

令和元年6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：2016～2018

課題番号：16K09431

研究課題名(和文)慢性心房細動アブレーションの新機軸提案に向けた臨床・インシリコ融合研究

研究課題名(英文)Clinical and in silico fusion studies for producing innovations in chronic atrial fibrillation ablation

研究代表者

芦原 貴司 (Ashihara, Takashi)

滋賀医科大学・医学部・講師

研究者番号：80396259

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：脳梗塞や心不全の主な原因である心房細動の治療は社会的急務である。しかし、非発作性(慢性)心房細動には有効な術式が無く、治療標的を見定めるにも複雑な興奮動態のリアルタイム映像化が有用と考えられたものの、その方法が無かった。

本研究は、研究代表者ら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)を、非発作性心房細動に対するカテーテル治療(カテーテルアブレーション)に応用したものである。心房細動を瞬時に映像化することで、各々の患者で非発作性心房細動の持続機序が明らかとなり、従来約30%であった根治率(洞調律維持率)が約80%にまで大幅に改善された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

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)は、心内で記録された電位情報に基づき、特化型人工知能とin silico(コンピュータシミュレーション)による信号補完を経て、心房細動の複雑な興奮動態を瞬時に映像化できる世界初の装置である。

本研究では、実臨床にこのシステムを応用し、非発作性(慢性)心房細動の持続メカニズム解明と、それに基づく新たなカテーテル術式の開発により、治療成績を大幅に改善させた。これまで国内外で非発作性心房細動の治療成績は悪く、新たな治療アプローチが渴望されていたことから、その社会的意義は大きいと言える。

研究成果の概要(英文)：Treatment of atrial fibrillation, which is the main cause of both cerebral infarction and heart failure, is a social urgent task. However, there was no effective catheter ablation procedure for non-paroxysmal (chronic) atrial fibrillation. Moreover, although real-time imaging of complex excitation wave dynamics was thought to be useful for identifying the ablation targets, there has been no effective means so far.

In this study, the world's first online real-time clinical arrhythmia imaging system (ExTRa Mapping), invented by our group, was applied to catheter treatment (catheter ablation) for non-paroxysmal atrial fibrillation. Instantaneous imaging of atrial fibrillation by the system uncovered the mechanism of sustainment of non-paroxysmal atrial fibrillation in each patient, and markedly improve the cure rate (sinus rhythm maintenance rate) from ~30% to ~80%.

研究分野：循環器内科学(不整脈学)

キーワード：分子心臓学 不整脈学 慢性心房細動 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

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 心房細動は脳梗塞や心不全の主な原因で、患者数はわが国だけで約100万人に上り、加齢で有病率が上がることから、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である。

発作性の心房細動に対しては、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）による肺静脈隔離術が標準術式で、根治率も70～80%と高いが、非発作性（慢性または持続性）の心房細動に対しては標準術式の有効性が低く、他術式を加えても根治率は40～50%に留まる。新戦略を探るには心房細動の持続メカニズムを知る必要があるが、それには不明な点が多い。

(2) それを明らかにするため、最近、心房細動の興奮伝播を映像化し、その持続メカニズムと治療方法を探る研究が世界的な注目を集めているが、医学的・技術的・倫理的限界から期待されたほどの成果が出ていない現状がある。そのようななか、研究代表者の芦原らは、*in silico*（コンピュータシミュレーション）研究で培った高度なソフトウェア開発技術を応用し、2013年より日本光電工業との産学連携で、心房細動の興奮動態をオンラインかつリアルタイムで瞬時に映像化できる装置（ExTRa Mapping）の開発に着手し、プロトタイプ装置の開発に成功した。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、まず、これまでに研究代表者らが *in silico* を組み合わせて開発と改良を重ねてきた世界唯一のオンライン・リアルタイム臨床不整脈映像化システム（図1）の完成に向けて開発を進め、それを非発作性心房細動のため当院でアブレーション治療を受ける患者に適用し、個々の患者における心房細動の持続メカニズムと治療標的の違いを明らかにする。

