

# 原油ファンダメンタル価格の再考

## 原油価格急落には需給以外の要因が大きく寄与

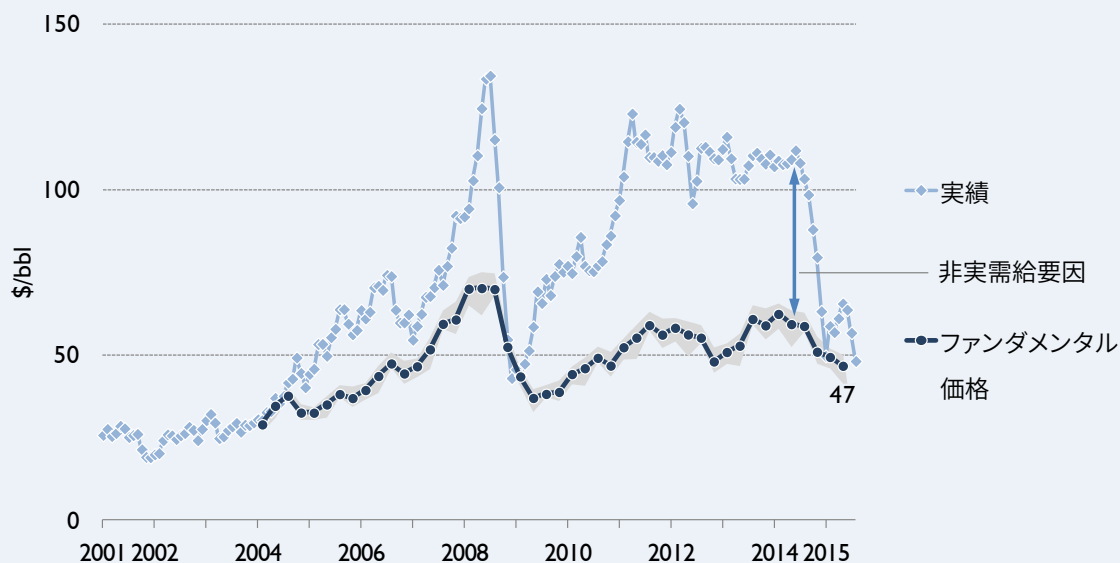
日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット 需給分析・予測グループ 研究主幹 | 柳澤 明

### 要旨

2014年6月に\$112/bblであったBrent原油は、わずか半年後の2015年1月にはおよそ6年ぶりに\$40/bbl台まで下落した。その後、いったんは緩やかな上昇基調に転じたが、7月はほぼ一本調子で\$10/bblも値を下げ、8月下旬には6年半ぶりに\$42/bbl台をつけた。油価急落は、米国の増産、OPECの減産消極姿勢などによると説明されることが多い。しかし、約50%もの急落は、1~2%ほどの需給ギャップですべて説明できるのであろうか？ その答えを探るために、原油価格を石油の実需給で説明されうる「ファンダメンタル価格」と「非実需給要因」とに分解した。

2015年第2四半期において、実績値\$63/bblに対し、ファンダメンタル価格は\$47/bbl程度と推計される。すなわち、非実需給要因は\$17/bbl程度のプレミアムとなっている。この1年の原油価格の下落\$46/bblのうち、石油需給から説明されうる部分は\$10/bbl強に過ぎない。下落の4分の3近くは、非実需給要因の縮小分(\$34/bbl)に帰せられる。

図 | 原油のファンダメンタル価格



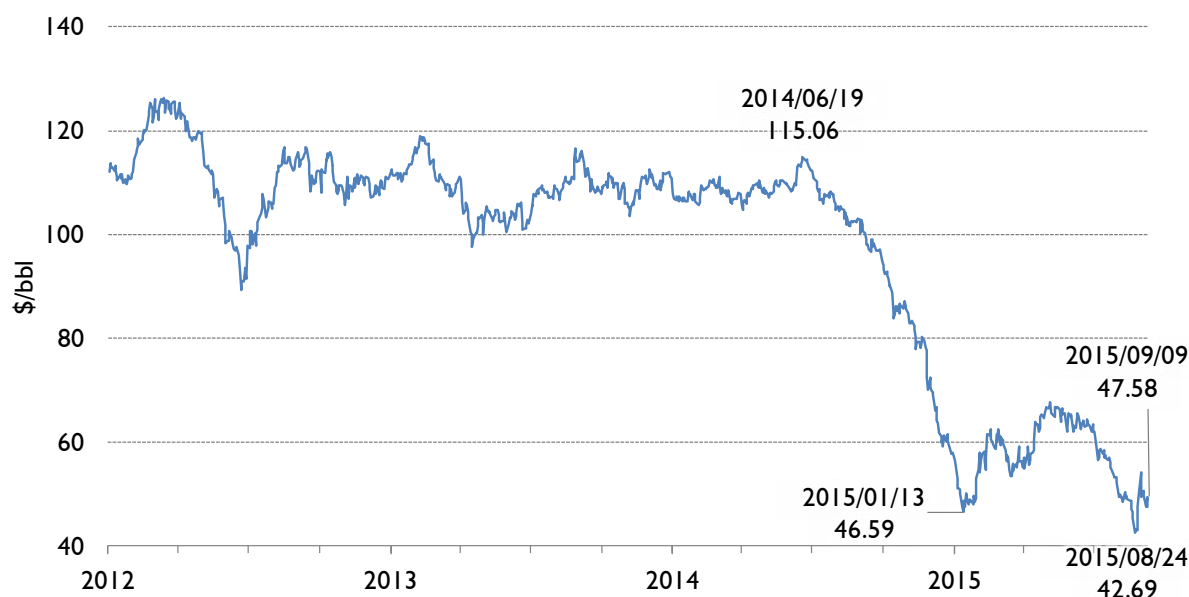
この\$34/bblの非実需給要因縮小が持つ経済価値を、石油純輸入額の節減と実質GDPの増大として評価することもできる。直接的な効果である石油純輸出国から石油純輸入国への所得移転は、総額5,300億ドル規模にも上る。また、実体経済全般への影響としては、世界の実質GDPを0.5%増大させる効果を有していると見積もられる(2013年の経済データに基づく評価)。

