

# ベイジアンVARを適用したマクロ経済情報の波及分析による伝播予測

2020010 蒲田涼馬

情報基盤工学講座 指導教員 奥原浩之

## 要約

国際化が進み、国内企業が海外の現地通貨での取引を行うことが増えている。現地通貨での取引を行う際には為替リスクが発生する場合もあり、企業が損失を被ることもある。為替の予測など為替についての研究は国内外問わず盛んであるが、為替リスク回避のために機械学習などを適用した研究はあまりないように見受けられる。そこで本研究では、経済情報の波及メカニズムにBVARを用いて伝搬を予測し、可視化するシステムを作成する。また、その伝搬がどれほど信用可能であるかをバックテストで検証する。

キーワード：経済情報、グラフィカルモデル、ベイジアンVAR、予測、為替変動、為替リスク

## 1 はじめに

近年、国際化が進み、企業が現地通貨での取引を増やしている。そして取引を行う際に、為替相場が変動し、企業が損失を被ることがある。これを為替リスクという。為替リスクの対策として国内の企業では先物為替予約、円シフトなどの対策がとられている。特に先物為替予約は98.2%の企業に為替リスクを回避するための方法として使われている[2]。しかし、先物為替予約にもデメリットがある。デメリットとして、為替差益の放棄、違約金やキャンセル料の発生がよく挙げられる。

他の為替リスク回避手段として為替の変動を予測するものもある。為替の変動を予測する手法は、1996年に外国為替取引の自由化により、FX取引が誕生してから注目され続けているが、それを為替リスクの回避に用いる研究も少ない。従来研究では米国AI(ChatGPT)を使い、為替リスクを予測する研究、グレンジャー因果性を用いて為替変動を予測する研究などがある[2]。

そこで本研究では、ベイジアンVARを用いた経済波及メカニズムの分析による因果性の可視化を行い、その有効性を示すために因果性によるルールを作成、そこからバックテストを用いてルールの正当性を検証する。

