

口頭発表

## デジタルファブリケーションによって建築家の職能を再構築する

Generating Creative Contexts toward a New Architect's Profession with Digital Fabrication

秋吉浩気(建築家/起業家/VUILD株式会社代表取締役)

AKIYOSHI Koki (Architect/ Founder/ VUILD Inc. CEO)

### 制作機械の普及がもたらす「オープンネス」

VUILDという会社を経営している秋吉と申します。最近は、中山間地域と呼ばれる森林資源豊富な地域に赴いて仕事をしています。慶應義塾大学SFCの大学院に在学中、デジタルファブリケーションの研究と並行して、スタートアップとして起業して以来、建築家として活動をしつつ、仕事を継続しています。スタートアップですので、自分達で資金調達もして、その中から設備を準備して仕事をし、会社を経営しています。

事業の特徴のひとつとして、ShopBotという米国製の木工用CNCルーターの代理販売を行っています【図1】。CNCルーターとは、コンピュータによる数値制御の木工用電動切削機のことです。IAMASにもShopBotが1台導入されていて、岐阜おおがきビエンナーレの展示でも使われています。この機械の代理販売を始めた動機として、本日の「公共圏」に関わるオープンネスというテーマで言えば、工作機器に一般の人でもアクセスできるというようなことを考えていました。ShopBotは現在、全世界に1万台以上入っていますが、家具工房や木工所にあったような、いわゆるNCルーター（数値制御の木工用電動切削機）が、簡単に言うと、安価になり使いやすくなったので、個人の手にも届きやすくなったという背景があります。

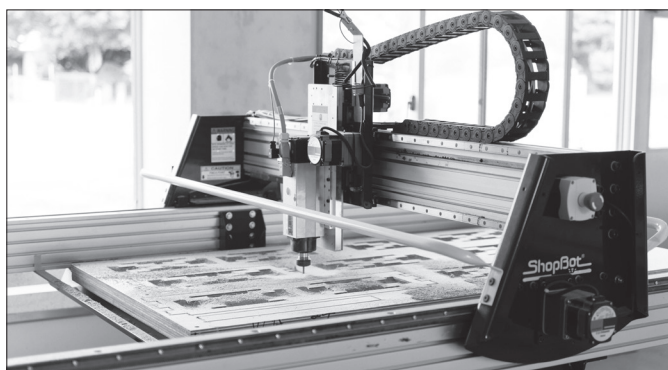
我々の普段の制作プロセスとして、3DのCADでデザインをしますが、設計する空間のすぐ隣に機械を2台置いています。データを作ってプロトタイピングして、機械で切って、最後に仕上げて納めるということを、家具と建築で実践しています。データを作ったらそのまま会社内にある機械に持って行って、加工、出力できる環境を重視しています。ShopBot自体はアメリカではDIY用で、ガレージに1台入っているような機械なのですが、3軸と呼ばれるXとYとZ軸で動いていて切るといような原始的な機械です。先端に刃物が付いていて、設計データの線通りに木を切るという技術です。なので技術自体はそこまで新しくないのですが、我々がデザインしている領域としては、このような技術の使い方を考え普及させることで、建築やデザインへのアプローチが大きく変わるのでないかと考えています。

事業としては3つあり【図2】、1つ目が先ほどから話しているShopBotの販売事業で、在学時から含めて5年目ですが、今では中山間地域を含めて45台が地域に入っています【図3】。ある意味でインターネット黎明期のように、まずはインターネットが届く空間を作るというような感覚で、機械自体を導入することをここ3年間、特に広げてきました。2つ目の事業としては、一級建築士事務所として、この機械を使って、実際にデジタルプロセスで家具を制作し建築物を建てるということをやっています。3つ目として、EMARF事業があります。我々が普段コミュニケーションをしている人達の中には、自治体や製材所の方々がいますが、普段はFAXでやりとりするなど、デジタルのツールに親しみのないという方々がたくさんいます。そのような方でも、日常的にスマートフォンを使ったりしているわけで、それぐらいの感覚で使えるようなデザインシステムの設計をEMARFという事業として立ち上げました。オーダーメイド家具のオンデマンド出力サービスを始めています。収益は全てEMARFに投資しています。

