

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙第 号	氏 名	安田 啓太
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学准教授 博士（工学）大村 亮			
副査 慶應義塾大学教授 工学博士 鈴木 哲也			
慶應義塾大学教授 工学博士 朝倉 浩一			
慶應義塾大学専任講師 博士（農学）奥田 知明			
(論文審査の要旨) 学士(工学)、修士(工学)の安田 啓太君提出の学位請求論文は「氷点下温度域におけるクラスレートハイドレートの相平衡条件と結晶構造」と題し、全5章からなる。 クラスレートハイドレート(以下ハイドレート)は水分子が作る籠状構造の内部を多岐にわたるゲスト物質の分子が占有することによって生成する氷状の固体化合物である。ハイドレートは高いガス包蔵性、大きな生成分解熱、ゲスト物質の選択性などの特性を持つことから多くの既存技術と関わりがあり、さまざまな新技術が提案されている。これらの技術でハイドレートと共存する相の状態はそのプロセス設計をする上で重要な要素である。本論文では共存する水の相が氷である場合、すなわち氷点下温度域でのハイドレートの物性に着目し相平衡条件測定と結晶構造解析を行っている。 1 章ではハイドレートの特性と関連技術について概説し、本論文の目的と構成について述べている。 2 章では天然ガスの輸送貯蔵媒体としてハイドレートを利用する技術を想定し、その輸送貯蔵プロセスのオペレーション温度である 243 K から 273 K におけるメタン、エタン、プロパン、二酸化炭素、およびメタン+エタン+プロパン混合ガスハイドレート生成系の相平衡条件を測定し報告している。測定に際し、氷点下温度域での相平衡条件測定のために従来用いられてきた定容積法と呼ばれる測定方法を拡張し、測定データの健全性の確認を行っている。 3 章では南極やグリーンランドの氷床と呼ばれる氷の層に含まれる気泡が周囲の氷と反応し空気ハイドレートを形成するための条件を明らかにするために測定した窒素および窒素+酸素混合ガスハイドレート生成系の氷点下温度域における相平衡条件を示している。空気ハイドレートの生成は氷床に含まれる気泡を用いた過去の気候変動の調査に影響を与える。本論文で測定した相平衡条件にもとづいて空気ハイドレート生成領域について考察を行い、これまでに行われてきた氷床コアを用いた空気ハイドレートの視覚的観察との対応関係について論じている。 4 章では親水性で、単独ではハイドレートを形成することが難しいアルコール類がメタン加圧環境下でゲストとして作用する可能性に着目し、メタン+アルコールハイドレートの形成を結晶構造解析を通じて明らかにしている。その結果から、天然ガスパイプラインでのアルコールの熱力学的阻害剤としての利用や、アルコール類をゲストとしたハイドレートをを用いた 273 K 以下の作動温度を持つヒートポンプへの応用について議論を行っている。 5 章では本論文の総括を行い、結論を述べている。 以上要約すると、本論文ではハイドレート関連科学技術でしばしば直面する氷とハイドレートが共存する際の現象の理解を進めるため、相平衡条件測定と結晶構造解析を通じて氷点下温度域におけるハイドレートの物性・特性を明らかにしている。本論文は氷とハイドレートの共存下で起こる現象の重要性を明確化していて、天然ガス輸送・貯蔵技術、自然界でのハイドレート生成、熱エネルギー利用技術といったハイドレート関連科学技術のさらなる発展のため、ひいては工学上寄与することが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		