

「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

H29 年度 実績報告書
-----------------

圓山 重直

東北大学流体科学研究所  
客員教授

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 客員教授)
- 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

メタンハイドレート(以下, MH)層からメタンガスを生産する過程において微視的な機構である MH 界面におけるガス解離機構および熱物質移動の詳細な解明にむけ, 計測システムの構築と検証を行った. MH 解離現象を明らかにするためには, MH 界面濃度の非定常変化や, 濃度勾配を正確に評価する必要がある. MH とガスの固気界面における輸送現象を計測するために高速位相シフト干渉計の開発と評価を行った. 計測の妥当性を評価するため, 液滴界面近傍における非定常熱輸送の定量計測を行った. 図 1 に示すように液滴周囲に生じた温度場起因の密度分布の変化を高速で計測することができ, また実験結果は数値解析と良い一致を示した. このことから, 界面近傍における温度場起因の密度分布の計測手法の構築を達成し, 今後, 物質輸送が共存した場の計測手法の確立および MH 界面の律速過程の評価へ展開する.

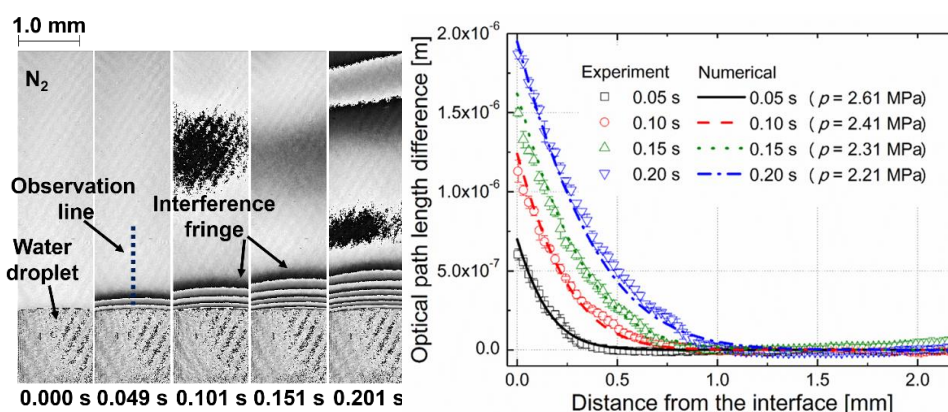
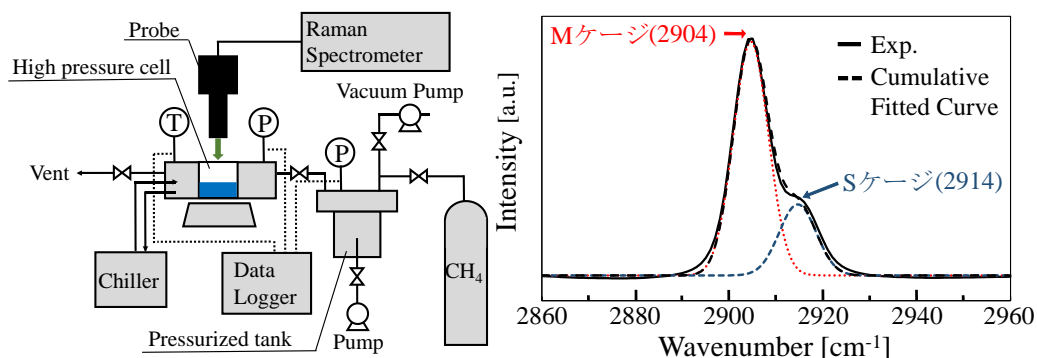


図 1 断熱膨張による液滴周りの非定常熱輸送による光路長差分布

MH 表面におけるメタン占有率と解離速度および律速過程の関連を明らかにする目的で, ラマン分光法を用いた MH におけるメタン占有率の *in-situ* 計測を行っている. 平成 29 年度は種々の条件下における MH 生成とそのメタン占有率の関係を明らかにすることを目的とした. 図 2 に一例として, 278.6 K, 6.0 MPa にて測定したラマンスペクトルを示す. 図 2 に示すように M-cage に対応した  $2904\text{ cm}^{-1}$  のピークと, S-cage に対応した  $2914\text{ cm}^{-1}$  のピークの 2 つが確認された. このデータを解析し, 実験値と MH 中の各ケージ占有率を Langmuir 型の吸着式で仮定した推算値を比較すると, 絶対値としてのそれらの値は概ね一致していることがわかり, 計測の妥当性および界面濃度の算出に必要な分光スペクトルの面積比が得られることを確認した. 今後は動的な MH 解離現象の計測へ展開し, 先に述べた MH 近傍の熱物質輸送計測から得られる律速過程の情報との関連を評価する.



(a) ラマン分光解析システム (b) MH のラマンスペクトル(278.6 K, 6.0 MPa)

図 2 ラマン分光解析システムと結果の一例

代表的な原著論文

1. Yuki Kanda, Eita Shoji, Lin Chen, Junnosuke Okajima, Atsuki Komiya, and Shigenao Maruyama, "Measurement of transient heat transfer in vicinity of gas-liquid interface using high-speed phase-shifting interferometer", *International Communications in Heat and Mass Transfer*, Vol. 89, No., pp. 57-63, 2017
2. Lin Chen, Yongchang Feng, Takuma Kogawa, Junnosuke Okajima, Atsuki Komiya, and Shigenao Maruyama, "Construction and simulation of reservoir scale layered model for production and utilization of methane hydrate: The case of Nankai Trough Japan", *Energy*, Vol. 143, No., pp. 128-140, 2018
3. Lin Chen, Yongchang Feng, Junnosuke Okajima, Atsuki Komiya, and Shigenao Maruyama, "Production behavior and numerical analysis for 2017 methane hydrate extraction test of Shenhu, South China Sea", *Journal of Natural Gas Science and Engineering*