



ID	JJF00287
----	----------

論文名	データ・スヌーピングを考慮したテクニカル分析の有効性の時系列的推移
	Time-series variation in the validity of technical analysis with data snooping check
著者名	北島孝博
	Takahiro Kitajima
ページ	93-111

雑誌名	経営財務研究
	Japan Journal of Finance
発行巻号	第31巻第2号
	Vol.31 / No. 2
発行年月	2011年12月
	Dec. 2011
発行者	日本経営財務研究学会
	Japan Finance Association
ISSN	2186-3792

■大会特集論文

## データ・スヌーピングを考慮したテクニカル分析の 有効性の時系列的推移\*

北島 孝博  
(大阪市立大学大学院)

### 要 旨

本稿は、アメリカ、イギリス、日本と中国の代表的な 8 つの株価指数におけるテクニカル分析の有効性が、1976 年から 2010 年までにどのように変化してきたのかを明らかにすることを目的とする。データ・スヌーピング (data snooping) を考慮する White の Reality Check ブートストラップ法を用いて分析した結果、加重平均型株価指数の有効性は上海総合指数を除いて、近年になるにつれて明らかに低下していること、単純平均型株価指数の有効性は近年大きな変化がなく、非常に低いことがわかった。

キーワード：テクニカル投資戦略、データ・スヌーピング、Reality Check ブートストラップ法

### 1 はじめに

テクニカル分析<sup>1</sup>に関する研究は、大きく 2 つに分けられる。1 つは、金融市場においてテクニカル分析が有効かどうか、すなわち優れた投資パフォーマンスを生み出すかどうかを検証するものである。Park and Irwin (2007) によれば、その研究の数は 90 年代からとくに増加しており、多くの研究結果がその有効性を示唆している。その代表的な研究として挙げられる Brock, Lakonishok, and LeBaron (1992) は、1897 年から 1986 年までのダウ平均株価を対象とし、テクニカル分析の有効性に対する強い支持を得た。2 つ目は、テクニカル分析から生み出される利益の源泉について分析するものである。ノイズのある合理的期待均衡モデル、行動モデル、群集モデルやカオス理論などが典型的な仮説である (Park and Irwin, 2007)。前者の研究に当たる本稿は、株価指数を対象としたテクニカル分析の有効性について実証分析を行う。

テクニカル分析の有効性に関する研究は、学界において懐疑的に見られている。ウィークフォーム・

\* 本稿は、日本経営財務研究会第 35 回全国大会にて報告した論文を加筆・修正したものである。討論者の山崎尚志先生 (神戸大学) から貴重なコメントをいただいた。また匿名のレフェリーからも大変有益なご指摘をいただいた。無論、本稿に含まれる誤りは全て筆者に帰するものである。

1 テクニカル分析とは、過去の価格や取引量などの一般に利用可能な情報を用いて投資の判断を行う手法であり、金融市場において 20 世紀以前から利用されている。

レベルの効率的市場仮説のもとでは、テクニカル分析に価値はないので、これによって得られる利益はデータ・スヌーピングによるものであると批判されてきた。ここでのデータ・スヌーピングとは、あるデータに対して多数のテクニカル投資戦略を検証した時、有効性がないにもかかわらず、偶然にパフォーマンスの高い投資戦略を発見してしまう問題である。この問題に対して、White (2000) はデータ・スヌーピングを考慮する Reality Check ブートストラップ法を提案した<sup>2</sup>。それ以降、この手法を用いたテクニカル分析の有効性の再検証が、株式、為替や先物などを対象に行われている。

しかしながら、Reality Check ブートストラップ法を用いたテクニカル分析の先行研究は、ある特定の期間の有効性の有無に焦点を当てている。例えば、Sullivan, Timmermann, and White (1999) は、1897 年から 1996 年までのダウ平均株価を、約 10 年から 20 年ごとの 5 つの期間<sup>3</sup>に分けて検証した。その結果、1986 年まではテクニカル分析の有効性があり、それ以降はないと結論付けた。また、Hsu and Kuan (2005) は 1989 年から 2002 年までの 4 つの株価指数（ダウ平均株価、S&P 500、ナスダック総合指数とラッセル 2000 種指数）について検証した。その結果、相対的に若い市場であるナスダック総合指数とラッセル 2000 種指数には有効性があると結論付けた。さらに、外国為替市場を対象とした Qi and Wu (2006) や先物市場を対象とした Park and Irwin (2010) も同様に、サンプルをいくつかの期間に分けて検証し、その有効性の有無を分析している。そのため、これらの先行研究はテクニカル分析の有効性がどの時点からどのように変化してきたのかを十分に明らかにしていない。

本稿の目的は、Reality Check ブートストラップ法を用いて、アメリカ、イギリス、日本と中国の代表的な 8 つの株価指数におけるテクニカル分析の有効性がどのように変化してきたのかを明らかにすることである。結論は、以下の 2 つに要約される。第 1 に、加重平均型株価指数におけるテクニカル分析の有効性は、上海総合指数を除いて、近年になるにつれて明らかに低下していることを発見した。第 2 に、単純平均型株価指数におけるテクニカル分析の有効性は近年大きな変化がなく、非常に低いことが示された。

本稿の意義は、次の 2 点である。1 つは、White (2000) の Reality Check ブートストラップ法を用いて、テクニカル分析の有効性の時系列的な変化を評価した点である。2 つ目は、データを拡張した点である。具体的には、先行研究では検証されていない日本のデータを含め、多数の株価指数を対象にしたこと、またダウ平均株価とナスダック総合指数に関する先行研究のデータを 2010 年 12 月まで拡張した点である。

本稿の構成は、次の通りである。第 2 節は、株価指数を対象としたテクニカル分析の有効性に関する主要な先行研究を取り上げて説明する。第 3 節は、本稿で使用されるデータについて説明する。第 4 節は、検証されるテクニカル投資戦略について説明する。第 5 節は、データ・スヌーピングを考慮する統計的検定とその実行手順について説明する。第 6 節は、実証結果を示す。第 7 節で、本稿の総括を行う。

---

2 Hansen (2005) は、White (2000) の Reality Check ブートストラップ法よりも検出力の高い Superior Predictive Ability test を提案している。

3 彼らは、Brock et al. (1992) に倣って、実証結果の頑健性を確認するために期間を分けて検証している。

## 2 株価指数におけるテクニカル分析の有効性に関する先行研究

### 2.1 Brock, Lakonishok, and LeBaron (1992)

Brock et al. (1992) は、1897 年から 1986 年までのダウ平均株価を対象として、合計 26 の移動平均とサポート・アンド・レジスタンス<sup>4</sup>の有効性を検証した。

彼らは、テクニカル投資戦略の有効性を検証するために、4つの人気の高いモデル（ドリフト付きランダムウォーク、AR(1)、GARCH-M と EGARCH）とブートストラップ法を組み合わせた。具体的には、ダウ平均株価の日次収益率を各モデルに適合させ、その残差をブートストラップすることによって、擬似的な時系列データを生成した。その擬似的なデータと実際のデータにテクニカル分析を適用し、その有効性を比較した。

その結果として、実際のデータには、(i) 買いシグナルから得られた日次収益率の平均は、売りシグナルのそれよりも大きい、(ii) 買いシグナルから得られた日次収益率の変動性は、売りシグナルのそれよりも小さい、(iii) 売りシグナルから得られた日次収益率の平均は、負<sup>5</sup>である、の3つの特徴があり、擬似的なデータと異なる結果を得た。

また、彼らはデータ・スヌーピングの影響を、(i) 全てのテクニカル投資戦略の結果を報告したこと、(ii) 90 年間にも及ぶ長期の時系列データを用いたこと、(iii) サンプルを4つに分割し、上記の結果の頑健性を確認したこと、の3つの方法で緩和している。

