

懸賞論文 佳作

移動平均線の有効性検証と VCMA (Variable Cycle Moving Average) によるトレンド戦略

AIFAM アセットマネジメント
新見 明弘

要 旨

今日金融投資の分野においては人工知能やビッグデータ、行動ファイナンス等の進歩により、様々な情報を効率的に処理した投資戦略が開発されている。しかしながらそれらの手法の入力値として用いる情報の定式化と精度については十分な検証と改良が議論されているとはいえない。例えばテクニカル手法を人工知能の教師信号として用いる際においても、標準的な移動平均の期間を使用したトレードルールが採用されているケースが散見される。

そこで当論文では投資戦略を構成する元となるツールの有効性検証として、移動平均のパラメーターの有効性について検証を行った。そして移動平均において恣意的に固定されたパラメーターを改善する適応型移動平均の一手段として、価格のトレンドサイクルに合わせて自動的にパラメーターを調整する VCMA (Variable Cycle Moving Average) を提唱する。

1. 序論

トレンド戦略を構築する際に最初に検討するテクニカル手法は、その分かりやすさから移動平均が一般的であるといえよう。但し移動平均の手法は単純移動平均から始まり適応型移動平均まで含めると数多くの手法が存在しており、また対象価格の取り方も単に終値を採用する以外に日中の平均値、4 本値や日中のボラティリティで修正した価格を用いるなど様々な手法が存在する。このような価格の再定義と移動平均の算出期間の目的は、実際の価格に含まれるノイズ成分を除去し安定したトレンドを抽出するために行われている。

しかしながら価格の定義や期間の決定は考案者がその手法を構築した際に決定しており、それ以降の期間および他の資産に対して同一パラメーターが有効であるかについては、当の考案者も含めて十分な議論が行われていないのが現実である。この問題を解決するために価格のボラティリ

ティを基に移動平均のパラメーターを動的に調整する適応型移動平均が提案されたが、その計算過程においても様々なパラメーターが内在している。

このような複数のパラメーターが存在する移動平均を実際の投資手法に用いる際には、過去の期間でのバックテストを基にパラメーターを最適化し、将来のパラメーターとして用いる手法が一般的であるが、採用されたパラメーターが将来のパフォーマンスに結びつくとは必ずしも限らない。

そこで当論文では原点に振り返り、終値を対象とした移動平均（単純移動平均、指数平滑移動平均）について一般的なトレードルールを採用した際のパフォーマンスを俯瞰することにより、移動平均のパラメーターの有効性と問題点を整理する。そして、その問題点を改善するための一手段として、従来の適応型移動平均の手法や過去のパフォーマンスによる最適手法ではなく、トレンドサイクルを応用した VCMA (Variable Cycle

Moving Average) の手法を提案する。
VCMA では移動平均のパラメーターをトレンドサイクルにあわせて動的に変化させることにより、価格変動に対応したトレードタイミングを捉えることを目的としている。また単なるタイミングだけではなく、ポジションの調整を VCMA のパラメーターを用いて表現することも可能であり、VCMA によるトレンド戦略は良好なパフォーマンスを達成できることを過去のシミュレーション結果から得ることができた。

II. 検証方法の策定およびトレードルールの採用

時系列に対して移動平均のパラメーターの有効性を検証する場合においては、あるルールを決定した上で過去のパフォーマンスを捉えることが一般的である。但し検証期間の長さをどの程度にするのか、評価期間を分割して捉えるか、またリターンのみを捉えるのか統計学的な優位性を捉えるのか等様々なアプローチがある。また対象系列については、個別株価、指数、為替、コモディティ等、資産特性と内在する価格ボラティリティが異なる資産によって結果が異なることは容易に推察できるため、当論文では一般的な株価指数として日経 225 種平均の日次の終値を用いて検証することとした。

検証期間についてはリーマンショック以前以降の幅広い市場環境でパフォーマンスを把握するために約 16 年 6 か月の期間で実施した。またパフォーマンス測定においては各手法の有効性を確認することが主な目的であることから、あえてトレーディングコスト、トレーディングインパクト等の費用は無視している。また検証期間は固定期間（年次・四半期等）で分割して個々に評価するだけでなく、期間の異なる上昇・下落サイクル毎に期間を分割した上で評価することから、短期間でのリターンの影響を取り除くため、あえて期間毎に年率化・統計学的検定を行わず、累積リターンのみを評価することのみにとどめている。

次にパフォーマンスを計算する際のトレードルールについては、どのようにポジションを決定

するかを決める必要がある。一般的には“買い”、“売り”、“中立”、“空売り”等の様々なポジション構築方法があり、ポジションをさらに細分化するルールを付与することによりパフォーマンスが大きく変化する。当論文では移動平均のパラメーターとルールの検証を行うことが主目的であることから、“買い”シグナルでは 100% ロング、“売り”シグナルで 100% ショートという単純なポジション決定のみにした。またトレードルールについては以下の 3 つの代表的なルールを採用することとした。

- ①ルール 1：価格が移動平均より上の場合は“買い”、下の場合は“売り”
- ②ルール 2：移動平均線が上を向いている場合は“買い”、下を向いている場合は“売り”
- ③ルール 3：短期の移動平均線が長期の移動平均線より上の場合は“買い”、下の場合は“売り”

III. 単一の移動平均線を用いたトレードルールの検証

まずは異なるパラメーターを用いた指数平滑移動平均のルール 1 に基づく年次パフォーマンスを表 1 に示す。なお、表においては各年度において最も高いリターンを示した項目を黄色でハイライトしている。また前年度で最も良好なパフォーマンスを達成したパラメーター（最適パラメーター）を用いたパフォーマンスを下段にオレンジ色でハイライトして載せている。表 1 を見る限り良好なパフォーマンスを示すパラメーターは年毎に異なっており、各年を通して安定したパフォーマンスを達成しているパラメーターは存在していないことが分かる。また最適パラメーターのパフォーマンスも必ずしも安定したパフォーマンスを達成しているわけではないことがいえる。

次に異なるパラメーターを用いた指数平滑移動平均によるルール 2 の年次パフォーマンスの結果を表 2 に示す。結果はルール 1 と同様であり、各年を通して良好なパフォーマンスを達成したパラメーターは存在しておらず、最適化パラメーターも安定したパフォーマンスを達成していないこと

表 1. ルール 1：指数平滑移動平均の年次パフォーマンス

パラメータ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
日経平均	-16.9%	-18.6%	24.5%	7.6%	40.2%	6.9%	-11.1%	-42.1%	19.0%	-3.0%	-17.3%	22.9%	56.7%	7.1%	9.1%	0.4%	4.8%
5	-10.3%	24.9%	11.4%	-9.6%	12.1%	-3.9%	1.2%	-29.2%	-7.9%	-38.9%	-19.1%	37.5%	-12.6%	0.9%	-12.9%	-15.2%	-5.4%
10	-22.4%	-8.5%	-9.6%	-5.8%	17.0%	7.7%	-18.2%	-26.5%	-8.6%	-15.2%	-19.5%	43.9%	19.3%	2.7%	-8.7%	-30.7%	-6.4%
15	-30.4%	-13.8%	-16.9%	-6.2%	15.7%	11.2%	-10.7%	-33.6%	0.1%	-2.7%	-14.8%	36.6%	11.6%	-10.7%	-5.9%	-25.2%	-9.7%
20	-27.3%	-12.7%	-23.3%	-13.8%	29.8%	7.5%	-10.9%	-20.6%	1.2%	-22.9%	-20.5%	38.8%	11.8%	-6.8%	-0.5%	-17.3%	-8.1%
25	-20.4%	-6.7%	-23.0%	-8.1%	38.8%	8.1%	-10.9%	-28.5%	17.1%	-24.2%	-7.8%	27.5%	17.9%	1.7%	-19.6%	-33.7%	-4.9%
50	-26.8%	28.8%	-1.2%	-10.7%	42.0%	-8.3%	-3.0%	28.7%	21.3%	-11.2%	-5.3%	15.7%	14.3%	2.2%	-6.1%	-25.2%	-0.3%
75	-20.4%	21.3%	1.1%	-22.8%	44.9%	0.6%	-7.8%	27.1%	13.1%	-19.8%	4.0%	9.0%	-4.8%	-7.0%	7.7%	-22.4%	2.7%
100	1.0%	25.8%	5.3%	-21.9%	39.4%	-4.4%	-1.2%	18.5%	-20.2%	-19.6%	9.0%	3.3%	32.5%	-9.3%	-3.7%	-23.2%	1.1%
125	0.2%	24.1%	13.9%	-20.0%	39.4%	-1.3%	-5.6%	19.2%	-15.8%	-7.5%	-3.7%	-3.5%	56.7%	-20.5%	-2.0%	-13.7%	0.5%
150	4.7%	6.8%	8.5%	-26.0%	40.0%	-18.7%	1.3%	28.9%	-14.8%	-4.8%	-6.2%	-4.6%	56.7%	-24.1%	-0.2%	-2.9%	2.6%
175	7.5%	1.5%	11.4%	-23.8%	39.4%	-8.6%	6.1%	22.8%	-15.5%	-8.8%	-2.5%	-5.8%	56.7%	-18.3%	-3.9%	-5.4%	3.9%
200	11.1%	-0.5%	10.6%	-22.9%	26.9%	-6.7%	5.7%	40.2%	-28.1%	-9.6%	-3.6%	-6.2%	56.7%	-25.7%	-4.1%	-11.3%	4.8%
最適パラメータ		-0.5%	-1.2%	-20.0%	17.0%	0.6%	-10.7%	22.8%	-28.1%	-11.2%	-14.8%	3.3%	19.3%	-24.1%	-8.7%	-2.9%	2.6%

