

機関番号：54102
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20560382
 研究課題名（和文）地上デジタル放送対応の船舶用テレビアンテナシステムの設計及び開発
 研究課題名（英文）A design and development of onboard reception system for ISDB-T
 研究代表者
 鈴木 治（SUZUKI OSAMU）
 鳥羽商船高等専門学校・商船学科・准教授
 研究者番号：20270275

研究成果の概要（和文）：

本研究は、アナログ放送にかわるデジタル放送を船舶で受信し、船舶でも家庭用の受信装置と市販のアンテナでハイビジョン放送が受信可能であることを確認した。日本のデジタル放送は、十分な電界強度を得られれば、陸上と同じ画質を得られることがわかった。しかし、既存の無指向性アンテナを使用する場合、アナログ放送に比べると、受信可能範囲が狭く、本研究で開発した受信系のシステムが必要となることがわかった。

研究成果の概要（英文）：

The Japanese digital terrestrial broadcasting (Integrated Services Digital Broadcasting for Terrestrial, ISDB-T) will cover Japanese coastal areas until July 2011. Many types of ISDB-T receivers are come onto the market. However the reception condition on the sea area hitherto has been rarely reported. The reception condition was measured with an electric field tester. The reception level was almost more than 45 dB μ V inside of the ISDB-T service area with the omni-directional TV antenna for ship. The observed electric field strength level depends on the distance from a TV station.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：地上デジタル放送、船

1. 研究開始当初の背景

船舶での地上波のテレビ放送は、陸上と比べ受信状態が安定しないなど劣悪な状況にある。アナログ放送は2011年には終了するので、それまでに船舶で確実に地上デジタル放送を受信できるようにしなければならない。

現在、船舶では家庭用受信機材（アンテナ、

増幅器、受像器）で想定外の電界強度の弱い場所でも視聴していることと、受信利得の低い無指向性アンテナであるので、デジタル放送の受信可能範囲は狭くなる。一方、地上デジタル放送のメリットは強電界での受信障害に強く、蓄積・表示させるサーバ型放送が利用できることである。

また、アナログ放送終了までに受信システ

ムの改善等によりこれまで以上の船舶での情報収集の利便性を確保する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、デジタル放送を船上で利用するため、受信用のアンテナ系の開発を主とし、受信可能範囲を広めるためのアンテナの開発と自動利得可変型の増幅器の開発を行う。また、受信したデータ等船舶上のデータを陸上に自動配信するシステム構築を行う。

(1) 航行する船舶でのテレビ放送の連続受信と伝搬特性の測定

(2) 受信確率を高めるための船舶用アンテナの試作

c) 電界強度が大きく変化する船舶で利用可能な増幅器（ブースタ）の開発

(3) 船舶搭載用、受信状態自動収録装置の試作・船舶での長期利用実験

3. 研究の方法

研究目的を達成するための研究計画・方法は以下の通りである。

全国各地での段階的に地上デジタル放送が開始され始めているので、フィールド計測を重点とした受信状態の調査を行う。各年度ごとに、調査結果を論文としてまとめ、投稿および、海外の学会に参加し、船舶での受信状況について報告するものとする。

初年度「船舶の移動と受信との関係の調査と空中線系の開発」

停泊・航海中の船舶でアナログおよびデジタルテレビ放送の受信状況を測定する。その結果を生かした、アンテナおよび増幅器を開発する。

(1) 船舶でアンテナ直下で利用する増幅器には家庭用と異なり、AGC の時定数が短く、かつ、ダイナミックレンジが大きい必要がある。そして、アンテナの指向性は鋭くなく、かつ、自船構造物からの妨害波の影響を小さくできるアンテナである必要がある。これらをネットワークアナライザと電界強度測定器とを利用して客観的なデータを取得しながら開発する。

(2) 船舶を使った実験は、テレビ放送受信設備がある鳥羽商船高等専門学校の練習船「鳥羽丸」(全長 40m、総トン数 244 トン)で行い、航行海域である伊勢湾とその周辺の通常航行の状態と錨泊、停泊状態の時に乗船して測定を行う。測定用のアンテナとして H8 マイコンで試作するアンテナ自動追尾機構による指向性アンテナを用いる。ここでは指向性の違ったアンテナを数種類用いて、地上デジタル放送を受信するのに最適な指向性を求める。

