

エネルギー資源の現状と将来（５）＜石油－その３＞

先月は石油（原油）の成因について、今までの有機成因論とは全く異なる「無機成因論」について詳細に勉強してみました。読者の中には、無機成因論は初めて聞く話であり、大変驚き、興味をお持ちになった方もいるのではないかと思います。さらに専門的な情報を望まれる方は、是非関連の文献などをお探しください。

さて、今月は石油の探鉱、掘削などに関する最新技術を紹介してみたいと思います。日頃、電子・磁気関連の仕事や勉強をされている読者には直接お役に立てる情報ではありませんが、エネルギー資源の最先端の技術を知っておくことも何かに役立つことがあるかもしれません。

（2-8）油田の探鉱・開発の手順

地下に石油（原油）が溜まっている場所を「油田」と言い、原油を見つけて利用するためには、油田の有りそうな場所を特定して実際に坑井（井戸）を掘り、油を見つけた場合には地下から取り出して消費地まで輸送する事が必要です。油田の探鉱とは前者の作業を指し、後者の作業を油田の開発と言います。



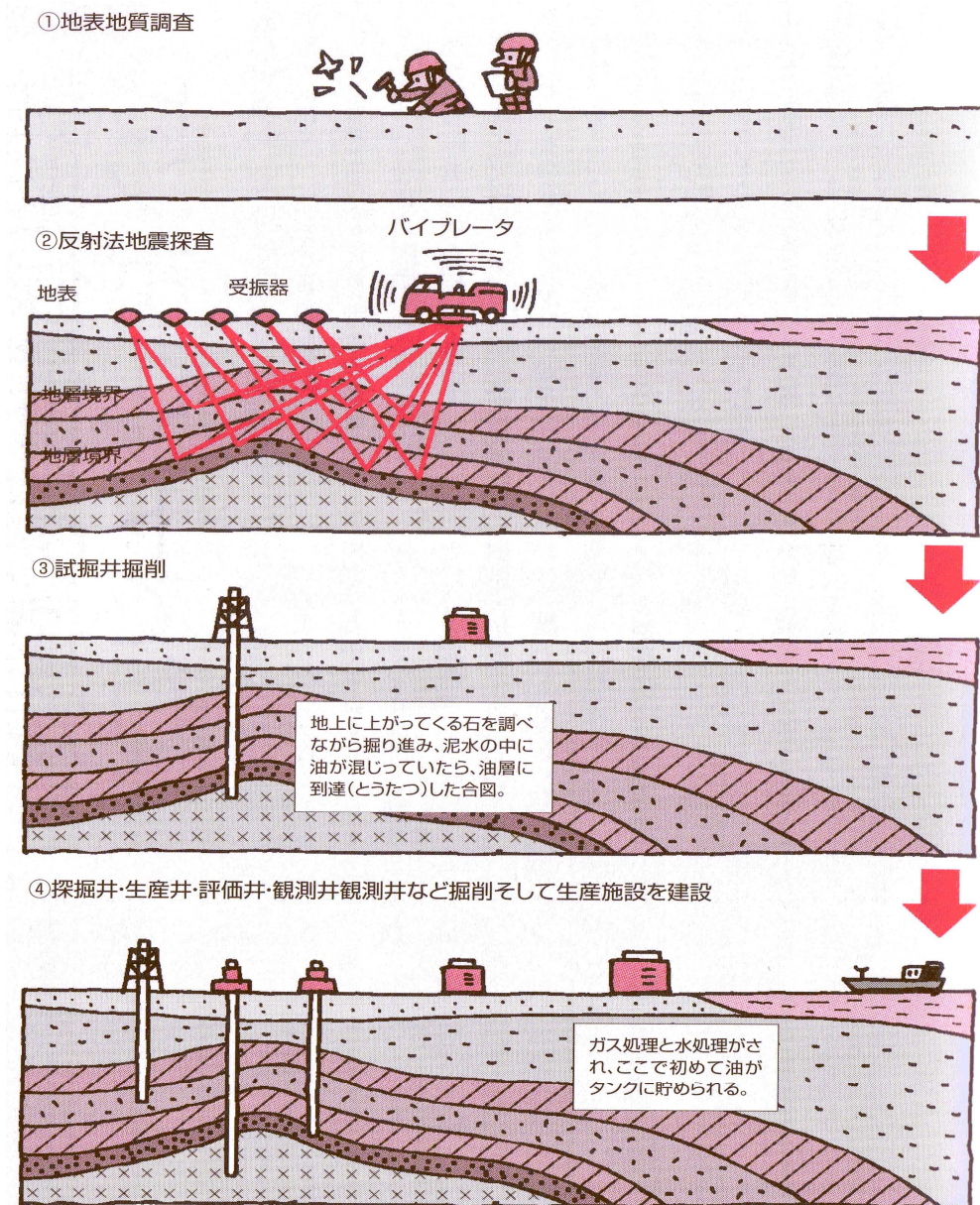
JAPEX 石油資源開発株式会社ホームページより

一般的に油があるのは地下数千メートルという、非常に深い場所なので、井戸を掘るのには莫大な費用がかかります。この為、井戸を掘らずに、地表の地質状況から根源岩や貯留岩の有無を検討したり、微小な人工地震を起こして地震波を観測したりする（反射法地震探査）事により、地下にトラップが存在しているかどうかを調べたりします。