



委 2 8 - 3 - 1

技術試験衛星VIII型「きく8号」 実験成果中間報告

- 基本実験4ヶ月の成果 -

平成19年9月5日

宇宙航空研究開発機構

宇宙利用推進本部

ETS - VIIIプロジェクトマネージャ

辻畑 昭夫



大型展開アンテナの特性評価実験(1/2)

アンテナパターン測定

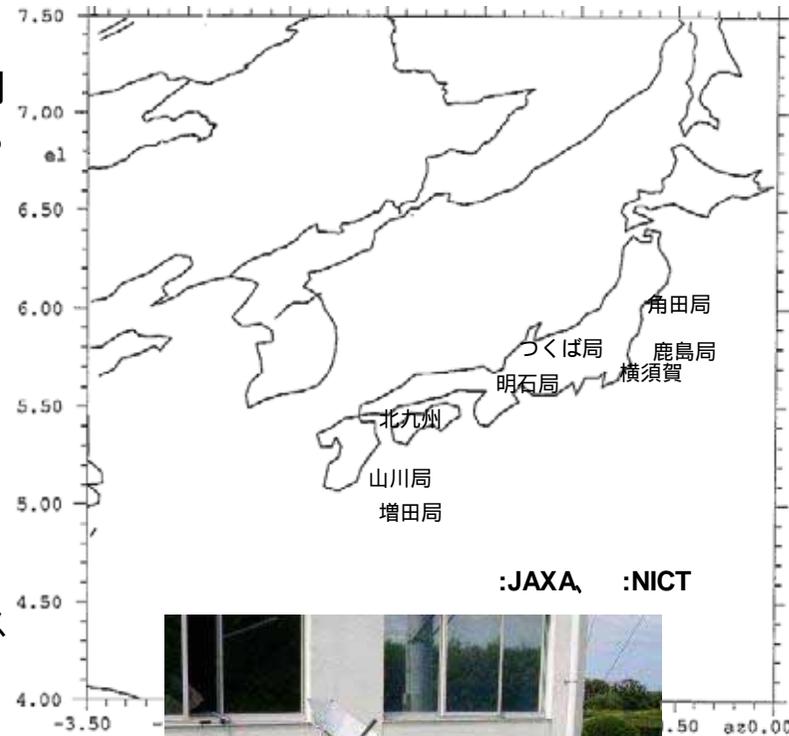
2007年6月25日～29日に、ETS- の2007年夏至の時期のアンテナパターン測定をJAXA - NICT共同で実施した。地上局の配置は右の通りである。

又、各日の測定内容は以下の通りである。

- 2007年6月25日: 1素子(No.16)、1素子(No.22)
- 2007年6月26日: 関東ビーム(設計鏡面^{*1}及び製造鏡面^{*2})
- 2007年6月27日: 九州ビーム、東海ビーム
- 2007年6月28日: 四国ビーム、東北ビーム
- 2007年6月29日: 関東ビーム(設計鏡面及び製造鏡面)

