

証券投資理論

第2次通信教育講座 テキスト (第2分冊 Ver.3)

目次

IV. テクニカル分析の科学的アプローチ

(1) はじめに	1
(2) 概要	1

IV-1. テクニカル分析への逆風

(1) 効率的市場仮説	3
(2) ランダムウォーク理論	4
(3) オーバーフィッティングとデータマイニングバイアス	6

IV-2. 逆風への反論

(1) 実データ解析によるアノマリーの発見	9
(2) 行動経済学による見解	11
(3) 物理学による見解	18
I. イジング模型 (臨界現象)	18
II. 砂山モデル (自己組織化臨界現象)	22
III. フラクタルについて	25
IV. 金融市場におけるカオスの可能性	37

IV-3. アノマリーを再現する時系列モデル

(1) AR モデル (自己回帰モデル)	40
(2) ARMA モデル (自己回帰移動平均モデル)	41
(3) ARIMA モデル (自己回帰和分移動平均モデル)	41
(4) ARCH モデル (自己回帰分散不均一モデル)	42
(5) GARCH モデル (一般化自己回帰分散不均一モデル)	42
(6) ARMA-GARCH モデル	44
(7) 予測への応用	44
(8) モンテカルロシミュレーションによる長期予測	46
(9) 残差分析 (モデルの適正診断)	47

IV-4. 機械的にアノマリーを学習する数理モデル

(1) 予測モデル	50
(2) k 近傍法	51
(3) ニューラルネットワーク	52

(4) ニューラルネットワークの学習	54
(5) 学習誤差と汎化誤差	56
(6) バイアスとバリエーション	61
(7) 集団学習法	62

IV -5. テクニカル戦略の最適化

(1) 予測モデルからテクニカル戦略へ	67
(2) 探索アルゴリズム	69
(3) トレーディングにおける評価指標	72
(4) 特徴選択によるモデルの簡略化	74

IV -6. テクニカル戦略の妥当性の科学的検証法

(1) まぐれ当たりによる過大評価	80
(2) データマイニングによって優秀な戦略を選べるのか?	82
(3) フォワードテストによってデータマイニングバイアスを回避できるか?	84
(4) テクニカル売買戦略の妥当性の検証	84
(5) フォワードテストで行うブートストラップ検定	87
(6) フォワードテストを行わないブートストラップ検定	91
(7) 動的に最適化されるテクニカル戦略の検証	94

IV -7. 付録

(1) テイラー展開	98
(2) ベイズの定理とベイズ更新	101
(3) 基本統計量 (平均値・期待値・分散)	104
(4) 多変量データの範囲調整 (標準化・正規化)	110
(5) 多変量データの関連性 (共分散・相関係数・相互情報量・移動エントロピー)	111
(6) 過去との関連性 (自己相関関数・相互相関関数)	115
(7) 定常性と非定常性	117
(8) 関数の最大化・最小化問題	120
(9) 単回帰分析と重回帰分析	122
(10) 主成分分析	126
(11) 因子分析	132
(12) フーリエ解析	136
(13) ウェーブレット解析	140