表 2. ルール 2：指数平滑移動平均の年次パフォーマンス

パラメータ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
日経平均	-16.9%	-18.6%	24.5%	7.6%	40.2%	6.9%	-11.1%	-42.1%	19.0%	-3.0%	-17.3%	22.9%	56.7%	7.1%	9.1%	0.4%	4.8%
5	3.9%	-25.0%	-14.7%	7.2%	-12.4%	0.1%	-4.4%	14.6%	0.7%	56.9%	17.2%	-29.1%	6.6%	-4.8%	10.0%	9.8%	4.8%
10	9.8%	2.4%	5.1%	2.9%	-16.1%	-10.7%	18.2%	10.3%	1.5%	13.0%	17.8%	-32.3%	-21.9%	-6.5%	4.8%	34.4%	5.9%
15	25.3%	8.6%	14.4%	3.3%	-15.1%	-13.5%	8.4%	22.3%	-7.3%	-1.5%	11.2%	-28.7%	-16.6%	7.5%	1.8%	24.5%	9.9%
20	18.9%	7.3%	23.9%	12.5%	-24.4%	-10.5%	8.6%	2.1%	-8.3%	24.3%	19.2%	-29.8%	-16.7%	3.0%	-3.7%	12.6%	7.9%
25	9.0%	0.4%	23.4%	5.4%	-29.2%	-11.1%	8.6%	13.4%	-20.8%	26.4%	2.8%	-23.6%	-21.0%	-5.5%	19.1%	40.4%	4.2%
50	16.8%	-27.3%	-3.9%	8.5%	-30.8%	4.9%	-0.3%	-37.0%	-23.5%	8.0%	0.1%	-15.8%	-18.6%	-6.0%	2.0%	24.4%	-0.5%
75	7.4%	-22.8%	-6.0%	25.5%	-32.2%	-4.4%	4.9%	-36.1%	-18.0%	19.5%	-8.8%	-10.6%	-2.1%	3.3%	-11.1%	19.9%	-3.4%
100	-15.3%	-25.5%	-9.8%	24.1%	-29.5%	0.6%	-2.1%	-31.5%	16.3%	19.3%	-13.1%	-5.7%	-29.7%	5.9%	-0.5%	21.3%	-1.9%
125	-14.6%	-24.5%	-16.6%	21.1%	-29.5%	-2.5%	2.5%	-32.0%	10.2%	3.7%	-1.6%	1.0%	-40.6%	20.9%	-2.3%	7.9%	-1.3%
150	-18.3%	-12.3%	-12.4%	30.9%	-29.8%	18.4%	-4.5%	-37.1%	8.8%	0.7%	1.1%	2.1%	-40.6%	26.6%	-4.0%	-4.1%	-3.4%
175	-20.4%	-7.7%	-14.7%	27.2%	-29.6%	5.2%	-8.8%	-33.9%	9.9%	5.1%	-2.7%	3.4%	-40.6%	17.5%	-0.3%	-1.6%	-4.5%
200	-23.0%	-5.9%	-14.1%	25.7%	-22.6%	3.1%	-8.5%	-42.1%	29.1%	6.1%	-1.7%	3.9%	-40.6%	29.3%	-0.2%	4.9%	-5.4%
最適パラメータ		8.6%	14.4%	12.5%	-32.2%	0.1%	-0.3%	13.4%	-7.3%	6.1%	2.8%	-29.8%	-40.6%	-4.8%	-0.2%	40.4%	5.9%

がいえる。

次に年次で固定した期間で評価するのではなく、価格サイクルに沿った期間でのパフォーマンスを検証する。価格サイクルの検出方法についてはフィルタリングを用いた様々な手法があるが、価格サイクルを入力パラメータで指定することが可能である、フーリエ変換を利用した Band-Pass フィルターの一種である Christiano and Fitzgerald フィルター (CF フィルター)¹⁾を用いることとした。

図 1 は年間で平均 8 回程度変換点が生じるサイクル (8 分割サイクル) を CF フィルターにより抽出し、各転換点で分割した期間における 125 日単純移動平均線のルール 1 の累積リターンを示している。図 1 において Y 軸は各期間での累積リターンであり、X 軸は日経平均の累積リターンの絶対値を示している。この結果を見る限り、日経平均の累積リターンの絶対値が大きい区間、つまり大きなトレンドサイクルが発生している期間に

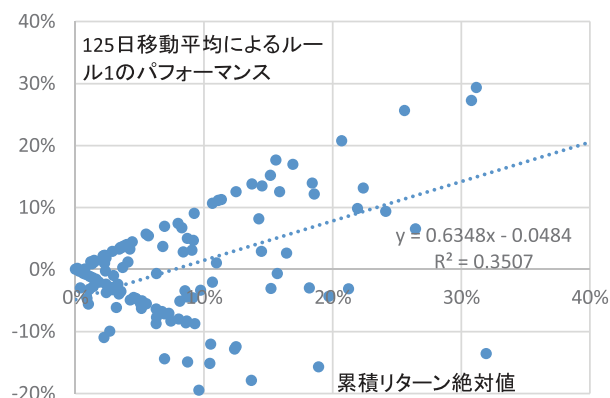


図 1. ルール 1：125 日単純移動平均の 8 区間サイクルパフォーマンス

おいてリターンは良好であるが、10% 以下の変動サイクルではリターンがマイナスになる場合が散見される。つまり、ルール 1 は大きなトレンドサイクルでは有効に機能すると考えられるが、短期の変動サイクルにおいては十分に機能していないことが視覚的に捉えることができる。

次に年間で平均 2,8,24 分割した各サイクルにお

いて、単純移動平均と指数平滑移動平均のルール1,2でのパフォーマンスを計測し、その累積リターンの平均値（図1におけるY軸の平均値）を表3にまとめた。

この結果を見る限りサイクル、ルールおよび移動平均の違いにかかわらず移動平均のパラメーターが125日から175日のレンジで良好なパフォーマンスを示している傾向があるが、リターンのレベルは低い。この理由として日経平均のリターンが大きく変動していない区間でリターンがマイナスになっていることが要因であり、これにより平均値が押し下げられていると考えられる。

この理由を各ルールにおけるパラメーターとポジションの平均保有期間の関係から捉えることとする。表4は各ルールにおけるポジションの平均保有期間および期間毎の平均リターンを単純移動平均、指数平滑移動平均ごとに示している。パラメーターと平均保有期間の関係は、パラメーターが100日以下の場合はある程度の正の相関が見受けられるが、100日以降はパラメーターを増加

