

F X、外貨預金・投信、仕組商品の落とし穴

週刊

特大号

2009 10/17  
特別定価740円

2016年五輪招致ならず!  
順当敗戦と都知事の責任

民主党政権が主導する  
JAL再建の「危うさ」

猪瀬直樹「高速道路無料化は弊害大」

# ダイヤモンド

<http://dw.diamond.ne.jp/>

第97巻41号 / 毎週土曜日発行 / 平成21年10月17日発行 / 大正2年5月10日第3種郵便物誌

## 外貨投資の罠にはまるな!

# 為替入門

図解

為替2つの大誤解  
「高金利通貨は上がる」  
「将来は円安になる」

F X業界の疑惑  
を徹底追跡  
F X業者の  
「安心度」大比較

「ドル全面安」の不安  
「円高」のマグマ

自治体、大学、  
公益法人が  
抱え込む爆弾  
「為替仕組商品」

為替市場  
暴騰と暴落の  
メカニズム  
為替ディーラー  
座談会

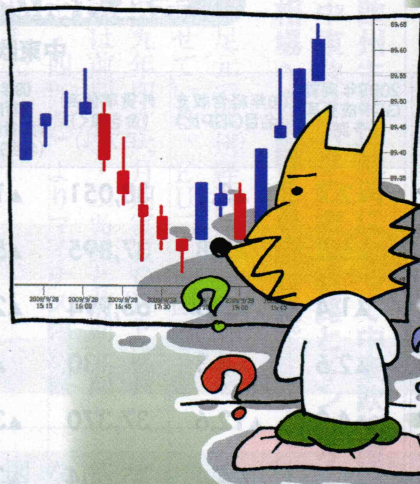
後悔しない  
外貨投資の鉄則  
主要13通貨の  
割安・割高度



3

## 為替市場の

Part



## 謎

不安定な変動のメカニズム解明  
経済物理学が覆した常識

為替市場の価格決定メカニズムを解明し、将来の価格を予測することはできないのか。ここに光を当てようとしているのが経済物理学だ。最新の研究成果をわかりやすく解説する。

為替は、二四時間、あらゆる国からコンピュータを通じて取引が行なわれている。一日の取引額は二百数十兆円にも上り、そのうち貿易など実需に必要な通貨は二兆円程度、つまり九九%が投機目的といわれる。

為替市場では、ディーラーやコンピュータのプログラムがさまざまな通貨を市場価格の変動差を狙って、安く買い高く売って利ザヤ

を稼ごうとする。誰かが得をすれば誰かが損をするゼロサムで完全なるオープンマーケットである。

経済学では需給が均衡するところで価格は決まるといいますが、為替市場では常に価格が不均衡だ。しかも、暴騰や暴落など、不規則な変動を見せることも珍しくはない。「膨大なデータで実証する経済物理学のアプローチによって、為替相場の値動きのクセが解明されつ

つある」。こう話すのは、高安美佐子・東京工業大学准教授だ。

経済物理学が目されるようになったのは、コンピュータ取引により、一ティック（為替取引の単位、円ドル相場で平均七秒といわれる）ごとに記録が取れるようになり、莫大な情報を基に実証研究ができるようになったためだ。

理論的にいえば、為替相場で次々上がるのか下がるのかは、確率二分の一のランダムな動きということになる。だが、データを解析していくと、ランダムではない動きが実際に出てきているのだ。

左 ページの上のグラフを見て

いたきたい。一九八九〜二〇〇二年の為替レートのデータを一ティックごとに取り、レートが上がった場合はプラス、下がった場合はマイナスとして、「連続してプラスが $n$ 回出た後、プラスが出る確率」を調べた。

理論どおり、ランダムウォークであれば〇・五（確率二分の一）に集中してプロットされるはずだが、実際のところはグラフのように、一分未満（八ティック未満）では〇・五以下であり、一分以上プラスが続くと、プラスが出る確率が〇・五を超えている。

