

# 先端技術と伝統技術の融合による 文化財修復拠点化事業

Combining Cutting-Edge Technologies and Traditional Techniques to  
Establish a Base for the Restoration of Cultural Properties



企画アドバイザー: 伊東順二(東京藝術大学社会連携センター特任教授) Project Advisor: Junji Ito (Professor, Public Collaboration Center, Tokyo University of the Arts)

制作アドバイザー: 相原健作(東京藝術大学 特任研究員) Production Advisor: Kensaku Aihara (Project Researcher, Tokyo University of the Arts)

所蔵: 高岡市立博物館 Collection: Takaoka Municipal Museum

コンソーシアム参加企業  
Participating Consortium Companies

株式会社嶋安 Shimayasu Co., Ltd.

黒谷美術株式会社 Kurotani Art

株式会社平和合金 Heiwa Gokin Co., Ltd.

有限会社川津工芸 Kawatsu Kogei Ltd.

株式会社梶原製作所 Kajihara Seisakusho Co., Ltd.

有限会社中村製作所 Nakamura Seisakusho Ltd.

株式会社浦島美術銅器 Urashima Bijutsu Doki Co., Ltd.

お問い合わせ Contact

高岡市 産業振興部 産業企画課 TEL.0766-20-1394  
Industrial Planning Division Takaoka City TEL.+81-766-20-1394

高岡商工会議所 TEL.0766-23-5000  
The Takaoka Chamber of Commerce and Industry TEL.+81-766-23-5000



## はじめに Foreword

高岡は400年余り受け継がれた多彩な伝統工芸技術を持つ「ものづくりのまち」です。仏具や茶道具、銅像やモニュメントなど小型のものから大型のものまで、さまざまなものづくり技術のある産地です。この連綿と受け継がれた技術を活かし、それを後世に引き継いでいくため、文化財の修復や再現について取り組んでおります。

文化財保護法が改正（2019年4月1日施行）され、過疎化・少子高齢化等の社会状況の変化を背景に各地の貴重な文化財の滅失・散逸等の防止が緊急の課題となる中、これまで価値付けが明確でなかった未指定を含めた有形・無形の文化財をまちづくりに活かしつつ、文化財継承の担い手を確保し、地域社会総がかりで取り組んでいくことのできる体制づくりを整備するため、地域における文化財の計画的な保存・活用の促進や、地方文化財保護行政の推進力の強化が図られています。

こうした社会的背景もあり、今回「先端技術と伝統技術の融合による文化財修復拠点化事業」において、複数の事業者がコンソーシアムを組成し、高岡銅器業界固有の鋳物・加工・着色技術と3D技術等の先端技術を活用した文化財等の修復や再現を実現させる新たな事業分野の需要開拓を目指しました。これが産地のしごとづくり、ひとつづくりにつながり、持続的な産地形成と、さらには社会的な課題の解決につながるものと考えております。

The city of Takaoka boasts over 400 years of diverse traditional craft techniques, handed down from generation to generation. Truly, it is a city of artisans. Takaoka produces a wide variety of crafts both large and small, including Buddhist altar fittings, tea ceremony implements, bronze statues, and monuments. In order to make use of the techniques Takaoka is known for, and to help share them with future generations, we are working to restore and reproduce cultural properties. The Law for the Protection of Cultural Properties has recently been revised (taking effect April 1, 2019), to help prevent the destruction and loss of precious cultural properties, which has become an urgent concern in many areas, alongside social changes like depopulation of rural areas, as the remaining population ages and the birth rate declines. Amidst these circumstances, we have begun using our tangible and intangible cultural properties (including those that have not yet received official designations) as part of community-building efforts; at the same time, our regional society is also working as a whole to establish a system to find members of the younger generation to whom we can pass on our cultural properties. Alongside this, there is a need to promote the preservation and utilization of the region's cultural properties, and local governments are stepping up their efforts to protect cultural properties. Our effort to combine cutting-edge technologies and traditional techniques to establish a base for the restoration of cultural properties involves a consortium comprising a number of organizations, and through it we aim to cultivate demand in new fields of business, in order to restore and reproduce cultural properties through the distinctive casting, processing, and coloring techniques of Takaoka Bronze Casting, as well as through cutting-edge technologies like 3D technologies. By creating local jobs and cultivating human resources through this endeavor, we believe that this will establish Takaoka as a sustainable center of crafts, and help solve the social problems faced by the region.