非実需給要因の縮小により、高すぎる原油価格が是正され、本来不必要なはずの過重な負担が軽減されることは、率直に歓迎すべきことである。ただし、それを喜ぶだけでは利得は一過性のものにとどまる可能性がある。市場が不合理な富の偏りと成長の阻害を誘発しかねないような価格を発見していたことに関して、改善すべき点がないか十分な検討が必要であろう。

## 半値に急落した原油価格

原油価格の先行きは、これまでも増して読みにくい状況にある。マーカ原油の1つであるBrent原油<sup>1</sup>は、\$115/bblをつけた2014年6月からわずか半年後の2015年1月にはおよそ6年ぶりに\$40/bbl台まで下落した(図1)。その後、4月半ばには\$60/bbl台まで戻すなど、いったんは緩やかな上昇基調に転じた。しかし、低油価にもかかわらず底堅い米国の原油生産、ギリシャ問題、中国経済の変調などを手掛かりに、7月はほぼ一本調子で\$10/bblも値を下げた。そして、8月下旬には6年半ぶりに\$42/bbl台をつけた。

図1 | 原油価格



注: Brent原油期近物帳入値  
出所: Intercontinental Exchange

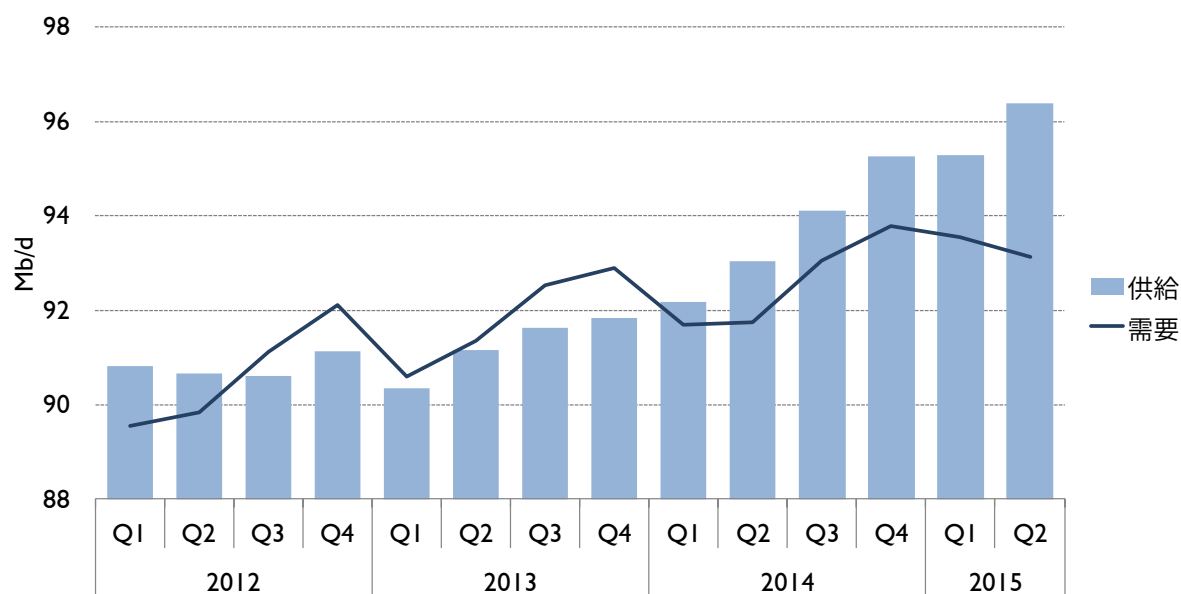
米国での非在来型原油の増産、これまでは需給バランス調整役であった石油輸出国機構(OPEC) — とりわけサウジアラビア — の減産への消極姿勢などが、石油供給の増加をもたらしている。国際エネルギー機関(IEA)の“Oil Market Report”によれば、石油<sup>2</sup>供給は、2014年に入って以降それまでの趨勢を上回る拡大を示している(図2)。一方で、需要の増加は相対的に鈍いものにとどまっている。結果、6四半期連続で供給が需要を超過する需給緩和状態となっている。こうしたことなどで、原油価格は2011年から2014年上期まで続いた\$110/bbl近傍のボックス圏を離れ、その半値程度まで急速に下げたと説明されることが多い。

