

木製椅子の設計手法における新たな提案

－ 伝統的技法とデジタル技術の融合を目指して －
新価値創造によるサステナブル社会推進プロジェクト(R3～R7)



成瀬哲哉

研究の背景

◎飛騨の家具とは

- ✓木材の質感や色合いを活かしたデザイン。
- ✓熟練した職人の加工技術。
- ✓工業製品としても工芸品としても高い評価。

研究の背景

◎さらなる価値を求めて

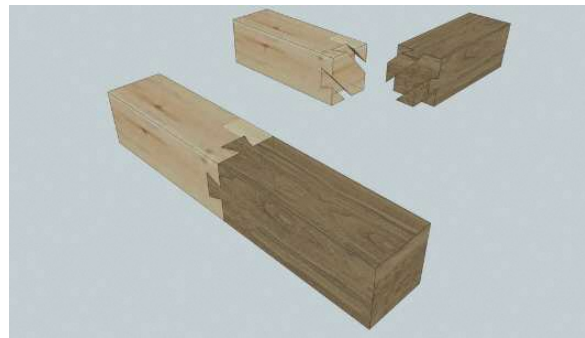
1. これまでの工法・技法では実現できなかったデザイン
2. デザインを具現化するための製造技術
→高度な加工機械の導入

研究のアプローチ

①これまでの工法・技法では実現できなかったデザイン

従来の曲げ技術では実現が難しかった3次元的なひねりや自由曲面

従来では生産性の観点から実現が難しかった組み木や複雑な接合部



研究のアプローチ

②デザインを具現化するための製造技術→高度な加工機械の導入

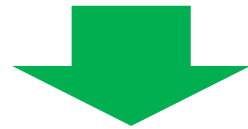
CNC加工機や3Dスキャナーなど

高度な加工機・計測器による作業の効率化、精度の向上



研究のアプローチ

人を機械に置き換えるのではなく、
人でしかできないこと、機械でしかできないことを組み合わせる

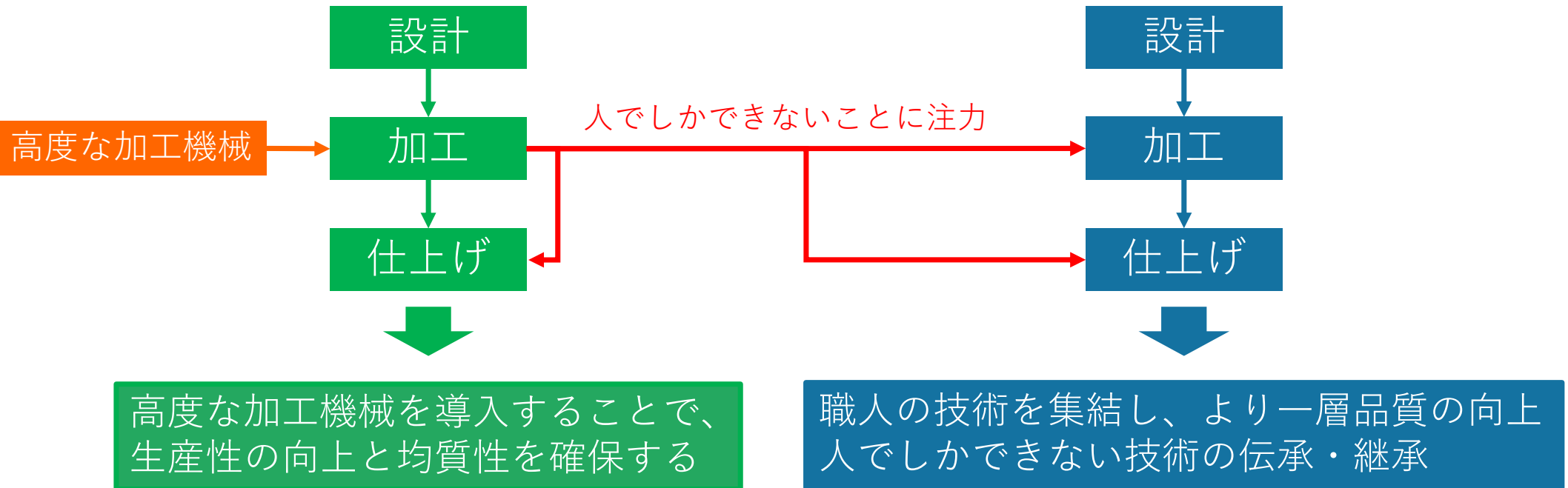


伝統的技法と高度な加工機器の
協働を実現

研究のアプローチ

工業製品として
均質性と品質が求められる製品
数量が必要とされるもの
コントラクト事業向け

工芸品として
手加工に価値を見出される製品
家庭向け、一品物
希少性、独自性が高い製品



研究のアプローチ

人と機械の協働による新たな意匠の実現



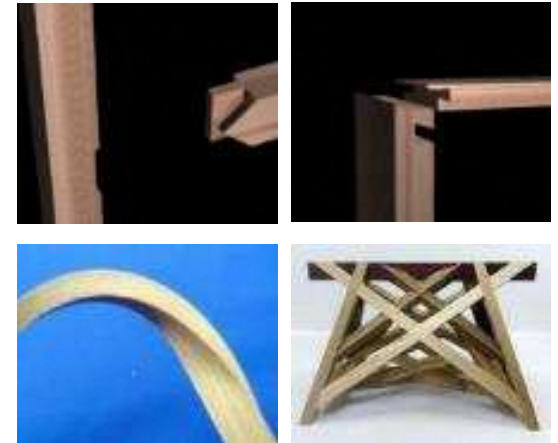
アーム式3次元計測器

有機的な意匠やCADデータの存在しない製品をスキャンしデータ化



