

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18312

研究課題名（和文）医療における多目的決定構造の数理的解明

研究課題名（英文）Multi-objective optimization for decision problems in medicine

研究代表者

内田 誠一（Uchida, Seiichi）

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：70315125

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 20,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、医療現場における治療方針決定が、多目的最適化問題における解決問題に帰着することに着眼した。しかし、一般的な多目的最適化は、解を「集合として複数与える」点において、不十分であった。そこで、解集合（パレートフロント）の幾何形状を数学的に捉え、「解集合の広がりの中で他と比べて傑出した点」すなわち「特異点」を利用することとした。そして、目的関数を限定（二次関数と正規関数のような単峰性関数）した上で、パレートフロントの特異点の状況と、それを多目的最適化問題の解とすることの解釈を見出し、最終的にそうした理論を実際に医療データに用いて適用した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

まず「数学者と医学者、そして情報学者のコラボレーションにより、医療問題を多目的最適化問題として捉え、それに対して、医療現場では必須となる『唯一解』がそのままでは得られないこと、そして特異点に注目することで解候補を数個に絞れること」を示した社会的意義を強調したい。「問題の捉え方」も「用語」も異なる分野の共同研究は、今後も推進すべきと痛感した。学術的には、シンプルだが一般的な凸関数（二次関数、ガウス関数）を用いた場合のパレートフロントの特異点の挙動を詳細に解析でき、またそれら特異点が最適化問題の解としてどのような意味を持つかについて多面的な説明が与えられた点が、最大の成果と考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on the fact that treatment policy decisions in the medical field are reduced to the problem of determining a solution in a multi-objective optimization problem. However, general multi-objective optimization is insufficient because it gives multiple solutions (called Pareto-solutions) instead of a unique solution. Therefore, we mathematically grasped the geometric shape of the solution set (Pareto front) and utilized "singular points" that stand out from the others in the spread of the solution set. Then, after specifying the objective function (as unimodal functions, such as quadratic functions and Gaussian functions), we found an interpretation of the situation of the singular points on the Pareto front and how to use them as the solution to the multi-objective optimization problem. Finally, we applied this theory to actual medical data.

研究分野：実データ解析，画像情報学，機械学習応用

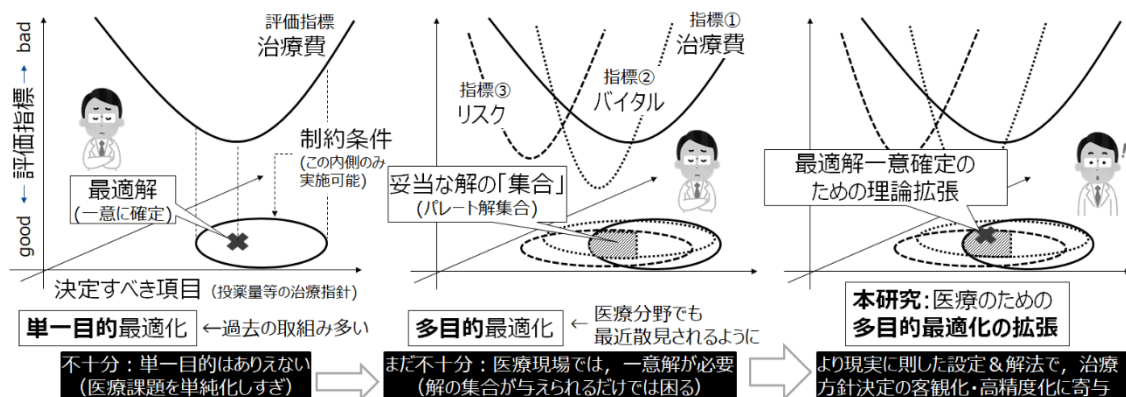
キーワード：多目的最適化 特異点論 医療データ 機械学習

1. 研究開始当初の背景

医療とは「人々を健康な状態にするために様々な決定を行う」分野である。例えば、臨床パスとして表現される治療プランに従いながらも、常に患者の状況に応じて適切な判断(すなわち決定)を行っている。その決定に当たっては、根拠に基づく医療(Evidence-based medicine, EBM)が推進されている昨今、医師の主観ではなく、客観的な根拠を持つこと、さらにそれが説明可能であることが求められている。