これらの調査結果から油田が有りそうと判断した場合には、数十億円規模の費用を費やして井戸を掘削し、油の有無を実際に確かめます。この原油を見つける為の井戸を試掘井と言います。

試掘井で商業規模の油田を発見できる割合は、現在の各種技術を駆使しても数パーセント程度とされています。幸運にも油を発見できた場合には、次に地下に存在する油の量（原始埋蔵量）や地上まで取り出す事のできる油の量（可採埋蔵量）を推定します。

この油田の広がりや生産性を評価する為の井戸を試掘井の周辺を数本程度掘削します。そして油田を開発するには、さらに実際に油を取り出す為の生産井を多数掘削します。また、水

やガスを地下の油層に押し込んで、効率良く油を生産する為の井戸（圧入井）を掘削する事も一般的です。地上では取り出した油から天然ガスや水を分離する施設を建設し、消費地へ向けて出荷するパイプラインやタンカーを準備します。これら油田の開発には、数百から数千億円のコストを要する事から、油田開発にはそれに見合うだけの可採埋蔵量が必要となります。



油田の探鉱・開発の手順

(2-9) 試掘地を選ぶための最先端技術

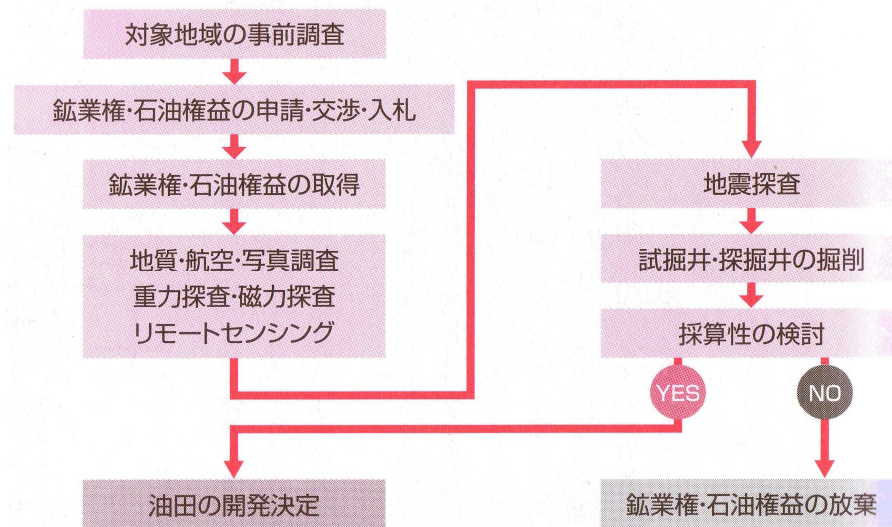
石油探鉱の第一歩は、文献や資料による地質的評価を実施するとともに、政治経済的安定性や立地条件を検討し、有望と判断される地域の鉱業権を取得することです。石油地質評価のためには、リモートセンシングや航空写真解析も用いられます。

