

資源量評価グループ

「新たな物理探査手法の適用検討・開発  
に関する研究」

平成14年度研究成果報告会

平成15年5月19日

清水祥四郎(石油公団石油開発技術センター)

浅川 栄一(株地球科学総合研究所)

山根 一修(地熱技術開発株)

斎藤 章(三井金属資源開発株)

MHRR The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



新たな物理探査手法の研究

目的

- ◆ 従来の海上地震探査記録からでは、直接的に求めることが困難なメタンハイドレート(MH)層の上限を把握する
- ◆ 従来の海上地震探査では抽出困難な10m以下の薄層を検出する
- ◆ BSR以外のMH賦存を示唆する情報を抽出する
- ◆ 生産時のMH分解に伴う溶融域のモニタリング手法として、坑井を利用した物理探査手法の検討

MHRR The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan



## 新たな物理探査手法の研究

### 検討した新たな物理探査手法

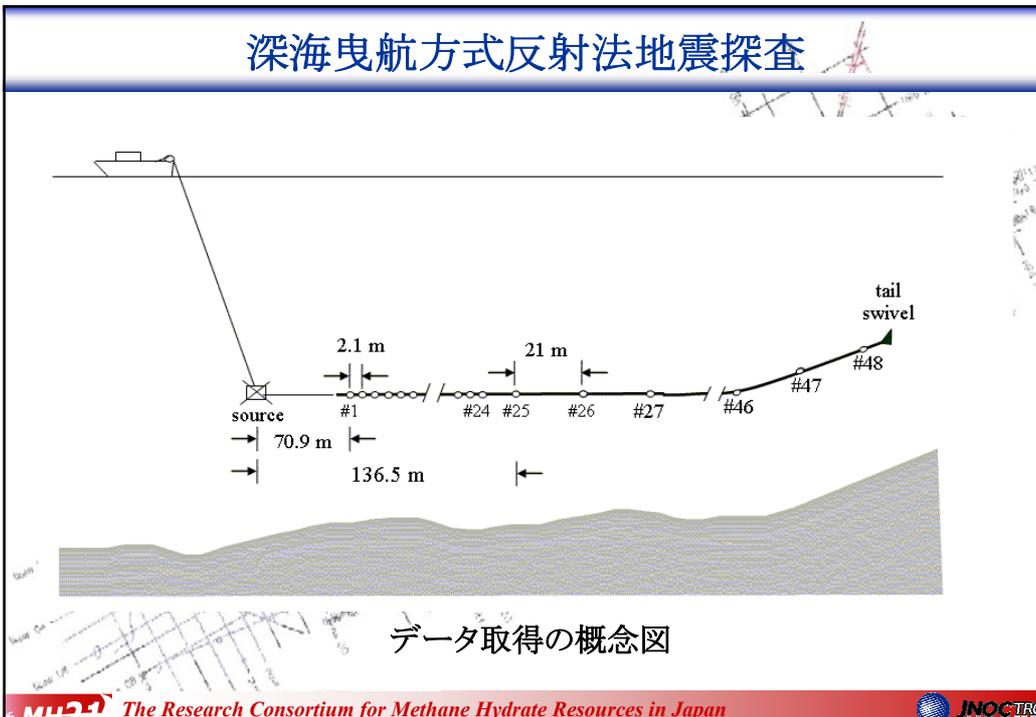
- ◆ 深海曳航方式反射法地震探査
- ◆ 4成分反射法地震探査
- ◆ 海洋電磁探査
- ◆ 坑井内物理探査(生産モニタリング手法)

## 各探査手法の位置付け

資源量としてメタンハイドレートを評価するために必要な情報

- 分布域の把握  
通常の海上地震探査データより得られるBSR(ハイドレートの下限情報)
- ハイドレート層の厚み ⇒ ハイドレート上限の把握が必要
  - 垂直方向の速度分布 ⇒ ハイドレート層 > 周辺の堆積層  
より詳細な速度構造分布 ⇒ 深海曳航方式 及び 4成分地震探査
  - 比抵抗値の垂直分布(高比抵抗値の上限)  
海洋電磁探査
- ハイドレート貯留層の物性解析
  - 岩石物性の推定  
S波情報の活用 ⇒ 4成分地震探査

