

研究成果報告書

| 研 究 題 目   |     | 大島瀬戸の急流を利用した潮流発電による代替エネルギー発電に関する試験研究 | 実 施 年 度  |
|-----------|-----|--------------------------------------|----------|
|           |     |                                      | 平成 24 年度 |
| 代 表 研 究 者 | 所 属 | 広島商船高等専門学校 商船学科                      |          |
|           | 氏 名 | 笹 健児 印                               |          |

1. 研究の目的・背景

地球温暖化に伴う CO<sub>2</sub> の排出削減、化石燃料の将来的な枯渇、2011 年 3 月に発生した福島原発の事故は、日本における大部分のエネルギー発電を火力、原子力に依存している現状から環境に優しく再生利用が可能なエネルギーの比率を増加する必要性を示唆している。現在、既に実用化している水力発電のほか、風力、波力発電などが研究段階にあるが、瀬戸内海は気象海象が静穏でこれらの発電には適していない。瀬戸内海は地形から大きな潮位差と局所的に卓越する強潮流に特徴があり、これをエネルギー源とした水車またはプロペラによる潮流発電に大きなポテンシャルがある。山口県東部に位置する大島瀬戸は全国でも有数の急流でありながら、数十メートル規模で変動する潮流特性は未調査であり、潮流発電の可能性も申請者らが着目する程度である。ここでは潮流発電に必要な以下の 3 点を解明する。

①大島瀬戸の空間・時間的な潮流特性を現地観測および数値解析にて明確にする。

②潮流発電に適するとされる複数の翼を水車上に配置したダリウス水車を対象に、大島瀬戸に固有の流れ特性に適した形状を理論的および実験的に明らかにする。

③現地実験により大島瀬戸の潮流特性に対する最適な水車配置、発電量を見極める。

①～③より大島瀬戸の急流を利用した最適な発電システムが構築され、再生利用が可能なクリーンエネルギーを地域社会に供給・還元できる。近隣の上関町における原子力発電の導入は政府が難色を示しており、新たなエネルギー産業創造としての地域振興も期待される。

図-1～図-3 に研究の流れ、対象海域とした大島瀬戸の位置図、ダリウス水車の概念図をそれぞれ示す。

潮流特性の把握(現地観測と数値計算)

水車構造の理論および実験的な改良

水車模型による現地実験(2週間～1ヶ月)

実用化する場合の装置構造と発電量の試算

岩国市

5km

水位、水温、塩分濃度の計測

対象海域

柳井市

大島瀬戸

周防大島

潮流の計測

水位、水温、塩分濃度の計測

計算の南側境界

流れ

翼

軸

回転方向

発電機

翼

図-1 研究の流れ

図-2 対象海域の位置図

図-3 ダリウス水車

## 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）

本研究は当初の予定では 24 年度と 25 年度の 2 カ年にわたって実施する予定であったこと、また研究分担者の清水が代表となって受けている科学研究費（基盤研究（C）、23 年度～25 年度）と連動させながら実施しているため、申請書に掲げた実施項目の 50%程度しか達成できていないが、現時点までで得られた研究成果を以下に示す。

### (1)大島瀬戸の数十メートル規模での空間・時間的な潮流特性の明確化

大島瀬戸の橋脚部分に電磁流速計を設置し、東西の境界位置にて山口県が観測している水位データを整理した。1 ヶ月間のデータより最大で 4～5 ノット発生していたが、海上保安庁の予報値では 7 ノット程度あり、これは設置位置が橋脚近傍であることから流れが摩擦影響でやや低いものと考えられる。これをもとに数値シミュレーションを実施した結果、ほぼ同様の結果が再現されるとともに、橋脚の北東部分で流れが最も大きい結果が得られた。今年度の後半に購入した水温深度計を計算領域の境界に設置し、電磁流速計を橋脚の南北 2 カ所に設置・観測を行う。これにより、潮流の特性をさらに明確化する予定としている。

