



右は五重塔の全体3Dモデル。点線で囲った1階屋根根隅部(左図の赤色部分)をロボット棟梁で試作した。



るに当たり、研究室では、伝統木造構法の設計手法である、古の規矩術や木割りの論理をコンピュータに取り込み、モデリングを進めました。難解とも言われる規矩や木割りですが、ロジックそのものは大変シンプル。各部品の設計寸法は体系化されており、屋根の微妙な反りなども計算式で求めることができます。若し大工世代の中には知らない人も多いという規矩や木割



精緻な3Dモデル化により、部材同士の複雑な納まり部まで表現。



3DデータベースとCAD上の情報を紐付けることで、資料性の高いデジタルアーカイブ化を実現。上/部材関連情報をデータベースから参照できる。左/部材名を入力すると、当該部材がどこにどんな形状で存在するかが表示される。



法華経寺五重塔屋根隅部の模型(1/5縮尺)と、ロボット棟梁。ロボット棟梁を大型のものに置き換えることで実物大での加工が可能になる。

# 林業ニュース 木造建築の未来を拓く

## 〈ロボット棟梁〉

写真提供：千葉大学工学研究院 平沢研究室



上/ロボット棟梁の部材加工の様子。ロボットに持たせるツール(丸ノコ、角ノミ、振動ノミ、ルータ)はオリジナル開発した。下/ロボット棟梁が切り出した五重塔1階屋根隅部の部材、全160パーツ。伝統木造建築特有の複雑な形状を忠実に再現。

### 棟梁(宮大工)の「刻み」をロボットで。

写真上は、千葉県市川市にある法華経寺五重塔(国指定重要文化財)の屋根隅部の模型(1/5スケール)。伝統木造建築特有の複雑な木組みが見事に再現されていますが、実はこの部材を、刻んだのは、棟梁ならぬロボット。塔の後方で誇らしげに丸ノコをかざすオレンジ色のボディ、その名も「ロボット棟梁」です。

### テクノロジーで伝統木造を継承。

生みの親にして名付けの親は、建築学へのコンピュータ利用を研究する平沢岳人氏(千葉大学工学研究院教授)。「国宝、重要文化財として登録される伝統木造建築は年々増加しています。一方、それら

のルールが、先端のテクノロジーの力で、新しい形で蘇りました。

### 人とロボットの共存を。

「伝統継承のためのもうひとつの答え、それがロボット棟梁でした。棟梁の手加工と同等もしくはそれ以上の刻みをさせることを目指しました。棟梁の手仕事を分析、モデル化することでロボットに持たせるツール(道具)を選定・開発し、ロボットの動きを自動制御するプログラムを作成。これにより、ロボットは3Dデータと連携し、自律的に部材を切り出して行きます。ロボットは空中でアームが自在に動くので全方位から切ることができます。墨付けも特別な治具も不要で、仕口や継ぎ手<sup>\*</sup>の繊細で複雑なディテールも本来の形状のままに加工します。加工パワーやスピードも人間とは比べ物になりません。刻むことに関してはロボットに任せ、宮大工さんには建物の総合的な構成などより重要な仕事に専念して頂く。人とロボットが

保存修理を担う棟梁は高齢化、減少傾向にあり、待ったなしの状況です。貴重な文化遺産保全の火を絶やさないために、エンジニアとしてできることは何か。答えのひとつが伝統木造建築のデジタルアーカイブ化―先人たちの知恵と技術を3D(3次元)データのカタチで未来へ永続的に継承することでした(平沢教授、以下同)。

### 複雑な構造部材を3Dアーカイブ化。

「伝統木造建築は何百、何千という非常に多くの複雑な形状の部材から成り立ちます。法華経寺五重塔の場合は写真計測などの結果、構造材だけでも約7,000部材から構成されていることがわかりました。膨大な数の部材を3Dデータ化す

協働して伝統の技術を未来へと伝えていく、それが次代の建築風景になるのではないでしょうが」。

※伝統木造建築における木材同士の接合方法

### ロボットインテグレーターが不可欠。

平沢研究室の取り組みは現代の木造建築にも展開されており、すでに大規模木造建築を対象とした大型ロボットが稼働、実建築物への構造材供給が始まっています。「ロボットは、その自由度の高さから、伝統、現代、いずれの木造建築にも新しい構法、デザインをもたらす可能性を秘めています。その実現のために不可欠なのが、ロボットインテグレーター―ユーザーとロボットメーカーの間に立つてニーズをフィッティングしていく職能です。アカデミックサイドでは我々がその役目を担っていますが、ビジネスサイドには現在はいずれも皆無です。業界内でのインテグレーター育成が急務でしょう。次世代の新しい木造建築がそこから始まると思います」。

お葉書、  
ありがとうございました。

