用いた塩類溶液に繭を浸漬すると、常温の水を繰糸浴として容易に繰糸できることが分かった。繰糸機構として前報と同様、繭糸の形成機構、繭殻の構造、中性塩水溶液の Coulomb 相互作用の自由エネルギーから考察した。

3.5　展望

従来の繭から糸を繰糸する方法では、かなりの高エネルギーが必要である。中性塩のうち塩化ナトリウム(イオン交換法)は、100 円／1kg 以下である。また浸漬温度30℃という温度は、年間を通してエネルギーの消費は少なくて済む温度と考えられる。従って本法は極めて低エネルギー方式と言える。得られた生糸は繭糸と同程度のセリシンを含み、かつ膠着していないので極めて柔らかい特徴を持つが、この性質が欠点となる。この問題を解決する為に「生糸への撚り掛け」「本法生糸の利用分野の検討」「生産方式の検討」などが今後の課題である。

引用文献

一田（高濱）昌利・高橋重三（2011）塩溶液法による繭の貯蔵と繰糸に関する研究.　蚕糸・昆虫バイオテック 80（3），237-242.

教育支援事業

繊維科学の教育支援事業

京都の伝統産業である絹・織物文化を小・中学生に理解してもらうことを目的に、蚕と桑を利用した理科実験と親子による自宅での蚕飼育から繭糸収集を内容とするテキスト作成を目指すこことにした。

本年度は、平成 28 年 9 月から平成 28 月 11 年まで二品種の蚕を飼育し、上記の目的に沿い、次の項目についてデータ収集を行った。

１．蚕の生態観察

ふ化から脱皮（図１）・変態、吐糸行動や交尾行動を動画として収集し、約 30 分～1 時間に現在編集中である。

図１．幼虫脱皮．頭部が破れ脱皮開始から終了までは 5 分～10 分であるが、開始約 1 時間前から腹部横の外皮が波状に動く状態が観察でき収録できた。

特に幼虫から蛹への外部形態の変化（図２）とこれに伴う内部形態の変化(図３）を滋賀大学教育学部での公開講座で、小学生に観てもらったところ、哺乳動物では観られない生命現象に興味を持つことが分かった。

また、これまで実施してきた公開講座の受講生（小・中学生とその親）に蚕を飼育してもらっているが、交尾・産卵後の卵の取り扱いについて、特に、越年卵を翌春に孵化させる保護法に関しての質問が多くあるので、現在、屋外での自然温度に晒す方法と家庭用冷蔵庫で保護する方法を用い、調査中である。

２．蚕と繭を用いた実験

１）　摂食性と食性

桑と野菜各種のふ化幼虫に対する誘因性、5 齢幼虫による桑、イチジク、キャベツなどに対する摂食性を調査した結果をもとに蚕の摂食性と食性に関する実験を提示する。

２） 蚕の発育

図２. 幼虫-蛹変態の外部形態の変化. 繭中の老熟幼虫①から幼虫頭部の外皮が破れ（②の左）から蛹（③と④）へと脱皮する過程

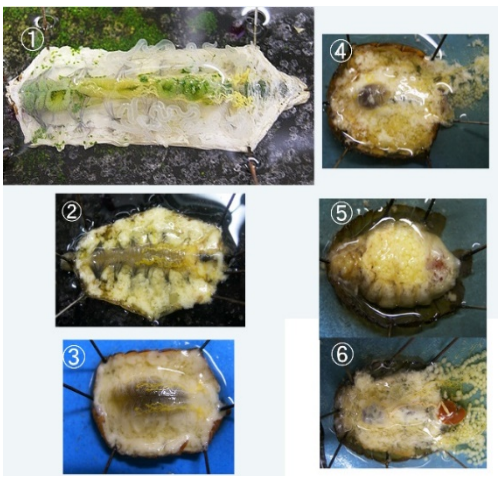

図３． 幼虫-蛹変態の内部形態の変化. ①幼虫の消化管（中央を横に走る）が老熟幼虫になると崩壊し(②から⑥)、蛹化脱皮後、消化管は形態変化（褐色部分）する。⑥の写真右の数珠状の管は卵を含んだ卵巣

蚕の発育に伴う体重を測定し、雌雄による体重の差、特に５齢期における体重増加量を測定することによって、個体間における体重差を求めさせる。また、営繭の重量、繭糸量を測定することによって、有意差検定法を取り入れる。

３） 内分泌と蚕の発育成長

上記飼育中の４齢脱皮の幼虫及び吐糸前の幼虫を結紮し、内分泌器官と幼虫脱皮および変態との関連を調査し、形態変化を写真に収めたので、これを用いできるだけ簡易に親子で実験できるよう具体的方法を記載する。

