

氏名	川合 政人
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第157号
学位授与年月日	平成29年3月17日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	CO <sub>2</sub> ハイドレートの解離膨張特性を用いた発電システムに関する研究
論文審査委員	主査 教授 小原 伸哉 教授 田村 淳二 教授 山田 貴延 教授 黒河 賢二 准教授 高橋 理音

## 学位論文内容の要旨

温室効果ガスの排出による気候変動の懸念から、化石燃料の代替エネルギーの開発が急がれている。その一方で、寒冷地の冬期には、外気の冷熱や暖房器具から排出される廃熱などの未利用エネルギーが豊富に存在する。

本研究では、代替エネルギーのひとつの手法として二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)ハイドレートの特異な状態変化を用いて未利用エネルギーを電力に変換する、CO<sub>2</sub>ハイドレート発電機(CO<sub>2</sub> Hydrate Engine Generator: CHEG)を提案した。CO<sub>2</sub>ハイドレートの生成と解離では、小さな温度変化で圧力が大きく変化するという特異な状態変化を示す。この特異な状態変化による熱サイクルを、家庭の暖房器具からの低温排熱や昼夜の温度差などの未利用エネルギーによって駆動することで、非常にクリーンな発電システムを構築できる可能性がある。

初めに、CO<sub>2</sub>ハイドレートの生成・解離実験を行い、単位水量に対するハイドレートの生成量を計算してエネルギー貯蔵特性に関する解析を行った。次に、CHEGの発電出力の制御方法を確立することを目的として、CHEGの出力制御の動的モデルを提案した。生成したCO<sub>2</sub>ハイドレートから解離によって発生するガスの圧力は、温熱(上で述べた廃熱など)のハイドレートへの供給速度によって変化する。従って、温熱の供給速度の変化によってアクチュエータに加わるガスの圧力を調整すれば、CHEGの電力の出力は目標値に制御できる。CHEGの電力の出力を任意に制御できれば、例えば、太陽光発電を導入した戸建て住宅での電力需給の不均衡を補償する手段としてCHEGが利用できる。CHEGの動的モデルを用いて、出力制御が可能な電力の範囲(定格電力に対する割合)を数値解析により明らかにした。

結果として、水1 m<sup>3</sup>にCO<sub>2</sub>ハイドレートを生成すると、戸建て住宅で1日に使用される電力量の半分程度をCHEGで賄えることが明らかとなった。また、CHEGの動的モデルによる解析により、提案した制御方法によって電力の出力を任意の目標値に制御可能であることを示した。

結論として、本研究で提案したCHEGは戸建て住宅におけるエネルギー貯蔵手段として十分な容量を持ち、また、戸建て住宅での電力の不均衡を補償する手段としての機能を有することから、寒冷地における戸建て住宅向け代替エネルギーとして有効であることを述べた。

## 論文審査結果の要旨

ガスハイドレート生成と解離では、小さな温度変化で圧力が大きく変化するという特異な状態変化を示す。本研究ではCO<sub>2</sub>ハイドレートを取り上げて、ガスハイドレートの特異な状態変化を利用した熱サイクルを開発した。この熱サイクルでは、住宅などの低温排熱や昼夜の温度差などの未利用エネルギーで駆動させることができるため、非常にクリーンな発電システムが実現する。ガスハイドレートの状態変化を用いた熱サイクルによる発電システムの研究は過去に例がなく、本研究ではCO<sub>2</sub>ハイドレートのエネルギー貯蔵量、熱サイクルの基本特性及び発電システムの動特性について明らかにしている。さらに、CO<sub>2</sub>ハイドレートの特異な解離膨張特性を用いた発電システムから、安定した電力を得るための制御方法を数値解析によって明らかにしており、良好な出力制御の方法を開発した。

以上の論文内容を審査したところ、申請者は、CO<sub>2</sub>ハイドレートの特異な解離膨張特性を用いた発電システムについて新しい知見を得たものであり、未利用エネルギー及び再生可能エネルギーの先駆的な技術の1つとして認められる。よって、申請者は、北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認められる。