

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：14202

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K08469

研究課題名（和文）非発作性心房細動のリアルタイム映像化とその解析に基づくアブレーション新戦略の開発

研究課題名（英文）Development of a new ablation strategy based on the real-time imaging and analysis of non-paroxysmal atrial fibrillation.

研究代表者

芦原 貴司（Ashihara, Takashi）

滋賀医科大学・医学部・教授

研究者番号：80396259

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：非発作性心房細動治療にはローターの持続機構の修飾が必要と考え、本研究では研究代表者らが発明したオンライン・リアルタイム臨床不整脈映像化システムExTRa Mappingを利用し、ローターの特徴や制御方法、カテーテルアブレーション成績との関係、人工知能（AI）やin silico解析導入時のローター制御と治療予後予測性の課題を扱った。期間当初は新型コロナウイルス感染症のため進捗が遅れたが、その後、ローターに対する興奮動態解析やin silico・AI解析等を行い、Non-PAF維持機構について明らかにするとともに、システムの精度向上とローターの時間再現性や制御予測性にかかるAI研究も推し進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心房細動の治療はカテーテルアブレーションが第1選択で、肺静脈隔離術が標準術式であるが、非発作性の長期に持続する心房細動にはあまり有効でない。本研究では、我々が発明した臨床不整脈映像化システムExTRa Mappingを用いた臨床研究と、コンピュータシミュレーションと人工知能による基礎研究により、心房細動の持続性にかかるローター（機能的興奮旋回）の特徴と、その制御方法について調べた。今後も追加研究は必要だが、これまでに明らかにした範囲だけでも、非発作性心房細動のカテーテルアブレーションに理論的根拠を与え、成績向上に繋げることができ、テララーメイド医療の実現に向けた一歩を踏み出せたと考える。

研究成果の概要（英文）：In this study, we employed the ExTRa Mapping, an online real-time clinical arrhythmia imaging system developed by us, to investigate rotor characteristics, control methods, relationship with catheter ablation outcomes, and predictability of rotor control and treatment outcome when artificial intelligence (AI) and in silico analysis were introduced. Although the study progress was slow at the beginning of the project period due to the new coronavirus infection, we subsequently conducted excitation dynamics analysis and in silico and AI analysis of rotors to clarify the mechanism of non-PAF maintenance. We also promoted AI research to improve the accuracy of the system and the temporal reproducibility and predictability of rotor control.

研究分野：循環器内科・生体医工学・医療情報学

キーワード：分子心臓学 不整脈学 心房細動 非発作性心房細動 リアルタイム可視化 リアルタイム映像化 in silico 人工知能

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

心房細動 (AF) は、心不全や脳梗塞の主な原因であり、わが国だけでも患者数が 100 万人に上る有病率の高い不整脈である。加齢とともに AF の有病率は上がるため、超高齢社会を迎えたわが国において、その治療は社会的急務とされ、近年、カテーテルアブレーション (経皮的カテーテル心筋焼灼術) が、QOL 改善や生命予後改善の観点 (Mark DB, et al. *JAMA* 2019; 321: 1275-1285; Marrouche NF, et al. *N Engl J Med* 2018; 378: 417-427) でも、第 1 選択として推奨されるようになった。AF は、発生から 7 日未満に自然停止する発作性 AF (PAF)、7 日以上持続する非発作性 AF (Non-PAF) に分類される。

AF の基本メカニズムは、ローターと呼ばれる機能的興奮旋回である。PAF では、主に肺静脈とその近傍に位置する異常自動能が、ローターの発生トリガーとなることから、アブレーションでは肺静脈隔離術が主流で、その根治率も 80% 以上と高い。それに対して、Non-PAF では肺静脈以外にもトリガーが散在し、ローターはひとたび発生すると持続することから、根治には肺静脈隔離術のみでは不十分で、Non-PAF の駆動力すなわちドライバーとなるローターの持続機構を修飾するアプローチが併せて必要と考えられるようになった。

