

## 特集 アフターコロナのマーケットとテクニカル手法

### 暗号資産市場の概要と新たなる投資手法の試み ～自然言語処理を用いた暗号資産価格の予測～

IU アセットマネジメント 代表取締役  
新見 明弘

#### 1. はじめに

2009年にビットコインの運用が開始されて、今年で12年が経ったが、現在ビットコインの価格は600万円を上回って推移している。またビットコインを代表とする暗号資産市場の時価総額は2021年1月末時点で約100兆円に達しており、世界の証券取引所と比較すると15位に位置する水準まで市場は拡大しているのが現状だ。市場での最近のニュースはイーロン・マスクの特斯拉がビットコインに1600億円の投資を行うなど米国の上場企業によるビットコイン投資は活発化しており、これまで個人投資家を中心であった暗号資産市場に事業会社が参入してきている。また今後は機関投資家の参入が見込まれるなど、市場はますます拡大していくものと思われる。

一方で暗号資産に対する投資手法の開発・運用手法に関してはまだまだ過渡期にあり、株式・債券・為替で用いられてきた投資手法が応用されているものの、ボラティリティーの高い暗号資産価格についてはなかなか有益な手法が見当たらないのが現状である。

そこで、当稿では伝統的なテクニカル手法である価格パターンの分析に、自然言語処理手法を活用することにより、暗号資産の将来価格の予測を試みる。この投資手法は「過去の値動きから将来の値動きを予想すること」にあり、伝統的なテクニカル分析でいわれる「現在の価格パターンが過去のパターンと似たような動きになった場合、将来価格の推移は過去のパターンと同じ値動きをすると考えられる」という前提に基づいている。

あえて、ある意味「古典的である」パターン分析を用いる理由としては、移動平均やMACD、RSIといった一般的なテクニカル分析が暗号資産に対しては有益に機能しないのではないかという推論に立っている。また、株式のようにファンダメンタル要因、マクロ要因、需給等のさまざまな要因によって価格が決定づけられると考えられているのに対して、暗号資産は株式でいうところの原資産である企業価値等を評価できないため、価格変動の推移に着目して投資判断を行わなければいけないからだ。

#### 2. 現在の暗号資産市場を俯瞰する

大手暗号資産データベンダーのCryptoCompare社のデータによると、世界の暗号資産取引所で売買されている暗号資産は6000種類以上存在する。このうち国内の2社以上の暗号資産取引所で取引が行われている資産は、表1に示すとおり、ビットコインとその他のコイン（オルトコイン）を合わせて13程度であり、国内取引所で投資可能な暗号資産は限られているのが現状だ。

また、上記暗号資産の2021年2月末時点での時価総額を比較するとビットコインが全体の76%を占めており、次にイーサリアムが18%となっている。上位1、2位の資産で全体の時価総額の90%以上を占めているのが暗号資産市場の特徴でもある(図1)。

一方、国内外の取引所における各資産の月間取引金額(2021年1月)を比較してもわかるとおり、市場での流動性という観点においてもビット

表 1. 国内の 2 社以上の暗号資産取引所で取引が行われている資産

ID	暗号資産名称
BTC	ビットコイン
ETH	イーサリアム
LTC	ライトコイン
XRP	リップル
BCH	ビットコインキャッシュ
XLM	ステラルーメン
MONA	モナコイン
XEM	ネム
QTUM	QTUM
BAT	ベーシックアテンショントークン
ETC	イーサリアムクラシック
LSK	リスク
XTZ	テゾス

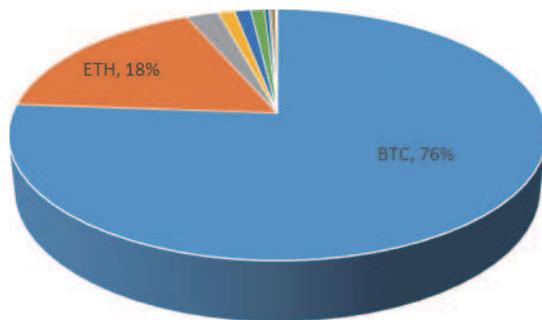


図 1. 国内取引暗号資産の時価総額比率 (2021年2月末時点)

