

生体材料工学研究所



医用器材研究所看板



生体材料工学研究所看板

Message

生体材料工学研究所長挨拶

生体材料工学研究所長
影近 弘之
Hiroyuki Kagechika



医療分野における
「ものづくり」拠点として

生体材料工学研究所は、1951(昭和26)年に歯科材料研究所として設置され、以後、医療系総合大学における理工系の教育研究を担ってきました。医歯学、生命科学の研究者と密接に連携し、医療分野で有用な「ものづくり」を鍵として、生体材料、生体システム、医薬化学の各分野で先端的な研究と人材育成を行う、世界でもユニークな研究所として70年以上の歴史と伝統があります。これまで、医用器材研究所(1966年)、生体材料工学研究所(1999年)へと改組、改称して、現在に至っています。研究所発足の経緯、歴史、代表的な成果については、本誌特集号「生体材料工学研究所60年史」に詳細に記載されていますので、是非ご一読ください。

本研究所は、学術性に加えて、医歯工連携、産学連携の実績を重視した体制をとることで世界をリードする研究を行うとともに、抗血栓性ポリマー、歯科用接着剤、歯科用チタン合金、アパタイト、急性前骨髄球性白血病治療薬、手術支援ロボットなどの多くの製品を社会に送り出し、医療および歯科医療の進展に貢献してきました。最近では、研究所の教員が研究成果をもとに人工心臓、手術ロボット、生体模倣システム、生殖補助医療、人工臓腑、DXプラットフォーム等に関するベンチャーを設立し、社会へ貢献しています。

本研究所は、現在、材料科学研究部門、医療工学研究部門、創薬科学研究部門の3部門12分野から構成されてい

ます。小さな所帯であるため、様々な大学間連携を推進してきました。2010年より材料系の6研究所連携プロジェクトに参画し、現在は「国際・産学連携インヴァーシブイノベーション材料創出プロジェクト」におけるバイオ・医療機器材料分野を担当しています。また、2017年から文部科学省共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」に認定され、その中核機関として東京工業大学未来産業技術研究所、広島大学半導体産業技術研究所、静岡大学電

子工学研究所とネットワークを形成し、高水準工学技術に立脚した高度医療の実用化を目指した共同研究を推進しています。幸いにも第I期の事業でS評価をいただき、2022年度から第II期の事業を開始し、AI・IoTを基盤として、ニューノーマル社会の医療基盤を創成したいと考えています。また、創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム事業(BINDS)等のプロジェクトおよびリサーチコアセンターと連携した創薬シーズ開発推進室を通して、画期的創薬を目指す研究者を幅広く支援する活動に取り組んでいます。

教育面では、2003年に難治疾患研究所とともに理工系の大学院の設置や、研究所独自の人材養成プログラム(2005~2009年)を行ってきました。大学院は2012年に医歯学総合研究科に統合されましたが、工学、化学に関する教育や研究指導を行うことで、最先端研究を先導し、技術革新を目指す人材の育成を行っています。

本学は2024年10月に東京工業大学と統合し、東京科学大学として新たなスタートを切ります。新大学は、医歯工連携の推進、そしてコンバージェンス・サイエンスへの展開を目指しています。これは、まさしく本研究所の取り組みと合致しており、これまでの実績をさらに発展させる良い機会であると考えています。医療分野における「ものづくり」の拠点として、一層研究教育に専念し、努力していきたいと考えております。

1983年東京大学薬学部卒業、1985年同大学大学院薬学系研究科博士課程中退、同薬学部・教務職員、1986年助手、1999年助教授を経て、2004年東京医科歯科大学疾患生命科学部教授、2012年同大学生体材料工学研究所教授、現在に至る。2010年同大学大学院疾患生命科学部部長、生命情報科学教育部長、2012年医歯学総合研究科副研究科長、2020年生体材料工学研究所長、現在に至る。

6大学研究所連携による インヴァースイノベーション

生体材料工学研究所は、インヴァースイノベーションにより革新的な技術を創出する「国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト」に取り組んでいます。

生体材料工学研究所は、6大学研究所連携プロジェクト「国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト」に参画しています。本プロジェクトは、新しい研究開発アプローチ「インヴァースイノベーション」により、喫緊の社会的要求が山積している医療・環境・エネルギー材料分野での革新的な技術創出を加速化し、新たな学術研究体系を構築することを目指しています。本プロジェクトにおいて、当研究所はバイオ・医療

