

メインページ

提供: Despatch JP

本ページでは、ARTSATプロジェクトで開発中の第二の宇宙機「ARTSAT2: DESPATCH」のミッション、システム、および投入軌道について説明する。

DESPATCHのメインミッションである「共同受信ミッション」においては、世界各地のアマチュア無線家に協力していただくことで、宇宙機が深宇宙から送信したデータの復元に挑戦する。共同受信ミッションの詳細については、以下のページを参照のこと。

- 共同受信ミッションの詳細

目次

- 1 ARTSATプロジェクト
- 2 ARTSAT2: DESPATCH
 - 2.1 ミッション
 - 2.2 特徴
- 3 構造とデザイン
 - 3.1 外観のデザイン
 - 3.2 構造設計と機器配置
- 4 電氣的な構成
- 5 通信系
- 6 投入軌道
- 7 リンク
- 8 連絡先



ARTSAT2:DESPATCHのフライトモデル

ARTSATプロジェクト

ARTSATプロジェクト（芸術衛星プロジェクト）は、「宇宙と地球を結ぶメディア」としての宇宙機を使って、そこからインタラクティブなメディア・アート作品やサウンド・アート作品など、さまざまな芸術作品の制作を展開していくプロジェクトである。プロジェクトは、多摩美術大学と東京大学のコラボレーションを軸とした多くのメンバーによって進められている。芸術利用を目的とした宇宙機の開発主体を東京大学チームが担当し、宇宙機からのデータを活用した作品制作や地上局の運用、およびデータ配信を多摩美術大学チームが担当している。

- ARTSATプロジェクトのホームページ (<http://artsat.jp/>)
- ARTSATプロジェクトのFacebookページ (<https://www.facebook.com/artsat>)

ARTSAT2: DESPATCH

深宇宙彫刻「ARTSAT2:DESPATCH」は、芸術衛星「ARTSAT1:INVADER」 (<http://artsat.jp/invader/>)に続いて、ARTSATプロジェクトが開発する2番目の宇宙機である。大きさ約50cm立方、重量約32kgのこの宇宙機は、**2014年12月3日 13時22分04秒（日本標準時）**に打ち上げ予定のJAXA H-IIAロケットF26号機により、小惑星探査機「はやぶさ2」の相乗りペイロードとして地球脱出軌道へと投入される。

- H-IIAロケット26号機による小惑星探査機「はやぶさ2」（Hayabusa2）の打上げ延期について



DESPATCH（実寸大の試作品）とその大きさ

(http://www.jaxa.jp/press/2014/11/20141130_h2af26_j.html)

ミッション

DESPATCHは、以下のような芸術ミッションと、技術ミッションを行う。

- 芸術ミッション
 - 宇宙機を地球脱出軌道に投入することで、彫刻作品を深宇宙へと送り出す（深宇宙彫刻の実現）
 - 芸術家の分身として深宇宙に送り出した宇宙機から、詩を生成し電波として送信する（宇宙生成詩の遠隔創造）
- 技術ミッション
 - 多くのアマチュア無線家の協力による深宇宙からの微弱な電波の共同受信実験（共同受信ミッション）
 - 3Dプリンタ造形物の宇宙機搭載実証と一般の宇宙機への応用

なお、芸術ミッションの「宇宙生成詩」とは、宇宙機搭載のセンサーの値（温度など）をもとに宇宙機搭載の計算機が特定のアルゴリズムにもとづいて生成するものである。また、技術ミッションに挙げた「共同受信ミッション」では世界各地のアマチュア無線家に受信協力をいただくことで、宇宙生成詩の復元に挑戦する。宇宙生成詩および共同受信ミッションに関する詳細は、共同受信ミッションのページを参照のこと。

- 共同受信ミッションの詳細

特徴

こうしたミッションを実現するために、DESPATCHは通常の宇宙機とは異なる、以下のような特徴を有している。

- 宇宙機が電波を連続送信する期間は、地球脱出軌道に投入後、地球から約300万kmの距離に到達するまでの最大一週間とする
- 電源は一次電池のみとし太陽電池を搭載しないことで、造形作品としての宇宙機の外観の自由度を高める
- ペイロードが自律的に機能するため、通信はCWビーコンの送信のみとし地上からのコマンドアップリンクは行わない

構造とデザイン

DESPATCHの構造は、大きく以下の3つの部分からなる。

- 宇宙機全体を覆うような造形部 (Sculpture)
- データ処理用のOBCと通信機および1次電池を収納するアルミニウム製容器 (Aluminum Cover)
- 造形部を支持しアンテナを据え付ける棒状部材 (Support rod)