コインとイーサリアムが他の資産と比べて群を抜いているのがわかる (図 2)。

次に各資産の価格変動とボラティリティを捉えるために、直近 3 年間における各資産のリスク (年率換算された価格変動率)・リターン (累積リターンの年率) プロファイルを図 3 に示している。直近 3 年間においては、ビットコインとビットコイン以外の暗号資産 (オルトコイン) に分布が分かれているのが捉えられる。結果としてビットコインは他のオルトコインに対して、より少ないリスクでより高いリターンを達成している。時価総額、出来高、投資効率の面からみて、暗号資産に投資する際にはビットコインを主な投資対象とすることが最も効率的であったといえよう。

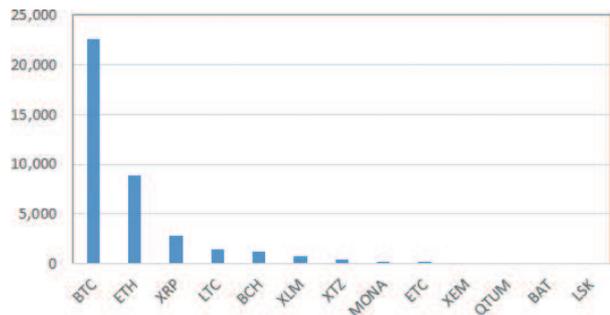


図 2. 2021年1月の資産別月間出来高金額 (USD ベース)

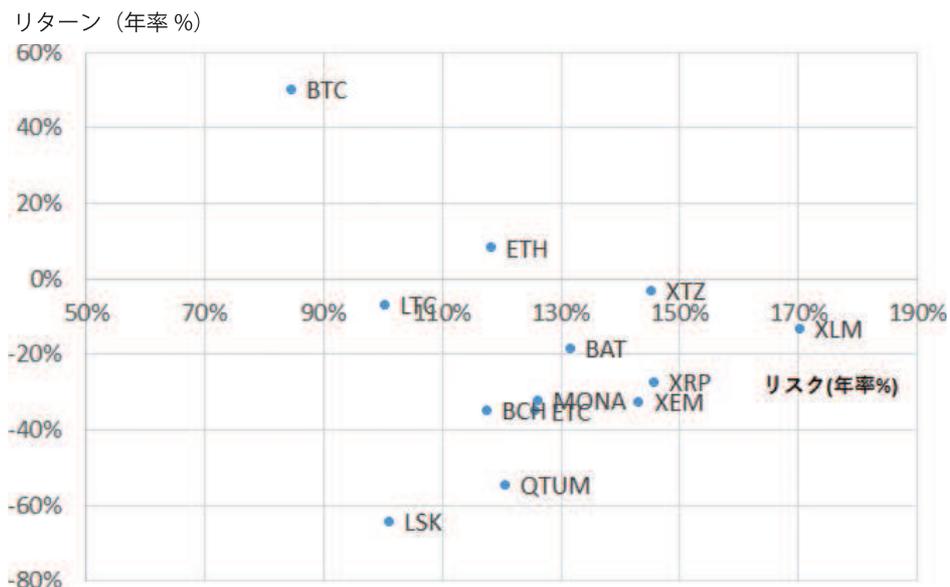


図 3. 各資産のリスクリターンプロファイル (2018/2-2021/1)

### 3. 暗号資産に対する投資手法

一般に株式投資を行う場合は、投資対象企業のバランスシート、業績見通し、証券会社のアナリストの予想コンセンサス、キャッシュフロー分析といったさまざまな情報や分析手法が確立されている。そしてそのようなデータを用いたファンダメンタル分析等により企業の本質的価値を算出し、価格予想に結び付けることが可能である。

一方、暗号資産については株式における企業といった原資産がないため、ファンダメンタル分析を用いて本質的価値を行うことは困難であるといえよう。代替手段としてはマイニングにおける費用（消費電力、マイニングマシンの価格、人件費）を用いて暗号資産の適正価格を算出する手法が存在するが、確立された手法として成熟するにはさらなる時間が必要であろう。

このように本質的価値が定まらない暗号資産に対して投資を検討する際には、価格の値動きを分析するテクニカル分析が有効であると考えられよう。株式投資経験者ではなく、テクニカル分析により、相対的に価格が上昇・下落するかを見極めてきたFX投資家が暗号資産市場に容易に参入してきたのも、単に暗号資産がかつて仮想通貨といわれていた理由だけでなく、自身が有する分析手法が応用しやすいと考えたからであろう。

