

産学共創プラットフォーム 共同研究推進プログラム（OPERA）

終了報告書（公開版）

研究領域名称		マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト 3D 界面の創製とやわらかものづくり革命への展開
共創コンソーシアム名称		やわらかものづくり革命共創コンソーシアム
幹事機関		国立大学法人山形大学
プロジェクト担当組織		産学官連携推進本部
領域統括	氏名	古川英光
	所属機関	国立大学法人山形大学
	部署	理工学研究科
	役職	教授
コンソーシアム HP		https://cnvfab.yz.yamagata-u.ac.jp/

令和5年5月31日

目次

エグゼクティブサマリー	3
1 技術・システム革新シナリオ	6
2 研究領域及びキーテクノロジー	9
3 共創コンソーシアム	11
3.1 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化	11
3.2 共創コンソーシアムにおける知的財産の取り扱いルールの方針	14
3.3 人材育成についての方針	18
3.4 機関連携・協力体制についての方針	21
3.5 参画機関の管理方針	25
4 オープンイノベーション機構と連携した取組について	27
5 プロジェクト終了後の継続的な発展に向けた取組について	29
6 研究開発の状況	35
6.1 研究開発課題1「プロダクトイノベーションに向けたソフト・ハイブリッド材料の3Dプロセッシングの開発」	37
6.2 研究開発課題2 「インクジェット評価技術と加飾への応用」	46
6.3 研究開発課題3 「印刷製法による機能搭載 FHE 型デバイス（新：スクリーン印刷法の高度化技術の開発）」	62
6.4 研究開発課題4 「3Dデバイスに向けた高耐久コーティング技術」	69
6.5 研究開発課題5 「柔軟な高速駆動・低損失エレクトロニクスデバイス形成技術の開発」	74
7 非競争領域からの展開（活動実績）	94
8 社会実装に向けたロードマップ	98
9 領域統括によるプロジェクト総括と今後の展望	99
10 特殊用語等の説明	102

エグゼクティブサマリー

研究開発目的

ソフト3D界面の制御と特性の解明を通じて、次世代のものづくりプロセスの技術基盤を構築し、これによりやわらかものづくり革命への展開を目指す

(1) 技術・システム革新シナリオの実現に向けた主な活動およびコンソーシアム運営の仕組みの構築

各研究開発課題における研究開発に加えて、アシストスーツの試作やプロトタイピング、各種研究会・WG活動を通じて、競争領域、社会実装に向けた取り組みを活性化させるなどの成果を上げてきたことは高く評価できる。具体的には、以下に示す活動がそれに該当する。

★アシストスーツのコンセプトモデルの試作

★各種研究会、WGによる競争領域、社会実装に向けたユーザー視点の取り込みとモック製作

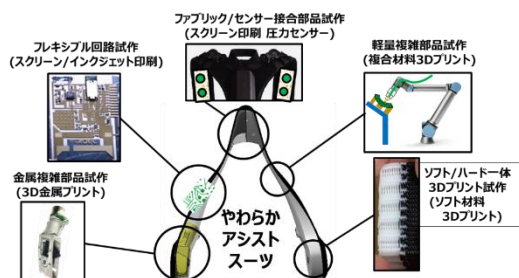
アシストスーツのコンセプトモデルとして、「次世代アシストスーツWG」での取り組みを反映したプロトタイピングを実施した(図)。

また、「未来ニーズ研究会」での議論を踏まえ、2021年度には「やわらか人間拡張アシストスーツWG」を設置した。未来ニーズの一つとして設定した「やわらかアシストスーツ」について、課題担当研究者と外部研究者、企業研究開発担当者が議論し研究課題同士の連携を深め、特に、追加予算配賦を受け、コンビニエンスファクトリー(CF)から創出される(i)製品イメージの提示、(ii)仮想ユーザーの探索、(iii)顧客ニーズの把握のために、各研究課題で取組む技術が融合した次世代アシストスーツコンセプトモデルを試作した。

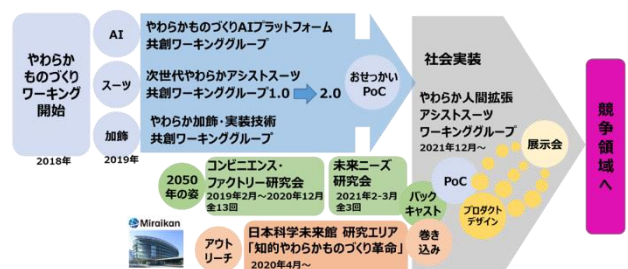
各種研究会、WGとして、以下の図にある取り組みを進めてきている。こうした活動において、プロトタイピングを深化させ、社会実装に向けた取り組みを具体化させてきた。

「次世代やわらかアシストスーツ共創WG」および「やわらか人間拡張アシストスーツWG」での議論を踏まえたプロトタイピング

次世代ウェアラブルデバイスとしてのやわらかアシストスーツに資する要素部品の試作検討を実施した。ワーキンググループの射程は、事例としてのアシストスーツを新しい材料×プロセス技術でどう高付加価値化させるかを示すまであり、ユーザー企業の注目を誘い、巻き込みを狙った取り組みである。



やわらかものづくりワーキンググループ活動・アウトリーチ活動の設置と展開



（２）特筆すべき研究開発成果と非競争領域からの展開

★特筆すべき研究開発成果

５年間の研究開発課題のうち以下の特筆すべき研究開発成果を上げてきたことは高く評価できる。

表：特筆すべき研究開発成果

課題番号	研究開発内容	特徴的な成果
課題１	アシストスーツ高機能化研究	「軽くて丈夫、硬い/柔らかい部品を組み合わせることで、安全性を増す」性能を付与する研究成果を盛り込んだ新しいアシストスーツ製品への応用が期待できる。
課題１	クッションベルト	クッションベルトは、アシストスーツ利用者の負荷を減らし、埋め込まれたセンサにより利用状況を詳しくモニタし、それを学習させることで、アシストのタイミングやアシスト力のフィードフォワード制御につなげることが期待でき、従来にないアシストスーツ機能として市場価値が高まると期待される。
課題２	インク滴形成の体系化	吐出安定性とパターン機能性を両立させる高機能な樹脂およびインク設計に活用され、捺染用インク開発として材料メーカーとの共同研究が始まっている。また、従来の概念を超える超高粘度インクを使った革新的製造技術の大型共同研究も検討が始まっている。そこでは、シミュレーション、パターン形成過程の解析技術の成果が活用される。
課題２	パターン積層の解析	
課題４	印刷型フレキシブルOLED	達成したバリア性能は、有機エレクトロニクスやフレキシブル回路に適用可能であり、大学発ベンチャーなどを活用して、実用化を図る。 ウェットバリア技術は NEDO グリーンイノベーション基金（2022-2025）にて次世代太陽電池への応用を進めている。
課題５	有機デバイス回路基板	従来のITO（インジウム錫酸化物）は、フレキシブル用途では、代替技術の開発が望まれていた。今回の開発成果は、ITO代替技術として、一つの解決方法を与えるものであり、既に開発品として、産・学双方のチャンネルから外部への技術発信や展示等を行っている。今後、カラーアプリケーションを発見できれば、本PJの他の技術とも連携しフレキシブルデバイスへの技術応用が期待できる。

次世代アシストスーツを構想、試作するにあたり、プロトタイピングの際、重要な構成要素であり、かつ実装化にチャレンジした技術要素として、「アシストスーツ高機能化研究」（課題１）、「クッションベルト」（課題１）、「印刷型フレキシブル」（課題４）、「OLED 有機デバイス回路基板」（課題５）がある他、「インク滴形成の体系化」（課題２）、「パターン積層の解析」（課題２）は今後アシストスーツの要素技術への応用可能性を持っている。

★各課題からの非競争領域からの展開

- 課題１の研究開発関連の非競争領域からの展開として、2022 年度には、日本科学未来館で「きみとロボット展」（2022 年 3 月 18 日～8 月 31 日）に出展した。
- 2021 年度、本プログラムで連携している教員が連携し、コンビニエンスファクトリー (CF) 概念

を有機 EL 分野に適応し、JST START プログラムに採択された。課題 4、5 の連携した同プログラムでは、社会実装に向けた取り組みをベンチャー創設という形で進める計画である。

c) 研究開発課題 4 (硯里) においては、NEDO グリーンイノベーション基金を 2022~2025 年度 (計 4 年間) 採択された。硯里研究室の研究である「ウェットプロセスによる超ハイバリア技術」は、様々な産業に応用可能な技術である。これらの技術は、環境負荷低減にも応用される可能性があり、本研究開発プロジェクトからの SDGs への貢献として挙げられるものである。

d) 課題 1~5 の融合の事例としての 2050 年のコンビニエンスファクトリー (CF) の姿をスマートファクトリー Japan2022 に出展し、社会に向けて発信した。

以上のような多方面への展開が起きており、高く評価できる。

★産学連携システム改革に関する各種取り組みの進捗状況 (費用負担の適正化・管理業務の高度化、知財の取扱、人材育成)

本プロジェクトにおいて以下の取組を実施したことは高く評価できる。

- ・ 間接経費、ヤングリサーチの雇用経費+教育研究支援経費などの制度整備
- ・ ガバナンス改革 (産学官連携本部長、OI 機構長の兼務など)
- ・ 知財の取り扱い (知財 CM (クリエイティブマネージャー)、法務 CM (クリエイティブマネージャー) の登用など)

★プロジェクト終了後のコンソーシアム活動の展望

OI-OPERAのDMNへの展開

Sandbox : デジタルマニュファクチャリングのもと、技術と組織 (企業や大学) の融合を促す共創の場

- ・ やわらかアシストスーツのSandboxの題材とする
 - ・ 要素部品の設計・製造技術の視点
 - ・ 製品の事業化の視点
- ・ 課題 1 と課題 2 はDMNの主要技術をサポート

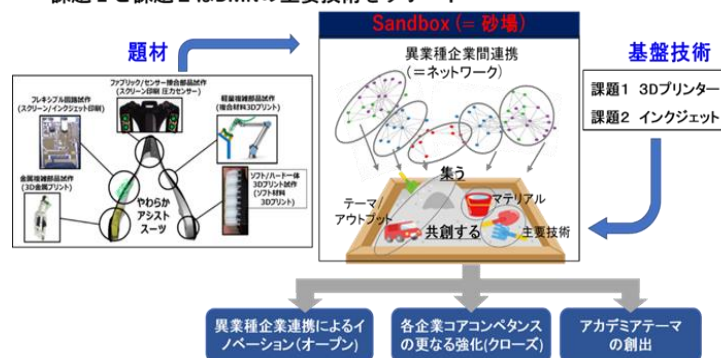


図 : OI-OPERA から DMN への展開 (Sandbox 構想)

2018 年度より取り組んできた各種研究会活動 (コンビニエンスファクトリー (CF) 研究会、未来ニーズ研究会)、各種WG活動 (やわらかものづくり AI プラットフォーム共創ワーキンググループ、次世代やわらかアシストスーツ共創ワーキンググループ、やわらか加飾・実装技術共創ワーキンググループ) の成果として、オープンイノベーション機構で検討企画してきたDMN (デジタルマニュファクチャリング・ネットワーク) による Sandbox 構想との連携を企図している。

具体的には、課題 1、および課題 2 の融合として、Sandbox 構想を展開する。課題 1、課題 2 を DMN の主要技術サポートに充て、コンビニエンスファクトリー (CF) の成果であるアシストスーツ試作を基点に、異業種企業間連携によるオープンイノベーションなどを展開する。

1 技術・システム革新シナリオ

(1) 山形大学が本プログラムに取り組む背景と社会実装への期待と優位性

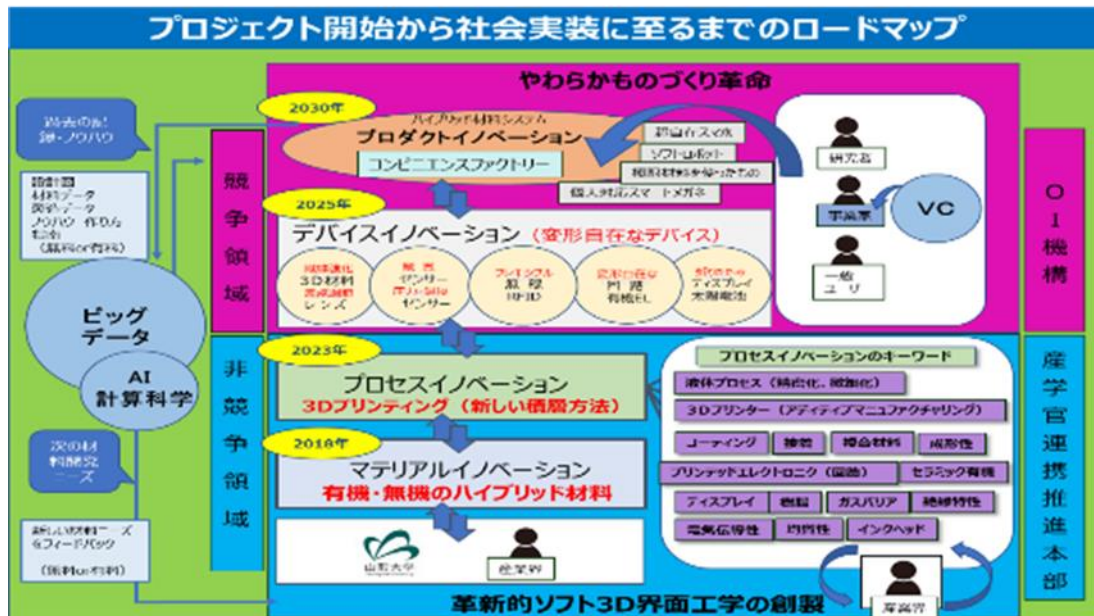
山形大学では 2009 年より有機材料システムの世界的拠点化を目指し、分子創製技術を基盤に、有機 EL、印刷エレクトロニクス、有機薄膜太陽電池、蓄電デバイス、高分子微細成形加工、ゲル、3Dプリンタで、卓越・若手人材を招聘し、産学共同で 500 名の体制で基礎研究から応用開発・事業化までのイノベーションプラットフォームを構築してきている。近年、フレキシブルデバイスや3Dプリンタの競争領域の共同研究の展開の中で、企業からソフト材料のやさらかさ・柔軟性・変形性を維持し、なおかつ、接着・導電・ガスバリア性等の機能性を有する、それらの2つの相反する特性を有するソフト3D界面創製に関する学問的挑戦のニーズがでてきている。産業界からこの3D界面の新分野開拓のためにマテリアル×プロセスによる社会実装に向けたオープンイノベーションの必要性和山形大学を中核に産学コンソーシアムを組織化し先導してほしいという期待が非常に高まってきている。

(2) 革新のシナリオ（非競争領域と競争領域における取組と戦略）

革新のシナリオについて、取組と戦略について説明する。イノベーションに至るまでの過程は、ソフトマテリアルの基礎研究から産業化への、(i) マテリアル (ii) プロセス、(iii) デバイス (iv) プロダクト (v) システムの各段階をへて、社会実装されていくと想定している。



(i) マテリアル (ii) プロセスは、主に「非競争領域」でオープンイノベーションが推進できる領域であり、一方、(iii) デバイス (iv) プロダクト (v) システムは主に「競争領域」である。その全体の概念図が下に示す図である。現在、全体のイノベーションを加速するためにデータサイエンスや人工知能を活用しはじめている。これにより個別ニーズに対応した3次元状の界面を有する少量多品種のデバイス化や製品化のデバイス化や製品化が身近にできる「コンビニエンスファクトリー」を構築し、その先の「やさらかものづくり革命」の実現へと展開していく。



(3) 研究開発開始後の状況変化への対応 (革新シナリオの深化へのアプローチ)

ウィズコロナの状況下で、ユーザーオリエンテッドなものづくりの可能性に着手し、製品化を実現した。その際、「現場の声を聴き、高速試作し、現場で試して、すぐに改良し、現場で試す」といったサイクルの経験し、こうしたサイクルにおけるものづくりは、第5回コンビエンスファクトリー(CF)シンポジウムで確認した「未来の製造業」が期待する新しいものづくりの方針にも沿うものであり、本プロジェクトにも積極的に活用していくこととした。

ユーザーオリエンテッドなイノベーションへのアプローチ
(研究開発開始後の状況変化への対応・非競争領域における深化、具体化)

ユーザーのリクエストに沿うと、**まだ実現されたことのない異種材料同士の接着に関する非競争領域の研究が進み**、ソフト3D界面の要素技術が絶え間なく生まれる。

マテリアル面のイノベーション

従来の機械工学・エレクトロニクスで主に用いられていた「硬い部材(ハードマター)」だけでなく、生体の触感に近い「やわらかい部材(ソフトマター)」を用いて、これまでの部材では作ることのできなかった人工物など革新的な製品・サービスを生産できるようにすること



プロセス面のイノベーション

やわらかい部材を扱える装置を開発すること、またICT/IoT技術を取り入れることにより、マスカスタマイゼーションを想定した多品種少量生産、遠隔生産、分散型ネットワークによる生産、AI/ビッグデータを活用したスマート生産等を実現すること

(4) オープンイノベーション機構のプロジェクトとの関連性と連携及び相互改善

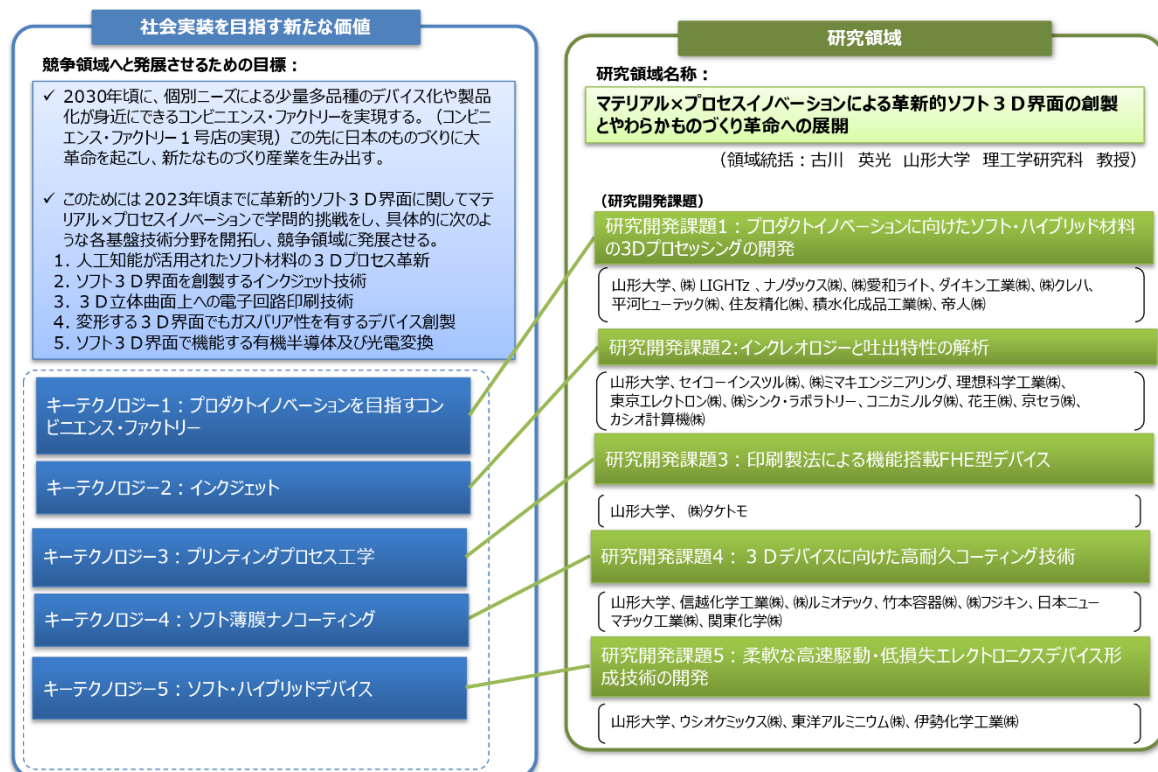
これらの3次元状界面の基礎研究は、競争領域での異種界面を有するフレキシブルデバイスやソフトマテリアルプロダクトにつながる。(2)の2つ目の図ではその関連性と連携及び区分を図示した。具体的には、オープンイノベーション機構での、3D研究領域、インクジェ

ット研究領域、フレキシブル印刷デバイス研究領域等の競争領域における研究開発が、本 OPERA で推進する非競争領域の研究課題 1～3に関連する。また、本プログラムの薄膜ナノコートや有機半導体回路形成は、新たな競争領域の新プロジェクトを立ち上げることにもつながっている。オープンイノベーション推進リエゾン会議（OIL）で相互の連携による相乗効果とそれぞれの研究開発計画の改善も行っていく。

2 研究領域及びキーテクノロジー

1. の(3)で示したように、各種研究会活動やWGでの議論を経て、また 2021 年度に開催した第 5 回コンビニエンスファクトリー (CF) シンポジウムでの「未来の製造業」の取組との親和性を確認した。そこで、ユーザーオリエンテッドなシナリオへの深化にともなって、研究開発課題 1 では、「アシストスーツの高機能化」の研究開発に加えて、特定企業からの需要に基づき、アシストスーツのオプション機能としての「クッションベルト」の基礎研究および実装化研究開発が進

【研究領域構成図】幹事機関：山形大学



展してきた。

これに加えて、共創コンソーシアムの主たる活動である、研究会やWG活動の成果として、各課題との連携が模索され、試行錯誤の結果、各課題が連携し構想する形で、アシストスーツのモックを製作し（一部は開発中のモック部品として）、スマートファクトリー Japan2022 の展示品として出展された。

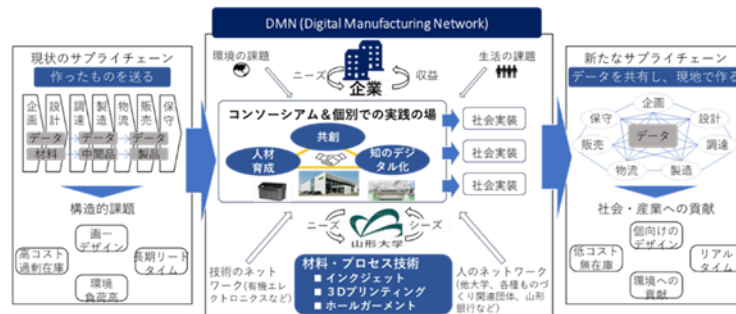
同展示会では、既にコンビニエンスファクトリー (CF) に賛同、共同研究を開始している企業以外にも、今後の研究開発で参考にしたい、将来的には共同研究開発のパートナーの検討をしたいなどの声が数多くあった。

DMN（デジタルマニュファクチャリングネットワーク）構想 ～ コンビニエンスファクトリーの具体化 ～

3つの最先端デジタルものづくり技術の融合

- ・ 3Dプリンター ……樹脂、金属による3D造形
- ・ ホールガーメント® ……繊維による3D造形
- ・ インクジェット ……インクによる3D加飾

共創を通し、社会課題に寄与するサプライチェーンの革新をおこす



図：OI 整備事業におけるDMN構想とコンビニエンスファクトリーの具体化

オープンイノベーション機構との連携においては、DMN構想を進めており、同構想におけるコンビニエンスファクトリー(CF)との連携を説明する。DMN構想において、コンビニエンスファクトリーの具体化への展開として、3つの最先端デジタルモノづくり技術の融合を構想している。

3 共創コンソーシアム

3.1 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

3.1.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

本コンソーシアムに参加する企業は、各々の基礎研究毎に共同研究費と調査推進費を含めオープンイノベーションを起こすためのコンソーシアムの在り方の検討を行ってきた。

資金計上のルールについて、個々の企業との共同研究経費及び国からのマッチングファンドによる支援経費は、個々の企業との打ち合わせ合意をもとにして本コンソーシアムが管理を行った。なおかつ、山形大学で企業との共同研究（研究員の派遣契約を除く）を行う場合には、研究費直接経費に加え、間接経費を計上した。

1. 間接経費導入について

① 共同研究にかかるコストの回収

- ・従来、管理・研究部門の共通経費については、これまで直接経費の中からオーバーヘッドによって賄ってきた。
- ・2018年10月からは、産学官連携における費用負担の適正化・管理業務の高度化を図ることから、直接経費と間接経費の費用を明確に算定し、間接経費を戦略的間接経費として位置づけて共同研究契約を締結することを制度化した。
- ・共同研究等においても人材育成機能を強化させることで、学生が社会人として即戦力となれるよう戦略的間接経費の一部として、グローバル等実践教育主目的経費を設置する。
- ・更に間接経費については、設備の維持管理や更新財源となりうるような基金化を目指す。

② 間接経費

本学においては、間接経費を戦略的間接経費として位置づけて、管理・研究部門共通経費、グローバル等実践教育主目的経費（雇用学生以外）の2つの目的により算定した。

大学のマネジメント資金の確保と、有機材料システム関連の共同研究を通じて、新有機材料分野創成の人材育成を重点的に行うための経費である。

間接経費は、管理・研究部門共通経費が25%、グローバル等実践教育主目的経費が5%の合計30%で設定した。

2. ヤングリサーチャーの雇用経費＋教育研究支援経費について

①財源と目的

- ・現在雇用している博士後期課程大学院生への給与は、山形大学では博士課程教育リーディングプログラム開始時に、学振特別研究員の給与等を参考にしながら、地方である地域性を考え十分な議論を経て月額15万円、年額で180万円としている。
- ・大学院生に共同研究への補助的参加ではなく積極的貢献をしてもらうためResearch Assistantではなくヤングリサーチャー（Young Researcher）の呼び名にして統一をはかる。また、1名当たり年間合計300万円（月15万＋教育研究支援）に一本化した。
 - a. 共同研究の間接経費（グローバル等実践教育主目的経費）
 - b. 共同研究費の直接経費
 - c. 補助金の直接経費

上記3つを併せて、博士後期課程大学院生一人あたり年額300万円（180万円（月額15万円）の給与（共同研究への参画）、120万円の教育研究支援経費（海外機関への短期長期インター

ンシップ・国際学会発表・研修等)

③ 雇用人数 6人(年間 博士後期課程大学院生)(1課題1名程度)

選抜方法については先行する共創型OPERAにて2016年度中に確立し、OI連携型OPERAにおいても公募と面接を実施している。

・優秀な学生を雇用するために民間資金を用いて良い条件で処遇する新たな仕組み

山形大学では、学術振興会での博士後期課程への奨学金月額20万円などを踏まえてすでに議論をして、優秀な学生を採用教育している博士課程教育リーディングプログラム(中間評価・事後評価とも「S」評価、平成24年度採択オンリーワンプログラム5件のうち唯一)において、地域性なども考慮して月額15万円の奨学金を支給している。大学院生は奨学金を得ることではなく、短期長期の海外インターンシップ・研修等の教育プログラムを受けてグローバル力と研究力を向上させることに大きな意義と魅力を感じている。優秀な学生の確保のためには、給与以上に魅力ある教育プログラム(それを遂行するための教育研究支援経費)の方がより重要である。この事業にて博士後期課程で雇用する学生には、学内での整合性から同じ15万円の金額の給与の支給のみでなく、博士課程教育リーディングプログラムの教育プログラム(年約100万円程度の教育研究支援経費が必要)を受講できるようにすることで優秀な学生に魅力ある条件を提供している。

3. 間接経費導入についての説明

コンソーシアムの継続的運営のためには、間接経費の徴収について企業からの理解を得ることが不可欠である。そのため、間接経費の積算根拠を明確にし、企業への説明責任を果たすとともに、税制優遇等に関する説明、企業側の理解協力により、間接経費の確保に努めてきたが、本事業実施においては企業側に必要性を理解いただき、トラブルなく導入が進んでいる。今後は、主に競争領域の共同研究を推進・管理するOI推進本部と連携し、データを積み重ねて費用分析し、さらなる積算根拠の明確化に努める。

4. 全学的なガバナンス改革と戦略的投資

全学的なガバナンス改革のため、これまでは研究と産学連携をそれぞれ別の理事が担当していたが、2020年4月から一人の理事(産学官連携推進本部長及びOI推進本部長を兼務)が担うこととした。また、研究・産学連携担当理事のもとに設置する研究戦略本部会議は、これまでは全学的な研究に特化した戦略・計画を策定していたが、2021年1月から、これまでの研究に産学連携機能を加え、全学的かつ、研究から産学連携への一貫した戦略を策定することが可能な体制を構築することとしている。また、財務マネジメント改革として、間接経費を研究・産学連携担当理事が上記戦略に基づき配分する仕組みを構築し、2021度から開始した。

3.1.2 得られた効果

共創型OPERAプログラムにて先行して間接経費制度の導入を参画企業へ説明し、2018年10月1日に全学的に導入されることにつながった。これにより、教育研究設備更新や維持管理経費・光熱水費、知的財産権の管理費などが、直接経費の外枠で安定的に確保できるようになり、財務体質が強化されることとなった。併せて、ガバナンス改革、財務マネジメント改革を行うことによって、研究から産学連携への一貫した取組みを戦略的に行う仕組みの構築につながっている。

3.1.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

新たな間接経費制度の導入については、トラブルなく導入が進んでおり、企業の理解が得られているものと思われる。引き続き、企業へ丁寧に説明を行い、制度を定着させる。

3.2 共創コンソーシアムにおける知的財産の取り扱いルールの方針

3.2.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

山形大学は、地域に根差し世界をリードする大学として、教育研究成果の社会的実現に向けて、企業や自治体等との連携を推進し、地域社会経済の活性化に貢献することをポリシーとする。産学官連携の更なる強化を図るため、知的財産本部を設置し、本学が持つ知的資産等を活用・マネジメントするための実効性のあるシステムの構築等を一元化している。このことにより、共同研究の拡大や外部資金獲得増を図り、本学の産学官連携活動を高度化・活性化し推進する。

このような観点から、職務発明については機関帰属原則の下、ランバートツールと同様の考え方に立つ知財戦略をもって知財管理を行っている。知的財産本部の下に有識実務者をもって構成する知的財産評価活用会議（隔週開催）により、職務発明の判定及び機関帰属の是非に関する経営判断を行っている。（詳細後述）

知財管理の日常的業務については、50km 以上も離れたキャンパス間での意思決定のタイムラグを生じさせないこと、また知財管理にあたっては実用化の視点から判断すべきことの理由から、知的財産の大半を創出する工学部キャンパスに立地し、大学研究成果の事業化を所管する国際事業化研究センター内に担当部署を配置している。

一方、有機エレクトロニクス研究センターで実施している「有機エレクトロニクス国際研究拠点事業」（JST 地域卓越プロジェクト 2009～2014 年度）、及び「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」（COI 拠点 2013.11～2021 年度）については、大規模な事業化を目指す国や県の支援事業であることから、研究成果の迅速な事業化・産業化に資するよう、特に一般的な知財管理とは異なる独自の知財管理・活用体制を構築している。

また「山形大学有機薄膜デバイスコンソーシアム」（2013～2015 年度/21 社参加）、本コンソーシアムの技術開発実績・運営を踏まえて新たに発足させた「山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム（YU-FOC）」（2016～2018 年度の 3 年間のプログラム）、「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際実用化コンソーシアム（YU-FIC）」（2017.10～2020 年度）、「山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム（YU-FLEC）」（2018.1～2022 年度）などにおいて、以下に示す「知財基本方針」に基づいた協議を参画企業と行い、共同研究契約に反映させてきた。

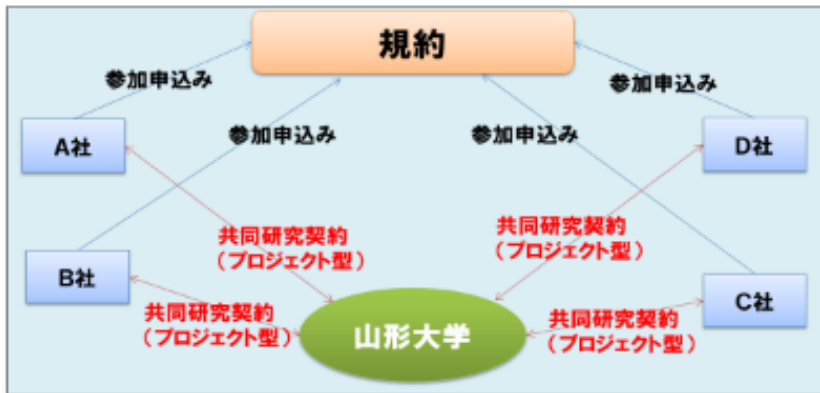
<特定大型プロジェクトにおける知財基本方針>

参加企業のモチベーションに係るものとしては、以下の項目がある。

- ①山形大学は不実施補償を求めない → 参画企業にとってメリット大
- ②コンソーシアム活動によって生じた山形大学単独発明特許をコンソーシアム参加企業に実施許諾（無償または格安ロイヤリティ） → 事業化の意欲の増大
- ③山形大学「外部機関との共同研究取扱規程」に基づく共同研究契約 → 明確化

コンソーシアムへの参画の形態

- 規約：規約を遵守（秘密保持など）することを前提に、参加申込み
- 共同研究契約：各社ごと山形大学と共同研究契約（プロジェクト型）締結



これまでのコンソーシアムにおける知的財産の取り扱いについても実績があるが、上記の他、下記についてコンソーシアム参画企業のメリットに十分留意し、高いモチベーションを維持した取り組みやすい具体的仕組みについて検討を進めてきた。提案は大学が積極的に提示し、十分参画企業との意思疎通を図っていくものとし、以下のとおり運用している。

①全体概要

- ・基本的に特許は山形大学が一元的に管理し、知財ごとに、収入総額（契約に基づく研究費収入＋知財収入）が最大化できると判断する方法でライセンスする。

②プロジェクト実施期間中のフォアグラウンド IP の取り扱い方針

- ・大学の単独発明について、共同研究開発を実施する参画企業に対して、大学は実施許諾を受けるオプションを付与する。

また、コンソーシアムの他の参画企業から要請があれば、オプションを付与された参画企業と協議の上、実施許諾の条件を検討する。

- ・大学と参画企業の共同発明について、共同出願人である参画企業に対して、大学は特段の事情のある場合を除き不実施補償を求めない。また、コンソーシアムの他の参画企業から要請があれば、共同出願企業と協議の上、実施許諾の条件を検討する。

③プロジェクト実施期間終了後のフォアグラウンド IP の取り扱い方針

- ・プロジェクト実施期間中に準じる。

④プロジェクト実施期間中のバックグラウンド IP の取り扱い方針

- ・大学が保有するバックグラウンド IP について、参画企業の事業化促進の観点から、参画企業からの要請を受けて、低廉実施を基本に協議の上、実施許諾を検討する。
- ・山形大学での単願の特許を多くして群をつくっていきたい考えである。しかし、参画企業が保有する特許をライセンスすることは非常に難しい。このため山形大および参画企業が保有する特許について、山形大管理のもとでパテントプールを形成するには至っていない。
- ・山形大学のライセンスは、山形大学の単独出願による特許について、特許毎の契約（所謂、パテントバイパテント契約）及び関連特許を含めた複数特許の契約（所謂、特許群契約）が可能な取扱になっている。
- ・コンソーシアムでも、関連特許を含めた複数特許（即ち、特許群）の契約が可能である。ただし、現時点では対象とする特許群が山形大学の単独出願による特許となる。
- ・参画企業のライセンスポリシーは個々の企業により異なり、山形大学として尊重する。
- ・コンソーシアムの参加企業又は非参加企業より、「特許群ごとのライセンス」を要請された場

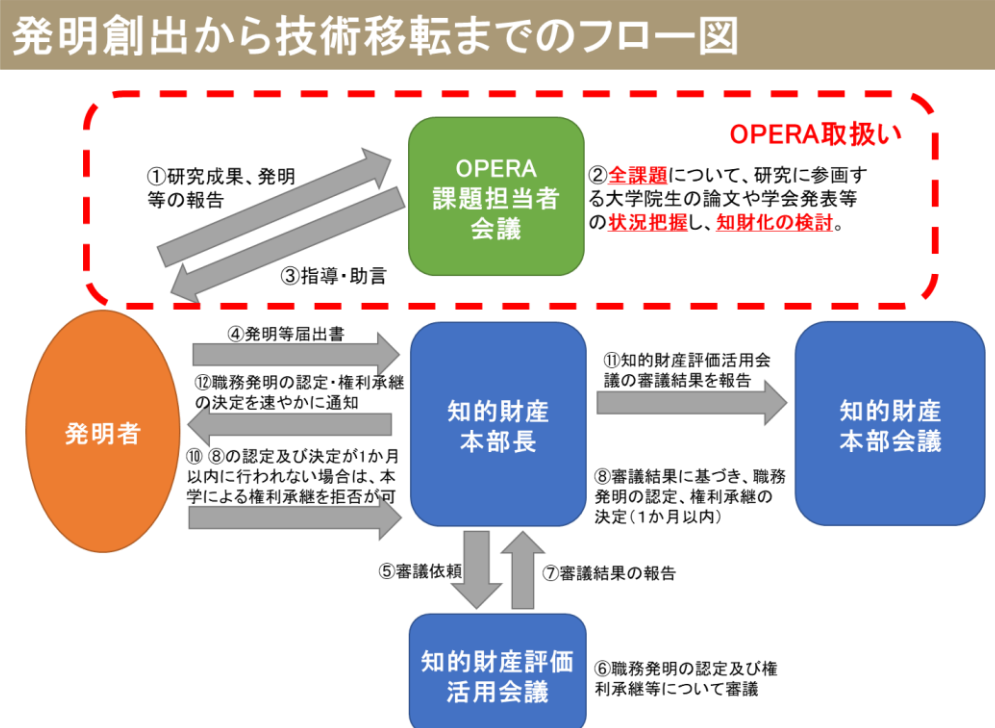
合、参画企業の単独出願による特許を含めて特許群の契約を実施するためには、参画企業との協議により、同意を得なければならない。この同意が得られれば、「山形大学及び参画企業が保有する特許について、山形大学の管理のもとでパテントプールを形成する」ことが可能になっている。

〔マネジメント体制〕

山形大学の知的財産部門を総括する知的財産本部は、発明の評価等を行う知財評価活用会議を主催しており、発明創出から技術移転までの評価を審議している。この知財評価活用会議は、2回/月の頻度で開催され、届出られた発明に対する職務発明の認定、特許を受ける権利の承継の要否を審議すると共に、特許出願、審査請求、拒絶理由通知への応答、権利維持、許諾契約等の要否・継続の審議がなされる。また、2020年度から、知的財産評価活用会議にオープンイノベーション推進本部から知財クリエイティブマネージャー（以下、「知財 CM」）及び法務クリエイティブマネージャー（以下、「法務 CM」）が参画し、発明の価値判断、事業化や採算性といった観点での審査を強化している。また、発明創出の早い段階から、知財 CM、法務 CM が発明者の相談に応じることで、発明内容を的確に理解し出願すべき特許とノウハウの切り分けを適切に行っている。

発明者に学生がいる場合には、同会議で審議する発明等届出書に記載されている寄与率、学会等での発表に関する事項により、学生の貢献度を把握するとともに、本来の希望である学会発表等を阻害しないように適切に管理している。また届出者（職員の発明者）にインタビューを行い、学生の寄与率の認定、発表日等の確認を実施している。加えて、本 OPERA プログラムでの取り扱いとして、研究に参画する大学院生の論文や学会発表等に際して、毎月開催する OPERA 課題担当者会議で状況把握することによって、公知になる前に知財化の検討が可能となるようマネジメント体制を構築している。

発明創出から技術移転までのフロー概要図を下記に示す。



3.2.2 得られた効果

知財評価活用会議に知財 CM、法務 CM が加わったことにより、大学としての発明等届出書の審議を迅速に行うことが可能となった（判断のスピードアップ）。発明届出書の前段階である発明者への事前インタビューを重視することで、発明届の質が向上している。学生の本来の希望である学会発表等を阻害せずに、迅速な知財化を図っている。

知財 CM、法務 CM が日常的に事業・研究の方向性と特許との関連を精査することで、効率的なパテントポートフォリオの構築を図ってきている。

3.2.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

知財評価活用会議のメンバーに加わった知財 CM、法務 CM を中心として、出願すべき特許とノウハウの切り分けを適切に行いつつ、本学が有するバックグラウンド IP を含め、コンビニエンスファクトリーを実現するために必要な技術群の整理をおこなった。本事業終了後もさらに必要な特許等の整理を実施していく方針である。

3.3 人材育成についての方針

3.3.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

1. 人材育成について

①基本方針

共同研究推進のために必要な人材を雇用育成する（個々の企業との合意に基づく）。

本プログラムの共同研究を実施する中で、今後の「マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」の成長、グローバル化に対応するために、民間企業等と共に先端的研究者、高度開発技術者、技術経営者、高度基盤技術者を育成する。また、今後の基礎研究の探求のため、新しい知を生み続ける重厚な知的蓄積を形成と経済・社会の変革につながる非連続的なイノベーションの源泉となる知識の創出を目指すため、本学の若手研究者が本プログラムに主体性をもって参画させることと、RA（リサーチ・アシスタント）を積極的に雇用することで、研究補助業務を通じて若手研究者としての研究遂行能力の育成を図る。

②各研究開発課題における若手人材育成のための具体的方針

各研究開発課題で約1名程度のポスドク・学生等の雇用をそれぞれ行うことにしている。RAの雇用にあたっては、本プログラムの基礎研究に関連する研究のポスター発表を通じ採用して、1年毎に本研究に対する論文への貢献度をもって、特別賞与を支給する仕組みの構築を検討する。

具体的には、山形大学では「Young Researcher」制度を整備する。博士後期課程はAssistantや学生でなくResearch Scientistとして雇用する制度である。共同研究費における直接経費の5%をグローバル等実践教育主目的経費として拠出していただき、15万円×12ヶ月＝180万円の人件費にあてるとともに、JST委託費における直接経費を活用して120万円程のグローバル実践教育支援を実施することで、合計300万円/年間の拠出を行って若手の人材育成に取り組む。

2. 人材の好循環のための大学改革

①インセンティブシステム

インセンティブシステムの設計として、これまでは本OPERAプログラムの実施場所である山形大学工学部独自で卓越研究教授制度（個別契約による給与設定、学内運営業務の免除）があったが、全学的な人事給与マネジメント改革により、年俸制の適用により間接経費獲得額の10%の業績給（最大1,000万円）（スター教授枠の場合には業績給も含め年俸が最大約3,000万円）も可能となる制度を構築した（2021年度から開始）。

（参考）

「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン【追補版】一産学官連携を通じた価値創造に向けてー」（2020年6月30日、文部科学省・経済産業省）において、山形大学の取組みが好事例として掲載。

【山形大学】

学長のリーダーシップのもと、有機材料システム分野へ資源を集中。外部資金から給与がまかなわれるINOELの教員については、原則として教育等の義務が免除される。

- ✓ 山形大学では、2009年頃から、有機ELから「有機エレクトロニクス」、さらに「有機材料システム」へ範囲を広げつつ、学長のリーダーシップのもと、「選択と集中」により強力で拠点化を推進してきた。2013年には、外部資金100%で運営する「有機エレクトロニクスイノベーションセンター（INOEL）」が開所された。
- ✓ また、山形大学工学部では、大型共同研究を推進するための人事改革の一環として、「卓越研究教授」制度を導入した。さらに、企業等から事業化リーダーを「スーパーイノベーター（産学連携教授）」として積極的に招聘した。
- ✓ 卓越研究教授の給与は、一般の教員とは異なり、年俸制を採用している。年俸は、基本年俸に加え、業績年俸として業績評価に基づく業績給や外部資金の獲得額に応じた給与が支給される。スーパーイノベーターは任期付きのポストで、自身の給与も含めすべて獲得した外部資金からまかなわれている。
- ✓ スーパーイノベーター等の企業出身教員によって構成されるINOELでは、産業、事業への貢献をファーストプライオリティに据え、原則として教育等の実施が免除されている。

②クロスアポイントメント（詳細は、「3.7 機関連携・協力体制についての方針」を参照）

人材の好循環により産学連携を推進するため、クロスアポイントメント制度の規程を改正し、これまでは教員のみが対象であったところを、プロジェクト研究員や研究支援者等も対象として追加した。

また、2020年4月から、本学では初となる民間企業とのクロスアポイントメントが、本OPERAプログラム課題2で開始した（プロジェクト研究員1名）。地域企業から受け入れることで、本OPERAプログラムにて最先端の研究に従事することで、人材育成として有意義である。

さらに、制度利用促進のため、クロスアポイントメント適用者へのインセンティブとして本学の給与水準を超えて支給するクロスアポイントメント手当を新設した（2021年4月から）。

3.3.2 得られた効果

本事業では、博士後期課程で雇用する学生には、学内での整合性から同じ15万円の金額の給与の支給に加えて、グローバル実践教育支援経費を活用してインターンシップや海外での学会発表等の支援を行うことによって、学生にとっては、研究に専念することによるスキルアップ、企業との共同研究実施・グローバルな活動による実践力の向上等につながる魅力的なプログラムとなっている。

また、若手人材育成制度として2020年補正の文部科学省「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創出事業」にマテリアル分野で支援人数10名として採択された。Young Researcher制度はOPERAプログラムの実施拠点である工学部のみが対象であったが、フェローシップは理工学研究科（理学系）、医学系研究科にも対象を拡大している。研究に専念するための支援経費として、年額250万円（研究専念支援金180万円、研究費70万円）を支給する。運営支援組織としてマテリアル人材育成コンソーシアムを立ち上げ、有料会員として複数企業からの参画があった。

本学ではさらに、人材の好循環のための大学改革も進めており、インセンティブシステム設計、クロスアポイントメントにより、産学連携を推進する。

3.3.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

フェローシップについては、コンソーシアム参画企業を勧誘し、企業数を増加させ、安定的な財源を確保することによって、支援対象者・分野の拡大を目指す。

また、オープンイノベーション推進本部と連携し、教員がプロジェクトクリエイティブマネージャーとして競争領域での研究開発に従事する学内クロスアポイントメントの制度化を目指すなど、産学共同人材育成システムをさらに発展させる。

○ 参画学生等の状況リスト

・ OPERA 全実施期間の参画学生総数： 8 名

・ 進路状況内訳

①進学： 1 名

②就職（アカデミア）： 2 名

③就職（OPERA の参画企業）： 0 名

④就職（その他）： 5 名

3.4 機関連携・協力体制についての方針

3.4.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

全体会議（年1回程度）にて、コンソーシアム全体のルール・課題・改善点等の協議を行っており、大学と参画企業の組織横断的な取り組みを実施している。

参画企業に対しては、すでにある契約をベースにして個々の企業との共同研究を強力に推進している。個々の企業へのメリットをベースに、公開できる一般内容のみに限って協力連携することで、組織横断的な取り組みを可能とする。

今後大きな市場発展が期待できる有機材料に必要な基礎研究を進め、異なる分野の会社、大学等の研究機関、地元自治体等が同一目標に向けて集結し、様々な社会問題への解決を図る。基礎研究や社会課題の解決、研究成果の社会への還元のため、2019年度においては山形県産業技術振興機構に本学のコーディネータとして参加してもらった。

①施設・設備の利用

参画企業が本学施設・設備の利用を円滑に運用するため、研究拠点である有機エレクトロニクス研究センター、有機材料システムフロンティアセンター、有機エレクトロニクスイノベーションセンター、グリーンマテリアル成型加工研究センター内の施設、機器利用（利用料）についてはルール化を図っている。本学の研究設備は、本共同研究を遂行するため、本コンソーシアム参加者が優先的に使用できる仕組みを構築している。

②クロスアポイントメント

人材の好循環により産学連携を推進するため、クロスアポイントメント制度の規程を改正し、これまでは教員のみが対象であったところを、プロジェクト研究員や研究支援者等も対象として追加した。企業とクロスアポイントメントの交渉を進める際に、特に大企業では、企業側の就業規則の関係で対応できない事例があったが、2020年4月から、本学では初となる民間企業（地域企業）とのクロスアポイントメントが、本 OPERA プログラム課題2で開始した（プロジェクト研究員1名）。地域企業から受け入れることで、本 OPERA プログラムにて最先端の研究に従事することで、人材育成として有意義である。

また、制度利用促進のため、クロスアポイントメント適用者へのインセンティブとして本学の給与水準を超えて支給するクロスアポイントメント手当を新設した（2021年4月から）。

③人文社会科学分野との連携

人文社会科学の知見をプラットフォームに取り込むため、山形大学人文社会科学系教員（時任翔平、坂本直樹、西平直史、吉原元子）や市場調査会社等から編成される研究会を設置した。当該研究会はプラットフォームにおいてキーテクノロジーを融合し社会システム化する側面に知見を適用することを想定している。特にモノづくり革命、労働力人口の減少等の社会課題を踏まえ「コンビニエンスファクトリー」の必要性、社会に与える影響に関する活動が展開できる。

2019年度は、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社にもものづくりを取り巻く主要な潮流等について調査委託するとともに、2020年8月5日開催の第12回コンビニエンスファクトリー(CF)研究会にて同テーマにて講演いただき、今後のシナリオ策定に役立てている。

2022年2月16日に開催した第5回シンポジウムでは、CNVFAB×未来の製造業をテーマに、工学系に人文科学系の知見をも応用した「ナラティブものづくり」について議論し、将来ビジョンづくりに組み込みつつある。