本研究の着眼点は、この医療現場における治療方針決定が、多目的最適化問題における決定問題に帰着する点である。多目的最適化とは、複数の評価指標がある状況において、それらの間のトレードオフを考慮しながら、妥当な解を求めるための方法論である。医療の場合、「投薬量、手術の程度、入院期間」などを決定されるべき治療方針であり、「治療費、治療効果(患者のバイタル)、リスク、リソース(医師団や医療設備)」などが複数の評価指標(目的関数)となる。こうした状況下で、指標間に潜むトレードオフについても適切に考慮しながら、それらの評価指標の値をできるかぎり小さく(もしくは大きく)することにより、投薬量や手術の程度を決定することになる。

ところが、治療方針の決定問題を解くに当たり、一般的な多目的最適化では不十分であることはわかっていた。その最大の理由は、解が「集合として複数与えられる」ためである(パレート解集合と呼ばれる)。これは、一般的な多目的最適化が妥当な解(ある評価指標をそれ以上改善するためには他の評価指標を改悪せざるを得ない状況)をすべて許容するという、比較的緩やかな判断を行うためである。一方、実際の医療現場では、複数の治療方針が集合として与えられただけでは不十分である。すなわち、治療方針は一意に決定される必要がある。従ってこの“妥当な治療方針の集合”から一つの最適な治療方針を決定する必要がある。



2. 研究の目的

そこで本研究では、①「多目的最適化に対して、合理的と思える基準により一意解を与える数理的方法を見出し」、②「それにより根拠に基づく医療の進展(Evidence-based Medicine, EBM)に寄与する」ことを目的とする。

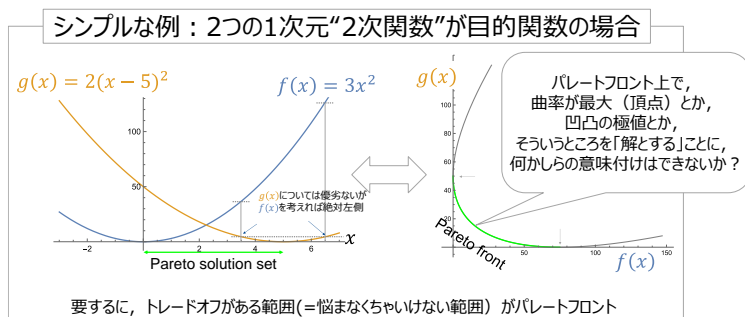
3. 研究の方法

本研究では、解集合の位相構造(分布形状)を数学的に捉え、「解集合の広がりの中で他と比べて傑出した点」すなわち「特異点」を利用する。特異点とは、誤解を恐れずに言えば、「解集合の広がりの中で尖った点」であり、他と比べて傑出した点である。(より正確に言えば、曲線上の点Pが特異点であるとは、点Pがその曲線上で定義されたある関数(例えば曲率)の特異点(停留点、臨界点)になっているという意味である。)もし、特異点について何らかの「妥当な意義づけ」ができれば、パレート解集合の中の特異点として最適な治療方針を客観的に一意確定できる。

4. 研究成果

我々は、単純な多目的最適化問題での設定により基礎検討を行った後に、徐々に複雑で現実的な設定に取り組むアプローチを採った。

単純な問題設定として、2つの二次関数を目的関数とした場合を考えた。この場合、そのパレートフロントの頂点(曲率



を用いた特異点の一つ) が解析的に決定できることを示し、さらにこの頂点が変数の摂動に対して最も不感になり得ることも示した。単純な問題設定ではあるが、これにより特異点を用いることでパレートフロントから適切な性質を持った(すなわち選択基準を説明可能な)解を選出できることが示された。例えば、もし投薬量 x に対する「治療費 $f(x)$ 」「リスク $g(x)$ 」がそれぞれ2次関数で表現できる場合、パレートフロントの頂点を一意解とすれば、その点は x 多少変えても、二つの目的関数の変動量が少ない点であると解釈できる。

