

## デザインブルゲルの革新的 3D プリンティングシステム

### 1) 開発の取り組み内容

ゲルは、網目状の高分子が溶媒を吸収し膨潤している柔軟物質（ソフトマター）でウェットなことが特長であり、人体組織に近い組成を実現でき、主にヘルスケア分野での貢献が期待できる材料である。ゲルの研究は日本が圧倒的に世界をリードしており、H13年以降高強度なゲルの開発が次々になされたが、実用化が進まないという課題があった。山形大学の古川教授は高強度ゲルの実用化に強い思いを抱いており、過去に行った企業との協業で自由な形に加工できないという点が問題と考えていた。H21年に3D造形によって加工の問題を解決できると考え、H23年に基礎技術の開発に成功した。そしてSIPでは基礎技術の実用化として、3Dゲルプリンティングシステム（ゲル材料、3Dゲルプリンター）の開発を提案し、H26に採択され研究に着手した。

### ■実用化ツールの開発

#### 【技術アイデアの創出】

H13年以降高強度ゲルが数多く開発され、ヘルスケア分野等でのアプリ開発やマーケット拡大が期待されていたが、普及が進まなかった。山形大学の古川教授は高強度ゲルの実用化に強い思いを抱いており、過去に行った企業との協業で自由な形に加工できないという点が問題と考えていた。H21年に3D造形によって加工の問題を解決できると考え、H23年に基礎技術の開発に成功した。そしてSIPでは基礎技術の実用化として、ゲル材料、3Dゲルプリンターの開発にH26より着手した

#### 【研究体制の構築】

ゲル材の先端研究期間である山形大学を中心に、3D プリンティングシステムで必要となる開発要素として、材料関係では光硬化樹脂のトップ企業である JSR 社、装置関係では樹脂精密加工装置製造のスペシャリストであるサンアロー社で構成される体制を SIP 公募時に構築した。なお両社とも従来からつながりがあり、積極的に研究開発に関わってくれる企業であることがわかっていた。また、ディスプレイ方式 3D ゲルプリンターが実用化段階に進んだことから、ゲルの実用的デバイス利用による事業創造に向けて設立したベンチャー企業ディライトマター社を体制に追加した。

#### 【研究テーマ提案（研究資金の獲得）】

<山形大学>SIP 公募に提案し、採択。(H26/9)

また、H28/9に採択された OPERA のソフトマターロボティクス研究が、3D ゲルプリンター技術の応用先として有力になりつつある。

#### 【技術開発のマネジメント】

山形大学が中心となって推進。進捗確認および材料と装置のすりあわせのための定例会議を 1 回/月実施。合わせて、出口戦略（ベンチャー、地場企業への展開等）に関する議論も実施している。

### 【技術開発】

H27年度までは、標準型の普及機として、ディスペンサー方式 3D ゲルプリンター開発を中心に実施。H29年度以降は、より高精度造形が可能な特殊用途機であるバスタブ方式 3D ゲルプリンターを開発している。バスタブ方式の開発に当たっては、目標精度を上げたため、SIP の他テーマである、横国大丸尾教授の超微細 3D 造形の基本技術を応用し、マイクロ光造形バスタブ方式の装置を開発することを決定した。

### 【技術の検証方法の決定】

技術の検証として、H27年度下期より、介護福祉品や義肢、再生医療材料等の試作品をD-MEC社（JSR社のグループ会社）を通じて、大学研究室、病院等の医療現場、医療機器メーカーで使用してもらいFBを受けること、またH27年度に、山形大学工学部とかながわサイエンスパークの二箇所にてテストラボを設け、3Dプリンティングシステムを設置し、ニーズ発掘と実用化検討を実施することを決定していた。テストラボ設置はH27年度に行い、ニーズ発掘と実用化検討、見学や実機を活用した研究打ち合わせなどを実施している。ベンチャー企業設立後は、ユーザーの要望に応じて打ち合わせの上、デバイスの試作と提供などを行なっている。

### 【技術検証】

<山形大学、D-MEC 社>H27年度下期より、介護福祉品や義肢、再生医療材料等の試作を実施し、大学研究室、病院等の医療現場、医療機器メーカーのFBを受けた。ここで、医療の現場でより高精度な造形が必要というFBを受け、バスタブ方式 3D ゲルプリンターの目標精度を再設定した。  
<ディライトマター>H29年度よりSIP外部企業でのテストユースを開始した。