④組織横断的な体制構築

本プログラムの担当組織として産学官連携推進本部には以下の部門がある。

- ・ URA 部門：教員から構成される。URA 活用推進本部を発展的に吸収し、関連部門との連携により、各プログラム等の管理運営支援を可能とする。
 - ・ 企画マネジメント部門：各事務部門から構成される。各キャンパス研究支援担当に、本部職務を兼務させることにより、部局横断や外部機関との交渉を可能にし、併せて、新たな取り組みに関する企画やリスクマネジメントなどを含めたシステム化の検討や対応を行う。
- 組織的なマネジメント体制を整備し、一貫してプログラムを管理することで、より効率的で価値のある研究結果を生み出し、産学共同研究の強化・拡大に繋げる。

さらに、2019年1月に設置したオープンイノベーション推進本部と連携し、オープンイノベーション推進リエゾン会議（OIL）を開催し、OPERA 研究開発課題が競争領域の研究開発プロジェクトへと発展させることを視野に活動を行っている。現行の組織である、有機材料システム事業創出センター・国際事業化研究センター・知的財産本部・YU-COE 推進本部と連携することで、学内の研究体制が横串で繋がり、基礎研究から応用研究、事業化まで一貫通貫で全体を俯瞰した研究管理が可能となる。

2020年4月から、全学的なガバナンス改革のため、これまでは研究と産学連携をそれぞれ別の理事が担当していたが、1人の理事（産学官連携推進本部長及びOI推進本部長を兼務）が担うこととした。また、研究・産学連携担当理事のもとに設置する研究戦略本部会議は、これまでは全学的な研究に特化した戦略・計画を策定していたが、2021年1月から、これまでの研究に産学連携機能を加え、全学的かつ、研究から産学連携への一貫した戦略を作成することが可能な体制を構築することとしている。これにより、全学的な展開、分野横断的な拠点形成が可能となった。

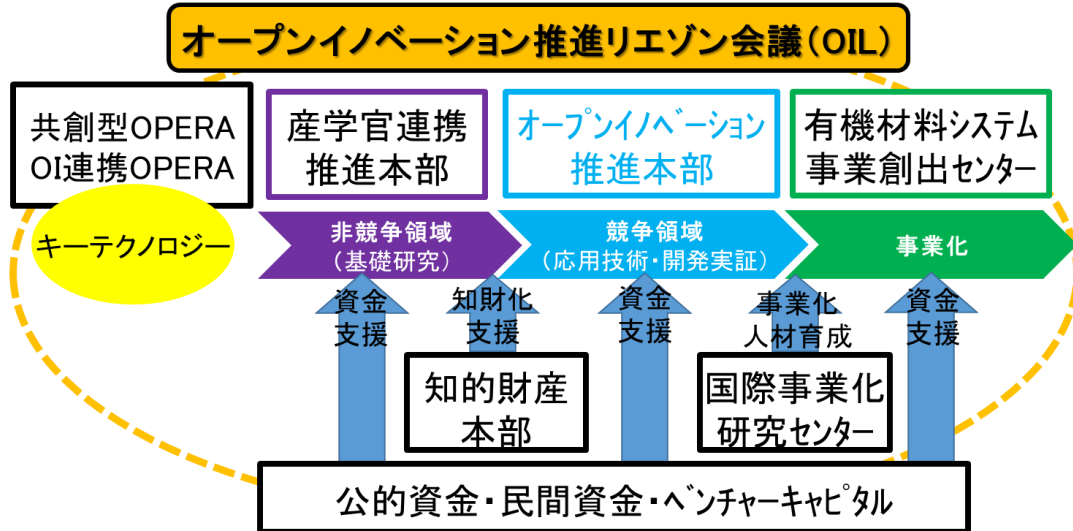
本事業終了後については、上記研究管理体制により、産業化にむけて山形大学を中核に、コンソーシアムの自立的な運営体制の構築、ベンチャーキャピタルを国内外から効果的に集められる機関連携・協力体制等の出口戦略を構築する方針である。

プラットフォーム成長のための方策

山形大学 オープンイノベーション推進・研究マネジメント

OPERAキーテクノロジーを、産学官連携推進本部、オープンイノベーション推進本部、有機材料システム事業創出センターが連携し、**非競争領域（基礎研究）→競争領域（応用技術・開発実証）→事業化までを一気通貫でマネジメントする体制を構築**。関連部署による組織的な支援を行い、キーテクノロジーの**出口戦略を立案する**。**（事業化の観点を強化。先行する共創型OPERAでも実施予定）**

出口戦略（例）
・認定研究所・拠点化
・研究会・コンソーシアム
・包括共同研究
・技術移転
・ベンチャー起業



⑤ 管理部門連携

管理部門での連携では、2021年3月に開催された事務担当者交流会（全国のOPERA採択機関の事務担当者が参加）において、先行する共創プラットフォーム型OPERA（有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開）のプロジェクト終了後のコンソーシアム活動や学内体制についても検討状況、事例発表を行った。他拠点の状況等も参考に、本拠点の活動にフィードバックしていく。

3.4.2 得られた効果

全学的なガバナンス改革により、戦略的に学内外組織横断・分野横断のチーム編成が可能な体制を構築できた。コンビニエンスファクトリー(CF)コンソーシアム内に、①やわらかものづくりAIプラットフォーム共創WG、②次世代やわらかアシストスーツ共創WG、③やわらか加飾・実装技術共創WGの3つWGを立ち上げた。③については、「4 オープンイノベーション機構と連携した取組について」にて詳述する日本科学未来館「研究エリア」入居プロジェクトと連携している。さらに、クロスアポイントメント制度活用により、企業の参画を促進し、研究体制を構築することで、成果創出に向けた取り組みが加速した。

3.4.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

本プログラムが構想するコンビニエンスファクトリー実現のためには、企業ニーズを適切に取り込んでいく必要がある。企業の研究開発部門のみならず、製造部門・事業部門との連携を強化するには、利益相反処理、情報管理や進捗管理等の高度なマネジメントが求められるため、OI推進本部が中心となって対応する予定である。

3.5 参画機関の管理方針

3.5.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

① 参画機関の管理方針

「マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」「コンビニエンスファクトリー（CF）」へ賛同する企業があれば、個別の新規参入を促す。5年継続を希望するが、個々の企業との個別の共同研究の契約と成果等の状況によっては途中脱退が起こりうることを理解すると共に、年度毎に研究内容の成果についてホームページを通して多方面に発信することで、新たな共同研究先の開拓を図る。将来目指していく「コンビニエンスファクトリー（CF）」自体、非常に新しいシステム概念である。このため、本共創プラットフォーム内に、「コンビニエンスファクトリー（CF）」へむけた研究会を山形大学が主導して立ち上げ、概念についての理解の共通化を図っている。研究会のみへの参画、また、共同研究プロジェクトへの参画など、産官学連携推進本部を中核として、OI推進本部と連携しつつ、数段階での参画機関の管理をしていくことにしている。

② 事業期間中の企業の脱落リスクに備えた準備、民間資金の獲得に向けてのアプローチ

山形大学では、競争領域の研究において現在共同研究中の企業が、企業戦略上の理由や財務上の理由等で研究継続困難となった場合の備えとして、コンソーシアムや研究会活動を活発化させて、共同研究参画企業のサプライチェーン上のコンペティター企業を待機させる waiting list 方式を採用するケースがあり、リスクヘッジに役立てている。

この方式は本来、競争領域において有効だが、本提案（OI機構連携型 OPERA）のようなマッチングファンドにおいては、非競争領域でも有効と考えている。つまり上限額がある（1億円）中で、これを越える企業の参加は、既参加企業のメリットが損なわれるため困難であるが、これらの企業を waiting list に掲載することで、後日の参加企業離脱の発生に備えることができるため、waiting list 方式に取り組んでいる。

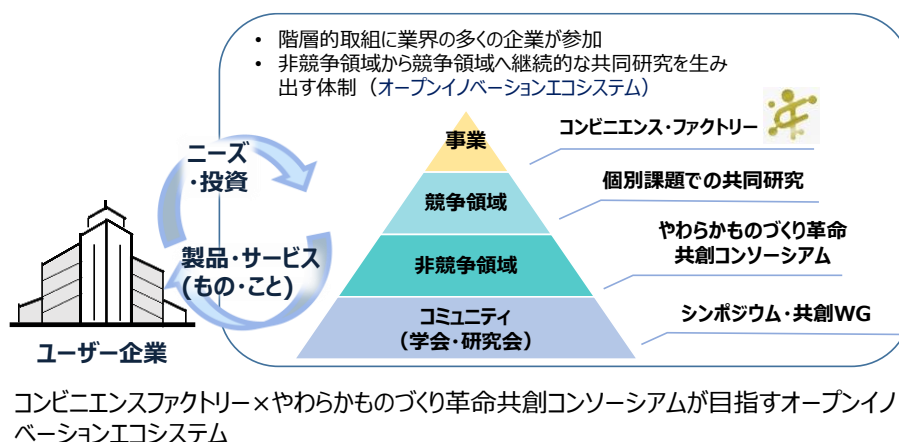
③ 参画する他大学等についての方針

他大学の参画においては、共同研究費の獲得を必須とせず、「マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」「コンビニエンスファクトリー（CF）」へのオープンイノベーションのプラットフォームを強化できる異分野融合、また、効果的な人材育成での協働ができる形で参画してもらう方針にしている。これによって、他大学の参画ハードルは下がり、連携が行いやすい体制となっている。

データサイエンス・人工知能（AI）・ロボティクスなどの分野を強化するために、卓越大学院プログラムや科学研究費補助金新学術領域（ソフトロボット学）との連携による人材育成や、ハード・ソフトの異分野融合研究を展開する覚書を締結している会津大学との連携においては、研究開発課題1に会津大学から小川純准教授が山形大学へ移籍し、合流した。

④ 戦略的アウトリーチ活動によるオープンイノベーションエコシステム構築

シンポジウム、コンビニエンスファクトリー（CF）研究会、共創WG、展示会、ニュースレター等の戦略的アウトリーチ活動によりコミュニティ・企業ネットワークを構築し、幅広く新規参画を募る。本 OPERA プログラム コンビニエンスファクトリー（CF）コンソーシアムで、非競争領域の取り組みを行い、そのなかで事業化に発展するテーマを OI 推進本部の支援を受けながら競争領域で取り組んでいる。その全体サイクルとして、オープンイノベーションエコシステムを構築している。



特に、コロナ禍のなかで 2020 年 7 月 20 日に開催した第 3 回ソフトロボット創世シンポジウムは、コンビニエンスファクトリー（CF）コンソーシアム、2016 年開始した共創型 OPERA のソフトマターロボティクスコンソーシアム、科研費新学術領域ソフトロボット学の 3 領域の共催で、「やわらかものづくりがもたらす、やわらかロボットの超進化と、ものづくりの新しい価値」と題してオンラインにて開催し、これまでと比べて 3 倍以上の約 260 名の参加があり、幅広い分野、すそ野の広がりを見せている。

3.5.2 得られた効果

戦略的アウトリーチ活動によるオープンイノベーションエコシステム構築と waiting list 方式の運用により、企業の脱退に対して、新規企業の参画と研究開発の継続実施につながっている。

オンライン形式でのシンポジウムは、参加者の大幅な増加により、幅広い分野、すそ野の広がりを見せた。今後、コンビニエンスファクトリー（CF）を社会実装していくにあたって、新たな連携、活動推進が期待できる。

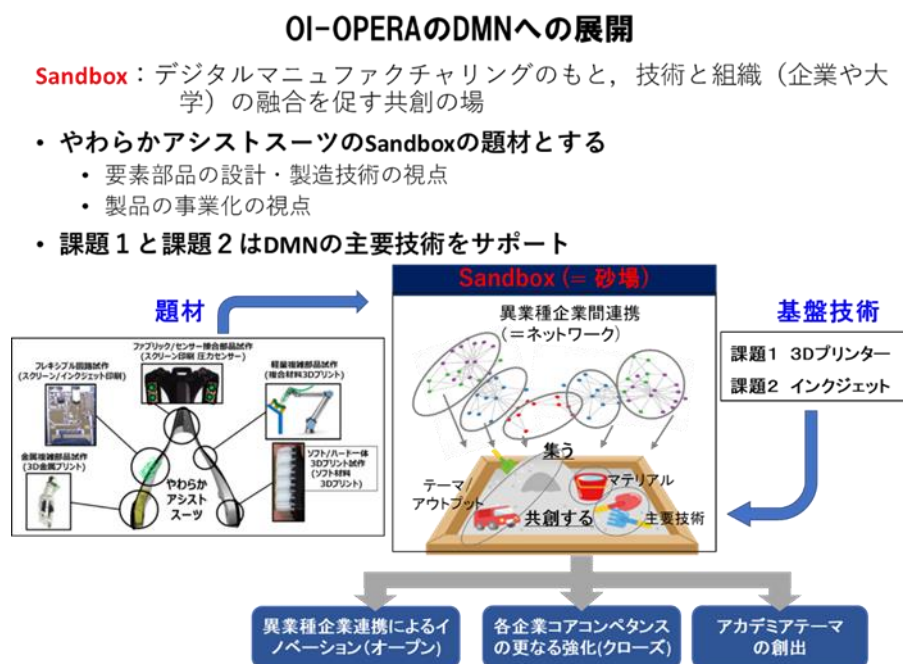
3.5.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

戦略的アウトリーチ活動は、コロナ禍の影響で対面での活動が非常に制限されている。一方で、オンライン形式でのシンポジウムは、会場まで足を運ぶ必要がなく気軽に参加できるため、参加者が大幅に増加する結果となった。展示会についても、リアルな会場とオンラインでの商談を組み合わせるなど、新たな方策が検討されている。今後も、オープンイノベーションエコシステムを実質化していくため、コロナ禍の新たなスタイルでの戦略的アウトリーチ活動に取り組んでいく。

4 オープンイノベーション機構と連携した取組について

4.1.1 仕組みの構築における連携、支援の状況

2018 年度より取り組んできた各種研究会活動（コンビニエンスファクトリー（CF）研究会、未来ニーズ研究会）、各種WG活動（やわらかものづくり AI プラットフォーム共創ワーキンググループ、次世代やわらかアシストスーツ共創ワーキンググループ、やわらか加飾・実装技術共創ワーキンググループ）の成果として、オープンイノベーション機構で検討企画してきた、Sandbox 構想との連携を企図している。



図：OI-OPERA から DMN への展開（Sandbox 構想）

具体的には、課題1、および課題2の融合として、Sandbox 構想を展開する。課題1、課題2をDMNの主要技術サポートに充て、コンビニエンスファクトリー（CF）の成果であるアシストスーツ試作を基点に、異業種企業間連携によるオープンイノベーションなどを展開する。

OI 機構では、3Dプリンティング、インクジェット、有機エレクトロニクス、印刷エレクトロニクスを強化の重点領域とし、非競争領域から競争領域への展開をOI-OPERAと連携して進めてきた。

最初に、事業初年度の2018年度よりOI機構で3Dプリンティングとインクジェットを技術の中核に据えた競争領域の活動拠点「モノコトBASE」をインクジェットの活動拠点に隣接して準備し、連携・支援の体制を整えた。このモノコトBASEは、後にDMNのSandbox構想へと発展することとなった。

次に、OI-OPERAのコンビニエンスファクトリー（CF）とOI機構のDMNの取組を具体化するために、オープンイノベーション機構と連携して、日本科学未来館に、「知的やわらかものづくり革命」プロジェクト（研究代表者 古川英光教授、入居期間：2020年4月～2023年3月）を立ち上げた。このプロジェクトでは、やわらかい材料による3Dプリンティングの研究を推進するとともに、インクジェットとの融合による新しいものづくりの情報発信に精力的に取り組んだ。

OI 機構では、2020 年度から DMN 構想検討を開始し、2022 年 11 月に DMN 研究会として具体化した。DMN 研究会の発足に合わせて、東京ビッグサイトで開催されたスマートファクトリー展 2022 に、OI-OPERA と OI 機構が共同出展した。また、スマートファクトリー展に合わせて DMN 研究会発足記念シンポジウムを開催し、コンビニエンスファクトリー (CF) から古川英光統括が登壇し、DMN が OI-OPERA の競争領域への展開を支援することを明確にした。

4.1.2 連携、支援の効果

前項で述べた通り、OI 機構が推進する DMN 構想が OI-OPERA の競争領域への展開を支援することが明確になり、非競争領域の共同研究から競争領域の大型共同研究へ展開する枠組みを企業に示すことで、共同研究の継続性を示すことができた。

また、OI 機構の DMN 構想としては、コンビニエンスファクトリー (CF) が非競争領域の基礎的な研究が基盤を支えることで、革新的なものづくりの実現に向けた体制を強く印象付けることができる。

4.1.3 今後の課題と対応方針

OI 機構と OI 連携 OPERA で同時に補助事業が終了することになり、競争領域の DMN 活動と非競争領域のコンビニエンスファクトリー (CF) 活動の両方の活動資金を外部資金で確保しなければならない。活動資金の確保と、マネジメント人材、研究開発人材の確保が最重要課題である。DMN では、DMN 研究会へ企業の参加を募り、研究会費で運営費を賄うとともに、コンビニエンスファクトリー (CF) での非競争領域の共同研究、DMN での競争領域の共同研究を多数創出することが対応の活動方針である。

5 プロジェクト終了後の継続的な発展に向けた取組について

前項で述べた通り、デジタルマニュファクチャリングネットワークDMNがプロジェクト終了後のオープンイノベーション推進システムになる。

そこでは、競争領域における大型共同研究を創出し、その活動で生まれた基礎研究テーマを非競争領域の共同研究の創出に結びつけるオープンイノベーションエコシステムを構築する。本プログラムの推進によって、各キーテクノロジーの個別コンソーシアム運営のノウハウが蓄積された。コンソーシアム参加企業も、コンソーシアム型オープンイノベーションの取組について、その有効性を認識してもらえたと思う。

本学では、非競争領域と競争領域のこれまでの取組を発展させ、継続的な産学連携活動の創出が行えるよう、オープンイノベーション機構の自立的経営に向けた組織改革を策定中である。この新たな組織に、OI-OPERA と OI 機構の連携体制が引き継がれることになる。

・オープンイノベーション機構との連携に向けた構想へのDMNシンポジウム開催



山形大学 DMN (Digital Manufacturing Networking)

山形大学 オープンイノベーション推進本部
デジタルマニュファクチャリングネットワーク研究会 発足記念シンポジウム

**「3つの技術」と「共創」によるものづくり変革
～ 3Dプリンティング, インクジェット, ホールガーメント® ～**

日時 2022年10月20日(木)
14:00～17:00 (会場受付開始13:20～)

場所 東京ビッグサイト 会議棟1階102会議室
※会場とWebのハイブリッド開催

**参加無料
事前登録制
会場:60名
WEB:定員なし**

山形大学では、「3つの技術」～3Dプリンティング、インクジェット、ホールガーメント®～のデジタルものづくりに着目し、産学官共同での社会課題解決への取り組みを推進するため、『デジタルマニュファクチャリングネットワーク(DMN)研究会』を立ち上げます。社会、企業が直面している課題に一緒に取り組ませていただきたく、「3つの技術」を起点とした共創によるプロセスイノベーション」に関心をお持ちの皆様のご参加をお待ちしております。

■ プログラム

時間	内容	登壇者
14:00-14:10	開会の挨拶	山形大学理事(研究・産学連携担当), OI推進本部 本部長 飯塚 博
14:10-14:40	地方創生における新しいものづくりの可能性について	東北経済産業局 地域経済部長 小林 和昭
14:40-15:10	最先端デジタルマニュファクチャリング技術による変革 ～そのインパクトとDMN研究会の狙い～	山形大学 産学連携部長, OI推進本部 統括CM, インクジェット開発センター長 酒井 真理
15:10-15:40	3Dプリンタによるイノベーションの新領域 ～『世界初』の3Dゲルプリンタを使った公開オンライン実演～	山形大学大学院理工学研究科 教授, JST/OI連携型OPERA統括 古川 英光
15:40-15:50	休憩	
15:50-16:20	「Open Up the Future」ホールガーメント®によるサステナブルなものづくり	株式会社島精機製作所 営業統括部 国内営業部長 雑賀 透
16:20-16:50	デザイン最前線から見るミライ	株式会社日南 取締役 デザイン本部長 猿渡 敬市
16:50-17:00	閉会の挨拶	

■ 参加方法: 右側のQRコードまたは下記Webサイトより事前登録をお願いします。
<https://dmn.vy.yamagata-u.ac.jp/news/news20221020symposium/>
(申込締切: 10月19日(水)、会場は定員になり次第締め切り)

■ 問い合わせ
山形大学 オープンイノベーション推進本部 E-mail: oi.office@vy.yamagata-u.ac.jp
※ ホールガーメント及び WHOLEGARMENT は株式会社島精機製作所の登録商標です。

参加登録はこちら

2022年10月20日には、「「3つの技術」と「共創」によるものづくり変革」と題して、DMN（デジタルマニュファクチャリング・ネットワーク）研究会の発足シンポジウムを開催し、コンビニエンスファクトリーの具体化への展開として、3つの最先端デジタルモノづくり技術の融合による構想を発表した。

また、オープンイノベーション機構で検討企画してきた、Sandbox 構想との連携を企図していることについても触れ、具体的には、課題 1、および課題 2 の融合として、Sandbox 構想を展開し、課題 1、課題 2 を DMN の主要技術サポートに充て、コンビニエンスファクトリー (CF) の成果であるアシストスーツ試作を基点に、異業種企業間連携によるオープンイノベーションなどを展開することを発表した。

★各機関での全学的な支援の下での活動継続や新たな取組

以下の催事や活動を行い、本プロジェクトでの活動を定着し、活動内容や理念の共有を図ってきた。

・スマートファクトリーJapan2022 での展示会



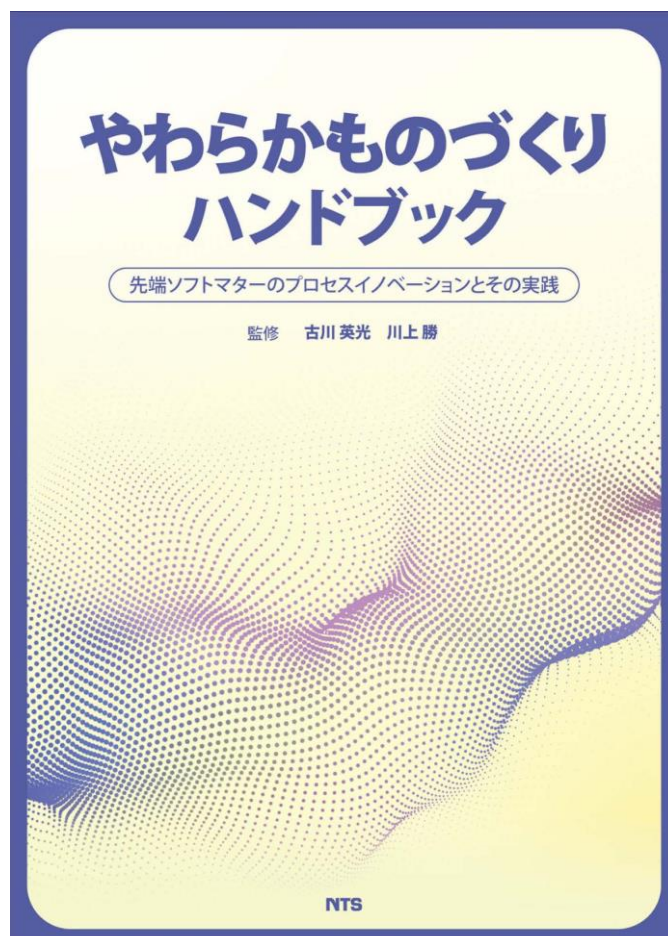
2022 年 10 月 19 日～21 日に東京ビックサイトにて、スマートファクトリーJapan2022 に出展し、最新の研究成果を展示、およびその成果を用いたアシストスーツ試作品を展示するなどした。

多分野の企業関係者の多数の来場があり、フィードバックを得、終了までの研究開発に生かし、また、今後の発展のための協力、知見を得る機会となった。

・「CNVFAB TIMES」、HPのリニューアル



・「やわらかものづくりハンドブック」制作（2022年12月12日発刊）



本プロジェクトで研究開発してきたキーテクノロジーを強力な軸として、「やわらかものづくり革命」を実現すべく、高強度ゲルなどを始めとする先端ソフトマターの材料開発及び応用製品開発のエンジニアリングが体系的に理解できるよう最新の研究成果を中心にハンドブックとしてまとめた。

本プロジェクトの中心研究者や参画機関のほか、同分野においてキーパーソンとなる研究者や企業人が執筆をしている。

・新たな研究ユニットの創設

2022年12月には、本プロジェクトの成果を継承し、さらに発展、展開する拠点的組織として、山形大学認定「サステナブル4Dコンビファブ（CNVFAB）国際研究ユニット」（山形大学認定研究グループ等の承認に関する細則、研究期間：2022年12月～2025年3月）を発足。同研究ユニットを基軸に、今後の後継事業の創出を主な活動目的の一つとしている。

コンビニエンスファクトリー（CF）事業のアウトリーチ活動として、3月24日には、サステナブル4Dを山形県に社会実装する取り組みとして、米沢ものづくり振興協議会と連携し、「やわらかものづくりDXセミナー」が開催された。

置賜試験場工業技術振興会・米沢ものづくり振興協議会 共催

やわらかものづくりDXセミナー

やわらか素材 × 3Dプリント技術の最新研究

参加無料

日時 令和5年3月24日（金）
14時～16時（13時30分開場）

会場 伝国の杜 2階小会議室
米沢駅 coworkingスペースでは会場の様子をライブ配信します。
※別途 coworkingスペースの利用料が必要です。

定員 30名（先着順）※定員になり次第締め切り
※定員超過等の理由で参加できない場合のみ連絡いたします。

締切 令和5年3月17日（金）まで

1 カarbonニュートラル × 3Dプリンター

講師 山形大学大学院理工学研究科 機械システム工学専攻 教授 古川 英光 氏

3Dプリンターはインクのストックがあればその場でいろいろ作れるので、雪国や災害時などの困りごとを解決できないか模索中。例えば、雪国は冬の輸送が大変なので、データで送ったものを個別分数量でものづくりができると脱炭素にも寄与する。ドライバーやレンチが欲しい時に、その場で金属や炭素繊維強化樹脂の3Dプリンターで製造したり、食べ物を買いにいかなくても3Dフードプリンターで作って食べることができる取り組みを進めたい。雪国の環境や資源を活用し、3Dプリンターでワクワク製品開発するムーブメントを起こしたい！

2 やわらかものづくりDX

講師 山形大学プロジェクト准教授 小川 純 氏

やわらかい材料×3Dプリンティング×デジタルのコラボレーションで、「やわらかい情報」と「やわらかい形」を交換する研究をご紹介します。ゲーム感覚でオリジナリティに富んだ駆動装置を作る技術や、ソフト材料由来のAIで食感を見分ける装置などの研究を取り上げつつ、融合が進むやわらかものづくりとデジタル技術の今をお話します。

3 パネルディスカッション「未来のありたい社会 徹底討論！」

モデレーター 山形大学大学院理工学研究科 機械システム工学専攻 教授 古川 英光 氏

古川 英光 氏 プロフィール

1996年東京工業大学大学院博士課程修了（理学）。東京工業大学助手、東京農工大学助手、北海道大学助教授、山形大学准教授を経て、2012年より現職。その他、山形大学副学長特別補佐、山形大学工学部長特別補佐（研究企画担当）、やわらか3D印刷コンソーシアム会長を務める。《主な研究》高分、3Dプリンター、ソフトロボット、3Dフードプリンター

小川 純 氏 プロフィール

北海道大学大学院博士課程修了（博士〈情報科学〉）。北海道大学研究員、米田コンビニクス研究員、金澤大学准教授を経て、2019年より現職。ソフト材料由来の駆動・知能を創る「クリエイティブ・ソフトマシンの」研究開発と社会実装を目指す後継科学者。＜主な開発物＞コミュニケーションロボット「ゲルハチ公・ゲルハチロイド」、食品分析装置「GelBiter」、簡易組立式ソフトウェア「MORI-A」等。

**お申込み
お問合せ先**

米沢ものづくり振興協議会事務局
〒992-0119 米沢市アルカディア1-808-18
(米沢商工会議所地域産業支援センター内)

TEL.0238-28-8811
FAX.0238-28-8810

本セミナーをきっかけに、2023年4月28日には「2023年度 置賜ものづくりネットワーク協議会 第1回技術交流会」（場所：山形県工業技術センター置賜試験場講堂）における、「山形大学のシーズを中心にした“ものづくり”について」として2023年度においても継続的にサステナブル4Dの勉強会を開催していくことになった。

また、2023年3月25日に第1回 CNVFAB 超高校生サミットをオンライン開催した。

第1回 コンビファブ CNVFAB 超高校生サミット

～特別豪雪地帯、どうよ？～

2023年3月25日（土）14:00～17:00
Zoomによるオンライン開催

*山形県内各地から高校生が参加できるようオンライン開催とします。
県外の高校生、一般の方の参加も歓迎します。



10年後の未来を共に創りましょう！

山形大学では産学共同でデジタルものづくりのテクノロジーを活かし、より良い社会を実現するための研究に取り組んでいます。中でも、特別豪雪地帯である山形のデメリットをアドバンテージに転換し、誰もがうらやむような理想の雪国を実現したいという夢があります。そこで、10年後、大人になった高校生の皆さんが世界に誇れるような雪国とはどのようなものなのか私たちと一緒に考えてください。

イベント当日は、みなさんが思い描く未来をグラフィックレコーディングでビジュアル化します。決まったカリキュラムや教材が用意されているわけではなく、共に夢を語り合うことから工学部の研究の芽は生まれます。そのプロセスと一緒に体験し楽しんでください。気軽にぜひ！

*産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラムオープンイノベーション（OI）機構連携型

CNVFABとは
山形大学が産学共同のコンソーシアムで実現を目指す「コンビニエンス・ファクトリー」。やわらかいものやかたいもの、様々なものを作り出せる3Dプリンターが置いてあり、食べ物からファッション、家電製品など、自分好みにカスタマイズしたものがすぐに手に入る。

1	イントロダクション	社会で活躍する先輩からのメッセージ
2	オリエンテーション	山形大学の先生が最新研究を公開
3	グループワークⅠ	問題発見（雪国でイラストすること）
4	中間発表	
5	グループワークⅡ	やわらかアタマで考える「理想の山形」
6	最終発表	
7	表彰式	
8	ホームルーム	連絡相談など、なんでも質問コーナー

参加者には修了証が授与されます

出演



司会
元アナウンサー
山形大学 産学連携推進教授
白井 昭子



山形大学 工学部教授
古川 英光



山形大学 学長
玉手 英利



山形大学 副学長
飯塚 博



大阪芸術大学 教授
中川 志信



イラストレーター
ヤマサキ ミノリ



ほか
山形を愛する仲間たち

お問い合わせ

山形大学 大学院理工学研究科
機械システム工学専攻
ソフト&ウェットマター工学研究室（古川研究室）
TEL 0238-26-3197
MAIL swel@gp.yz.yamagata-u.ac.jp





参加申し込みフォームはこちら→

※申込受付は3月23日くらいまで
※基本的に個人での参加を想定しています。
※高校等の参加人数の上限等はありません。
※申込は上記フォームから出来るだけ個人で行ってください。
※団体で申し込まれる場合は別途、
貝沼<kainuma@yz.yamagata-u.ac.jp>までご相談ください。



募集チラシ

山形県内の高校生 13 名が参加し、本事業を説明するとともに、「特別豪雪地帯における CNVFAB（コンビニエンスファクトリー）の方向性」について高校生が描く未来像を議論する場を設けた。その会に出された意見をグラフィックレコーディング（イラストレーターのヤマサキミノリさんによる）で可視化したものが下図となる。

この成果を大いに活用し、10 年後、大人になった高校生が、世界に誇れるような雪国のものづくり未来の実現に向けて、取り組んでいく。



さらに、本研究ユニットのメンバーで2022年5月に申請していた「NEDO 先導研究プログラム/ 新技術先導研究プログラム」のうち「マテリアル・バイオ革新技術先導研究プログラム」について2023年3月10日付で、委託先に決定された。

(https://www.nedo.go.jp/koubo/EF3_100182.html)（下図に研究計画の概略図）

このプログラムでは本事業の参画企業である株式会社 LIGHT z との成果を活用し、採択に至った。

6 研究開発の状況

○研究開発費（委託研究費及び民間資金）の推移

[単位：千円]

		2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度
委託研究費	調査推進費*	10,000	9,000	10,000	10,000	5,000
	研究開発費	90,000	90,530	116,130	90,000	76,735
民間資金	共同研究費等 (a)	100,662	112,430	117,550	74,016	92,719
	リソース提供計 (b)	0	0	0	0	0
	民間資金総額 (X) = (a) + (b)	100,662	112,430	117,550	74,016	92,719

*調査推進費はマッチングファンドの対象外

○研究開発課題一覧

① 研究開発課題 1： プロダクトイノベーションに向けたソフト・ハイブリッド材料の 3D プロセッシングの開発

(山形大学、株式会社 LIGHT z (～2022 年 3 月)、ナノダックス株式会社 (～2021 年 3 月)、株式会社愛和ライト (～2021 年 3 月)、ダイキン工業株式会社、株式会社クレハ、平河ヒューテック株式会社、日本コークス工業株式会社、岐阜プラスチック工業株式会社、住友精化株式会社、積水化成工業株式会社、帝人株式会社) (実施期間：2018 年 11 月～2023 年 3 月)

② 研究開発課題 2： インクジェット評価技術と加飾への応用

(山形大学、セイコーインスツル(株)、(株)ミマキエンジニアリング、理想科学工業(株)、東京エレクトロン(株)、(株)シンク・ラボラトリー、(株)リコー (～2021 年 3 月)、コニカミノルタ(株)、花王(株)、京セラ(株)、カシオ計算機(株)、京セラドキュメントソリューションズ) (実施期間：2018 年 11 月～2023 年 3 月)

③ 研究開発課題 3： 印刷製法による機能搭載 FHE 型デバイス (新：スクリーン印刷法の高度化技術の開発)

(山形大学、イノラックスジャパン株式会社 (～2021 年 3 月)、株式会社タケトモ) (実施期間：2018 年 11 月～2023 年 3 月)

④ 研究開発課題 4： 3D デバイスに向けた高耐久コーティング技術

(山形大学、信越化学工業(株)、NEC ライティング(株) (～2019 年 3 月)、ルミオテック(株)、DIC(株) (～2019 年 12 月)、竹本容器(株)、(株)フジキン、日本ニューマチック工業(株)、関東化学(株)) (実施期間：2018 年 11 月～2023 年 3 月)

- ⑤ 研究開発課題5： 柔軟な高速駆動・低損失エレクトロニクスデバイス形成技術の開発
（山形大学、ウシオケミックス株式会社、東洋アルミニウム株式会社、伊勢化学工業（株））
（実施期間：2018 年 11 月～2023 年 3 月）

6.1 研究開発課題 1「プロダクトイノベーションに向けたソフト・ハイブリッド材料の 3D プロセッシングの開発」

キーテクノロジー	プロダクトイノベーションを目指すコンビニエンスファクトリー (CF)
課題代表者	伊藤 浩志 山形大学 有機材料システム研究科 教授
実施期間	2018 年 10 月～2023 年 3 月
共同研究機関	山形大学、株式会社 LIGHT z (～2022 年 3 月)、ナノダックス株式会社 (～2021 年 3 月)、株式会社愛和ライト (～2021 年 3 月)、ダイキン工業株式会社、株式会社クレハ、平河ヒューテック株式会社 (～2022 年 3 月)、日本コークス工業株式会社、岐阜プラスチック工業株式会社 (～2022 年 3 月)、住友精化株式会社、積水化成品工業株式会社、帝人株式会社

6.1.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 1	MS1-1	積層方向の強度保持率 80%	積層方向の強度保持率 80%を達成した。
課題 1	MS1-2	複合材料の 3D プリント性の達成	複合材料の 3D プリント性を達成した。
課題 1	MS1-3	3D 積層界面強度の目標を満たす材料設計コンセプト決定	3D 積層界面強度の目標を満たす材料設計コンセプトを決定した
課題 1	MS1-4	3D 積層界面強度が、構造用接着剤や樹脂単体強度レベル以上となる 3D プリンティングコンセプト決定	3D 積層界面強度が、構造用接着剤や樹脂単体強度レベル以上となる 3D プリンティングコンセプトを決定した
課題 1	MS1-5	ショア硬度 A20 以下の材料の吐出による 3D 造形技術の確立	ショア硬度 A20 以下を達成した。
課題 1	MS1-6	分解率 100%	分解率 100%を達成した。
課題 1	MS1-7	凝集物無し	凝集物無しを達成した。
課題 1	MS1-8	金属系フィラメント作製条件の決定 (直径を 1.75mm±0.5mm)	金属系フィラメント作製条件を決定 (直径を 1.75mm±0.5mm) した。
課題 1	MS1-9	有機系フィラメント作製条件の決定 (直径を 1.75mm±0.5mm)	有機系フィラメント作製条件を決定 (直径を 1.75mm±0.5mm) した。

課題 1	MS1-10	保持率 80%以上	保持率 80%以上を達成した。
課題 1	MS1-11	積層面内方向強度の保持率 80%以上	積層面内方向強度の保持率 80%以上を達成した。
課題 1	MS1-12	【次世代アシストスーツWG（追加配賦）】次世代アシストスーツの要素部品の仕様決定	【次世代アシストスーツWG（追加配賦）】次世代アシストスーツの要素部品の仕様を決定した。
課題 1	MS1-13	【次世代アシストスーツWG（追加配賦）】次世代アシストスーツの要素部品のコンセプトモデル完成	【次世代アシストスーツWG（追加配賦）】次世代アシストスーツの要素部品のコンセプトモデルを完成した。

6.1.2 最終目標に対する成果の詳細

成果

複合材料の開発に関しては、繊維強化複合材料、フッ素樹脂粒子複合材料、金属粒子複合材料の3Dプリント用フィラメントの開発に成功した。これにより、これまで加工が困難であったこれらの材料の3次元造形が可能となった。また、Z軸方向へのアンカー注入技術の開発により、造形物の積層間の低強度性を改善することに成功した。



柔らかい材料の造形に関しては、アイトラッキングにより3Dゲルプリンタの熟練者技能の伝承を試み、初心者と熟練者の視点の差を明らかにすることができた。

コンビニエンスファクトリー(CF)の実用例を提案する目的で、2020年度に開催した「未来ニーズ研究会」で議論を進め、アシストスーツがその候補に挙げられ、「やわらか人間拡張アシストスーツWG」を設置した。WGでは課題担当研究者と外部研究者、企業研究開発担当者が議論し研究課題同士の連携を深めた。特に、追加予算配賦を受け、コンビニエンスファクトリー(CF)から創出される(i)製品イメージの提示、(ii)仮想ユーザーの探索、(iii)顧客ニーズの把握のために、各研究課題で取組む技術が融合した次世代アシストスーツコンセプトモデルを試作した。



特長

3Dプリントの材料開発、印刷手法開発では炭素強化繊維やフッ素樹脂、金属粉末などを既存の熱溶融方式の材料に練り込む事で、安価に普及している方式の3Dプリンタでの造形を可能としている点に特徴がある。またこの方式の最大の課題であった積層方向の強度不足を補う新手法の開発に成功した。柔らかい材料の造形では、柔らかいがゆえに困難であったゲルの3Dプリンタによる造形を、熟練者の視線の動きという観点から、操作を初心者でも容易にする事が試みられた点が、これまでにない取り組みである。

また、現在市販されているアシストスーツに対して、各課題の研究成果を活かして、材料から

データ取得まで、広くアシストスーツの改善、高機能化を目指し、実際にコンセプトモデルの作製まで行った。

優位性

従来の粉末焼結方式の金属の3Dプリンタによる造形では、数千万から数億円の装置と、キロあたり数十万円の材料が必要であり、製造コストが大きな課題であった。熱溶融性のプリンタも市場に出てきているが、数千万の装置が必要となる。本研究課題では、数万円で購入できる装置に使用できる材料を開発したことで、金属部品の製作コストを劇的に下げることができると期待される。さらに、熱溶融性3Dプリンタの最大の課題であった、積層間の剥離強度の改善にも取り組み、積層面内強度の80%以上まで高めることができ、これは従来の3Dプリンタでは達成していない、優位性の高い技術である。

やわらかい材料の3Dプリントに関しては、市場にある3Dプリンタではショア硬度30程度が造形できる材料の柔らかさの下限であった。本課題で開発したゲル3Dプリンタはハイドロゲルを材料とし、造型中物がモノマー溶液に浸されることで、自重による変形を防ぎ、ショア硬度20以下のやわらかな素材の3D自由造形を可能としている。人体との接触部分など柔らかさが求められるパーツの造形ができる点で優位性が高い。

アシストスーツのコンセプトモデル開発では、現在市場にあるアシストスーツの課題点を議論し、特に、やわらかい素材、形状記憶素材を活用し、かつセンサを埋め込むことによって、ユーザーの利用状況データを収集し、アシスト動作の改善に役立てる機能を実装することを目指し、実際に10月のスマートファクトリー展では、本課題で新しくデザインされたアシストスーツと、形状記憶素材を用い、インピーダンスセンサが埋め込まれたやわらかアシストクッションベルトのコンセプトモデルを展示し、これまでにないコンセプトのアシストスーツの提案をすることができた。

「軽くて丈夫、硬い/柔らかい部品を組み合わせることで、安全性を増す」性能を付与する研究成果を盛り込んだ新しいアシストスーツ製品は、特に介護現場での使用が想定され、拡大する介護関連市場の成長と共に、製品の売り上げが期待される。またこれらの技術を学術的に公開することで、アシストスーツだけでなく、広くソフトロボット分野での応用が期待される。クッションベルトは、アシストスーツ利用者の負荷を減らし、埋め込まれたセンサにより利用状況を詳しくモニタし、それを学習させることで、アシストのタイミングやアシスト力のフィードバック制御につなげることが期待でき、従来にないアシストスーツ機能として市場価値が高まると期待される。また、利用者の力学データ取得と学習の方法を学術的に公開し、広く「利用するごとに使い勝手が向上される」ロボット研究分野に貢献できると期待される。

課題目標、マイルストーンに対する達成状況

熱溶融方式の最も大きな課題であった、造形物のZ方向の強度に関して、一般の3Dプリンタでは積層方向の強度はXY方向の50-80%程度であったのに対し、本課題で開発した手法では、97%にまで引き上げることに成功した。フッ素樹脂粒子の複合材料に関しては、強度保持率は80%を達成したが、3Dプリンタによる造形の成形に不良が見られるため、課題を完全に達成したとはいえない。一方で強化繊維樹脂材料の開発では、樹脂単体以上、20MPa以上の強度を達成した。課題達成目標値をクリアしている。

一方、3Dプリンタ用フィラメントとしての作製に関して、フィラメントの径を $1.75 \pm 0.5\text{mm}$ の精度で製作する条件を決定することが課題目標であった。グラスウール+ポリプロピレン樹脂、フッ素樹脂粒子複合材、金属粒子複合材料のフィラメントに関しては、いずれもこの条件をクリアしており、課題を達成したと判断できる。生分解性複合材料に関しては、安定した径のフィラ

メント作製の条件決定には至っておらず、達成されたとは言えない。

ソフト材料の造形に関しては、3Dゲルプリンタのモデリング操作およびプレゲル溶液の液面操作に係るオペレーションにおける初心者と熟練者技能をデータ化するために、アイトラッキング解析から3Dゲルプリンティングの造形精度を向上させるために必要な工程を抽出した。アイトラッキング機能の解析結果より、人の操作が介在する3Dゲルプリンティングの工程において視点移動距離と視点移動回数、視点移動の方向を分析したところ、初心者に比べて熟練者は視点移動の回数が少なく、短い距離で液面とレーザー照射位置を交互にチェックする行為をすることが明らかになった。

アシストスーツに関しては、2020年度に開催した「未来ニーズ研究会」での議論を踏まえ、「やわらか人間拡張アシストスーツWG」を設置した。定期的に開かれた「やわらかアシストスーツWG」では、課題担当研究者と外部研究者、企業研究開発担当者が議論し、それぞれの連携を深めた。プロジェクト期間終了までに、主に課題1、課題3が融合し、次世代アシストスーツコンセプトモデルを（フレーム、クッションベルト、ゲルセンサ）試作し、2022年11月に開かれた「スマートファクトリー展」に出展し、コンビニエンスファクトリー（CF）から創出される製品イメージの提示ができた。展示会では来場者からの意見を収集し、仮想ユーザーの探索、顧客ニーズの把握を行うことができた。

6.1.3 プロジェクト終了後の活動方針

★プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

金属粒子、フッ素樹脂、強化繊維樹脂の複合材料の開発に関しては、安定した径のフィラメント作製、3D造形物の、積層間の強度改善は最終目標にほぼ達成している。プロジェクト終了後は速やかにこれらを新規3Dプリント用材料製品として開発を進める企業を募り、本技術の社会実装に向けた活動を進める方針である。

ソフト材料の造形技術に関しては、アイトラッキングによる解析が初心者と熟練者の手技の違いを発見することができている。今後これを活かした、初心者でも容易に3Dプリンタのオペレートができるシステムの構築を進める必要がある。

アシストスーツの開発に関しては、当初の計画では、アシストスーツを既に販売しているATOUN社と共同でプロジェクト終了までに技術開発を進め、プロジェクト終了後に製品としての開発を進める予定であったが、2022年春のATOUN社の事業撤退により、本アシストスーツの開発は、コンセプトモデルの製作で一段落を終え、これが最終的な成果となる。プロジェクト終了後も、これらアシストスーツ要素技術の開発を続け、新たなアシストスーツの開発、製造、販売を希望する企業の探索を進めていく計画である。

コンビニエンスファクトリー(CF)の概念実証(PoC)の一つとして、山形大学認定研究グループ「サステナブル4D CNVFAB(コンビファブ)国際研究ユニット」(International Research Unit for Sustainable 4D CNVFAB)を2022年12月から2025年3月の研究期間として結成することとなった。このユニットでは、「デジタルファブリケーションと4Dプリンティングの融合による新しいサステナブルな(ものづくり)価値の創造」を研究テーマとして、コンビニエンスファクトリー(CF)の社会実装、特に東北地方での社会実装の実現に向けた取り組みを継続する。

この取り組みの東北地方における啓蒙活動の旗揚げとして、「よねトーク×雪 雪との共存 工学部の技術をどう活用できるか〜ワクワク温故知新スノーテックの共創を目指して〜」(2023年1月12日、米沢伝国の杜 大会議室、共催 米沢市、米沢商工会議所、企業魅力発見企画運営協議会)、「やわらかものづくりDXセミナー やわらか素材×3Dプリント技術の最新研究」(2023年3月24日、米沢伝国の杜 小会議室、米沢ものづくり振興協議会)、「第1回 CNVFAB 超高校生サミット〜特別豪雪地帯ってどうよ?〜」(2023年3月25日(オンライン)、本事業のアウトリーチ)等を連続的に開催した。置賜ものづくりネットワーク協議会からも2023年4月に技術交流会開催の申し出があり、今後もコンビニエンスファクトリー(CF)の東北地方への啓蒙活動を継続する。

また、当該研究事業の発信の場としても活動の場としてきた日本科学未来館研究エリア「知的やわらかものづくり革命」古川プロジェクトは、2023年度より2年延長が決まり、コンビニエンスファクトリー(CF)のアウトリーチ活動を続ける。

研究の面では、2023年4月開始のプロジェクトとして採択された「NEDO 先導研究プログラム/新技術先導研究プログラム」のうち「マテリアル・バイオ革新技術先導研究プログラム」テーマ区分:「マテリアル開発手法のDX革新に資する基盤技術の開発、テーマ名:革新的異種柔軟材料3D/4Dものづくり基盤の構築」において、山形大学、九州大学、立命館大学、サンアロー株式会社(やわらかものづくり/機器製造業)ならびに、株式会社LIGHT z(当該事業への初期参画企業)と共に、コンビニエンスファクトリー(CF)のコンセプトに基づくやわらかものづくり基盤技術の研究開発を継続する。

★競争領域での共同研究への展開の計画

複合材料、ソフト素材3D造形、アシストスーツ各部品の技術は、特にアシストスーツの製作

に限られた用途での技術ではない。これらの要素技術を広く企業に宣伝し、新しく企業側からアシストスーツとは異なる、新製品の開発の提案、共同開発の依頼があれば、速やかにこれら課題技術を展開させ、競争領域における本課題技術を盛り込んだ共同開発の開拓を進めていく。

また、当該事業の参画企業の研究成果の一つである「アシストスーツ」と「クッションベルト」は、安全点検を業務とする A 社向けのオリジナルの「アシストスーツ」や「クッションベルト」として参画企業と共に製品化を目指した開発を進める。ここには当該事業の中でクッションベルトの開発を進めてきた参画企業 3 社も開発に参加し、コンビニエンスファクトリー (CF) の社会実装を継続する。



コンビニエンスファクトリー (CF) 社会実装の旗印となるロゴ

6.1.4 その他

★アウトリーチ活動

1) コンビニエンスファクトリー (CF) ホームページのリニューアルを実施し、各課題の最新の研究開発成果を掲載し、「コンビニエンスファクトリー (CF)」の実現にむけてのメッセージを掲載した。