木工用CNC加工機

従来の曲げ技術では実現が難しかった3次元的なひねりや自由曲面の製造
従来では生産性の観点から実現が難しかった組み木や複雑な接合部の製造



熟練工による加工

これまでは生産効率の観点から実現が困難であった意匠、機能を有する高付加価値製品を効率的に製造

研究計画

令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
①生産設備の高度化：アーム式三次元形状測定装置		①生産設備の高度化：木工用CNC加工機		
★研究開発 ✓ 3次元CADデータがない過去の製品を計測し、リバースエンジニアリングにより3DCADデータとして再利用する手法を検討		★研究開発 従来の曲げ技術では実現が難しかった3次元的なひねりや自由曲面の製造 従来では生産性の観点から実現が難しかった組み木や複雑な接合部の製造		
②高度化実証基盤による新たな製造手法の開発				
3Dスキャナーを活用したデジタル設計手法の検討				
★研究開発 (1)伝統的な木組み・継ぎ手を参考に新たな接合手法の検討と設計 CNC加工機の導入に向けデザインの蓄積 CADによる製品設計の習熟 (2)デジタル的手法・アナログ的手法を活用した製造手法の検討 クレイモデルや縮尺モデルの活用 デザインスケッチ→実大試作・修正→3Dスキャン→CADデータ化		5軸CNC加工機の活用手法検討		
		実大試作の製作		
		★研究開発 (1)5軸CNC加工機を活かした木製椅子の設計 導入機器の特性を活かした複雑な3次元形状を有する木製椅子を設計 (2)5軸CNC加工機で加工可能な継ぎ手の再設計 導入機器の仕様を考慮し、伝統的な継ぎ手を製造可能な形状に再設計		
③高度化人材育成				
✓ アーム式三次元形状測定装置利活用研究会の開催 ✓ アーム式三次元形状測定装置を用いた耐久性試験、環境試験後の試験体の変形状況を3Dデータとして計測 ✓ 木工用3次元加工機特殊な継ぎ手法の製造方法の技術指導				

