

地域防災のための D-STAR レピータシステムの構築

岡崎 朋広* 岡野内 悟** 浦上 美佐子*** 吉村 和也* 宮元 章* 堀 義則*

Building of a D-STAR Repeater Station System for Regional Disaster Prevention

Tomohiro OKAZAKI, Satoru OKANOUCI, Misako URAKAMI, Kazuya YOSHIMURA,
Akira MIYAMOTO and Yoshinori HORI

Abstract

The purpose of this work is to build a system of repeater using D-STAR. This system is expected to contribute to backup activity against a regional disaster.

The authors filed an application to open a repeater station to JARL (The Japan Amateur Radio League, Inc.). The attached communication map was drawn on the base of the experimental result.

As a result, JARL has issued the radio station license for repeater system to us. So we set up the repeater devices. The devices were hooked up to the internet with ADSL line at the information education center.

In the future, we will verify operation of this system, and intend to implement a wide range of communication experiments.

Key words: D-STAR, repeater system, JARL

1. はじめに

大島商船高専（以下、本校）の存在する山口県周防大島町は、東南海・南海地震防災対策推進地域として指定されている。また、全国平均に比べ急速に少子高齢化が進んでいる地域でもある。近年、突発的な自然災害が交通の遮断やライフラインの断絶の原因となり、集落の住民が孤立する被災事例が多く発生している。高齢の被災者を安全に避難場所へ誘導するためには、何らかのコミュニケーション手段による情報の把握が必要不可欠である。行政防災無線は一方通信であるため、情報の発信に有効であるが、情報の受信はできない。しかし、デジタルデータの双方向通信が可能であれば、画像などから被災状況を迅速に把握することができる。

1995年の阪神淡路大震災では、あらゆる通信手段が不能に陥ったが、各地でアマチュア無線愛好

家たちによる非常通信が被災情報の伝達や人命救助に貢献したという事実がある¹⁾。世界規模で発生する災害における貢献事例を鑑みても、アマチュア無線は免許の取得や開局申請などが必要であるが、非常時においても大変有効な通信手段であるといえる。近年、アマチュア無線においても、デジタル化とネットワーク化のための規格検討が行われ、その標準方式として D-STAR システムが開発された²⁾。

本校には、防災プロジェクトチーム³⁾の有志で結成した大島商船高専アマチュア無線クラブが存在し、災害時には周防大島町が実施する災害応急対策に協力するため、非常通信体制の確立のための支援を行う訓練を実施している。アマチュア無線クラブでは、2006年度に D-STAR システムに準拠した無線機を利用した移動系地域防災システムの設計を行った。このシステムは自然災害

などに起因する既存の通信回線の遮断時に、D-STAR 無線機とバッテリーによって無線ネットワークを即座に構築し、Web カメラを用いた災害状況の提供や GPS を利用した避難誘導を行うものである。また、2007 年度からアマチュア無線クラブは、周防大島町近隣の D-STAR 無線機が、全国の無線機と交信することが可能となる D-STAR レピータ局の設置申請を行い、レピータ局免許を取得した。現在は、レピータ機器を設置し、試験運用を行うための通信実験を実施する段階となっている。

筆者らは、本校で結成されている全学的横断教育プロジェクトチームの一員であり、特に通信を主眼においた地域支援活動を行っている。アマチュア無線クラブが設計した移動系地域防災システムについても評価依頼を受け、データを解析した結果、周防大島町において有効であることがわかった⁴⁾。本論文では、アマチュア無線クラブによる D-STAR レピータシステムの設置申請、伝搬調査実験結果の解析、アンテナ設置やケーブル配線工事などの技術的サポートの内容について、報告する。

2. D-STAR

2. 1 D-STAR の概要

D-STAR (Digital Smart Technologies for Amateur Radio)はアマチュア無線のデジタル化技術の標準方式であり、システムは「送受信装置」、「レピータ装置」、「アシスト局用無線装置」、「ネットワーク関連機器」で構成される。図 1 にシステムの概要を示す。

