

# 遺伝的アルゴリズムによる 外国為替取引手法の最適化

2018年6月7日

富山県立大学 情報基盤工学講座 横井稜

# 外国為替市場とFX

- 平日は1日24時間取引が可能
- 約定時間がかからない
- FX取引の手数料は一般に安価（スプレッドだけ）
- レバレッジで資金よりも多い金額の外貨を売買可能

# テクニカル指標

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

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

- RSI: 逆張り系の指標、相場が売られすぎの時に買い、買われすぎの時に売ることを目指すもの。
- 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。
- 移動平均      過去  $n$  日間のデータの平均値
  - 単純移動平均      重みなし、普通の平均
  - 加重移動平均      直近のデータほど大きい重み      直線
  - 指数加重移動平均      直近のデータほど大きい重み      指数関数的

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

$\alpha$ : 任意の重み係数 ( $0 < \alpha < 1$ )

# テクニカル指標

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

- 移動平均乖離率:いずれかの移動平均を用い、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。
- +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。
- つまり、移動平均線とチャートが、極端に離れたとき（乖離したとき）に、乖離率の絶対値が高くなる。

# 関連研究

- 外国為替に関する研究
  - 株式に関するものが大半、外国為替に関するものは少ない
  - 外国為替のポートフォリオ管理に関する研究
  - 外国為替市場における様々な変動を人工市場的なアプローチで分析
- テクニカル指標に関する研究
  - GAを用いて株式投資を行うタイミングの最適化を試みる研究
  - テクニカル指標をGAの染色体として、短期間に利益を得やすい投資ルールを探るという手法を提案
  - 適合度は運用利益や、投資家が理想と考える利益率が得られるまでにかかる時間の逆数などを用いている。
  - その投資ルールをテストデータに適用して、検討

# 提案手法

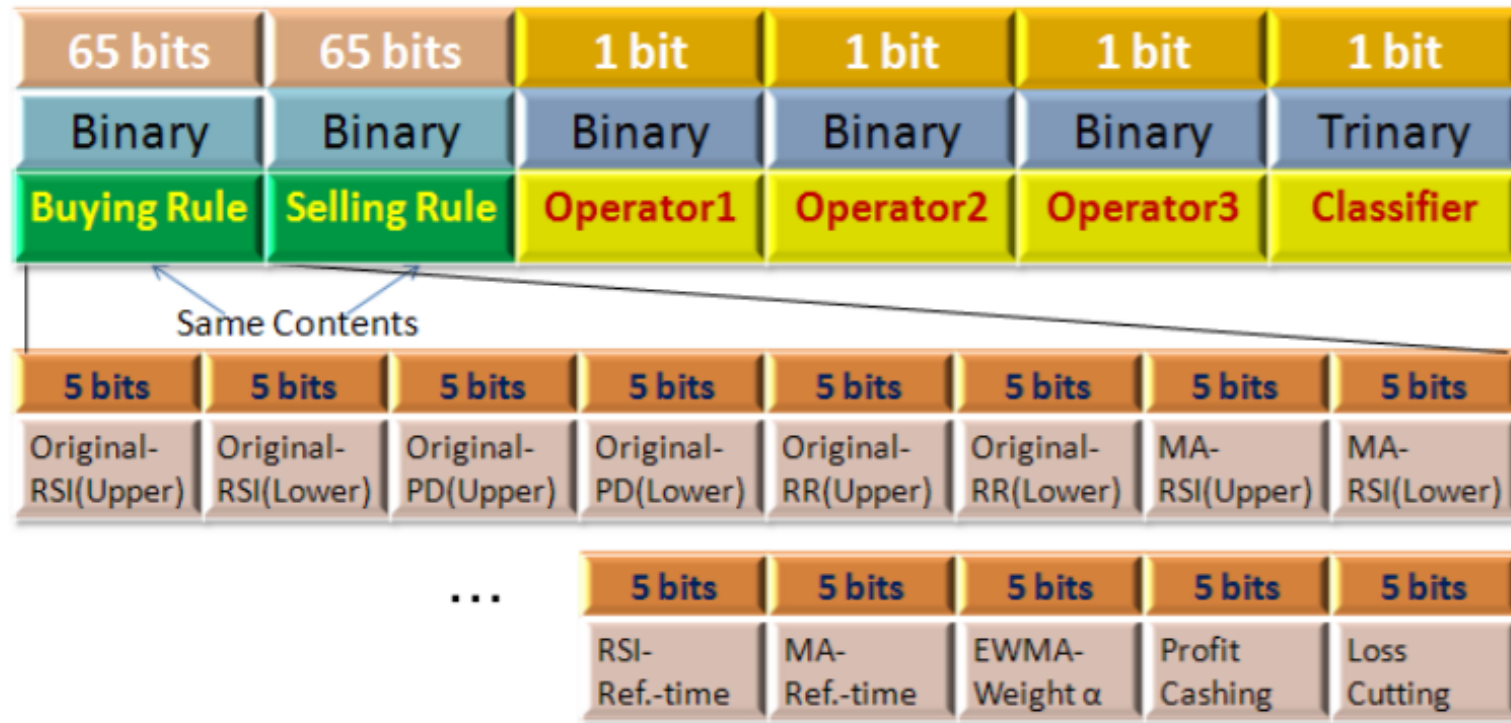
- 為替の時系列データからなる学習データから、テクニカル指標を特徴量として利益を上げやすい売買ルールをGAで探索し、それを学習データの直後のテストデータに適用する。
- データは1時間ごとの終値、ごく短期間における売買によって利益を上げることが目的（1時間は短期間？）