## ご挨拶 A Message from the Consortium Representative



コンソーシアム代表  
Consortium Representative

梶原 壽治  
Toshiharu Kajihara

高岡銅器は、慶長16年（1611年）に、加賀藩二代当主前田利長公が、高岡城を築城した際、産業振興策として、現在の金屋町に鋳物師を招致し工場を開かせたことに始まります。明治期にバリ万博などで世界に名を高め今日まで技術伝承に努め、現代では「金工は高岡」といわれる程、幅広い加工、着色技術を保持しています。今回の事業において「ものづくりのまち高岡」の技術力が、文化財の保護、活用の一助になれば幸いです。

When building Takaoka Castle in the year 1611, the second feudal lord of the Kaga Domain, Maeda Toshinaga, invited metal-casters to open workshops in what is now Kanaya-machi, in order to help promote the industry. This was the origin of what became Takaoka Bronze Casting. Later, Takaoka established its reputation internationally at World's Fairs in the late 1800s, and Takaoka's traditional craft techniques have been handed down to this day. Even today, the name Takaoka is synonymous with metal crafts, and the city continues to maintain a wide variety of processing and coloring techniques.

We hope that this effort enables Takaoka, a city of artisanal manufacturing, to help preserve and utilize cultural properties through the use of both traditional and cutting-edge techniques.

## 甦るべき明治 ―明日への第一歩 Taking the First Step into Our Future, by Reviving the Meiji Manufacturing



企画アドバイザー  
Project Advisor  
東京藝術大学社会連携センター特任教授  
Professor, Public Collaboration Center, Tokyo University of the Arts

伊東 順二  
Junji Ito

2016年に完成した国宝法隆寺釈迦三尊像の精密なクローンはもともと東京藝術大学で宮廻正明名誉教授が進めていた現地における3D精密データの採集による実寸プリンティングにさらなる意味を込めるためにその3Dモデルを鋳型にして1300年前と同じ材料と同じ技術によるクローン製作を提案したのが始まりである。当然、藝大でも製作することは可能であるわけであるが、その時の私の構想にあったのは技術だけではなく古代との歴史が重なる地域性ととの融合とクローンを通じて危機に瀕している工芸産業の再活性化を図ること、そして今後来るべきクローン需要の拠点形成を進めることだった。

日本における工芸技術は江戸時代の幕藩体制の頃に確立し、それぞれの地域の経済に貢献した。そのために有田焼や輪島塗のように歴史ある拠点が散在している。しかし日本における文化財のクローン化計画を拡大していくためにはその技術と人材の結集が不可欠である。それは技術革新が進まない工芸産地への貢献も果たすことになるに違いない。幸い高岡市、南砺市の理解を得て、釈迦三尊像クローンは完成し、大きな文化的衝撃を社会に与えた。そして拠点再整備のさらなるステップとして中小機構の支援を受けて企画したのが明治初期の銅工芸の逸品の再現

In 2016, we produced an exact clone of the Shaka Triad, a national treasure belonging to Horyuji Temple. Professor emeritus Masaaki Miyasako of the Tokyo University of the Arts created detailed 3D data of the original, which we used to create a 3D model in order to make a casting mold. I proposed that with this casting mold, we created a clone of the original, made some 1,300 years ago, using the same materials and the same techniques. This clone was just the beginning, though: naturally, the Tokyo University of the Arts could make such a thing on their own, but my plan at the time was not to simply revisit the traditional techniques originally used, but to also focus on their historic connection to the region. In creating this clone, we also aimed to revitalize craft industries in decline, and to create a base from which to meet future demand for such clones. Japan's craft techniques were established during the Edo era (1603–1868), and have contributed to local economies nationwide, with regional centers of specific crafts existing throughout Japan, such as Arita Ware and Wajima Lacquerware. In order to expand our efforts to clone cultural properties, these techniques and human resources will be indispensable, and in return, these efforts will contribute to craft-making regions that have not seen technological innovations. Happily, through the cooperation of the cities of Takaoka and Nanto, we were able to successfully clone the Shaka Triad, creating a cultural shockwave through society. As our next step, we worked to reproduce a masterpiece of bronzework from the Meiji era (1868–1912), with the backing of SME Support Japan. We chose this era because it was considered a golden age for Takaoka Bronze Casting, and most of the truly exceptional items produced in Takaoka at the time were exported — as a result, very few of them can still be found in Japan. It was incredibly fortunate, then, that we came across the Takaoka Municipal Museum's collection of many design drawings produced for the National Industrial Exhibition in 1877. Statesmen of the era like Toshimichi Okubo, Hisoka Maejima, and Ryuichi Kuki suggested collecting crafts from throughout Japan, produced using various techniques, and submitting them to the international expositions; it is our duty, as the people of Japan, to never forget their efforts to establish craft techniques and industry as a foundation to support the Japanese economy. Even then, they did not limit themselves to existing techniques, instead seeking out technical innovation — to this end, they collected and shared information, and even sent workers around Japan. In addition, the National Industrial Exhibition was held in Ueno, where the Tokyo University of the Arts would later be established. This exhibition led, in no small part, to Japan's success at the Paris international exposition through the efforts of individuals such as Takaoka native Tadamasu Hayashi, as well as to the rise of the Japonism movement. Takamori Saigo, a fully dedicated ally of the Meiji Restoration, died in 1877's Seinan War, and Toshimichi Okubo was assassinated the following year. Saigo and Okubo used Nariakira Shimazu's industrial innovations in the Satsuma Domain as their model for their industrial innovation work. In addition, Kaijiro Notomi, who established both Ishikawa Technical Senior High School and Takaoka Kogei High School, played a crucial role regarding the Paris international exposition. The more we learn about the era's enthusiasm for the founding of the modern Japan and for technical innovation, the more we believe in the importance of cultivating the technical innovation and human resources needed to reproduce cultural properties. Unfortunately, even with technology on our side, it is still a difficult challenge to reproduce these cultural properties because of the lack of the old technique and the spirit of old times. Given the significant, long-lasting effects of the Meiji era's innovations, though, we believe that this project serves as a crucial first step.

