

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H00755

研究課題名（和文）非財務情報（環境情報）と機械学習を用いた資産価格決定メカニズムの解明

研究課題名（英文）ML based asset pricing model using alternative data

研究代表者

岡田 克彦（Katsuhiko, Okada）

関西学院大学・経営戦略研究科・教授

研究者番号：90411793

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：ファイナンス理論では、企業価値を決めるのはその企業が生み出す予想されるキャッシュ・フローを、ビジネスの不確実性を反映した割引率で評価した割引現在価値だと定義されている。予想キャッシュ・フローや割引率は、投資家の期待や不安が反映されるが、それらは様々な情報によって左右される可能性がある。本研究課題では、とりわけ非財務情報がどのように企業価値推定の要素に影響を与えるかを定量的に明らかにすることである。本研究プロジェクトでは、金融市場の画像情報、とりわけチャート画像が持つ情報と、テキスト情報、とりわけ中立的な会社四季報のアナリストの言質が持つ情報について、機械学習モデルを援用して定量化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

市場における企業価値形成は、投資家が当該企業の将来像をどう捉えるかに依存する。そのため、自社の将来アウトルックに関する情報と市場価値との関連性を知ることは重要である。企業に関する非財務情報は、多くはテキスト情報として存在するが、これまでその解析には技術的制約があった。本研究成果の意義は、最新の自然言語処理技術を援用し、こうした課題を克服したことである。また、大規模言語モデル（LLM）が登場し、一般の研究者間でも最新の自然言語処理技術を利用して様々なテキスト解析が可能になっているが、社会科学において、情報工学の新技术をいち早く援用して成果を出すことができた事例を示せたことは、社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Here is a refined and polished version of your paragraph:

In finance theory, the value of a firm is defined by the discounted present value of the expected cash flows it generates, evaluated at a discount rate that reflects the business's inherent uncertainties. Both expected cash flows and the discount rate encapsulate the expectations and concerns of investors, which may be influenced by diverse types of information. This research project aims to quantitatively elucidate the impact of non-financial information on elements of corporate valuation. Specifically, the study quantifies the information embedded in financial market images, particularly chart images, and textual data, notably the neutral analysts' commentary on corporate quarterly earnings as reported in the SHIKIHO (Japan Corporate Handbook). To accomplish this, we employed a toolkit from the discipline of machine learning.

研究分野：行動ファイナンス

キーワード：大規模言語モデル LLM 行動ファイナンス 自然言語処理 効率的市場仮説 Stale information  
無形資産価値評価 価値評価

## 1. 研究開始当初の背景

企業価値を決める要素群の中でも、直接的に影響を与えるのは、当該企業の期待キャッシュ・フローの推定値と事業リスクである。ファイナンス理論では、予想期待キャッシュ・フローを、当該ビジネスが持つ不確実性(リスク)を勘案した割引率で現在価値に引き直すことで、企業価値を考える。この場合の予想期待キャッシュ・フローの推定は、当該ビジネスをよく研究するアナリスト等の意見が反映されるが、決まった推定方法は存在しない。また、予想値やリスクを見積もる過程において、経営者の株主との対話姿勢や、株主価値最大化への向き合い方などは総合的に勘案されるため、何らかの影響を与えていると考えるのが自然である。企業経営者に対するこうした「信用」や「イメージ」は、定量化が困難であるため、資産価格評価モデルの入力値として扱うことが難しい。こうしたことを背景として、利益やキャッシュ・フローの直接的な推定に加え、当該企業がどのような態度でビジネスをしているのか、環境、社会、ガバナンスに対する考え方は適切なものか、経営者の株主への向き合い方は誠実か、透明性を維持する情報発信をしているか等々、定量化しにくい様々な非財務的情報をどう扱うかという点が多く研究者の間で議論されている。本研究開始当初は、増えつつある非財務情報をどう整理、定量化するかに関心が高まっていた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、第一に非財務情報の中でも視覚情報とテキスト情報に焦点を当て、その定量化を試みることである。第二に、定量化した非財務情報と資産価格形成との関連性を明らかにすることである。

