

デジタルファブリケーション機器を用いた 鴻池組旧本店データ取得と建物の再現

Reproduction of Denpo Konoike Old Head Office by Digital Fabrication Tools

波多野 純^{*1} 百田 慎治^{*2} 早瀬 卓哉^{*3}
Jun Hatano Shinji Momota Takuya Hayase
満島 啓太^{*4} 吉村 歩^{*5}
Keita Mitsushima Ayumi Yoshimura

要旨

大阪市此花区に現存する鴻池組旧本店は、明治 43 (1910) 年に建てられた洋館と和館で構成される木造 2 階建ての建物である。このうち洋館については「アールヌーヴォーの館」と呼ばれている。当建物について、3D スキャナーを用いた計測を行い、取得したデータから大阪テクノセンター (2021 年 11 月竣工) 内に洋館建物の一部を各種デジタルファブリケーション機器を用いて再現した。本報告ではこの再現の過程を紹介する。

キーワード：デジタルファブリケーション 3D スキャナー 文化財 再現 リバーズエンジニアリング

1. はじめに

デジタルファブリケーション機器の進化は目覚ましく、建築分野での活用においても各種取組みが広がっている。

当社においても、社内の技術研究の一環として先進的な機器を用いて文化財のデータ保存について試行、導入を進めてきた。一方、2019 年 4 月にフランスのノートルダム大聖堂の火災、同年 10 月に沖縄県の首里城焼失が立て続けに起きたことは記憶に新しいところである。これらの件を受け、文化財保存の在り方について重要性が高まる中、デジタル技術を用いた計測によりデータとしてアーカイブ化を図り、後世に貴重な文化財として残すことへの社会的要請が高まっている。

今般、当社の発祥の地である大阪市此花区伝法に現存する明治期に建てられた旧本店について、デジタル技術を用いた計測を実施し、取得データの保存および、同データから建物の一部を大阪テクノセンター内に忠実に再現したので、この過程を報告する。

2. 鴻池組旧本店について

2.1 建物概要

鴻池組旧本店は、1910 (明治 43) 年、大阪府西成郡伝法町北 (現：大阪市此花区伝法) に洋館と和館が接続する形で造られたいわゆる和洋館併置型の建物 (写真 1、2、3) で、両館は扉一枚を隔て行き来することができる。

本建物は、創業者である鴻池忠治郎が企業の近代化策の一環として計画し、それまで事務を行っていた鴻池家の居

宅が業容拡大によって手狭となったため、事務所の建設と居宅の建替えを行ったものである。洋館は 1968 (昭和 43) 年まで本店として使用された。

1987 (昭和 62) 年に神戸大学足立裕司講師 (現同大学名誉教授) による詳細な調査の結果、重要文化財 (建造物) の旧松本健次郎邸 (北九州市) と姉妹館ともいえる類似点があり、当時のアール・ヌーヴォー様式を現在に伝える貴重な建物であることがわかった。¹⁾ 建物概要を表 1 に示す。

なお、本建物は、2021 年 11 月 19 日に開催された国の文化審議会により、登録有形文化財に新規登録するよう文部科学大臣に答申され、2022 年 2 月 17 日に洋館・和館それぞれが有形文化財 (建造物) として登録された。



写真 1 鴻池組旧本店外観全景 (洋館・和館)

*1 工務管理本部 技術統括部 *2 経営戦略本部 経営企画部 *3 大阪本店 総務部 *4 凸版印刷(株)
*5 (株)トータルメディア開発研究所

表 1 建物概要

	洋館	和館
建築面積	90 m ²	154 m ²
延床面積	159 m ²	278 m ²
構造	木造 2 階建て 寄棟造	木造 2 階建て 切妻造
階数	2 階	2 階



写真 2 洋館外観



写真 3 和館外観



写真 4 洋館 2 階応接室



写真 5 洋館玄関ホールのステンドグラス

2.2 洋館建築様式

洋館は竣工から 4 年後の 1914 (大正 3) 年に外装や 2 階応接室などの改修が行われ、現在の姿となっている。外観は、スレート葺の屋根、モルタル塗りの外壁にはタイルでボーダーラインを巡らせ、大正期に流行したセセッション様式の特徴を有している。2 階応接室の暖炉や調度品の装飾はアール・ヌーヴォー様式 (写真 4) でまとめられ、玄関ホールには孔雀と薔薇をモチーフとしたステンドグラス (写真 5) が組み込まれている。

