

きりかね 日本伝統工芸・截金における

金箔の接合（焼き合わせ）

大橋 修* 春本高志** 小野寺浩***
木村 隆**** 相原健作*****₁₎ 並木秀俊*****₂₎

1. はじめに

截金きりかねは、『広辞苑』⁽¹⁾で次のように記述されている。①金箔を細く切ったもの。極彩色の金色線として用いる。②金箔あるいは銀箔（時に金箔より厚い薄板）を線状に、または三角形・四角形など細かく切り、これを貼付して種々の文様を施す技法。主として仏画・仏像の彩色に用い、また蒔絵中にも置く。

截金の発祥は、ヘレニズム時代の東地中海地域と考えられている⁽²⁾⁽³⁾。出光美術館には、ゴールドサンドイッチガラスという技法で作られた金彩鉢（直径 25 cm, 紀元前 3~2 世紀）がある。この金彩鉢は 2 つのガラスの器を作り、その 2 つを合わせて熱して接合する際、その接合面を金箔片で装飾して制作されている⁽²⁾。

金箔を細く截って装飾する技法は、シルクロードを経て、日本へ伝来したと考えられている⁽³⁾⁽⁴⁾。中国では、截金で装飾した菩薩像（北齊時代, 550-577）で、朝鮮半島では、木製枕（百濟, 武寧王陵 6 世紀前半）で確認されている⁽³⁾。日本には、7 世紀の飛鳥時代に大陸から仏教彫刻や仏画とともに伝来した。日本最古の截金装飾品として、玉虫の厨子（法隆寺, 7 世紀）がある⁽⁴⁾。

その後 11 世紀頃から浄土教や法華経美術に多用され、わが国独特の截金として典雅、華麗なる仏教美術の華を咲かせた。13 世紀頃には他の仏教美術とともに頂点を極めたが、仏教美術の凋落で、次第に截金の手法は衰退した。

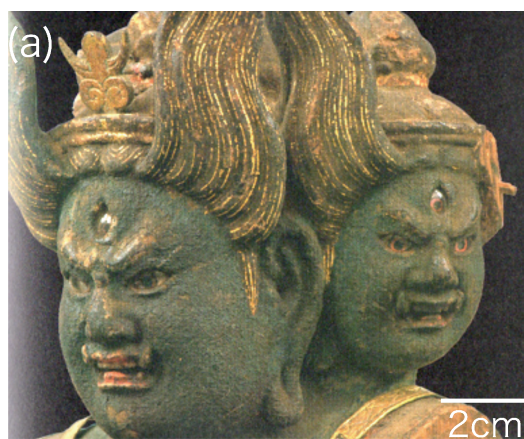


図 1 截金装飾品例。(a) 大威特明王坐像（鎌倉時代, 1216 年）。(b) 日本画, ほほずき（並木秀俊, 2017 年）。（オンラインカラー）

* WELLBOND; 代表(東京理科大学; 客員教授)(〒300-2436 つくばみらい市絹の台 6-5-3)

** 東京工業大学; 助教

*** 日本電子; 副ユニット長

**** NIMS; 名誉研究員

***** 東京藝術大学; 1) 専門研究員 2) 特任准教授

Clad Gold Leaf KIRIKANE at Traditional Japanese Fine Crafts; Osamu Ohashi*, Takashi Harumoto**, Hiroshi Onodera***, Takashi Kimura****, Kensaku Aihara***** and Hidetoshi Namiki*****(*WELLBOND(Tokyo University of Science)Tsukubamirai. **Tokyo Institute of Technology, Tokyo. ***JEOL, Tokyo. ****NIMS, Tsukuba. *****Tokyo Univ. of the Arts, Tokyo)

Keywords: KIRIKANE, clad gold leaf, traditional Japanese fine crafts, gold leaf, bonding

2021年11月24日受理[doi:10.2320/materia.61.133]

