

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：33704

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K01583

研究課題名（和文）ビッグデータを利用した景気変動メカニズムの実証分析法の研究

研究課題名（英文）A study on the empirical analysis of business fluctuations mechanism using big data

研究代表者

姜 興起（Kyo, Koki）

岐阜聖徳学園大学・DX推進センター・教授

研究者番号：70254662

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）：ICTの飛躍的發展により、大規模データの利用が可能となり、データ解析の手法も絶えず進化しています。このような状況の中で、ビッグデータを有効活用し、景気の動向を正確かつ迅速に把握することは、政策当局だけでなく企業家などの経済主体にとっても重要な課題です。本研究では、日本の景気循環分析を視野に入れ、以下の3点を達成した。第一に、ビッグデータを駆使した新たな景気動向分析法を確立した。第二に、景気動向分析法の確立のために、基本的なモデリング手法と統計分析の基本的ツールを開発した。第三に、景気変動と関連指標の関係におけるダイナミクスを分析し、景気循環のメカニズムを大筋で明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、ビッグデータを活用した新たな景気動向分析法の確立や景気循環メカニズムの解明に貢献した。これにより、経済主体はより正確かつ迅速に景気の動向を把握し、政策当局は効果的な政策立案を支援できる。具体的には、本研究では新規の景気循環指標を構築する哲学と統計的手法の確立とともに、そのための時系列の成分分解のモデリング手法も開発した。また、景気変動と経済指標の関係におけるダイナミクスを分析し、景気循環のメカニズムを解明する方法論は世界的にも先端的な成果となるため、本研究は学術的にも、経済学や統計学の発展に寄与し、社会的には、経済活動の安定化や企業の戦略立案に大きな役立ちをもたらすであろう。

研究成果の概要（英文）：With the rapid development of ICT, the utilization of big data has become possible, and methods of data analysis are continually evolving. In this context, effectively utilizing big data to accurately and quickly grasp economic trends is an important issue not only for policymakers but also for economic entities such as entrepreneurs. This study aimed to achieve the following three points with a focus on the analysis of Japan's business cycles. First, we established a new method for analyzing economic trends using big data. Second, to establish this method, we developed basic modeling techniques and fundamental tools for statistical analysis. Third, we analyzed the dynamics in the relationship between economic fluctuations and related indicators, thereby broadly elucidating the mechanisms of business cycles.

研究分野：経済統計学

キーワード：景気変動の予測分析 景気変動のメカニズムの解明 景気動向指数の構築 経済指標の変動分析 ベイズ法 時系列の成分分解 ビッグデータの利活用 景気循環における時変構造

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

DI (diffusion index) や CI (composite index) のような景気動向指数に基づく景気動向分析のツール (以下、景気動向指数法) に対しては、しばしば厳密な統計的手法に基づくものではないという指摘がなされる。そこで、Stock and Watson は、ダイナミック・ファクター・モデルによって採用系列間の共通成分を抽出し、それを景気変動の指標とする方法を開発した。しかし、Stock and Watson の方法 (以下、S-W 法) に対しても、どの経済変数を採用するかで結果が異なり得るといった批判が存在する。そこで、本研究課題の研究チームは近年の景気循環に関する研究の経験から、景気動向指数法や S-W 法など従来の景気動向分析のアプローチにない知見を得ており、本研究課題の着想に至っている。本研究課題の核心をなす学問的問いは以下の通りである。

第一に、「経済指標間の影響関係」や「経済指標の変動と景気変動の因果関係」については不明瞭な部分が多い。つまり、景気変動のメカニズムに対する実証的理解が不十分である。従来の景気動向指数法では、景気に関連したマクロ経済指標を「先行、一致、遅行」の3つのグループに分類し、各グループにおける指標の増減に基づいて DI や CI を作成し、景気の動向を計測する。ただし、その際、「先行、一致、遅行」の関係は不変なものともみなされる。また、上述のように、S-W 法ではマクロ経済指標から景気変動を反映する因子を抽出し、それを景気動向指数として用いる。いずれにせよ、景気変動を支配するシステムの構造を詳細に説明できていない。研究代表者らの研究によれば、完全失業率や消費者物価指数などの指標は景気変動に対して時には先行 (景気変動の促進要因) となり、時には遅行 (景気変動の結果) となり、また時にはほぼ一致 (景気変動と同調) して変動する特徴が見られた。これは、いわゆる「先行、一致、遅行」の関係が不変的なものではなく、時間の経過とともに変化していく可能性があることを示唆する。したがって、経済指標の変動と景気変動の複雑な動的因果関係 (フィードバックループ) を解明することで、景気変動のメカニズムに対する理解を深めることができる。

