

W-CDMA システム実験特集 (1)

Special Issue on W-CDMA System Experiment (1)

移動局装置概要

Mobile Station Overview

高品質で高い周波数利用効率を実現するために、W-CDMA 移動機を構成する各部分には厳しい要求条件が課せられる。また、音声のみならず高速データ/画像通信などに対応するために、制御ソフトウェアに柔軟性が要求される。本稿では、W-CDMA システム実験用移動機の諸元、ハードウェアおよびソフトウェア構成と、W-CDMA 移動機を試験するための環境および方法について述べる。

Each part of W-CDMA mobile station is required severe characteristics to achieve high quality and frequency efficiency. In order to manage not only voice calls but also high bit rate data transmission and video communication, the control software needs flexibility. In this section hardware specifications and software structure of the experimental W-CDMA mobile station are described, then the test equipment and test methods for W-CDMA mobile stations are introduced.

東 明洋
Akihiro Higashi

高木 広文
Hirofumi Takagi

柚木 一文
Kazufumi Yunoki

鷹見 忠雄
Tadao Takami

まえがき

近年、携帯電話は小型化/低価格化が進むとともに、音声の高品質化、高速なデータ伝送、PDA (Personal Digital Assistants) との一体型やGUI (Graphical User Interface) の搭載、多様なネットワークサービスなど、機能面でもより高度なものが要求されてきている。DoCoMoでは、IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) に向けて、W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 方式の開発を進めている[1]。W-CDMAでは、従来の携帯電話よりも高品質音声、高速データ通信が期待できるとともに、高い周波数利用効率を実現できる。

以下では、W-CDMA システム実験用に開発を進めている各種移動機の諸

元、ハードウェア/ソフトウェア構成および試験環境と方法について述べる。

実験用移動機主要諸元

■実験用移動機種別

W-CDMA 実験用移動局装置として開発を進めている移動局種別およびその主要諸元を表1に示す。

■機能試験用移動機

W-CDMA システム実験仕様のすべての種類の無線チャネルに対応する移動機で、移動機の内部パラメータを容易に変更可能としており、さらにビット誤り率 (BER)、受信レベル、干渉レベルおよび遅延プロファイルなどの各種測定データを収集するデータ収集装置を接続することができる。

また、本移動機は伝送速度として非

制限デジタル・パケットとも最大384kbit/sに対応し、端末インタフェースも非制限デジタル用にI.430およびI.431、パケット伝送用に10Base-Tを装備しているので、想定しているすべての実験を行うことができる (写真1)。

■小型携帯機 1

64kbit/sまでのデータ通信 (非制限デジタルおよびパケット) に対応するとともに、可搬が容易な大きさとするので、屋内外での実験を機動的に行うことができる移動機である。

■小型携帯機 2

音声通信に特化し、実験用移動機の段階から小型化実現性の検証を行うために、既存携帯電話に近い大きさを目標としている。

表1 W-CDMA 実験用移動局諸元
Table 1 Specification of Experimental W-CDMA Mobile Stations.

項目	仕様		
	機能試験用移動機	小型携帯機 1	小型携帯機 2
容積	20リットル以下	2000cc程度	1200cc程度
重量	10kg以下	2.5kg程度 (バッテリー含む)	130g程度 (バッテリー含む)
最大送信電力	4.8W	0.8W	0.3W
変調帯域制限	ルートロールオフ ($\alpha=0.22$)		
隣接チャンネル漏洩電力	-40dBc @5MHz離調点 (4.096MHz帯域) -60dBc @10MHz離調点 (4.096MHz帯域)		
受信感度	-5dB μ 以下	-3dB μ 以下	-3dB μ 以下
音声符号化方式	G.729 CS-ACELP	同左	同左
Data 伝送速度	非制限デジタル: 64~384kbit/s パケット: max 384kbit/s	非制限デジタル: 64kbit/s パケット: max 64kbit/s	音声のみ
端末インタフェース	非制限デジタル用: I.430, I.431 パケット用: 10Base-T	非制限デジタル用: I.430 パケット用: RS-232C (IrDA)	



写真1 機能試験用移動機
Picture 1 Function Test Mobile Station.