そして近世以降は、東西両本願寺の庇護のもと、少数の截金師により伝承された。近年、截金は多くの茶道具や工芸品⁽⁵⁾、絵画等へ適用されている。現在、截金を扱う作家は日本のみである⁽²⁾。

図1に截金装飾品例を示す。(a)は鎌倉時代製作の仏像(大威特明王坐像, 運慶作, 1216年)⁽⁶⁾で、頭部に截金を見る事ができる。(b)は、現代日本画(ほほずき, 並木秀俊作, 2017年)⁽⁷⁾へ適用した例を示す。桐板を焼いて、焦げ目をつけた後、絵具で着色し、その後膠を塗布して、金粉を振り掛け、細く切断した截金でホボズキの枝や葉脈を表現している。

截金の具体的な工程⁽⁴⁾⁽⁸⁾は、(1)金箔の焼き合わせ(接合)、(2)接合箔載り、(3)貼り付けの三つの工程からなる。金箔を5~6枚焼き合わせ(接合)した積層接合金箔が、截金に使用される。この金箔同士の接合は、截金の伝統工芸分野では「金箔の焼き合わせ」と呼ばれる。

積層接合金箔を利用する理由は、截金師の言葉を借りれば、(1)積層金箔と同じ厚さを持った1枚の金箔より、積層金箔の方が滑らかな・複雑な曲線で装飾できる。(2)積層金箔表面の微小な凹凸で、反射光の光沢が美しいことにある。

截金に関する研究として、截金技能を伝承するため、映像支援の観点からの報告⁽⁹⁾、金箔の製造技術の報告⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾等があるが、金箔の焼き合わせや金箔同士の接合機構に関する研究報告はない。そこで、接合の専門家から見た、伝統工芸・截金における金箔の接合方法に着目し、その成果を金属学会全国大会⁽¹²⁾⁽¹³⁾で発表してきた。

本稿では、截金師の「金箔の焼き合わせ」工程を、接合の観点から詳述する。

2. 截金に使用される金箔

金箔は、箔打ち紙と呼ばれる紙の束の間に金合金を挟み込んで打ち延ばして作られる。箔の製法には、長い歴史をもつ「伝統金箔・縁付」の製法と、1970年頃から導入された「現代金箔・断切」の製法とがある。2つの製法の最も大きく異なる点は、箔打ち紙にある⁽¹⁴⁾。

縁付箔は、特殊な粘土を混入した手漉きの雁皮紙を灰汁処理した箔打ち紙によって金箔を打ち延ばす方法である。正方形に仕上げた完成箔を、合紙と称する三椏紙の台紙の上に一枚

一枚重ねる時、台紙の寸法が金箔を縁どるように一回り大きいことからくる呼称である。

一方、断切箔は、打ち紙としてグラシン紙を用いる製法を指している。打ち上がった不定形の箔を大きな合紙と交互に重ねた状態で定寸の正方形に一気に裁断するので、先の縁付箔に対し断切箔と呼ばれる。截金に使用される金箔は、縁付箔が多い。縁付箔の金箔は均質性に優れ、使いやすいことにある。

表1に、箔の名称、組成⁽¹⁴⁾と截金によく使用される箔を示す。

3. 金箔の接合(焼き合わせ)工程

截金で人間国宝(重要無形文化財保持者)に認定された江里佐代子氏は、京都迎賓館の藤の間の舞台の扉に、截金で紋様を描いている。その舞台傍の展示パネルには、截金の製作過程の概要が掲示されている。江里佐代子氏から、截金の技法を学び引き継いだ並木秀俊氏の工房を訪問し、彼の金箔の接合(焼き合わせ)工程を観察した。その接合工程のポイントを述べる。

金箔を取り扱う作業は、静電気と風を嫌うので、無風下で静電気を発生しにくい竹ピンセットを用いて行われる。接合する金箔面は、特に表面処理せず、受け入れ材のまま使用される。

