

地域イノベーション・エコシステム形成プログラム支援対象地域

IT創薬技術と化学合成技術の融合による革新的な中分子創薬フローの事業化

東京工業大学 × 川崎市

東工大の情報・生命理工学等とスパコン技術を活かし、IT創薬技術、人工ペプチド・人工核酸合成技術等のコア技術の融合による革新的な中分子創薬事業フローを構築します。川崎市内企業等との産学官連携により、基礎・基盤研究と創薬事業を橋渡しするイノベーション・エコシステムを形成することで、中分子創薬の開発効率の大幅な向上を目指します。

■ 事業プロデューサー



舩屋 圭一

ペプチドリーム株式会社
取締役副社長 (COO)
前職は三菱化学株式会社、
Novartis Pharma KK 筑波
研究所、Novartis Pharma
AG, Basel, Switzerland

「IT創薬技術と化学合成技術の融合による革新的な中分子創薬フローの事業化」の集大成として、人工ペプチド及び人工核酸医薬品の研究開発を目指すファスタイド株式会社を川崎市に設立しました。また研究会 (IMD²) を基盤とした異分野の方々も含めた人的ネットワークの構築、および川崎市のキングスカイフロントを中心とするイノベーションエコシステムの形成が着実に進んでいます。これにより、これまで長い年月を要するのが当たり前であった創薬研究開発を大幅に効率化出来ると考えています。

■ 事業化プロジェクト

PJ1: AI スパコンを駆使した中分子向け IT 創薬技術 (東京工業大学 教授 秋山 泰)

ペプチド分子を用いた創薬開発を進める上で未解決の課題となっている体内持続性と細胞膜透過性の2つの問題に対して、大規模分子シミュレーションや機械学習等の技術を駆使して、計算機上で迅速に予測できるシステムを開発し、事業化します。



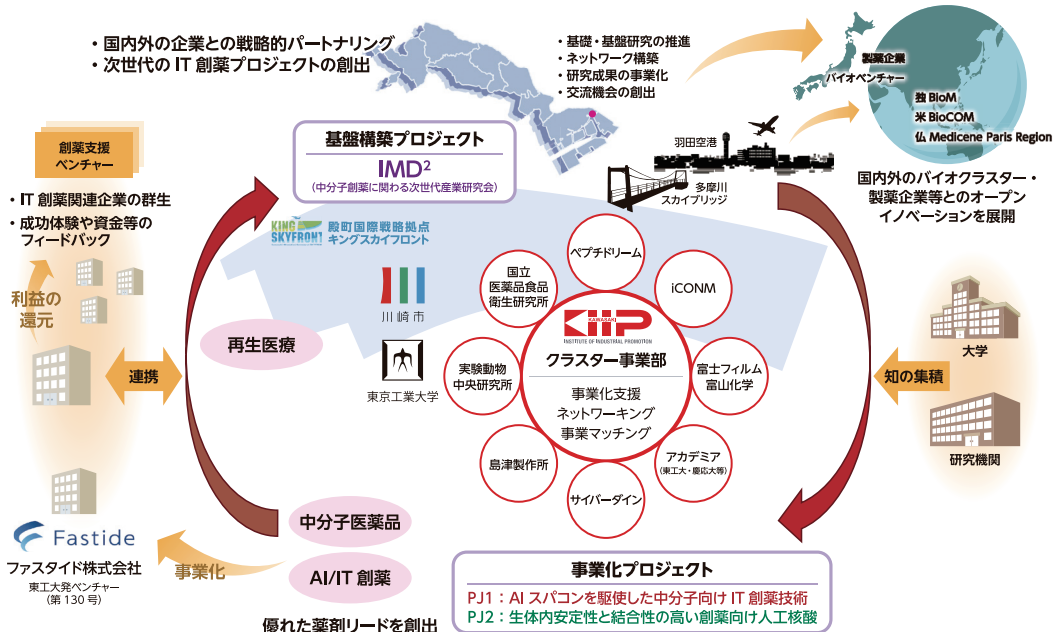
東工大 中分子 IT 創薬研究推進体 殿町拠点

PJ2: 生体安定性と結合性の高い創薬向け人工核酸 (東京工業大学 教授 清尾 康志)

核酸分子の創薬技術開発の課題である吸収・分布・代謝・排泄・毒性・薬効 (ADMET + 薬効) に対し、ITによる予測技術と核酸ライブラリーの構築・多様化により、核酸医薬支援事業として事業化を行います。

■ 地域エコシステムマップ

ONE TEAM で進めた地域イノベーション・エコシステム形成



東京工業大学と川崎市は「イノベーション推進に関する連携協定」(2018年5月21日、本事業を契機に締結)に基づき、相互の持つ資源やネットワークを活用して地域発のイノベーションの創出に引き続き連携して取り組みます。研究成果を事業化したファスタイド株式会社及び基盤構築プロジェクトにおける中分子創薬に関する次世代産業研究会 (IMD²) を通じた企業間ネットワーク構築の成果を踏まえるとともに、本事業で蓄積した国内外とのネットワークを活用し、東京工業大学と川崎市と川崎市産業振興財団が、本事業にコミットした企業、行政機関との連携を継続しながら、キングスカイフロントが中分子創薬を含むライフサイエンス分野における国際的戦略拠点として発展していくための取組みを進めます。

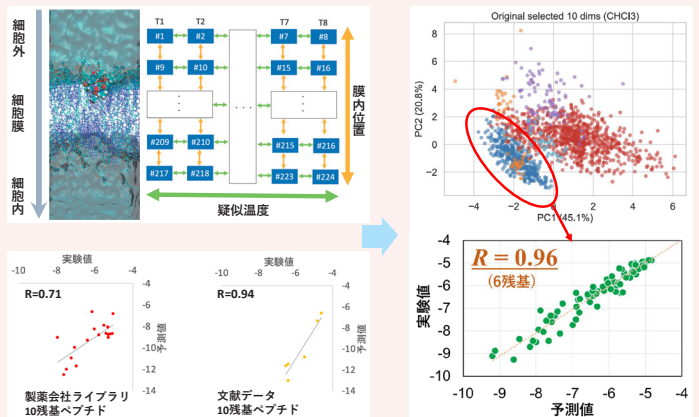
■ 事業成果①：ペプチド創薬支援技術

体内持続性（血漿タンパク質結合率、PPB率）の予測においては、協力機関から多数の実験データの提供を受け、深層学習技術に基づいた高精度なPPB率予測手法（相関係数 $R > 0.9$ ）の構築に成功しました。体内持続性に重要な影響を与えているアミノ酸を推定する環状ペプチド設計支援等、事業化に必要なシステムも開発済みです。

