

課題名 1RFf-1201 赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究

課題代表者名 芝田 浩（独立行政法人国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 電子制御工学科 講師）

研究実施期間 平成24～25年度

累計予算額 3,685千円（うち25年度1,795千円）
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード 赤潮、観測システム、漂流ブイ、無線ネットワーク、GPS

研究体制

（1）赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究（（独）国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校）

研究概要

1. はじめに（研究背景等）

瀬戸内海や九州を中心とした沿岸海域において、夏季に発生する赤潮は、毎年甚大な漁業被害に至る原因の一つであり、重要な社会・経済問題として取り上げられている。赤潮とは、植物プランクトンが大増殖することによって海水の色が、赤褐色や茶褐色に変わることをいう。赤潮は、戦後に多くの漁業被害を伴い頻発するようになった。その原因は、温暖化を含めた地球環境の変化や沿岸海域の工業化による工場排水の影響など、様々な要因が複雑に関わりあっている。各種の排水対策を実施することで赤潮の発生件数がやや減少し、赤潮の監視体制も全国に張り巡らされたものの、依然として毎年のように漁業被害を伴っている。統計が開始された1969年以降の被害総額は、550億円を越えている。特に2009年と2010年の2年間だけでも被害額は85億円となっている。養殖場の被害原因は、赤潮と魚病が以前より知られているが、魚病については各種の感染防止対策や動物医薬品やワクチンの開発により現在ではほとんど問題となっていない。しかし、赤潮については未だに漁業被害を積み上げ続けているのが現状である。

発生した赤潮の状態を時間経過に沿って調査すると、初期は海水面に近い層を浮遊しており、海流や風の影響により移動しながらやがて消滅することが知られている。赤潮被害とは、発生した赤潮が養殖場に流入することにより、養殖魚がエラの障害を引き起こし大量へい死することである。赤潮被害への対策として、人為的な努力によって赤潮の発生そのものを防止することは、現在のところ非常に困難である。そのため、船舶調査や人工衛星画像で、赤潮の分布や移動状況、海水温などのデータをモニタリングし、時々刻々と変化する赤潮を監視することで、赤潮による被害を最小限に抑える方策が取られている。養殖業者での具体的な対策は、赤潮が養殖施設に近づいた場合に施設（生簀）を比較的酸素濃度が高い深い層に沈め、赤潮の通過を待ち、被害を最小限に抑えている（図-1）。しかし、赤潮は、海岸沿いで発生し滞留することもあれば、海流に乗り沖合に出ることもあるなど挙動が複雑であり、発生場所・時刻の特定が難しく、漁場への流入は昼夜を問わない。赤潮が漁場に流入した場合、早い時は10分間以内に養殖魚がへい死するため、素早い対応が求められる。その際、24時間の赤潮観測体制が望ましいが、労力やコスト的に実施が困難であり、十分に対応できていないのが実状である。

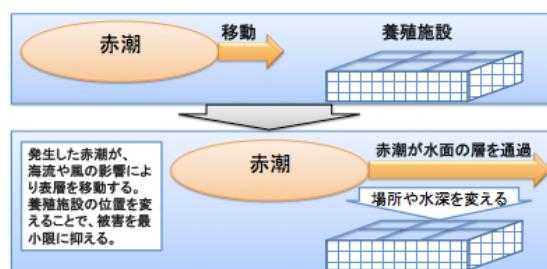


図-1 養殖施設における赤潮被害の抑制

2. 研究開発目的

本研究では、養殖業における赤潮による漁業被害低減に対して、赤潮と共に漂流し周辺の状況を観測するシステムの開発を目的とする。開発したシステムの概要と観測方法を示すと共に、実海域での観測内容とその結果から、実際の利用に対して考察した。

3. 研究開発の方法

(1) 赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究

養殖業の赤潮対策の一つとして、被害を最小にするために赤潮をモニタリングし、状況に合わせて養殖設備場所をコントロールしている。本研究では、養殖場近海を監視するためのモニタリングシステムを開発した。赤潮が発生した際にその移動状況をリアルタイムにモニタリングする漂流式の観測ブイを作成し、そのブイには各種センサと観測データを送信する無線通信機器を載せた(図-2)。本システムの使用方法としては、赤潮が発生した後、その領域へ漂流ブイを放ち、漂流ブイから送信されるデータに基づき、赤潮の移動経路を観測する。赤潮が現在どの位置に存在し、どのような経路で今後どのくらいの時間で養殖施設へ到達するかを把握する。監視者は、得られたデータを基にして養殖施設をコントロールし、赤潮に対応した被害対策を施す。通信機器や各センサ等を含めた漂流ブイの費用として、できる限り安価に抑え、約15万円程度で実現した。さらに、通信費としては、プリペイドSIMカードを活用することで、月額千円程度にすることができた。従来の製品の場合、漂流ブイのみで百数十万円以上必要となり、通信費も数万円にも達する場合がある。

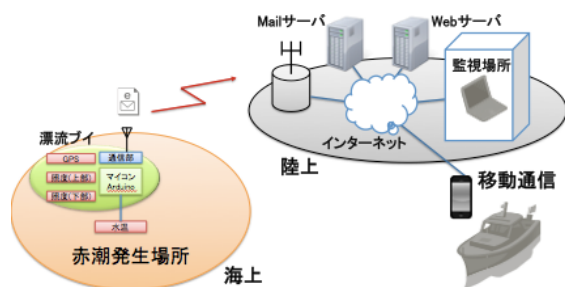


図-2 システム概要

4. 結果及び考察

(1) 赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究

本研究では、養殖業における赤潮に対する漁業被害を低減するために、赤潮の状況をモニタリングするシステムを開発し、観測データをWeb画面上で確認することができた。2013年夏期に例年赤潮が発生する八代海の海域において、本システムを使用した観測を実施し、視覚的に漂流ブイの移動を表すことができた。また、観測場所の海水温と照度を観測できることを確認できた。

今後は研究を継続し、実際に赤潮発生時の流動の状況観測とシステムの拡充を検討する。さらに、養殖業者において実際に利用していただき、データ収集とシミュレーションを含めた経路予測への発展を目指す。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

赤潮そのものを防止することは、現状では困難であり、モニタリングし対応することで被害を抑えている。これまでの調査体制では、自治体や各地先漁業権を超えた船舶による調査は利害関係者間の調整が難しく、拡散する赤潮を越境してモニタリングする手法がまだ発達していなかった。さらに、人工衛星による監視についても、解像度が低く、曇天時にデータが得られないことが多く、日単位で拡散する赤潮を捉えることは困難である。本研究開発では、赤潮の監視を新しい手法で安価に実現し、効果的な利用を確立することを狙っている。本研究の成果により、赤潮の移動形態のデータを蓄積することに対し、基本的なシステムの開発をすることができた。今後は、さらなる研究開発を進め、ユーザに利用されるシステムにすることで、赤潮のデータをより多く収集することができる。将来的にはそのデータを用いることで、赤潮の発生と移動経路の予測に役立ち、赤潮発生メカニズムの解明に対して貢献できる可能性がある。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

「有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律（平成十四年十一月二十九日法律第二百十号、最終改正：平成二十三年八月三〇日法律第一〇五号）」および、平成15年に各省で申し合わされた「有明海・八代海の基本方針」に基づいて、赤潮被害に対する早急な対策が必要となっている。本研究成果であるモニタリングシステムの開発および実用化により、「赤潮、貧酸素水塊等の発生機構に関する調査研究」および「赤潮の防除及び予察技術の開発」へ貢献することが期待できる。本研究では、そのシステムを開発し、実海域での観測実験を実施し実際の利用について考察することができた。

その他、下記のような用途への応用が期待できる。

- a. システムの基本部分を固定ブイとして使用することで、周辺海域の環境を安価に計測することができる。また、漂流させることで漂流物の特性の解析への利用により、海域の環境調査に応用することができる。
- b. 八代海では、梅雨時期の塩分濃度が薄い海水が流入する水潮という現象が発生する。水潮によっても漁業被害が発生しており、そのためのモニタリングに応用できる。
- c. 沿岸海域では漁場回復の為にアマモ場の育成が課題として挙げられている。アマモ場の成り立ちや生育環境のモニタリングに対して応用することができる。
- d. 漂流ゴミの対策として、その回収に際して、未回収のゴミを翌日に持ち越さざるを得ない場合に、漂流ブイを使用することで、翌日の作業に対するマーキングへ応用することができる。
- f. 海上、海中での搜索作業は、時間の関係で 翌日へ持ち越さざるを得ない場合が発生する。この場合についても、翌日の搜索作業に対するマーキングへ応用することができる。

6. 研究成果の主な発表状況（別添作成要領参照）

(1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦、岡辺拓巳：土木学会論文集B2(海岸工学) Vol. 69、No. 2、2013、I_1476-I_1480 (2013)
「赤潮のモニタリングシステムに対する漂流ブイと無線センサネットワークの適用」
- 2) H.MIYAKE、H.SHIBATA、A.HAMASAKI、T.TOKUDA: The Third International Symposium on Technology for Sustainability (ISTS) 2013 (2013)
“A Fundamental Study on Red Tides Monitoring System using Drifting Buoy “

<査読付論文に準ずる成果発表>（対象：社会・政策研究の分野）

特に記載すべき事項はない。

(2) 主な口頭発表（学会等）

- 1) 芝田浩、浜崎淳、徳田太郎：マリンITワークショップ2013(2013)
「赤潮発生時の漂流観測ブイによるモニタリングシステム」
- 2) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦：平成25年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 赤潮・貝毒部会 講演 (2013)
「漂流ブイと無線ネットワークを用いた赤潮モニタリングシステムの研究」
- 3) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦：電子情報通信学会 信学技報 ASN2013-6(2013-05) pp.31-34 (2013)
「漂流ブイと無線ネットワークを用いた赤潮モニタリングシステムの開発」

7. 研究者略歴

課題代表者: 芝田 浩

電気通信大学電気通信学部卒業、修士(工学)、現在、独立行政法人国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 電子制御工学科 講師

研究分担者

1) 浜崎 淳

広島市立大学情報科学部卒業、博士(工学)、現在、独立行政法人国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 電子制御工学科 准教授

2) 徳田 太郎

広島工業大学工学部卒業、博士(工学)、現在、独立行政法人国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 商船学科 准教授

1RFf-1201 赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究

(1) 赤潮発生時のデータ観測システムによる養殖業の漁業被害軽減に関する研究

(独) 国立高等専門学校機構

広島商船高等専門学校	電子制御工学科	芝田 浩
	電子制御工学科	浜崎 淳
	商船学科	徳田 太郎

平成24(開始年度)～25年度累計予算額：3,685千円

(うち、平成25年度予算額：1,795千円)

予算額は、間接経費を含む

[要旨]

瀬戸内海や九州を中心とした日本の沿岸海域において発生する赤潮は毎年甚大な被害をもたらしている。赤潮による被害を最小限に抑えるために、赤潮の分布や移動状況、海水温などのデータをモニタリングし、時々刻々と変化する赤潮を監視することが重要である。本研究では、赤潮による漁業被害を最小限に抑えるために、赤潮が発生した際にその位置や移動状況などをリアルタイムにモニタリングする赤潮観測システムを開発した。本システムは、無線ネットワークに接続した漂流ブイを赤潮と一緒に漂流させることで、赤潮の位置、海水温、照度の各データをリアルタイムに取得する。本論では、漂流ブイによるモニタリングに対する漂流ブイの適用とシステムの概要、および観測データの可視化について述べる。さらに、赤潮が頻繁に発生する実際の海域におけるシステムを使用した観測結果について述べる。

[キーワード]

赤潮、観測システム、漂流ブイ、無線ネットワーク、GPS

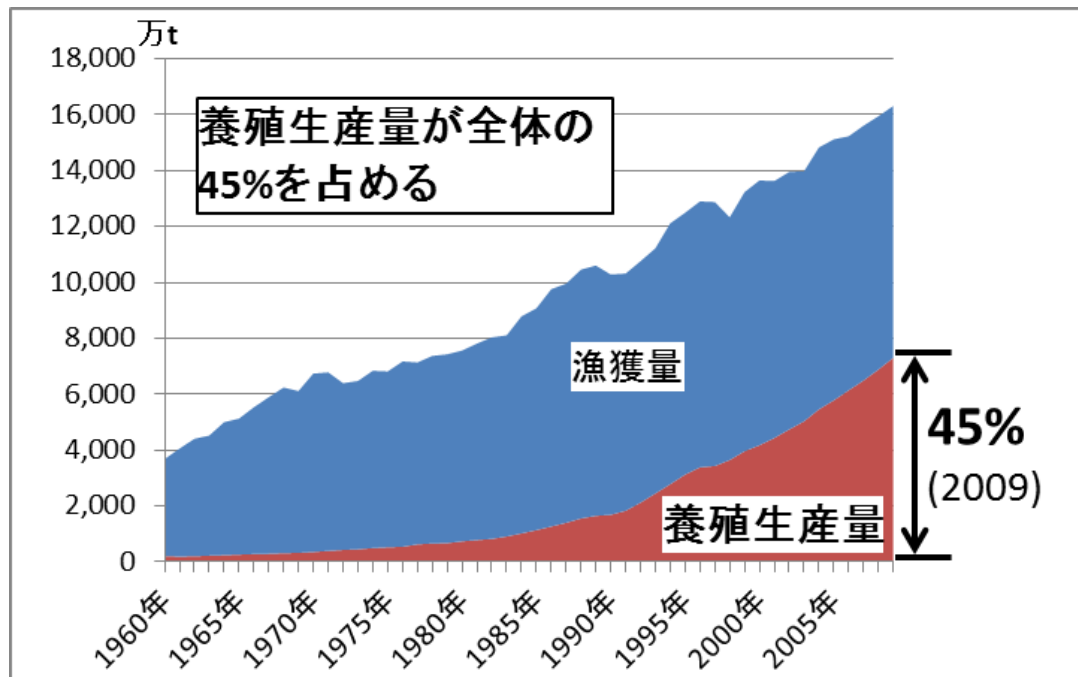
1. はじめに

瀬戸内海や九州を中心とした沿岸海域において、夏季に発生する赤潮は、毎年甚大な漁業被害に至る原因の一つであり、重要な社会・経済問題として取り上げられている。赤潮とは、植物プランクトンが大増殖することによって海水の色が、赤褐色や茶褐色に変わることをいう。赤潮は、戦後に多くの漁業被害を伴い頻発するようになった。その原因は、温暖化を含めた地球環境の変化や沿岸海域の工業化による工場排水の影響など、様々な要因が複雑に関わりあっている。各種の排水対策を実施することで赤潮の発生件数がやや減少し、赤潮の監視体制も全国に張り巡らさ

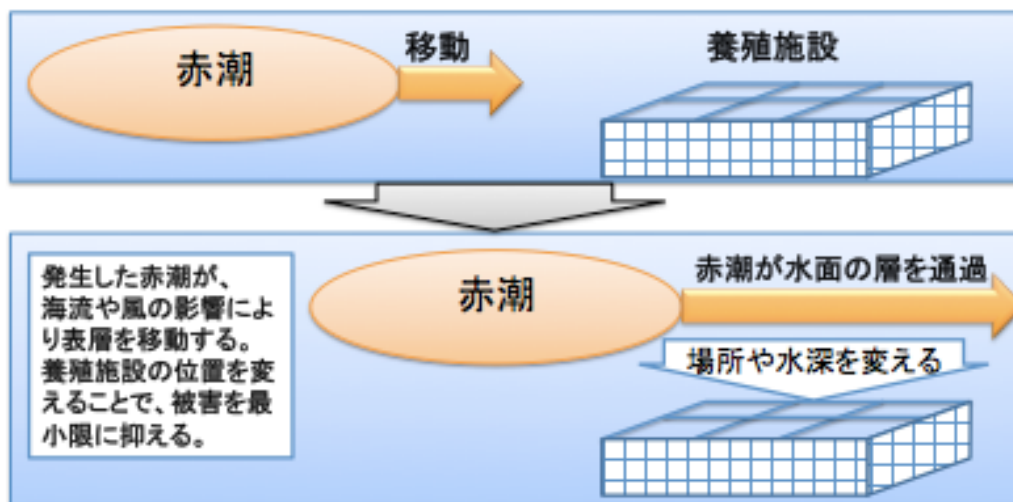
れたものの、依然として毎年のように漁業被害を伴っている。統計が開始された1969年以降の被害総額は、550億円を越えている。特に2009年と2010年の2年間だけでも被害額は85億円となっている。養殖場の被害原因は、赤潮と魚病が以前より知られているが、魚病については各種の感染防止対策や動物医薬品やワクチンの開発により現在ではほとんど問題となっていない。しかし、赤潮については未だに漁業被害を積み上げ続けているのが現状である。

一方、世界の食糧事情では、漁業資源に対して爆発的に需要が拡大している。世界の海域で、自然界で持続再生可能となる範囲をはるかに超えた魚介類の乱獲が行われ、環境のバランスが崩れ漁獲量の衰退が著しくなっている。この環境問題および食糧問題に直面している世界において、持続可能な社会づくりを進める上で、海産物の養殖が重要な解決策の一つとなるのは明らかである。FAO「Fishstat (Aquaculture production 1950- 2009)」のデータによると、2009年で世界全体の漁獲量に占める養殖生産量が45%にも達している（図(1)-1）。養殖業における被害原因である赤潮への対策を施すことは、社会的な意義が大きく、かつ必要不可欠である。

発生した赤潮の状態を時間経過に沿って調査すると、初期は海水面に近い層を浮遊しており、海流や風の影響により移動しながらやがて消滅することが知られている。赤潮被害とは、発生した赤潮が養殖場に流入することにより、養殖魚がエラの障害を引き起こし大量へい死することである。赤潮被害への対策として、人為的な努力によって赤潮の発生そのものを防止することは、現在のところ非常に困難である。そのため、船舶調査や人工衛星画像で、赤潮の分布や移動状況、海水温などのデータをモニタリングし、時々刻々と変化する赤潮を監視することで、赤潮による被害を最小限に抑える方策が取られている。養殖業者での具体的な対策は、赤潮が養殖施設に近づいた場合に施設（生簀）を比較的酸素濃度が高い深い層に沈め、赤潮の通過を待ち、被害を最小限に抑えている（図(1)-2）。しかし、赤潮は、海岸沿いで発生し滞留することもあるれば、海流に乗り沖合に出ることもあるなど挙動が複雑であり、発生場所・時刻の特定が難しく、漁場への流入は昼夜を問わない。赤潮が漁場に流入した場合、早い時は10分以内に養殖魚がへい死するため、素早い対応が求められる。そのため、24時間の赤潮観測体制が望ましいが、労力やコスト的に実施が困難であり、十分に対応できていないのが実状である。これに対し、近年の情報通信技術の発展と通信機器・通信費用の低価格化により、海域での観測方法についての試みがなされつつある^{1)、2)、3)}。



図(1)-1 世界全体の漁獲量に占める養殖生産



図(1)-2 養殖施設における赤潮被害の抑制

2. 研究開発目的

本研究では、養殖業における赤潮による漁業被害低減に対して、赤潮と共に漂流し周辺の状態を観測するシステムの開発を目的とする。開発したシステムの概要と観測方法を示すと共に、実海域での観測内容とその結果から、実際の利用に対して考察した。

平成24年度と平成25年度の目的を下記に示す。

<平成24年度>

赤潮発生時のデータ観測システムの基本機能（通信機能及び漂流機能）を実現する。実際の海域（八代海）で、機能確認と観測データを取得する。海域での観測実験の実施結果から、システム改善とさらなる機能拡張案を策定し、具体的な計画を立案する。

