

〔報告〕 国宝久能寺経における真鍮の利用について

早川 泰弘・城野 誠治

1. はじめに

「久能寺経」の通称で知られる国宝法華経は平安時代を代表する装飾経で、「平家納経」(国宝、広島県・厳島神社蔵)、「慈光寺経」(国宝、埼玉県・慈光寺蔵)と並んで三大装飾経の一つに数えられている。法華経は正式には妙法蓮華経といい、八卷二十八品で構成される經典である。わが国では写経によって仏の加護が得られるとの信仰が強く、数々の写経が行われてきた。その中でも、一品経は法華経の各品を一人ずつが受け持って仕立て、莊嚴を尽くした経巻を製作することで功德を積むものである。久能寺経は法華経二十八品に開経の無量義経と結経の觀普賢経を加えた三十巻の構成として伝世されており、現存最古の一品経と位置付けられている。各巻の巻末には製作を担当したと思われる者の名前が記されており、それによると、鳥羽上皇(1103-1156)や皇后の待賢門院(1101-1145)らの名前が確認でき、待賢門院の出家に際して、結縁書写された一品経であると考えられている¹⁾。

久能寺経は静岡県・久能寺(現在の鉄舟寺の前身)に伝来したものであるが、いつ誰によって久能寺に納められたのかはわかっていない。久能寺には康永元年(1342)製作と伝えられる「久能寺縁起」が伝来し、これによると久能寺は飛鳥時代に開創し、奈良時代に行基が中興して久能寺と号したと記されている。「平家之一門」が「法華経二八品」を書写し寄進したとの記載もあるが、これが久能寺経であるかどうかは確定されていない。現在、鉄舟寺に伝わる久能寺経は十九巻(国宝)で、他には東京国立博物館に三巻(重要文化財)、個人蔵四巻(国宝)の存在が確認されており、さらに久能寺経の一部と考えられる二巻(重要文化財)が五島美術館に所蔵されている。久能寺経はいずれの巻にも金銀の切箔や砂子、野毛が蒔かれ、金銀泥や顔料で植物や文様が描かれるなど華麗な装飾が施されている。個人蔵の四巻には当初の表紙と見返しが残されているのも大きな特徴の一つである。

見返しが存在する個人蔵四巻の中でも、薬草喻品第五の見返しには傘をさす主従二人の男性が描かれ、その優美な表現が古くから注目されてきた。同時代の作品と考えられている源氏物語絵巻(国宝、愛知県・徳川美術館蔵)の「蓬生」の場面に描かれている図像に類似していることから、両作品の関係を指摘する研究者も多く、その表現描写や彩色材料に関する科学的な調査が待ち望まれていた。薬草喻品第五は見返しに続いて、本紙五枚にわたって界線が引かれ経文が墨書されている。界線は大半の部分において彩色材料が欠失し、界線に沿って大きな紙折れが生じていた。近年、解体修理が行われ、紙折れや本紙の浮きが解消され、展覧会への出品も行われた²⁾。

この度、東京文化財研究所ではこの久能寺経薬草喻品第五について光学調査を実施する機会を得た。見返しの図像に関する調査とともに、本紙部分の装飾や界線部分の材料調査を実施した。その結果、久能寺経薬草喻品第五の界線に真鍮泥が使われていることが明らかとなったので、本稿ではその調査結果の概要を報告する。

2. 日本における真鍮の利用例

真鍮は銅と亜鉛の合金であり、黄銅とも呼ばれる。銅と亜鉛の割合によって、色調や物性が変化し、亜鉛の割合が多くなるに従って色が薄くなり、少なくなると赤みを帯びる。亜鉛の割合が多くなると硬度を増すが、同時に脆さも増すため、通常は亜鉛濃度45%までの範囲で使用される。現在、工業的に最も多量に使われている銅合金であり、工業材料から生活用品に至るまで幅広く利用され、五円硬貨は銅60-70%、亜鉛40-30%の真鍮製である。