しかしながら、約50%もの価格の急落は、1~2%ほどの需給ギャップですべて説明されうるものなのであろうか? たとえば、米国最大の公的年金基金であるカリフォルニア州職員退職年金基金(CalPERS)は2014年9月にヘッジファンドへの投資を停止したが、投資資金の流出入など金融要因は原油価格に影響を及ぼさないものであろうか?

<sup>1</sup> 期近物帳入値

<sup>2</sup> 液体バイオ燃料を含む

図2 | 世界の石油需給



注: 液体バイオ燃料を含む

出所: 国際エネルギー機関 “Oil Market Report”

実需給の緩和が市場のセンチメントを大きく変えたことは広く共有されている認識ではあるが、どうしてこれだけの急落にまで至ったのかは明瞭ではない。上記の問いに対する答えを探るためには、2014年上期までの\$110/bbl近傍の原油価格が、実需給を適切に反映したものであったのかどうか立ち返って考察する必要がある。そこで、原油価格を実需給バランス—ファンダメンタルズ—に基づく「ファンダメンタル価格」とそれ以外の「非実需給要因<sup>3</sup>」とに分解することとした。

## 「ファンダメンタル価格」とは

2000年代半ば以降、原油価格は4年で4倍に急騰したが、その価格水準は実需給を反映した適正なものであるという意見が根強くあった<sup>4</sup>。他方で、原油価格は需給から考えると高すぎるという見方も生じ、石油関係者・アナリストなどによる「原油の実力はせいぜい\$XX/bbl程度」といった言及が以前より取り上げられるようになった。

現実社会においては、実物石油を対象にして世界の総需要と総供給と価格を決定する取引市場は存在しない。ゆえに、世界の石油実需給を均衡させる価格は、直接観測することはできず、概念的なものである。しかしながら、われわれは、そのような財の需給バランスから導かれる価格という考え方に広く親しんでいる。そして、世界の石油実需給の状況<sup>5</sup>—需要超過なのか、供給過多なのかなど—から原油の相場観を得ていたりもする。もっとも、思い浮かべているその価格水準は、人によりさまざまであろう。本論文で言うファンダメンタル価格も、そのような世界の石油実需給バランスという視点から評価した原油価格である。その推計値は、石油実需要、実供給、原油価格の相互関係—需要が

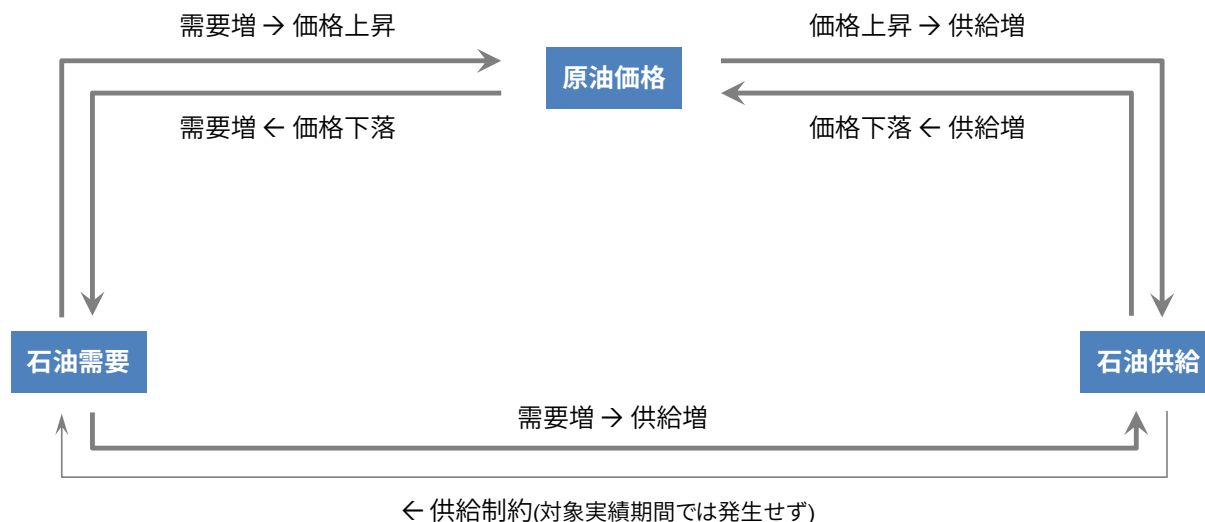
<sup>3</sup> これまでの筆者のペーパーでは「プレミアム」と呼んでいたが、実績価格がファンダメンタル価格を下回る状況も理屈としてはありうることから「非実需給要因」と表記することにした