### 【知的財産の確保】

SIPに先駆けH23年の基礎技術開発成功時に、基本特許を出願済みである。またSIP申請に先駆けて山形大学、JSR社、サンアロー社がH25年から開発していたマルチマテリアル 3D 造形の特許をH27年度に出願した。

### 【技術のツール化（装置、ソフト、ノウハウ）】

H27/9には、ディスペンサー方式 3D ゲルプリンターのプロトが完成し、これを使って試作した製品を大学研究室、病院等の医療現場、医療機器メーカーに提供し、FBを受けた。ここでは、小さいサイズでもよいのでより精細な造形が必要という意見のFBがあった。高精度版として開発予定であったバスタブ方式で設定していた目標を越える要求精度であったため、目標の再設定が必要となった。H28/3には企業が活用可能なレベルのディスペンサー方式 3D ゲルプリンターのプロトを完成させ、H28/11には山形大学工学部、かながわサイエンスパークに設置して、テストラボを開設した。ここでは見学や実機を活用した研究打ち合わせなどを実施し、テストラボで開発した材料や試作したデバイスなどを外に出せるようにして欲しいなどのFBを受けた。このようなFBを実現すべく、さらに、H28/11には、山形大学発ベンチャーとして、ディライトマター社（DLM）を設立しニュースリリースを実施した。

DLM は、高強度ゲルの 3D プリンティングによる造形サービスを実施するとともに、高強度ゲル活用の方向性として革新的なデバイス開発を進め、企業の製品開発を支援するミッションを負う（DLM は H29 年度より SIP の共同実施者として参画し、実用化および展開に向けた体制を強化）。合わせて H28 年度には、FB の結果得られた高精度化の要求に対する方策の検討も実施した。その結果、SIP 革新的設計生産に参画している横浜国立大学丸尾教授の超微細 3D 造形の基本技術を応用することを考案した。H28/7 に丸尾教授に相談したところ連携の了解が得られたため、H29 年度以降のバスタブ方式 3D ゲルプリンターの開発に取り込み、より高い目標を実現するテーマとしてすすめることとした。これにあわせて開発した従来のバスタブ方式 3D ゲルプリンターは H28 年度に技術実証まで行うようにスケジュールを変更した。高精度版であるマイクロ光造形バスタブ方式 3D ゲルプリンターは、H29 年度に目標精度を達成可能な装置の開発および評価を実施し、H30 年度には企業がテストユース可能なレベルの装置の完成を目指す。

## ■ 出口戦略

### 【ツールの出口戦略の決定（コンソーシアム、ベンチャー設立、販売、オープン利用など）】

H27 年度のテストラボの開設準備の時期に、テストラボでテストユースを実施できるベンチャー企業を H28 年度に設立し、SIP 終了以降も運営していくことを決定。大学では、開発した材料を外に出すには MTA(Material Transfer Agreement)が必要になるので、実用化に向けた動きをとりやすいベンチャー設立を選択した。また、新しい材料に関しては、誰かが率先して使い方の方向性を示す必要があり、その役割をベンチャーが果たすと考えた。

また SIP 終了後も、山形大学およびかながわサイエンスパークに設置したテストラボを継続し、地場の企業が 3D ゲルプリンターに触れる場を提供することとした。

SIP 終了後もベンチャーであるディライトマターによる 3D ゲルプリンティングの普及展開に取り組むほか、H29 年度には、地場中小企業の普及展開を図るための場としてコンソーシアム設立を検討し、H30/4 から運営を開始する予定であるほか、将来的には 3D ゲルプリンティングシステムの販売も検討していく。

### 【コンソーシアムの運営】

<山形大学> 中堅・中小企業が 3D ゲル造形技術を活用できるように、やわらか 3D 共創コンソーシアムを H30/4 に設立予定。

### 【ベンチャー設立】

<山形大学> 山形大学発ベンチャーとして、ディライトマター社を H28/11 に設立。高強度ゲルの 3D プリンティングによる造形サービスを実施。高強度ゲル活用の方向性として革新的なデバイス開発を進めるとともに、企業の製品開発を支援。

