

# 下振れ懸念が高まる原油相場

## シェールオイルの採算コスト低下が原油安要因に

市場調査部主任エコノミスト

井上 淳

03-3591-1197

Jun.inoue@mizuho-ri.co.jp

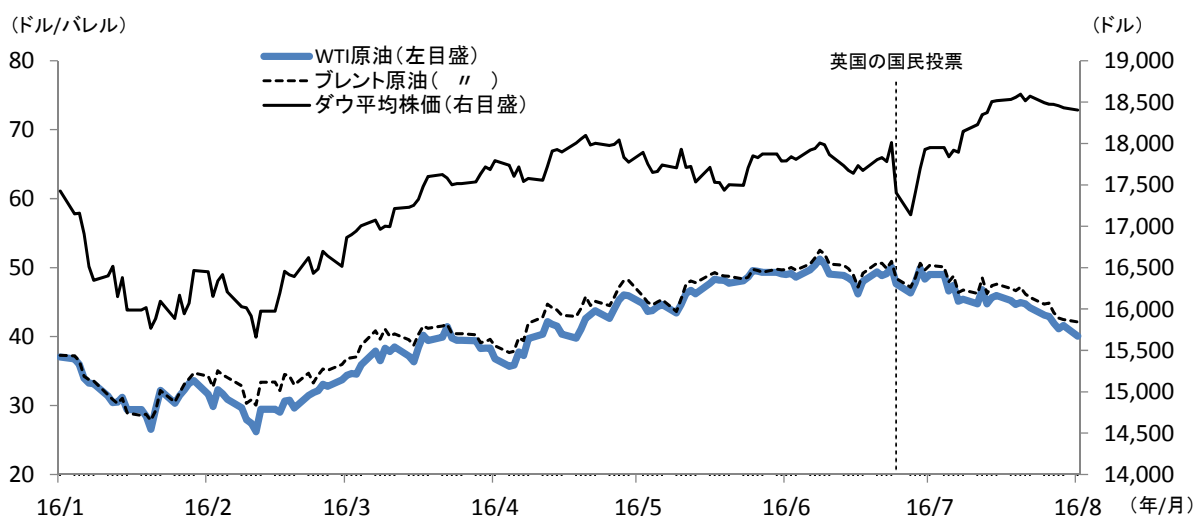
- 原油相場の弱含みが再び顕著になっている。6月上旬までの反発局面では需給バランスの改善を見込む「均衡予想」が原油相場を下支えしてきたが、足元で「均衡予想」の信憑性が揺らいでいる。
- 「均衡予想」の前提であった米国の生産調整が今後も持続しなければ、需給バランスの超過供給が再び拡大する可能性があり、米国の原油掘削が増加に転じていることが懸念を高めている。
- 生産性の向上に伴いシェールオイルの採算コストが低下し、超過供給の縮小や原油相場の持ち直しが進みにくくなっている。採算コストの低下で原油相場のトレンドが下方シフトした可能性がある。

### 1. 揺らぐ需給改善の信憑性

2月以降持ち直しが続いていた原油相場は、6月に入って50ドル台を回復する局面も見られた。しかし、英国のEU離脱問題をきっかけに持ち直しの流れが一服し（図表1）、その後は軟調な展開が続いている。英国のEU離脱問題は、その是非を問う国民投票の前から株式相場の弱含みを介して原油相場にも影響を与えてきたが、ダウ平均株価が史上最高値を更新するなど株式市場が落ち着きを取り戻す中でも、原油相場の弱含みは収まっていない。足元では原油安が株式市場のセンチメントを悪化させる要因にもなりつつある。