４） 吐糸行動と繭糸の引張強度の測定

蚕が繭糸を吐く際の行動を簡単に観察する方法、及び繭糸の引張強度を計測する方法を考案したのでそれを提示する。

５） 桑生葉を用いた草木染

桑からの抽出物を用い絹布を自然色に近い状態で染める方法を掲載する。

３． 蚕飼育方法の実際

ふ化から営繭までの給桑量、飼育温度など具体的に記載し、初心者にも分かるよう記載する。

以上の内容について、平成 29 年度は蚕生態の動画編集、飼育と実験を記載したテキスト作りを継続して実施する予定である。

繊維教育賞の授与

当財団の「繊維教育賞表彰規定」に則り、外部評価委員3名による審査結果に基づき平成28年度繊維教育賞候補として、下記団体の活動が高く評価され、理事会において同活動が賞に値するとして、授与が決定された。授賞式は平成29年3月25日（土）に行われ、記念楯ならびに副賞が授与された。なお、今年度は繊維学術賞の授賞該当者はなかった。

受賞者：NPO法人 綾部ベンチャー・ものづくりの会・
桑と繭ワーキンググループ（代表者　会長　若山 行正）
受賞タイトル：蚕糸技術を生かした地域社会における体験的教育活動

受賞対象活動の概要

（活動の背景）

「NPO法人綾部ベンチャー・ものづくりの会」は、シニアの人々の培ってきた専門的技術、技能、知識、情報を活かし、産業、環境、福祉分野等に関する新商品、新技術を創出する事業及び地域社会を支援する事業を行い、地球環境の保全、地域社会の発展と産業の振興を図り、公益の増進に寄与することを目的としている。平成15年5月に発起人が集まり協議を開始、9回の会合を経たのち、平成16年4月に「綾部ベンチャー・ものづくりの会」会を設立し、１農産特産物開発、　２竹の利用、　３エネルギー、　４福祉関連用具、　５農業林業機械、　６桑と繭、７新素材活用、　８機械・工具・器機の8グループを設け、会員48名であった。

表彰盾を持つNPO法人 綾部ベンチャーものづくりの会　会長・若山 行正 氏（衣笠会館 会議室にて）

本会は、個々のグループが持つ技術や技能・知識･情報を生かし､地域での交流を活発にし、さらにその活動が地域産業の振興や地域の活性化を誘導したことで､京都府より「新世紀かがやき交流賞」が授与された。また、シニアの技術と知識を生かした、地域社会の発展と振興を図る活動を行っていることから「永井賞」が与えられた。これらの賞は、「NPO法人綾部ベンチャー・ものづくりの会」全体の活動に対して与えられたものである。

一方、上記８グループの個々の活動を見ると、「桑と繭ワーキンググループ」は、養蚕、生糸、絹織物という日本の伝統を次世代に伝えること、そして荒廃した桑園を有効活用し、地域の環境を保存することを目的として活動している。このため、蚕と桑そのものを飼育、育成することを通し、生物、環境教育を実践し、さらに生産した繭から織物生産までの一連の工程、繊維から衣までの生物生産教育を行うことによって、幼児からシニアまで幅広い年齢への人々に対し繊維に関する教育を行ってきた。

活動内容と成果

1） マルベリーファームの整備

2008 年に由良川河川敷の休耕桑園（1,300 ㎡）を借入、大木の立木桑を切り、観光桑園及び蚕飼育用として整備した（写真１）。

観光農園としては、2015 年 6 月 5 日～15 日に「マルベリー摘み」を実施（写真２）、桑の実摘みの他、養蚕体験、蚕の展示と無料配布などを行った。また、2016 年 6 月 3 日～13 日に「農村と都市の交流を図るマルベリーファーム（桑の実農園）事業」を実施し、京阪神地域（遠距離では徳島市）及び京都府各地より 833 名の来場があった。ここでは、桑の実摘みを通して自然の味覚を味わうとともに、綾部と都市との交流を図った。さらに桑苗と蚕の配布も併せて行い、蚕都「綾部」の歴史を PR した。なお、この事業は、新聞 7 社、テレビ 2 社（関西 TV、NHK）で取り上げられた。さらに、本桑園から収穫される桑を用いて、次項に記載する「わくわくお蚕さん飼育セット」に利用した。

写真１．河川敷における放置桑（左）と河川敷桑園の除草及び整地作業（右）

写真２．マルベリーファームでの桑実摘み(左)と、幼児から大人まで桑実摘みに参加（右）

2） 「わくわくお蚕さん飼育セット」の頒布

本セットを製作、無償配布することによって、カイコの飼育と繭作りを体験させた（延べ件数：85 件　年１～２回頒布)。配布先は、下記の通りであり、蚕の飼育を通じて、生命の神秘、特に脱皮、変態などを学ぶとともに、生物生産物としても繭糸の作られ方を体験的に学習させることが出来た。

・**【地域】**綾部市、福知山市、寒河江市、宝塚市、芦屋市、南丹市、城陽市、与謝郡、京都市、朝来市、亀岡市、丹波市、舞鶴市、乙訓郡、大野市、八幡市、伊那市、加悦町、加西市、京丹後市、向日市（京都府、山形県、兵庫県、福井県）