# テクニカル指標の計算

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時間からの上昇（下落）率
4. 指数加重移動平均のRSI

# GAによる売買ルール探索

- Binary-GAで用いる遺伝子に売買ルールを組み込む。



# 初期個体の生成

- 染色体をランダムに1500個体生成
- 各特徴量に5ビットずつ割り当てたので、32通りの異なる値をとることができる
- 例えば、RSIなら下限から上限が0～100に固定されるため、その中で均等に範囲を割り当てる
- 例として、0：0～3.125、16：50～53.125となる
- 4つの単体ビットは投資タイミングの条件式

# 適合度の計算 選択

- テスト期間で売買ルールを運用した利益金額を適合度とする。
- 適合度が最大となった売買ルールが、学習機関において最も高い利益を上げたことを意味する。
- GAの選択方法はトーナメント選択 サイズ50
- あらかじめ決められた数だけランダムに個体を取り出し、その中で最も適合度の高い個体を選択する方式である。
- また、適合度上位10%の個体は必ず次世代に残す

# 交叉・突然変異

- 2点交叉を用いる。ランダムに発生された2つの交差点を境にして、選ばれた親Aと親Bの染色体を取り換えて、子aと子bを生成する方法
  - 突然変異：任意の確立で、染色体の0を1にまたは1を0に変換すること
  - 交叉率60%突然変異率4%
- 
- 適合度の計算 選択 交叉・突然変異の処理を一定の収束条件を満たした後、またはループ上限の100回に達した後、適合度最大の個体を保存し、売買ルールとする。

# 売買ルール例

Range of Technical Indexes to Invest (Buying Rule)	
$\{(81.25\% < RSI1 < 93.75\%) \&\& (-0.3\% < RR < 0.1\%)\} \mid \mid$ $\{(-0.15\% < PD < 0.7\%) \&\& (75\% < RSI2 < 97.5\%)\}$	
RSI – Reference Time Length	31 hours
EWMA – Reference Time Length	23 hours
EWMA – Weight $\alpha$	0.7
Profit Cashing	+ ¥ 2.3 / 1 €
Loss Cutting	- ¥ 1.7 / 1 €

