

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08084

研究課題名（和文）遺伝子変異検出から予後予測へつなぐ画像生検の開発

研究課題名（英文）Imaging biopsy connecting detection of genetic mutation with prognostic prediction

研究代表者

有村 秀孝（Arimura, Hidetaka）

九州大学・医学研究院・教授

研究者番号：20287353

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）：本研究で着目した理論は位相幾何学で、それは柔らかい幾何学と呼ばれ、具体的な形態を考慮せず、穴の数だけで対象物を分類できる理論である。本研究では“穴解析”と呼ぶ[有村秀孝他：医用画像情報学会雑誌 2023]。EGFR 変異陽性の肺癌には空洞やバブルなどが画像に現れやすいとの報告があるため、穴解析が有効と考えた。本研究では、ベッチ数マップ特徴量を用いてEGFR変異に対応する画像不変特徴量を明らかにし、非侵襲的画像生検法を開発した。本研究で立てた仮説である「位相幾何学に基づくベッチ数マップの特徴量が肺癌のEGFR変異（Del19/L858R変異のサブタイプ分類を含む）を検出できる」ことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

位相幾何学に基づくベッチ数マップ特徴量による予測モデルは、非小細胞肺癌患者におけるEGFR変異の同定において、CT装置/撮像パラメータの変動に対して従来モデルよりも高い頑健性を示した。さらに、EGFR Del19/L858R変異のサブタイプの特徴と遺伝学的関連を示した3Dベッチ数マップ特徴量は、従来特徴量と比較してサブタイプ分類に高い精度を示した。

現状の生検では、不均一な遺伝子変異を持つ腫瘍の遺伝子変異予測を過小または過大評価する可能性があるが、この問題を提案する画像生検が解決できる可能性がある。また、生検不可または拒否の患者に対して画像生検を適用できる。

研究成果の概要（英文）：The theory focused on in this study is topology, which is called a soft geometry, a theory that classifies objects by the number of holes without regard to their concrete shapes. In this study, we call it "hole analysis" [Hidetaka Arimura et al. Medical Imaging and Information Sciences 2023]. Since lung cancers with EGFR mutations tend to show cavities and bubbles on images, we hypothesized that the hole analysis would be feasible for detection of EGFR mutations. In this study, we used Betti number map features to identify image invariant features corresponding to EGFR mutations and developed a noninvasive image biopsy with the hole analysis. We demonstrated that the Betti number map features based on topology can detect lung cancer with EGFR mutations (including subtype classification of Del19/L858R mutations), which is the hypothesis we proved in this study.

研究分野：医用画像情報学、医学物理学

キーワード：画像生検 穴解析 肺癌 位相幾何学 ベッチ数マップ

1. 研究開始当初の背景

本研究で扱う分子標的薬治療の対象となる III 期と IV 期肺癌の 5 年生存率はそれぞれ 22.4%と 4.8%であり、予後不良の難治癌である[1]。遺伝子変異陽性肺癌においては、EGFR に代表される、癌の発生・進展において直接的に重要な役割を果たす遺伝子(ドライバー遺伝子)が多く見いだされてきた。これら遺伝子変異陽性肺癌に対しては、組織生検検体による変異検査結果に基づき特異的なチロシンキナーゼ阻害薬(TKI)を用いることで予後の

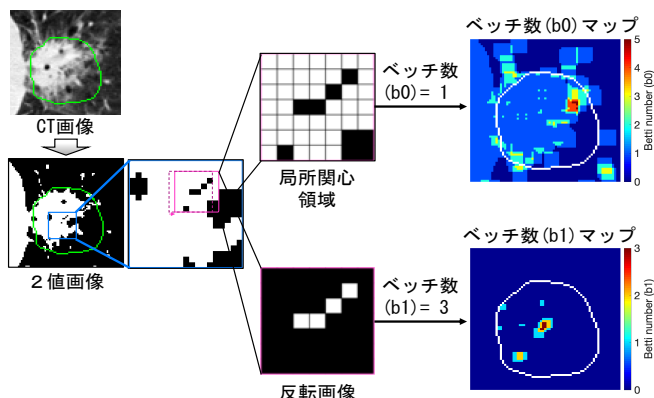


図1 画像不変特徴量の一つであるベッチ数マップの計算方法[Ninomiya K, Arimura H. Phys Med.

