

平成21年6月1日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2005～2008

課題番号：17209046

研究課題名（和文） 体内埋込式無拍動流完全人工心臓の基礎研究

研究課題名（英文） Basic study for implantable non-pulsatile total artificial heart

研究代表者

阿部 裕輔（ABE YUSUKE）

東京大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：90193010

研究成果の概要：無拍動流完全人工心臓の可能性を検討するために、体内埋込式無拍動流完全人工心臓を開発し、成獣ヤギに埋め込んで研究を行った結果、無拍動流でも生理的制御（正常な状態に維持するための制御）が可能で、ヤギの一般状態、血行動態、肝機能、腎機能や自律神経機能を正常に保つことができることを明らかにした。しかし、無拍動流では人工心臓への十分な血液流入を維持できないことがあったため、体内埋込式完全人工心臓に生理的制御を適応する場合には、ある程度の拍動性が必要であると考えられた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	12,500,000	3,750,000	16,250,000
2006年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2007年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2008年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
年度			
総計	38,000,000	11,400,000	49,400,000

研究分野： 医歯薬学

科研費の分科・細目： 外科系臨床医学・胸部外科学

キーワード： 完全人工心臓、拍動流、無拍動流、波動ポンプ、体内埋め込み

## 1. 研究開始当初の背景

近年、人工心臓技術の発達を背景として、心臓移植以外に治療手段が無い重症心不全患者の8割は体内埋込式補助人工心臓で、残りの2割は体内埋込式完全人工心臓で救命できると考えられており、人工心臓が、腎不全患者の腎臓移植に対する人工透析に匹敵する医療技術となるのもそう遠い未来ではなくなった感がある。補助人工心臓は、不全心臓に装着して心拍出量を補助するタイプの人工心臓であるために生理的な制御は必要なく、またある程度の心機能が残存していれば

連続流ポンプでも循環生理的な問題はあまり発生しない。しかし、完全人工心臓では、心臓を切除することにより神経系や液性因子による調節が遮断されるために循環生理的な問題が顕著化する傾向にある。とりわけ中心静脈圧の制御は難しく、生理的制御を欠く完全人工心臓装着動物は水分制限や水分バランスの厳密な調節を余儀なくされる。また、無拍動流ではモーター負荷の低減が可能であるためデバイスのさらなる小型高性能化が可能であるが、無拍動流の体内埋込式完全人工心臓は未だ開発されていない。

完全人工心臓の生理的制御方法としては、東京大学で開発した1/R制御が世界で唯一の方法である。1/R制御は末梢血管抵抗（R）の逆数を入力とする制御法であるが、無拍動流における生理的制御の可能性も明らかではない。

## 2. 研究の目的

本研究は、小型高性能な体内埋込式完全人工心臓開発のための基礎研究として、無拍動流完全人工心臓の可能性を検討するために、波動ポンプを用いて研究開発中の拍動流の体内埋込式完全人工心臓（波動型完全人工心臓）を基にして無拍動流の波動型完全人工心臓を開発し、波動型完全人工心臓を埋め込んだ動物（成獣ヤギ）を長期生存させ、拍動流と無拍動流の両者に生理的制御法（1/R制御）を適用し、無拍動流における生理的制御の可能性や限界を明らかにするとともに、無拍動流の体内埋込式完全人工心臓に特有の病態生理を解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 無拍動流完全人工心臓の開発

無拍動流の完全人工心臓を実現するために、波動型完全人工心臓4次モデルを改良して、人工弁を内蔵しない4次モデル(Ver. 4.4)を開発し、拍動流と無拍動流を同じデバイスで比較検討できるようにした。無拍動流における1/R制御を実現するために、人工弁を内蔵しない波動型完全人工心臓を拍動流および無拍動流で駆動可能な計測制御システムを開発した。さらに、プロダクトデザインの専門家にデザインコンセプトモデルを提案いただき、それを基にして、新しい波動型完全人工心臓（5次モデル）を開発した。また、数値流体解析による波動ポンプの改良、高耐久性の新しい血液ポンプの開発、センサーレス駆動系（センサーレスモーター駆動回路および駆動プログラム）の開発、埋込型圧センサーの開発、および拍動流と無拍動流の微小循環を観察し比較検討するための血管新生観察プローブの開発などを行い、さらに生体適合性向上のための新しい人工心臓用材料を開発するための基礎研究として、生体組織とのハイブリッド材料の研究を行った。