日本では、江戸時代に亜鉛の精錬技術がヨーロッパからもたらされ、銅-亜鉛合金すなわち真鍮の利用が広く普及したことがわかっているが、それ以前の利用状況は明らかではない。中国では4世紀頃より「鍮石」の語が現れ、日本でも10世紀の「倭名類聚抄」に「鍮石」という用語が見られるが、この時代に亜鉛という金属を認識していたわけではなく、平安時代から室町時代にかけて真鍮を人工的に製造したという記録は見られない。時代が下って、桃山時代から江戸時代初期になると、漆工品の蒔絵粉として真鍮粉が使われている作品がいくつか報告されており³⁾⁴⁾、さらには絵画にも真鍮泥が使われている例が見出される⁵⁾⁶⁾。真鍮は金に似た美しい黄色の光沢をもつ材料であることから、この時代には金の代用品として、意図して真鍮を使用する例が見られる。一方、桃山時代以前には真鍮が使われている作例がほとんど報告されていなかったことから、桃山時代以前の作品に真鍮が使われていることが発見されても、それは江戸時代以降の模造品あるいは偽作品であろうと考えることが多かった。

しかし、近年の研究で桃山時代以前にも真鍮を使った作品が相次いで見つかっている。法隆寺に伝来し、明治11(1878)年に皇室に献上された法隆寺献納宝物(現在は東京国立博物館蔵)の中の柄香炉や承盤類は飛鳥時代から奈良時代前期(7世紀後半～8世紀初め)の作品と考えられているが、そのいくつかが真鍮製であることが近年の調査で確認されている⁷⁾⁸⁾。また、正倉院宝物(8世紀)の中の合子・柄香炉のいくつかについても黄銅製、(報告書で「真鍮」製ではなく、「黄銅」製と報告されているので、そのまま引用、以下の調査例も同様)であることが確認され、さらに五弦琵琶や円鏡の装飾に黄銅線や黄銅粉が使われていることも報告されている⁹⁾。平安時代の作例としては、9世紀の国宝金堂錫杖頭(善通寺蔵、伝空海将来)の一部が真鍮製であることが近年の調査で確かめられ¹⁰⁾、さらに平安時代後期(12世紀)に作られたとされる紺紙金字一切経(伝美福門院願経、通称：荒川経)の経文が真鍮泥によって書かれていることも明らかにされた¹¹⁾。さらに数年前には、三大装飾経の一つである鎌倉時代の「慈光寺経」に真鍮泥が使われていることが見出され¹²⁾、平安時代から鎌倉時代あるいはそれ以降に製作された写経や經典の中に、真鍮泥が利用されている作品があるのかどうか大きな関心が寄せられていた。

このような状況において、平安時代を代表する文化財の一つである久能寺経から真鍮泥が見つかったという事実は、日本における真鍮の歴史を考え直すうえで大変大きな意味がある。

3. 久能寺経の材料調査

久能寺経の界線や装飾に使われている材料を特定するために、東京文化財研究所が所有するハンドヘルド蛍光X線分析装置(BRUKER製, S1 TURBO)を使用した。調査は奈良国立博物館内で行われた。調査に際して設定した分析条件は以下の通りである。

X線管球： Pd(パラジウム) ターゲット

管電圧・管電流： 40 kV・17 μ A

X線照射径： 約 ϕ 7 mm

測定時間： 1 ポイント60秒

装置先端から資料までの距離： 約10 mm

蛍光X線分析は、資料中に含有されている元素の種類と存在量を非破壊・非接触で測定することができる分析手法である。ただし、大気中の測定では、窒素や酸素の影響で軽元素を検出することができず、原子番号19のK（カリウム）より重い元素でないと信頼に足る分析を行うことは困難である。これより軽い元素、例えばAl（アルミニウム）やSi（珪素）といった無機元素、あるいは有機化合物の主構成元素であるH（水素）、C（炭素）、N（窒素）、O（酸素）などについてはほとんど情報を得ることができない。また、蛍光X線分析では、金属材料を測定する場合10～100 μm 程度の深さの分析が行われるため、金箔や銀箔についてはその下層に存在する彩色や支持体の情報が同時に得られることになるので、金属組成の定量計算を行う際には含有成分の判断を慎重に行う必要がある。

