

国宝源氏物語絵巻にみられる彩色材料について

早川 泰弘・三浦 定俊・四辻 秀紀*1・徳川 義崇*1・名兎耶 明*2

1. はじめに

東京文化財研究所では1999年度初めから、徳川美術館・五島美術館と共同で両美術館が所蔵する国宝源氏物語絵巻の調査・研究に取り組んできた。各場面に用いられている顔料や染料の同定、あるいはその使われ方等について、様々な光学的手法を利用した科学的な調査を実施してきた。その中で、東京文化財研究所保存科学部が中心となって取り組んだのが、ポータブル蛍光X線分析装置による顔料の分析である。

ポータブル蛍光X線分析装置はどこへでも持ち運びが可能であり、資料が置かれているその場で元素分析を行うことができる¹⁾。今回の源氏物語絵巻の調査においても、ポータブル蛍光X線分析装置は徳川美術館および五島美術館に持ち込まれ、すべての測定は両美術館の中で行われた。測定資料の移動や分析のための資料採取を行うことが難しい文化財の世界においては、ポータブル蛍光X線分析装置は非常に有効な装置である²⁾³⁾。

源氏物語絵巻の顔料分析は、ほぼ2年半にわたって継続的に実施され、これまでに膨大なデータを取得した。その中には、これまで知られていなかった新たな知見も含まれ、その分析結果の一部は既報⁴⁾において報告した。本報告では、これまでに得られた測定データの中から、人物の肌部分の測定結果を抽出してデータ解析を行った結果を示すとともに、緑色部分の測定から得られた特徴的な結果について報告する。

これまでに得られた全測定結果については、別の機会に改めて報告する予定である。

2. ポータブル蛍光X線分析装置による測定の概要

ポータブル蛍光X線分析装置による源氏物語絵巻測定の様子を写真1に示す。これは、五島美術館で調査を行ったときのものである。すべての測定は下記の条件で行われた。分析装置の概要および測定条件の設定等については、既報²⁾⁴⁾で詳細に報告したので、そちらを参照されたい。

装置:セイコーインスツルメンツ(株)

SEA200

管電圧・管電流:50kV・50 μ A

測定時間:1ポイント100秒

X線照射領域: ϕ 2mm

装置(X線照射ヘッド)から
源氏物語絵巻までの距離:
約10mm

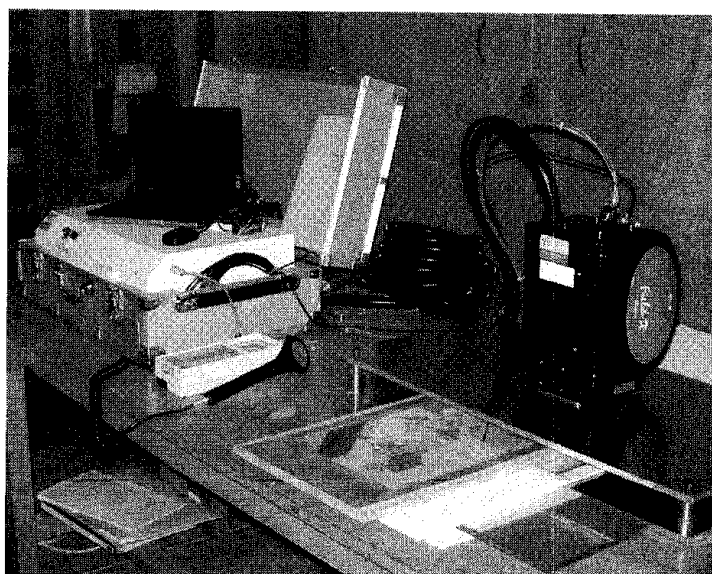


写真1 ポータブル蛍光X線分析装置による国宝源氏物語絵巻の測定の様子

徳川美術館が所蔵する国宝源氏物語絵巻の絵15面、および五島美術館

*1 徳川美術館 *2 五島美術館

が所蔵する絵4面については、すべて調査を行った。また、徳川美術館が所蔵する詞の一部についても分析を行った。各場面について測定を行ったポイント数を以下に示す。測定箇所の総数は676ポイントに達する。

【徳川美術館所蔵】

<絵>

蓬生	:	44 ポイント
関屋	:	20 ポイント
柏木 (一)	:	46 ポイント
柏木 (二)	:	19 ポイント
柏木 (三)	:	59 ポイント
横笛	:	13 ポイント
竹河 (一)	:	23 ポイント
竹河 (二)	:	54 ポイント
橋姫	:	80 ポイント
早蕨	:	52 ポイント
宿木 (一)	:	23 ポイント
宿木 (二)	:	40 ポイント
宿木 (三)	:	36 ポイント
東屋 (一)	:	37 ポイント
東屋 (二)	:	21 ポイント

<詞>

早蕨 第一紙	:	1 ポイント
早蕨 第二紙	:	1 ポイント
東屋 (二) 第一紙	:	1 ポイント
東屋 (二) 第二紙	:	1 ポイント

【五島美術館所蔵】

<絵>

鈴虫 (一)	:	22 ポイント
鈴虫 (二)	:	25 ポイント
夕霧	:	28 ポイント
御法	:	30 ポイント

3. ポータブル蛍光X線分析装置の感度特性

蛍光X線分析法は非破壊の元素分析法であり、測定およびその結果の解釈には様々な制約が生じる。源氏物語絵巻の彩色材料分析を上記の条件で行った場合、次に示すような制約・特徴が存在する。

- (1) 彩色材料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)を知ることはできない。このため、使われている材料を推定できるだけである。(材料を特定・同定することはできない。)
- (2) 大気中で測定しているので、有機物(主元素C, N, O, H)や染料などの検出は行えない。また、無機物であっても、軽元素(例えばAl, Si, S, Clなど)の検出は困難である。
- (3) 得られた蛍光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 μm 程度)。このため、ある部分を測定して複数の元素が検出された場合、それらの元素が混合されて存在しているのか、あるいは層状に存在しているのかを判断することはできない。
- (4) 元素によって検出感度は大きく異なる。すなわち、いくつかの元素が同じ量存在していたとしても、検出される蛍光X線強度は異なったものとなる。蛍光X線エネルギーの違いによる検出感度の相違を以下に示した。

