

# 遺传的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化

## Optimization of the Trading Method in Foreign Exchange using Genetic Algorithms

平林 明憲\*<sup>1</sup>  
Akinori Hirabayashi

伊庭 斉志\*<sup>2</sup>  
Hitoshi Iba

\*<sup>1</sup> 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 基盤情報学専攻  
Department of Frontier Informatics, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

\*<sup>2</sup> 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻  
Department of Electronics Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

**Abstract-** Since the introduction of "FX" (Foreign Exchange) as a financial product, many private investors try to get benefit from the movements of foreign currencies. However, the prediction of these movements is said to be difficult, due to the various causes. Then, the use of Multi-Agent Systems (MAS) is thought to be efficient, because it can simulate the cross-interactions in the financial market. In this paper, we propose a way to optimize the foreign exchange trading, by focusing on the timing to make an investment. We apply a Genetic Algorithm (GA) as a learning method, using some Technical Indexes as its features.

### 1. はじめに

ここ数年、インターネットによる金融商品の取引が一般的になりつつあり、それにより個人投資家の数が増加してきている。その中でも、為替に関する FX (外国為替証拠金取引) という金融商品が近年、株式投資に次ぐ人気商品となっている。この FX 取引において利益を得るためには、外国為替の変動をある程度高い精度で予測する必要がある。しかし為替相場の決定要因として考えられるものが非常に多いため、精度の高い予測は難解な問題であるとされている。実際、人工知能による為替に関する研究もいくつか見られる。特に、人工市場の概念に遺传的アルゴリズムを適用して直近の為替予測を試みる研究[1]や、ニューラルネットワークにより異なる通貨を同時に保有する際のポートフォリオ最適化を試みる研究[2]などがある。

為替市場でトレーダーが用いる分析手法は、各国や世界全体の財政面・景気などを見るファンダメンタル分析と、過去の時系列データを数理的に扱うテクニカル分析の 2 種類に大きく分けることができる。特に近年では、投資判断から裁量を排し一定の売買ルールに従って取引を行うシステムトレードと呼ばれる手法が注目を浴びている。この手法には、テクニカル分析を用いることが必須であり、いくつかの指標を組み合わせることが好ましいと一般に考えられている。

本稿では外国為替取引手法の最適化を提案し、特に短期間での売買タイミングに注目することで、どの程度の利益を得られるかについて考察する。手法として、複数のテクニカル指標を組み込んだ遺传的アルゴリズム(Genetic Algorithm ; GA)を用いる。

## 2. 外国為替市場と FX

### 2.1 外国為替市場のしくみ

銀行や証券会社におけるディーラーは、為替ブローカーや電子画面を介してお互いに外貨取引を行う。これらの総称を「外国為替市場」と呼ぶ。特に、銀行(証券も含む)間で行われる取引を「インターバンク取引」と呼ぶ。なお、株式市場に見られるような物理的な取引所は存在しないという点に注意されたい。

為替市場は、日本市場が取引をしていない時間帯であっても世界各地で時差があるため、世界のどこかの市場は取引をしているという構図が成り立つ。主要な市場のなかでも、特に東京、ロンドン、ニューヨークは世界 3 大市場と呼ばれる。それゆえ日本の個人投資家も 24 時間取引可能であり、この点が 9 時～15 時までの昼休みを除いた時間(4 時間 30 分)しか取引ができない株式市場との大きな違いであるといえる。

また次なる株式取引との違いとして、為替取引は約定時間がかからないことが挙げられる。株式取引は一般にオークション方式で行われ、買い注文と売り注文が同じ数だけ発生することにより売買が成立する。このことを約定と呼び、これにかかる時間を約定時間という。しかし為替取引では、約定時間は無に等しいと考えてよく、現在の値段ですぐに売買注文を成立させることができる。

### 2.2 FX のしくみ

FX(外国為替証拠金取引)とは、少額の証拠金(保証金)を業者(FX 会社)に預託し、差益決済による通貨間の売買を行なう取引をいう。銀行間の為替取引は為替ブローカーを介して行うものであるのに対し、個人投資家による外国為替の売買は FX 会社を通して行われる。

FX には様々な特徴があるが、代表的な事項として 1 回の取引ごとに支払う手数料を少なく抑えることができる、ということが挙げられる。この特徴を「スプレッド」という用語を用いて説明する。

ニュースなどで「1 ドル=110.50～110.55 円」のような表記を目にするが、これは売値が 110.50 円/買値が 110.55 円であることを意味する。個人投資家にとっては、(買値－売値)の差が手数料のようなものであり、この差を「スプレッド」と呼ぶ。また、この差は仲介する FX 業者にとっては利益となる。上の例におけるスプレッドは、 $110.55(\text{円}) - 110.50(\text{円}) = 0.05(\text{円}) = 5(\text{銭})$ となる。

