

リオデジャネイロ日本商工会議所「2月昼食会」

INPEX

深海での石油井掘削方法の特徴と 最近の技術動向

How to drill an oil well in deep water
and its recent technology

2016年2月11日(木)

国際石油開発帝石(株)
リオデジャネイロ事務所 浦野 剛
tsuyoshi.urano@inpep.co.jp

自己紹介

INPEX



- 秋田大学 鉱山学部 採鉱学科 卒業
- 1983年 帝国石油(株)入社
- 最初の3年間は新潟県の陸上掘削リグにて現場作業員(最後はドリラー)
- その後、掘削エンジニアリング
- 海洋は直江津沖、いわき沖、上海沖、インドネシア沖でリグ勤務を経験



本日の講演内容(約60分)

INPEX

- 1) 石油井掘削方法の基礎
- 2) 水深による掘削装置の違い
- 3) 深海での掘削方法の特徴
- 4) 深海油田開発の現状
- 5) 最近の技術動向
- 6) 質疑応答

講演のめあて

(参考) 原油生産コスト比較

- サウジアラビア陸上 \$10/bbl
- 北米シェールオイル \$30-50/bbl
- ブラジル深海プレサル \$50/bbl

• 深海掘削はなぜ生産コストが高いか？

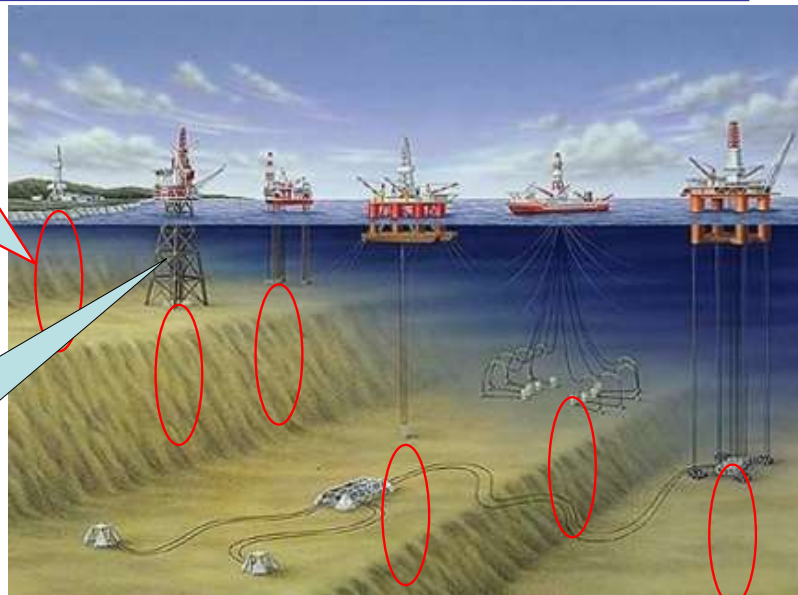
2

(はじめに) 陸上掘削と海洋掘削の違い

INPEX

海底から
地下を掘る
原理は、陸
上掘削と
ほぼ同じ

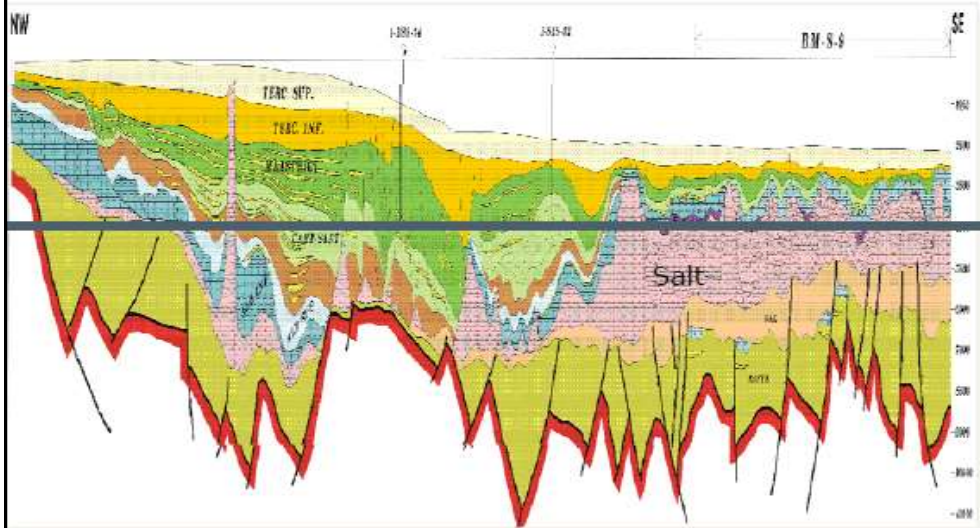
水深に応じ
て、海上と
海底をつな
ぐ方法が
異なる。



3

陸上も海洋も地下はほぼ同じ

INPEX



4

石油井掘削方法の基礎

INPEX



5

岩石を削り取る最適方法

INPEX

粘土質なら「のみ」よりスプーン



硬くても割れやすいなら「のみ」

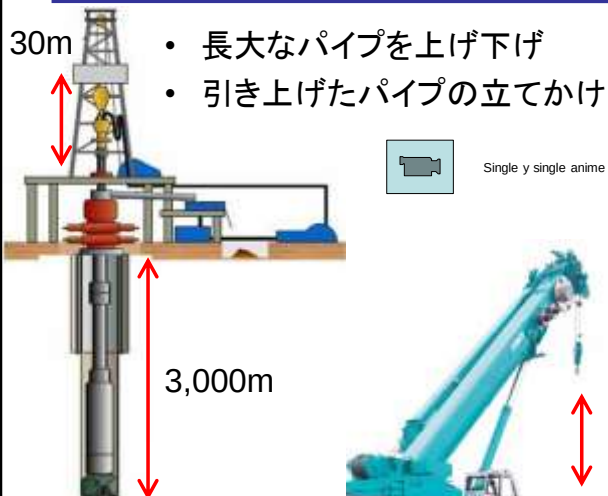


硬くてしかも割れにくい
なら、グラインダーで削
るしかない

6

やぐらの役割

INPEX



定点固定されたクレーン



7

ドリルパイプ一本は硬いけど

INPEX


- ストロー直径5mm
- 井戸の標準直径30cm
- 3,000mの井戸は、ストロー50mに相当。(ビルの14階)



8

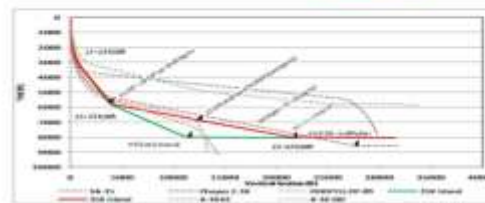
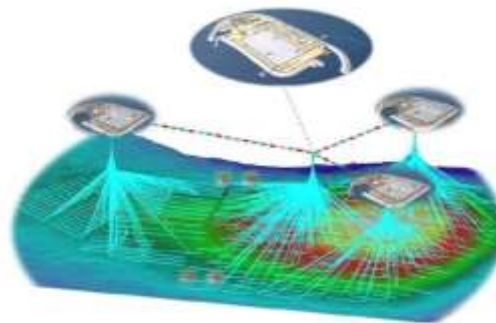
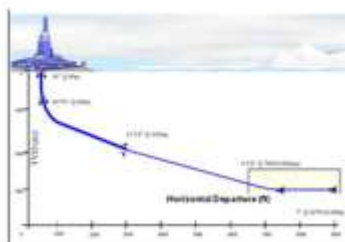
傾斜掘り、水平掘り