細胞膜透過性の予測においては、拡張サンプリング法と大規模並列処理の併用による高速な分子動力学 (MD) シミュレーションに基づいて膜透過性を推定する方法を確立しました。最終的に10残基を超える医薬候補ペプチドにおいても相関係数 $R > 0.7$ を越える値を得ることができました。より複雑なペプチドへの対応を進めるとともに機械学習との併用を実現し、体内持続性予測に続く事業化を進めています。

MDの計算スキームの改良により高い予測性を実現

大規模なデータの学習により高い予測を実現

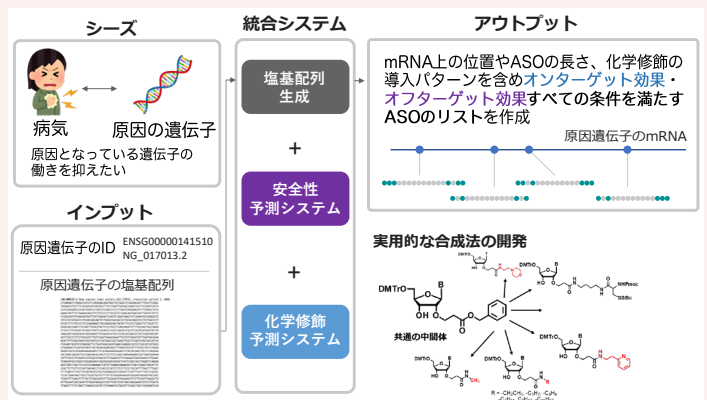


MDシミュレーションおよび機械学習による細胞膜透過性の推定

■ 事業成果②：核酸創薬支援技術

核酸ライブラリーの新しい合成法を確立し、アンチセンス核酸に役立つ多様な人工核酸 (XCE核酸) を、短期間に合成する技術を開発しました。最終的には、人工核酸ライブラリーを構成可能なユニット合成を達成しました。また、XCE核酸の実用的な合成法の確立に成功し、事業基盤となる大量合成のための基礎検討を完了しました。さらに薬効/毒性試験より、XCE核酸を用いることで架橋型核酸の活性/毒性比を向上させることに成功しました。

ADMET予測技術に関しては、人工核酸の投与による細胞内での遺伝子発現量の変化を人工核酸の配列のみから予測する高精度な技術を開発しました。現在は、これらの成果を統合した核酸医薬の基盤技術として事業化を進めています。



統合型核酸設計支援システム

■ 事業成果③：ベンチャー設立 会社名：ファスタイド株式会社

PJ1の「ペプチド創薬支援技術」とPJ2の「核酸創薬支援技術」を事業化するファスタイド株式会社（代表：藤家 新一郎、川崎市）を令和3年4月に設立しました。国内外の製薬企業やバイオベンチャー企業などとの戦略的なパートナーリング、事業展開を通じて革新的な研究開発および成果の社会実装を推進し、我が国の科学技術の振興と国際競争力の強化に貢献していきます。



研究成果を事業化するファスタイド株式会社を設立

■ 事業成果④：基盤構築プロジェクト

中分子創薬に関わる次世代産業研究会 (IMD2) は、過去16回にわたり、最先端の中分子創薬に関わる研究開発の講演やIT・創薬関連の会員企業による事業紹介を実施してきました。その結果、会員登録は200を超え、異業種交流による連携が始まり、イノベーション創出が実現されています。



第3回IMD2基礎講座 (2021年12月2日開催)

問合せ先

東京工業大学 中分子IT創薬研究推進体 (MIDL)

〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 W8-76 東京工業大学 情報理工学院 秋山泰研究室 (MIDL 研究代表者)

TEL: 03-5734-3645 E-mail: staff@bi.c.titech.ac.jp URL: http://www.midl.titech.ac.jp

ワンチップ光制御デバイスによる革新的オプト産業の創出

福井大学 × 福井県

■ 事業プロデューサー



小杉 裕昭

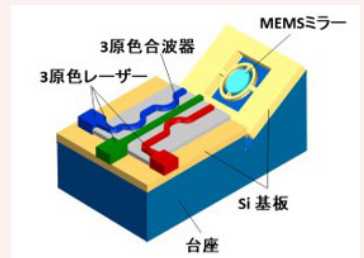
2016年6月より福井大学客員教授（現職）。これ以前はパナソニック株式会社 通信デバイス開発センター所長、通信コアデバイス開発センター所長（理事）、オートモティブ&インダストリアルシステムズ社技術本部総括を歴任。

福井大学が確立した光学エンジンは、これまで困難と思われていた光学機器・デバイスの圧倒的な小型化を実現するポテンシャルを持っています。また、福井県は、眼鏡フレーム等の世界に認められる技術も保有しています。これら地域産業との融合により地域の成長を図るとともに、グローバルな機器・システム連携や生産連携を構築することにより、革新的オプト産業を創出するエコシステムを地域に定着していきたいと考えています。

