

デザインの多面性と3Dプリンティング

—Web-Based Direct 3DPrinting Systemの開発—

道 用 大 介

Abstract :

本論文は、デザインの多面性と3Dプリンティング技術に関する研究である。主な目的は、3Dプリンティング技術を活用した多面性のあるデザイン分野への貢献である。そのために利用者への利便性向上を図り、ウェブベースのダイレクト3Dプリンティングシステムのプロトタイプシステムを開発した。

デザインに関しては、デザインの多面性という概念を中心に、以下のような側面から分析を行った。

- 1) 創作者と受け手の関係
- 2) 社会的側面
- 3) コミュニティとの関係
- 4) 生活者の視点
- 5) 時代的な側面
- 6) イノベーションの側面

本研究で開発されたシステムは、これらのデザインの多面性を考慮しつつ、デザインプロセスを簡素化し、教育、デザイン、製造分野における新たな利用シナリオを提供すると考えられる。また、コミュニティの連帯を促進し、イノベーションを推進することで、デザイン分野における新たなパラダイムを提案している。一方で、デザインへのアクセスを民主化しつつ、その商業的価値と社会的貢献のバランスを取ることが今後の課題である。

Key Words : Design Engineering, 3D Printer, デザインの民主化

1. はじめに

3Dプリンティング技術は、近年、製造プロセスを抜本的に変革をもたらす技術として注目されている。デジタルモデルを基に物質を層状に積み重ね、三次元の物体を作り出すこの技術は、医療、航空宇宙、自動車産業など多岐にわたる分野で利用され、プロトタイプング、製品製造、教育、研究に応用されている。特に、個別化や複雑な形状の製品を少量生産する際に高い有効性がある。

3Dプリンティング技術の発展は、産業用途だけでなく個人用途にも影響を及ぼしてい

る。3Dプリンターの原理は1980年代に発明され、2004年には低コストで小型の3Dプリンターがオープンソースとして登場した。2009年に光造形方式、2014年にFDM方式の基本特許権利期間が終了してからは、多くの小型3Dプリンターが販売されるようになり、個人ユーザーや小規模デザイナーによる自宅での利用が普及してきた。この技術の民主化により、3Dモデルの設計と共有に対する関心が高まり、個人の創造性の発展に寄与している。一方で、3Dプリンティング技術は専門的な知識と経験を必要とし、これが3Dプリント品を利用したいだけの一般消費者にとっ

て障壁となっている。CADソフトウェアの操作の複雑さや、プリントの品質を保証するための適切なプリント設定の選択、材料の特性への精通、3Dプリンターの操作とメンテナンスに熟練が必要であることなどが課題である。これらの問題は、3Dプリンティング技術の利用を前提としたデザインの普及と利便性向上を阻害している。

本研究では、後述するデザインの多面性とこれらの課題に対処するため、ウェブベースのプラットフォームを通じて、ウェブページに投稿された3Dデザインを直接3Dプリンターにモデルを送信できるプロトタイプシステムを開発することを目的としている。

2. デザインとは誰のものか

3Dプリンティング技術がデザインの創造、共有、実現の方法を根底から変革する中で、“デザインは誰のものか”という問いが、より強く浮上する。デジタル化が進む現代において、物理的な世界とデジタルの世界の境界が次第に曖昧になるにつれ、創作物の権利とアクセスに関する議論は新たな段階に入っている。この転換期において、デザイン概念を再検討し、それが個人、コミュニティ、そして広く社会全体に与える影響を探究することが求められている。そこで、本研究で開発するシステムの意義を明確にするために、デザインの所有権に対する議論を多面的に展開する。ただし、ここでの所有権は伝統的な法律的な意味での権利に限定されない、より広い観点から概念である。

創作者と受け手という側面

デザインが経済的価値を持つ以上、デザインの権利は商業的な側面から保護され創作者の知的財産として認められている。

一方で、デザインは創造的な表現の手段であり、その本質はコミュニケーションにある。ブルーノ・ムナリーは「Design as Art」^[1]で、

デザインが日常生活の中で果たす機能的かつ芸術的な役割について詳述しており、デザインのコミュニケーション能力の重要性を強調している。この観点から見ると、デザインは作り手の個人的な創造物でありながら、同時に受け手が存在することでその価値が完結するものといえる。ジョン・マエダは「The Laws of Simplicity」^[2]で、デザインがどのように受け手に価値を提供し、効果的なコミュニケーションを促進するかについての原則を示している。これは、デザインが創作者と受け手の間で共有されるべきものであり、その所有権が共同のものとするべきである理由を裏付けている。トム・ケリーとデイヴィット・ケリーは「Creative Confidence」^[3]で、デザイン思考が個人の創造性を解放し、広い受け手層にアプローチする方法に焦点を当てている。