さらに、2つの2次関数が自然な形で目的関数となる応用例として「Ridge 回帰」を採り上げ、正則化項とのバランスパラメータのチューニングをしなくても、前記の考えにより一意に解を決定できることを示した。さらには、3以上の2次関数を目的関数とするケースにおいても全く同様の議論ができることも示した。

また、多目的最適化の解法として多用される、スカラー化(単一目的化とも呼ばれる。 $\lambda f(x) + g(x)$ のように目的関数の加重和を用いる)と、パレートフロントの関係についても解釈を与えた。すなわち、加重パラメータが特定の λ のときに、ある x^* がスカラー化結果の最適値になることは、パレートフロント上の点 $(f(x^*), g(x^*))$ におけるパレートフロントの傾きが $-\lambda$ となることの等価性を示した。

二次関数の代わりに正規分布形状を目的関数に用いた場合について議論を行った。上記、二次関数の場合のパレートフロント形状が比較的安定しているのに比べ、複数の正規分布を用いた場合のパレートフロントは正規分布間の位置関係によって大きく変化し、それによって特異点位置も異なることが判明した(右図上側)。例えば、2つの正規分布について、それらの平均間距離を徐々に広げると、特異点位置の軌跡は一種の分岐構造を描くことがわかった(右図下側。赤点は曲率の極大点、青点は極小点。平均間距離を話していくと、最初は単一極大点が見られたが、途中で分岐し、二つの極大点と一つの極小点が発生、最後には単一の極小点のみとなった。)。すなわち特異点を頼りに求めた唯一解の様相は、2分布の位置関係によって大きく異なるという興味深い成果が得られた。正規分布は、その式からもわかるように、二次関数を変形したものと同じ安定性が見られると予想した。しかし、このように特異点の意味では大きく異なる振る舞いが見られることがわかった。

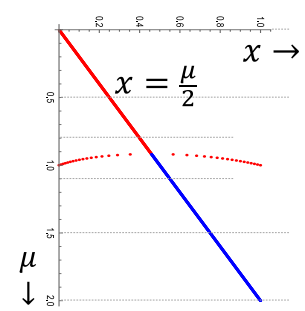
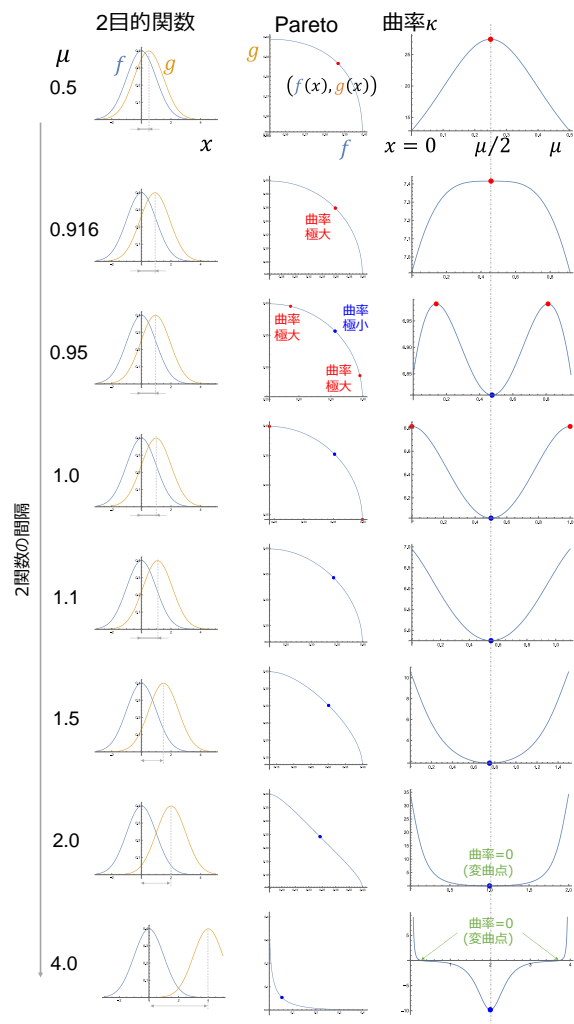
加えて、曲率を分数式で表現した際に、その分子が λ 安定性(値 x に対する解の変化量)、分母が速度安定性(値 x に対するに目的関数値の変化量)に相当することを見出し、それから曲率の極大点・極小点という特異点の解釈も行った。