つまり、当初は価格が上昇していると引き戻し効果が働くのだが、

上昇がある程度続くと、条件付き確率となり、そのトレンドを追いかける力が強くなる。逆に、価格の下落がある一定期間続くと、下落の傾向が強まることになる。

このようなトレンドを追いかけるディーラーの行動を「順張り」という。皮肉にも順張り行動がさらにそのトレンドを増幅させ、行き過ぎれば暴騰や暴落につながる。「為替が下落したとき、ディーラーは損を最小限に食い止めようと損切りを行なう。ところがそれがかえって価格の下落を進めてしまう」（高安氏）

ディーラーの行動には、順張りのほかに、トレンドが反転すると予想し、価格が下落していれば買い、価格が上昇していれば売りに出る「逆張り」がある。

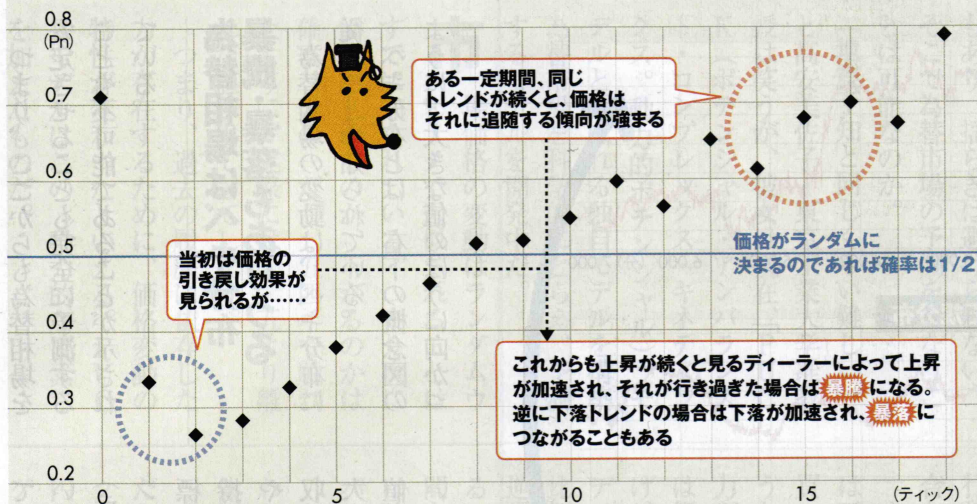
なお、ディーラーが過去の市場価格の影響を受けずに、コインを投げて裏か表かで決めるかのごとく、ランダムに行動するようなモデルで実験を行なうと、一定の変動のみで、暴騰や暴落には至らなかった。

カオスの存在で  
為替相場は変動

中央銀行の介入や景気指標の発表といったニュースは、為替相場が動いた際の理由に挙げられるこ

## 為替市場は常に安定しない

暴騰・暴落にもつながるトレンド追随効果 ~ランダムに動かない



1989~2002年の為替市場の全データから、1ティック(為替取引の単位)ごとに上昇したときはプラス、下落したときはマイナスに分け、プラスがn回出た後、プラスが出る確率を算出した