■ 事業化プロジェクト

PJ1：ワンチップ光制御デバイスによる革新的オプト産業の創出（客員教授 勝山俊夫）

光学エンジンは光源から放射されるR（赤）、G（緑）、B（青）の3色の光を合波して制御する光学部品で、プロジェクター等の基幹部品として利用されています。勝山教授を中心とした研究グループは、光をガイドする光導波路間の乗り移りを利用した合波器による3色光の合波に世界で初めて成功しました。この革新的な合波器により光学エンジンの小型化、高効率化、高信頼化が達成され、眼鏡型ディスプレイや分析機器さらには革新的なIoTデバイス等、様々な用途展開が期待されています。本プロジェクトでは合波器とMEMSミラーおよび光源をワンチップに集積した超小型光学エンジンの実用化に向け、地域企業と連携して事業化を推進します。

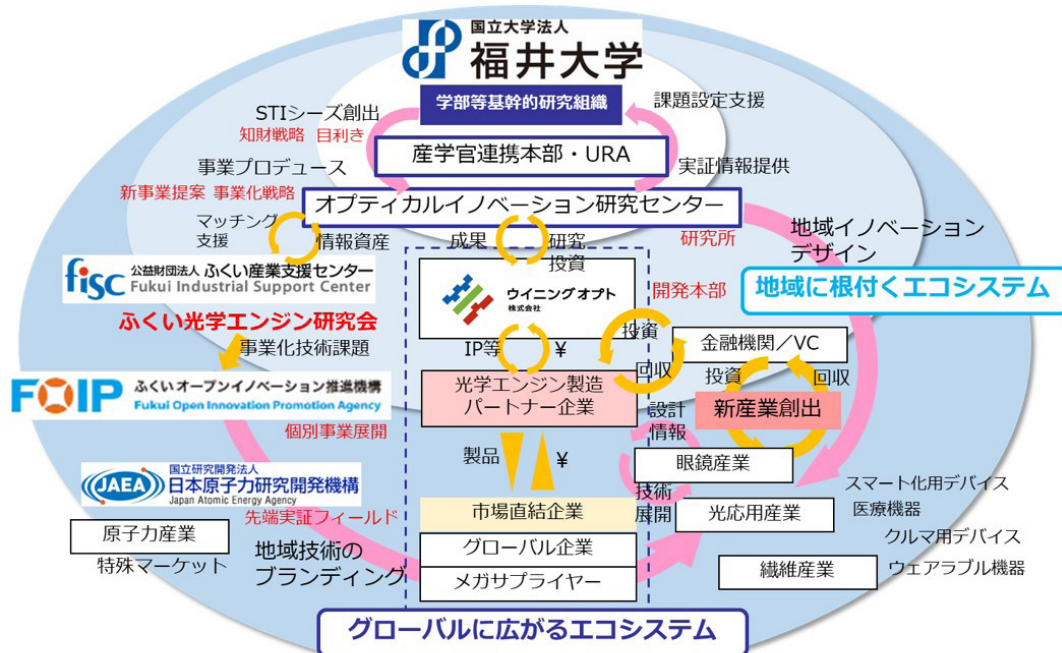


光学エンジンの模式図



超小型光学エンジンの試作品（従来との体積比 1/100 以下）

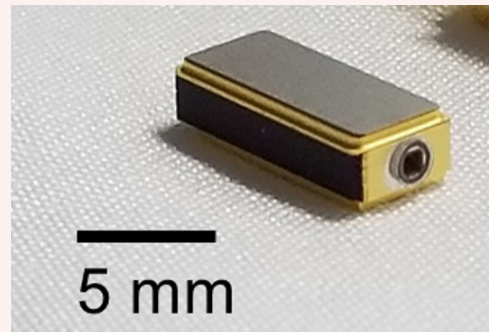
■ 地域エコシステムマップ



「ふくいオープンイノベーション推進機構（FOIP）」を基盤に、産学官金の地域の様々なプレイヤーの連携を推進し、イノベーションが継続的に創出されるエコシステム形成を推進しています。革新的なオプト産業を軸に、グローバル展開の推進による地域の成長を目指します。

■ 事業成果①：製品 合波器／光源モジュール／光学エンジン

光導波路型3原色合波器のサイズ低減(3.5×0.02 mm)、合波効率の向上(96%以上)に成功しました。この合波器とレーザー光源を同一基板上に集積した光源モジュールは、製造難易度が低く、超小型でありながら高画質な映像投影を実現できます。さらに光源モジュールに走査用MEMSミラーを実装した光学エンジンの高性能／高機能化を実現しました。眼鏡型ディスプレイや分析機器さらには革新的なIoTデバイス等、様々な用途展開が期待されています。



パッケージ化光源モジュール

■ 事業成果②：ベンチャー設立 ウイニングオプト株式会社

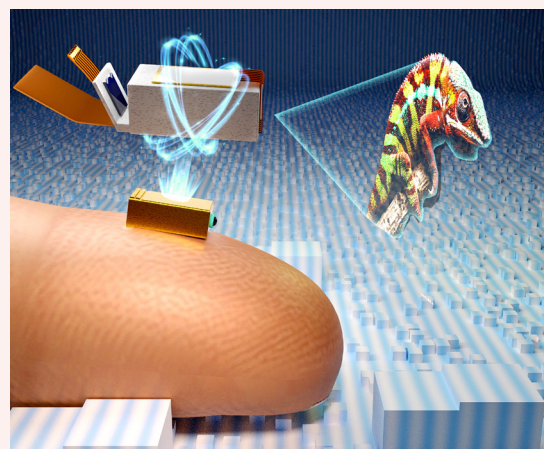
2018年7月福井大学発ベンチャー「ウイニングオプト」を設立し、光学エンジンの一部分である光源モジュールの先行事業化に着手しました。この光源モジュール事業を起点に、超小型光学エンジン事業から眼鏡型ディスプレイ事業の早期実現を目指し、地域企業とも連携して、グローバル展開に向け海外企業を含めたパートナー関係の構築とビジネスの発展に取り組んでいます。



福井大学発ベンチャー

■ 事業成果③：研究会の設立 ふくい光学エンジン研究会

光学エンジンから派生する様々な製品開発を支援し、新たな産業の創出および事業化展開を目指し「ふくい光学エンジン研究会」を発足しました。光学エンジンのテストベッドを構築、理解を促進するとともに、地域の技術シーズの情報収集および企業のニーズ調査を実施しています。また Feasibility Study を実施し、地域企業による次世代シーズの育成を進めています。



