

クリプト・カレンシーと信用の分権的供給

田 中 廣 滋

1. はじめに
2. 金融技術の革新とグローバル社会の持続可能性
3. 分散型通貨供給の基礎理論
4. ブロックチェーンと経済社会の変革
5. おわりに

1. はじめに

第4次産業革命は経済社会のなかで、グローバル経済と縮小経済という2つの異なる特性を同時に強めている¹⁾。AIやICT産業のイノベーションは既存産業の区分を超えた企業活動を促す。また、生産者と消費者の間の関係も変化する。消費者の個別のニーズを生産活動に直接つなげることが企業の新たなビジネスチャンスとして注目される。旅行、ショッピングおよびレストランの利用などでは、消費者の間での情報の共有が広がっている。一連の技術革新の波に支えられて、住民のライフスタイルの多様化も著しく進む。政府や既存の大企業がローカル社会とグローバル社会において多様化するニーズに効率的に対応できているとは言えない。各地域での地域間格差が明確になり、その課題に対する政府の失敗が混乱を拡散する。2008年から2009年の世界金融危機から脱却するために、債務が累積する金融機関の救済処置が実施されて、民間の負債の一部が政府部門に移転された²⁾。ギリシャ危機では、2015年から、累積債務に関する国際的な負担の方法が論じられたが、そのなかでギリシャ国民は、増税と年金の制度の改革が求められた。日本においても、少子化問題の深刻化から、同様の対応が将来的には実施される可能性がある。国民の貯

1) Leigh, N. G. and E. J. Blakely (2013) は経済のグローバル化もたらす地域経済の構造変化の特徴を明らかにする。Tanaka H. and C.Tanaka (2016) は東京圏における第4次産業革命を担う先端的な地区の存在と地域全体のネットワークの機能を実証分析を通じて明らかにする。田中 (2017) はこの議論を日本語でより詳細に展開する。

2) Tanaka (2016a) はEUの政府と市場が協力してグローバル公共財を供給する枠組みを理論的に提示する。

蓄を現在の負債削減に使用することは高齢化を迎える社会にとって国民が望む社会保障へのニーズとは異なる政府による政策の決定である。金融の分野で生じる政府の失敗は、不安定なグローバルな問題の火種となるだけでなく地域間の格差を拡大する³⁾。

現在進行中の産業革命はグローバル社会の発展のために公民協働が前進する新たな選択肢を提供する可能性がある⁴⁾。この公民協働体制において、消費者が政府や企業と並んで影響力を増すと予想されている。本論文は情報産業技術における革新の産物であるクリプト・カレンシー (Crypto Currency) が、実際の取引の決済手段として試行的な利用を通じて、その機能がより実用的になることで、現在流通する通貨の供給体制を変革し、グローバル社会における持続可能性の向上に貢献する可能性を考察する。このクリプト・カレンシーの登場は政府と金融機関の関係を再編して、グローバル金融の分野における政府通貨 (Fiat Currency) から独立の分権型で、しかも政府通貨とともにシステムを支える分散型の通貨供給体制を構築することにより、経済社会の変革の起爆剤となることが論証される。政府と銀行のグローバル金融システムに関する技術革新は生じないと仮定される。このような、比較的に穏健な条件の下においても、本論文の議論を通じて、この新しい通貨システムの発展とともに、政府と銀行の役割が変化することを明らかにする。

本論文は、田中 (2016a) で示されたグローバル公共財の分析にクリプト・カレンシーが適用可能であることと、クリプト・カレンシーが次の4つの点でグローバル社会の持続可能性を高めることを理論的に説明する。第1に、現在の通貨と金融システムの欠点である取引コストの高さとサービス範囲の狭さがグローバル社会の不安定さと格差の一つの原因となっている。この問題の定量的性質は、グローバル社会の信用創造に関する費用便益の余剰分析を用いて明らかになる。クリプト・カレンシーが現在の通貨と金融システムの機能の一部を置き換えることでグローバル金融の社会的損失が改善される。第2に、クリプト・カレンシーの機能向上によってこれまでの金融サービスの対象外であった分野まで、信用供給が可能となり、地域発展や経済格差の解消に寄与する。第3に、この変革の源泉となるインセンティブがグローバル社会に生じる社会的余剰にあることが解明される。この余剰を実現する政策が金融サービスの改革の原動力として用いられる。第4に、グローバル社会の発展は、現在の通貨と金融サービスとクリプト・カレンシーによるシステムの役割の見直しを求める。クリプト・カレンシーが順調に発展すれば、グローバル金融サービスにおける政府と銀行の役割が相対的に低下するが、グローバル社会の発展と社会的厚生増加は両立可能である。

本論文の構成は以下のとおりである。2節では、1980年あるいは1990年代から加速した金融技

3) Tanaka (2016a) は EU の政府と市場が協力してグローバル公共財を供給する枠組みを理論的に提示する。

4) Rifkin (2014) は、ICT あるいは IoT の発達によって、限界費用ゼロ社会の到来という過激な表現で、企業の利潤が低下するとともに、消費者のニーズが反映されやすい社会の実現を予想する。

術革新は資金の長期的な投資へ橋渡しする役割を果たさずに、グローバル社会の不安定さと格差を増幅したことを指摘して、この傾向を是正する長期的な取り組みが紹介される。3節では、グローバル公共財の概念を用いて、政府が発行しない通貨が政府の通貨金融システムを支えるグローバル金融システム枠組みを分析する理論モデルが提示される。4節では、ブロックチェーン（Blockchain）の技術革新によってグローバル社会に生じるインパクトを分析するための手法が考案される。5節では、クリプト・カレンシーが社会的な制度として確立することが求められる社会的なニーズと克服されるべき問題点が論じられる。