金属組成の定量計算には、ファンダメンタルパラメータ法を利用した¹³⁾。蛍光X線分析法では、資料中の含有元素とその含有率がわかれば、分析条件とファンダメンタルパラメータ（入射X線強度、質量吸収係数、スペクトル比、蛍光収率などの物理定数）を用いて、理論的に蛍光X線強度を計算することができる。この理論的に計算されたX線強度と実測のX線強度を比較し、その差異がある値以下になるまで含有元素の含有率を逐次変化させながら比較計算（逐次近似計算）を行い、元素含有率を求める方法である。含有元素数が多くなると、一つの元素から発生した蛍光X線によって他の元素が励起される二次蛍光X線、さらには三次蛍光X線を考慮すること等が必要になり、非常に複雑な計算が要求される。このため、コンピュータの処理能力が十分でない15年ほど前までは計算時間が長くなり、蛍光X線分析の定量計算方法としてあまり採用されていなかった。しかし、コンピュータ処理能力の向上により、近年はほとんどの蛍光X線分析装置に搭載されるようになってきている。理論計算方法であるため標準試料がなくても定量計算できる（純物質の分析データは必要）が、標準試料データを参照することにより、定量精度は格段に向上することが知られている。今回の調査では、ファンダメンタルパラメータ法による定量計算に際して、黄銅（Cu（銅）、Zn（亜鉛）、Pb（鉛）、Sn（スズ）、Fe（鉄）を含有）標準試料5種を参照試料として用いた。定量計算に使用した蛍光X線ピークは、Cu、Znともに $K\alpha$ 線を用いた。

今回は非破壊・非接触での材料調査であるため、表面に存在している腐食生成物が定量値に大きな影響を及ぼす可能性がある。Cuを主成分とするCu合金（青銅、真鍮など）では、地金金属の化学組成と腐食生成物の組成が一致しないこともある。

4. 分析結果

4-1. 界線部分の分析

久能寺経葉草喩品第五の界線部分は現在赤茶色の二重線が引かれているように見える（図1）。場所によってわずかに色調や線の太さが異なって見えるが、経文が書かれている第一紙初めから第四紙、さらには製作者名が記された第五紙に至るまで、二重線のように見える部分に彩色材料等は確認することができず、紙地が露出している部分がほとんどである。この界線部分は、修理前には紙折れが激しく、見返しや本紙の経文部分と比べても損傷が著しかった。図1で示した界線の拡大写真を図2に示す。二重線のように見えている界線部分には滲みがあり、赤色顔料や朱墨などによって直線を引くことで描かれた線ではないことが推測される。二重線の間には暗い褐色の滲みが生じている箇所もあり、何らかの物質が存在していたが、それ