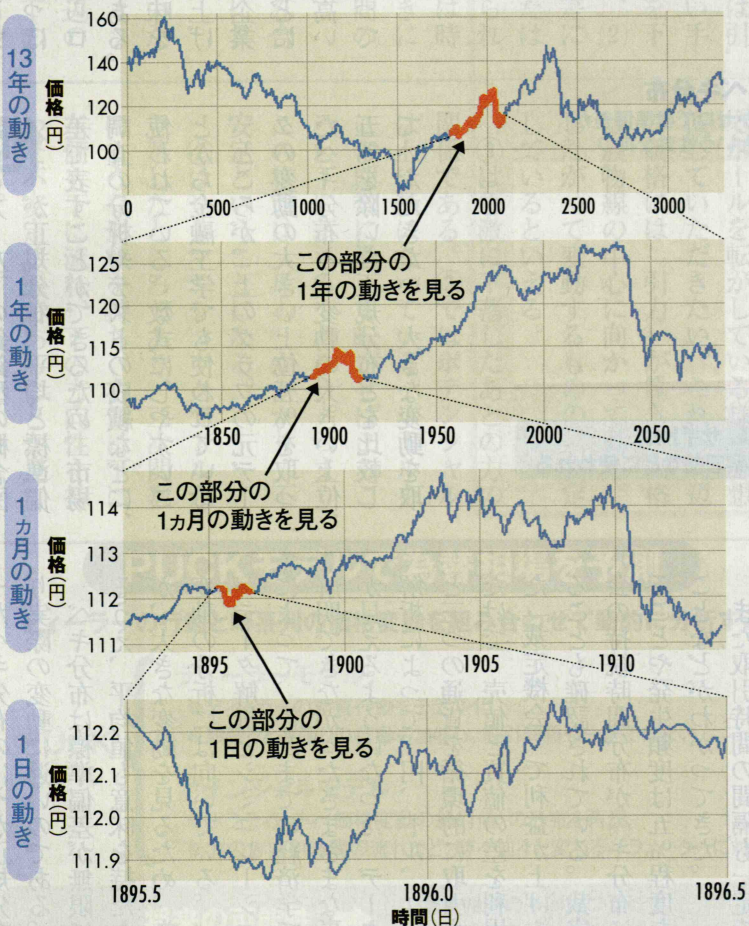
### カオスで予測不可能

**カオスの存在** (売値と買値のわずかな差異が増幅される)

見かけ上、ランダムに動き、市場価格が安定しない

**フラクタル性** (拡大しても縮小しても同じ形状を持つ)

異なる時間スケールにもかかわらず、同じ動きをすることがある



出所:高安研究室

とが多い。しかし、高安グループの解析によれば「一兆円を投入すると、およそ一時間のあいだに為替レートが一円程度動くが、その後は元通りの変動になる」とのことだ。9・11の際にも三円下落したが、九八年には事件もないのに一日で一〇円も下落している。つ

まり、ニュースのインパクトは限定的なのである。**為** 替相場はなぜ、不安定に変動し続けるのか。「カオスの存在」がその理由である。カオスとは周期性のない不規則な力学的な運動のことで、ほんのちよつとした差異を増幅させるものだ。パチンコ玉の重心がほんの〇・一ミリのずれから右にずれればはつきりと右方向に弾ける

でも中心から右にずれればはつきりと右方向に弾ける

ように、売値と買値のほんのわずかな差が増幅されてしまい、ひいては市場価格の不安定な変動を引き起こしてしまうというわけだ。カオスと密接に関係するのが「フラクタル性」だ。フラクタルとは物理の用語で、無限に拡大しても縮小しても同じ形状をしたものを指す。左下のグラフを見たもただきたい。上は過去一三年間の円ドルレートのグラフだが、その一部を拡大した一年のもの、またその一部分を拡大した一カ月のも

の、同様に一日のものを見ても、同じような形状をしている。なぜそのような現象が起こるのかといえば、カオスによって予測困難になってしまったためだ。ちなみに、高安グループの観察によれば、一〇分程度の短いスケールではフラクタル性は見られず、ジグザグと価格が引き戻される現象が起こったが、一日以上の時間スケールにおいては時間のスケールが異なるにもかかわらず、フラクタル性が見られることがあった。

## 為替の変動はベキ分布に近い

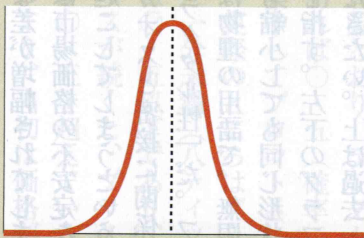
円ドル為替レートの変動(1週間)