結論として、実際の株式の収益率の発生過程は4つの人気の高いモデルよりも複雑である可能性を示した。すなわち、テクニカル分析は隠されたパターンを見つけ出す可能性がかなりあり、それまでの先行研究とは対照的に、その有効性を強く支持した。

### 2.2 Sullivan, Timmermann, and White (1999)

Sullivan et al. (1999) は、1897 年から 1996 年までのダウ平均株価と 1984 年から 1996 年までの S&P 500 先物を対象として、合計 7,846 のテクニカル投資戦略（フィルター・ルール、移動平均、サポート・アンド・レジスタンス、チャンネル・ブレイクアウトとオン・バランス・ボリューム）の有効性を検証した。

彼らは、テクニカル分析の有効性の評価に、初めてデータ・スヌーピングを考慮する White (2000) の Reality Check ブートストラップ法を用いた。彼らの目的は、この手法を用いて、テクニカル分析に関する先行研究を拡張し、その結果の質を高めることであった。そのため、上記の Brock et al. (1992) の研究結果の再検証も行った。

その結果として、(i) Brock et al. (1992) の研究結果はデータ・スヌーピングに対して頑健である、(ii) 1987 年から 1996 年までのダウ平均株価と 1984 年から 1996 年までの S&P 500 には有効性がない、ことを発見した。すなわち、1986 年までのダウ平均株価における最適な投資戦略<sup>6</sup>は、Reality Check

4 これは、トレーディング・レンジ・ブレイクアウトとも呼ばれている。

5 これは、売りシグナルに従って投資を行った場合、利益が生み出されることを意味する。

6 本稿における最適な投資戦略とは、検証されるテクニカル投資戦略の中で、最大の投資パフォーマンスを持つ投資戦略のことであり、事前には分からない。

ブートストラップ法によって有効であると示された一方で、それ以降その有効性は継続していなかった。結論として、1897 年から 1986 年までのダウ平均株価の最適な投資戦略は、優れた投資パフォーマンスを生み出していた可能性が高いことを示した。一方で、1987 年から 1996 年においてはその有効性がなくなっており、市場は効率的になっていると主張した。

### 2.3 Hsu and Kuan (2005)

Hsu and Kuan (2005) は、1989 年から 2002 年までのダウ平均株価、S&P 500、ナスダック総合指数とラッセル 2000 種指数を対象として、39,832 の単純と複雑なテクニカル投資戦略の有効性を再検証した。

彼らは、上記の Sullivan et al. (1999) の分析をデータ、テクニカル投資戦略と検定方法の 3 つの点で改善した。第 1 に、ダウ平均株価と S&P 500 よりも相対的に若い市場であるナスダック総合指数とラッセル 2000 種指数についても検証した点である。第 2 に、複雑な投資戦略を含む多数のテクニカル投資戦略を考慮した点である。複雑な投資戦略とは、単純な投資戦略の組み合わせやパラメータを最適化した投資戦略などのことを指す。第 3 に、White (2000) の Reality Check ブートストラップ法よりも検出力の高い Hansen (2005) の Superior Predictive Ability test についても検証した点である。

その結果として、(i)テクニカル分析の有効性は成熟市場(ダウ平均株価と S&P 500)にはないが、相対的に若い市場(ナスダック総合指数とラッセル 2000 種指数)にはある、(ii)有効性のある投資戦略は取引コストを考慮しても、バイ・アンド・ホールドよりも優れた投資パフォーマンスを生み出している、(iii)複雑なテクニカル投資戦略は単純な投資戦略よりも有効性が高く、その中には有効性のない単純な投資戦略を組み合わせたものがある、ことを発見した。

結論として、ウィークフォーム・レベルの効率的市場仮説は相対的に若い市場ではまだ形成されていないことを示した。彼らは、この原因として、株価に情報が反映される速度と市場の流動性が成熟市場とは異なる可能性を示唆した。また、複雑なテクニカル投資戦略の重要性を主張した。

## 3 データと基本統計量

### 3.1 データについて

本稿は、8 つの株価指数の日次価格の終値に焦点を当てた実証分析を行う。研究対象は、6 つの加重平均型株価指数(NYSE 総合指数、ナスダック総合指数、FTSE オールシェア指数、東証株価指数、ハンセン指数と上海総合指数)と 2 つの単純平均型株価指数(ダウ平均株価と日経平均株価)である。検証期間は、1975 年 1 月(上海総合指数のみ 1995 年 1 月)から 2010 年 12 月までとする。これらのデータは、Thomson Datastream から取得した<sup>7</sup>。

これらの株価指数に対するテクニカル分析の有効性の検証は、過去の株価のみを情報として利用して

7 Thomson Datastream から取得したデータは市場の休業日も含んでいる。そこで、本稿は各データをクリーニングし、それらをできる限り除いている。また、1989 年 1 月までの東京証券取引所は土曜日にも取引が行われていたが、平日のデータしか入手できなかった。そのため、東証株価指数と日経平均株価のデータは土曜日の終値を含んでいない。

いる点で、市場の効率性の評価とも捉えられる。また、東証株価指数とハンセン指数は国内の上場投資信託 (ETF) で取引されていること、ナスダック総合指数とダウ平均株価は Hsu and Kuan (2005) が指摘しているように、非常に多くのインデックスファンドの対象にもなっていること、から研究対象としての価値はあると考えられる。

本稿では、テクニカル分析の有効性の変化を明らかにするために、1976年から2010年までの各データを5年間ごとの7つ(上海総合指数のみ3つ)の期間に分割して検証を行う。なお、1975年(上海総合指数のみ1995年)のデータは、翌年度のテクニカル投資戦略の売買シグナルを求めただけで使用される。したがって、1975年(上海総合指数のみ1995年)におけるテクニカル分析の有効性の評価は行わない。

### 3.2 基本統計量

表1は、1975年1月(上海総合指数のみ1995年1月)から2010年12月までの各株価指数の日次収益率の基本統計量を示している。Panel Aは加重平均型株価指数について、またPanel Bは単純平均型株価指数についてそれぞれまとめている。日次収益率は、対数価格差で求めており、それを100倍した数値(%表示)で表す。また、 $m$ 次までの自己相関の有無を分析するために、Ljung-Boxの $Q_m$ 統計量を $m=1$ と $m=5$ のケースについて計算している。

表1より、(i)全体的に尖度が高い、(ii)上海総合指数<sup>8</sup>を除いて、歪度は負である、(iii)加重平均型株価指数の1次の自己相関は正であるが、単純平均型株価指数は負であり小さい、(iv)上海総合指数を除いて、 $Q_5$ 統計量が有意水準1%で統計的に有意であると示されている、ことがわかる。したがって、本稿で使用されるサンプル全体では正規分布<sup>9</sup>しておらず、かつ上海総合指数を除いて自己相関があると言える。

---

8 1995年5月18日のデータを除いた場合、歪度は-0.34となり、負となる。この日の上海総合指数は、中国の国債の先物取引の停止によって、前日から約27%増加している。

