

携帯型地球局

山本伸一 川崎和義 小園晋一

平成 18 年 12 月に打ち上げられた技術試験衛星 VIII 型 (ETS-VIII) は S 帯大型展開アンテナを搭載しており、直径 13m のパラボラアンテナと同等の性能を軌道上で提供する。このため、地上では携帯型の小型端末を用いた衛星通信が可能となる。NICT は、音声及びデータ通信が可能な衛星携帯端末を開発し、接続性能及び伝送特性等を取得した。また、衛星携帯端末を用いた通信実験の一環として、自治体の防災訓練等に参加し、衛星通信による情報伝達が災害時に有効な手段となることを確認した。

1 はじめに

衛星携帯電話は地上の通信網や携帯電話が使用できない場所での利用、及び災害発生時に地上の通信回線及び携帯電話回線が不通になった場合の通信手段としても非常に有効である。

技術試験衛星 VIII 型 (以下、ETS-VIII) には、送受それぞれ 1 基の S 帯大型展開アンテナが搭載されており、直径 13m のパラボラアンテナと同等の性能を軌道上で提供できる。このような大型のアンテナを衛星に搭載することで衛星の送受信性能を向上させることにより、地上側では携帯性に優れた小型端末を用いた通信サービスを提供することが可能となり、パーソナル衛星通信及び災害時など緊急時の通信の確保に貢献できる。

本実験で用いた小型の携帯型地球局 (以下、携帯端末) は、衛星に搭載された大型展開アンテナを用いることを前提に、実用的な仕様として携帯電話に近い形状、重量及び送信電力とし、バッテリー駆動を行うために消費電力等の検討を行い、試作したものである^{[1][2][5]}。

ETS-VIII は打ち上げ後の大型展開アンテナの展開には成功したが、受信部低雑音増幅器の不具合のため、受信用大型展開アンテナが使用できない状態となった^[3]。このため、通信実験では衛星の受信アンテナに直径 1m のパラボラアンテナを使用することになり、地上の携帯端末の送信アンテナにパラボラアンテナを使用することで衛星側の受信性能が低下した分を補償し、通信実験を行った。ここでは、試作した携帯端末を用いた通信実験の結果について述べる。

2 携帯端末の概要

実験に用いた携帯端末について概要を述べる。図 1

に通信実験に用いるために試作した携帯端末の外観を、表 1 に携帯端末の主要諸元を示す。

携帯端末には携帯型と PDA 型の 2 種類があり、PDA 型は表示用 LCD が大きいことが特徴である。ただし、内部回路については概ね同じである。端末の小型化及



図 1 携帯端末の外観

表 1 携帯端末の主要諸元

送受信周波数	2.5GHz (受信) / 2.65GHz (送信)
送信電力	1W
アンテナ利得 (送信・受信共)	3dBi (ピーク利得, 筐体込み) 偏波: 左旋円偏波
変復調方式	8kbps BPSK 同期検波
回線接続	FDMA
チャンネル間隔	12.5kHz
音声符号化	PSI-CELP (5.6kbps)
電源	ニッケル水素 2 次電池 6 本 (単 3 又は単 4)
連続通話時間	30 分以上 (単 3 の場合)
重量・容積 (携帯型)	266g・264cc (電池含まず)

3 移動体衛星通信システム実験

び外観に突起物が無い形状とするため、送受信用のアンテナは図2に示すように筐体上部に内蔵する構造になっている。

内蔵アンテナは送受別のセラミックパッチアンテナで、上面の筐体カバーの損失を含めたアンテナのピーク利得は約3dBiである。端末に向かって右側が受信用、左側が送信用アンテナである。アンテナ素子の大きさは30mm×27mmで、アンテナの直下にバンドパスフィルタが直結される構造になっている。パッチアンテナの外観を図3に示す。

図4は携帯端末のブロック図である。RF部、IF・ベースバンド部及びデジタル処理部の3つに大きく分けることができる。RF部を構成するアンテナは、送受信とも外部アンテナも接続できる構造になっている。

図5に内蔵するパッチアンテナ単体の放射パターンを示す。また、図6はアンテナを筐体に内蔵したときの放射パターンである。内蔵時の放射パターンは、送信及び受信アンテナの取付位置及び筐体内部の金属による影響を受けるため単体に対してパターンが乱れている。

携帯型の消費電力は送信時で約18Wとなっており、PDA型は携帯型よりやや大きくなっている。電池で

の動作時間を長くするため、低消費電力化の検討を行った。その結果、消費電力の比較的大きい個体電力増幅器(SSPA)について、パルスドープ型FETを用いたものを新たに製作した。このSSPAは、出力電力が1.78W(地球局送信電力1W)のときの消費電力が5.2Wとなり、効率は34.2%である。

携帯端末には上記の情報速度が5.6kbpsの音声通信を行うものと、伝送速度を64kbps、変調方式をQPSKとしたデータ通信用の携帯端末も試作した。端末の大きさ及び外観は、図1に示すPDA型携帯端末と同じである。