INPEX

Sakhalin Chayvo



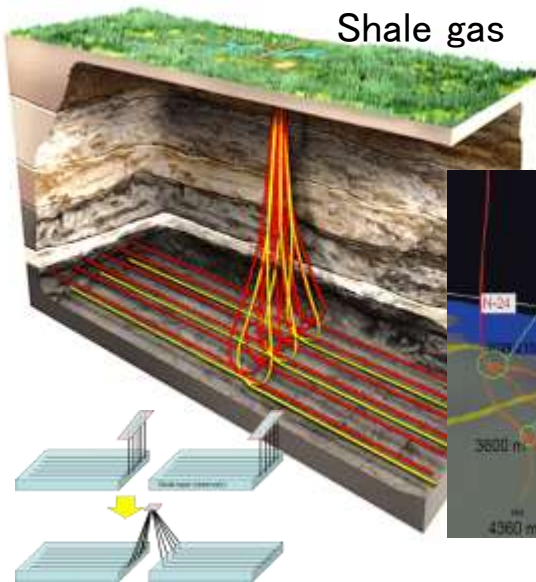
Aerial View of Chayvo Well site



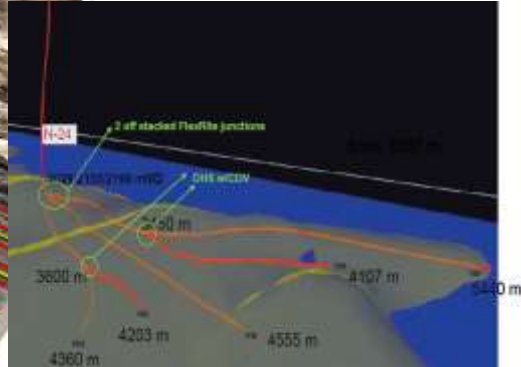
9

水平掘りの応用

INPEX



フォーク型
水平坑井
Multi-Lateral



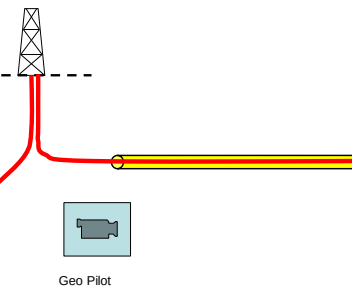
10

海洋掘削でも地下は同じ

INPEX



地質が許せば、3,000m
先の半径1mの円にだっ
てヒットできるし、
1,000mの水平区間で
上下50cmの範囲内を
掘削することも可能。

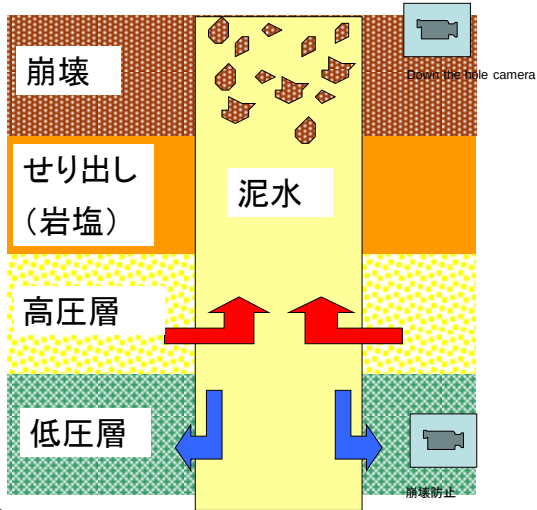


11

地層を崩さないように掘る工夫