である。なぜなら、高岡銅器の黄金時代であるとともに劇的な進化を遂げた時代でありながら現存するものはごく僅かであり、また多くは海外に輸出されたために行方を辿ることは甚だ困難である。その企画の端緒に当たって、高岡市立博物館に所蔵されている明治10年の第一回内国勧業博覧会のために製作された多くの下絵と出会ったことは幸運なことだった。

大久保利通、前島密、九鬼隆一ら明治の元勳らが発案し、全国に散在する技術を結集、万国博覧会に出品したのち明治維新後の日本経済を支える基盤として工芸技術と産業を捉えていたことは今工芸関係者のみならず私たち日本人すべてが思い返さなければならない歴史だろう。しかも、彼らは技術のみならず輸出品として果たさなければならない革新を地域に求め、そのための情報収集、情報提供、さらに人材派遣まで行ったのである。そして、博覧会は後に東京藝術大学が開校される上野で開催され、その後の高岡出身の林忠正らが活躍したバリ万博での成功とジャポニスムの隆盛につながるが、大久保はその翌年暗殺され、明治維新の盟友西郷はその年に西南の役に自決する。彼らの背後には薩摩で産業革新を果たした島津斉彬というロールモデルがいた。また、金沢工業学校、富山県工芸学校（現高岡工芸高等学校）を創立した納富久次郎も重要な役割を果たした。

これらの下絵を前にして当時の建国と日本文化、技術の革新への熱意に触れると、再生に必要なものはさらなる技術革新と人材育成ではないかと改めて思う次第である。

残念ながら、今はまだテクノロジーの力を借りても産地ですら再現は難しいと言わざるを得ない。しかし、それも明治の革新がその後にもたらした成果を思うと重要な一歩なのだとと言える日が来ると信じている。



## 釈迦三尊像再現プロジェクト Project to Reproduce the Shaka Triad

高岡市は、南砺市、東京藝術大学との連携により、法隆寺国宝釈迦三尊像を再現するプロジェクトを実施しました。3D計測、データ解析・造型、3D造型出力等の技術と、高岡の鋳造技術により原寸大の釈迦三尊像を完全再現しました。

The city of Takaoka collaborated with the city of Nanto and the Tokyo University of the Arts on a project to reproduce the Shaka Triad, a national treasure belonging to Horyuji Temple. By using 3D measurement, data analysis and molding, and 3D mold production technologies, as well as Takaoka's metal-casting techniques, the team was able to produce a perfect life-sized replica of the Shaka Triad.



3Dプリントによって制作された原型をもとに、  
鋳造用の型を作成しました。  
The casting molds are created based on the 3D-printed resin sculptures.



東京藝術大学提供の原型を基に、中尊、脇侍、光背を鋳造しました。  
Based on the resin sculpture created by Tokyo University of the Arts, Chuu-son main statue,  
Kyou-ji statues, and kou-hai halos are cast.