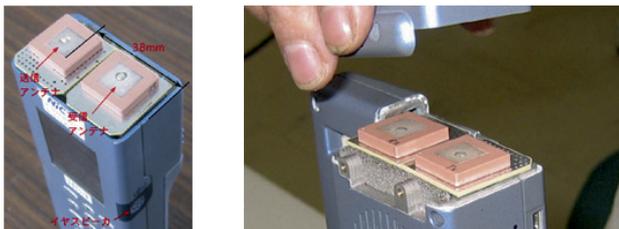


図2 内蔵パッチアンテナ (左:携帯型 右:PDA型)

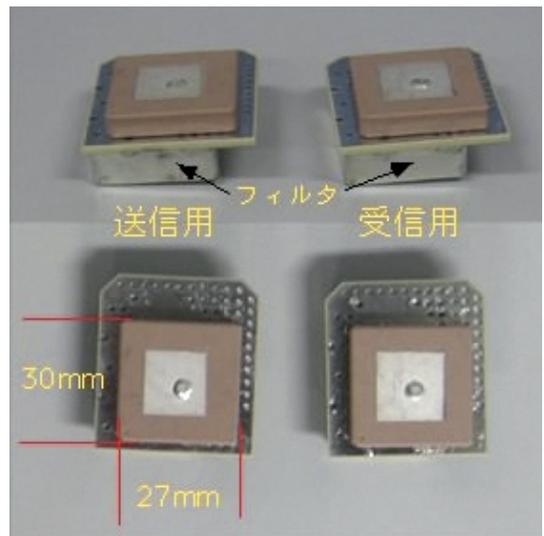


図3 パッチアンテナ外観

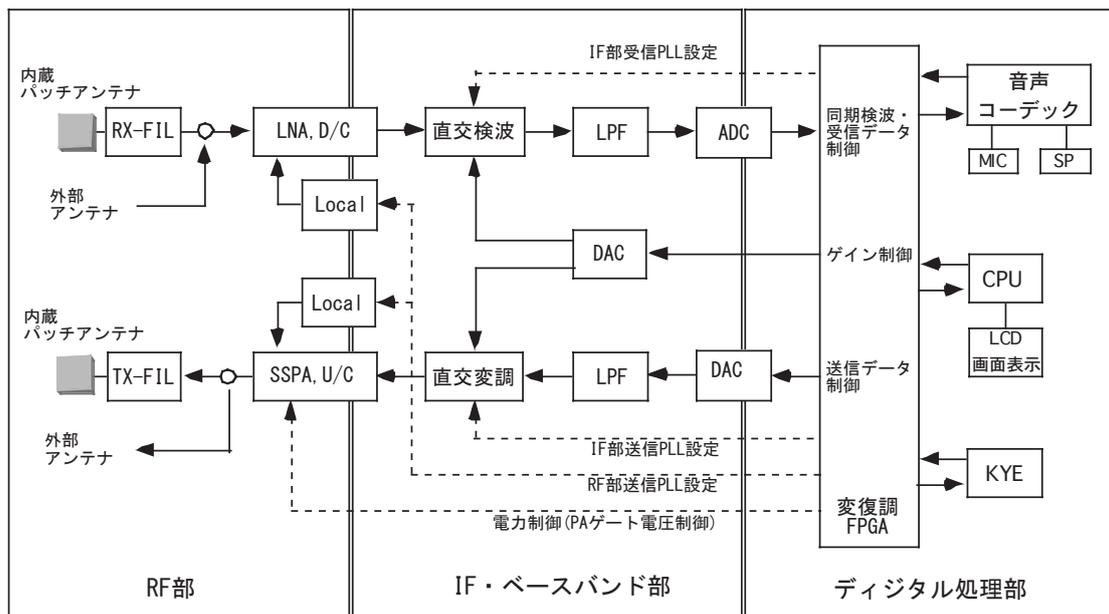


図4 携帯端末ブロック図

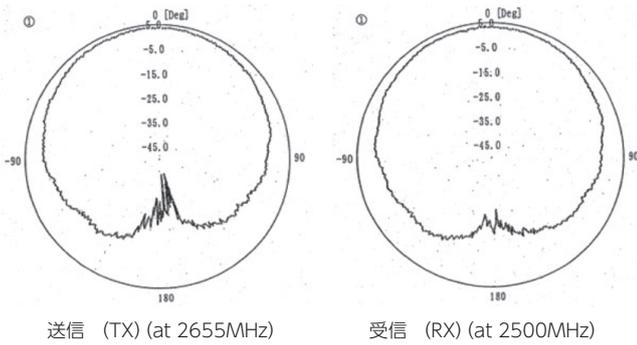


図5 パッチアンテナ放射パターン (単体)

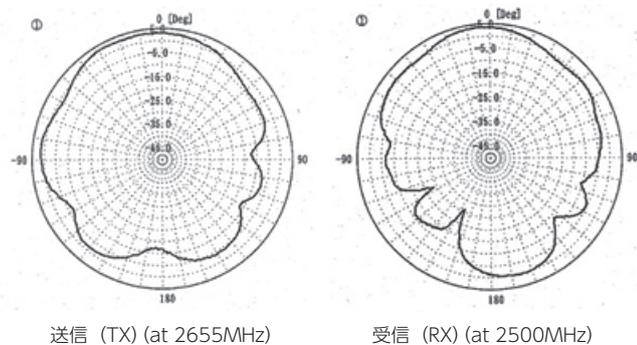


図6 内蔵パッチアンテナ放射パターン (筐体内蔵時)