総じて、デザインは創造的な表現の手段であり、その価値は創作者と受け手の間のコミュニケーションによって完結するものである。デザインの所有権は、創作者の権利を保護すると同時に、社会的な価値を促進するための共有財産と考えるべきである。これらの理論と実践は、デザインが持つ多面的な価値とその社会的影響を理解する上で重要な基盤となる。

社会的な側面

デザインの歴史を振り返ると、文化や社会の変遷と共に、デザインの役割と意味は常に進化してきた。リチャード・ブキャナンは「Design Research and the New Learning」^[4]で、デザインが社会や学問の分野における知識の形成にどのように貢献してきたかを論じており、デザインが単なる物質的なアウトプットを超え、社会や学問の分野における知識の形成に深く関わる活動であることが示されている。

デザインが公共の財としての側面を持ち、社会全体の福祉に貢献する力があることは、

エツィオ・マンジーニの「Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation」^[5]においても強調されている。マンジーニは、デザインが社会革新に貢献する方法と、より持続可能で包括的な未来を形成するためのデザインの役割を探求している。この観点から、デザインは単に個人や企業の所有物ではなく、広く社会に帰属するものと考えられるべきであり、将来においては、デザインのアクセスを民主化し、より多くの人々がデザインプロセスに参加できるようにするべきである。

コミュニティとしての側面

デジタル工作機器を利用して、誰もがアイデアを形にできるコミュニティスペースであるファブラボのような場所では、デザインはコミュニティの共有資源となり、個人の創造性と集団の協力によって新たな価値が生まれ出される。ニール・ガーシェンフェルドは「FAB」^[6]「Designing Reality」^[7]で、ファブラボがいかに世界中に広がり、個人が自分たちのアイデアを具現化する能力を高めているかを述べており、デザインとつくることの民主化が社会に与える影響を強調し、デザインがコミュニティのものとしてどのように機能するかについて論じている。デザインは、単に物を作る行為以上のものであり、共同で問題解決を図るプロセスであり、この観点からデザインはコミュニティのものともいえる。

生活者としての側面

一般消費者は日々の生活の中でデザインに触れているが、そのほとんどについては制作者を知らない。デザインは、その利用者にとって便利で、心地よく、インスピレーションを与えるものであるべきである。ドナルド・A. ノーマンは「The Design of Everyday Things」^[8]で、デザインがどのように日常生活に溶け込み、利用者にとって便利さや心地よさを提供するかについて詳しく説明している。

ノーマンは、良いデザインがどのようにして人々の生活を豊かにし、インスピレーションを与えることができるかを探求している。また、ヴィクター・パパネックは「Design for the Real World: Human Ecology and Social Change」^[9]で、デザインが社会全体にどのように貢献し、より良い生活を提供するためのものであるべきかについてのビジョンを提示している。パパネックは、デザインが持つ社会的責任と、それが個人だけでなく、広いコミュニティに対して果たすべき役割に焦点を当てている。

デザインが誰のものかという問題は、制作されるデザインが誰のためにあるのかという視点でも考えるべきである。デザインは、社会全体に貢献し、より良い生活を提供するためのものである。

時代的な側面

現代のデジタル時代において、デザインはより身近なものとなった。誰もがデザインを作成し、SNSやウェブサイトを通じて、共有することができる。このような背景から、デザインはもはや専門家だけのものではなく、一般の人々もデザインを通じて自己表現できる権利を持つべきである。

イノベーションとしての側面

デザインは、イノベーションと経済成長の重要な鍵である。優れたデザインは、スタートアップや企業にとって差別化の源泉となり、市場での成功を左右する^[10-12]。ロジャー・マーティンは「The Design of Business: Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage」^[13]で、優れたデザインが企業にもたらす競争上の優位性や、デザイン思考がいかにイノベーションを促進し、経済成長に貢献するかを論じ、デザインが市場での成功に不可欠である理由を明らかにしている。企業を資金面で支える投資家としては、デザインの価値とその保護の重要性を理解すると同

