

ポータブル蛍光X線分析法による木彫像の彩色材料調査

早川 泰弘・三浦 定俊・津田 徹英*

1. はじめに

東京国立文化財研究所では1999年度に、どこへでも持ち運びが可能なポータブル蛍光X線分析装置を導入した。この装置の開発により、それまで文化財の材質調査・分析において大きな問題であった測定資料の移動や分析のための試料採取が不必要となり、資料が置かれている現場において非破壊で元素分析（定性・定量分析）を行うことができるようになった。文化財の材質分析において、新たな調査手段の一つとして位置づけることのできる手法である。

ポータブル蛍光X線分析装置の導入以来、さまざまな文化財資料の材質調査を実施し、新たな知見を数多く見出してきた。前報で報告した「国宝源氏物語絵巻」の顔料分析¹⁾においては、これまで日本画の分野で知られていなかった新たな白色顔料の存在を示唆するなど、貴重なデータを多数得ることができた。また、これまで分析が不可能であった大型の絵画や障壁画等についても測定を行い、顔料や絵画材料に関する調査を実施してきた。

そのような中で、平成12年度は情報資料部と共同で彩色彫刻の表面彩色材料の調査を積極的に行ってきた。本報告では、これまでに実施した木彫像の彩色調査の概要を述べるとともに、得られた分析結果に関する考察を行う。

2. ポータブル蛍光X線分析装置の概略

東京国立文化財研究所に導入されたポータブル蛍光X線分析装置はセイコーインスツルメンツ（株）によって開発されたものである。装置の概要および性能評価については前報¹⁾で報告したが、前報ではプロトタイプ装置の仕様が示されているので、ここでは市販装置の概要を述べる。ポータブル蛍光X線分析装置と従来装置の主な仕様の比較を表1に示した。従来装置の

表1 ポータブル蛍光X線分析装置と従来装置の仕様比較

	ポータブル装置	従来装置
サイズ	本体 20×20×30cm 電源 55×35×20cm PC B5サイズ・ノート型	本体(電源を含む) 100×100×100cm以上 PC デスクトップ型
重量	本体 約 5kg 電源 約 17kg	数100kg
電源	AC 100V/自動車用バッテリー	AC 100V
X線発生管	管電圧 50kV 管電流 1mA	管電圧 50kV 管電流 1mA
検出器	種類 半導体検出器 半値幅 250eV以下(Mn-K α) 冷却 電子冷却式(液体窒素不要)	種類 半導体検出器 半値幅 150eV程度(Mn-K α) 冷却 液体窒素
X線照射径	2~15mm	0.1~20mm
試料観察	CCDカメラ	CCDカメラ

* 情報資料部

仕様については、同社の据置型蛍光X線分析装置で東京国立文化財研究所に設置されているSEA5230Eを参考とした。

ポータブル蛍光X線分析装置のX線分析計本体は20×20×30cmの大きさで、重量は約5kgである。電源部は約17kgの重量があるが、トランク一体型（キャスター付）に成形されており、移動にはまったく差し支えない。X線分析計本体と電源部は10mの高圧電源ケーブルおよび信号線を介して接続される。B5サイズの制御・解析用パソコンは電源部付近に設置して操作するが、本体とは10mの距離を保つことができるので、測定中に被爆等の心配はない。

X線発生源は空冷式の小型X線管球（Rhターゲット）であり、管電圧・管電流は据置型装置と同等の最大50kV、1mAが設定可能である。X線照射径はX線照射ヘッド部内のコリメータを交換することで2～15mmまで変更可能である。X線検出器は液体窒素冷却が不要なSi半導体検出器を用いている。据置型装置に搭載されている検出器に比べると分解能がやや劣るが（分解能約250eV）、前報¹⁾でも報告した通り、通常の使用においてはまったく問題にならない。

3. 蛍光X線分析による彩色調査の特徴

蛍光X線分析法は非破壊の元素分析法であるため、測定およびその結果の解釈に際してさまざまな制約が生じる。以下に、蛍光X線分析法を用いて彩色材料の調査を行う際の特徴を列記する。次節以降に示す彩色彫刻の分析結果については、これらの特徴を十分に考慮した上で結果の解釈を行う必要がある。

