

論文

OPEC 原油生産枠と産油国の生産行動

— 原油供給メカニズムの実証的分析 —

有井 哲夫

早稲田大学大学院社会科学研究所

アブストラクト：原油は温暖化ガスの主要発生源であり、実効性のある気候変動政策を推進する上で、産油国の供給メカニズムを明らかにすることが重要である。本論文では、原油価格、在庫、実質利子率の市場条件に対応する OPEC 総生産枠決定と各産油国生産量決定の 2 段階のプロセスを対象に、国別生産枠の設定がある 1986 年 - 2008 年の期間の実証分析を行い、サウジアラビアのみが市場条件に対応して自国生産枠および生産量を決定し、かつ、OPEC 全体の行動と整合的であるのに対し、他 OPEC 各国の行動は必ずしも OPEC 全体の行動と整合的ではなく、また統一的でないことを明らかにした。さらに、OPEC の戦略で区分した Market Share 期と Swing Producer 期に関しても、サウジアラビアが単独で OPEC 全体の戦略変化に大きな影響力を持っていることを実証的に明らかにした。

**Production Quota and Behaviors of OPEC Countries:
Empirical Analysis of the Crude Oil Supply Mechanism**

Tetsuo ARII

Graduate School of Social Sciences, Waseda University

Abstract: Crude oil, as a significant source of greenhouse gases, is crucial for clarifying the supply mechanisms of oil-producing countries for the formulation of effective policies on climate change. This research conducts a panel data analysis of the two-stage process that determines the total production quota and production volume of each oil-producing country set by OPEC in response to market conditions, such as crude oil prices, inventories, and real interest rates from 1986 to 2008. This research found that only Saudi Arabia determines its production quota and production volume in response to market conditions. Moreover, the country remains consistent with OPEC's overall behavior. Conversely, other OPEC countries are neither necessarily consistent nor uniform with OPEC as a whole. Furthermore, during the market share and swing producer periods, which are both divided by OPEC's strategy, Saudi Arabia alone exerted a significant influence on the change in OPEC's overall approach, as revealed by empirical data.

1. はじめに

2020年以降の気候変動に関する国際的な取り組みに関する合意、パリ協定（2016年発効）に基づき、各国は2020年以降の温室効果ガス（Green House Gas。以下GHGと略記）の排出抑制計画を作成し実行することが求められている。具体的には、省エネルギーの推進や再生可能エネルギー導入、カーボンプライシング等によるGHG排出削減政策の実施である。すなわちGHG排出削減政策が気候変動政策の中心となっている。

GHG排出量の65%は、化石燃料起源の二酸化炭素の排出である。その約40%は石油⁽¹⁾を起源としており（IPCC, 2014a；IEA, 2018c）、石油は石炭に次ぐGHG排出源となっている。また、世界の一次エネルギー構成では、石油は最も大きな比率を占めている（IEA, 2018a）。以上から、石油需要の削減は各国の主要な排出削減政策であるといえる。

他方、世界の原油供給はほぼ一貫して増加しており、また今後も、発展途上国の経済成長および産油国の増産により、引き続き増加することが予想されている⁽²⁾。この原油供給側の増産傾向は、化石燃料の需要削減を中心とする各国の気候変動政策と整合的ではなく、気候変動政策の実効性を損なう可能性がある。換言すれば、気候変動政策の実効性を高めるためには、原油供給側のメカニズムを理解する必要がある。

以上のような問題意識に基づき、本研究では産油国の原油生産量決定メカニズムを分析する⁽³⁾。具体的には、先行研究を踏まえて、石油輸出国機構（Organization of the Petroleum Exporting Countries。以下、OPEC⁽⁴⁾）加盟産油国の原油供給行動を実証的に明らかにする。

OPEC産油国の石油生産量は、2018年BPデータでは、世界全体の41.5%を占め、その埋蔵量は71.8%を占める⁽⁵⁾。中でもサウジアラビアは生産量の13%と埋蔵量の15%を占めており、OPECおよびサウジアラビアの原油供給は、今後とも世界の原油供給動向に多大な影響を与えると考えられている。

先行研究では、OPEC産油国がdominant-firm（Stackelberg leader）として機能し、OPEC以外の産

(1) 一般に、油田で生産されるものを原油と呼び、原油を精製して産出するものを石油製品、原油と石油製品を総称して石油としている。

(2) OPEC（2018a）およびInternational Energy Agency HP（<https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic/>）を参照。

(3) 本文で上げた理由以外にも、原油生産の分析は次の点で重要である。すなわち、原油価格が新規の在来型石油・ガスの開発およびシェールガス等非在来型資源や、再生可能エネルギー技術開発や事業開発に大きな影響を与えること、また、石油資源が地理的に偏在し、OPEC等の産油国が気候変動交渉に一定の政治的影響力を持っていることである。

(4) OPECは1960年に設立され、2021年現在の加盟国は次の13か国である。イラン、イラク、クウェート、サウジアラビア、ベネズエラ、リビア、UAE、アルジェリア、ナイジェリア、ガボン、アンゴラ、赤道ギニア、コンゴ。なお、カタールは加盟していたが2018年脱退した。

(5) BP Statistical Review of World Energy（2019）

油国がprice-takerとして行動していることが実証的に確認されてきた。しかし、OPECをカルテルとみなすことができるかは統一の見解が得られていない。

OPECは半期に一度⁽⁶⁾OPEC全体およびOPEC各国の原油生産枠を決定し、それに基づきOPEC各国は毎月の生産量を決定する。したがって、OPEC生産枠はOPEC産油国の合意した生産目標である。ただし違反に対する罰則規定が明示的にはない。このため、各OPEC産油国は独自の判断に基づき自国生産量を決定し、実際、各国の生産枠と生産量には乖離が生じている。

生産枠決定はOPEC全体としての集合的意思決定プロセスであり、生産量決定は各国の個別の意思決定プロセスである。両者の乖離とその程度の大きさを調べることは、OPECがカルテルと見なせるか否かを考え、見なせない場合にOPECがどのような構造かを知るための重要な情報を与えると考えられる。したがって、本研究では生産枠決定と生産量決定の2段階のプロセスに注目して分析を行う。

本論文は次のように構成されている。第2節では先行研究をサーベイする。第3節で本研究における分析方法を説明し、第4節で分析結果を示す。第5節はまとめとして要約と今後の課題を示す。

2. 先行研究

2.1 OPEC産油国と原油市場

原油市場の市場構造については、OPECのカルテル機能を中心に研究が行われてきた。原油市場においてOPECをdominant-firm、非OPEC産油国⁽⁷⁾をcompetitive-fringe (price taker) とする見解は、実証研究により多くの研究者のコンセンサスとなっている。

しかし、原油市場におけるdominant-firmに該当するOPEC内部の個々の産油国間の関係については統一の見解がなく、特に、主導的な立場にあるとされるサウジアラビアに対して、それ以外のOPEC産油国が協調的に行動しているか否かが論点となっている。協調的行動を支持する研究として、Okullo & Reynes (2016)、Golombek et al. (2018) がある。一方、非協調的行動を支持する研究としてはAguilera & Radetzki (2016)、Kisswani (2016)⁽⁸⁾がある。Alhajji & Huettner (2000) は、サウジアラビア以外のOPEC産油国が、price takerとして振舞っているとする実証結果を得ている。これら二者択一の議論に対して、Almoguera et al. (2011) はOPEC産油国が協調的カルテルから非協調的な関係に変化したと分析している。

OPEC産油国をグループに分けてその生産行動を論じた研究もある。たとえば、Golombek et al.

(6) 石油市場の変動に応じてOPEC臨時会議が開かれ生産枠を調整する。

(7) 非OPEC産油国にはアメリカ合衆国、ノルウェー、カナダ、オーストラリア等のOECD国とロシア、ブラジル等のOECD以外の産油国があり、供給比率でおおむね60%程度を占める。

(8) Kisswani (2016) は、1994年から2014年までOPEC生産量と各国生産量とで共和分関係は確認されないことから、協調的なカルテル関係はないとしている。

(2018) は、OPEC コア産油国（サウジアラビア、UAE、クウェート、カタール）とそれ以外の産油国と分け、OPEC コアが原油市場の dominant firm として機能しているとした。それとは異なるグループ区分として、Bremond (2012) は、将来の生産可能期間を示す Reserve/Production 比率により、OPEC 産油国を saver と spender に分類⁽⁹⁾し、価格と生産量の Granger 因果性が対象期間およびグループにより異なることを示した。

以上のように、OPEC 産油国の生産行動の協調性に関してさまざまな結果が得られている。見解が一致しない理由の一つとして、これらの研究が、OPEC の生産枠決定プロセスを考慮していないことが考えられる。生産枠決定は OPEC 全体の生産量目標を決定する場であり、各国間の意向を調整する場でもある。決定された生産枠を基準にして、各国は独自に生産量を決定する。OPEC 産油国の供給行動を考察する上で、生産枠と生産量はどちらも重要である。そこで、両者の関係に関する研究を次に紹介する。

2.2 OPEC 原油生産枠と各産油国の生産行動

OPEC 各国の実際の生産量と各国の OPEC 生産枠の乖離の程度は、各国の OPEC 生産枠に関する違反の程度を示している。Kaufman et.al (2008) は OPEC 生産枠が生産量に影響を与えていることを示した。一方、Aguilera & Radetzki (2016) は、サウジアラビア以外の OPEC 産油国は生産枠を守らずに、より多く生産を行っていることを指摘している。Ghoddusi et al. (2017) は、産油国の生産規模と違反率との間に負の相関があり、生産規模が大きい国（サウジアラビア、イラン、ベネズエラ）は相対順守率⁽¹⁰⁾が高く、一方、生産規模の小さな産油国は低いことを、1995–2007 年のデータから示した。これに対して Parnes (2019) は OPEC 産油国を生産規模により 3 グループに分類し、1998 年から 2016 年の 5 回の OPEC 生産枠カット時⁽¹¹⁾のスポット分析を実施し、大国と小国は違反率が高いことを実証的に示した。

ここでもまた実証研究の結果は統一的ではない。その一つの理由は、分析の対象期間がスポットあるいは比較的短期であることである。もう一つの理由としては、これら先行研究は価格以外の変数の影響を考慮していないことが挙げられる。

