# A-STEP成果集

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム

Adaptable and Seamless TEchnology Transfer Program through Target-driven R&D





## はじめに

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)は、大学・公的研究機関などで生まれた優れた技術シーズを実用化することにより社会へ還元することを目指す、技術移転支援のためのファンディングプログラムです。

産学が共同研究を行う前の段階から、企業による実用化開発の段階まで、研究開発の状況に対応した複数の支援メニューを用意し、幅広い研究分野(医療分野を除く)や研究テーマを対象とした研究開発を支援しています。

平成21年度からスタートしたA-STEPでは、これまでに様々な課題の支援を行ってまいりました。これらの課題の中からは、すでに起業を果たしたもの、A-STEPプロジェクト終了後の企業での開発継続により製品化を果たした(あるいは間近となった)もの、A-STEPプロジェクトでの優れた研究開発結果を元にさらに実用化に向けた研究開発を継続しているもの、など多くの成果が得られてきております。本成果集はこれらの一部をご紹介したものです。

A-STEP では、よりインパクトの高い成果創出に向け、効率的・効果的なプログラム運営を行うべく取り組んでまいります。本冊子を手にされたことをきっかけに、A-STEP を活用した産学共同研究開発につながり、さらに科学技術イノベーション創出へとつながれば幸いです。

2025 年 3 月 国立研究開発法人科学技術振興機構

## A-STEPの概要

## A-STEP(研究成果最適展開支援プログラム)とは

A-STEPは大学・公的研究機関等で生まれた科学技術に関する研究成果を国民経済上重要な技術として実用化することで、研究成果の社会還元を目指す技術移転支援プログラムです。

大学等の研究成果の技術移転に伴う技術リスクを顕在化し、それを解消することで企業による 製品化に向けた開発が可能となる段階まで支援します。研究開発の状況に応じて、リスクの解消 に適した複数のメニューを設けています。

## 支援メニュー概要

※下記支援メニューの構成は2025年4月時点。

支援メニュー	産学	実装支援			
又版/二二	ステージ I (育成フェーズ)	ステージ II (本格フェーズ)	(返済型)		
目的・狙い	社会課題解決等に向けて、大学等の基礎研究成果(技術シーズ)を、企業等との共同研究に繋げるまで磨き上げ、「学」と「産」のマッチングを行い、共同研究体制の構築を目指す。 社会課題解決等に向けて、大等の基礎研究成果(技術シースを、大学等と企業等との共同究に繋げるまで磨き上げ、「学」と「産」のマッチングを行い、共同研究体制の構築を目指す。		大学等の研究成果(技術シーズ) の社会実装を目指す、スタート アップ等による実用化開発を支 援する。		
課題提案者	大学等の研究者	大学等の研究者と企業等	スタートアップ等		
対象分野	特定の分野を指定せずに幅広く募集。ただし医療分野は対象外。				
研究開発期間	最長4.5年 最長2.5年 ステージゲート評価から利 場合は最長4年		最長3年間		
研究開発費 (間接経費を含む)	上限 1,500万円 (年額) ※1	上限 2,500万円 (年額) ※1	上限5億円(総額)		
資金の種類	グラント	マッチングファンド	返済型 事後評価がS,A,B評価の場合: 開発費の全額を返済 事後評価がC評価の場合: 開発費の10%を返済		
その他	ステージ I (育成フェーズ) 課題は、 ための事前評価 (ステージゲート評価)				

<sup>※1</sup> 初年度は研究期間を踏まえて上限額設定

# CONTENTS

# ICT・電子デバイス

要素技術構築 ● VR/ARディスプレイ用高輝度フルカラーモノリシックLEDの開発	6
プロトタイプ ● 3D画像計測技術を用いた熊本城の石垣復興支援システムの開発と実用化	6
プロトタイプ ● 指先の繊細な感覚を可視化・計測できる高解像度触覚センシングシステム	7
プロトタイプ ● 長波長帯単一モード面発光レーザを用いた低電力LPO光トランシーバの開発	7
プロトタイプ ● 屋外での遠距離、高解像度3Dセンシングを可能とするLiDARカメラ開発	8
製品化/起業 • セラミックスからゲルまでの力学物性を精密に測る顕微インデンターを開発	8
製品化/起業   色褪せしたカラー写真の色を復元するシステムの開発	9
製品化/起業 • 積雪寒冷地域で活用できる低価格普及型傾斜モニタリングの開発	9
製品化/起業  AIが生成したフェイク顔映像を自動判定するプログラムの開発と実用化	10
製品化 ∕ 起業 ● オンデマンド交通システム "コンビニクル"	10
ものづくり	
要素技術構築 ● グラフェン光源チップによる赤外分析の新技術	11
要素技術構築 ● 低変態温度溶接材料を用いた大幅な疲労寿命向上を目指す補修溶接法	11
プロトタイプ ● 新型コロナウイルスの遮断と不活化を実現する卓上型エアカーテン装置の開発	12
プロトタイプ ● 希土類を必要としない安価450MPa級マグネシウム合金棒の開発	12
プロトタイプ <b>反射型結像レンズを利用した超高分解能X線顕微鏡の開発</b>	13
プロトタイプ • 非線形顕微鏡を進化させる小型で高性能な超短パルス光波形制御・計測装置	13
プロトタイプ ● 蹴り出しを支援できる炭素繊維強化プラスチックを内装した短下肢装具の開発	14
プロトタイプ ● パラメータ制御CO₂レーザー装置と熱影響を抑えたCO₂レーザー加工技術	14
プロトタイプ ● スポット溶接された超ハイテン材の破壊予測技術の開発	15
プロトタイプ ● プラズモンセンサを用いた超高感度表面・界面分析用表面増強ラマン顕微鏡の開発	15
プロトタイプ ● ハイサイクル成形用CFRTPスタンパブルシート量産技術の確立	16
製品化/起業 ● 精密切削のアルミ製デザイン家具「ソリッドハニカムテーブル」	16
製品化/起業 ● マリンポリフェノールの摂取で紫外線の影響を低減する効果をヒト試験で確認	17
製品化/起業 • 電磁鋼板の飽和磁束密度領域での鉄損測定法の開発	17
製品化/起業 ● 挟むだけで設備の稼働状況を見える化するC3-lessセンサ	18
製品化/起業 ● 振り子の流力振動を用いた水流発電技術によりDX・GXを加速	18
製品化/起業 ● 生体リズムを整える照明器具サーカディアンシーリングライトの開発と実証	19
製品化/起業 ● 高機能かつ緻密なデザインのチタン合金製品を実用化	19
製品化/起業 ● レオロジー計測の可能性を大きく広げる粘性のリモート測定技術を確立!	20
製品化/起業 ● ロータス金属を用いた脱炭素を実現する革新的熱ソリューションの開発	20
製品化/起業 ● 高速アルゴンガス流による急冷機構を有する二室型超高温真空熱処理炉の開発	21
製品化/起業 ● 無搖動防振装置~輸送時の振動・搬送物の揺れを低減させる装置~	21

製品化/起業 ● ピコ秒&ナノメートル分解能でキャリアダイナミクス観察可能な顕微鏡を開発	22
製品化/起業 ● 希釈窒素ガス削減による高効率・省エネな排ガス処理装置の開発	22
- 松陰台に十十年7	
要素技術構築 ● CVDダイヤモンドの高速成長技術と自立基板の開発	23
要素技術構築 ● 大地震後の建造物の機能維持に向けた鉄系超弾性合金単結晶化への挑戦	23
要素技術構築 ● 加湿不要で水素イオンを高速伝導する「配位高分子ガラス」	24
要素技術構築 ● 高活性ヒドロキシアパタイトの開発と革新的環境浄化材料への応用	24
要素技術構築 ● 溶液 1 滴、1分でナノシート膜の自動製膜	25
要素技術構築 ● Si貫通電極つきウェーハ裏面を加工するための全自動研削装置の開発	25
プロトタイプ ● ランタンシリケートを用いた中温作動型SOFCの実用化に向けた研究開発	26
プロトタイプ ● パワー半導体・多糖ナノファイバー高速研磨&鏡面化アシストシステムの開発	26
プロトタイプ ● 電子ビームリソグラフィによるサブミクロン解像度の電極印刷用モールド開発	27
プロトタイプ ● 不純物とされるユビキタス元素の積極活用により高強靭性チタンボルトを開発	27
プロトタイプ ● メタンガスを効率よく吸着貯蔵できる多孔性材料	28
製品化/起業 ● 極細糸はんだの製造歩留まりの向上	28
製品化/起業 ● 鉄触媒精密クロスカップリング技術を用いた新規有機電子材料開発	29
製品化/起業 ● 環境適合性メディシナルプラスチックの創発と実用化	29
製品化/起業 ● 有機触媒型制御重合による高性能高機能色彩材料の開発	30
製品化/起業 ● 粘着剤の複屈折の制御により大型液晶パネルの画質を向上	30
製品化/起業 ● IoT社会を支えるミリ波センシング用ノイズ対策部材の開発	31
アグリ・バイオ	
799.1143	
要素技術構築 ● 革新的接木苗を可能にする異科接木技術	31
プロトタイプ ● ジャンボタニシをやっつけろ! 一工学的手法による防除法の開発一	32
プロトタイプ ● 菌糸分散麹菌を用いた液体培養の流体制御による酵素の飛躍的高生産	32
プロトタイプ ● 生体に近い三次元組織モデルを自動で製造する装置を開発	33
プロトタイプ ● スキャンレス3Dホログラフィック計測・刺激顕微鏡の開発と生体応用	33
製品化/起業 • 小型・安定化した単一分子検出に基づく2色蛍光相互相関分光装置	34
製品化/起業 ● 五泉市「穂咲彼岸八重桜」由来の新潟県オリジナル清酒酵母の実用化	34
製品化/起業 ● 菌根菌の感染を促進できるリンドウ科植物由来成分を利用した農業資材開発	35
製品化/起業 ● ウイルス感染の有無だけじゃない!牛の体質も同時に調べる検査法を開発	35
製品化/起業 ● 非環状型機能性人工核酸の工業化と核酸医薬への応用可能性確認	36
製品化/起業 ● リン酸化生体分子群のためのバイオイナート分離システムの開発	36
製品化/起業 ● 少数の匂い成分で複雑な匂い・香りを再現可能にするヒト嗅覚受容体センサー	37

要素技術

## VR/ARディスプレイ用高輝度フルカラーモノリシックLEDの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

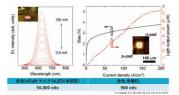
課題名 高臨場感VR/ARディスプレイのための高輝度フルカラーモノリシックLEDの開発 開発期間 令和2年12月~令和6年3月

キーワード ▶ µLEDディスプレイ、高輝度赤色LED、PSD法、逆接合注入、迷光抑制、実装技術

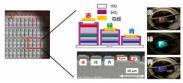
- ◆プロジェクトリーダー所属機関 シャープ株式会社
- ◆研究者 藤岡 洋(東京大学)

三原色全てを窒化物半導体で構成し、半 導体プロセスによるパネル加工と実装が<br/> 可能なモノリシック µLED(以下 µLED) を開発した。

東京大学は、重要な課題であった赤色素 子に低温での結晶成長を可能とするPSD 法を適用し、約3Vの駆動電圧で輝度 5000nitsの特性を実現した。名城大学に て三原色を積層し、高精度の垂直エッチ ングでμLEDを作製、実装する技術を開 発した。このμLEDは独自の逆接合電流 注入構造により低コストで駆動回路への 実装を可能とした。シャープは駆動用IC を作製すると共に光学特性解析技術を用 いて疑似点灯やコントラスト悪化を引き 起こす迷光を抑制する構造を開発した。 開発最終段階では各機関の技術を集約し 440ppiのモノリシック μ LEDを試作した。 今後、省電力および高精細化に向け開発 を進める。



PSD法で作成した赤色LEDの特性



実証したモノリシックμLEDの構造と発光





迷光の抑制

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

に1500億円の規模が予測されている。 半導体プロセスでパネル単位の加工 と実装が可能なモノリシック $\mu$ LED により、対角1インチ以下で4000ppi、 5000nitsに達する高精細、省電力、低 コストのパネル実現が期待される。

#### 開発者の声

本研究の成果は、大学が有する基礎 研究力および高度な独自技術と、企 業の製品開発や解析・設計技術の集 約によるものであり、産学連携の効 果と考えている。また、国際会議に おける両大学の複数の講演が表彰さ れ、学術的にも貢献ができた。

※この成果は、下記メディアで紹介されました。 日刊産業新聞(2022年7月6日・朝刊10面) 「東大生研 窒化アルミニウムガリウム 安 価・高品質に製造し

産経デジタル(2023年8月18日付) 読売新聞オンライン(2023年8月18日付) 日本経済新聞(2023年8月18日付)

プロト タイプ

## 3D画像計測技術を用いた熊本城の石垣復興支援システムの開発と実用化

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課題名 三次元画像認識・計測技術による熊本城の石垣復旧支援技術の開発 開発期間 平成29年10月~令和3年3月

キーワード ▶ 3D画像計測、形状照合、文化財デジタルアーカイビング

◆プロジェクトリーダー所属機関 凸版印刷株式会社 (現 TOPPAN株式会社)

◆研究者 上瀧 剛(熊本大学)

2016年の熊本地震により崩落した熊本城の復 旧を支援するシステムを開発した。地震によ り崩落した石材は文化的価値を損ねないよう に元の位置に戻す必要があるが、崩落数が数 万個に及ぶため、その特定作業は容易ではない。

これに対して、本プロジェクトでは、崩落前 後の写真をもとに個々の石材の3D形状を復 元し、パズルのように組合わせて照合するこ とで崩落石材の元所在を特定するシステムを

実際に、飯田丸五階櫓の崩落石垣に対して、 本システムを用いることで370枚の崩落後の 石材写真から337個の石材の元所在を特定す ることができた(特定率91%)。

本結果を熊本市に提供し、石垣復旧設計に活 用された。

開発した。



ムと現場での利用



崩落前後の熊本城石垣





(b) 石材表面の3D計測と崩落前後の対応付けの例

(a) 開発した石垣照合システムのGUIと現場での利用の様子 (b) 3D計測により復元した石材表面と本システムにより特定した崩落前後

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

の復旧事業には約20年を要すると れている。本プロジェクトは、飯田丸 五階櫓の復旧事業を通じて、今後の長 る一つの成果を示す事ができた。また 活用方法を示す好事例となった。

#### 開発者の声

短期間で実用化までを達成でき、産学 官(凸版印刷、熊本大学、熊本市)の連 携がうまくいいったプロジェクトと考 える。日本のみならず世界中に似たよ うな文化財があり、今後も情報計測技 術を用いた復旧が行われることが予想 され、本プロジェクトはそのモデルケ ースになったと考える。

※この成果は、科学雑誌 International Journal of Computer Visionに掲載されました。 https://link.springer.com/article/10.1007/ s11263-022-01630-8

# プロト

## 指先の繊細な感覚を可視化・計測できる高解像度触覚センシングシステム

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

|課 題 名||指先の繊細な感覚を再現する高解像度触覚デバイスの実用システム開発 開発期間 令和2年12月~令和5年3月

キーワード ▶ 手触り感、高分解能触覚、触覚センシング、指先感覚、可視化、VR技術、DX化、半導体センサ、MEMS

#### ◆研究者 高尾 英邦(香川大学)

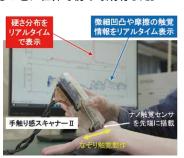
私達の指先は掴む力を感じる「力覚」と触 覚の質感を得る「なぞり触覚」を備えてい るが、今日実用化されているセンサのほ とんどは「力覚センサ」である。我々が「手 触り」を感じる際には各指紋で1µm以下の 微細な凹凸を感じ、同時に10µN前後の摩 擦力の違いをも正確に感じていることか ら、従来の力覚センサで「手触り感」を正 確にセンシングすることは不可能である。

複数の指紋型接触・

性能と堅牢性を両立する指先型高分解能ナノ触覚センサ(第二世代)

■微細凹凸・硬さ検出バネ ■摩擦力検出バネ

本技術は半導体集積化技術を用い、人間 の指先が持つ精緻な指紋構造と触覚受容 器の機能を模倣する独自の原理による高 分解能触覚センサを実現している。この 指先を上回る感度と空間解像度を持つ緻 密な指紋アレイ型センサを搭載し、計測 する対象上を自在に走査可能なスキャナ 一装置に実現した。触覚の検出精度は凹 凸分解能42nm以下、摩擦力感度7µN以下、 空間分解能100nmの比類なき性能を達成 し、指先以上の鋭い能力で手触り感を知 覚することに世界で初めて成功した。



ナノ触覚センサで対象表面を自在に走査する 「手触り感スキャナーⅡ」

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

> 場が誕生した。手触り感のDX化は、医療・福祉・美容・モノづくり分野に大きな技術的革新をもたらす。また、繊細な手触り感を記録・伝達するための新技術として仮想 空間やコミュニケーションの市場において

#### 開発者の声

A-STEPでは、CRESTから得た最新の研究成 果を実用化につなげるべく、センシング性 能の限界とデバイスの安定性を両立可能と する技術開発を推進した。その結果、指先 以上に鋭くも様々な対象を測ることのでき る新たな触覚技術が誕生し、これまでに想 定されなかった新しい応用分野と市場の開 拓へと結び付くことが期待されている。

※この成果は、以下を受賞しました。 令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表 彰「科学技術賞 研究部門」 CEATEC AWARD 2023「デバイス部門 グランプリ」 第24回山崎貞一賞

プロト タイプ

## 長波長帯単一モード面発光レーザを用いた低電力LPO光トランシーバの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産学共同(本格型)

センサ集積回路 の表面パターン

**■課 題 名 6Gネットワークに向けた長波長帯単一モード面発光レーザを基盤とした光トランシーバの開発** 開発期間 令和2年12月~令和6年3月

キーワード ▶ 6Gネットワーク、データセンター、面発光レーザ、単一モード、結合共振器、光トランシーバ、LPO

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 富士通オプティカルコンポーネンツ 株式会社
- ●研究者 小山 二三夫(東京工業大学) (現 東京科学大学)

次世代6Gネットワークやハイパースケ ールデータセンターに向け、大伝送容量 かつ低消費電力の光通信技術の実現が求 められている。東京工業大学の技術シー ズである結合共振器面発光レーザによる 高速化、および高温特性に優れた高歪量 子井戸による波長1.1 μm帯レーザ技術

を導入し、安定な単一モード制御技術を 確立するとともに、従来技術の4倍以上 の伝送容量、消費電力1/5以下の超高速 面発光レーザ技術を実現した。開発した 面発光レーザを適用し、結合共振器構造 の優れた線形性により単一モード面発光 レーザで初となる線形増幅型LPO (Linear-drive Pluggable Optics)光トラン シーバの基盤技術を確立した。伝送速度 100Gbps×8チャネルの800G LPO光トラ ンシーバを開発し、世界最高のエネルギ -効率5pJ/bitと、データセンター内通 信に必要な2kmのシングルモードファイ バ伝送を達成した。

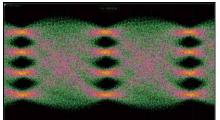
800Gbps LPO光トランシーバ外観

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

向け光トランシーバは数百~数千億

#### 開発者の声

定例会議の開催やサンプルの提供・ 評価を通じた密な連携により、大学 の先導研究と企業の社会実装への取 組による相乗効果で、国際競争力の 高い面発光レーザ、および光トラン シーバの技術を開発することができ た。また本研究の成果は、世界最高 峰の国際会議でのPostdeadline Paper 採択という高い評価を得、本技術へ の注目度の高さを実感した。



長波長帯単一モード面発光レーザの100Ghps変調波形

プロト タイプ

## 屋外での遠距離、高解像度3Dセンシングを可能とするLiDARカメラ開発

│課 題 名 │ 屋外での遠距離、高解像度3Dセンシングを可能とするスマートスキャン ソリッドステートLiDARカメラ開発 開発期間 令和4年10月~令和6年3月

キーワード ▶自己走査型VCSEL、ライトトレース式ハイブリッドToFセンサ、Beam-scanning

◆プロジェクトリーダー所属機関 富士フイルムビジネスイノベーション 株式会社

◆研究者 川人 祥二(静岡大学)

スキャン光源とVGAサイズのセンサを試 作し、従来のマルチパスノイズや消費電 力、屋外測距での長距離/高解像度の課 題を解決するソリッドステート型LiDAR カメラを開発した。センサと光源の同期 スキャンにより、屋外(100klux)、長距 離(20m以上)、高解像度(350k画素)、低

電力(200mW、従来のフラッシュ方式と 比べて約1/20)、高フレームレート (25fps)を同時に満たす優れた方式であ ることを世界に先駆けて実証した。

静岡大学では、VGAサイズのLT-hToF(ラ イトトレース式ハイブリッドTime of Flight) センサを分担し、富士フイルム ビジネスイノベーション株式会社では、 スキャン光源として自己走査型VCSEL (垂直共振器型面発光レーザー)を分担し、 さらに東京科学大学では長距離測距用の 光源として、Beam-scanning VCSELの原 理検証を分担した。

図2 撮像シーンとデプス画像(25fps)

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

3Dセンサ市場は、2028年には1兆円 を超える市場に成長すると予測されている。本LiDARカメラ技術にて3Dセンシングの現状課題を解決し、シ が促進されるようになる。実世界と

#### 開発者の声

本プロジェクトで開発したLiDARカメ ラ技術は、マルチパスノイズや消費 電力、屋外での性能改善が期待され、 適用アプリケーションの応用範囲を 広げるものである。量産技術獲得を 継続しながら商品化を進め、業界を リーディングしていきたい。



製品化 起業

## セラミックスからゲルまでの力学物性を精密に測る顕微インデンターを開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産業ニーズ対応タイプ

課題 名 レイヤード結晶シェルによる"単一結晶面粒子"の創製とその超精密機能化 開発期間 平成28年12月~令和3年3月

キーワード ▶ 機械的特性、弾性、弾塑性、粘弾性、表面張力、セラミックス、ソフトマター、インデンテーション、圧子圧入

◆製品化企業名 インデント・プローブ・テクノロジー 株式会社

◆研究者

永田 夫久江(産業技術総合研究所)

産総研 宮島達也主任研究員が開発した顕 微インデンターは、透光性セラミックスの 力学特性と光学特性の両特性を活用し、透 明圧子に光を透過させる原理で圧子圧入中 の「接触現場」をその場観察できる装置であ る。複雑な変形挙動を示す弾塑性体や粘弾 性体であっても、表面変形を伴う接触面積

