

信用創造の2通貨モデルによるデジタル通貨の検証

田 中 廣 滋

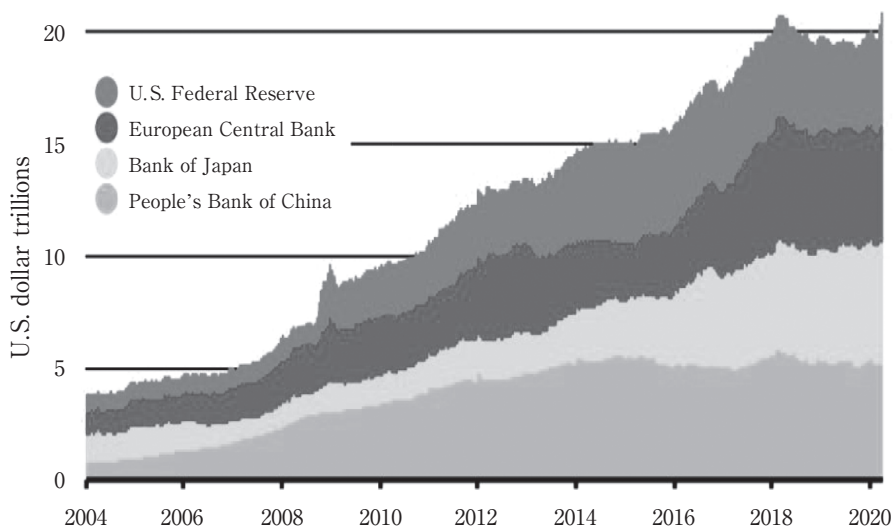
2010年代から実施された量的緩和政策に加えて、2020年からの新型コロナウイルスの感染拡大への経済対策は、累積債務を急拡大させた。この期間には、ICTの技術革新が進み、デジタル産業革命と呼ばれる経済活動と社会生活の大きな変化が生じた。クリプト・カレンシー（暗号通貨）が実用化され、各国の中央銀行はデジタル通貨の実用化の検討を始めた。本論文は以下のことを論証する。長期的には、巨額の累積債務の存在が政府通貨による信用制度の評価を下げて、経済・社会を信用の過少供給の状態に置く。デジタル通貨による信用創造がこの不足額を補うことは可能である。信用がグローバル公共財であることに留意すれば、公共財の自発的供給の理論を用いて、政府通貨とデジタル通貨の同時市場均衡条件が導かれ、2つの通貨が信用を支える可能性が確かめられる。どちらの通貨が信用の供給において優勢になるかは、両者の信用の限界費用を比較することによって明らかになる。

1. はじめに

2020年にもたらされた新型コロナウイルスによる世界的な感染拡大は経済活動にも大きな被害をもたらした。世界の主要国の政府と中央銀行は世界的な経済危機の回避のために巨額の財政支出を実施した。2004年からの統計データに基づき、図1は世界的な経済危機からの回避のために、日本をはじめとして米国・EU・中国の政府と中央銀行は量的緩和政策（Quantitative Easing）からの財政政策に加えて、コロナ感染に対する財政支出によって累積債務が拡大することを示す¹⁾。大量の政府通貨が市場に供給されることに伴い、各国通貨の信用力が低下することが懸念される。政府による信用供給力の低下は、インフレーション、為替レ

1) 図1のURL：https://www.google.co.jp/search?q=central+banks+balance+sheet&sxsrf=ALeKk03JOWebtIrqey_dgHhZlJMTYbwJQ:1617518538598&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=09E_nbUU04KL2M%252CMsncKBgiU5ikWM%252C_&vet=1&usg=AI4_kRQ4WhpiySi7k0ZUxenDtQRUjNpPA&sa=X&ved=2ahUKEwjkl6SP_uPvAhUUKaYKHYIOBqwQ9QF6BAGPEAE&biw=1920&bih=969#imgrc=0B5j1h-DfGDRKM（2021年4月4日参照）

図1 米国・EU・日本・中国の中央銀行のバランスシート (2004年から2020年)



(出所) BlackRock Investment Institute, with data from Refinitiv Datastream, April 2020. Notes: The chart shows the size of the balance sheet of each central bank

ートの変動、金融恐慌、などの世界的な経済危機を引き起こすことが懸念される。このような不安定性の要因を除去するための方策、あるいは、制度の構築が必要である。グリーン・ボンドやデジタル通貨²⁾の発行は政府通貨に関連して予想されるリスクを回避して経済社会に信用を注入するために有力な手段であると期待される³⁾。

その一方で、デジタル通貨のシステムはデジタル社会基盤の上に構築される。しかも、デジタル通貨の基礎となるクリプト・カレンシー (Crypto Currency) はインターネット上で管理される分散型の貨幣である。中央銀行がそのシステムの主導権を有するためには、デジタル通貨の価値を投機的な変動からの防御システムを有することが必要である。この通貨がデジタル社会のガバナンスの枠組みのなかで機能するためには、民間のグローバル市場における自発的な参加と積極的な協力が不可欠である。巨大な経済力を背景にしても、1つの国の中央銀行がこのシステム全体を完全にコントロールすることは不可能であると考えられる。本論文は、グローバル公共財の理論を用いて、デジタル通貨システムの理論的研究を展開す

