

基軸通貨の創発における規則性に関する研究

佐々木雄一[†] 川村 秀憲[†] 車谷 浩一^{††} 大内 東[†]

[†] 北海道大学大学院工学研究科 〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目
^{††} 産業技術総合研究所 サイバーアシスト研究センター 〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6
E-mail: †{yuichi,kawamura,ohuchi}@complex.eng.hokudai.ac.jp, ††kurumatani@w-econ.org

あらまし 本研究では、貿易や国際経済の問題を考える上で重要な要素となる基軸通貨について取り上げる。通貨選択の基準として通貨の信用度の概念を導入した人工国際貿易モデルを用い、基軸通貨がボトムアップに創発する現象を観察する。実験の結果をもとにユーロが基軸通貨になる可能性について検討する。また、基軸通貨国の創発とそれに伴うパターンについて考察した。

キーワード 人工市場, マルチエージェント・シミュレーション, 基軸通貨, 国際貿易, X-Economy

Regularity in Emergence of Key Currency

Yuichi SASAKI[†], Hidenori KAWAMURA[†], Koichi KURUMATANI^{††}, and Azuma OHUCHI[†]

[†] Graduate School of Engineering, Hokkaido University

Kita 13 Nishi 8, Kita-ku, Sapporo, 060-8628 Japan

^{††} Cyber Assist Research Center (CARC),

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Aomi 2-41-6, Koto-ku, Tokyo, 135-0064 Japan

E-mail: †{yuichi,kawamura,ohuchi}@complex.eng.hokudai.ac.jp, ††kurumatani@w-econ.org

Abstract In this research, we take up the key currency as an important factor of considering world economy and international trade. We propose an international trade model with the currency credibility as a criterion of selection of the payment method. We observe the process of emergence of key currency.

Key words Artificial Market, Multi-Agent Simulation, Key Currency, World Trade, X-Economy

1. はじめに

2002年1月、EUの共通通貨ユーロの一般の使用が開始された。第二次大戦後アメリカ・ドルが基軸通貨としての役割を果たしてきたが、アメリカ・ドルの国際的な機能は1980年代以降、次第に後退してきた。さらに、ユーロの登場によりGDPでアメリカに匹敵する通貨圏が現れたことでユーロが基軸通貨になる可能性や、東アジア地域における円通貨圏の可能性などが議論されている。このような背景から、基軸通貨創発のメカニズムを明らかにすることは重要な問題であると考えられる。

基軸通貨とは国際間の決済や金融取引に広く使用される通貨のことである。基軸通貨が生成するための経済的な条件としては、

- (1) 当該国の経済規模が大きいこと、
- (2) 安定的・非インフレ的な金融政策が運営され、通貨価値の安定性が維持されること、
- (3) 自由かつ開放的な金融・資本市場が形成され、各国が

それに容易にアクセスでき、かつ流動性を確保できること、

(4) 当該国が経常収支黒字国(資本輸出国)であること、という4つの条件が挙げられる[1]。国際取引において決済に用いられる通貨は取引の当事者のどちらかの国の通貨が用いられる場合もあれば、第三の国の通貨を用いる場合もありうる。このような状況では取引を成立させるためにどの通貨で支払を行うかという選択と、取引相手の合意が必要となる。基軸通貨であるということは、当事者の国籍にかかわらず取引の決済に用いられる通貨であることを意味する。

本研究では、取引を行う多数の主体(エージェント)を構成要素とし、決済手段の選択基準として通貨の信用度の概念を導入したモデルを構築し、基軸通貨が創発する現象を観察する。

2. 国際貿易モデル

ここでは発達した金融システムの存在しないできるだけ単純なモデルを考える。このモデルには、複数の国が存在し、それぞれの国の国内市場では自国の通貨によって商品が取引され