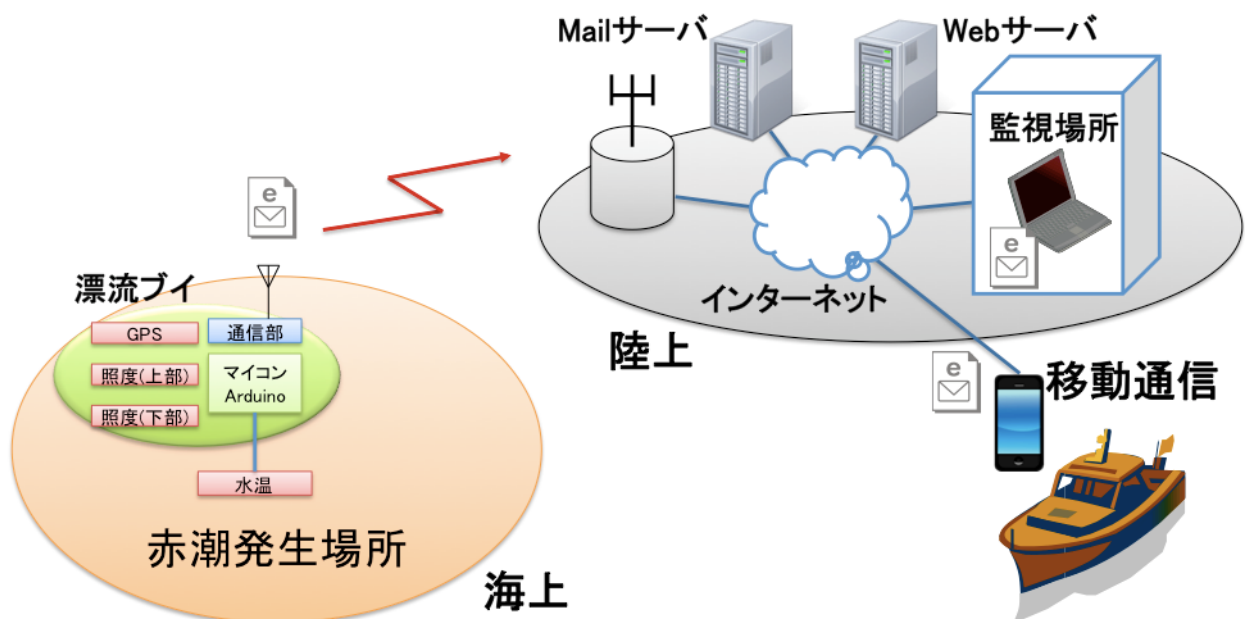
<平成25年度>

平成24年度に計画したデータ観測システムの改善と機能拡張を実装する。実際の海域（八代海）で、機能確認と観測データを取得する。実際の養殖業への適用と漁業被害の低減の可能性を検討する。システムの評価と赤潮の被害を最小限に抑えるための効果的な利用方法を考察しまとめる。

3. 研究開発方法

(1) システム概要

養殖業の赤潮対策の一つとして、被害を最小にするために赤潮をモニタリングし、状況に合わせて養殖設備場所をコントロールしている。本研究では、養殖場近海を監視するためのモニタリングシステムを開発した。赤潮が発生した際にその移動状況をリアルタイムにモニタリングする漂流式の観測ブイを作成し、そのブイには各種センサと観測データを送信する無線通信機器を載せた（図(1)-3）。本システムの使用方法としては、赤潮が発生した後、その領域へ漂流ブイを放ち、漂流ブイから送信されるデータに基づき、赤潮の移動経路を観測する。赤潮が現在どの位置に存在し、どのような経路で今後どのくらいの時間で養殖施設へ到達するかを把握する。監視者は、得られたデータを基にして養殖施設をコントロールし、赤潮に対応した被害対策を施す。通信機器や各センサ等を含めた漂流ブイの費用として、できる限り安価に抑え、約 15 万円程度で実現した。さらに、通信費としては、プリペイド SIM カードを活用することで、月額千円程度にすることができた。従来の製品の場合、漂流ブイのみで百数十万円以上必要となり、通信費も数万円にも達する場合がある。



図(1)-3 システム概要

(2) 漂流ブイの形状

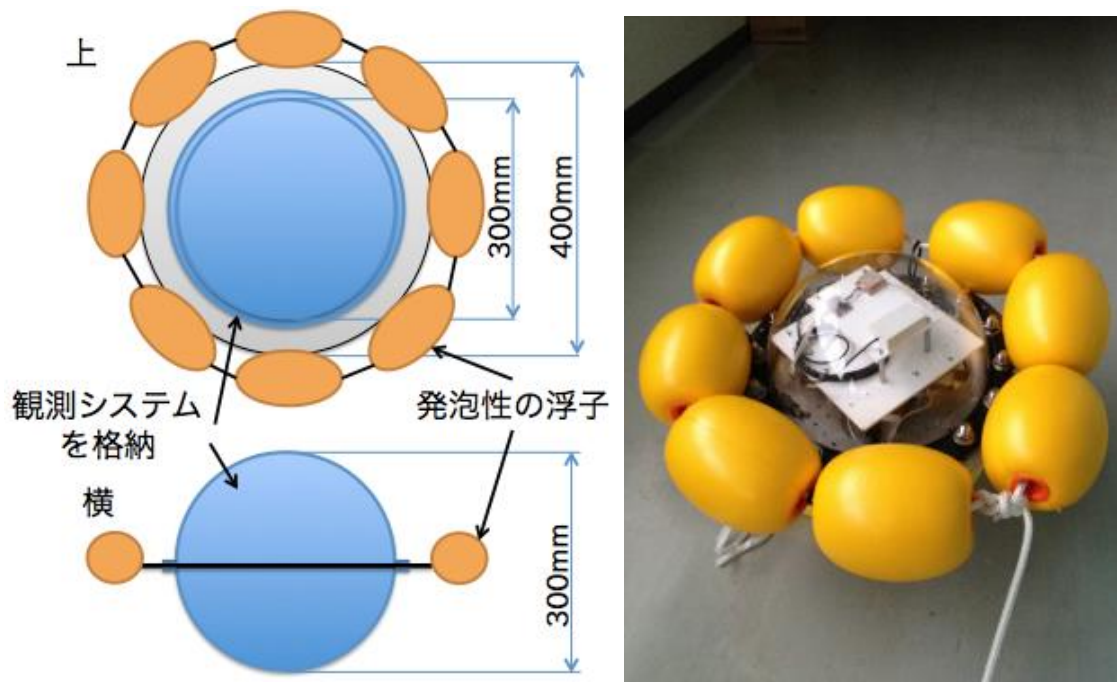
1) 漂流ブイの形状

本システムにおける漂流ブイの形状について述べる。漂流ブイを赤潮の発生場所に投下することで、赤潮と共に海上を浮遊して、時々刻々と変化する位置の情報、海水温、照度を観測する。漂流ブイは、センサや通信デバイスを搭載した浮体部分と、表層の赤潮の移動に合わせて追従するための、海水中に位置するドロッグで構成される。これらはロープで連結されており、海流をドロッグで捉えることで、漂流ブイが海流にあわせて移動する。このときロープの長さを調整することで、観測したい水深の海流を調査できる。

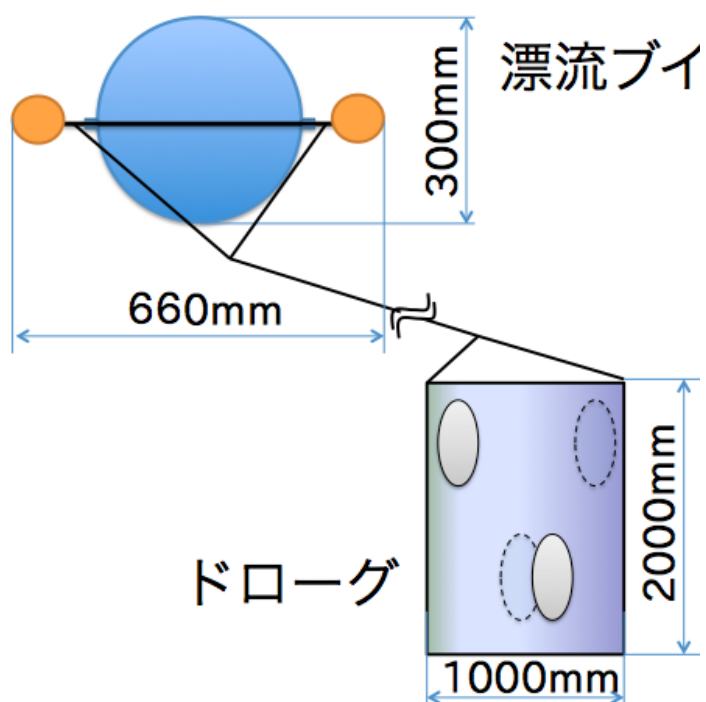
2) 平成24年度の漂流ブイと形状

平成24年度の漂流ブイの形状を図(1)-4に示す。漂流ブイの浮体部分については、球状に作成し、アクリル素材の半球状のドームをステンレスの板を挟み込むように配置した。これにより、風と波向きによる影響を360°の方向から均一に受けるように設計した。さらに、浮力を増すため、漂流ブイの周囲に小型の浮きを8個配置しロープで連結した。

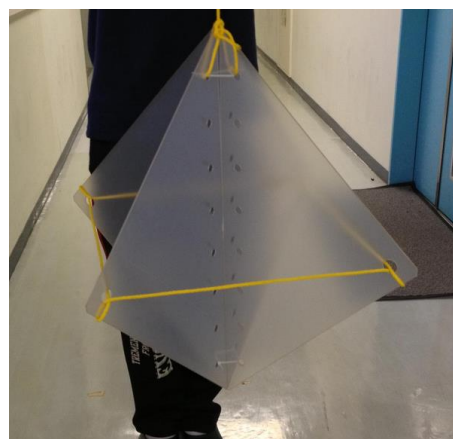
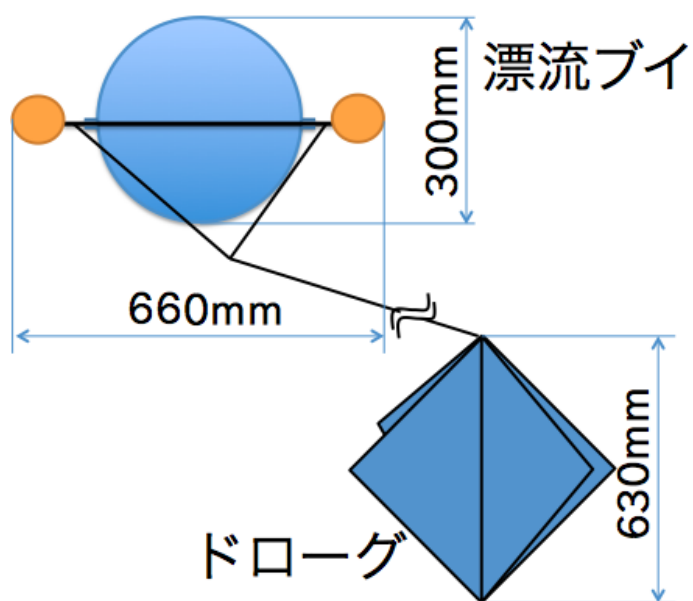
さらに、海流に対して赤潮の異動へ追従性を高めるため、2種類の異なった形状のドロッグを作成し、実際の海域で実験した。2種類のドロッグは、Niilerら^{4), 5)}の研究を基に作成した。まず、ドロッグAは、円筒形の骨組みにビニールを張り、合計4箇所穴を配置することで海流を捉え易くしている(図(1)-5 (a))。次に、ドロッグBは、ポリカーボネートの板を90°交差させて組み合わせることで海流を捉え易くしている(図(1)-5 (b))。ドロッグを漂流ブイに連結した際には、その浮力により、漂流ブイが海面から半分ほど海面上に出ている状態となるため、無線ネットワークへの接続性も確保できている。



図(1)-4 平成24年度の漂流ブイのシステム格納部分



(a) ドロークA



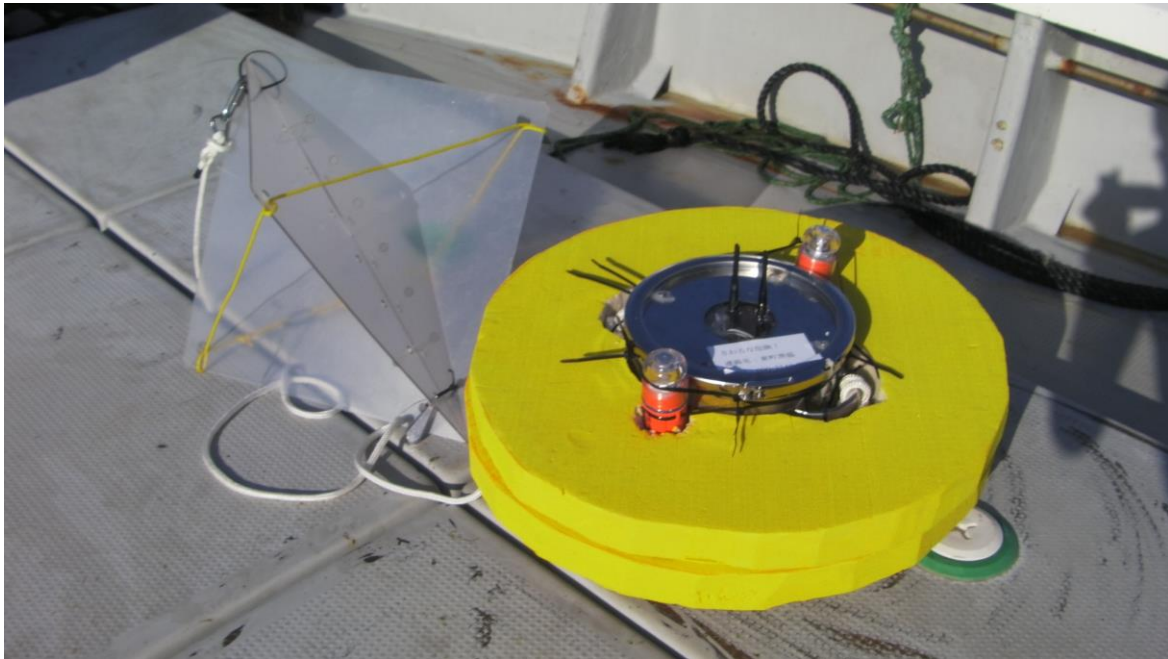
(b) ドロークB

図(1)-5 平成24年度の漂流ブイとドロークの形状

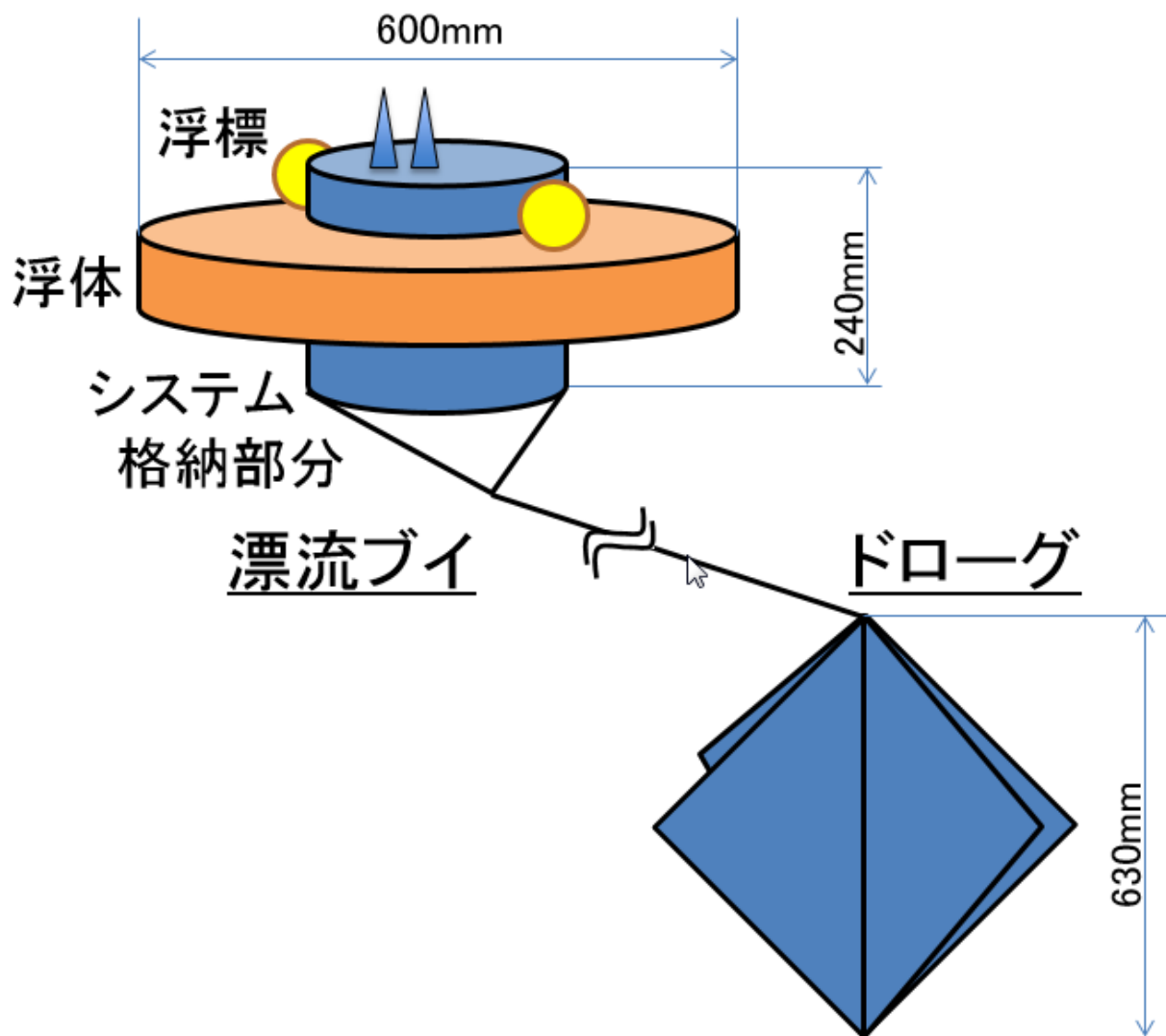
3) 平成25年度の漂流ブイと形状

平成25年度の漂流ブイの形状を図(1)-6および図(1)-7に示す。漂流ブイの浮体部分については、平成24年度に作成した漂流ブイの場合に開閉のしにくさと、アクリル素材のため亀裂が入ることがあったことから改善した。改善した結果、ステンレス製の密閉容器を利用することで円柱状に作成し内部にシステム部を格納することにした。これにより、風と波向きによる影響を360°の方向から均一に受けながら、開閉性、強度への改善を実現することができた。また、無線ネットワークへの接続へのアンテナ、温度センサと照度センサセンサを装備するための対応として、ステンレス容器の上面と底面に窓を設けている。浮力を増すため、漂流ブイの周囲に断熱材を下降して作成した浮体を配置し結束バンドで連結した。

ドロークは、作成しやすさと可搬性の良好さにより、平成24年度のドロークBを使用し、ポリカーボネートの板を90°交差させて組み合わせることで海流を捉え易くしている。ドロークを漂流ブイに連結した際には、その浮力により、漂流ブイが海面から半分ほど海面上に出ている状態となるため、無線ネットワークへの接続性も確保できている。