2) デジタル通貨にはデジタル貨幣、電子マネーなどが含まれる。以下では、デジタル通貨は政府が発行主体となる中央銀行のデジタル通貨を意味する。

3) デジタル通貨の発行に関して、各国の中央銀行が実施に向けて実験的な取り組みを開始している。この件に関して、「デジタル通貨 中国加速」『日本経済新聞』2021年3月27日など多くの報道がある。

る。主要な研究成果は以下の4点で叙述される。第1に、巨額の累積債務が存在するとき、政府通貨だけで信用を創出するシステムはグローバル社会を信用の過少供給に導く可能性がある。このシステムの脆弱性が克服されるためにデジタル通貨システムを導入することが望まれる。幸いにも、デジタル通貨発行の可能性はこの制度構築に役立つインセンティブが信用のシステムに存在することから確かめられる。第2に、デジタル通貨導入の第1段階において、デジタル通貨と政府通貨がもたらす信用の価値が統一されずに、異なる信用の値が存在する。第3に、この第1段階において、社会的な信用の不足が生じないようにするためには、デジタル通貨の値が上昇して、その供給量が増加することが必要になる可能性がある。第4に、デジタル通貨と政府通貨の価値を共通化して、通貨供給における社会的最適を実現することは可能であるが、初期段階でデジタル通貨の価値が高いときには、デジタル通貨の価値の変動が小さくなるような変動リスクが小さくなる国際的な基準の整備などによる信用供給の限界費用が低下することが必要である。

本論文に関する先行研究は以下のように要約される。Stiglitz (2006) はグローバルな金融危機の発生に関する経済理論を求めて、グローバル公共財の理論を用いたグローバル社会のガバナンスの重要性を主張する。Tanaka (2010) は環境技術革新がグローバル公共財として分析可能であることを論じる。Tanaka (2013) と (2016a) はグローバル公共財の理論が国際金融システムの危機を分析する有効な手法であると論じる。この議論を発展させて持続可能な社会の構築に関するグローバル公共財の最適供給が論じられるとき、田中 (2016a), (2016b) は各国がグローバル公共財としての金融システムを自発的に供給する持続可能な仕組みを考察する。Tanaka (2016b) は、グローバル社会の持続可能性が国家のレベルだけでなく、企業や組織が自発的にグローバル公共財を供給するシステムによって実現されることを指摘する。この研究は、グローバル社会の持続可能が分権的な仕組みによって構築されることを論究する。金融サービスにおいても、Kay (2015), King (2018), Skinner (2020) などの多くの研究は、デジタル技術革新が分権的な仕組みを着実に浸透させていることを報告する。クリプト・カレンシーの登場は、分権的な信用創造を実行可能な選択肢とした。クリプト・カレンシーが実際に社会で重要な役割を果たすことが予想されとしても、政府通貨に置き換わるかどうかは現時点では予測不可能である。われわれは、信用創造システムにおける変革の渦中にあることから、理論的には、クリプト・カレンシーと政府通貨を統合する信用供給システムの構築が重要な課題となる。田中 (2018) と Tanaka (2018) は、グローバル公共財の理論的な枠組みに基づき、デジタル通貨がグローバル社会の持続可能性に果たす役割を論じる。

本論文の構成は以下のように述べられる。2章は、田中 (2018) と Tanaka (2018) において確立されたデジタル通貨の基本モデルが紹介される。3章は政府通貨だけによる信用供給

がグローバル社会に信用供給の不足と信用あるいは貨幣価値の低下をもたらす仕組みを理論的に説明する。4章は政府の信用供給における市場の失敗への対応策としてデジタル通貨の市場を論じる。デジタル通貨を政府通貨と安定的に統合する誘因は金融システムに内在して、持続可能な均衡に2つの通貨が収束する可能性が存在することは確かめられるが、その具体的な仕組みは、これからの実証研究に基づき明確になるであろう。5章は2つの通貨の信用創造の限界費用が比較可能であることを指摘して、デジタル社会の進展と国際金融システムを安定させる仕組み作りが2つの通貨の相対的な優位関係を定めることを論じる。

2. 信用とグローバル公共財

デジタル産業革命とよばれる経済社会の急激な変化とともに、デジタル通貨の登場への期待と実現可能性が高まる。デジタル通貨は政府が構築する信用創造のシステムの一角を構築することは予想されても、デジタル通貨がどのような形態で現在の政府通貨と信用の供給を担うのかは現時点では明確ではないが、これからのデジタル社会の発展によってその構造が明らかになる⁴⁾。デジタル通貨の実用化が進むとともに、クリプト・カレンシーの取引の経験が活用されることになると予想される。クリプト・カレンシーの信用の源泉はブロックチェーンに用いられる暗号の技術革新の成果に基づいているが、金本位制度における金の産出量と同様に供給量に政府の制御が及ばないことにある。信用の供給量に限界があることから、クリプト・カレンシーの仕組みが応用されるデジタル通貨が現在の政府通貨に置き換わることは容易ではないと考えられる⁵⁾。このことを考慮して、田中(2018)とTanaka(2018)は、デジタル通貨と政府通貨が補完する2つの貨幣市場モデルを用いてデジタル通貨制度を分析する。

