

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00320

研究課題名（和文）機械学習法を駆使した金融テクニカル分析の科学的妥当性の検証

研究課題名（英文）Evidence-based Financial Technical Analysis Using Machine Learning Approach

研究代表者

鈴木 智也（Tomoya, Suzuki）

茨城大学・理工学研究科（工学野）・教授

研究者番号：70408649

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：近年、人工知能技術の実務への応用が加速しているが、本研究では特に金融業務への応用としてFinTechに関する資産運用モデルをいくつか提案した。提案モデルには深層学習・集団学習・異常検知など様々な技術を用いるが、投資判断は過去の株価情報のみに基づくためテクニカル分析の一種とみなし、それらの妥当性について投資シミュレーションおよび統計的仮説検定に基づいて調査した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現実の金融データを用いた実証分析の結果、単にまぐれでは解釈できないほどの収益性を確認でき、これは伝統的経済学の基盤をなす効率的市場仮説の反証になり得る可能性を指摘した。しかし実際の資産運用においては様々な制約があり、必ずしも実験通りに機能しない原因を提言した。なお株価情報のような数値データのみならず、ニュース記事のようなテキストデータも資産運用アルゴリズムに取り入れることで、近年において注目されているAI運用に関する可能性についても検討した。

研究成果の概要（英文）：The application of artificial intelligence (AI) technology to business has been accelerating. In particular, we applied AI technologies to FinTech, and proposed some asset management models for financial business. Our models use various techniques such as deep learning, ensemble learning, anomaly detection, etc., and these are considered as a kind of technical analysis based on past information like price movements. We verified the validity of them on the basis of investment simulations and statistical hypothesis tests using real financial data.

研究分野：金融データサイエンス

キーワード：金融データサイエンス フィンテック AI運用 人工知能 機械学習 集合知

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

自然言語処理技術の発展に伴い、人工知能(AI)技術を用いた資産運用業務(以下、AI運用)において株価情報のような数値データのみならず、ニュース記事のようなテキストデータも積極的に活用され始めている。本研究課題では様々な資産運用アルゴリズムを検討してきたが、比較的新しい試みとして、テキスト情報による資産運用アルゴリズムの事例を紹介する。

2. 研究の目的

テキスト情報を機械学習に用いるには数値データに変換する必要がある。その一般的な手法として Bag-of-words によりテキスト情報をベクトル化できるが、ニュース記事は多数のワードで構成されているため高次元でスパースになりやすい。その結果、次元の呪いにより機械学習の学習性能に悪影響を及ぼす。そこで本研究では、テキスト情報の中から将来の株価変動(ボラティリティ)に大きく影響する重要キーワードを厳選し、これらのみで機械学習を行うことでAI運用の可能性を模索する。

3. 研究の方法

ニュース発生前後のボラティリティ変化率を参照することで、ニュース記事に含まれるワードの重要度を評価した。また重要度は、流行や経済状況によって時間変化すると考えられるため、重要キーワードを抽出するニュースの参照期間を変えながら分析した。その結果、参照期間が短いほど固有名詞などのトレンドワードが重要視され、参照期間が長いほど金融市場において一般的なワードが抽出されやすい傾向を得た。

次に、3個以上の重要キーワードを含むニュースの出現前後における株価変動率(正 or 負)を教師信号とし、2クラス判別問題として重要キーワードとの関係性を SVM(サポートベクターマシン)によって機械学習した。その後、学習に用いていない新規データに対して運用パフォーマンスをテストした(図1)。なお判別対象を個別銘柄とするが、TOPIXの変動分を取り除いた超過リターンを予測し、絶対収益型のアクティブ運用を想定した。もし予測された超過リターンが正ならば個別銘柄をロング、負ならばショートした。