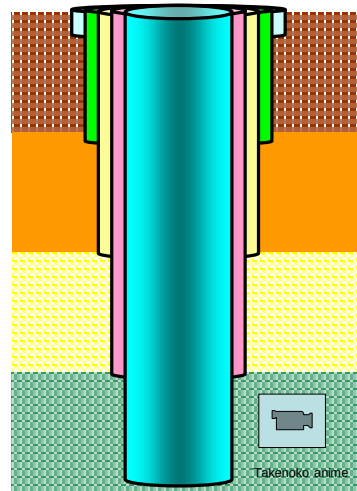
INPEX

泥水の比重調整

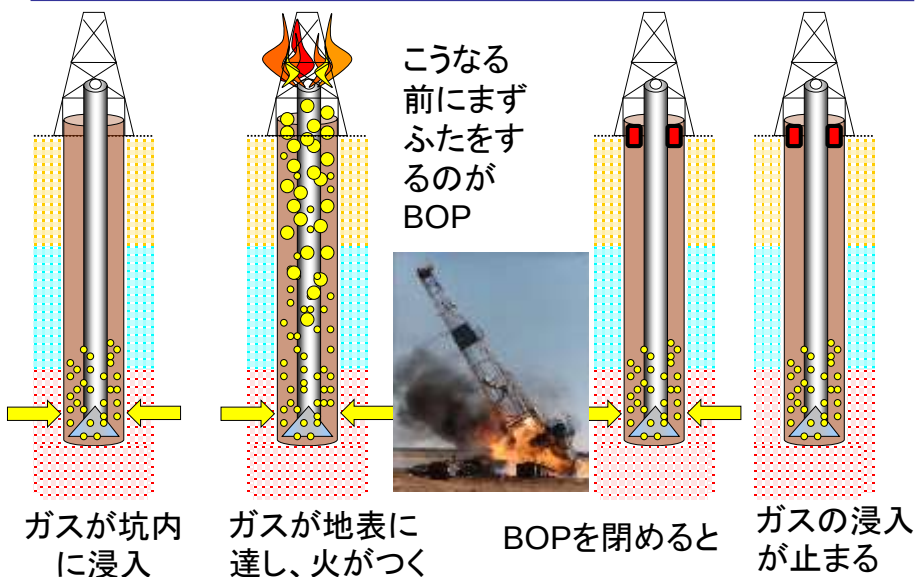


12

ケーシングパイプの挿入

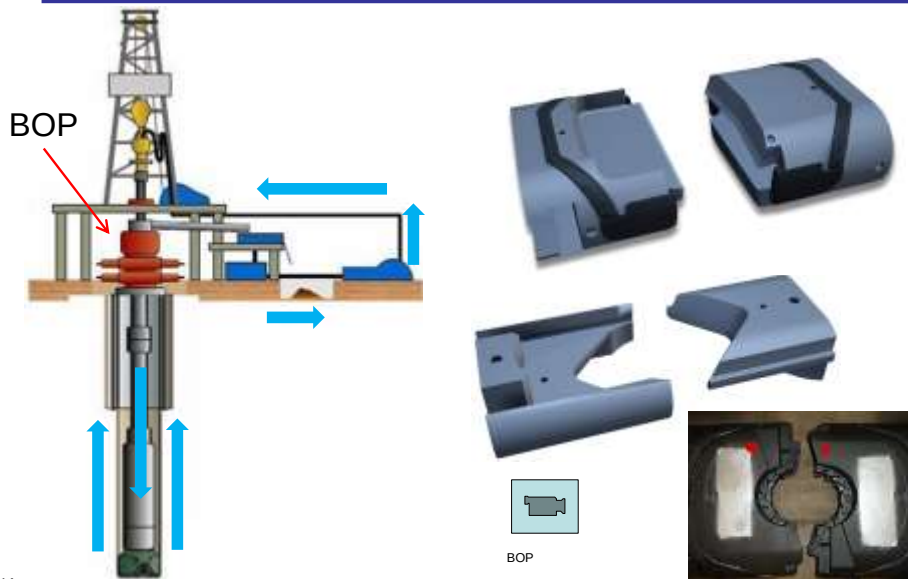


噴出防止装置 (BOP: Blowout Preventer)

INPEX


13

噴出防止装置 (BOP: Blowout Preventer) **INPEX**



14

本日の講演内容 **INPEX**

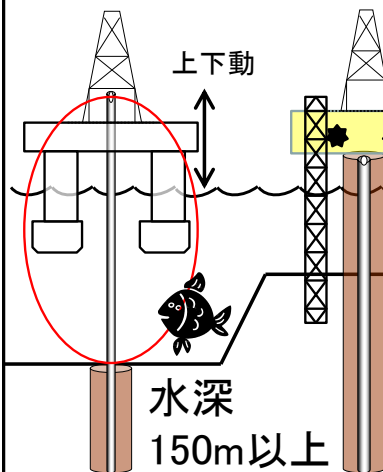
- 1) 石油井掘削方法の基礎
- 2) 水深による掘削装置の違い
- 3) 深海での掘削方法の特徴
- 4) 深海油田開発の現状
- 5) 最近の技術動向
- 6) 質疑応答