(2) その上で、従来から治療標的として用いられてきた心内心電図指標が、どのような興奮動態と関連し有用となるのか、また、*in silico* 研究を組み合わせることで、根治の可能性を高めるための新たなアブレーション戦略すなわち非発作性心房細動アブレーションの新機軸に向けた提案を行うことを目的とした。

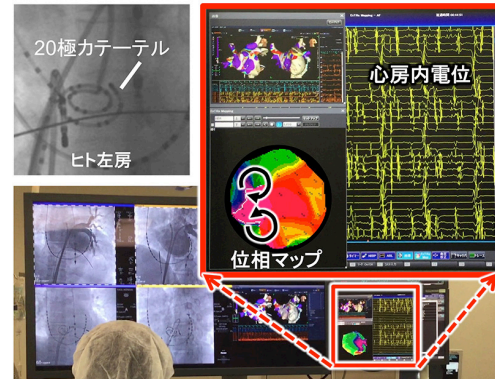


図1. ExTRa Mapping 装置（滋賀医科大学）

3. 研究の方法

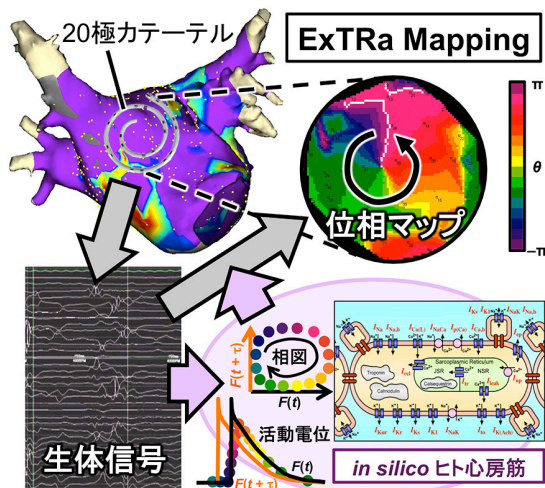


図2. ExTRa Mapping システムの仕組み

(1) 研究代表者の芦原らが開発したプロトタイプオンライン・リアルタイム臨床不整脈映像化システム（ExTRa Mapping）に改良を加え、心房細動の興奮動態を自動判別するシステムを組み込み、解析結果に客観性を持たせる。本システムは、 $\phi 2.5$ cmの渦巻き型20極カテーテルで記録した心内心電図情報に基づき、41双極シグナルを算出し、足りない心臓電気生理学的情報と時空間情報を *in silico* で補完して瞬時に動画を得るものであるが（図2）、マッピング精度の検証と向上に加え、映像化処理のさらなる高速化とユーザビリティ改善を推し進める。計算ソフトウェアは、滋賀医科大学に設置したクラスター型高性能ワークステーション（本科研費で追加導入費と維持費を賄う）のLinux環境でC言語を用いて開発する。

(2) また、当院で非発作性心房細動アブレーションを受ける患者に対して ExTRa Mapping で解析を行い、臨床データを集積し、心房細動の維持メカニズムにかかる患者間の違いや、アブレーション標的となりうる心内心電図指標等について、*in silico* 研究と絡めて研究を行う。

(3) とくに、心房細動の持続メカニズムに関しては、過去の仮説に照らし合わせながら、その信憑性を評価し、非発作性心房細動アブレーション患者に対する ExTRa Mapping による解析と術後の非再発率フォローから、アブレーション標的となりうる心内心電図指標の特徴について明らかにするとともに、より効果的なアブレーション戦略についての提案を行う。

4. 研究成果

(1) オンライン・リアルタイム臨床不整脈映像システム、すなわち ExTRa Mapping にいくつかの改良を加えるなかで、心房細動の興奮動態を自動判別するシステムを組み入れ、解析結果に客観性を持たせた。また、マッピング精度についても *in silico* を用いて検証を重ね、心内心電図の波形検出効率の向上、時空間情報の補完精度の向上、可視化処理のさらなる高速化、操作にかかるユーザビリティ改善等に努めた。