させても平均保有期間はあまり上昇しない。言い換えると、移動平均のパラメーターがある程度長い場合は、それ以上長くしても保有期間、つまりトレードのタイミングはそれ程減少しないということがいえよう。また表4からは、平均リターンのピークが保有期間の上昇が鈍くなってきた期間（125-175日）で生じており、パフォーマンスの観点からも長すぎる移動平均のパラメーターは有効に機能していないことが分かる。

次に表4において平均リターンの値が1%以下である理由を捉えるため、例としてルール1の125日指数平滑移動平均の各ポジション毎の保有期間とリターンのヒストグラムを図2に示す。

このリターン分布から見て分かる通り、125日という比較的長いパラメーターを用いたとしても、ルール1でのポジションの保有期間は3日以内が全体の50%を占めている。またリターンの算術平均は0.42%であるが、各期間でのリターンの分布のピークは-1.5%から-1.0%の間にあり、5%以上のリターンを達成したケース（全体

表3. 各サイクル毎における平均パフォーマンス

パラメータ	ルール1: 単純移動平均の累積パフォーマンス平均			ルール1: 指数平滑移動平均の累積パフォーマンス平均			ルール2: 単純移動平均の累積パフォーマンス平均			ルール2: 指数平滑移動平均の累積パフォーマンス平均		
	24区間	8区間	2区間	24区間	8区間	2区間	24区間	8区間	2区間	24区間	8区間	2区間
5	-0.27%	-0.91%	-3.22%	-0.18%	-0.66%	-2.22%	-0.33%	-1.07%	-3.81%	-0.18%	-0.66%	-2.22%
10	-0.13%	-0.51%	-1.72%	-0.16%	-0.65%	-2.08%	0.04%	0.02%	0.02%	-0.16%	-0.65%	-2.08%
15	-0.17%	-0.63%	-2.19%	-0.19%	-0.73%	-2.19%	-0.06%	-0.23%	-0.79%	-0.19%	-0.73%	-2.19%
20	-0.09%	-0.39%	-0.91%	-0.18%	-0.60%	-1.85%	0.10%	0.20%	0.74%	-0.18%	-0.60%	-1.85%
25	-0.16%	-0.61%	-1.87%	-0.13%	-0.48%	-1.12%	0.02%	0.05%	0.23%	-0.13%	-0.48%	-1.12%
50	0.12%	0.27%	1.34%	0.24%	0.66%	2.56%	0.22%	0.63%	2.66%	0.24%	0.66%	2.56%
75	0.18%	0.45%	1.09%	0.20%	0.52%	2.25%	0.08%	0.16%	0.34%	0.20%	0.52%	2.25%
100	0.16%	0.39%	1.53%	0.21%	0.55%	2.67%	0.37%	1.06%	2.74%	0.21%	0.55%	2.67%
125	0.25%	0.68%	2.52%	0.27%	0.73%	3.26%	0.07%	0.23%	0.32%	0.27%	0.73%	3.26%
150	0.29%	0.74%	2.84%	0.24%	0.68%	2.46%	0.25%	0.71%	2.03%	0.24%	0.68%	2.46%
175	0.24%	0.69%	2.22%	0.27%	0.74%	2.74%	0.12%	0.30%	-0.19%	0.27%	0.74%	2.74%
200	0.25%	0.69%	2.00%	0.21%	0.56%	2.11%	0.27%	0.82%	2.51%	0.21%	0.56%	2.11%

表4. 各ルールにおけるポジション保有期間における平均パフォーマンス

パラメータ	ルール1: 単純移動平均		ルール1: 指数平滑移動平均		ルール2: 単純移動平均		ルール2: 指数平滑移動平均	
	平均保有期間	平均パフォーマンス	平均保有期間	平均パフォーマンス	平均保有期間	平均パフォーマンス	平均保有期間	平均パフォーマンス
5	4	-0.10%	4	-0.07%	5	-0.16%	4	-0.07%
10	6	-0.09%	5	-0.10%	8	0.00%	5	-0.10%
15	7	-0.14%	7	-0.15%	9	-0.08%	7	-0.15%
20	9	-0.11%	7	-0.17%	10	0.05%	7	-0.17%
25	9	-0.19%	8	-0.17%	11	-0.02%	8	-0.17%
50	12	0.05%	13	0.21%	16	0.25%	13	0.21%
75	18	0.15%	17	0.18%	20	-0.02%	17	0.18%
100	22	0.16%	19	0.21%	29	0.71%	19	0.21%
125	25	0.37%	23	0.42%	22	-0.28%	23	0.42%
150	26	0.53%	24	0.32%	25	0.22%	24	0.32%
175	32	0.39%	25	0.41%	22	-0.12%	25	0.41%
200	33	0.28%	27	0.11%	32	0.38%	27	0.11%

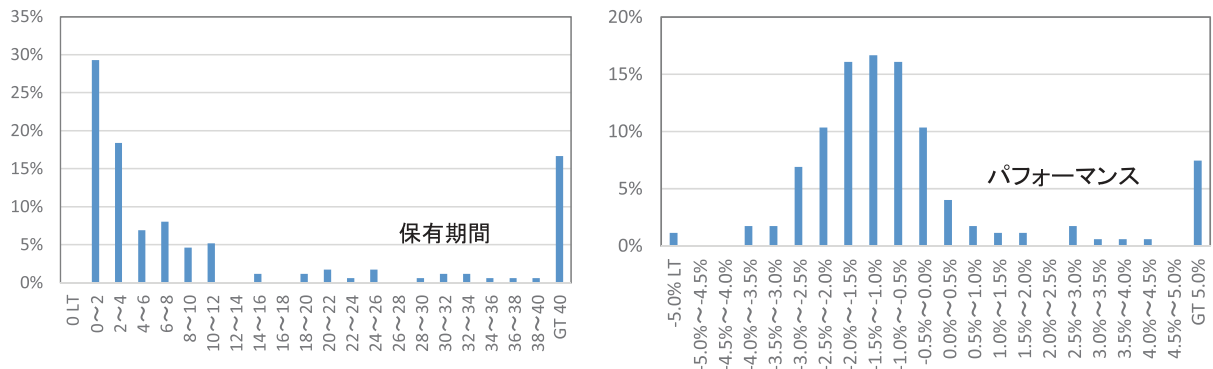


図 2. ルール 1：125 日指数平滑移動平均の保有期間とパフォーマンスの分布

の 7.4%) が全体の平均値を押し上げているに過ぎない。このように有効性を評価する際には単なる平均値だけを捉えるのではなく、各期間でのパフォーマンスの分布を視覚的に捉えることが重要であるといえよう。

ここまで単一の移動平均について異なるパラメーターを用いた場合のトレードルールの有効性を検証してきたわけであるが、長期間において安定したパフォーマンスを達成するルールとパラメーターは存在していないことが判明した。また価格サイクルごとの評価では 126-150 日のパラメーターが相対的に良好な結果をもたらしているが、その評価は単なる平均値でなく、リターンの分布を含めた上で考慮する必要がある。検証の結果、ルール 1 における単純移動平均、指数平滑移動平均の保有期間はパラメーターの値 (5 日から 200 日) に関わらず 5 日以内のものが全体の

50% を占めており、パラメーターを長くしてもトレードのタイミングが必ずしも長くないことがパフォーマンスのマイナス要因になっていると考えられる。

IV. 複数の移動平均線を用いたトレード ルール 3 の検証

ルール 3 の検証として最初に固定期間でのパフォーマンスの検証として指数平滑移動平均の年次リターンの結果を表 5 に示す。結果は単一の移動平均線を用いた場合と同様で、良好なリターンを示すパラメーターは年毎に異なっており、期間を通して安定したリターンを達成しているパラメーターは存在していない。また最適化パラメーターのリターンも良好な結果をもたらしていないことがいえる。

