

# 経済物理学レポート

奥戸 嵩登 \*

2020 年 2 月 17 日

## 1 はじめに

本レポートでは、2020 年 1 月 3 日時点の時価総額トップ 10 の暗号資産銘柄について 2019 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日までの価格変動データを用いて、相関関係分析を行う。相関がある場合それぞれの銘柄の価格変動は相互依存関係があり、相関がない場合は独立した価格変動を行っていることがわかる。価格変動の独立性は分散投資を行う際の指標として有効である。

## 2 暗号資産について

### 2.1 概要

暗号資産とは、法定通貨や法定通貨建ての資産ではないインターネット上でやりとりできる財産的価値である [1]。暗号資産は 2008 年にサトシナカモトと称する人物が論文をネット上に公開し、その論文をもとに複数の開発者が暗号資産を開発したことから始まっている。2019 年 5 月 31 日に仮想通貨から暗号資産への名称変更の法案が可決された。暗号資産はビットコインとアルトコインの 2 つに大別される。ビットコインは初めて財産的価値を持った電子通貨である。アルトコインはビットコインの基盤技術を参考にして開発されたコインのことを指す [2]。暗号資産の種類は 2019 年 10 月 30 日時点で 2,351 種類存在する。暗号資産は販売所または取引所を介して入手することができる。それぞれの違いは仮想通貨を売買する相手が異なることである。販売所は販売会社が相手であるのに対し、取引所は個人を相手にする。

### 2.2 ICO

ICO とは Initial Coin Offering の略称であり、新規仮想通貨公開という意味である。企業や団体などが資金を調達する目的で独自のコインを発行する。そのため企業や団体への期待や価格上昇への期待から、ICO で発行されたコインは購入される。新規公開株式 IPO と似ているが、大きな違いとしては出資者に与えられる権利の有無である。株式を保有した場合、株主優待の享受や株主総会への出席といった権利が出資者へ与えられる一方、コインの場合、これらの権利が一切ない [3]。

---

\* 国立総合研究大学院大学 複合科学研究科 情報学専攻

## 2.3 暗号資産の値動き

暗号資産の価格形成は株価や為替などと基本は同じであり、需要と供給によって決定される。また、ニュースが価格へ影響を及ぼすことに関しても同様である。暗号資産にはストップ高・ストップ安のような値幅制限が設けられていない場合が多いため、急激な価格変動が起こりやすいという特徴がある。

## 3 分析

本章では、ネット上で公開されている暗号通貨の価格データを用いて、それぞれの銘柄がどのような相関関係を持っているかを分析する。分析手法に関して、経済物理学第7回講義資料の為替市場に適用している手法を用いる。はじめに相互相関行列のヒートマップを示す。次に相関係数を距離の公理を満たすように変数変換を行い、デンドログラムにより可視化する。デンドログラムにおいて、どのようなクラスターが形成されるかについても分析を行う。分析には [https://github.com/takato86/cryptocurrency\\_analysis](https://github.com/takato86/cryptocurrency_analysis) にあるコードを用いた。

### 3.1 データセット

暗号通貨市場の分析を提供している Web サイト CoinGecko から 2020 年 1 月 3 日時点の時価総額トップ 10 の暗号資産の 2019 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日時点までの日毎の値動きをデータを取得した。2020 年 1 月 3 日時点の時価総額トップ 10 の暗号資産は下記の通りである。

1. Bitcoin/BTC
2. Ethereum/ETH
3. XRP/XRP
4. Tether/USDT
5. Bitcoin Cash/BCH
6. Litecoin/LTC
7. EOS/EOS
8. Binance Coin/BNB
9. Bitcoin SV/BSV
10. Cardano/ADA

以上の 2020 年 1 月 3 日時点の時価総額トップ 10 銘柄について、分析を行う。

### 3.2 結果

2019 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日までの暗号資産のトップ 10 銘柄それぞれの価格データを用い、時系列の価格変動を可視化し、相関行列をヒートマップで表す。変数変換後、デンドログラムを形成されたクラスターと共に示す。はじめに、時系列の価格の変動を図 1 に示す。暗号資産の価格差が大きいため、標準化をして可視化した。0.1 の範囲になるように MinMaxScaler を用い、標準化を行った。