FX 会社の設定するスプレッドは、銀行などと比較すると非常に小さく、その分だけ取引ごとに支払う手数料が少なく済むといえる。

### 3. テクニカル指標

テクニカル指標とは、過去に発生した価格の変化から将来の価格の変化を予測・分析するための指標である。ここでは、株価や為替の予測・分析に用いられる代表的なテクニカル指標を3つ紹介する。

#### (1) RSI (Relative Strength Index)

$$RSI[\%] = \frac{|U|}{|U| + |D|} \times 100 \quad (3.1)$$

$|U|/(|D|)$ : 過去  $n$  日間における上昇(下落)幅の絶対値和

RSI は典型的な「逆張り」系の指標とされ、相場が売られすぎ(価格が低い)の時に買い、買われすぎ(価格が高い)の時に売ることを目指すものである。日数  $n$  として 9 や 14 を用いるのが一般的である。RSI が 30 以下は売られすぎ、70 以上は買われすぎの水準といえる。

#### (2) 移動平均

移動平均とは、時系列データを平滑化する手法のひとつであり、具体的には過去  $n$  日間の平均値を計算することにより求まる。移動平均は現在のトレンドを把握するための指標であり、逆張り系に対して「順張り」系と呼ばれる。過去データの重み付けの方法の違いによって、複数の種類が存在する。

##### a) 単純移動平均 (Simple Moving Average; SMA)

単純移動平均とは、過去  $n$  日間のデータを重み付けすることのない単純な平均値を指す。

##### b) 加重移動平均 (Weighted Moving Average; WMA)

加重移動平均とは、直近のデータほど大きい重みを与えるものであり、たとえば最も現在に近い日の重みを  $n$  とし、その前日を  $n-1$  などと重みを減らしてゆき、最終的にゼロとする。

例) 
$$WMA_M = \frac{np_M + (n-1)p_{M-1} + \dots + 2p_{M-n+2} + p_{M-n+1}}{n + (n-1) + \dots + 2 + 1} \quad (3.2)$$

##### c) 指数加重移動平均

##### (Exponentially Weighted Moving Average; EMA)

線形な重み付けを行う b) に対し、指数加重移動平均は指数関数的に重みを減少させる。

例) 
$$EMA_M = \frac{p_M + \alpha p_{M-1} + \alpha^2 p_{M-2} + \dots}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots} \quad (3.3)$$

#### (3) 移動平均乖離率

$$(\text{乖離率})[\%] = \frac{(\text{当日の価格}) - (n\text{日移動平均})}{(n\text{日移動平均})} \times 100 \quad (3.4)$$

移動平均乖離率とは、(2)-a)の移動平均を用い、当日の価格が移動平均とどの程度乖離しているかを示す指標である。(1)のRSIと同様に逆張り系の指標と考えられ、 $n$ としては5日/25日/13週/26週のいずれかを用いることが一般的である。乖離率が+10%以上が売り、-10%以下が買いのタイミングであるとする見方が強い。

### 4. 提案手法

本稿における目的は、最初に一定量の日本円をもっているという前提で米ドルおよびユーロの売買を行い、利益を上げることである。このために、外国為替の相場が後に上がる(円安になる)であろうタイミングを予測することが第一に必要な処理となる。具体的にはいくつかのテクニカル指標の組合せを用い、過去の学習データから最も利益を上げやすい売買ルールを探索する。そこで得られた売買ルールをテストデータに適用し、投資シミュレーションを行うこととする。

提案手法の流れを Fig.1 に示す。

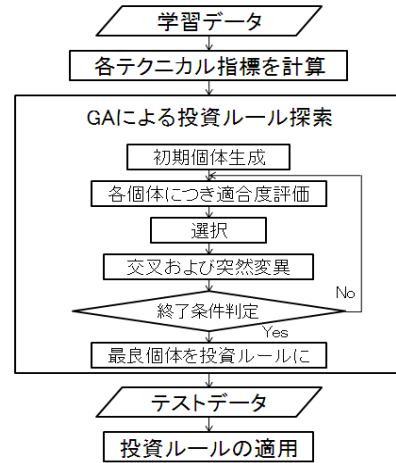


Fig.1 Flow of the Proposed Method

#### 4.1 学習データ

本稿においてはまず、米ドル為替レート[ $\$/\text{¥}$ ]、およびユーロ為替レート[ $\text{€}/\text{¥}$ ]の2種類の時系列データを一定時間分だけテストデータとして入力する。データはいずれも1時間ごとの終値であり、短期間における売買によって利益を上げることが目的とする。後に、直後のこれらの時系列データにつき独立に実験を行う。

