

暗号通貨の価格形成に関する経済理論の構築

齋藤 哲哉¹⁾
有馬 守康²⁾
小林 創³⁾
稲葉 大⁴⁾

1. はじめに

2009年に誕生した暗号通貨（仮想通貨）は様々な事件に巻き込まれつつも、順調にその価格を上昇させ、その上昇は我々がこれまでに経験したことのないスピードに達してしている。例えば、フィンテックが注目されだした2016年1月1日を基準に、幾つかの代表的な通貨に関して、2018年1月10日までの約2年間の値上がりを見ると、暗号通貨の代名詞とも言えるビットコインは40倍前後、ビットコイン2.0とも言われる次世代ビットコインの一つであるイーサリアムは1200倍、日本発の暗号通貨モナコインは200倍前後、そして次世代ビットコインとして近年その高性能で注目されているNEM（XEM）に至っては1万倍を超える値上がりを2年間の間に経験している。これらの価格上昇に対して、これまで少なくない数の識者のコメントは「単純なバブルだ」というものであった。なぜなら、価値のないデジタルデータに価値が付く筈はないという論理で話されていたからである。そして、そのような意見はBitcoinが社会で注目され始めた2013年頃から、値上がりの度に言われてきたことである。そして決まって、価格下落局面に入ると多くのコメントーターは口を揃えて「ついに弾けた」と言うことが幾度となく繰り返されてきた。しかし、それは果たして本当なのだろうか。そもそも、その論理が正解であれば、乱高下を重ねながらではあるが、これまでの価格上昇を説明することはできず、単純なバブルで片つけてしまうということは説明を放棄しているに過ぎないと言える。

確かに、Mt. Gox事件や、2018年2月に起きたCoincheck事件のような、大規模なハッキング被害にあった場合は価格が暴落する。しかし、それはバブルが崩壊したということではなく、大きな資産が投資家から奪われることと、奪われた暗号通貨が売られる圧力によって価格下落が起きるのである。また、そのようなハッキング被害に伴う価格下落によって消滅してしまうようなコインならば、そもそもの技術的な優位性のないコインであるはずだが、後述するような経済学的観点から考えると、そのような暗号通貨が高い価値をつけることはない。同時に、高い価値が付いていないような暗号通貨（同時に流動性も低い）は大規模なハッキング被害に遭うことはない。

また、主要な国々やソーシャル・メディアが暗号通貨に対してネガティブな態度を示すと、それに反応して、大きく値を下げる。これは、本研究課題の対象としている取り付け騒ぎに近い現象であり、その原因の発端はインターネットを通じた情報伝達によるものである。

では、単純なバブルではないとしたら、何が誘因になって価格が上昇するのであろうか。その点が最

も説明されるべき論点である。この論文では、価格形成のメカニズムのミクロ経済学的な基礎をできるだけ専門的にならない形で提示して、その議論に基づいて貨幣としての機能と価格上昇、さらにバブルの可能性について考える。そして、暗号通貨に生じる価値の合理的な基礎を構築する。

2. 決済機能による価格形成モデル

・暗号通貨のみで考えた基本モデル

価格形成を考えるアプローチとして、Saito (2018) で考えているような、売り手と買い手によるバーゲニングを考える。このバーゲニングの問題では、売り手と買い手は動学的な環境に置かれているものとする。そして、モデルの単純化のため、売り手と買い手の交渉力は同等であると仮定する。これはマナー・サーチモデルを念頭に置いたアプローチである⁵⁾。売り手は当期に受け取った決済額を次期以降に消費し、買い手は暗号通貨で与えられた予算を当期に消費する場合と次期以降に消費する場合を考えて、消費量を決定すると考える。次期以降に消費する場合は、貨幣の購買力の変動の影響を受けることになる。

このゲームの中で、売り手にとっての期待利得の計算には、暗号通貨の価格変動とそのリスクが含まれている。また、売り手にとっての期待利得は次期以降に取引した場合に期待される利得となっている。そして、買い手にとっての確定利得は、財の消費によって得られる金銭換算された効用から支払額を差し引いたものであり、売り手にとっての確定利得はキャピタル・ゲインを含んだ受取金額から価格変動リスクと生産に要した費用を差し引いたものである。