図2に接合工程(その1)を示す。(a)で示すように、竹ピンセットで、購入した金箔1枚を挟み、表面が緻密な鹿皮を貼った盤上に載せる。(b)のようにもう一枚金箔を取り、1枚目の金箔の上に重ね合わせる。さらに、(c)のように、金箔をのせ、3枚重ねとする。3枚の金箔の相互位置を、竹ピンセットを用いて、息を吹きかけながら調整する。

次に、金箔を加熱するため、(d)の金箔加熱装置を準備する。容器の中に灰を入れ、棒状ヒータ(直径16mm、長さ18cm)を配置してから、その上にさらに灰の土手を作る。変圧器の出力を調整して棒状ヒータを加熱し、土手の温度を調整する。使用する灰は椶の灰で、篩でゴミを取り除き使用する。古くは、加熱源として備長炭が使用されたが、火災等の安全面の配慮から、今日では電気ヒータが使用される。灰の土手の表面温度の確認は、(e)のように1枚の和紙を土手に接触させながら、金箔加熱時と同じ要領で、ゆっくりと手元へ引いて移動させる。変圧器の電圧を上昇させ、灰の土手の表面温度を上昇させる。表面温度が高くなると、狐色へ変色する。(f)のように和紙の色が、白色から狐色への変色開始温度が、金箔の接合での最適加熱温度である。

引き続きの接合工程(その2)を図3に示す。金箔接合の最適加熱温度を放射温度計で測定した様子を(a)に示す。レーザー付放射温度計(AD-5616, エー・アンド・デイ製)を用い、放射率:0.75(耐火粘土)に設定して測定した。その結果、放射温度計の表示温度は270~350℃であった。同時に加熱ヒータ丸棒の3箇所K熱電対を固定して測定した結果、熱電対表示温度は350~400℃であった。和紙が白色か

表1 箔の名称, 組成(mass%), 截金によく使用される箔.

名称	Au	Ag	Cu	Pt	截金によく使用される
純金24K	100	0	0		
純金5毛色	98.912	0.495	0.593		
純金1号色	97.666	1.357	0.977		○
純金2号色	96.721	2.602	0.677		
純金3号色	95.795	3.535	0.670		
純金4号色	94.438	4.901	0.661		○
3歩色	75.534	24.466	0		○
定色	58.824	41.176	0		
プラチナ箔				100	○
銀箔		100			

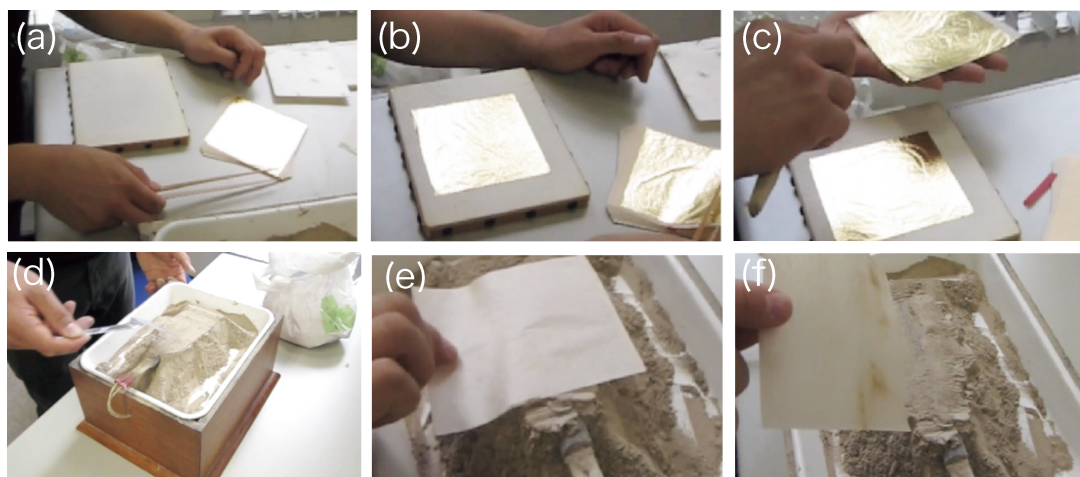


図2 金箔の接合工程(その1)。(a)竹ピンセットで金箔を、鹿皮を貼った盤上へ。(b)さらにもう一枚金箔を、重ねる。(c)竹ピンセットと息で位置を調整して金箔3枚を重ねる。(d)ヒータの周りに精製した灰を盛る。(e)灰の温度を変圧器で調整。(f)和紙の狐色への変色で、最適温度を確認。(オンラインカラー)