2.3 サウジアラビアの原油生産行動

サウジアラビアは原油生産量、生産設備の規模の点で他 OPEC 産油国に優越しており、原油生産

(9) Reserve（埋蔵量）を Production（生産量）で除した Reserve/Production 比率は残存可採年数を意味する。R/P の高い国を Saver と定義し、低い国を Spender と定義。サウジアラビアは saver に含まれる。埋蔵量に関しては石油鉱業連盟（2012）を参照。

(10) 生産量と生産枠の差を生産枠で除した数値。

(11) 分析対象時期：1998年3月、2000年1月、2001年3月、2008年10月、2016年11月。

量でOPEC全体の約30%を占め、自国生産量の約20%の余剰生産能力を確保している⁽¹²⁾。サウジアラビアはこうした圧倒的な資源量と生産能力に基づき、OPECの生産枠調整を主導するとされ、その行動に注目した研究も多数行われている。

Dagoumas et al. (2018) は、1980–2017年のデータから、サウジアラビアの原油生産量が世界の原油の需要、輸出量、価格に正の相関があることを示した。

実務関係者の間では、サウジアラビアは1986年にSwing Producer戦略から、Market Share戦略に転換し、その結果、原油価格は暴落したとされる。Swing Producer戦略とは、価格を維持するために価格低下時に減産し価格高騰時は増産する戦略であり、Market Share戦略は、OPECの生産量を確保するため、原油価格によらず、他OPEC産油国が増産（減産）した場合、自国生産量を減産（増産）する戦略である。Al-Yousef (1998, 2012) は、1976–1986年がSwing Producer戦略、1987–1997年がMarket Share戦略、1998–2010年がSwing Producer戦略の時期であることを実証的に明らかにした。彼はまた、サウジアラビアの原油生産量は、Swing Producer期は実際に価格と負の相関があることを確認するとともに、両戦略期間とも他OPEC産油国生産量と負の相関があることを示した。一方、Alkhathlan et al. (2014) は、市場の状況を通常期、中断期⁽¹³⁾に区分し、サウジアラビアの生産量階差が、通常期は他OPEC産油国と同方向であり、中断期は逆であることを示している。

以上の先行研究のサーベイからわかることは、OPEC産油国の行動特性に関して一致した見解は得られていないということである。その理由として、a) 重要な意思決定要因である生産枠を考慮していない、b) データ期間が異なる、c) 価格のみを説明変数としている、d) サウジアラビアの戦略の切替えを考慮していないことが挙げられる。このことを踏まえて本研究では、a) 被説明変数として生産量とともに生産枠を分析に加え、b) 可能な限り長期のデータ期間（1986–2008）をとり、c) 説明変数として、価格以外の市場の変数（在庫、実質利率等）を導入し、d) サウジアラビアの戦略に応じた期間を区分した分析を行う。

3. 実証分析モデル

3.1 モデルの概要と変数

OPEC産油国は、現状の生産量をベースに、経済環境や原油市場等を踏まえ、OPEC全体として次期生産枠を決定する。次期では、各国は前期に決定された生産枠を基準として自国生産量を決定する。本研究は、この生産枠決定および生産量決定の意思決定プロセスに基づいた回帰分析を行う。

本研究の対象国は、本研究の対象期間にOPEC産油国として加盟していた、アルジェリア、イラン、

(12) 例えば2011年では主要OPEC産油国全体の余剰生産能力の75%を占め、他のOPEC産油国の余剰生産能力と大きな差異があった（Nakov & Nuno, 2013）。

(13) 中断期は以下のとおり。供給側の中断期：イラン革命（1978）、リビア内戦（2011）、需要側の中断期：石油ショック（1974–1975）、リーマンショック（2008–2009）。

クウェート、リビア、ナイジェリア、カタール、サウジアラビア、UAE、ベネズエラの9か国である⁽¹⁴⁾。生産枠と生産量のデータは、OPEC個別生産枠が設定された1986年から2008年にかけての期間の月次データを利用した。なお、2009年以降は、OPEC全体の上限値のみが公表され、各国別生産枠は設定されていないため対象から除外した。

説明変数および被説明変数として以下の月次データを用いる。

- －需要側変数：原油価格（WTI原油⁽¹⁵⁾）、米国の原油在庫
- －供給側変数：OPEC生産枠、原油生産量（OPEC全体および各国別）
- －長期経済変数：実質利子率

ここで、需要側変数のうち、価格は生産枠および生産量を決定する際の重要指標であり、在庫は需給ギャップを表す変数として、上記意思決定プロセスで考慮され则认为られる。供給側変数のうち生産枠は、OPECとして年2回の定期総会で各国の次期生産上限を規定するものである。なお、この生産枠は市場条件により臨時会議で翌月以降の生産枠として適宜修正される。原油生産量は、前期に決定された生産枠を基準に当該月の市場条件を考慮して、各国独自に決定される。実質利子率については、Hotellingルール⁽¹⁶⁾の観点から、長期的な予想において、原油価格上昇率が実質利子率を上回る場合は石油を一切生産および販売せず、逆に下回る場合は石油全量を生産および販売することが利潤を最大化することになる。各時点での実質利子率は、こうした長期予想に影響を与え则认为、長期経済変数として説明変数に含める。各説明変数の変数名、符号条件とその理由は以下のとおりである（正負を事前に確定できないものを除く）。添字 i は各国を表し、添字 i がない変数は各国共通の変数である。添字 t は時点（月）を表す。

- a) 原油生産量 $Production_{i,t}$: i 国原油生産量。
 - b) 原油生産枠 $Quota_{i,t}$: i 国生産枠。 $TQuota_t$ は OPEC 全体の生産枠。（各国共通）
 - c) 原油価格（WTI） $Price_t(+)$: 原油価格上昇は供給（生産）の増加を促し、生産枠、生産量は増加する。（各国共通）
 - d) 原油在庫 $Stock_t(-)$: 在庫の増加は価格の低下を意味し、原油価格と同様の論理で生産量が変化する。（各国共通）
 - e) 実質利子率 $Hotelling_t(+)$: 上述の Hotelling ルールによる。（各国共通）
- 消費者物価上昇率（CPI）から名目利子率を差し引いて算出。

本研究では、上記各変数は下記データを利用して算出した。表1に本データの基本統計量を、また、表2に各変数の相関を示した。

- a) 原油生産量（バーレル／日）：Table 11.1a World Crude Oil Production: OPEC Members: U.S. Energy

(14) イラクはOPECには加盟しているが、クウェート侵攻（1990）およびその後、国連制裁下にあり、原油輸出が制約されていたため、本研究の対象から除外した。

(15) WTI（West Texas Intermediate）原油は原油市場で価格指標として使用される代表的な米国産原油。

(16) Hotelling（1931）参照。

表1 基本統計量

通期：1986-2008					
Variable	サンプル数	Mean	Std. Dev.	Min	Max
TQuota	2,388	23,229	3,962	14,580	29,673
Quota	2,388	2,397	2,064	280	9,099
Production	2,388	2,599	2,080	100	9,700
PQ_Ratio	2,388	1.169	0.253	0.067	2.174
Stock	2,388	913.4	49.3	824.1	1,027.2
Price	2,388	18.26	9.57	6.93	61.18
Hotelling	2,388	-1.92	1.82	-5.11	3.05
Market Share期：1986-1997					
Variable	サンプル数	Mean	Std. Dev.	Min	Max
TQuota	1,203	20,993	3,995	14,580	25,033
Quota	1,203	2,123	1,897	280	8,790
Production	1,203	2,329	1,909	100	8,790
PQ_Ratio	1,203	1.181	0.249	0.067	2.159
Stock	1,203	898.2	30.5	827.1	970.9
Price	1,203	13.98	1.99	9.96	20.75
Hotelling	1,203	-2.87	1.25	-5.11	-0.11
Swing Producer期：1998-2008					
Variable	サンプル数	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Quota	1,185	25,499	2,282	21,069	29,673
TQuota	1,185	2,674	2,186	414	9,099
Production	1,185	2,873	2,208	627	9,700
PQ_Ratio	1,185	1.157	0.256	0.238	2.174
Stock	1,185	928.8	59.1	824.1	1,027.2
Price	1,185	22.61	11.96	6.92	61.18
Hotelling	1,185	-0.96	1.80	-4.09	3.05

表2 変数間相関係数

	TQuota	Quota	Production	PQ_Ratio	Stock	Price	Hotelling
TQuota	1						
Quota	0.2156	1					
Production	0.1981	0.9902	1				
PQ_Ratio	-0.1525	-0.3796	-0.2721	1			
Stock	0.5437	0.1115	0.1087	-0.0107	1		
Price	0.4765	0.0943	0.0958	0.0012	0.678	1	
Hotelling	0.5454	0.1256	0.1242	-0.0673	0.393	0.5533	1

Information Administration, April 2018 Monthly Energy Review, April 26, 2018

- b) OPEC生産枠（バーレル／日）：経済産業省資料⁽¹⁷⁾
- c) 原油価格（USD／バーレル）：WTI Spot Price FOB（Dollars per Barrel）
CPIでデフレート：U.S. Energy Information Administration, April 2018 Monthly Energy Review, Date: April 26, 2018
- d) 原油在庫（百万バーレル）：US Energy Information Administration, April 2018 Monthly Energy Review, Release Date: April 26, 2018
- e) 名目利子率（％）：1-Year Treasury Constant Maturity Rate, Percent, Monthly, Not Seasonally Adjusted, Federal Reserve Economic Data, Economic Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis（Link: <https://fred.stlouisfed.org>）
- f) CPI：Consumer Price Index for All Urban Consumers: All Items, Index 1982-1984=100, Monthly, Not Seasonally Adjusted: Federal Reserve Economic Data Economic Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis,（Link：同上）

3.2 予備的分析

予備的分析として以下の定常性および共和分検定を行った。

(1) 定常性検定

各変数のレベル変数、階差変数につき単位根検定（IPS法およびPedroni法⁽¹⁸⁾）を実施し、表3および表4に結果を示した。IPS法およびPedroniの両検定において、総生産枠（ $TQuota_t$ ）、国別生産枠（ $Quota_{i,t}$ ）および在庫（ $Stock_t$ ）のレベル変数がトレンドありケースで非定常となった。また、在庫のレベル変数については、トレンドなしケースでも非定常となった。その他のレベル変数はすべて定常となった。また、すべての変数に関して階差変数は定常となった。