黎明期の暗号資産市場においては、こういった個人投資家を中心とした売買によって暗号資産の価格は形成されてきた。流動性が低い中で価格のスペキュレーションを獲得しようとした取引によ

り暗号資産の価格は非常にボラティリティーが高くなり、その結果、暗号資産市場は「投機的市場」であるといわれている。例えば国内取引暗号資産の月次ベースでの「月間高値－月間安値」の終値に対する変化率について、直近3年間の平均を算出すると、変化率はおおむね30%から70%となり、株式と比べて非常に高くなっている（図4）。また日次ベースでの「日次高値－日次安値」の終値に対する価格変化率の直近3年間の平均は6%から10%となっており、このような日中での大きな価格変動はデイトレーダーの興味を引くものの、比較的中長期の投資家にとっては売買のタイミングを見定めることが困難といえよう（図5）。

このようなボラティリティーの高い暗号資産に対して、相対的に価格変動が低い株式・債券・為替に対して用いられてきた従来のテクニカル分析を応用するのは非常に困難であるといえよう。

例えば移動平均等を用いたトレンド分析を行う場合においては、短期の移動平均の変化が激しく、移動平均を用いた取引手法においてダマシが多く発生する可能性がある。同様にRSI等のリバーサル的な投資手法を用いても、指標の変動が激しくなり、「売られすぎ、買われすぎ」のタイミングを誤認する可能性があるといえよう。

上記の推論が正しいかどうかに関する研究や調査結果は公表されていないが、ある暗号資産取引所のCEOが「自社の取引所の顧客の投資収益を分析したところ、収益を得ている投資家は全体のほんの数十パーセントしかいなかった」と発言したことからも、現実的に個人投資家が自身の投

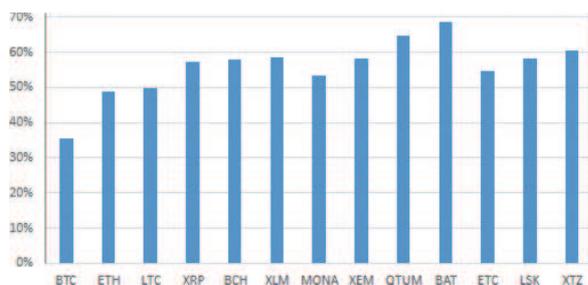


図4. 国内取引暗号資産の月次（高値－安値）変動率の平均値（2018/2－2021/1）



図5. 国内取引暗号資産の日次（高値－安値）変動率の平均値（2018/2－2021/1）

資判断やテクニカル分析等で収益を獲得することは容易でないことが推察されよう。

#### 4. 暗号資産投資における新たな手法の試み

トレンド分析やリバーサル分析といった一般的な手法が暗号資産投資に不向きであるとするならば、どういった手法を用いて収益を獲得することが可能なのか。日次ではなく、デイトレーダーが行うような分ごと、時ごとの値動きにテクニカル分析を用いることが1つの解決策かもしれないが、一般の投資家にとってあまり頻繁に取引を行うことは現実的ではないといえよう。

そこで本稿では価格のボラティリティにあまり影響を受けない伝統的な投資手法を、暗号資産の投資に応用することを検討してみる。この投資手法の根幹となる考え方は、「現在の価格パターンが過去のパターンと似たような動きになった場合、将来価格の推移は過去のパターンと同じ値動きをすると考えられる」という伝統的なパターン分析によるものだ。価格の変動が激しくても、価格をパターン化することにより、過去の同様なパターンから将来の価格予想を行うプロセスにおいては、価格のボラティリティによる影響を受けにくいと考えられる。

しかしながら価格パターンの類似性を把握する手法においては定性的な判断による恣意性が含まれており、類似性の判断においては後講的などところがあるのが問題である。このような恣意性を排除するには客観性を持った数学的なアプローチが必須であり、当稿においては価格パターンの認識(情報処理)と類似性において自然言語処理手法を応用することにより、客観的にパターンの解析と類似性を求めることを目的としている。