ではここで、上記の状況を表現するため、買い手が Q だけ消費する時の効用を $U(Q)$ とし、売り手の生産費用を収穫逓増ではない費用関数 $C(Q)$ と仮定する。また、この財の価格を P とし、買い手は B だけの暗号通貨を使って支払い、売り手はそれを受け取って次期に消費するものとする。そして、この暗号通貨は次期に r の率で変動するとする。さらに、売り手は暗号通貨の価格変動を嫌気するとする。この時、ナッシュ積の最大化問題は次のようになる。

$$\max \{U(Q) - PQ\} \{(1+r)PQ - C(Q) - \phi \text{Var}[PQ]\} \text{ s.t. } PQ = B \quad (1)$$

そして、この問題の一階の条件は以下のように計算される。

$$U'(Q) \{(1+r)B - C(Q) - \phi \text{Var}[B]\} = C'(Q) (U(Q) - B) \quad (2)$$

この条件の左辺は、限界効用逓減の法則と費用関数の性質から Q の減少関数であり、右辺は生産技術が収穫逓増ではないことと効用関数の性質から Q の増加関数である。また、 $Q=0$ の時の効用はゼロとすると、その点で左辺は正、右辺はゼロ以下となる。また、 Q が無限大になる時、費用も無限大になり、左辺は負となる。したがって、参加制約である $U(Q) \geq PQ = B$ が成立していた場合、この交渉問題の解が存在することが容易に分かる。そして、右辺は r によって増加し、リスク回避度の上昇により減少する。このモデルでは、財の価格に対する相対価格として暗号通貨の価格を表現する。この時、予算制約により交渉妥結点における財の価格 P が $P = I/Q$ (暗号通貨による予算を I 、取引数量 Q とする) のように求められるが、 $P/I = 1/Q$ が暗号通貨で測った財の価格である。このことから、買い手に対して若干の拡大解釈 (暗号通貨を使わずに保有するオプションを考える) を行うと、暗号通貨が流通しない (難しい) という結果を引き起こす大きな要因は、次の二通りであることがわかる。

- i. 売り手が予測するキャピタル・ゲインが価格変動リスクに対して小さすぎる

ii. 買い手が予測するキャピタル・ゲインが価格変動リスクに対して大きすぎる

一つ目の要因は、売り手が受け取った暗号通貨の価値が十分な上昇傾向にないにも拘わらず、その価格変動リスクが大きい場合に生じる結果である。この場合には暗号通貨が決済通貨として受け入れられることはないため、結果として暗号通貨は流通できなくなる。二つ目の要因ではその逆が起きており、値上がり期待がその価格変動リスクをカバーするため、買い手は将来の消費をより志向する結果となり、暗号通貨は決済手段として流通することはない。この類似的な結果は「悪貨が良貨を駆逐する」とする『グレシャムの法則』として昔から知られている。因みに、流通がなければ価格は形成されないが、たとえこのような場合であっても、後述するように暗号通貨を生産要素として需要が存在するため、価格形成はそのもう一つのチャンネルによって主導的になされることがある。

暗号通貨が流通するような場合と、その場合の価格形成メカニズムはどのようなものであろうか。ここで、上述のような暗号通貨が流通しない場合を除いて、決済手段としての需要が発生する場合をもう少し考察する。まず、簡単なモデル分析の結果から、暗号通貨の価格（購買力）を変化させる要因は、その価格変動リスクと期待されるキャピタル・ゲインであることが分かる。そして、交渉妥結価格が変動する要因から暗号通貨の価格形成を考えると、買い手に対する拡大解釈を続けると、以下のような場合に暗号通貨の価格が上昇する可能性があることが分かる。

- ・ 売り手が予測するキャピタル・ゲインが価格変動リスクに対して大きくなる
- ・ 買い手が予測するキャピタル・ゲインが価格変動リスクに対して大きくなる

取引される財の価格が安くなるということが、暗号通貨の価格（貨幣の購買力）の上昇と同等であることに注意してこれらの要因を考えると、一つ目の要因は売り手にとっては安めの価格であっても暗号通貨で取引をした方が、将来のキャピタル・ゲインを考えるとその期待利得が大きくなることを示し、二つ目の要因は買い手にとっては安めの値段でなければ将来のキャピタル・ゲインを狙った方が、期待利得が高くなるということを示している。価格が上昇する局面では売り手と買い手の予測が一致しないことも考えられるが、この時の交渉は決裂するため、取引は成立しない。逆に言えば、これら売り手と買い手の誘因が一致することで、このバーゲニング問題は交渉妥結点に到達することになる。

