

## 移送カプセル装置を用いた海上への移送

鳥取県鳥取市

菊川 清

現在、海底下 2000 メートルでの海底資源採掘および浮体式生産貯蔵積み出し設備においては、日本(三菱重工業)他で開発済みであるので、海底で採掘されたメタンハイドレートを送送カプセル装置を用いて海上に移送する方法について提案する。

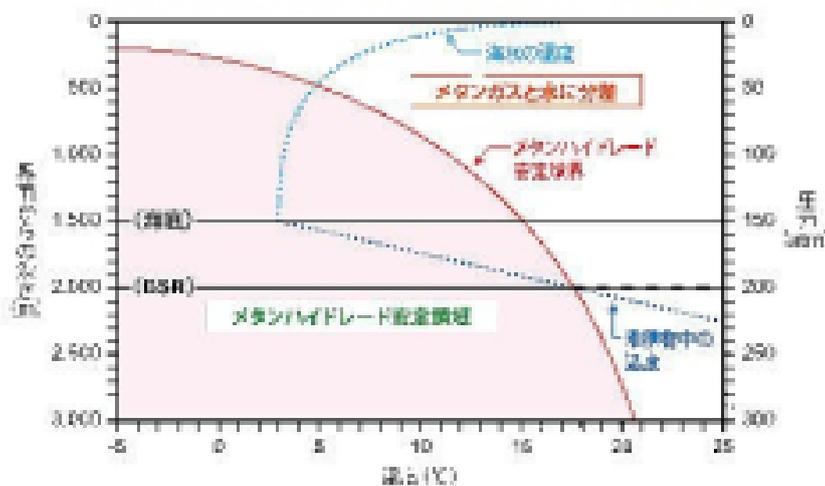
### 提案の前提…日本海の表層型メタンハイドレートの特徴他

1. 水深数百～千mに直径数百m、深さ数十mで塊状の集積体で存在
2. メタンハイドレートはメタンと水が低温・高圧状態で結晶化した氷状の固体物質  
(氷状上を保つ条件 大気圧下で $-80^{\circ}\text{C}$ 、 $0^{\circ}\text{C}$ では23気圧)
3. メタンハイドレートの分解時の吸熱

### メタンハイドレートの相平衡

計測展 2012  
02/03

海洋環境でメタンハイドレートが安定に存在する圧力・温度範囲



海水の温度-圧力条件で、メタンハイドレートが安定する。地層中の高層の温度は地層の上層部の地層中にメタンハイドレートが安定する。これは海底下から500m程度の深さになる。

### メタンハイドレート安定領域

水深(m)	気圧(1気圧)	海水温度	備考
0m	0気圧	15.0°C	
300m	30気圧	6.5°C	
500m	50気圧	5.0°C	
600m	60気圧	4.0°C	
800m	80気圧	3.0°C	

## 技術アイデアの内容

### I. アイデアの概要

メタンハイドレートの特質を生かしながら移送カプセル装置を用いて、海上あるいはメタンガスのパイプ移送が可能な海面下 2~3 百メートルまで移送し、装置の内気圧・温度をコントロールしてガス化したものを海上の積出設備へ送付する方法

### II. 採掘・回収装置の基本構成

メタンハイドレートは水深が 500m(50 気圧)、水温が 5°C で結晶化した氷状が安定して維持され、これを基準に移送する提案である。

なお、引用する気圧等の数値は、技術内容が理解され易いように、安全(余力)を考慮した数値としていない。

#### ① 移送カプセル装置

I. 耐圧が 50 気圧の移送カプセル装置のとき

II. 耐圧が 30 気圧の移送カプセル装置のとき

#### ② (海底)メタンハイドレート用積み込み用ステージ

#### ③ (海上)浮体式メタンガス貯蔵積み出し設備

耐圧が 30 気圧の移送カプセル装置による場合は、海面下 200m にメタンガス配転用ステージを別に設ける。

(別添図 3. をご参照願います)