図 1 より、Tether/usdt の値動きが他の暗号資産と明らかに異なることがわかる。次に、銘柄ごとに 1 日の

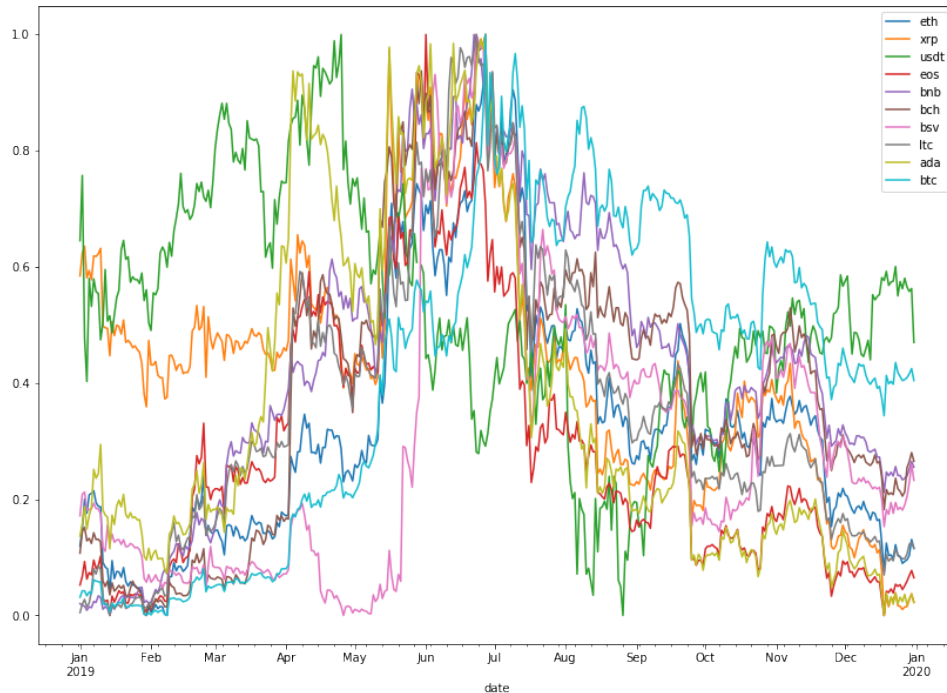


図1 暗号資産の価格変動

価格の増減データ系列を作成し、相関行列を算出する．相関行列のヒートマップを図2に示す．

図2より，Tether/usdtは他のどの暗号資産とも相関は見られなかった．Ethereum/ethはTether/usdtとBitcoin Cash/bch, Binance/bnbを除く他の7つの暗号資産とかなり強い正の相関があった．Bitcoin Cash/bchとはやや強い正の相関があるという結果であった．次に，クラスタリングの結果をデンドログラムで示す．相関係数は距離の公理を満たさないため下記の式で距離の公理を満たすように変数変換を行う．変数変換によって，正の相関が強いほど短い距離になる．

$$d_{ij} = \sqrt{2(1 - \rho_{ij})}$$

$i, j$  は暗号資産， $\rho_{ij}$  は暗号通貨  $i$  と  $j$  の相関係数を示す．図3にデンドログラムを示す．

図3において，それぞれの色が銘柄が属するクラスターを表す．3つのクラスターが形成されていることがわかる．Tether/usdtのみのクラスター，Binance Coin/bnbとBitcoin SV/bsvのクラスター，それ以外の7銘柄のクラスターがそれぞれ形成された．

### 3.3 考察

図3において，単一でクラスターとなったTether/usdtにおいて考察をする．図2より，Tether/usdtは他の暗号資産との無相関である暗号資産であった．Tether/usdtはペッグ通貨と呼ばれる他の通貨の価値と連動している暗号資産である[5]．1 usdtは1 USDで固定されており，米ドルと同価値に固定されているという特徴を持つコインである．他の暗号資産との相関が無かったことから，暗号資産は米ドルの価格変動との相関がないことがわかる．図3の最も大きいクラスターについて考察を行う．Bitcoin Cash/bch[8]とLitecoin/ltc[7]