改善を図る個別化癌治療が進んでいる[2]。しかし、現状の生検では、不均一な遺伝子変異を持つ腫瘍の遺伝子変異予測を過小または過大評価する可能性がある。また医学的な理由で組織生検不可(例:約40%[3])または拒否(例:約30-40%[4])(気胸や出血などの合併症のリスクがあるため)の患者が存在し、その代替のリキッドバイオプシーには偽陰性問題(例:感度:54.4%[5])がある。さらに、EGFR-TKI 対象患者の中には、癌細胞の抵抗性や耐性化などが原因で予後の悪い患者が存在する[6]。

そこで申請者は医用画像で求めた特徴量から非小細胞肺癌(NSCLC)のサブタイプと遺伝子変異(EGFR 変異)を検出するための非侵襲的な画像生検法を提案し、さらに予後予測へつなぐ基礎研究を行ってきた[山田真大, 有村秀孝他. 医用画像情報学会雑誌, 2020; 有村秀孝他. 日本放射線技術学会雑誌 2022]。しかし、各患者や撮像装置間の画質の変動が原因で、従来画像特徴量(ヒストグラム特徴量、テクスチャー特徴量など)の予後予測性能が十分ではないことが分かった。そのため、多くの研究者は画質の変動を減らすための撮像法の標準化[Ikushima K, Arimura H., MAGMA. 2023]や画質変動に頑強な特徴量選択法[Soufi M, Arimura H., et al. Medical Physics 2018]を研究して来た。一方、本研究では数学(幾何学)の不変量に着目し、これらの変動を減らすのではなく、画質の変動に頑強な EGFR 変異を検出できる画像不変特徴量を開発できないか、と考えた。

申請者は、肺癌の予後予測研究で不変量の一つである位相幾何学に基づきベッチ数マップを新規に開発[Ninomiya K, Arimura H. Phys Med. 2020]し(図1)、そのマップから新たに求めた画像不変特徴量が従来の画像特徴量よりも予後予測性能が高いことが分かった。ベッチ数は多次元の穴の数で、具体的には多値画像から求めた二値画像における連結成分の数、穴の数、空洞の数となる。本研究では、位相幾何学に基づくベッチ数マップの特徴量が EGFR 変異(De119/L858R 変異のサブタイプ分類を含む)を検出できるという仮説を立て、研究を行なった(図2)。

