

山口大学生命医工学センター(YUBEC)の紹介

医学と工学の融合による未来医療への貢献



センター概要

設立年度

2014年度に医工学連携研究の拠点として発足

研究期間

2019年度～2026年度（8年間）の第2期プロジェクト進行中

研究代表者

水上洋一 教授（大学研究推進機構・教授）

研究グループ構成

総勢39名の研究者による3部門体制で運営

YUBECの沿革と目的

2001年

専攻設立

医学系研究科に
応用医工学系
専攻を設立

2006年

専攻拡充

応用分子生命科学系専攻を
設置
医・工・理・農の4学部が
協力

2014年

センター発足

生命医工学センター
(YUBEC)
正式発足

2019年

第2期開始

第2期プロジェクト開始
自立した活動体制へ移行

2024年

新体制

企業会員制度の導入
実用化・商品化の促進

YUBECの基本

YUBECは医学と工学の融合により革新的な医療技術の開発と実用化を目指しています。

数学的アプローチ

医療データの統計処理
診断技術の向上
個別化医療の実現

化学的アプローチ

生体関連物質の研究
医療関連物質の合成・精製
ドラッグデリバリー開発

工学的視点

ヒトの体を物質・情報処理機械として捉え、工学的に解析
応用

物理学的アプローチ

力学的解析の実施
物理ファクターの利用
医療機器の開発

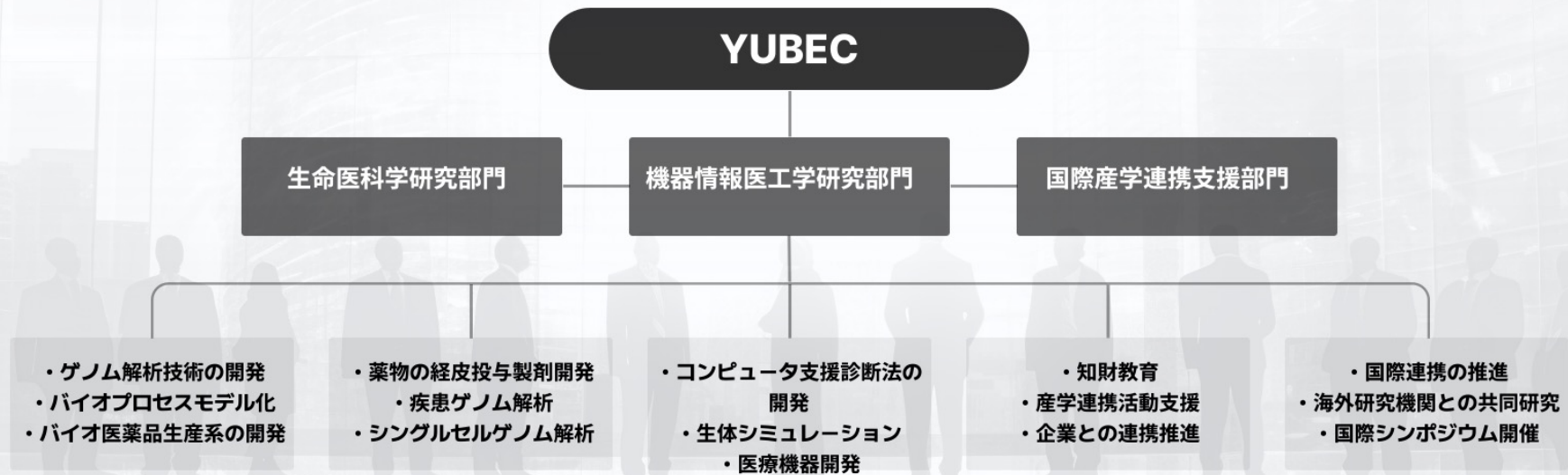
生物学的アプローチ

遺伝子操作技術の活用
タンパク質医薬スクリーニング
生体機能解析技術の応用

産学連携

地域への医工学普及
企業との連携強化
研究成果の実用化推進

研究体制



研究実績の例

関節軟骨の動態解析

力学・電気化学的手法を用いた関節軟骨の動態解析により、整形外科疾患の新たな治療法開発に貢献。

心臓循環系シミュレーション

心疾患治療機器開発のための数理シミュレーションモデルを構築し、効果的な治療機器の設計に応用。

がん転移・再発予測

数学的統計パターン認識手法を応用し、がんの転移・再発を高精度に予測する技術を開発。

次世代型ワクチン開発

膜透過性ナノ集合体を利用した次世代型ワクチン開発により、効率的な免疫応答を実現。

生殖工学研究

脊椎動物での受精・発生機構の解析を通じて、生殖医療技術の向上に貢献。

タンパク質医薬品精製

タンパク質医薬品精製プロセス設計モデルの開発により、高品質な医薬品の効率的生産を実現。

YUBECの強みと独自性

医学と工学の融合

山口大学は2001年に応用医工学系専攻、2006年に応用分子生命科学系専攻を設立し、医工学連携の先駆者として活動してきました。この長年の実績を基盤に、医学と工学の境界領域で活躍する研究者が集結し、YUBECが誕生しました。