15

2) 水深による掘削装置の違い

INPEX

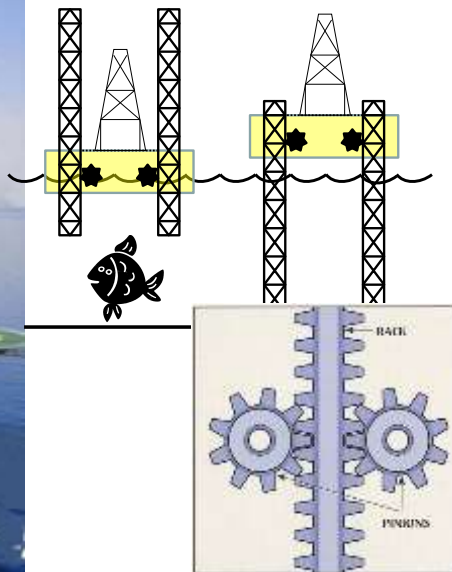
浮遊式海洋掘削リグ

着底式海洋掘削リグ
(ジャッキアップ型)水深
150mまで

16

ジャッキアップ式海洋掘削リグ

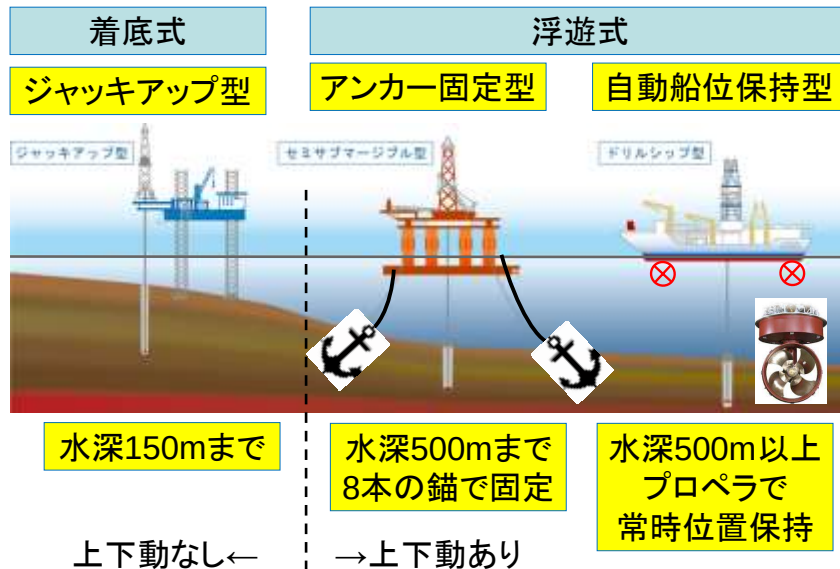
INPEX



17

②水深500mより浅いか深いか

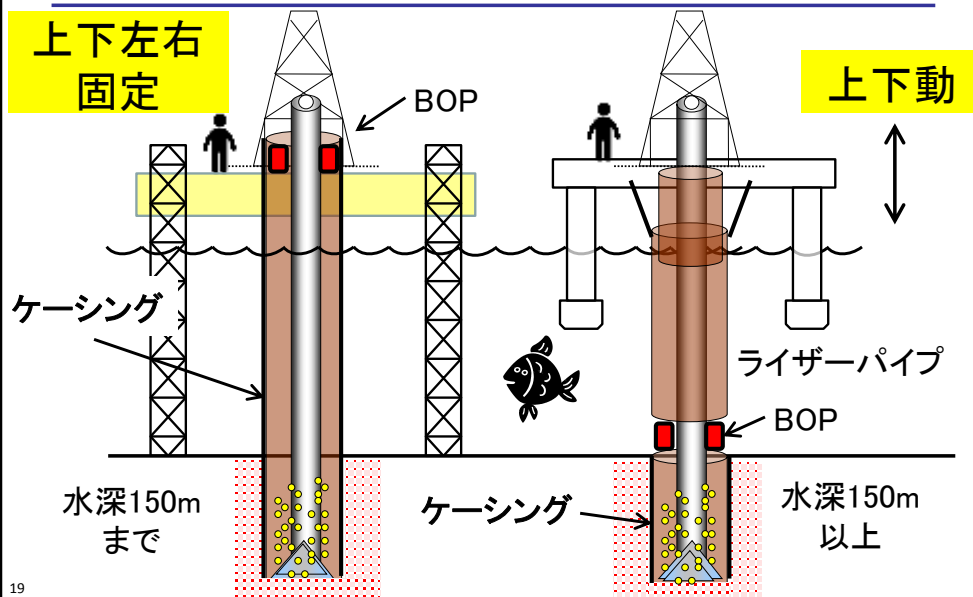
INPEX



18

着底式と浮遊式の違い(BOPの位置)