外観のデザイン

構造系のうち造形部については、ロシア・アヴァンギャルドの芸術家ウラジーミル・タトリン (<http://ja.wikipedia.org/wiki/ウラジーミル・タトリン>)が1919年に構想した「第三インターナショナル記念塔 (The Monument to the Third International)」や、ロバート・スミッソン (<http://ja.wikipedia.org/wiki/ロバート・スミッソン>)によるランドアートの先駆的な作品である「スパイラル・ジェティ (Spiral Jetty)」を参照・引用し、「螺旋」をモチーフに造形のスタディを行った。螺旋は芸術作品のみならず、生命や自然の中にも多く見られる普遍的な形である。いくつかの試行錯誤の結果、最終的な造形は、以下のような特長を持つ下図のものに決定した。

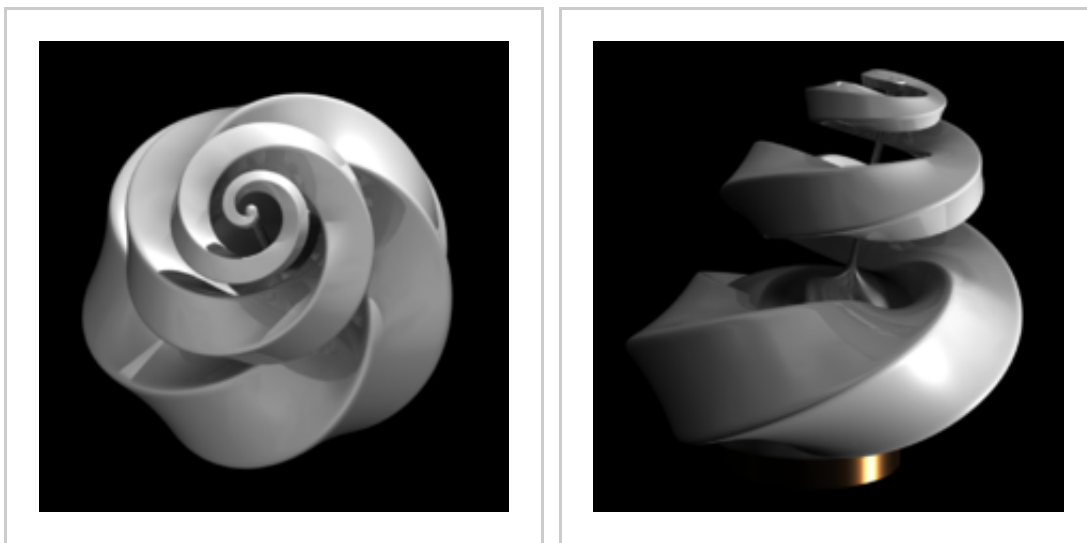
- 視点の位置によってさまざまな表情の変化が生まれる
- アルゴリズムミクな形状とオーガニックな風合いを融合する

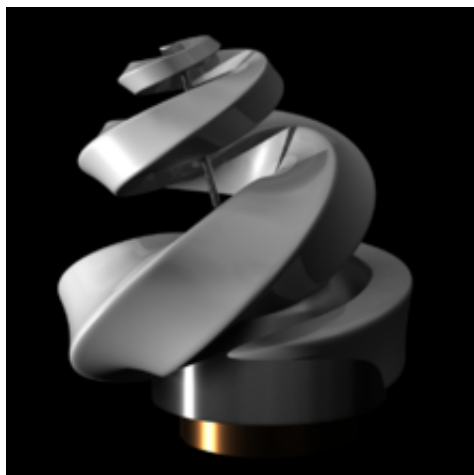
造形部はCADでデザインされ3Dプリンタによりナイロンから出力されたものであり、重量はおよそ15kgと宇宙機の重量の約半分を占める。3Dプリンタによる造形は、SOLIZE株式会社 (<https://www.solize-group.com/products/index.html>)が担当した。

以下のページでは、DESPATCHの3Dモデルをドラッグ/スクロールで操作し、様々な角度から宇宙機の外観をみることができる。

- DESPATCHの3Dビューワー (<http://artsat.jp/project/despatch/3d-model>)

