

**Methane gas hydrate as natural fuel resources****ABSTRACT**

Gas hydrates occurring naturally are icelike crystals composed of rigid cages of water molecules that enclose molecules of gas, mainly methane. Geological occurrences of methane hydrates are significantly complex and are poorly understood in both onshore and offshore all over the world, while gas hydrate formations in the laboratory are generally understood.

There are some indefinite factors still remained in evaluating methane hydrates as a natural gas resource, and then careful investigations should be needed to deduce the amount of natural gas which ranges from  $10^{14}$  to  $10^{15}$  m<sup>3</sup> in onshore and offshore hydrate deposits. With taking these optimistic and pessimistic investigations of the methane hydrate resource into account, the amount of natural gas in methane hydrates distributed around the vicinity of the Japanese Island is estimated to be  $10^{12}$  m<sup>3</sup> at least in the study.

## 1 はじめに

深海の海底下の堆積物中および極域の永久凍土層の下に、メタンと水が結びついた固体であるメタンハイドレート（以下MHと略）が広く分布している。MHは標準状態で体積の約160倍のメタンを含んでおり、膨大な量のメタンがMH濃集層の中に貯蔵されている。炭素量で比較して石炭、石油、在来型天然ガス等の化石燃料合わせた量の2倍の量がMHとして存在していると推定されている。（表 1）

メタンは強力な温室効果ガスであり、MHが環境変化によって不安定化し大量に放出される可能性があることから将来の地球環境変動にインパクトを与える因子として注目されている。それと共に、この膨大なMHをクリーンな燃料資源である天然ガスとして開発利用することが各国で始まっている。（図 1）、（図 2）

## 2 メタンハイドレートの特徴

MHは水とメタンガスが低温高圧条件でクラスレート（clathrate）構造を作って固体となった物質である。（図 3） ハイドレートは低温高圧で安定であり、海域では数℃の温度の海底から深度増加に伴って地温が上昇するため、海底下数百mの安定領域下限深度より深部では存在できない。（図 4）

## 3 MHの探査

海域においてはBSR（Bottom Simulating Reflector）の分布に基づいて、MH量を推定していることが多い。BSRは位相が反転している特徴からMH安定領域の下底面に沿って広がっているフリーガス層の上面からと推定される強い反射がある。物理検層においてMHないしMHを含む堆積物では比抵抗RとP波速度 $V_p$ が大きいことが特徴であり、これらの物性に基づく探査が有望である。天然ガス資源としてはMH層を含む層に

シールされ、その下位に発達されるフリーガスが重要であり、その探査・開発には在来型天然ガスのための技術が適用可能であろう。

#### 4 MHの資源評価

世界的にも探鉱、掘削および生産実績が少ないためMHの産状および分布状況に関する情報はきわめて不足している。BSRや検層などの間接的な証拠だけでは十分でない。MHの水平/垂直分布と産状、含有量、結晶系を精度良く把握する必要がある。

●MHを資源として評価するために現在問題となっている点および今後の課題

- ・MHの産状と分布
- ・サンプル採取
- ・MH生成の地質モデルの構築
- ・BSRの実体と分布の把握
- ・MH層の安全かつ効率的掘削
- ・MH分解モデル、生産井の配置と効率的生産
- ・MHを精度良く識別するための最適検層種目の選定
- ・シール

#### 5 MH資源の研究開発計画

「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」（資源エネルギー庁）によれば、

第1フェーズ(01-06)では探査技術最適化、賦存場所・賦存量の把握、第2フェーズで行う産出試験対象フィールドの選択、等が計画されている。

第2フェーズ(07-11)、第3フェーズ(12-16)は、それぞれ、海洋産出試験、開発可能性・経済性の検討を中心とした技術開発が計画されている。この計画においては、

(1) 資源量評価(探査及び開発)、(2) 生産手法開発、(3) 環境影響評価 が対象分野となる。

●MHの生産手法 - 概念モデル - (図 5)

