

## 研究成果報告書

所属機関	職名	氏名
秋田大学 大学院理工学研究科	技術専門職員	齋藤 憲寿

### 研究テーマ

波エネルギーを利用したIoTセンサーを駆動するための小規模発電装置の開発

### 研究報告

#### 1. 研究の背景と目的

近年、光や熱など周囲環境に存在する微小なエネルギーを電力へ変換する技術（エネルギーハーベスティング）が注目されており、これまで小規模な発電は用途が限られていたが、電子機器の省電力化技術の進歩に伴い用途が広がりつつある。しかし、水中は人が立ち寄り難い環境であるためエネルギーハーベスティングのニーズが高いが、これに関連した研究はあまり行われていない。そこで本研究では、水中で使用するIoTセンサーの駆動や通信に不可欠な自立電源への適用を想定して小規模な波力発電装置を開発した。そして発電実験を行い、水深が発電へ及ぼす影響について検討した。

#### 2. 研究成果および考察

Fig. 1に発電装置を示す。円筒（直径65 mm×高さ165 mm）状の振り子の下端を回転自由にした発電装置に波が衝突すると、波の衝撃力と円筒の浮力（復元力）により振り子運動が行われる。そして、振動発電デバイスが変形することにより慣性力として運動エネルギーを吸収し、電気エネルギーへ変換する。

Fig. 2に計測システムを示す。発電装置は電圧センサやマイコンの一種であるArduinoに接続しており、得られたデータはパソコンに記録される。

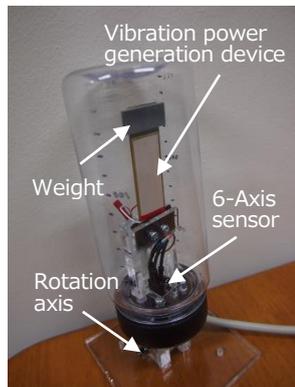


Fig. 1 Power generator.

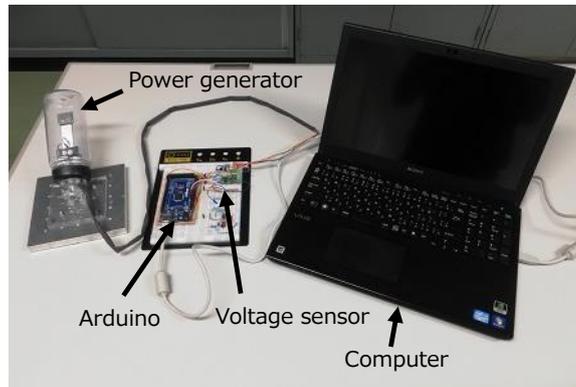


Fig. 2 Measuring system.

Fig. 3に発電実験の概要を示す。可傾斜変動水槽（長さ12000 mm、幅300 mm、高さ500 mm）の中央に発電装置および波高計を設置し、規則波（波高20 mm、周期2 s）を発生させた。実験では水深を160～280 mmに変化させており、水深220 mm以下では振り子の上部が水面から露出し、220 mm以上は振り子が水没する深さである。データの計測は20 ms毎に30 s間、波高、電圧、そしてFig. 1に示す6軸センサを用いて振り子の角度および角速度を計測した。

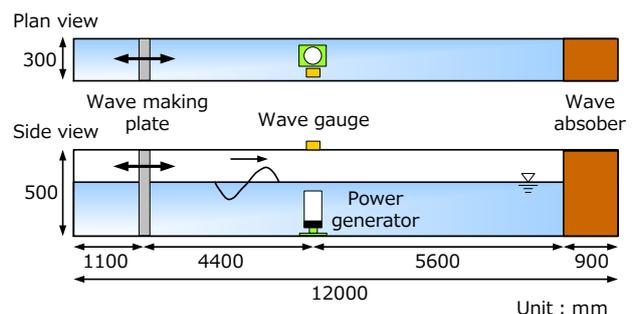


Fig. 3 Outline of power generation experiment.