*1: アンテナ鏡面を理想鏡面としてアンテナビームを形成したケース
*2: アンテナ鏡面を製造誤差等を考慮した鏡面としてアンテナビームを形成したケース

増田宇宙通信所での測定の様子を右の写真に示す。





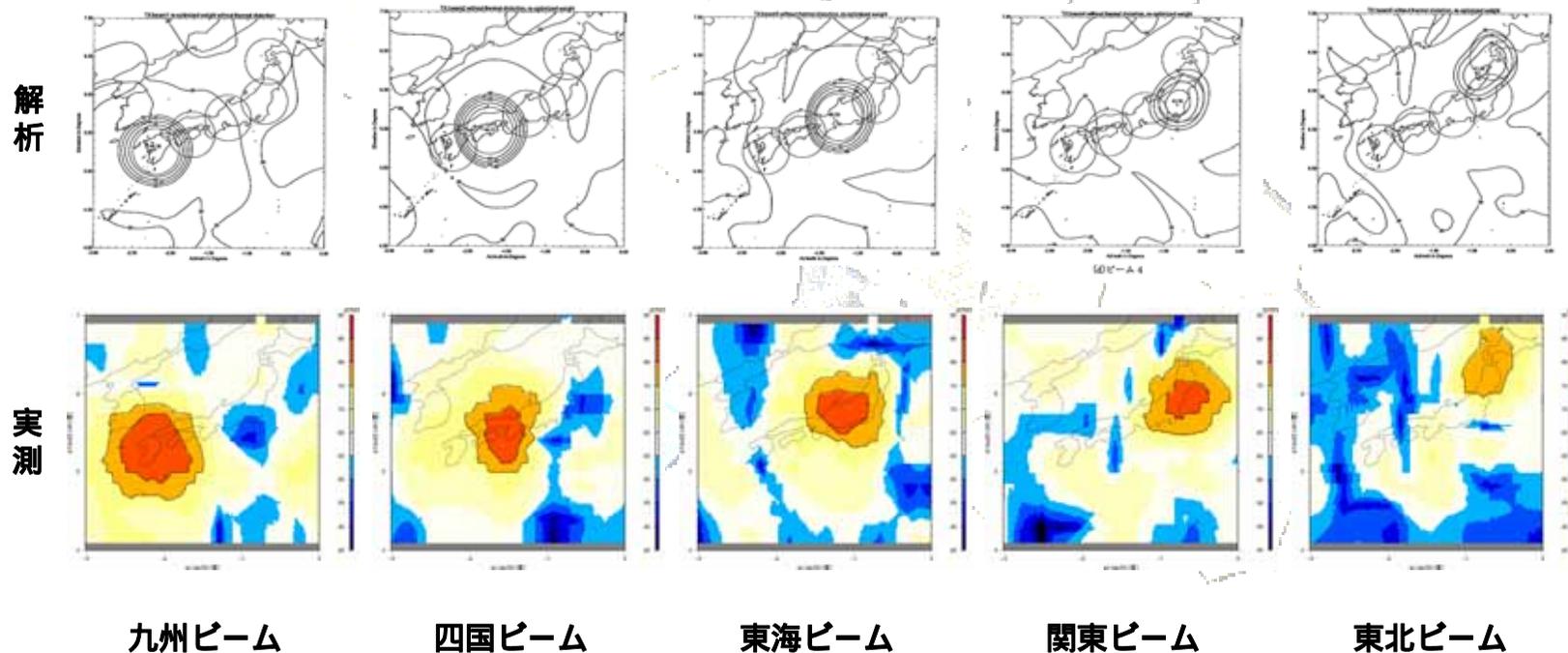
大型展開アンテナの特性評価実験(2/2)

下図に各ビームの解析パターン及びJAXA3局分の実測値に基づく解析パターンを示す。
評価結果から、

所望方向にアンテナパターン(ビーム)が形成できていること

各ビームとも40 dBi以上の利得が確保できていること

が確認でき、軌道上において所定の電気性能が得られることが実証できた。今後も定期的な測定・評価を行い、技術データを蓄積し、今後の様々なアンテナ口径の大型展開アンテナ開発に資する。





測位実験(1/2)

HAC測位信号の確認

- ・地上受信局(小金井、つくば、増田、バンコク、プリズベン)でのHAC測位信号受信及びデータの連続性、品質(S/N)等の正常性を確認した。

レーザーレンジング(SLR)によるレーザー反射鏡の性能評価及びSLRデータ精度評価

回線設計とおりのレーザーパルスのリターンを得た。

レーザー反射体(新規開発物)は十分な性能を有することを確認した。

レーザーレンジングデータを使用した精密軌道決定を実施した。

各局のデータ精度(残差)を評価したところ、30cm以内の範囲で同一位置(軌道)を指し示している事が判明した。

(従来の電波による手法では100m以上。)