・ 法定通貨との関係

では次に、買い手に対する拡大解釈に関してももう少し厳密に考えるため、法定通貨との関係を以下で考えていく。前節では法定通貨を考えずに議論を進めたが、決済機能を考えた場合は法定通貨との競合が生じることになる。法定通貨ではなく、暗号通貨が決済手段として選択される条件として、暗号通貨での決済の方が法定通貨による決済よりも利得が大きくなる必要がある。また、マイニングや市場での購入等によりすでに暗号通貨を所有している買い手と、そうではない買い手では、暗号通貨の入手に掛かる費用が違ってくるため、決済手段の選択過程に違いが出る。

売り手からすると、暗号通貨による決済と法定通貨による決済を比較してどちらの利得が大きくなるかで、暗号通貨による決済を受け入れるのかどうかが判断する必要がある（例えばフィッシャー方程式を考える）。このような誘因を経済学的にモデルに組み入れることは容易であり、以下にその構造を説明してやや技術的な議論になることは否めないが、決済機能による価格形成の経済学的構造をより頑健なものとする。

価格形成を一つのゲームのプロセスとして捉えて次のような全体構造を考える。このゲームでは、まずゲームの初めに自然手番によって売り手と買い手に振り分けられ、もしもそれぞれのプレイヤーの嗜好や技術に違いがある場合は、それも適当な確率分布に従って、自然手番がそれぞれのプレイヤーに特

性を付与する。そして、買い手はさらに自然手番によって暗号通貨と法定通貨のどちらを保有するのが決められ、次のプロセスとして、ランダム・マッチングによって、売り手と買い手がペアリングされる。これらの自然手番によるプロセスを終えた上で、与えられた初期条件を基にそれぞれのプレーヤーが意思決定を行うステージに進むこととなる。

このゲームでは、法定通貨が付与されたプレーヤーは暗号通貨を購入することができるとする。同様に、暗号通貨が付与されたプレーヤーがそれを売却して、法定通貨に両替できるとする。この時、法定通貨の代替通貨として利用される暗号通貨の流通量は、それが持つ潜在的なキャピタル・ゲインと、暗号通貨と法定通貨を比べた時の相対的な価格、両替手数料によって決まることが分かる。

ここで、法定通貨を付与された買い手を考える。この買い手に付与された法定通貨を I として、次のような通貨間の予算制約を考える。

$$I = M + (1 - T)\beta B \quad (3)$$

ここで、 M は法定通貨のまま残した額、 β は暗号通貨の価格、 $T < 1$ は暗号通貨に両替する時の手数料率である。この制約条件をもとに、前節のモデルを拡張すると、ナッシュ積の最大化問題は以下のように書くことができる。

$$\max \{U(Q) - PQ\} \{(1+r)PQ - C(Q) - \phi \text{Var}[PQ]\} \text{ s.t. } PQ = M + (1 - T)\beta B \quad (4)$$

この時、拡張によって操作変数は Q のみではなく、 B も追加される。

ここで、さらに単純化のため、法定通貨の価値の変動はゼロ、暗号通貨の価格変動の分散は一定で s^2 であると仮定する。これにより、以下の計算ができる。

$$\text{Var}[PQ] = \text{Var}[M + (1 + T)\beta B] = (1 + T)^2 s^2 B^2 \quad (5)$$

従って、取引数量に関する一階の条件は次のように計算されることになる。

$$\frac{\partial V}{\partial Q} = U'(Q) \{(1+r)PQ - C(Q) - (1-T)^2 \phi s^2 B^2\} - C'(Q) \{U(Q) - PQ\} = 0 \quad (6)$$

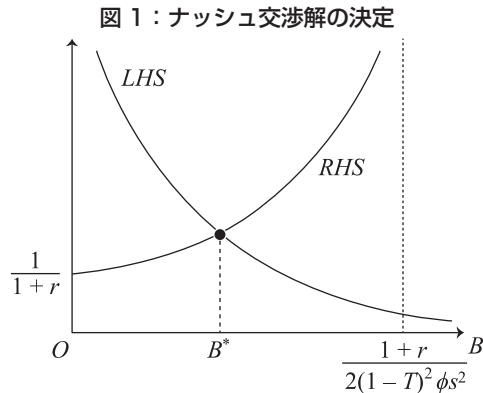
同様に、暗号通貨に関する一階の条件は次のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial B} = & \left(\frac{(1-T)\beta}{P} U'(Q) - 1 \right) \{(1+r)PQ - C(Q) - (1-T)^2 \phi s^2 B^2\} \\ & + \{U(Q) - PQ\} \left((1+r) - \frac{(1-T)\beta}{P} C'(Q) - 2(1-T)^2 \phi s^2 B \right) \end{aligned} \quad (7)$$

