

WTI原油価格の変動予測のためのファクターモデル

慶應義塾大学大学院理工学研究科
01505910 慶應義塾大学理工学部

*川口知宏 KAWAGUCHI Tomohiro
枇々木規雄 HIBIKI Norio

1. はじめに

従来、安定的に推移してきた原油価格が 21 世紀に入って急激な変動を続けている。代表的な指標原油である WTI (West Texas Intermediate) のスポット取引価格は 2003 年頃から上昇を続け、2008 年に 100 ドルの大台を超え、同年 7 月に 145 ドルの史上最高値を付けた。その後、先の金融危機に起因する世界的な景気後退の影響などから、一時 30 ドル台まで落ち込んだが、9 月末には 70 ドルの水準まで回復している。このように、昨今の価格変動は、明らかに従来のそれと異質である。需給バランスの崩壊や投機資金の流入など、様々な要因が挙げられてきたが、本研究では、このような変動要因における様々な仮説を定量的なデータによって検証し、最近の変動にも対応できる WTI 原油価格を記述するためのファクターモデルの構築を試みる。

2. 既存研究

原油価格をモデル化し予測するアプローチには様々な種類があるが、ここでは本研究で用いる重回帰分析による既存研究の成果を紹介する。

2.1. 西川 [1] のモデル

西川 [1] は、世界石油消費量、世界石油生産量、米蒸留燃料在庫量、投機筋の WTI 先物ロングポジション、1 期前の価格を説明変数とする重回帰モデルを提案している。

2.2. 森田 [2] のモデル

森田 [2] は、米原油在庫量、米ガソリン在庫量、米暖房油在庫量、OECD 石油在庫量、1 期前の価格を説明変数とする重回帰モデルを提案している。

2.3. Ye *et al.* [3] のモデル

Ye *et al.* [3] では、OECD 原油在庫量、OPEC 生産余力、OPEC 生産余力のラチェット変数¹、1 期前の価格を説明変数とする重回帰モデルを提案している。

2.4. 問題点

これらのモデルには以下に示すような問題点がある。

- 予測精度の多くを「1 期前の価格」に頼っている
- 用いるファクターの吟味が不十分である

¹ここでは、過去における各期の OPEC 生産余力を積算した値を用いている。詳しくは Ye *et al.* [3] を参照されたい。

3. 提案するモデル

本研究では、WTI 原油価格の変動要因を探るために 22 個の経済変数について分析し、変数選択の過程を経た上で、問題点として指摘した 1 期前の価格を用いない、以下のモデルを提案する。

$$\ln WTI_t = \alpha + \beta_1 \ln OI_t + \beta_2 \ln OS_t + \beta_3 \ln CS_t$$

OI は WTI 先物建玉、 OS は OPEC 生産余力、 CS は米原油在庫量を表す。

4. 実証分析

4.1. 方法

先述の 3 つのモデルと本研究が提案するモデルの比較を、実際のデータに基づいて行う。ただし、1 期前の価格は説明変数から除く。2003 年 1 月から 2009 年 9 月までの月次データから最小二乗法によりモデルを推定した。データは、WTI スポット価格、世界原油消費量、世界石油生産量、米原油在庫量、米ガソリン在庫量、暖房油在庫量、米蒸留燃料在庫量、OECD 原油在庫量、OPEC の原油生産余力は EIA (Energy Information Administration) から、投機筋の WTI 先物ロングポジション、WTI 先物建玉は CFTC (Commodity Futures Trading Commission) から、それぞれ取得した。

4.2. インサンプルによる評価

インサンプルでの推定結果の概要と、提案するモデルの詳細を以下に示す。

表 1: 各モデルの調整済み決定係数

モデル	調整済み R^2	モデル	調整済み R^2
西川 [1]	0.732	Ye <i>et al.</i> [3]	0.762
森田 [2]	0.154	提案モデル	0.852

表 2: 提案モデルの統計量

説明変数	標準化回帰係数	t 値
切片	—	-14.953
建玉	0.947	20.488
生産余力	-0.369	-7.888
原油在庫	-0.188	-4.313

*回帰係数は全て 1 % 有意水準で有意

1 期前の価格を利用しない既存モデルの決定係数はいずれも高くない。また、提案モデルの回帰係数の符号条件はどれも直観に沿うものとなっている。

4.3. アウトオブサンプルによる評価

次に、本研究の提案するモデルと既存研究の中で最も高い決定係数を得た Ye *et al.*[3] について、同じデータによるアウトオブサンプルのバックテストを行い、その結果を比較する。モデル推定に用いるサンプルのウィンドウは 24ヶ月間とした。