表2 回線計算例

	Up-Link	Down-Link
Frequency (GHz)	2.65	2.50
TX power (dBW)	0.0	0.8
feeder loss (dB)	1.4	1.8
ANT Gain (dBi)	22.4	40.4
EIRP (dBW)	21.0	39.4
Propa. loss (dB)	192.4	191.9
RX ANT Gain (dBi)	25.0	2.9
pointng loss (dB)	0.0	0.0
feeder loss (dB)	2.8	1.5
RX power (dBW)	-149.2	-151.0
system Noise temp. (K)	-	600
G/T (dB/K)	-8.4	-26.3
C/No (dBHz)	48.8	49.9
C/No total (dBHz)	46.3	
Bit Rate (kbps)	8.0	
Eb/No (dB)	7.3	
Threhsold Eb/No (dB)	5.6	
margin (dB)	1.7	

3 通信実験

衛星を用いた通信実験では、衛星の受信大型展開アンテナが低雑音増幅器 (LNA) の不具合で使用できないため、高精度時刻基準装置 (HAC) を構成している直径 1m のパラボラアンテナを受信アンテナとして使用した。この受信系の G/T は 8.4dB/K 以上 (-2dB エリア: 受信アンテナパターンを地球に投影したとき、アンテナ利得が -2dB となるエリアで、ほぼ日本全域が含まれる) である。受信用大型展開アンテナを用いたときの受信系の G/T (設計値) は +13.8dB/K であることから、衛星の受信性能が低下した分を 5.6kbps の音声用携帯端末では送信アンテナに直径 68cm の折り畳み型パラボラアンテナを使用して補償する。また、64kbps のデータ通信用携帯端末では送信アンテナに 3.6m φパラボラアンテナを用いて補償する。

5.6kbps 音声用携帯端末の受信アンテナに内蔵パッチアンテナを使用した場合の回線計算例を表2に示す。衛星の中継器利得は 150dB とした。

図7は通信実験を行うときの構成図を、図8に通信実験時の様子を示す。表3に折り畳み型パラボラアンテナの主要諸元を示す。

通信実験は、ETS-VIIの中継器をS帯からS帯に接続するクロス回線の接続とし、図7に示すように携帯端末同士を直接接続するシングルホップで行った。

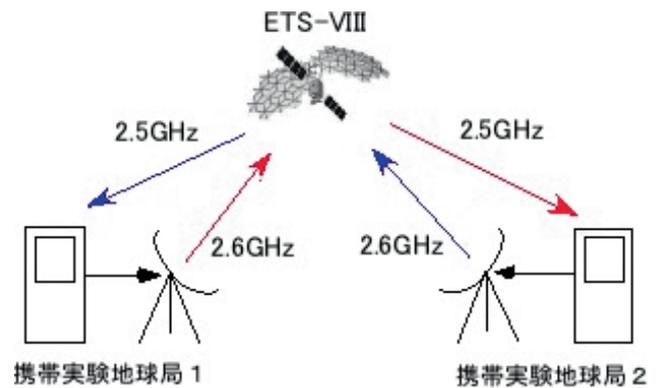


図7 通信実験構成図



図8 通信実験の様子

3 移動体衛星通信システム実験

3.1 音声用携帯端末

携帯端末の発着呼は、携帯端末間で直接呼び出す方式となっている。全ての携帯端末には固有の ID 番号と個別の送受信チャンネルが割り当てられており、携帯端末に相手局の ID 番号を設定し、携帯電話と同じように発信ボタンを押すことで発呼が開始される。相手局の ID 番号の設定方法は、以下の4つの方法があり、携帯電話と同じ感覚で操作を行うことができる。

1. 直接キー入力する
2. アドレス帳から選択する
3. 発信履歴から選択する
4. 着信履歴から選択する

図9にアドレス帳から設定する画面を示す。

発着呼のシーケンスは以下の手順で行われる。

1. 携帯端末に相手局ID番号を設定し、発信ボタンを押す。呼び出しは共通の呼び出しチャンネルを用いる。
2. 待ち受け時の携帯端末は常に呼び出しチャンネルを受信しており、自局への呼び出しであること、発呼局のID番号を確認した局は、発呼局の個別受信チャンネルに応答する。
3. 発呼局は自局の個別受信チャンネルを受信し、呼び出した局からの応答を確認した後、呼び出した局の個別受信チャンネルに応答し、そのまま通信に移行する。

3.1.1 接続性能

発着呼シーケンスを着呼局の受信 C/No をパラメー

表3 折り畳み型パラボラアンテナ主要諸元

周波数範囲	Sバンド (2.50 to 2.65 GHz)
一次放射器	4線巻きヘリカルアンテナ
利得	21.6 dBi (受信 2.50GHz) 22.4 dBi (送信 2.65GHz)
大きさ	667×732 mm
重量	2.2 kg (三脚含まず)