D-STAR システムの主な特長を以下に挙げる。

- 1)デジタル音声通信 (4.8kbps) と PC を利用したテキストや画像のデータ通信 (128kbps) が可能
- 2)レピータ局やインターネット網を経由することで、遠距離の局との交信が可能
- 3)デジタル音声による雑音のないクリアな通信が可能
- 4)インターネットへのアクセスが可能

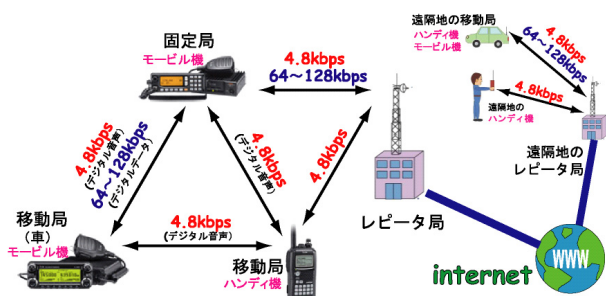


図 1 D-STAR 概要図

2. 2 D-STAR のレピータシステム

レピータシステムとは、ハンディ機などの数ワット程度のトランシーバでも広範囲に交信が可能なシステムである。一般的にレピータはボランティアの管理団体の協力で、山頂や建物の屋上などに設置され、ハンディ機やモービル局の電波を確実にキャッチし、広いエリアにいる交信相手局に中継する。しかし、D-STAR レピータはインターネットを介することで、全国あるいは世界のレピータを中継し交信することができるというメリットがある。アナログレピータは全国に設置されているが、デジタル (D-STAR) レピータは中国地区では 2ヶ所、全国的にみても現在はまだ少数である。D-STAR レピータの周波数はデジタル音声 (DV) の 430MHz 帯と DV+デジタルデータ (DD) の 1200MHz 帯があり、各周波数帯と送信データに対応したレピータ機器が必要となる。

D-STAR レピータシステムの接続構成としては次の 4 つがある。

1)山掛け

通常のアナログレピータと同じ使い方である。

2)インターネット接続の単独レピータ

デジタルレピータの利点を生かし、インターネットで全国に通信が可能となる。本研究のレピータの接続形態である。

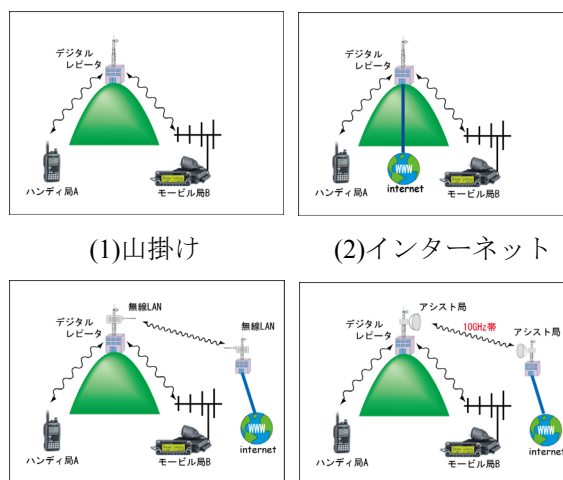
3)無線 LAN によるインターネット接続

レピータの設置場所にインターネット回線がない場合に無線 LAN によって接続する形態である。

4)アシスト局及びインターネットへ接続

無線 LAN よりも遠くのインターネット回線に 10GHz 帯を使用してアシスト局によって接続する形態である。山頂同士を接続する場合にも有効である。

以上の各形態については図 2(1)~(4)に示す。



(3)無線 LAN

(4)アシスト局

図 2 レピータの接続形態

3. レピータ局の開局

3.1 レピータ局の機器構成

レピータ局を構築するためには、ゲートウェイサーバ用の PC (OS : RedHat Linux 9) が 1 台、レピータ機器 (レピータコントローラ、430MHz デジタル音声 DV 用、1200MHz デジタルデータ DD 用)、ルータ、直流電源 (13.8V)、レピータ用アンテナ、ケーブルなどが必要となる。レピータ局の構成機器を図 3 に、レピータ局用に必要な機器の一覧を表 1 に示す。