(3) デジタル放送の受信状況を、既存の電界強度測定器によるビットエラーレートを用いて測定する。アナログ放送の受信状況は文

字放送のデータパケットに含まれている誤り訂正検出符号を使った既存の受信率測定器（自作）を利用する。

(4) 移動体向けの 1 セグメント放送の受信を船上で試みて、航行中の船舶での利用の可能性について検討する。

初年度以降「受信システムの構築・試験」

(1) 各地を航行する船舶での受信状態を測定する全自動情報収録装置を試作する。長期間無人で運転でき、かつ、受信状態を計測するシステムとするため、Linux を使った組込コンピュータを使って製作する。

(2) 前年度に測定されたデータをもとに、アンテナと増幅器の仕様を再検討する。

(3) 受信状態の変化のうち伝搬遅延プロファイル測定器により計測する。船体による反射と遮断がある旋回中と、周囲からの反射が多い港内航行中を中心に解析を行う。

(4) 長期間、船舶上で受信実験を行い、アンテナと増幅器に必要な仕様を明らかにする。

(5) 沿岸での地上デジタル放送のうちハイビジョン放送と車両向けの 1 セグメント放送の視聴可能範囲、そして、サーバ型放送による利便性の向上度合の評価、利用可能海域の特定を行う。

4. 研究成果

4.1 船舶の移動と受信との関係の調査と空中線系の開発

船舶での地上波のテレビ放送は、陸上と比べ受信状態が安定しないなど劣悪な状況にある。

現在、船舶では家庭用受信機材(アンテナ、増幅器、受像器)で想定外の電界強度の弱い場所でも視聴していること、受信利得の低い無指向性アンテナであるので、デジタル放送の受信可能範囲は狭くなる。一方、地上デジタル放送の船舶でのメリットは強電界での受信障害に強く、蓄積・表示させるサーバ型放送が利用できることであったが、サーバ型放送は規格のみで現時点では放送されていないため、船舶にとっては恩恵が少ない。

また、アナログ放送終了までに受信システムの改善等によりこれまで以上の船舶での情報収集の利便性を確保する必要がある。

本研究では、デジタル放送を船上で利用するための受信用のアンテナ系の開発と実用化を目指す。受信可能範囲を広めるためのアンテナの開発と自動利得可変型の増幅器を開発し、停泊・航海中の船舶でアナログおよびデジタルテレビ放送の受信状況を測定した。

(1) アンテナ直下で利用する増幅器は家庭用と異なり、増幅度合いを手元で調整できる機能が必要で、アンテナの指向性は鋭くなく、

かつ、自船構造物からの妨害波の影響を小さくできるアンテナである必要がある。これらをネットワークアナライザと電界強度測定器とを利用して客観的なデータを取得しながら開発した。

(2) デジタル放送の受信状況を、電界強度測定器によるビットエラーレートをを用いて測定した。

(3) 移動体向けの 1 セグメント放送の受信を船上で試みたが、市販の装置では船舶での利用に適していないことがわかった。

4.2 実船での調査

平成 21 年度に購入したネットワークアナライザを使って試作、評価したテレビ用増幅器の仕様を基礎として長期間、受信実験を行った。

4.3 大型船を使った実用実験

共同研究を行っている独立行政法人航海訓練所の練習船「大成丸」(全長 125m、総トン数 5776 トン) に搭載し長期間の計測・利用を行った。

(1) 各地を航行する船舶の運航状態を記録、陸上へ転送する全自動情報収録装置を試作した。

これは長期間無人で運転でき、かつ、受信状態を計測するシステムとするため、Linux を使ったシステムで構築した。システムはスクリプト言語の Perl および VPN である ssh を利用している。

(2) 各地の受信状態を GoogleMap 上に転送し、状況をデジタル化して残しておく仕組みとした。

(3) 長期間、船舶上で受信実験を継続して行っている。特に、地上デジタル放送を受信する上での不都合な状況を記録し続けることを目的とするため、船上での受信について特別な知識と経験のある船員にその記録の補佐をお願いしている。