■アプリケーション実験端末

表2に現在開発を進めているアプリケーション実験端末の主要諸元を示す。W-CDMAにおいては高速伝送が実現できるため、従来の音声通信に加え、動画像などの通信が可能となる。そこで、W-CDMAシステム実験にお

いて、前述の実験用移動機のほかに、将来の動画像アプリケーションの検討と、システム実験のデモンストレーションを行うために、アプリケーション実験端末を開発している。アプリケーション実験端末では、動画像通信を行う端末形状として携帯電話ベース、ノ

ートパソコンベース、PDAベース、卓上ビデオホンベースなど複数種類の開発を行っており、それぞれの使用感の比較、アプリケーションに適した移動機形態などの検討を行っている。

移動機ハードウェア構成

W-CDMA移動機は、アンテナ、送受信無線部、ベースバンド信号処理部、端末インタフェース部および制御部より構成される。以下では各ブロックの特徴および課題について述べる。

■アンテナ

W-CDMAシステムが使用する2GHz帯では800MHz帯と比較して伝搬損失が大きいため、高利得・高効率アンテナが必要となる。

■送受信無線部

現在開発を進めているW-CDMA方式では、1キャリア当たりの帯域が広く、周波数利用効率を向上させるために、隣接キャリアとの間隔が非常に狭く設定される。キャリア間での干渉を低減させるためには、隣接チャンネル漏洩電力の小さい、すなわち線型性の良い送信アンプと、隣接チャンネル選択度の高い受信部が必要となる。さらに送信アンプについては、CDMA (Code Division Multiple Access) の特徴である広いダイナミックレンジでの送信電力制御を行うとともに、移動機の小型・軽量化、長時間通話を実現するためには、最大電力時のみならず電力が低く制御された状態での高効率化・低消費電力化が必要である。

■ベースバンド信号処理部

W-CDMA移動機の特徴として、送信側に拡散変調部、受信側に複数の逆拡散部とマルチパス信号を受信するためのパスサーチおよびRAKE合成部を持つことが挙げられる。また、複数の通信を同時に行うマルチコールを実現するために、複数の送受信信号を同

時に処理することができる必要がある。このようにW-CDMAでは、従来の携帯電話に比べてベースバンドでの回路規模・信号処理量が増大するため、移動機の小型・軽量化および通話時間・待ち受け時間の観点から、ベースバンド部の高集積化・低消費電力化が必要である。

■端末インタフェース部

W-CDMAでは64kbit/s以上の非制限デジタル伝送やパケット伝送を実現する。そのため、実験用移動機の端末インタフェースには、既存のISDN機器を接続するためのインタフェース(I.430, I.431)やイーサネットインタフェース(10Base-T)などを実装する。さらに小型携帯機においては、高速かつ小型でワイヤレス接続が可能な赤外線インタフェースを実装する。また、今回のW-CDMAシステム実験では、音声CODECとしてG.729 CS-ACELPを用い、固定網並みの音声品質を実現する。

■制御部

制御部には従来の呼制御に加え、W-CDMAの特徴であるダイバーシチハンドオーバー制御、マルチコール制御などを処理する能力が必要となる。

ソフトウェア構成

次世代の携帯電話には、音声・データ通信のみならず、多種多様なサービスを実現するために、移動機に搭載するソフトウェアには、小規模化および柔軟な拡張性が要求される[2]。

本システム実験の移動機のソフトウェアは、これらの要求条件を考慮した構成としている。以下では、その中で移動機の制御ソフトウェアの構成について述べる。

■制御ソフトウェア

移動機の制御ソフトウェアは、以下の処理を行うプログラムである(略語

表2 アプリケーション実験端末
Table 2 Experimental Application Terminals.

名称	伝送速度	画像符号化	機能
Visual Phone	64kbit/s	MPEG-4	Point to Pointの動画像通信 カメラ一体型
MPEG-4 Video Phone	64kbit/s	MPEG-4	Point to Pointの動画像通信 ノートPCベース(無線機別)
Mobile Multimedia Communicator	64kbit/s	H.263 (MPEG-4)	Point to Pointの動画像通信 PDAベース
Mobile Video Web Phone	128kbit/s	H.261	Point to Pointの動画像通信 WebとTV電話の連携

表3 タスク分類
Table 3 Task Classification.

