

## 15—19世紀・西洋金属糸の保存科学的研究

榎本 都・佐藤昌憲

### 1. 序 論

西洋の繊維文化財の保存科学的研究の一貫として材質調査などを行う際に、博物館や個人の収蔵品中、金属糸を含む繊維品例に出会うことが多い。しかし、博物館の収蔵品調査や染織研究の専門書には、金属糸の明確な材質分析や製造方法の記述は殆んど見られず、単に外観上の判断で金糸、銀糸或いは金属糸と記載されている場合が多い。金属糸は、その長い歴史と重要性にも関わらず、歴史的観点からの記述を除いては、近年まで詳細な保存科学的調査及び研究に関する文献は極く僅かである(例えば Darrah: 1987, Howell: 1988)。

特にわが国において、西洋の金属糸に関する詳細な研究論文が殆んど存在しない理由は、わが国の繊維品に使用された金糸、銀糸が紙に箔押しした金箔糸を素材としており、西洋の金属糸では製法や材質が異なることや、国内に収蔵されている西洋の文化財の繊維品が少なく、試料を得ることの困難さによるものであろう。著者らは西洋の繊維文化財の研究を継続しているが(世良ら: 1991)、今回は金属糸を研究対象とし、金属糸を用いた織物、刺繍品およびレースの計21点について材質調査、製作年代と製作地の推定、用途の考察などを行った結果について報告する。尚レース試料については、レースの出現した16世紀から近代までに製作された品例を網羅的に選択するように留意した。

更に、保存科学的、博物館学的な観点から、金属糸を含んだ繊維品の洗浄や保存の技術的処理方法を定めるための知見も収集するように努めた。

### 2. 西洋の繊維品における金属糸製造技法の歴史

中世以降、度重なる奢侈禁止令の対象となった金属糸は、繊維品に荘厳で豪華な装飾効果を与える最も有効な手段として、宝石と共に古代から重要な役割を担ってきた。しかし、その起源に関しては、歴史的な観点からの推測による様々な仮説があるが、何れが真実であるかは明らかではない。しかし、金属糸は紀元前に既に存在していたと考えられる。文献的にも、例えば、旧約聖書の出エジプト記の第28章、11、13、20節にはイスラエルの子たちの名を刻んだ二つの縞瑪瑙を詰め込むために金の編み細工を作り、祭司衣の胸部の装飾物とすることを主がモーゼに命じたと記されている。又、その第39章2、3章には金を板状に打ち延ばし、針金状に切断して金糸とし、多色の撚糸と交えて巧みな細工で編物の聖衣を作ったと記されており、金糸の製造技法が明らかである。出エジプト記(エジプト第

19王朝期頃)の時代より古いツタン・カーメン王(第18王朝期)の出土遺物(カイロ博物館所蔵)の中の多くの宝飾品に含まれている金製の線条細工(filigrane)により、当時既に金属糸製造技術が存在していたことが解る。金属糸製造方法を出現順にまとめると以下のようになる。

(1)恐らく初期の金糸は、加熱した金そのものを小さい穴のある石のダイスに通し、線条(針金状)にしたのであろう。また別の製造方法としては金塊を薄板状に打ち延ばし、フィラメント状に切ったもので一種の金属プレート糸である。ゲルマンの金属プレート糸は約25%の銀を含有する合金であることが知られている(Barker:1980)。中東地域は金属糸の発達に重要な役割を果たしてきたが、そこで製造された金属糸は金か、或いは少量の銅を含む銀で作られている。銀糸の品例がほとんど現存しないのは、銀が環境的要因による腐食や脆化を起こしやすい材質だからであり、出土品では経年により極端に劣化している場合が多い(Darrah:1987, p. 211)。

(2)次は一般にキプロス金糸と呼ばれるタイプのもので、ビザンチン時代に東地中海沿岸諸国で発達し、中世にイタリアで盛行して aurum cyprese と呼ばれ、その名声により盛んに他のヨーロッパ諸国に輸出された。これは打ち延ばされた金箔をガット(羊などの腸)のシート状膜に接着押箔し、更にそれを線条に細切りした後、亜麻や絹の芯糸に巻き付けたものである(Darrah:1987, p. 211, 及び日本繊維意匠センター編:1987, p. 8)。

(3)3番目はワイヤータイプの金属糸で、中近東で古くから発達した線条細工であり、中世には aurum battatum と呼ばれヨーロッパで普及した。15—16世紀にはイタリアを中心にしてドイツやイギリスでも製作されるようになった。製法はまず少量の銅を含んだ銀を約5cm×60cmのロッドに鑄造し、圧延ダイスに通して回転、加熱し、長さを2倍に引き延ばす。金のフィラメントを製造するには、先に得た線条を再加熱後、金の薄い延べ板で覆い、細いワイヤー状になるまで周期的に加熱し、いくつかの圧延ダイスを通して引き延ばした。また、芯糸に巻き付けるための平らなフィラメントは、圧延ローラーを通して得た。典型的な鑄造ロッドから400マイルのワイヤーが製造できた(Barker:1980)。

(4)更に、18世紀にドイツで出現した Nuremberg タイプと呼ばれる金属糸は銅を主成分とする線条で、少量の金や銀を鍍金したものであり、製造方法は(3)と類似している。これはフィラメントのまま、或いは、主に綿の芯糸に巻き付け、金属糸として使用された。

今回、この論文で研究対象としたのは、主に(3)、(4)の製法による金属糸レースが殆んどである。その理由は、一般に(1)の製法によるものは、純金或いはそれに近い純度で後に再利用されるなどしたものが多いため現存品が極めて少なく、また(2)の製法による品例は、金属糸レースが製作され始めた16世紀以降、確認されていないことや、逆にレースの出現以前の時代に製作された織物やネット状の品例がわずかに現存することなどの理由によるものである。