(2) 共和分検定

単位根検定において、非定常となった変数間の組み合わせのうち、総生産枠（ $TQuota_t$ ）と在庫在庫（ $Stock_t$ ）、国別生産枠（ $Quota_{i,t}$ ）と在庫（ $Stock_t$ ）の2変数の組み合わせに関して、Pedroni法およびWesterlund法⁽¹⁹⁾にて共和分検定を行い、結果を表5に示した。評価方法により結果にややばらつきがあるが、Westerlund法で両方の変数間の組み合わせに関して、トレンドなしのケースにおいて有意水準10%で単位根なしの帰無仮説が棄却された。この結果に基づき、回帰係数の推定にあたり、誤差修正項を導入し誤差修正モデルにて解析を行う。

(17) 通商産業省（のちに経済産業省）監修『石油資料』平成3年－22年

(18) Im Pesaran and Shin（2003）およびPedroni, P.（1999）参照。

(19) Persyn, D.&J. Westerlund（2008）参照。

表3 単位根検定 (IPS)

帰無仮説：All panels contain unitroot				
対立仮説：Some panels are stationary				
	Without Trend		With Trend	
	z	p	z	p
TQuota	-2.010	0.022	-0.969	0.166
Δ TQuota	-54.160	0.000	-57.642	0.000
Quota	-0.878	0.190	0.839	0.799
Δ Quota	-45.156	0.000	-47.686	0.000
Production	-1.602	0.055	-3.674	0.000
Δ Production	-49.514	0.000	-52.440	0.000
PQ_Ratio	-10.670	0.000	-10.788	0.000
Δ PQ_Ratio	-48.421	0.000	-51.144	0.000
Price	-4.477	0.000	-3.889	0.000
Δ Price	-28.072	0.000	-28.556	0.000
Stock	-0.187	0.426	0.918	0.821
Δ Stock	-48.440	0.000	-51.141	0.000
Hotelling	-4.188	0.000	-4.011	0.000
Δ Hotelling	-37.134	0.000	-38.632	0.000

注：pはp-valueを表す。

表4 単位根検定 (Fisher ADF)

帰無仮説：All panels contain unitroot						
対立仮説：At least one panel is stationary						
	without drift & trend		with drift without trend		with trend & drift	
	z	p	z	p	z	p
TQuota	-1.856	0.032	-6.099	0.000	-0.474	0.318
Δ Quota	-24.378	0.000	-24.378	0.000	-24.378	0.000
Quota	-1.914	0.028	-6.174	0.000	1.409	0.921
Δ Quota	-24.270	0.000	-24.378	0.000	-24.079	0.000
Production	-5.488	0.000	-9.018	0.000	-4.671	0.000
Δ Production	-23.583	0.000	-23.756	0.000	-23.419	0.000
PQ_Ratio	-24.270	0.000	-24.378	0.000	-24.079	0.000
Δ PQ_Ratio	-24.378	0.000	-24.378	0.000	-24.253	0.000
Price	-4.036	0.000	-7.797	0.000	-2.386	0.000
Δ price	-17.037	0.000	-19.020	0.000	-15.404	0.000
Stock	0.554	0.931	-4.244	0.000	2.472	0.993
Δ Stock	-24.378	0.000	-24.378	0.000	-24.378	0.000
Hotelling	-4.265	0.000	-7.978	0.000	-4.016	0.000
Δ Hotelling	-24.378	0.000	-24.378	0.000	-24.378	0.000

注：pはp-valueを表す。

表5 共和分検定 2変数間

Pedroni 法				
帰無仮説：No cointegration				
対立仮説：All panels are cointegrated				
	with trend		without trend	
変数：Quota Stock	Statistic	p	Statistic	p
Modified Philips-Perron	1.529	0.063	1.201	0.115
Philips-Perron	1.643	0.050	1.383	0.083
Augmented Dickey-Fuller	2.154	0.156	1.181	0.119
Westerlund 法				
帰無仮説：No cointegration				
対立仮説：Some panles are cointegrated				
	with trend		without trend	
変数：Quota Stock	Statistic	p	Statistic	p
	0.603	0.273	-1.429	0.077
変数：TQuota Stock	Statistic	p	Statistic	p
	2.502	0.006	1.821	0.034

注：p は p-value を表す。

3.3 OPEC生産枠に関するモデル

OPECの総生産枠 ($TQuota_t$)、および国別生産枠 ($Quota_{i,t}$) を被説明変数に回帰分析を行う。はじめにOPECの総生産枠の回帰分析を行い、OPEC全体の生産枠決定プロセスにつき分析し、次に各産油国の生産枠について分析を行う。

総生産枠、生産枠と在庫には共和分関係があることから、分析モデルには、両変数で構成される誤差修正項を導入して分析を行う⁽²⁰⁾。OPECの生産枠決定にあたっては、前期の経済変数が考慮されることから、説明変数は前期のデータを利用する⁽²¹⁾。非定常変数である生産枠、在庫に関する誤差修正項を考慮した誤差修正モデル (Error Correction Model) で分析を行う。具体的な回帰式を以下の式(1)および式(2)で示した。説明変数のうち、実質利子率の有無をケース分けして分析を行う。

a) OPEC全体生産枠

$$\Delta TQuota_t = \alpha_0 + \alpha_1(TQuota_{t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1}) + \alpha_2 TProduction_{t-1} + \alpha_3 \Delta Stock_{t-1} + \alpha_4 Price_{t-1} + \alpha_5 Hotelling_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

μ_i ：誤差項、 Δ ：各変数の階差変数をそれぞれ表す。

上記(1)式において、 $\alpha_1(TQuota_{t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1})$ が長期の誤差修正項であり、 α_1 がadjustment parameterである。

(20) エンダース (2019)『実証のための計量時系列分析』参照。

(21) OPECの公式会合は半年毎であるが、市場動向により適宜臨時に開催され、翌月以降の生産枠が決定される。

b) 産油国別 OPEC 生産枠

$$\Delta Quota_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1(Quota_{i,t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1}) + \alpha_2 Production_{i,t-1} + \alpha_3 \Delta Stock_{t-1} + \alpha_4 Price_{t-1} + \alpha_5 Hotelling_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

上記(2)式において、 $\alpha_1(Quota_{i,t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1})$ が長期の誤差修正項であり、 α_1 が adjustment parameter である。

3. 4 各国の生産量決定プロセスに関するモデル

各国生産量を被説明変数として、当期の生産枠、在庫、価格を説明変数とする誤差修正モデルによる回帰式(式(3))による回帰分析を行う。各国の生産量決定にあたっては、当該月の市場条件が重要であることから、短期の説明変数に関しては当期の市場条件を採用する。また、実質利子率の有無によりケース分けして分析を行う。

$$Production_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1(Quota_{i,t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1}) + \alpha_2 \Delta Quota_{i,t} + \alpha_3 \Delta Stock_t + \alpha_4 Price_t + \alpha_5 Hotelling_t + \mu_i \quad (3)$$

上記(3)式において、 $\alpha_1(Quota_{i,t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1})$ が長期の誤差修正項であり、 α_1 が adjustment parameter である。

表 6 共和分検定 回帰式変数

帰無仮説：No cointegration				
対立仮説：All panels are cointegrated				
	without trend		with trend	
変数：DTQuota LTProduction LDStock LPrice LHotelling LTQuota LStock				
Kao	Statistic	p	Statistic	p
Modified Dickey-Fuller	-0.002	0.000	N.A.	N.A.
Dickey-Fuller	-48.761	0.000	N.A.	N.A.
Augmented Dickey-Fuller	-28.843	0.000	N.A.	N.A.
変数：DQuota LProduction LDStock LPrice LHotelling LQuota LStock				
Pedroni	Statistic	p	Statistic	p
Modified Philips-Perron	-62.630	0.000	-58.025	0.000
Philips-Perron	-45.201	0.000	-45.023	0.000
Augmented Dickey-Fuller	-45.140	0.000	-44.927	0.000
変数：Production DQuota DStock Price Hotelling LQuota LStock				
Pedroni	Statistic	p	Statistic	p
Modified Philips-Perron	-6.982	0.000	-9.787	0.000
Philips-Perron	-5.257	0.000	-7.919	0.000
Augmented Dickey-Fuller	-5.339	0.000	-7.191	0.000
変数：dPdQ_Ratio Lproduction LDStock LDQuota LPrice LHotelling LQuota LStock				
Pedroni	Statistic	p	Statistic	p
Modified Philips-Perron	-58.523	0.000	-53.377	0.000
Philips-Perron	-44.793	0.000	-43.062	0.000
Augmented Dickey-Fuller	-44.275	0.000	-42.544	0.000

注：p は p-value を表す。

本研究では、さらに各国の生産枠順守行動を分析するために、生産枠変化と生産量変化の比率 ($dQdP_Ratio_{i,t} = \Delta Quota_{i,t} / \Delta Production_{i,t}$)⁽²²⁾を被説明変数とする式の回帰分析を行う。生産枠は前期の市場条件により決定される、説明変数は前期の値とする。

$$dQdP_Ratio_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 (Quota_{i,t-1} - \beta_0 + \beta_1 Stock_{t-1}) + \alpha_2 Production_{i,t-1} + \alpha_3 \Delta Stock_{t-1} + \alpha_4 \Delta Quota_{i,t-1} + \alpha_5 Price_{t-1} + \alpha_2 Hotelling_{t-1} + \mu_i \quad (4)$$

上記回帰式(1)～(4)に関して、共和分検定を行い表6に示した。各回帰式とも共和分関係があることを確認した。

4. 実証分析の結果

4.1 OPEC生産枠決定の分析結果

(1) OPEC全体生産枠の分析 (式(1))

式(1)の回帰分析の結果を表7に示した。以下、分析は、各回帰式ともa) 通期 (Hotelling項なし), b) 通期 (Hotelling項あり), c) Market Share期 (Hotelling項あり), d) Swing Producer期 (Hotelling項あり), の4ケースで実施した。戦略時期区分については、Al-Yousef (1998, 2012)に基づき c) Market Share期 (1986–1997), d) Swing Producer期 (1998–2008)とした。