正規分布とベキ分布の違い

### 正規分布

平均値と標準偏差で算出でき、統計処理がしやすい

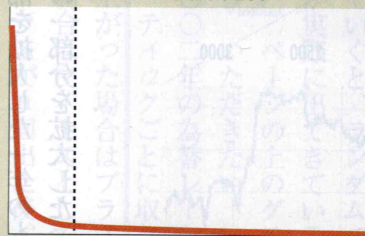


平均値

試験の偏差値、市場調査などに使われる

### ベキ分布

平均値がゼロで標準偏差が無限という性質を持つ



平均値

CDのセール、サイトのヒット数、企業収益などに使われる

つまり、ここからも為替相場を安定させることも完全に予測することも不可能であることが示されている。

**為替相場はベキ分布 暴騰・暴落もありうる**

為替相場の変動は、ベキ分布に従うことも知られている。

ベキ分布とは、右下の概念図のように、大きな値のほうに向かっ

て曲線が緩やかに裾野を延ばしていく形状を持ち、恐竜の尾っぽ(テール)に似ていることからロングテールと呼ばれることもある。標準偏差は無限、平均値も意味を持たないが、音楽CDの売り上げやホームページのヒット数、企業収益など、おおかたはそれほど大きくないのに一部に異常に高い値を示すものはベキ分布となっている。

## 他

方、左下の釣鐘型の概念図が正規分布。平均と標準偏差で表すことができるため、市場調査の分析やテストの成績などに使われている。数式にしやすいことから金融工学でも使われている。ところが、上のグラフの元データの変動の大きい上位5%を取ったベキ分布と、変動の大きい上位5%を除いた正規分布とを比較していただきたい。大きな変動を取

ったベキ分布のほうが正規分布より実際の変動に近いのである。

ベキ分布は標準偏差が無限になるうえ、平均値も意味を持たないが、大きな変動を見るため、為替変動の分析には向いている。

データ解析とシミュレーションによって、これまでの経済学では解明できなかったさまざまな事象が見えるようになった。データの解析によって、円、ドル、ユーロと三つの通貨を循環的に取引するだけで、売値と買値の差を利用した「裁定機会」で利益が上げられることも確認されている。裁定機会の持続時間分布がベキ分布になることや発生頻度は5%程度あることなどがわかってきた。

また取引時間の間隔も一定ではなく、「ディーラーは過去三分程度の取引の様子を見ながら、取引頻度が高くなると後れを取らないように自分の時間を速め、取引数が減少すると時間の進行を緩める」(高安氏)傾向があることも、莫大なデータの解析から読み取れるようになった。

これまで漠然としか知られていなかったことが経済物理学のアプローチから可視化できるようになった。次ページからは経済物理学的アプローチによる実際の予測モデルについて考察する。

為替市場の動きが次々に分析できるようになったが、実際に予測することは可能なのか。独自の為替分析モデルと最新の研究事情を探った。

# 不可能なはずの「予測」に挑む 最先端の為替予測モデル

ここ一〇年の為替取引データから為替市場の動きが次々に分析できるようになったが、実際に予測することは可能なのか。独自の為替分析モデルと最新の研究事情を探った。

為替市場はカオスに確率的要素もあり、揺らぎは避けられない。そこで為替市場の予測を行なうことは可能なのか。

「地震予知と同じくらい難しい」と高安美佐子・東京工業大学准教授は笑うが、彼女は現在、「PUC K（ポテンシャル・アンバランス・コンプレックス・キネティックス。動力的ポテンシャル）モデルと呼ばれる独自モデルを構築、為替市場を科学的にとらえ、予測するモデルを開発中だ。