Fig. 4に水深160 mmおよび220 mmにおける時間と振り子の角度および波高の関係を示す。1つの波に相当する1.5~3.5 sを見ると、波の峰が通過する際に振り子は垂直となる0 radから波向とは逆のマイナス側へ傾くが、波の谷の通過と円筒部分の浮力により波向のプラス側へ傾く。そして、浮力により再び0 radとなるが、波の峰の接近によりプラス側へ傾く。この動きを繰り返していることから、波の影響により振り子運動を行っていることが確認できた。また、振り子の最大振幅を比較すると、水深220 mmでは0.36 radとなったが、水深160 mmでは0.70 radと異なっていた。この要因として、水深220 mmでは振り子の上部と水面が同じ位置であるが、水深160 mmでは振り子が水面から半分程度露出しており、浮力の低下により波の衝突に対する抵抗が小さくなることで最大振幅が大きくなったと考えられる。

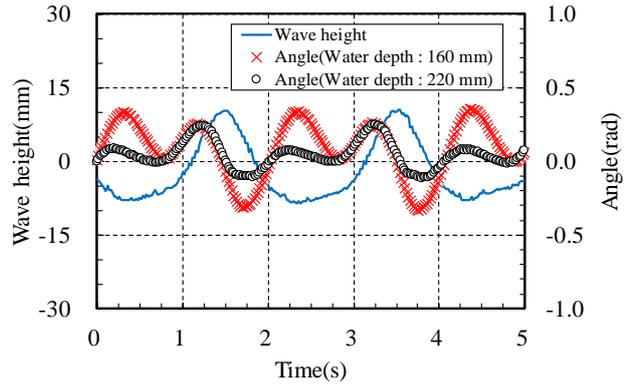


Fig. 4 Relationship between time, angle and wave height.

Fig. 5に水深160および220 mmにおける時間と電力および振り子の角度の関係を示す。水深160 mmでは1つの波が振り子を通することで電力のピークを4つ確認でき、最大電力は22.8  $\mu\text{W}$ であった。一方、水深220 mmでは電力のピークを3つ確認でき、最大電力は10.8  $\mu\text{W}$ であった。また、どちらも波の峰が振り子に達した際に電力が最も大きくなっていた。

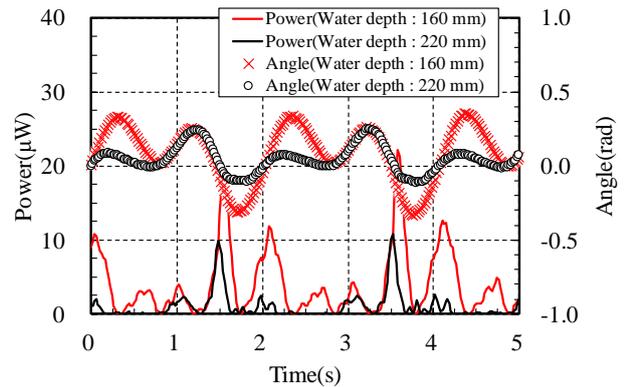


Fig. 5 Relationship between time, power and

Fig. 6に30 s間における水深と最大電力および発電量の関係を示す。なお、発電量は15波長の電力波形を積分し、時間で除して算出している。振り子が完全に水没している水深250および280 mmは最大電力1.8~2.4  $\mu\text{W}$ 、発電量0.2~0.4  $\mu\text{Ws}$ と非常に小さいが、水深の低下に伴い振り子の浮力が低下することで最大電力、発電量ともに大きくなる傾向であった。

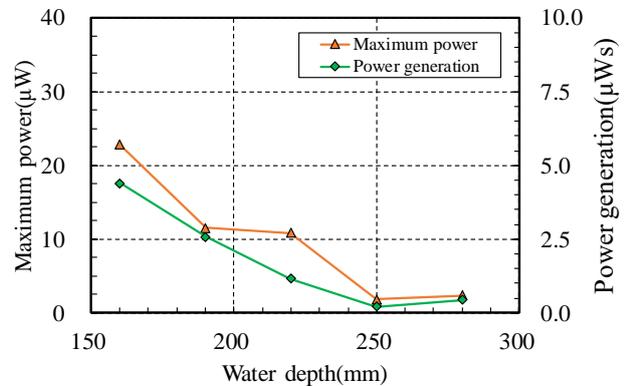


Fig. 6 Relationship between water depth, maximum power and power generation.

### 3. 将来展望

振動発電デバイスを用いた小規模発電装置を開発し、波エネルギーに起因する振り子運動を利用した発電を確認し、水深による影響を明らかにすることができた。今後は振り子の形状や寸法を変えて発電性能との関係を明らかにし、効率の良い発電装置の開発を目指す。

### 4. 研究発表

- 1) 齋藤憲寿, 高橋圭太, 秋永加奈, 渡辺一也: 振り子運動を利用した小規模な波力発電技術の開発, 混相流シンポジウム2020, No. 0031, 2020.
- 2) 齋藤憲寿, 高橋圭太, 渡辺一也: 振動発電デバイスを用いた小規模な波力発電における水深の影響, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会講演概要集, II-85, 2020.