

世界初の深宇宙に向かう大学衛星 UNITEC-1  
の追尾および信号受信のご協力をお願い

Ver.1

2009年5月29日

UNITEC-1 開発チーム

大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC)

Japan



## 要旨

ナノ衛星を開発する大学・高専のコミュニティである大学宇宙工学コンソーシアム“UNISEC (UNiversity Space Engineering Consortium)”では共同で深宇宙に向かうナノ衛星“UNITEC-1 (UNISEC Technological Experiment Carrier-1)”を開発中です。この衛星は2010年5月ないし6月に金星に向かう軌道に投入されますが、大学衛星として世界で始めて月軌道を越える衛星となります。オンボードコンピュータの動作試験とアマチュアバンドを使った長距離通信の実験がメインのミッションです。

開発時間と予算の厳しい制約から UNITEC-1 は姿勢制御装置を持たず、ロケットから分離後はタンブリング状態で深宇宙軌道に投入されます。したがって、アンテナを地球に向けて常時強い電波を送ることはできず、回転により途切れ途切れになった弱い電波が地球に届くこととなります。この電波は5.8 GHz (Cバンド) の1 bps程度のゆっくりしたCW (つまり電波が来る、来ない、で1ビットをあらわす) で、これを使って衛星の健康状態やミッションの結果のデータを送ったり、衛星がどこにいるのかの追尾を実施したりする必要があります。

UNISEC は AMSAT をはじめ世界中のアマチュア無線家の皆さんに、金星に向かう途上にある UNITEC-1 からのこの非常に弱い電波の受信、そのデコード、および追尾のご協力をいただきたく、お願いする次第です。現在のプランでは、以下のような運用のシーケンスを考えています。2時間 (TBD) を一つのサイクルとし、その中の30分間 CW の電波が放射されます。衛星は回転しているので、アンテナがちょうど地球を向いたときに電波が地上に届きます。このときに、衛星方向にアンテナを向けられる地上局で受信できることになり、それは地球の自転で刻々と変わって行きます。我々は、世界中のこのようなアマチュア地上局をインターネットで結んでネットワーク化し、受信できた局の情報が日本にある「ミッション運用センター」に届き、信号分析がリアルタイムでできることを目指したいと思っています。また、各地上局においてどの方向から電波が来たか、またドップラーシフトがどの程度だったかの情報もセンターに集め、衛星の軌道を推定するのに利用します。逆に、このセンターから世界中に向けて、次の運用タイミングでどちらの方向から電波が来るか、ドップラーシフトはどの程度になるかの予測情報を発信します。

この文書は、UNITEC-1 衛星の紹介をするとともに、その通信システム、および現在の運用計画を説明するものです。

## 1. UNITEC-1 の概要

UNISEC (University Space Engineering Consortium)<sup>1)</sup> の 22 の大学・高専が現在共同で深宇宙衛星 “UNITEC-1 (UNISEC Technology Experiment Carrier-1” 15 kg, 35cm 立方のナノ衛星、図 1)を開発中である。この衛星は世界初の深宇宙（地球の重力圏を抜ける）の大学衛星になる予定で、この衛星上では、地球低軌道より放射線などの環境が厳しくなる深宇宙環境下でオンボードコンピュータ（OBC）の生き残りコンテストを実施する。このプロジェクトは JAXA に提案され、2010 年 5 月～ 6 月に H-IIA で金星に向かって打ち上げられる Planet-C の相乗り衛星として採用された。

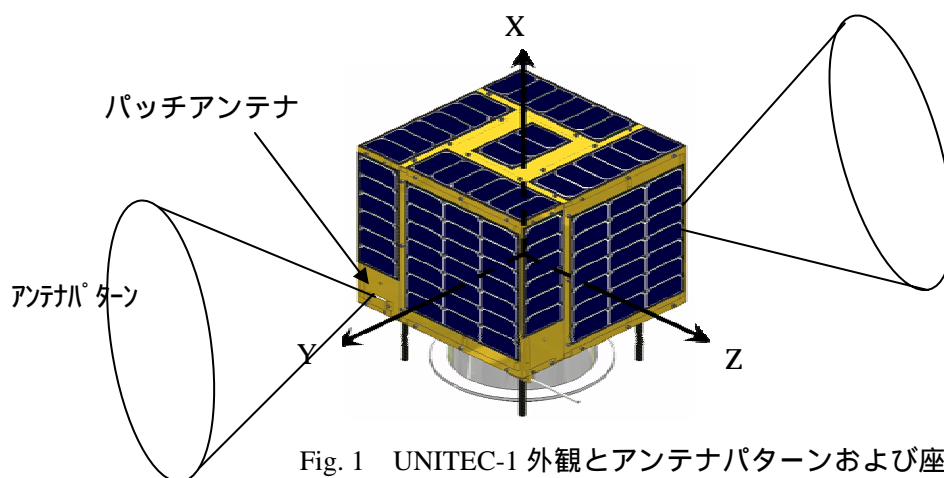


Fig. 1 UNITEC-1 外観とアンテナパターンおよび座標系

UNITEC-1 のメインミッションは放射線や熱環境が厳しい金星遷移軌道上で、UNISEC 内大学・高専の開発した様々な OBC の軌道上試験を実施するものである。試験はコンテスト形式で実施される。つまり、ときおり、メインのコンピュータが試験官となって各大学の OBC に課題を与え、その成果が評価される。試験結果は 1 b p s という非常に遅い通信ラインによって地上にダウンリンクされ、最後まで生き残りが確認された OBC が優勝する。現在のところ 13 大学・高専がエントリーしており、この中から一次選抜（地上での振動、熱、真空試験により）をして宇宙で動くことが確認された OBC だけが搭載されることになる。