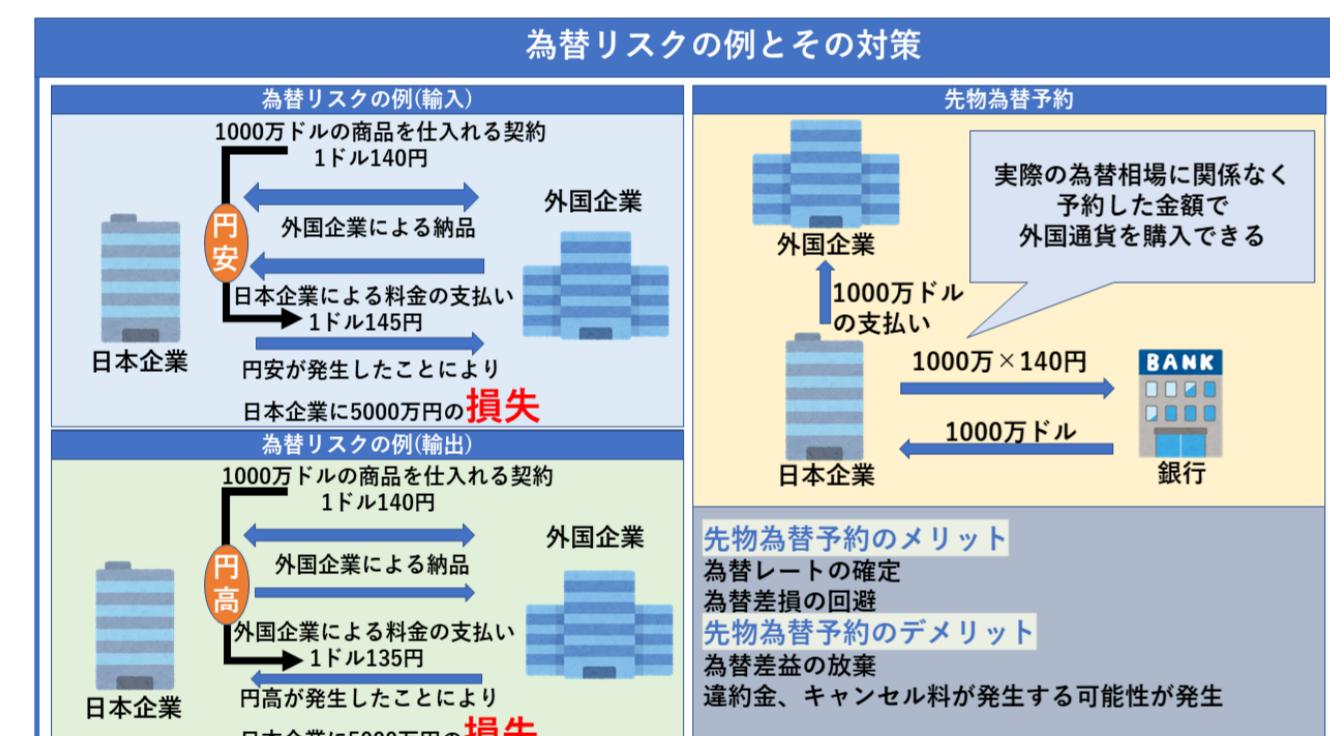


図1 為替リスクの例とその対策について

## 2 経済情報の波及メカニズム

### 2.1 市場間の因果性分析

為替に影響を与える要因としてマクロ経済データと市場間データというものが存在する。ここでは、従来研究で用いられてきた市場間データにおける因果性分析について述べる。為替市場データには各国の為替やコモディティ商品の2種類があり、特に為替は各通貨間、各経済力の強さを示す指標である。例えばドル円は米国ドルと日本通貨がどれくらいの比率になっているかを示す。金融市場の拡大や国際通貨の多様化が進むにつれ、国際競争力を示す為替市場は、ビジネスを行ううえで、無視できない要素の一つになっている。