	夏蚕（5～6 月）	晩秋蚕（9 月）
平成 21 年度	4 件(3,790 頭)、団体：0 件	3 件　(120 頭)、団体：0 件
平成 22 年度	3 件　(250 頭)、団体：2 件	－
平成 23 年度	－	6 件　(250 頭)、団体：2 件
平成 24 年度	2 件(3,790 頭)、団体：0 件	3 件　(90 頭)、団体：0 件
平成 25 年度	1 件(3,790 頭)、団体：0 件	－
平成 26 年度	8 件(3,790 頭)、団体：3 件	－

・**【個人・団体】**一般市民（綾部市、寒河江市、宝塚市、南丹市、城陽市、福知山市、丹波市、与謝郡、京都市、亀岡市、朝来市、舞鶴市、乙訓郡、大野市、伊那市、加西市、京丹後市、向日市)、**幼稚園**（芦屋市立小槌幼稚園、福知山市/私立小さき花幼稚園、舞鶴市/私立森の子ら幼稚園)、**保育園**（福知山市立げん鬼保育園、綾部市/私立吉美保育園、綾部市立豊里保育園、亀岡市/社会福祉法人くわの実保育園)、**小学校**（福知山市立美河小学校、福知山市立美鈴小学校、福知山市立有仁小学校、綾部市立物部小学校、福知山市立下六人部小学校、八幡市立橋本小学校、京丹後市立佐濃小学校、綾部市立志賀小学校)、**中学校**（福知山市立大江中学校)、**高等学校**（京都府立綾部高校・東分校、京都府立大江高校、)、**養護学校**（京都府立中丹養護学校)、**聾学校**（京都府立聾学校舞鶴分校)、**老人施設**（綾部市社協の家「つどい」、綾部市社協の家「なごみ」、福知山市/特養老人ホーム五十鈴荘、福知山市/デイサービスセンターかなや三丁目）

3）繭から糸繰講習会（参加人数延べ約５００人）の実施

生糸つくり講習会（一般市民・幼稚園）を実施した。真綿つくり講習会（一般市民）を実施した。

幼稚園園児には、ペットボトルを使った繭からの糸繰の体験学習を実施し、微細な繭糸が蚕の体内から作られ、それが独自の光沢を醸しだす絹織物に利用されていることを学ばせた（写真３）。

写真３．ペットボトルを用いて繭から糸を繰る幼稚園園児

一方、一般市民を対象として講習会では、「座繰り・生糸作り」、「揚返し」（写真４）、「綛づくり」（写真５）、「撚糸」、「真綿づくり及び紡糸」など繭から織物用生糸までの一連の作業工程を体験的に理解してもらった。このことにより、絹織物の素材としての生糸生産の工程を学び、さらに実習の中で講師の講義を通し、太陽エネルギーが桑に取り込まれ、それを食した桑成分が蚕体内を通して生糸にまでたどり着くといった、エネルギーの自然循環を改めて再認識してもらった。

写真４．揚返し作業

写真５．綛を造る作業

４） **繭を使った創作まゆ人形教室**（年３回）

一般市民・保育園・小学校、参加人数延べ８００人）を実施した（写真６）。

草木染した繭を用い、各自の工夫で「繭人形」等を製作した。本教室には幼稚園園児を対象とした教室では創造性を引き出すように努め、シニアを対象とした講習会ではこれまでの経験を生かした作品作りに努力してもらった。

写真６．創作繭講習会の様子

講演会及び展示等

蚕の桑飼育方法と人工飼料による飼育方法、世界の養蚕の現状、蚕糸業の国際協力、養蚕及び製糸業がこれまで日本の経済発展を推進し、さらに天然繊維としての繭糸・生糸の特性を生かした繊維製品が開発されていること以下の講演を通して紹介した。

① 平成 16 年 5 月　丹波生活衣振興会総会・記念講演　「養蚕の過去・現在・未来」（福知山市民会館）

② 平成 19 年 10 月　京都府立農業大学校・公開講座　「蚕都綾部の伝統と蚕・桑の未来」（京都府立農業大学校）

③ 平成 21 年 7 月　綾部ロータリ - クラブ例会・講話　「蚕都綾部の伝統と蚕・桑の未来」（ホテル綾部）

④ 平成 22 年 2 月　地元小・中・高等学校ゲストティチャー活動　「宇宙帰り蚕の飼育」（美河・美鈴小学校、大江中学校、京都府立大江高等学校）

⑤ 平成 24 年 8 月　次世代育成「文化ワクワク実感事業」講座　「蚕都の歴史と繭のできるまで」（中丹文化事業団・綾部市・中丹文化会館、福知山市・福知山市民会館）

⑥ 平成 26 年 2 月　大江地域観光案内倶楽部・ふるさと大江再発見講座　「おおえの養蚕」（あしぎぬ大雲の里「大雲塾舎」）

また、展示開催は、マルベリーファーム開園時に合わせて、複数品種（「春嶺×鍾月」、「黄白」、「緑繭２号」、「ローザ」等）の稚蚕、壮蚕や繭（白繭、緑繭、黄繭、バラ色等カラフルに）を展示し、欲しい人には提供した。また、興味を引いてもらうように、養蚕関連の資料も展示し、まゆ人形、絹製品等も展示・即売した。