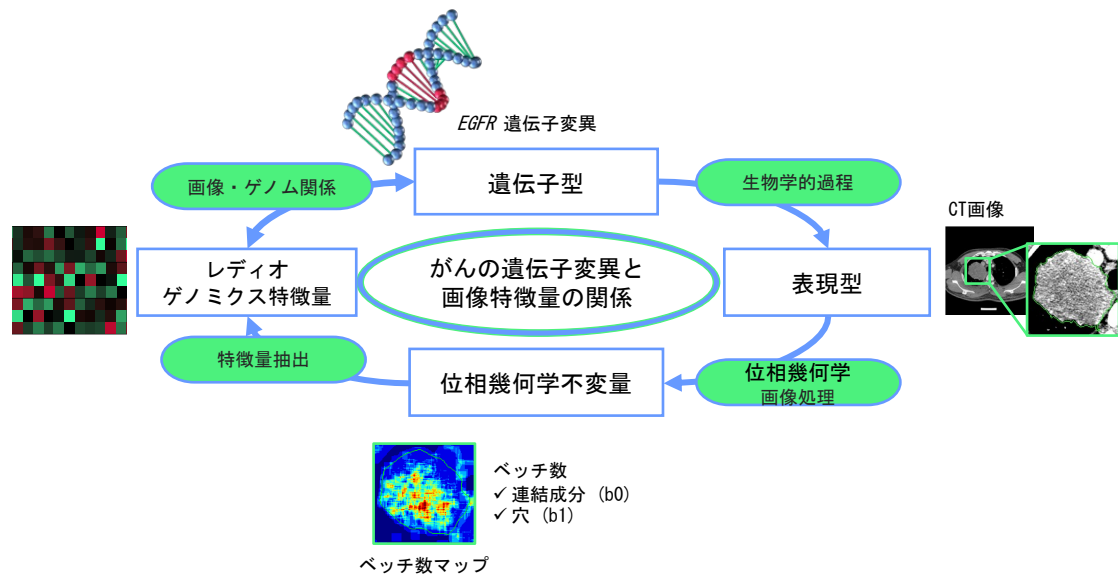


図1 癌の遺伝子変異と画像特徴量との関係（仮説）

## 2. 研究の目的

我々が着目した理論は位相幾何学である[10]。位相幾何学は柔らかい幾何学と呼ばれ、具体的な形態を考慮せず穴の数だけで対象物を分類する理論である。本研究では“穴解析”と呼ぶ[有村 秀孝他. 医用画像情報学会雑誌 2023]。EGFR 変異の肺癌には空洞やバブル（空洞/ 泡状）などが画像に現れやすいとの報告があるため [11, 12]、穴解析が有効と考えた。本研究では、ベッチ数マップ特徴量を用いて臨床応用に向けた画像生検法の改良研究を行うことで、EGFR 変異に対応する画像不変特徴量を明らかにし、非侵襲的画像生検法を開発した。そのために以下の項目を研究した。

- (1) 2次元ベッチ数マップ特徴量を用いた EGFR 変異陽性患者検出法の開発
- (2) 3次元ベッチ数マップ特徴量を用いた EGFR 変異のサブタイプ (Del19, L858R) 分類法の開発
- (3) 分子標的薬治療における EGFR 変異陽性患者の腫瘍成長軌跡モデルの開発

## 3. 研究の方法

(1) 2次元ベッチ数マップ特徴量を用いた EGFR 変異陽性患者検出法の開発 [Ninomiya K, Arimura H, Tanaka K, et al. PLOS ONE 2021]

多人種 NSCLC 患者 194 例 (EGFR 変異型 79 例、野生型 115 例) の造影コンピュータ断層撮影 (CT) 画像を、5 メーカーの CT 装置を用い、様々な撮像パラメータで 3 カ国から収集した。マレーシアのマラヤ大学医療センターから入手した 99 症例が、学習および検証に使用された。日本の九州大学病院から収集した 41 症例と、アメリカの The Cancer Imaging Archive から入手した 54 症例をテスト手順に使用した。CT 画像上の肺癌の位相幾何学的に不変なベッチ数マップから、ヒストグラムおよびテキストチャーターの特徴量計算を適用することにより、癌の特徴を予測した。ベッチ数マップの画像特徴シグネチャーは、サポートベクターマシン (SVM) モデルを用いて、受信者動作特性曲線下面積 (AUC) の合計が高く、学習と検証の AUC の差が小さいことを定義する頑健性指数 (RI) を最大化する特徴の最適な組み合わせで決定した。このシグネチャーを用いて SVM モデルを構築し、5-fold cross validation test

で最適化した。ベッチ数マップ特徴量から求めたモデルは、従来の原画像およびウェーブレット分解の特徴量から求めたモデルと、検証とテストの RI に関して比較された。

(2) 3次元ベッチ数(3DBN)マップ特徴量を用いた EGFR 変異のサブタイプ(Del19, L858R)分類法の開発[Ninomiya K, Arimura H, Tanaka K, et al. Computer Methods and Programs in Biomedicine 2023] 合計154人の患者(野生型EGFR:72人、Del19変異:45人、L858R変異:37人)がレトロスペクティブに登録され、無作為に92の学習症例と62のテスト症例に分けられた。野生型EGFRと変異型EGFRを区別する(変異[M]分類)2つのサポートベクターマシン(SVM)モデルと、Del19とL858Rのサブタイプを区別する(サブタイプ[S]分類)2つのサポートベクターマシン(SVM)モデルを、3Dベッチ数マップ特徴量を用いて訓練した。これらの特徴は、ヒストグラム分析とテクスチャー分析を用いて3Dベッチ数マップから計算された。3Dベッチ数マップは、画像中の点の集合に構築されたČech complexに基づいて、CT画像を用いて生成された。これらの点は、CT値がいくつかの閾値より高いボクセルの座標によって定義された。M分類モデルは、画像特徴および性別と喫煙状態の人口統計学的パラメータを用いて構築された。SVMモデルは、その分類精度を決定することにより評価された。3DBNモデルの実行可能性を、擬似3次元ベッチ数マップ(p3DBN)、2次元ベッチ数マップ(2DBN)、CTおよびウェーブレット分解画像に基づく従来モデルの有効性を比較した。モデルの検証は100回のランダムサンプリングで繰り返した。