アーム式3Dスキャナーの活用

アーム式3Dスキャナーとは

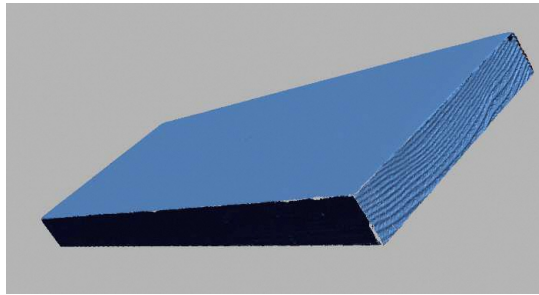
- ✓ 3次元スキャナーは、測定対象物にレーザーやパターン光を照射し、反射時間や照射角度から測定対象物表面の3次元座標データを解析し高精度に取得する装置。
- ✓ 製品形状の測定やCADデータとの誤差検査等、自動車業界をはじめとする製造業全般、建築業界、文化・芸術分野で広く用いられている。



ファロージャパン(株) FARO Prizm + Quantum E V2 2.5m 7軸 + 8-Axisシステム

アーム式3Dスキャナーの活用

形状だけでなく、色データも計測できるため、木目と反りなどのデータを取得できる
(測定精度0.05mm)



3D図面が無いものであってもスキャニングデータから3DCADデータに変換できる
(リバースエンジニアリング)



木製家具の設計製造フロー

デザインスケッチ



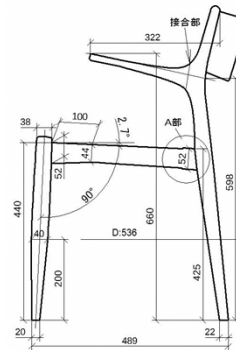
3Dデザイン



実大試作・修正
手加工



2D図面化



3D図面化



製品製造
手加工・NC加工



課題①

- ✓ デザイナーのコンセプト通りに試作・修正が難しい
- ✓ 木材は金属等と比較して、そこそこ強度があり加工しやすい素材ではあるが、修正が難しい素材

課題②

- ✓ 最終試作の絶妙なデザインラインの反映した図面化は難しい
- ✓ 最終的な図面化において、目視や簡易なスケールによる2D・3D図面化が行われている

木製家具の設計製造フローの改善案

課題①

デザイナーのコンセプト通りに試作するのが難しい
試作の修正が難しい

▼要因

木材は金属等と比較して、そこそこ強度があり加工しやすい素材ではあるが、修正が難しい素材

△解決策

木材とインダストリアルクレイを組み合わせることで、そこそこ強度があり、修正しやすさを実現。

アナログ的な手法をデジタル的な手法に取り込み、手仕上げの良さを活用



インダストリアルクレイとは、自動車・家電等の立体造形デザインに用いられるモデリング用合成粘土。

自動車業界ではデジタル全盛時代でもデザイナーの感性を取り込むため、CG・CADデザイン→実大クレイモデル削りだし→微妙なラインの修正→3Dスキャン→最終デザイン決定のような工程を経ている。