機器材料分野を担当しており、その取り組みや成果について紹介します。

6大学研究所連携プロジェクトの歩み

本プロジェクトは、金属ガラス・無機材料接合技術開発プロジェクト(2005年度～2009年度)に端を発します。当時の構成研究機関は、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、大阪大学接合科学研究所の3研究所

でした。その後、応用志向の3研究所(名古屋大学未来材料・システム研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構、東京医科歯科大学生体材料工学研究所)が加わり、現在の6研究所体制になりました。さらに、シームレスな発展的進行、成果の社会還元、新学術の人材養成等を目指して、ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト(2016年度～2020年度)が実施され、現在のプロジェクトへと繋がりました。このように、6大学研究所

連携プロジェクトは約20年の歴史を有します。2020年度までに当研究所が実施した共同研究の主な成果として、生体吸収性非晶質合金の開発、生体適合性向上のためのフェムト秒レーザー照射による酸化チタン膜への周期的微細構造形成技術の確立、チタン金属ガラスの生体展開、積層造形体の耐食化・生体機能化、金属バイオマテリアルの水熱電気化学処理が挙げられます。

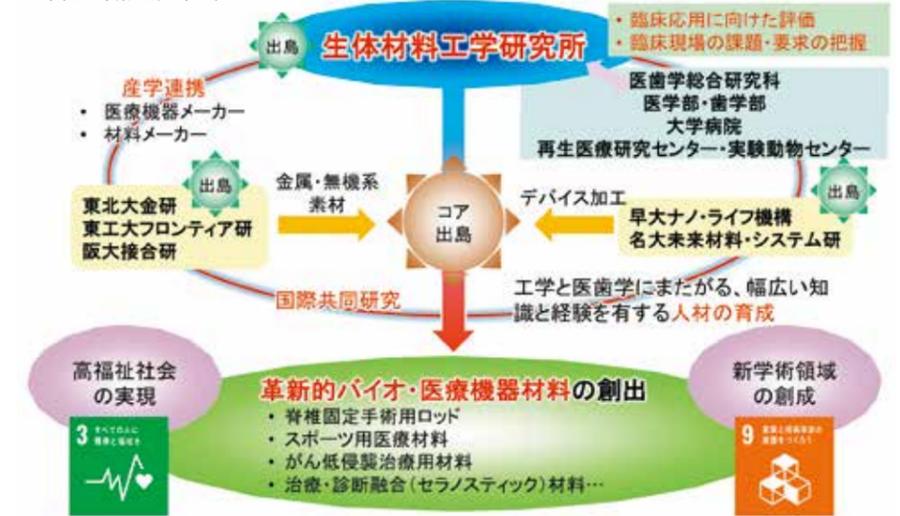
国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト

当研究所は6大学研究所連携プロジェクトを通じて、優れた研究成果を挙げてきました。一方で、医療・環境・エネルギー材料分野での革新的技術創出の加速化と迅速な社会実装のためには、これまでの研究開発とは異なるアプローチが必要です。「インヴァースイノベーション」は、社会実装によって生まれた新たな課題や社会的要求から新機能の創成を実現する、新しい研究開発アプローチです(図1)。

本プロジェクトでは、医療・環境・エネルギー材料分野における社会的要求を起点に「コア出島」において課題を設計し、6大学に設置した「マルチ出島」を通じた人と知の循環により課題解決を図ることで、社会的課題解決に資するイノベーション創出を加速化します。さらに、「社会の出島」を通じた産学連携・情報発信により社会実装を推進し、基礎から応用にわたる新学術分野を確立します。

また、当研究所は本学の医・歯の分野と連携し、革新的バイオ・医療機器材料の開発にも取り組んでいます。2023年度は21件の学内外の共同研究が実施され、2021年度からこれまでに10回のバイオ・医療機器材料分野研究会が開催されました。その成果は、数多くの受賞やプレスリリースに繋がっています。「チタンの優れた生体適合性の原理を表面電子バンド構造から解明—高い耐食性と適度な反応性の両立—」は、本学と大阪大学との共同研究です。チタン