CGによるDESPATCHの外観





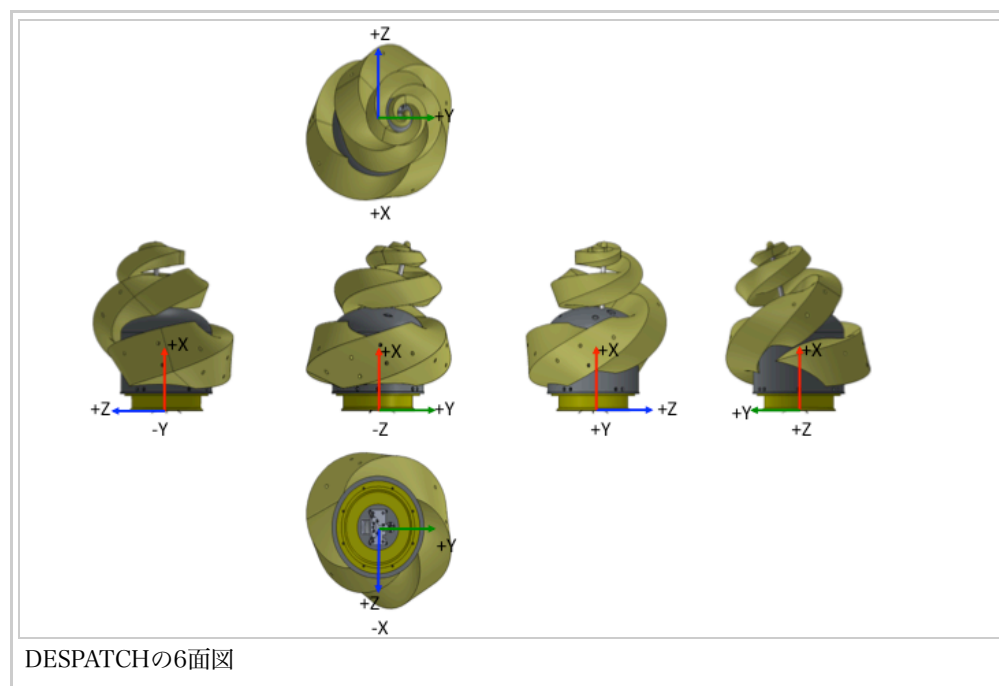
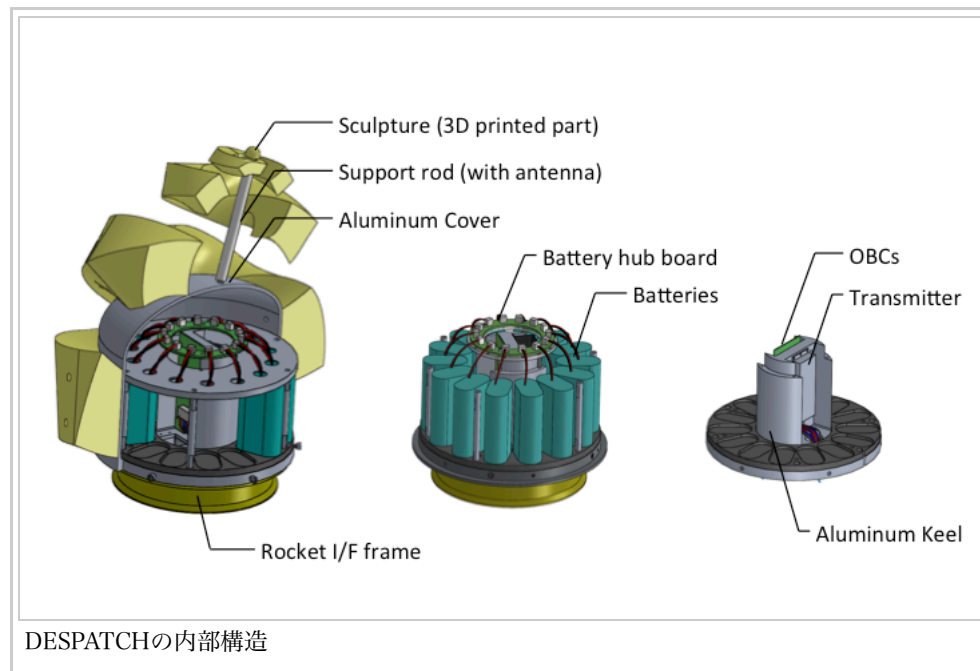
DESPATCHのフライトモデル（実物）の外観



構造設計と機器配置

宇宙機の内部構造は下図に示すとおりである。DESPATCHの構造設計においては、その外見だけではなく内部構造も美しく設計することを目指した。DESPATCHの構造は従来の宇宙機や衛星に多く見られるパネル・フレームの構造とは異なり、中央のアルミニウム製支柱（Aluminum Keel）を大黒柱とした周方向に対称な構造（および機器配置）になっ