表 5. ルール 3：指数平滑移動平均の年次パフォーマンス

S	L	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
10	25	-0.8%	5.9%	-5.4%	-22.9%	40.9%	-7.3%	-10.2%	38.4%	-9.5%	-4.9%	-8.8%	-0.5%	15.7%	-29.0%	5.3%	-18.3%	-6.5%
10	50	-12.7%	4.1%	27.2%	-22.2%	38.6%	-1.6%	-12.0%	38.3%	-1.2%	-4.7%	-7.9%	-5.1%	16.5%	-13.9%	3.6%	-1.3%	0.4%
10	75	11.3%	13.8%	7.6%	-10.0%	28.4%	1.8%	-7.1%	33.0%	2.7%	-13.9%	-27.7%	-14.2%	21.1%	-19.6%	-4.7%	-1.8%	-1.7%
10	100	8.6%	1.1%	10.2%	-21.4%	29.2%	1.4%	-1.9%	29.8%	7.7%	-9.8%	-27.8%	-16.2%	56.7%	-35.2%	-8.4%	22.7%	-3.1%
10	125	8.6%	6.3%	20.1%	-17.1%	29.2%	-4.3%	-6.1%	29.4%	-3.1%	-3.3%	-27.8%	-17.0%	56.7%	-33.9%	-13.2%	7.5%	-3.0%
25	50	4.3%	4.5%	2.2%	-16.7%	28.5%	-5.8%	-10.1%	29.6%	1.4%	-11.6%	-30.9%	-8.1%	14.9%	-32.6%	-6.8%	19.6%	-8.6%
25	75	1.5%	1.9%	3.6%	-5.2%	26.0%	4.8%	7.2%	22.2%	6.5%	-2.1%	-25.1%	-16.3%	56.7%	-21.1%	-13.2%	20.0%	-5.6%
25	100	7.2%	-5.7%	15.6%	-0.9%	28.0%	-4.5%	6.3%	22.3%	6.4%	-5.6%	-26.2%	-19.7%	56.7%	-10.0%	-5.8%	20.3%	4.8%
25	125	19.4%	-10.0%	13.1%	-1.9%	27.2%	-9.8%	7.7%	29.0%	-10.1%	-15.6%	-24.6%	-19.6%	56.7%	-14.6%	-8.6%	11.5%	4.8%
25	150	19.4%	-4.5%	10.2%	-16.7%	27.2%	-16.5%	4.9%	40.2%	-14.2%	-17.2%	-17.1%	-22.6%	56.7%	-9.2%	-5.7%	11.8%	4.8%
50	75	5.9%	-13.4%	13.1%	-2.7%	26.2%	-15.5%	9.6%	20.4%	-13.3%	-14.5%	-18.8%	-15.3%	56.7%	-2.8%	-11.5%	19.7%	4.8%
50	100	19.4%	-2.8%	8.7%	-7.6%	28.3%	-16.7%	1.0%	40.2%	-12.1%	-10.4%	-14.1%	-19.7%	56.7%	-9.9%	-15.8%	21.0%	4.8%
50	125	19.4%	4.8%	12.6%	-2.8%	27.7%	-4.3%	-12.9%	40.2%	-4.8%	-13.7%	0.6%	-21.6%	56.7%	-8.0%	-9.4%	8.3%	4.8%
50	150	19.4%	2.0%	-2.6%	-13.8%	22.0%	-14.4%	-7.5%	40.2%	-11.8%	-10.1%	7.1%	-22.5%	56.7%	-7.4%	-11.0%	3.4%	4.8%
75	100	19.4%	7.5%	8.8%	-8.0%	25.2%	-1.9%	-12.9%	40.2%	-8.6%	-9.7%	4.1%	-22.9%	56.7%	0.3%	-12.5%	15.8%	4.8%
75	125	19.4%	1.9%	-1.7%	-8.9%	30.2%	-9.7%	-5.5%	40.2%	-2.7%	-18.9%	7.5%	-22.7%	56.7%	-6.4%	-15.2%	6.0%	4.8%
75	150	19.4%	-1.2%	-10.3%	-4.3%	33.3%	6.9%	-0.7%	40.2%	-13.2%	-12.8%	2.9%	-22.2%	56.7%	7.1%	-8.8%	-5.2%	4.8%
100	125	19.4%	-1.4%	-3.6%	-5.8%	41.5%	6.9%	-4.1%	40.2%	-13.2%	-8.4%	3.7%	-32.4%	56.7%	7.1%	-6.2%	-7.2%	4.8%
最適化			-3.1%	7.6%	-22.2%	28.0%	6.9%	-1.1%	20.4%	-10.1%	-9.8%	-25.1%	-22.7%	15.7%	-10.3%	-7.5%	-18.3%	-3.1%

次に価格サイクル毎のフォーメーション評価として、年平均8回の変換点を有するサイクル毎の指数平滑移動平均のパフォーマンスを検証する。表6では表3で問題となった平均値を捉えるのではなく、リターンの分布と中央値を示している。

この結果を見る限り良好なパフォーマンスを示す短期と長期の組み合わせは見当たらない。またリターンの分布のピークは-7.5%から-2.5%の範囲で山を迎えており、その中央値はプラスのリターンの影響により多少プラス側に押し上げられるものの、おおよそ-2%から-1.5%のレンジにある

ことが分かる。

次にポジション保有期間毎での指数平滑移動平均のパフォーマンス分布を表7に示す。ここでも良好なパフォーマンスを示す短期と長期の組み合わせはなく、リターンの分布は-5.0%から-2.5%の範囲でピークを迎えており、中央値は比較的ピークのレンジ内に収まっている。

さらに指数平滑移動平均の保有期間の分布をその平均値とともに表8（表において平均値のレンジを緑色、分布の片側50%の部分を黄色で表示）に示す。保有期間の平均値は上昇下落トレンドが

表6. ルール3：指数平滑移動平均の8区間サイクルでのパフォーマンス

指数平滑	10-25	10-50	10-75	10-100	10-125	25-50	25-75	25-100	25-125	25-150	50-75	50-100	50-125	50-150	75-100	75-125	75-150	100-125
中央値	-1.84%	-1.77%	-1.77%	-1.77%	-0.99%	-2.51%	-1.77%	-2.09%	-1.77%	-1.77%	-1.88%	-1.79%	-0.57%	-1.54%	-0.57%	-0.53%	-0.53%	-0.53%
-25.00%~-22.50%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-22.50%~-20.00%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	1%
-20.00%~-17.50%	0%	1%	0%	2%	1%	2%	1%	0%	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%
-17.50%~-15.00%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	0%	2%	2%	1%	2%	1%	2%	2%	1%	2%	0%	0%
-15.00%~-12.50%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	3%	2%	3%	2%	2%	4%	3%	3%	3%	3%	4%	5%
-12.50%~-10.00%	4%	2%	5%	3%	3%	2%	2%	2%	1%	3%	2%	3%	2%	2%	2%	3%	2%	2%
-10.00%~-7.50%	7%	4%	7%	3%	4%	7%	9%	7%	7%	7%	7%	8%	8%	11%	9%	7%	7%	7%
-7.50%~-5.00%	12%	13%	12%	15%	15%	14%	14%	17%	17%	16%	18%	14%	15%	15%	14%	15%	13%	13%
-5.00%~-2.50%	17%	20%	17%	19%	15%	21%	15%	18%	15%	14%	15%	15%	13%	13%	13%	14%	15%	15%
-2.50%~0.00%	21%	15%	12%	11%	10%	11%	10%	9%	8%	9%	8%	7%	7%	6%	7%	6%	6%	7%
0.00%~2.50%	10%	11%	11%	9%	8%	7%	8%	5%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	8%	9%	7%
2.50%~5.00%	7%	8%	7%	6%	6%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	8%	9%	9%	7%	7%	7%	7%
5.00%~7.50%	7%	6%	5%	7%	8%	6%	7%	7%	6%	7%	6%	7%	7%	7%	9%	7%	8%	9%
7.50%~10.00%	3%	6%	7%	7%	8%	6%	8%	8%	9%	8%	8%	9%	8%	7%	7%	6%	7%	7%
10.00%~12.50%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	2%	2%	1%	1%
12.50%~15.00%	2%	2%	2%	3%	3%	2%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
15.00%~17.50%	1%	2%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	2%	2%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
17.50%~20.00%	0%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
20.00%~22.50%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
22.50%~25.00%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
GT 25.00%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	4%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	5%	4%