(2) 本学附属病院の非発作性心房細動アブレーション患者に ExTRa Mapping を適用し、心房細動中の興奮動態の動画を集積した。その臨床データに基づいて興奮動態を分析し、非発作性心房細動の持続メカニズムとしては、機能的な興奮旋回であるローター (rotor) のうち、心房内の局所に留まるもの、すなわち定在ローター (中心位置が移動しない興奮旋回) は全く観察されず、心房内をミアンダリング (さまよい運動) する単数または複数のローターで構成される非受動的興奮領域が心房細動のドライバー (駆動機序) としての役割を担っていることを突き止めた。また、それらの興奮動態の割合は心房内の領域によって異なり、時間経過で連続的に入れ替わることが分かった。さらに、患者毎に心房細動のドライバーの機序が異なり、ローターの心房内における分布も大きく異なっていることを見出した。

(3) 従来から非発作性心房細動のドライバーを反映するとして治療標的にされた間接的な心内電位指標を示す領域が、実際にドライバーが分布する領域とは相関の低いことが分かった。そして、ローターを標的にした非発作性心房細動アブレーションにより、従来 30~40% とされた非再発率が ExTRa Mapping 導入後には 79% にまで大幅に改善されたことを確認した。これらの研究成果は、非発作性心房細動アブレーションの治療標的を見定め、新たな治療戦略を探る上で、心房細動の興奮動態を映像化して直接観察することの重要性を強く示唆するものと言える。

(4) これらの研究成果は、国内外の関連学会で一般講演のみならず招待講演としても数多く報告し、論文誌上にも発表した。ExTRa Mapping を用いた慢性心房細動アブレーションのライブ手術を披露したり、ExTRa Mapping にかかる専門研究会を開催したりもした。さらに、この ExTRa Mapping は 2019 年より全国に向けてリリース開始となり、適正使用に向けた講習会も開催した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

1. 芦原貴司, 坂田憲祐, 堀江 稔: TOPICS: 心房細動に対する基質アブレーションの可能性. 臨床医のための循環器診療 2017;27:56-59.
2. 芦原貴司, 坂田憲祐, 奥山雄介, 小澤友哉, 土谷 健, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 堀江 稔, 杉本喜久, 永田 啓: 慢性心房細動アブレーションの新たな治療戦略に向けたインシリコの応用. 医療情報学 2017;37 (Suppl.):796-798.
3. Ashihara T: Real-time imaging of clinical non-paroxysmal atrial fibrillation by newly developed online real-time phase mapping system: The ExTRa Mapping project from Japan. APHRS Newsletter 2018;36:3-6.
4. Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Haraguchi R, Nakazawa K, Tsuchiya T, Horie M, Ashihara T: Not all rotors, effective ablation targets for nonparoxysmal atrial fibrillation, are included in areas suggested by conventional indirect indicators of atrial fibrillation drivers: ExTRa Mapping project. J Arrhythm 2018;34:176-184.
5. 芦原貴司: CLINICAL TOPICS: 非発作性心房細動アブレーションの新機軸提案に向けた臨床・インシリコ融合研究. BIO Clinica 2018;33(12):52-57.

