

■ 6-4. ベトナムの通貨ドンと円の為替相場のフラクタル解析について

滋賀大学 教育学部 教授 水上 善博

滋賀大学 教育学部 4 回生 ドー バントイ

1. はじめに

自然の造形には複雑な形をしたものが多い。複雑な形を解析する方法としてフラクタル幾何学が発展してきた(マンデルブロ, 2011)。我々は、通常、次元として、1次元、2次元、3次元(時間の次元も考えれば4次元)のように整数の値を用いるが、フラクタル幾何学においては、次元の概念を、非整数にまで拡張し、複雑さをはかる尺度としてフラクタル次元を定義する。フラクタル次元は、通常、非整数の値をもつ。

経済現象においても株価の変動や為替相場の変動は複雑な動きをするため、これらの上がり下がり予測することはきわめて難しい。しかし、相場の変動は確率に関する数学的法則によって表すことができ、その結果、リスクを計測できるという考え方もある(マンデルブロ、ハドソン, 2008)。フラクタル幾何学は複雑な変動の特徴を捉えることができる理論の代表的なものの1つである。従来、金融工学では、株価の変動や為替相場の変動をブラウン運動と仮定して、さまざまな解析が行われてきているが、ブラウン運動と仮定することの妥当性に疑問がもたれてきている(高安秀樹, 2004)。ブラウン運動をより一般化した理論として非整数ブラウン運動があり、非整数ブラウン運動においては、ハースト指数 H という指標によって、完全にランダムな動きをするブラウン運動($H = 0.5$)からの逸脱の度合いを測ることができる。ハースト指数はフラクタル次元 F と $F = 2 - H$ という関係をもつ。

本研究では、為替レートの時系列曲線の特徴やランダムさからの逸脱についてハースト指数を用いて考察する。具体的には、2009年と2010年の2年間における、円とドルの為替相場の変動、および、ベトナムの通貨ドンと円の為替相場の変動をとりあげ、これらの日毎の為替レートの時系列曲線のハースト指数(フラクタル次元)を求め、解析を行う。

円とドルの為替レートは市場での自由な取引の結果を受けて変動するが、ベトナムの通貨ドンは、社会主義体制のもとで管理され、ドンの対ドルレートは、1日当たりの一定の変動幅を事前に設定した上で、毎日、ベトナム国家銀行によって公定為替レートが決定され公表されている。すなわち、ベトナムドンの為替レートは、市場の需給と国家の規制によって形成されている(野村総合研究所, 2009)。そこで、円ドルおよびドン円レートの決定過程におけるシステムの違いが為替相場の変動にどのような影響を及ぼすのかを探ることを本研究の目的とする。

2. 方法

2009年と2010年の2年間における、日毎の円とドルの為替レートのデータ、および、ベトナムの通貨ドンと円の為替レートのデータを収集した。円とドルの為替相場の値は Infoseek マネーのホームページ(<http://money.www.infoseek.co.jp/>)で公表されている日毎の為替レートの終値を用いた。ドンと円の為替相場の値は OANDA corporation のホームページ(<http://www.oanda.com/>)で公表されている通貨変換システムにより日毎に計算された売値の為替レートの1日の平均値を用いた。

時系列曲線のハースト指数は以下のように定義される。ある与えられた時系列曲線 $x(t)$ の時間間隔 T での大まかな変化の大きさ X を次の式で表す。

$$X = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (x_i - \langle x \rangle)^2}$$

$$\langle x \rangle = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T x_i$$

x_i は時刻 $t = i$ ($i = 1, 2, \dots$) での x の値であり、 X と T との間には、

$$X = aT^H \quad (0 < H < 1)$$

の関係式が成り立つ。ここで、 a は定数であり、 H が時系列曲線 $x(t)$ のハースト指数となる(松下貢, 2004)。

実際の為替レートの時系列データのハースト指数はスケール変換解析によって求めた。(詳細については参考文献(『経済・経営時系列分析』新田功ら, 2001)を参照のこと)