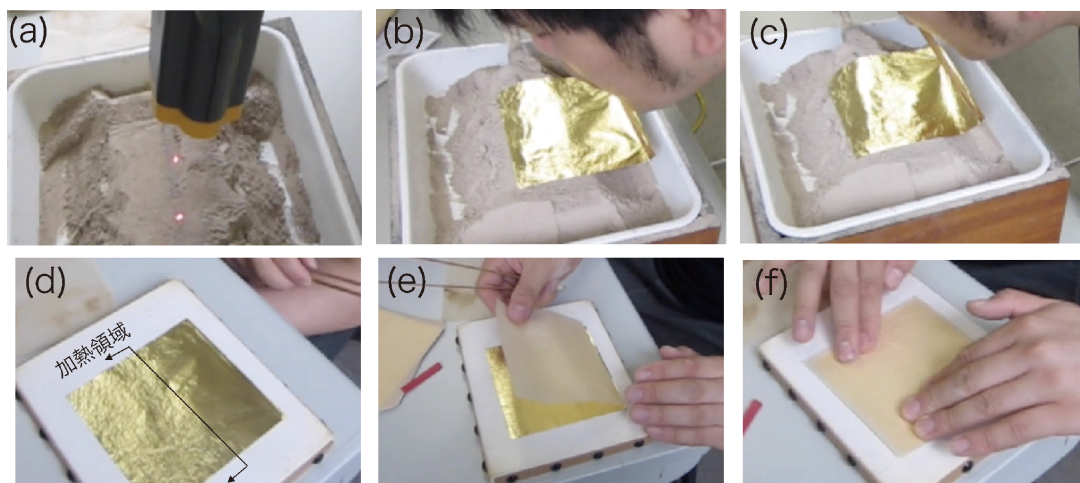


図3 金箔の接合工程(その2)。(a)放射温度計で、最適温度270~350℃を確認。(b)金箔へ息吹きかけ密着させて、金箔を手元へ引く。(c)この作業を2~3回行う。(d)加熱金箔表面に縮緬シワの発生。(e)加熱した3枚積層箔に和紙を重ね合わせる。(f)加熱領域を指で加圧して、指を左右に滑らす。同一箇所を2~3回加圧。(オンラインカラー)

ら狐色に変色する時の灰の温度は、350℃前後と判断した。

次に、3枚積層した金箔を竹ピンセットで挟み、(b)のように金箔へ息を吹きかけて、金箔を灰の土手に密着させ、手元へ移動させる。加熱時の金箔移動速度は、およそ1cm/sである。同じ要領で金箔の加熱を2~3回行う(c)。加熱後の金箔の表面状態は、目視観察で変化が見られる。(d)の加熱領域で、加熱による金箔表面の光沢の変化を示す。截金の分野では、「縮緬シワ」と呼ばれる⁽⁴⁾。この縮緬シワの発生が金箔の貼り合わせでは、必須条件である。このように加熱して縮緬シワを発生させた3枚の積層金箔を、(e)のように鹿皮の貼った盤上に、和紙の間に挟んで載せる。引き続いて、(f)に示すように加熱した領域を、和紙の上から指で押しながら左右へ滑らせ、同一箇所を2~3回加圧する。この加圧はもちろん常温で行われる。これら一連の工程で、3枚の金箔の面積半分が接合される。次に、未接合領域を接合するため、接合した領域をピンセットで保持する。図2と3