木製家具の設計製造フローの改善案

課題②

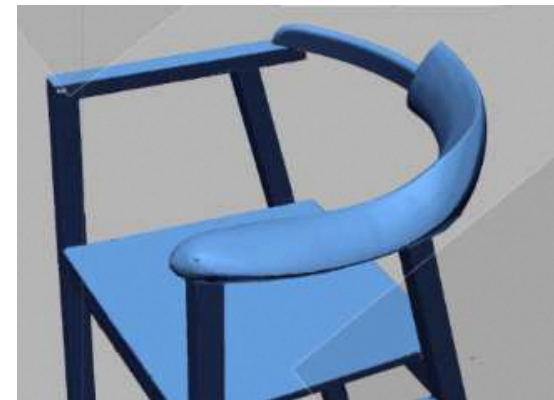
最終試作の絶妙なデザインラインの反映した図面化は手間・難しい

▼要因

最終的な図面化において、目視や簡易なスケールを用いて2D・3D図面化が行われている。

△解決策

アーム式3Dスキャナーによる形状計測とリバースエンジニアリングによる3DCADデータ化



インダストリアルクレイの活用

インダストリアルクレイの加工性の高さと木工の手加工技術の応用により、試作品製作のスピード向上を実現



インダストリアルクレイの活用

インダストリアルクレイの加工性の高さと木工の手加工技術の応用により、試作品製作のスピード向上を実現



アーム式三次元形状測定装置の活用

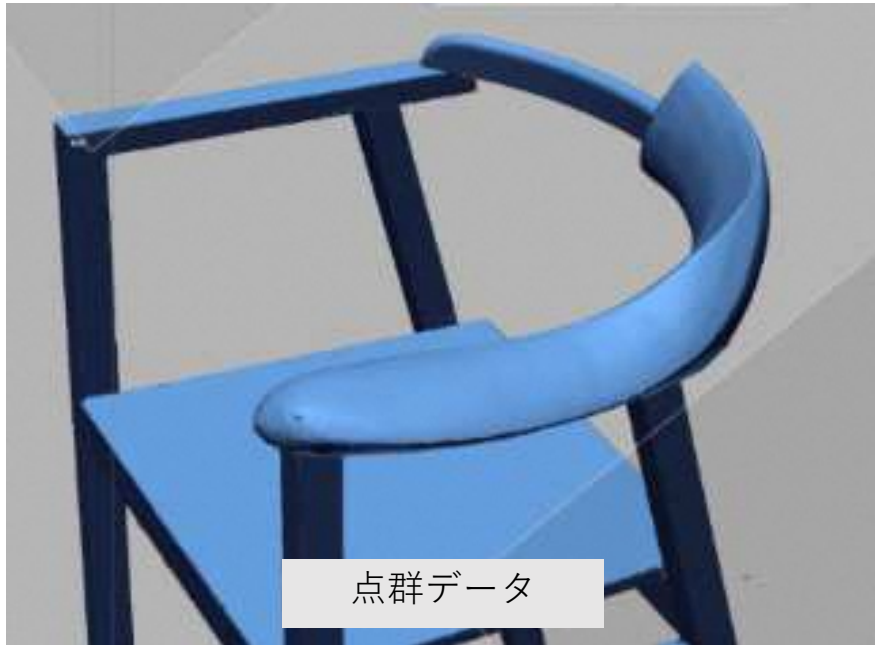
デザインコンセプトを実現した試作品を、アーム式三次元形状測定装置で形状測定・リバースエンジニアリングによる3D図面化



クレイモデル(背もたれ肘掛)の計測風景

スキャンングデータのリバースエンジニアリング

デザインコンセプトを実現した試作品を、アーム式三次元形状測定装置で形状測定・リバースエンジニアリングによる3D図面化



リバースエンジニアリング

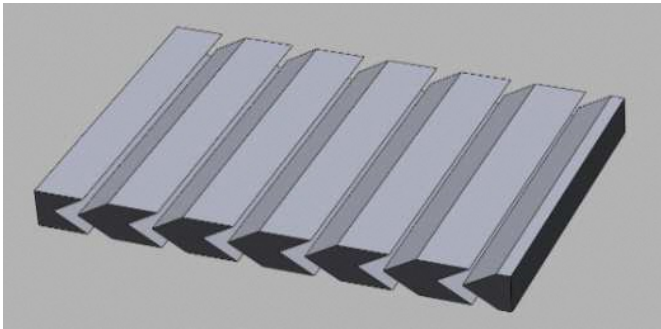
有機的な形状をCNC加工機に適した3D CADデータ化には、ノウハウが必要であるものの、精度の高い形状作製が可能。