### 【ツール販売】

<ディライトマター、JSR、サンアロー> 将来的には材料、3D ゲルプリンターの外販も検討。

### 【ツールオープン利用】

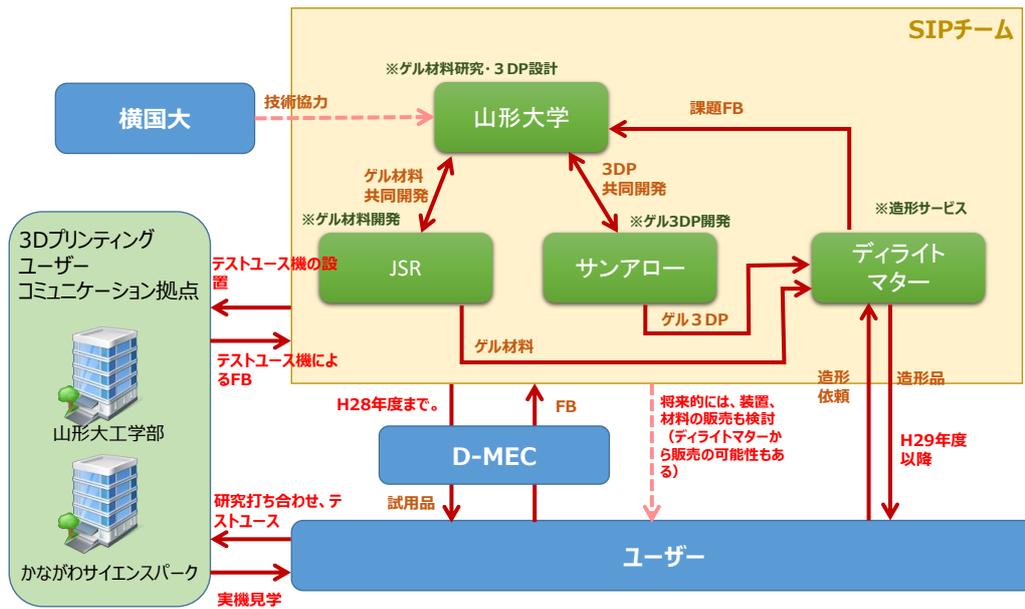
山形大学およびかながわサイエンスパークに設置し、地場の企業が3Dゲルプリンターをテストユース可能な環境を整えた。設置はH27のテストラボ開設時で、SIP終了後もテストラボの活用を継続する予定。

### 【技術のPR】

インターネットや年間を通じた各種シンポジウム、講演会等での発表を中心に技術のPRを実施。このほか、東北デジタルものづくりフェスタ（H28/10）、イノベーションジャパンなどの展示会に出展。ディライトマター社設立のニュースリリース（H28/11）。技術PRからトライアルにつながった案件もある。シンポジウムや講演会で会話した方とは以降長く関係を構築できる傾向にあり、できるだけ多くの発表を行うように努めている。

## 2) 開発のタイムライン（詳細別紙）

## 3) 開発形態ダイアグラム



D-MEC: 3Dプリンター・3D成形装置、独自開発した材料、卓越した保守サービスまで含めて総合的に提供するJSRグループの企業

## 4) 成功要因と課題

- 古川先生の、日本の強いゲルを実用化したいという強い思いがあった。古川先生は、実用化が進まない理由として、企業側が要求するような形状を自由に作れないということを考えており、3D造形によりこれを解決できるというアイデアを創出した。
- ゲルの研究体制に関して、SIP開始前から研究開発に必要な材料、装置において、有力かつ積極的に活動してくれる企業とのコネクションを築いていた。

- ・大学では開発した材料を外に出すのが難しいので、動きやすい形として、実用化、普及展開のミッションを担うベンチャー企業を立上げた。ただしベンチャー企業の取組みは途中段階。
- ・SIP 開始時点で技術の検証方法を決定した。開発技術に関して迅速にフィードバックを得ることができた。企業からの高精度化のニーズを研究開発にフィードバックすることもできた。
- ・技術のPRとして、シンポジウムや講演会での発表を、年間を通じて行った。このような場で会話した方や企業との長く続く関係を構築できる傾向があり有効である。
- ・SIP 革新的設計生産の他のテーマとの交流を行った。この結果、他テーマの基本技術を応用することで、当初の目標を越える精度/効率よく、目標を達成可能な装置を開発できる見通しを得ている。
- ・SIP 内でも他テーマと連携する際には、知財の取り扱いなど検討が必要である。
- ・材料系の研究は時間がかかることが多く、特許を出願してから実用化の期間が長いため、実質的に特許を活用できる期間が短くなる傾向にある。論文がKPIとなっている現状では、開発技術の公開を早い時期から実施する必要があり、研究の評価方法や産学連携の在り方を検討する必要がある。

#### 5) 場・仕組みからのFB

ディライトマター社において、企業でのテストユースを実施しており、当初想定したヘルスケア、医療、ロボットのほか、ゲル材料の特性を活かした製品への適用検討もあがってきている。またスケールアップする際のコスト、製造方法についても検討が必要なことがわかってきている。