- ・静止衛星に対するSLR精密軌道決定は国内初、世界的にもほとんど例を見ない。

- ・軌道のラジアル方向の精度として考えることができ、十分に精度の高い結果である。



ETS- 搭載レーザー反射鏡

今後の予定

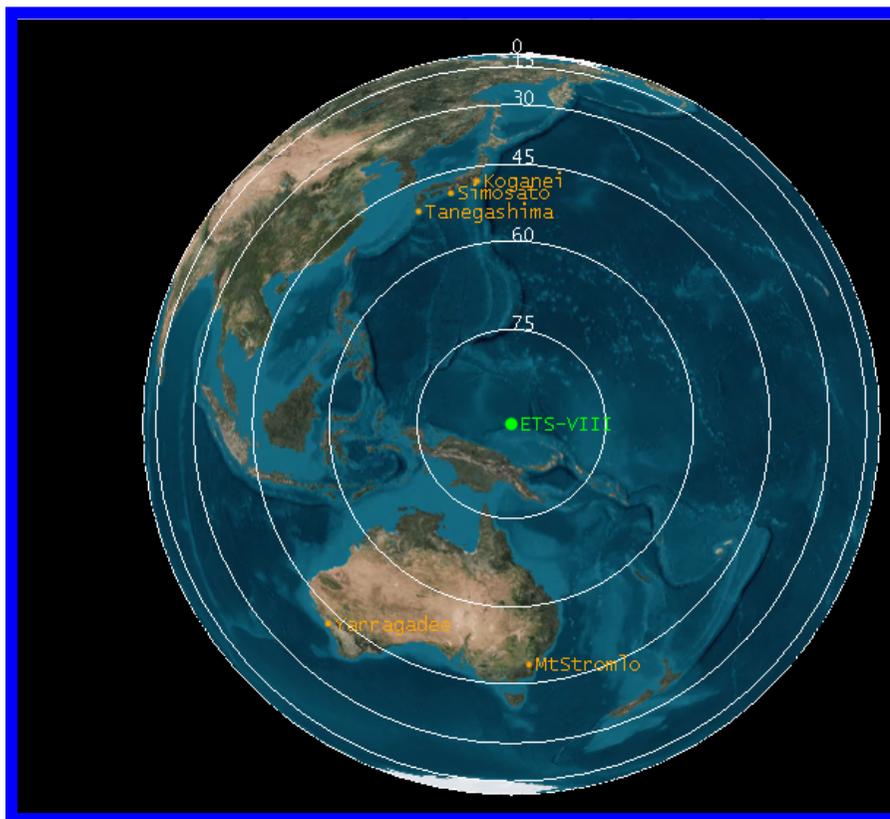
- ・2007年8月16日より2週間に1度、HAC測位信号によるETS- の軌道決定・時刻決定を行う。
- ・SLRを継続し、HAC測位信号による軌道・時刻決定結果と比較し、精度を評価する。

準天頂測位衛星システムへの成果の展開

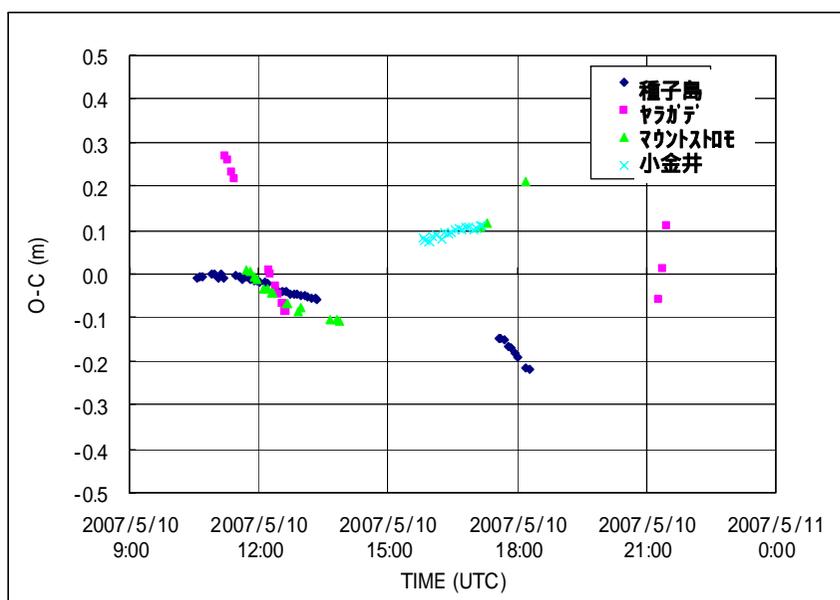
- ・ETS- 測位実験(SLR・測位信号による軌道・時刻決定実験、ETS- ・GPS衛星の組み合わせによるユーザ測位実験等)によって得られた知見を準天頂測位衛星システムの開発に展開する予定である。



測位実験 (2/2)



SLR地上局の幾何学的配置



Ground Station	Long Arc (m)	
	MAX	RMS
Tanegashima局	0.221	0.090
Yarragadee局(豪)	0.268	0.144
Mt.Stromlo局(豪)	0.211	0.087
Koganei局	0.111	0.097

軌道決定値に対する観測残差



宇宙環境計測(1/2)

技術データ取得装置(TEDA)