手順は以下のとおりである。

1. 日毎の為替レートの値 x_i の対数 $\log_{10} x_i$ を計算する。
2. $\log_{10} x_i$ の差分 $\log_{10} x_i - \log_{10} x_{i-1}$ を計算する。
3. ある時間間隔(N 日間)を決め、その中で日毎に差分 $\log_{10} x_i - \log_{10} x_{i-1}$ の偏差(算術平均からの隔たり) X_i を計算し、 X_i の N 日間の標準偏差 S を求める。
4. X_i の k 日目($1 \leq k \leq N$)までの累積偏差 $\sum_{i=1}^k X_i$ を計算する。
5. 累積偏差の最大値と最小値の差、すなわち、累積偏差のレンジ R を求める。
6. ハーストによって提案された式

$$R/S = aN^H$$

の log-log プロットの傾きから、ハースト指数 H を求める。

なお、1~6 の手続きは表計算ソフトウェアを用いてパーソナルコンピュータ上で実施した。

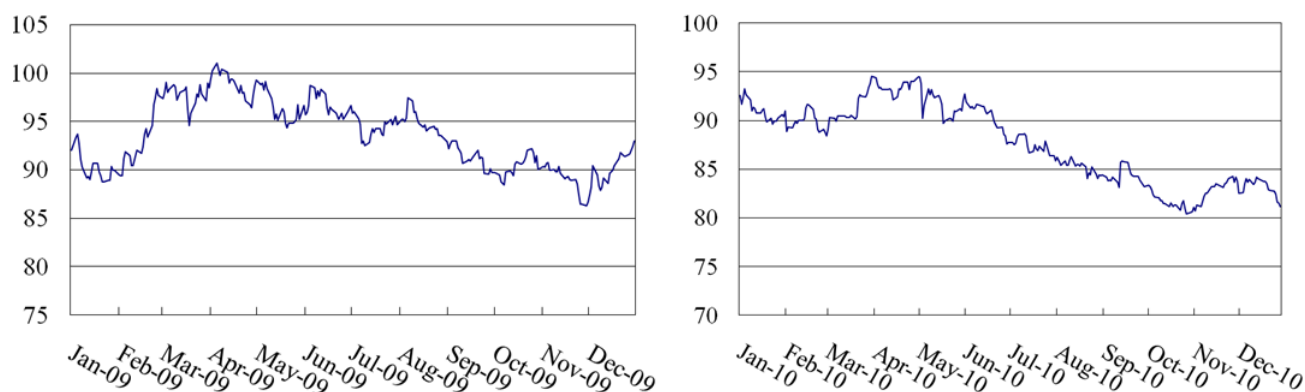
本研究では、為替レートの時系列曲線の短期間の動向と長期間の動向を探るために、短期間の解析のための時間間隔 N として、 $N = 4, 6, 8, 10, 16$ 日を、長期間の解析のための時間間隔 N として、 $N = 10, 20, 30, 40$ 日を用いた。

3. 結果と考察

図 1 に 2009 年と 2010 年の 2 年間における、日毎の円とドルの為替レート(単位は円/ドル)の時系列グラフを示す。2009 年の最大値は 101.02 円/ドル (2009 年 4 月 6 日)、最小値は 86.3 円/ドル (2009 年 11 月 30 日)、2010 年の最大値は 94.57 円/ドル (2010 年 4 月 2 日)、最小値は 80.24 円/ドル (2010 年 10 月 29 日)であった。図 2 に 2009 年と 2010 年の 2 年間における、日毎のドンと円の為替レート(単位はドン/円)の時系列グラフを示す。2009 年の最大値は 210.856 ドン/円 (2009 年 11 月 30 日)、最小値は 170.845 ドン/円 (2009 年 4 月 6 日)、2010 年の最大値は 241.075 ドン/円 (2010 年 10 月 30 日)、最小値は 195.515 ドン/円 (2010 年 1 月 8 日)であった。

これらの時系列データから得られた短期間の動向を示すハースト指数と長期間の動向を示すハースト指数の結果を表 1 に示す。フラクタル次元の値もあわせて示す。短期の動向を示すハースト指数は円とドルの為替レートの場合

