

# コア分析(1/2)

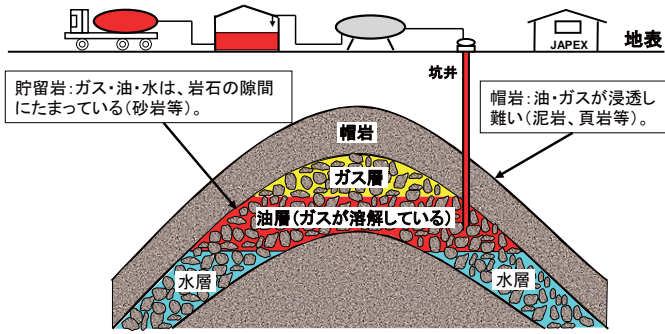
## -- 岩石特性評価からの貯留層性状把握



### Summary

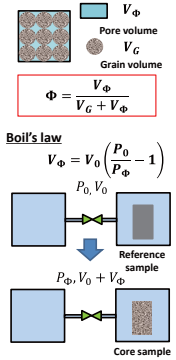
石油・天然ガスは通常、地下数千メートルの地層（これを貯留層と言います）中に存在しています。したがって、石油・天然ガスを採取するためにはその深度までの坑井を掘削しなければなりません。掘削し採取した円柱状の岩石試料をコアと呼び、コア分析を行います。コア分析では「孔隙率」や「浸透率」といった岩石の特性を把握しますが、これらは埋蔵量の評価や開発計画の策定、将来予測に必要なデータとなります。

### 貯留層とは？



石油・天然ガスの鉱床は、一般的に油ガスを逃がさないための蓋の役目をする緻密な岩石（これを帽岩と言います）と、油ガスを溜める隙間の多い貯留層の組み合わせからなっています。石油・天然ガスは貯留層の隙間に存在しており、これらの開発では岩石特性の把握が重要となります。

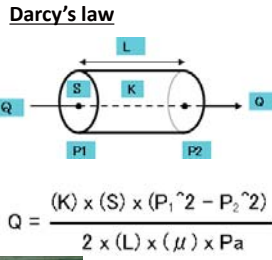
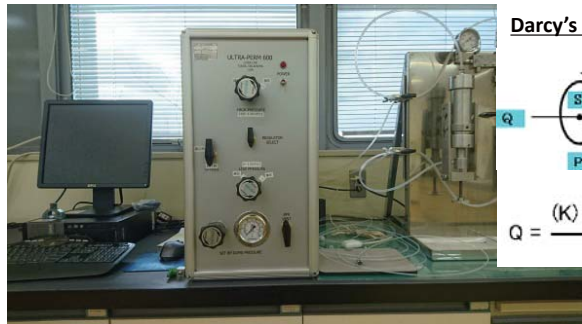
### 孔隙率測定(ヘリウムポロシメーター)



孔隙とは岩石粒子間の隙間のことで、コアの全体積に占める孔隙の割合(孔隙率)を評価します。

- ▶ 孔隙率はコアにヘリウムガスを圧入する手法で測定し、ボイルの法則を基に孔隙体積を計算します。
- ▶ 孔隙率がわかると貯留層中の石油・天然ガス量(埋蔵量)を評価できます。

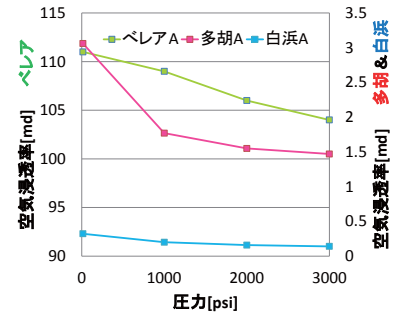
### 浸透率測定(エアパーミアメーター)



流体の孔隙間の流動性(流れやすさ)を浸透率という指標で評価します。

- ▶ 浸透率(単位: ダルシー, d)はコアに空気を一定圧力で圧入し、測定した流速、圧力からダルシーの法則を基に計算をします。
- ▶ 1μd~40dの範囲で測定可能です。
- ▶ 浸透率がわかると石油・天然ガスの生産量を評価できます。