なお、提案内容は**移送カプセル装置**についてのみとする。

### III. 採掘・回収の概要とその特徴

事例：メタンハイドレートの採掘水深が水深 800m(80 気圧)~1200m(120 気圧)、水温が 3°C としたときで、移送カプセル装置の耐内圧が 50 気圧のものを使用するとき

(具体的な作業工程は、)

1. 海中に配したドーザー・クラッシャーにより結晶化したメタンハイドレートを採掘・荒細断し(塊状)、フレキシブルチューブ(流体導入式中空孔形成チューブ)を用いて近くに設けた積み込み用ステージの**移送カプセル装置**へ投入し、満杯にして保管する。

このとき、**移送カプセル装置**のメタンハイドレート投入口は解放状態にある。

(積み込み用ステージには常時別の移送カプセル装置を待機させておくとよい。)

2. 海面への移送は、移送カプセル装置の上部または側面に設けられたポンベ等に空

気等を圧入して浮上させる。

なお、海面までの誘導方法は、自力・ロープやパイプなどによる。

3. 移送カプセル装置の浮上途中の 500m 時点で、移送カプセル装置のメタンハイドレート塊投入口を自動密閉する。

ここでは、移送カプセル装置内は 50 気圧(500m 時点)、水温が 3~5℃で塊状に維持された状態にある。

(移送カプセル装置が海中を上昇中に、徐々にではあるが海水温が上昇するので、このメタンガスを保管する空間を移送カプセル装置の上部または側面に設け、また、気化したときの気化熱の吸熱現象を利用して温度上昇を防止する。)

4. このまま、海上まで上昇させ、海面に到達した時に移送カプセル装置のメタンガス排出口を海上の浮体式生産貯蔵積出設備に繋ぐ、

移送カプセル装置の中でのメタンガス分離速度のコントロールは、装置内の密閉(50 気圧)の減圧又は解除により行う。

5. メタンガスの回収が終了後は、移送カプセル装置のメタンハイドレート塊投入口は解放状態にて海水で満たした状態にあり、海底に移送するときは浮上用空気タンクに海水を注入して自然降下させる。

#### (移送カプセル装置の耐内圧の 50 気圧が技術的・コスト的に難しいとき)

事例：水深 800m (80 気圧) ~1200m(120 気圧)、水温が 3℃としたときで、移送カプセル装置の耐内圧が 30 気圧のものを使用するとき

このケースでは、海面下 200m のところにステージを設け、ここでガス化させ、海上の浮体式メタンガス貯蔵積出設備までパイプ輸送する。

(具体的な作業工程は、)

1. 事例：水深 800m(80 気圧) ~1200m(120 気圧)、水温が 3℃

海中に配したドーザー・クラッシャーにより結晶化したメタンハイドレートを採掘・荒細断し(塊状)、フレキシブルチューブ(流体導入式中空孔形成チューブ)を用いて近くに設けた積込み用ステージの移送カプセル装置へ投入し、満杯にして保管する。

このとき、移送カプセル装置のメタンハイドレート投入口は解放状態にある。

(積み込み用ステージには常時別の移送カプセル装置を待機させておくといよい。)

2. 海面への移送は、移送カプセル装置の上部または側面に設けられたポンプ等に空気等を圧入して浮上させる。

なお、海面までの誘導方法は、自力・ロープやパイプなどによる。

3. 移送カプセル装置が浮上途中の 500m 時点で、移送カプセル装置のメタンハイドレート塊投入口を自動密閉する。

ここでは、移送カプセル装置内は 50 気圧(500m 時点)、水温が 3~4℃で塊状が維持された状態にある。

4. 移送カプセル装置の塊投入口を自動密閉した状態で浮上を続け、浮上途中の海面下 200m 時点に設けられたステージに固定する。

(移送カプセル装置が海中を上昇中に、徐々にではあるが海水温が上昇するので、このメタンガスを保管する空間を移送カプセル装置の側面に設けるとよい。

なお、気化するとき、気化熱の吸熱現象により急激な温度上昇になることはない)

5. 移送カプセル装置は 500m 時点で密閉した状態にあるから、50 気圧、水温が 3~4℃と塊状が維持された状態にある。一方、海中は海面下 200m、20 気圧、水温が 6.5℃であるが、移送カプセル装置の耐圧は内外差の 30 気圧で、対応が可能である。

