

〈デジタル移動通信システム〉

5 無線基地局系装置

従来のアナログ方式に比べて大幅に小型化，経済化を図ったデジタル移動通信システム用基地局系装置を開発した。本稿では，基地局系装置全体の構成および信号の流れについて述べたうえで，各装置の機能概要および特徴的な技術を紹介する。

齊藤 茂樹・恵比根 佳雄・田守 俊宏・北川 真清・新宅 正芳

まえがき

当社の自動車・携帯電話サービスはアナログ方式により全国の主要都市および幹線道路をサービスエリアとしているが，デジタル方式においてもそれと同等以上

のサービスエリアを確保する必要がある。そのためには，基地局系装置の大容量化，小型化，経済化を実現し，きめ細かく基地局を設置していかなければならない。本基地局系装置は，3-chTDMA方式の採用，多周波共通増幅の実現，制御装置の集約化などにより，基地局装置の規

模はアナログ方式の約1/5に，またチャンネル当りのコストも約1/2に低減できた。本稿では，基地局系装置の構成および各装置の機能概要，主要諸元などについて述べる。

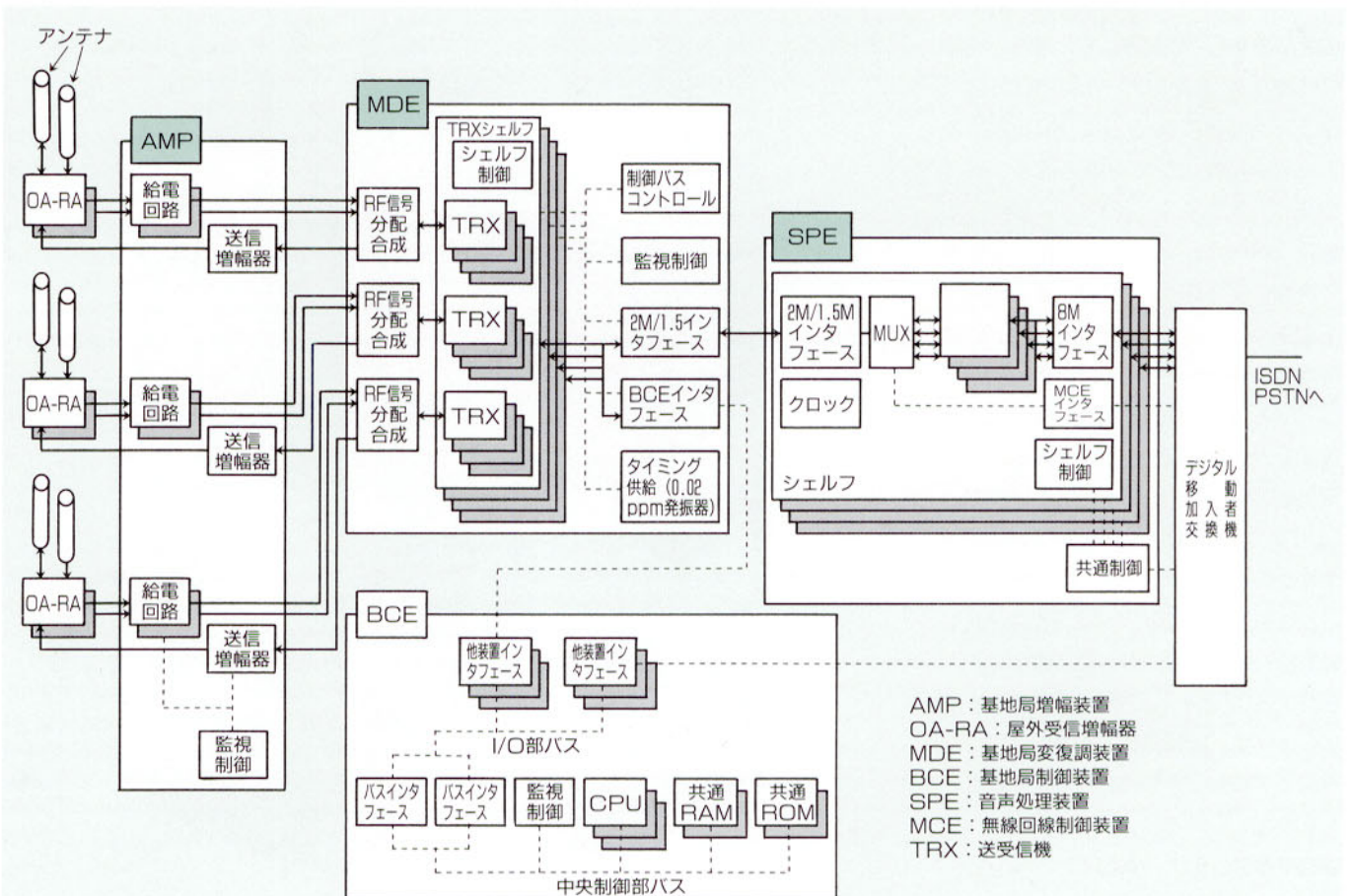


図1 基地局系装置の全体構成

基地局系装置構成

■全体構成

図1に、デジタル移動通信システムの基地局系装置の構成を示す。

基地局系装置は、基地局増幅装置 (AMP)、基地局変復調装置 (MDE)、音声処理装置 (SPE)、基地局制御装置 (BCE) の4装置と基地局アンテナ (ANT) からなる。

本基地局系装置は、3セクタ構成を基本としている。2ブランチダイバーシチ受信を採用しているため、ANTは合計6本必要となる。AMPは、局内の装置には送信増幅器のみを設置し、受信増幅器はANTの直下に設置する。AMPとRFケーブルで接続されたMDEでは、RF信号とベースバンド信号の変換を行う。ベースバンド信号のうち音声信号は、SPEと伝送路を介して接続される。また、発着呼時や位置登録時などの制御信号は、BCEと接続される。さらに、MDE内の各カードの監視の信号も制御信号としてBCEや監視装置へ伝送する。一般的な基地局 (BS) では、AMPとMDEを1架ずつ設置する。