

衛星通信及び無線 LAN を活用した洋上情報共有システムの構築

今野 悟志* 齊藤 研一郎 和田 雅昭
(はこだて未来大)[†]

1 はじめに

近年、インターネットの飛躍的な普及に伴い、一般家庭だけでなく、ビジネス用途での利用も急速に広がってきている。ネットワークを利用した技術は産業においても活用されるようになり、農業においては無線 LAN と GPS などの機器を用いて正確に除草液を噴霧する装置や、農地に設置した端末から気温、湿度、日射量、土壌水分などの情報やカメラからの画像によって作物の生育状況を観測し、無線 LAN を用いてサーバへとその情報を蓄積するシステムなど、様々な開発事例や研究が報告されている。

このように、ネットワークを産業に活用するための研究が多くなされているが、これらは陸上での活用を目的としたものであり、洋上での活用事例はあまり報告されていない。その大きな要因としては、陸上に比べて、洋上ではネットワークインフラの整備が行き届いていないことが挙げられる。

そこで、本研究では、衛星通信及び無線 LAN を利用したネットワークの構築を行い、船舶からの情報を取得及び共有し、情報の活用を行うことについて考察する。

2 研究内容

2.1 研究の概要

本研究では船舶に設置されている機器から情報を取得し、その情報を利用者が見やすい形に加工して、船舶に配信することで効率的な情報の共有を目指す。

情報共有に当たり、二つのアプリケーション事例について実践した。一方は、衛星通信端末を搭載した漁船からの情報取得及び共有を行うものである。もう一方は、無線 LAN を搭載した無人船舶からの情報の取得及び共有を行うものであり、これらの二つの事例における特徴を表 1 に示す。

漁船において衛星通信を用いる理由としては、遠距離でのデータ伝送が可能であることが挙げられる。また、漁船の場合には、あらかじめ搭載している魚群探知機や

サテライトコンパスなどからの情報を端末が収集し、データベースへ送信する。そのため、新たに搭載する機器は衛星通信端末と情報取得端末のみである。これらの情報の二次利用はこれまで行われておらず、複数の漁船からの情報を共有することで効率的な情報の活用を行うことが可能である。

一方、無人船舶には、ダムや湖などで用いる調査船を想定しており、搭載した装置の情報をリアルタイムに取得することを目的としている。また、限られた範囲内での運用を前提としており、無線 LAN を利用して高速なデータ共有を行うことが出来る。具体的には、魚群探知機から取得した水深の情報をプロットした画像データを共有する等、大容量なデータの通信が可能である。

これら二つのシステムを構築し、情報共有についての評価を行った。

表 1 通信手段による特徴の比較

通信手段	衛星通信	無線 LAN
通信距離	遠距離	近距離
情報の種類	テキスト	画像など

2.2 衛星通信によるデータ伝送について

通信回線には、自営の単一无線通信回線を設置するか、もしくは既存の衛星通信サービスを利用するという手段が考えられるが、ここでは衛星通信サービスの利用を選定した。この場合、端末機とアンテナを設置するだけでデータ通信を容易に利用することができる。

衛星通信サービスには、オーブコムジャパン株式会社が運用する「ORBCOMM」^[1](以下、オーブコムとする)(図 1)を利用することにした。オーブコムとは、低軌道周回衛星を利用した双方向通信システムであり、地球からの高度約 825km の軌道にある 30 機の衛星を利用してデータ通信を行っている。オーブコム衛星はデータ通信専用の衛星で、端末から衛星にアクセスした後、地球局の

*m1203008@fun.ac.jp

[†]函館市亀田中野町 116-2 公立はこだて未来大学

コントロールセンターを経由してインターネットへ繋がり、電子メール形式でのデータ伝送が可能となるシステムである。通信できる海域は、北極圏、南極圏付近を除く地球全体の海域で、陸上においてもオーブコム衛星を受信できる場所であれば利用することが可能である。

このシステムの特徴としては、データの伝送形式がインターネットを経由した電子メール形式であり、テキストベースの小容量のデータ通信に適している点が挙げられる。また、電子メールを送信する際には、オーブコム端末が衛星と通信可能なエリアに入る必要があり、日本の場合には、約 10 分に 1 度の周期で通信が可能になる。陸上のように遮蔽物が多い場合や電波の障害となるものがある場合は通信できないこともあるが、洋上においては基本的には遮蔽物を考慮しないので、ほぼ常にオーブコム衛星との通信可能なエリアに入っており、データ通信に関しては問題ない。表 2 にオーブコムの通信方式について示す。