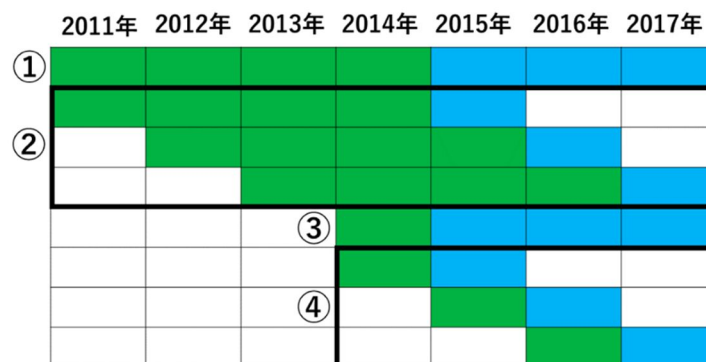


図1 学習期間(緑)とテスト期間(青)の組合せパターン

4. 研究成果

表1に、1日後の超過リターンの正負に関する予測精度を示す。2クラス判別問題であるため50%が正答率の基準となるが、いずれの期間でも基準を超える正答率を示している。しかし正と予測した場合の再現率は高いものの、負と予測した場合の再現率は非常に低い。おそらく相対的にネガティブに作用するニュースが多いため、予測結果が負に偏ったと考えられる。

表 1 超過リターンの予測精度

期間	正答率	$r_c^*(d+f) > 0$ と予測			$r_c^*(d+f) < 0$ と予測		
		再現率	適合率	F 値	再現率	適合率	F 値
①	53.1%	5.3%	49.5%	9.6%	95.3%	53.4%	68.4%
②	52.5%	13.4%	48.7%	21.1%	87.4%	53.1%	66.0%
③	52.9%	5.5%	48.4%	9.9%	94.8%	53.2%	68.2%
④	52.5%	14.1%	49.6%	22.0%	87.3%	53.3%	66.2%

表 2 に、詳細な運用パフォーマンスを示す。 G_N は獲得した超過リターンの累和、 \bar{G} は獲得した超過リターンの平均、 W は勝率、 I_R はインフォメーションレシオ(リスクに対するリターンの比率)、 P_F はプロフィットファクター(マイナス収益の総和に対するプラス収益の総和の比率)、 P_R はペイオフレシオ(マイナス収益の平均に対するプラス収益の平均の比率)である。本研究では、ニュースに登場するに全個別銘柄を運用対象とするため運用回数が多い。そのため G_N は大きいものの、 \bar{G} は小さい。しかし W は 50%を超え、他指標も 0 以上を示している。

表 2 運用パフォーマンス

期間	G_N	\bar{G}	W	I_R	P_F	P_R
①	1988%	0.094%	53.16%	0.030	1.113	0.98
②	1491%	0.068%	52.50%	0.023	1.085	0.98
③	1921%	0.104%	52.96%	0.036	1.133	1.01
④	1550%	0.089%	52.79%	0.029	1.108	0.99

図 2~5 において、各期間における G_N の時間推移を示す。なお提案手法の有用性を確認すべく、ランダムにロングまたはショートを行う「ランダム法」とパフォーマンスを比較する。さらに運用回数が多いほど運用コストが増加するため、取引額に対して $C\%$ の運用コストを控除したパフォーマンスも示す。

