

26GHz帯240MbpsNGN対応FWA装置の開発

Development of 26GHz Band Quarter Gbps Class FWA Equipment Aiming to Fit NGN

齋藤 和 男
Kazuo Saitoh

小林 清 仁
Kiyohito Kobayashi

五味 武 志
Takeshi Gomi

永 嶺 真 治
Shinji Nagamine

米 田 真 也
Shinya Yoneda

永 堀 仁
Hitoshi Nagahori

西 堀 正 人
Masato Nishibori

要 旨

近年、NGN (Next Generation Network) に向けたインフラ系ネットワークのIPネットワーク化に伴い、アクセス系無線装置においても1つの無線回線で電話 (音声)・放送 (映像)・インターネット (データ通信) のトリプルプレイサービスを高品質で提供できることが要求されている。

一方、スマートフォン等のモバイルデータ端末の急速な普及に伴い、マイクロ/ピコセル携帯基地局用のモバイルバックホールソリューションも、高速な無線回線が要求されている。

これらの市場要求に応えるべく当社は、準ミリ波帯を利用してP-P (Point to Point) の高速データ通信が可能なFWA装置である新型WIPAS (Wireless IP Access System) を開発した。

本装置は、上り下りの帯域比率を適応的に可変できるTDD方式を採用しており、その実効スループットとしては上り下りの合計として192Mbpsを確保している。更に、本装置には64QAMからQPSKまでの適応変調機能も具備させており、降雨時にも伝送レートを操作しながら回線接続を維持し続ける事ができ、8クラスQoS機能と併用する事により、より通信品質の高い回線を提供できるものである。

また、Zero-footprint筐体 (屋外設置一体型筐体) は、ネットワーク回線構築時のトータルコストを抑える事に貢献出来る。

Abstract

With the recent progress of NGN (Next Generation Network) deployment and market demands for advanced services based on it, Fixed Wireless Access (FWA) System is also required to support triple play services of voice, video distribution, and internet access.

Data traffic explosion in mobile radio access network due to the widespread use of smart-phone urgently demands effective backhaul solutions for micro/pico cellular base stations.

In order to meet these market requirements, JRC has developed 26GHz FWA equipment called as "New WIPAS (Wireless IP Access System)" supporting high-speed data communication of P-P (Point to Point) which use quasi-millimeter wave. This equipment is the TDD system with flexible downlink and uplink ratio and achieves maximum 192 Mbps aggregated data throughput. It also supports adaptive modulation among QPSK, 16QAM and 64QAM and QoS control with 8 priority classes to improve the link quality and availability.

True zero-footprint (all in one) mechanical structures of the equipment contribute to minimize total cost of ownership of the network.

1. ま え が き

IPネットワークは、アクセス回線のみならず、カメラ映像やデータ伝送、LTE/WiMAXなどのモバイルバックホール回線への適用が増えてきている。

当社は、ワイヤレスIPアクセスシステム⁽¹⁾ (WIPAS*)のシステム開発をNTTと共同で行っている。

2003年に最初のWIPAS装置を製品化した⁽²⁾が、近年のネットワーク容量の増大、トリプルプレイ対応が必須となり、それらの要望に応えるべく新型WIPAS装置⁽²⁾を開発した。

2台のWT装置を対向し、26GHz帯の準ミリ波を使用したPoint to Pointの無線通信により、無線伝送速度240Mbps (実効スループット192Mbps) の高速IPアクセスを提供する。

本稿では、開発したFWA装置によるIPアクセスシステム構成、装置の構成、主な機能、ならびにサービス品質について述べる。

2. システム構成

今回開発した新型WIPASをモバイルバックホールのアクセス回線に適用した例を図1に示す。このように、IPネットワークとシームレスに接続可能であるので、光ファイバが敷設されていないルーラルエリアでの適用や、災害発生時の臨時回線の構築に迅速に対応可能である。

