

旭川医科大学先進医工学研究センター

旭川医科大学先進医工学研究センター

武輪 能明

Yoshiaki TAKEWA



1. はじめに

旭川医科大学は1973年に開学しましたが、先進医工学研究センターが開設されたのは新しく、2020年1月に、私、武輪能明がセンター長として赴任し体制整備の後、同年4月1日付けでした。もともと本学は日本の最北端にある医科大学という地理的な特徴から、遠隔医療などにいち早く取り組んだ歴史があります。また、現代の医療は、昔からの経験を基にした診断力と簡単な道具を使った治療により成り立っていた時代から、科学技術の進歩により生まれた診断機器と複雑な治療機器を駆使して治療にあたる様態へと変化しています。当センターは、医工学の知識を基に最先端の医療機器の開発や革新的な治療技術の発案を行う拠点にしようという目的をもって設置されました。

2. 研究施設

当センターの特徴は何と言っても、人工心臓や人工肺、人工弁など、ヒトに使用する医療機器の性能評価が可能であることで、ヒトに近い体格や循環血液量をもつブタやヤギなどに機器を装着した状態で数ヶ月以上慢性的に評価できる大動物実験施設を有しています。大動物実験施設の中には、ヒトの手術室6室分(227 m²)の広さの大動物手術室(図1)があり、多数の大動物を用いたウェットラボや手術手技トレーニングが可能です。大動物手術室の中には、ヒトの手術で使用される、手術台や无影灯、麻酔器、バイタルモニタ、電気メス、吸引装置、血液検査機、冷却遠心分離器だけでなく、オートクレーブやエチレンオキサイドガス

(EOG)滅菌滅菌器の他に、人工心肺装置、血管造影用X線Cアーム撮像器、最新超音波診断装置まで備えています。大動物飼育室(183 m²)にはヤギやブタなどが種を分けて飼育されており、当センターでは常時最大6頭の大動物慢性実験が可能です。

さらに、循環器系の治療機器を*in vitro*で長期的に評価したり耐久試験をしたりできる模擬循環装置(Laboheart® NCVC®[ラボハート NCVC®], イワキ)を備えた実験室(図2)、組織培養および組織解析実験室、強度計測用の引張試験機を備えた組織力学耐久性試験室などもあります。

そして、良い研究には施設の充足の他にそれを行うノウハウを保持していることが重要ですが、その点においては、私、および准教授の井上雄介が、もともと国立循環器病研究センター研究所人工臓器部、東京大学医用生体工学講座、東北大学加齢医学研究所心臓病電子医学分野といった、これまで人工心臓の大動物実験をはじめとする世界レベルの人工臓器研究を行ってきた日本有数の研究室に所属していたことから、それらのノウハウをDNAのように受け継いで、世界的に見ても人工臓器研究に必要なエッセンスを十分に備えた人工臓器研究室として、ここ日本最北端の旭川に設置できたと自負しております。

3. 研究内容

当センターの主要研究は2つあり、1つは組織工学的手法によって作製する自己組織からなる人工心臓弁の開発です。

現在、使用されている2種類の人工心臓弁(機械弁と異種生体弁)以外の第3の人工弁として自己組織由来の生体弁が各所で開発されています。当センターでは他所とは異なり、皮膚の下など患者本人の体の中に弁を形作る鋳型を入れることにより、体が異物を包み込むカプセル化反応を

■ 著者連絡先

旭川医科大学先進医工学研究センター
(〒078-8510 北海道旭川市緑が丘東2条1-1-1)
Email. takewa@asahikawa-med.ac.jp



図1 大動物手術室(X線撮影同時対応)



図2 *in vitro* 模擬循環回路装置を備えた実験室

用いて弁組織を作製し、鋳型のみを取り除き傷害された心臓弁の部位に移し替える方法を考案し開発しています。これまでの研究では^{1), 2)}, 大動物に留置した人工弁に新たに宿主の細胞が入り込み元の組織に近い組織構造に変化したり、成長の可能性も有することが示されています。その特長を生かして、先天性心疾患に対する根治術後の肺動脈弁機能不全合併症を持つ患者に対して、非侵襲的経カテーテル留置を可能とするステント付き自己組織肺動脈弁を開発し、近い将来に臨床応用を実現すべく取り組んでおります。

