

シェール革命による OPEC の価格支配力への変化

作成者

伊藤文彬、武田勇輝
前川周平、松本郷

目次

1. イントロダクション……………3

- 1.1. 初めに
- 1.2. 問題提起

(文責：武田)

2. 先行研究の紹介……………7

- 2.1. “Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative?”
- 2.2. “OPEC’ s market power: An empirical dominant firm model for the oil market”

(文責：伊藤)

3. 推定……………12

- 3.1. 需要供給モデルの推定
- 3.2. 価格における構造変化の検定
- 3.3. 価格支配力を図る 2 つの指標

(文責：前川)

4. 結果と考察……………19

- 4.1. OPEC にどのような結果が与えられていたのか
- 4.2. 2015 年現在と未来

(文責：前川・松本)

5. 参考文献……………21

6. 終わりに……………22

第1章 イントロダクション

1.1 はじめに

昨今イノベーションという単語をよく耳にするが、今回私たちはその数多くあるイノベーションの中でも石油市場におけるイノベーションに着目する事とした。石油市場におけるイノベーションとして、特にシェール革命に着目する事とする。また、シェール革命の影響というものを考えるなかで従来の石油市場の支配者である OPEC に対しての影響について考察をしていくものとする。

本節では以下の項目に沿って石油市場におけるイノベーションが具体的にどの様に OPEC に影響を与えているのかを検討していく。

1. シェール革命とは
2. OPEC が従来行っていた石油政策
3. 現状の石油市場の動向

1.1-1. シェール革命とは

シェール革命とはこれまで技術、コストの両面から採掘困難であったシェール層からの石油の採掘が可能になった事による石油市場を中心とした世界市場の変化を指す。

地下深くのシェール層と呼ばれる岩盤層には石油が岩石の狭い隙間に無数に存在しており、この事自体は従来から確認済みであった。しかし、地中の奥深くに存在していること、岩石の中から石油のみを採掘することは困難であった。しかし、アメリカ合衆国においてシェール層を深く掘り進み、化学物質を含む水を高圧で噴出させ、岩盤を破壊する事により採掘する技術が実用化された事により採掘が可能となった。この技術は従来の採掘に比べて非常に高コストであるものの、2005年ごろの石油価格の上昇に伴い採算可能な価格で販売が可能であったことからコスト面の問題も解消され、シェールオイル開発はアメリカ国内において飛躍的に進んでいった。

アメリカ国内にあるシェールオイルの埋蔵量は100年分を超えと言われており、シェール革命がひとつの完成を迎えたとされる2013年時点においては、国際エネルギー機関は2017年までにアメリカが世界最大の石油産出国となり最大の輸入国から資源大国へと変化すると予想されていた。

さらにアメリカ国内においては産出地周辺の雇用が増加し、経済が活性化するほか、石油や天然ガスが安価なエネルギー源となり原子力発電の廃炉が進むなどの変化が起きている。それに加え、アメリカはこれまで石油利権を巡り中東情勢に対して強い関心を抱いていたが、今後は石油を国内で自給可能となることから中東情勢にも影響があるのではないかとさえ言われている。シェール革命というこのような社会変化までを包括して指し示す事も多い。

石油を含むシェール層自体はアメリカの他にもロシアや中国などにも広く存在しているものの、採掘技術は北米企業が独占的に持っている現状からカナダを含む北米地域以外でのシェールオイルの開発は進んでいないというのが現状である。

1.1-2. OPEC が従来行っていた石油政策

OPEC とは Organization of the Petroleum Exporting Countries の略称であり、日本名を石油輸出国機構という石油生産国を構成員とするいわゆる世界最大のカルテルであると言われる組織である。1960年に欧米の石油メジャーから産油国の権利を守ることを目的として設立され、設立後は2度のオイルショックを引き起こすなど石油価格に対して大きな影響力を持つ組織であると言える。

これより、この OPEC がこれまで行ってきた政策について考えていく。まず、2度の石油ショックについて考える。当時世界の石油の公示価格は、石油メジャーと呼ばれる大手石油会社と産油国との交渉の末に決定されていた。しかし OPEC の設立後、石油会社の不当な価格決定に対して大きな不満を抱いていた産油国は徐々に自国の石油資源の支配権の拡大を進めていくように働きかけるようになった。この動きに大きく拍車をかけたのが 1973 年の第一次オイルショックである。先進諸国は高度成長によって原油需要が増加している中、エジプト・イスラエル間で勃発した第四次中東戦争下において、イスラエル寄りの国々に対してアラブ産油国が原油の輸出禁止を行った。この影響で、原油価格の急激な高騰により原油の需給バランスが大きく崩れたことで、世界中で社会的パニックに陥ることとなった。この一通りのショックを通じ、産油国は、これまでオイルメジャーが掌握していた自国の原油公示価格の決定権及び原油生産量を完全に獲得することに成功し、資源ナショナリズムを高める結果となった。

1978年に引き続き起こった第二次オイルショックは、当時世界第三位の産油国であったイランの石油労働者のストライキを発端としたイラン革命を起因として起こった。これと同時にイランは石油の生産を中断したことによって、世界の石油総供給量の低下し、OPEC は原油価格が年間平均約 10%増加するような値上げ政策を段階的に行った。イラン革命に加えて直後に起こったイラン・イラク戦争の影響もあり、1980年当時の原油価格はショック以前と比べて3倍以上に跳ね上がる結果となった。

このように二度のオイルショックを経て、OPEC の石油市場に対する市場支配力を強めたと同時に、中東の石油への依存度の高さが明白となったことによって中東以外の地域での新たな油田開発が積極的に行われるようになった。

オイルショック以降、先進国の成長率の鈍化及び石油への過度な依存を軽減しようとする動きによる石油需要の減少や中東以外の地域での原油生産量の急増によって、OPEC の世界における石油供給シェア率は徐々に低下し、70年代の最盛期には 50% 近くを保持していたものの、第二次オイルショック後の景気悪化による石油需要の下落に伴う OPEC は戦略減産を行った影響で 30% を切る時期もあった。

しかし、このような OPEC のシェア率の低下の回復の一つの要因となった出来事として、サウジアラビアが原油価格を定める方法としてネットバック方式を採用した、という点が挙げられる。石油精製装置の製品収率と製品価格による加重平均によって算出される総製品価値から、生産コストと輸送コストを控除した“ネットバック価格”をベースとして原油の価格を設定する方式である。これを採用することによって、石油製品市場が低迷していたこともあり、ネットバック価格はそれまでの政治的に決定されていた原油価格を下回ることとなった。この価格設定方法の転換政策は、同国の原油市場のシェア率の回復に伴い、OPEC のシェア率及び価格支配力の改善をもたらすこととなった。