[学会発表] (計 54 件)

1. 芦原貴司, 坂田憲祐, 小澤友哉, 土谷 健, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 堀江 稔: 慢性心房細動アブレーションに向けたオンラインリアルタイム位相マッピングの意義. 第 55 回日本生体医工学会大会 (JSMBE), 2016/04/26-28, Organized セッション (講演), 富山.
2. 芦原貴司: ExTRa Mapping で持続性心房細動の謎に迫る: 細動研究 20 年越しの挑戦. 第 2 回関東・関西不整脈合同カンファレンス, 2016/06/04, 講演, 大阪.
3. Ashihara T, Sakata K, Ozawa T, Tsuchiya T, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Horie M: Challenge of in silico in developing the innovation of catheter ablation for non-paroxysmal atrial fibrillation: ExTRa Mapping Project. 第 63 回日本不整脈心電学会学術大会, 2016/07/14-17, シンポジウム (講演), 札幌.
4. Ashihara T, Sakata K, Ozawa T, Tsuchiya T, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Horie M: Exploration of non-paroxysmal atrial fibrillation drivers by an in silico-integrated online and real-time phase mapping system. The 63rd Annual Meeting of the Japanese Heart Rhythm Society (JHRS), 2016/07/14-17, Symposium, Sapporo.
5. Ashihara T, Sakata K, Ozawa T, Tsuchiya T, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Horie M: Significance of direct recording of AF wave dynamics rather than detecting indirect indicator of driver/perpetuator for non-PAF ablation. The 63rd Annual Meeting of the Japanese Heart Rhythm Society, 2016/07/14-17, Symposium, Sapporo.
6. Ashihara T, Sakata K, Ozawa T, Tsuchiya T, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Horie M: Autonomic nerve activity is not involved in the mechanisms of non-paroxysmal atrial fibrillation. 第 63 回日本不整脈心電学会学術大会, 2016/07/14-17, 講演, 札幌.
7. Ashihara T, Sakata K, Ozawa T, Tsuchiya T, Haraguchi R, Inada S, Nakazawa K, Horie M: Quickly remapping by novel online phase mapping system complemented by in silico prediction of excitations is very useful for confirming the effectiveness of non-PAF ablation. ESC Congress 2016, 2016/08/27-31, Poster, Rome.