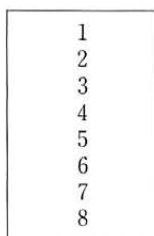
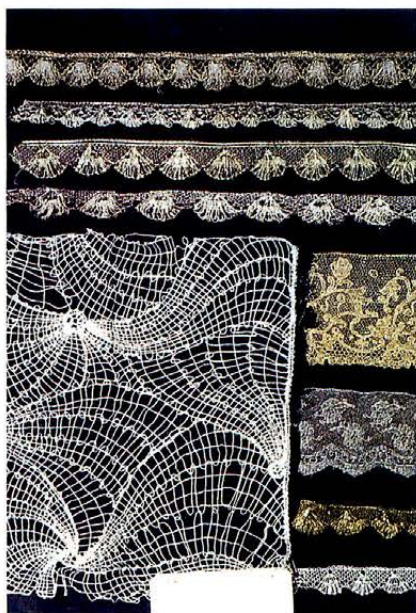
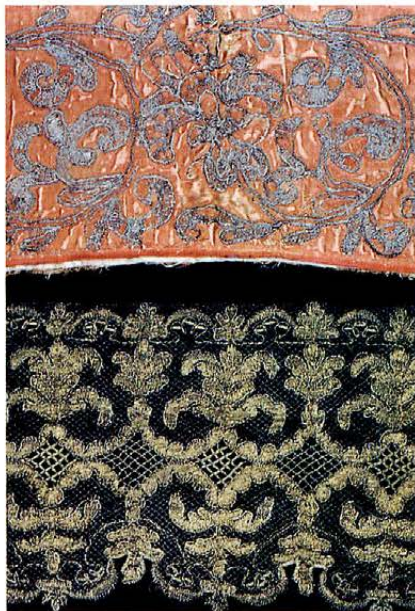


写真1  
Photo. 1

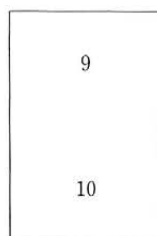


写真2  
Photo. 2

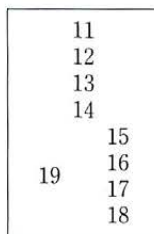


写真3  
Photo. 3

写真1, 2, 3 試料とした金属糸

Photo. 1, 2, 3 Metal threads used in this research.

(註1) 写真中の番号は各々下記の試料番号(表1参照)に対応している。

1) No.02, 2) No.03, 3) No.04, 4) No.06, 5) No.09, 6) No.10, 7) No.11, 8) No.012, 9) No.05, 10) No.07, 11) No.13, 12) No.14, 13) No.15, 14) No.16, 15) No.17, 16) No.18, 17) No.19, 18) No.20, 19) No.21

(註2) 試料No.1及びNo.8の写真は掲載していない。

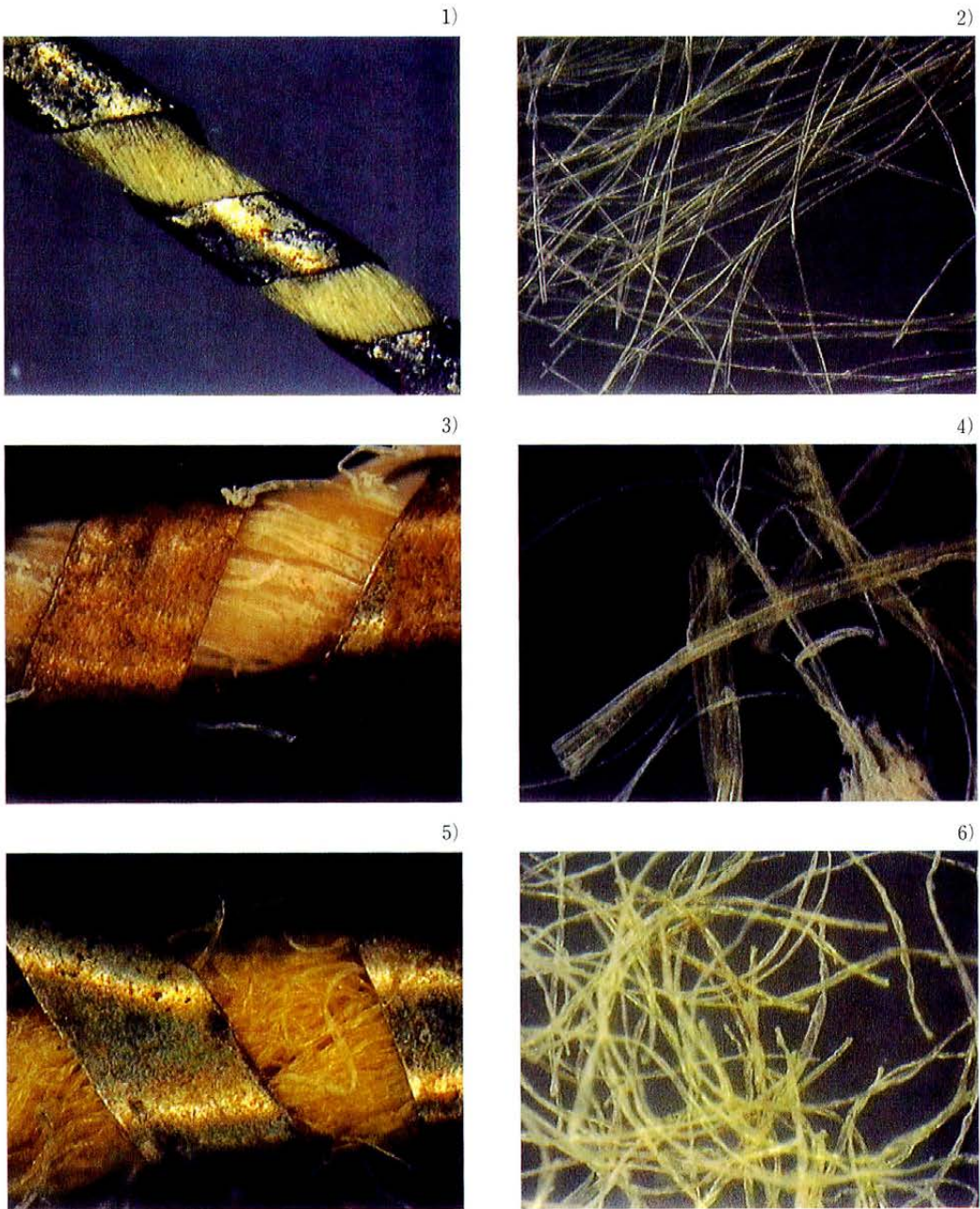


写真4 CCDカメラによる試料糸の写真

Photo. 4 Photographs of sample metal threads by CCD camera.