に示した一連の接合作業を繰り返して、3枚の金箔が全面接合される。

この金箔3枚接合箔の表面を和紙で拭いて、付着した灰を取り除き、接合箔の両面に金箔を配置して、先に示した接合工程を繰り返して、金箔5枚の接合箔ができる。この接合箔を、分厚い本のページ間に挟み、一晩寝かせ翌日接合箔の完成となる。

これらの接合作業は、雨の日を避け、湿度の低い晴れの日に行う。これまで純金1号色を用いて、金箔の接合作業を述べた。組成の異なる金合金箔も、同様な接合条件で接合できる。プラチナ箔の接合時は、金箔接合時より、箔の加熱温度を高めとする。

異種金属箔の接合も行われる。金/銀/金の接合で、この積層箔は仏師箔とも呼ばれる。全て金箔を使用すると高価になることから、材料代を安くする目的で使用されることが多い。

表2 金箔の膜厚測定結果.

金箔の種類	枚数	測定値 μm (質量法)	測定値 μm (蛍光X線法)	文献値 ¹⁵⁾ μm
1号色(縁付箔)	1枚	0.121	0.121	0.104
4号色(断切箔)	1枚	-	0.116	0.108
1号色(縁付箔)	5枚積層	-	0.502	
3歩色(縁付箔)	4枚積層	-	0.450	
		-	0.447	
白金箔	3枚積層	-	0.493	

4. 加熱前後の金箔, 接合金箔の観察

金箔の接合(焼き合わせ)工程で金箔は加熱後, 常温で加圧して接合される. ここでは(1)金箔の厚さ, (2)加熱による金箔の質量変化, (3)加熱・圧着による金箔の表面形状変化, (4)金箔の組成変化, (5)接合箔の切断部観察結果等を述べる.

(1) 金箔の厚さ

金箔の厚さの測定を, 質量測定法と蛍光 X 線膜厚計を用いて行った. その結果を表2に示す. 受入金箔と接合金箔の測定結果である.

金箔1号色(縁付箔)100枚を折りたたんで, その質量を測定した. その測定質量と100枚の体積と本合金の比重から, 金箔厚さを算出した. 質量測定法では, 金箔の厚さは $0.121 \mu\text{m}$ であった. また, 本金箔を蛍光 X 線分析装置(JEOL, JSX-1000S)で測定した結果, $0.121 \mu\text{m}$ であった. また文献値も示す.

金箔は, 縁付箔と断切箔とも $0.1 \mu\text{m}$ である. また, 接合金箔は, 接合枚数とともに増加し, ほぼ接合枚数の倍数となっている.

(2) 加熱による金箔の質量変化

金箔1号色(縁付箔)45枚を, 電気炉で加熱してその質量変化量を測定した. 図4にその結果を示す. (a)に示すよう

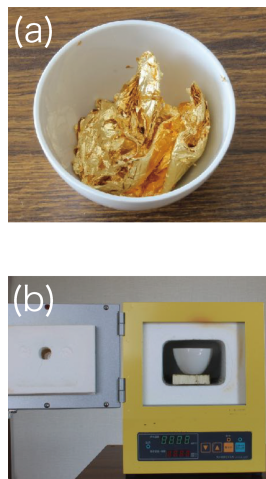
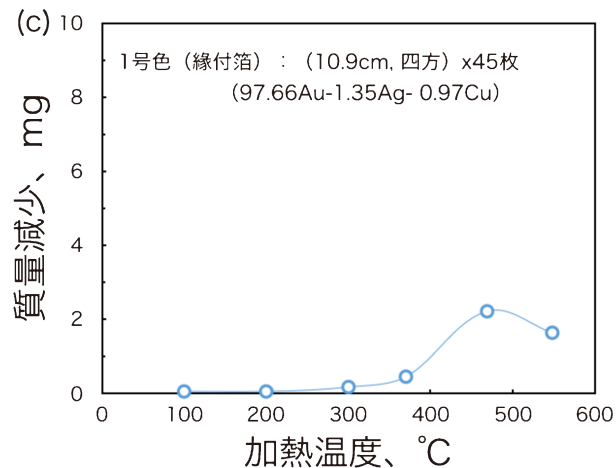