(1) のシステムについて、外部で講演を行い、このシステムの有用性について検討を行った。

大型船を使ったデータ収集の他、鳥羽商船高等専門学校の練習船を使って、伊勢湾、三河湾周辺海域の受信状態を常に調査している。調査結果は概ね、大型船の結果より、アンテナ地上高が低い分、不利となっており、受信系にさらによいものを利用することが求められていることがわかった。

4.4 データの自動交換システムの構築

製作した利得可変型のプリアンプ(ブースター、増幅器)を用いて各地での地上デジタル放送の受信状況を調査した。また、この研究で構築した自動データ収集システムを利用して、船上のテレビ放送の受信状況だけでなく、各種データを自動交換するシステムの

開発を行い実用化することに成功した。

4.5 大型船を使った受信システムの実用化の確認

共同研究を行っている練習船「大成丸」でシステムの動作確認を完了した。

(1) 可変利得型のプリアンプは、視聴者の手で受信利得を変化できるため、受信状況が刻一刻と変わる海上での電波伝搬に有効であることが確認できた。

(2) 各地での受信状況を、GoogleMap 上で公開した。

(3) 船内にあるデジタル化したデータの陸上との同期システムを完成させた。

(3) のシステムについて、外部での講演を行い、このシステムについて有用性および発展性について検討を行い、十分に実用的であり、地上デジタル放送のみならず、船舶交通のモニタリングにも利用できることが明らかになった。

各地受信の受信状態と地上デジタル放送の問題点を、船陸間での情報伝送ととらえて、より広く現実を公表するために、関連の広報誌に寄稿した。そこでは、船での情報通信の現状と問題点を挙げ、地上デジタル放送を受信する問題点とこれまでのアナログ放送の利点欠点を図により説明し、娯楽のためではなく、情報入手手段としてとても重用されていることを取り上げた。

4.6 陸船間のデータ交換システム

受信状態を記録するシステムを発展させ様々な用途への利用が期待できることがわかった。例えば、船舶が取得している情報の他での活用として、船舶では肉眼による見張りの他、AIS (Automatic Identification System, 船舶自動識別装置)、ARPA (Automatic Radar Plotting Aids, 自動衝突予防援助装置) 等の機器により他船の動静を確認している。一方、沿岸の海上交通の実態を知るには陸上レーダ局がある海域が民間の AIS 受信サービス以外なく、著者らは船舶用レーダを使った海上交通観測の手法を開発した。

さらに、個々の船の船橋で得られる他の船の情報を陸上に集めて、海上交通流調査のためのシステムを開発した。船で得られる自船および他船の情報のうち、デジタルデータの GPS と AIS および ARPA を、必要に応じて陸上へ転送する仕組みである。これを練習船「鳥羽丸」、練習船「大成丸」に装備して実証実験を行った。陸船間のデータ回線には携帯電話網 (KDDI 社 W05K) を使った定額でインターネットに接続可能なサービスを利用し、航行中 1 時間毎に船内に蓄積したデータを陸上へ転送した。

1 時間に収集したデータは、圧縮すると数

100Kバイトであった。AIS やレーダは見通し外の船の情報を得られないが、陸船間で通信手段を確保することにより様々な利用が考えられるようになった。

このように沿岸域では携帯電話回線によるインターネット接続が可能となり、陸船間の情報共有が可能になってきたが、陸上と比べると通信速度は低速であり、不安定である。一方、船舶間の無線 LAN は秘匿目的での利用の他、船舶間での情報共有に利用できる。実際の航行中の船舶の 2 船間距離を測定し、高速無線通信による船舶間通信の可能性について検討した。

船舶同士が交換するのは、位置や針路といった公表可能なデータの他、それぞれの船舶が陸船間通信で取得し保管済のデータ(例えば、電子海図や電子水路書誌類等の内容の検証が可能もの)である。無線 LAN は近距離の高速通信として簡易に構築でき、陸船間の場合は数海里内で通信可能であることを確認している。