- (1) 顔料等に含まれている元素を特定することはできるが、その化合物の構造（化学式）を知ることができない。このため、使われている顔料を推定できるだけである。（顔料を特定・同定することはできない。）
- (2) 大気中での測定では、有機物（主元素C, N, O, H）や染料などの検出は行えない。
- (3) 無機物であっても、大気中での測定では軽元素（例えばAl, Si, S, Clなど）の検出は困難である。
- (4) 得られ蛍光X線強度は表面からある深さまでの組成情報が複合された結果である。（金属銅の場合：数10 μ m程度）
- (5) 単一部位の測定結果だけからは、複数の顔料が混合されているのか、それらが層状に塗られているのかの判断はできない。
- (6) 分析装置と資料との距離が異なると蛍光X線強度は変化するため、異なる測定部位から得られた強度を相互に比較することはできない

4. 木彫像の彩色材料の分析

4-1 三重県上野市見徳寺 薬師如来坐像

昨年、上野市文化財調査会による調査により見出された飛鳥時代後期（7世紀後半）に遡る像高65.7cmの坐像であり、現在は四日市市立博物館に寄託されている。樟の一材より彫成され、表面は漆箔で仕上げられている。平成12年4月～5月に四日市市立博物館で特別陳列された期間中に調査を実施した。金箔下層の彩色の有無、および下地材料の調査を主目的とし、さらに金箔部分についてはその厚みの評価も同時に行った。展示ケース内での測定も可能であったが、作業台上に移動させて測定を実施した。測定の様子を写真1に示す。X線分析計本体をカメラ用の三脚に取り付けることで、任意の箇所の測定が実施できるようにした。以下に測定条件を示す。

管電圧・管電流： 50kV・100 μ A

X線照射径： ϕ 2mm

測定時間： 180秒

測定雰囲気： 大気

全10ポイントの測定を実施した。測定結果を表2に示す。測定された蛍光X線強度（バックグラウンドを差引いた正味の強度）を示すととともに、薄膜ファンダメンタルパラメータ法²⁾により金箔の厚みを計算した結果も併記した。

検出された元素はCa、Fe、Br、Auの4元素だけであった。Auについては目視で金箔が認められる部分については比較的強い強度が得られたが、ほとんど信号強度が得られていない測定ポイントもある。すべての測定ポイントで金箔の厚みを計算してみると、最大で約1.5 μ mであることが明らかになった。この金箔厚みとCa強度との関係をプロットすると、図1に示すような結果が得られた。金箔厚みが増すに従って、Ca強度が指数関数的に減少していく様子が現れている。このことは、金箔の下層に比較的厚いCa含有層が存在していることを示唆しており、金箔の厚みが増すとCaの蛍光X線が吸収される割合が増加することを示している。

表2 三重県上野市見徳寺 薬師如来坐像の測定結果

No. 測定部位	色	蛍光X線強度 (cps)				金箔厚み (μ m)
		カルシウム (Ca-K α)	鉄 (Fe-K α)	臭素 (Br-K α)	金 (Au-L β)	
1 左上肘、背部	金・茶	1.3	34.0	5.3	7.5	1.5
2 左肩先	金	6.4	51.6	7.4	20.9	1.1
3 後頭部	茶	120.2	18.0	2.4		0.0
4 左袖外	金・茶	10.4	54.8	8.2	11.4	1.0
5 左手	茶・金	83.9	8.6	4.9	6.0	0.1
6 右手、掌	金・茶	51.3	4.9	5.6	20.1	0.6
7 裳、表地	茶・金	18.7	52.4	11.4	10.0	0.8
8 裳、裏地	茶・金	6.1	25.2	4.8	1.8	1.1
9 頭頂部	茶	197.3	22.6	3.5	1.0	0.0
10 右耳輪	茶・金	33.8	48.7	11.0	1.9	0.6



写真1 三重県上野市見徳寺
薬師如来坐像の測定の様子
(四日市市立博物館)