##### 4-1. 将来の変曲点を予測する

一般の投資家にとって、将来の価格予想をする場合は明日(1時間後)の価格がどうなるかは重要でなく、将来の価格が何日後に変曲点を迎えるか、そしてその価格がいくらになるかが重要となる。なぜならば日々ポジションを変更するほど投資家に時間の余裕はないし、余計な取引コストもかか

るのが問題だ。特に暗号資産の価格はボラティリティが高いため、変曲点に達する前に市場価格が予想価格に到達する場合もあるので、その時点で売買すれば予想した変曲点を待つことなく、リスクを抑えた投資が可能である。また予想される変曲点までの期間が長く、将来価格が現在の価格とあまり変わらないレベルであれば、無駄に売買を行う必要もないという投資判断を下すことができよう。このように将来の価格予測を行う際には、将来の変曲点を予測したうえで価格レベルと変曲点までの到達期間を把握することが重要となる。

また変曲点は周期的に観測されるものであることから、将来の変曲点の予測は直近時点から行うのではなく、直近で発生した変曲点を起点として将来の変曲点を予測することが合理的であるといえよう。

##### 4-2. 類似性に対する客観的判断の難しさ

日次価格においては始値・高値・安値・終値・出来高といった情報があり、このような情報をひとまとめに形状化したものがローソク足である。直近の複数のローソク足で構成されるパターンと過去のローソク足のパターンを比較して、ある法則性を見だし、直近のローソク足のパターンから将来の価格変動を見いだすのが罫線分析であるが、パターンの形状の決め方、そして類似性を判断するプロセスは得てして主観的な判断によるものが多く、客観的にパターンの類似性を把握することは容易ではない。

一方、終値の動きのみに着目し、その形状の類似性を客観的に算出する数学的手法としてはDPマッチングを用いるケースが散見される。DPマッチングは画像処理等において用いられる動的計画法であり、画像のみならず株価等の時系列の類似性を捉えることも可能である。時系列に対するDPマッチングでは、2つの価格パターン(現在と過去の価格変動)の要素間の対応付けを行いながら効率的に類似度を計算する。このアルゴリズムを簡単に説明するとDPマッチングは2つの価格パターンの曲率を合わせて、その曲率を結んだ線の長さの総和が他の価格パターンと比べて最小となった場合に、「2つのパターンが類似」している

と判断する。DP マッチングは回帰分析等と異なり、① 2つの価格の期間が異なっても算出可能、② パターンの変動幅が異なっても形状が似ていれば類似性が高いと捉える、③ 時間のずれがある類似の価格パターンにおいても類似性を捉えられる、といったメリットがある (図 6)。

しかしながら、①と②のメリットは時系列データの類似性を捉えるうえにおいてはデメリットになる可能性が潜んでいる。例えば現時点での価格パターンの値幅が激しい場合、変動幅が少なくても形状 (曲率の変化) が似ているパターンが似ていると判断されてしまう場合がある (図 6 の真ん中のパターン)。また、現時点でのパターンと比べて、より長期間で形成されたパターンが、形状 (曲率の変化) が似ているというだけで類似性が高いと判断されると、現時点での価格パターンの期間で比較すると、形状が異なる場合があるのも問題である (図 6 下のパターン)。

このように DP マッチングは時間の情報量がない「時間が静的な」画像等においては適している手法ではあるが、時間の推移によって価格が変化するという情報が重要とされる時系列においては、類似性を捉える際に注意が必要となる。また暗号資産のような価格ボラティリティの高い時系列に関しては、分析を行う前に価格変化をある程度滑らかにしておく必要がある。そのため、価格データに対して時間の遅れのないスムージング、フィルタリング手法を用いる必要があること