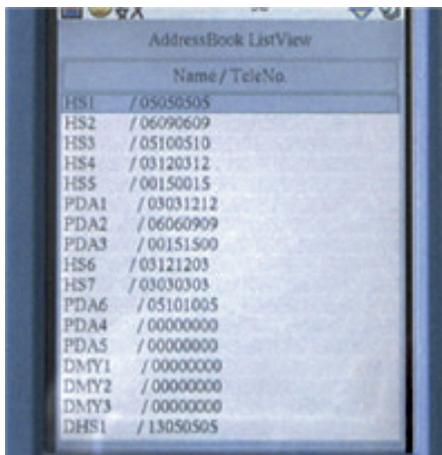


図9 アドレス帳からID番号を選択

タとして行き、接続性能を確認した。図10は実験構成図である。

実験では受信アンテナに折り畳み型パラボラアンテナを用い、携帯端末の受信部LNAの前に挿入した可変減衰器(ATT)を調整することで受信C/Noを可変し、呼び出しに対する応答と接続を調べた。実験結果を図11に示す。携帯端末は、携帯型が5台、PDA型が3台あり、図11の局の名称でHSは携帯型、PDAはPDA型を示している。また、それに付く数字は個体を識別する番号である。

横軸はLNA前に投入したATTの値、縦軸はその値のときの受信側のC/Noを中間周波数(IF)で測定した値である。

緑線は、携帯型4(HS4)から、PDA型1(PDA1)を呼び出したときに接続が可能であった範囲を示したもので、受信側のC/Noが44.7dBHzから51.4dBHzまでの約7dBの範囲で接続が可能であった。赤線はHS4から携帯型2(HS2)を呼び出したときの接続が可能であった範囲を示したもので、受信側のC/Noが43.6dBHzから49.7dBHzまでの約6dBの範囲で接続が可能であった。

受信C/Noが44dBHz以下になると、接続は可能であるが、通信中に同期外れが発生し、通信を安定に継続することが困難であった。

実験結果から、携帯端末の接続と通信の安定した継続には端末の個体差もあるが受信C/Noは約44dBHzから51dBHzの範囲で安定した通信が行えることが分かった。

送信電力が1W、送信アンテナに折り畳みパラボラアンテナを用いた場合、携帯端末の受信アンテナに内蔵パッチアンテナを用いたときの受信C/NoはPDA1で約46dBHz、HS2で約48dBHzとなり、個体差はあるが、それぞれ安定した接続と通信が継続できる受信C/Noの範囲内である。

3.1.2 通信品質

携帯端末間の通信品質を評価するため、ビット誤り率(BER)特性を取得した。図12はBER特性測定時

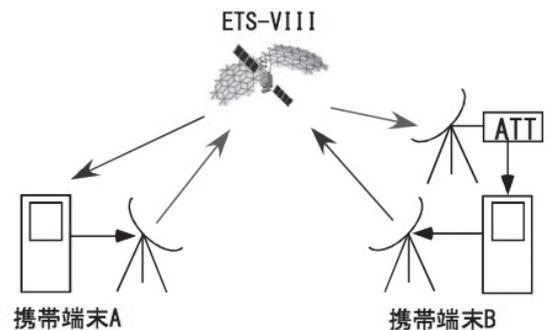


図10 接続性能実験構成図

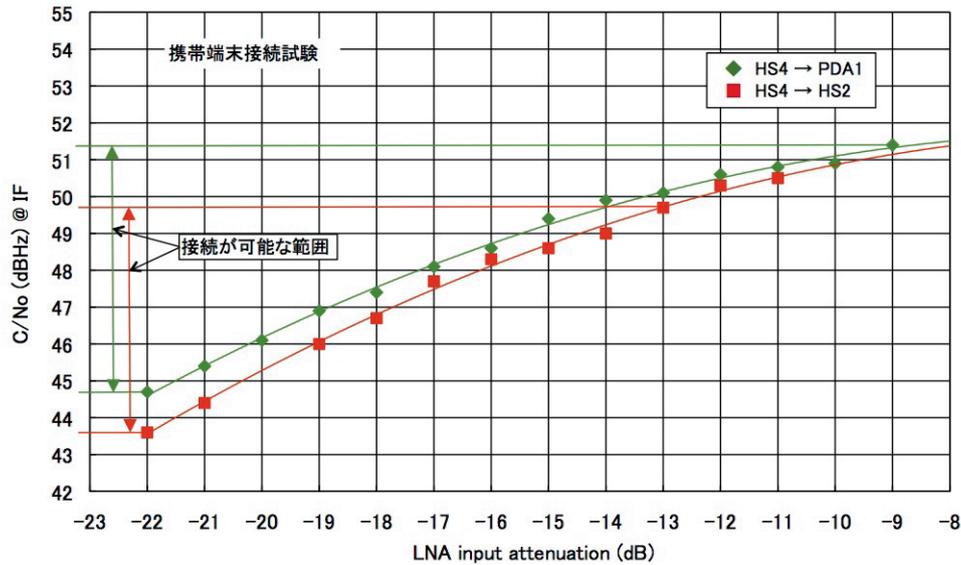


図 11 接続性能

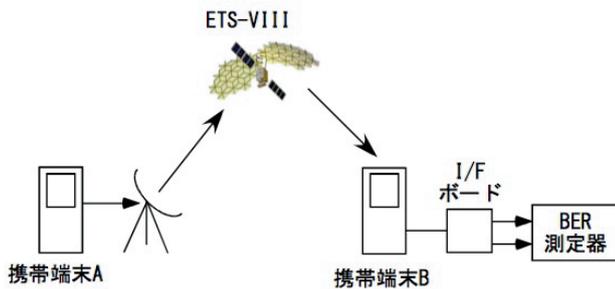


図 12 BER 特性測定時の実験構成図

の構成図である。

送信側は PDA 型の携帯端末 (PDA 型 3)、受信側は携帯型と PDA 型の 2 種類を用いて、BER 測定器に接続し、BER を測定した。送信側の携帯端末は、内部に疑似ランダム (PN: Pseudo Noise) 符号を出力する機能を持っており、それを用いた。なお、音声用携帯端末は、音声符号化に PSI-CELP を用いており、誤り訂正も PSI-SELP の機能で行われる。このため、BER 測定時には誤り訂正は無しとなる。