この貨幣モデルの構造は以下のように叙述される。政府通貨が供給する信用量が x_1 、デジタル通貨として供給される信用量が x_2 と書かれる。デジタル通貨が制度化されると、政府が供給する信用量 x は、(1)を満足する。

$$x = x_1 + x_2. \quad (1)$$

信用の実質量は2つのタイプの通貨によって供給され、加算可能であるように通貨の単位が調整される。2つのタイプの通貨が流通する例としては、19世紀に英国などで金本位制度が採用されたときには、政府の金保有量に基づいて通貨が発行された。この時には、金の保有量と流通する通貨量を y_1 と y_2 とすれば、両者の間に一定の関係が保たれるように貨幣政策

4) 岩村(2016)は、貨幣理論の解説を含めて、デジタル通貨導入の必要性を説明する。DuPont(2018)は幅広い角度からデジタル通貨が登場する背景を考察する。

5) 公共財の自発的供給の政策的な意味は田中(2016a)で解説される。

が実施されると想定される。個々の通貨が生み出す信用は不変ではなく、市場や社会の状況によって変化する。2つの通貨の信用が不変ではないことは、外国為替市場で各国の通貨が同じ比率で交換あるいは両替されないことから明らかである。金本位制度を実施するすべての通貨の価値は金の価値とリンクされていたが、現在の通貨制度の下では円やドルの為替相場も変動する。本論文で用いられる2通貨の理論モデルは社会にもたらされる x_1 、 x_2 単位の信用と社会での評価額は異なり、 p_1x_1 および p_2x_2 で表示される。評価額の変動が経済活動に混乱をもたらす可能性もある。たとえば、信用の実質量 x_1 、 x_2 は大きく変化しないのに、評価の単価である p_1 または p_2 が低下するとき、価格表示された市場評価額 p_1x_1 または p_2x_2 が顕著に減少する。これは通貨価値の低下を示す現象であり、インフレーションの説明として用いられる。もし2つの通貨が選択可能であれば、一方の通貨に信用危機が発生すれば、リスクヘッジのために他方の通貨に資金が流出するという問題への対応も必要になる。通貨の評価単価 p_1 または p_2 は通貨の信用供給とも連動しており、通貨の実力の評価尺度として用いられる。

信用の最適供給量を論じるときには、社会的便益は x の関数 $B(x)$ で表示される。社会的便益関数は x の増加関数であり、 $B'(x) > 0$ 、 $B''(x) < 0$ を満たす。デジタル通貨が流通しない通貨制度の下では、 x_2 はゼロに定められ、信用の社会的便益関数は $B(x_1)$ と表記される。

次に、信用 x を供給することに伴う社会的費用が関数 $C(x)$ で表示される。政府が社会の繁栄と安定を実現するために信用を供給するとき、社会的な費用が発生する⁶⁾。貨幣発行によってもたらされる信用がグローバル公共財として社会全体で享受されるように、信用創造に伴う費用は社会的に負担されなければならない。各国の政府は金融機関や他国の政府機関と連携して財政・金融など種々の手段を講じて信用の供給を目指す。信用の保証のために政府と金融機関が負担する費用、信用が崩壊する損失を示す期待費用、監視と罰則など信用崩壊の防止費用が生じる。2つの通貨にはこの3つの性質が異なる費用が発生する。政府通貨とデジタル通貨が異なる性質を有することは、この費用の構成の変化によって説明可能である。その性質を明確にするために2つのタイプの通貨は信用創造の社会的費用が関数 $C_1(x_1)$ と $C_2(x_2)$ で表示される。2つの通貨の信用創造に関する組織内部で発生する費用が $F_1(x_1)$ 、 $F_2(x_2)$ 、取引の監視と罰則に関する費用が t_1x_1 、 t_2x_2 で、信用の崩壊で引き起こされる外部費用が関数 $L_1(x_1)$ 、 $L_2(x_2)$ で表示される。これらの関数は次の性質を満たす。

$$F'_i(x_i) > 0, F''_i(x_i) > 0, t_i > 0, L'_i(x_i) > 0, L''_i(x_i) > 0, i = 1, 2. \quad (2)$$

2つの通貨の社会的費用は、3つの項から構成されるが、各構成要素は通貨の特徴を反映

6) 本論文は貨幣の理論的基礎を Martin (2013) に基づき作成する。

して、2つの通貨に応じて異なる。2つの通貨による信用の社会的費用は(3)と(4)で表示される。

$$C_1(x_1) = F_1(x_1) + t_1x_1 + L_1(x_1). \quad (3)$$

$$C_2(x_2) = F_2(x_2) + t_2x_2 + L_2(x_2). \quad (4)$$

条件(2)から、社会的費用関数は条件

$$C'_i(x_i) > 0, C''_i(x_i) > 0, i = 1, 2. \quad (5)$$

を満たす。

3. 信用の政府供給

本論文において、性質が異なる2つの通貨が存在する理由が考察される。これからデジタル通貨の導入に関する検討がはじめられるのに際して、通貨制度改革に関する議論は2段階に分けて、進められることになるであろう。通貨制度改革の影響の範囲と大きさは現時点では予測困難であることから、グローバルな金融システムの衝撃が最小になるように、改革の第1段階では、デジタル通貨を用いずに通常の政府通貨だけで、信用の拡大が追求されるところとしよう。政府が国債を大量に発行することによる金融緩和が代表的な政策手段である。社会不安の原因となる経済危機の克服のために、政府が社会への信用の供給が最重要課題であると認識しても、信用の創出は政府の計画どおりには進まず、信用増加に関する顕著な効果が実現するためには実質的な通貨供給に関する社会的な評価の上昇が必要である。経済危機に直面した国民が自国通貨への信頼を喪失して、仮に通貨が大量に発行されても、国民は価値の低下に伴う損失を避けるために、その通貨の保有額を減らす行動をはじめめる。この行動は、自国通貨が貴金属や米国ドルなどの国際通貨への交換にも広がり、結果として自国通貨の外国為替レートが暴落することはしばしば経験される。