第二に、これまで景気循環の観測に従来の古典的循環の概念が使われている。古典的循環に経済変数のトレンドが景気循環の計測に影響を与えるので、景気観測の精度に影響する。そのため、最近成長循環の概念が使われてきている。本研究は成長循環の概念に準ずる景気循環の指標を構築する。その中で、経済変数の時系列におけるトレンドと循環変動成分を分解することがカギとなり、関連手法の開発が課題となる。

第三に、既存の関連研究では、景気循環と経済成長との関係を曖昧にしたまま、景気の局面変化を的確に捉えたモデル構築がなされていない。すなわち、景気循環の局面によって経済変数間の先行・遅行関係が異なり、同じ局面においても先行・遅行関係が時間とともに変化し得るので、景気循環と経済成長を別個に表現した柔軟性のある統計モデルが必要となる。そこで、時変パラメータをもつ要因と局面对応モデルを構築する発想が自然に生まれる。その際、膨大な数のパラメータを推定しなければならないので、大型のベイズ的モデリング手法が有効と考えられる。また、ビッグデータの利用を念頭においた景気分析手法は未だ十分に確立されていない。そこで本研究では、景気と密接に関連したビッグデータの利用とそのためのモデリング方法を発展させ、経済政策上の実用的ツールを開発する。

2. 研究の目的

(1) 成長循環の概念とビッグデータに基づいて、景気動向指標を構築する。これによって、景気動向計測の精度と迅速性の向上を目指すと同時に総合的景気動向指標の構築に理論と方法的な基礎を作っておく。

(2) 経済指標の成分分解の方法の開発を行う。これは成長循環の概念による景気動向指数の構築に必要なものである。要件として、用いられるモデルの新規性や簡便性と共に、結果のロバスト性も求める。

(3) 景気動向分析に用いられるすべての経済指標を用いて、総合的な景気動向指標を構築する。その中で、指標間のリード・ラグ関係や指標と景気変動のフィードバックループなどを分析すると同時に、経済指標と景気動向指標との関係におけるダイナミクスを解析する。

(4) 構築した分析手法に基づいて、各関連分野の実証分析を行う。その結果によって、景気変動のメカニズムを分かりやすく説明して、経済政策の立案に有意義な参考資料を提供する。

3. 研究の方法

(1) 景気動向の一致指数を作成するために、10 個の季節調整済みの経済指標 (系列という) の時系列データを使用する。それぞれの系列について、トレンド成分、循環変動成分、および不規則変動成分 (または観測ノイズ) の和として表現し、観測モデルを構築し、成分分解を行う。また、データを一意に分解できるようにするために、ベイズ型モデリングの手法を採用し、トレンド成分と循環変動成分に対して事前分布のモデル (状態空間モデルの枠組みでは「システムモデル」と呼ぶ) を導入する。トレンド成分には2次の平滑化事前分布を適用し、循環変動成分には AR モデルを使用する。そして、トレンド成分と循環変動成分を含む状態ベクトルに関する状態空間モデルを構築し、カルマンフィルタのアルゴリズムを用いて、循環変動成分の推定を行う。

このように、各系列の循環変動成分の推定を行う。また、これらの循環変動成分の推定値に主成分分析を適用することで、主成分を得る。本研究では、第一主成分のスコアを新たな景気循環指数（IBC: index of business cycles）として定義する。こうした方法は、各系列における循環変動成分の共変動に基づいて景気循環指数を構築するものであり、循環変動成分の共変動法（Comovement of cyclical components approach）と呼んでいる。また、各成分の分散を推定するために、最尤法と主成分分散の最大化を組み合わせた「階層的最適化（hierarchical optimization）」を提案した。

(2) 景気変動分析に使われる経済指標の時系列データを時間の線形モデルに制約された制約付き成分と、循環変動を含む余剰成分に分解する移動線形モデル法（MLM: moving linear model）を提案している。提案したアプローチが制約付き成分に対しては局所的な線形モデルのみを必要とし、余剰成分に対しては厳密なモデルが必要ではない点である。このアプローチを反復的に適用することで、時系列データを複数の成分に分解することができる。また、主成分分析を使用して、分解された成分を無相関成分に変換することも可能である。提案したアプローチは、ビジネスサイクルの分析においてその有用性を示すために、私たちは日本の景気循環分析に使用されている系列の時系列データにそれを適用した。さらに、時系列に異常値が含まれるとき、時系列の成分分解と共に異常値を抽出する拡張 MLM 法も提案した。

