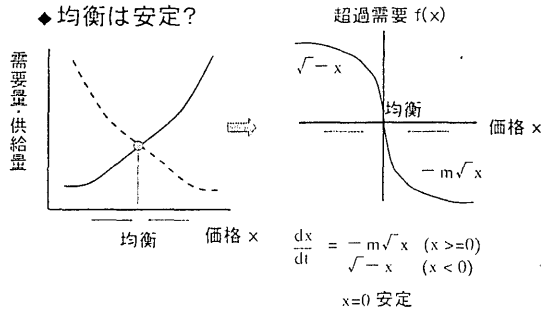


人工市場と実験市場の出会い

和泉 潔
産総研, 科技団さきがけ
(kiyoshi@ni.aist.go.jp)

はじめに

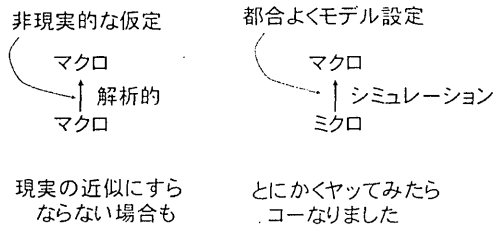
◆均衡は安定?



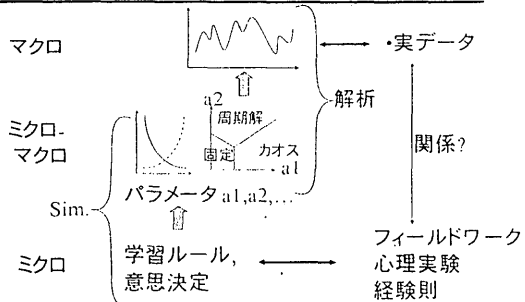
差分化するとカオス化

- ◆ $x(n+1) = x(n) - \Delta t m \sqrt{x(n)} \quad (x \geq 0)$
 $x(n) + \Delta t \sqrt{-x(n)} \quad (x < 0)$
- ◆ $m \geq 2 + \sqrt{2}$ の時
全ての Δt に対してカオス
- ◆ $m=1$ の時
2周期解
- ◆ 差分化(現実の意思決定, 計算機シミュレーション)では均衡は安定でない可能性!!

ヤッコと呼ばれないために

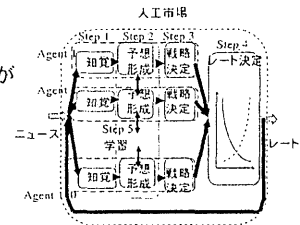


思考実験としてのシミュレーション



人工市場の枠組み

- ◆ コンピュータ上の仮想的な市場
- ◆ 100個のエージェントが
ニュースの知覚
レートの子想
取引額や量の決定
予想方式の学習
を行う
- ◆ 現実世界のニュースが入力され、レートが決定される。



人工市場の主な成果

1. 創発的現象の分析

- 1990, 1995, 1998年の為替バブルの解明



1995年のバブルのシミュレーション

2. 為替政策の意思決定支援

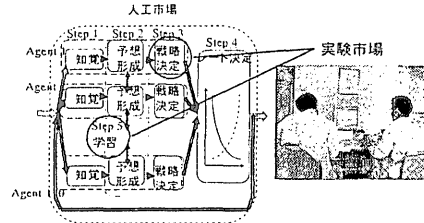
- 1998年のレート安定化に有効な方策を見つける



各為替政策の評価

実験市場による人工市場の改良

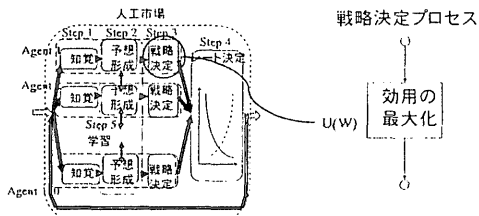
より現実的な人工市場モデルをつくるために
エージェントの戦略決定と学習の改良



戦略決定(1) 効用関数の特定

- ◆ 各エージェントは効用を最大化するように取引戦略を決定する

効用関数 $U(W)$ W : エージェントの全資産



標準的な効用関数形

- ◆ 絶対リスク回避度 R_A の性質が異なる。

$$R_A(W) = -U''(W)/U'(W)$$

	$U(W)$	$R_A(W)$
2次関数	$W - \alpha W^2$	増加
負の指数関数	$-\exp(-\alpha W)$	一定
対数	$\ln(W)$	減少
べき乗	$W^{1-\alpha} / (1-\alpha)$	減少
対数(調整)	$\ln(W+A)$	減少
べき乗(調整)	$(W+A)^{1-\alpha} / (1-\alpha)$	減少

α, A : 定数

実験市場の枠組み

- ◆ 被験者: 26人(13ペア)

- ◆ 方法:

各ペア→(ネットワーク上の)外
為銀行を形成

各外為銀行は4通貨を売買

取引方法は

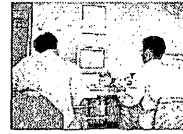
- » 電話による銀行間取引(interbank trading)
- » プログラムによる中央銀行との取引(broker trading)