本研究で扱う非財務情報のうち、視覚情報については、株価の罫線チャートに着眼した。日本は、米の先物が世界で初めて取引されたという歴史的事実を持ち、既に江戸時代には罫線チャートの分析が始まっていた。また当時、ローソク足チャートと呼ばれる日本独自の罫線チャートの描き方を発明し、それは現在でも世界の市場で用いられている。そのローソク足チャートの出現パターンに応じて、将来価格が上昇するか下落するかなどの予測をする手法群、現在では「テクニカル分析」と呼ばれている分析手法も世界に先駆けて発達していたのである。テクニカル分析は、現代においても実務上重要な役割を担い、証券会社や投資銀行は罫線チャート分析の専門家を抱えるなど、積極的に活用している。一方、研究者は株価にはすべての公開情報は反映されているので、罫線チャート分析で将来を予測することは非科学的だと考え、ある種民間信仰的な扱いをしてきた。そのためテクニカル分析を扱った学術論文数は限定的である。そこで、本研究では、罫線チャートを画像としてとらえ、機械学習による画像解析技術を援用することで、そこから得られる情報が将来のリターンを予測することができるかを定量的に検証する。

本研究では、テキスト情報として表現されている非財務情報も対象とした。具体的には会社四季報の業績評価欄コメントを分析対象とした。ファイナンス理論が依拠する効率的市場仮説においては、公開情報は既に企業価値に反映されているため、新規情報を含まないニュースには反応しないと考える。しかし、米国の先行研究では新規情報を含まない stale information が市場に流れた際には、一時的に株価が変動することが報告されている。本研究では、一時的ではなく、恒常的な企業価値評価そのものが stale information によって左右されているのではないかと仮説を検証する。そのため、四半期に一度更新される会社四季報のテキスト情報を分析し、その内容とその後の企業価値との関連性を調査した。

## 3. 研究の方法

### 3-1 視覚情報の定量化研究

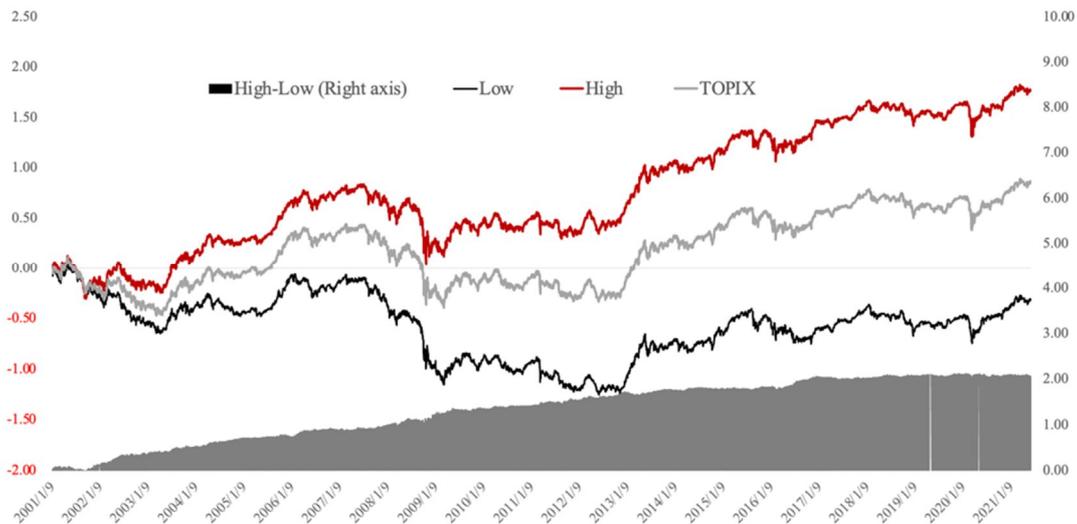
視覚情報を定量的に分析するため、研究チームではチャート画像を白黒画像として生成した。白黒画像はグレースケールで表現された行列値であり、一つのチャート画像は一つの行列値として表現できる。具体的には、図1に示すような5日間と20日間のチャート画像を時価総額上位500社について日々描画し、1993年1月4日から2000年12月29日までの1974営業日分、総数はそれぞれ約349万枚、345万枚用意した。