これら二つの条件より、取引数量に関する交渉解は次の方程式を解くことがわかる。

$$\frac{U'(Q)}{C'(Q)} = \frac{1}{(1+r) - 2(1-T)^2 \phi s^2 B} \quad (8)$$

効用関数は限界効用逓減の法則に従い、費用関数は収穫逓増ではないから、この条件の左辺は B に関する単調減少関数となる。従って、この条件式を図示すると図1のようになる。この図の中で LHS と RHS はそれぞれ、条件式の左辺と右辺を表している。 RHS は r の上昇によって外側に、 s^2 の上昇によって



内側にシフトすることがわかるから、これに従うと、値上がり期待の上昇は暗号通貨決済の増加をもたらす。暗号通貨価格の不安定性の増加は暗号通貨決済の現象をもたらすことがわかる。そして、同様に考えて、取引費用の増加は外側へのシフトをもたらす。この点については後で少し議論するが、これらの結果をまとめると、以下の3つの条件が暗号通貨の使用を決定することがわかる。

- i. 値上がり期待が高ければ暗号通貨での決済額が増加する
- ii. 価格の変動が大きければ暗号通貨での決済額が減少する
- iii. 両替手数料が高ければ暗号通貨での決済額が増加する

これらの条件の中で、最後の条件が若干直感的にわかり難く、実際の解釈には注意が必要であるが、これは以下のように解釈することができる。もし両替手数料が高ければ、決済の受け取り手の売り手にとって、通常であれば入手により多くの費用が掛かるということである。従って、より貴重であるという形になり、暗号通貨での決済額が増加する結果となる。

以上の議論から、法定通貨を導入したモデルの拡張の結論として、本節のような拡張を行った場合には、法定通貨が入っていないモデルの結論と結果は変わらないということが示される。もう少し厳密な議論は Saito (2018) で行われているが、大筋の議論が変わることはない。ここで重要なことは、法定通貨を導入しても、暗号通貨による決済需要が発生すること、すなわち、価格が形成されるという点である。

3. 生産要素としての価格形成モデル

暗号通貨の本来の潜在的な機能は貨幣としての機能のみではない。本来の機能は、語弊を恐れずに言えば分散型データベース（分散型公開台帳とも言われる）としての機能であり、これはブロックチェーンと呼ばれている。これは、暗号通貨の歴史の中でかなり早い段階から先進的なビジネスチャンスを狙う人たちの間で常識となっていたが、一般社会の中では依然として、この認識が浸透しているとは言えない。この章では、暗号通貨を投入要素として考え、ブロックチェーンを利用したサービスを生産する企業のモデルを考えることで、もう一つの価格形成チャンネルを提示する。ちなみに、決済は買い手から売り手に指定された金額を送金するという契約であると考えれば、決済機能と生産要素としての価格形成をあえて分割する必要がない可能性もある。しかし、本論文で考えているように、決済機能のモデルの方がよりミクロ構造を考えているとも言えるが、いずれの場合もその目的はブロックチェーンの需要を導出するという点であり、本論文の理論分析に本質的な影響を与えることはない。

ではここでは、前提条件としてブロックチェーンを利用したサービスを提供しようとする企業は、1

単位のブロックチェーンを投入して、必要な単位のブロックチェーン・サービスを提供しているものとする。例えば、ブロックチェーンに個人情報を引き出す暗号を書き込んで認証サービスを提供するような企業は、必要な単位の暗号通貨を購入して情報を書き込み、それを利用する場合にも必要であれば暗号通貨を購入するという形である。また、Ethereumに代表されるようなブロックチェーンが提供する、スマート・コントラクトのプラットフォームとするようなサービスも考えられる。実際に、EthereumはICO (Initial Coin Offering) のプラットフォームとして広く利用され、その結果、価格の暴騰と暴落を招いた。

さらに詳しくモデルを設定するために、以下の分析では経済学で頻繁に用いられている新古典派の生産関数を想定する。因みに、ブロックチェーン関連企業がどのような競争環境に置かれているのかを議論する必要が出てくるが、ここでは議論の単純化のため、競争的環境に置かれているものとする⁶⁾。この時、ブロックチェーン・サービスを提供する企業が、銀行業が預金を生産要素として金融サービスを提供しているのと同様に、暗号通貨を生産要素としてブロックチェーン・サービスを提供していると考える。この考えに基づき、以下では、銀行業のミクロ経済学分析でしばしば考えられるような、生産要素として預金を含む生産関数を設定することで、ブロックチェーン関連サービスを生産する企業を考える。

