

船舶ネットワークを利用した練習船「勢水丸」の海洋観測支援システム

A Supporting System for Ocean Environment Research on "Seisui-Maru" Based on the Shipping Network

宇田 紀之†, 前川 陽一††, 田口 和典††, 亀岡 孝治††

Noriyuki UDA, Yoichi MAEKAWA, Kazunori TAGUCHI and Takaharu KAMEOKA

† 三重大学情報処理センター, Information Processing Center, Mie Univ.

†† 三重大学生物資源学部, Faculty of Bioresources, Mie Univ.

E-mail: uda@cc.mie-u.ac.jp, {maekawa,tag,kameoka}@bio.mie-u.ac.jp

航海中の船舶では、陸上との通信は貴重な資源であり無駄のない効率的な利用が求められる。本研究では、三重大学生物資源学部の練習船「勢水丸」に、海洋観測用のローカルネットワークを構成して、(1) Proxy とキャッチサーバを利用したデータ一括転送による陸地通信資源の有効利用システム、(2) 観測データをファイルサーバに保管して、研究者と乗船スタッフがオンラインでデータ共有しながら作業を行う海洋観測支援システムの2つを提案した。提案システムは、モバイルパソコンに実装し、海洋調査実習で試用し、海洋観測支援システムの概要と実験の結果について報告する。

キーワード：船舶ネットワーク, Proxy, 海洋観測, モバイルパソコン, CTD

"Seisui-Maru" is a ship for fisheries training and ocean environment research on the faculty of bioresources, Mie-University. This study proposed the following two ideas for effective use of corresponding resource and facility of ocean environment research based on shipping network.

1. Collectively mail send system using PROXY and DHCP .

2. Data Sharing system within a ship and temporary network for CTD research.

The proposed idea was implemented on mobil PC and used on ocean research exercise course on this August. This paper reported the outline of an aided system for ocean environment research and effect of this system.

Keyword: shipping network, proxy, ocean environment research, mobil PC,CTD

1. 概要

三重大学生物資源学部の練習船「勢水丸」は、東海地方では唯一本格的な海洋観測機能をもった船舶で、伊勢湾・熊野灘はもとより、広く北太平洋を航行し、水産資源や海洋環境の調査研究を行っている。勢水丸は、もともと漁業関係の指導者を育成する水産学部の漁業演習を目的に建造された演習施設であるが、最近では、漁業関係の演習航海は少なくなり、代わって、海洋環境や海洋資源の調査を主な仕事とするようになってきている。¹⁾

近年の海洋観測では、衛星通信回線を利用

した観測船上の研究者と陸地の研究者とのコミュニケーション環境の整備が重要な要件となってきた。船舶自体を調査手段とするような大規模な観測システムが使用されるようになり、研究者と観測作業を行う乗船スタッフとの連携もこれまで以上に重要性を増している。²⁾

陸地間通信システムや海洋観測機器の精度・性能に関する研究、あるいは、観測結果の報告は、これまでいくつかあったが、これら海洋観測に関わる機器を連携させて作業の効率化をはかる海洋観測コラボレーション支援システムについて言及した研究は、ほとんど見られない。^{3) 4)}

本研究では、電気伝導度(Conductivity)、水温(Temperature)、水深(Depth)など海洋環境の基本的物理データを測定する CTD という観測機器を中心にして、衛星通信資源の有効利用と観測データの共有化をはかる海洋観測支援システムを提案した。具体的には次の2つである。

1. ゲートウェイ機能を持った船内サーバを導入し、陸地通信資源の管理を一元化する。
2. 船内ネットワークを利用して、海洋環境観測データの共有化をはかる。

提案したシステムは、モバイル型パソコンに実装して船内ネットワークに接続し、平成10年8月の海洋調査実習で実験的に運用した。⁵⁾実験の結果について報告する。

2. 勢水丸の構成

2.1 練習船「勢水丸」

練習船「勢水丸」は、船長 51.4メートル、船幅 8.4メートル、深さ 3.98メートル、総トン数 329トンの中規模船舶で、船体は4層構造になっている。乗員は16名で、30名程度の学生・教職員の乗船ができる。年間約30回(160日程度)の航海を行う。航海の内訳は、学生を同行する実習航度)海と研究目的の研究航海が半分づつである。航海の海域は、伊勢湾・紀伊半島周辺が