(3) 日本の景気循環分析で一般的に使用される 30 の指標を統合した総合的な景気循環指数（CIBC: comprehensive index of business cycles）を構築する新しい方法を開発した。提案法の特徴はラグを持つすべての景気循環指標を同時に組み込んでいることである。まず、拡張 MLM 法を使用して、各指標の時系列の成分分解とともに異常値の処理も行う。また、CIBC と各景気循環指標とのリード・ラグ関係を分析するために、2 ラグと時変負荷量をもつ因子（TLTVLF: two-lag time-varying loading factor）モデルを提案し、分布自由の動的線形（DFDL: distribution-free dynamic linear）モデリング手法を利用した。これにより、景気循環指標と CIBC の複雑な相互作用と景気変動のメカニズムを明らかにし、景気変動のダイナミクスを解明した。また、得られた共通因子で CIBC を構築する方法を提案した。

(4) 構築した分析手法に基づいて、日本の商業販売額の長期変動における構造変化、原油価格の変化、株価と景気変動との関係分析などを分析した。

4. 研究成果

(1) 前述した研究方法の(1)で景気循環指標 IBC を作成した。図 1 は、1975 年 1 月から 2019 年 12 月までの期間における IBC の時系列を示している。IBC はゼロを中心に変動し、リーマン・ショック後の 2009 年上半期に急激に減少することが観察される。

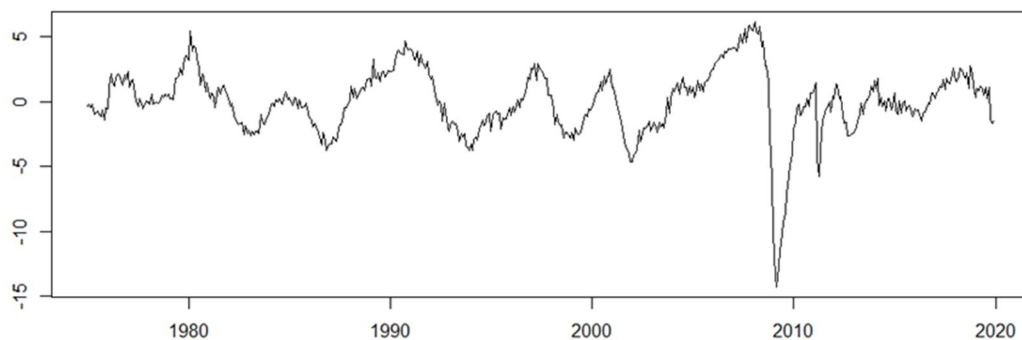


図 1. 作成した景気循環指標の時系列

作成した IBC と従来の景気動向指数 CI のパフォーマンス比較のために、「CLGDP（対数 GDP における循環変動成分）と IBC」と「CLGDP と DCI（CI における循環変動成分）」の相関係数を規準とした。因みに、GDP 統計の期間に合わせて、以下の 2 つの重複する期間に着目する。

第 1 の期間は 1985 年から 2000 年まで、第 2 の期間は 1994 年から 2019 年までである。図 2 のパネル(a)と(b)は、それぞれ 1985 年第 1 四半期から 2000 年第 4 四半期までの期間における DCI および IBC と CLGDP との散布図であり、パネル(c)と(d)は、1994 年第 1 四半期から 2019 年第 4 四半期までの期間における同様の散布図を示している。付け加えておくが、1985 年第 1 四半期から 2000 年第 4 四半期までの期間において、DCI と CLGDP の相関係数は 0.7034 であり、IBC と CLGDP の相関係数は 0.8038 である。一方、1994 年第 1 四半期から 2019 年第 4 四半期までの期間において、DCI と CLGDP の相関係数は 0.4962 であり、IBC と CLGDP の相関係数は 0.8023 となる。これにより、新規作成の IBC が一致 CI よりも実質 GDP との相関が高く、IBC が一致 CI を上回るパフォーマンスを持っていることが分かる。