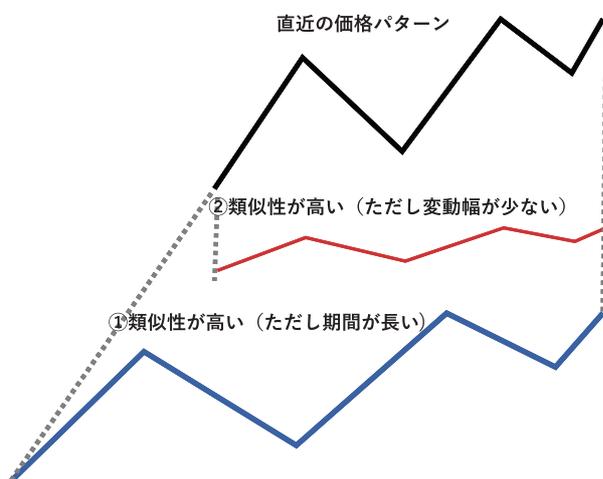


図 6. DP マッチングにおける類似度の把握

も、分析自体を困難にしている要因であるといえる。

#### 4-3. N 字波を数学的に捉える

価格パターンの類似性を捉えるための手段として、当稿では伝統的な考え方である「グランビルの法則」に着目している。

グランビルの法則はパターン分析において有名な手法だが、実際の市場にどのように当てはめるかには多くの議論が存在する。過去の価格パターンを説明するにはよいが、直近の価格パターンが必ずしも法則に適合しない場合もあり、将来の価格を予測するには困難なケースも多々ある。

一方、グランビルの法則における N 字波形を基本とした考え方は、投資家が考える価格パターンに即したものであるということに疑問を持つ人は少ないといえよう。したがって N 字波形を確定する 4 つの変曲点を把握し、4 変曲点の期間で構成される価格変化を N 字波形として捉えることが、最初のアプローチとなる。N 字波形を確定する変曲点を求める最もシンプルな方法としては、移動平均の傾きの変換点を用いる方法がある。しかしながら移動平均には時間の遅れがあり、移動平均の変化で求めた変曲点は事後的な変曲点の後に発生することとなる。この時間の遅れは単に価格パターンの類似性を比較するにはよいともいえるが、パターンの類似性から将来価格の予測を行う場合には時間の遅れが問題となる。

そこで当本稿では、時間の遅れがない変曲点の算出、また対象期間の長さにかかわらず同じ変曲点を見出す手法として、経済時系列モデルにおけるトレンド抽出手法の中から、ホドリック=プレスコット・フィルタ (HP フィルタ) を用いている。HP フィルタは経済指標の景気循環を捉えるために用いられる手法であり、現系列をトレンド成分と循環成分に分解することが可能である。ここで算出されたトレンド成分の値の変化の符号が異なった点を変曲点として認識することができるわけである。例として図 7 に CryptoCompare 社が提供しているビットコイン日本円価格指数の終値に対して、HP フィルタを用いた例を示す。図において青色の線がトレンド

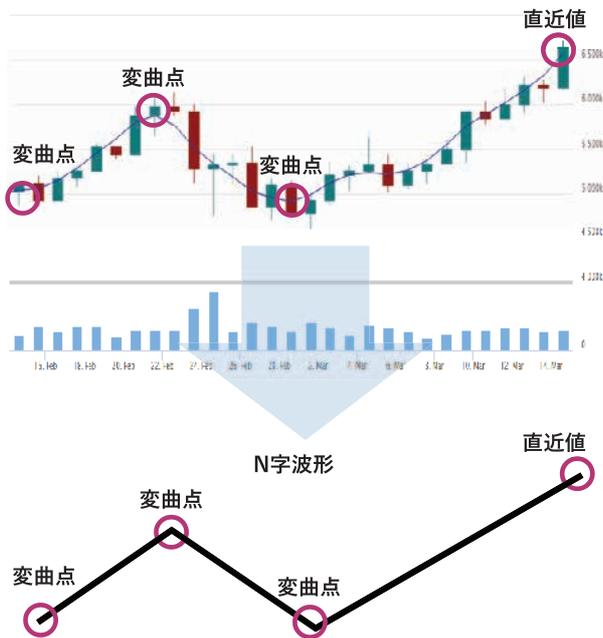


図7. フィルターによるビットコイン価格のトレンドとN字波の切り出し (2021年3月14日時点)

成分であり、この青色の線の向きが反転する点を変曲点となるため、過去の3つの変曲点と直近値を合わせた4つの点を捉えることにより、直近時点でのN字波形を認識することが可能となる。

#### 4-4. 自然言語処理による類似度の測定

自然言語処理とは、人間が用いる言語をコンピュータで処理する技術である。自然言語処理を用いることにより、文章の機械翻訳、要約の抽出・生成、類似文書の検索が可能であり、当稿では、類似文書の検索に用いるアルゴリズムを価格の予測に応用している。

