

# W-CDMA システム実験特集 (1)

## Special Issue on W-CDMA System Experiment (1)

### 基地局装置概要

#### Base Station Equipment Overview

W-CDMA システム実験装置の基地局装置は無線変復調機能および無線増幅機能を持つ BTS と、無線制御および交換制御機能を持つ MCC-SIM の2装置で構成される。ここでは、BTS および MCC-SIM に共通なハード/ソフト構成、各装置の機能構成および BTS の無線特性仕様について述べる。

Base-station equipment in W-CDMA system experimental equipment consists of Base Transceiver System (BTS) which provides functions as Modulation Demodulation Equipment (MDE) and Amplifier (AMP), and Mobile Communications Control Center-Simulator (MCC-SIM) which provides functions as Base Station Controller (BSC) and Mobile Service Switching Center (MSC). This paper describes common hardware/software structure in BTS and MCC-SIM, functional structures of each equipment and BTS radio characteristic specifications.

中村 武宏  
Takehiro Nakamura

萩原淳一郎  
Junichiro Hagiwara

中野 悦宏  
Etsuhiro Nakano

佐藤 隆明  
Takaaki Satou

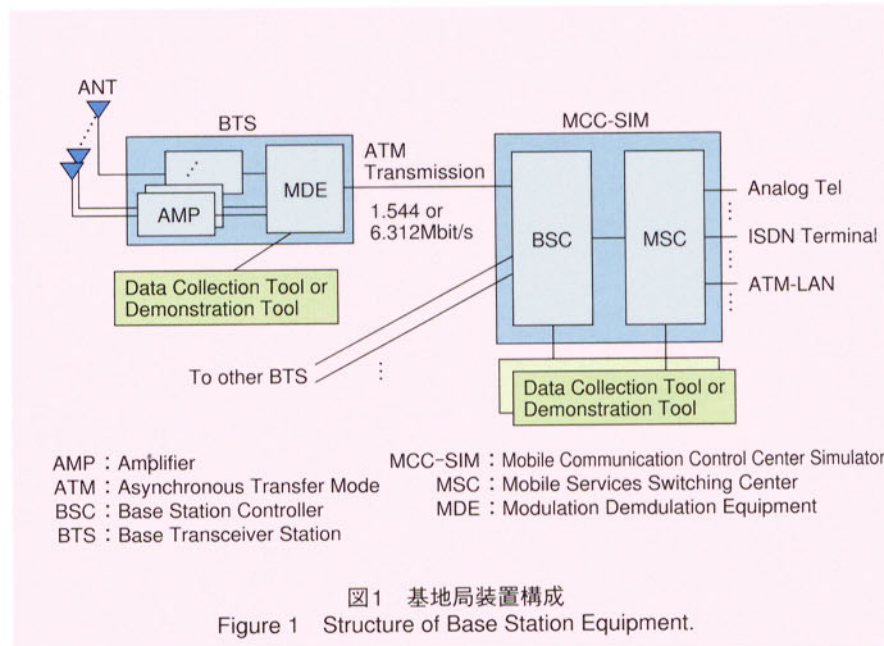
渡辺 靖之  
Yasuyuki Watanabe

#### まえがき

次世代移動通信 (IMT-2000) システムの実現に向け、DoCoMoにおいて今までに無線伝送実験を精力的に行い、有益な伝送特性試験結果を取得してきた。しかし、商用化システムの開発に向けては、無線伝送機能だけでなく、各種制御機能およびノード間の有線伝送機能を盛り込んだシステム実験を行う必要がある。さらに、システム容量評価も商用化システム開発上必須である。現在、このシステム実験および容量評価実験を目的とした基地局実験装置を開発し、屋内外での実験を行っている。ここではこの基地局実験装置についてその概要を述べる。

#### 基地局装置構成

基地局装置構成を図1に示す。基地局装置はBTS (Base Transceiver



System) と、MCC-SIM (Mobile Communications Control Center-Simulator) 2装置から構成される。BTSは無線信号処理機能および無線変復調機能を有するMDE (Modulation Demodulation Equipment) と、送受

信電力増幅機能を有するAMP (Amplifier) で構成される。MDEは複数セクタ間で共有され、AMPはセクタごとに設置される。MCC-SIMは無線回線制御およびダイバーシチハンドオーバー時における選択合成を行うBSC