(5) 本紙や台紙にたわみが生じていると、装置と測定箇所との距離が異なるため、蛍光X線強度は変化する。装置から一定の距離に同じ種類の顔料が同じ厚さで塗られていたとしても、粒度が異なったり、細かい亀裂が生じていたりするだけで、蛍光X線強度は変化する。このため、異なる測定箇所から得られた蛍光X線強度を相互に比較する際には、これらの点を十分踏まえたうえで評価を行うことが必要である。装置からの距離の違いによる蛍光X線強度の変化を以下に示した。

表1には、蛍光X線エネルギーによる検出感度の相違を調べた結果を示した。アルミニウム (Al), チタン (Ti), 鉄 (Fe), 銅 (Cu), 鉛 (Pb), 銀 (Ag), スズ (Sn) の純金属板 (純度 > 99.9%, 厚さ > 1 mm) を, ポータブル蛍光X線分析装置のX線照射ヘッドから距離 2 mm の位置に置いて, 各試料から得られる蛍光X線強度を測定した。X線の照射は, 源氏物語絵巻の測定条件と同一の, 管電圧 50kV, 管電流 50 μ A, 測定時間 100 秒に設定した。表1には各元素から放出される複数の蛍光X線エネルギーの中から, 最も特徴的で, かつ他の元素から放出される蛍光X線との重なりが少ないピークについて, その強度を示した。後述の源氏物語絵巻の調査においても, ここに示したエネルギーで各元素の評価を行っている。

表1から明らかなように, Cu-K α やFe-K α に対しては1000cps以上の強度が得られているが, 低エネルギー側のAl-K α や高エネルギー側のAg-K α , Sn-K α については強度が著しく低下していることがわかる。Al-K α の蛍光X線強度はバックグラウンド強度と同程度であり, 実質的にはまったく検出されていないことを意味している。今回の測定条件で検出可能な低エネルギー側の限界は3 keV前後であり, 元素としてはカリウム (K) より原子番号の大きい元素でないと検出は困難である。彩色材料として考えてみると, 例えば白土の主成分であるカオリナイト ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) については, いずれの構成元素も検出することができず, まったく信号強度が得られないことが予想できる。

一方, 高エネルギー側については, 照射電圧が50kVであるので希土類元素付近までK-X線の検出が可能である。それ以上の重元素についてはK-X線の検出が困難なので, L-X線の検出を行うことになる。表1ではAg, SnについてはK α 線, PbについてはL β 線の強度を示してある。高エネルギー側に検出される彩色材料を考えてみると, 例えばAgを主元素とする銀箔や銀泥が挙げられる。Ag-K α の強度はCu-K α の1/20以下であるから, かなり大量に銀箔や銀泥が存在していないと, 信頼に足るだけの強度を得ることが難しいことがわかる。

以上に示したように, ほぼ同一の試料条件であっても, 元素 (蛍光X線エネルギー) によっ

表1 蛍光X線エネルギーによる検出感度の相違

X線エネルギー (keV)	蛍光X線強度 (cps)
Al-K α (1.49)	3.91
Ti-K α (4.51)	526.15
Fe-K α (6.40)	1053.77
Cu-K α (8.04)	1339.30
Pb-L β (12.62)	171.08
Ag-K α (22.16)	52.83
Sn-K α (25.27)	24.80

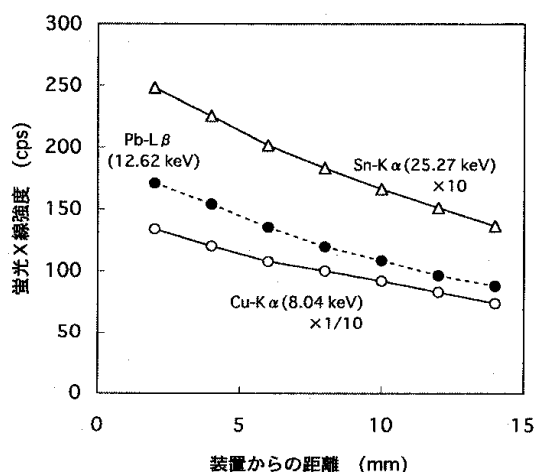


図1 装置からの距離の違いによる蛍光X線強度の変化

て50倍以上もの感度差が存在している。後述する源氏物語絵巻の測定結果についても、呈示した蛍光X線強度はこの感度差を含んだものであり、決して元素間の存在量の比をそのまま現すものではない。この点に十分な注意が必要である。

さらに、装置からの距離の違いによる蛍光X線強度の変化を調べるために、銅 (Cu)、鉛 (Pb)、スズ (Sn) の純金属板の設置距離を変化させて、Cu-K α 、Pb-L β 、Sn-K α の強度を測定した。得られた結果を図1に示す。蛍光X線のエネルギーに関わらず、距離が大きくなると強度は低下し、10mm程度の距離まではほぼ比例的に減少することがわかる。図1からは、距離が1mm離れるごとに蛍光X線強度はエネルギーによらず10%程度ずつ低下していくことがわかる。

源氏物語絵巻の測定では本紙と装置との距離をほぼ10mmに設定したが、本紙や台紙のたわみにより、最大5mm程度の距離の差が生じている可能性がある。後述の源氏物語絵巻の測定結果については、この距離の補正は一切行っていない。このため、異なる箇所での測定結果を比較する際には、測定距離の違いを含んだ結果であることを十分考慮することが必要である。

4. 人物の肌にみられる白色について

既報⁴⁾において、徳川美術館に所蔵される絵15面を測定した結果、人物の顔や肌の白色を表現するために少なくとも4種類の材料が存在していることを報告した。今回、これに五島美術館に所蔵される絵4面の測定結果を追加し、絵19面全面の調査を行うことができた。その結果、人物の肌を表現するために用いられている白色の材料は既報で述べた次の4種類に分類できることがわかった。