半分強であるが、遠洋航海では、東シナ海方面の漁労実習、小笠原諸島や西南諸島周辺の海洋生物調査などもおこなっている。

練習船は、松阪港を定係港にして、港湾内には陸上基地の施設がある。航海の目的に応じて、船に乗せる設備を入れ替える。トロールウインチや漁網などの漁労関係の施設は船尾甲板(トモ)に、観測関係の設備は船首甲板(オモテ)に設置する。海洋調査実習で使用する CTD 測器の昇降には、オモテの観測用ウインチを使用する。CTD 測器のデータを解析する制御装置と監視用パソコンは、上甲板のオペレータ室(ドライ研究室)に設置してある。

2.2 陸地通信の環境

勢水丸には、さまざまな種類の通信機器が装備されており、陸地通信は、船の運航状態によって、有線電話、携帯電話、衛星電話を使いわけている。それらについて説明する(表1)。

松阪港停泊中は、船内 LAN のケーブル端子を ISDN 網に接続して 128Kbps の通信を行うことができるので問題はない。松阪港停泊中は、ISDN 回線のほかに、デジタル携帯電話や PHS を使った陸地局とのデータ通信も可能である。

デジタル携帯電話の電界は案外に広く、経

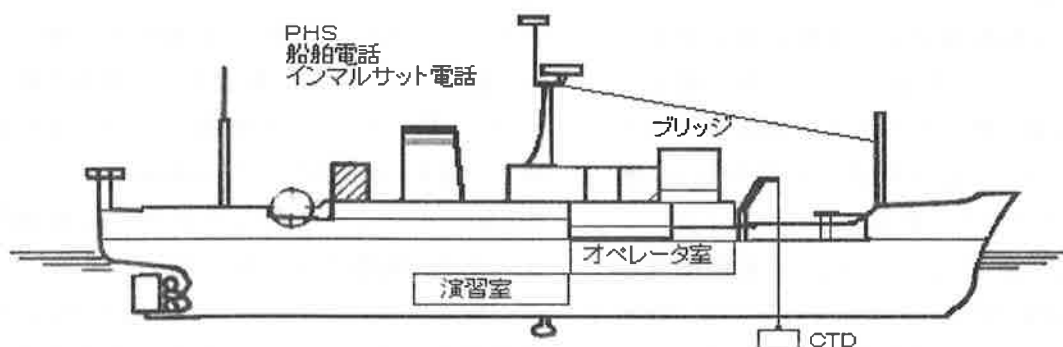


図1 練習船「勢水丸」の概略図

表1 練習船「勢水丸」のデータ通信手段

通信サービス	周波数	出力	データ通信速度	料金	提供元
ISDN 回線	有線		128Kbps	10分/3分	NTT
携帯電話	800MHz	1.5W	2400bps 9600bps	10円/17秒 10円/28秒(夜間) 10円/42秒(深夜)	NTT Docomo
PHS	1.8GHz	10mW	9600bps * 32Kbps (PIAFS)	10円/1分 10円/1.5分(夜間)	NTT パーソナル
沿岸船舶電話 (アナログ)	250MHz	5.0W	1200bps	10円/8秒程度	日本船舶通信
衛星船舶電話 (デジタル)	船舶局 2.6GHz / 2.5GHz 地球局 6/4GHz	2.0W	4800bps	10円/6.5秒 10円/12秒(夜間) 10円/15秒(深夜)	日本船舶通信
インマルサットA	船舶局 1.6GHz / 1.5GHz 地球局 6/4GHz	17.0W	4800bps * 64Kbps (HDS)	74円/6秒 50円/6秒(夜間)	KDD