図 1 オーブコム端末

表 2 オーブコムの通信方式

データ形式	テキストベース
回線速度 上り	2400 bps
下り	4800 bps
使用周波数 上り	150 MHz
下り	138 MHz

2.3 情報収集端末の構成

実験に使用する情報収集端末にはマイクロキューブ^{[2][3]}(以下、 μ Cube とする)(図 2)を採用した。 μ Cube はスタック構造の汎用マイクロコンピュータボードであり、拡張性に優れており、目的に応じて CPU ボードや拡張ボードを組み合わせて使用することが可能である。また、センサネットワークを得意としており、インターネットを経由してセンサからの情報を配信するサーバとしての利用も可能である。

μ Cube の CPU ボードには H8/3069 のマイクロコンピュータを搭載した“H8/3069 ボード”を使用し、拡張ボードには CF スロットを備えた“CF2 ボード”と、RS-232 規格と RS-422 規格のシリアル通信を行うことのできる“COM4 ボード”、ネットワーク接続のための“LAN ボード”を組み合わせて構築した。なお、オーブコムを利用する際にはシリアル通信を使用するため、LAN ボードは除外している。



図 2 μ Cube の外観

2.4 データの共有

効率的なデータ共有のためにはデータベースが必要であり、漁船の場合には、計測機器からの情報をオーブコム衛星を経由してメールサーバへ送信する。データベースサーバでは、メールサーバにメッセージが到着した際に、インターネット上のメールサーバにアクセスし、漁船からの情報を格納する。

船上では、データベースの中で統合し加工された情報を、オーブコムを通じて受け取ることが出来る。また、水深データなどをプロットした画像データは漁船の FAX に送信することで、リアルタイム性を可能な限り保ちつつ、情報の共有を行うことが可能である。

2.5 データの活用

このように情報を共有するシステム(図 3)を構築することで、効率的な情報の収集や活用が可能となり、蓄積した情報の中から利用者の必要とする情報を生成し、その情報の配信を行うことで実際の作業に役立てることが出来る。

扱う情報としては、船上においては、利用者が知りたい海域の水温や水深などの情報やその時点での市場の相場などの情報が挙げられる。また、陸上においては、漁船の現在位置や操業状態をリアルタイムに確認することも可能である。

図 4 は北海道大学水産学部の練習船うしお丸^[4]に設置した端末が取得した、緯度、経度の座標とそれに対応する水深の情報のログデータを基にプロットした図である。このデータは平成 16 年 7 月 1 日から平成 18 年 4 月 23 日の期間で計測したものである。図 4 は北海道南部の海域(北緯 41 度,東経 139 度から北緯 43 度,東経 141 度まで)を示している。また、図 5 は函館付近を拡大した図であり、このような計測点数の多い地点では、より詳細なデータを取得できる。なお、図に示した座標は得られた緯度・経度を、世界測地系の平面直角座標系の 11 系を用いて変換した座標である。

図 4 及び図 5 は、一隻の船舶から継続的に取り続けて得られた情報である。しかしながら、オープンコムを用いて複数の船舶から同様に水温や水深などの情報を収集することができれば、利用者はリアルタイムにこのようなプロット図を確認することができるようになる。