# 投資ルール の適用

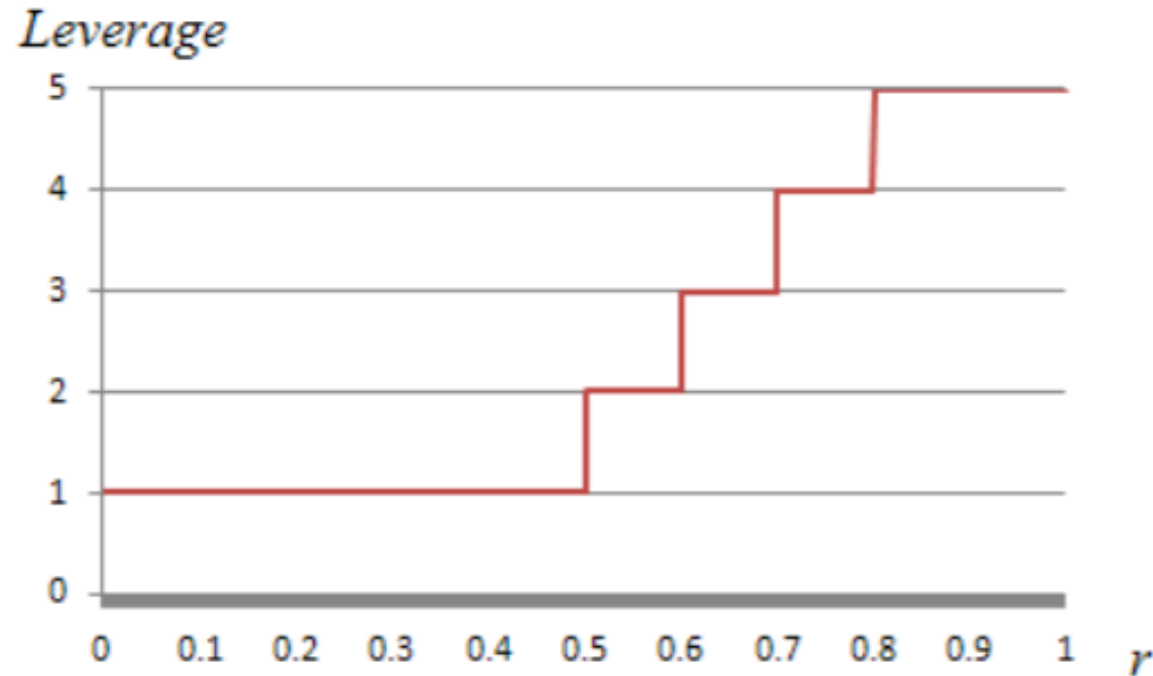
$$r = \frac{\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{24} (y_i - \bar{y})^2}}$$

- まず、最適化したテクニカル指標を用いた条件式に一致した時間に外貨売買のアクションをとる
- レバレッジは最大5倍とした。
- レバレッジ決定法は、外貨売買のアクションをとる時間の直前にあたる24時間と、学習データ内の連続する24時間との相関係数 $r$ をすべての時間につき計算する。
- $r \geq 0.85$ となった学習データ内の時間につき、次式を計算
- 為替価格が上昇下落のいずれの傾向をとりやすいか判断

$$F = \sum_{i=1}^{24} (x(t+i) - x(t)) \times (24-i)$$

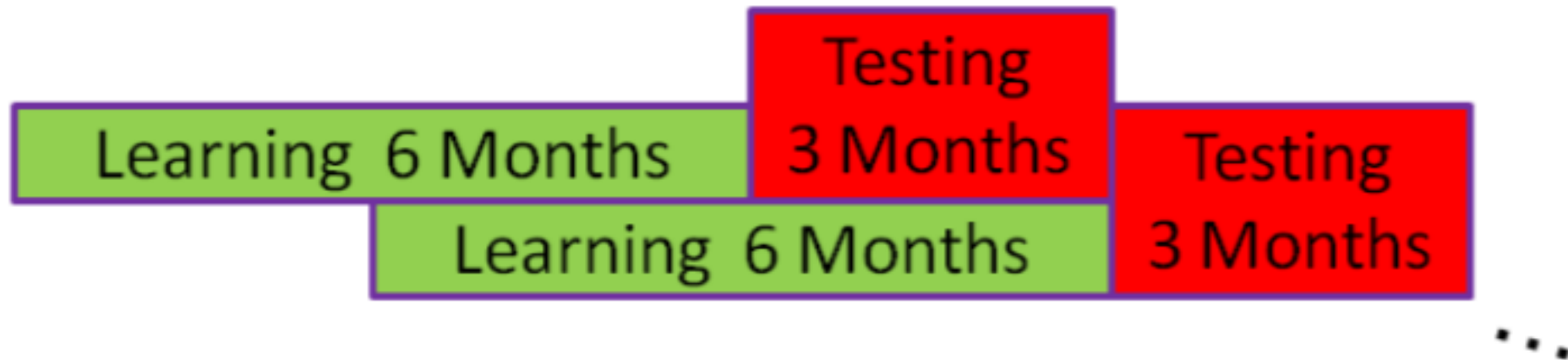
# 投資ルール適用

- 買いの場合は  $F > 0$  となる割合, 売りの場合は  $F < 0$  となる割合を  $p$  とする。以下がレバレッジとの対応関係



# 適用データ

- 米ドル円とユーロ円の時系列データ（3年間分）
- 学習方法としては、テストデータを3か月単位に分割し、それぞれ直前にあたる6か月間で学習する。



# 結果

- テクニカル分析のみによる投資を行う提案手法では、急な変動を対処するのが難しい
- レバレッジを使わないほうが比較的安定
- 3年分の運用結果を総合的に評価すると、長期保有による利益を上回っているが、部分的に負けている期間もあるので、課題は多い。

