

資源部会分科会「埋蔵量フォーラム」からの報告

その埋蔵量に自信ありますか？（その２）

伊藤忠石油開発(株)常務執行役員、尾上哲

１．はじめに

2004 年 1 月、シェル社が保有資産としての石油・天然ガス埋蔵量を大幅に下方修正し、石油関連業界が揺れ動いた。従来比較的に緩やかにとらえられてきた埋蔵量の概念に対し、近年、格付け会社などによる企業評価が行われるようになった結果、企業資産や業績に関わる情報開示という観点からの見直しが必要となってきた。しかしながら元来、不確実な要素が多い石油・天然ガス埋蔵量を、会社資産のブックイングというレベルで合理的に評価する基準は整備されていないのが現状であり、このことが国際石油産業界で大きな問題となってきた。現在米国では上場石油企業に対し、米国証券取引委員会（SEC）の可採埋蔵量定義、所謂「SEC 基準」による報告が義務付けられており、これが国際的にも準拠される方向にある。しかしながら 30 年前に構築された同基準は未だに一度も改定されていないこともあって、各所に非合理性、現実との乖離がみられ、シェル社の例のような混乱の原因ともなっている。

日本企業が国際的な活動を行っていく中で、自社の石油・天然ガス資産を適切に評価し、情報開示していくことは避けて通れない課題であると思われる。石油会社にとって最も基本的な価値のベースでありながら、その取り扱いは明瞭な基準が無く簡単ではない。このような情勢に鑑み、石油学会資源部会は 2005 年 6 月、本邦石油開発企業、商社、銀行、および資源機構 JOGMEC からメンバーを募り、本テーマを実践的な観点から検討し、適宜その成果を関係企業・学会に還元していくこととし、分科会「埋蔵量フォーラム」を立ち上げた。同分科会の活動報告としては、PETROTECH、2006 年 3 月号に大野健二氏が「その埋蔵量に自信ありますか」を発表している。本稿は分科会での検討内容を更新しつつ、これを再編集したものである。

２．分科会「埋蔵量フォーラム」

分科会は、石油開発企業 8 社、エネルギー系商社 2 社、銀行 2 社及び石油天然ガス・金属鉱物資源機構からの 13 名のメンバーで構成している。2005 年 6 月より隔月程度の会合を開催して、調査や議論を進めてきている。

本分科会に参加するに際して各社の問題意識を披露しあったところ、「連結決算で親会社から情報開示を求められている。」「米国市場に上場しているため SEC 宛の報告が義務付けられている。作業量が多い。」「株式市場からの資金調達には今後開示が必要となる。」「年次報告をするのに役立つ情報がほしい。」「各社の評価業務の実態を知りたい。」等々、様々であった。このフォーラムで何をやるかについて議論した結果、当面は SEC/SPE 基準の差

異について勉強しつつ、差し支えない範囲で各社の課題を具体例として検討する中で、参加者の知識・情報レベルを底上げし、まとまった調査結果を学会ホームページ等で提供していくこととした。

これまでの会合で議論された内容には以下のようなものがある。

事例紹介 SEC 基準を適用した埋蔵量評価 (SEC 基準の問題点)

CERA レポートのサマリー紹介

-関連 AAPG 会議参加の報告

事例紹介 米国上場企業の SEC Form 20F に対応した報告の実際

Entitlement に与える油価の影響(契約別)計算例

事例紹介 開発工事中ガス田の埋蔵量評価 (SEC/SPE 比較)

事例紹介-オイルサンドの確認埋蔵量計上について

事例紹介 複雑なガス田における埋蔵量評価

事例紹介 フラクチャー型油田の埋蔵量評価

-IASB「国際会計基準」の動向

-各国埋蔵量定義の比較

3. 埋蔵量情報のもつ本質的な不確実性

石油・天然ガス貯留層は、見たり触れたりすることのできない地下の地層であるために、埋蔵量算定のためのパラメーターの不確実性を避けることはできない(図2)。

地下数千メートルに存在する、ジュラ紀/白亜紀あるいはもっと若い地層の中の、砂岩や石灰岩の微小な空隙内に、石油・天然ガスが地層水とともに閉じ込められていて、地表からのアクセスは最終口径 20cm 程度の数本の井戸によるのみであり、その個別性、不均質性、不確実性は避けられない。