9 Jarque-Bera 検定を行った結果、 $p$ 値は全てほぼゼロであった。

表1 基本統計量

Panel A: 加重平均型株価指数						
	NYSE 総合指数	ナスダック 総合指数	FTSEオール シェア指数	東証株価 指数	ハンセン 指数	上海総合 指数
サンプル数	9086	9086	9103	8873	8883	3883
平均値 (%)	0.033	0.042	0.043	0.013	0.055	0.038
中央値 (%)	0.056	0.114	0.062	0.028	0.073	0.064
最大値 (%)	11.53	13.26	8.94	12.87	17.25	26.99
最小値 (%)	-21.29	-12.05	-12.12	-15.81	-40.54	-17.91
標準偏差 (%)	1.05	1.30	1.08	1.16	1.79	1.91
歪度	-1.22	-0.28	-0.20	-0.34	-1.75	0.40
尖度	31.68	12.85	12.37	14.63	43.18	18.65
自己相関 (ラグ1)	0.017	0.048	0.068	0.066	0.039	0.025
自己相関 (ラグ2)	-0.045	-0.032	-0.015	-0.048	-0.011	-0.012
自己相関 (ラグ3)	0.012	0.025	-0.004	-0.015	0.059	0.008
自己相関 (ラグ4)	-0.017	0.015	0.059	0.007	-0.008	0.031
自己相関 (ラグ5)	-0.005	0.001	-0.012	-0.038	-0.019	-0.002
$Q_1$ 統計量	2.48	21.03***	41.68***	38.30***	13.17***	2.52
$Q_3$ 統計量	25.45***	38.13***	77.40***	73.78***	48.82***	6.97

Panel B: 単純平均型株価指数					
	ダウ平均 株価	日経平均 株価		ダウ平均 株価	日経平均 株価
サンプル数	9086	8873	自己相関 (ラグ1)	-0.009	-0.007
平均値 (%)	0.032	0.011	自己相関 (ラグ2)	-0.051	-0.052
中央値 (%)	0.045	0.039	自己相関 (ラグ3)	0.014	0.004
最大値 (%)	10.51	13.24	自己相関 (ラグ4)	-0.019	0.003
最小値 (%)	-25.63	-16.14	自己相関 (ラグ5)	-0.003	-0.022
標準偏差 (%)	1.10	1.30	$Q_1$ 統計量	0.81	0.38
歪度	-1.48	-0.27	$Q_3$ 統計量	29.70***	28.41***
尖度	43.07	13.23			

(注) \*\*\*1%有意水準, \*\*5%有意水準, \*10%有意水準

## 4 テクニカル投資戦略

テクニカル分析の有効性の評価には、テクニカル投資戦略のユニバース<sup>10</sup>を構築する必要がある。ユニバースは、テクニカル投資戦略の有効性の評価に2つの点で直接影響を与えるため、重要である。1つは、テクニカル投資戦略から得られる投資パフォーマンスへの影響である。2つ目は、Reality Check ブートストラップ法におけるデータ・スヌーピングの評価への影響である。そこで、本稿は多

10 ユニバースとは、一定のテクニカル投資戦略の集合を意味する。本来、テクニカル分析の有効性の評価は、全てのテクニカル投資戦略の集合であるフル・ユニバースを構築する必要があるが、不可能である。そのため、一定のユニバースを構築し、フル・ユニバースに代替する。

くの先行研究において検証されている 4 つのテクニカル分析（フィルター・ルール、移動平均、サポート・アンド・レジスタンスとチャンネル・ブレイクアウト）を用いる。これらの投資手法の具体的な使用方法は、Brock et al. (1992) と Sullivan et al. (1999) に準拠し、4 つの投資手法から合計 5,806 個のテクニカル投資戦略のユニバースを構築する。各投資戦略の詳細は以下のとおりであり、パラメータの値は表 2 に示している。

#### 4.1 フィルター・ルール (Filter rules)

フィルター・ルールは、 $x(\%)$  のフィルターを用いて、投資の判断を行う。まず、ある時点の株価から  $x(\%)$  以上上昇もしくは下落した時に、買いもしくは空売りをを行う。次に、買い持ちの場合、その期間における最も高い終値（極大値）から  $x(\%)$  以上下落した時に、売りと空売りをを行う。同様に、売り持ちの期間における最も低い終値（極小値）から  $x(\%)$  以上上昇した時に、空売りの買い戻しと買いを行う。

また、追加戦略として、(i) 極大値と極小値を  $e$  日前よりも高いもしくは低い直近の終値とする、(ii) 極大値から  $y(\%)$  以上下落した時に買い持ちを売り、極小値から  $y(\%)$  上昇した時に、空売りの買い戻しを行う、(iii) 買い持ちと売り持ちの期間を  $c$  日間とし、この期間の間に発生したその他の売買シグナルを全て無視する、といった戦略をそれぞれ考慮する。

#### 4.2 移動平均 (Moving averages)

移動平均は、短期と長期の 2 つの単純移動平均（当日を含む過去  $n$  日間の株価の平均値）を用いて、投資の判断を行う。具体的には、短期移動平均が長期移動平均を下から上に突き抜けた時に、買いもしくは空売りの買い戻しを行う。逆に、短期移動平均が長期移動平均を上から下に突き抜けた時に、売りもしくは空売りをを行う。

また、追加戦略として、(i) だまし<sup>11</sup>を減らすために、長期移動平均の上下にその  $b(\%)$  のバンド幅を導入し、短期移動平均が上のバンドを超えたら買い、また下のバンドを下回ったら空売りをを行う、(ii) 売買シグナルの継続を  $d$  日間確認してから取引を行う、(iii) 買い持ちと売り持ちの期間を  $c$  日間とし、この期間の間に発生したその他の売買シグナルを全て無視する、といった戦略をそれぞれ考慮する。

さらに、短期移動平均（1 日、2 日、5 日）と長期移動平均（50 日、150 日、200 日）の組み合わせで、バンド幅 1% で 10 日間保有する投資戦略も考慮する。この 9 個の投資戦略を追加することで、Brock et al. (1992) が検証した投資戦略の全てを網羅したことになる。

#### 4.3 サポート・アンド・レジスタンス (Support and resistance)

サポート・アンド・レジスタンスは、買い圧力の強い支持線と売り圧力の強い抵抗線を用いて、投資の判断を行う。具体的には、株価が当日を含む過去  $n$  日間の終値の最大値（抵抗線）を突破したら買いもしくは空売りの買い戻しを行う。また、過去  $n$  日間の終値の最小値（支持線）を下回ったら売りもしくは空売りをを行う。