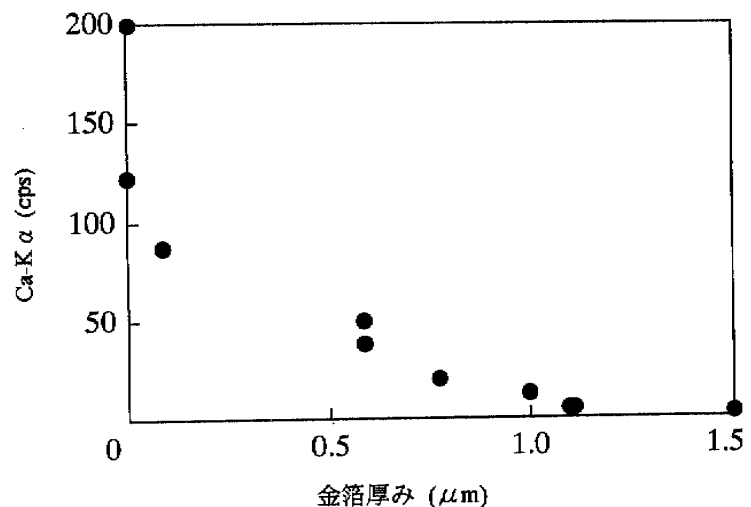


図1 三重県上野市見徳寺
薬師如来坐像から得られた金箔厚みとCa強度との関係

また、Feについては金箔厚みあるいはCa強度との間に明瞭な相関は認められなかった。今回の測定結果だけで表面近傍の層構造を決定することはできないので、その由来を特定することは難しいが、漆（黒漆）に含有されていた鉄分に由来している可能性が高い。漆が使われている資料の中には、鉄分を含む下地材料を用いているものもあり、本資料でも黒漆以外にFeが検出される要因を考えることもできるが、上述のCaの検出強度を考え併せると、漆層中のFeが主由来ではないかと考えられる。また、上記4元素以外の元素は検出されておらず、金箔の下層に彩色は施されていないと判断できる。

一方、Brが多くの測定ポイントから検出された。しかも、その強度は比較的一定していた。Brを含む化学物質の中で、木彫の製作材料になり得る物質を考えるのは難しい。現時点においては、燻蒸剤として用いられている臭化メチルが原因ではないかと思われる。本坐像は測定前1年以内の間に臭化メチルを用いた燻蒸が行われており、この燻蒸剤の一部が資料内部に残存している可能性がある。Brがどのような化学形態で存在しているのかは今のところまったく不明であるが、ハロゲン族元素の一つであり、化学的に活性な物質であるため、存在している化学形態の如何によっては資料への悪影響を与えかねない。今後十分な調査が必要である。

4-2 神奈川県川崎市能満寺 観音菩薩立像

9世紀後半につくられたと考えられ、能満寺本堂内陣の厨子内に収められる像高102.2cmの立像である（榿材、一木造）。表面の彩色材料を特定し、材料・技法に関する知見を得ることを目的に、平成12年11月に能満寺本堂において調査を実施した。測定の様子を写真2に示す。観音菩薩立像を厨子から出して机の上に安置し、分析計本体をカメラ用の三脚に固定して測定を行った。以下に測定条件を示す。

管電圧・管電流： 50kV・100 μ A
 X線照射径： ϕ 2mm
 測定時間： 100秒
 測定雰囲気： 大気



写真2 神奈川県川崎市能満寺
観音菩薩立像の測定の様子

全19ポイントの測定を実施した。得られた蛍光X線強度（バックグラウンドを差引いた正味の強度）を表3に示す。検出された元素はCa、Fe、Cu、Hg、Pbおよび金が確認できる部分からのAuだけである。

すべての測定箇所からFeが検出されており、しかも漆地と考えられる部分（No.5、17）でFe強度が強く、Fe以外の元素がほとんど検出されていないことから、Feは黒漆中に含まれている鉄分に主に由来していると考えられる。また、Caもほとんどの測定箇所から検出されており、その検出強度はFeに比べてほぼ一定であった。しかし、他の元素の検出強度との相関も認められず、この測定結果だけでは表面近傍の層構造を決定することもできないため、Caの存在形態および存在位置を特定することは難しい。前節で示した三重県上野市見徳寺の薬師如来坐像の測定結果と比較した場合、Caの利用の仕方が異なっていることも考えられる。今後、他の分析手法を用いた調査を行うことで、より詳細な情報が得られることが