## 2. 研究の目的

そこで、本研究では、研究代表者の芦原らが産学連携により発明した世界初のオンライン・リアルタイム臨床不整脈映像化システム (ExTRa Mapping™) (図 1) と新術式 (Sakata K, Ashihara T, et al. *J Arrhythm* 2018; 34: 176-184) を用いて、以下のような課題を解決することを当初の目的とした。

- 1) Non-PAF 持続機構としてのローターの特徴とその効率的な制御方法
- 2) Non-PAF アブレーションの成績とその予測因子となるローターの特徴
- 3) 汎用性人工知能 (AI) と *in silico* に基づくローターの制御予測性と治療予後予測性

Non-PAF 治療を変革しうる「ExTRa Mapping ガイド下 Non-PAF アブレーション」の未解決課題への取り組みは、ExTRa Mapping がすでに全国に拡がりつつある状況において、その発明者である研究代表者らが果たすべき責務と考える。



図 1 リアルタイム臨床不整脈映像化システム (ExTRa Mapping™) の概要

## 3. 研究の方法

Non-PAF におけるローターは決して一所に留まらず、単独でさまよったり (meandering rotor; R)、分裂と融合を繰り返したり (multiple wavelets; M) している。我々は、この R と M を併せた興奮動態を非受動的興奮 (non-passive activation; NP) と呼び、総記録時間 5 秒に占める NP 時間の割合を non-passive ratio (%NP) と定義することで、心房内における「高%NP 領域」を検出し、それを治療標的としてきた。ただし、ローターには旋回周期長、連続旋回数、時間的再現性、さまよい運動における位相特異点 (phase singularity; PS) の移動距離と移動速度、PS の時空間平均密度、R/M 比等の違いから種々の様態がある。

そこで本研究では、まず、ExTRa Mapping を用いて Non-PAF 中の興奮動態解析を行い、その解析結果に基づきローターの効率的な制御方法を見出す。その際には、ヒト Non-PAF 数理モデル (Ashihara T, et al. *Circ Res* 2012; 110: 275-284) をベースに、ローター制御の理論的裏付けとなる *in silico* 実験も検討する。また、興奮動態解析に基づくローターの特徴と Non-PAF アブレーション後の中長期成績との関係性から、予後の予測因子となりうるローターの特徴を調べる。そのようなローターの特徴を見出せば、より効率的なローター制御に基づく Non-PAF アブレーションの実現に近づける。さらに、診断精度の向上を目指し、人工知能 (AI) を ExTRa

Mapping 映像解析に適用する方策を模索する。臨床データ解析は研究代表者の芦原と研究分担者の小澤・奥山らが行い、その理論的側面を補強するための *in silico* 実験は、研究代表者の芦原が研究分担者の中沢・稲田らのサポートを得る形で実施する。

#### 4. 研究成果

Non-PAF ローターに対する興奮動態解析に基づく特徴抽出や制御方法の検討、カテーテルアブレーションの中長期成績との関係、システムの精度向上とローターの時間再現性や制御予測性などにかかる AI・*in silico* 解析研究なども推し進めた。

まず、初年度の令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により研究の進捗が遅れたが、それでも Non-PAF 持続機構としてのローターの特徴を見出すべく臨床データに基づく興奮動態解析と *in silico*・AI 解析準備に着手し、マッピング精度再検証ならびにローター維持機構と線維化様態の関係を明らかにした。その結果、基礎では ExTRa Mapping 精度の再検証を進め、電極カテーテルの心筋コンタクトと局所心電図の関係を *in silico* 解析で明らかにした。臨床では、ExTRa Mapping ガイド下アブレーションの症例数が増えても治療成績が変わらないことを確認し、Non-PAF ローターが維持される背景には心房筋における斑状な線維化が関与していることを見出した。