時に、デザインの社会的価値とその普及のためには、オープンイノベーションの促進も必要である。デザインは、経済的な価値を生み出す手段であると同時に、社会的な影響力も持つ。

以上のようにデザインは、創作者、受け手、コミュニティ、企業、社会全体の間で共有されるものであり、その所有権は多面的に捉える必要がある。デザインの民主化と教育の普及により、より多くの人々がデザインプロセスに参加し、社会全体の福祉向上に貢献することができる。同時に、デザインの商業的価値とその保護も重要であり、バランスのとれたアプローチが求められる。よって、未来のデザインは、個人の創造性と社会的責任の間での調和を目指すべきである。そこで、3Dモデルのデータと3Dプリンターがあれば容易にデザインされた物質を出力できる3Dプリンティング技術が持つ潜在的な価値は非常に大きいと考えられる。しかし、前述のような3Dプリント技術の専門性の課題がその普及を妨げている現状がある。一方で、ウェブテクノロジーの進展により、オンラインプラットフォームの機能は大幅に向上している。近年のウェブアプリケーションは、ユーザーインターフェース（UI）デザインの進化、レスポンスなウェブデザイン、インタラクティブな要素の組み込みなどにより、複雑な操作を簡略化し、ユーザーに直感的なアクセスを提供している。

このような状況を踏まえると、ウェブインターフェースを介した3Dプリンティングのアプローチは、これらの課題を解決する有効な手段であると考えられる。ウェブベースのインターフェースを用いることで、インターネットに接続されたデバイスから直接3Dモデルを選択し、プリント指示を出すことが可能になる。たとえば、教育分野において、学生や教員がオンラインでアクセスし、教育用のモデルを直接プリントすることが可能になる。これにより、学校での3Dプリンティン

グの利用が促進され、学習体験の向上が期待できる。

また、産業分野においては、デザイナーがオンラインでプロトタイプモデルを共有し、チームメンバーやクライアントがそれを直接プリントして評価することができる。このプロセスは、製品開発のスピードを向上させ、コラボレーションを効果的に行うことを可能にすると考えられる。

コミュニティの観点から見ると、ウェブインターフェースを通じた3Dプリンティングは、個人や団体が知識、リソース、技術を共有し合うための新しいチャネルを開くことができる。例えば、コロナ禍初期でのフェイスシールドムーブメント^{[14][16]}のように、オープンソースプロジェクトを通じて、世界中のユーザーが3Dプリンティングのデザインやアイデアを共有し、共同で改良することが可能である。このような協力的な環境は、イノベーションの促進、知識の普及、コミュニティメンバー間のスキル向上に寄与する。

さらに、ウェブインターフェースを通じた3Dプリンティングは、地域社会や特定の興味を持つグループ内での連携を深めるための強力なツールとなり得る。地域コミュニティは、地元の問題に対処するためにカスタマイズされた解決策を設計し、プリントすることが可能になる。例えば、環境保護、教育支援、災害救助などの分野で3Dプリンティング技術を活用することで、地域社会のニーズに合わせた具体的なアプローチを開発し、実装することが可能である。

このように、ウェブインターフェースを介した3Dプリンティング技術の発展は、教育、デザイン、製造だけでなく、コミュニティの結束力を高め、地域や特定のグループにおける協力とイノベーションの促進に貢献すると考えられる。

本研究は、3Dプリンティング技術の利便性を高め、より広範なユーザーグループに3Dプリンティングを普及させるために、ウェ

ブインターフェースを用いた3Dプリンティングシステムの開発し、3Dプリンティングの新たな利用シナリオを開拓する。

3. 先行研究・事例

3-1. 基本的な3Dプリンティング技術

基本的な3Dプリンティング技術には、FDM (Fused Deposition Modeling)、SLA (Stereolithography)、SLS (Selective Laser Sintering) などがある。FDMは熱で溶かしたプラスチックフィラメントを積層して物体を形成する技術である。家庭用や趣味のレベルで広く利用されており、比較的低コストで操作も容易である。SLAは液体樹脂を紫外線レーザーで固化させて物体を作る技術である。高い精度と滑らかな表面仕上げが特徴であり、主にプロトタイプや精密な部品製造に使用される。SLSは粉末状の材料をレーザーで溶着させることで物体を作る技術である。金属やプラスチックなどの様々な材料が使用でき、複雑な形状の製造に適している。これらの技術は、3Dプリンティングの基礎となり、各々が異なる用途と特性を持っている。

