

F-046

マルチエージェントシステムを用いた貨幣システムの考察 A Study on Monetary System using Multi Agent System

貞方健太郎*
Kentaro Sadakata

原嶋勝美*
Katsumi Harashima

久津輪敏郎*
Toshiro Kutsuwa

1. はじめに

貨幣システムは、物々交換経済で「欲求の不一致」や「貯蔵の問題」といった不便を取り除く交換システムとして発生した。しかし貨幣によって財の貯蔵が可能になると、交換機能よりも貯蔵機能が強くなり、「貨幣循環の停滞」といった問題が発生する。この問題を解決するため、補助的に減価する貨幣を投入し、財の流れを活発化する試みもなされている [1]。物々交換経済をモデル化して、貨幣が発生するシステムを解析する研究が行われているが [2]、これらの研究では「財の減価」について考慮されていない。

そこで本研究では、財の減価を考慮した物々交換経済をマルチエージェントシステムにより実現し、財の減価が交換に与える影響を解析する。解析により、財の減価が交換を活発にすることを確認するとともに、減価速度の違いが交換に与える影響を考察した。

2. 交換モデル

今回構築した物々交換モデルは N 人の主体 A_1, A_2, \dots, A_N と、 M 種類の財 G_1, G_2, \dots, G_M から構成される。主体の目的は、自分が欲求する財を他の主体との交換により入手して、消費もしくは貯蓄することである。主体は次のステップに従って行動する。

- step1) 全種類の財に対して欲求を発生させる。
- step2) 交換相手を指名する。
- step3) 指名した交換相手と財の交換を行う。
- step4) 財を消費する。
- step5) 財の生産を行う。

各主体はそれぞれ順番に step1 から step5 まで行動し、全主体 N 人の行動を 1 ターンとする。以下、それぞれの step について説明する。

2.1 欲求の発生

主体は全種類の財に対して欲求を発生する。主体 A_i の財 G_k に対しての欲求度 $u(i, k)$ は、以下の項目によって決定される。

- A_i が G_k を所持する個数 $en(i, k)$
- 全主体の G_k に対する欲求度の合計 (G_k の人気度)
- 毎ターン、ランダムに変化する A_i の指向 $rand$

第 1 項目で、主体は自分が所持する個数が少ない財ほど欲求する。これにより、主体は 1 種類の財に傾くことなく、全ての種類を均等に欲求する。第 2 項目では、人気が高い財ほど欲求する。各主体の欲求は基本的に第 1 項目、第 2 項目で決定されるが、第 3 項目は欲求の発生が決定論になるのを防いでいる。

A_i の G_k に対する欲求度 $u(i, k)$ を式 (1) に示す。

$$u(i, k) = \alpha(1 - en(i, k)) + \beta pop(k) + \gamma rand \quad (1)$$

(定数 α, β, γ は重み $\alpha + \beta + \gamma = 1$)

欲求度に影響する項目を変化させるため、各項に重み α, β, γ を与えた。

2.2 交換相手の指名

主体 A_i は、自分が最も欲求する財 G_m を入手するため、全ての主体の中から交換相手として最も適した主体 A_j を指名する。交換相手としての度合い $n(i, j, m)$ は、以下の項目によって決定される。

- A_j が所持する G_m の個数 $en(j, m)$
- A_j の G_m に対する欲求度 $u(j, m)$
- A_i, A_j 間の、過去の交換成立回数 $ex(i, j)$

主体は自分が所持する個数が多い財ほど欲求度が低くなることから、 $en(j, m)$ が多い相手を選ぶほど交換の成功率が高くなる。そのため第 1 項目では $en(j, m)$ が多い主体を選ぶようになっている。第 2 項目も交換成功率を高めるため、 $u(j, m)$ の低い相手を選んでいく。第 3 項目は、2.3 交換過程で述べる交換交渉のとき、過去に交換が成立した相手ほど交換が成功しやすいため、 $ex(i, j)$ の高い相手を選んでいく。

A_i の、 A_j に対する $n(i, j, m)$ を式 (2) に示す。

$$n(i, j, m) = \alpha en(j, m) + \beta(1 - u(j, m)) + \gamma ex(i, j) \quad (2)$$

(定数 α, β, γ は重み $\alpha + \beta + \gamma = 1$)

指名の度合いに影響する項目を変化させるため、各項に重み α, β, γ を与えた。

2.3 交換過程

交換交渉は、 A_j が A_i の持つ G_k と自分の持つ G_m を交換するか否かを評価する程度 $d1(j, k)$ と、 A_i が G_m を入手するために G_k を手放すか否かを評価する程度 $d2(i, k)$ を用いて行われる。

$d1(j, k), d2(i, k)$ とともに以下の項目により決定される。

- A_j, A_i の G_k に対する欲求度 $u(j, k), u(i, k)$
- A_j, A_i 間の過去の交換成立回数 $ex(j, i), ex(i, j)$

第 1 項目において、 $d1(j, k)$ は $u(j, k)$ が高いほど交換しようとする度合いが高くなり、 $d2(i, k)$ では $u(i, k)$ が低いほど G_k を手放そうとする度合いが高くなる。第 2 項目では、過去の交換回数が多いほど A_i と A_j は親密であり、相手が要求する財と交換してもよいと考え、交換しようとする度合いが高くなる。

*大阪工業大学 大学院

以下に $d1(j, k)$, $d2(i, k)$ を示す。

$$d1(j, k) = \alpha u(j, k) + \beta ex(j, i) \quad (3)$$

$$d2(i, k) = \alpha(1 - u(i, k)) + \beta ex(i, j) \quad (4)$$

(式 (3), 式 (4) において, 定数 α, β は重み $\alpha + \beta = 1$)