<sup>4</sup> 国としては米国、業種としては金融業などでこうした見方をする向きが多かった

<sup>5</sup> その把握手法は、実績値を時間遅れを伴いつつ参照したり、速報性が高い米国の需給動向や在庫水準などの断片的なデータを頼りにしたりと、さまざまである

増えれば価格が上昇、価格が上昇すれば供給増、逆に供給増は価格の下落圧力、などを模擬する定量モデルを過去約23年分の実績値に基づいて構築し、それに評価対象期時点の実需給データを与えることで導出した<sup>6</sup>。

図3 | モデルイメージ



一方、観測される実績価格は何か？ 現在、一般的に「原油価格」と言えば、ロンドン市場でのBrentもしくはニューヨーク市場でのWTIの先物(期近物)価格を指す。すなわち、実績価格は、先物市場における原油現物の受け渡しをほとんど行わない買い“Long”と売り“Short”から導かれる価格である。

ファンダメンタル価格、実績価格は、それぞれの市場から導かれる価格であり、その意味においては、いずれかが「不正な価格」であるということではない。また、一方がもう片方の「しかるべき価格」ということでもない。両者の一致性は、実需要と先物Long、あるいは実供給と先物Shortの関連性次第であり、恒常的に保証されているものではない。そして、その値差が非実需給要因である。先物市場には、石油実業に携わらない投資家も多数参加しており、その行動様式は現物需給のみに根差したものではない<sup>7</sup>。それがゆえに、実績価格そして非実需給要因の背後には、多種多様な要素があると考えられる。

たとえば、実需給との直接的なつながりが希薄な要素としては、株式、為替などの金融市場の動向、他の商品市況、そして、それらを材料とした、あるいは自己実現的な投機・投資資金の流出入などがある。他方、地政学リスクの高まりに伴う供給不安、将来の需要増加による市場ひっ迫懸念など、需給バランスそのものではないが、その思惑・見込みに関連するようなものもある。これらは、時期によって異なる強度と方向性で、非実需給要因に複雑に作用していると推察される。

今日でも、非実需給要因に関しては、さまざまな考え方があ。しかし、2008年に原油価格が史上最高値を記録した後、リーマンショックに先立って下落を始め、わずか半年で3分の1へ暴落するという経験を経て、非実需給要因が原油価格に影響を与えているという認識が以前より広く共有されるようになってきている。

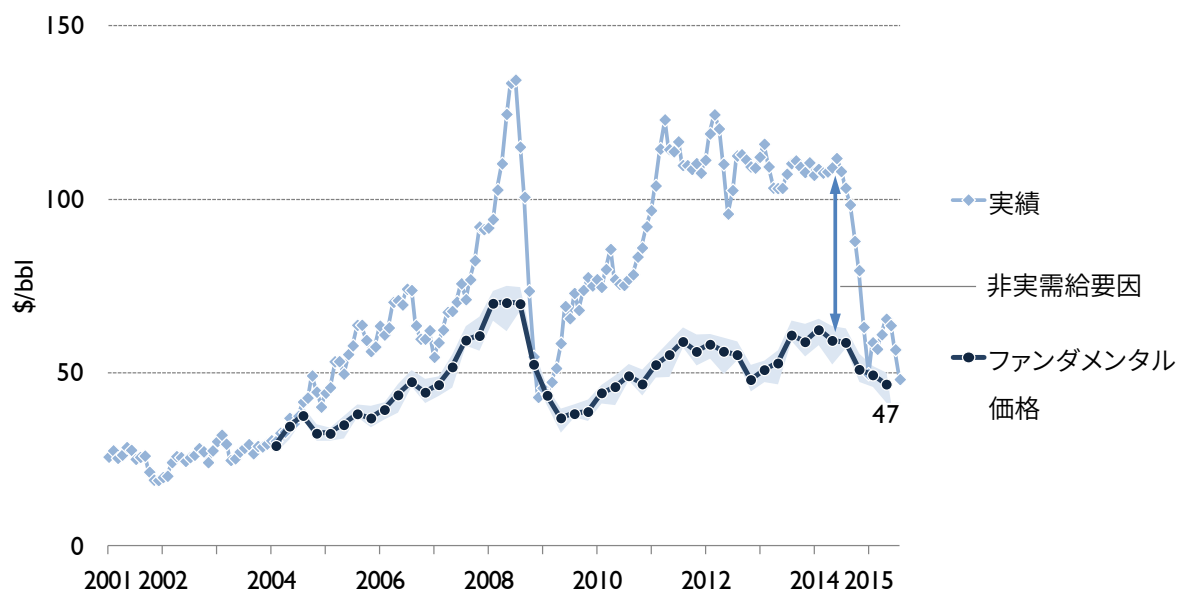
<sup>6</sup> モデルなどの説明は付録および柳澤 明(2008)「高騰する原油価格の要因分解—ファンダメンタルズとプレミアムの影響分析—」を参照

