講 演
Lecture

低油価時代の石油天然ガス開発 —日本の産官学はどのように対応すべきか—*

小 鷹 長^{**,†}

(Received January 29, 2016 ; accepted March 1, 2016)

E&P Business in Low Oil Price Period – How Should Industry, Government and Academy Behave? –

Takeru Kotaka

Abstract : The period of low oil price is a hard days for the E&P industry. With a reducing income, companies need to maintain their production and struggle for additional reserve to sustain their business. Although their approach varies by company, basic way of reaction is mostly the same; Sustainable production with optimized operation cost, selected and concentrated exploration target, minimized development and postponement of some projects, restructuring of company and employment. Besides these measures, one of the most important thing is the continuous recruitment of young talent to succeed the technical and non-technical know-how of the company and the industry.

Keywords : low oil price, shale oil, human resources

2014 年の夏に始まった油価下落は、2015 年を経て、1 年半以上続いている。この継続期間の長さは近年の油価下落の時にはなかったものである。この下落は上流業界にとっては逆風であり、さまざまな影響を及ぼしている。各社は収益が激減する中、将来の事業継続のために追加埋蔵量の積み上げを模索している。各社さまざまな独自の取り組みをしている中、共通的に取り組んでいるものもある。本論（講演）では、これらの要素のうちのいくつかを議論し、産業界として、官界・学会と協同して継続的に取り組んでいくべきものを確認する。

1. 本当に“低油価”なのか

40–50\$/b という最近の油価水準は、直近（2011–2014 年）の 100\$/b 超の時代から見ると低いレベルであり、10 年以上前の水準に相当する（図 1）。しかしそれ以前はさらに低い 20\$/b 前後の時代が 12 年以上（1980 年代後半～1990 年代）続き、上流産業界はその時代を生き抜いてきた。したがって、現在の油価水準は“絶対的な低油価”というわけではない。

(BP 統計に加筆)

図 1 原油価格推移

2. 米国シェールは脅威か？

米国陸上のシェール油ガス生産現場では、低油価に呼応するように、稼働しているリグの数はピーク時の半分以下になっている（図 2）。このようにシェール産業においては、開発 / 延期、生産 / 停止の調整が比較的容易に行えるため、短中期的には油価を反映したバランス役になりうると考えられる。新しい意味での価格に対する調整役であり、「新スウィングプロデューサー」（2015, JOGMEC 伊原）とも呼ばれている。

したがって、供給過多懸念のある米国シェールオイルは脅威にはならないと思われる。

しかし、稼働するリグ自体が少なくなっても、生産性の良い地域（スイートスポット）への集中と、掘削・水圧破

* 平成 27 年 11 月 4 日、平成 27 年度秋季講演会「低油価時代の石油天然ガス開発」にて講演 This paper was presented at the 2015 JAPT Autumn Meeting entitled “E&P Business in Low Oil Price Period” held in Tokyo, Japan, on November 4, 2015.

** 合同石油開発株, (石油技術協会会長) United Petroleum Development Co., Ltd., (President of The Japanese Association for Petroleum Technology)

† Corresponding author : E-Mail : t.kotaka@upd-tokyo.co.jp

碎技術の革新により、掘削費用が低減する一方、一坑当たりの生産量は増加している。このため採算限界は 40–50\$/b 程度と下がり、生産量自体も稼働リグ数ほどは減少が顕著には表れていない。これは掘削後の仕上げ作業に半年から 1 年かかり、生産開始までタイムラグがあることも関係している。したがって、生産量の推移については今後もさらに注意深くみていく必要がある。

3. 油価は回復する

各エネルギー研究機関においては、原油の需要は堅調に増加すると予測されている (IEA, JOGMEC, IEEJ)。その需要増加に見合う供給を実現するためには、2020 年までに 70–80\$/b を必要とするという分析もなされている (図 3, JOGMEC)。

ただし、1–2 年の短期では 40–60\$/b が継続する可能性があるものの、その低油価が持続することは供給の不足をもたらし、結果として油価は反発するものと見込まれている。油価はサイクルで変動するものと理解すべきである。