政府は国家経済を破綻の危機から守ることが国家経営の基本的な責務であると認識していると想定される。議論を明確にするために、仮定1が設定される。

仮定1 自国経済の持続可能性を実現するために、政府・中央銀行が信用に関する政策指標として価格表示された市場評価額 p_1x_1 の最大化を政策の目標にすると仮定される。デジタル通貨が実施されたときには、 p_2x_2 が信用供給の指標に定められる。

信用供給に関して、政府・中央銀行が目標とする費用効果分析の目的関数は

$$p_1 x_1 - \{F_1(x_1) + t_1 x_1 + L_1(x_1)\}, \quad (6)$$

と書き表される。(6)を x_1 に関して、微分することから得られる最大化の最適条件は

$$p_1 - \{F'_1(x_1) + t_1 + L'_1(x_1)\} = 0, \quad (7)$$

と表示される⁷⁾。(7)に陰関数定理を適用すれば、(8)で示される不等式の成立が確かめられる。

$$\frac{dx_1}{dp_1} = \frac{1}{F''_1 + L''_1} > 0. \quad (8)$$

(8)は多様な状況を説明することが可能である。一例として、為替レートが上昇する通貨を有する国は信用増強のための資金調達が可能である。(8)と同様の演算によって、

$$\frac{dx_1}{dt_1} = \frac{-1}{F''_1 + L''_1} < 0, \quad (9)$$

が導かれる。(9)式は、信用の取引に対する監視と罰則が強められるとともに、信用の供給が減少することを意味する。信用創造に対する監視と罰則の強化は金融の引き締めと同様に効果を有する。経済あるいは社会環境の変化に対応する政府・中央銀行の対応は、経済社会の持続可能性にとって重要である。貨幣政策のリスクマネジメントは(7)式を用いて論じられる。制度や災害など経済外的要因によって内部限界費用あるいは外部限界費用が変化して、その対応のために信用の調整する貨幣政策が必要である。この変化が2つの限界費用曲線を上方にシフトさせると想定される。この変化は内部限界費用および外部限界費用をシフトさせるパラメーター α と β で表示される。(7)式は

$$p_1 - \{F'_1(x_1) + \alpha + t_1 + L'_1(x_1) + \beta\} = 0, \quad (10)$$

と書き換えられることから、

$$\frac{dx_1}{d\alpha} = \frac{dx_1}{d\beta} = \frac{-1}{F''_1 + L''_1} < 0, \quad (11)$$

が得られる。経済危機への対応が機動的に実施されない、あるいは、政府の通貨に対する外国為替相場での評価が損なわれるときには、市場評価による信用は収縮する。以上の推論か

7) 本論文において、信用の市場評価 p_1 は信用の数量 x_1 と独立であると仮定される。一般的には、 p_1 は x_1 の関数 $p_1(x_1)$ で表示されると考えられる。このとき、(7)の第1項は $p_1(1 + \frac{dp_1}{dx_1} \frac{x_1}{p_1}) = (1 - \varepsilon)$ と書き表される。ただし、 ε は信用の価格弾力性である。市場評価関数が信用と弾力的な場合は、弾力性が分析に加えられる必要がある。

らの帰結は命題1において要約される⁸⁾。

命題1 (7)式は、信用の柱である政府通貨の市場評価 p_1 が上昇するとともに政府が供給することができる信用 x_1 が大きくなることを意味する。一方で、内部費用、取引の監視と罰則費用、外部費用の限界費用が上昇すると政府の信用 x_1 が低下することを推論する。

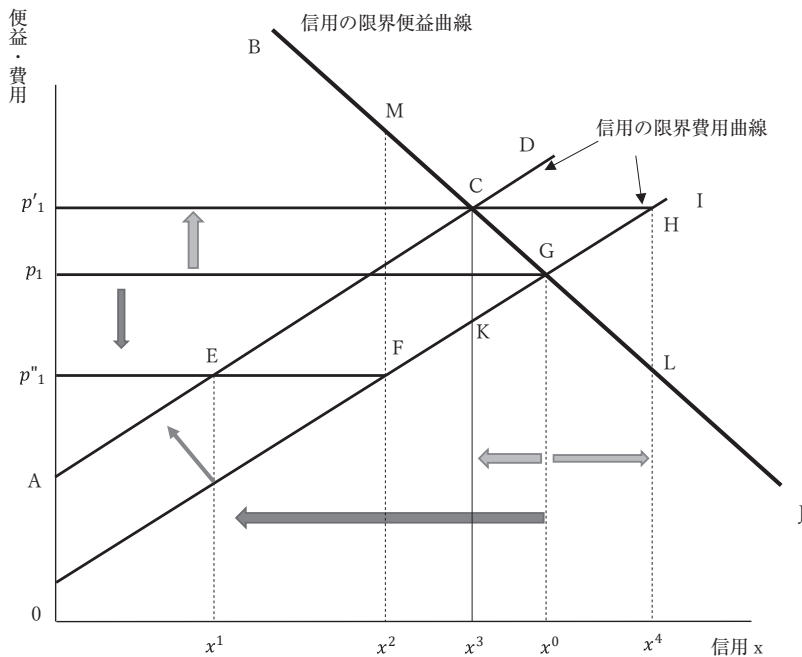
ところで、政府通貨の市場評価はグローバル社会におけるグローバル公共財である信用への需要によって決まる。グローバルな取引の拡大に伴い、開発途上国での信用に対する需要が増加することになる。その一方で、その需要増加に対応する信用の供給増強が信用の限界評価を低下させる。この推論は、命題2に書かれる。