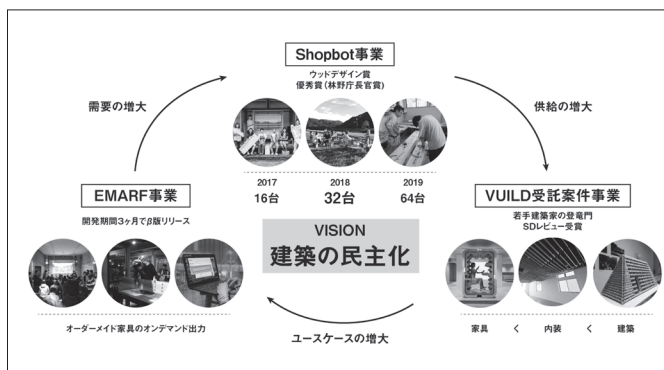
ShopBotという制作技術を普及させるだけでなく、技術の使い方や、生産設備にいかにかアクセスしやすくするかを考えていまして、近代文化が浸透する以前に、作りたい物や調度品を自ら作っていた時代のものづくりに、デジタルファブリケーションを通してもう一度違う形で戻れるのではないかと考えています。

### 流通が生産と消費の意識を変える

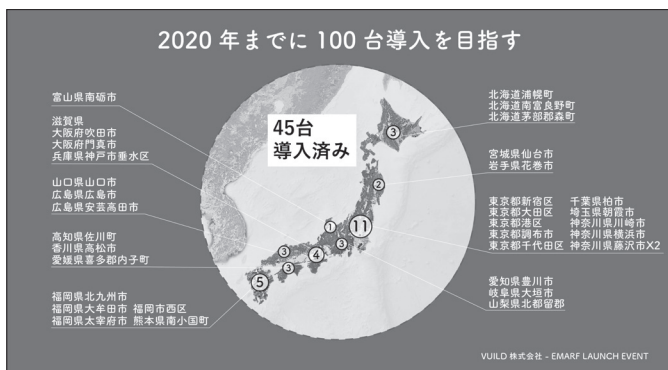
現在、林業・木材産業では川上（林業・素材生産業）・川中（製材・集成材工場）・川下（プレカット工場）という既存のバリューチェーンがあり、川上の森を持っている人や素材生産者にお金が落ちづらい構造になっています。商社や流通業者に利益が集中しやすくなっているわけですが、デジタル技術の面白いところは、UberやAirbnbのように、川上の生産者と川下の消費者を直接つないでしまうことが可能です。ShopBotのように安価に導入できて、データを受信すれば機械で加工できるというような機械が川上の方であれば、素材を生産している人が、その機械を手にして直接高付加価値の