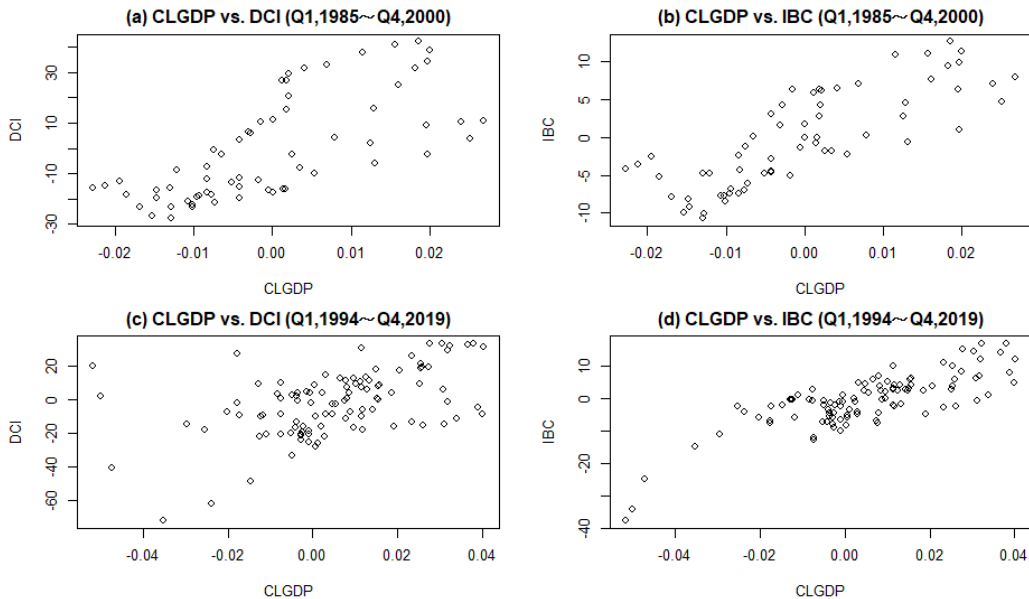


図 2. (a), (c): CLGDP と DCI の散布図 ; (b), (d): CLGDP と IBC の散布図

(2) 提案した MLM アプローチを用いて、景気動向分析に用いられる各系列の時系列をトレンド成分と循環成分に分解することができた。事例として、鉛工業生産指数のデータ(a)及び分解したトレンド成分(b)と循環変動成分(c)の結果を図 3 に示す。実証分析への応用によって、分解した結果は日本の景気変動の実際によく合致することが検証された。

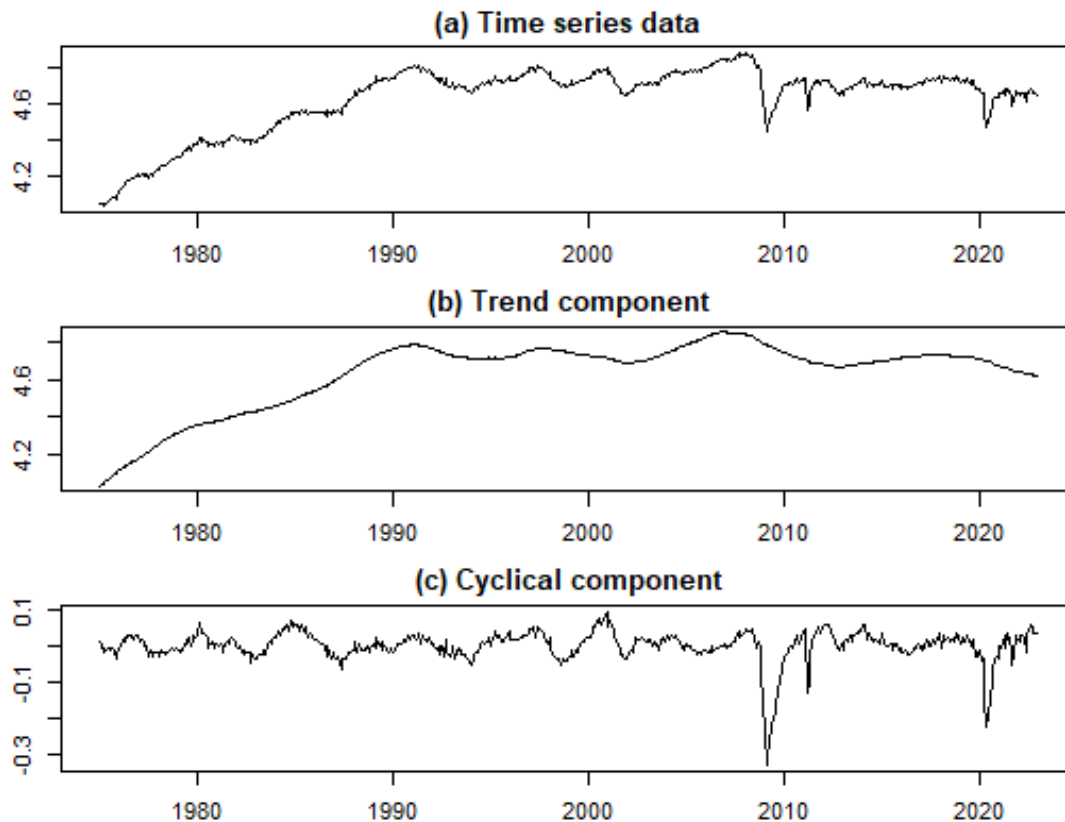


図 3. 鉛工業生産指数のデータ(a)、分解したトレンド成分(b)と循環成分(c)