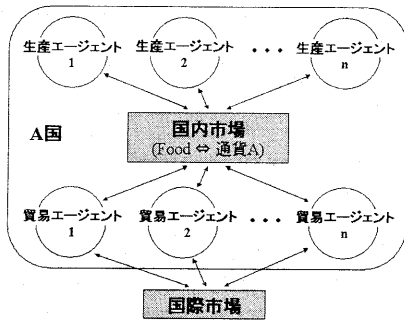


図1 国内市場の概念図

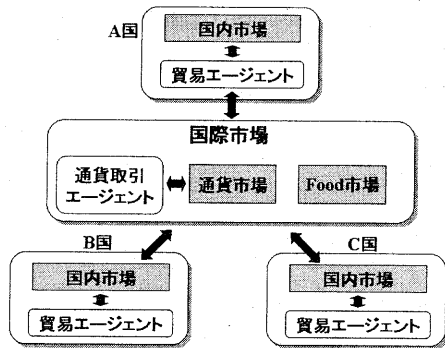


図2 国際市場の概念図

る。国内市場（図1）はK. Steiglitz等[2]のモデルをベースにした。このモデルではエージェントが比較優位の原理によって生産物を決定していることから、国際貿易のモデルに拡張した場合に、国家間の生産の役割が観察できると考えられる。

財の種類は単純化のためFoodという消費財と、交換の媒体として用いられる各国の通貨のみである。各国には生産と消費を行う生産消費エージェントと、国を越えて取引を行う、貿易エージェントが存在する。生産消費エージェントは毎期Foodか自国通貨のどちらか一方を生産し、Foodを一定量消費する。生産される財は生産力と前回の価格をもとに価値の高い方が選択される。生産消費エージェントはFoodの保有量を一定に保つために国内市場でFoodを売買する。一方、貿易エージェントは生産・消費を行わないエージェントである。このエージェントは裁定取引、つまり市場間の価格差を利用して安い市場でFoodを買い、高い市場でFoodを売ることで利益を得ようとする。自国と他国の価格差が一定の割合以上あるときに売り買いの注文を、国内市場と国際市場に同時に出す。異なる国に属する貿易エージェント同士の取引は全て国際市場を通して行われる。

図2は国際市場の概念図である。国際市場には通貨市場とFood市場が存在し、貿易エージェントが取引を行う。通貨市場では通貨同士の交換を、Food市場ではFoodと通貨の交換を行う。Foodの取引方法はランダムに選ばれた一組の貿易エージェントが一对一で行う相対取引である。Food市場での決済

にはいずれかの国の通貨が用いられるが、その決定は貿易エージェントが持つ通貨の信用度によって行われる。さらに、通貨市場には通貨取引エージェントというエージェントが存在する。このエージェントは通貨市場で通貨レートの高いときに買い、低いときに売ることによって、利益を得ようとする。

各エージェントの各財に対する取引の目的をまとめると、生産消費エージェントはFoodの実需的な取引を行い、貿易エージェントはFoodの投機的な取引を行う。また、貿易エージェントはFoodの買い付けに必要な通貨の実需的な取引を行い、通貨取引エージェントは通貨の投機的な取引を行う（表1）。したがって、全ての財に対し実需的、投機的取引が存在する。

表1 各エージェントの各財に対する取引の目的

	実需的取引	投機的取引
Food	生産消費エージェント	貿易エージェント
通貨	貿易エージェント	通貨取引エージェント

3. 通貨の信用度

通貨の信用度の概念を導入するのは、国際市場ではどの通貨で支払を行うかが問題となり、支払方法の選択の基準が必要となるためである。ここでは、安富[3,4]による物々交換のモデルベースにし変更したものを使用する。

本研究での通貨の信用度とは、取引相手が各通貨に対して持つ需要の大きさを示す変数のことである。商品の売り手が決済の手段としてある通貨での支払を要求すると、売り手はその通貨を欲していることになる。一方、商品の買い手が決済の手段としてある通貨で支払いたいと要求しても、買い手はその通貨を欲していることにはならない。

以上のことを考慮して、国際市場でのFood取引において買い手のときは売り手が要求する通貨の信用度を上げるが、売り手のときは信用度を変化させないことにする。通貨の信用度は国際Food市場で取引を行う貿易エージェントのみが持ち、各貿易エージェント毎に各国通貨に対する信用度の値は異なる。 k 国の貿易エージェント j が持つ k^* 国の通貨の信用度は次のように計算される。

$$C_{(k,j)}^{k^*}(t) = C_{(k,j)}^{k^*}(t-1) + \alpha \cdot amount_{(k',j')}(t), \quad (1)$$