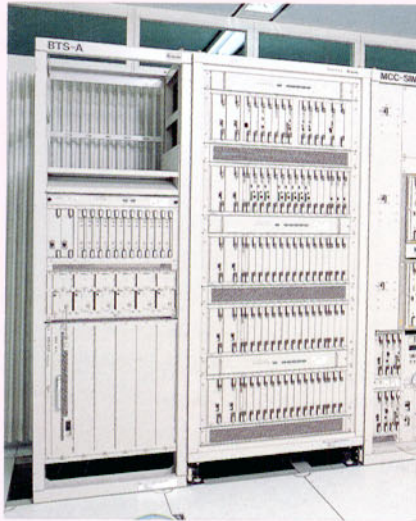


写真1 BTS  
Picture 1 BTS.

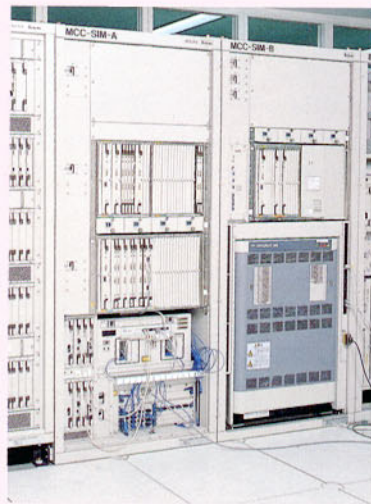


写真2 MCC-SIM  
Picture 2 MCC-SIM.

(Base Station Controller) 部と、交換制御と誤り制御を行い、各種アプリケーション端末（アナログ電話、ISDN機器、ATM-LANなど）とのインタフェースおよび公衆網とのインタフェースを有するMSC (Mobile Services Switching Center) 部との2ノードで構成される。開発されたBTSおよびMCC-SIMの外観を写真1および写真2にそれぞれ示す。

BTSとBSC間は1.544Mbit/sもしくは6.312Mbit/sの伝送路で接続され、ATM (Asynchronous Transfer Mode)

伝送技術を用いて制御データおよびユーザーデータの高効率伝送を実現している。特に、音声サービスのような低速通信に対してはATMセル内での多重化伝送を可能とするAAL-Type2を適用し、パケットサービスのような高速通信に対してはオーバヘッドの少ないAAL-Type5を採用して、サービスの特性に適応した高効率な伝送を行っている。

システム構成上の複雑性を避けるために、基地局装置のノード間での厳密な同期を不要としている。ただし、サ

ービス遅延の短縮化を考慮し、許容誤差5ms以下の緩い同期をノード間で確立している。

BTS、BSCおよびMSCの各ノードには、データ収集ツールもしくはデモンストレーションツールの一方を接続可能である。データ収集ツールは主に伝送実験を行う場合に使用され、DoCoMo製のアプリケーションプログラムを使用せずに伝送路の設定を行い、BER/FER特性や遅延プロファイルなどの測定データのリアルタイム表示機能およびデータ蓄積機能を有する。デモンストレーションツールは、DoCoMo製アプリケーションを用いてシステム実験を行う場合に使用され、伝送品質および各種制御状態のリアルタイム表示を可能とする。

## ハード/ソフト構成

図2に基地局装置で採用されているハード/ソフト構成の概要を示す。

アプリケーションプログラム (AP) は主に制御プレーンのレイヤ2およびレイヤ3の機能を有し、DoCoMoで開発を行っている。APはマクロプログラムおよびオペレーティングシステム (OS) を介してハードウェアを制御する。マクロプログラムはAPからの実験システム特有の命令 (マクロ命令) の処理、および処理結果やハードウェアの動作状況のAPへの通知機能を有し、各ベンダで開発される。OSとしてはCPU資源の高効率使用を考慮してリアルタイムOSを採用しており、APはシステムコールをOSに対して発行することによりタスク制御を行う。ハードウェアはレイヤ1機能およびユーザープレーンの全レイヤの機能を有し、DoCoMoから開示した機能仕様およびハードウェア仕様に基づき各ベンダで開発している。

基地局装置としては5ベンダ (Ericsson, 富士通, Lucent technology, NEC, 松下通信工業) にハードウェア開発を発注している。開発の効率

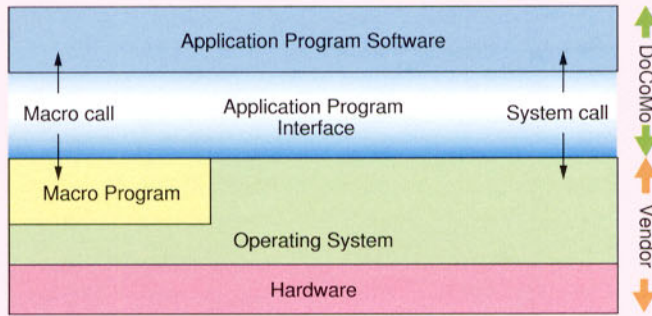


図2 ハード/ソフト構成  
Figure 2 Hardware/Software Structure.