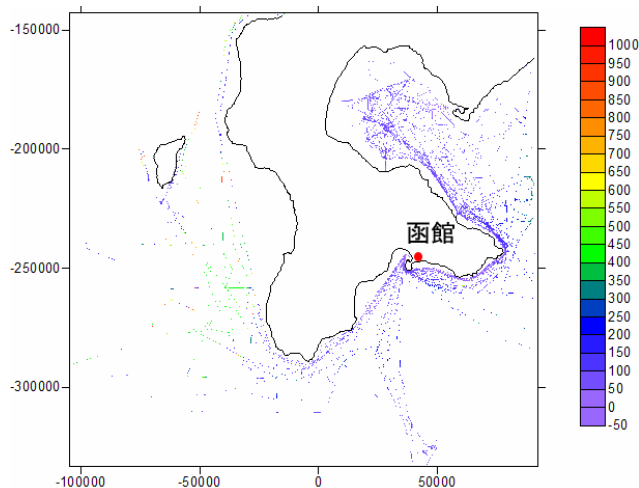


図 4 北海道南部の水深データ

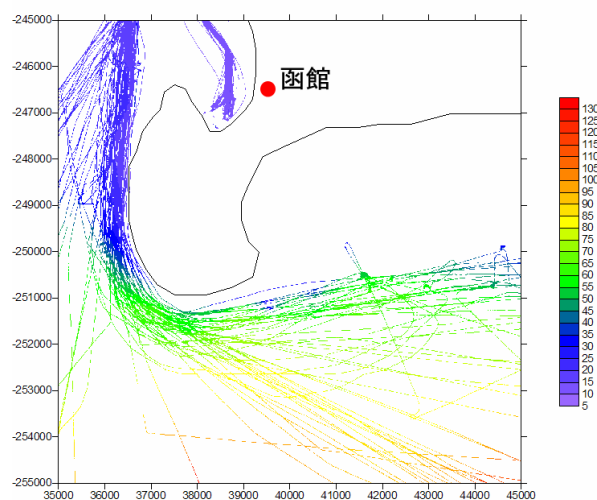


図 5 函館付近の拡大図

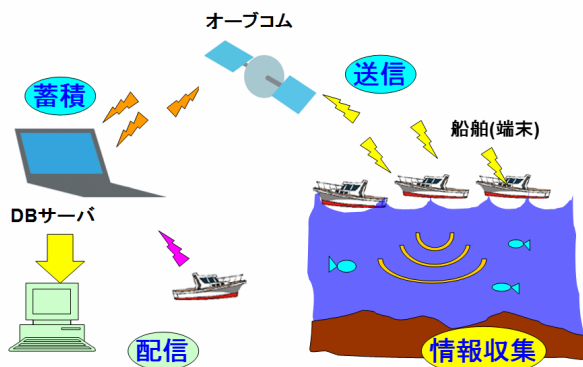


図 3 データ共有のイメージ

3 実験

3.1 衛星通信実験

オープンコムによる衛星通信の安定性を評価するために、はこだて未来大学の非常階段にて予備実験(図 6)を行った。実験の期間は平成 18 年 7 月 18 日 17 時 30 分から 7 月 21 日 11 時までである。予備実験には、 μ Cube とオープンコム端末、GPS、方位センサをそれぞれ 1 台使用した。使用した機材を表 3 に、実験のシステムの構成について図 7 に示す。

実験の手順としては、初めに、1 秒ごとに μ Cube が温度センサ、方位センサ、GPS からの情報を収集し、コンパクトフラッシュにその情報を書き込む。次に、15 分に

1 回、情報をオーブコム端末へ送信する。その後、オーブコム端末は衛星を受信すると、自動的にメッセージを送信し、既定のメールサーバへ電子メールが届くシステムである。

実験の結果、全体の 85%のデータが 10 分以内の遅延でメールサーバへ送信されていることがわかった。しかしながら、全体のうちの 5%程度のデータには一時間以上の大幅な送信の遅延が生じていたことを確認した。表 4 及び表 5 にデータの格納時刻と送信時刻を比較したものを示す。

表 4 ではデータをオーブコムの送信キューに格納した時点の時刻と、オーブコムが実際にデータを送信した時点での時刻が約 10 分以内に収まっているのに対し、表 5 では、データの格納時刻と送信時刻の間で大幅な遅延が見られる。また、どちらのデータも指定したフォーマットに従っており、特異な点は確認できなかった。上記の結果から、漁船への設置に当たってはオーブコム端末によるデータ送信の確実性の向上が必要であることを確認した。なお、データ送信に遅延が生じる原因については現在調査中である。

表 3 使用機材

情報収集端末	μ Cube
衛星通信端末	オーブコム端末 KX-G7100/N
GPS	GM-48(SANJOSE NAVIGATION)
方位センサ	HMR3000(Honeywell)

表 4 格納時刻と送信時刻の比較 1

格納時刻	送信時刻
7/18 19:30	7/18 19:30
7/18 19:45	7/18 19:45
7/18 20:00	7/18 20:08
7/18 20:15	7/18 20:16
7/18 20:30	7/18 20:32
7/18 20:45	7/18 20:46