自然言語処理を用いて類似文書を捉える場合、最初におのおのの文章を形態素解析により品詞に分割したうえで文章をベクトル化する。そして文章ベクトルの向きがどの程度同じ方向を向いているかをコサイン類似度により判別し、類似性を捉えるのが基本的なプロセスとなっている。

ここで形態素解析とは、自然言語のテキストデータ(文章)から、対象言語の文法に基づき単語を品詞(形態素:言語として意味を持つ最小単位)に分割し、それぞれの品詞を判別する作業である。

例えば「明日の天気は晴れです。」という文章A

は形態素解析により「明日」「の」「天気」「は」「晴れ」「です」「。」という品詞に分割することができる。また「昨日の天気は曇りでした。」という文章Bは形態素解析により「昨日」「の」「天気」「は」「曇り」「でした」「。」という品詞に分割することができる。そして形態素解析によって品詞に分割した2つの文章に対し、文章ベクトルを作成する。この文章のベクトル化のプロセスにおいては一般にBOW(Bag of Words)やTF-DIF(Term Frequency - Inverse Document Frequency)といったアルゴリズムが用いられているが、当稿においてはTF-DIFを採用している。TF-DIFはある品詞がある文書中に何回出現したか、そしてある品詞が全文書うちどれだけの文書で出現したかの逆数を用いて類似度を算出している。つまりTF-DIFのアルゴリズムは、「ある文書で何度も現れる品詞は重要度が高いが、多くの文書に共通して現れる品詞は重要度が低い」と判断する。

文章ベクトルを作成した後に類似度を計算するために、コサイン類似度を用いている。コサイン類似度とはベクトル空間モデルにおける類似度を計算する手法であり、ベクトル同士の成す角度の近さを表現するために三角関数(コサイン)を用いており、1に近ければ類似しており、0に近ければ似ていないことになる。つまりある文章と他の文章を比較する際には、コサイン類似度が最も高い文章が類似度が高いといえる。

#### 4-5. N字波形の類似度の捉え方

HPフィルターにより抽出した直近のN字波形と、過去のN字波形の類似性を捉えるために、上述した自然言語処理を応用するが、形態素解析のプロセスにもう一工程加えることが重要である。

なぜならば、一般的な形態素解析では文章をベクトル化の際に品詞の並び順(文章の流れ)を無視しているからである。文章の類似性を捉えるうえにおいては品詞の並び順はあまり問題にならないが、「価格の時間による推移」が重要な情報となるN字波形を文章として捉え、時間順を無視して価格情報となる品詞を取り出し、類似性を捉えることには問題がある。したがってN字波形における各点での価格情報を品詞に変換する際に、時間

に依存した価格と時間を加えることが重要となる。

上記の問題を解決する一手段として当稿では、N字波形を構成する各点において、①N字波形の各点における価格の方向性（上昇か下落か）、②直近の変曲点からみた上昇・下落率、③直近の変曲点からの経過時間を用いて各点の価格情報を記号化することにより形態素解析を行っている。

また文章をベクトル化するアルゴリズムとしてはBOWでなくTF-DIFを採用している。これにより、直近のN字波形における特徴的な価格情報と似通った価格情報を有するN字波形を、類似度の高いN字波形として認識することが可能となる。

#### 4-6. N字波形の類似度の算出

N字波形を構成する各点について前回の変曲点からの経過時間・価格変化・トレンドの方向性といった情報を記号（TDCPI: Time Dependent Cyclical Price Information）に変換する。

ある時点における TDCPI=

トレンドの方向性（上昇の場合は“TU”/下落の場合は“TD”）

+直近の変曲点からの経過時間

+直近の変曲点からの上昇・下落率

（上昇の場合は“P”、下落の場合は“N”とし累積リターンを%表示とした数字を代入）

例えば2021年3月14時点におけるビットコイン（USD評価価格）の直近のN字波形は14点で構成されており、おのおのの点におけるTDCPIを連結することにより1つの文章（N-Characteristics）でN字波形を表現することが可能となる。

