

海況予報情報サービスのための海水温連続観測装置の開発

荒木 康輔† 藤橋 卓也‡ 遠藤 慶一‡ 黒田 久泰‡ 小林 真也‡
 †愛媛大学工学部情報工学科 ‡愛媛大学大学院理工学研究科

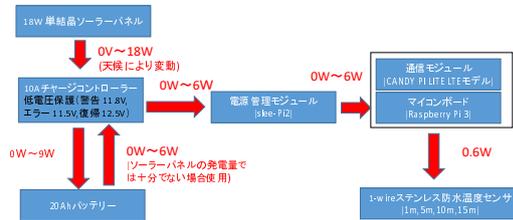


図1: 開発した海水温連続観測装置の構成

1 はじめに

養殖業にとって、海水温の変化の情報は重要な情報の1つである。理由は、海水温の変動により、養殖魚の餌食いの低下等、養殖魚に影響を与えるためである。また、宇和海では、低温の潮の流入(底入り潮)と暖かい潮の流入(急潮)の2種類の海流が流入するため、海水温の変動が大きい海域である。[1]

現在、海水温の観測については、宇和海13ヶ所に設置された海水温連続観測装置によって行われている。観測された海水温情報はWEB上に公開されており、各地点の海水温の変化をグラフによって表示されるようになっている。[2]

しかし、観測装置は宇和海全体に設置されていないため、より多くの観測装置の設置が求められている。ところが、現在設置している海水温連続観測装置の価格が150万円と高価であることに加えて、移動体通信事業者(MNO)の回線を使用していることにより送信データ量に対する通信コストが大きいため、多く設置することができない課題があった。

本研究では、設置地点の増加を容易にするために、通信費の課題を解決した低コストの海水温連続観測装置を開発する。

研究目標は以下の項目があげられる。

- 海水温連続観測装置の費用を50万円以下で実現
- 通信費の低減
- バッテリーと太陽光発電で稼働できる低消費電力

2 海水温連続観測装置の構成

図1に開発した海水温連続観測装置の構成と必要とする電力を示す。

表1: 使用した水温計の性能表

	JFE アドバンテック製 海水温センサー	maxim integrated 製 海水温センサー
精度	$\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ [3]	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ [4]
分解能	0.001°C [3]	0.0625°C [4]
価格	約20万~30万	1000円~3300円

2.1 マイコンボード周辺の構成

マイコンボードはRaspberry Piを使用し、電源管理モジュール(slee-Pi2)を使用した。これによって間欠動作を可能にすることにより、消費電力を抑えることができる。通信モジュール(CANDY Pi Lite LTEモデル)をマイコンボードに接続することで海水温情報の送信を可能にする。通信モジュールは契約されたSIMカードを挿入することで通信が可能となる。これによって、仮想移動体通信事業者(MVNO)の通信回線を使用することが出来るため、研究目標で定めた通信費の削減が可能となる。

2.2 海水温センサー

maxim integrated 製海水温センサーのDS18B20を使用した、1-wire ステンレス防水温度センサー(1m, 5m, 10m, 15m)の4個使用する。

2.3 電力供給手段

海水温連続観測装置の電力供給手段に20Ah, 12Vのバッテリーと18Wの単結晶のソーラーパネルを使用した。

3 検証

3.1 精度評価

1-wire ステンレス防水温度センサーの精度を確認するため、実運用で使用されているJFEアドバンテック製の海水温センサー(デジタル水温センサーAT-Di-M)を基準値とした計測の評価を行った。

両方のセンサーを水で満たしたバケツに入れ、同じ水深に固定した。計測は0時から16時まで10秒間隔で計測を行った。デジタル水温センサーAT-Di-Mは6個使用しそれぞれ出力した水温の平均値を基準値とした。それぞれのセンサーの性能表を表1に示す。

計測結果から、1-wire ステンレス防水温度センサー(1m, 5m, 10m, 15m)計測した水温とデジタル水温センサーAT-Di-M6個が計測した水温の平均は図2の結果となった。時刻ごとの1-wire ステンレス防水温度センサー(1m, 5m, 10m, 15m)の、それぞれの計測結果と基準値の差の平均を補正值とする。

補正值と、1-wire ステンレス防水温度センサーの計測結果に補正值を加算した後の値と基準値との差の最大値を表2に示す。表2より、1-wire ステンレス防水温度

Development of seawater temperature continuous observation device for sea state forecast information service