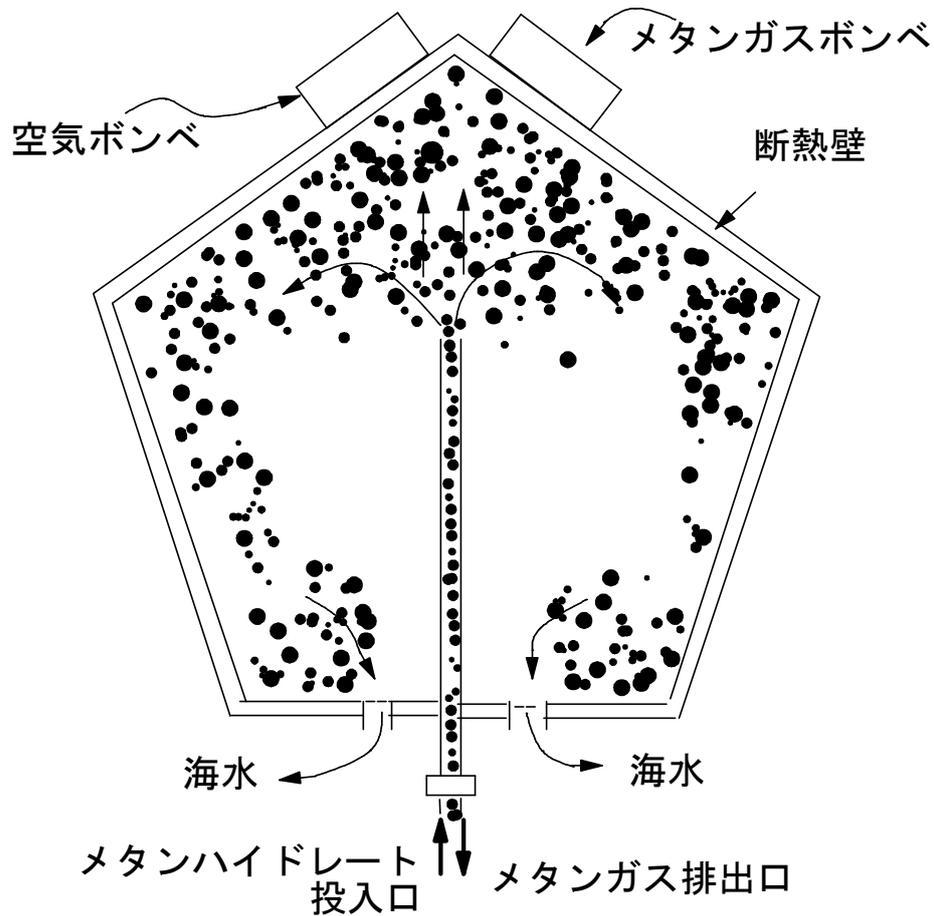
ここで、移送カプセル装置の内圧をコントロールしてガス化し、海上の浮体式メタンガス貯蔵積出設備から垂下させた移送パイプに繋いで移送する。

6. メタンガスの回収が終了後は、移送カプセル装置のメタンハイドレート投入口は解放状態にあり、海底に移送するときは浮上用空気タンクに海水を注入して自然降下させる。