式 (3), 式 (4) とともに, G_k に対する評価に影響する項目を変化させるため, 各項に重み α, β を与えた。

次に, A_i と A_j の交換過程を以下に示す。

1. A_i の持つ全ての財 k に対して, $d1(j, k)$, $d2(i, k)$ を求める。
2. $d1(j, k)$, $d2(i, k)$ がいずれも閾値 $Xd1$, $Xd2$ を超え, $d1(j, k) + d2(i, k)$ が最大となる k を求める。
3. k が存在すれば A_i の持つ G_k と A_j の持つ G_m を交換する。(k が存在しなければ交換しない。)

2.4 消費・生産

各主体は自分が所持する財の中で, 欲求度が閾値 Xd_i を超える財を消費する。そして主体 A_i は自分が生産する財 G_{A_i} の所持数が 0 個ならば, 財 G_{A_i} を 1 個生産する。

3. 減価モデル

2. で述べた交換モデルでは, 時間に対する財の減価を考えなかった。しかし, 現実の財は必ず消耗, 減価する。そこで財が減価すると交換回数にどのような影響が出るのかを考察するため, 減価をモデルに取り入れる。減価モデルでは, 財は時間ごとに減価し, 価値が閾値 Xe を切ると (価値 $\leq Xe$) 消滅してしまう。時間をターン t , ターンの減価の割合を pd , 財 G_k の価値の初期値を v_{init} とすると, 財 G_k の価値 $v(t, pd)$ は以下ようになる。

$$v(t, pd) = v_{init} - pd \cdot t \quad (5)$$

ターンごとに価値が下がれば, その財に対する欲求度が低下する。よって式 (3), 式 (4) は以下のように変更できる。

$$d1(j, k) = \alpha(u(j, k)v(t, pd) + \beta ex(j, i)) \quad (6)$$

$$d2(i, k) = \alpha(1 - u(i, k)v(t, pd)) + \beta ex(i, j) \quad (7)$$

ここで, モデル全体の価値が低下しても, 交換閾値の効果を一定にするために, モデル全体の価値の合計と閾値 $Xd1, Xd2$ の比を一定とする。価値の合計を tv_c , 価値の合計の初期値を tv_{init} , 交換閾値 $Xd1, Xd2$ の初期値を $Xd1_{init}, Xd2_{init}$ とすると $Xd1, Xd2$ は以下ようになる。

$$Xd1 = (tv_{init} \cdot Xd1_{init}) / tv_c \quad (8)$$

$$Xd2 = (tv_{init} \cdot Xd2_{init}) / tv_c \quad (9)$$

4. シミュレーション結果

以上で定義したモデルにおいて, 主体の人数 $N = 100$, 財の種類 $M = 100$, 減価度 $pd = 0.25$, 財の初期価値 $= 1.0$ に設定した。以下の 4 タイプについてシミュレーションを行った。結果を表 1 に示す。

1. 相手の財と自分の財のどちらを評価するときも減価を考慮しないモデル
2. 相手の財を交換対象として評価するときのみ減価を考慮するモデル

3. 自分の財を手放す対象として評価するときのみ減価を考慮するモデル

4. 相手の財と自分の財のどちらを評価するときも減価を考慮するモデル

表 1 では, タイプ 3 の交換成功率が 71% と最も高い。これは, 財を手放すときに減価を考慮するため, 自分が所持する財に対して欲求度が低くなるためである。タイプ 2 の交換成功率は 20% と最も低くなっているが, これは相手の財を評価するとき減価を考慮するため, 相手の財に対して欲求度が低くなり, 財を受け取りにくくなるためである。

表 1: 減価タイプと交換成功率

減価タイプ	交換成功率
タイプ 1.	26%
タイプ 2.	20%
タイプ 3.	34%
タイプ 4.	22%

次に, 財の減価度 pd が交換に与える影響を解析するため, pd の値を 0.1~1.0 まで変化させ, 最も交換が活発であったタイプ 3 を用いてシミュレーションを行った。結果を図 1 に示す。図 1 では, pd に比例して交換成功率が上昇し, $pd = 0.9$ のとき交換成功率は 71% となっている。これは減価する速度が早いために, 主体は自分の欲求よりも減価した財を手放すことに比重をおいたためである。 $pd = 1.0$ になると交換成功率は 17% と急激に低下する。これは減価する速度が早過ぎるため, ほとんどの財が 1 ターンで消滅してしまい, 各主体は自分が欲求する財を持つ交換相手を見つけることが困難になるためである。

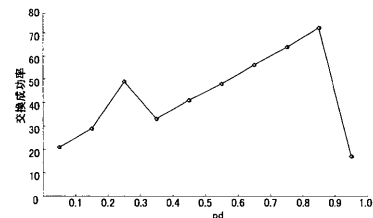


図 1: pd と交換成功率

5. まとめ

本研究では, 財の減価を考慮した物々交換経済をマルチエージェントシステムで実現し, 財の減価速度が交換に与える影響を考察した。今回は全ての財の pd を同じ値に設定した。今後は, pd の違う財を組み合わせることにより, 交換にどのような影響をあたえるかを考察する。また, 実際の貨幣システムへの具体的な応用も提案していく。

参考文献

- [1] 河邑厚徳, エンデの遺言, NHK 出版, 2000.
- [2] 安富歩, “貨幣の自成と自壊”, 数理科学, no.368, pp.48-52, 1994.