

平成21年 6月 1日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18320038

研究課題名（和文） 日本古代中世金銅仏の荘嚴に関する調査研究

研究課題名（英文） Research on gilding techniques of Japanese bronze Buddhist images from the 7th century to the 16th century

研究代表者

津田 徹英（TSUDA TETSUEI）

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・企画情報部・文化財アーカイブズ研究室長

研究者番号：00321555

研究成果の概要：この研究では日本の古代から中世にかけて鑄造された金銅仏を中心とする鑄造作例がそれぞれどのような表面仕上げを行っているかを、尊種の相違にも配慮しつつ、光学的・科学的手法によって解明することを目的とした。具体的には、現地に出向いて、ポータブル蛍光X線装置を用いて作例の非破壊分析を行い、データを蓄積することにつとめた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,200,000	0	2,200,000
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	6,200,000	1,200,000	7,400,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：哲学・美学美術史

キーワード：金銅仏、金色表現、表面仕上げ、非破壊分析、

1. 研究開始当初の背景

金銅仏の研究は表面観察を専らとして、作風や鑄造技法の美術史的考察を行って編年的にこれを並べながら史的展開を明らかにすることを主眼としてきた。その際、直接確認できない像内の様子をγ線やX線の照射といった科学的手法を援用して鑄造技法の解明に役立ててきた。ただし、それは人文的研究を科学的根拠によって客観視することが第一の目的であった。さて、研究代表者はこれまでも何件かの金銅仏調査を行ってきたが、その際、文化財の非破壊分析装置として著しく成果をあげてきているポータブル蛍光X線装置を用いた調査を並行して行ってき

た。これは金銅仏の組成解明を目的としたものであったが、分析の過程において、肉眼では、これまで感覚的に判断してきた「鍍金」等の表面加飾の有無がはっきりと元素表示によってわかるとともに、これまでの肉眼で「鍍金」かそうでないか判断してきたことに限界があることが痛感された。そこで本研究ではこの非破壊分析装置であるポータブル蛍光X線装置を用いて表面荘嚴の多様性をさぐることを調査研究のテーマとして掲げるに至った。

2. 研究の目的

日本の古代・中世の金銅仏を中心とする鑄

造による作例がどのような表面荘厳（表面仕上げ）を行っているかについて、光学的・科学的手法によって調査を行い、客観的な基礎データの収集・蓄積をはかることを本研究の第一の目的とした。なお、作品選定にあたっては、時代や尊種・地域的な相違などが、表面厳飾とどのように関わってくるかということにも配慮した。

3. 研究の方法

本研究では作例に対して光学的・科学的手法による調査を行うことになるが、その際、作品の変質・損傷が起きないことが調査の大前提・鉄則である。そこで非破壊分析による文化財調査において、これまでの経験・実績があり、安全性においても信頼を寄せることのできるポータブル蛍光X線非破壊分析装置を用い、その場で解析し、データ収集を行なった。あわせて、上記の調査を最優先させつつ、時間の許す限り作品のデジタル画像撮影を行い、画像資料の蓄積にもつとめた。

4. 研究成果

本研究において調査を行った作品は以下の13件22点の作例である。

1) 香川・善通寺金銅錫杖頭（国宝）



総高 27.0 cm、輪径 13.6 cm
時代：唐代（または統一新羅時代）
構造：総体铸造

2) 同・金銅五鈷杵



全長：19.5 cm
時代：鎌倉時代(13世紀)
構造：一鑄

3) 香川・法蓮寺銅造毘沙門天像



像高 25.8 cm
時代：鎌倉時代（13世紀）
構造：頭体幹部を両肩口・両足柄を含んで一鑄。両腕は別鑄し両肩口で蟻柄差しとする。
像内に中型土残存。

4) 香川・六万寺銅造小仏像群(10件)