命題2 グローバル化する社会において発生する経済危機において、政府通貨単独の信用供給体制の下では、信用の収縮と評価の低下が同時に発生する。

命題2の論証は以下のように展開される。まず、式による議論では次の帰結が得られる。(8)は通貨の評価あるいは価格の上昇は政府通貨による信用増加へのシグナルとなる。実際の信用量は供給サイドだけでなく、需要と供給のバランスによって決められる。図2を用いて、グローバルな経済危機と通貨政策の関係が説明される。ただし、図2において、グローバル取引の拡大は信用の限界費用曲線BJの右上方への移動によって表現される。本論文は、ここで想定される状況が、新型コロナウイルスの感染による経済活動の崩壊に対する防止策の結果として世界経済が置かれる環境を反映すると想定する。しかしながら、以下の推論において、図2において、図上での表示が複雑にならないように、BJがグローバル取引の拡大による限界便益曲線がシフトした状態を描く。また、通貨の供給システムは、政府通貨によって実行させると想定される。グローバル金融危機は以下のように進むと予想される。まずはじめに、数カ国で財政が破綻して、信用の過少供給が生じると仮定しよう。図2において、インフレーションあるいは通貨の為替レートの引き下げが生じて、直線 p_1G は p'_1F へ下方に移動する。信用の評価 p_1 は p'_1 に低下する。均衡点はOI上で点Gから点Fに移動して、信用量は x^0 から x^2 に縮小する。信用が x^2x^0 を過少供給されることで、社会は三角形MFGの面積で示される社会的厚生損失を負担することになる。

8) Wray (2015) が推奨する MMT (Modern Money Theory) は社会の総需要に貨幣供給が影響を与える可能性を論じる。これに対して、本論文は、貨幣と信用創造の関係の分析が MMT の議論よりも生産的な理論的成果をもたらすことを論じる。

図2 政府通貨単独の信用創造



(出所) 筆者作成

次に、この信用力低下の状況のなかで、大量の不良債権処理の問題などが発生して、信用あるいは貨幣の供給システムが機能を低下したとしよう。(11)で確かめられた状況が成立して、限界費用曲線 $0I$ が AD に上方にシフトする。新しい均衡は点 E で示される。信用量は x^2 から x^1 へとさらに低下する。初期の均衡値 x^0 から x^1 へと信用は大きく低下して、信用不足は重大問題として表面化する。この金融および経済危機はグローバル社会の持続可能性に対する脅威となる。グローバル化およびデジタル化された経済社会システムの下では、Tanaka (2013) および田中 (2016b) は持続可能な信用システムがグローバル公共財の性質から分析可能であると論じる。

最後に、幸いにも、グローバル社会の危機が回避されて、貨幣政策が信用の評価が p_1 から p'_1 へと上昇する場合を考察しよう。貨幣および供給システムにおける効率性に問題がなければ、政府・中央銀行は費用曲線 $0I$ 上の点 H を供給する。信用量は x^4 となり、初期の信用量 x^0 より増加させる。しかしながら、過大評価から信用の過剰供給が生じて、解 H においても三角形 HGL の面積で示される余剰の損失が発生する。国債の発行や固定資産の上昇を原資とする民営化の政策は政府の信用力増強の支えとなるが、信用供給システム全体の効率性に影響を与える。たとえば、信用供給の増加に伴い、株式市場や不動産取引市場が不安定となり、

その指標である(10)式で β が急上昇する可能性が高くなる。信用の供給曲線は0Iではなく、ADで定められる。政府・中央銀行は解Cで示される信用 x^3 を供給する。点Cは信用の過剰供給を解消するが、信用の過大評価が存続するために、三角形CKGで示される社会的厚生損失が発生する。以上の推論で共通する状況は政府による単独の信用の供給において、信用の社会的な評価を適正に実行することが容易でなく、信用の過剰あるいは過少供給が繰り返して発生して、社会的な厚生損失として理論では叙述される社会的な混乱が経験される。

4. デジタル通貨の市場理論

政府・中央銀行は費用効果分析に基づき信用の市場評価の最大化を目指す想定される。しかしながら、前章において、この指標に従う信用供給において、政府通貨には信用の市場評価、変動での信用暴落のリスク、不良債権処理に伴う費用の負担などによって引き起こされるとき、信用の政府供給における市場の失敗の可能性が論じられた。デジタル産業の発展によって、デジタル通貨が実用化され、政府通貨を補完することが期待される。しかしながら、デジタル通貨がまだ実施に向けた実験段階にあることから、この新しい通貨がどのように社会に影響を与えるのかは明確になっていない。この実証実験の過程で、デジタル通貨が必要な理由と役割が検証されるであろう。