被説明変数である総生産枠階差 (DTQuota) に関するOPEC産油国全体の回帰係数は、各変数 (生産量, 在庫階差, 価格, 実質利子率) ともすべて統計的に有意であり、また、その符号条件も妥当な結果となった。

前期総生産量 (LProduction) の回帰係数はすべてのケースにおいて正で1%の水準で有意となった。前期総生産量水準が大きいとOPEC生産枠変化も大きく、その程度は、Market Share期がSwing Producer期よりわずかに大きい。これは、Market Share期においては、Swing Producer期に比較して、OPEC全体として前期生産量水準に応じて生産枠を変化させていることを示唆している。

また、前期在庫階差 (LDStock) の回帰係数はすべてのケースで負となり、係数の値に大きな相違はない。これは、OPECの生産枠決定にあたり、前期在庫が増加すると総生産枠を減少させて調整していることを示唆している。ただし、Market Share期とSwing Produce期では大きな変化が見られず、在庫変化は両期を通じた考慮事項と考えられる。

これに対して、前期価格 (LPrice) の回帰係数はすべて有意であるが、Market Share期の係数 (正) がSwing Produce期の係数 (正) と比較して大きくなっている。これは、Market Share期はSwing Produce期より、価格変化に対応して大きく生産枠を変化させており、過去の実証結果と整合的である。

(22) $Quota_{i,t-1}$ と $Production_{i,t}$ の比が分析意図と整合的であるが、 $Quota_{i,t-1}$ が非定常であることから、 $\Delta Production_{i,t}$ についても定常性を確認した上で両変数の階差比を被説明変数とした。 $dQdP_Ratio_{i,t} = \Delta Quota_{i,t} / \Delta Production_{i,t}$ の正負は生産枠変化と生産量変化の方向に関する整合性を示し、同符号の場合、絶対値の大小は生産枠変化と生産率変化の比を表す。(同比が大きいと生産枠変化に対して生産量変化が小さい)

表7 OPEC総生産枠分析

Dependent Variable: D.TQuota					
期 間	通期 (without Hotelling)		通期 (with Hotelling)		Market share期
	Coefficient	p	Coefficient	p	Swing producer期
Short Run Est. (短期)					
L.TProduction	0.096 ***	0.000	0.093 ***	0.000	0.198 *** 0.000
LD.Stock	-17.233 ***	0.000	-17.767 ***	0.000	-16.112 *** 0.000
L.Price	0.700 ***	0.000	-1.735 ***	0.000	50.834 *** 0.000
L.Hotelling			28.453 ***	0.000	53.095 *** 0.000
Long Run Est. (長期)					
L.TQuota (Adjustment Parameter)	-0.115 ***	0.000	-0.117 ***	0.000	-0.163 *** 0.000
L.Stock	0.621 ***	0.000	0.804 ***	0.000	-0.195 *** 0.000
サンプル数	2,370		2,370		1,185
観測期間	1986-2008		1986-2008		1986-1997
調整済み決定係数	0.88		0.88		0.81

注：pはp-valueを表す。

*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の有意水準を表す。

前期実質利子率 (LHotelling) の係数は正でMarket Share期がSwing Producer期より大きい値となった。Market Share期は実質利子率水準に応じて生産枠を相対的に大きく変化させていることを示している。

誤差修正項のadjustment parameterである前期OPEC総生産枠 (LTQuota) の係数はすべてのケースにおいて負の値で1%の水準で有意となり、OPEC総生産枠と在庫との長期的な均衡関係によるOPEC総生産枠階差の調整が確認された⁽²³⁾。長期的均衡に関する調整速度をSwing Producer期とMarket Share期で比較すると、Swing Producer期は長期的均衡による調整速度が速い結果となった。

(2) 産油国別OPEC生産枠の分析 (式(2))

式(2)の各国の生産枠階差 (DQuota) に関する回帰分析の結果を表8に示した。

前期生産量 (LProduction) に関しては、通期および戦略区分期 (Market Share期またはSwing Producer期) とも有意となったのは、サウジアラビア、クウェート、UAEの3か国であり、すべてのケースで有意となったのはサウジアラビアのみである。また、係数はすべて正であり、生産量水準の上昇に応じて上記国の生産枠階差も上昇する。通期ではサウジアラビアの係数値がもっとも大きく、自国の生産枠への影響力を示唆している。また、サウジアラビアのSwing Producer期とMarket Share期の係数値を比較すると、Swing Producer期が数倍大きい値となっており、同国が原油市場の価格安定のために自国の生産枠を調整していることを示唆している。前項(1)の総生産枠の分析で、総生産量の回帰係数は総生産枠に関してすべての期で正であることと整合的であり、サウジアラビアが自国の生産枠に影響を与えると同時に、総生産量を介して総生産枠に対しても影響を与えていることを示唆している。

(23) 表8, 9, 10の誤差修正項のLStockの係数はadjustment parameterを乗じた数値を示す。

表8 国別生産枠分析

Dependent Variable: D.Quota									
期 間		通期 (without Hotelling)		通期 (with Hotelling)		Market share 期		Swing producer 期	
Short Run Est. (短期)		Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p
L.Production	Mean	0.5490 ***	0.000	0.5149 ***	0.000	0.0407 ***	0.000	0.0956 ***	0.008
L.Production_1	Algeria	-0.0090	0.814	-0.0187	0.674	0.0183	0.851	-0.0145	0.890
L.Production_2	Iran	0.0540 **	0.030	0.0375	0.179	0.0489	0.074	0.0067	0.928
L.Production_3	Kuwait	0.0673 **	0.046	0.0664 **	0.049	0.0744 **	0.022	0.1110	0.153
L.Production_4	Libya	0.0814	0.227	0.0774	0.257	0.0338	0.686	0.1976	0.266
L.Production_5	Nigeria	0.0601 *	0.081	0.0597 *	0.094	0.0735	0.103	0.0640	0.276
L.Production_6	Qatar	0.0858	0.202	0.0858	0.203	0.0216	0.826	0.0500	0.752
L.Production_7	Saudi Arabia	0.0985 ***	0.000	0.0958 ***	0.000	0.0376 ***	0.007	0.2927 ***	0.000
L.Production_8	UAE	0.0554 *	0.066	0.0573 *	0.058	0.0194	0.512	0.1784 **	0.035
L.Production_9	Venezuela	0.0003	0.982	0.0022	0.883	0.0386	0.194	-0.0253	0.329
LD.Stock	Mean	-1.1070 ***	0.000	-1.1573 ***	0.000	-1.3714 ***	0.000	-0.7448 ***	0.004
LD.Stock_1	Algeria	-0.6951	0.148	-0.7153	0.139	-1.1610 *	0.056	-0.2457	0.741
LD.Stock_2	Iran	-2.1472 ***	0.000	-2.2600 ***	0.000	-2.5617 ***	0.000	-2.1203 ***	0.004
LD.Stock_3	Kuwait	-1.1555 **	0.021	-1.2594 **	0.013	-1.4899 **	0.029	-0.5788	0.433
LD.Stock_4	Libya	-0.6490	0.181	-0.6764	0.168	-0.6769	0.270	-0.4602	0.534
LD.Stock_5	Nigeria	-0.7474	0.121	-0.7512	0.124	-0.9510	0.120	-0.5668	0.441
LD.Stock_6	Qatar	-0.0066	0.989	-0.0029	0.995	-0.0949	0.878	0.1473	0.840
LD.Stock_7	Saudi Arabia	-2.9907 ***	0.000	-3.0491 ***	0.000	-3.0148 ***	0.000	-1.8951 ***	0.010
LD.Stock_8	UAE	-1.0624 **	0.028	-1.1448 **	0.020	-1.2013 **	0.050	-0.9102	0.217
LD.Stock_9	Venezuela	-0.5088	0.292	-0.5572	0.253	-1.1905 *	0.052	-0.0737	0.922
L.Price	Mean	0.2522	0.303	0.0498	0.859	2.8703 *	0.051	1.5086 **	0.016
L.Price_1	Algeria	2.0469 **	0.029	2.0506 **	0.029	3.4215	0.258	3.2662 **	0.035
L.Price_2	Iran	-0.1645	0.391	-0.6657	0.391	1.5712	0.627	-0.6428	0.591
L.Price_3	Kuwait	0.0551	0.652	-0.3577	0.652	-1.1120	0.756	2.6072 *	0.063
L.Price_4	Libya	0.4435	0.653	0.3430	0.653	2.0902	0.498	1.2012	0.469
L.Price_5	Nigeria	0.3411	0.670	0.3235	0.670	2.6580	0.412	0.8906	0.457
L.Price_6	Qatar	-0.2477	0.790	-0.2335	0.790	0.3221	0.914	1.0521	0.566
L.Price_7	Saudi Arabia	0.1781	0.956	-0.0418	0.956	14.0335 ***	0.000	5.0380 ***	0.000
L.Price_8	UARE	0.1135	0.762	-0.2321	0.762	0.4213	0.901	1.0543	0.438
L.Price_9	Venezuela	-0.4966	0.328	-0.7383	0.328	2.4267	0.453	-0.8895	0.448
L.Hotelling	Mean			2.2905 ***	0.000	2.5574 *	0.088	-5.1593	0.294
L.Hotelling_1	Algeria			1.5710	0.669	-1.4460	0.772	-0.2145	0.973
L.Hotelling_2	Iran			4.9471	0.189	0.2035	0.969	8.1002	0.175
L.Hotelling_3	Kuwait			4.5074	0.196	12.0812 **	0.039	-2.7696	0.591
L.Hotelling_4	Libya			1.2641	0.707	0.1714	0.976	0.3070	0.953
L.Hotelling_5	Nigeria	N.A.		0.1840	0.958	-0.1030	0.985	-1.7055	0.752
L.Hotelling_6	Qatar			-0.2509	0.941	0.1910	0.972	-1.5880	0.755
L.Hotelling_7	Saudi Arabia			2.4332	0.512	7.0551	0.240	-43.2635 ***	0.000
L.Hotelling_8	UAE			3.5321	0.321	0.0865	0.989	0.4075	0.938
L.Hotelling_9	Venezuela			2.4265	0.473	4.7771	0.428	-5.7070	0.343
Long Run Est. (長期)									
L.Quota (Adjustment Parameter)									
L.Quota	Mean	-0.0815 ***	0.000	-0.0826 ***	0.000	-0.0702 ***	0.000	-0.1831 ***	0.000
L.Quota_1	Algeria	-0.1196 ***	0.003	-0.1241 ***	0.003	-0.1176 **	0.017	-0.1724 **	0.019
L.Quota_2	Iran	-0.0876 ***	0.002	-0.0766 **	0.011	-0.0809 **	0.012	-0.0487	0.393
L.Quota_3	Kuwait	-0.0559 ***	0.006	-0.0630 ***	0.003	-0.0642 ***	0.005	-0.2119 ***	0.003
L.Quota_4	Libya	-0.1087	0.068	-0.1104 *	0.065	-0.0531	0.511	-0.2303 **	0.023
L.Quota_5	Nigeria	-0.0756 **	0.050	-0.0756 **	0.050	-0.0879 *	0.076	-0.0839	0.268
L.Quota_6	Qatar	-0.1193	0.184	-0.1181	0.197	-0.0774	0.775	-0.2668	0.067
L.Quota_7	Saudi Arabia	-0.1073 ***	0.000	-0.1059 ***	0.000	-0.0445 ***	0.001	-0.3320 ***	0.000
L.Quota_8	UAE	-0.0478 ***	0.010	-0.0544 ***	0.006	-0.0307	0.152	-0.2300 ***	0.004
L.Quota_9	Venezuela	-0.0114	0.430	-0.0157	0.316	-0.0755	0.116	-0.0718 **	0.039
L.Stock	Mean	-0.0022	0.932	0.0142	0.624	0.2551 ***	0.000	-0.1219 **	0.013
L.Stock_1	Algeria	-0.0022	0.988	0.0158	0.919	0.2463	0.236	-0.1586	0.634
L.Stock_2	Iran	0.1739	0.237	0.2118	0.157	0.3526	0.094	0.1741	0.457
L.Stock_3	Kuwait	-0.0693	0.645	-0.0420	0.782	0.0575	0.789	-0.2901	0.264
L.Stock_4	Libya	-0.0489	0.748	-0.0382	0.806	0.1355	0.515	-0.2702	0.329
L.Stock_5	Nigeria	-0.0643	0.650	-0.0630	0.662	0.1537	0.457	-0.1729	0.461
L.Stock_6	Qatar	-0.0463	0.734	-0.0468	0.732	0.0537	0.820	-0.0505	0.839
L.Stock_7	Saudi Arabia	0.0726	0.606	0.0879	0.538	0.6165	0.002	-0.2132	0.318
L.Stock_8	UAE	-0.0078	0.957	0.0113	0.939	0.3518	0.125	-0.1315	0.536
L.Stock_9	Venezuela	-0.0278	0.850	-0.0087	0.954	0.3286	0.167	0.0161	0.948
サンプル数		2,360		2,360		1,176		1,184	
観測期間		1986-2008		1986-2008		1986-1997		1998-2008	
決定係数		0.91		0.91		0.89		0.82	

