

# ブロックチェーン上の取引ネットワークの可視化が 通貨循環行動に与える影響

## Effects of Blockchain-Based Transaction Network Visualization on Currency Circulation Behavior

飯田 堅太<sup>\*1</sup>, 坂 知樹<sup>\*1</sup>

Kenta IIDA<sup>\*1</sup>, Tomoki SAKA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科

<sup>\*1</sup> Department of Design Engineering, Faculty of System Design Engineering, Tokyo Denki University  
Email: t.saka@mail.dendai.ac.jp

**あらまし**：本研究では、複数参加者での取引ネットワークの可視化が、参加者の意思決定および行動調整に与える影響を実験的に検証した。分散台帳基盤上で送金履歴を記録し、可視化なし群と可視化あり群の比較実験を行った。その結果、可視化は通貨循環量を抑制する一方で、参加者に全体構造を意識させ、分配の均衡化を促す傾向が確認された。

**キーワード**：取引ネットワーク可視化、意思決定行動、情報提示、分散台帳、コミュニティ実験

### 1. はじめに

近年、地域社会や小規模コミュニティにおいて、地域通貨やコミュニティ通貨を用いた経済活動の活性化が注目されている。これらの取り組みは、地域内での資金循環を促進し、経済的・社会的つながりを強化することを目的として導入されてきた<sup>(1)</sup>。

一方で、従来の地域通貨システムは、制度設計上、取引記録の管理主体と利用主体が分離される場合が多く、参加者にとって取引の全体像が把握しにくいといった特徴を持つ。

地域通貨の取引履歴をネットワークとして捉え、通貨循環の構造を分析する研究として、Mattsson<sup>(2)</sup>は、取引ネットワーク分析を用いて通貨の循環度や取引の集中性を評価した。しかし、この研究は、ネットワークの可視化は研究者による事後的分析を目的としており、参加者自身に提示されることは想定されていない。また、取引情報の提示が利用者行動に与える影響については、Cassar and Rigdon<sup>(3)</sup>が、情報提示の違いにより意思決定行動が変化することを示しているが、最小規模のネットワークを対象としており、複数の参加者が自由に取引関係を形成するコミュニティ全体の構造を扱うものではない。

以上のように、取引ネットワークという構造的情報を複数参加者から成るコミュニティ全体に提示し、行動変化を検証する研究は十分に行われていない。

そこで本研究では、複数参加者での取引ネットワークを参加者に可視化することが、参加者の意思決定および行動調整にどのような影響を与えるかを、実験的に検証することを目的とする。

### 2. 提案手法と実験

#### 2.1 実験環境および条件

分散台帳基盤として Hyperledger Iroha v2 を用い、被験者間の送金履歴を改ざん困難な形で記録する実

験環境を構築した。被験者は大学生 16 名とし、可視化なし群 (A 群) 8 名、可視化あり群 (B 群) 8 名の 2 群に割り当てた。各被験者には初期残高 500 を付与し、実験時間 10 分間、送金回数および金額は自由とした。通貨の総量は保存され、発行や消滅は行わない条件とした。

表1 実験条件一覧

項目	内容
被験者数	16名 (8名×2群)
群条件	A群：可視化なし B群：可視化あり
初期残高	全被験者500
実験時間	10分
送金回数・金額	自由
通貨総量	保存 (発行・消滅無し)
操作環境	Webブラウザ上のGUI

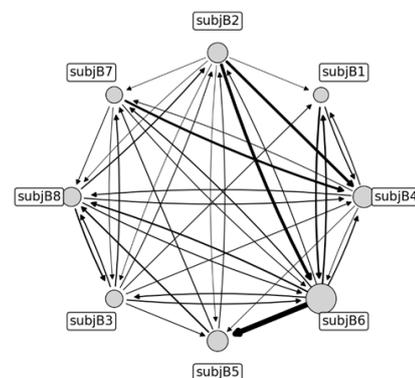


図1 B群用取引ネットワーク図

## 2.2 可視化条件の違い

A 群では、被験者は自身の残高および個別の送金・受取履歴のみを確認可能とした。

B 群では、これに加えて、被験者全体の送金関係を取引ネットワークとして可視化した画面を提示した(図1)。この可視化では、参加者をノード、送金を有向エッジとして表現し、ノードの大きさおよびエッジの太さによって取引量の特徴を示した。本研究における可視化は、行動を直接的に誘導するものではなく、意思決定の際に参照可能な情報の範囲を拡張するものとして位置づけた。