(1) Pbを主成分とする白色

人物の顔や肌を表現するために、最も多用されている材料である。多くの場面の多くの登場人物から見出された。従来から良く知られている鉛白 ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) などPbを主元素として含む顔料であることが推測される。この材料が見出された箇所の多くからは、微量のHgが検出された。

(2) Caを主成分とする白色

徳川美術館所蔵の<早蕨>の場面の「赤衣女房の顔」および「弁尼の目尻」の2箇所だけで見出された。他の場面では一切見られなかった。従来から良く知られている胡粉 (CaCO_3) などCaを主元素として含む顔料であることが推測される。

(3) Hgが大量に検出される白色

徳川美術館所蔵の<橋姫>および五島美術館所蔵の<夕霧>の2場面だけで見出された。両場面とも登場人物すべてで見られるわけではなく、<橋姫>では「大君の顔、手」、「中君の顔」、「薫の顔」から、<夕霧>では「夕霧の顔」、「雲井雁の顔」から見出されただけである。

(4) 主成分元素が検出されない白色

見出された場面は決して多くはないが、いくつかの場面の登場人物に見られる。徳川美術館所蔵の<蓬生>の場面の「老女の顔、手」、<宿木(二)>の場面の「匂宮の顔」、「六宮の顔」、「左下女房の顔」、<東屋(二)>の場面の「弁尼の顔」、それに五島美術館所蔵の<鈴虫(二)>の場面が登場する6人の「男性の顔」すべてから見出された。これら以外

の場面では見られなかった。用いられている材料として、いくつかの可能性を考えることができる。前述した白土もその一つである。

現存する 19 面の絵の中に登場する人物の多くは、上記 (1) の Pb を主成分とする白色によって描かれている。そこで、絵 19 面の各場面ごとに、測定を行った人物の顔や肌の Pb-L β 強度および Hg-L β /Pb-L β の強度比を調べた結果を図 2 に示す。Ca あるいは Hg が大量に検出された箇所については、それぞれの蛍光 X 線強度を図中に併記した。ここに示した値は、測定結果をそのまま記したものであり、一切の補正を行っていない。測定箇所については、亀裂や剥落が極力見られない箇所を選定したが、本紙や台紙のたわみによる測定距離の相違を避けることはできず、X 線強度の変化を除去することはできなかった。このため、異なる測定箇所のデータを比較する際にはこの点に十分注意しなければならない。

図 2 に示した結果について、場面ごとの特徴的な点についてのみコメントする。

<蓬生>：「源氏の頬」で Hg/Pb が比較的高い値を示している。一方、「惟光の顔」からは Hg がほとんど検出されなかった。「老女の顔、手」からは主元素が検出されておらず、この場面だけで 3 種類の材料が用いられている可能性がある。

<関屋>：Pb がほとんど検出されていないが、剥落によるためと考えられる。

<柏木 (一), (二)>：多くの箇所で Pb-L β < 50cps である。しかも、その多くは Hg/Pb の値が小さい。

<柏木 (三), 横笛, 宿木 (一)>：Pb-L β > 100cps であり、Hg/Pb > 0.14 と大きい。しかも、それらの値がほぼ一定している。

<鈴虫 (一), 御法, 竹河 (二), 宿木 (三)>：各場面で Hg/Pb の値が比較的安定している。

<鈴虫 (二)>：Pb および他の主元素がほとんど検出されていない。

<橋姫>：「薫の顔」は Hg/Pb > 2 であるが、「薫の手」は Hg/Pb = 0.22 である。異なる材料が使われている可能性がある。

<早蕨>：「赤衣女房の顔」からは Ca が検出されたが、「赤衣女房の手」は Pb が主元素である。

<宿木 (二)>：「右上女房の額」「匂宮の頬」について、Hg/Pb 値をプロットしていない。これは、Pb、Hg がほとんど検出されていないためである。

また、図 2 に示したすべての測定結果について、Pb-L β と Hg-L β 強度の関係を図 3 に示した。全体的な傾向として、Pb-L β の強度が大きくなると Hg-L β 強度も増加していることがわかる。このことは、Pb と Hg の存在比が比較的一定の範囲内で使用されていることを意味しているのかもしれない。Pb と Hg がどんな材料に由来しているのかは推測の域を出ないが、仮にこれらを主元素として含む顔料が混ぜられて使用されていたとすると、塗りの厚さの違いや剥落などによって Pb 強度が変化したとき、Hg 強度もほぼ同じ変化をすることになり、図 3 に見られるような右肩上がりの傾向を示す。

右肩上がりの傾向を示すプロットのばらつきの下限と上限付近に直線を引いてみると、図 3 に示したように、それぞれ Hg/Pb = 0.101 と Hg/Pb = 0.218 となる。鉛白 (2PbCO₃・Pb(OH)₂) と辰砂 (HgS) をほぼ 9 : 1 の割合で混合した試料 (日本画家の林功先生作成) を測定したとき、Hg/Pb = 0.159 という値を示し (図中の◇)、両直線のほぼ中央に位置する形となった。仮に、Pb と Hg がそれぞれ鉛白と辰砂に由来するものであり、両者が混ぜられて使用されていたと考え、これらが約 9 : 1 前後の混合比で使用されていたことが予想される。