図(1)-6 平成25年度の漂流ブイのシステム格納部分



図(1)-7 平成25年度の漂流ブイとドロークの形状

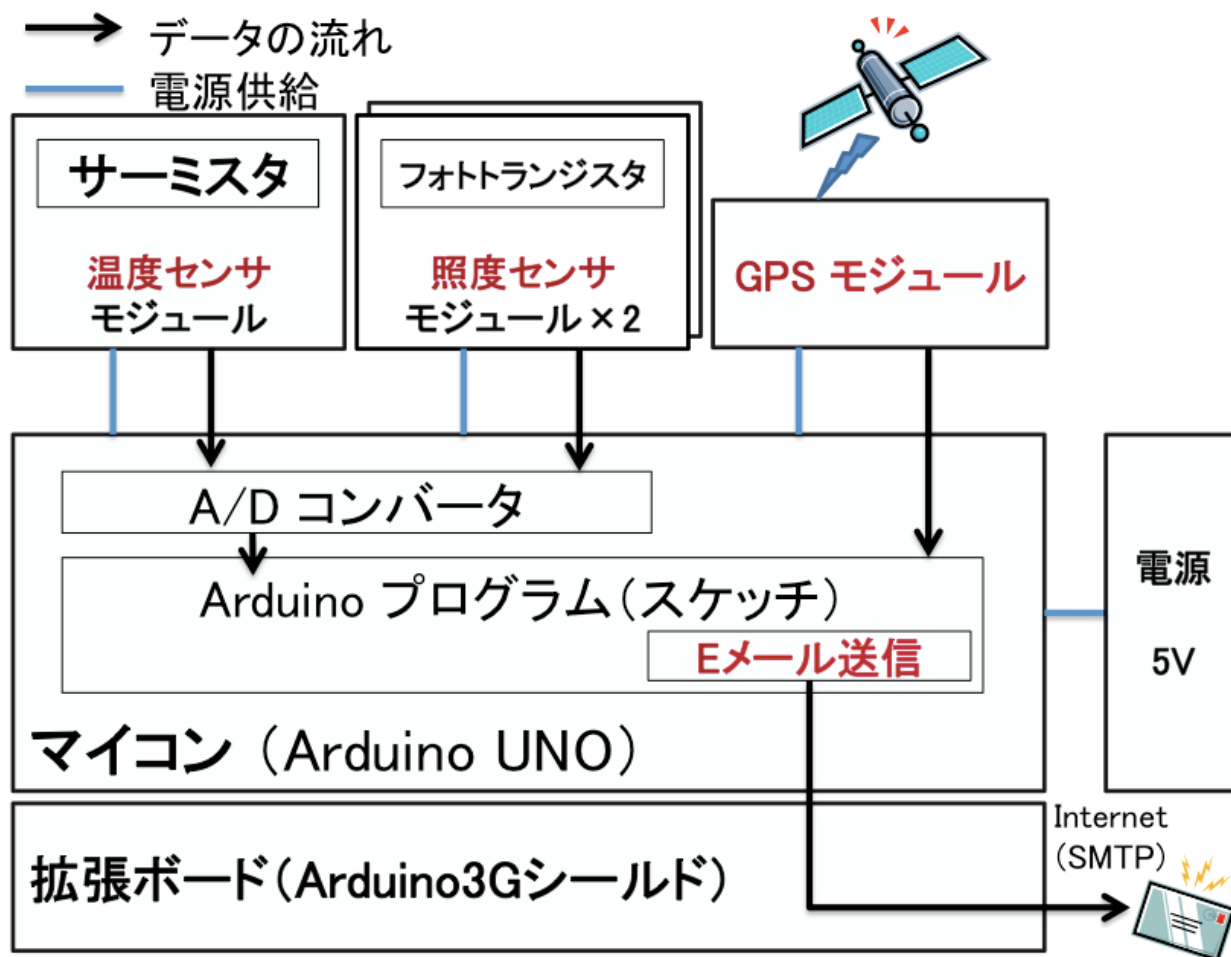
(3) 漂流ブイのシステム構成

1) システム構成の概要

平成24年度では球状、平成25年度では円柱状の漂流ブイの内部には、データを観測するためのセンサおよび、無線ネットワーク網を利用したデータの送信部を格納している。漂流ブイのシステムの概要を図(1)-8に示す。漂流ブイの位置情報を計測するためのGPS、海水温を計測するための温度センサ、光の強さを計測するための照度センサ、全体を制御するマイコン、取得したデータを送信するための通信機器、および電源を載せた。各センサから得られたデータはマイコン

(Arduino) にて処理され、通信機器(平成24年度はNTTDOCOMO社 D2F Assist、平成25年度は拡張ボードの3Gシールド)を使用し、携帯電話の通信網を経由して、電子メールで送信されるようにした。送信されるメールのサンプルを図(1)-9に示す。

観測されたデータは、監視場所のコンピュータやモバイル機器で確認できる。監視者は、得られたデータを基にして養殖施設をコントロールすることで、赤潮に対する被害対策を施す。漂流ブイは、養殖業への適用性と船舶航路への影響を考慮し、安価で小型に開発した。



図(1)-8 システムの概要図

件名: Redtides[34.70102,137.40870]

From:<受信メールアドレス>

TO:<送信メールアドレス>

本文:

2012-06-08 10:05:18,34.70102,137.40870, 26.70, 895.925, 12.835

日付 時刻, 緯度, 経度, 水温, 照度(上部), 照度(下部)

図(1)-9 送信メール (サンプル)

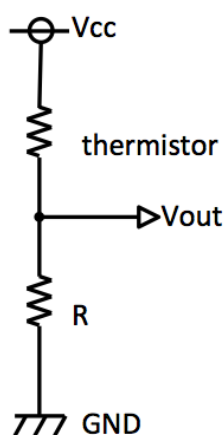
2) 各種センサ

a. GPSセンサモジュール

GPSモジュールは、衛星からの信号を受信し、現在の場所の情報を特定する。平成24年度に使用したGPSモジュールは、EM-406aの測定精度は、5 mから10mである。平成25年度は、拡張ボードの3Gシールドに搭載されている通信モジュールDTW400-W内に含まれており、測定精度は5mから10mである。

b. 温度センサモジュール

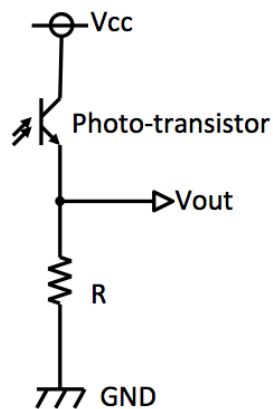
温度の測定は、サーミスタ（103AT-1）を使用した。本サーミスタは、測定対象の温度上昇に伴い抵抗値が減少する特性を持っているため、温度の上昇に出力電圧が正比例するようにセンサ回路を設計した。温度センサモジュールの回路図を図(1)-10に示す。測定範囲を60℃から-10℃までとし、非線形の特性があるため多項式近似によりデータを処理するように開発した。



図(1)-10 温度センサモジュール回路図

c. 照度センサモジュール

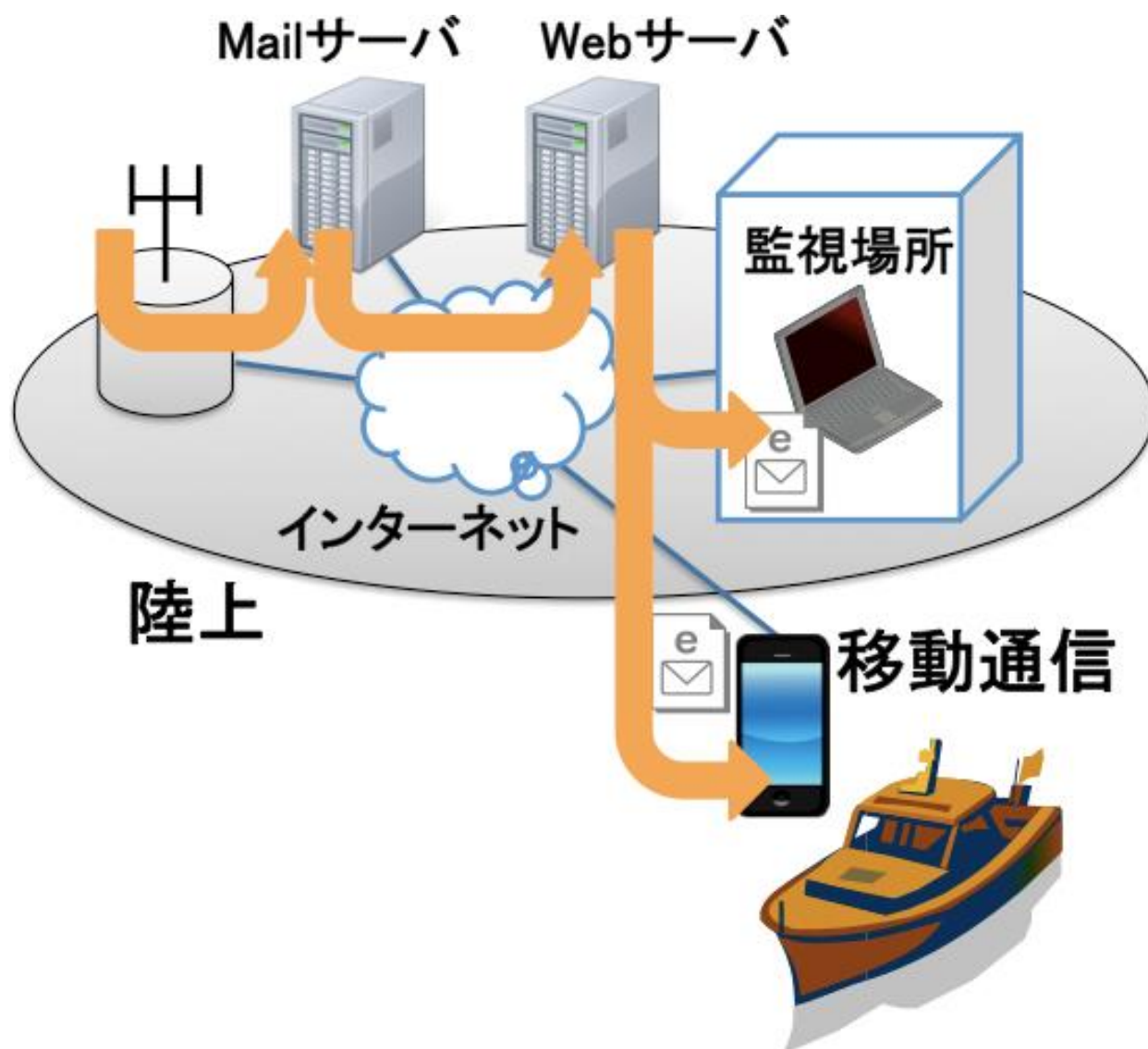
照度の特性に使用するセンサとして、フォトトランジスタ（NJL7502L）を使用した。本フォトトランジスタは、照度が上昇するのに伴い抵抗値が減少する特性を持っているため、同様に照度の上昇に出力電圧が正比例するようにセンサ回路を設計した。照度センサモジュールの回路図を図(1)-11に示す。照度センサにおいてはブイの下側に水面下の照度を測るセンサ、上側に水面上の照度を測るセンサの合計2つ搭載し、その差分を考慮することで簡易的に海水における赤潮の状態を推定するために使用する。



図(1)-11 照度センサモジュール回路図

(4) 観測データの取得と可視化

漂流ブイで観測したデータは、携帯電話のネットワーク網を使用し、メール形式で外部のMailサーバに送信される。Mailサーバで受信したデータは、定期的に公開用のWebサーバで一括に取得する。取得したデータはテキスト形式で保存されており、監視場所のコンピュータやスマートフォン等の移動端末からのアクセスによって、地図形式で表示する。Webでの確認におけるデータの流れを図(1)-12に示す。漂流ブイの軌跡を表示するために、Google社の地図サービスであるGoogleマップのAPIを使用している。ブラウザでの表示画面を図(1)-13に示す。観測データの確認画面にアクセスし、表示したい日付を入力しOKボタンを押下する。表示される地図サービスへのリンクをたどり、漂流ブイの軌跡を表示する。地図への監視している担当者は、得られたデータを基に養殖施設をコントロールすることにより、赤潮に対応した被害対策を施すことができる。



図(1)-12 送信データのWebでの確認

**Redtides Drifing Buoy :
Shibata lab (Hiroshima CMT)**

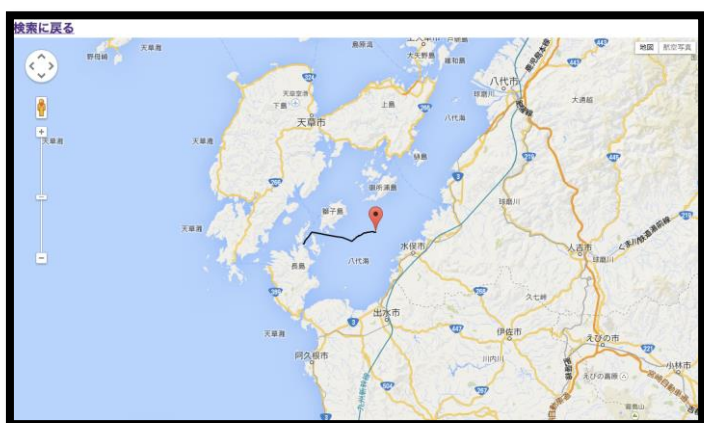
2013年 / 10月 / 11日 OK

(a) データ確認用のWeb画面：表示する日付の入力

**Redtides Drifing Buoy :
Shibata lab (Hiroshima CMT)**

[マップを表示する](#)

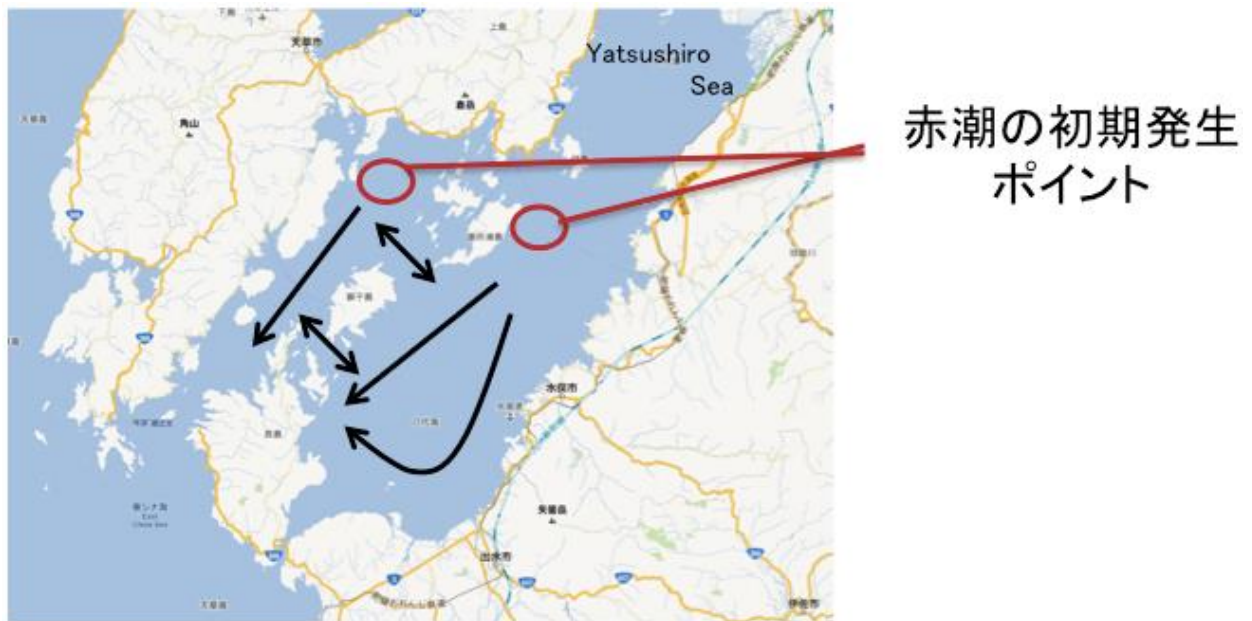
(b) データ確認用のWeb画面：地図を表示するためのリンクを表示

(c) データ確認用のWeb画面：地図の表示
(Googleマップのサービスを利用)

図(1)-13 送信データのWebでの確認画面

（５）実海域による観測実験

本研究は、漂流ブイを例年赤潮が発生している海域に投下し、送信されるデータをモニタリングすることで、各種実験を行った。実際の現地調査は、八代海（水俣市沖）にて、合計2回実施した。八代海では、赤潮の初期発生のポイントがある程度特定されており、初期発生地点からどのように赤潮が移動するかを観測することが求められている（図(1)-14）。



図(1)-14 例年における赤潮の初期発生ポイントと移動経路
（出典：Googleマップのサービスを利用）

（６）平成24年度の観測実験

例年赤潮が発生している実際の海域にて、実際に本システムを動作させることで各種観測を行った。平成24年度の現地調査は、対象としている海域で赤潮の発生がなかったため、本システムの動作に関する各種実験を実施した。実験実施場所は、八代海（水俣市沖、図(1)-15）にて、合計2回実施した。1回目（2012年9月27日、28日）では、漂流ブイの動作・機能の確認およびロープ長による漂流速度違いを確認した。ドローグAを使用し、漂流ブイと連結するロープ長を2mと5mの場合について実験した。2回目（2012年10月24日、25日）では、2mのロープと2種類のドローグを使用し、3つのパターンにおける漂流速度および漂流方向の違いを調べた。3つのパターンとは、ドローグBを直列に2つ連結、ドローグBを1つ、ドローグAを1つの場合である。観測は下記の①から③の手順にて行った。これをロープ長とドローグを変えて実施した。

＜動作確認手順＞

- ①船で対象海域まで移動し、漂流ブイを海上に放つ。
- ②海上を浮遊している漂流ブイからのデータを取得する。
- ③一定時間漂流した後、人手により漂流ブイを回収する。



図(1)-15 平成24年度の現地調査場所（八代海）

（出典：Googleマップのサービスを利用）

（７）平成25年度の観測実験

平成25年度の現地調査は、八代海（水俣市沖、図(1)-16）にて、合計2回実施した。1回目（平成25年9月20日）の際は、夜間を含めた長期時間に対して漂流ブイを動作させた際の機能を確認するために現地にて実験した。その際、漂流ブイと連結するロープ長を2mとし、船舶で人間が直接監視しながら動作を確認した。2回目（2013年10月11日-12日）では、人間が直接監視することせずに、Webで漂流ブイの現在地を確認し、システムの動作確認を一晩中実施した。具体的には、11日の午後に観測場所へ漂流ブイを投下し、翌日の朝に漂流ブイからのデータをもとにして、回収を実施した。漂流ブイと連結するロープ長は、前回と同様に2mとした。