このデジタル通貨と従来の政府通貨の性格の違いが明確にされなければならない。本章は、デジタル通貨が制度化された状況を想定して、政府通貨を補完するデジタル通貨のモデル分析を展開する。この2つの通貨体制の下での信用供給の総費用は(12)で、また、純便益は(13)で定義される。

$$C(x) = C_1(x_1) + C_2(x_2). \quad (12)$$

$$NB(x) = B(x) - C(x), \quad (13)$$

2つのタイプの通貨の供給量 x_1 , x_2 に関して純便益を最大化の解は(14)で書かれる。

$$\frac{\partial NB}{\partial x_i} = 0, i = 1, 2. \quad (14)$$

(14)式の意味が視覚的に理解されるように、(14)は(15)に変形される。

$$\frac{dB}{dx}(x) \frac{dx}{dx_i} = \frac{dC_i}{dx_i}(x_i), i = 1, 2. \quad (15)$$

ただし、2つの通貨は独立のシステムの下で運用され、式の上では、 $\frac{dx_j}{dx_i} = 0, \frac{dx}{dx_i} = 0, i, j = 1, 2$ が満たされて、(15)式は、

$$\frac{dB}{dx} = \frac{dC_1}{dx_1} = \frac{dC_2}{dx_2}. \quad (16)$$

と変形される。歴史上でも、取引の決済手段としての貨幣の価値が変動することは、しばしば経験された。平常時には、自国政府が発行する通貨で、経済取引や貯金などの銀行業務は実施される。国際経済情勢の変化が大きくなると、国民の生活に必要な財の輸入などの決済には各国が自国政府により発行される通貨ではなく、ドルなどの国際通貨あるいは金や銀などの貴金属を用いることが知られている。経済の混乱期、あるいは、緊急時には、不足する国際通貨を国際機関から融資してもらうことが必要になり、このために債務の増加あるいは増税による国民負担による債務の返済が必要になる。自国政府が発行する通貨だけで、国の経済・社会を支える信用が賄えなければ、政府通貨とは別の通貨が必要になる。(16)は、クリプト・カレンシーが流通するようになると、2つのタイプの通貨の最適な組み合わせは各通貨からの信用創造の限界費用が等しいときに得られることを示す。2つの通貨が流通するときには、それぞれの通貨が異なる価値を持つと考えられるが、社会的厚生が最大になる条件は両者の価値が同一になり、両者の交換レートの換算が必要なく取引されることである。

2つの通貨が流通するときに、(16)の最適条件が達成されるためには、新たな仕組みを作る必要がある。この新しい仕組みが形成される準備段階において、デジタル通貨が有する構造的な問題が明確にされなければならない。デジタル通貨が発行されても、発行主体である中央銀行は信用の社会的限界便益曲線を知ることはできず、既存の政府通貨の時と同様に、デジタル通貨の市場評価を最大化すると想定される。デジタル通貨による信用供給に関して、政府・中央銀行が目標とする費用効果分析の目的関数は

$$p_2 x_2 - \{F_2(x_2) + t_2 x_2 + L_2(x_2)\}, \quad (17)$$

と書き表される。(17)を x_2 に関して、微分することから得られる最大化の最適条件は

$$p_2 - \{F_2'(x_2) + t_2 + L_2'(x_2)\} = 0, \quad (18)$$

と書かれる。理論的には、(7)と(18)において、(16)の左辺である信用の限界便益に等しくなるように、2つの通貨の価値が $p_1 = p_2$ で書かれるように均等になれば最適条件(16)が達成される。本論文では、政府通貨による信用供給の不足を補うためにデジタル通貨が導入される過程が考察される。図2において表示される変数が使用される。本論文の仮定に基づけば、(19)の左辺である信用の限界便益がパラメーターとして推計値が用いられるとき、(19)、(20)、(21)の連立方程式の解として、 x^0 、 x^2 、 p_2 が求められる。ここで、政府通貨の価値である p_1 は中央銀行が制御できるパラメーターである。この連立方程式が含意するデジタル通貨制度の下では、政府通貨の価値とは独立にデジタル通貨の価値が定まる。デジタル通貨を発行する前の段階で、中央銀行は x^0 、 x^2 を計算することができることから、デジタル通貨導入で必要なことはその評価 p_2 であり、中央政府はデジタル通貨の市場を正確に予測することが必要

である。

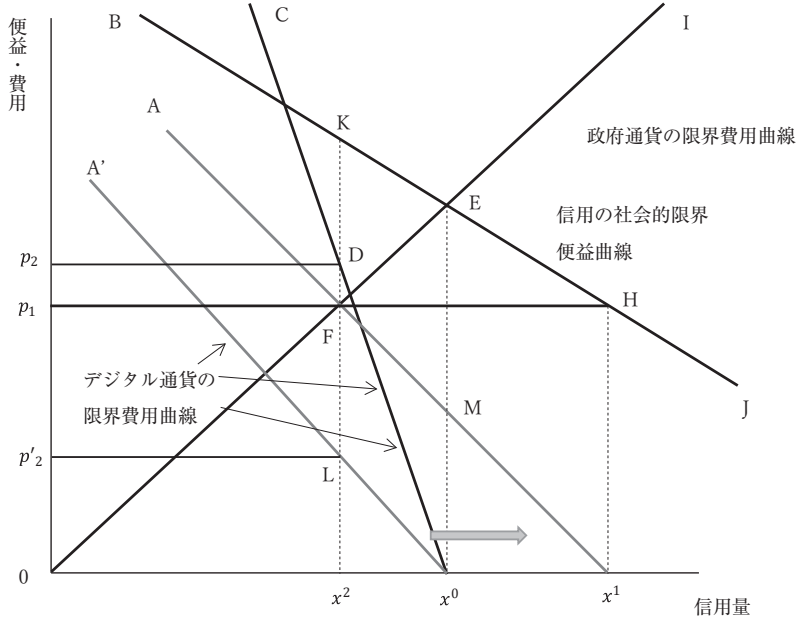
$$\frac{dB}{dx}(x^0) = \frac{dC_1}{dx_1}(x^0), \tag{19}$$