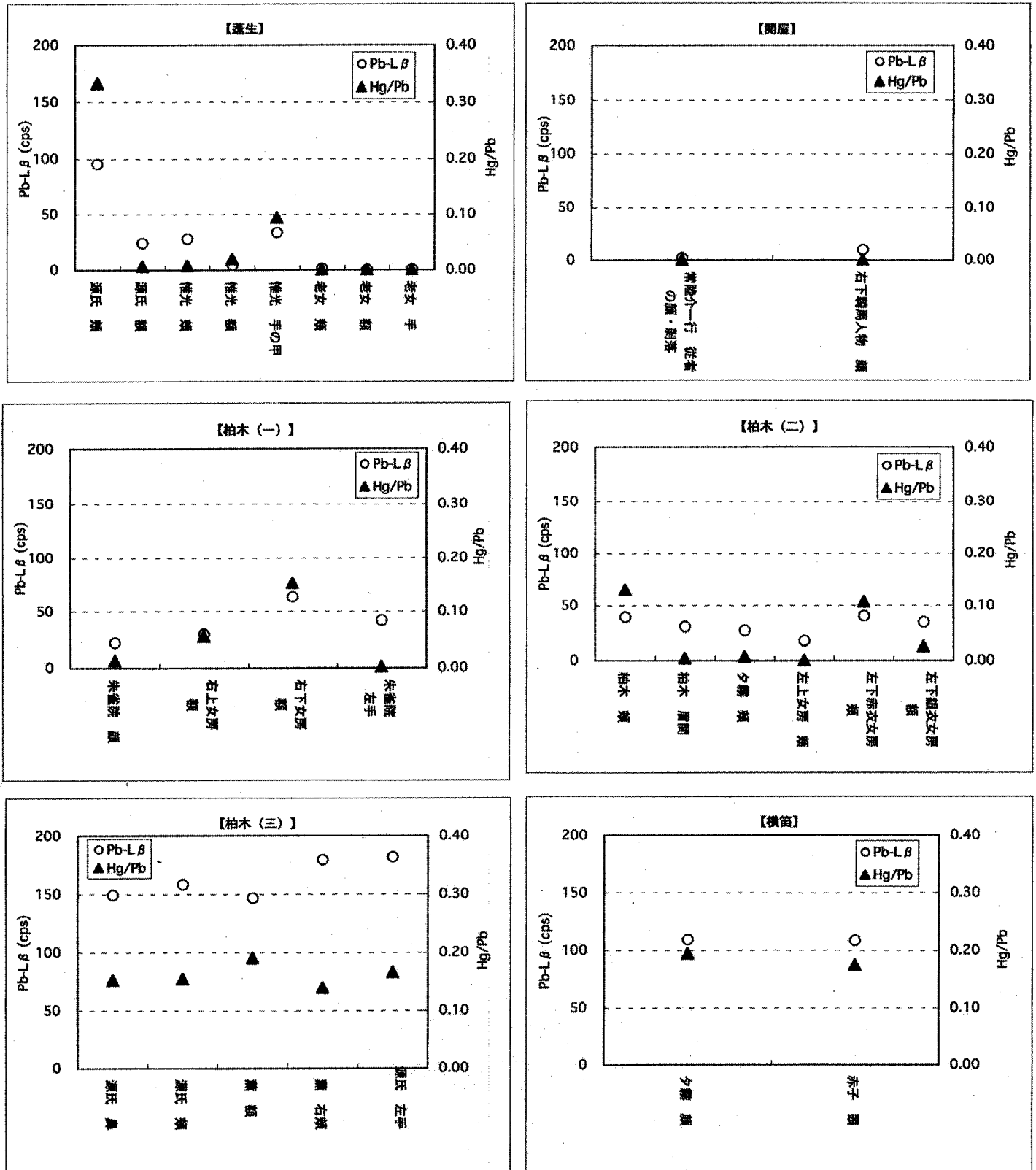


図2-1 国宝源氏物語絵巻各場面から得られた蛍光X線分析結果

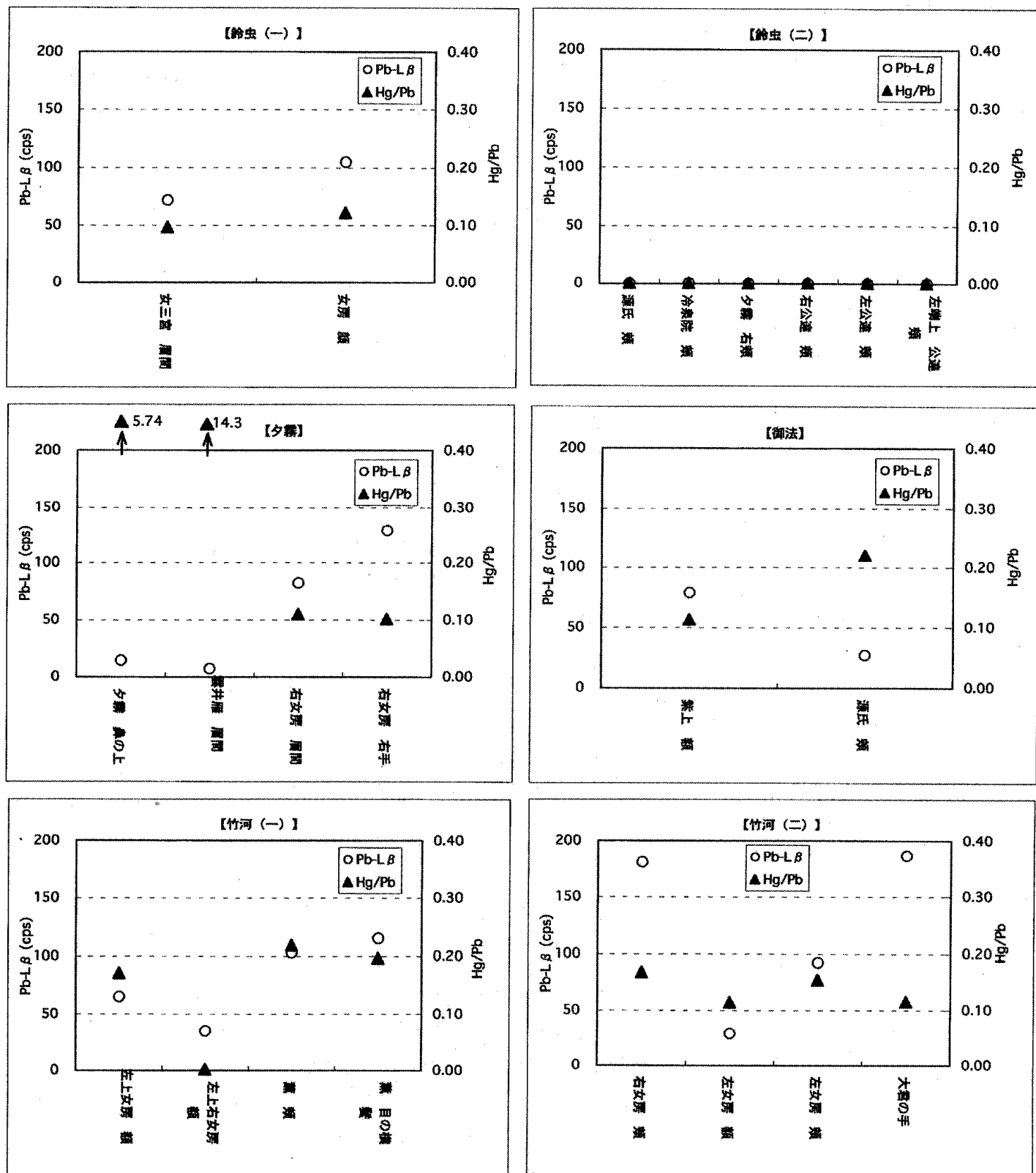


図2-2 国宝源氏物語絵巻各場面から得られた蛍光X線分析結果

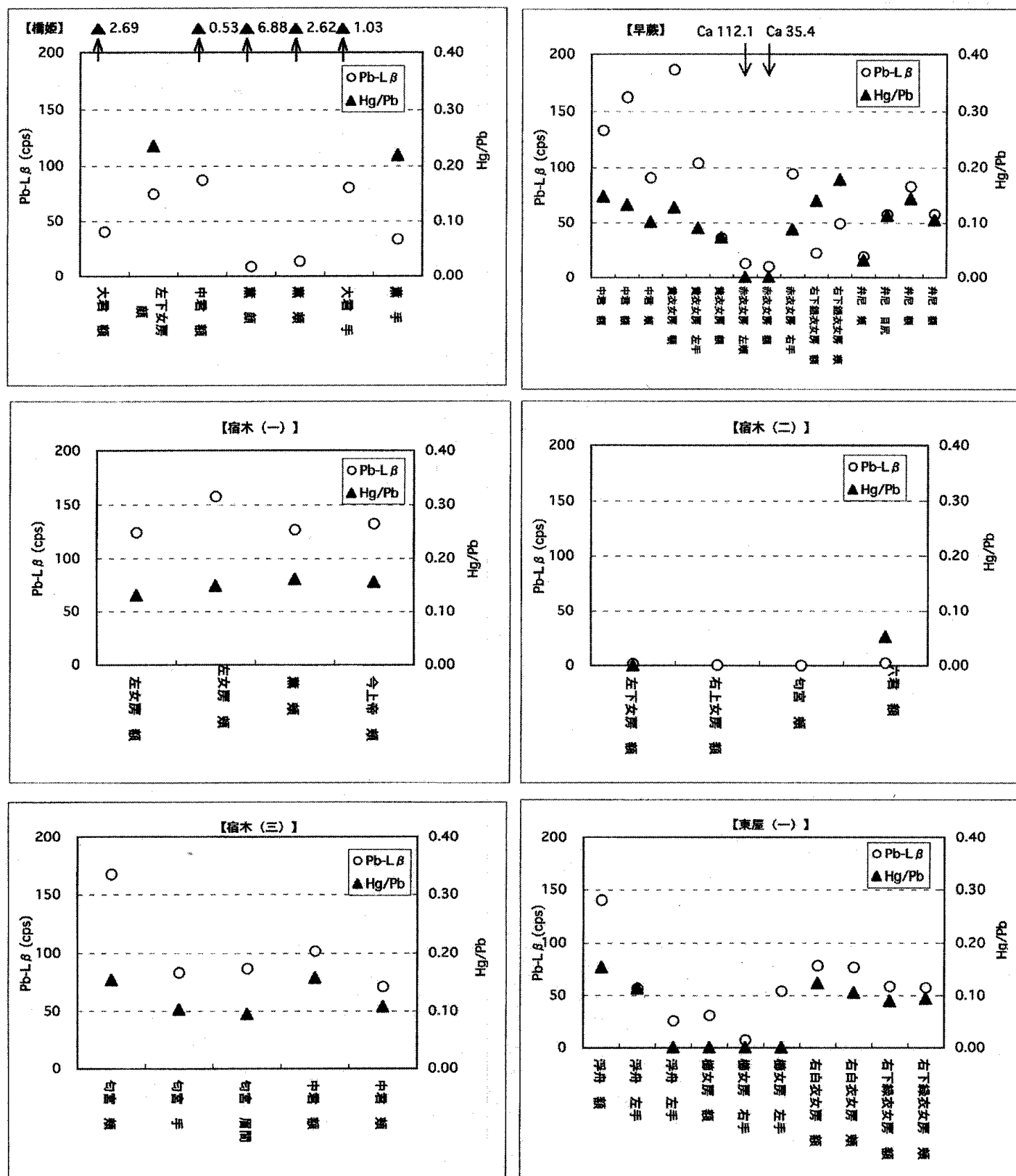