INPEX

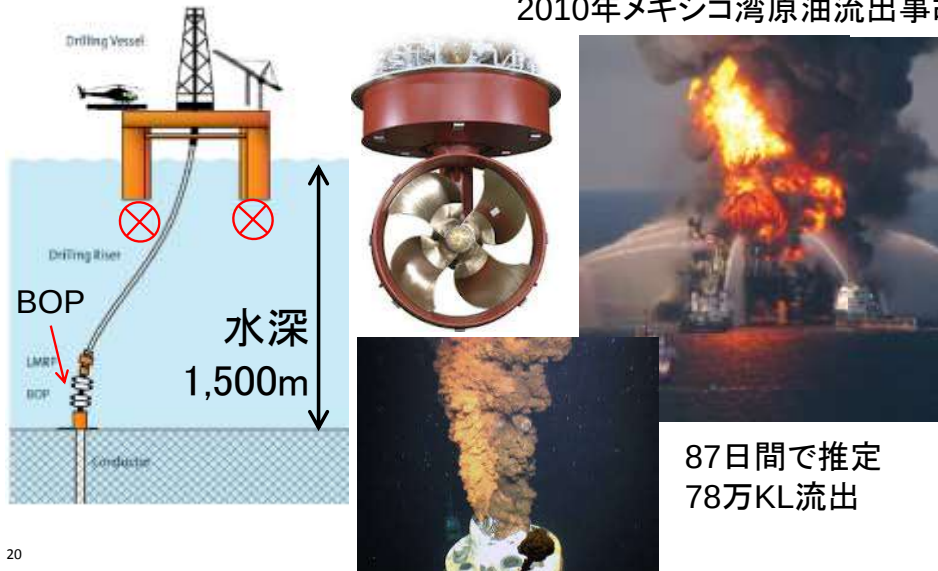


19

アンカー（錨）がない欠点

INPEX

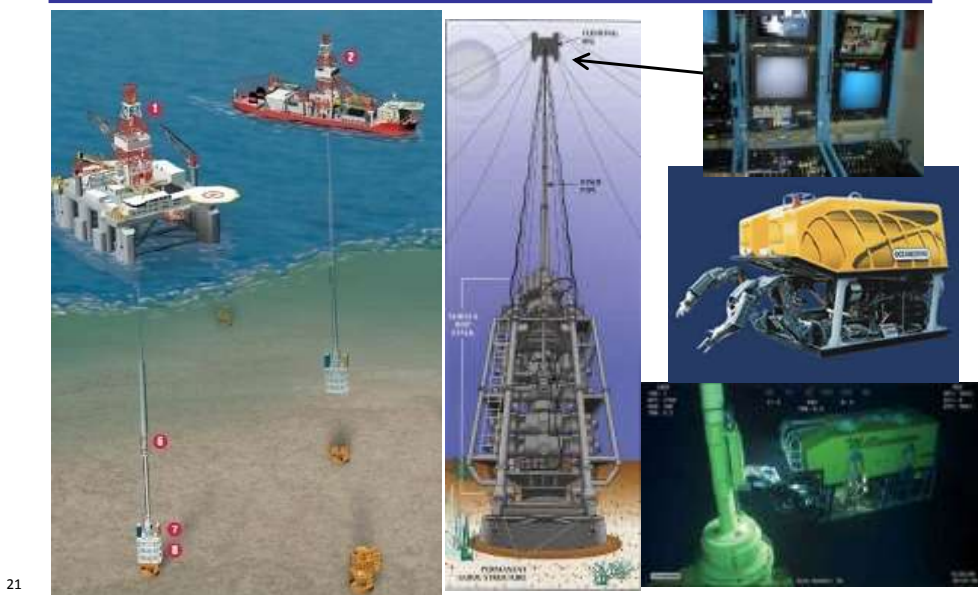
2010年メキシコ湾原油流出事故



20

海底BOPと無人潜水艇ROV

INPEX



21

本日の講演内容

INPEX

- 1) 石油井掘削方法の基礎
- 2) 水深による掘削装置の違い
- 3) 深海での掘削方法の特徴
- 4) 深海油田開発の現状
- 5) 最近の技術動向
- 6) 質疑応答

22

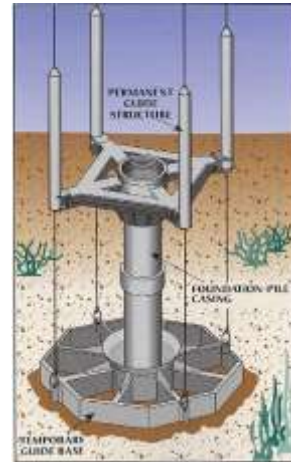
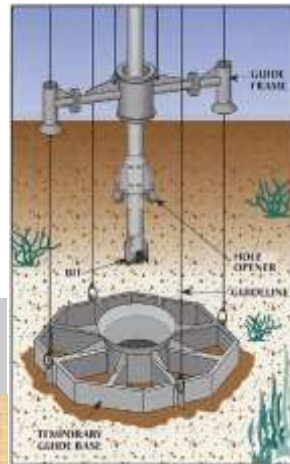
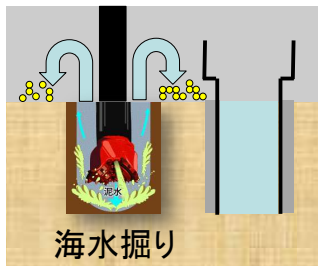
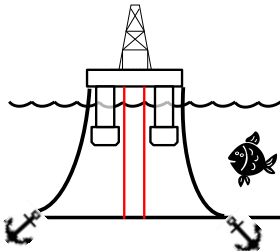
海洋掘削リグの種類