<https://cnvfab.yz.yamagata-u.ac.jp/>



2) 2050 年の未来の様子を伝えた CNVFAB TIMES 発刊



3) 2020年1月29日～31日 TCTJAPAN2020 にSOFUMOと共催で出展

その他の関連イベント

- ・2022年8月2日 山形大学 新技術説明会【オンライン開催】
- ・2021年3月15日 ソフトロボット創世シンポジウム（OPERA-新学術 3領域 融合シンポジウム）を開催
- ・2022年9月9日 スマートファクトリーJapan2022（東京ビックサイト及びオンライン）に出展

6.2 研究開発課題2 「インクジェット評価技術と加飾への応用」

キーテクノロジー	インクジェット
課題代表者	酒井 真理 山形大学 有機材料システム研究推進本部 産学連携教授
実施期間	2018 年 10 月～2023 年 3 月
共同研究機関	山形大学、セイコーインスツル（株）、（株）ミマキエンジニアリング、理想科学工業（株）、東京エレクトロン（株）、（株）シンク・ラボラトリー、（株）リコー（～2021 年 3 月）、コニカミノルタ（株）、花王（株）、京セラ（株）、カシオ計算機（株）、京セラドキュメントソリューションズ

6.2.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 2	MS2-1	インクジェットのスケールでプロセスに係る計測・解析技術 を確立する。	インクジェットのスケールでプロセスに係る計測・解析技術 を確立した。
課題 2	MS2-2	インク吐出性装置の仕様を定め装置を製作し、評価項目定量 化方法、品質基準を定め標準化を提示する。新規機能性モデ ルインクに対して適用し、インク設計の実施例を示す。	インク吐出性装置の仕様を定め装置を製作し、評価項目、定 量化方法、品質基準を定め標準化を提示する。新規機能性モ デルインクに対して適用し、インク設計の実施例を示した。
課題 2	MS2-3	基材上でのパターン形成・成膜過程の可視化装置を製作し、 100μs から秒のオーダーまで連続解析・流れ場の解析を可能 にする。インクジェット加飾・積層技術に適用し、3Dプリン ティングへの応用における課題を体系的に提示する。	基材上でのパターン形成・成膜過程の可視化装置を製作し、 100μs から秒のオーダーまで連続解析・流れ場の解析を可能 にする。インクジェット加飾・積層技術に適用し、3Dプリン ティングへの応用における課題を体系的に提示した。
課題 2	MS2-4	【ハイブリッドプリンタ（追加配賦）】3Dプリンタによる構 造体内部に機能素子を組み込むPOCの設定とハイブリッドプ リンタによる実証。	【ハイブリッドプリンタ（追加配賦）】3Dプリンタによる構 造体内部に機能素子を組み込むPOCの設定とハイブリッドプ リンタによる実証をした。
課題 2	MS2-5	非浸透や粗面な基材表面へ平滑化とインク定着性の表面改 質をインク塗布により施し、その上にプリントするインクと	非浸透や粗面な基材表面へ平滑化とインク定着性の表面改 質をインク塗布により施し、その上にプリントするインクと

		の組み合わせにより、液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標に改善度を定量化する。	の組み合わせにより、液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標に改善度を定量化した。
--	--	---	---

6.2.2 最終目標に対する成果の詳細

成果

インクジェットは、吐出する液滴半径にして 10 マイクロメートル、液滴が形成される時間オーダーが 10 マイクロ秒、吐出時のひずみ速度が 10^6 1/s という特異なスケールの現象であり、表面張力、粘弾性など液体の動的特性が吐出特性に強く影響する。インク物性計測装置、シミュレーション、実験解析技術、モデルレオロジーインクの研究開発を有機的に統合し、このようなインクジェットのスケールでの液滴形成過程を体系化することに取り組む。

研究課題 2 の(2-1)から(2-4)を有機的に統合することにより、吐出信頼性の高いインクの開発設計が効率化され、競争領域におけるインクジェット応用の開発加速が期待される。

以下、各課題番号に対して特徴と優位性を記載する。

特長

- (2-1) インク物性計測技術では、上記インクジェットスケールでのインク物性を明らかにする。
- (2-2) シミュレーション技術では、インクジェットの流体機械モデルと流体解析プログラムを一体化するとともに自動化して、シミュレーションを設計ツールとして適用できる環境を構築する。
- (2-3) 実験解析技術では、液滴形成過程を 1 マイクロ秒、サブマイクロメートルの分解能で可視化する装置を構築し、画像解析技術により微小液滴内のひずみ速度が 10^6 1/s オーダーの流れ場を解析する。
- (2-4) モデルレオロジーインクでは、インクの動的物性を制御したインク（粘度モデルインク、動的表面張力モデルインク、粘弾性モデルインク）を設計する。
- (2-5) 吐出性に関する評価項目として、液滴量と着弾位置のバラつき、パターン品質低下やシステム汚染につながるミスト生成を評価項目とし、その定量化方法を確立する。また、吐出性評価装置で品質基準を定め標準化に向けた取り組みに展開する。
- (2-6) インクジェットヘッドから吐出した液滴の基材に着弾後の挙動を解析する可視化装置（ハイブリッドプリンタ）を製作し、 $100\mu\text{s}$ から秒のオーダーまで連続解析・流れ場の解析を可能にする。従来は、紙のようにインクが浸透する基材であったため、液滴は着弾後に速やかに浸透し正確なパターンが形成された。今後の拡大が期待されるインクジェットの応用では、非浸透性の基材が用いられる。液滴が浸透しないため、基材上で流動合体して、正確なパターン形成が困難となる。それらの現象を定量的に解析できるようにする。また、ハイブリッドプリンタへ積層プロセス機能を付加することで、3Dプリンタと組み合わせた高度な機能実装を可能とする。
- (2-7) 非浸透や粗面な基材表面へ平滑化とインク定着性の表面改質をインク塗布により施し、その上にプリントするインクとの組み合わせにより、液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標に改善度を定量化する。表面改質では、平坦化およびその上に塗布するインクとの相互作用による定着性向上を追求する。その上に塗布するインクは、乾燥に伴う流動性の制御を行う。

優位性

- (2-1) インク物性計測技術の従来技術では、動的表面張力の時間スケールは 10 ミリ秒（バブルプレッシャー法）で本目標より 10^3 遅い。粘弾性を測るレオメーターの振動周波数は 50Hz、時間スケールにして 2×10^{-2} (s) で本目標より 10^3 遅い。

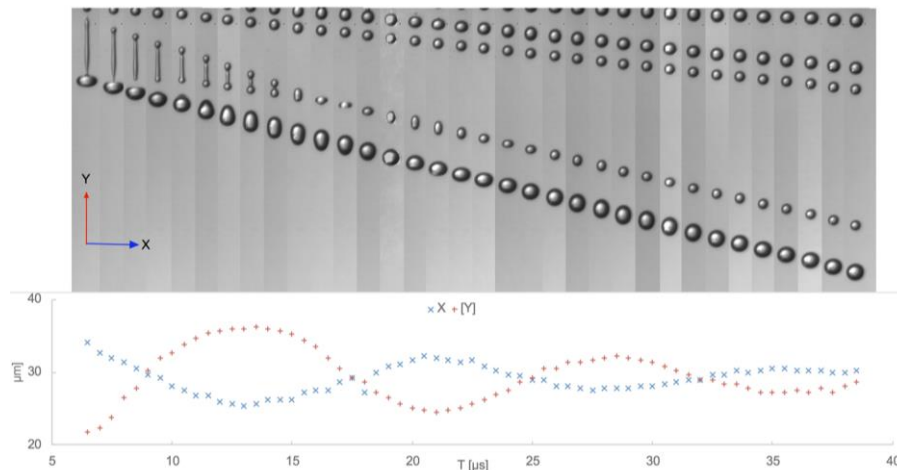
- (2-2) シミュレーション技術では、従来はインクジェットヘッドの流体機械をモデル化するのに、流体解析の高度なオペレーションスキルが求められるとともに、精度の高い計算結果を得るには、CPU パワーや計算時間が必要であった。本課題の取組により、設計者や評価担当者が現象の解析や解釈を自ら行うことができるようになる。
- (2-3) 実験解析技術では、従来技術はストロボ光源の発光時間がサブマイクロ秒のオーダーで、この間に液滴は数マイクロメートル動くため、高精度に液滴を可視化することができない。
- (2-4) モデルレオロジーインクでは、従来技術は動的物性が分からなかったため、このように物性が制御されたインクを設計することができず、シミュレーションと実験解析の整合性を取ることに困難である。複雑な実際のインクに対して、物性値を個別に制御したインクで評価をすることにより、現象に影響する物性を特定することが可能になる。
- (2-5) 本課題は、産業界においてこれまで標準化がされておらず、応用に際して品質を定める上で課題となっている。インクジェット応用の競争領域において、高品質を謳うことで競争力強化が期待される。
- (2-6) 従来、着弾後の液滴の挙動解析は、基材に対して横からの可視化であったため、2次元に配置される液滴によるパターン形成過程の解析ができなかったが、本技術により、基材表面処理、インク、描画方法、乾燥処理などを組み合わせたプロセスの最適化が可能となる。
- (2-7) 多くの応用において、描画パターンの品質は極めて重要であるが、これまでは、実験評価による試行錯誤で改善が進められてきた。本課題の取組は、表面改質とインクの組合せにより、その重要性を示すとともに、定量化手法によるアプローチ方法に従った効率的な開発ができるようになる。

課題目標、マイルストーンに対する達成状況

(2-1)から(2-3)の3課題のマイルストーンMS2-1に対する数値達成状況を以下にまとめる。
マイルストーン MS-1 に関して、目標を達成した。

番号	課題内容	MS2-1 の項目と数値目標		達成状況	判定
2-1	インク物性計測	時間スケール	10^{-6} (s)	粘弾性で 10^{-5} (s), 動的表面張力で 10^{-5} (s)	○
2-2	シミュレーション	寸法スケール	10^{-6} (m)	液滴径で $<10^{-6}$ (m)	◎
2-3	実験解析技術	寸法スケール	10^{-6} (m)	液滴分解能で $<10^{-6}$ (m)	◎
		時間スケール	10^{-6} (s)	液滴形成過程で $<10^{-6}$ (s)	◎
		ひずみ速度	10^6 (1/s)	伸長ひずみ速度 $5 \times 10^{+5}$ (1/s)	○

(2-1)インク物性計測では、(2-3)の高精細インク観察システムを用いて液滴振動周期を計測し、その振動周期から液滴噴射開始および液滴振動周期において時間スケール 10^{-5} (s) の動的表面張力が求められた。

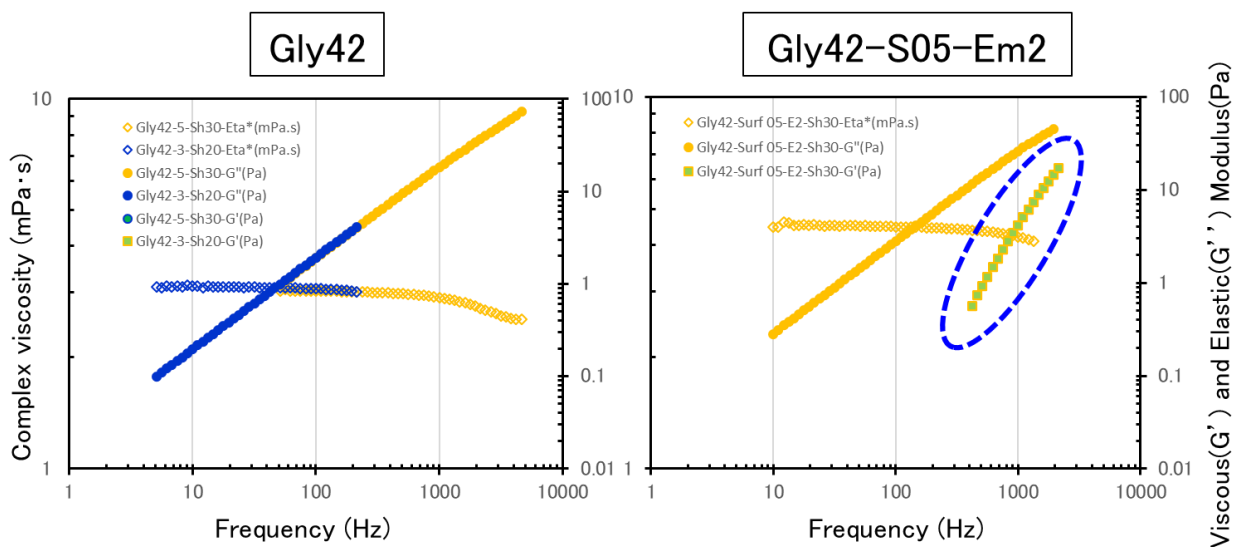


液滴振動（液滴径およそ 15 マイクロメートル、振動周期およそ 15 マイクロ秒）の計測

粘弾性計測は、高周波数粘弾性計測装置 PAV を導入し、装置およびデータ解析の改良を施し、10kHz までの動的粘弾性が測定できた。（2－4）で作製した粘弾性モデルインクで、微小弾性を検出した。



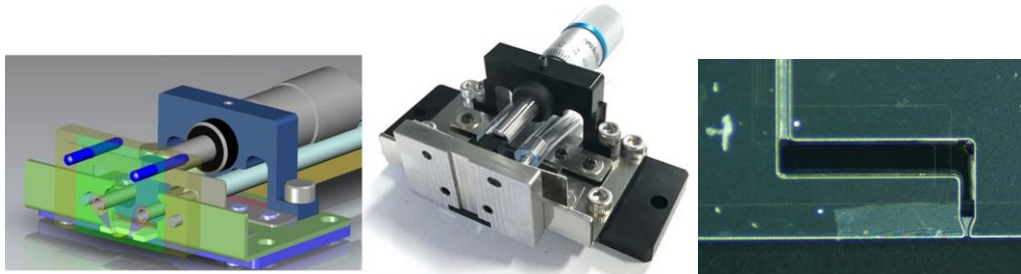
高周波数粘弾性計測装置 PAV（左）とカスタマイズトッププレート（右）



水/グリセリン混合モデルインクの粘弾性測定結果

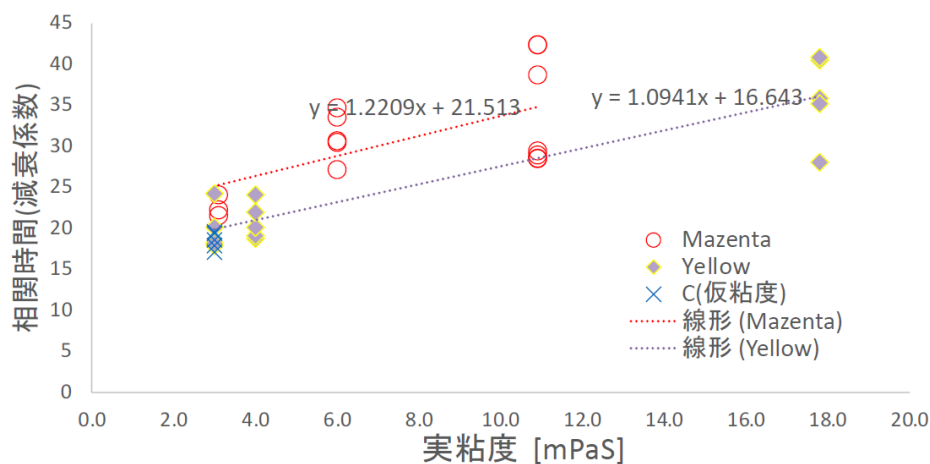
左：水/グリセリン 右：水/グリセリン/エマルション

また、数十マイクロメートルスケールの微細流路内のインク乾燥に伴うインク物性計測に取り組んだ。計測装置として、インクジェットヘッド内の供給流路、圧力チャンバー、ノズル流路を側面からガラス越しに観察できる透明ヘッドを組み立て、振動子が動作するまで確認した。



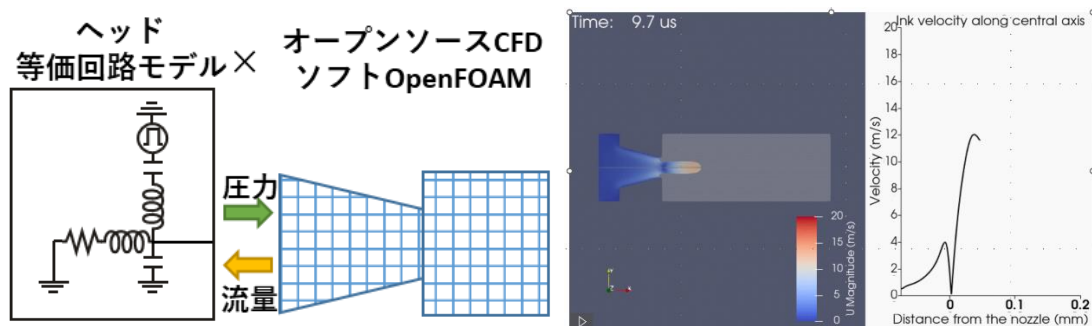
試作した透明ヘッド

流路内のインク物性計測には、光干渉断層法（SD-OCT）を用いることとし、装置メーカーの協力を得て、同社の評価機を用いた実証実験を進めた。インクの粘度は、インクの粘度を反映する顔料粒子のブラウン運動を動的光散乱法で捉え、散乱強度の空間パターンの相関時間（減衰係数）から求める。粘度を変えたモデルインクに対して、相関時間の変化を定量的に捉えることができ、本方法の原理確認を完了した。



光干渉断層法（SD-OCT）による動的光散乱の相関時間とインク粘度の相関

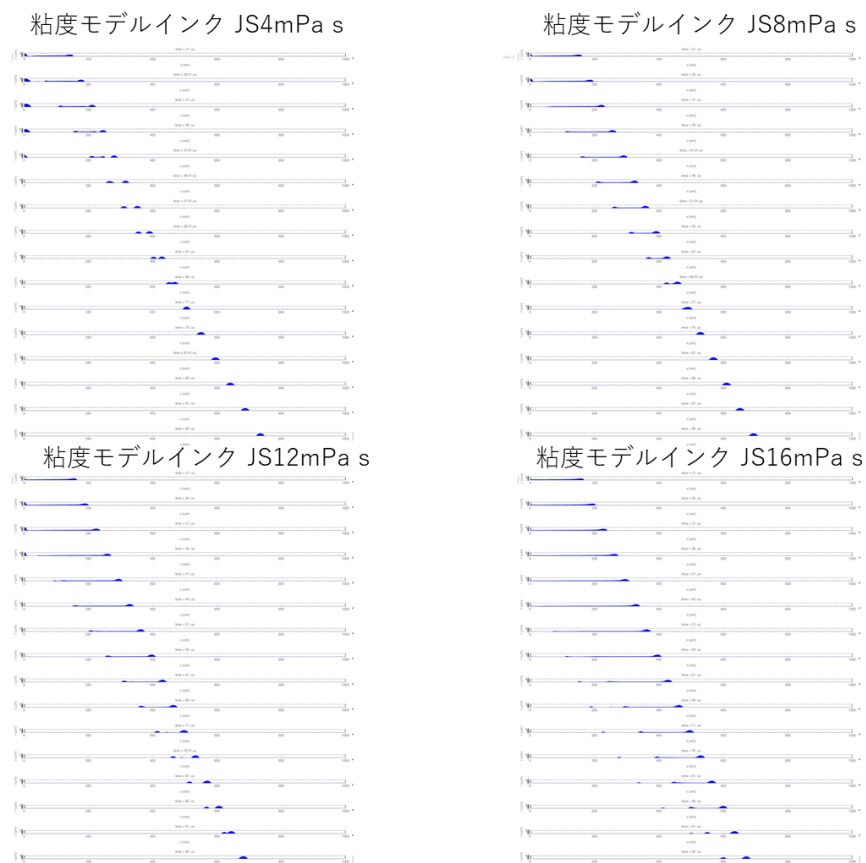
（２－２）シミュレーションでは、オープンソース 3 次元 CFD プログラム（OpenFOAM）にインクジェットヘッドモデルを組み込んだシミュレーションプログラムを完成させた。



オープンソース 3 次元 CFD プログラムへのインクジェットヘッドモデルの組み込み（左）と計算

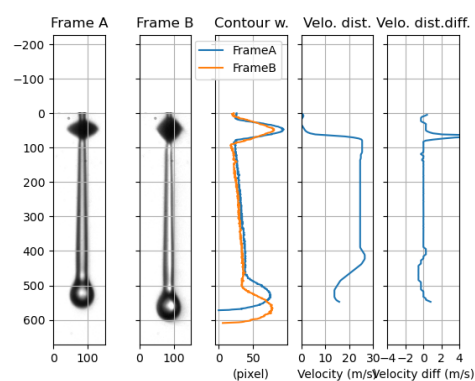
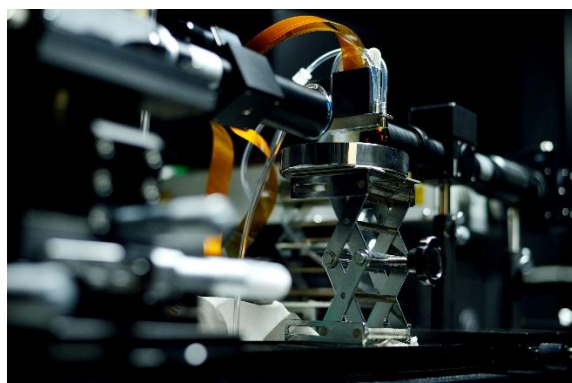
結果（右）の伸長流れ場

続いて、同プログラムの計算結果で液滴形成のプロセスが 1 軸流れとなる時刻のデータを読み込み、その後の液滴形成過程を計算する 1 次元液滴形成シミュレーターを完成させた。



1 次元流体シミュレーターによるインクジェット液滴形成のシミュレーションベンチマーク
結果（粘度 4mPa s, 8mPa s, 12mPa s, 16mPa s のレオロジー特性を持つモデルインクに適用、液滴速度は 6m/s）

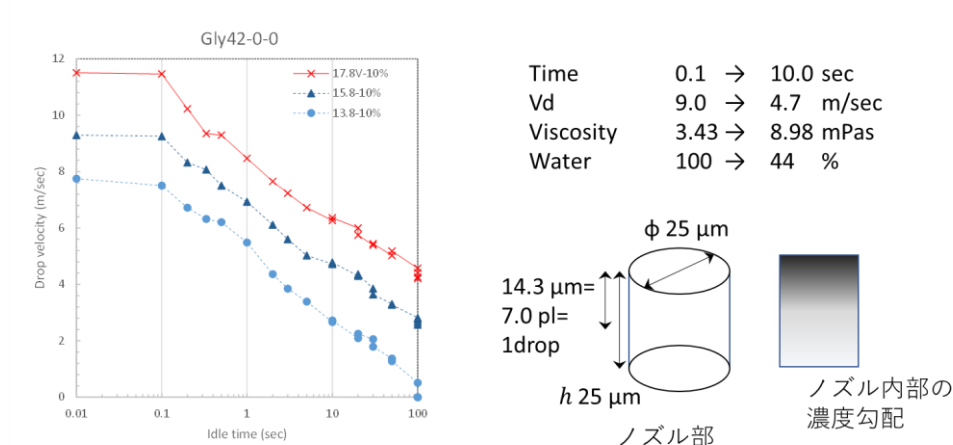
（2－3）の実験解析技術では、高精細インク観察システムを構築し、モデルインクを用いた液滴形成過程の解析を行った。高精細インク観察システムは、発光時間 5ns 以下のダブルパルスレーザー光源とピクセル解像度 0.4 マイクロメートルの高精細カメラを組合せ、伸長ひずみ速度 5×10^5 (1/s) で高速に噴射するインク形態の時間スケール 5×10^{-7} (s) での変化を法スケール 4×10^{-7} (m) の空間分解能で捉えた。



高精細インク観察システムと解析事例

液滴形成プロセス計測装置により得られた時間間隔 500ns の二つの飛翔形態画像（左）
画像解析プログラムで抽出した液柱形状と解析した液柱内速度分布および速度傾き（右）

ノズル内インク乾燥の解析として、ノズルにおけるインク乾燥速度の推定方法を示した。開発した局所湿度環境制御装置内（湿度 10%RH）にインクジェットヘッドを設置し、高速度カメラ観察でノズル放置後の最初の吐出液滴挙動を解析した。下図に示すように、放置時間の対数に対して吐出液滴速度は直線的に低下する。放置時間 0.1 秒と 10 秒では、液滴速度は 9.0m/s から 4.7m/s に低下した。この速度低下に対して、（2－4）の粘度モデルインクによる粘度-速度データを参照し、ノズル内のインク粘度は、それぞれ 3.43mPa s と 8.98mPa s と推算した。さらにグリセリン水溶液のグリセリン濃度-粘度のデータを参照すると、水分量は初期を 100%として 44%まで減少したと見積もった。ノズル形状を参照して、蒸発速度を計算すると、0.81g/m²/sec であった。このノズルからの水分蒸発速度は、φ25mm の広口瓶で計測した蒸発速度のおよそ 100 倍であり、ノズルからの蒸発がいかに早いかを明らかにした。



局所湿度環境実験装置内の低湿度環境 10%RH 下における放置時間と最初の液滴速度関係
（左）、ノズル内インク粘度と水分率の変化の推算結果（右）

（2－4）のモデルレオロジーインクでは、粘度、動的表面張力、粘弾性のレオロジーを制御したモデルインクの仕様を定め、他の課題評価に展開することで、当初目標のモデルインク仕様確立を達成した。また、実インクモデルインクとして商業的に使われているインク組成をモデル化した以下の構成成分をパラメータとした実インクモデルを設計した。
これらのインクを、（2－1）、（2－2）、（2－3）の評価・解析に提供した。

構成成分	材料
色材（着色剤）	自己分散型、 ポリマー分散型
溶剤（保湿剤）	Gly, DEG, PG
浸透剤	グリコールエーテル
定着ポリマー(Latex)	エマルション、水溶性
界面活性剤	非イオン界面活性剤
その他	防腐剤、水

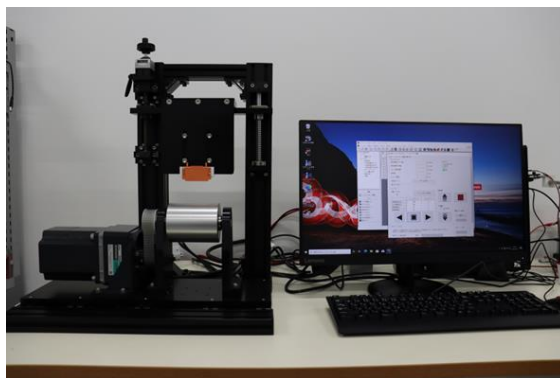
（2－5）では、マイルストーン MS2-2 を設定し、吐出性評価装置で品質の標準化に取り組んだ。

マイルストーン MS2-2 に関して、達成状況を下表にまとめる。

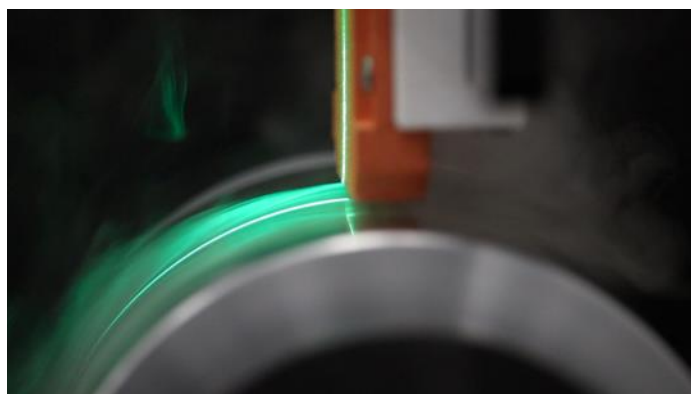
番号	課題内容	MS2-2 の内容	達成状況	判定
2-5	吐出性評価	インク吐出性装置の仕様・製作	ミスト自動評価装置の仕様を定め機械装置を製作した。高速度カメラでミストを検出し、画像処理によりミスト径と数量を定量化した。	80%
			着弾位置評価装置を設置し、着弾位置の自動計測環境を構築した。	100%
		評価項目、定量化方法、品質基準の標準化	着弾位置の評価項目、定量化方法を定め、評価を実施した。透明な溶媒に対してインク液滴のドットを記録できるメディアを開発し、着弾位置の計測方法として国際標準化の取り組みを提案した。	90%
		インク設計の実施例	課題2-3および課題2-4の成果を元に、極微量の高分子を入れてミストを低減するインクを設計し効果を示した。	100%

ミスト自動評価として、実プリンタ環境でミスト生成状況を定量化するミスト自動評価装置の設計仕様を定め、機械装置として製作した。高速度カメラを用いてカメラの焦点面を通過するミストを撮影し、画像処理によりミスト数とミスト径を計測するシステムとして完成した。

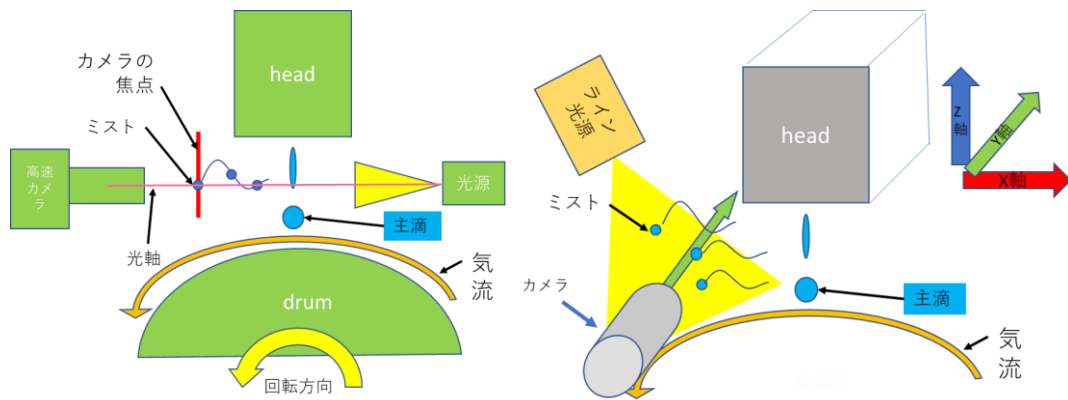
搭載ヘッド:	EPSON PrecisionCore S800-A(非循環)
	2inchまでのヘッドを搭載可能 (ヘッド毎に治具は必要)
駆動回路:	AEWA
メディアの速度想定(最大):	2m/s
気流発生:	ドラムの回転
ドラムサイズ・回転数(最大):	Φ80×幅100mm・478rpm
ヘッド上下駆動:	ボールねじ、リニア (衝突防止ストップバ用意)
ヘッド-メディアGAP距離:	1~5mm 0.1mmで調整可能 (開口最大70mm)
ノズル復帰方法:	CAPによる吸引 (CAPはEPSONより入手)
撮影方法:	検討中
評価インク:	水性モデルインク



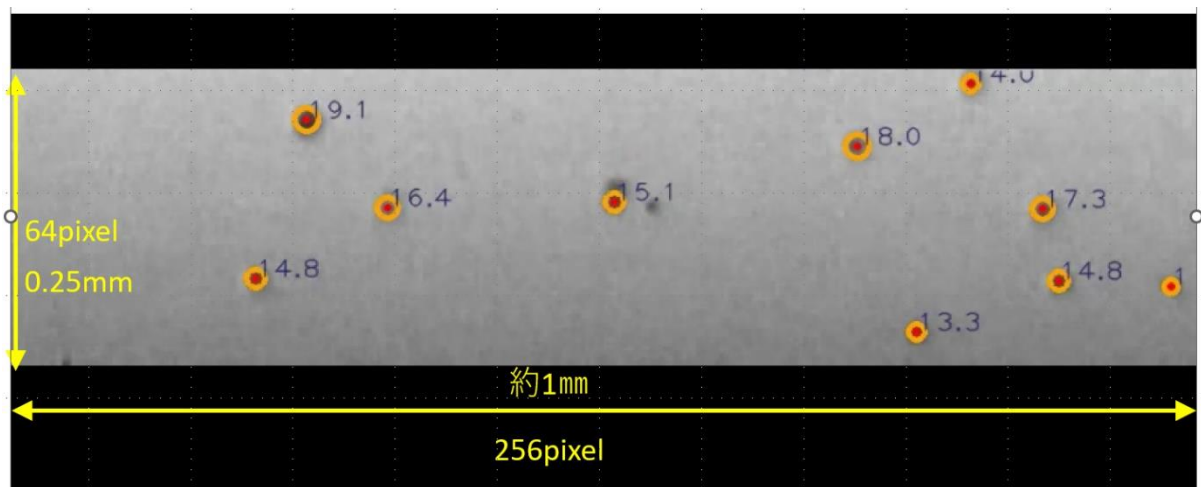
設計仕様（左）と製作した装置（右）



ミスト流れの可視化



ミストの検出の光源－カメラシステム

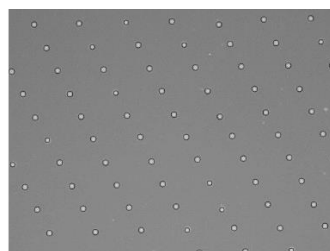


検出したミストとミスト径の自動計測

着弾位置の品質評価として、着弾位置評価装置を設置し、画像検査装置と組み合わせて着弾位置の自動計測環境を構築した。

着弾位置の評価は、インクジェットヘッドで異なるのノズルレイアウトとアプリケーションで異なるドット配置により一般化することが困難である。そのため、国際標準化を念頭に、着弾位置の評価項目、評価手順、計測による定量化方法を定め、着弾位置評価装置で評価を実施した。

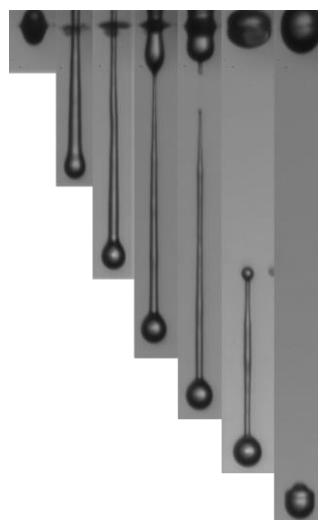
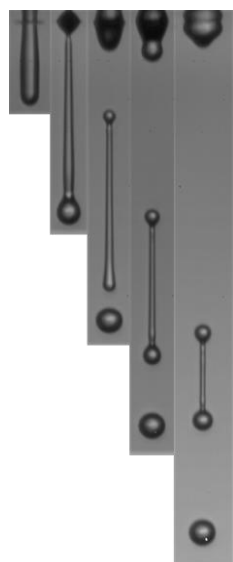
透明なインクに対して、インクが乾燥した後もインク液滴のドットを記録できるメディアを開発し、透明な溶媒インクを用いて着弾位置の計測を行った。成果は、着弾位置精度計測方法の国際標準化として提案するため、国際会議で発表を行った。



x	y	Radius	x	y	Radius
50	30	6	258	250	6
138	28	6	348	250	6
230	26	6	438	248	6
320	24	5	528	246	6
412	30	6	616	244	5
500	20	6	8	304	6
592	18	6	100	300	6
74	76	5	190	300	6
164	74	6	280	298	6
254	70	6	370	294	6
344	70	6	460	292	6
434	68	5	550	290	6
524	66	6	638	292	5
612	64	6	32	348	6
6	122	6	124	346	6
96	120	6	212	344	5
186	118	6	302	342	6
276	116	6	394	340	6
366	114	6	484	338	6
456	112	6	574	336	6
548	110	6	56	392	6
634	110	6	146	390	6
28	166	6	236	388	6
120	166	6	328	386	6
210	164	6	418	392	6
300	160	6	508	382	6
390	160	5	598	380	5
482	156	6	80	438	6
570	156	6	170	436	6
52	212	6	260	432	6
142	210	6	350	432	6
232	208	6	442	428	6
324	206	6	532	428	6
414	210	6	620	426	6
504	202	6	374	476	5
594	200	6	464	474	6
76	256	6	554	472	6
166	254	6			

メディア上に記録された透明溶媒液滴の着弾跡（左），その二値化処理画像（中）
二値化画像から算出した着弾位置（右）

（２－３）および（２－４）で実施した粘弾性評価結果を踏まえ、ミストを低減させるインク設計を行った。分子量 1300k のポリマー（ポリエチレンオキサイド）を 0.0045% という極微量入れたインクを設計した。ポリマーを入れない状態で 2 から 3 滴に分離するのに対し、ポリマーを入れることでサテライト・ミストの生成を抑制し 1 滴にすることができることを示した。



ポリマーを含まない通常のインク（左）とポリマーを極微量添加したインク（右）
のドット形成状況

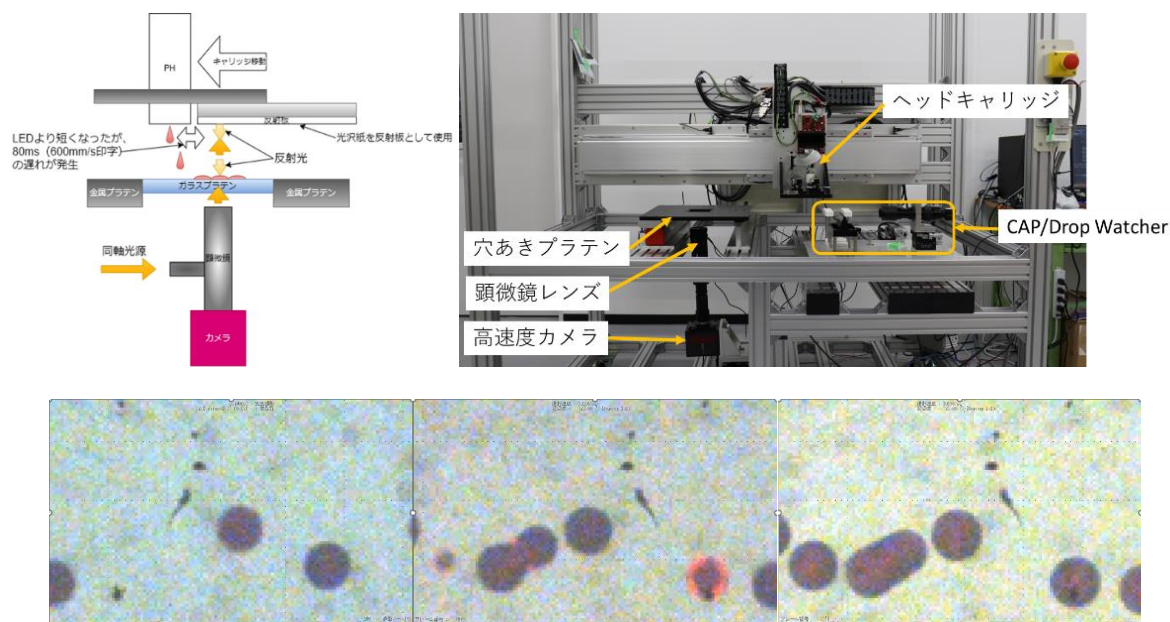
(2-6)では、マイルストーン MS2-3 および MS2-4 を設定し、パターン形成の可視化装置（後に追加配賦を受けて装置製作の加速および3Dプリンタと組み合わせたハイブリッドプリンタとした）の製作と解析および加飾・積層（3Dプリンタ）への適用に取り組んだ。マイルストーン MS2-3 および MS2-4 に関して、達成状況を下表にまとめる。

番号	課題内容	MS の内容	達成状況	判定
2-6	パターン形成・成膜過程の可視化装置。インクジェットによる積層プロセス。	MS2-3 100 μ s から秒のオーダーまで連続解析・流れ場の解析を可能にする。インクジェット加飾・積層技術に適用。	追加配賦を受けて、可視化装置をハイブリッドプリンタへ展開可能な設計とし制作を加速させた。高速度カメラを用いて2次元のパターン形成過程を80,000fps（12.5 μ s 間隔）で秒オーダーまで連続可視化を実現した。	80%
	ハイブリッドプリンタ	MS2-4 3Dプリンタによる構造体内部に機能素子を組み込むPOCの設定とハイブリッドプリンタによる実証。	ハイブリッドプリンタとして、2種類のインクが使えるよう製作を進めたが、装置製作に時間を要しているため、別途市販3Dプリンタにインクジェットヘッドを組み込んだ評価システムを製作した。	30%

仕様の詳細を以下の通り定め、設計および製作に取り組んだ。

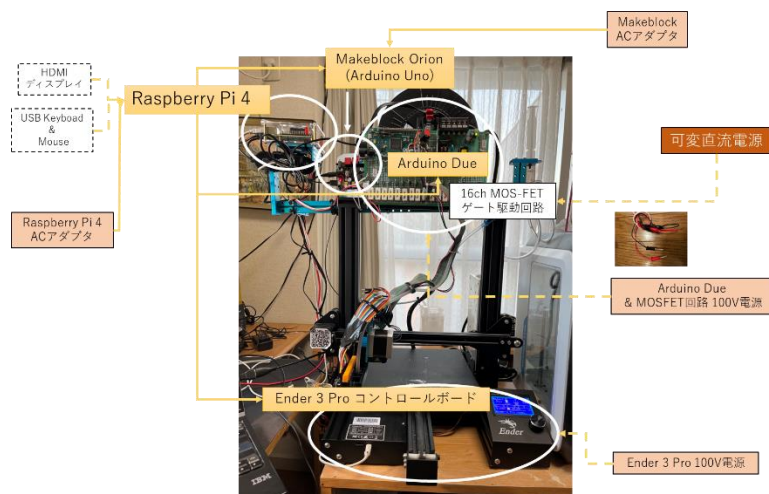
項目	機能	備考
搭載ヘッド	Epson S800 2ヘッド	機能検証は1ヘッド
ヘッド駆動回路	AEWA APMB3 + DRV-S3200	Max 4ヘッド駆動可能 *3ヘッド以上は、キャリッジなどベンチの改造が必要
印刷速度	Max 2m/s	Debug中は、max 60cm/sとして設定
高速度カメラ Photron FASTCAM Mini AX200	Max 6400fps カラー	透明フィルム上のインク滴をプラテン下部より観察
Drop Watcher	FPGAによるストロボ信号生成	波形調整など
画像印刷	AEWA印刷ソフトで印刷	

ハイブリッドプリンタシステムは、機械体、駆動システム、制御システムを設計製作し、機能検証ができる状態に完成させた。透明基材上にインクジェットで描画されるパターンは、基材下方から高速度カメラで可視化される。下方からの照明の反射強度を十分に得るための改善に時間を要した。高速度カメラのフレームレートを80,000fpsにして、インク液滴の着弾から液滴合体過程を12.5 μ s の時間分解能で可視化することができた。



ハイブリッドプリンタの装置構成図（上左）と作成した装置（上右）
高速度カメラによる 2 次元のパターン形成過程（80,000fps，時間分解能 $12.5 \mu s$ ）

3Dプリンティング技術への適用に関して、本ハイブリッドシステムの開発項目が多いため、課題を洗い出す目的で、別途市販3Dプリンタにインクジェットヘッドを組み込んだ評価システムを製作し、3Dプリンタでの造形層上にインクジェットでパターン形成を実験できる装置が完成した。



別途市販3Dプリンタにインクジェットヘッドを組み込んだ評価システム

(2-7)は、実施5年度に新たにマイルストーン MS2-5 を設定し取り組みを始めた。本課題では、非浸透や粗面な基材表面へ平滑化とインク定着性の表面改質をインク塗布により施し、その上にプリントするインクとの組み合わせにより、液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標に改善度を定量化する。マイルストーン MS2-5 に関して、達成状況を下表にまとめる。

番号	課題内容	MS2-5 の内容	達成状況	判定
2-7	非含浸かつ粗面な基材表面へのパターン形成	液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標に改善	非浸透粗面でのインク液膜流動を制御する増粘剤としてセルロースナノファイバーに着目し、濃度に対する増粘曲線を求めた。	30%

計画進捗遅れの原因

以下、各課題の計画に対する進捗遅れの原因を簡潔に記載する。

- (2-1) インクジェットヘッドのノズル内部のインク物性を直接測定するため、透明ヘッドと光干渉断層法(SD-OCT)の組み合わせた技術開発を進めている。透明ヘッドは10マイクロメートルオーダーの微細流路を形成が困難で時間を要している。接着剤からフィルムレジストに変更することで対応している。光干渉断層法は、本課題への適用は新しい取り組みで、システムおよび解析ソフトウェアの開発が高度である。そのためシステムを開発している企業の協力を得ることで開発を加速し、原理確認を完了させることができた。
- (2-5) ミスト自動評価装置の製作と解析が遅れた。工数を(2-6)に重点的に配分していることと、画像処理解析プログラムの開発に時間を要することが原因であるが、ミストの検出およびミスト径の計測ができるまで完成させることができた。液滴吐出後の着弾の計測に関しては、参加企業の協力を得て設備を導入し評価を実施することができた。また、製紙会社の協力を得て、従来は検出が困難であった透明なインクに対しても着弾した液滴を検出できるメディアを開発し、その有効性を確認することができた。
- (2-6) 高速度カメラで高時間分解かつ高空間分解能で画像を得るには、照明強度を十分に確保することが極めて重要である。この照明技術の開発に時間を要したことが原因である。競争領域に展開するため、実際のプリンタと同等の仕様(例えばステージの加熱)を組み込むなど、仕様が複雑化したため完成に遅れが生じた。
- (2-7) インクの組成と基材の表面処理を組み合わせる方法が採用されてきたが、その組合せの制限から広く適用できる根本的な解決は見出されていない。幅広いインクに適用できる表面処理方法を構想し検証を進めているが、材料の手配に時間を要している。

6.2.3 プロジェクト終了後の活動方針

★プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

- ・(2-1) 達成し完了する
- ・(2-2) 達成し完了する
- ・(2-3) 達成済
- ・(2-4) 達成済

以上(2-1)から(2-4)は、インクジェットの吐出信頼性の重要な基盤技術であり、それが体系化されたことは競争領域での新たな社会実装に活用される。方針は、競争領域での共同研究への展開で記載。

- ・(2-5) ミスト自動評価装置は画像処理解析プログラムの実装までは達成できない見込みである。しかし、この装置は、競争領域で極めて有用な技術であるため、競争領域の活動につなげて社会実装を継続する。
- ・(2-6) インクジェット加飾をターゲットに、パターン形成・成膜過程の可視化解析まで達成する。社会実装は、加飾インクジェットプリンタを開発している企業との共同研究の中で活用していく予定である。

3Dプリンタによる構造体内部に機能素子を組み込む技術については、他の課題を優先するため、プロジェクト期間中には達成できない見込みである。また、競争領域へ展開するにはまだアプリケーションが明確になっていない。社会実装に向けて、新たな資金を得て基礎研究として別途進める予定である。

- ・(2-7) 一つの実施例として、表面改質用インクの塗布と、その上のインクジェット描画の液滴ドットの真円度とパターン平坦性を指標にした評価結果を示すまでは実施見込みである。一方、社会実装は、明確なターゲットが必要であり、現在協業しているカシオ計算機の事業化に向けた取組に発展させていく予定である。

★競争領域での共同研究への展開の計画

(2-1)から(2-4)の成果は、インクの開発に必要な知見であり、企業の競争領域での個別製品開発に展開する。

また、インクメーカーとヘッドメーカーなどの複数社連携による新しいアプリケーション開発への発展も見込んでいる。

(2-5)の成果は、プリンタ開発に必要な技術であり、現在コンソーシアムに参加している企業などが共同研究先となる見込みである。

(2-6)の成果は、加飾用プリンタを開発している企業に必要な技術であり、新たな企業へもアプローチしていく。

(2-6)は、基礎技術を確立し、次年度以降、大型の競争領域共同研究に発展させる。

6.2.4 その他

★アウトリーチ活動

- ・ 2022 年 10 月 19 日-21 日 : スマートファクトリー展 2022 (東京ビッグサイト) 出展

6.3 研究開発課題3 「印刷製法による機能搭載 FHE 型デバイス（新：スクリーン印刷法の高度化技術の開発）」

キーテクノロジー	プリンティングプロセス工学
課題代表者	古川 英光 山形大学 理工学研究科 教授
実施期間	2018 年 10 月～2023 年 3 月
共同研究機関	山形大学、イノラックスジャパン株式会社（～2021 年 3 月）、株式会社タケトモ

6.3.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 3	MS3-1	プリンティングプロセスによるデバイス試作の基礎検討に基づき、有機半導体インクや金属インク材料と社会実装に向けたプリンティングプロセス（特には、スクリーン印刷とグラビア印刷）の基本技術を達成するための課題を抽出する。	プリンティングプロセスによるデバイス試作の基礎検討に基づき、有機半導体インクや金属インク材料と社会実装に向けたプリンティングプロセス（特には、スクリーン印刷とグラビア印刷）の基本技術を達成するための課題抽出を達成した。
課題 3	MS3-2	FHE 型デバイスのプロトタイピングに向けて計測・評価による基本メカニズムを解析してスクリーン印刷の高度化を図り、効率的に作製できるプリンティングプロセスの基本技術を構築する。	FHE 型デバイスのプロトタイピングに向けて計測・評価による基本メカニズムを解析してスクリーン印刷の高度化を図り、効率的に作製できるプリンティングプロセスの基本技術構築を達成した。
課題 3	MS3-3	社会実証試験でのデバイス動作においてプリンティングプロセス工学の理論的裏付けに基づいてインク材料およびプロセスの現象を解明し、信頼度物理の裏付けに基づいた不良解析による材料/プロセスの改良を進め、社会実装に向けたプリンティングプロセスの基本技術を開発して機能搭載 FHE 型デバイスを試作する。	社会実証試験でのデバイス動作においてプリンティングプロセス工学の理論的裏付けに基づいてインク材料およびプロセスの現象を解明し、信頼度物理の裏付けに基づいた不良解析による材料/プロセスの改良を進め、社会実装に向けたプリンティングプロセスの基本技術を開発して機能搭載 FHE 型デバイス試作を達成した。