3. 3D スキャナーによる計測

3.1 事前調査

社内の技術開発課題「デジタルファブリケーションの研究 WG」では、研究活動の一環として、デジタル機器の有効性の検証を目的に、3D スキャナー計測対象物を模索していた。こうした中で、2021 年の創業 150 周年に向けて別途利活用を検討していた鴻池組旧本店を選定した。

建物は、創建時の資料が現存していないという課題を抱えており、過去の調査資料や改修時の実測図面が部分的に作成されているものの、断片的なもので文化財のアーカイブとしては不十分なものであった。このために本計測に先立ち現地の状況確認を行い、簡易な 3D スキャナーによる点群測量も合わせて実施した。この結果を受けその後に行う計測対象、方法の検討等の課題を抽出した (写真 6)。



写真6 計測状況

3.2 本計測

3.2.1 計測計画

事前の調査結果を踏まえて、点群データおよび画像データを取得し、洋館・和館建物情報の保全を行った。計測に当たっては、建物全体を目的別に適切な測量機材を選定した。外部については、地上からの3Dスキャナー計測に加えてUAV（ドローン）による上空から撮影した画像情報を点群化し合成した。内部については全体像を捕らえる目的と彫刻等の詳細な部分とで3Dスキャナー機器を使い分けた。データ取得項目と作成項目を表2、3に示す。

表2 基礎データ取得項目一覧（点群データ）

目的	点群データとして建物を計測して形状把握、レプリカ作成等に活用		
対象	洋館・和館部屋内部 (家具等含む)	洋館・和館 家具・調度品(部分)	洋館・和館(外部)
目的	点群データ +カラー画像	モデル +レプリカ作成	点群データ +カラー画像
仕様	・Leica RTC360	・FaroArm	・Leica RTC360 3D ・ドローン (Phantom4pro)
精度	1~2mm	0.01mm	1~3cm

表3 視覚閲覧用データ作成項目一覧（360度画像）

目的	画像による閲覧（建物イメージ伝達）		
対象	部屋内部 (家具等含む)	部屋内部 (家具等含む)	外部
目的	ウォークスルー、 動画等	ウォークスルー、 動画等	ウォークスルー、 動画等
仕様	・RICOH THETA	・matterport	・matterpor ・LeicaBLK360
精度	cm単位	cm単位	cm単位

3.2.2 計測機器

使用した計測機器は下記のとおりである。

- ・ScanStation C10 (Leica社製3Dスキャナー)

測定精度：2mm (写真7)

長距離計測が可能なることから、敷地外の公共基準点(写真8、図1)から後方交会法により世界測地系に紐づけ、正確な建物位置情報を得た。

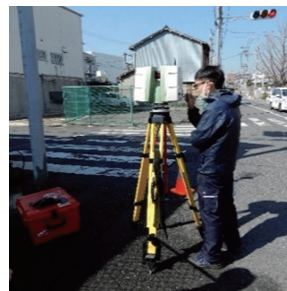


写真7 ScanStation C10



写真8 公共基準点

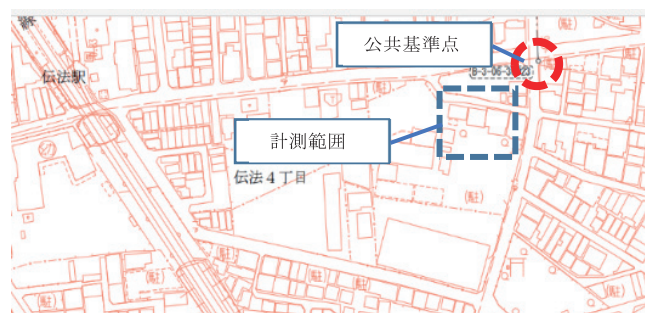


図1 大阪市公共基準点及び道路基準点保全工区図 06120 伝法・高見 R2 (一部拡大)

- ・RTC360 (Leica社製3Dスキャナー) (写真9)

測定精度：1.9 mm @10 m, 5.3 mm @40 m

建物内外計測に使用した。1回の計測時間が2分程度と早いため、測量時間の短縮に有効であった。



写真9 Leica RTC360

- ・ Phantom 4Pro (DJI 社製 UAV (ドローン)) (写真 10)
測定精度：3cm～ (点群処理後)
複数の空撮画像 (写真 11) からオルソ解析して合成画像を作成し、これを点群データ変換を行った。