続く令和3年度も、新型コロナウイルス感染症の影響で研究進捗は遅れ気味で、購入予定がずれ込んでいたハードウェアも需要の高まりと半導体不足の影響で入手困難ななか、本研究に用いていたノート PC が故障したことから研究中断を避けるため、急遽、新たなノート PC の購入費を本研究費で賄うことになったが、本研究の班会議についてはオンライン会議を活用し、ローター動態解析にかかる研究を推し進め、汎用型 AI のシステムへの導入に向けた研究にも着手した。とくにローターの動態解析においては、ローター分布と心房線維化ならびに心房壁厚との関係や、標準術式の肺静脈隔離術に対する優位性等についても新たな成果を得た。

最終年度の令和4年度にも、新型コロナウイルス感染症の影響は及んだが、それまでの研究進捗の遅れを取り戻すべく、ExTRa Mapping の精度向上とローターの時間再現性や制御予測性にかかる AI 研究を推し進めた。とくに Non-PAF ローターの抗不整脈薬による修飾によって Non-PAF の真のドライバーに近づける可能性があること、患者毎の Non-PAF 動態の違いが心房内における位相特異点の空間的分布の特徴解析によって明らかとなったこと、体表面心電図における f 波の形状は必ずしも Non-PAF ローターの動態を一意的に反映しているわけではないこと等、様々な新しい研究成果を得た。

以上の研究成果は、PAF から Non-PAF への進展にかかる病因が、これまで一般に考えられてきたような線維化だけでは説明できないもっと複雑な構造的リモデリングであること、またそうした Non-PAF の進展には非線形な要素が含まれること等を示唆するものであった。さらに本研究成果は、これまでずっと難治性とされてきた Non-PAF のカテーテルアブレーションに一定の理論的根拠を与え、成績向上に繋げることができ、テーラーメイド医療の実現に向けた一歩を踏み出すことに繋がると考えられた。

なお、これまでの研究成果については、ExTRa Mapping の Non-PAF 治療への臨床応用にかかる論文や書籍の原稿を執筆し、日本不整脈心電学会、日本生体医工学会等の学会や研究会、学術講演会等で講演を行った。なお、国際学会については新型コロナウイルス感染症の影響で、海外渡航には見込みが立たず断念せざるを得なかったが、オンラインで開催された American Heart Association, Heart Rhythm, IUPESM WORLD CONGRESS on Medical Physics & Biomedical Engineering, International Society of Electrocardiology Young Community Scientific Meeting 等については、積極的に研究成果を発表した。さらに、本研究に関連する国内外の特許については、本研究期間内に1件の新規出願をした。