表 5 格納時刻と送信時刻の比較 2

格納時刻	送信時刻
7/20 10:15	7/20 12:53
7/20 10:30	7/20 12:54
7/20 10:45	7/20 14:35
7/20 11:00	7/20 14:35
7/20 11:15	7/20 14:36
7/20 11:30	7/20 14:36



図 6 予備実験



図 7 衛星通信実験のシステム構成図

3.2 無線通信実験

無線 LAN を用いて無人船舶からの情報取得を行うための予備実験として、函館市の五稜郭公園(図 8)の外堀を使用して実験を行った。実験期間は平成 18 年 7 月 24 日、25 日の 9 時から 13 時までである。目的は、無線 LAN の有効範囲の検証と Web-DB を用いたシステムの評価である。

初めに、GPS 情報、水温、水深データを蓄積するために Web-DB を構築した。Web-DB は Fedora Core 3 を OS

として、データベースには MySQL を、Web サーバには Apache を、そして、データの取得には Perl 言語を用いた。

図 9 及び表 6 に実験でのシステムの構成及び使用機材について示す。船舶には、 μ Cube をデータ取得用と Web サーバ用に 2 台、無線 LAN を 1 台、その他バッテリーと計測機器を搭載する。また、地上局には Web-DB となる PC と無線 LAN を設置し、Perl のプログラムを用いて、無線 LAN 経由で船舶上のサーバにアクセスし、データをデータベースへ格納する。

情報収集用の μ Cube は 1 秒ごとに、GPS、魚群探知機、コンパスからの情報を収集し、情報をコンパクトフラッシュに記録する。また、同時にその情報をシリアル通信を用いてサーバ用の μ Cube へ転送する。

もう一方のサーバ用の μ Cube は Web サーバのプログラムを実装しており、シリアル通信経由で受信した情報を XML 形式で記述し、ウェブページとして公開する。Web-DB は μ Cube サーバへ http でアクセスすることにより、GPS 情報、水温、水深といったデータを取得し、データベースへ保存する。 μ Cube サーバへアクセスするには無線 LAN を通じてアクセスを行うため、データの取得と同時に無線 LAN の有効範囲を検証することができる。サーバへのアクセス頻度はサーバの安定性を考慮し、5 秒に 1 度アクセスするようにした。

予備実験では、無人船舶の代わりに貸しボート(図 10)を用い、そのボートに必要な機材を積み込んで行った。図 11 は Web-DB が無線 LAN 経由で μ Cube サーバにアクセスし、データベースに格納した位置情報のプロット図である。この図から地上局との見通しが遮られると通信が行えなくなることが確認できた。ボートとの通信を継続するには、地上局を複数設置するか、もしくは、見通しの良い場所に地上局を設置するなどの工夫が必要である。

図 12 及び図 13 は、ボート上の情報収集用 μ Cube に記録したログデータを基に水温及び水深をプロットした図である。これらの図により、水温や水深の分布を容易に把握することが出来る。なお、図の位置座標は、GPS から取得した緯度・経度を基に、世界測地系の平面直角座標系の 11 系へ変換した座標を示している。



図 8 五稜郭公園

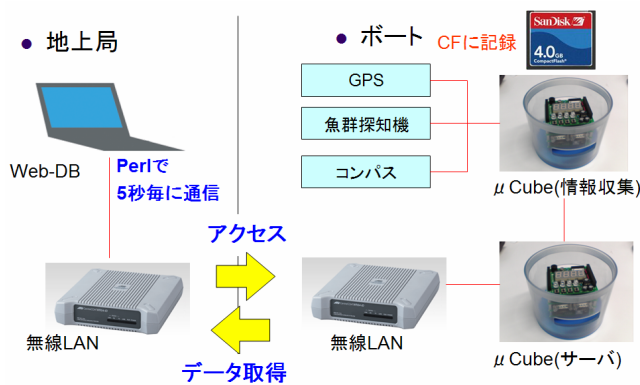


図 9 無線通信実験のシステム構成図

表 6 主な使用機材

端末	μ Cube(情報取得・サーバ) 2 台
無線 LAN	CentreCOM WR-54ID(船上・地上) 2 台
魚群探知機	GP-1850WP(Furuno)
方位センサ	HMR3000(Honeywell)
GPS	GPS-600-LI(NovAtel)
DGPS 受信機	CSI ABX-3(csi wireless)