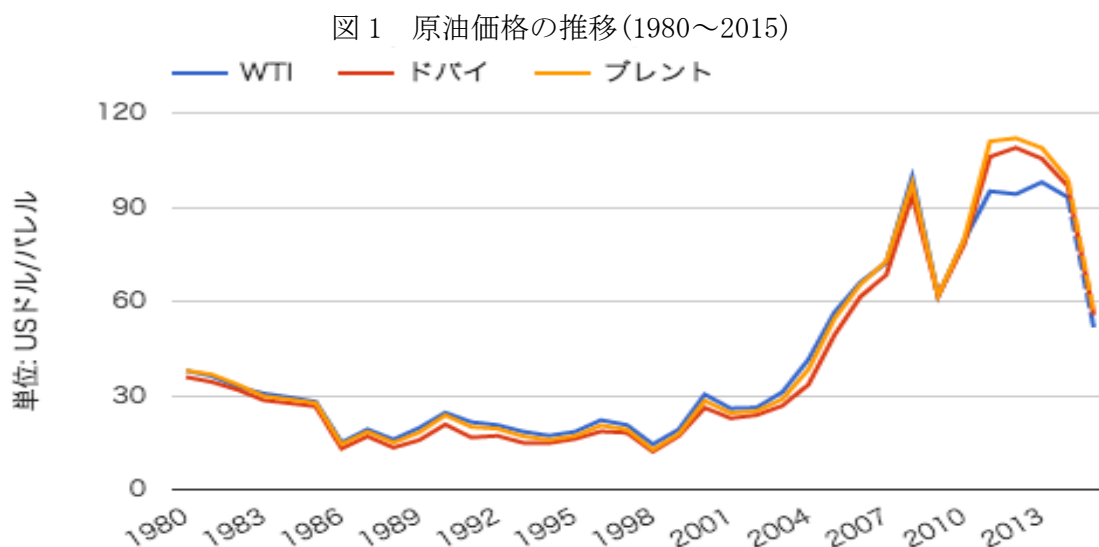
このサウジアラビアの政策の二年後、OPEC は当時の低価格の安定化のために、固定価格制を採用した。これ以降 OPEC 含む中東地域の原油は、ドバイ原油を指標として価格が決定されるようになった。

以降、OPEC は近年まで 40%前後のシェア率を維持するようになり、再び世界の石油市場に大きな影響を与える存在となっていた。

1.1-3. 石油市場の現状

次に、石油市場の現状について論じていく。

まず、石油の価格について、以下のグラフは石油価格の変化を表している(表 1)。WTI はアメリカ、ドバイは中東、ブレンドは欧州において採取される原油の一種であり、原油価格市場において価格決定の指標の一つとなる原油である。リーマンショックによる石油需要の異常な低下の影響があった 2009 年を除き、1986 年以降安定して上昇傾向にあったが 2013 年頃を契機に急激に低下をしているという事がわかる。しかし 2013 年以降に急激に価格が下落した様子が見て取れるが、これは 2013 年が、アメリカにおけるシェール革命が完了したと考えられる年であり、この下落にもシェール革命の影響があると考えられることができる。

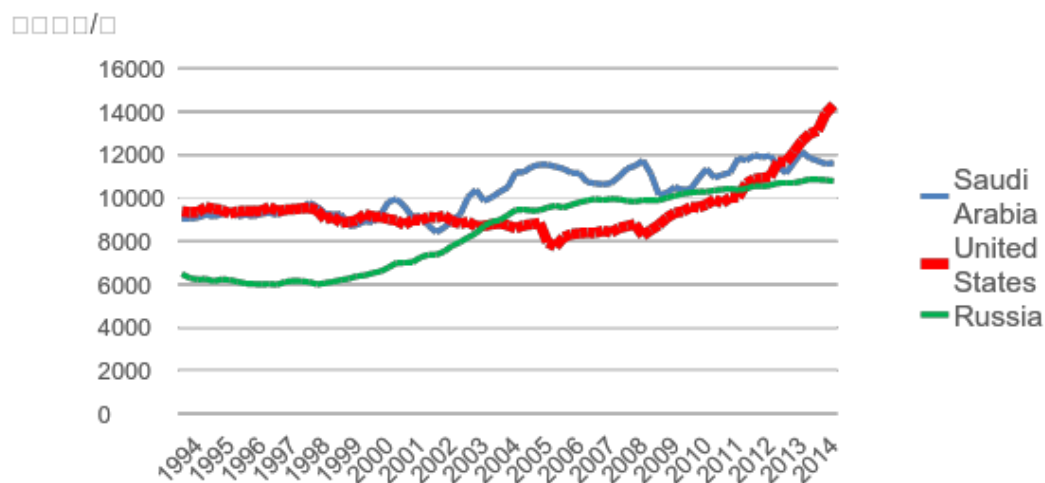


http://ecodb.net/pcp/imf_group_oil.html 世界経済のネタ帳

次に石油の生産量についてである。表 2 は、現在の石油産出量の上位 3 カ国の 20 年分の石油産出量の推移を、四半期データをもとに作成したグラフである。いずれの地域も産出量は上昇傾向にあるが、やはり特出すべきはアメリカの生産量の急激な増加である。2000 年代後半から急激に増加し、石油産出量一位であったサウジアラビアを抜いて最大産出国となっている様子が見て取れる。このことから、やはりアメリカの石油産出量はシェール革命により急激に増加したと断言できると考えるこ

とができる。

図2 Total Oil Supply



U.S. Energy Information Administration

1. 2. 問題提起

以上述べてきた考えをもとに、私たちはこの論文にて大きく二つの点について論じることとする。

一つ目が、シェール革命が石油市場に及ぼした影響である。アメリカが石油産出量一位になって以降、世界的に石油価格が急激に減少した。この事象がシェール革命の影響によるものなのか、価格低下のうちどれほどシェール革命の影響によるものなのか、シェール革命が起きなかったと仮定した場合の予想推移と現状との乖離はどの程度のものであるのか、という点について解明していく。

二つ目は、原油市場における価格支配力の在処である。以前まで世界最大のカルテルである OPEC は石油市場の価格支配力を握権していたと考えられる。しかし先ほどの述べたように、シェール革命によってアメリカが世界最大の産出量を誇り、石油産出量のシェア率のバランスが崩れて以降、原油価格は急激に低下していった。このデータを見る限り、今回の原油の急激な価格低下はアメリカを主体として起こった問題であると考えることができる。これらを踏まえて、価格支配力の在処が依然 OPEC にあるのか、もしくはアメリカ等の非 OPEC 諸国に変動したのかについて論じていく。

以上の論点について言及しつつ、OPEC がシェール革命により世界における石油供給市場のシェア率の低下に伴い、以前まで掌握していた価格支配力が弱まったという仮定の下、この論文を進めていきたい。

第2章 先行研究の紹介

今回我々が研究するにあたって、Pedro A. Almoguera、Christopher C. Douglas と Ana maria Herrera の“Testing for the cartel in OPEC: non-corporative collusion or just non-cooperative?”と、Rolf Golombek、Alfonso A. Irrazabal と、Lin Ma の“OPEC’s market power: An empirical dominant firm model for the oil market”を参考にした。

2.1 “Testing for the cartel in OPEC: non-corporative collusion or just non-cooperative?”

