

独立型太陽エネルギー供給システムによるメタンハイドレート回収法

国立和歌山工業高等専門学校
嶋田 仁、嶋田 大海

[1] アイデア創出の背景

メタンハイドレート(以下MH)は日本近海に大量に埋蔵されている新たな天然ガス資源であり、MH採掘の実用化は資源貧国である日本が資源大国となりうる最大の手段として期待されている。近年注目されている表層型MHの採掘では、砂層型MHの採掘で課題とされてきた、高コスト、不純物の除去、産出効率の低さ、埋蔵地の見つけにくさ等をクリアできると期待されている。現在MHの採掘方法として減圧法に加えて圧入法や熱刺激法が提案されているが、減圧法以外はいずれも研究段階であり、十分に開発が進んでいない。

MH採掘の実用化を阻む大きな原因の一つは、MHを分解するコストが高いことである。MHの分解には原理的に熱が必要であるが、その熱源を化石燃料に頼っている限り、低コスト化は望めない。この点から、化石燃料以外のエネルギー源として、太陽光、風力、潮力、波力等の自然エネルギーを用い、しかも海上での独立型エネルギー供給システムを構築して利用することが有効であると私たちは考えた。また、自然エネルギーの利用は、化石燃料を使用しないので地球温暖化対策にも繋がる。しかしながら、クリーンな自然エネルギーを有効活用したMH採掘アイデアは、これまでほとんど提案されていない。

そこで私たちは、自然エネルギーの中から最も有効に利用できると考えられる「太陽光」に着目し、太陽電池のようなエネルギー変換デバイスを極力省略してエネルギー伝達ロス低減し、太陽光を直接、海底の表層型MHに照射して熱分解するというユニークなプロセスを考案した(図1)。

[2] 採掘プロセス

私たちの提案する採掘プロセスは、太陽光のエネルギーを集約して表層型MHの熱分解に直接利用するものであり、さらに海上での独立型エネルギー供給システムを構築することによる低コスト化も狙ったものである。詳細な工程は、以下の通りである(図2)：

- ① 海上(船上)の集光機で、太陽光を集める。
- ② 集めた太陽光を、光ファイバーを用いて海底に送る。
- ③ 太陽光をMHに照射し分解させ、発生したメタンガス(MG)を漏斗状の捕集傘を用いて回収する。
- ④ 回収したMGを船上のタンクに貯蔵し、タンカーで輸送する。

MHを分解させるためには大量のエネルギーが必要であり、これを太陽光で賄うにはかなり広い面積で集光しなければならない。つまり、大型の船または採掘井が必要となるが、その分、回収MGも大量に貯蔵できるというメリットもある。

太陽光の輸送には、太陽光エネルギーの伝達ロスの少ない光ファイバーを用いる。この方法以外には、太陽光発電により電力に変換し、その電力を熱に変換するという方法も考えられるが、この場合、二回のエネルギー変換工程を含むのでエネルギー伝達ロスが大きく、有利な方法とは言えない(図3)。

虫眼鏡で太陽光を集めると紙を焼けるように、太陽光を集めて直接MHに照射すれば輻射熱が発生し、それによりMHの熱分解が進行すると考えられる。この光ファイバーによる太陽光照射システムは海底の表層型MHにスポット的に光を照射するには非常に使いやすく、操作性に優れていると考えられる。実際には表層型MHは白色を帯びており、多少の太陽光が反射する可能性もあるが、漏斗型のMG捕集傘を黒くしておけば、反射した光を吸収して周辺の温度を上昇させるので、MHの熱分解に補助的に働くと考えられる。

[3] 採掘プロセス試算

本提案の独立型太陽エネルギー供給系プロセスの能力が、太陽光発電を用いるプロセスに比べてどれくらい高いかということ、単位時間当たりのMH分解量(t/h)を概算して評価した(計算式:図4)。その結果、