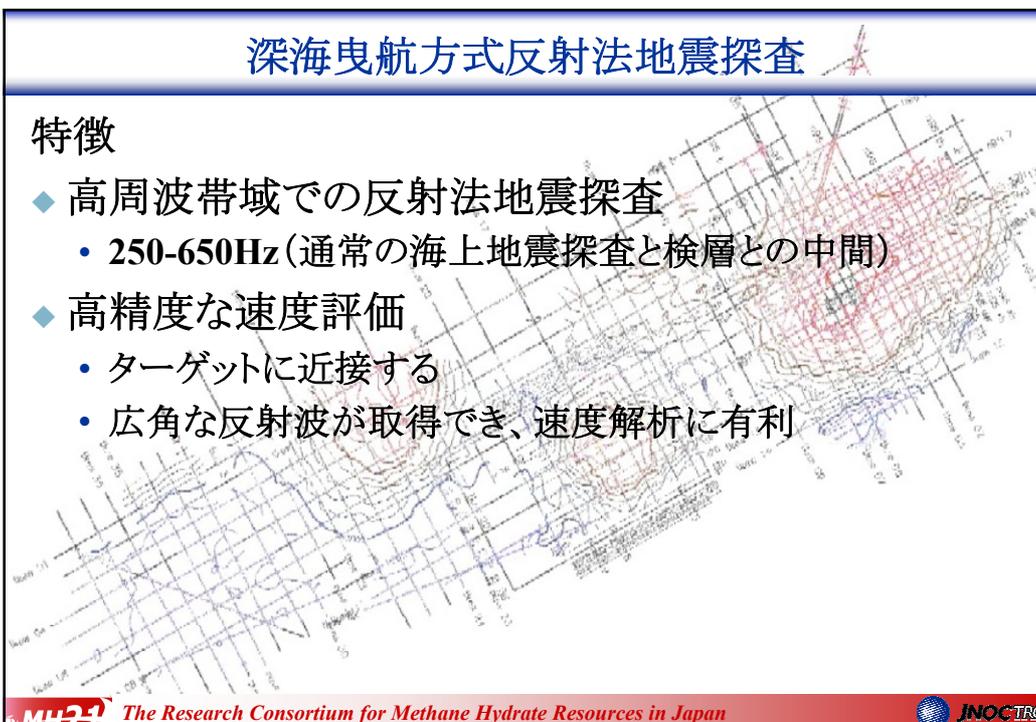
## 深海曳航方式反射法地震探査



## 深海曳航方式反射法地震探査

### 特徴

- ◆ 高周波帯域での反射法地震探査
  - 250-650Hz (通常の海上地震探査と検層との中間)
- ◆ 高精度な速度評価
  - ターゲットに近接する
  - 広角な反射波が取得でき、速度解析に有利



## 深海曳航方式反射法地震探査

### 課題

- データ処理結果は微細な地質構造を示すか
- 垂直方向の速度構造分布はどの程度解るか
- BSRはどのような反射面として表現されるか

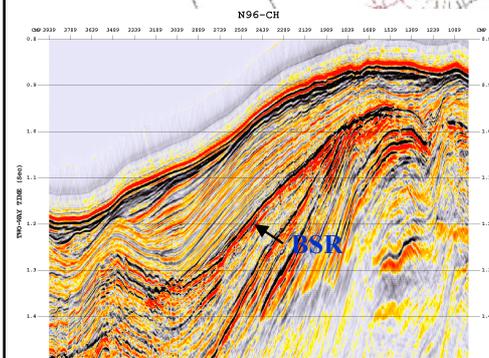
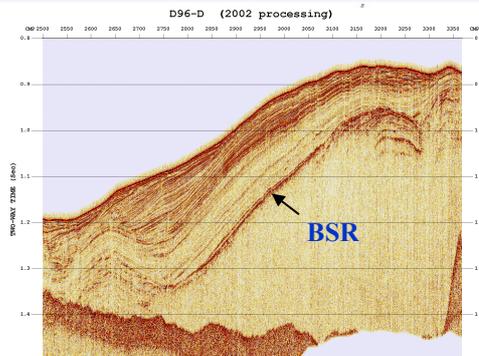
### 成果