超小型光学エンジンのイメージ図

問合せ先

福井大学 産学官連携本部

〒910-8507 福井県福井市文京三丁目9番1号

TEL:0776-27-9775 E-mail:ecooffice@hisac.u-fukui.ac.jp URL:http://www.hisac.u-fukui.ac.jp/

水素社会に向けた「やまなし燃料電池バレー」の創成

山梨大学 × 山梨県



電極触媒、ガス拡散層 (GDL) 一体型金属セパレータ、触媒層付き電解質膜の製造など、山梨大学と地域に蓄積された燃料電池技術の強みを更に製品化へと発展させ、新たな燃料電池スタック及びシステムを創出し、電源及び燃料電池自動車等の産業分野への展開を図ります。地域内外の企業との連携を更に深め、今後到来する水素社会に向けた事業化を推進します。

■ 事業プロデューサー



永田 裕二

東芝燃料電池システムズ(株)にて技術および企画部長、技師長、取締役・技術統括責任者を歴任。家庭用燃料電池「エネファーム」の低コスト化のための産学官連携で「内閣総理大臣賞」受賞。山梨大学客員教授。九州大学客員教授。

水素社会の早期実現に向け、燃料電池の多分野での製品普及が期待されます。FCyFINEでは、山梨大学の培ってきた革新技術を活かし、同時に山梨県の戦略的な産業化支援および県内企業との強い連携を以て事業化活動を推進します。燃料電池自動車や電源システム等でさまざまな新事業を創発するとともに、更なる研究深耕と産業拡大を目指す燃料電池の重要産業拠点「やまなし燃料電池バレー」の実現に繋がる活動に挑戦していきます。

■ 事業化プロジェクト

PJ1: 電源用燃料電池システム事業 (特任教授 飯山明裕)

山梨大学の燃料電池の永年の研究による触媒・電極に関わるコア技術、PJ2,PJ3成果を活用し、「やまなしスタック」を開発。更にそのスタックを活用した電源用燃料電池システムを開発・事業化。まずは、アプリケーションとして非常用電源機能付電動アシスト自転車用を製品化。

PJ2: GDL 一体型金属セパータ供給事業 (特命教授 渡辺政廣)

燃料電池車 (FCV) 他、各種運輸部門の主要動力源となる電池スタックコストの1/3以上を占める主要「ガス拡散層+セパレータ」部品において、高性能・低コスト化の両立が図れる革新的コンセプトを導入、開発/生産し、自動車メーカー等、広範な産業分野へ供給する事業を推進。

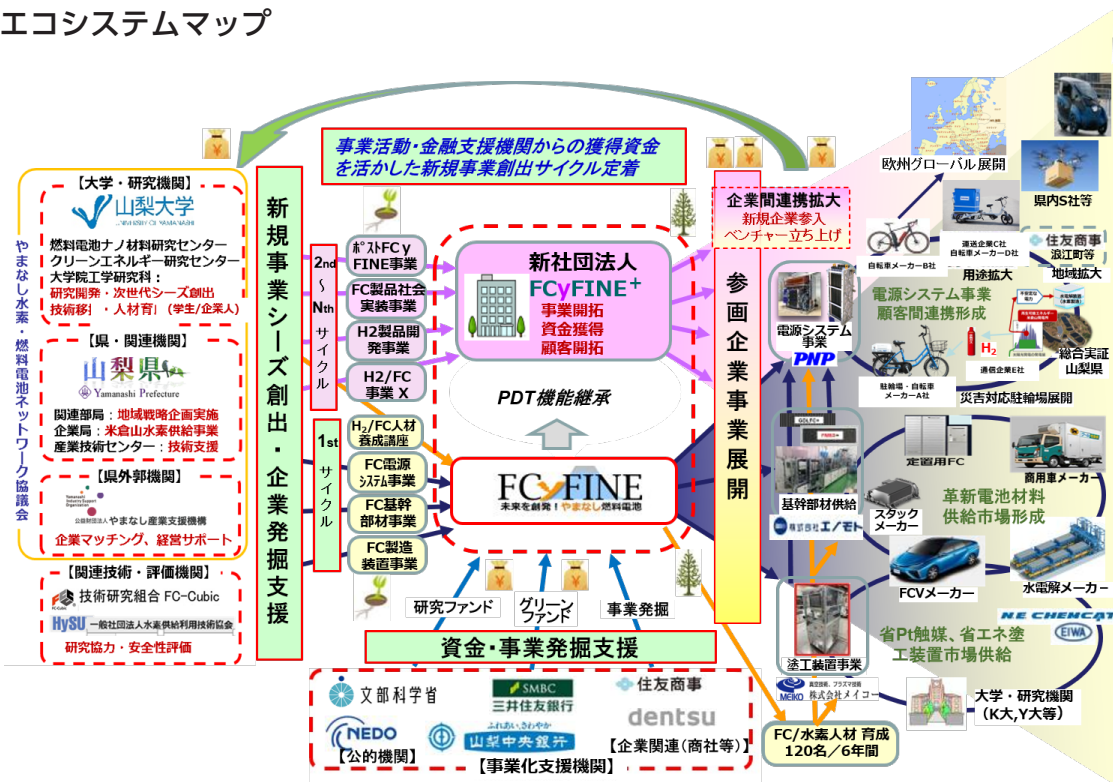
PJ3: 触媒層付き電解質膜製造装置事業 (教授 内田誠)

燃料電池本格普及の到来に向けて、キーとなる低白金化を支える新たな触媒塗布技術を適用した製造装置を製品化。

基盤構築 PJ: (特任准教授 岡嘉弘)

- ①水素・燃料電池産業技術人材養成講座
- ②水素供給・インフラ WG

■ 地域エコシステムマップ



- ・ FCyFINEによるエコシステム形成: 米倉山水素インフラ、および、約30社に及ぶ企業・機関との連携を実現。
- ・ ポストFCyFINE: 新会社法人FCyFINE;を中心に更なる事業を創出。水素と燃料電池によるクリーンエネルギー社会を切り開く。

