

新型連絡用無線システムの開発

Development of Radio Dispatch System

有坂 健 祐 川尻 敏 久 廣 澤 修 司
Kensuke Arisaka Toshihisa Kawajiri Shuji Hirose
高木 延 寿 阿 川 俊 之
Nobutoshi Takaki Toshiyuki Agawa

要 旨

近年、デジタル無線技術の進展と新電波法への対応のため、デジタル方式の無線装置の整備が進んでいる。これに合わせて、無線システムについても再構築をおこなう事例が増えており、当社は市場ニーズに応えるためさまざまな無線システムの開発を進めている。今回、放送事業者向けにARIB STD-B54仕様に準拠した新型連絡用無線システムを開発した。本システムを構成する装置機能を紹介するとともに、本システムで使用しているIPマルチキャスト技術による分散制御方式と従来型の集中制御方式とを比較しその優位性について報告する。本システムはコスト面だけでなく、拡張性、耐障害性、システム可用性など多くの有用性を保有する。

Abstract

In recent years, digital-type radio systems are prepared to respond to advances in digital radio technology and a revision of radio law. With the changes of it, it has been reported there are a lot of radio system rebuilding cases. JRC is trying to develop several radio systems to correspond to the needs from market. This time, for use in the broadcast media JRC has developed a new radio system for business communication which meets to ARIB STD-B54 specifications. In this report, we will introduce its functionalities and report the superiority of the system by comparing distributed control system with multicast technology with traditional central control system. JRC is certain that our system is superior in terms of not only cost but also scalability, fault tolerance and availability.

1. まえがき

近年、デジタル無線技術の進展と新電波法への対応のため、デジタル方式の無線装置の整備が進んでいるが、無線システムについても再構築をおこなう事例が増えている。このデジタル無線技術の進展に伴い無線装置の機能も向上し、無線システムにおいてもIPネットワーク化、高性能化、及び、さまざまな運用・管理に対応した高い拡張性と柔軟性が要求されている。このような背景から、放送事業者では報道などの中継現場、中継車及び中継ヘリコプタとセンタ間の連絡用無線網の構築を目的としたARIB STD-B54仕様に準拠の連絡用無線装置及び連絡用無線システムの更新が進んでいる。

当社においても、ARIB STD-B54仕様に準拠した連絡用無線システムを開発し、納入した実績がある。本稿では、放送事業者向けに開発の連絡用無線システムについて報告する。

2. システム構成

図1に、本システムの概略構成を示す。通信所設備、基地局設備、移動局設備、及び、局間を接続する回線設備でシステムを構成する。

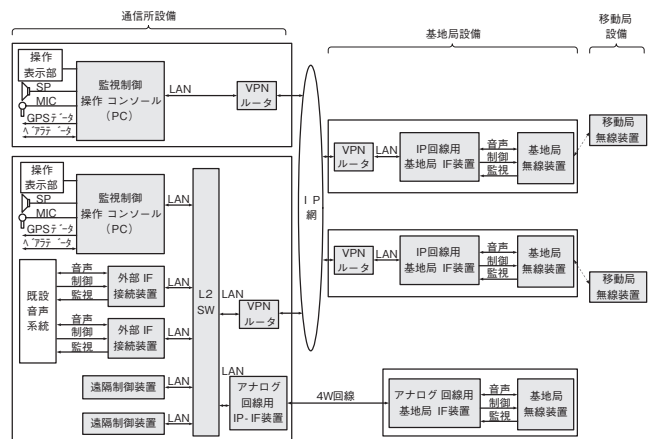


図1 システム概略構成図

Fig.1 Schematic Configuration Diagram of System

2.1 通信所設備

基地局と通信する通信所の構成機器を以下に示す。

(1) 監視制御操作コンソール

FAパソコンやノートPC、タブレットPCなどで構成され、各基地局の監視制御及び通信操作を行う。

パソコンのハードウェア及びOS仕様は、システムの運

用条件などにより選択する。

図2はFAパソコンによる構成例である。



図2 監視制御操作コンソール

Fig.2 Monitoring Control Operations Console

(2) 遠隔制御装置

ハードウェアで構成され、各基地局と通信操作を行う。操作性は既存装置との親和性が高く、システム移行の際に、スムーズに運用を継続することが可能である。(図3参照)



