

## 2F-03 利己的なエージェントの集団における貨幣交換の創発

長谷川 敦士, 植田 一博

東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系

### 1 はじめに

Carl Menger[1] のコンセプト, 「利己的でなんら中央集権的な権力が介在しない状況で, 個人の欲求から貨幣は生まれうる」を実装するために, これまでにいくつかの計算モデル, 理論モデルが提案されてきていた (Iwai[2], Kiyotaki and Wright[3]).

これらのモデルにおいては, 個人の行動を外部からの入力に基づく行動決定アルゴリズムとして記述した, 経済主体 (エージェント) が定義される. ここで貨幣概念の創発とは, 明示的に貨幣の知識を持たないようなエージェントの系において, 貨幣的なふるまいを示すような物質や現象があらわれることをいう. 本研究では, 利己的な振舞いを定義したエージェントの物々交換から貨幣的な役割を持つ商品が現象を紹介する.

### 2 貨幣交換モデル

まず環境として,  $N$  人のエージェントと  $N$  個の商品がある状況を考える. 系においてエージェントにはエージェント同士の 1 対 1 の相互作用だけが許され, エージェントは系全体に関する情報は手に入れることができないとする. 各エージェントはそれぞれ固有の商品を生産することが可能である. またエージェントは自分の生産できる商品を含めた全ての商品を保持することができる. エージェントは, 常に自分の生産できるもの以外のなんらかの単一の商品を欲求しており, エージェントはその商品を獲得するために, 他のエージェントに対して自分の保持しているものとの交換を呼びかける.

この状況において任意の 2 人のエージェントを選びだし, 彼らに交換を行わせるとき, 交換はなかなか成立しない. このことは, 「欲求の二重の一致問題」として知られている. この困難を解消するために, エージェントに「人気の高い商品は自分が必要なくても受け取る」とい

うルールを持たせる.

エージェントが持ちうる商品の人気に関する情報は「各々個人がその商品を系においてどれだけ人気が高いと考えているか」で規定する. そしてあるエージェントがある商品に関して十分人気が高いと考えるとき, すなわちある商品の評価が一定以上となったときに, そのエージェントは自分が欲していなくても相手から交換の対象としてその商品を受け取ることにする. 評価のために人気の評価の閾値  $P$  を導入し, 人気の評価の値が  $P$  の値よりも大きいときエージェントはその商品が人気があると考えるとする.

さて, このようなエージェント達に対して以下のような交換手順を考える.

1. 系のなかからランダムに 2 人のエージェントを選び出し, エージェントはお互いに相手に対し自分が欲するか人気の高いと考えている商品を要求する.
2. お互いに要求する商品が存在した場合, エージェント達は優先順位の最も高い商品を交換する.
3. もし自分の欲していた商品を手に入れられたならば, エージェントはその商品を消費し, 生産できる商品がなくなっていたらそれを生産する.
4. エージェントはお互いに相手の欲求している商品に関して自分の商品に関する人気の評価を更新する.

この交換手順を 1 取引とよぶことにする. ( $N \times 10$ ) 取引を 1 ターンとよぶ. これらの条件で計算機上でシミュレーションを行った.

#### 2.1 貨幣の創発

さて, 先程の単純な物々交換においては, 交換はほとんど成立しないため, エージェントは欲求する商品を消費することができなかった. そこで, この人気の高いものをを受け入れるルールを適用した場合, エージェント

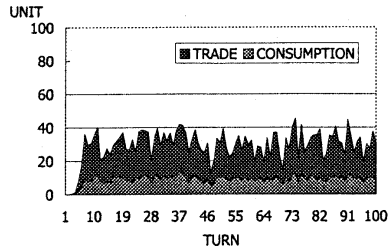


図 1: 人気の評価の閾値  $P = 2$  のときの、エージェントの交換活動数と消費数

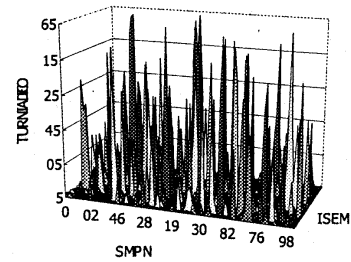


図 2: 人気の評価の閾値  $P = 2$  のときの、各商品の人気の評価の高さ (その商品を何人のエージェントが最も人気が高いと考えているか)

の消費、交換活動がどのように変化するかを調べる。

図 1 に、 $P = 2$ 、 $N = 50$  のときの各ターンにおけるエージェントの交換活動の成立した数と系の中の消費数の合計を示す。ここで **TRADE** はエージェント間の取引において、エージェントの欲求するものが交換されなくてもなんらかの交換が成立した回数、**CONS** は実際にエージェントが欲求している商品を手に入れた、それを消費できた回数をあらわす。図 2 には各ターンにおける、それぞれのアイテムについて、それを最も人気が高いと考えているエージェントの数を示す。

図 1 によると、エージェントは数ターン目から商品の交換活動を行えるようになり、それに伴ってエージェントは欲求している商品の消費も可能となった。図 2 によるとターンごとに常にエージェント達の人気の評価はなんらかの商品に集中している。この特定の商品への人気の集中が、系の全てのエージェントがその商品を受け入れる状況をつくり出し、これによってその人気の高い商品を交換の媒体として用いることが可能となる。そしてその結果エージェントは自分の本当に欲求している商品を手に入れるようになる。この人気の評価の高い商品は、系において欲求の二重の一致による交換の困難を解消する働きをもっている。このためにこのシステム自体をある種の貨幣であると考えることができるであろう。通常我々の社会における貨幣は、価値の貯蓄などの問題から共通に認めた単一の商品を用いる。しかし交換の困難を解消するためだけであればこのような複数の商品を選択するような状態の貨幣でも機能すると言える。

### 3 おわりに

利己的なエージェントが、ルールを拡大することによって単純な物々交換から交換の媒介のための商品を通じた交換を行う現象を観察した。この交換の媒介のための商品はある種の貨幣であると考えることが可能である。また、エージェントの協調作業は情報交換を通じてよりいっそう促進される結果となった。

### 参考文献

- [1] Menger, C. (1871), Principles of Economics, translated by J. Dingwall and B. F. Hoselits.
- [2] 岩井 克人 (1993), 貨幣論, 筑摩書房, 東京
- [3] Kiyotaki, N., and R. Wright (1989), On money as a medium of exchange, *Journal of Political Economy*, 97: 927-954.