

5-2 非再生中継回線用プロトコル

5-2 WINDS Satellite Networking Protocol for Bent-pipe Mode

高橋 卓 吉村直子 橋本幸雄 小川康雄 黒田知紀

TAKAHASHI Takashi, YOSHIMURA Naoko, HASHIMOTO Yukio, OGAWA Yasuo, and KURODA Tomonori

要旨

WINDS では、再生交換中継モードと非再生中継モードがある。ここでは、非再生中継モードを使用する際のプロトコルについて紹介する。非再生中継モードにも従来衛星でも使用されている非再生連続波モードと再生交換中継モードと同時に使用できる非再生 TDMA モードに分けられる。

WINDS has two types of transponders; regenerative mode and bent-pipe mode. In this section, the networking protocol for using the bent-pipe mode is described. There are two types of communication mode in the bent-pipe mode. One is the bent-pipe continuous wave mode, which is used at traditional communication satellite. Another is the bent-pipe TDMA mode, which can communicate at the same time with the regenerative mode.

[キーワード]

WINDS, 再生交換中継, 非再生中継, プロトコル

WINDS, Regenerative mode, Bent-pipe mode, Networking protocol

1 まえがき

WINDS には 2 種類の中継器が搭載されている。1 種類は従来の衛星で使用されている非再生中継器(ベントパイプ中継器)である。これは、地上からのアップリンク信号を周波数変換・増幅して地上へダウンリンクするものである。もう 1 種類は再生交換中継器である。地上からのアップリンク信号を衛星上でいったん復調し、信号をビーム間交換し、そして変調を掛け地上へダウンリンクするものである。

再生交換中継器を使用するためのプロトコルについては前項で述べた[1]。

非再生中継器を使用するモードが 2 種類あり、1 種類は再生交換中継同様 TDMA を使用するものであり、もう 1 種類は連続波を使用するモードである。

本稿では、主として非再生 TDMA を使用するためのプロトコルについて記述する。

2 非再生連続波通信プロトコル

非再生連続波通信においては、プロトコルに関する規定はない。

利用ユーザが独自に設定する必要がある。

3 非再生 TDMA 通信プロトコル

非再生 TDMA 通信では、再生交換中継回線とは異なり、実験前に使用するタイムスロットと周波数を決めておくプレアサイン方式を採用している。

3.1 TDMA フォーマット

非再生 TDMA 回線は再生交換中継回線と同じ TDMA フレームフォーマットを使用している。このため、再生・非再生混在モードとすることで同実験期間での実験が可能である。

TDMA フレームフォーマットを図 1 に示す。再生交換中継回線と同様、2 ms のタイムスロッ

トとなっている。20 タイムスロットで1フレーム(40 ms)、16 フレームで1 スーパーフレーム(640 ms)となっている。このスーパーフレーム単位で、各ユーザ局へのタイムスロットと周波数を割り当てる。

各フレームの第1スロットは基準局からのリファレンスバーストに使用される報知スロット、第2スロットは将来拡張用のシグナリングスロットとして確保してある(非再生中継はプリアサインを採用しており、シグナリングは行わない)。残りの18スロットをユーザ局間の通信に使用するトラフィックスロットとなっている。

なお、再生・非再生混在モード時には、第1スロットは再生交換中継用報知スロット、第2スロットが非再生中継用スロット、第3スロットが非再生中継用シグナリングスロットとなり、トラフィックスロットは残り17スロットを使用する

ことになる。

3.2 データバーストフォーマット

非再生中継用 TDMA 信号はリファレンスバーストとトラフィックバーストに区別されるが、トラフィックバーストには $75 \mu\text{sec}$ 以上のガードタイムを確保したバースト長とすること(図1)以外の規定はなく、変調方式、誤り訂正方式、データ伝送速度等はユーザが独自に設定できるものとしている。