験的には、伊勢湾内で陸地の見るところであれば陸地局との通信は十分可能であった。通信速度は、いずれも、最大 9600bps で、TCP/IP 接続して Web ブラウザやメール送受信を行うことができる。船が沿岸20マイル以内では、アナログ地上波を使う沿岸船舶電話を使って陸地局との交信ができる。モデム通信の通信速度は、1200bps で、音響カプラを利用することもできる。

高軌道静止衛星 (N-Star) を経由する衛星船舶電話の電界は、日本領海内、ほぼ全域をカバーしており、航海中のほとんどの陸地間通信は、この衛星船舶電話を利用するようになっている。衛星船舶電話は、高軌道静止衛星を經由するため音声電話では1-2秒の遅延が発生し、音質も悪いために音声電話の利用者には不評である。音声電話が不自由な分、画像 (FAX) やテキスト (E-mail) でコミュニケーションを補完しなくてはならなくなる。衛星船舶電話経由で FAX やデータ通信を行うには、NCU (マルチアダプタ) と PB-BOX という専用アダプタが必要である。データ通信の最高速度は、最大 4800bps であるが、接続が不安定になる場合には、通信速度を 2400bps, 1200bps に落とす。

衛星船舶電話の電波の届かない場合には、インマルサット電話を利用する。データ通信の最大速度は、衛星船舶電話と同じく 4800bps あるが、衛星通信電話に比べてかなり安定しているように思われる。ただし、利用料金は非常に高価で、利用は緊急の場合に限られる。受信専用では、GPS (Global Positioning System)、気象観測周回衛星 NOAA、BS 放送の受信アンテナを装備し、定期的にデータ受信を行っている。

2.3 船舶ネットワークの問題点

船舶ネットワークは、ルータと HUB (24ポート) オペレータ室に設置し、船橋甲板の海図室と計器室、端艇甲板の船長室、上甲板の航海士室に TP ケーブルを配線してある。常時接続する端末は、MAC と Windows パソコンが各2個、ネットワークプリンタが1台で、転倒防止のため、機器は壁や机に固定してある。サーバ機能を持ったマシンはなく、航行中は、衛星無線電話等を使って三重大学生物資源学部のサーバ (ホスト名: sansui) やプロバイダに接続して電子メールなどを利用する。

2.4 船内サーバの導入

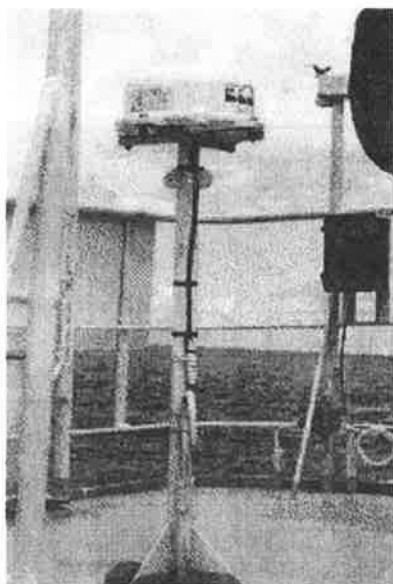
この問題を解決するために、船舶に、陸地通信とのゲートウェイをする船内サーバを導入することにした。船内サーバには、FreeBSD2.2.6(PAO)を実装した FMV-Biblo を使用し、セカンドEtherカードを装着して、船舶ネットワークをローカルネットワークとして管理するようにした。サーバトラブルに対応できる技術者が練習船に乗船しないことを前提に、船内でのネットワーク設定作業をできる限り少なくし、トラブルの範囲を狭く制限するシステムが必要であった。ホスト情報を自動配布する DHCP サーバとアクセス制御のProxyサーバをインストールした。船内サーバには、この他に、DNS, Sendmail, POP, Web などのネットワークサーバ機能をインストールして、船内サーバでネットワークサービスを管理できるようにした。クライアントのパソコンは、大学メールサーバをプライマリサーバに、船内サーバをセカンダリサーバに設定する。大学内サーバに接続していない場合は、発信メールは船内サーバのスプールに保管し、夜間割引の時間帯に大学サーバとの接続し、電子メールの一括送受信を行うようにした。メールツールの使い勝手は、大学内のパソコンで使う場合と同じである。

