

## アルゴリズム適合化アプローチによる

### 株取引シミュレータの開発

#### — 株価変動予測の定量的な評価に向けたアプローチ —

東京情報大学 総合情報学部

宇田川 佳久 ・ ○西野 圭敬

1

## 目次

1. 研究の背景と目的
2. 株取引とローソク足による株価変動予測
3. 基準となるシミュレーション
4. シミュレーションアルゴリズムの適合化
5. まとめと今後の研究方針

2

## 1. 研究の背景と目的

1. 長寿化の傾向が進み、人生100年を見据えた資金計画に注目が集まっている。
2. 株式取引は株価変動リスクを伴うことから、有効な株価変動予測方法の研究開発が不可欠である。
3. ローソク足チャートパターンの有効性について研究は盛んであるが、特定のパターンの予測精度について論じたものが多く、具体的な株取引への適用については論じられていない。
4. これまで開発されている株取引シミュレータは、テクニカル指標を用いるものが多く、ローソク足チャートパターンを使用したものは見当たらない。
5. 本研究の目的は、ローソク足チャートパターンを用いた株価変動の予測と、取引に伴う損益をシミュレーションすることである。

3

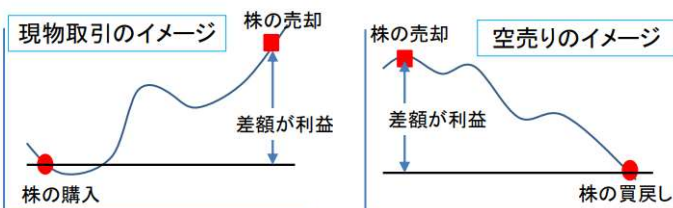
## 目次

1. 研究の背景と目的
2. 株取引とローソク足による株価変動予測
3. 基準となるシミュレーション
4. シミュレーションアルゴリズムの適合化
5. まとめと今後の研究方針

4

## 株取引の方法

- 株取引には、現物取引と信用取引がある。
- 現物取引とは、株式を購入し、その後、株を売却することで決済する。値上がりすると利益が出る。
- 信用取引の一つである空売りは、証券会社から株式を借りて売り、その後、買い戻す。値下がりすると利益が出る。



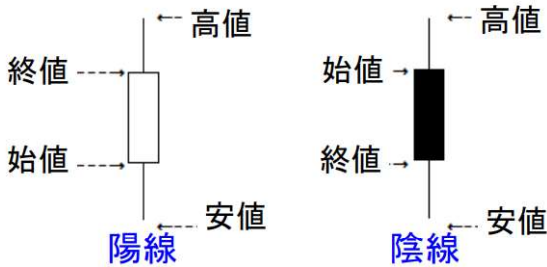
5

- 株価変動が予測できれば、値下がりしても利益を出せる。
- 本研究では、値上がりすると予想したら現物取引で、値下がりすると予想したら空売りするシミュレータを開発した。
- 株価の上昇、下落にかかわらず、利益を上げを試みるシミュレータである。

6

## ローソク足について

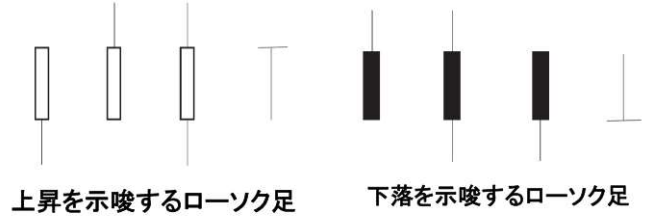
- ローソク足は、ヒゲと本体で表現される図形のこと。
- 白抜きの陽線と、黒塗りの陰線がある。
- ローソク足本体の属性としては、上・下ヒゲの長さ、**ローソク本体の長さ**と**色**がある。



7

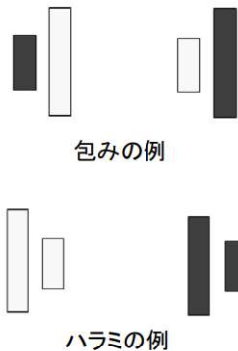
## ローソク足の変動パターン予測(酒田五法)

- ローソク足チャートパターンは、直近の株価変動を予測する手法として、国内外の多くの書籍や解説記事に掲載されており、使用するローソク足の本数は**1本から3本**が多い。