SPEでは、MDEからの情報圧縮された音声信号と固定網用のPCM信号との変換を行う。したがって、SPEは、加入者系移動通信制御局 (MCC) に設置した方が伝送路内での音声信号の多重化数が多くなり経済的である。また、BCEも、アナログ方式と同様にBSに設置することも可能であるが、1BCEで複数の基地局装置を制御できることから、MCCに集約して設置する方が経済的である。BCEをSPEとともにMCCに設置することによって、BSとMCC間の伝送路に音声信号と制御信号を同時に設定することを可能としている。

■送受信アンテナ (ANT)

本アンテナは800MHz帯アナログ方式とデジタル方式および1,500MHz帯デジ

タル方式に使用できる基地局2周波共用アンテナである。複数システムの共用ができるため、基地局アンテナの設置本数を実質的に低減でき、また、一般ビル屋上に容易に設置できるように、従来の基地局アンテナに比べアンテナをできる限り細くし (水平面内指向性120°ビームで直径160φ)、風圧荷重を低減している。写真1に基地局アンテナの外観図を示す。800MHz帯と1,500MHz帯それぞれの給電端子を有し、アンテナは6本の同軸線路により給電されている。

また、アンテナの開口長は5.4m (利得17dBi:800MHz帯において) のものと、一般ビルでアンテナ設置性が悪い場合に適用する2.7m (利得14dBi:800MHz帯において) のものの2種類がある。さらに、アンテナ設置特性を改善するため、2つの120°ビームアンテナを1つの約200

φレドーム内に収容したものもある。

本アンテナのもう1つの特徴として、垂直面内の主ビームを800MHz帯と1,500MHz帯個別にビームチルティングできることにある。給電部内の位相器を取り替えることにより、ビームチルティング角を0°~5°または3°~11°の範囲で変更できる。

■基地局増幅装置 (AMP)

本装置は、基地局RF信号のすべてのキャリアをセクタごとに送受信系共に一括して増幅する、いわゆる共通増幅を行う装置である。本装置は室内に設置される屋内増幅器とアンテナ近傍に設置される屋外受信増幅器に分けられる。