4. コストは下がる

図 4 は、上流コストと油価変動を 2000 年を 100 として指数で示したものである。

2004–2008 年の油価上昇局面では、上流コストも油価を追うように上昇している。2009 年リーマンショック時には、油価指数は 401 → 156 と 4 割以下に落ち込むが、コスト指数は 230 → 200 と少し下がるにとどまる。その後 100 ドルを超える 2011–2014 年の高油価時にはコスト指数も 230 と高止まりする。2015 年油価が半分以上に下落すると、コスト指数は 230 → 184 と下がる傾向が認められる

以上から、次のことが言える。

- ・油価上昇時は上流コストもそれにしたがって上昇するが、油価下落時にはコストの低下は鈍く反応する（下方硬直性がある）。
- ・上流コストの変動幅は油価変動幅の約半分程度である。
- ・コストの上昇・下落のタイミングはほぼ油価の変動にマッチしている。

したがって、上流コストがどこまで下がるか、いつ反転するのかは、現在下落中の油価がどこまで下がるのか、い

図 4 上流投資コスト指数 (UCCI) と原油価格

つ底を打つのかによると言える。

5. 我々はどうすべきか

石油・天然ガスは 2040 年でも世界の一次エネルギー供給の半分以上を占めるとされている (石油 29% + ガス 24% = 53%, IEEJ, 2015)。

したがって、資源としても、上流産業としても当面なくなることはないし、供給期待に応えるためには、産業界としても追加的な発見・開発・生産を持続的に行っていく必要がある。

このための実際の対応は個社によって異なるものになるであろう。たとえば、会社の体力、得意分野・活動地域の違い、事業戦略の違いによりさまざまな対応の仕方があり得る。

しかし普遍的な対応もある。突き詰めていけば、一般論に近くなるが、集中と選択、戦略的観点からの事業ポートフォリオ拡大、価格変動/事業リスクへの対応能力強化などである。具体的には、支出を抑えつつ、生産を効率的に継続することが第一である。

以下それぞれに考察する。

普遍的な対応：生産

生産分野ではまず、高油価時に高騰した生産操業コストは油価と比例して下げる必要がある。これには、コントラクターも含めた一体となった取り組みが大切であり、業界全体として逆風に立ち向かわなければならない。

操業現場では、既存のリソースを最大限活用し、効率的な操業を心掛ける。

大きな設備投資は避けて、必要最低限の維持投資を中心とすることが肝要である。生産量の飛躍的拡大は目指さず、生産量減退を抑制する工夫にまずは集中する。

普遍的な対応：探鉱

探鉱分野についても同様な考え方で、集中と選択が基本となる。

地域・対象の厳選、得意な分野への集中により、探鉱の効率（確率）を上げることが必要である。

大型投資となる大水深・極地などは当面スローダウン～塩漬けせざるを得ない。低コスト、中小型案件への偏向はやむを得ないが、下がるコストを利用した探鉱活発化という考え方も、一方ではあり得る（逆張りの発想）。

普遍的な対応：開発

メジャーといえども、開発投資額は大幅に削減されてきている (図 5)。

図 5 欧米メジャーの投資額推移

仕掛中案件は最小限で継続する。そのためには、効果的、効率の良い投資（追加穿孔、層替えなど）を優先することも必要になる。

最終投資判断（FID）前の案件は一部先送りすることも考えなければならない。特に LNG プロジェクトなどは長期的な需要 / 供給バランスを見極めることがここ数年は特に重要である。

また一方、低油価・低開発コストを利用した開発促進もないわけではない。

普遍的な対応：体制の効率化

欧米の石油会社では、コスト削減の一手段として人員削減が盛んに行われている。労働力流動性の高い欧米ではこの手法は有効であるが、日本では流動性がそれほど高くないため、あまり効果はなく、逆にいったん削減すると必要な時に回復できないダメージとなる恐れもある。