(3) 分子標的薬治療におけるEGFR変異陽性患者の腫瘍成長軌跡モデルの開発[Furuta R, Arimura H, Tanaka K, et al. SEACOMP & PITFMB 2023]

本研究では、分子標的薬である上皮成長因子受容体チロシンキナーゼ阻害剤(EGFR-TKI)治療を受けたNSCLC患者における腫瘍細胞数経時変化曲線(TGT)モデルを提案した。EGFR-TKI治療を受けたIV期のNSCLC患者17名の治療前CT画像とフォローアップCT画像上で腫瘍輪郭と体積を求め、腫瘍細胞数を計算した。腫瘍細胞はTKIに対して感受性と抵抗性を示す細胞、およびpersister細胞から成ると仮定し、Bertalanffy-Pütter(BP)腫瘍成長式を用いてTGTを予測した。また、TGTモデルの12個のパラメータを焼きなまし法を用いて最適化した。各フォローアップCT撮影時点における腫瘍細胞数と予測値の関係を、スピアマン順位相関係数と平均絶対パーセント誤差(MAPE)を用いて評価した。

#### 4. 研究成果

位相幾何学に基づくベッチ数マップ特徴量による予測モデルは、非小細胞肺癌患者におけるEGFR変異の同定において、CT装置/撮像パラメータの変動に対して従来モデルよりも高い頑健性を示した。さらに、EGFR Del19/L858R変異のサブタイプの特徴と遺伝学的関連を示した3Dベッチ数マップ特徴量は、従来特徴量と比較してサブタイプ分類に高い精度を示した。そして、分子標的薬であるEGFR-TKI治療を受けたNSCLC患者における腫瘍細胞数経時変化曲線モデルを提案した。

現状の生検では、不均一な遺伝子変異を持つ腫瘍の遺伝子変異予測を過小または過大評価する可能性があるが、この問題を提案する画像生検が解決できる可能性がある。また、生検不可または拒否の患者に対して画像生検を適用できる。

本研究で立てた仮説である「位相幾何学に基づくベッチ数マップの特徴量がEGFR変異を検出できる」ことを証明できた。ただし、本研究の成果は一部の症例の学習と検証、およびテストの結果であり、今

後多くの症例や他の遺伝子変異(ALK や KRAS など) でも検証する必要がある。

#### 文献

- [1] 国立がん研究センターがん情報サービス、ganjoho.jp
- [2] Kohno T, et al. *Transl Lung Cancer Res* 2015;4(2):156-64
- [3] Kawamura T, et al. *Cancer Sci* 2016;107:1001-5
- [4] Fukui T, et al. *Thoracic Cancer* 2019;10:501-7
- [5] Uchida J, et al. *Clin Chem* 2015;61(9):1191-1196
- [6] Grassberger, et al. *Cancer Res* 2019;79:3776-88
- [7] Yip SS, et al. *Phys Med Biol* 2016;61:R150-166
- [8] Ishwaran H, et al. *Ann Appl Stat* 2008;2(3):841-860
- [9] Khan FM, et al. *IEEE Int Conf on Data Mining* 2008
- [10] 瀬山士郎. *トポロジー：柔らかい幾何学*. 日本評論社, 東京, 2016
- [11] Liu Y, et al. *Radiology*. 2016;280(1):271-80
- [12] Zhang H, et al. *Int J Clin Oncol*. 2019;24(6):649-659

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Ninomiya Kenta, Arimura Hidetaka, Tanaka Kentaro, Chan Wai Yee, Kabata Yutaro, Mizuno Shinichi, Gowdh Nadia Fareeda Muhammad, Yaakup Nur Adura, Liam Chong-Kin, Chai Chee-Shee, Ng Kwan Hoong	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 Three-dimensional topological radiogenomics of epidermal growth factor receptor Del19 and L858R mutation subtypes on computed tomography images of lung cancer patients	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Computer Methods and Programs in Biomedicine	6. 最初と最後の頁 107544 ~ 107544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cmpb.2023.107544	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 該当する