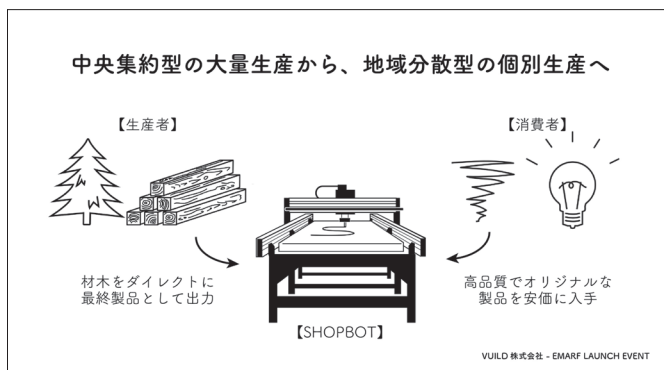
【図1】



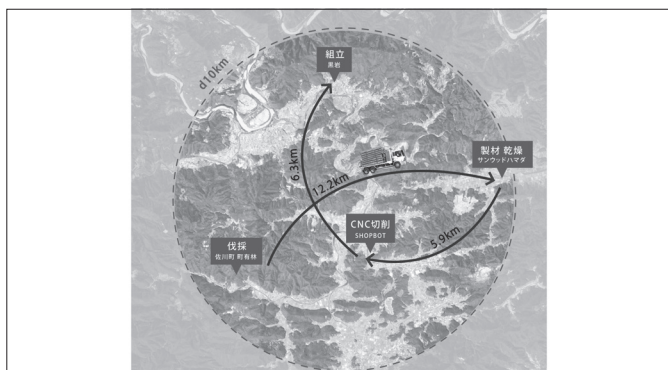
【図2】



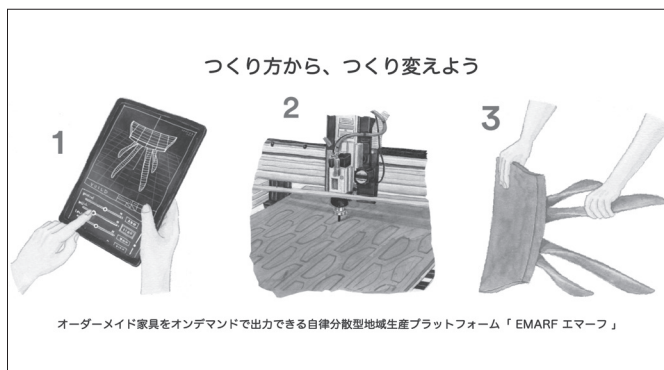
【図3】



【図4】



【図5】



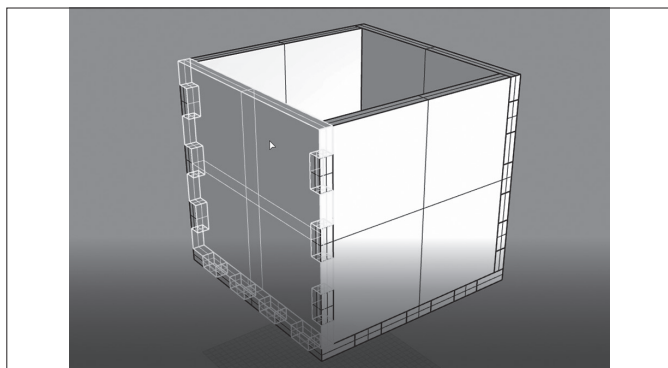
【図6】

プロダクトを届けることができるようになります。例えば、川上の業者が1本1500円の木をただ売ってだけでなく、それ自体を最終製品にまで自らデジタルで加工して販売することが可能な仕組みを作っています【図4】。

実際、木造の建築物では、1つの建物作るのに平均すると300キロ位、動いてたりするんですけども、この機械があってデータさえ受信すれば、木材を遠方から調達して施工する必要がなくなります【図5】。つまり、物を外に出すとか、本来得るべき利益を外に出さずに作れるというようなことを

やっています。こうした考え方に共感を得て、現在、工務店、製材所、材木屋さん、自治体、あるいは学校などの45ヶ所にShopBotが導入されています。

とはいえ、先程説明したように、機械を手に入れるだけではすぐに制作できるリテラシーを身につけるのが難しいため、1年ほど前からEMARFでシステム開発に着手しています【図6】。