(1) 如来立像



像高 6.7 cm
時代：統一新羅時代
構造：台座のすべてを含んで銅造一鑄。蠟型に拠るか。後頭部と体部を別々に窪ませる。

(2) 如来立像



像高 9.6 cm
時代：三国時代
構造：後頭部の柄（現状欠失）を含む台座までを一鑄。蠟型に拠るか。

(3) 如来立像



像高 9.3 cm
時代：飛鳥時代（または三国時代）
構造：後頭部の柄・両手先を含み一鑄。両足首以下を欠失。
蠟型に拠るか。

(4) 薬師如来坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
構造：両手先・台座（仰蓮）を含み頭体側の半ばまでを一鑄。

(5) 薬師如来坐像（懸仏残欠）



時代：鎌倉時代
構造：台座（仰蓮）を含み頭体側面半までを一鑄。両手首は別鑄差し込み。

(6) 十一面観音菩薩坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
造：両手先・台座（仰蓮）を含み頭体側の半ばまでを一鑄。

(7) 十一面観音菩薩坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
構造：両手先・台座（仰蓮）を含み頭体側の半ばまでを一鑄。

(8) 十一面観音菩薩坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
構造：両手先・台座（仰蓮）を含み頭体側の半ばまでを一鑄。

(9) 薬師如来坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
構造：両手先・持物・台座（仰蓮）を含み、頭体側の半ばまでを一鑄。

(10) 如来坐像（懸仏残欠）



時代：室町時代
構造：両手先・台座（仰蓮）を含み頭体側の半ばまでを一鑄。

5) 香川県教育委員会銅造誕生釈迦仏像



像高 10.1 cm
時代：白鳳時代
構造：両手先を含んで頭頂から台座仰蓮下の柄までを一鑄。現状、右腕の肘より先を欠失。
備考：昭和39年坂田廃寺（高松市春日町）より出土。

6) 東京・個人蔵銅造菩薩立像



像高 15.4 cm 時代：白鳳時代(7世紀)
構造：三山冠、両手先、持物を含み一鑄。現状、仰蓮下の柄を欠き、仰蓮底面中央に円孔を穿つ。

7) 滋賀・西照寺銅造地藏菩薩立像



像高 3.7 cm、全高 4.3 cm

時代：鎌倉時代（13 世紀）

構造：頭頂より像底までを両手先を含み無垢の一鑄。像底に別鑄の円盤形の台座（底面のほぼ中央に鋳状のホ）を一鑄で作ります。

備考：埼玉・地福寺銅造地藏菩薩像と同一の木型に拠ったか、これを踏み返したか。

8) 神奈川・宝金剛寺銅造大日如来坐像（重文）



像高 38.4 cm

時代：平安時代（12 世紀末）

構造：頭頂から両肩口を含んで像底まで一鑄。像内に中型土が残存。両腕は前後合わせ型別鑄。作りだした蟻ホで肩口に接合。

9) 同・銅造如意輪観音坐像



総高 8.5 cm、像高 5.1 cm

時代：平安時代（10 世紀末）

構造：頭頂から台座地付までを一鑄。

備考：地藏菩薩立像（10 世紀）の光背に取付る。

10) 同・銅造十一面観音像懸仏



径 30.2 cm、十一面観音像高 15.3 cm

時代：鎌倉時代（13 世紀末）

構造：像、環を含んで一鑄。

備考：同寺稻荷社御正体

11) 栃木・輪王寺銅造男神坐像



像高 20.4 cm 全高 25.5 cm

時代：嘉元 3 年銘（1305）

構造：冠の頂より像の地付までを両手先を含んで一鑄。像内に中型土を残す。笏と纓は別鑄。

12) 同・銅造女神踏下像



像高 20.9 cm

時代：嘉元 3 年銘（1305）

構造：冠の頂より踏み下げた左沓裏までを一鑄。別鑄した両手先を鑄包める。像内には中型を残す。持物の団扇は柄とともに別に銅板を切り抜く。

13) 同・鑄銅半肉千手観音坐像（重文）



全高 33.2cm、像高 23.9 cm

時代：平安時代（11 世紀初）

構造：像底のホまでを含み一鑄。銅湯のまわらなかつたところに鑄掛けを施す。

以下は、ポータブル蛍光 X 線分析装置を用いた分析結果である。それぞれの作例に付した番号は上記の作例番号に照応する。本分析は早川泰弘（独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・保存修復科学センター・分析化学研究室長）が担当し行った。