なお、この理論研究を通して、2つの正規関数の混合分布そのものの形状(特に峰の数)とパレートフロント形状についての新たな数学的な発見があり、これについては近々数学論文としてまとめる予定である。

医療データ応用研究については、医療分野でもやはり Recall-precision のトレードオフが問題になること、およびそのトレードオフは一種の多目的最適化にもなっていることに注目した。そのうえで、実医療でなされた判断が、そのトレードオフ(すなわちパレートフロント)のどの位置に存在するかの検証を試みた。

以上を要するに、本研究期間では、目的関数を限定した上で、パレートフロントの特異点の状況と、それを多目的最適化問題の解とすることの解釈を見出し、最終的にそうした理論を実際に医療データに用いて適用するに至った。

なお、これら多目的最適化に関する理論研究と医療データ応用のベースとして、マルチタスク学習(ランキング精度と識別精度の同時最適化、およびリジェクト精度と識別精度の同時最適化)や、「最適化問題そのものを機械学習によって解く方法」に関する研究も推進した。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Ryo Ishiyama, Takahiro Shirakawa, Seiichi Uchida, Shinnosuke Matsuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Test-Time Augmentation for Traveling Salesperson Problem	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of the 33rd International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN2024)	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 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 Shinnosuke Matsuo, Daiki Suehiro, Seiichi Uchida, Hiroaki Ito, Kazuhiro Terada, Akihiko Yoshizawa, Ryoma Bise	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning from Partial Label Proportions for Whole Slide Image Segmentation	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI2024)	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 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 Matsuo Shinnosuke, Bise Ryoma, Uchida Seiichi, Suehiro Daiki	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning From Label Proportion with Online Pseudo-Label Decision by Regret Minimization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2023)	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) 10.1109/ICASSP49357.2023.10097069	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 Masahito Toba, Seiichi Uchida, Hideaki Hayashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Pseudo-Label Learning with Calibrated Confidence Using an Energy-Based Model	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2024)	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 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 Song Heon, Mitsuo Nariaki, Uchida Seiichi, Suehiro Daiki	4. 巻 113
2. 論文標題 No regret sample selection with noisy labels	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Machine Learning	6. 最初と最後の頁 1163 ~ 1188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10994-023-06478-8	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 該当する