化を考慮すると、1つのDoCoMo製APを全ベンダで共通して使用可能とすることが必須である。そこで全ベンダに対して共通のアプリケーションプログラムインタフェース (API) を開示し、ハード/ソフト開発を行っている。マクロプログラムはこのAPIに基づき、各ベンダにて開発されている。OSとしては汎用OSであるVxWorksの使用を規定することで、APが共通のシステムコールを使用することを可能としている。VxWorksを選択した理由として次の3点が挙げられる。

- ① 汎用リアルタイムOSとしては最もシェアが大きく実績がある。
- ② ほとんどの主要なCPUに対応しており、各ベンダは自社で実績のあるCPUを使用できる。
- ③ 優れたソフトウェア開発環境であるTornadoを使用可能であり、Tornadoを全ベンダおよび全基地局ノードで共通して使用することで、高効率なデバッグを行える。

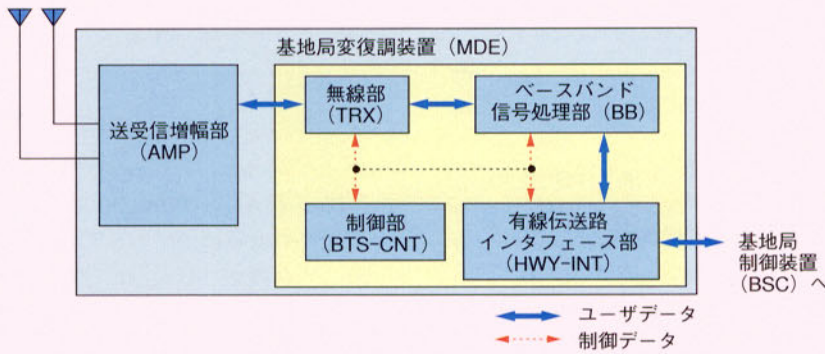


図3 BTS機能ブロック図  
Figure 3 Function Block of BTS.

表1 機能モジュールの概要  
Table 1 Outline of Function Modules.

機能モジュール	機能概要
送受信増幅部 (AMP)	送信RF信号を増幅する送信アンプと受信RF信号を増幅する低雑音アンプを装備し、RF送信信号とRF受信信号を分離多重し、ANTに接続する。
無線部 (TRX)	ベースバンド拡散された送信信号をD/A変換し、直交変調によりRF信号に変換し、受信AMPからの受信信号を準同期検波しA/D変換してベースバンド部に伝送する。
ベースバンド信号処理部 (BB)	送信データの誤り訂正符号化、フレーム化、データ変調、拡散変調、および受信信号の逆拡散、チップ同期、誤り訂正復号、データの多重分離、セクタ間ダイバシチハンドオーバー時の最大比合成などのベースバンド信号処理を行う。
無線基地局制御部 (BTS-CNT)	MCC-SIMとの制御信号の送受信を行い、無線回線管理、無線回線の設定解放などを行う。アプリケーションプログラムや各種システムパラメータのローディングをPCMCIAカードを介して行うことを可能とし、不揮発性メモリに蓄積する。
有線伝送路インタフェース部 (HWY-INT)	BTS-BSC間伝送路インタフェース部でATM処理機能、AAL-Type2およびType5機能を有する。また、MCC-SIMとBTS間の制御信号に対しては、SSCOP機能を提供する。伝送路からBTSの動作クロックを生成する。1.544Mbit/s×4本もしくは6.3Mbit/s×1本の物理インタフェースを有する。
データ収集ツール	伝送路の設定を行い、BER/FER特性や遅延プロファイルなどの測定データのリアルタイム表示機能およびデータ蓄積を行う。
デモンストレーションツール	伝送品質および各種制御状態のリアルタイム表示を行う。