3.3 リファレンスバーストフォーマット

リファレンスバーストは各ユーザ局が受信し、TDMA 網に同期するためにも使用される。

リファレンスバーストのパラメータを表1に、フォーマットを図2に示す。

リファレンスバーストは再生中継用リファレン

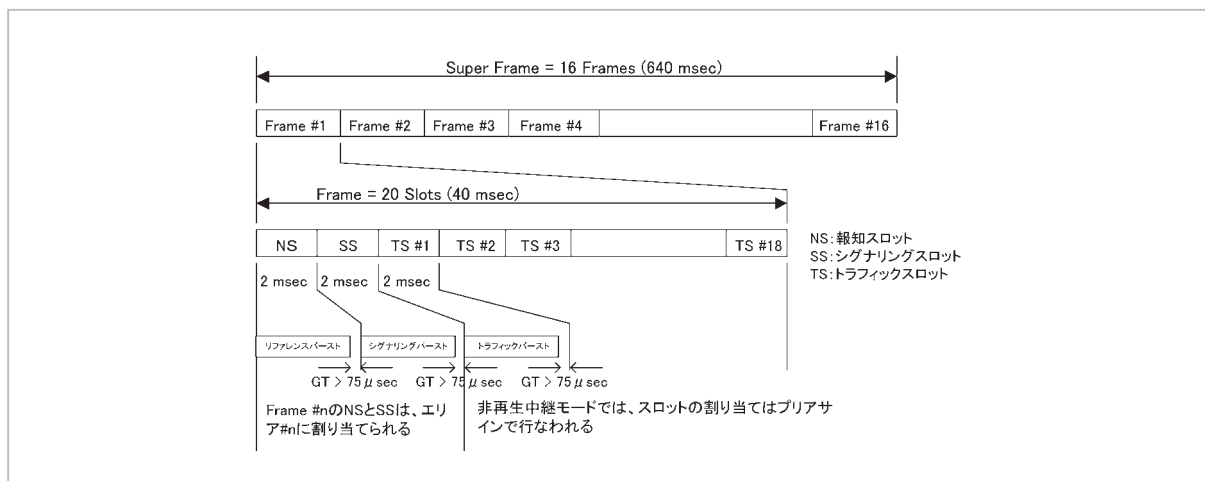


図1 非再生中継 TDMA フレームフォーマット

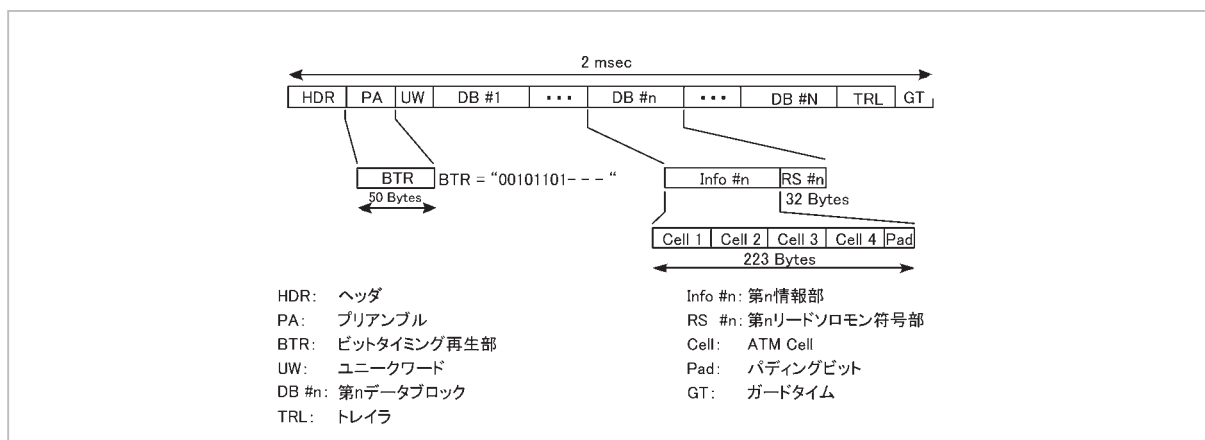


図2 非再生中継リファレンスバーストフォーマット

スパーストと同様、155 Mbps、QPSK、誤り訂正符号はRS(255, 223)となっている。

バーストはビットタイミング再生部(BTR)のプリアンブルと情報の入ったデータ部に大別される。BTRは“00101101”の繰り返しである。

ユニークワードは表2に示すものを使用する。

データ部はATMセルを使用しており、48バイトのデータに5バイトのヘッダを付加したセル4個に11バイトのパディングでデータブロックを形成している。リファレンスパーストには180データブロックが含まれている。