以上のように「NPO 法人綾部ベンチャー・ものづくりの会・桑と繭ワーキンググループ」は、河川敷の放置桑園を改植造成することから始まった「桑・繭ワーキンググループ」の活動は、幼稚園園児からシニア層までの幅広い人々（延べ約 4,000 人）に桑栽培・蚕飼育・繭利用を通し、生物教育を行うとともに生物生産として得られた繭糸を通し天然繊維の特性に関する教育を行ってきた。

活動に関する新聞報道等

(1)「お蚕さん飼育セット販売へ」：あやべ市民新聞（2005 年 3 月 30 日）
(2) NPO ものづくりの会・市民ら 15 人が参加してまゆ人形づくり講習会：
あやべ市民新聞（2006 年 8 月 21 日）
(3) 蚕の飼育セットを販売、綾部ベンチャーものづくりの会：
両丹日日新聞（2006 年 8 月 23 日）
(4) 育てた蚕　繭つくれた　NPO 法人考案飼育セットで　綾部・吉美保育園：
京都新聞（2006 年 8 月 8 日）
(5) 変化する蚕に興味津々、下六小の児童たち飼育し観察続ける：
両丹日日新聞（2006 年 7 月 5 日）
(6) 伝統の蚕糸業 人々の記憶に：京都新聞（2006 年 6 月 8 日）
(7) 桑の葉使い茶を試作　綾部ものづくりの会　特産品目指す：
京都新聞（2006 年 5 月 15 日）
(8) 蚕糸の文化、今に伝えよう、綾部 繭使うひな人形作りの講習会：
京都新聞（2007 年 2 月 20 日）
(9) 繭で人形を創作する大江雅子さん、蚕で“スモール企業”：
京都新聞（2007 年 3 月 1 日）
(10)蚕糸の伝統文化を継承　綾部の NPO　蚕の飼育愛情込め：
京都新聞（2007 年 5 月 16 日）
(11)由良川の荒廃畑活用　シニアの力で桑の実収穫：京都新聞（2007 年 6 月 13 日）
(12)「お蚕さん」文化伝えよう：讀賣新聞（2007 年 5 月 19 日）
(13) 蚕育てて命を実感　地場産業史も知って：朝日新聞（2007 年 6 月 19 日）
(14)園児 不思議そうに繭観察　綾部の保育園で蚕飼育　命の大切さ学ぶ：
京都新聞（2007 年 7 月 18 日）
(15)桑園の開園へ準備進む　耕運機導入し整備に汗　綾部の NPO：
京都新聞（2007 年 9 月 5 日）
(16)緑や黄の繭も登場　蚕の飼育セット販売 3 年　綾部「桑と繭ワーキンググループ・ふなめの会」：京都新聞（2007 年 9 月 16 日）
(17)繭使い創作人形　綾部で講習会：讀賣新聞（2007 年 10 月 7 日）
(18)新風土　技術・知恵伝え“新芽”待つ：京都新聞（2007 年 1 月 12 日）
(19)繭や桑など活用や風力発電試行‥活動紹介や情報交換の場に綾部ベンチャー・ものづくりの会：京都新聞（2008 年 2 月 11 日）
(20)桑の実甘い　園児大喜び：京都新聞（2008 年 6 月 12 日）
(21)まゆ人形作りコツ紹介　文化に愛着持って：京都新聞（2008 年 8 月 22 日）
(22)昔ながらの手法で生糸作り　綾部の NPO が講習会：
京都新聞（2008 年 11 月 19 日）

(23)「蚕都」の歴史触れて学ぶ　蚕、繭、生糸；綾部の伝統、後世に引き継ぐ：
毎日新聞（2009 年 8 月 20 日）
(24)綾部の桑の実　蚕都の名酒に　NPO と酒造会社協力：
京都新聞（2009 年 9 月 12 日）
(25)カイコ飼いマユいかが：朝日新聞（2011 年 9 月 2 日）
(26)養蚕文化伝えたい　綾部 25 日、生糸つくり講習会開催：
朝日新聞（2011 年 9 月 3 日）

受賞記念講演

平成 29 年 3 月 25 日（土）授賞式に引き続き、若山 行正氏による講演が行われた。「受賞活動」に記載の内容に沿って話され、活発な質疑応答が行われた。

繊維教育賞受賞講演で講演する若山行正氏(右)と司会を務める中山伸理事(左)

春季見学会の開催

開催日：平成 28 年 5 月 24 日
見学場所：「仁和寺」及び「中川つづれ工房」
見学会参加者：14 名
見学日程　：仁和寺見学の日程
　午後１時～：国宝「金堂」で瀬川大秀仁和寺宗務総長から法話を頂く
　　御影堂拝観
　午後２時～：解体修理中の「観音堂」の見学
　　京都府文化財保護課の吉田氏の説明を受ける
　　御殿及び庭園の拝観後、自由行動とする
　午後３時～：中川つづれ工房の見学