表7. ルール3：指数平滑移動平均の保有期間パフォーマンス

指数平滑	10-25	10-50	10-75	10-100	10-125	25-50	25-75	25-100	25-125	25-150	50-75	50-100	50-125	50-150	75-100	75-125	75-150	100-125
中央値	-2.25%	-2.16%	-2.07%	-2.59%	-2.44%	-3.48%	-2.64%	-3.51%	-4.13%	-4.59%	-4.27%	-4.47%	-4.65%	-4.63%	-3.16%	-3.32%	-4.61%	-6.21%
-25.00%~-22.50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-22.50%~-20.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-20.00%~-17.50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-17.50%~-15.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%
-15.00%~-12.50%	0%	0%	1%	2%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%
-12.50%~-10.00%	0%	0%	1%	3%	2%	6%	9%	5%	8%	3%	9%	7%	5%	17%	8%	8%	11%	0%
-10.00%~-7.50%	0%	3%	1%	3%	0%	8%	4%	5%	11%	22%	6%	21%	14%	4%	4%	13%	17%	13%
-7.50%~-5.00%	11%	10%	10%	15%	11%	15%	18%	17%	19%	18%	26%	18%	27%	25%	19%	17%	22%	31%
-5.00%~-2.50%	34%	30%	29%	28%	32%	35%	26%	37%	36%	25%	18%	21%	18%	13%	23%	21%	11%	6%
-2.50%~0.00%	24%	29%	34%	20%	27%	11%	13%	5%	0%	6%	6%	0%	0%	17%	15%	17%	11%	0%
0.00%~2.50%	14%	9%	4%	7%	8%	2%	4%	0%	3%	3%	3%	7%	9%	0%	4%	0%	6%	6%
2.50%~5.00%	3%	2%	6%	2%	3%	5%	0%	3%	3%	3%	6%	4%	0%	4%	4%	0%	0%	6%
5.00%~7.50%	3%	4%	1%	3%	2%	2%	7%	5%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%
7.50%~10.00%	4%	2%	0%	2%	3%	2%	7%	3%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%
10.00%~12.50%	1%	0%	3%	5%	0%	2%	4%	5%	6%	0%	3%	4%	0%	4%	4%	0%	0%	6%
12.50%~15.00%	1%	3%	3%	2%	3%	5%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
15.00%~17.50%	1%	1%	3%	2%	0%	2%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%
17.50%~20.00%	1%	0%	1%	2%	3%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	7%	0%	8%	4%	0%	0%	0%
20.00%~22.50%	1%	1%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	6%	3%	3%	0%	9%	0%	8%	0%	6%	6%
22.50%~25.00%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	5%	3%	3%	3%	4%	5%	4%	0%	0%	0%	0%
GT 25.00%	2%	4%	4%	5%	3%	3%	4%	8%	6%	6%	6%	7%	9%	4%	8%	13%	11%	13%

表 8. ルール 3：指数平滑移動平均の保有期間の分布

指数平滑	10-25	10-50	10-75	10-100	10-125	25-50	25-75	25-100	25-125	25-150	50-75	50-100	50-125	50-150	75-100	75-125	75-150	100-125
平均	26	41	49	65	59	63	85	99	99	112	110	128	163	149	137	149	198	223
0～10	30%	26%	26%	23%	32%	15%	15%	13%	14%	9%	12%	14%	0%	8%	15%	4%	6%	0%
10～20	22%	15%	20%	12%	17%	13%	11%	13%	14%	9%	6%	4%	0%	0%	4%	4%	0%	0%
20～30	16%	19%	6%	8%	3%	6%	9%	8%	3%	3%	9%	0%	5%	17%	4%	17%	0%	6%
30～40	10%	7%	6%	7%	5%	10%	4%	3%	8%	13%	0%	4%	9%	0%	4%	0%	17%	13%
40～50	7%	6%	6%	3%	8%	8%	2%	0%	0%	9%	3%	4%	9%	8%	8%	4%	6%	6%
50～60	6%	2%	3%	8%	3%	3%	4%	8%	6%	0%	3%	7%	0%	4%	0%	8%	6%	6%
60～70	2%	3%	5%	3%	2%	3%	2%	3%	3%	6%	9%	4%	9%	4%	8%	4%	0%	0%
70～80	1%	5%	5%	7%	8%	10%	9%	11%	11%	3%	3%	4%	5%	4%	8%	4%	6%	6%
80～90	1%	2%	4%	2%	2%	3%	4%	3%	3%	9%	12%	11%	9%	4%	4%	0%	0%	0%
90～100	1%	3%	4%	2%	2%	6%	4%	3%	3%	0%	3%	4%	0%	0%	0%	4%	0%	0%
100～110	0%	1%	1%	0%	0%	5%	4%	3%	3%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%
110～120	1%	4%	3%	5%	0%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
120～130	1%	1%	3%	2%	6%	5%	4%	5%	6%	6%	6%	7%	9%	8%	8%	8%	11%	13%
130～140	0%	1%	1%	2%	0%	0%	0%	3%	3%	3%	3%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
140～150	0%	0%	0%	2%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
150～160	0%	0%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

発生した場合は相対的に長くなることから、分布のピークよりプラスにシフトしている。また、一般に保有期間は短期のパラメーターが長いほど、そして短期と長期のパラメーターの差が大きいほど相対的に長くなると考えられるが、指数平滑移動平均においてその関係が成立していることがいえる。

このように指数平滑移動平均を用いたルール 3 において有効な短期と長期のパラメーターを見出すことはできなかったわけではあるが、ルール 1,2 と比較した場合においてパラメーターの期間の取り方・組み合わせは実際のポジション保有期間とある程度の相関があるといえる。つまりトレンド戦略を構築する上において短期のトレードを除外するという目的を考えた場合、ルール 3 は 1,2 に比べて優勢性があり、次の問題は短期と長期のパラメーターをどのように決定するかという問題になる。この問題について述べる前に、移動平均のパラメーターを価格変動に合わせて調整する適応型移動平均の有効性について、次章で簡単に触れておくこととする。

V. 適応型移動平均を用いたトレードルールの検証

適応型移動平均は対象指数の価格変動に合わせてパラメーターを調整することが特徴である。一般的に適応型移動平均は、対象指数のボラティリ

ティが上昇した際にはパラメーターを減少させることにより、価格への感応度が高い移動平均を算出することを目的としている。しかしながらボラティリティの定義および算出方法はおのこの手法で異なっており、そこには開発者が定めた複数のパラメーターが存在している。そこでルール 1 を用いてこれらのパラメーターの有効性を検証する。

代表的な適応型移動平均としてカウフマン適応型移動平均 (KAMA) においては、効率レシオを計算する期間、平滑化定数を決定する際の効率レシオのウェイトを決める 2 つの変数等、合計 3 つのパラメーターが内在する²⁾。また Variable Index Dynamic Average (VIDYA) にはボラティリティを捉えるために採用したシャンドエメンタムの期間と VIDYA 自身の計算期間の 2 つのパラメーターが存在する³⁾。表 9 には KAMA について、ルール 1 においてこれらのパラメーターの組み合わせパラメーターを変化させた場合の年次パフォーマンスを示している (黒色・白抜き文字が既定値)

この結果を見る限り、日経平均を対象としたルール 1 について安定したパフォーマンスを達成できるパラメーターは見当たらなかった。この理由は日経平均の価格推移が開発者が検討した米国市場と異なるのか、ボラティリティの計算方法 (期間および定式化) の問題なのか、計算式における固定パラメーターが問題なのか様々な理由が推察される。