ここで、 $amount_{(k',j')}(t)$ はFoodの売り手、 k' 国の貿易エージェント j' が提示したFoodの量で、 α は正の定数である。さらに、各国の通貨の信用度の合計が1になるように正規化する。つまり、次式によって置き換えられる。

$$C_{k,j}^{k^*}(t) = \frac{C_{k,j}^{k^*}(t)}{total_{(k,j)}(t)}, \quad (2)$$

ここで、

$$total_{(k,j)}(t) = \sum_{l=1}^N C_{k,j}^l(t) \quad (3)$$

とする。

貿易エージェントは最も信用度の高い通貨を支払手段として

要求する。買い手は、(1)式にしたがって要求された通貨の信用度を上げる。支払手段の通貨が一致しなければ、一致するまでどちらかが替わりの通貨を提示する。信用度の値がある閾値 T より小さい通貨は受け取らないことで、国際市場で取引に使用される通貨とされない通貨が現れる。始めは自国の通貨の信用度を 100%とする。

信用度が高い通貨ほど過去に取引相手の需要が多く、国際市場での使用機会が多いと予測するので、貿易エージェントは各国通貨の保有量の比率が信用度の比率と同じになるように、通貨市場で取引を行う。つまり、信用度の比率によって理想的な通貨の保有量が決まり、その量を超えたときには売り、不足したときには買う。しかし、自国通貨に限っては、ある程度の保有量がないと自国で Food を買い付けることができなくなるため、保有する通貨量全体の何割かを保とうとする。この割合を λ とする。

4. エージェントの設計

4.1 生産消費エージェント

生産消費エージェントは Food と自国通貨を生産することができる。生産できる財の量は各生産消費エージェントの持つ生産力によって決定される。 k 国の生産消費エージェント i の Food の生産力を $skill_{(k,i)}^f$ とし、通貨の生産力を $skill_{(k,i)}^c$ と表記する。生産消費エージェント i は、Food の価値よりも通貨の価値が高いとき、つまり以下の条件を満たすとき通貨を生産、満たさないときには Food を生産する。

$$skill_{(k,i)}^c > P_k(t-1) \cdot skill_{(k,i)}^f, \quad (4)$$

$P_k(t-1)$ は k 国の前期の Food 価格である。生産消費エージェントは Food の保有量が望ましい量になるように国内市場で取引を行うが、このときの望ましい Food の在庫量を *reservelevel* と表す。Food の在庫量が *reservelevel* を超えたときに Food を売り、反対に不足したときには Food を買う。Food の在庫量と *reservelevel* の差が注文量となる。生産消費エージェントは Food の保有量が不足しているときほど高い注文価格をつける。また、通貨の保有量が多いときほど高く買い、安く売る。 k 国の生産消費エージェント i の Food の保有量を $food_{(k,i)}$ 、通貨の保有量を $currency_{(k,i)}$ 、全ての生産消費エージェントの *reservelevel* を r とすると、 k 国の生産消費エージェント i の t 期における Food の注文価格は次式で表すことができる。

$$Bid_{(k,i)}(t) = B(f_{(k,i)}, c_{(k,i)}) \cdot P_k(t-1), \quad (5)$$

ここで

$$\begin{aligned} f_{(k,i)} &= food_{(k,i)} / r \\ c_{(k,i)} &= currency_{(k,i)} / (P_k(t-1) \cdot r) \\ B(f_{(k,i)}, c_{(k,i)}) &= (B(0, c_{(k,i)}))^{(1-f_{(k,i)})} \\ B(0, c_{(k,i)}) &= b_{0\infty} - (b_{0\infty} - b_{00}) e^{-\gamma c_{(k,i)}} \\ B(0, 0) &= b_{00}, \quad B(0, 1) = b_{01}, \quad B(0, \infty) = b_{0\infty} \\ \gamma &= \ln \left(\frac{b_{0\infty} - b_{00}}{b_{0\infty} - b_{01}} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