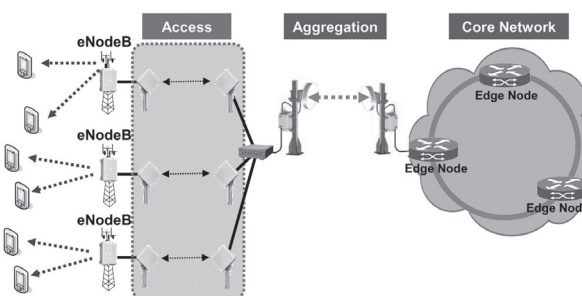


図1 新型WIPASを使用したモバイルバックホール回線例
Fig.1 Last Mile Access in Mobile Backhaul Network using New WIPAS

実効スループット192Mbpsの大容量を生かして、多チャネルのハイビジョンカメラの映像伝送が可能である。また、データ伝送の例として、ハイビジョンカメラ映像伝送の構成例を図2に示す。

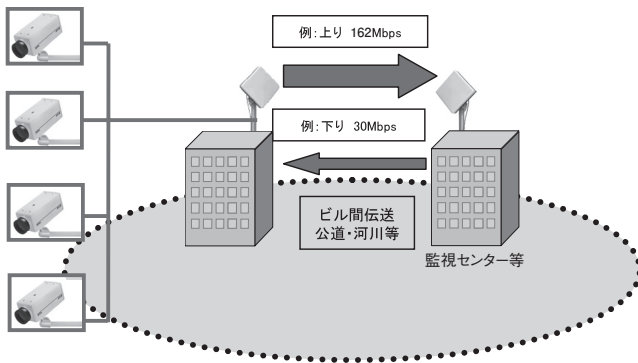


図2 新型WIPASを使用した映像伝送回線例

Fig.2 Image Transmission Network using New WIPAS

3. 装置の仕様と構成

新型WIPASの主要諸元（ライセンスバンド）を表1に示す。

表1 装置の主要諸元（ライセンスバンド）

Table 1 Main Specifications of System (Licensed Band)

周波数帯域	24.0 - 27.0GHz
多元接続方式	TDMA/TDM
複信方式	ダイナミックTDD
変調方式	QPSK/16QAM/64QAM（適応変調）
無線シンボルレート	40Msymbol/s
無線伝送レート	QPSK: 80Mbps
	16QAM: 160Mbps
	64QAM: 240Mbps
実効スループット	QPSK: 64Mbps
	16QAM: 128Mbps
	64QAM: 192Mbps
送信電力	QPSK: +14dBm
	16QAM: +11.4dBm
	64QAM: +10.3dBm
占有帯域幅	52MHz以下
優先制御	8クラス
ユーザインタフェース	1000BASE-T, 100BASE-TX
アンテナ（内蔵）	31dBi
外形寸法	190mm×190mm×52mm以下
質量	2kg以下

（最大スループットは上下帯域の合計）

本装置は、シングルキャリアのTDD方式であり、変調方式はQPSK, 16QAM, 64QAMに対応しており、最大スループットは192Mbpsである。

新型WIPASには、イーサネットインターフェース、ベースバンドSoC、変復調回路、高周波回路、及びアンテナまで

内蔵されている。図3, 4に新型WIPASの外観と、ブロック図をそれぞれ示す。

また、IEEE802.3at対応給電方式採用により、イーサネットケーブルにPoEインジェクタを接続するだけで、容易に大容量の無線回線を構築することが可能である。



図3 新型WIPASの外観

Fig.3 New WIPAS Equipment Outlook

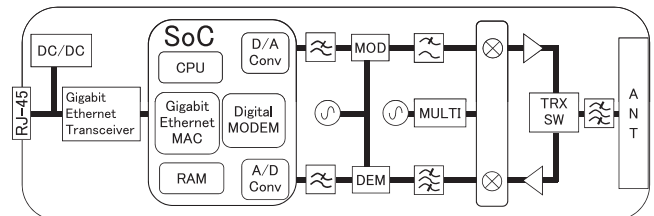


図4 新型WIPASブロック図

Fig.4 Block Diagram of New WIPAS

4. 主な機能

4.1 適応変調機能

伝搬路状況に適した変調方式を適応的に選択することにより、所要の通信品質を維持しながら伝送速度の高速化が可能になる。図5に適応変調の概念図を示す。

また、変調方式を固定することも可能で、回線容量の変動が望まれないアプリケーションに対する適用性も備えている。

降雨減衰や伝搬路の状況により、受信のCNRが劣化した場合には、変調方式を64QAMから16QAMさらにQPSKに適応的に変更することにより、無線回線のビットエラーを低減することで通信を維持することが可能となる。

