

# 研究成果報告書

| 研 究 題 目   |     | 船舶を利用した浮体式潮流発電用水車フィールド<br>実験における水車近辺流速場の解析 | 実 施 年 度 |
|-----------|-----|--------------------------------------------|---------|
|           |     |                                            | 28 年度   |
| 代 表 研 究 者 | 所 属 | 水産研究・教育機構水産大学校                             |         |
|           | 氏 名 | 嶋田 陽一                                      | 印       |

## 1. 研究の目的・背景

風力・太陽光による再生可能エネルギーへの関心が高まっているが、これまで未開拓であった風力と類似した原理で発電する潮流発電のフィールド実験が展開中である。しかし、過去の主なフィールド実験は辰ノ瀬戸（長崎平戸市）、来島海峡及び関門海峡等と著しく少ない。潮流発電機器を開発してもフィールド実験を行わなければ、潮流発電機器における重要な問題を把握することは困難である。そのために、小規模な潮流発電フィールド実験の実績を積むことが重要であり、その実績が大規模プロジェクトへの実現に繋がる。申請者は潮流発電用水車を用いて潮流発電フィールド実験を展開中である。前回、九州西方の黒潮流域において船舶を一定の位置にできるだけ保持させ、ウィンチでおもり（100kg 程度）を付けた水車（水車の高さ 300mm、水車の直径 600mm）を海面下約 10m に降ろし、防水カメラで撮影した動画を用いて簡単な水車運動調査を行った。流速データは船舶の底に設置した流速計を用いた結果、水車運動を正確に評価するためには、水車自体の動揺を含めた流れ場を測定する必要があるに至った。そこで、本研究では、水産大学校練習船天鷹丸（図 1）で九州南西の黒潮流域を航行し、水車の近くに流速計を設置し（図 2）、水車運動と流速との関係を調べた。



図 1 水産大学校附属練習船天鷹丸  
（水産大学校ウェブサイトより）

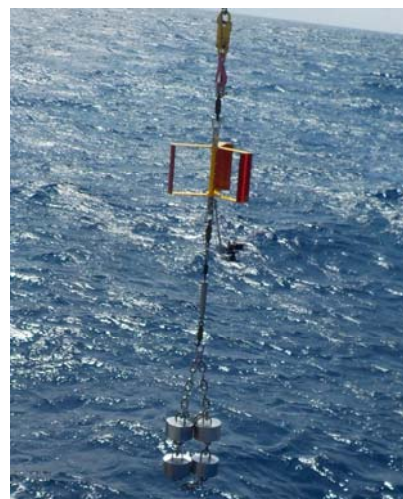


図 2 水車運動評価の作業風景  
（系の全体像）

## 2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

水車運動調査の観測海域を図3に示す。観測海域は、九州南西の黒潮流域の1つであるトカラ海峡周辺である。トカラ海峡は、その東に位置する東シナ海の黒潮が、西に位置する北太平洋へ流出する窓口であり、この海峡における流速は毎秒1m/s以上になる。図3の背景には、気象庁の海洋モデルで計算された50m深の流速分布が示す。流速分布は、観測期間（2016年8月5日から8月5日から8月6日）の1日目である。流速分布が示すように、観測点は黒潮流域内にある。

図4に水車運動調査で用いた流速計を示す。流速計は、電磁流速計（JFE アドバントテック、小型メモリア流速計 INFINITY-EM）を用いた。流速の計測間隔は1秒毎である。流速計の下に100kg程度のおもりを吊るしたが（図2）、流速計の引張強度が約2kN（200kg相当）であることより、観測において波による流速計への過剰な負荷かかる問題はなかった。

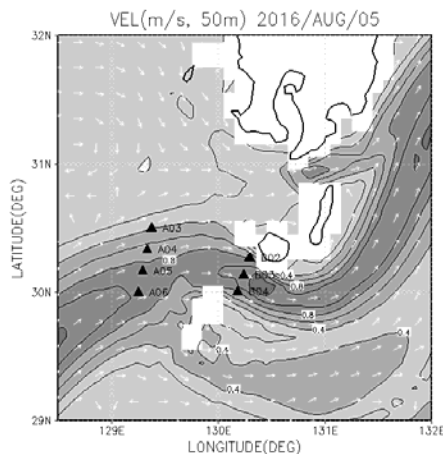


図3 水車運動の観測点

▲印が観測点、背景は海洋モデル（気象庁）で計算された50m深の流速（2016/08/05）を示す。



図4 水車運動評価で用いた流速計

下から流速計、水中カメラ（支持金具付き）、水車（一部）



図5 水車観測の作業風景（左図：海面、右図：海底下（防水カメラから撮影））

水車運動を調べるために、防水カメラを水車の下に設置した(図 4)。各観測点において 1 時間の間、深度約 10m における水車運動の動画撮影を行った(図 5)。図 6 に観測点 B02 における 1 分間の水車回転数の時系列を示す。水車回転数の時系列で示す時刻は水車回転数の計測開始時刻を意味する。水車回転数は 1 分間 40 回から 60 回の範囲に及び、約 7 分毎に周期的な変動を示す。図 7 に観測点 B02 における流速の時系列を示す。流速の時系列で示す時刻は 1 秒毎で計測された時刻を示す。流速は 0.6m/s から 0.8m/s の範囲に及び、約 7 分毎に周期的な変動を示す。流速の変化は水車回転数の変化と同じ位相傾向を示す。船舶の底に固定された流速計ではこのような傾向を明確に示さないことから、流速計を水車近くに設置した水車運動調査は有効であることがわかった。また、強流域における船舶は一定の位置にできるだけ保持するように操船をするが、概ね規則的な水車回転数及び流速の変化よりこの操船が水車運動に大きな影響を与えないようにみえる。水車回転数と流速の関係をみるために、図 8 に流速と水車回転数の散布図を示す。ただし、流速は、水車回転数の時刻に対して 1 分後の値を用いた。流速が速くなると回転数が高くなるという関係を明確に示している。