【分析装置・条件】

装置：ポータブル蛍光 X 線分析装置

SEA200（セイコーインスツルメンツ）

X 線管球：Rh（ロジウム）

管電圧・管電流：50kV・100 μA

X 線照射径：φ 2mm

測定雰囲気：大気

装置ヘッド～資料間距離：5-10mm

【分析結果】

・今回の測定結果に関しては、下記の事項を十分考慮した上で、測定結果の解釈が必要である。

(1) 今回の測定では有機物（主元素 C、N、O、H）や染料などの検出は行えない。無機物であっても、軽元素（たとえば Al、Si、S、Cl など）の検出は行えない。

(2) 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である。（金属の場合：数 10 μm 程度）

(3) 単一部分の測定結果からだけでは、複数の元素が混成されているのか、それらが層状に存在しているのかの判断はできない。

1) 香川・善通寺 金銅錫杖頭

測定箇所：15 箇所（宝珠火焰部、宝珠本体、宝珠台座下の珠、仏坐像顔部、同光背、同左脇侍菩薩胸部、仏台座を支える水瓶、仏立像顔部、同右脇侍天部形像、瓢型輪部、左右ともに内と外の遊環の四か所、柄部）

・すべての箇所から Au、Hg が検出され、アマルガム鍍金が施されていると考えられる。地金が Cu(-Zn)-Sn-Pb 合金、その上層に

Au-Hg が存在すると仮定して、薄膜ファンダメンタルパラメーター法により、地金の化学組成及び表面の鍍金層の厚みを計算した。多くの箇所から Fe が検出されたが、煤、塵埃などに由来するものが多いと考え組織計算の際には除外した。

・分析の結果、錫杖頭には 2 種類の材料が使われていると考えられる。一つは錫杖頭全体に使われている青銅（Cu-Sn-Pb 合金）で、化学組成は Cu94%-Sn4%-Pb2% 程度である。もうひとつは遊環部のみに使われている真鍮（Cu-Zn 合金）に少量の Sn、Pb

を含む材料で、化学組成 Cu89%-Zn7%-Sn2%-Pb2% 程度である。

- 青銅部分の材料について、仏坐像の顔部と光背だけが他の部分よりやや高い Cu 含有率の高い材料が使われている可能性があるが、背面(仏立像)の結果を考慮すると、他と有意な差があるとは断定できない。
- 表面の鍍金層の厚みについては、剝離の程度によって値が大きくばらついたが、錫杖頭全体に使われている青銅部分で最大 6 μ m 程度であると計算された。鍍金の厚みとしては非常に厚く、アマルガム鍍金を示唆するものである(箔鍍金ではない)。また、真鍮が使われているリング状部分についても鍍金厚みは大きくばらついたが、最大厚 5 μ m 程度を示す部分もあり、青銅部分とほぼ同様の厚みの鍍金が施されていたことを示す結果が得られた。

2) 香川・善通寺 金銅五鈷杵

測定箇所：2箇所(金の剝離した握部、五鈷突起のうちもっとも金の残りのよいまん中の付け根部)

- 両部分の地金の科学組成はほぼ一致し、Cu96%-Sn3%-Pb2% 程度の青銅である。Hg は検出されておらず、アマルガム鍍金かどうかの判断はできない。表面の Au の厚みは金色部であっても 0.1 μ m 程度と非常に薄いものである。金剝落部からは Au は検出されなかった。

3) 香川・法蓮寺 銅造毘沙門天立像

測定箇所：5箇所(領布の背中金色部、左頬、右腰部、方座右後方側面・後頭部)