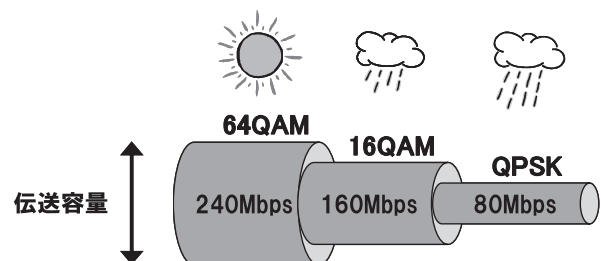


図5 適応変調機能

Fig.5 Adaptive Modulation Function

4.2 ダイナミックTDD機能

TDD方式の利点を生かし、入力されるデータ量に応じて上下回線の伝送容量を動的に制御する機能を具備している。例えば、映像配信サービスなどにより下りのデータ量が上りに比べて極端に多くなる場合、下りに伝送可能な容量を大きく割り当てることで、限られた無線リソースを有効に利用することが可能である。

本装置では、固定的に伝送容量を割り当てる機能と、データ量に応じて動的に割り当てる機能の両方を有しており、利用するシステムに合わせて帯域割り当て方法を選択することが可能である。図6にその概念図を示す。



図6 ダイナミックTDD概念図
Fig.6 Concept of Dynamic TDD

4.3 Quality of Service (QoS) 機能

0AB～J相当の高品質IP電話、ストリーミングなどの映像配信、及びインターネットなどデータ通信を同時に提供するトリプルプレイに対応するため、本装置ではQoS制御を実装している。

QoSは、入力したデータの優先度を示す識別子であるVLAN COS (IEEE802.1p)、IP Precedence、及びDiffserve Code Point (DSCP)の各フィールドに基づいて最大8サービスクラスに分類する機能(クラシファイヤ)、サービスクラス毎の流入帯域制限(ポリサ)、キュー、そして出力帯域制御(シェーパ)、及び完全優先送信制御の各機能から構成される。

QoS制御の構成を図7に示す。

これにより、音声や映像などのサービス毎に必要な帯域を守り、より優先度の高いサービスのデータを最優先で送信することで、より優先度の高いサービスにおけるパケットロスとレイテンシ(遅延)の低減を図っている。

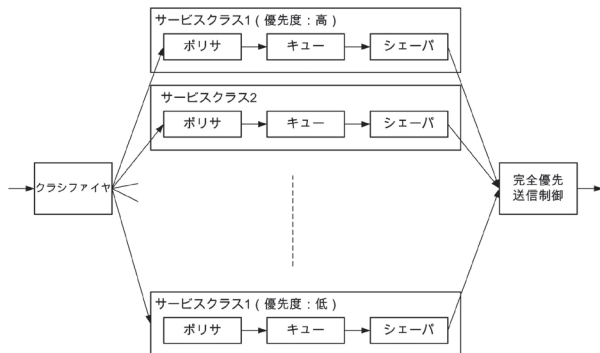


図7 QoSの機能構成
Fig.7 QoS Control Functional Structure

5. その他の機能

5.1 距離測定機能

対向装置間の距離測定が可能であり、その結果を利用して標準着信レベルの計算が可能である。

5.2 ログ・統計情報

本体のメモリにログ情報、統計情報が保存されるので、必要なときにそれらをダウンロードし、無線・有線の状況を確認することができる。

5.3 SNTP機能

装置の時刻を、NTPサーバの時刻に同期させることが可能である。

5.4 遠隔アップデート

遠隔でソフトウェアのダウンロードが可能のため、簡単に最新ソフトにアップデート可能である。

6. 装置の管理

本装置は、WEBブラウザにより装置の設定・施工・制御・監視を行う事が可能である。

図8にメインモニタの画面例を示す。

画面上部には、装置の設定と自局と対向局の状態が常に表示される。また、その下のメインモニタで、自局と対向局に変調方式や、無線帯域量の割当状況、データの入出力レート、送受信レベルや、受信CNRが表示され、その時点の装置の状況をリアルタイムで知ることができる。