8

- 2本のローソク足のパターンを使った予測法の代表的なものとして、酒田五法の**包み**、**ハラミ**、**かぶせ**と呼ばれるパターンがある。

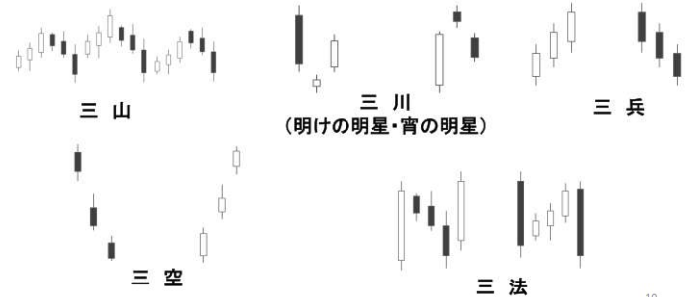


2021/02/19

9

## ローソク足の変動パターン予測(酒田五法)

- 3本のローソク足のパターンを使った予測法の代表的なものとして、酒田五法の**三山**、**三川**、**三兵**、**三空**、**三法**と呼ばれるパターンがある。



10

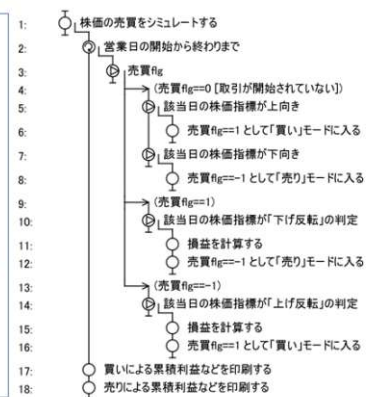
## 目次

- 研究の背景と目的
- 株取引とローソク足による株価変動予測
- 基準となるシミュレーション**
- シミュレーションアルゴリズムの適合理化
- まとめと今後の研究方針

11

## シミュレータの構成

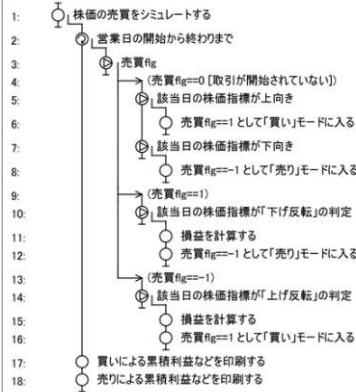
- 右図は株の売買シミュレーションの処理フロー図。
- 開始日の時点では、売買flg変数に0をセットする。
- 次の営業日で株価指標が上向きであれば、売買flg = 1として**買いモード**に入る。
- 逆に下向きの場合には、売買flg = -1として**空売りモード**に入る。



12

## シミュレータの構成

- **買いモード**で「**下げへの反転**」と判断された場合、株を売って利益を確定し、**空売りモード**に入る(売買 $fl_g = -1$ )。
- 逆に、**空売りモード**で「**上げへの反転**」であれば、株を買って利益を確定し、**買いモード**に入る(売買 $fl_g = 1$ )。
- 取引する株価は、その始値と終値の平均とした。  
当日の値動きを確認してから株取引を行うことを想定した



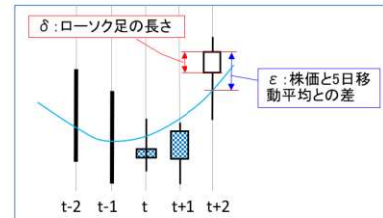
13

## シミュレータの判定基準

- 本研究では、株価と5日移動平均の差に着目し、この指標を用いてシミュレーションの最初のバージョンを開発した。

### <株価の上昇反転>

株価と5日移動平均の差が一定の水準を超え、かつローソク足の長さが一定の値よりも大きい時(足の色が白)以降に上昇の傾向がある(シミュレーションの結果では約65%の確率で上昇)。



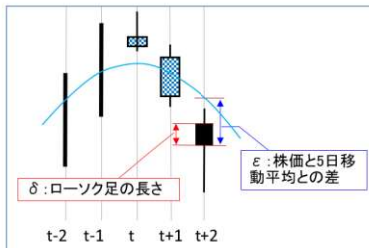
株価の上昇反転の判定基準

14

## シミュレータの判定基準

### <株価の下落反転>

株価と5日移動平均の差が一定の水準を割り込み、かつローソク足の長さが負の時(足の色が黒)以降に下落する傾向がある(シミュレーションの結果では約59%の確率で下落)。



株価の下落反転の判定基準

15

## シミュレーション結果

- パラメータ $\epsilon$ と $\delta$ の最適値を求めるために、日経平均株価を対象としたシミュレーションを行った(期間は2013年8月30日から2021年8月31日)。
- パラメータ $\epsilon$ に関しては、 $\epsilon = -3\%$ の時に最大の利益となった。
- $\epsilon = -3\%$ かつ、 $\delta = 0.1\%$ のときに最大の利益となった。