図2 当研究所の取り組み



およびチタン合金は、金属材料の中で特に優れた生体組織適合性を示すことから、医療機器の素材として多用されています。その優れた生体適合性は高い耐食性のみによるものではなく、別の因子があると予想されていましたが、それが何であるかは不明でした。本研究によって、チタンの不動態皮膜の電子バンド構造とバンドギャップエネルギーが明らかとなり、チタンが優れた生体適合性を示すのは、高い耐食性と適度な反応性を同時に発現するためであることが明らかになりました。本研究の成果は、マテリアルの生体反応を電子の授受に基づいて説明する道を拓くとともに、生体適合性を表面電子状態から統一的に理解する端緒となります。また、マテリアルDXやマテリアルズ・インフォマティクスへの応用が期待できます。さらに、将来は動物実験や細胞実験なしに、材料の生体適合性を予測できるかもしれません。

大学統合による研究所間連携の強化、プロジェクトの発展

6大学研究所が有する「金属、セラミックス、接合分野における世界屈指の学術基盤」と「医療・環境・エネルギー材料分野における世界屈指の研究開発基盤」の融合により、医療・環境・エネルギー材料分野での革新的技術創出の加速化と迅速な社会実装が可能になります。また、本学と東京工業大学の統合によって、特に東京工業大学フロンティア材料研究所と当研究所の連携がさらに強化され、研究所間共同研究の活性化が期待されます。当研究所は、医療の分野で有用な「ものづくり」を鍵とし、各研究分野で先端的研究を行う世界でもユニークな研究所として、今後も本プロジェクトを通じた革新的なバイオ・医療機器材料に関する先端研究とその社会実装および人材育成に取り組んでいきます。

図1 プロジェクトの実施体制



生体医歯工学共同研究拠点

生体材料工学研究所では、文部科学省ネットワーク型共同利用・共同研究拠点を、国立大学に附置される4つの研究所と連携して形成し、組織を超えた共同研究の促進に向けて活動しています。