そもそも6月までの反発局面では、超過供給が縮小して需給が均衡するという「均衡予想」が市場に

図表1 原油相場とダウ平均株価の推移



(資料) Thomson Reuters より、みずほ総合研究所作成

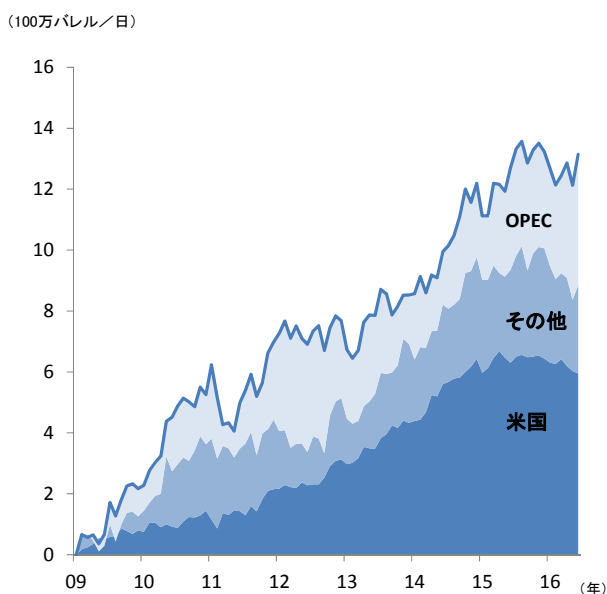
広まったことが原油相場の持ち直しの大きな根拠となっていた。ここでいう「均衡予想」とは、米国など非OPEC諸国の減産がOPECの増産を相殺することで原油供給の増勢に歯止めがかかり（図表 2）、原油需要もトレンド（経済成長）に沿って増加することから需給バランスが徐々に均衡に向かうという国際エネルギー機関（IEA）の見方を指している。足元で原油相場の40ドル割れが再び視野に入る展開となっているのは、こうした「均衡予想」の信憑性が足元で揺らいでいるためだと考えられる。

## 2. 鍵を握る米国の原油生産

「均衡予想」の信憑性を揺るがす原因は需給両面にあり、需要面の原因となっているのが冒頭でも触れた英国のEU離脱の決定である。世界経済に対する不透明感の高まりとともに、原油需要の下振れを懸念する向きは増えつつある。ただし、この点については、IEAの予測でもある程度考慮されている。英国の国民投票を踏まえて公表された7月中旬の予測において、IEAは2016年から2017年にかけて2年連続で原油需要の増加ペースが低下するという控えめな見通しを示している。

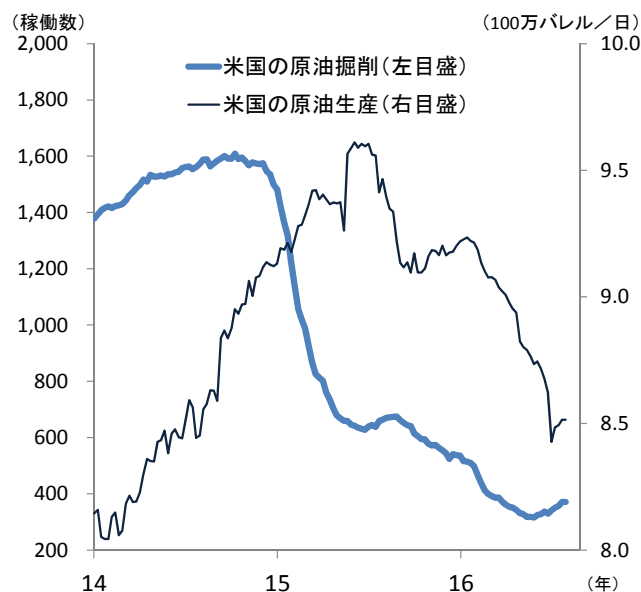
一方、需要の下振れ以上に警戒が必要なのが供給である。米国の原油生産についてIEAは、2016年から2017年にかけて横ばいで推移するとの見通しを維持しているが、米国では6月になってわずかではあるものの原油掘削装置の稼働数が増加に転じており、原油生産もこれまでの減少トレンドに一服感が見られる（図表 3）。4～6月期に見られた超過供給の大幅な縮小は森林火災の影響によってカナダの原油生産が急減した影響が大きく、IEAの統計をベースに試算した場合、需給改善の8割までがカナダの生産減少によってもたらされていたことが示唆される。IEAはカナダの原油生産が回復しても、米国の生産抑制によって超過供給の縮小傾向が続くと予想しているが、米国で生産を抑制する動きが弱まれば、超過供給が再び拡大する可能性がある。米国の原油生産の動向次第では、市場の「均衡予想」が大きく後退することになるだろう。