**市場価格の変動はランダムウォークで近似されることはすでに知られている。つまり次に価格が上がるのか、下がるのかは確率二分の一だが、五四で触れたように、実際には〇・五より離れた値が出てきてしまう。**

つまり、過去の履歴に依存した力が存在するために、価格変動の特性が変わったといえる。PUC Kモデルはこの、動力的な要素を加えたものだ。

ユニークなのは、ディーラーの行動モデルと時系列の動きを組み合わせていることだ。

まず、ディーラーモデルの前提は三点ある。(1)ディーラーは安く買って高く売ることと利益を得ようとするが、ディーラー間には引力が働き、取引できるまで買い手は価格を上げ、売り手は価格を下げ、妥協して価格を決定する。(2)ディーラーは直近の市場価格差に比例して予測する（順張りまたは逆張りのパラメーターを入れるられる）、(3)取引数が多いときには時間も速く、取引数が少ないときには時間は緩やかに流れる（時間のパラメーターが変わってくる）。

これに時系列のモデルが組み合わされる。わかりやすいように具体例で紹介しよう。

五八の上のチャートを見ていたきたい。これはリーマンショックの二〇〇八年九月一五日近辺の円ドルレートを取ったもの。下のグラフは、過去の市場価格から最

適移動平均（期待価格）を算出し、市場価格と最適移動平均の差を横軸に、市場価格の次の時間の変化量を縦軸に取ってプロットしたものだ。数式は割愛するが、この意味するところは過去の市場価格が現在の価格にどれほど力がかかっているのか（ポテンシャル）を示している。

まず①のケース。これはまだリーマン・ブラザーズの破綻前である。力の方向であるポテンシャルは下に凸の放物線形の関数になっている。たとえていえば、放物線でボールを転がしている様子を想像していただきたい。これら周辺の価格には、引力が働き、価格は放物線の中心に向かって動く。したがって変動するものの、安定しているといえる。

③は急激に下落したあとの力の関係である。③ではポテンシャルは上に凸になっている。ボールはこの関数に沿って転がせばころころと下に落ちるであろう。つまり、この状態は、斥力が働き、不安定ということになる。