※ベースバンド信号処理部で処理されるレイヤ1機能の詳細については前述のアクセスインタフェースレイヤ1仕様参照

## BTS概要

### ■BTS機能構成

BTSは図3に示す通り、送受信幅・無線部・ベースバンド信号処理部・制御部・有線伝送路・インタフェース部から構成される。各機能モジュールの概要を表1に示す。BTS無線部、送受信増幅部に関わる各種無線特性仕様を表2に示す。

### ■BTS容量

1セル当たりの各物理チャネルの実装数を以下に示す。

- ・とまり木チャネル：12
- ・共通制御用物理チャネル：24
- ・個別物理チャネル：300 (32ksps換算)

上記チャネル数の範囲で、各物理チャネルをセル内の任意のセクタに任意数配置可能である。

表2 無線特性仕様  
Table 2 Radio Characteristics Specifications.

項目	仕様
送信周波数帯域	2.11~2.13GHz
受信周波数帯域	1.92~1.94GHz
送受信周波数間隔	190MHz
セクタ数	6セクタ
周波数安定度	±0.02ppm以下
最大平均送信電力 (アンテナ端子端)	20W/セクタ 1物理チャネル当たり0.4~20W
送信電力制御	制御範囲：20dB 制御ステップ：1dB 制御周期：0.625ms
変調方式	Data：QPSK、拡散：QPSK
復調方式	パイロットシンボル同期検波
周波数帯域幅	5MHz/キャリア
キャリア数	20MHz帯域内の4キャリア中、任意の2キャリアを同時使用可能とする
チップレート	4.096Mcps
キャリアレート	16~1024ksps
ショートコード	256~4チップ長 階層化直交符号、直交Gold符号
ロングコード長	下り：10ms (2 <sup>18</sup> -1チップ長Gold符号を10ms長で打切り使用) 上り：2 <sup>18</sup> ×10ms (2 <sup>18</sup> -1チップ長Gold符号を2 <sup>18</sup> ×10ms長で打切り使用)
隣接チャネル漏洩電力	5MHz離調で-55dB/4.096MHz以下
変調帯域制限	ルートナイキストロールオフ (ロールオフ率=0.22相当)
受信感度	-6.5dBμ以下 (64ksps、スタティック、BER=10 <sup>-3</sup> )
ダイバーシチ	2ブランチスペースダイバーシチ+RAKE
受信可能Finger数	8以上
パスサーチ範囲	セル半径10kmにおける、Round-trip-delayに対応

## MCC-SIM概要

MCC-SIMとはBSC、MSC、各種サービス用トランクなどを総称した試作交換装置である。

今回のシステム実験で本装置を用意した目的は、BTS単体では処理できない機能(DHT、交換処理、各種サービスなど)を実現することにある。まず、MCC-SIMの機能ブロックを図4に示す。

MCC-SIMは大きく共通部、BSC部、MSC部の3つに分かれる。共通部はシステム全体の基準タイミングを生成するCLOCKを含む。BSC部はBSC-SWを核としてそれに接続された各機能ブロックから構成される。同様にMSC部はMSC-SWを核としてそれに接続された各機能ブロックから構成される。各機能ブロックには固有の機能やインターフェースが規定されている(装置内部向けのインターフェースは架内バスとして実現されることが多い。装置外部向けのインターフェースについては後述する)。これらの機能ブロックの組み合わせで、さまざまなサービスを実現することができる。以下では機能ブロックの接続形態を次項で記述し、その後各機能ブロックの説明を行う。

## 機能ブロックの接続形態

MCC-SIMを通じて実現されるEnd間サービスの種別は音声、N-ISDN、パケットの3種類である。また、移動機の接続種別としては移動機1-固定側端末と移動機1-移動機2の2種類がある。ユーザ情報に関する機能ブロックの接続形態を、各サービスと移動機の接続種別ごとに表3および図5に示す。