図3 遠隔制御装置

Fig.3 Remote-Control Devices

(3) 外部IF接続装置

既設インカム装置などと接続する外部インタフェース装置である。既設装置の資産を生かしながら、システムに組み込むことが可能である。

(4) VPNルータ・L2SW

汎用のネットワーク装置であり、連絡用無線システムの運用仕様にあわせて導入する。本システムのネットワークを構築するための基本構成として、VPNルータは、各通信所及び基地局間をIP回線で接続するために使用し、L2SWは、各装置をネットワークに接続するために使用する。

(5) アナログ回線用IP-IF装置

基地局までのアプローチ回線がアナログ4Wの場合、4W回線とシステムを接続するためのIP変換装置である。

2.2 基地局設備

(1) VPNルータ

各通信所と基地局をIP回線で接続するVPNルータである。

(2) IP回線用基地局IF装置

基地局無線装置とIPネットワークを接続する装置である。無線装置の仕様に合わせた装置ラインナップを用意している。図4では音声とデータ通信に対応したIF装置の外観を例示する。



図4 IP回線用基地局IF装置

Fig.4 Equipment for Interface of Base Station in IP Line

(3) アナログ回線用基地局IF装置

通信所までのアプローチ回線がアナログ4Wの場合、4W回線と基地局無線装置を接続する装置である。通信所設備のアナログ回線用IP-IF装置と対向接続して構成する。

(4) 基地局無線装置

本システムでは主にARIB STD-B54仕様に準拠した基地局無線装置である。なお、IF装置の機能により他社製の無線装置やアナログ無線装置などの既設無線装置をシステムに統合することも可能となる。図5に外観を示し、表1に概略仕様を示す。

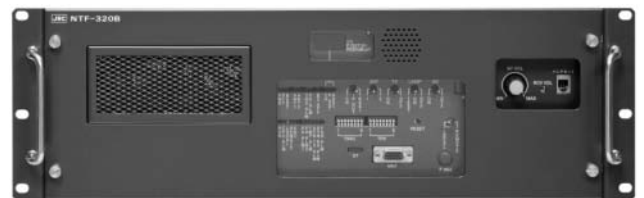


図5 基地局無線装置

Fig.5 Base Station Radio Equipment

表1 基地局無線装置概略仕様

Table 1 Outline Specifications of Base Station Radio Equipment

通信方式	2周波半複信
アクセス方式	SCPC
変調方式	4FSK方式
送信出力	50W以下
送受信周波数	160MHz帯
通信仕様	ARIB STD-B54準拠

2.3 移動局設備

移動局設備は、携帯型無線機、車載型無線機の2種類をラインナップし、ARIB STD-B54仕様に準拠した通信又は、FM無線方式による通信が可能である。表2に携帯型無線装置概略仕様、表3に車載型無線装置概略仕様を示す。

表2 携帯型無線装置概略仕様

Table 2 Outline Specifications of Portable Radio Equipment

通信方式	2周波単信又は、1周波単信
アクセス方式	SCPC
変調方式	4FSK方式又は、FM方式
送信出力	5W/1W
送受信周波数	160MHz帯
防水防塵性能	IP67
通信仕様	ARIB STD B54準拠
外形寸法	56(W)×97.5(H)×30.7(D)mm
質量	約255g

表3 車載型無線装置概略仕様

Table 3 Outline Specifications of In-vehicle Radio Equipment

通信方式	2周波単信又は、1周波単信
アクセス方式	SCPC
変調方式	4FSK方式又は、FM方式
送信出力	50W/25W/10W
送受信周波数	160MHz帯
通信仕様	ARIB STD B54準拠
外形寸法	175(W)×145.5(H)×45(D)mm
質量	約1.5kg

2.4 局間を接続する回線設備

局間を接続する回線設備として、主に自営IPネットワーク又はキャリアがサービスするVPNを利用する。以下にIPネットワークの要件や装置の収容数を示す。

(1) IPネットワーク要件

推奨IPネットワークは、帯域100kbps/1ch、ジッタ40ms以下であり、非マルチキャストネットワークへ対応が可能である。基地局アプローチ回線がIP化できない場合でも、アナログ回線用IP-IF装置とアナログ回線用基地局IF装置により、4W回線を使用してシステムを構築することが可能である。

(2) 収容無線基地局数

無線基地局は150局以上収容可能である。収容数にあわせて、監視制御操作コンソールのHDD容量、CPU能力などの仕様を選択する。

(3) 収容操作端末数

監視制御操作コンソールや遠隔制御装置など操作端末は理論的にIPアドレス空間の割当限界まで許容できるが、ネットワーク帯域などネットワーク仕様に依存し、150端末以上の収容が可能である。