次に、これらの画像(数値行列)を畳み込みニューラルネットワーク(CNN)という機械学習の手法を援用して解析した。CNNに入力する際に、入力画像が未来時点において上昇した株式の画像なのか、下落した株式の画像なのかを0/1のラベルを貼って入力している。CNNはこうした学習用のデータを大量に解析することで、将来時点において上昇・下落する銘柄の特徴量を数値情報の中から求めるのである。特徴量を学習する期間として1993年から2000年までのチャート画像を使用した。その後、モデルが学習できた時点で、2001年から2021年のアウト・オブ・サンプル期間で、そのモデルが有効に機能するか(予測力を持つか)をテストした。



図3に示すのは、上昇確率の最も高い第1分位ポートフォリオ(High)と、最も低い第10分位ポートフォリオ(Low)を常に保有するカレンダータイムポートフォリオの時系列のパフォーマンスである。バーチャートとしてグラフ下部に示すのは、HighポートフォリオとLowポートフォリオのリターンの差分である。ここに示されているように、2001年から2021年の期間を通じて差分リターンが蓄積されていっている様子が見られる。この事は、1993年から2000年までの期間に学習されたチャート画像のパターンが、2001年以降にも繰り返し予測力を持つことを意味する。

図3 アウトオブサンプル期間におけるCNNモデル



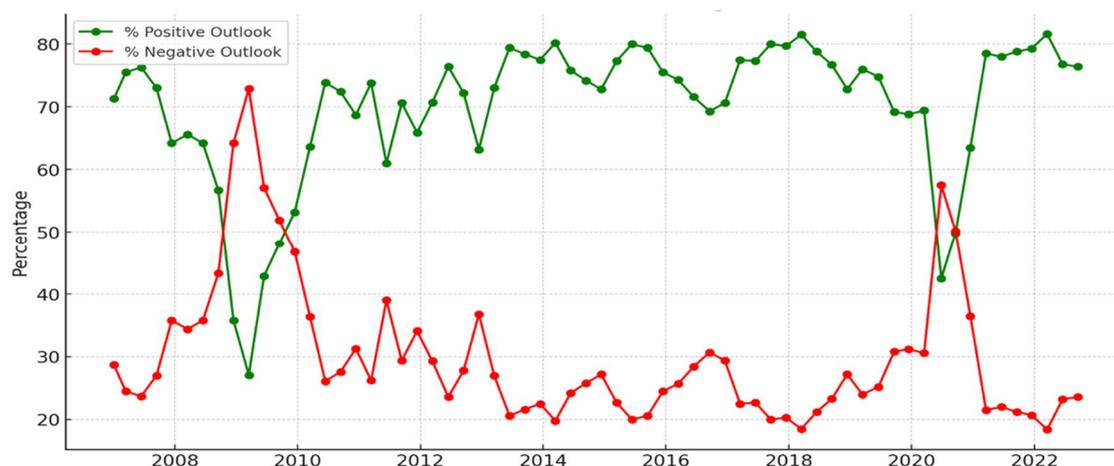
#### 4-2 テキスト情報の解析結果

本研究の目的は、会社四季報に記載されている業績と、当該企業のその後のアウトルックに対するテキスト解析を実施し、既に公表されている事実情報をベースにした四季報発刊が、企業のその後の価値形成に影響しているかを検証することである。会社四季報の情報は決算情報をベースに東洋経済新聞社のアナリストが独自に作成したものであるから、効率的市場仮説が考えるように、すべての公開情報が株価に反映されているのであれば、株価には無関係だと考えられる。先行研究においては、新しい情報が含まれないニュースが市場に到着したときは、ノイズトレーダーが株式を売買することから一時的な価値変動はあるが、長期間継続するものではないことが報告されている。今回の検証の視点は、より長期間なものであり、四季報情報が到着してからの一時的な株価変動ではなく、1ヶ月から3ヶ月までの中長期の影響について観察することにした。具体的な手順は以下の通りである。