図(1)-16 平成25年度の現地調査場所（八代海）

（出典：Googleマップのサービスを利用）

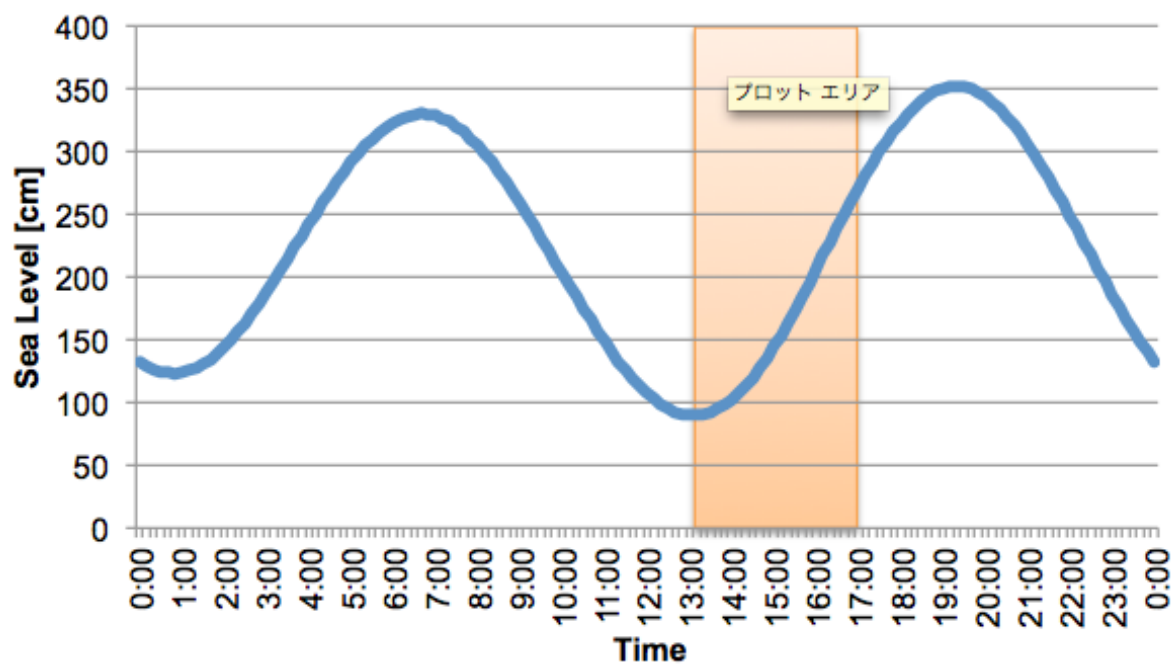
4. 結果及び考察

(1) 平成24年度の観測結果

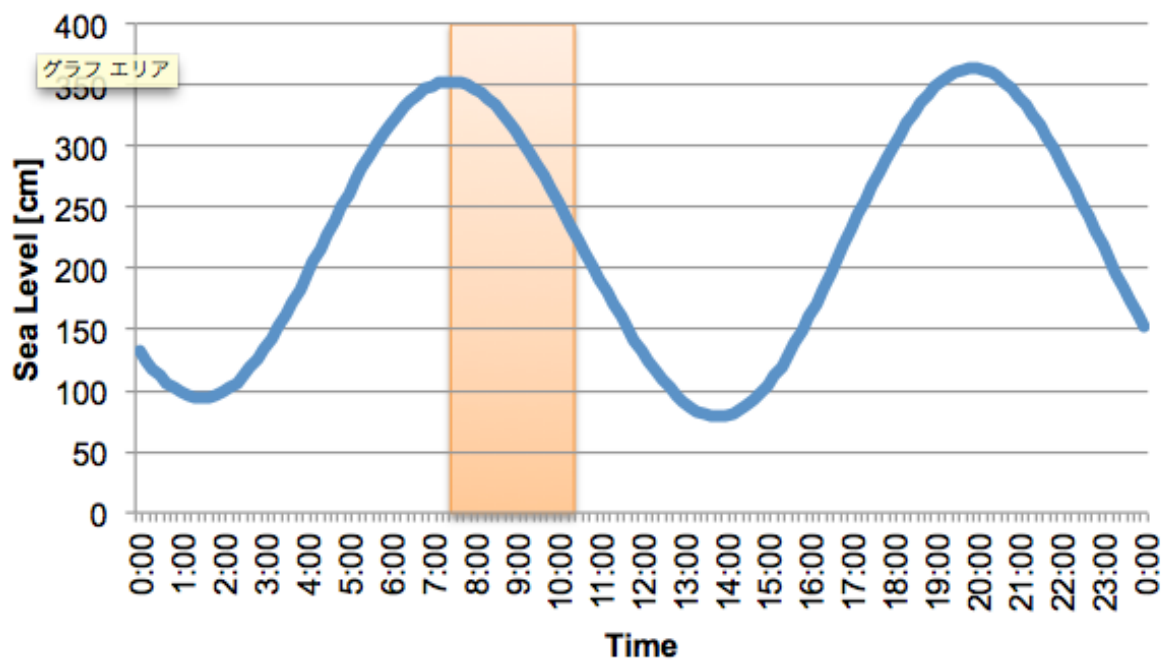
1) 観測時の気象条件

現地観測時の気象条件として、潮汐（水俣、気象庁）と風向風速（水俣・気象庁）の気象データについて、潮汐を図(1)-17、図(1)-18に、風向風速を図(1)-19に示す。

a. 潮汐

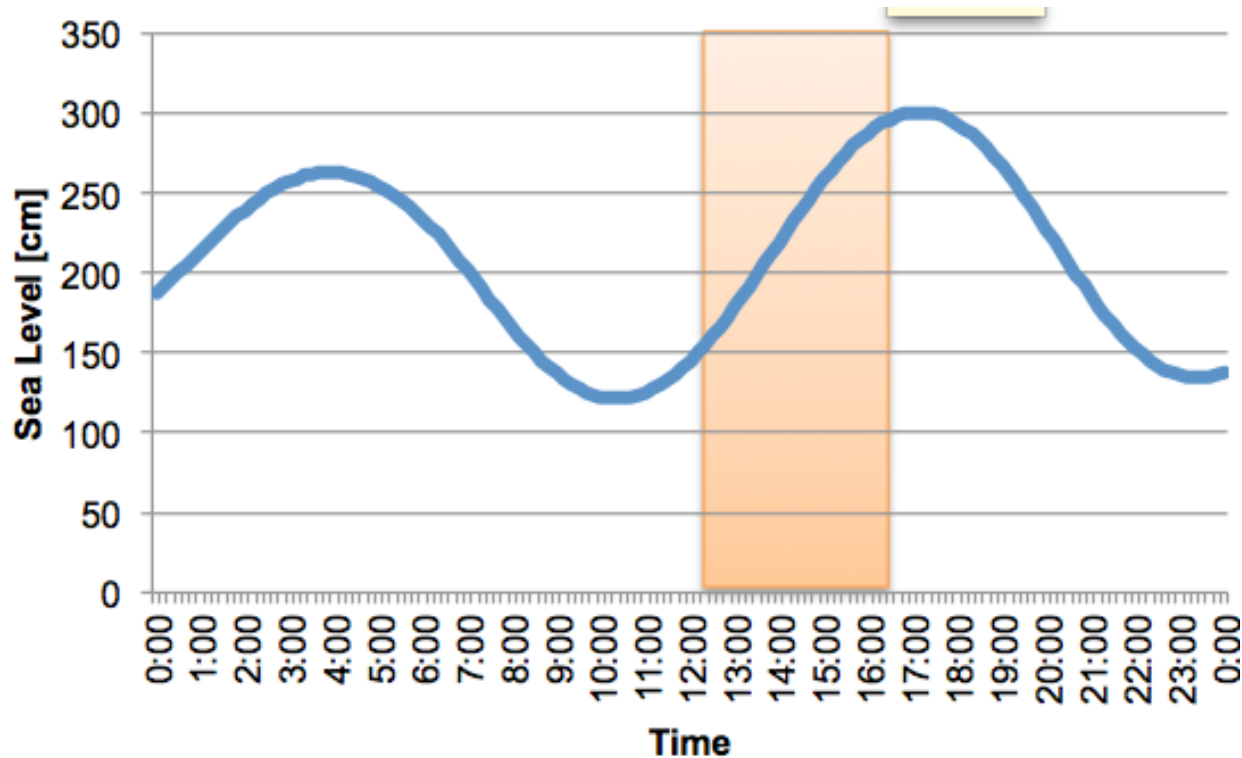


(a) 平成24年9月27日

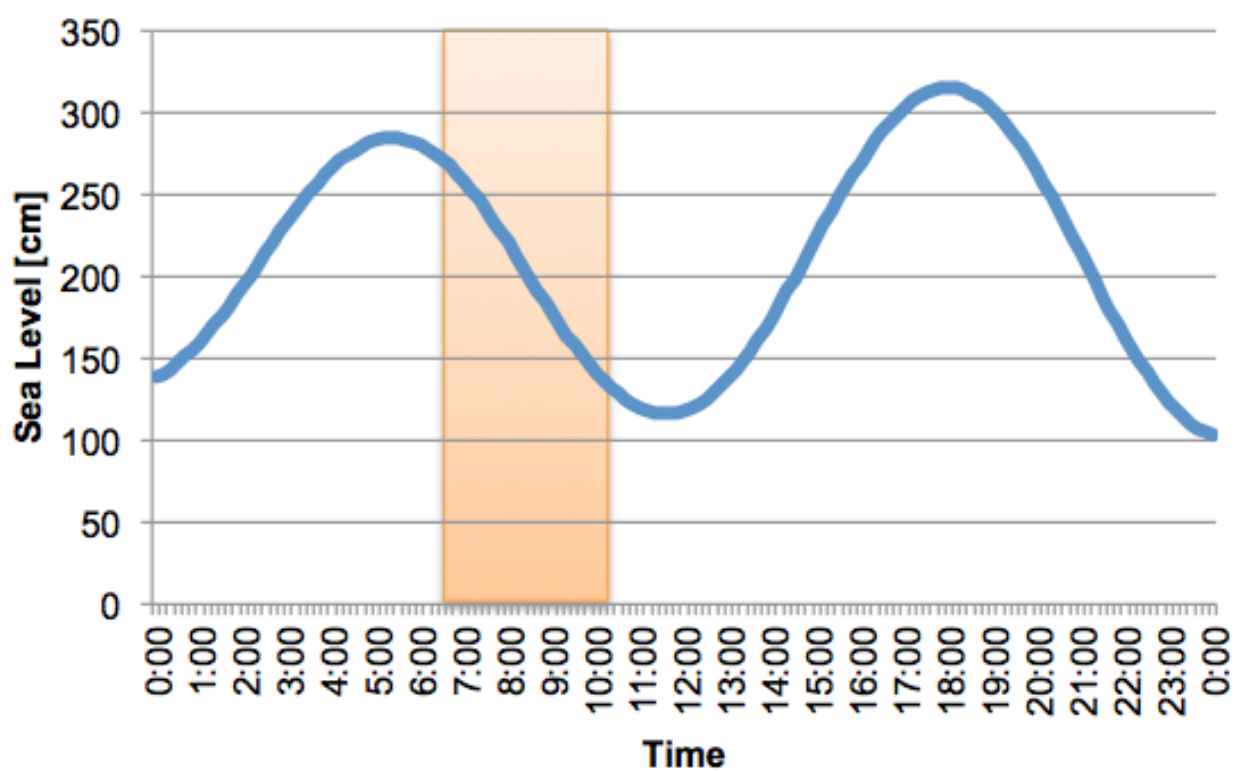


(b) 平成24年9月28日

図(1)-17 現地観測近傍の潮汐（熊本県・水俣）



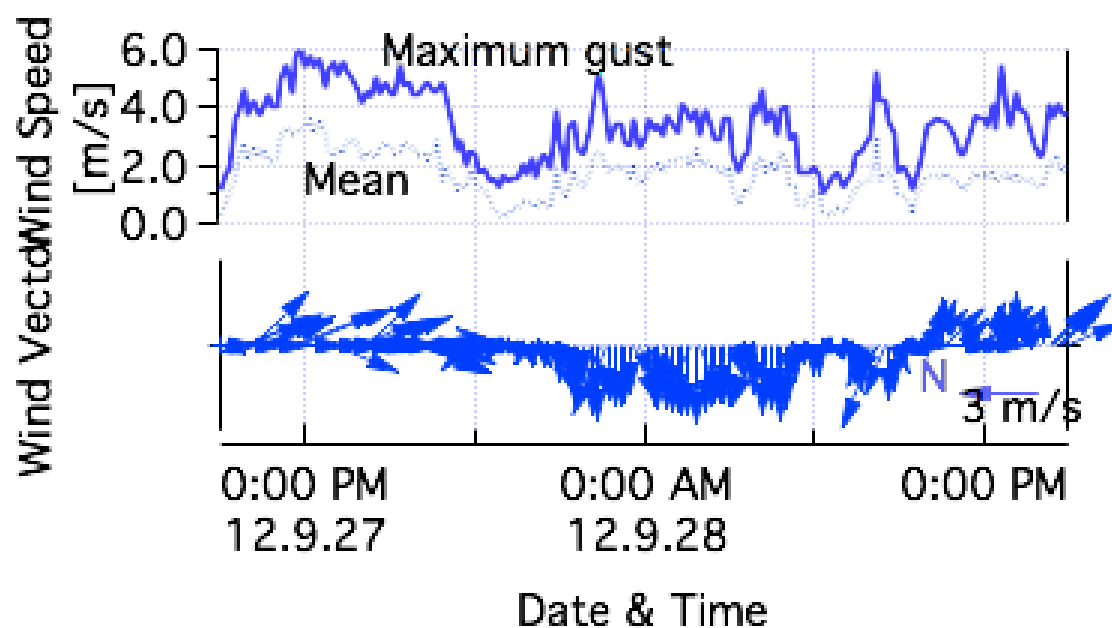
(a) 平成24年10月24日



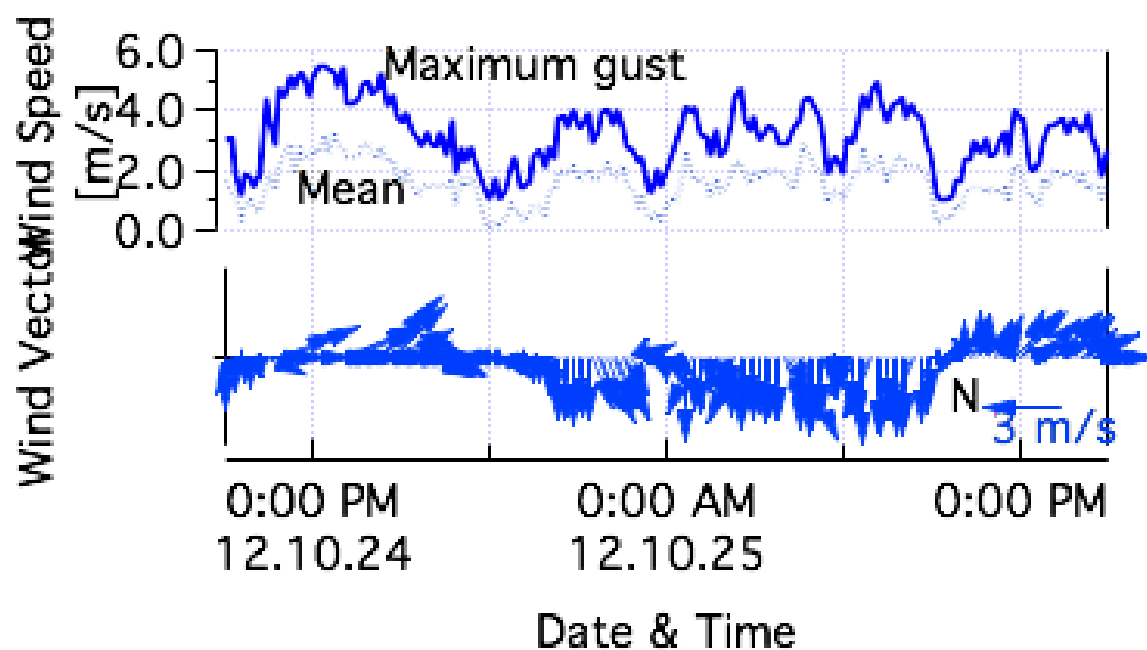
(b) 平成24年10月25日

図(1)-18 現地観測近傍の潮汐（熊本県・水俣）

b. 風向風速



(a) 平成24年9月27日-28日

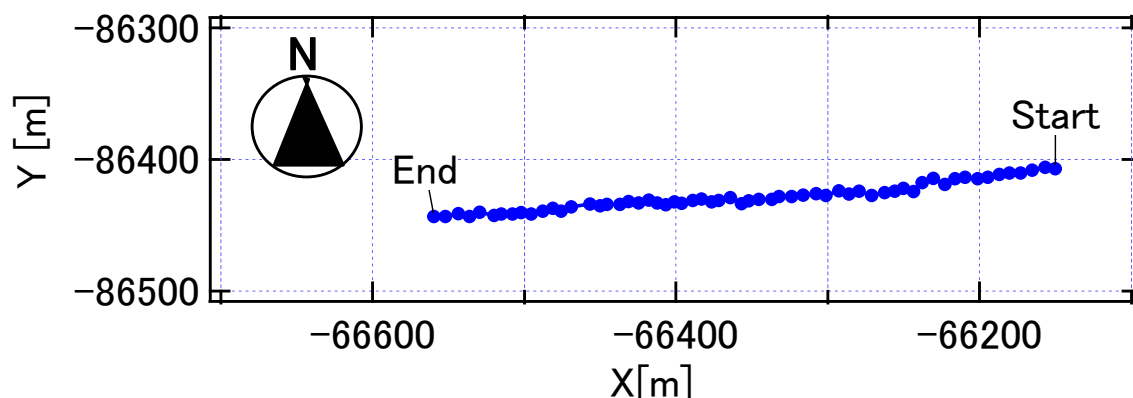


(b) 平成24年10月24日-25日

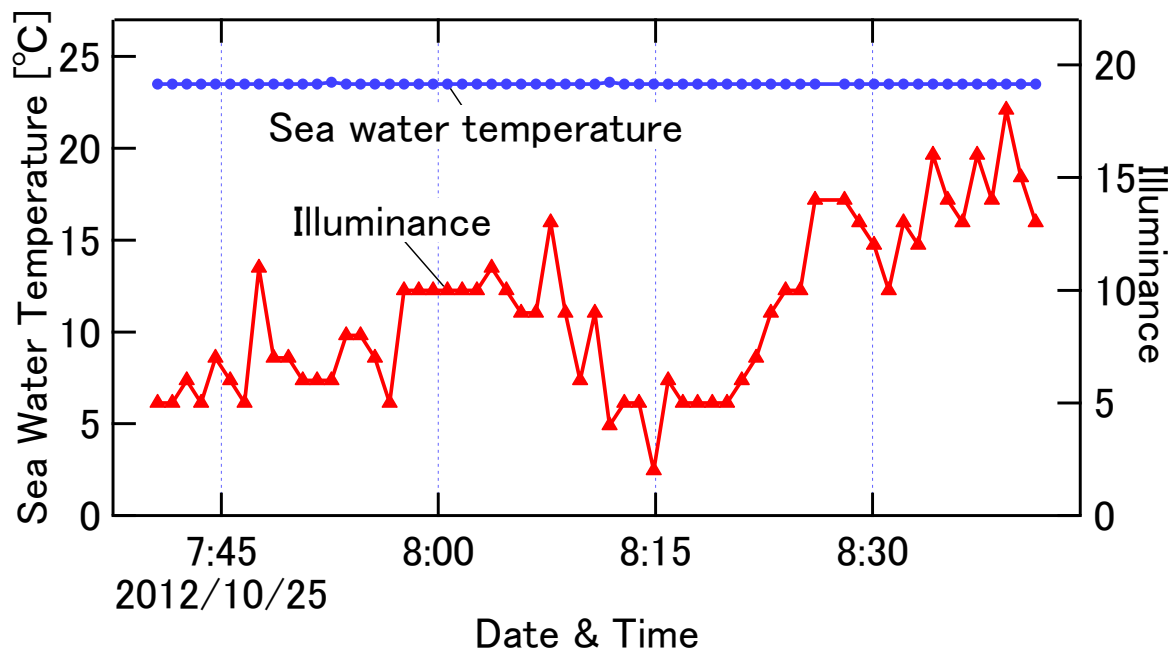
図(1)-19 現地観測近傍の風向風速（熊本県・水俣）

2) システムの基本機能の確認について

現地調査の結果として、漂流ブイの位置情報と温度および照度の観測データを得ることができ機能を確認することができた。漂流ブイから得られたデータから、位置データについて平面直角座標へ変換後のデータを図(1)-20(a)に示す。漂流ブイを投入した位置から、西の方向に移動していることがわかる。さらに、そのデータを地図（Googleマップ（<http://maps.google.com/>））上へ表示することも可能である。また、同時刻の海水温および照度のグラフを図(1)-20(b)に示す。平成24年度は、照度に対する簡易的な値の変化のみであり、正確な校正が完了していなかった。