$$p_1 = \frac{dC_1}{dx_1}(x^2), \tag{20}$$

$$p_2 = \frac{dC_2}{dx_2}(x^0 - x^2), \tag{21}$$

政府による信用供給が適正に機能しないで、市場の失敗が生じたとき、以上の連立方程式を用いた推論は、読者の視覚的な理解が容易になるように、図3が作成される。以下の議論はデジタル通貨の発行が社会的な厚生を解消に寄与する可能性を検証する。図2を用いた議論の第1段階では、政府による大量の通貨供給が経済活動を刺激する役割を演じた一方で、政府による信用創造の評価を低下させるとともに、政府によって供給される信用量の過少供給状態をもたらす。インフレーションなどを伴う通貨価値の低下と社会における信用の不足が同時に発生する。この時には、貨幣の量的緩和が経済活動の押し上げに有効な効果を発揮しない状況が生じる。この問題解決にデジタル通貨が寄与する可能性が検討されなければならない。図2はこの問題を点Fと限界便益曲線BJとの関係で示す。図3は、この曲

図3 デジタル通貨と信用の拡大



(出所) 筆者作成

線の関係を再現して、推論を進める。デジタル通貨の導入が政府通貨による信用の供給不足を解消することを目的とするとしよう。政府による信用の供給曲線は0Iで表示され、均衡信用量は x^2 である。デジタル通貨の目的は点Eと点Fで示される信用のギャップを埋めることである。デジタル通貨はクリプト・カレンシーの性質から、信用の評価を独自に高めることが可能であると想定される。デジタル通貨の供給曲線が価格 p_2 まで高められる。

第1段階において、政府通貨は $0x^2$ の信用を社会に供給する一方で、デジタル通貨は信用を x^2x^0 供給する。デジタル通貨が導入されることによってもたらされる便益の増加額は台形 Kx^2x^0E の面積で示されるのに対して、費用の増加額は三角形 Dx^2x^0 の面積である。結果として、デジタル通貨によって台形 KDx^0E の面積の余剰が生み出される。この余剰の存在が、社会にデジタル通貨導入への大きなインセンティブとなる。しかしながら、第1段階では、政府通貨とデジタル通貨に関して異なる信用の評価 p_2 と p_1 が存在することから、最適条件(16)が満たされない。点Fで最適条件が実現するためには、第2段階においてデジタル通貨の市場が整備されて、限界費用曲線が Ax^1 にシフトすることが必要である。デジタル通貨の供給体制が整備されて内部限界費用 $F'_2(x_2)$ が低下する。あるいは、デジタル通貨の変動が小さくなるように国際的な体制が整備されてリスク管理が向上して、信用の外部費用 $L'_2(x_2)$ が低下する。デジタル通貨体制を導入する第1段階では、初期状態において、評価の高いデジタル通貨を実用化して、その後、信用向上につながるリスク管理の法制度を完備するだけでなく、国際的なデジタル通貨の協調体制の構築が進むように努力を続ける。

デジタル通貨の導入が進むと、デジタル通貨の供給が開始される第1段階において、限界費用曲線が $A'x^0$ によって表示される。デジタル通貨による信用が区間 x^2x^0 によって表示される信用を供給する。デジタル通貨の評価が p'_2 であるとき、技術革新によりデジタル通貨の費用が三角形 DLx^0 の面積だけ減少する。この額が示す技術革新のインセンティブの大きさから見て、デジタル通貨発行が容易になる。図3では、デジタル通貨発行のための条件が事前に整備されており、限界費用曲線の傾きが小さくなっている。デジタル通貨発行の第2段階では、第1段階と比較して、費用の増加額が台形 FLx^0x^1 の面積だけ大きくなり、均衡へ導くインセンティブは小さくなる。本節の議論は命題3で要約される。

命題3 政府通貨による信用の不足が生じるとき、デジタル通貨の市場評価の情報が正確であれば、デジタル通貨によって信用の不足が解消される可能性がある。しかしながら、政府通貨とデジタル通貨は異なる評価が存在して、両者の間での交換レートの問題が発生して、信用の供給が円滑には進まない。ただし、デジタル為替市場のガバナンスが改革されることで、2つの通貨の評価が均衡値に向かうインセンティブが存在する。

5. おわりに

本論文において、デジタル通貨と従来の政府通貨が共存する状況が想定されたが、デジタル通貨が政府通貨に置き換わる可能性も存在する。デジタル技術が進歩して、実際のビジネスの決済や給料の支払いなどで現金が用いられることはない。デジタル通貨での支払いが法的に認められる範囲が広がれば、デジタル通貨の流通量は上昇して政府通貨を上回る可能性もある。本論文は信用がグローバル公共財として統合された財サービス市場を構成することを主張する。経済理論に従えば、2つの通貨のグローバル金融市場における役割はその性質あるいは機能によって決まる。その分析の糸口は2つの通貨の費用関数(2)と(3)を比較考察することから得られる。本論文において定式化された費用を用いて、2つの通貨の利用は以下のように進むと推論される。

