

計算的弾性体を社会実装するためのプラットフォームの実現

1. 背景

様々な材料に対して幾何形状を加工することで、材料の弾力、変形の性質をコントロールすることができる。例えば、図1にあるように金属の3Dプリンタで適切な構造を加工すれば、一定の方向にのみスポンジのように柔軟で、その他の方向には金属と同等の硬さをもつ特殊な材料を構築することができる。

このような弾力や変形を構造で明示的に制御するためには、構造計算や狙った物理的性能を満たすための最適化計算が必要になる。この最適化計算によって明示的に弾力や変形の性能がコントロールされた物質（以下、「計算的弾性体」という。）を作り出す技術は、インテリア・建築・車・変形する電子回路など様々な領域への応用が可能である。

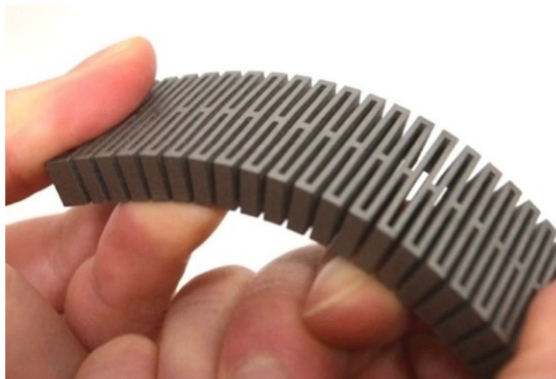


図1：ある一方にだけ柔軟な計算的弾性体

2. 目的

通常、曲がった形状を製造するには、型をつくり、その型に平板を這わせ、スチームなどで曲げやすくするなどの加工を行っていた。しかし、この手法ではカスタマイズされた曲げ形状が必要になった場合に大きな製造コスト、施工コストを要する。

本プロジェクトでは、通常では個別での設計・製造・施工が困難な曲がった形状をより簡単に設計・製造・施工可能にするシステムを開発する。開発するシステムでは、大嶋がこれまで研究してきた slit kerfing（学術名：LEAT 図2参照）と呼ばれる、平面にCNCミリングマシンでスリットを加工する手法をとり、ターゲットとなる曲げをシステム上に入力すると、瞬時にその形状を近似し、製造可能な曲面に最適化を行う。同時に、その形状を製作・施工するための加工データが出力される。このようにして、意匠性・製造性・施工性を包括的に考慮したものづくりを実現する。

本プロジェクトでは、大嶋と秋吉との連帯性を強めるため、主にインテリア・建築への応用に焦点を当てた取り組みを行った。

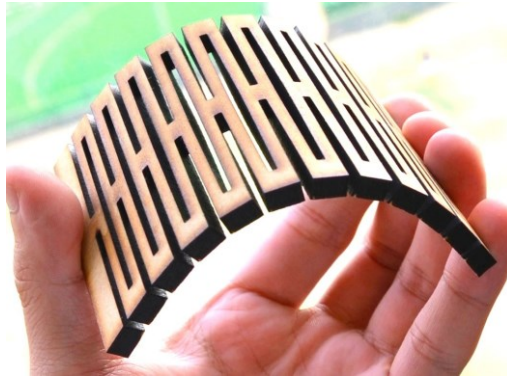


図 2 : slit kerfing

3. 製品・サービスの内容

本プロジェクトでは、特定の曲がった形状を大量に製造するのではなく、多様な曲がった形状をマスカスタマイゼーションで製造する手法を確立する。具体的には、曲げたい形状を入力すれば、それを製造・施工するための加工データが出力される、設計 (CAD) - 解析 (CAE) - 製造 (CAM) を統合したシステムを構築する。本システムを利用すれば、自ら構造計算や構造解析をすることなく、曲げたい形状を自由に設計することができ、その設計に基づいて製造・施工を行うための加工図面が自動生成される。これにより、実際のプロダクトの施工デザインをイメージしながら、より自由に容易に設計を行うことができる。システムの構築にあたっては、試作を繰り返し、施工側のフィードバックを得ながら、開発を行っていた。