1. 著者名 Ji Xiaotong, Suehiro Daiki, Uchida Seiichi	4. 巻 144
2. 論文標題 Paired contrastive feature for highly reliable offline signature verification	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Pattern Recognition	6. 最初と最後の頁 109816 ~ 109816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patcog.2023.109816	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 Kabata Yutaro, Matsutani Shigeki, Ogata Yuta	4. 巻 -
2. 論文標題 On discrete constant principal curvature surfaces	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Computer Aided Geometric Design	6. 最初と最後の頁 102289 ~ 102289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cagd.2024.102289	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 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 236
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 Ryoya Fukasaku, Kei Hirose, Yutaro Kabata, Keisuke Teramoto	4. 巻 2402.08181
2. 論文標題 Algebraic approach to maximum likelihood factor analysis	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 arXiv	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 Ken Anjyo, Yutaro Kabata	4. 巻 2310.05087
2. 論文標題 A view-parametric extension of d'Ocagne-Koenderink formula for a surface in R^3	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 arXiv	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 Yutaro Kabata, Shigeki Matsutani, Yusuke Noda, Yuta Ogata, Jun Onoe	4. 巻 2306.15839
2. 論文標題 A novel symmetry in nanocarbons: pre-constant discrete principal curvature structure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 arXiv	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 Matsumoto Koutarou, Nohara Yasunobu, Sakaguchi Mikako, Takayama Yohei, Yamashita Takanori, Soejima Hidehisa, Nakashima Naoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Machine Learning Prediction Models for Self-Extubation After Delirium Using Emergency Department Data	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 MEDINF02023	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) 10.3233/SHT1231115	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 Miyano Takashi, Ayukawa Yasunori, Anada Takahisa, Takahashi Ichiro, Furuhashi Hiroko, Tokunaga Shoji, Hirata Akie, Nakashima Naoki, Kato Koichiro, Fukuda Haruhisa	4. 巻 97
2. 論文標題 Association Between Reduced Posterior Occlusal Contact and Alzheimer 's Disease Onset in Older Japanese Adults: Results from the LIFE Study	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Alzheimer's Disease	6. 最初と最後の頁 871 ~ 881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAD-230449	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 Yano Yuichiro, Nishiyama Akira, Suzuki Yusuke, Morimoto Satoshi, Morikawa Takashi, Gohda Tomohito, Kanegae Hiroshi, Nakashima Naoki	4. 巻 81
2. 論文標題 Relevance of ChatGPT 's Responses to Common Hypertension-Related Patient Inquiries	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Hypertension	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) 10.1161/HYPERTENSIONAHA.123.22084	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 Matsumoto Koutarou, Nohara Yasunobu, Sakaguchi Mikako, Takayama Yohei, Fukushima Syota, Soejima Hidehisa, Nakashima Naoki, Kamouchi Masahiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Temporal Generalizability of Machine Learning Models for Predicting Postoperative Delirium Using Electronic Health Record Data: Model Development and Validation Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JMIR Perioperative Medicine	6. 最初と最後の頁 e50895 ~ e50895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2196/50895	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 Yano Yuichiro, Nagasu Hajime, Kanegae Hiroshi, Nangaku Masaomi, Hirakawa Yosuke, Sugawara Yuka, Nakagawa Naoki, Wada Jun, Sugiyama Hitoshi, Nakano Toshiaki, Wada Takashi, Shimizu Miho, Suzuki Hitoshi, Komatsu Hiroyuki, Nakashima Naoki, Kitaoka Kaori, Narita Ichiei, Okada Hirokazu, Suzuki Yusuke, Kashihara Naoki	4. 巻 29
2. 論文標題 Kidney outcomes associated with haematuria and proteinuria trajectories among patients with <scp>IgA</scp> nephropathy in real world clinical practice: The Japan Chronic Kidney Disease Database	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nephrology	6. 最初と最後の頁 65 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nep.14250	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 Kinoshita Fumihiko, Takenaka Tomoyoshi, Yamashita Takanori, Matsumoto Koutarou, Oku Yuka, Ono Yuki, Wakasu Sho, Haratake Naoki, Tagawa Tetsuzo, Nakashima Naoki, Mori Masaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Development of artificial intelligence prognostic model for surgically resected non-small cell lung cancer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-023-42964-8	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 Oku Yuka, Nakashima Naoki, et al.	4. 巻 12
2. 論文標題 Impact of the pretreatment prognostic nutritional index on the survival after first line immunotherapy in non small cell lung cancer patients	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cancer Medicine	6. 最初と最後の頁 14327 ~ 14336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cam4.6110	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 Wakisaka Kayo, Matsuo Ryu, Matsumoto Koutarou, Nohara Yasunobu, Irie Fumi, Wakisaka Yoshinobu, Ago Tetsuro, Nakashima Naoki, Kamouchi Masahiro, Kitazono Takanari	4. 巻 13
2. 論文標題 Non-linear association between body weight and functional outcome after acute ischemic stroke	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-023-35894-y	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 Hosokawa Kazuya, Nakashima Naoki, et al.	4. 巻 21
2. 論文標題 Long-term outcome of chronic thromboembolic pulmonary hypertension using direct oral anticoagulants and warfarin: a Japanese prospective cohort study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Thrombosis and Haemostasis	6. 最初と最後の頁 2151 ~ 2162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtha.2023.03.036	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 Tohyama Takeshi, Ide Tomomi, Ikeda Masataka, Nagata Takuya, Tagawa Koshiro, Hirose Masayuki, Funakoshi Kouta, Sakamoto Kazuo, Kishimoto Junji, Todaka Koji, Nakashima Naoki, Tsutsui Hiroyuki	4. 巻 16
2. 論文標題 Deep Learning of ECG for the Prediction of Postoperative Atrial Fibrillation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology	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) 10.1161/CIRCEP.122.011579	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 Matsumoto Koutarou, Nohara Yasunobu, Sakaguchi Mikako, Takayama Yohei, Fukushige Shota, Soejima Hidehisa, Nakashima Naoki	4. 巻 13
2. 論文標題 Delirium Prediction Using Machine Learning Interpretation Method and Its Incorporation into a Clinical Workflow	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1564 ~ 1564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app13031564	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 -