受信側の携帯端末のアンテナには内蔵パッチアンテナを用い、衛星中継器の利得を可変することで衛星の EIRP を可変し、受信側で所望の C/No を得た。BER 測定時の C/No は受信側の携帯端末の IF で測定した。

図 13 は、測定した BER 特性 (誤り訂正無し) である。

測定の結果、HS4 で取得した BER は理論値から 1dB 程度までの劣化であることが分かる。PDA2 では受信 C/No が 48dBHz 以上で劣化がやや大きくなる傾向がみられた。これは、PDA 型は表示用 LCD を大型にしたためバックライトに冷陰極管を使用しており、バックライト用のインバータ電源が発生する雑音が原因である。室内試験において、AGC 後の信号を観測し

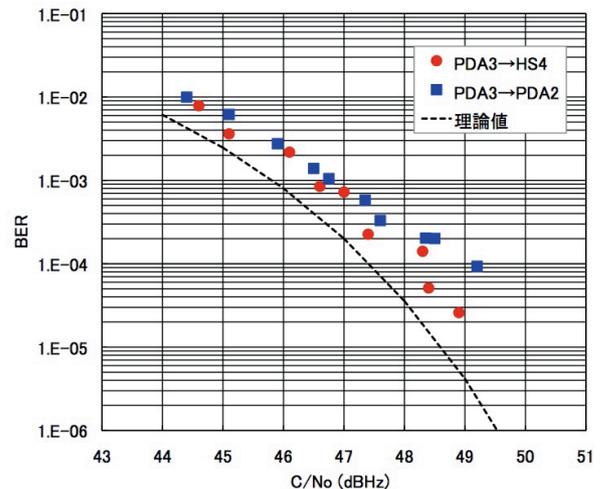


図 13 携帯端末 BER 特性 (誤り訂正無し)

たとき、インバータ電源の ON 時は、OFF 時と比べ、C/N が劣化することを確認した。本測定で受信側に使用した PDA2 では、C/No が 48dBHz 以上で、インバータ電源からの雑音システム雑音より大きくなり、BER が劣化する原因となったと考えられる。

なお、携帯型は表示用 LCD が小型のため、バックライトに LED を使用しており、バックライトに起因する雑音の影響は発生していない。

通信実験では、受信に内蔵パッチアンテナを用いたときの受信 C/No は約 46 ~ 48dBHz 程度が得られており、図 13 から誤り訂正無しの BER は 2E-3 ~ 2E-4 程度が得られている。携帯端末は音声符号化に PSI-CELP が用いられており、音声通信では符号化及び誤り訂正により C/No が 46dBHz 以上 (BER=2E-3) あれば了解度の良い音声品質が得られた。

3 移動体衛星通信システム実験

3.2 データ通信用携帯端末

PDA 型携帯端末と同じ形状で伝送速度を 64kbps、変調方式を QPSK としたデータ通信用携帯端末を試作した。端末の外観を図 14 に示す。表 4 に試作したデータ通信用携帯端末の主要諸元を示す。

通信実験では送信アンテナに直径 3.6m のパラボラアンテナ、受信アンテナに直径 68cm の折り畳み型パラボラアンテナを使用した。

図 15 に通信実験の構成図を示す。

送信アンテナの 3.6mφ パラボラアンテナは、携帯端末 A 及び携帯端末 B で共有する。送信信号はハイブリッド(H)で合成し、フィルタ(BPF)を通して 3.6mφ パラボラアンテナから送信する。受信はそれぞれの携帯端末に 68cmφ 折り畳み型パラボラアンテナを接続する。

この実験構成で携帯端末 A から送信し、衛星を經由してダウンリンクした信号を携帯端末 B で受信したときの受信信号の C/No は約 57dBHz である。

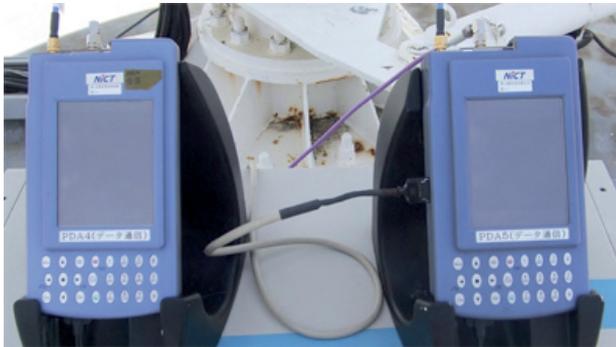


図 14 データ通信用携帯端末装置の外観

表 4 データ通信用携帯端末 主要諸元

送受信周波数	2.5GHz (受信)/2.65GHz (送信)
送信電力	0.5W
アンテナ利得及び偏波	外部アンテナ *1 左旋円偏波 (送信・受信共)
変復調方式	64kbps QPSK
回線接続	FDMA
チャンネル間隔	100kHz
誤り訂正方式	畳み込み符号化 (拘束長 7, 符号化率 1/2) ビタビ復号
電源	7.2V 2A 内蔵電池：ニッケル水素 2 次電池
内蔵バッテリー動作時間	10 分以上
外形寸法 (mm)	105 (W) × 185 (D) × 45 (H)
重量	500g (電池含まず)