1. 著者名 Ikushima Kojiro, Arimura Hidetaka, Yasumatsu Ryuji, Kamezawa Hidemi, Ninomiya Kenta	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 Topology-based radiomic features for prediction of parotid gland cancer malignancy grade in magnetic resonance images	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10334-023-01084-0	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 Kamezawa Hidemi, Arimura Hidetaka	4. 巻 46
2. 論文標題 Recurrence prediction with local binary pattern-based dosiomics in patients with head and neck squamous cell carcinoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 99 ~ 107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-022-01201-8	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 Nagami Noriyuki, Arimura Hidetaka, Nojiri Junichi, Yunhao Cui, Ninomiya Kenta, Ogata Manabu, Oishi Mitsutoshi, Ohira Keiichi, Kitamura Shigetoshi, Irie Hiroyuki	4. 巻 46
2. 論文標題 Dual segmentation models for poorly and well-differentiated hepatocellular carcinoma using two-step transfer deep learning on dynamic contrast-enhanced CT images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 83 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-022-01202-7	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 Kodama Takumi, Arimura Hidetaka, Shirakawa Yuko, Ninomiya Kenta, Yoshitake Tadamas, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Relapse predictability of topological signature on pretreatment planning <sc>CT</sc> images of stage I non small cell lung cancer patients before treatment with stereotactic ablative radiotherapy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Thoracic Cancer	6. 最初と最後の頁 2117 ~ 2126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1759-7714.14483	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 Ninomiya Kenta, Arimura Hidetaka, Yoshitake Tadamas, Hirose Taka-aki, Shioyama Yoshiyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Synergistic combination of a topologically invariant imaging signature and a biomarker for the accurate prediction of symptomatic radiation pneumonitis before stereotactic ablative radiotherapy for lung cancer: A retrospective analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0263292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0263292	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 Urakami Akimasa, Arimura Hidetaka, Takayama Yukihisa, Kinoshita Fumio, Ninomiya Kenta, Imada Kenjiro, Watanabe Sumiko, Nishie Akihiro, Oda Yoshinao, Ishigami Kousei	4. 巻 82
2. 論文標題 Stratification of prostate cancer patients into low and high grade groups using multiparametric magnetic resonance radiomics with dynamic contrast enhanced image joint histograms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Prostate	6. 最初と最後の頁 330 ~ 344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pros.24278	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 有村秀孝、兒玉拓巳、浦上暉允、亀澤秀美、廣瀬貴章、二宮健太	4. 巻 78
2. 論文標題 高精度がん治療支援のための画像生検 -レディオミクスで抽出できる情報-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会雑誌	6. 最初と最後の頁 219 ~ 224
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 Ninomiya Kenta, Arimura Hidetaka, Chan Wai Yee, Tanaka Kentaro, Mizuno Shinichi, Muhammad Gowdh Nadia Fareeda, Yaakup Nur Adura, Liam Chong-Kin, Chai Chee-Shee, Ng Kwan Hoong	4. 巻 16
2. 論文標題 Robust radiogenomics approach to the identification of EGFR mutations among patients with NSCLC from three different countries using topologically invariant Betti numbers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0244354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0244354	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 Cui Yunhao, Arimura Hidetaka, Nakano Risa, Yoshitake Tadamasa, Shioyama Yoshiyuki, Yabuuchi Hidetake	4. 巻 62
2. 論文標題 Automated approach for segmenting gross tumor volumes for lung cancer stereotactic body radiation therapy using CT-based dense V-networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiation Research	6. 最初と最後の頁 346 ~ 355
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jrr/rraa132	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 山田真大, 二宮健太, 崔云昊, 有村秀孝	4. 巻 37
2. 論文標題 レディオミクス特徴量に基づく機械学習を用いたNSCLCの組織学的サブタイプの分類	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 44-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.37.44	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 Jin Yu, Arimura Hidetaka, Cui Yunhao, Kodama Takumi, Mizuno Shinichi, Ansai Satoshi	4. 巻 15
2. 論文標題 CT Image-Based Biopsy to Aid Prediction of HOPX Expression Status and Prognosis for Non-Small Cell Lung Cancer Patients	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 2220 ~ 2220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers15082220	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 Cui Yunhao, Arimura Hidetaka, Yoshitake Tadamasu, Shioyama Yoshiyuki, Yabuuchi Hidetake	4. 巻 46