- ・ Thermal stimulation
- ・ Depressurization
- ・ Inhibitor injection

が提案されている。

#### 6 おわりに

メタンハイドレートの海洋における探鉱開発には多くの技術的課題が指摘されている。メタンガス資源としての将来展望は必ずしも悲観的ではないが、安易に過大な期待をするべきでものでもない。乏しい情報やデータに基づいて、メタンハイドレートの探鉱の是非について早急に結論することは決して得策ではない。データベースの構築により関係する既往データを整理して、限られた情報を有効に活用していくことが必要である。

現時点の技術を勘案すると、今すぐにメタンハイドレートを資源として利用することはできない。十分な知識と技術の着実な積み上げが必要である。在来型天然ガスが枯渇してから着手したのでは手遅れである。今後のメタンハイドレート合成実験、ODPや基礎試験などの掘削結果から得られる新規情報を効果的に融合していく必要がある。

表1 メタンハイドレート資源  
(Stephen Prenskey, 1995)

Methane gas $m^3 \times 10^{15}$	Methane gas $Tcf \times 10^5$	Methane carbon $kg \times 10^{15}$	Reference
Oceanic			
3.1	1.1	1.7	McIver (1981)
5-25	1.8-8.8	2.7-13.7	Trofimuk et al. (1977)
7600	2700	4100	Dobrynin et al. (1981)
17.6	6.2	11	Kvenvolden (1988)
19.5	6.9	11	MacDonald (1990)
26.4-139.1	9.3-49.1	----	Gornitz and Fung (1994)
Continental			
0.014	0.005	7.5	Meyer (1981)
0.031	0.011	17	McIver (1981)
0.057	0.02	31	Trofimuk et al. (1977)
34	12	1800	Dobrynin et al. (1981)
----	----	400	MacDonald (1990)

図1 世界のメタンハイドレートの分布  
(●、○は海域、■、□は陸域)