8. 芦原貴司, 小澤友哉, 坂田憲祐: ライブ中継: 長期持続性心房細動: ExTRa Mapping. カテーテルアブレーション関連秋季大会 2016, 2016/10/27-29, ライブセミナー, 福岡.
9. 芦原貴司: Advanced Course: ExTRa Mapping ガイド下アブレーション. カテーテルアブレーション関連秋季大会 2016, 2016/10/27-29, 研修セミナー (教育講演), 福岡.
10. 芦原貴司: 慢性心房細動治療の新展開: ExTRa Mapping がもたらすもの. 第 2 回関西不整脈セミナー: for the Next Generation, 2016/12/10, 基調講演, 大阪.
11. 芦原貴司: 慢性心房細動治療の変革に向けた挑戦: 計算科学を応用した ExTRa Mapping がもたらすもの. 日本医療情報学会関西支部 2016 年度第 3 回 Meet the Expert: 可視化および計算科学に基づく不整脈治療戦略の構築. 2016/12/15, 講演, 吹田.
12. 芦原貴司: AF Session: 治療戦略の拡大: PVI+ α アプローチについて: PVI+ExTRa Mapping の可能性と理論的根拠. Catheter Ablation Summit in Kansai, 2016/12/17, 講演, 大阪.
13. 芦原貴司: 心房細動の慢性化とその治療可能性に迫る: in silico から ExTRa Mapping まで. 第 10 回京都カルディオリズムクラブ, 2017/02/03, 特別講演, 京都.
14. 芦原貴司: 慢性心房細動治療における新展開: ExTRa Mapping から抗血栓療法まで. 不整脈治療の New Trend VII, 2017/03/11, 特別講演, 京都.
15. 芦原貴司: 非発作性心房細動アブレーションの新戦略: ExTRa Mapping. 第 125 回仙台心臓血管研究会, 2017/03/29, 特別講演, 仙台.
16. 芦原貴司, 坂田憲祐, 小澤友哉, 土谷 健, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 堀江 稔: 非発作性心房細動に対する ExTRa Mapping ガイド下アブレーションの有用性. 第 56 回日本生体医工学会大会 (JSMBE), 2017/05/03-05, Organized セッション (講演), 仙台.
17. Ashihara T, Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Haraguchi R, Tsuchiya T, Horie M: ExTRa Mapping-guided non-passively activated area ablation is very effective for patients with non-paroxysmal atrial fibrillation. The 44th International Congress on Electrophysiology (ICE), 2017/06/24-27, Panel, Portland.
18. 芦原貴司: Advanced Course: 心房細動へのアプローチ 2: Rotor mapping. カテーテルアブレーション関連大会 2017, 2017/07/06-08, 研修セミナー (教育講演), 札幌.
19. 芦原貴司: Case Conference 5: CAF における ExTRa マッピングの有用性. カテーテルアブレーション関連大会 2017, 2017/07/06-08, Controversy: Discussant (講演), 札幌.
20. 芦原貴司: 心房細動を視る・観る・診る: ExTRa Mapping がもたらすもの. カテーテルアブレーション関連大会 2017, 2017/07/06-08, ティータイムセミナー (講演), 札幌.
21. Ashihara T: Driver mapping and ablation for atrial fibrillation: ExTRa Mapping and rotor targeted ablation. The 10th Asia-Pacific Heart Rhythm Society Scientific Session (APHRS), 2017/09/14-17, Symposium (Invited Lecture), Yokohama.
22. Ashihara T: Clinical observations suggesting the fibroblast hypothesis of atrial fibrillation chronicity: From in silico to clinical real-time phase mapping studies. The 10th Asia-Pacific Heart Rhythm Society Scientific Session (APHRS), 2017/09/14-17, Symposium (Invited Lecture), Yokohama.
23. 芦原貴司: 心房細動ローターの映像化がもたらす新たなアブレーション戦略. 第 13 回お茶の水ハートリズム研究会, 2017/10/21, 特別講演, 東京.
24. 芦原貴司: ExTRa Mapping が拓く持続性心房細動アブレーションの未来. 第 50 回アブレーションカンファレンス特別講演会, 2017/10/27, 特別講演, 名古屋.
25. 芦原貴司: Best Practice using New Technology for AF: ExTRa Mapping for Non-PAF Ablation. 東日本 Electrophysiology Expert Meeting (EEM), 2017/11/04, 講演, 東京.
26. 芦原貴司, 坂田憲祐, 奥山雄介, 小澤友哉, 土谷 健, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 堀江 稔, 杉本喜久, 永田 啓: 慢性心房細動アブレーションの新たな治療戦略に向けたインシリコの応用. 第 37 回医療情報学連合大会, 2017/11/20-23, 口述, 大阪.
27. 芦原貴司: ライブ 3: 長期持続性心房細動: ExTRa Mapping AF Ablation: 新たな AF mapping, 2018/12/01, ライブセミナー (手術実演), 神戸 (神戸市立医療センター中央市民病院).
28. 芦原貴司: 持続性心房細動アブレーションの新戦略: ExTRa Mapping. Arrhythmia Conference in Hiroshima 2017, 2017/12/09, 特別講演, 広島.
29. 芦原貴司: 持続性 AF への挑戦: ExTRa Mapping for Non-PAF Ablation. 西日本 Electrophysiology Expert Meeting (EEM), 2017/12/23, 講演+ディスカッション, 大阪.
30. 芦原貴司: ExTRa Mapping がもたらす心房細動治療のパラダイムシフト. 京都南部病診連携懇話会, 2018/02/10, 講演, 京都.
31. 芦原貴司: ExTRa Mapping の概要. 第 1 回 ExTRa Meeting, 2018/03/24, 講演, 大阪.
32. 芦原貴司: ExTRa Mapping がもたらす心房細動治療のパラダイムシフト: DOAC の話題も含めて. 不整脈フォーラム in 倉敷, 2018/03/07, 講演, 倉敷.
33. Ashihara T: Catheter mapping of AF rotors. Heart Rhythm 2018 Scientific Sessions, 2018/05/09-12, Invited Lecture, Boston.
34. Ashihara T, Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Haraguchi R, Nakazawa K, Tsuchiya T, Horie M: Modulation of non-PAF driver is not always reflected by the increase in global AF cycle length: ExTRa Mapping project. Heart Rhythm 2018 Scientific Sessions, 2018/05/09-12, Poster, Boston.