ブロックチェーン関連サービスを生産する企業は、資本と労働の他にブロックチェーン（暗号通過）を投入要素として生産活動を行っているとする。経済学における生産者理論では、生産者の最適化行動によって得られるそれぞれの要素の要素需要関数は、その要素の要素価格がその要素の限界生産価値と等しくなるように決まる。これを一般的な言葉で言い換えると、例えば労働を考えた場合、最適な労働投入は、労働を1単位雇用するための賃金が、その1単位の労働によって新たに作り出される生産物の価値と等しくなるような労働投入量で決まるということである。暗号通貨の価格を生産財の価格で割ったものが、暗号通貨の実質価格 (β) になることと、ブロックチェーンの限界生産価値がブロックチェーンの限界生産物 (MPB) に生産財の価格 (γ) を掛けたものであることに注意して、同様の議論をブロックチェーンの要素需要関数で考えると、MPBを生産要素の関数として $\beta = \gamma \cdot MPB(B; K, L)$ と書くことができる。ここで、ブロックチェーン投入量を B 、資本投入量を K 、労働投入量を L としている。その結果、新古典派の技術が各要素に関して収穫逓減であることに注意すると、この企業のブロックチェーンの要素需要曲線は右下がりの曲線として描くことができる。

以上で一つの企業のブロックチェーンの需要を導出することができたが、実際に市場価格を決めるためには、それぞれの企業の需要を合算し、それに決済手段としての需要を加算することになる。次章では暗号通貨の価格形成を、ブロックチェーンの総需要と総供給を考えて議論する。

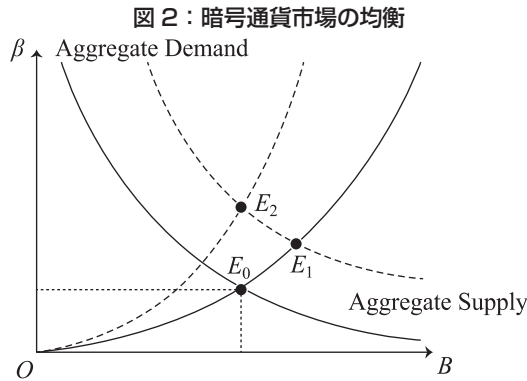
4. 暗号通貨の価格形成

・総需要と総供給

総需要は、前の2つの章で考えた決済手段としての需要の合計と生産要素としての需要の合計を合わせたものとなり、ブロックチェーンの価格は、単位時間当たりの総需要と総供給によって決定される。

まず、決済手段としての需要の合計を考える。通常は売り手と買い手の持つ選好は均一ではない。したがって、全ての取引の中で何割かは法定通貨で決済が行われ、その残りが暗号通貨で決済されるということになる。法定通貨換算による暗号通貨の決済手段としての需要の合計 (D とする) は、それぞれのペアの取引額のうち、暗号通貨によって支払われる額の合計である。ここで暗号通貨の市場価格を β 、決済手段としての需要の合計を B_1 とすると、 $D = \beta B_1$ となることが分かる。

次に、生産要素としての需要の合計を考える。個々の企業のブロックチェーンの逆需要関数は、



$\beta = \gamma \cdot MPB(B; \mathbf{K}, \mathbf{L})$ で求められている（企業を識別する添え字は省略し以下同様）。さらに、この関係から逆関数 G を求めると、個々の企業の暗号通貨の需要量は $B = G(\beta, \gamma, \mathbf{K}, \mathbf{L})$ と書くことができる。そして、生産要素としての需要の合計 B_2 とすると、それぞれの企業のブロックチェーン需用量の和として表すことができ、要素の総需要関数 S を用いて $B_2 = S(\beta, \gamma, \mathbf{K}, \mathbf{L})$ となる。ここで、 \mathbf{K} と \mathbf{L} は個々の企業の資本と労働の投入量を要素として持つベクトルである。

総需要は B_1 と B_2 の合計であり、暗号通貨の価格と量を軸にとった空間では、 B_1 と B_2 は、どちらも原点に対して凸な曲線（減少関数）として描かれる。したがって、その合計も図2のように、同様の曲線で描かれる。また、総供給は価格に反応する暗号通貨保有者により市場に放出されるため、図2のように、右上がりの曲線として描かれている。その結果、暗号通貨の市場価格は図2に描かれた通り、総需要曲線と総供給曲線の交点で求められる。