図表 2 増勢に歯止めがかかる原油供給



(注) 2009年1月対比の増産幅。  
 (資料) 米国エネルギー情報局 (EIA) より、みずほ総合研究所作成

図表 3 米国の原油生産と新規開発(掘削)



(資料) 米国エネルギー情報局 (EIA)、Baker Hughes Inc. より、みずほ総合研究所作成

### 3. 米国の原油掘削はなぜ増加に転じたのか

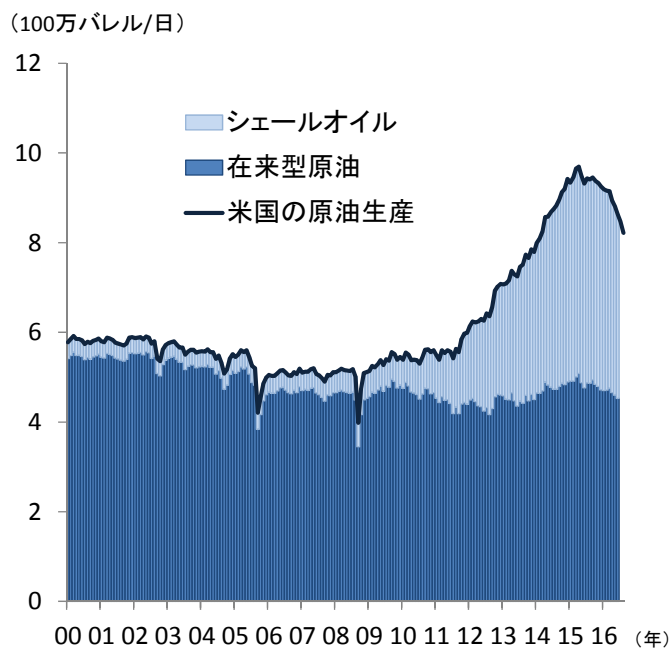
#### (1) 持ち直しの兆しを見せるシェール開発

米国では原油生産の約5割をシェールオイルが占めるまでになっており、2010年代に入ってから増加の大半がシェールオイルの増産によってもたらされてきた（図表 4）。シェールオイルの生産が本格化したのは、水平坑井の掘削技術と水圧破碎技術を組み合わせることによって、技術的に頁岩（シェール）のすきまに閉じ込められたシェールオイルの商業ベースでの採掘が可能になったからである。技術革新がなければ米国の原油生産が増加しなかったのは言うまでもないが、その一方でこうした技術革新を促す大きな要因となったのが2014年半ばまで続いた原油高であった。

シェールオイルの生産コストは在来型原油に比べ高いとされ、原油相場の高騰によってシェールオイルの収益性が確保されてきた面は大きい。そのため原油相場が下落した際の生産調整もシェールオイルに対する調整圧力がより強いものになると考えられてきた。実際、2015年から始まった米国での生産調整を見ると、シェールオイルの減産が生産調整を主導してきたことがわかる。

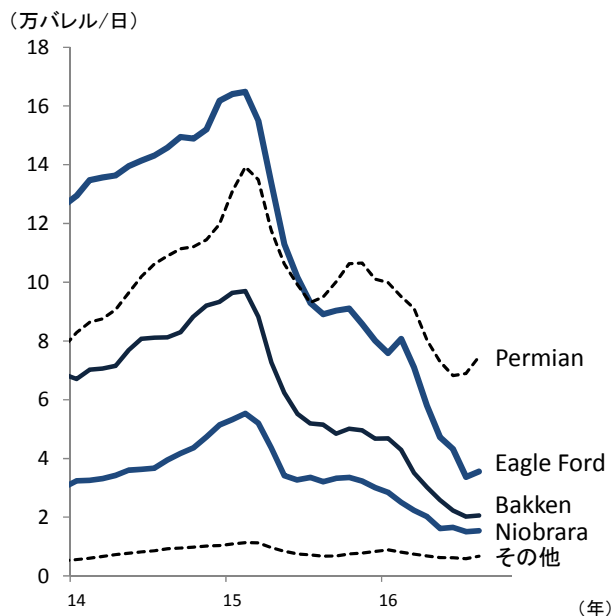
しかし、新たに採掘を始める油井の生産量は、足元で減少基調に歯止めがかかりつつある（図表 5）。主要採掘地域の全てでシェールオイルの明確な増産が確認できるわけではなく、また増産幅も顕著なものではないものの、変化の兆しが見られるのは事実である。2016年1～2月には原油相場が30ドルを割り込む状況であったことを考えれば、原油相場が40ドル台に持ち直したことで将来の価格予想を好転させた可能性もある。しかし、以前であればシェールオイルの開発が引き続き抑制されても不思議ではない原油安水準が続いており、そうした中で生産調整の動きに変化の兆しが見られるのは特筆すべき状況と言えよう。