表3 神奈川県川崎市能満寺 観音菩薩立像の測定結果

No.	測定部位	色	蛍光X線強度 (cps)					
			カルシウム (Ca-K α)	鉄 (Fe-K α)	銅 (Cu-K α)	金 (Au-L β)	水銀 (Hg-L β)	鉛 (Pb-L β)
1	膝前・花文	赤	30.1	7.2	43.3		8.0	1.7
2	膝前・花文	黒	25.4	56.0	150.9		32.8	9.9
3	裾・折り返し	赤線	31.8	23.4	5.9		6.3	13.3
4	裾・折り返し	地(現状無色)	29.2	12.0	7.3		4.2	5.0
5	胸・肉身部	地(現状無色)		93.8				
6	条帛裏地	(現状無色)	25.5	57.0	2.8		5.8	40.8
7	条帛表地	(現状無色)	27.1	24.6	4.5		6.1	4.3
8	裾・折り返し	(現状無色)	13.0	11.6			10.7	26.9
9	右天衣上層	(現状無色)	19.7	15.9	26.8		3.4	10.3
10	天衣・上段	(現状無色)	68.3	67.9	30.8		2.1	21.8
11	背面・裾・折り返し・縁	(現状無色)	28.4	21.4	10.5		8.4	4.4
12	背面・裾・縁	黒	44.9	29.9	34.4		14.1	7.2
13	背面・裾・縁	赤・金線?	33.1	11.3	14.2		54.7	
14	背面・裾の内区	黒	43.6	97.3	10.8			9.9
15	背面・裾・花文の花びら	赤	33.1	21.2	19.3		15.9	
16	背面・裾縁の花文・子弁	赤	23.1	8.6	19.7		33.2	
17	背面・肉身部	漆地		92.2				2.6
18	背面・朱書	赤		95.4		10.3	13.0	5.3
19	背面・金	金		61.4		5.9		

期待される。

一方、Cuは黒色に見える部分で、Hgは赤色部分で検出強度が強くなっており、それぞれが彩色材料の主成分であったことを窺わせる。Pbについては、比較的多くの箇所から検出されたが、現状においてはどのような化合物がどのように用いられていたのか判断することはできなかった。

4-3 神奈川県横浜市称名寺 弥勒菩薩立像

金沢文庫の創設者である北条実時が発願し、建治2年(1276年)につくられた称名寺の本尊である。昭和2年の修理の際に、頭部内から造立年記をともなう墨書銘、および像内から願文・経典・印仏・舍利塔などが発見されている。平成12年10月の神奈川県立金沢文庫での特別公開の直前に、金沢文庫の収蔵庫前室において調査を実施した。表面汚れのために現在確認することができない彩色を評価することを主目的とし、今後の修理への基礎データの取得も考え併せて測定部位の選定を行った。弥勒菩薩立像測定の様子を写真3に、台座を測定している様子を写真4に示す。分析計本体の支持架台としてはカメラ用の三脚を利用した。以下に測定条件を示す。

管電圧・管電流： 50kV・100 μ A

X線照射径： ϕ 2mm

測定時間： 300秒

測定雰囲気： 大気

全7ポイントの測定を実施した。表4に得られた蛍光X線強度(バックグラウンドを差引いた正味の強度)を示す。弥勒菩薩立像では5ポイント、台座の蓮弁で2ポイントの測定を行った。弥勒菩薩立像の表面には目視で金が認められ、検出された元素はAu以外にFe、Cu、Pbだけで

あった。Auが検出されている部位では、Pbが比較的多く検出されるとともに、強度は弱いながらもFeが検出された。一方、Auの検出強度が弱い、あるいはほとんど検出されない部位では、Pbはほとんど検出されない結果となった。目視によると、表面の金は金箔というよりは金泥の残存であるように観察できる。Pbはこの金泥を施すための下地づくりに利用された顔料に由来するものと考えられる。