表 9. ルール 1 : KAMA による年次パフォーマンス

KAMA			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
10	2	30	-33.3%	-1.1%	-33.5%	-3.8%	6.4%	0.0%	-8.2%	-59.9%	-1.4%	-8.5%	-8.9%	21.2%	31.9%	-12.3%	-19.4%	-21.3%	-8.9%
10	9	23	-6.6%	20.2%	10.7%	-24.5%	40.0%	-0.6%	-3.3%	19.2%	-3.4%	-11.6%	-2.5%	-2.2%	48.0%	-20.5%	1.6%	-8.8%	3.3%
10	16	16	4.4%	20.2%	14.9%	-28.7%	40.0%	-16.1%	-1.8%	30.5%	-7.0%	-5.3%	-6.2%	-4.6%	56.7%	-18.3%	-3.7%	-6.9%	2.6%
10	23	9	-20.4%	17.7%	2.4%	-20.8%	44.7%	2.6%	-5.3%	40.4%	18.7%	-19.5%	1.8%	11.1%	1.3%	-7.0%	6.4%	-23.9%	0.1%
10	30	2	-12.4%	-15.6%	-3.1%	-12.2%	14.4%	11.1%	-9.6%	-22.7%	-13.5%	-11.9%	-19.7%	51.1%	10.3%	-3.2%	-10.9%	-32.8%	-2.1%
20	2	30	-14.7%	11.9%	-29.2%	-18.5%	21.1%	-6.0%	-11.9%	-41.0%	0.1%	-2.0%	-23.7%	17.0%	9.6%	-1.6%	-12.7%	-31.9%	-13.2%
20	9	23	6.0%	3.4%	8.7%	-27.7%	39.4%	-20.4%	-1.8%	28.9%	-16.3%	-4.3%	-3.6%	-4.4%	56.7%	-29.4%	-8.7%	-2.6%	2.6%
20	16	16	4.4%	20.2%	14.9%	-28.7%	40.0%	-16.1%	-1.8%	30.5%	-7.0%	-5.3%	-6.2%	-4.6%	56.7%	-18.3%	-3.7%	-6.9%	2.6%
20	23	9	-22.6%	19.1%	5.3%	-14.0%	44.7%	-6.9%	-7.8%	51.2%	11.8%	-13.0%	6.5%	13.5%	-4.8%	-7.0%	3.3%	-18.2%	1.7%
20	30	2	-18.3%	-3.3%	22.1%	-15.7%	12.2%	-7.1%	5.6%	-46.4%	-3.7%	-32.0%	-23.4%	43.7%	16.5%	2.0%	-4.7%	-21.3%	-8.2%
30	2	30	-2.2%	15.4%	-5.8%	-12.8%	24.2%	-15.6%	-6.7%	-7.8%	6.9%	-8.1%	-10.1%	37.9%	7.5%	-18.0%	-0.6%	-24.1%	-9.9%
30	9	23	9.1%	1.0%	6.1%	-21.3%	36.5%	-20.6%	3.2%	28.5%	-13.4%	-8.7%	-3.6%	-9.3%	56.7%	-24.5%	-7.5%	-5.7%	2.6%
30	16	16	4.4%	20.2%	14.9%	-28.7%	40.0%	-16.1%	-1.8%	30.5%	-7.0%	-5.3%	-6.2%	-4.6%	56.7%	-18.3%	-3.7%	-6.9%	2.6%
30	23	9	-27.2%	21.7%	3.2%	-10.7%	44.7%	-5.4%	-9.2%	41.1%	12.3%	-15.7%	3.6%	15.5%	-6.1%	1.5%	-21.9%	-0.2%	-0.2%
30	30	2	-10.1%	19.5%	16.5%	-10.6%	17.5%	-13.9%	-12.3%	-38.0%	-12.9%	-35.2%	-25.8%	41.5%	8.4%	-1.8%	-8.2%	-13.9%	-12.9%
40	2	30	-24.8%	19.2%	-7.1%	-8.9%	34.1%	-17.0%	-2.1%	-1.0%	16.3%	-22.9%	-6.1%	28.0%	15.7%	-7.2%	-6.8%	-29.2%	-11.5%
40	9	23	7.5%	0.7%	6.1%	-25.6%	28.1%	-13.2%	8.0%	40.2%	-14.6%	-14.3%	-3.6%	-3.4%	56.7%	-24.1%	-3.9%	-8.2%	3.9%
40	16	16	4.4%	20.2%	14.9%	-28.7%	40.0%	-16.1%	-1.8%	30.5%	-7.0%	-5.3%	-6.2%	-4.6%	56.7%	-18.3%	-3.7%	-6.9%	2.6%
40	23	9	-26.7%	21.7%	0.5%	-13.2%	42.3%	-6.7%	2.9%	39.1%	8.4%	-17.8%	2.9%	15.5%	-3.1%	-3.8%	5.2%	-20.9%	-0.2%
40	30	2	-8.6%	2.1%	18.8%	-10.4%	15.3%	-13.1%	-4.1%	-32.7%	-8.4%	-30.6%	-26.4%	30.9%	10.4%	-2.0%	-10.6%	-17.6%	-12.5%

しかしながら重視すべき点は、ある媒介変数 (= ボラティリティ) を用いて移動平均のパラメーターを間接的に調整するというロジックである。ボラティリティを用いて移動平均のパラメーターを調整する考え方自体には異論はないが、ボラティリティを定義するためのパラメーターの決定方法が、対象時系列の形状とボラティリティを考慮する以前にパラメーターの有効性の検証を複雑化している。

このように移動平均のパラメーターを媒介変数を用いて決定する一手法として、当論文ではトレンドサイクルという概念に着目し、直近で把握したトレンドサイクルから移動平均のパラメーターを設定する手法 VCMA (Variable Cycle Moving Average) を提案する。VCMA ではトレンドサイクルを決定するために恣意性の少ないトレンドを抽出することが前提であり、VI 章でその手法について説明した後に VCMA における移動平均のパラメーターの採用方法とトレードルールについて説明する。

VI. 恣意性の少ないトレンドの抽出

価格変動は一般に①横ばい、②レンジ内での周期的な動き、③短期の変動を伴いながら上昇・下落トレンドを形成するパターンにわけることができる。移動平均線を作成する意味は、価格変動に

含まれるノイズを低減した滑らかなトレンドを用いて上記のケースを判別することにあるが、比較的長めの移動平均を用いた場合においては①と②の違いは不明瞭になり、短い移動平均を採用した場合には②と③の違いが不明瞭となる。また③については②の変動幅を拡大した場合の上昇・下落期間であると捉えることもできるため、何を基準に移動平均のパラメーターを決定するかは難しい問題である。

刻々変化する時系列からトレンドを逐次抽出する手法は経済時系列の分野において様々な手法が開発されている。そしてモデルにおける内部パラメーターの妥当性は何らかのルールを採用した際のパフォーマンスではなく、数学的仮定に基づいた統計量によって判断される。しかしながら、これらのモデルにおいてはトレンドを抽出する際の時系列データの期間によってトレンドの値が変化することから、パラメーターの恣意性を除くには抽出期間に依存しないモデルを採用する必要がある。

そこで VCMA ではトレンドの抽出手法としてホドリック=プレスコット・フィルター (HP フィルター) を採用する。HP フィルターは経済指標の景気循環を捉えるために一般的に用いられる手法であり、現系列を式 1 のようにトレンド成分と循環成分で説明できるものと仮定し、式 2 で示される損失関数 (L) が最小となるような $g(t)$ を算出する。

$$y(t) = g(t) + c(t) \quad (\text{式 1})$$

$y(t)$ ：時系列データ

$g(t)$ ：トレンド成分

$c(t)$ ：循環成分

$$L = \sum_{t=1}^T c(t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^T \{g(t) - g(t-1)\}^2 - \{g(t-1) - g(t-2)\}^2 \quad (\text{式 2})$$

但し、式 2 においては計算期間 T と λ （一般に循環項 $c(t)$ の分散／トレンド項の二階階差の分散で表現される）を事前に決めておく必要があり、ここに開発者の恣意性が入ることとなる。例えばホドリック＝プレスコットの原論文⁴⁾では、4 半期の経済時系列の場合においては循環項の変動を 5% としトレンド項の二階階差の分散を 1/8% とし $\lambda = 5^2 / (1/8)^2 = 1600$ を求めている。