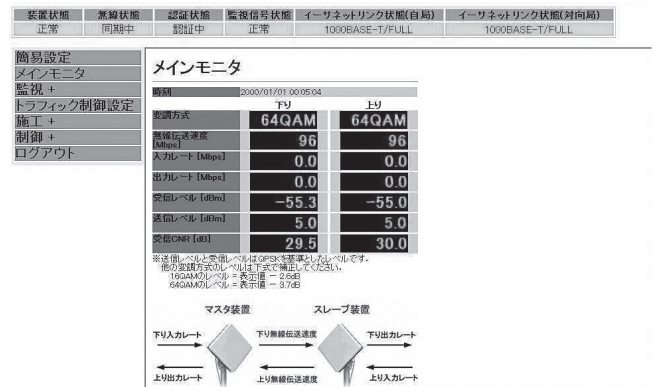


図8 メインモニタ画面
Fig.8 Monitoring Screen in Management Tool

図9に無線設定画面を示す。

無線設定画面では、回線を識別するための回線番号、無線データに暗号を掛けるための暗号パラメータの設定や、無線変調方式などの設定を行うことができる。

無線上のデータはCamellia*により暗号化され、定期的に暗号鍵が更新されるので、セキュリティは万全である。

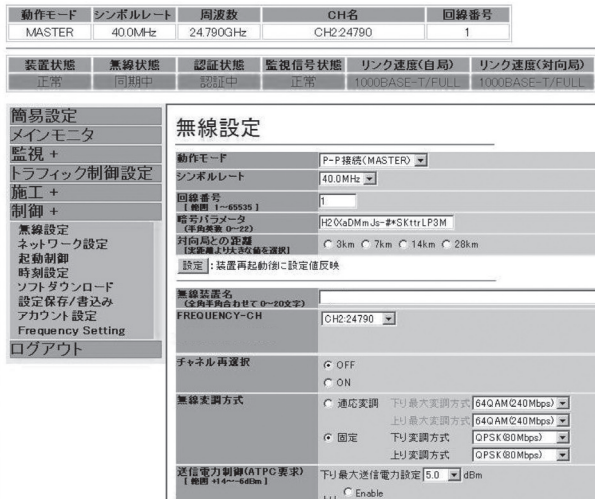


図9 無線設定画面

Fig.9 Radio Configuration Screen in Management Tool

また装置へは、有線側、無線側のどちらからでも接続可能となっており、ループ構成の場合でも監視制御が可能である。

7. 装置性能

開発した装置の無線対向の受信レベル対エラー訂正後のビットエラー特性を図10に示す。

変調方式が64QAMで6km離れた地点での受信レベルは-63dBmなので、晴天時には190Mbps以上の高品質回線が提供可能である。

また、図11にイーサネットフレームのスループット特性を示す。下り方向にTDDの全帯域を集中させた場合、QPSKで60Mbps、16QAMで120Mbps、64QAMで190Mbpsを超えるスループットが確認出来た。