主要研究のもう1つは、体外式膜型人工肺 (ECMO) を用いた新規呼吸不全治療法の開発です。近年問題となった、

新型コロナウイルス肺炎の患者が重症化し、ECMO装置をつけたまま集中治療室を長期に占領し医療崩壊に繋がった事案を解決するため、ECMO装着中に積極的に気道から薬剤を注入して、生存率向上とECMOからの早期離脱を促す新しい治療法を開発するという画期的な研究です。成ヤギに敗血症による急性呼吸不全を誘発し、ECMO補助の間に気管内に挿入したダブルルーメンカテーテルにより片肺のみ肺炎を抑える治療薬を注入して灌流し、無治療のもう片肺と比べて肺炎の程度がどれだけ改善するかを調べています³⁾。

これら2つの主要研究の他に、医療機器製造企業や開発企業との共同研究で新規医療機器の開発や改良、革新的な治療技術の発案および今後の医学発展の礎となる人工心臓や人工肺を用いた特殊循環の病態生理の研究などを行っています。

4. おわりに

医療機器の開発には高度な医学知識と工学知識が必要です。当センターでは医師と工学者からなるスタッフ4名と、臨床工学技士や医学生など(図3)が研究に携わっています。さらに、大学研究室単独の力では到底成し得ないほど研究内容が高度化しているため、医工連携・産学連携体制を積極的に推し進めることが重要です。今後も関連の大学、研究機関、医療機器企業だけでなく、高度な技術を有する他業種の企業にも参入をお願いしたいと考えております。

世界的レベルの医療イノベーションを目指して、より質の高い医療を提供するための研究開発を、ここ旭川で推進して参ります。

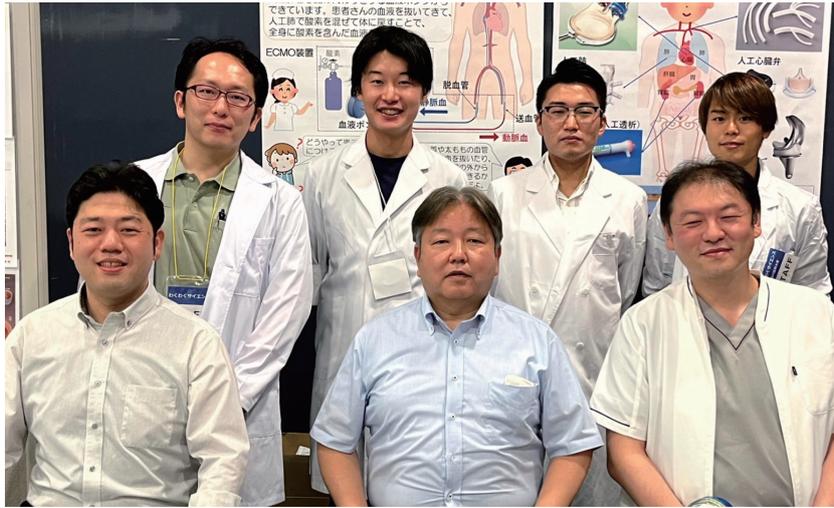


図3 旭川医科大学先進医工学研究センターのメンバー

利益相反の開示

武輪能明：【研究費・寄附金】株式会社ピエクレックス，泉工
医科工業株式会社

文 献

1) Takewa Y, Sumikura H, Kishimoto S, et al: Implanted
In-Body Tissue-Engineered Heart Valve Can Adapt the

Histological Structure to the Environment. *ASAIO J* **64**:
395-405, 2018

2) Takewa Y, Yamanami M, Kishimoto Y, et al: In vivo
evaluation of an in-body, tissue-engineered, completely
autologous valved conduit (biovalve type VI) as an aortic
valve in a goat model. *J Artif Organs* **16**: 176-84, 2013

3) Inoue Y, Sato Y, Terazawa T, et al: Development of an
aggressive therapy to administer drugs directly into the
trachea to improve survival and achieve early weaning of
patients on ECMO. *Int J Artif Organs* **46**: 434, 2023