- ◆ 海底直下からBSRまで微細な地質構造を視認
- ◆ より多くの反射面に対応した詳細な速度構造を把握
- ◆ 海底直下ではよく見られる多くの反射イベントが次第に減衰している傾向が顕著
- ◆ 処理結果ではBSRが認められる個所と、全く視認出来ない個所が存在

上記の理由はハイドレートの賦存形態と関連するか？

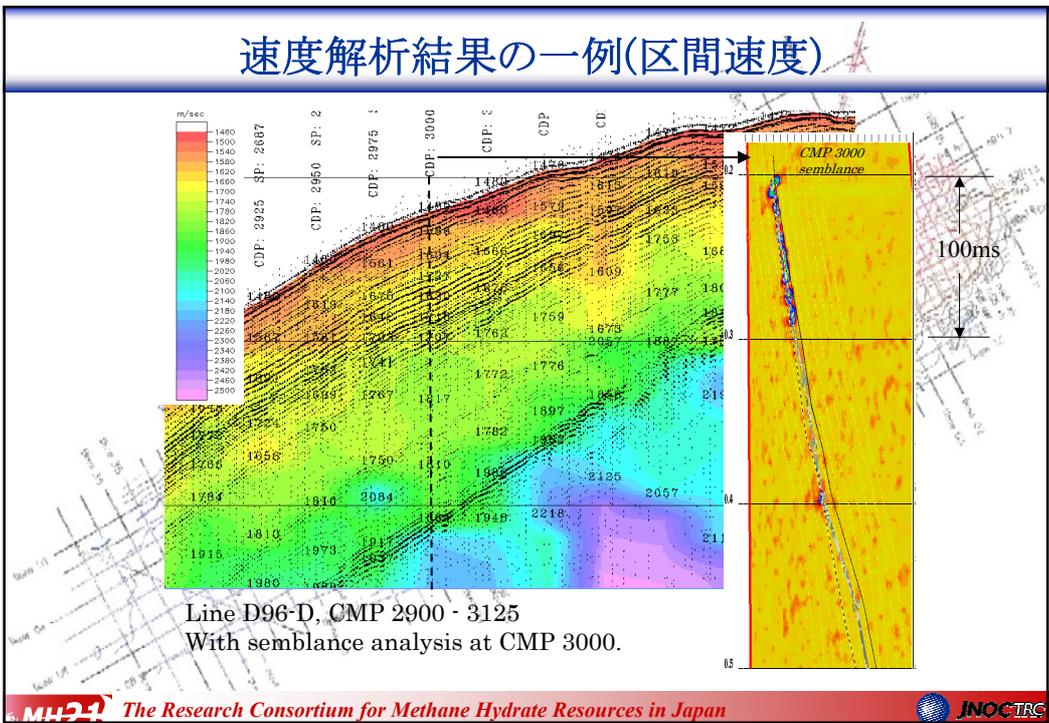
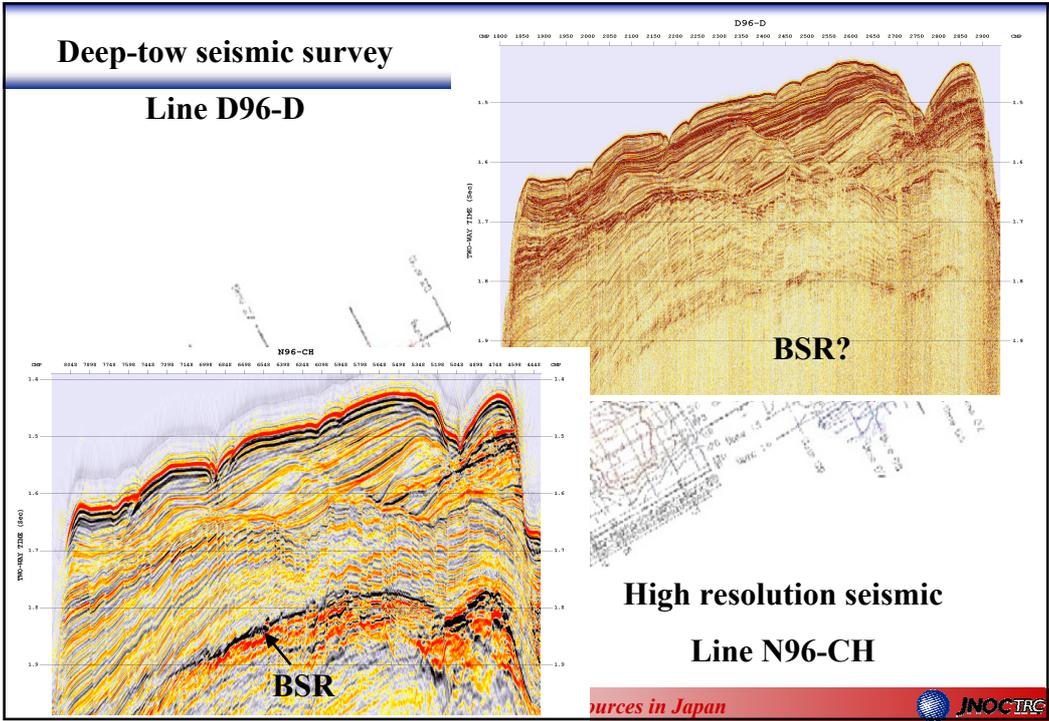
## Deep-tow seismic survey

