

適材適所システム: 広葉樹林業で発生する多様な小径木の家具および建築への応用

「つかえない材をつかえる材に」

50230 吉田 博則 東京大学 RIISE

(1) 解決したい課題: 廃棄されている不揃いで径の細い木の枝を付加価値の高いデザインへ活用

本課題の狙いは、従来はチップ化され燃やすしかなかった小径木や枝のような多様かつ繊細な材を、より高付加価値を持つ家具や建築に活用できるようにすることである。

林業では択伐や間伐のためこのような材が恒常的に発生し、薪やシイタケの原木等に使用されているが、高付加価値な用途とは言い難い。一方家具や建築デザインでは、あえて節や虫食いといった欠点をあえて強調するデザインも、工業製品で構成されたモダンデザインにはない個性として受け入れられている。しかしこのような、いわゆる一品モノのデザインの多くはシステマティックな大量生産には向いていないため、経験豊富な職人の監修や手作業が必須となっている。

そこで本研究課題では、多様な形状の枝を例に、効率的かつ多様なデザインを可能にするデザインサポートツールの提供を目指す。効率的なデザインを達成するためにデザインと生産プロセスが直結したデジタルファブリケーションを応用する。多様なデザインのため、ユーザーが自由に編集できるUIや、3次元スキャンを用いて材料の個性をそのままデザインに利用できるワークフローを確立する。



枝は輸送や管理手法も確立されておらず、チップ等に活用されず森林に残材材として放置されることも珍しくない。



Christoph Schindlerによるスツールデザインの事例。枝の樹皮のテクスチャや枝分かれ部をアクセントとしてうまくデザインに取り入れている。

(2) 切り拓く未来: 個性を活かした多様なものづくりをサポートしたい

曲がりが強かったり虫食いや樹皮が部分的に残っている材も個別に識別し生産工程まで一貫して扱える、独特なテクスチャや曲がりもうまく全体デザインにフィットさせて活かせる可能性が広がる。このような適材適所が実現されると小径木にも需要が生まれる。需要があると落葉広葉樹林に恒常的に手が入り、本来の森林の姿である適地適木にもつながる。多様なデザインを容易にし身近にするようなツールを開発することで、持続可能な循環型社会の実現に貢献することも可能である。

現在3Dプリンタなどのデジタルファブリケーションによって、ユーザーが自由に設計した形状を生活空間に取り入れることが可能になっている。形状だけでなく素材の固有性も取り入れることで、デザインを多様にするだけでなく、多様性の裏にあるストーリー、例えば素材の地域性やデザインの成り立ちなどもエンドユーザーに伝わるようなものづくりをサポートしていきたい。



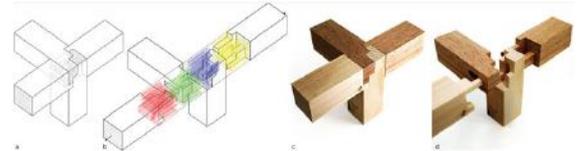
伝統的な落葉広葉樹林の管理手法である樵木(こりき)林業から、カノコギやスタジといった希少な樹種入手した。これらを用いて構造を設計・製作する。



広葉樹の枝で構成したオブジェの事例。一本一本の曲率や径を参照し、最適に配置している。本オブジェは日本科学技術未来館で展示されている。

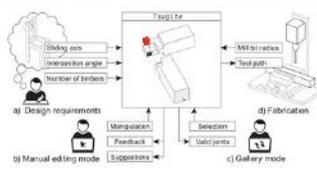
(3) ACT-Iでの成果: 家具スケールでのディテールデザインUIと、建築スケールでの適材適所システム

ACT-Iの期間ではディテールと全体を対象スケールを分けてデザイン支援ツールを開発した。ディテールデザインのためのUIとして、ジョイント部のデザインをサポートする「Tsguite」を提案し、ディテールデザインの多様性向上に努めた。建築スケールにおいては、枝を3次元のターゲットデザインに最適に配置し組むためのワークフローを提案した。日本科学技術未来館で現在展示中の「Swirled Branches」は提案手法を用いて設計・製作されている。また、ジョイント部の製作を3Dプリンタにより効率的にした、「Tsgugiki」も現在進めている。



左 TsguiteのUI。ボックス空間でジョイントデザインの編集ができる。デザインはそのままCNC加工機のパスに変換できる。右 4つの部材から成るジョイントを実際に製作した事例。

家具スケールで多様なディテールデザインを支援するUI

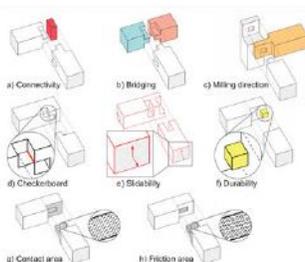


Tsguiteのシステム概要。入力にはユーザーによるデザインのほか、CNC加工機の制約や、材料の異質性も考慮している。まずユーザーは接合部の加工性、組み立て可能性、強度など性能に関するリアルタイムフィードバックを受け取りながら、接合部を設計する。そして角を丸めるなどの処理をして、計算機制御の切削加工機により接合部が完成する。

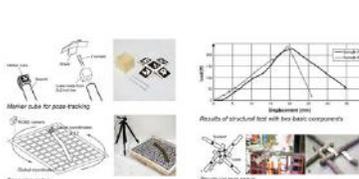
編集時にシステムは加工可能性、組み立て可能性、強度など継手・仕口の性能を自動的に分析することにより、ユーザによる設計支援を実現している。

提案しているシステムには、手動編集モードとギャラリーモードの2つのモードがある。手動編集モードでは、ユーザーは接合部を構成するブロックを押し引きしたりして接合部の形状を直接操作する。ブロックが追加されると、相手の木材の対応するブロックが自動的に差し引かれ、重複したブロックや空のブロックがないことが保証される。

さらに、モデリング中に接合部の性能に関するリアルタイムのフィードバックを提供する。手動編集モードは、多くの解があるような接合部や、指数関数的に多数の可能性があるために組み合わせ検索が実行できない高解像度の接合部の設計に適しています。ギャラリーモードでは、システムが自動的に有効な接合部の形状を列挙してユーザーに提示します。このモードは、可能な解の数が少ない難しい接合部や、操作に慣れないユーザーに適している。

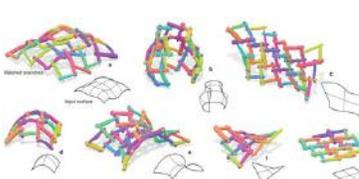


建築スケールで多様な部材を用いたデザインを実現するワークフロー



ユーザーが設計した自由曲面をもとに、複数の曲線を生産する。曲線は4本の枝が互いに支え合うように生成され、4本セットで一つの構造ユニットとなる。ユニット化することで構造的に強く、また部材の機械的性質も均一化される。

枝をスキャンするときにマーカーキューブと一緒にスキャンすることで、ジョイントをCNC加工機で切削する際に、コンピュータから置き方の指示を受けることができる。



4つのエッジから成る自由曲面であれば多様な形状に配置可能であるが、Swirled Branchesではさらにシンダー形状にも応用可能となった。