- すべての箇所から Au、Hg が検出され、アマルガム鍍金が施されていると考えられる。地金が Cu-Sn-Pb 合金、その上層に Au-Hg が存在すると仮定して、薄膜ファンダメンタルパラメーター法により、地金の科学組成及び表面の鍍金層の厚みを計算した。すべての測定箇所から Fe が検出されたが、煤、塵埃などに由来するものが多いと考え組織計算の際には除外した。
- 後頭部の髪以外の科学組成はほぼ一致し、Cu89%-Sn5%-Pb6% 程度の青銅である。方座についても像本体とほぼ同じ組成値が得られた。表面層の鍍金の厚みは測定箇所によって差が見られたが、最大で 2 μ m の厚みが得られた箇所がある。
- 後頭部の頭髮については、他の 4箇所と大きく異なる組成値となった。Pb が非常に高く検出され、地金とともに Pb 系顔料などが存在している可能性があるため、その組成値はそれらを含んだ平均的な値であると考えなければならない。

4) 香川・六万寺 銅造小仏像群(10件)

(1) 如来立像

測定箇所：3箇所(面部額、胸部、背面の台座框部)

- 科学組成は地金が Cu96%-Sn3%-Pb1% 合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で 0.2 μ m。

(2) 如来立像

測定箇所：3箇所(面部額、胸部、正面の台座反花部)

- 科学組成は地金が Cu99%-Sn0.1%-As1% 合金。鍍金層の厚みは最大で 0.6 μ m。

(3) 如来立像

測定箇所：4箇所(面部左頬、正面大衣の膝部中央、背面の襟部、右袖後方)

- 科学組成は地金が Cu94%-Sn3%-Pb3% 合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で 0.3 μ m。

(4) 薬師如来坐像(懸仏残欠)

測定箇所：3箇所(面部右頬下、右肩先、仰蓮底面)

- 科学組成は地金が Cu90%-Zn4%-Sn4%-Pb2% 合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(5) 薬師如来坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(面部左頬下)

- 科学組成は地金が Cu89%-Sn4%-Pb7% 合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(6) 十一面観音菩薩坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(右肘上)

- 科学組成は地金が Cu 99%-Sn0.1%-Pb0.2% となり、純銅に近い材料。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(7) 十一面観音菩薩坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(面部正面)

- 科学組成は地金が Cu25%-Sn11%-Pb64% となるが材料は不明。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(8) 十一面観音菩薩坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(仰蓮正面)

- 科学組成は Cu 99% の純銅に近い材料。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(9) 薬師如来坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(左胸部)

- 科学組成は地金が Cu 99%-Sn0.1%-Pb0.6% の純銅に近い材料。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

(10) 如来坐像(懸仏残欠)

測定箇所：1箇所(右頬部)

- 科学組成は地金が Cu95%-Sn0.1%-Pb5% 合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で 0.1 μ m。

- 5) 香川県教育委員会 銅造誕生釈迦仏像
測定箇所：3箇所(頭部額、胸部中央、仰蓮正面)
・科学組成は地金がCu84%-Sn8%-Pb8%の合金(青銅)。鍍金層の厚みは最大で5 μ m。
- 6) 東京・個人蔵 銅造菩薩立像
測定箇所：7か所(右耳上の飾り、右耳、右頬、右肘に懸かる天衣、右天衣の垂下部先端、像底、髷の中)
・検出された元素はCu、Sn、Pb、Au、Hgの5元素である。地金がCu-Sn-Pb合金、その上層にAu-Hgからなる鍍金層が存在していると考えられる。
・地金の組成は測定した7箇所できく一致し、その平均値は、Cu98.7%-Sn0.7%-Pb0.6%であった。
・AuやHgは検出されている箇所と、されていない箇所があるが、最大で1.5 μ m程度の厚みが得られている。Hgが同時に検出されていることから、アマルガム鍍金であると考えられる。
- 7) 滋賀・西照寺 銅造地藏菩薩立像
測定箇所：5箇所(眉間、膝部中央に懸かる大衣、右手、背面裙中央、髷部)
・検出された元素はCu、Sn、Pb、Feの4元素である。地金はCu-Sn-Pb合金でFeは表面に付着していた塵埃や土壌成分に由来しているものと考えられる。
・地金の組成は測定した5箇所できく一致し、その平均値はCu90.1%-Sn3.4%-Pb6.4%であった。
・AuやHgは検出されず、鍍金は存在していないと考えられる。
- 8) 神奈川・宝金剛寺 銅造大日如来坐像
測定箇所：12箇所(髻正面、眉間、鼻先、左腕接合部、背面焼き肌部、同地金部、背中の条帛、左腕接合部端部、背面裙折り返し部左寄り、右大腿外側の鑄掛部、左手人差指、右上膊半ば外側)
・検出された元素はCa、Fe、Cu、Sn、Hg、Pbの7元素である。CaとFeは表面の汚れや煤などに由来したものと考えられ、地金はCu-Sn-Pb合金、その上層にAu-Hgからなる鍍金層が存在していると考えられる。
・地金の組成は鼻先や右上膊半ば外側部を除くとよく一致している。左腕接合部や背面地金部など鍍金層がなく地金が露でしている部分の平均的な化学組成は、Cu94-Sn0.5-Pb5%程度である。
・Ag-Hgは検出されている箇所と、されていない箇所があるが、最大で2 μ m程度の厚みが得られている。鍍金としてはかなり厚く、Hgが検出されていることからアマルガム鍍金であると考えられる。