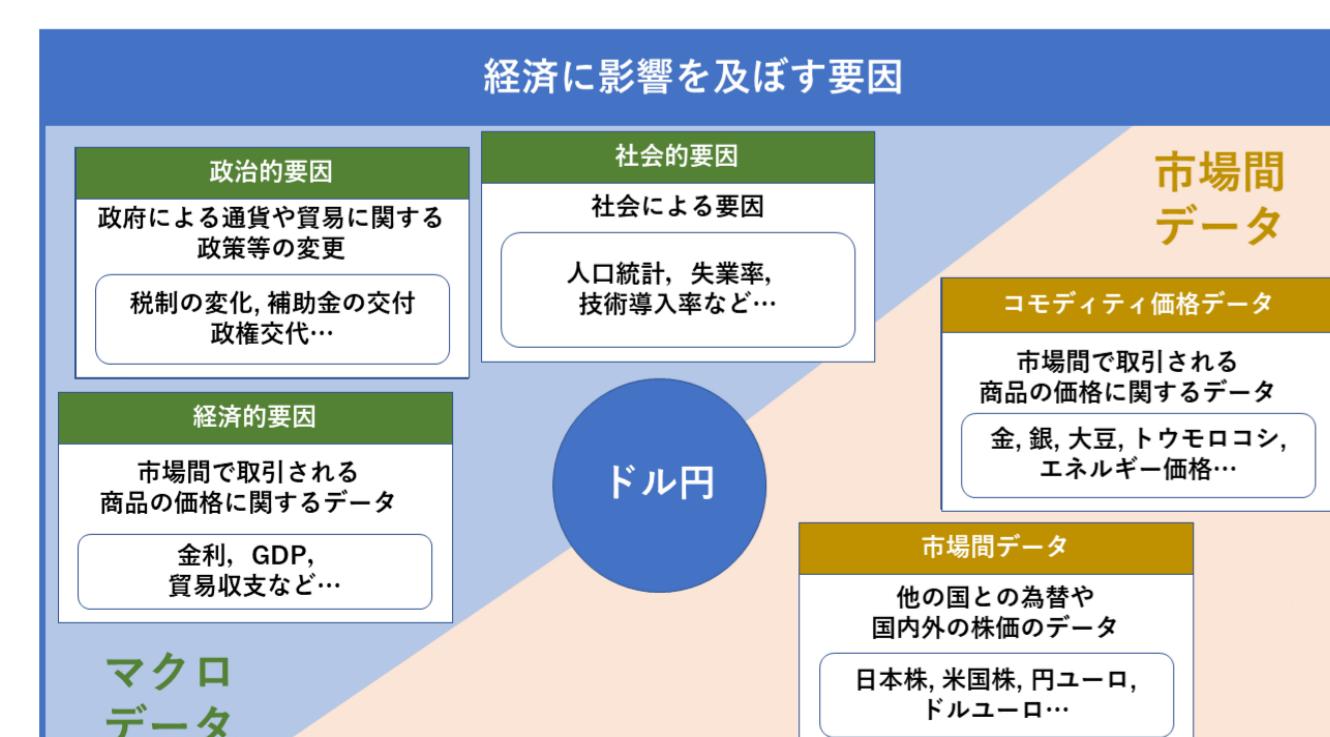


図2 ドル円に影響を及ぼす要因

時系列解析における代表的なモデルにベクトル自己回帰モデル (Vector Autoregressive Model: VAR) がある。一般的な  $m$  变量、ラグ  $p$  の VAR モデルは、当期のベクトル  $y_t$  が  $1, 2, 3, \dots, p$  期前のベクトル  $y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-3}, \dots, y_{t-p}$  によって説明され、それに正規分布に従う誤差変数が加えられるモデルである。

VAR モデルにおいて、複数時系列間の因果関係を同定する方法の一つにグレンジャー因果性分析がある。「グレンジャーの意味で変数  $x$  から  $y$  への因果性がある」とは、

「 $y$  の過去のデータだけより、 $y$  と  $x$  の過去のデータを用いる方が、変数  $y$  の予測精度が良い」ことを意味する。グレンジャー因果は通常の因果関係とは概念が異なり、あくまで予測のために用いられる概念である。

### 2.2 バックテストによる最適なストラテジー

バックテストとは、自分が使っている売買ルールが有効であるかを確認するために、ツールを使い、過去の相場情報を用いてシミュレートすることである。システムトレーダーにおいて使用するルールを用いてバックテストを行うことで感情や長時間の市場の監視や精神的な疲れなどの精度を変える要因を排除することができる。いくつかのテクニカル指標の組み合わせを用いて、過去の学習データから最も利益を挙げやすい売買ルールを探索する研究などがある[3]。

### 2.3 経済情報の波及メカニズムとデータ取得

金融政策が物価に及ぼすメカニズムのことを金融政策の波及メカニズムといいます。ここでは例としていくつかあげる。まず一つ目は金利と経済の関係である。日本銀行は金利を上げ下げすることで、経済に影響を与えており、また、もう一つ有名な例として、経済と物価の関係がある。物価は経済全体の財やサービスの需要、供給の均衡、需要ギャップによって決められると考えられている。経済が活性化し、需要が高まれば、物価上昇率もまた高まりやすくなる。このようなメカニズムが金融情報の分野では様々考えられており、本研究ではそれらすべてをひっくるめて経済情報の波及メカニズムといいます。そして本研究ではその波及メカニズムを考慮してデータ収集を行う。データ収集には Python のライブラリである selenium を用いて行う。

### 3 確率的因果関係の導出

#### 3.1 グラフィカル表現による可視化

グラフィカルモデルとは確率モデルや因果関係をグラフの形で記述したものであり、簡潔に可視化することができる。また、グラフィカルモデルではグラフ構造から変数間の関係性やモデルの性質がわかるという利点がある。本研究では、為替リスク回避への支援として因果伝播構造の可視化を行う。のために、誰が見ても理解しやすいようにグラフィカル表現を行う必要がある。そのため、本研究では伝搬を表す有向重み付きエッジ、そして各変数が入るノードから成る3次元有向グラフでグラフィカル表現を行う。また、ノードをクリックすることでノードに入っている時系列データを確認できるようにし、過去のデータからも未来の値を推測できるようにする。