2. 論文標題 Deep learning model fusion improves lung tumor segmentation accuracy across variable training-to-test dataset ratios	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 1271 ~ 1285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-023-01295-8	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 Egashira Mai, Arimura Hidetaka, Kobayashi Kazuma, Moriyama Kazutoshi, Kodama Takumi, Tokuda Tomoki, Ninomiya Kenta, Okamoto Hiroyuki, Igaki Hiroshi	4. 巻 46
2. 論文標題 Magnetic resonance-based imaging biopsy with signatures including topological Betti number features for prediction of primary brain metastatic sites	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical and Engineering Sciences in Medicine	6. 最初と最後の頁 1411 ~ 1426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13246-023-01308-6	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 有村 秀孝、兒玉 拓巳、二宮 健太、徳田 智紀	4. 巻 40
2. 論文標題 トポロジーでがんの特徴を数に変える	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 79 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.40.79	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 有村 秀孝、廣瀬 貴章、兒玉 拓巳、古田 凜太郎	4. 巻 282
2. 論文標題 連載 医療AI技術の現在と未来--できること・できそうなこと・できないこと・Vol.1 医療へのレディオミクスAIの貢献	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 1033 ~ 1038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32118/ayu282111033	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10件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Takumi Kodama, Hidetaka Arimura, Yuko Shirakawa, Kenta Ninomiya, Tadamasa Yoshitake, Yoshiyuki Shioyama
2. 発表標題 Topological prediction models for relapse of stage I patients with non-small cell lung cancer prior to stereotactic ablative radiotherapy
3. 学会等名 SPIE Medical Imaging 2023, San Diego (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有村秀孝
2. 発表標題 癌治療におけるレディオミクスとAI (特別講演)
3. 学会等名 第十七回前立腺癌密封小線源永久挿入治療研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hidetaka Arimura
2. 発表標題 Novel imaging biopsy models for characterizing tumors and its surrounding tissue
3. 学会等名 19th SEACOMP, 13th TMPS and the 14th ACOMP (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hidetaka Arimura
2. 発表標題 Radiomics and imaging biopsy approaches for precision medicine
3. 学会等名 The 9th Korea-Japan Joint Meeting on Medical Physics, KJMP2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Kenta Ninomiya, Hidetaka Arimura, Wai Yee Chan, Kentaro Tanaka, Shinichi Mizuno, Nadia Fareeda Muhammad Gowdh, Nur Adura Yaakup, Chong-Kin Liam, Chee-Shee Chai, Kwan Hoong Ng
2. 発表標題	Novel recognition approach of TKI-sensitizing EGFR mutations in non-small cell lung cancer patients using topologically invariant Betti numbers
3. 学会等名	International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2021 (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Truong Gia Huy, Hidetaka Arimura, Kentaro Tanaka, Kenta Ninomiya
2. 発表標題	Prediction of Tumor Growth Trajectories During Molecularly Targeted Therapy Based on Mathematical Models
3. 学会等名	20th Asia-Oceania Congress on Medical Physics (AOCMP), 18th South-East Asian Congress of Medical Physics (SEACOMP) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Rintaro Furuta, Hidetaka Arimura, Kentaro Tanaka, Yutaro Kabata, Mai Egashira
2. 発表標題	Prediction Model for the Time Variant Trajectories of Lung Tumor Growths After Tyrosine Kinase Inhibitor Therapy
3. 学会等名	SEACOMP & PITFMB 2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Hidetaka Arimura
2. 発表標題	Topological Radiomics of Explainable AI
3. 学会等名	SEACOMP & PITFMB 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 Hidetaka Arimura
2. 発表標題 Applications of topological radiomics (Medical imaging signatures with topology for cancer)
3. 学会等名 WORKSHOP on Mathematics for Industry, Warsaw 25-29 September, 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有村秀孝
2. 発表標題 がんの特徴を穴から見通す -トポロジー穴解析-
3. 学会等名 第80回日本放射線技術学会学術大会, 2024 (招待講演)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 有村 秀孝、角谷 倫之	4. 発行年 2021年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 338
3. 書名 レディオミクス入門	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 治療効果予測装置、治療効果予測方法、および治療効果予測	発明者 有村秀孝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-069728	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 肺がん評価装置及び肺がん評価方法	発明者 有村秀孝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/018346	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<http://www.shs.kyushu-u.ac.jp/~arimura/>

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	田中 謙太郎  (Tanaka Kentaro)  (00536849)	鹿児島大学・医歯学総合研究科・准教授    (17701)	

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			
マレーシア	マラヤ大学			
米国	Sanford Burnham Prebys Medical			