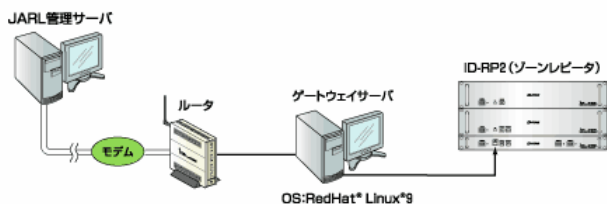


図 3 レピータ局の構成機器

表 1 レピータ局機器一覧

品名	型名	数量
コントローラ	ID-RP2C	1
DV レピータ	ID-RP4000V (430MHz 帯)	1
DD レピータ	ID-RP2D (1200MHz 帯)	1
ゲートウェイ	タワー型 PC	1
ルータ	AP-50RW	1
アンテナ	X6000 (430/1200MHz 共用)	1
ケーブル	5D-SFA(33m)	1
電源	GZV4000	1

3.2 レピータ局の申請手続き

レピータ局を開局するためには、JARL (社団法人 日本アマチュア無線連盟) に書類を提出し、審議・検討された後、免許を発行してもらい機器を設置した後、稼動開始となる。開局までの手続きの流れを図 4 に示す。

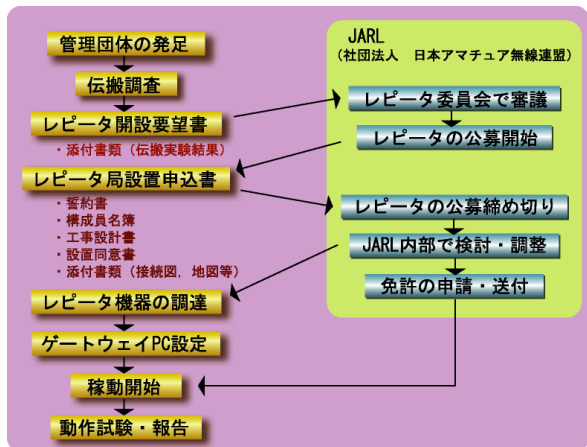


図 4 レピータ設置手順の流れ

3.2.1 開設要望書

JARL に開設要望書を提出するために、レピータを維持管理する管理団体の必要である。その構成員は、以下の要件を満たす必要がある。その結果、管理団体の代表者はアマチュア無線部顧問が担当することとなった。

- 1) 構成員は 5 名以上
- 2) 全員が JARL 会員であること
- 3) 代表者は JARL 正員歴が 2 年以上、満 25 歳以上
- 4) 無線従事者の資格は問わない

また、要望書には添付書類として、設置予定場所からの伝搬調査結果が必要である。これは JARL がレピータ同士の混信を避け、周波数選定の調査資料として利用するためである。実際のレピータ稼動状況に近い状態で調査するため、430MHz 帯のモバイル機 IC-2820G (10W 出力) で GPS による位置確認によって調査をおこなった。その調査結果を図 5 に示す。各地点における通信の可否は、その断面図から障害物による遮蔽の有無が大きな要因であることが再確認された (図 6)。このことは、2006 年度の通信実験においても、地理的な要因が通信状況に影響を与えることを確認している。