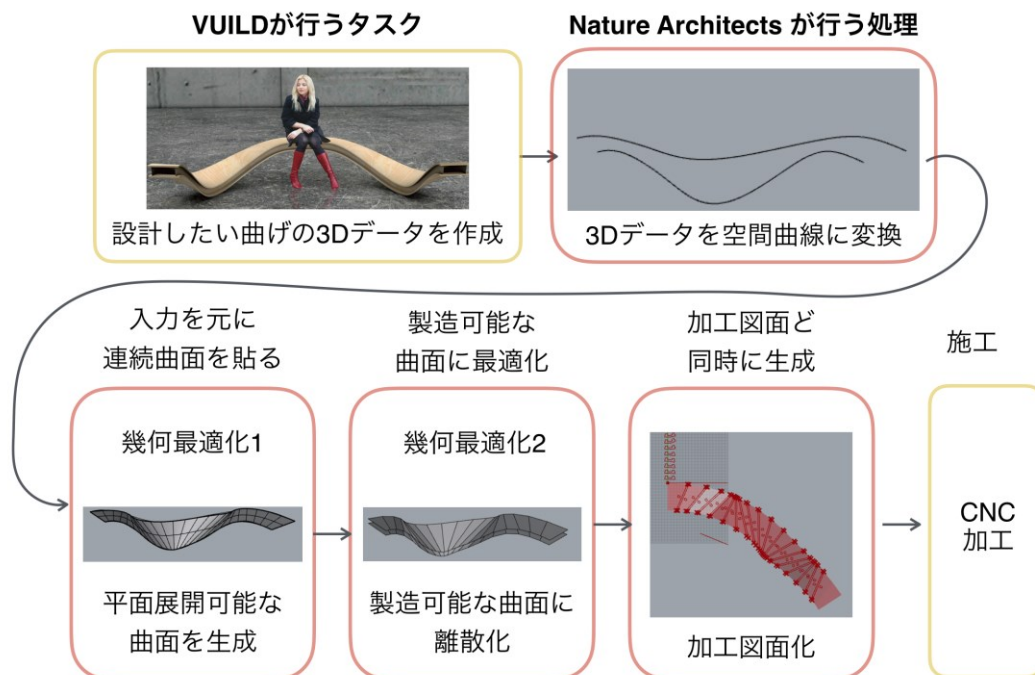


図 3 : 今回実装したシステム（赤枠部分）とその運用の流れ

4. 新規性・優位性

slit kerfingによって曲面造形を加工する手法における物理特性は、大嶋の研究などで明らかになっているが、現状において応用例はほとんどない。本プロジェクトで開発するシステムは、人間が乗っても壊れない強度を保証し、見た目の意匠性、製造性、施工性を考慮した上で狙った曲面を実現する加工法を設計から製造、施工までを包括的につなぐことを目的とする。このようなシステムが実現すれば、カスタマイズ性の高い複雑な曲面をCNCミリング加工とそれによって加工された部材の組み合わせで製造することができる。

5. 事業普及（または活用）の見通し

大嶋が代表を務めるNature Architects（以下NA）と秋吉が代表を務めるVUILDの共同で高いカスタマイズ性が求められる家具・インテリア領域の受注を受け、大嶋が幾何学最適化部分を担い、秋吉が設計施工を担う連帯を考えている。本来であれば、不可能な形状や、高いカスタマイズ性が求められる要件に対して、短納期、低コストで設計から施工を実現可能とすることを目指す。