最近の建築分野では、FDM技術が大規模な建築構造物のプロトタイプ作成に利用されている。特に、住宅建築において、大型の3Dプリンターを用いてコンクリートや土壌ベースの材料を積層し、短期間で住居の建設が可能になっている^[17-18]。

バイオ分野では、細胞や生体材料を層状に積み重ねることで、組織や器官のプロトタイプを作成する研究が進められており、これにより、再生医療や組織工学において大きな進歩が見込まれている^[19-21]。

SLS技術は、航空宇宙や自動車産業での複雑な部品製造に利用されている^[22]。金属粉末を使用して、耐久性と精度が要求される部品を効率的に製造できるため、カスタマイズされた部品の製造や、従来の製造方法では難

しいデザインの実現が可能になっている。

3-2. 3Dプリントに関するウェブインターフェース事例

3Dプリント技術におけるウェブインターフェースの開発と実装は、実社会での進展が顕著である。

ウェブベースの3Dデザインツール

Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) はAutodeskが提供する初心者向けの非常にユーザーフレンドリーな3Dデザインツールである。直感的なインターフェースと豊富なチュートリアルがあり、子供から大人まで幅広く利用されている。

SketchUp (<https://www.sketchup.com/>) は建築、インテリアデザイン、木工プロジェクトなどに適した、3Dモデリングプラットフォームである。有償版もあるが、基本機能はウェブ版で無料で利用可能である。

Onshape (<https://www.onshape.com/ja/>) は専門的なCAD (コンピュータ支援設計) ツールで、主に機械設計者やエンジニア向けである。リアルタイムでの共同作業やバージョン管理が可能で、プロフェッショナルな設計に適している。

SculptGL (<https://stephaneginier.com/sculptgl/>) はウェブブラウザ上で直接彫刻ができる3Dモデリングツールである。複雑な形状や細部の作成に適しており、アーティスト的な作品作りに利用される。

Clara.io (<https://clara.io/>) は豊富な機能を備えたフル機能の3Dモデリングツールで、レンダリングやアニメーション作成もウェブブラウザ上で可能である。プロフェッショナルな使用にも耐えうる機能を備えている。

ウェブベースの3Dモデル共有サービス

Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/>) はメーカーボット社が運営する3Dモデル共有プラットフォームである。このプラッ

トフォームは、3Dプリンティングコミュニティに無料でオープンされており、ユーザーは自分の作成した3Dモデルをアップロードし、他のユーザーと共有することができる。Thingiverseの特徴は、幅広いカテゴリーのモデルが存在し、教育、芸術、工具、日用品など、多様な用途のモデルが見つかる点である。また、ユーザーはモデルを評価し、コメントを残すことができ、コミュニティのメンバー間でのコミュニケーションが活発に行われている。

Blender Studio (<https://studio.blender.org/>) はBlenderというオープンソースの3D作成ソフトウェアのクラウドサービスで、プロジェクトの共有や協業を可能にするウェブベースのサービスである。

オンライン3Dプリントサービス

MyMiniFactory (<https://www.myminifactory.com/>) は独立したデザイナーが作成した3Dプリント可能なモデルを共有するためのプラットフォームである。このサイトは、品質が保証されたモデルのみを掲載しており、すべてのモデルはプリントテストを経て公開される。ユーザーは、モデルを検索し、ダウンロードし、自分の3Dプリンターでプリントすることができる。クリエイターに対する収益分配モデルを採用しており、デザイナーは自分の作品から直接収入を得ることが可能である。また、教育的なプロジェクトやコンテストを定期的開催し、クリエイティブなコミュニティの育成に努めている。

ユーザーインターフェースとエクスペリエンス

OctoPrint (<https://octoprint.org/>) は3Dプリンターの遠隔管理と制御を可能にするオープンソースのウェブインターフェースである。このソフトウェアを使用することで、ユーザーはインターネット経由で3Dプリンターを操作できるようになる。OctoPrintが提供する主な機能は以下の通りである。