この論文では、Green and Porter(1984)と Porter(1983a)を参考にし、石油市場においてカルテルを形成している OPEC(石油輸出機構)に所属する国々が共謀することによって、一時的に石油価格の上昇が生じるが、クールノー競争の水準を上回ることはなかったと述べている。また、非 OPEC 産油国によるクールノー競争によって、OPEC が共謀の姿勢をとっていたか、非協力的な姿勢を取っていたかを説明することができる。分析方法として、需要関数と供給関数を推定し、カルテルによって価格が上昇したかどうかを、最尤法を使って推定している。まず需要関数は以下のようになる。

$$\ln OPEct = \alpha_0 + \alpha_1 \times \ln Pt + \alpha_2 \times \ln OECDt + \alpha_3 \times \ln NOPEct + \alpha_4 \times DUMMIEst + U1t \quad (2.1)$$

OPEct は OPEC の石油の生産量、Pt は価格、OECDt は OECD 加盟国の GDP の成長率、NOPEct は非 OPEC 産油国の石油生産量、DUMMIEst は季節のダミー変数のベクトルを表している。続いて、経済理論から供給関数の推定式を算出する。各国が均衡において満たす条件は、費用関数から利潤最大化をすることによって得られる。

$$Pt \left[1 + \frac{\theta_{it} \times S_o}{\varepsilon_w} \right] = MC_i \quad (i = 1, \dots, N) \quad (2.2)$$

θ は市場の競争力を測るコンダクト・パラメーターを示しており、0 の時にベルトラン競争、1 の時に完全なカルテルが存在していることを表す。また、 S_o は世界における OPEC の市場シェアを表している。 $\theta_t = \sum_i S_{it} \times \theta_{it}$ の関係を利用し、さらに全ての国が同一の θ をとるのであれば、次の式が成り立つ。

$$Pt \left[1 + \frac{\theta_t}{\varepsilon_w} \right] = \sum_i S_{it} \times MC_i \quad (2.3)$$

求まった(2.3)の式の両辺に対数をかけることで、供給関数の推定式が得られる。

$$\ln Pt = \beta_0 + \beta_1 Q_t + \beta_2 Z_t + \beta_3 I_t + U2t \quad (2.4)$$

It はカルテルが存在するかを示すダミー変数であり、 Zt は OPEC 加盟国による戦争等、石油の供給量に影響しうる要因を表す。(2.4)の式を書き換えたものが以下になる。

$$\ln Pt = \beta_0 + \beta_1 \ln OPEct + \beta_2 WArt + \beta_3 It + \beta_4 BREAKs + \beta_5 DUMMIES + U2t \quad (2.5)$$

次に It の導出について説明する。 It は確率 λ で1、確率 $(1-\lambda)$ で0の値を示すようなベルヌーイ分布に従うものとする。 $y = (\ln OPEct, \ln Pt)$ の時、条件付き確率密度関数 $f(yt | Xt, It)$ は正規分布に従うものとする。この時、確率密度関数を $f(yt)$ とし、尤度関数 $L = \prod f(yt)$ を最大化するパラメーター推定、最尤法を行う。推定結果から、各時点のカルテルの発生確率の推定値 Wt を求める。 λ_0 は各時点のカルテルの発生確率の初期値の平均である。この操作を繰り返し、直前に求められた確率と推定で得られた確率の相関係数が0.999を超えた時に操作を止めた。

$$Wt = \Pr(It = 1 | yt, Xt, \Psi_0, \Gamma_0, \Sigma(0, B_0, \lambda_0)) = \frac{\lambda_0 h(yt|It=1)}{\lambda_0 h(yt|It=1) + (1-\lambda_0) h(yt|It=0)} \quad (2.6)$$

2.2“OPEC’s market power: An empirical dominant firm model for the oil market”

続いて、この論文では1986年から2009年までの原油市場における支配的な企業と周辺企業のモデルを、四半期ごとのデータを用いて分析したものである。また今までは長期的な石油価格は世界のGDPの影響を主に受けていたが、近年では供給係数が重要になってきていると述べている。ここではOPECには市場支配力がどれほど存在したのかを主に分析している。分析方法として、まず世界全体の石油に対する需要関数、プライステイカーであるNon-OPECの供給関数を推定する。続いてOPECが競合的か支配的かに分けて仮定し、競合的ならばOPECの供給関数を推定し3段階最小2乗推定法(3SLS)で分析する。支配的ならばOPECの供給関数を推定し非線形の操作変数法(NLIV)によって分析する。2つを比較することにより、どちらが適したモデルかを検証し、OPECの市場支配力を推定する。以下が、世界全体の石油に対する需要関数である。

$$\ln Q_t^w = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_t + \alpha_2 \ln Y_t + \alpha_3 V_t^w + \alpha_4 D_t + u_t^w \quad (2.7)$$

D_t はダミー変数を表しており、変数 V_t^w は世界における石油需要の動きを示している。続いて以下はNon-OPECの供給関数である。

$$\ln Q_t^{no} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln W_t^{no} + \beta_3 V_t^{no} + \beta_4 D_t + u_t^{no} \quad (2.8)$$

W_t^{no} はNon-OPECの生産コストであり、変数 V_t^{no} はNon-OPECの石油供給の動きを示している。

2.2.1 OPEC が競合的な場合

OPEC が競合的な場合（OPEC がプライステイカーの場合）は以下の供給関数が推定される。

$$\ln Q_t^o = \pi_0^c + \pi_1^c \ln P_t + \pi_2^c \ln W_t^o + \pi_3^c \ln \text{cap}_t^o + \pi_4^c V_t^w + \pi_5^c D_t + U_t^o \quad (2.9)$$

続いて、(2.7)、(2.8)、(2.9)の三つの式を用いて構造パラメーター $\theta^d = [\alpha, \beta, \pi^d]$ を推定する。その時の操作変数は $Z_t = [\ln Y_t, \ln W_t^{no}, \ln W_t^o, \ln \text{cap}_t^o]$ とする。この時条件付きモーメント関数 $g(\theta^c)$ は以下のようになる。

$$g(\theta^c) = (Z_t(\ln Q_t^w - X^{wl}\alpha) \ Z_t(\ln Q_t^{no} - X^{no}\beta) \ Z_t(\ln Q_t^o - X_c^{ol}\pi^c)) \quad (2.10)$$

X^w 、 X^{no} 、 X_c^o はそれぞれ(2.7)、(2.8)、(2.9)の右辺と等しくなっており、この三つの等式で推定する時、3段階最小2乗推定法(3SLS)で行う。また構造パラメーター $\hat{\theta}^c$ は、 $\hat{\theta}^c = \arg \min g(\theta^c) \ \hat{W} g(\theta^c)$ から求めることができる。