- ・右大腿部の鑄掛け部の組成は地金とわずかに異なり、Cu91%-Pb9%程度であり、Snは検出されなかった。
- 9) 神奈川・宝金剛寺 銅造如意輪観音坐像
測定箇所：4箇所(宝冠正面、台座仰蓮正面中央、台座中樞正面中央、像背面中央)
・検出された元素はCa、Fe、Cu、Sn、Pbの5元素ある。Au、Hgは検出されない。本像の表面には金粉らしきものが点在しているのを肉眼で確認できるが、光背(金箔貼り)に由来するものと考えられ、本像自体には鍍金は施されていないと考えられる。CaとFeは表面の汚れや煤などに由来したものと思われ、地金はCu-Sn-Pb合金と考えられる。
・地金の組成は4箇所ともよく一致し、その平均組成は、Cu87%-Sn0.4%-Pb12%程度である。
- 10) 神奈川・宝金剛寺 銅造十一面観音懸仏
測定箇所：3箇所(周縁右側面、円相内右上、十一面観音の顎部)
・検出された元素はCa、Fe、Cu、Sn、Pbの5元素である。Au、Hgは検出されない。CaとFeは表面の汚れや煤などに由来したものとおもわれ、地金はCu-Sn-Pb合金と考えられる。
・地金の組成は3箇所ではほぼ一致し、その平均組成は、Cu88%-Sn5%-Pb7%程度である。
- 11) 栃木・輪王寺 銅造男神坐像
測定箇所：7箇所(左膝頭、左肩先、笏、唇、額、左こめかみ、背部の纓)
・地金はCu-Sn-Pbから構成される三成分系青銅で、その表面に鍍金が施されている。その化学組成は測定箇所によって大きく異なる結果であったが、これは表面に形成している腐食生成物を除去せずにそのまま測定したことが原因である。平均組成としてはCu82%-Sn3%-Pb14%という数値が得られるが、その値の信頼性は低い。また、笏と纓については純銅に鍍金が施された材料であり、本体地金とは異なる金属であることが明らかとなった。本体地金および笏と纓ともに、水銀が施されていることから、鍍金手法としてはアマルガム鍍金が用いられていると推測される。現在の鍍金の厚みは0.2~0.4 μ m程度と計算された。
- 12) 栃木・輪王寺 銅造女神踏下像
測定箇所：6箇所(左膝頭、右胸、唇、背面腰部、後頭部、持物の団扇)
・地金は男神像と同様、Cu-Sn-Pbから構成される三成分系青銅と考えられるが、その化学組成は男神像とは少々異なる結果が得られた。男神像に比べてSn濃度が低い可能性がある。しかし、測定箇所によって得られた科学組成は大きく異なっているた

