

# 海面水位観測アレイ「長崎オリオンネット」



実施担当者 長崎県立宇久高等学校  
教諭 松尾 匡敏

## 1 はじめに

宇久島は、九州北西部、長崎県西方海上の五島列島の最北端にあります(図1)。真っ白な砂浜と真っ青な海が印象的な、一周38kmの小さな島です。人口は1,841人(2021年4月1日現在)、その63%が高齢者(60歳以上)で占められており、年々高齢化が進んでいます。

宇久島には飛行場が無いので、島と本土を結ぶ交通手段は船しかありません。その船も海が荒れると欠航してしまいますので、私達は日頃から気象・海象情報へ強い関心を持って生活をしています。

私たちが住む宇久島および隣の小値賀島の周辺の海は大変荒れやすく、フェリーなどが抜港(ぼっこう)することも頻りにあります。抜港とは、船が接岸を諦めて次の港へ行ってしまふことであり、この報を聴くと島民は大変失望します。

宇久平港から佐世保港まで、海は広がっていますが、海の様子は一様ではなく、海の荒れ方に大きな差があります。なかでも宇久・小値賀の近海が特に荒れます。なぜ宇久・小値賀の近海だけが荒れやすいのか、生徒たちは小さなころからの疑問でした。

このことを研究するために、まずは「どのくらい海が荒れやすいかを定量的に測定し、他の地域との比較をしたい」と考えました。

また、長崎市では春・秋にあびき現象が良く観測されます。あびき現象は、南方副振動が原因とする報告が先行研究で成されていますが、角力灘(すもうなだ)を取り囲むように観測点を配し水位変化を秒の解像度で同期して調べることで、「あびき現象を観測したい」という目的もあります。

これらの目的を達成するため、観測機を自作し、長崎県本土と五島列島の沿岸に配置する計画を立てました(図2)。赤丸と黄丸の位置が観測点です。赤丸の観測予定の場所を結ぶと、たまたま



図1. 宇久島の位置



図2. 長崎オリオンネット

赤丸と黄丸は観測点です。宇久高校はオリオン座のベテルギウスの位置にあります。

オリオン座のようになりましたので、本研究観測アレイを「長崎オリオンネット」と命名しました。宇久高校はオリオン座のベテルギウスの位置にあります。ベテルギウスの和名は「平家星」であり、平家盛伝説の残る宇久島にはぴったりです。

2019年度の連続観測により、宇久平港においては15分周期の潮位変動が発生していることを捉えました(図3)。さらに2020年度の連続観測により、15分周期の潮位変動は宇久平港と小浜漁港で観測をされ、野方漁港では観測されませんでした(例 図4)。

また、2020年度には宇久島内3か所において連続観測を行い、観測データを携帯電話の3G回線を用いてサーバに自動送信しました。その結果、それぞれの観測機とも観測を開始して4日間程度が経過すると観測が停止してしまいました。そこで、今年度はまず観測の精度向上のために観測プログラムの変更を行い、1週間程度の連続観測を実施することを目指しました。

## 2 実験方法

### ①プログラミング学習

今年度、長崎オリオンネットに関わる学年の生徒を対象にして、7月12日(月)にマイコン Arduino についてのプログラミング学習を行いました。具体的には、LED電球3色を Arduino で制御して信号機のように順番に点灯させるというものを実際に動かします(図5)。この活動から、実際に観測機の製作・改良につなげていきます。

### ②改良前の観測機

本観測機は、マイコン Arduino を基礎とし、センサに超音波測距センサ、I<sup>2</sup>C 変換チップを介して温度湿度気圧センサを配し、電源系にソーラーパネル、チャージコントローラ、鉛蓄電池を、通信系に3GIMチップおよびフレキシブルアンテナを使用しました。3GIMチップから携帯電話の3G回線を使用して観測データをサーバに送り、データを一括管理していました。

この観測機から得られるデータは、観測日時、温度、湿度、気圧、水位(固定点のセンサーから海面までの距離)です。水位(距離)を超音波で測定しているため、温度は音速補正に使用しました。このことで、音速一定と仮定して測定していた時より、観測精度が2%ほど向上しました。観測機では15秒に1回のペースで観測を行い、データを、3GIMチップを介してサーバに自動送信しました。

長崎オリオンネットを構成する観測機は、プラスチック容器の中に Arduino などの本体を入れ、スチール骨材の先端に超音波測距センサおよび温度湿度気圧センサをおき、水位変化を測定します。観測機の測定部が海上に突き出るように設置し、24時間観測します。その際、観測機を釣り人に海に捨てられないよう、『測定中』の紙を貼りました。