写真 10 Phantom 4

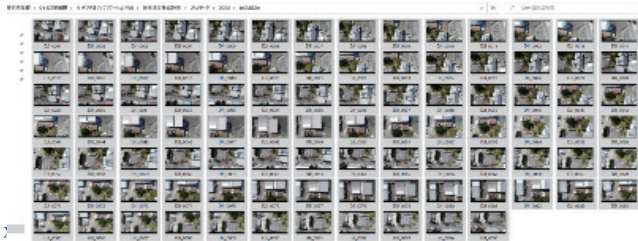


写真 11 測量用に撮影した画像

- ・ 360 度カメラ撮影
使用機材：

室内：Matterport Pro2 (4K360 度カメラ) (写真 12)

屋外：Leica BLK360 (3D スキャナー) (写真 13)

Matterport Pro2 は、位置計測に赤外線センサーを使用しており、屋外では使用できない。このため、屋外については 3D スキャナー (Leica BLK360) の画像データを使用し、内外の画像データをクラウドサーバー上で合成処理を行った。



写真 12 Matterport Pro2



写真 13 Leica BLK360

3.2.3 計測

得られた点群データを合成し、建物内外をどこからでも確認できるアーカイブデータが完成した (図 2、3)。



図 2 点群データ合成結果

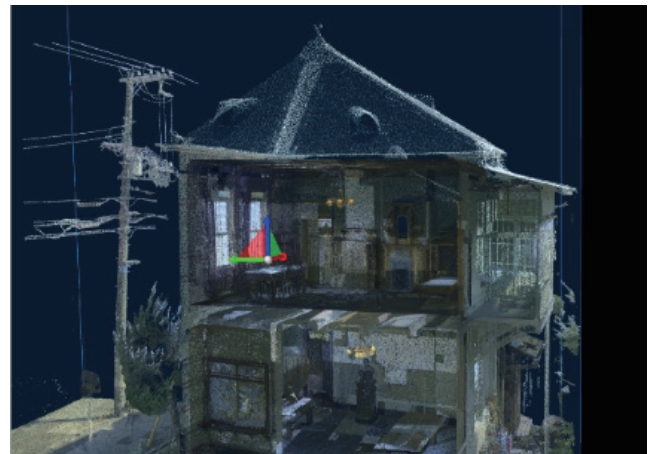


図 3 合成点群データ (洋館断面)

合成した点群データ上に 3 次元ソフトを使用して、一部をモデル化 (図 4) したが、点群が全体的に粗いため、詳細なモデル化には不向きなことが確認できた。

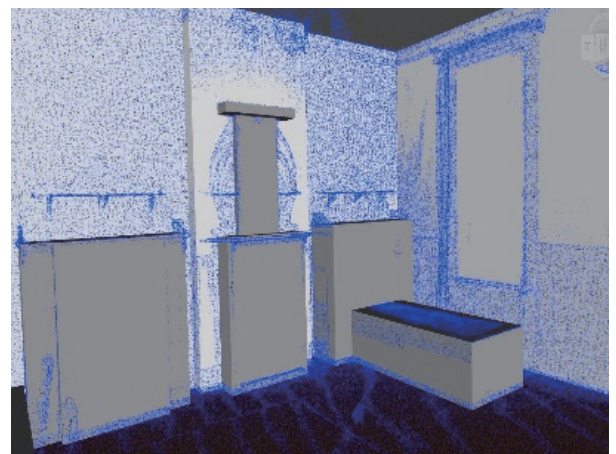


図 4 合成点群データ (一部モデル)

3.2.4 彫刻部分等精密計測

前項に述べた結果から、さらに精緻な彫刻部分を中心に前記の計測に加えて 1/100 mmの精度の計測が可能な 3D スキャナー等を用いて詳細データを取得した。

- ・FaroArm (FARO 社製 3D スキャナー) (写真 14、15)

測定精度：約 0.05mm



写真 15 計測状況

写真 14 FaroArm

- ・Creaform MetraSCAN BLACK (Ametek 社製ポータブル光学式 CMM スキャナー) (写真 16)

計測精度；0.025 mm

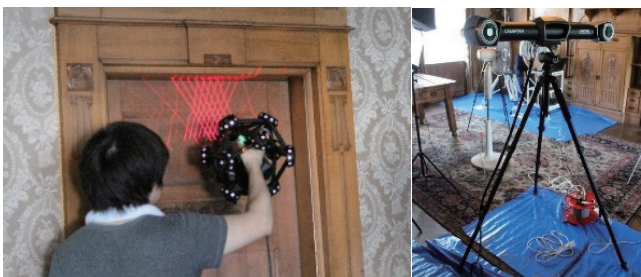


写真 16 Creaform MetraSCAN BLACK

- ・ハンディスキャナー (写真 17)