図1 顕微インデンターの外観写真

を光学顕微鏡で直接計測でき、各種力学物 性(ヤング率、降伏値、硬度など)を厳密な 解析式で正確に評価できる新しい計測ツー ルとして、技術テーマ「セラミックスの高 機能化と製造プロセス革新」の中で完成さ せた。顕微インデンターは、負荷荷重(も しくは接触面積)を制御しながら、接触面 積(もしくは荷重)の時間変化を測定するこ とで、高分子ゲルなどの時間依存型材料の クリープ特性や応力緩和特性も評価できる。 さらに、付着力を有する生体材料やソフト マターの表面張力(表面エネルギー)や弾性 率などの精密計測にも成功した。

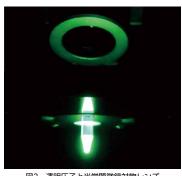


図2 透明圧子と光学顕微鏡対物レンズ

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

領域における新しい評価法として普及してきた。しかし、従来法は接触面積を直接的に計 た。 との くいでんかい 別することはできず、押し込み深さhから間接的に換算する近似解析に依存しているため 測定精度や原理の明解さが欠如していた。 顕微インデンターは、これらの課題を克服する

#### 開発者の声

顕微インデンターの技術をCAEやMI実現など の社会ニーズに対応すべく、インデント・ブ ローブ・テクノロジー(株)を起業し、装置販 売、受託計測、技術コンサルティングを実施 している。さまざまな新素材の力学物性を迅 速かつ高精度にデータ化可能な計測ツールと して社会に貢献したい。

※この成果は、インデント・プローブ・テクノロジー(株) からプレスリリースとして発表されています。 https://www.indentpt.com/news/n17110901/ ※この成果の一部は、英科学雑誌natureにおいて紹介 されています。

https://www.nature.com/articles/d42473-021-00167-7

## 色褪せしたカラー写真の色を復元するシステムの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

マッチングプランナープログラム

課題名 退色カラー写真復元システム改善のための技術開発

開発期間 平成28年1月~平成29年1月

キーワード ▶ 色彩工学、アフィン変換、CIELAB色空間

## ◆ニーズ元企業名株式会社アイワード

体式云紅アイン

◆研究者 宮﨑 俊之(北海道立総合研究機構)

褪色した写真の色変化を高精細デジタイズ装置により取得し、CIELAB空間で解析を行った。これにより暗褪色、明褪色のいずれの場合でも自動的に元色に復元する褪色復元アルゴリズムを開発した。

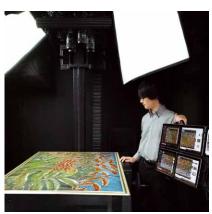


図1. 褪色復元システム

開発した手法は企業に技術移転し、褪色 復元システムとして高品質なブック印刷 事業に活用されている。



図2. 褪色した写真(処理前)



図3.褪色復元した写真(処理後)

期待されるインパクト 効果、意義、市場規模、売り上げ予測

写真機はデジタル化が進んだが、いまだに多くの貴重なフイルム写真が一般家庭や学術機関、博物館などに映像資産として所蔵されている。これらの多くはカラー写真でしか記録や記憶が残されていない。写真の褪色は美術館など保存状態が良い環境でも発生しており、アナログ写真の元色を復元しデジタル化することは喫緊の課題である。本研究により、大量に存在するアナログ写真が活用可能となり、次世代へ貴重な記録を受け継ぐことが可能となる。

#### 開発者の声

本事業ではA-STEPマッチングプランナープログラムの制度を活用し、担い手となる企業と一体感を持った研究開発をすすめることができた。

※平成29年度 北海道新技術・新製品開発 賞 ものづくり部門大賞を受賞しました。
※令和元年度 第8回ものづくり日本大賞 ものづくり地域貢献賞を受賞しました。

※平成31年9月フジテレビ全国放送「ニッポンの超絶技巧!直美・千鳥のこまったときのお直しさん」で褪色復元システムが取り上げられました。

製品化/起業

## 積雪寒冷地域で活用できる低価格普及型傾斜モニタリングの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

機能検証フェーズ

課 題 名 雪寒地域において被災橋梁の経時変化を遠隔診断する低価格普及型計測システムの研究開発 開発期間 平成31年9月~令和3年3月

キーワード ▶ MEMS傾斜センサ、寒冷地対応、LPWA無線通信、自律電源、インフラ監視、広域モニタリング

◆ニーズ元企業名

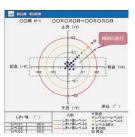
日本仮設株式会社

◆研究者

宮森 保紀(北見工業大学) (現 北海道大学)

北海道のような雪寒地域でも増加する橋梁の洗掘被害や斜面災害を早期に検知するため、構造物の傾斜を高精度かつ、商用電源なしで遠隔監視できるモニタリングシステムを開発した。傾斜の測定精度は0.025度未満で、使用温度はセ氏-30~60度、通信距離は最大15km、5年間電池交換なしで運

用可能で、開発目標を上回る成果を得た。また、橋梁の安全管理のための閾値については、数値解析から合理的に決定する枠組みを確立し、ユーザインターフェイスも道路管理者のニーズを踏まえて開発した。さらに、本システムは橋梁以外にも、擁壁などの土木構造物、施工中の安全管理などの多様な用途に適用が可能であり、地域社会の安全性やインフラの信頼性の向上に大きく貢献することが期待できる。令和6年12月現在、国道斜面の岩盤崩落の災害対策、直轄ダム建設、橋梁桁遊間異常の検討業務などで11件の活用事例がある。



Webアプリケーション画面



傾斜角センサ



計測通信端末

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

LPWA無線通信により広範囲の監視対象を同時にモニタリングできるため、橋梁など特定の構造物の安全監視以外に、斜面の防災工事や掘削を伴う地中構造物など、監視すべき点が複数個所に渡る場合にも適用が可能で、社会基盤の建設や維持管理に広範に活用できる。

#### 開発者の声

A-STEPの支援により、開発・研究中の要素技術を統合して、社会実装可能な製品につなげることができた。応用範囲が広い技術のため、ユースケースを増やしながら新たな課題や社会的ニーズに対応して、安全な建設現場、安全な社会に貢献したい。

傾斜角モニタリングシステムが国土交通省 「点検支援技術性能カタログ」に掲載されました。 https://www.nihonkasetsu.co.jp/info/ detail-64.php

製品紹介: https://www.nihonkasetsu.co.jp/product/378.php

製品化 起業

## AIが生成したフェイク顔映像を自動判定するプログラムの開発と実用化

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課 題 名 AIにより生成された顔映像フェイクメディアを検出する技術の確立 開発期間 令和3年5月~令和4年3月

キーワード ▶ 生成Al、フェイクメディア、ディープフェイク

◆製品化企業名 株式会社サイバーエージェント

◆研究者 越前 功(国立情報学研究所)

生成AIによるフェイクメディアの拡散が 深刻な社会問題となっている中、国立情 報学研究所の越前と山岸らによる研究成 果である「フェイク顔映像の判定を行う 深層学習モデル」を社会実装するために、 真贋判定を行う映像のサーバーへのアッ プロードから、判定結果を示した映像を

ダウンロードするまでの全てのプロセス を簡便に利用可能なフェイク顔映像の自 動判定プログラム「SYNTHETIQ VISION」 (シンセティックビジョン)を開発した。 SYNTHETIQ VISIONは2021年9月の発表 後、多くの問い合わせがあり、これまで、 複数の国内企業に有償ライセンスを実施 している。2023年1月には、サイバーエ ージェントが著名人のDeepfake検出サ ービスにSYNTHETIQ VISIONを実採用し た。これはフェイク顔映像判定の国内初 の実用例である。

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

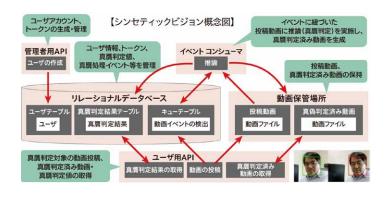
フェイク顔映像判定の国内初の実用化を きっかけに、エンターテイメント業界、 報道機関、金融機関、フォレンジック事 業者など多様な企業への適用が期待され ている。また、本成果をきっかけに複数 の国プロが立ち上がり、顔映像以外のモ

#### 開発者の声

本成果は、多くのメディアでも取り上げ られ、フェイクメディア拡散を防ぐ基盤 技術として注目の高さが伺える。A-STEP の支援により、プログラム開発の支援の みならず、国内企業への迅速な導入が可 能となった。ライセンス先の企業からの 要望に応じて、引き続きプログラムの改 良を進めることで、安心安全なサイバー 社会の実現に貢献したい。

※この成果は、国立情報学研究所からプレス リリースとして発表されています。

https://www.nii.ac.jp/news/release/2021/0922.html https://www.nii.ac.jp/news/release/2023/0113.html



製品化 起業

## オンデマンド交通システム"コンビニクル"

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) 実用化挑戦タイプ(中小・ベンチャー開発)

課題名 オンデマンド交通サービス支援システム 開発期間 平成21年12月~平成26年3月

キーワード ▶ セミデマンド・フルデマンド混在可能、見直し改善が可能、地域公共交通、リアルタイム完全自動乗合システム

◆製品化企業名 順風路株式会社

◆研究者 大和 裕幸(東京大学)

交通需要の少ない地域では、人口減少に伴い、路 線バス等の減少・廃止が進んでいる。それに代 わる新たな公共交通として、デマンド交通が期 待されている。デマンド交通とは、決まった路 線や時刻表がなく、事前予約を前提として同時 間帯に同方向へ向かう乗客を運ぶシステムであ る。しかし、これまでは乗客と車両のマッチン グは人手による所が多く、適切な人材確保と教 育が必要で事業化に向けたハードルが高かった。 そこで、戦略的創造研究推進事業(CREST)にて開 発されたオンデマンド交通の基盤技術をもとに 高度化したシステム「コンビニクル」を開発した。 特に、主要目的である運行効率以外に、地方自 治体・住民の多様な要請に応えられる柔軟性を もった基盤を実現した。また、オンデマンド交 通システムで生成される人の移動記録を保存し 分析することができるため、地域毎の現状把握 や個人毎の最適な制度・サービスの実現への活 用が期待されている。







#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

人口減少社会において地域活性化のため

#### 開発者の声

オンデマンド交通は、地方都市を中心に 急激な広がりを見せており、本システム の導入を開始してから全国で80以上の自 治体で運用されている。

現在では、自治体配布端末や自動運転技 術との連携を目指した本システムのAPI 提供による実証実験にも積極的に参画し ている。持続可能なまちづくりには欠か せない中核機能の一部として本システム が活用されるようになることを期待して いる。

要素技術 構築

## グラフェン光源チップによる赤外分析の新技術

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産学共同(育成型)

課 題 名 ナノカーボン光源を搭載した万能型分析チップ開発 開発期間 令和2年12月~令和5年3月

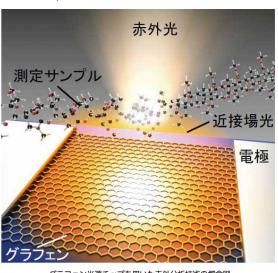
キーワード ▶ グラフェン、赤外分析、赤外光源、近接場、高空間分解能

## 研究者牧 英之(慶應義塾大学)

新たな赤外分析技術として、超微小なグラフェン光源チップを利用した新しい原理の赤外分析により、理論的な回折限界

を超える高い空間分解能を有 する赤外分析システムの開発 に成功した。グラフェン光源 チップは、小型・高速・安価 なチップ上の全く新しい赤外 光源として、2018年のNature Comm.誌に掲載されるなど、 本研究グループが独自に開発 を続けている新しい赤外光源 であるが、本研究では、この 光源に対して測定サンプルを 近接させることにより、微小 なグラフェン光源チップから の赤外光を利用した新しい赤 外分析システムを実現した。 これにより、従来のFT-IRの空

間分解能をはるかに超える高空間分解能 (1µm)の赤外イメージングを実証して、理論的な限界である回折限界を超える空間分解能が実現するとともに、物質の化学構造の空間分布を示す化学イメージング観測にも成功した。



グラフェン光源チップを用いた赤外分析技術の概念図

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

本技術は、高空間分解能分析技術であるSNOM とは異なり、高価で大型な波長可変レーザー などの外部光源やプローブを一切用いること なく、光源自体に生じる近接場を直接用いる ことで高空間分解能を実現しており、新しい 原理に基づいた赤外分析技術となる。そのた め、医療・バイオ・創薬・新物質開発・環境 分析などの様々な分野において、全く新しい 赤外分析技術を創出することが可能となる。

#### 開発者の声

今回開発したグラフェンによる赤外分析 技術は、グラフェンデバイスという新素 材を用いたデバイスの世界初の実用化技 術になると考えている。これにより、従 来赤外分析が適用できなかった新たな分 野において、赤外分析技術が広く展開で きるようになり、私たちの生活にも貢献 できる新技術になると期待している。

※この成果は、慶大、JST、KISTECからプレスリリースとして発表されています。 https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/2022/4/19/28-123357/

要素技術 構築

## 低変態温度溶接材料を用いた大幅な疲労寿命向上を目指す補修溶接法

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)

産学共同(本格型)

課 題 名 実船適用に向けた低変態温度溶接材料による伸長ビード疲労亀裂補修溶接技術の研究開発 開発期間 令和2年12月~令和4年3月

キーワード ▶ 角回し溶接継手、疲労き裂、補修溶接、低変態温度溶接材料、伸長ビード溶接法

- ◆プロジェクトリーダー所属機関株式会社三和ドック
- ◆<sup>研究者</sup> 麻 寧緒(大阪大学)

一般に溶接部では引張残留応力が生じ疲 労亀裂発生の大きな原因となるが、大阪 大学で開発された低変態温度溶接材料を 用いた伸長ビード溶接法では、変態膨張 を利用して溶接ビード全面に大きな圧縮 残留応力を生成することができる。

本研究では、この溶接法の船舶修繕工事への適用を目指し、全溶接姿勢に対応で

きる溶接施工ガイドラインを考案し、疲 労寿命延伸効果を確認するとともに、数 値解析による性能の裏付けや、板厚が異 なる場合の影響評価を行った。

研究の結果、下向・横向・立向上進姿勢 においては、目標とした船舶の耐用年数 25年の再補修フリーを実現し得る「従来 より4倍以上の疲労寿命延伸」を達成し、 上向溶接姿勢においてもこれに準ずる結 果を得た。

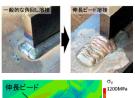
また、令和5年6月に日本海事協会より 溶接施工法承認を取得し、今後行う実船 適用への準備が整った。 期待されるインハント (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

従来、短い修繕期間では疲労亀裂発生部の効果的な再発防止策を見出すことが困難であったが、低変態温度溶接材料による伸長ビード補修溶接法を適用すれば、局所的な溶接補修を行うだけで確実に疲労寿命を延伸できることが確認できた。また本溶接法は既存構造物の疲労寿命向上にも貢献できるものと期待している。

## 開発者の声

確立した全姿勢における施工ガイドラインは、実際の修繕現場で働く溶接士の意見や感覚も反映して作成されたものであり、疲労寿命延伸の性能が担保できる真に実行可能な手法であると自負している。まずは適用可能と判断される部位から実船への試適用を進めたい。

- \*\*この成果は、以下のメディアにて紹介されました。 海事プレス:2023年6月12日付 日本海事新聞:2023年6月12日付
- ※「令和6年度 日本船舶海洋工学会賞(著書・調査・ 開発・発明等)」を受賞しました。



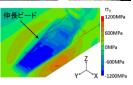


図1 数値解析による残留応力分布計算結果

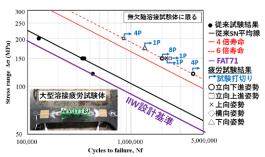


図2 全溶接姿勢の無欠陥試験体の疲労試験結果

プロト タイプ

## 新型コロナウイルスの遮断と不活化を実現する卓上型エアカーテン装置の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STFP)

トライアウトタイプ「実装加速」

課 題 名 優れた空間遮断力とウイルス不活化機能をもつ卓上型エアカーテンの生成装置の開発 開発期間 令和3年4月~令和4年3月

キーワード ▶ エアカーテン、ウイルス不活化、深紫外線LED、カムテール翼、SARS-CoV-2、採血室

◆ニーズ元企業名アポロ技研株式会社

◆研究者 内山 知実(名古屋大学)

呼気に含まれるエアロゾル粒子を遮断でき る空気壁(エアカーテン気流)を生成する、 卓上型エアカーテン装置を開発した。さら に、本装置に併装するウイルス不活化装置 の開発にも成功した。エアカーテン装置は、 空間を遮断する高強度で二次元的な気流を 生成する。ウイルス不活化装置は、使用し たエアカーテン気流を内部に取り込み、 LEDから深紫外線を照射してウイルスを不 活化する。SARS-CoV-2ウイルスを用いた 実験の結果、検出限界まで不活化できるこ とを確認できた。よって、本装置が生成す るエアカーテン気流は、感染性飛沫を遮蔽 でき、さらに常にウイルスフリーの状態を 保つことができる。本装置はフィルタを使 用していないため、メンテナンス間隔は LEDの寿命に相当する10,000時間以上と長 く、長期連続稼働が可能である。



ウイルス不活化エアカーテン装置





DUV-LED 照射前

DUV-LED 照射後

プラークアッセイによるウイルスの不活化結果



採血時の様子

#### **期待されるインパクト** 効果、意義、市場規模、売り上げ予測

採血ブースなどの医療現場では、対人距離が確保できない状況が多々生じる。そのような状況では、一般にパーティションが利用されてきたが、医療行為の妨げとなることが問題となっている。本装置により、医療従事者の安全を確保しながら、医療行為が円滑に実施可能となる。

#### 開発者の声

呼気に含まれるエアロゾルを遮断できるエアカーテン装置、およびウイルスを十分に不活化できるウイルス不活化装置を開発できた。今後は、実用化を狙い、ウイルス不活化装置を小型・軽量化し、エアカーテン装置への搭載を目指したい。

プレスリリース (名古屋大学、JST) https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/ result/2022/05/post-259.html https://www.jst.go.jp/pr/announce/20220518/index.html 日本経済新聞オンライン版 (2022年05月18日付) 読売新聞インライン版 (2022年05年28日付) 日本経済新聞 (2022年10月16日付)

プロト タイプ

## 希土類を必要としない安価450MPa級マグネシウム合金棒の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 変形拘束下高負荷(DRF)による高強度マグネシウム合金棒の製造 開発期間 平成27年12月~平成31年3月

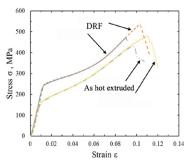
キーワード ▶ DRF、マグネシウム合金、超高強度、450MPa、安価、丸棒

- ◆プロジェクトリーダー所属機関

  川本重工株式会社
- ◆研究者

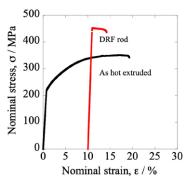
## 三浦 博己(豊橋技術科学大学)

希土類無添加型の超高強度DRFマグネシウム合金丸棒(20mmのと49mmの)を開発した。引張強度は450MPa、降伏強度は400MPa、塑性伸びは5%前後である。希土類を含まない市販マグネシウム合金を出発材とするため非常に安価で、希土類添加型マグネシウム合金の1/5~1/3



熱間押出材とDRF材の圧縮試験結果。 それぞれ2回のデータを掲載。

程度の予定である。曲げ加工、異形状材 や平板への適用技術も同時に開発したこ とにより、様々な部材への適用と展開が 可能である。



熱間押出材とDRF材の引張試験結果



開発したDRFマグネシウム合金丸棒の写真

#### 期待されるインパクト (効果、 意義、 市場規模、 売り トげ予測)

極めて高価なためこれまで民生品として 適用が難しかった希土類添加型高強度マグネシウム合金と同等以上の強度のマグネシウム合金が1/5~1/3の価格となる 事で敷居が下がり、様々な分野での活用 が期待される。同時に、新産業分野の開 接や発展にも寄与すると考えられる。今 後年を6%の需要はなるではまたである。の

#### 開発者の声

安価・超高強度DRFマグネシウム合金の開発を目標にプロジェクトを行ったが、途中でより安価な高強度化プロセスを開発できた。これにより、量産化によってさらなる低価格化も期待できる。安価・超高強度マグネシウムの市場への投入がより強いインパクトとなり、様々な分野での採用が可能となると強く考えている。なお、2022年からジャパンファインスチール(株)を窓口としてサンプル出荷を開始した。

日本経済新聞: 2016年5月23日 安価・高強度の合金 ~安価で高強度なマグネシウム合金の開発~

日刊工業新聞: 2018年12月18日 マグネシウム合金・純チタン材~来年めど量産体制(川本重工、横須賀に新工場)他5件

## 反射型結像レンズを利用した超高分解能X線顕微鏡の開発

課 題 名 高精度反射結像レンズを用いたnmスケール分解能X線顕微鏡の開発 開発期間 平成29年10月~令和2年3月

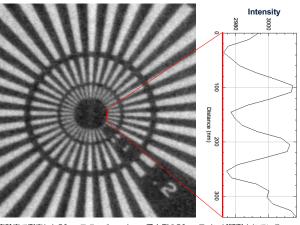
キーワード ▶ 反射X線結像レンズ、Wolter III型ミラー、X線顕微鏡、多層膜ミラー、微焦点X線源

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社リガク
- ●研究者 松山 智至(大阪大学)

Wolter III型ミラーを含む反射型X線結像 レンズを開発し、放射光源における

15keVの高エネルギー X 線を用いて、50nmの分 解能を達成した。これ を実験室において適用 するため、CuKa(8keV) 線および MoKa(17keV) のX線に合わせ結像レ ンズの設計製作を行っ た。またそれぞれのX線 に最適化した多層膜を コートし、高い反射率 を得た。製作した反射 レンズの性能を放射光 において確認した。そ れを実験室において、

新規開発した高輝度微焦点X線源、多層 膜コンデンサーレンズを用い、数十ミ クロン径の照明光源と組み合わせるこ とにより、50nm分解能が得られること を確認した。その際、放射光での確認 なしで実験室のみでX線結像レンズを調 整するシステムを確立した。



実験室で測定した50nmスターチャート、一番内側の50nmラインが観測されている。 グラフは、図中赤い線に沿ったラインプロファイル

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

大阪大学が開発してきたX線反射結像 レンズを長さ2m程度の実験室スケー ルで実現できるよう、Wolter III 型を 組み合わせたアイデアを A-STEPによ り実証することができた。また、実 験室光源と組み合わせたX線顕微鏡を 試作し、50 nmの分解能を検証でき た。この成果により、現在、製品化 に向けた開発を進めている。

プロト

## 非線形顕微鏡を進化させる小型で高性能な超短パルス光波形制御・計測装置

シーズ育成タイプ

|課||題||名|||超短パルスレーザー応用の先進化が可能で顕微光学系に実装可能な波形制御装置の開発 開発期間 平成29年10月~令和3年3月

キーワード ▶ 超短パルスレーザー、空間光変調器、波形制御、波形計測、非線形光学、二光子顕微鏡、レーザー加工

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 浜松ホトニクス株式会社
- ●研究者 小西 毅(大阪大学)