### ■共通部の機能ブロック

#### (1) CLOCK

システムの基準クロックとなる無線

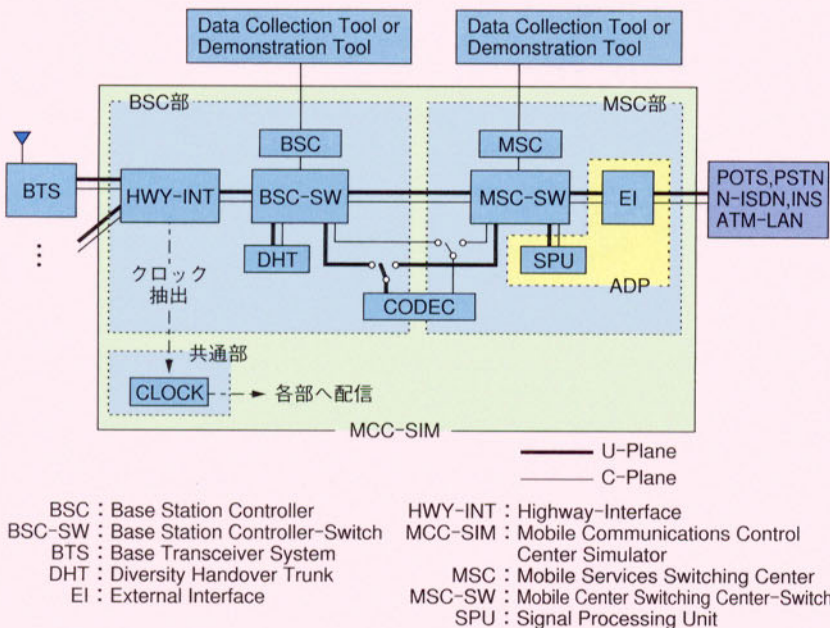


図4 MCC-SIMの機能ブロック  
Figure 4 Function Block of MCC-SIM.

表3 ユーザ情報に関する機能ブロックの接続形態  
Table 3 Connection Type of Function Block on U-Plane.

接続種別	サービス	音声	N-ISDN	パケット
移動機1ー固定側端末		形態1	形態2	形態2
移動機1ー移動機2		形態3	形態3	形態4

表4 MCC-SIMの収容トラヒック  
Table 4 Acomodation Traffic of MCC-SIM.

サービス種別	収容可能移動局数
音声 (10[kbit/s]程度)	300
64[kbit/s] (B) 非制限デジタル	60
384[kbit/s] (H0) 非制限デジタル	6
472.8[kbit/s]パケット (256[kpsps] UPCH×3)	36

表5 選択合成／分配の処理単位  
Table 5 Processing Unit of Selective Combining or Distribution.

機能チャンネル	DTCH, ACCH	UPCH, RACH, FACH
ダイバーシチハンドオーバー	あり	なし*
DHTで扱う単位	内符号化単位	CPS-SDU単位
CPSの終端点	BSC	BTS

\*ダイバーシチハンドオーバーを行わないのに、DHTを経由する理由は、パケット通信でのハンドオーバーにおいて、BTS-MCC-SIM区間がダイバーシチハンドオーバーと同じ状態に設定されるためである。

フレームクロック (10[ms]周期) と SFN (640[ms]周期) を生成し、各機能ブロックへ配信する。クロックの生成源はA bisに使用する専用線からクロックを抽出するモードとMCC-SIM内の源信器を使用する自走モードの2種類がある。

■BSC部の機能ブロック

(1) DHT

DHTでは主にダイバーシチ状態でハンドオーバーを行う機能を分担する(1MSと複数BTSとの同時接続をダイバーシチと言う)。すなわち上り方向では、複数のBTSからのユーザデータおよび制御信号に対して選択合成を行う。下り方向では、複数のBTSに対しユーザデータおよび制御信号の分配を行う。