### (2) 動物実験

東京大学大学院医学系研究科動物実験委員会の許可の下、動物実験指針に従い、波動型完全人工心臓4次モデルおよび5次モデルと、開発した計測制御システムを用いて、拍動流および無拍動流による1/R制御の慢性動物実験を行った。体重40～60kgの成獣雌ヤギを用いて、右側臥位全身麻酔下に左開胸し、体外循環下に心臓を切除し、同所性に波動型完全人工心臓を装着した。術後は抗血栓性の評価のため、抗凝固療法および抗血小板療法

を行わずに管理した。術後2週間は拍動流で1/R制御を行い、その後適時無拍動流に切り替えて1/R制御を行った。拍動流から無拍動流に切り換える前後におけるヤギの一般状態、血行動態、肝機能や腎機能などを解析した。また、拍動流から無拍動流への切り替え前後1週間分の3分間隔計測データおよび前後24時間の連続計測データを基にして、フーリエ変換を用いて周波数解析を行い、自律神経機能の検討を行った。

## 4. 研究成果

波動ポンプは連続流ポンプであるため、連続駆動すると無拍動流の血流を発生する。人工弁を内蔵しない波動型完全人工心臓で拍動流を実現するために、左心はモータースピードを1拍動内で高低2段階に切り替え、拡張期に当たる期間は駆出流量がゼロ近くになり、かつ逆流が生じないモータースピードとなるように調節した。これにより、左心は、ほぼ完全な拍動流を得ることができた。右心も同様にモータースピードを1拍動内で高低2段階に切り替えたが、ある程度連続流をベースとして、それに拍動が乗るような方法で駆動した。無拍動流は、1拍動内に切り替えるモータースピードを同じとすることにより実現し、拍動流時と同様なアルゴリズムで1/R制御を実現できた。また、モーターの信頼性を上げるために、モーターのホールセンサーを使用しないセンサーレス駆動系を開発し適用した。波動型完全人工心臓5次モデルに関しては、直径80mm幅82mmとなり、4次モデルより一回り大きくなったが、解剖学的なフィッティングは良好であった。

動物実験では、4年間にヤギを用いて計22回（4次モデル19回、5次モデル3回）の埋め込み実験を行った。その結果、6頭が1ヶ月以上生存した。最長生存期間は153日であった（図）。この成果は、体内埋込式完全人工心臓としては、我が国での最長生存記録となる。また、連続流ポンプを用いた完全人工心臓としては、世界最長生存記録となる。



図 最長生存ヤギ (POD#150)

動物実験では、当初は1/R制御が不安定であった。これは、1/R制御と左右心バランス制御とが時々バッチングすることに起因

することがわかり、1/R 制御を優先させ、かつ左右心バランス制御を両心で行うことにより解決した。しかし、ヤギによっては制御が振動し発散傾向を示した。これは、生体側の制御時定数と人工心臓の制御スピードが乖離していることに起因することが分かり、人工心臓の制御スピードを左右心で独立に設定することにより改善した。