また、追加戦略として、(i)  $e$  日前よりも高い直近の終値を抵抗線、また  $e$  日前よりも低い直近の終値

11 だましとは、テクニカル分析による投資の判断と異なる株価の値動きをすることを指す。

表2 テクニカル投資戦略のパラメータ

テクニカル分析	パラメータ	パラメータの値とその組み合わせ
フィルター・ルール (FR)	<p>x = 買いと空売りの買い戻しもしくは売りと空売りをするために必要な株価の変化率</p> <p>y = 売りもしくは空売りの買い戻しをするために必要な株価の変化率</p> <p>e = e日前の終値よりも高い (低い) 最も直近の終値を極大値 (極小値) とする</p> <p>c = 買い持ちもしくは売り持ちの日数をc日とし、この期間中に発生したその他の売買シグナルを全て無視する</p>	<p>x (%) = 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 40, 50 (24個)</p> <p>y (%) = 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20 (12個)</p> <p>e = 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20 (8個)</p> <p>c = 5, 10, 25, 50 (4個)</p> <p>投資戦略の数 = <math>x + (x * e) + (x * c) + (x \text{ と } y \text{ の組み合わせ, ただし } x &gt; y \text{ とする}) = 24 + 192 + 96 + 185 = 497</math></p>
移動平均 (MA)	<p>s = 短期移動平均を計算するための日数</p> <p>l = 長期移動平均を計算するための日数</p> <p>b = 長期移動平均の上下にそのb(%)のバンド幅を導入する</p> <p>d = 売買シグナルの有効性を確認するための日数</p> <p>c = 買い持ちもしくは売り持ちの日数をc日とし、この期間中に発生したその他の売買シグナルを全て無視する</p>	<p>s = 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 200 (15個)</p> <p>l = 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250 (15個)</p> <p>b (%) = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2, 3, 4, 5 (8個)</p> <p>d = 2, 3, 4, 5 (4個)</p> <p>c = 5, 10, 25, 50 (4個)</p> <p>投資戦略の数 = <math>n + (b * n) + (d * n) + (c * n) + 9 = 120 + 960 + 480 + 480 + 9 = 2,049</math></p> <p>nは、sとlの組み合わせの数、ただし <math>s &lt; l</math> とする</p> <p>さらに、<math>s = 1, 2, 5, l = 50, 150, 200, b(\%) = 1, c = 10</math> の9個の投資戦略も考慮する</p>
サポート・アンド・レジスタンス (SR)	<p>n = 当日を含む過去n日間の終値の最大値 (最小値) を抵抗線 (支持線) とする</p> <p>e = e日前の終値よりも高い (低い) 最も直近の終値を抵抗線 (支持線) とする</p> <p>b = 支持線の下と抵抗線の上に、それぞれのb(%)のバンド幅を導入する</p> <p>d = 売買シグナルの有効性を確認するための日数</p> <p>c = 買い持ちもしくは売り持ちの日数をc日とし、この期間中に発生したその他の売買シグナルを全て無視する</p>	<p>n = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150, 200, 250 (10個)</p> <p>e = 2, 3, 4, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200 (10個)</p> <p>b (%) = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2, 3, 4, 5 (8個)</p> <p>d = 2, 3, 4, 5 (4個)</p> <p>c = 5, 10, 25, 50 (4個)</p> <p>投資戦略の数 = <math>[(1 + c) * (n + e)] + [b * (n + e) * (1 + c)] + [d * c * (n + e)] = 100 + 800 + 320 = 1,220</math></p>
チャネル・ブレイクアウト (CB)	<p>n = 過去n日間の終値の最大値と最小値からボックス相場の発生を確認する</p> <p>x = ボックス相場の発生に必要な上側のチャネルラインと下側のチャネルラインの差を求める</p> <p>b = 上側のチャネルラインの上と下側のチャネルラインの下に、それぞれb(%)のバンド幅を導入する</p> <p>c = 買い持ちもしくは売り持ちの日数をc日とし、この期間中に発生したその他の売買シグナルを全て無視する</p>	<p>n = 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150, 200, 250 (10個)</p> <p>x (%) = 0.5, 1, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15 (8個)</p> <p>b (%) = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2, 3, 4, 5 (8個)</p> <p>c = 5, 10, 25, 50 (4個)</p> <p>投資戦略の数 = <math>(n * x * c) + [n * b * (x \text{ と } b \text{ の組み合わせ, ただし } x &gt; b \text{ とする})] = 320 + 1,720 = 2,040</math></p>

を支持線とする、(ii)抵抗線の上と支持線の下に、それぞれの  $b(\%)$  のバンド幅を導入し、株価が上のバンドを超えたら買い、また下のバンドを下回ったら空売りを行う、(iii)売買シグナルの継続を  $d$  日間確認してから取引を行う、(iv)買い持ちと売り持ちの期間を  $c$  日間とし、この期間の間に発生したその他の売買シグナルを全て無視する、といった戦略をそれぞれ考慮する。

#### 4.4 チャンネル・ブレイクアウト (Channel break-outs)

チャンネル・ブレイクアウトは、ボックス相場の発生を条件に、2つのチャンネルラインを用いて投資の判断を行う。ボックス相場の発生条件は、当日を含まない過去  $n$  日間の株価の終値の最大値（上側のチャンネルライン）と最小値（下側のチャンネルライン）の差が、その最大値の  $x(\%)$  以内である場合である。このボックス相場が発生している時に、株価が上側のチャンネルラインを突破したら買い、また下側のチャンネルラインを下回ったら空売りを行う。買い持ちと売り持ちの期間は  $c$  日間とし、この期間の間に発生したその他の売買シグナルは全て無視される。

また、追加戦略として、上側のチャンネルラインの上と下側のチャンネルラインの下に、それぞれの  $b(\%)$  のバンド幅を導入し、株価が上のバンドを超えたら買い、また下のバンドを下回ったら空売りを行う戦略を考慮する。

### 5 データ・スヌーピングを考慮する統計的検定とその実行手順

本稿は、テクニカル分析の有効性の評価に従来の  $t$  検定ではなく、データ・スヌーピングを考慮する White (2000) の Reality Check ブートストラップ法を用いる。データ・スヌーピングは、前述のとおり、多数のテクニカル投資戦略を検証することから生じる。このような場合において、各投資戦略を個別に検定すると、有効性がないにもかかわらず、誤って有効であると判断してしまう。本稿で検証される投資戦略の数は非常に多いので、データ・スヌーピングの影響は重大である。

また、正規分布を仮定した検定を行うには問題がある。なぜなら、実際の株式収益率の分布は正規分布していないことが知られており、表 1 の基本統計量もそのことを示しているからである。また、Lukac and Brorsen (1990) は、テクニカル投資戦略によって得られる収益率が正規分布していないことを報告している。そこで、分布の仮定を必要としないノンパラメトリック・ブートストラップ法を用いた分析が必要である。

ブートストラップ法とは、標本集合から復元抽出を繰り返すことで母集団の特性を推測する統計手法であり、Efron (1979) によって提唱された。この手法を用いた研究として、Brock et al. (1992) はブートストラップ法とテクニカル分析を組み合わせることで、その有効性を検証した。その使用法は、ダウ平均株価の日次収益率を時系列モデルに適合させ、その残差を復元抽出することによって、擬似的な時系列データを生成することであった。また、我が国においても、ブートストラップ法を用いた研究が行われている。例えば、山崎 (2008) は国内の株式市場における株価の長期パフォーマンスに関する測定方法のシミュレーションをブートストラップ法で行った。その使用法は、対象企業からランダムに 100 社を復元抽出し、それらの長期異常リターンの平均の統計的有意性を繰り返し判定することであった。

Reality Check ブートストラップ法は、テクニカル投資戦略から得られる日次収益率を復元抽出することによって、各投資戦略の擬似的な平均日次収益率を求め、実際の平均日次収益率がどの程度水増し

されるのか（データ・スヌーピング・バイアス）を計算する。このデータ・スヌーピング・バイアスの最大値を繰り返し計算することによって、偶然によって得られる最大の投資パフォーマンスの経験分布を求める。最適な投資戦略の投資パフォーマンスが、この経験分布を有意に超えている場合、その投資戦略の投資パフォーマンスは偶然によって得られるものではないと言える。次は、その具体的な検定方法と実行手順について、White (2000) と Hsu and Kuan (2005) に基づいてそれぞれ説明する。

### 5.1 White (2000) の Reality Check ブートストラップ法

White (2000) の Reality Check ブートストラップ法は、最適な投資戦略はベンチマークよりも優れた投資パフォーマンスを生み出すことはできない、という帰無仮説を検定する。

この最適な投資戦略は、ユニバースの中から、(1)式のパフォーマンス指標<sup>12</sup>に基づいて特定される。

$$\bar{f}_k = n^{-1} \sum_{t=1}^n \hat{f}_{k,t} \quad k = 1, \dots, M \quad (1)$$

$k$  は  $k$  番目のテクニカル投資戦略、 $M$  はテクニカル投資戦略の数、また  $n$  はサンプル数をそれぞれ表している。 $f_{k,t}$  は、 $t$  時点の  $k$  番目のテクニカル投資戦略のベンチマークに対する超過日次収益率であり、(2)式によって求められる。

$$f_{k,t} = \ln \left[ 1 + \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} S_k(Z_{t-1}, \beta_k) \right] - \ln \left[ 1 + \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} S_0(Z_{t-1}, \beta_0) \right] \quad (2)$$