2.2.2 OPEC が支配的な場合

OPEC が支配的な場合は、価格は限界費用に近づき、(2.7)、(2.8)より以下のような式を得る。

$$\ln P_t = \pi_0^d + \ln m(\alpha_1, \beta_2, s_t^{no}) + \pi_1^d \ln Q_t^o + \pi_2^d \ln W_t^o + \pi_3^d \ln \text{cap}_t^o + \pi_4^d V_t^o + \pi_5^d D_t + U_t^o \quad (2.11)$$

$$m(\alpha_1, \beta_2, s_t^{no}) = \frac{\alpha_1 - (1 - s_t^o)\beta_1}{s_t^o(1 + \beta_1) + \alpha_1 - \beta_1} \quad (2.12)$$

(2.7)、(2.8)、(2.11)と操作変数 $Z_t = [\ln Y_t, \ln W_t^{no}, \ln W_t^o, \ln \text{cap}_t^o]$ を用いて、構造パラメーター $\theta^d = [\alpha, \beta, \pi^d]$ を推定する。この時条件付きモーメント関数 $g(\theta^d)$ は以下のようになる。

$$g(\theta^d) = (Z_t(\ln Q_t^w - X^{wl}\alpha) \ Z_t(\ln Q_t^{no} - X^{no}\beta) \ Z_t(\ln P_t - \ln m(\alpha_1, \beta_2, s_t^{no}) - X_d^{ol}\pi^d)) \quad (2.13)$$

X_d^o の右辺は(2.11)と等しくなっており、推定は非線形の操作変数法(NLIV)で行う。

2.2.3 分析結果

前節までの、OPEC が支配的な姿勢か競合的な姿勢を取るかで場合分けをして、それぞれをNLIV、3SLSで推定した結果は以下である。

Models	Dominant firm NLIV	Competitive firm 3SLS
World Demand		
$\frac{\partial \ln Q^w}{\partial \ln P}$	-0.039(0.020)	0.008(0.008)
$\frac{\partial \ln Q^w}{\partial \ln Y}$	1.515(0.174)	0.508(0.024)
Non - OPEC Supply		
$\frac{\partial \ln Q^{no}}{\partial \ln P}$	0.245(0.034)	0.106(0.013)
$\frac{\partial \ln Q^w}{\partial \ln Y}$	-1.045(0.332)	-0.425(0.103)
OPEC Supply		
$\frac{\partial \ln MC^o}{\partial \ln Q^o}$	1.649(1.245)	$\frac{\partial \ln Q^o}{\partial \ln P}$ 0.163(0.013)
$\frac{\partial \ln MC^o}{\partial \ln W^o}$	0.989(0.244)	$\frac{\partial \ln Q^o}{\partial \ln W^o}$ -0.037(0.074)
$\frac{\partial \ln MC^o}{\partial \ln cap^o}$	-2.725(1.089)	$\frac{\partial \ln Q^o}{\partial \ln cap^o}$ 0.663(0.118)
λ		0.726(0.038)

二つの推定を比較すると、需要の弾力性は 0.01 と -0.039 で大きな差はなかった。OPEC が競合的な時の所得弾力性は 0.51 で、支配的な時の 1.52 と比べると大変小さい値であった。これらの結果は、非競争市場構造における、需要と所得の弾力性の推定の偏りは特に理由がないことを示している。続いて Non - OPEC Supply では、OPEC が競合的な時の供給弾力性は 0.11 に対して支配的な時は 0.25 と大きく差が開いた。同様に価格弾力性も、OPEC が競合時は -0.43 に対し、支配時は -1.045 であり競合時の方が弾力性は小さかった。最後に OPEC Supply では、競合時の供給弾力性は 0.16 と小さかったが、NON-OPEC の供給弾力性 0.11 より大きかった。以上を踏まえると、OPEC が競合的な姿勢を取ると仮定する時の価格弾力性と需要弾力性

は大きな値を取らず、変化の影響は少ないので、支配的な姿勢を取ると仮定する方が
良い。

2.2.4 OPEC の市場支配力

最後に OPEC が石油市場においてどれほど支配力を持っていたかについて推定して
いる。ここでは市場支配力の指数を λ とおいている。 $\lambda=0$ の時は完全競争市場を示し
ており、 $\lambda=1$ の時は独占を示している。また $0 < \lambda < 1$ の時、市場はクールノー競争
が存在する。以下が λ の導出方法である。

$$\lambda = 1 + \frac{dQ^{no}}{dQ^o} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - \gamma(1 - s^o)} > 0 \quad (2.14)$$

(2.14)の ε は需要弾力性、 γ は供給弾力性を示している。前節の推定結果より $\lambda =$
0.726 であり、かなり高い水準で OPEC は市場支配力を持っている。またラーナー独
占度を求めることによって OPEC の市場支配力を推定している。以下がラーナー独占
度 L_t の導出方法である。

$$L_t = \frac{P_t - MC}{P_t} = \frac{\lambda_t s_t^o}{-\varepsilon} \quad (2.15)$$

石油市場におけるラーナー独占度も非常に高い水準にあり、1998 年には 83%であっ
た。1998 年以降も 70%から 84 パーセントの間で変化しており、1986 年～1998 年の
平均は 74%であった。

第3章 推定

3.1. 需要・供給モデルの推定

今回用いるデータは、四半期のものを利用する。まず需要関数を次のように設定した。

$$\ln Opect = a_0 + a_1 \ln Pt + a_2 \ln Nopect + a_3 OECDt + a_4 IandCt + a_5 Season + \varepsilon_1$$

$\ln Opect$ は OPEC 諸国の石油生産量合計の対数

$\ln Pt$ は世界石油価格の対数

$\ln Nopect$ は非 OPEC 諸国の石油生産量合計の対数

$OECDt$ は OECD 諸国の前年比 GDP 成長率平均

$IandCt$ はインド及び中国の前年比 GDP 成長率平均

$Season$ は季節ダミーである。

$IandCt$ を新たに置いた理由としては、既に OECD の成長は成熟しており、昨今の石油需要の高まりを世界経済と結びつける上で新興国であり石油輸出の盛んな 2 国の GDP 成長率で説明できると考えたためである。

続いて供給関数を設定する。

$$\ln Pt = a_0 + a_1 \ln Opect + a_2 Wart + a_3 USt + \varepsilon_2$$

$Wart$ は OPEC 加盟国で何らかの軍事的衝突があることを表すダミー変数

USt は米国合衆国の石油産出量の前年比増加率である増加率とした理由としては、米国の生産量自体はまだ目立って多いわけではないものの、2000 年前半までは産出量の落ち込んでいた米国の石油産出がシェールオイルによって増加に転じ、その増加が続いた場合石油市場の供給バランスが崩れ OPEC に危機感を抱かせる要因となり、その価格決定に影響を与えると思われるためである。

推定は 3SLS で行い、結果は下表の通りとなった。需要関数は $\ln Pt$ の係数が -0.09 と負の値となり 1% で有意となる。そして 10% 有意で $Nopect$ は $Opect$ と正の相関を持ち、Almoguera, Douglas and Herrera(2011)及び理論値とは異なる値ではある。しかしこれは 2000 年代の需要の増加が一時的な需要拡大ではなく継続的な需要拡大だと OPEC が考えていた場合、またその費用の増大によって価格の上昇を余儀なくされていた場合、生産量の上昇を受けてもむしろ価格を引き上げることは考えられる、