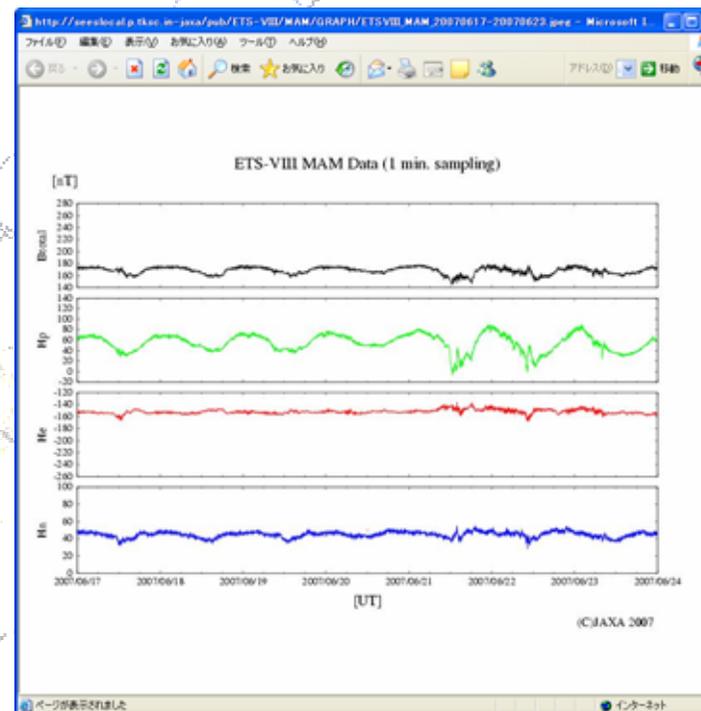
TEDAは、磁力計(MAM)、帯電モニタ(POM)、積算吸収線量計(DOS)、シングルイベントアップセットモニタ(SUM)で構成されている。磁場データは磁気嵐(高エネルギー電子が増加する)による静止軌道上高エネルギー電子警報システムの精度向上、帯電モニタは衛星帯電解析ソフト(MUSCAT)の検証や帯電警報システムの構築、積算吸収線量計及びシングルイベントモニタのデータは放射線設計の妥当性確認等に活用される。

これまでの成果

2006年12月28日にTEDAチェックアウト作業を実施し機能に問題がないことを確認した。チェックアウト終了後、定常観測モードに移行し、現在も問題なくデータ取得を継続している。

磁場データ(MAM)

MAMデータに関しては、宇宙環境情報システム(SEES)において、グラフの公開(1週間のリアルタイムプロットデータ)を開始した(右図:上から全磁力、北向(Hp)、地球方向(He)、東向(Hn)磁場成分)。静止軌道で磁場観測をして公開しているのはNOAAのGOES衛星シリーズについて、世界で2番目であり、しかもETS-VIIIは、GOES衛星とは地球の反対側に位置することでちょうど昼側と夜側の反位相の磁場データのリアルタイムの公開となり、世界の宇宙天気予報のための定点観測としては画期的なデータを今後、提供し続けることになる。



MAMデータ公開画面



宇宙環境計測(2/2)

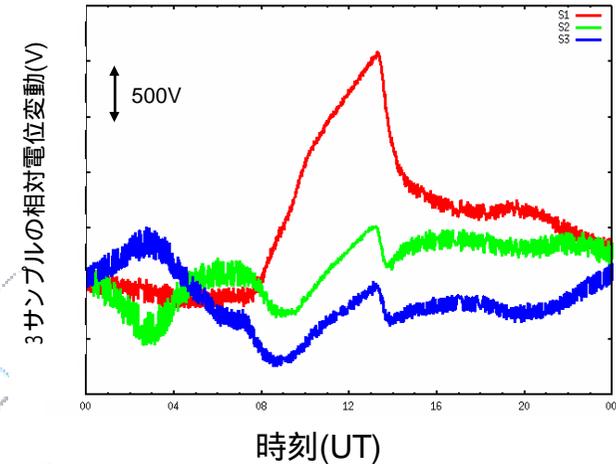
シングルイベントアップセットモニタ(SUM)

シングルイベントに関しては、現在までに25回のソフトエラー(ビット反転)が検出されている。

サンプル: 256kbit CMOS SRAM 2個
(32kbyte領域をSUMとして使用)

帯電モニタ(POM)