#### 4.2 GAによる投資ルール探索

まず、4.1で記した外国為替の時系列(元データ)についてそれぞれ、以下のテクニカル指標を計算する。

1. 元データの RSI
2. 元データの移動平均乖離率
3. 元データの直前1時間間からの上昇(下落)率
4. 指数加重移動平均の RSI

次に、売買戦略を Binary-GA で用いる遺伝子に組み込む。具体的には、外貨買いのタイミングとなる上記1~4の範囲、RSI および指数加重移動平均において過去にさかのぼる時間  $n$ 、指数加重移動平均で用いる重み係数  $\alpha$ 、利食い金額、損切り金額を売買戦略に必要なデータとする。ここで利食い・損切りとは、それぞれ利益・損失を確定させるために、買った通貨を売る行為を指す。



Fig.2 A Chromosome Design

Table1. An Example of Trading Rule

元データのRSI	50%以上56.25%未満
元データの移動平均乖離率	-0.25%以上-0.20%未満
元データの上昇率(対前1時間)	0.50%以上0.75%未満
指数加重移動平均のRSI	50%以上56.25%未満
RSIで参照する過去時間数	13時間
移動平均で参照する過去時間数	11時間
加重移動平均で用いる係数 $\alpha$	0.75
利食い金額	+0.7円/1\$
損切り金額	-0.6円/1\$

このような売買ルールとなる遺伝子(Fig.2)を、ランダムに多数生成させて初期個体とする。それぞれの指標にGAの遺伝子5bitsを割り当てたので、 $2^5=32$ 通りの異なる値をとることができる。各個体が売買戦略を表している(Table1)、それぞれにつき一定期間にわたって売買ルールを運用した後の利益率を適合度とする。つまり、適合度が最大となった売買ルールが、学習期間において最も高い利益を上げたことを意味する。

なお探索に用いるGAパラメータは、初期個体数800、ループ回数上限100(一定の収束条件を満たせばループ終了)、ルーレット選択(+上位10%のエリート戦略)、突然変異率8%、一様交叉(交叉率60%)とした。

### 4.3 テストデータ・投資ルールの適用

学習期間において適合度が最大となった売買ルールを、直後に当たるテストデータに適用し、どの程度の利益が得られるか実験する。

## 5. 実験

### 5.1 実験条件

#### 1) テスト期間および学習期間

テスト期間は、2006年(1/2~12/29)および2007年(1/2~12/31)の2年間とする。また学習期間は、各テスト期間の直前にあたる2年間のデータを用いる。

#### 2) 初期保有額および投資金額

初期保有額は、ドル売買は両年ともに125万円、ユーロ売買は2006年:150万円、2007年:170万円とする。投資金額は、両通貨とも1万通貨単位で売買を行うものとする。なお、スプレッド(売買にかかる手数料と同義)は標準的なFX会社に合わせ、 $\yen 0.03/1\$$ 、 $\yen 0.04/1\text{€}$ とした。