6.3.2 最終目標に対する成果の詳細

成果

スクリーン印刷法によるフレキシブル基板上への配線形成プロセスにおいて、プロセス温度を100℃に低温化（従来：150℃）、最小線幅を単層で25μm（従来：300μm）、2層で100μm（従来：300μm）に微細化、2層配線の断線確率をほぼ0%（従来：90～50%）に低減（、工程所要時間を最短で従来比約1/5に短縮する基本技術の確立に成功した。また、フレキシブル配線基板上への配線部品実装プロセスにおいて100℃に低温化する基本技術の確立に成功した。

特長

全プロセス処理温度100℃でのFHE型回路基板（印刷配線上へ部品実装したフレキシブル回路基板）の作製が可能である。

優位性

従来用いていたPEN（ポリエチレンナフタレート）フィルムより安価なPETフィルム（ポリエチレンテレフタレート）の利用が可能となり、いっそうの製品作製の低コスト化に貢献できる。

課題目標、マイルストーンに対する達成状況

（3－1）

目標：プリンティングプロセスによるデバイス試作の基礎検討に基づき、導電性インク材料や絶縁性インクと社会実装に向けたプリンティングプロセス（特には、スクリーン印刷とグラビア印刷）の基本技術を達成するための課題を抽出する。

達成状況：100%

主な内容：スクリーン印刷法およびグラビアオフセット法の基本技術達成のための課題抽出を実施した。

（3－2）

目標：FHE型デバイスのプロトタイピングに向けて、スクリーン印刷の高度化を図る。

達成状況：100%

主な内容：FHE型デバイスのプロトタイピングに向けて、レオロジー解析に基づく印刷不良の解明とインク（ペースト）の見直し、フレキシブル基板の再選定やプロセス流動方法の見直し、版洗浄方法の確立などによりスクリーン印刷技術を高度化し、FHE型実装基板作製の基本プロセスを構築した。

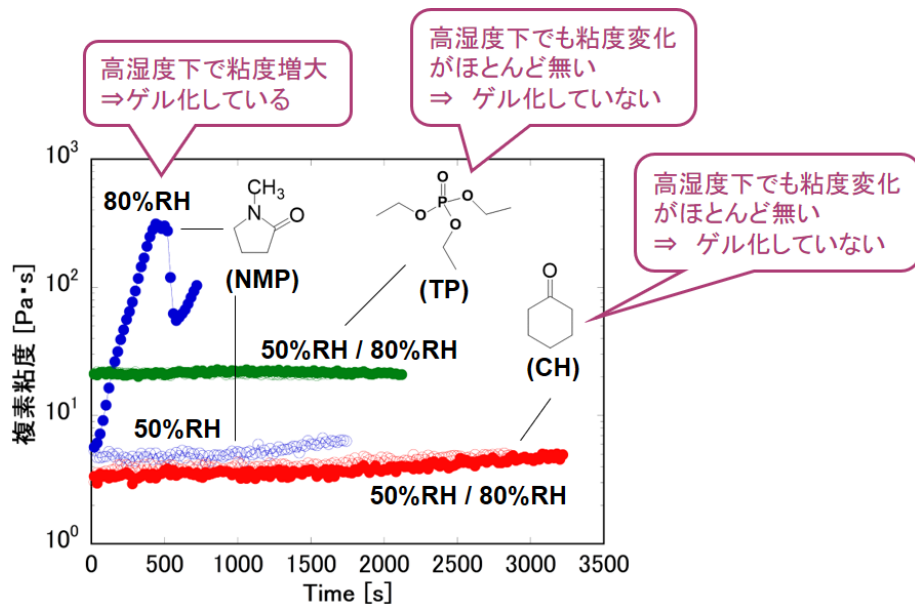


図1 レオロジー評価によるインクのゲル化現象の評価

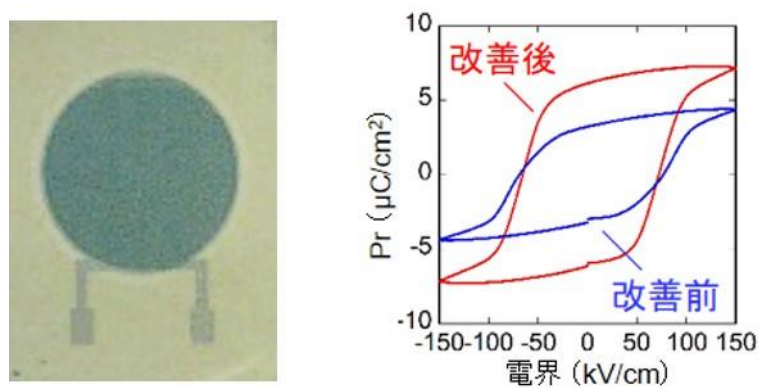


図2 試作した圧力センサ（改善後）の写真と残留分極（Pr）特性

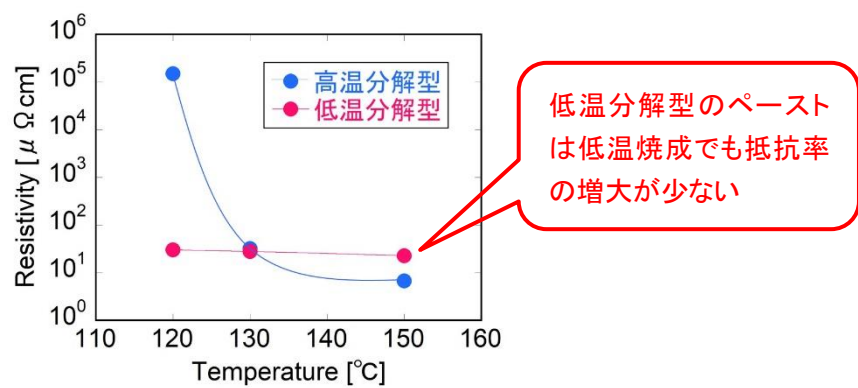


図3 抵抗率の温度依存性

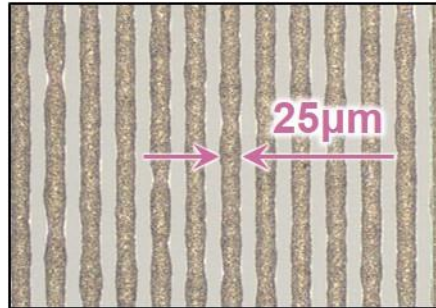


写真1 スクリーン印刷法により形成された線幅 $25\mu\text{m}$ のパターン

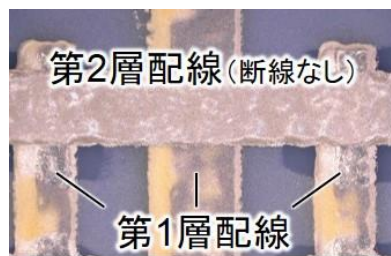


写真2 スクリーン印刷法により形成された2層配線パターン（断線改善後）

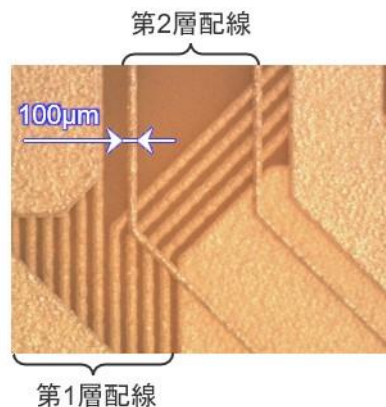


写真3 スクリーン印刷法により形成された $L/S=100\mu\text{m}/100\mu\text{m}$ ルールの2層配線パターン

（3－3）

目標 : 社会実証試験でのデバイス動作においてプリンティングプロセス工学の理論的裏付けに基づいてインク材料およびプロセスの現象を解明し、信頼度物理の裏付けに基づいた不良解析による材料/プロセスの改良を進め、社会実装に向けたプリンティングプロセスの基本技術を開発して機能搭載 FHE 型デバイスを試作する。

達成状況 : 70% ※今年度中に 100%に達する見込み

主な内容 : 社会実装に向けたプリンティングプロセスの基本技術確立、機能搭載 FHE 型デバイスの設計と検証、そのデバイス作製のために基本となる印刷プロセスおよび部品実装プロセスを確立し、試作を進行中である。



図 4 FHE 型温度センサラベルイメージ（ワインボトル用）

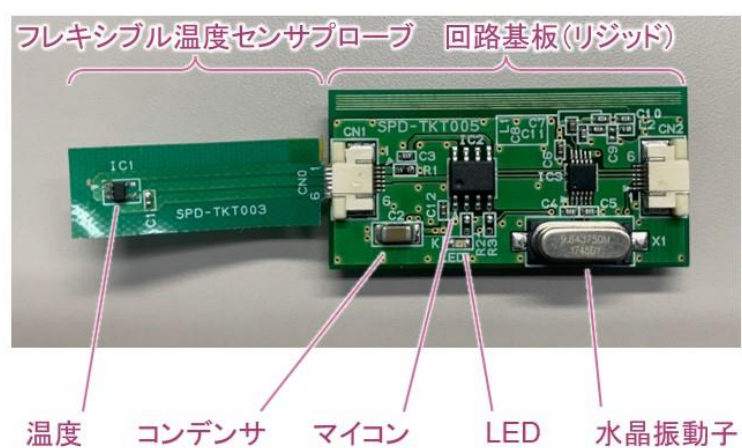


写真 4 物流温度管理用温度センサ（回路検証用）



写真 5 スクリーン印刷で作製したフレキシブル温度センサプローブ（個別カット前）

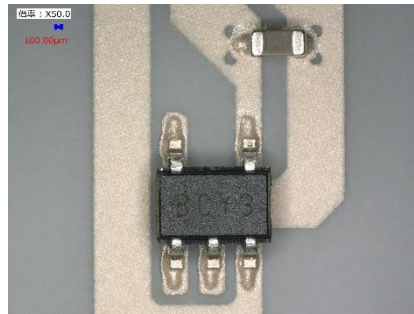


写真 6 FHE 型実装基板の部品実装部（プロセス温度 100℃）

6.3.3 プロジェクト終了後の活動方針

★プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

プロジェクト終了後、プロトタイピングによって得られた結果から製品化に必要な課題を抽出し、課題解決に向けた生産技術開発および事業環境の整備を進めていく予定である。

★競争領域での共同研究への展開の計画

未定

6.3.4 その他

- ・特になし

6.4 研究開発課題4 「3Dデバイスに向けた高耐久コーティング技術」

キーテクノロジー	ソフト薄膜ナノコーティング
課題代表者	城戸 淳二 山形大学 理工学研究科 教授
実施期間	2018年10月～2023年3月
共同研究機関	山形大学、信越化学工業（株）、NECライティング（株）（～2019年3月）、ルミオテック（株）、DIC（株）（～2019年12月）、竹本容器（株）、（株）フジキン、日本ニューマチック工業（株）、関東化学（株）

6.4.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題4	MS4-1	異なる樹脂材料において、核形成時間を考慮したコーティングプロセスを設計し、膜厚のバラツキを10%以下にする。	1mの容器内での酸化アルミナ形成における複数サンプルの評価結果で膜厚ばらつき10%以内を確認した。
課題4	MS4-2	ウェットプロセスと室温ナノコーティングプロセスを複合し、有機無機ハイブリッドガスバリア構造を実現し、WVTRにおいて、 10^{-6} g/m ² day 台を実現する。	耐水性バリア膜を酸化亜鉛と酸化アルミニウムのマルチ構造で形成し、湿度90%40℃環境でWVTR 1.4×10^{-4} g/m ² /day を達成し、室温25℃環境で 10^{-5} 台に相当する数値を得た。
課題4	MS4-3	印刷によるバリア構造にてWVTR $<1 \times 10^{-5}$ g/m ² day	塗工プロセスによるバリア性能は 5×10^{-5} g/m ² /day であり、ほぼ目標性能を達成した。これはウェットプロセスによるバリアの世界最高性能である。
課題4	MS4-4	ALDバリア膜を有する有機ELデバイスの開発	室温ALDによりAl ₂ O ₃ /ZnO積層成膜したポリエチレンナフタレートフィルム(WVTR 1×10^{-4} g/m ² /day 台)を有機ELデバイスと貼り合わせすることで、48時間後においてもダークスポットの発生を抑制できることを明らかにした。

6.4.2 最終目標に対する成果の詳細

成果

特長

- ・室温原子層堆積法で形成される有機無機ハイブリッドガスバリア構造は、柔軟で曲面をもつフレキシブル素材表面にも形成可能であり、室温製造であるため熱に弱い有機エレクトロニクスへの適用が可能である。
- ・ソリューションプロセスでガラス並のウルトラ・ハイバリア性能を達成する。プレカーサーに加えて緻密性を得るために VUV 光による光緻密化反応を利用することが特徴である。

優位性

- ・従来のバリア形成技術であるスパッタ法と比較して、当該室温原子層堆積法は表面へのダメージが少なく、曲面表面でも回り込んで膜形成が可能であり、多数同時製膜であるため、生産性に優れる。
- ・ソリューションプロセスは一般的に高いスループットによる低コスト化・低炭素プロセスであることが優位性である。一方でスパッタ法や CVD 法では非常に高いバリア性能が得られているが、ウェットプロセス（印刷）では高い性能は得られていなかった。本研究で、スパッタ法等の真空成膜に匹敵するバリア性能を達成した。

課題目標、マイルストーンに対する達成状況

（４－１）ナノコーティング膜厚のばらつき 10%以下に抑える。

ガスバリア膜の主要構成要素であるアルミナの製膜において、膜厚のばらつきが 10%以内であることを確認した。

（４－２）有機無機ハイブリッドガスバリア構造による WVTR 10^{-6} g/m²/day の達成

耐水性バリア膜を酸化亜鉛と酸化アルミニウムのマルチ構造で形成し、湿度 90%40℃環境で WVTR 1.4×10^{-4} g/m²/day を達成し、室温 25℃環境で 10^{-5} 台に相当する数値を得た。

（４－３）緻密なバリア膜のプレカーサーとしてポリシラザンを用い、VUV 光緻密化することで WVTR 2×10^{-4} g/m²/day を達成。さらに多積層構造にて WVTR 5×10^{-5} g/m²/day (3units) を達成した。これはウェットプロセスで得られる世界最高性能である。

（４－４）ALD バリアフィルムによる有機 EL デバイスのダークスポットの発生抑制に成功

バリアコートしていないポリエチレンナフタレート (PEN) フィルムでは、測定開始直後にダークスポットが発生するのに対し、バリアコートした PEN フィルム (WVTR 1×10^{-4} g/m²/day 台) では、120 時間後においても 48 時間後でもダークスポットが発生しておらず、ガラス封止と同等の保管性能を示した。

6.4.3 プロジェクト終了後の活動方針

★プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

ガスバリアコーティングについては、有機 EL に搭載するためには WVTR として $10^{-5} \text{gm}^2/\text{day}$ 台からさらに 1/10 にする必要がある、さらに技術開発が必要であるが、EL 以外の太陽電池やトランジスタ回路での有機エレクトロニクスには適用可能であり、適用試験をすすめて社会実装を進めていく。

バリア技術は、有機 EL だけでなく、多くの産業で必要な技術である。エレクトロニクス分野では、デバイス保護のために用いられるパッシベーション膜である。加えて次世代太陽電池として目されるペロブスカイト太陽電池などは有機 EL 並のバリア構造が必要とされている。また包装分野においても重要技術である。食品や医療、製品用の包装があり、バリア性能が向上することで、保存性能が大幅に向上する。これらの関連技術に向け、本プロジェクトの成果を展開する予定である。

★競争領域での共同研究への展開の計画

ソリューションプロセス（印刷）によるウルトラ・ハイバリア技術は、ペロブスカイト太陽電池にむけ、展開を予定している。ペロブスカイト太陽電池は現在普及している Si 太陽電池に比較して、低コスト・軽量・低生産エネルギーとして期待されている。しかしながら OLED 同様に水蒸気により敏感に劣化するため、封止構造（バリア構造）が必要とされている。硯里研究室のウェットプロセスによるウルトラ・ハイバリア技術は、(株)東芝と連携し、フレキシブルペロブスカイト太陽電池の開発を進める予定である（NEDO グリーンイノベーション基金）。その他、一般的なバリアフィルムへの応用として、複数の企業と議論を進めており、状況に応じてコンソーシアムを行う予定である。

6.4.4 その他

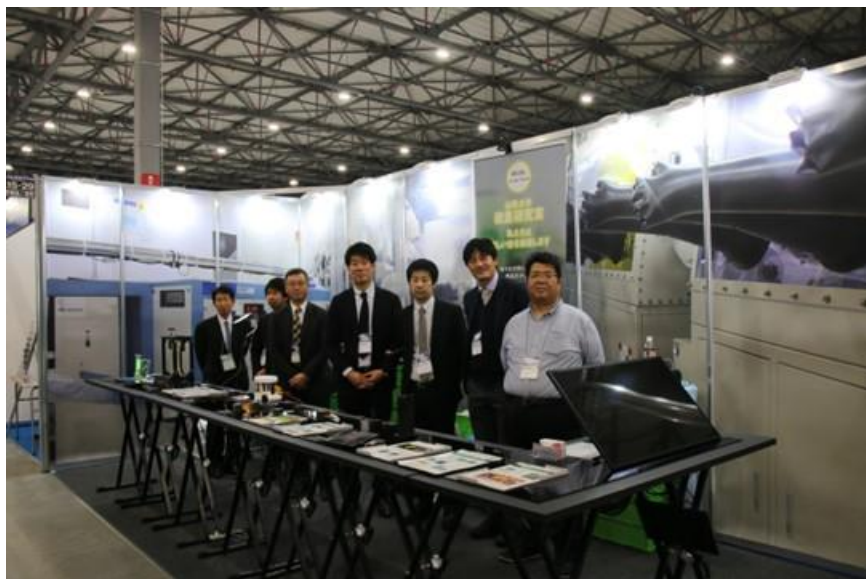
★アウトリーチ活動

【ウェットハイバリア関連】

- ・オートモーティブワールド 2019 出展
会期：2019 年 1 月 16 日～18 日
会場：東京ビッグサイト 東ホール
ブース：E40-37 山形大学 硯里研究室



- ・オートモーティブワールド 2020 出展
会期：2020 年 1 月 15 日～17 日
会場：東京ビッグサイト 青海展示棟
ブース：A15-31 山形大学 硯里研究室



- ・ CEATEC 2021 (Web) 出展
CEATEC 2021 2021 年 10 月 19 日～22 日 (ONLINE 開催)
- ・ イノベーション・ジャパン 2022 (Web) 出展
2022 年 10 月 4 日～10 月 31 日 Web 開催
JJ-17
ウェットプロセスで作製可能なウルトラハイバリア技術 山形大学 硯里善幸
- ・ JST 新技術説明会 発表 (Web)
日時：2022 年 11 月 18 日 12:55～14:55
会場：オンライン開催
14:30～14:55
デバイス・装置
4) 印刷で作製できるガラス並みのウルトラ・ハイバリア
山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター 副センター長 教授 硯里 善幸

6.5 研究開発課題5 「柔軟な高速駆動・低損失エレクトロニクスデバイス形成技術の開発」

キーテクノロジー	ソフト・ハイブリッドデバイス
研究開発テーマ	柔軟な高速駆動・低損失エレクトロニクスデバイス形成技術の開発
課題代表者	水上 誠 山形大学 有機材料システム研究推進本部 准教授
実施期間	2018 年 10 月～2023 年 3 月
共同研究機関	山形大学、ウシオケミックス（株）、東洋アルミニウム（株）、伊勢化学工業（株）

6.5.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 5	MS5-1	有機半導体の界面状態の解明と 1kHz 駆動 NAND による表示素子の制御 ($5-1$) / $\mu \geq 2\text{cm}^2/\text{Vs}$ ($5-1$)	有機半導体の界面状態の解明と 1kHz 駆動 NAND による表示素子の制御を達成した。
課題 5	MS5-2	3kHz 駆動 D-FF の安定駆動可能な有機トランジスタ作製プロセスの確立 ($5-1$) / $\mu \geq 5\text{cm}^2/\text{Vs}$ ($5-2$)	3kHz 駆動 D-FF の安定駆動可能な有機トランジスタ作製プロセスの確立を達成した。
課題 5	MS5-3	6kHz 駆動 D-FF の駆動実証 ($5-1$) / $\mu \geq 11\text{cm}^2/\text{Vs}$ ($5-1$)	6kHz 駆動 D-FF の駆動実証を達成した。
課題 5	MS5-4	低抵抗損失 ($<10\Omega/\square$) フレキシブル基板の基本設計・試作。 ($5-4$)	低抵抗損失フレキシブル基板の基本設計・試作を達成した。
課題 5	MS5-5	低抵抗損失フレキシブル基板上への光電変換デバイス接合・試作 ($5-3$)	低抵抗損失フレキシブル基板上への光電変換デバイス接合・試作を達成した。
課題 5	MS5-6	柔軟かつ低抵抗損失 ($<5\Omega/\square$) のフレキシブル基板実現 ($5-4$)	柔軟かつ低抵抗損失のフレキシブル基板実現を達成した。
課題 5	MS5-7	柔軟かつ低損失なフレキシブル基板上への光電変換デバイス形成技術確立 ($5-3$)	柔軟かつ低損失なフレキシブル基板上への光電変換デバイス形成技術確立を達成した。

6.5.2 最終目標に対する成果の詳細

成果

- (1) 125 μ m 厚の PEN フィルム上に 6,6 bis (trans-4-butylcyclohexyl)-dinaphtho[2,1-b:2,1-f]thieno[3,2-b]thiophene (4H-21DNTT) 有機半導体材料を用いて作製した有機 TFT は移動度 14.1cm²/Vs を達成した。
(マイルストーン MS5-1 に対する達成度：100%)
- (2) p 型有機 TFT だけで構成した擬 CMOS 回路を用いた論理回路の開発を行い、Inverter は 9kHz、NAND は 7kHz、D-FF は 0.5kHz の周波数で駆動動作に成功した。
(マイルストーン MS5-2、MS5-3 に対する達成度：70%)
- (3) 有機 TFT を用いた 32 ビットのシフトレジスターを試作した。
(最終目標に対する達成度：50%)

研究進捗に遅れを生じている理由は主に担当研究者の退職（2 名）による研究者の不足にある。現在、研究支援者の増員を行うとともに、更なる研究員の募集を行っている。

特長

- (1) フレキシブル電子回路
有機 TFT は低温プロセスを利用しプラスチックフィルム上に形成できるため、Si やガラス等のハードな基板を用いる Si 系 TFT とは異なり曲面やフレキシブルな形状に適用することが可能である。
- (2) 低温プロセスによる省エネルギー化
有機 TFT は 150℃以下の低温形成が可能である。表 1 に示したように、今回試作した有機 TFT のプロセス温度は 90℃と低い。低温形成が可能であることは有機 TFT は省エネルギー化に貢献することができる。また、耐熱性の低い基板が使用できることはガラス基板や Si 基板以外の基板を選択でき、設計の自由度を高めることができる。
- (3) 一種類の有機半導体材料だけを用いた p 型擬 CMOS 回路
現在開発されている p 型有機 TFT と n 型有機 TFT は移動度に大きな違いがある。p 型有機 TFT の性能は高いが n 型有機 TFT の性能は低い。また、それぞれの有機 TFT の電極の処理方法も異なるため、2 つの有機 TFT を同一の基板に作製する場合は作製プロセスが複雑になる。ディスプレイの画素回路は p 型有機 TFT で構成することが可能なため、その周辺回路を同じ p 型有機 TFT で形成した擬 CMOS 回路で構成すれば、同一の作製プロセスを用いることができるメリットが生じる。
- (4) 高移動度有機 TFT
4H-21DNTT、5H-21DNTT を用いた有機半導体材料を Solution shearing 法により塗布することで移動度 14~15cm²/Vs に達する極めて高い移動度を有する有機 TFT を開発した。
- (5) 高移動度有機 TFT を用いた論理回路
4H-21DNTT 有機半導体を用いた高移動度有機 TFT により Inverter、NAND、D-FF 等の論理回路を形成することができる。

優位性

本研究課題を他の研究機関で報告されている技術と比較しその優位性を表 1 に比較して述べる。

赤字で示したチャネル長、プロセス温度、移動度等の点で他研究機関と異なり、優れている。

本研究課題は CMOS 構成が他研究機関と異なる。他研究機関では p 型と n 型の有機半導体を用いた一般的な CMOS 構成になっているのに対し、本研究課題では p 型だけを用いて構成した擬 CMOS 回路を採用している。これは p 型有機 TFT の移動度が n 型に比べ高いこと、デバイスを p 型だけで作製した場合、周辺回路と同時作製が可能という観点から擬 CMOS 回路を構成した方が有利となる。

また、本研究課題のプロセス温度は他研究機関に比べ低いことから、基板の選択性が増し、省エネルギー化にも貢献できる。

更に有機材料である Parylene をゲート絶縁膜に用い、有機半導体材料は共同研究先のウシオケミックス（株）より提供された 4H-DNNT を用いて構成した有機 TFT で $14.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ の高い移動度を得ている。この移動度は他研究機関に比べて高い値であり、今後論理回路の高速化には有効な特性である。

表 1 本研究課題のベンチマーク

	本研究	文献1	文献2
D-FF area (mm^2)	3.4 (Plan)	55-132	n.a
Channel length (μm)	5-10	21	10
Electrodes	Vacuum.depo. Photolithography.	Vacuum.depo. Inkjet	Vacuum.depo. Photolithography.
OSC	Inkjet/solution shearing	Inkjet & dispenser	edge cast
	p; 4H-21DNNT	p;diF-TES-ADT n;TU-3	p;C10-DNBDT n;GSID104031-1
Gate Ins.	Parylene	Parylene	Al_2O_3
Process Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	90	150	150
Mobility	p: $14\text{cm}^2/\text{Vs}$	p: $0.2\text{cm}^2/\text{Vs}$ n: $0.069\text{cm}^2/\text{Vs}$	p: $6\text{cm}^2/\text{Vs}$ n: $0.22\text{cm}^2/\text{Vs}$
CMOS	Pseudo-CMOS	CMOS	CMOS
D-FF Drive frequency (kHz)	0.5kHz 6kHz (Plan)	4Hz	10kHz

文献1：K. Hayasaka, Advanced Electronic Materials,3,1700208(2017)

文献2：M. Uno, Adv. Electron. Mater. 2017, 3, 1600410.

達成状況の詳細

(1) 高移動度塗布型有機 TFT

(1) -1. nH-21DNNT 有機半導体を用いた塗布型有機 TFT

有機 TFT の基本構造を検討し、微細化がしやすく電極から有機半導体へキャリア（ホール）注入がしやすい図 1 (a) に示す BG-BC (Bottom Gate-Bottom Contact) 型を採用した。基板は $125\mu\text{m}$ 厚の Poly Ethylene Naphthalate (PEN) フィルムを用いた。ゲート電極は Al (50nm)、ゲート絶縁膜は各種ポリマー膜を検討し Parylene C (450nm) を選択した。ソース・ドレイン電極は Au (50nm) を用いた。有機半導体はウシオケミックス社から供給された図 1 (b) に示す p 型の nH-21DNNT を用いた。この有機半導体材料の側鎖であるアルキル基の長さを変え TFT の移動度

を調べたところ、高移動度が得られるのは 6,6 bis (trans-4-butylcyclohexyl)-dinaphtho[2,1-b:2,1-f]thieno[3,2-b]thiophene (4H-21DNTT) および 6,6' bis (trans-4-pentylcyclohexyl)-dinaphtho[2,1-b:2',1'-f]thieno[3,2-b]thiophene (5H-21DNTT) であることを見出した。この有機半導体の形成はドロップキャスト法、スピンコート法、インクジェット法、Solution shearing 法等の塗布・印刷技術を検討した結果、TFT 性能が高く、性能の再現性が優れている Solution shearing (図 2) 法を用いることとした。有機半導体はジクロロベンゼンに 0.1-0.15wt%溶解した溶液を用いた。

図 3 に PEN フィルムを基板とし、有機半導体 4H-21DNTT を用い Solution shearing 法で塗布形成した有機 TFT の伝達特性と移動度特性を示す。TFT の移動度は $V_g = -7V$ の時、最大値 $14.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ が得られた。偏光顕微鏡によりチャネル領域における有機半導体の結晶観察を行ったところ、チャネル方向に大きな結晶が確認できた。大きな結晶となることで結晶粒界が減少したことも高移動度化を実現した一因である。

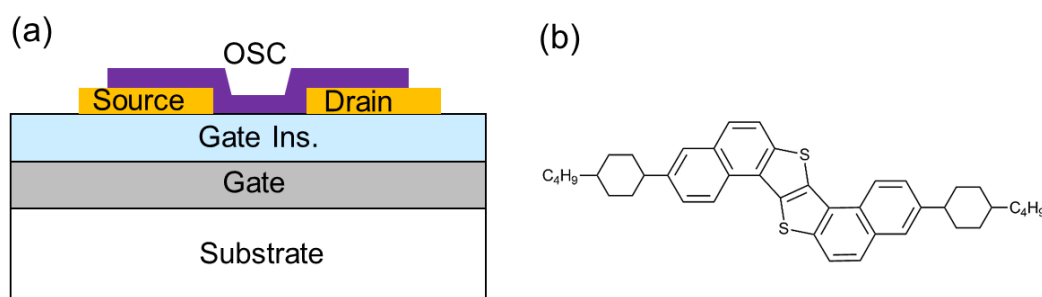


図 1 有機 TFT の構成と有機半導体の分子構造

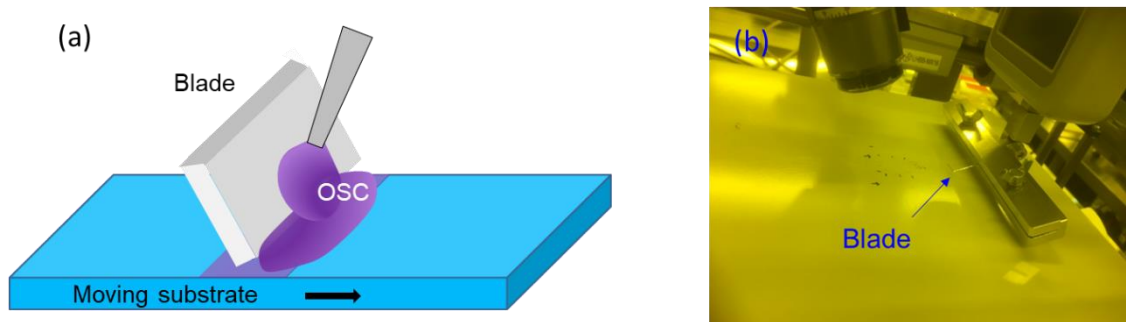


図 2 Solution shearing による有機半導体の塗布

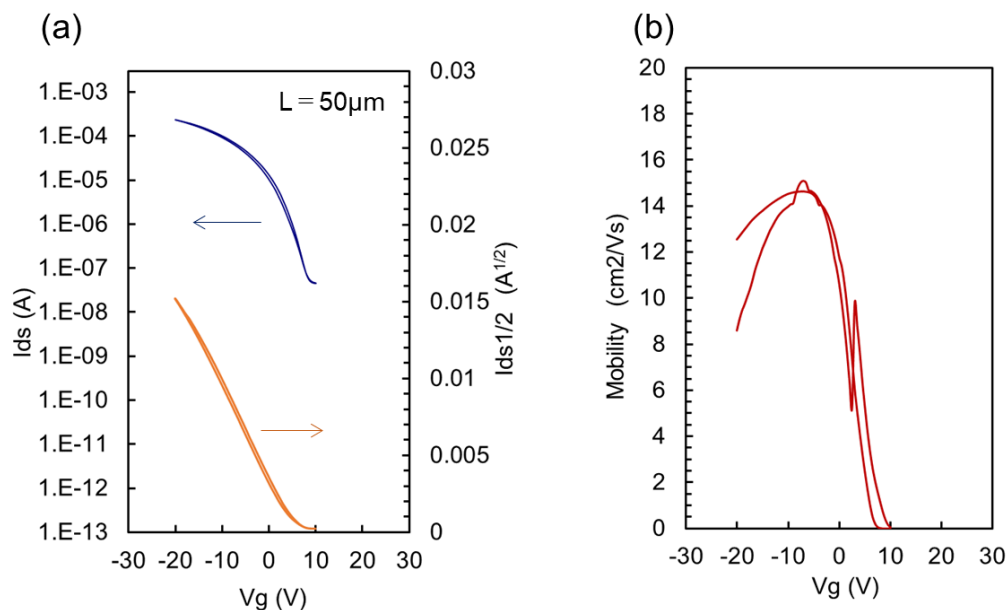


図3 4H-21DNTT を用いた有機 TFT の特性

(1) -2. I-ATT 有機半導体を用いた塗布型有機 TFT

有機半導体材料の選択肢を増やすとともに更なる TFT 性能向上を目指し、伊勢化学より提供された p 型有機半導体 2-iodoanthra[2, 3-b]thieno[2, 3-d]thiophene (I-ATT) (図 4 (b)) を用いた有機 TFT の開発を行った。TFT は構造を検討した結果、図 4 (a) に示す BG-TC (Bottom Gate Top contact) が適していることが分かった。初期の性能把握を行うため基板は Si/SiO₂ を用いた。ゲート電極はハイドロップ Si を用い、ゲート絶縁膜は SiO₂ と Polystyrene (PS) の 2 層膜を用いた。PS 膜は有機半導体層の濡れ性と結晶性を向上させるために導入した。有機半導体 I-ATT はテトラリンに 0.3wt 溶かし Solution shearing 法により塗布形成した。その有機半導体上にソース・ドレイン電極として Au を形成し有機 TFT を作製した。

得られた TFT 特性を図 5 に示す。V_g = -15V の時、最大移動度 7.4 cm²/Vs が得られた。文献によれば従来この材料で有られた最大移動度は 2.2 cm²/Vs であるため、今回の結果は移動度を大幅に向上したこととなる。今後は Si 基板からフィルム基板に変えて検討を進めて行く。

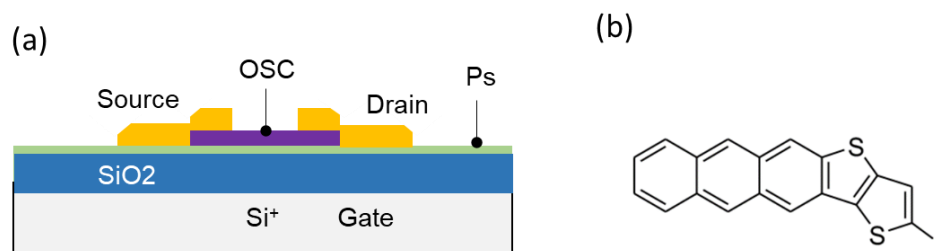


図4 有機 TFT の構造と有機半導体の分子構造

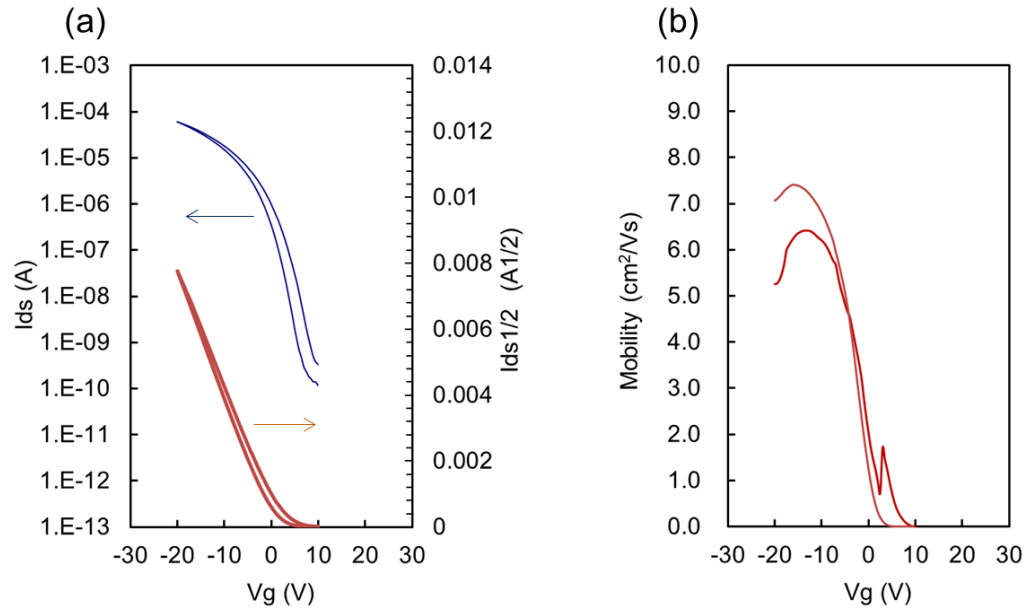


図5 I-ATTを用いた有機TFTの特性

(2) 有機TFTを用いた高速駆動論理回路の開発

論理回路はp型有機TFTだけを用いた擬CMOS回路で構成した。D-FF回路は図6に示すように7個のNANDと1個のInverterで構成される。NANDは6個のTFT、Inverterは4個のTFTで構成される。Inverterを構成する各TFTのチャネル長 W を $M1:M2:M3:M4=150\mu\text{m}, 600\mu\text{m}, 1200\mu\text{m}, 1200\mu\text{m}$ とした。NANDの W は $M1:M2:M3:M4:M5:M6=75\mu\text{m}, 75\mu\text{m}, 300\mu\text{m}, 300\mu\text{m}, 1200\mu\text{m}, 1200\mu\text{m}$ とした。

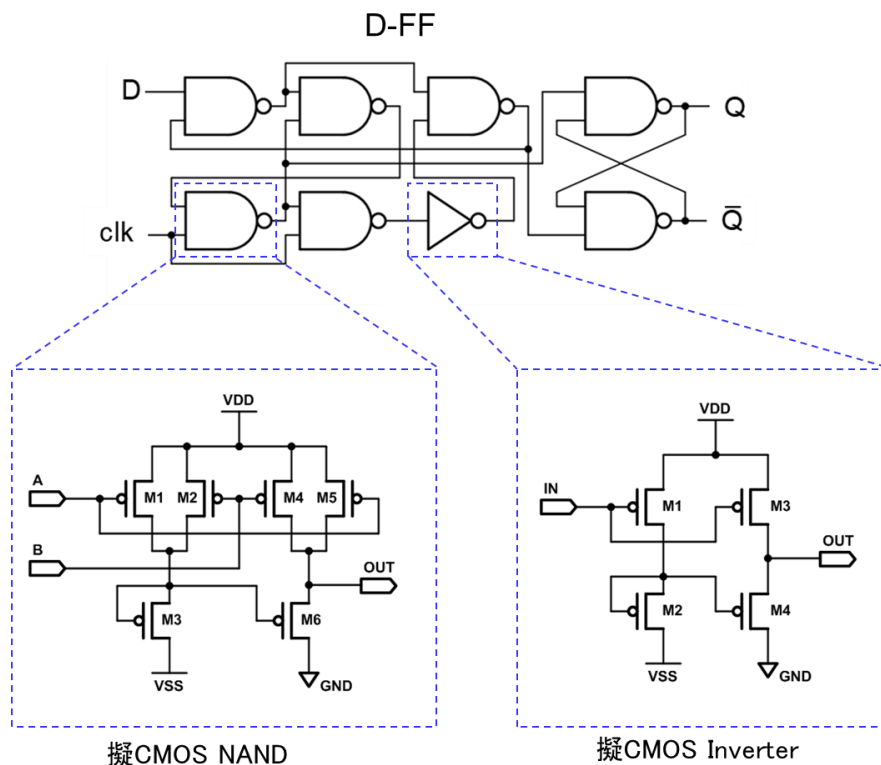


図6 D-FF回路構成

有機半導体は 4H-21DNTT を用い solution shearing 法により形成した。Inverter と NAND 回路の過渡測定結果を図 7 に示します。駆動周波数は Inverter で 9kHz、NAND で 7kHz を達成した。図 8 は Inverter と NAND で構成した D-FF 回路の過渡測定結果を示す。駆動周波数 500Hz を達成した。

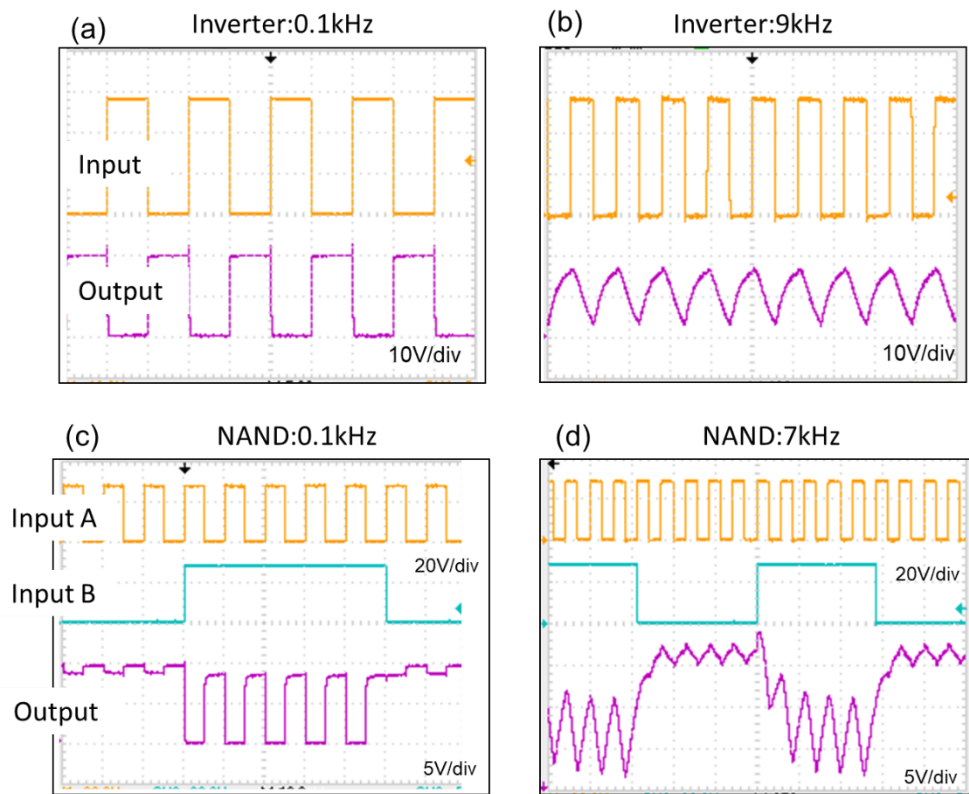


図 7 Inverter、NAND の過渡応答特性

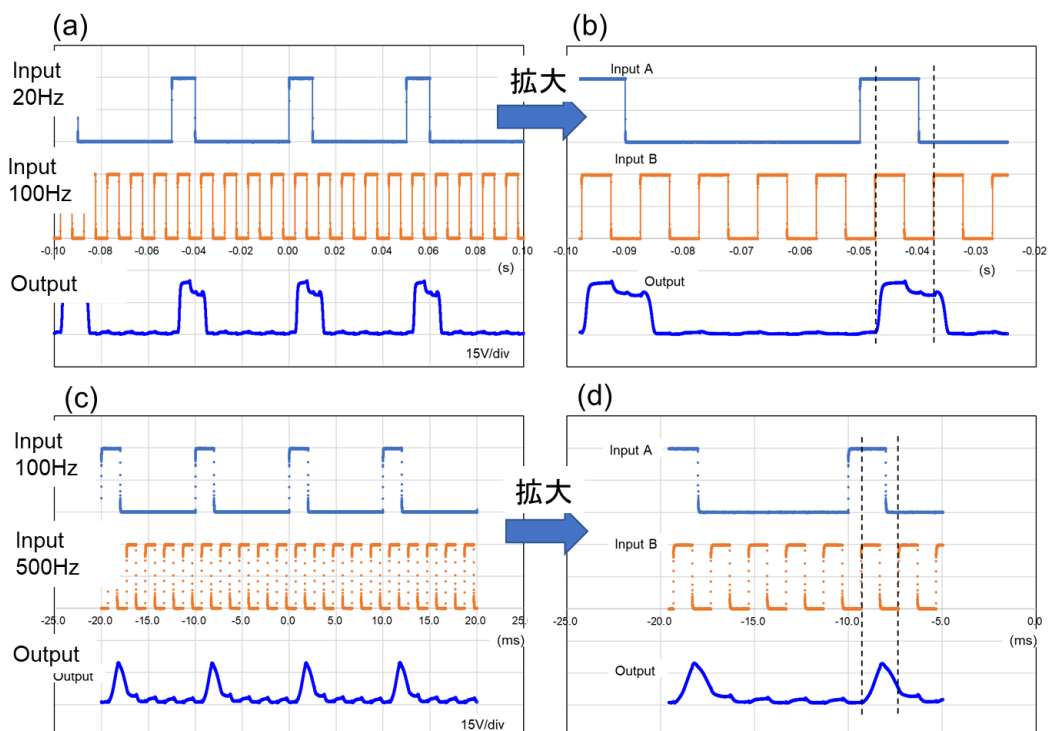


図 8 D-FF の過渡応答特性

(3) 有機 TFT を用いたシフトレジスタの試作

4 ビットシフトレジスタは図 9 に示すように 4 個の D-FF で構成した。図 9-(c) に PEN フィルムを用いた試作品を示す。

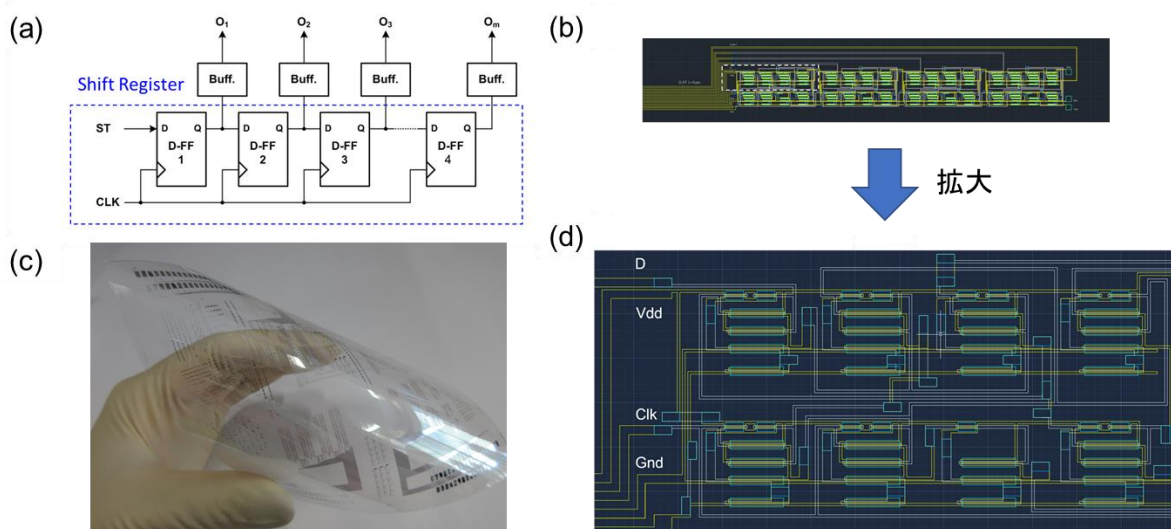


図 9 シフトレジスタ

柔軟かつ低抵抗損失 ($<5\Omega/\square$) のフレキシブル基板形成技術及びそれを用いた光電変換デバイス形成技術の確立

成果

- (1) アルミニウム (Al) あるいは銅 (Cu) を用いた「メッシュ電極」形成技術の開発により、従来の IT0 膜付フィルム基板と比較して大幅な抵抗化を実現し、柔軟かつ低抵抗損失 (シート抵抗: $<5\Omega/\square$) の「フレキシブル電極基板」の開発に成功した。さらに、それを用いたフレキシブル有機 EL (OLED)、フレキシブル有機薄膜太陽電池 (OPV) などの形成技術の構築を行い、開発成果については、産・学双方から、リーフレット、公開技報、新聞、展示会、書籍、ホームページ等各種の方法で発信を行った。