## 2.3 分析指標および分析方法

実験終了後、分散台帳上に記録された送金ログを抽出し、成功した送金のみを分析対象とした。個人レベル指標として、通貨循環への関与度を表す Flow-through、取引相手数、送金配分の分散度を表す エントロピー、最終残高を算出した。さらに群レベルでは、各指標の群平均および最終残高の Gini 係数を算出した。群間比較には、小標本条件に適した分布仮定を必要としない手法として置換検定を用い、補助的に Mann-Whitney U 検定を併用した。

表2 算出指標とその意味

指標	内容・意味
Flow-through	通貨循環への関与度
取引相手数	取引相手の数
エントロピー	送金配分の分散度
最終残高Gini係数	最終残高分布の不平等度

## 3. 結果

分析の結果を表3・図2に示す、Flow-through については、可視化なし群(A群)が可視化あり群(B群)を有意に上回ることが確認された(置換検定,  $p < 0.001$ )。これは、可視化なし条件において通貨がより多くコミュニティ内を循環していたことを示している。一方、エントロピーおよび取引相手数については、両群間で有意な差は確認されなかった。また、最終残高の平均値は両群で一致したが、Gini 係数はB群の方がやや小さく、通貨分配がより均等となる傾向が見られた。

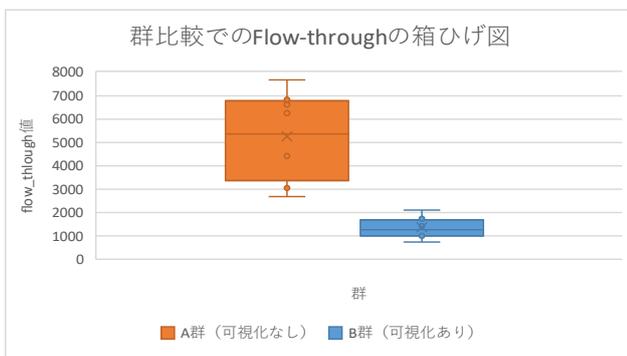


図2 可視化有無による Flow-through 値の分布

表3 可視化有無による群レベル指標の比較

指標	A群	B群	備考
Flow-through	5237±1848	1350±462	***
取引相手数	6.88±0.35	7.00±0.00	
エントロピー	1.69±0.17	1.69±0.21	
最終残高	0.61	0.59	
Gini係数			

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

## 4. 考察

実験結果から、取引ネットワークの可視化は、通貨循環を単純に活性化させるのではなく、送金量や循環量を抑制する方向に作用した可能性が示唆された。可視化により、被験者は自身の行動をコミュニティ全体の構造の中で相対化し、過度な送金を控える判断を行ったと考えられる。

一方で、最終残高分配の均衡化を示す傾向が見られたことから、可視化は行動を誘導するというよりも、自己調整や規範意識を促す情報環境として機能した可能性がある。これは、「可視化=活性化」という単純な関係ではなく、可視化が行動の質に影響を与え得ることを示す点で重要である。

また、本研究の結果は、取引情報の提示が必ずしも行動の活性化をもたらすとは限らないことを示している点で、既存の研究と異なる示唆を与える。ただし、本研究は被験者数が限られた小規模実験であり、得られた結果は可視化の一般的効果を直接示すものではない。

## 5. おわりに

本研究では、小規模かつ再現可能な実験環境において、取引ネットワークのユーザ向け可視化が通貨循環行動に与える影響を示した。可視化は通貨循環量を増加させるのではなく、循環の抑制や分配の均衡化といった行動変化をもたらす可能性が示された。

今後は、被験者数の拡大や、可視化表現の多様化、通貨の来歴を追跡可能とする可視化手法などを通じて、取引構造の可視化と利用者行動との関係をより多角的に検討していくことが課題である。

## 参考文献

- (1) J. Blanc, Classifying “CCs”: Community, complementary and local currencies, *International Journal of Community Currency Research*, vol. 15, pp. 4–10 (2011)
- (2) C. E. S. Mattsson, T. Criscione, and F. W. Takes, “Circulation of a digital community currency,” *Scientific Reports*, vol. 13, art. 5864 (2023)
- (3) A. Cassar and M. Rigdon, Trust and trustworthiness in networked exchange, *Games and Economic Behavior*, vol. 71, no. 2, pp. 282–303 (2011)