高岡銅器で鋳造直後の中尊・脇侍・光背と、井波彫刻で制作した宣字座(表面処理前)  
Shaka Triad Statues (before finishing process) — Chuu-son main statue, Kyou-ji attendants,  
Kou-hai halo (Takaoka Bronze ware) and Sen-ji-za pedestal (Inami Woodcarving)



法隆寺 再現 釈迦三尊像展 — 飛鳥が告げる未来—  
[ 会期 ] 平成29年3月10日(金)~20日(月・祝)  
[ 会場 ] ウイング・ウイング高岡 4階ホール、ホワイエ  
Debut of Cloned  
Shaka Triad Statues of Horyuji  
— e Calling from Asuka for the Future —  
[ Dates ] March 10 (Fri) — March 20 (Mon, National Holiday), 2017  
[ Venue ] WING WING TAKAOKA Foyer on 4th floor

## 高岡鋳物の技術 Takaoka Metal Casting Techniques

### 原型製作 Model Production

つくりたいものの図案や写真などをもとに、原型を製作します。最終的な出来上がりの形を、さまざまな材質でつくっていきます。

高岡では、原型作家が銅像などの原型を粘土で製作したり、原型製作を担当する会社や職人が製作しています。また、蝟型鋳造法では、蜜蝋などに松脂を煮あわせたもので原型をつくります。精密な作品ができますが、現代ではロストワックス法が主流になっています。

伝統的な製作方法に加え、近年では、PCで3Dデータを作成し、モデリングマシンによる原型製作も行われています。

### 鋳造 Casting

原型ができたら、それを元に鋳型をつくります。鋳造法により石膏原型を砂で固めて鋳型を製作したり、ゴム型をつくって鋳型を製作する場合があります。鋳造には、国の伝統的工芸品として指定されている鋳造法として、双型鋳造法、焼型鋳造法、蝟型鋳造法、生型鋳造法があり、これらに加えてガス型鋳造法、ロストワックス鋳造法などがあります。それぞれ大型の鋳物に向いているもの、中小型鋳物に適したものといった特性があります。

使用される材料は、青銅(ブロンズ)、黄銅(真鍮)、白銅など、銅と他の金属との化合物で、用途によって選択されています。

### 仕上げ Finishing

鋳型をばらしてできた鋳物の表面に、さまざまな加工や研磨を施します。高岡銅器では彫金技法が発展しており、毛彫りや透かし彫りなどの技法を模様によって使い分けます。

また、金属の表面を削り、色金を嵌め込む象嵌も高度な技を誇ります。金、銀、四分一などの金属を線に嵌め込む線象嵌、盛り上げる高肉象嵌などがあります。

このほか、梨地のようなつやけしに仕上げるサンドブラスト、表面を酸で腐食させて多彩な模様をつけるエッチングなどがあります。

### 着色 Coloring

伝統的な着色法としては、下色を施したのち本着色をします。下色は、硫酸銅や食塩、食酢などでつくる「丹ばん酢液」や「酢煮汁液」などを使って表面に酸化皮膜をつくるものです。

本着色には、黒っぽい古銅色、赤っぽい徳色、緑がかった黄色の鍋長色、透明感のある煮色など、地金の成分と使用する液によって多彩な色合いに着色されます。

現代では、スプレー塗装、メッキによる着色なども行われています。

Models are produced based on designs or photos of the item to be cast. Various materials are used for the models, depending on the item to be produced.

In Takaoka, model makers use clay to build models for items like bronze statues, or the company or artisan in charge of model production will make models. For wax-mold casting, models are made out of beeswax mixed with pine resin; though wax-mold casting can be used to produce highly detailed items, lost-wax casting is the main technique used today.

In addition to traditional production methods, in recent years, model makers have begun using computers to produce 3D data, which is then loaded into a modeling machine to produce a model.

Once the model is finished, it is used as a base to produce a casting mold. Depending on the casting method to be used, the casting mold may be made of plaster hardened with sand, or it may be made using a rubber mold. There are various casting techniques: in addition to the techniques nationally designated as Traditional Craft Products (*sogata* casting, fired-mold casting, wax-mold casting, and raw-sand-mold casting), there are also other techniques, like CO<sub>2</sub> sand casting and lost-wax casting. Some techniques are better suited to large items, while others work better for smaller items.

The materials used include bronze, brass, and cupronickel, which are made by alloying copper with other metals; the choice of material depends on the intended purpose.

The casting mold is opened up and the cast item is removed, and it is deburred and polished. Takaoka Bronze Casting artisans have established metal carving techniques over the years, used for hairlines, openwork, and more.