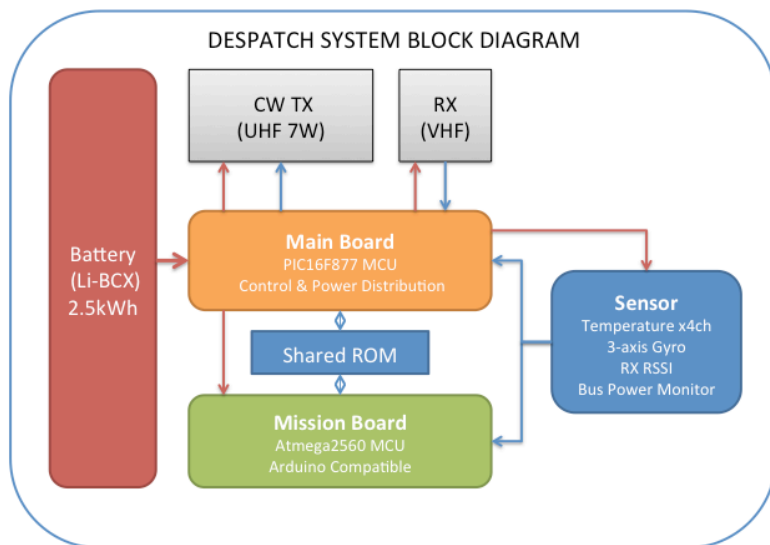
ている。このような周方向に対称な構造によって、振動や荷重に対する強度に方向性がない、工学的な観点からも非常に強い構造を実現している。



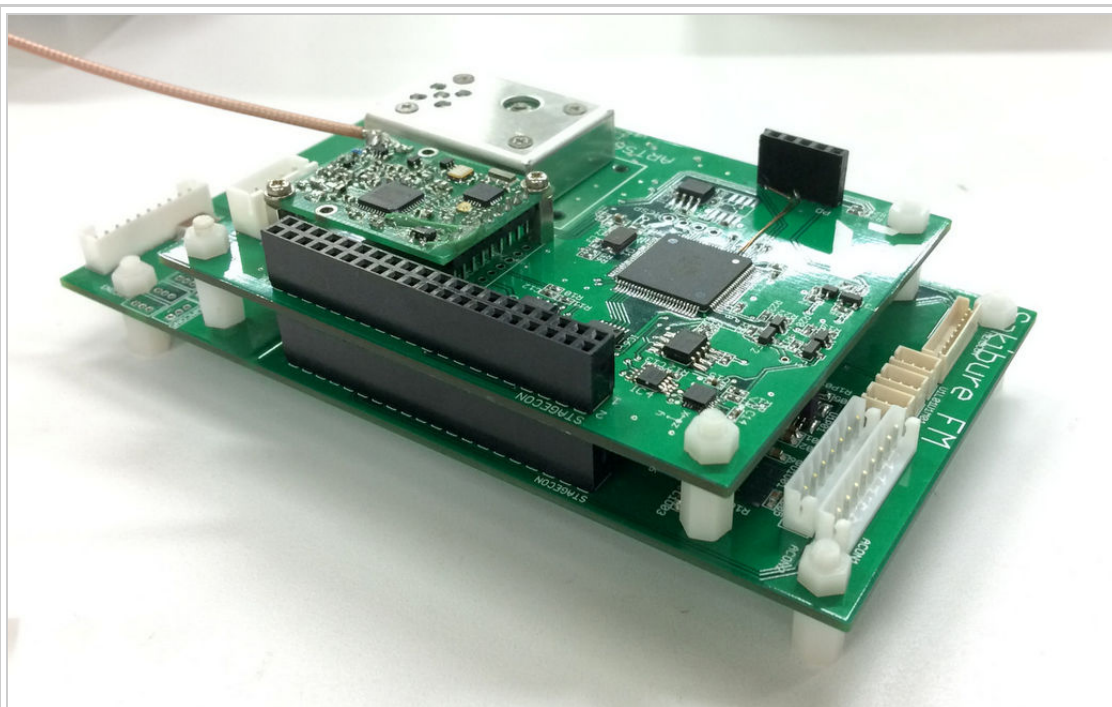
造形部（Sculpture）の材質はナイロン12であるが、その強度は他の金属部品と比べると弱いため、造形部とアルミニウム製容器（Aluminum Cover）は合計17本のボルトでとめられ力が分散する構造となっている。アルミニウム製容器は基本的に曲面となっているが、そのボルト締結部においてはナットを平面で支えるために17箇所1つ1つに特殊加工によって平面が設けられている。また、造形部を支える棒状部材（Support rod）は、打ち上げ時の振動やロケットからの分離衝撃に耐えうる荷重・振動特性等を考慮し、材料（GFRP）やその太さが選定されている。この棒状部材は支持部材であると同時に、モノポールアンテナの取り付け場所としての役割を持つ。