なお、本研究の研究代表者らが発明し、本研究で用いた ExTRa Mapping システムについては、本研究期間内に新たに発行されたわが国の新たなガイドライン「日本循環器学会/日本不整脈心電学会合同ガイドライン：2022年改訂版 不整脈の診断とリスク評価に関するガイドライン」([https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2022/03/JCS2022\\_Takase.pdf](https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2022/03/JCS2022_Takase.pdf))において、臨床不整脈に対する有用なマッピングシステムの一つとして掲載された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Nanbu T, Yotsukura A, Suzuki G, Takekawa H, Tanaka Y, Yamanashi K, Tsuda M, Yoshida I, Sakurai M, Ashihara T.	4. 巻 39
2. 論文標題 Organization of atrial fibrillation using a pure sodium channel blocker: Implications of rotor ablation therapy.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Arrhythmia	6. 最初と最後の頁 In press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/joa3.12844	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nishimura A, Harada M, Ashihara T, Nomura Y, Motoike Y, Koshikawa M, Ito T, Watanabe E, Ozaki Y, Izawa H.	4. 巻 38
2. 論文標題 Effect of pulmonary vein isolation on rotor/multiple wavelet dynamics in persistent atrial fibrillation, association with vagal response and implications for adjunctive ablation.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Heart and Vessels	6. 最初と最後の頁 699 ~ 710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00380-022-02209-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shibata N, Inada S, Nakazawa K, Ashihara T, Tomii N, Yamazaki M, Honjo H, Seno H, Sakuma I.	4. 巻 11
2. 論文標題 Mechanism of ventricular fibrillation: Current status and problems.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 117 ~ 135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.11.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 芦原貴司.	4. 巻 --
2. 論文標題 糖尿病患者における心房細動の実状と課題.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 糖尿病合併症	6. 最初と最後の頁 88 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芦原貴司 .	4. 巻 54
2. 論文標題 ExTRa MappingTMシステム：カテーテルアブレーションにおける3次元マッピングシステムの新たな展開 .	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 心臓	6. 最初と最後の頁 545 ~ 554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芦原貴司 .	4. 巻 11/09
2. 論文標題 どう治療する？糖尿病患者の心房細動 .	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medical Tribune	6. 最初と最後の頁 --
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura T, Kiuchi K, Fukuzawa K, Takami M, Watanabe Y, Izawa Y, Suehiro H, Akita T, Takemoto M, Sakai J, Yatomi A, Sonoda Y, Takahara H, Nakasone K, Yamamoto K, Negi N, Kono A, Ashihara T, Hirata K.	4. 巻 38
2. 論文標題 The impact of the atrial wall thickness in normal/mild late-gadolinium enhancement areas on atrial fibrillation rotors in persistent atrial fibrillation patients.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Arrhythmia	6. 最初と最後の頁 221 ~ 231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/joa3.12676	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Haraguchi R, Ashihara T, Yoshimoto J, Matsuyama T.	4. 巻 37
2. 論文標題 High accessory pathway conductivity blocks antegrade conduction in Wolff-Parkinson-White syndrome: A simulation study.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Arrhythmia	6. 最初と最後の頁 683 ~ 689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/joa3.12528	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kumagai K, Toyama H, Ashihara T.	4. 巻 84
2. 論文標題 Impact of Box Isolation on Rotors and Multiple Wavelets in Persistent Atrial Fibrillation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 419 ~ 426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-19-0826	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tomii N, Asano K, Seno H, Ashihara T, Sakuma I, Yamazaki M.	4. 巻 84
2. 論文標題 Validation of Intraoperative Catheter Phase Mapping Using a Simultaneous Optical Measurement System in Rabbit Ventricular Myocardium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 609 ~ 615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-19-1020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsumoto K, Ashihara T, Naito N, Shimamoto T, Amano A, Kurata Y, Kurachi Y.	4. 巻 10
2. 論文標題 Specific decreasing of Na <sup>+</sup> channel expression on the lateral membrane of cardiomyocytes causes fatal arrhythmias in Brugada syndrome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-76681-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tomii N, Yamazaki M, Ashihara T, Nakazawa K, Shibata N, Honjo H, Sakuma I.	4. 巻 130