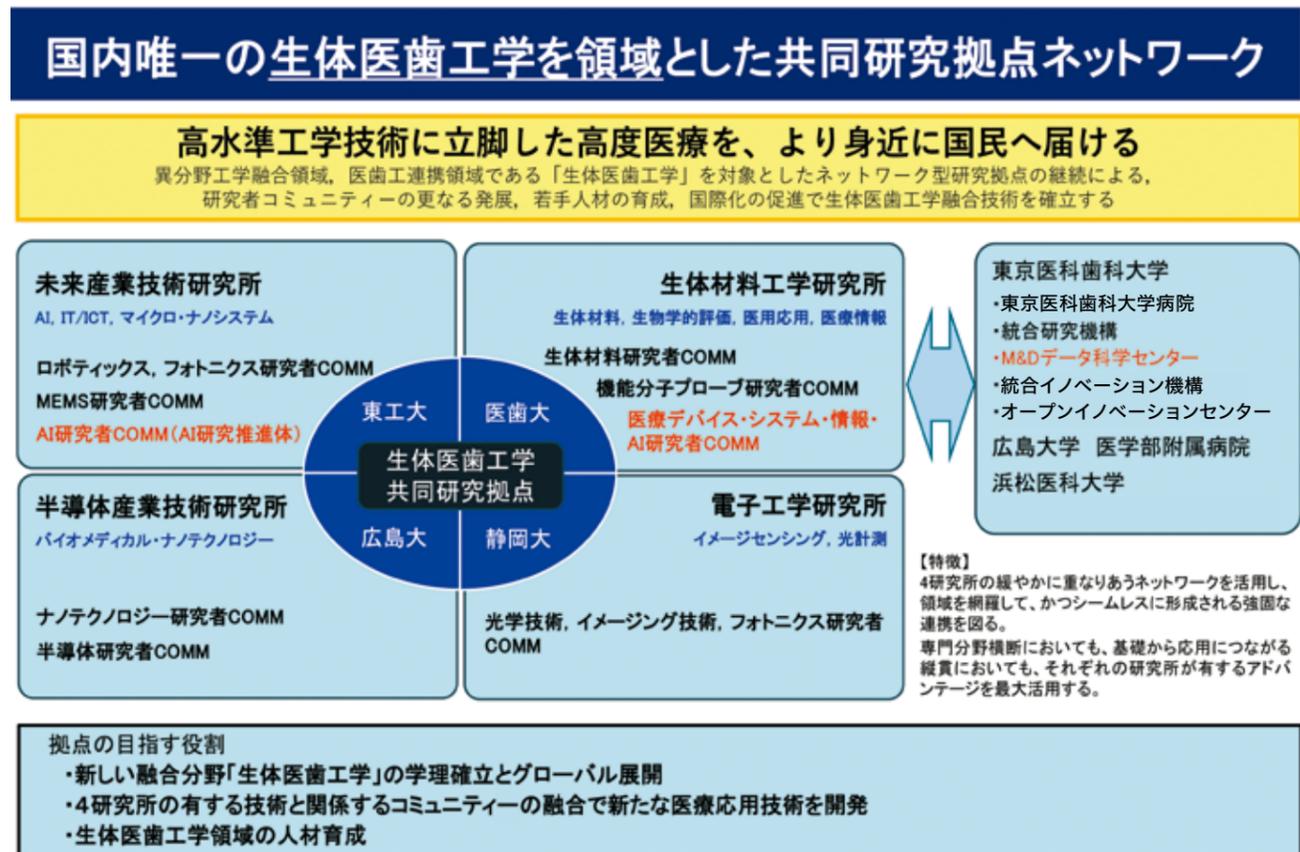
連携研究機関の機能融合

生体医歯工学共同研究拠点は、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、広島大学半導体産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所により形成された「生体医歯工学」を研究対象とする異分野

連携ネットワーク型研究拠点です。各研究所がそれぞれの強みである技術を活かし、それらを融合して、2017年度から共同研究ネットワークを形成しています。また、4研究所の研究者間の共同研究に加えて、拠点外の研究者コミュニティとの共同研究を推進する体制を整えています。生体医歯工学共同研

究拠点における体制の概要を図1に、目標とする研究成果の社会還元を図2に示します。代表的な研究分野として将来の医療、生命科学の発展に資するウェアラブルデバイス、イメージセンシング、ロボットシステムに関する共同研究を推進しています。これらの共同研究により高水準工学技術を実装した、

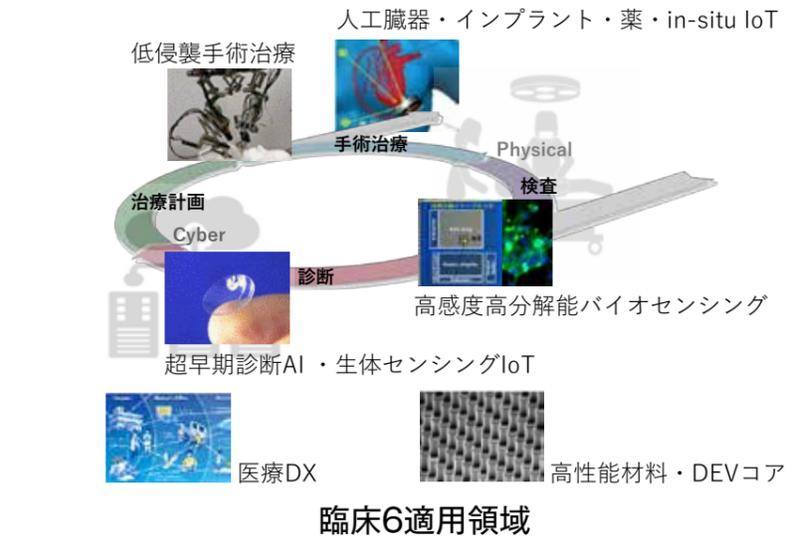
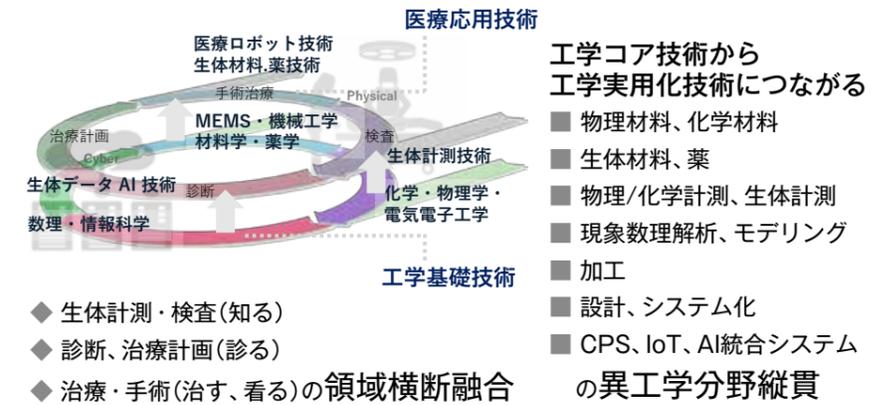
図1 生体医歯工学共同研究拠点体制の概要