【 図 1 円とドルの為替レートの時系列曲線(単位は円／ドル)。左図:2009 年 右図:2010 年 】



【 図 2 ベトナムの通貨ドンと円の為替レートの時系列曲線(単位はドン／円)。左図:2009 年 右図:2010 年 】

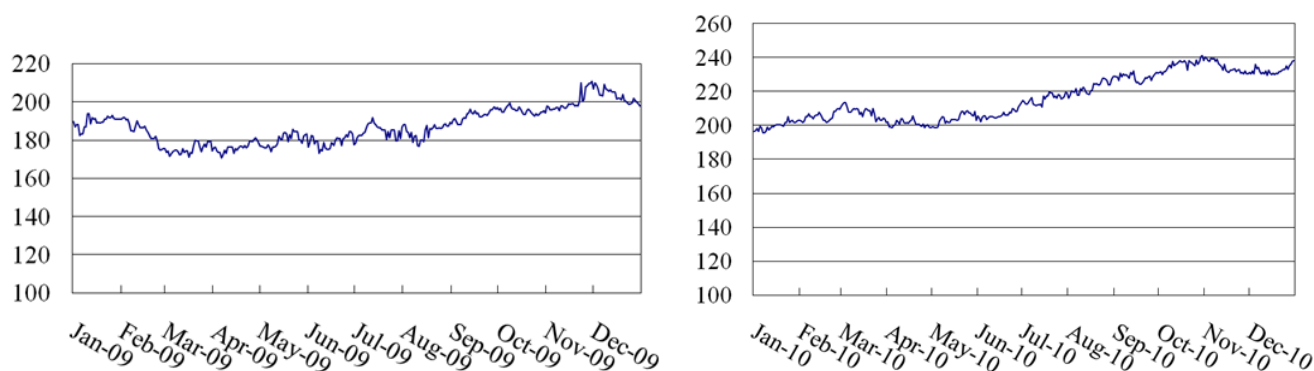


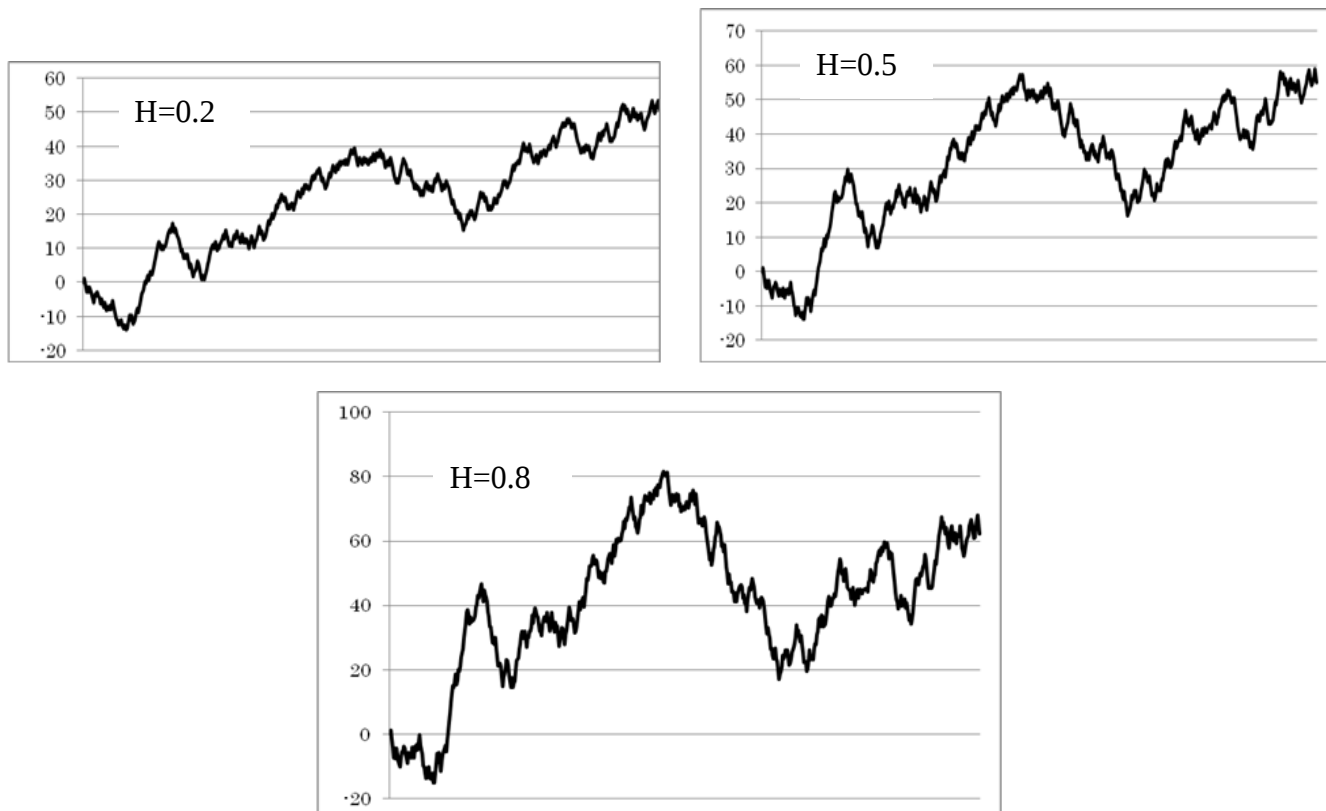
表1 2009年と2010年の日毎の円とドルの為替レートおよびドンと円の為替レートのハースト指数とフラクタル次元。
 短期は時系列間隔が4, 6, 8, 10, 16日で解析された結果。長期は時系列間隔が10, 20, 30, 40日で解析された結果。