表1に本装置の主要諸元を示す。

本装置の特徴を以下に示す。

(1) 屋内増幅器

① 送信増幅ユニット構成

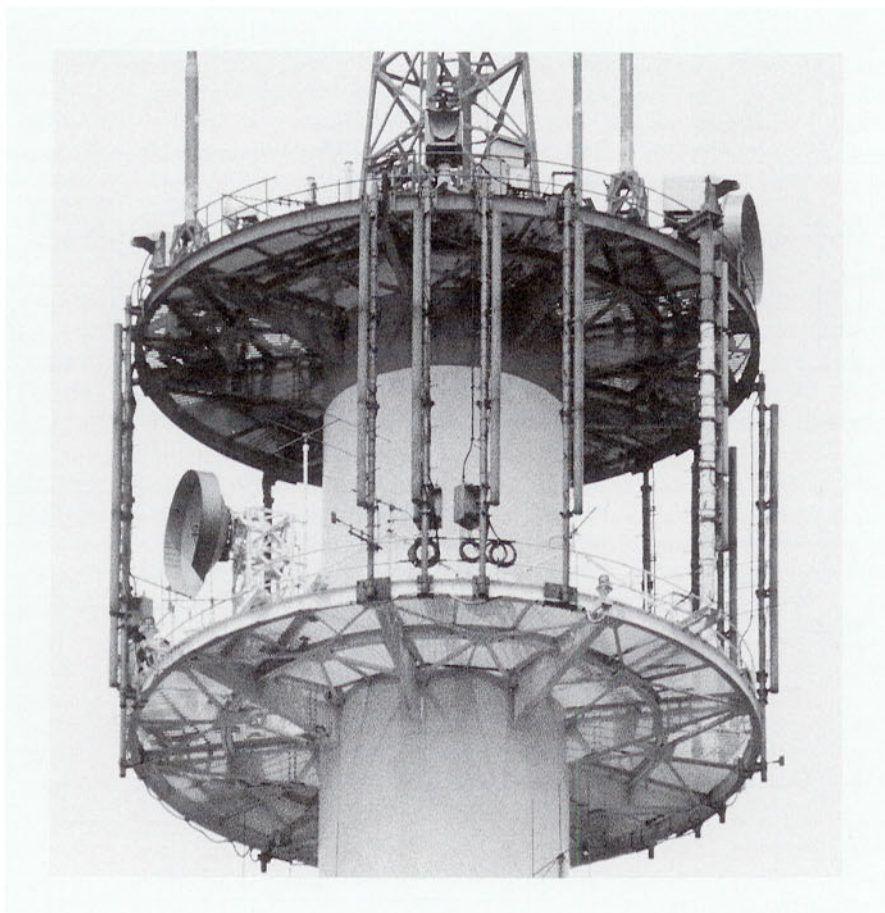


写真1 送受信アンテナ

表1 基地局増幅装置 (AMP) の主要諸元

送信増幅器	セクタ数	3
	最大送信容量	32W/セクタ
	利得	40dB
屋外受信増幅器	利得	40dB
	NF	3dB以下

送信増幅器は複数のユニットで構成されており、最大12枚実装可能である。3セクタ構成の場合、基地局規模（最大キャリア数および出力）に応じて、セクタ当りの送信増幅ユニットの実装数を2枚（最大48W）または4枚（最大96W）として使用できる。送信増幅ユニットの最低実装数をセクタ当り2枚とすることにより、ユニット故障時の全断を防止している。

共通増幅器を構成する場合、FMのような定振幅変調波の場合とは異なり、QPSKのような線形変調波に対して、いかに共通増幅する際に発生する歪を低減するかが鍵となる。本送信増幅ユニットでは、当社で開発した自己調整フィードフォワード (SAFF) 技術¹⁾を使用し、極めて小形な装置で“相互変調歪・スプリアス減衰量規格：キャリアに対して60dB以上”を達成している。共通増幅器の実現により、たとえば、3セクタ270chを収容するBSの場合、従来のBSでは6架必要であったアンテナ共用装置が不要となり、BS設備規模の大幅な縮小が可能となった。