動物実験では、最長3週間の無拍動流駆動1/R 制御実験に成功した。拍動流から無拍動流に切り換えても、ヤギの一般状態に変化はなかった。血行動態的にも著変は見られなかった。また、肝機能や腎機能にも変化はなかった。しかし、無拍動流駆動では心房の吸着が発生しやすく心房圧の設定値を徐々に高くせざるを得なかった。最長無拍動流駆動1/R 制御実験では、両心無拍動流駆動3週間目に心房の吸着に起因すると思われる溶血が発生したので、拍動流に戻したところ溶血は収まった。1/R 制御下では、拍動流から無拍動流に切り換えても、短期的には特別な変化は見られないが、無拍動流駆動では、常時血液が吸引されるため、あるタイミングで静脈が萎んだら心房の吸着が回復不能になる可能性がある。1/R 制御で静脈圧を正常に維持するためには、静脈の膨らみを常時確保して人工心臓への十分な流入量を維持するためには無拍動流の完全人工心臓は不相当で、ある程度の拍動性が必要であると考えられた。無拍動流では、静脈の膨らみを常時確保して人工心臓への十分な流入量を維持できない可能性があるため、体内埋込式完全人工心臓に生理的制御を適応する場合には、ある程度の拍動性が必要であると考えられた。

1/R 制御下に拍動流から無拍動流への切り替え前後1週間分の3分間隔計測データおよび前後24時間の連続計測データを基にして、フーリエ変換を用いて周波数解析を行ったところ、拍動流および無拍動流ともに、日内変動(サーカディアンリズム)、1/f ゆらぎ、HF および LF 領域のピークが観察された。日内変動、1/f ゆらぎおよび HF 領域のピークは拍動流と無拍動流にさほど差が見られなかったことより、1/R 制御下では、無拍動流でも自律神経機能は保たれることが分かった。LF 領域のピークは、拍動流の方が著明に大きかった。HF 領域は圧反射のゆらぎを、また LF 領域は呼吸性変動のゆらぎを反映しているため、拍動の有無は圧反射のゆらぎにはあまり影響を与えないが、拍動流では呼吸に同期した機械的なゆらぎが大きいことが分かった。

現在、体内埋込込み式血管新生観察装置を用いて無拍動流完全人工心臓の微小循環の研究を行っている。また、開発した埋込型圧センサーは左心バイパスヤギを用いて自動校正方法の研究を行い、インフローのダイナ

ミック波形から自動校正する方法を提案した。ハイブリッド材料に関しては、まずはジェリーフィッシュ弁を対象として生体組織とのハイブリッド化の基礎研究を行った結果、本方法がうまくいくことが分かったため、今後人工心臓のハイブリッド化を進めることにより、生体適合性の画期的な向上が見込める目処が立った。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計18件)

- ① Abe Y, Saito I, Isovama T, et al(11) (first), A nonpulsatile total artificial heart with 1/R control, J Artif Organs, 11:191-200, 2008, 査読有
- ② Kishi A, Isovama T, Saito I, et al(7) (8 番目), Artificial organ made in vivo Jellyfish valve, valve leaflet, ISBPE Proceedings, 08SY(0001):339-342, 2008, 査読無
- ③ Inoue Y, Nakagawa H, Saito I, et al(9) (last), In Vivo Observation of Tissue Induction within an Animal Body, ECS Transaction, 16(17):21-27, 2008, 査読無
- ④ Saito I, Chinzei T, Isovama T, et al(9) (last), Implementation of the Natural Heartbeat Synchronize Control for the Undulation Pump Ventricular Assist Device Using the Inflow Pressure, IFMBE Proceedings, 19:62-65, 2008, 査読無
- ⑤ Shi W, Saito I, Chinzei T, et al(9) (last), Development of an Auto Calibration Method for the Implantable Blood Pressure Sensor in the Undulation pump ventricular assist device (UPVAD), IFMBE Proceedings, 19:66-69, 2008, 査読無
- ⑥ 磯山隆, 斎藤逸郎, 井上雄介, 他6名(5 番目), トロイダルコンボリューション血液ポンプの開発、電気学会研究会資料、LD-08-74:39-42, 2008, 査読無
- ⑦ 磯山隆, 人工心臓, 設計工学, 43(7):357-362, 2008, 査読無
- ⑧ Abe Y, Isovama T, Saito I, et al(13) (first), Development of mechanical circulatory support device at the University of Tokyo, J Artif Organs, 10:60-70, 2007, 査読有
- ⑨ Mitsumune N, Saito I, Mochizuki S, et al(7) (4 番目), Fundamental study to develop a fiber-optic gap sensor for a rotary undulation pump, J Artif Organs, 10:231-235, 2007, 査読有