これらの構造設計および製作は株式会社由紀精密 (<http://www.yukiseimitsu.co.jp/>)に協力をいただいた。

電氣的な構成



DESPATCHの機能ブロック図



メインボードおよびミッションボード (MORIKAWA)

通信系

DESPATCHのメインミッションである共同受信ミッションを成功させるためには、なるべく多くのアマチュア無線家の受信協力が必要となる。そこで、送信電波の周波数としては、アマチュア衛星で最も一般的に使用され、より局数の多い430MHz帯を採用している。

変調方式としては最もシンプルな方式であるCW（搬送波のオン/オフで、1ビットを表現）を採用し、複雑な変調方式の電波を低出力で送るのではなく、できる限りシンプルな変調方式の電波をできる限り高出力で送ることによって受信の確実性を高めるという設計としている。また、シンプルな変調方式を採用する副次的な効果として、なるべく多くの

方に共同受信に参加していただけるようにするだけでなく、受信の際に各局で独自に工夫を凝らすことが比較的容易であるため、地上局の多様性を利用した異種冗長化を図れると考えている。

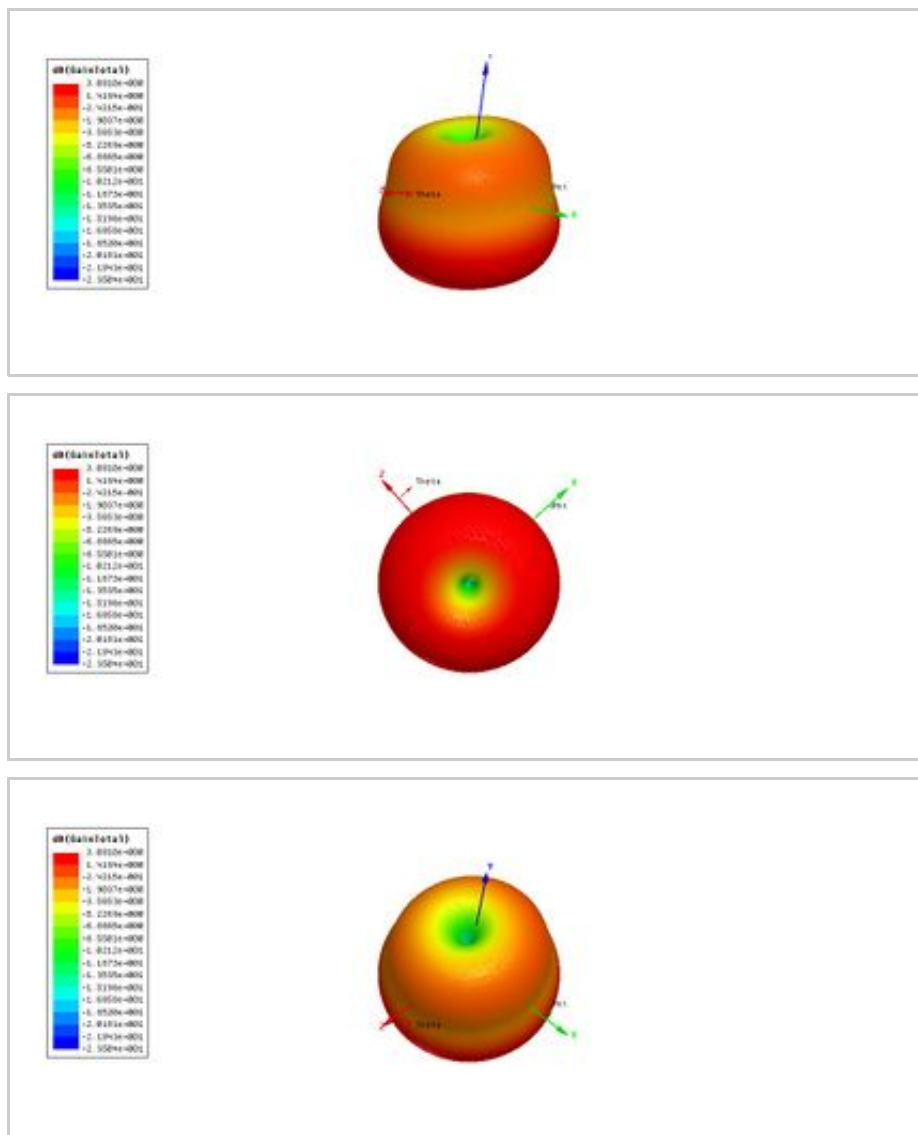
このような設計にしたがって、以下に示す諸元の送信機を宇宙機に搭載する。この送信機は、株式会社西無線研究所 (<http://www.nishimusen.co.jp/eisei2013/eisei2013.htm>)によって設計・開発されたものである。