†K. Araki

Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

‡T. Fujihashi, K. Endo, H. Kuroda, S. Kobayashi

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

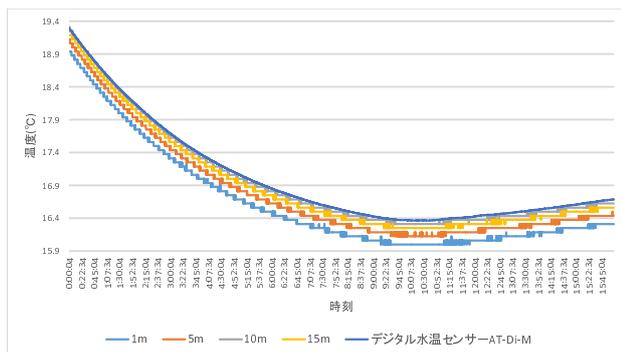


図 2: 海水温センサーの性能評価

表 2: 補正值と補正值加算後の基準値との差

1-wire ステンレス 防水温度センサーの長さ	補正值	補正值加算後 差の最大値
1m	0.366	0.053
5m	0.221	0.051
10m	0.044	0.062
15m	0.111	0.051

センサーの観測結果に補正值を加算することで $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 未満の精度が実現できる。このことから、実運用で使用されるデジタル水温センサー AT-Di-M を導入するには、20 万円から 30 万円必要であるため研究目標を達成できないが、安価な 1-wire ステンレス防水温度センサーは、補正值を加算すれば実運用で使用可能な精度になるため、研究目標を達成することができる。

3.2 ソーラーパネルの発電量

2017 年 12 月 28 日 6 時から 18 時までの間 1 秒間隔で 18W のソーラーパネルが発電したと電力の計測した。また、電力計測を行うモジュールは INA226PRCiso を使用し、 30Ω の抵抗 2 個を並列接続させたものを接続した。日照時の天候は、薄雲であった [5]。計測した結果、1 日に 37Wh 発電できることが分かった。

3.3 観測装置の消費電力量の評価

観測装置を 1 分 30 秒間、稼働させたときに発生する消費電力を 0.1 秒間隔で計測した。また同様に電力計測には INA226PRCiso を使用し、チャージコントローラーと電源管理モジュール間に接続した計測結果より、消費電力は平均で 2.12W であった。

10 分ごとに稼働させた場合、1 日の消費電力量は 7.66Wh であることがわかった。

ソーラーパネルの 1 日の発電量に抑えられており、バッテリーのみで約 30 日間連続稼働可能な電力であるため、研究目標であるバッテリーと太陽光発電で稼働できる低消費電力が達成できた。

3.4 海水温連続観測機器の費用の評価

今回、開発に使用した機材と価格を表 3 に示す。機材の費用は 61,775 円となり、現場で稼働させるために必要なパッケージングの費用は 7 万円である。開発に

表 3: 開発に使用した機材と価格

機材	価格(円)
マイコンボード	4,750
電源管理モジュール	17,258
通信モジュール	11,880
ジャンプワイヤ	492
ソーラーパネル	4,930
バッテリー	6,350
チャージコントローラー	4,472
ユニバーサル基盤	110
メモリーカード	2,667
バッテリー EL ケーブル	1,200
ターミナルブロック	108
1-Wire ステンレス防水温度センサ (1m)	1,300
1-Wire ステンレス防水温度センサ (5m)	1,880
1-Wire ステンレス防水温度センサ (10m)	3,300
1-Wire ステンレス防水温度センサ (15m)	1,060
合計	61,421

必要な費用は 131,775 円であり、研究目標で定めた 50 万円よりも抑えることができていたことが確認できた。

4 おわりに

本研究では、観測装置の設置を増やすことを容易にするために、現在稼働している装置の費用である 150 万円よりも安価でかつ通信費の課題を解決した海水温連続測定機器を開発した。

今回使用したセンサーは補正值の加算で実運用で使用でき、バッテリーのみで約 1ヶ月連続稼働できるだけの低消費電力が達成できた。今後は、現場でも連続で稼働できるか実証する。

参考文献

- [1] 愛媛大学南予水産研究センター 武岡英隆
<http://ccr.ehime-u.ac.jp/cnf/members/hidetaka-takeoka>
- [2] You see U-Sea 宇和海 海水温情報-
<http://akashio.jp/kaisuion/>
- [3] デジタル水温センサー AT-Di-M
<https://www.jfe-advantech.co.jp/ocean/yusen/at-di-m.html>
- [4] DS18B20 プログラマブル分解能 1-Wire デジタルサーモメータ
<https://www.maximintegrated.com/jp/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html>
- [5] 松山 2017 年 12 月 28 日 (1 時間ごとの値)
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/hourly_s1.php?prec_no=73&block_no=47887&year=2017&month=12&day=28&view=

謝辞

本研究にご協力いただいた、愛媛大学南予水産研究センターの武岡英隆先生、清水園子先生、愛媛県農林水産研究所の武智昭彦様に感謝いたします。

本研究は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 地域 ICT 振興型研究開発「養殖現場と連携した双方向『水産情報コミュニケーションシステム』による赤潮・魚病対策技術の開発」(152309003)として実施されたものです。