### Line D96-D

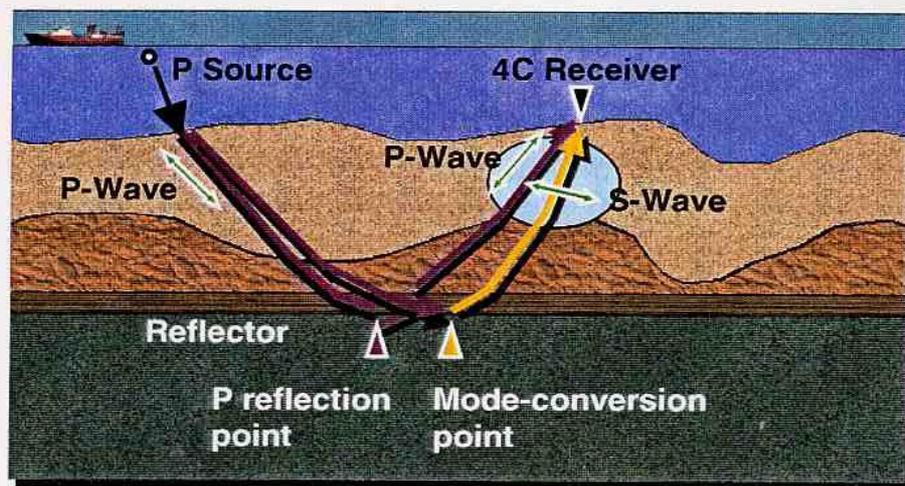


### High resolution seismic

### Line N96-CH



## 4 成分反射法地震探査



MHRR The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan

JNOC TRC

## 4 成分反射法地震探査

4 成分とは:速度型受振器(Geophone) X,Y,Z成分  
+ 加速度型受振器(Hydrophone)

4 成分反射法地震探査としては

OBC (Ocean Bottom Cable)

OBS (Ocean Bottom Seismometer) の手法を想定

特徴

- ◆ 高分解能の反射法地震探査
  - 波長の短いS波断面が得られる
  - ノイズレベルが低い
- ◆ 高精度な速度解析
  - ターゲットに近接する
  - 広角な反射波が取得でき、速度解析に有利
- ◆ S波速度情報
  - P波とS波の情報から、物性に関してより正確な情報を得られる