図表 4 米国の原油生産



(資料) 米国エネルギー情報局 (EIA) より、みずほ総合研究所作成

図表 5 シェールオイルの新規生産



(注) シェールオイルの主要生産地域において新たに採掘を開始した油井の原油生産。その他は、Utica、Haynesville、Marcellusの合計。図示した新規生産は、生産性と2カ月前の掘削数から試算。詳細については、補論1を参照。

(資料) 米国エネルギー情報局 (EIA) より、みずほ総合研究所作成

## (2) 40ドル程度に低下した採算ライン

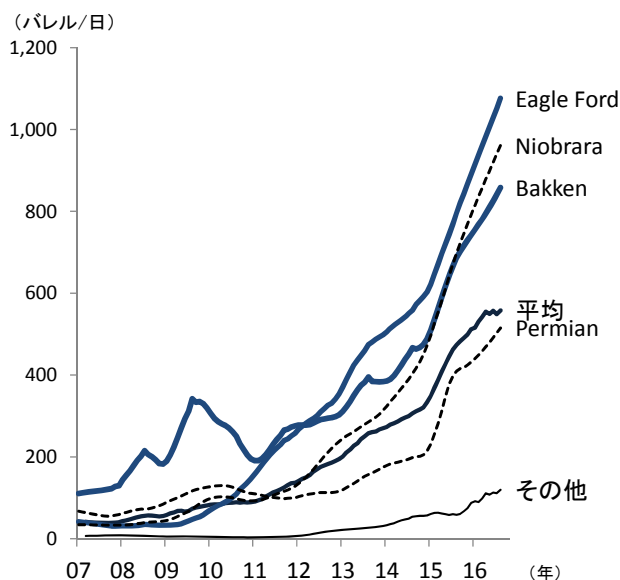
シェールオイル生産が回復の兆候を見せ始めている理由として、シェールオイルの採算コストが低下していることが考えられる。生産業者は新規開発を行う際に、事業期間中の想定価格と生産ならびに開発にかかるコストを比較して十分な収益性が確保できると判断した場合において、新規の開発を継続すると考えられるためだ。実際、シェールオイルの主要生産地域では油井あたりの生産量が飛躍的に増加しており（図表 6）、そうした生産性の向上によって新規開発のコスト負担が軽減している可能性が高い。

そこで生産業者がシェールオイルの生産計画を立てる際に想定している採算コストを試算した。今回の試算では、「変動費」と「単位生産量あたりの固定費負担」の合計値をベースに採算コストを推計しており、その推計結果を図示したのが図表 7である。推計結果に従えば、原油相場が下落する前の2014年上期には60ドルを超えていた採算コストが、足元で40ドル前後まで低下している可能性が示唆される。採算コストについては、推計期間などの前提によって推計値が異なるため幅をもってみる必要があるが、生産業者が想定する事業期間中の想定価格と採算コストの差、すなわち事業期間中の予想収益については推計期間に関わらず改善している可能性が高い。そして、それこそが持ち直しの兆しを見せ始めたシェールオイル生産の背景にある重要な要因になっていると考えられる。

## 4. 長期化が見込まれる原油相場

シェールオイルの採算コストが低下しているとすれば、超過供給を是正する市場の機能にも影響を与え、今後の原油相場を左右する要因となる。例えば原油相場が下落局面が続けば、生産業者の採算悪化を通じていずれ生産量は抑えられると予想されるが、採算コストが低下したことによって、生産