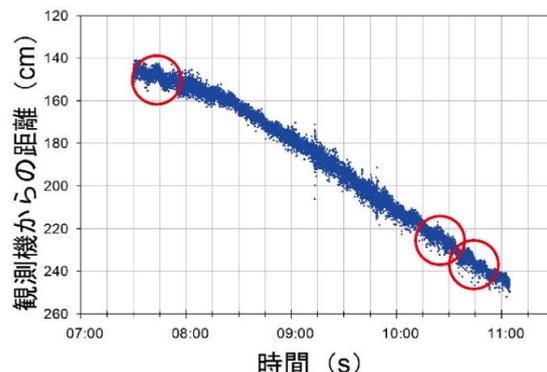


図3. 2019年10月12日に宇久平港で観測された潮位変動  
図中の赤丸の時間に15分周期の短い変動が観測された。

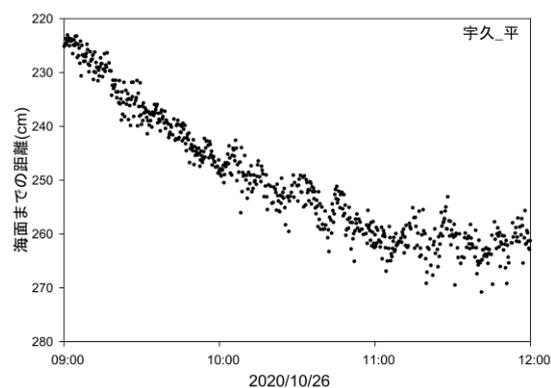


図4. 2020年10月26日に宇久平港において観測された15分周期の潮位変動  
この15分周期の潮位変動は、特に最満潮前後や最干潮前後で観測された。



図5. マイコン Arduino を使ってプログラミング学習をしているようす

### ③改良後の観測機

まず、観測機の基本プログラムについて、各種センサを切り分けてプログラムと回路を作成し、学校の理科室において連続5日間以上稼働するかの確認を行いました。5日以内に稼働を停止する部品が、観測が停止する原因であると推測し、その部品の代替品について検討を行った。その結果、データ送信を担う 3GIM 通信チップが原因であることがわかりました。3GIM 通信チップの役割は、①正確な時刻を取得することと、②観測データをサーバに送信し、データを保存することです。そこで、①については GPS チップに、②については SD カードに置き換えることで観測機を修正しました（図 6）。修正を終えた観測機を、学校の理科室に設置し連続的に観測データが保存されることを確認したうえで、順番に各観測点に観測機を設置しました。

観測開始から、3日間程度で SD カード内のデータを回収し、観測が行われている場合はデータの回収頻度を減らし、連続観測の期間が少しずつ長くなるように観測を行いました。データ回収時に観測が停止している場合は、観測機の修理を行い、観測を継続させました。

## 3 観測結果と考察

2021年10月11日に、宇久島の平港と野方漁港に観測機を設置し、連続観測を開始しました。さらに10月12日には小浜漁港にも観測機を設置しました。その後、10月13日にそれぞれの観測機のデータを回収したところ、宇久平港の観測機は接続ミスがあり観測ができていませんでした。そこで小浜漁港と野方漁港の観測結果のみを分析しました。2020年の観測結果と比べると、観測値が飛び飛びとなり、時間経過に伴う潮位変動のようすを正確に捉えることができていませんでした（図7）。

この週は、週末にかけて天気が崩れ、風が強く吹いていたために、観測機の先端部分が細かく振動し、正確な潮位変動を捉えることができなかった可能性①と、昨年観測機で使用していた超音波センサをそのまま使用したため、センサ表面に肉眼では確認できない塩分が付着し、それが観測に影響を与えた可能性②が理由ではないかと推測しました。しかし、これら2か所の観測点では、超音波測距センサを新品に交換し、天気が穏やかな期間に観測を行いました。観測値が飛び飛びになる状況はあまり改善されず、その理由も明らかになっていないため、今後の課題として取り組む必要があります。

一方、宇久平港においては、時間経過に伴う潮位変動を滑らかに捉えることができました。10月13日の観測機の設置から、17日にデータを1度回収し、その後も

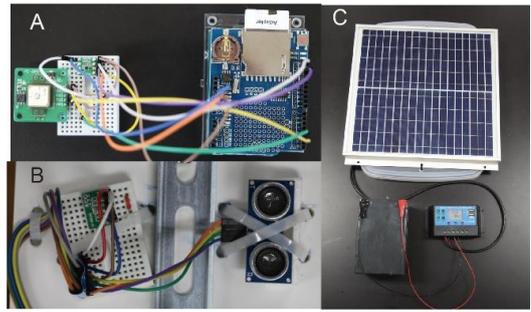


図 6. 改良後の観測機器の各部位

A : マイコン Arduino、SD シールド、SD カード、PC 変換チップ、GPS チップ、B : 超音波測距センサ、温湿度気圧センサ、C : ソーラーパネル、鉛蓄電池、チャージコントローラ。