したがって、せいぜいできるのは効率的な組織体制を作り上げることくらいであろうか？

6. 普遍的な対応：人材

図 6、表 1 は日本の石油開発技術者の数を 2006 年と 2011 年で比較したものである。

現 状

まず、2011 年の年代別人員構成を見てみると、45-49、50-54 歳のベテラン（1957-1966 生）が 17% ずつで最も多く、1977-1981 生れ 30-34 歳の若手が 7.7% で少ない。

5 年間での変化

2006 → 2011 年の 5 年間での変化（図の青→赤）を見ると、20 才代：大学卒・大学院卒採用で 5 年間で増加している

30 才前半（若手）：5 年間で人数的には変わらない（教育・育成期間にあるためと考えられる）

30 才後半-50 才前半（中堅～ベテラン）：どの年代も 5 年間で 86-88% に目減り（自然減であろうか？）

50 才後半：一部退職等により 70% に減少

60 才前半：定年退職するも、一部再雇用で 40% 近くは維持

60 才後半以降：わずかに残る。

以上から次のことが明らかである。

- ・ いったん採用したら、それ以降中途で増加することはない。
- ・ 採用時の少人数の谷はそれ以降も谷として残る。

これをさらに年齢別構成で詳しく見ると、次の図 7（2011 年末）のようになる。

人員数の谷は 2000 年入社（～ 1977 年生まれ）にあり、例年の半分程度、さらに前後の年でも少なくなっている。この層の採用を決定したのは、1998 年油価どん底（12.7\$/b）の時代であり、上流産業の将来が見えない中、採用人数の抑制が図られたものと考えられる。この谷はそれ以降においても谷のまま残り、いったん業界の外に置かれた人材は戻ってきていないことを示している。

以上から、油価に左右されないコンスタントな採用・育成が必要なことは明らかである。これは明白な意思を持って実行されなければならないことである。

もう 1 つ、技術伝承の意味合いから、再雇用の維持拡大を図る必要がある。すなわち元氣な年配者をもっと使うということである。そのためには報酬は現役時代の半分などという硬直的なものではなく、モチベーションを維持する

(AAPG, 2011)

図 8 米国探鉱技術者の年代別構成

表 1 石油開発技術者年代別構成変化表

(石油鉱業連盟 2012)

誕生年代	2011 年 年齢	今回	前回	今回	前回	今回 / 前回
		人数		パーセント		パーセント
1946 年以前	65 才以上	7	19	0.3	0.8	36.8
1947 ～ 1951	60 ～ 64	98	261	4.1	10.6	37.5
1952 ～ 1956	55 ～ 59	229	321	9.5	13.0	71.3
1957 ～ 1961	50 ～ 54	411	463	17.0	18.8	88.8
1962 ～ 1966	45 ～ 49	407	471	16.9	19.1	86.4
1967 ～ 1971	40 ～ 44	280	323	11.6	13.1	86.7
1972 ～ 1976	35 ～ 39	262	297	10.9	12.0	88.2
1977 ～ 1981	30 ～ 34	185	188	7.7	7.6	98.4
1982 ～ 1986	25 ～ 29	311	95	12.9	3.8	327.4
1987 年以降	24 以下	211	30	9.2	1.2	736.7
計		2,411	2,468	100.0	100.0	

ための柔軟な制度設計が必要である。

人員構成の海外との比較

世界的な学会である米国の AAPG（全米石油地質学会、図 8）と SPE（全米石油エンジニア協会、図 9）について年齢構成を検証した。

両学会とも、同じような年齢分布を示し、1988/92 入社組を谷とする二山を形成している。この谷は、日本の谷（2000 年入社）に先立つこと 10 年であり様相は異なっている。その原因は明らかではないが、油価変動に対する日米の対応の違いが影響している可能性がある。

7. 人材：採用と育成

技術力の維持・承継・発展のためには、学生の採用に始まり、若年層の育成過程において、産官学の連携した取り組みが必要である。

実際、石油技術協会の取り組みとしては、春季講演会における学生優秀発表選定、技術委員会の地方大学での開催、学生対象の現場見学会の実施（地質編、物探編）、などを行っている。