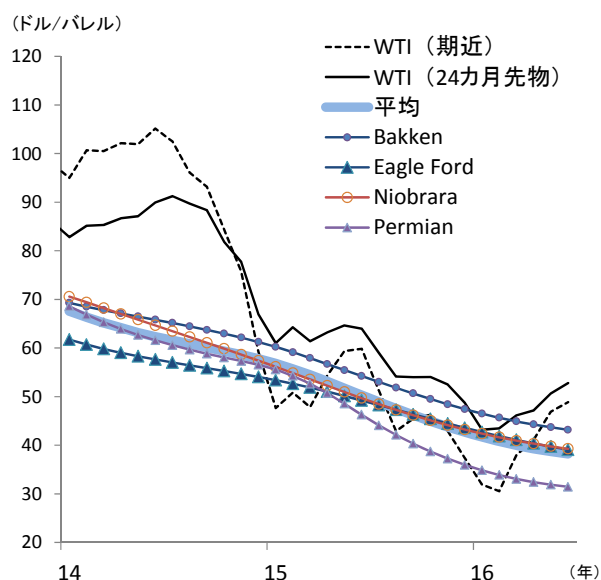
図表 6 シェールオイル生産の生産性



(注) シェールオイルの主要生産地域において、新たに採掘を開始した油井の油井あたりの原油生産量（生産性）。その他は、Utica、Haynesville、Marcellus の平均。平均は各地域の生産性を掘削数のウェイトで加重平均した値。

(資料) 米国エネルギー情報局 (EIA) より、みずほ総合研究所作成

図表 7 シェールオイルの採算コスト



(注) 平均は Bakken、Eagle Ford、Niobrara、Permian、Utica、Haynesville、Marcellus の新規生産量の合計および平均生産性から推計。推計方法の詳細は、補論 2 を参照。なお、今回の推計では W T I の 24 カ月先物を想定価格の代理変数として使用。