	ハースト指数 (短期)		フラクタル次元 (短期)		ハースト指数 (長期)		フラクタル次元 (長期)	
	円ドル	ドン円	円ドル	ドン円	円ドル	ドン円	円ドル	ドン円
2009	0.662	0.561	1.34	1.44	0.610	0.471	1.39	1.53
2010	0.620	0.542	1.38	1.46	0.548	0.444	1.45	1.56

2009 年が 0.662、2010 年が 0.620 となった。また、ドンと円の為替レートの場合 2009 年が 0.561、2010 年が 0.542 となった。一方、長期の動向を示すハースト指数は円とドルの為替レートの場合 2009 年が 0.610、2010 年が 0.548 となった。また、ドンと円の為替レートの場合 2009 年が 0.471、2010 年が 0.444 となった。円とドルの為替レートのハースト指数については、1973 年 1 月～1989 年 12 月までの日毎のデータをもとに解析した結果として 0.64 という値が報告されている(ピーターズ, 1994)。さらに、1973 年 1 月～1999 年 12 月までの月次のデータをもとに解析した結果が、0.72 と報告されている(新田功ら, 2001)。我々の円とドルの為替レートのハースト指数の結果は、日毎のデータに基づいているので、ピーターズの結果と比較すると、2010 年の長期の結果($H = 0.548$)以外は、いずれも 0.61～0.66 であり、ピーターズの結果 0.64 と比較的近い値となった。

ハースト指数の値は、完全にランダムな動きをするブラウン運動からの逸脱の度合いを示す指標となる。図 3 にいろいろなハースト指数をもつ非整数ブラウン曲線の例を示す。 $H = 0.5$ の曲線は完全にランダムなブラウン曲線である。 $H = 0.8$ のように、ハースト指数が 0.5 より大きい曲線の場合、いったん上昇するとその傾向が続き、また、下降し始めると、さらに下がる傾向が続くという特徴をもつ。この傾向を“持続性”と呼ぶ。持続性を持つ曲線は変動幅が大きくなる。一方で、ハースト指数が 0.5 より小さい曲線の場合、上昇してもそれを引き戻して下降に転じる傾向が見られ、また逆に、下降するとそれに反して上昇する傾向がみられる。この傾向を“反持続性”と呼ぶ。反持続性を持つ曲線の変動幅は小さくなる。我々の得た結果は、ドンと円のレートの長期の動向を示すハースト指数(2009 年は 0.471、2010 年は 0.444)が反持続性を示した以外はすべて 0.5 よりも大きい値となり持続性を示すことがわかった。2011 年 1 月 3 日の朝日新聞において、東京工業大学の高安美佐子氏は「為替の物理学」と題した記事のなかで、為替相場の変動における“持続性”の傾向について「値動きには加速度がある」と表現している。自由市場の為替相場においては、値が上がるとさらに買いが入り、値が下がるとさらに売りが入るような、トレンドを追ういわゆる「順張り」の傾向がある。その結果、“持続性”の傾向が現れる。一方で、ベトナムのドンのように管理されている通貨は、レートを安定させるために、管理者(ドンの場合はベトナム国家銀行)の意思が反映される。すなわち、レートが高くなる傾向を示せば、値を下げる方向に、レートが下がる傾向があれば値を上げる方向に為替レートが修正される。これは、いわゆる「逆張り」であり、結果として“反持続性”の傾向が現れる。これが、ドンと円のレートの長期の動向において反持続性が見られた理由のひとつであると考えられる。さらに、円とドルの為替レートの長期の動向を示すハースト指数が 2009 年の 0.610 から 2010 年には 0.548 となり、完全にランダムな状態を示す 0.5 に近づいているが、これは円ドル相場の市場が正常なマーケットの動きから逸脱して予測がつかない状態になりつつあることを示すとともに、急激な円高に対処するために 2010 年に日本政府を中心に円ドル相場への介入が実施されたことによる影響を受けて、円ドルレートに“反持続性”の傾向が表れたものと考えられる。