<sup>7</sup> 先物市場ではそういった、しかし適度の異質性が期待されている

## ファンダメンタル価格は\$50/bbl以下

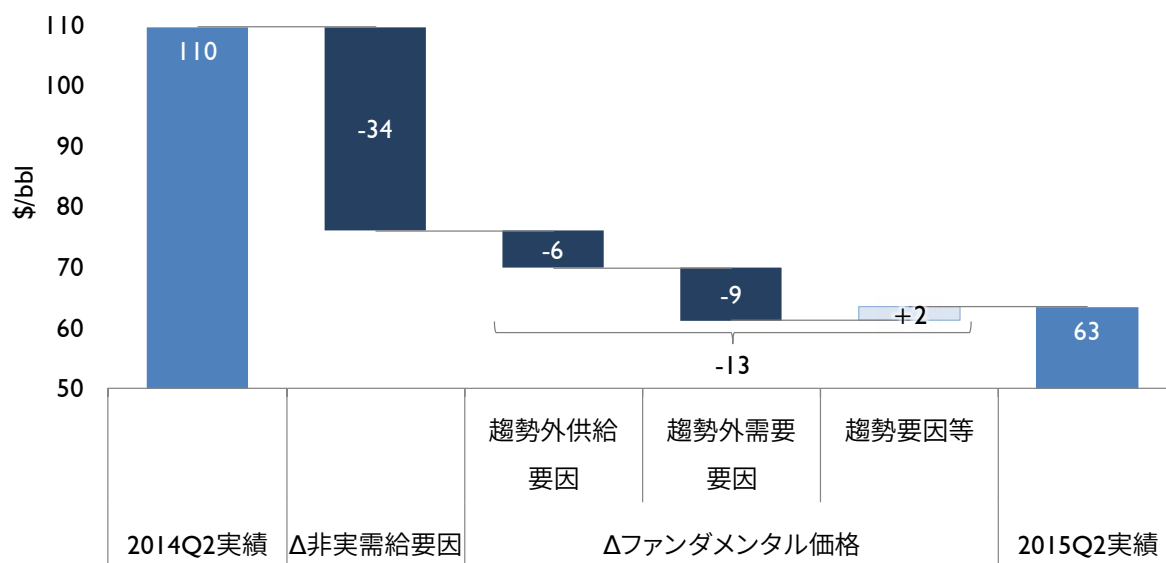
2015年第2四半期において、原油価格の実績値\$63/bblに対し、ファンダメンタル価格は\$47/bbl程度と推計される(図4)。そして、ここまでの需給動向から鑑みるに、ファンダメンタル価格はさらに下落する可能性もある。非実需給要因は+\$17/bbl程度—すなわちプレミアム—となっている。非実需給要因は、2014年上期平均の\$50/bbl近くから、2015年第1四半期にはいったん\$6/bbl程度にまで大幅に縮小した。しかし、第2四半期にかけて、実績価格が上昇したことにより、やや拡大している。

図4 | 原油のファンダメンタル価格



原油価格は、2014年第2四半期から2015年第2四半期にかけての1年で\$46/bblも急落した。しかしながら、石油需給から説明されうる部分はこのうち\$10/bbl強に過ぎず、この間の下落分のすべてを説明することはできない(図5)。下落分の4分の3近くは、非実需給要因の縮小分(\$34/bbl)に帰せられる。

図5 | 原油価格変動の分解(2014Q2-2015Q2)