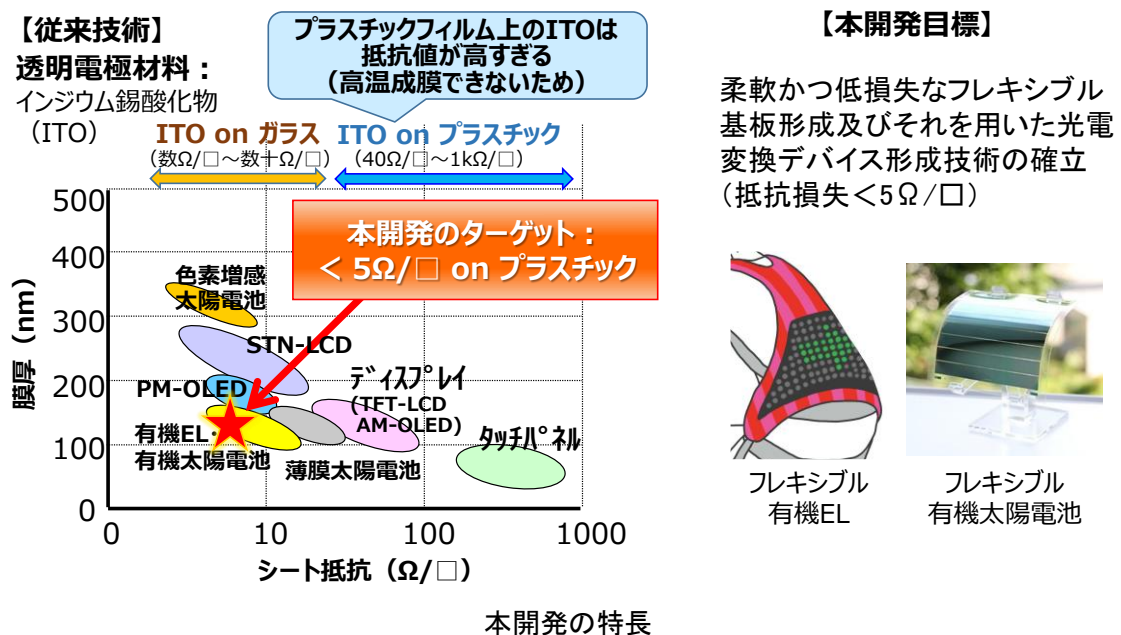
特長

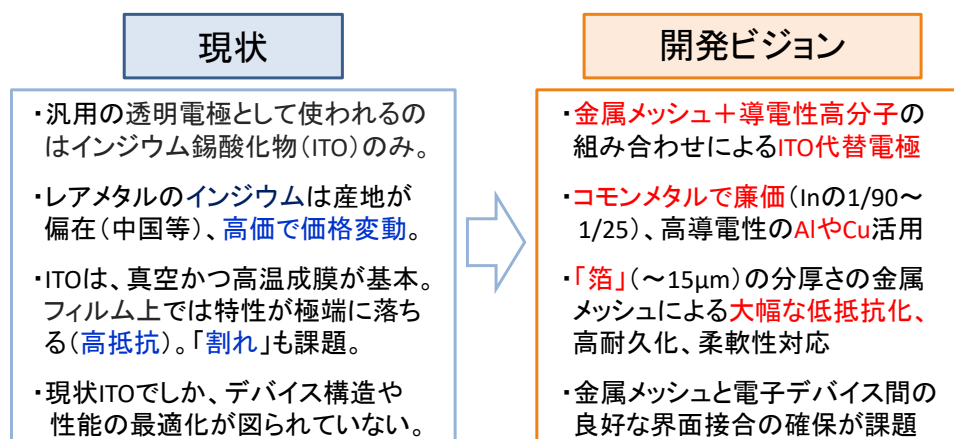
- (1) 従来、有機 EL や太陽電池、液晶ディスプレイ、タッチパネルなど、各種の用途で透明電極として一般的に用いられている IT0 (インジウム錫酸化物) は、レアメタルであるインジウムの産出国の偏在による原材料価格の変動リスクや、材料的には割れやすさ、繰り返し曲げ耐久性の課題などを有している。特に、フィルム基板上では成膜温度の関係でシート抵抗値が要求水準よりも高くなる ($10\Omega/\square$ 以下が必要であるところ、 $40\Omega/\square \sim 1k\Omega/\square$ 程度になってしまう) といった大きな課題を有していた。シート抵抗が大きい場合、電圧降下により、結果として大面積セルの中央部が暗くなってしまうといった課題があり、フレキシブルデバイス用としては、シート抵抗値を低減できる技術の開発が望まれていた。

今回の開発成果は、アルミニウム (Al) や銅 (Cu) などの安価で入手が容易かつ抵抗値が低いコモンメタルをメッシュ電極状に加工し、それを樹脂の中に埋め込んで表面を平坦化した、

新たな「フレキシブル電極基板」技術に関するものである。今回、このメッシュ電極と導電性高分子を組み合わせることで、ITO 代替技術としての一つの解決方法を提示した。シート抵抗値に関する要求仕様として、有機 EL (OLED) や有機薄膜太陽電池 (OPV) では、ガラス/ITO 基板のシート抵抗値である $10\ \Omega/\square$ 以下が必要であり、理想的には $5\ \Omega/\square$ 以下である。フィルム基板上の ITO 膜は、上述の通り、成膜温度を十分に上げられないことが災いして、結晶性が低く、シート抵抗値は約 $40\ \Omega/\square \sim 1\text{k}\Omega/\square$ と大きくなってしまふ。それに対して、今回開発した金属メッシュ埋め込み型基板では、 $1\ \Omega/\square$ 以下の低シート抵抗が可能であり、要求水準を余裕を持ってクリアできることが最大の特長である。

今回の研究開発においては、メッシュ電極の改良とそれを用いた OLED や OPV の形成技術の構築を行い、OLED や OPV が従来の ITO 電極と同等に動作することを実証した。さらに、 $10\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ の比較的大きなサイズの有機 EL パネルにおいて、横方向への引き出し抵抗を無視できるレベルに下げたことが貢献し、パネル中央部と周辺部を全く同じ明るさで光らせることができた。今回の開発成果である「フレキシブル電極基板」は、開発品として、産・学双方のチャンネルから外部への技術発信や展示などを行っている。今後、キラーアプリケーションを発見することで、本プロジェクトの他の技術とも連携し、フレキシブルデバイスへの技術応用が期待できる。





本開発のアプローチ

優位性

- (1) 他技術と比較した優位性に関して、主たる技術課題 (透明電極におけるシート抵抗の低減) を解決するための候補となる技術 (製法) の比較を以下に示した。例えば、従来材料である「ITOの厚膜化」では、製造のタクトタイムが延び、さらに割れやすさを増加させるため好ましくない。また、別の手法として考えられる「補助電極形成」では、プロセスコストやタクトタイムが増加し製品コストに悪影響を及ぼす。今回の金属箔を原材料とした「メッシュ電極」技術は、大幅な低抵抗化だけでなく、低コスト化も期待でき、デバイスとの界面接合技術を確立できれば、大面積かつ柔軟なデバイス実現に寄与できる。
- (2)

シート抵抗の低減方法	成膜・パターニング方法	長所	短所
1. ITO厚膜化	スパッタリング	他の材料不要 シンプル	タクトタイム長 割れやすい 光透過率低下、着色
2. 補助電極形成 (Mo/Al/Mo 等)	スパッタリング フォトリソ	精密 劣化しにくい	プロセスコスト大 タクトタイム長
3. フィンガー電極形成 (銀ペースト等)	スクリーン印刷	簡便 低抵抗	有機デバイスへダメージ 凹凸大きい
4. 金属導電薄膜形成 (銀半透明膜等)	蒸着	成膜が容易	光透過率大幅低下 銀のマイグレーション
5. 銀メッシュ電極	前駆体塗布 露光・現像	低抵抗	プロセスノウハウ 工程数、薬液影響
6. アルミメッシュ電極 (アルミ箔等)	箔貼り合せ 箔加工	低抵抗 (大幅低減) 低コスト しなやか	箔 (バルク) と薄膜デバイスとの界面接合方法や段差のクリア方法が未開発

技術課題解決のための候補となる技術 (製法) の比較

今回開発した、金属箔を原料とした金属メッシュ埋め込み基板に関して、シート抵抗値の特性を比較したベンチマークを以下に示す。従来の透明電極材料である ITO (ガラス基板) に比べて 1/10 以下、ITO (フィルム基板) に比べて 1/40 以下と、大幅に低いシート抵抗が達成できた。柔軟なフィルム基板においても、有機 EL や有機薄膜太陽電池で必要とするよ

うな低いシート抵抗値が実現できることが最大の優位性である。

電極基板	シート抵抗
1. ITO（ガラス基板）	～10Ω/□
2. ITO（フィルム基板）	～40Ω/□
3. 金属メッシュ埋め込み型基板（今回開発）	0.05～1Ω/□

シート抵抗値に関するベンチマーク（有機 EL や有機薄膜太陽電池では、
10Ω/□以下のシート抵抗が必要）

達成状況の詳細

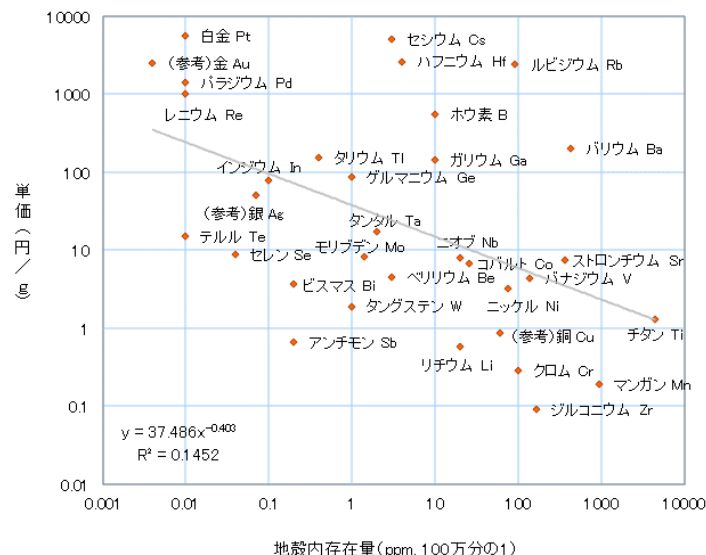
- (1) 柔軟かつ低抵抗損失（＜5Ω/□）のフレキシブル基板形成技術及びそれを用いた光電変換デバイス形成技術の確立

材料面から見た本研究の必要性・重要性は以下の通りである。いくつかの課題を抱える ITO 材料に対して、ITO フリーな透明電極材料（ITO 代替材料）の開発が期待されている。

<ITO (Indium Tin Oxide) の材料面での課題>

- ・高価：インジウム原材料 83 円/g
- ・ITO 膜製造プロセスコストが高い：真空成膜、フォトリソ工程
- ・供給安定性への不安：地殻内存在量 わずか 0.1 ppm、主要産出国 中国（58%）
- ・高温でのアニール処理が必要（低抵抗化のため必要）
- ・フレキシブル性に難（曲げ耐性に弱い）

レアメタルの存在量と価格



(注) 存在量は地殻内存在量。希土類は省略。x軸、y軸ともに対数目盛。価格は化合物の場合もある。
(資料) 小谷太郎「宇宙で一番美しい周期表入門」2007年

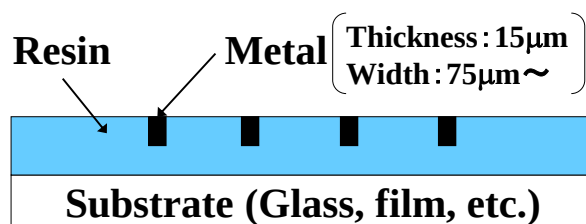
レアメタルの存在量と価格（出典：小谷太郎「宇宙で一番美しい周期表入門」）

今回、レアメタルであるインジウムに替えて、コモンメタルであるアルミニウム（Al）や銅（Cu）からなる「メッシュ電極」を樹脂中に埋め込んだ構造を提案した。その模式図を、

以下に示す。樹脂中に箔の分厚さ（15 μ m）を有する金属メッシュが埋め込まれている。

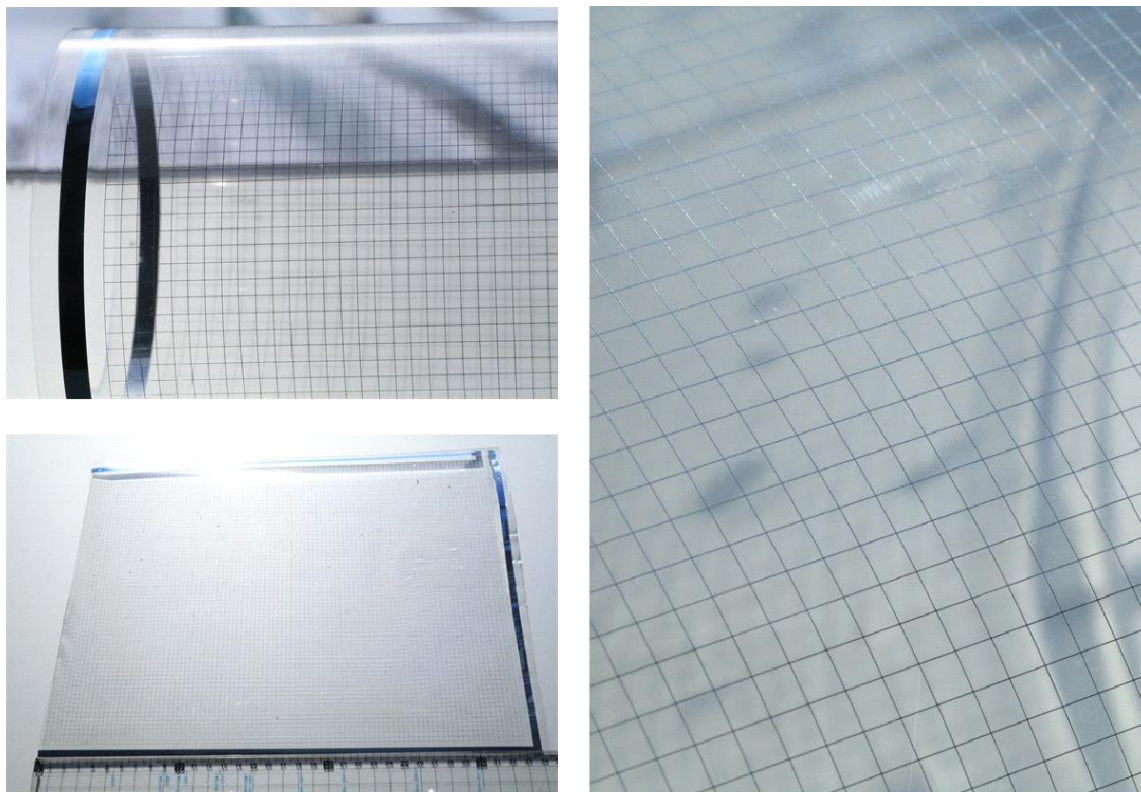
<金属メッシュ埋め込み型基板（メッシュ電極）の特長>

- ・メタルメッシュを用いた高い導電性
- ・埋め込み構造による凹凸のない表面平坦性
- ・有機EL、有機太陽電池などに応用可能
- ・フレキシブルデバイス化可能



金属メッシュ埋め込み型基板の模式図

以下の写真では、Al メッシュ電極を埋め込んだ、大判のフレキシブル電極基板（東洋アルミニウム（株）製）を示す。本試作品は A3 サイズの大きさで、将来的にロール・トゥ・ロールプロセスでの生産が可能な製法技術の開発にまで至っている。



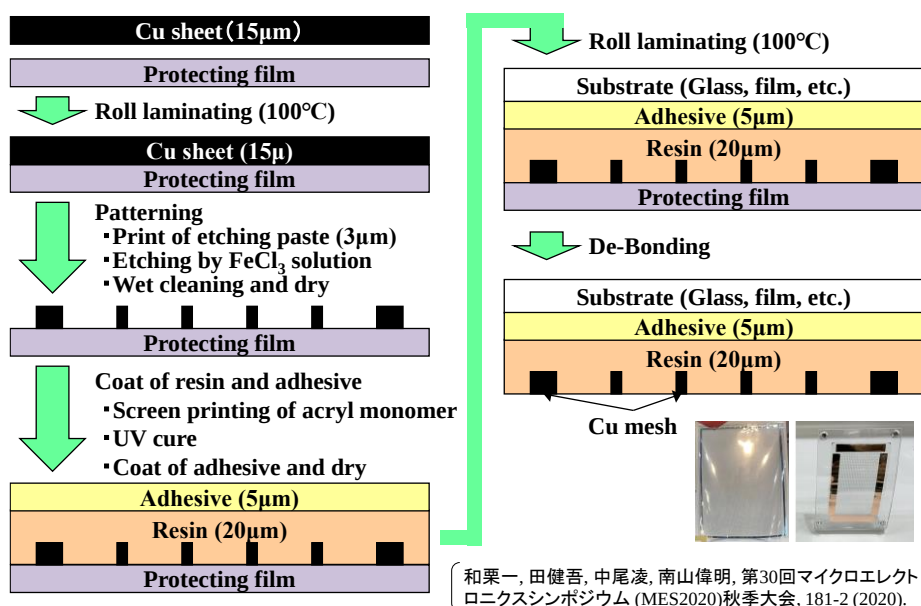
A3 サイズのフレキシブル電極基板（Al メッシュ電極）
（東洋アルミニウム（株）開発品）

また、本研究開発の中では、Al メッシュ基板に加えて、Cu メッシュ基板の本格的な設計、プロセス開発、試作、評価を行った。その結果、Al メッシュ基板と比較して、さらに抵抗を下げることに成功した。Al メッシュから Cu メッシュに変更することで、計算値としては、 $36 \text{ m}\Omega/\square$ (Al メッシュ) $\Rightarrow$ $23 \text{ m}\Omega/\square$ (Cu メッシュ) へのシート抵抗低減が可能となる。さらに、Al では酸化皮膜ができやすいが Cu では表面が酸化しにくいこと、接続端子との接触などを考慮に入れると、Cu メッシュ電極が使用可能となれば優位性が大きい。

以下には、Cu メッシュ基板の詳細な作製法を示す。表面の平滑性を担保するための製法がとられており、SEM 観察によって、配線の段差がない、すなわち表面平滑性の極めて高い形状が実現できていることを確認した。また、本製法は、ロール・トゥ・ロール (R2R) 法の適用も可能な作製プロセスである。

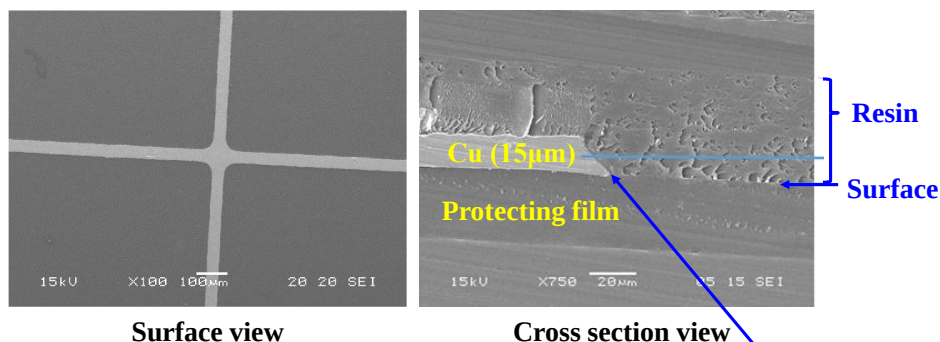
これらの研究成果は、第 30 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム (MES2020) 秋季大会で企業側研究者から発表した。

R2R法に対応したCuメッシュ基板の作製プロセス



Cu メッシュ基板の作製プロセス開発

表面平滑型Cuメッシュ基板のSEM画像



〔和栗一, 田健吾, 中尾凌, 南山偉明, 第30回マイクロエレクトロニクスシンポジウム (MES2020) 秋季大会, 181-2 (2020).〕

配線段差のない表面平滑性

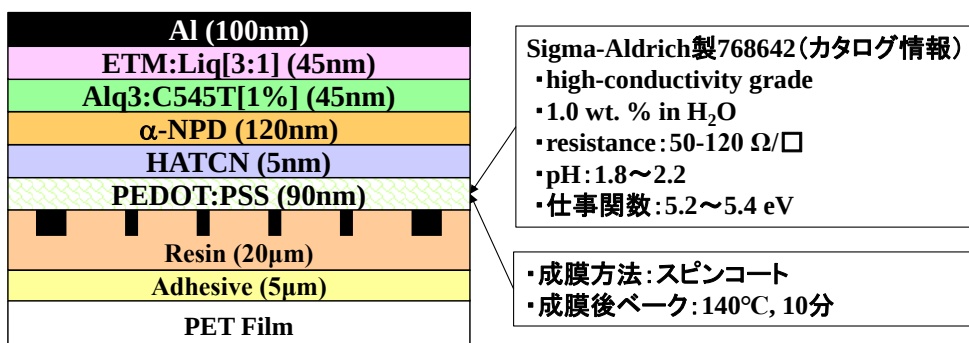
低い配線抵抗

	Sheet resistance
ITO (on glass)	~10Ω/□
ITO (on film)	~40Ω/□
Cu mesh (thickness: 15μm)	0.023Ω/□

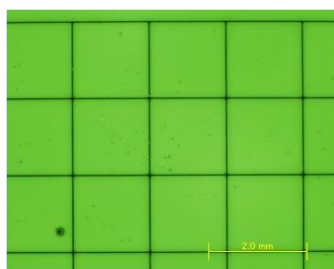
Cu メッシュ基板の表面及び断面 SEM 画像

山形大学では、東洋アルミニウムが開発した Cu メッシュ基板による ITO 代替透明電極を用いて有機 EL デバイスを開発した。その結果、以下の通り、ターンオン電圧：2V、輝度：10,000 cd/m² 以上、いずれも ITO 電極と同等の輝度-電流-電圧 (L-I-V) 特性を達成した。

表面平滑型Cuメッシュ基板を用いた有機EL



素子構造



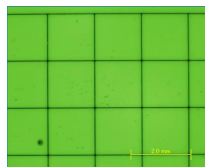
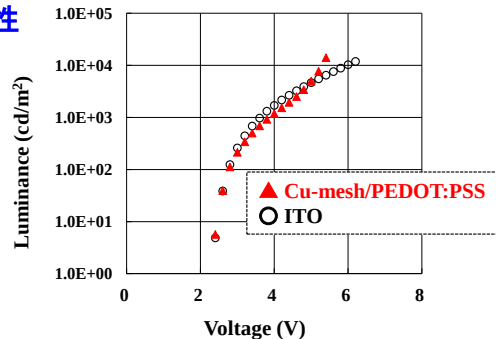
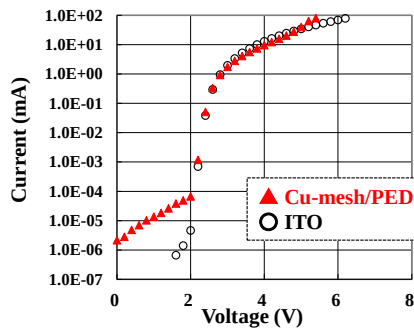
良好な均一発光
・特段のムラなし
・電極エッジでの発光不良なし

発光写真

表面平滑型Cuメッシュ基板を用いた有機EL特性

通常のITO電極の場合と同等のI-V-L特性

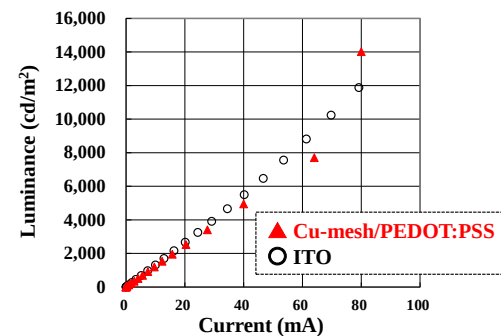
- ・2V程度のturn-on電圧
- ・10,000cd/m²以上の輝度



Anode: Cu-mesh/PEDOT:PSS



Anode: ITO



Cu メッシュ基板を用いた有機 EL デバイスの輝度-電流-電圧特性

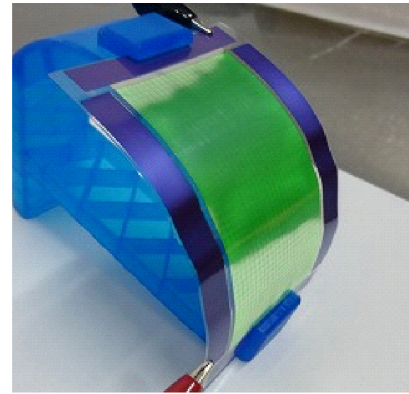
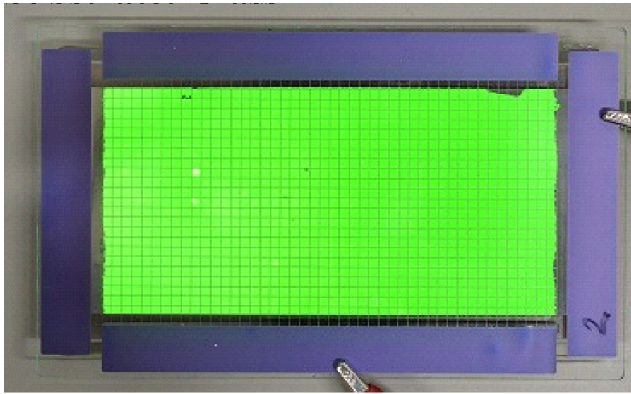
2V 程度の turn-on 電圧と、10000cd/m² 以上の輝度を達成

また、本技術を応用したフレキシブル有機 EL パネル（基板サイズ：60 mm x 100 mm）の試作に成功した。Cu メッシュ基板を用いた有機 EL パネルでは、下図の写真の通り、パネル中央部と周辺部の明るさが同じであり、全面均一発光を実現することができた。

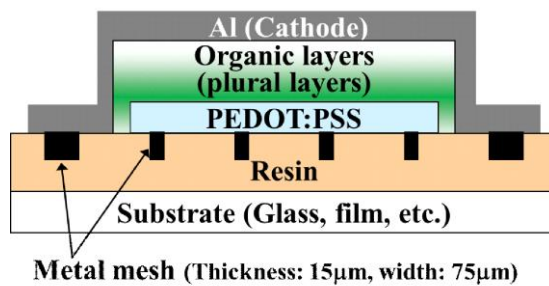
ちなみに、従来の有機 EL 照明製品においては、パネル中央部が周辺部と比べて暗くなることが通常顕著に見られており、これは ITO の引き出し抵抗による電圧降下が原因である。そこで、ITO と Al メッシュ、Cu メッシュについて、有機 EL 素子の直列抵抗との関係で、電極の引き出し抵抗が全体の直列抵抗にどれだけ影響を及ぼすかを試算したところ、1cm 引き出すごとに ITO/ガラスでは 2.5%、ITO/フィルムでは 10%の影響があるとの計算結果となった。一方、Al メッシュと Cu メッシュ電極は、計算上それぞれ、0.01%と 0.006%しか影響を及ぼさない。人間の眼は、5%の輝度低下を目ざとく見つけることができると言われているため、ITO 基板を用いた照明パネルにおいては、輝度むらを容易に発見できる。逆に、Al メッシュと Cu メッシュでは、輝度むらを原理的に人間が感知できるレベル以下、すなわち無視できるレベルに抑えることが可能になる。

なお、駆動電圧については、従来の ITO 基板も、今回開発した Cu メッシュ電極においても、発光材料のバンドギャップに相当する理論値相当の低い電圧から発光していることが分かった。すなわち、引き出し抵抗を下げたからといって、これ以上駆動電圧を下げるのが物理的に難しいレベルに達することができていた。

これらの研究成果については、有機 EL 討論会第 31 回例会（2020 年 12 月 16 日）において、山形大学と東洋アルミニウム(株)共同で発表し、高い評価を得た。



Cu メッシュ基板を用いたフレキシブル有機 EL パネル試作品（基板サイズ：60mm×100mm）
全面均一発光（パネル中央部と周辺部が同じ明るさ）を確認



☆ 面積の大きいパネルでは引出し抵抗の影響が大。

✓ Cuメッシュ電極では、シート抵抗が小さいため、引出し抵抗の影響が、無視できるレベル

✓ 実際に、面内発光均一性が向上。

フレキシブル有機 EL パネルの素子構造及び、Cu メッシュ電極による効果



中央が周辺に比べて暗い

従来製品 (ITO電極)
(基板サイズ: 145mm x 145mm)

従来の有機 EL 照明パネル製品に見られる面内輝度の不均一性

材料	シート抵抗値 (メッシュ電極では金属部分)	引出し抵抗の影響 (1cm角あたり)※
ITO ガラス	10 Ω / $\square$	2.5%
ITO フィルム	40 Ω / $\square$ 以上	10%
Alメッシュ	36 m Ω / $\square$ (計算値)	0.01%
Cuメッシュ	23 m Ω / $\square$ (計算値)	0.006%

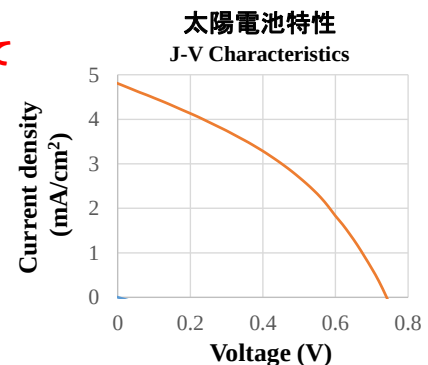
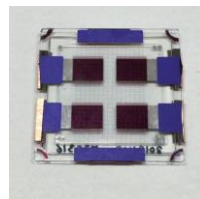
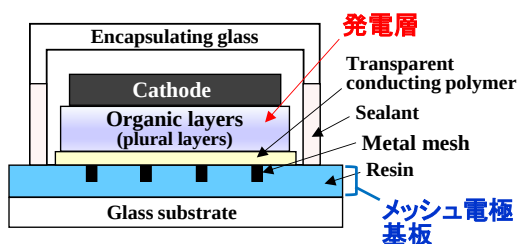
Al メッシュ及び Cu メッシュのシート抵抗値及び、
有機 EL デバイスと組み合わせた場合の引き出し抵抗の影響
(有機 EL の直列抵抗を $400 \text{ } \Omega\text{cm}^2$ (1000 cd/m^2 時)として計算)

ここまで有機 EL デバイスについて述べてきたが、有機 EL 以外では、有機薄膜太陽電池においても同様に、改良された Cu メッシュ電極基板を IT0 代替電極として用いた素子の試作を行った。ITO を用いない (ITO フリー) 新しい素子構造へのチャレンジを行い、メッシュ電極を用いた有機薄膜太陽電池として初めて太陽電池特性を得ることができた。

有機薄膜太陽電池は、外部電源ではなく、内部起電力により電流を生じるため、有機 EL よりも周辺材料の抵抗損失を受けやすくなる。導電性高分子として用いた PEDOT:PSS 層の抵抗値が大きいことや微小なリーク電流などが影響し、フィルファクターや短絡電流値などに若干の課題が見られたものの、明確な太陽電池特性を実現することができた。

有機薄膜太陽電池

- ・メッシュ電極基板を用いた太陽電池として初めて
発電特性を確認



Cu メッシュ電極を用いた有機薄膜太陽電池の構造及び素子特性

(開発成果まとめ)

「Al メッシュ電極」、「Cu メッシュ電極」及び、その作製プロセスの開発に成功した。シート抵抗値としては、目標値の $5 \text{ } \Omega/\square$ 以下を達成し、さらには $1 \text{ } \Omega/\square$ 以下が実現できることを示した。Al 及び Cu メッシュ電極を樹脂中に埋め込み、表面を平滑化した「フレキシブル電極基板」の開発に成功した。Cu メッシュ電極と導電性高分子の組合せで ITO 代替電極 (ITO フリー) とした「フレキシブル有機 EL デバイス」の試作にも成功した。10 cm x 6 cm の大きさの大面積パネルで、低抵抗な Cu メッシュの優位性を活かし、面内均一性の高い全面発光を実現することができた。また同様に、メッシュ電極を用いた初めての「有機薄膜太陽電池」の試作及び動作にも成功した。今後、フレキシブル有機 EL (OLED) や有機薄膜太陽電池 (OPV) だけでなく、ペロブスカイト太陽電池、センサ、ウェアラブルデバイス、タッチパネル、フレキシブル配線など、様々な応用への展開が期待される。既に産学で、学会発表、展示会出展、公開技報、リーフレット、書籍などを用いた技術発信を行っており、応用探索や技術改良を進めている。

6.5.3 プロジェクト終了後の活動方針

★プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

1) 柔軟な基板を用い、6kHz で駆動する有機 TFT デジタル回路技術を確立する

基本的なデジタル回路（Inverter、NAND）の高速駆動技術の構築は達成可能である。しかし、それらを複数組み合わせた D-FF やシフトレジスターを高速駆動するには本プロジェクト終了後更に 2 年程度の研究開発期間が必要と考えている。

プロジェクト終了後も研究を継続し、有機 TFT の特性ばらつきを抑制する技術の開発を行った後、シフトレジスターの駆動を実証する。デジタル回路の試作品を展示会発表、対外発表等で情報発信するとともにデバイスメーカーへ積極的なアプローチを行うことで共同研究に発展させる。また、START 事業で進める有機 EL ディスプレイの駆動回路へ技術提供を行う。

2) 柔軟かつ低抵抗損失（ $<5\Omega/\square$ ）のフレキシブル基板形成技術及びそれを用いた光電変換デバイス形成技術の確立

低抵抗フレキシブル電極基板（Al、Cu メッシュ電極基板）は、開発品として、既に企業でリーフレット作成や技報公開及び大面積化サンプル等の展示会出展を進めている。大学でも OLED や有機薄膜太陽電池等への適用可能性を展示会等で提示し、応用探索を行っている。OPERA 終了後も産学で、応用や技術について必要に応じて連携する。

6.5.4 その他

★アウトリーチ活動

下記展示会で成果をアピールした。

2018 年度

- ・ JFLEX 展
- ・ Nano tech 展（ULVAC 山形大学）

2019 年度

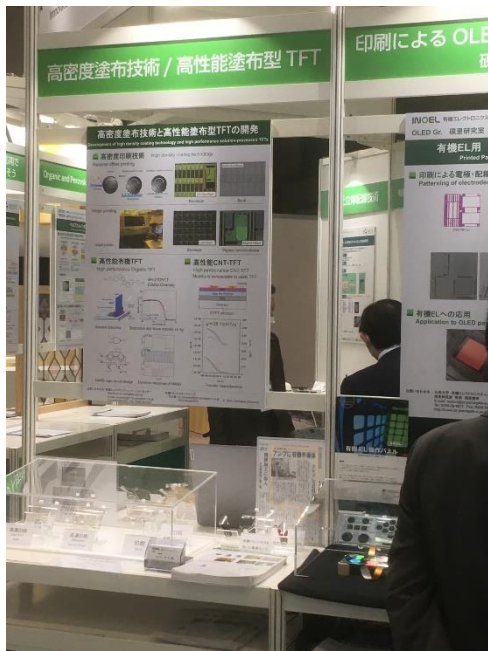
- ・ JFLEX 展
- ・ TCT 展
- ・ ネプコンジャパン展

2020 年度

- ・ JFLEX 展
- ・ ネプコンジャパン展

2021 年度

- ・ CEATEC 展（2021 年 10 月 19 日～10 月 22 日、Web 開催）
- ・ nano tech 展（2022 年 1 月 26 日～1 月 28 日、東京ビックサイト）
- ・ PV EXPO 2022（2022 年 3 月 16 日～3 月 18 日、東京ビックサイト）



nano tech 2022 での展示



スマートエネルギーWeek2022 国際太陽光発電展（PV EXPO 2022）での展示

2022 年度

- ・スマートファクトリーJapan （2022 年 10 月 19 日～10 月 21 日、東京ビックサイト）
- ・nano tech 2023 （2023 年 2 月 1 日～2 月 3 日、東京ビックサイト）



スマートファクトリーJapan

7 非競争領域からの展開（活動実績）

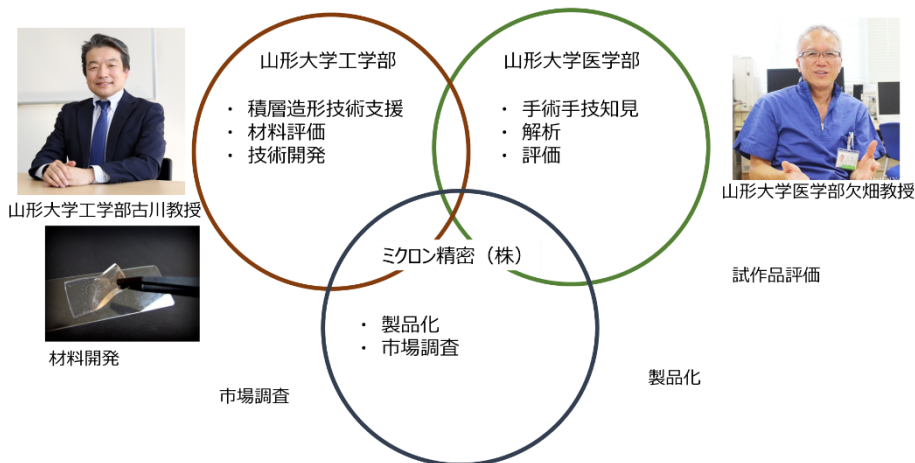
【課題1関連】

研究開発関連の非競争領域からの展開として、2022年度には、日本科学未来館で「きみとロボット展」（2022年3月18日～8月31日）を開催した。

他の外部資金獲得■

◆研究開発課題1においては、3Dプリンタ技術の競争領域への移行も含め、県内企業のミクロン精密株式会社の申請する2020年度山形県産業技術振興基金研究開発支援事業「手術手技訓練用人体モデルの開発」に参画し、採択に至った（研究期間：2020年9月24日～2021年7月31日）。ここでは、前述の山形大学医学部とのフェイスシールド製作の高速試作・プロトタイプ製作・プロダクト生産・社会実装実現の経験も生かされ、県内企業と山形大学の医学部と工学部が連携するプロダクトイノベーションの実証事例につながることを期待される。こういった取り組みが、将来のコンビニエンスファクトリーの利活用につながるような展開も見込んでいる。

令和2年度山形県産業技術振興基金 研究開発支援事業 「手術手技訓練用人体モデルの開発」研究体制（案）



【課題４・５ JST START 事業採択】

コンビニエンスファクトリー(CF)の概念をもとに、特に有機 EL 分野での課題である少量多品種対応に対して、印刷技術での解決を目指すものである。具体的には有機 EL 素子の印刷化技術（課題４：城戸教授・千葉助教）、電極・配線の印刷パターンニング（課題４：硯里教授）、画素回路の印刷化（課題５：水上准教授）にて、チームを結成し、本事業の採択に至った。コンビニエンスファクトリー(CF)での開発課題と重なっているものと異なるものが存在しているが、デジタルファブ리케이션による有機 EL の少量多品種化により新たな事業分野と、ベンチャーの創出を目指す。

JST 研究成果展開事業 大学発新産業創出プログラム（START）プロジェクト支援型

採択課題： 印刷型有機 EL パネルの事業化

期間： 2021～2023 年度

採択者：山形大学学術研究院 教授 硯里善幸（研究代表者）、教授 城戸淳二、准教授 水上誠、助教 千葉貴之

QB キャピタル合同会社（事業プロモーター） 代表 坂本剛

【ウェットハイバリア関連】

○JST A-STEP 採択

JST 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産学共同（育成型） 2020 年度追加

「デジタルファブ리케이션に対応する安価・ウェットプロセスによるガラス並みのバリア構造の開発」 山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター 硯里善幸（研究代表者）

○NEDO グリーンイノベーション基金採択

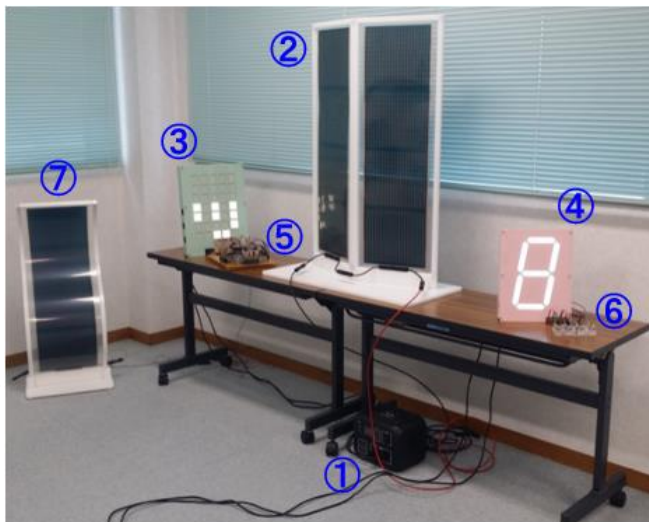
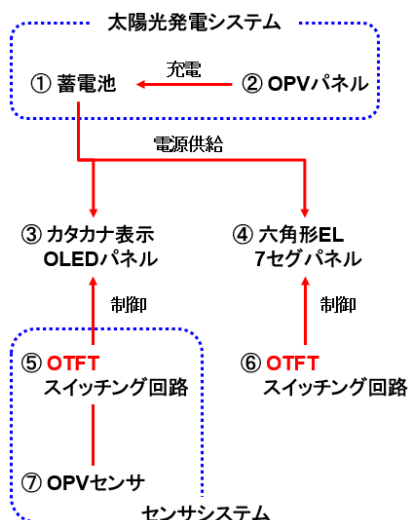
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

グリーンイノベーション基金事業／次世代型太陽電池の開発

（株）東芝の委託にて採択（ウェットハイバリアの開発）

◆OTFT、OPV、OLED を用いたサイネージプロトタイプ 2 つを作製した。

- 1) 有機トランジスタをスイッチング回路(⑤、⑥)、有機太陽電池を用いた太陽光発電システム(①、②)、OPV センサ (⑦、太陽電池サイズ：1,000mm x 340mm x 0.5mm)、有機 EL を用いた有機 EL パネル (③、パネルサイズ：324mm x 449mm x 55mm) で形成したサイネージプロトタイプを作製した。
- 2) 有機トランジスタをスイッチング回路(⑥)、7 セグ用無機 EL パネル (④、サイズ：249mm x 331mm x 55mm) で組み立てたサイネージプロトタイプを作製した。



サインージプロトタイプ

◆有機トランジスタをオーディオアンプに利用

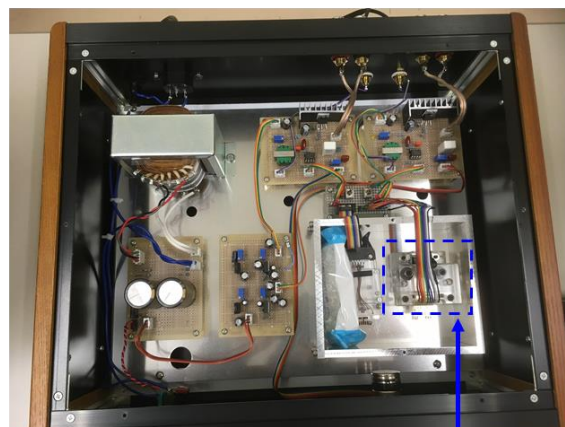
ウシオケミックス（有機半導体材料開発）の材料を用いて山形大学が作製した有機トランジスタを CHIRACOL（キラコール）はオーディオアンプに利用し、システムを試作し新聞発表（2021年6月25日）、視聴会（2021年10月1日、さやまインキュベーションセンター）を行った。

(a)



オーディオシステム

(b)



有機トランジスタを利用したAmp

競争領域に向けた企業側の取組み

東洋アルミニウム（株）において、展示会（ネブコンジャパン展）や、公開技報などを活用して、成果物の一つである「フレキシブル電極基板（メッシュ電極）」の技術紹介及び、応用探索を進めている。

フレキシブル電極基板

有機EL照明・有機太陽電池用
メッシュ電極 開発品

＜特長＞

- Roll to Roll** Roll供給&きつい曲げでもクラック発生なし Roll to Rollでのデバイス製造に最適
- 導電性** ITOよりはるかに高い導電性を実現 素子の大面積化が可能
- 配線接続** 取り出し配線（プリント基板）を電極基板中に組み込める

DATA

ITOとの表面抵抗比較

	表面抵抗
ITO（ガラス基板）	10Ω/□
ITO（フィルム基板）	40Ω/□
本開発品	0.05～1Ω/□

製品外観

当開発品で有機EL素子作製

フレキシブル（曲げ半径 5cm×15cm）

層構成

金属配線 金属配線 樹脂 金属配線 金属配線

支持体（各種フィルム）

東洋アルミ

INOEL

東洋アルミニウム株式会社 www.toyal.co.jp/

（東京営業所）（TEL）03-6345-4162 （東京）（TEL）03-5501-0776

（大阪オフィス）（大阪）（TEL）06-6541-0776（大阪）（TEL）06-6541-0776

（東京営業所）（TEL）03-6345-4162（東京）（TEL）03-5501-0776

（大阪オフィス）（大阪）（TEL）06-6541-0776（大阪）（TEL）06-6541-0776

Flexible Electrode Substrate

For OLED lighting and OSBs
Meshed Electrode under development

＜Features＞

- Suitable for Roll-to-Roll production with crack-free runs
- Devices can have larger area thanks to higher electro-conductivity than ITO.
- PCB can be incorporated within the electrode substrate.