*1 送信：3.6m パラボラ (利得：35.8dBi)
受信：68cm 折り畳み型パラボラ (利得：21.6dBi)

3.2.1 接続性能

図 15 の構成で接続試験を行った。

相手側の携帯端末のアドレス番号をセットして発信ボタンを押すことで発呼が行われ、相手側から応答があれば接続される。

試験の結果、ダウンリンク信号の C/No は携帯端末 A から送信し、携帯端末 B で受信した場合が 57.8dBHz、携帯端末 B から送信し、携帯端末 A で受信した場合が 56.3dBHz となった。

次に送信フィルタ (BPF) と 3.6mφ パラボラアンテナとの間に可変減衰器を挿入し、送信電力を低下させることで両端末の受信 C/No を低下させ、接続が可能となる C/No を測定した。接続時の受信 C/No の条件を同じとするため、携帯端末 B の送信に 1dB の ATT を挿入した。実験の結果、受信 C/No が 50.8dBHz まで低下しても接続が可能であることを確認した。しかし、通信中に接続が切れることが多く、通信を安定して継続させるための C/No は 51.5dBHz 以上となった。

3.2.2 BER 特性

図 16 に示す構成で BER 特性を取得した。

携帯端末 A から送信し、携帯端末 B でダウンリンク信号を受信し、BER を測定する。

送信側に接続した可変減衰器 (ATT) で送信電力を調整することで受信側の信号の C/No を可変した。携帯端末 B に BER 測定器を接続し、BER を測定する。送信側の携帯端末 A は、内部に PN 符号を出力する機能を持っており、それを用いた。

図 17 に測定結果を示す。なお、携帯端末から出力される PN 符号を用いた場合、誤り訂正は行われない構成となっており、ここで測定した BER は誤り訂正無しとなる。

C/No が 57dBHz で BER の測定値は 1E-3 となり、理論値に対して約 2dB の劣化がみられた。劣化の原因には、同型の 5.6kbps 音声用 PDA 型の BER 特性で見られた表示用 LCD のバックライトの雑音による影響も考えられるが、データ通信用携帯端末では受信アン

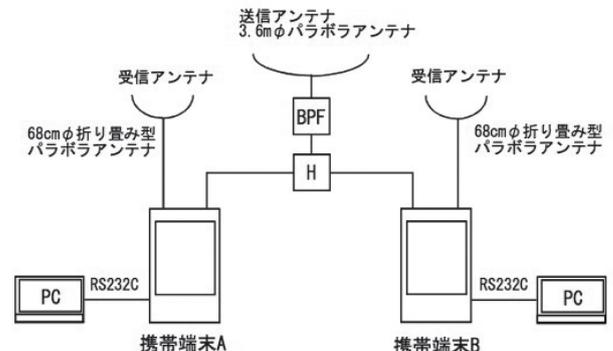


図 15 通信実験構成図

テナに折り畳み型パラボラアンテナを使用するため衛星の中継器の雑音を受信される等、5.6kbps 音声用携帯端末での実験時と比べて C/N_0 の測定値が大きく、また、BER 特性に不自然な変動も無いことからバックライトの雑音による影響は無いと考えている。

3.2.3 ファイル転送試験

図 15 の構成で携帯端末間が接続状態であれば、それぞれに接続したパーソナルコンピュータ (PC) 間でデータ通信が可能となる。

PC を接続してデータ通信を行う場合は送られるデータは誤り訂正が有効となる。

実験では、携帯端末 A 及び B に PC を接続し、データファイルの転送試験を行った。

BER 測定と同様に送信電力を調整する方法で受信 C/N_0 を可変し、受信されたファイルと送信ファイルを比較し、転送されたデータから誤り率を求めた。データファイルは 1 バイトの ASCII 文字をランダムに並べたもので、ファイルの容量は 51.5KB である。このファイルを 10 回連続で送信した。