め、男神像と女神像の科学組成を正確に比較することは困難である。また、団扇だけは純銅に鍍金が施された材料であり、男神像の笏や纓と同じ材料であると判断できる。鍍金手法としてはアマルガム鍍金が用いられ、最大鍍金厚みとして0.8 μ mという数値が得られた。

13) 栃木・輪王寺 鑄銅半肉千手観音坐像
測定箇所:9箇所(光背頂、本面鼻先、左胸、頭光左側の連珠、左脇最上手、光背右周縁部、光背左右下方周縁部の鑄継部、背面中央)

・材料はCu-Sn-Pb-Asから構成される四成分から構成される青銅である。その化学組成は測定箇所によって少々異なっているが、平均組成としてはCu84%-Sn7%-Pb5%-As3%という値が得られる。鑄継部についても、その材料は本体と同じものであると判断できる。鑄継部を含め、多くの箇所から微量ではあるがAgが検出された。Hgはまったく検出されていないため、手法は不明であるが、表面には鍍銀が施されていたと考えられる測定結果である。

[研究の展望] 今回の調査対象作例においては、表面を金色に輝かせる手法として、いわゆる水銀を用いたアマルガム鍍金が専らであったが、2)の善通寺金銅五鈷杵のように、金色表現に水銀が検出されないものがあつたことは留意しておきたい。金銅五鈷杵が金銅仏と異なり、修法に用い、手で直接接触れることを思えば、これをただちに、はがれやすい金箔押しによる荘嚴と即断することはできない。手法は不明ながら水銀を用いない鍍金の例があるようであり、事例を集める必要がある。このことと相まって想起されるのは、従来いわれているような巨像における像表面に塗布したアマルガムを熱で加熱して水銀を揮発させて表面に金を定着させる手法(アマルガム鍍金)について、水銀を揮発させる時に生じる環境問題はさておき、物理的に巨像に塗布したアマルガムから水銀を全身にわたって揮発させることが本当に可能かどうかの検証・確認作業を行ってみる必要があろう。また、13)の輪王寺・鑄銅半肉千手観音坐像では表面に銀が荘嚴として用いられていることが確認された。「鍍銀」と一般に認識されるものであるが、どのように表面に付着させるか今後の検証すべき課題のように思う。また、7)の滋賀・地藏菩薩像のように小像の場合、地金だけで表面加飾を加えないものが確認できた。周知のごとく銅に他の元素が加わることで、表面の輝き方が変わることと思えば、この方面での事例を収集し、銅との化合の傾向をつかむことも今後の課

題となろう。なお、この地藏菩薩は同一木型に拠ったか、もしくは、踏み返されたとみられる作例が埼玉・地福寺に現存することが確認できた。近年、注目をあびつつある、いわゆる「兄弟仏」についても、金属の化学組成・表面荘嚴の仕方に異同があるかどうかを解明してみることで、同時期の造像なのかどうか考える手掛かりになるよう思われる。(この研究展望の項の文責:津田徹英)

5. 主な発表論文等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

津田 徹英 (TSUDA TETSUEI)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・企画情報部・文化財アーカイブズ研究室長

研究者番号: 0032155

(2) 研究分担者

皿井 舞 (SARAI MAI)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・企画情報部・研究員

研究者番号: 80392546

早川 泰弘 (HAYAKAWA YASUHIRO)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・保存修復科学センター・分析科学研究室長

研究者番号: 20290869

浅井 和春 (ASAI KAZUHARU)

青山学院大学・文学部・教授

研究者番号: 60132700

加島 勝 (KAZIMA MASARU)

独立行政法人国立文化財機構東京国立博物館・教育普及室長

研究者番号: 80214295

(2) 研究協力者(50音順)

川瀬 由照 (KAWASE YOSHITERU)

文化庁美術学芸課文化財調査官

萩原 哉 (HAGIWARA HAJIME)

武蔵野美術大学非常勤講師

朴 亨國 (PARK HYOUNGGOOK)

武蔵野美術大学教授

松島 朝秀 (MATSUSHIMA TOMOHIDE)

東京工業大学化学博物館

明珍 素也 (MYOCHIN MOTOYA)

明古堂