・価格形成過程と価格上昇の拡大効果

価格が形成されるためには、まず需要が発生する必要がある。この需要は決済手段としての利用から発生しても、生産要素としての需要から発生しても構わない。例えば、ビットコインをピザ2枚の支払いに使う⁷⁾といったように、暗号通貨に何らかの利用価値が少しでも有れば、それで足りる。または、ブロックチェーンを用いたサービスを提供するために作成された暗号通貨は、導入当初より生産要素としての需要が発生して価値が生まれることになる。そして、これらが価格形成の第一段階となる。

次の段階として、例えば、ブロックチェーンを利用したサービスが増加、または、暗号通貨による決済や送金が広まるなど、単位時間当たりの暗号通貨需要量が増加したとする。この時に総需要のパターンが変化しなければ、図2で考える場合には、市場均衡は E_0 から E_1 に移ることになり、価格と取引量が増加する。しかし、需要増加の効果はこれだけではない。決済機能による需要を導出する際に考えたように、市場のプレーヤーは動学的な意思決定を行っていると考えなければならない。

決済手段としての需要を考える際のバーゲニング・モデルの分析でも見たように、値上がり期待が価格変動のリスク要因を補うのに十分に高い時、すでに暗号通貨を手に入れている買い手はキャピタル・ゲインを求め、それを使って当期の決済を行う誘因が小さくなる。同様の誘因は暗号通貨の供給者にも共通しており、値上がり期待が十分に大きければ供給が少なくなる。図3.2ではこの効果が E_1 から E_2 に移ることで表現されている。その結果、価格の上昇が拡大されることが分かる。

これらの分析により、暗号通貨に対する実物需要が発生することで価格形成が行われることを示した。次章では、実需が発生しているということがバブルの発生原因にもなるという点を考え、暗号通貨市場

でのバブルとその崩壊を考える。

5. バブルの発生と崩壊の繰り返し

これまでの分析によって、価格が形成され、価格上昇が拡大されるメカニズムが理論的にモデル化できたところで、バブルの問題を考える。ビットコイン市場をはじめとした暗号通貨市場がバブルであるという議論は、ビットコインが一般社会に有名になりだした頃より為されてきた議論である。確かに、ビットコインが単なる決済手段であれば、その代替性をもった決済手段も存在する。さらに、ビットコインが単なるプログラマー達の遊びであったなら、その議論も的外れではないが、ビットコインをはじめとした暗号通貨はブロックチェーンという技術に裏付けされたものであり、分散型データベース（公開台帳）としての機能を持っている。期待だけが先走っていたこれまでとは違い、依然として黎明期であるが、ここ数年で実際のビジネスと結びつく事例が散見されるようになってきている。したがって、ブロックチェーンに情報を刻み込むという需要が発生している限り、暗号通貨は価値のないデジタル・データではない。

このことに気付くと、暗号通貨価格の上昇は、実需拡大とその期待に裏打ちされたものであり、単純なバブルではないことが明確になる。そして、ブロックチェーンを用いたサービスが黎明期であることも考え合わせれば、その需要が将来的に大きく伸びていく可能性に満ちていることも容易に想像できる。このような局面では、グreshamの法則が予測するように、現在の保有者は将来の値上がり期待に誘われ、保有する暗号通貨を市場に出さない。その結果、総供給量が抑えられ、価格上昇が拡大され、ある意味でバブルの様相を呈しているとも考えることもできる。もちろん、このような状況の暗号通貨市場に投機的マネーが流れ込むことは避けられず、特に暗号通貨市場のように政府等の規制がない場所では投機的な動きが助長されることも否めない⁸⁾。そして、暗号通貨市場でしばしば見られる大幅な乱高下の原因は、おそらく投機的マネーが原因である。しかし、投機的マネーの流入は実需による価格上昇の予測に裏打ちされていることも忘れてはならない事実である。

以上のような点を考え合わせると、暗号通貨市場での爆発的な価格の上昇は、単なるバブルではなく、実需に基づいた価格上昇とその拡大効果が主体であり、その上に投機的マネーが乗ってきているということである。ただし、2018年初頭の段階では1000以上もの暗号通貨が認識されているが、その全てに実需が伴っているとは言い難い。最近問題になったICOでも、資金集めをして消滅するなど、詐欺に近いものも多く見られる。そして、2018年に入るまでは、ICOバブルと言われても仕方のない状態であったし、ICOの決済通貨として多く利用されたEthereumの価格も鰻上りの状況となっていた。その後のEthereum価格の暴落と低迷は、ICOで集金されたEthereumが売り続けられていることが原因であると言われており、ICOが下火になったことに連動して、Ethereumのバブルもはじけてしまったと考えられる⁹⁾。