### (2)大島瀬戸の潮流中で発電効率が最適な水車構造の明確化

本研究で対象としているダリウス水車（翼数が 3）を制作し、回流水槽にて一様流中の発電実験を行った。発電部分は自転車のハブダイナモを応用し、水車回転軸の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する構造とした。この結果、流速が 0.8～1.5m/s（約 1.6～3 ノット）で水車が回転し始め、発電効率は 2～10%であった。現在、アクリル板で制作した水車を金属にても制作し、さらに回転軸のエネルギーを電力変換する部分について、本研究にて制作した新型の発電制御装置を導入した。今後、改良したダリウス水車および発電装置にて一様流中および実海域での実験を行う予定としている。

### (3)大島瀬戸での現地実験による発電量の把握と実用化時の発電量の試算

これまでの実験結果および数値シミュレーション結果から実用化した場合の発電量を試算した。水車が 0.8m/s で回転を始めるとした場合、大島瀬戸の潮流出現率は 92.5%であり、年間の発電予測量は 170,800Wh、1.5m/s 以上で回転を始めるとした場合は 47.3%、87,420Wh と試算された。ただし、これは観測した流速値が一様流であるという仮定に基づいたものであり、流向・流速が空間的・時間的に大きく異なる海域での発電量の試算は現在実施中の実験結果をもとにさらに検討を進めることとしている。

### 3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

本研究は申請書にも記載したとおり、研究分担者の清水が受けている科学研究費助成事業と合わせた研究費体制としている。本年度は計画にも示したとおり、水温深度計を購入した。また当初は塩分濃度計および工作部品を購入する予定であったが、これらは科学研究費での購入とし、水車上部に設置する電力変換の部分の制御装置に充てた。その他、研究にて使用する消耗部品の購入に充てることで経費を使用した。

### 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）

本研究は2カ年の予定で進めたが、研究代表者の笹の事情により1年目で終了となるために、当初目標とした内容にまだ到達していない。この点については、科学研究費にて実施している研究の中に引き継ぎ実施することを確認している。今後の課題・予定としては

- ①大畠瀬戸における潮流および水位の現地計測（2回目）・・・今年度後半に実施
- ②潮流の計測結果を受け、大畠瀬戸の全体領域における潮流特性の明確化
- ③改良したダリウス水車、発電装置による一様流および実海域での発電実験
- ④これらを受けた実用化における発電量の最終的な算定

を実施する計画に変わりはない。また、翼形状については最適な形を検討するにあたり、理論的な考察が必要と思われるため、潮流発電の先進国である英国の研究事例を参考に様々なケースで流体力学的にも検討することとしている。

これらの内容が進むことで、大畠瀬戸における潮流発電という、地域に根ざした再生可能なエネルギー発電に大きく発展することが可能と考えられ、さらに実用化に向けた具体的な研究に継続できると考えている。

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）

- (1)Fundamental Study of Tidal Stream Electricity Generation for Obatake Strait, Shimizu, S., Okikawa, M., Koga, E., Sasa, K. and Fujii, M., Proceedings of ICEE2012, 4p., 2012
- (2)Fundamental Study on Tidal Currents in Obatake Seto from Viewpoint of Tidal Energy Generation, Sasa, K., Shimizu, S., Fujii, M. and Koga, E., Proceedings of the 22nd International Conference of Offshore and Polar Engineering, pp.680-687, 2012
- (3)航行安全および潮流発電から見た大島瀬戸の潮流特性に関する基礎的研究、笹 健児、清水聖治、古賀英司、藤井雅之、日本航海学会論文集、2012 年、第 125 号、pp.105-114
- (4)自転車用ハブダイナモを利用した潮流発電システムの試作、吉賀新悟・藤井雅之・清水聖治・大庭吉晴・笹 健児、平成 23 年度電気情報関連学会中国支部連合大会講演集、2011 年