2. 金融技術の革新とグローバル社会の持続可能性

グローバル経済社会の拡大とともに同時進行する第4次産業革命が、資金あるいはマネーの集約的あるいは効率的な動きを促す役割を果たすことが観察される。今回の産業革命は経済的な高い収益が見込まれる地理的に狭い地域に資金を集積するように作用すると予想される。この資金の流れは、リスクを回避する資金の流れの一環であると考えられる。この現象は、次の新聞記事のなかにおいて、確かめられている。

「世界の企業の手元資金が膨らみ続けている。……現貯金に保有債券や貸付金などを足した広義の手元資金は12兆ドルと10年前から8割増えた。人類が有史以来採掘した金（7.5兆ドル）を買い占めても使い切れない。有利子負債は7割増の19兆ドル。負債をこえるピッチで現金が積み上がり、53%の企業が実質無借金になった。……企業に現金が積み上がるのは、産業構造の変化の影響も大きい。インターネットやスマートフォンの技術革新で成長するIT企業は大型施設を必要とせず、使い道が研究開発やM&A（合併・買収）、自社株買いなどに限られる。」⁵⁾

このような資金の動きは、マネーが一部の地域に集中することによってもたらされる地域間格差の拡大と生産力の向上のための長期的な視点からの投資の減退の要因となる。その結果として、世界の大多数の地域において、社会生活の面における質の低下への懸念が増す。実際に、グローバル経済が大多数の住民のニーズに適正に答えられていないことが明らかになるにつれて、経済社会のガバナンスにおける持続可能性を実現することが重要な課題となる。Kay（2015）はこの原因として1980年あるいは1990年代からの金融技術革新に焦点を当てて議論を進める。本論文における議論展開がスムーズに進むように、グローバル社会における金融システムの改革の背景が

5) 「日本経済新聞」2017年7月2日。

図1 資金・マネーの供給拡大とグローバル社会の持続可能性

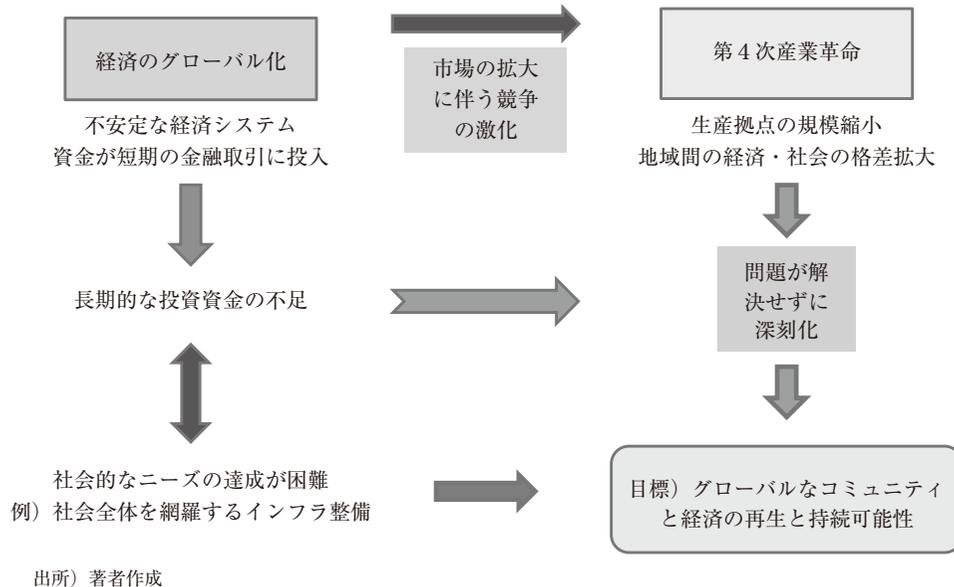


図1で描かれる。

本論文において、グローバル社会における持続可能性と金融システムの関係が論じられる。以下の議論が明確になるように、グローバル経済社会の活動を支えるのに必要な信用の供給はグローバル公共財あるいは、グローバル・コモنزの性質を有すると定義される。議論を簡略化するために、国際的な信用の供給はグローバル公共財と呼ばれる。グローバル公共財によるグローバルな金融システムへのアプローチの有効性は Stiglitz (2006) によって次のように述べられる。「グローバル公共財とその外部性はグローバル・ガバナンス、その対象機関とその欠陥、グローバル公共財供給における市場の失敗と潜在的な解決方法を分析するための強力なツールを構成する。」⁶⁾ Tanaka (2016b) はこのグローバル公共財における市場の失敗あるいは政府の失敗がグローバル・コミュニティの安定性と持続可能性に与えるインパクトを分析するための理論モデルを提示する⁷⁾。

グローバル市場における経済取引および投資の拡大は、経済活動からの金融リスクを軽減するための金融取引技術を高度化させた。住宅購入のローンや政府の長期債務なども金融商品化され、市場での売買差額を目的とする金融取引の対象となる。金融市場は拡大して、活況を呈したが、短期的な利益の実現を重視する資金の運用は、経済システムの不安定性を拡大するだけでなく、

6) Stiglitz (2006), p. 149.

7) 国際的な金融システムはグローバル・コモنزの視点からも分析可能である。Tanaka (2016a) は日本語版の田中 (2016b) で補足説明される。

金融システム全体が崩壊するリスクを高めて、長期的な視点からの投資行動にとってマイナスの効果をもたらす。PRI (Principles of Responsible Investment) (2006) は持続可能なグローバル金融が経済的に効率的であるだけでなく、経済の領域を超えた環境と社会を含むより広範な分野において、企業と各種機関が長期的な価値の創出に寄与する社会的責任投資を実施する必要性を主張する。インフラ整備などの社会的なニーズに対応する長期的な投資は投資の主体となる企業や各種機関だけでなく多くのステークホルダーによって共有される価値の評価が重要になり、公共財の供給方式は公民協働の比重が高まる⁸⁾。