空間光変調器を用いた波形制御装置を 開発した。非線形光学顕微鏡に適する ように、中心波長可変機能を搭載し制 御精度・耐光性・収差特性を向上させ た上で、底面積約600平方cmに小型化 した。波形計測についても、計測可能 波長範囲を拡大し計測精度を向上させ、 小型の装置を開発した。これらを二光

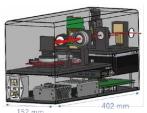




図1 小型波形制御装置と計測ヘッド

子顕微鏡に実装してフィードバックで 波形を制御し、多様なパルス波形の生 成や分散補正が、2%以下の高精度で実 行できることを確認した。また、狭パ ルス化や高効率な高密度マルチパルス 生成法、帯域別マルチパルス生成法な どの、非線形光学イメージングに有用 な波形制御技術を開発した。さらに、 これらの波形制御を活用する屈折率計 測や蛍光退色抑制などの応用技術も研 究した。

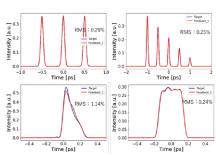


図2 波形の高精度フィードバック制御結果

#### 開発者の声

A-STEPの支援を得て、大学と企業が 力を合わせて世界最高レベルの性能 の波形制御技術・装置を構築するこ とができた。構築した技術は現在社 内の研究開発で活用しているが、今 後は高性能で使いやすい波形制御シ ステムを製品化し、超短パルス光応 用の開拓に貢献することを目指す。

## 蹴り出しを支援できる炭素繊維強化プラスチックを内装した短下肢装具の開発

■課 題 名|蹴り出し推進型短下肢装具の開発 ~歩行特性を再現する加工技術の確立~ 開発期間 平成30年10月~令和3年3月

キーワード ▶ 短下肢装具、蹴り出し、柔らかい炭素繊維強化プラスチック、親和性、復元性

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 川村義肢株式会社
- ●研究者 米津 亮(東京家政大学)

本研究は、柔軟で復元性と親和性を兼ね 備えた炭素繊維強化プラスチック(CFRP) の成形技術の確立から、歩きやすい短下 肢装具の開発を目的とする。

我々は、装具の部品耐久月数(9か月)を想 定し、140万回の曲げ疲労試験を実施して も破損しないCFRPの加工に成功した。加 工したCFRPは、3点曲げ戻り試験におい て、140万回の試験後も試験前と同等の復

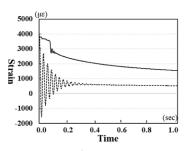


図1 ひずみ緩和試験結果 破線はポリプロピレン、実線が成形したCFRPを示す。

元性を示した。さらに、ひずみ緩和試験 では、従来の装具素材と比較しても曲げ に対する反発がほとんど観察されなかっ た(図1)。つまり、我々が加工したCFRPは、 柔らかくヒトの動きに追従する特性を有 する。このような素材を、短下肢装具(写 真1) (特願2022-136308) に内装し、歩行 時につま先部分の動きを再現できるよう にした。開発した短下肢装具に対する実 証実験では、脳血管疾患を有する患者の 下肢筋の筋活動が増幅し、力強い蹴り出 しが可能になることを確認した。



写真1 試作短下肢装具 本装具の特徴は、蹴り出し時につま先部分の 運動を再現できる(破線部分)点にある。

#### 開発者の声

今回、我々が成形したCFRPは、柔ら かくヒトの動きに追従する優れた特 性を有する。このようなCFRPを内装 した短下肢装具の開発を通して、障 がい当事者が発揮できなかった潜在 的能力を引き出し、歩行を改善でき ることを確認した。今後は、本装具 の適応症例の拡大を目的とした臨床 研究を継続し、多くの障がい当事者 に「上手に歩ける」喜びを届けられる よう事業化を進める。

プロト

## パラメータ制御CO2レーザー装置と熱影響を抑えたCO2レーザー加工技術

課題名 パラメータ制御可能なCO2レーザー装置の開発と加工応用 開発期間 平成30年10月~令和4年3月

キーワード ▶ 炭酸ガスレーザー、パルス形状制御、ビーム形状制御、軸対称偏光、高繰り返し動作、樹脂加工、ガラス加工

◆プロジェクトリーダー所属機関 精電舎電子工業株式会社

◆研究者

宇野 和行(山梨大学)

A-STEPでは、繰り返し周波数1 kHz、エ ネルギー 35.2 mJのテール付き短パルス を出力するCO2レーザーを開発した。 A-STEP終了後も開発を進め、現在は、1 kHz、53.5 mJのテール付き短パルスと1 kHz、5.1 mJのテールフリー短パルスを 綺麗な円形ビームで出力することを達成 Heガスフリー CO2レーザーの開発に取り 組んでいる。製品化は順調に進んでおり、 現在、受注を承っている。本CO₂レーザ ーは、樹脂やガラスにおけるマイクロ加 エ・マクロ加工に対応している。従来の CO2レーザー加工とは異なり、余分なダ メージを抑えた加工が可能である。分解 生成物(デブリ)が付着しないPTFEフィル ムの加工、熱影響を抑えたPIフィルムの 加工、ひび割れの生じない薄板ガラスの 加工、加工形状が制御可能なガラス加工 などを実現している。

した。現在は更なる高繰り返し動作化や PTFEシート、200 μm厚 PIシート, 50 um厚 PIシート, 50 um厚 PTFEシート、200 um厚 ホウ珪酸ガラス, 50 um厚 500 μm 100 µm 分解生成物の付着を伴う切断 熱影響を伴う切断 熱影響を伴う穴あけ 分解生成物の付着しない穴あけ ひび割れのない微細穴あけ クラウンガラス 分解生成物の付着を抑えた切断 熱影響を抑えた切断 勢影響を抑えた穴あけ II

樹脂とガラスの熱影響を抑えたマイクロ加工

#### 開発者の声

気体レーザーを研究している公的研究機関の 研究者は極めて少なく、本プロジェクトを組 めたことは大変幸運であり、大きな研究開発 成果につながった。今後は市場ニーズを的確 に取り組みつつ、プロトタイプ発振器の早期 の実用化・製品化に取り組んでいく。またHe ガスフリーのCO2レーザー発振器は将来大きな 市場を獲得できる可能性があり期待している。

「第5回荒川区新製品・新技術大賞」 優秀賞を受賞しました。

https://www.city.arakawa.tokyo.jp/a021/ jigyousha/jigyouunei/sinseihin5\_result.html

## プロト タイプ

## スポット溶接された超ハイテン材の破壊予測技術の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

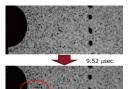
産学共同(本格型)

課 題 名 スポット溶接された超ハイテン材の破壊予測技術の開発 開発期間 令和2年10月~令和5年3月

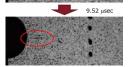
キーワード ▶ ハイテン、 超ハイテン、 高張力鋼、スポット溶接、 自動車用鋼板、 軽量化、 シミュレーション

- ◆プロジェクトリーダー所属機関株式会社メカニカルデザイン
- ◆研究者 寺田 賢二郎(東北大学)

鉄鋼材料の開発は自動車軽量化の基幹を成しており、現在では引張強さ1500MPaを超える超ハイテン材の実用化が進められている。しかし引張強度と引き換えにその延性は低く、破断までの伸びが小さい。そのため、在来鋼種では延性的であったき裂の進展が脆性に遷移し、所定の

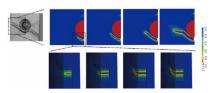


衝突安全性能を 発揮できない懸 念が指摘されて きた。本研究開 発では、高速度 カメラによる可

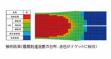


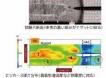
1180級超ハイテン材のき裂発生。エポックメイキング な知見として、切欠き底の内側からき裂が発生することを高速度可視化観察によって明らかにした。

視化計測から、破壊の発生と進展の形態を見極め、き裂進展中の破壊力学パラメータを同定する技術を開発した。同時に、フェーズフィールド法を用いたFEM解析技術を開発し、980MPa級、1180MPa級超ハイテン材のき裂発生と進展挙動、また荷重-変位関係を再現することが出来た。開発成果は汎用FEMに実装し、プロトタイプとして完成させた。



1180級超ハイテン材のき裂進展シミュレーション結果。き裂は熱影響部から発生し、熱影響部に沿い、さらにせん断帯に沿って進展する。





ナゲットの形成過程を電気-熱-応力の連成解析により明らかにした。

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

2030 年代にはガソリン車の販売規制の強化が現実となり、モビリティの軽量化は避けられない流れである。また電動化に関しても、主要国内メーカーによる生産規模は2030年には年間数百万台が見込まれている。本研究開発の成果は、国内鉄鋼メーカーの高い技術力を踏まえ、それに呼応し得る材料開発技術である。

#### 開発者の声

ハイテン材開発は、国内を代表する鉄鋼・ 自動車メーカーがしのぎを削る分野であ る。既存サプライチェーンの制約も強い。 しかし公的資金の枠組みを得て、一社で は成し得ない技術開発を実現できた。本 研究開発の成果をさらに進捗させるため に、令和6年度以降も構築した共同体制 を維持し、研究開発を継続中である。

この成果を国内関連各社に展開するために、セミナーを継続開催しています。

https://www.mech-da.co.jp/services/seminar\_recruitmentI110.html

プロト タイプ

## プラズモンセンサを用いた超高感度表面・界面分析用表面増強ラマン顕微鏡の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産学共同(本格型)

課 題 名 プラズモンセンサを用いた超高感度表面・界面分析用表面増強ラマン顕微鏡の開発 開発期間 令和2年12月~令和6年3月

キーワード ▶ 表面増強ラマン顕微鏡、埋もれた界面、ナノレベル化学構造、オペランド測定、温度計測、化学反応

- プロジェクトリーダー所属機関株式会社東京インスツルメンツ
- ◆研究者 本間 敬之(早稲田大学)

汎用的に原子・分子レベル分解能で表面・ 界面分析が可能な透過型プラズモンセンサ(TPS)を装着可能な表面増強ラマン顕 微鏡を開発した。本装置の特長は、最大 0.1nmの原子・分子レベルの分解能で表 面から界面の深さ方向化学構造の測定、 デバイスの動的なオペランド化学構造・ 化学反応計測、通常のラマン分光法に比 べ100万倍以上の感度で表面・界面近傍 の化学構造・機械物性・物理的性質の測定、-20℃から1000℃以上の高温までのナノレベル薄膜や多層膜の温度測定、蛍光妨害の無い近赤外表面増強ラマンスペクトル測定が可能である。本装置を用いて自動車用エンジンオイルやタイヤ材料のトライボロジー界面のオペランド測定、超高密度記録磁気ディスクの熱アシスト磁気記録におけるレーザー加熱時のナノメートル多層膜構造の温度分布や化学構造変化測定、半導体のCMPプロセスの動的界面測定、Liイオン電池の充放電および太陽電池発電プロセスの界面計測などで性能実証した。

# 対格レンズ 透過型 フラズモン で A A R A A C M A

図1 透過型プラズモンセンサを用いた 表面増強ラマン顕微鏡の原理

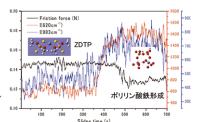


図2 エンジン油摺動界面のオペランド計測

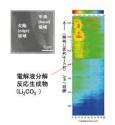


図3 Liイオン電池電極界面の 充放電オペランド計測

#### 期待されるインパクト (効果、 意義、 市場規模、 売り 上げ予測)

従来、非破壊で埋むれた界面を原子レベルの分解能で化学構造を分析する手法が無かったため、本開発の分析装置による学術分野および産業における波及効果は極めて大きい。特に新材料や機構の設計、プロセス開発、品質管理に期待される。埋むれた界面に関係する分野は、機械システム、電子デバイスエネルギーデバイス、医療など多岐にわたり、その市場規模は自動車用タイヤだけでも数千億米ドルと巨大となる。

## 開発者の声

本開発の装置は、多くの共同研究先からのニーズに基づいて開発された。また従来未知であった埋もれた界面の化学構造、機械物性、物理的性質が明らかになってきたことで、新しい学術的な知見が多く得られ、さらに共同研究先での材料、デバイス開発に大きく貢献した。本装置は通常の分析装置と異なり、新しい原理に基づくことから解析のサポートが必須であり、組織的な取り組みがますます重要となる。

## ハイサイクル成形用CFRTPスタンパブルシート量産技術の確立

課題名 ハイサイクル成形用CFRTPシートの量産プラント 開発期間 令和元年12月~令和4年3月

キーワード ▶ CFRTP、大型シート、プレス成形、易加工性、<u>量産</u>

◆製品化企業名 サンコロナ小田株式会社

●研究者 鵜澤 潔(金沢工業大学)

課題名「ハイサイクル成形用CFRTPシー トの量産プラント」として、ハイサイク ル成形用の炭素繊維強化熱可塑性スタン パブルシートの量産技術の開発・技術検 証を本事業で実施した。開発・技術検証 と市場評価を並行して実施し、川下ユー ザーが使いやすい低圧(10MPa以下)で 成形加工できるCFRTPスタンパブルシー トの量産技術の確立を目指し、量産性 (20m²/h)、板厚バラつき0.2mm以内、物 性バラつき・指定値を定め、量産装置・ 材料およびシート製造技術を検証した。 量産性においては、1.0 x 1.5 mのシート を量産性目標数値・板厚バラつき(0.1mm) 以内)、指定物性を満足するシート量産 技術を確立した。



図1. 開発経緯



図2. ハイサイクル成形用CFRTPスタンパブルシート

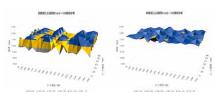


図3. 既存技術・新規技術で試作したt1mmシートの板厚分布

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

本事業の開発で得られた知見・技術 蓄積を元に、複合材料だけでなく面 状加工技術・大型シート成形を使用 した新事業案件への引合いを受け、 新たな事業創出の期待が得られた。 JST事業による開発投資支援により、 量産プラントに対する特化した開発 を行えたことにより、客先への試作 製品の供給・評価を効率的に実施で き、弊社事業開発が大幅に進むこと ができた。

製品化

## 精密切削のアルミ製デザイン家具「ソリッドハニカムテーブル」

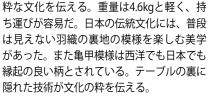
研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) マッチングプランナープログラム

課題名 ソリッド材からのハニカム構造パネルの製造と利用技術の開発 開発期間 平成28年6月~平成29年3月

キーワード ▶ アルミ総削り、精密切削、アルマイト仕上げ、ハニカム構造、機能美、デザイン、京都の伝統色、ものづくり

- ◆製品化企業名 コアマシナリー株式会社
- ●研究者 鈴木 敏彦(工学院大学)

世界最薄レベルのラウンドテーブルをアル ミの精密切削によって製作した。天板の中央 の厚さは12mm、先端はわずか2mmである。 直径600mmテーブル天板の裏面を立体マシ ニングセンターでハニカム状に精密に削り 出し、超軽量、高剛性の機能美を実現した。 高さ700mmの脚となる直径25mmの丸棒の 両端にはねじ切り加工を施した。天板とベー スにパイプをねじ込み、誰でも簡単に組み立 てられる。テーブルの裏に隠れた亀甲模様が





アルミのテーブル天板裏側の精密なハニカム構造。



天板を横から見ると断面がわずかな円弧を描く。 先端は2mm、中央は12mmの薄さの中に六角形のハニカム構造を削り出すこと によって、超軽量、高剛性、機能美を実現した。



天板とベースと脚の3パーツで構成した。 誰でも簡単に組み立てられる。

#### 開発者の声

アルミ合金という素材のあるべき形と、 製作工場の技術を鑑み、アルミの塊を精 密に切削して製作するプロダクト展開を はかった。丸型のテーブルに加え、三角 と四角を開発した。また、スツールとテ ープカッターと各パッケージを製作し一 連のプロダクトが完成した。将来的には アルミ切り屑の100%リサイクルを目指す。

Wemake「アルミニウムを活用した新商品アイデア」にて最優秀 営を受賞:2020年6月

工学院大学プレスリリース:2020年08月27日

コアマシナリー株式会社のプレスリリース:2020年09月14日 京都デザイン賞2020「京都府知事賞」を受賞:2020年10月26日 ソリッドハニカムプロダクツのウェブサイト公開:2021年10月 ソリッドハニカムテープカッターが京都デザイン賞2021入選: 20201年12月12日

## マリンポリフェノールの摂取で紫外線の影響を低減する効果をヒト試験で確認

課題名 大型海藻からのマリンポリフェノールと希少糖DEHの生産システムの開発 開発期間 令和元年11月~令和3年3月

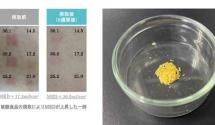
キーワード ▶ 抗酸化、抗糖化、老化、AGEs、希少糖、DEH、アルギン酸、アルギン酸リアーゼ、海藻、認知症

◆ニーズ元企業名 カイゲンファーマ株式会社

●研究者 三宅 英雄(三重大学)

本研究開発は大型海藻に含まれるマリン ポリフェノールの新規抽出法の開発とア ルギン酸から希少糖DEHを生産するシス テムの開発である。食品用途で使用可能 なマリンポリフェノール新規抽出法の開 発に成功し、工業化レベルでの生産が可 能となった。さらに、新機能性食品素材 「マリンポリフェノール®」含有混合素材

の肌に対する紫外線の影響を低減する効 果をヒト試験で確認し、飲む日焼け止め としてサプリメントとして商品化に成功 した。DEHの生理機能の一つとしてシナ プス形成促進効果がある。DEHの大量生 産として、固定化酵素技術を取り入れた 新規アルギン酸リアーゼよるDEH生産シ ステムを開発した。本手法で作製した固 定化酵素を用いると酵素の再利用が可能 であり、約80%の収率でアルギン酸から DEHを得ることに成功した。



14.5

紫外線 照射量

最少紅斑量(MED)の接種前からの推移

アルギン酸デオキシ糖(DEH)

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

マリンポリフェノールに関しては、大 学の基礎研究の成果が始めて商品化に つながった。マリンポリフェノールは、 食品、医薬品、化粧品に利用できるため、 更なる商品化に向けての研究開発を行 っている。

DEHに関しては、現在、JSTの大学・エ コシステム推進型 スタートアップ・ エコシステム形成支援(GAPファンド) の支援を受け、大学発ベンチャーを目 指している。海洋資源は未知物質が多 く、更なる有用物質を探索している。

製品化

10

## 電磁鋼板の飽和磁束密度領域での鉄損測定法の開発

課題名 電磁鋼板の飽和磁束密度領域での鉄損測定法の確立 開発期間 令和2年11月~令和4年3月

キーワード ▶ 鉄損測定、電磁鋼板、熱的測定、磁気的測定

- ◆ニーズ元企業名 株式会社ブライテック

下地 広泰 (大分県産業科学技術センター)

エネルギーの有効活用の観点から、モータの 小型化、高効率化が進展するにつれ、モータ は飽和磁束密度領域での駆動が求められて いる。しかしながら、モータに使用される電 磁鋼板は磁気飽和が存在し、飽和磁束密度領 域では効率が低下する。また、磁気現象に伴 う損失である鉄損は、従来の磁気測定法で飽 和磁束密度領域前までは磁束密度の約1.6乗 に比例して増加するとされているが、飽和磁 束密度領域での鉄損を正確に評価することは 困難であった。そこで、本研究では飽和磁束 密度領域での磁気特性や鉄損を高精度に測定 できる装置開発(open-SST)に成功し、従来の 磁気測定法と赤外線カメラを用いた熱的測定 法を組み合わせることで、飽和磁束密度領域 の鉄損の評価が可能になった。特に、熱的測 定法において、諸問題を解決することで、測 定法として確立した。



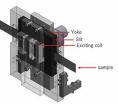


図1 開発した飽和磁束密度領域測定装置



図2 熱的測定法による鉄損測定風景

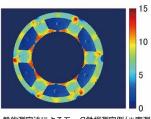


図3 勢的測定法によるモータ鉄揖測定例(※実測です)

#### 開発者の声

本研究課題は電磁鋼板の飽和磁束密度 領域での鉄損の解明といった企業ニー ズに基づいて実施したが、それ以上に、 新たな測定法の標準化に対するニーズ が大きいことに驚いた。ニーズ元企業 からは期待以上の成果と評価いただき、 標準化の重要性も認識できた。今後は、 標準化も見据えて、新たな測定法の研 究開発を進めたい。

## 挟むだけで設備の稼働状況を見える化するC3-lessセンサ

R成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 機能検証フェーズ/トライアウトタイプ (標準)

**『課 題 名 無給電無線センサー群の実装による中小製造業の無人操業化∕エナジーハーベスト無線力率センサによるスマートファクトリー化の加速** 開発期間 平成30年9月~令和元年8月/令和3年5月~令和4年3月

キーワード ▶ バッテリーレス、無線、電流計則

◆製品化企業名 泰興物産株式会社

●研究者 水戸 慎一郎(東京工業高等専門学校)

工場や工事現場、各種事業所などの交流電 源を利用するさまざまな産業で利用可能 な、既存設備に工事無しで後付けできるメ ンテナンスも不要な電流計を開発した。カ レントトランスにより非接触で電流測定 を行うと同時に、無線送信回路の電源確保

を行う。A-STEPの支援により、500mA以 上の交流電流を40mV/A程度の分解能で計 測し、約50mの範囲で無線通信できる回 路を実現した。この実用的な性能が評価さ れ、大手半導体工場や大手電機メーカー工 場などの設備監視に採用されている。現在 はさらなる改良を加え、より低電流や広範 囲の測定も可能である。また、本技術を電 源確保の手段として活用した環境センサ の開発と応用も進んでいる。

(泰興物産HP:https://iot-tokyo.com/)



工作機器の分電盤に取り付けた例。分電盤自体への加工は 不要で、設置もクランプするだけである。

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

本研究開発は挑戦的なものであり、最初期の 開発品は実用に耐えるものでは無かった。し かし産業界の期待は大きく、何とか要求に答 える製品を開発する過程でいくつもの壁を超 えることができ、結果として実用性能を実現 した。学だけではここまで突き詰めなかった と言え、産との連携の力強さを感じた。

※西松建設(株)プレスリリース

https://www.nishimatsu.co.jp/news/2020/ newtiot.html

日刊工業新聞: 2017年10月6日、2018年4月26日、 2019年4月16日

日経産業新聞: 2018年6月18日、2018年8月31日 日刊建設工業新聞:2020年8月7日

第31回中小企業優秀新技術・新製品賞 奨励賞・産学

第45回発明大賞 考案功労賞

2023 MODE Sensor Award MONOist賞



開発したセンサは、クランプ型のカレントトランスと、30mm 角程度の小型で安価な信号処理回路から成る。信号処理回路 に、種々のカレントトランスを組み合わせることで幅広い測 定に対応する。写真は開発時のものである。