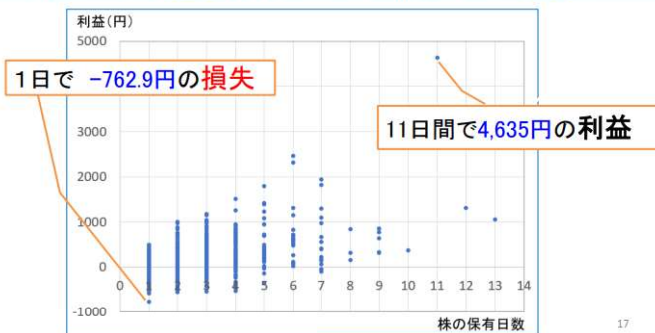
$\epsilon$ (%)	-4.5	-4	-3.5	-3	-2.5	-2	-1.5	-1	-0.5	0
総利益	111704.11	111704.11	112216.14	112437.5	111402.83	110866.28	106689.49	99184.835	89124.125	68811.07
買いの利益率	162.517	162.517	163.595	164.736	165.542	167.929	168.038	168.038	176.077	202.632
空売りの利益率	125.058	125.058	126.04	126.98	127.288	128.953	125.038	125.038	126.636	134.021
取引総回数/2	388	388	387	385	380	373	361	338	294	204

$\delta$ (%)	-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4
総利益(円)	103820.6	110908.2	116371.1	117358.9	112437.5	110690.6	98987.06
買いの利益(円)	89.704	103.912	124.316	145.439	164.736	193.406	204.438
空売りの利益(円)	67.736	79.883	96.736	113.381	126.98	149.888	153.654
取引総回数/2	659	603	526	453	385	322	276

16

## シミュレーション結果

- 下図は、 $\epsilon = -3\%$ 、 $\delta = 0.1\%$ で株取引をシミュレーションしたときの、個々の取引の利益・損失と株の保有日数を散布図で示したものである。
- 取引した回数は907回であり、平均の株保有日数は2.19日。



17

## シミュレーション結果

- 最初のバージョンによるシミュレーションの結果、以下の問題点が判明した。
  - ① 株の保有日数が最大でも13日であり、取引の頻度が多く現実的ではない。
  - ② 500円以上の大きな損失を計上する取引が散見する。

18



# 目次

1. 研究の背景と目的
2. 株取引とローソク足による株価変動予測
3. 基準となるシミュレーション
4. シミュレーションアルゴリズムの適合化
5. まとめと今後の研究方針

## シミュレーションアルゴリズムの適合化

- 基準となるシミュレーションで明らかになった問題点を軽減するために、以下の手順でアルゴリズムの改善を行う。

- ・大きな損失が発生した株価変動パターンを特定する
- ・そのパターンを回避するアルゴリズムを組み込む

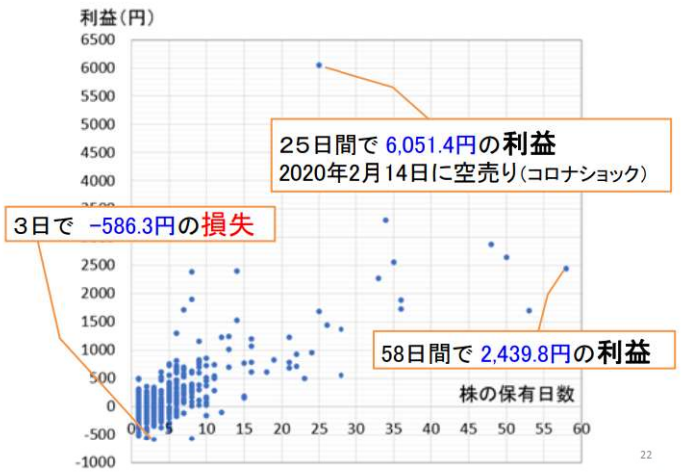
この改善を、大きな損失を伴う取引がなくなるまで繰り返す。

## アルゴリズム適合化(改善)の効果

- 総利益では、適合化前と後で約30%減少した。
- 取引回数が約45%減少した。
- 買いの取引での利益が約42%改善した。
- 空売りの取引での利益が約17%改善した。

	適合化前	適合化後
総利益(円)	117,358.93	84,026.75
総利益/開始時の株価	15.10	9.23
買いの利益(円)	145.44	206.32
空売りの利益(円)	113.38	132.50
取引総回数/2	453	248