		2005	2006	2007
USD	Proposed	<b>25000</b>	<b>134900</b>	<b>-46400</b>
	No Leverage	/	67200	7500
	Buy & Hold	53700	109600	-72400
EUR	Proposed	<b>271800</b>	<b>88700</b>	<b>-80400</b>
	No Leverage	138200	159800	/
	Buy&Hold	3700	175100	58700

# ボラティリティの考慮

$$V = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - \bar{p})^2}$$

- ボラティリティとは、資産価格の変動の激しさを表すパラメータ。
- 投資タイミングの直前24時間で算出されたボラティリティを乗ずることにより、利食い金額とする。
- つまり、ボラティリティが大きい状況であれば、利食い金額も大きくなることを意味している。
- 損切りについても同様とする。
- また、最初の売買の結果として、損切を行った場合、それと同時に当初と逆のポジションを持つことを導入した。

# 買い増し・売り増し

- 通常、買った価格から $x$ (¥/€)上昇した際利食いするが、買い増しルールでは、 $x/2$ (¥/€)上昇した時点でさらに買った価格と同じ価格を購入し、さらに $x/2$ (¥/€)上昇した後に利食いし、そこで売却することで、通常の1.5倍の利益を得る。
- 逆に、買い増し後、 $x/4$ (¥/€)下落すればそこですべて売却することで、損益は $\pm 0$ になる。
- よって、レバレッジは最大10倍となる。
- 売り増しはその逆

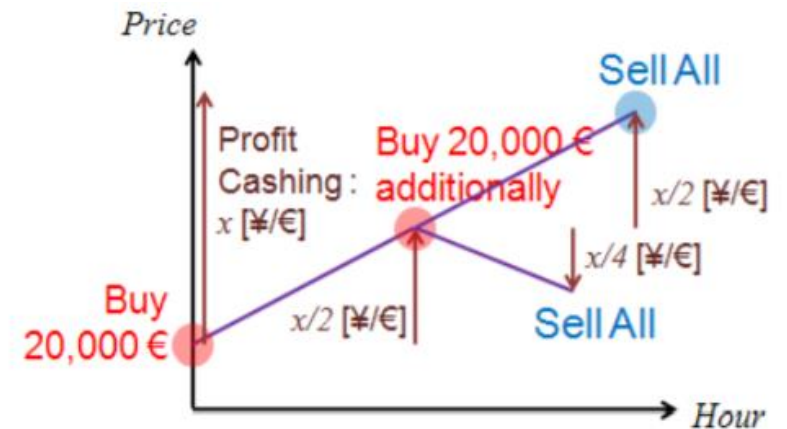


Fig.4 Image of Further Buying

# ニューラルネットワーク $Out = \sum_{i=1}^{24} \{x(t+i) - x(t)\} \times (24-i)$

- 入力信号として、GAでの提案手法と同様に、4つのテクニカル指標を用いる。信号は0-1の値をとるものとし、32通りの値に丸める。
- 次に、教師信号として上式のoutを用いる。
- $x(t)$ がt日目における為替価格を表す。i日後における為替価格の上昇分に係数を乗じ。これらを直後の24時間分足し合わせたものを出力信号とする。この適合度が大きいほど、24時間以内に為替価格が上昇する傾向が強いことを意味する。入力信号と同様に丸める。
- 重みを誤差逆伝播法で最適化

# 誤差逆伝播法

- 連鎖律という定理と最急降下法というアルゴリズムの2つによって支えられている。
- 層の値を入力層から出力層に向かって順番に計算していく過程を「順伝播」と説明したが、それに対して、偏微分を出力層から入力層に向かって順番に計算していく過程を「逆伝播 (backward propagation)」という。
- そして、損失関数  $L$  を誤差と見立てて、逆伝播によって重みとバイアスを修正していくアルゴリズムが「誤差逆伝播法」である。
- 詳しい中身は理解していない、、、