3. 分散型通貨供給の基礎理論

株式や債券市場での売買の活性化は、金融商品の短期の売買額の増加として実現したが、グローバル経済の発展を支える持続可能な金融システムの構築に貢献しない。2008年から2009年の世界金融危機において、金融機関の救済のためと景気対策として国民の税金が使用されただけでなく、経済活動を活性化するために各国の政府はより多くの貨幣を供給する政策に向かった。グローバル金融市場の失敗を解消するために実施されたこの貨幣政策は新たな政府の失敗として、社会的な厚生損失をグローバル社会にもたらす可能性が懸念される。

多くの開発途上国あるいは同じ国内においても、経済的な発展から取り残された地域において、銀行は便利な存在ではない。金融システムの発展の遅れは、地域における生活の質の向上と産業の振興にとって大きな障害となっている。これらの地域では、住宅の購入や事業の継続のために資金を調達するためにも地縁あるいは血縁などに基づく地域の住民からの支援が必要になる。さらに、これらの諸国の住民はインフレなど通貨価値の変動、現金の盗難、自然災害などのリスクから自らの財産を守る手段が限られている。しかしながら、ICTの技術革新はこれらの地域にあまり便利とはいえない既存の通貨システムとは別に政府の通貨とは独立に運営される分権型の通貨システムを経済取引の決済手段として利用可能にした。この新たな金融技術革新は進化を遂げながら、重要な金融サービスのインフラとして生活の利便性と安定に寄与すると予想される⁹⁾。

本論文は、次の命題の論証に貢献する理論的な分析ツールを提示する。クリプト・カレンシーの発展が通貨の供給システムに影響を与えるだけでなく、グローバル・コミュニティにおける社会的な基盤強化のための投資に寄与する。ブロックチェーンの技術に基づき創造されるクリプト・

8) Tanaka (2016b) は ESG (Environment, Society and Governance) Mechanism がグローバル社会の持続可能性に貢献する理論的な根拠を提示する。Becchetti and Borzaga (2010) は、社会的企業の貢献を理論的に説明する。

9) ケニアで利用されるエムベサは仮想通貨の先行的モデル事業として有名である。野口 (2014), 121-132頁などで紹介される。

カレンシーがグローバル社会において支払い手段あるいは価値貯蔵手段としての機能を有するのであれば、クリプト・カレンシーによって形成される通貨はグローバル・コミュニティの経済と社会活動を支えるグローバル公共財に分類可能である。以下における主な論点は、グローバル公共財である分権的な金融サービスがグローバル社会の持続可能性の向上あるいは強化に貢献することを理論的に証明することである。Tanaka (2016a) はグローバル社会が持続可能で安定になるためのグローバル公共財の供給と費用負担の方法を示す¹⁰⁾。本論文は、このグローバル公共財の供給方式を用いて、議論を次のように進める。クリプト・カレンシーがグローバル公共財としての分権的な金融システムを確立することによって、経済の象徴ともいえる国際金融の供給問題に起因する市場の失敗と政府の失敗の問題が解消して、グローバル社会は持続可能な枠組みに近づく。ところで、クリプト・カレンシーがグローバル・コミュニティに与える革命的な影響は通貨供給技術におけるイノベーションの評価手法を用いて解明される。Tanaka (2013) はグローバル公共財におけるイノベーションの効果を分析する手法を開発する。このイノベーションのインパクト分析の手法はクリプト・カレンシーによる取引の拡大がブロックチェーンの技術の発展と確立を促し、通貨の供給システムの改革を通じて社会システムにおける広範囲のイノベーションをもたらす過程の役割を明確にする。

クリプト・カレンシーを分析するために分権的グローバル公共財の供給メカニズムは以下のように定式化される。仮想通貨、デジタル通貨、電子マネー、ビットコインなど様々な類似の用語が使用される¹¹⁾。本論文において、クリプト・カレンシーは、ブロックチェーンの技術革新によって信用が保証された通貨であると定義される。通常、信用の供給主体が政府機関や金融機関などであり、グローバル公共財としての信用は各国政府が発行する通貨の単位によって表示される。これに対して、経済活動全体に占めるクリプト・カレンシーの取引額は現在無視できるほどであるが、国際的な決済手段としてこのクリプト・カレンシーが政府の貨幣単位から独立して機能する可能性が実証されている¹²⁾。たとえば、ある国の証券取引所の取引などにおいてこのクリプト・カレンシーによる決済が可能となれば、海外の投資家による売買において、外国為替などに関する取引費用が著しく低下する。取引費用低下によって、クリプト・カレンシーによる国際的な資金移動が拡大する。クリプト・カレンシーによる国際的な資金の移動は着実に増大すると予想されるが、通貨供給の仕組みが取引拡大に与える影響が分析されなければならない。本論文は、決

10) 田中 (2016b) は日本語での議論の説明を補足する。

11) 議論を混乱させないためには、用語の解説が必要であるが、議論がわき道に入ることを避けるために、以下では、クリプト・カレンシーに関する議論を展開する。読者諸氏にはこの分野で岩村 (2016) など解説書を参照されることをお勧めする。企業が独自にコインを発行して、仮想通貨で資金を調達する ICO (Initial Coin Offering) が世界で拡大している。その一方で、中国政府は加熱する市動向から、この仕組みの投機的性質を懸念して、2017年9月その取引を禁止した。