② 屋外受信増幅器電源供給および監視

屋外受信増幅器への電源は受信系の給電線を介して屋内増幅器より供給する。また、監視はパイロット検出方法または電流検出方法により行っている。

③ 監視制御

監視制御ユニットにより、送信増幅器ユニットおよび屋外増幅器の増幅動作の集中監視を行っている。

(2) 屋外受信増幅器

① 受信増幅器構成

受信増幅器をアンテナに近接設置することで、給電系の損失による感度の低下を防いでいる。屋内に設置する場合に比べて、同様の入力耐力を保持しつつ4dB以上のNFの改善を達成している。受信増幅器は物理的または回路的に二重化構成であり、増幅器故障時の全断が防止できる。

② デュプレクサ周波数特性

デュプレクサの送受信周波数帯域はデジタル方式の周波数帯域だけでなく、アナログ方式の周波数帯域を将来デジタル方式を使用することを考慮した周波数特性を有している。

③ 耐震・耐候・耐雷性

屋外に設置される環境条件に耐え得るような構造になっている。

■基地局変復調装置 (MDE)

本装置の主要機能は、移動局 (MS) と固定網との通信チャネルの中継にある。また、本装置は、MSとBCEとの制御信号の中継、無線チャネルの保守監視制御および本装置内の各カードの保守監視制

御機能を有する。

本装置の主要諸元を表2に示す。本装置は、送受信部、共通部およびRF信号分配・合成部で構成される。AMPによる共通増幅方式を採用することにより、送受信部は最大96枚のTRXカードを実装でき、従来装置と比べて高密度実装を実現した。共通部は、各TRXカードの制御、外部装置とのインターフェースおよび、保守監視制御などを行い、MDEの遠隔設置を可能とした。

以下に各機能ブロックごとにそれぞれの動作について説明する。

(1) 送受信部

各TRXカードは、変復調機能およびRF信号と3chのベースバンド信号の変換機能を持つ。TRXカードは、無線部とベースバンド処理部で構成される。

① 無線部

デジタル方式では、1Hz当り伝送できるビットレートが高い、線形増幅器が比較的構成しやすいなどの特徴から $\pi/4$ シフトQPSK変調方式を採用している。これはデジタルデータの2ビットごとのデータを搬送波の4つの位相に割り当てて伝送する方式であるが、位相変化の際に位相をシフトすることにより包絡線が零になることを防止している。復調方式としては、同期検波、遅延検波が適用可能であるが、フェージングにより発生するランダムFM雑音による符号誤り率(BER)

表2 基地局変復調装置 (MDE) の主要諸元

キャリア数	最大96キャリア/架 (288無線ch/架)
セクタ対応数	最大3セクタ/架
音声処理装置との インターフェース	伝送速度 2.048Mb/s/1.544b/s 伝送路数 最大6本/架
基地局制御装置との インターフェース	信号速度：64b/s レイヤ1：V11 レイヤ2：X.25 LAPB
移動局との インターフェース	デジタル方式自動車電話 システム標準規格準拠