製品化

## 振り子の流力振動を用いた水流発電技術によりDX・GXを加速

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課 題 名 水害予測センシング網構築のための低コストかつ外部電源不要の流速計の開発 開発期間 令和3年5月~令和4年3月

キーワード ▶ 流力振動、振り子、Hydro-VENUS、水流発電、自立電源、防災、治水、利水、漁業、AI、IoT

◆ニーズ元企業名 株式会社エナジーフロント ●研究者 比江島 慎二(岡山大学)

水流による振り子の流力振動を利用した独自の 発電技術「Hydro-VENUS」(特許第5303686号)を 開発している。治水や利水、漁業などのDX化・ GX化に必要なIoTセンサーや各種機器に対して、 電源のないサイトでも身近な水流を利用して電 力を供給できる。振り子の往復運動で発電する ため、プロペラ回転による発電方式に比べて、 河川や水路のゴミなどの漂流物が絡まりにくく、 振り子を水平にすれば水深の浅い中小河川など にも設置が容易である。非常にコンパクトで、 係留などにより水流に浮かべるだけなので躯体 コストや設置コストにおいても有利である。 また、流速の変化に応じて発電電力が変化する Hydro-VENUSの性質を利用して、それ自体を流 速センサーとして機能させることも可能である。 河川に配備した多数のHydro-VENUSから得られ る流速データを元にAI解析によって水害予測す

るシステムを開発中である。



水資源機構香川用水に設置中の流況観測モジュール



発電と流速センシングを行う流況観測モジュール外観



水位計測と通信系を行う水上のボックスと水中で 発電と流速計測を行う流況センシングモジュール

## 開発者の声

A-STEP後に全国4ヶ所での実証を進め、データ を蓄積しながらAI水害予測システムの開発を進 めている。企業からの期待の声も多く、オープ ンイノベーションによる実現と社会実装に向け て進めていきたい。

現在は(株)ハイドロヴィーナスに特許を移転し 技術の事業化を目指している。

※この技術が経済産業省中国経済産業局のJ-Startup West に選定されたことが、岡山大学からプレスリリースと して発表されています。

https://pr-free.jp/2023/87184/?fbclid=lwAR14gYP7 yQqJcNZhkXhnpAnLKm1Sn5ou0XyAzlvEjXwnviXW vr8z9T1CJHw

## **製品化** /起業

## 生体リズムを整える照明器具サーカディアンシーリングライトの開発と実証

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

トライアウトタイプ

課題名 在宅勤務時の生体リズムを整えるサーカディアン刺激制御照明システムの開発 開発期間 令和3年5月~令和4年3月

キーワード ▶ サーカディアンリズム、睡眠、 照度センサー、メラトニン、 蛍光体、 太陽光、 青色光、 分光分布、 制御

ニーズ元企業名オーデリック株式会社

◆<sup>研究者</sup> 明石 行生(福井大学)

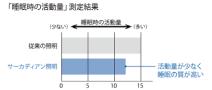
ヒトの体内時計が刻む生体リズムは、24時間よりも少し長い周期を持ち、その位相は早朝の光により前進し、夜間の光により後退する。生体リズムを24時間に同調させるために、朝の起床後に十分な光を浴び、夜の就寝前に光を避ける必要がある。タイミング良く光を浴びられない場合、人工照明により補光する必要がある。ヒトの光センサーの分光感度は、視細胞より短い波長にピークを有す

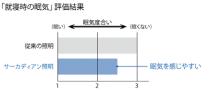
る。今回、福井大学とオーデリックは、 既往研究に基づいて時刻ごとに設定した 光刺激の目標値を達成するサーカディア ンシーリングライトを開発した。照度セ ンサーにより光刺激の過不足を検出し、 短波長LEDと長波長LEDの出力を調整す ることで効率よく目標値を達成する。今 回、試作品を居室に設置して居住者の睡 眠の深さを調べる実証実験を行った結果、 既存の照明器具に比べて居住者の睡眠の 質が高くなること、その結果は眠気の評 価にも対応して

いたことを明ら かにした。



サーカディアン照明の代表商品





【実験方法】サーカディアン照明と2700Kの照明器具(当社製)を被験者(8名)の自宅に2週間ずつ設置し、活動量測定とアンケート調査をおこなった。

実証実験の結果

#### **期待されるインバクト** 効果、意義、市場規模、売り上げ予測

サーカディアンライトにより、ユーザーは生体リズムを整えられるようになり、睡眠障害や鬱病の罹患者を減らすことで人々の健康を向上し、社会的に生産性を高めることができる。住宅用シーリングライトの年間市場規模は600億円程度であり、当面はその1/3程度の200億円の売り上げが期待でき、将来的には全てのシーリングライトが同様の機能を有するようになると予測する。シーリングライト以外の照明器具に展開し、市場規模の拡大も予測する。健康家電市場とのシナジーより活発の拡大も予測する。健康家電市場とのシナジーより

#### 開発者の声

福井大学との共同研究により生体リズムの調整には、強い光刺激が必要であるため、照度センサーにより室内に入射する自然光の刺激量をモニターし、光刺激が足りない時に人工照明で補う方法を新規に創出した。実証実験により、その効果を実証することができた。本技術は、企業だけで開発することは非常に困難であり、本事業により、産学連携することで達成できたといえる。今後は住宅だけでなく、学校、病院、高齢者施設などに展開することで市場規模を拡大したい。

※この成果と商品ラインナップは、オーデリックのウェブ サイトにて紹介されています。

https://www.odelic.co.jp/products/lcfree-circadian/

製品化/起業

## 高機能かつ緻密なデザインのチタン合金製品を実用化

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 高輝度レーザプロセス制御法を用いたチタン合金の高品質・高効率加工技術 開発期間 平成22年7月~平成25年3月

キーワード ▶ チタン合金、精密溶接技術、微細冷間鍛造技術、眼鏡フレーム、医療機器

- プロジェクトリーダー所属機関株式会社シャルマン
- ◆研究者 片山 聖二(大阪大学)

眼鏡フレームは装着者への負担を軽減するため、軽量であるチタン系素材が多く用いられる。一方でチタンは難加工材であり、近年複雑・多様化しているデザインでは、素材の加工限界から工程数が増え高コストとなり、デザインによっては量産化すること自体が困難であった。本開発技術は、大阪大学のシーズである高

輝度レーザを用いたプロセス制御法による溶接欠陥を抑えた高品質な精密溶接技術と、(株)シャルマンが開発したサージョンに表る高精度・高効率な微細冷間鍛造技術もよびチタン合金のフレーム外観品質をある大きせる噴射加工技術を融合し、異ならで配置し一体化させた高機能かつ級密なに配置し一体化させた高機能かつ級密なにデビームの眼鏡フレームに留まらず、とているの技術を高度に利用し、眼科および脳外科手術用等様々な診療科の医療機器へ展開している。



チタン合金製眼鏡フレーム



眼科手術用器具(持針器)

#### **期待されるインパクト** (効果、 意義、 市場規模、 売り 上げ予測)

本開発技術により少ない工程数でかつ軽量で耐久性・デザイン性に優れたチタン合金製眼鏡フレーム製造の開発を行っている。また医療機器においても、複数の異素材を適材適所にレーザ接合することで、術者がより正確・快適に使用できる機能みにのいますが流めるの販売を進めている

#### 開発者の声

本技術は企業単体で開発することは 非常に困難であり、本事業により研究現場(大学)と生産現場(企業)の密接な連携をとることで、大学のシーズ技術の習得が効率良く進み、新たな技術の創生につながった。今後は、眼鏡フレームだけではなくチタン製品としてのニーズが高まりつつある医療機器にも展開していく。

## レオロジー計測の可能性を大きく広げる粘性のリモート測定技術を確立!

究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

|課 題 名 | 遠隔電磁駆動(EMS)方式によるベンチトップを超えた粘弾性計測の展開 開発期間 令和2年12月~令和6年3月

キーワード ▶レオロジー、粘性、弾性、リモート測定、インライン計測、特殊環境対応、超臨界流体、医療応用

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社トリプル・アイ
- ●研究者 酒井 啓司(東京大学)

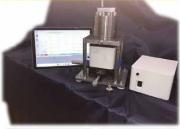
レオロジーは液体の基本物性である粘性を計測す る重要な要素技術である。特にインクジェットや マイクロ流路など流体を素材とする最新工学の発 展に伴い、その需要はますます増加している一方 で、技術的には前世紀からほぼ進化を遂げていない。 本開発では試料中のプローブを電磁力で遠隔操作 するという独自の新技術を、工業現場におけるレ オロジー計測に組み入れる開発を実施した。



インライン粘性解析システム

その結果、様々な要素技術開発により200mmを超え る遠隔駆動距離を実現することで、工業レオロジ 一計測の対象範囲を大きく広げる成果を得た。具 体的には超臨界における粘性測定や、パイプライ ン内部あるいは反応槽における数カ月に及ぶ長時 間粘性モニタリングなど、これまでの卓上粘性測 定装置では決して実現することのできなかった条 件・環境で、しかも簡便かつ低コストでレオロジ 一計測を可能にした価値は非常に大きい。

#### 高温高圧粘性解析システム







高温高圧粘性解析システム

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

遠隔電磁駆動方式(EMS方式)をベース 技術とした、多くの要素技術の開発 と実用システムの構築ができたこと は当社にとって大きな成果である。 自動化や省力化に寄与するインライ ンシステムに加えて、遠隔トルク伝 達技術の開発により超臨界をはじめ とする特殊環境下での気体粘性が計 測可能なシステムを実現した。粘度 の量子標準化が可能となり、日本発 の技術を武器に世界へ挑めることは、 産業的にも有意義な成果が得られた ためと自負するものである。

製品化

## ロータス金属を用いた脱炭素を実現する革新的熱ソリューションの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) シーズ顕在化タイプ/NexTEP-Bタイプ

|課||題||名||ロータス型ポーラス金属の量産化製法の開発/自発的冷却促進機構を有する高性能車載用冷却器 開発期間 平成24年4月~平成25年3月/平成29年12月~令和3年3月

キーワード ▶ 車載、サーバー、インバータ、冷却、熱問題、沸騰熱伝達率、熱交換、ヒートシンク、新材料、形態制御

- ◆製品化企業名
- 株式会社ロータス・サーマル・ソリューション

## 結城 和久(山口東京理科大学)

大型サーバーに用いられる高性能CPUや、 電気式ハイブリッド車(HEV)では高効率 化に向けて、パワー半導体が使われるよ うになり、面積当たりの消費電力が増加 している。その結果、発熱密度が高くな り、素子の耐熱限界に近づいているのが 現状である。この問題に対する解決策と して、ロータス金属を用いた高効率な沸 騰冷却器を開発した。

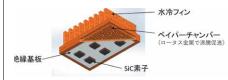
次世代パワー半導体として期待されてい るシリコンカーバイド(SiC)の発熱密度 は500ワット毎平方センチメートル(W/ cm<sup>2</sup>)と言われ、SiCをデバイスに用いる ためにはこれよりも大きな熱流束を持っ た部材による冷却が必要となる。本開発 では、沸騰冷却器においてロータス金属 を用いた沸騰促進技術を確率・利用する ことで、500W/cm<sup>2</sup>以上に熱流束を向上 させることに成功した。



ロータス金属の外観写真



本研究開発であるロータス沸騰促進体が搭載された



本研究開発であるロータス沸騰促進体を利用した 車載用インバータモジュール概略図

#### 開発者の声

開発進捗に応じて、開発アーリーステージ(シ ーズ顕在化タイプ)から製品開発(NexTEP-Bタ イプ)までの支援を受けることができ、効率 的・迅速に実用化を進めることができた。さ らにA-STEP事業で資金面だけでなくアウトリ ーチ等の支援を受けられ、開発と並行して事 業化の見通しが立った。

この成果は、JST、ロータス・サーマル・ソリューシ ョン、山口東京理科大学からプレスリリースとして発 表されています。

https://www.jst.go.jp/pr/announce/20210921/

2022年度版 実装技術ロードマップ (2022年7月発行) 鉄鋼新聞: 2022年12月9日(4面) 電子デバイス産業新聞: 2023年2月16日(3面)

2023マイクロエレクトロニクスショー「アカデミック

製品化/起業

## 高速アルゴンガス流による急冷機構を有する二室型超高温真空熱処理炉の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

NexTEP-Bタイプ

課題名 耐熱合金性能向上のための熱処理技術

開発期間 平成28年1月~平成31年3月

キーワード ▶ タービンブレード、タービンディスク、Ni基超合金、Ni基単結晶、熱処理炉、急速冷却、溶体化処理

◆製品化企業名株式会社キグチテクニクス

●<sup>研究者</sup> 原田 広史(物質・材料研究機構) (現 超合金設計研究所)

本技術は国立研究開発法人物質・材料研究機構のシーズである急冷機構を有する二室型超高温真空熱処理炉を大型発電用ガスタービンや、ジェットエンジンに使用される大型のNi基単結晶部品に適用することを目指した開発の成果である。

Ni基単結晶材は、通常1300℃以上での溶体化熱処理が必要であり、また高強度のNi基単結晶材は溶体化処理後の冷却速度が速くなるほど、材料特性、特にクリープ特性が向上することがわかっている。本特性を大型のNi基単結晶部品に適用できる熱処理炉の開発を行い、1500℃までの熱処理温度を可能とし、一般的なガスファンクーリング熱処理炉と比べ2~3倍の冷却速度を得る二室型の超高温真空熱処理炉の開発に成功した。

開発炉と従来炉での冷却速度の比較結果

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

本成果によって、Ni基単結晶部材の特性を最大限引き出すことが可能である。また、その他の部材(Ni基多結晶材、TiAl)でも更なる特性向上を目指した材料開発に伴い、熱処理時の高温化、高冷却速度が求められるケースが増えつつあり、特にエネルギー産業、航空産業での適用が大いに期待される。

## 開発者の声

材料の新規開発に伴い、本開発炉で しか処理ができないケースも増えつ つあり、国内エネルギー産業や航空 機部材の開発に大いに貢献できるも のと期待している。また本開発炉の 特性を発揮することにより、既存の 材料でも特性向上が得られる場合が あり、波及効果は大きい。

※この成果は、2019.9 第47回日本ガスター ビン学会定期講演会にて講演されています。※本成果は当社HPに掲載されています。 https://kiguchitech.co.jp/service/ heattreatment/sari/



製品化

## 無搖動防振装置~輸送時の振動・搬送物の揺れを低減させる装置~

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

NexTEP-Bタイプ

課 題 名 輸送事業向け無搖動防振装置 開発期間 平成30年12月~令和3年3月

キーワード ▶ 振動絶縁、空間安定、無搖動化、共振、アイソレータ、加速度、減衰、制御ループ、ジャーク

◆製品化企業名

多摩川精機株式会社

◆研究者

梶川 隆史(宇宙航空研究開発機構)

振動や揺れに弱い精密機器や美術品の輸送は、従前、特殊な機材と経験に頼り、専門業者が作業を行ってきたが、振動(鉛直方向の加速度)や揺動(前後左右の加速度)が搬送品に与えるダメージを抑えつ

及び、当社のリアルタイムフィードバック制御による空間安定化・無搖動化技術を用いたジンバル構造型搖動台を採用している。これらを併用することで、輸送時の振動のみならず、車両の加減速や右左折による加速度の低減が可能になった。本装置の性能においては、鉛直方向の加速度(振動)が-10 [dB]以上、水平方向の加速度(搖動)が-10 [dB]以上の減衰特性を有する。



JAXAと当社の技術を組み合わせた本装置の概要

本装置の特長を活かし、車両等での輸送 こおいて、振動を抑えつつ、加減速等に よる加速度の影響を低減することで、輸 送時の安全性が高まる。そのため、安全 生が重視される搬送用途での活用が見込 まれる。具体的には、文化財・美術品の 輸送、ワクチン輸送などの医療分野、精 を機器の輸送分野などが挙げられる。

#### 開発者の声

開発過程においては、振動アイソレータと搖動台との相互作用により、振動減衰特性に影響を及ぼすことが判明したが、検出センサ追加と制御手法の見直しなどの対策により解決することができた。また、車両評価では、大型トラック評価の前段として、手押し簡易車両や小型トラックでの基礎データ取得により、課題を把握し、改善を繰り返したことにより、性能を達成している。

## ピコ秒&ナノメートル分解能でキャリアダイナミクス観察可能な顕微鏡を開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STFP)

NexTEP-Bタイプ

課 題 名 時間・スピン分解走査マルチプローブ顕微鏡 開発期間 令和元年12月~令和4年12月

キーワード ▶ 走査プローブ顕微鏡、走査マルチプローブ顕微鏡、光ポンプ・プローブ法、キャリアダイナミクス

◆製品化企業名 株式会社ユニソク

◆研究者
重川 秀実(筑波大学)

近年の最先端材料研究では、量子構造を 光励起したときのキャリアダイナミクス を可視化できる計測技術が求められる。 高い時間分解能と空間分解能を併せ持つ 時間分解走査プローブ顕微鏡(SPM)は最 適な手法であり、GaAs等の半導体材料に おいてその性能が実証されてきた。しか し、従来装置では光学システムが複雑な

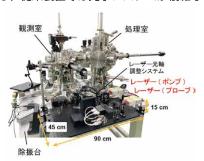


図1 開発した時間分解SPM装置

ため、専門家しか扱えず、計測技術の普及が制限されていた。本開発では、外部からの電気信号で制御可能なピコ秒レーザーを採用して光学システムを大幅に小型化し、対物レンズを試料近傍に設置することで長時間安定な光照射を実現し、高分解能測定を可能にした。さらに、円偏光によるスピンダイナミクス観察を行い、探針数を増やしたマルチプローブ顕微鏡では、絶縁体基板上の原子層試料におけるキャリアダイナミクス観察に成功した。

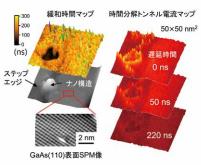


図2 GaAs(110)表面のキャリア緩和時間測定

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

本課題では、光学システムの小型化、簡易化により時間分解SPM装置の操作性を大幅に改善した。さらに、高い時間分解能(約70ピコ秒)と空間分解能(約1nm)を有する高性能装置を実現した。原子層科学、太陽電池、光触媒材料等の幅広い研究分野に応用可能であり、今後の最先端材料開発、SPM技術の発展に大きく貢献できる。

#### 開発者の声

本開発を通して、時間分解SPMは強力な計測手法であることを実感した。しかし、この手法を使用している研究グループは世界的にもまだ少ない。本課題により、この計測手法の新規導入への障壁を大幅に低減した。製品化後も開発を継続し、成果を積極的に発信していくことで、計測手法の有効性実証、応用分野拡大に努める。

※この成果は、筑波大学からプレスリリースとして発表されています。

https://www.tsukuba.ac.jp/journal/technology-materials/20230125190000.html

※第36回中小企業優秀新技術・新製品賞にて、 優秀賞と産学官連携特別賞を受賞しました。

製品化

# 希釈窒素ガス削減による高効率・省エネな排ガス処理装置の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

NexTEP-Aタイプ

課 題 名 減圧プラズマによる高効率除害装置 開発期間 平成29年6月~令和2年5月

キーワード ▶ 半導体、CVD、除害、TEOS、モノシラン、希釈窒素、LEL、爆発下限界、減圧、ドライポンプ、可燃性ガス

◆製品化企業名 カンケンテクノ株式会社

◆<sup>研究者</sup> 一木 隆範(東京大学)

半導体などの製造工程で用いる毒性ガスや可燃性ガスなどの危険ガスは除害装置で無害化して排出する必要があるが、従来の除害方法(燃焼式、熱プラズマ式)は高ランニングコストな問題がある。特に可燃性ガスでは発生源から除害装置までガスを安全に輸送するために爆発下限界(LEL)まで窒素ガスで30~100倍程度希釈する必要がある。この大量の窒素ガスによって希釈後の総ガス量が数十倍になり、除害にかかるコスト・エネルギーも増大する。

LELはガス温度や圧力に依存するため、本開発では従来は大気圧であった発生源〜除害装置間を真空に保つことでLELを大きくし、希釈窒素ガスの削減(処理に必要なエネルギーを約75%削減)に成功した。また、本除害装置は窒素の削減だけでなく

低蒸気圧物質の除去を目的とした配管加熱温度も下げることができ、総ガス量が減少することで除害装置の設置数を減らせるため、大幅な省エネが可能である。

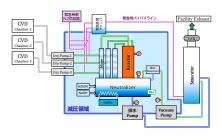


図1 減圧除害装置(評価機) 排気ポンプで内部圧力を精密に制御し、排水ポンプで 中和能力を制御している。

#### 期待されるインパクト (効果、 意義、 市場規模、 売り 上げ予測

s開発装置は、可燃性ガスを使用する化学気相合 成(CVD)装置からの排ガス除害に効果を発揮する。 その高い省エネ性は半導体工場の設備部門から注 ませれている

現在の除害装置の世界市場規模は約1000億円程度である。除害装置の市場においては、現在、焼焼式除害装置が多く利用されているが、カンケンテクノ(株)は電気式(ヒータ、プラズマ)による環境対応を重視した除害装置を一貫して提供している。今後本開発装置で市場を広げ半導体工場の環境対策に貢献する。

#### 開発者の声

開発開始時には希釈窒素ガスの削減がほぼ唯一の特徴・利点と考えていたが、開発終了し評価機をユーザに導入する段階では、除害装置の導入数削減や断熱膨張によるガス冷却効果といった新たな利点が見つかってきた。

今後も新しい機能を付加しながら拡販していき

※この成果は、JSTからプレスリリースとして発表されています。

https://www.jst.go.jp/pr/info/info1494/index.html

# 更素技術

## CVDダイヤモンドの高速成長技術と自立基板の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課題名 半導体ダイヤモンドの開発

開発期間 平成25年12月~平成28年11月

キーワード ▶ 半導体、ダイヤモンド、CVD、パワーデバイス、高速成長

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 アリオス株式会社
- ◆研究者 徳田 規夫(金沢大学)

ダイヤモンドは、グリーンイノベーショ ンの一つして期待されているパワーエレ クトロニクスを支える次世代半導体材料 である。本プロジェクトは、抵抗率を制 御した半導体ダイヤモンドウェハの製造 技術を開発することを目的とし、①ダイ ヤモンドの高速成長、②不純物ドーピン グによるダイヤモンドの抵抗率制御、③ で半絶縁体・p型半導体・低抵抗ダイヤ モンドウェハの開発に成功した。