また、台座に関しては緑色の蓮弁部分2ポイントの測定を行った。検出された元素はCuが第一主成分であり、それ以外の少量成分としてZn、Fe、Asが、さらに微量成分としてPb、Caが検出された。緑色顔料としてよく知られているのは塩基性炭酸銅（緑青、 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ ）であるが、Zn、Fe、Asが存在しており、下地を考慮しても単純に塩基性炭酸銅だけで緑色が呈されているとは考えにくい。検出された元素からは、緑色を呈する顔料として酢酸亜ヒ酸銅（花緑青あるいはEmerald Green、Paris Green、 $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$ ）を考えることもできる。しかし、この顔料は1800年以降に使用され始めたものであり、この顔料が使用されていたとすると補彩の可能性を考えなければならない。顔料を特定するにはX線回折分析法などに頼るしかなく、今後の調査が期待される。いずれにしろ、台座蓮弁部分については塩基性炭酸銅の単純な緑色ではなく、下地に何らかの顔料が存在するか、あるいは混色としてZn、Fe、Asなどの1つあるいは複数元素によって構成される顔料が使われている可能性が高い。

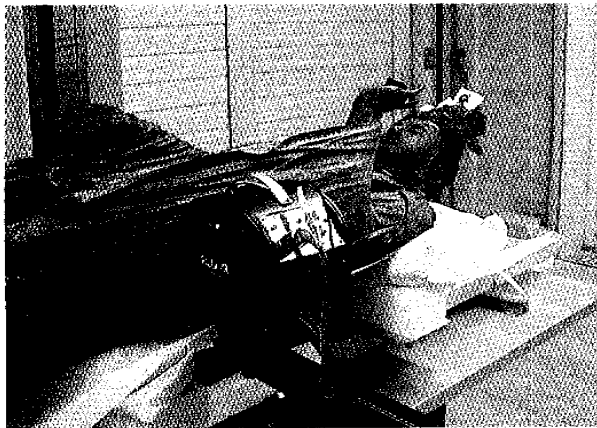


写真3 神奈川県横浜市称名寺
弥勒菩薩立像の測定の様子

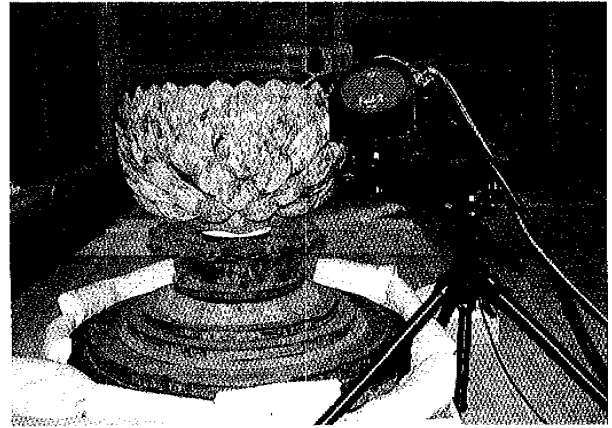


写真4 神奈川県横浜市称名寺
弥勒菩薩立像台座の測定の様子

表4 神奈川県横浜市称名寺 弥勒菩薩立像の測定結果

No.	測定部位	色	蛍光 X 線 強度 (cps)					鉛	
			カルシウム (Ca-K α)	鉄 (Fe-K α)	銅 (Cu-K α)	亜鉛 (Zn-K α)	ヒ素 (As-K α)		金 (Au-L β)
1	左袖外	茶・金		12.7				43.5	100.5
2	左頬	茶・金		10.6				58.5	67.7
3	髪際	緑・金		8.5	3.5			50.0	66.5
4	髪	赤・濃青		56.5	136.7				3.2
5	天冠台	緑・金		59.6	44.9			8.3	
6	台座-1	緑	1.2	20.6	522.7	74.2	15.8		3.0
7	台座-2	緑	1.6	29.1	455.5	66.8	21.9	10.1	4.7

4-4 竹内久一作 技藝天

1893年に竹内久一によって製作された木彫像であり、現在は東京藝術大学に所蔵されている。像高は約230cm、台座を含めると290cmに達する大型彫刻である。表面汚れのために現在確認することができない彩色を評価し、クリーニング作業に役立てることを目的に、平成12年6月に東京藝術大学正木記念館において調査を実施した。測定の様子を写真5に示す。分析計本体の支持架台としてはX線透過写真撮影用のクレーンを用い、その昇降部分に前後方向に可動できる設置板を取り付け、この板上にカメラ三脚用のポールヘッド（自由雲台）を設置して分析計を固定した。以下に測定条件を示す。