They have also developed advanced techniques wherein the surfaces of metals are carved into, then inlaid with colored metals, known as *zogan* inlay work. *Zogan* inlay work generally involves inlaying gold, silver, or a copper-silver alloy called *shibuichi*, and the styles are named for the shape of the inlaid material. These include *sen-zogan* inlay, in which these metals are inlaid as thin lines, and *takaniku-zogan* inlay, in which the inlaid metal protrudes beyond the surface of the base metal.

Other surface finishing techniques are also used, such as sandblasting to create a matte finish, or using acid etching on the surface to create various designs through corrosion.

Traditionally, before cast metal items are colored, they first undergo a surface treatment, using a solution made with ingredients like copper sulfate, sodium chloride, and vinegar in order to produce an oxide film on the surface.

After this surface treatment, the metal is ready to be colored. A wide variety of colors can be produced, including dark ruddy brown, dark red, dark greenish yellow, bright orange, and more, through various combinations of base metals and traditional liquid solutions made with a variety of different ingredients.

Other techniques like spray-coating and plating are also used for coloring nowadays.



「文化財に関する市場調査」の実施 Market Research Regarding Cultural Properties

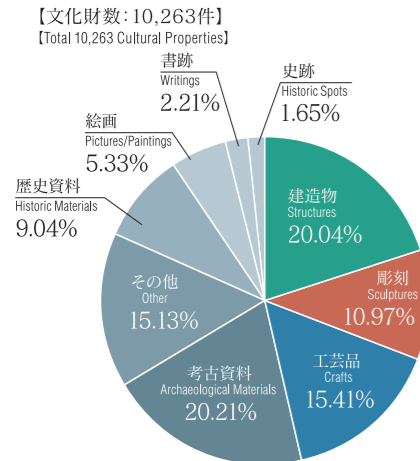
当事業では、全国の文化財の実態や状況把握と、修復・再現ニーズを調査することで市場規模を見極めるために市場調査を独自に実施しました。アンケートの回答があった教育委員会で所有・管理する文化財の数は、10,263件。高岡の金工技術のターゲットとなる「建造物」「彫刻」「工芸品」の割合が、46.42%とほぼ半数を占めています。また、修復の必要性のある「建造物」「彫刻」「工芸品」は64.19%と高く、経年による劣化などが進行していると考えられます。この「建造物」「彫刻」「工芸品」のなかで、「工芸品」において再現の可能性があると答えたのは、工芸品の141件（12.94%）で3つの種類のなかではいちばん高い数字となっています。

この調査から、高岡の技術力が発揮できる修復市場は潜在的にかなり存在し、特に彫刻や工芸品には、修復または再現による保存方法と高岡の技術力を提案していくことが、文化財保存・活用のためにも有効であると考えられます。

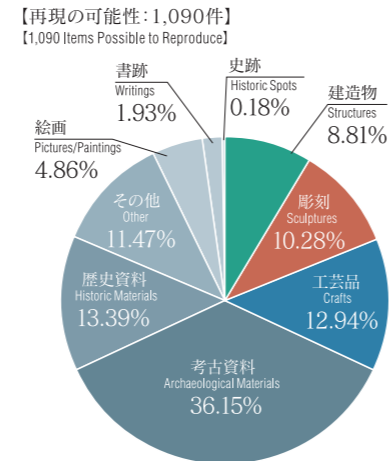
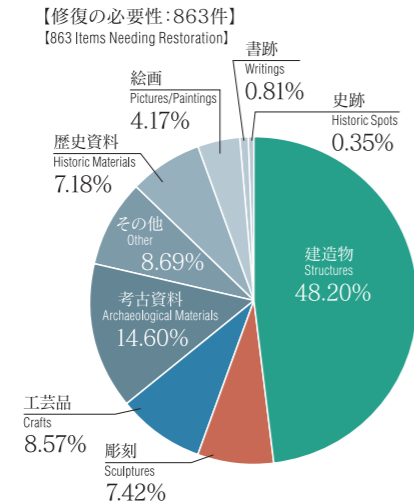
For this endeavor, we performed market research through Japan's various boards of education, to assess the current state of cultural properties and the need for restoration and reproduction work. A total of 10,263 cultural properties are owned and managed by boards of education that responded to our survey. Of these, 46.42%, or nearly half, are structures, sculptures, or crafts involving Takaoka's metal casting techniques. In addition, a substantial 64.19% of these structures, sculptures, and crafts are in need of restoration, suggesting that they have deteriorated with age. Of these, we received 141 responses indicating the potential for crafts to be reproduced, representing 12.94% of their category — the highest percentage out of the three categories. The results of this survey indicate that there is latent market potential for Takaoka to make use of its technical abilities. We believe that Takaoka's techniques for restoring and reproducing sculptures and crafts in particular could be an effective solution for the preservation and utilization of cultural properties.