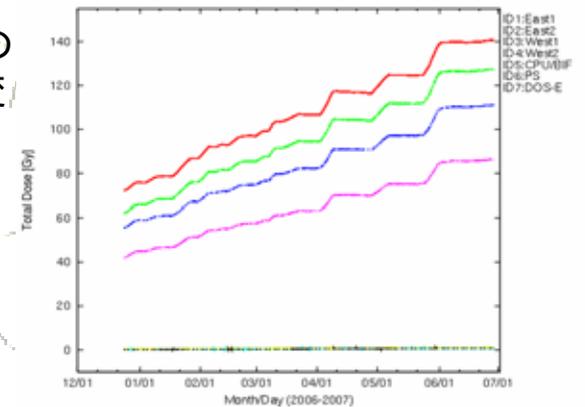
右図にPOMの計測データ例を示す。搭載している3つのサンプル(3種の太陽電池カバーガラス)について、2007年1月14日(横軸はUTで表示)の1日間の相対電位変動で示している(比較のため、UT0で縦軸を揃えた)。POMは地球指向面に搭載されており、日陰と日照の影響を受ける。UT 08時以降の3つのサンプルの日照時において、光電効果による電位上昇に材料特性の差が顕著に現れている。



POMの計測例(2007/1/14)

積算吸収線量計(DOS)

右図にDOSのデータを示す。DOSセンサは、衛星の東西面およびTEDAの処理部内に合計7個搭載している。右図は計測開始時からのドーズ量の変化を示している。東西面のパネルのすぐ裏に設置しているDOSセンサについては、東側の方が西側より高い値を示している。TEDA内部については、衛星構体とTEDAの構体で2重にシールドされているため、ほとんど変化していない。



DOSの計測例(2006/12-2007/6)

今後の予定

得られた軌道上データについては詳細解析および各種補正を行い、警報システムの構築や耐放射線、帯電設計の妥当性確認等に活用していく予定である。



展開型ラジエータ実証実験

展開型ラジエータ(DPR)について

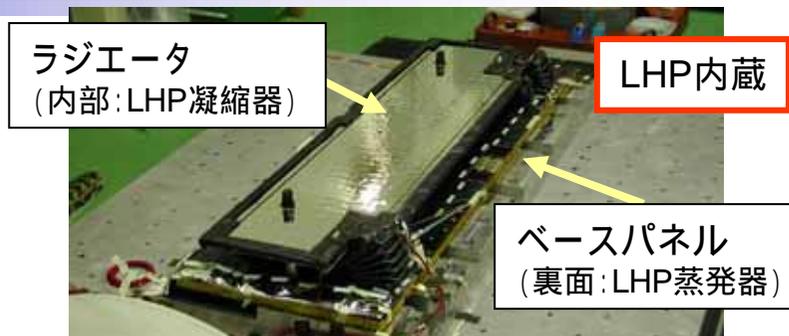
DPRは、衛星の高発熱化が予想される中、放熱面を拡大する有効な手段として世界的に注目されている技術である。本DPRは、衛星構体からラジエータへの熱輸送にループヒートパイプ(LHP)を適用した新技術を確認するために開発した実験装置である。

夏至動作実験について

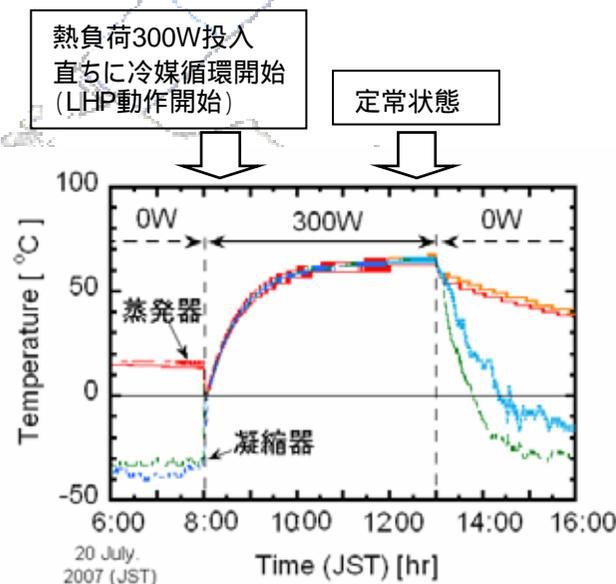
- ・春分期での動作実験に引き続き、夏至期(平成19年6月18日～22日)の特性実験を実施し、ラジエータへの太陽光入射量が多い夏至期でも、設計仕様の300 Wでの排熱ができることを確認した。
- ・上記に引き続き、7月25日まで1ヶ月連続実験を行っており、安定した動作が確認されている。
- ・将来の実用化を目指し、解析モデルの評価などを実施している。