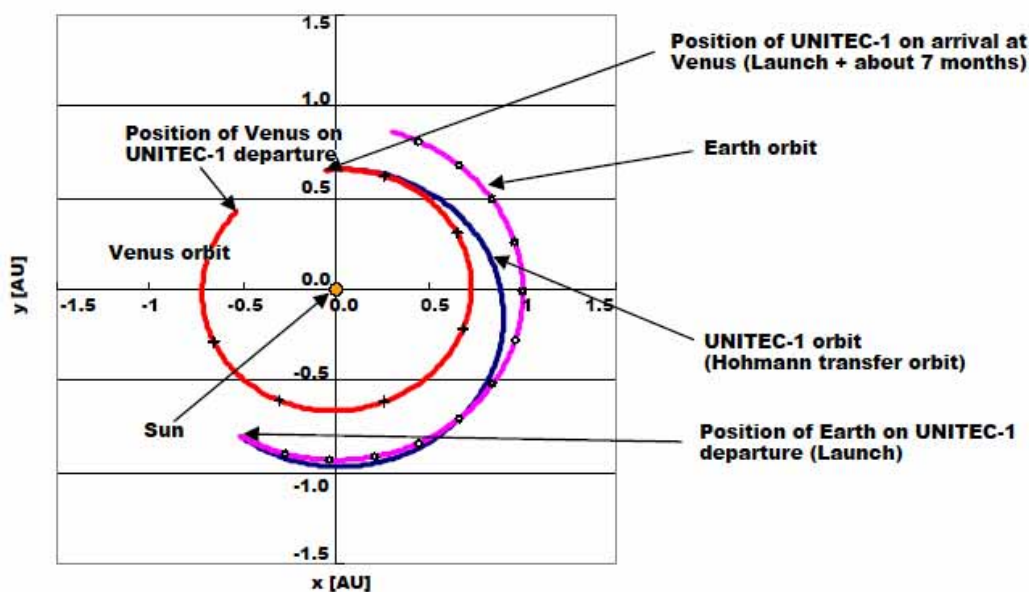
もう一つの重要なミッションは、アマチュア無線家の皆さんと共同で実施したい、深宇宙からの非常に弱い電波の発見とデコードと言う通信実験である。世界中のアマチュア無線家の地上局のご協力を仰ぎ、そこで受信したデータがインターネットで日本にある UNITEC-1 ミッション運用センターに送られるようなネットワークを構築したいと考えている。また、衛星の追尾もこの世界的なネットワークで実施し、電波の来る方向やドップラーシフト量を計測し、カルマンフィルターで次のタイミングでのそれらの値を予測する世界的な運用体制を構築したいと考えている。

深宇宙であることを生かして、科学観測機器として放射線カウンターを搭載している。

これは、衛星に入ってくるいくつかのエネルギーレンジの放射線の数のカウントする機器である。

UNITEC-1 の開発は 2008 年 8 月に開始され、2009 年 1 月に PDR (事前設計確認会) を実施し、現在(2009 年 5 月現在)、EM (エンジニアリングモデル) を開発中である。各大学の OBC(UOBC という)の一次選抜会は 2009 年 8 月に予定されている。打ち上げは現在のところ 2009 年 5 月ないし 6 月になっており、金星到着は 2010 年 12 月の予定である。図 2 には、この金星遷移軌道が載せられている。金星および地球の公転軌道も合わせてしめされている。

我々はこのプロジェクトが、参加する大学・高専のオンボードコンピュータの開発やプロジェクトマネジメントに関する技術の向上、人材の育成につながり、また、さらに大学とアマチュア無線家コミュニティの皆さんとの共同実験やさらなる交流関係につながることを期待している。また、このプロジェクトが多くの方々への宇宙の魅力を伝える活動になれば幸いである。



An example of UNITEC-1 Orbit

図 2 UNITEC-1 の金星遷移軌道

## 2. UNITEC-1 の設計の概要

概念設計を通して、UNITEC-1 では次のような設計要求を考慮した指針を貫いている。

- (1) 開発期間が極めて少ない ( 1 . 5 年、2008 年 8 月から 2010 年 1 月 )

- (2) 宇宙機関の持っている大きなアンテナは利用できない。
- (3) 開発費も非常に少ない(1000万円以下)
- (4) 衛星の安全性とシンプルさを追求する
- (5) アマチュア無線家の皆さんとの連携もあわせて考える。