図4 金箔の加熱による質量減少. (a) アルミナ坩堝へ金箔45枚挿入. (b) 電気炉で30 s加熱. (c) 加熱による金箔の質量減少量と加熱温度の関係. (オンラインカラー)



にアルミナ坩堝内へ金箔45枚を入れる. 電気炉を加熱し, 一定温度に保持する. 一定温度で保持した電気炉内へ, (b)のようにアルミナ坩堝を挿入して, 金箔を加熱する. 30 s保持後, 電気炉からアルミナ坩堝を取り出し, 大気中で自然冷却した. 常温に到達後, 金箔1号色(縁付箔)45枚入りのアルミナ坩堝の質量を測定して, 加熱前後の質量変化を算出した.

各種加熱温度で測定した結果, いずれも質量が減少した. その質量減少の測定結果を図4(c)に示す. アルミナ坩堝単体の加熱では, 加熱による質量変化は認められなかった. 金箔を加熱すると, 金箔の質量が減少すること, $400 \sim 500^\circ\text{C}$

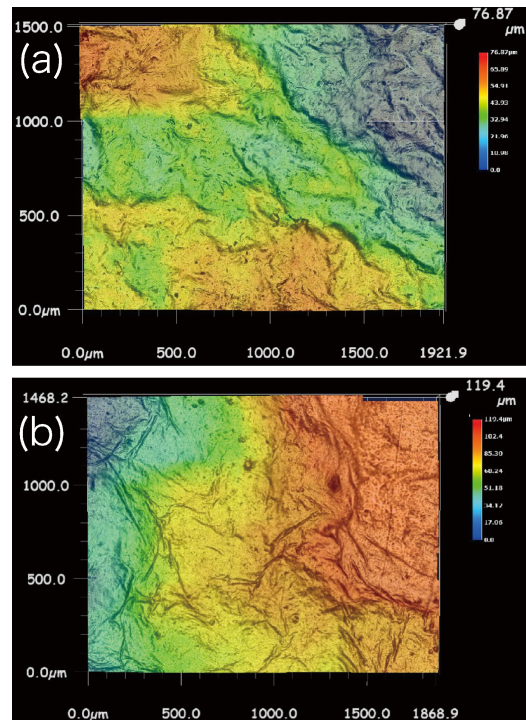


図5 加熱・加圧による金箔の表面形状の変化. (a) 受入金箔. (b) 加熱・加圧接合金箔. (オンラインカラー)

で減少量が最大である。

金箔の製作は、箔打ち紙の間に挟み込んで打ち延ばしされる。この際箔打ち紙表面の有機物の一部が、箔にも付着する。この有機物が加熱で取り除かれ、金箔の質量が減少する。400～500℃の加熱が有機物の除去に最適温度である。なお、この温度領域での有機物の除去はオージェ電子分光分析で確認されている⁽¹³⁾。

この有機物を除去する加熱温度は、截金の金箔接合時の温

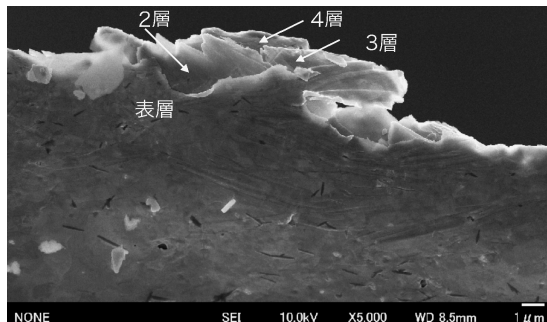


図7 接合箔の竹刀による破断箇所二次電子像。

度と類似していることが明らかとなった。

(3) 受入金箔と接合金箔の表面形状変化

金箔(1号色縁付箔)3枚を積層し、金箔を加熱後、圧着した。図5に、加熱・加圧による金箔の表面形状の観察結果を示す。(a)は接合前の金箔の表面で、局所的な無数の凹凸が見られる。金箔を加熱後、加圧した接合箔の表面写真を(b)に示す。指は横方向に移動して加圧した。加圧で金箔表面は平坦化・密着し、局所的に縦方向の細かい皺が多数見られる。指の加圧で、平坦化して金箔同士が密着した。しかし局所的な皺の箇所では密着せず、未接合部が存在すると思われる。