2. 論文標題 Spatial phase discontinuity at the center of moving cardiac spiral waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computers in Biology and Medicine	6. 最初と最後の頁 104217 ~ 104217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.combiomed.2021.104217	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura T, Kiuchi K, Fukuzawa K, Takami M, Watanabe Y, Izawa Y, Suehiro H, Akita T, Takemoto M, Sakai J, Yatomi A, Sonoda Y, Takahara H, Nakasone K, Yamamoto K, Negi N, Kono A, Ashihara T, Hirata K.	4. 巻 32
2. 論文標題 Late gadolinium enhancement properties associated with atrial fibrillation rotors in patients with persistent atrial fibrillation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cardiovascular Electrophysiology	6. 最初と最後の頁 1005 ~ 1013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jce.14933	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芦原貴司	4. 巻 275
2. 論文標題 非発作性心房細動のリアルタイム映像化に基づくカテーテル治療	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 733 ~ 740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芦原貴司	4. 巻 35
2. 論文標題 プレジジョン・メディシンを目指した不整脈研究：臨床不整脈のリアルタイムマッピングに基づく治療に向けたin silico・AIの活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BIO Clinica	6. 最初と最後の頁 818 ~ 823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計53件（うち招待講演 30件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 芦原貴司 .
2. 発表標題 ExTRa Mapping：心房細動のリアルタイム映像化がアブレーションに何をもたらすのか .
3. 学会等名 不整脈治療セミナー in 四国 . (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Okuyama Y, Nishikawa T, Ozawa T, Fujii Y, Kato K, Sugimoto Y, Nakagawa Y, Ashihara T.
2. 発表標題 Characteristics of spatial distribution of rotors in pulmonary vein isolation refractory non-paroxysmal atrial fibrillation patients.
3. 学会等名 第87回日本循環器学会学術集会(JCS2023).
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富井直輝, 稲田 慎, 芦原貴司, 山崎正俊, 瀬野 宏, 佐久間一郎, 中沢一雄.
2. 発表標題 Feasibility study of phase variance analysis on three-dimensional atrial fibrillation model.
3. 学会等名 第87回日本循環器学会学術集会(JCS2023).
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥山雄介, 小澤友哉, 西川拓磨, 藤居祐介, 加藤浩一, 杉本喜久, 中川義久, 芦原貴司.
2. 発表標題 ExTRa Mappingによるローターの挙動解析が示す非発作性心房細動の特徴.
3. 学会等名 カテーテルアブレーション関連秋季大会2022.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中沢一雄, 稲田 慎, 原 良昭, 岸田優作, 柴田仁太郎, 富井直輝, 高山健志, 井尻 敬, 芦原貴司.
2. 発表標題 ヒト3次元心房モデルに基づく心房細動興奮伝播シミュレーションと可視化.
3. 学会等名 第42回医療情報学連合大会(第23回日本医療情報学学術大会).
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 不整脈の可視化：心房細動をリアルタイムで映像化する医療機器.
3. 学会等名 森ノ宮医療大学先進科学技術論ゲストスピーカー. (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤竜真, 木村優希, 井尻 敬, 芦原貴司, 中沢一雄.
2. 発表標題 Exponential Mapを用いた3次元心房モデル上の興奮伝播可視化.
3. 学会等名 Visual Computing + VC Communications 2022 (VC+VCC 2022).
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 除細動に関する基礎的事項：電気的除細動の効率化に必要なことは何か：理論的研究に基づく洞察.
3. 学会等名 第55回ペーシング治療研究会. (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司, 富井直輝, 小澤友哉, 佐久間一郎.
2. 発表標題 非発作性心房細動の術中リアルタイム映像化にかかる解析的手法の開発と改良：人工知能の応用を含めて.
3. 学会等名 東京大学臨床生命工学連携研究機構寄付研究部門「次世代臨床医用計測技術研究ネットワーク拠点」第3回シンポジウム. (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 臨床不整脈を映像で診断して治療する時代へ: ExTRa Mappingがもたらすもの.
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会大会(JSMBE). (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲田 慎, 岸田優作, 高山健志, 井尻 敬, 芦原貴司, 大星直樹, 柴田仁太郎, 中沢一雄.
2. 発表標題 新たな心房細動治療法の開発を目的とした心房モデルの構築.
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会大会(JSMBE).
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸田優作, 浦田智和, 橋本 陸, 大星直樹, 芦原貴司, 井尻 敬, 高山健志, 柴田仁太郎, 原 良昭, 信太宗也, 稲田 慎, 中沢一雄.
2. 発表標題 ヒトの3次元心房モデルに基づく心房細動興奮伝播シミュレーションと拡張現実での可視化.
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会大会(JSMBE).
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原口 亮, 芦原貴司, 松山高明, 芳本 潤.
2. 発表標題 WPW症候群における顕在化条件のコンピュータシミュレーションによる検討.
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会大会(JSMBE).
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山地亮輔, 芦原貴司, 小澤友哉, 奥山雄介, 藤居祐介, 加藤浩一, 杉本喜久, 中川義久.
2. 発表標題 頻脈性非発作性心房細動のためCRT-D適応外と思われたがアブレーションで今後の適応が見込まれた一例.
3. 学会等名 第133回日本循環器学会近畿地方会.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ashihara T.
2. 発表標題 Computational Modelling and Simulation: Simulation and Modelling for Diagnostic Imaging: Application of in silico model for cardiac electrophysiological mapping.
3. 学会等名 IUPESM WORLD CONGRESS on Medical Physics & Biomedical Engineering (IUPESM WC2022). (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 生体システム学: 循環器領域における生体システム学: シミュレーションの循環器学・薬理学への応用.