表 1 需要・供給モデルの推定値

	需要関数	供給関数
$\ln Opect$		6.206071(13.83)
$\ln Pt$	-0.092147(-3.22)	
$\ln Nopect$	0.355393(1.72)	

OECDt	-0.00318(-0.77)	
landCt	0.001881(0.78)	
Wart		0.154125(1.98)
USt		0.011023(2.59)
Season1	0.003667(0.59)	
Season2	0.004965(0.73)	
Season3	0.007262(0.99)	
定数項	6.247743(2.94)	-61.10145(-13.13)

※ () 内は z 値

3.2. 価格における構造変化の検定

また usyp の増加を見る限り 2006 年以降、それまでになかった前年比 5% の増加を果たしており、これ以降米国ではシェールオイル増産によるものと見られる産出量の増加がみられる。よって以下の供給関数を設定する。

$$\ln Pt = a_0 + a_1 \ln Opect + a_2 Wart + a_3 USt + a_3 d + a_4 d * USt + \varepsilon_2$$

d は 2006 年以降 1 を取るダミー変数であり、d*USt は d と USt の積である。そして、これを元の式と比較をし、F 検定を行う。その結果、

表 2 供給関数の再推定値

供給関数	
lnOpect	4.339464(8.14)
Wart	0.154125(2.06)
USt	0.011023(1.08)
D	0.2722627(2.38)
dUSt	0.0081704(0.52)
定数項	-41.76843 (-7.57)

※ () 内は z 値

となり、lnOpect の一部を新変数が説明する形となる。

これを F 検定すると、

$$F(2, 78) = 3.13$$

$$\text{Prob} > F = 0.0493$$

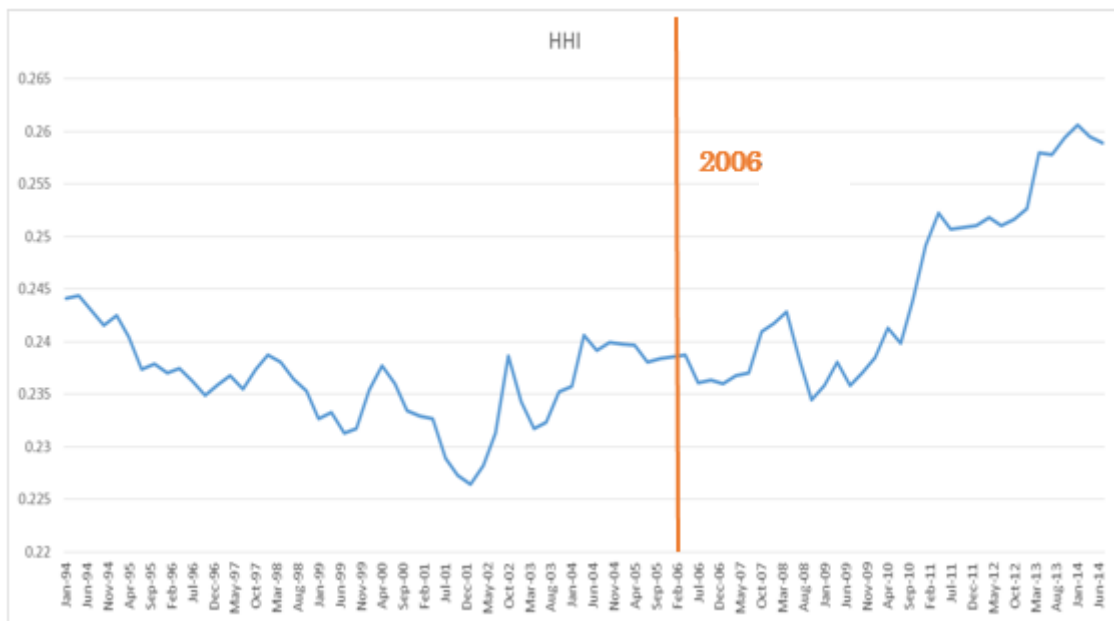
となり、5% 有意となる。よって米国の石油増産、言い換えればシェールオイルの急な増産は OPEC の生産量調整による価格決定自体に何らかの影響を及ぼしているといえる。

3.3 価格支配力を図る 2つの指標

3.3.1. HHI (ハーフィンダール指数)

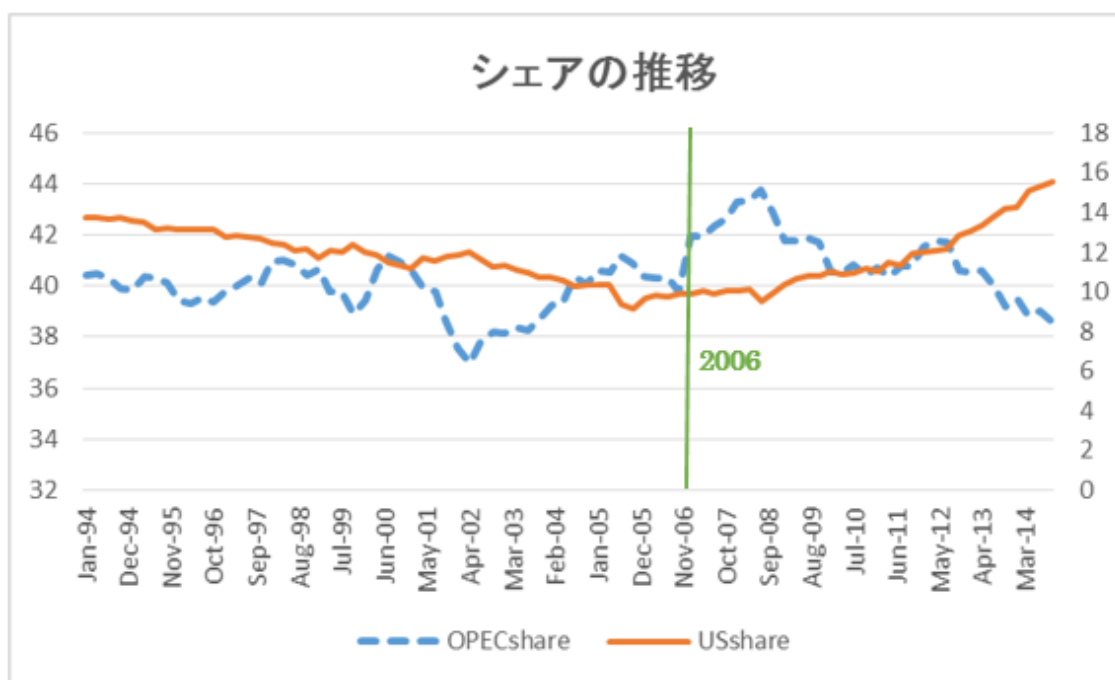
初めに価格支配力を図るために HHI (ハーフィンダール指数) を用いた。今回は OPEC の価格支配力を検定するという観点から、国別の生産量をそれぞれのシェアと置いた。この 20 年間でシェア占有度に影響があったかを調べた結果、下図のようになった。