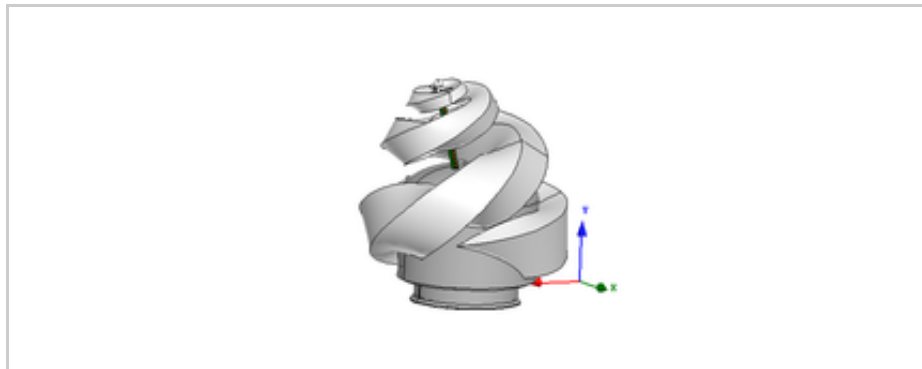
DESPATCH搭載の送信機諸元

送信機出力	7 W
送信周波数	437.325 MHz
変調方式	CW
電源電圧	+7V DC
消費電力	最大 24.5 W
周波数安定度	最大 $\pm 0.3\text{ppm}$ ($\pm 130\text{ Hz}$)

この送信機は宇宙機搭載のタイマーICと計算機によって駆動され、およそ7Wの送信電力がモノポールアンテナから放射される。シミュレーションによって求めたアンテナパターンを図に示す。なお、このアンテナは、造形部の中心に配置されたGFRP製の棒状部材に取り付けられており、棒状部材は造形部の先端と通信機等が格納されているアルミニウム製の容器とを接続している。

DESPATCHのアンテナパターンおよびそれを規定する座標系





参考として、この送信系とARTSATプロジェクトの地上局での回線計算の結果を、以下のファイルに記載した。

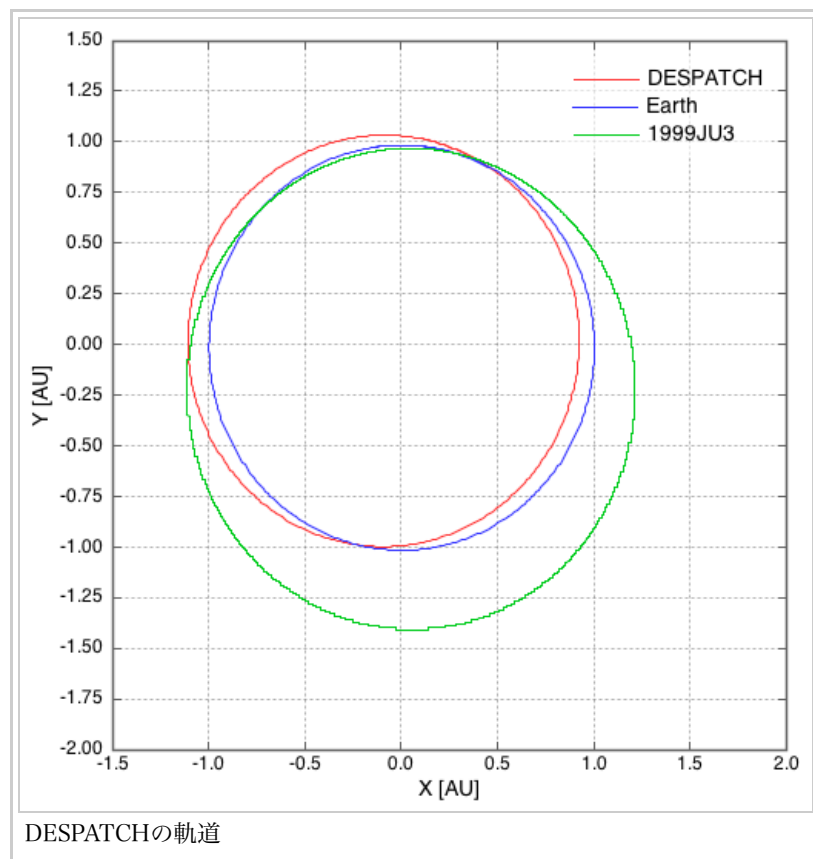
- ARTSAT地上局における回線計算 ver1.0 (http://artsat.jp/wp-content/uploads/2014/11/Despatch_LinkMargin_ver1.0.xls)