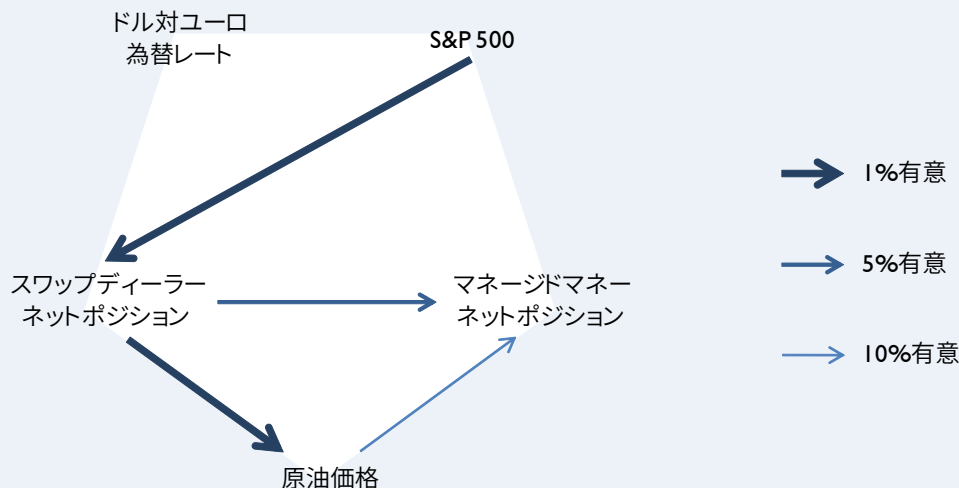
## Box 1 | 非実需給要因と原油価格

\$34/bblもの非実需給要因の縮小が、なぜ、どのようにして、このタイミングで発生したのかについては、さらなる検証が求められるところである。ここでは、その手掛かりの1つとして、原油価格と実需給以外の要因との因果関係を調査した。具体的には、Brent原油価格、ドル対ユーロ為替レート、Brent原油先物市場におけるスワップディーラーおよびマネージドマネー<sup>8</sup>それぞれのネットポジション、米国株価指数S&P 500の5要素間のGrangerの因果性<sup>9</sup>である。使用したデータは、スワップディーラーとマネージドマネーのネットポジションデータの入手可能性制約により週次であり、すべて対前週差を取ったものである。対象期間は、2014年1月から直近2015年8月である。

原油価格に対する因果性が認められたのは、スワップディーラーのネットポジションである(図6)。スワップディーラーのネットポジションは、マネージドマネーのネットポジションに対しても因果性が認められた。マネージドマネーのネットポジションに対しては原油価格による因果性も存在したが、逆方向の因果性はなかった。すなわち、ともに(広義の)非当業者にあたるスワップディーラーとマネージドマネーではあるが、マネージドマネーはフォロワーの性格が強い。これに対し、スワップディーラーの行動は、原油価格やマネージドマネーの行動を左右すると言える。

そして、そのスワップディーラーのネットポジションに対する因果性が認められたのは、原油価格ではなくS&P 500であった。株式市場と原油市場の関係は複雑で時により移ろうが、当該期間においては、株価上昇により投資先として株式の魅力が増すと、スワップディーラーが原油市場から資金を引き揚げ、原油価格の低下につながっていたものと解釈される。一方、ドルの増価は原油価格の低下を誘発すると言われるが、有意な因果性は認められなかった<sup>10</sup>。当該期間においては、ドル高と原油安がトレンド的に進行したが、短期的な変動としてはドル高が原油安につながっていたわけではなかったことになる。

図6 | 原油価格と非実需給要因とのGranger因果性(2014年1月14日～2015年8月11日)



注: 5%有意とは、帰無仮説(この場合Grangerの因果性がないという仮説)が正しいにも関わらずこれを棄却してしまう誤り—第1種の誤り—の危険率として5%を許容する状況で、帰無仮説が正しいとは考えにくいと判断されること。1%有意は、5%有意より第1種の誤りの危険率が小さいことから、その分の厳密性がある。

<sup>8</sup> スワップディーラーは投資銀行など、マネージドマネーはヘッジファンドなど

<sup>9</sup> XのYに対するGranger因果性は、Xの過去の情報がYの予測に役立つか否かで判断される

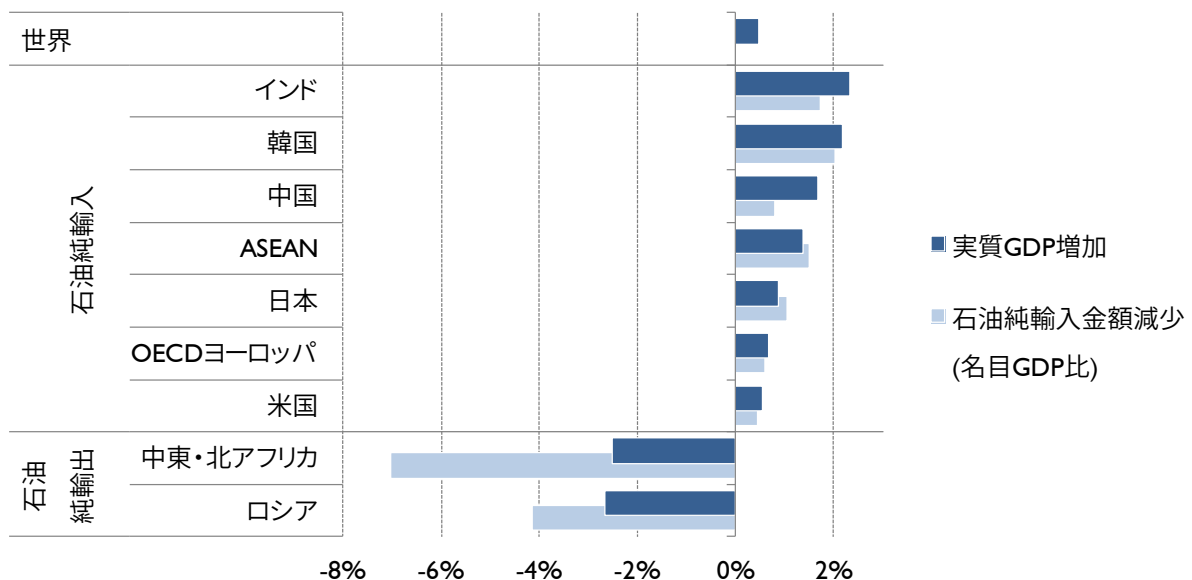
<sup>10</sup> これは同時点における因果性の存在を否定するものではない