図 3 ハーフィンダール指数の推移



検証するまでは 2006 年以降の HHI が減少しているという予想を立てたが、微増とはいえ増加している。それでは市場構造及び価格支配力に変化はないと結論付けられるかといえば、そうではない。それを示すためにまず次のグラフを提示する。

図4 原油シェアの推移



点線部分が OPEC のシェアであり、実線部分が米国のシェアである。(左側の y 軸を OPEC のパーセンテージ表示、右側の y 軸を米国のパーセンテージ表示とする)

世界的な需要の高まりによって 2006 年で 42%、2008 年には 44% で高まった OPEC のシェアは 2009 年以降停滞し、2014 年になると 38% 台までに落ち込んだ。これはこの 20 年間でも 2 度しかなかった低いシェアである。またこれは生産量に変化がないことから減産によるものではない。

大きな要因は米国のシェア拡大によるものである。米国が 1990 年台に生産量を遡減させシェールオイル増産により 2000 年台に生産量を回復していったことは前述した通りであるが、2008 年に 10% だったシェアを 2014 年には 16% にまで増加させている。OPEC のシェア低下は単純に OPEC の価格支配力を下げると考えるのが妥当である。よって価格支配力を測定するのに、もう 1 つの指標 Lerner Index (ラーナー指数) を用いる。

3.2.2 Lerner Index(ラーナー指数)

ラーナー指数は価格が限界費用からどれほど離れているかを指標にその独占度を計測するものである。これを観察するために必要な限界費用であるが、限界費用の推定の前に原油の限界費用に関して詳細な説明を行いたいと思う。

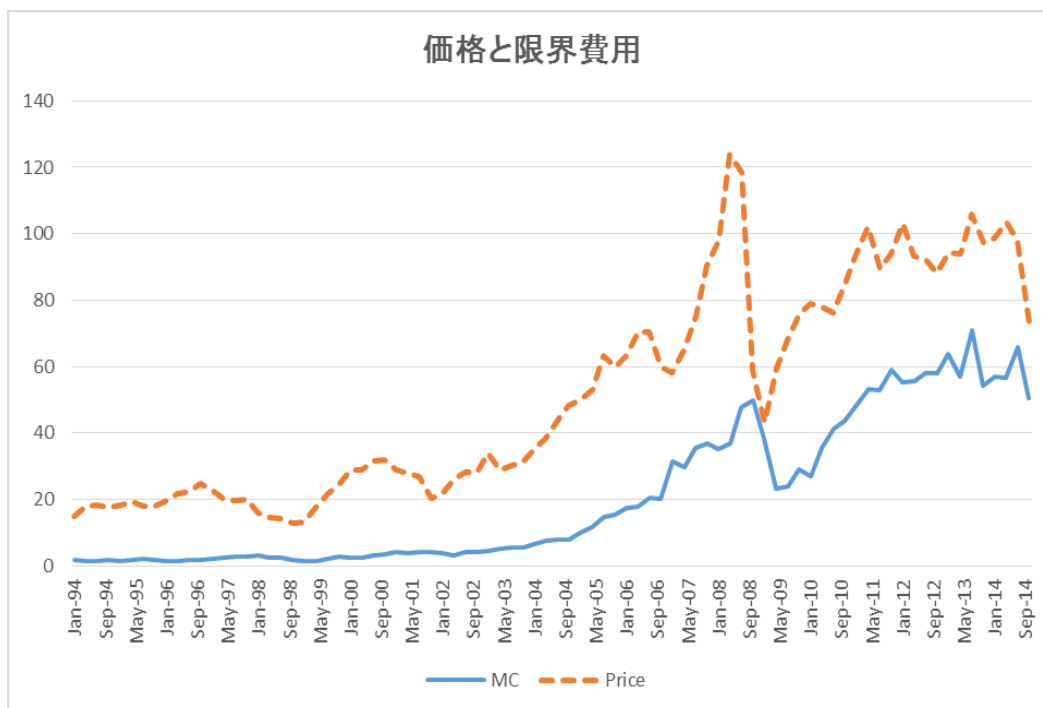
3.2.3 原油の限界費用

原油の生産コストは大別して 2 つある。まず原油をくみ上げるために必要な採油コスト(lifting cost)である。採油コストに含まれるものは、設備の動力、採油ポンプ、労務費、処理費などであり、層の浅い場所に原油のある場所とそうでない場所でこの採油コストは変動する。もう 1 つは発見コスト(finding cost)である。このコストには油田の発見や開発を行うのにどれぐらいのコストが必要かを示す。これを踏まえたうえで理論上原油価格はどの程度まで低下しうるだろうか。仮に採油コストを上回っていたとしても発見コストを含めた生産コストを下回り投資を十分に回収できない場合、新規開発及び既存の油田での生産が行われることはない。輸送費はというと、今まで定義した世界石油価格はあくまで指標であり、実際の取引では取引国間での詳細な調整が行われる。生産そのものに関わる費用ではないため、今回限界費用を

$$MC_i = \gamma_1 + \gamma_2 \text{lifting cost}_i + \gamma_3 \text{finding cost}_i$$

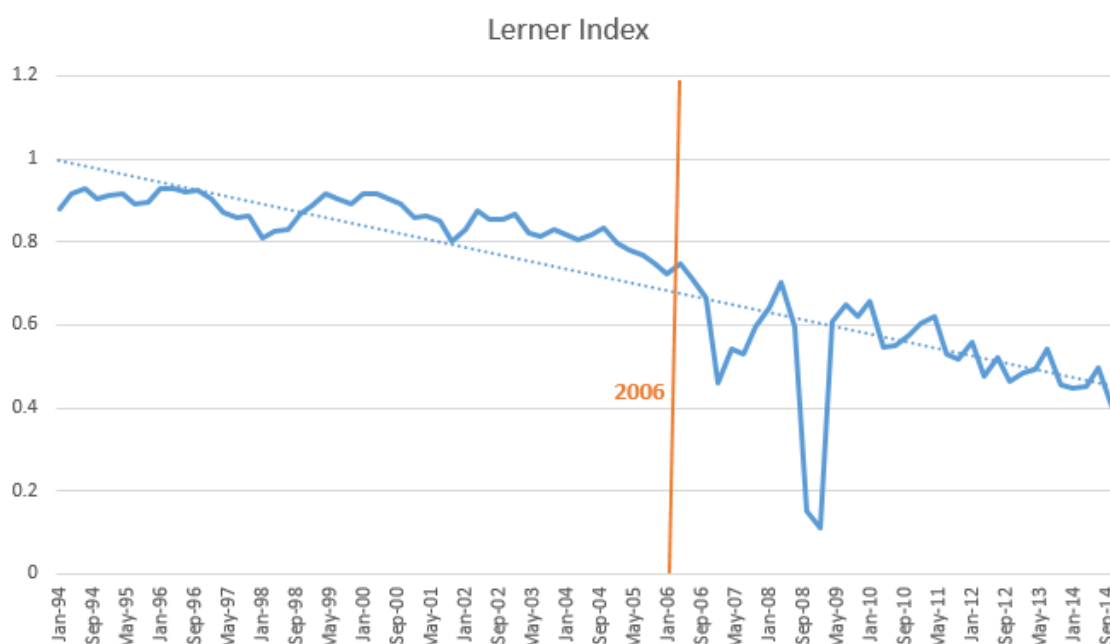
と仮定する。(i は国を示す) しかし採油コストや発見コストは企業にとっては極秘であり、特にカルテルを結ぶ OPEC ではそれが顕著であるためその詳細なデータを回帰分析することは極めて困難である。よってまず EIA (米国エネルギー情報局) の公表する米国内企業の油田の生産コストを測定する。(OPEC の原油は層の浅い場所に堆積していて採掘が比較的容易であり、採油コストは米国のものよりも更に低いことと考えられる。そのためこの限界費用と価格の乖離は OPEC でより顕著であると予想される)