## アルゴリズムの適合化後の散布図



## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな利益を上げた取引(1)>

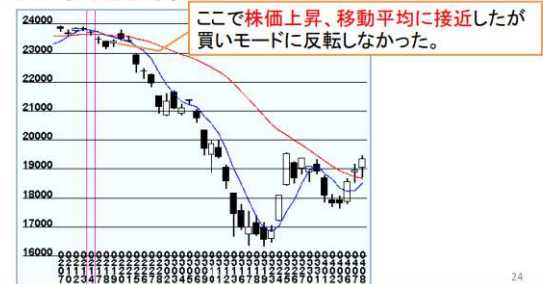
- 下図は、最長の株保有日数58日に関するチャートであり(2012年11月15日に買い、2013年2月15日に売り)、十分な利益を確保した取引であることが分かる。利益は2,439.8円であった。



## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな利益を上げた取引(2)>

- 下図は、最大利益6,051.4円を獲得した取引のチャート。2020年2月14日に空売り、2020年3月24日に買い戻し、十分な利益を確保した取引であることが分かる。この取引が成功したのは、2月19日の株価上昇で移動平均に近づいたが、買いモードに反転しなかったことが挙げられる。



## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな損失が発生した取引(1)>

- 今回のシミュレーションにおいて、500円以上の損失が発生させた取引は4回あった。

#### 《最大の損失が発生した取引》

- 2013年6月10日は、12日以上の株価下落の直後であり、買いの条件を満たしているため買い戻した。
- 10日から12日の株価変動パターンは、「宵の明星」の変形と考えることができる。



25

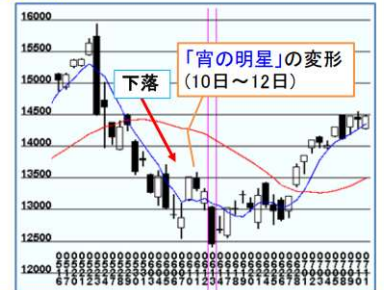
## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな損失が発生した取引(1)>

- 今回のシミュレーションにおいて、500円以上の損失が発生させた取引は4回あった。

#### 《最大の損失が発生した取引》

- この損失回避のためには、株価下落が続いた後では、宵の明星パターンと、その変形を検知して売り取引を継続するようアルゴリズムを改変する必要がある。



26

## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな損失が発生した取引(2)>

#### 《2番目・3番目に大きな損失が発生した取引》

- 2番目に大きな損失が発生した2015年9月24日、および、3番目に大きな損失が発生した2015年9月1日前後の株価チャート。

- 「25日平均の傾きが負で接近していることから上値が抑えられる」という読みが当てはまる。
- 8月27日から31日、9月16日から18日の株価変動パターンは「宵の明星」の変形と考えられる。



27

## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな損失が発生した取引(2)>

#### 《2番目・3番目に大きな損失が発生した取引》

- 2番目に大きな損失が発生した2015年9月24日、および、3番目に大きな損失が発生した2015年9月1日前後の株価チャート。

- 損失回避のためには、25日平均の傾きが負で接近しているときは「宵の明星」パターンと、その変形を検知するよう、アルゴリズムを改変する必要がある。



28

## シミュレーションアルゴリズムの適合化

### <大きな損失が発生した取引(3)>

#### 《4番目に大きな損失が発生した取引》

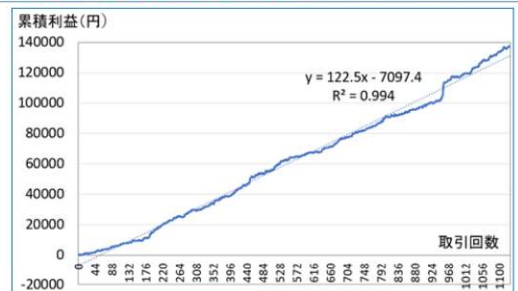
- 4番目に大きな525.5円という損失が発生した2016年6月24日前後のチャート。
- 英国のEU離脱の是非を問う国民投票で、離脱派の勝利が確定したことから円相場が急伸し、運用リスクを避ける動きが鮮明になり、日経平均は、前日比1,286円33銭(7.92%)安となった。
- このような地政学的なリスクは、株式市場に潜在するものであり、株価チャートパターンによる予測は困難であると考えている。



29

## 年度による利益特性に関する分析

- 適合化前のアルゴリズムによるシミュレーションで得られた利益の累積値。
- 寄与率(R2)は0.994であり、回帰式によく適合している。
- 本研究で開発したシミュレーションアルゴリズムが、10年という期間で安定して利益を上げていることを示している。