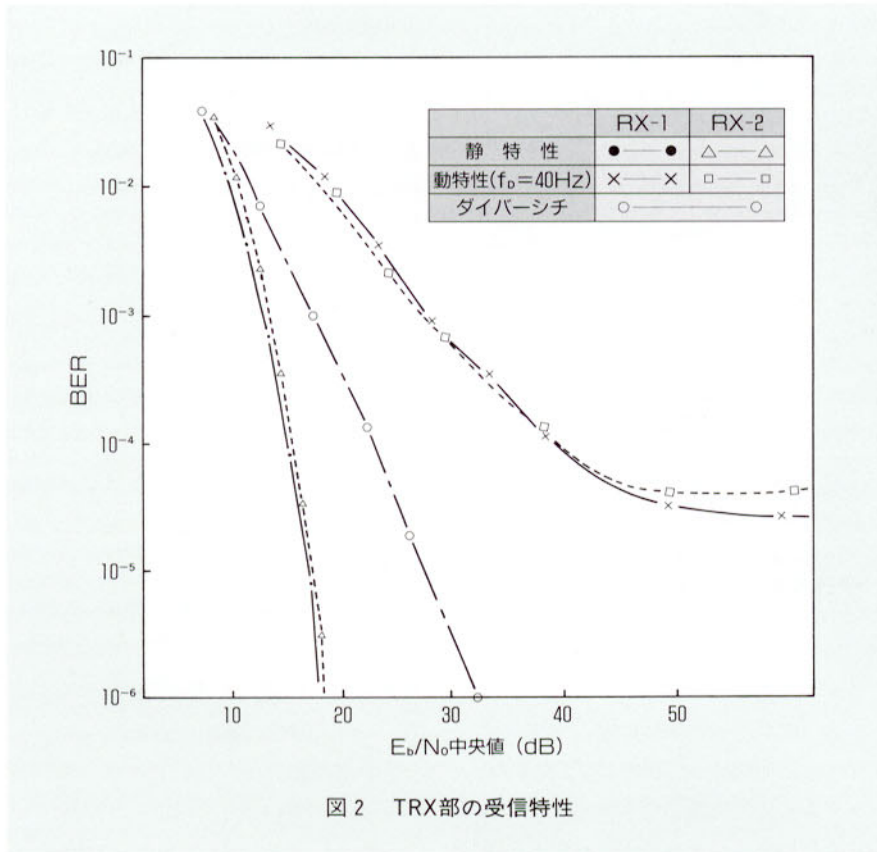


図2 TRX部の受信特性

の劣化が同期検波に比べて少ない遅延検波が優れている。基地局装置では、MSに比べて消費電力に多少余裕があるため、多様な処理が可能なデジタル信号プロセッサ(DSP)を復調器として使用している。これにより、MSからのバースト信号の周波数ドリフトを補償した高速の復調を可能としている。さらに本無線部では、検波後選択ダイバーシチ受信機能を備えている。ダイバーシチ受信は熱雑音、同一周波干渉のみならず遅延スプレッドによる誤り率の劣化を軽減する技術とし

て有効である³⁾。ブランチ選択の情報として、瞬時受信レベル、位相尤度⁴⁾などを利用している。本装置の受信特性を図2に示す。ダイバーシチ受信の採用により受信特性が大幅に改善されている。

② ベースバンド処理部

本処理部では、MCCから伝送されてきた音声信号や制御信号に誤りチェック用ビットを付加したりTDMAフレームに分配するなど無線区間へ送り出す形に変換する処理やその逆の処理を行う。1カードで、3通信チャンネル分の処理が行え

表3 基地局変復調装置(MDE)の保守監視機能

無線部	無線部試験 ・送信制御 ・キャリア周波数制御 ・受信レベル測定 ・フレーム位相差測定
共通部	装置監視制御 ・カード状態報告 ・リセット、現用/予備切替 ・遠隔データ転送 ・居間フレーム位相差制御 ・トラヒック報告

る。

(2) 共通部

① 外部装置インタフェース部

SPEとの間の音声信号のインタフェース部とBCEとの間の制御信号のインタフェース部がある。前者は、実装カードの変更により2.048Mb/sあるいは1.544Mb/sの伝送速度が選択でき、1スロット(64kb/s)当り音声信号を3ch多重化伝送する。BCEに対するインタフェース部は、64kb/s V11 X.25 LAPBインタフェース機能を有し、パケット伝送への拡張が可能である。この制御信号は、SPEとのインタフェース用伝送路を介してもBCEに伝送でき、BCEをMCC側に設置する場合伝送路の経済化に有効である。

② 保守監視制御機能

従来のアナログ方式と異なりデジタル方式では1BCEに対して複数の本装置を遠隔設置するため、無線チャンネルの保守監視制御に加え、共通部による本装置自身の保守監視制御機能を備えている⁵⁾。表3に保守監視機能の諸元を示す。以下に保守監視制御の主要機能を示す。