注：pはp-valueを表す。

*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の有意水準を表す。

前期の在庫階差 (LDStock) の係数に関しては、サウジアラビアとイランのみがすべての期において負で有意な結果となった。両国は通期で市場の在庫変動に対応して自国の生産枠を変化させている。この結果は前項(1)の全体生産枠の在庫と総生産枠の結果とも整合的である。

前期価格 (LPrice) に関しては、サウジアラビアのみがMarket Share期とSwing Producer期の両方で有意で正の大きな値を示している。他国の回帰係数はほとんど有意となっていない。このことは、市場の価格変化に対応して、サウジアラビアが自国の生産枠を調整すると同時にOPEC全体の生産枠を同様の方針で調整していることを示唆している。また、サウジアラビア以外は、価格変化に対応して自国の生産枠を調整していないことが示された。さらに、総生産枠および自国生産枠の分析におけるサウジアラビアの価格に関する回帰係数の値は、Market Share期がSwing Producer期よりも大幅に大きな値となっており、OPEC全体の戦略とサウジアラビアの戦略の整合性を示唆している。

前期の自国生産枠水準 (LQuota) の係数は、カタール、ベネズエラを除いた7か国で有意で負の値となった。前期生産枠水準が高いと、当期生産枠階差は負となる傾向を示している。この傾向は前項のOPEC総生産枠の結果と整合的である。自国生産枠水準 (LQuota) の係数は長期の誤差調整項のadjustment parameterでもあり、上記7か国に関しては、国別で見ても生産枠と在庫の長期均衡関係による調整がなされている。さらに、サウジアラビアをはじめとして各国のSwing Producer期の長期的均衡への調整速度がMarket Share期のそれよりも速い傾向が示された。

以上の結果、サウジアラビアは前期の生産量および、在庫、価格の市場条件を自国生産枠に反映しているほぼ唯一の産油国であることが明らかになった。また、その回帰の符号はすべて、前項(1)のOPEC総生産枠の分析と整合的であり、このことは、サウジアラビアは自国の生産枠調整を介して、OPEC総生産枠に影響力を及ぼしていることを示唆している。

4.2 OPEC産油国の生産量決定の分析結果

(1) OPEC産油国の国別生産量の分析 (式(3))

式(3)に基づき、国別の生産量 (Production) を被説明変数として分析を行った。分析結果を表9に示す。

生産枠階差 (DQuota) の回帰係数は、通期では、イラン、クウェート、ナイジェリア、サウジアラビアの4か国において正で有意となった。その他の国は有意ではなく、生産枠変化に応じて生産量を変化させておらず、OPEC全体が統一的に行動していないことを示している。回帰係数の値を比較すると、サウジアラビア、ナイジェリア、クウェートが比較的大きな値となっており、生産枠変化に対応して生産量を大きく調整している。

在庫階差 (DStock) の係数に関しては、通期で有意な結果を示したのは、クウェート、サウジアラビアのみであり符号も異なっている。したがって、在庫階差に関しては、OPEC産油国の行動は統一的ではない。在庫階差はその推移が中期的に推測しやすいことから、前項の結果とあわせると、生産量よりも生産枠で調整する可能性を示唆している。

表9 国別生産量分析

Dependent Variable: Production									
期 間		通期 (without Hotelling)		通期 (with Hotelling)		Market share 期		Swing producer 期	
Short Run Est. (短期)		Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p
D.Quota	Mean	0.4906 ***	0.000	0.4637 ***	0.000	0.7965 ***	0.002	0.3337 ***	0.006
D.Quota_1	Algeria	-0.0408	0.888	-0.0985	0.722	0.0917	0.833	-0.0312	0.910
D.Quota_2	Iran	0.4330 ***	0.008	0.3159 **	0.046	0.5302 **	0.022	0.1163	0.480
D.Quota_3	Kuwait	0.5059 **	0.032	0.5059 **	0.026	0.8473 **	0.020	0.5499 **	0.020
D.Quota_4	Libya	0.5087	0.168	0.4888	0.167	0.4303	0.534	0.3492	0.293
D.Quota_5	Nigeria	0.7119 **	0.011	0.6972 ***	0.009	1.0944 **	0.041	0.6001 **	0.013
D.Quota_6	Qatar	0.9250	0.129	0.9251	0.113	2.4545	0.446	0.1284	0.802
D.Quota_7	Saudi Arabia	0.9106 ***	0.000	0.8623 ***	0.000	0.6532 ***	0.000	1.0321 ***	0.000
D.Quota_8	UAE	0.3217	0.184	0.3341	0.150	-0.1195	0.738	0.4037	0.101
D.Quota_9	Venezuela	0.1398	0.386	0.1425	0.356	1.1861 ***	0.010	-0.1450	0.257
D.Stock	Mean	0.2434	0.651	-0.0501	0.935	-0.6802	0.408	1.0001 **	0.050
D.Stock_1	Algeria	1.8231	0.169	1.3189	0.301	-0.3841	0.839	2.0361	0.124
D.Stock_2	Iran	-0.6844	0.607	-1.4931	0.243	-1.6148	0.392	0.2044	0.881
D.Stock_3	Kuwait	2.3559 *	0.087	2.3560 *	0.076	2.1093	0.318	1.9442	0.148
D.Stock_4	Libya	0.0612	0.963	-0.0405	0.975	-0.1292	0.946	0.9391	0.486
D.Stock_5	Nigeria	0.1064	0.936	-0.2428	0.849	-0.4459	0.815	-0.1892	0.887
D.Stock_6	Qatar	0.5107	0.699	0.5155	0.685	-0.5490	0.771	1.2048	0.359
D.Stock_7	Saudi Arabia	-1.4862	0.261	-3.0784 **	0.016	-4.2913 **	0.024	-1.9064	0.156
D.Stock_8	UAE	1.9295	0.146	2.0608	0.107	3.2236 *	0.092	1.2833	0.341
D.Stock_9	Venezuela	-2.4240 *	0.067	-1.8471	0.147	-4.0403 **	0.033	3.4886 ***	0.008
Price	Mean	3.6608 **	0.047	1.6735	0.344	-4.4844	0.489	1.8552	0.355
Price_1	Algeria	12.6459 ***	0.000	9.2799 ***	0.000	-8.1546	0.349	3.9384	0.124
Price_2	Iran	0.0226	0.990	-6.3058 ***	0.002	11.6783	0.234	-2.4763	0.255
Price_3	Kuwait	7.2012 ***	0.000	7.2018 ***	0.000	-13.3538	0.202	2.7546	0.272
Price_4	Libya	2.9749	0.123	2.3012	0.251	1.5277	0.873	4.9244 **	0.052
Price_5	Nigeria	-1.5020	0.427	-3.8320 *	0.054	-9.7768	0.320	-6.1917 ***	0.003
Price_6	Qatar	5.4796 ***	0.010	5.5010 ***	0.008	-2.7956	0.758	7.6875 ***	0.001
Price_7	Saudi Arabia	8.3092 ***	0.000	-1.5698	0.435	-44.9997 ***	0.000	-7.7946 ***	0.000
Price_8	UARE	3.4281 *	0.069	4.1622 **	0.039	26.2717 **	0.011	4.3477 **	0.069
Price_9	Venezuela	-5.6120 ***	0.003	-1.6774	0.401	-0.7570	0.939	9.5066 ***	0.000
Hotelling	Mean			21.3435	0.127	-17.4064	0.210	16.2623	0.470
Hotelling_1	Algeria			42.6206 ***	0.000	17.7387	0.234	36.9022 ***	0.000
Hotelling_2	Iran			63.2749 ***	0.000	47.0535 ***	0.004	41.1731 ***	0.000
Hotelling_3	Kuwait			-0.0068	0.999	-27.2917	0.159	9.8215	0.298
Hotelling_4	Libya			7.6225	0.389	-5.8829	0.745	-5.6002	0.552
Hotelling_5	Nigeria	N.A.		25.5265 ***	0.005	11.9762	0.491	24.0176 **	0.014
Hotelling_6	Qatar			-0.3792	0.967	-14.7732	0.379	7.0637	0.447
Hotelling_7	Saudi Arabia			100.1864 ***	0.000	-39.6363 **	0.038	151.0462 ***	0.000
Hotelling_8	UAE			-7.7459	0.413	-53.8994 ***	0.006	-7.8261	0.419
Hotelling_9	Venezuela			-39.0073 ***	0.000	-91.9428 ***	0.000	-110.2377 ***	0.000
Long Run Est. (長期)									
L.Quota (Adjustment Parameter)									
L.Quota	Mean	0.7445 ***	0.000	0.7139 ***	0.000	0.9299 ***	0.000	0.3959 ***	0.000
L.Quota_1	Algeria	-0.0205	0.855	-0.1322	0.227	0.1696	0.274	-0.1799	0.149
L.Quota_2	Iran	1.0740 ***	0.000	0.9897 ***	0.000	1.0709 ***	0.000	0.5844 ***	0.000
L.Quota_3	Kuwait	0.4929 ***	0.000	0.4929 ***	0.000	0.4551 ***	0.000	0.4888 ***	0.000
L.Quota_4	Libya	0.7511 ***	0.000	0.7229 ***	0.000	0.8461 ***	0.000	0.3167 **	0.045
L.Quota_5	Nigeria	0.9782 ***	0.000	0.9153 ***	0.000	0.8866 ***	0.000	0.5766 ***	0.000
L.Quota_6	Qatar	1.2327 ***	0.000	1.2346 ***	0.000	1.9675 ***	0.002	0.2492	0.374
L.Quota_7	Saudi Arabia	0.9512 ***	0.000	0.9010 ***	0.000	0.9351 ***	0.000	0.8250 ***	0.000
L.Quota_8	UAE	0.5247 ***	0.000	0.5368 ***	0.000	0.5654 ***	0.000	0.6023 ***	0.000
L.Quota_9	Venezuela	0.7174 ***	0.000	0.7637 ***	0.000	1.4730 ***	0.000	0.1000	0.115
L.Stock	Mean	0.2595	0.598	0.3830	0.433	-0.0770	0.905	0.8703	0.149
L.Stock_1	Algeria	1.7387 ***	0.000	1.7795 ***	0.000	-0.0894	0.890	2.6204 ***	0.000
L.Stock_2	Iran	-0.0571	0.888	0.4037	0.303	0.2303	0.726	1.1539 ***	0.004
L.Stock_3	Kuwait	1.3962 ***	0.000	1.3962 ***	0.000	0.4082	0.529	2.1704 ***	0.000
L.Stock_4	Libya	0.8372 **	0.032	0.8797 **	0.020	0.3868	0.548	1.1221 ***	0.002
L.Stock_5	Nigeria	0.2253	0.565	0.3866	0.308	-0.1763	0.784	1.3728 ***	0.001
L.Stock_6	Qatar	0.4088	0.268	0.4079	0.249	-0.7997	0.250	1.0407 ***	0.004
L.Stock_7	Saudi Arabia	-0.5686	0.141	0.0696	0.853	-0.2102	0.736	1.3347 ***	0.001
L.Stock_8	UAE	1.4625 ***	0.000	1.4183 ***	0.000	3.5718 ***	0.000	0.6993 **	0.064
L.Stock_9	Venezuela	-3.1074 ***	0.000	-3.2942 ***	0.000	-4.0142 ***	0.000	-3.6815 ***	0.000
サンプル数		2,369		2,369		1,185		1,184	
観測期間		1986-2008		1986-2008		1986-1997		1998-2008	
決定係数		0.11		0.89		0.91		0.24	