3. 学会等名 大学間連携事業「臨床医工学・情報学」高度人材育成教育プログラム: プレプロフェッショナル教育プログラム: 臨床医工学入門コース. (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ashihara T.
2. 発表標題 Anti-tachycardia pacing and cardioversion: By what mechanisms do they terminate tachyarrhythmias?: What do we need to know for efficient electrical defibrillation? Insights from theoretical studies.
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of the Japanese Heart Rhythm Society (JHRS 2022). (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 ExTRa Mappingガイド下アブレーション：とっておきのコツを伝授します.
3. 学会等名 第68回日本不整脈心電学会学術大会(JHRS). (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ashihara T.
2. 発表標題 Practical approach to ECG interpretation: f-wave in patients with non-paroxysmal atrial fibrillation.
3. 学会等名 1st International Society of Electrocardiology Young Community Scientific Meeting. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原口 亮, 芦原貴司, 松山高明, 芳本 潤.
2. 発表標題 WPW症候群副伝導路の順伝導と逆伝導における不応期の違いについて:シミュレーションによる検討.
3. 学会等名 日本不整脈心電学会心電学関連春季大会2022.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 シンポジウム6「不整脈早期発見のためのデバイスをどう使い分けるか：ILR、イベントレコーダー、携帯型心電計、wearable device等」：Introduction：不整脈早期発見のために我々は何を考えるべきか.
3. 学会等名 第14回植込みデバイス関連冬季大会. (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 不整脈の可視化：心房細動をリアルタイムで映像化する医療機器.
3. 学会等名 森ノ宮医療大学先進科学技術論ゲストスピーカー. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 非発作性心房細動をExTRa Mappingで解き明かす：今後我々の進むべき道は？
3. 学会等名 第58回埼玉不整脈ペーシング研究会. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸田優作, 浦田智和, 大星直樹, 宮崎 晃, 芦原貴司, 坂田憲祐, 柴田仁太郎, 井尻 敬, 高山健志, 信太宗也, 原 良昭, 稲田 慎, 中沢一雄.
2. 発表標題 ヒト心房の3次元モデルに基づく心房細動興奮伝播様式の再現を目指した電気生理学的シミュレーションと可視化.
3. 学会等名 第41回医療情報学連合大会(第22回日本医療情報学学術大会).
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 シンポジウム3「糖尿病患者における循環器疾患診察」：糖尿病患者における心房細動の実状と課題.
3. 学会等名 第36回日本糖尿病合併症学会. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 Rotorアブレーション.
3. 学会等名 カテテルアブレーション関連秋季大会2021. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kiuchi K, Fukuzawa K, Takami M, Watanabe Y, Izawa Y, Suehiro H, Akita T, Takemoto M, Nakamura T, Sakai J, Yatomi A, Nakasone K, Sonoda Y, Yamamoto K, Takahara H, Negi N, Kyotani K, Kono A, Hirata K, Ashihara T.
2. 発表標題 The impact of the radiofrequency application on the patchy late- gadolinium enhancement sites in patients with persistent atrial fibrillation: LGE-MRI guided ablation.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会: 大会長特別セッション. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ashihara T, Ozawa T, Sakata K, Okuyama Y, Nishikawa T, Fujii Y, Kato K, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Sugimoto Y, Nakagawa Y.
2. 発表標題 Novel Approach to Ablation for Persistent AF: Does ExTRa Mapping-guided rotor ablation provide additional benefits beyond pulmonary vein isolation?
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会: Symposium 15. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 学際的アプローチからRotorの持続メカニズムに迫る: シミュレーションとExTRa Mappingから心房細動Rotorの持続メカニズムに迫る.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会: Basic Science Summit: セッション4. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Fujii Y, Kato K, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Sugimoto Y, Yamashiro K, Nakagawa Y, Ashihara T.
2. 発表標題 The strategy of ExTRa Mapping-guided minimal ablation should be determined by the size of left atrium: ExTRa Mapping project.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会 .
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Okuyama Y, Ozawa T, Nishikawa T, Fujii Y, Kato K, Sugimoto Y, Nakagawa Y, Ashihara T.
2. 発表標題 Non-uniform distribution of rotors in non-paf patients analyzed by the online realtime phase mapping system: ExTRa Mapping project.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会 .
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司 .
2. 発表標題 AF Ablation in 2021: State-of-the-Art: Part II: Advanced Mapping System for Persistent AF: Real-time Phase Mapping (ExTRa Mapping) System.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会 : AF Summit: Session 2 . (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inada S, Aiba T, Shibata N, Haraguchi R, Ashihara T, Kusano K, Shimizu W, Ikeda T, Sakuma I, Nakazawa K.
2. 発表標題 A simulation study for investigating mechanisms of ventricular arrhythmia induced from conduction delay zone in right ventricular outflow tract.