となり、 $B(0, 0)$, $B(0, 1)$, $B(0, \infty)$ は関数 $B(f_{(k,i)}, c_{(k,i)})$ のパラメータである。

4.2 貿易エージェント

貿易エージェントは Food の空間的な投機、すなわち同じ時点で存在する異なる場所での価格差を利用した取引を行う。貿易エージェントは大きく分けて 2 種類の取引、すなわち、Food の取引と通貨同士の取引を行う。 k 国の貿易エージェント j は (7) の条件を満たすときに国内市場に買いの注文を出し、同時に国際市場に売りの注文を出す。

$$\begin{aligned} P_{MAX_k}(t-1) - P_k(t-1) &> P_k(t-1) - P_{MIN_k}(t-1) \\ margin_{k,j} &> P_{MAX_k}(t-1) / P_k(t-1) - 1, \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、 $P_{MAX_k}(t-1)$, P_{MIN_k} はそれぞれ、各国の Food 価格を自国の通貨レートに換算し、その中の最も高い価格と最も安い価格である。 $margin_{(k,j)}$ は各生産消費エージェントに定められた正の定数である。この $margin_{(k,j)}$ の値が大きいくほど、より価格差が大きいくときに取引を行う。エージェント j の注文価格は $P_k(t-1) \cdot (1 + margin_{(k,j)}) / 2$ となる。

(7) の条件を満たさず、かつ次式 (8) の条件を満たすときに国内市場に売りの注文を出し、同時に国際市場に買いの注文を出す。

$$\begin{aligned} P_{MAX_k}(t-1) - P_k(t-1) &< P_k(t-1) - P_{MIN_k}(t-1) \\ margin_{(k,j)} &< 1 - P_{MIN_k}(t-1) / P_k(t-1) \end{aligned} \quad (8)$$

このときの、エージェント j の注文価格は $P_k(t-1) \cdot (1 - margin_{(k,j)}) / 2$ となる。注文量は、保有する通貨と Food の量が負にならない範囲で買えるだけ買い、売れるだけ売る。通貨同士の取引は、通貨の保有量が理想的な保有量を下回るときに買い、上回るときに売る。保有量が理想的な保有量より少ないときほど高く、多いときほど安い注文レートをつける。 k 国の貿易エージェント j の通貨 k^* の注文レート $Bid_{rate}_{(k,j)}^{k^*}(t)$ は (9) 式のようになる。

$$\begin{aligned} Bid_{rate}_{(k,j)}^{k^*}(t) &= \exp(\log \beta \cdot (1 - M_{k,i})) \cdot rate^{k^*}(t-1) \\ M_{(k,i)} &= money_{(k,i)}^{k^*} / q_{(k,i)}^{k^*}, \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、 $rate^{k^*}$ は $t-1$ 期の通貨レートであり、 $money_{(k,i)}$ は通貨の保有量、 $q_{(k,i)}^{k^*}$ は以下の式で求められる。

$$q_{(k,i)}^{k^*} = \frac{(1-\lambda) \cdot C_{(k,i)}^{k^*} \cdot \sum_{I=1}^N C_{(k,i)}^I(t) \cdot P_I(t-1)}{\sum_{I=1}^N C_{(k,i)}^I(t)} \quad (10)$$

4.3 通貨取引エージェント

通貨取引エージェントは通貨の時間的な投機、すなわち同じ場所における異なる時点での取引を行うエージェントである。つまり、通貨レートの安いときに買い、高いときに売ることで利益を得ようとする。現実には貿易業者も通貨の投機を行っているが、ここでは通貨の投機の影響を明らかにするためその機能を分離している。このエージェントは毎期、全通貨の組合せに対して売買注文を出す。つまり A, B, C という 3 種類の通貨がある場合には、A に対して通貨 B, C の買いの注文を出し、

B, Cについても同様な、全部で6通りの注文を出す。

通貨取引エージェントは過去の交換レート履歴をもとに予想レートを求め、それを用いて注文レートを決定する。予想レートは全てのエージェントで同様に計算される。通貨 k_1 から通貨 k_2 に交換するときの予想レート $F_{k_1}^{k_2}(t)$ は (11) 式のようになる。

$$F_{k_1}^{k_2}(t) = (1 - \gamma) \cdot F_{k_1}^{k_2}(t-1) + \gamma \cdot R_{k_1}^{k_2}(t-1), \quad (11)$$