図 5 原油価格と限界費用の推移



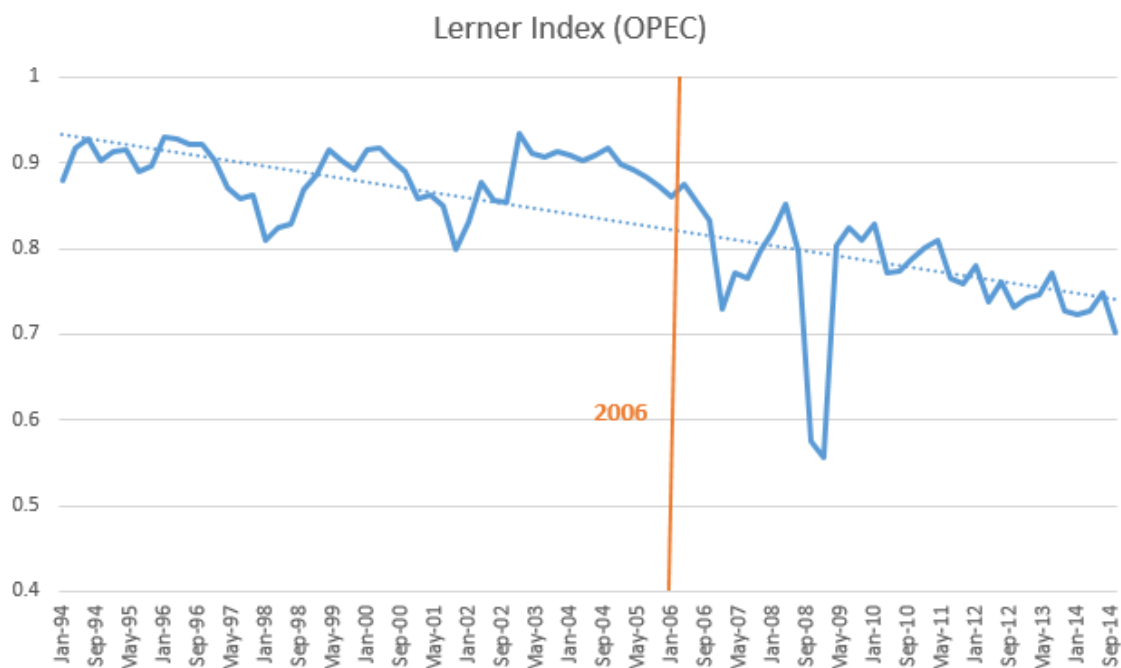
リーマンショック以前、価格は単調増加をしておりかつその上昇は指数関数的に伸びていた。しかしリーマンショックのあった 2008 年以降はその伸びも衰え価格が 90\$/barrel となった前後では安定した価格となった。一方で限界費用はその性質を異にする。リーマンショック以前は確かに価格と連動した動きをしていたが、限界費用はリーマンショック以降も増え続けている。以前は価格とかなりかけ離れていた限界費用が接近するようになったのである。米国の限界費用を所与とした場合のラーナー指数が次の図である。

図 6 ラーナー指数の推定値推移



2006 年までは 0.8-0.9 でラーナー指数は安定していて、Golombek, Irarrazabal and Lin Ma(2014)の 1997-2009 年間で OPEC は独占的モデルで表され、その市場支配力を持っていたという説明とも合致する。しかし 2009 年以降価格に対し限界費用がより上昇を続けてしまったため、その差は埋まり単調にラーナー指数は減少している。2009 年以降のラーナー指数の平均は 0.51 であり、これは競争的なモデルだといえる。仮に 2014 年末にサウジアラビアのヌアイミ石油鉱物資源相が「1 バレル 20 ドルでも減産せず」と発言したことを受け、OPEC の限界費用もそれに近似する米国の半分だとしてもラーナー指数は以下の図の通りである。

図7 ラーナー指数の OPEC 限界費用を予想した際の推移



この場合でもラーナー指数の減少は顕著であり、2009年以降のラーナー指数の平均は0.73程度となり、価格支配力に影響が及ぼされているといえる。

第4章 結果と考察

4.1.OPEC にどのような結果が与えられていたのか

今回、シェール革命が OPEC に与えた影響について考察を加えていったが、以上の検証により確かにシェール革命は OPEC に対し多大なる影響を与えたと言えるだろう。その OPEC の石油生産量の膨大さからシェアという意味では現状大きな影響は無く HHI 指数においてはその価格支配力への影響を明確に見て取ることはできないものの、シェール革命以前に比べて確実に価格は低下傾向にあり、ラーナー指数を見ると確実に 2006 年ごろを境界として価格支配力の減少傾向が見られた。私たちが最初に仮説としてあげていた、OPEC が従来保持していた価格支配力は低下したということは事実であると言える。OPEC の限界費用はアメリカ合衆国のものよりもその採掘のしやすさや人件費などの観点からいって安価であると考えられるので完全な競争モデルになっているとまでは言えないものの、その影響は多大なものであると言えるだろう。

ここで OPEC が近年どのような方針の元にあるのかについて検討してみよう。第三章でも記載の通り OPEC は石油価格の変動に関わらず 2014 年段階で減産による価格の吊り上げなどを行っていない。これは近年の OPEC の政策とは少し一線を画すものとなっている。この動きは一種のシェールオイル潰しと考えるのが妥当であろう。シェールオイルで OPEC 以外での石油供給が上下するにも関わらず OPEC が生産量を調整しないと、必然的に市場に石油が出回ることで価格がさらに低下する。低下していった石油価格はいつしかシェールオイルの採算ラインと言われる \$ 50/1 バレルを下回ることになるだろう。そうするとシェールオイルは生産コストの問題から採掘不可になり再び安価に石油が生産可能な OPEC への需要が高まる。こうすることでシェールオイルに対抗し、シェアを高めることで価格支配力の維持強いては回復を目指しているのだ。シェアを高め、シェールオイル生産を崩壊させたのちに石油価格をシェールオイルでは採算が取れないギリギリ程度の参入阻止価格に設定することが今後 OPEC にとって最も利益を与えることとなると考えられるのだ。