図 2-3 国宝源氏物語絵巻各場面から得られた蛍光X線分析結果

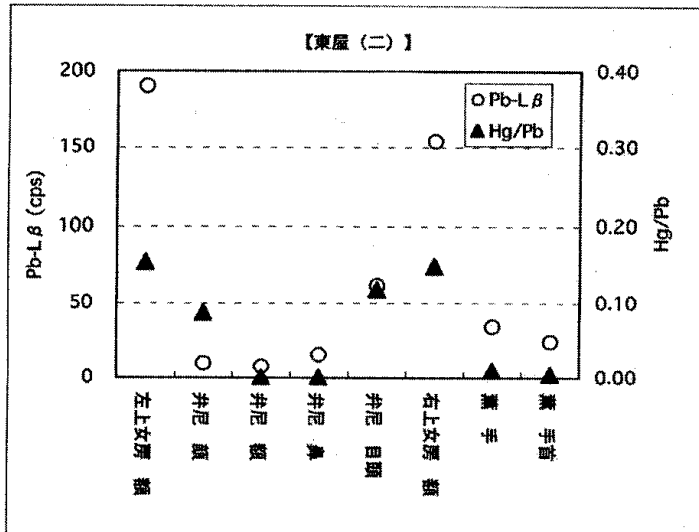


図2-4 国宝源氏物語絵巻各場面から得られた蛍光X線分析結果

しかし、これらのデータには、下地の影響がどの程度反映されているのかが不明であり、さらに複数の材料が混ぜられて使用されたという確証もない。このため、ここに示した考察はいくつか考えられる可能性の中の一つに過ぎない。