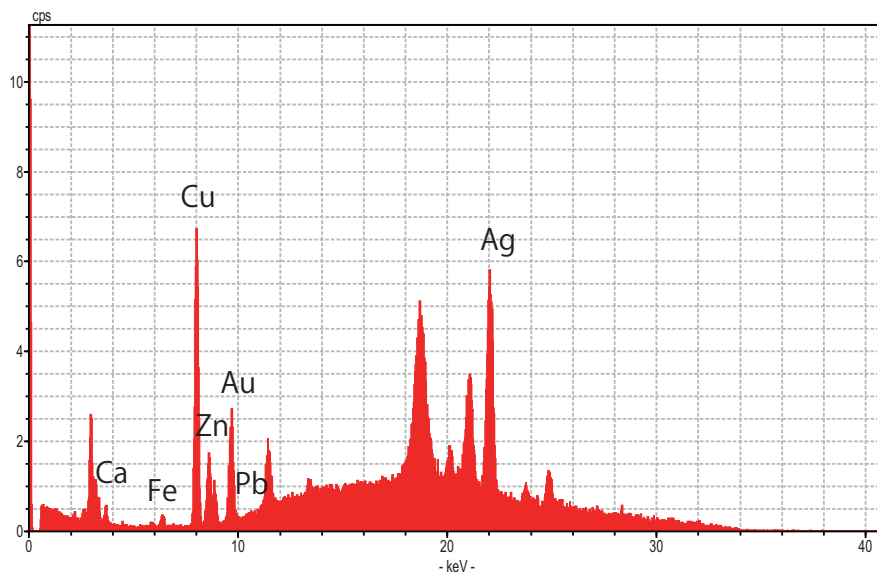
図1 久能寺経薬草喻品第五 見返し～第一紙



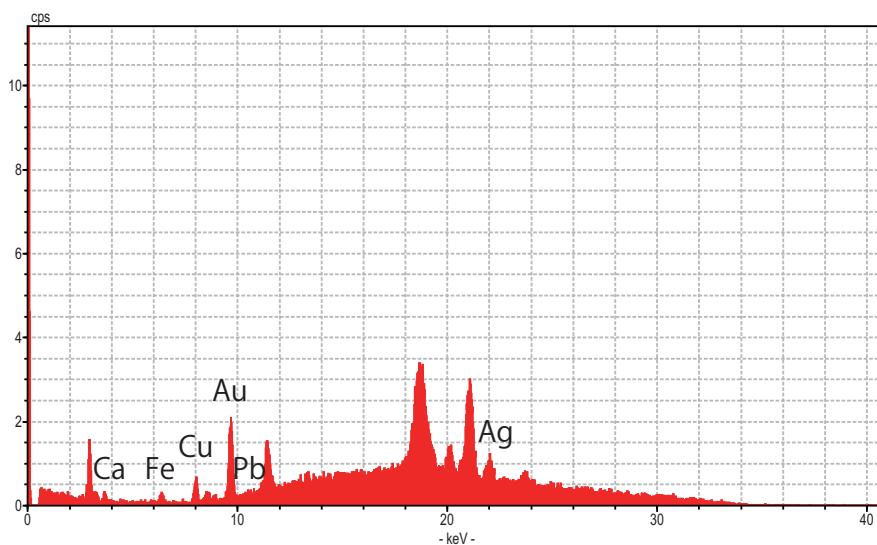
図2 久能寺経薬草喻品第五 第一紙経文十一～十四行目下方

が剥落して紙地が露出していることが推測される。

第一紙および第二紙の界線部分を何箇所か選定してハンドヘルド蛍光X線分析装置による材料調査を実施した。第一紙の経文十三～十四行目下方の界線（図2のa）を分析したときに得られた蛍光X線スペクトルを図3（a）に示す。検出されている元素はAu（金）、Ag（銀）、Cu（銅）、Zn（亜鉛）と微量のCa（カルシウム）、Fe（鉄）およびPb（鉛）である。比較のために、この界線部分のすぐ右上に書かれている「草」という文字部分（図2のb）を分析した結果を図3（b）に示す。Cu、Znが大きく減少し、Au、Agと微量のCa、Fe、Pbが検出されていることがわかる。久能寺経薬草喻品第五は表面および裏面のほぼ全面にわたって金銀箔による装飾が施されているため、どの箇所を分析してもAu、Agが検出される。微量のCaとFeについては、分析を行ったすべての箇所から一定量以下が検出されることから、紙地に