生体材料、医薬、バイオセンサー、低侵襲治療ロボット、インプラント、AI・IoT・DXの開発を目指しています。第一期にあたる2017年度から5年間の活動では、社会実装の成果として、空圧制御手術支援ロボットの研究開発（触覚実装、剛性可変アクチュエータ）（リパーフィールド株式会社）、コンパクト超音波乳がん検出装置、脳波による行動予測Brain-Machine Interface、指装着型血液モニター、手術プロジェクションマッピングなど、上市あるいは臨床試験実施まで行った複数の成果を達成しました。また、共同研究を通して医歯工融合分野において高いコミュニケーション能力を持ち、国際的に活躍する若手研究者を育成しました。

本事業は2022年度から第二期に継続され、実施されています。本事業を通して実施した共同研究数は、第一期から年々増加傾向にあり、2024年度は276件の共同研究を支援します。また、各研究所の強みを活かしながらさらに連携を強化するため、第二期から新たに「生体情報AI」、「AI診断・IoTセンシング」、「生体画像センシング」および「せとうち半導体共創」の4つのコンソーシアムを立ち上げ、共同研究の拡充強化に取り組んでいます。さらに、「生体情報AI/IoT道場」、「MDデジタルマニファクチュアリング道場」、「生体画像センシング道場」および「医療ナノデバイス・マテリアル道場」を開催し、共同研究拠点施設を活用した若手育成にも積極的に取り組んでいます。2023年度からは、「国際武者修行」の募集を行い、若手研究者が海外での研究に従事

図2 生体医歯工学共同研究拠点が目指す学術研究成果の社会還元



して共同研究へと発展させる取り組みも行っています。引き続き、COVID-19関連研究への研究支援強化ならびにDX化による情報共有と情報公開の強化なども行っています。COVID-19の感染拡大により世界の人の生活様式が大きく変わり、将来の社会の在り方などにも大きな影響を及ぼしています。生体医歯工学共同研究拠点ではCOVID-19による社会課題を解決するために研究課題にも取り組み、より安

全で安心のできる社会の実現を目指して共同研究を実施しています。2024年10月の東京工業大学との統合による東京科学大学の発足にともない、本事業は3大学4研究所の体制に変更となります。大学統合により、これまで以上に研究所間の交流ならびに国内外の他研究所との交流を加速させ、高水準工学技術に立脚した高度医療をより身近に国民へ届けるべく、事業を進めてまいります。

創薬を志向した医歯工連携研究の橋渡し： 創薬シーズ開発推進室

現在、生体材料工学研究所がリサーチコアセンターと連携して運用している「創薬シーズ開発推進室」は、2006年に大学院疾患生命科学研究部が当研究所、難治疾患研究所と協同して設置した「ケミカルバイオロジースクリーニングセンター」に端を発します。以後、ケミカルバイオロジー研究、医歯工連携研究推進をサポートしてきました。

ケミカルバイオロジーは、1990年代初

頭にアメリカで提唱された研究領域であり、化学の知識と技術を基盤とし、生命現象を解明する学問です。わが国においても、2000年初頭より、化合物ライブラリーの構築を始めとしたケミカルバイオロジー研究体制の整備が訴えられるようになりました。そのような中、本学では医歯学・生命科学分野の研究者と、理工学分野の研究者とが密に連携した研究体制構築の重要性がいち早く認識さ

れました。2003年に両附置研究所が基盤となって理工系大学院である生命情報科学教育部・疾患生命科学研究部を設置した際に、わが国で初めてケミカルバイオロジーという名称をつけた分野を立ち上げ、当研究所所属だった教員2名が担当教授の任に就いています。以後、研究部と両附置研究所が連携して、ケミカルバイオロジーの推進を図ってきました。2005年には第一回ケミカルバイオ

図1 創薬シーズ開発推進室の研究サポート体制

化合物に関するご相談

- ✓ 目的の活性化化合物を探索したい
- ✓ 化合物ライブラリーを使ってスクリーニング実験をしたい
- ✓ ヒット化合物やその誘導体を入手、創製したい
- ✓ 化合物の正式な命名や扱い方を知りたい
- ✓ 文献で記載されている化合物を使用してみたい
- ✓ 化合物に関する共同研究者を探したい