プログラム上にニュースが表示



実験により得られるデータ

- ◆ 取引ログ
- ◆ 取引時の会話
- ◆ インターバンク
- ◆ 仲間との会話
- ◆ ブローカー
- ◆ レートログ



戦略決定(1): 効用関数の特定

- よく使われる5つの型とリスク回避指数を比較

$$W_R = \alpha + R \cdot W$$

W_R リスク資本量, W 総資本, R リスク回避度

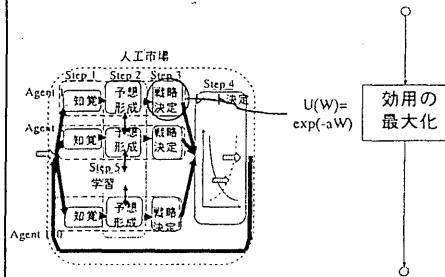
- 絶対リスク回避度一定

↓

- 効用関数
負の指数型 $U(W) = \exp(-aW)$

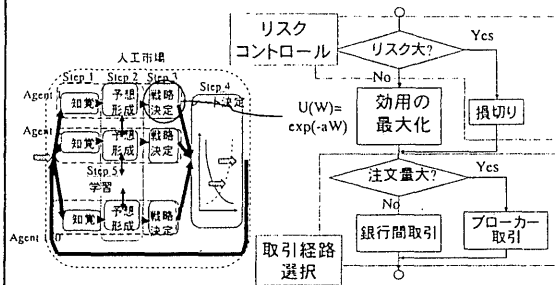
戦略決定(2) サブプロセスの発見

- リスクコントロール ステップと取引経路選択ステップの発見



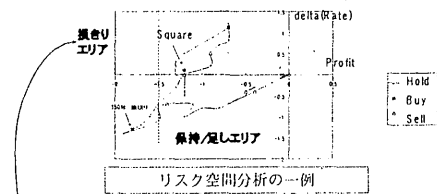
戦略決定(2) サブプロセスの発見

- リスクコントロール ステップと取引経路選択ステップの発見



リスクコントロール ステップ

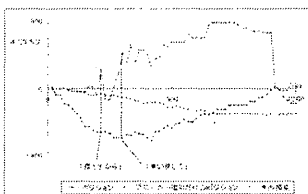
- リスク空間分析 (x: 損益, y: レート変化)



効用の評価前に、リスク(利得)がある一定以上になったら損切り(益出し)を行う

取引経路選択ステップ

- 取引量に応じて複数の取引経路を使い分ける戦略の決定

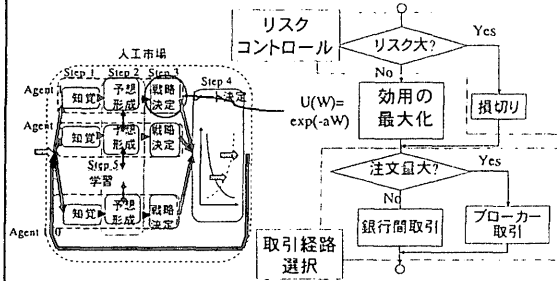


取引経路選択ステップ

- 取引量に応じて複数の取引経路を使い分ける
- 取引量大 → 銀行間取引, 市場価格に反映されないなので他のプレイヤーに行動がばれない。
 - 取引量小 → ブローカー取引, 取引相手を見つけるのが容易である。

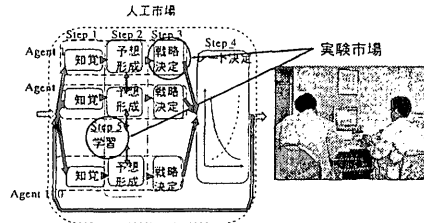
戦略決定 (2) サブプロセスの発見

◆ リスクコントロール ステップと取引経路選択ステップの発見



実験市場による人工市場の改良

より現実的な人工市場モデルをつくるために
エージェントの戦略決定と学習の改良



学習：予想形成方式

各エージェントは今週のニュースの重み付き平均で市場レートを予測する。

例)	金利	貿易収支	株価	短期トレンド
ニュース:	++	-	--	++
重み:	+0.1	-1.0	+0.1	+3.0
先週のレート: $\log(125\text{円}) = 4.82$				

エージェント i の予想:
 $= \sum (\text{ニュース} \times \text{重み}) \times \text{スケーリング係数}$
 $= (+2 \times +0.1 + -1 \times -1.0 + -2 \times +0.1 + +2 \times 3.0) \times 0.02$
 $= +0.14 \leftarrow 4.82 \text{ から上昇}$

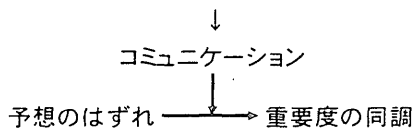
学習：他人からの模倣

各エージェントは他の成功したディーラーを模倣して学習する。

	金利	発言	トレンド	予測誤差	金利	発言	トレンド
Agent 1	+1	-3	+0.5	0.50	+1	-3	+1.0
Agent 2	0	+1	-3	2.50	+1	-3	+0.5
Agent 3	+2	+0.5	-1	1.50	+2	+2	-3
⋮							
Agent N	0	+2	-3	1.00	0	+0.5	-1
	今週				来週		

学習：多数派への同調

- ◆ 重要度 ← 各ニュースへの参照頻度, 時間
- ◆ レート予想
- ◆ 他人からのオーダー, チャット内容



$$\Delta W_{t+1} = \alpha + \beta (W_t - W_{\text{averaged}})$$

学習：他人からの影響

- ◆ ファクターとレート変動が一意に決まらないシナリオ
 1. 参加者がレートが外生的だと知っている or いない。
 2. 会話 (定形のみ, 自由チャット, 電話)
 3. サクラによる会話内容の制御
- ◆ 背後にあるレート決定アルゴリズムを潜在学習できるか。

今後の展開

- ◆人工市場のタイムスパンの詳細化
→ 現場のディーラーの支援へ
- ◆模擬ディーリングシステムのインターフェースの改良
→ 学習のより詳細な分析

ありがとうございます。

和泉 潔
(kiyoshi@ni.aist.go.jp)

参考文献

- ◆和泉(2002):「人工市場:市場分析の複雑系アプローチ」,森北出版,(2002年12月出版)
- ◆中村・和泉・植田(2001):「人工市場と実験市場の出会い」,オペレーションズリサーチ, Vol. 46, No. 10, pp549-554