- ⑩ Vasku J, Wotke J, Dobsak P, et al(9) (8 番目), Acute and chronic consequences of non-pulsatile blood flow pattern in long-term total artificial heart, Pathophysiology, 14:87-95, 2007, 査読有
- ⑪ Imachi K, Mochizuki S, Baba A, et al(7) (last), Development of implantable probe for observation of microcirculation, Biocybernetics and Biomedical Engineering, 27(1/2):45-52, 2007, 査読無
- ⑫ 岸垂由美, 磯山隆, 斎藤逸郎, 他 11 名(12 番目), 生体内で作る人工臓器ジェリーフィッシュ弁・弁葉, 生体医工学, 45(4):267-273, 2007, 査読有
- ⑬ Dobsak P, Novakoba M, Baba A, et al(6) (7 番目), Influence of flow design on microcirculation condition of undulation pump artificial heart testing, Artif Organs, 30(6):478-484, 2006, 査読有
- ⑭ Imachi K, Mochizuki S, Baba A, et al(7) (last), An implantable probe for chronic observation of microcirculation, WCOMPBE Proceedings, T14-3947:2219-2223, 2006, 査読無
- ⑮ Imachi K, Saito I, K. Takiura K, et al(12) (last), Compact ventricular assist device and total artificial heart using undulation pump, WCOMPBE Proceedings, T14-3947:3021-3025, 2006, 査読無
- ⑯ 阿部裕輔, 完全人工心臓の生理的制御、適応医学、10(2):53-59、2006、査読無
- ⑰ 井上雄介、岡本英治、牧野勤、他 6 名(6 番目)、リチウムポリマー電池を用いた波動型心臓用バッテリーシステムの開発、電子情報通信学会技術報告 MBE2006、25:13-16、2006、査読無
- ⑱ 阿部裕輔、人工心臓、細胞、37(2): 5-8、2005、査読無

[学会発表] (計 50 件)

- ① 井上雄介、体内埋め込み型小型顕微鏡を用いた微小循環の観察、第 37 回人工心臓と補助循環懇話会、2009. 2. 27、越後湯沢・NASPA ニューオータニ
- ② Inoue Y, Development of an Implantable Observation System for Angiogenesis, 第 13 回生体医工学国際会議, 2008.12. 3, シンガポール
- ③ 阿部裕輔、伝統的人工心臓から新しい人工内臓、第 46 回日本人工臓器学会大会、2008. 11. 29、東京・六本木ヒルズ
- ④ 三浦英和、完全置換型人工心臓のための回転式血液ポンプ (ヘリカルフローポンプ) の試作、評価に関する研究、第 46 回日本