まず、図2に示す四季報の業績評価と今後のアウトルックに関するテキスト情報を、大規模言語モデル(LLM)の一つであるChatGPT3.5 turboに読み込ませる。このとき、ChatGPTには、当該文章に含まれているニュアンスを考慮して、対象企業の業績アウトルックがポジティブなものなのか、ネガティブなものなのかを判断させた。また、その判断理由についても回答させ、さらに自らの自信度合いを0%から100%の範囲で回答させた。したがって、ChatGPTには、ポジティブ・ネガティブの判断、その根拠、自らの自信度合いの3つの情報を1つの入力に対して吐き出させることにした。対象企業数は2006年から2023年までの期間、延べ227,333社である。

図4に示しているのは、ポジティブ・ネガティブの判断の時系列推移である。金融危機があった2009年、コロナ危機の2020年にネガティブがポジティブよりも多くなっているが、概ねポジティブであることがわかる。

図 4 検証期間の会社四季報業績アウトルックの ChatGPT による判断



次に、表 1 に示しているのは、ChatGPT によるポジティブ・ネガティブ判断と、その後の収益率の関連性を見たものである。まず、会社四季報の書かれ方がポジティブと判断されたものは概ね高い超過収益率を示していることがわかる。全体期間を通じて 227,333 社のテキスト解析のうち、159,771 社についてはポジティブと判断され、その後 1 ヶ月間でプラスの超過リターンが観察されている。一方、ネガティブと判断された 67,562 社については、超過リターンは観察されず、有意ではないがいずれも負の値を示している。紙面の都合上、ここには観察期間 1 ヶ月の結果だけを示しているが、概ねどの期間においても同じ傾向を示す。

また、ChatGPT の自信度合いについての反応であるが、こちらについても自信度合いが強いほど、その後の超過リターンが大きくなる傾向が観察された。このことから、会社四季報の小欄の記載内容についてはまだ株価には反映されておらず、テキスト情報を、LLM を使って定量化することで株価の予測可能性を持つことがわかった。

表 1 四季報のテキスト情報に依拠した分類とその後 1 ヶ月のパフォーマンス

| Confidence     | Positive   |               |          | Negative |               |        |
|----------------|--|---------------|----------|----------|---------------|--------|
|                | N  | Excess Return | BHAR     | N        | Excess Return | BHAR   |
| <b>Panel B</b> | Stock Performance One Month Post-Shikiho Performance |               |          |          |               |        |
| All            | 159,771  | 0.131         | 0.102 ** | 67,562   | -0.022        | -0.050 |
| Above Median   | 34,417   | 0.181         | 0.153 ** | 22,390   | -0.023        | -0.051 |
| Median         | 69,551   | 0.142         | 0.114 ** | 33,860   | -0.013        | -0.041 |
| Below Median   | 55,803   | 0.086         | 0.058    | 11,312   | -0.009        | -0.037 |