IV. テクニカル分析の科学的アプローチ

01	(1) はじめに	01
02		02
03	テクニカル分析は、過去の価格変動データを様々な指標に変換し、金融市場のトレンド	03
04	転換などを読み取る手法であるが、そもそも効率的市場仮説に反するため、長らく懐疑的	04
05	な視線を向けられてきた。しかし行動経済学の台頭により、効率的市場仮説の限界が議論	05
06	され始めると共に、テクニカル分析は逆に効率的市場仮説を検証するツールとしても用い	06
07	られている。しかしテクニカル分析によって効率的市場仮説を覆すような報告事例は十分	07
08	には多くはない。	08
09	そこで本章では、テクニカル分析が懐疑的に思われる背景を述べ、これを払拭していく	09
10	科学的なアプローチを紹介する。計算機技術が発達した現代においては、誰でも手軽にテー	10
11	タ解析を行える環境になりつつあるため、計算機科学の観点からテクニカル分析との接点	11
12	を述べる。	12
13	本章は数理的な解説を多く含むため、まずは分かりやすい箇所を拾い読みして全体像を	13
14	把握して欲しい。できるだけ平易に解説するよう配慮したが、意味を曖昧にしないため	14
15	にはある程度の数式が必要である ¹⁾ 。また本文に関連する数学項目について、IV-7.に付録	15
16	としてまとめた。	16
17	IV-1.～IV-6.の概要は次のとおりである。投資理論は、経済学・心理学・物理学・数学・	17
18	統計学・コンピュータ科学などを取り巻く「総合科学」であり、単に投機とは一線を画す	18
19	深さがあることをお伝えしたい。	19
20		20
21	(2) 概要	21
22	IV-1. テクニカル分析への逆風	22
23	テクニカル分析など、金融市場の未来予想を完全に否定する仮説として、効率的市場仮	23
24	説およびランダムウォーク理論を紹介する。また、バックテストの結果を過大評価してし	24
25	まう原因として、オーバーフィッティング（過学習）とデータマイニングバイアス（まぐ	25
26	れ当たり）の問題を紹介する。	26
27	IV-2. 逆風への反論	27
28	実際の価格データを解析すると、効率的市場仮説と不整合な現象（アノマリー）が多数	28
29	発見されることを紹介する。さらにこのアノマリーの出現理由を、行動経済学および物理	29
30	学の観点から解釈する。なお、フラクタルという概念についても詳しく解説する。	30
31	IV-3. アノマリーを再現する時系列モデル	31
32	時系列変動に関するアノマリーとして、価格変動の時間記憶性がある。これを重回帰式	32
33	で表現することで、将来の価格やリスクを予測できる。さらにモンテカルロシミュレーショ	33
34	ンによる多ステップ予測や、時系列モデルの妥当性を調べる残差分析についても紹介する。	34
35	なお簡単に、ポートフォリオ理論やオプション戦略への応用にも触れる。	35

IV. テクニカル分析の科学的アプローチ

01	IV-4. 機械的にアノマリーを学習する数理モデル	01
02	計算機性能の発達に伴い、アノマリーの発見から予測まで、全てコンピュータに一任す	02
03	ることができる。そのような機械学習アルゴリズムの代表例をいくつか紹介する。なお前	03
04	章の時系列モデルは重回帰式に基づくので、時系列データの定常性および線形性を仮定し	04
05	ていた。しかし機械学習では、そのような仮定や制約は一切不要なので、非常にパワフル	05
06	な予測ツールになる。しかし幾つかの注意点（オーバーフィッティングやバイアス、バリ	06
07	アンス）に気をつけなければ、誤った予測モデルを組んでしまう。そこでこれらの緩和策	07
08	として、汎化誤差の評価法や集団学習法の適用について解説する。	08
09	IV-5. テクニカル戦略の最適化	09
10	テクニカル指標には、順張り型・逆張り型・出来高型など様々なタイプがあり、これら	10
11	を組み合わせてダマシの少ない戦略を構築することが重要である。しかしその組み合わせ	11
12	方は莫大であり、さらにローカルミニマム問題が発生するので、たとえコンピュータを用	12
13	いても最適な組み合わせを見つけるのは難しい。これは工学において「組み合わせ最適化	13
14	問題」と呼ばれ、準最適解を現実的な時間で発見する探索アルゴリズムがいくつか開発さ	14
15	れている。本章ではその代表例として、焼きなまし法や遺伝的アルゴリズムを紹介する。	15
16	なお、近年高い注目を集めているディープラーニング（深層学習）についても解説する。	16
17	IV-6. テクニカル戦略の妥当性の科学的検証法	17
18	IT技術の発達に伴いシステムトレードが普及する中、人々はその売買戦略の妥当性を	18
19	正しく評価できているだろうか？ IV-1.の指摘のように、オーバーフィッティング（過	19
20	学習）やデータマイニングバイアス（まぐれ当たり）がこの評価を狂わせる原因となるが、	20
21	前者は汎化誤差を検証することで緩和できる（IV-4.）。そこで本章では、後者のデータマ	21
22	イニングバイアスに着眼する。まず、モンテカルロシミュレーションによってまぐれ当た	22
23	りをコンピュータ上で再現し、過大評価を引き起こすメカニズムを議論する。次に、まぐ	23
24	れ当たりを考慮した帰無仮説を設定することで、データマイニングバイアスを受けない統	24
25	計的仮説検定法を紹介する。これらによって妥当性を確認できるテクニカル戦略が存在す	25
26	るなら、それ自体が効率的市場仮説の反証となり、テクニカル分析の有用性を科学的に主	26
27	張できる。	27
28	IV-7. 付録	28
29	テクニカル分析や金融工学に関連する数学項目のうち、重要なものをいくつか紹介する。	29
30		(鈴木 智也) 30
31		31

この見本の公開に問題があれば、
鈴木迄ぜひ御一報下さい。
tomoya.suzuki.lab@vc.ibaraki.ac.jp