(a) 界線部分

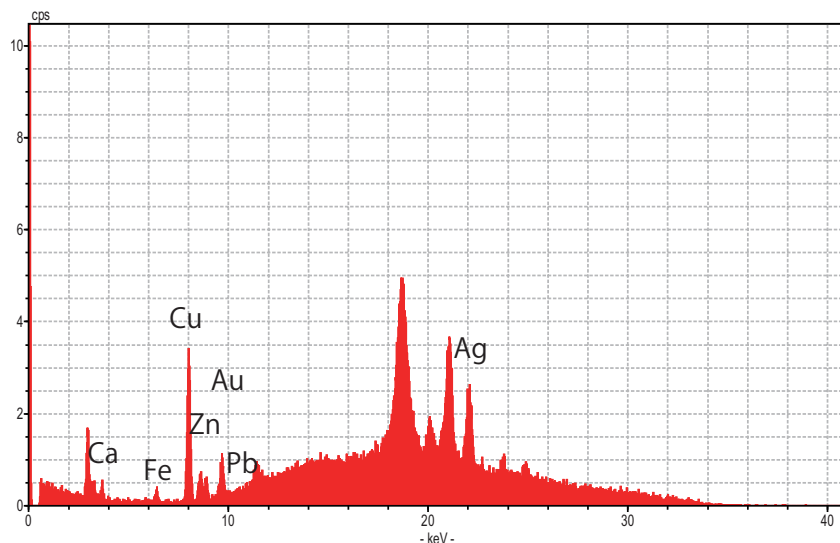


(b) 経文部分

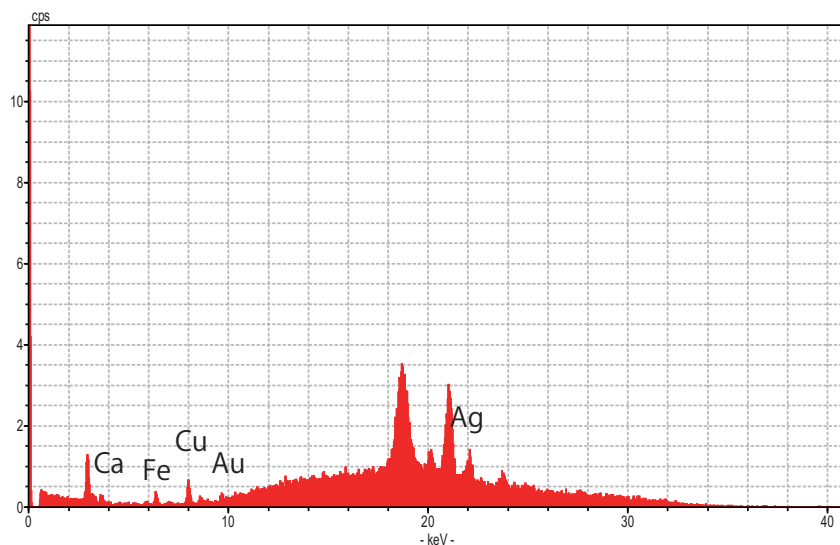
図3 久能寺経薬草喻品第五 第一紙経文十三～十四行目の蛍光X線分析結果

含まれている成分に由来していると判断することができる。また、微量のPbについては、後述の表2を見ると明らかなように、見返しや本紙の装飾にPb系白色顔料が用いられていることから、それらが影響しているものと推測できる。

第二紙の経文二行目下方の界線を分析したときの結果を図4 (a) に示す。図2の箇所と検出強度は違うものの、検出されている元素はまったく同じでAu, Ag, Cu, Znと微量のCa, Fe, Pbである。界線すぐ上の文字「為」の部分からは図4 (b) に示したようにAu, Ag, Cu, Zn強度が大きく減少し、微量のCa, Fe, Pbが検出されていることも図3 (a) (b) と共



(a) 界線部分



(b) 経文部分

図4 久能寺経葉草喩品第五 第二紙経文二行目の蛍光X線分析結果

通している。

第一紙の界線部分について図3の箇所以外に四箇所、第二紙の界線部分について図4の箇所以外に一箇所を分析したが、いずれの箇所からも図3、図4とほぼ同様の傾向が得られた。界線および経文部分から得られた分析結果を表1に示す。検出元素のうちAuとAgは表面および裏面に存在している金箔や銀箔装飾に由来するもの、CaとFeは紙地に含まれているもの、そしてCuとZnは界線に用いられている材料に由来して検出されたものであると推測することができる。CuとZnが合金として存在していると仮定して、ファンダメンタルパラメータ

表1 久能寺経葉草喩品第五 界線および経文部分の蛍光X線分析結果

分析箇所	色	蛍光X線強度 (cps)								化学組成 (wt%)	
		Ca-K α	Fe-K α	Cu-K α	Zn-K α	Ag-K α	Au-L α	Pb-L α		Cu	Zn
第一紙 界線 三／四行目	暗金	2.8	3.8	11.2	2.2	36.6	9.3	1.6		83.5	16.5
第一紙 界線 零／一行目	暗金	2.0	2.9	4.8	1.6	14.3	1.9	1.1		76.0	24.0
第一紙 界線 七／八行目	暗金	2.3	3.0	31.9	7.3	52.4	20.2	0.6		82.1	17.9
第一紙 経文七行目「来」	黒／金・銀	3.0	3.5	10.2		60.0	8.1	0.9			
第一紙 界線 十三／十四行目	暗金	2.2	3.3	59.7	14.2	78.0	22.3	0.9		82.0	18.0
第一紙 経文十三行目「草」	黒／金・銀	1.8	2.9	5.1		8.2	19.5	0.6			
第二紙 界線 二行目	暗金	2.1	3.2	30.2	5.6	26.3	7.6	0.0		85.3	14.7
第二紙 経文二行目「為」	黒	1.6	2.7	4.7		8.8	1.2	0.7			
第二紙 界線 七行目	暗金	5.3	4.0	46.8	9.8	15.8	110.4	1.6		77.5	22.5
第一紙 界線 零行目右側	暗金	2.0	3.9	21.7	2.2	25.3	71.9	1.5		81.7	18.3

法により Cu-Zn 組成比を計算してみると、Cu76-85 wt.%, Zn24-15 wt.%の範囲の含有率を示す結果が得られた。Cu 及び Zn 含有率がそれぞれ10 wt.%近くばらついているが、界線の残存がわずかで Cu と Zn 検出強度が小さい箇所もあること、あるいは場所による腐食状況の違い等を考慮すると、これらの箇所では同一の Cu-Zn 合金（真鍮）が用いられていると考えられる結果であると思われる。