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Nakamura Satoshi, Tateiwa Nariaki, Yasuda Masaya, Fujisawa Katsuki   | 4. 巻<br>318             |
| 2. 論文標題<br>Solving the search-LWE problem over projected lattices  | 5. 発行年<br>2022年         |
| 3. 雑誌名<br>Discrete Applied Mathematics   | 6. 最初と最後の頁<br>69-81     |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.dam.2022.04.018   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Fujii Miyu, Taingngin David, Yamamura Keiichiro, Hata Nozomi, Kai Hiroki, Noda Ryuji, Ishikura Hiroki, Higurashi Tatsuru, Fujisawa Katsuki | 4. 巻<br>0               |
| 2. 論文標題<br>Development and Evaluation of Embedding Methods for Graphs with Multi Attributes  | 5. 発行年<br>2022年         |
| 3. 雑誌名<br>Second Workshop on Knowledge Graphs and Big Data, In Conjunction with IEEE Big Data 2022   | 6. 最初と最後の頁<br>3569-3667 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1109/BigData55660.2022.10020868  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Ren Huiqiao, Fujisawa Katsuki  | 4. 巻<br>12728           |
| 2. 論文標題<br>Obstacle Avoidable G2-continuous Trajectory Generated with Clothoid Spline Solution   | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>6th International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE 2021)  | 6. 最初と最後の頁<br>372-390   |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1109/ICCRE51898.2021.9435729   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Ren Huiqiao, Fujisawa Katsuki  | 4. 巻<br>0               |
| 2. 論文標題<br>G2 B-Spline Computation for Continuous Trajectory Generation  | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>2021 6th Asia-Pacific Conference on Intelligent Robot Systems(ACIRS 2021)  | 6. 最初と最後の頁<br>69-75     |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1109/ACIRS52449.2021.9519319   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. 著者名<br>Tanaka Akira, Tateiwa Nariaki, Hata Nozomi, Yoshida Akihiro, Wakamatsu Takashi, Osafune Shota, Fujisawa Katsuki | 4. 巻<br>130                 |
| 2. 論文標題<br>Offline map matching using time-expanded graph for low-frequency data  | 5. 発行年<br>2021年             |
| 3. 雑誌名<br>Transportation Research Part C: Emerging Technologies   | 6. 最初と最後の頁<br>103265-103265 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.trc.2021.103265   | 査読の有無<br>有                  |
| オープンアクセス<br>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<br>-                   |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>Tateiwa Nariaki, Shinano Yuji, Yamamura Keiichiro, Yoshida Akihiro, Kaji Shizuo, Yasuda Masaya, Fujisawa Katsuki | 4. 巻<br>0           |
| 2. 論文標題<br>CMAP-LAP: Configurable Massively Parallel Solver for Lattice Problems   | 5. 発行年<br>2021年     |
| 3. 雑誌名<br>2021 IEEE 28th International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics                       | 6. 最初と最後の頁<br>42-52 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1109/HiPC53243.2021.00018   | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 著者名<br>Tanaka Akira, Han Chansu, Takahashi Takeshi, Fujisawa Katsuki   | 4. 巻<br>0         |
| 2. 論文標題<br>Internet-Wide Scanner Fingerprint Identifier Based on TCP/IP Header  | 5. 発行年<br>2021年   |
| 3. 雑誌名<br>The 4th IEEE International Symposium on Future Cyber Security Technologies (FCST 2021) Sixth International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC) | 6. 最初と最後の頁<br>1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1109/FMEC54266.2021.9732414  | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>芹田 敏夫、月岡 靖智、花枝 英樹                               | 4. 巻<br>44          |
| 2. 論文標題<br>パッシブ運用がコーポレート・ガバナンスに及ぼす影響                      | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>現代ファイナンス  | 6. 最初と最後の頁<br>57-93 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.24487/gendaifinance.440003 | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>羽室行信、岡田克彦、寺田克彦               | 4. 巻<br>104           |
| 2. 論文標題<br>社会科学におけるデータマイニングの役割         | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>電子情報通信学会誌                    | 6. 最初と最後の頁<br>212-220 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 13件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kazuo Yamada, Masumi Sai, Yasutomo Tsukioka   |
| 2. 発表標題<br>Does Monitoring of Asset Owners Accelerate Engagement? Analysis of Antitakeover Provisions of Japanese Listed Companies |
| 3. 学会等名<br>The Fifth Annual Conference of the Japan Economy Network (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2023年  |