■ 事業化 PJ1：電源用燃料電池システム事業

特任教授：飯山明裕 実施企業：日邦プレジジョン(株)

①大学シーズ技術移管完了と地域企業での製品化：

山梨大学コア技術を日邦プレジジョン社に移管し、世界トップクラスの小型軽量の燃料電池スタック及びこれを搭載した電源用燃料電池システムを製品化しました。

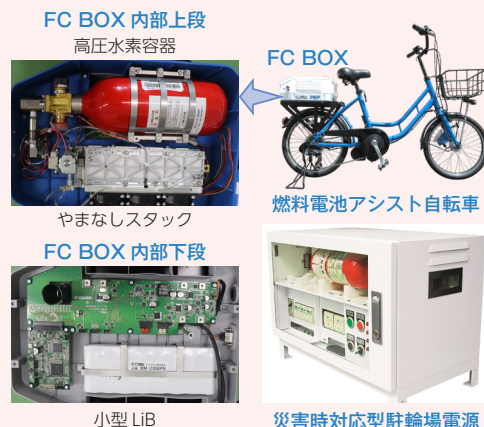
②事業化：

(1) レンタサイクルや駐輪場事業を展開する顧客企業と共同で、従来比約2倍の長距離走行を実現したレンタサイクル用燃料電池電動アシスト自転車と災害時対応型駐輪場電源を製品化しました。

(2) 電動アシスト自転車用電源ユニット事業を展開する顧客企業と共同で、海外展開も視野に燃料電池電源ユニットの事業化に向けた開発を実施しています。

③新たなイノベーション・エコシステムへの展開：

ドローン、小型モビリティ等への多用途展開を計画しています。



■ 事業化 PJ2：GDL 一体型金属セパレータ供給事

特命教授：渡辺政廣 実施企業：(株)エノモト

①大学シーズ技術移管完了と地域企業での製品化：

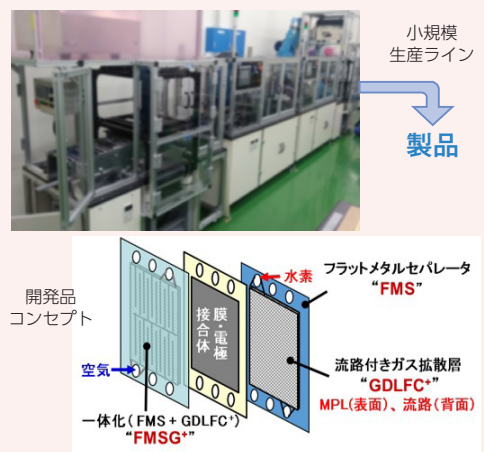
次世代FCV等の高出力、コンパクト、低コスト化を実現する革新的な製品・量産技術開発に成功しエノモト社への技術移管を完了しました。

②事業化：製品(1),(2)の採択/実装に向け顧客候補との共同評価が着実に進展しました。

- (1) 炭素/樹脂複合耐食層付き安価・高耐久の平坦SUSセパレータ (FMS)
- (2) 樹脂結着炭素短繊維製の安価・高性能な流路付ガス拡散層 (GDLFC+)
- (3) 低温・簡易製造プロセス技術を開発、構築した小規模生産ラインで大規模需要への対応が見通せる目標サイクルタイム、品質安定化を達成しました。

③新たなイノベーション、エコシステムへの展開：

成果を製品仕様書、国際学術誌 (2報) に掲載。産業界、学会への本技術/製品の革新性周知に活用し、燃料電池及びFCV等の広範普及への貢献を開始しました。



■ 事業化 PJ3：触媒層付き電解質膜製造装置事業

教授：内田誠 実施企業：(株)メイコー

①大学シーズ技術移管完了と地域企業での製品化：

触媒、製造コスト・スペースの3要素を半減する燃料電池用電極塗工装置 (MES-Lab)をメイコーと一体となって製品化、メイコー社への技術移管を通して達成しました。

②事業化：

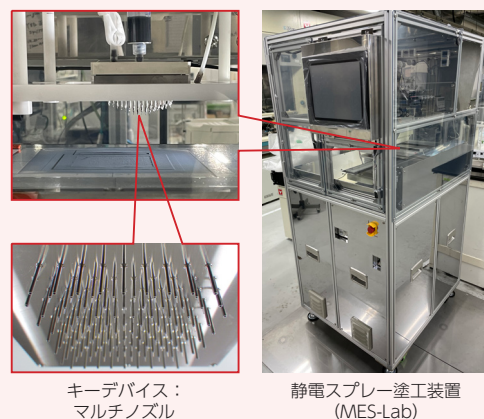
具体的潜在顧客を掘り起こし販促活動を展開。事業期間内に燃料電池触媒メーカーへの早期販売を実現しました。

③新たなイノベーション・エコシステムへの展開：

水電解など他分野へも新展開が図られ、実証試験を実施中。また、触媒研究環境を変える新たなアプローチの創出として、ダウンサイジング機 (MES-Lab, mini) の大学・研究機関からの受注見込み多数獲得しました。

④学術貢献&人材育成：

成果を国内&国際会議で報告 (電池討論会、米国電気化学会等)。修士研究、社会人博士課程への進学等の若手研究者育成を推進しました。



■ 基盤構築 PJ：特任准教授：岡嘉弘

①水素・燃料電池産業技術人材養成講座

2016年度から、講義、実習、施設見学で構成されている40週80コマ120時間の講座を県内技術者向けに夜学として開催しています。6年間で、120名、50団体が受講し、その内FCyFINE 参画企業の技術者32名が修了、製品開発、事業化の加速に貢献しました。

②水素供給・インフラWG

高圧水素容器への水素供給、容器運用の最適化、規制対応について検討を進め、高圧容器を搭載した燃料電池アシスト自転車の公道走行可能化のための、大臣特認を取得し、公道走行による総合実証を開始しました。