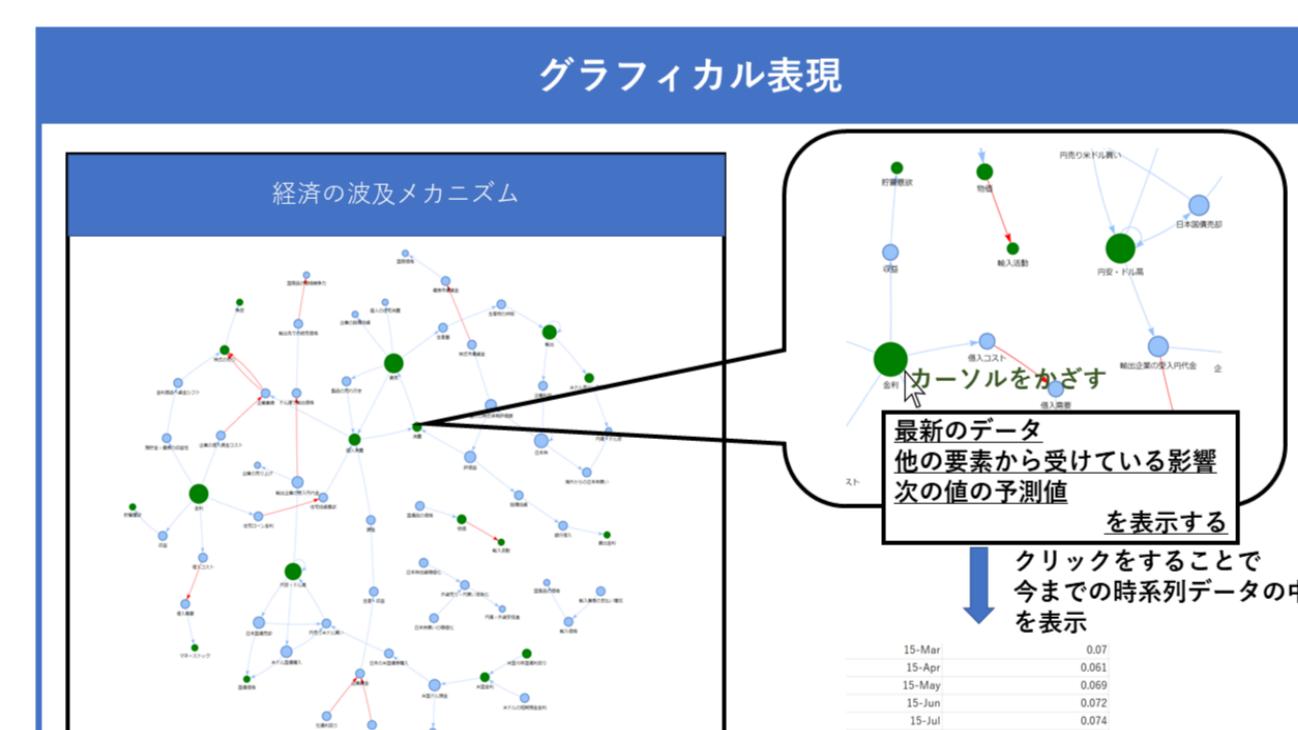


図3 本研究で用いるグラフィカル表現イメージ

### 3.2 ベイジアンネットワークによる確率の導入

ベイジアンネットワークは統計的手法の一つで、不確実性を確率の形で取り込み、推定結果を確率分布として得ることができる手法である。ベイジアンネットワークでは条件付確率を用いて因果・依存関係を非循環有向グラフで表現することができる。

本研究で焦点を当てる経済の波及メカニズムも確率的に解釈することができる。例えば、日本の景気が拡大すると結果として円高・ドル安が上がりやすいと経済波及メカニズムにはあるが、当然ながら景気が良くなつたからといって必ずしも円高・ドル安が起こるわけではない。このような推移は特定の確率過程に従っていると考えることができる[4]。そのため、本研究では有向非循環グラフで確率的因果関係で表すことができるベイジアンネットワークを用いることにする。

### 3.3 不確実性を考慮した因果性の求め方

3.2節でも述べたようにベイジアンネットワークでは条件付き確率を用いて因果性を求めることができる。しかし、ベイジアンネットワークには時系列分析に対応していないという欠点がある。時系列を考慮した VAR モデルといった手法もあるが、こちらでは不確実性として確率を組み込むことはできない。また、VAR モデルでは変数の数やラグ次数が長くなれば長くなるほど推定すべきパ

ラメーターが大きくなる欠点がある。これを「次元の呪い」という。

そしてこれらの問題をすべて解決できるシステムの一つとしてベイジアン VAR というシステムがある。ベイジアン VAR はいわばベイジアンネットワークを時系列に対応させたものである。また、ベイジアン VAR では、モンテカルロシミュレーションを用いて分析を行うため、「次元の呪い」を考慮する必要がなくなる[2]。そのため、本研究ではベイジアン VAR を用いて不確実性を考慮した因果性を求め、またその伝播を予測する。