通信が最も難しい問題であり、ミッションに選ばれている。というのは、上記の(2)の制約、および(1)(3)(4)から姿勢制御系をもてないという制約があるからである。したがって UNITEC-1 は極めて遅い 1 b p s という CW ビーコンをメインの通信方式としており、それによって衛星のハウスキーピングデータ、ミッションデータおよび放射線カウンターのデータをダウンリンクしなくてはならない。また、地球に近いところで大量のデータが降ろせるように、1200-9600bps のスピードの FM ダウンリンク (FSK) を用意している。地上局に関しては、世界中のアマチュア無線家の皆さんのご協力を期待している。特に 3 m 程度のディッシュアンテナを持っておられる方は受信ができるので、ご協力をお願いしたい。また、この深宇宙からアマチュアバンドの電波が来るという稀有な機会を利用して、非常に弱い電波を受信し、デコードするという実験に利用していただければありがたい。その目的もあって、C バンド(5.8GHz) のアマチュアバンドをダウンリンク周波数としている。また、並行して、大型アンテナ(3.4 mクラス)の利用ができないかも検討しており、もし、それが利用できれば、衛星が金星に到着する際にも、6300 万 km の距離を超えてビーコンが受信できることになる。また、アマチュア無線家の皆さんとインターネットを介した国際的なネットワークを構築し、ある地上局でデコードできた信号が自動的に UNITEC-1 のミッション運用センター(日本のどこかの大学に設置予定)に送られるような体制を構築したいと考えている。

また、アマチュア無線コミュニティが興味を持っていただければ、「非常に弱い信号受信・デコードコンテスト」のようなものを企画していただければ幸いである。信号は 1 b p s という遅い CW でコーディングされているので、複数の受信信号を同期を取って重ね合わせれば S/N 比をあげられると思われる。コンペティションは、たとえば、最も遠い距離まで UNITEC-1 の信号を受信・デコードできた個人やチームが勝つというようなものになるであろう。このようなコラボレーションを通して、大学の衛星開発コミュニティとアマチュア無線家コミュニティが一層の交流を深められれば幸いである。

衛星の設計は極めてシンプル、安全かつ低コストになるよう進めている。姿勢制御系はもたず、展開部分もなく、ニクロム線で何かを切るという機構も搭載しない。冗長系もない。メインのコンピュータ(MOBCという)としては、放射線に強い MCM (マルチチップモジュール) が採用され、衛星内機器間のインターフェースは RS-422 が取っている。

### 3. ミッションの運用プラン

非常に低速の通信ラインでダウンリンクする必要性と利用可能な電力制限から、現在のところ、以下のような運用プランを採用している。

#### 3.1 運用サイクル

「メジャーサイクル」という6時間のサイクルを回すこととしている。この6時間の中にすべての作業を入れている。さらに、この6時間を3つの「マイナーサイクル」（それぞれ2時間）にわけると、各マイナーサイクルの中で、UOBC の試験と電波の送信が行われる。3つのマイナーサイクルは、ほとんど同一であるが、Minor 1では、カメラによる星像の撮像が行われるが、2、3では行われない点、Minor 1では、通信の中にUOBCの試験結果が多く含まれるが(“Downlink Format Type 1”)、2、3では主として放射線カウンターのデータになる(“Downlink Format Type 2”)。という点異なる。メジャーサイクルの中のシーケンスを表1に乗せる。Format 1 および 2 については4.2節で詳説する。

表1 メジャーサイクル内の運用シーケンス

Time (s)	Frame	Operation	Duration (s)	Required Power (W)
0	Minor 1 (2 hours)	Waiting	3240	12.2
3240		Camera capturing star images	360	13.7
3600		UOBC experiment (6 UOBC tests, each taking 5 minutes)	1800	15.2
5400		RF Downlink Type 1	1800	48.8
7200	Minor 2 (2 hours)	Waiting	3600	12.2
10800		UOBC experiment (6 UOBC tests, each taking 5 minutes)	1800	15.2
12600		RF Downlink Type 2	1800	48.8
14400	Minor 3 (2 hours)	Waiting	3600	12.2
18000		UOBC experiment (6 UOBC tests, each taking 5 minutes)	1800	15.2
19800		RF Downlink Type 2	1800	48.8

各フェーズの電力消費量は右端にある。平均すると22.1 W が消費され、そのうち19.7 W (通信電波以外) が衛星内で熱に変わる。

#### 3.2 UOBC の試験

大学・高専が開発するオンボードコンピュータ (UOBC と名づける)は衛星上で、メインのオンボードコンピュータ (MOBC と呼ぶ)が「試験官」となって、時々試験を実施する。現在のプランでは、2時間のマイナーサイクルに1回、6つのUOBCに対してそれぞれ5分ずつ試験をする。試験の際には、衛星のオンボードコンピュータの典型的な作業、たとえば、外部センサーから情報を受け取る、エラー訂正符号をチェックする、計算・解析を

する、結果を外に伝える、等の作業が的確に実施されるかを調べる。

図2はUOBCの試験に関連するシステムを示したものである。表1にあるように、6時間のメジャーサイクルの中でカメラにより星画像は1回撮像される。MOBCはこの星画像をUOBCに試験のときに転送し、試験に利用する。