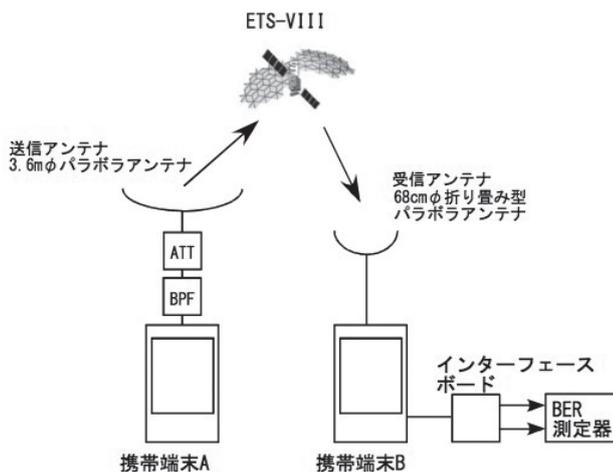


図 16 BER 特性測定時の構成図

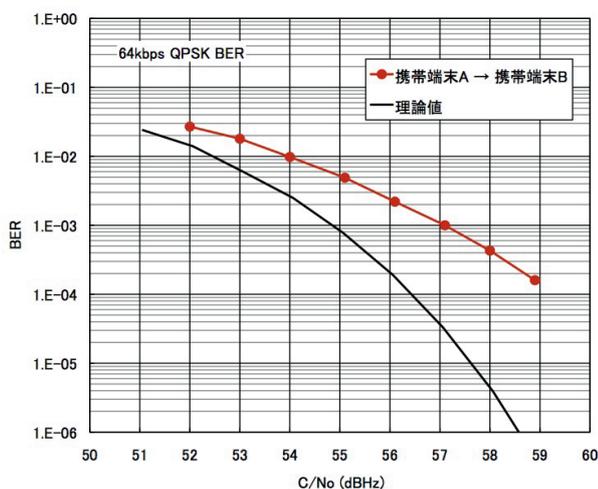


図 17 BER 測定結果 (誤り訂正無し)

実験の結果、携帯端末 A から携帯端末 B にデータファイルを転送した場合、 C/N_0 が 56.0dBHz 以上で、転送されたデータに誤りが無いことを確認した。 C/N_0 が 54.7dBHz では、受信したデータの誤り率は $2.9E-4$ となった。データの誤り率は、伝送した文字数と誤った文字数から計算した。

また、逆方向の携帯端末 B から携帯端末 A にデータファイルを転送した場合、 C/N_0 が 56.1dBHz 以上では、転送されたデータに誤りが無いことを確認した。 C/N_0 が 54.5dBHz では、受信したデータの誤り率は $2.9E-4$ となった。

データファイルの転送にかかった時間の実測値は約 2 分 53 ~ 55 秒であった。

データ通信のフレームフォーマットは、1 フレームが 40msec でビット数は 2560bit、そのうちデータを格納する部分は 2464bit である。データ 1 バイトを 8 ビットとして計算すると、誤り訂正有りではデータファイル 10 回分の転送にかかる時間は 133.76 秒 (約 2 分 14 秒) と計算できる。また、1 回のファイル転送が終了し、次のファイル転送が開始されるまでに約 3 秒要することから、データファイル 10 回の転送には約 2 分 40 秒かかり、この時間は、実測値と概ね合っている。この結果から、データ通信用携帯端末によるファイル転送は、データ転送過程の処理等の遅延は無く、正常に行われたことが分かる。また、 C/N_0 が 56dBHz 以上では伝送したデータに誤りが無いことが確認できた。さらに、誤り訂正無しの BER 特性と比較し、誤り訂正を行ったデータ転送の結果から符号化による利得が得られていることを確認した。

4 その他

4.1 頭部に対する電磁波の影響

携帯型の携帯端末は、衛星の受信用大型展開アンテナの機能が正常に動作していた場合、携帯電話のように端末装置を頭部に当てて使用できるよう、イヤースピーカとマイクを内蔵している。携帯端末の開発段階では、この様な使用における頭部への電磁波の影響について調べている^[4]。

図 18 に示すように、人体の頭部ファントムに携帯型の携帯端末を接近させて取り付け、人体に吸収される電力をサーモグラフィ法で測定した。

測定結果から、携帯端末の筐体と頭部が 5mm 以上離れれば、一般環境における任意の組織 10g あたりの局所 SAR (Specific Absorption Rate) の許容値である $2W/kg$ ^{[5][6]} を満足できることを確認している。

図 19 は試験電波の発射後、アンテナ付近の頭部温度が上昇している様子である。本実験に使用した携帯型



図 18 ファントムに携帯端末を取付けた様子

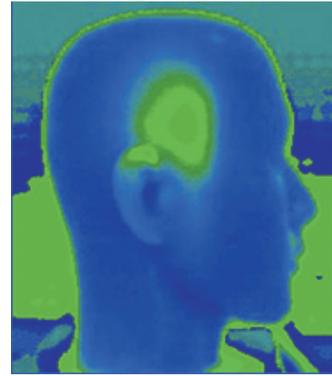


図 19 電磁波による頭部温度の上昇



東京都総合防災訓練



桜島火山爆発総合防災訓練



東京都島しょ総合防災訓練

図 20 防災訓練における通信実験の様子

の内蔵パッチアンテナは、頭部への電波の吸収が少なくなるよう、端末を頭部に当てて使用した場合、頭部に近い位置に受信アンテナ、離れた位置に送信用のアンテナを配置する設計としている。しかし、衛星携帯端末は地上の携帯電話と比較して送信電力が大きくなると考えられるため、どの様な使用状況においても人体への電波の吸収が許容値を満足するように端末を設計することが重要である。