|                                  |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名<br>月岡靖智                  |
| 2. 発表標題<br>ガバナンス改革における議決権行使行動の役割 |
| 3. 学会等名<br>日本経営財務研究学会第46回全国大会    |
| 4. 発表年<br>2022年                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>羽室行信、佐々木崇臣                     |
| 2. 発表標題<br>診察記事を使用した機械学習によるDPC自動コーディングの検証 |
| 3. 学会等名<br>人工知能学会 第36回全国大会                |
| 4. 発表年<br>2022年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>月岡靖智   |
| 2. 発表標題<br>The Tone of the Beige Book and the Pre-FOMC Announcement Drift |
| 3. 学会等名<br>日本経営財務研究学会第46回全国大会   |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>岡田克彦  |
| 2. 発表標題<br>Two-Dimensional Price/Volume Information and Return Predictability: Portfolio Choice Based on Convolutional Neural Network- |
| 3. 学会等名<br>日本経営財務研究学会第46回全国大会  |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Miyu Fujii, David Taingngin, Keiichiro Yamamura, Nozomi Hata, Hiroki Kai, Ryuji Noda, Hiroki Ishikura, Tatsuru Higurashi, and Katsuki Fujisawa |
| 2. 発表標題<br>Development and Evaluation of Embedding Methods for Graphs with Multi Attributes   |
| 3. 学会等名<br>Second Workshop on Knowledge Graphs and Big Data, In Conjunction with IEEE Big Data 2022(国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Keiichiro Yamamura, Haruki Sato, Nariaki Tateiwa, Nozomi Hata, Toru Mitsutake, Issa Oe, Hiroki Ishikura and Katsuki Fujisawa |
| 2. 発表標題<br>Diversified Adversarial Attacks based on Conjugate Gradient Method   |
| 3. 学会等名<br>Thirty-ninth International Conference on Machine Learning (ICML 2022)(国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>Mobility Optimization Engine and its Real-world Applications  |
| 3. 学会等名<br>The 6th RIKEN-IMI-ISM-NUS-ZIB-MODAL-NHR Workshop on Advances in Classical and Quantum Algorithms for Optimization and Machine Learning (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2022年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>羽室行信、岡田克彦、花木伸行                     |
| 2. 発表標題<br>行動ファイナンス研究における新しい方法論：実験の手法と深層学習の手法 |
| 3. 学会等名<br>行動経済学会第16回大会（招待講演）                 |
| 4. 発表年<br>2022年                               |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Katsuhiko Okada  |
| 2. 発表標題<br>Image based Price Trends in the Japanese Stock Market: Portfolio Choice through Convolutional Neural Network |
| 3. 学会等名<br>The 16th Conference on Association of Behavioral Finance and Economics (国際学会)                                |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Yasutomo Tsukioka  |
| 2. 発表標題<br>Does the mandatory adoption of outside directors improve firm performance and corporate governance in Japan? |
| 3. 学会等名<br>JFA-PBFJ Special Issue Conference (国際学会)   |
| 4. 発表年<br>2022年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>藤澤 克樹                          |
| 2. 発表標題<br>サイバーフィジカルシステムにおけるモビリティ最適化と産業応用 |
| 3. 学会等名<br>自動車技術会情報通信メディア部門委員会（招待講演）      |
| 4. 発表年<br>2022年                           |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>秦 希望、藤澤克樹                             |
| 2. 発表標題<br>AI/MLプラットフォームに必要な数理基盤                 |
| 3. 学会等名<br>日本オペレーションズ・リサーチ学会 2021年秋季シンポジウム（国際学会） |
| 4. 発表年<br>2021年                                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>藤澤 克樹                        |
| 2. 発表標題<br>データ格付けの必要性と数理基盤の構築           |
| 3. 学会等名<br>第66回国立大学附置研究所・センター第1部会シンポジウム |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>Cyber-physical System and Industrial Applications on Large-scale Computing Infrastructure   |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI（国際学会） |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Hiroki Ishikura, Katsuki Fujisawa   |
| 2. 発表標題<br>Mobility Optimization for Smart Factories via a Multi-Commodity Flow Problem on a Time-Expanded Graph |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会)          |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Akihiro Yoshida, Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>Demand Forecasting of the Daily Usage of Liquefied Petroleum Gas with an Imbalance in Data Acquisition Frequency |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会)                     |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Akihiro Yoshida, Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>Long-Term Optimal Delivery Planning for Replacing the Liquefied Petroleum Gas Cylinder       |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Shiori Uchiumi, Katsuki Fujisawa   |
| 2. 発表標題<br>A Long-Term Object Tracking via Re-Identification  |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Ayano Ide, Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>Performance Analysis of Quantum Annealing on Combinational Optimization.                     |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Nozomi Hata, Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>DiskE: A Fully Expressive Geometric Model for Knowledge Graph Embedding with Complex Rotation and Disk |
| 3. 学会等名<br>The 5th ZIB-RIKEN-IMI-ISM MODAL Workshop on Optimization, Data Analysis and HPC in AI (国際学会)           |
| 4. 発表年<br>2021年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Nariaki Tateiwa, Katsuki Fujisawa                           |
| 2. 発表標題<br>Configurable Massively Parallel Solver for Lattice Problems |
| 3. 学会等名<br>Second International UG Workshop 2021                       |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>藤澤 克樹                                 |
| 2. 発表標題<br>応用分野から見た量子コンピューティングへの期待               |
| 3. 学会等名<br>量子コンピューティングシステム研究センタ開所記念シンポジウム (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2022年                                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Nariaki Tateiwa, Katsuki Fujisawa  |
| 2. 発表標題<br>CMAP-LAP: Configurable Massively Parallel Solver for Lattice Problems  |
| 3. 学会等名<br>2021 IEEE 28th International Conference on High Performance Computing, Data and Analytics Workshop (HiPCW 2021) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年   |

