

集中講義、「経済物理学」

2018年6月16日(土)、23日(土)、30日(土)、7月7日(土)

国際学術総合研究棟4階講義室B

授業の目標・概要

「経済物理学」の分野の概要を紹介するとともに、その応用例として、株式市場のデータ、外国為替市場のデータの利用した研究を紹介する。経済物理学の特徴は、高頻度で観察されるデータの規則性、特徴を取り出すことにより、その市場の特性を物理学的アプローチ、経済学的アプローチにより分析することである。観察頻度は秒もしくは、それよりも細かい単位である。

授業のキーワード

高頻度データ、べき分布、ビッド、アスク、指値注文、成り行き注文、高速トレード、アルゴリズムック・トレード、フラッシュ・クラッシュ、人工市場

High-frequency data, Pareto distribution, bid, ask, limit order, market order, high-speed trading, algorithmic trading, flash crash, artificial market

授業計画

1	第1日 6月16日(土)	II限	イントロダクション 外国為替市場のマイクロ構造 為替市場の構造とEBS データ	伊藤隆敏・山田昌弘
2		III限	外国為替市場への応用 I 機械対人間	伊藤隆敏・山田昌弘
3		IV限	外国為替市場への応用 II 仲値(東京とロンドン)	伊藤隆敏・山田健太
4		V限	外国為替市場への応用 III 裁定機会の出現と消滅	伊藤隆敏・山田健太
5	第2日 6月23日(土)	III限	金融ビッグデータと人工知能 I 金融データマイニング	坂地泰紀・和泉 潔
6		IV限	金融ビッグデータと人工知能 II 人工市場入門	和泉 潔
7		V限	金融ビッグデータと人工知能 III 人工市場による市場制度の設計	水田孝信・和泉 潔
8	第3日	III限	べき分布とそのモデル	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士

9	6月30日(土)	IV限	企業ネットワークとロコミの数理	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士
10		V限	金融市場データ分析	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士
11	第4日 7月7日(土)	III限	金融市場の数理モデル I	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士
12		IV限	金融市場の数理モデル II	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士
13		V限	市場変動観測所について	高安秀樹・高安美佐子 金澤輝代士

#### 1. 外国為替市場への応用 I (伊藤隆敏・山田昌弘)

国際金融への経済物理学の応用。外国為替市場のミクロ構造(参加者、取引システム)の解説。取引システムと、EBSデータの解説。外国為替市場における変動性、取引量に関する24時間季節性。

#### 2. 外国為替市場への応用 II (伊藤隆敏・山田昌弘)

東京市場、仲値決め周辺の取引分析。ロンドン市場、仲値決定周辺の取引分析。

#### 3. 機械対人間 (伊藤隆敏・山田健太)

取引実行システム(コンピューター)に取引注文を出すコンピューターが直接接続することで、高速・高頻度トレードが可能になった。外国為替市場の構造の変遷を紹介。

#### 4. 外国為替市場への応用 III 裁定機会の出現と消滅 (伊藤隆敏・山田健太)

外国為替市場の取引システムでは、売指値が買指値を下回るというようなりリスクなしの裁定利潤機会が出現することがある。さらに、三通貨を利用した裁定取引でも裁定利潤機会が発生することがある。このような市場の効率性に反する裁定利潤機会の発生頻度、発生から消滅までの継続時間が市場のマイクロ・ストラクチャーの変遷とともにどのように変わってきたかの研究を紹介する。

#### 5. 金融ビッグデータと人工知能技術 I 金融データマイニング(坂地泰紀)

本講義では、最新の人工知能技術を金融市場の分析に利用する事例を紹介する。経済ニュースや板情報等の大規模データを自動的に分析するデータマイニングで、どのような種類のデータをどのように処理し、金融市場の現場に適用しているかを解説する

#### 6. 金融ビッグデータと人工知能技術 II 人工市場入門(和泉潔)

人工市場とは、計算機上に人工的に作り出された架空の市場である。人工市場シミュレーションの基本的な考え方やモデル構築の要点を解説し、市場の急激な変動等の現象を分析した事例を紹介する。

#### **7.金融ビッグデータと人工知能技術 III 人工市場による市場制度の設計(水田孝信・和泉潔)**

ティックサイズの設定や市場制度のテストを人工市場シミュレーションで事前評価した事例を紹介する。さらに市場現象にシミュレーション技術を用いる際の可能性と限界についても議論を行う。

#### **8.ベキ分布とそのモデル(高安秀樹・高安美佐子・金澤輝代士)**

ベキ分布が生じる仕組みとその特性に焦点を絞り、ランダム乗算過程や自己組織臨界現象などの数理を学ぶ。市場変動で特徴的に観測されるベキ分布に関して、平均値や標準偏差がサンプル依存する性質などのデータ解析上の留意点を確認する。また、聖ペテルスブルグのパラドックスなど、ベキ分布と関連した経済学的な応用事例を紹介する。

#### **9.企業ネットワークとロコミの数理(高安秀樹・高安美佐子・金澤輝代士)**

金融市場以外の経済物理学の研究に関する話題を紹介する。国内約 100 万社の企業間の取引ネットワークの構造とその上でのお金の流れを記述する拡張重力型方程式、そして、ブログの書き込み記事解析による社会の関心事の変動に関するデータ解析と数理モデルを学ぶ。