- リアルタイムの監視と制御
 - ウェブブラウザから3Dプリンターの状態をリアルタイムで確認し、プリントの開始、一時停止、中止などの基本的な制御が可能である。
 - ガントリー制御
 - プリンターのX、Y、Z軸をウェブインターフェースから直接制御できる。
 - Gコードビューア
 - プリント前にGコードをビジュアライズし、プリントプロセスをよりよく理解することができる。
 - タイムラプス動画の作成
 - プリントプロセス中にウェブカメラを使用してタイムラプス動画を自動的に生成できる。
 - プラグインによる機能拡張
 - OctoPrintには豊富なプラグインエコシステムがあり、ユーザーが追加機能をインストールしてカスタマイズできる。これにより、温度グラフの表示、プッシュ通知の送信、異常検知など、さまざまな拡張機能を追加することが可能である。
 - ファイル管理
 - 3Dプリント用のファイルをアップロード、管理、ダウンロードする機能を提供する。
 - アクセス制御
 - ユーザーアカウントと権限管理を通じて、誰がプリンターを制御できるかを制限できる。
 - スライス機能の統合
 - 一部のプラグインを使用することで、OctoPrint内で直接3Dモデルをスライスし、Gコードを生成することができる。
 - マルチプリンター管理
 - プラグインを使用することで、複数の3Dプリンターを同時に管理・操作することが可能である。
- OctoPrintは、特に個人のホビイストや小規模な製造業者にとって、3Dプリントプロ

セスを簡素化し、効率化する強力なツールです。Raspberry Piなどの低コストのコンピュータにインストールして使用することが一般的である。

クラウドベースの3Dプリンティング統合

AstroPrint (<https://www.astroprint.com/>)はクラウドベースの3Dプリンティング管理プラットフォームで、ユーザーがウェブブラウザを通じて3Dモデルをスライスし、プリント設定を管理できる。また、モバイルデバイスやデスクトップからアクセス可能で、遠隔からのプリント監視や管理機能も提供する。

以上のように既存の3Dプリント技術におけるウェブインターフェースは、3Dモデリング、データ共有、遠隔操作に関するものである。

3-3. ウェブ上の著作権について

クリエイティブコモンズライセンス（以下CCライセンス）は、著作権に基づく制約の中で、作品の使用や共有を容易にするための法的枠組みを提供する。このライセンスは、文化財の3Dデータの活用において、著作権の明確化と利用の促進という重要な役割を果たすと考えられる。

CCライセンスは、インターネット上で公開されるデジタルデータに広く適用される著作権形式である。このライセンスは、インターネット時代に対応した新しい著作権規則であり、データを公開する者が「特定の条件の下で自身のデータを自由に利用してもよい」という意思を明確に示すためのツールである。データの著作者は、著作権を保持しつつ、データの自由な流通を許可することができる。使用者は、ライセンス条件に従い、データの再配布や改変などを行うことが可能である。CCライセンスは、以下の4つの基本条件を組み合わせ形成される6種類のライセンスから選択することができる。

- 表示 (Attribution) :
データ公開者のクレジットを表記する。
- 非営利 (Non-commercial) :
データの営利目的での使用を禁止する。
- 改変禁止 (No Derivative Works) :
データの改変を禁止する。
- 継承 (Share Alike) :
元のデータと同じ組合せのCCライセンスで公開する。

CCライセンスを宣言する際には、特定のCCライセンスのバナーを表示させることが一般的である。これにより、データの使用条件が視覚的に明確化され、使用者が容易にライセンス条件を理解できるようになる^[23]。

4. システム開発

本研究で開発するシステムは、前章の先行研究や既存の事例のように、3Dプリンティングの基礎的研究やウェブベースのモデリング、共有システムとは異なり、ウェブベースの直接3Dプリンティングを可能にすることで、デザインと製造のプロセスを簡略化するものである。

4-1. 3Dプリントプロセス

3Dプリントの煩雑さの理解のために、一般的な3Dプリントの手順を概観する。

手順1. デザインの作成

3D CADソフトウェアを使用して、希望するオブジェクトの3Dモデルを設計する。印刷可能なデザインを作成するためには、オーバーハング、壁の厚さ、サポート構造など、3Dプリンティングの制約を考慮する必要がある。