石油・天然ガスが存在するこのような状況から、これらの量(埋蔵量)の評価に利用できる情報は非常に限られたものになる。すなわち、地表から送られた地震波が地下の地層境界で反射されて戻ってくる波の解釈から求められる地下構造のおおよその形、周辺地表の露頭及び井戸掘削屑の観察による地質情報、物理検層による井戸壁周囲1m以内の岩石の電気的性質・密度・弾性波伝播速度情報、採取された直径10cmの地層コアサンプル、温度・圧力データ、生産テストデータと生産流体等が、入手できる情報のほとんど全てである。このうち井戸は初期段階では数平方kmから数百平方 km の面積に数坑程度しかないのが普通である(1 坑の掘削に 10 億円～数十億円かかるため)。石油・ガス層がもともと持っている自然の堆積物としての不均質性、不連続性から生ずる不確実性と、情報量が限られることによる不確実性が必然的につきまとう。

石油会社が近年対象としている油ガス田は、1960 年・70 年代に発見されたような規模が大きく、シンプルで均質な構造のものではなく、小規模・複雑なものが多くなっており、このため油ガス層の広がりや分布の把握も、またその経済的生産可能性の把握も一層不確実になる。近年では不確実性のリスクを数

値で表現する確率論的な埋蔵量評価法も普及してきているが、これで不確実性が減少する訳ではない。

油ガス田の操業者はこのように限られた情報に基づいて原始埋蔵量を算出し、数値シミュレーションなど種々の方法で各年の生産可能量を推定し、また開発と生産操業のコストを算定し、原油・ガス価格を予測し、権益保有期間あるいは経済限界までに生産可能と推定される量、すなわち可採埋蔵量を算出する。油ガス田の埋蔵量は開発初期段階で最も不確実であり、開発井が掘削され、生産が進んで情報が増えると徐々に確度が上がることになる。

4. SEC 基準の問題点

これまでの調査により、SEC 基準には以下のような問題点があることが分かった（表 1 参照）。

会社資産として開示すべき埋蔵量を「確認埋蔵量」のみに限定している（石油企業の探鉱開発過程で取り扱われる埋蔵量のごく一部を表現するに過ぎず、企業価値の一部に相当する。図 1 参照）。

「確認埋蔵量」に分類される事業の成熟度を厳しく限定しており、事業としての相場観と乖離している。

生産能力は原則として坑井テストによる確認が必要とし、通常行われている検層やコアからの生産能力評価を認めていない。

水平方向・垂直方向への埋蔵の広がりの評価に、近年の技術進歩の結果が反映されない（坑井データが偏重され、地震探査データ、油層シミュレーションなどの適用が容認されない）。

増進回収法による増油の確認埋蔵量への組み込みに、パイロットテストの成功が義務付けられている。

確率論的な埋蔵量評価手法を認めていない。

特定の日（期末日）の原油・ガス価格・コストを用いて可採埋蔵量の評価（採算性検討）を行うよう義務付けている（近年のように油価変動の大きな時期には大きな影響を受ける。PS 契約の場合、油価の上昇がエンタイトルメント埋蔵量の減少となって評価される）。

これらは以下のような状況をもたらしている。

- ・ SEC 基準は 1970 年代に米国テキサス、オクラホマなどの陸上油田を対象に構築されたもので、技術的には 60 年代のものがベース、当時は油価もほとんど変動が無かったなど、現在の状況とはかけ離れている。
- ・ どこまでを権益分埋蔵量と認めるか？ 米国の法体系、財務条件と全く異なる法令が世界各国にあり、どこまでを権益分と認定するかの基準が曖昧である。
- ・ 事業者が投資判断、事業判断する埋蔵量基準とは乖離した基準となっている。

- ・ SEC 自身が古い基準を根本的に変更できないまま、埋蔵量ベースの会社買収が繰り返される熾烈なビジネス環境にさらされている業界との間に軋轢が高まっている。
- ・ 公表される埋蔵量数値から各種指標が計算され、一種の企業ランキングとして扱われているが、SEC 基準埋蔵量に基づくものは実用的ではない。