試験では、以下の作業がUOBCで的確に実施されるかをチェックする。

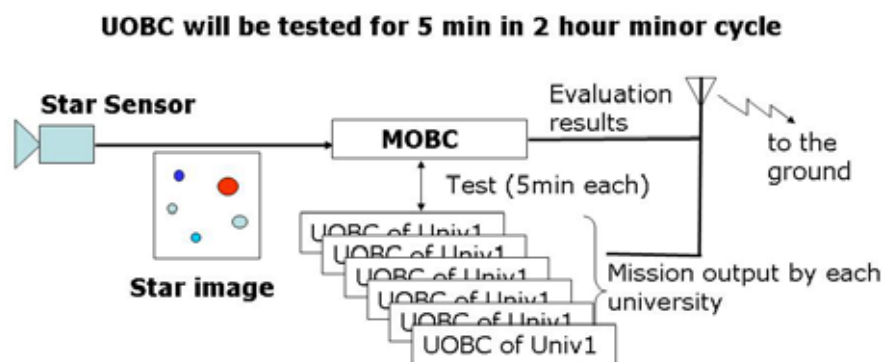


図2 MOBC, UOBC およびカメラシステム

- 1) UOBCはMOBCにより電源投入されるが、UOBCが立ち上がって準備完了になったら、MOBCに1パケットの「準備完了」信号を送る。
- 2) MOBCはCRCコード付で星画像をUOBCに送る。CRCコードは時折意図的に間違っただけになっており、UOBCは間違っていることを認識して再送要求を送る必要がある
- 3) UOBCはデータを受信したら適切にACKメッセージをMOBCに送る。
- 4) ある量のデータがUOBCに送られたら、UOBCはそれぞれ大学ごとに前もって考えた解析処理を実施し、その結果をMOBCに転送する。

MOBCは上記のシーケンスをUOBCが的確に実施しているかを確認し、それぞれの作業の出来具合に「点」をあたえる。この評価結果と、UOBCの解析結果（各大学ごとに異なるミッションデータとなる）とともに地上にダウンリンクされる。

## 4. 通信系とダウンリンク信号

### 4.1 全体の仕様

表2は通信系の仕様を示す。1章、2章にかかれた設計思想によりCW信号がダウンリンクされる。すべての動作はMOBCによってタイマーを元に駆動され、アップリンクは停波のときだけ使用される。図3はCW送信機の設計概要である。送信電力は衛星外面の対面する二つの面上に置かれた2つのパッチアンテナに分割され（図1参照）、そこから放射される。図4はアンテナパターンを示したものである。送信機では非常にシンプルな



システムが採用されている。CW は ON (搬送波が来る) か OFF (搬送波が来ない) の 2 値 (1 ビット) のいずれかであり、1 ビットは 1 秒間続く。3.1 節に説明されたように、CW は 2 時間のマイナーフレーム内で 30 分続く。これは全体の電力制約を考えた結果である。

表 2 UNITEC-1 通信系のスペック

<b>Transmitter</b>	
RF Transmit Power	9.6 W
Frequency	5.84 GHz (band width 20MHz)
Type	10M0F2D
Modulation	1200bps FSK / 1bps CW
Input Voltage	+12V DC
Power Consumption	Max 61.1 W
Weight	700g
Size	230 mm × 136 mm × 30 mm
<b>Receiver</b>	
Frequency	145 MHz band (width 200kHz)
Type	30K0F2D
Input Voltage	5 V
Power Consumption	0.125 W
Weight	200g
Size	70 mm × 60 mm × 30 mm