デジタル通貨が導入される前提として、ICTの技術の進歩が顕著となり、デジタル通貨だけでなく、政府通貨において、システムが広範囲をカバーしなければならないことから、信用の内部限界費用が大きくなる。数式の上では、 $F_1'(x_1) > F_2'(x_2)$ と書かれる。また、政府通貨よりもデジタル通貨のほうが、決済や流通の過程でリスクが大きくなり、カバナンスにおいて監査と罰金により大きな費用が必要である。数式の上では、不等式 $t_1 < t_2$ が書かれる。さらに、通貨相場の変動を防止する制度が用いられるとしても、デジタル通貨が国際的な資金移動で大きな役割を果たすと予想される。このことから、デジタル通貨が投機の対象になりやすいことは、 $L_1'(x_1) < L_2'(x_2)$ で表示される。以上の推論から、2つの通貨の信用の限界費用は状況に応じて相対的に変化するといえる。特に、デジタル化のための投資費用が大きくなると政府通貨の限界費用がデジタル通貨の限界費用を上回る現象が生じ、政府通貨からデジタル通貨への信用供給のシフトが現れる。これに対して、経済危機などの変動期には、デジタル通貨の限界費用が政府通貨の限界費用より大きくなり、デジタル通貨から政府通貨への信用供給のシフトが生じる。政府通貨とデジタル通貨の相対的な優越性はデジタル社会の進展と国際的な信用市場の安定的な制度の構築に依存する。

参考文献

- 岩村充 (2016) 『中央銀行が終わる日—ビットコインと通貨の未来』新潮新書
田中廣滋 (2016a) 「公民協働と公共財の自発的供給」, 日本応用経済学会監修, 青木玲子・大住圭介・田中廣滋・林正義編『トピック応用経済学Ⅱ』勁草書房, 97-112頁
田中廣滋 (2016b) 「持続可能で安定なグローバル・コミュニティ」『経済学論纂 (中央大学)』第56巻3・4号, 333-351頁
田中廣滋 (2018) 「クリプト・カレンシーと信用の分権的供給」『経済学論纂 (中央大学)』第58巻3・4

号, 277-292頁

- DuPont, Q. (2019) *Cryptocurrencies and Blockchains*, Polity Press, Cambridge, UK.
- Kay, J. (2015) *Other People's Money: Masters of the Universe or Servants of the People?*, London, Profile Books Limited. 数井真澄訳 (2017) 『金融に未来はあるかーウォール街, シティが認めたくなかった意外な真実』ダイヤモンド社
- King, B. (2018) *Bank 4.0: Banking Everywhere, Never at a Bank*, Marshal Cavendish International. 藤原遠監訳, 上野博・岡田和也訳 (2019) 『未来の銀行』東洋経済新報社
- Martin, F. (2013) *Money: Unauthorised Biography*, New York, Knopf, Doubleday Publishing Group. 遠藤真美子訳 (2014) 『21世紀の貨幣論』東洋経済新報社
- Skinner, C. (2020) *Doing Digital: Lessons from Leaders*, Marshal Cavendish International, Tokyo. 三菱総合研究所訳 『Doing Digital—伝統的銀行のリーダーから学ぶ組織改革』金融財政研究会
- Stiglitz, J.E. (2006) "Global Public Goods and Global Finance: Does Global Governance Ensure That the Global Public Interest is Served?," in Touffut, J-P, (ed.) (2006) *Advancing Public Goods*, The Cournot Centre for Economic Studies 2006, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK, pp.149-164
- Tanaka, H. (2010) "Global Public Supports for Innovation in Environmental Technology," *Finance and London Accord Web Papers*, pp.1-12, tanaka_innovation_2010.pdf (longfinance.net) (2021年4月14日確認)
- Tanaka, H. (2013) "A Theoretical Model Analysis of Urban Transformation after Global Financial Crisis 2008," *Finance and London Accord Web Papers*, pp.1-18, chuo_urbantransfo_2013.pdf (longfinance.net) (2021年4月14日確認)
- Tanaka, H. (2016a) "The Finance System as Global Public Goods And The Regeneration of Global Communities," *Long finance and London Accord Web Papers*, 2016, pp.1-12, https://www.longfinance.net/media/documents/Tanaka_2016_-_The_Finance_System_as_Global_Public_Goods_and_the_Regeneration_o_kOjkMfu.pdf (2021年4月14日確認)
- Tanaka, H. (2016b) "The Sustainability Theorem in the ESG Mechanism," *Long finance and London Accord Web Papers*, pp.1-29, Tanaka-The-Sustainability-Theorem-in-the-ESG-Mechanism-20171.pdf (longfinance.net) (2021年4月14日確認)
- Tanaka, H. (2018) "Decentralized Provision of Currency as Global Public Goods," *Studies in Applied Economics*, 12, pp.21-25
- Wray, L.R. (2015) *Modern Money Theory; A Primer on Macroeconomics for Monetary Systems*, 2nd ed. Palgrave Macmillan New York USA. 鳥倉原監訳, 鈴木正徳訳 (2019) 『現代貨幣理論入門』東洋経済新報社