続いて、地質・地化学調査、重力・磁力探査などを実施することで、堆積盆地の広がり、油を生成する根源岩の性状、あるいは地下の地質構造の概要などを把握します。

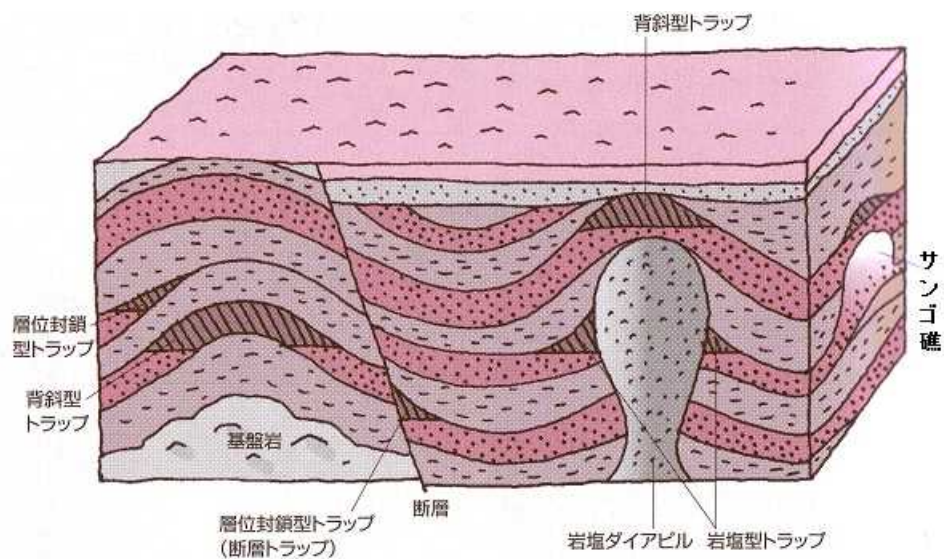
地下深くの根源岩から生成された油は、水より比重が軽いため、長い年月をかけてゆっくり上方へ移動し、最終的には地上に染み出してきます。この時、油の移動経路にある岩石に、隙間を持つ貯留

層が油をトラップする構造を成して分布していれば、油層が形成されます。

油をトラップする構造は、お椀を伏せたような**背斜型トラップ**、巨大な**岩塩ドームの縁**、あるいは断層によって**連続性が遮断された場所**等です。



石油・天然ガスの探鉱手順

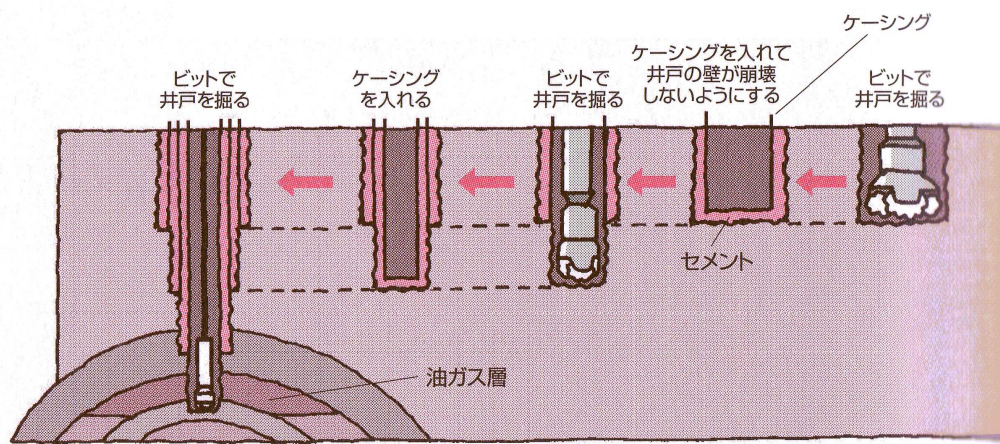


地下構造と油ガス田（トラップの種類）

このような地下構造を見つけるために**地震探査の技術**が利用されます。地震探査は、地表で人工的に起こした地震波が地層境界面で反射して戻ってきたところを地震計の一種である受振器でとらえて地下構造の形状を調べる方法です。人工地震を起こすために、陸上では爆薬や機械的振動を、海上では圧縮空気を主に使用します。最近では、受振器を平面上に多数配置して地震波を記録する三次元地震探査もよく行われています。

地表・地質調査や地震探査等の複数のデータを総合的に解析し、油を生成する根源岩、油が貯まる貯留岩を想定し、根源岩から貯留岩へ油が移動集積している可能性の高い場所を探します。その後、油がどれだけ集積しているかを示す油の埋蔵量を計算し、最も油が集積している可能性が高く、埋蔵