・無線部

試験電波指定、周波数指定などの無線部試験を試験器および監視卓から行える。

・共通部

(a) 装置内の全カードの監視および上位装置への報告、上位装置からの指令に基づく各カードのリセットおよび現用/予備切替などの制御を集中して行い、遠隔保守監視制御の効率化を実現した。

(b) 制御シーケンスソフト、パラメータの遠隔ローディングにより高い保守性を実現した。

(c) 局間位相差制御を行い、基地局間位相同期を可能とした。

(3) RF信号分配・合成部

AMPから(へ)のRF信号と各TRXカードとのインタフェース部である。最大実装96TRXの場合、1セクタ当り32分

表4 音声処理装置 (SPE) の主要諸元

処理チャンネル数	最大648チャンネル/架
CODEC搭載数	最大108枚/架

配・合成を行う。本装置には減衰器が接続されており、送信レベルおよび受信レベルの調整が行える。

■音声処理装置 (SPE)

本装置は、無線区間で用いるVSELP信号と固定網で用いる64kb/s μ -lawPCM符号化音声信号の信号変換を主に行う装置であり、デジタル移動加入者交換機 (D-AMS) に併設され、D-AMSから制御される⁶⁾。表4に本装置の主要諸元を示す。

本装置の主要機能を以下に示す。

(1) 音声符号化機能

音声符号化機能を有するCODECカードは、D-AMSからの制御信号に従って移動機—固定電話音声モード、移動機—移動機モード、データ (ファクシミリ・モデム通信など) モードで動作する。移動機—固定電話音声モードの場合はエコーキャンセラのON/OFF制御が可能である。また、移動機—固定電話音声モード、移動機—移動機モードのときはVOX制御を行う。データモードの場合、11.2kb/sのトランスペアレントなデータビットストリーム伝送を行う。データ信号は、交換機に付属するデータサービス制御回路により、電話帯域のモデム信号に変換され、固定網に接続される。CODECカードは、1枚のカードで6チャンネル (HG単位)の信号処理を行うとともにVSELP信号の3チャンネル多重化処理を行う。

(2) 無線制御回線多重機能

アナログ方式では通信回線と無線制御回線は別々に伝送路が設定されていたが、デジタル方式では本装置で通信回線と無線制御回線の多重処理を行い、局間伝送路を削減し、経済化を図っている。なお、BS側信号を64kb/s当り3チャンネル多重化して伝送することにより、伝送路コス

トを1/3に経済化している。

(3) 対基地局通信回線設定機能

シェルフごとに対基地局通信回線数を決められた4つのパターンで設定し、2/3/6/8の基地局に設定することができる。

(4) 2M/1.5Mインタフェース機能

局間伝送路が公衆通信網でも、専用線網でも対応できるように、2Mインタフェースカード、1.5Mインタフェースカードのどちらでも実装できるようになっている。

(5) 冗長機能

本装置の共通制御カード、シェルフ制御カード、電源カードおよびDCSと接続されるクロックカードはすべて冗長構成とし、高信頼変化を図っている。

(6) 高品質VOX制御機能

VOXとは、MSの消費電力を低減するために、有音区間のみ無線送信し、無音区間では送信を停止する方法である。話頭部分での音声の立ち上がりを自然にするための話頭保護処理法、無音期間中の背景雑音生成法、高雑音下でも高い信頼度で有音/無音を判定するための予測係数などを用いた高信頼有音区間検出法などを開発し、自然な音声再生を可能とした。

■基地局制御装置 (BCE)

(1) 機能

本装置の主要機能は、呼接続に関わる呼処理機能と本装置自身および他の基地局装置の監視制御などの運転管理機能である⁷⁾。

呼処理機能は、D-AMSとの制御信号の授受およびMDEで中継されるMSとの制

御信号の授受を行い、他の基地局系装置を制御することにより実現される。具体的には、通信呼が発生することに、通信用の無線チャンネルを割り当て、必要に応じてハンドオフを行うなど、無線チャンネルを維持し、呼が終了すれば無線チャンネルを解放する。最適の無線チャンネルを選択するなどにより周波数利用率向上を図るための技術は本装置により実現される。