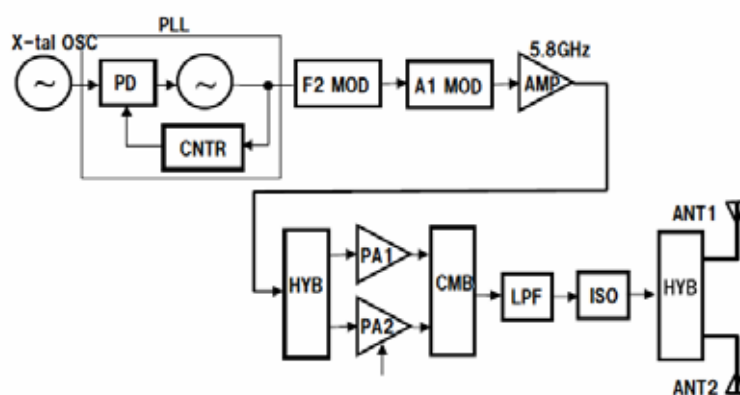


図 3 RF 送信システムのブロック線図

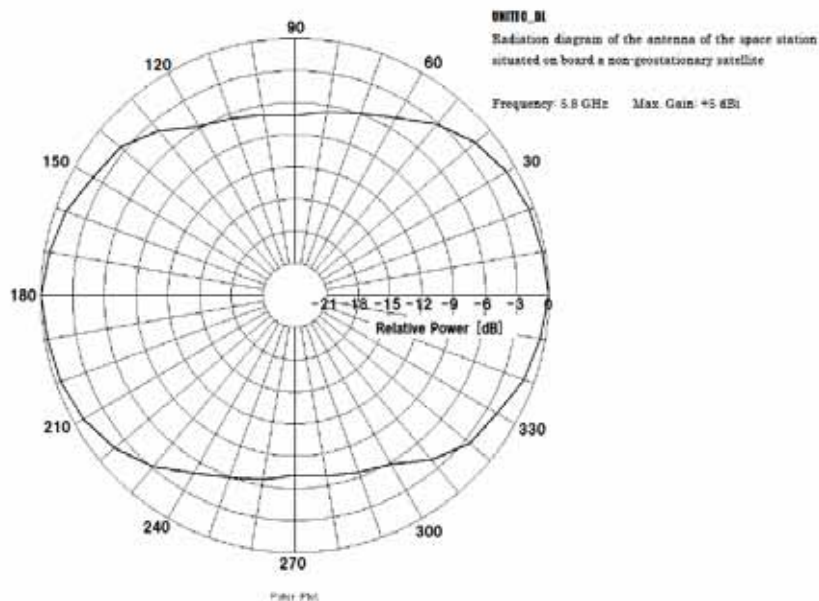


図4 ダウンリンクアンテナパターン

## 4.2 リンク方程式

表3はUNITEC-1が3,600,000 km地球から離れた時点でのリンク式を示す。地上局を3 mのディッシュアンテナとし、通常のアマチュア受信機を利用した場合、1bpsの受信が可能である。より大きなアンテナか複数のアンテナを使用する場合には、より遠距離からの電波の受信・デコードも可能になると思われる。

表3 3,600,000 kmの距離でのリンク式

Frequency	GHz	5.80	
Transmission EIRP	dBW	6.82	
Transmitter Power	dBW	9.82	9.6 W
Transmitter Line Loss	dB	3.00	split into 2
Transmit Antenna Gain	dB	0.00	
Pointing Loss	dB	0.00	
Power Distribution Loss	dB	0.00	
Space Loss	dB	238.84	3,600,000 km
Polarization Loss	dB	0.20	
Atmospheric Loss	dB	0.60	
Rain Loss	dB	0.00	
Other Losses	dB	0.00	
Receiving G/T	dB/K	10.50	
Antenna pointing Loss	dB	0.10	
Receiving Antenna Gain	dB	41.00	
Distribution Loss	dB	3.00	
System Noise Temperature	dBK	27.40	
Receiving C/N0	dBHz	6.28	
Bit rate	bps	1.00	
Eb/No	dB	6.28	
Bit Error rate		0.0010	
Required Eb/No		4.00	
Implementation Loss		2.00	
Margin		0.28	
Time to reach this distance	s	1458600.00	
	day	16.90	

### 4.3 ダウンリンク信号の書式

図 5 は衛星姿勢とダウンリンクが可能になるタイミングの関係を示す。まず、ロケットからの衛星分離時には回転角速度が 2.6 – 5.0 degree/s 程度になるように、分離機構を調整している。

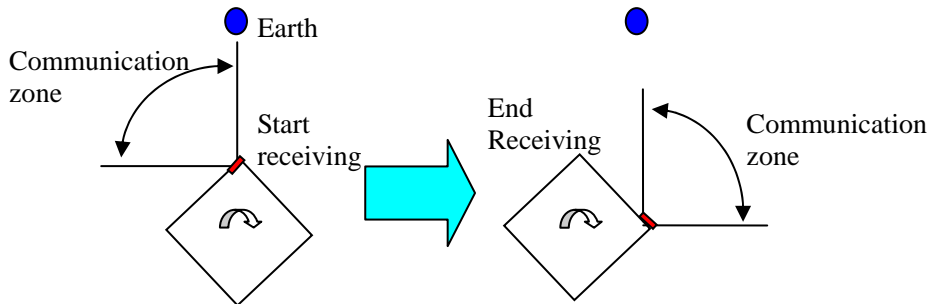


図 5 UNITEC-1 の姿勢とダウンリンクできるタイミングの関係

その回転のため、UNITEC-1 からの信号は細切れになって地上に達する。そのような信号を地上で効率よく受信・デコードするために、受信信号の中のある地点が、降りてくると予想される一連の情報シーケンスの中のどの点であるかの対応をつけることが大事である。そのような対応ができれば、地上局側では降りてきたビット列それぞれが、ダウンリンクフォーマットの中のどの情報であるかを推定することができ、デコードは、はるかに容易になる。難しい点は、“0” という搬送波がない状態が、意味のある 0 なのか、単に電波が来ていない(アンテナが地球を向いていないため)だけなのかの区別がつかない点である。それを解消するために以下のような特殊なコーディングを実施する。

まず、30分続く CW 全体のヘッダーは以下のようなシーケンスとする。

#### 1) プリアンブル部分 (60 秒間、60 ビットのデータ)

10 ----- 101010101011111111

#### 2) ロックをかける部分 (69 秒間、69 ビットのデータ)

111111111

0011111111

00011111111 <1>

0000111111111

00000111111111 <2>

0000001111111111

最初に地上局はプリアンブル部分を受け取る。なお、MOBC のクロックに駆動されてこのマイナーサイクルの通信がトリガーされるので、このプリアンブルが来るタイミングは 1 ,

2分程度以上の精度で予測できる予定である。その次は、ロックをかけるための0と1の系列を受信するが、たとえば、1の系列の中に3の長さの0の連続部分が見つければ、それは<1>の部分(前頁)であると推測する。5の長さの0の連続部分が見つければ<2>であると推定する。この推定的前提は、アンテナの向きが悪くて電波が来ない場合には、0(無信号)の時間の長さは2~6秒であるはずはない(もっと長い)という理屈である。別の言葉で言えば、1の連続の後、6秒以下の長さで0の連続が来て、その後また1の連続になれば、その0はアンテナの向きが悪いことで電波が来なかった0ではなく、意味のある0であると判断する、と言うわけである。また、この0の連続部分の長さから、信号列のどの位置であるかも推測でき、それにより受信した信号とダウンリンクの書式の間の対応関係をつかむことができる。