## ダイヤモンドの高品質化の各技術開発を、 産=アリオス(株)(装置開発)、官=産業 技術総合研究所(結晶性・物性評価)、学 =金沢大学(高速成長・ドーピング制御 技術の開発)の体制で実施している。そ の結果、アリオス製マイクロ波プラズマ CVD装置を用いたダイヤモンド(100)膜 の成長において世界最速となる300 μ m/hを達成し、その技術を応用すること

半導体ダイヤモンドウェハ

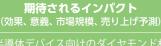
2 mm x 2 mm

2 mm x 2 mm

低抵抗ダイヤモンドウェハ

抵抗率: 0.1 Ω·cm以7

図2 CVD単結晶ダイヤモンド自立基板



料の市場は、2020年に約50億円の調査報告が有るが、これは現状の技術をベースとしたものである。我々は高速成長技術などを開発しつつあり、市場 成長技術などを開発しつつあり、市場 規模の拡大に貢献できると考えている 展示会等では、多くの企業や研究機関 からダイヤモンド基板についての問い

#### 開発者の声

半導体ダイヤモンドの事業化には、低コスト 製造技術(≒高速成長技術)の実現が必要不可 欠である。そのため、我々が開発した国産装 置を用いて世界最高の成長速度を達成したこ とは非常に嬉しく思う。その後、本技術は大 型のダイヤモンドウェハ生産用マイクロ波プ ラズマCVD装置の開発成功に繋がった。今後 も、半導体ダイヤモンドの事業化、そしてグ リーンイノベーションへの貢献を目指す。

※この成果の一部は、日刊工業新聞(平成26 年10月6日朝刊20面) に掲載されました。



図1 開発したアリオス製マイクロ波プラズマCVD装置とダイヤ モンド(100)膜の成長速度の推移



要素技術 構築

## 大地震後の建造物の機能維持に向けた鉄系超弾性合金単結晶化への挑戦

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプFS

課題名 大地震後の建造物の機能維持に向けた鉄系超弾性合金単結晶大型部材の開発 開発期間 令和元年10月~令和2年9月

キーワード ▶ 鉄系超弾性合金、単結晶、サイクル熱処理、耐震シミュレーション、載荷実験、巨大地震、災害レジリエンス

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社 古河テクノマテリアル
- ◆研究者 大森 俊洋(東北大学)

大地震において建造物の被害を防ぐに は、従来の耐震補強に加えて地震後の 残留変形を抑制することが最重要課題 となる。この課題を解決するために、 汎用性と性能の両面で鉄系超弾性合金 が挙げられ、単結晶化することで優れ た特性を発現することが出来る。本研 究では、鉄系超弾性合金実用化を目的 とし、東北大学では単結晶化の基盤技 術となる組織制御を駆使した、サイク ル熱処理方法を見出し、効果的に長さ 100mmの単結晶化に成功した。古河テ クノマテリアルでは3材質の鋳造から加 工、サイクル熱処理までの実験を通し て材質毎の特徴を把握し、直径10mm、 長さ170mmの巨大結晶試料作製まで到 達している。さらに、実用化を視野に 入れ建築(名古屋大学)と土木(宇都宮大 学)は、超弾性合金使用建造物の耐震シ ミュレーションと橋脚部材での載荷実 験で、既存の技術よりも耐震性に優れ ていることを示唆する結果を得た。

# **期待されるインパクト** 、 意義、 市場規模、 売り上げ予測)

崩壊を免れるようになったが、残留変形 た場合作り直さねばならず、経済的に い制する効果が期待できる。建造物のi

#### 開発者の声

大学の基礎研究から生まれたシーズを、材料 研究者、応用面での建築と土木の研究者、開 発から実用化までの実績の有る企業技術者が 大きな連携を組むことで、材料性能に合った 用途の開発、用途開発のために必要な材用性 能について適宜議論し、より高いレベルへの 材料開発と用途開発を目指して進むことが出 来た。この流れを継続的に実行することで、 大きなイノベーションに繋がるものと考えて おり、その結果として、災害レジリエンス向 上、安全・安心社会の実現に寄与したい。



図1 サイクル熱処理を行って得られた長さ170mmの単結晶材

要素技術 構築

## 加湿不要で水素イオンを高速伝導する「配位高分子ガラス」

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 イオン伝導性配位高分子を電解質に用いた燃料電池の研究開発 開発期間 平成27年12月~令和2年3月

キーワード ▶ 燃料電池、水素イオン、配位高分子、電解質、イオン液体、イオン伝導体、3次元ネットワーク構造

- ◆プロジェクトリーダー所属機関株式会社デンソー
- ◆<sup>研究者</sup> 北川 進(京都大学)

燃料電池(図1)はクリーンなエネルギーとして期待され、燃料電池車も販売されている。しかし、燃料電池の普及拡大に向けては、コスト低減、効率向上、小型・軽量化などに関する技術革新が必要となるが、そのキー技術の1つが、水が蒸発する100℃以上の環境でも湿度ゼロで水素イオンを高速で伝導できる固体電解質である。

本研究では、京都大学 北川進先生のもと堀毛悟史先生らを中心に研究を進め、金属イオンと分子が交互に連結された配位高分子ガラス(図2)を新たに創出し、その新材料が構成する水素イオンの3次元ネットワーク構造(図3)によって、高い水素イオン伝導性を発揮する固体電解質を合成することに成功した。

本材料を用いた燃料電池セルの発電評価

では、湿度ゼロ・120℃の環境において 最大出力密度150 ミリワット/平方セン チメートルを記録し、高い性能を発揮す ることが確認された。

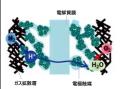




図1 燃料電池セルのイメージ図 図2 合成した配位高分子ガラス

Zn²+ coordination polymers

dema cations

図3配位高分子ガラスの3次元ネットワーク イメージ図

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

燃料電池の本格的な普及拡大に向けては、本研究対象である固体電解質の革新のみならず、電極触媒やガス拡散層と接合した燃料電池セルとしての性能向上を図る必要がある。今後は実用化を視野に、耐久性も考慮した発電性能向上に取り網んでいく。

#### 開発者の声

電解質は、水素イオン伝導性、ガス 遮蔽性、電極接合性などの様々な機 能を同時に成立する必要があり、非 常に困難なプロジェクトであった。 しかしながらA-STEPの支援のもと成 功を信じ、参加機関一丸となって研 究を継続することで将来に繋がる大 きな成果が得られたと感じている。

※この成果は、京都大学アイセムス(物質ー細胞統合システム拠点)からプレスリリースとして発表されています。 https://www.icems.kyoto-u.ac.jp/ja/

news/5482

, 要素技術 構築

## 高活性ヒドロキシアパタイトの開発と革新的環境浄化材料への応用

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 高活性ヒドロキシアパタイトの開発と革新的環境浄化材料への応用開発期間 平成28年10月~令和2年3月

キーワード ▶ HAp(ヒドロキシアパタイト)、VOC、酸化分解触媒、多孔体、メカノケミカル、リサイクル、低コスト

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 太平化学産業株式会社
- ◆研究者

## 白井 孝(名古屋工業大学)

大気汚染の原因物質の一つであるVOCの 分解には貴金属を触媒とした触媒燃焼方 式が用いられているが、希少資源保全の 観点から、安価な代替触媒材料の開発が 求められている。そこで安価で大量に合 成可能なHAp(ヒドロキシアパタイト)の 持つ特異な熱励起ラジカル生成に着目し、 VOCガス分解に特化した触媒能を持つ新 規ガス浄化触媒部材の開発を実施した。 HApの合成方法及び組成比(Ca/P)を検 討し、触媒用のHApとして最適な条件を 見いだした。その結果、小型脱臭装置を 用いた実条件に近い方法での評価の結果、 目標である500℃以下で95%以上のVOC 分解率を達成した。量産化が可能である こと及び、現行品と比較して価格の面で 優位であることを見出し、高い収率で再 資源化に成功した。

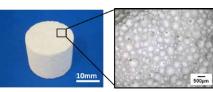


図1 VOCガス分解多孔質HApフィルターの開発品

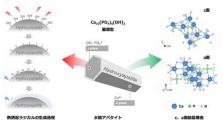


図2 HAp表面における熱励起ラジカルの生成過程

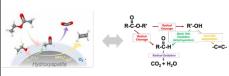


図3 本研究開発により解明されたHAp表面におけるVOC分子 の触媒反応メカニズム

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

女画でリッイブル内能なFAPB無なが表相されることで、これまで導入の進まなかった中小規模事業所に普及していくことが期待される。中国をはじめとした海外では環境の規制強化が進んでおり、市場規模の拡大が予想される。本研究開発における成果は、環境汚染物質排出の抑制と改善という、人類にとって喫緊の課題の解決手段となりうると期待している。

#### 開発者の声

今回のJST A-STEP事業では、単にHAp材料の触媒能向上を目指すのではなく、通常、会社では行えない触媒反応メカニズムなど基礎研究についても、大学の協力もあり検討を行うことができた。本研究開発で得られたこれら知的シーズと研究開発の経験を、弊社における今後の他物質の触媒を含めた新規材料の開発に生かしていきたい。

※この成果は、名古屋工業大学からプレスリリースとして発表されています。(2020年08月21日掲載)

https://www.nitech.ac.jp/news/press/2020/8465.html

## 要素技術 構築

## 溶液1滴、1分でナノシート膜の自動製膜

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産学共同(育成型)

課 題 名 ナノシート技術を用いた革新的誘電材料・デバイスの開発 開発期間 令和2年12月~令和5年3月

キーワード ▶ 二次元物質、グラフェン、無機ナノシート、コロイド水溶液、液相集積、自動製膜

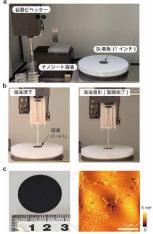
#### ◆研究者 長田 実(名古屋大学)

グラフェンや無機ナノシートなどの二次元物質(ナノシート)を溶液 1 滴、 1 分で製膜する新技術(単一液滴集積法)を開発した。操作は極めて簡便であり、自動ピペットを使って、ナノシートのコロイド水溶液を基板に 1 滴滴下後、それを吸引するというものである。この操作により、ナノシート同士が隙間なく稠密に配列し、約 1 分という短時間で高品質ナノシート単層膜の製膜が実現する。本技術の応用



ナノシートの高速・液相コーティングのイメージ図。

研究を推進し、酸化物、グラフェン、窒 化ホウ素などの様々なナノシートへの適 用や、自動化、大面積化、積層化に成功 し、少量の溶液で高品質大面積製膜(4 インチ以上)を実現する製造技術を確立 した。』



(a) 自動製膜装置の全体写真。(b) 製膜操作の写真。基板上に自動ピペッターで溶液を滴下し、吸引することで製膜が完了する。(c) 酸化チタンナノシート膜の写真と原子間力顕微鏡(AFM) による膜質評価結果。AFMでは、ナノシートがトランプを並べたように緻密に配列していることが確認された。

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

ナノシートの優れた機能を最大限に引き出してデバイス化するためには、ナノシートを様々な基板表面に綺麗に並べ、高品質の薄膜を作製することが重要となる。今回開発した製膜法は、専門的な知識、技術の必要がなく、簡便、短時間、少量の溶液で、高品質稠密配列膜の大面積製膜を実現できるため、ナノシートの工業的製膜法、ナノコーティング法として重要な技術に発展するものと財徒される。

#### 開発者の声

本技術は偶然の産物で、ある学生が『溶液がもったいない』と、滴下後すぐに溶液をピペットで吸引したところ、ナノシートの高速製膜が実現した。本技術は、その簡便さから産業界からも大きな注目を集め、機能性コーティング、電子デバイス製造などへの応用展開が進んでいる。

#### ※プレスリリース(名古屋大学)

https://www.imass.nagoya-u.ac.jp/research/20230406\_osada.html https://www.imass.nagoya-u.ac.jp/research/20240716\_imass.html 日刊工業新聞 (2024/07/24)

要素技術 構築

## Si貫通電極つきウェーハ裏面を加工するための全自動研削装置の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

NexTEP-Aタイプ

課 題 名 S i 貫通電極ウェーハ全自動研削装置開発期間 平成28年10月~令和6年7月

キーワード ▶ Si貫通電極、研削、ウェーハ厚み自動補正、無電解めっき、Siウエットエッチング、3次元集積回路

◆製品化企業名 株式会社岡本工作機械製作所 ◆研究者

渡辺 直也(産業技術総合研究所)

Siウェーハの裏面からSi貫通電極を露出させるための研削加工を可能とする「Si貫通電極ウェーハ全自動研削装置」を開発した。この装置では、多くの気孔があり目詰まりしにくい研削砥石(といし)、ウェーハの厚み自動補正機能などにより、Si貫通電極の長さのばらつきを極限まで小さくし、SiとCuの同時研削を実現した。また、研削加工後のウェーハをアルカリイオン水洗浄、無電解めっきおよびSiウエットエッチングにより処理することで、Si上の残留Cuを除



図1 Si貫通電極ウェーハ全自動研削装置 GNX312i

去することにも成功した。これにより、Si貫通電極部分からのCuの溶け出しを防止しつつ、Siウェーハ(裏面)上の残留Cu濃度を、一般的な金属汚染の許容値5×10<sup>™</sup>atoms/cm2以下まで除去することが出来た。

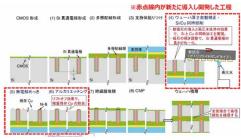


図2 低汚染で高平坦なSi貫通電極ウェーハ薄化プロセスフロー

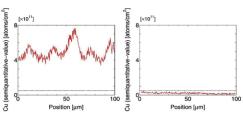


図3 金属汚染量の評価結果。SiとCuの同時研削直後(左) 残留金属低減処理(無電解めっきとSiウエットエッチング)後(右)

#### 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

本装置によって、Si貫通電極形成プロセスが効率化されるとともに、ウェーハレベルでの直接積層(バンプを用いない積層)が可能になり、その結果、Si貫通電極形成プロセスの低コスト化と歩留まりの向上が実現できると考えられ、さまざまなデバイスへの適用と半導体回路の高性能化が期待できる。

#### 開発者の声

今回の開発によって、我々が提唱するプロセスが成立することを証明できたと考えている。また重金属露出面の汚染量をクリアできたことは非常にインパクトのある開発になったと考えられる。今後、3次元集積回路の普及と共にSi貫通電極の利用が急激に伸びると見込まれることから、他社にまねの出来ない技術、装置として世界への普及を期待している。

※この成果は、JST、岡本工作機械製作所からプレスリリースとして発表されています。 https://www.jst.go.jp/pr/announce/20241029-2/ index.html プロト

## ランタンシリケートを用いた中温作動型SOFCの実用化に向けた研究開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

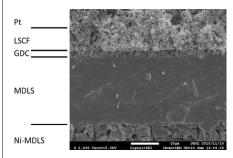
課題名 ランタンシリケートを用いた中温作動型SOFCの実用化に向けた研究開発 開発期間 平成25年12月~平成28年11月

キーワード ▶ SOFC、アパタイト、ランタンシリケート、固体電解質、中温作動、イオン伝導、分極抵抗、多層膜、緻密化

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 富士色素株式会社
- 吉岡 秀樹 (兵庫県立工業技術センター)

アパタイト型構造のマグネシウムドー プランタンシリケート(MDLS)はイ オン伝導が高く中温作動型SOFCの 電解質として注目されている。本研究 では、組成の異なるランタンシリケー ト系多層膜を一体焼成することにより MDLS電解質膜のイオン伝導度の向 上と緻密化を達成した。また、ガドリ ニウムドープセリア(GDC)を電解質 膜と正極の中間層として用いることに より、熱処理時の反応を抑制し電池抵 抗の上昇を抑えることができた。本S OFCはスピンコートやスクリーン印 刷など安価な印刷手法により作製でき 実用化が容易である。今後は電解質膜 の配向を制御しイオン伝導経路を最適 な方向に揃えるなどの工夫を行い、さ

らなるイオン伝導および発電性能の向 上を目指す。



作製したSOFCの断面図

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

電解質として用いることにより、二酸化 炭素の排出抑制につながる高効率なSO FCの開発につながる。また、中温作動 によるSOFCの用途拡大(可搬型、車載

#### 開発者の声

大学、企業、公設試のアライアンスにより、 それぞれの得意とする技術(製造、評価・ 解析、分析)を有機的に活用することがで きた。今後もアライアンスを継続・発展 させ、新たな環境技術の開発にもつなげ ていきたい。

- ※この成果は、@pressからプレスリリースとして発表されています。 https://www.atpress.ne.jp/news/225543
- ※この成果は、朝日新聞電子版、財経新聞でも紹介されました。 https://www.zaikei.co.jp/releases/1091223/ 英文プレスリリースも行っています。

https://www.prnewswire.com/news-releases/greenscience-alliance-has-developed-sofc-solid-oxide-fuel-cellwith-apatite-type-lanthanum-silicate-based-solidelectrolyte-with-university-of-hyogo-and-hyogoprefectural-institute-of-technology-301130916.html

プロト

## パワー半導体・多糖ナノファイバー高速研磨&鏡面化アシストシステムの開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) 熊本復興支援(地域産学バリュープログラム)/シーズ育成タイプ

**課 題 名 セルロース配合研磨液-ダイヤ/チタニア/セリア/セルロース四元複合粒子を用いたパワー半導体超平面創成材の開発/** パワー半導体・多糖ナノファイバー高速研磨&鏡面化アシスト材 ~機械研磨-化学機械研磨ワンストップ高速研磨・鏡面化システムの開発

開発期間 平成29年10月~平成30年9月/令和元年10月~令和4年3月

キーワード ▶ 次世代パワー半導体、機械研磨、化学機械研磨、高速研磨、鏡面化、SiC、キトサンナノファイバー、研磨液

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 濱田重工株式会社
- ●研究者

永岡 昭二(熊本県産業技術センター)

キトサンを用いて、次世代パワー半導体 SiCウエハを連続で高速研磨から鏡面化 が可能なシステムの開発を行った。下記 の二つの優れた成果を得た。

【成果1】鋳鉄定盤を用いた機械研磨にお いて、キトサンナノファイバーによる超 高速研磨液はSiCウェハに対して、研磨

レート16μm/hを発現した。従来の研磨 液の3倍程度の高速研磨を達成した。

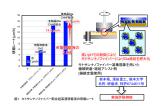
【成果2】プラスチック製定盤のSiCウエ ハ高速研磨・鏡面化システムを構築した。 キトサン/Dia複合粒子を新たに開発し、 プラスチック製定盤とセットで研磨を行 うと、高速研磨から0.1nmオーダーの鏡 面化まで、連続研磨を行うことができ、 従来の工程を1/3に短縮化、ランニング コストを合わせたトータルのコストを 1/10に低減化するシステムを構築した。 【研磨加工物の製造方法:特願2023-30319】

(効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

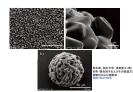
は研磨スラリーの半導体研磨プロセス全体に関わり、

#### 開発者の声

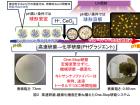
熊本県産業技術センターに熊本大学から常駐で学生を 派遣していただき、定期的に検討会を行いながら、研 究開発を進めた。2年次にコロナ禍で学生の派遣がで きなくなった時期もあったが、長年、培ってきた産学 官の独自技術、微粒子材料技術をパワー半導体研磨材 に応用できた。開発した複合粒子の研磨能を濱田重工 (株)で工場内で直接、評価できたのは、産学官連携の 成功事例として大きな意義がある。今後、これら複合 粒子を使った新たなジャンルへの挑戦も検討する。



機械研磨・砥粒アシスト剤を開発 (成果1)



硬質キトサン/Dia複合球状粒子を



One-Stop研磨~機械研磨から 鏡面化まで一気通胃(成果2)



## 電子ビームリングラフィによるサブミクロン解像度の電極印刷用モールド開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課題名 電子ビームリソグラフィを用いた連続ナノパターニング用ローラーモールドの実用化研究 開発期間 平成26年12月~平成29年3月

キーワード ▶ 電子ビーム、ローラーモールド、R2Rプロセス、プリンテッド・エレクトロニクス、印刷、ナノインプリント

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 旭化成株式会社
- ◆研究者 松井 真二(兵庫県立大学)

電子ビームとステンシルマスク、精密位置決め回転ステージの課題を解決することで、ローラー用のEBステッパーの開発に成功した。また本装置を用いた露光プロセスも同時に開発を行い、直径100mm、幅250mmのローラーに対して100nmのパターンを形成することに成功した。その際の露光時間は20時間であり、通常のポイントビーム型に対して

数千倍のスループットを実証すると共に、本技術の工業化に目処をつけた。また旭化成(株)にて独自に開発した高解像度R2R印刷プロセスと金属インクを組み合わせることで、250nm解像度の電極印刷にも成功した。これらの技術を用いて形成した特殊パターンを有する偽造防止ラベルとや同ラベルにRFIDチップを実装したトレース機能付き偽造防止ラベルの開発にも成功。これらの製品に真贋判定デバイスとブロックチェーンシステムを組み合わせ、2022/10月より偽造防止ソリューション「Akliteia™」の正式サービスを開始した。

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

サブライチェーンに対するリスクの一つに 年間50兆円と言われる偽造品被害がある。 解決のためには流通する個品単位で偽造品 混入状況の可視化を行い、サプライチェー ン上の関係者と協働で解決にあたる仕組み が必要である。そのための社会インフラと してデジタルプラットフォーム「Akliteia™」 を構築しサービスを開始した。

#### 開発者の声

250mm幅のローラー露光を実現するためには、EBステッパーの材料や計測システムの全てに研究課題があり、一企業で取り組むにはリスクが大きかった。A-STEP事業で資金面の援助および開発の進め方に関する指導を頂いたことで、一気に実用化にたどり着くことが出来た。また日本の新産業創出に向けた可能性に気づきを与えて頂くことが出来た。

※第16回国際ナノテクノロジー総合展でグリーンナノテクノロジー賞を受賞しました。 https://www.nanonet.go.jp/magazine/ Reports/nanotech2017.html



プロト タイプ

## 不純物とされるユビキタス元素の積極活用により高強靭性チタンボルトを開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 ユビキタス元素によるナノ構造制御を活用した高信頼性ボルト向け高強靱性チタン素材の開発 開発期間 平成27年12月~平成31年3月

キーワード ▶ 高強度チタン素材、ユビキタス元素、固溶強化、粉末冶金、移動体用ボルト、プロトタイプ設備

- ◆プロジェクトリーダー所属機関株式会社ハイレックスコーポレーション
- ◆研究者近藤 勝義(大阪大学)