注：pはp-valueを表す。

*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の有意水準を表す。

価格（Price）の係数に関しては、通期では6か国が有意となり、Market share期ではサウジアラビア、UAEのみ、Swing Producer期では両国を含む6か国が有意となった。しかし、符号条件が国および期により多様であり統一的な行動特性は見られない。Swing Producer期は6か国が有意だが、内4か国が正、2か国が負となった。Market Share期においては、サウジアラビアとUAEがそれぞれ負、正の値となった。価格に関しては、各国個別に生産調整が行われていることが示された。サウジアラビアのみが両戦略期において負の値となっている。このことは、価格の上昇（下降）に対し生産量を減少（増加）することを示しており、サウジアラビアは両戦略期で、OPEC全体の生産量を調整するための行動をとっている可能性を示唆している。

実質利子率（Hotelling）に関しては、イラン、サウジアラビア、ベネズエラの3か国が両戦略期で有意だが、符号はそれぞれの国で異なり統一的な特徴は見られない。

前期生産枠（LQuota）の係数に関しては、通期ではアルジェリア以外のすべての国で有意な正の係数となった。これらの国では、OPECの自国生産枠を踏まえて生産量を決定していることが示された。前期生産枠（LQuota）の係数は誤差修正項のadjustment parameterでもあり、生産量決定に関する本分析においても、在庫と生産枠の長期的均衡による生産量の調整がなされていることが示された。Market Share期とSwing Producer期を比較すると、各国生産量に関して、長期均衡の調整速度がMarket Share期の値が大きい国が多い結果となった⁽²⁴⁾。

本分析により、OPEC産油国は実際の自国生産量決定にあたり、自国生産枠に配慮しながらも、市場条件に関しては統一的な行動特性を示していないことが明らかになった。また、サウジアラビアが、両戦略期で価格調整のため自国生産量を調整していることが示された。さらに、各国の生産量調整に関しても長期均衡関係による調整が行われていることが示された。

(2) OPEC産油国の生産枠変化・生産量変化比率の分析（式(4)）

式(4)に基づき、生産枠変化・生産量変化の比率（ $dQdP_Ratio_{it} = \Delta Quota_{it} / \Delta Production_{it}$ ）を被説明変数に分析を行った⁽²⁵⁾。この値が正であれば生産枠の変化と生産量の変化の方向が同じであり、OPECの戦略に整合的に行動していることを示す。分析結果を表10に示した。

OPEC産油国平均として、通期で回帰係数が有意となった変数は、前期生産量（LProduction）、前期在庫階差（LDStock）および前期生産枠（LQuota）の3変数であった。その符号条件は、前期生産量（LProduction）が正、前期在庫階差（LDStock）および前期生産枠（LQuota）が負となった。

前期生産量（LProduction）に関しては、この値が大きいほど生産枠変化・生産量変化の比率（ $dQdP_Ratio_{it} = \Delta Quota_{it} / \Delta Production_{it}$ ）が大きく、OPEC生産枠変化に比して生産量変化が小さいことを示している。逆に、前期生産枠（LQuota）が大きいほど、生産枠変化・生産量変化の比率

(24) クウェートおよびUAEのみSwing Producer期の係数がMarket Share期の値より大きい結果となった。

(25) ProductionとQuotaは、同じ階差で比較したほうが分析意図と整合的であり、階差変数 $\Delta Quota$ に合わせて、 $\Delta Production$ との比をとり被説明変数とした。（ $\Delta Production$ も定常であることを確認。）なお、 $\Delta Quota$ はゼロになる可能性があるため逆数をとり分析を行った。