仁和寺　重要文化財「観音堂」について

この建物は、現在保存修理がされており、前回の修理は 1644 年に徳川家光の時代に行われたとのことで、当時使用された材木、たたら製の留め金具などの技術の高さを説明された。今回平成の大修理が将来への継承となる形で取り組んでいることや使用する材料の入手困難な現状の問題点の説明を受けた。

今回、仁和寺の見学は、国宝等の文化財改修の状況を見るという視点からの計画したものです。歴史的建造物の価値判断は、「建築年代を考える」、「他の建物として比較される」、「建物の規模及び特徴があり、希少性がある」及び「使用されている材料にオリジナリティーがある」であるとされています。

平成 17 年に国登録有形文化財に指定された衣笠会館は、今後どのような形で保存をどのように対応するかが大きな問題といえます。この見学会を通じて、歴史的建造物の衣笠会館の維持管理に役立てたいと考えています。

学術講演会の開催

講演者：尾形充彦氏　元宮内庁正倉院事務所整理室長
演　題：正倉院の染織文様　--今日の伝統工芸染織品への道筋--
日　時：平成 28 年 10 月 1 日
場　所：衣笠会館集会室

講演要旨：

奈良帝室博物館「正倉院宝物古裂類　臨時陳列」（大正 14 年(1925)）が開催され、中国唐風の世界性のある文様が、新鮮な驚きを伴って観客の目に飛び込んだ。西陣の染織工芸家、有職家、美術史家、歴史学者、考古学者のみならず、一般の人々にも大きな反響を呼んだことが知られる。

正倉院の染織文様が実際に製品に反映されたのは、大正時代の末から昭和の初めにかけて、帝室博物館から委嘱され、初代龍村平蔵が 1 回目の納品と共に復元模造品の一般頒布を行い、高田義男（装束調進方高田家当主）が博物館に納品した事に始まる。さらに、古裂展で影響を受けた当時の西陣の織り匠達が、巷間に出回った頒布裂などを参考にして正倉院裂の復元模造を行った可能性は、否定できない。新しい潮流が生まれていたと言えよう。

20 世紀前半に突然登場した正倉院の染織文様は、西陣を始めとする染織業界に新風を吹き込み、伝統工芸の染織品生産の世界において、今日でもなお強い影響力を維持し続けているのである。

・・・・・・・・・・・・・・（以下は当日配布された講演要旨）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

法隆寺裂と正倉院裂

飛鳥時代の染織品は、法隆寺に伝わった約 2000 点(これは現在東京国立博物館法隆寺献納宝物館に収納されているものの点数で、法隆寺にも幡や帯など幾らかの染織品が伝わる)と言われる法隆寺裂と称される染織品の中に含まれている。

奈良時代の染織品は、東大寺に唯一残った正倉(平安時代後半の時点で他の大きな倉は全て壊滅していたと言われ、今日の正倉院に当たる)に収納された状態で今日まで伝わったものがほとんど全てを占めている。僅かに、犍陀穀糸袈裟(弘法大師将来、東寺蔵)、七条刺納袈裟(伝教大師将来、滋賀県 延暦寺蔵)、方円彩糸花網(鑑真和上将来、唐招提寺蔵)、刺繍釈迦如来説法図(京都 勧修寺伝来、奈良博蔵)等の諸寺に伝わる染織品が奈良時代のものとして知られるが、それらは全て中国唐製で我が国へ将来されたものである。正倉院の染織品も、六朝から唐にかけての中国出土染織品と比較検討された結果、六朝期と隋・唐の影響が強いことが明らかにされているが、大部分が国産である。

錦綾羅等の高級織物や薄絹や縮絹や細密な(糸の細い)麻布等特殊な織物は、『令集解』によると、平城宮内の織部司を中心に、織部司の付属品部(律令制下、官司に隷属し使役された特殊技術者集団)の河内国、摂津国、近江国等に拠点のある錦綾織 110 戸(河内国に居住)、呉羽部 7 戸(河内国、摂津国に居住か)、河内国広絹織人 350 戸で織成されていた。また、中央には、中務省の被管である内匠寮にも、12 人の錦、綾、羅の織り手がいた。染色は、織部司の付属品部である緋染 70 戸、藍染 33 戸(大和国と近江国に居住か)が行っており、宮内省の被管である内染司には、染師 2 人が配置されていた。臈纈染めに関しては、正倉院文書に、臈纈工、押臈纈、染臈纈などと称される臈纈工が写経所に居た記録がある。中央における高級織物の生産は、近在の技術者集団が支えていた。絁と称された平絹や普通の麻布は、地方諸国で生産され、税制に則って、調絁と調庸布として中央へ送られたものが用いられた。