MHRR The Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan

JNOC TRC

## 4 成分反射法地震探査

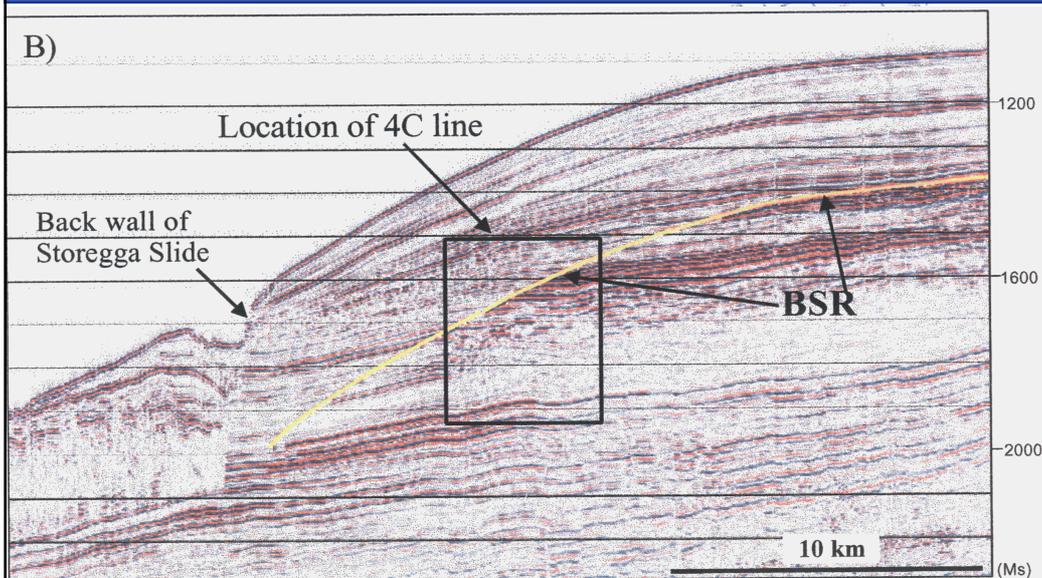
### 課題

- **OBCデータの購入し、データ処理を実施**(国内では最初)
  - 処理結果についての検討
- **動向調査**
  - EAGE(学会), PGS社, Tromso University(Norway)

### 成果

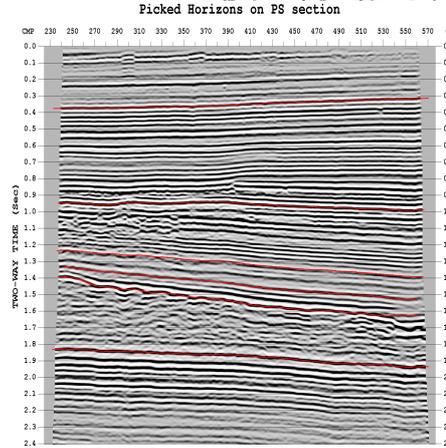
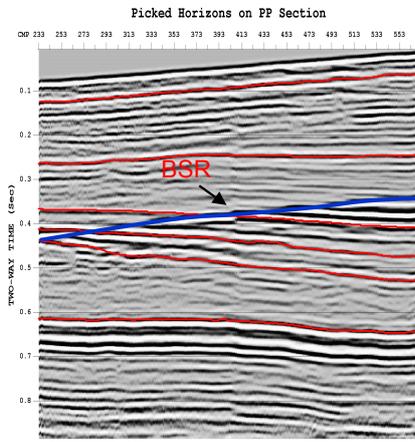
- ◆ **OBC、PS変換処理技術に関するノウハウを獲得**
  - ◆ **PP断面とPS断面におけるメタンハイドレート層/BSRの特徴を把握**
  - ◆ **PS断面はPP断面と比較し、2~3倍の分解能を持つ**
- 動向調査より
- ◆ **4成分探査として、OBSが利用されている**

## 通常の上地震探査記録



## PP断面図

## PS断面図



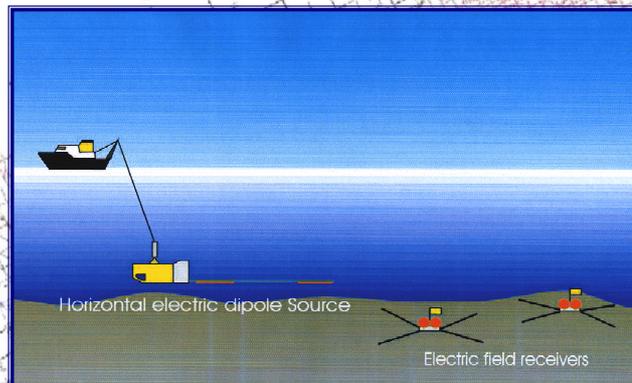
Event (Horizon) Correlation between PP and PS sections  
Vp/Vs Calculation