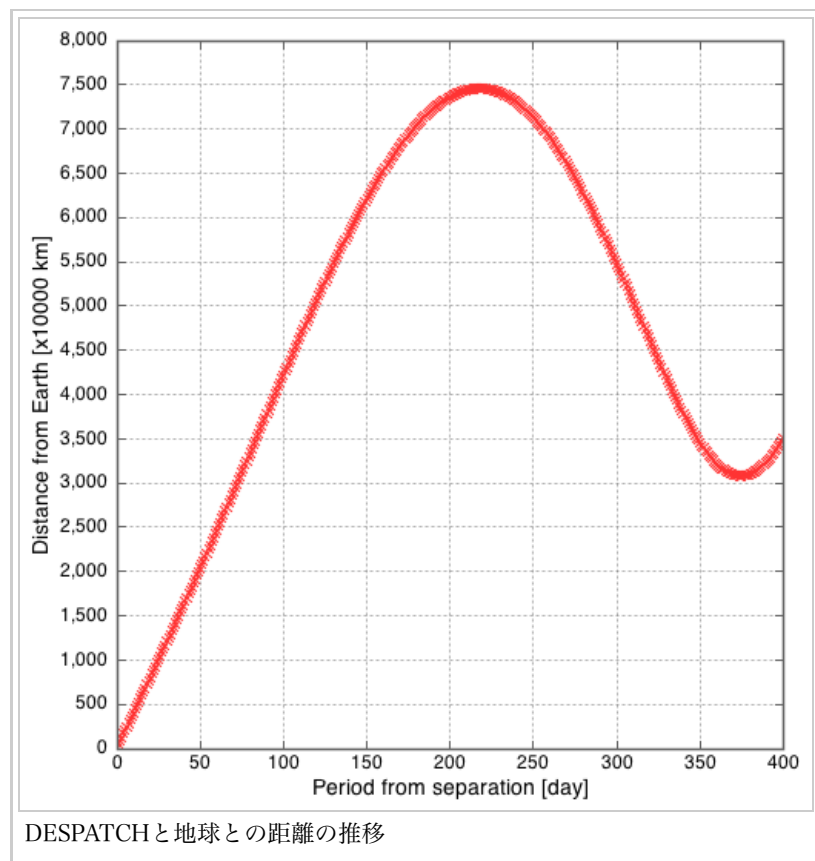
なお、このCW送信機によって送信するデータの具体的な形式については、以下のページを参照されたい。

- 共同受信ミッションの詳細

投入軌道

DESPATCHは地球脱出軌道に投入され、ちょうど地球の横を並走するような人工小惑星となる。その軌道は下図に示すとおりであり、打ち上げからおよそ1年ごとに地球に最接近する。なお、図に示した緑色の軌道は、DESPATCHが相乗りする小惑星探査機はやぶさ2の目標天体（小惑星1999JU3）の軌道である。





地上から観測するとき、DESPATCHは他の惑星と同様に数時間かけてゆっくりと天球上を移動する。以下のウェブページにて、地上の任意の地点からDESPATCHがみえる時間と方角を予測することができる。

- DESPATCHのトラッキングページ (<http://api.artsat.jp/pass/>)

リンク

- ARTSATプロジェクト公式HP
 - <http://artsat.jp>
- SNS
 - <https://www.facebook.com/artsat>
 - https://twitter.com/DESPATCH_ARTSAT
 - https://twitter.com/artsat_satoru
- GitHub
 - <https://github.com/artsat>

