

金融・経済時系列データを用いた知識発見とその応用

—金融時系列データのV C 相関解析—

Knowledge discovery and application on financial and economic time series data

—Analysis on the correlation of financial time series data —

落合 友四郎¹

¹大妻女子大学社会情報学部情報デザイン専攻

Tomoshiro Ochiai¹

¹Faculty of Social Information Studies, Otsuma Women's University

2-7-1 Karakida, Tama-shi, Tokyo, Japan 206-8540

キーワード：金融，相関，時系列データ

Key words : Finance, Correlation, Time series data

抄録

最近の情報技術の発展にともない、大量の金融・経済関連の時系列データが蓄積されるようになってきた。これら大量の金融・経済関連データから、その背後にあり、直接観測することの難しいメタ情報（因果関係、個人の行動傾向など）を推定することが、重要になってきている。

一方、金融業界においては、アセットアロケーションをはじめとするリスク管理手法の開発が重要であるが、従来の金融派生商品の設計やリスクマネージメントには、様々な解決すべき問題を抱えている。そこで、本研究では、最近蓄積されてきている膨大な金融時系列データを情報工学的な観点から解析して、これらのリスク管理の問題の解決策を探った。

金融市場は、銀行間取引など、国際的な資本移動ネットワークであると同時に、その資本自体の価値が時間的に変動するダイナミカルな複雑系である。また、自然科学とは異なり、実際の金融取引は、人間が行うために、行動心理や群集心理に支配された存在でもある。

リーマンショックや、ユーロ危機など最近の金融危機は、金融ネットワークのシステム的な危機ととらえることができる。さらに、信用不安という人間心理が加わり、実態以上の金融資産価値の乱高下を引き起こし、世界経済に混乱をもたらした。リーマンショックの震源地である住宅債権の金融派生商品や金融機関のリスクマネージメント手法は、金融工学を用いて設計されているが、その前提条件となる確率理論に大きな問題を抱えている。それは、自然科学とは異なり、株価などの経済的な変数の背後の確率分布はテールの厚い分布になっていて、さらに確率分布が時間的に一定

ではない。また、各金融資産間の相関係数も一定ではなく、いわゆるボラティリティーに強く影響を受ける。

一方、データベース技術の発展に伴い、ミリ秒単位の価格データや取引データが蓄積されてきている。そこで、これらの問題に対して、最近蓄積されてきている金融・経済の時系列データを解析して、その問題の背後や解決策を明らかさるつつある^[1,2,3,4,5]。

第1に、これまで金融のリスクマネージメントなどのためのモデリング手法に対して、ARCHモデル、GARCHモデルのように、ボラティリティーが時間的に変動するモデルや、相場のトレンドを記述することのできる非整数ブラウン運動をもちいたモデルが提案されてきた。これらのモデルにより、単純な幾何ブラウン運動によるモデリングを超えて、より正確に市場を記述することが可

能になってきた^[1].

第2に、金融機関における資産リスク管理や金融派生商品の設計においては、過去データから、各資産間の相関を推定し、将来の予測に用いられることが多い。しかし、これらの相関係数は、それぞれ時期のボラティリティーに強く依存していることがわかってきている^[2]。それゆえ、マーケットクラッシュ時などの高いボラティリティー時期には、複数の金融資産を組み合わせることによる分散効果が効かなくなる。この事実は、金融資産のリスクマネジメントや金融派生商品の設計に、大きな困難をもたらしている。

また、これまで様々な分野の研究において、時系列データの相関係数を計算することにより、その背後のネットワークを推定する努力が進められてきた。

さらに、最近の我々の研究で、金融資産間の相関には、方向性があることが統計的に示された^[3]。通常の相関係数は、2つの資産の間の相関を測ることができるが、特にその影響の方向性まではわからない。ところが、我々の考案したボラティリティー制限をした相関係数を用いると、金融資産間の影響の方向性までわかる。例えば、為替レートのドル円と、日経平均には相関があることは広く知られているが、その相関の影響は、ドル円から日経平均への影響のほうが、その逆方向（日経平均→ドル円）より強いことを統計的に示すことができる。