- |                                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1) 金属糸 No. 01-1 (×250)          | 2) 芯糸の単繊維 No. 01-1 (×400)         |
| 3) 金属糸 No. 04-1 (×250)          | 4) 芯糸の単繊維 No. 04-1 (×400)         |
| 5) 金属糸 No. 06-1 (×250)          | 6) 芯糸の単繊維 No. 06-1 (×400)         |
| 1) Metal thread No. 01-1 (×250) | 2) Fibers of core No. 01-1 (×400) |
| 3) Metal thread No. 04-1 (×250) | 4) Fibers of core No. 04-1 (×400) |
| 5) Metal thread No. 06-1 (×250) | 6) Fibers of core No. 06-1 (×400) |

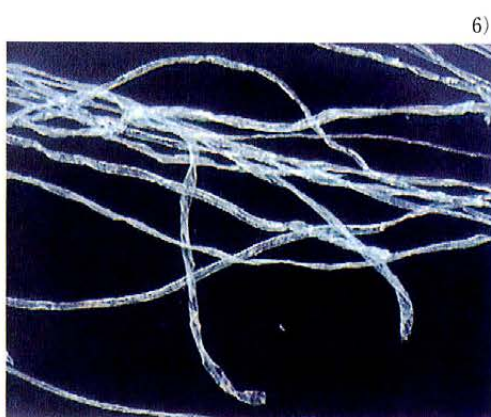
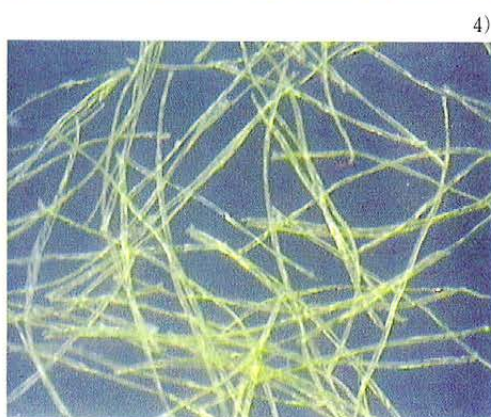


写真5 CCDカメラによる試料糸の写真

Photo. 5 Photographs of sample metal threads by CCD camera.

- 1) 金属糸 No. 07-1 (×250)
- 3) 金属糸 No. 10-1 (×250)
- 5) 金属糸 No. 16-1 (×250)

- 1) Metal thread No. 07-1 (×250)
- 3) Metal thread No. 10-1 (×250)
- 5) Metal thread No. 16-1 (×250)

- 2) 芯糸の単繊維 No. 07-1 (×400)
- 4) 芯糸の単繊維 No. 10-1 (×400)
- 6) 芯糸の単繊維 No. 16-1 (×400)

- 2) Fibers of core No. 07-1 (×400)
- 4) Fibers of core No. 10-1 (×400)
- 6) Fibers of core No. 16-1 (×400)



### 3. 収蔵品調書と保存状態

本研究を開始する前の既存の収蔵品調書は表1の通りである。

また、試料の写真を写真1, 2, 3 (p.33 参照) に示す。

(収蔵地: Sera Collection (Paris, France))

### 4. 実験方法と装置

#### 4.1. 試料糸の採取

今回の調査では、試料21点に存在していた51種類の金属糸について CCD カメラによる実態観察をした。次に、巻いてある金属糸を約7mm程度解いて、金属部分の形状調査を行った。原子吸光分析には金属部分を数mg使用した。試料により、材質同定の困難な芯糸は数mmを採取し走査型電子顕微鏡で調査した。

#### 4.2. 装置

##### 1) CCD カメラ

装置: (株)ハイロックス製マイクロハイスコープ・システム KH-2200および(株)三菱製カラービデオプロセッサー SCT-CP100A

拡大倍率: 50-400

試料調製: 直接法

使用目的: 試料の製作方法の組織構成, 繊維材質の同定

##### 2) 走査型電子顕微鏡

装置 1: (株)日立製作所製 S-4000型電界放射型;

(測定条件: 加速電圧, 4KV; モード, 二次電子像; 金・パラジウム 30nm スパッターコーティング)

装置 2: (株)コムテック製 CSM501型

(測定条件: 加速電圧, 20KV, モード, 二次電子像; 銀スパッターコーティング)

試料調製: 金属刃で切断

使用目的: 繊維の側面, 断面および脆化状態の観察

##### 3) 原子吸光分析

装置: (株)日立製作所製 170-10型原子吸光分光光度計

使用目的: 金属元素 (金, 銀, 銅など) の定量

##### 4) 蛍光X線分析

装置: 理学電機(株)製 ウルトラレース・システム  
エネルギー分散型

使用目的: 含有金属元素の同定

表1 収蔵品調書  
Table 1 Inventory and Conserved State

試料 番号	収蔵品 番号	品目	技法	製作地	製作年代	糸の 種類	保存状態 上段：全体 下段：(金属糸)
01	91003	織物	*4)	I	15C後	1	全体的な経年脆化 (劣化)
02	70511	BL	B(P)	I又はF	16C後	1	並又はやや良好 (良好)
03	70519	BL	B(P)	I又はS?	16C後—17C前	2	並
04	70501	BL	B(P)	I又はS	17C前	2	(並) 全体的に自然な劣化
05	90005	布断片	*5)	I	17C後	4	(並) 全体的にやや脆化 (やや劣化)
06	70514	BL	B	F又はS	17C後—18C前	3	部分的に劣化 (劣化)
07	70530	BL	B	F	18C前	3	良好 (部分的に劣化)
08	coi-01	*1)	B	F又はG	18C前	3	着用による劣化 (やや劣化)
09	70503	BL	B	F又はG	18C中	2	並 (部分的に劣化)
10	70502	BL	B	F	18C中	2	良好 (良好)
11	70531	BL	B	F	18C中後	2	良好 (良好)
12	70515	*2)	B (M?)	G?	18C又は19C	2	並 (芯糸が変色, 金属 部分は良好)
13	70506	BL	B	G?	18C後	2	腐食による劣化 (劣化)
14	70516	BL	B	F又はI	18C後	4	良好 (やや劣化)
15	70517	BL	B	F	18C後—19C	2	良好 (良好)
16	70504	BL	B	F	18C後—19C	3	使用による劣化 (摩耗による劣化)
17	70508	BL	B	ル・ピュイ (F)	19C後—20C初	2	良好 (良好)
18	ME-002	BL	M	F又はE	19C後	3	腐食による劣化 (腐食による劣化)
19	70507	BL	B又は M	F又はG	19C後	3	良好 (やや劣化—並)
20	70505	BL	B又は M	F	19C後—20C前	3	優良 (優良)
21	ME-010	*3)	M	カレ (F)	20C前	2	良好 (摩耗による劣化)