#### **10.金融市場データ解析(高安秀樹・高安美佐子・金澤輝代士)**

定常性検定、連検定、変化点検出などの時系列解析の基盤的な視点から市場変動時系列データを解析し、市場の統計的性質が時々刻々変化する特性を持つことを確認する。分布関数や相関関数、拡散解析などにより単純なランダムウォークとは異なる市場変動の特徴を抽出した事例を紹介する。

#### **11.金融市場の数理モデル I (高安秀樹・高安美佐子・金澤輝代士)**

ありのままの金融市場を記述するための数理モデルを学ぶ。まず、金融市場をモデル化するにあたって、板情報の統計則について詳しく説明する。特に板情報の構造をざっくり把握するうえで、内層・外層といった基礎的な統計則を学び、板が市場価格とどう関係付くか調べる。

#### **12.金融市場の数理モデル II(高安秀樹・高安美佐子)**

次に個々のトレーダーのトレーディングログの解析結果を調べ、個々のトレーダーがどういう統計法則に従うかを学ぶ。ログデータを解析することでわかった統計則を元に、個々のトレーダーの動力学をディーラーモデルによってモデル化する。更に、このマイクロなエー

ジェントベースモデルを統計物理学の計算手法によって解析的に解き、データと直接的な比較を行う。

### 13.市場変動観測所について（高安秀樹・高安美佐子・金澤輝代士）

経済物理学の応用として構想されている市場変動観測所に関して述べる。時系列解析、ビッグデータ分析や数理モデルに基づくシミュレーションをリアルタイムで実施するシステムを構築することで、金融市場の異常な変動を早期に検出し、金融危機を未然に回避するための施策を探る。経済物理学の今後の展開について議論する。

\*講義の順序は授業の開始までに予告なく変更になることがある。

### 成績評価方法

授業参加態度とレポートによる

**レポート** つぎの課題のうちひとつを選んで、A4（通常のマージン設定）、5枚をメドにリサーチ・レポートを作成のこと。

締め切り、2018年7月20日（金） 正午

提出先 [izumi-sec@socsim.org](mailto:izumi-sec@socsim.org) 宛てにファイルを送付

#### 1. 「高頻度データによる経済分析の研究・デザイン」【伊藤隆敏】

日次（一日一回）よりも高い頻度で観察することのできる経済データ（たとえば為替レート）を例にとり、そのデータを入手することができたら、どのような経済学におもしろい仮説を、どのような手段で分析することを提案するか。なお、レポートの中ではデータを必ずしも分析する必要はないが、（無料で入手できる）日次データで分析（予備研究）をしたうえで、高頻度データの研究計画を提案することも好ましい。

#### 2. 「経済物理学の応用の可能性」【高安秀樹】

経済物理学の研究の特徴を列挙し、それらの特徴を活かした応用としてどのようなものが考えられるかを述べよ。自分なりの新たな視点に基づいたアイデアを展開することが望ましいが、講義の中での例を参考にして自分なりに問題点や改良点を議論してもよい。

#### 3. 「ビッグデータから読み取る人間の行動について」【高安美佐子】

経済物理学の研究対象は金融市場以外にも広がっている。広い視点から、どのようなビッグデータがあればどのような研究ができるかを、特に、人間の社会的・経済的な行動に関連して考察せよ。ここでは、仮想的にどんなデータでも入手できるものと想定し、データが現存するかどうかや個人情報の問題などにはこだわる必要はないものとする。

#### 4. 「金融情報技術が市場の効率性・安定性に与える影響についての考察」【和泉 潔】

a. 金融市場での取引や分析に関する情報技術について技術内容と金融市場での使われ方の例を挙げて説明せよ。講義で学んだことからできるだけ多くの技術を挙げなさい。

例) ○○○の技術：

金融市場における△△△のデータを入力として、□□□の処理をして、○○○を知る技術。金融市場では△△△を用いた□□□の予測や、○○○を用いた△△△の決定などに使われている。

b. 上記の技術またはその組み合わせが金融市場の効率性・安定性に与える影響はどのようなものか。a.で答えた各技術について、負の側面と正の側面の両方について、自分で考察した理由とともに説明せよ。

例) ○○○の技術により、金融市場の△△△が□□□となる可能性があり、それによってトレーダーたちの○○○が△△△になり、市場が□□□となる可能性が考えられる。

#### 教科書

なし

#### 参考書

岩波講座、計算科学6、「計算と社会」第2章(高安美佐子著)、第3章(和泉潔著)

高安美佐子/編著、学生・技術者のためのビッグデータ解析入門

[日本評論社(2014)]

高安美佐子/編著、ソーシャルメディアの経済物理学 (ウェブから読み解く人間行動)

[日本評論社(2012)]

高安秀樹、高安美佐子著、エコノフィジックスー市場に潜む物理法則

[日本経済新聞社(2001)]

高安秀樹著、経済物理学の発見[光文社新書(2004)]

その他、論文(授業開始時に指定)

#### 履修上の注意

\*講義の順序は授業の開始までに予告なく変更になることがある。

#### 関連ホームページ

## その他

### メールアドレス

和泉 潔、izumi-sec@socsim.org

### 研究室電話番号

21867

### 授業使用言語

日本語