(a) 漂流ブイの位置データ（平面直角座標系・2系）



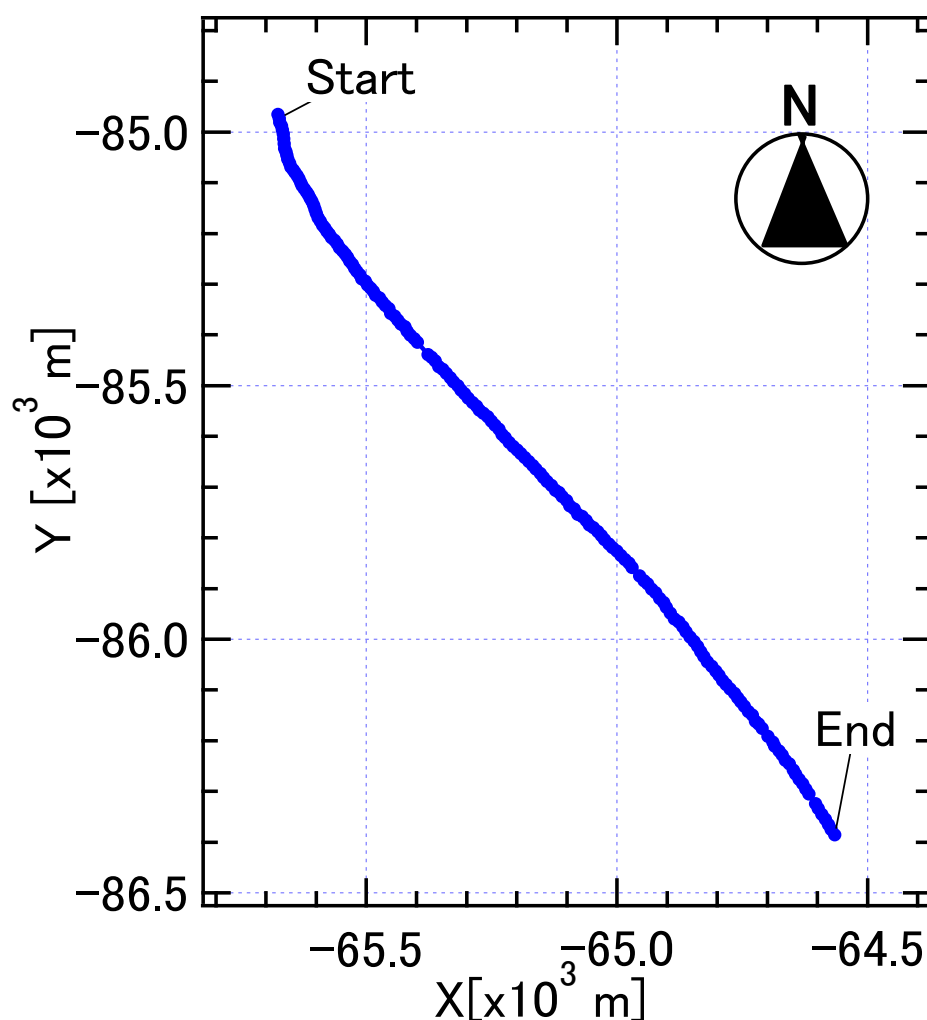
(b) 海水温および照度

図(1)-20 現地調査における観測結果(平成24年10月25日)

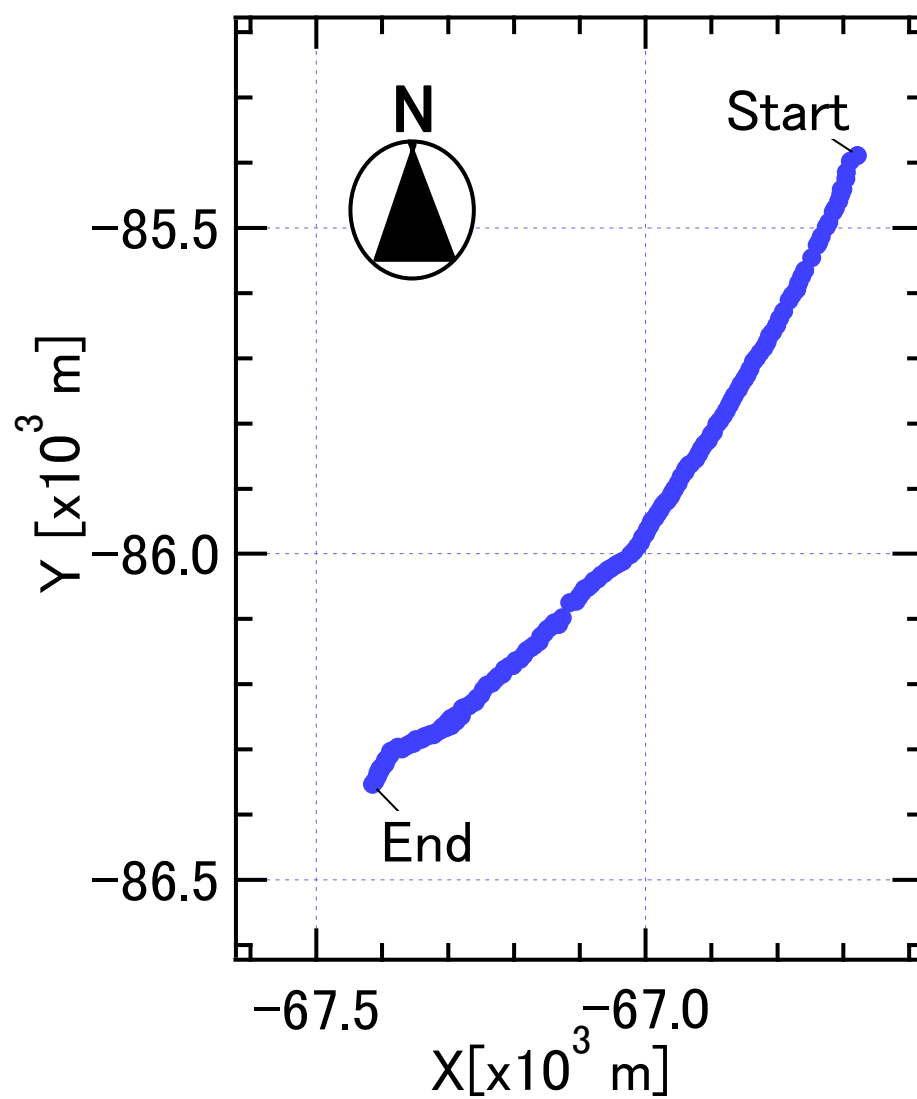
3) 漂流ブイとドローグを連結するロープ長の違いによる漂流速度の比較について

漂流ブイとドローグを連結するロープ長が2mの場合と5mの場合における、各位置データを平面直角座標へ変換後に軌跡をプロットしたグラフを図(1)-21に、そのときの移動速度の観測結果を図(1)-22に示す。平成24年9月27日に実施したロープ長2mの場合では、投入位置から南東方向へ移動しており、平成24年9月28日に実施したロープ長5mの場合では、投入位置から南西方向へ移動している。各ロープ長における平均移動速度の平均値を表(1)-1に示す。2mと5mを比較すると、2mの方が移動速度の平均値が速い結果となった。漂流ブイは海流の各層の状況を示しているものと考えられ、赤潮は表層を浮遊することが多くそれに合わせたロープ長を状況に応じて選択する必要がある。

調査した日時における気象庁による水俣の風向風速を確認すると、平成24年9月27日の同時刻には北寄りの風、平成24年9月28日の同時刻には東から北西寄りの風へ変化していた。漂流ブイの移動方向は、風による影響よりも、海流が強く影響したものと考えられる。

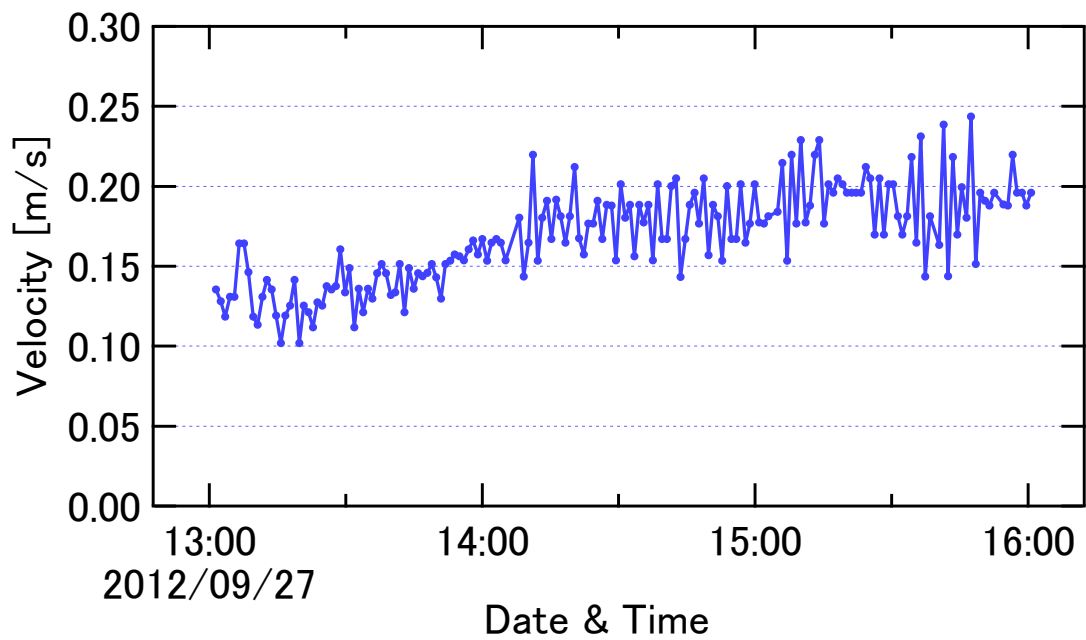


(a) 漂流ブイが移動した軌跡 (ロープ長2m、平成24年9月27日)

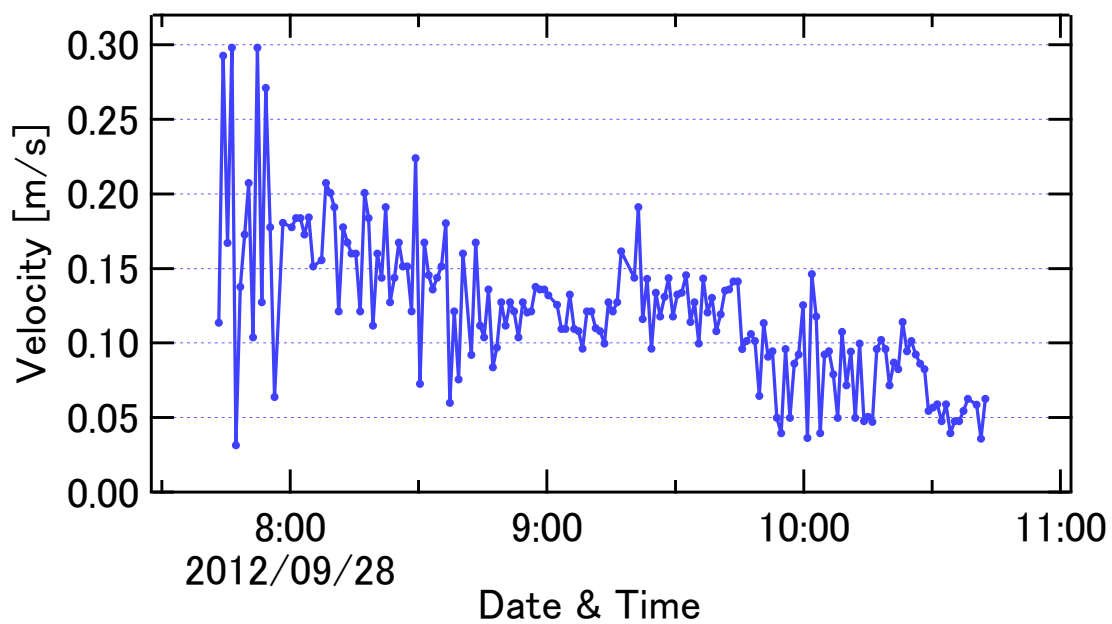


(b) 漂流ブイが移動した軌跡 (ローブ長5m、平成24年9月28日)

図(1)-21 ロープ長の違いに対する現地調査での観測結果



(a) 移動速度（ロープ長2m、平成24年9月27日）



(b) 移動速度（ロープ長5m、平成24年9月28日）

図(1)-22 ロープ長の違いに対する漂流ブイの移動速度(平成24年9月27日、28日)

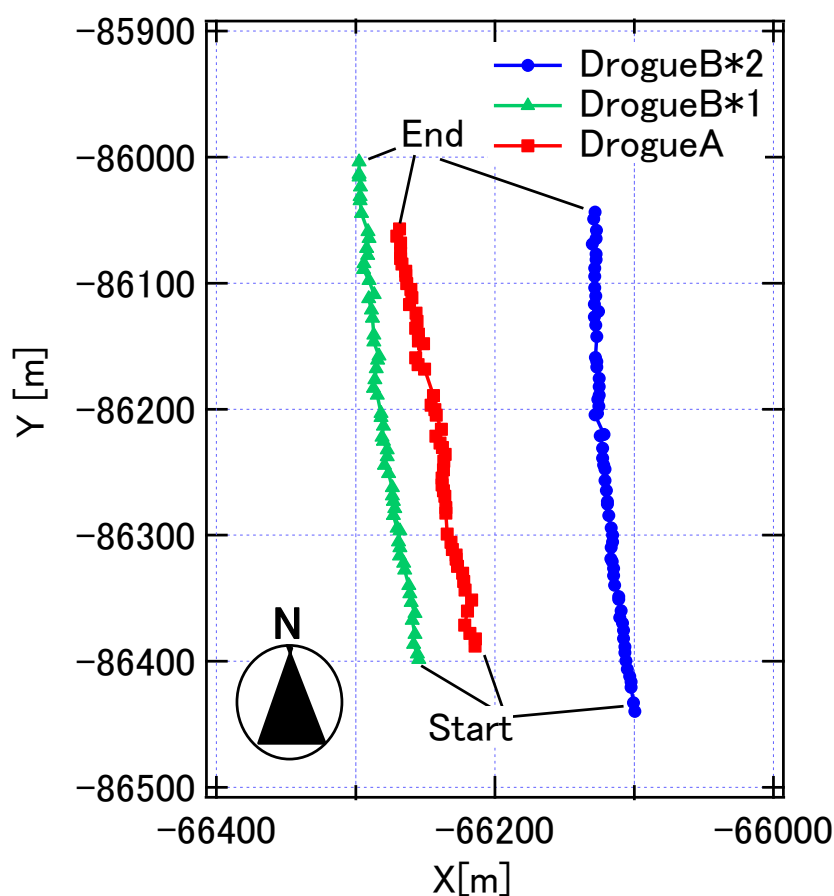
表(1)-1 ロープ長の違いにおける漂流ブイの移動速度の平均値(平成24年9月27日、28日)

ロープ長	平均移動速度	日付
2 m	0.169 m/s	2012年9月27日
5 m	0.121 m/s	2012年9月28日

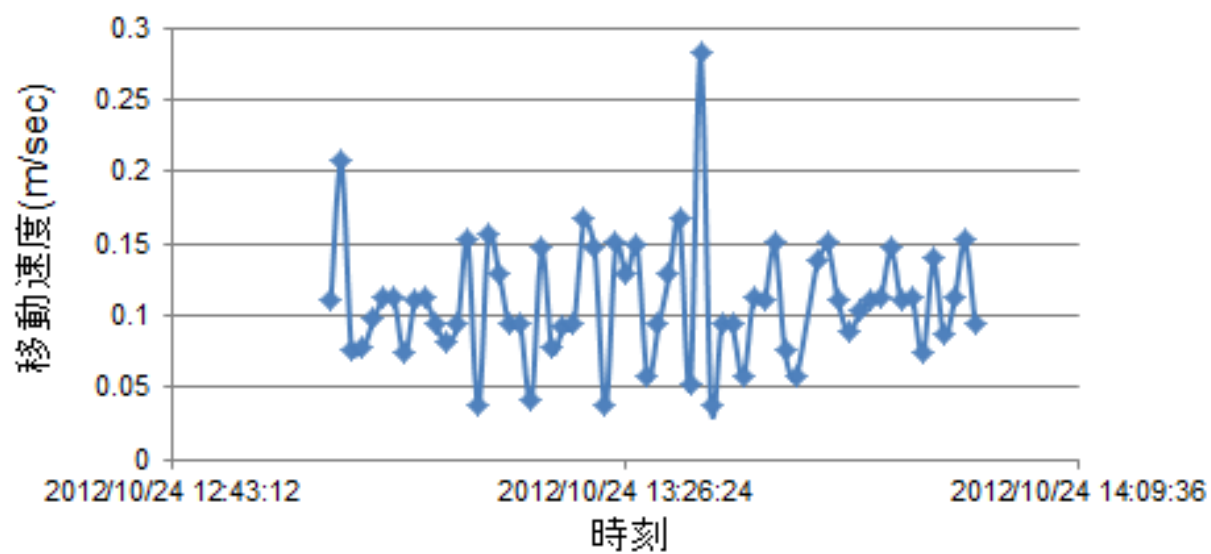
4) ドローグの形状による漂流速度の比較について

平成24年度は、ドローグ1、ドローグ2の2種類を作成し、(a)ドローグ2を2つ連結、(b)ドローグ2を1つのみ、(c)ドローグ1を1つのみの3パターンについて現地での観測実験を行った。各位置データを平面直角座標へ変換後に軌跡をプロットしたグラフを図(1)-23、図(1)-24に、そのときの平均移動速度の観測結果を図(1)-25、図(1)-26に示す。平成24年10月24日に実施した際には、投入位置から北方向へ移動しており、平成24年10月25日に実施した際には、投入位置から西方向へ移動している。各パターンにおける平均値を表(1)-2に示す。(c)ドローグ1×1個、(a)ドローグ2×2個、(b)ドローグ2×1個の順に平均移動速度が速くなる傾向にあった。これは、ドローグの大きさと形状に対して、海流からの抵抗が小さくなったためと考える。しかし、その違いはそれほどなく、移動の軌跡を比較しても大きな違いは見られなかった。さらにその形状を検討し、平成25年度にはより利便性が高いドローグを採用することを予定している。

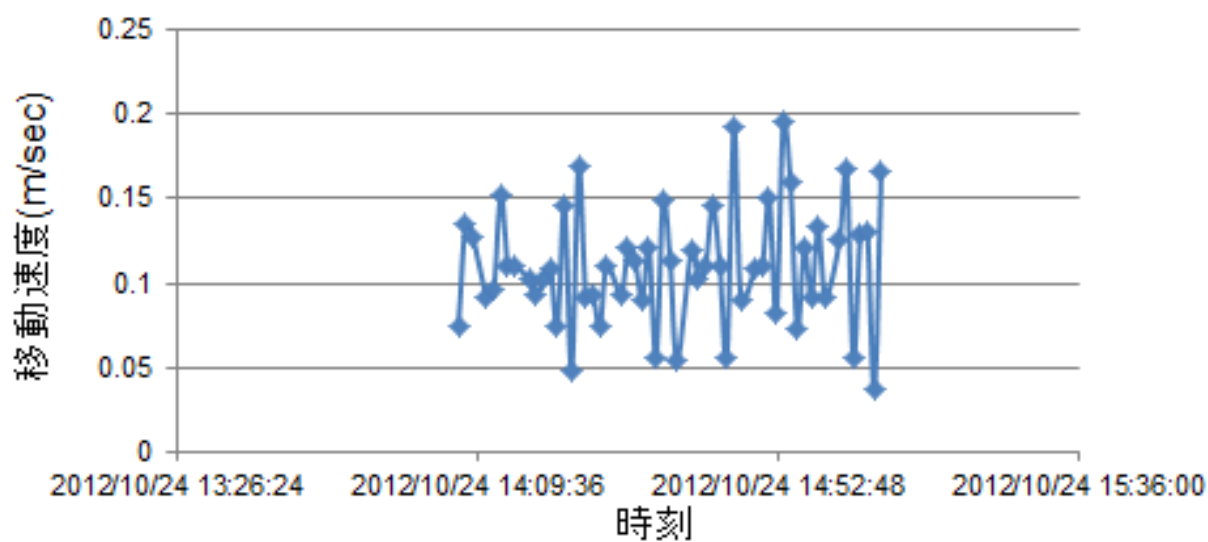
また、調査した日時における気象庁による水俣の風向風速を確認すると、平成24年10月24日の同時刻には北寄りの風、平成24年10月25日の同時刻には東から西寄りの風へ変化していた。1回目の観測と同様に、漂流ブイの移動方向は、風による影響よりも、海流が強く影響し移動したものと考えられる。