Group/Task	機能
System Group	
L2 Task (Layer2 Task)	LAC-C (Link Access Control for C-Plane) Protocolを実行する
MCF Task (Mobile Control Function Task)	MM-T (Mobility Management for Terminal) Protocolを実行する
CCAF Task (Call Control Agent Function Task)	CC (Call Control) Protocolを実行する
TACAF Task (Terminal Access Control Agent Function Task)	「アクセスインタフェース」記載のRACAF (Radio Access Control Agent Function) の Layer 3 Protocol (TAC (Terminal Access Control), RRC (Radio Resource Control) Protocol, その他BTS終端信号) を実行する
MRRC Task (Mobile Radio Resource Control Function Task)	MRTRIにより測定されたとまり木CHの受信レベル情報により、DHOのセル選択などを行う
MRTR Task (Mobile Radio Transmission & Reception Task)	とまり木CHの受信レベル測定、信号の受信制御および送信制御を行う
BCAF Task (Bearer Control Agent Function Task)	SDCCH, UPGCHなどの無線チャネルの起動/管理を行う
Terminal Equipment Group	
UIM Task	加入者情報を格納するUIMを制御する
TE #1 Task	(例) 音声通信端末を制御部
TE #2 Task	(例) 非制限デジタル (NRD: Non Restricted Data) 通信端末を制御する
}	}
TE #n Task	(例) パケット通信端末を制御する

は表3参照)。

- ① CCやRRCなどのレイヤ3プロトコル、およびレイヤ2プロトコルのLAC-Cを処理する機能。
- ② 移動機に接続されたハンドセット、ISDN-TEなどの端末を制御する機能(ただし、本制御ソフトウェアは、ユーザデータ通信の制御は行わない)。

■制御ソフトウェアの要求条件

制御ソフトウェアは、前述の基本的な要求条件以外に、上記機能を独立にかつリアルタイムに処理しなければならない。リアルタイムとは、例えば②の端末の制御がいかなる状態であっても、①のLAC-Cプロトコルで規定された処理時間は守らなければならないことを意味する。