また、リファレンスパーストの先頭と末尾にはバースト受信時の過渡応答を吸収するため、ヘッダとトレイラが付加されている。

3.4 リファレンスパーストに含まれる報知情報

リファレンスパーストには表3に示すように衛星軌道情報、リファレンスパースト情報、非再生通信路情報が含まれる。

衛星軌道情報には衛星軌道位置と速度及びエポック時刻が含まれている。これら衛星軌道情報と地球局の位置から衛星までの距離を計算し、

バースト送出位置補正に使用する。

リファレンスパースト情報には、ビーム番号とリファレンスパースト送出スロット番号の対比情報が含まれている。この情報と地球局のあるビーム番号よりスーパーフレームの開始時点が判明する。

非再生通信路情報には、各スロットの送信ユーザID、送信ユーザポート番号、受信ユーザID、受信ユーザポート番号、使用周波数帯の情報が含まれている。この情報より自局の送信スロット位置を知ることができる。

3.5 降雨減衰補償

アップリンク回線の降雨減衰補償はユーザ地球局が自律的に実施する。

一定電力で送信されるリファレンスパーストの、あるいは網モニタ回線の信号強度測定によりダウンリンクの降雨減衰を測定する。この減衰量よりアップリンク降雨減衰量を推測し、送信電力制御により降雨減衰補償を行う。

ダウンリンク回線の降雨減衰補償は実施しない。

表1 リファレンスパーストのパラメータ

| | 情報伝送速度 | ヘッダ部ビット数 | トレイラ部ビット数 | データブロック数 | シンボルレート |
|------------|----------|----------|-----------|----------|-------------|
| リファレンスパースト | 155 Mbps | 144 | 656 | 180 | 101.75 Msps |

表2 ユニークワードの定義

| バースト種別 | Iチャネル | Qチャネル |
|------------|------------------------------|------------------------------|
| リファレンスパースト | 1100101111000100 (0xCBC4) | 0011010000111011 (0x343B) |

表3 報知情報メッセージ

| 項番 | 項目名 | ロケーション | サイズ(byte) | 内容 |
|----|------------------|--------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | メッセージ長 | 0 | 2 | メッセージのサイズ: 17432(byte) 本項目のサイズも含む |
| 2 | プロトコル識別子 | 2 | 1 | 0x81: 非再生通信用報知情報 |
| 3 | メッセージ種別 | 3 | 1 | 0x01: 非再生通信用報知情報通知 |
| 4 | シーケンスカウンタ | 4 | 4 | 0xFFFFFFFF(固定値) |
| 5 | 軌道情報 | 8 | 48 | |
| 6 | RBビーム情報 | 56 | 48 | ビーム番号とRB送出スロット番号 |
| 7 | 非再生通信経路情報(ブロック1) | 104 | 2888 | ルート1用データ |
| 8 | 非再生通信経路情報(ブロック2) | 2992 | 2888 | ルート2用データ |
| 9 | 非再生通信経路情報(ブロック3) | 5880 | 2888 | ルート3用データ |
| 10 | 非再生通信経路情報(ブロック4) | 8768 | 2888 | ルート4用データ |
| 11 | 非再生通信経路情報(ブロック5) | 11656 | 2888 | ルート5用データ |
| 12 | 非再生通信経路情報(ブロック6) | 14544 | 2888 | ルート6用データ |
| 合計 | | | 17432 | |

4 むすび

WINDS 非再生中継用プロトコルについて述べた。非再生連続波では、通信プロトコルの規定は

ない。非再生 TDMA では、再生交換中継回線と同じ TDMA フレームフォーマットを使用し、同時に通信することが可能になっている。

参考文献

- 1 吉村ほか，“再生交換中継回線用プロトコル”，本特集



高橋 卓

新世代ワイヤレス研究センター宇宙通信ネットワークグループ研究マネージャー
衛星通信



吉村直子

新世代ワイヤレス研究センター宇宙通信ネットワークグループ主任研究員衛星通信



橋本幸雄

新世代ワイヤレス研究センター宇宙通信ネットワークグループ主任研究員衛星通信



小川康雄

独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙利用推進本部 WINDS プロジェクトチーム



黒田知紀

独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙利用推進本部 WINDS プロジェクトチーム