問合せ先	山梨大学 研究推進・社会連携機構 水素・燃料電池技術支援室 〒400-0021 甲府市宮前町 6-43 山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター内 TEL：055-254-7098 E-mail：htc-info@yamanashi.ac.jp URL：https://fc-nano.yamanashi.ac.jp
------	--

革新的無機結晶材料技術の産業実装による 信州型地域イノベーション・エコシステム

信州大学 × 長野県

信州大学が世界を先導する「フラックス法」は、結晶の形を自在に制御し、求める機能を引き出すことができる無機結晶育成技術です。フラックス法により育成した高機能な無機結晶材料及び関連材料を「信大クリスタル※」と名付け、3つの事業化プロジェクトで産業展開しました。用途に応じた開発スキームを確立し、世界の成長市場への展開など、持続的にハイインパクトな商用化事例を創出するエコシステムを確立しました。

■ 事業プロデューサー



林 俊弘

信州大学 学術研究・産学官連携推進機構 教授。前職は三菱商事新規事業開発部。日本の機能材料を海外に普及。ナノ材料開発の北米JV設立と運営・半導体基板の北米大手認証や販路構築に従事。

信州大学が世界を先導しているフラックス法は、高品質・高機能な単結晶を低温・常圧にて育成する技術です。5年間の活動成果として、企業による結晶量産設備の増設・複数の浄水器の上市・県内では信大クリスタルブランドの日本酒・クラフトビールの商品化やアクアスポット「swee」の設置が進行しました。信州大学発ベンチャーの設立はPJ3は2021年5月、PJ1では2022年1月に完了し、電池材料分野や水分野をはじめとする様々な分野への独自の事業展開を開始しています。

■ 事業化プロジェクト

PJ1：重金属吸着材を用いた浄水器の商用化 (信州大学 先鋭材料研究所所長、学長特別補佐、卓越教授 手嶋勝弥)

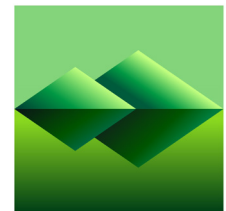
人体に有害な重金属(鉛、カドミウムなど)を吸着除去する重金属吸着結晶を浄水器に搭載し、飲料水・生活用水・排水などから重金属を除去し、安全な水を提供します。重金属吸着結晶の量産化を達成、搭載した浄水器を上市しました。さらに食品産業の付加価値向上や、水利用を通じた市民のSDGs貢献活動「swee」など、アクア+ (プラス) 活動を拡大しています。

PJ2：高機能・高耐久型人工関節・脊椎椎体スペーサの開発 (信州大学 バイオメディカル研究所所長、教授 齋藤直人)

高耐久型脊椎椎体スペーサの開発を先行して進めていました。PEEKの表面を改質し、骨と強固に結合する脊椎椎体スペーサを開発しました。大型動物の脊椎固定試験で優位性を確認し、企業への技術移転を進めています。

PJ3：リチウムイオン二次電池材料の開発・商用化 (信州大学 学術研究院工学系 教授 是津信行)

15分相当の急速給電と8年16万キロ保証を両立する、高出力・高容量リチウムイオン二次電池の実現を見据え、電池材料の試業販売を開始しました。この電池を電気自動車等へ搭載することで、ゼロカーボン社会の実現を支えます。



SHINDAI
CRYSTAL

「信大クリスタル」のロゴ

■ 地域エコシステムマップ



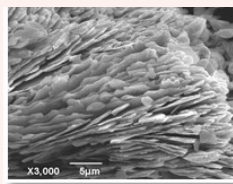
長野地域では、無機結晶材料育成技術フラックス法により育成した材料群を水・医療・電池の3分野に展開する研究開発及び事業化活動を実施しました。コア技術の魅力から、域外を含む材料製造・浄水器製造・電池製造・医療機器製造販売などの関連分野の50社を超える企業の誘引に成功しました。この活動から、ヴェルヌクリスタル(株)、信州ポルタ(株)といったベンチャー企業も創出されました。長野県・長野県工業技術総合センター・長野県テクノ財団の活動により、県内の食品製造業(日本酒・クラフトビール・味噌等)などの地場産業への展開を実施、材料実装の県政策への反映も完了しました。市民を巻き込んだ脱プラ・SDGs貢献活動「swee」も始動しました。このエコシステムから、6つの製品が生み出され、2つのベンチャー企業を創出しました。今後これらの成功事例をドライビングフォースとして、水・医療・電池の各々の産業分野のエコシステムをこの地に形成していきます。

■ 事業成果①：鉛除去機能付き浄水器各種とアクアスポット [swee]

コア技術フラックス法にて育成した重金属吸着材の企業での量産化及びNSF認証の取得を行いました。当該材料を搭載した各種浄水器を開発し、ボトル型は2018年12月、アンダーシンク型は2020年7月に上市されました。

さらに、市民発のSDGs達成・脱プラ社会の実現を目的に、アクアスポットプロジェクト「swee」(Shinshu Water for Ecology and Environment)を立ち上げました。重金属吸着材を用いた浄水カートリッジにより水道水を浄水して供給します。信州大学キャンパス内や松本市役所、長野市役所など、県内9か所に展開済みです。

結晶材料の開発・製造・販売を行う信州大学発ベンチャー「ヴェルヌクリスタル(株)」を設立し、水関連材料を皮切りに様々な分野へのプロモーションを開始しました。

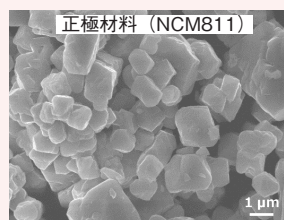


左 (上下)・中 (上下) 重金属吸着材を搭載した浄水器各種
(右) 誰でもマイボトルに給水できる
アクアスポット「swee」

■ 事業成果②：リチウムイオン二次電池材料の試薬販売を開始

リチウムイオン二次電池の性能・寿命を大きく改善する高性能な電池材料群の試薬販売を開始しました。電池正極材料単結晶、カーボンナノチューブ(CNT)分散液(高出力型)です。