また、2018年2月に起きたCoincheckの騒動がXEM（NEMの通貨単位）の価格を下げたように、暗号通貨の歴史にはハッキングとそれに関連する暴落が常につきまってきた。NEMの暴騰はこれを境に暴落へと進み、バブルが崩壊したとみなされることが多い¹⁰⁾。そして、同様の事件が起きた時に必ず声高に言われるのはセキュリティの問題である¹¹⁾。しかし、法定通貨であればこのような問題は生じないのか、冷静に考える必要がある。実際に、オンライン・バンキングのシステムが被害に遭ったり、強盗や窃盗事件などで法定通貨は盗まれ続けているのである。

本論で行っている、暗号通貨の高騰（現時点で暴落と言われていても数年前の価格から見れば暴騰である）は単純なバブルではないという議論は、実需を生み出すような技術をベースにした暗号通貨に限

られるということを付記しておかなければならない。言い換えれば、技術的な先進さのない暗号通貨の高騰は、単純なバブルの可能性が高く、淘汰されていく可能性も高い。逆に言うと、アーキテクチャが実需を生み出すのに十分に魅力的なブロックチェーンは今後も「暴騰」を続けていくと考えることができる。そのような金の卵を、単に「怪しい」や「バブル」という言葉で潰してしまわないようにしなければならないのではないだろうか。

6. 貨幣としての機能獲得に向けて

暗号通貨はその名前から通貨であると誤解されている。確かに Nakamoto (2008) において、Bitcoin は当初のアイデアから決済を行うことを考えて設計されているし、ノーベル記念経済学賞を受賞した経済学者ミルトン・フリードマンが 1999 年に全米納税者連盟のテレビインタビューで提唱した e-Cash はビットコインそのものであり、インターネット技術が E メールを生み出して郵便業界を変えたように、e-Cash の登場が決済を変えると話している。したがって、暗号通貨が決済機能を保持しており、それを通貨と考えることは否定しない。しかし、特に最近の暗号通貨は、決済機能のみを考えて設計されているわけではなく、ブロックチェーンという帳簿を利用するために設計や改良がなされている。この意味で、暗号通貨は固有の価値を持ち始めており、暗号通貨の保有者にとっては、通貨というよりは有価証券のような資産としての性格をより強く帯びていると考えたほうが良い。

最後に、ここでは上述のような現状を踏まえつつ、ここで敢えて暗号通貨に貨幣としての機能が獲得される過程を考える。何らかの財が決済機能を持つ過程では、その財が信用を獲得しなければならない。例えば N 人のプレーヤーの消費と決済のゲームを考えると、1 番目のプレーヤーが決済手段として提示したビットコインが 2 番目のプレーヤーに受け入れられるためには、2 番目のプレーヤーがそのビットコインを 3 番目のプレーヤーに決済手段として提示した時に受け入れられなければならない、3 番目のプレーヤーがそれを受け入れた場合は 4 番目のプレーヤーに同様に受け入れてもらなければならない。そして最終的に N 番目のプレーヤーが受け取ったビットコインを 1 番目のプレーヤーに受け入れてもらうことで、全員に共通して受け入れられた状態となり、ビットコインはその貨幣としての機能を持つことになる。これを「決済の連鎖」と呼ぶことにする。

ある時、価格の変動が非常に大きくなったとする。もしこれが大幅な下落であれば、決済の受け手はさらなる下落や不安定さを嫌い、受け取りを拒否するかもしれない。その結果、取り付け騒ぎに似たようなパニック売りが発生しかねない。その結果、上記のような決済の連鎖は断ち切れ、通貨としての機能を一気に失いかねない。また逆に、大きな変動が大幅な上昇であれば、決済の受け手がどれほど要求しても、支払いをする側は暗号通貨を使わないと考えられる。その結果、また決済の連鎖が断ち切られることになる。暗号通貨が資産としての機能を有しながら決済通貨として用いられるためには、当然、その価値の安定が重要となる。