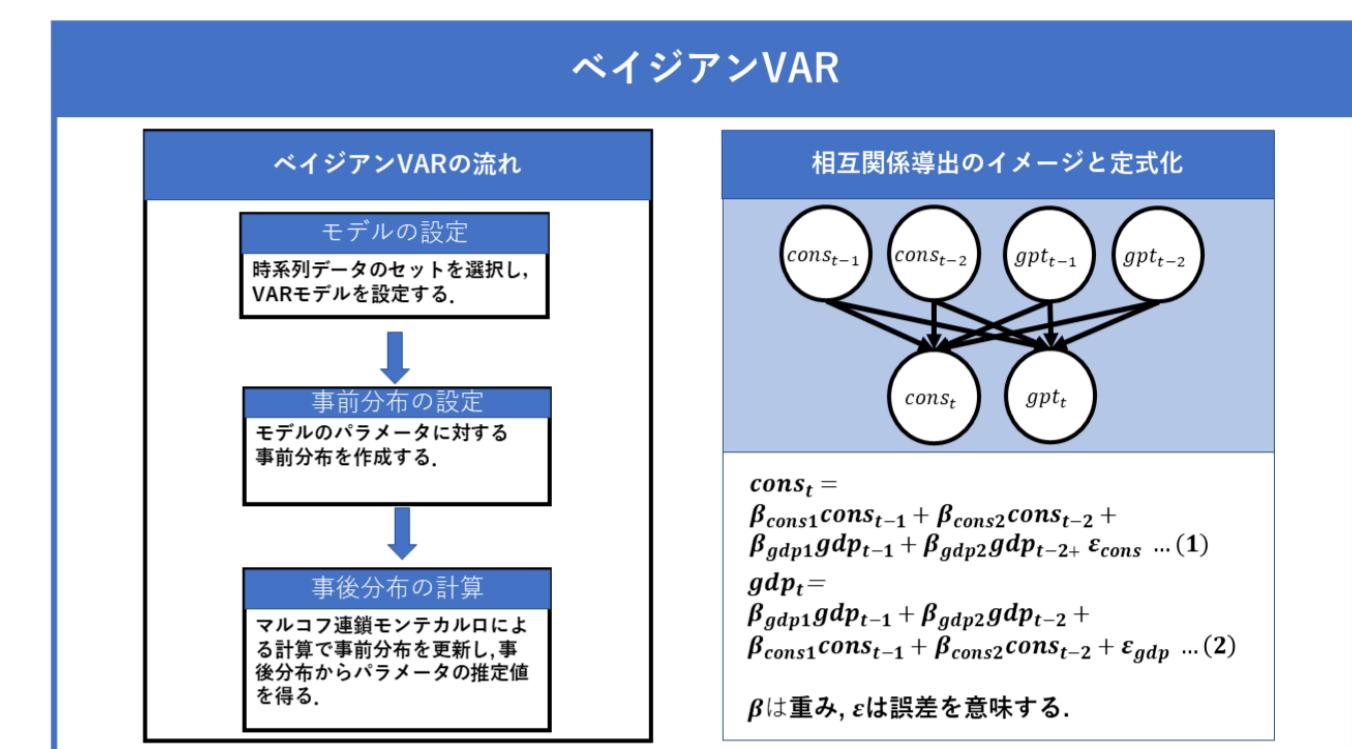


図4 ベイジアン VAR の概要

## 4 提案手法

本研究では、日本銀行が公開している「日本銀行時系列検索サイト」や、コモディティ長期間データ(金、ダウ平均など)を公開している大手証券株式会社のページなどから関連データを取得する。そして BVAR を用いてそのデータ間の相互関係を求め、csv ファイルに格納する。本研究では、スクレイピングで取得した時系列データについて BVAR を適用することで変数間の伝播関係を数値として求め、そのデータを csv ファイルに格納し、csv ファイルから自動でエッジとノード重みをつけた 3D グラフの可視化を行う。またその得られた結果がどれほど有用なもののかをバックテスト、あるいは MetaTrader5 を用いたデモトレードで確認する。