(註1) 「品目」欄の“BL”はBorder Laceの略。\*1)は布帽子の装飾用レース、\*2)はInsertion Lace、\*3)はレース見本。

(註2) 「技法」欄の“B”はボビン、“P”はバスマン(初期のボビン技法)、“M”は機械の略。\*4)はBrocade(錦)、\*5)は刺繍。

(註3) 「製作地」欄の“I”はイタリア、“F”はフランス、“S”はスペイン、“G”はドイツ、“E”はイギリス。

(註4) 「製作年代」欄の“C”は世紀、“前”は前期、“中”は中期、“後”は後期、“初”は初期。

(註5) 「糸の種類」欄の数字は各試料を構成する糸の種類数を表す。



## 5. 結 果

### 5.1. 試料糸の特性

CCD カメラによる観察結果から試料糸の特性を表2のようにまとめることができる。

表2 試料糸の特性  
Table 2 Characteristics of Sample Threads

試料 収蔵品 番号 番号	金 属 糸						芯 糸		
	糸	金属部分の計測値(mm)					材質	撚り(S・Z)	呈色
		種類	巻	記号	直径	厚み			
01-1 91003	金糸	S	C	0.17	0.01	0.02	絹	甘Z	淡茶
02-1 70511	金	S	B	0.23-0.35	0.01	0.39	絹	甘Z	淡黄
03-1 70519	金	S	B	0.33-0.45	0.02	0.38	大麻		淡茶
03-2	金P	—	P		0.04	0.9			
04-1 70501	金	S	A	0.36-0.72	0.02	0.4	大麻	Z	淡茶
04-2	金P	—	P		0.04	0.9			
05-1 90005	銀	S	A	0.42-0.49	0.02	0.37	絹	12甘Z/S	白
05-2	銀	S	B	0.27-0.30	0.01	0.27	絹	甘Z	白
05-3	銀	S	C	0.14-0.16	0.01	0.22	絹	無	白
05-4	銀P	—	P		0.03	0.48			
06-1 70514	金	Z	A	0.6	0.01	0.42	綿	4甘Z/S	濃黄
06-2	金	Z	B	0.33	0.01	0.37	綿	1甘Z, 2S/S	濃黄
06-3	銀	Z	B	0.35	0.01	0.34	綿	3甘Z/S	白
06-4	銀	Z	C	0.23	0.01	0.34	綿	2Z, 1甘Z/S	白
07-1 70530	金	S	A	0.40-0.50	0.01	0.26	絹	Z	薄金
07-2	金	S	B	0.35-0.37	0.01	0.26	絹	Z	薄金
07-3	金	S	C	0.19-0.21	0.01	0.23	絹	Z	薄金
08-1 coi-01	金	S	B	0.30-0.35	0.01	0.21	絹	1S, 1甘Z/強S	黄銅
08-2	金振	S	B	0.27	0.01	0.22	絹	無	黄銅
08-3	金P	—	P		0.05	0.67			
09-1 70503	金	S	B	0.03-0.43	0.01	0.28	絹	6無/Z	鮮黄
09-2	金	S	C	0.16-0.22	0.01	0.24	絹	無	鮮黄
10-1 70502	金	S	B	0.23-0.30	0.01	0.25	絹	7Z/極甘Z	金茶
10-2	金	S	C	0.19	0.01	0.22	絹	3強Z, 1無/Z	金茶
11-1 70531	金	S	B	0.33-0.39	0.01	0.28	絹	(2Z, 2Z/Z), (2Z, 2Z/Z)/Z	金茶
11-2	金	S	C	0.19-0.22	0.01	0.32	絹	(2Z, 2Z/Z), (2Z, 2Z/Z)/Z	金茶

表2 試料糸の特性(つづき)  
Table 2 Characteristics of Sample Threads (Continued)

試料 番号	収藏品 番号	金属糸					芯糸			
		糸	金属部分の計測値(mm)				材質	撚り(S・Z)	呈色	
			種類	巻	記号	直径				厚み
12-1	70515	金銀	S	A	0.47-0.53	0.01	0.52	綿	3Z, 1甘Z/S	濃灰
12-2		金銀	S	B	0.30-0.36	0.02	0.37	綿	2Z, 1甘Z/S	濃灰
13-1	70506	金	Z	B	0.33-0.36	0.01	0.34	綿	2甘Z, 1Z/S	濃灰
13-2		金振	S	B	0.44	0.01	0.33	綿	(3Z/無), (3Z/強S)/Z	濃灰
14-1	70516	銀	S	A	0.61-0.73	0.01	0.35	綿	7Z/甘Z	生成
14-2		銀振	Z	A	0.49-0.52	0.01	0.30	綿	(2S/S), 強Z/S	生成
14-3		銀	S	B	0.25-0.30	0.01	0.35	綿	2Z/甘Z ほぼ並列	生成
14-4		銀P	—	P		0.03	0.63			
15-1	70517	金銀	Z	B	0.33-0.38	0.01	0.23	綿	(2甘Z/S), (2甘/S)/S	淡茶
15-2		金銀	—	B		0.02				
16-1	70504	金振	S	A	0.43-0.48	0.01	0.23	綿	(2強S, 1甘S/S), (3Z/強S)/Z	白
16-2		銀	Z	B	0.31-0.35	0.01	0.26	綿	3Z/S	白
16-3		銀P	—	P		0.03				
17-1	70508	金	S	B	0.23-0.26	0.01	0.32	綿	3Z/S	淡茶
17-2		金	S	C	0.13	0.01	0.22	綿	2S/S	淡茶
18-1	ME002	銀	S	B	0.33	0.01	0.36	綿	(2Z/S), Z/S	白
18-2		銀	S	C	0.19	0.02	0.30	綿	(2Z/S), Z/S	白
18-3		銀	S	C	0.13	0.01	0.12	綿	3甘Z/S	白
19-1	70507	金振	Z	A	0.50-0.55	0.01	0.30	綿	(5Z/無), (2Z/S)/S	鮮黄
19-2		金	S	B	0.26-0.28	0.01	0.26	綿	2Z/甘Z	鮮黄
19-3		金P	—	P		0.05				
20-1	70505	銀	S	A	0.50	0.01	0.33	綿	(3強Z/S), (3Z/S)/Z	白
20-2		銀	Z	B	0.31-0.35	0.02	0.34	綿	3Z/S	白
20-3		銀P	—	P		0.03	0.78			
21-1	ME010	銀楕円	S	B	0.11-0.65	0.01	0.26	綿	(2無, 2無, 2無, 2無)/4S/並列	白
21-2		銀	Z	C	0.15	0.01	0.24	綿	3Z/S	白