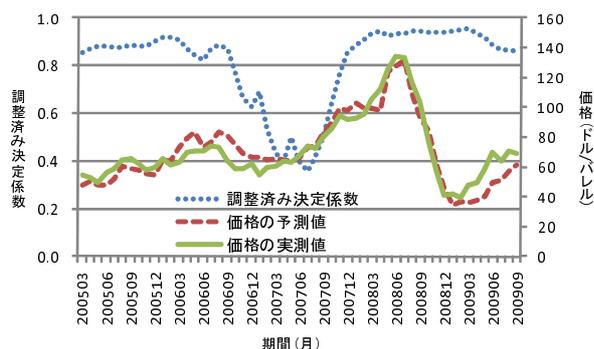


図 1: 提案モデルの予測結果

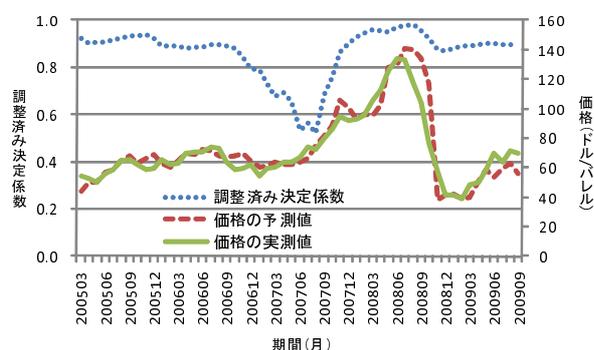


図 2: Ye *et al.*[3] の予測結果

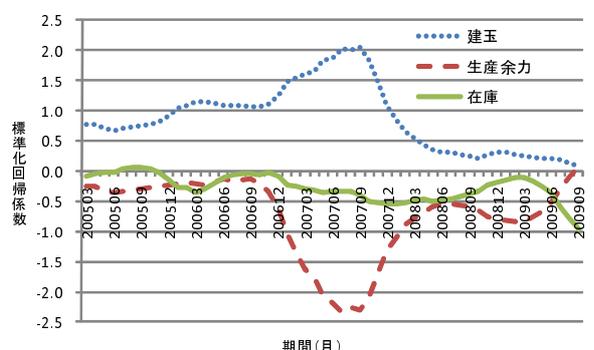


図 3: 提案モデルの係数推移

図 1、図 2 から、予測値の傾向に大きな差異は認められないが、Ye *et al.*[3] はピーク後の下落期において

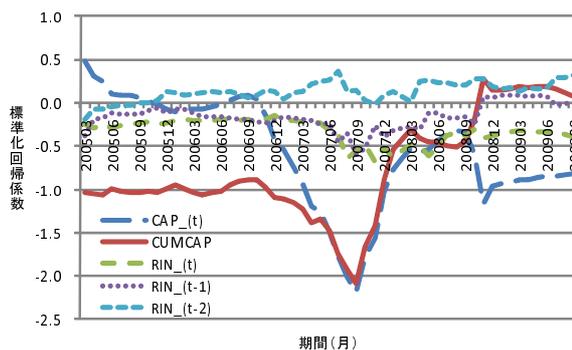


図 4: Ye *et al.*[3] の係数推移

予測値に遅れが見られる。図 4 から、この時期を境に CUMCAP の係数の符号が逆転しており、モデルの期待する前提が崩れていることが分かる。これに対して図 3 から、提案モデルの係数は符号条件を保って推移していることが分かる。以上より、予測精度と安定性の両面において、提案モデルの方が優れていると言える。

5. まとめ

先に挙げた既存研究に見られる 2 つの問題点を改善し、特にファクターを吟味することで、予測精度と安定性を兼ね備えたモデルを構築することができた。

ただし、先の結果から以下の 2 つの課題が指摘できる。まず、2007 年は一貫して推定したモデルの決定係数が低い年であった。これは米原油在庫量が増加しているにも関わらず、価格も上昇した時期のデータが影響しており、在庫に関するレジームスイッチが起きていると捉えられる。

また、2009 年後半における原油価格の底からの反発は、モデルで説明しきれないほど急である。これは、一度 100 ドルの大台を超えてしまったことによる市場参加者の価格感応度の変化等が原因として考えられる。

今後はこういった課題に対応するために、新たなファクターを加える、もしくは他の定式化を試みるといった改善が求められる。

参考文献

- [1] 西川珠子 (2004), 供給不安を背景に高騰する原油価格の今後の見通し, みずほマーケットインサイト, 2004 年 11 月 11 日発行.
- [2] 森田裕二 (2005), WTI 原油のファンダメンタルな価格の検討, エネルギー経済, 第 31 巻, 第 2 号, 10-22.
- [3] M. Ye, J. Zyren and C. J. Blumberg(2008), A Short-Run Crude Oil Price Forecast Model with Ratchet Effect, Atlantic Economic Journal, Vol. 37, Issue 1, p37-50.