また、時系列に異常値が含まれるときに、提案した拡張 MLM 法で異常値を抽出することができる。図 4 は、図 3 (c)における循環成分をさらに異常値調整済みの循環成分(a)と異常値を含む時系列(b)に分解した結果を示す。異常値調整済みの循環成分の推定結果を使えば、景気変動分析の信頼性を向上することができる。

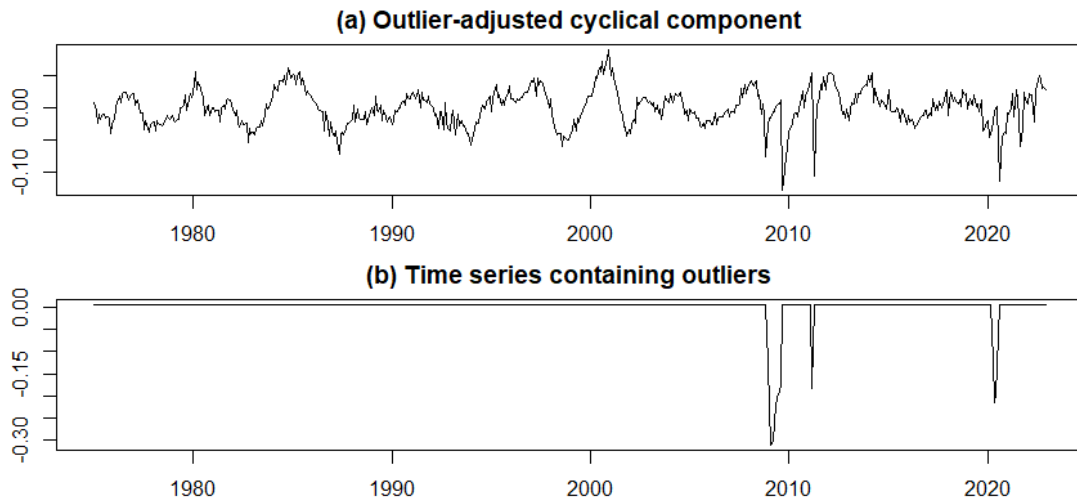


図4. 異常値調整済みの循環成分(a)と異常値を含む時系列(b)

(3) 日本の景気循環分析で使用される30系列のそれぞれの時系列データを拡張MLM法で分解したうえで、DFDLモデリングの手法に依拠して2つのラグと時変負荷量を持つ因子分析モデルを作成し、推定した共通因子を用いてCIBCを構築した。さらに、各系列とCIBCの複雑な相互作用を解析し、景気変動のメカニズムを例示した。