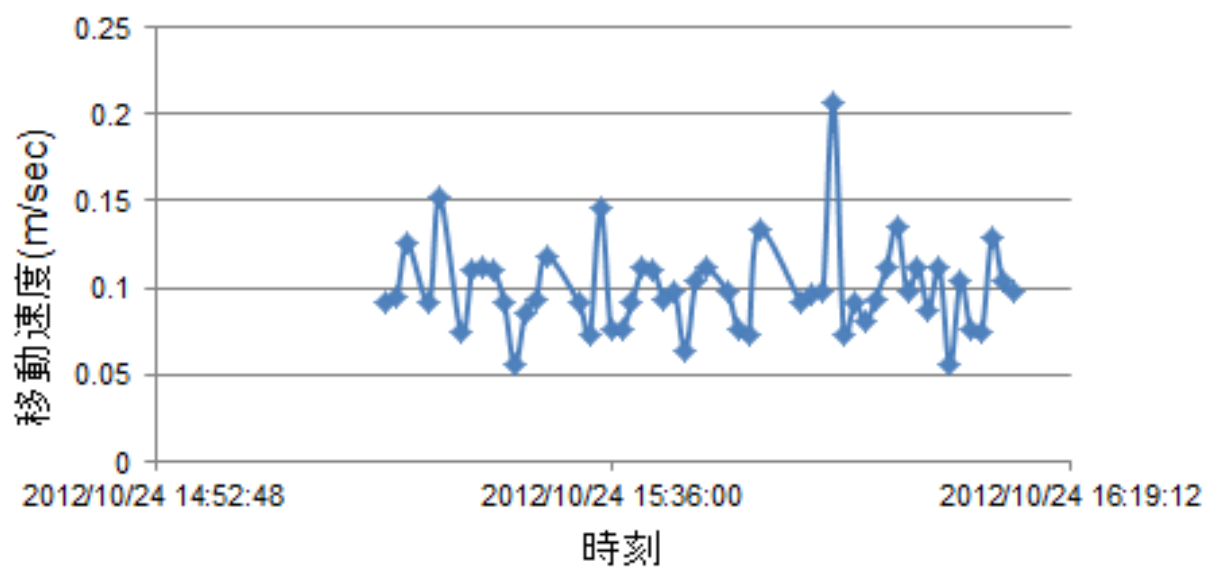
図(1)-23 ドローグの違いに対する現地調査での観測結果(平成24年10月24日)



(a) 移動速度 (ドローグ2、2つ連結)

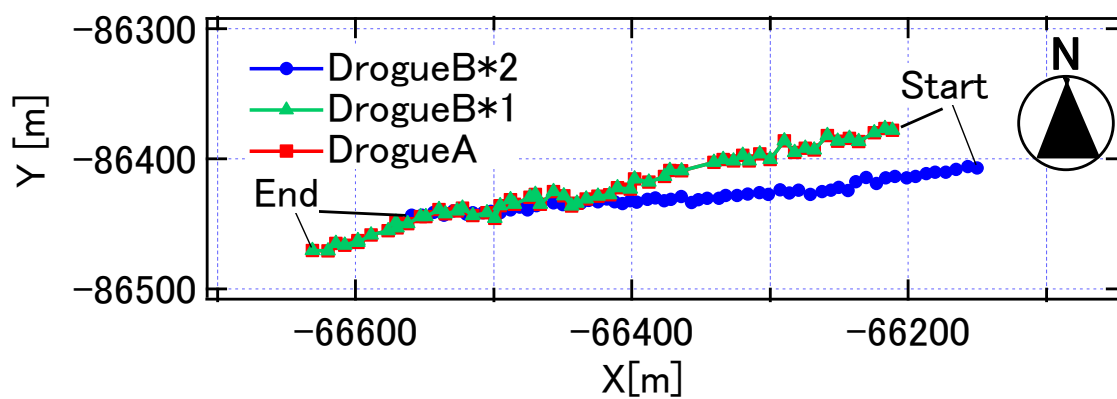


(b) 移動速度 (ドローグ2、1つのみ)

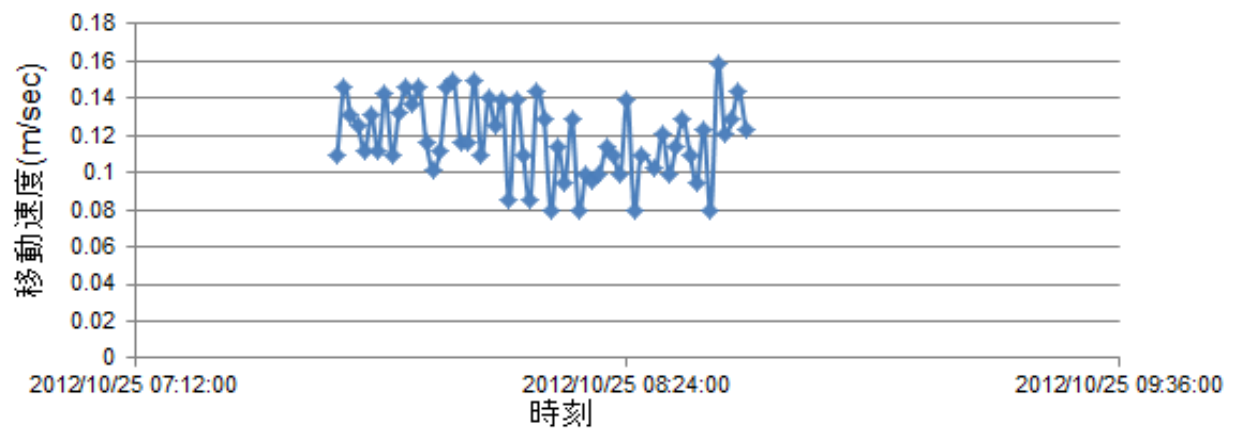


(c) 移動速度（ドローク1、1つのみ）

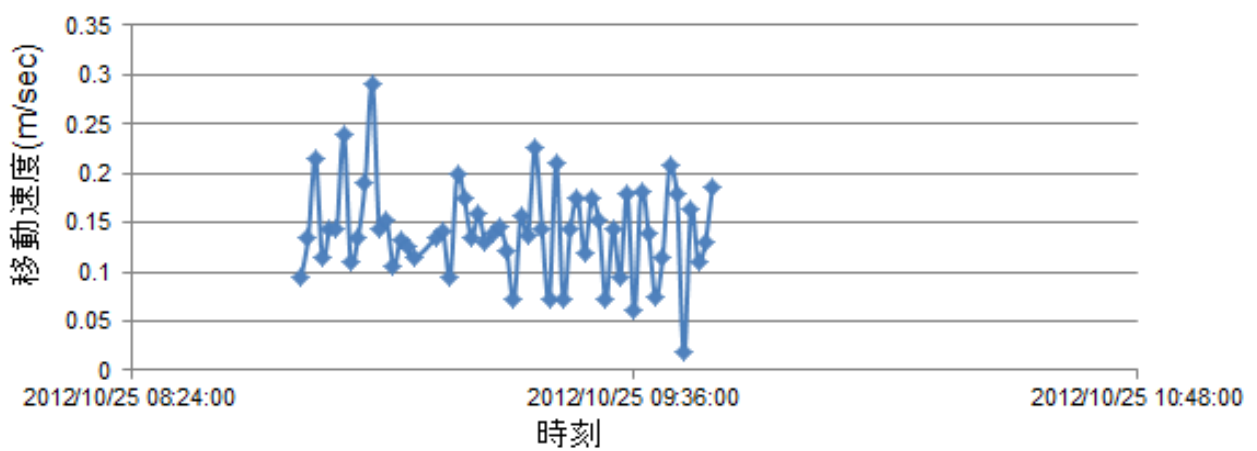
図(1)-24 ドロークの違いに対する漂流ブイの移動速度（平成24年10月24日）



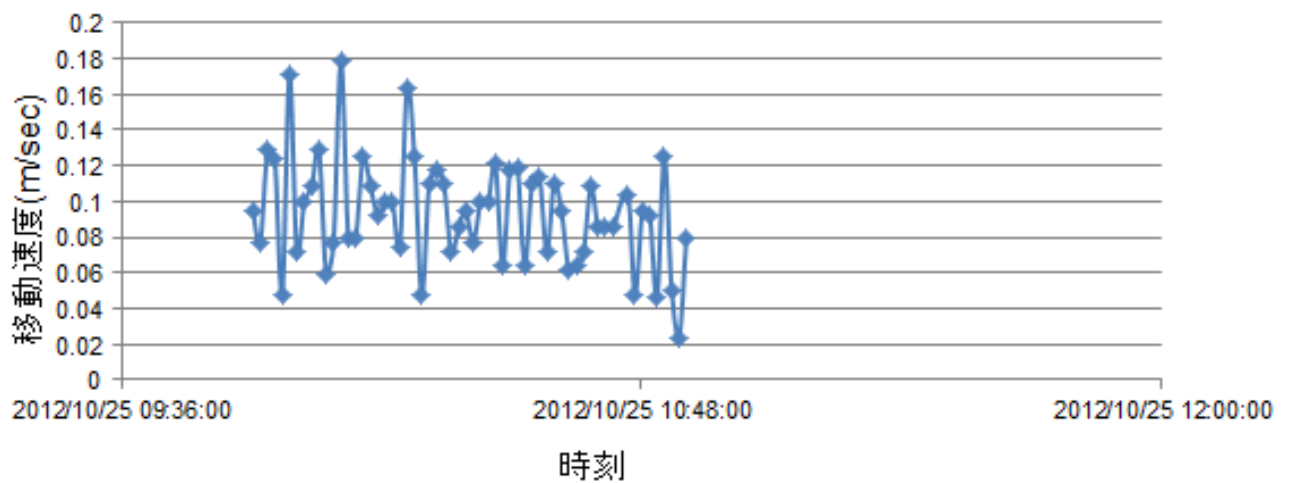
図(1)-25 ドロークの違いに対する現地調査での観測結果（平成24年10月25日）



(a) 移動速度（ドローグ2、2つ連結）



(b) 移動速度（ドローグ2、1つのみ）



(c) 移動速度（ドローグ1、1つのみ）

図(1)-26 ドローグの違いに対する漂流ブイの移動速度(平成24年10月24日)

表(1)-2 ドローグの違いに対する漂流ブイの移動速度の平均値(平成24年10月24日、25日)

パターン	2012年10月24日	2012年10月25日
ドローグB×2	0.108 m/s	0.118 m/s
ドローグB×1	0.111 m/s	0.142 m/s
ドローグA	0.099 m/s	0.094 m/s

5) 平成25年度に向けたシステム機能拡張方針

平成24年度の結果を踏まえて検討した平成25年度のシステム機能拡張方針を下記に示す。

- a. 搭載するセンサとしては、位置（GPS）、温度（サーミスタ）は導入済みであり、照度センサを用いた赤潮濃度の計測を完成させる。
- b. 漂流観測ブイとドローグの形状を再検討する。実際の赤潮の移動に合わせて漂流ブイが移動するかを確認するために、平成25年度は流速計を用いて赤潮が発生した際の状況（海流）との比較を行う。また、漂流ブイ開閉機構の見直し、より簡単に開閉できる機構を取り入れる。
- c. 広範囲に渡る赤潮の範囲を捉える確率を高めるために、複数の漂流ブイを作成することを検討する。そのためには、漂流ブイの作成費用の低減が必要である。汎用の部品をより多く利用すること、より安価な材料の利用などを検討することで実現する。また、早期に発生する赤潮に対応するために、作業をより前倒ししての開発を実施する。

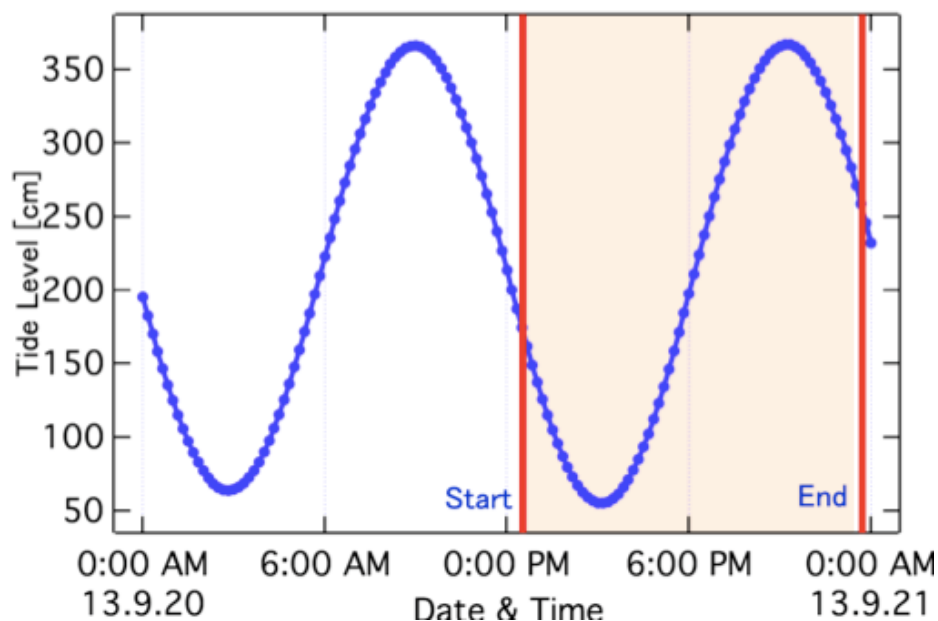
6) 平成24年度のまとめ

平成24年度は、漂流ブイの軌跡と温度および照度のデータをリアルタイムに観測しモニタリングするシステムを開発することができた。ただし、照度については簡易的な値の変化のみであり、平成25年度に更なる開発が必要となった。また、漂流ブイにおけるドローグと連結するロープ長の違いによる移動状況の観測・比較および、漂流ブイにおけるドローグの違いによる移動状況の観測・比較をすることができた。さらに、平成25年度のシステム機能拡張方針を検討することができた。

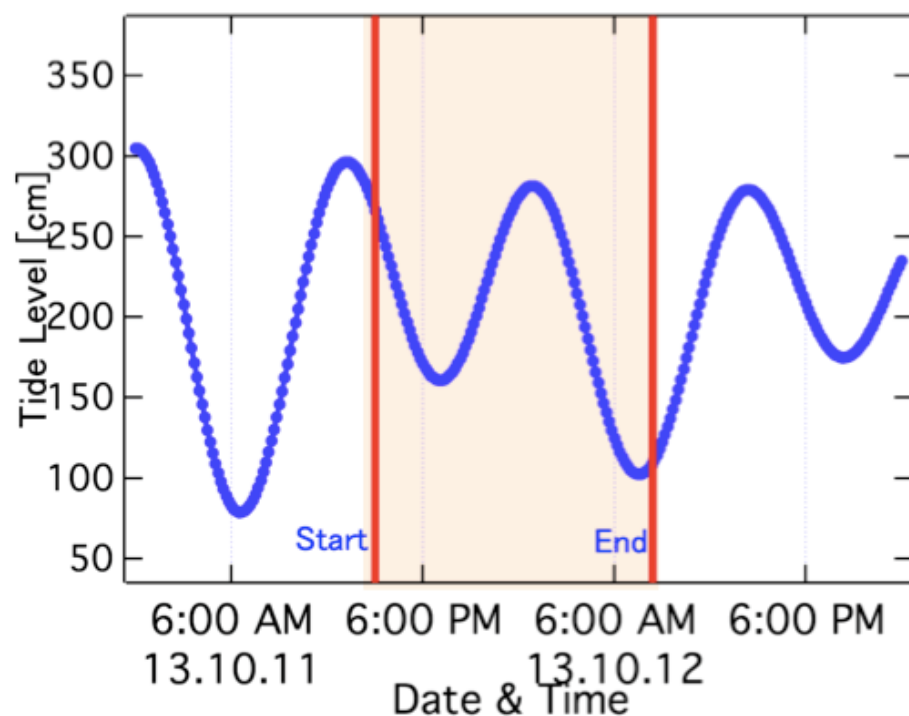
(2) 平成25年度の観測結果

1) 観測時の気象条件

現地観測時の気象条件として、潮汐（水俣、気象庁）と風向風速（水俣・気象庁および独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センターが観測主体となっている湯のロブイ）の気象データについて、潮汐を図(1)-27に、風向風速を図(1)-28に示す。