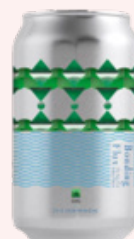
CNT分散液・信大クリスタル正極活物質等の電池材料およびリチウムイオン電池の設計・製造・販売を行う信州大学発ベンチャー信州ボルト(株)を設立しました。長野県が主導する山岳物資輸送用ドローンの開発プロジェクトにも参画し、航空機用電池を普及の糸口とする一方で、量産分野としてスマートフォンや車載用電池への展開を計画しています。



(左上) 正極材料(NCM811)、(左下) バインダーフリー導電助剤を搭載したラミネル電池、
(右) カーボンナノチューブを用いたバインダーフリー導電助剤

■ 事業成果③：浄水材料を日本酒など地場産業へ展開

重金属吸着材を搭載した浄水器で処理した水を日本酒の仕込み水に利用し、日本酒「勢正宗 信大仕込」を地元酒造の協力のもと製品化しました。日本酒造りに必要な水に含まれるミネラル分はそのままに、不必要な重金属分だけを取り除くことができます。日本酒の高品質化、高付加価値化を実現しました。クラフトビールや味噌などの醸造分野へ展開、地場産業とともに結晶材料の活用方法を考案、圧倒的な差別化を実現しました。



(左) 日本酒「勢正宗 信大仕込み」、(中) クラフトビール「Bonding Flux」、(右) 穀平味噌

問合せ先

信州大学 学術研究・産学官連携推進機構 信大クリスタルラボ

〒390-8621 長野県松本市旭 3-1-1

TEL : 0263-37-2073 Email : shindaicrystal@shinshu-u.ac.jp URL : <https://shindaicrystal.com/>

地域創生を本気で具現化するための応用展開 「深紫外LEDで創生される産業連鎖プロジェクト」

三重大学 × 三重県

三重大学が持つ世界最高品質の「深紫外LED」基板作製技術をコアとして、飛躍的な製造コスト低減と高発光効率を実現し、さらにその産業振興をLEDメーカーおよび地域アSEMBリメーカーと連携して進めます。これにより、地域に関連産業を育成するとともに、深紫外LEDを使った殺菌等の応用技術を農業・水産業に展開し、その社会実装により地域創生を推進します。

■ 事業プロデューサー



西村 訓弘

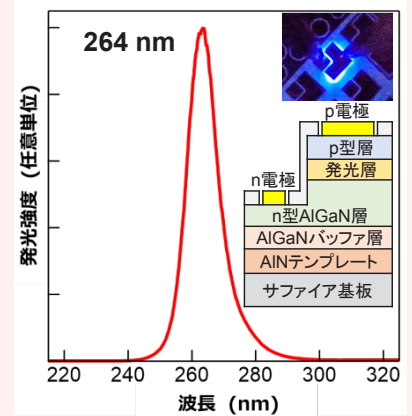
三重大学大学院 地域イノベーション学研究所 教授 / 宇都宮大学学術院・教授 バイオベンチャーの経営を経験後、三重大学に着任し、地域イノベーションに関わる教育・研究、社会連携を担当。地域企業経営者への事業戦略策定への支援も行っています。

三重大学が唯一の国立大学として地域貢献を行っている三重県は、日本の縮図的な地域特性を持っており、北部は、自動車部品、石油化学、半導体などの「ものづくり産業」が集積した工業地域で人口も増加しています。一方、南部は農林水産業が中心と人口減少が生じている地域です。本プロジェクトは、深紫外LEDの基板作製技術をコア技術として生かし、北部の工業企業群がアプリケーションを開発し、それを南部の農水産業の近代化に役立てるイノベーション・エコシステムとして育て、社会に波及させたいと考えています。

■ 事業化プロジェクト

深紫外LEDで創生される産業連鎖プロジェクト (三重大学大学院 地域イノベーション学研究所 教授 三宅 秀人)

窒化物半導体を用いた深紫外LEDは、殺菌やバイオ計測、医療など幅広い応用展開が期待されているデバイスで、新しいイノベーションを生む核となるものです。私たちは低コストで高効率発光を実現可能とする基板作製技術を開発し、LEDメーカーとの連携を行っています。深紫外LEDは水銀を含まず、小型で堅固で、省エネルギーにも寄与します。その特徴を生かした新しいアプリ開発を、三重大学、三重県公設試験研究機関、三重県周辺地域の企業と連携して開発を進め、産業連鎖によるエコシステム形成を目指しています。さらに、東南アジアにおける水殺菌分野など、SDGsへの貢献につなげたいと考えています。



サファイア基板に作製した窒化アルミニウム (AlN) で世界最高の低欠陥密度を実現した。それをLEDの基板として深紫外LEDを作製。263-265nmにピークを持つ深紫外LEDで世界最高の発光効率を実現。

■ 地域エコシステムマップ



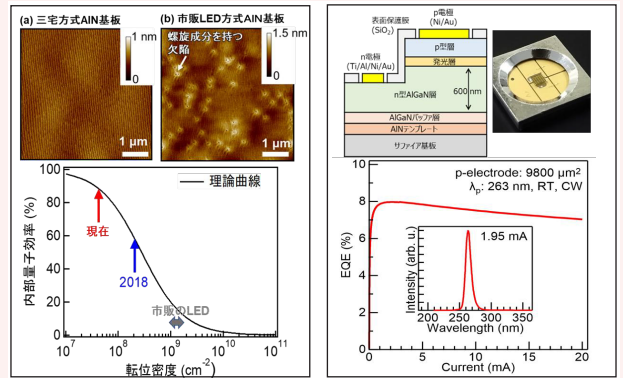
深紫外LEDと応用製品、そして機能性食品などを三重県から世界へ！

三重大学、三重県庁(工業・農業・水産研究所)を中心とする本事業推進グループが、それぞれの強みを生かして有機的に連携し、深紫外LEDの開発とその応用プロジェクトを推進。LED製造メーカーに対して、発光波長265nm帯のLED作製に必要な世界一の結晶品質を持つ基板を供給し、LED開発においても世界最高のLED発光効率を実現しました。また、その深紫外LEDのアプリ開発において、基礎研究からフィールド実証を推進することで、各産業における水殺菌の実証が進み、農水産業が盛んな三重県中南部地域においては生産性向上の一助となることが期待されています。さらには、紫外線照射による生物の機能性強化(跳躍発揮)の研究が、三重大学の研究科を横断して推進されつつあり、研究から製品化に向けた一連の活動を通して、地域を強くしつつ広領域に関わる、いくつかのエコシステム展開が顕在化するに至っています。