## 海洋電磁探査

### 周波数領域海洋電磁法の測定概念図

MT法との相違点

- 人工信号源を用いる
- 電場のみの測定
- 高比抵抗層(HC, MH)に鋭敏



## 海洋電磁探査

### 課題

- シミュレーションで高比抵抗値の検知が可能か？
- 周波数領域、時間領域の電磁探査法に違いはあるか？

### 条件

- メタンハイドレート層は周囲の地層より高比抵抗を示す  
(モデルは南海トラフデータ)
- メタンハイドレート層は海底から比較的浅部に発達

### 成果

- ◆ メタンハイドレート層上面の検知

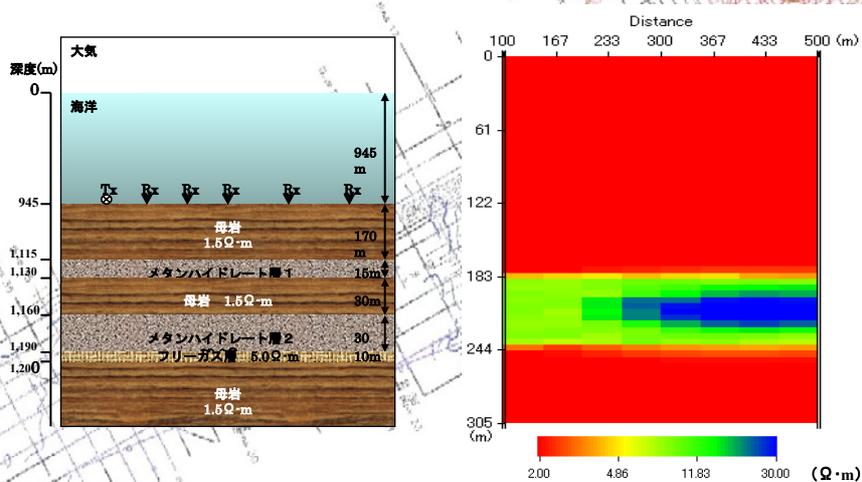
- ◆ 周波数領域、時間領域でも比抵抗の異常は検知可能

但し

- 周波数領域では既存の探査システムが存在し、商業ベースで利用可能
- 時間領域の場合、探査システムの新たな構築が必要

## 海洋電磁探査

### 周波数領域海洋電磁法 インバージョン計算



## 平成15年度の研究計画

### 深海曳航方式反射法地震探査

- 坑井データ(基礎試錐「南海トラフ」)との対比
- 海上地震探査データとの比較
- 技術動向調査

### 4 成分反射法地震探査

- 既存4成分データ(OBS)の処理
- 4成分データの特種処理：インバージョン(Vp/Vs)
- 4成分-OBC調査実施の検討

### 海洋電磁探査

- 数値モデリングによる、より詳細なインバージョンの実施
- 比抵抗値とMH飽和率との関係、並びに比抵抗値に影響を及ぼす要因、MH飽和率導出の可能性検討
- 探査システムに関する動向調査

## 坑井内物理探査

### 課題

- 単一坑井での電磁探査手法 (Single Well EM)
- 単一坑井での弾性波探査手法 (Single Well Seismic)
- 利用可能なハードウェアは存在するか？
- 単純なシミュレーションによりモニターリングは可能か？  
(基礎試錐「南海トラフ」の検層データを基にモデルの作成)

### 成果

- ◆ 単一坑井を使った弾性波探査・電磁探査の手法で、メタンハイドレート分解領域のモニターリングをシミュレーションにより可能であることが判明
- ◆ 坑井内電磁探査システムとして、EMI社のGeoBILT等が利用可能
- ◆ 弾性波探査システムは複数のコントラクターが所有しており、今後の作業計画等で検討の必要あり