3. システムの基本機能

(1) 音声通信機能

IPネットワークにてG.711符号化音声データをRTPにより伝送する。プレス信号及び受信表示信号は音声通信と同期しているため、IP伝送において頭切れや尻切れは発生しない。また、不要な音声データの送出手を抑制し、回線帯域を効率的に使用する。

監視制御操作コンソールや遠隔制御装置が同一の基地局無線装置を選択している場合、移動局からの音声の受信と他装置からの音声送信を監視制御操作コンソールや遠隔制御装置で会話として聞くことができる。

(2) グループ通信機能、個別通話機能

監視制御操作コンソールや遠隔制御装置から移動局に対する一斉通信に加え、本システムから任意に設定されたグループ番号、個別番号の移動局に対してグループ、個別通信が可能である。

(3) GPSデータ通信機能

移動局より送信されたGPS位置情報を基地局装置で受信し、本システムへ伝送することが可能である。また、外部システムへGPS位置情報を提供するIFを備える。移動局の位置を地図上に表示する位置情報表示端末をラインアップとして用意している。図6は位置情報表示端末の画面例である。

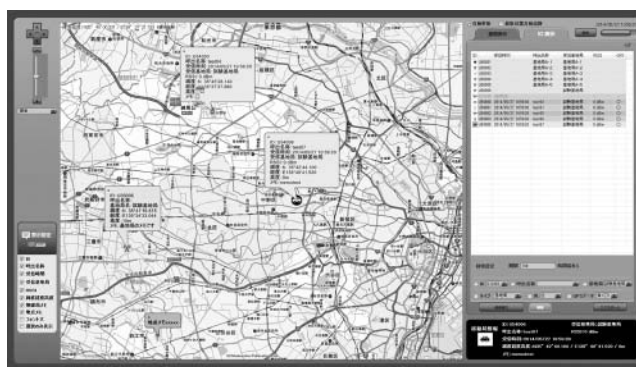


図6 位置情報表示端末画面

Fig.6 Example Screen of Position Information Display Terminal

(4) ベアラ通信機能

無線装置はユーザデータを透過的に伝送するベアラ通信機能を有し、基地局を介して、移動局とシステム間のデータ伝送を可能とする。また、外部システムへベアラ通信を提供するシリアルインタフェースを備える。

(5) メッセージ機能

監視制御操作コンソールと移動局間でメッセージ通信をサポートする。

(6) リピータ機能

山影など移動局間で直接無線通信ができない場合、基地局の無線折り返し(リピータ)機能により、移動局間の通信が可能である。

(7) 基地局自動選択機能

受話状態を総合評価して基地局を自動で選択することができる。また、送話もその選択された基地局から送信する。送信基地局の選択を基地局のリピータ動作と連動することも可能である。

(8) 監視制御機能

監視制御操作コンソールにて、基地局の監視制御が可能。基地局との通信異常を検出すると監視制御操作コンソール画面に警告表示を行い、アラーム音が鳴動する。なお、基地局とのアプローチ回線に異常が発生し、遠隔制御が不可となっても、基地局は送信を自動で停止するため送信状態のまま制御不能になることはない。

4. システムの通信・制御方式

4.1 通信方式

本システムは、IPマルチキャスト技術を使用した分散制御システム方式を採用し、監視制御操作コンソールとIP回線用基地局IP装置、VPNルータによるシンプルな機器構成によりシステムを構築できる。

以下に基本的な通信方式を示す。

(1) 音声通信

音声通信は、送受信操作により起動するセッションプロトコルで制御され、IPマルチキャスト配信される。各基地局、監視制御操作コンソールや遠隔制御装置など各操作端末は、マルチキャストプロトコルにより音声通信を受信し、音声出力などの処理を行う。

(2) 監視通信

IPマルチキャストで配信される監視情報を監視制御操作コンソールや遠隔制御装置など各操作端末がそれぞれで必要とする情報を受信し処理する。

(3) 制御通信

監視制御操作コンソールや遠隔制御装置など各操作端末が必要な制御操作を行う。各装置の状態は、監視通信でフィードバックされる。

また、音声通信と監視通信及び制御通信は共通のネットワーク上でUDPにより通信をしている。これはそれぞれの通信量が少ないこともあり、システム内の各装置で各通信と高い同期性を保つことができる。

4.2 制御方式

このようにIPマルチキャスト技術によりIPネットワーク全体で通信を制御し、監視制御操作コンソールや遠隔制御装置など各操作端末がネットワークから必要な情報を受信するというシンプルな通信方式でシステム機能を実現してい