その後は、定型化されたデータがダウンリンクされる。その間もMOBCのクロックによりトリガーされるので、30分間でMOBCのクロックが0.5秒以上ずれなければ、どのタイミングでどのデータが来るかが完全にわかることになる。3.1節に書かれたタイプ1, 2の違いは以下の通りである。

#### **Type 1:**

- 1) ハウスキーピング・テレメトリ
- 2) 科学データ
- 3) UOBC 試験の結果
- 4) FM パケット(FSK)
- 5) その他

#### **Type 2:**

- 1) ハウスキーピング・テレメトリ
- 2) 科学データ
- 3) その他

すべてのデータは、衛星が回転してもデータが地上に伝送されるように、4回連続してダウンリンクされる。それにより、抜けた部分を補間しあって完全なデータが得られるようにする。

Type 1のシーケンスでは、FSK デコーディングされたデータもダウンリンクされるが、これはUNITEC-1が地球に近いとき(たとえば、5万km以下)に受信できる。このデータにはカメラの撮像結果、各大学の詳細な解析結果(ミッションデータ)などが含まれる予定である。

## 5. 衛星の追尾

### 5.1 深宇宙での衛星追尾の戦略

衛星の追尾は UNITEC-1 が図 2 の軌道に乗って金星に向かう途上で常にリンクをとるために重要な作業である。UNITEC-1 から来る信号は 1 bps 程度の非常に遅い信号であり、通常の作業で使うアップリンクはないため、追尾に利用できる情報は、電波の到来方向とドップラーシフトの量である。電波の到来方向は、地球から見た衛星の方向を示し、ドップラーシフトは衛星と地球の相対距離の変化の速さの情報を持っている（図 6 参照）。本節では、これらの情報だけで UNITEC-1 の追尾が可能かどうかを解析する。

この問題を解くにはカルマンフィルターの利用が適切である。観測量は、上記の 2 つ、つまり、電波の到来方向（2 自由度）と電波のドップラーシフト量（1 自由度）である。システム方程式としては、太陽中心重力場の運動方程式を利用する。外乱としては第三天体からの擾乱や太陽風による圧力などがあり、前者は前もってある程度予測できるので、予測できないシステムノイズとしては、太陽風の変化（予測される量の 100% のレベルの不確かさがあるとする）だけとする。推定すべき状態量としては、衛星の位置（3 自由度）および速度（3 自由度）である、拡張カルマンフィルター（EKF）を構成する。上記の観測量だけで、十分な追尾性能を維持できるかをシミュレーションで考察する。

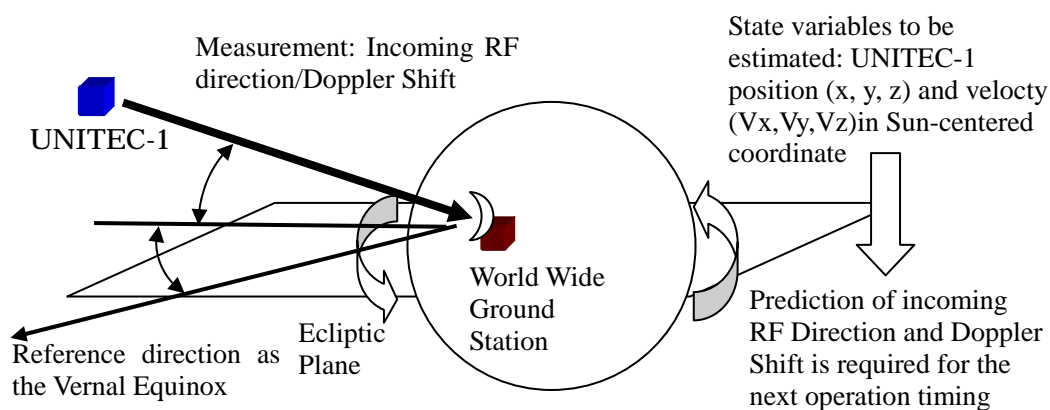


図 6 UNITEC-1 追尾の概念

設計パラメータとしては、計測間隔（運用間隔になる）および、電波到来方向やドップラーシフトの計測精度がある。これらのパラメータは変化させて、追尾性能（次の運用タイミングでどこまで正確に電波到来方向やドップラーシフト量を予測できるか）にどう影響するかを見積もる。

図7は運用間隔が6時間でドップラーシフト計測精度1kHz、電波到来方向の計測精度10度のケースにおいて、次の運用タイミングでどこまで正確に電波到来方向やドップラーシフト量を予測できるか、を示したものである。横軸は時間を表し、単位は「時」である。（右端が金星到着時の207日に相当）。カルマンフィルターは正常に機能し、100日ほどでドップラーシフト予測精度は100Hz以下に、また、50日ほどで電波到来方向の予想精度も1度以下に落ち着いている。最終的に定常状態の精度になるのに100日程度かかっており、それまではいい精度で追尾ができないので、初期にはできるだけ正確な軌道情報を得ることが大事であると予想される。