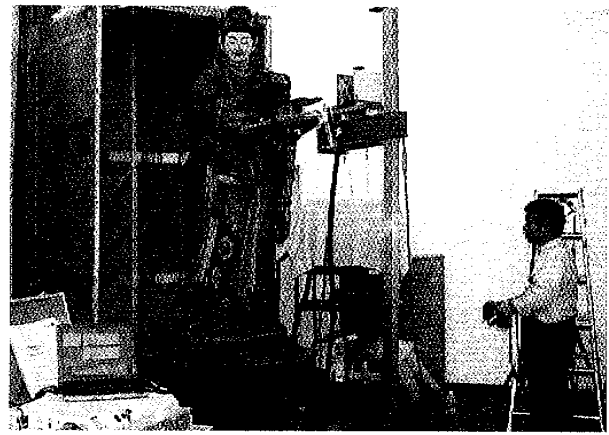


写真5 竹内久一作
技藝天の測定の様子（東京藝術大学）

管電圧・管電流： 50kV・100 μ A

X線照射径： ϕ 2mm

測定時間： 300秒

測定雰囲気： 大気

表5 竹内久一作 技藝天の測定結果

No. 測定部位	色	蛍光X線強度 (cps)							
		カルシウム (Ca-K α)	鉄 (Fe-K α)	銅 (Cu-K α)	亜鉛 (Zn-K α)	ヒ素 (As-K α)	金 (Au-L β)	水銀 (Hg-L β)	鉛 (Pb-L β)
1	背面 反花(下)	黒	17.4	36.7	696.2	108.4	21.6		
2	背面 反花(下)	緑	6.7	18.1	1075.1	165.1	30.6		
3	背面 蕊	白	142.0	12.7	5.5	1.4			
4	背面 蕊	黄	49.3	70.3	1.0	1.0		20.9	
5	背面 蕊	黄	49.8	35.2	1.2				
6	背面 裾	緑青(明)	30.2	45.3	1090.0	115.0	16.7		
7	背面 裾	緑青(暗)	37.4	76.0	1413.7	159.5	14.8		
8	背面 裳 錆下地	褐	12.5	34.9	5.0	1.6			
9	背面 裳	群青	111.2	15.4	199.1	29.8			2.0
10	背面 団花紋	白	129.6	4.5	17.4	5.9			
11	背面 団花紋	茶	102.8	17.8	16.4	5.5			
12	背面 団花紋	朱	60.3	3.6	11.2	7.0		42.8	
13	背面 団花紋	灰	180.1	1.8	13.3	5.6			
14	背面 宝相華	薄赤	55.1	4.1	14.0	8.3		48.4	
15	背面 反裳	深緑	7.3	47.2	629.8	59.2	3.9		
16	背面 反裳	薄緑	35.3	12.7	362.6	37.3	9.7		
17	背面 反裳	濃緑	8.2	25.4	894.5	117.1	5.4		
18	背面 反裳	黒緑	10.4	15.1	810.7	128.8	24.6		
19	背面 反裳	黒緑	22.5	17.7	765.5	121.8	24.6		
20	背面 腰当	灰	165.2	3.0	15.1	4.6			
21	背面 腰当 文様	金	24.1	4.4	239.9	39.9	99.1		
22	背面 右上腕	朱	6.4		4.7	7.5		107.3	38.3
23	背面 背中上	茶	17.6	27.9	9.4	2.8		13.2	37.2
24	背面 背中天衣	黄	112.8	19.1	13.5				
25	正面 胸飾 中心	朱	20.4	3.2				118.1	
26	正面 右手	肌	170.8	3.2					
27	正面 大袖	桃	117.9	2.0	7.2			12.8	