ダイバーシチハンドオーバーにおける最大同時接続BTS数については、今回のシステム実験では最大3BTS (過渡的に4BTS) を想定した。また処理能

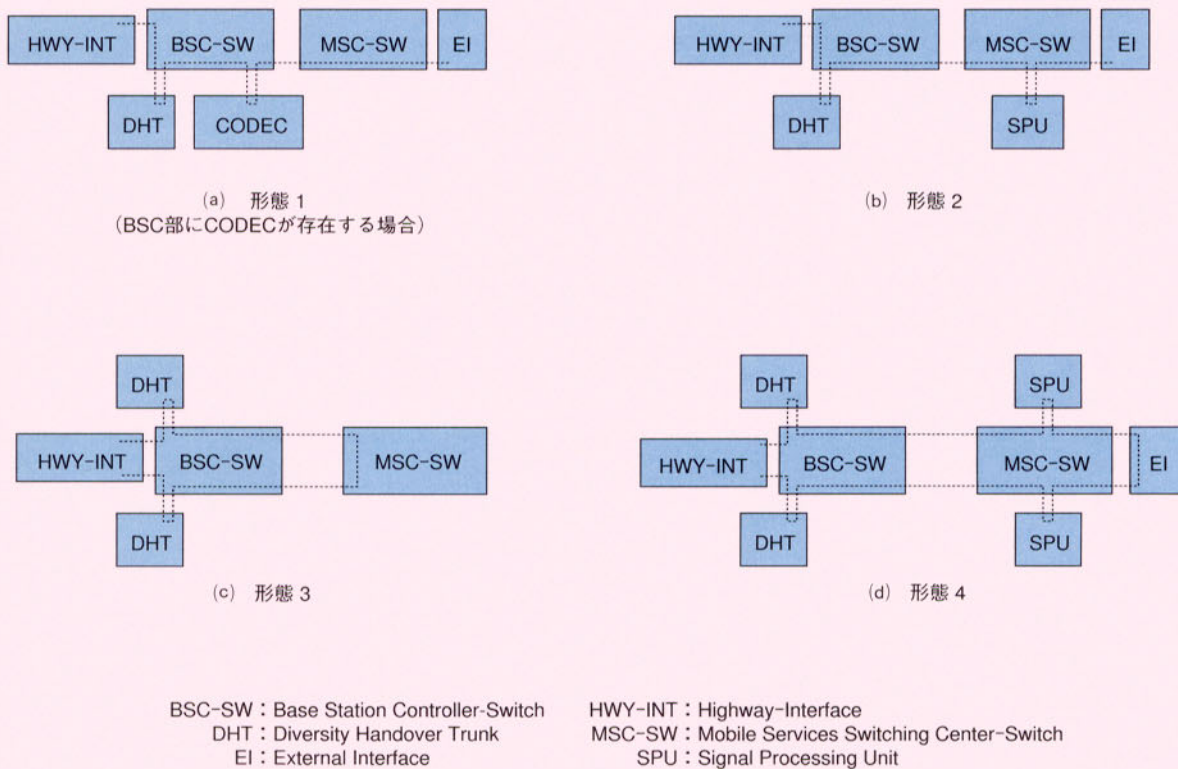


図5 形態1ー4  
Figure 5 Type 1ー4.

表6 A Bis Interfaceで使用されるプロトコル  
Table 6 Protocols used on A Bis Interface.

ATM	1.5[Mbit/s], 6.3[Mbit/s]の2種類。これらは文献[1~3]に従う。
AAL	AAL2, AAL5の2種類。これらは文献[4]に従う。
SSCOP	BTS-BSC間の制御信号向け。文献[5]に従う。

表7 各インタフェースと制御信号（レイヤ1, 2, 3）の対応  
Table 7 Correspondence of each Interface to Control Signal (Layer1, 2 and 3).

インタフェース	レイヤ1	レイヤ2	レイヤ3
A Interface (BSC-MSC間)	メーカー依存	メーカー依存	システム実験用の暫定版をDoCoMoにて規定
A bis Interface (BTS-BSC間)	HWY-INTに基づく	標準のSSCOP	文献[6]
エインタフェース (MSC/BSC-MS間)	文献[7]	SSCOPの拡張版 (SSCOP')	文献[6]

表8 SPUの処理内容  
Table 8 Processing Contents of SPU.

サービス	処理概要
音声	CODEC (BSC部のCODECと同一)
N-ISDN	外符号処理 ・処理単位：1 Bごと ・外符号処理同期用フィールド (3 [bits]) を使用 ・Reed-Solomon生成多項式： $G(X)=(X+\alpha^{120})(X+\alpha^{121})(X+\alpha^{122})(X+\alpha^{123})$ ・シンボルインタリーブ：8 [bits/Symbol]でインタリーブ深さは36[Symbols]
パケット	再送処理 ・処理能力：10[Mbit/s]程度 ・プロトコル：SSCOPを拡張したSSCOP' (状態変数フィールド幅の縮小、SDwithPOLLの追加など)

表9 SPUの必要数  
Table 9 Required Number of SPU.