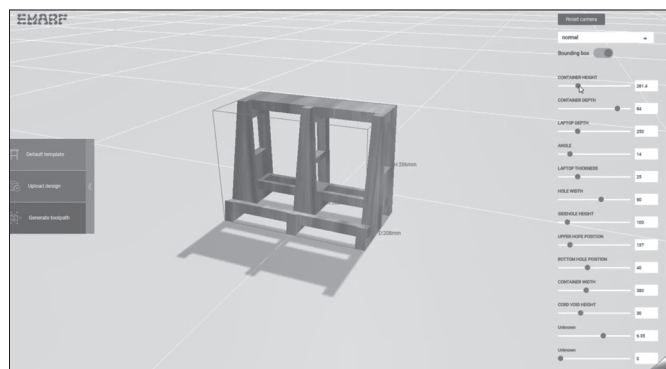


【図7】

### 家具の設計と製作によって提供する価値観

我々の会社のデザイン事業部では、業務効率化として、設計でよく使う接合部や納まりをボタン1つである程度作ってしまうような仕組みを、社内ツールとして作っています。例えば、これはアラレ組みという木組みの箱で使われる接合部です【図7】。このジョイントを最初から線で描いてデザインすると大変ですが、こういうノウハウをオープンにしていこうということをやっています。デザイナーやデジタルツールに慣れている人だったら、簡単にできるようなプロセスをある程度仕組み化して、一般の人にも使いやすいような状態にしてあげると、「もう少しこういうものが欲しい」というような、既存のしがらみの中でできなかった、達成したい暮らしが、実現できるのではないかとということで、EMARFというブランド名を付けてサービス展開しています。

emarf.coというリンクを開くと、こういう画面【図8】が立ち上がりますが、全世界からデザインのテンプレートを投稿できるようになっていまして、テンプレート投稿もデザイナー自身があらかじめエンドユーザーにどのようにパラメーターを調整してもらいたいのかという設計をしてアップロードするというようなことをやっています。日本のユーザーはまだ少ないですが、海外の方からは、バージョン2.0を公開してから数日間で80件位投稿されています。ウェブ上で投稿できるので、CADを買う必要も覚える必要もなく、エンドユーザーがこのスライダーをいじって自分の好きな形に整えていくことができます。EMARFのシステムの特徴は、それだけでなく、Generate toolpathを押すと、ボタン1つで我々のシステムにデータを返して自動で歩留まり良く配置して、なおかつ木材を切り出すためのコードを書き出すことができます。これを実行すると、機械が動くというところまで、自動化しています。先程話した社内の制作プロセスでいうと、私達は3DのRhincerosというCADとVcarveというCAMを使っていますが、一般の人達が専門的なソフトウェアを使わずに家具を設計できる状況を作っています。



【図8】

例えば、小学生のお子さんのいる家族がEMARFを使って子ども部屋の棚を製作した事例があります。DIYしたくないけど、オーダーメイド家具は高いから頼みたくないし、IKEAのような家具量販店にはないサイズの家具をということで作ってくれました。まず、作りたい家具のベースとなるデザインを選びます。次に、幅、高さ、奥行きなどイメージに合うサイズに調整します。最後に出力する工房を選んだら完了です。希望の木材を選ぶことで、木を育んだ地域との繋がりも生まれます。出力された家具パーツは、工房に仕上げをお願いして、配送してもらるか、自ら工房に行って製作に参加することもできます。製作に関わることで家具に愛着が湧くような仕組みを、体験価値として届けようとしています。

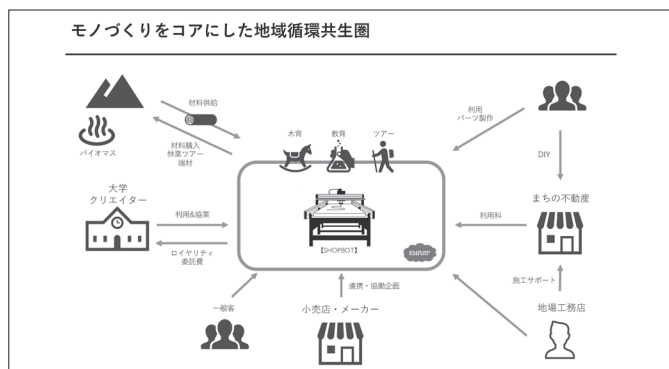
### モノづくりをコアにした地域循環共生圏

今までの木工や林業の産業は、材料を材料として売り、プロダクトをプロダクトとして販売するということをしてきましたが、我々が提案しているのは、デザインやモノづくりのプロセスを圧縮することによって、その効果の裏側で生まれる余剰の時間を有意義に使って、体験価値を最大化することを目指しています【図9】。その先に、森に行き実際どのようなプロセスで木が切られているのか見学したり、その近くの景勝地に泊ってみるという体験を、モノづくりを中心とした中山間地域の体験パッケージとして届けられるのではないかとことを想定しています。