(資料) 米国エネルギー情報局 (EIA) より、みずほ総合研究所作成

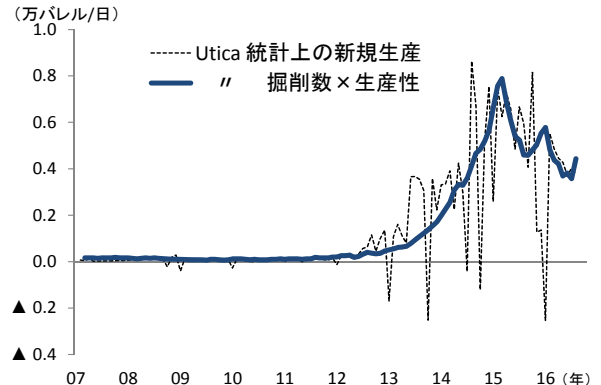
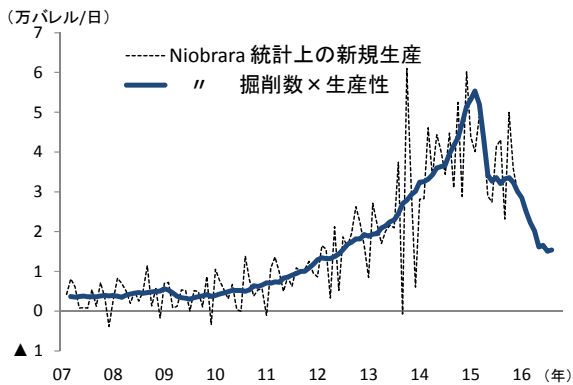
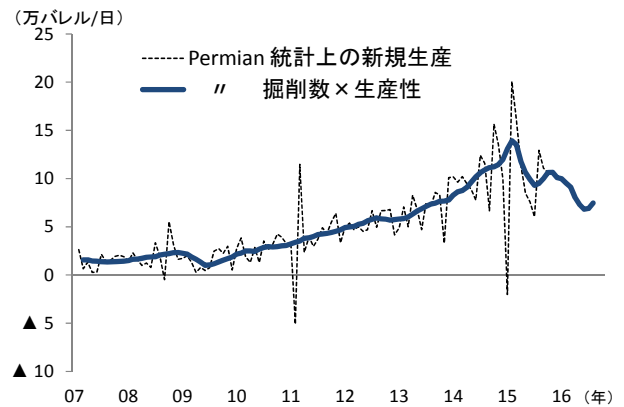
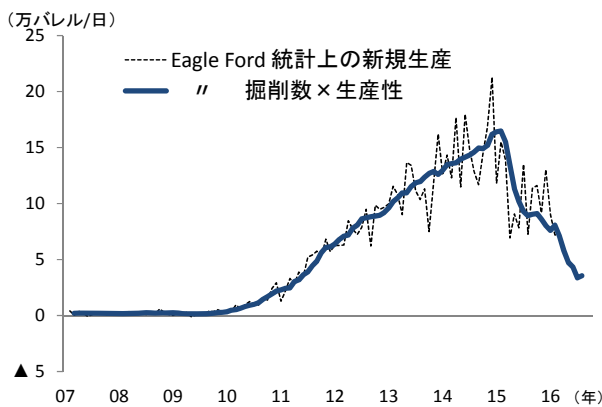
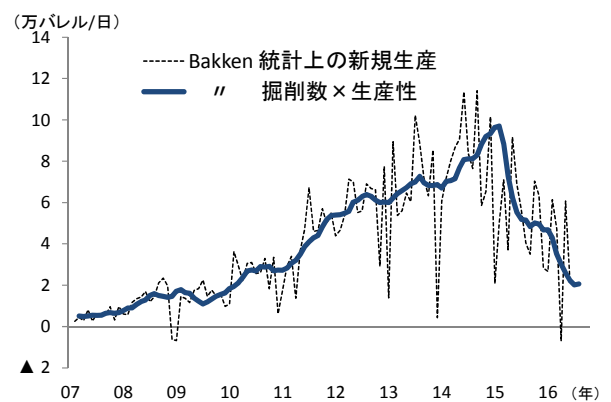
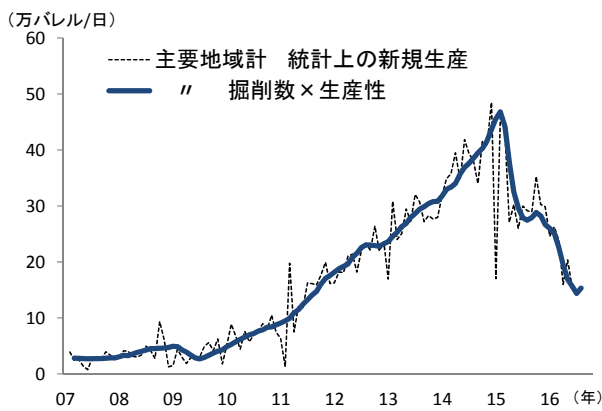
調整を促す価格水準も切り下がったと考えられる。2016年初めに原油相場が40ドルを下回り、さらに30ドル割れにまで至ったのは人民元ショックに端を発した金融市場の混乱の影響があったためだが、シェールオイル生産の生産性が上昇していることを考えれば、金融市場の混乱といった特殊要因がなくとも40ドル程度の推移が長期化する可能性がある。

また、採算コストが低下したとすれば、生産業者は原油相場のわずかな持ち直しでも、これまでより採算が改善しやすくなったと考えられる。そのためシェールオイル生産は、例えば貯蔵場所の確保といった物理的な問題が発生する場合などを除いて、これまでよりも生産調整の圧力が弱まったと見ることができる。すでに述べたように、シェールオイルの生産が再び持ち直せば、超過供給が再度拡大する可能性があり、原油相場の上値を抑える要因となろう。シェールオイルの採算コストの低下によって原油相場のトレンドが下方にシフトした可能性があり、原油安はさらに長期化する可能性が高まっている。