サービス	必要数
音声 (CODEC)	24
N-ISDN	68 (1 B換算)
パケット	36

力は表4のトラヒックすべてを同時に収容できることとした（この場合、全呼のうち50[%]程度が2BTS間ダイバースチハンドオーバ、5[%]が3BTS間ダイバースチハンドオーバを行うことを前提としている）。

ダイバースチハンドオーバにおける選択合成/分配の処理単位は機能チャネルごとに異なる。詳細を表5に示す。

また選択合成の際には、FNの同じフレームに関して、無線同期はずれ、CRCチェック結果、受信Eb/Ioの優先

順位で比較し、良好なフレームを選択する。

#### (2) HWY-INT

本機能ブロックはBTS-BSC間のインタフェース (A bis Interface, ATMが使用されるためMATM区間とも呼ばれる) に適用される。この区間で使用されるプロトコルについては表6を参照。また、1BSC部はHWY-INTを通じて最大7BTSと接続する。1BTS向けに必要な最大帯域は10[kbit/s/ch]程度の音声呼を300[ch]収容することを目的とし、分割損やA bisにおけるオーバヘッドなどを考慮して1.5[Mbit/s], 4 or 6.3[Mbit/s]としている。また装置起動時にBTSとネゴシエーションを行い、時刻同期を取る。

#### (3) BSC

BSCの主な機能は以下の2つである。

- ・ BSC部全体の制御
- ・ AP (制御用プログラム) の搭載と実行

APは各インタフェース上で制御信号 (レイヤ2, 3) の送受を行う。今回のシステム実験における各インタフェースと制御信号 (レイヤ1, 2, 3) の対応を表7に示す。

#### (4) BSC-SW

各機能ブロックを通じてユーザデータ、制御信号の交換を行う。処理能力としては表のトラヒックをすべて同時に収容できることとした。

#### (5) CODEC

音声信号の符復号を行う。アルゴリズムはG.729に基づきCRCによる誤り検出機能を追加した。この結果CODECの出力レートは8.8[kbit/s]となっている。また、VOX機能はプリ/ポストアンブルを用いた独自仕様としている。なお、今回のシステム実験でCODECはMSC部にも収容可能な構成としている。CODECの必要数は24とした。

### ■MSC部の機能ブロック

#### (1) MSC

MSCの主な機能は以下の2つである。

- ・ MSC部全体の制御
- ・ AP (制御用プログラム) の搭載と実行

APは各インタフェース上で制御信号 (レイヤ2, 3) の送受を行う。これについてはBSCと同様である。

#### (2) MSC-SW

各機能ブロックを通じてユーザデータ、制御信号の交換を行う。処理能力についてはBSC-SWと同様である。

#### (3) SPU

ユーザ情報の信号処理を行う。サービスごとの処理内容を表8に示す。SPUの必要数を表9に示す。

#### (4) EI

MCC-SIMの外部に既存端末、既存網を接続する場合に必要なプロトコル変換を行う。サービスごとの処理内容を表10に示す。

表10 EIの処理内容  
Table 10 Processing Content of EI.

サービス	処理概要
音声	2Wires用インタフェースとNCUの終端 (POTS直取/PSTN向けの両方)
N-ISDN	Q.931, Q.921, I.430/431の終端 (端末直取/INS向けの両方)
パケット	バッファリングによる下り速度整合 Classical IP over ATM, Oc-3 (PVC) の終端

表11 ポートの必要数  
Table 11 Required Number of Port.

ポート種別	個数
固定アナログ音声端末接続用	23
PSTN音声接続用	1
固定N-ISDN端末接続用 (I.430)	10
INS接続用 (I.430)	1
固定N-ISDN端末接続用 (I.431)	1
INS接続用 (I.431)	1
ATM-LAN接続用	1

EIはポートと呼ばれる物理回線を収容する。ポートの必要数を表11に示す。

## あしがき

W-CDMA実験システムの基地局装

置について紹介した。現在、これら基地局装置と移動局装置との接続デバッグ作業を進めており、そのほとんどの工程を完了している。並行して無線特性試験および室内実験を進めており、1998年10月中には本格的に屋外実験および屋外走行しながらのデモンストラーションを行う予定である。

## 文献

- [1] ITU-T勧告G.703.
- [2] ITU-T勧告G.704.
- [3] ITU-T勧告G.804.
- [4] ITU-T勧告I.363.
- [5] ITU-T勧告Q.2110.
- [6] W-CDMA移動通信方式システム実験仕様書、第1分冊.
- [7] W-CDMA移動通信方式システム実験仕様書、第3分冊.