12) 石角 (2017) は、クリプト・カレンシーの実施例を紹介する。

済手段として政府が発行する通貨とともにクリプト・カレンシーが用いられることによる、グローバルな金融市場における市場の失敗における社会的な厚生損失の影響を論じる。 x はグローバル市場におけるクリプト・カレンシーを含めた通貨供給から得られる信用の総量である。社会的信用の総供給量 x は貨幣と銀行の預金で構成される公式マネーサプライから生み出される x_1 とクリプト・カレンシーによって創出される信用 x_2 に分けられる。グローバル社会においては、実際の経済社会が機能するように、社会的な信用創造の過程は単独の主体が供給を管理するのではなく、複数の国家と金融機関が供給主体になると想定される。以上の関係は(1)式で定式化される。

$$x = x_1 + x_2 \tag{1}$$

グローバル社会における通貨供給から得られる信用 x がもたらされるとき、社会的便益は $B(x)$ で表示される。 $\frac{dB}{dx}(x)$ はグローバル社会における通貨供給の社会的限界便益を示し、通貨あるいは貨幣の(限界)価値となる。この限界価値は信用量とともに逓減すると仮定される。貨幣は取引における価値の評価や価値貯蔵の機能がある。しかしながら、貨幣の価値が経済的および社会的な要因によって、突然変動することは経済危機に関する過去の歴史に記録されている。現実の経済社会では、複数の通貨が経済取引に用いられる。貨幣を保有することから損失が発生する可能性があるときには、その貨幣に対する利用量は減少して、取引および価値貯蔵の手段として信用が高い通貨が利用される。財政赤字が発生して、発行した政府の債務が償還できないときには、その国の政府通貨は国際的な決済手段としての信用が低下して、外国為替市場での評価は時として暴落する。グローバル社会において、どんな大国でも、単独で通貨あるいは信用を安定的に供給することはできない。信用を創造するグローバル社会の通貨供給は分散的であるといえるが、クリプト・カレンシーは政府による通貨の評価を基礎としていないという理由で、集権的な政府発行の貨幣と比較して、分権的通貨といわれる。各通貨はそれぞれ信用を保証する責任を求められ、2つのタイプの通貨から得られる信用の評価は社会的限界便益によって示される。国家の政府通貨が経済社会の日常活動の基準となることから、多くの住民はこの通貨の価値が安定することを望む。各国政府と中央銀行は協力してこの目的の達成を目指す。銀行が預金などに基づき取引の支払いを保証する銀行通貨も経済取引に信用を供給する役割を果たす。その信用を公的に証明するために、銀行は法令や公的機関が設定する規制あるいは基準を守らなければならない。これらの基準が信用の量的規制であるのに対して、ICT と情報産業の技術革新は個別の取引に関する安全性を保障するブロックチェーンの技術を進化させた。クリプト・カレンシーは経済と生活の両面において効率的に供給するシステムとして位置づけられる。以下では、この技術進歩が今後貨幣の市場にもたらす構造変化が考察される。

この2つの通貨が信用創出に関して多様性をもたらすと予想され、2つのタイプの通貨が異なる費用関数を有すると想定される。2つのタイプの通貨は競争のなかで、新しい市場を形成して、

これまで満たされなかった社会的ニーズに信用を供給する可能性が生じる。各通貨は異なるやり方で信用を提供する。第1の公式貨幣は、社会に必要な信用を提供する義務を有する。1980年代から世界的な流れとなった規制緩和によって、各種の債権を証券化する技術によって多くの資金が調達された。信用の供給量が拡大してバブルといわれる状況が生じてから、多くの国において2008年から2009年の世界金融危機のあと、政府による民間債務の救済に政府の資金が投じられた。民間と政府との間での比重に変動があっても、信用の水準を維持するために、第1のタイプの通貨の供給量は高止まりの傾向にある。貨幣の供給の増加が貨幣の価値を低下させる恐れがあるだけでなく、政府債務の削減が貨幣の数量を減少に導くことによって、経済活動の緊縮を促す可能性が存在する。第1のタイプの通貨は、経済や社会のニーズの増加に対応して、信用を弾力的に調整することが困難である¹³⁾。これに対して、第2の通貨であるクリプト・カレンシーは質の高い信用を供給する能力には限界があるものの、世界経済に暗雲を投げかける累積債務から生じる信用不安とは独立して効率的に信用を供給する可能性がある。逆に、取引の決済がクリプト・カレンシーで実行されることが日常化すると、政府の貨幣あるいは銀行の預金による支払い準備が軽減される。この支払準備額の減額はその監視機関の活動も必要なくなり、経済活動あるいは社会生活を円滑に進めるための社会的費用が軽減される。取引に必要な資金の供給はブロックチェーンによって保証され、信用の調査に関する費用はクリプト・カレンシーの作成の過程に内部化されており、政府および金融機関は経済活動への資金を提供するための準備金の額を削減することが可能になり、第1のタイプの通貨と比較して、同じ単位の信用創造の社会的限界費用が低下することが予想される。

数式の上では、信用を x 単位だけ創出することによって生じる社会的費用が関数 $C(x)$ で定式化される。社会的費用には、通貨を供給する政府と金融機関の費用、信用が崩壊する期待費用、監視と罰則など信用崩壊の防止費用が含まれる。社会的な信用が増大するにつれて、それを維持するための仕組みと費用は増大することから、この社会的限界費用が増大すると仮定される。2つのタイプの通貨にも信用創造の社会的費用が $C_1(x_1)$ と $C_2(x_2)$ で示される。それぞれの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 $t_1 x_1, t_2 x_2$ で、信用の崩壊で引き起こされる外部費用が $L_1(x_1), L_2(x_2)$ で表示される。2つの通貨の社会的費用は

$$\begin{aligned} C_1(x_1) &= F_1(x_1) + t_1 x_1 + L_1(x_1), \\ C_2(x_2) &= F_2(x_2) + t_2 x_2 + L_2(x_2), \end{aligned}$$

と書かれる。クリプト・カレンシーの発行において、第1のタイプの通貨において、組織内の業

13) 宮内 (2015) は国際的な金融の制度改革が規制の強化と連動することを説明して、規制による金融危機管理の限界を指摘する。

務の一部がマイニングで外部化されることから、不等式 $F_1(x_1) > F_2(x_2)$, $t_1 < t_2$ が成立すると仮定される。外部費用に関しては、ハッキングや投機などによる経済的被害の可能性があるため、実証的なデータが不足しているが、以下で、 $L_1(x_1) > L_2(x_2)$ が成立すると仮定される。また、この2つの通貨発行に関して、費用関数の限界費用が増大すると仮定される。次の6つの不等式

$$\frac{dC}{dx} > 0, \frac{d^2C}{dx^2} > 0; \frac{dC_1}{dx_1} > 0, \frac{d^2C_1}{dx_1^2} > 0; \frac{dC_2}{dx_2} > 0, \frac{d^2C_2}{dx_2^2} > 0;$$