る。この通信方式は、本システムにおいて非常に大きな特長を生み出している。それは、従来、中央制御装置(交換機/サーバ)で機能していたセッション制御をIPプロトコルの機能としてレイヤシフトする事で、中央制御機能を不要なものとしたことである。

本制御方式のシステムは、以下の有用性を保有する。

(1) 拡張性

通信を集中管理する中央制御装置(交換機/サーバ)が存在しないことにより、操作端末や基地局の接続数に物理的な制約がなくなるという高いシステム収容能力を有している。

(2) システム可用性

本制御方式はシステムの可用性の向上にも寄与しており、冗長化が必須であった中央制御装置の2重化などは不要となり、端末の一部が故障してもシステム全体には影響を与えない。ネットワークの冗長構成がされていれば、ネットワーク障害の影響を最小限に抑え、運用に支障をきたすことはない。

(3) 耐障害性

装置の耐障害性を向上する場合、汎用の機器で構成することが可能である。例えば、監視制御操作コンソールでは、FAPCや冗長構成仕様のPCを採用すればよい。また、ネットワークを冗長構成するのであれば、客先システムに合わせてネットワークを設計すればよい。

中央制御機能がないこの分散制御方式のシステムは、単にコストメリットを得るだけでなく、拡張性、耐障害性、システム可用性など多くの有用性を保有していることを意味している。図7に中央制御方式と分散制御方式との比較を示す。

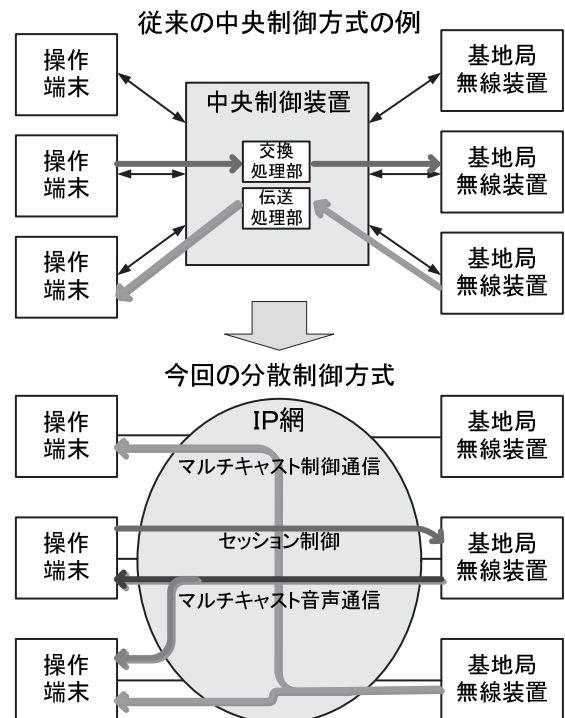


図7 中央制御方式と分散制御方式の比較
Fig.7 Comparison between the Central Control System and the Distributed Control System

5. 集中管理機能

本システムは集中管理機能も保有し、分散システムの機能を補完する。1つの監視制御操作コンソールを集中管理コンソールとして設定することで、全監視制御操作コンソールへ設定を分配する集中管理機能を実装している。本機能により各監視制御操作コンソール、無線機の通話許可権限、優先権などを一括管理することが可能である。また、将来の機能拡張のため、ソフトウェア自動更新機能を実装し、集中管理コンソールから各監視制御操作コンソールのソフトウェアを自動更新できる。

保守管理機能については、全監視制御操作コンソールが基地局設備などのシステム監視機能を有することができる。

また、各端末がNTPにより上位装置と時刻同期をおこなうことにより、システム全体で正確な時間情報を保持することも可能である。

6. ソフトウェア構造

監視制御操作コンソールは、簡易な操作と直感的なGUIにより送信基地局の選択、受信基地局の識別、基地局間中継、通話録音、多数の送受信音声の合成分配など高度な制御を実現する。また、無線チャンネル変更などの無線機制御、無線装置の障害監視など多彩な管理機能により業務の効率化を実現する。これらの機能は顧客運用に合わせたカスタマイズも可能である。図8にコンソール画面例を示す。