伝統的な木組みの活用

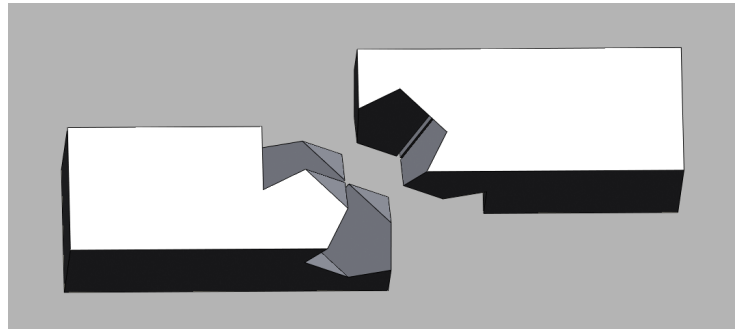
木工技術の伝承や、今後のCNC加工機での製造を見据え、
伝統的な木組みを木製椅子に活用する試み

木組みとは

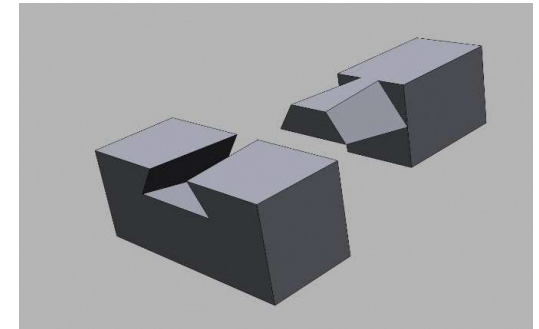
- ✓ 継手、仕口、組手、差口、矧ぎといった種類がある。
- ✓ 構造的な強度を高めるだけでなく、美しさや機能性を追求したものが多く存在する。
- ✓ 木製椅子においては、金具を使用しない構造や接合部分を目立たせないようなデザイン・仕上げ方法は製造技術の高さを示す売りの一つ。