が成立すると仮定される。

以上の費用関数の性質に関する仮定は、1990年代から金融市場がもたらした以下の経済環境の変化を反映している。第1のタイプの通貨の供給に関して、政府や銀行などが負担する通貨発行やATMの設置およびメンテナンスの費用は税金、使用料、金利などを通じて、国民や利用者へ転嫁されることはよく知られている。また、通貨の需給バランスが失われると、インフレ、デフレ、国家財政の破綻などによる大規模な損失の発生可能性がある。しかも、2008年から2009年の金融危機で明らかになったように、各国の経済危機は大規模な国際的な経済危機に連動する可能性がある。このようなリスクから経済システムが安定して運営されるように、金融破綻を防止するための損失の引当金の積み立てなどの各種の規制と監視システムの構築と監視の費用もこの社会的費用に含まれる。このように、経済社会のグローバル化と情報技術の革新は、大きな市場の開拓に伴うビジネスチャンスの拡大により限界便益関数を上方へシフトさせるが、その一方で、この社会的限界費用を増大させる効果をもたらしたと考えられる。

これに対して、第2のタイプの通貨であるクリプト・カレンシーは、分権的な供給システムで運営されるため、社会費用が生じたとしても、当事者である関係機関が自己負担する原則が維持されると予想される。より多くの社会的費用が市場の取引で内部化される。ただし、取引規模が大きくなれば、ハッキングなどの窃盗や詐欺などの経済犯罪が高度化する可能性がある。これらの不法行為によって、通貨の機能が失われないように、防止策を講じる必要があり、これが新たな社会費用を上昇させる要因となることが予想される。

両方のタイプの通貨において社会的費用は生じるが、その性質の違いが分析結果に大きな影響を与える。3つの社会的費用の関係は(2)で定義される。

$$C(x) = C_1(x_1) + C_2(x_2), \tag{2}$$

$$NB(x) = B(x) - C(x), \tag{3}$$

はグローバル社会における純便益関数を表示する。以上で導入された関数は連続微分可能であると仮定される。本論文において、第1のタイプの通貨の一部がクリプト・カレンシーで置き換えられる問題が考察されるが、純便益を最大化する供給量 x_1, x_2 は(4)の解で表示される。

$$\frac{\partial NB}{\partial x_i} = 0, \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

(4) 式の意味が理解しやすいように、(4)は(5)に変形される。

$$\frac{\partial B}{\partial x}(x) \frac{dx}{dx_i} = \frac{dC_i}{dx_i}(x_i), \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

2つの通貨が信用の創造に同じ程度貢献すると仮定できれば、 $\frac{dx}{dx_i} = 1, i = 1, 2$, が満たされて、(5)式は、

$$\frac{dB}{dx} = \frac{dC_1}{dx_1} = \frac{dC_2}{dx_2}, \quad (6)$$

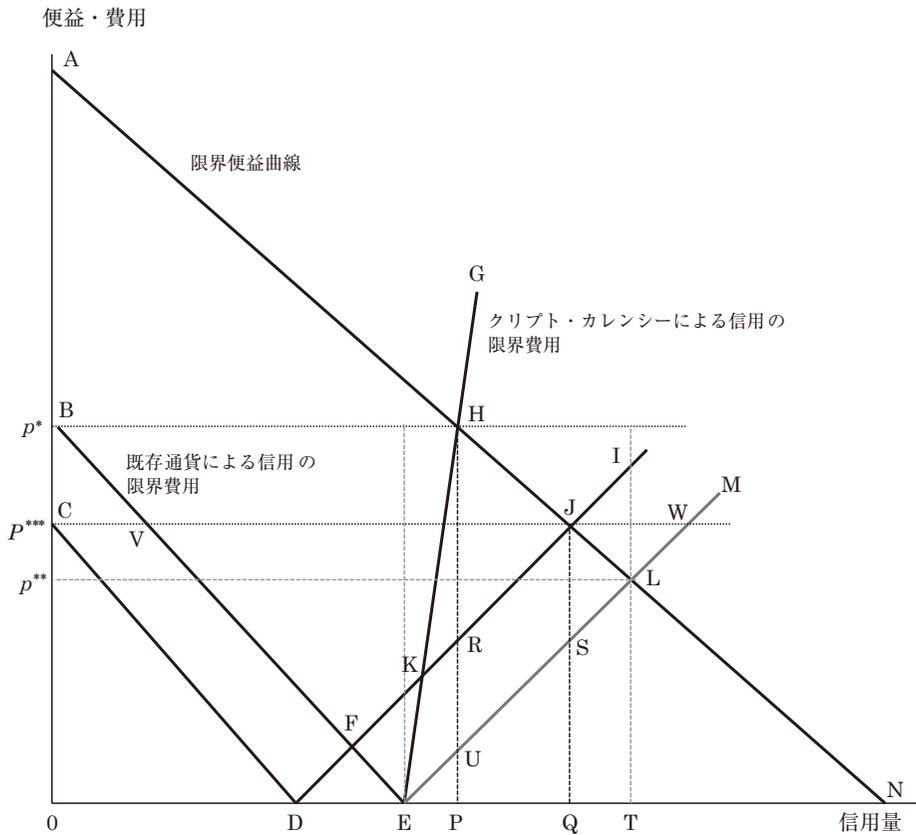
と変形される。取引の決済手段としての貨幣の価値が変動することは歴史の上でも、しばしば経験された。平常時には、自国政府が発行する通貨で、経済取引や貯金などの銀行業務は実施されるが、国際経済情勢の変化が大きくなると、国民の生活に必要な財の輸入などの決済には各国は自国政府が発行する通貨ではなく、ドルなどの国際通貨あるいは金や銀などの貴金属を用いることが求められる。経済の混乱期においては、緊急時には、不足する国際通貨を国際機関から融資してもらうことが必要になり、このために債務の増加あるいは増税による国民負担が生じる。(6)は、クリプト・カレンシーが流通するようになるとき、第1のタイプと第2のタイプの通貨と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くなることを示す。