平安時代の有職織物

平安時代に生まれた染織品として、有職織物が知られる。それは、有職故実に則った公家の装束衣装(男子の正装は 束帯(そくたい)、女子の正装は 五衣唐衣裳(いつつぎぬからぎぬも) (いわゆる 十二単(じゅうにひとえ))並びに調度品に用いられる定型化した有職文様の織物のことを指して、近世に名付けられたもので、応仁の乱(1467～1477)により京都の大半が焼けたため、古いものは、平安時代後期の広島厳島神社古神宝の錦半臂や鎌倉時代の鶴岡八幡宮古神宝の袿(うちぎ) 5 領などの僅かな遺品しか伝わっていない。源氏物語絵巻(平安時代末期)、伴大納言絵巻(平安時代末期)、信貴山縁起絵巻(平安時代末期)などの絵巻物に絵画として描かれた装束や衣服により、平安時代の有様が研究されている。絵画や近世の有職織物から見て、技法には浮織、固地綾、二陪織などがあり、文様には、雲立涌文(くもたてわくもん)、桐竹鳳凰文(きりたけほうおうもん)、窠に霰(あられ)か文(もん)、小葵文(こあおいもん)、浮線綾(ふせんりょう)(臥蝶丸(ふせちょうのまる)・八藤の丸(やつふじまる))文などがある(文様の名称は近世に名付けられたもの)。

従来から、平安時代に国風文化が盛んになり和様化すると、正倉院の異国的な雰囲気を持つ強烈で恐ろしく緻密な文様は、温和で優しい調子の主題に変えられ、正倉院の文様との繋がりが切れたように思われがちであったが、今日では、正倉院の染織文様すなわち中国唐の染織文様との深い繋がりがあるという見方が有力である。

平安時代の染織品の実物資料は、数量的に僅かであるが、沢潟威鎧(おもだかおどしよろい)(平安時代前期、愛媛県 大山祇(おおやまづみ)神社蔵)、赤糸威鎧(平安時代後期、東京都青梅市 武蔵御嶽神社蔵)、

紺糸威鎧(平安時代後期、厳島神社蔵)等に用いられている威毛の色糸、岩手県平泉町の中尊寺金色堂の須弥壇下の棺に納置されていた白平絹の衣類(平安時代後期)、京都神護寺の後白河法皇奉納の紺紙金字一切経の経帙(平安時代後期)、広島厳島神社の平家納経の巻紐(平安時代後期)、同神社古神宝のうち 錦半臂(にしきのはんぴ) (平安時代後期)、大阪四天王寺の懸守(かけまもり) (平安時代後期)等が伝えられている。

室町・桃山時代の名物裂

室町時代になると、有職織物として、熊野速玉大社に伝わる古神宝の中でも染織品にあたる神服類即ち袍、直衣(のうし)、袷(あこめ)、表袴(うえのはかま)、指貫(さしぬき)、裳、唐衣(からぎぬ)、その他、衾(ふすま)(就寝時に体に掛ける古典的な寝具)、箱の内張、袋、懸守(かけもり)などが伝わり、辻が花の小袖や胴服(いわゆる陣羽織)などが伝わる。中でも、織物としては名物裂が著名である。そもそも名物裂とは、中国宋、元、明の染織品や 16～17 世紀の南蛮貿易によるビロードや 木綿(もめん)の 更紗(さらさ) などを主として、江戸時代初期から中期に舶載された染織品を加えたものからなる。当時、外来の裂地は、衣服や調度等として縫製された後、再び茶道具を包む仕覆や掛物の表装に用いられて、茶人や商人らに珍重された。その中には、中国宋、元、明の製品、禅僧が中国より将来した袈裟、16 世紀以降の南方産の染織品も含まれている。それらは、日本には無かった技術を用いた金襴、銀襴、緞子、繻子、綸子、モール、印金等であり、名物裂と称されるのは、後世(江戸時代中頃以降)である。

名物の名前は、茶道の世界では、室町時代の観阿弥、世阿弥父子による伝書『君台(ぐんだい)観左右帳記(かんそうちょうき)』に東山御物とされるものを 大名物(おおめいぶつ)、川上宗二が天正 16 年(1588)2 月 27 日付で著した『茶器名物集』に記されているものを名物、小堀遠州が世に広めた多数の茶道具群を中興名物と呼んだことに由来すると考えられている。そこには、まだ染織品は記されていない。茶道具と密接な関係にある帛紗や仕覆に用いられている外来の珍しい染織品が名物裂と称されるのは、江戸時代の中頃からである。後世の諸本の典拠とされている江戸後期の松平 不昧(ふまい) 著の『古今 名物 類聚(ここんめいぶつるいじゅう)』(寛政元年(1789)～同 9 年(1797))は、初めて名物裂を分類整理して公刊された出版物として知られる。その中には、約 150 種の名物裂が示されている。文化元年(1804)刊の『和漢錦繍(わかんきんしゅう) 一覧(いちらん)』には、342 種が収録されている。今日では、茶道各流派独自の名物裂が選定される。

文化財保存事業

衣笠会館の維持事業について

衣笠会館の維持管理事業は、衣笠繊維研究所の研究助成・学術普及事業と並んで公益事業として毎年継続して取り組んでいる事業である。衣笠会館は、平成 17 年 11 月 10 日に「国登録有形文化財」として登録認定を受けた。

登録された背景として①建設された年代を考える　②同年代のほかの建物と比較をする　③建物の規模、特徴がある、希少価値がある　④使用されている材料にオリジナリティ-がある。