(註1) 金属糸の「種類」欄のPはプレート(芯糸のない金属のみの平フィラメント)を、また「振」は極強撚の芯糸を用いた金属糸を表す。

(註2) 金属糸の「巻」欄は金属の巻き方向をS, Zで示す。

(註3) 金属糸の「記号」欄のA, B, Cは金属糸の直径による分類で, A (0.4mm以上), B (0.39-0.20mm), C (0.19mm以下)。Pは註1と同様。

## 5.2. CCDカメラによる観察結果 (p. 34, 35 の写真 4, 5 参照)

今回実験に用いた試料21品例の内、特に材質同定や製作年代の確証性が問題になった品例についての観察結果を次に示す (5.3. も同様)。

試料番号	倍率	所見
01-1	×250	無捻りに近いZ捻り芯糸に金属が巻き付いている。表面は腐食による酸化物と共に金が剥落しているが、その存在は明瞭に観察できる。
	×400	芯糸の観察では色彩は薄茶か生成りで、均一な太さによる円筒形状の絹の単繊維。部分的にごく緩やかな天然よりが存在する。
04-1	×250	甘Z捻りの芯糸をS捻りに金属が巻き付いている。金属の表面は不純物で被われたように全体的な変質が見られ、鑄造時の線条痕が僅かに認められる。
	×400	芯糸は節を有する太い楕円筒形状の単繊維。ルーメンが明瞭に認められる。単独、または数本の単繊維を並列させたような特徴的な太さから大麻と考えられる。色彩は薄茶か生成り色。
06-1	×250	太い芯糸を金属でZ捻りに巻き付けた表面には鑄造時の綿条痕が確認できた。金属表面は僅かに変質が認められるが、地金の銅の質感が観察できる。
	×400	芯糸の単繊維は扁平で特徴的な天然よりを有する綿で、ルーメンが明瞭に認められる。繊維は黄色に着色されている。
07-1	×250	均整のとれた円筒形状。緩やかなZ捻りの均一な単繊維束が均等幅の金属でS捻りに巻かれている。金属の表面は滑らかで地金が銀であることが解る。
	×400	薄茶色の芯糸は均等な太さの単繊維で絹。部分的に微巻縮性が認められる。
10-1	×250	銀の質感の金属表面には十分に金の存在が解る。絹の芯糸は均等な太さの繊維束が金属で緩やかにS捻りされている。
	×400	芯糸は典型的な絹の単繊維。部分的に微巻縮性が認められる。生成りまたは淡黄色。
16-1	×250	白い綿の繊維束を巻き付けた金属が部分的に緩んで不規則になっている。金属表面が摩耗により劣化している表情から地金の銅がよく観察できる。
	×400	芯糸は不規則で強い巻縮が特徴的な綿の単繊維。無着色。

### 5.3. 走査型電子顕微鏡による観察結果 (p.43 の写真6 参照)

試料番号	倍率	所見
01-1	×500	(側面) 全体的にはほぼ均一な円筒形状の絹繊維, 外壁層(セリシン)は不純物で被われたような表情。経年による均等な劣化の進行が考えられるが組織全体に及ぶ脆性破壊には至っていない。
	×5000	(断面) 長期間の変動的環境(摩耗や湿気, 空気の流動)が原因の絹特有の脆性破壊は殆んど生じておらず, また外壁層と共に損傷はほとんど無く, 長期間一定の条件下(金属で巻かれていた)での穏やかな脆化といえる。
04-1	×600	(側面) 比較的太い不均一な円筒形または楕円筒形状。均等的な, 空隙化, フィブリル化による全体的な経年脆化の進行が認められる。
	×4000	(断面) 不定形の比較的太い楕円形で典型的な大麻の表情, ルーメンが明確。平滑な断面に並列するフィブリルの集束は全体的な空隙化は見られるが, 強度の朽損状態には至っていない。
06-01	×600	(側面) 繊維軸方向に対し, 一定でない外壁層の微細な皺が見られ, それを基因とする基質構造のクリンプは綿特有の特徴。脆化や劣化はほぼ見られない。
	×4000	(断面) 綿の典型的な強く巻き込んだC字形の特徴的な断面にルーメンが明確, 平滑な断面に並列するフィブリルは強い脆性劣化は見られず, 弾力性も十分あるが, 多少の性能低下が認められる。

(註)5.2. 及び5.3. 節に関して, 繊維学会編(1989), Catling, D 他(1979), The Textile Institute (1951)を一般的に参照した。

### 5.4. 金属組成の分析方法と結果

#### 1) 蛍光X線分析

あらかじめ金属糸に存在する元素の種類と, それぞれの含有量についての概略を知るため, 製作年代が異なると考えられる5種類の試料を選んで非破壊的に蛍光X線分析を行い, Darrah (1987)の表現方法にならって結果を表3のように示した。相対的強度比とは, それぞれの元素の100秒あたりのカウント数を銅を基準とする相対的な数値で表し比較の目安としたものである。それぞれの元素の検出感度が異なっているので絶対量については言及できないが, 表の数値から明らかなように, 18世紀頃を境にして組成比が大きく変化している。西洋の金属糸においては, 18世紀以前では金と銀の含量が比較的多いものに対し, それ以降ではほとんど銅だけが主成分となり, 相対的に金と銀の含量が著しく少なくなっていることが解った。