4. ブロックチェーンと経済社会の変革

われわれはクリプト・カレンシーがこれからのグローバル社会で果たす役割を論じる。そのためには、クリプト・カレンシーが取引の決済手段として、より広範囲に受け入れられて、金融サービスに関する最適な条件が実現される可能性が確かめられる。Tanaka (2016a) は sustainable で stable なグローバル公共財の費用負担の原則を提示する。クリプト・カレンシーをベースとする信用がグローバル公共財の役割を果たすようになれば、クリプト・カレンシーがこのグローバル社会の安定性と持続可能性を満たしながら、成長することが論じられる。この市場の失敗に関する分析では、グローバル社会の信用が先進国の政府と銀行が連携する集権的な方式で供給されるだけでなく、クリプト・カレンシーを主体とする分権的な通貨供給との分担の可能性が論証される。推論を簡略化するために、ブロックチェーンの技術革新の影響が政府と銀行が管理する第1のタイプの通貨の信用創造の限界費用には及ばないと仮定される。

図2を用いて、第2のタイプの通貨がグローバル社会に持続可能な信用を供給する可能性が論じられる。まずはじめに、通貨あるいは信用供給の限界便益曲線がAN、第1と第2のタイプの通貨に基づく信用に関する限界費用曲線がEBとEGで表示される。信用に関して点Eが原点と

図2 ブロックチェーンの技術革新と通貨の分権的信用供給



出所) 著者作成

なっており、点Eからの水平方向への距離で第1タイプと第2タイプの通貨を用いた信用が表示される。まず第1段階においてクリプト・カレンシーの根幹となるブロックチェーンの技術が実用化されるのに、まだ十分に発達していないまま、取引量がある限度を超えると取引の決済が滞る。この市場での決済能力の制限のため、第2のタイプの通貨の限界費用曲線が大きな傾きで示されると想定され、最適供給条件が点Hで表される。第1の通貨が創出する信用がOEであるのに対して、第2の通貨が供給する信用はEPの距離となり小さい。実際、クリプト・カレンシーで供給される信用は、通常取引の決済などの業務の中では、無視できるほどの単位でしかない。点Hが最適条件を満たしたとしても、PNで測られる比較的に限界便益が小さな取引や投資などには資金が提供されない。PNで示される取引や投資が経済活動が活発ではない地域に集中することが予想され、その経済活動が実施されないことによって地域間の経済格差が広がっていく。

第2段階に入って、ブロックチェーンの実施体制が強化されると限界費用曲線の傾きが小さく

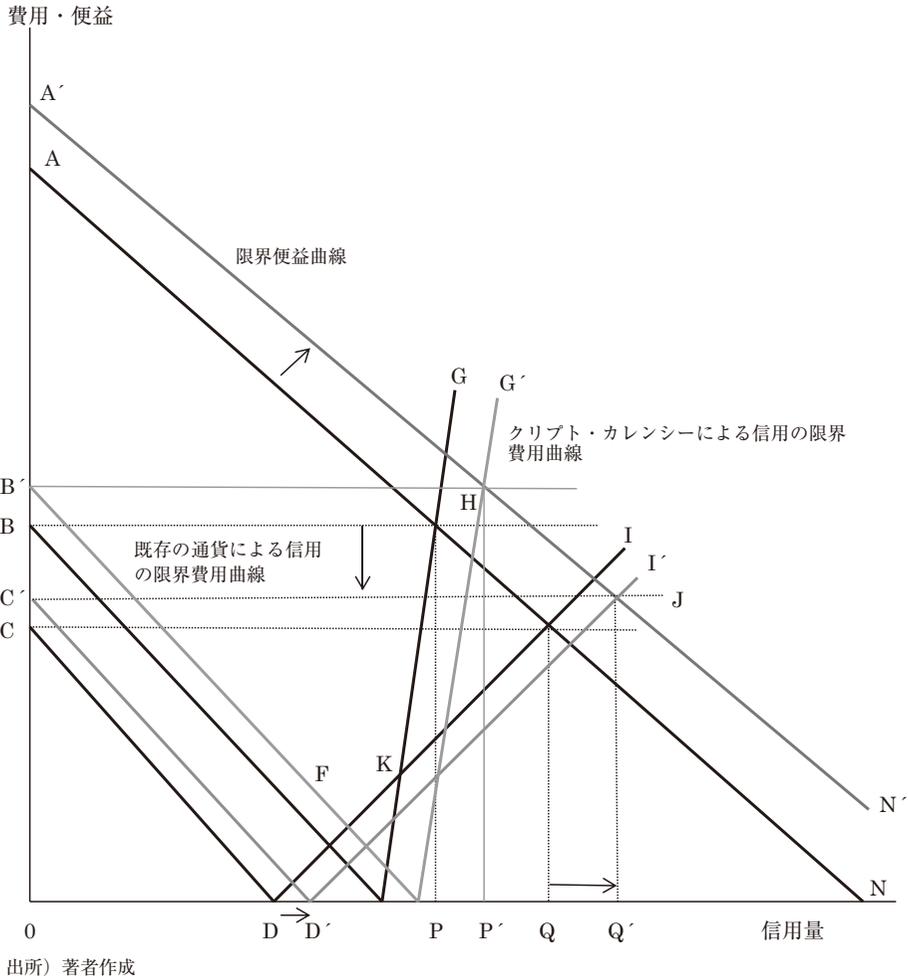
なって、EG から EM に右下方に回転する¹⁴⁾。ブロックチェーンの技術は取引に関する不透明性と非効率性の解消に寄与する。ブロックチェーンを用いた取引では、従来の取引と比較して、リスクの計算方法などが異なっていることから、第1のタイプの通貨による取引の価格 p^* とは異なる価格 p^{**} が設定される。ブロックチェーンの技術革新と信用の価格低下によって生じる経済的余剰が生じるが、その評価額は三角形 HUL の面積に等しい。ブロックチェーンの技術進歩と取引の決済価格の低下が信用の値で PT の距離で示される取引が新たに実行される。この新たな取引が経済活動の機会を与える。このような仕組みが機能するのは、この経済的余剰がインセンティブをもたらすからである。