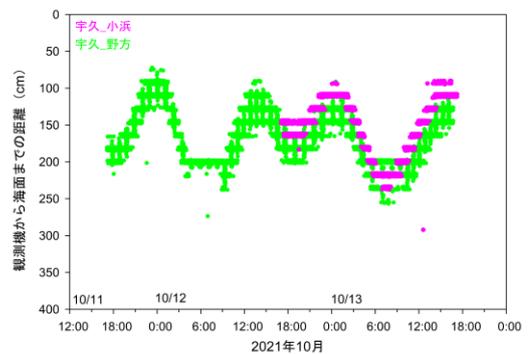


図 7. 2021年10月11日～13日までの野方漁港と小浜漁港での潮位変動の観測結果

緑色が野方漁港、桃色が小浜漁港での観測を示す。2地点の観測とも、前年までの観測結果に比べて滑らかさに欠ける形になった。

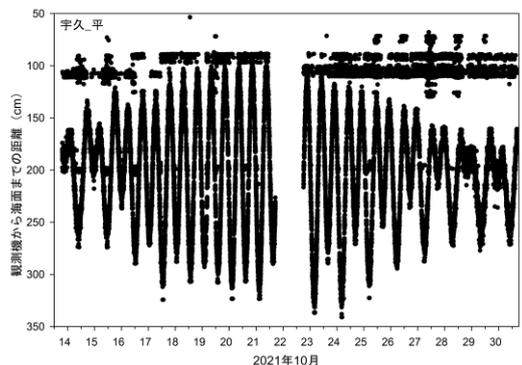


図 8. 2021年10月13日～30日までの宇久平港での観測結果

10月21日～22日にかけては鉛蓄電池の充電が十分に行えなかったことによる欠測である。

バッテリー切れとなった21日～22日を挟んで、30日まで連続観測を成功させ、課題としていた1週間程度の連続観測を達成することができました。また、途中の欠測はあるものの、13日の小潮から始まり、21日ごろの大潮を経て30日の小潮に至る1回分の潮汐周期を捉えることもできました(図8)。

#### 4 コンソーシアム参加校における観測

プログラムの変更ができた観測機を、長崎オリオンネットコンソーシアム参加校に配布し、それぞれの学校において観測を実施することにしました。しかし、観測が行えるようになった2021年9月ごろは、長崎県内においても新型コロナウイルスの新規感染者数が増加し、県内全域において緊急事態宣言が発出されている時期(8月19日～26日、9月13日～24日)と重なり、各参加校においては分散登校などの対応を迫られており、緊急事態宣言の解除後も学校行事などの変更に対応をする必要があったため、当初予定していた一斉観測を実施することは困難であると判断しました。一部の離島の学校においては、観測機を設置することを試みましたが、長期間使用していなかった観測機に想定外の不具合が頻発し、メールのやり取りなどで観測機を完全に稼働させるには至りませんでした。

#### 5 各種大会における発表

昨年度、長崎県の科学研究発表会での最優秀賞獲得により、2021年7月末に和歌山県にて開催された「紀の国わかやま総文2021」への出場権を獲得し、発表を行いました(1ページ目写真)。

また、今年度も研究に携わった生徒と11月に実施された長崎県の科学研究発表大会に参加しました(図9)。残念ながら、上位大会への進出をすることはできませんでしたが、知らない人の前で自分たちの取り組みを発表するという経験は本校の生徒にとっては、特にコロナ禍ということも含めて貴重な経験の場となりました。



図9. 2021年11月5日に実施された長崎県の科学研究発表大会に参加することができた

#### 6 まとめ

今回の研究で、宇久島内の宇久平港においては、観測機の安定性向上を図ることに成功し、連続8日間の観測に成功することができました。しかし、同じプログラムで動かしているほかの2か所での観測は、観測値が飛び飛びになるなどあまりうまくいきませんでした。また、2019年度および2020年度に観測されていた15分程度の短い周期での潮位変動については、すべてのデータを確認できたわけではありませんが、うまく捉えることができませんでした。観測機の接続の仕方など、細かい部分の修正を行い、小浜漁港と野方漁港での観測をより滑らかな結果となるようにするとともに、15分程度の潮位変動の潮位変動を捉えることができるようにしたいと考えています。

同時に、「長崎オリオンネットコンソーシアム」の参加校にも修正プログラムを配布し、より広域的な潮位変動の観測体制を築き上げたいと思います。観測体制が構築できた際には、あびき現象が観測されやすい3～4月に一斉同時観測を実施したいと考えています。

#### 謝 辞

本研究は、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団による助成を受けることで実施することができました。コロナ禍にもかかわらず成果発表の場をご提供いただいたことを含めて、本校生徒にとって貴重な経験の機会を多く得ることができました。記してここに感謝申し上げます。

以上