■ 事業成果①：製品化が可能な成果物

サファイアを基板に用いて、スパッタ法によるAlN膜の堆積と高温アニールにより、高い結晶性を有するAlN膜を作製する三宅方式をコア技術として、低コストで高効率発光の深紫外LEDを実現しました。学内での基礎研究に加えて、国内の主要LEDメーカーとの連携・共同開発を推進しており、これまでに、三宅方式におけるスパッタ堆積条件や高温アニール条件を追求することで、世界最高の結晶性(低い結晶欠陥密度)を実現しました。

また、三宅方式基板上での結晶成長条件などの深紫外LED作製条件を最適化するとともに、LEDを試作・実装して出力特性を評価した結果、最終年度には、世界最高の発光効率(外部量子効率8.0%)を実現しました。また、LEDの信頼性評価、光取出し構造の作製、劣化機構の解明に着手し、LEDメーカーと連携した研究開発を実施しています。特許の実施許諾・技術指導により、三宅方式の基板を製造する地域企業からサンプル出荷も開始しました。



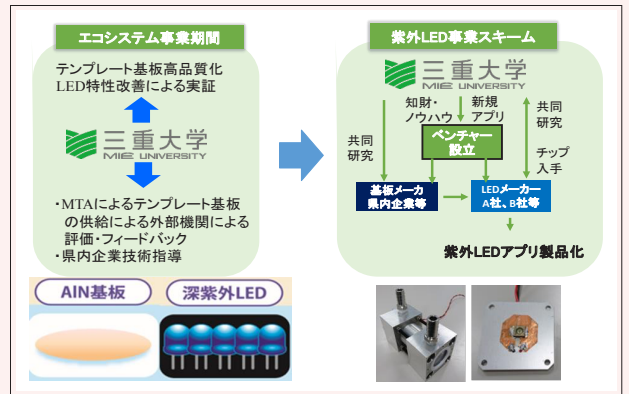
三宅方式 AlN 基板上 AlN 膜の原子間力顕微鏡像 (上) と、転位密度と内部量子効率の関係 (下)

実装後の深紫外 LED (上) と深紫外 LED (400 μm × 300 μm) の外部量子効率 (下)

■ 事業成果②：ベンチャー設立に向けたスキーム検討

国内の主なLED企業のすべてと物質移動合意書や技術指導契約等を締結し、LED開発に向けたAlN膜基板評価を推進しました。LED作製とその効率に関するフィードバックを受け、三宅方式の「世界最高の基板」を生かした深紫外LEDの事業展開を実施するため、法律事務所と特許実施許諾のスキームを検討して、2023年に地域企業と実施許諾の契約を締結しました。また、三重地域における深紫外LEDのエコシステム形成のため、三重県内の企業とも密接に連携して、さらなる研究開発と量産に向けた技術指導を開始し、2023年には国際会議や展示会に企業ブースを出展し、本成果物であるサファイア上のAlN基板を販売するビジネスを開始しました。

一方で、名古屋大学や名城大学等と共に産学官の連携を展開し、窒化物半導体の結晶成長、デバイス開発、事業化に関する技術や情報が集積した中核拠点として、「窒化物半導体デバイス・バレー」の形成を目指しています。



量産・国内外販売を前提とした特許取扱い検討 (各社契約着手前)

■ 事業成果③：特許獲得、論文掲載等

《本事業において獲得した特許》

- 本事業の実施を通じて、コア特許の権利化を進めました。また、コア技術の特許に基づく事業の保護強化のため、周辺特許・基板(物質)特許の取得も以下の通り実施しました。
- ・本事業開始後、周辺特許取得を図り、国内で17件、海外で10件の特許出願を完了。このうち2024年1月時点で、国内は10件、海外は5件が権利化済み。
 - ・低圧スパッタ法、オフ角基板、高温MOVPEで積層、高濃度Mgドーピング、極性反転等の結晶成長技術を組み合わせた複合プロセス特許を出願。LEDエピに関する特許も出願。
 - ・コア技術は第三者による権利侵害の特定が難しいため、コア技術を分割出願により、基板(物質)特許としての権利化。

《本事業に関連した学会発表・論文》

- ・上杉謙次郎, 窪谷茂幸, 中村孝夫, 久保雅敬, 三宅秀人, 「高温アニールAlNテンプレートをを用いたUV-C LEDの開発」, ワイドギャップ半導体学会第4回研究会, (2021.12.10)
- ・臧 黎清, 島田 康人, 三宅 秀人, 西村 訓弘, 「ゼブラフィッシュ胚における深紫外線LED光照射の網羅的分子応答機構解析」, 第44回日本分子生物学会, (2021.12.3)
- ・K. Uesugi and H. Miyake, "Fabrication of AlN templates by high-temperature face-to-face annealing for deep UV LEDs", Japanese Journal of Applied Physics, 60, 12, 120502 (2021.12.2)
- ・Liqing Zang, Yasuhito Shimada, Hideto Miyake, Norihiro Nishimura. Transcriptome analysis of molecular response to UVC irradiation in zebrafish embryos. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2022.

問合せ先

三重大学 地域創生推進チーム

〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

TEL : 059-231-6267 E-mail : regional-t@ab.mie-u.ac.jp

URL : https://mie-u-eco-sys.jp/ (「エコ三宅方式」で検索)