5. 世界各国において異なる埋蔵量の定義

各国それぞれ異なる埋蔵量の定義を採用している。しかしながら、石油最大のマーケットであり、資金力、技術力の関係から、米国の2基準(SEC 基準と SPE 基準)が国際的に大きな影響力を持っている。ただし両基準には大きな隔たりがある(表 1 参照)。

SPE(石油技術者協会)の石油ガス埋蔵量委員会は、2005 年 10 月、各国の埋蔵量定義(以下)を比較した結果を公表した。

- ・ 米国 Security and Exchange Commission(SEC - 1978)
- ・ 英国 Statement of Recommended Practices(SORP - 2001)
- ・ カナダ Canadian Security Administrators(CSA - 2002)
- ・ ロシア Ministry of Natural Resources(RF - 2005)
- ・ 中国 Petroleum Reserves Office(PRO - 2005)
- ・ ノルウェー Norwegian Petroleum Directorate(NPD - 2001)
- ・ 米国 US Geological Survey(USGS - 1980)
- ・ 国連 UN Framework Classification(UNFC - 2004)

カナダの基準およびガイドラインは確率論的手法の適用について先駆的な内容を提示している。国連の基準は未完ではあるが、プロジェクト実現に関わる不確実性を適切に表現する方法を提示している。SPE はこれらの内容を取りこむ形で、多くの関係者に納得の行くものを早急に合意したいと考え、主導的な働きをしている。

6. おわりに

埋蔵量は本来不確実なものである。この「不確実さ」を定義し、共通の基準を作ることには、重要だが大変に困難な作業である。世界の多くの関係者が知恵を出し合っている。日本の石油業界も情報開示の要請を避けて通ることは出来ない。

石油学会資源部会分科会「埋蔵量フォーラム」では、日本企業の為の基準を作ろうとしている訳ではない。ホームページ等において、世界の動きを紹介しつつ、関係する方々の意見交換の場を提供していればと考えている。

参考文献

- 1) SEC, Financial Accounting and Reporting for Oil and Gas Producing Activities Pursuant to the Federal Securities Laws and the Energy Policy and Conservation Act of 1975 Reg. § 210.4-10.
- 2) World Petroleum Council, WPC/SPE/AAPG Petroleum Reserves and Resources Definitions, Mar.1997
- 3) CERA Report, In Search of Reasonable Certainty、 Oil & Gas Reserves Disclosure , Feb. 2005
- 4) Comparison of Selected Reserves and Resource Classifications and Associated Definitions, SPE, Oil and Gas Reserves Committee, Mapping Subcommittee, Final Report, October4 2005