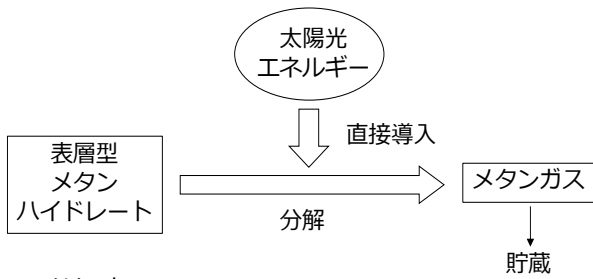
- ・独立型太陽エネルギー供給系でのMH分解量(本提案): 117 t/h
- ・太陽光発電を用いた系でのMH分解量(比較): 35 t/h

となり、本提案でのプロセスの方が高いMG生産能力を有する可能性があることがわかった。

[4] 今後の課題と展望

本提案の採掘プロセスでの最大の問題点は、天候に大きく影響を受けることである。これについては、他種の自然エネルギーを利用したシステムとの併用等を試みる必要がある。また、MGが海水中でどのように分散するのか等も考慮しながらプロセスを設計する必要がある。以上のように問題点もあるが、今後のエネルギー事情や地球環境を考えると、独立型エネルギー供給システムによる自然エネルギーの活用はますます重要になってくると予想される。

参考文献: 日本エネルギー学会編, “非在来型天然ガスのすべて”, 日本工業出版(2014)。



メリット

- ・独立型エネルギー供給システムによる低コスト化
- ・自然エネルギーを用いることによる地球温暖化対策

図1. MH採掘プロセス提案

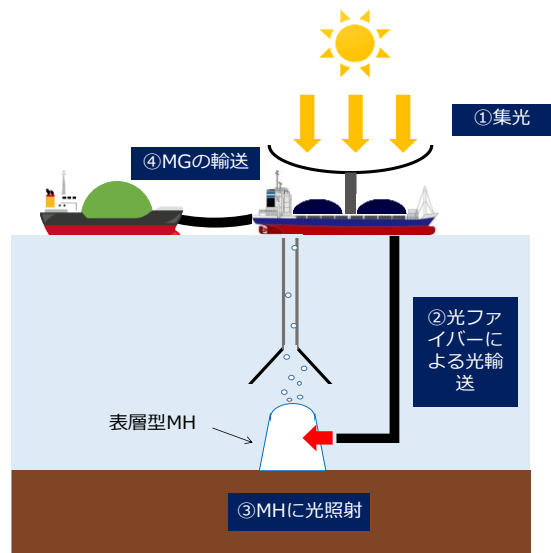


図2. 採掘プロセス概要図

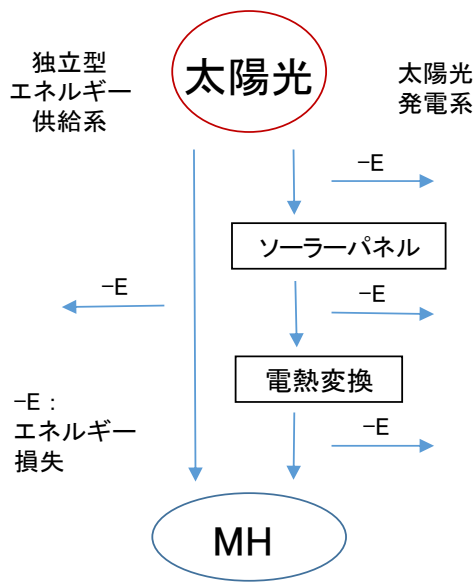


図3. エネルギー損失の比較

船の面積に単位面積当たりの太陽光エネルギーをかけ、これをMHの分解潜熱で割ると単位時間当たりのMH分解量が求まる。

$$W = \frac{E \times A \times C}{H}$$

- W: MH分解量 (t/h)
- E: 太陽光エネルギー (1 kW/m²)
- A: 船の面積 (LNG運搬船:14186 m²)
- C: 光伝達効率 (独立型:1.0, 太陽光発電系:0.3)
- H: MH分解潜熱 (435 kJ/kg)

図4. MH分解量の試算