②はリーマンショックでドルが急落したところであり、三次関数のような形状を持ち、右側は下に、左側も下に流れ、下の方向性を持った不安定状態であることが見て取れる。

## PUCKモデルで為替相場を予測

ディーラーの行動と時系列の価格変動を組み合わせて動的に分析する

PUCK  
モデル

**ディーラーモデル**

- ディーラーの売買行動をモデル化
- 順張りとは逆張りの行動も加味し、取引間隔も一定ではない

**ポテンシャルモデル**

- ボラティリティ（価格変動の絶対値）の分布を再現
- 力の方向や時間の流れなど、時々刻々と変わるパラメーターに対応

将来の可能性 → ●為替相場の予測につなげる  
●バブルを未然に防ぐ など

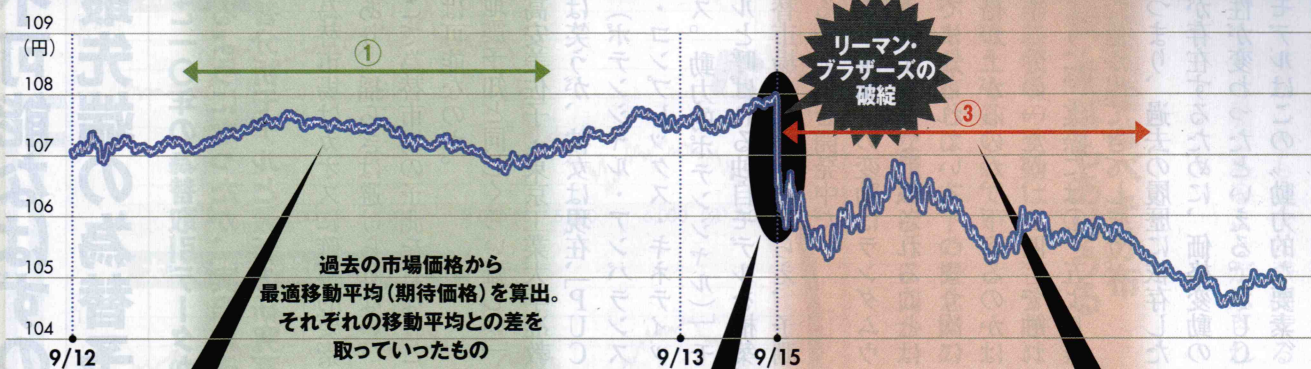
**PUCKモデルで  
価格の力の方向を分析**

このモデルで注目されるのは、同じようなボラティリティ（価格変動の絶対値）であっても、過去の最適移動平均に働く力が引力型か、斥力型かによって、過去の価格に引きつけられ安定しているか、過去の価格とは反発し不安定な動きをするのか分析できる点にある。すなわち、ある時点での価格に引

# 安定局面か不安定局面かわかる

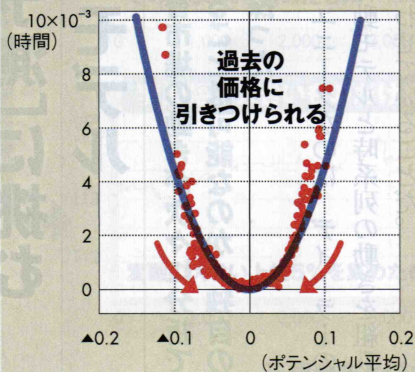
## ポテンシャルモデルのアプローチ

2008年9月12~15日の円ドルレートの推移

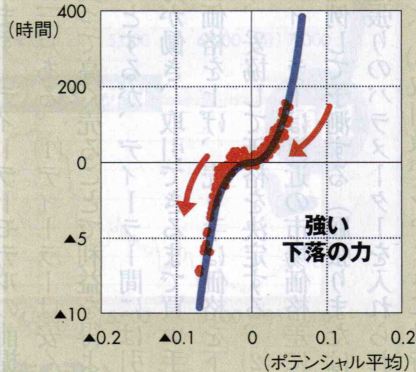


過去の市場価格から  
最適移動平均(期待価格)を算出。  
それぞれの移動平均との差を  
取っていったもの

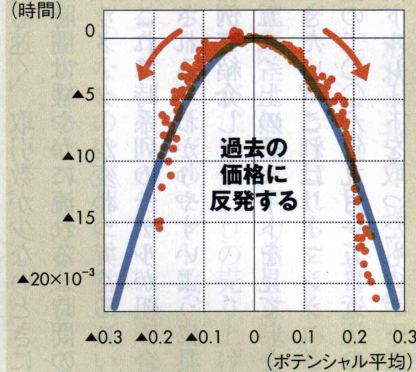
### ① 安定 引力が働いている



### ② 準不安定



### ③ 不安定 斥力が働いている



力がかかっているか、斥力がかかっているかを分析することで、短期的な価格の方向性を予測できる。不安定な状態では、価格の「力」が指数関数的に働いているかどうかを見ることができ、バブルや暴落といった「臨界点」を読み取ることができ、指数関数の増大で天井も予想できるし、谷も見取れる。

**再** び上のチャートを見ていたように、三次関数のような非線形項が加わり、さらに価格変動が加速される。

「従来のモデルはパラメーターが固定され、確率モデルも線形であったが、PUCKモデルのパラメーターは時々刻々変化し、非線形に対応できる」と高安氏は言う。

PUCKモデルの目指すところは、コンピュータ上で仮想市場をつくり出し、シミュレーションを行なうことである。現実社会でバブルや暴落を実験することは不可能だが、仮想市場であれば可能だ。たとえば、パラメーターを少しずつ変えてシミュレーションを繰り返して、暴落を引き起こす条件、あるいは暴落が起こらなくなる条件を探れば、暴落を避けることができるかもしれない。