矢筈矧ぎ

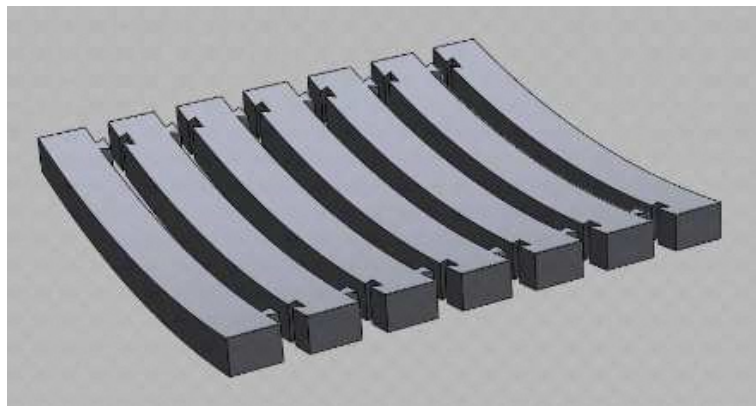


河合接手

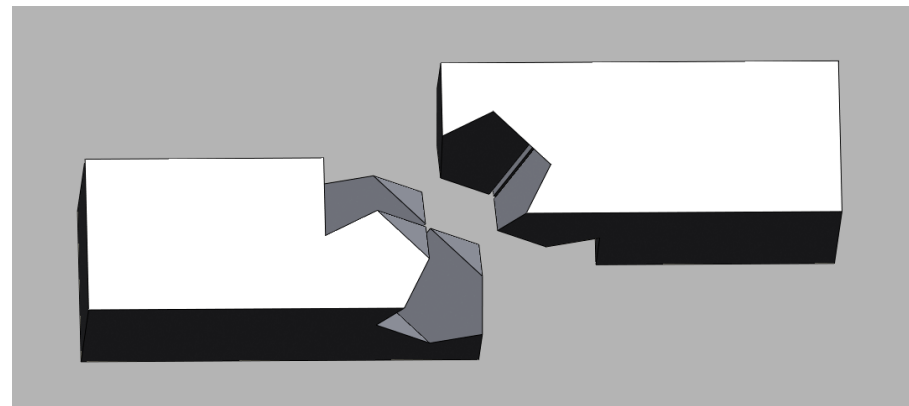


矩折れ蟻形仕掛け接ぎ

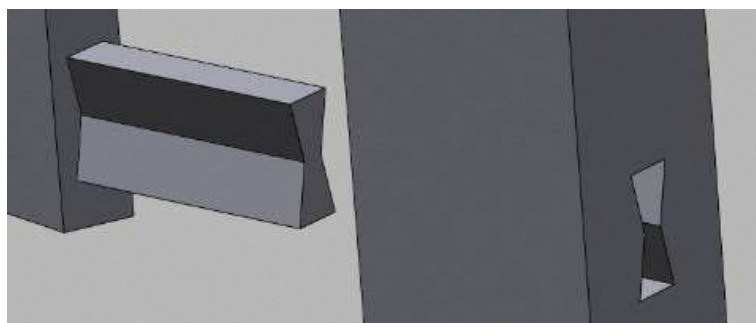
伝統的な木組みを取り入れた木製スツール



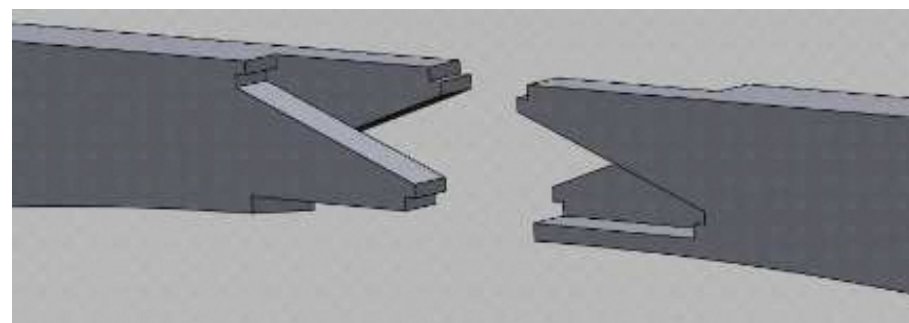
座面に千切り矧ぎを応用



脚部の接合部に河合継ぎを応用

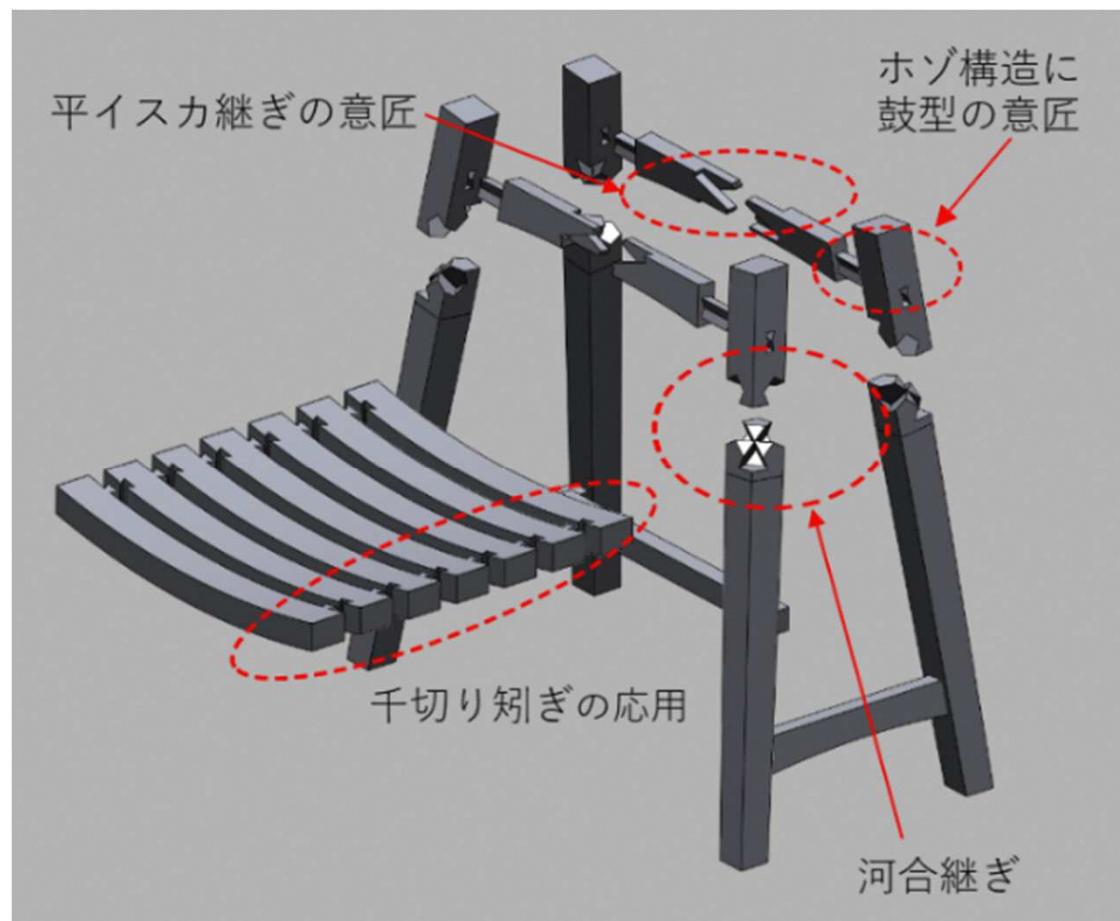


座枠と脚部のホゾ構造に
鼓型の意匠を付加



座枠に平イスカ継ぎの意匠を付加

伝統的な木組みを取り入れた木製スツール



3Dプリンタを活用したデジタル試作

3Dプリンタによる縮尺モデルの検討を元に、製造のしやすさ、強度を検討