4.2. 2015 年現在と未来

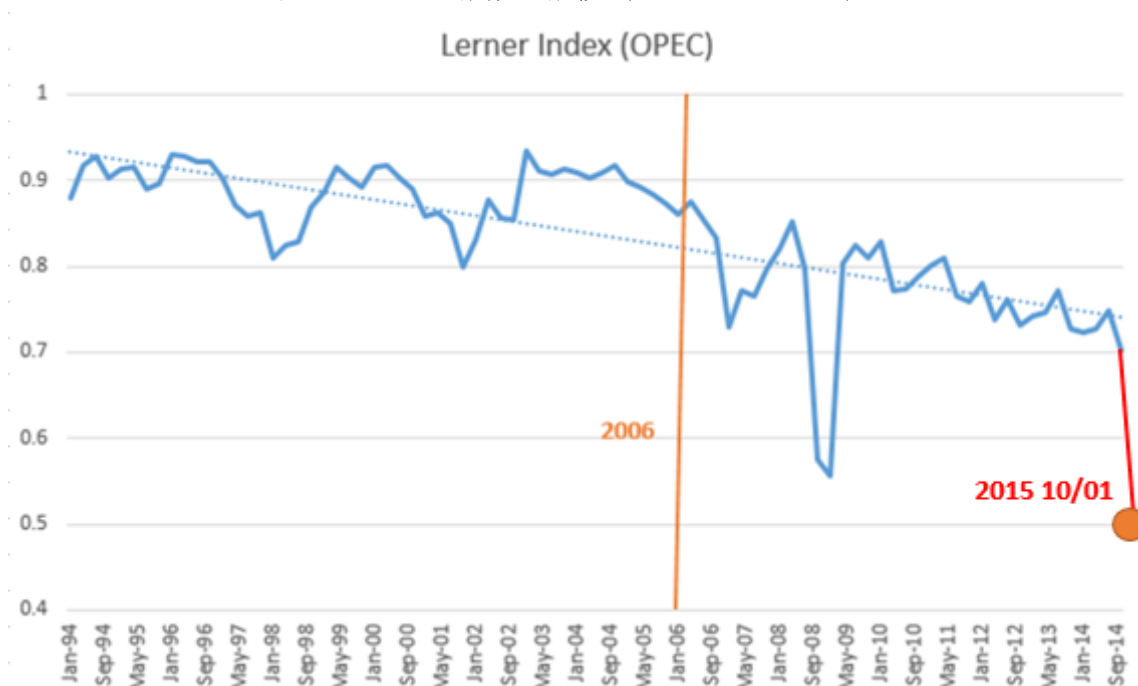
第 3 章において行った検証は 2014 年までのデータを元に行ったが、2015 年 11 月現在の石油価格は 41~42 \$ /1 バレルで推移している。これと OPEC の限界費用が 20 \$ であるという前提に立つとそのラーナー指数は 0.5 程度であり (図 8) 、とても独占状態とは言えず競争的市場への移行が予想以上に進んでいると数値上は言える。し

かしこれはあくまで前述した通り、価格支配力の回復を目的としたものであることが推測される。よってこの戦略が維持されている現状は OPEC の目論見通りに原油価格が推移しているといえる。

現状のシェールオイルの生産は北米地域に限定されており、採算ラインも 50 \$/1 バレルである。しかし、EIA の調査によるとシェールオイルの埋蔵量は今回対象としたアメリカ合衆国で 2 位であり、1 位にロシア 3 位に中国と大国が名を連ねている。また、採掘技術もいまだ発展途上である。つまり、シェールオイルはまだ大きな可能性を持った資源であり今後の技術の進展によっては OPEC における生産と同程度まで生産費用が抑えられる時が来るかもしれない。もしそのような状況となり、その技術が全世界に普及した場合 OPEC の設定する参入阻止価格というものとは意味をなさなくなってしまうだろう。また、OPEC 内部においてもこのまま石油価格を低下させ続けることは容易なことであるとは言えない現状もある。加えて中国などの新興国の成長の失速は現状の石油の供給過多を増大させ想定以上の価格低下をもたらしているという一面もある。なんらかの要因により OPEC の石油生産費用が増大した時各国がその費用負担に耐えられなくなるかもしれない。いわば、石油のシェアをめぐるチキンレースのような状況が起きているのだ。

世界的にもイスラム国など情勢不安の多い地域である中東地域の石油市場はその政府の国力に直結する部分も多く、その国力は情勢不安に対する対策費用などにも直結することから、単純に OPEC の価格支配力の上下以上に私たちの生活に関わる問題となりうる。そのことを踏まえると今後の石油市場の価格支配力の推移はさらに注目されるべきものとなるだろう。

図 8 ラーナー指数の推移 (2015/10/01 時点)



第5章 参考文献

芥田知至 (2006) 「知られていない原油価格高騰の謎」 技術評論社,

長谷川慶太郎, 泉谷渉 (2012) 「シェールガス革命で世界は激変する 石油からガスへ」
東洋経済新報社

Green, J. and H. Porter, (1984), “Non-cooperative Collusion under Imperfect Price Information,” *Econometrica*, **52**

Pedro A. Almoguera, Christopher C. Douglas, and Ana Mari´a Herrera(2011), ” Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative? ” *Oxford Review of Economic Policy*, **27**

Rolf Golombek, Alfonso A. Irarrazabal and Lin Ma(2014), “OPEC’s market power: An empirical dominant firm model for the oil market,” Norges Bank

朝日新聞デジタル「米シェール油に価格戦争宣言、OPEC 総会でサウジ石油相」
<http://www.asahi.com/international/reuters/CRWKCN0JC1XP.html> (2014.11)

経済産業省資源エネルギー庁ホームページ
<http://www.enecho.meti.go.jp/>

EIA (米国エネルギー情報局) ホームページ
<http://www.eia.gov/>

第6章 終わりに

着手したのが6月で夏季休暇を挟み11月にようやく完成した、長期間にわたる論文となったが、非常に面白い題材を扱いかつ真摯に取り組む事が出来たと思う。夏休み明けの合宿ではまだ理解も浅く、完成できるか非常に心配していた面もあったが、こうして修了できたことで大きな肩の荷が下りた思いである。一番の問題点だったのが論文の着地点であり、まず OPEC が市場価格に対し有意に影響を与えたのかという点を検証する事に骨が折れた。また計量経済学の観点から作業を進める上で、その統計データをまとめるという作業が地道で膨大なものであったが、そこから目的の結果を得られた瞬間というものは非常に楽しいものであった。今回扱った OPEC とシェール革命という事柄はその巨大なイメージに対し、非常に情報が閉鎖的なものでありデータを正確に集めることは困難を期したが、数多の文献と教授のご指導の下満足いく結果を出すことに成功した。

最後に、この論文を執筆するうえで多くの壁や困難にぶつかってきたが完成させる事が出来たのは、何よりもご多忙の中何度もこちらの質問に真摯にお答え下さった河井教授であり、この場で深く御礼申し上げたい。