計測精度；0.1 mm 程度

比較的単純な欄間等の彫刻部分に使用した。



写真 17 ハンディスキャナー

得られた詳細データ (洋館 18 箇所 和館 8 箇所) については、アーカイブデータとして社内の共有サーバーにオリジナルデータおよび STL データとして保管した。その一部を図 5 に示す。

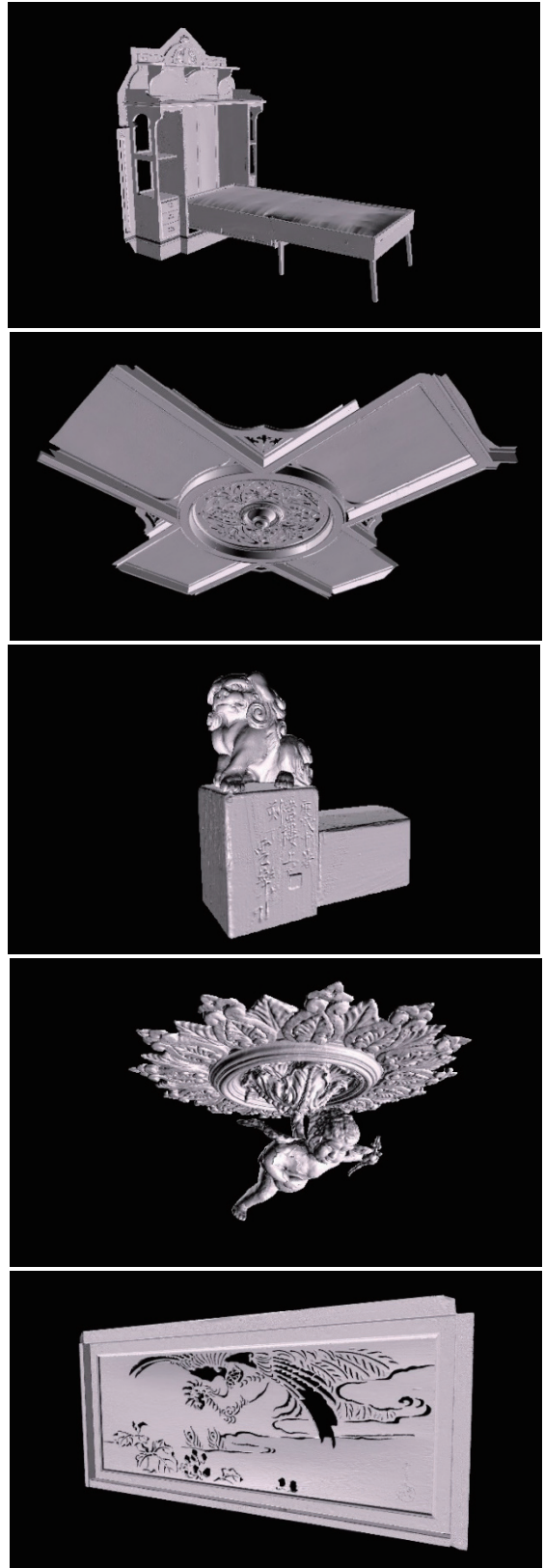


図 5 保存詳細データ (一部)

また、一部可動家具については、動きをCGによるアニメーション化した(図6)。

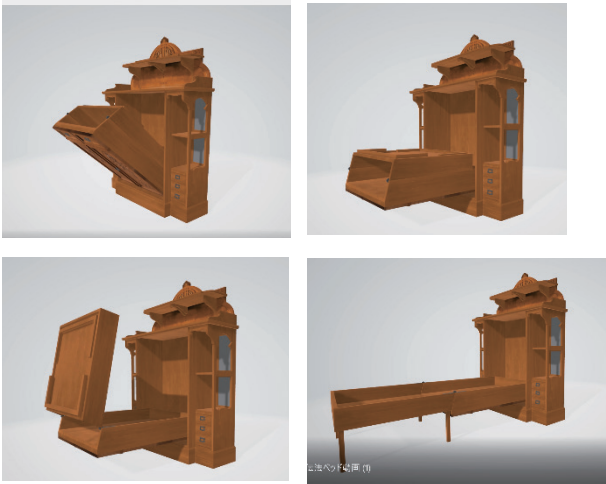


図6 可動ベッドアニメーション



写真19 NC切削状況



写真20 加工完了品(スプルース材)