陸上通信は、船の通信状況に応じて、衛星船舶電話と携帯電話を切替えて使うように準備したが、モデムカードの交換や設定変更作業は、はじめての者には、難しいようであった。

船内サーバの導入により、以下のようなネットワーク環境の改善ができたと考える。

1. 航海中においても大学研究室と同じ電子メールの利用環境を提供することができた。
2. 電子メールの一括送受信によりする通信資源の利用の効率化がはかられた。
3. 陸地通信の状態を気にせずに、ネットワークサービスを利用できるようになった。

電子メール送受信は、半日程度の遅延が発生したが、これが問題になることはなかった。大学の研究室からは、その日の新聞情報を圧縮して電子メールで送信してもらうようにした。



(マリン・アンテナ)



(受信機・マルチアダプタ・PB-BOX)

図2 衛星船舶データ通信の諸設備

最近では、観測データ解析やレポート作成のためにノート型パソコンを船内に持ち込まれることが多くなり、航海中も大学研究室と同等のネットワーク環境が提供されることが望まれるようになってきた。ただし、航行中船舶の陸地通信の中心になる衛星船舶電話は、かなり不安定でパケットロスが多い。インマルサット電話は、利用料金が高く実用的ではない。ネットワークサービスを安定的に提供し、貴重な陸地通信資源を効率的に利用するシステムを考える必要があった。

