

## (2) 水環境における光応用技術の産業利用に関する研究

(平成25年度～平成27年度)

### 1. 研究のねらい

函館地域の主幹産業である水産業は、水産物の安定供給はもとより、我が国の沿海地域の文化・社会と経済を支えるとともに、自然環境を保全する観点からも重要な産業である。しかし、「水」は水産業や自然環境だけではなく、工業・農業・サービス業・インフラ等においても重要な要素であるため、水環境は産業上いたる所に存在する。水利用や水管理の必須技術のひとつに計測制御技術がある。一般的に、水という特殊環境は、陸上技術をそのまま転用することが難しく、水環境で利用する技術の開発は、陸上に比べ進歩しづらい。近年、陸上技術ではIT技術が目覚ましく進歩しており、中でも光応用技術は、高速通信技術、イメージング技術、発電技術等に利用され、その利便性から日常生活の基盤技術として浸透してきている。光応用技術は、各種産業等の計測制御技術分野においても、主要技術として今後ますます発展することが見込まれるが、水環境では、空気中と水中で屈折率が異なることや減衰を生じること、電源確保が難しいこと、防水処理を施すこと、電線に比べコストが高くなりやすくなること等があり、研究開発事例や産業利用事例は極めて少ない。ゆえに、当該地域では、主幹産業の支援技術となり、かつ、IT・機械分野等の企業にとっての新市場開拓、地域の技術ポテンシャルの高度化や競争力強化等を図る上で、光応用技術を利用した水環境計測制御技術の研究開発が必要とされている。

### 2. 研究の方法

今年度は、当初の計画に基づき、以下の実験を行なった。

#### 1) 優先的技術課題に対するモジュール試作・確認実験

### 3. 研究成果の概要

前年度までの調査の結果、水環境における光応用技術の産業利用上では、発電・通信・画像（照明含む）が優先的技術課題だと考えられた。そこで、今年度は発電に着目し、市販のアモルファスシリコン太陽電池を使用して、水中発電技術の検証方法について、モジュール試作・確認実験を行った。

1) 太陽電池は一般的に照度が高いほど出力が安定する。そこで、太陽電池の動作を推定する上で、照度が重要な測定要素と考え、発電環境と観測照度の関係性について確認した。太陽光（照度： $E_s$ ）、水中における可視光の吸収率（ $T$ ）、照度計感度（ $V(\lambda)$ ）、および太陽電池の感度には、それぞれ分光特性がある。簡易的に、 $E_s$ (JIS C8910)、 $T$ 、 $V(\lambda)$ をそれぞれ相対換算して、太陽光の水中透過光率（ $E_s \cdot T$ ）と水中光に対する汎用照度計の分光特性（ $V(\lambda) \cdot E_s \cdot T$ ）を求めた。この簡易シミュレーションの結果、汎用照度計にて水中での環境光を測定する場合、短波長成分は陸上環境とほぼ変わらずに測定できるが、長波長成

分は陸上に比べ低く観測されることがわかった。

2) 陸上環境にて青色と赤色の LED と太陽電池を用い、順方向電流  $I_F$  に対する観測照度  $E'$  [ $\text{lx} \cdot \lambda \text{ nm}^{-1}$ ] と太陽電池の開放電圧  $V_o$  [V] を測定した。なお、LED は  $I_F$  が大きくなるほど明るくなるが、ピーク波長が遷移する傾向がある。実験の結果、青色では  $I_F$  と  $E'$ 、 $V_o$  には正の相関が認められたが、赤色では  $I_F$  と  $V_o$  間に正の相関が認められるものの、 $E'$  は途中から減少傾向に転じた。これは、光の波長が照度計の低感度側に遷移するため、観測照度が小さくなるためと考えられる。ゆえに、水中での太陽電池利用に照度を併用する場合、動作検討・評価に使用する光源には青色光が有用であることがわかった。

3) 太陽電池の出力確認実験の結果、青色光の観測照度が約  $1,000[\text{lx} \cdot 465\text{nm}^{-1}]$  で、 $0.38\text{mW}$  (負荷  $40\text{k}\Omega$ , 電圧  $3.93\text{V}$ , 電流約  $100\mu\text{A}$ ) の出力が得られた。天候に影響されるが、海洋実験にて水深  $7\text{m}$  程度で  $4,000[\text{lx}]$  以上あることを実測していること、太陽電池にはサイズなどに選択性があることから、汎用技術による水中機器の太陽電池の利用可能性はあると思われ、今後も検討を進めていく予定である。

担当者 村田政隆、松村一弘