3. 学会等名 第67回日本不整脈心電学会学術大会 .
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inada S, Shibata N, Haraguchi R, Ashihara T, Ohkubo S, Mitsui K, Nakazawa K.
2. 発表標題 Theoretical study for comparing vectorcardiogram in normal and abnormal excitation in the heart.
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会・第36回日本生体磁気学会大会.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸田優作, 浦田智和, 宮崎 晃, 大星直樹, 芦原貴司, 坂田憲祐, 柴田仁太郎, 井尻 敬, 高山健志, 信太宗也, 原 良昭, 稲田 慎, 中沢一雄.
2. 発表標題 ヒト心房の3次元モデルに基づく洞調律興奮伝播シミュレーションと可視化.
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会・第36回日本生体磁気学会大会.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 生体シミュレーション(in silico)を用いた医療機器開発・評価: 心臓電気生理in silicoの医療機器開発におけるニーズと課題.
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会・第36回日本生体磁気学会大会.(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 心房細動患者に対するより良い治療のために.
3. 学会等名 滋賀地区地域連携Web講演会.(招待講演)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 ExTRa Mappingで非発作性心房細動の謎を解き明かせ.
3. 学会等名 第13回南大阪不整脈研究会.(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司, 奥山雄介, 藤居祐介, 加藤浩一, 小澤友哉, 杉本喜久, 中川義久.
2. 発表標題 ExTRa Mappingガイド下Minimalアブレーションの再発例におけるRotorの特徴.
3. 学会等名 第41回京滋奈良ハートリズム研究会.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 循環器領域における生体システム学: シミュレーションの循環器学・薬理学への応用.
3. 学会等名 大学間連携事業「臨床医工学・情報学」高度人材育成教育プログラム: プレプロフェッショナル教育プログラム: 臨床医工学入門コース. (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芦原貴司.
2. 発表標題 心電学関連シンポジウム「ここまで来た心房細動マッピング: 現状と未来」: インTRODクシヨN: 転換期を迎えた心電マッピング.
3. 学会等名 日本不整脈心電学会第1回心電学関連春季大会.(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Fujii Y, Kato K, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Sugimoto Y, Yamashiro K, Nakagawa Y, Ashihara T
2. 発表標題 Meandering rotors contribute as non-paroxysmal atrial fibrillation driver in older patients than in younger patients: ExTRa Mapping project.
3. 学会等名 Heart Rhythm (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Harada M, Nishimura A, Motoike Y, Nomura Y, Koshikawa M, Ashihara T, Watanabe E, Ozaki Y, Izawa H
2. 発表標題 Characteristics of regions facilitating complex rotational activities and their modification in persistent atrial fibrillation patients: A real-time phase mapping study.
3. 学会等名 Heart Rhythm (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北風政史, 小島諒介, 西尾瑞穂, 黒田知宏, 松村泰志, 芦原貴司
2. 発表標題 医療AI研究の現状と未来
3. 学会等名 日本医療情報学会関西支部2020年度第1回講演会・春の講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芦原貴司
2. 発表標題 ExTRa Mappingガイド下アブレーションが心房細動治療にもたらすもの: 新たな抗凝固療法の可能性を含めて
3. 学会等名 Heart Rhythm Agora: the place where we study arrhythmia (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ashihara T
2. 発表標題 The role of rotors in atrial fibrillation: Insights from ExTRa Mapping
3. 学会等名 The 84th Annual Scientific Meeting of Japanese Circulation Society (JCS2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芦原貴司
2. 発表標題 Update Beyond PVI : NPAアブレーション
3. 学会等名 日本不整脈心電学会夏季EP Web講演会共催セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芦原貴司
2. 発表標題 心房細動をリアルタイムで可視化する医療機器の開発
3. 学会等名 大阪大学国際医工情報センター(MEI)プロフェッショナルコース：メディカルデバイスデザイン(MDD)コース2020：医療機器開発の実践 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢島和裕, 池原典之, 杉浦真人, 山田智広, 小崎哲資, 芦原貴司
2. 発表標題 甲状腺機能亢進症に併発した持続性心房細動にExTRa Mappingを用いたアブレーションが有用であった一例
3. 学会等名 日本循環器学会第156回東海・第141回北陸合同地方会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Fujii Y, Kato K, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Sugimoto Y, Yamashiro K, Nakagawa Y, Ashihara T
2. 発表標題 The long-term outcome beyond pulmonary vein isolation of ablation guided by the online and real-time atrial fibrillation imaging system: ExTRa Mapping project
3. 学会等名 American Heart Association (AHA) 92nd Scientific Sessions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎 晃, 大星直樹, 芦原貴司, 柴田仁太郎, 井尻 敬, 高山健志, 信太宗也, 原 良昭, 稲田 慎, 中沢一雄
2. 発表標題 3次元心房形状モデルに基づく心房細動興奮伝播様式の再現と心筋焼灼治療をめざした電気生理学シミュレーション
3. 学会等名 第40回医療情報学連合大会(第21回日本医療情報学学術大会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂田憲祐, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 山城荒平, 中川義久, 芦原貴司
2. 発表標題 電極カテーテルの心筋コンタクトと局所記録心電図の関係:シミュレーションによる検討
3. 学会等名 心電学関連研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芦原貴司
2. 発表標題 医療 AI における最近の動向
3. 学会等名 心電学関連研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 芦原貴司（分担執筆）.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス，東京．	5. 総ページ数 544
3. 書名 佐久間一郎，秋吉一成，津本浩平編：医用工学ハンドブック．	