#### IV. この提案が実現するための条件

耐内圧が 20~60 圧で断熱性を有する移送カプセル装置の製作

図面 1. 移送カプセル装置の概要



移送カプセル装置が直径 10m の球体のときの 1 回での移送できるメタンハイドレートは、

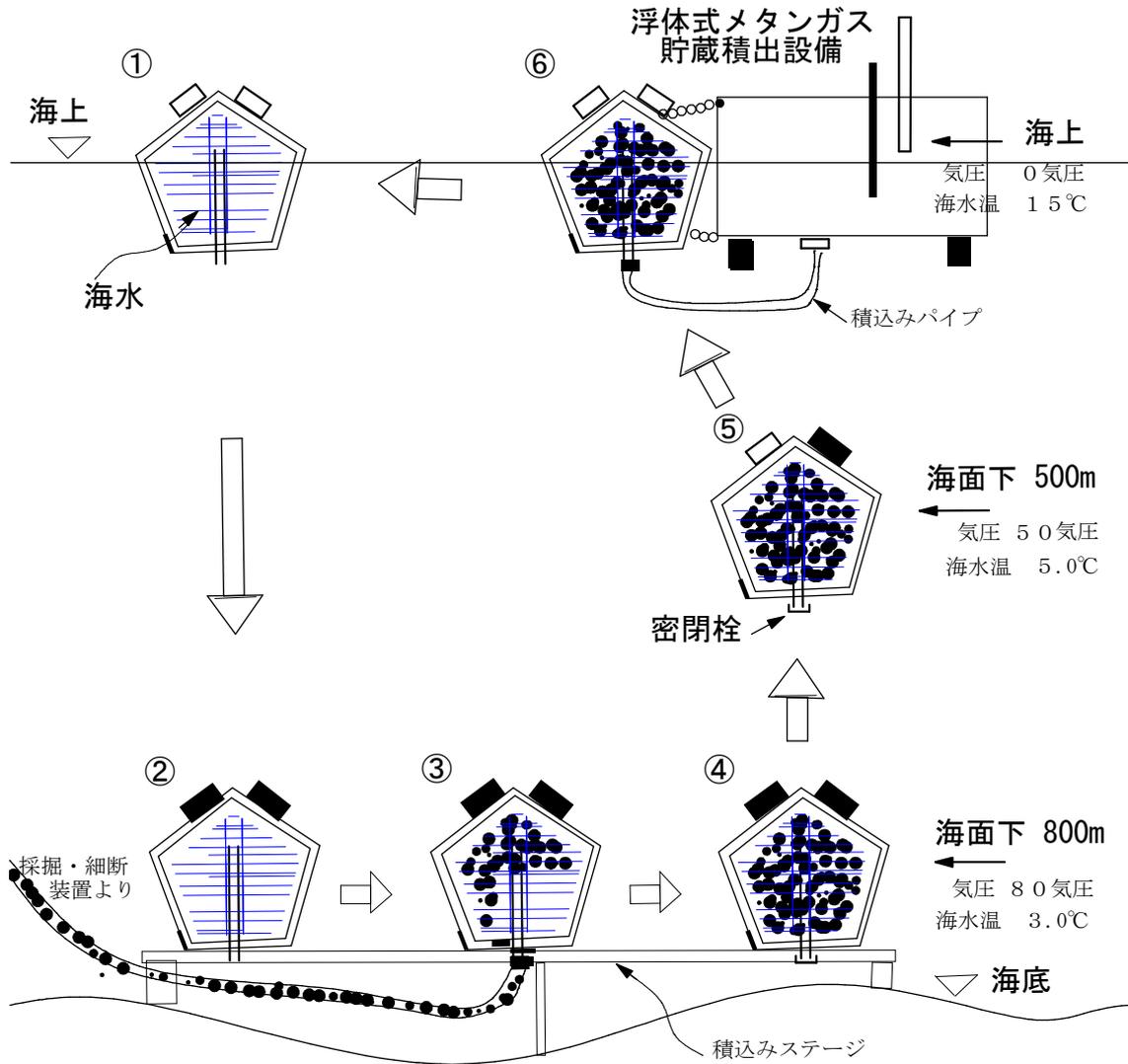
$$5\text{m} \times 5\text{m} \times 5\text{m} \times \frac{4}{3} \times \pi (3.14) = 523\text{m}^3$$

これに空間(70%)を勘案した歩留まりは  $523\text{m}^3 \times 0.3 = 157\text{m}^3$

さらにメタンガスに換算すると  $157\text{m}^3 \times 160\text{m}^3 = 25,120\text{m}^3$

## 図面 2. 移送カプセル装置の概要

### -1. <内耐圧が 50 気圧の移送カプセルのとき>



ー2. <内耐圧が 30 気圧の移送カプセルのとき>