急激な延性低下を生じることから添加量を 厳しく制限されてきた酸素・窒素などのユ ビキタス元素を強化元素として積極活用す ることで、従来のチタン合金が直面してい た強度と延性の相反関係を解決し、移動体 ボルト向けに高強靭性チタン焼結材を開発 した。大阪大学においてチタン材の塑性変 形挙動に及ぼすこれらの不純物元素機能を 解明し、チタン格子定数c/a軸比を1.593以 下に制御することで引張強度1150MPa、破 断伸び21%を実現した。同シーズを企業に 技術移転して最長2,740mmの長尺丸棒の製 造技術基盤を確立し、長尺方向バラツキ 3σは強度で26.4MPa、伸びで2.7%と安定 化を達成した。さらに国内ボルトメーカー と協力して優れた加工性と耐久性を有する チタンボルトを開発し、事業化への見通し を得た。

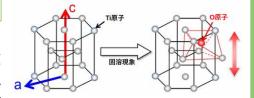


図1 酸素原子の固溶によるチタン格子の伸長現象



図2 開発した高強靭性チタンボルト(M4キャップボルト)

#### ・刑付されるインバント 果、意義、市場規模、売り上げ予測

高価なレアメタル元素を含まず、ありふれた廉価なユビキタス元素のみの添加により現行チタン材にない高強度と高延性を両立できることから、自動車、航空機、医療分野など幅広い市場への展開と技術革新が期待できる。まずは自転車・レーシングカー市場で実用化を狙い、応用として2兆円を超える市場規模を有する航空機部品などへの展開を目指している。

## 開発者の声

素材製造という新ビジネス領域への 参入であったが、開発初期コストと いう参入障壁に対して、A-STEPの支 援によりプロトタイプ用製造設備の 導入が実現でき、事業化への見通し を得られた。またA-STEPを通じて大 阪大学との連携を強化し、早期の技 術移転が実現した。航空機部材など より大きな市場への展開も見据えて 開発を進めている。 プロト

## メタンガスを効率よく吸着貯蔵できる多孔性材料

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課題名 多孔性配位高分子を用いた高性能メタン吸着材料の開発 開発期間 令和2年12月~令和5年3月

キーワード ▶ 多孔性配位高分子、金属有機構造体、多孔性有機高分子、MOF、PCP、POP、物理吸着、分子設計

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社Atomis
- ◆研究者 北川 進(京都大学)

メタンガスは高圧下でも液化せず、LPG のような液化ガスとは異なり、ガス配管 でしか輸送できないという欠点があった。 一方、メタンガスを主成分とする天然ガ スの埋蔵量は多く、生ごみや牛糞等から 新たに環境に優しいエネルギーガスとし てバイオメタンガスが生産されている。 我々は京都大学発の新素材、多孔性配位

高分子PCPの技術を基盤としてLNGに匹 敵するエネルギー密度で貯蔵できるメタ ン吸着材の開発を行った。in silico分子 設計をベースにGCMC、DFTシミュレー ションを駆使して候補化合物を絞り、実 現可能な材料を網羅的に合成、評価する ことにより、世界最高性能に匹敵する吸 着材を見出すことに成功した。更には実 用性(コスト、量産性、耐久性)を加味し た候補化合物を選定し、現在、次世代高 圧ガス容器CubiTan PLUSの天然ガス吸 着材としてインドネシアにて実証試験を

行っている。





天然ガス吸着剤

次世代高圧ガス容器CubiTan PLUS

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

ギーガスとして広く利用している ASEAN諸国で、ガスパイプラインを 整備することなく天然ガス・バイオ ガスを効率良く利活用することが可 能となり、各国のエネルギー安全保 障の強化並びに低炭素社会の実現に

#### 開発者の声

素材の研究開発には多大なる投資が 必要であり、A-STEPがこの部分の解 決に一役を担って頂いた。メタンガ ス吸着剤を網羅的に設計評価し、高 性能な吸着剤を開発することに繋が った。ここで培った設計及び評価手 法はメタンガスのみならず他のガス 種(二酸化炭素や水素等)に対しても 適応でき、持続可能な社会の実現に 貢献できると考えている。

製品化 記業

## 極細糸はんだの製造歩留まりの向上

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

マッチングプランナープログラム

課題名 線径100ミクロン極細糸半田の大幅な歩留まり向上 開発期間 平成28年1月~平成29年1月

キーワード ▶ 鉛フリーはんだ、極細糸はんだ、組織制御、伸線加工、断線抑制、歩留まり

◆ニーズ元企業名

石川金属株式会社

●研究者

濱田 真行

(大阪府立産業技術総合研究所) (現 大阪産業技術研究所)

スマートフォンやタブレットなどのモバ イル型電子機器の多機能、高機能化に伴 い、基板への電子部品の実装密度の上昇 (高密度実装)が進んでいる。高密度実装 には、線径100~200ミクロン程度の極 細糸はんだが必要となるが、極細糸はん だは、直径を細くする伸線加工で断線す ることが多く、歩留まりの改善が課題に なっている。そこで本研究では、組織制 御によるはんだ合金の高強度化により、 断線回数の低減を目指した。研究シーズ を活用して最適な組織制御方法を選定し、 高強度化に取り組んだ結果、引張強度が 30%以上上昇した。組織制御材を用いて 極細糸はんだを製造した結果、断線なし で500メートル以上の製造に成功した。 現在、組織制御材を用いて極細糸はんだ を製造しており、開発技術の実用化が達 成されている。

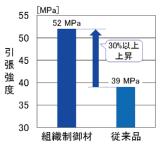


図1 従来品と組織制御材の引張強度の比較



組織制御材を用いて製造した 図2 極細糸はんだ



組織制御材を用いて製造した極 細糸はんだではんだ付したカメ ラモジュールを搭載したスマート フォンの例 (Apple社iPhone13 Pro Max)

# **期待されるインパクト** . 意義、市場規模、売り上げ予測)

へく ドフォフ府ガグラビン などの微細接合部へのぬれ性 目的として、フラックス含有 %まで増量した極細糸はんだ が拡大している。そこで、

## 開発者の声

当研究所が有する研究シーズとニー ズ元企業のニーズがうまくマッチン グし、約1年という短期間で実用化に つなげることができた。現在、極細 糸はんだのさらなる極細化および高 機能化を目指して、より高度な組織 制御技術の開発に取り組んでいる。

## 鉄触媒精密クロスカップリング技術を用いた新規有機電子材料開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

機能検証フェーズ

課 題 名 シクロヘキサン環を有する液晶化合物の新規立体制御合成法の開発

開発期間 平成30年9月~令和元年8月

t-Bu

t-Bu

t-Bu

キーワード ▶ 鉄触媒カップリング反応、有機電子材料、高性能液晶分子、高性能芳香族アミン

◆ニーズ元企業名
オルガノサイエンス株式会社

◆<sup>研究者</sup> 中村 正治(京都大学)

t-Bu

t-Bú

t-Bu

t-Bu

オルガノサイエンス社が開発した高機能 液晶化合物の合成に、研究代表者が開発 した鉄触媒クロスカップリング反応を応 用して低価格合成を目指した。液晶分子

t-Bu

市場の価格低下などを理由として、工業生産への採択には至らなかったものの、研究過程で開発されたホスフィンリガンドは富士フイルム和光純薬および(株)TSKから市販化された。同様に開発された鉄触媒C-Nカップリング反応は、(株)TSKの設立および新規有機EL材料の開発と生産に応用されている。

FeCl<sub>2</sub>(SciPROP-TB)

図2 図1ホスフィンリガンドで調整された鉄触媒

は下などを理田として、工業 択には至らなかったものの、 開発されたホスフィンリガン イル・ハー・カンは変まないとび(##) 有機合成の触媒として多用されているパー・

有機合成の触媒として多用されているパラジウムは地政学的なリスクと価格高騰という課題があり、鉄触媒に置換することで、その課題を解決する事ができると同時にESG経営に貢献する。独自の鉄触媒技術で合成した有機EL材料は、発光効率の低い青色の材料の発光効率を高める事が確認できており、その市場規模は400億円あり、2025年には10%のシェア獲得を目標としている。

#### 開発者の声

JSTのプロセスの後、京都大学のGAPファンドおよびインキュベーションプログラムで研究成果の事業化検討を行った結果、前任の玉尾研究室出身の孫恩喆博士と株式会社TSKを設立し、CTOとして研究成果の社会実装を図っており、複数の企業と共同開発を実施している。

2022年2月: 池田泉州銀行イノベーション研究開発助成金「優秀賞」受賞

2022年3月: <ナント>サクセスロード[奨励賞]受賞 2023年6月: 京都・知恵アントレ大賞[特別賞]受賞 2023年9月: KBS京都[Kyobiz] ビジネタコーナーで 紹介

[SciPROP-TB]

**SciPROP-TB** 上市したホスフィンリガンド 2-t-ブチル-1,3-ビス [ビス(3,5'-ジ-t-ブチルフェニル)ホスフィノ]プロパン

製品化/起業

## 環境適合性メディシナルプラスチックの創発と実用化

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

トライアウトタイプ

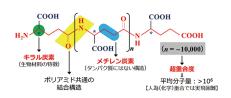
課 題 名 抗菌・抗ウイルスと海洋生分解の両立を可能にする「メディシナルプラスチック部材」の創出 開発期間 令和3年5月~令和4年3月

キーワード ▶ 抗菌・ウイルス不活化、共(生)分解、環境適合性、メディプラ、スタートアップ

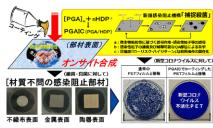
- ◆設立企業名 株式会社 PlastiFarm
- ◆研究者 **芦内 誠(高知大学**)

ポリγグルタミン酸イオンコンプレック ス(PGAIC)を活用し、ポストコロナ社会 に求められる社会基盤技術の創生を目指 している。新型コロナウイルスを含む超 広範抗菌スペクトルを示すメディシナル プラスチック(以後、メディプラ)にまで 仕上げた成果の社会的インパクトは非常 に大きく、公衆衛生の強化を潜在的(基 盤的)ニーズとする多業種企業からの共 同開発や研究連携の要請も急増した。ま た、仮に南海トラフ地震が発生した場合、 緊急避難所等に住民が密集する状況が予 測されるが、メディプラを最大限活用す ることが感染拡大抑止に繋がる。他方、 ポストコロナ社会における環境問題の解 決策も見えてきた。特に「難分解性プラ スチックの海洋生分解加速現象」はあま りにも斬新な発見であった。メディプラ

の本格的な社会実装を見据え、多様な企業ニーズに応える形にまで洗練しつつ、 産学間連携の強化を図ろうとしている。



ポリγグルタミン酸(PGA)の構造的特徴



環境適合性メディシナルプラスチック[PGAIC]の機能性と用途性

#### 期付されるインハント (効果、意義、市場規模、売り上げ予測

23年度初に大学発ベンチャー㈱ PlastiFarmを創立した。PGAICの研究開発と製造販売のためのプラットホームとして期待される。実際、PGAの世界市場は1億\$と小規模に留まるがPGAICであれば「抗菌剤/プラスチック繊維/接着剤等を含めた巨大な周囲市場(~1兆\$)」への参入をも見込める。

## 開発者の声

本件は「企業なし」の形でスタートしたが、今は複数の産学連携が企画できるまでに成長した。そればかりか、複数の新聞社・テレビ局からの取材や報道、地元新聞に至っては一面を飾る等、地方発トピックスとして最大級の注目を受けている。

- ※高知大学プレスリリース(2022.3.24)
- ※毎日新聞/日経新聞/朝日新聞/高知新聞/京都 新聞(2022.6.30; 2023.5.30/7.28/8.30)
- ※高知放送(2023.9.12)
- ※創立100周年記念 日本生物工学会大会トピックス賞を受賞(2022.10.18)
- ※NHK「納豆 ヴィランの言い分- 」(2024.11.9)

製品化/起業

## 有機触媒型制御重合による高性能高機能色彩材料の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 有機触媒型リビングラジカル重合を基盤とした高性能高機能色彩材料の開発 開発期間 平成23年11月~平成27年3月

キーワード ▶ リビングラジカル重合、有機触媒、ブロックコポリマー、色材、機能性ポリマー、高分子分散剤

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 大日精化工業株式会社
- ◆<sup>研究者</sup> 後藤 淳(京都大学) (現 南洋理工大学)

大日精化工業は、京都大学が発明した「有機触媒を用いた制御重合法(図1、以下、本重合法)」を用いて、高性能高機能の色彩材料(色材)を開発した。本重合法は、触媒として汎用の有機化合物を使用することで、コスト面において有利であり、

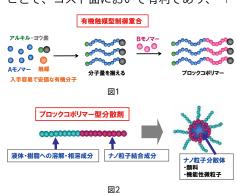
さらに、様々な機能性基を有するモノマーに適用できる。そこで、本重合法を利用して、色材分野のキーテクノロジーとなる、顔料などのナノ材料を高度に微分散することができる最先端の高分子分散剤や各種の高分子機能剤を低コストで合成可能となった(図2)。多彩な分散剤や機能剤を開発して、それらを色材製品に応用し、顔料分散液などの製品として実用化した。大量生産に向けたパイロットプラントも建設した(写真1)。

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測) 本重合法は、汎用の有機触媒や様々な機能性モノマーを使用できること

な機能性モノマーを使用できることから、産業への適応性、普及性が高いそこで、本重合法を利用して、機能性高分子への適用と工業化により、色材だけでなく、IT・環境・エネルギー分野などの幅広い製品市場への展開と技術革新が期待でき、我が国の産業発展に大きく寄与できる。

#### 開発者の声

当社はいち早く本重合法の有用性に 着目し、京都大学との産学連携を進 め、さらにA-STEPを通じて、実用化 と製品化を達成できた。現在、幅広 いユーザーに使用していただいてい る。当社における経済的価値として、 本重合法による関連製品の年間売上 額数十億円以上を目指す。





232

## 粘着剤の複屈折の制御により大型液晶パネルの画質を向上

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課 題 名 ゼロ複屈折粘着剤の高精細・大画面液晶ディスプレイへの実用化 開発期間 平成25年12月~平成29年11月

キーワード ▶ 粘着剤、 複屈折、 偏光板、 液晶パネル、 ディスプレイ、 アクリル、 光漏れ、 白抜け、 ムラ、 収縮

◆プロジェクトリーダー所属機関 サイデン化学株式会社

製品化 /起業

> ◆研究者 小池 康博(慶應義塾大学)

液晶ディスプレイの大画面化により使用している偏光板の収縮が大きくなり液晶パネルの色々な場所に応力が発生する。この応力によりディスプレイの各材料に複屈折が発生して画面に光漏れが起こり画質が低下する。これを粘着剤の複屈折を制御することで光漏れの無いディスプレイを開発することが出来た。

粘着剤の複屈折を制御する方法としては、 ①粘着剤の複屈折をゼロにする方法、② 粘着剤の複屈折温度依存性をゼロにする 方法、③液晶パネルに発生する複屈折を 粘着剤の複屈折で補償するする方法等の 設計法を確立した。

これらの手法を活用することで各種液晶パネルの光漏れ等の画像性能を改良できるようになった。最近は有機ELディスプレイも大型のものが普及してきているがこれにも偏光板が使用されており本研究の粘着剤はこの画質改善にも応用できる。

## (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

ディスプレイは各種光学フィルムや ガラスを粘着剤で貼り合せて作られる。これまで粘着剤は偏光板と液晶 セルを接着する機能だけであった。 本研究により粘着剤の光学性能を制 御することで大型液晶ディスプレイ の画像性能を向上することができた ことに音義がある。

#### 開発者の声

偏光板や液晶パネルの種類やメーカーにより複屈折の発生が異なるため、それぞれに対応した粘着剤の開発が必要であった。これまで試行錯誤的に粘着剤を試作して試験してきたが、本研究により光漏れの原因が究明され、それに対応する粘着剤を設計することが出来るようになった。

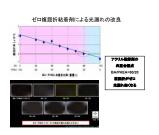


図1 ゼロ複屈折粘着剤による光漏れの 改良

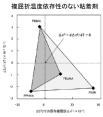


図2 複屈折温度依存性のない 粘着剤

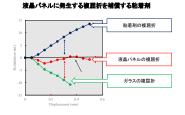


図3 液晶パネルに発生する複屈折を補償する 粘着剤

## IoT社会を支えるミリ波センシング用ノイズ対策部材の開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課題名 IoT社会を支えるミリ波センシング用ノイズ対策部材の開発 開発期間 平成30年10月~令和3年9月

キーワード ▶ ミリ波吸収体、ノイズ対策、ミリ波レーダー、イプシロン酸化鉄

◆プロジェクトリーダー所属機関 DOWAエレクトロニクス株式会社

◆研究者 大越 慎一(東京大学)

高性能ミリ波吸収材料であるイプシロン 酸化鉄をシーズ材料として市場調査を行 い、スマートセンシング用ノイズ対策部 材、産業用ミリ波レーダー用ノイズ対策 部材、自動運転インフラ用ノイズ対策部 材として、各用途向けの要求仕様に対し

て、イプシロン酸化鉄を使用したミリ波 吸収部材を開発し検証した結果、いずれ の用途においてもイプシロン酸化鉄が有 効であることが明らかになった。併せて、 低コストなイプシロン酸化鉄の開発も実 施し、ミリ波吸収性能は同等で大幅なコ ストダウンとなる新規サンプルの開発に 成功した。連携企業とも協力し、フレキ シブルシート等、様々な形態のミリ波吸 収体を開発しており、種々のミリ波デバ イスへの搭載が期待される。

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

ミリ波が着目される前の2004年から、 DOWAエレクトロニクスと東京大学 はともにミリ波を吸収するイプシロ ン酸化鉄の開発に取り組んできた。 ミリ波デバイスを安定に動作させる ノイズ抑制部材として、社会に貢献 できるタイミングが来たと感じてい

イプシロン酸化鉄





日本発の磁性体

ミリ波吸収体の例 (~180 µm) • 薄型化可能 ssol -10 広帯域吸収 FWHM Reflection I 斜入射に対応 =14.3 GHz • 対応周波数 (@-10.1 dB) (35~222 GHz) 20.3 dB (99.1% 70 80 90 100 110 50 Frequency (GHz)

素技術

## 革新的接木苗を可能にする異科接木技術

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課 題 名 革新的接木苗を可能にする異科接木技術の実用化開発 開発期間 令和元年10月~令和6年3月

キーワード ▶ 接木、作物、種苗開発、植物での物質生産

◆プロジェクトリーダー所属機関 グランドグリーン株式会社

野田口 理孝(名古屋大学)

本プロジェクトでは、従来は同科作物同 士でしか不可能であった接木技術を異科 植物間に拡張した異科接木技術の実用化

に向けて、接木部位に おける道管形成に着目 したタバコ異科接木苗 の生育を向上させる手 法の開発と、実用的な タバコ異科接木用の接 木カセットの開発を行 なった。

タバコ異科接木苗の生 育向上においては、接 木面に形成される道管 の増加および壊死層形 成の抑制という2つの アプローチで、タバコ 穂木の生育をより促進

することを目標とした。また、接木カセ ットの開発では、タバコ異科接木に実用 するために十分な活着率を発揮できる接 木力セットを開発することを目指した。 本研究開発を実施した結果、複数の方策 により異科接木の生育向上を達成し、実 用可能な異科接木用の接木力セットの開 発を達成した。



接木力セットを用いた異科接木(タバコ/キク)

る生産性の向上も必要と想定される ため、引き続き産学連携による開発 を継続し、新たな技術実装も含めた 開発を進める。

## 開発者の声

本プロジェクトにおいては、大学の研 究グループが先端の新たな知見・技術 を開発するとともに、企業側の研究チ ームが既存の有用な科学的知見・技術 を活用し、新たな技術へと実装してい くことを通して、現実的に価値のある 技術へと昇華していくことを目指した。 当初想定していた目標が達成されてお り、十分に当初の目的を達成できたも のと考えている。

プロト

## ジャンボタニシをやっつけろ! -工学的手法による防除法の開発-

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP) 地域産学バリュープログラム

フィールド・テストによるジャンボタニシの電気的防除法の確立 開発期間 平成29年10月~平成31年1月

キーワード ▶ ジャンボタニシ、水稲、食害、水田作物、走電性、電気誘引、超音波、殺貝、電界、電流密度

◆ニーズ元企業名 エビスマリン株式会社

柳生 義人(佐世保工業高等専門学校) (現 九州大学)

水田作物に被害を与えるジャンボタニシ(和名 スクミリンゴガイ)を電気で集め、超音波で殺 傷する防除技術を開発している。ジャンボタ ニシは、1980年代に食用として日本に持ち込 まれて以来、水稲やレンコン、イグサなどの 水田作物を加害するやっかいな外来種として

知られている。研究者は、ジャンボタニシが 電気の影響を受けてマイナス極方向に移動す る特異な行動特性を示すことを見出しており、 本研究課題では実用化に向けた検討を行った。 実際の水田を模擬した実験用水田(2.5m× 2.7m) に幅20cmの電極を等間隔に10枚設置し、 電圧48Vを印加したところ、誘引率は24時間 後に約80%に達した。実際の水田を想定した 実験環境で、ジャンボタニシを誘引できたこ とを受け、有機水田で実地試験を行ったとこ ろ、誘引電極の周辺に約600頭のジャンボタ ニシ(幼貝)を捕獲することができた。



誘引電極の周辺に捕集された

(効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

#### 開発者の声

ジャンボタニシの電気に対する特異な行動特 性を実際の水田で検証し、実用的な知見を得ら れたことは、非常に大きな意義があった。本成 果を更に発展させ、令和2年度A-STEP 産学共 同(育成型)および令和5年度 大学発新産業創 出基金事業 可能性検証において研究を継続し ている。ジャンボタニシの食害リスクや防除の 手間、重労働から農業生産者を解放し、環境保 全型農業の推進に寄与していきたい。

毎日新聞:2019年9月28日付 農林水産省:2019年農業技術10大ニュース 全国農業新聞:2020年7月31日付 令和3年度 長崎県科学技術大賞 日本農業新聞:2022年9月14日付 長崎新聞:2022年10月15日付 テレビ長崎(KTN):2022年10月19日付 NHK長崎放送局:2023年5月26日付





ジャンボタニシの卵塊および被害水田

# プロト

## 菌糸分散麹菌を用いた液体培養の流体制御による酵素の飛躍的高生産

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課題名 カビ新規菌糸完全分散株の培養流体解析による産業用酵素の飛躍的増産 開発期間 令和元年11月~令和3年3月

キーワード▶糸状菌、麹菌、液体培養、菌糸、ペレット、バイオリアクター、攪拌、粘度、非ニュートン流体、数値流体解析

◆ニーズ元企業名

佐竹マルチミクス株式会社

◆研究者

阿部 敬悦(東北大学)