【 図 3 ハースト指数の異なる非整数ブラウン曲線の例 】



最後に、ベトナム経済の現状と今後の展望について簡潔に考察する。

ベトナムは、ドイモイ政策を実施して、社会主義路線の見直し、産業政策の見直し、市場経済の導入、国際協力への参画を進めてきた(Nguyen Nhu Binh, 2010)。

ベトナムの特徴としては、市場規模が大きいことと、所得水準の増加が著しいことがあげられる。人口は約 9000 万人で、今後は 1 億人に到達すると見込まれている。人口構成は 30 代以下が全体の 58%を占め、若年層が多いピラミッド型の特徴をもった人口構成になっている。また、1 人当たりの平均所得が 2007 年には 835 ドルとなり、低所得国から中所得国に移行する過程にある。特に、ハノイやホーチミンなどの都市部では、世帯年収が 4500 ドルを超える世帯の比率が 1999 年の 7%から 2006 年には 21%に達し、他方、1400 ドルを下回る低所得者世帯の比率は 1999 年の 64%から 2006 年には 25%へと急激に減っている。また、ベトナムへの海外からの資金流入が大きいことも特徴としてあげられる。インフレ率が相対的に高い中で、ベトナムドンの対ドル為替レートを一定に維持しようとする為替政策の下では、海外の投資家からみて、ベトナム国内の資産に投資することで、為替リスクをあまり気にせず高いリターンを得やすく見えるため、投機的な資金を誘発することにつながったとの指摘がなされている。ただし、2007 年 1 月に WTO に加盟したベトナム政府としては、経済の市場化、対外開放を急ピッチで進める必要がある。しかし、一方で、国内の経済部門、特に、金融センターに関しては、そこまでの準備ができていないというジレンマを抱えているのが現状である(野村総合研究所, 2009)。

《 文 献 》

1. B. マンデルブロ 著、広中平祐 監訳 『フラクタル幾何学』(上, 下) ちくま学芸文庫 (2011).
2. ベノワ・マンデルブロ、リチャード・L・ハドソン 著、高安秀樹 監訳
『禁断の市場 ―フラクタルでみるリスクとリターン―』 東洋経済 (2008).
3. 高安秀樹 著 『経済物理学の発見』 光文社新書 (2004).
4. 野村総合研究所 鶴谷学, 荻本洋子, 奥雄太郎 著
『ベトナム 金融資本市場 ハンドブック』 東洋経済新報社 (2009).
5. 松下貢 著 『フラクタルの物理(Ⅱ)応用編』 裳華房 (2004).
6. 新田功、大滝厚、森久、阪井和男 著 『経済・経営時系列分析』 白桃書房 (2001).
7. エドガー・ピーターズ 著、新田功 訳 『カオスと資本市場』 白桃書房 (1994).
8. Nguyen Nhu Binh, "The Recent Economic Situation of Vietnam and Investment Risks",
Discussion Paper No. A-2, Center for Risk Research, Faculty of Economics, SHIGA UNIVERSITY (2010).