また、これらの右肩上がりの傾向からはずれ、図3の左上方に見られるプロットは、上記の4種類の白色分類の中の(3) Hgが大量に検出される白色の箇所である。これらのプロットには測定箇所を併記した。Pbを主成分とする白色とは明らかに異

なる傾向を示しており、異なった材料であることが推測される。

Hgを主成分とする彩色材料としては、赤色の辰砂(HgS)がよく知られているが、これを用いたのでは現在見られる白色を描き出すのは不可能と考えられる。これまでに様々な資料や文献の調査を行ったところ、製造が比較的容易な水銀化合物の中に、塩化第一水銀(Hg_2Cl_2)という白色物質が存在し、奈良時代にはその製法が中国から伝わり、江戸時代頃までは「白きわ」という顔の生え際を美しく見せるための化粧用具として用いられていたことがわかってきた。ただし、この物質は光により容易に黒変してしまう欠点がある。現時点において、〈橋姫〉および〈夕霧〉の場面で見出された白色部分にどのような材料が用いられているのかはわからないが、可能性の一つとして Hg_2Cl_2 を考えることもできそうである。

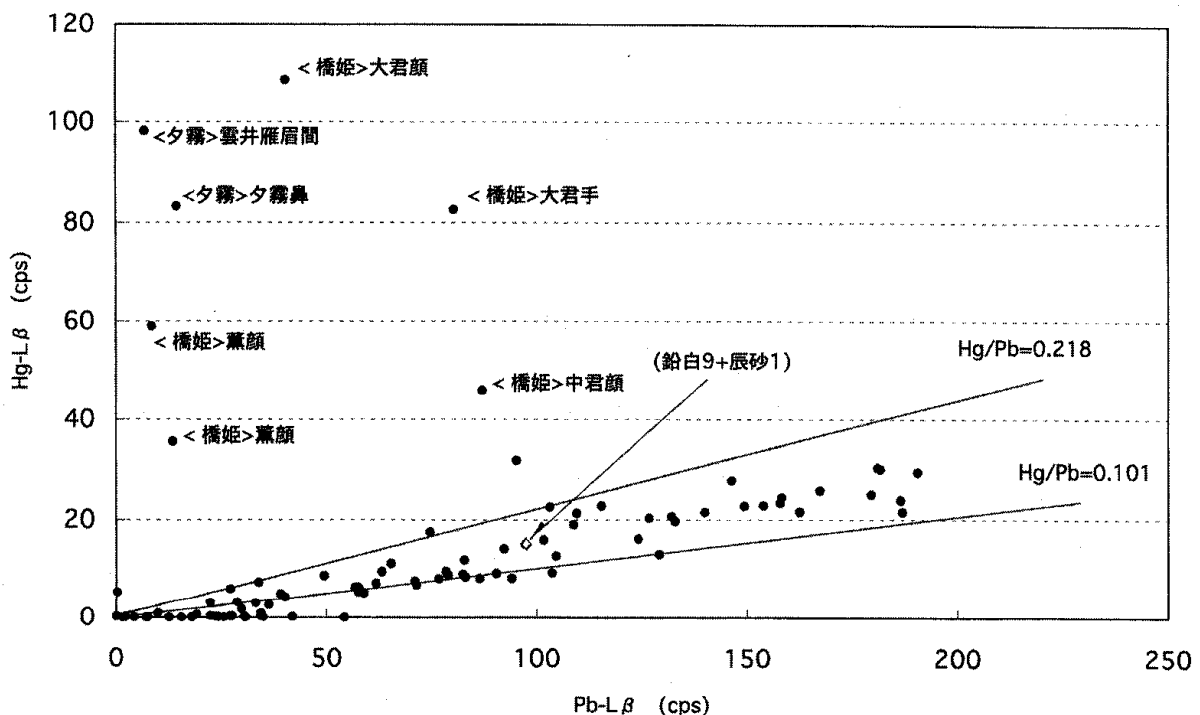


図3 国宝源氏物語絵巻の人物の顔・肌部分の測定から得られたPb-Hg強度の関係

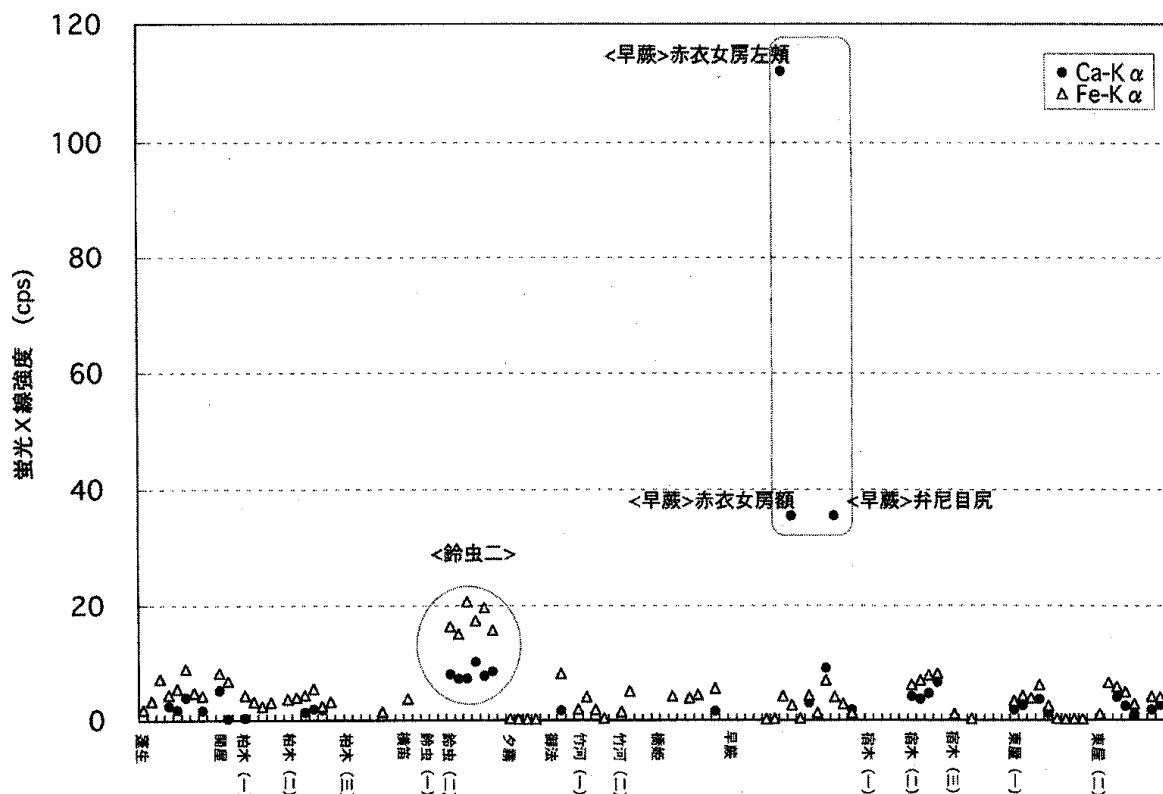


図4 国宝源氏物語絵巻の人物の顔・肌部分のCa, Fe強度

さらに、図2、図3には現れてこない傾向を抽出するために、図2に示したすべての測定箇所についてCa-K α とFe-K α 強度を調べた結果を図4に示す。＜早蕨＞の場面に見られる、上記の白色分類の(2)Caを主成分とする白色の箇所のCa-K α 強度が特異的にプロットされている様子がよくわかる。また、Fe-K α 強度については、＜鈴虫(二)＞の場面のみが他の場面に比べて明らかに大きい値を示している。＜鈴虫(二)＞の場面に見られたのは、上記の白色分類の(4)主成分元素が検出されない白色であり、＜蓬生＞、＜宿木(二)＞、＜東屋(二)＞の場面でも同様の白色が見出されている。これらの箇所のほとんどからは、わずかではあるがFe-K α が検出されている。このFeがどのような形で用いられているかは今のところわからないが、図4の結果はこれらの場面の中で＜鈴虫(二)＞に用いられている材料が他の場面とは異なっている可能性があることを示唆している。

5. 特徴的な緑色について