DATA

Comparison of Surface Resistance

	Surface Resistance
ITO-film	10Ω/□
ITO-plate	40Ω/□
New Product	0.05～1Ω/□

Appearance

Experimental OLED

Flexible (Luminous area 3cm×15cm)

Layer Composition

Metal wiring Metal wiring Resin Metal wiring Metal wiring

Substrate

東洋アルミ

INOEL

東洋アルミニウム株式会社 www.toyal.co.jp/eng/

New Business Creation Dept. Osaka Office 3-8-8 Nishimachi, Chuo-ku, Osaka 541-0056 (Tokyo Office) 1-1-13 Shinjuku, Minato-ku, Tokyo 105-0004

Yamagata University Innovation Center for Organic Electronics Dr. Sano, Dr. Kodera, Dr. Nakada, Dr. Yuki https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/en/

展示会出展時の開発品紹介ビラ（東洋アルミニウム（株））

技術紹介

Technical Report 2019年 冬

メッシュ電極

東洋アルミニウム株式会社
先端技術本部
カフカ/ノリセンター 電子機能材料部
和泉 一

【1. はじめに】

近年、次世代照明として有機EL照明や、次世代太陽電池としてペロブスカイト型や有機薄膜型などの有機太陽電池が注目されている。これは従来のLEDやシリコン太陽電池と比べて、薄型で軽量であり、フィルム上での素子作製が可能でフレキシブル化できるという特長がある。現在ではこれまでの蒸着方式からインクジェット等の塗布方式へ移行することで Roll to Roll プロセスでこれらの素子を製造するといった取り組みも行われている。

有機EL照明や有機太陽電池の電極基板は光を取り出す、または光を受光するために透明である必要がある。さらに表面に成膜される有機半導体デバイスの厚みは、1μm以下と非常に薄いので平滑性も必要となる（図1）。

【2. メッシュ電極の特長】

東洋アルミニウムの金属箔エッチング技術、ラミネートや印刷の技術を活用した独自の製法により、厚み 15μm の金属箔（Al または Cu）のエッチング配線を平滑に基板上に埋め込みつつ表面にだけ露出した電極基板を実現した（図2）。

図2 メッシュ電極構成

① 導電性

ITO や金属の蒸着・印刷という方法では導電材の厚みが 300nm 以下であるが、この構成なら配線幅による凹凸が生じることなく、厚み 15μm の配線を活用できる。これにより、格段に導電性が高くなり、広範囲に電流を流すことが可能になるため、デバイスセルの大面積化が可能となる（表1）。

表1 メッシュ電極の表面抵抗

	表面抵抗
ITO（ガラス基板）	10Ω/□以上
ITO（フィルム基板）	40Ω/□以上
メッシュ電極	0.05～1Ω/□

② フレキシブル性（Roll to Roll プロセス可能）

メッシュ電極の配線は厚み 15μm の金属箔をエッチングしているため、ITO 基板などと比べて割付け曲げ性は非常に高い（図3）。これにより Roll to Roll プロセスを通すことが容易になり、有機EL照明や有機太陽電池のフレキシブル性も向上できる。

図1 有機EL照明/有機太陽電池構成

現在この電極基板は透明導電膜であるITO（酸化インジウムスズ）をガラス上やフィルム上に製造したものを使用されている。しかしながらITOは導電性が低く電圧ロスが大きいという課題がある。また、ITOは脆性材料で、曲げや折り曲げによるクラックが入りやすいため Roll to Roll プロセスを通すのが難しいという課題がある。

金属箔によるエッチング配線を利用したこれらの課題をクリアした電極基板がメッシュ電極である。

図3 メッシュ電極のフレキシブル性

③ 配線の自由度高い、且つ接続配線組み込みが可能

メッシュ電極の配線パターンはエッチング時に自在に描くことができる。そのため、メッシュパターンだけでなく、ストライプやパターなどさまざまなパターンでの作製が可能である。さらに、電極パターン周辺部に電源部分への接続配線も一括して形成できる。ITO電極では配線幅が狭いことが多く、メッシュ電極を使えば、その配線を接続するだけで照明モジュールになる（図4、図5）。

図4 接続配線を一括形成したメッシュ電極

図5 メッシュ電極を用いた照明モジュール

【3. 有機EL照明/有機太陽電池】

メッシュ電極の表面に正孔輸送層や発光層、陰極等を形成、封止して、有機EL素子性能の評価を行った結果、同様な方法で作製したITO電極と同等の輝度-電圧特性が得られた（図6、図7）。

図6 メッシュ電極を使った有機EL素子の輝度-電圧特性

図7 メッシュ電極を使った有機EL素子の電流-電圧特性

【4. 今後の展望】

メッシュ電極の特長を活かして、現在のITO電極ではできない1mm×1mmなどの大面積の素子や、素子の Roll to Roll 製造も可能と考えている。そのためメッシュ電極の製造技術の確立や有機EL素子や有機太陽電池での素子作製・評価のスケールアップを進めていく。さらに用途によっては耐候性や防湿性などを付与する必要があり、そのための改良を行っていく。

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

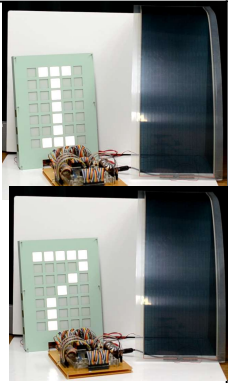
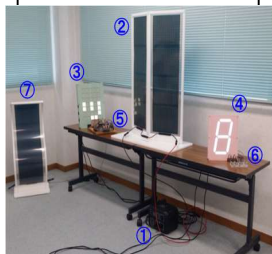
領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

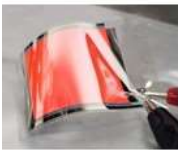
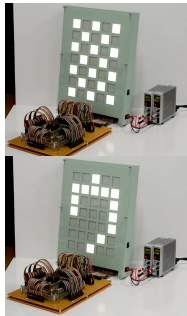
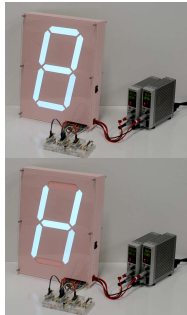
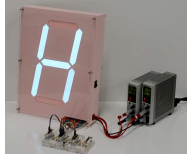
項目				実績		備考
① プロトタイプ				13	件	
② 実用化				0	件	
③ 事業化(製品・サービス等の提供)				1	件	
④ 起業(ベンチャー企業等の設立)				0	件	
⑤ 知的財産権の状況	出願	領域全体	国内	5	件	
			外国	0	件	
		うちパイドール適用	国内	5	件	
			外国	0	件	
	登録	領域全体	国内	0	件	
			外国	0	件	
		うちパイドール適用	国内	0	件	
			外国	0	件	
	ライセンス			0	件	
	ライセンス収入		件数	0	件	
金額			0	千円		
⑥ 成果の発信	プレス発表(イベント告知は除く)			2	件	
	成果発信イベントの開催			22	件	
	展示会への出展	国内	62	件		
		外国	0	件		
⑦ 掲載・放映	雑誌掲載(WEB含む)			19	件	
	新聞掲載(WEB含む)			18	件	
	テレビ放映			6	件	
⑧ 外部資金の獲得	成果の展開に関連して	採択	6	件		
		金額	363,991	千円		
	研究開発費として	採択	11	件		
		金額	45,080	千円		
⑨ 論文	論文			60	件	
	うち査読論文			60	件	
	その他著作物(総説、書籍など)			20	件	
⑩ 発表	口頭発表			160	件	
	ポスター発表			38	件	
	招待講演			76	件	
	その他			17	件	
⑪ 受賞				31	件	
⑫ 参加者(年度末時点)	領域全体			141	人	

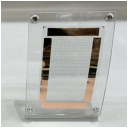
(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

① プロトタイプ

No	成果名称	発表等時期	担当機関 (企業・大学等)	概要	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	MORI-A(モリア)	2021年9月 ～(やまがた SDGsフェス タ2021より)	山形大学	3Dプリンターによるフレキシブルブロック(発明名称:ロボット構成モジュール、ロボット部品)	研究開発課題1
2	有機EL表示パネル 有機半導体を用いた有機トランジスタをスイッチング回路、有機太陽電池を用いた光センサ(太陽電池サイズ: 1000mm x 340mm x 0.5mm)と有機ELを用いた有機ELパネル(パネルサイズ: 324mm x 449mm x 55mm)の組み合わせ	2020/12/9-11	山形大学		研究開発課題5
3	サイネージプロトタイプ 有機トランジスタをスイッチング回路(⑤、⑥)、有機太陽電池を用いた太陽光発電システム(①、②)、OPVセンサ(⑦、太陽電池サイズ: 1,000mm x 340mm x 0.5mm)、有機ELを用いた有機ELパネル(③、パネルサイズ: 324mm x 449mm x 55mm)で形成 有機トランジスタをスイッチング回路(⑥)、7セグ用無機ELパネル(④、サイズ: 249mm x 331mm x 55mm)で組み立て	2021/3/3-5	山形大学	太陽光発電システム ① 蓄電池 充電 ② OPVパネル 電源供給 ③ カタカナ表示 OLEDパネル ④ 六角形EL 7セグパネル 制御 ⑤ OTFT スwitchング回路 ⑥ OTFT スwitchング回路 ⑦ OPVセンサ センサシステム 	研究開発課題5
4	フレキシブル・パッシブマトリクス有機ELパネル	2020/01/15 ～17, 1/29 ～31	山形大学、日本ゼオン	オートモーティブワールト2020展(東京ビッグサイト)、JFLEX2020展(東京ビッグサイト)にて、硯里研究室で開発しているフレキシブルなパッシブマトリクス有機ELパネルを展示。 	研究開発課題4

5	透明フレキシブル・有機ELパネル	2020/01/15 ～17, 1/29 ～31	山形大学、日本 ゼオン	オートモーティブワールド 2020展(東京ビッグサイ ト)にて、硯里研究室で開 発している透明フレキシ ブル有機ELパネルを展 示。  	研究開発課題4
6	超薄型フレキシブル有機ELパネル	2020/01/15 ～17, 1/29 ～31	山形大学	オートモーティブワールド 2020展(東京ビッグサイ ト)、JFLEX2020展(東京 ビッグサイト)にて、硯里 研究室と日本触媒との共 同開発技術を導入した超 薄型フレキシブル有機EL パネルを展示した。  	研究開発課題4
7	有機トランジスタを利用した有機EL パネル	2020.1.29	山形大学	有機半導体を用いた有機 トランジスタをスイッチ ング回路として用いた有機 ELパネル(サイズ: 324mm x 449mm x 55mm) 	研究開発課題5
8	有機トランジスタを利用した無機EL パネル	2020.1.29	山形大学	有機半導体を用いた有機 トランジスタをスイッチ ング回路として用いた7セグ 用無機ELパネル(サイズ : 249mm x 331mm x 55mm)  	研究開発課題5

9	フレキシブル電極基板	2020/1/15	東洋アルミニウム(株)、山形大学	「メッシュ電極」の構造を導入することで、柔軟かつ高い導電性を実現した、有機EL及び有機太陽電池用のフレキシブル基板を開発。東洋アルミ技報(HP公開版)にも同時に詳細を掲載: https://www.toyal.co.jp/assets/rd/tech_report/pdf/haku_processed/tr_hkp2020_010-ja.pdf	研究開発課題5
10	フレキシブルCuメッシュ基板(60mm×100mm)	2020/1/15	東洋アルミニウム株式会社	Cuメッシュ埋め込み型フレキシブル基板 	研究開発課題5
11	フレキシブルCuメッシュ基板(A4サイズ)	2020/1/15	東洋アルミニウム株式会社	Cuメッシュ埋め込み型フレキシブル基板 	研究開発課題5
12	Cuメッシュガラス基板を用いたリジッド有機EL(60mm×100mm)	2020/1/29	山形大学	Cuメッシュ埋め込み型ガラス基板を用いたリジッド有機EL 	研究開発課題5
13	Cuメッシュガラス基板を用いたリジッド型有機EL(60mm×100mm)	2020/1/29	山形大学	Cuメッシュ埋め込み型フレキシブル基板を用いたフレキシブル有機EL 	研究開発課題5

② 実用化

No	成果名称	発表等時期	担当企業等	概要	備考 (課題番号等)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

③ 事業化(製品・サービス等の提供)

No	製品・サービス等の名称	発売等時期	担当企業等	概要	備考 (課題番号等)
1	Gelpiper(ゲルパイパー)	2021年10月	株式会社ディラ イトマター	3Dゲルプリンターのリー ス事業	研究開発課題1
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

④ 起業(ベンチャー企業等の設立)

No	法人名称	設立時期	シーズ	概要	備考 (課題番号等)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑤-1 知的財産権(出願) A特許 | Bその他の知的財産権

A 特許

No	知財の名称	出願番号	パイトール 適用	出願人	国内/ 外国	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	食品分析システム、食品分析システムに用いられる部材、信号発生装置、及び信号解析装置	特願2022-127642	○	山形大学	国内	研究開発課題1
2	汚れの除去方法及び汚れ除去装置	特願2021-165993	○	山形大学	国内	研究開発課題1
3	バリア層構造の製造方法およびバリア層構造	特願2022-148356	○	山形大学	国内	研究開発課題4
4	センサ装置	特願2020-138932	○	山形大学	国内	研究開発課題3
5	イオン吸着材、並びにそれを用いたCs回収方法及び装置、並びに電子装置	特願2023-12343	○	山形大学	国内	研究開発課題4

B その他の知的財産権 (実用新案権、意匠権、回路配置利用権、育成者権など)

No	知財の名称	出願番号	パイトール 適用	出願人	国内/ 外国	備考
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑤-2 知的財産権(登録) A特許 | Bその他の知的財産権

A 特許

No	知財の名称	特許番号	パイ・ドール 適用	出願人	国内/ 外国	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

B その他の知的財産権 (実用新案権、意匠権、回路配置利用権、育成者権など)

No	知財の名称	登録番号	パイ・ドール 適用	出願人	国内/ 外国	備考
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

〔平成30年度～令和4年度〕 OPERA 活動実績一覧【幹事機関：山形大学】

領域名： マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑥ 成果の発信

No	発表 年月日	発表タイトル、イベント名など	発表機関	主な対応者	発信形式	備考
1	2019/1/16- 1/18	オートモーティブワールド 2019	山形大学 硯里 研究室、信越化 学工業	硯里研究室	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
2	2019/1/16	ネプコンジャパン2019電子部 品・材料EXPO	東洋アルミニウ ム株式会社	和栗一(東洋アルミニ ウム株式会社)	展示会への出展 (国内)	東京
3	2019/1/29- 31	JFlex2020	山形大学	西川尚男(山形大学) 神庭拓也((株)タケト モ)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
4	2019/1/30- 2/1	JFlex2019	東ソー株式会 社、山形大学	水上/佐野	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
5	2019/1/30- 2/1	nano tech 2019	株式会社 アル バック、山形大 学	硯里善幸	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
6	2019/1/30- 2/1	FHE型センサの印刷技術によ る実装と応用・JFlex2019	山形大学	芝 健夫	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
7	2019/1/30- 2/1	JFLEX2019展	山形大学 硯里 研究室	山形大学INOEL	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
8	2019/1/30- 2/1	新機能性材料展2019	山形大学廣瀬研 究室	山形大学廣瀬研究室 廣瀬文彦他4名	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
9	2019/2/6- 2/8	次世代3Dプリンタ展、コンソー シアムの紹介	山形大学	古川英光(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
10	2019/3/10- 3/13	SXSW2019, OpeanMeals成 果展示	山形大学	電通×山形大学×や わらか3D共創コンソー シアム×その他	展示会への出展 (国内)	アメリカ・オースチン、
11	2020/1/15	ネプコンジャパン2020	東洋アルミニウ ム株式会社	和栗一(東洋アルミニ ウム株式会社)	展示会への出展 (国内)	東京
12	2020/1/15- 17	オートモーティブワールド 2020展	山形大学	硯里善幸(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
13	2020/1/15- 17	ネプコンジャパン2020展	東洋アルミニウ ム(株)	西尾佳高(東洋アルミ ニウム) 和栗一(東洋アルミニ ウム)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
14	2020/1/29- 31	TCT	山形大学	森田直己(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京
15	2020/1/29	JFlex2020展	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京 https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/2020-01%20JFlex.html
16	2020/1/29	TCT Japan展	山形大学	佐野健志(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京 https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/2020_01%20TCT.pdf

17	2020/1/29-31	JFLEX2020	山形大学	備前良一(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京
18	2020/1/29-31	TCT Japan 2020 -3Dプリンティング/AM技術の総合展-	山形大学	小川純(山形大学) 森田直己(山形大学) 西川尚男(山形大学) 梅津健一(山形大学) 水上誠(山形大学) 佐野健志(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京・東京ビッグサイト 南3・4ホール
19	2020/1/29-31	JFlex2020(フレキシブルデバイス要素技術展)	山形大学	備前良一(山形大学) 西川尚男(山形大学) 硯里善幸(山形大学) 水上 誠(山形大学) 佐野健志(山形大学) 向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京・東京ビッグサイト 西3・4ホール
20	2020/1/30	JFlex2020展	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京 https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/2019_01%20JFlex%20Jp.pdf
21	2020/4/3	2周年記念シンポジウム、やわらか3D共創コンソーシアム	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベント の開催	オンライン開催
22	2020/6/1-7/31	JFlex2021	山形大学	山形大学INOEL	展示会への出展 (国内)	東京
23	2020/7/20	第3回ソフトロボット創世シンポジウム(OPERA-新学術 3領域 融合シンポジウム), オンライン開催	山形大学	プロジェクト参加者全員	成果発信イベント の開催	オンライン開催
24	2020/7/28	ロボデックス	山形大学	山形大学INOEL	展示会への出展 (国内)	東京
25	2020/7/28	Japan Inkjet Virtual Messe 2020	山形大学	酒井真理(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
26	2020/7/28	Japan Inkjet Virtual Messe 2020	山形大学	酒井真理(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
27	2020/8/3-	『JIVM2020』展(Virtual展示)	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
28	2020/8/4-8/7	「スマートプロフェッショナルエンジニア最先端研修」	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベント の開催	米沢市
29	2020/8/30 2020/10/18 2020/12/27 2021/1/10 2021/2/7	アドバイザー,IHRP実行委員会、協賛読売新聞ほか「海洋プラ問題を解決するのは君だ!高校生×研究×社会問題解決プログラム」	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベント の開催	オンライン
30	2020/9/17	山形県立興譲館高校SSH事業 透けて・曲がる ～新しい有機EL～	山形大学	硯里善幸	成果発信イベント の開催	米沢市
31	2020/09/19	日本科学未来館研究エリア公開ミーティングvol.3、オンライントークイベント	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベント の開催	オンライン
32	2020/9/28-11/30	『JIMP』(Japan Inkjet Marketing Place)展(Virtual展示)	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
33	2020/9/28-11/30	イノベーションジャパン2020	山形大学	小川純(山形大学) 川上勝(山形大学) 古川英光(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
34	2020/10/22-10/23	Japan Inkjet Virtual Messe 2020	山形大学	山形大学INOEL	展示会への出展 (国内)	オンライン開催

35	2020/10/25	「やわらか材料の可能性をさぐれ!」,日本科学未来館化学の日オンライントークイベント	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	オンライン
36	2020/10/28	「3Dプリンターが切り開く未来」,山形県立鶴岡工業高等学校模擬講義	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	米沢市
37	2020/11/24	アドバイザー,山形大学主催・男女共同参画「教材開発のための先進研究」	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	山形市
38	2020/11/24	Japan Inkjet Virtual Messe 2020Fall	山形大学	酒井真理(山形大学)	展示会への出展(国内)	オンライン開催
39	2020/12/2-12/4	やわらか3D共創コンソーシアム合同部会	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	オンライン
40	2020/12/9	JFlex2021展	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京 https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/2020-12%20JFlex%202021%20Jp.pdf
41	2020/12/9-12/11 (オンライン: 2020/10/26-2021/1/15)	イノベーションジャパン2020	山形大学	小川純(山形大学) 川上勝(山形大学) 古川英光(山形大学)	展示会への出展(国内)	オンライン開催
42	2020/12/09-11	JFLEX展	山形大学	INOEL	展示会への出展(国内)	東京
43	2020/12/13	アドバイザー,高分子学会「高分子未来塾ユースacademiaゼミ」	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	オンライン
44	2021/01/19	講評,山形県立鶴岡工業高等学校主催,第13回鶴工研究発表会	山形大学	古川英光(山形大学)	成果発信イベントの開催	鶴岡市
45	2021/1/20-1/22	『第10回 おおた研究・開発フェア ONLINE』展	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展(国内)	オンライン開催
46	2021/1/20-1/22	『国際太陽光発電展(PV EXPO)2021』展(東京ビッグサイト&オンライン)	山形大学	佐野健志・向殿充浩(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京 オンライン開催
47	2021/3/3-3/5	第3回次世代3Dプリンタ展	山形大学	古川英光(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京
48	2021/3/3	PV EXPO 2021 国際太陽光発電展	山形大学	佐野健志(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京
49	2021/3/15	第4回ソフトロボット創世シンポジウム(OPERA-新学術3領域 融合シンポジウム), オンライン開催	山形大学	プロジェクト参加者全員	成果発信イベントの開催	オンライン開催
50	2021/3/16	PV EXPO 2022 国際太陽光発電展	山形大学	佐野健志(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京
51	2021/5/21	日本未来科学館「研究者と考える! やわらかいゲルがひらく未来の生活」	日本科学未来館	古川英光 川上勝 小川純(山形大学)	成果発信イベントの開催	オンライン
52	2021/9/23	やまがたSDGsフェスタ2021	山形新聞・山形放送	古川英光(山形大学) 小川純(山形大学)	展示会への出展(国内)	山形
53	2021/10/10	体験しよう! やわらかい材料がひらく未来	日本科学未来館	古川英光(山形大学)	展示会への出展(国内)	東京

54	2021/10/19-22	CEATEC 2021 ONLINE	山形大学	硯里善幸	展示会への出展 (国内)	オンライン開催 https://www.ceatec.co.jp/2021/ja/
55	2021/10/19-22	CEATEC 2021	JEITA	水上誠(山形大学)	展示会への出展 (国内)	オンライン開催
56	2021/11/5	NISTEP地域未来ワークショップ	NISTEP	古川研究室	成果発信イベント の開催	オンライン開催
57	2021/11/14	ひらめきときめきサイエンス 2021	日本学術振興会	古川英光(山形大学)	成果発信イベント の開催	山形
58	2021/12/3	INOELシンポジウム	山形大学	酒井真理(山形大学)	成果発信イベント の開催	東京
59	2022/1/26-1/28	nano tech 2022	nano tech実行 委員会	水上誠(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト Web
60	2022/1/26-28	JFlex2022	山形大学	斎藤健次郎	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
61	2022/01/26-28	nano tech 2022	山形大学	硯里善幸	展示会への出展 (国内)	ハイブリッド開催 https://www.nanotechexpo.jp/main/
62	2022/1/26	nano tech 2022展	山形大学	向殿充浩(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京 https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/2022_01%20nano%20tech%202022%20Jp.pdf
63	2022/3/16-18	PV EXPO 2022	RX Japan	佐野健志(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
64	2022/10/4-31	イノベーション・ジャパン2022 (Web) 出展	山形大学	硯里善幸	展示会への出展 (国内)	https://innovationjapan-ist-nedo.ist.go.jp/exhibitor/ka20220474.html
65	2022/10/13	4DFF2022	山形大学	森田直己(山形大学)	展示会への出展 (国内)	山形
66	2022/10/14	WEBセミナー「最新ハイバリ アコーティング膜とその評価」	山形大学	硯里善幸	成果発信イベント の開催	https://www.ms-scientific.com/information/seminar/msseminar202210
67	2022/10/15-16	SDGSフェスタやまがた	山形大学	古川英光	展示会への出展 (国内)	山形
68	2022/10/19-21	スマートファクトリー展	山形大学	酒井真理、古川英光 (山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京
69	2022/10/19-21	スマートファクトリー Japan2022	山形大学	西川尚男(山形大学) 神庭拓也((株)タケトモ)	展示会への出展 (国内)	東京
70	2022/10/19-21	スマートファクトリー Japan2022	山形大学	水上/佐野	展示会への出展 (国内)	東京
71	2022/10/19-21	スマートファクトリーJapan 2022	OI-OPERA(山形 大学)	水上誠、佐野健志	展示会への出展 (国内)	東京
72	2022/10/19-21	スマートファクトリーJAPAN	山形大学	古川英光	展示会への出展 (国内)	東京

73	2022/11/12	JIMTOF2022	山形大学	古川英光	展示会への出展 (国内)	東京
74	2022/11/15-16	第31回ポリマー材料フォーラム	山形大学	古川英光	展示会への出展 (国内)	東京
75	2022/11/17	ガラス並みのウルトラ・ハイバリア／印刷で水蒸気バリアの世界最高性能を達成	山形大学	硯里善幸(山形大学)	プレス発表	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/0000000002.000109893.html
76	2022/11/18	JST 新技術説明会 発表(Web)	山形大学	硯里善幸	成果発信イベントの開催	https://shingi.jst.go.jp/list/list_2022/2022_jst-2.html#20221118P-004
77	2022/11/21-22	Japan Inkjet Technology Fair 2022	山形大学	酒井真理、森田直己	展示会への出展 (国内)	東京
78	2022/11/25-2022/12/25	マイラボ渋谷	山形大学	古川英光	成果発信イベントの開催	東京
79	2022/12/2	山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター第2回シンポジウム	山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター	水上誠、佐野健志	成果発信イベントの開催	東京
80	2022/12/4	いいかげんなロボット展	山形大学	古川英光	成果発信イベントの開催	東京
81	2023/2/1	印刷有機ELインジケータを搭載したコーヒーマーカー	山形大学	硯里善幸(山形大学)	プレス発表	http://prtimes.jp/main/html/rd/p/0000000006.000109893.html
82	2023/2/1-3	TCTジャパン	山形大学	古川英光	展示会への出展 (国内)	東京
83	2023/2/1-3	nano tech 2023	山形大学	水上/佐野	展示会への出展 (国内)	東京
84	2023/2/1-3	ナノテック2023展	山形大学INOEL	硯里善幸(山形大学)	展示会への出展 (国内)	東京ビッグサイト
85	2023/2/1-3	nanotech 2023	山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター	水上誠、佐野健志	展示会への出展 (国内)	東京
86	2023/2/1-3	nano tech 2023	山形大学	酒井真理、森田直己、高橋茂樹	展示会への出展 (国内)	東京

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑦掲載・放映

No	発表年月日	メディア名 掲載・放映内容の概要	発表機関	主な対応者	形式	備考
1	2019/1	エンブレニュース(第402号)、PP/GW材料の3Dプリントについて	山形大学	黒瀬	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
2	2019/1/5	メディア: 月刊ソフトマター 2019年1月号, No.010 概要:「Newsトピックス 内閣府と山形大学・古川研究室、やわらか3Dものづくりアイデアソンを開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
3	2019/4/1	山形大学HP「ひととひと」 https://www.yamagata-u.ac.jp/jp/hitotohito/research/20190715/ https://www.youtube.com/watch?v=h0wu33zQx2U	山形大学	川上勝	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
4	2019/4/5	月刊ソフトマター2019.4月号, No.013, 2019年4月5日発行 (P10-12) 「3Dゲルプリンティングは「もの」のシンギュラリティへ向かう」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
5	2019/4/5	月刊ソフトマター2019.4月号, No.013, 2019年4月5日発行 (P22-24) 「第1回ソフトロボット創世シンポジウムが開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
6	2019/4/16	日刊工業新聞 経営ひと言／山形大学・古川英光教授「柔らかさ必要」	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
7	2019/5/5	月刊ソフトマター2019.5月号, No.014「やわらか3D共創コンソーシアム、1周年記念シンポジウムを開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
8	2019/5/8	朝日放送、関西ローカル ニュース番組「キャスト」(毎週月～金 午後3時50分～7時)「3Dプリンターの現状とこれから」	山形大学	古川英光	テレビ放映	研究開発課題1
9	2019/5/15	コンパニティック2019 5月号 Vol.554 No.47(P89)『急成長する世界市場、10年の遅れを取り戻せるか 課題解決に向けて、産官学で企業の実用化支援 近畿経済産業局「3D積層造形によるモノづくり革新拠点化構想」キックオフイベント』	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
10	2019/11/5	月刊ソフトマター2019.11月号, No.020「やわらか3D共創コンソーシアム、11/20に滋賀で第2回やわらかものづくり研究会・ゲル部会を開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
11	2019/12/1	リバネス研究応援vol16, p14-16『理論から実装へ、動き出すソフトマター topic.1材料、機械、情報の掛け算でものづくりを変える』	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
12	2020/1/4	山形新聞『山形大、4月から日本科学未来館で研究 3Dプリンター使ったものづくり』	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1

13	2020/1/12	BSフジ2020年1月12日(日) 11:30~12:00 放送 2020年1月19日(日)11:30~12:00 再放送科学番組ガリレオX「未来に実現?! 夢の技術 2050年までの科学予測が描き出す世界」	山形大学	古川英光	テレビ放映	研究開発課題1
14	2020/1/17	日本経済新聞(中部経済面)「中部地方の企業山形県が誘致へ名古屋でセミナー」	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
15	2020/1/18	山形新聞「名古屋で企業立地セミナー」	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
16	2020/1/20	化学工業日報「フレキシブル電極基板 導電性高く大面積化も」	東洋アルミニウム(株)	西尾佳高、和栗一(東洋アルミニウム)	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題5
17	2020/1/20	化学工業日報 概要:フレキシブル電極基板 導電性高く大面積化も	東洋アルミニウム株式会社	和栗一(東洋アルミニウム株式会社)	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題5
18	2020/2/28	PRINT&PROMOTION(WEB版)『開催中レポート「第2回次世代3Dプリンタ展」 速度・精巧さ・色など進化 出展中止も多数』	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
19	2020/3/5	月間ソフトマター3月号No.024, 23-24頁 「TCTJapan2020が開催、3Dプリンティングの材料・評価技術が集結」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
20	2020/3/9	鉄鋼新聞 概要:高い導電性でデジタルデバイスの大面積化を可能に	東洋アルミニウム株式会社	和栗一(東洋アルミニウム株式会社)	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題5
21	2020/3/19	鉄鋼新聞 「新開発の電極基板「メッシュ電極」高い導電性でデバイスセルの大面積化を可能に」	東洋アルミニウム(株)	西尾佳高、和栗一(東洋アルミニウム)	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題5
22	2020/3/26	日刊工業新聞(25面)「ゲルで概念覆す」	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
23	2020/3/26	日刊工業新聞電子版「経営ひと言／山形大学・古川英光教授「ゲルで概念覆す」」	山形大学	古川英光	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
24	2020/4/1	化学と工業(日本化学会) 2020年4月号、326頁 『定義も用途も広がる「ゲル」』	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
25	2020/4/5	月刊ソフトマター4月号No.025, 22頁 「第2回次世代3Dプリンタ展が開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
26	2020/5/1	山形新聞、(20面) 「医学部付属病院へ供給 学内連携に活路 山形大工学部、フェースシールド作製着手」	山形大学	古川英光／川上勝	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
27	2020/5/5	月刊ソフトマター5月号No.026, 24頁「やわらか3D共創コンソーシアム、2周年記念シンポジウムを開催」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
28	2020/5/6	朝日新聞デジタル 「大学病院で足りない医療物資、工学部で生産 山形で開始」	山形大学	古川英光／川上勝	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
29	2020/5/6	朝日新聞、(山形17面) 「フェースシールド学内で使って使う 山大工学部に医学部付属病院が依頼 素早い設計と生産を実現」	山形大学	古川英光／川上勝	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
30	2020/5/27	Nスタやまがた、TUYテレビ 18:15~18:25 「Nやまトク フェースシールドに込めた思い」	山形大学	古川英光／川上勝	テレビ放映	研究開発課題1

31	2020/6/5	月刊ソフトマター6月号N o.027, 10頁-13頁 「特集 ソフトマターの機械要素としての適用 ソフト3D界面研究から展開するソフトマターの機械要素への適用～ソフトマターのデジタル化が駆動するやわらかものづくり革命～」	山形大学	古川英光	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
32	2020/6/5	月刊ソフトマター6月号N o.027, 21頁 「山形大学SWEL、3Dプリンター用いて医療用フェイスシールドを製作、医学部付属病院に提供を開始」	山形大学	古川英光／川上勝	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
33	2020/10/1	「みどり樹」山形大学, vol.78,4-5頁 「非常時にも学内連携 医学部×工学部 山形大学オリジナルモデル フェイスシールド完成」	山形大学	古川英光／川上勝	雑誌掲載(WEB含む)	研究開発課題1
34	2021/1/21	山形新聞,3D印刷で抗ウイルス製品開発へ 山形大、カナダ政府が事業採択	山形大学	アジット・コースラ	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
35	2021/1/28	毎日新聞,光で抗菌、防護具開発へ 山形大、加の大学連携 3D印刷技術応用 /山形	山形大学	アジット・コースラ	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
36	2021/2/5	朝日新聞デジタル,抗菌作用あるフェースシールドの開発目指す 山形大など	山形大学	アジット・コースラ	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
37	2021/6/25	日刊工業新聞 「アンプに有機半導体 クリアな音質実現」	山形大学 キラコール ウシオケミックス	水上誠	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題4
38	2021/10/26	林修の今でしょ!講座(テレビ朝日)	山形大学	古川英光研究室	テレビ放映	研究開発課題1
39	2021/12/1	山形放送, News「ひらめきときめきサイエンス」	山形大学	古川英光(山形大学)	テレビ放映	研究開発課題1
40	2021/12/14	「やまがたつなぐ未来」② 世界初3Dプリンター「軟らかく再現」	山形大学	古川英光(山形大学)	テレビ放映	研究開発課題1
41	2022/1/14	「山形大学工学部、院生の受賞相次ぐ」	山形大学	古川英光研究室	新聞掲載(WEB含む)	研究開発課題1
42	2022/12/14	日経クロステック 等	山形大学	硯里善幸(山形大学)	雑誌掲載(WEB含む)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02122/00151/ 研究開発課題5
43	2023/2/1	JSTnews	山形大学	硯里善幸(山形大学)	雑誌掲載(WEB含む)	https://www.jst.go.jp/pr/ist-news/backnumber/2022/202302/pdf/2023_2_p14-15.pdf 研究開発課題5
44						
45						

【平成30年度～令和4年度】 OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑧ 外部資金の獲得

No	配分機関	事業・制度名称	実施期間	新規/ 継続	当該年度配 分額[千円]	配分総額 [千円]	採択機関	資金の用途	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	JSPS	挑戦的研究・萌芽	R3.8-R.6.3	新規	1,800	4,800	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題4
2	JST	A-STEPトライア ウト	R3.10-R5.3	新規	1,339	3,000	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題4
3	NEDO	グリーンイノベ ーション基金	R4-R7	新規	318,644	318,644	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題4
4	JSPS	科学研究費 補助 金 基 盤研究(A)	R1-R5.3	新規	1,000	4,500	大阪大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
5	JST	STARTプログラ ム	R3.11-R6.03	新規	39,000	111,000	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題4.5 (硯里、城戸、水上、千葉)
6	農林水産省	ムーンショット事 業	2021/1- 2022/3	新規	14,000	52,000	筑波大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
7	NEDO	若手研究者発掘 支援事業	2021/3- 2022/12	新規	4,600	7,800	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
8	東北 経済産 業局	戦略的基盤 技術 高度化 支援事業 (サポイン)	R1.4-R4.3	新規	600	25,575	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
9	公益財団法 人ヒロセ財団	令和2年度公益 財団法人ヒロセ 財団研究助成	R2-R4.3	新規	2,250	4,500	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
10	JSPS	ひらめきときめき サイエンス～よう こそ大学の研究 室へ 3Dゲルプリ ンターで「やわら か」ロボットの魅 力に迫る	2020/11/15	新規	430	33,600	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
11	N社	奨学寄附金	2020/4/1- 2021/3/31	継続	500	500	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題1
12	JST	A-STEP機能検 証フェーズ(試験 研究タイプH30年 度)	2018/12/20- 2019/12/31	新規	2,298	3,000	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題4 印刷プロセスによるフレキシブル 有機ELの封止構造の開発
13	経済産業省	戦略的基盤技術 高度化支援事業 (サポイン事業)	2019/08- 2022/02	新規	8,800	26,400	(株)ユーコーポ レーション	研究開発費とし て	研究開発課題4 少量多品種・低コスト化を実現す る有機ELの革新的製造プロセス の開発
14	JST	A-STEP(試験研 究タイプ)	2019.11- 2020.11	新規	910	3,000	山形大学	成果の展開に 関連して	研究開発課題5 高効率低温形成逆型ペロブスカイ ト太陽電池のモジュール化技術の 開発
15	(株)フラスク	共同研究費	2019/8/1- 2020/7/31	新規	10,000	20,000	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題4
16	JSPS	科学研究費 基 盤研究(C)	2020.4- 2023.3	新規	900	3,200	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題4
17	岩谷財団	岩谷科学技術研 究助成	2022.4- 2023.3	新規	2,000	2,000	山形大学	研究開発費とし て	研究開発課題4
18									
19									
20									

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑩ 論文

No	書誌情報 (書式: 著者名、タイトル、掲載誌名(書籍名)、巻、号、ページ、発行年)	発表機関 (参画機関のみ)	形式(査読の有無) ※プルダウン選択	掲載状況	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	Kumkum Ahmed, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Larry Nagahara, Thomas Thundat, Hidemitsu Furukawa, "Recent Progresses in 4D Printing of Gel Materials", J. Electrochem. Soc., 167(3), Article# 037563, 2020; DOI: 10.1149/1945-7111/ab6e60	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
2	Takashi Kurose, Yoshifumi Abe, Marcelo Vergne, Yota Kanaya, Akira Ishigami, Shigeo Tanaka, Hiroshi Ito, "Influence of the Layer Directions on the Properties of 316L Stainless Steel Parts Fabricated through Fused Deposition of Metals", Materials, 13(11), Article# 2493, 2020; DOI: 10.3390/ma13112493	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
3	Wattanachai Prasong, Paritat Muanchan, Akira Ishigami, Supaphorn Thumsorn, Takashi Kurose, Hiroshi Ito, "Properties of 3D Printable Poly(lactic acid)/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Blends and Nano Talc Composites", J. Nanomater., 2020, Article# 8040517, 2020; DOI: 10.1155/2020/8040517	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
4	Takashi Kurose, Hiroto Shishido, Akira Ishigami, Akihiko Nemoto, Hiroshi Ito, "Fabrication of High-Resolution Conductive Patterns on a Thermally Imprinted Polyetherimide Film by the Capillary Flow of Conductive Ink", Microsyst. Technol., 26(6), pp.1981-1986, 2020; DOI: 10.1007/s00542-020-04749-1	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
5	Kazunari Yoshida*, Kyosuke Nezu, Ajit Khosla, Masato Makino, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa, "Behaviors of 3D-printed objects made of thermo-responsive hydrogels: motion in flow and molecule release ability", Microsyst. Technol., 2020/6/5 https://doi.org/10.1007/s00542-020-04904-8	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
6	Yuta Hara, Kazunari Yoshida*, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Koh Hosoda, and Hidemitsu Furukawa, "Very Wide Sensing Range and Hysteresis Behaviors of Tactile Sensor Developed by Embedding Soft Ionic Gels in Soft Silicone Elastomers", ECS J. Solid State Sci. Technol., 9(6), 061024, 2020/8/3, DOI: 10.1149/2162-8777/aba913	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
7	Tasuku Nakajima, Takayuki Kurokawa, Hidemitsu Furukawa, Jian Ping Gong, "Effect of the constituent networks of double-network gels on their mechanical properties and energy dissipation process", Soft Matter, 16(37), 8618-8627 (2020) 2020/8/7, https://doi.org/10.1002/polb.22293	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
8	Md Sazzadur Rahman, MD Nahin Islam Shiblee, Kumkum Ahmed, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa, "Flexible and Conductive 3D Printable Polyvinylidene Fluoride and Poly(N,N-dimethylacrylamide) Based Gel Polymer Electrolytes", Macromolecular Materials and Engineering, 305(9), 2000262, 2020/9, https://doi.org/10.1002/mame.202000262	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
9	Sheng-Joue Young, Yi-Hsing Liu, MD Nahin Islam Shiblee, Kumkum Ahmed, Lin-Tzu Lai, Larry Nagahara, Thomas Thundat, Tsukasa Yoshida, Sandeep Arya, Hidemitsu Furukawa, Ajit Khosla, "Flexible ultraviolet photodetectors based on one-dimensional gallium-doped zinc oxide nanostructures", ACS Appl. Electron. Mater., 2(11), 3522-3529 (2020) 2020/11/11, https://doi.org/10.1021/acsaelm.0c00556	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
10	David M Stevens, Bonnie L Gray, Daniel B Leznoff, Hidemitsu Furukawa, Ajit Khosla, "3D Printable Vapochromic Sensing Materials", J. Electrochem. Soc., 167(16), 167503 (2020) 2020/11/24, DOI: 10.1149/1945-7111/abc99e	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1

11	Julkarnyne M. Habibur Rahmana, MD Nahin Islam Shiblee, Kumkum Ahmed, Ajit Khoslaa, Masaru Kawakamia, Hidemitsu Furukawa, "Rheological and mechanical properties of edible gel materials for 3D food printing technology", Heliyon 6(12), e0585 (2020) 2020/12/1, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05859	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
12	Sheng-Joue Young, Yi-Hsing Liu, Zheng-Dong Lin, Kumkum Ahmed, MD Nahin Islam Shiblee, Sean Romanuik, Praveen Kumar Sekhar, Thomas Thundat, Larry Nagahara, Sandeep Arya, Rafiq Ahmed, Hidemitsu Furukawa, Ajit Khosla, "Multi-Walled Carbon Nanotubes Decorated with Silver Nanoparticles for Acetone Gas Sensing at Room Temperature", J. Electrochem. Soc., 167(16) 167519 (2020) 2020/12/16, DOI: 10.1149/1945-7111/abd1be	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
13	和栗一, "メッシュ電極", 東洋アルミ技報, 2020	東洋アルミニウム株式会社	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題5 東洋アルミ技報 閲覧数TOP10 (2022年7月~9月) で第8位 https://www.toyal.co.jp/rd/index.html
14	Takashi Kurose, Yoshifumi Abe, Marcelo Vergne, Yota Kanaya, Akira Ishigami, Shigeo Tanaka, Hiroshi Ito, "Influence of the Layer Directions on the Properties of 316L Stainless Steel Parts Fabricated through Fused Deposition of Metals", Materials, 13(11), Article# 2493, 2020; DOI: 10.3390/ma13112493	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
15	Wattanachai Prasong, Parit Muanchan, Akira Ishigami, Supaphorn Thumsorn, Takashi Kurose, Hiroshi Ito, "Properties of 3D Printable Poly(lactic acid)/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Blends and Nano Talc Composites", J. Nanomater., 2020, Article# 8040517, 2020; DOI: 10.1155/2020/8040517	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
16	Takashi Kurose, Hiroto Shishido, Akira Ishigami, Akihiko Nemoto, Hiroshi Ito, "Fabrication of High-Resolution Conductive Patterns on a Thermally Imprinted Polyetherimide Film by the Capillary Flow of Conductive Ink", Microsyst. Technol., 26(6), pp.1981-1986, 2020; DOI: 10.1007/s00542-020-04749-1	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
17	Kumkum Ahmed, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Larry Nagahara, Thomas Thundat, Hidemitsu Furukawa, "Recent Progresses in 4D Printing of Gel Materials", J. Electrochem. Soc., 167(3), Article# 037563, 2020; DOI: 10.1149/1945-7111/ab6e60	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
18	Hiroki Arai, Hisahiro Sasabe*, Kohei Nakao, Yuki Masuda, Junji Kido*, "Spirobiacridine-based Host Material for Highly Efficient Blue Phosphorescent Organic Light-emitting Devices", Chem. Lett., 49(3), pp.228-231, 2020; DOI: 10.1246/cl.190840	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
19	Takayuki Chiba, Shota Ishikawa, Jun Sato, Yoshihito Takahashi, Hinako Ebe, Satoru Ohisa, Junji Kido, "Blue perovskite nanocrystal light-emitting devices via the ligand exchange with adamantane diamine", Adv. Opt. Mater. 8, 2000289 (2020). doi.org/10.1002/adom.202000289	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
20	Hinako Ebe, Takayuki Chiba, Satoru Ohisa, Junji Kido, "Gel Permeation Chromatography Purification Process for Highly Efficient Perovskite Nanocrystal Light-Emitting Devices", J. Photopolym. Sci. Tec. 33, 393-397 (2020). doi.org/10.2494/photopolymer.33.393	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
21	Hisahiro Sasabe, Yuki Chikayasu, Satoru Ohisa, Hiroki Arai, Tatsuya Ohsawa, Ryutaro Komatsu, Yuichiro Watanabe, Daisuke Yokoyama and Junji Kido, "Molecular Orientations of Delayed Fluorescent Emitters in a Series of Carbazole-Based Host Materials", Front. Chem. 2020, 8:427; doi: 10.3389/fchem.2020.00427	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4

22	Takahiro Kamata, Hisahiro Sasabe, Nozomi Ito, Yoshihito Sukegawa, Ayato Arai, Takayuki Chiba, Daisuke Yokoyama, Junji Kido, "Simultaneous realization of high-efficiency, low-drive voltage, and long lifetime TADF OLEDs by multifunctional hole-transporters" J. Mater. Chem. C, 2020, 8, 7200–7210; doi.org/10.1039/D0TC00330A	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
23	Yoshiharu Mori, Kazuki Yoshida, Kentaro Saito, Masanori Miura, Kensaku Kanomata, Bashir Ahmmad, Shigeru Kubota, Fumihiko Hirose, "Room-Temperature Atomic Layer Deposition of Aluminum Silicate and its Application to Na ⁺ and K ⁺ Ion Sorption", J. Electrochem. Soc.,オンライン公開, https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/abb4ab	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
24	Shigeru Kubota, Kensaku Kanomata, Bashir Ahmmad, Jun Mizuno, Fumihiko Hirose, FDTD Optical Simulation for Organic Solar Cells Incorporated with Antireflection Nanostructures, Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering Vol.7, No.1, 82–88, 2020	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
25	Anubha Bilgayan, Seung-Il Cho, Miho Abiko, Kaori Watanabe, Makoto Mizukami, "Solution Processed Organic Transistors on Polymeric Gate Dielectric with Mobility Exceeding 15 cm ² V ⁻¹ s ⁻¹ ", Physica Status Solidi (RRL) – Rapid Research Letters, 14(4), Article# 2000156, 2020; DOI: 10.1002/psr.202000156	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題5
26	Seung-Il Cho, Anubha Bilgayan, Aizitaili Abulikemu, Makoto Mizukami, "Design of Gate Driver Using Monte Carlo Simulation for Mobility Variation in Organic Thin-Film Transistors", Science of Advanced Materials, 12(2), 1868–1875, 2020; DOI: 10.1166/sam.2020.3833	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題5
27	A. Arai, H. Sasabe*, K. Nakao, Y. Masuda, J. Kido*, "pai-Extended carbazole derivatives as a host material for high-efficiency and long life green phosphorescent OLEDs", Chem. Eur. J. In press, 10.1002/chem.202005144.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
28	K. Nakao, H. Sasabe*, Y. Shibuya, A. Matsunaga, H. Katagiri, J. Kido*, "Novel Series of Mononuclear Aluminum Complexes for High-Performance Solution-Processed organic light-emitting devices", Angew. Chem. Int. Ed. In press, 10.1002/ange.202014941.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
29	T. Chiba, J. Sato, S. Ishikawa, Y. Takahashi, H. Ebe, S. Sumikoshi, S. Ohisa, J. Kido, "Neodymium Chloride-Doped Perovskite Nanocrystals for Efficient Blue Light-Emitting Devices", ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 53891, 10.1021/acsami.0c11736.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
30	T. Chiba, Y. Takahashi, J. Sato, S. Ishikawa, H. Ebe, K. Tamura, S. Ohisa, J. Kido, "Surface Crystal Growth of Perovskite Nanocrystals via Postsynthetic Lead(II) Bromide Treatment to Increase the Colloidal Stability and Efficiency of Light-Emitting Devices", ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 45574, 10.1016/acsami.0c13212.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
31	Hiroki Arai, Hisahiro Sasabe*, Kohei Nakao, Yuki Masuda, Junji Kido*, "Spirobiacridine-based Host Material for Highly Efficient Blue Phosphorescent Organic Light-emitting Devices", Chem. Lett., 49(3), pp.228–231, 2020; DOI: 10.1246/cl.190840	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
32	Aamir Ahmed, Sandeep Arya, Vinay Gupta, Hidemitsu Furukawa, Ajit Khosla, "4D printing: Fundamentals, materials, applications and challenges", Polymer 228, 123926(25 pages), (2021) 2021/6/6, https://doi.org/10.1016/j.polymer.2021.123926	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
33	古川英光, 渡邊洋輔, 小川純, 川上勝, 4D プリントとソフトマターロボティクスで目指す知的やわらかものづくりソリューションの構築、日本ロボット学会誌 39 (4), 302–305, 2021年	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
34	古川 英光、蒲生 秀典、3Dプリンティングから4Dプリンティングへーデジタルファブリケーションの新たな展開ー、STI Horizon, Vol.7, No.2 DOI: https://doi.org/10.15108/stih.00258 公開日: 2021.06.25 発行者: 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1

35	佐藤貴風, 古川英光, ゲルのレオロジー (特集(わかりやすい)レオロジー), 接着の技術= Adhesion technology, Japan 41 (3), 8-14, 2021年	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
36	古川英光, ソフトマターの豆知識-第35回キネティクスとダイナミクス, 月刊ソフトマター, No.036, 4月号, 26頁, 2021年	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
37	古川英光, ソフトマターの豆知識-第36回知能材料とパッケージ, 月刊ソフトマター, No.037, 5月号, 26頁, 2021年	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
38	古川英光, ソフトマターの豆知識-第37回ホスト分子とゲスト分子, 月刊ソフトマター, No.038, 6月号, 26頁, 2021年6月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
39	シブリエムディナヒン イスラム, 渡邊洋輔, 古川英光, 4D プリンティングの定義とその可能性, Nanofiber: ナノファイバー学会誌 12 (1), 67-73, 2021年7月21日	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
40	古川英光, ソフトマターの豆知識-第38回混ぜると固まる, 月刊ソフトマター, No.039, 7月号, 26頁, 2021年7月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
41	小川純, 志賀郁也, 古川英光, 4D プリンティングによるソフトマターデバイス「ゲルクリッパー」の開発と応用, 成形加工 33 (9), 309-312, 2021年8月20日	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
42	古川英光, ソフトマターの豆知識-第39回3重らせん, 月刊ソフトマター, No.040, 8月号, 26頁, 2021年8月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
43	森智晴, 古川英光, 3D/4D ゲルプリンティング技術(ソフトマターの技術動向(2)), 設計工学= Journal of Japan Society for Design Engineering: 日本設計工学会誌, 2021年9月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
44	小川純, 古川英光, やわらか3D共創コンソーシアムにおけるソフト ロボティクス社会実装に向けた取組み, 月刊ソフトマター, No. 041, pp.10-12, 2021年9月号	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
45	古川英光, ソフトマターの豆知識-第40回寒天, 月刊ソフトマター, No.041, 9月号, 26頁, 2021年9月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
46	古川英光, ソフトマターの豆知識-第41回人エイクラ, 月刊ソフトマター, No.042, 10月号, 26頁, 2021年10月	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
47	須藤郁馬, 小川純, 古川英光, 3D 印刷を使ったソフトマターの創成, 色材協会誌 94 (11), 300-304, 2021年11月20日	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
48	Tatsuki Sasaki, Lina Sun, Yu Kurosawa, Tatsuhiko Takahashi, and Yoshiyuki Suzuri*, "Nanometer-Thick SiN Films as Gas Barrier Coatings Densified by Vacuum UV Irradiation" ACS Appl. Nano Mater. 4, 10, 10344-10353 (2021) https://doi.org/10.1021/acsanm.1c01862	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
49	Anubha Bilgayan, Seung-Il Cho, Miho Abiko, Kaori Watanabe, and Makoto Mizukami, "Flexible, high mobility short-channel organic thin film transistors and logic circuits based on 4H-21DNTT," Scientific Reports, Vol.11, Article No.11710, June. 2021.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題5
50	K. Sogai, K. Saito, K. Yoshida, M. Miura, K. Kanomata, B. Ahmmad, S. Kubota, and F. Hirose, "Nanothick TiO2 channel thin film transistors for UV and gas sensing", ECS journal of solidstate Science and Technology, 10, 065006(2021).	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
51	MD Shiblee, Kunkum Ahmed, Yuta Yamazaki, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa, "Light Scattering and Rheological Studies of 3D/4D Printable Shape Memory Gels Based on Poly (N,N-Dimethylacrylamide-co-Stearyl Acrylate and/or Lauryl Acrylates)", Polymers, 13(1), 128 (2021) 2020/12/30, https://doi.org/10.3390/polym13010128	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
52	Rafiq Ahmad, Marya Khan, Prabhash Mishra, Nushrat Jahan, Md Aquib Ahsan, Imran Ahmad, Mohammad Rizwan Khan, Yosuke Watanabe, Mansoor Ali Syed, Hidemitsu Furukawa, Ajit Khosla, "Engineered Hierarchical CuO Nanoleaves Based Electrochemical Nonenzymatic Biosensor for Glucose Detection", J. Electrochem. Soc., 168(1), 017501 (2021) 2021/1/6, DOI: 10.1149/1945-7111/abd515	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1