N-Characteristics

= Σ TDCPI

= TU1P1 TU2P4 TU3P6 TU4P6 TD1N0 TU1P0  
TU2P3 TU3P6 TU4P10 TU5P12 TU6P15  
TU7P18 TU8P21 TU9P26

次にこのN-Characteristicsと過去の複数のN字波形のN-Characteristicsとを比較し、TF-DIFを用いて最もコサイン類似度の高いN-Characteristicsを抽出する。そして最も類似度の高いN字波形の最終変曲点からの価格推移を直近の変曲点からの価格予想に当てはめることにより、現時点における価格予測を行うこととする。

### 5. ビットコイン（ドル評価）の予想価格例

2021年3月15日時点におけるビットコイン（ドル価格）の予想価格の推移を図8に示す。予想価格は直近の変曲点から将来の変曲点までの価格を予想しており、現時点（15日）での価格は予想



図8. ビットコインの2021年3月時点での予測価格（USD）

価格を多少下回っては入るもの、直近の変曲点からの価格推移はおおむね予想価格と同程度の値動きとなっている。また予想価格については、翌日16日は価格が横ばい、その後わずかに上昇した後には下落し、最終的に4日後の5万9500ドルで変曲点(下落トレンドに転換)を迎えることを示している。

また当該予想価格を補完する指標として上昇予測線および下落予測線を算出している(両線は図8に示す灰色の線である)。例えば現在が上昇トレンドである場合においては、上昇予測線は直近の変曲点から延びた線であり、上昇トレンドが継続する場合の価格を示している。そして下降予測線は現在の価格が結果として変曲点になった(下落トレンドに転換した)場合、今後の下降トレンドの価格予想を示している。上昇・下降トレンドは過去の変曲点間での価格変化と経過時間の分布に対して3次多項式で近似した関数を用いて算出している。

この3つの指標により、以下のことが読み取ることができる。

①現在の上昇トレンドは継続するとみられるが、4月15日から価格は下落傾向になり、4日後(4月19日)に5万9500ドルになった時点で変曲点(下降トレンドに変換)を迎える。

## ●プロフィール

### 新見 明弘 (にいみ あきひろ)

大阪大学卒業後に日興証券に入社し、BARRA社とのJVを経て退社。英国クレディ・リヨネ証券やドイツ銀行でクオンツ運用部門創設メンバーを務める。帰国後は東海銀行、UFJパートナーズ投信でヘッジファンド運用の責任者を務める。住友信託銀行においてはオルタナティブプロダクトのデューデリジェンスを担当。国内ヘッジファンド・オブ・ファンズ会社であるAIFAM社で取締役を務めた後に暗号資産投資プロダクトの組成を行うIUアセットマネジメント株式会社を設立。日本テクニカルアナリスト協会副理事長。国際テクニカルアナリスト連盟 Master of Financial Technical Analysis (MFTA<sup>®</sup>)。



②直近の変曲点からみた上昇線の4月19日での価格は予測価格とほぼ一致する。

③直近での下落線の4月19日でのレベルは5万9500ドルより下にある。これは数日後に変曲点を迎える可能性を示している。

したがって現時点での上昇トレンドは4月19日に終了し、価格は5万9500ドルと予測できる。また、4月19日以降に迎える下降トレンドは4月16～17日時点が起点になると予測できる。現時点(15日)での価格は6万0500ドルであることから、4日間の価格は日次でぶれることがあっても終値ベースではおおよそ横ばいであると考えられる。

なお、予測価格は日次のデータが更新されるたびに結果が異なる可能性があり、実際に投資に用いる際には日々更新する必要がある。

## 6. おわりに

当稿は暗号資産の価格予測を目的とし、伝統的なパターン分析の考え方を科学的アプローチにより具現化したものである。過去の価格パターンが将来においても同様に繰り返されるかどうかという本質的な問題については議論の余地があるが、それ自体を否定するほどの根拠はないともいえるのではないだろうか。

また暗号資産のような値動きの激しい資産の価格を予測するには、単なる将来価格の予測を行うだけでは不十分である。したがって過去の値動きを統計的に捉え、上昇および下落の価格幅を同時に予測することが、売買タイミングを捉えるうえで重要であろう。

分析手法の根幹となる前提が正しいかどうかを議論するよりも、分析手法をより高度化することにより具現化していくことが、実際の投資において重要であることを提言することで、当稿の終わりとさせていただきますこととする。