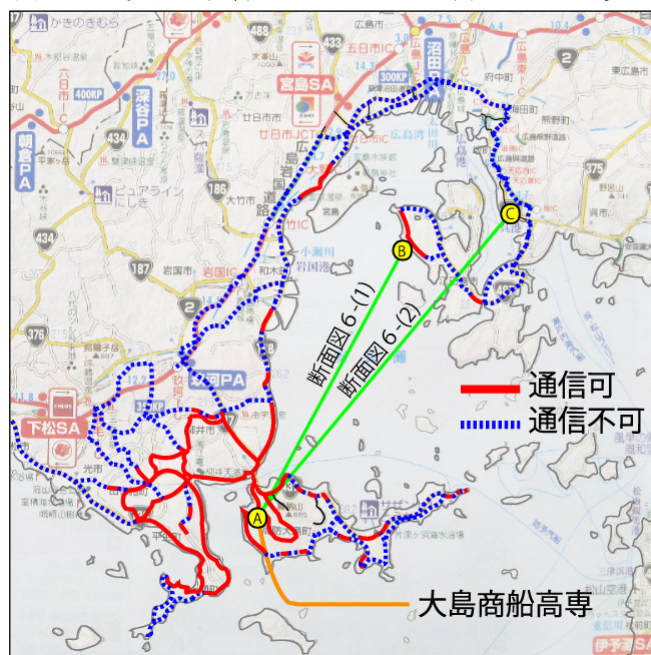
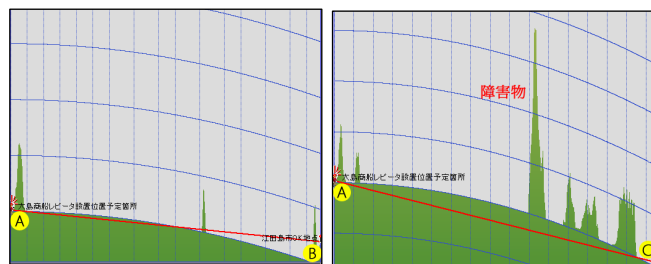


図 5 伝搬調査の結果



(1) 通信可 (図 5 A-B 内) (2) 通信不可 (図 5 A-C 内)

図 6 通信地点までの断面図

3. 2. 2 局設置申込書の提出と免許

開設要望書に基づいて JARL レピータ委員会で審議され了承されると、レピータの設置が公募されるので、レピータの設置申込みを行う。誓約書、構成員名簿、工事設計書、設置同意書（レピータの設置場所の権利者の捺印が必要）、添付書類としてネットワークシステム構成図、空中線構成図を作成し提出した。

レピータの公募が締め切られ、JARL にて開設の承認と免許が通知され、レピータ局コールサインは **JP4YDW** と決定した。表 2 にレピータ局の周波数帯、表 3 にローカル IP 等を示す。

表 2 レピータ局電波の周波数帯

周波数帯	モード	周波数	電力
430MHz	DV	入力周波数：434.45MHz 出力周波数：439.45MHz	10W
1200MHz	DV	_____	
	DD	周波数：1270.375MHz	

表 3 貸与されたローカル IP

項目		IP
ローカル IP	GW ルータ	10.0.0.79
	GW	10.0.0.80

3. 3 機器の設置と工事

レピータ機器の設置場所は、本校情報教育センター内のサーバ室を借り、図書館屋上に設置したアンテナからケーブルをサーバ室に引き込み、壁に沿って床下へ配線した。

3. 3. 1 レピータ機器

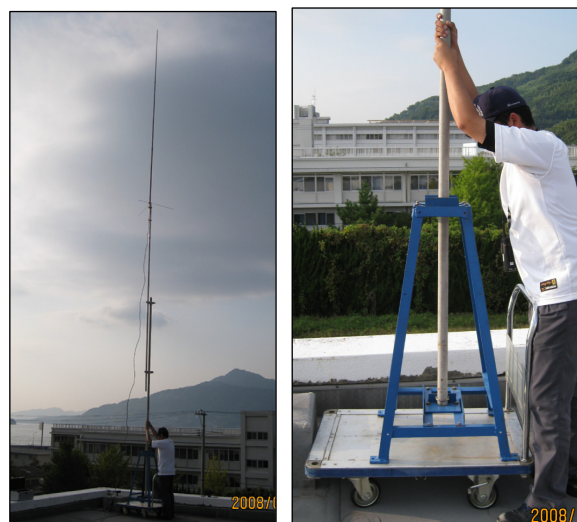
サーバーラック内に複数設置されている各サーバ用モニタを、8 台集中管理する機器によって制御し、撤去したスペースを利用してレピータ機器をサーバーラック内に収めることができた。サーバーラックに設置したレピータ機器を図 7 に示す。



