

沿岸センサネットワークにおける水温観測システムの高精度化

Improving the Accuracy of Water Temperature Observation System in Coastal Sensor Networks

山田峻太郎¹⁾

指導教員 吉田将司¹⁾, 協力研究者 千葉元²⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

2) 大島商船高等専門学校 商船学科

キーワード：センサネットワーク, 水温, 塩濃度, 誤差, 校正

1. 緒言

海水温と塩濃度の季節や時間、自然現象による変動は、海洋生物や藻の生育状況、海難等に影響を及ぼす。本研究の対象地域である山口県周防大島は豊後水道や関門海峡による海流や、汽水域の海底から湧き出す沿岸湧水などの影響を強くうけるため、沿岸域においても水塊構造が複雑に変動する[1]。水塊構造の調査方法としては、様々なセンサによって海水温や塩濃度を計測するCTDや音波によって海流を測定するADCPなどの方法がある。これらは高精度である一方、コストが高いことや実時間性が劣る。そこで、本研究室では2009年度から多点、多層、実時間で観測可能な簡易型の水温計測システム(A,B,C,Dの水温観測ノード4基)と塩濃度計測システム(塩濃度観測ノード1基)を周防大島の沿岸域に導入をしている[2]。本システムの問題として観測値の精度がある。海洋観測に使われるCTDの定格誤差は水温の場合、 $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$ 程度、汎用でも $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ である。しかし、本研究室の水温観測システムは許容誤差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ で製作されているため水温観測において不十分な可能性がある。そこで、本研究では、測定誤差 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ を目標として水温観測システムの高精度化を行う。本稿では水温観測システムの校正方法及び、校正後の水温観測システムの水温の測定結果を報告する。

2. 方法

水温観測システムのシステム概要図を図1に記

し、システム設置の様子を図2に記す。この水温観測システムは搭載しているサーミスタを用いて、水深別に5か所のうち(水面直上0.2[m],水深0.0[m],水深0.5[m],水深1.0[m],水深2.0[m])4か所の温度測定を行っている。また、取得したデータをwebサーバーに送信し、可視化する。本研究ではまず、Dノードの校正値評価実験を行った。設定温度 35°C の恒温槽(メーカー:常州亿通分析儀制造有限公司、型番:HH-2、定格誤差: $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$)を用いて、昨年度仕様のノードは毎分測定を行い200点の水温を読み取り、校正後仕様のノードは毎秒測定を行い53950点の水温を読み取った。デジタル温度計(メーカー:サトテック、型番:221009536、定格誤差: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$)の水温を真値、Dノードの測定温度を測定値とし、測定誤差の時間平均の算出及び、校正前と校正後のDノードの水温の比較を行った。校正方法はESP32内蔵の補正係数で補正された読み取り関数 `analogReadMillVolts()` を用いて電圧の評価及び、バイアスをかける。電圧のバイアス値はデジタル温度計の値とNTCサーミスタの特性表を用いて決めた。また、大島商船高専の千葉先生協力の元、2日間にわたりDノード、Cノード、塩濃度観測ノードを周防大島付近の瀬戸内海沿岸域に設置した。各ノードの設置から約3週間のデータを取得及び、データ整理、CTD(メーカー:アドバンテック、型番:ASTD152、定格誤差: $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$)との比較を行った。

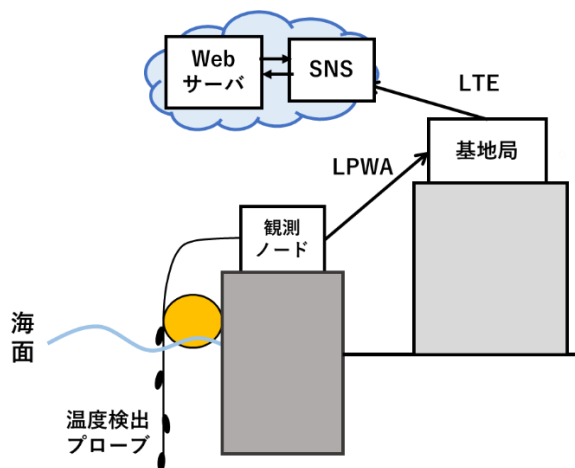


図1 システム構成図



図2 Dノード設置の様子

3. 結果

Dノードの校正値評価実験の結果を表1に記し、実験の様子を図3に記す。全てのプローブの測定誤差が約0.1°C未満に減少した。Dノード設置時の様子を図3に記す。表2は校正前のノードであるBノードと校正したDノード及び、CTDの水溫の測定結果を記す。Bノードは異常値を出力しているが、プローブ1はCTDとほぼ同じ値を示している。しかし、Dノードの全てのプローブに+1°C~2°Cの誤差が生じた。またDノードのプローブ2にも動作異常が確認された。



図3 校正値評価実験の様子

4. 結言

本研究では主にDノードの高精度化を実施した。実験結果から誤差率が減少したが校正方法が適していないことが考えられる。また、B,C,Dノードにおいて動作不良を確認したため、原因の究明及び、改善する必要があることがわかった。

参考文献

- [1] 吉田将司,柴田健吾,千葉元,“周防大島汽水域における海水温観測システムの検討”,電気学会研究会資料, PI-20-001-019/IIS-20-032-050 知覚情報研究会/次世代産業システム研究会,p.79-84,(2020)
- [2] 中野裕紀,“センサネットワークを用いた周防大島の浅海域における海水温と塩分濃度の調査”,サレジオ工業高等専門学校特別研究論文,(2022)

表1 校正値評価実験の結果

	プローブ1	プローブ2	プローブ3	プローブ4
実験前[°C]	0.751	0.864	0.483	0.585
実験後[°C]	-0.069	-0.104	-0.096	-0.002

表2 DノードとCTDの測定結果の比較(2023年10月16日実施)

	プローブ1 水深0.5[m]	プローブ2 水面直上気温	プローブ3 水深1.0[m]	プローブ4 水深2.0[m]	平均 (異常値を除く)
Bノード (9:35時点)[°C]	23.57		83.9	119.0	23.57
Dノード (9:35時点)[°C]	22.42	-27.89	21.66	22.08	22.05
CTD (9:35時点)[°C]	23.69		23.69	23.68	23.69
誤差(B) (9:35時点)[°C]	-0.12		60.21	95.32	-0.12
誤差(D) (9:35時点)[°C]	-1.27		-2.03	-1.60	-1.63
Bノード (11:37時点)[°C]	23.87		84.76	119.04	23.87
Dノード (11:37時点)[°C]	22.36	-37.21	21.78	21.89	22.01
CTD (11:37時点)[°C]	23.75		23.75	23.75	23.75
誤差(B) (11:37時点)[°C]	0.12		61.01	95.29	0.12
誤差(D) (11:37時点)[°C]	-1.39		-1.94	-1.86	-1.74