4-2. 見返し、装飾部分の分析

界線以外に真鍮が使われている箇所がないかどうかを確認するために、見返しあるいは本紙第一紙に施されている彩色および装飾部分の材料分析を実施した。見返し及び本紙部分について、図像ごとに分析結果をまとめたものを表2に示す。表面だけでなく、裏面にも金箔や銀箔装飾が広範囲にかつ多量に施されているので、Au および Ag 検出量が分析箇所によって大きく異なる結果が得られている。また、図像に用いられている彩色によって Cu や Pb 検出量も大きく異なる結果が得られているが、見返しおよび本紙第一紙において Zn が検出された箇所は一箇所もなく、本紙の界線以外には真鍮は使われていないと判断できる。

5. 考察

今回の調査では、平安時代に製作された国宝久能寺経葉草喩品第五に関する材料調査を行い、界線部分に Cu-Zn 合金（真鍮）が使われていることを支持する結果が得られた。この調査結果は、平安時代における真鍮の利用を考えるうえで大きな意味を持ち、分析結果の解釈には十分な検討が必要である。平安時代に真鍮が使われた作例として位置づけられるのか、さらにはこれまで報告例の少ない經典への真鍮の利用例として位置づけられるのかという点について、慎重な判断が必要である。上述した通り、これまで桃山時代以前の作品から真鍮が検出された場合、江戸時代以降の模造あるいは修理等によるものであらうと考えることが多かった。しかし、今回の調査および修理において巻頭から巻末までを詳細に観察しても、Cu, Zn が検出された界線部分に後世の補筆は一切認められず、この真鍮材料を後補材と考えると、界線部分のほぼすべてを後世に補筆したということになり、その解釈は甚だ無理がある。

平安時代に金以外の材料で金色を出すことのできる金属は、青銅（Cu-Sn 合金、Sn 含有率が低い場合に金色に近い色になる）だけであつたと思われる。日本では青銅は弥生時代以降使われ続けていることから、その製造方法や物性はよく理解されていた。青銅を粉末にして金

表2 久能寺経葉草喩品第五 見返し及び本紙装飾部分の蛍光X線分析結果

分析箇所		色	蛍光X線強度 (cps)						
			Ca-K α	Fe-K α	Cu-K α	Zn-K α	Ag-K α	Au-L α	Pb-L α
見返し	雲	暗銀灰	1.5	4.2	28.0		68.7	23.5	2.4
見返し	鳥	灰黒	1.6	5.3	130.9		73.0	178.3	16.0
見返し	雲	薄銀灰	1.4	7.2	134.7		119.2	133.4	18.7
見返し	背景	銀灰・金	1.2	3.3	4.5		74.9	178.2	3.2
見返し	雨筋	薄黒	1.0	3.6	13.0		77.4	81.9	1.5
見返し	雨筋	薄黒	2.0	3.3	7.4		125.5	117.4	1.4
見返し	雨筋	薄黒	1.3	3.0	8.5		98.4	25.7	1.5
見返し	傘の軸	黒	1.2	3.6	5.3		66.4	135.8	110.8
見返し	傘	白	1.3	4.2	39.7		144.9	156.4	298.2
見返し	傘の内側	白	0.7	2.9	8.3		107.7	23.9	113.8
見返し	人物の左頬	薄紫	1.8	3.6	18.3		28.7	27.0	46.9
見返し	人物の額	白	1.0	3.3	17.0		76.6	102.7	215.5
見返し	人物の鼻	暗紫	2.8	5.0	40.4		73.3	66.5	286.6
見返し	人物の顔	薄紫	1.2	3.7	13.2		86.0	76.6	955.9
見返し	傘を持つ手	薄紫	4.3	3.4	10.2		57.9	71.6	213.9
見返し	人物の顔	薄紫	1.5	4.2	19.1		81.6	80.6	924.8
見返し	衣	緑／暗灰	1.6	6.2	76.0		78.6	35.6	3.4
見返し	衣の裾	青／暗灰	2.2	11.4	206.2		55.5	16.6	7.8
見返し	衣	暗灰茶	3.1	5.0	41.8		103.0	44.4	18.8
見返し	衣	暗灰茶	2.4	6.8	91.8		166.4	27.8	4.6
見返し	衣	暗灰茶	1.8	11.0	171.1		136.2	163.4	7.9
見返し	烏帽子	黒	1.7	4.0	8.8		88.7	53.6	94.4
見返し	烏帽子	黒(剥落)	1.8	3.8	7.1		89.4	37.2	209.1
見返し	樹木	薄緑	2.0	4.3	44.3		52.7	95.6	1.3
見返し	樹木の葉	薄緑	1.0	8.6	209.7		115.1	78.0	2.6
見返し	草	暗灰	1.0	2.8	5.0		51.1	23.8	1.0
見返し	草	緑	1.6	4.5	67.1		89.2	70.6	5.6
見返し	車輪	黒	2.1	3.9	15.4		59.5	135.2	21.1
見返し	土坡	銀灰・金	1.4	3.2	4.9		48.4	70.2	0.7
見返し	土坡	緑	1.2	2.9	31.0		48.3	48.0	1.6
見返し	土坡	緑	1.6	7.2	143.7		63.4	88.7	1.6
見返し	土坡	暗銀	1.9	3.4	20.3		66.1	161.3	6.5
見返し	土坡	白銀	2.6	3.7	4.6		73.5	236.2	2.8
見返し	岩	銀灰	1.6	3.6	33.1		71.7	28.3	3.4
見返し	岩	暗銀灰	1.6	3.0	13.6		53.9	31.6	1.1
第一紙	草	緑	1.9	7.8	290.5		70.2	72.8	2.1
第一紙	蝶	青	3.6	7.2	183.1		70.7	52.0	19.8
第一紙	霞	白銀	1.3	3.4	7.4		86.0	41.3	0.9