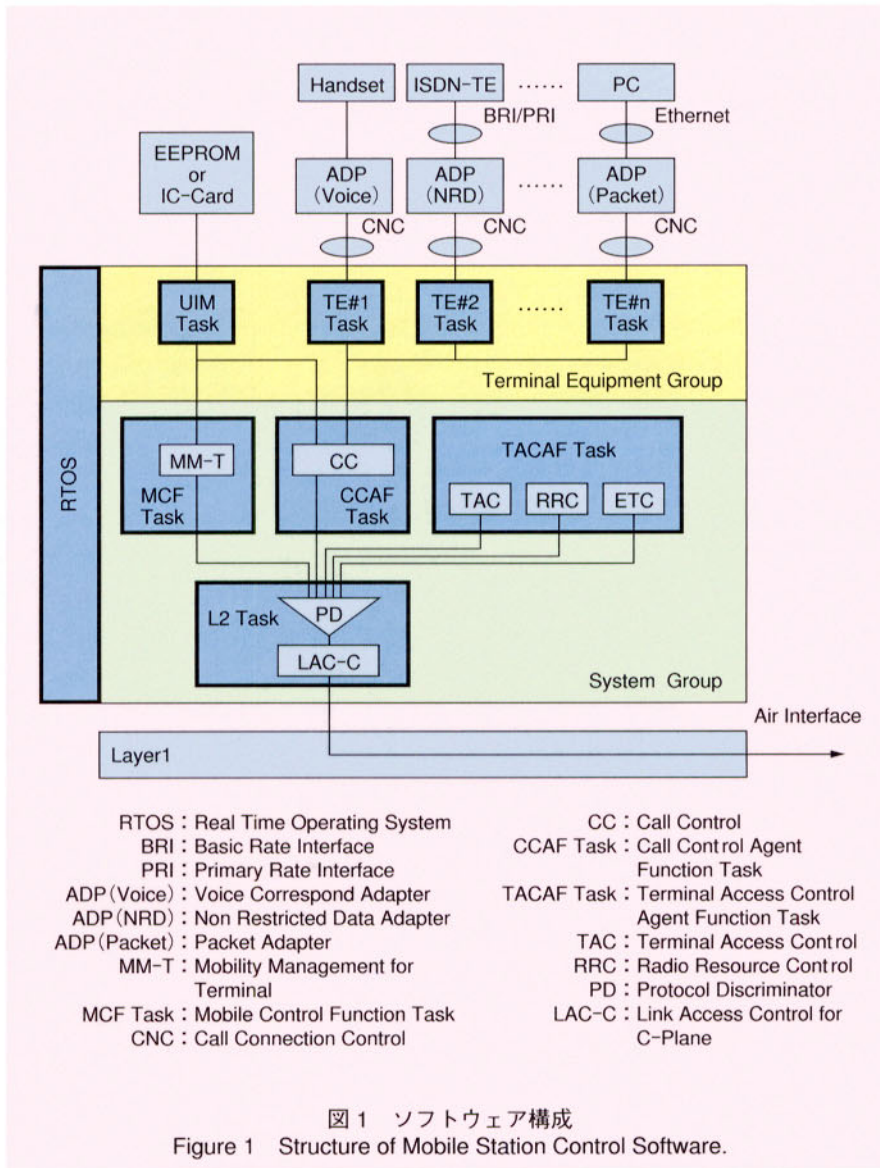


図1 ソフトウェア構成

Figure 1 Structure of Mobile Station Control Software.

■構成

(1) 概要

前述の要求条件を満たすため、システム実験移動機ではRTOS (Real Time Operating System) を採用している。リアルタイム性を確保するために、前記①②の処理を複数のタスクで構成し、マルチタスクで実行する (図1, 表3)。マルチタスク構成とすることによりソフトウェアの開発効率の向上、保守性の向上も同時に図ることができる。

(2) RTOS

RTOSとしては、ソフトウェア規模、経済性、拡張性を考慮し、 μ I-TRON3を採用している。 μ I-TRON3

は(社)トロン協会で規定したRTOS仕様であり、ほかの商用ベースのRTOSと比較しても低価格で導入可能で、プログラム規模も数kバイトで実装可能である。

(3) タスク構成

・ System Group

前記①を処理するタスク群である。タスク構成としては、プロトコルごとにタスクを割り当てて、各プロトコルがリアルタイムに実行できるように考慮している (表3)。ただし、RRCプロトコルとETCプロトコルなどプロトコル間が密接に関係しているものは、同一タスクとしている。これ

は、異なるタスクで実現すると、逆にタスク間の通信の頻度が増加し、パフォーマンスの低下を招くからである。

・ Terminal Equipment Group

前記②を処理するタスク群である。携帯機のように端末部 (音声通信サービス処理部) が移動機内部に存在する場合は、これらも本グループ内の1タスクとして実現可能である。本実験システムの移動機においては、ハンドセット (音声通信サービスを提供)、ISDN-TE (非制限デジタル通信サービスを提供)、パーソナルコンピュータ (パケット通信サービスを提供)、などの多種多様な端末が接続される。

これらの端末依存のプロトコルは、Call Connection Control (CNC) プロトコルに変換しCCAFタスクに渡される。したがって、CCAFは通信サービスの種類によらずCNCプロトコルで処理が可能となる (図1, 表3)。このプロトコル変換は、通信サービスの種目ごとに規定されたアダプタ (ADP) により行われる。例えば、音声通信専用の携帯機の場合は、音声通信専用のADP機能のみを備えればよく、移動機の規模に合わせた構成も可能となる。なお、このCNC Protocolは、本実験システムで新たに規定したプロトコルである。

■ UIM (User Identification Module)

ユーザの情報 (ユーザ固有拡散符号、加入者番号ほか) を格納しているUIMは、Terminal Equipment Groupに属している。

UIMとしては、PDCシステムの携帯機のように携帯機内部のメモリ (EEPROMなど) により実現するタイプと、GSMのSIMカードのように携帯機から着脱可能な外部メモリにより実現するタイプが考慮されている。これらUIMへの情報の書き込みや読み出しは、UIMタスクを介して行う。こ