しかしながらジェームズハミルトンの論文⁵⁾においては、トレンド項の二階階差と循環成分がいずれも予測不可能である時系列において HP フィルターは最適な結果を示しており、複数の主要経済指標のデータで推計した結果、平滑化パラメーターはおおむね 1 になることが述べられている。そこで予測不可能な株価データを扱う当分析においても HP フィルターの λ の値を 1 で固定する。

HP フィルターを採用する際にもう一つ重要な点は、直近のトレンドの値が計算期間 T に左右されないことにある。この理由は HP フィルターによって抽出されるトレンド項の計算が、一種の加重移動平均で表現することができることから明らかである⁵⁾。このように HP フィルターにおいては、計算期間を変えることによりトレンドの形状が変化する問題を考慮する必要はないわけである。

VII. VCMA の基本コンセプトとトレードルールの策定

トレンドモデルで抽出した系列に対して安易に価格との上下関係（ルール 1）、トレンドの傾き（ルール 2）を用いてトレードルールを策定することは、これまでの検証結果をふまえても得策では

ないと考えられる。その理由は様々な局面を一つの値（移動平均と価格との差、一期前のトレンドの値）で表現すること自体に無理があるととともに、有効なパラメーターはその期間での価格形状によって異なるからである。従って逐次算出されたトレンドの形状から、移動平均のパラメーターを決定するロジックを策定することが重要である。

価格推移の基本的な局面を以下の 3 つに分けるとともに、算出されたトレンドの値動きの模式図を図 3 に示す。

- ①横ばい：価格の変動が微小でトレンドが横ばい
- ②レンジ内での動き：価格が周期的に変動
- ③上昇・下降局面：価格がレンジから離れ一方に推移

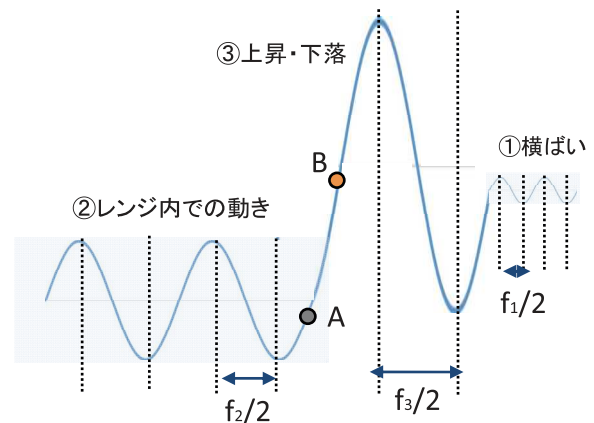


図 3. トレンドサイクルの模式図

図 3 において青線で示されたトレンドは $\lambda = 1$ となる HP フィルターを用いて算出しており、価格に対して感応度が高い。従って局面②、③では価格変化に時間の遅れが少なく追従する一方で①のような横ばい状態ではトレンドが価格変化に左右され、上下に細かく変動することとなる。

ここでトレンドの変化（傾き）だけでは 3 つの局面を表現することは困難である。なぜなら①と②はトレンドの変動幅が異なるだけであり、③も大きく変動する②の一部として捉えることもできるからである。そこでトレンドの変化に着目するのはなく、逐次点で算出したトレンドの性質を表現するためにトレンドサイクルという概念を導入する。

1 おおのの局面において直近のトレンドの変換
2 点からその前の変換点までの距離をトレンドサイ
3 クルの半周期であると定義する。この場合、各
4 局面での周期 (f_1, f_2, f_3) には一般的に $f_3 > f_2 >$
5 f_1 という関係が成立する。ここでトレンドサイク
6 ルの半周期を移動平均のパラメーターに採用すれ
7 ば、③の局面では相対的に長期の移動平均を、②
8 の局面では相対的に短期の移動平均をあてはめる
9 ことが可能となる。

10 次にトレンドが②のレンジで推移している場合
11 について VCMA によるトレードルールを図 4 を用
12 いて説明する。まず現時点(t)における直近のトレ
13 ンドの変換点からの期間を $s(t)$ とし、直近のトレ
14 ンドの変換点からそれ以前の変換点までの距離を
15 レンジのトレンドサイクルの半周期 $f_2(t)/2$ とす
16 る。ここで $s(t) < f_2(t)/2$ の関係が成立(点 A)し
17 ていれば現在のトレンドはトレンドサイクル内で
18 推移していると捉えることができる。この場合、
19 直近の価格がレンジより外に逸脱していたとして
20 も、その動きは HP フィルターによって循環成分
21 として表現されていることを意味する。従って s
22 (t) を短期の移動平均のパラメーター(S)、 $f_2(t)/$
23 2 を長期の移動平均のパラメーター(L)に採用す
24 ることにより、レンジ内での安定した価格推移を

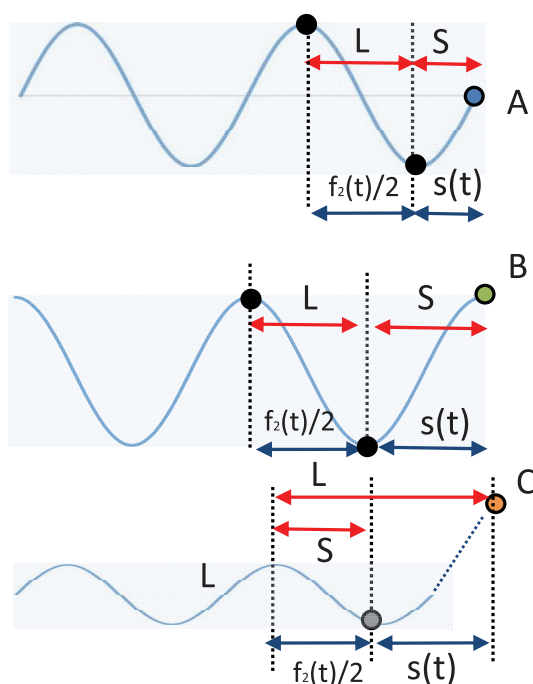


図 4. トレードルールの模式図

2つの移動平均の値の上下関係で説明することが
可能となる。すなわち2つの移動平均の交差をト
レードのタイミングとして用いることができる。

次に時間が経過し、価格が上昇したことにより
初めて $s(t) \geq f_2(t)/2$ となった場合(点 B)を
想定する。これは直近の価格変動が循環成分より
もトレンド成分として吸収されたことにより、現
在のレンジから離れてトレンドが上昇する可能性
を示唆している。ただし価格が再びレンジ内に戻
る確率も高く、相対的に大きな価格変動が今後上
下方向に発生する可能性がある。従って、いった
んポジションを手仕舞いし、無駄なリスクをとる
ことを排除することが重要である。

さらに時間が経過して $s(t) > f_2(t)/2$ の関係が
継続している場合(点 C)は、局面が③に移行し
たと考えられる。価格はレンジから上昇・下落ト
レンジに推移しているため、その価格トレンドを
測るには局面②よりも長めの移動平均を採用する
必要がある。そこで $f_2(t)/2$ を短期の移動平均の
パラメーター(S)とし、 $s(t) + f_2(t)/2$ を長期の移
動平均のパラメーター(L)とすることにより、局
面が移行する際の短期・長期の移動平均線のパラ
メーターの推移を安定させつつ、点 C の状態を表
現することが可能となる。

次に③の局面で保有すべきポジションの比率を
検討する。局面③の最終局面では突然価格が反発
する可能性があるため、ポジションは徐々に縮小
していくことが重要である。そこで各時点でのポ
ジションの保有比率を $[f_2(t)/2]/s(t)$ で表現する
ことにより、時間が経過し現在の局面が継続する
($s(t)$ が増大)につれて徐々にポジションを縮小し
ていくルールを設けることが可能となる。

このように VCMA は各時点で算出したトレ
ンドサイクルを用いて短期と長期の移動平均のパ
ラメーターを動的に設定することが特徴であり、そ
の手法は局面①でも同様である。ただし、局面①
においては局面②に比べて相対的に短い移動平均
のパラメーターを採用するため、トレードのタイ
ミングが増大するとともにパフォーマンスは悪化
すると考えられる。

