

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

H26 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

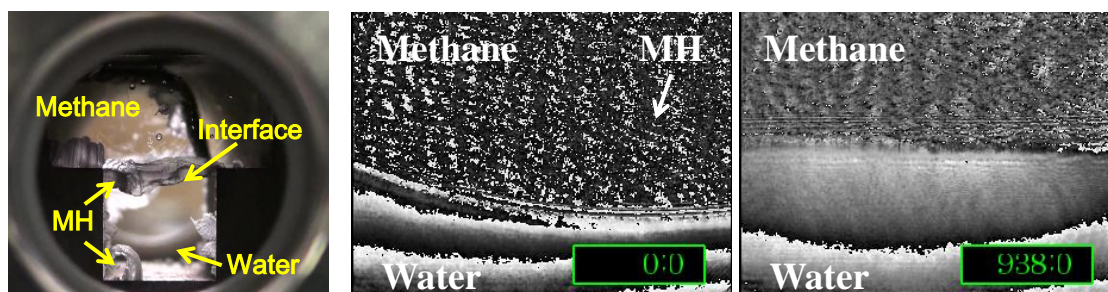
(1) 「圓山」グループ

- 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
 - ・メタンハイドレート解離機構の解明
 - ・メタンハイドレート層内の 4 相複雑熱流動場の解明
 - ・メタンハイドレート利用エネルギーシステムの評価

§ 2. 研究実施の概要

海洋メタンハイドレート(以下MHとする)層からメタンを大規模抽出するメカニズムの解明を目指す。MH層内の界面および熱流動現象を観察・解析し、マクロスケール熱物質移動と化学反応のモデル化に繋げることを目指している。

MH解離時の貯留層中の熱・物質輸送現象などの解明のため、MH解離界面での濃度場変化を位相シフト干渉計により測定した。測定結果からMH解離後、液相中の位相差勾配の減少が確認された。これはMH解離時、液相中のメタンの物質移動流束が減少傾向にあることを示唆した。(神田雄貴ら、位相シフト干渉計によるメタンハイドレート解離現象の可視化測定、日本機械学会東北支部第50期総会講演会講演集)



MH解離時の干渉縞画像

また、本研究では、相変化を伴う多孔質体内混相流動の解明を目指した。デュアル水平抗井を模した系で、化学反応により熱水圧入時、MHが解離し貯留層内でメタンガスが発生する過程を再現した。タービダイト堆積物では、圧入井と生産井の間に介在する泥層が水の流動を妨げている様子が確認できた。一方でフラクチャー堆積物の場合、泥層に作成した高浸透率流路に沿って水流が上層へと流動していく様子が確認できた。これにより、フラクチャリング技術がガス増産に効果的であることを示唆した。(佐々木淳ら、メタンハイドレート貯留層を模擬した多孔質体内気液二相流の観察、第6回メタンハイドレート総合シンポジウム講演集)

また、本研究では研究の出口戦略としてMHを利用した二酸化炭素低排出発電システムを提案している。発電プラントは船体上に設置され、メタンハイドレート濃集帯上の洋上において発電を行う。発電された電力は海底ケーブルによる直流送電によって陸上へ輸送される。二酸化炭素を溶解させた海水はタービン排熱で加熱された後、海中に設置したパイプを通じてメタンハイドレート貯留層へと輸送される。メタンハイドレートは減圧と熱刺激によって水とメタンガスに解離される。そして産出されたメタンガスが燃料として船上の発電プラントへ供給される。同時に熱水中に含まれる二酸化炭素は貯留層中に隔離される。このシステムに関して、定常プロセスシミュレーションを行い、発電プラントの性能評価を行っている。(Hiroki Gonome, et al., "Performance Evaluation about Low CO₂ Emission Power Generation System Utilizing Ocean Methane Hydrate", Proceedings of ASME-ATI-UIT 2015(発表予定))