図7では、衛星の初期軌道情報の知識の誤差を位置で100km、速度で100m/sとしているが、このうちの速度の知識の精度を10倍(10m/s)にした場合をどうなるかをしめたのが図8である。早い段階からよい追尾性能を示しており、初期軌道情報がいかに大事であるかを示している。この初期軌道情報は、いっしょに金星に向かうPlanet-Cなどから得ることを考えている。

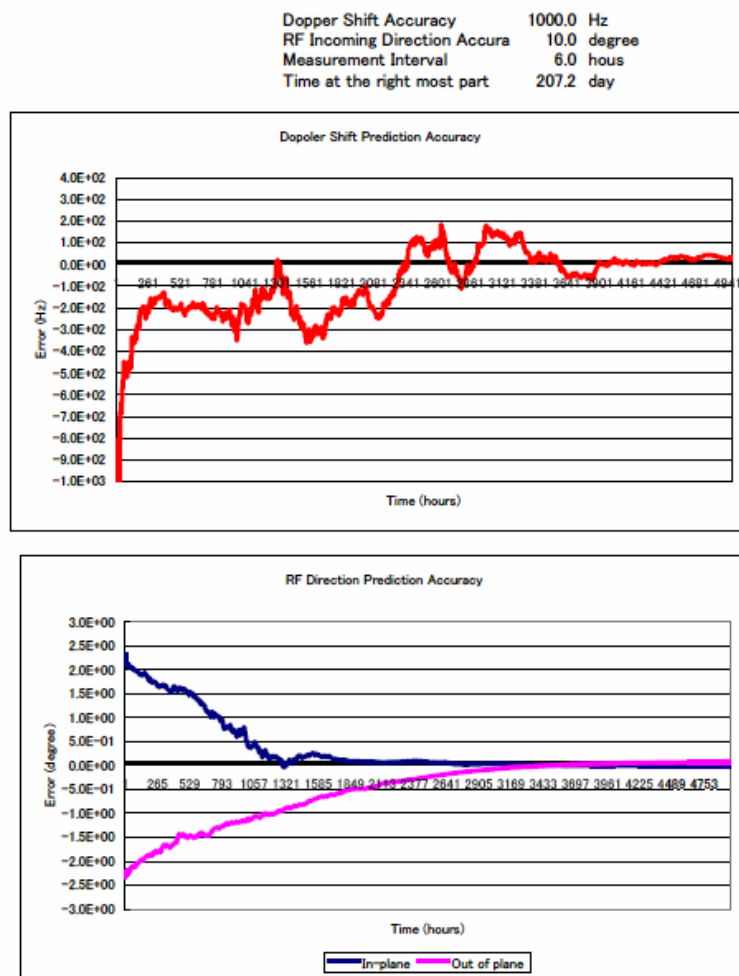


図7 カルマンフィルターによる推定結果（初期軌道情報が悪いケース）

Doppler Shift Accuracy 1000.0 Hz  
 RF Incoming Direction Accuracy 10.0 degree  
 Measurement Interval 6.0 hours  
 Time at the right most part 207.2 day

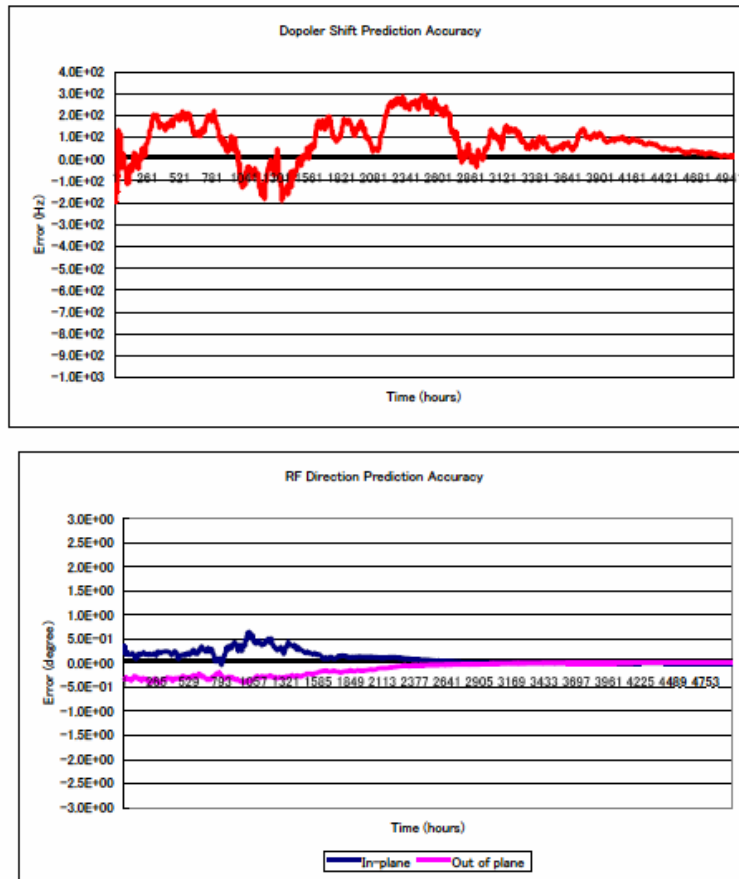


図 8 カルマンフィルターによる推定結果 (初期軌道情報が良いケース)