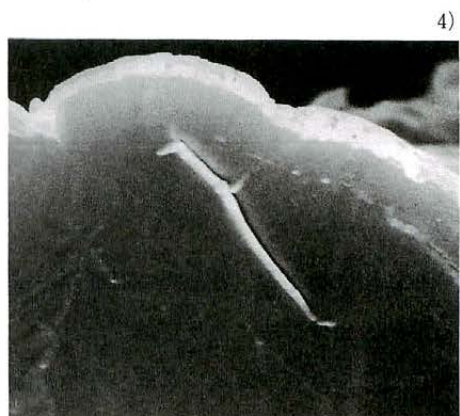
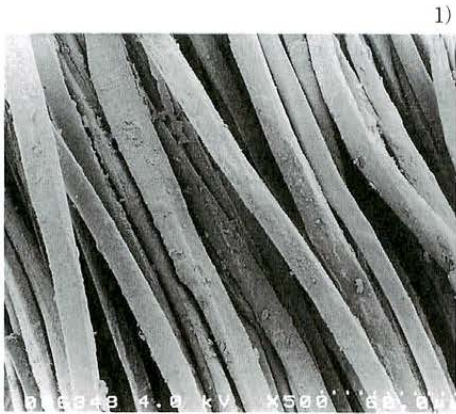


写真6 芯糸の単繊維の走査型電子顕微鏡写真

Photo. 6 Scanning electron micrographs of core fibers.

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1) No. 01-1 表面 (×500)          | 2) No. 01-1 断面 (×5000)              |
| 3) No. 04-1 表面 (×600)          | 4) No. 04-1 断面 (×4000)              |
| 5) No. 06-1 表面 (×600)          | 6) No. 06-1 断面 (×4000)              |
| 1) No. 01-1 : Side view (×500) | 2) No. 01-1 : Cross section (×5000) |
| 3) No. 04-1 : Side view (×600) | 4) No. 04-1 : Cross section (×4000) |
| 5) No. 06-1 : Side view (×600) | 6) No. 06-1 : Cross section (×4000) |

表3 金属組成(相対的強度比)の時代的変遷  
Table 3 Historical Transition of Metal Composition  
(Relative Intensity Ratio)

試料 番号	品目	製作地	製作年代	相 対 的 強 度 比		
				Au	Ag	Cu
01	織物	イタリア	15世紀・後期	0.2	72.4	1
02	パスマン (ボビンレース)	フランス 又はイタリア	16世紀・後期	0.2	93.1	1
06	ボビンレース	フランス 又はスペイン	17世紀・後期? —18世紀・前期	—	0.1	1
12	ボビンレース	ドイツ?	18世紀又は 19世紀	0.003	0.07	1
13	ボビンレース	ドイツ?	18世紀・後期	0.002	0.0009	1

## 2) 原子吸光分析

更に詳細に組成比を調べるために21種類の試料からそれぞれ1種類の金属糸を選び、各元素の絶対存在量を原子吸光分析法により定量した。

分析操作としては各金属糸の芯糸から金属部分を分離し、その約1mgを取り硝酸あるいは王水により溶解し100mlとしたもの、または、その10倍希釈溶液を測定に用いた。15—18世紀の試料には金をある程度含むものが一般的で、最初から王水に溶かすと黒色の不溶成分が残る場合があった。従って最初に濃硝酸約1mlを加えてしばらく加熱したのち、王水(硝酸:塩酸:水=1:3:3)約1mlを加えてさらに加熱すると完全に溶解し、黄緑色溶液となった。一方、19世紀以降の試料は濃硝酸を加えるだけで発泡しながら容易に溶解し、無色の溶液となった。

測定結果を表4に示した。また考察については第6章に示した。

表4 金属フィラメントの組成(重量%)  
Table 4 Composition of Metallic Filament (Weight %)

試料No.	Au	Ag	Cu
01-1	6.6	65.9	27.5
02-1	2.2	78.0	19.7
03-1	0.8	< 0.01	99.1
04-1	1.3	< 0.01	98.5
05-1	4.5	89.6	6.0
06-1	0.2	1.1	98.7
07-1	9.8	83.3	6.8
08-1	1.6	0.8	97.7
09-1	15.0	75.0	10.0
10-1	12.3	35.4	52.3
11-1	5.2	75.8	18.9
12-1	0.5	0.8	98.6
13-2	0.6	1.4	98.0
14-2	0.4	0.4	99.2
15-1	0.3	1.9	97.8
16-1	0.3	1.7	97.9
17-1	0.3	1.3	98.4
18-1	0.3	1.7	98.2
19-1	0.1	0.4	99.4
20-1	0.2	1.5	98.3
21-2	0.1	3.5	96.4

## 6. 考 察

各試料の選択は、まず図柄構成上の様式と金属糸の外観を十分に比較した上で15—20世紀間に分類される品例21点を定め、最初に CCD カメラで金属糸の外観を観察した。その結果、各試料がほぼ各時代を網羅していることが確認できた。この段階で芯糸の同定（不明瞭なものは更に走査型電子顕微鏡で観察した）を行うと共に金属表面の特徴や金属糸の製造方法（芯糸に巻き付ける技術）を調べた。さらに原子吸光分析による金属組成の数値を参照して総合的に判断すると、これらの試料が大きく二群に分類できることが解った。

18世紀・中後期を境にして、それ以前では銀が主成分の地金で金の含量も多く、厚く融着されている。それに対して、それ以後では圧倒的に銅が主成分となり、近代に近づくにつれて金の含量が減少する結果となっている。金そのものを針金状にして用いた古代から、常に高価な金の使用量をいかに少なくしながら“金色”を表現するかという一層安価な製造方法の考案への模索が繰り返されたのである。