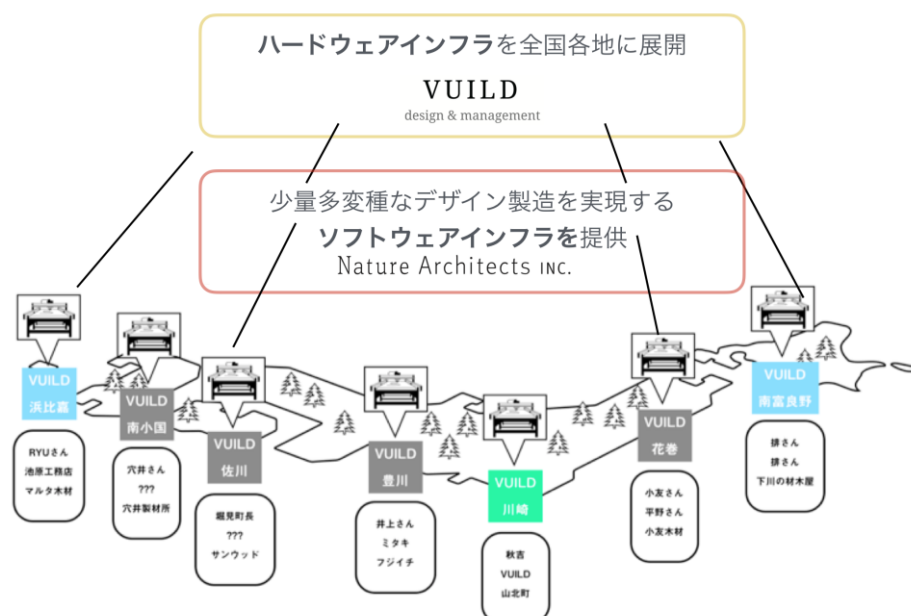


図4：事業普及イメージ

共同受注の第一段階として、本プロジェクト期間中に世界中の投資家や起業家の集うイベントである「SLUSH TOKYO 2018」（開催期間：2018年3月27日～28日）で使用するベンチを受託し、製作を行った。（図5，6）





図 5 : 提案時のベンチのイメージ図



図 6 : SLUSH TOKYO で展示されたベンチ

6. 期待される波及効果

計算的弾性体の一つの側面は、本プロジェクトで示した弾力変形を汎用的に設計・制作できるようになる点である。一方、もう一つの大きな可能性は特殊な弾性、変形をコンピュータシミュレーションに設計・製作できる点にある。例えば、硬さが自在に変わる曲面構造や形状が目的の形にのみ柔軟な特殊材料などがあげられる。(図 7, 8)

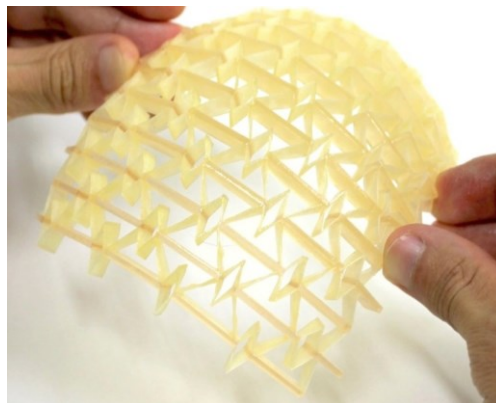


図 7 : 球面にのみ柔軟な計算的弾性体



図8：曲面に形状をごく単純なアクチュエーションで制御して生まれる変形

これらを用いることで、人の体重を支える姿勢制御のための変形や硬さのある空間を瞬時に作ることが出来る。その応用として、人間の姿勢を状況に応じて制御するシート材変形構造や車の車体の衝突を検知することで瞬時に柔らかく変化させる衝突安全ボディなどの極めて先進的な応用が考えられる。

また、自由曲面建築の実践で構築した知見や技術を、様々な応用領域に水平展開していくことが可能である。その際は、ソフトウェアインフラであるNAの対として、VUILDのようなハードウェアインフラを担うパートナーと連携していく必要がある。

さらに、本システムの基幹技術が実装できれば、自由曲面の建築の施工方法を合理化できるような、ジオメトリサポートを複数案件並行して行うことができ、ジオメトリエンジニアリングのエキスパートとしてNAの地位を確立していくことができる。（図9）

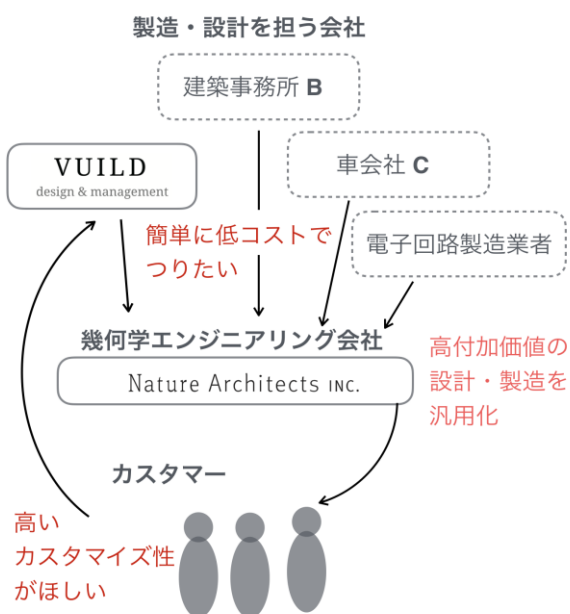


図9：ジオメトリエンジニアリングのエキスパートとしてのNA

7. 未踏イノベータ名（所属）

大嶋泰介（NatureArchitects 株式会社 代表取締役）

秋吉浩気（VUILD 株式会社 代表取締役）