INPEX

23

水深150m～500mの場合

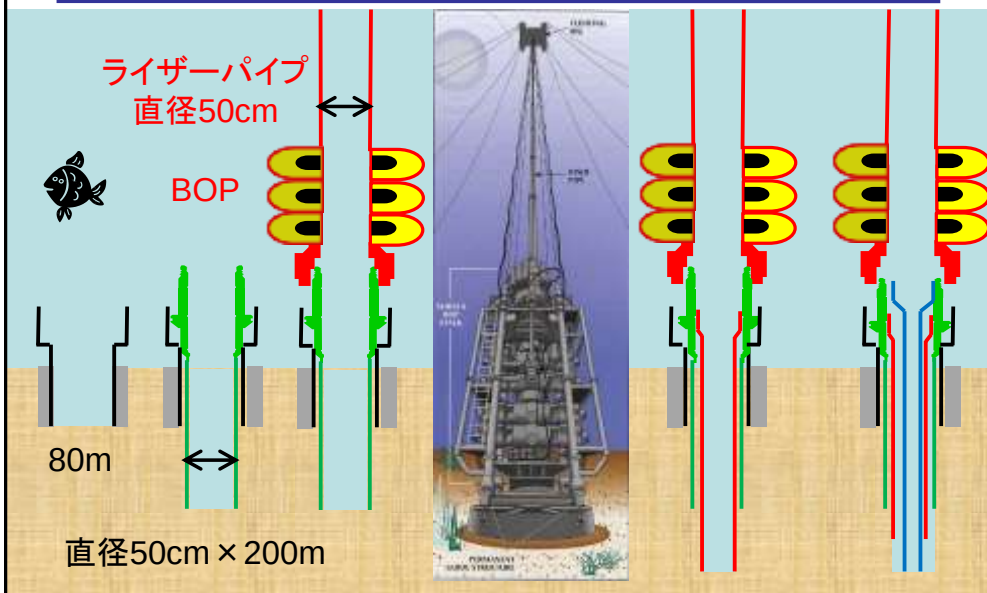
INPEX



24

海底坑口装置とBOPの接続

INPEX



海底坑口装置と海底BOP

INPEX

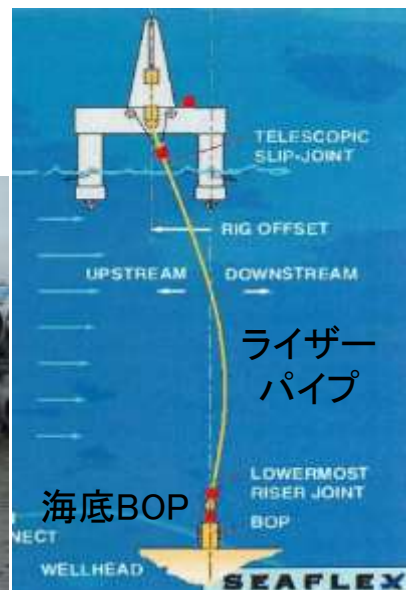


26

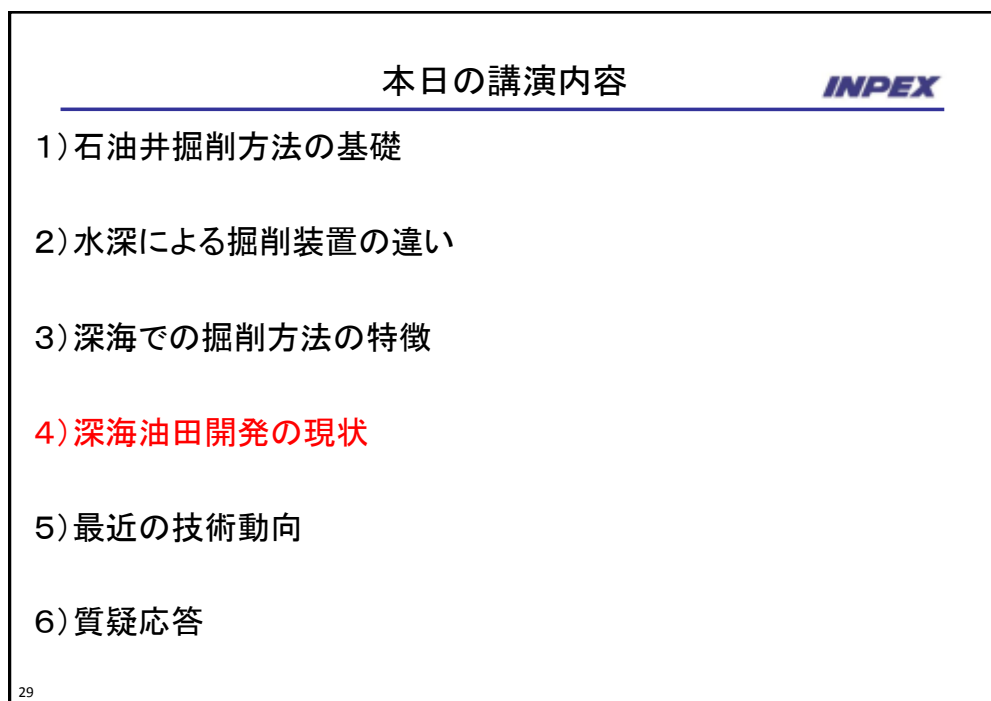
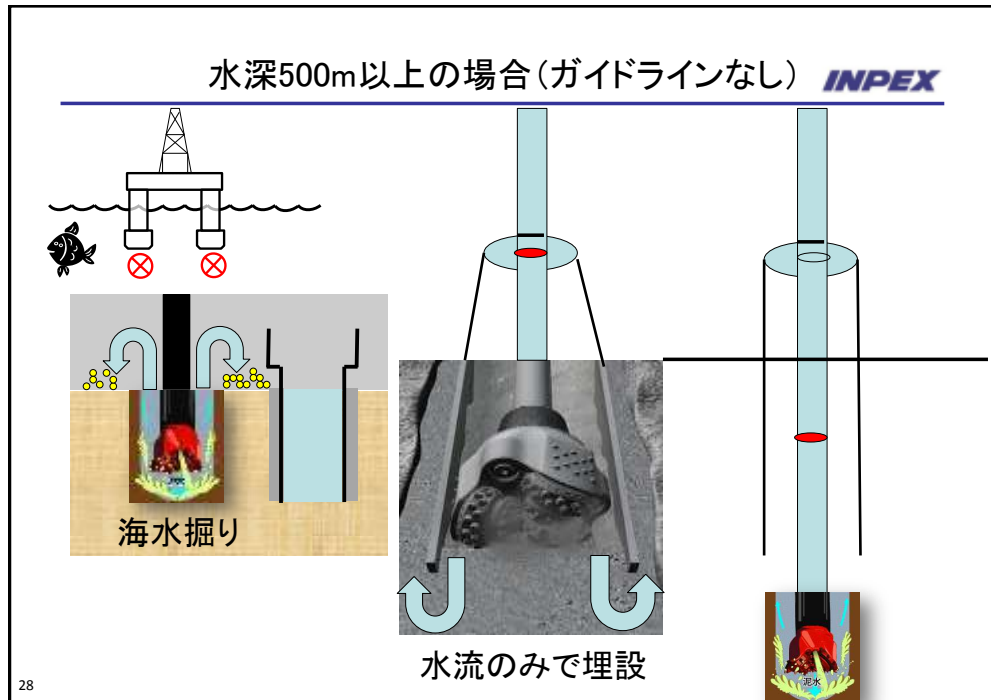
