

エネルギー高効率利用のための相界面科学
平成 25 年度採択研究代表者

H28 年度 実績報告書

圓山 重直

東北大学流体科学研究所
教授

海洋メタンハイドレート層のマルチスケール界面輸送現象の解明と
大規模メタン生成への展開

§ 1. 研究実施体制

(1) 「圓山」グループ

- ① 研究代表者: 圓山 重直 (東北大学流体科学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・ MH の生成・分解反応とマイクロ界面輸送の解明
 - ・ 相変化を伴う固気液三相熱流動現象の解明
 - ・ 洋上メタンガス利用システムの検討

§ 2. 研究実施の概要

圓山チームでは、メタンハイドレート(MH)を利用した二酸化炭素低排出高効率発電システムの実現を目指している。本年度はこれまで提案してきた発電システムのボトルネックについて議論し、本問題点を解決する新たな発電システムを提案した。さらに、メタンガス生産予測に影響を与えるMH界面におけるメタンガス解離現象を明らかにするため、MH解離モデルの構築および界面での輸送現象の高精度計測を行っている。

減圧法によるメタンガス生産ではMH解離時の吸熱反応によって、地層の温度が低下し回収率が下がることが予想されている。即ち、MHの高回収率を達成するためにはMH貯留層の顕熱を高め、MH解離を促進させる必要がある。そこで、この問題点を解決するために新発電システムを提案し^[1]、特許を出願した。本発電システムでは、生産井と熱水を注入する注入井を分離して設置することを特徴としている。注入井には発電システムで発生した排熱と二酸化炭素を混合した海水を貯留層に注入、予熱することによって生産井でのメタンガス増産を図っている。

注入井での予熱効果がMH生産量に及ぼす影響を評価するために、MH貯留層内部の大規模数値シミュレーションを行った。初期地層温度を変化させ、予熱効果を評価した^[2]。各地層初期温度におけるメタンガスの累積生産量を図1に示す。図1に示すように、地層初期温度が12°Cの場合、1年後の累積生産量は地層初期温度3°Cの場合と比較して、100倍程度上昇することが明らかとなった。また、図1よりメタンガス生産量が長期的に一定値となっていることから、地層の広い範囲を予熱することで安定してメタンガスを生産できる可能性が示された。合わせてMH解離実験を行い、MHサンプルの初期温度が高い場合、ガス生成量が增大することを実験的に示した^[3]。注入井からの熱水圧入によりMHが分解し、メタンガス生産量および地層の状態に影響を与えることが考えられる。今後は予熱時のメタンガス生成およびその流動挙動を評価する必要がある。

また、MH界面におけるメタンガス解離現象を明らかにするため、界面での輸送現象計測の検討を更に進めた。減圧により生じるMH界面での層状の干渉縞は、MH界面での熱伝導と解離による物質拡散の複合現象を示していると考えられる。この計測値から界面近傍での密度差を導出した。このことから、減圧によって生じるMH界面での熱物質移動現象の密度差変化は極めて小さいことが予想された。さらに、実験結果との定量的な比較を行うために、数値解析を行い、熱伝導及び物質拡散に起因する密度差が同程度の値となることを明らかにした。今後は、新規導入したラマン分光計により、解離時のMH界面構造の動的変化を計測し、干渉計による界面近傍での輸送現象の計測と合わせてMH解離現象の解明に注力する。

参考文献

- [1] 圓山重直, 岡島淳之介, 小宮敦樹, 陳林, メタンガス回収方法および二酸化炭素低排出発電方法, ならびにメタンガス回収システムおよび二酸化炭素低排出発電システム, 特願2017-037501, 2017.
- [2] L. Chen, H. Sasaki, T. Watanabe, J. Okajima, A. Komiya, and S. Maruyama, "Production Strategy for Oceanic Methane Hydrate Extraction and Power Generation with Carbon Capture and Storage (CCS)", *Energy*, in press, 2017.
- [3] H. Yamada, L. Chen, G. Lacaille, E. Shoji, J. Okajima, A. Komiya, and S. Maruyama, "Experimental Study of Methane Hydrate Dissociation and Gas Production Behaviors

under Depressurization” ,*International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, vol. 6, pp. 140-146, 2016.

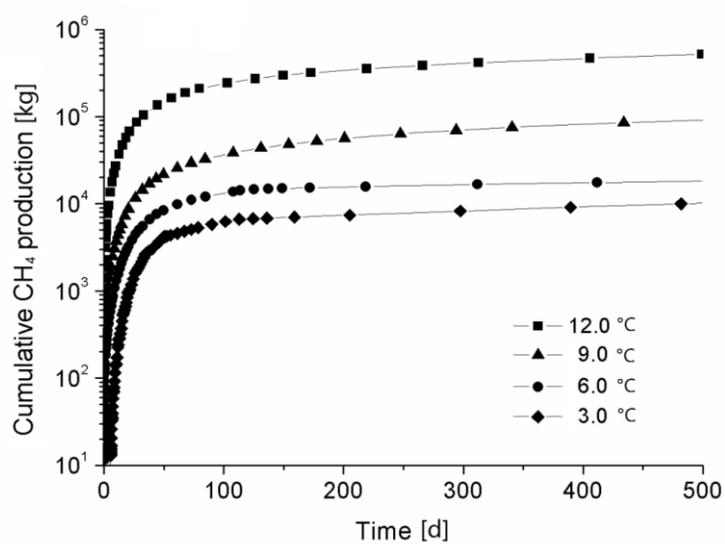


図 1 MH 貯留層内部の数値解析によるメタンガスの累積生産量