「市場を攪乱させない損切りの決め方や中央銀行の効果的な介入など、PUCKモデルは市場安定化策にも生かされそうだ」と高安氏は話す。

経済物理学のアプローチは為替市場の分析にとどまらず、新たな安定策を生み出す可能性さえ秘めている。

ディーラーの順張り、逆張り行動についても、仮想社会でさまざまな実験が行なわれている。

たとえば、仮想市場でも、順張りが多数を占めると市場は不安定化し、ポテンシャルが上に凸の斥力が働くこと、逆張りが主体の場合にはポテンシャルが下に凸の引力型になることが確認されている。また順張りが強過ぎて過去の価格変動がさらに増幅され、暴騰や暴落を発生させることも実験で確認されている。

### 市場を攪乱させない損切り方法にも期待



# 莫大なデータ解析に物理の発想 バブルとその崩壊を未然に防ぐ

高安美佐子 ● 東京工業大学工学院総合理工学研究科准教授

経済物理学が為替市場の分析ツールとして注目を集めています。

ここ一〇年、為替の取引の記録が秒単位で見られるようになり、莫大なデータの解析が可能になりました。

これによって金融市場のさまざまな動きが見えてきました。たとえば為替ディーラーの行動。データを解析すると、ディーラーたちは過去三分間程度で起こる市場の変化に敏感に反応する。取引数が増えると自分の時間を速め、取引数が減ると自分の時間を遅くして、「ひと息」つくこともわかってきました。ディーラーのあいだでは「二〇分ひと昔」という言葉があるのだそうですが、まさに数分単位で動いているわけですね。

「9・11」のような突発的な事件は別として、ほとんどの場合、ディーラーはさまざまなニュースを先読みしており、織り込み済みです。ディーラーたちはむしろ市場価格のトレ

ンドのほうに敏感になっていきます。為替市場の予測はどこまで進んでいますか。

そもそも為替市場にはカオスが存在し、売値と買値のわずかな誤差が差を増幅させ、変動はつきものです。しかも、順張りのディーラーが大勢を占めれば価格変動を増幅させるという特徴もあります。完璧に予測するのは不可能です。

現在、研究中の「PUCK」モデルではパラメーターを時々刻々と変

えられるのが特徴で、さまざまな現象をとらえて動的な分析と予測ができるようになりました。勘と経験に基づいたディーリングから、科学的に可視化したモデルをつくるのが狙いです。

非常に短い単位での予測可能性についてはかなり研究が進んでいます。たとえばティック（取引の単位、平均七秒）レベルで次の価格が上がるか下がるかの変動統計を調べ、ランダムな場合と比較するという実験を行なったところ、当初は異符号が出やすかったのですが、二〇ティック程度（数分間）のスケールでは同じ符号が続くやすいという結果が出ました。今年、学会発表しました。

金融機関とも実際のデータを使って市場予測の共同研究をしているところですよ。

PUCKモデルの課題は何でしょうか。

莫大なデータにはノイズも多く含まれています。それを効率的に除去する方法は見つかってきていますが、まだまだ課題でしょう。

今も統計的有為性のあるレベルには達していますが、精度はもっと上がっていくでしょうね。

将来、PUCKモデルはどのように使われますか。

現実の為替取引を仮想市場で実験できるので、暴騰や暴落のメカニズムを解明することもできるでしょう。どんなパラメーターを除いたらいいかなど、わかってくると思います。研究者としては、バブルや暴落を防いだり、ハイパーインフレを未然に防いだりなどにこのモデルを応用したいと思います。

経済学者は経済物理学にどのような反応を見せていますか。

経済物理学会は確かに物理系の研究者が多いのですが、東京大学の吉川洋教授など経済学者にも学会に参加していただいています。東大の伊藤隆敏教授とは、共同研究の論文を発表しています。莫大なデータ解析ができるようになったからこそ、物理学の出番であり、新たにわかってきたこともたくさんあります。

経済学と物理学の融合は、今後、ますます進むでしょう。

T.Usami



Interview with Misako Takayasu

たかやす・みさこ / 1987年名古屋大学理学部卒業。理学博士。はこだて未来大学助教授などを経て2004年より現職。専門は情報物理学、非平衡系物理学。