医学と工学の融合により、従来の単一分野では解決できなかった医療課題に対して、革新的なアプローチが可能となっています。

多分野専門家の集結

化学・生物学・情報学・機械工学など多様な専門分野の研究者による学際的アプローチにより、複合的な医療課題の解決を実現。

産学連携の推進

企業との連携強化による研究成果の実用化を積極的に推進し、基礎研究から臨床応用までの一貫した研究開発体制を構築。

2025年度の計画

組織再編

定年・転勤等により転出したメンバーの補充と、研究体制の強化に向けた部門の再構成を実施

- ・新規メンバーの積極的な勧誘
- ・部門間の連携強化による相乗効果の創出

商品化

これまでの先進研究成果を実用化し、社会実装を加速するための取り組みを強化

- ・研究成果の商品化推進
- ・ベンチャービジネス創出支援の体制構築

企業連携

産学連携を強化し、企業との協力体制を構築することで研究成果の社会実装を促進

- ・企業会員制度の拡充
- ・年一回の商品化相談会の実施

資金循環

研究活動と資金獲得の好循環を生み出すシステムを構築し、センターの持続的な発展を目指す

- ・企業からの資金援助の獲得
- ・商品実用化による収益の研究活動への還元

**山口大学 生命医工学センター
異分野融合の試み**

1) 画像×薬剤学×膜工学

「経皮・経粘膜ワクチンの“その場”可視化最適化プラットフォーム」

- 目的：投与後の薬剤（抗原・アジュバント）の移行・滞留を超音波・画像AIで可視化し、製剤組成をデータ駆動で最適化
- 想定コラボ：経皮・経粘膜ドラッグデリバリー（通販）× 人工細胞膜/脂質膜（吉本 誠）× 超音波・生体計測（齊藤/森）× パターン認識・CAD（浜本/木戸/平野）。
- 新規性：製剤側（膜/エマルションの微細構造）と体内ダイナミクスの非侵襲画像を同一プラットフォームで最適化
- 最初の実験：蛍光標識モデル薬で皮膚/粘膜ファントム→ラットで超音波B-mode+機械学習で分布・滞留量を推定、膜組成（脂質比・界面活性剤）をベイズ最適化
- 12-18か月：画像指標（AUC, $C_{max_in_tissue}$ ）で**従来組成比+30%**の粘膜滞留を達成。学会発表→AMED/創薬基盤へ申請。

2) プロセス工学×AI×バイオ製造 「PEG修飾/巨大分子の“温度応答型”連続精製×機械学習制御」

目的：温度・塩濃度・溶媒条件で相挙動が変わるタンパク医薬の連続分離を、オンライン計測+MLで自律最適化

想定コラボ：バイオ医薬分離（山本/吉本 則子）× 溶液・イオン液体物性（藤井）× 医用データ解析（浜本）

新規性：相分離/沈殿/クロマトを一体化した連続プロセス+オンライン多変量学習。

最初の実験：モデル抗体の温度勾配連続分画装置を試作→UV/RI/粘度センサで多点計測→XGBoostで歩留まり・純度を同時最大化

12-18か月：ベンチ規模で**純度>98%、回収>85%**の達成。産学連携（CDMO/装置メーカー）へ展開

3) 放射線治療×FEM×機能性ポリマー 「個別化乳房変形FEM×画像誘導照射×生体密着マーカ―」

- 目的：乳房の姿勢/呼吸で変形する標的を患者固有FEMで予測し、画像誘導照射を高精度化。皮膚に貼付する温度応答ゲル・マーカ―も開発
- 想定コラボ：画像誘導放射線治療（澁谷）× 生体変形FEM/逆動力学（陳）× 高分子ゲル（藤井）× 画像解析（木戸/平野）
- 新規性：材料×モデリング×臨床の統合で、位置ずれ要因を同時に抑制
- 最初の実験：健常ボランティアで超音波/表面スキャン→FEM校正→ゲルマーカ―のずれ量をCT/超音波で検証。
- 12-18か月：前向きパイロットでPTVマージン20-30%縮小の指標を提示。医工連携治験準備。