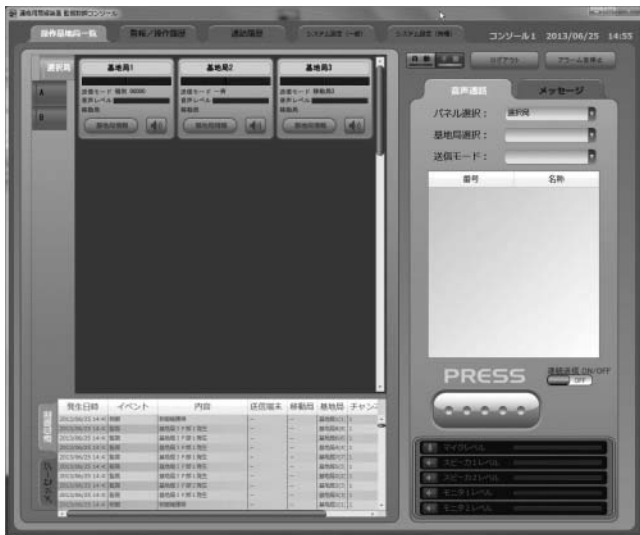


図8 コンソール画面例

Fig.8 Example Screen of Console

本システムは前項で説明した分散制御のシステムであるため、既設サブシステムとの接続やシステム拡張として高機能な無線装置を追加する場合でも、サブシステム用のゲートウェイ及び端末の追加やプロトコルスタックを追加したソフトウェアの更新のみでシステムを拡張することが可能である。図9にシステム拡張の方法例を示す。

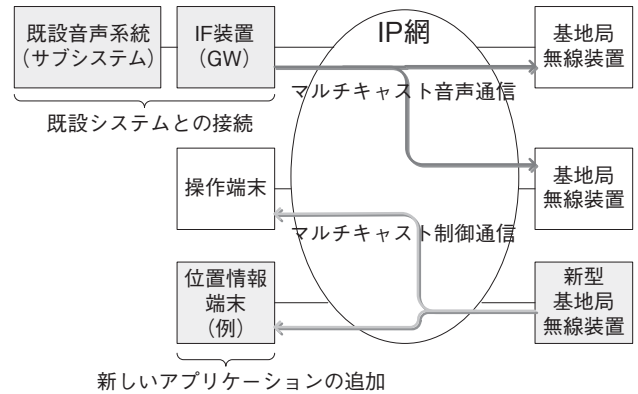


図9 システム拡張の方法

Fig.9 Method of System Expansion

7. IPネットワークの構築

一般的に無線システムをIPネットワークに統合することは、柔軟で拡張性のある無線システムの構築を可能とすることである。例えば、広域VPN、無線IPネットワーク、マルチキャスト非対応ネットワークなど多様なネットワークとセキュアに接続することで、その高い拡張性により大規模システムから緊急危機管理システムまで幅広く対応することが可能となる。

基地局へのアクセス回線や通信所間を接続する回線として、電気通信事業者が提供するIP接続サービスを使用する例が多い。本システムでは外部ネットワークと接続するためにVPNルータを導入している。VPNトンネル方式により接続することで、システム側のIPネットワークを隠し、外部IPネットワークからのアクセスに対してセキュリティを高めることになる。また、システムのIPアドレス体系を外部ネットワークや既設ネットワークと分離して独立させることで、システムのIP設計を容易にする効果もある。

IPネットワークでシステムを構築することは、通信所設備、基地局設備を広域に配置することも可能としている。例えば、通信所が大規模災害で被災した場合や停電などでシステム停止しても、本分散制御方式により他通信所から基地局を運用することが可能となる。また、操作端末を増設することが容易なため、緊急時の運用も可能となる。

8. あとがき

ARIB STD-B54仕様に準拠した連絡用無線システムの機能と技術について概説し、特に本システムと従来型の集中制御方式と比較し、その優位性について報告をした。本システムは顧客に対しさまざまな運用・管理に対応した高い拡張性と柔軟性に富む、高機能な無線システムを提供できると考えている。

本システムで実現している設計概念は、本稿で報告した無線システムのみならず、他の制御監視系システムにも応用できる可能性がある。災害対策用の通信システムとして、本システムが持つ耐障害性と可用性、そして、シンプルな構成による柔軟でかつ広域的な運用ができることは非常に大きな有用性をもたらすと考えている。

用語一覧

FA: Factory Automation
NTP: Network Time Protocol
VPN: Virtual Private Network
GPS: Global Positioning System
UDP: User Datagram Protocol
RTP: Real-time Transport Protocol
ARIB: Association of Radio Industries and Businesses
IF: Interface
L2SW: Layer 2 Switch
SCPC: Single Channel Per Carrier
4FSK: 4-Level Frequency Shift Keying
FM: Frequency Modulation
G.711: ITU-Tにより標準化された音声符号化規格
GUI: Graphical User Interface
4W: 4WireLine
ベアラ通信: ユーザデータをそのまま伝送する通信