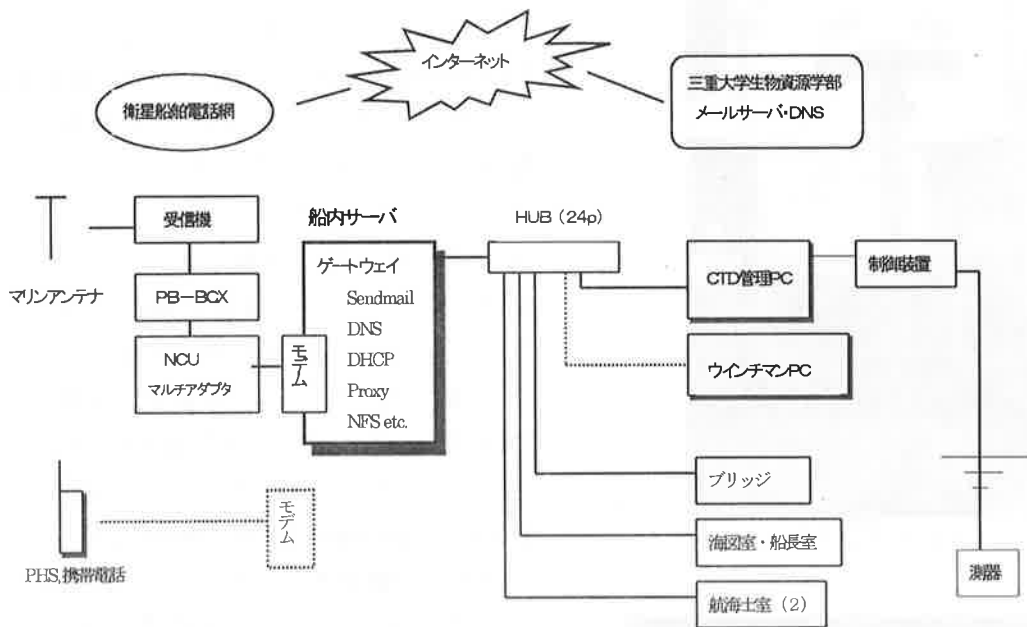


図3 船舶ネットワークの構成

航海中は、外部からの情報が極端に少なくなるため、大学研究室から新聞情報の転送や電子メールのサービスは予想以上に好評であった。

3. 海洋観測支援システム

3.1 CTD

海洋環境実習では、CTD という海洋環境観測機器を使用して観測を行う。CTD は、海中に投入した測器で、電気伝導度 (Conductivity)、水温 (Temperature)、水深 (Depth) のほか溶解酸素濃度などの物理的基本データを観測現場で同時測定するもので、船内のオペレータ室でそれらの各パラメータをモニタできるようになっている。CTD には、海水を採取するための採水器を12個まで取り付け、船内オペレータの操作で任意の深度の海水を採取できるようになっている。勢水丸の場合、CTD 測器と採水器は、およそ3000メートルの深海まで降下させることができる。

CTD 観測では、測器を海中の所定の位置にどうやって移動させるかが作業の課題になる。CTD

モニタを監視するオペレータは測器の深度をモニタで把握し、測器の昇降操作をするウインチマンは繰り出したワイヤ長を計器で確認する。CTDの深度とワイヤ長の差分が大きい場合、ブリッジの操船者が船を操船して所定位置に測器を移動させる。潮流に流された測器は、海底に接触して破損する危険性もあり、操船員は、深度とワイヤ長の差分、潮流や風速を考慮して速やかに行動しなくてはならない。ブリッジの操船員は、オペレータ室の深度情報とウインチマンの繰出しワイヤ長情報を、船内放送を通じて得る。

3.2 観測支援システム

CTD 測器の観測データは CTD ケーブルを通じてオペレータ室の制御装置に入り、深度や塩分濃度を算出する。制御装置のデータは、GPIB で監視用パソコンに送られて、モニターに深度、水温、塩分濃度の変化を表示する。

観測支援システムでは、監視用パソコンの CTD 深度情報を Proxy サーバのディスクに Copy して、船内ネットワークを通じて船内のパソコンから

アクセスできるようにした。また、甲板のウインチまでTPケーブルを延長し、放出ワイヤ長をアシスタントが手作業でパソコンに入力し、CTD深度とワイヤ長、その差分は船内のどこからでも確認できるようにした。CTD観測に関わる作業指示は、オペレータ室の観測員が発信し、操舵員は、潮流・風速などを目測しながら船を操船して所定観測域を維持する(図4)。CTD観測に関わる深度、船舶位置、繰り出しワイヤ長の情報を船舶ネットワークを通じて一元化することにより、操舵員は測器位置を推定しながら微妙な操船ができ、観

測員はCTD深度だけでなく、緯度経度データを含んだデータ採取が可能となった。このCTD観測支援システムにより、観測員と船舶スタッフとの共同作業が円滑に進み、精密でより効率的な観測ができたと考えられる。

4. まとめ

勢水丸は、さまざまな目的の海洋調査に利用され、航海の目的に応じて搭載設備を入れ替えて限られてスペースを有効に利用するよう工夫されている。特定の観測目的のために設置する観測