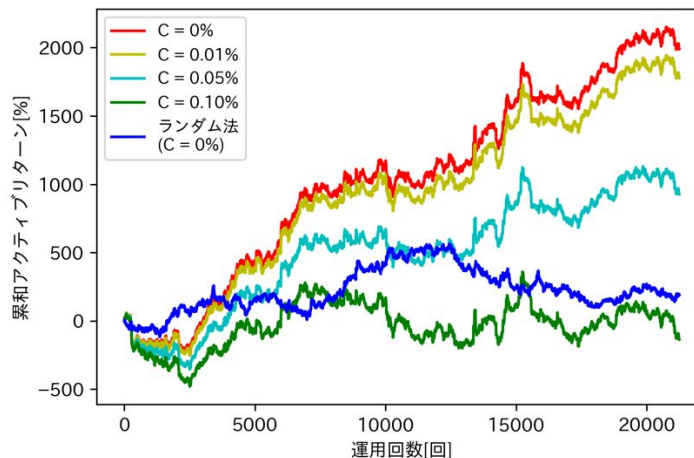


図 2 期間 における累和超過リターン G_N の時間推移

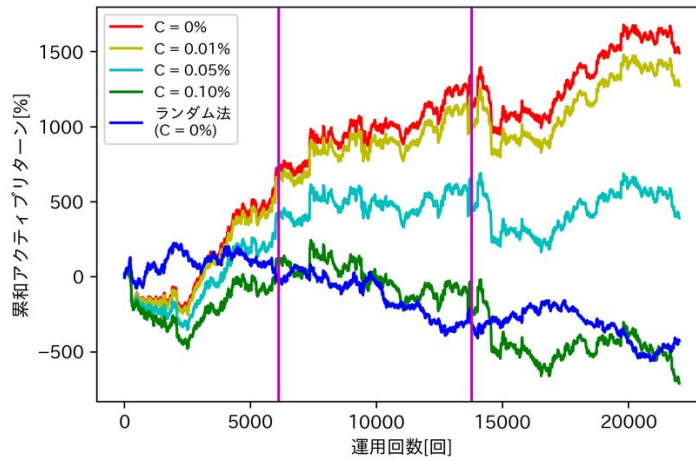


図3 期間 における累積超過リターン G_N の時間推移:
 図中の縦線はキーワードリストの更新タイミング

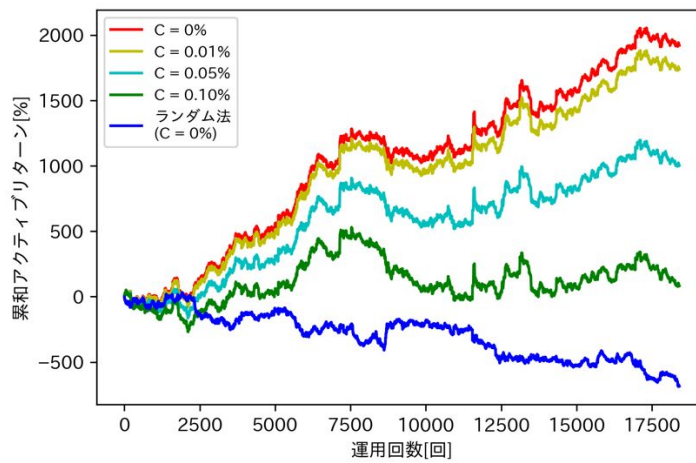


図4 期間 における累積超過リターン G_N の時間推移

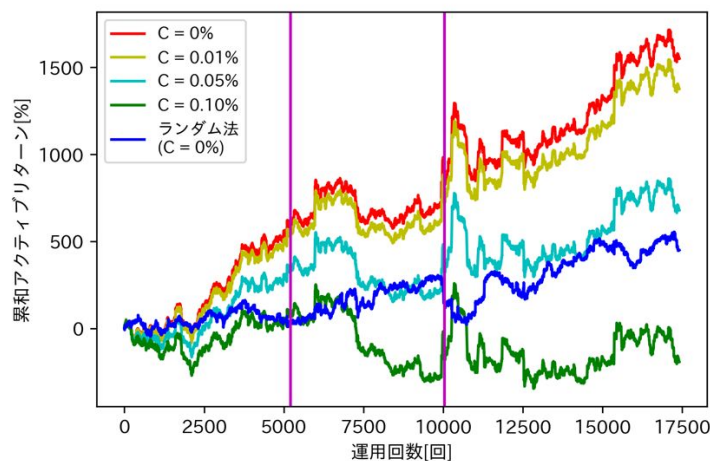


図5 期間 における累積超過リターン G_N の時間推移:
 図中の縦線はキーワードリストの更新タイミング

結果として、ランダムにロングまたはショートを行う「ランダム法」に比べ、提案手法（運用コスト $C = 0\%$ ）の優位性を確認できる。また、表2において勝率 W は53%程度にも関わらず、運用回数が多いため順調に超過リターンを積み上げている様子を確認できる。しかし運用コスト C