写真21 複数樹種での加工性確認

3.3 試験加工

彫刻部分の3次元モデルデータからNC(Numerical Control)切削機(2軸)を用いて、数種類の木材を切削し、再現性の確認を行った(写真18、19、図7)。



写真18 対象(洋館2階応接室扉彫刻部分)



図7 モデルデータ(STL)

結果としては、一部のアンダーカット部の再現はできていないが、概観については概ね実物に近い再現状況であった(写真20)。また、樹種については、オリジナルのミズナラ材に近いものを複数試したが(写真21)、樹種により柔らかい切削面で裂ける等の欠損が生じることが分かった。天然材を使う場合、安定的な加工が難しいことが確認できた。

4. 再現

4.1 「大阪テクノセンター」での再現

「大阪テクノセンター」は、2021年に鴻池組創業150周年の記念事業の一環として大阪市住之江区南港に建設された新たな研究開発施設（写真22）である。その4階に社員教育用企業ミュージアム「KONOIKE HISTORY LAB」が計画され、その一角に創業期の息吹きを感じる空間として「旧本店再現ゾーン」が設けられることとなり、これまで取得してきたデータを用いて洋館の一部を再現することとなった。



写真22 鴻池組大阪テクノセンター外観

4.2 計測データに基づく製作図の作成

先に実施した3Dスキャナーによる計測に加え、家具職人の手作業の実測データと照合しながら再現用図面作成を行った（図8）。再現のフローを図9に示す。

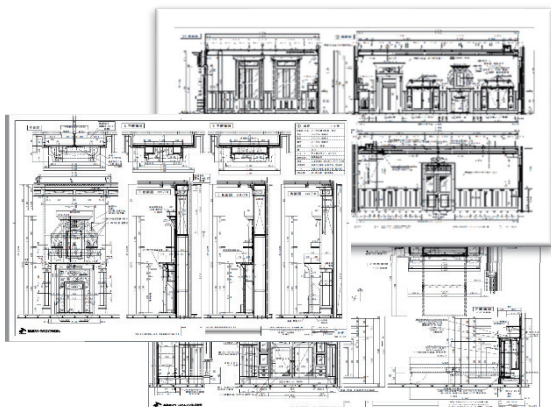


図8 製作図 洋室再現 材料

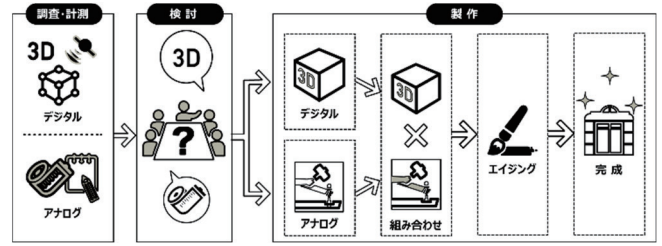


図9 製作フロー

4.3 デジタルファブリケーション機器による家具の製作

今回の再現に当たっては“触れる文化財”とする方針により、部位ごとに強度・耐久性などを検討し適切な材料、加工法を決定した（写真23）。

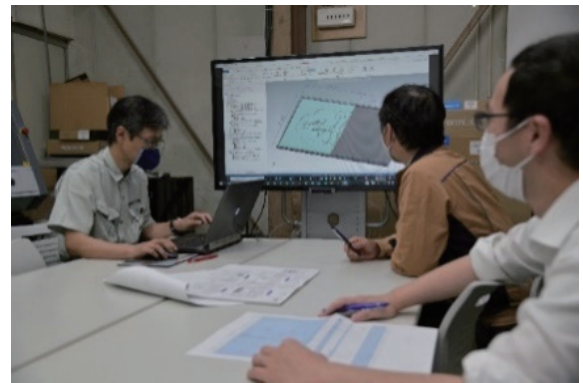


写真23 データ確認打合せ状況

彫刻部分については主に各種デジタルファブリケーション機器による部材加工を行い再現した。再現に用いた主な機器を下記に示す。

- ・NC切削機

比較的平面形状彫刻レリーフ部分に使用した。材料については素材の安定性の観点からケミカルウッドを使用（写真24、25、26）。



写真24 NC切削機

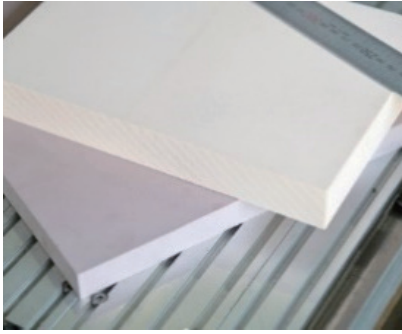