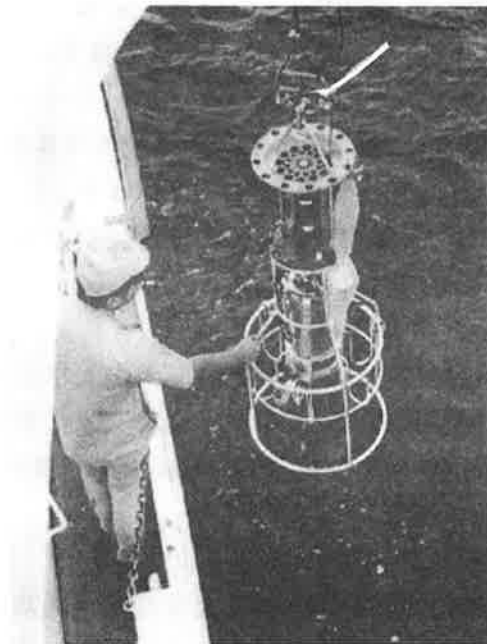


写真1 CTD測器の投入作業

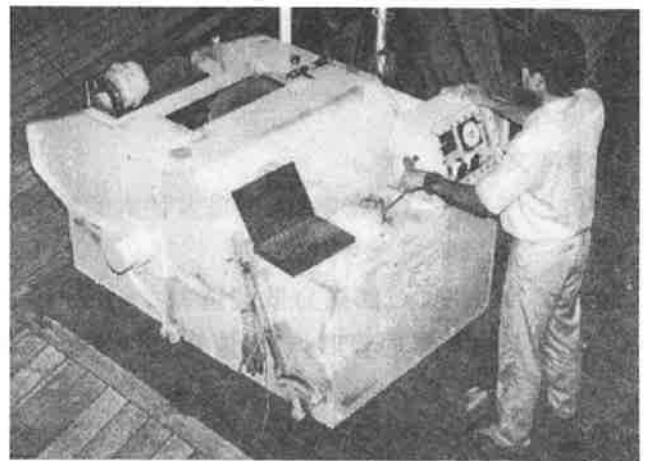


写真3 ウインチマン(船首甲板)



写真2 CTD制御装置(オペレータ室)



写真4 潮流を確認する2等航海士(ブリッジ)

図4 CTD観測支援システム

支援システムは、そのまま常設できないという制約が船舶にはある。本研究では、モバイル型のパソコンを利用して、航海中に限り船内ネットワークをローカルな観測用ネットワークとして利用する方法を提案し、海洋調査実習においてゲートウェイサーバ機能を利用した電子メールの一括転送のシステムと、ファイル共有システムを利用した海洋環境観測支援システムを試用した。提案システムは、ネットワーク資源の有効と観測作業の効率化という点で優れた効果を発揮し、研究目的の海洋観測においても十分利用可能であることが確認された。

参考文献

- (1) 三重大学水産学部:三重大学水産学部誌40周年記念号,(1992)
- (2) 宇田紀之:部局分散型情報ネットワークにおける運用管理体制,情報処理学会分散システム研究会資料,No.5-4(1995)
- (3) 坂本市太郎,内田誠,中野健一:CTDシステムの展開-補強システムを含む処理プログラムの開発とその運用,三重大水産研報, No11,pp.157-187(1984)
- (4) 長崎海洋気象台海洋課:新長風丸のCTDシステムについて,測候時報 vol.56,pp.91-114,(1989)
- (5) 宇田紀之,前川行幸,前川陽一,田口和典,亀岡孝治:モバイルDHCPサーバによる遠隔地実習施設のネットワーク利用,第57回情報処理学会大会講演集,

No.3,pp.556-557,(1998)

(平成10年11月13日受付)

(平成11年3月23日採録)

著者略歴



宇田紀之:昭和53年早稲田大学文学部卒業,昭和57年東洋大学大学院社会学研究科前期課程修了.平成3年より,三重大学情報処理センター勤務.画像処理,情報システム学の研究に従事する.

前川陽一:昭和58年水産大学校漁業科卒業,昭和59年同専攻科修了.昭和63年より,三重大学生物資源学部に勤務.練習船勢水丸の2等航海士.専門は航海学.

田口和典:昭和63年北海道大学大学院水産学研究科後期課程修了.水産学博士.平成2年より三重大学生物資源学部に勤務.専門は,海洋化学.

亀岡孝治:昭和59年東京大学農学研究科後期課程修了.農学博士.昭和60年三重大学農学部に勤務.平成10年生物資源学部教授.専門は農業機械学.