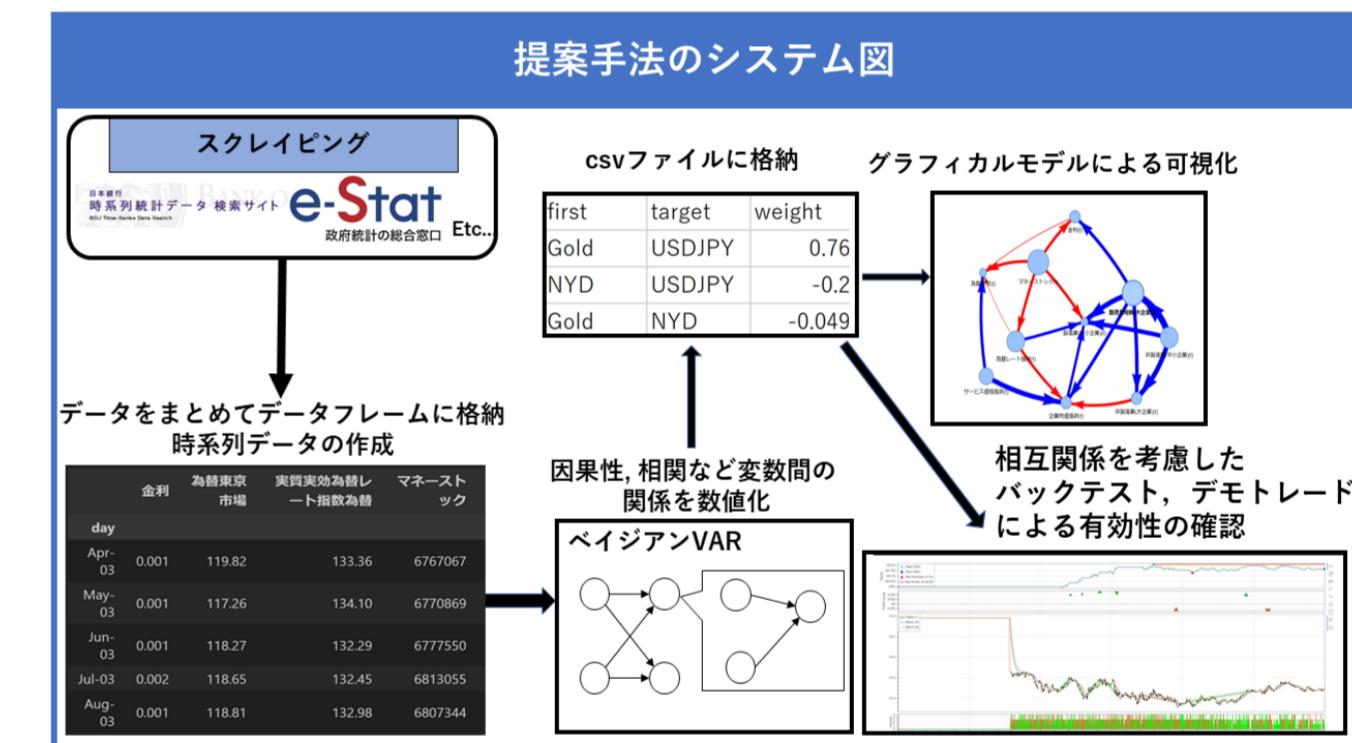


図5 提案手法の概要

## 5 数値実験並びに考察

今回の数値実験ではドル円に対し、正の方向に強い相関を持つといわれている日本円、そしてその逆に負の強い相関を持つとされている NY ダウによるドル円に対する影響をベイジアン VAR を用いて求めた。また、今回の数値実験では元データから対数変換を行い、データフレームに格納したものについて分析を行った。

結果は図のようになり、金からドル円に対する正方向の影響の強さを求めるることはできているように見える。ただし、負の強い相関を持つとされている NY ダウには負の相関は表現できていたが、相関の強さまでは表現されていなかった。今回の数値実験では事前分布を正規分布に設定していたため、精度が落ちてしまった可能性が考えられる。