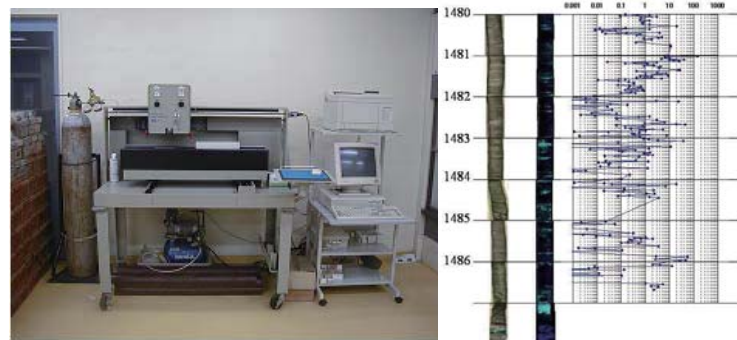
### 封圧下孔隙率・浸透率測定



貯留層は地下深くに存在することから、地層圧(封圧)が孔隙体積や流動性に影響します。当社では封圧下の孔隙率、浸透率が測定可能です。

- ▶ 任意の封圧下(70MPaまで)での測定および封圧と孔隙率、浸透率との関係の評価をします。
- ▶ 12~18個の成形コアに対し、連続自動測定を行います。
- ▶ 浸透率は1μd~5dの範囲で測定可能です。

### PDPK(プロファイルパーミアメーター)



岩石試料(ホールコア)の表面浸透率を連続的に測定します。

- ▶ 試料の表面に一定圧力・体積の窒素ガスを吹き付け、圧力減退から浸透率を計算します。
- ▶ 簡易かつ連続的に測定できることから短時間で試料全体の浸透率分布を評価することができます。

### 比抵抗測定



#### Archie's Equation

$$R_o = F \cdot S_w^{-n} \cdot R_w$$

$$F = a \cdot \phi^{-m} = \frac{R_o}{R_w} \quad (S_w = 100\%)$$

貯留層岩石の孔隙に含有する液体(水、油)の割合(飽和率)を岩石試料の比抵抗を測定することで評価します。

- ▶ 地層水で完全飽和した岩石試料の比抵抗Roと地層水の比抵抗Rwとの比を比抵抗定数Fと呼び、岩石固有の値です。また、アーチーの式から孔隙率との相関を評価することができます。
- ▶ 比抵抗測定の結果は電気検層評価にも使用されます。

# コア分析(2/2)

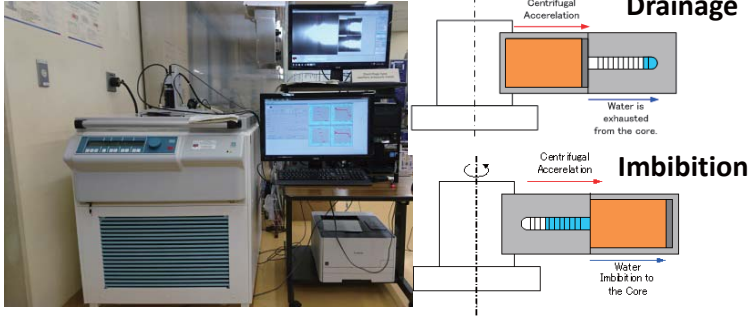
## -- 岩石特性評価からの貯留層性状把握



### Summary

石油・天然ガスは通常、地下数千メートルの地層（これを貯留層と言います）中に存在しています。したがって、石油・天然ガスを採取するためにはその深度までの坑井を掘削しなければなりません。掘削し採取した円柱状の岩石試料をコアと呼び、コア分析を行います。コア分析では「孔隙率」や「浸透率」といった岩石の特性を把握しますが、これらは埋蔵量の評価や開発計画の策定、将来予測に必要なデータとなります。

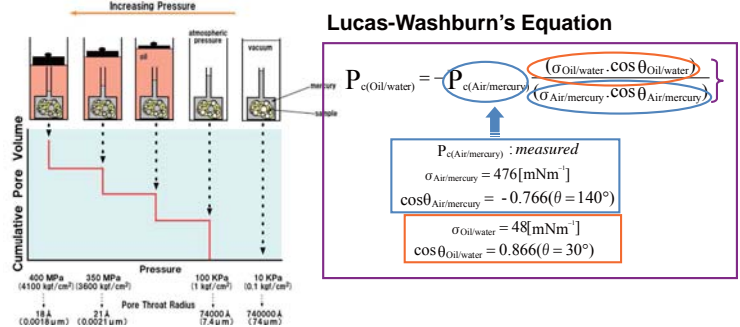
### 毛細管圧力測定(遠心分離式)



貯留岩は多孔質媒体であり、ガス-油のように2つの異なる流体間には毛細管圧力が働きます。毛細管圧力は貯留層内の流動や流体飽和率分布にも影響し、主に遠心分離方式の測定装置にて評価します。

- 回転数に応じ孔隙内に掛かる力（毛細管圧力に相当）とコアからの流体排出量との関係から毛細管圧力を評価します。
- 任意の封圧、温度（室温～90℃）下での測定できます。また、同時に6個のコアまで自動測定可能です。