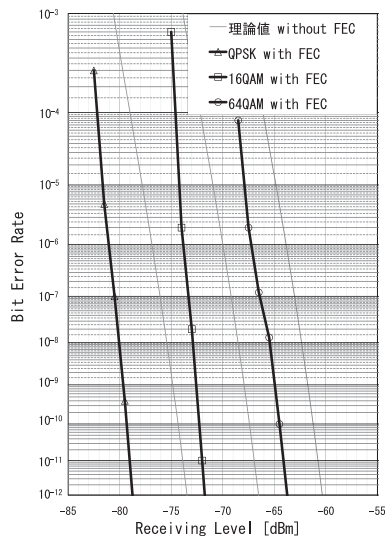


図10 誤り訂正後BER特性

Fig.10 BER Characteristics with FEC

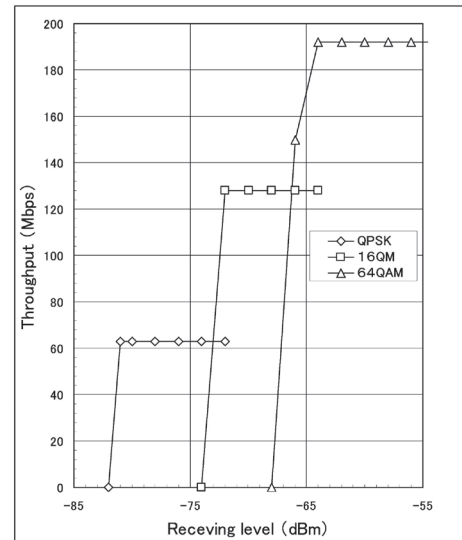


図11 実効スループット特性

Fig.11 Data Throughput with FEC

8. サービス品質と距離

アクセス回線やモバイルバックホール回線では、高い回線品質が要求されており、FWAが使用する26GHz準ミリ波帯では、降雨による減衰が無視できない。図12は、変調方式毎の通信距離 対 回線不稼働率のグラフである。

このグラフはITU-R勧告P.530を基に、東京の降雨条件で計算した結果であり、モバイルバックホールで要求される回線稼働率99.999% (不稼働率0.001%) の場合、64QAMで930m、QPSKでは約2kmの通信が可能である。また、64QAMで2kmの回線を構築した場合、晴天時は64QAMの大容量回線が利用でき、降雨時には適応変調によりQPSKに変調方式が切り替えられ、回線稼働率99.999%が得られる。

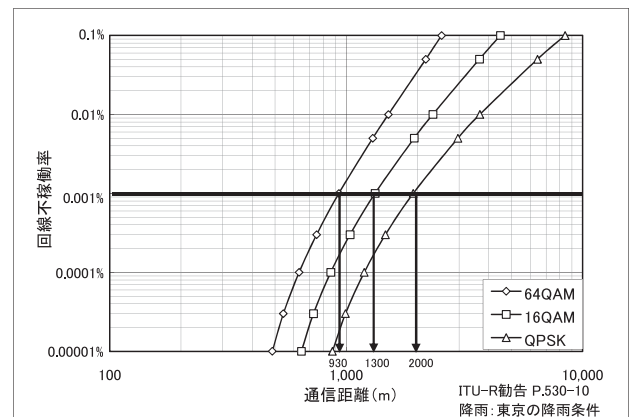


図12 通信距離 対 回線不稼働率

Fig.12 Unavailability vs. Transmission Distance Characteristics

9. むすび

本稿では、26GHz帯NGN対応FWAについて、その概要を述べた。

今後はPoint to Multipointシステム⁽³⁾の開発を進める予定である。

参考文献

- (1) 村上文夫, 谷口徹, 竹内俊二, “ワイヤレスIPアクセスシステムの開発” 日本無線技報, No.46, 2004-2.
- (2) 松下 章, 長谷川 仁, 高島 康成, 進藤 喜彦, “トリプルプレイ対応ワイヤレスIPアクセスシステムの開発” NTT技術ジャーナル, PP.59-62, vol.22, No.12, 2010.
- (3) T.Taniguchi, K.Saitoh, Y.Shindo, Y.Takahata, “Development of 26GHz Band Quarter Gbps Class FWA system Aiming to Fit NGN” IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2011) 28th to 31st Mar. 2011.

*WIPASは、日本電信電話株式会社の登録商標です。

*Camelliaは、日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社の登録商標です。

用 語 一 覧

BER : Bit Error Rate (ビット誤り率)
COS : Class of Service (クラス オブ サービス)
FWA : Fixed Wireless Access (加入者系無線)
LTE : Long Term Evolution (第3.9世代携帯電話)
NGN : Next Generation Network (次世代ネットワーク)
NTP : Network Time Protocol (ネットワーク タイム プロトコル)
QoS : Quality of Service (サービス品質)
SNTP : Simple Network Time Protocol (シンプルネットワークタイム
プロトコル)
TDD : Time Division Duplex (時分割複信)
VLAN : Virtual Local Area Network (仮想LAN)
WT : Wireless Terminal (加入者局装置)