53	D. Saito, H. Sasabe, T. Kikuchi, T. Ito, H. Tsuneyama and J. Kido, "Improved operational lifetime of deep-red phosphorescent organic light-emitting diodes using a benzothienobenzothiophene (BTBT)-based p-type host material", J. Mater. Chem. C 9, 1215, 2021, 10.1039/D0TC05234E.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
54	Z.-L. Yan, J.-S. Benas, C.-C. Chueh, W.-C. Chen, F.-C. Liang, Z.-X. Zhang, B.-H. Lin, C.-J. Su, T. Chiba, J. Kido, C.-C. Kuo, "Stable blue perovskite light-emitting diodes achieved by optimization of crystal dimension through zinc bromide addition", Chem. Eng. J. 2021, 414, 128774, 10.1016/j.cej.2021.128774.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
55	W.-C. Chen, Y.-H. Fang, L.-G. Chen, F.-C. Liang, Z.-L. Yan, H. Ebe, Y. Takahashi, T. Chiba, J. Kido, C.-C. Kuo, "High luminescence and external quantum efficiency in perovskite quantum-dots light-emitting diodes featuring bilateral affinity to silver and short alkyl ligands", Chem. Eng. J. 2021, 414, 128866, 10.1016/j.cej.2021.128866.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
56	Lina Sun, Kyota Uda, Tsukasa Yoshida, and Yoshiyuki Suzuri "Photochemical Conversion of Ethanolamine-Zn ²⁺ Complex Gel under Vacuum Ultraviolet Irradiation Associated with Color-Tunable Photoluminescence" J. Phys. Chem. C 2021 DOI: 10.1021/acs.jpcc.1c00318	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
57	T. Maruyama, H. Sasabe*, Y. Watanabe, T. Owada, R. Yoshioka, J. Kido*, "Dibenzothiophene/terpyridine conjugated asymmetric electron-transporters for high-efficiency and long life green phosphorescent OLEDs", Chem. Lett. In press, 10.1246/cl.200803.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
58	Kazuki Yoshida, Kentaro Saito, Keito Sogai, Masanori Miura, Kensaku Kanomata, Bashir Ahmmad, Shigeru Kubota, Fumihiko Hirose, "Room temperature atomic layer deposition of nano crystallized ZnO and its application for flexible electronics", IEICE transaction on Electronics Vol.E104-C, No.7, pp.-, Jul. 2021.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
59	Y. Abe, T. Kurose, M. V. A. Santos, Y. Kanaya, A. Ishigami, S. Tanaka and H. Ito: Effect of Layer Directions on Internal Structures and Tensile Properties of 17-4PH Stainless Steel Parts Fabricated by Fused Deposition of Metals, Materials, 14(2), 243, 2021, DOI: 10.3390/ma14020493	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
60	W. Prasong, A. Ishigami, S. Thumsorn, T. Kurose and H. Ito: Improvement of Interlayer Adhesion and Heat Resistance of Biodegradable Ternary Blend Composite 3D Printing, Polymers, 13(5), 740, 20 pages, DOI: 10.3390/polym13050740, 2021	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
61	Jun Ogawa, Tomoharu Mori, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, Md Nahin Islam Shiblee, Hidemitsu Furukawa, MORI-A: Soft Vacuum-actuated Module with 3D-Printable Deformation Structure, IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 2, pp. 2495-2502, April 2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
62	Kosuke Hirose, Ikuma Sudo, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, M. D. Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa, Gel Biter: food texture discriminator based on physical reservoir, Artificial Life and Robotics 27, 674-683(2022)	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
63	Tatsuki Sasaki, Lina Sun, Yu Kurosawa, Tatsuhiko Takahashi, and Yoshiyuki Suzuri*, "Solution-Processed Gas Barriers with Glass-Like Ultrahigh Barrier Performance " Adv. Mater. Interfaces, 2201517(8pp.)	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
64	Yu Kurosawa, Tetsushi Murakami, Tatsuhiko Takahashi, and Yoshiyuki Suzuri*, " Coverage Performance of PEDOT:PSS Against Particles on a Substrate for OLEDs " Adv. Mater. Interfaces, 2201695(7pp.) (2022)	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
65	K. Yoshida, I. Nagata, K.Saito, M. Miura, K. Kanomata, B. Arima, S. Kubota, F. Hirose, "Room-temperature atomic layer deposition of Fe ₂ O ₃ using plasma excited humidified argon", Journal of Vacuum Science & Technology A 40, 022408 (2022); https://doi.org/10.1116/6.0001622	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4

66	Jun Ogawa, Tomoharu Mori, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, Md Nahin Islam Shiblee, Hidemitsu Furukawa, MORI-A: Soft Vacuum-actuated Module with 3D-Printable Deformation Structure, IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 2, pp.2495-2502, 2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
67	Muhammad Hisyam Rosle, Zhongkui Wang, Md Nahin Islam Shiblee, Kumkum Ahmed, Hidemitsu Furukawa, Shinichi Hirai, "Soft Resistive Tactile Sensor based on CNT-PDMS-Gel to Estimate Contact Force", IEEE Sensors Letters, (Early access), 号・ページ未定 (2022), 2022/2/16	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
68	Ikuma Sudo, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit, Khosla, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa, Local Discrimination Based on Piezoelectric Sensing in Robots Composed of Soft Matter with Different Physical Properties", Journal of Robotics and Mechatronics, vol.34(2), pp 339-350,2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
69	Kenjiro Tadakuma, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa, "From a Deployable Soft Mechanism Inspired by a Nemertea Proboscis to a Robotic Blood Vessel Mechanism", Journal of Robotics and Mechatronics, vol 34(2), 234-239, 2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
70	S. Thumsorn, W. Prasong, T. Kurose, A. Ishigami, Y. Kobayashi, and H. Ito: Rheological Behavior and Dynamic Mechanical Properties for Interpretation of Layer Adhesion in FDM 3D Printing, Polymers 2022, 14(13), 2721, 2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
71	K.Saito,K. Yoshida, M. Miura, K. Kanomata, B. Arima, S. Kubota, F. Hirose, "Low-temperature deposition of yttrium oxide on flexible PET films", IEICE Transaction on Electronics, Vol105-E, No.10, pp.604-609,2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
72	K.Saito,K. Yoshida, M. Miura, K. Kanomata, B. Arima, S. Kubota, F. Hirose, "Low-temperature atomic layer deposition of AlN using trimethyl aluminum and plasma excited Ar diluted ammonia", IEICE Transaction on Electronics, Vol.E105-C, No.10, pp.596-603,2022	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
73	Y.-H. Cheng, R. Suzuki, N. Shinotsuka, H. Ebe, N. Oshita, R. Yamakado, T. Chiba*, A. Masuhara, J Kido*, "Gel Permeation Chromatography Process For Highly Oriented Cs3Cu2I5 Nanocrystal Film", Sci. Rep. 12, 4620, 2022.	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
74	T. Sasaki, L. Sun, Y. Kurosawa, T. Takahashi, Y. Suzuri*, Solution-Processed Gas Barriers with Glass-Like Ultrahigh Barrier Performance, Advanced Materials Interfaces in press DOI : 10.1002/admi.202201517	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題4
75	Y. Kurosawa, T. Murakami, T. Takahashi, Y. Suzuri*, "Coverage Performance of PEDOT:PSS Against Particles on a Substrate for OLEDs " Advanced Materials Interfaces in press DOI:10.1002/admi.202201695	山形大学	論文(査読有り)	未掲載 (承認後)	研究開発課題4
76	M. Kodon, "Flexible OLEDs - Fundamental and Novel Practical Technologies", Springer Nature (2022).	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題5
77	Masanari Kameoka, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Masaru, Kawakami, Jun Ogawa, Ajit Khosla, Hidemitsu Furukawa, Shengyang Zhang, Shinichi Hirai, Zhongkui Wang, 4D printing of hydrogels controlled by hinge structure and spatially gradient swelling for soft robots, Machines 2023, 11(1) 103	山形大学	論文(査読有り)	掲載済	研究開発課題1
78	水上誠、“やわわかものづくりハンドブック”、第2部,第9節	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題5
79	佐野健志、“やわわかものづくりハンドブック”、第2部,第8節	山形大学	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題5

80	「テクノゲル(R)を使用したハイドロゲルマスクの作り方」,藤田貴彦(積水化成品工業株式会社),羽鳥貴顕(積水化成品工業株式会社),“やわらかものづくりハンドブック 先端ソフトマターのプロセスイノベーションとその実践”,監修者:古川英光,川上勝,第3部やわらかものづくり適用事例 第8節,株式会社エヌ・ティー・エス,pp257-267	山形大学、積水化成品工業株式会社	その他著作物(総説、書籍など)	掲載済	研究開発課題1
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					

(平成30年度～令和4年度) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑩ 発表

No	発表者	タイトル	学会名等	場所	年月日	発表機関 (参画機関のみ)	発表形式	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	黒瀬隆	ガラスウール強化プラスチック	スーパーモールダー会(1月例会)	帝人(株)会議室(東京)	2019/1/9	山形大学	招待講演	研究開発課題1
2	古川英光	「YAMAGATA」から「YAWARAKAものづくり革命」を始めて 世界に発信しよう!	山形県立鶴岡工業高等学校主催「平成30年度郷土愛醸成制度」	山形県立鶴岡工業高等学校	2019/1/23	山形大学	招待講演	研究開発課題1
3	古川英光	3Dゲルプリンティングでやわらかものづくり革命を!	SIP設計生産公開シンポジウム2018	東京ビッグサイト	2019/1/30	山形大学	招待講演	研究開発課題1
4	古川英光	3Dゲルプリンティングには面白工場が似合う	帝人21世紀フォーラム	大崎ブライコアホール	2019/2/2-3	山形大学	招待講演	研究開発課題1
5	古川英光	「コンビニエンスファクトリー構想」	YMN主催「YMN5周年と3Dプリンター寄贈100台達成の記念講演」	山形テルサ研修室A	2019/2/23	山形大学	招待講演	研究開発課題1
6	安達香奈子、根津京介、吉田一也、牧野真人、川上勝、古川英光	マイクロ流体デバイス内におけるリン脂質二重膜小胞のサイズと軸集中の関係	東北学生会第49回学生員卒業研究発表会	秋田工業高等専門学校	2019/3/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
7	金井柊馬、川上勝、古川英光	皮膚機能模倣ゲルの開発とその水分蒸発能の評価	東北学生会第49回学生員卒業研究発表会	秋田工業高等専門学校	2019/3/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
8	佐藤洋輔、齊藤梓、川上勝、古川英光	3Dゲルプリントによる固さのコントロール	東北学生会第49回学生員卒業研究発表会	秋田工業高等専門学校	2019/3/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
9	山崎裕太、佐藤洋輔、齋藤梓、川上勝、古川英光	3Dゲルプリンターを用いたゲルの二色造形法の開発	東北学生会第49回学生員卒業研究発表会	秋田工業高等専門学校	2019/3/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
10	古川英光	「やわらかものづくり革命」	3D積層造形によるモノづくり革新拠点化構想」キックオフイベント	大阪工業大学 梅田キャンパス	2019/3/7	山形大学	招待講演	研究開発課題1
11	佐野 健志	有機発光材料を理解するための基礎	化学技術基礎講座2019	化学会館	2019/3/8	山形大学	招待講演	研究開発課題5
12	鹿又 健作、吉田一樹、齋藤 健太郎、三浦 正範、有馬 ポシールアハンマド、久保田 繁、平原 和弘、廣瀬 文彦	赤外吸収分光を用いた樹脂膜上への室温原子層堆積過程のその場観察	応用物理学会春季学術講演会 9p-PA1-25	東京工業大学大岡山キャンパス	2019/3/9	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
13	廣瀬文彦	室温原子層堆積法の開発とガスバリア応用	応用物理学会春季学術講演会 11a-PA5-6	東京工業大学大岡山キャンパス	2019/3/9	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
14	齋藤 健太郎、鹿又 健作、三浦 正範、有馬 ポシールアハンマド、久保田 繁、廣瀬 文彦	低温イットリア原子層堆積法の開発	応用物理学会春季学術講演会 10p-W833-8	東京工業大学大岡山キャンパス	2019/3/9	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
15	吉田 一樹、三浦 正範、英 傑、鹿又 健作、廣瀬 文彦	室温原子層堆積法を用いたNb2O5積層コーティングの耐腐食特性	応用物理学会春季学術講演会、10p-W833-9	東京工業大学大岡山キャンパス	2019/3/9	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

16	上村 佳歩, 吉田麗娜, 飯田 真一, 高橋 辰宏, 硯里善幸	「PHPSを用いた有機ELの塗布型TFE封止構造の開発」	第66回応用物理学会春季学術講演会	東京工業大学岡山キャンパス	2019/3/11	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
17	荒井博貴, 笹部久宏, 中尾晃平, 増田雄貴, 城戸淳二,	スピロビアクリジン誘導体ホスト材料を用いた高効率青色リン光有機 EL 素子、	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学四谷キャンパス	2019/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
18	中尾晃平, 笹部久宏, 渋谷勇助, 松永周, 片桐洋史, 城戸淳二	遅延蛍光を発現するアルミニウム錯体の開発と高性能塗布型有機EL	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学四谷キャンパス	2019/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
19	齋藤大樹, 笹部久宏, 菊池貴良, 伊藤聖, 城戸淳二	深赤色有機リン光有機EL素子におけるp型エキサイプレックスホストの影響	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学四谷キャンパス	2019/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
20	笹部 久宏, 近安佑樹, 大久哲, 荒井博貴, 大澤達矢, 小松龍太郎, 渡邊雄一郎, 横山大輔, 城戸 淳二	カルバゾール誘導体ホスト材料中での熱活性化遅延系高分子の分子配向	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学四谷キャンパス	2019/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
21	石川 翔太, 千葉貴之, 佐藤 純, 高橋 佳人, 江部日南子, 大久哲, 城戸 淳二	アダマンタンジアミンを用いた配位子交換による青色ペロブスカイト量子ドットLEDの高効率化	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学四谷キャンパス	2019/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
22	吉田一也, 矢萩光, 和田真人, 亀山敏貴, 川上勝, 古川英光, 足立幸志	高強度ハイドロゲルのレーザー切断面における摩擦挙動	日本物理学会第74回年次大会	九州大学(伊都キャンパス)	2019/3/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
23	趙 勝一	回路シミュレーションを用いた有機トランジスタの集積回路設計	置賜試験場工業技術振興会	米沢商工会議所	2019/3/25	山形大学	招待講演	研究開発課題5
24	Kazunari Yoshida, Masato Wada, and Hidemitsu Furukawa	Friction Control in High-Strength Hydrogels	EMN meeting	Sheraton Princess Kaiulani	2019/3/29	山形大学	招待講演	研究開発課題1
25	吉田麗娜	Vacuum Ultraviolet-assisted Sol-gel Processing of Metal Oxide Thin Films	E-MRS Spring Meeting 2019	Nice Acropolis Congress Centre (Nice, FRANCE)	2019/5/26	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
26	硯里善幸	低コスト化可能な有機ELのフレキシブル技術の研究	JACI公益社団法人 新化学技術推進協会	東京	2019/5/31	山形大学	招待講演	研究開発課題4
27	高橋沙衣, 黒瀬隆, 藤田鉦則, 伊藤浩志	PP/GW複合材料フィラメントを用いた3Dプリントにおける力学特性と内部構造の関係	2019年度繊維学会年次大会	東京	2019/6/5	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
28	Fumihiko Hirose, K. Yoshida, M. Miura, K. Kanomata, B. Arima, S. Kubota	“Room temperature atomic layer deposition and its application to gas barrier coating”	10th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics (IWNN-10),	Sendai, Tohoku Univ	2019/6/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

29	古川英光、川上勝	「やわらか3Dものづくり革命」～3DPによる食品、臓器モデル、ゲル、金属、モビリティのコンテンツをコンソーシアム内の5部会で共創～	山形県食品加工研究会総会特別講演	ホテルキャッスル3階万葉	2019/6/12	山形大学	招待講演	研究開発課題4
30	黒澤優	塗布型HILによる基板表面上の異物カバーレージ特性の解明	有機EL討論会第28回例会	東京国際交流館	2019/6/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
31	古川英光	「光を利用した3Dプリンターの開発動向とコンテンツ創造への展開」	電子情報通信学会・ポリマー光部品技術特別研究専門委員会「3Dプリンティングの基礎と最新応用技術～インダストリー4.0の黎明期から現代までを追う～」	慶應義塾大学新川崎タウンキャンパス内	2019/6/20	山形大学	招待講演	研究開発課題4
32	S. Takahashi, T. Kurose, M. Fujita and H. Ito	Relationship between Internal Structures and Mechanical Properties of 3D Printed PP/GW composites	International Research Symposium on Engineering and Technology (IRSET) 2019	Ginowan, Japan	2019/7/2	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
33	Takayuki Chiba*, Yukihiro Hayashi, Keigo Hoshi, Hinako Ebe, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	AM-FPD 2019	Ryukoku University, Kyoto	2019/7/2	山形大学	招待講演	研究開発課題4
34	Takeshi Sano	Organic Light Emitting Diodes for Lighting Applications	International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD '19)	Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto	2019/7/3	山形大学	招待講演	研究開発課題5
35	古川英光	「やわらか3D共創パイプライン構想」	やわらか3D共創コンソーシアム第二回合同部会	鶴岡市先端研究産業支援センター鶴岡メタボロームキャンパスレクチャールーム	2019/7/3	山形大学	招待講演	研究開発課題4
36	川上勝	「3Dプリンティング最前線」	やわらか3D共創コンソーシアム第二回合同部会	鶴岡市先端研究産業支援センター鶴岡メタボロームキャンパスレクチャールーム	2019/7/3	山形大学	招待講演	研究開発課題4
37	Hisahiro Sasabe, Takahiro Kamata, Nozomi Ito, Junji Kido	Hexaphenylbenzene-Based Hole-Transporters Realizing Enhanced Lifetime of TADF OLEDs	International Conference on Energy, Materials, and Photonics (EMP19, S3-5)	Shanghai, China	2019/7/15	山形大学	招待講演	研究開発課題4
38	硯里善幸	フレキシブル有機ELの課題と、当研究室の取組み	日本実装技術振興協会 高密度実装技術部会	川崎市産業振興会館	2019/7/18	山形大学	招待講演	研究開発課題4
39	古川英光	「科研費と研究成果は鶏と卵」	鶴岡工業高等専門学校主催「競争的資金獲得セミナー」	鶴岡工業高等専門学校	2019/7/22	山形大学	招待講演	研究開発課題4
40	古川英光	「やわらかものづくりパイプライン構想」	日本工学アカデミープロジェクト未来の製造業ーデジタル革命時代の日本のモノづくりー	科学技術振興機構東京本部別館2階会議室A-2	2019/7/29	山形大学	招待講演	研究開発課題4
41	Hisahiro Sasabe, Takahiro Kamata, Nozomi Ito, Junji Kido	Hexaphenylbenzene-Based Hole-Transporters Realizing Enhanced Lifetime of TADF OLEDs	SPIE Optics and Photonics	San Diego Convention Center, San Diego, USA	2019/8/11	山形大学	招待講演	研究開発課題4
42	Takayuki Chiba*, Yukihiro Hayashi, Hoshi Keigo, Hinako Ebe, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	SPEI 2019	San Diego Convention Center, San Diego, USA	2019/8/12	山形大学	招待講演	研究開発課題4

43	Seung-Il Cho	Design of Logic Gates Using Monte Carlo Method for Variation in Organic Transistors	2nd International Knowledge Civilization and Nano Technology Conference (IKNC 2019)	Jeju, South Korea	2019/8/13	山形大学	ポスター発表	研究開発課題5
44	古川英光	「ゲルの構造物性解析とゲルの3Dプリンティングから展開する軟らかモノづくり革命」	Y社	神奈川県	2019/8/22	山形大学	招待講演	研究開発課題4
45	古川英光	「3Dゲルプリンターとやわらかものづくり革命」	山形大学工学部ものづくり技術経営学専攻MOT事務局「もっとみらいコンソーシアム第10回定期総会特別講演」	山形大学工学部100周年記念会館2F迎賓室	2019/8/28	山形大学	招待講演	研究開発課題4
46	Takayuki Chiba*, Yukihiro Hayashi, Keigo Hoshi, Hinako Ebe, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	IMID 2019	HICO, Gyeongju, Korea	2019/8/29	山形大学	招待講演	研究開発課題4
47	江部日南子, 千葉貴之, 増原陽人, 城戸淳二	ヨウ素含有ペロブスカイト量子ドット発光デバイス	第22回 ヨウ素学会シンポジウム	千葉大学	2019/8/30	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
48	S. Takahashi, A. Ishigami, T. Kurose, M. Fujita and H. Ito	Relationship between Internal Structures and Mechanical Properties of 3D Printed PP/GW Composite	Polymer Engineering and Science International Conference (PESI) 2019	Yonezawa, Japan	2019/9/5	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
49	古川英光他パネルディスカッション	「都市開発とダイバーシティの調和！～ユニバーサル未来社会推進協議会渋谷超福祉ワーキンググループ2019～」2020年、渋谷。超福祉の日常を体験しよう展	超福祉展	渋谷ヒカリエ8F/COURT/CUBE	2019/9/6	山形大学	招待講演	研究開発課題4
50	古川英光	「ソフト&ウェットマター工学と3Dゲルプリンティング」	日本機械学会2019年度年次大会【W22100】マイクロ・ナノ工学部門、医工学テクノロジー推進会議企画 マイクロ・ナノバイオ医療デバイス	秋田大学 手形キャンパスD3 室	2019/9/10	山形大学	招待講演	研究開発課題4
51	高橋瑞樹、斎藤梓、川上勝、古川英光	インクジェット技術を利用したゲルのカラー造形	第二回ソフトロボット創世シンポジウム	山形大学米沢キャンパス	2019/9/12	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
52	滝島勇希、吉田一也、齋藤梓、川上勝、古川英光	3Dゲルプリントアクチュエーターの作製	第二回ソフトロボット創世シンポジウム	山形大学米沢キャンパス	2019/9/12	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
53	根津京介、牧野真人、川上勝、古川英光	粒子輸送3Dプリントヒドロゲルカプセルの研究	第二回ソフトロボット創世シンポジウム	山形大学米沢キャンパス	2019/9/12	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
54	黒澤優	PEDOT/PSSによる基板上パーティクルのカバーレージ特性の解明	第80回応用物理学会秋季学術講演会	北海道大学	2019/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
55	丸山 朋洋、笹部久宏、渡邊 雄一郎、大和田 幸、吉岡 良、城戸 淳二	高効率・長寿命な緑色リン光有機ELを実現するタービリジン含有電子輸送材料群	第80回応用物理学会秋季学術講演会	北海道大学札幌キャンパス	2019/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
56	荒井 綾斗、笹部久宏、中尾 晃平、城戸 淳二	ベンゾチエノカルバゾール誘導体ホスト材料群と緑色有機EL素子	第80回応用物理学会秋季学術講演会	北海道大学札幌キャンパス	2019/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
57	江部日南子, 千葉貴之, 高橋佳人, 佐藤純, 大久哲, 城戸淳二	架橋性配位子を用いた高効率ペロブスカイト量子ドットLEDの開発	第80回応用物理学会秋季学術講演会	北海道大学	2019/9/19	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

58	Anubha Bilgaiyan	Effect of S/D fabrication technique on short channel length OTFT performance	第80回応用物理学会秋季学術講演会	北海道大学札幌キャンパス	2019/9/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題5
59	佐野健志	低温形成逆型太陽電池における電荷輸送層の検討	2019年第80回応用物理秋季学術講演会	北海道大学	2019/9/19	山形大学	口頭発表	研究開発課題5
60	佐野健志	シースルー太陽電池に求められる性能と応用展開	2019年第80回応用物理秋季学術講演会	北海道大学	2019/9/20	山形大学	招待講演	研究開発課題5
61	原祐太、吉田一也、Ahmed Kumkum、川上勝、古川英光	3次元造形可能ソフト材料を用いた接触センサーの開発	第68回高分子討論会	福井大学文京キャンパス	2019/9/25	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
62	千葉貴之、林幸宏、保志圭吾、大久哲、増原陽人、城戸淳二	ニオン・配位子置換によるペロブスカイト量子ドットLEDの高性能化	第68回高分子討論会	福井大学	2019/9/26	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
63	Fumihiko Hirose	Room temperature atomic layer deposition and its application to gas barrier coating	7th International symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related nanotechnologies, EM-NANO 2019	信州大学	2019/9/30	山形大学	招待講演	研究開発課題4
64	渡邊 洋輔, 井上翔太, 齊藤 梓, 川上 勝, 古川 英光	ゲル線量計に用いる3DプリンタブルなICNゲルの開発	第55回日本眼光学会総会	石川県立音楽堂	2019/10/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
65	Shunsuke Suzuki, Ryo Ishigaki, Masaru Kawakami, Jun Nango, Hidemitsu Furukawa	Mechanical Properties of Food Materials Suitable for 3D Printing and Effect of Internal Structure on the Modeling	Smasys2019	Yonezawa Campus, Yamagata University	2019/10/10	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
66	Yosuke Sato, Azusa Saito, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	3D Gel Printing with Low Cost Devices	Smasys2019	Yonezawa Campus, Yamagata University	2019/10/10	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
67	Julkarnyane M. H. Rahman, M. Nahin. I Shiblee, Naoya Yamada, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	3D Printable Edible Actuator	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
68	Yuki Takishima, Kazunari Yoshida, Azusa Saito, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Creation of 3D Print Gel Actuator	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
69	Ryo Ishigaki, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Development of Physical Property Measuring Device for 3D Food Printer Gel	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

70	Kyosuke Nezu, Masato Makino, Kyuishihiro Takamatsu, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	3D-printed Hydrogel Capsule for Transporting Particles in Flow Channel	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
71	Mizuki Takahashi, Azusa Saito, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Development of Full Color 3D Gel Printer Using Color Gel System	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
72	Md Sazzadur Rahman, Kazunari Yoshida, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	3D Printable PVDF/Dmaam Based Gel Polymer Electrolyte for Lithium Ion Batteries	236th ECS Meeting	Hilton Atlanta, Atlanta, US	2019/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
73	W. Prasong, P. Muanchan, S. Thumsorn, T. Kurose and H. Ito	3D Printable of Biodegradable Material of PLA/PBAT – Nano Talc Composites	The 18th Asian Workshop on Polymer Processing (AWPP) 2019	Beijing, China	2019/10/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
74	西川尚男	FHE型デバイス製造のための印刷プロセス技術	第6回フレキシブル有機エレクトロニクス研究会	ベルサール 飯田橋駅前	2019/11/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題3
75	Takayuki Chiba*, Yukihiro Hayashi, Hinako Ebe, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	A-COE 2019	Ming-Chi Univ, Taipei, Taiwan	2019/11/8	山形大学	招待講演	研究開発課題4
76	Hisahiro Sasabe, Takahiro Kamata, Nozomi Ito, Junji Kido	A Series of Multifunctional Hole-Transporters Realizing High-Efficiency, Long Lifetime in TADF OLEDs	A-COE 2019	Ming-Chi Univ, Taipei, Taiwan	2019/11/8	山形大学	招待講演	研究開発課題4
77	Shota Ishikawa, Jun Sato, Takayuki Chiba*, Junji Kido	Blue perovskite quantum dot light-emitting devices via ligand exchange with adamantane diamine	A-COE 2019	Ming-Chi University, Taipei, Taiwan	2019/11/8	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
78	Tomohiro Maruyama, Hisahiro Sasabe, Yuichiro Watanabe, Tsukasa Owada, Ryo Yoshioka and Junji Kido	Terpyridine-containing electron-transporters for high-efficiency and long life green phosphorescent OLEDs	A-COE 2019	Ming-Chi University, Taipei, Taiwan	2019/11/8	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
79	Ayato Arai, Hisahiro Sasabe, Kohei Nakao, Yuki Masuda, Junji Kido	Benzothienocarbazole derivative-based host materials for long lifetime green phosphorescent OLEDs	A-COE 2019	Ming-Chi University, Taipei, Taiwan	2019/11/8	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
80	高橋沙衣, 石神明, 黒瀬隆, 伊藤浩志, 藤田鉦則	PP/ガラスウール複合材料を用いたFDMIによる3Dプリンティング条件/力学特性/内部構造の評価	一般社団法人プラスチック成形加工学会第27回(令和元年度)成形加工シンポジア'19	高松	2019/11/12	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
81	阿部喜史, 石神明, 黒瀬隆, 田中茂雄, 伊藤浩志	FDM式3Dプリンターによって作製した金属構造体の力学特性	一般社団法人プラスチック成形加工学会第27回(令和元年度)成形加工シンポジア'19	高松	2019/11/12	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1

82	古川英光	「3Dプリンターと未来ものづくり」	オプトロニクス社「光とレーザーの科学技術フェア2019」	科学技術館(東京北の丸公園)1F6号館	2019/11/14	山形大学	招待講演	研究開発課題4
83	小川純	「計算論的思考から「気づき」を得るAI技術の本質とCT研究への展開」	山形県CT研究会	山形大学医学部第5講義室	2019/11/17	山形大学	招待講演	研究開発課題4
84	古川英光	「ゲル3Dプリンタ利用による柔軟ハンド開発」	立命館大学SIPシンポジウム	京都リサーチパーク	2019/11/19	山形大学	招待講演	研究開発課題4
85	吉田麗娜	Interfacial Engineering in Solution Processing of Silicon-based Hybrid Multilayer for High Performance Thin Film Encapsulation	有機EL討論会第29回例会	自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター	2019/11/21	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
86	Makoto Mizukami	Organic thin film transistors for flexible OLED display	Technology Inspires the Future Workshop	Shinagawa, Japan	2019/11/22	山形大学	招待講演	研究開発課題5
87	Takayuki Chiba*, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	IDW' 19	Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan	2019/11/24	山形大学	招待講演	研究開発課題4
88	古川英光	「3Dゲル&フードプリンティングを活用したソフト&ウェットなものづくり」	京都府中小企業技術センターセミナー 5階 研修室	京都市下京区中堂寺南町134 京都リサーチパーク東地区内	2019/11/25	山形大学	招待講演	研究開発課題4
89	視里善幸	新しい価値を展開する有機ELパネル	一般社団法人電気設備学会	㈱ユアテック本社 3階Aホール	2019/11/28	山形大学	招待講演	研究開発課題4-1, 4-4, 4-5
90	古川英光	「やわらかものづくりから進展するソフトメカニクス」	『ソフトアクチュエータ、ソフトセンサとプロセス技術』主催: 日本MRS ソフトアクチュエータ産業化研究会	波止場会館 4階大会議室(横浜市中区)	2019/11/29	山形大学	招待講演	研究開発課題4
91	川上勝	「3Dプリンタ研究の総本山、山形大学工学部」	最上夜学	最上庁舎	2019/12/1	山形大学	招待講演	研究開発課題4
92	Jun Sato, Shota Ishikawa, Yoshihito Takahashi, Takayuki Chiba*, Junji Kido	Anion Exchange Blue Perovskite Quantum Dots LED with Metal Halide	2019 MRS Fall	Boston, USA.	2019/12/2	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
93	古川英光他パネルディスカッション	第2回クリエイティブ会議「高齢化社会とテクノロジー」山形まなび館	クリエイティブ会議	Day & Books	2019/12/4	山形大学	招待講演	研究開発課題4
94	古川英光	「3Dゲルプリンティングから「やわらかものづくり革命」へ」	JEOL東北PS会年末研修会	日本の宿古窯(山形県上山市)	2019/12/5	山形大学	招待講演	研究開発課題4
95	Takayuki Chiba*, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Light-Emitting-Devices	Materials Research Meeting 2019	Yokohama Symposia, Yokohama, Japan	2019/12/13	山形大学	招待講演	研究開発課題4
96	Jun Sato, Shota Ishikawa, Takayuki Chiba*, Junji Kido	Anion-exchange blue perovskite quantum dots LED with metal halide	MRM 2019	Yokohama Symposia, Yokohama, Japan	2019/12/13	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
97	古川英光	招待討議者	ムーンショット計画「フードロスゼロ」シンポジウム分科会5	ベルサール東京日本橋(東京都中央区日本橋2-7-1)	2019/12/18	山形大学	招待講演	研究開発課題4
98	W. Prasong, P. Muanchan, S. Thumsorn, T. Kurose and H. Ito	Biodegradable Materials for 3D Printing from PLA/PBAT-Nano Talc Composites	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (IPOMY)	Yonezawa, Japan	2019/12/19	山形大学	口頭発表	研究開発課題1

99	Yoshihito Takahashi, Keigo Hoshi, Jun Sato, Hinako Ebe, Takayuki Chiba, Satoru Ohisa, Junji Kido	High-Efficient Perovskite Quantum-Dots LEDs Based on Low Dielectric Constant Washing Solvent "Diglyme"	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
100	Jun Sato, Shota Ishikawa, Yoshihito Takahashi, Takayuki Chiba*, Junji Kido	Anion Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient Blue Light-Emitting-Devices	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
101	Shota Ishikawa, Jun Sato, Takayuki Chiba*, Junji Kido	Blue Perovskite Quantum Dot LED Using Adamantane Ligands	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
102	Shota Ishikawa, Jun Sato, Takayuki Chiba*, Junji Kido	High Efficiency of Blue Perovskite Quantum Dots LED Using Adamantane Additive	MRM 2020	Yokohama Symposia, Yokohama, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
103	Hiroki Arai, Hisahiro Sasabe, Kohei Nakao, Tatsuya Ohsawa, Junji Kido	A Spirobicridine-based Host Material for Highly Efficient Blue Thermally Activated Delayed Fluorescent Organic Light-emitting Devices	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
104	Tsukasa Owada, Hisahiro Sasabe, Yoshihito Sukegawa, Taiki Watanabe, Tomohiro Maruyama, Yuichiro Watanabe, Daisuke Yokoyama, Junji Kido	Terpyridine-containing chrysene derivatives as an electron-transporter to improve lifetime in green phosphorescent OLEDs	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
105	Yuki Masuda, Hisahiro Sasabe, Hiroki Arai, Natsuki Onuma, Junji Kido	Sky Blue-to-Green Thermally Activated Delayed Fluorescent Emitters based on 3-Pyridinecarbonitrile Derivatives	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
106	Ayato Arai, Hisahiro Sasabe, Kohei Nakao, Yuki Masuda, Junji Kido	pai-Extended carbazole derivatives as a host material for high-efficiency and long life green phosphorescent OLEDs	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
107	Nozomi Ito, Takahiro Kamata, Hisahiro Sasabe, Masahiro Igarashi, Junji Kido	Hexaphenylbenzene-based Hole-transporters for Highly Efficient and Stable Sky-Blue TADF OLEDs	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4

108	Tomohiro Maruyama, Hisahiro Sasabe, Yuichiro Watanabe, Tsukasa Owada, Ryo Yoshioka and Junji Kido	Realizing Highly Efficient and Long Lifetime Green Phosphorescent OLEDs using Terpyridine-containing Electron-Transporters	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University (2nd IPOMY)	Yamagata University, Japan	2019/12/19	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
109	古川英光	「3Dプリンターから展開するやわらかものづくりの共創イノベーション」	山形県名古屋事務所、やまがた県企業立地セミナーin名古屋	ホテル ナゴヤキャッスル (名古屋市西区樋の口町3-19)	2020/1/15	山形大学	招待講演	研究開発課題4
110	古川英光	「3次元ゲルプリンティングを用いたインテリジェントマテリアル製造」	一般社団法人レーザー学会、学術講演会第40回年次大会	仙台国際センター	2020/1/20	山形大学	招待講演	研究開発課題4
111	古川英光	「コネクティッド・ソフトウェアが起すスマートやわらかものづくり革命」	M社	神奈川県	2020/1/30	山形大学	招待講演	研究開発課題4
112	古川英光	「高強度ゲルの3D造形&解析技術による高付加価値の創造」	S社	兵庫県	2020/1/31	山形大学	招待講演	研究開発課題4
113	西川尚男	BLE通信機能搭載FHE型温度センサの開発	第34回エレクトロニクス実装学会講演大会	横浜国立大学	2020/3/4	山形大学	口頭発表	研究開発課題3 新型コロナウイルスのため現地開催中止
114	F. Hirose	“RT Atomic Layer Deposition of Aluminum Silicate and its Application to Ion Sorption”	11th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics	Online	2020/3/5-6	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
115	森田直己, 西脇学, 高橋茂樹, 酒井真理	界面活性剤により変化する動的表面張力のインク滴振動からの測定	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学	2020/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題2 COVID-19の影響で開催されずに発表扱いとなった。
116	森田直己, 高橋茂樹, 西脇学, 酒井真理	インクジェットの噴射状態へ動的表面張力の及ぼす影響について	第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学	2020/3/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題2 COVID-19の影響で開催されずに発表扱いとなった。
117	古川英光	会長講演 クリエーション主導イノベーションモデル	2周年記念シンポジウム	やわらか3D共創コンソーシアムライフ・3Dプリンタ創成センターよりZoom接続Youtube配信	2020/4/3	山形大学	招待講演	研究開発課題1
118	古川英光	Stay At Home With! With コロナ時代の機能性樹脂素材開発	LIGHTz公式instagram配信	オンライン開催	2020/4/22	山形大学	その他	研究開発課題1
119	古川英光	やわらか4Dプリンティング、「知識製造業の新時代」	リバネス第9回超異分野融合学会	株式会社リバネス、オンライン配信	2020/4/23	山形大学	招待講演	研究開発課題1
120	Yoshiharu Mori, Takeru Saito, Kentaro Saito, Kazuki Yoshida, Masanori Miura, Kensaku Kanomata, Bashir Ahmmad, Shigeru Kubota, Fumihiko Hirose	RT Atomic Layer Deposition of Aluminum Silicate and its Application to Ion Sorption Surfaces,	ALD2020	オンライン国際会議 AF3-MoA14	2020/6/29	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
121	K. Yoshida1, K. Saito, M. Miura, K. Kanomata, B. Ahmmad, S. Kubota, F. Hirose	Crystallized ZnO RT ALD and its application	ALD2020	オンライン国際会議 AF-Mop28	2020/6/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4
122	K. Saito, K. Yoshida, M. Miura, K. Kanomata, B. Ahmmad, S. Kubota, F. Hirose	Modelling of Low-Temperature Atomic Layer Deposition of Silicon Nitride using Plasma Excited Ammonia	ALD2020	オンライン国際会議 AF-MoP30	2020/6/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題4

123	Takeshi Sano, Yutaka Okuyama, Yoshiyuki Suzuri, Mitsuhiro Kodan, Toshinao Yuki, Makoto Mizukami, Hitoshi Nakada and Junji Kido	"Applications of organic electronics toward the new normal lifestyle"	11th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2020)	Aichi Institute of Technology	2020/8/7	山形大学	招待講演	研究開発課題4,5
124	金井 柊馬、小川 純、渡邊洋輔、川上勝、古川英光	対光反応を伴うUV印刷されたハイドロゲル眼球、口頭	第56回日本眼光学学会総会～ FOCUS 2020～	WEB開催	2020/9/5	山形大学	その他	研究開発課題1
125	古川英光	外部資金獲得セミナー ～不採択と採択の境目～	山形大学・山形県立米沢栄養大学合同開催	オンライン配信	2020/9/8	山形大学	招待講演	研究開発課題1
126	常山 恭暉、笹部 久宏、齋藤 大樹、城戸 淳二	フェナントロリン誘導体をn型ホスト材料として用いた長寿命深赤色有機EL	第81回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催	2020/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
127	熊田 健吾、笹部 久宏、中尾 晃平、城戸 淳二	シアノトリフェニレン誘導体青色発光材料群を用いた高効率有機EL	第81回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催	2020/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
128	齋藤 健太郎、吉田 一樹、三浦 正範、鹿又 健作、有馬 ボシールアハンマド、久保田 繁、廣瀬 文彦	低温イットリウム原子層堆積の表面反応評価	応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催 [8p-Z26-13]	2020/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
129	佐々木 樹、上村 果歩、吉田 麗娜、高橋 辰宏、硯里 善幸	塗布型・高バリア性PHPS薄膜におけるVUV光焼成プロセスの解明	第81回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン (公演番号:8a-Z11-10)	2020/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
130	森 義晴、齋藤 健太郎、吉田 一樹、三浦 正範、鹿又 健作、有馬 ボシールアハンマド、久保田 繁、廣瀬 文彦	二段階吸着法を用いたアルミナシリケートの室温原子層堆積とイオン吸着応用	応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催 [8p-Z26-12]	2020/9/8-11	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
131	佐々木 樹等	塗布型・高バリア性PHPS薄膜におけるVUV光焼成プロセスの解明	第81回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン	2020/9/8-11	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
132	Lina Sun等	Highly luminescent ZnO Thin Films Obtained by VUV-assisted Sol-Gel Processing	第81回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン	2020/9/8-11	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
133	安達香奈子、吉田 一也、牧野真人、森田雅宗、渡邊洋輔、MD Nahin Shiblee、小川純、Ajit Khosla、古川英光	リボソーム・ゲル複合系3Dプリンティング技術の開発	第71回コロイドおよび界面化学討論会	オンライン	2020/9/14-16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
134	阿部喜史、黒瀬 隆、M. V. A. Santos、金谷陽太、石神明、田中茂雄、伊藤浩志	熱溶融積層法を用いて作製した17-4PH鋼部品の工学的特性	日本金属学会 2020年秋期 (第167回) 講演大会	オンライン	2020/9/15	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
135	阿部喜史、黒瀬 隆、M. V. A. Santos、金谷陽太、石神明、田中茂雄、伊藤浩志	熱溶融積層法を用いて作製した17-4PH鋼部品の工学的特性	(公)日本金属学会2020年秋期 (第167回) 講演大会	オンライン	2020/9/15	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1

136	ブラソングワッタ ナチャイ、石神 明、トゥムソー ン、スバポー ン、黒瀬 隆、伊藤浩志	生分解性複合材料の 3Dプリントにおける機 械的特性および層間 接着性評価	第69回高分子討 論会	岩手大学	2020/9/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
137	和栗一	金属箔エッチング配線 を使用した平滑フィル ム回路基板	第30回マイクロ エレクトロニクス シンポジウム (MES2020)秋季 大会	オンライン	2020/9/17	東洋アルミニウ ム株式会社	口頭発表	研究開発課題5
138	和栗一、田健吾、 中尾凌、南山偉 明	「金属箔エッチング配 線を使用した平滑フィル ム回路基板」	第30回マイクロ エレクトロニクス シンポジウム (MES2020)秋季 大会	オンライン/ パナソニック リゾート大阪	2020/9/17	東洋アルミニウ ム株式会社	口頭発表	研究開発課題5
139	渡邊洋輔、志賀郁 也、古川英光、平 井千恵、梅本大 輝、佐野光宏	相互架橋網目 (Inter Crosslinking Network) ゲルを用いた防汚材 料の検討	高分子討論会	高分子学会	2020/9/17	山形大学	その他	研究開発課題1
140	千葉貴之、石川翔 太、江部日南子、 城戸淳二	青色ペロブスカイトナ ノ結晶LEDの高性能 化を指向した配位子 交換技術	第69回高分子討 論会	オンライン開 催	2020/9/17	山形大学	その他	研究開発課題4
141	古川英光	基調講演「高分子ゲ ルが創出するやわら か機能の科学と工学」	高分子討論会	高分子学会	2020/9/18	山形大学	招待講演	研究開発課題1
142	森智晴、川上 勝、渡邊 洋輔、シ ビル エムディ ナ ヒン イスラム、ア ジット コースラ、 小川 純、古川 英 光	オーゼティック構造を 用いた柔軟な材料の 物性制御	高分子討論会	高分子学会	2020/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
143	佐藤貴風、川上 勝、渡邊 洋輔、シ ビル エムディ ナ ヒン イスラム、ア ジット コースラ、 小川 純、古川 英 光	ゲルコーティングと表 面形状変化によるソフ ト基板の表面摩擦制 御	高分子討論会	高分子学会	2020/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
144	須藤郁馬、小川 純、渡邊 洋輔、シ ビル エムディ ナ ヒン イスラム、ア ジット コースラ、 川上 勝、古川 英 光	ドアノブとの身体接触 から発展するソフトマ ターを通じた対話シス テム	高分子討論会	高分子学会	2020/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
145	志賀郁也、小川 純、渡邊 洋輔、シ ビル エムディ ナ ヒン イスラム、ア ジット コースラ、 川上 勝、古川 英 光	膨潤挙動依存型異種 ハイドロゲルアクチュ エータの開発	高分子討論会	高分子学会	2020/9/18	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
146	古川英光	“触りたい気持ち”を テクノロジーで満たす ことはできるか？	研究エリア公開 ミーティングvol.3	日本科学未 来館、オンラ イン配信	2020/9/19	山形大学	その他	研究開発課題1
147	Shunsuke Suzuki, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Jun Nango, Hidemitsu Furukawa	Texture Control of 3D Food Printing: Effect of Internal Structure of 3D Printed Foods on their Fracture Process in Compression	PRIME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1

148	Y. Sato, Azusa Saito, Y. Watanabe, M. N. I. Shiblee, J. Ogawa, A. Khosla, M. Kawakami, and H. Furukawa	Material Development and Equipment Improvement for 3D Gel Printing using a Commercially-Available Stereolithography Printer	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1
149	Azusa Saito, Yuta Yamazaki, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	3D Gel Printing with Commercial Stereolithography Printer	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1
150	Yuta Yamazaki, Azusa Saito, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Jun Nango, Hidemitsu Furukawa	Simultaneous 3D Printing of White and Transparent Gels for Medical Models	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1
151	Shuma Kanai, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Skin-Mimic Hydrogel Materials for Soft Robots with Water-Perspiration Control Developed by 3D Printing	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1
152	Yeh Yee Cheng, Naoya Yamada, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Teruaki Akamatsu, Hidemitsu Furukawa	3D Printing of Soft-Matter Mono Pump in Infant Ventricular Assist Device (VAD) for Blood Pumping	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1
153	Kanako Adachi, Kazunari Yoshida, Masato Makino, Masamune Morita, Yosuke Watanabe, MD Nahin Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Formation of Liposomes Containing Pre-Gel Solution and 3D-Printing Applications by Droplet-Shooting Method	PRiME2020,ECS	オンライン	2020/10/4-9	山形大学	その他	研究開発課題1

154	小川純	ソフト材料開発と3Dプリント技術で拓くソフトマターロボティクスの分野横断的統合アプローチ	Conference on 4D and Functional Fabrication 2020`New Paradigm over 3D Technology	オンライン開催	2020/10/15	山形大学	招待講演	研究開発課題1
155	青山響、渡邊 洋輔、エムディナヒン イスラム シブリ、アジット コースラ、小川 純、川上勝、古川 英光	ソフト材料を使用した新しい関節の開発	Conference on 4D and Functional Fabrication 2020	オンライン	2020/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
156	横江一真、渡邊 洋輔、エムディナヒン イスラム シブリ、アジット コースラ、小川 純、川上勝、古川 英光	3Dゲルプリンター“Rep Rap SWIM-ER”の社会実装	Conference on 4D and Functional Fabrication 2020	オンライン	2020/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
157	佐藤大介、渡邊 洋輔、エムディナヒン イスラム シブリ、アジット コースラ、小川 純、川上勝、古川 英光	ゲルを用いた摺動デバイスの研究	Conference on 4D and Functional Fabrication 2020	オンライン	2020/10/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
158	古川英光	研究者たちとさぐる、いろんな「化学」だから化学は面白い！	化学の日トークイベント	日本科学未来館、オンライン配信	2020/10/25	山形大学	その他	研究開発課題1
159	相磯孝輔、川上勝、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、Ajit Khosla、小川純、古川英光	3D Printing of starch suspension	Smasys2020	Online	2020/10/29-30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
160	志賀郁也、川上勝、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、Ajit Khosla、小川純、古川英光	Development of hydro gel eyeball actuators for soft-robot “gel HACHI”	Smasys2020	Online	2020/10/29-30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
161	須藤郁馬、川上勝、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、Ajit Khosla、小川純、古川英光	Piezoelectric gel sensor with 3D printed micro channel	Smasys2020	Online	2020/10/29-30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
162	森智晴、川上勝、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、Ajit Khosla、小川純、古川英光	Development of materials with mechanical Anisotropy with 3D printed lattice structures	Smasys2020	Online	2020/10/29-30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
163	佐藤貴風、川上勝、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、Ajit Khosla、小川純、古川英光	Development of soft materials with nonlinear mechanical responses.	Smasys2020	Online	2020/10/29-30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1