## 〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 表示制御装置および表示制御装置の作動方法．	発明者 木内邦彦，芦原貴司，内山 薫，太田明男，高良直樹，滝	権利者 国立大学法人神戸大学，国立大学法人滋賀医科
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-043912，米国出願17/691,385	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

臨床不整脈映像化システム ExTRa Mapping <a href="http://square.umin.ac.jp/ash/extramap.html">http://square.umin.ac.jp/ash/extramap.html</a> Spiral in Cardiology <a href="http://square.umin.ac.jp/ash/vitae.html">http://square.umin.ac.jp/ash/vitae.html</a> 臨床不整脈映像化システム ExTRa Mapping <a href="http://square.umin.ac.jp/ash/extramap.html">http://square.umin.ac.jp/ash/extramap.html</a> Spiral in Cardiology <a href="http://square.umin.ac.jp/ash/vitae.html">http://square.umin.ac.jp/ash/vitae.html</a>
--

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小澤 友哉  (Ozawa Tomoya)  (20584395)	滋賀医科大学・医学部・講師   (14202)	
研究分担者	奥山 雄介  (Okuyama Yusuke)  (60867654)	滋賀医科大学・医学部・医員   (14202)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	原口 亮 (Haraguchi Ryo)  (00393215)	兵庫県立大学・情報科学研究科・教授  (24506)	
研究分担者	稲田 慎 (Inada Shin)  (50349792)	森ノ宮医療大学・医療技術学部・教授  (34448)	
研究分担者	中沢 一雄 (Nakazawa Kazuo)  (50198058)	森ノ宮医療大学・医療技術学部・教授  (34448)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関