$R_{k_1}^{k_2}(t-1)$ は前期の通貨レートで、 γ は正の定数である。通貨取引エージェント h の注文レート $Bid_{k_1}^{k_2}$ は (12) 式のように決定される。

$$Bid_{k_1}^{k_2}(t) = F_{k_1}^{k_2}(t) \cdot (1 - margin_{(k,h)}), \quad (12)$$

ここで、 $margin_{(k,h)}$ は各エージェント毎に異なる正の定数である。通貨の保有量に比例して注文量も多くなる。 $Bid_{k_1}^{k_2}$ は通貨取引エージェント h が通貨 k_1 で通貨 k_2 を買うときの注文量であり、以下の式で表せる。

$$Bid_{k_1}^{k_2}(t) = amount_{k_1,h} / (CN - 1), \quad (13)$$

ここで、 $amount_{k_1,h}$ は通貨取引エージェント h の保有する通貨 k_1 の量である。 CN は通貨の種類の数であり、国の数と等しい。つまり、通貨 A を通貨 B, C に対して売る場合、 $amount_{A,h}/2$ ずつ売りの注文を出す。

5. 市場の価格決定

市場の価格決定にはいろいろな方法が考えられるが、このモデルでは2種類の方法を用いる。一つは、国内市場での Food の取引と通貨市場での価格決定に用いられる方法である。これらの市場は、各エージェントから注文を集め、需要と供給が均衡するように価格を決定し、エージェントに市場価格を知らせる。もう一つは、国際市場の Food 市場に用いられる価格決定方法である。ここではエージェント同士が対一で交渉する相対取引が行われる。この市場では、交渉相手がランダムに組み合わせられる。取引価格はそれぞれの組毎に異なり、売り手と買い手の注文価格の中間の価格が最終的な取引価格となる。各エージェントが1期に交渉できる相手は1エージェントのみである。

6. 実験設定

人工国際貿易市場は X-Economy system[5,6,7] を用いて実装された。実験は国家数 2~8 で行った。各国の生産力は全く等しく、国の違いによるエージェントのパラメータの差はない。つまり、A 国に存在するエージェントと全く同じパラメータを持ったエージェントが B 国・C 国にも存在する。生産消費エージェントと貿易エージェントの数は各国にそれぞれ 10 エージェントずつ、どこの国にも属さないエージェントの通貨取引エージェントは 10 エージェント存在する。生産消費エージェントと貿易エージェント・通貨取引エージェントはそれぞれ No1~10 の番号が付けられ、番号によって区別できる。エージェントの

表 2 生産消費エージェントの生産力と貿易エージェントと通貨取引エージェントの $margin$ の値

生産力			Margin	
No.	Food	通貨	No.	margin
1	90	360000	1	0.01
2	120	330000	2	0.05
3	150	300000	3	0.09
4	180	270000	4	0.13
5	210	240000	5	0.17
6	240	210000	6	0.21
7	270	180000	7	0.25
8	300	150000	8	0.29
9	330	120000	9	0.33
10	360	90000	10	0.37

表 3 各エージェントのパラメータ設定

生産消費エージェント	
Reservelevel:	3000
初期通貨保有量:	3000000
初期 Food 保有量:	3000
1 期当たり Food 消費量:	100
$\alpha = 5 \times 10^{-5}$	
$b_{00} = 4, b_{01} = 8, b_{0\infty} = 16$	
貿易エージェント	
初期通貨保有量:	1000000
初期 Food 保有量:	0
閾値 T:	10%
λ :	30%
$\beta = 1.5$	
通貨取引エージェント	
初期通貨保有量:	各 1000000
$\gamma = 0.03$	

番号と生産消費エージェントの生産力、貿易エージェント・通貨取引エージェントの $margin$ の値の対応は表 2 の通りである。通貨の交換レートの初期値はどの通貨の組合せも 1.0 とする。