腐泥として用いれば、短期間に腐食が進行し、金色の発色がたちまち無くなってしまいます。青銅を粉状あるいは金属泥として使用した例がほとんどないのは、そのためである。一方、真鍮は青銅よりも金に近い金色を作り出すことができ、しかも青銅に比べて腐食の進行が遅いことから、長期間にわたり金色の発色を維持することができる。粉状あるいは金属泥として利用すると、塊状あるいは板状として使う場合に比べて腐食の進行は早まるが、それでも青銅に比べれば格段に長い時間、金色の発色を維持することができる。

しかし、亜鉛という金属が単離して使えるようになるのは江戸時代以降であり、平安時代に亜鉛の精錬技術があったはずもなく、真鍮は極めて貴重な金属であった。亜鉛を含んだ鉱石を偶然入手でき、それを銅と一緒に溶融したときに、青銅以上に金によく似た色と質感を持つ金属として得られたのが真鍮であると想像できる。しかし、その材料の入手は極めて稀であったと考えられ、金以上に入手が困難であったと思われる。このことを考えると、平安時代あるいはそれ以前においては、真鍮が金の代用品として使われたと考えるよりは、金と並ぶほどの貴重品として使われたと考えるほうがよいと思われる。

久能寺経における真鍮の利用に関しても、金と同等あるいはそれ以上の価値を持っていたかもしれない、当時としては新しい金属材料の真鍮を使って華麗な装飾経を仕上げたと考えべきであると思われる。しかし、今回の調査で真鍮が見出されたのは界線部分だけであり、それ以外の部分からは一切見出されなかった。表面および裏面の装飾には金や銀がふんだんに使われているが、真鍮はまったく使われていない。金、銀と真鍮との使い分けについて、その理由を考える必要がある。また、久能寺経の他巻にも真鍮が使われている例があるのかどうか、あるとしたらその利用箇所は界線なのか経文なのか装飾なのかについても大変興味のあるところである。近年の調査では、平安時代の紺紙金字一切経（伝美福門院願経、通称：荒川経）や鎌倉時代の慈光寺経の経文や界線に真鍮が使われていることが見出されている。これらの作品に使われている真鍮の利用箇所や Cu-Zn 組成、さらには粒度など今後さまざまな比較検討が必要であるが、平安時代以降に写経や經典に真鍮を利用するという文化が存在していたと考えてもよい結果が揃いつつある。

6. まとめ

以上、国宝久能寺経薬草喻品第五の界線部分から真鍮が見出された材料調査の結果を報告した。久能寺経は平安時代に製作された写経であり、国宝平家納経、国宝慈光寺経と並ぶ三大装飾経の一つである。久能寺経薬草喻品第五は優美な表現で表わされている見返しに続いて本紙五枚にわたって界線が引かれ経文が墨書されている。界線は大半の部分で彩色材料が欠失しているが、今回の調査において真鍮が使われていることが明らかになった。