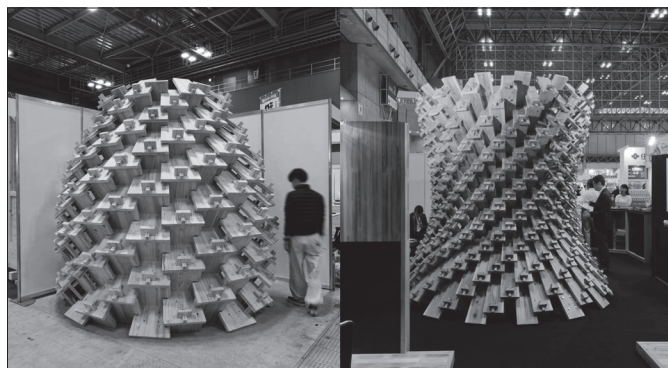
一方で、EMARFと並行して、このツールを、どこの企業の機械やCADでも使えるような仕組みに転換する、いわゆるミドルウェアとしてのプログラムを開発しています。

現在、開発しているのは、Illustrator上にEMARFをインストールして、今みたいにボタンをポチッと押すと、Illustrator上に描いた線がそのままShopBotのコードとして出てきて、出力できるプログラムです。全てのCADと制作機械にEMARFのミドルウェアを使って実行可能なコードに変換していくことを考えています。その先に、45台、さらには1万台のShop-

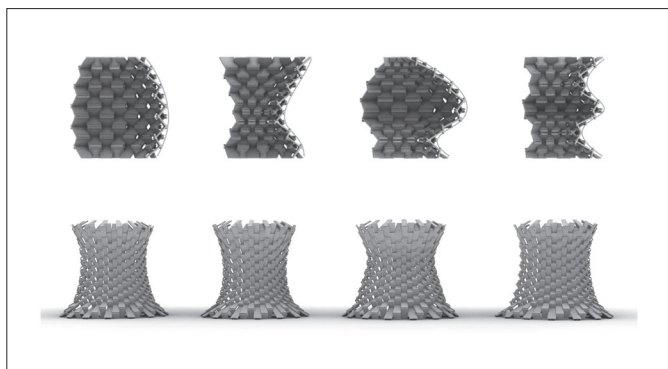




【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

Botの機械のネットワークがあるんですけれども、そういうところに接続していくことを地道にやっています。

こういった新しい公共圏、新しい産業のネットワークに対して、どのようにして建築や家具を届けるのかという最初のワンステップとして、私自身が作家として制作、発表している、家具から建築物までを紹介したいと思います。

### 設計から制作まで、多岐にわたる問題提起

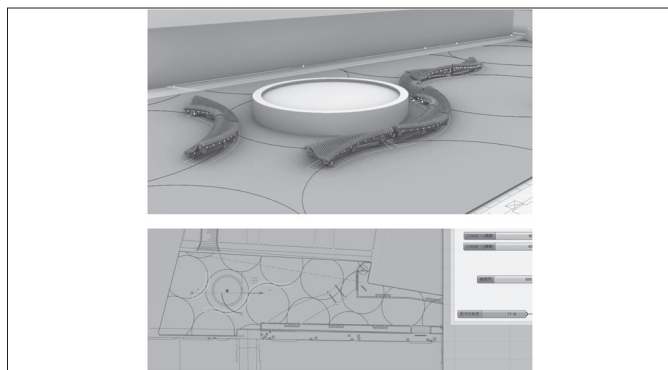
まずは、パビリオンの事例を紹介します。この2つのパビリオン【図10】のうち、左は今年の2月、右は今年の10月にそれぞれ納品したもので、それぞれ鳥取県と屋久島の木材でできています。どちらも同じコードをベースに外形線と実際に太さとか高さ微妙に調整していて【図11】、ShopBotで削った材をもとに全て木組みでできています。通常このようなパラメトリックなデザインというものは、1つの建物とか1つの家具に対してプログラミングして作っていくわけなんですけれども、こういった生産体系のネットワークと製作体制を考えると、最初の入力だけで、我々のデザイン行為が完了するという提案として納品しました。中々、一方でこの裏の背景としては、このような展示ブースでは大抵現地で施工して廃棄する、もしくは完成した物を持って来るかの二択ですが、