れによりEEPROMやIC-Cardなどの加入者情報を記憶する媒体に関わらず共通の手順でUIMにアクセス可能となる。

試験環境および試験方法

■無線特性試験項目と測定装置

W-CDMAシステム実験用移動局装置（以下、実験用移動機）における無線特性試験項目は、電波法および無線設備規則の規定（いわゆる電波の質）、また各種の移動通信規格における測定法の考え方などが基本となる。基本的な測定システム構成を図2に示す。代表的な試験項目は、送信系としては送信周波数、スプリアス発射、隣接チャンネル漏洩電力、最大送信電力、変調精度などで、受信系としては受信感度、隣接チャンネル選択度、受信相互変調感度などである。これらの項目を測定するには、マイクロ波周波数カウンタ、電力計、スペクトラムアナライザ、デジタル変調解析器など、汎用のデジタル移動通信用測定装置を用いることができる。以下ではW-CDMA実験用移動機における特徴的な測定項目と測定装置に求められる条件などについて述べる。

■送信特性測定

実験用移動機では、伝送信号を4.096MHzの広帯域に拡散変調している。そのため、送信信号の変調精度を求める変調解析器においては、4.096MHz以上の帯域のレシーバ機能を有する必要がある。また、W-CDMAでは、隣接チャンネルへの漏洩電力は、他の無線チャンネルへの雑音となり、システムの容量あるいは品質に影響を与えるので、このような雑音電力は極力抑制する必要がある。今回の実験システム用の移動局では、隣接チャンネル漏洩電力-40dBc以下、次隣接チャンネル漏洩電力-60dBc以下という要求特性を設定している。この特性値を測定するためには、70dB以上のダイナミック

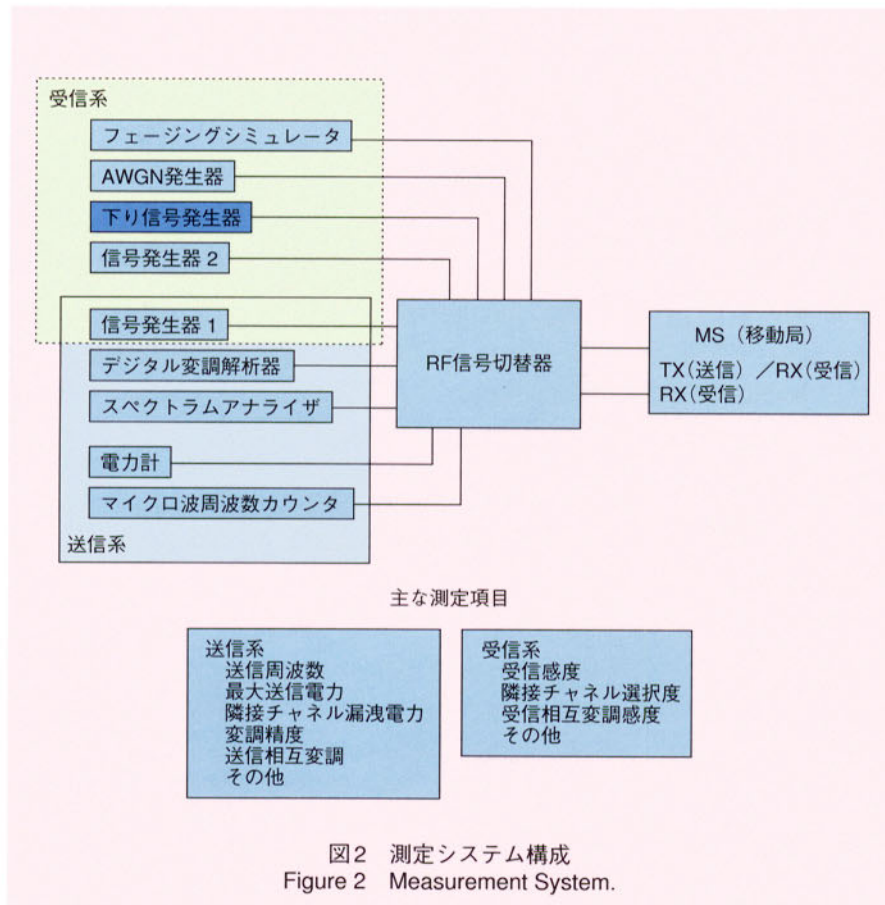


図2 測定システム構成
Figure 2 Measurement System.