全27ポイントの測定を実施した。表5に各ポイントから得られた蛍光X線強度（バックグラウンドを差引いた正味の強度）を示す。さまざまな色彩を呈している部分を網羅的に測定したため、全体的な傾向はつかみにくいが、CaとFeがほとんどの測定箇所から検出されているのが特徴の一つである。緑色や濃緑色部分（No.2、6、7、15、17、18）ではCuが、また赤色・朱色部分（No.22、25）ではHgが顕著に検出されており、それぞれ緑青（塩基性炭酸銅）、水銀朱（硫化水銀）などを主成分とする顔料を用いていると推測できる。Cuが多く検出されている箇所ではZnも比較的多く検出されており、その検出強度がほぼ一定となっていることも特徴の一つである。Znを主成分とする顔料としては、酸化亜鉛（亜鉛華、Zinc White、ZnO）の白色、塩基性クロム酸亜鉛（亜鉛黄、Zinc Yellow、 $n\text{ZnO}\cdot n\text{CrO}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）の黄色、クロム酸亜鉛と紺青との混合顔料（亜鉛緑、Zinc Green）の緑色などが知られているが、クロムが検出されていないことなどから考えると酸化亜鉛が用いられている可能性が考えられる。しかし、実際にどのような顔料がどのような使われ方をしたのかは、他の分析方法を併用しなければ理解することは困難である。

一方、白色部分（No.3、10）においてはCaが第一主成分であり、またCuやHgなど緑色や赤色の顔料構成元素が顕著に検出されている部分（No.2、6、7、17、22など）においてはCa強度が低くなっている。このことから、白色顔料はCaを主成分とした胡粉などが用いられている可能性が高く、しかも緑色や赤色といった顔料の下層に下地としてもこの白色顔料が用いられていることが考えられる。

5. ま と め

- (1) 東京国立文化財研究所に導入されたポータブル蛍光X線分析装置を用い、木彫像の彩色材料の調査を行った。この装置はどこへでも持ち運びが可能であり、測定資料が置かれている現場に分析装置を持ち込み、その場での分析を実施した。
- (2) 蛍光X線分析法は非破壊の元素分析法であるため、軽元素の検出ができない、ある深さまでの複合信号であるなどの制約があるが、これまで調査を行うことができなかった大きな対象物に対しても分析を可能とし、確実な元素情報を短時間のうちに得ることができるといふ点で、文化財の新たな材質調査手法の一つとして位置付けることができる。
- (3) 種々の木彫像表面の彩色分析を今後も継続的に行い、測定データの蓄積を図ることで、わが国における彫刻彩色の材料・技法などに関する理解を深めることができると期待される。

謝辞

本報告で記した調査において下記の方々および諸機関・施設に多大なご協力をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

四日市市立博物館 赤川一博、堀越光信

能満寺

称名寺、神奈川県立金沢文庫 高橋秀栄、西岡芳文

東京藝術大学 長澤市郎

参考文献

- 1) 早川泰弘、平尾良光、三浦定俊、四辻秀紀、徳川義崇：ポータブル蛍光X線分析装置による国宝源氏物語絵巻の顔料分析、保存科学、39、1-14 (2000)
- 2) 日本分析化学会編：「機器分析ガイドブック」、p.142、丸善

Analysis of the Polychromy on the Surface of Wooden Sculptures By Portable X-ray Fluorescence Spectrometer

HAYAKAWA Yasuhiro, MIURA Sadatoshi and TSUDA Tetsuei*

A portable X-ray fluorescence spectrometer (XRF) has been introduced at the Tokyo National Research Institute of Cultural Properties and is applied for the non-destructive identification of polychromy on the surface of wooden sculptures. The instrument can be moved and operated anywhere because the weight of measurement head is about 5kg and electric power is supplied by AC100V or car battery. On-site analysis, which means analysis carried out at the location of objects, for four sculptures was performed.

- (1) Yakushi Nyorai (Kentokuji Temple, Mie Pref.)
- (2) Kan-non Bosatsu (Noumanji Temple, Kanagawa Pref.)
- (3) Miroku Bosatsu (Shoumyouji Temple, Kanagawa Pref.)
- (4) Gigeiten (Tokyo National University of Fine Art, Tokyo)

The measurement head was set on a tripod for a camera or a modified small crane in order to measure any points on the objects. Several points of different colors for each object were selected and measured for 100-300sec by using X-ray beam with ϕ 2mm diameter. Major and minor elements composing pigments could be detected even from points where the original color had changed or faded.

The portable XRF is strongly expected to be used as an on-site analytical method for understanding the materials and drawing techniques of polychromy on wooden sculptures.

* Department of Archives