参考文献（既刊論文以外の部分）

1. [K. Kyo](#): Enhancing business cycle analysis by integrating anomaly detection and components decomposition of time series data, submitted for publication, 2024.
2. [K. Kyo](#) and [H. Noda](#): Unveiling the dynamics of commercial sales and business cycle impacts in Japan: An extended moving linear model analysis, submitted for publication, 2024.
3. [K. Kyo](#) and [H. Noda](#): Analyzing mechanisms of business fluctuations involving time-varying structure in Japan: Methodological proposition and empirical study, submitted for publication, 2024.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kyo Koki	4. 巻 -
2. 論文標題 An approach for the identification and estimation of outliers in a time series with a nonstationary mean	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2023 Congress in Computer Science, Computer Engineering, & Applied Computing (CSCE'23), IEEE Computer Society	6. 最初と最後の頁 1477 ~ 1482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CSCE60160.2023.00244	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 Kyo Koki, Kitagawa Genshiro	4. 巻 19
2. 論文標題 A moving linear model approach for extracting cyclical variation from time series data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Business Cycle Research	6. 最初と最後の頁 373 ~ 397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41549-023-00089-x	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 姜 興起, 野田 英雄, 北川 源四郎	4. 巻 No.76
2. 論文標題 景気循環指数の構築に関する新たな試み ~ 循環変動成分の共変動法の提案 ~	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 景気とサイクル	6. 最初と最後の頁 45 ~ 54
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 Noda Hideo, Kyo Koki	4. 巻 11
2. 論文標題 Dynamic relationships among changes in prices of beef, pork, and chicken in Japan: A Bayesian approach	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Agriculture and Food Research	6. 最初と最後の頁 100464 ~ 100464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jafr.2022.100464	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 Kyo Koki, Noda Hideo, Kitagawa Genshiro	4. 巻 18
2. 論文標題 Co-movement of cyclical components approach to construct a coincident index of business cycles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Business Cycle Research	6. 最初と最後の頁 101 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41549-022-00067-9	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 Hongzhi Tian, Feng Yao, Hui Li	4. 巻 No.3
2. 論文標題 East asian crude oil market patterns in the face of geopolitical turmoil (in Chinese)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Studies	6. 最初と最後の頁 28 ~ 49
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 Koki Kyo	4. 巻 12
2. 論文標題 A method for mining information about business cycles from stock prices data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Economic Letters	6. 最初と最後の頁 84 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.52783/eel.v12i2.101	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 Kyo Koki, Kitagawa Genshiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Hyper-trend method for seasonal adjustment and trend-cycle decomposition of time series containing long-period cycles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asian J. of Management Science and Applications	6. 最初と最後の頁 134 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/AJMSA.2021.120434	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 Yi Deng, Wang Liao, Feng Yao, Nengrui Xu	4. 巻 -
2. 論文標題 Research on the Impact of COVID-19 pandemic on the China-Japan stock market correlation based on the one-way effect causal measures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Discrete Dynamics in Nature and Society	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 該当する

1. 著者名 F.S. Maminirivo, and K. Kyo	4. 巻 5
2. 論文標題 A Bayesian approach to evaluating the dynamics of rice production in Madagascar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Agricultural Economics	6. 最初と最後の頁 43-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11648/j.ijae.20200502.12	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 H. Tian, F. Yao, and H. Li	4. 巻 28
2. 論文標題 Does China have the international pricing power for crude oil?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chinese Journal of Management Scienc	6. 最初と最後の頁 90-99
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 H. Tian, F. Yao, H. Luo, and H. Li	4. 巻 2020
2. 論文標題 Study and judge the process of China's oil price striving to become the international benchmark index	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chinese Soft Science	6. 最初と最後の頁 11-21
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 K. Kyo	4. 巻 1
2. 論文標題 The effects of the number of Chinese visitors on commercial sales in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Information and Communication (Proceedings of the 2019 Future of Information and Communication Conference), Springer	6. 最初と最後の頁 983-997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-12388-8-68	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 姚峰, 中西朋花, 師博	4. 巻 92
2. 論文標題 日中証券市場動的相互影響の因果構造に関する計量分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 香川大学経済論叢	6. 最初と最後の頁 5-44
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 H. Noda and K. Kyo	4. 巻 26
2. 論文標題 Do commercial sales move coincidentally with business cycles in Japan? a dynamic two-mode regression approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	6. 最初と最後の頁 1058-1066
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13504851.2018.1529858	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 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Koki Kyo, Genshiro Kitagawa
2. 発表標題 Moving linear model approach for time series decomposition
3. 学会等名 ICMACOSCMA-22 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 姜興起
2. 発表標題 景気動向分析に関する新たな試み
3. 学会等名 景気循環学会2022年度第5回定例研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. Kyo
2. 発表標題 A new approach for mining information about Business cycles from stock prices data
3. 学会等名 The 9th International Conference on Financial Management and Economics（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. M. Finaritra and K. Kyo
2. 発表標題 A Bayesian approach for analyzing the dynamics of rice production in Madagascar
3. 学会等名 3rd International Conference on Social Science, Applied Sciences, Economics and Management（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F. Yao and J. W. Li
2. 発表標題 Empirical causal relationship between money supply and stock market in China
3. 学会等名 The 11th International Conference on Financial Risk and Corporate Finance Management（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F. Yao
2. 発表標題 Theory and Application of the One-way Effect Causality
3. 学会等名 The International Symposium on Innovative Management, Information & Production (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	姚 峰 (Yao Feng) (90284348)	香川大学・経済学部・教授 (16201)	
研究分担者	野田 英雄 (Noda Hideo) (90347724)	東京理科大学・経営学部ビジネスエコノミクス学科・教授 (32660)	

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