レンジを備えたスペクトラムアナライザが必要になる。

■受信特性測定

受信特性を測定するためには、W-CDMAの下り無線フレーム構成に従った試験信号データを、実際の基地局と同じロングコードとショートコードで拡散した変調信号の発生器が必要である。

■W-CDMAに特有な試験項目

W-CDMAに特有な試験項目としてコードごとの電力比である「コードドメインパワー測定」および「高速閉ループ送信電力制御」が挙げられる。

(1) コードドメインパワー測定

W-CDMAでは個々のチャンネルを異なるコードで拡散し、同一キャリア周波数上に多重しているため、高周波電力は電力計（時間ドメイン）やスペクトラムアナライザ（周波数ドメイン）で測定できるが、個々のチャンネルの電

力を分離して測定するには、逆拡散処理によるコードドメインでの電力測定機能を有する測定器が必要になる。2チャンネルが多重化された送信信号のコードドメインパワーの測定結果例を図3に示す。横軸がショートコード番号で縦軸がコードごとの相対電力レベルである。図中の0dBは1スロット分(0.625ms)の全電力を示し、本例では1/2スロット分の電力を測定している。

(2) 高速閉ループ送信電力制御

W-CDMAにおける送信電力制御機能として、高速閉ループ制御がある。これは下りレイヤ1信号の情報により、0.625msごとに1dBステップで送信電力を増減させるものである。この制御特性を測定するためには、スペクトラムアナライザを用いることができるが、分解能帯域幅（RBW）を変調波のスペクトラム帯域（5MHz）に合わせ、電力制御の時間応答を測定する。

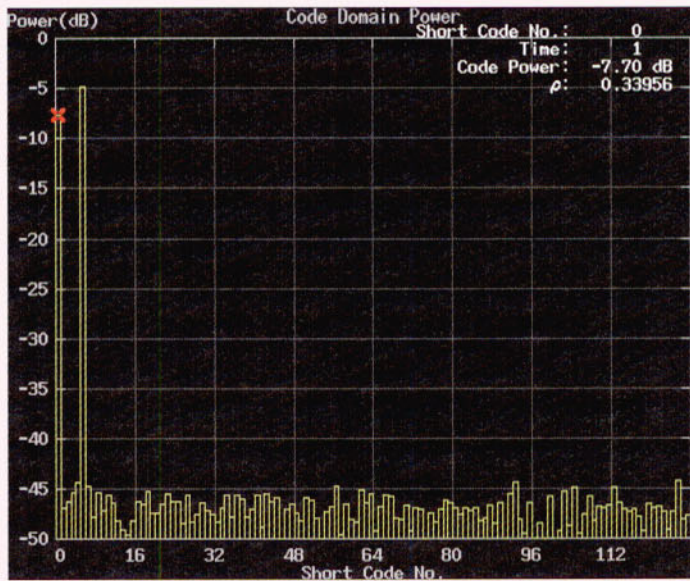


図3 コードドメインパワー測定例

Figure 3 Example of Code-Domain Power Measurement .

あとがき

W-CDMA システム実験用移動機の諸元と構成および試験環境／方法について述べた。今後、室内で基本データを取得後、屋外での伝送特性実験、発呼／着呼などの呼制御やハンドオーバなどの試験、および多くの小型移動機を用いた容量試験などを行う予定である。

文献

- [1] 安達、佐々木、他：“広帯域コヒーレント DS-CDMA 無線アクセス特集—次世代移動通信の実現に向けた広帯域コヒーレント DS-CDMA の研究開発”、本誌、Vol.4, No.3, pp.6-8, Oct.1996.
- [2] 柚木、東、堤：“広帯域 CDMA 移動機の構成—ソフトウェア構成—”、1997 年電子情報通信学会総合大会 B-5-10.