第3段階では、変化は第1タイプの通貨を用いた取引にも表れる。これまで、第1タイプの通貨を用いて実施されていた取引の一部がクリプト・カレンシーによる取引に置き換えられる。銀行による取引の一部が、ブロックチェーンによる決済に置き換えられると、銀行が生産性が低い店舗での営業を停止しても、その社会的影響は限られる。この変化は図1において、第1タイプの通貨の限界費用曲線 BE が CD に左下方にシフトすることによって示される。これに伴い2つの通貨による取引の起点は E 点から D 点に左方にシフトする。この金融サービスの再編によって、信用の供給はピークの時期の T 点から Q 点に低下するが、ブロックチェーンの技術が実用化される前の水準である点 P と比較すると大幅に改善されていることが図の上から読み取れる。この再編は金融サービスの利用者にとって利便性が低下されると懸念されるが、経済余剰の分析では次の結論が得られる。経済的余剰は4角形 ABEL の面積から4角形 ACDJ の面積に変化する。経済余剰の増加額は第1タイプの通貨供給の縮小に伴う費用の減少額である4角形 BCDF の面積であり、減少額は2つのタイプの通貨の間での利用の置き換え効果である4角形 FELJ の面積である。図の上では、2つの平行四辺形 CDEV と DEWJ が同じ底辺と高さを持ち面積が等しいことに注意すれば、2つの三角形 JLW と CVB の面積の合計額だけ金融機関の再編が経済的余剰をもたらすことが確かめられる。この2つの三角形の面積には取引価格の変化が大きな影響を与えていることが明らかであり、このクリプト・カレンシーの普及には、外国為替の手数料を含めて政府と金融機関が提供してきた信用提供の実質価格が大幅に低下することが必要である。

最後に、グローバル社会で信頼できる通貨への需要が増加する場合は図3を用いて分析される。社会の限界利益曲線が AN から A'N' に右上方にシフトする。クリプト・カレンシーが普及する前の第1段階での新しい均衡は点 H で表示される。価格の上昇と供給量の増加は BB' と PP' で表示される。クリプト・カレンシーが普及した第3段階での均衡点は点 J で表示される。価格の上昇は CC' で数量の増加は QQ' で表示される。BB' > CC' と QQ' > PP' の大小関係が確かめられる。第1段階の対応策では価格の効果が大きな対策が先行して、信用の量的拡大の効果が後回し

14) 限界費用曲線を用いたイノベーションの分析は、Tanaka (2010) で詳しく説明される。

図3 信用の需要増加と通貨の分散的供給システム



にされる。これに対して、クリプト・カレンシーが普及した第3段階では、信用の量的拡大が比較的弾力的に進み、価格調整の必要性が相対的に低下する。

図2と図3における分析の意義がより明確になるように、線形の近似式を用いた数値例が示される。社会的純便益を最大化する最適条件(6)が(7)で置き換えられる。ただし、各 b_1 , b_2 , c_1 , c_2 は正の定数である。

$$-b_1(x_1 + x_2) = b_2 = c_1x_1 = c_2x_2, \quad (7)$$

(7)から、(8)から(11)式が導出される。その含意は以下のように解釈される。

$$x_2 = \frac{c_1}{c_2}x_1. \quad (8)$$

1. (8)式は、クリプト・カレンシーによる信用創造の大きさが、政府と銀行による信用創造の規模が大きいことを意味する。クリプト・カレンシーに関する信用供給の技術進歩が進んで、第1のタイプの信用創造の効率性との差が広がるとクリプト・カレンシーによる信用供給が加速する。

$$x_1 = \frac{b_2}{b_1 + \frac{c_1}{c_2} b_1 + c_1} \quad (9)$$

$$x_2 = \frac{b_2}{b_1 + \frac{c_2}{c_1} b_1 + c_2} \quad (10)$$

2. (9)と(10)式は、2つのタイプの貨幣供給に関する信用創造の規模を表示する。需要の面から見ると信用が潜在的に大きい (b_2 の値が大きい) ことと信用が広範囲に用いられる (b_1 の値が小さい) ことが信用の利用を拡大する。また、供給システムの面から次の変革が求められる。信用の創造に関する効率性が高くなるほど、各通貨に関して、効率性の指標となる c_1 または c_2 が小さくなる。効率性が向上する通貨がそれまでより、より多くの信用を創造するようになる。

$$x = \frac{b_2}{b_1 + \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}} \quad (11)$$

3. (11)は、グローバル社会における、信用の総量と通貨の分権的供給の関係を示す。需要に関する条件は(9)と(10)式と同様の状況を示す。通貨の供給に関して2つの通貨供給に関する代替と補完の関係がより明確に示される。 c_1 と c_2 がともに1より小さな値をとり、2つのタイプの通貨による信用の創造の効率性がともに向上するとき、 $\frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$ が小さくなる。この条件の下で、グローバル社会により多くの信用が供給可能になる。この効率性の効果が一方の通貨だけにおいて生じるときには、信用供給に関して2つの通貨の間での代替は生じるが、グローバル社会全体での供給量の増加の効果は明確に表れない可能性が大きい。言い換えると、クリプト・カレンシーによる金融サービスの革新は、従来の政府と銀行のコントロールの下にあった利用者の一部が新たなサービスへとシフトするだけでなく、第1のタイプの通貨に連動する金融サービスの改革が進むときに、グローバル社会の信用創造が新たな段階に進む。