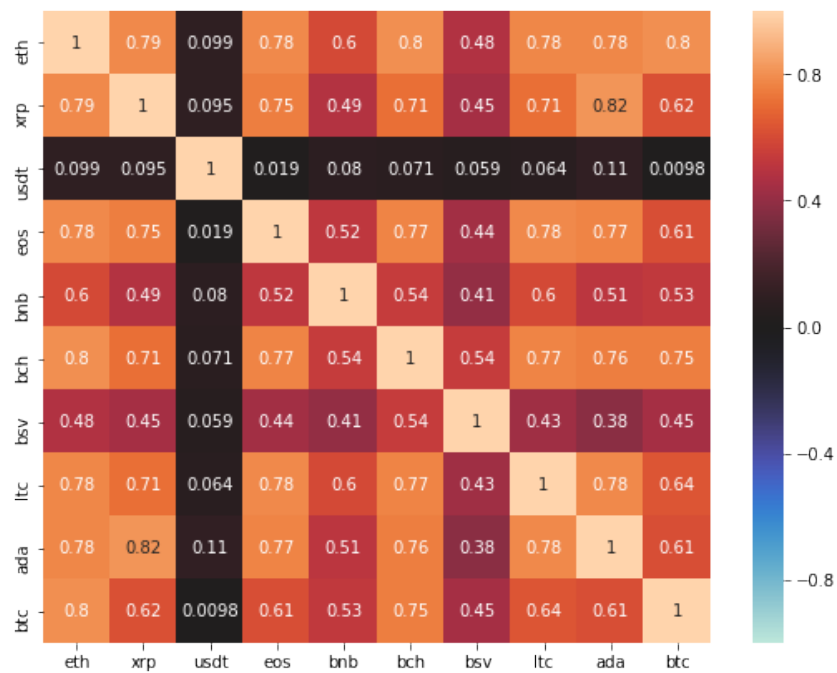


図 2 暗号資産間の変動の相関行列のヒートマップ

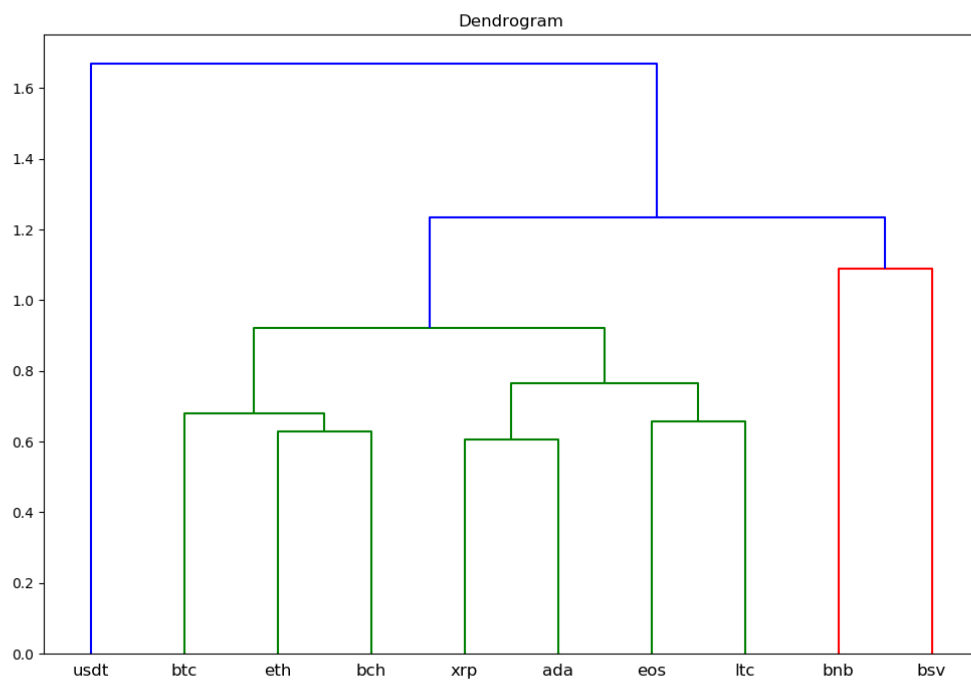


図 3 デンドログラム

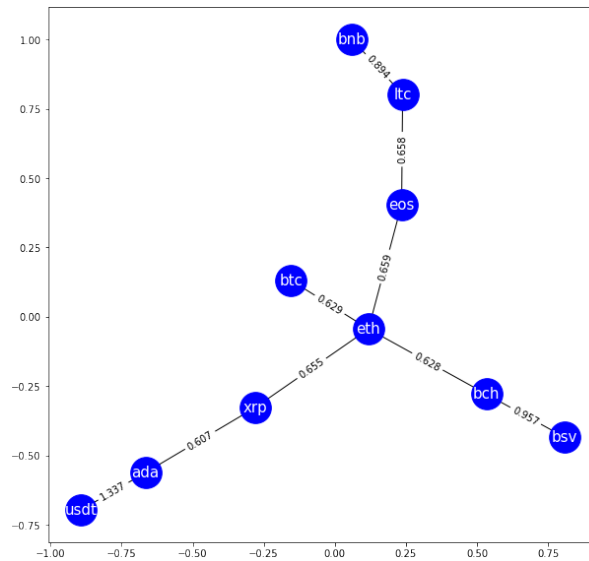


図 4 全域最小木

は Bitcoin/btc からハードフォークされた銘柄である．これら 3 銘柄は最も大きいクラスタに属している．次に各銘柄がどの銘柄と強く相互依存しているかを明らかにするために，これらの暗号資産の大域最小木を図 4 に示す．