人工臓器学会大会、2008. 11. 29、東京・六本木ヒルズ

- ⑤ 磯山隆、機能増強デバイスとしての波動型完全人工心臓、第 46 回日本人工臓器学会大会、2008. 11. 28、東京・六本木ヒルズ
- ⑥ 時 偉、埋め込み型圧力センサーの自動キャリブレーション法の基礎的研究、第 46 回日本人工臓器学会大会、2008. 11. 28、東京・六本木ヒルズ
- ⑦ 井上雄介、血管新生観察のための埋め込み型超小型観察装置の開発、第 46 回日本人工臓器学会大会、2008. 11. 27、東京・六本木ヒルズ
- ⑧ 阿部裕輔、無拍動流完全人工心臓の生理的制御、日本定常流研究会 2008、2008. 11. 27、東京・六本木ヒルズ
- ⑨ Miura H, Prototyping of hydro dynamically suspended blood pump for total artificial heart, 第 16 回国際ロータリー血液ポンプ学会大会, 2008. 10. 3, 米国・ヒューストン
- ⑩ 岸垂由美、インサート成型を用いた生体内での人工臓器の作製、第 23 回生体・生理工学シンポジウム、2008. 9. 28、名古屋・名古屋大学
- ⑪ Abe Y, Fluctuation of hemodynamic parameters in non-pulsatile total artificial heart with 1/R control, 第 54 回米国人工臓器学会大会, 2008. 6. 21, 米国・サンフランシスコ
- ⑫ 阿部裕輔、無拍動流完全人工心臓 1/R 制御における循環系パラメータのゆらぎ解析、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 9、神戸・神戸国際会議場
- ⑬ 斎藤逸郎、波動型完全人工心臓のセンサーレス吸着制御の開発、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 9、神戸・神戸国際会議場
- ⑭ 時 偉、模擬循環回路を使用した埋め込み型圧力センサーの自動キャリブレーション法の長期安定性に関する研究、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 9、神戸・神戸国際会議場
- ⑮ 三浦英和、完全置換型人工心臓用ヘリカルフローポンプの非接触支持機構の研究、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 9、神戸・神戸国際会議場
- ⑯ 井上雄介、波動型人工心臓を用いた流量推定、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 8、神戸・神戸国際会議場
- ⑰ 井上雄介、波動型人工心臓を用いた流量推定、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 8、神戸・神戸国際会議場
- ⑱ 岸垂由美、生体内で作る人工臓器—ジェリーフィッシュ弁—、第 47 回日本生体医工学会大会、2008. 5. 8、神戸・神戸国際会議場
- ⑲ Saito I, Implementation of the Natural