ライザーパイプ

INPEX

内径: およそ50 cm
 外径: およそ120 cm (浮力体付き)
 長さ: 27m (標準)
 重さ: 1本約5トン



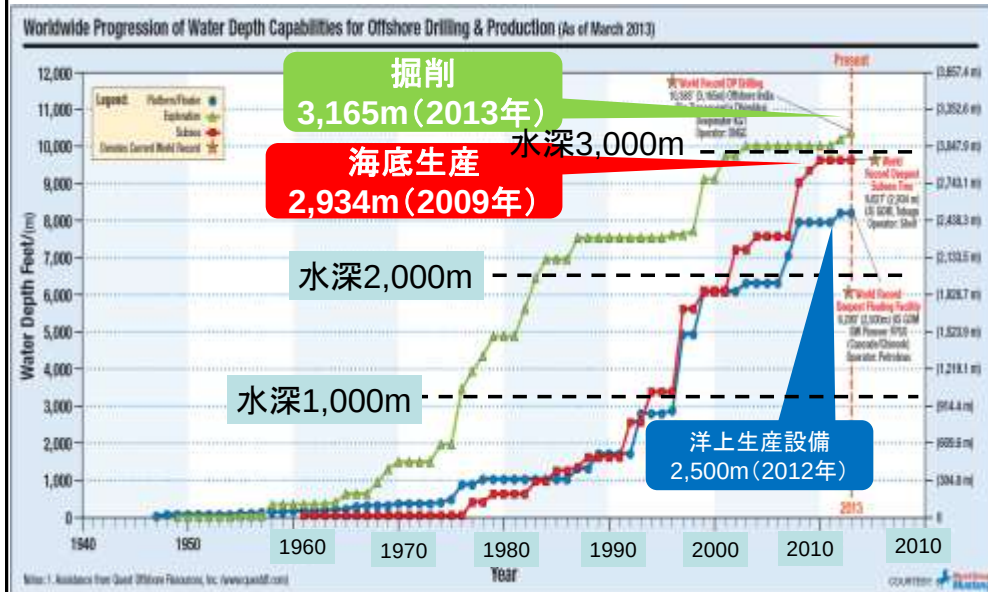
27



出所: Offshore Magazineより抜粋

最大水深記録の年次経過

INPEX



深海油田開発エリア

INPEX



31

出所: Offshore Magazineより抜粋 (As of March 2013)