164	K. Sogai, K. Kikuchi, B. Ahmad, S. Kubota, F. Hirose	"Operation mechanism of TiO ₂ nanochannel thin film transistor for UV and gas sensing"	THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING 2020	Online	2020/10/30	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
165	Yusuke Yamaki, Daisuke Ishikawa, Kensaku Kanomata, Ayumi Hirano-Iwata, Fumihiko Hirose	"Electrical conductivity modulation in PCBM-doped lipid bilayer by parallel electric field in the BLM surface"	THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING 2020	Online	2020/10/30	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
166	古川英光	「やわらかものづくり革命～やわらかくても役に立つニーズはどうすれば見つかるのか?～」	米沢工業会東海支部総会	オンライン	2020/11/1	山形大学	招待講演	研究開発課題1
167	硯里 善幸等	OLED素子上へのウェットプロセスによるハイバリア構造の開発	薄膜材料デバイス研究会 第17回研究会	オンライン	2020/11/5-6	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
168	古川英光	「やわらか材料の3Dプリンティングの社会実装をどう目指すか?」	日本材料学会	3Dプリンティングの現状と未来に関するウェブ講演会	2020/11/20	山形大学	招待講演	研究開発課題1
169	古川英光	ウェアラブルテック「ニューノーマルを豊かにするソフトウェアラブルテクノロジー」、第6回SICEポストコロナ未来社会ワークショップ :ソフトロボティクスが革新するニューノーマル	計測自動制御学会 (SICE), 科研費新学術領域ソフトロボティクス, 日本ロボット学会 (RSJ) ソフトロボティクス研究専門委員会	オンライン	2020/11/28	山形大学	招待講演	研究開発課題1
170	古川英光	"4D Materials and Systems Towards Medical Applications"	M3d+it 招待講演 ヨハネスケプラー大学主催	オンライン	2020/12/3	山形大学	招待講演	研究開発課題1
171	千葉貴之	ペロブスカイトナノ結晶の表面修飾とLEDへの展開	IDW'20 チュートリアル講演	オンライン	2020/12/8	山形大学	招待講演	研究開発課題4
172	富家 夏樹等	ケミカル加工による可変湾曲可能な有機ELパネルの開発	有機EL討論会第31回例会	オンライン	2020/12/14-16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
173	佐々木 樹	塗布型PHPSバリア膜におけるVUV光焼成緻密化プロセスの解明	有機EL討論会第31回例会	オンライン	2020/12/14-16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
174	千葉 貴之、石川翔太、江部 日南子、城戸 淳二	ペロブスカイトナノ結晶の表面修飾とLED応用, 2020年	有機EL討論会第31回例会	オンライン開催	2020/12/15	山形大学	招待講演	研究開発課題4
175	古川英光	「ソフトマターの3DプリンティングとOpen Meals」	HCGシンポジウム 旧食メディア研究会	オンライン	2020/12/16	山形大学	招待講演	研究開発課題1
176	向殿充浩	銅メッシュ埋め込み型ITO代替透明電極を用いた有機EL	有機EL討論会第31回例会	オンライン	2020/12/16	山形大学、東洋アルミニウム株式会社	口頭発表	研究開発課題5
177	古川英光	「3D/4D Printable Materials for Medical Applications」	Traunkirchen Workshop, JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ主催	オンライン	2021/2/8	山形大学	招待講演	研究開発課題1
178	古川英光	「Advanced 3D Printing Technologies for Food Innovation」	International Seminar on 3D Food Printing Technology国際セミナー、農研機構主催	Microsfot Teamsによるオンライン方式	2021/2/17	山形大学	招待講演	研究開発課題1
179	古川英光	「地域から挑む、やわらか3Dものづくり革命」	高岡熱中寺子屋第9期	オンライン	2021/2/20	山形大学	招待講演	研究開発課題1
180	古川英光	「カタチと機能の共進化～我々はカタチから何を学ぶことができるのか～」	第10回 超異分野学会 本大会「変化・適応・進化」	リバネス、コングレスクエア羽田(一部オンライン配信)	2021/3/5	山形大学	その他	研究開発課題1

181	古川英光	「社会基盤を変えうる研究とその社会実装に挑戦する」	カタチと機能の共進化～我々はカタチから何を学ぶことができるのか～第10回超異分野学会本大会「変化・適応・進化」、リバ	オンライン配信	2021/3/6	山形大学	招待講演	研究開発課題1
182	黒澤優等	PEDOT/PSS 溶媒組成によるパーティクルの被覆特性の解明	第68回応用物理学会春季学術講演会	オンライン	2021/3/16-19	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
183	古川英光	「3Dプリンターが拡大するやわらか有機材料の可能性」	ファインケミカルジャパン2021	東京ビッグサイト西展示棟	2021/4/15	山形大学	招待講演	研究開発課題1
184	古川英光	未来館オンラインイベント「研究者と考えよう!やわらかいゲルがひらく未来の生活」	日本科学未来館	オンライン	2021/5/21	山形大学	その他	研究開発課題1
185	W. Prasong, A. Ishigami, S. Thumsorn, and H. Ito	Effect of temperature control on interlayer adhesion of FDM 3D printing poly(lactic acid)	PESI 2021	オンライン	2021/5/30	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
186	Hidemitsu Furukawa	“3D Printing of Various Gels Including Foods and Soft Robots”	Additive Manufacturing – 1st Japanese-French Workshop 共催 在日フランス大使館・物質材料研究機構・東京工業大学	オンライン	2021/6/11	山形大学	招待講演	研究開発課題1
187	古川英光	「あなたが望む“触りごち”、どうやったら実現する？」	日本科学未来館研究エリア公開ミーティングVol.5	オンライン	2021/6/16	山形大学	その他	研究開発課題1
188	齋藤将史, 佐武健一, 森田直己	インクジェットヘッドで吐出されたインク液滴の飛翔形態とインク物性との関係	第127回日本画像学会研究討論会	Zoom Webinarによるオンライン開催	2021/6/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題2
189	森田直己, 高橋茂樹, 酒井真理	サテライト生成に影響を及ぼす液滴分離タイミングの水性・油性インクでの検討	第127回日本画像学会研究討論会	Zoom Webinarによるオンライン開催	2021/6/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題2
190	古川英光	“Materials for Medical Engineering” in Traunkirchen	オーストリア国立ヨハネス・ケプラー大学 大学院オンライン講義	オンライン	2021/7/8	山形大学	招待講演	研究開発課題1
191	佐藤大介, 渡邊洋輔, Nahin Shiblee, Ajit Khosla, 小川純, 川上勝, 古川英光	ゲルを用いた一軸偏心ねじポンプによる移送システムの開発	第70回高分子討論会	オンライン開催	2021/9/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
192	青山響, 渡邊洋輔, Nahin Shiblee, Ajit Khosla, 小川純, 川上勝, 古川英光	形状記憶ゲルを用いた砂面移動機構の開発	第70回高分子討論会	オンライン開催	2021/9/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
193	亀岡将成, 渡邊洋輔, Nahin Shiblee, Ajit Khosla, 小川純, 川上勝, 古川英光	3Dゲルプリンターを用いた4D技術の研究とその応用	第70回高分子討論会	オンライン開催	2021/9/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
194	古泉 秀樹, 長田佑介, 若本 悟, 千葉 貴之	低レート成膜用水晶式膜厚計の開発, 第82回応用物理学会秋季学術講演会	第82回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催	2021/9/12	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
195	W. Pasong, P. Muanchan, S. Thumsorn, T. Kurose, and H. Ito	Mechanical Properties and Surface Roughness of 3D Printing Biodegradable Ternary Blends and Its Composites	The 36th International Conference of the Polymer Processing Society	オンライン開催	2021/9/27	山形大学	招待講演	研究開発課題1

196	Hidemitsu Furukawa	PLENARY SPEAKERS - “3D/4D Printing of Soft Matter toward Smart Soft-Manufacturing Revolution”	36TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE POLYMER PROCESSING SOCIETY	Montreal, Canada,	2021/9/28	山形大学	招待講演	研究開発課題1
197	佐藤 大介, 渡邊 洋輔, シブリ エムディ, ナヒン イスラム, 小川 純, アジット コースラ, 川上 勝, 古川 英光	相互架橋網目ゲルの3Dプリンティングを活用したスラリー液の非損傷システムの検証	SmaSys2021	オンライン開催	2021/10/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
198	青山響, 小川純, 渡邊洋輔, シブリ エムディ, ナヒン イスラム, アジット コースラ, 川上勝, 古川英光	形状記憶ゲルの3Dプリンティングを活用した砂面移動機構の開発	SmaSys2021	オンライン開催	2021/10/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
199	亀岡将成, シブリ エムディ, ナヒン イスラム, 渡邊 洋輔, 小川 純, アジット コースラ, 川上 勝, 古川 英光	4Dプリンティングを用いた生物模倣技術の開発	SmaSys2021	オンライン開催	2021/10/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
200	古川英光	「やわらか3D宣言とGelPiPerプログラム」	化学フェスタ2021日本化学会	オンライン	2021/10/21	山形大学	招待講演	研究開発課題1
201	落合俊樹, 渡邊洋輔, 小川純, 川上勝, エムディナヒンイスラムシブリ, アジットコースラ, 古川英光	ゲルプリンティングにおける熟練者技能の継承に向けたアイトラッキング動画解析	4DFF2021	オンライン開催	2021/10/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
202	鈴木康海, 川上勝, 渡邊洋輔, 小川純, エムディナヒンイスラムシブリ, アジットコースラ, 古川英光	3Dスキャンを可能とするゲルの表面修飾法の検証	4DFF2021	オンライン開催	2021/10/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
203	小林竜也, 渡邊洋輔, アジットコースラ, 川上勝, エムディナヒンイスラムシブリ, 小川純, 古川英光	イオン液体ゲルを用いたキャパシタの3Dプリンティング	4DFF2021	オンライン開催	2021/10/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
204	廣瀬航佑, 渡邊洋輔, 小川純, エムディナヒンイスラムシブリ, アジットコースラ, 川上勝, 古川英光	複数の高分子材料を組み合わせた触覚認知モデル	4DFF2021	オンライン開催	2021/10/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
205	臼井 昭子, 登本 洋子, 櫻井 佑真, 渡邊 洋輔, 古川 英光	学校教育における3Dゲルプリンタを活用した立体造形の学習に関する一考察	4DFF2021	オンライン開催	2021/10/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
206	Hidemitsu Furukawa	“3D, 4D Printing of Food, Medical, Gels, and Soft-matter Robot”	The 5th International Conference on Active Materials and Soft Mechatronics (AMSM2021)	オンライン	2021/11/11	山形大学	招待講演	研究開発課題1
207	古川英光	「やわらかものづくり革命～3DゲルプリンターGelPiPer(ゲルパイパー)の社会実装～」	米沢工業会関西支部同窓会2021、米沢工業会	オンライン	2021/11/27	山形大学	招待講演	研究開発課題1

208	Tatsuya Kobayashi, Yosuke Watanabe, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, MD Nahin, Islam Shiblee, Jun Ogawa, Tensho Nakamura, Yuya Harada, Tsukasa Yoshida, Hidemitsu Furukawa	Capacitor of 3D printing used ionic liquid gel	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
209	Masanari Kameoka, MD Nahin, Islam Shiblee, Yosuke Watanabe, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	4D Printing of Inter-Crosslinking Network Structure Gel with Hinge Structure	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
210	Daisuke Sato, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Development of a Low-Torque Progressive Cavity Pumps Using Inter-Crosslinking Network Structure Gels	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
211	Ikuma Sudo, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Jun Ogawa, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Soft Matter Machine Learning Based on Piezoelectric Sensors – Highly Accurate Contact Part Recognition in Owl-Shaped Soft Robots –	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
212	Fumiya Shiga, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Application of Regenerable Gel Dispensing Mechanism Inspired by Biological Turnover	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
213	Tomoharu Mori, Masaru Kawakami, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Hidemitsu Furukawa	Development of Nobel Soft Materials using 3D-Printed Lattice Structures and Application for Soft Modular Robots	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
214	Takanori Sato, Masaru Kawakami, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Hidemitsu Furukawa	Novel Soft Materials with Nonlinear Mechanical Response	ICTSGS2021	オンライン開催	2021/11/29	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1

215	佐々木 樹, 吉田 麗娜, 黒澤 優, 高橋 辰宏, 硯里 善幸	塗布型 PHPS 水蒸気バリア膜における VUV 光焼成緻密化プロセスの解明	第59回高分子と水に関する討論会	オンライン開催	2021/12/3	山形大学	その他	研究開発課題4
216	Hidemitsu Furukawa	“Toward 4D Printing of Food, Medical Materials, Gels, and Soft-matter Robots”	M3d+it 2021 (Medical 3d-printing and Innovative Technologies 2021)	オンライン	2021/12/3	山形大学	招待講演	研究開発課題1
217	志賀 郁也, 小川 純, 渡邊 洋輔, MD Nahin Islam Shiblee・Ajit Khosla, 川上勝, 古川英光	防汚に適した分子構成をもつ高分子ゲルのターンオーバー機構の開発	第33回高分子ゲル研究討論会	オンライン開催	2022/1/20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
218	須藤 郁馬, 小川 純, 渡邊 洋輔, MD Nahin Islam Shiblee・Ajit Khosla, 川上勝, 古川英光	フクロウ型ソフトロボットによる接触部位の識別	第33回高分子ゲル研究討論会	オンライン開催	2022/1/20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
219	森 智晴, 小川 純, 渡邊 洋輔, MD Nahin Islam Shiblee・Ajit Khosla, 川上勝, 古川英光	減圧駆動ソフトモジュール型ブロック「MORI-A」の開発	第33回高分子ゲル研究討論会	オンライン開催	2022/1/20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
220	佐藤 貴風, 渡邊 洋輔, MD Nahin Islam Shiblee・Ajit Khosla, 小川 純, 川上勝, 古川英光	3D プリンティングを活用した、非線形粘弾性応答を持つ新材料のデザインと応用	第33回高分子ゲル研究討論会	オンライン開催	2022/1/20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
221	Kosuke Hirose, Ikuma Sudo, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Ajit Khosla, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Composed Soft Matter Learning of Subtle Texture Identification of Food products in Artificial Mouth	27th International Symposium on Artificial Life and Robotics – 7th International Symposium on BioComplexity – 5th International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics	オンライン開催	2022/1/20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
222	伊藤 浩志	高分子の成形加工の基礎	高分子学会第20回高分子ナノテクノロジー研究会講座	オンライン開催	2022/1/27	山形大学	招待講演	研究開発課題1
223	古川英光	「3D/4Dプリンティングを活用したやわらかな動きの高次制御」	第2回新学術領域合同シンポジウム—ソフトロボット学と発動分子科学の融合—	オンライン	2022/2/15	山形大学	招待講演	研究開発課題1
224	吉田一樹・齋藤健太郎・三浦正範・鹿又健作・廣瀬文彦	室温原子層堆積法を用いた水蒸気ガスバリア膜の試作と評価	電子情報通信学会電子部品材料研究会	オンライン開催	2022/3/1	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
225	田中 純一, 山口裕之, 千葉 貴之, 佐野 健志, 笹部久宏, 城戸 淳二	フェナントロリン誘導体を電子注入層に用いた有機EL素子の発光特性	第69回応用物理学会秋季学術講演会	オンライン開催	2022/3/22	山形大学、Lumiotec(株)	口頭発表	研究開発課題4

226	Jun Ogawa, Tomoharu Mori, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, MD Nahin Islam Shiblee, Hidemitsu Furukawa	MORI-A: Soft Decompression Module with 3D Printable Deformation Structure	RoboSoft2022	オンライン	2022/4/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
227	Daisuke Sato, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, MD Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Development of a Low-Torque Transfer System Using a Progressive Cavity Pumps with Gels	241st ECS Meeting	電気化学会	2022/6/1	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
228	三上滉陽, 石神明, 小林豊, 伊藤浩志, 黒瀬隆, 迎弘文, 小森政二	ポリテトラフルオロエチレンのFDMによる三次元構造体の作製と物性評価	2022年度繊維学会年次大会	オンライン開催	2022/6/8-6/10	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
229	Daisuke Sato, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, MD Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Development of a Low-Torque Transfer System Using a Progressive Cavity Pumps with Gels	241st ECS Meeting	オンライン開催	2022/6/11	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
230	田中 純一, 山口裕之, 千葉 貴之, 佐野 健志, 笹部久宏, 城戸 淳二	フェナントロリン誘導体を電子注入層に用いた有機EL素子の発光特性	有機EL討論会第34回例会	オンライン	2022/6/30	山形大学、Lumiotec(株)	口頭発表	研究開発課題4
231	小川純	クリエイティブ・ソフトマシンの開発の躍進	第4回フレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス若手研究者の会	山形	2022/7/21	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
232	小川純	クリエイティブ・ソフトマシンの開発ーやわらかものづくりが創る未来社会ー	Ster's Day In 仙台 2022	宮城	2022/7/21	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
233	Daisuke Sato, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, MD Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Evaluation of Gel PCs with Different Elasticity and Fabrication Methods	13th International Gel Symposium	北海道	2022/9/3	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
234	亀岡将成, イスラムシプリ MD ナヒン、渡邊洋輔, 川上勝、小川純, 古川英光	Sweling-driven 4D printing using a 3D gel printer	13th International Gel Symposium	北海道	2022/9/3	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
235	亀岡将成, イスラムシプリ MD ナヒン、渡邊洋輔, 川上勝、小川純, 古川英光	Sweling-driven 4D printing using a 3D gel printer	13th International Gel Symposium	Soft matter etc	2022/9/3	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1

236	Hibiki Aoyama, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Shape Memory Structural Gel for engineering applications	13th International Gel Symposium	北海道	2022/9/3	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
237	Hibiki Aoyama, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Shape Memory Structural Gel for engineering applications	13th International Gel Symposium	Soft matter etc	2022/9/3	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
238	Daisuke Sato, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, MD Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Evaluation of Gel PCPs with Different Elasticity and Fabrication Methods	13th International Gel Symposium	Soft matter etc	2022/9/3	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
239	Takaho Kuramochi, Masaru Kawakami, Yosuke Watanabe, Jun Ogawa, Hidemitsu Furukawa	Screw-type food 3D printer for alternative meats	13th International Gel Symposium	Soft matter etc	2022/9/3	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
240	Yuji MOTEGL, Masaru KAWAKAMI, Jun OGAWA, Yosuke WATANABE, Hidemitsu FURUKAWA	3D Chocolate Printing of Controlling Texture and Shape Using Dual Extrusion	13th International Gel Symposium	Soft matter etc	2022/9/3	山形大学	ポスター発表	研究開発課題1
241	青山 響、シブリエムディ ナヒン イスラム、渡邊 洋輔、古川 英光、山野 光裕、今村 友哉	人間の眼球運動を模倣した変形機構による水晶体ゲル膜の変形評価	第58回日本眼光学会総会	北海道	2022/9/4	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
242	櫻井 佑真、渡邊 洋輔、川上 勝、イスラム ジブリエムディ ナヒン、小川 純、古川 英光	磁性粒子を内包した相互架橋網目ゲルの三次元造形	第71回高分子討論会	高分子学会	2022/9/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
243	本間飛翔、和田 真人、川上勝、古川英光	側鎖結晶性高分子の粘着力を用いた部品固定方法の検討	第71回高分子討論会	高分子学会	2022/9/5	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
244	鈴木康海、小川純、渡邊洋輔、川上勝、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川英光	衝撃緩和のためのプログラマブルなメカニカル・メタソフトマテリアルの開発	第71回高分子討論会	高分子学会	2022/9/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
245	廣瀬航佑、小川純、渡邊洋輔、川上勝、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川英光	高分子材料のエンドエフェクタによる食感識別	第71回高分子討論会	高分子学会	2022/9/6	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
246	佐藤大介、渡邊洋輔、イスラムシブリ MD ナヒン、小川純、川上勝、古川英光	高分子ゲルスステータを用いた一軸偏心ねじポンプの造形	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1

247	亀岡将成, イスラムシプリ MD ナヒン, 渡邊洋輔, 川上勝, 小川純, 古川英光	3Dゲルプリンターによる階層構造を応用した4Dプリンティングの開発	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
248	青山響・小川純・渡邊洋輔・シプリエムディナヒン・イスラム・川上勝・古川英光	形状記憶ゲルを埋め込んだ変形保持構造の開発	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
249	櫻井 佑真、渡邊洋輔、川上 勝、イスラム ジプリエムディナヒン、小川 純、古川 英光	磁性粒子を内包した相互架橋網目ゲルの三次元造形	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
250	鈴木康海,小川純,渡邊洋輔,川上勝,MD Nahin Islam SHIBLEE,古川英光	衝撃緩和のためのプログラマブルなメカニカル・メタソフトマテリアルの開発	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
251	廣瀬航佑,小川純,渡邊洋輔,川上勝,MD Nahin Islam SHIBLEE,古川英光	高分子材料のエンドエフェクタによる食感識別	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
252	小林 竜也,渡邊洋輔,川上 勝,小川 純,MD Nahin Islam SHIBLEE,古川 英光	イオン液体ゲルを用いた3Dプリンタブルキャパシタ	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
253	中間飛翔, 和田真人, 川上勝, 古川英光	側鎖結晶性高分子の粘着力を用いた部品固定方法の検討	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
254	阿部壮真、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	マルチマテリアルで構成する3D印刷型真空駆動ソフトモジュールの拡張	第40回 日本ロボット学会学術講演会	東京	2022/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
255	佐々木 樹、吉田麗娜、黒澤 優、高橋 辰宏、硯里善幸	ガラス並みの高バリア性能を有する塗布型PHPS バリア膜の開発	応用物理学会 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会	東北大学	2022/9/22	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
256	花山貴則、佐野健志、齊藤優、高下太一、笹部久宏、城戸淳二	りん光アシストドーパントを用いた高効率・長寿命近赤外有機EL	応用物理学会 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会	東北大学	2022/9/22	山形大学	口頭発表	研究開発課題5
257	齋藤健太郎、吉田一樹、三浦正範、鹿又健作、有馬ボシールアハンマド、久保田繁、廣瀬文彦	低温 原子 層堆積 法による 積層 AlN、Al ₂ O ₃ ガスバリア の試作と評価	応用物理学会 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会	東北大学	2022/9/23	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
258	Komi Suzuki, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Development of Programmable Mechanical Meta Materials for Shock Absorber	Smasys2022	オンライン開催	2022/10/6-7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1

259	廣瀬航佑,小川純,渡邊洋輔,川上勝,MD Nahin Islam SHIBLEE,古川英光	Texture identification by end-effectors in polymer materials	Smasys2022	オンライン開催	2022/10/6-7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
260	廣瀬航佑,小川純,渡邊洋輔,川上勝,MD Nahin Islam SHIBLEE,古川英光	非破壊触感識別のための物理リザーバー計算による圧電感知型エンドエフェクタ	第28回ロボティクスシンポジウム	Yamagata University	2022/10/6-7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
261	本間飛翔, 小川純, 渡邊洋輔, 川上勝, 古川英光	Effect of Temperature Change on Adhesive Strength of Side-Chain Crystalline Block Copolymers	Smasys2022	Yamagata University	2022/10/6-7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
262	阿部壮真, 小川純, 渡邊洋輔, MD Nahin Islam Shiblee, 川上勝, 古川英光	身体に適應するウェアラブルソフトマシンの検討	4DFF2022	山形	2022/10/13	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
263	齋藤鴻樹, 小川純, 渡邊洋輔, MD Nahin Islam Shiblee, 川上勝, 古川英光	立体的な培地を用いたマッシュルーム栽培	4DFF2022	山形	2022/10/13	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
264	本間飛翔, 青山響, 小川純, 渡邊洋輔, 川上勝, 古川英光	形状記憶ゲルの分割造形及び粘着力による固定方法の検討	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
265	坂下大輔, 渡邊洋輔, 川上勝, 小川純, MD Nahin Islam SHIBLEE, 古川英光	3Dゲルプリンターを用いた臓器の手術モデルの作製	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
266	糸井麻夏, 小川純, 渡邊洋輔, MD Nahin Islam SHIBLEE, 川上勝, 古川英光	パウチドジェルによる触覚の提示方法の検討	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
267	佐々木 樹, 吉田麗娜, 黒澤 優, 高橋 辰宏, 硯里 善幸	ガラス並みの高バリア性能を有する塗布型PHPS/バリア膜	有機EL討論会第35回例会	石川県金沢市	2022/11/24	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
268	Shoma Abe, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Md Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	Application of 3D Printed Vacuum-actuated module with Multi-Soft Material to Support Handwork Rehabilitation	DARS2022	IEEE	2022/11/28	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
269	小川純	やわらかものづくりによる駆動系・識別系ソフトマシン研究	次世代センサ・アクチュエータ委員会 第28回定期講演会	オンライン	2022/12/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
270	Tatsuki Sasaki, Lina Sun, Yu Kurosawa, Tatsuhiro Takahashi, Yoshiyuki Suzuri	Solution-Processed Ultrahigh PHPS Gas Barriers with Glass-like Performance	The 29th International Display Workshops	福岡	2022/12/16	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

271	佐藤大介、渡邊洋輔、小川純、イスラムシブリエムディナヒン、川上勝、古川英光	高分子ゲルスレータを用いた低トルク軸偏心ねじポンプの開発	第34回高分子ゲル研究討論会	高分子学会	2023/1/19-20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
272	青山響、小川純、渡邊洋輔、イスラムシブリエムディナヒン、川上勝、古川英光	形状記憶ゲルを用いた構造体のエンジニアリング応用	第34回高分子ゲル研究討論会	高分子学会	2023/1/19-20	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
273	Daisuke Sato, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, MD Nahin Islam Shiblee, Hidemitsu Furukawa	Development of Progressive Cavity Pump with Piezoelectric Sensing for Slurry Liquid Identification	AROB-ISBC-SWARM 2023	AROB	2023/1/25	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
274	Hibiki Aoyama, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, MD Nahin, Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	SMG clinger: development of a heat-dependent softness-switching gripper based on filamentous gels	AROB-ISBC-SWARM 2023	AROB	2023/1/25	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
275	Shoma Abe, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Md Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	MORI-A CPS: Soft modular actuator support with 4D assembly simulation	AROB-ISBC-SWARM 2023	AROB	2023/1/25-27	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
276	齋藤鴻樹、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	Mushroom cultivation and harvesting in media supported by 3D printed anisotropic elastic structures	AROB-ISBC-SWARM 2023	Yamagata University	2023/1/25-27	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
277	阿部壮真、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	3D印刷型真空駆動ソフトアクチュエータシステムMORI-A Flex/CPS	第22回複雑系マイクロシンポジウム	機械学会、精密工学会	2023/2/25	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
278	齋藤鴻樹、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	3D印刷型異方弾性構造に支持された立体培地によるマッシュルーム栽培の新境地	第22回複雑系マイクロシンポジウム	機械学会、精密工学会	2023/2/25	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
279	廣瀬航佑、小川純、渡邊洋輔、川上勝、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川英光	Does the mechanical mouth create an illusion of food texture perception due to differences in mastication?	AROB-ISBC-SWARM 2023	機械学会、計測自動制御学会、ロボット学会	2023/3/26	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
280	小林 竜也、渡邊洋輔、川上 勝、小川 純、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川 英光	イオン液体ゲルを用いた3Dプリンタブルキャパシタ	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
281	本間飛翔、和田真人、川上勝、古川英光	側鎖結晶性高分子の粘着力を用いた部品固定方法の検討	第71回高分子討論会	北海道	2022/9/7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1

282	阿部壮真、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	マルチマテリアルで構成する3D印刷型真空駆動ソフトモジュールの拡張	第40回 日本ロボット学会学術講演会	東京	2022/9/8	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
283	佐々木 樹、吉田麗娜、黒澤 優、高橋 辰宏、硯里善幸	ガラス並みの高バリア性能を有する塗布型PHPS バリア膜の開発	応用物理学会 2022年第83回応用物理学会秋季学術講演会	東北大学	2022/9/22	山形大学	口頭発表	研究開発課題4
284	Komi Suzuki, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Masaru Kawakami, and Hidemitsu Furukawa	Development of Programmable Mechanical Meta Materials for Shock Absorber	Smasys2022	オンライン開催	2022/10/6,7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
285	廣瀬航佑、小川純、渡邊洋輔、川上勝、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川英光	Texture identification by end-effectors in polymer materials	Smasys2022	オンライン開催	2022/10/6,7	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
286	本間飛翔、青山響、小川純、渡邊洋輔、川上勝、古川英光	形状記憶ゲルの分割造形及び粘着力による固定方法の検討	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
287	坂下大輔、渡邊 洋輔、川上 勝、小川純、MD Nahin Islam SHIBLEE、古川 英光	3Dゲルプリンターを用いた臓器の手術モデルの作製	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
288	糸井麻夏、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam SHIBLEE、川上勝、古川英光	パウチドジェルによる触覚の提示方法の検討	4DFF2022	山形	2022/10/14	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
289	阿部壮真、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	身体に適応するウェアラブルソフトマシンの検討	4DFF2022	山形	2022/10/13	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
290	齋藤鴻樹、小川純、渡邊洋輔、MD Nahin Islam Shiblee、川上勝、古川英光	立体的な培地を用いたマッシュルーム栽培	4DFF2022	山形	2022/10/13	山形大学	口頭発表	研究開発課題1
291	佐々木 樹、吉田麗娜、黒澤 優、高橋 辰宏、硯里善幸	ガラス並みの高バリア性能を有する塗布型PHPSバリア膜	有機EL討論会 第35回例会	石川県金沢市	2022/11/24	山形大学	口頭発表	研究開発課題4

〔平成30年度～令和4年度〕 OPERA 活動実績一覧 【幹事機関:山形大学】

領域名: マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

⑫ 受賞

No	受賞名	主催(表彰団体名)	受賞者氏名	受賞者所属機関	受賞年月	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	優秀ポスター賞	2019年度繊維学会年次大会	高橋 沙衣	山形大学	2019.6	研究開発課題1
2	Publons Peer Review Awards 2019 in Physics	Clarivate Analytics	Hisahiro Sasabe	山形大学	2019.9	研究開発課題4 https://publons.com/awards/peer-review/2019/
3	Publons Peer Review Awards 2019 in Cross-Field	Clarivate Analytics	Hisahiro Sasabe	山形大学	2019.9	研究開発課題4 https://publons.com/awards/peer-review/2019/
4	ベストポスター賞	化学系学会東北大会	江部 日南子	山形大学	2019.9	研究開発課題4
5	IDW' 19 Best Paper Award	IDW	Takayuki Chiba	山形大学	2019.11	研究開発課題4 https://www.idw.or.jp/award.html
6	2nd IPOMY Poster Award	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University	Jun Sato	山形大学	2019.12	研究開発課題1
7	JFlex2020 第2回 JFlexアワード グランプリ	JFlex2020	山形大学 ROEL プリントデバイス技術研究部門	山形大学	2020.1	研究開発課題3 https://www.convertechexpo.com/files/PressRelease_2020013001.pdf
8	JFlex2020 第2回 JFlexアワード プロセス関連分野	JFlex2020	山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター	山形大学	2020.1	INOEL https://www.convertechexpo.com/files/PressRelease_2020013001.pdf
9	令和元年度山形大学学生表彰	山形大学	荒井 博貴	山形大学	2020.2	研究開発課題4 https://polymorg.yz.yamagata-u.ac.jp/information/news/20200218-02/
10	令和元年度山形大学学生表彰	山形大学	増田 雄貴	山形大学	2020.2	研究開発課題4 https://polymorg.yz.yamagata-u.ac.jp/information/news/20200218-02/
11	令和元年度山形大学校友会会長賞	山形大学	中尾 晃平	山形大学	2020.2	研究開発課題4 https://polymorg.yz.yamagata-u.ac.jp/information/news/20200218-01/
12	令和元年度山形大学校友会会長賞	山形大学	荒井 綾斗	山形大学	2020.2	研究開発課題4 https://polymorg.yz.yamagata-u.ac.jp/information/news/20200218-01/
13	優秀ポスター賞 (〈公〉日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会)	(公)日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会	阿部喜史(黒瀬隆, M. V. A. Santos, 金谷陽太, 石神明, 田中茂雄, 伊藤浩志)	山形大学	2020.9	研究開発課題1
14	薄膜材料デバイス研究会 ベストペーパーアワード	薄膜材料デバイス研究会	硯里善幸、孫麗娜、佐々木樹、上村 果歩、高橋 辰宏	山形大学	2020.11	研究開発課題4
15	日本機械学会東北支部独創研究学生賞	日本機械学会	佐藤大介	山形大学	2021.3	研究開発課題1
16	日本機械学会畠山賞	日本機械学会	亀岡将成	山形大学	2021.3	研究開発課題1
17	日本機械学会畠山賞	日本機械学会	佐藤大介	山形大学	2021.3	研究開発課題1
18	優秀学生賞	山形大学	佐藤大介	山形大学	2021.3	研究開発課題1
19	優秀学生賞	山形大学	茂木勇志	山形大学	2021.3	研究開発課題1

20	2020年度 高分子研究 奨励賞	高分子学会	千葉貴之	山形大学	2021/5/27	研究開発課題4
21	4DFF2021 大会実行 委員長賞	4DFF2021, 日本画像学会	臼井昭子	山形大学	2021.11	研究開発課題1
22	優秀講演賞	ICTSGS2021	小林竜也	山形大学	2021.11	研究開発課題1
23	優秀講演賞	ICTSGS2021	志賀郁也	山形大学	2021.11	研究開発課題1
24	学生奨励発表優秀賞	高分子と水に関する討論 会	佐々木 樹	山形大学	2021/12/3	研究開発課題4
25	4DFF2022 優秀賞	日本画像学会	齋藤 鴻樹, 小 川 純, 渡邊 洋輔, エムディ ナヒン, イスラ ム ジブリ, 川 上 勝, 古川 英光	山形大学	2022.1	研究開発課題1
26	有機EL討論会 第15 回 業績賞	有機EL討論会	佐野/硯里/水 上	有機エレクトロニク スイノベーションセン ター	2022.4	研究開発課題4、5
27	有機EL討論会 第1 5回 業績賞	有機EL討論会	山形大学有機 エレクトロニク ス イ ノベーションセン ター(団体)	山形大学有機エレクトロニクス イノベーションセン ター(団体)	2022.4	研究開発課題4、5
28	4DFF2022 優秀賞	日本画像学会	齋藤 鴻樹, 小 川 純, 渡邊 洋輔, エムディ ナヒン, イスラ ム ジブリ, 川 上 勝, 古川 英光	山形大学	2022/10/13	研究開発課題1
29	Best Paper Award	The 16th International Symposium on Distributed Autonomous Robotic Systems (DARS) 2022	Shoma Abe, Jun Ogawa, Yosuke Watanabe, Md Nahin Islam Shiblee, Masaru Kawakami, Hidemitsu Furukawa	山形大学	2022/11/1	研究開発課題1
30	講演奨励賞	応用物理学会(第83回応 用物理学会秋季学術講演 会)	佐々木樹	山形大学	2022/12/8	研究開発課題4
31	Best Paper Award	International Display Workshops	Tatsuki Sasaki, Lina Sun, Yu Kurosawa, Tatsuhiro Takahashi, Yoshiyuki Suzuri	山形大学	2022/12/23	研究開発課題4
32						

8 社会実装に向けたロードマップ

★具体的なロードマップ



9 領域統括によるプロジェクト総括と今後の展望

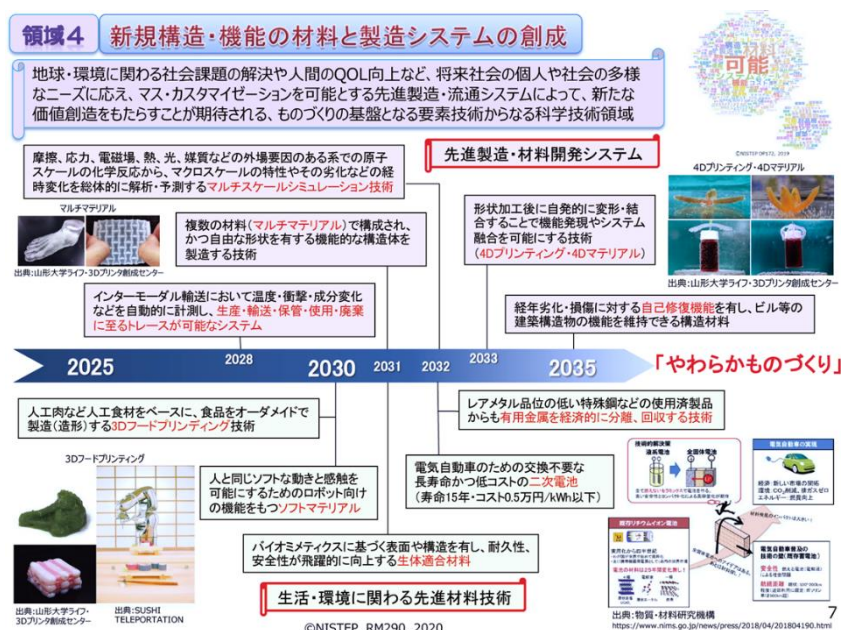
本報告書では、ここまで、特筆すべき研究開発成果や同成果による試作品の開発（エグゼクティブサマリーなど）や、そうした研究開発を支えてきた各種の研究會やWG活動、また、個別の研究課題における研究開発の詳細について述べ、さらには、将来的に本プロジェクトが、山形大学を中心にどのように発展、展開していくのか（DMN（デジタルマニュファクチャリング・ネットワーク）の取組など）についても言及してきた。ここでは本プロジェクトで成果となった、あるいは萌芽的に着手されたアイデアが、中長期的に、どのような成果となるのかについて、構想を述べていきたい。なお、ここでの記載は「CNVFAB TIMES」より転載を含んでいる。

★OI 機構への移行状況

0I 機構が 2022 年 11 月に発足したデジタルマニュファクチャリングネットワーク研究会（DMN 研究会）により競争領域への展開を支援する。0I 機構が推進する DMN 構想では、課題 1、課題 2 を DMN の主要技術サポートに充て、材料メーカーやデバイスメーカーとの共創から競争領域への展開を支援するとともに、コンビニエンスファクトリー（CF）の成果であるアシストスーツプロジェクトやクッションベルトプロジェクトの競争領域への移行を支援することが明確になった。

★NISTEP・WSの開催

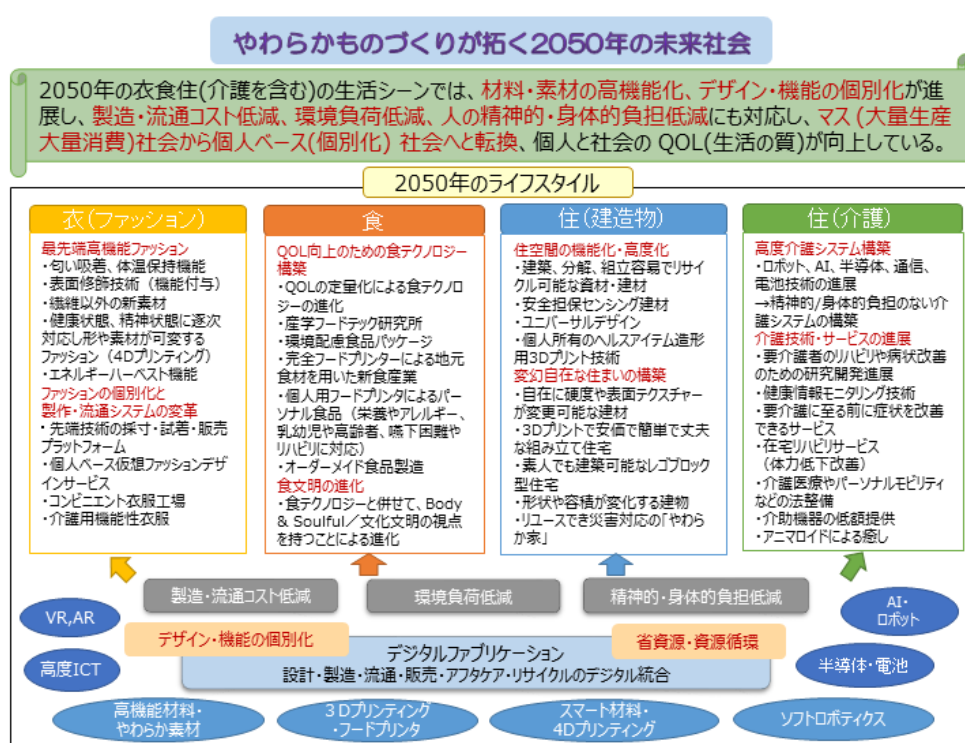
2050 年未来社会の検討のためのワークショップを、やわらか 3 D 共創コンソーシアムと NISTEP との共催で 2021 年 11 月 5 日に完全オンライン形式にて実施した。このワークショップにおける 2050 年の社会像実現のための科学技術・システムの検討には、下図に示すクローズアップ科学技術領域 4 を構成するコアとなる科学技術トピックの社会実装年を記載した年表を提示し議論した。



ワークショップは市民参加のオープンイノベーションである「オープンイノベーション 2.0」を指向し、コンソーシアム会員企業に加え、山形県関係者、山形大学から計 22 名（企業 12 名、県 2 名、大学 8 名）にご参加いただいた。

ワークショップでは、既にそれぞれ作成済みの NISTEP とコンソーシアムのビジョンを参考に、2050 年の社会像を検討した。次に、生活シーン（衣食住）別に「衣（ファッション）」、「食」、「住（建造物）」、「介護」（介護は住の一面と捉える）の 4 グループに分かれ、各テーマについてグループディスカッションを行った。

ワークショップでの検討結果概要を下図に示す。ここでは「地域の資源を活用して、市民が自立的にものづくり等を行う」という、サプライチェーンの変革を含むコンビニエンスファクトリー(CF)の概念に近いアイデアが導出された。今、未来のありたい姿が、コンビニエンスファクトリー(CF)の方向性と符合しているという、うれしい状況を再認識することになった。



★「コンビニエンスファクトリー(CF)」の実現に向けた様々な未来の取組

本プロジェクトでは、アシストスーツ試作を実施してきたが、同試作品の部品であった、「クッションベルト」が、2030年には商品化されることを目指している。

パワーアシストスーツが腰にあたる部分に装着するもので、ゲルの3Dプリンティング技術を駆使して製造され、装着者の体型にぴったり合わせることができ、圧力センサ機能を備えており、圧力の変化から装着者の体の動きを予測し、その情報をパワーアシストスーツに伝えることで、きめ細かいアシストを可能になることを目指している。

このように、パワーアシストスーツは、クッションベルトの開発により、装着者にとって快適で、高い機能をもつものへと進化してきた。そして2050年には、パワーアシストスーツ本体を3Dプリンタでつくることをも目指している。

3Dプリンタで制作される、パワーアシストスーツには、ふだんはやわらかいが、荷重がかかると固くなる材料が芯に使われている。



このような3Dプリンタ製の製品は、将来的に実現するであろう、3Dプリンタによるコンビニエンス型のファクトリーである「コンビニエンスファクトリー(CF)」で、手軽に手に入れることが出来るようになるはずである。

ゲル材料によって製品化が進むと、従来の製品に「やわらかさ」が加わり、また、センサ機能を搭載することで、製品のリアリティが増すことが考えられる。例えば、動物型ロボットでは、体はやわらかくて温もりがあり、なでればうれしそうな表情を見せ、しかればシュンとするというように、本物の犬にかなり近い機能を備えていることが想定される。

ほかにも、健康チェックの際に、汗の成分検証ができるセンサ機能があれば、汗を継続的にモニタリングできるパッチ式のセンサを開発することも考えられる。同センサには、汗を吸収する繊維でできた薄い布と、様々な成分をセンシングできる薄型電極を重ねた構造で、分析データを送信する機能が備えられていると、より便利になると考えられる。

そのほかの分野、衣料や医療分野でも、手軽にリユースできるような3Dプリンタ衣料製造機や、医療分野では、医療機器のみならず、臓器の3Dプリンタでの造形などができることも夢ではないか。

このように、「コンビニエンスファクトリー(CF)」を「未来のものづくりのあるべき形」と考え、その実現に向けてプロジェクトを展開していくことで、様々な分野での応用が期待される。

キーワードは「コンビファブ（コンビニエンスファクトリー）」。3Dプリンタを中心に、様々なものづくりの装置を集めた工場のことで、一人ひとりの希望に添った「パーソナライズド製品」をつくることのできる未来を構想し実現に向けて活動を継続していく所存である。

10 特殊用語等の説明

用語	説明
ソフト3D界面	ソフト3D界面とは、ソフト材料（樹脂・有機半導体・インク等）同士やソフト材料と他の材料（セラミック・金属等）が、でこぼこ・球面・曲面等の3次元状界面で接する状態を表し、やわらかさ・柔軟性・変形性を維持し、なお且つ、接着・導電・絶縁・光電変換・ガスバリア等の機能性を併せもつ。ソフト3D界面の形成を可能にするためのマテリアルイノベーションやプロセスイノベーションの研究開発を推進する必要がある。
コンビニエンスファクトリー(CF)	ひとつの敷地内で、電子部品（電子回路、有機EL部品、ディスプレイ等）、外装（プラスチック、ゴム、ゲル、セラミック、金属など硬軟を揃えた材料）、駆動部品、蓄電装置などを一括で製造、組み立てを可能とする、コンパクトで機動性の高い工場である。多消費ものづくり産業プロセスに対し、今後は個別ニーズに対応した小回りが利く少量生産システムが必要であり、現代のコンビニエンスストアのようなあらゆる人が身近に利用（アイデア・ニーズ主導の開発を提案）できる少量多品種生産プロセスの場として、コンビニエンスファクトリー(CF)と命名した。本プログラムから生まれる最先端のやわらか部品・デバイス（やわらかな回路、やわらかなディスプレイ、やわらかなレンズ、やわらかなセンサ等）が新しい製品の一部を担うために提供され、独創的で高い技術をもとに革新的な新製品開発（想定されるプロダクトとして、個人対応のやわらかいスマートグラスや、ソフトロボット、やわらかいスマートフォン等）を創出する場を目指している。
ソフトロボット	これまでの「ソフトロボット」という用語は、「自然界の生物のような滑らかで複雑な動き」を、金属や樹脂といった硬い素材を用い、制御機構を駆使して模倣させたロボットを指していたが、本プログラムで示す「ソフトロボット」は、それとはまったく異なり、「構成される材料や駆動機構そのものが柔らかく、制御もAIなど深層学習、機械学習などを取り入れた」ロボットを意味する。
スマートグラス	ヘッドマウントディスプレイ方式の拡張現実ウェアラブルコンピュータ。本プログラムでは素材にソフト材料を用いることで、環境センサ、音声認識機構などに加え、心拍や脳波形といった生体情報などの取得も期待される。またレンズ自体がやわらかく変形することで、個人個人に合わせた焦点調整や乱視への対応を可能にする。

FHE	FHE (Flexible Hybrid Electronics) とは、プラスチックなどのフレキシブルな基板に印刷で形成したプリントデバイスに、さらに既存の半導体 LSI などとを組み合わせて電気回路・システムを構成する技術のこと。具体的には、印刷で形成した有機トランジスタ回路、センサ、通信用アンテナなどのデバイスと、高周波高集積 LSI (信号処理、通信等) などが組み合わされる。FHE は、プリントデバイスだけではまだ不十分な性能を既存 LSI などとで補完し、プリントエレクトロニクス技術を早期に実用化するための融合技術と言える。
RFID	RFID (Radio Frequency IDentification「電波による個体識別」の略) とは、ID 情報を埋め込んだ RF タグから、電磁界や電波などを用いた近距離 (周波数帯によって数 cm～数 m) の無線通信によって情報をやりとりするもの、および技術全般を指す。
ソフト・ハイブリッドデバイス	有機・高分子材料、無機材料、有機／無機ハイブリッド材料などを機能材料として用い、特定の領域の材料系に縛られず、最適な材料を組み合わせで実現する機能デバイスで、例として、複数の材料系を活用して柔軟な基材上に形成するエレクトロニクスデバイス (電流制御、光電変換、発光デバイス) を称して、ソフト・ハイブリッドデバイスと呼んでいる。
有機エレクトロニクス	従来のエレクトロニクスの基盤材料はシリコンである。有機材料はシリコンなどの無機材料と比較し柔らかく・軽い特徴を有する。技術の進歩でシリコンに近い半導体特性をもつ有機材料が近年できてきた。有機 EL、有機太陽電池、有機トランジスタの 3 分野を含む広い分野を有機エレクトロニクスとよんでいる。軽く・柔らかく・つくりやすい特徴をもつ。
有機トランジスタ	従来のトランジスタを構成する基盤材料はシリコンであった。技術の進歩でシリコンに近い半導体特性をもつ有機材料が近年現れてきた。有機材料は印刷でトランジスタ回路が作製可能なため、バーコーダーに代わり印刷で有機 IC タグが期待されている。生産・流通情報の記録・管理・読取りから支払いまでが簡素化できる。
高強度ゲル	2001 年以後、従来の概念をくつがえす画期的な高性能ゲルが次々に開発され注目を集めている。北大の龔劍萍らは、03 年に 2 重網目構造を持つ、世界最高強度のダブルネットワークゲルの開発に成功した。従来の合成ゲルの強度は数 MPa であったが、このゲルの破断強度は 30MPa にも達し、生体軟骨の破断強度 (3～18MPa) を大きく凌駕した。
3Dゲルプリンタ	2010 年、山形大の古川英光らによってゲル専用の 3D プリンタ技術が開発され、高強度ゲルの自由造形が可能になったことから、高強度ゲルを用いた新しい人工筋肉の開発や、再生医療における構造材料への利用などのアプリケーション開発が強く期待されるようになっている。2011 年に基礎特許、2015 年に材料特許を出願済み。

SAM 膜	自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer 膜 : SAM 膜) は分子が物質表面に化学結合し自発的に単分子の層を形成することによりできる膜のことである。チオール誘導体は Au、Ag 等の金属表面に高密度な薄膜を形成することが知られている。
OSC	Organic Semiconductor の略であり、有機半導体材料のことである。有機半導体材料には p 型、n 型材料があるが p 型の方が種類も多く、高い移動度が得られている。また、有機半導体材料は低分子系と高分子系が開発されている。これらの材料を有機トランジスタの活性層として用いる。
D-FF	D-Flip Flop の略である。クロック入力 CK が 1 になったとき、入力 D の値と同一の出力が Q に得られるものである。基本論理回路である NAND とインバータで構成される。
PP	ポリプロピレン (polypropylene) 樹脂の略。 ポリプロピレン樹脂は炭素と水素のみからなるポリマーで、熱可塑性をもつ。耐薬品性・耐摩耗性・耐衝撃性・軽量性に優れている。
GW	ガラスウール繊維 (Glass Wool) の略。 PP 樹脂は熱可塑性を持つが、変形が激しいため、フィラーと呼ばれる補強材を混ぜ込むことで、反りを低減し、また複合材料としての強度増加が期待される。本研究ではガラスウールを混ぜこんだポリプロピレン樹脂をフィラメント状に加工して、3Dプリンタの材料として用いている。
PEN	ポリエチレンナフタレート (PEN) の略。 同じ熱可塑性ポリエステルである PET (ポリエチレンテレフタレート) に比べて剛直性が高く、機械的な特性や耐熱性、ガスバリア性に優れる。