上記の基準の下に審議会で「客観的判断」が行われ「歴史的建造物」と判断され、有形登録文化財と認定された。

このような衣笠会館の維持については計画性を持ってその事業を計画・施工する必要があります。平成 28 年度の事業内容は下記の通りです。

衣笠会館の維持事業　　平成２８年度分

番号	場所	時期	工事名・内容等	原因又は対策
1	一階玄関部分	平成28年5月	廊下床整備等	経年劣化
2	給湯室		根太等改修工事	経年劣化及び白蟻被害
3	給湯室		土間改修＋タイルカーペット	
4	二階集会室		空調機更新	経年劣化
5	二階会議室	平成28年7月	空調室内機復旧工事	取付部不良に伴い室内機の落下によるもの
6	二階会議室		窓ガラス復旧工事	
7	二階集会室		窓ガラス建具手直し工事	ガラス落下防止の為
8	二階集会室	平成28年9月	北側東窓側手摺取付工事	危険防止の為
9	談話室	平成29年2月	土間改修＋タイルカーペット	経年劣化及び白蟻被害

外壁に張られた電線等（補修前）

外壁に張られた電線等の整理（補修後）

平成 28 年度　衣笠繊維研究所　理事および評議員の活動状況

１．学術論文の発表、各種学会での口頭発表など（下線部は財団理事、評議員）

（１）原著論文

Masaki HARA, Hitoshi SHIMASAKI, Yuichi KADO, and **Masatoshi ICHIDA**　The Effect of Vegetation Growth on Radio Wave Propagation in 920-MHz band. 電子情報通信学会英文論文誌 B vol.E99-B No.1,　81－86.（2016）

（２）総説

古澤壽治：巻頭言「未来のために蚕糸科学・技術の歴史を振り返る」 蚕糸・昆虫バイオテック　83（１）　1－2 (2016)

（３）口頭発表

上田大介・岩本昌也・舟山知夫・横田裕一郎･鈴木芳代･坂下哲哉･小林泰彦・白井孝治. 重イオン照射卵における傷害修復･アポトーシス関連因子の発現誘導の検討, 日本蚕糸学会中部支部･東海支部合同大会講演要旨集（中部支部 72 号） p. 10. 信州大学理学部 C 棟大会議室（長野）. 平成 28 年 12 月 9 -10 日

（４）ポスター展示発表

上田大介・岩本昌也・白井孝治・舟山知夫・横田裕一郎･鈴木芳代･坂下哲哉･小林泰彦. カイコ初期発生卵におけるアポトーシス関連因子の重イオン照射における発現誘導の検討.　高崎第１回 QST高崎県シンポジウム. 高崎量子応用研究所 (群馬). 平成27年1月26-27日

渡邊　衆・一田(髙濱)昌利.　桑に含まれる糖類似アルカロイドに関する研究.　平成28年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会　京都工芸繊維大学(京都市). 平成26年3月18日

Taniguchi S., T. Akino, **M. Takahama Ichida**, Antioxidant activity of the cocoon extract from silkworm, *Bombyx mori*.　International Symposium on Advances in Sustainable Polymers

（５） 研究会・講演会等への出席

井上佳彦. 京都府文化財保護促進会議. 御室会館 （京都）平成28年3月16日

井上佳彦. 京都府文化財所有者連絡協議会研修会. 京都国立博物館 （京都）平成 28 年 11 月 22 日

井上佳彦. 京都府国登録有形文化財所有者総会. 順正（京都）平成 28 年 12 月 18 日

井上佳彦. 講演会「歴史的建造物の価値を考える」京都府文化財保護課 石川祐一氏 京都アスニー （京都）平成 28 年 12 月 3 日

中山 伸. 助成団体担当者のための実務セミナー ひと・まち交流館 （京都）平成 28 年 11 月 18 日

２．講演・講義活動

古澤壽治

講演①

日時：平成 28 年 7 月 6 日（水）

場所：滋賀大学教育学部自然環境教育施設。地域の小学生とその父兄（20 組）
滋賀大学教育学部の公開講座「石山っ子ワクワク親子畑探検隊」

演題：昆虫の生活史と飼育法

内容：カイコ、ヤママユガ及びモンシロチョウの脱皮・変態の過程を動画で説明し、昆虫の特異性を哺乳動物の成長との比較の観点から説明した。特に蚕の休眠現象と桑の発育との関連について説明し、年間を通しての蚕卵の保護方法について説明した。さらに、小学生から蚕飼育上の質問を受けた。

講演②

日時：平成 29 年 1 月 25 日（水）

場所：滋賀大学教育学部自然環境教育施設。地域の小学生とその父兄（20 組）
滋賀大学教育学部の公開講座「石山っ子ワクワク親子畑探検隊」

演題：絹糸昆虫類からの繭糸の生成及び絹織物

内容：食下した桑の栄養物が繭糸に還元されるまでの過程を説明し、繭糸から絹糸を繰る実習を行った。絹糸が各種の織物に利用されることを、実物を用いて説明した。

中山　伸

講演①

日時：平成 28 年 11 月 29 日

場所：呉服屋「京家」(奈良)