$X_t$  は、株価指数の日次価格の終値である。 $S_k(\bullet)$  と  $S_0(\bullet)$  はシグナル関数であり、 $t-1$  時点において入手可能な過去の株価  $Z_{t-1}$  から、テクニカル投資戦略（パラメータ  $\beta_k$ ）とベンチマーク戦略（パラメータ  $\beta_0$ ）の売買シグナルを求める。この売買シグナルは、1、-1 と 0 の 3 つの値を取り、それぞれ買い、空売り、と投資しないを意味する。ほとんどの先行研究と同様に、ベンチマークはバイ・アンド・ホールドではなく、全く投資を行わないものとする。したがって、 $S_0(Z_{t-1}, \beta_0)$  は常にゼロとなる。

上記のパフォーマンス指標から、帰無仮説は次のように定義される。

$$H_0 : \max_{k=1, \dots, M} [\bar{f}_k] \leq 0 \quad (3)$$

これは、最適な投資戦略の平均日次収益率はゼロを超えないということを意味し、棄却された場合、少なくともこの投資戦略は利益を生み出すことができると言える。上記の帰無仮説を検定するために、次の(4)式と(5)式の統計量をそれぞれ求める<sup>13</sup>。

12 本稿は、パフォーマンス指標に平均日次収益率を用いている。White (2000) はこれ以外にもシャープ・レシオを挙げている。

13 White の Reality Check ブートストラップ法は、サンプル数  $n$  を  $n \xrightarrow{d} \infty$  とするとき、 $\sqrt{n}(\bar{f} - \mu) \xrightarrow{d} N(0, \Omega)$  が成り立つことを想定している。 $\xrightarrow{d}$  は分布収束を、また  $\Omega$  は分散共分散行列  $\Omega = \lim_{n \rightarrow \infty} \text{var}(\bar{f}\sqrt{n})$  をそれぞれ表している。また、適切な条件下で、 $\sqrt{n}(\bar{f}^* - \bar{f})$  の分布はサンプル数  $n$  が大きくなるにつれて  $\sqrt{n}(\bar{f} - \mu)$  の分布に収束する。そのため、 $n(0, \Omega)$  の分布の推定値は  $\sqrt{n}(\bar{f}^* - \bar{f})$  の実現値によって求めることができる。詳しくは、White (2000) を見よ。

$$\bar{V}_{RC} = \max_{k=1, \dots, M} \left[ \sqrt{n}(\bar{f}_k) \right] \quad (4)$$

$$\bar{V}_{RC,b}^* = \max_{k=1, \dots, M} \left[ \sqrt{n}(\bar{f}_{k,b}^* - \bar{f}_k) \right] \quad b = 1, \dots, B \quad (5)$$

$B$  は、ブートストラップの回数を表している。 $\bar{f}_{k,b}^*$  は、 $k$  番目のテクニカル投資戦略の日次収益率  $f_k$  に、 $b$  回目のブートストラップ法を適用した時の擬似的な平均日次収益率である。**Reality Check** ブートストラップ法の  $p$  値は、最適な投資戦略の統計量  $\bar{V}_{RC}$  とデータ・スヌーピング・バイアスを表す統計量  $\bar{V}_{RC}^*$  の分位点から求められる。下記の (6) 式が、その  $p$  値の計算式であり、 $N$  は  $\bar{V}_{RC}^*$  を小さい順に並べ替えた時に、 $\bar{V}_{RC,N}^* \leq \bar{V}_{RC} < \bar{V}_{RC,N+1}^*$  を満たす数である。

$$p = 1 - \frac{N}{B} \quad (6)$$

## 5.2 Reality Check ブートストラップ法の実行手順

White (2000) は、ブートストラップ法の中でも、Politis and Romano (1994) のステーションナリー・ブートストラップ法 (stationary bootstrap method) の使用を提案した。この手法は、元の時系列データから自己相関を反映した擬似的な時系列データを生成する。その自己相関の程度は、平滑化パラメータ  $q$  によって決定され、この値が小さいほど自己相関を強く反映させ、逆に大きいほど弱く反映させる。

上記の手法に基づいて、Reality Check ブートストラップ法は(5)式のデータ・スヌーピング・バイアスの経験分布を求める。その具体的な手順を、1976 年 1 月から 1980 年 12 月までの東証株価指数を例に説明する。この期間のサンプル数  $n$  は 1,237 であり、テクニカル投資戦略の数  $M$  は 5,806 である。また、平滑化パラメータ  $q$  は 0.10 とし<sup>14</sup>、ブートストラップの回数は 1,000 とする。なお、本稿の実証分析は、全て上記の設定で行われている。

- (1) サンプルに対して、 $M$  個のテクニカル投資戦略を適用し、(1,237 行 × 5,806 列) の実際の日次収益率行列を作成する。また、各投資戦略の実際の平均日次収益率についても計算する。
- (2) 擬似的な日次収益率行列を求めるために、1 から 1,237 行目の中からランダムに 1 行を復元抽出する。
- (3) 0.10 の確率 (平滑化パラメータ  $q$ ) で、ステップ 2 に戻る。もしくは 0.90 の確率 (1- 平滑化パラメータ  $q$ ) で、その前に選んだ行の次の行<sup>15</sup>を抽出し、ステップ 2 に戻る。ステップ 2 と 3 をサンプル数と同じ数の 1,237 行を抽出するまで繰り返す。

14 平滑化パラメータの値は、Sullivan et al. (1999) の設定に基づいている。また、平滑化パラメータの値に対する結果の頑健性を彼らと同じ値 (0.01 と 0.50) で検証した。その結果、FTSE オールシェア指数に関する一部の結果を除いて、同様の結果を得た。

15 その前に選んだ行が最後の行 (例では 1,237 行目) に該当する場合、1 行目を抽出する。

- (4)ステップ 2 と 3 によって、(1,237 行 × 5,806 列) の擬似的な日次収益率行列が得られた。この日次収益率行列から各テクニカル投資戦略の擬似的な平均日次収益率を求める。
- (5)各投資戦略の擬似的な平均日次収益率からそれぞれの投資戦略の実際の平均日次収益率を差し引き、サンプル数  $n$  と同じ数の 1,237 の正の平方根を乗じる。これによって求められた 5,806 個の投資戦略の最大値が、1 つのデータ・スヌーピング・バイアスの最大値である。
- (6)ステップ 2 から 5 までを、1,000 回繰り返し、(5)式のデータ・スヌーピング・バイアスの最大値の経験分布を求める。
- (7)ステップ 6 によって求められた経験分布と(4)式で求められた最適な投資戦略の統計量の分位点から  $p$  値を求める。

本稿のプログラムは、C 言語と R 言語によって構築している。テクニカル投資戦略と White (2000) の Reality Check ブートストラップ法は C 言語、また使用される株価指数のデータ・クリーニングと C 言語から得られた結果の分析は R 言語で行っている。なお、プログラムは Hsu and Kuan (2005) が検証したナスダック総合指数によって確認した。その結果、ユニバースは異なっているが、最適な投資戦略と Reality Check ブートストラップ法の  $p$  値が一致した。

## 6 実証結果

本稿は、テクニカル分析の有効性の変化を明らかにするために、1976 年（上海総合指数のみ 1996 年）から 2010 年までの 8 つの株価指数を 5 年間ごとに分割して検証している。

表 3 (106・107 頁) は、各期間の最適な投資戦略のパフォーマンスと Reality Check ブートストラップ法の  $p$  値を示している。Panel A は加重平均型株価指数について、また Panel B は単純平均型株価指数についてそれぞれまとめている。表の最適な投資戦略とパラメータは表 2 に対応している。年間収益率と年間取引回数は、最適な投資戦略の 5 年間の日次収益率とその取引回数（往復）の合計をそれぞれ単純に 5 で割って求めている。同様に、バイ・アンド・ホールドも 5 年間の日次収益率の合計を単純に 5 で割って求めている。 $p$  値は、Reality Check ブートストラップ法の  $p$  値を表している。また、図 1 から図 3 (108 頁) は各株価指数の 5 年間ごとの最適な投資戦略の  $p$  値を時系列で示したものである。