図 7 設置したレピータ機器

3. 3. 2 アンテナの設置

アンテナは設置する高さによって大きく利得が変化する。また、電波が障害物によって遮蔽されない場所に設置する必要がある。全長 5m のアンテナの性能が最大に発揮されるよう検討を行った結果、レピータ機器に近い情報教育センター屋上よりも、さらに高い図書館屋上をアンテナの設置場所として選定した。ところが、図書館屋上には既設の TV 用アンテナが存在するため、実際にアンテナを立てて電波発射実験を行なう必要があった。実験ではアンテナは台車に乗せて移動させ、レピータと同等の 430MHz 帯で 10W の電波を試験発射した。図書館ロビーの TV 画像にて設置予定場所が TV 画像に影響を与えないエリアであることを確認した。試験電波発射実験の様子を図 8 に示す。



(1)アンテナとマスト (2)台車による移動
図 8 アンテナの設置のための電波発射実験

3. 3. 3 ケーブルの配線

図書館屋上のアンテナで受信した信号をレピータ機器に入力するために、5D-SFA 規格の同軸ケーブルの配線工事を行った。ケーブルは、図書館建物の壁面にケーブル保護用のビニールパイプを通して固定し、情報教育センターの天井部分に設けられている通気孔から天井裏を通り、LAN 管理室の壁面では A 型のメタルモールで覆い、床下を這わせた。配線に要したケーブルの総延長は 35m であった。

3. 4 動作試験と報告

レピータ局を開局し運用するためには、動作試験を実施し、1)告知、2)試験電波発射報告、3)レピータ装置実測データの 3 つの書類の提出が必要となる。本稿執筆時は、レピータ機器の設置とアン

テナ工事が終了したところであるので、今後実施を予定している動作試験について述べる。

試験内容は、a)レピータ単体としての山掛け機能の検証、b)ネットワーク機能による遠隔地のレピータ接続による通信の検証である。なお、本校レピータ局は、校内 LAN ではなく ADSL に接続することとした。a)は本校レピータ局の近辺で周波数 (DV : 434.45MHz、DD : 1270.375MHz) にて音声通信とデジタルデータ通信が可能であることを確認する。b)は中国地区の既設レピータ局である icom 広島営業所 (広島県広島市西区井口、コールサイン : JP4YDU) を介して通信可能であることを確認する。特に DD ではネットワークカメラの画像伝送やインターネット接続によるデジタルデータの送受信を確認する。レピータを介した通信のためには、一方が大島商船レピータ局近辺、もう一方が広島レピータ局近辺で通信する必要がある。図 9 に示すように、本校と広島レピータ局との距離は約 52km あるが、通信可能であることが検証できれば、インターネットを通じて全国のレピータ局を介した通信が可能であることになる。



図 9 レピータ通信実験

4 レピータ局の運用

4. 1 通信ハザードマップの作成

本校のアマチュア無線クラブでは、2006 年度に大島主要山頂 4カ所 (飯の山、文殊山、嵩山、嘉納山) を中継局と位置付け、9 か所の各避難所との D-STAR 無線機単体同士の通信実験を行った。その通信実験データについて、アマチュア無線クラブより解析依頼を受け、簡易的な通信状況マップを作成した。レピータシステムにおいても、ア

マチュア無線クラブによるレピータを介した通信実験結果を解析することで、より広範囲な通信状況を把握することができると考えられる。これらの結果は GIS ソフトを用いて地図データと連動させ、通信ハザードマップを作成することができる。作成したマップを自治体や消防などに公開することで、初歩的な安否情報の確保が迅速になれば、より機動的な救助が可能になると考えられる。図 10 に作成した簡易マップを示す。