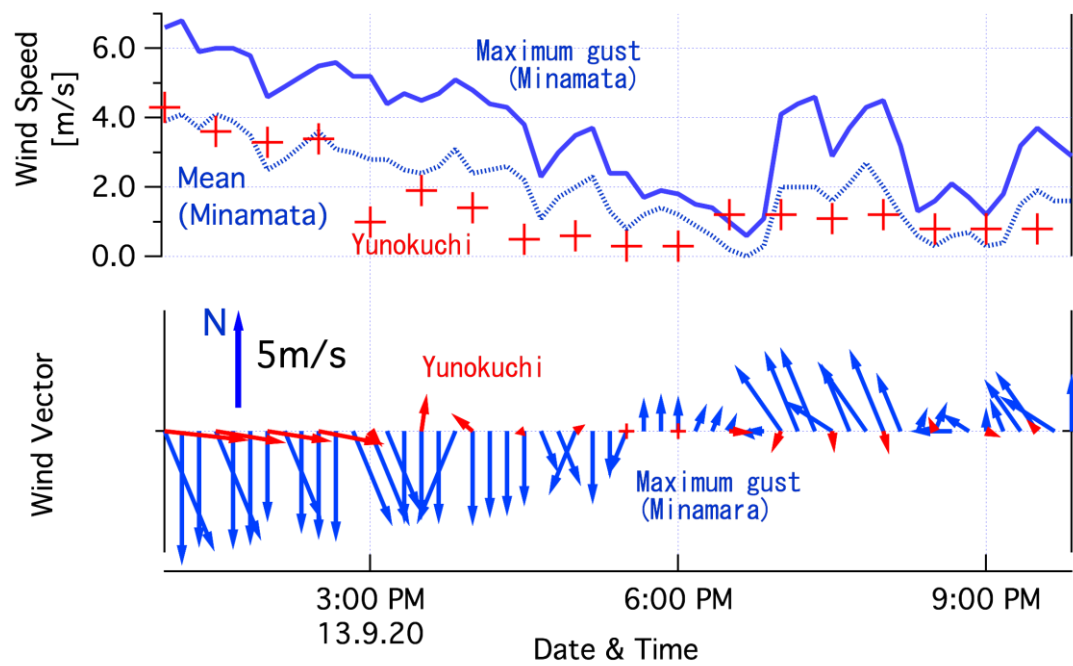


(a) 平成25年9月20日

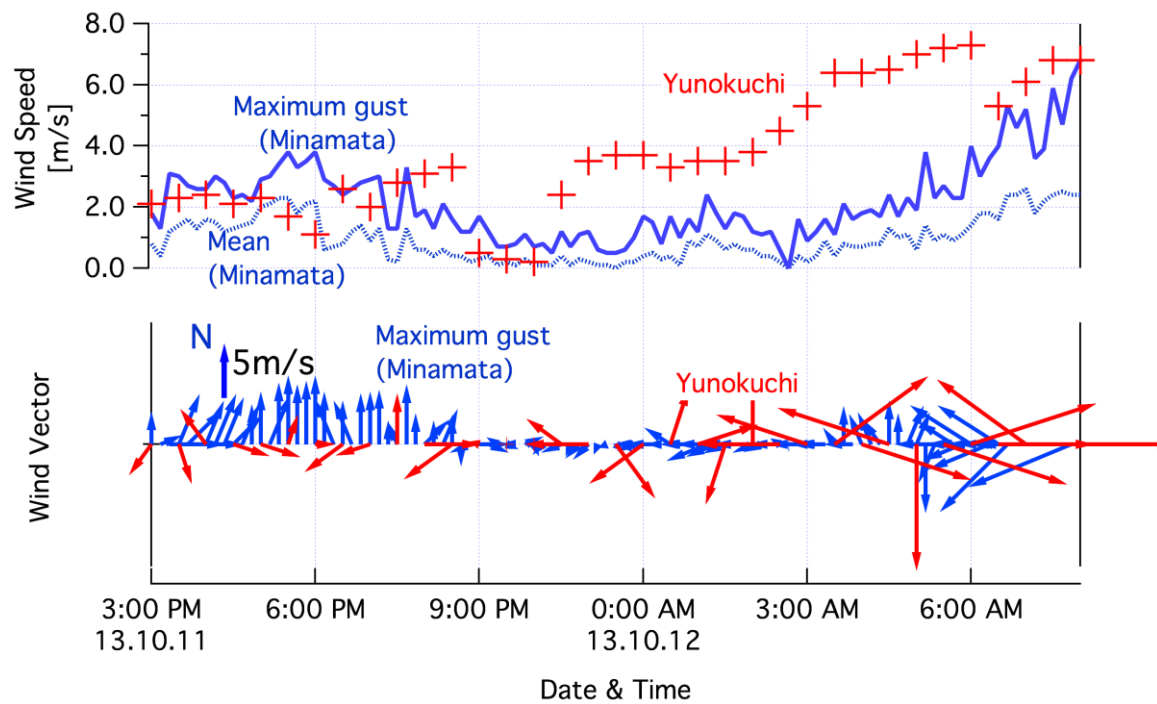


(b) 平成25年10月11日-12日

図(1)-27 現地観測近傍の潮汐（熊本県・水俣）

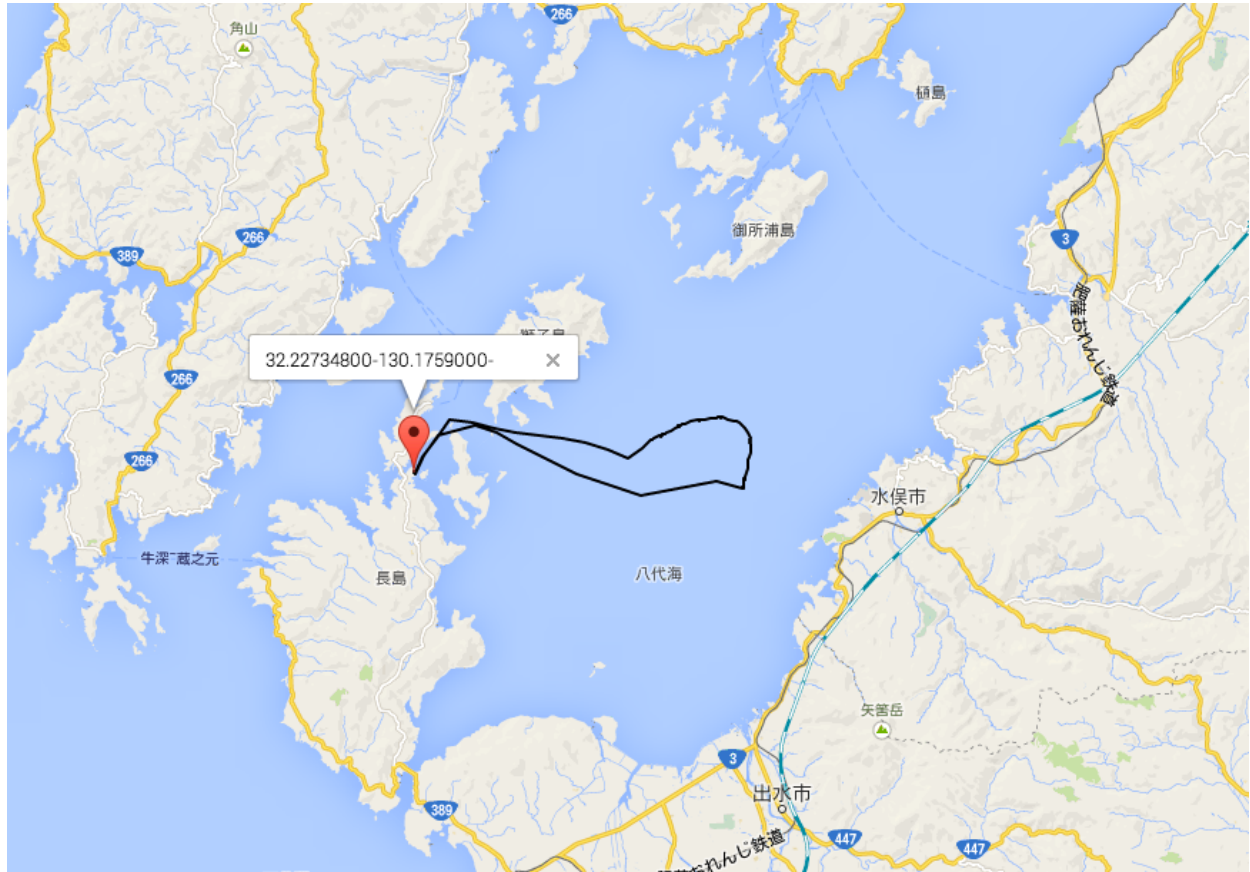


(a) 平成25年9月20日

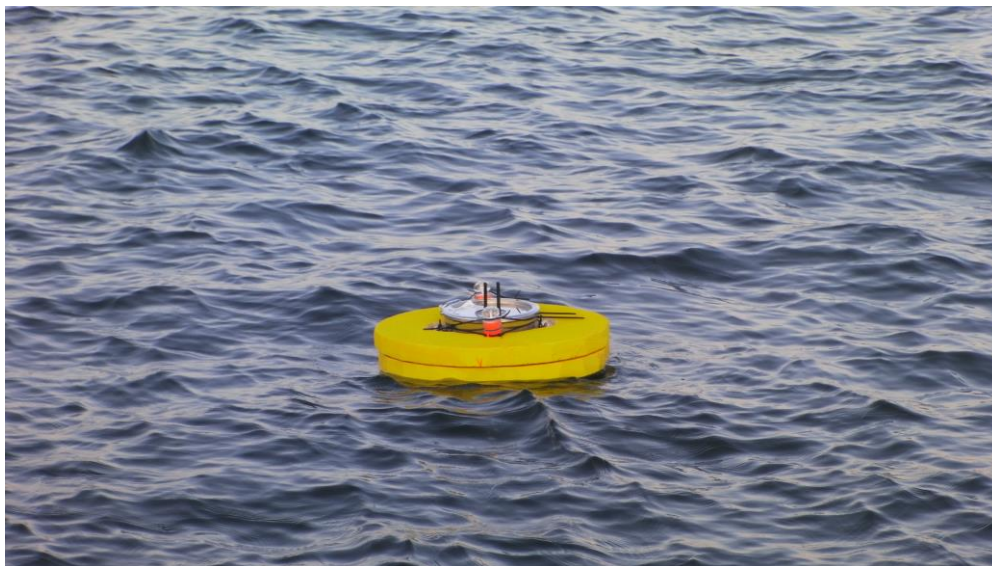


(b) 平成25年10月24日-25日

図(1)-28 現地観測近傍の風向風速（熊本県・水俣、湯のロブイ・西海区水産研究所）



図(1)-30 現地調査における観測結果(平成25年10月11日-12日)



(a) ブイが漂流している様子



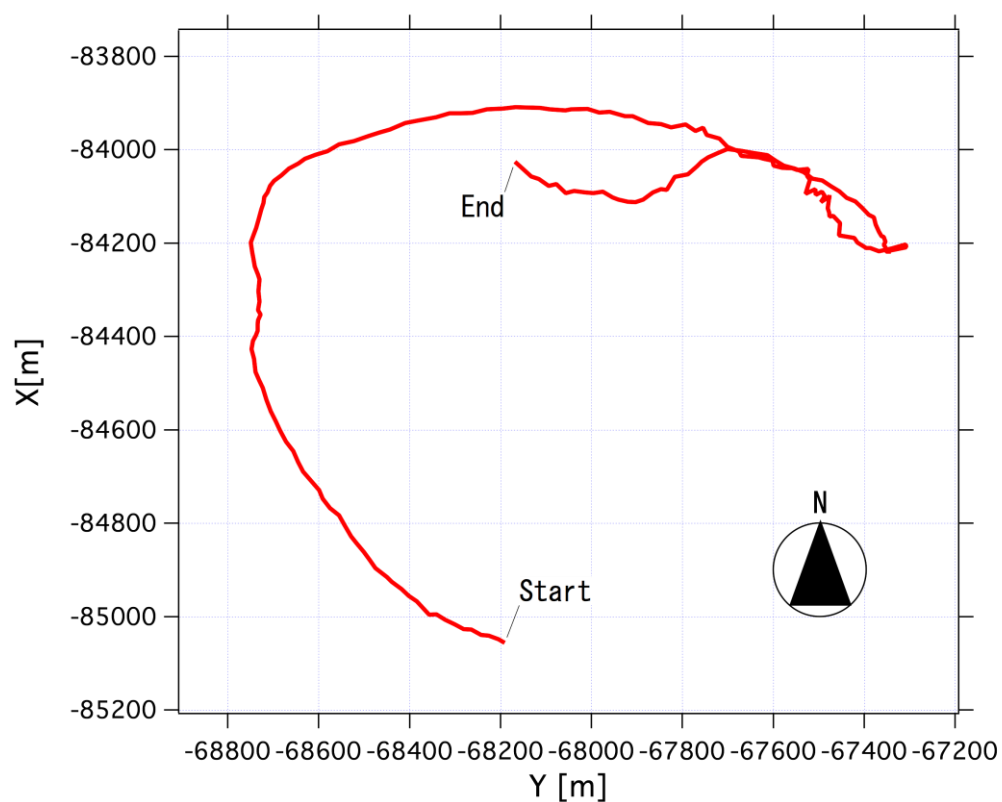
(b) 400m程度離れている場所からの漂流ブイの様子



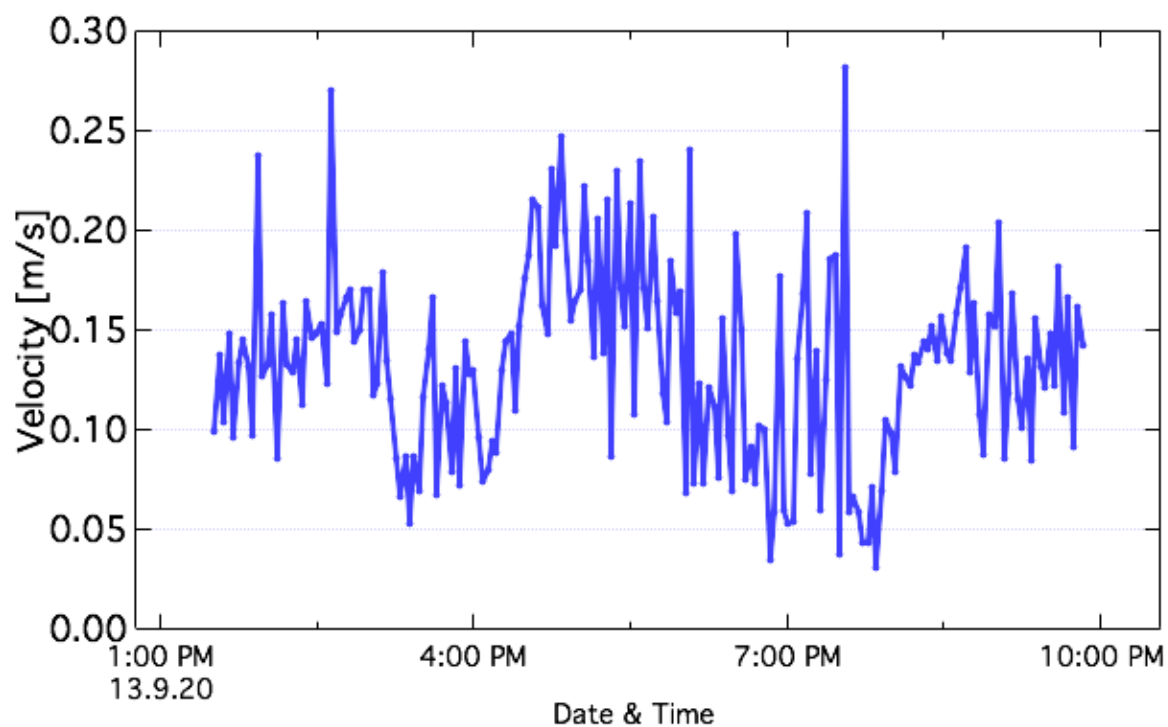
(c) 夜間に漂流させている際の浮標の視認性の確認

3) データ集計結果について

漂流ブイから得られたデータから、位置データについて平面直角座標（2系）へ変換後のデータと、移動速度の推移について、平成25年9月20日のデータを図(1)-32に、平成25年10月11日-12日のデータを図(1)-34に示す。平成25年9月20日の際には、漂流ブイを投入した位置から、最初は北寄りの方向に移動したのち、東寄りへ進路を変え、その後西寄りへ移動していることがわかる。風向風速のグラフと比較すると、風向と逆方向へ移動していることから、漂流ブイが風の影響のみではなく海流によって移動していることが考えられる。また、平成25年9月20日の湯の口ブイの水深1.5m付近の流向・流速（平成25年9月20日、西海区水産研究所、図(1)-33）と比較すると、南北方向の流速について、漂流ブイの移動方向と一致していることがわかる。これらの結果からも、漂流ブイが海流を捉えて移動しているものと考えられる。

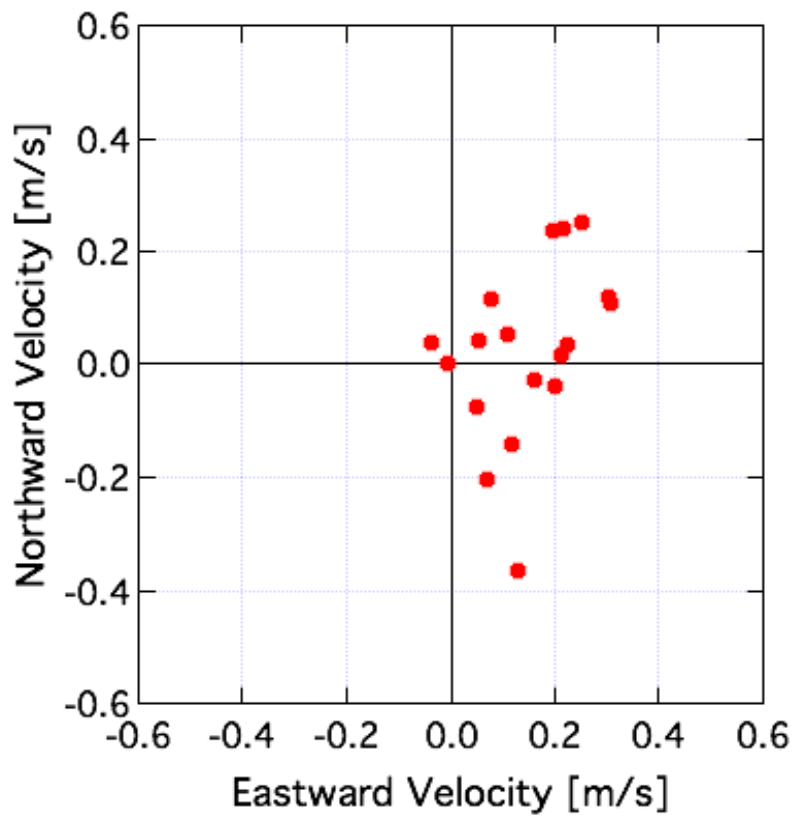


(a) 移動の軌跡（平面直角座標（2系））

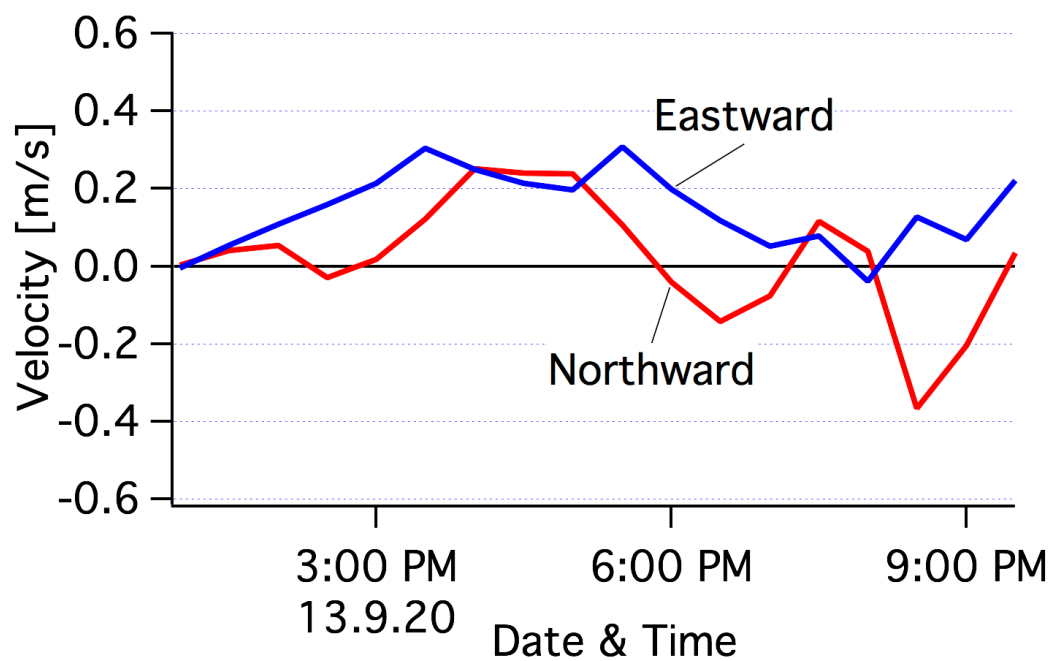


(b) 移動速度

図(1)-32 現地調査における漂流ブイの移動データ(平成25年9月20日)