今回の試料中で、フィレンツェか、或いは北イタリア産と推測されるNo.01の15世紀・中後期の錦に用いられた金糸（Ag: Au: Cu=66:6.6:27.5）では、その組成値からも既にこの時代に高度に発達した金属糸の製造技術が存在することが明らかになった。

No.03とNo.04は銅を主成分（99%）とする品例で、痕跡量の金と銀が特徴的で金属表面形態も類似しており、何れも芯糸が大麻で、恐らく同じ産地（ジェノヴァ）と思われる。No.04のレース技法はジェノヴァの様式であるが、ジェノヴァでは古くから金属糸製造が重要産業の一つに数えられ、イタリアの他の繊維産業都市や諸外国にも金属糸を広く輸出していたことから推察される（Levey:1983）。

No.06のレースは4種類の金属糸が用いられており、製作技法上、レースのグランドのメッシュがドロッシェル（註1）やエズグロンド（註2）に属し、博物館学的には18世紀中期の様式である。しかし、同時代の典型的な金属糸で高品質の試料（No.07, 09, 10, 11）とは金属組成が著しく異なって銅が主成分（99%）である。さらに先の4試料とも芯糸が絹であるのに対し、No.06は4種類の金属糸共に芯糸が綿であったことからニュールンベルグ・タイプ（第2章参照）に分類され、恐らく18世紀中

---

（註1） ドロッシェル（Drochel）とは、ブリュッセル産のボビン・レースのグランドメッシュの名称で、恐らく17世紀に出現したものであろう（Levey:1983, p. 46, Risselin-Steenebrugen:1980, p. 383）。

（註2） エズグロンド（ijsgrond）とはベルギーのマリーヌ産ボビン・レースのグランドメッシュの名称である（Levey:1983, p. 47（出現の時期を1740年頃と記載）、Risselin-Steenebrugen:1980, p. 440（出現の時期を18世紀中期と記載））。

それに対し、今回の研究の過程で多数の類似品例を比較した結果、著者らは1730—1740年頃に出現したと考えている。

期にドイツで製造された比較的初期のニュールンベルグ・タイプの金属糸を用いてブリュッセルでレースに製作されたと推測される。Darrah, J. A. の報告 (1987) p. 221 の Sample Sources 欄で No. 25, 26, 71, 72, 73 はドイツ? 金属レースとなっており, No. 92-97 ではイギリス製ドレスの刺繍, レース及び房 (c. 1730) と記載されている。同報告の p. 215, 表 3 (Nuremberg Type) の中で No. 26, 72, 93, 95 の芯糸が綿とされており, 特に p. 217 で No. 93 がイギリス製ドレスに用いられた金属糸 (1730-1740頃) で, 芯糸が綿との考察結果になっている。ここで注目したいのは p. 215 で「18世紀のイギリスではニュールンベルグ・タイプの金属糸の輸入は禁止されていた」とあり, 逆説的に No. 93 のドレスはドレス全体を輸入したか, 或いは金属糸部分だけを密輸入したものと推測される。以上のような理由で先に挙げた4種類の試料は No. 06 の産地同定に関する比較対象として極めて興味深い品例である。何れにせよ No. 06 の産地の推定や製作技法の同定については更に今後の研究を必要とする。

No. 06 の研究開始前の外観とは逆に, No. 07 は外観が少し黒ずんではいるものの, 表面は金の光沢が強いので復元品とも考えられ, 製作年代の判定が困難であった。今回調査結果ではローラー跡は見られず (3) の製法であろう), 組成分析も  $Ag: Au: Cu = 84: 10: 6$  と金の含有量が多いことから, 絹の芯糸と共に1740年頃に高価なドレスの裾飾りなどの用途として, フランス (パリ, リヨンやそれらの都市の近郊地) で製造されたと考えられる。尚, Gandino の Churno Museum に類似品が保存されている (Levey: 1983, p. 54, 55)。

No. 10 は金属組成が  $Ag: Au: Cu = 35: 12: 52$  で, バロック末期からルイ十五世時代への様式の移行 (過剰な装飾様式の単純化) を示す品例で, レースは丁寧に細かく巻かれた金属糸を用いて, 高度な技法で繊細に作られている。この時代以降から, ドイツで製作され始めたニュールンベルグ金糸 (製法(4)) と呼ばれる銅を主成分とした品例が多くなる (表 4 参照)。

その中で No. 16 を試料例にとると, 成分がほとんど銅 (98%) で安価な低品質のものであり, それ以前の製法によるものと比較して摩耗による劣化や銅の酸化物による腐食を起しやすい。それでも初期頃のニュールンベルグ金属糸ではわずかに金の含有量が多い。

その一例として No. 08 は18世紀後期-19世紀前期, アルザス地方の民族衣装用布帽子 (Musée national des arts et traditions populaire: 1987) の装飾に用いられた金属糸レースで, 18世紀中期の多くの肖像画の衣装に描かれているようにこのレースも当時の製作と思われる (Levey: 1983, plate No. 274)。金属表面には製作過程の条痕が明確に観察され, 金属組成が殆んど銅 (98%) であることから, この試料も恐らく No. 06 と同様に初期のニュールンベルグタイプ金属糸と考えられるが, 同時代の試料 No. 06 の芯糸が綿であるのに対し, この試料は絹を用いていることや, レースの構図などから, 18世紀中期・フランスの可能性がある。また, No. 09, ボーダーレースでは2種類の太さの金属糸の内, No. 09-1 は製法(3)で, No. 09-2 は製法(4)と製作技法の異なる金属糸が混在しており, 芯糸は共に絹で, 様式も含めてこの試料も18世紀中期・フランスと考えられる。更にニュールンベルグタイプで試料の様式が明らかに19世紀のものである No. 17-19 では, 金属組成比が銅 (約98-99%) が主成分で, 銀 (1.9%



以下)と金(0.3%以下)が極めて少ないという共通点がある。今回の調査の結果、芯糸の素材は、19世紀に近づくにつれて綿が多く用いられるようになり、19—20世紀初期の試料ではすべて綿であった。ただ、この時期のニュールンベルグ金属糸の芯糸に絹など綿以外の繊維が全く用いられなかったかどうか、更に他の多くの試料について調査が必要である。