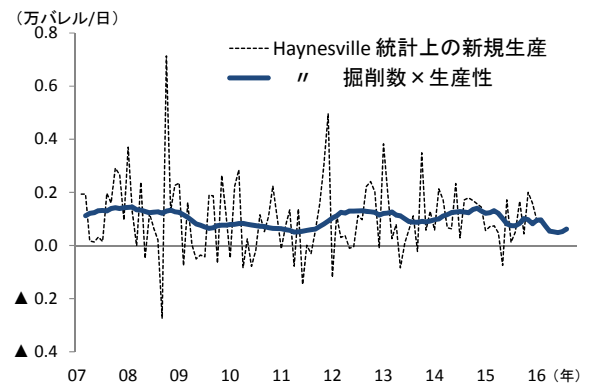
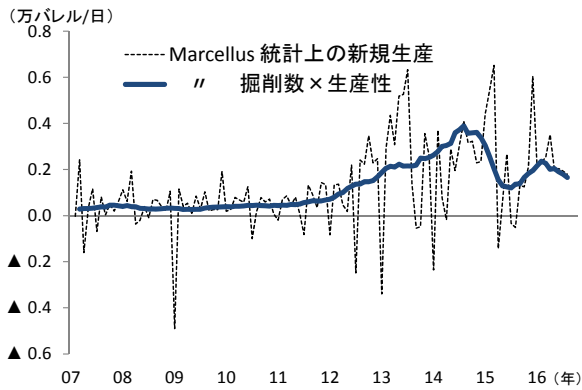
## 補論 1. シェールオイルの新規生産

米国エネルギー情報局（E I A）ではシェールオイルの主要生産地域について、原油生産および既存油井における生産量の変化を公表している。そこで各地域の原油生産の変化から既存油井の増減産量を除くことによって、新たに採掘が始まった油井の生産量を算出することができる。

ただし、こうして算出された新規生産量は振れが大きく、地域によっては概念上想定できない負の値が算出される時期もある。E I Aでは各主要生産地域ごとに新規掘削あたりの生産量を生産性の指標として公表しており、2カ月前の原油掘削数と生産性の積から統計実績の2カ月前まで新規生産量を推計している。図表 5では新規油井の2カ月前の掘削数と油井あたりの平均生産性の積から算出した新規生産量を図示しており、図表 7に図示した補論2の推計では、それを被説明変数として用いた。







## 補論 2. シェールオイルの採算コスト

原油生産の新規開発は掘削数（ $R$ ）によって確認することができる。生産業者は①式のように、油井あたりの生産性を考慮したうえで、計画した生産量（ $Q^*$ ）に必要な掘削数（ $R$ ）を決定するであろう。

$$R = \frac{Q^*}{\frac{Q}{R}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ただし、} R = \text{掘削数、} Q^* = \text{新規油井の生産計画} \\ Q = \text{生産量、} Q/R = \text{油井あたりの生産性} \end{array} \right]$$

そして、生産計画（ $Q^*$ ）では、②式のように事業の収益性が考慮されるものとする。将来に実現する価格が想定価格を一時的に下回った場合でも、単位生産量あたりの予想収益（ $\pi^e/Q$ ）が大きいほど収益性が確保されやすい。そのため、生産者は単位生産量あたりの予想収益（ $\pi^e/Q$ ）が大きいほど新規開発に積極的になると仮定することができる。また、生産業者は、想定価格（ $P^e$ ）と変動費（ $VC$ ）ならびに固定費（ $FC/Q$ ）からなる採算コストとの差によって予想収益（ $\pi^e$ ）を想定すると仮定する。

$$Q^* = \alpha \cdot \frac{\pi^e}{Q} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\pi^e = (P^e - VC) \cdot Q - FC \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ただし、} \pi^e = \text{予想収益、} P^e = \text{想定価格} \\ Q = \text{生産量、} VC = \text{変動費、} FC = \text{固定費} \end{array} \right]$$

上述した①～③式を整理すると、生産業者の意思決定は、④式に基づいて行われるものとみなすことができる。

$$Q = \alpha \left( P^e - VC - \frac{FC}{Q} \right) \quad \dots \textcircled{4}$$

掘削に関する固定費（ $FC$ ）について、⑤式のように掘削数（ $R$ ）に比例すると仮定すれば、

$$FC = \beta \cdot R \quad \dots \textcircled{5}$$

上述した④式を以下の⑥式に書き換えることができる。

$$\begin{aligned} Q &= \alpha \left( P^e - VC - \frac{\beta}{R} \right) \\ &= \alpha \cdot P^e - \alpha \cdot VC - \frac{\alpha \cdot \beta}{R} \quad \dots \textcircled{6} \end{aligned}$$