表10 国別生産枠変化・生産量変化比率分析

Dependent Variable: dQdP_Ratio									
期 間		通期 (without Hotelling)		通期 (with Hotelling)		Market share 期		Swing producer 期	
Short Run Est. (短期)		Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p	Coefficient	p
L.Production	Mean	0.191 ***	0.000	0.202 ***	0.000	0.256 ***	0.000	0.252	0.000
L.Production_1	Algeria	-0.012	0.856	-0.011	0.893	0.045	0.844	0.024	0.872
L.Production_2	Iran	0.252 ***	0.000	0.296 ***	0.000	0.336 ***	0.000	0.324 ***	0.003
L.Production_3	Kuwait	0.259 ***	0.000	0.258 ***	0.000	0.336 ***	0.000	0.177	0.104
L.Production_4	Libya	0.242 **	0.047	0.244 **	0.046	0.396 **	0.047	0.230	0.356
L.Production_5	Nigeria	0.243 ***	0.000	0.256 ***	0.000	0.319 ***	0.003	0.264 ***	0.001
L.Production_6	Qatar	0.131	0.277	0.131	0.275	0.226	0.332	0.145	0.511
L.Production_7	Saudi Arabia	0.265 ***	0.000	0.299 ***	0.000	0.402 ***	0.000	0.340 ***	0.000
L.Production_8	UAE	0.222 ***	0.000	0.224 ***	0.000	0.178 **	0.011	0.499 ***	0.000
L.Production_9	Venezuela	0.117 ***	0.000	0.123 ***	0.000	0.063	0.378	0.262 ***	0.000
L.D.Stock	Mean	-0.788 **	0.013	-0.694 ***	0.008	-1.749 **	0.016	-0.053	0.818
L.D.Stock_1	Algeria	-0.632	0.462	-0.629	0.465	-1.086	0.450	-0.146	0.889
L.D.Stock_2	Iran	-0.805	0.355	-0.512	0.561	0.306	0.833	-1.254	0.235
L.D.Stock_3	Kuwait	-1.631 *	0.070	-1.685 *	0.063	-3.699 **	0.023	0.152	0.883
L.D.Stock_4	Libya	0.068	0.938	0.086	0.922	0.485	0.738	-0.168	0.871
L.D.Stock_5	Nigeria	-0.999	0.248	-0.895	0.303	-1.470	0.312	-0.223	0.829
L.D.Stock_6	Qatar	0.422	0.623	0.433	0.615	0.271	0.853	0.524	0.609
L.D.Stock_7	Saudi Arabia	-2.724 ***	0.002	-2.013 **	0.022	-6.235 ***	0.000	1.039	0.315
L.D.Stock_8	UAE	-0.686	0.428	-0.770	0.379	-2.102	0.148	0.404	0.696
L.D.Stock_9	Venezuela	-0.103	0.905	-0.264	0.762	-2.208	0.128	-0.806	0.443
L.D.Quota	Mean	-0.078	0.127	-0.073	0.147	-0.259 ***	0.000	-0.033	0.536
L.D.Quota_1	Algeria	-0.026	0.885	-0.026	0.883	-0.088	0.775	0.010	0.959
L.D.Quota_2	Iran	-0.074	0.497	-0.039	0.723	-0.135	0.437	-0.020	0.886
L.D.Quota_3	Kuwait	-0.064	0.673	-0.067	0.660	-0.247	0.359	-0.019	0.914
L.D.Quota_4	Libya	-0.083	0.733	-0.083	0.732	-0.371	0.475	-0.005	0.985
L.D.Quota_5	Nigeria	0.231	0.264	0.230	0.265	-0.003	0.994	0.306	0.173
L.D.Quota_6	Qatar	0.009	0.982	0.005	0.989	-0.616	0.794	0.009	0.979
L.D.Quota_7	Saudi Arabia	-0.181 ***	0.000	-0.178 ***	0.000	-0.291 ***	0.001	-0.199 ***	0.000
L.D.Quota_8	UAE	-0.316 *	0.077	-0.315 *	0.077	-0.295	0.400	-0.238	0.214
L.D.Quota_9	Venezuela	-0.194 *	0.073	-0.185 *	0.087	-0.281	0.407	-0.139	0.175
L.Price	Mean	-0.617	0.227	-0.265	0.649	5.379	0.300	0.204	0.825
L.Price_1	Algeria	1.931	0.251	1.931	0.249	3.480	0.626	2.749	0.205
L.Price_2	Iran	-0.278	0.818	0.978	0.481	0.019	0.998	-0.345	0.839
L.Price_3	Kuwait	-3.341 ***	0.010	-3.563 **	0.012	-7.901	0.355	1.260	0.520
L.Price_4	Libya	-0.018	0.989	0.049	0.972	1.613	0.829	0.633	0.785
L.Price_5	Nigeria	0.830	0.495	1.314	0.332	4.975	0.522	2.520	0.132
L.Price_6	Qatar	-0.599	0.695	-0.558	0.721	1.236	0.863	-0.312	0.903
L.Price_7	Saudi Arabia	-2.006 *	0.100	0.665	0.623	44.976 ***	0.000	2.132	0.207
L.Price_8	UAE	-1.179	0.336	-1.530	0.264	-6.168	0.444	-0.419	0.825
L.Price_9	Venezuela	-0.893	0.461	-1.668	0.215	6.182	0.425	-6.380 ***	0.000
L.Hotelling	Mean			-3.888	0.297	3.953	0.102	-6.508	0.293
L.Hotelling_1	Algeria			-0.276	0.966	-1.573	0.894	-4.066	0.642
L.Hotelling_2	Iran			-12.421 *	0.069	-9.587	0.440	-7.004	0.431
L.Hotelling_3	Kuwait			2.440	0.696	13.409	0.355	-6.098	0.398
L.Hotelling_4	Libya			-0.847	0.887	3.482	0.797	-0.394	0.957
L.Hotelling_5	Nigeria		N.A.	-5.031	0.422	-1.170	0.928	-8.806	0.244
L.Hotelling_6	Qatar			-0.720	0.906	2.967	0.818	-2.808	0.694
L.Hotelling_7	Saudi Arabia			-29.564 ***	0.000	8.703	0.541	-50.024 ***	0.000
L.Hotelling_8	UAE			3.584	0.572	10.733	0.476	-0.394	0.957
L.Hotelling_9	Venezuela			7.843	0.194	8.619	0.546	21.027 **	0.013
Long Run Est. (長期)									
L.Quota (Adjustment Parameter)									
L.Quota	Mean	-0.181 ***	0.000	-0.188 ***	0.000	-0.269 ***	0.000	-0.207 ***	0.000
L.Quota_1	Algeria	-0.113	0.122	-0.112	0.136	-0.140	0.248	-0.127	0.228
L.Quota_2	Iran	-0.280 ***	0.000	-0.312 ***	0.000	-0.360 ***	0.000	-0.227 ***	0.010
L.Quota_3	Kuwait	-0.156 ***	0.000	-0.159 ***	0.000	-0.225 ***	0.000	-0.162	0.105
L.Quota_4	Libya	-0.193 *	0.073	-0.192 *	0.074	-0.334 *	0.085	-0.173	0.226
L.Quota_5	Nigeria	-0.251 ***	0.000	-0.251 ***	0.000	-0.301 **	0.011	-0.234 **	0.032
L.Quota_6	Qatar	-0.168	0.297	-0.164	0.315	-0.440	0.496	-0.152	0.457
L.Quota_7	Saudi Arabia	-0.251 ***	0.000	-0.268 ***	0.000	-0.372 ***	0.000	-0.232 ***	0.000
L.Quota_8	UAE	-0.127 ***	0.000	-0.134 ***	0.000	-0.126 **	0.013	-0.373 ***	0.001
L.Quota_9	Venezuela	-0.086 ***	0.001	-0.100 ***	0.000	-0.122	0.291	-0.182 ***	0.000
L.Stock	Mean	0.034	0.628	0.009	0.907	0.333 **	0.024	-0.139	0.545
L.Stock_1	Algeria	0.029	0.915	0.025	0.927	0.279	0.572	-0.220	0.641
L.Stock_2	Iran	0.096	0.717	0.002	0.993	-0.141	0.777	-0.113	0.733
L.Stock_3	Kuwait	0.110	0.682	0.125	0.644	1.070 **	0.035	-0.424	0.246
L.Stock_4	Libya	-0.274	0.315	-0.281	0.309	-0.112	0.820	-0.363	0.353
L.Stock_5	Nigeria	-0.091	0.720	-0.128	0.619	0.078	0.873	-0.351	0.290
L.Stock_6	Qatar	-0.089	0.714	-0.091	0.708	0.168	0.764	-0.188	0.589
L.Stock_7	Saudi Arabia	0.194	0.440	0.009	0.972	1.005 ***	0.034	-0.769 **	0.011
L.Stock_8	UAE	-0.120	0.646	-0.101	0.701	0.163	0.763	-0.440	0.142
L.Stock_9	Venezuela	0.454 *	0.086	0.517 *	0.054	0.491	0.384	1.621 ***	0.000
サンプル数		2,350		2,350		1,167		1,183	
観測期間		1986-2008		1986-2008		1986-1997		1998-2008	
決定係数		0.88		0.87		0.79		0.83	

注：pはp-valueを表す。

*, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%の有意水準を表す。

($dQdP_Ratio_{i,t} = \Delta Quota_{i,t} / \Delta Production_{i,t}$) が小さく、OPEC生産枠変化に比して、生産量変化が大きいことを示している。同様に、前期在庫階差 (LDStock) が大きいほど、生産枠変化・生産量変化の比率 ($dQdP_Ratio_{i,t} = \Delta Quota_{i,t} / \Delta Production_{i,t}$) が小さく、OPEC生産枠変化に比して、生産量変化が大きいことを示している。

OPEC産油国全体が実際は生産枠以上に生産をしている事実⁽²⁶⁾、あるいは、実質的に生産能力上限で生産している可能性⁽²⁷⁾等から、前期生産量が大きい場合は生産量の増加に関して制約があることを示唆している。

各国別に見ると、前期生産量 (LProduction) に関しては、イラン、ナイジェリア、サウジアラビア、UAEがすべての期において正で有意であった。係数の値は、各国、各期とも0.2から0.5の範囲で比較的近い値となった。このことは、前期生産量との関係ではこれら各国の生産枠変化に対する生産量変化の行動は類似していることを示している。

前期在庫階差 (LDStock) に関しては、国別で有意な係数 (負) となっているのは、サウジアラビアとクウェートの2か国のみである。これら2か国は、前期在庫階差 (LDStock) が大きい場合、生産枠変化・生産量変化の比率 ($dQdP_Ratio_{i,t} = \Delta Quota_{i,t} / \Delta Production_{i,t}$) を小さくなり、生産枠変化に比して生産量変化が大きいことを示している。

また、前期生産枠階差 (LDQuota) に関しては、サウジアラビアのみが、すべての期で有意で負の係数となっている。前期に生産枠階差が増加した場合は、前期在庫階差 (LDStock) 同様、生産枠変化・生産量変化の比率が減少し、生産枠変化に比し生産量変化が大きくなる。

前期生産枠 (LQuota) に関しては、アルジェリア、カタール以外の7か国が有意となり、回帰係数も-0.1から-0.4の範囲の値を示しており、多くの国が類似の行動特性を有している。また、前期生産枠 (LQuota) の係数は長期的均衡の調整速度を表すことから、生産枠と在庫の長期均衡の関する調整速度は、OPEC各国で一定の範囲で調整されていることが確認された。

以上より、生産枠変化・生産量変化の比率 ($dQdP_Ratio_{i,t}$) の分析により、前期生産量 (LProduction)、前期生産枠 (LQuota) に関しては、サウジアラビアを含めて各国が同様の行動特性を示すが、前期在庫階差 (LDStock) に関してはサウジアラビアとクウェートが、前期生産枠階差 (LDQuota) に関しては、サウジアラビアのみが他国と異なる特徴的な行動特性であることが示された。

(26) Aguilera & Radetzki (2016) 参照。

(27) 原油生産のためには、探鉱、開発、生産と巨額な投資が必要であり、一般に石油関連業界では、生産設備の固定費比率が大きく、各国とも生産量をできるだけを設備能力上限に近くに操業する経済的なインセンティブがあると考えられている。

4.3 考察

以上の分析結果から OPEC 産油国の行動特性をまとめる。

(1) 生産枠決定

OPEC 総生産枠変動量は市場の経済条件（在庫、価格、実質利子率）と有意に回帰しており、市場条件を反映して決定されている。また、OPEC 産油国による前期総生産量および前期総生産枠とも有意に回帰している。また、Market Share 期および Swing Producer 期に関して、回帰係数の値に差異があるのは、価格および実質利子率である。