手順2. データのエクスポート

設計した3DモデルをSTL形式でエクスポートする。STL形式は3Dプリンタで広く使われている標準ファイル形式である。

手順3. スライシングソフトウェアの使用

スライシングソフトウェアを使用して、STLファイルを3Dプリンタが理解できる命令(Gコード)に変換する。スライシングソフトウェアでGコードに変換する際に、レイヤーの高さ、充填密度、サポート構造の必要性、プリント速度など、プリントの設定を調整する。

手順4. 3Dプリンタの準備

3Dプリンタを適切にセットアップし、フィラメント(PLA, ABS, PETGなど)を装填する。その後、プリントベッドをレベリングし、必要に応じて加熱する。これにより、最初の層の接着を向上させることができる。加熱に関しては、近年はGコードに組み込まれている。

手順5. 印刷の開始

スライシングソフトウェアで生成したGコードを3Dプリンタに転送する。これは、USB、SDカード、またはネットワーク経由で行うことができる。印刷が開始されたら、最初の数層が正しく印刷されているかを確認する。問題があれば、早期に対処することが重要である。

手順6. 印刷後の処理

印刷が完了したら、プリントベッドからオブジェクトを慎重に取り外す。必要に応じて、サポート材料の除去、研磨、塗装などの後処理を行う。

4-2. システム概要

本研究で開発したシステムは、図1に示すようにウェブサーバーと3DプリンタにUSBで接続するユーザー端末の2つのシステムから構成され、これらのシステムを利用することによって、ユーザーは前節で説明した手順1~4を省くことができる。

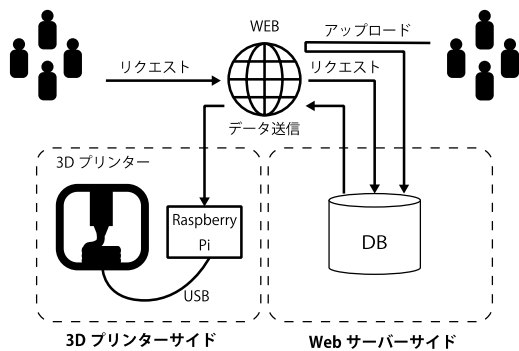


図1 システム概要

• ウェブサーバー

ウェブサーバーはOSとしてLinuxを搭載しているサーバーを用い、PythonのウェブアプリケーションフレームワークのFlaskが稼働する環境を構築し、Pythonを用いてシステム構築を行なった。ウェブサーバーのデータベース環境はMariaDBを用いた。ウェブサーバの機能はユーザーの認証、図2に示すウェブページでの3Dデータの投稿・表示、3Dプリントリクエストに対するユーザー端末へのデータの送信である。

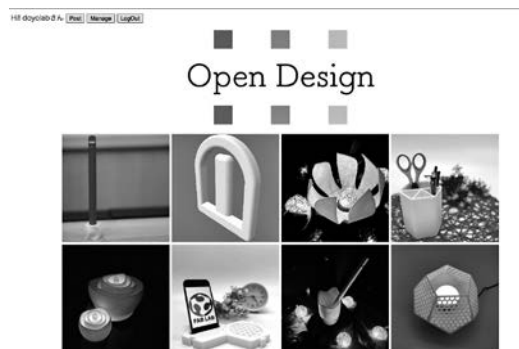


図2 ウェブページ

• ユーザー端末

ユーザー端末は図3のようにARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータであるRaspberry Piを用いてシステム構築し、ウェブサーバーとHTTP通信を行い、ユーザーの認証、データの受



図3 開発したユーザー端末

信を行う。Raspberry PiをUSB(Universal Serial Bus) ケーブルで繋ぎ、シリアル通信で3Dプリンターを制御するGコードを3Dプリンターに送ることによって3Dプリンターを操作することとした。Raspberry Pi内のシステムはPythonを用いて開発した。ユーザーはあらかじめウェブサーバーに登録したユーザーアカウントをRaspberry Piのシステムに登録しておくことによって、ウェブ上で選択した3Dモデルを自身の3Dプリンターで出力することができる。