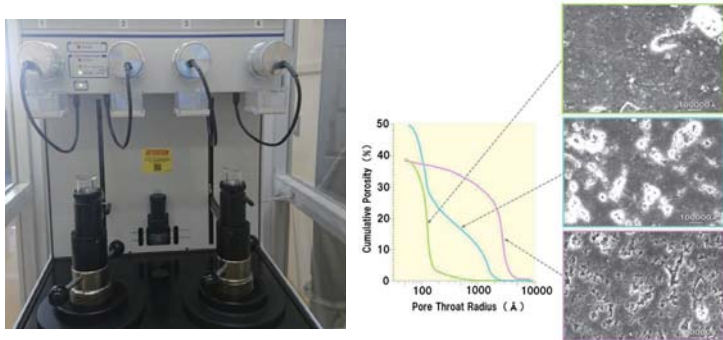
### 毛細管圧力測定(水銀ポロシメーター)



コアへ成形する大きさや強度がない岩石試料は、水銀圧入により毛細管圧力を評価することができます。

- 水銀圧入量と圧入圧力の測定からルーカス・ウォッシュバーンの式を基に貯留層流体に変換することにより、毛細管圧力を評価します。
- 圧入圧力は400MPaまで加圧および測定可能です。

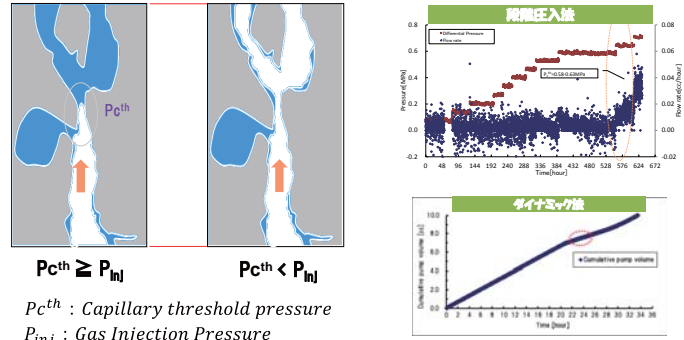
### 孔径分布測定(水銀ポロシメーター)



岩石はさまざまな大きさの孔隙から形成されており、浸透率などの岩石特性に影響します。本装置では水銀と空気の毛細管圧力の関係から孔隙の大きさ（孔径）の大きさと量を求めることができます。

- 試料に水銀を圧入し、圧入圧力と圧入量から4nm～200μmまでの孔径分布を評価します。
- 試料の大きさは通常0.25g程度とコアの破片などの小さな試料で測定できます。

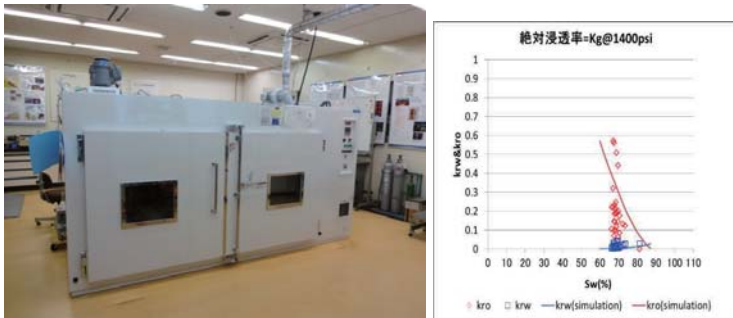
### スレッシュホールド圧力測定



貯留層には一般的にガスや油を逃さないための蓋となる岩石（頁岩）が存在することから貯留層内にガスや油を留めておけますが、その最大圧力（スレッシュホールド圧力）を評価することが重要となります。

- 一般的な手法（段階圧入法）では流体で飽和した試料に段階的にガスを圧入し、ブレイクスルーした圧力から評価します。
- 当社では一般的な手法より迅速に（ダイナミック法）測定可能です。

### 相対浸透率(コアフラッド実験)



ガス-油のように2つの異なる流体が貯留層内を流動するときには、孔隙中に占める流体の比率（飽和率）により浸透率が変化します。本装置ではそれぞれの浸透率（相対浸透率）を貯留層を模擬した流動実験（コアフラッド実験）により評価します。

- 温度は150℃まで測定可能です。
- コアフラッド実験では油の回収率も評価可能です。



### キーポイント

石油・天然ガス開発において、貯留層性状を把握することは必要不可欠であり、開発計画の信頼性を高めるためには実際の貯留層から試料を採取し分析することが重要となります。

コア分析では、貯留層特性を評価するため当社所有の装置を使用し、以下の測定を実施しております。

- (1) 孔隙率：貯留層の隙間（石油・天然ガスの埋蔵領域）
- (2) 浸透率：流体（石油・天然ガス・水）の流動性
- (3) 比抵抗
- (4) 孔径分布
- (5) 毛細管圧力、スレッシュホールド圧力
- (6) 相対浸透率