4.2 防災訓練への参加

衛星携帯端末は、災害発生時に地上の通信網が寸断される等の被害を受けた場合の情報伝達手段として非常に有効と考えている。通信実験では自治体が行う災害時を模擬した防災訓練に参加し、災害発生時を想定した携帯端末の設置、通信回線の接続及び音声での情報伝達を行い、その有効性を確認した。実験では東京都及び鹿児島県で行われた防災訓練に参加し、携帯端末の移動及び設置を行い、音声による情報の伝達訓練を行った。また、防災訓練に参加した防災関係者及び一般の方々にも携帯端末を用いて音声による情報の伝達を行って頂き、情報を正確に伝達できる音声品質が得られることを確認して頂いた。さらに携帯端末を操作して、回線の接続についても行って頂き、携帯電話と同じ操作で衛星回線を用いた携帯端末間の接続が簡

単にできることを体験して頂いた。図 20 に防災訓練の様子を示す。

4.3 電源供給の検討

災害発生時、被災地ではこの様な通信システムを動作させる電源の供給も困難となることが想定される。携帯端末は電池でも動作させることができるが、動作時間は短く、数日間に渡り情報の伝送を行うために、外部バッテリーと太陽電池による充電システムを組み合わせる等の電力供給システムを検討する必要がある。図 21 は、防災訓練で使用した電源供給システムである。バッテリー (20Ah)、太陽電池 (発生電力: 最大 30W)、充放電コントローラ及び DC-DC コンバータで構成されている。

携帯型の携帯端末の送信時の消費電力を 18W、受信時 (待ち受け時) の消費電力を 5W とすると、容量が 20Ah のバッテリーを用いた場合、送信と受信の時間比率が 1:1 の場合、バッテリーのみでも 20 時間程度の連続運用が可能である。太陽電池を用いてバッテリーに充電するシステムを検討したが、日本の平均的な日照時間を 3 時間程度と見積もると、24 時間の連続運用を考えた場合、30W の太陽電池を用いても受信待ち受け状態で消費する 1 日分の電力量を得ることも難しく、被災地で数日間の連続運用を行うことを考えた場合、電源

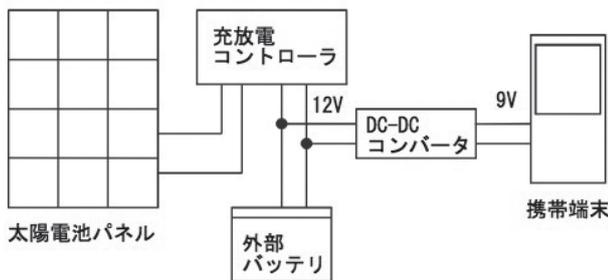


図 21 防災訓練で試用した電源供給システム

の供給は重要な検討課題である。

5 むすび

ETS-VIIIを用いて携帯端末による衛星通信実験を行い、音声及びデータ通信が可能であることを実証すると共に、接続性能、伝送特性等の基礎データを取得した。ETS-VIIIは受信系の不具合により受信用大型展開アンテナを使用することができなくなり、地上側で送信アンテナにパラボラアンテナを用いて通信実験を行った。

また、自治体が実施した防災訓練に参加し、災害時における情報伝達手段として衛星通信が有効であることを、実際に携帯端末を使った通話で、十分な了解度が得られる音声品質が得られることを確認して頂いた。さらに、携帯電話とほぼ同じ操作で簡単に相手と接続できるようにしたことで、一般の方々も衛星通信ということのを特に意識せず利用して頂けたと考えている。

2011年3月に発生した東日本大震災では地上の通信網や携帯電話回線が被害を受け、完全に復旧するまでには1ヶ月以上の時間が必要であった。この間、衛星回線を用いた情報通信が非常に有効であったことは記憶に新しい。

現在、携帯型端末を用いた衛星通信サービスが日本でも提供されており、災害時等での通信手段としてさらに普及していくと考えられる。

謝辞

携帯端末の開発に及び通信実験にご協力頂いた多くの方々へ感謝致します。特に、携帯端末の開発及び通信実験の実施にご貢献を頂いた有人宇宙システム株式会社 浜本直和氏に感謝致します。

参考文献

- 1 M.Shigaki, K.Shimada, N.Hamamoto, Y.Hashimoto, T.Ide, and S.Yamamoto, "A Handheld Terminal for S-Band Mobile Satellite System," AIAA2003-2403, 21st ICSS, April 2003.
- 2 小園, 山本, 浜本, 平良, 志垣, "S帯衛星用ハンドヘルド端末," 信学会ソ大会, B-3-19, 2003.
- 3 田中, 浜本, 平良, 鈴木, 大森, "ETS-VIII 受信給電部の不具合," 第51回宇科連, 1J13, 2007.
- 4 志垣, 並木, 中澤, 青田, 山本, 小園, "S帯移動体衛星通信用小型携帯端末のSARシミュレーション," 信学会総合大会, B-2-4, 2004.
- 5 山本, 小園, 浜本, "技術試験衛星VIII型を用いた小型携帯端末による音声通信," 信学論B, Vol.J91-B, No.12, pp.1620-1628, 12, 2008.
- 6 電気通信技術審議会諮問第89号「電波利用における人体の防護指針」, 平成9年4月



山本伸一 (やまもと しんいち)

ワイヤレスネットワーク研究所宇宙通信システム研究室主任研究員
移動体衛星通信



川崎和義 (かわさき かずよし)

ワイヤレスネットワーク研究所宇宙通信システム研究室主任研究員
衛星通信



小園晋一 (こぞの しんいち)

産学連携部門受託研究推進室マネージャー
衛星通信