この非実需給要因の大きな寄与から類推すれば、需給緩和状態が維持されたとしても、原油価格がファンダメンタルズから遊離するかのように反発・下落する可能性があるとも言える。あるいは、実物需給が引き締まりに転じれば、原油価格がファンダメンタルズで説明される以上に上昇する可能性も否定できない。今次の原油価格急落は、その発生もタイミングも誘因も、事前にはほとんど指摘されていなかった。価格下落がほぼ予見不可能であったのと同様に、現下の原油価格の正常化に向けた動きがこのまま定着するのか、あるいは2000年代中から2010年代中までの10年間のよう原油価格が大きな非実需給要因を含む状況に戻ってしまうのかは、現時点で判断することは難しい。

## 非実需給要因縮小の経済価値

非実需給要因による高油価やボラティリティの高まりから利益を得ている個人・組織・国もある。しかし、非実需給要因による高すぎる原油価格は、多くの経済主体にとって厭われるものである。今次の非実需給要因の縮小は、石油純輸入国にとって、本来不必要なはずの過重な負担が軽減されるという意味で福音である。この1年での\$34/bblもの非実需給要因縮小が持つ経済価値を、直接効果たる石油純輸入額の節減と総合効果たる実質GDPの増大で評価したものが図7である<sup>11)</sup>。

図7 | 非実需給要因\$34/bbl縮小の経済価値



注: 2013年の経済・貿易・石油需給データに基づく評価

直接的な効果である石油純輸出国から石油純輸入国への所得移転は、総額5,300億ドル規模にも上る。石油輸入負担の軽減程度は、エネルギー効率が悪い、石油依存度が高い、石油自給率が低いなどの要因により、経済規模に比して石油純輸入量が多い国において大きい。ただし、これは、原油価格上昇に対する脆弱性の大きさの裏返しでもある。

石油代金の変化を通じた所得移転の変化は、世界全体で見れば原理的にゼロサムとなる。しかし、実体経済への総合的な効果である実質GDPはそうとは限らない。実質購買力の変化による消費・投資への影響は国によって異なる。また、一般に、富が中東産油国などの少数の裕福な国へ集中する

<sup>11)</sup> 2013年の経済・貿易・石油需給データに基づく評価

よりも、薄くとも多数の国へ配分される方が世界経済に対する刺激効果は大きい。実際、\$34/bblの非実需給要因縮小は、世界の実質GDPを0.5%増大させる効果を有しているの見積もられる<sup>12</sup>。その増分は、石油純輸入国で、乗数効果が大きく<sup>13</sup>、輸出依存型—ただし、石油輸出国向けの輸出が少ない—経済構造を持つ国で大きめとなる。

## 今後に向けて

非実需給要因の縮小により、高すぎる原油価格が是正され、本来不必要なはずの過重な負担が軽減されることは、率直に歓迎すべきことである。ただし、それを喜ぶだけでは利得は一過性のものにとどまる可能性がある。市場が不合理な富の偏りと成長の阻害を誘発しかねないような価格を発見していたことに関して改善すべき点がないか十分な検討を行い、価格への信頼感が失われることのないようにすることが必要であろう。同時に、安定・着実な持続的発展という視点からは、外的要因に大きく左右されない自律的な経済構造の構築に向けて努めることは、産油国・消費国いずれにとっても常に重要な課題であるといえる。

<sup>12</sup> モデル構造を含めた評価手法の詳細は、柳澤 明(2012)「原油価格上昇によるマクロ経済への影響」を参照

<sup>13</sup> 限界消費性向、限界投資性向が大きく、限界輸入性向が小さいなど



## 付録: 分析手法

本論文では、ファンダメンタル価格を推計するにあたり、世界の石油需要、供給、原油価格が相互に影響しあう(2)式のような構造型ベクトル値自己回帰モデル(Structural vector autoregressive model, SVAR)を用いた。

$$\text{誘導型[VAR]: } \mathbf{y}_t = \mathbf{c} + R_1 \mathbf{y}_{t-1} + R_2 \mathbf{y}_{t-2} + \dots + R_p \mathbf{y}_{t-p} + \mathbf{u}_t \quad (1)$$

$$\text{構造型[SVAR]: } S_0 \mathbf{y}_t = \mathbf{d} + S_1 \mathbf{y}_{t-1} + S_2 \mathbf{y}_{t-2} + \dots + S_p \mathbf{y}_{t-p} + \mathbf{v}_t \quad (2)$$