次に、緑色部分の測定結果について、特徴的なデータを示す。源氏物語絵巻の中で緑色は畳、御簾、装束、草、透垣などに用いられている。また、その色使いも薄緑色から濃緑色まで用途によって幅広く使い分けられている。今回の調査では、緑色部分については白色部分ほど詳細な調査を実施することはできなかったが、これまで知られていなかった新たな知見を見出すことができた。

すなわち、＜宿木(三)＞の場面に描かれた薄緑色の御簾の部分から銅(Cu)とともに亜鉛(Zn)を検出したことである。これに隣接して描かれている濃緑色の帽額の部分からはZnは検出されなかった。それぞれの測定箇所を図5に、また両部分から得られた蛍光X線スペクトルを図6に示す。濃緑色で描かれた帽額部分の測定ではCuが非常に大きく検出されている。これに対し、薄緑色の御簾の部分ではCuが比較的大きく検出されるとともに、少量のZnが検出さ

薄緑色 (巻上御簾)

濃緑色
(帽額)

図5 蛍光X線による測定箇所 (宿木 (三) 部分)

れている。これらの元素以外には、両部分から微量のFeおよびPbが検出されただけである。

源氏物語絵巻の中にはこれとほぼ同じ表現、色使いがされている場面がある。＜柏木(二)＞、＜横笛＞、＜竹河(一)＞、＜竹河(二)＞、＜東屋(一)＞において、薄緑色の御簾と濃緑色の帽額の組み合わせが見られる。残念

ながら、これまでの調査ではこれらすべてを測定することはできず、＜竹河(二)＞、＜東屋(一)＞の2面だけの測定にとどまった。しかし、この両面では薄緑色、濃緑色部分ともにZnはまったく検出されなかった。これまでの調査の中でZnを検出したのは、上記の＜宿木(三)＞に描かれた薄緑色の御簾の部分、ただ一箇所である。

緑色の彩色材料として、これまで最も広く用いられてきたのは緑青($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$)である。緑青は、その粒度を変えたり、熱処理を加えるだけで薄緑色から濃緑色までを自在に表現することができ、薄緑色は緑青の粉末を細かくした白緑、濃緑色は粒度の粗い緑青、あるいは緑青を焼いた焼緑青により彩色されることが多かった。緑青を今回の条件で測定したとき、検出できる元素はCuだけである。このことから考えると、図6に示した濃緑色の帽額部分は緑青が用いられている可能性が高い。

一方、Znを含む彩色材料として現在最もよく知られているのは、白色の亜鉛白(ZnO)であろう。Znを含む緑色の材料も存在している。亜鉛緑(ZnCrO_4 と KFe(FeCN)_6 との混合物)あるいはコバルト緑($\text{ZnO} \cdot \text{CoO}$)などが知られている。しかし、これらはいずれも18世紀以降に利用されはじめたものであり、源氏物語絵巻が描かれたとされる12世紀には存在していない彩色材料である。