まず、船舶間がどの程度の距離を保って航行しているかを調査するため、船舶が 160MHz 帯で位置や針路を送信している AIS(Automatic Identification System)による船舶位置モニタリングシステムを構築した。これは航海訓練所(神奈川県横浜市)と鳥羽商船高専(三重県鳥羽市)に設置した半波長アンテナ及び AIS 受信機(Euronav 社製 AI3000)とそのデータを記録するサーバおよびデータ同期プログラムからなり、それぞれの場所の LAN やインターネットを利用して船の位置を参照できるものである。

船舶位置モニタリングシステムを使用し、東京湾と伊勢湾付近を航行中の船舶の 2 船間距離を平成 21 年 12 月 24 日と 25 日の両日の混雑する午前中の合計 4 時間で観測した結果では、狭い水域では、船舶間は接近しており港内では平均で 981m、また航路内での平均は 1759m であり、この距離はアンテナを選べば IEEE-802.11b で通信可能である。

このことは、船舶は衝突しないように互いに距離を保って航行するが、曳船や水先艇などは接舷するのでこれらの船を使えば「データ提供船」としての役割を持たせたり、灯台やブイから情報を送信することも考えられる。今後、小型船・艇と大型船との情報共有などインターネット接続のための陸船間通信以外に船舶間通信が果たす役割を確認する必要や、実証実験が必要となる。

これまでの研究で、船と陸との情報交換が、放送波やインターネット回線で利用できることが明らかになり、利便性が高いことが確認できた。

今後は、回線切断時の処理や、船が多数に

増えた場合の、レーダで得た情報の確認や、陸上からのデータ配信の方法など課題があるが、より先進的で安全確実な船舶運航を支援するシステムの一助となることを確認できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5 件)

鈴木治・竹本孝弘・添田 忍・山下久雄、"データ入出力端子としてのパイロットポートの活用、日本航海学会論文集、査読有、第 124 号, pp.95-101、2011 年 3 月

鈴木治・田中友規・浪江宏宗・藤井肇：海上交通流把握のための陸と船からのデータ収集システム、日本航海学会論文集、査読有、No. 123, pp.111 117、2010 年 9 月

鈴木治・田中友規・川瀬悠・瀬田広明・濱地義法・鈴木秀司：押しボタン式航海状態入力装置の開発、日本航海学会学会誌、査読無、No. 173, pp.65 70、2010 年 6 月

瀬田広明、小野 太津也、矢野雄基、鈴木治、VHF 無線電話通信から見た伊勢湾の海上交通状況、日本航海学会論文集、査読有、第 121 号, pp.55-61、2009 年 9 月

瀬田広明・鈴木治・鈴木秀司・天野宏：AIS と ARPA 情報を併用した海上交通観測の手法の開発、日本航海学会論文集、査読有、No. 119, pp.27 33、2008 年 9 月

〔学会発表〕(計 5 件)

鈴木治、竹本孝弘、藤井肇、瀬田広明：航海士から見た AIS と法律、日本船舶海洋工学会講演論文集、第 10 号、pp.281 284、2010 年 6 月

田中友規、鈴木治、瀬田広明、竹本孝弘、藤井肇：高速無線通信を使った船舶間の情報共有の可能性について、電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集、通信 B-2-16、

Osamu suzuki, Seta Hiroaki, Takemoto Takahiro, Katsuhiko Yamasita, Ship to shore data sharing system", Slide, AIS Work Shop at Kobe-u. 2009.12

鈴木治、三好敏夫、堤 啓、安田明生：地上デジタル放送のための船舶における受信環境の調査、電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集、通信 B-1-45、

田中友規・鈴木治・瀬田広明・竹本孝弘・山下勝博：海上交通流調査のためのレーダと AIS データ収集システム、電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集 p.B-1-45、2009 年 3 月

〔図書〕(計 1 件)

鈴木治、船陸間情報通信の変遷とこれから

-よりパーソナルなテレビと携帯電話、そしてインターネットへ-、日本海難防止協会情報誌「海と安全」, No.548,pp.16-19, 2011年2月

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ

<http://www.cargo.toba-cmt.ac.jp/suzuki/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木 治 (SUZUKI OSAMU)

鳥羽商船高等専門学校・准教授

研究者番号：20270275