我々が提案しているのは、このような細やかな加工によって、モジュールが完璧に設計できるので、郵便パックで輸送可能な13箱の段ボール箱で搬送し、そのパーツを組み立てると、数時間で施工が終わるという仕組みです。解体して違う場所に建てることも、細やかな設計ができることで実現できるのではないかと思います。

次に、公共空間でのプロジェクトとして、2019年2月に竣工した「笹塚ヒロバ」を紹介します【図12】。京王電鉄の笹塚駅にベンチを作りたいという話があり、この地域に住む人達と一緒に設計から製作までをワークショップとして行ったプロジェクトです【図13】。京王電鉄は東京の東西を結んでいますが、西側の多摩に森があって、その森の木を切って、都心に運んで来て、ベンチを製作したという経緯があります。この時、初めて木に触ったという子ども達もいます。設計の面では、これも全てモジュール化しています。床に円形状のサインとアンカーを打って置いて、催し物や季節に応じて形状を変えて頂けるような形で、提案しています【図14】。つまり、我々はモジュールの単体と、その背景にあるシステム自体を提供していて、その上で自由に換えられる部分は、市民の方に設計して頂けるように提供しています。実際にこの



【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

地域の人達はお祭りをよくやるそうですが、プロレスリングをここに置いたりして、この提案を好意的に受け取って頂いています。

ここからは、2019年10月に竣工した富山県南砺市利賀村の「まれびとの家」という建築プロジェクトを紹介したいと思います。この家は、主に家具用の機械であるShopBotを使って、小さな村で、現地で出力して家を建ててしまうというプロジェクトです【図15】。南砺市は世界遺産の合掌造りの郷があるようなところで【図16】、ShopBotで現代版の合掌造りを作ろうと地域の人達と一緒に盛り上がり、このプロジェクトを始めました。内部も木で全部ShopBotで作られていて、外には木の皮が貼られています。サッシを作れる人がいなかったのですが、現地で制作を進めるうちに制作できそうなことがわかり、モクサッシや、カウンター、椅子、梯子は全て現地の材料をShopBotで加工しました【図17】。

この地域はいわゆる限界集落で、2世帯のうち、常に居住しているのは2人だけです。とはいえ、この写真【図18】の一番右にいらっしゃる方が、山菜採りの名人の方で、近くからシェフの方や学生さん達が集まってきたりします。季節によっては、川魚釣りや紅葉を見に来る方達がありますが、ここに

いる人達を、まれに訪れる人のための家を作ろうということプロジェクトが始まりました。土地代自体はある意味ゼロ円で、こういう絶景ポイントが手に入るというのが今の地方都市の現状です。同時に、ある程度太った材料が取れやすくなっていることもあり、今回は角材にするにはもったいないぐらい太い材料を現地の人達が伐採し、製材してもらっています【図19】。今回の建築は、高さ7メートル、奥行き12メートル近くある建築ですけれども、1つ1つの部材は大体奥行き1メートルの厚み30ミリというようなものでできています。現地に部材を持って行って、1個1個作っていきます。この足元にある金属【図20】もレーザーカッターで加工して作っていて、組み立ての指示通りにカンカン建てていきます。地域に住む学生さんや職人さん達と一緒に作業しました【図21】。無垢材でやらなければいけなかったのが、ビスやボンドは建築物だと中々難しいため、いわゆる古くから使われている込み栓の、いわゆる木組みの技術を使って建てていて、組み立てのプロセスも合掌造りの昔のように、1人1人が持てるぐらいの大きさにして、これ上に渡して行って、組んでいくというようなことをしています。骨組みの状態は1日で終わっています。