が大きいほどパフォーマンスは縮小するが、概ね $c < 0.10\%$ (10bp 未満) であれば超過収益を維持できる可能性がある。

今後は予測期間を週足や月足に拡大し、より中長期の運用モデルへ展開する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 柳澤和輝, 鈴木智也	4. 巻 J101-A
2. 論文標題 非線形ポートフォリオモデルにおける主成分分析の活用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌A	6. 最初と最後の頁 81-91
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 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 Masahiro Miyoshi, Wenkai Shi, Yui Hosoki, Junichi Eguchi, Minoru Sasaki, Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Auto-extraction of Influential Keywords Included in Financial News Headlines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of RISP International Workshop on NCSP	6. 最初と最後の頁 5AM2-3-1
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 Kazuto Yano, Takehiro Suzuki, Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Prediction of Foreign Exchange Best Rates by Using Collective Knowledge of Counterparty Banks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of RISP International Workshop on NCSP	6. 最初と最後の頁 5AM2-3-4
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 Risa Yamashita, Hiromichi Sakurai, Yuma Hayami, Eriko Hasegawa, Rikizou Shimoyama, Ryosuke Fukunishi, Hiroki Mayuzumi, Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Prediction of Contract Prices at Auto Auction with Time Series Models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of RISP International Workshop on NCSP	6. 最初と最後の頁 5PM1-3-1
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 Yuuma Hayami, Hironichi Sakurai, Daiki Kudou, Eriko Hasegawa, Rikizou Shimoyama, Ryosuke Fukunishi, Hiroki Mayuzumi, Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Direct Prediction of individual Contract Prices at Auto Auction with Deep Neural Network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of RISP International Workshop on NCSP	6. 最初と最後の頁 5PM1-3-4
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 Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Consensus Ratio and Two-steps Selection to Detect Profitable Stocks: Modern Technical Analysis Using Machine Learning Approach	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Federation of Technical Analysts (IFTA) Journal	6. 最初と最後の頁 4-14
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tomoya Onizawa, Takehiro Suzuki, Tomoya Suzuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Predictability of Financial Market Indexes by Deep Neural Network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications	6. 最初と最後の頁 166-169
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 該当する

1. 著者名 Hiroyuki Gotou, Tomoya Suzuki	4. 巻 20
2. 論文標題 Biased Reactions to Abnormal Stock Prices Detected by Autoencoder	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Signal Processing	6. 最初と最後の頁 157-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.2299/jsp.20.157	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 該当する

1. 著者名 Tokimaru Tsuruta, Tomoya Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Technical Trading Strategy Using Reactions to Stock Price Jumps	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications	6. 最初と最後の頁 691-694
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 該当する

1. 著者名 Kazuki Yanagisawa, Tomoya Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Principal Component Stock Portfolio Based on Nonlinear Prediction	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications	6. 最初と最後の頁 115
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 該当する

1. 著者名 Hiroyuki Gotou, Tomoya Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Biased Reactions to Abnormal Stock Prices Detected by Autoencoder During Daytime and Nighttime	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications	6. 最初と最後の頁 116-119
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 該当する