加重平均型株価指数の結果について、Panel A、図 1 と図 2 から次の 3 つのことが言える。1 つは、2001 年以降の  $p$  値が上海総合指数を除いて、急激に上昇していることである。2 つ目は、最適な投資戦略の年間取引回数が 2001 年以降、非常に少なくなっており、それ以前とは対照的な結果になっていることである。3 つ目は、2006 年から 2010 年の上海総合指数の  $p$  値は 3.8% となっており、同じ期間のその他の株価指数よりも明らかに低いことである。

次に、単純平均型株価指数の結果について、Panel B と図 3 から次の 3 つのことが言える。1 つは、ダウ平均株価は 1981 年以降、また日経平均株価は 1991 年以降から  $p$  値が高いことである。2 つ目は、最適な投資戦略の年間取引回数がダウ平均株価の場合は 1981 年以降、また日経平均株価の場合は 1986 年以降から非常に少なくなっていることである。3 つ目は、ダウ平均株価の最適な投資戦略の平

均日次収益率は、0.049% から 0.091% までの範囲にあり、その他の株価指数よりも低いことである。

表 4(109 頁)は、5,806 個のテクニカル投資戦略の中で、 $p$  値が有意水準 5% で統計的に有意と示された投資戦略の数を示している。この表から、 $p$  値が比較的低い 1976 年から 2000 年までのテクニカル分析の有効性の変化について見ていく。

Panel A と Panel B を見ると、ナスダック総合指数はその他の株価指数に比べて、有意と示された投資戦略の数が非常に多い。また、1981 年から 1985 年をピークに、次第に減少している。FTSE オールシェア指数とハンセン指数はそれぞれ 1976 年<sup>16</sup>と 1986 年以降から次第に減少しており、ナスダック総合指数と類似した結果を示している。東証株価指数と日経平均株価は、ともに 1976 年から 1990 年まで有意と示された投資戦略の数が増加しており、その数は日経平均株価の方がどの期間についても少ない。NYSE 総合指数は、有意と示された投資戦略がいくつかあるが、特徴的な変化は見られない。なお、1976 年から 1980 年までのダウ平均株価と 2006 年から 2010 年までの上海総合指数において有意と示された投資戦略はともに 1 つだけであった。

以上の結果から、テクニカル分析の有効性の変化について次のことが言える。まず、加重平均型株価指数は上海総合指数を除いて、2001 年以降明らかにテクニカル分析の有効性が低くなっていることである。それ以前については、ナスダック総合指数、FTSE オールシェア指数とハンセン指数はそれぞれ 1981 年、1976 年と 1986 年から有効性が低下している一方で、東証株価指数と日経平均株価は 1976 年から 1990 年まで上昇している。次に、単純平均型株価指数の有効性は、加重平均型株価指数よりも早くから低下しており、近年においても大きな変化が見られないことである。

また、株価指数に関する先行研究の結果と比較する。Sullivan et al.(1999)と Hsu and Kuan(2005)によれば、テクニカル分析の有効性は、ダウ平均株価は 1986 年まで、またナスダック総合指数は 2000 年までであったと報告されているが、それぞれ 1981 年と 1996 年以降に有意と示された投資戦略は 1 つもなかった。ただし、テクニカル投資戦略のユニバースなど検証方法で異なっている点がいくつかある。そのため、必ずしも先行研究の結果と矛盾しないと思われる。しかしながら、ナスダック総合指数におけるテクニカル分析の有効性は明らかに近年低下していると言えるだろう。

最後に、Hsu and Kuan (2005)に基づいて、取引コストを考慮した分析を行う。彼らは、大規模な機関投資家における正確な取引コストの算定が困難であることから、Fama and Blume (1966) が評価した取引コストを用いた。それは、ニューヨーク証券取引所のフロアトレーダーの取引コストであり、片道当たり 0.05% であった。本稿でも、取引参加者(個人投資家、機関投資家やマーケットメーカーなど)、市場、また時期によって異なる取引コストの算定が困難であることから、彼らと同様の方法を用いた。表 5(110 頁)はその結果を表しており、 $p$  値が有意水準 5% で統計的に有意と示された投資戦略の内、取引コストを控除してもバイ・アンド・ホールドを超過している投資戦略の数を示している。表から、取引コストを控除しても、ほとんどの投資戦略がバイ・アンド・ホールドを上回っていることがわかる。

16 平滑化パラメータが 0.50 の場合は、1986 年以降に減少している。

表3 最適な投資戦略の投資パフォーマンスと  
Reality Checkブートストラップ法のp値

Panel A : 加重平均型株価指数  
NYSE総合指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率(%)	年間 収益率(%)	バイ・アンド・ ホールド(%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	MA (s = 1, l = 2)	0.130	32.77	9.83	106.8	0.000***
1981-1985	MA (s = 1, l = 2)	0.080	20.20	8.92	117.4	0.107
1986-1990	FR (x = 1, y = 0.5)	0.088	22.28	7.90	43.8	0.228
1991-1995	MA (s = 1, l = 2)	0.059	14.95	12.04	119.0	0.063*
1996-2000	FR (x = 0.5, e = 3)	0.107	26.95	13.80	66.2	0.011**
2001-2005	FR (x = 3.5, e = 1)	0.072	18.08	2.20	0.8	0.383
2006-2010	MA (s = 15, l = 30, d = 3)	0.060	15.06	0.54	7.4	0.998

ナスダック総合指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率(%)	年間 収益率(%)	バイ・アンド・ ホールド(%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	MA (s = 1, l = 2)	0.183	46.12	19.16	91.6	0.000***
1981-1985	FR (x = 0.5, e = 15)	0.177	44.74	9.49	53.0	0.000***
1986-1990	MA (s = 1, l = 2)	0.190	47.93	2.79	98.4	0.000***
1991-1995	MA (s = 1, l = 2, b = 0.1)	0.171	43.20	20.70	98.2	0.000***
1996-2000	FR (x = 1, e = 10)	0.161	40.77	17.07	74.2	0.152
2001-2005	MA (s = 1, l = 15, c = 25)	0.132	33.28	-2.27	7.80	0.291
2006-2010	MA (s = 1, l = 10, c = 50)	0.071	17.78	3.70	4.0	0.969

FTSEオールシェア指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率(%)	年間 収益率(%)	バイ・アンド・ ホールド(%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	FR (x = 0.5, e = 2)	0.189	47.81	12.05	59.6	0.000***
1981-1985	FR (x = 0.5)	0.110	27.78	16.91	59.0	0.003***
1986-1990	SR (e = 10)	0.120	30.44	8.26	17.6	0.031**
1991-1995	FR (x = 0.5, e = 15)	0.081	20.41	11.16	72.0	0.042**
1996-2000	FR (x = 0.5, e = 20)	0.083	21.00	10.07	89.8	0.078*
2001-2005	FR (x = 10, e = 3)	0.069	17.37	-0.94	0.4	0.519
2006-2010	FR (x = 0.5, c = 50)	0.088	22.37	1.46	4.0	0.545