土建屋さんが製材所を持っていて、ShopBotを買って、レ





【図 17】



【図 18】



【図 19】



【図 20】

ーザーカッターも持っているという珍しい条件が揃った場所が地域にありまして、伐採してから組立まで、ほんとに地域内で完結しています。組立プロセスもあらかじめCG上でシミュレーションしてこれを大工さん達にちょっと見せて、指導を受けながら、一緒に作っていました。ここでは小さな部材を持ち込んで、足場を組まずに建てるということをやりました。

仕口の数と部材の数は千以上あるのですが、千個のパーツの仕口が全部ピシッとはまって通りがピシッと出ているというような仕事は精度を出す手間がかかりすぎるので、大工さんの見立てではやらないよね。という話を聞きました。これも新しいデザインの1つの可能性かなと思っています。収まりとかデザインの実証という面では、我々の事務所は川崎にありますが、川崎で設計したものをそのままデジタルファブリケーションで加工しても、骨組みと仕上げのガイドさえ作ってあげれば、データ通りピタッと作れるということが今回わかりました。

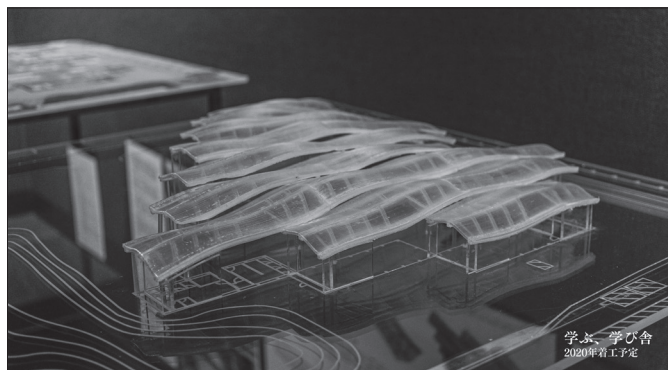
CGとレンダリングと実物を見比べながら施工していくプロセスをウェブ上で公開していくうちに、職人さんが岡山からやってきたり、利賀村唯一の大工さんが手伝ってくれたり、利賀村出身の新潟大学の建築科の学生が、ずっと手伝って

れたりというように、SNSのようなメディアの力も後押しして、建築ができあがりました。資源自体も、経済圏自体もこの中で完結して、外貨を稼いでいく仕組みが完成しました。建物の費用自体も、クラウドファンディングで出資を募っているということも、まさにメディア技術を利用した現在ならではの建築の建て方だと思っていて、こういう場所がほしいという時に、全てを行政や公共的な人達に委ねるのではなくて、同志を募って、自分達で場所を作ることができるということが現代の素晴らしいところで、その先に自分達自身が作れる技術を持っていれば、実際に作れてしまうというようなところをやろうとしています。来年の春先からオープンして、宿としても営業しますので、興味のある方は是非泊まりに来て頂ければと思います。

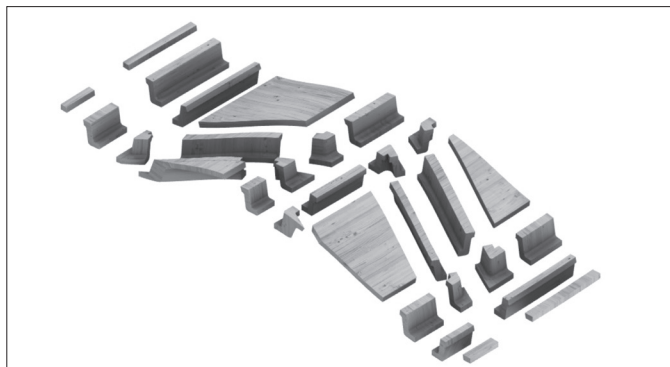
最後に、2020年着工予定の「学ぶ、学び舎」という、都心部の学校建築のプロジェクトを紹介します【図22】。新しく都市の木造建築を建てるにあたって、高さ10メートルぐらいの大型の5軸CNC加工機を導入しまして、これで建築を建てるということをやっています。プロセスとしては、すごく厚手のCLTと呼ばれる直交積層の木の固まりを加工して、木の型枠を作って【図23】、その型枠にコンクリートを流して