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 速見勇磨, 工藤大輝, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 中古車状態の機械学習による落札価格の推定
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下梨瑛, 速見勇磨, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 異常検知による中古車落札価格の割安・割高判断
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤大輝, 山下梨瑛, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 中古車の特徴量が落札価格へ及ぼす影響分析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三好勝博, 細木唯以, 江口潤一, 鈴木智也
2. 発表標題 ニュース重要単語の機械学習によるアクティブ運用
3. 学会等名 人工知能学会金融情報学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋山祥伍, 江口潤一, 鈴木智也:
2. 発表標題 ニューステキストを用いたESGファクター運用
3. 学会等名 人工知能学会金融情報学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤大輝, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 中古車の落札価格に伴う特徴量の影響度分析
3. 学会等名 日本機械学会茨城講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 史文ガイ, 細木唯以, 三好勝博, 江口潤一, 佐々木稔, 鈴木智也
2. 発表標題 BERTモデルとニュースヘッドラインによる AI 運用システムの試作
3. 学会等名 日本機械学会茨城講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅津信幸, 廣川優樹, 鈴木智也, 江口潤一
2. 発表標題 金融ニューステキストを用いた気配情報の可視化
3. 学会等名 日本機械学会茨城講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木智也
2. 発表標題 AIと資産運用 ~ 人工知能AIはどこまで資産運用に役立つか
3. 学会等名 日本金融学会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木智也
2. 発表標題 AIによる資産運用～課題と可能性
3. 学会等名 RIMS共同研究「マクロ経済動学の非線形数理」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木智也
2. 発表標題 実務における人工知能AIの可能性と限界
3. 学会等名 型技術ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木智也
2. 発表標題 人工知能AIはどこまで資産運用に役立つか
3. 学会等名 日本CFA協会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細木唯以, 史文ガイ, 三好勝博, 江口潤一, 鈴木智也
2. 発表標題 ニュースヘッドラインの機械学習による投資判断
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山朋也, 塚瀬正人, 鈴木恒平, 鈴木智也
2. 発表標題 外国為替市場におけるゴトウピアノマリーの有用性検証
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井大宙, 工藤大輝, 長谷川恵理子, 下山力三, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 深層学習によるオートオークション落札価格予測
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーション研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 櫻井大宙, 速見勇磨, 山下梨瑳, 長谷川恵理子, 下山力三, 福西亮介, 黛広樹, 鈴木智也
2. 発表標題 機械学習によるオートオークション落札価格の予測
3. 学会等名 人工知能学会ビジネスインフォマティクス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木丈裕, 鈴木智也
2. 発表標題 カバー先銀行の集合知による外国為替レート予測
3. 学会等名 人工知能学会ビジネスインフォマティクス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢野和洞, 鈴木智也
2. 発表標題 顧客の取引履歴情報を用いた外国為替市場の価格予測: アマチュア集団による集合知の活用
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーション研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木丈裕, 鈴木智也
2. 発表標題 カバー先銀行の建値情報を用いた外国為替市場の価格予測: プロ集団による集合知の活用
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーション研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoya Suzuki
2. 発表標題 Collective Artificial Intelligence for Mechanical Technical Analysis
3. 学会等名 The IFTA Annual Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 後藤弘行, 鈴木智也
2. 発表標題 オートエンコーダによる予測困難なシステムの異常検知 ~ 金融市場の異常変動とその修正を利用した売買戦略 ~
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーションシステム研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鶴田季丸, 鈴木智也
2. 発表標題 ボラティリティ指標による金融市場のジャンプ検出および直後の反応
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーションシステム研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 張明新, 中村貴司, 鈴木智也
2. 発表標題 J-REIT市場における季節性分析
3. 学会等名 電子情報通信学会複雑コミュニケーションシステム研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木智也, 後藤弘行, 鶴田季丸, 小泉洋八, 神成敦
2. 発表標題 オートエンコーダによる金融市場のジャンプ検出および直後の反動
3. 学会等名 2016年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木智也, 後藤弘行, 鶴田季丸, 小泉洋八
2. 発表標題 銘柄間ネットワーク構造を利用した金融市場の異常検知
3. 学会等名 電子情報通信学会 複雑コミュニケーションサイエンス研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木智也, 後藤弘行, 鶴田季丸, 小泉洋八
2. 発表標題 銘柄間ネットワーク構造を利用した金融市場の異常検知
3. 学会等名 電子情報通信学会 複雑コミュニケーションサイエンス研究会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 株価予測システム、株価予測方法及び株価予測プログラム	発明者 鈴木智也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-104050	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

茨城大学 鈴木智也研究室 http://tsuzuki.ise.ibaraki.ac.jp/TS_lab/ 茨城大 鈴木智也 のHP http://tsuzuki.ise.ibaraki.ac.jp
--

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
---------------------------	-----------------------	----