このような信用のプロセスが政府のバックアップを持たない通貨で回するためには何らかの実質的な価値がなければならない。ブロックチェーンが生産要素として認識された時、その価値が生まれるわけだが、最初は決済を仲介することを目的として誕生したビットコインが、そのために実装したブロックチェーンという仕組みが提供するサービスの価値によってバックアップされ、その結果、貨幣として流通できる資質を持つことになったと考えることができる。この考えに基づいて暗号通貨を貨幣として考えて分類するならば、その定義からフィアット・マネー（固有の価値を持たない素材でできた通貨）というよりも、コモディティ・マネー（固有の価値を持つ素材でできた通貨）に分類される。ここで注意

すべきなのは、ビットコインは金のような貴金属と同様であるという主張である。確かにビットコインを始め、多くの暗号通貨の発行総量は上限を持っている。しかし、暗号通貨全体を見た場合、代替性のある暗号通貨が無数に存在することができる。また、ハードフォークによって発行総量を増加させるというのは暗黙の了解でやってはいけないことであるが、技術的には簡単にできてしまう。従って、ビットコインなどの暗号通貨が金などのようなプレシヤス・メタルと同様の存在であるというような主張が正しいとは言えないことを付記する必要がある。

7. 結論

本論文では、価格が乱高下し、時に単純なマネー・ゲーム、もしくは、バブルであると言われる暗号通貨について、その価値の創造メカニズムに関する理論的な議論を行った。この議論では、一般的な経済学の枠組みの中で、ブロックチェーンが提供するサービス（決済を含む）に対する需要の発生を考え、その実需が価値を生み出し、価格が形成されるのだと示した。また、ブロックチェーン関連のビジネスは依然として黎明期であり、今後の成長が期待されている。従って、このような状況では実需に裏打ちされた価値とその期待によって登記が発生し、バブルのような様相を呈するが、単に「怪しい」や「バブル」というキーワードでブロックチェーンという新しい技術の種を潰してはいけない。

また、暗号通貨が実需によってその価値を裏付けられているのならば、それはフィアット・マネーではなく、コモディティー・マネーとしての性格が強い。ただし、無数の代替的な暗号通貨が存在する状況では、個々の暗号通貨がその発行総量に上限を設けているとしても、それは意味のないものであり、暗号通貨が金などのプレシヤス・メタルと同等であるかのような主張は間違っている。

本論文で行った、経済理論による価格形成メカニズムの提示は、今後の暗号通貨（ブロックチェーン）の経済学分析の出発点となる。今後は、ここで得られた知見を応用し、暗号通貨の様々な問題に対して、理論と実証に実験を加えてアプローチしていきたい。

注

- 1) 日本大学経済学部准教授
- 2) 日本大学経済学部専任講師
- 3) 関西大学経済学部教授
- 4) 関西大学経済学部教授
- 5) それぞれのプレーヤーがそれぞれの誘因に基づいた行動の決定を行うプロセスは、必ずしもバーゲニングのような分権化された市場である必要はなく、集権化されたより競争的な市場で取引を行わせても良く、その場合は逆にモデルを簡素にすることができるが、マクロ経済モデルとしての議論の発展性を保つため、分権化された取引環境を考える。
- 6) 収穫逓増の生産技術や独占・寡占や独占的競争を導入することは当然考えられるし、現在の市場環境はその方がうまく言い表せるかもしれない。しかし、何れにしても本論の目的である、ブロックチェーンの需要を導出するという目的には変わりはなく、生産技術と競争環境の選択が、本論が焦点を当てる議論に影響を与えることはない。
- 7) 2010年5月10日、ビットコインによる初めての取引と言われている取引が行われ、プログラマーのLaszlo HanyeczによるPapa John's（アメリカのピザ・チェーン店）のピザ2枚と10,000BTC（現在の価値でおおよそ70億円）が交換された。

- 8) 今後は規制当局の介入があるかもしれないため，極端なバブルは抑制される可能性もある。
- 9) しかし，本稿執筆時点での Ethereum 価格は依然として 2 万円を超えており，数年前は数百円だったことを鑑みると，現在の状況を暴落というのか甚だ疑問である。
- 10) Ethereum や他の暗号通貨と同様，暴落しても，数年前の価格を考えると，依然として暴騰の水準であることには変わらない。
- 11) 誤解を避けるために付記すると，Coincheck の事件は NEM のブロックチェーンがハッキングされたわけではない。

参考文献

- Nakamoto, Satoshi (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Mimeo*. (Available at <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>)
- Saito, Tetsuya (2018). When Does Bitcoin Rise? *Mimeo*.