35. 芦原貴司, 坂田憲祐, 奥山雄介, 小澤友哉, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 土谷 健 : 「難治性不整脈の病態解明・診断・治療における戦略的技術開発」: 臨床不整脈映像化システムによる非発作性心房細動の維持機構の解明: ExTRa Mapping Project. 第 57 回日本生体医工学大会 (JSMBE), 2018/06/19-21, Organized セッション (講演), 札幌.
36. 芦原貴司: 非発作性心房細動アブレーションはパンドラの箱か?: ExTRa Mapping の挑戦. 第 28 回臨床難治性不整脈研究会, 2018/06/23, 特別講演, 大阪.
37. Ashihara T: Assessment of arrhythmias using realtime mapping. The 2018 International Congress on Electrophysiology (ICE), 2018/06/28-30, Keynote Lecture, Chiba.
38. 芦原貴司: 心房細動の Rotor に臨床から迫る: ExTRa Mapping の臨床経験を通じて. 第 38 回日本ホルター・ノンインベシブ心電学研究会 (JASHNE2018)/第 33 回心電情報処理ワークショップ (JSCE2018), 2018/06/28-30, ランチョンセミナー, 千葉.
39. Ashihara T: Real-time mapping and catheter ablation for non-paroxysmal AF. The 2018 International Congress on Electrophysiology (ICE), 2018/06/28-30, Lecture, Chiba.
40. 芦原貴司: 非発作性心房細動の可視化で見えてきた新たなアブレーション. 第 8 回関東アブレーションフロンティア, 2018/06/30, 特別講演, 東京.
41. Ashihara T, Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Haraguchi R, Nakazawa K, Tsuchiya T: Long-term effect of ExTRa Mapping-guided rotor modulation on persistent/long-standing persistent atrial fibrillation. The 65th Annual Meeting of the Japanese Heart Rhythm Society (JHRS 2018), 2018/07/11-14, Symposium, Tokyo.
42. Ashihara T, Sakata K, Okuyama Y, Ozawa T, Haraguchi R, Nakazawa K, Tsuchiya T: Initiation and perpetuation: Persistent mechanisms of non-paroxysmal atrial fibrillation. The 65th Annual Meeting of the Japanese Heart Rhythm Society (JHRS 2018), 2018/07/11-14, Symposium, Tokyo.
43. 芦原貴司: New Mapping Technology for Persistent Atrial Fibrillation: ExTRa Mapping System. Thrombosis Expert Meeting for Heart Rhythm, 2018/09/23, 招待講演, 東京.
44. Ashihara T: Artificial intelligence of electrogram waveform: Fibroblast hypothesis of AF chronicity: From in silico to clinical real-time phase mapping studies. The 11th Asia-Pacific Heart Rhythm Society Scientific Session (APHRs 2018), 2018/10/17-20, Symposium (Invited Lecture), Taipei.
45. Ashihara T: What is the best strategy to identify the rotational activities (different approach!): Real time mapping of AF rotors: ExTRa Mapping project. The 11th Asia-Pacific Heart Rhythm Society Scientific Session (APHRs 2018), 2018/10/17-20, Symposium (Invited Lecture), Taipei.
46. 芦原貴司: Advanced Course : 心房細動へのアプローチ 2 : Rotor mapping. カテーテルアブレーション関連秋季大会 2018, 2018/11/09-11, 研修セミナー (教育講演), 宜野湾.
47. 芦原貴司: 心房細動基質焼灼へのたゆみない挑戦: ExTRa Mapping-guided ablation. カテーテルアブレーション関連秋季大会, 2018/11/09-11, ランチョンセミナー, 宜野湾.
48. 芦原貴司, 奥山雄介, 小澤友哉, 原口 亮, 稲田 慎, 中沢一雄, 杉本喜久, 永田 啓 : 心内心電図処理に基づく心房細動のリアルタイム可視化がもたらすカテーテルアブレーションの変革. 第 38 回医療情報学連合大会, 2018/11/22-25, 口述, 福岡.
49. 芦原貴司: 非発作性心房細動アブレーションの新機軸に向けた ExTRa Mapping プロジェクト. 神戸心房細動治療セミナー, 2018/11/30, 講演, 神戸.
50. 芦原貴司: 非発作性心房細動の映像化で見えてきた新たなアブレーション戦略. 第 42 回阪神アブレーション電気生理研究会, 2019/01/19, 特別講演, 大阪.
51. 芦原貴司: Rotor 追いますか? それとも Non-PAF アブレーションやめますか? 近畿心不全・不整脈カンファレンス, 2019/02/09, 特別講演, 大阪.
52. 芦原貴司: ExTRa Mapping の原理/使用上の注意/リミテーション. ExTRa Mapping 適正使用講習会, 2019/03/09, 特別講演, 東京.
53. 芦原貴司: Is the ExTRa Mapping-guided ablation targeting non-passively activated areas a novel and effective approach for non-paroxysmal atrial fibrillation? 第 83 回日本循環器学会学術集会 (JCS2019), 2019/03/29-31, 会長特別企画 (講演), 横浜.