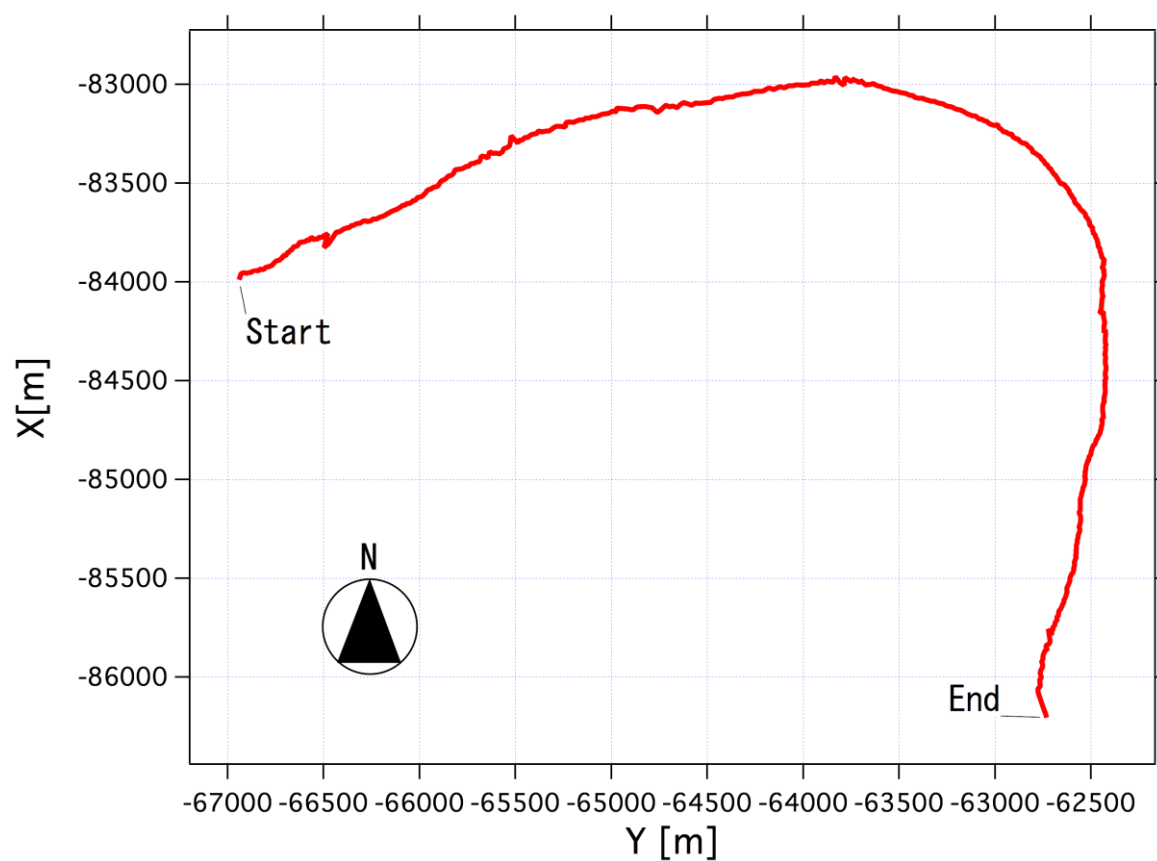


(a) 南北成分と東西成分の位相面プロット

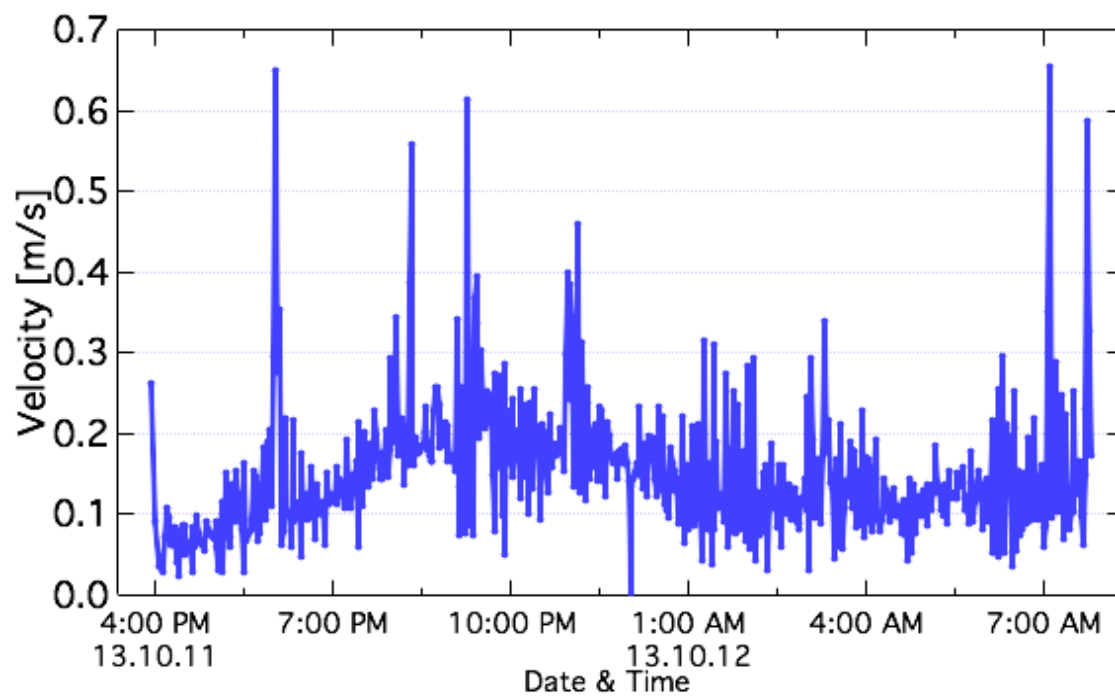


(b) 南北成分と東西成分の時系列プロット

図(1)-33 流向・流速(水深1.5m、平成25年9月20日、湯のロブイ・西海区水産研究所)



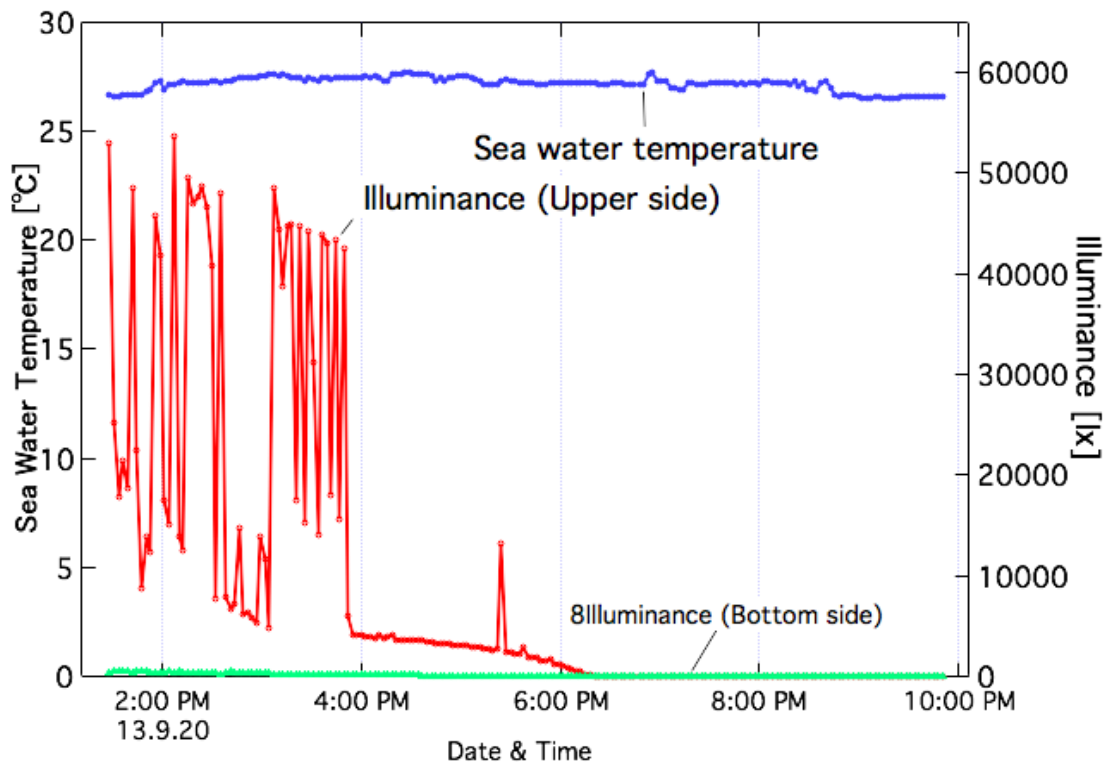
(a) 移動の軌跡（平面直角座標（2系））



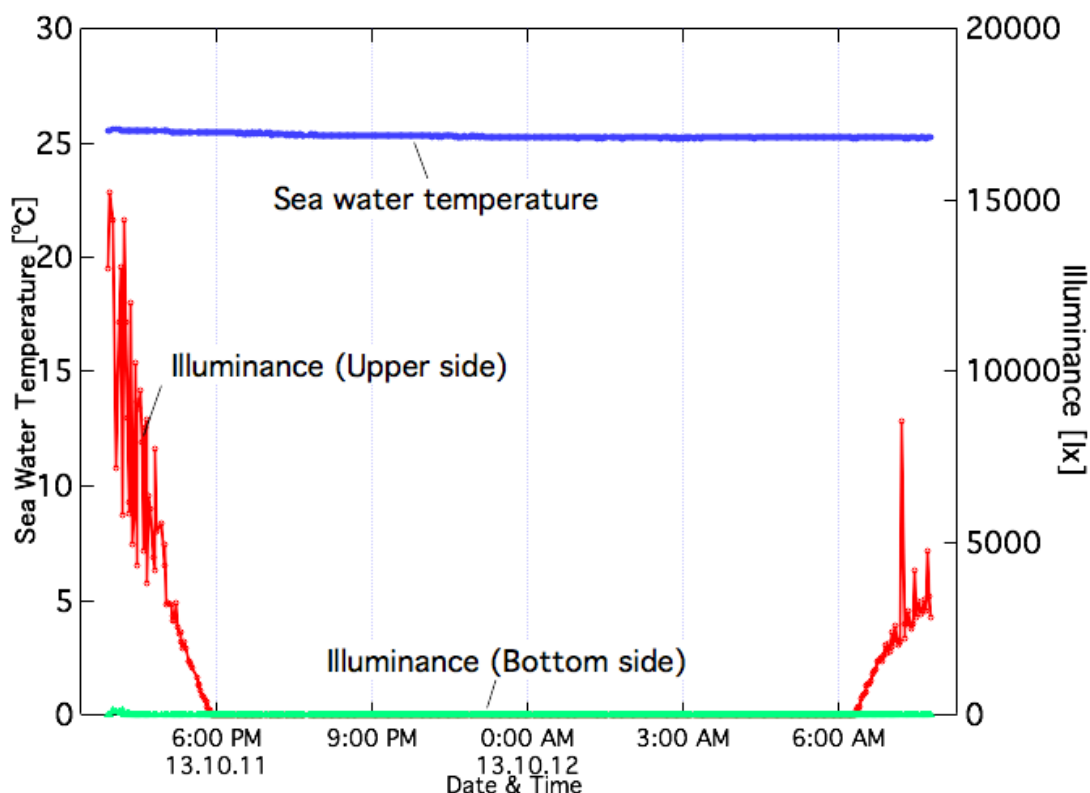
(b) 移動速度

図(1)-34 現地調査における漂流ブイの移動データ（平成25年10月11日-12日）

海水温および照度のデータについて、平成25年9月20日のデータを図(1)-35に、平成25年10月11日-12日のデータを図(1)-36に示す。海水温は、ほぼ一定で推移していることがわかる。照度については、上側および下側共に観測することができており、上側については日の入、日の出と変化が一致している。しかし、下側の照度センサについては、漂流ブイ自体の影になってしまっていたことにより、海水の透明度を推測するまでのデータを取得することができなかった。取り付ける位置と方向を再検討する必要がある。



図(1)-35 現地調査における水温、照度（上側、下側）の観測データ（平成25年9月20日）



図(1)-36 現地調査における水温、照度（上側、下側）の観測データ（平成25年10月11日-12日）

4）平成25年度のまとめ

平成25年度は、漂流ブイの軌跡と周辺海域のデータをリアルタイムに観測し、web経由で確認するシステムを開発することができた。その際に、位置情報と共に、水温、照度のデータを取得し、サーバへ蓄積することができた。漂流ブイのデータをリアルタイムに確認することで、赤潮の位置を推測することで、養殖業における対策へつなげることが出来る。

（3）養殖業への適用と漁業被害の低減について

現地調査の結果として、漂流ブイの位置情報と温度および照度の観測データを得ることができ機能を確認することができた。システムを利用する際には、下記の手順により赤潮の状況を確認し、養殖業の漁業被害低減に活用する。さらに、今回の現地での実験結果として、漂流ブイの位置情報から夜間の赤潮の位置の推測が可能となるため、実際に養殖業へ適用する目処が立っていると評価する。

＜利用手順＞

1. 赤潮が発生した後、その領域へ漂流ブイを放つ。
2. 漂流ブイから送信されるデータに基づき、赤潮の移動経路を確認する。
3. 赤潮が現在どの位置に存在し、どのような経路で養殖施設へ到達しそうかを把握する。
4. 監視者は、得られたデータを基にして養殖施設をコントロールし、赤潮に対応した被害対策を施す。

（４）今後のシステムの拡張について

実際の利用については、正確に赤潮追跡できることを確認するまでを完全に把握できた訳ではない。そのため、引き続き本課題に取り組み、実際に養殖業者へ効果を発揮できることを確認するまで継続して実施する。その際には、現場の養殖業者が使用できるように、常設し試用することで多くのデータを蓄積することを考えている。また、八代海の赤潮の挙動をシミュレーション⁶⁾している研究者（中央水産研究所 青木一弘）と連歴を検討しており、本システムで蓄積されるデータと組み合わせることで、赤潮の移動経路の予測システムへ発展させることを検討する。これにより、赤潮の位置を明確にすることができ、養殖施設にて防御策を実施することができる。

また、漁業者や研究者の聞き取り調査により、今後は搭載するセンサの拡充を検討する必要がある。案としては、塩分濃度、ph、クロロフィル濃度、濁度 等が挙げられ、実現しやすいセンサより順次実現を検討していく予定である。

（５）費用の低減についてについて

高い確率で赤潮追跡するためには、多数の漂流ブイを使用することが挙げられる。そのためには、作成コストと通信費の低減をする必要がある。作成コストの低減については、平成 25 年度の結果により、安価で手に入れることができる材料を使用することである程度の目処が立ったと考える。通信料については、プリペイドの通信カード（sim カード）を使用したり、低速度だが安い通信カードを使用したりすることと、無線センサネットワークを適用することにより、安価にすることが可能である。

（６）他分野への応用について

今回の開発したシステムは、赤潮の観測という目的だけではなく、多方面に応用できるシステムであると考えている。その一例を下記に挙げる。

<応用例>

- a. システムの基本部分を固定ブイとして使用することで、周辺海域の環境を安価に計測することができる。また、漂流させることで漂流物の特性の解析への利用により、海域の環境調査に応用することができる。
- b. 八代海では、梅雨時期の塩分濃度が薄い海水が流入する水潮という現象が発生する。水潮によっても漁業被害が発生しており、そのためのモニタリングに応用できる。
- c. 沿岸海域では漁場回復の為にアマモ場の育成が課題として挙げられている。アマモ場の成り立ちや生育環境のモニタリングに対して応用することができる。
- d. 漂流ゴミの対策として、その回収に際して、未回収のゴミを翌日に持ち越さざるを得ない場合に、漂流ブイを使用することで、翌日の作業に対するマーキングへ応用することができる。
- f. 海上、海中での搜索作業は、時間の関係で翌日へ持ち越さざるを得ない場合が発生する。この場合についても、翌日の搜索作業に対するマーキングへ応用することができる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

赤潮そのものを防止することは、現状では困難であり、モニタリングし対応することで被害を抑えている。これまでの調査体制では、自治体や各地先漁業権を超えた船舶による調査は利害関係者間の調整が難しく、拡散する赤潮を越境してモニタリングする手法がまだ発達していなかった。さらに、人工衛星による監視についても、解像度が低く、曇天時にデータが得られないことが多く、日単位で拡散する赤潮を捉えることは困難である。本研究開発では、赤潮の監視を新しい手法で安価に実現し、効果的な利用を確立することを狙っている。本研究の成果により、赤潮の移動形態のデータを蓄積することに対し、基本的なシステムの開発をすることができた。今後は、さらなる研究開発を進め、ユーザに利用されるシステムにすることで、赤潮のデータをより多く収集することができる。将来的にはそのデータを用いることで、赤潮の発生と移動経路の予測に役立ち、赤潮発生メカニズム解明に対して貢献できる可能性がある。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

「有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律（平成十四年十一月二十九日法律第百二十号、最終改正：平成二三年八月三〇日法律第一〇五号）」および、平成15年に各省で申し合わされた「有明海・八代海の基本方針」に基づいて、赤潮被害に対する早急な対策が必要となっている。本研究成果であるモニタリングシステムの開発および実用化により、「赤潮、貧酸素水塊等の発生機構に関する調査研究」および「赤潮の防除及び予察技術の開発」へ貢献することが期待できる。今年度は、そのシステムを開発し、実海域での観測実験を実施し実際の利用について考察することができた。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況 ※【別添】H25研究等報告書作成要領 参照

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦、岡辺拓巳：土木学会論文集B2（海岸工学）Vol. 69、No. 2、2013、I_1476-I_1480（2013）.
「赤潮のモニタリングシステムに対する漂流ブイと無線センサネットワークの適用」
- 2) H. MIYAKE、H. SHIBATA、A. HAMASAKI、T. TOKUDA: The Third International Symposium on Technology for Sustainability (ISTS) 2013（2013）
“A Fundamental Study on Red Tides Monitoring System using Drifting Buoy “

<査読付論文に準ずる成果発表>（対象：社会・政策研究の分野）

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 芝田浩、浜崎淳、徳田太郎：マリンITワークショップ2013（2013）
「赤潮発生時の漂流観測ブイによるモニタリングシステム」
- 2) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦：平成25年度漁場環境保全関係研究開発推進会議 赤潮・貝毒部会 講演（2013）
「漂流ブイと無線ネットワークを用いた赤潮モニタリングシステムの研究」
- 3) 芝田浩、三宅央朗、浜崎淳、徳田太郎、松山幸彦：電子情報通信学会 信学技報 ASN2013-6(2013-05) pp. 31-34（2013）
「漂流ブイと無線ネットワークを用いた赤潮モニタリングシステムの開発」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 石井大輔:GPS機能付き携帯電話を用いた漂流ブイ観測システムの開発, 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート、9、pp.119-137、2008
- 2) 入江博樹・三田長久・上久保祐志・斉藤郁雄: GPS搭載漂流ブイを用いた八代海の潮流観測システムと数値解析、信学報、SANE、106(471)、pp. 69-74、2007
- 3) 吉田将司・千葉元・北條晴正・安田明生 (2010): 沿岸環境観測ネットワークの基礎的検討、サレジオ工業高等専門学校研究紀要 35、pp. 77 - 81
- 4) Niiler, P.P., R.E. Davis, and H.J. White(1987): Water-following characteristics of a mixed-layer drifter, Deep-Sea Res., 34, pp.1867-1881
- 5) Niiler, P., Sybrandy, A., Bi, K., Poulain, P. and Bitterman, D: Measurements of the water-following capability of holey-sock and TRISTAR drifters, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, vol. 42, issue 11-12, pp. 1951-1955, 1995.
- 6) Aoki K., Onitsuka G., Shimizu M., Kuroda H., Matsuyama Y., Kimoto K., Matsuo H., Kitadai Y., Sakurada K., Nishi H., Tahara Y. : Factors controlling the spatio-temporal distribution of the 2009 *Chrattonella antiqua* bloom in the Yatsushiro Sea, Japan, Estuarine, Coastal and Shelf Science 114(1) 148-155, 2012.

A study of the Red-tide Damage Mitigation to the Aquaculture Industry using the Red-tide Observations System

Principal Investigator: Hiroshi SHIBATA

Institution: Institute of National Colleges of Technology.
Hiroshima National College of Maritime Technology.
4272-1 Higashino, Oosaki-kamijima, Toyota, Hiroshima,
725-0231, JAPAN
Tel: +81-846-67-3140 / Fax: +81-846-67-3140
E-mail: shibata@hiroshima-cmt.ac.jp

[Abstract]

Key Words: Red tides, Monitoring system, Drifting buoy, Wireless networks, GPS

Red tides off the Japanese coast caused serious damages to aquaculture industries in every year. When red tides occur, serious damage will be brought about to aquaculture farm. This is important society and economic problem. The total damage amount in Japan from 1969 is over 55 billion yen. Red tides are a phenomenon that surface of the sea becomes the brownish or reddish coloration because phytoplankton was explosively breeds. Red tides have occurred frequently with much fishery damage while economy grows. According to the findings of red tides, red tides drift the layer near the surface of the sea level at the beginning. After several days, it moves under the effect of sea current or wind and it disappears presently. The damage of aquaculture farm by red tides is that a fish becomes the illness of gills and carries out extensive death when red tides flow into the aquaculture farm. At the aquaculture industries, according to the location of red tides, the aquaculture farms are controlled of the installed location and the depth of the farms. It waits for red tides to pass through the place. When red tides approach the aquaculture farm, it is located to the deep layer of sea with comparatively high oxygen concentration and it waits for red tides to pass the place. Thus, the damage of red tides is suppressed to the minimum. To reduce fisheries damage due to red tide, it is important to inform short-term scale distribution of red tides for fishermen.

We developed a system monitoring data of red tides in real-time. Our system can obtain data from a buoy drifted on the sea. The buoy has a GPS and two sensors that measure temperature and illuminance, and can connect to the Internet using mobile phone network. This paper describes a construction of our system, and results from observation in Yatsushiro Sea. According to our results, we could obtain measured data from the buoy

in the middle of Yatsushiro Sea, and it was found that movement of the buoy mainly driven by tides current, rather than wind.

In future work, it will be improved to the system. And it is really necessary to experiment the operation of this system when red tides actually break out. And the system may be help for reducing the damage of red tides.