➤ 化合物を使用した様々な研究にお答え出来るサポート体制を整備



- 化合物情報管理ソフト ChemOffice(Windows)/ChemDraw(Mac)の全学ライセンス管理
- 化合物に関する論文や特許の抄録付き文献紹介、市販品情報、有機化学反応情報が検索可能なSciFinderの管理

化合物ライブラリー

- 化合物ライブラリーの管理と提供
- 合成化合物の受け入れとライブラリーの拡充
- スクリーニング系に適した化合物選定のアドバイス等

- 機能未知低分子化合物 約18,000個
↳ 構造多様性を重視した市販化合物
- 機能既知低分子化合物 約1,900個
↳ 特許切れ等の薬理活性が既知の市販化合物
- 東京医科歯科大学オリジナル化合物 約1,000個
↳ 学内研究者提供の化合物



保有化合物の詳細情報は全て独自のDatabaseに掲載

化合物スクリーニング

- スクリーニング系が測定機器に対応しているか、サンプル作製は適当であるか、等のアドバイス
- 機器使用手順のサポート
- 充実したスクリーニング関連実験室・機器の整備



自動分注機



プレートリーダー



培養室

図2 創薬シーズ開発推進室の実験室風景



ロジーフロンティアシンポジウムを開催し、また、日本ケミカルバイオロジー研究会(現・日本ケミカルバイオロジー学会)発足の一翼を担い、学内に研究会事務局を設置しました。そして、湯島キャンパス(当時の3号館)にケミカルバイオロジースクリーニングセンターを設置し、学内のケミカルバイオロジー研究推進に向けてスタートしました。文部科学省特別教育研究経費の支援によるケミカルバイオロジー推進基盤整備事業のもと、スクリーニングセンターでは化合物ライブラリーを設置し、化合物のスクリーニングを行う各種機器を整備すると同時に専任の教員を配置しました。化合物ライブラリーは小規模ながら、本学の研究室が合成し、保有する独自の化合物を含み、化合物を用いた研究、スクリーニングに馴染みのない研究者に手厚いサポートをする体制を構築することで、主に学内のケミカルバイオロジー研究推進に向けて、医学、歯学、生命科学研究者と化学、薬学分野の研究者との橋渡しとしての役割を担ってきました。

2011年には、ケミカルバイオロジー推

進基盤創出事業は、センシングバイオロジー(当研究所)とパソ・シグナリングバイオロジー(難治疾患研究所)と融合し、新たに「異種バイオサイエンス技術の連携によるネオバイオロジー推進基盤創出事業」へと展開しましたが、翌年の大学院および生体材料工学研究所の改組により、ケミカルバイオロジースクリーニングセンターは「医療機能分子開発室」(生材研医歯工連携実用化施設内)と改称し、現在の駿河台キャンパス(22号館)へ移転、スペースの拡充、専任教員の増員を行いました。学内に本施設を広く周知し、利用してもらうためにホームページを全面リニューアルし、Chemical Biology News Letterを発行、利用者および設置機器講習会に加えて機器初心者トレーニングを行うとともに、化合物相談窓口を設置して学内に公開しました。これにより、化合物および共同研究に関する質問や当施設設置機器への相談件数が飛躍的に増大しました。

冒頭にも記載しましたように、2021年から本施設はリサーチコアセンターとの連携による運用となり、スクリーニング、

そして医療機能分子開発から一歩進んで創薬シーズ開発へと名称を変更することで、目的を「医療に应用可能な化合物の探索及び実用化研究を推進する」と明確化しました。リサーチコアセンターとの連携により、本施設設置当初から継続使用されていた機器を更新することで学内随一の性能を持った機器を新たに導入し、さらに、培養室を含む実験設備も刷新しました。これにより、学内外問わず受け入れ可能な体制が整い、本施設の汎用性の高い利用が可能になりました。現在のサポート体制を図1に示します。これまでに本施設の化合物ライブラリーやスクリーニングを起点として、生命現象や疾病の理解とその制御に関する学内外の様々な共同研究が誕生し、その幾つかは医療応用に向けた研究へと発展しています。創薬は多くのハードルをクリアしなければならず、非常に長い年月がかかる上に成功率の低い事業ではありますが、創薬シーズ開発推進室では、「大学発創薬」を目指して、医歯工連携研究のサポートを一層充実化し、努力していきたいと考えています。