<b>調査対象</b> Survey Recipients ● 都道府県および市町村の教育委員会文化財担当部署 The sections in charge of cultural properties at both prefectural and local boards of education	調査依頼先／教育委員会数 1,725 Survey sent to 1,725 boards of education ・都道府県 教育委員会数: 47 ・市町村 教育委員会数: 1,678 ・ 47 prefectural boards of education ・ 1,678 local boards of education	回答数／教育委員会数 911 (回収率 52.81%) Survey responses received from 911 boards of education (52.81% response rate)
---	---	---

■ 所有・管理する有形文化財  
Tangible Cultural Properties Owned and Managed



■ 修復の必要性と再現の可能性  
Necessity of Restoration and Potential for Reproduction



見本品製作 Production of a Sample

1. 原型製作 Model Production

高岡銅器は、明治初期にヨーロッパに輸出され、高い評価を受けました。その歴史的背景から、高岡市立博物館に所蔵されている約4,000点の高岡銅器図案から明治期の図案を選定し、見本品を製作することに決定。大橋三右エ門の図案が選ばれました。

見本品は、3D技術と高岡銅器の技術、銅合金で製作。明治期の絵職人が描いたものを、現代の職人が製作することに意義があるとし、再現だけでなく革新的なものをプラスする方向で進めることとなりました。

選ばれた花瓶一对の図案のうち、梅竹の花瓶を製作。正面と裏面に描かれた花木の図案は彫刻で凸面に、側面の唐草模様は象嵌を施すため、従来であれば平面でつくられるところを、工程の短縮を図り、凹面にして原型を製作しました。

彫刻は手作業で彫り、側面は図面からデジタルデータ化してNC加工を使用。図面の計測や図案の線の解釈など、明治期の職人の意図を推測しながら立体化しました。



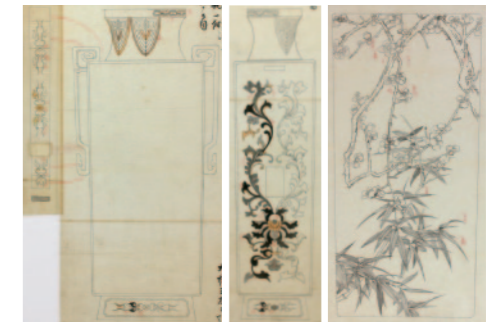
Takaoka Bronze Casting items were first exported to Europe in the early Meiji era (1868–1912), to high acclaim. In honor of this history, we selected a design from the Meiji era from the Takaoka Municipal Museum's collection of some 4,000 Takaoka Bronze Casting designs, to base this sample on. In this case, we used a design by Ohashi San'emon.

We produced this sample out of copper alloy, using both 3D technologies and Takaoka Bronze Casting techniques. To do so, we combined a design drawn by a Meiji-era artist with the possibilities afforded by modern technology, to go beyond simply reproducing the work — this served as an opportunity to explore innovative new approaches, as well. The finished result was a flower vase with a plum and bamboo design. The front and rear surfaces of the vase feature a flowering tree design depicted in relief, while the sides have their arabesque designs carved into the surface, to be later filled with fitted metal *zogan* inlay.

The front and rear surfaces were carved by hand. The sides were handled through NC machining, using digitized data produced based on the original design; the 3D aspects of the design were added through speculation as to the original Meiji-era artist's intentions.



高岡市立博物館に所蔵されている高岡銅器図案を選定。  
A Takaoka Bronze Casting design was selected from the Takaoka Municipal Museum's collection.



選定された「大橋三右エ門 図案 花瓶一对」(制作推定年 1878~81年)  
The design selected: "Design for Pair of Flower Vases by Ohashi San'emon" (estimated 1878–1881)



図案をデジタルデータ化し、原型を製作。  
The design was digitized, and a model was produced.