〔学会発表〕 計36件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Seiichi Uchida
2. 発表標題 Bioimage-informatics with machine learning
3. 学会等名 WPI-PRIME Seminar Series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田誠一
2. 発表標題 実データと機械学習を組み合わせ楽しむ
3. 学会等名 精密工学会 画像応用技術専門委員会 2023年度第2回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田誠一
2. 発表標題 画像解析AIに関する最近の動向
3. 学会等名 九州大学整形外科学教室 第450回 MOC会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田誠一, 加葉田雄太郎
2. 発表標題 多目的最適化問題の一意解のための特異点論応用（第二報）
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鳥羽真仁, 内田誠一, 早志英朗
2. 発表標題 Energy-based modelを用いた信頼度校正と疑似ラベル学習への応用
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾信之介, 末廣大貴, 内田誠一, 伊藤寛朗, 寺田和弘, 吉澤明彦, 備瀬竜馬
2. 発表標題 WSIに対する部分的なラベル比率からの学習
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田敏輝, 内田誠一, 原田翔太
2. 発表標題 Self Attention機構を用いた画像単位でのデータ拡張の適応的選択
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石山 遼, 白川嵩大, 内田誠一, 松尾信之介
2. 発表標題 組合せ最適化問題の画像表現による解法
3. 学会等名 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石山 遼, 白川嵩大, 内田誠一, 松尾信之介
2. 発表標題 組合せ最適化問題のTransformerによる解法
3. 学会等名 電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宝満竜一, 内田誠一, 田中聖人, 早志英朗
2. 発表標題 ランキングと分類による疾病重症度の推定
3. 学会等名 電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加葉田雄太朗
2. 発表標題 多目的最適化問題の幾何学と混合分布
3. 学会等名 評価のOR 第101回研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加葉田雄太朗
2. 発表標題 写像の観点からの 混合正規分布の峰の研究
3. 学会等名 統計連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yutaro Kabata
2. 発表標題 Surface parametrization for manufacturing by principal curvature integral
3. 学会等名 International Council for Industrial and Applied Mathematics (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 薬剤師が知っておくべき、ビックデータの取り扱いと今後の展望について
3. 学会等名 Fukuoka Pharmacy Director Seminar (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 RWDを活用したデジタルヘルスの取り組み
3. 学会等名 第3回FAST-HDJ次世代医療基盤法シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 政府が進めている一次利用目的としての医療情報基盤整備と二次利用への活用
3. 学会等名 日本医療検査科学会 第55回大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 これからの病院に求められる医療のデジタル化
3. 学会等名 SSK 医療・介護・ヘルスケア戦略特別セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 情報が変わる医学と医療の姿
3. 学会等名 第31回日本医学会総会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 国が主導する「全国医療情報プラットフォーム」における薬剤師の役割
3. 学会等名 第25回日本医薬品情報学会総会・学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中熊 英貴, 小妻 幸男, 山下 貴範, 若田 好史, 的場 哲哉, 松木 絵里, 船越 公太, 戸高 浩司, 中島 直樹, 岡田 美保子, 副島 秀久
2. 発表標題 ePathの概要とその活用、効果について
3. 学会等名 第43回医療情報学連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山下 貴範, 若田 好史, 村岡 修子, 岡田 美保子, 高瀬 博之, 中島 直樹, 副島 秀久