また、事業期間中の生産量（ $Q$ ）は各期ごとの生産量（ $q$ ）の総和であり、生産性の向上による増産効果はすべての期に対して概ね同様に表れるものと考えれば、⑦式のように生産量（ $Q$ ）の代理変数として生産開始して最初の期の生産量（ $q_1$ ）を使うことができる。

$$Q = \sum q = \frac{\sum q}{q_1} \cdot q_1 = \gamma \cdot q_1 \quad \dots \textcircled{7}$$

[ただし、添え字の「1」は、生産開始月を意味する。]

⑥式は、⑦式を代入しすることによって、⑧式に書き換えることができる。この工夫によって、米国エネルギー情報局（EIA）が公表するデータから算出した新規油井の生産開始月における原油生産量を利用することができる。

$$\begin{aligned} q_1 &= \alpha' \cdot P^e - \alpha' \cdot VC - \frac{\alpha' \cdot \beta}{\frac{Q}{R}} \\ &= \alpha' \cdot P^e - \alpha' \cdot VC - \frac{\alpha' \cdot \beta}{MP} \quad \dots \textcircled{8} \end{aligned}$$

[ただし、 $MP = \text{新規油井の生産性}$ 、 $\alpha' = \frac{\alpha}{\gamma}$ ]



シェールオイルの採算コストを推計するために⑧式の推計を行い、その結果が⑨式となった場合、採算コストを⑩式のように求めることができる。

$$q_1 = A \cdot P^e + B \frac{1}{MP} + C \quad \dots \textcircled{9}$$

$$\begin{aligned} \text{採算コスト} &= VC + \frac{FC}{Q} \\ &= \left( \frac{C}{A} + \frac{B}{A} \frac{1}{MP} \right) \times (-1) \quad \dots \textcircled{10} \end{aligned}$$

今回は、⑧式を推計するにあたり、想定価格（ $P^e$ ）の代理変数としてWTIの24カ月先物価格の12カ月移動平均値を用いた。また、新規油井の生産性（MP）についても、12カ月移動平均値を用いており、推計結果は以下の通りとなった。

#### 推計結果

地域		平均	Bakken	Eagle Ford	Niobrara	Permian
推計期間		2014/1 ～2016/6	2014/1 ～2016/6	2014/1 ～2016/6	2014/1 ～2016/6	2014/1 ～2016/6
adj.R <sup>2</sup>		0.84	0.89	0.91	0.80	0.57
D.W.		0.40	0.41	0.44	0.44	0.41
ブルーシュ=ゴドフレー=テスト	係数	28.74	27.65	26.94	26.99	27.83
	p値	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
ホワイト=テスト(交差項あり)	係数	8.93	16.40	12.67	12.11	11.51
	p値	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01

#### 以下、説明変数

WTI(24カ月先物、12カ月移動平均)	係数	15,535	3,768	5,007	1,752	4,213
	標準誤差	2,750	701	868	295	818
	p値	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/生産性(12カ月移動平均)	係数	-218,000,000	-72,165,773	-106,000,000	-24,108,967	-36,692,201
	標準誤差	51,000,727	20,268,570	32,263,688	5,083,116	7,158,839
	p値	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
定数項	係数	-169,251	-66,191	-78,290	-38,662	-49,200
	標準誤差	55,139	11,267	14,629	10,079	28,630
	p値	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10

#### 採算コストの試算

地域		平均	Bakken	Eagle Ford	Niobrara	Permian
2014年1月の採算コスト(ドル/バレル)		68	69	62	71	69
2016年6月	〃	38	43	39	39	31

(注) 標準誤差とp値は、ニューイ=ウエストの修正を実施。「平均」は、Bakken、Eagle Ford、Niobrara、Permian、Haynesville、Marcellus、Uticaの新規油井における総生産量ならびに平均生産性を用いて推計。

●当レポートは情報提供のみを目的として作成されたものであり、商品の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、当社が信頼できると判断した各種データに基づき作成されておりますが、その正確性、確実性を保証するものではありません。また、本資料に記載された内容は予告なしに変更されることもあります。