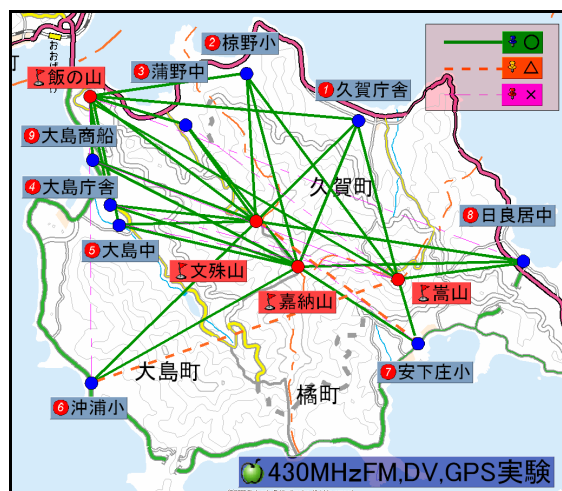


図 10 通信状況簡易マップ

4. 2 非常通信訓練

D-STAR 無線機やレピータ機器は、設置しているだけで、災害時の非常通信に万全に活用できるものではなく、やはり日頃からの防災意識と通信訓練が必要である。そのためには、全国的にアマチュア無線家によって実施されている非常通信訓練を参考に必要がある。そこで、8月31日に阿武町にて実施された 2008 年山口県総合防災訓練に参加し、日本アマチュア無線連盟 (JARL) 山口県支部と日本赤十字アマチュア無線奉仕団の非常通信を見学した。無線の周波数は JARL が 430MHz、日赤が 7MHz であり、どちらもアナログ音声による通信であった。JARL ブースでは SSTV による画像伝送の実演をしていたが、一枚の画像 (約 600kb) の表示に数分の時間がかかっ



(1)JARL ブース (2)日赤ブース

図 11 山口県総合防災訓練での非常通信

ていた。D-STAR 無線機を用いた非常通信訓練を実施することで、実際のところ伝送速度がどこまで実用的なのか検証する必要もある。また、非常通信訓練の実施の最大の目的は、アマチュア無線家による非常通信という手段があるということを知ってもらう絶好の機会だということである。図 11 に総合防災訓練での非常通信の様子を示す。

5 おわりに

学生を含めた若者のアマチュア無線への関心や興味は、かつて一世を風靡していた頃の一昔前に比べると格段に低下しており、携帯電話や携帯ゲームにとって代わられてきている。しかし、コミュニケーションの必要性は不変であり、ただその手段としての道具が最新の通信機器となっただけで、無線通信の原理や方式の基礎的な技術は大きく変化したわけではない。また、アマチュア無線を取り巻く環境も大きく変化してきており、JARL による D-STAR プロジェクトによって新たな規格が整備され、デジタル化やネットワーク化に対応するなど進歩してきている。

本校は地域協力の一つとして、アマチュア無線クラブによる D-STAR 無線機を用いたデジタル通信の実験や訓練について、技術サポートを行っている。学生達もそのボランティア活動に組み入れることで、アマチュア無線への関心や興味を抱き、最終目標としての無線免許を取得する過程において、必然的に無線技術の基礎を習得することが期待できるのではないだろうか。

今後も積極的に全国各地で実施される防災訓練における非常通信訓練のノウハウを学び、技術サポートに反映できるよう、努力していきたいと考えている。

謝辞

レピータ局の申請書類の書き方から技術相談まで全般にわたり丁寧に指導していただいた社団法人 日本アマチュア無線連盟 技術研究所業務課 内山隆志氏に深く感謝いたします。

本研究の一部は、平成 19 年度文部科学省科学研究費補助金（奨励研究、課題番号 19918010）および、平成 20 年度中期計画経費を得て行われたことを付記し、感謝の意を表します。

参考文献

- [1] アマチュア無線運用と HAM ボランティアの活動：阪神・淡路大震災：実状記録と反省そして更なる無線運用の構築に向けて、
<http://www.lib.kove-u.ac.jp/directory/eeq/book/14-145/index.html>
- [2] Jarl Web D-STAR について、
http://jarl.ror.jp/Japanese/7_Technical/d-star/d-star-ip.htm
- [3] 幸田三広ほか：本校における危機管理教育—防災プロジェクトチームの取り組み—、大島商船高等専門学校紀要、Vol.38、2005.
- [4] 岡崎朋広、浦上美佐子、吉村和也、堀義則：D-STAR による無線デジタル通信を利用した地域防災システムの設計と評価、論文集高専教育、第 31 号、2008.