

Title	クラスレートハイドレートを利用した次世代型ヒートポンプの開発のための実験研究
Sub Title	Experimental research for the development of next-generation heat pumps using clathrate hydrate
Author	松浦, 陸(Matsuura, Riku)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2024
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	クラスレートハイドレート(ハイドレート)とは水分子が作る立体ケージ構造内に他の物質 (ゲスト物質) の分子が取り込まれた物質である。ハイドレートは従来の逆ランキンサイクル型のヒートポンプの作動媒体よりも大きい生成・分解熱を有しており、高効率ヒートポンプの作動媒体としての利用が検討されている。ハイドレートの物性はゲスト物質の種類により変化するためヒートポンプの開発に向けて適切なゲスト物質を選定することが重要である。そこで本年度はヒートポンプの作動媒体の候補となるハイドレートの熱物性や結晶学的特性の解明を行った。まず熱物性測定として、メタン+1-メチル-1,2-エポキシシクロヘキサハイドレートとメタン+1,2-エポキシシクロペンタンハイドレートの相平衡条件測定を行った。これらのハイドレートは従来のハイドレートよりも緩和された条件で生成することが確認された。また粉末X線結晶構造解析を行い、ハイドレートの結晶構造を明らかにした。 結晶学的特性に関しては、メタン+1-メチルピペリジンハイドレートの結晶成長挙動の観察を行い、ハイドレートの生成温度により結晶学的特性が変化することを明らかにした。解明した結晶学的特性と生成温度の関係より、ハイドレートヒートポンプの最適な運転条件の検討を行った。 Clathrate hydrate (hydrate) is a compound in which molecules of other molecules (guest molecules) are incorporated into the three-dimensional cage structure created by water molecules. Hydrates have a larger heat of formation and dissociation than a latent heat of the working medium of conventional reverse Rankine cycle heat pumps. their use as the working medium of high-efficiency heat pumps is being considered. Since the physical properties of hydrate vary depending on the type of guest material, it is important to select an appropriate guest material for the development of heat pumps. This year, we investigated the thermophysical and crystallographic properties of hydrate, which is a candidate working medium for heat pumps. First, we measured the thermophysical properties of methane + 1-methyl-1,2-epoxycyclohexane hydrate and methane + 1,2-epoxycyclopentane hydrate under phase equilibrium conditions. These hydrates were found to form under more relaxed conditions than conventional hydrates. Powder X-ray crystallography was also performed to clarify the crystal structure of the hydrates. As for the crystallographic properties, the crystal growth behavior of methane + 1-methylpiperidine hydrate was observed, and it was clarified that the crystallographic properties change depending on the formation temperature of the hydrate. Based on the relationship between the clarified crystallographic properties and the formation temperature, the optimal operating conditions of the hydrate heat pump were investigated.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2023000013-20230049

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2023年度 学事振興資金（共同研究） 研究成果実績報告書

研究代表者	所属	理工学部	職名	助教（有期）	補助額	600千円
	氏名	松浦 陸	氏名（英語）	Riku Matsuura		
研究課題（日本語）						
クラスレートハイドレートをを利用した次世代型ヒートポンプの開発のための実験研究						
研究課題（英訳）						
Experimental research for the development of next-generation heat pumps using clathrate hydrate						
研究組織						
氏 名 Name		所属・学科・職名 Affiliation, department, and position				
松浦 陸（Riku Matsuura）		理工学部機械工学科 助教				
荒井 規允（Noriyoshi Arai）		理工学部機械工学科 准教授				
1. 研究成果実績の概要						
クラスレートハイドレート(ハイドレート)とは水分子が作る立体ケージ構造内に他の物質（ゲスト物質）の分子が取り込まれた物質である。ハイドレートは従来の逆ランキンサイクル型のヒートポンプの作動媒体よりも大きい生成・分解熱を有しており、高効率ヒートポンプの作動媒体としての利用が検討されている。ハイドレートの物性はゲスト物質の種類により変化するためヒートポンプの開発に向けて適切なゲスト物質を選定することが重要である。そこで本年度はヒートポンプの作動媒体の候補となるハイドレートの熱物性や結晶学的特性の解明を行った。まず熱物性測定として、メタン+1-メチル-1,2-エポキシシクロヘキサンハイドレートとメタン+1,2-エポキシシクロペンタンハイドレートの相平衡条件測定を行った。これらのハイドレートは従来のハイドレートよりも緩和された条件下で生成することが確認された。また粉末X線結晶構造解析を行い、ハイドレートの結晶構造を明らかにした。 結晶学的特性に関しては、メタン+1-メチルピペリジンハイドレートの結晶成長挙動の観察を行い、ハイドレートの生成温度により結晶学的特性が変化することを明らかにした。解明した結晶学的特性と生成温度の関係より、ハイドレートヒートポンプの最適な運転条件の検討を行った。						
2. 研究成果実績の概要（英訳）						
Clathrate hydrate (hydrate) is a compound in which molecules of other molecules (guest molecules) are incorporated into the three-dimensional cage structure created by water molecules. Hydrates have a larger heat of formation and dissociation than a latent heat of the working medium of conventional reverse Rankine cycle heat pumps. their use as the working medium of high-efficiency heat pumps is being considered. Since the physical properties of hydrate vary depending on the type of guest material, it is important to select an appropriate guest material for the development of heat pumps. This year, we investigated the thermophysical and crystallographic properties of hydrate, which is a candidate working medium for heat pumps. First, we measured the thermophysical properties of methane + 1-methyl-1,2-epoxycyclohexane hydrate and methane + 1,2-epoxycyclopentane hydrate under phase equilibrium conditions. These hydrates were found to form under more relaxed conditions than conventional hydrates. Powder X-ray crystallography was also performed to clarify the crystal structure of the hydrates. As for the crystallographic properties, the crystal growth behavior of methane + 1-methylpiperidine hydrate was observed, and it was clarified that the crystallographic properties change depending on the formation temperature of the hydrate. Based on the relationship between the clarified crystallographic properties and the formation temperature, the optimal operating conditions of the hydrate heat pump were investigated.						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 （著者・講演者）		発表課題名 （著書名・演題）		発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）		学術誌発行 年月 （著書発行 年月・講演 年月）
Riku Matsuura		Variations in crystal growth of structure H hydrate formed with water-soluble large molecule guest compound		10th International Conference on Gas Hydrates		2023年7 月14日
Riku Matsuura, Meku Maruyama, Ryo Ohmura		Review of Ionic Semiclathrate Hydrates as Thermal Energy Storage Materials: Properties and Applications		ACS Applied Engineering Materials		2024年3 月22日