糸状菌の液体培養は酵素や化成品の工業 生産に利用され、生産規模は数百kLにも 及ぶ。その培養では、菌体量の増加に伴 い培養液粘度が上昇し、発酵槽内の酸素 の分散や移動が制限されて物質生産性が 低下するため、低粘度性を保持する菌形 態が望まれる。我々は、産業糸状菌の麹 菌で細胞壁多糖α-1,3-グルカン(AG)とガ ラクトサミノガラクタン(GAG)が菌糸 接着因子且つ粘度上昇要因であることを 発見し、AGとGAGの二重欠損株(AG-GAG欠損株)を育種して粘度の低減と菌 糸の分散に成功した(図1)。5L発酵槽で はAG-GAG欠損株は野生型株比で約2倍 の酵素生産性を示した。槽内の数値解析 の結果、野生型株は高粘度性により流動 性が著しく低かったが、低粘度のAG-GAG欠損株では槽内全域に高流動性と 高ガス分散性が示された(図2)。AG- GAG欠損株の低粘度性と菌糸分散性が 高い酸素利用につながり、酵素の高生産 性に寄与する。

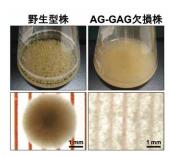


図1 AG-GAG欠損株の液体培養中の表現型 (上段: フラスコ培養性状、下段: 菌糸ペレット)

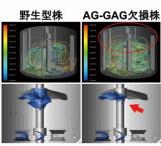


図2 5L発酵槽内の流動解析(CFD解析) (上段:流線予測、下段:ガス体積分率予測)

所は糸状菌を用いた酵素を である。また、光時が内がと成来が の量も1/2以下へ低減できる。特に、 菌糸分散株は培養時の液物性を変え る点で革新的技術であり、リアクタ 一内の液流動性の向上と、適切な剪 断応力制御に寄与し、装置開発面で も飛躍的な技術革新をもたらす。

#### 開発者の声

A-step制度の活用により特許出願に 至った。併せてJSTの特許国際出願支 援制度にも採択されて日米欧3極で 特許が成立して技術移転が進んでい る。共同先企業とはNEDO事業にステ ップアップできて、本制度に大いに 感謝している。



## 生体に近い三次元組織モデルを自動で製造する装置を開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

シーズ育成タイプ

課題名 三次元生体組織(LbL 3D組織)の全自動製造システムの開発開発期間 平成30年10月~令和3年3月

キーワード ▶ iPS細胞モデル、交互積層法、三次元組織、バイオプリント、微細塗布、再生医療、創薬研究、毒性評価

◆プロジェクトリーダー所属機関 NTN株式会社

◆<sup>研究者</sup> 明石 満(大阪大学)

iPS細胞等を応用した疾患モデル・毒性 評価モデル等の創薬研究ツールや再生医療用組織の構築・製造・事業化を目指し、 三次元生体組織(LbL-3D組織)の開発を 行った。交互積層(LbL)三次元組織作製 にあたっては、中実針により高速・高精 度で貴重な細胞リソースを定量かつ安定 的にバイオプリントできる微細塗布装置をはじめ、LbLコーティングや培地交換を行う細胞コーティング装置、細胞分注装置について、各自動化装置のハードウェア・制御コントローラ・ソフトウェアを開発した。三次元皮膚モデルについては、手動製造と同等レベルの構造、品質確保を確認し、皮膚刺激性試験代替法の公定化と国際標準化に向けたバリデーション研究を進めた。三次元心筋モデルについては、量産化での連続生産数目標である20プレート(96well) /日を達成するとともに、既知の薬剤に対する正常な応答を確認した。

期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

微細塗布装置は、針を使った新しいバイオプリンタとして、容器形状に依存せずに多様な細胞材料を少量かつ高位置精度で配置できる。LbL-3D組織は、長期間の高い細胞生存率が担保され、特殊なデバイスを用いることなく大規模な組織を構築できる。これらの特徴を活かし、iPS細胞による三次元組織が作製可能であり、疾患モデルや毒性評価モデルによる創薬研究ツールから再生医療用サイズの組織までを機械化自動化して製造することができる。

#### 開発者の声

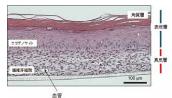
A-STEPの事業により蓄積できた三次元生体組織の構築・評価技術、自動製造システム開発の成果を活用し、創薬研究、再生医療に適応可能な細胞モデルの社会実装を目指す。まずは微細塗布装置、LbL-3D組織モデルを応用した次世代の各種三次元生体組織の創薬研究支援ツールへの展開を行う。



三次元組織を構築する微細塗布装置



交互積層(LbL)細胞コーティング装置



交互積層(LbL)細胞コーティング技術を用いて 構築した三次元皮膚モデル(LbL-3D Skin)

## プロト タイプ

## スキャンレス3Dホログラフィック計測・刺激顕微鏡の開発と生体応用

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

産学共同(本格型)

課 題 名 スキャンレス3Dホログラフィック計測・刺激顕微鏡の開発と生体応用開発期間 令和2年12月~令和6年3月

キーワード ▶ 多光子顕微鏡、in-vivo、イメージング、ホログラフィック、脳神経ネットワーク、SLM、光遺伝学

- ◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社ニコンソリューションズ
- ◆研究者

的場 修(神戸大学)

脳の高次ネットワーク機能の研究のために、従来の光遺伝学ではできなかった、生きた個別の脳神経細胞への3次元多点同時光刺激ができるホログラフィック刺激ユニットを開発した。最大で3次元光刺激速度としては、SLMの動作周波数を500fpsとすると、20.9億点/秒を達成、50μm離れた2平面に対して242点の光刺激が可能となっている。光刺激と同時に3次元同時多点イメージングも可能で、それぞれ150μm離れた3平面を100fpsで同時観察を達成した。またユニットサイズを60cm四方の

TO TO THE STATE OF THE STATE OF

図 1:製作したホログラフィック刺激ユニット

り時間的・空間的分解能の高いデータが 収集でき、複数の細胞同士のネットワーク構造の解析が容易になった。



図2:SLMを用いた多点同時光刺激スポットー脳神経細胞を 「A」の形で光刺激を行い、細胞が光っている様子一

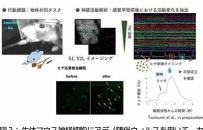


図3:生体マウス神経細胞にアデノ随伴ウィルスを用いて、カルシウム感受性蛍光タンパク質および光活性化タンパク質を発現させて、ホログラフィック刺激を行い、痛み形成時の局所神経回路の機能的結合の変化を明らかにすることに成功し、人為的に痛みの誘導が可能となった。さらに詳細な検討を行い、痛みを形成することを実証した。

#### 期待されるインパクト 注、意義、市場規模、売り上げ予測)

5千万円から9千万円の価格帯の多光子顕微鏡システムは国内で年10~15台、世界市場では40台弱である。このうちオプトジェネティクスによる脳の高次機能研究を行っている研究者は約2割となる。本ユニットは既存顕微鏡に追加し、ニコンの市販ソフトから制御可能なため、導入し易くすでに国内で数台の導入実績があり、年間54百万円の売上を予測している。

## 開発者の声

今回、市販顕微鏡にホログラフィック光 刺激と蛍光イメージングユニットを名古 屋大学・神戸大学と共同で研究レベルから製品化レベルのものを実現することが できた。高速な現象の観察や広域での観 察、脳深部での生命現象の観察など、新 しい技術革新の課題が出てきている。続 く共同研究により、脳神経科学研究が日 本が世界をリードする分野となることが 期待できる。本研究開発は光学と脳科学 顕微鏡メーカーが共同で取り組むことで 大きな成功を収めた。

## 小型・安定化した単一分子検出に基づく2色蛍光相互相関分光装置

\_\_\_\_ 研究成果最適展開支援プログラム(A-<u>STEP</u>)

機能検証フェーズ

課 題 名 光ファイバーと顕微鏡を利用した、蛍光相互相関分光装置の開発開発 令和元年11月~令和2年11月

キーワード ▶ 蛍光相関分光法、蛍光相互相関分光法、光ファイバー、粒子径測定、蛍光分子濃度測定、相関器

◆ニーズ元企業名

コスモ・バイオ株式会社

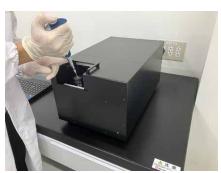
◆研究者

金城 政孝(北海道大学)

蛍光相関分光法(FCS)や2色の蛍光色素を利用する蛍光相互相関分光法(FCCS)は90年代に発明され現在までに様々な改良が行われ,すでに目新しい方法ではない。溶液系や生細胞内の分子間相互作用の検出が可能であるが、煩雑な共焦点位置合わせのためのピンホール調整が必要

装置外観

であった。我々の提案した、ダイクロイックミラーの代わりに不等分割型光ファイバーを利用することで、事前の共焦点位置合わせが必要無くなり、利用者は常に最適な条件の測定に専念でき、時間の節約とスループットの増大につながる。最小検出可能な分子の流体力学的直径は蛍光分子のフルオレッセインやAlexa488などの分子サイズである約1nm程度から、リポソームなどの約100nmまでをカバーする。



試料(液滴)をセットしている様子

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

近年話題の細胞外小胞のひとつであるエクソソームの 検出や凝集タンパク質の検出などに応用可能である。 たとえば、エクソソームの表面にはCD9やCD63など が存在しており、エクソソームを検出するためのマー カー(目印)として利用されている。これらのマーカー に対する抗体に蛍光標識を付しておきエクソソームに 結合させ、それらを開発した装置で検出することでエクソソームの迅速な同定などが期待される。

#### 開発者の声

この装置開発は不等分割光ファイバーの利用による煩雑な光軸調整が必要ない構造を基本とし、同じくA-STEP2018(機能検証フェーズ、VP30318089120)にて開発したFPGAによる相関解析装置を組み込み、その他、小型LD、光ファイバー、光検出器などの開発企業が参加したオールジャパンとして開発を進めてきた。今後はより広い分野での応用ができるように改良を進めて行きたい。

製品紹介ページ

https://www.cosmobio.co.jp/product/detail/smart\_fccs.asp?entry\_id=44131

- ※この成果は、コスモ・バイオ株式からプレスリリース として発表されています。 https://ssi4.eir-parts.net/doc/3386/tdnet/ 2187430/00.pdf
- ※北海道大学先端生命科学研究院のウェブマガジンで紹介されています。

製品化

## 五泉市「穂咲彼岸八重桜」由来の新潟県オリジナル清酒酵母の実用化

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

トライアウト

課 題 名 地域由来微生物資源を活用した醸造用酵母の開発とその実用化開発期間 令和4年10月~令和6年3月

キーワード ▶ 日本酒、酵母、Saccharomyces cerevisiae、テロワール、発酵、醸造、新潟清酒

◆ニーズ元企業名

金鵄盃酒造株式会社

◆研究者

栗林 喬(新潟食料農業大学) (現 新潟県醸造試験場)

穂咲彼岸八重桜で有名な、新潟県五泉市の村松公園から分離した「五泉市酵母」(Saccharomyces cerevisiae)を親株として、金鵄盃酒造株式会社が保有する清酒酵母の1倍体との交配を行い、「五泉市酵母」由来の清酒酵母を育種した。

得られた酵母の発酵力の検証のために、 育種株と既存清酒酵母を対照として、総



図1.「穂咲彼岸八重桜」由来酵母使用 純米酒

米1 kg の清酒小仕込試験を行った。育種した「五泉市酵母」の醸造特性は、対照である清酒酵母と比較しても、発酵経過やアルコール生成能において同程度であり、既存酵母と同様に高品質な製成酒が得られる可能性が高いことがわかった。この育種・改良された「五泉市酵母」を用いて、五泉市村松地域で古くから清酒製造を営む金鵄盃酒造株式会社にて、総米300 kg の実地醸造試験を行った。その結果、金鵄盃酒造ブランドによる五泉市村松地域オリジナル清酒としての純米酒の製造に成功した。

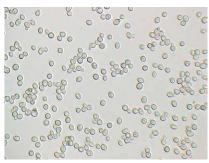


図2. 穂咲彼岸八重桜より分離された「五泉市酵母」

期待されるインパクト (効果、 意義、 市場規模、 売り 上げ予測)

日本酒の海外輸出拡大を見据えた新た な戦略が必要になる中、産地の差別化 が明確になる清酒酵母の開発・普及は清酒の地理的表示(GI)の申請・取得にも活用することができるとともに、海外に向けた地域ブランドの確立を推し進める上で、欠かすことの出来ない技術となる。

#### 開発者の声

育種した「五泉市酵母」によって醸造された純米酒は、春の息吹を感じさせるような優しい香りの上立香に続き、軽快な果実様の香気と心地よい酸味が特徴のお酒となった。本研究事業で開発した技術を応用し、引き続き、各地域の微生物資源を活用したオリジナル清酒酵母の開発・実用化を加速させたい。

※この成果は、新潟食料農業大学からプレスリリースとして発表されています。 https://nafu.ac.jp/news/37016/

読売新聞: 2023年3月25日 日本経済新聞: 2023年3月27日 新潟日報: 2023年3月30日

## 菌根菌の感染を促進できるリンドウ科植物由来成分を利用した農業資材開発

生薬抽出液を利用した菌根菌資材の接種効果を安定的に高める技術開発 開発期間 令和4年10月~令和6年3月

<u>キーワード ▶</u> アーバスキュラー菌根菌、リンドウ科植物、セコイリドイド配糖体、生薬、感染促進、減肥、作物増収

◆ニーズ元企業名

株式会社ハイポネックスジャパン

上中 弘典(鳥取大学)

菌根菌との共生により植物は土壌中のリ ンを効率的に利用できるようになるため、 減肥や収量増加を期待して作物栽培に菌 根菌の利用が期待されてきた。しかし、 菌根菌資材による接種効果が低く、その 効果も不安定なことが普及を妨げている のが現状である。本研究では、アーバス キュラー菌根菌の感染促進物質として新 規に同定したリンドウ科植物由来のセコ

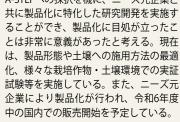
イリドイド配糖体を利用して、菌根菌資 材の接種効果や土着菌根菌の感染を安定 的に高めることが可能な新たな農業資材 の製品化を目指した開発を行った。精製 品の代わりに生薬抽出液を用いることで 低コスト化を図るとともに、抽出条件の 最適化を行った。また、複数の栽培作物・ 土壌環境での効果の検証を行うことで、 コスト面と機能面の両方で製品化可能で あることを確認した。

明待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

価格の高騰などもあり、菌根菌資 菌根菌資材とのシナジー効果によ る売り上げも期待できる。

#### 開発者の声

A-STEPへの採択を機に、ニーズ元企業と 中の国内での販売開始を予定している。



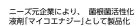
※この成果は、鳥取大学からプレスリリースとして発 表されています(2023年9月12日掲載)。

https://www.tottori-u.ac.jp/news/docs/4e013 abf96b1035fc5d8fdf799e889b6349a2bad.pdf





リンドウ科植物由来セコイリドイド配糖体のトルコギキョウ根圏への処理に よる菌根菌感染の促進効果:(左)未処理区、(右)セコイリドイド配糖体処理区



製品化

## ウイルス感染の有無だけじゃない!牛の体質も同時に調べる検査法を開発

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

|課 題 名||病原体遺伝子と宿主の体質遺伝子を同時に検出するワンチューブ検査法の開発 開発期間 令和4年10月~令和6年3月

キーワード ▶ 検査、牛伝染性リンパ腫、ウイルス、抵抗性遺伝子、感受性遺伝子、体質、牛、ワンチューブ、デジタルPCR

◆ニーズ元企業名

宮崎県経済農業協同組合連合会

◆研究者

関口 敏(宮崎大学)

牛伝染性リンパ腫ウイルス(BLV)は牛のBリン パ球に感染し、リンパ肉腫(ガン)を引き起こ す腫瘍ウイルスである。BLVに対する治療法 やワクチンはなく、完治しないため、感染拡 大を防ぐには感染牛を隔離するなどの対応策 しかない。中でも生まれつきウイルスが体内 で増えやすい体質を示す遺伝子(感受性遺伝

デジタルPCRを用いた検査結果の一例。ウイルスの遺 伝子と宿主の体質遺伝子を全て同時に検出している。

子)を持つ牛は、大量のウイルスを排出し、 クラスターを発生する原因となる。そのため、 BLV感染症の検査は感染の有無だけでなく、 ウイルスの感染量と牛の体質を把握すること が有効な防疫対策につながる。逆に、生まれ つきウイルスが体内で増えにくい体質の遺伝 子(抵抗性遺伝子)を持つ牛は、体内のウイル ス量が極めて少ないため、他の牛に感染させ たり、病態が進行したりするリスクが低いこ とが知られている。そこで本研究では、ウイ ルス感染の有無だけでなく、体内のウイルス 量と牛の体質遺伝子を同時に検査する技術を 開発した。



抵抗性遺伝子を持たない牛

ウイルスを排出し、他の牛



抵抗性遺伝子を持つ牛

ウイルス量が極めて少ないため, 他の牛へ感染させるリスクが低い

感受性遺伝子を持つ牛と抵抗性遺伝子を持つ牛の比較

とで、感染の有無だけでなく、宿主の感染性(M の牛に感染させる能力) と予後を総合的に判断し

#### 開発者の声

第3世代のPCRとされるデジタルPCR法を用いて、 牛の血液 1 滴から病原体と宿主の体質遺伝子を 同時に検出する技術を世界で初めて開発し、国 際科学雑誌で発表した。本技術に関する特許も 出願済みである。現在は試薬メーカーと製品化 に向けた共同研究を開始している。さらに、宮 崎県経済農業協同組合連合会と共同で本技術を 活用した受託検査事業を開始した。

- ※この成果は、宮崎大学からプレスリリースとして発表されています。 https://www.miyazaki-u.ac.jp/newsrelease/edu-info/post-946.html
- ※この成果は、日本農業新聞で紹介されました。日本農業新聞(2023年 3月8日付 総合1面)
- ※特許出願(特願2022-140503) 「抗病性及び病原体遺伝子の同時検 査方法並びに抗病性及び病原体遺伝子の同時検査キット」

## 非環状型機能性人工核酸の工業化と核酸医薬への応用可能性確認

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

非環状型機能性人工核酸の開発 開発期間 平成29年10月~令和2年3月

キーワード ▶ 人工核酸、機能性核酸、核酸医薬、siRNA、アンチセンス、ギャップマー、診断薬、モレキュラービーコン

## ◆プロジェクトリーダー所属機関 日華化学株式会社

◆研究者 浅沼 浩之(名古屋大学)

名古屋大学浅沼研究室で開発された非環状 型機能性人工核酸(SNAおよびiL-aTNA)は、 優れた酵素耐性と天然核酸との親和性から、 核酸医薬の性能を大きく向上させる可能性 がある。また、類似人工核酸と比較して合 成容易性、機能拡張性にも優れることから 診断薬などへの展開も期待される。本 A-STEPプロジェクトでは、モノマーおよび オリゴ核酸の大量合成を可能にし、用途検

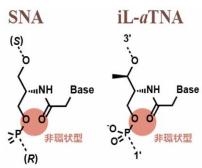
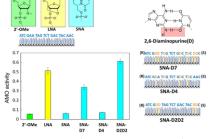


図1 非環状型人工核酸(SNAおよびiL-aTNA)の構造

証を行うことにより、非環状型機能性人工 核酸が汎用的に利用される環境整備を行っ た。並行した応用検討では、非環状型人工 核酸を用いて、miRNAを検出する高感度蛍 光プローブの開発や核酸医薬(siRNA, AMO, Gapmer)の検証を行った。遺伝子ノックダ ウン、24時間酵素耐性、off-target効果抑 制などの効果を確認した。今後は人工核酸 技術に基づくプラットフォームを整備し、 医薬品開発における優位性の確保を目指す。



miR-21をターゲットにしたアンチセンスオリゴの活性 miR-21を標的としたSNA-AMOを設計し、アデニン (A)の代わりに2.6-ジアミノプリン(D)を導入すること で、LNA型AMOの活性(=0.5前後)には及ばなかった ものの、当初の目標であった2'-OMeを遥かに凌駕す るSNA-AMOの調製に成功した。続く検討の結果、 ジアミプリンをseed領域とtail領域に相当する位置に

## 明待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

と性があり、核酸医薬への応用が期待出

核酸医薬市場は2021年に数千億円、2030 年には2兆円強の規模になると予測されて

製薬企業との共同研究契約を締結

#### 開発者の声

研究室レベルでは動物実験用のオリゴ供 給が不可能であったが、日華化学がモノ マー、北海道システム・サイエンスが高 純度オリゴの量産合成に成功したことで 医学部との共同研究が可能になり、動物 実験など発展的な研究も行うことができ 当初の計画を遥かに凌駕する成果を挙げ ることができた。

※この成果は、日華化学株式会社からプレスリリース として発表されています。

https://www.nicca.co.jp/topics/product/738.