より詳しくは以下の通りである。これまでは、時系列データから、背後のネットワークを同定する研究は、いわゆる通常のピアソン相関係数

(Pearson product-moment correlation coefficient) を用いられることが多かった。ところが、通常の相関係数では、相関の有無はわかっても、その方向性まではわからない。つまり時系列データ A,B に対して、相関係数 $\text{Cor}(A,B)$ と、 $\text{Cor}(B,A)$ では同じ値をとるために、A と B のどちらが制御側で、どちらが被制御側かわからないのである。そこで、我々は Volatility-Constrained-Correlation

(VC-correlation) と呼ぶ新しいタイプの相関を計測する手法を開発した。この VC-correlation を用い

ることにより、2つの要素 A,B の間の相関のみならず因果の方向性まで検出することができるようになった^[3]。

この手法により、従来の金融資産相関ネットワークとは異なり、ボラティリティー依存性のある相関有向ネットワークを構築することができる。この金融資産相関の有向ネットワークを用いれば、ボラティリティー依存性を考慮すると同時に、影響力の強い資産と影響力の弱い資産を区別しながら、複数金融資産の分散効果を得ることができると考えられる。

次のステップとしては、VC-Correlation を用いて、金融市場間の影響伝播の有向ネットワークを構築して、新しいリスクマネジメントの方法や金融派生商品のモデリングが重要である。複数の金融商品を組み合わせたリスクマネジメントや金融派生商品の設計には、通常金融商品の間に一定の相関係数と、価格変動の分布が仮定されているが、この方法で得られた実証的な研究成果を用いることにより、より正確なリスクマネジメントの方法論の確立が期待できるだろう。

謝辞

本研究は、大妻女子大学戦略的個人研究費 (S2609) の助成を受けたものです。

引用文献

- [1] R.N. Mantegna, H.E. Stanley, An Introduction to Econophysics, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2000.
- [2] T. Preis, D.Y. Kenett, H.E. Stanley, D. Helbing, E. Ben-Jacob, Scientific Reports 2 (2012) 752.
- [3] T. Ochiai, J.C. Nacher, Physica A 393, 364 (2014).
- [4] J.C. Nacher, T. Ochiai, Physical Review E, 85, 056118 (2012)
- [5] T. Ochiai, H. Takada, J.C. Nacher, Physica A, Volume 413, 534–543 (2014)

Abstract

The rapid development of information science and artificial intelligence approaches may offer new insights into the huge amount of financial and economic-related time-series data that is being accumulated daily in large-scale databases. It is important to extract the meta information (for example, causality) from these time series data and offer new methodologies to decipher large-scale complex systems information. On the other hand, in financial institutions, the risk management and asset allocation are important. However, the conventional risk management methods exhibit problems and weaknesses that need to be addressed. Therefore, in this study, by analyzing huge financial time series data, we derive a new method to control the risk in financial markets in information engineering point of view.

(受付日 : 2015 年 6 月 11 日, 受理日 : 2015 年 6 月 24 日)

落合 友四郎 (おちあい ともしろう)

現職 : 大妻女子大学社会情報学部情報デザイン専攻 准教授

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了 (博士 (理学)) .

専門は金融情報学, 経済物理学, 理論物理学.

主な論文 :

1, T. Ochiai, H. Takada, J.C. Nacher, "Quantifying the behavior of price dynamics at opening time in stock market", *Physica A*, Volume 413, 534–543 (2014)

2, T. Ochiai, J.C. Nacher, "Volatility-constrained correlation identifies the directionality of the influence between Japan's Nikkei 225 and other financial markets", *Physica A*, Volume 393, 364–375 (2014)

3, J.C. Nacher, T. Ochiai, "Foreign exchange market data analysis reveals statistical features that predict price movement acceleration", *Physical Review E*, 85, 056118, 7 pages (2012)