界線部分において、後世に補筆や補彩が行われた痕跡はまったくなく、今回の調査で見出された真鍮材料は当初材であると判断できる。これまでに平安時代の荒川経（伝美福門院願経）や鎌倉時代の国宝慈光寺経からも真鍮が利用されていることが確認されており、平安時代から鎌倉時代に至る經典の作成において真鍮を使うという文化が存在していたと考えることができる。日本における真鍮の歴史を考え直すうえで大変重要な分析結果である。

謝辞

久能寺経薬草喻品第五の光学調査に関して、ご所蔵者様から多大なるご配慮をいただきました。また、光学調査のきっかけを与えて下さった良知文苑先生、調査に際して様々なご協力をいただいた奈良国立博物館 野尻忠氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 良知文苑：「国宝久能寺経の歳月一駿州秘抄」、和泉書院（2008）
- 2) 「まぼろしの久能寺経に出会う 平安古経展」展覧会図録、奈良国立博物館（2015）
- 3) Yoshihiko Yamashita, Yasuhiro Hayakawa, Noriko Hayakawa, Wataru Kawanobe: On the Conservation of a Lacquer Cabinet with Mounting in the Collection of the Museum of Applied Arts, Vienna, Investigation and Conservation of East Asian Cabinets in Imperial Residence (1700-1900), Bohlau (2015)
- 4) 勝又智志：オックスフォード大学附属アシュモリアン美術館蔵「風景蒔絵ナイフアーン」の保存と修復、第31回文化財保存修復研究協議会、近世輸出工芸品の保存と修復Ⅲ、東京文化財研究所（2001）
- 5) 早川泰弘、吉田直人、佐野千絵、三浦定俊：琉球絵画および関連作品の彩色材料調査、首里城研究12、38-52（2010）
- 6) 「長沢芦雪一奇は新なり」展覧会図録、260、MIHO MUSEUM（2011）
- 7) 早川泰弘：法隆寺献納宝物の蛍光X線分析結果、法隆寺献納宝物特別調査概報14 供養具1、28-32、東京国立博物館（2004）
- 8) 早川泰弘：法隆寺献納宝物の蛍光X線分析結果、法隆寺献納宝物特別調査概報15 供養具2、35-39、東京国立博物館（2005）
- 9) 成瀬正和：正倉院宝物に見える黄銅材料、正倉院紀要29、62-79（2007）
- 10) 早川泰弘：善通寺所蔵・香川県歴史博物館寄託資料等の蛍光X線分析結果、東京文化財研究所保存科学部（2006）
- 11) 西山要一、東野治之：東アジアの真鍮と紺紙金銀字古写経の科学分析、文化財学報33、1-19、奈良大学文化財学科（2015）
- 12) 早川泰弘：国宝慈光寺経における真鍮泥の利用について、保存科学56、49-63、東京文化財研究所（2017）
- 13) 大野勝美、川瀬晃、中村利廣：「X線分析法」、共立出版（1987）

キーワード：久能寺経 (*Kuno-ji kyo*)；真鍮 (brass)；蛍光X線分析 (X-ray fluorescence spectrometry)

Regarding the Use of Brass in *Kuno-ji kyo*, a National Treasure

HAYAKAWA Yasuhiro and SHIRONO Seiji

The present report shows the analytical results of the materials used in *Kuno-ji kyo*, a national treasure. *Kuno-ji kyo* is a set of sutras composed of 30 volumes, decorated with gold, silver, and coloring, and produced in the late Heian period (12th century).

Volume 5 of *Kuno-ji kyo*, *Yakuso-Yuhon*, was recently restored because many of their golden parts had peeled off and the color had changed. Non-destructive investigation using X-ray fluorescence analysis was carried out after the restoration. As a result, both copper and zinc were detected from the boundary lines where the materials had peeled off severely. No gold was detected from the lines. Since the intensity ratio of copper and zinc is almost constant, it can be estimated that the material used for the boundary lines is brass. Brass was used only in the boundary lines and was not found in other colored parts. Careful judgment was needed to determine whether the brass found in the present analysis is original or from subsequent repairs. Up to now, it has been thought that brass began to be used after the early Edo period (16th century). Even if brass was found in a work produced before the Edo period, it was often thought that the work would be an imitation made during and after the Edo period. However, regarding the brass found in the present analysis, it can be judged that the brass is original because there is no data or image to substantiate that brass was used in the past repairs. This analytical result shows that brass was used in the Heian period and in sutras.