5. おわりに

本論文は2007年から2008年の世界金融危機以降、顕著となったグローバル社会で市場の失敗を引き起こす要因の一つ、金融サービスの社会的費用が高いことに焦点を当てる。通貨の社会的費用はいくつかの要素から構成される。インフレーションが発生すれば、所有している貨幣が減価

する。銀行が経営破綻して債務不履行を宣言すれば、銀行の貯金で所有されている資産の価値は消失する。銀行による取引の決済手段が機能するためには、金融機関がその信用力を証明する必要があり、各種の金融機関に関する規制が課されている。情報の開示と金融規制を順守するコストが費用として計上される。金融機関が貸付金を回収できない場合は、貸付金は不良債権となり、不良債権を処理するための費用が金融サービスの社会的費用として計上される。銀行の経営破綻を避けるため、政府が税金による救済をすれば、政府の負債が積み増される。通貨を発行する政府が経済的に破綻して、負債を返済できないことが明らかになれば、発行された負債の一部はただの紙切れになってしまい、通貨の価値が暴落する。グローバル社会で発生する信用崩壊の費用あるいは防止費用が信用の社会的費用を上昇させる¹⁵⁾。この費用負担が増大して、その存在が多くの関係者に無視できない存在になるとき、グローバルな経済社会の活動を弱める要因の一つとなる。

本論文は通貨を2つのタイプに分ける。図2で示される最適点HあるいはJが実現するためには、信用の利用者がこの2つのタイプの通貨からの限界費用を比較できることが必要である。2つの通貨の間での交換が実現する市場の整備は、2つの市場の乗り換えが円滑に進むことによって、社会生活の利便性の向上に寄与すると考えられる。

第1のタイプの通貨による信用には異なる国の政府が発行する通貨や銀行が預金などに基づく貸付などが含まれる。それらの通貨は外国為替市場などでリンクされて換算可能であることから、国際的な限界便益と限界費用の曲線のある部分で表示されると想定される。

これに対して、クリプト・カレンシーは外国為替市場とは独立して、国際的な決済手段としての機能を有すると定義されており、第1のグループの通貨とは分離された取引の決済手段として機能すると仮定される。第1タイプの通貨は外国為替市場の相場を基準として価格計算が実施されるのに対して、第2のタイプの通貨の価値はブロックチェーンの契約によって決定される。ところで、ブロックチェーンの技術が未完成であり、その技術をめぐる競争が独占あるいは寡占的な構造になることも心配されている。ブロックチェーンは分権的な概念であり、経済社会活動のなかに新たな民主主義の風を起こすことが期待されている。

参考文献

- 石角完爾（2017）『ビットコインは「金貨」になる一円崩壊に備える資産防衛術』朝日新聞出版。
 岩村 充（2016）『中央銀行が終わる日ー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」『経済論纂（中央大学）』56巻, 3・4号, 333-351頁。

15) Martin（2013）は、貨幣の歴史を振り返って、デフォルトの意味を詳しく論述する。

- 田中廣滋 (2017) 「縮小都市とグローバル都市の仮説と東京圏の都市構造改革」『熊本学園大学経済論集』第23巻1-4合併号, 139-157頁.
- 野口悠紀雄 (2014) 『仮想通貨革命—ビットコインは始まりにすぎない』ダイヤモンド社.
- 宮内惇至 (2015) 『金融危機とバーゼル規制の経済学—リスク管理から見る金融システム』勁草書房.
- Becchetti, L. and C. Borzaga (2010) *The Economics of Social Responsibility: The world of social enterprises*, London, Routledge.
- Kay, J. (2015) *Other People's Money: Masters of the Universe or Servants of the People?*, London, Profile Books Limited, 藪井真澄訳 (2017) 『金融に未来はあるか—ウォール街, シティが認められなかった意外な真実』ダイヤモンド社.
- Leigh, N. G. and E. J. Blakely (2013) *Planning Local Economic Development: Theory and Practice* (Fifth Edition), Los Angeles, Sage Publications, 2013.
- 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.
- Richardson, H. W. and C. W. Nam (eds) (2014) *Shrinking Cities: A Global Perspective*, London and New York, Routledge.
- Rifkin, J. (2014) *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, The Collaborative Commons, and The Eclipse of Capitalism*, New York, St. Martin's Press.
- 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," *Long Finance and London Accord Web Papers*, pp. 1-12, http://www.longfinance.net/images/reports/pdf/tanaka_innovation_2010.pdf (2017年9月1日確認).
- Tanaka, H. (2013) "The Finance System as Global Public Goods and The Regeneration Of Global Communities," *Long Finance and London Accord (Web Papers)*, pp. 1-12, <http://www.longfinance.net/component/longfinance/?view=report&id=533> (2017年9月1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, <http://www.longfinance.net/component/longfinance/?view=report&id=463> (2017年9月1日確認).
- Tanaka, H. and C. Tanaka (2016) "Urban Reform and Shrinking City Hypotheses on the Global City Tokyo," *Long Finance and London Accord Web Papers*, pp. 1-18, <http://www.longfinance.net/component/longfinance/?view=report&id=548> (2017年9月1日確認).
- Tanaka, H. (2016b) "The Sustainability Theorem in the ESG Mechanism," *Long Finance and London Accord Web Papers*, pp. 1-29, <http://www.longfinance.net/componentlongfinance/?view=report&id=558> (2017年9月1日確認).