

## 別紙 1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 奥原 真哉

海洋エネルギーは海に囲まれた我が国にとって自給可能なエネルギー源であり、その利用技術の開発は我が国のエネルギー確保や低炭素社会の創出の観点から重要である。海洋エネルギー利用技術の一つである振動水柱型波力発電は、構造が極めて簡素で、波と二次変換装置であるタービンの間に空気を介しているため海象異常時でも装置が破損しにくい利点を有し、最有力の波力発電方式だと考えられている。

振動水柱型波力発電に用いる空気タービンは整流弁方式と無弁方式に分類され、現在の主流は無弁方式のウエルズタービンである。しかし、ウエルズタービンは、高い流量係数では失速により効率が著しく低下するうえ、起動性が悪いという欠点を有する。

一方、整流弁方式では一方向流れで使用される従来型タービンと整流弁により構成され、弁機構を用いるため装置の大型化や弁の耐久性が問題となるが、効率が高いと考えられている。そこで本研究では、2台の一方向流衝動型タービンを用いることで弁機構なしで往復気流を整流するツイン衝動型タービンの特性について、モデル試験と数値解析により解明している。

さらに本研究では、ウエルズタービンの失速時における性能改善を図るため、構造が複雑でやや高価であるが広い流量係数の範囲で高トルクが得られるとされる往復流型衝動タービンを小型化し、それをブースターとしてウエルズタービンに接続したツイン往復流型タービンを提案している。そして、本論文ではモデル試験と準定常解析手法を用いた数値解析により同タービンの性能を詳述している。

本論文は第1章から第8章で構成されている。

第1章では、再生可能エネルギー利用の意義と海洋エネルギー利用技術の世界的動向を述べるととも

に、最有力の波力発電方式である振動水柱型の諸問題と研究課題を示し、本研究の目的を述べている。

第2章では、従来提案された各種波力発電用空気タービンの作動原理や問題点を紹介している。そして、これらの問題点を克服するために提案され、本研究で対象とするツイン衝動型タービンとツイン往復流型タービンの作動原理と特徴を詳述している。

第3章では、本研究で使用した試験装置である往復流発生風洞、タービン性能試験装置、および計測システムの詳細を示し、実験方法や測定項目を説明している。

第4章では、定常流におけるタービンの性能評価に用いるトルク係数、入力係数、効率、そして流量係数の定義式を示した。また、非定常流におけるタービンの作動特性と起動特性を評価するための準定常解析手法を用いた数値解析について詳述している。

第5章では、ツイン衝動型タービンの性能をモデル試験と数値解析を用いて解明し、ロータと案内羽根の弦節比など同タービンの好適な翼列形状を示している。また、流体ダイオードと呼ばれる整流作用を有する流体素子について、そのタービン性能に及ぼす効果を風洞試験とCFDによる数値解析により調査している。

第6章では、ツイン往復流型タービンの性能について、準定常解析手法により非定常流における同タービンの作動特性と起動特性を予測し、それらの特性がウエルズタービンと往復流型衝動タービンの直径比に強く依存することを明示している。

第7章では、本研究で得られた好適形状を有する2つの波力発電用ツインタービンと代表的な無弁方式タービンとの性能比較を実施し、2つのツインタービンともに有用性が高いことを明示している。

第8章では、本研究で得られた成果をまとめ、本論文の結論としている。

以上、本論文は工学的に貴重な知見を多く含み、ツイン衝動型タービンにおける好適な翼列形状（ロータと案内羽根の弦節比、案内羽根設定角、ロータ

翼型) やツイン往復流型タービンにおける2つのタービンの最適な直径比を示すとともに、振動水柱型波力発電の空気タービンとして両ツインタービンに有用性があること、本研究で新しい幾何形状を提案した流体ダイオードに従来型より高い整流効果があることを明らかにしている。

平成27年1月30日(金)に実施した学位論文公聴会において、これらの内容がわかりやすく丁寧に説明され、質問者からの種々の質問に対しても適切に回答がなされた。以上の審査結果に基づき、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると判断され、審査委員全員の一致で合格と判定した。

## 別紙 2 (最終試験の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 奥原 真哉

学位申請者、奥原真哉氏に対して、博士論文審査終了後に最終試験を実施すること、および試験の内容は博士論文に関連する内容について口述試験を行うことを事前に通知し、平成 27 年 1 月 30 日 (金) に実施した。

口述試験は博士論文を中心として、流体力学、流体機械、および数値流体力学などに関連する内容について行った。学位申請者からは十分に満足できる回答が得られ、深い専門知識を有し、ターボ機械の翼列内における流動状態や計算データの解析能力、本研究の有用性や将来性についての理解などにおいても優れていると判断された。

以上に述べたように、本申請者は博士論文を中心とした最終試験では、いずれも十分な内容の知見を示すとともに、研究能力、総合判断力、弾力的な対応能力を備えていることから、最終試験の結果は合格であると審査員全員で判定した。