# 結果

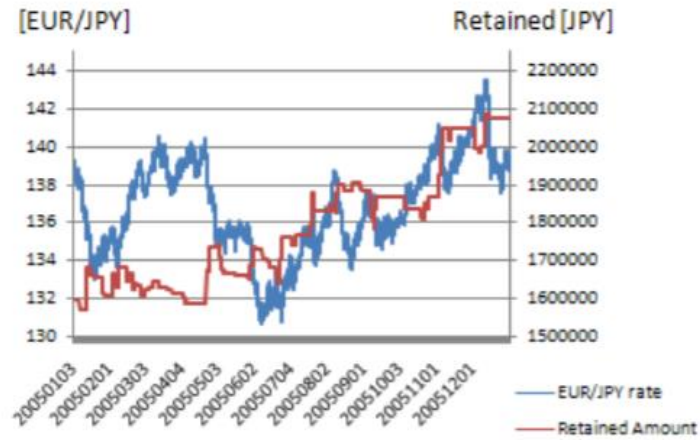


Fig.6 EUR/JPY Chart in 2005 & Operating Result

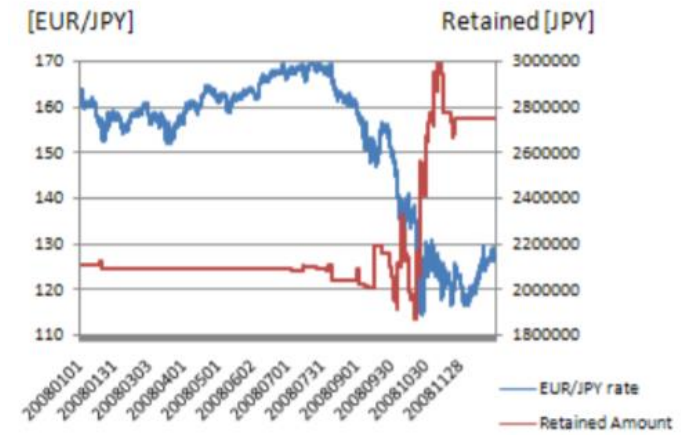


Fig.8 EUR/JPY Chart in 2008 & Operating Result



Fig.7 USD/JPY Chart in 2006 & Operating Result

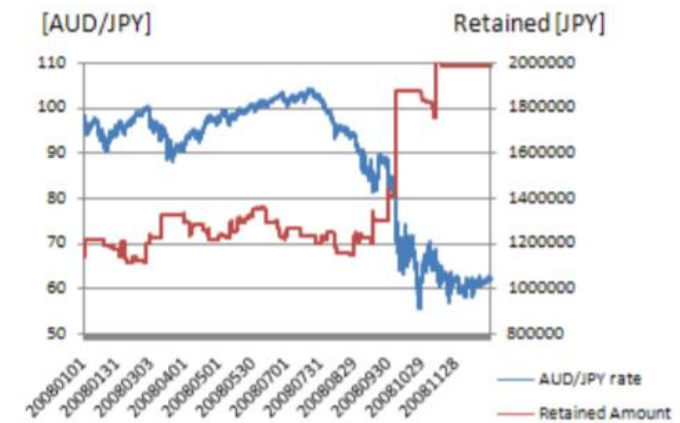


Fig.9 AUD/JPY Chart in 2008 & Operating Result

# 結果

- どの年も、この論文の提案手法が一番利益を出している。
- ニューラルネットワークが、ほとんど利益を出していない。

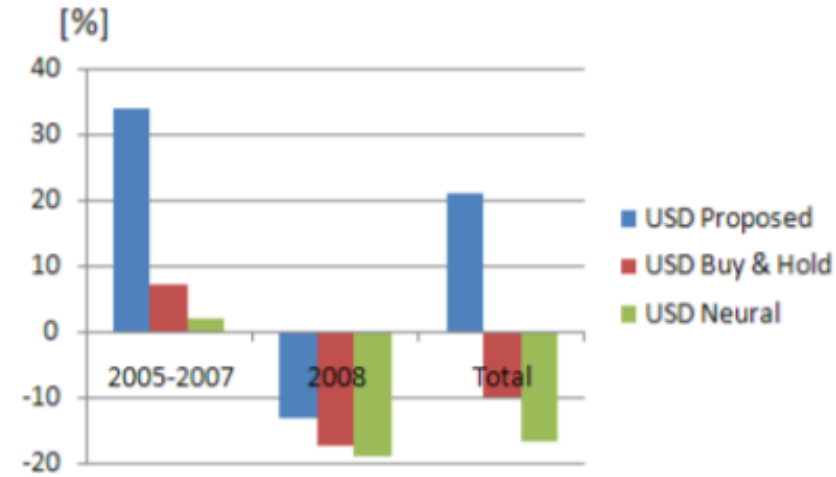


Fig.11 Comparison of Percentage Profit (USD)