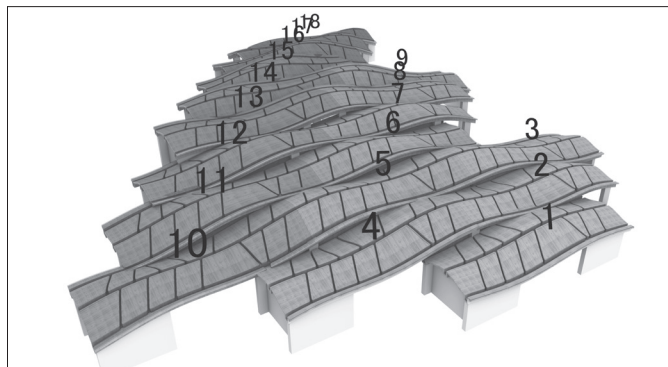
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【図 24】

建築物を作るという工法です。この建築物は学校という用途なので、公共性が高いわけなんですけれども、一気に全体を建てるのではなくて、今ある自己資金のもので、徐々に増やしていって、資金が出ればまた増築できるという主旨で、モジュール形式にして作っています【図24】。これがその模型ですが【図25】、型枠をそのまま加工して使ってるので内側は木造っぽく見えるんですけども、実際の中身の骨はコンクリートで、いわゆる防火とか火災が起きた時にある程度モクだけでは耐えづらいところをハイブリッドにすることで、コストと工期的にも有利な物を作っています。

### 建築家の新たな職能とは

我々の技術を媒介にした新しい生態系を考えています。個人や企業の中にある知財や機械による加工技術などの先に、あらゆるものがデータになっていくのが今後の時代だと思っています。木1本の材料の状態から例えば最終創作物を想像できるような、核となる技術を我々は提供していきたいと思っています。機械とデザインだけではなくて、モノを作る環境自体を構築して提供していくこと、なおかつ我々が納品させて頂いている方々と継続的な関わりをもつことも考えています。例えば、トラブルが起きたり、使い方がわからない人に



【図 25】

対する講習などのサポートを通して、我々が作り出そうとしている世界観を伝えていくような環境をデザインしていこうと考えています。

伊村 ありがとうございます。設計、制作のためのプラットフォームを作る事業から、ShopBotを媒介にした人的ネットワークの拡大、並行して工法からデザインを見直していくような様々な活動が印象的でした。建築家の職能を変えていくという面で、秋吉さんの「メタアーキテクト」という肩書き

はひとつの主張だと思いますが、建築家の職能というものをどのように考えていらっしゃるでしょうか。

秋吉 私が今考えているのは、建築物を作るという行為やモノをつくるという行為を開いていくというスタンスなので、全ての物事を自分1人でデザインしきることに対して、そこまでこだわりを持たないようにしています。今までの建築家はある意味で作家然としていて、1つの作品を自分の力で作るというところに完結して、職能を発揮してきたわけですが、モノづくりをオープンにしていくと、例えば職人さん

はそれをサポートする立場になります。これに対して、建築家は技術のことをわかった上で、もう少し大きな視点で考える立場で、例えば公共圏という話で言うと、1人1人がものを作った先に、その共有知をもとに誰がどのように作るのかをデザインするのが新しい建築の領域になりつつあります。人と人とがどうやってものを作り暮らすかという間の部分を俯瞰的に見て、単なる作品や物事だけではなく、生産や流通の行為を含めて、その周りにどのように人が関わるかを丁寧にデザインしていくところが、今後の職能になるのではないかなと思っています、メタアーキテクトと名乗っています。