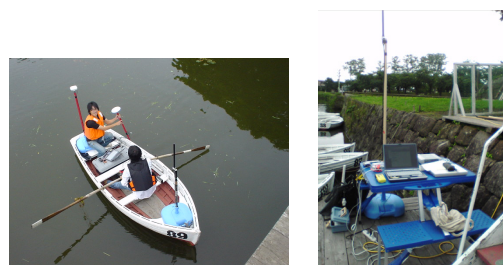


図 10 貸しボートでの実験(左)と地上局(右)

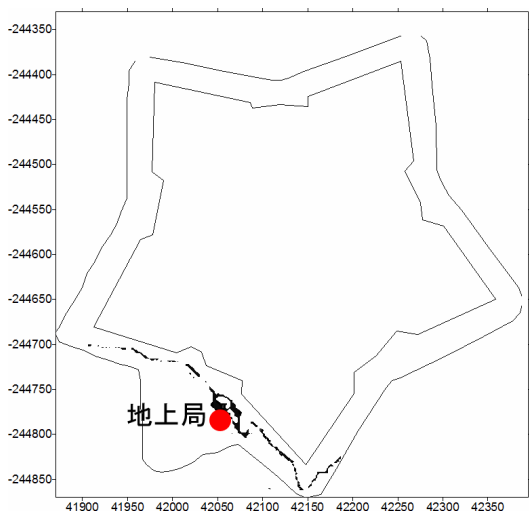


図 11 Web-DB に格納したデータ

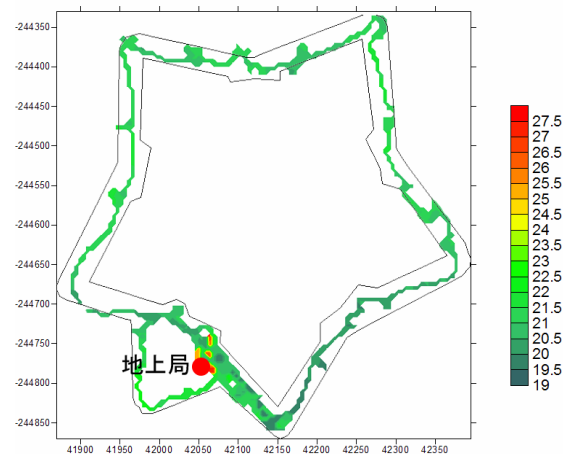


図 12 水温をプロットしたデータ

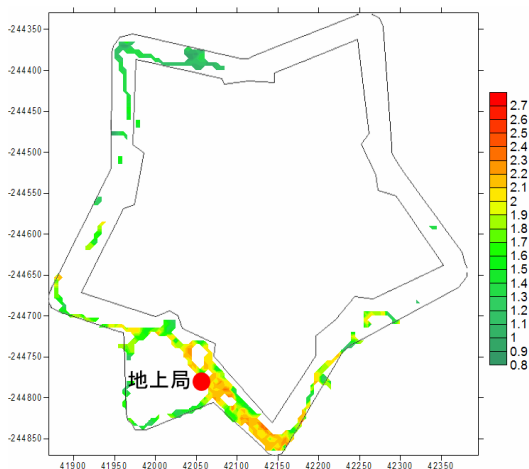


図 13 水深をプロットしたデータ

4 まとめ

本研究は情報の共有システムを構築することで、端末から有益な情報を取得し、その情報を利用しやすい形に加工し、配信を行うという効率的な情報の活用を行うものである。本報では、漁船を対象とした衛星通信を用いた情報共有と、無人船舶を対象とした無線 LAN を用いた情報共有について紹介した。前者では、複数の漁船に端末を設置することで、これまで利用されてこなかったデータを蓄積し、共有することによって、操業の効率化など、漁業支援に役立つことを示した。また、後者では無線 LAN を活用することで大容量の情報共有を行うことが出来ることを確認した。

これまでは主にネットワークの構築とデータの収集について行ってきた。今後は、実際に漁船から受け取ったデータの加工の方法や配信について、研究を進める計画である。

参考文献

- [1] ORBCOMM
<http://www.orbcomm.co.jp/>
- [2] マイクロキューブ
<http://www.microcube.net/>
- [3] 和田雅昭・鈴木昭二, H8 マイコンを用いた演習用ターゲットボードの紹介, 電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集, CD-ROM (2005)
- [4] 北海道大学水産学部 練習船うしお丸
<http://www.fish.hokudai.ac.jp/>