東証株価指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率(%)	年間 収益率(%)	バイ・アンド・ ホールド(%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	MA (s = 1, l = 2)	0.082	20.18	8.45	109.4	0.000***
1981-1985	MA (s = 1, l = 2)	0.120	29.77	15.14	107.0	0.000***
1986-1990	MA (s = 1, l = 2)	0.222	54.53	10.09	102.6	0.000***
1991-1995	MA (s = 1, l = 2)	0.118	29.07	-1.89	118.0	0.098*
1996-2000	MA (s = 1, l = 2)	0.132	32.49	-4.13	112.8	0.016**
2001-2005	MA (s = 1, l = 2)	0.095	23.21	5.02	112.8	0.389
2006-2010	SR (e = 4, b = 1.5, c = 50)	0.093	22.80	-12.15	3.80	0.726

(注) 表の最適な投資戦略とパラメータは、表2に対応している。

\*\*\*1%有意水準, \*\*5%有意水準, \*10%有意水準

## ハンセン指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率 (%)	年間 収益率 (%)	バイ・アンド・ ホールド (%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	MA (s = 1, l = 5)	0.200	49.22	28.75	55.4	0.004***
1981-1985	SR (e = 4, b = 0.1)	0.188	46.27	3.47	33.8	0.107
1986-1990	MA (s = 1, l = 5)	0.217	53.33	10.92	48.4	0.010***
1991-1995	MA (s = 1, l = 5, b = 0.1)	0.167	41.50	24.06	54.8	0.012**
1996-2000	FR (x = 0.5, e = 3)	0.193	47.58	8.09	95.6	0.096*
2001-2005	SR (e = 4, c = 50)	0.086	21.21	-0.29	4.6	0.513
2006-2010	FR (x = 14, e = 5)	0.109	26.99	8.75	0.6	0.797

## 上海総合指数

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率 (%)	年間 収益率 (%)	バイ・アンド・ ホールド (%)	年間取 引回数	p値
1996-2000	CB (n = 20, x = 15, c = 50)	0.135	32.80	26.35	3.8	0.584
2001-2005	FR (x = 6, c = 50)	0.088	21.11	-11.60	3.4	0.665
2006-2010	CB (n = 10, x = 7.5, b = 0.1, c = 50)	0.221	53.59	17.66	3.8	0.038**

\*\*\*1%有意水準, \*\*5%有意水準, \*10%有意水準

## Panel B: 単純平均型株価指数

## ダウ平均株価

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率 (%)	年間 収益率 (%)	バイ・アンド・ ホールド (%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	SR (e = 2)	0.091	23.04	2.46	65.0	0.027**
1981-1985	FR (x = 5, e = 4)	0.058	14.76	9.46	0.4	0.701
1986-1990	SR (e = 3, d = 4, c = 50)	0.076	19.29	10.65	4.4	0.647
1991-1995	SR (n = 5, b = 4)	0.053	13.38	13.28	0.4	0.339
1996-2000	FR (x = 0.5, c = 10)	0.079	19.96	14.92	17.0	0.460
2001-2005	CB (n = 10, x = 5, b = 0.1, c = 25)	0.049	12.29	-0.130	7.6	0.993
2006-2010	MA (s = 30, l = 200)	0.063	15.78	1.54	1.0	0.932

## 日経平均株価

対象期間	最適な投資戦略とパラメータ	平均日次 収益率 (%)	年間 収益率 (%)	バイ・アンド・ ホールド (%)	年間取 引回数	p値
1976-1980	MA (s = 1, l = 2)	0.075	18.55	9.73	114.6	0.000***
1981-1985	MA (s = 1, l = 2)	0.084	20.84	12.33	112.6	0.007***
1986-1990	FR (x = 1.5, e = 15)	0.173	42.49	12.01	25.0	0.000***
1991-1995	MA (s = 1, l = 20)	0.079	19.49	-3.65	22.6	0.898
1996-2000	CB (n = 15, x = 5, b = 0.5, c = 50)	0.057	13.98	-7.31	3.8	1.000
2001-2005	CB (n = 5, x = 3, b = 0.1, c = 25)	0.087	21.35	3.12	7.0	0.738
2006-2010	SR (e = 2, b = 0.5, c = 50)	0.099	24.27	-9.09	4.0	0.761

(注) 表の最適な投資戦略とパラメータは、表2に対応している。

\*\*\*1%有意水準, \*\*5%有意水準, \*10%有意水準

図1 5年ごとの最適な投資戦略の有効性の時系列的推移  
(NYSE総合指数, ナスダック総合指数とFTSEオールシェア指数)

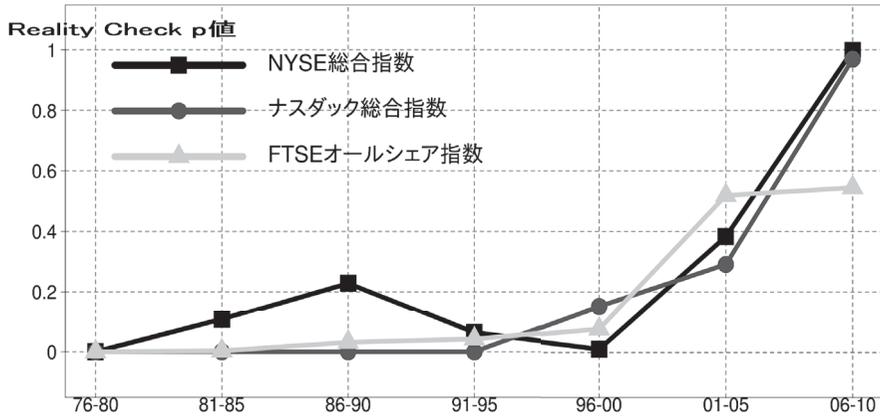


図2 5年ごとの最適な投資戦略の有効性の時系列的推移  
(東証株価指数, ハンセン指数と上海総合指数)

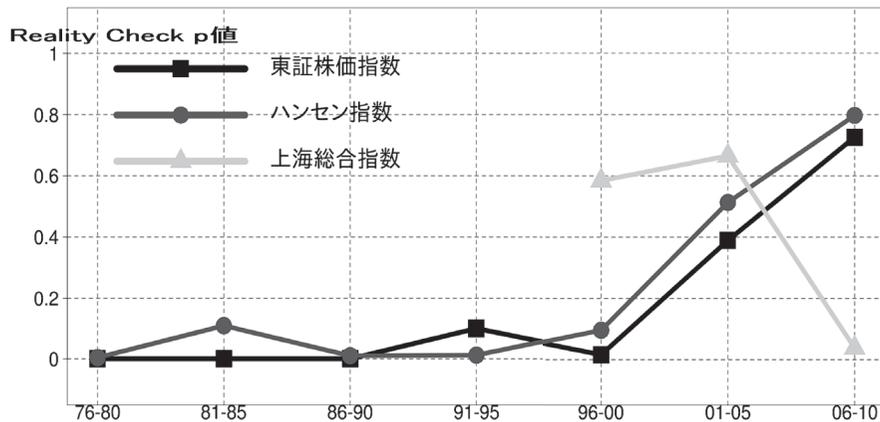


図3 5年ごとの最適な投資戦略の有効性の時系列的推移  
(ダウ平均株価と日経平均株価)