見本品製作 Production of a Sample

## 2. 鑄造 Casting

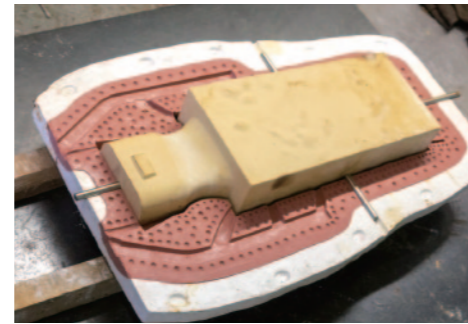
見本品が複雑な形状のため、ロストワックス鑄造法を採用しました。

ロストワックス鑄造法は、精密なものを鑄造する場合に主流となっている方法です。原型の周囲をシリコンゴムで流し覆って、ゴム型をつくります。シリコンゴム型に中子を入れて型を合わせ、ワックスを流し込んでつくるのがワックス型です。ここから鑄型をつくるため、ワックス型を手作業で修正します。

修正後にセラミックスに浸し、乾燥させ、蒸気釜でワックスを脱蠟し、鑄型ができます。

見本品の地金には、明治期に使われていたと思われる黒味銅を採用。これは、銅に白目（アンチモンを主とした金属）を加えたもので、凹凸のある複雑形状や通常使用しない地金の使用により、鑄型作り、注湯には試行錯誤が伴いました。

Due to the complex shape of the sample, we opted to use lost-wax casting. Lost-wax casting is a commonly used technique for casting intricate items. The model is placed in a container that is then filled with liquid silicone rubber, which becomes the rubber mold after it sets. An inner core called a *nakago* is placed inside the rubber mold, to produce a hollow finished result. Wax is then poured into the cavity between the *nakago* and the rubber mold to create a wax mold, which is then touched up by hand. After the wax mold is touched up, it is coated in a ceramic slurry to create a ceramic shell mold, which is then dried. This ceramic shell mold is then heated in a steam boiler to melt and drain the wax, and the hollow inside is used as a metal casting mold. For the base metal for this sample, we used *kuromido*, which likely would have been used back in the Meiji era. *Kuromido* is an alloy made by adding *shirome* (an alloy consisting mainly of antimony) to copper. Due to the intricate, three-dimensional surface design, and the fact that we were working with an unusual base metal, the work involved a degree of trial-and-error.



シリコンゴム型に中子を入れた状態。  
The silicone rubber mold with the *nakago* inside.



ワックス型を細かく修正する。  
The wax mold is carefully touched up.



鑄型に黒味銅を溶かしたものを注湯。  
Melted *kuromido* is poured into the casting mold.

## 3. 仕上げ Finishing

仕上げ工程では、本体の手ヤスリと側面プレートの象嵌が行われました。

手ヤスリは、センやタガネやペーパーを使って、鑄肌についている黒皮を細かく取り除く剥き作業となります。センで削り、タガネを打ち込み形を整え、鑄物を補完していきます。

象嵌は、プレート全面に重ね象嵌を施しました。図案に指示してある通り、金、銀、白四分一（銅40%、銀60%）、黒四分一（銅90%、銀10%）の4色の金属を嵌めていきます。嵌め込む金属は、通常糸のこぎりで切断しますが、銀、白四分一と黒四分一は、原型製作でのデータを活かし、金属加工メーカーに依頼し、ウォータージェット加工で切断しました。高精度と時間短縮をねらったものです。

4種類の金属は、それぞれ厚みが違うため、原型の製作時から凹面の深さを設計してあります。図案を見ながら一枚一枚数種類のタガネを使って嵌め込んでいきます。

For the finishing process, we hand-filed the cast item, and did *zogan* inlay work on the plates to be attached to the side surfaces.

The hand-filing work was handled using tools like chisels and sandpaper, in order to carefully file off any black surface found on the cast item; in addition, chisels were used to delicately correct the shape of the cast item.

We also performed *zogan* inlay work on the entire surface of the side plates: we used gold, silver, white *shibuichi* (40% copper, 60% silver) and black *shibuichi* (90% copper, 10% silver), as indicated on the original design. Ordinarily, metal to be inlaid is cut into shape using a coping saw, but in this case, we used the data from when we produced our original model to commission a metal processing company with the cutting of the silver, white *shibuichi*, and black *shibuichi*, in order to take advantage of their water jet cutter for high precision and fast turnaround.

Because the thickness varied for each of the four metals involved, we planned the depth of the surface carvings when producing our model. We used a variety of chisels to inlay the metals, keeping an eye on the design while working.



手ヤスリやタガネで仕上げを施す。  
Finishing the surface using hand files and chisels.



ウォータージェットで切断された白四分一。  
White *shibuichi* cut with a water jet cutter.