写真 25 ケミカルウッド

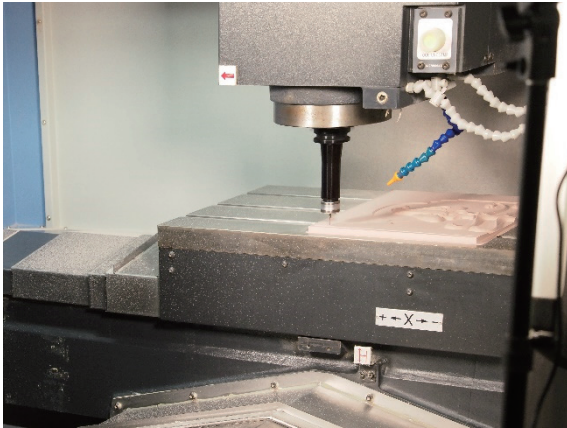


写真 26 切削状況

・3Dプリンター（光造形タイプ）（写真27）

奥行きのある深い彫刻が施されている部分（写真28）に使用した。

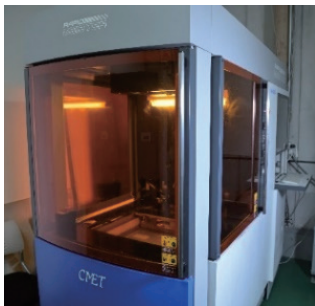


写真 27 3Dプリンター



写真 28 3Dプリンター出力部分例（円内部分）

・レーザー加工機

天井部分のレリーフ切断に使用（写真29、30）。



写真 29 加工状況

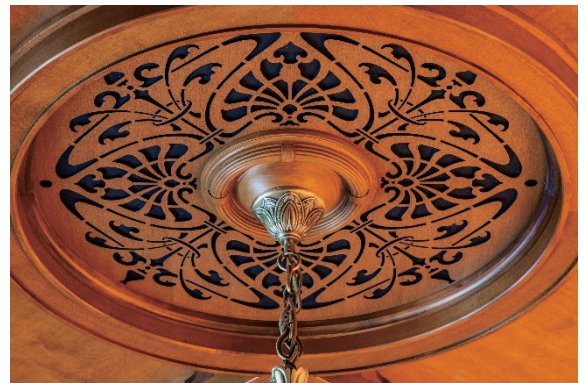


写真 30 完成状況

・金物部分再現

各所取手、丁番などの金物については3次元データをもとに型を起し、金属の鋳造を行い再現した（写真31、32）。



写真 31 扉丁番



写真 32 取手金物

また、暖炉の鋳鉄部分については主に板金加工により再現した（写真 33、34）。



写真 33 暖炉部分製作状況



写真 34 暖炉部分再現完了状況

ケミカルウッドおよび、3D プリンター出力についてはテクスチャを人の手により複製（写真 35）を行った。

制作されたパーツを家具工場にてくみ上げた（写真 36）。最終仕上げは建物竣工後 5～10 年後をイメージしてエイジング処理を行った。



写真 35 エイジング処理作業状況



写真 36 家具組立状況

4.4 今後の計画

現在ダイニングチェアの加工用データ（図 10）を作成し、5 軸 NC 加工機（写真 37）での加工を継続して進めている。



図 10 加工用データイメージ



写真 37 5 軸 NC 切削機

5. おわりに

本報告では、旧社屋である鴻池組旧本店建物のデジタルアーカイブ作成と、今回取得したデータを用いたレプリカ作成についての過程を紹介した。

当取り組みが貴重な文化財の保存と利活用へ貢献できるよう一層の技術力の向上を図っていきたい。

再現ゾーン完成後の状況を写真 38 から写真 42 に示す。



写真 38 再現ゾーン外観



写真 39 再現ゾーン入口部分



写真 40 再現ゾーン内部



写真 41 再現ゾーン内部



写真 42 家具彫刻部分

参考文献

- 1) 足立裕司他：旧松本健次郎邸とその建設経緯に関する考察
住友本店臨時建築部と日本のアール・ヌーヴォー 1 日本建築学会計画系論文集、第 511 号、pp. 193-199、1998. 09