4-3. 開発したシステムの機能

ログイン

事前に登録したアカウントのメールアドレスとパスワードでログインすることによって、ユーザーは図4のようにデータのアップロードや3Dプリントを行うことができる。



図4 投稿画面

アカウントがないゲストはデータのアップロードおよび3Dプリントはできず、完成品の画像とSTLファイルのダウンロードのみできる仕様とした。

3Dプリンターの登録

ユーザーはあらかじめ、図5のように3Dプリンターをウェブサーバーに登録しておく、その3Dプリンターに対して発行された端末キーをユーザー端末に登録しておく。これによって、ウェブサーバーが特定の端末と通信が可能になる。



図5 プリンター登録

データの投稿

データの投稿は、図6のように完成品の写真、STLファイル、Gcodeファイル、出力する3Dプリンターの種類、出力に使用する3Dプリンターのノズル径、説明を入力し、3Dデータを投稿することができる。Gcodeデータは3Dモデルを3Dプリンターで印刷可能な指示に変換するためのプログラムであるスライサーソフトして、使用する3Dプリンターに適したGcodeデータを作成する。本研究ではサーバーにスライサー機能を持たせていないため、データ投稿者は予め使用する3Dプリンターを想定してGcodeファイルを作成することになる。このプロセスはデータ投稿者にとっては面倒なプロセスではあるが、サーバーにスライサー機能を持たせると、対象物によってはスライス作業にかなりの時間がかかり、3Dプリント利用者の待ち時間が長くなり、サーバー負荷によりサーバーダウンす



図6 プリント画面

ることが考えられるため、このような仕様とした。しかし、この仕様はユーザーを限定してしまうため、今後改善の必要があると考えられる。

3Dプリンターのボーレート (Baud rate) は、メーカー・機種によって異なるため、サーバーサイドのデータベースに3Dプリンターのボーレート情報を登録しておき、3Dプリンターサイドのシステムは情報として3Dプリンターのボーレートも受け取ることで、適切なボーレートで3Dプリンターを制御できる。ボーレート (Baud rate) とは、通信速度を指す用語で、コンピューターと他のデバイスとデータをやり取りする際のシリアル通信速度を意味する。3Dプリンターでは、この通信速度がプリンターの制御板 (マザーボード) とコンピューターまたはSDカードなどの入力デバイス間でのデータ転送速度を決定する。適切なボーレートを設定することは、効率的で正確なデータ転送を確保し、プリンターのパフォーマンスを最適化するために重要である。

3D プリント

ユーザーは、ウェブサイトログイン後、

デザイナー一覧の中から3Dプリントしたいデザインを選択する。そうすると、ユーザー自身で登録した3Dプリンターの中から、出力したい3Dプリンターを選択し、選択した3Dプリンターに選択したデザインのGcodeが送信され、3Dプリントが実行される。図7は開発したシステムを使って図6に示した3Dモデルを3Dプリントしたものである。

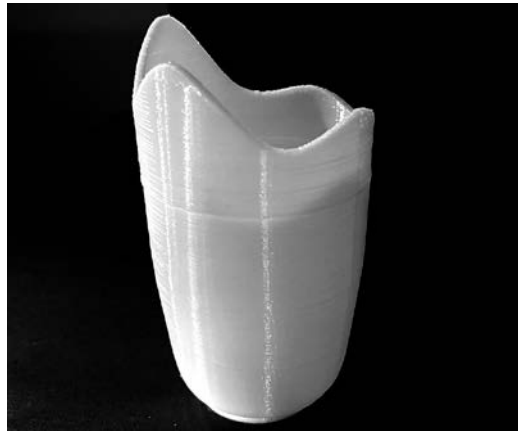


図7 3Dプリントされたもの

5. 最後に

デザインは作り手と受け手、そして社会全体の間で共有されるべきものであり、その所有権は多面的に捉えるべきである。これを基に、本研究で開発したシステムは、以下の3つの3Dプリンティングの新たな利用シナリオを開拓することができる。

第一に、本システムはデザインのアクセスを民主化する。デジタル時代における技術の進展は、デザインをより身近なものとし、誰もがデザインを作成し、共有することが可能となった。本システムは、オンラインでアクセス可能なデザインを選択し、3Dプリンターで直接出力することを通じて、デザインプロセスに参加する機会を拡大することができる。第二に、ファブラボのコンセプトを拡張し、個人の創造性と集団の協力を促進でき