31

海洋油田

INPEX

- 世界の原油生産量の約4割は海底油田から
- 浅海6割、深海4割(水深300m以上)
- 概ね300m以浅は構造物を固定できる



- 深海14,000坑井以上
- 米国メキシコ湾: 水深2,900m強で生産

(出所) Vetco Gray社カタログ

32

150m以下の浅海と深海の掘削費の比較例 INPEX

単位: 千ドル	水深掘削深度 リグタイプ リグレート 作業日数	N/A ジャッキアップ N/A	N/A 大水深リグ N/A	総コストの半分以上が掘削リグ
掘削リグ	リグ人件費、消耗品、通常掘削機器	21.561	102.165	
ロジスティック費	ポート、ヘリコプタ、港湾サービス	12.742	24.710	
オペレータ支給技術サービス	泥水、セメント、坑内ツール	17.804	25.800	
オペレータ支給消耗品	ケーシングパイプ、坑口装置	8.109	14.120	
オペレータ側の人件費		3.566	10.377	
その他		7.009	15.828	
合計		70.791	193.000	

33

メキシコ湾原油流出事故(水深1,500m)

INPEX

2010年4月暴噴、リグ炎上
2日後、リグ沈没
乗員126名中11名不明
原油流出87日間で
推定78万KL流出

1991湾岸戦争95万KL
1989バルディーズ4万KL



36



36

深海掘削の事故は被害甚大

INPEX

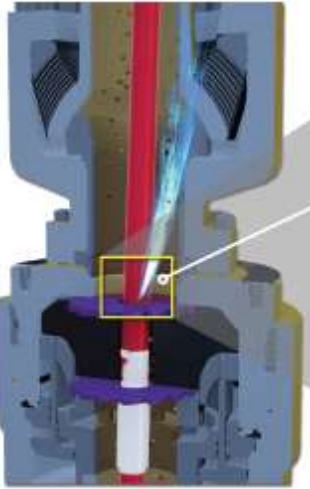


甚大な環境汚染

37

メキシコ湾原油流出事故の原因

INPEX



ヒューマンエラーが重なって
暴噴を引き起こした。BOPが
完全に閉まらず、ガスがリグ
に吹きあげて炎上。



38

本日の講演内容

INPEX

- 1) 石油井掘削方法の基礎
- 2) 水深による掘削装置の違い
- 3) 深海での掘削方法の特徴
- 4) 深海油田開発の現状
- 5) 最近の技術動向
- 6) 質疑応答

39

最近の技術動向

INPEX

やぐらを高くしてドリルパイプを4本ずつ立てかける、もしくは13mの長尺ドリルパイプを3本立てかける



BOP 2基搭載

軽量ライザー
(炭素繊維)

200m

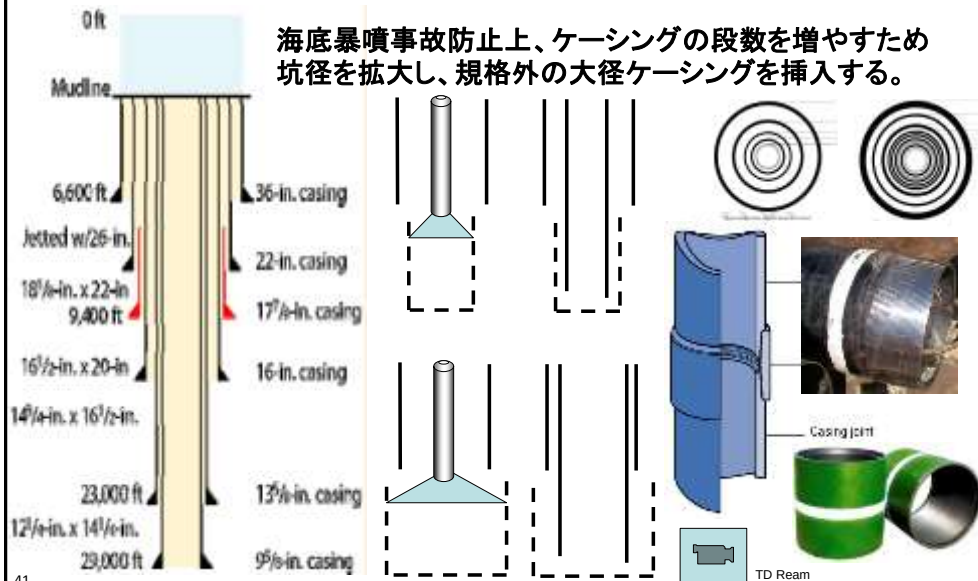
やぐら2基、井戸を1基でほりながら、もう1基でケーシングパイプをつなげて海底上まで降下し、掘削直後に挿入する

40

最近の技術動向

INPEX

海底暴噴事故防止上、ケーシングの段数を増やすため坑径を拡大し、規格外の大径ケーシングを挿入する。



41

ケーシング実物の輪切り

INPEX



42

Solid Expandable Tubular (SET)

INPEX



43

本日の講演のまとめ

INPEX

1) 石油井掘削方法の基礎

2) 水深による掘削装置の違い

3) 深海での掘削方法の特徴

4) 深海油田開発の現状

5) 最近の技術動向

6) 質疑応答

講演で分かったこと

- 水深150m以内なら、海洋でも廉価で取り扱い容易な海上BOPシステムで済む
- 水深150mを超えると高価な海底BOPシステムが必要になる。
- 水深500mを超えると、ガイドラインレス、自動船位保持装置等、より高度で複雑な制御システムが必要になる。
- サウジアラビア陸上\$10/bbl
- ブラジル深海プレサル\$50/bbl