[図書] (計 3 件)

1. 芦原貴司: 難治性不整脈治療のイノベーション実現に向けた in silico arrhythmology. 奥山裕司編著: 難治性不整脈診療: エキスパートのアプローチ. 中外医学社, 東京, 2016, pp. 229-234.
2. 芦原貴司: 線維芽細胞と興奮伝導・伝播異常. 井上 博編: Medical Topics Series : 不整脈 2017. メディカルレビュー社, 大阪, 2017, pp. 20-29.
3. 芦原貴司: 2 章 高周波アブレーション: 3. 非発作性心房細動において Rotor アブレーションが有効と思われるのはどのような症例か. 上級医の循環器手技 カテーテルアブレーション. 日本医事新報社, 東京, 2019, pp. 66-76.

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称：記録装置，記録方法およびプログラム.

発明者：芦原貴司，滝澤晃司，土谷 健.

権利者：国立大学法人滋賀医科大学，日本光電工業株式会社，土谷 健.

種類：特許

番号：特願 2019-011333

出願年：2019 年

国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

該当なし.

[その他]

ホームページ等

臨床不整脈映像化システム ExTRa Mapping

<http://square.umin.ac.jp/ash/extramap.html>

Spiral in Cardiology

<http://square.umin.ac.jp/ash/vitae.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：小澤 友哉

ローマ字氏名：(OZAWA, Tomoya)

所属研究機関名：滋賀医科大学

部局名：医学部

職名：助教

研究者番号 (8 桁)：20584395

研究分担者氏名：坂田 憲祐

ローマ字氏名：(SAKATA, Kensuke)

所属研究機関名：高槻病院

部局名：不整脈センター

職名：医員

研究者番号 (8 桁)：50773991

研究分担者氏名：原口 亮

ローマ字氏名：(HARAGUCHI, Ryo)

所属研究機関名：兵庫県立大学

部局名：大学院応用情報科学研究科

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：00393215

研究分担者氏名：稲田 慎

ローマ字氏名：(INADA, Shin)

所属研究機関名：森ノ宮医療大学

部局名：保健医療学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：50349792

研究分担者氏名：中沢 一雄

ローマ字氏名：(NAKAZAWA, Kazuo)

所属研究機関名：森ノ宮医療大学

部局名：保健医療学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：50198058

(2) 研究協力者

該当なし.

※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、研究者個人に帰属されます。