図1 SECによる「確認埋蔵量」と
国際学会による埋蔵量定義（出典2に追記）

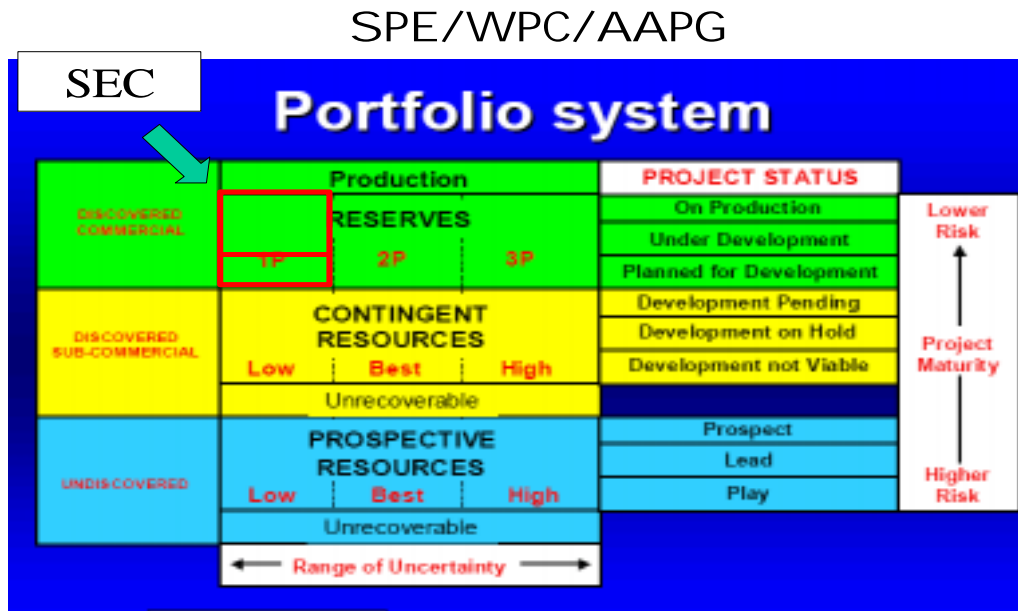


図2 石油天然ガスの埋蔵する地層と評価に用いる情報

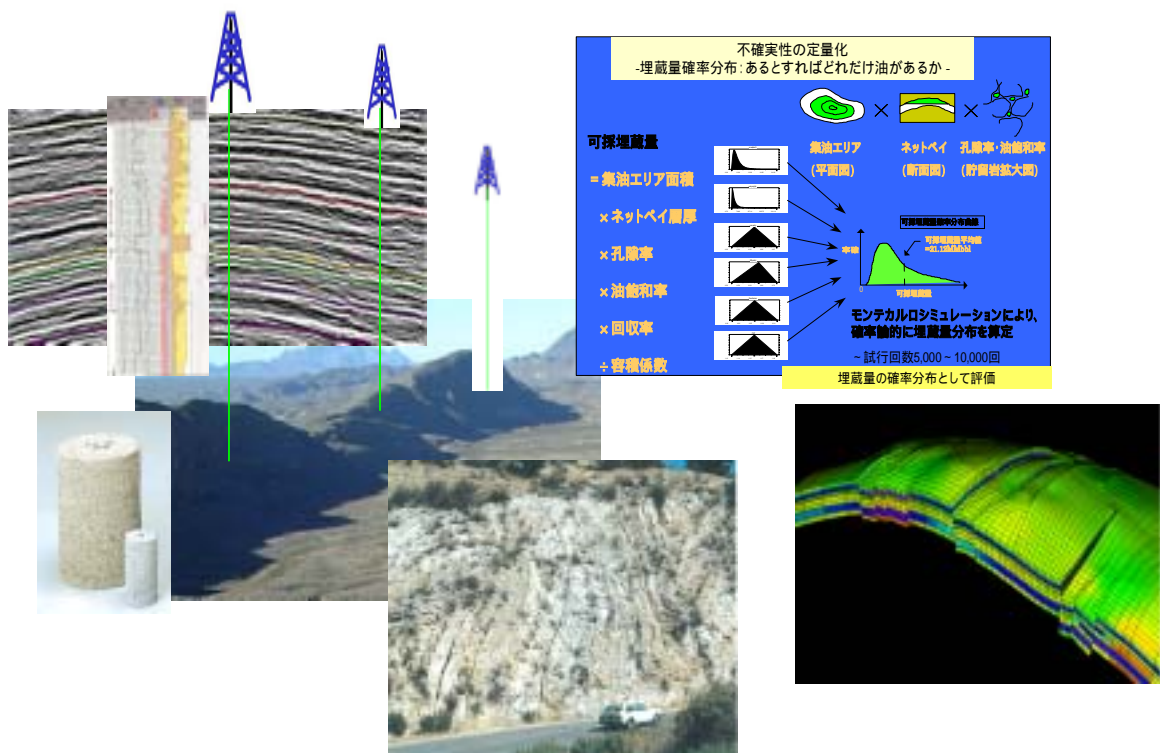


表1 SECとSPE/WPCの埋蔵量定義

資源部会「埋蔵量フォーラム」編

	SEC	SPE/WPC
制定年	1979年 (Regulation S-X)	1997年 (Petroleum Reserves Definitions)
埋蔵量定義の対象	確認埋蔵量 (Proved Reserves) のみ定義。確認埋蔵量の総量 (Total Proved)、及び、既存坑井・施設・操業方式によって採取可能な確認埋蔵量 (Proved Developed) の報告を義務付けている。	不確実性 (Uncertainty) の程度に応じ、確認埋蔵量 (Proved Reserves, P1)、推定埋蔵量 (Probable Reserves, P2)、予想埋蔵量 (Possible Reserves, P3) を定義。
確認埋蔵量の定義	既存 (existing) の経済条件及び操業条件の下で、合理的な確実性をもって (with reasonable certainty)、評価時点以降に回収され得る炭化水素量。	現在の経済条件、操業手法、法律の下で、合理的な確実性をもって (with reasonable certainty)、評価時点以降に商業的に回収され得る炭化水素量。
確認埋蔵量評価における主な相違点		
A. 事業の成熟度	<p>確認埋蔵量 (Proved Reserves) に分類されるためには、市場及び経済性のある採取・処理・出荷方法が存在し、近い将来に実現することが確実でなければならない。また、生産・処理・出荷施設建設に関する企業の確約が不可欠である。これらは、次のような事実で確認される。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生産物の販売契約の締結 2. 入札実施の確約書 3. 実施主体と政府との覚書 (MOU) 4. 確固たる作業計画及びスケジュール 5. 施設建設のための支出の承認 6. インフラ整備資金調達の借り入れの承認 7. 建設着手 	<p>確認埋蔵量に分類されるためには、生産処理及び市場までの出荷施設が操業可能な状況にあるか、将来、合理的な期待をもって (with reasonable expectations) 設置される見込みである必要がある。</p> <p>なお、2000年にSPE/WPC/AAPGは、資源量 (Resources) をReserves, Contingent Resources, Prospective Resourcesに分類。その中では、確認、推定、予想の如何を問わず、埋蔵量 (Reserves) と分類されるためには、商業性のある開発計画が立案されており、その実行に関して硬い意志表示 (a firm intent) がなされていること、また、合理的な時間内に開発作業開始が見込まれることが必要としている (一般的には5年以内、販売契約が成立しているガ</p>