それ以外に以下のようなことがわかった。

- (1) 電波到来方向の予測精度は比較的早い段階で 1 度以下になるのでアンテナを衛星方向に向けることは比較的容易だと思われる。
- (2) 最後の定常精度は電波到来方向の計測精度にあまり依存しない。標準偏差で 10 度程度で問題ない。
- (3) ドップラーシフトの計測精度は、ドップラーシフト予測精度に大きな影響を与える。おおむね、最終予測精度は計測精度の 10-20%程度になる。したがって、100Hz 以上の精度で予測したい(待ち受け周波数に必要)とすると、500Hz 程度以上の精度でドップラーシフトを計測しないとイケない。
- (4) 計測間隔(運用間隔)はあまり収束の速さや最終精度に影響を与えない。計測の回数でなく、どれだけ長い時間(何ヶ月)計測したかが重要である。(可観測性の問題)

これらの結果にのっって、今後アマチュア無線家の皆さんと、どの程度の精度で電波到来方向やドップラーシフトを計測していくべきかの議論を進めたいと考える。

## 5.2 地上局の世界的ネットワーク構築のお誘い

地球は1日1周のスピードで自転しているため、UNITEC-1がある方向にアンテナを向けることができる地上局のみが電波を受信できる。また、UNITEC-1から来る信号は2時間のサイクルでそのうち30分間であり、間欠的である。このような衛星に対する運用を実施するためには、世界中でCバンド(5.8GHz)のアンテナ・受信機を持った地上局をインターネットなどで接続して、毎回の運用チャンスごとに、最低1地上局が電波を受信できる体制を確立したいと考えている。

大学の衛星開発コミュニティでは、教育を目的としたアマチュア無線帯の地上局ネットワーク“GENSO (Ground-station Educational Network for Satellite Operation)”が構築されつつあり、これが今回のネットワークの出発点になることもありうるだろう。:

ここで提案する世界的地上局ネットワークは以下のような機能を持つであろう。

- 1) 地上局をインターネットで接続し、降りてきたデータが日本にあるUNITEC-1ミッション運用センターに、可能であればリアルタイムで伝送されるようにする。
- 2) 電波到来方向やドップラーシフトの計測値を運用センターに転送し、追尾に使われるようにする。
- 3) 次の運用タイミングにおける電波到来方向やドップラーシフトの予測値を運用センターから全世界の地上局に発信する。
- 4) 各地上局の情報、たとえば、緯度、経度、高度、向きなどを運用センターで管理する。これは各地上局に対する電波到来方向の情報を、慣性空間における方向の情報に修正するために必要である。また、ドップラーシフト情報も地球の自転分を考慮して補正する必要がある。
- 5) 運用センターとアマチュア無線コミュニティの間のそれ以外の情報交換。(必要時)

我々は、AMSAT およびアマチュア無線コミュニティの皆さんに上記のような全世界ネットワークをいっしょに構築するのにご協力いただければとお願いする次第である。

## 5.3 深宇宙からの非常に弱い信号の受信への挑戦

UNITEC-1は、深宇宙から非常に弱いアマチュア無線周波数の電波を受信するという稀有な機会を提供する。このチャンスを利用して、AMSATとアマチュア無線コミュニティの皆さんが非常に弱い「人工的な電波」を受信する共同実験などを企画されることを期待したい。たとえば、それを、複数の個人やグループ間での競争(たとえば、どこまで遠くか



らの電波を受信できるか、など)の形で実施していただいても面白いと考える。この UNITEC-1 運用の機会を通して、アマチュア無線の皆さんがさらに電波技術を向上されれば、我々にもっともうれしいことである。

## 6. UNITEC-1 開発チーム構成

UNISEC 内の 22 の大学・高専が共同して開発している。また、多くの企業やアマチュア無線のコミュニティのご支援をいただいている。表 4 は、バス開発のチーム構成、および UOBC コンペだけに参加する大学をまとめたものである。UOBC コンペには現在 13 大学が名乗りをあげており、8 月の予選会に向けて開発を進めている。

表 4 UNITEC-1 開発チーム構成

役割	大学・高専名
マネジメント	東大、都立高専、北海道工大
C&DH 系	東京理科大
構造・熱設計	北海道大、九州大、津山高専、愛知工大、東北大
通信系	鹿児島大、創価大、秋田大
電源系	大阪府大、香川大、慶応大、都立高専、大阪府立高専
放射線カウンター	高知工大
地上試験	九州工大
地上局	秋田大、東北大
ウェブの管理	東海大
UOBC コンペ へのみの参加	電通大、東工大

## 7. まとめ

UNITEC-1 プロジェクトは日本の大学・高専が、それぞれの得意技、強みをますます強化する絶好の機会であると考えている。その鍛錬の先には、それぞれの強みをもった大学・高専の連合体で、より高度で実用的な衛星を共同開発する世界を目指している。その意味で、日本の大学衛星開発の中で一つのマイルストーンになるイベントであると考えている。また、大学の衛星開発者と AMSAT をはじめとするアマチュア無線コミュニティの友情と交流をさらに進めることに寄与するプロジェクトとなれば幸いである。

## 参考文献

- 1) Nakasuka, S.,: Students' Challenges towards New Frontier -Enlarging Activities of UNISEC and Japanese Universities, Keynote Speech, 26th ISTS, ISTS-2008-Key-01v, Hamamatsu, 2008