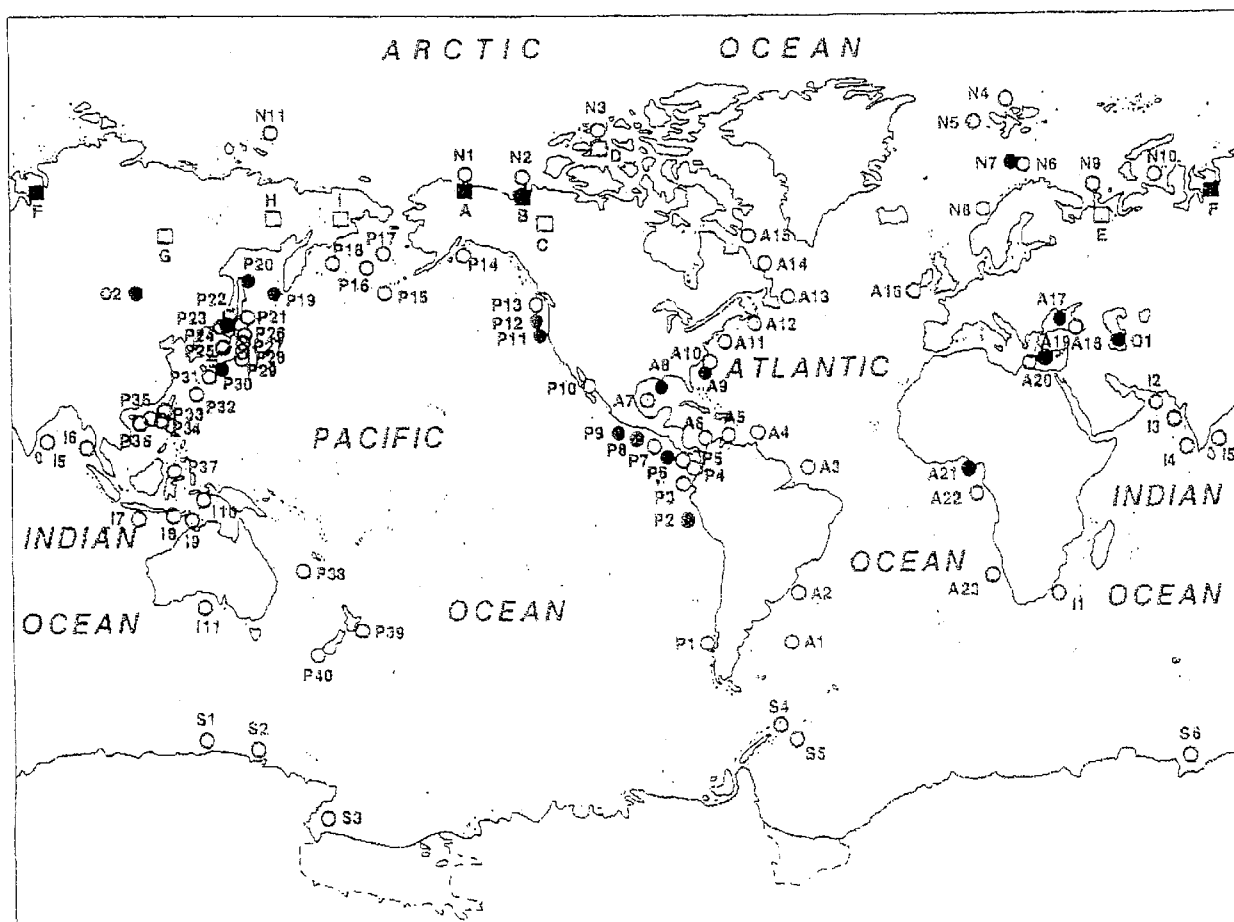


図2 日本周辺海域のメタンハイドレートの分布

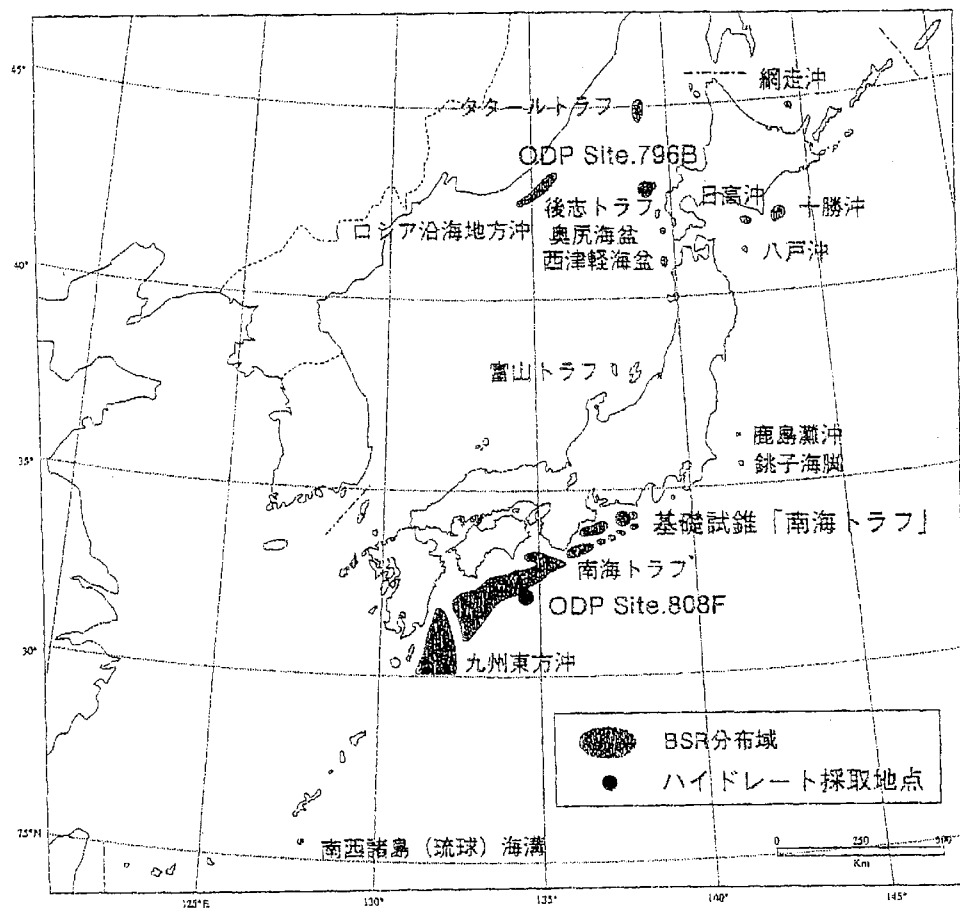
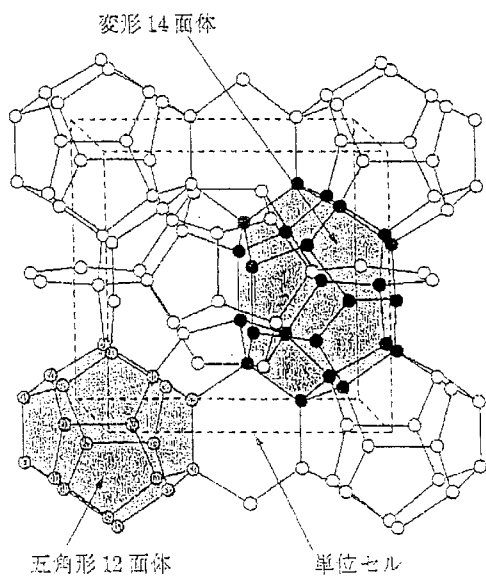
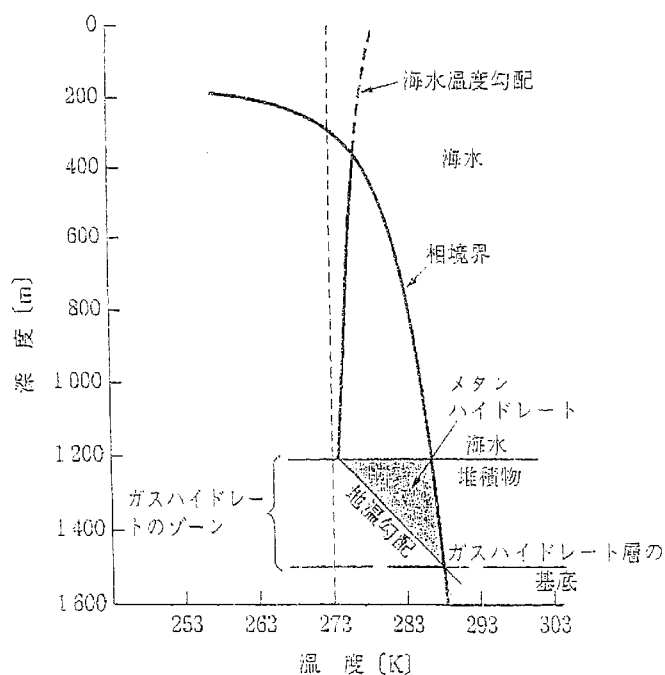


図3 メタンハイドレートの結晶構造 (Kvenvolden, K.A.)



McMullan and Jeffrey (1965) による構造Iハイドレートの構造。水分子がつくる空隙径0.86 nmの五角形12面体が2個と、空隙径0.788 nmの五角形12面六角形2面の変形14面体5個で構成される。この図は点線で示された46個の水分子、8個のメタン分子からなる、辺の長さ1.2 nmの単位セルの立方体の前面部分を示す。各頂点は酸素原子である。この多面体の中の空間にメタン分子が一つずつ入る。この場合、分子式は $CH_4 \cdot 5.75 H_2O$ となる。

図4 深海域におけるメタンハイドレートの安定領域 (Sloan, E.D.Jr)



海水中の温度は深くなるにつれて急速に低下し、深海では数°Cでほぼ一定になる。海底下の温度は場所により異なる。地下温度勾配によって決まる。圧力は深度で決まるので、深海では海底から、地温線が相境界と交わる深度までがメタンハイドレートの安定領域となる。

図5 メタンガスハイドレートの採掘概念モデル  
(増出)