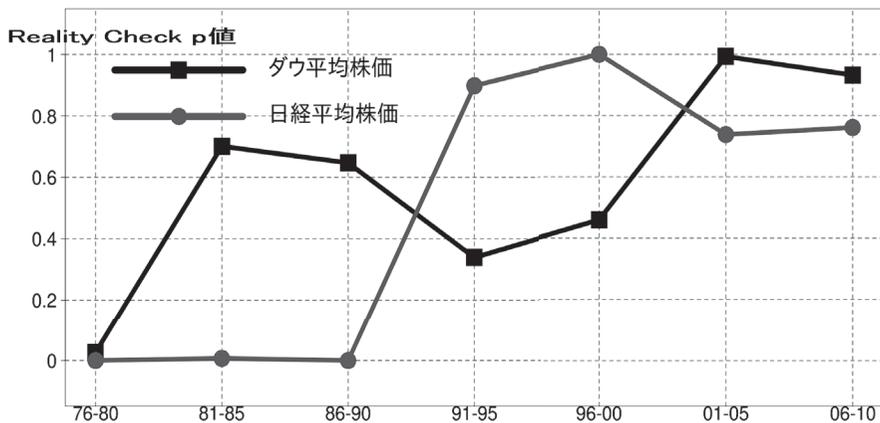


表4 p値が有意水準5%で統計的に有意と示されたテクニカル投資戦略の数

Panel A：加重平均型株価指数

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	6	4	2	0	12
1981-1985	0	0	0	0	0
1986-1990	0	0	0	0	0
1991-1995	0	0	0	0	0
1996-2000	6	1	0	0	7
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	0	3	1	0	4
1981-1985	2	4	2	0	8
1986-1990	24	4	3	0	31
1991-1995	0	0	0	0	0
1996-2000	0	1	0	0	1
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

ナスダック総合指数

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	30	39	15	15	99
1981-1985	36	64	29	22	151
1986-1990	16	21	10	0	47
1991-1995	9	5	5	0	19
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

ハンセン指数

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	0	14	8	0	22
1981-1985	0	0	0	0	0
1986-1990	3	4	7	0	14
1991-1995	1	2	1	0	4
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

FTSEオールシェア指数

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	18	5	3	0	26
1981-1985	6	2	0	0	8
1986-1990	0	4	4	0	8
1991-1995	1	0	0	0	1
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

上海総合指数

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	1	1

Panel B：単純平均型株価指数

ダウ平均株価

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	0	0	1	0	1
1981-1985	0	0	0	0	0
1986-1990	0	0	0	0	0
1991-1995	0	0	0	0	0
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

日経平均株価

対象期間	テクニカル分析				合計
	FR	MA	SR	CB	
1976-1980	0	2	0	0	2
1981-1985	2	2	1	0	5
1986-1990	16	2	0	0	18
1991-1995	0	0	0	0	0
1996-2000	0	0	0	0	0
2001-2005	0	0	0	0	0
2006-2010	0	0	0	0	0

(注) テクニカル分析の表記は、表2に対応している。

表5 取引コストを控除してもバイ・アンド・ホールドを超過している投資戦略の数

Panel A：加重平均型株価指数

	NYSE 総合指数	ナスダック 総合指数	FTSEオール シェア指数	東証株価 指数	ハンセン 指数	上海総合 指数
1976-1980	12 (12)	99 (99)	26 (26)	1 (4)	22 (22)	
1981-1985	0 (0)	151 (151)	5 (8)	5 (8)	0 (0)	
1986-1990	0 (0)	47 (47)	8 (8)	31 (31)	14 (14)	
1991-1995	0 (0)	15 (19)	1 (1)	0 (0)	4 (4)	
1996-2000	7 (7)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
2001-2005	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2006-2010	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)

Panel B：単純平均型株価指数

	ダウ平均 株価	日経平均 株価
1976-1980	1 (1)	0 (2)
1981-1985	0 (0)	4 (5)
1986-1990	0 (0)	18 (18)
1991-1995	0 (0)	0 (0)
1996-2000	0 (0)	0 (0)
2001-2005	0 (0)	0 (0)
2006-2010	0 (0)	0 (0)

(注) 括弧内の数字は、Reality Checkブートストラップ法の $p$ 値が有意水準5%で統計的に有意と示されたテクニカル投資戦略の数を表している。表は、その内で取引コストを考慮してもバイ・アンド・ホールドを上回っている投資戦略の数を示している。

## 7 おわりに

本稿は、Reality Checkブートストラップ法を用いて、アメリカ、イギリス、日本と中国の代表的な8つの株価指数におけるテクニカル分析の有効性がどのように変化してきたのかを分析した。

その結果として、(i)NYSE総合指数、ナスダック総合指数、FTSEオールシェア指数とハンセン指数の有効性は、それぞれ1996年、1981年、1976年と1986年から次第に低くなっている、(ii)東証株価指数と日経平均株価の有効性は、1976年から1990年まで上昇している、(iii)1996年以降の東証株価指数の有効性は次第に低下している、(iv)1991年以降の日経平均株価と1981年以降のダウ平均株価の有効性は非常に低い、(v)上海総合指数の有効性は1996年から2005年までは非常に低いが、その他の株価指数とは対照的に2006年以降に上昇している、(vi)上海総合指数を除いて、有効性の低下に伴って最適な投資戦略の取引回数が明らかに少なくなっている、といったことを発見した。

結論として、加重平均型株価指数におけるテクニカル分析の有効性は、上海総合指数を除いて、近年になるにつれて明らかに低下していること、また単純平均型株価指数の有効性は近年大きな変化がなく、非常に低いことがわかった。したがって、主要な株式市場は近年になるにつれて効率的になっていると言える。

本稿は、テクニカル分析の有効性の変化がどのような要因によってもたらされているのかを解明できていないこと、また正確な取引コスト、リスクや複雑なテクニカル投資戦略を考慮できていないこと、といった課題を残す。しかしながら、本稿における貢献はReality Checkブートストラップ法を用いて、加重平均型株価指数におけるテクニカル分析の有効性が突然消失したわけではなく、次第に低下してい

ることを示したことにある。

#### 【参考文献】

- [1] 山崎尚志 (2008), 「わが国株式市場における長期異常収益率の分析」, 『経営財務研究』, Vol.28, No.1, 15-37 頁。
- [2] Brock, W., Lakonishok, J. and LeBaron, B. (1992), "Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns," *Journal of Finance*, Vol.47, No.5 pp.1731-1764.
- [3] Efron, B. (1979), "Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife," *Annals of Statistics*, Vol.7, No.1, pp.1-26.
- [4] Fama, E. F., and Blume, M. E. (1966), "Filter Rules and Stock-Market Trading," *Journal of Business*, Vol.39, No.1 pp.226-241.
- [5] Hansen, P. R. (2005), "A Test for Superior Predictive Ability," *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol.23, No.4, pp.365-380.
- [6] Hsu, P.-H., and Kuan, C.-M. (2005), "Reexamining the Profitability of Technical Analysis with Data Snooping Checks," *Journal of Financial Econometrics*, Vol.3, No.4 pp.606-628.
- [7] Lukac, L. P., and Brorsen, B. W. (1990), "A Comprehensive Test of Futures Market Disequilibrium," *Financial Review*, Vol.25, No.4, pp.593-622.
- [8] Park, C.-H., and Irwin, S. H. (2007), "What Do We Know About the Profitability of Technical Analysis?," *Journal of Economic Surveys*, Vol.21, No.4, pp.786-826.
- [9] Park, C.-H., and Irwin, S. H. (2010), "A Reality Check on Technical Trading Rule Profits in the U.S. Futures Markets," *Journal of Futures Markets*, Vol.30, No.7, pp.633-659.
- [10] Politis, D. N., and Romano, J. P. (1994), "The Stationary Bootstrap," *Journal of the American Statistical Association*, Vol.89, No.428, pp.1303-1313.
- [11] Qi, M., and Wu, Y. (2006), "Technical Trading-Rule Profitability, Data Snooping, and Reality Check: Evidence from the Foreign Exchange Market," *Journal of Money, Credit, and Banking*, Vol.38, No.8, pp.2135-2158.
- [12] Sullivan, R., Timmermann, A. and White, H. (1999), "Data-Snooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap," *Journal of Finance*, Vol.54, No.5, pp.1647-1691.
- [13] White, H. (2000), "A Reality Check for Data Snooping," *Econometrica*, Vol.68, No.5 pp.1097-1126.