運転管理機能は保守監視装置と制御信号の授受を行い装置状態の報告や装置の制御、トラヒックの計数と報告、システムの立上げ処理など、システムの運用上必要な機能である。保守、運用をより円滑に行うために、新たにいくつかの機能を開発した。

① MDEおよび本装置の局データや実行プログラムなどのファイルを保守監視装置から転送する遠隔データ転送機能を実現した。

② 通信中の呼を継続したまま、本装置を初期化できる機能を実現した。

(2) 構成

本装置は、D-AMSおよびMDEとのインタフェースを具備し、MDEを最大12接続できる構成である。1架に3装置が実装でき、従来装置を比べて小型化が図られている。

異なる種類のハードウェアにも同じアプリケーションソフトが搭載できるように、ハードソフトインタフェースを規定し、ハードウェアの差をドライバおよびハンドラソフトウェアで吸収できる構成とした。ハードウェアおよびソフトウェアの主な特徴を表5に示す。

表5 基地局制御装置 (BCE) の主要諸元

	項目	内容
ハード	プロセッサ	32ビット系プロセッサ マルチプロセッサ構成
	制御信号速度	64k b/s
ソフト	OS	汎用OS (ARTK)
	AP記述言語	Ada
	設計手法	オブジェクト指向設計

ハードウェアとしては、高い信頼性と処理能力が要求される。完全負荷分散形マルチプロセッサ構成を継承し、バス構成の最適化、プロセッサの高速化などにより、従来装置よりも高い処理能力を実現した。また、複雑な機能のほとんどはソフトウェアで実現され、ソフトウェアにも信頼性、保守性が要求される。開発の効率化と保守性の向上をねらいとして、オブジェクト指向設計を採用して開発を行った。

あ と が き

デジタル移動通信システムの基地局系装置の機能概要および主要諸元を示した。基地局装置は2架で構成されており、アナログ方式に比べて大幅な小形化を達成できた。本年3月から首都圏約130局に導入されており順調に稼働している。平成6年度は、首都圏の拡大および東海、関西へも導入が予定されている。

しかし、本装置はトラヒックの高い地域への導入を前提として設計されている

ため、トラヒックの低い地域に適した経済化を図った装置の開発が期待されている。現在は、これらの要望にこたえた小型、経済化装置の開発を進めている。

文 献

- 1) 財団法人 電波システム開発センター：
デジタル方式自動車電話システム標準規格、RCR STD-27B、平成4年12月
- 2) 野島, 檜橋：移動通信用超低歪多周波共通増幅基地局-SAFF-, 信学技報, RCS90-4.
- 3) 大野, 安達：QPSK移動無線伝送における検波後選択ダイバーシチ受信の検討, 信学論B-II J73B-II, No.11, P.651-657, 1990.
- 4) 齊藤, 山尾：位相尤度比較(PLC)選択合成ダイバーシチ, 1989年信学秋季全大, B-501.
- 5) 友田, 遠藤, 北川：デジタル移動通信方式基地局変復調装置における監視制御 1993年信学春季全大, B-404
- 6) 上林, 高見, 田守, 羽深：デジタル移動通信方式音声処理装置の設計構想, 1991年信学春季全大, B-411.
- 7) 村田, 羽山, 田島：デジタル移動通信方式基地局制御装置の設計構想, 1991年信学春季全大, B-318.

用語解説

Ada

大規模ソフトウェアの信頼性、保守性を確保することを主目的として米国防省により開発されたプログラム言語で、以下の特徴を持つ。

- ・読みやすさを重視した文法となっており、ソフトウェアの保守が容易
- ・普及しているプログラム言語の中で唯一並

列処理(タスク)を記述できる

オブジェクト指向設計

必要な機能をソフトウェアで実現するための設計手法の一つで、構造化設計法などの従来の設計手法と比較して以下の特徴を持つとされている。

- ・ソフトウェアの構造が自然で内容を理解しやすい
- ・ソフトウェアの機能変更が容易