2. 発表標題 ePath 基盤の進化と多面的な貢献の可能性
3. 学会等名 第43回医療情報学連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤 沙織, 松本 晃太郎, 山下 貴範, 若田 好史, 野原 康伸, 橋之口 朝仁, 木下 郁彦, 竹中 朋祐, 鴨打 正浩, 中島 直樹
2. 発表標題 標準化クリニカルパス「ePath」を基盤としたアウトカム予測とクリティカルインディケータ探索手法
3. 学会等名 第43回医療情報学連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本 晃太郎, 若田 好史, 野原 康伸, 中熊 英貴, 小妻 幸男, 管田 壘, 山下 貴範, 的場 哲哉, 坂本 和生, 橋之口 朝仁, 木下 郁彦, 竹中 朋祐, 荒木 千恵子, 劔 卓夫, 堀尾 英治, 岩谷 和法, 羽藤 慎二, 重松 久之, 山下 素弘, 村岡 修子, 杉田 匡聡, 副島 秀久, 中島 直樹
2. 発表標題 医師の働き方改革を目的としたLearning Health System 構築- ePath データの活用事例 -
3. 学会等名 第43回医療情報学連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹, 羽藤 慎二, 森崎 真美
2. 発表標題 クリニカルパスから見えてきた医療情報活用の具体
3. 学会等名 第24回日本医療情報学会看護学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 電子カルテとICTを用いたデータに基づく働き方改革
3. 学会等名 第66回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹
2. 発表標題 データヘルス改革によって変わる救急・災害医療
3. 学会等名 STROKE2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中島 直樹, 坂本 和生, 横地 常広, 佐藤 寿彦, 荒木 千恵子
2. 発表標題 医療Dxの最前線：クリニカルパスとICTを活用した働き方改革
3. 学会等名 第87回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田 誠一, 加葉田 雄太郎
2. 発表標題 多目的最適化問題の一意解のための特異点論応用
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内田誠一
2. 発表標題 バイオデータ解析に使えるような機械学習
3. 学会等名 新学術領域研究「シンギュラリティ生物学」成果公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内田誠一
2. 発表標題 医学で役に立ちそうなAIの最新技術・研究の動向
3. 学会等名 久留米大学バイオ統計学フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内田誠一, 備瀬竜馬
2. 発表標題 バイオメディカル画像解析に関する Label efficient learning
3. 学会等名 第31回日本バイオイメーシング学会学術集会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加葉田 雄太朗
2. 発表標題 多目的最適化問題の幾何とその応用
3. 学会等名 2022年度 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹崎隼平, 田中聖人, 内田誠一, 門田健明
2. 発表標題 重症度が連続的に変化する医用生成画像を用いたデータ拡張法
3. 学会等名 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹崎隼平, 内田誠一, 田中聖人, 門田健明
2. 発表標題 Conditional GANによる医療画像のデータ拡張
3. 学会等名 電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 斉藤優也, 松尾信之介, 内田誠一, 末廣大貴
2. 発表標題 クラス分類性能均衡化のためのBoosting
3. 学会等名 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾信之介, 末廣大貴, 内田誠一, 備瀬竜馬
2. 発表標題 部分的なラベル比率からの学習
3. 学会等名 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ヒューマンインタフェース研究室 https://human.ait.kyushu-u.ac.jp ヒューマンインタフェース研究室 human.ait.kyushu-u.ac.jp</p>

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	中島 直樹 (Nakashima Naoki) (60325529)	九州大学・大学病院・教授 (17102)	

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	加葉田 雄太朗 (Kabata Yutaro) (40830097)	長崎大学・情報データ科学部・助教 (17301)	

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