一方、産学連携講座による業界情報の学生への提供なども行われている。

産官の取り組みとしては、若年層の早期育成を目指して、JOGMEC 基礎講座、石油鉱業連盟基礎講座、INPEX（国際石油開発帝石株）研修などが行われている。

また社内における技術承継のために、ベテランをメンター（指導員）とした実業教育が各社で行われつつあり、その場への再雇用者の活用も始まっている。

これらは、今後もさらに拡充していかなければならない。

8. その他に考えるべきこと

日本の強みをいかにのばすか？特にエンジニアリング部門で優位性が発揮できる可能性があると言われる。日本人の得意な、プロセスの最適化、プロジェクト管理、標準化・モジュール化などの分野で、世界をリードできる。これは技術の伝承にも有効な手段として役立つものであろう。

9. 最後 に

世界経済の発展を予測すると、需要の伸びは確実である。それを満たすための油価レベル 70/80\$/b はいつかは必ず来る必然である。これは世界各国のエネルギー研究機関（IEA, JOGMEC, IEEJ）が一様に予測している。

来たるべきサステナブルな油価実現を確信して、将来的な供給不足リスクを回避すべく、石油開発を推進していこうではないか。

あとがき

これを書いている 2016 年 1 月の時点では、2015 年 11 月の講演時より、油価はさらに下落し 30\$/b を切る水準まで落ち込んでいる。また、下落の理由も、単純な需給関係だけではなく、アメリカの金融引き締め、利上げに伴う投資資金の引き上げも大きな原因と考えられるようになってきた。したがって、講演時より実際の状況はさらに変化しているが、本論では講演時に考察した内容に限って取りまとめた。いずれにしろ、今後も経済動向には特段の注視が必要である。

参 考 文 献

- BP, 2015 : BP 統計 2015, 2016 ; <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/oil-review-by-energy-type/oil-prices.html>.
- JOGMEC, 2015 : ブリーフィング資料（6 月）、非在来型石油天然ガス資源の採掘技術の国際比較を考える（伊原 ），2016 ; https://oilgas-info.jogmec.go.jp/report_pdf.pl?pdf=1506_b03_ihara%2epdf&id=6448.
- JOGMEC, 2015 : ブリーフィング資料（9 月）、石油市場に関する考察（スライド 33）。2016 ; https://oilgas-info.jogmec.go.jp/report_pdf.pl?pdf=1509_b01_takagi_n%2epdf&id=6518.
- JOGMEC, 2015 : ブリーフィング資料（10 月）、米国シェールオイル生産を除く主要産油国の石油供給に関する分析（スライド 5, 15）。2016 ; https://oilgas-info.jogmec.go.jp/report_pdf.pl?pdf=1510_b01_takehara_takagi_mashino%2epdf&id=6532.
- IHS Energy, 2015 : IHS Upstream Capital Costs Index (UCCI). 2016 ; <https://www.ihs.com/Info/cera/ihsindexes/index.html>.
- 日本エネルギー経済研究所 IEEJ, 2015 : アジア / 世界エネルギーアウトLOOK 2015. 2016 ; <http://eneken.ieej.or.jp/data/6332.pdf>.
- 石油鉱業連盟（2012）、資源評価スタディ 2012 年。
- AAPG, 2011 : A Column for You (th) By Paul Weimer, Explorer, September 2011 issue. 2016 ; <http://www.aapg.org/Publications/News/Explorer/Column/ArticleID/2396/A-Column-for-You-th>.
- SPE, 2015 : Membership Demographics (2014 Year-End). 2016 ; <http://www.spe.org/about/demographics.php>.

図 表 一 覧

(JOGMEC 2015/10)

図 2 米国の原油価格と稼働リグ数, 原油生産量の比較

(石油鉱業連盟 2012)

図 6 石油開発技術者年代別構成変化図

(JOGMEC, 2015/9)

図 3 世界の原油, 需要と供給試算

(SPE, 2015)

図 9 米国石油エンジニアの年代別構成

(石油鉱業連盟 2012)

図 7 2011 年末現在の石油開発技術者年齢別構成