金属は、それぞれ硬さが違うため、タガネを慎重に打ち付ける。  
Different chisels were carefully used to inlay the metals, taking their varying hardnesses into account.

仕上げ前の鑄物表面  
Unfinished Surface of the Cast Item



鑄型の焼成  
Firing the Casting Mold

翻訳待





見本品製作 Production of a Sample

4. 着色 Coloring

象嵌した側面は、伝統着色の煮色で明治期の渋みのある色合いを再現しました。  
煮色仕上げは、銅合金の表面化成処理方法のひとつで、薬液の中で煮込み、表面に酸化皮膜を形成し、耐候性のある独特な発色に仕上げるものです。煮色仕上げ後、金、銀はほぼ変わりませんが、白四分一は銀色に近い白色でねずみ色かかり、黒四分一は黒っぽく光沢のある灰色に発色します。

また、伝統的着色技術を現代の塗装技術で再現する試みにも取り組み、部分的なメッキである「差しメッキ」、塗料や黒染め液等で着色する「塗装仕上げ」を実施しました。

差しメッキには、金と銀のメッキ液はありますが、白四分一、黒四分一のメッキ液がなく、ニッケルメッキで色の濃淡を調整し、表現しました。象嵌部分に高品質なメッキを施すため試作を繰り返し、低コスト化、短納期化の実現に挑戦しました。

Finally, the surfaces with *zogan* inlay were colored using a traditional process known as *niiro* patination, in order to reproduce the elegantly subdued color of the Meiji era.

*Niiro* patination is a type of chemical treatment for the surface of copper alloys: metal is heated in a chemical solution, producing an oxide film on the surface of the metal that gives it a distinctive color resistant to weathering. Gold and silver are all but unaffected by *niiro* patination, but white *shibuichi* takes on a silvery gray color, while black *shibuichi* turns a deep, lustrous dark gray. We also tried reproducing this traditional coloring technique using modern surface treatment technologies, including a localized plating technique known as brush plating, and using paint coatings for coloring.

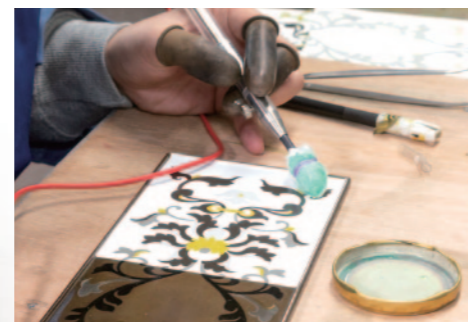
For brush plating, there are gold and silver plating solutions, but there are no black or white *shibuichi* plating solutions, so we used a nickel plating solution and adjusted the shade to create the look of *shibuichi*. Through repeated trial manufacturing, we aimed to produce high-quality plating for the *zogan*-inlaid portions, with the goals of reducing costs and turnaround time.



象嵌した側面を煮色で着色。  
Coloring the *zogan*-inlaid surface using *niiro* patination.



煮色仕上がり。深い色合いが特長。  
The result of *niiro* patination, with its distinctively deep coloration.



全体を煮色処理してから、唐草模様部分に差しメッキを施す。  
Brush-plating the arabesque portions after the entire side plate underwent *niiro* patination.

伝統着色と現代塗装を施した見本品  
Traditional Coloring Techniques and Modern Coatings

見本品  
Sample

花瓶正面

Front Surface of the Flower Vase

梅竹の図面  
Plum and Bamboo Design

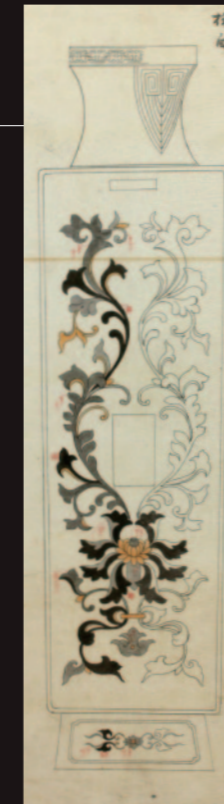


鑄造品 Cast Item

花瓶側面

Side of the Flower Vase

唐草模様の図面  
Arabesque Design



模様: 象嵌  
全体: 煮色着色  
Design: *Zogan* Inlay  
Entire Surface: *Niiro* Patination



模様: 差しメッキ  
背景: 煮色着色  
Design: Brush Plating  
Background: *Niiro* Patination



模様: 差しメッキ  
背景: スプレー塗装  
Design: Brush Plating  
Background: Spray-Coating