現在のところ、CuとZnを構成元素として含む緑色の材料はほとんど知られていない。

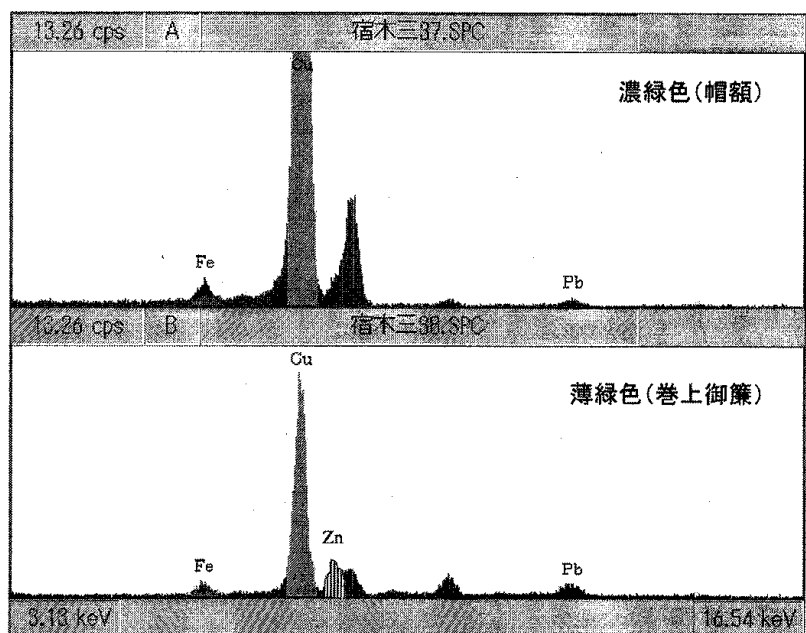


図6 宿木(三)に描かれた2種類の緑色部分から得られた蛍光X線スペクトル

さらに、12世紀あるいはそれ以前に、Znを含む彩色材料が用いられたという記録もほとんど見出すことはできない。＜宿木（三）＞から見出されたZnがどんな化合物で何色を呈するのかは非常に興味のあるところであるが、これ以上の考察はさらなる調査を待たざるを得ない。

ただし、ポータブル蛍光X線分析装置を用いた様々な彩色文化財の調査の中で、緑色の彩色部分からZnを検出した例がある。大倉文化財団（東京）所蔵の国宝普賢菩薩騎象像³⁾および称名寺（神奈川）所蔵の重要文化財弥勒菩薩立像²⁾である。造立は前者が12世紀、後者は13世紀と考えられている。称名寺の弥勒菩薩立像では蓮弁の緑色部分から大量のCuとともに少量のZnおよびAsが検出された。Asが検出されていることから緑色の顔料として知られている花緑青($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$)が使われていることも考えられるが、Znの由来が不明である。ただし、花緑青は19世紀に入って製造が開始された顔料である。一方、大倉文化財団の普賢菩薩騎象像では、＜宿木（三）＞から見出されたZnを含む測定結果とほぼ同じ結果が得られた。蓮弁の緑色部分からCuが比較的多く検出されるとともに、少量のZnが検出された。

源氏物語絵巻と普賢菩薩騎象像は絵画と彫刻という違いはあるにしろ、ともに12世紀の製作とされ、しかも両者とも国宝に指定されている作品である。12世紀を代表する両作品からZnが検出される緑色という、これまで知られていない彩色材料が見出されたという事実をどう解釈するか、今後さらなる調査とともに、詳細な検討が必要とされる測定結果である。

6. ま と め

東京文化財研究所では1999年度から徳川美術館、五島美術館と共同で国宝源氏物語絵巻に関する調査・研究に取り組んできた。本報告では、この調査の中から、ポータブル蛍光X線分析装置を用いた彩色材料の分析について、その調査結果の一部を報告した。ポータブル蛍光X線分析装置による調査は、現存している絵19面および詞4面に対して700ポイント近くの測定が行われ、彩色材料に関する膨大なデータを得るに至った。本報告ではその中から、人物の肌部分の白色に関する測定結果をまとめて報告するとともに、緑色部分の測定から得られた特徴的な結果について報告した。

人物の肌を表現するために、次の4種類の白色材料が存在していることがわかった。

- (1) Pbを主成分とする白色材料
- (2) Caを主成分とする白色材料
- (3) Hgが大量に検出される白色材料
- (4) 今回の測定条件では主成分元素を検出することができない白色材料

また、緑色部分に関する測定結果としては、＜宿木（三）＞の場面で薄緑色に色づけされている御簾部分からCuとともにZnを検出し、これまで考えられていた彩色材料とは異なる材料が用いられている可能性を見出すことができた。

本報告で示した以外の全測定結果については、別の機会に改めて報告する予定である。

参考文献

- 1) 早川泰弘：携帯型蛍光X線分析装置，ぶんせき，11，593-598（2001）
- 2) 早川泰弘，三浦定俊，津田徹英：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，保存科学，40，75-83（2001）
- 3) 早川泰弘：大倉文化財団普賢菩薩騎象像の表面彩色の蛍光X線分析，MUSEUM 東京国立博物館研究誌，574，32-36（2001）
- 4) 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，39，1-14（2000）

キーワード：源氏物語絵巻 (scroll paintings of the Tale of Genji)；蛍光X線分析 (X-ray fluorescence spectrometry)；顔料 (pigment)；その場分析 (*in situ* analysis)

Analysis of the Painting Materials Used in the "Scroll Paintings of the Tale of Genji", National Treasure

Yasuhiro HAYAKAWA, Sadatoshi MIURA,
Hideki YOTSUTSUJI*¹, Yoshitaka TOKUGAWA*¹ and Akira NAGOYA*²

The National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo, The Tokugawa Art Museum and The Gotoh Museum have cooperatively investigated painting materials and drawing techniques of the "Scroll Paintings of the Tale of Genji" by using various spectroscopic methods for over 2 years. In this paper, some of the analytical results of painting materials using a portable X-ray fluorescence spectrometer are presented. Approximately 700 points, ϕ 2mm per point, in the existing 19 illustrated sheets and 4 written sheets were measured.

As a result of analyzing the data obtained from human face and skin drawn in white color, 4 kinds of materials were found as below.

(1) Pb as major component and a trace of Hg :

many human faces in many illustrated sheets

(2) Ca as major component:

only 2 persons drawn in the scene of Sawarabi

(3) much more Hg detected than Pb:

only in 2 scenes of Hashihime and Yugiri

(4) major component not detected under present measuring conditions:

some persons drawn in 4 scenes of Yomogiu, Yadorigi-2, Azumaya-2 and Suzumushi-2

Interesting data were also obtained from measuring green-colored parts drawn in the scene of Yadorigi-3. From the parts colored in dark green, Cu was detected only as the major component. On the other hand, a small amount of Zn, together with Cu as the major component, was detected from the light green part drawn in the neighborhood of the dark green part.

Other data obtained from X-ray fluorescence spectrometry will be published in the near future.

*¹ The Tokugawa Art Museum, *² The Gotoh Museum