製品化 記賞

## リン酸化生体分子群のためのバイオイナート分離システムの開発

導入したところ、LNAを凌駕するAMO活性を実現した。

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

課 題 名 リン酸化生体分子群のためのバイオイナート分離システムの開発 開発期間 平成29年10月~令和2年3月

キーワード ▶ バイオイナート、リン酸化生体分子、HPLC、金属イオン、PTS法、HAMMOC法

◆プロジェクトリーダー所属機関 株式会社島津製作所

◆研究者

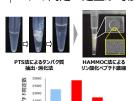
石濱 泰(京都大学)

HPLC市場におけるタンパク質、核酸な どの高分子医薬品関連の占める割合は増 加傾向にあり、測定機器の「バイオイナ ート」化の需要も高まっている。現状の HPLCシステムで使用されている流路素 材は、生体適合性、物理的化学的安定性、 機械的強度をそなえた素材が中心となっ ているが、いかに生体分子との相互作用

PEEK ジルコニア アルミナ ガラス(気相) フッ素樹脂 Co-Ni合金 SUS316L 吸着度(対PEEK) 小

HeLa細胞由来リン酸化ペプチド450種を用いた各種流 路素材の吸着評価(低吸着なPEEK素材との比較)

をなくすかが重要である。本研究では、 特に解析が困難なリン酸化生体分子に焦 点を当て、装置流路に相応しい素材を網 羅的に評価した。流路への吸着および金 属イオンの溶出による影響を検証し、 PEEK、セラミックなどが適した素材で あることを確認した。さらに、前処理プ ロトコールの検討も実施し、タンパク質 抽出法(PTS法)やリン酸化ペプチド濃縮 法(HAMMOC法)の最適化により、ヒト 子宮頸がんHeLa細胞由来タンパク質10 μgから1,700種以上のリン酸化ペプチ ドの同定・定量が可能となった。



前処理プロトコルの最適化



UHPI Cシステム (Nexera XS inert)

## (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

722年3月に平明元の成来で元にハイ イナートUHPLCシステムを発売した。 「イオ・中分子医薬品分析市場への注 」を強め、グローバルシェアの更なる 「大を目指している。Analytical HPLC 年間約10億円の装置販売の見込み。

#### 開発者の声

本研究では、大学と企業とで得意とすること を効率よく分業し、製品化に必要な多くの基 礎データを取得することができた。リン酸化 分子群およびペプチド、たんぱくに対して、 低吸着・高回収率で高感度なHPLC システム のトータルソリューションの提案を目指し、 様々な検証を実施したが、まだ課題は残って おり、引き続き、検討を進めたい。

※この成果を元にした製品は、(株)島津製作所から プレスリリースとして発表されています。 https://www.shimadzu.co.jp/news/press/ izwna50ilp\_tlge6.html



## 少数の匂い成分で複雑な匂い・香りを再現可能にするヒト嗅覚受容体センサー

研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

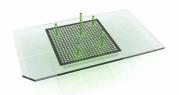
シーズ育成タイプ

課 題 名 ヒト嗅覚受容体センサーを応用したAl調香師の創生 開発期間 令和元年10月~令和4年3月

キーワード ▶ 匂いマトリックス、匂い数値化、匂い情報DX、匂い再構成、デジタルフレグランス、デジタルフレーバー

- ◆プロジェクトリーダー所属機関株式会社香味醗酵
- ◆研究者 黒田 俊一(大阪大学)

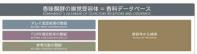
ヒト嗅覚を支える388種類の嗅覚受容体を、それぞれ発現する細胞をアレイ状に配した匂いセンサーは、ヒト嗅覚が感じる全ての匂い(単純臭から複合臭まで)を識別可能で、388次元のデジタルデータ(匂いマトリックス)として出力する。今回の開発により、異なる匂い成分でも、匂いマトリックスが似ていれば、ヒト嗅覚は同じ匂いとして認識することを発見



ヒト嗅覚受容体センサー(セルアレイスライドグラス)に匂いを接触させた時、各細胞が匂い成分に応答して発する蛍光の強度(実際は経時的変化)のイメージ図。

した。具体的には、50種類以上の匂い成分で構成されるラベンダー精油、ローズ精油などから得た匂いマトリックスに基づき、AIが選抜した各精油に含まれない匂い成分数種類を混合し、匂いマトリックスを再現したところ、各精油と同じ香りを有していた。この結果は、多数の匂い成分を含む複雑な匂い・香りでも、匂いマトリックスを用いると、少数の匂い成分で再現可能であることを示している。





#### Al調香師のコンセプト

様々な匂い成分の匂いアトリックスを匂いデータベース 化する(下段)。 求める匂い分子Xを再構成するために、 AI調香師が新たな匂い分子X、B、CをAIが選抜し、 混合 比を決める(上段)。この時、匂いマトリックスに含まれ る各嗅覚受容体応答は、経時的変化も考慮される。

## 期待されるインパクト (効果、意義、市場規模、売り上げ予測)

デジタル化された匂い情報(匂いマトリックス)は 従来の匂い評価法を大きく変革し、より精度の高い製品開発を可能にする。また、少数の匂い成分 で複雑な匂いを再現するAI調香師により、テレビ や電話の様に、匂いはデジタル転送することが可能となる。従来の、音【聴覚】・映像【視覚】に、匂い【嗅覚】を付加することで情報濃度は飛躍的に向上する。世界中の人々との匂いの共有・仮想空間への匂いの転送・匂いによる臨場感の向上・匂いの保存など様々な効果が期待される。これらの市場担境は231兆円以上と予測されている。

#### 開発者の声

ヒト嗅覚受容体センサーの認知度が日増しに上がっており、ここ数年で、(株) 香味醗酵に対し、匂い・香りに関する課題を有する大手企業からの問い合わせが100件以上来ており、今後も増えるものと予想している。

香味醗酵ホームページ

https://komi-hakko.co.jp/archives/393

日刊工業新聞: 2020年7月30日、2020年12月17日 化学工業日報: 2022年7月25日

※この成果のコンセプトは論文発表されています。

## キーワード索引

【あ行】				ジャーク	
アーバスキュラー菌根菌	35	E大地震		- フャーフ 車載······	
アイソレータ		<b>菌糸</b>		 ジャンボタニシ ·······	
,,,,,, 青色光		近接場		収縮	
アクリル		金属イオン		樹脂加工	
E子圧入·······		金属有機構造体		種苗開発	
ー・ アパタイト ········		空間安定		醸造	
アフィン変換		空間光変調器		照度センサー	
アルギン酸		グラフェン11、		生薬	
アルギン酸リアーゼ		蛍光相関分光法		除害	. 22
アルマイト仕上げ		蛍光相互相関分光法	34	食害	
アルミ総削り		蛍光体		植物での物質生産	. 31
安価		蛍光分子濃度測定	34	触覚センシング	
アンチセンス		形状照合		自律電源	
イオン液体		形態制御		自立電源	
イオン伝導		軽量化		白抜け	
イオン伝導体		結合共振器		人工核酸	
易加工性		蹴り出し		新材料	
移動体用ボルト		減圧		深紫外線 LED	· 12
イプシロン酸化鉄		検査	35	伸線加工	. 28
イメージング		研削		診断薬	. 36
医療応用		減衰	21	伸長ビード溶接法	
		減肥		振動絶縁	
印刷		研磨液	26	親和性	
インデンテーション ······	8	広域モニタリング	9	水素イオン	· 24
インバータ	20	高輝度赤色 LED		水田作物	
インフラ監視		高強度チタン素材		水稲	. 32
インライン計測		抗菌・ウイルス不活化		睡眠	
ウイルス		高空間分解能	11	水流発電	
ウイルス不活化		高繰り返し動作	14	数值流体解析	. 32
ウェーハ厚み自動補正		交互積層法	33	スタートアップ	
<del>+</del>		抗酸化		スポット溶接	
牛伝染性リンパ腫		麹菌		3D 画像計測 ······	
埋もれた界面		高性能液晶分子	29	制御	
エアカーテン		高性能芳香族アミン		制御ループ	
液晶パネル		高速研磨		生成 AI ·······	
· 液相集積 ····································		高速成長		精密切削	
液体培養		高張力鋼		精密溶接技術	
大型シート		抗糖化		赤外光源	
オペランド測定		高分解能触覚		赤外分析······	
温度計測		高分子分散剤	30	セコイリドイド配糖体	
		酵母		セミデマンド・フルデマンド混在可能…	
		極細糸はんだ	28	セラミックス	
<b>1</b> 歩 年 1		固体電解質		相関器	
【か行】		固溶強化		走査プローブ顕微鏡	. 22
海藻	17	コロイド水溶液	25	走査マルチプローブ顕微鏡	. 22
化学機械研磨				走電性	. 32
化学反応 ····································				創薬研究	. 33
核酸医薬		【さ行】		組織制御	· 28
   攪拌		[G11]		ソフトマター	
,。, , 角回し溶接継手		サーカディアンリズム	19		
可視化		サーバー			
加速度		災害レジリエンス		【た行】	
研歴/文 可燃性ガス ·······		載荷実験		F/C 111	
カムテール翼 ····································		サイクル熱処理	23	タービンディスク	· 21
ガラス加工 ····································		採血室		タービンブレード	
環境適合性 ·······		再生医療	33	体質	
感受性遺伝子		作物		耐震シミュレーション	
感染促進		作物増収		ダイヤモンド	. 23
寒冷地対応		殺貝		太陽光	· 19
機械研磨 ········		酸化分解触媒		多光子顕微鏡	
機械的特性 ······		3次元集積回路		多孔性配位高分子	. 28
希釈窒素 ·······		三次元組織	33	多孔性有機高分子	
希少糖 ····································		3 次元ネットワーク構造		多孔体	
キトサンナノファイバー ······		色材		多層膜	
機能性核酸		色彩工学		多層膜ミラー	
機能性ポリマー		磁気的測定		単一モード	
機能美		軸対称偏光		短下肢装具	
送院 逆接合注入 ····································		自己走査型 VCSEL ········		単結晶	
たられたべ ギャップマー		糸状菌	32	炭酸ガスレーザー	
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		次世代パワー半導体・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		弾性 8、	
<ul><li>急速冷却</li></ul>		6G ネットワーク		断線抑制	
共振 ········		実装技術		弾塑性	
ハ 共 (生) 分解 ···································		自動車用鋼板		地域公共交通	
,		自動製膜			

	18	ハニカム構造	16	1 > 4-1	
治水····································		パルス形状制御 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		【ら行】	
	26	パワーデバイス		ライトトレース式ハイブリッド ToF も	, `, #Ω
中温作動		反射 X 線結像レンズ		ランタンシリケート	
超音波		半導体	22 23		
		- 千等位 - 半導体センサ	7	リアルタイム完全自動乗合システム	
超高強度				リサイクル	
超短パルスレーザー		ヒートシンク		利水	
超ハイテン		ビーム形状制御・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14	リビングラジカル重合	
超臨界流体		光遺伝学	33	リモート測定	
接木		光トランシーバ		粒子径測定	
ディープフェイク		光ファイバー		流力振動	18
抵抗性遺伝子	35	光ポンプ・プローブ法	22	量産	
低コスト		光漏れ	30	リン酸化生体分子	
ディスプレイ	30	微細塗布		リンドウ科植物	
低変態温度溶接材料		微細冷間鍛造技術		冷却	
データセンター	7	微焦点 X 線源 ··································		レーザー加工	
デザイン		非線形光学		レオロジー	
		非ニュートン流体		老化	
デジタル PCR ···································		表面増強ラマン顕微鏡・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・			
				ローラーモールド	21
デジタルフレーバー		表面張力			
デジタルフレグランス		疲労き裂・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	11		
鉄系超弾性合金		フェイクメディア・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		【わ行】	
鉄触媒カップリング反応		複屈折		F.15 1.1 T	
鉄損測定		復元性		ワンチューブ	35
テロワール	34	沸騰熱伝達率		•	
電界	32	物理吸着			
電解質		歩留まり		[ADO]	
電気誘引		振り子	····· 18	(ABC)	
電磁鋼板		プリンテッド・エレクトロニクス ····		AOF-	47
電子ビーム	27	プレス成形		AGEs ······	
電流計則		ブロックコポリマー		AI	
		プロトタイプ設備		Beam-scanning	
電流密度				CFRTP ······	
特殊環境対応		文化財デジタルアーカイビング …	6	CIELAB 色空間 ·······	9
毒性評価		分極抵抗		CVD	22、23
ドライポンプ	22	分光分布		DEH	17
		分子設計		DRF ······	
		粉末冶金	27	DX 化 ···································	
【な行】		ペレット	32	HAMMOC 法 ···································	
[ 4 11]		偏光板	30	HAp(ヒドロキシアパタイト) ······	
ナノインプリント	27	防災			
ナノレベル化学構造		補修溶接		HPLC ····································	
鉛フリーはんだ		ホログラフィック		Hydro-VENUS ······	
		<b>小口ノフライック</b>	55	in-vivo·····	
新潟清酒				IoT ·····	18
匂い再構成		F		iPS 細胞モデル	
匂い情報 DX ···································	_	【ま行】		LEL	22
匂い数値化				LPO	7
匂いマトリックス	37	マグネシウム合金	12	LPWA 無線通信 ······	_
	01				9
二光子顕微鏡		丸棒	12	MFMS	
二光子顕微鏡	13	丸棒 見直し改善が可能		MEMS	7
二光子顕微鏡 ··················· 二次元物質 ·······	······· 13 ······ 25	見直し改善が可能	····· 10	MEMS 傾斜センサ ···············	······7 ·····9
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒······	······ 13 ····· 25 ····· 34	見直し改善が可能 ミリ波吸収体	······ 10 ····· 31	MEMS 傾斜センサ ····································	·······7 ······9 ····· 28
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒 認知症	13 25 34 17	見直し改善が可能 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	······ 10 ····· 31 ····· 31	MEMS 傾斜センサ ····································	······7 ·····9 ····· 28 ····· 21
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒······ 認知症 熱交換	13 25 34 17	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	······ 10 ····· 31 ····· 31 ····· 25	MEMS 傾斜センサ ····································	······7 ······ 28 ····· 21 ····· 21
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒 認知症 熱交換 熱処理炉		見直し改善が可能	······ 10 ······ 31 ····· 31 ····· 25 ····· 18	MEMS 傾斜センサ ····································	7 9 28 21 21
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒······ 認知症 熱交換 熱処理炉 熱的測定		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25	MEMS 傾斜センサ	7 9 28 21 21 28
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒············ 認知症 熱交換 熱処理炉 熱的測定 熱問題		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 31 25 18 25 21	MEMS 傾斜センサ	7 9 21 21 28 28
二光子顕微鏡 二次元物質 日本酒············ 熱交換 熱処理炉 熱的測定 熱問題		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 31 25 18 25 21	MEMS 傾斜センサ	7 9 28 21 28 28 36
二光子顯微鏡 二次元物質 日本酒············· 熱交換 熱処理炉 熱的測定 熱問題 粘性 粘弾性		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 25 21 30	MEMS 傾斜センサ	7 9 21 21 28 28 6 36
二光子顯微鏡 二次元物質 日本酒·················· 熱交換 熱処理炉 熱的問題 熱問題 粘性 粘弾性 粘着剤		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 25 21 30 6	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae MOF	7 9 21 21 28 28 6 36
二光子顯微鏡 二次元物質 日本酒····································		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 21 30 6 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae MOF	7 9 21 21 28 28 6 36
二光子顕微鏡 二次元物質 日本知症 熱交処理炉 熱熱的問題 熱問題 粘料弾性 粘粘難着剤 燃料		見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 21 30 19 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2	7 9 21 21 28 6 36 36
二 二 大 二 大 元 初 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	13	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 21 30 19 19 24 29	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC	7
二光子顕微鏡 二次元物質 日本知症 熱交処理炉 熱熱的問題 熱問題 粘料弾性 粘粘難着剤 燃料	13	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 21 30 19 19 24 29	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA	7
二 二 大 二 大 元 初 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	13	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 18 25 21 30 19 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング	7 28 21 28 36 36 34 34 26 26
二 二 大 二 大 元 初 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	13	見直し改善が可能 ミリ波レーダー 無無線 無無解解があっき 無無をがあっき 無無があっき 無がありが、 がありた。 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極	7
二 二 大 二 大 元 大 元 初 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五	13	見し改善が可能 ミリ波レー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2Rプロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM	7 28 21 28 36 37 34 26 26 25 33
二 二 大 二 大 元 初 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	13	見直し改善が可能 ミリ波レーダー 無無線 無無解解があっき 無無をがあっき 無無があっき 無がありが、 がありた。 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、 は、	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC	7 28 21 28 36 36 34 25 25 25
二 二 二 大 元 大 元 初 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	13 	見し改善が可能 ミリ波レー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2Rプロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS	7 28 21 28 36 36 34 25 25 25 25
二大の 二大の 二大の 二大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一	13	見しな善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS	7 28 21 28 36 36 27 26 25 25 25 25
二 二 二 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大	13	見し改善が可能 ミリ波レー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術	7282128363627342625252526
二大 二大 二大 一大 一大 一大 一大 一大 一大 一大 一大 一大 一	13	見しな善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 30 6 19 24 29 29 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー	7282128363627342625252526
<ul><li>二大の</li><li>二大の</li><li>二大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の<td>13</td><td>見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</td><td> 10  31  25  25  25  20  30  6  19  24  29  19  27  16  36</td><td>MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡</td><td>728212836362734262525252621</td></li></ul>	13	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 20 30 6 19 24 29 19 27 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	728212836362734262525252621
<ul><li>二大の</li><li>二大の</li><li>二大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の<td>13</td><td>見しひ善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</td><td> 10  31  25  25  25  30  6  19  24  29  19  16  36</td><td>MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー</td><td>7282128363627342625252621</td></li></ul>	13	見しひ善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 30 6 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC siRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー	7282128363627342625252621
<ul><li>二、大のでは、</li><li>二、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、大のでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>一、いのでは、</li><li>・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</li></ul>	13	見直し改善が可能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10 31 25 25 25 30 6 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	7282128363627342625252621
二大の 二大の 二大の 三大の 三大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一	13	見きりでは、	10 31 25 18 25 21 30 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	7282128363627342625252621
二大の 二大の 二大の 三大の 三大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一大の 一	13	見きりでは、	10 31 25 18 25 21 30 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	7282128363627342625252621
二十二十二十二十二十二十二十二十二二十二二十二二十二二十二二十二二十二二十二二	13	見ミリ機線 無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無無	10 31 25 18 25 21 30 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	7282128363627342625252621
<ul><li>二大の</li><li>二大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の</li><li>一大の<td>13</td><td>見きりでは、</td><td> 10  31  31  25  25  20  30  19  24  29  19  16  36</td><td>MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡</td><td>728212828362734262525262627</td></li></ul>	13	見きりでは、	10 31 31 25 25 20 30 19 24 29 19 16 36	MEMS 傾斜センサ MOF Ni 基単結晶 Ni 基超合金 PCP POP PSD 法 PTS 法 R2R プロセス Saccharomyces cerevisiae SARS-CoV-2 SiC SiRNA Si ウエットエッチング Si 貫通電極 SLM SOFC TEOS VOC VR 技術 Wolter III 型ミラー X 線顕微鏡	728212828362734262525262627

## 機関索引

民間企業		【な行】	
【あ行】		株式会社ニコンソリューションズ	33
株式会社アイワード	9	日華化学株式会社	
旭化成株式会社		日本仮設株式会社	
アポロ技研株式会社			Ū
アリオス株式会社		F	
石川金属株式会社		【は行】	
インデント・プローブ・テクノロジー株式会社		株式会社ハイポネックスジャパン	35
株式会社エナジーフロント		株式会社ハイレックスコーポレーション	
エビスマリン株式会社		濱田重工株式会社	
オーデリック株式会社	19	浜松ホトニクス株式会社	13
株式会社岡本工作機械製作所	25	富士色素株式会社	26
オルガノサイエンス株式会社	29	富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社	7
		富士フイルムビジネスイノベーション株式会社	8
14.4-1		株式会社ブライテック	17
【か行】		株式会社 古河テクノマテリアル	23
カイゲンファーマ株式会社	17		
川村義肢株式会社	14	[ ± 4= ]	
川本重工株式会社	12	【ま行】	
カンケンテクノ株式会社	22	宮崎県経済農業協同組合連合会	35
株式会社キグチテクニクス	21	株式会社メカニカルデザイン	··· 15
金鵄盃酒造株式会社	34		
グランドグリーン株式会社	31	[ ぬ 年 ]	
コアマシナリー株式会社	16	【や行】	
株式会社香味醗酵	37	株式会社ユニソク	22
コスモ・バイオ株式会社	34		
		【ら行】	
【さ行】			
		株式会社リガク ····································	
サイデン化学株式会社····································		株式会社ロータス・サーマル・ソリューション	20
株式会社サイバーエージェント			
佐竹マルチミクス株式会社		[ABC]	
サンコロナ小田株式会社 ····································			
株式会社三和ドック ····································		株式会社 Atomis ····································	
株式会社島津製作所		DOWA エレクトロニクス株式会社 ······	
シャープ株式会社 ····································		NTN株式会社 ·······	33
株式会社シャルマン・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		株式会社 PlastiFarm ·······	29
順風路株式会社			
精電舎電子工業株式会社	14		
【た行】			
	1Q		
大日精化工業株式会社			
太平化学産業株式会社			
多摩川精機株式会社			
メルボ (1)       株式会社デンソー ····································			
株式会社東京インスツルメンツ			
凸版印刷株式会社(現 TOPPAN 株式会社) ···············			
株式会社トリプル・アイ			

## 研究機関 【な行】 【あ行】 名古屋工業大学…………………… 24 宇宙航空研究開発機構 …………………………………… 21 名古屋大学………………12、25、31、36 大分県産業科学技術センター・・・・・・・・・・17 新潟食料農業大学 …… 34 大阪大学 ………………… 11、13、19、27、33、37 大阪府立産業技術総合研究所 (現 大阪産業技術研究所) …… 28 【は行】 兵庫県立工業技術センター ..... 26 兵庫県立大学 …………………………………………… 27 【か行】 物質・材料研究機構………………………… 21 香川大学…………………………7 金沢大学 …………………………… 23 北海道立総合研究機構 ………………9 北見工業大学 …………………………… 9 京都大学……………… 24、28、29、30、36 【ま行】 熊本県産業技術センター ……………………… 26 三重大学 宮崎大学 工学院大学 ...... 16 【や行】 山口東京理科大学 ……………………… 20 国立情報学研究所 ………………………… 10 【さ行】 【わ行】 佐世保工業高等専門学校 …………………………… 32 産業技術総合研究所 …………………8、25 早稲田大学 ……………………………………………………… 15 【た行】 筑波大学 ………………………………………… 22 東京工業大学(現 東京科学大学) ………………7

m e m o

# JSTは持続可能な開発目標(SDGs)に 貢献していきます

## 持続可能な開発目標(SDGs)とは?

2015年9月の国連総会において「我々の世界を変革する:持続可能な開発のための2030アジェンダ」が 全会一致で採択されました。「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals:SDGs)」の17の 目標と169のターゲットは、わが国を含む地球的・人類的課題を包摂して掲げた国際的な目標です。 そして、SDGsで掲げられている課題の達成は、国内的にはわが国の成長戦略の軸の1つである第6期科 学技術・イノベーション基本計画に掲げる「Society5.0」の実現にも密接に関係し、また国際的には 途上国をはじめとした国際社会への貢献の基本理念でもあります。

## 持続可能な開発目標の達成に向けた科学技術イノベーションの貢献(STI for SDGs)に 関するJSTの基本方針

SDGsの達成に科学技術イノベーションが貢献(STI for SDGs)していくためには、政府はもとより、大学、 研究開発機関、NGOや企業等を含めた様々なマルチステークホルダーが連携していくことが重要です。 JSTでは、シンクタンク機能、研究開発、産学連携、次世代人材育成、科学コミュニケーション等多岐に亘る 機能を活かしつつ、日本におけるSDGsの活動に積極的に貢献していきます。

## SUSTAINABLE **G**OALS DEVELOPMENT





































参考サイト 持続可能な開発目標(SDGs)への科学技術イノベーションの貢献

https://www.jst.go.jp/sdgs/index.html



**JST SDGs** 



## 個別相談は<mark>随時受付中</mark>です。メールまたはWebフォームよりお問い合わせ下さい。

A-STEPお問い合わせ先

Webサイト ▶▶▶ https://www.jst.go.jp/a-step/

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 国立研究開発法人科学技術振興機構 A-STEP募集担当窓口

E-mail: a-step@jst.go.jp

Webフォーム: https://form2.jst.go.jp/s/a-step\_inquiry