ロータリー式掘削と掘削機器



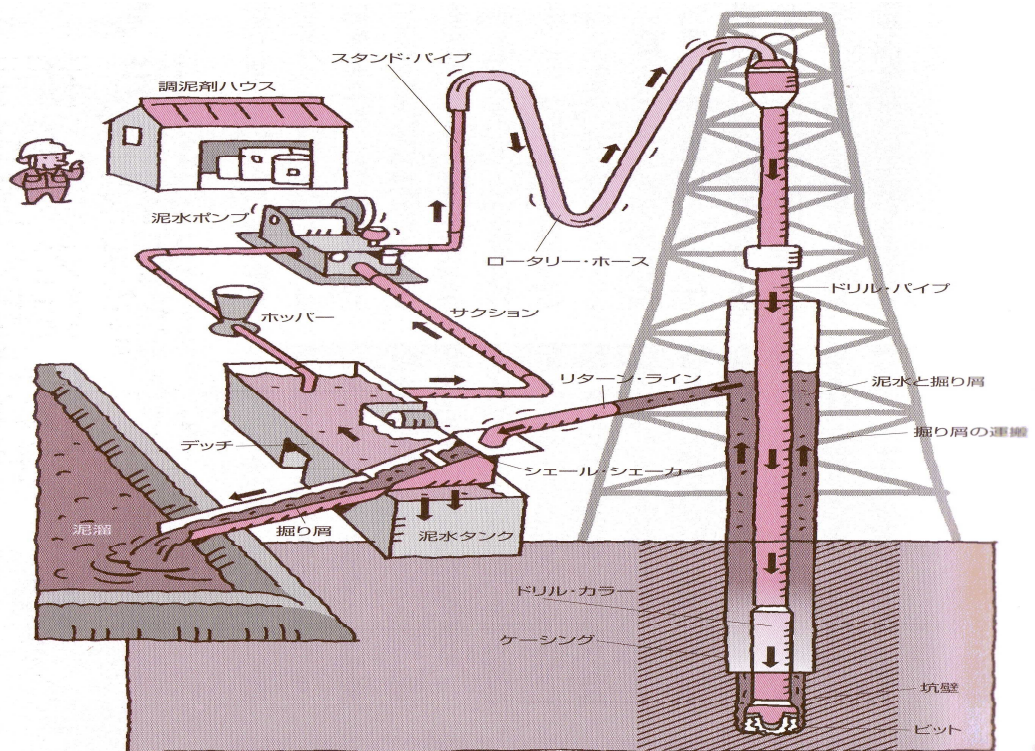
坑井の掘り進め方

■重要な掘削泥水技術

坑井を掘り進むとビットで削られた掘り屑が出ます。その掘り屑を地上まで運び、坑井内をきれいになっているのが**泥水**です。実際には水や油に化学薬品が混ぜられたものです。掘り進んでいるパイプの中に泥水をポンプで送り込み、ビットの穴を通して坑内に出た泥水は掘り屑と混ざり、坑壁とパイプの間を通過して地上へ帰ってきます。

帰ってきた泥水はまずふるいの原理を利用し、機械的に振動している網の上（シェールシェーカー）を通過させ、掘り屑と泥水に分けます。分けられた泥水はタンクに入り、坑井内へ戻っていくという循環を繰り返します。

坑内から上がってきた掘り屑、化石や泥水からは、坑井の状況、掘った地層の年代や性状、油やガスの有無、など様々な情報を得ることができます。掘削技術者はこれらの泥水情報から坑井の状況を的確に読み取り、泥水をその地層に合った最適なものに変えて、坑井を安全に掘り進めます。



掘削泥水の循環

また地層には圧力（正式には地層の中にある水や油、ガス等の流体圧力）が蓄えられていますが、これが坑井により開放されて、最悪の場合、閉じ込められていた地層内ガスが地上まで噴出してきます。この予期せぬ噴出を**暴噴**と言いますが、これは非常に危険で、坑井を掘る上で最も注意しなければならないことなのです。坑井を掘り進みながら、この地層の圧力を抑えるために活躍するのも泥水です。何千メートルという深い坑井内に泥水が入ることによって、坑底に大きな水頭圧が加わるのです。この力によって地層の圧力が抑えられ、暴噴を起こすことなく安全に坑井が掘られていくのです。

このように泥水は、血液のように、坑井内を循環することで様々な力を発揮し、地下の情報を伝達するというとても重要な役割を担っています。

次回も引き続き石油探鉱、石油掘削などに関する最新技術についてのお話をさせていただきます。

<参考・引用資料>

「トコトンやさしい石油の本」 日刊工業新聞社

J A P E X 石油資源開発株式会社ホームページ

J－POWERホームページ

J O G M E Cホームページ

石油技術協会ホームページ

フリー百科事典「ウィキペディア」

米国石油地質家協会（AAPG）研究会議報告 中島敬史 IEEJ:2005 年7 月掲載