4) 生殖細胞Ca²⁺ダイナミクス×神経可塑性 「受精Ca²⁺波に学ぶ“神経学習”ーバイオインスパイアド可塑性デバイス」

目的：受精時のCa²⁺波/多精ブロック機構から着想し、神経回路のスパイク時空間コード制御デバイス（光/化学）を設計

想定コラボ：受精機構（岩尾）× 学習・記憶生理（美津島）× 人工膜/触媒（吉本 誠）

新規性：生殖細胞特有の全細胞スケールCa²⁺波を、神経可塑性制御の新原理に翻訳

最初の実験：脂質二分子膜上にCa²⁺感受性ナノバルブ（チャネル模倣）を構築→培養ニューロンへ局所Ca²⁺波形を転写→LTP/LTDの誘導確率を比較

12-18か月：概念実証（in vitro）＋ニューラルネット模倣デバイスの初期特許出願

5) 呼吸器画像×ドラッグデリバリー×イオンゲル 「びまん性肺疾患CADと吸入型タンパク治療の共設計」

- 目的：CADで病変パターンを定量サブタイプ化し、サブタイプ別にイオン液体ゲルベースの吸入製剤をチューニング
- 想定コラボ：びまん性肺疾患CAD（木戸/平野）× イオンゲル/高分子物性（藤井）× 分離・精製（山本）
× 臨床（澁谷）
- 新規性：診断アルゴリズム→製剤設計→臨床適用の閉ループ化
- 最初の実験：既存CTデータでクラスタリング→各群に対しエアロゾル粒径/粘弾性を最適化→ブタ肺モデルで沈着分布を評価
- 12-18か月：動物で沈着効率+25%、気道炎症指標低下を示す→医師主導治験の準備。

6) ゲノム×酵母生産×画像AI

「がん変異パネルを“酵母外分泌”で高速作製し、画像バイオマーカーと統合する創薬基盤」

- 目的：乳がんなどの変異パネルを酵母高発現/分泌系で迅速生成→タンパク質パネルをワンストップ精製→画像バイオマーカーと統合して薬効予測
- 想定コラボ：ヒト遺伝子操作・酵母高生産（赤田/星田）× ゲノム解析（水上）× 分離プロセス（山本）× 医用画像AI（浜本）
- 新規性：ゲノム→タンパク→画像を数週間スケールで回す“実験×AI”サイクル
- 最初の実験：代表的変異10種を分泌発現→温度/塩/二相系で迅速精製→細胞/オルガノイド実験と画像特徴量の対応付け
- 12-18か月：薬剤感受性の画像駆動予測モデルAUC>0.8を達成、企業共同研究へ。

中長期的な方針

実用化

先進的な研究成果を医療現場や産業界で活用できる形に発展させ、社会に貢献する技術として実装

- ・ 医薬品製造技術の実用化
- ・ 医療機器の商品化推進

産学連携

企業との連携を強化し、研究成果の社会実装を加速するとともに、新たな研究テーマの創出を促進

- ・ 企業会員制度の拡充
- ・ 共同研究の質と量の向上

国際展開

海外の研究機関や企業との連携を強化し、国際的な研究ネットワークを構築して研究力を向上

- ・ 国際シンポジウムの継続開催
- ・ 海外研究機関との共同研究推進

ブランド化

山口大学における医工学研究の特色を明確にし、国内外に向けて強力に発信することでブランド力を強化

- ・ 医工学ブランドの世界発信
- ・ 特色ある研究領域の確立

まとめと今後の展望

2024年度の成果

2024年度は研究活動、外部資金獲得、社会実装の面で着実な進展がありました。特に国際バイオ分離シンポジウムの開催、大学発ベンチャーの設立、大阪大学微生物病研究所との戦略的パートナーシップ締結など、将来の発展につながる重要な成果を達成しました。

自己評価においても全ての項目で「計画を順調に実施している」との評価となりました。

課題

センター全体としての活動をさらに活性化し、個人やグループの研究成果を組織的な成果へと発展させる体制の強化が必要です。

今後の展望

産学連携の強化と研究成果の社会実装を加速し、医工学研究の拠点として国内外での存在感を高めていきます。

YUBECが目指す未来社会への貢献

健康寿命の延伸

高齢化社会における健康寿命の延伸に貢献し、QOLの向上と医療費削減を実現

感染症対策

新規ワクチン開発や診断技術の向上により、感染症対策に貢献

医療の高度化

個別化医療・精密医療の実現により、効果的で副作用の少ない医療を提供

地域活性化

産学連携による新産業創出を通じて、地域経済の活性化に貢献

➤ YUBECは医学と工学の融合研究を通じて、社会的課題の解決と人々の健康増進に貢献します。今後も産学連携を強化し、研究成果の社会実装を加速していきます。