る。本システムを通じて、デザインはコミュニティの共有資源となり、個人のアイデアが集団の努力によって具体的な形を成す。これは、デザインが単に物を作る行為以上のものであり、共同で問題解決を図るプロセスであるという認識を強化する。第三に、デザインの商業的価値とその保護と、社会全体への貢献との間でバランスを取る。デザインは、イノベーションと経済成長の鍵であり、その価値は適切に保護される必要がある。しかし、デザインの社会的価値とその普及も同様に重要である。本システムは、クリエイティブコモンズ等でデザイナーの著作権を保護しつつ、デザインのオープンイノベーションを促進し、経済的な価値と社会的な影響力の両方のバランスを取ることが可能であると考えられる。ただし、クリエイティブコモンズに関する世間の認知の問題は今後の課題といえる。

技術的な課題に関しては、投稿者がプリンター、ノズル径を設定した上でGcodeファイルをアップロードする点である。シームレスなシステムとするには、投稿者はSTLファイルだけをアップロードして、サーバーにスライサー機能を実装して、ユーザーが所有しているプリンターに合わせたGcodeファイルをサーバー側で作成し、ユーザー端末に送信できるようにすることが、今後必要であろう。また、様々な分野で本研究で開発したシステムを利用・検証し、ユーザーグループの設定などユーザビリティの向上を行う予定である。

参考文献

- [1] Munari, B. : Design as Art, Penguin Classics, 2019.
- [2] Maeda, J. : The Laws of Simplicity (Simplicity: Design, Technology, Business, Life), The MIT Press, 2006.
- [3] Kelley, D., Kelley, T. : Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential within Us All, William Collins, 2015.
- [4] Buchanan, R. : Design research and the new learning, Design issues, 17(4), 3-23, 2001.
- [5] Manzini, E. : Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation. MIT press, 2015.
- [6] Gershenfeld, Neil A. : Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication. Basic Books, 2005.
- [7] Gershenfeld, N., Gershenfeld, A., et al. : Designing reality: How to survive and thrive in the third digital revolution. Basic Books, 2017.
- [8] Norman, D. The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic books, 2013.
- [9] Papanek, V. : Design for the Real World: Human Ecology and Social Change, Academy Chicago Pub, 1985
- [10] British Design Council : Design Delivers for Business Report 2012
- [11] British Design Council
- [12] https://www.idsa.org/wp-content/uploads/The_Impact_of_Design_on_Stock_Market_Performance.pdf
- [13] Martin, Roger L. : The design of business: Why design thinking is the next competitive advantage. Harvard Business Press, 2009.
- [14] Tsuda, K., Sakuragi, M. : Co-design of do-it-yourself face shield in Japan under COVID-19 Pandemic, Strategic Design Research Journal 13.3 (2020).
- [15] 青木まゆみ, 他 : COVID-19下における3Dプリントによるフェイスシールドのデータ変更の調査, 人工知能学会第

- 二種研究会資料 2020. CCI-007 (2020) : 09.
- [16] 青木まゆみ, 他 : COVID-19下における3Dプリントによるフェイスシールド製造のムーブメントの調査. In: Conference on 4D and Functional Fabrication. 2020.
- [17] 竹田孝二, 秋元俊成 : コンクリートを材料とした3Dプリンタ, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2021, 一般社団法人 日本機械学会, 2021.
- [18] 小枝恭, 竹田孝二, 秋元俊成 : 粉末固着方式を用いた建設用3Dプリンタの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2022, 一般社団法人 日本機械学会, 2022.
- [19] Reid, John A., et al. "Accessible bioprinting: adaptation of a low-cost 3D-printer for precise cell placement and stem cell differentiation." *Biofabrication* 8.2 (2016): 025017.
- [20] Arai, K., et al. : Fabrication of scaffold-free tubular cardiac constructs using a Bio-3D printer. *PloS one* 13.12 (2018): e0209162.
- [21] 松崎典弥 : 3D細胞プリンター. *日本印刷学会誌* 53.4 (2016) : 254-260.
- [22] 高木聡 : 3Dプリンターからみる新たなものづくり 付加製造技術の可能性. *情報管理* 57.4 (2014) : 257-265.
- [23] 特定非営利活動法人コモンズフィア「クリエイティブ・コモンズ・ライセンスとは」 <https://creativecommons.jp> (参照 2024-01-20)