- Heartbeat Synchronize Control for the Undulation Pump Ventricular Assist Device Using the Inflow Pressure, 第7回アジア太平洋生体医工学会議, 2008. 4. 23, 中国・北京
- ⑳ 井上雄介、テーブルマッピング法を用いた波動型人工心臓の流量推定、第36回人工心臓と補助循環懇親会、2008. 3. 7、越後湯沢・ホテル双葉
- ㉑ Kishi A, Artificial organ made in vivo Jellyfish valve, valve leaflet, 第22回生体・生理工学シンポジウム, 2008. 1. 13, 中国・ハルビン
- ㉒ Abe Y, Nonpulsatile total artificial heart with 1/R control, 第45回日本人工臓器学会-第2回国際人工臓器学術大会, 2007. 10. 31, 大阪・大阪国際会議場
- ㉓ Isoyama T, Computational fluid dynamics analysis of undulation pump, 第45回日本人工臓器学会-第2回国際人工臓器学術大会, 2007. 10. 30, 大阪・大阪国際会議場
- ㉔ Inoue Y, Development of an implantable small camera for continuous observation of angiogenesis in vivo, 第45回日本人工臓器学会-第2回国際人工臓器学術大会, 2007. 10. 30, 大阪・大阪国際会議場
- ㉕ Shi W, Study of auto calibration method for the implantable blood pressure sensor in the UPVAD, 第45回日本人工臓器学会-第2回国際人工臓器学術大会, 2007. 10. 29, 大阪・大阪国際会議場
- ㉖ 中川英元、生体内に埋め込み可能な組織新生観察カメラの試作、日本分析化学会第56年会、2007. 9. 20、徳島、徳島大学
- ㉗ Isoyama T, Development of an auto calibration method for the implantable blood pressure sensor in the UPVAD, 第34回ヨーロッパ人工臓器学会大会, 2007. 9. 7, オーストリア・クレムス
- ㉘ Abe Y, Hemodynamic change in non-pulsatile total artificial heart with 1/R control, 第53回米国人工臓器学会大会, 2007. 6. 7, 米国・シカゴ
- ㉙ Mitsumune N, Optimization of pump clearance for the undulation pump with computational fluid dynamic analysis, 第53回米国人工臓器学会大会, 2007. 6. 7, 米国・シカゴ
- ㊀ Sugino A, Development of implantable observation device for angiogenesis, 第53回米国人工臓器学会大会, 2007. 6. 7, 米国・シカゴ
- ㊁ 阿部裕輔、人工弁を内蔵しない波動型完全人工心臓-拍動流駆動および両心連続流駆動における1/R制御の慢性動物実験-、第46回日本生体医工学会大会、2007. 4. 26、仙台・仙台国際センター
- ㊂ 斎藤逸郎、波動型完全人工心臓のセンサーレス駆動、第46回日本生体医工学会大会、2007. 4. 26、仙台・仙台国際センター
- ㊃ 岸亜由美、生体内で作る人工臓器ジェリーフィッシュ弁・弁葉、第46回日本生体医工学会大会、2007. 4. 26、仙台・仙台国際センター
- ㊄ 杉野礼佳、超小型ビデオカメラを用いた血管新生の生体内観測、第46回日本生体医工学会大会、2007. 4. 26、仙台・仙台国際センター
- ㊅ 光宗倫彦、数値流体解析による波動型人工心臓ポンプの最適設計、第46回日本生体医工学会大会、2007. 4. 25、仙台・仙台国際センター
- ㊆ 斎藤逸郎、波動型完全人工心臓における制御-動物実験とシミュレーション-、第35回人工心臓と補助循環懇話会、2007. 3. 9、群馬・水上温泉
- ㊇ 阿部裕輔、波動型完全人工心臓の研究開発現況、第44回日本人工臓器学会、2006. 11. 1、横浜・パシフィコ横浜会議センター
- ㊈ 杉野礼佳、血管新生観察のための体内埋込型CCDプローブの開発、第44回日本人工臓器学会、2006. 11. 1、横浜・パシフィコ横浜会議センター
- ㊉ 光宗倫彦、数値流体力学解析による波動型人工心臓ポンプにおけるポンプ内クリアランスのポンプ性能への影響評価、第44回日本人工臓器学会、2006. 11. 1、横浜・パシフィコ横浜会議センター
- ㊀ 時 偉、埋め込み型圧力センサーのオフセット自動キャリブレーションに関する研究、第44回日本人工臓器学会、2006. 11. 1、横浜・パシフィコ横浜会議センター
- ㊁ Imachi K, Compact Ventricular Assist Device and Total Artificial Heart Using Undulation Pump, 医用物理生体医工学国際会議2006, 2006. 8. 28, 韓国・ソウル
- ㊂ Isoyama T, Design evaluation of undulation blood pump using computational fluid dynamics analysis, 医用物理生体医工学国際会議2006, 2006. 8. 28, 韓国・ソウル
- ㊃ 井上雄介、リチウムポリマー電池を用いた波動型心臓用バッテリーの開発、ME バイオサイバネティクス研究会、2006. 6. 23、札幌・北海道大学
- ㊄ Mitsumune N, Estimation of the Effect of Clearances on Performance of the Undulation Pump with Computational Fluid Dynamics Analysis, 第33回ヨーロッパ人工臓器学会大会, 2006. 6. 22, スウェーデン・ウメア
- ㊅ Abe Y, Undulation pump total artificial heart employing pulsatile flow without