国別生産枠は、各国統一的には市場条件と有意に回帰しておらず、このことは、国別生産枠決定においては、OPEC 全体の生産枠とは異なる論理で調整を行っていることを示唆している。サウジアラビアだけが生産量、在庫変化、価格等多くの変数と自国の生産枠が有意に回帰しており、符号条件は、OPEC 全体の生産枠分析とも整合的であることから、サウジアラビアが自国生産枠に影響力を有すると同時に、OPEC 総生産枠にも影響力があることが示唆される。また、OPEC 生産枠決定に際し、生産枠と在庫による長期的均衡関係による調整がなされていることも確認された。

(2) 生産量決定

各国の生産量決定に関する回帰分析では、市場条件に対応する、OPEC 各国の回帰係数は異なっており、OPEC 全体として統一的な行動特性は観察されない。ただし、各国の生産量決定に際し、各国生産枠と在庫による長期的均衡関係による調整は確認された。

この中で、サウジアラビアは、生産枠、在庫、価格、実質利子率等の広い範囲で有意な回帰を示しており、多くの市場条件を自国の生産量決定に反映させていることが明らかになった。また、サウジアラビアのみ、Market Share 期および Swing Producer 期の価格の回帰係数の値が大きく異なっており、また、符号条件も負となった。この結果とサウジアラビアが比較的高い余剰生産能力を保有している事実⁽²⁸⁾を勘案すると、サウジアラビアは自国の生産を抑制し、OPEC 全体の生産量を調整する調整役である可能性を示唆している。

反対に、先行研究で示された他 OPEC 産油国が相対的に低い順守率である事実と、低い余剰生産能力しか保有していない事実⁽²⁹⁾は、サウジアラビア以外の産油国が生産能力上限近傍で生産していることを示唆している。

サウジアラビアの戦略時期区分による分析によって明らかになったのは、Market Share 期と Swing Producer 期とで、サウジアラビアの各回帰変数の数値、有意性が変化しているが、その他産油国についてはサウジアラビアと同じ特性を示していないことである。このことは、各産油国がサウジアラビアの戦略によらず、独自に自国生産量を決定していることを示唆している。

以上より、OPEC 全体としては市場条件に応じて生産枠が決定されているが、サウジアラビア以外

(28) OPEC 各国の余剰生産能力に関しては Nakov & Nuno (2013) を参照。

(29) サウジアラビアが、他 OPEC 産油国よりも高い順守率で、大きな余剰生産能力を保有していることに関しては、Aguilera, R. F. & M. Radetzky (2016) を参照。

の産油国は必ずしも OPEC 全体で統一的な生産行動をとっておらず、サウジアラビアだけが、OPEC 全体の生産枠決定および生産量調整に大きく関与していることを示唆している。

5. まとめ

本研究では、OPEC 産油国各国の行動特性を分析するため、生産枠決定と生産量決定の2段階のプロセスに関して、価格以外に新たに在庫、実質利子率等の市場条件を考慮して計量分析を行った。その結果、価格、在庫、実質利子率の各市場条件の変化に応じた、OPEC 全体および産油国各国の行動特性が明らかになった。

OPEC 全体としては、各種市場条件に対応して総生産枠を決定しているが、各国の生産行動は統一的ではないことを明らかにした。サウジアラビアのみが、幅広い市場条件の変化に応じて、自国の生産枠および生産量を決定しており、また、その特性は、OPEC 総生産枠の決定と整合的であることが明らかになった。このことから、サウジアラビアが、自国の生産枠、生産量だけではなく、OPEC 全体の生産枠決定に影響を与えていることが示唆される。これらの結果から、サウジアラビアは OPEC のリーダーとして行動していると見なすことができる。

上記の市場条件と、生産枠決定、生産量決定のプロセスによる分析を Swing Producer 期と Market Share 期との戦略時期にも適用し、OPEC 産油国の行動特性を分析した。両方の戦略時期に関して、有意な回帰を示している変数が多いのはサウジアラビアであり、OPEC の戦略変化に関して、サウジアラビアが大きな影響を持っていることを示した。他方、その他 OPEC 産油国の行動は、サウジアラビアとは異なっており、また、統一的な行動特性を示しておらず、Market Share 期と Swing Producer 期の戦略変化に関しても、サウジアラビアが主導的な役割を果たしていることを示唆している。

これらの結果から、OPEC は協調して利益を最大化する典型的なカルテルではなく、また、サウジアラビアが主導的な役割を果たしていることが明らかになった。今後、実効性のある気候変動政策のためには、温暖化ガスの主要発生源である原油の供給メカニズムを明らかにすることが重要であり、OPEC を主導しているサウジアラビアの行動戦略を明らかにすることは、中でも重要な研究課題であると考えられる。

謝 辞

本論文作成にあたり、早稲田大学社会科学学術院の赤尾教授に懇切丁寧なご指導をいただき感謝いたします。また、査読いただいたレフリーの先生方には丁寧で建設的なコメントをいただき御礼申し上げます。

引用文献

- 有井哲夫 (2019) 「原油市場の構造と OPEC 産油国の生産行動」, 『社会学論集』 33 卷 30-46.
- ウォルター・エンダース (2019) 『実証のための計量時系列分析』 (新谷・藪訳), 有斐閣.
- (Walter Enders (2015) *Applied Economic Time Series, Fourth edition*, John Wiley & Sons, Inc)
- 通商産業省 (経済産業省) 監修『石油資料』平成 3 年 - 22 年, 石油通信社.
- 早川, 千木良 & 山本 (2008) 「非定常動学パネル分析」, 『経済研究』 59 卷 2 号 126-138.
- 森棟 & 坂野 (1993) 「計量経済学における回帰診断」, 『日本統計学会誌』 22 卷 3 号 557-583.
- Alhajji, A.F. & D. Huettner (2000) "OPEC and World Crude Oil Markets from 1973 to 1994: Cartel, Oligopoly, or Competitive?," *The Energy Journal*, 21, 3, 31-60.
- Aguilera, R.F. & M. Radetzki (2016) *The Price of Oil*, Cambridge University Press, "Chapter 3, OPEC and its behavior cannot explain oil's price performance."
- Alkhathlan, K., et al. (2014) "Analysis of Saudi Arabia's behavior within OPEC and the world oil market," *Energy Policy*, 64, 209-225.
- Almoguera P., et al. (2011) "Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative?," *Oxford Review of Economic Policy*, 27, Number 1, 144-168.
- Al-Yousef (1998) "Modelling Saudi Arabia Behaviour in the World Oil Market 1976-1996," *Economic Studies*, 3, (6) 11.
- Al-Yousef (2012) "Dominant role of Saudi Arabia in the oil market from 1997-2010," *The Journal of Energy and Development*, 2012.
- Ansari, D. (2017) "OPEC, Saudi Arabia, and the shale revolution: Insights from equilibrium modeling and oil politics," *Energy Policy*, 111, 166-178.
- BP (2019) *BP Statistical review of world energy, 2019* <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/oil/oil-production.html>, (Accessed November 23, 2019).
- Bremond (2012) "Does OPEC still exists as a cartel? An empirical investigation," *Energy Economics* 34, 125-131.
- Dagoumas A., T. Perifanis & M. Polemis (2018) "An econometric analysis of the Saudi Arabia's crude oil strategy, An econometric analysis of the Saudi Arabia's crude oil strategy," *Resource Policy*, 59, 265-273.
- Persyn, D. & J. Westerlund (2008) "Error-correction-based cointegration tests for panel data," *The Stata Journal*, 8, Number 2, pp. 232-241.
- Ditzen, J. (2018) "Estimating dynamic common-correlated effects in Stata," *The Stata Journal*, 18 Number 3, 585-617.
- Ditzen, J. (2019) "Estimating long run effects in models with cross-sectional dependence using xtccce 2," *CEERP Working Paper No.7*, March.
- EIA (2018) EIA HP, <https://www.eia.gov/todayinenergy/images/2018.02.01/chart2.png> (Accessed, Nov. 23, 2018).
- Ghoddusi, H., M. Nili, & M. Rastad (2017) "On quota violations of OPEC members," *Energy Economics*, 68, 410-422.
- Golombek, R., A. A. Irarrazabal & L. Ma (2018) "OPEC's market power: An Empirical dominant firm model for the oil market," *Energy Economics*, 70, 98-115.
- Hotelling (1931) "The Economics of Exhaustible Resources," *Journal of Political Economy*, Vol. 39: 137-175.
- IEA (2018a) *Key Energy Statistics 2018*.
- IEA (2018b) *World Energy Outlook 2018*, <https://www.iea.org/weo2018/>, (Accessed November 23, 2018).
- IEA (2018c) *CO₂ Emission from Fuel Combustion Highlights* (2018 edition).
- IPCC (2014a) *Change 2014: Mitigation of Climate Change*, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>, (Accessed November 23, 2018).
- IPCC (2014b) *IPCC Annual Report 2014*.
- Kao, C. (1999) "Spurious Regression and Residual-based Tests for Cointegration in Panel Data," *Journal of Econometrics*, Vol. 90, Issue 1, pp. 1-44.
- Kaufmann, R., K., et.al. (2008) "Determinants of OPEC production: Implications for OPEC behavior," *Energy Economics*, 30, 333-351.

- Kisswani, K. (2016) "Does OPEC act as a cartel? Empirical Investigation of coordination behavior," *Energy Policy*, 97, 171-180.
- Im, K., Pesaran, H., and Y. Shin (2003) "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels," *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
- Loutia, A. Mellios & Andriosopoulos (2016) "Do OPEC announcements influence oil prices?," *Energy Policy*, 90, 262-272.
- Maddala, G.S., Wu, S. (1999) "A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 61, 631-652.
- Nakov, A. & G. Nuno (2013) "Saudi Arabia and the Oil Market," *The Economic Journal*, 123, 1333-1362.
- Okullo, S. & F. Reynes (2016) "Imperfect cartelization in OPEC," *Energy Economics*, 60, 333-344.
- OPEC (2018a) *World Oil Outlook, 2018*.
- OPEC (2018b) *Annual Statistical Bulletin, 2018*.
- Parnes, D. (2019) Heterogeneous noncompliance with OPEC's oil production cuts, *Energy Economics*, 78, 289-300.
- Pedroni, P. (1999) "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, Special Issue, pp. 653-670.
- Pedroni, P. (2000) "Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels," *Advances in Econometrics*, 15, pp. 93-130.