7. 結果と考察

7.1 基軸通貨の創発

ここでは国際市場で決済の手段として使用されている通貨を決済通貨と呼び、全ての貿易エージェントによって使用される決済通貨を基軸通貨と定義する。

各国のエージェントのパラメータや Food の初期価格が全く等しい場合、すなわち完全な対称性を持つ場合、各国の Food の価格変動が全く等しくなるため各国間に価格差が生じない。貿易エージェントは価格差を利用して取引を行うエージェントなので、国際市場で取引を行う誘因が生じず、貿易が起これない。したがって、どの国の通貨も決済通貨として使用されなかった。

貿易が行われるためには、各国間に価格差が生じなければならぬ。そのためには、各国のパラメータの初期値にばらつき

が必要である。生産消費エージェントの Food の初期保有量や貿易エージェントの *margin* の値を国ごとに異なる値にすると、価格の変動の仕方が違いが現れ価格差によって貿易が行われるが、ここではエージェントのパラメータは変更せず、Food の初期価格を各国毎に異なる値にする。各国の Food の初期価格に差がある場合、たとえ僅かな差であっても、その後に価格差が拡大すれば、いずれ貿易エージェントが注文を出す。貿易エージェントが国際市場に注文を出すことで、貿易エージェントの通貨の信用度が変化し、決済通貨として使用される通貨が現れる。実験の結果、初期の段階では複数の通貨が決済通貨として使用されたが、最終的には決済通貨は必ず一つになった。つまり、決済通貨は共存せず、最終的にどれか一つだけが残る、基軸通貨となる。さらに、Food の初期価格を固定し繰り返し実験を行った結果、各試行毎に基軸通貨国が異なった。各試行毎に基軸通貨国が異なるのは、国際市場での Food 取引で取引相手をランダムに選択するからである。そのため、価格変動を予測することはできず、Food の初期価格からどの国の通貨が基軸通貨になるか予測することはできない。

以上より、各国が完全な対称性を持つ場合、貿易が行われず基軸通貨も創発しないというただ 1 通りの結果が得られる。一方、 n カ国で実験を行い、何らかの非対称性が存在する場合、 n カ国の内いずれか 1 カ国が基軸通貨国となり、その他の国が非基軸通貨国となる n 通りの結果が予想される。

各国のエージェントの生産能力が等しい場合、どの国にも基軸通貨国になるための決定的な要因はなく、その確率は同じ程度であるが、生産力に偏りをもたせた場合は基軸通貨国になる確率にも偏りが現れると考えられる。そこで、ある 1 カ国の生産消費エージェントの Food と通貨の生産力を増加させて実験を行った結果、生産力が大きいほど基軸通貨国になる確率が高くなることを確認した。

7.2 信用度の変化

図 3 は 8 カ国で実験を行ったときの A 国の貿易エージェントが持つ通貨の信用度の平均値の変化である。初期の段階では自国通貨を除く通貨の信用度の変化の仕方にはほとんど違いはない。1000 期を過ぎたあたりから、D 国の通貨の信用度の変化が急激に速くなる。D 国の通貨の信用度は増加し続け、1300 期あたりからその他の通貨の信用度は減少し続ける。つまり、一つの基軸通貨とそれ以外の非基軸通貨に分かれていく。これは、他国の通貨の信用度が最も高いエージェントが現れ始め、そのエージェントから正のフィードバックを受けることによって、特定の通貨の信用度の増加する速度が速くなっていくためである。この傾向は国の数が多いときほど顕著である。最終的に全ての貿易エージェントの通貨の信用度が共通の通貨に収集すると、それ以外の通貨が国際市場で使用されることがなくなり、もはや基軸通貨の地位を奪うことはできなくなる。

このモデルにおいては、基軸通貨が存在しないときには基軸通貨は自発的に発生するが、すでに基軸通貨が存在する場合には、他の通貨が既存の基軸通貨に取って代わることは不可能であるという結果が得られた。過去の歴史を見ると、かつて基軸通貨であったイギリス・ポンドに取って代わりアメリカ・ドル