Fig.12 Comparison of Percentage Profit (EUR)

# レバレッジ

- レバレッジ（Leverage）は「テコの原理」を意味する言葉ですが、経済においては借入金や社債などを利用して投資をすることで利益率を高める方法をいいます。
- レバレッジを利用すれば「自己資本は少なくとも大きな資本を動かすことができる」ということ
- FXの場合、10倍のレバレッジで取引を行えば10万円の証拠金（FX業者に預ける資金）で100万円分の投資をすることが可能ということです。

# レバレッジ例

- 例えば10万円の自己資金・レバレッジなしでFXを行った場合、1ドルが100円のときに購入できるのは1000ドルです。
- これを1ドル110円で決済すると利益は1万円です。しかし、同様の取引を25倍のレバレッジをかけて行えば最大25,000ドル購入することができ、利益は25万円です。
- ところが、逆に1ドル90円に下がってしまった場合は損失も25万円、レバレッジをかけていないときの25倍となってしまいます。

# レバレッジ決定法

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{24} (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{24} (y_i - \bar{y})^2}}$$

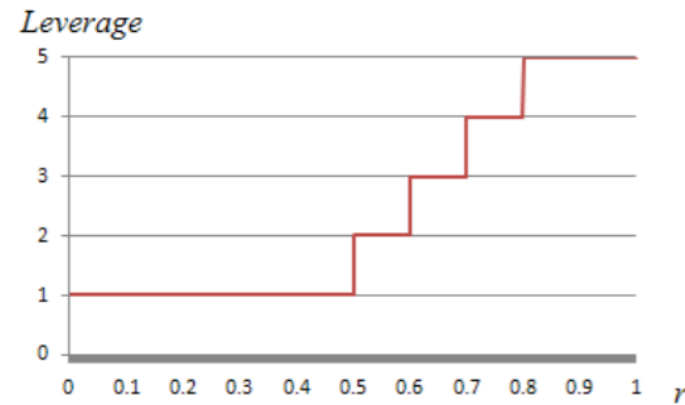
- まず、外貨売買アクションが決まる。（買いで注文するか売りで注文するか）
- 外貨売買アクションの直前24時間のデータとすべての連続した24時間の学習データに対して相関係数を求める。
- 相関係数が0.85以上だった学習データを集める。

# レバレッジ決定法

$$F = \sum_{i=1}^{24} (x(t+i) - x(t)) \times (24-i)$$

- そして、集めた学習データについて、上のFをもとめる
- $x(t)$ は学習データの最終時刻から24時間前の為替価格？
- $x(t+i)$ は最終時刻から24-i時間前の為替価格？
- 24-iで最終時刻に近いほど重みを大きくして重みづけ
- そして、それらの和を求める。
- $F > 0$ なら価格上昇する、 $F < 0$ なら価格下落する傾向が強い。

# レバレッジ決定法



- 買いで外貨売買アクションする場合は、 $F > 0$ ならば、 $C$ に1を加算して、 $all$ で割ると $p$ が求まる。 $all$ は、調べた $F$ の個数を表す。
- 売りで外貨売買アクションする場合は、 $F < 0$ ならば、以下同様

$$p = \frac{C}{all}$$

- そして、右上の図と照らし合わせて、レバレッジを確定する。

# ボラティリティ

- ボラティリティとは、変動比率のことをいいます。  
つまり、大きく変動している状態を「ボラティリティが高い」といい、ほとんど変動していない横ばいの状態を「ボラティリティが低い（ない）」という風に言います。
- 話題となっている通貨ペアであればあるほど高くなり、逆にボラティリティが低いということは、その通貨ペアは注目されていない「脇役」にすぎないことを示唆します。
- 高騰暴落のしやすさをあらわしている。
- それに応じた利食い損切り金額にすることで、よりハイリスクハイリターンを狙う手法？