図 4 より，最大のクラスタに属する 4 つの銘柄は Ethereum/eth の価格変動と強く相互依存している．10 銘柄のうち，暗号資産開発のためのプラットフォームを提供する企業から発行されている銘柄は Ethereum/eth[6]，XRP/xrp[9]，EOS/eos[10] であり，これらが強く結びついていることがわかる．次に，Binance Coin/bnb と Bitcoin SV/bsv で構成されるクラスタについて考察する．図 2 より，両者は Ethereum/eth に対して Tether/usdt を除く他の銘柄に比べ正の相関が小さかった．Binance Coin/bnb と Bitcoin SV/bsv の相互相関係数の大きさは 0.41 であり他の銘柄との相関係数と比べても平均的である．このことから，両者とも Ethereum/eth との相関が比較的小さかったため，同じクラスタになったと考えられる．Binance Coin/bnb は暗号資産の取引市場を運営する Binance から発行されたコインであり，プラットフォームを運営する Ethereum/eth とは異なる特徴を持つため，他の銘柄に比べて相関係数が低くなったと考えられる．Bitcoin SV/bsv は Bitcoin Cash/bch からハードフォークされた銘柄である [11]．したがって起源を辿ると Bitcoin/btc に行き着く．しかしながら，Bitcoin/btc から直接ハードフォークされた Bitcoin Cash/bch と Litecoin/ltc に比べて相関係数が低い結果であった．ハードフォークを繰り返すことで知名度が落ち，参加している投資家の質が上がったためと考えられる．

## 4 結論

本レポートでは，2019 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの間で，2020 年 1 月 3 日時点で時価総額トップ 10 の暗号資産銘柄の価格変動データを用いて，銘柄間の相関関係を分析した．分析結果より，ペッグ通貨である Tether/usdt とそれ以外の銘柄の価格変動は相互依存しないことが明らかになった．ペッグ通貨以外の銘柄では，Ethereum/eth の価格変動に強く依存するクラスタと比較的弱く依存するクラスタに分かれた．

Ethereum/eth の価格変動に強く依存するクラスタには、プラットフォームを運営する企業が発行する銘柄が含まれていた。また、Bitcoin からハードフォークされた銘柄も同じクラスタに含まれていた。一方で、Bitcoin/btc を起源にもつ Bitcoin SV/bsv は異なるクラスタに属していた。Bitcoin/btc からハードフォークを重ねていくごとに知名度が落ち、参加する投資家の質が変化したことにより、価格変動の相互依存性を低下させたことが考えられる。今後の分析項目として、暗号資産の発行元が運営するサービスが価格変動の相互依存性に影響するかどうかや、ハードフォーク元とハードフォーク先の価格変動の相互相関関係を事例を増やして分析することが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 暗号資産（仮想通貨）の利用者のみなさまへ，金融庁，[https://www.fsa.go.jp/policy/virtual\\_currency/index.html](https://www.fsa.go.jp/policy/virtual_currency/index.html)，2020/1/4 参照。
- [2] アルトコイン，bitbank，<https://bitbank.cc/glossary/altcoin>，2020/1/4 参照。
- [3] ICO とは？初心者に解説する買い方とメリット・デメリット，コインチェック，<https://coincheck.com/ja/article/262>，2020/1/4 参照。
- [4] CoinGecko，CoinGecko，<https://www.coingecko.com/ja>，2020/1/4 参照。
- [5] 仮想通貨テザー（Tether/USDT）とは？米ドルと同じ価値を持つ仮想通貨を徹底解説，CoinOtaku，<https://coinotaku.com/posts/1585>，2019 年 1/5 参照。
- [6] Ethereum，Ethereum，<https://ethereum.org/ja/>，2020 年 2 月 17 日参照。
- [7] ライトコイン，Wikipedia，<https://ja.wikipedia.org/wiki/ライトコイン>，2020 年 2 月 17 日参照。
- [8] ビットコインキャッシュ（BitcoinCash/BCH）とは？特徴やビットコインとの違いを徹底解説，Coincheck，<https://coincheck.com/ja/article/38>，2020 年 2 月 17 日参照。
- [9] XRP，Ripple，<https://ripple.com/xrp/>，2020 年 2 月 17 日参照。
- [10] 仮想通貨 EOS（イオス）の特徴、価格、取引所、将来性は？，Bitdays，<https://bitdays.jp/blockchain/cryptocurrency/eos/>，2020 年 2 月 17 日参照。
- [11] ビットコイン SV（BSV）とは？ビットコイン ABC との違いや将来性は？，Coincheck，<https://coincheck.com/ja/article/266>，2020 年 2 月 17 日参照。