次に上述したルールを用いた場合の VCMA のシ
ミュレーション結果を示す。シミュレーションで

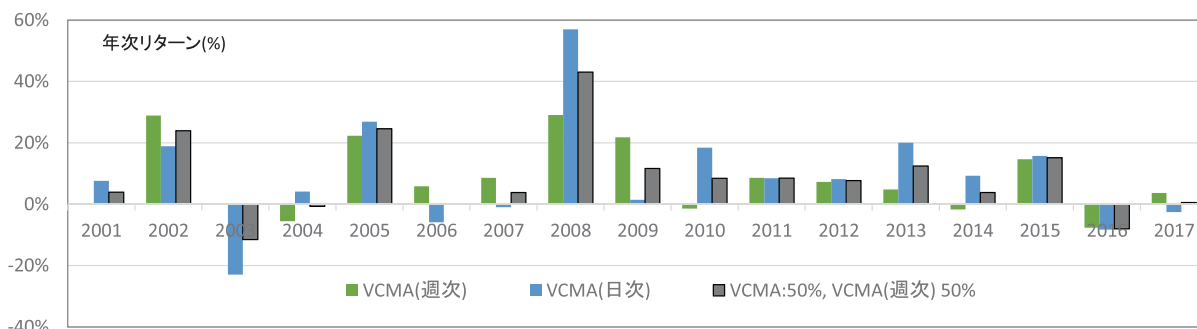


図 5. VCMA による日次・週次戦略の年次リターン

は日経 225 種平均を対象に 2001 年から 2017 年 6 月の期間の営業日ベース（日次戦略）・週次ベース（週次戦略）において実施する。またロング・ショートレバレッジは最大 100% まで、また終値ベースでトレードが行えると仮定しトレードにおけるコストは無視している。

投資戦略のパフォーマンスの検証は検証期間全体で評価するのではなく、局面ごとに分割して評価するとともにリターンの分布形状を考慮する必要性があることは既に述べた通りである。また、用いたパラメーターに恣意性がある程度排除されているのであれば、同じ対象資産で異なる系列（日次・週次）毎に同戦略を用いた場合でも有効性があると考えられる。

VCMA においてはトレンドの抽出、移動平均のパラメーターおよびトレードルールに恣意性を可能な限り排除しているため、その手法は異なる時系列（日次・週次）に対してもあてはめられる利点がある（日次・週次毎のトレード戦略）。つまり同一手法でありながらトレードの期間分散をすることが可能であり、その有効性も踏まえて説明する。

まず最初に日次戦略・週次戦略および両戦略を 50% ずつ保有したパフォーマンスを年次ベースで比較する（図 5）。日次・週次戦略ともに年によってそのレベルは異なっているが、2003 年、2016

年を除きおおむね良好なパフォーマンスを達成しており、両戦略に分散した場合はパフォーマンスが安定していることがいえる。

さらに日次・週次戦略の月次ベース、四半期ベースでのリターンの分布を捉えるために表 10 に中央値、平均値、ウィニングレシオを示す。表 10 は戦略の優位性を示すためのものではなく、両戦略ともに中央値と平均値が同レベルにあることから、リターンの分布がいびつな形状になっていないことを示している。

次に日次戦略のパフォーマンスについて日経平均の 8 区間サイクルで分割した各区間でのリターン分布を図 6 に示す。

図 6 は図 1 と同様な形状を示しており、日経平均の累積リターンの絶対値が大きい区間ではパ

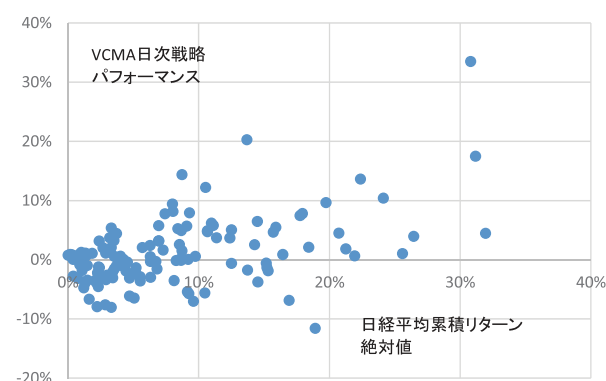


図 6. 日次戦略の 8 区間サイクルにおけるパフォーマンス

表 10. VCMA による日次・週次戦略のリターン分布

	月次パフォーマンス		四半期パフォーマンス	
	VCMA(日次)	VCMA(週次)	VCMA(日次)	VCMA(週次)
中央値	0.55%	0.50%	2.08%	1.58%
平均	0.75%	0.70%	2.25%	2.11%
ウィニングレシオ	55%	60%	64%	62%

1 フォーマンスは良好であり、5%以下の局面では
2 パフォーマンスがマイナスになる場合が散見され
3 る。すなわち、価格があまり大きく変動していな
4 い横ばい局面においては十分に当該戦略が機能し
5 ていないことがいえよう。

6 最後に日次・週次戦略、日経平均との相関を月
7 次リターンベースで比較すると、日次戦略と日経
8 平均の相関は-0.12、週次戦略と日経平均の相関
9 は-0.07であり、ともに日経平均との相関は低い。
10 また日次・週次戦略間の相関も0.18と低いため、
11 日次・週次戦略を共に保有することによるリスク
12 分散効果が期待できよう。

VIII. 終りに

16 当論文では最初に移動平均に代表的なトレード
17 ルールをあてはめ、パラメーターの有効性を検証
18 した。その結果、安定したパフォーマンスを達成
19 したパラメーターは見出すことができなかったわ
20 けであるが、パラメーターを対象指数の価格変動
21 に合わせて調整する代表的な適応型移動平均にお
22 いても年次リターンの安定性は見出すことができ
23 なかった。

24 この問題を筆者は媒介変数として採用した値
25 (ボラティリティ)の定義式と、そこに内在する
26 「固定パラメーター」の問題として捉え、価格変
27

●プロフィール

新見 明弘 MFTA®

30 1987年大阪大学工学部卒業。日
31 興証券入社後に渡英し、クレディ
32 リヨネ証券、ドイツ銀行に勤務後
33 に帰国。東海銀行、パートナー
34 ズ投信、住友信託銀行を経て、現
35 在AIFAMアセットマネジメント
36 の東京代表を務める。定量分析を
37 主体としたポートフォリオ運用か
38 らヘッジファンド運用・インキュ
39 ベーション・グローバルマーケティングなど様々な運
40 用業務を経験。IFTAアジア担当副理事。



動に適応する移動平均のパラメーターをトレンド
サイクルから直接算出するVCMAを開発した。

VCMAにおけるトレンドの抽出手法については
様々な経済時系列モデルを用いることが可能であ
り、筆者が開発したTTMモデル⁶⁾もその選択肢
ではあったが、モデルに内在するパラメーターの
検定と対象期間によってトレンドの形状が異なる
問題を解決するのは容易ではない。また複雑な時
系列モデルは理解するのが困難であるとともに、
応用性に欠けるのも問題点である。

そこでVCMAでは比較的容易に算出可能なトレ
ンド抽出手法としてHPフィルターを採用し、ト
レンドの値やレベルではなく変換点からの距離＝
トレンドサイクルに着目することにより移動平均
のパラメーターを調整するロジックを構築した。

今後はVCMAが適応型移動平均の一つの発展形
として様々な分析手法に活用されるとともに、更
なる改良が進むことを期待して本論文を終えるこ
ととする。

<参考文献>

- 1) Lawrence J. Christiano and Terry J. Fitzgerald (1999), "The Band Pass Filter"
- 2) Perry J. Kaufmann (1995) "The Smarter Trading: Improving Performance in Changing Markets"
- 3) Tushar Chande (1995) "Adapting Moving Averages To Market Volatility"
- 4) Hodrick, R. and E. Prescott (1997) "Post-war U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", Journal of Money Banking and Credit, 29, 1-16.
- 5) James Hamilton (2016) "Why you should never use the Hodrick-Prescott filter"
- 6) Akihiro Niimi (2005) "Timing Analysis Using the Trend Extraction Timing Model (TTM)", IFTA Journal