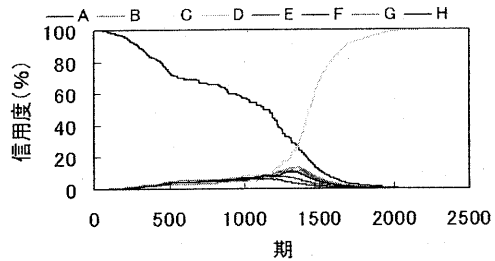


図 3 A 国の貿易エージェントが持つ通貨の信用度の平均の変化

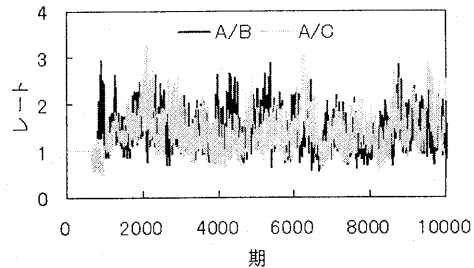


図 4 通貨レートの変化

表 4 各国の財の総生産量 (括弧内は順位)

	A 国 (基軸通貨国)	B 国	C 国
Food	9348120(3)	11491620(1)	11225940(2)
通貨	18502920000(1)	16896570000(3)	17105640000(2)

が基軸通貨となったが、アメリカが世界最大の工業国、経済大国になってから、ドルがグローバルな基軸通貨に成長するまでに約 80 年もの期間がかかっている。ユーロがドルに取って代わり基軸通貨になる可能性について考えてみると、この実験の結果と過去の歴史は、ユーロが基軸通貨になるのは非常に難しく、例え基軸通貨になるとしてもかなりの年月を要することを示唆している。

次に、ユーロとドル、あるいはそれに円を加えた通貨がいずれも主要な国際通貨として機能することができるかという可能性について考えてみたい。実験結果では、最終的に二種類以上の決済通貨が同時に共存することはなかった。したがって、複数の通貨が主要な国際通貨として機能することはありえないことを示唆している。しかし、地理的条件が通貨圏を形成する要因であるならば、複数の通貨が主要な国際通貨として機能する可能性を否定することはできない。

7.3 通貨レートの変化

図 4 は、基軸通貨 A の通貨 B, C に対する交換レートの変化を表している。この図から、基軸通貨のレートがその他の通貨に対して高くなっていることがわかる。これは、基軸通貨になることで自国の貿易エージェントだけでなく、他国の貿易エージェントも決済の手段として保有するようになり、需要が増加したためである。言い換えると、基軸通貨は国内市場だけでなく国際市場でも決済の手段として使用されるため過大評価されている。

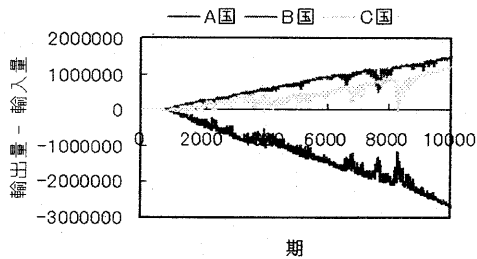


図5 輸出入量の変化

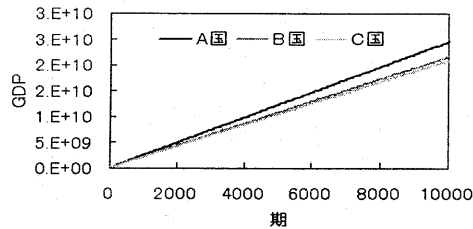


図6 GDPの変化

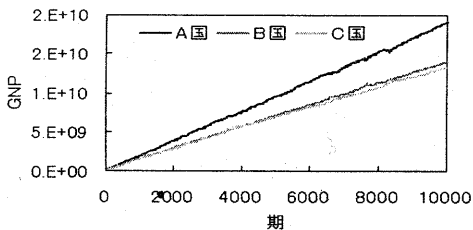


図7 GNPの変化

7.4 生産傾向の変化

表4は3カ国で実験し、10000期の間に各国で生産された財の量を表にしたものである。基軸通貨国は非基軸通貨よりも通貨の生産量が多くFoodの生産量は少なかった。これは、基軸通貨のレートが過大評価されているため、国際的に見た基軸通貨国のFoodの価格が相対的に高くなり、輸入が増加し国内のFood価格は下落することによって、生産消費エージェントの生産が通貨の生産にシフトしたからである。