B. 生産能力の判断	原則として坑井テストによる確認が必要。但し、同一油ガス田の類似貯留層において生産能力が実証されている場合には、検層及びコアデータから、生産能力を確認することができる。	原則として坑井テストによる確認が必要。但し、同一地域内の類似貯留層において生産能力が実証されている場合には、検層あるいはコアから、生産能力を確認することができる。
C. 対象領域 (水平方向)	貯留層の連続性は、生産データあるいは圧力データによって確認される必要があり、そうでない場合には、生産能力が確認された坑井から一定範囲内 (法定、あるいは技術的に正当化し得る範囲) のみが、確認埋蔵量の対象となる。坑井数が限定された貯留層に対し、油層シミュレーションは信頼できる手法とは言えず、また、震探データのみでは不十分としている。	地質的・工学的データによって合理的な確実性をもって裏付けられていれば、生産能力が確認された坑井から一定範囲外であっても貯留層の連続性は認められ、確認埋蔵量の対象とすることができる (例: 3D震探)。
D. 対象領域 (垂直方向)	坑井によって生産能力が確認された深度以浅のみが確認埋蔵量の対象。	地質的・工学的データによって合理的な確実性をもって裏付けられていれば、坑井によって生産能力が確認された深度以深も確認埋蔵量とすることを認めている (例: 圧力勾配、好条件下の震探データ)。
E. 増進回収法	対象地域において通常の商業操業で用いられている手法であれば、増油効果を確認埋蔵量に加えることができるが、そうでない場合は、対象貯留層においてパイロットテストが実施され、技術的・経済的に成功が実証されている場合にのみ、確認埋蔵量に算入可能。	一般的には商業的に実証されていない手法であっても、同一貯留層あるいは類似性状を持つ貯留層においてパイロットテストによって商業性が確認されている場合は、確認埋蔵量に算入可能。
F. 確率論的評価法	確率論的評価について明記していない。SECスタッフは、既存の基準を尊重する限りにおいては、確率論的手法の使用は否定していないとコメントしている。	<p>決定論的手法と確率論的評価手法の両者を認めている。確率論的手法も用いた場合は、P_{90} が確認埋蔵量 (P1) に相当する。</p> $P_{90} = 1P = P1$ $P_{50} = 2P = P1 + P2 \text{ (すなわち、} P_{50} - P_{90} = P2)$ $P_{10} = 3P = P1 + P2 + P3 \text{ (} P_{10} - P_{50} = P3)$