any valve, 第52回米国人工臓器学会大会, 2006. 6. 7, 米国・シカゴ

- ④⑧ 井上雄介、リチウムポリマーバッテリーを用いた波動型人工心臓用体内埋め込み型バッテリーシステムの開発、第45回日本生体医工学会大会、2006. 5. 15、福岡・福岡国際会議場
- ④⑨ 光宗倫彦、数値流体力学解析による波動型人工心臓ポンプの最適設計- ポンプ室内クリアランスのポンプ性能への影響評価-、第45回日本生体医工学会大会、2006. 5. 15、福岡・福岡国際会議場
- ④⑩ 杉野礼佳、CCD カメラを用いた体内埋め込み型血管新生観測装置の開発、第45回日本生体医工学会大会、2006. 5. 15、福岡・福岡国際会議場
- ④⑪ Abe Y, Valveless undulation pump total artificial heart - feasibility study -, 第13回国際ロータリー血液ポンプ学会大会, 2005. 9. 15, 東京・八芳園
- ④⑫ Isoyama T, Computational fluid dynamics analysis of undulation blood pump using unstructured meshes, 第51回米国人工臓器学会大会, 2005. 6. 10, 米国・ワシントン

[図書] (計1件)

- ① 阿部裕輔、先端医療技術研究所、人工臓器・再生医療の最先端 (編集主幹、許俊鋭、斎藤明、赤池敏宏)、90-94、2006

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

- ① 名称：血液ポンプ  
発明者：根本功、阿部裕輔  
権利者：iMed Japan 株式会社  
種類：特許出願 (申請)  
番号：PCT/JP2008/64313  
出願年月日：平成20年8月8日  
国内外の別：日本および米国
- ② 名称：螺旋流ポンプ  
発明者：阿部裕輔、三浦英和、齋藤逸郎  
権利者：iMed Japan 株式会社  
種類：特許出願 (申請)  
番号：特願2006-319286  
出願年月日：平成18年10月28日  
国内外の別：国内

[その他]

ホームページ：[http://www.bme.gr.jp/Research\\_info/AH.html](http://www.bme.gr.jp/Research_info/AH.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

阿部 裕輔 (ABE YUSUKE)  
東京大学・大学院医学系研究科・准教授  
研究者番号：90193010

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

磯山 隆 (ISOYAMA TAKASHI)  
東京大学・大学院医学系研究科・講師  
研究者番号：20302789

小野 稔 (ONO MINORU)

東京大学・医学部付属病院・講師

研究者番号：40270871

鎮西 恒雄 (CHINZEI TSUNEO)

東京大学・先端科学技術研究センター  
・准教授

研究者番号：20197643

齋藤 逸郎 (SAITO ITSURO)

東京大学・先端科学技術研究センター  
・特任助教

研究者番号：80334225

三浦 英和 (MIURA HIDEKAZU)

東京大学・先端科学技術研究センター  
・特任助教

研究者番号：50451894

川崎 和男 (KAWASAKI KAZUO)

大阪大学・コミュニケーションデザイン  
センター・教授

研究者番号：70285229

望月 修一 (MOCHIZUKI SHUICHI)

大阪工業大学・工学部・准教授

研究者番号：00345042

### (4) 協力研究者

井街 宏 (IMACHI KOU)

東北大学・大学院医工学研究科・教授  
バスク ジャロミル (VASKU JAROMIR)

チェコマサリク大学医学部・名誉教授  
ドブザク ペーター (DOBSAK PETR)

チェコマサリク大学医学部・教授

中川 英元 (NAKAGAWA HIDEMOTO)

東京大学・先端科学技術研究センター  
・客員研究員

光宗 倫彦 (MITSUMUNE NORIHIKO)

東京大学・大学院医学系研究科・客員  
研究員

河野 明正 (KOUNO AKIMASA)

東京大学・大学院医学系研究科・技術専門員

小野 俊哉 (ONO TOSHIYA)

東京大学・大学院医学系研究科・技術専門  
職員

時 偉 (SHI WEI)

東京大学・大学院医学系研究科・大学院博  
士課程3年

杉野 礼佳 (SUGINO AYAKA)

東京大学・大学院医学系研究科・大学院博  
士課程2年

井上 雄介 (INOUE YUSUKE)

東京大学・大学院医学系研究科・大学院博  
士課程2年

岸 亜由美 (KISHI AYUMI)

北里大学・大学院医療系研究科・大学院修  
士課程2年