## 5.2 実験結果

まず、Fig.3~Fig.6およびTable.2にドルおよびユーロのチャート・資産運用結果を示す。

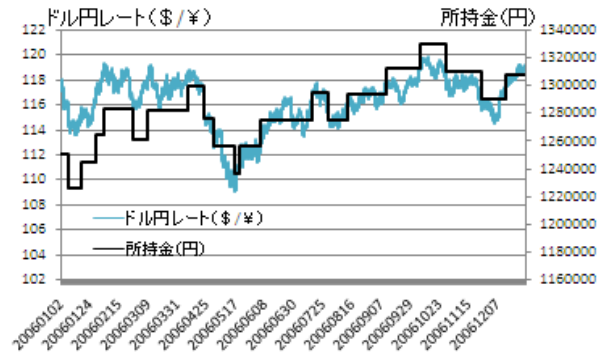


Fig.3 USD/JPY Chart in 2006 & Operating Result

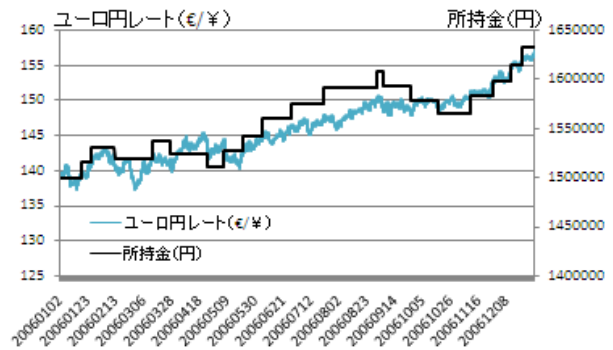


Fig.4 EUR/JPY Chart in 2006 & Operating Result



Fig.5 USD/JPY Chart in 2007 & Operating Result

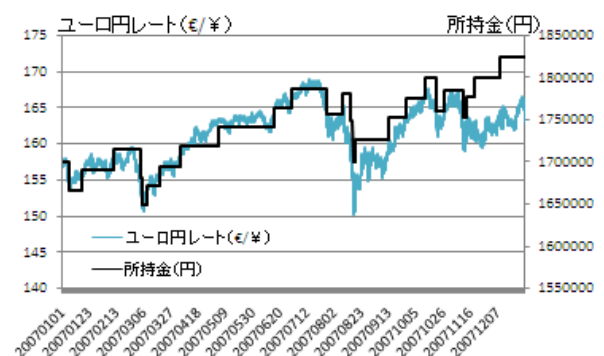


Fig.6 EUR/JPY Chart in 2007 & Operating Result

Table.2 Return Rate for each Currency

通貨	利益(¥)	初期保有額(¥)	利益率(%)
ドル(2006)	58100	1250000	4.65
ユーロ(2006)	133600	1500000	8.91
ドル(2007)	-43300	1250000	-3.46
ユーロ(2007)	124500	1700000	7.32

実験結果より、2007年のドルのみ損失を出して、それ以外の3つは大幅に利益を上げていることが分かる。

次に2006年のユーロを例にとり、進化の結果得られた遺伝子が表現する売買ルールをTable.3に示す。

Table.3 Optimized Trading Rule (In case of EUR/JPY in 2006)

元データのRSI	18.75%以上71.88%未満
元データの移動平均乖離率	-0.55%以上0.20%未満
元データの上昇率(対前1時間)	-0.15%以上0.10%未満
指数加重移動平均のRSI	78.13%以上93.75%未満
RSIで参照する過去時間数	8時間
移動平均で参照する過去時間数	19時間
加重移動平均で用いる係数 $\alpha$	0.55
利食い金額	+1.6円/1\$
損切り金額	-1.2円/1\$

上から4つの指標のうち、指数加重移動平均RSIのみが狭い範囲を買い条件としているのに対し、他の3つの指標は比較的広い範囲をとっていることが分かる。

## 6. 考察

まず、Fig.3~Fig.6のグラフより明らかであるが、所持金の推移は為替レートの動きにほぼ一致していることが分かる。特に2007年のドルが大幅に下落しているのはサブプライムローン問題の影響であり、テクニカル分析のみによる投資を行う本稿による提案手法では、このような急な下落に対処するのが難しいということを示唆しているといえる。

一方、2006年のドルにおいては、年の始まりと終わりの為替価格がどちらも118円程度でほぼ等しい。それにもかかわらず、最終的に4.65%の利益率を上げていることから、本手法がある程度有効であることを示せたとも考えられる。

また、2007年の7~8月にかけてユーロが暴落している期間中、所持金の下げ幅がさほど大きくないことがグラフより読み取れる。ここでは、あらかじめGAで最適化された損切り金額の設定が、ある程度リスクマネジメントの役割を果たすことに成功しているといえる。

次にTable.3より、最適化された売買ルールのうち特徴的なこととして、指数加重移動平均RSIが非常に大きい値をとる傾向が強いことが挙げられる。一般に、本提案手法のような短期売買により利益を上げることを目指す場合、現在のトレンドに沿った順張りの取引手法が向いていると言われている。この例においても、指数加重移動平均が上昇傾向にあるときに外貨を購入することにより、利益を上げることに成功しているといえる。

## 7. おわりに

本稿は、取引対象となる米ドル・ユーロ為替の1時間足時系列を用い、短期間の売買を通して利益を上げる方法の最適化を提案した。具体的には、特徴量として逆張り系・順張り系の指標を組み合わせて用い、GAにより一定期間の運用後に利益が最大となるパターンを探索し、直後のデータに適用することで実験を行った。その結果、為替レート自体の影響を大きく受けるものの、提案手法の有効性がいくつかの面で示された。

今後の課題として、本手法では比較的単純であった売りルールを複雑化すること、そのときのトレンドに応じて投資パターンを変えること、などを行っていききたい。

## 参考文献

- [1] 西修武, 田口東, "マルチエージェントを用いた為替レートの変動予測シミュレーション", 中央大学理工学部情報工学科卒業論文, 2006
- [2] Shuo Yao, Michel Pasquier, Chai Quek, "A Foreign Exchange Portfolio Management Mechanism Based on Fuzzy Neural Networks", IEEE Congress on Evolutionary Computation 2007, pp.2576-2583, 2007
- [3] David de la Fuente, Alejandro Garrido, Jaime Laviada, Alberto Gomez, "Genetic Algorithms to Optimize the Time to Make Stock Market Investment", GECCO 2006, Vol.2, pp.1857-1858, 2006
- [4] 平林明憲, 伊庭斉志, "遺伝的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化", フレッシュマンのための人工知能研究交流会, pp.25-26, 2008