(4) 加熱による金箔の組成変化

図6に受入金箔(1号色縁付箔)と接合金箔について、表面のSEM像と組成分析(EDX)結果を示す。分析結果の一例で、(a)は受入金箔の結果である。また、(b)は加熱・接合金箔の結果である。金箔を加熱した結果、金箔表面の炭素量がやや低下する傾向が見られた。いずれの金箔表面にも、微粒子が付着している。この微粒子は、金箔製造時(箔打ち紙表面から金箔へ付着)および金箔加熱時(図2(d)の檜の灰)に由来すると思われる。

(5) 接合箔の切断構造

3歩色(縁付箔)金箔の4層積層箔(2枚積層接合後、再度両側に金箔を配置して4層接合)を、竹刀で切断した試料の破断箇所を、SEM観察した。図7は、接合箔の破断箇所の二次電子像である。金箔が引き裂かれ、4層構造が確認できた。

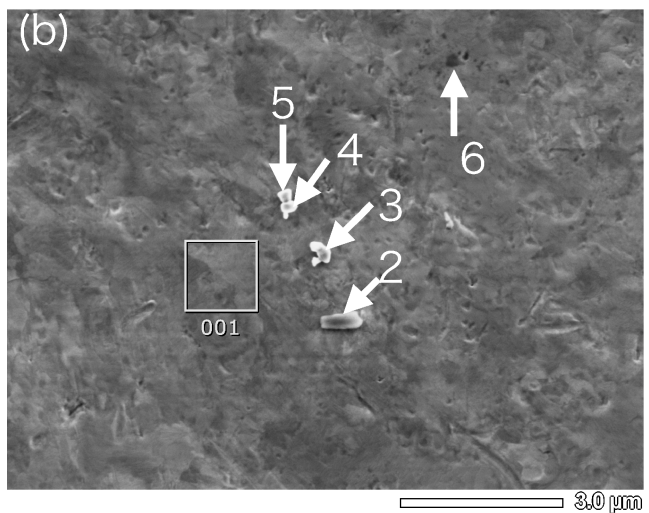
5. おわりに

金箔の接合工程でのポイントの一つとして、金箔を加熱する温度は、和紙の色が白色から狐色への変色温度が最適であることが知られている。この温度を実測した結果、300～350℃である。この温度領域で加熱した際、金箔の大きな質量減少が見られること、また表面の炭素量が減少することが明らかとなった。

日本の伝統工芸の金箔製造工程では、和紙と金箔を交互に



分析箇所	C	O	Mg	Si	Cu	Ag	Au
全面分析	18.3	1.05			1.24		79.41
全面分析	14.81	5.85	0.99		1.4		76.95
ポイント2	35.41	18.55	6.15		0.87	0.88	38.15
ポイント3	3.04	59.68	14.18	19.19			3.9



分析箇所	C	O	Ca	Mg	Zn	Cu	Au
全面分析	11.64	1.37				1.00	85.99
ポイント1	12.31	1.01				1.60	85.08
ポイント2	19.81	31.73	18.16			0.33	29.97
ポイント3	5.25	40.43			52.27		2.05
ポイント4	6.72	39.91			49.08		4.28
ポイント5	6.06	40.29			50.96		2.68
ポイント6	43.32	2.53		0.74		1.01	52.40

図6 受入金箔と接合金箔表面のSEM観察。(a)受入金箔のSEM像と分析組成(mass%)結果。(b)接合金箔のSEM像と分析組成(mass%)結果。