図5は各国の輸出量と輸入量の累積の差を表したものであり、値が正のとき輸出傾向が強く、負のときは輸入傾向が強いことを表している。この図からも、基軸通貨国の輸出傾向が最も高いことがわかる。

7.5 GDP・GNPの変化

k 国のGDPとGNPをそれぞれ次のように定義する。

$$GDP_k =$$

$$\sum_i \sum_i \{ production_{k,i}^e(t) + production_{k,i}^f(t) \cdot Pe_k \} \quad (14)$$

$$GNP_k = \sum_i \{ currency_{(k,i)}^k + food_{(k,i)} \cdot Pe_k \}$$

$$+ \sum_j \{ \sum_{k^*} currency_{(k,j)}^{k^*} + food_{(k,j)} \cdot Pe_k \} \quad (15)$$

ここで、 Pe_k は k 国のFoodの平均価格を表し、

$production_{k,i}^e(t)$, $production_{k,i}^f(t)$ はそれぞれ、 k 国の生産消費エージェント i の t 期における通貨とFoodの生産量、 $currency_{(k,i)}^k$, $food_{(k,i)}$ はそれぞれ自国通貨とFoodの保有量を表す。また、 $currency_{(k,j)}^{k^*}$ と $food_{(k,j)}$ は k 国の貿易エージェント j が保有する自国通貨建て k^* 国の通貨量とFood量である。

図6, 7はそれぞれ基軸通貨国であるA国の通貨単位に換算したGDP, GNPの変化を表した図である。ただし、通貨レートを全期間の平均値として換算した。この図から、基軸通貨国のGDP, GNPが非基軸通貨国に比べて大きいことがわかる。また、通貨レートを初期値、つまり1.0として計算すると、基軸通貨国のGDPが最小になり、GNPも基軸通貨国が最大になるとは限らなかった。したがって、基軸通貨国の基軸通貨建てGDP, GNPが最大になった理由は基軸通貨国になったことによる通貨の過大評価が原因である。

8. おわりに

各国間の僅かなFoodの価格差によって貿易が始まり基軸通貨が創発した。基軸通貨の創発は一国のみの通貨価値を過大評価させた。基軸通貨の過大評価は、基軸通貨国のGDPとGNPの増大、通貨生産へのシフト、輸出傾向の増大などの原因となった。これら、基軸通貨国と非基軸通貨国の間に存在する非対称性は全てFoodの初期価格の僅かな価格差を原因とする対称性の破れによって生じている。

一般に基軸通貨国になるための条件として経済規模が大きいことが挙げられている。言い換えれば、GDP, GNPや輸出入量が多いということになる。しかし、実験では、基軸通貨が存在しないときにはこの条件を満たしていても基軸通貨国になり、基軸通貨国になることで経済規模が大きくなることがわかった。また、すでに基軸通貨が存在するときには、基軸通貨国になるための条件を満たしていても基軸通貨国になることは困難である事が示唆された。

文 献

- [1] 河合正弘, "通貨地域の形成と基軸通貨の選択," 経済分析-政策研究の視点シリーズ, 第08号, 経済企画庁経済研究所, 1997.
- [2] K. Steiglitz, M. L. Honig, and L. M. Cohen, "A Computational Market Model Based on Individual Action," Chapter 1 in Market-Based Control, A Paradigm for Distributed Resource Allocation, Scott Clearwater (ed.), World Scientific, Hong Kong, 1996.
- [3] A. Yasutomi, "The emergence and collapse of money," Physica D, Vol. 82, pp.180-194, 1995.
- [4] 安富歩, "貨幣の複雑性," 創文社, 東京, 2000.
- [5] H. Kawamura, A. Ohuchi and K. Kurumatani, "Development of X-Economy System for Simulation of Multi-Agent Economy," In Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems, pp.188-197, IOS Press, 2002.
- [6] K. Kurumatani and A. Ohuchi, "World Trade League: A Computational Simulation Framework for Economic Systems." In Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems, pp.179-187, IOS Press, 2002.
- [7] X-Economy Project official home page, <http://www.x-econ.org>