今回行った研究結果を総合すると表1の収藏品調書の中の製作技法と製作年代に関し、下記の表5のように修正することができる。

表5 修正された収藏品調書  
Table 5 Revised Inventory

試料番号	製作技法	製作年代
01	1	* 15世紀・中後期
02	1	* 16世紀・後期～17世紀・前期
03	3	16世紀・後期～17世紀・前期
04	3	17世紀・前期
05	1	* 17世紀・後期(1660～1670年)
06	4	* 18世紀・中期(1750年頃)
07	3	* 18世紀・前期(1740年頃)
08	4	* 18世紀・前中期
09	3	18世紀・中期
10	3	18世紀・中期
11	3	18世紀・中後期
12	4	* 19世紀
13	4	* 18世紀・後期～19世紀
14	4	18世紀・後期
15	4	18世紀・後期～19世紀
16	4	18世紀・後期～19世紀
17	5	19世紀・後期～20世紀・初期
18	4	19世紀・後期
19	4	19世紀・後期
20	5	19世紀・後期～20世紀・前期
21	5	20世紀・前期

(註1) 製作技法欄の番号1～5は、糸に巻き付けてある金属部分の製作技法による分類を示し、1～4は第2章に説明した通りである。5は近代または現代の電解鍍金による。

(註2) 製作年代欄の「\*」は、変更箇所を示す。

## 7. まとめ

今回各時代を網羅するように選択した試料について研究した結果、18世紀後期を境にしてその前後で製作技術が大きく異なっていることを明らかにした。この時期は1760年代にイギリスから始まってヨーロッパに波及した産業革命と同時期であり、金属糸の製造技術にも生産性の合理化や能力の向上が顕著に見られる。試料の中には調査結果の総合的判断により製作年代、製作地、製作技法などを比較的容易に識別できる特徴的な品例もあったが、金属糸部分あるいは芯糸の劣化がかなり進行している場合もあり、それについては更に詳細な検討を必要としている。

保存管理と関連して、金属糸の洗浄の可否と方法の選択に関する他の研究者の報告もあるが、著者らの研究によれば、試料の性質と劣化状況はあまりにも多種多様である。現時点では、全ての試料に共通する最適な洗浄方法はなく、安易に洗浄を行うべきではないと考える。

今回の研究は、今後各種のレースや他の繊維文化財を研究するに際しても広く適用できる方法論の基礎となるものである。

## 謝 辞

本研究に関し、数多くの技術協力を賜った(株)ユニチカリサーチラボの、本社及び山崎分室に対し深く感謝する。また、保存処理に関して御教示を賜った Textile Conservation Studio (Hampton Court Palace) の David John Howell 研究員に心から謝意を表す。

## 参 考 文 献

- 繊維学会編(1989) 繊維の形態, 朝倉書店, 東京.
- 世良 都, 佐藤 昌憲(1991) “17世紀のジェノヴァ・レースの材質及び経年変化に関する保存科学的研究” 考古学と自然科学 24: 47-62
- 日本繊維意匠センター編(1979) レースの歴史とデザイン, 日本繊維意匠センター, p. 8 註 4
- Catling, D. & Grayson, J. (1982) “Identification of Vegetable Fibers”. Chapman & Hall, London.
- Darrah, J. A. (1987) “Metal Threads and Filaments” in “Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts”(Summer School Press). London, p. 211-221.
- Levey, S, M. (1983) “Lace a History”. Victoria & Albert Museum, W. S. Manley & Son Ltd., London.
- Musée national des arts et tradition populaire (1987) Catalogue, “Costume coutume”. Reunion des musées nationaux, Paris. p. 131 枠内の Fig. 24 ; 展示品 No. 162.
- Risselin-Steenbrugen, M. (1980) “Trois siècle de dentelle”, Musées Royaux d' Art et d' Histoire. Bruxelles, p. 383.

The Textile Institute (1951) "Identification of Textile Materials". The Textile Institute Ed.,  
Manchester.

## **Scientific studies on the conservation of European metal threads fabricated in the 15th—19th centuries**

Miyako ENOMOTO-SERA and Masanori SATO

Faculty of Textile Science, Kyoto Institute of technology,  
Matsugasaki, Sakyo-ku, kyoto 606, Japan

In European cultural properties, several kinds of metal threads have been used for textiles since the early 15th century. In this paper, 21 samples including textiles, embroidery and laces were selected in order to investigate the characteristics of European metal threads. The materials (metals and core fiber) used as well as their preserved state were studied by using magnified CCD camera, scanning electron microscope, X-ray fluorescence analyser and atomic absorption analysis.

It was found that the metal composition of threads differs depending on the era of fabrication. Before early 18th century, the main component is silver, and a considerable amount of gold is fused on the surface of silver. On the contrary, metal threads fabricated after the middle of 18th century generally contain copper as the main component. Besides, the amount of gold used is much less compared with those fabricated before 18th century.

The results obtained from the 52 kinds of metal threads included in 21 samples were summarized and discussed from the viewpoint of preservation of cultural properties.

The fabrication procedure was also markedly different depending on eras. Before 18th century, metal threads used were of wire-type, so-called "aurum battatum": the wire was enrolled at the final stage to make flat threads. Whereas, after the 18th century, Nuremberg-type threads (Main component is copper.) seem to be usual, and are used without core or with cotton core.

It was found that the preserved state of metal threads greatly depends on the storing conditions (atmosphere, temperature, usage, etc.) irrespective of the era.

The fiber material used as core are also different depending on the era of fabrication. Before 18th century, the most commonly used fiber is silk, dyed yellow or without dyeing. Whereas, white cotton is generally used as core after the 18th century.

訂 正

榎本 都, 佐藤昌憲(1992) 15—19世紀・西洋金属糸の保存科学的研究. 考古学と自然科学 25:31—50  
p. 50の英文要旨の2行目:

(誤)

the early 15th century

(正)

the early 12th century

CORRECTION

Miyako ENOMOTO-SERA and Masanori SATO (1992), "Scientific studies on the conservation of European metal threads fabricated in the 15th-19th centuries", *Archaeology and Natural Science*, vol. 25, pp. 31-50.

In the 2nd line of page 50, "the early 15th century" should be "the early 12th century".