成果(中間報告)

軌道上低温環境(春分)・高温環境(夏至)でのLHPの正常動作を確認した。
LHPの軌道実証は、国内初である。



DPR外観(ラジエータ閉状態)軌道上では開



夏至近辺での軌道上データの一例



実験スケジュール

2007年9月5日現在

実験項目	実施機関	平成19年度													
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
移動体通信実験 (大型展開アンテナの特性評価実験等)	JAXA				■ Tx系での実験 (NICTとの共同)				■ Tx系での実験 (NICTとの共同)		■ Tx系での実験 (NICTとの共同)				
測位実験 (衛星評定、1-σ測位実験等)	JAXA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
バス系実験 (展開ラジエータ実証実験)	JAXA		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
超小型携帯通信端末通信実験 (防災デモ等)	JAXA					(断続的に継続実施)									
移動体通信用搭載機器実験 (中継器系特性評価、オホードプロセッサ通信実験、アンテナパターン補正実験等)	NICT		■	■	■	(断続的に継続実施)									
移動体通信実験 (携帯端末、車載局等を用いた通信実験、同報実験等)	NICT		(受信系異常による対処策が完了するまでは基本的な特性評価実験)										■		
時刻比較実験 (性能確認、長期安定度、時刻比較実験等)	NICT	(6回/月以上断続的に実施)													
Tx BFN2及びRx BFN2によるマルチビーム形成実験	NTT			■ Tx系での実験											

季節変化を測定

季節変化を測定



東京都総合防災訓練における「きく8号」の通信実験(1/4)

平成19年9月1日(土)の「防災の日」に、東京都と昭島市・福生市・武蔵村山市・羽村市・瑞穂町の4市1町が合同で行う総合防災訓練に参加し、きく8号のJAXA基本実験の一環として衛星通信実験用端末による情報伝達実験を実施し、防災アプリケーションの評価および紹介を行った。

- (1) 日時 : 平成19年9月1日(土)
- (2) 開催場所 : 武蔵村山市総合運動公園
- (3) 内容 : 会場内および会場外の各所に衛星通信実験用端末、無線LANシステムを設置し、武蔵村山市の訓練に同調して以下の実験を実施する。

・避難所状況把握・報告

会場入りする地域住民のICタグを読み取り、きく8号を介して対策本部へ送信する。

・緊急被害報告

バイクにより安否確認を行う郵便局員が、会場外から道路状況、土砂崩れ、火災発生、負傷者数の被害情報を、きく8号を介して対策本部へ送信する。

・救出・救護訓練の映像伝送

救出・救護訓練の様子をウェアラブルカメラを装着した調査員が撮影し、映像をきく8号を介して対策本部へ送信する。



救出・救護訓練の映像伝送の実験のイメージ図



東京都総合防災訓練における「きく8号」の通信実験(2/4) 実験 避難所状況把握・報告

バス1台で会場入りする住民がICタグを装着し、会場内の受付でICタグから個人情報を読み取り、きく8号を介して対策本部へ送信することにより、迅速な避難状況の把握ができることを示した。さらに、住民が実施するテント設営(16張)後、テント入口でも実施した。