ここで、内生変数  $\mathbf{y}_t$  は時点  $t$  (四半期)における石油需要量、供給量、実質原油価格それぞれの対前年同期比(対数変化率)からなるベクトルである。 $\mathbf{c}, \mathbf{d}$  は定数項、 $\mathbf{u}_t, \mathbf{v}_t$  は誤差項である。

原油価格の実質化には、世界最大の石油消費国である米国のGDPデフレーターを用いた。推計期間は、湾岸戦争による突発的な原油価格高騰の影響が解消した1992年第1四半期から直近2015年第2四半期までとした。ラグ長  $p$  は赤池情報量規準により5を採用した。得られたVAR方程式は表1のとおりである。

VARからSVARを導出する際の制約条件としては、SVARの誤差項  $\mathbf{v}_t$  の各要素は互いに無相関( $\mathbf{v}_t$  の分散共分散行列の非対角要素が0)であるというもののほかに、近年の石油市場の特性を考慮して  $S_0$  に関して以下のものを置いた:

- [1] 時点  $t$  の石油供給量、原油価格は、時点  $t$  の石油需要量に直接影響しない( $s_{0,12} = s_{0,13} = 0$ )  
← 需要を決定するのは供給ではない。また、価格の需要への影響は時間遅れを伴う
- [2] 時点  $t$  の原油価格は、時点  $t$  の石油供給量に直接影響しない( $s_{0,23} = 0$ )  
← 価格調整を目的とする機動的な石油供給の調整はなされない
- [3] 時点  $t$  の石油需要量は、時点  $t$  の原油価格に直接影響しない( $s_{0,31} = 0$ )  
← 石油需要の情報入手には遅れが伴う

これらより得られたSVAR左辺の係数  $S_0$  は表2のとおりである。

ファンダメンタル価格は、SVARの誤差項  $\mathbf{v}_t$  のうち原油価格にかかる要素  $v_{t3}$  のみを0として—すなわち需要量や供給量にかかるショックは実績どおりのまま—原油価格の高騰が本格化した2004年第1四半期以降の内挿シミュレーションを行うことで推計した。ただし、推計結果は、シミュレーション開始期をいつとするかに依存する。そこで、開始期を2004年第1四半期から10期さかのぼった2001年第4四半期まで変えることで10のシミュレーションを行い、その平均値や幅をもってファンダメンタル価格を評価した。

表1 | VAR方程式

		方程式(内生変数)			
		石油需要	石油供給	原油価格	
説明変数	石油需要	(-1)	0.618 (4.80)	0.179 (1.44)	5.166 (2.83)
		(-2)	0.115 (0.82)	0.115 (0.86)	0.808 (0.41)
		(-3)	-0.116 (-0.86)	-0.282 (-2.17)	2.326 (1.21)
		(-4)	-0.256 (-1.90)	0.203 (1.57)	0.121 (0.06)
		(-5)	0.134 (1.05)	0.186 (1.52)	1.287 (0.71)
説明変数	石油供給	(-1)	0.214 (1.77)	0.876 (7.56)	-0.486 (-0.28)
		(-2)	-0.154 (-1.07)	-0.019 (-0.14)	-2.162 (-1.06)
		(-3)	0.093 (0.72)	-0.030 (-0.24)	-2.424 (-1.32)
		(-4)	-0.027 (-0.21)	-0.470 (-3.82)	-1.706 (-0.94)
		(-5)	0.059 (0.54)	0.151 (1.43)	1.257 (0.81)
説明変数	原油価格	(-1)	-0.005 (-0.65)	0.001 (0.10)	1.008 (8.78)
		(-2)	0.005 (0.40)	-0.001 (-0.12)	-0.491 (-2.86)
		(-3)	0.002 (0.15)	-0.002 (-0.13)	0.211 (1.19)
		(-4)	-0.015 (-1.29)	-0.003 (-0.31)	-0.314 (-1.92)
		(-5)	0.003 (0.47)	0.003 (0.48)	0.299 (2.89)
定数		0.005 (2.36)	0.002 (0.87)	-0.050 (-1.75)	
決定係数		0.59	0.77	0.82	

注: 係数下段カッコ内はt値である

 表2 | SVAR係数  $S_0$ 

		説明変数		
		石油需要	石油供給	原油価格
内生変数	石油需要	1.000	0.000	0.000
	石油供給	-0.341 [0.000]	1.000	0.000
	原油価格	0.000	-0.906 [0.551]	1.000

注: 係数下段カッコ内はp値である

お問い合わせ: report@tky.iej.or.jp