〔図書〕 計4件

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>藤澤克樹 (他83名)          | 4. 発行年<br>2023年 |
| 2. 出版社<br>技術情報協会               | 5. 総ページ数<br>483 |
| 3. 書名<br>量子技術の実用化と研究開発業務への導入方法 |                 |

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>岡田 克彦、羽室行信、高橋秀徳、村宮克彦 | 4. 発行年<br>2022年 |
| 2. 出版社<br>朝倉書店                 | 5. 総ページ数<br>196 |
| 3. 書名<br>ファイナンスデータ分析           |                 |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>羽室 行信、大里隆也、菊川康彬、中原孝信、丸橋弘明 | 4. 発行年<br>2021年 |
| 2. 出版社<br>朝倉書店                      | 5. 総ページ数<br>192 |
| 3. 書名<br>データの前処理                    |                 |

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1. 著者名<br>中原 孝信、羽室行信、岩崎幸子、小池直、生田目崇、松下光司、松下寿美子 | 4. 発行年<br>2021年 |
| 2. 出版社<br>朝倉書店                                | 5. 総ページ数<br>170 |
| 3. 書名<br>マーケティングデータ分析                         |                 |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                          | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                       | 備考 |
|-------|--|---|----|
| 研究分担者 | 藤澤 克樹<br><br>(Fujisawa Katsuki)<br><br>(40303854)  | 九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所・教授<br><br><br>(17102) |    |
| 研究分担者 | 月岡 靖智<br><br>(Tsukioka Yasutomo)<br><br>(50736709) | 関西学院大学・商学部・准教授<br><br><br>(34504)           |    |
| 研究分担者 | 羽室 行信<br><br>(Hamuro Yukinobu)<br><br>(90268235)   | 関西学院大学・経営戦略研究科・准教授<br><br><br>(34504)       |    |

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1件

|  |                    |
|--|--------------------|
| 国際研究集会<br>The 6th RIKEN-IMI-ISM-NUS-ZIB-MODAL-NHR Workshop on Advances in Classical and Quantum Algorithms for Optimization and Machine Learning | 開催年<br>2022年～2022年 |
|--|--------------------|

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 |
|---------|---------|