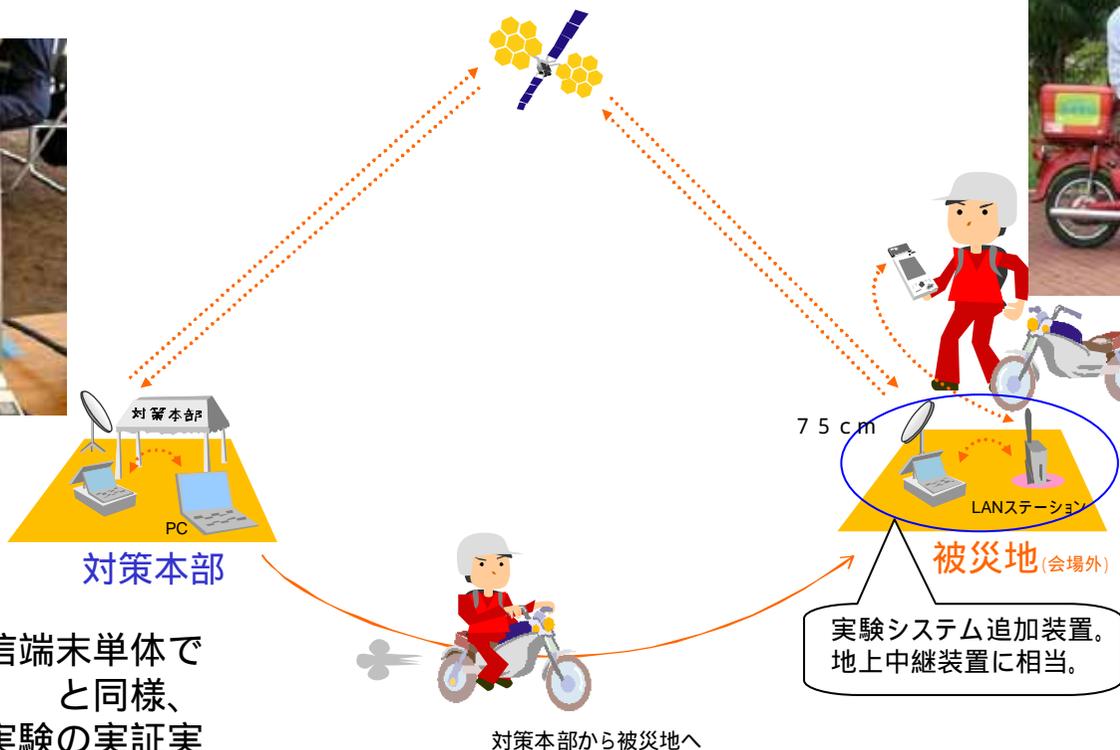
本実験は、本来の超小型携帯通信端末実験システムに無線LANとポータブル端末を中継ポイントとして追加したもので、今後整備予定の地上中継装置と同じ役割を持つ。さらに、本年度整備予定のICタグを用いたトリアージ実験システムと同じ構成であることから、その事前検証となる。





東京都総合防災訓練における「きく8号」の通信実験 (3/4) 実験 緊急被害報告 (郵便局バイク3台使用)

バイクにより安否確認を行う郵便局員が、会場外から道路状況、土砂崩れ、火災発生、負傷者数の情報をきく8号を介して対策本部へ送信し、迅速な被害状況の把握ができることを示した。



本来は、超小型携帯通信端末単体で直接通信可能であったが、と同様、中継装置を介する今後の実験の実証実験となる。

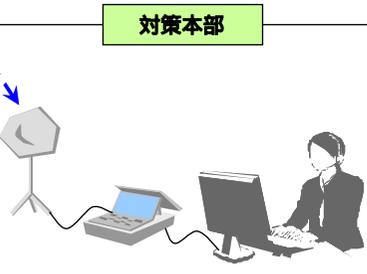
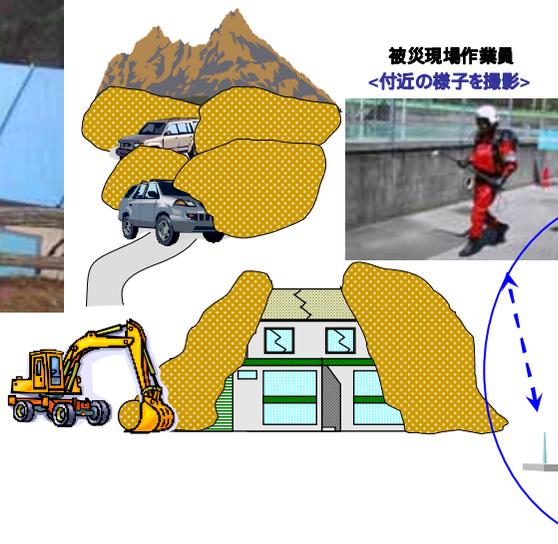


東京都総合防災訓練における「きく8号」の通信実験(4/4) 実験 救出・救護訓練の映像伝送

公園斜面で行われる救出・救護訓練の様子を、ウェアラブルカメラを装着した調査員が撮影し、映像をきく8号を介して対策本部へ送信した。また、対策本部からの指示に従って撮影することにより、被害箇所、救護活動の状況が把握できることを示した。



土砂崩れ現場



本実験は、当初計画から以下のとおり変更して実施した。
内蔵アンテナ：512kbps 外部アンテナ(1.2m)：128kbps