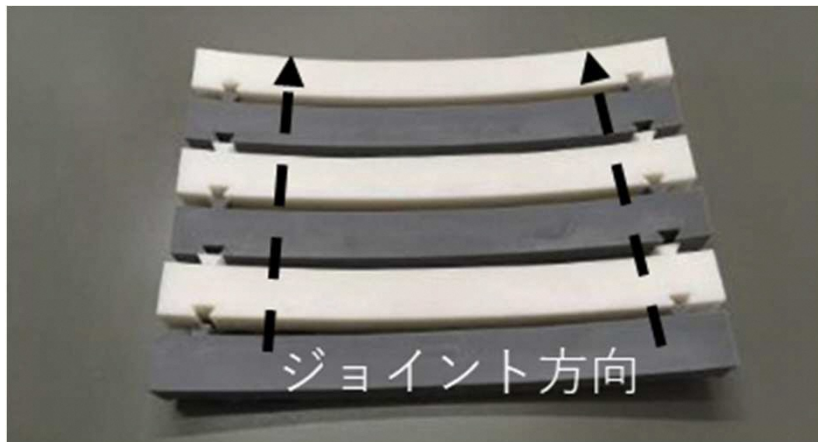
貫き無し

改良



貫き追加

設計変更



高度化人材育成

アーム式3Dスキャナーを研究機材としてでなく、飛騨地域を中心とした木工家具メーカーに活用いただくために「3Dスキャナー利活用研究会」を設立し、スキャニング、リバースエンジニアリング講習会を実施

参加社： 7 社

講習会： 合同講習会 1 回、各社ごとの講習会 2 0 回開催

利用目的

コッピングマシンの原器のデジタルデータ化

N C 旋盤用の 3 D データ作成

2 D 図面しかない製品のスキャン→リバースエンジニアリングによる 3 D 図面化

試作品のスキャン→リバースエンジニアリングによる 3 D 図面化

5軸CNC加工機の導入

令和5年内導入予定

令和6年度第一四半期に公開予定

3Dスキャナー利活用研究会→次世代木工技術研究会(仮称)にて
操作実習、試作支援を実施