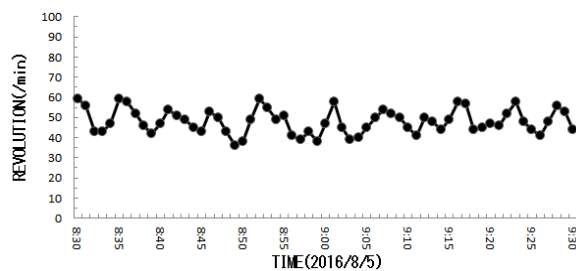


図 6 水車回転数の時系列

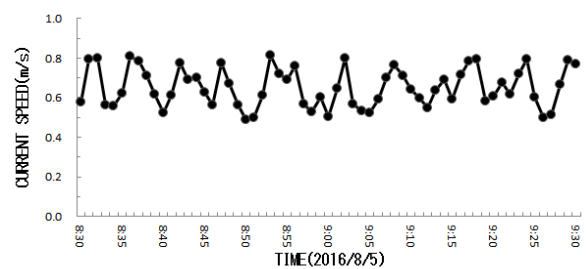


図 7 流速の時系列

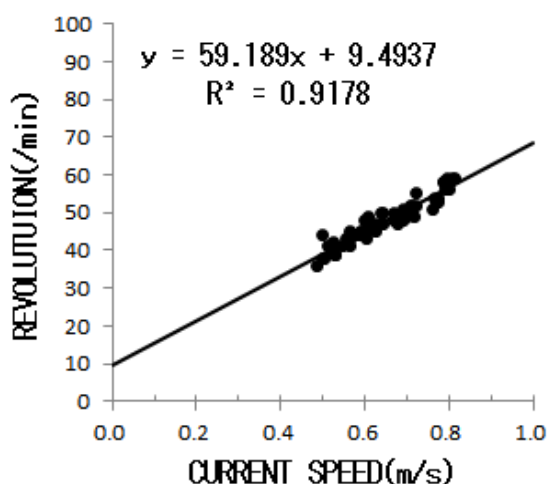


図 8 流速と水車回転数の散布図

実線は回帰直線、回帰直線式の X は流速、y は回転数を示す。R<sup>2</sup> は決定係数を示す。

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

| 費 目   | 品 名       | 使途・内訳等                           |
|-------|-----------|----------------------------------|
| 設備備品費 | 電磁流速計一式   | 水車近辺の流速測定                        |
| 消耗品費  | ロープ・シャックル | 水車の固定                            |
|       | 防水照明      | 水面下の水車撮影                         |
|       | 台車        | 荷物の移動                            |
|       | 観測雑費      | テープ、電池、結束バンド                     |
| 旅費    | 乗船、陸上移動   | 乗船(下関～東シナ海～佐世保)、<br>陸上移動(佐世保～下関) |
| その他   | 運送        | 大学～船舶(往復)                        |

採択された研究助成額より、本研究を達成するために重要な電磁流速計一式(助成額の約85%)を最優先で購入し、残りの経費で水車運動観測のために水車に流速計を設置するための金具、水車を含めた係留系を固定するための耐久性のあるロープ、水面下の水車撮影のための照明等を購入した。観測後に次の航海の研究者が佐世保で乗船するため、佐世保から下関への移動のために旅費を利用した。観測機材はおもりを含めて150kg以上あるため、大学と船舶間の運送は業者に依頼した。

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

(1)水車運動調査をトカラ海峡だけでなく、沿岸の強流域で行う。係留による調査は困難かもしれないが、海域・時間帯によって本研究のように定点保持による調査は可能と思われる。

(2)実用化のために、係留による長期の水車運動調査が必要である。海域の問題はあるが、少なくとも九州南西のトカラ海峡等の沖合では沿岸よりも係留による調査は困難ではない。

(3)最終目標の1つは、潮流による電気供給であるので、水力発電機器を参考して、少量でも電気を発生させるシステムの開発を目指す。

(4)本研究では回転軸が鉛直方向を向くダリウス型水車を用いたが、定点保持の水車が潮流にぶつかると相対的なジャイロ効果により水車の姿勢が安定する。このことから、ジャイロ効果による水車の安定制御を実海域において調査し、潮流発電用水車の開発だけでなく、曳航式水中カメラ撮影調査のための姿勢制御機器についての基礎研究を行う。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

発表する学会は土木学会の海洋開発シンポジウム、投稿する論文雑誌は、土木学会論文集B3(海洋開発)を予定しており、現在、準備を進めている。