演題：シルクのおはなし（3）

内容：カイコの一生、繭糸の構造、養蚕業の現在など

講演②

日時：平成 29 年 2 月 7 日

場所：呉服屋「京家」(奈良)

演題：シルクのおはなし（4）

内容：真綿、紬糸、繊維状たんぱく質の構造、織物の三原則など

白井孝治

演題：いまさらカイコを研究してどうするの

内容：

昆虫､特にカイコを用いた現在のどのような研究がされているのか説明した。その際、最近話題の次世代シークエンサの活用やゲノム編集といった最新の技術についても説明した。また、放射線の基礎知識と生物影響についてまず理解させた。その上で昆虫の放射線応答についての研究成果や今後の展望について話した。

以上の演題と内容を下記高等学校の１，２年生を対象に講義した。

① 日時：平成28年3月14日
主催者：愛知県立成章高等学校
場所および対象者：愛知県立成章高等学校 (愛知県)　１、２年生.

② 日時：平成28年7月8日
主催者：長野県県ヶ丘高等学校
場所および対象者：長野県県ヶ丘高等学校 (長野県)　１、２年生.

③ 日時：平成28年9月13日
主催者：長野県伊那弥生ヶ丘高等学校
場所および対象者：長野県伊那弥生ヶ丘高等学校 (長野県)　１、２年生.

④ 日時：平成28年10月8日
主催者：長野県長野吉田高等学校
場所および対象者：長野県長野吉田高等学校 (長野県)　１、２年生.

⑤ 日時：平成28年9月13日
主催者：愛知県立高蔵寺高等学校
場所および対象者：愛知県立高蔵寺高等学校 (愛知県)　１、２年生.

廉屋　巧

ゲストティーチャー活動（平成２２年～継続中）

（１）演題：地域の伝統産業と蚕の飼育について
（２）日時：平成28年5月12日　９：００～１０：００
（３）主催者：福知山市立美河小学校
（４）場所および対象者：美河小学校 (京都府福知山市大江町) ４年生.
（５）資材：蚕３品種（白色・バラ色・黄色）・約３００頭
（６）活動内容：

①自宅で継代飼育をしている蚕を持参し、同時に蚕種、各種の繭、真綿、まゆ人形等を観察しながら、地域の伝統産業（桑栽培、養蚕、製糸等）について、説明する。

②その後、４年生の教室で蚕を飼育し（桑は地域に自生しているものを調達）、繭を作る（蔟等の資材は提供）。

③繭の乾燥は廉屋が行い（布団乾燥機を用いた簡易温風乾燥機）、乾繭にする。

④後日、小学校で、乾繭の利用として、まゆ人形等を作る。

蚕の提供

【所持する継代品種】①緑繭２号（黄緑色）、②ローザ（バラ色）、③ＴＲ‐４０（黄色）、④黄白（♀：黄色、♂：白色）、⑤春嶺×鍾月（白色）

（１）一般市民

①５月７日：福知山市民　・５品種・約100頭譲渡

②５月８日：綾部市民、譲渡　2品種・約500頭

（２）京都府立聾学校舞鶴分校（舞鶴市）

５月１０日：来宅、譲渡　５品種・約５０頭

（３）NPO法人 綾部ベンチャー・ものづくりの会（綾部市）

６月２日：桑園、持参・５品種・約1,000頭・桑の実摘み入園者、欲しい人に提供

その他

蚕の飼育、糸繰り等の問い合わせに対し、解説を行い、また、「NPO法人 綾部ベンチャー・ものづくりの会」等を紹介した。

３．受　賞

古澤 壽治

「蚕糸功績賞」（一般財団法人大日本蚕糸会主催）受賞

日　時：平成 28 年 11 月 22 日

場　所：帝国ホテル、孔雀南の間

常陸宮正仁親王（大日本蚕糸会総裁）より授与された

蚕糸功労者表彰式　写真は一般財団法人 大日本蚕糸会より提供

功績概要

下記の通り、蚕糸学の研究及び教育に尽力し、蚕糸絹業の振興に貢献した。

１．愛媛県蚕業試験場勤務時代（7 年間）に県下でのホルマリン耐性麹かび病菌、ウイルス病原及び卒倒病菌の分布状況を明らかにし、乳血病を確認、養蚕農家の蚕作安定に寄与

２．　蚕の細胞質多角体病ウイルスの感染病理と同ウイルスゲノム二本鎖 RNA を分解する酵素を蚕消化管で発見するとともに、本酵素の特性と生合成過程を分子生物的観点から解明

３．　低温保護した非休眠卵でのソルビトール代謝と孵化能力に関する生理生化学的研究

４．　タイ王立マハサラカム大学との国際学術交流に参画し、日本蚕糸学会理事・関西支部長として学会活動を支援

５．「虫たちが語る生物学の未来」などの教育図書を編纂

編集・発行

公益財団法人
衣笠繊維研究所

〒603-8326
京都市北区北野下白梅町 29
Tel　075-461-5949
Fax　075-463-6679

URL http://krf-textile.com　E-mail kinugasa_senni1905@nifty.com

発行日　2017 年 3 月 31 日