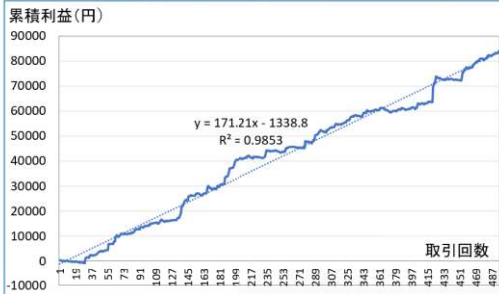


30



## 年度による利益特性に関する分析

- 適合化後のアルゴリズムによるシミュレーションで得られた利益の累積値。
- 寄与率(R2)は0.9853であり、回帰式によく適合している。
- 寄与率(R2)は適合化前より少し劣るが、適合化後も10年という期間で安定して利益を上げていることを示している。

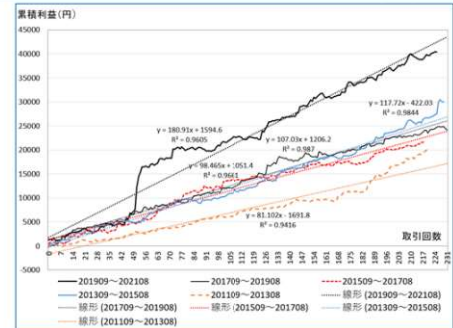


31

## 2年ごとの利益の累積値

適合化前では、1回の取引での利益は、年度で2倍以上の違いがある。

- 2011年9月から2013年8月までは81.1円、
- 2019年9月から2021年8月では180.91円である。

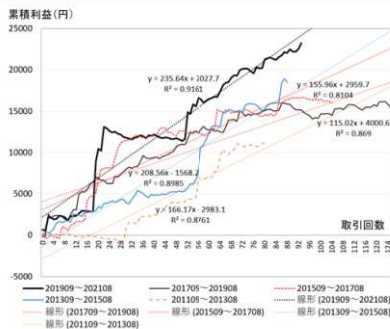


32

## 2年ごとの利益の累積値

アルゴリズムの適合化により、適合化前と比較して、1回の取引での平均利益が、1.3倍から2倍に増大した。

- 2011年9月から2013年8月の期間で2.05倍
- 2019年9月から2021年8月で1.3倍



33

## シミュレーションアルゴリズムの適合化

<2年ごとの過去10年の利益特性>

- 総利益は、期間およびアルゴリズム適合化の前後において、約2倍の違いがある。
- 株価の変動が年ごとに違いがあり、利益を得やすい年と、得にくい年がある。
- 適合化前後の総利益の比は、1.36~1.80倍の差がある一方、総取引回数の比は1.84~2.75倍の差がある。
- 適合化により、総取引回数の改善のほうが総利益の改善を上回っているため、1回の取引当たりの利益は向上している。
- すべての期間で買いによる利益が空売りの利益を上回っていることから、空売りに関するアルゴリズムの改善で、さらなる利益率の向上が期待できる。

	適合化前/後	20130831~ 20110901	20150831~ 20130901	20170831~ 20150901	20190831~ 20170901	20210831~ 20190901
総利益 (円)	適合化前	20119.13	29967.33	21738.49	24104.69	40391.88
	適合化後	11148.14	18512.75	16017.97	15441.36	23245.60
総利益/開始時の株価	適合化前	2.21	2.18	1.09	1.23	1.94
	適合化後	1.23	1.35	0.80	0.79	1.12
買いの利益 (円)	適合化前	110.65	154.07	103.74	108.04	210.66
	適合化後	190.17	273.34	163.91	130.17	318.26
空売りの利益 (円)	適合化前	71.24	106.52	94.83	99.76	146.79
	適合化後	83.78	144.13	141.41	114.93	176.33
総取引回数/2	適合化前	110	115	109	116	113
	適合化後	40	44	52	63	47

34

## 目次

1. 研究の背景と目的
2. 株取引とローソク足による株価変動予測
3. 基準となるシミュレーション
4. シミュレーションアルゴリズムの適合化
5. まとめと今後の研究方針

35

## 5. まとめと今後の研究方針

- 空売りと買いの両方向での利益獲得を可能とするシミュレータを開発した。
- 特徴として、高値・安値圏の指標として移動平均との乖離度合い、株価変動の速さの指標としての移動平均の傾きを使用している。
- 日経平均株価を対象としたシミュレーションにより、利益がほぼ線形に増大する結果を確認した。
  - 2年を期間としたシミュレーションの結果、2年間で株価と同額から2倍の利益が得られる投資効率を達成した。
- 今後は、①売買判断の精度の向上、②欧州をはじめとする世界各国の市場を使ったシミュレーション、③個別銘柄を使ったシミュレーションを行う計画である。

36

ご清聴ありがとうございました