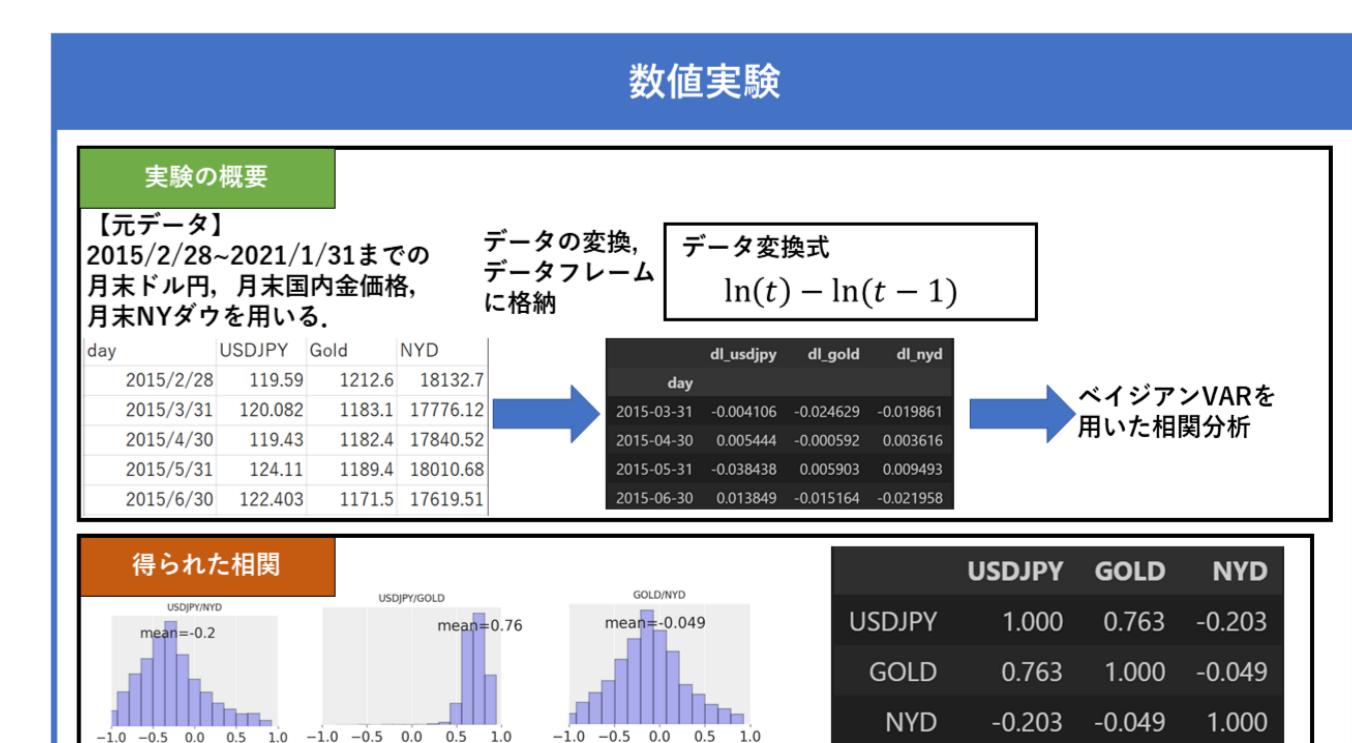


図6 数値実験の概要と結果

## 6 おわりに

国際化により近年増えている為替リスクにおける影響を回避するためには様々なアプローチが必要である。そして今回は為替を取り巻くデータの伝播を予測し、可視化

するシステムを提案し、数値実験としてUSDJPYに影響を与える3変数についてUSDJPYとの相関を求めた。今後はシステムを実装するために、因果性の導入、可視化、トレードシステムの作成を中心的に行っていく。

## 参考文献

- [1] 田中 茂和, “為替リスクとその回避”, 2023
- [2] 財務省, “ファイナンス 2022年6月号 No679”, 2022
- [3] 木下 大輔, “市場間分析を活用した高頻度データに対するパラメータ選択と最適なストラテジー構築”, 2022
- [4] 平林明憲, “遺伝的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化”, 2008
- [5] 川崎 能典, “Bayesian Vector AutoRegression -その手法の整理と予測能力の検証”, 1991
- [6] 岩崎雄斗, 須藤 直, 中島 誠, 中村 史一, “HANK 研究の潮流: 金融政策の波及メカニズムにおける経済主体間の異質性の意義”
- [7] 小熊 陸, “ベイジアンネットワークを用いた本邦市場の伝播構造分析”, 2023