

## 博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名(本籍) 坂口 優希(熊本) 印

博士論文題名

潮流発電用の集流装置付き衝動タービンに関する研究

## 要旨

近年、日本は膨大なエネルギーを消費している。しかし、国内のエネルギー自給率は12.1%程度である。これは我が国が化石燃料資源に恵まれていないことを示し、化石燃料資源の輸入が不安定になれば、エネルギー不足に陥り、経済活動に大きな打撃が生じることを示している。そこで、再生可能エネルギーの一つである海洋エネルギーに注目し、利用に関する技術開発が日本そして世界各国で進められている。

本研究では、海洋エネルギー発電の一つである潮流発電に注目した。潮流発電は月と太陽の引力で引き起こされる周期的な流れの変動を利用して発電するシステムである。引力によって規則的に変動するため、長期にわたって予測が可能であり、信頼性の高いエネルギー源とみなされている。潮流発電では、一般的に潮流によってタービンを回転させ発電し、風力発電技術と同様に水平軸型と垂直軸型がある。また設置形式には、海底設置式と浮体式があり、様々な海域の環境に適した設置が可能である。

本研究では、集流装置による高出力化に注目する。高出力の潮流タービンを目指すには、タービンロータ直径を超えた受流面積の増大が有効である。そのためタービンロータまわりに集流装置を設置して集流による高出力化を目指すことを目的とした。潮流は往復流れであるため、往復流れに対応できる往復流対応の集流装置と衝動タービンロータを採用した。さらに、往復流れ対応の集流装置とタービンロータ

の高出力化を目指すために、タービンロータのまわりに設置する集流装置の内部に旋回流れを促す工夫を施せば、タービンロータにおける角運動量変化を増すことができ、タービンの高出力化を目指すことができる。そこで本研究では、潮流タービンの高出力を図るために往復流対応のらせん羽根付き集流装置を提案した。

本論文は第1章から第7章で構成されている。第1章では、海洋再生可能エネルギーの特徴について述べ、海洋再生可能エネルギーを利用した発電である波力発電、海洋温度差発電、潮力発電、塩分濃度差発電について、発電方法と特徴について示した。また、本研究の対象である潮力発電の一つである潮流発電についての現状と課題について示し、本研究の目的を述べた。

第2章では、実験装置の概要および性能評価について述べた。実験装置には供試タービンとして固定案内羽根付き衝動ロータを供試タービンとして採用し、原理と特徴について示した。また、実験装置は様々な計測器によって構成されており、計測においては不確かさが生じているため不確かさの推定について述べた。

第3章では、数値解析の基礎方程式である質量保存方程式(連続の式)、運動量保存式(ナビエ・ストークス方程式)および基礎方程式の離散化手法である有限体積法について述べた。また、ナビエ・ストークス方程式の乱流モデルによるモデル化も述べた。さらに解析モデルの境界条件である周期境界条件、アクチュエータディスクモデルおよび接続境界モデルの特徴を紹介した。最後に格子依存性の評価も行なった。

第4章では、往復流型集流装置付き衝動タービンの性能について実験的に解明した。まず、開き角の異なる2つの集流装置を使用し、開き角が大きいと速度比が大きくなり集流装置が出力の増大に寄与していることを示した。次にブロックage比の影響について、流路が狭い回流水槽と流路が大きい曳航水

## 博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 坂口 優希

槽での実験結果を比較し、ブロッケージ比の影響は無いと判断した。さらに好適なタービンハブ比についても示した。

第5章では、らせん羽根付き集流装置形状の影響を数値解析および実験で解明した。まず、第4章で好適とされた集流装置に角運動量を増加させるらせん羽根を設置し、数値解析によってらせん羽根の好適なねじり角度を示した。らせん羽根はねじり角度が小さいほど軸流速度が大きく、ねじり角度が大きいくほど回転速度が大きくなった。次に数値解析結果を基にモデルを作製し実験を行なった。実験結果は第4章で示した集流装置に及ばなかったが、速度比の改善が示された。

第6章では、らせん羽根付き集流装置と衝動タービンの流れ解析を行なった。全周計算の流れ解析を行ない、外部流れおよび内部流れを解明した。外部流れでは、集流装置にらせん羽根を設置したことによる影響は、ほぼないことが示された。また内部流れでは、らせん羽根で生成された相対流入角および絶対流入角がタービンロータ付近で減少する傾向が見られ、本らせん羽根とタービンロータの整合性に課題があることが示された。

第7章では、本研究で得られた結果をまとめ本論文の結論を示した。