連絡先

info@artsat.jp

「<http://despatch.artsat.jp/mediawiki-jp/index.php?title=メインページ&oldid=440>」から取得

- このページの最終更新日時は 2014年11月30日 (日) 19:34 です。
- このページは 4,021 回アクセスされました。

共同受信ミッション

提供: Despatch JP

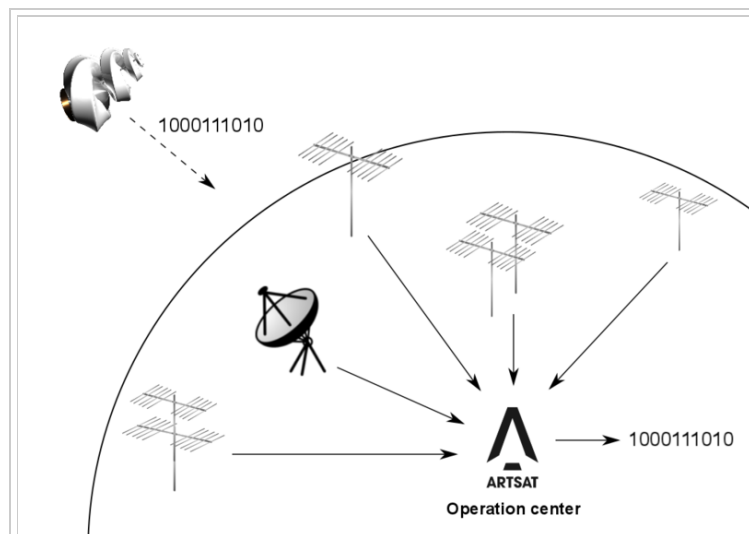
ARTSATプロジェクトの第二の宇宙機「ARTSAT2:DESPATCH」のメインミッションである「共同受信ミッション」においては、世界各地のアマチュア無線家に受信協力をいただき、DESPATCHが深宇宙から送信したデータの復元に挑戦する。本ページでは、この共同受信ミッションの内容とそれに参加する方法を記載する。ご興味のある方は、深宇宙からの電波受信というこの稀有なイベントにぜひご参加いただきたい。

なお、DESPATCHの通信系などサブシステムの仕様および投入軌道については、メインページに詳細を掲載している。

- メインページ (DESPATCHのサブシステムおよび投入軌道)

目次

- 1 概要
- 2 共同受信ミッションの実施期間
- 3 通信機の動作スケジュール
- 4 受信データ
 - 4.1 ハウスキーピングデータ (モールス信号)
 - 4.2 宇宙生成詩 (独自符号)
 - 4.3 アナログ温度情報 (ビーコン)
 - 4.4 サンプル音声
- 5 受信の報告
 - 5.1 ハウスキーピングデータ
 - 5.2 宇宙生成詩
 - 5.3 アナログ温度情報
 - 5.4 受信周波数
- 6 DESPATCHの電波を受信するには
 - 6.1 必要な設備
 - 6.2 アンテナのポインティング
 - 6.3 受信機の調整
- 7 リンク
- 8 連絡先



共同受信ミッションのイメージ

概要

「ARTSAT2:DESPATCH」は、ARTSATプロジェクトの手がける第二の宇宙機である。大きさ約50cm立方、重量約32kgのこの宇宙機は、2014年12月3日 (日本時間) に打ち上げ予定のJAXA H-II Aロケットにより地球脱出軌道に投入され、投入から24時間足らずで月面距離 (38万km) に到達し、およそ1週間で300万kmの彼方に到達する。

DESPATCHはこの1週間、430MHz帯のCWにより、ハウスキーピングデータおよび搭載センサーのデータから軌道上で制作された「宇宙生成詩」を送信する。しかし、DESPATCHは回転した状態で地球脱出軌道に投入されるため、地上で受信できるのは、宇宙機の回転によりフェージングの生じた極めて弱い信号だけであると考えられる。

そこで、ARTSATプロジェクトチームでは、DESPATCHのメインミッションである「共同受信ミッション」において、世界各地のアマチュア無線家のみなさまにこの非常に弱い電波の受信協力をお願いしたい。この共同受信ミッションでは、単独の大型アンテナを使用するのではなく、多数のアマチュア無線家が受信したデータの数々をインターネットを使って一ヶ所に集めて再結合することで、極めて遠方から

のデータを復元する「協調ダイバーシティ通信」の実験を行う。このような実験によって、アマチュア無線家が有する比較的小型のアンテナでも、それらを複数集めることで巨大なパラボラアンテナに匹敵するような微弱電波の受信が可能になるのかどうかを検証する。

共同受信ミッションの実施期間

DESPATCHは 2014年12月3日 13時22分04秒（日本標準時） にJAXA H-IIAロケット26号機により打ち上げられ、この打ち上げからおよそ2時間後に軌道投入がなされる予定である。

- H-IIAロケット26号機による小惑星探査機「はやぶさ2」（Hayabusa2）の打上げ延期について (http://www.jaxa.jp/press/2014/11/20141130_h2af26_j.html)

DESPATCHが電波を送信するのは、この軌道投入直後から一週間のみである。この一週間というミッション期間を、下の表のようにDESPATCHと地球との距離応じて3つのフェーズに分割し、「ハウスキーピングデータ」「宇宙生成詩」「アナログ温度情報（ビーコン）」という3種類のデータを地上で受信する。共同受信実験の対象はフェーズ2の「宇宙生成詩」であるが、フェーズ1またはフェーズ3における受信協力・受信報告も歓迎する。

距離（フェーズ）と受信データの対応表

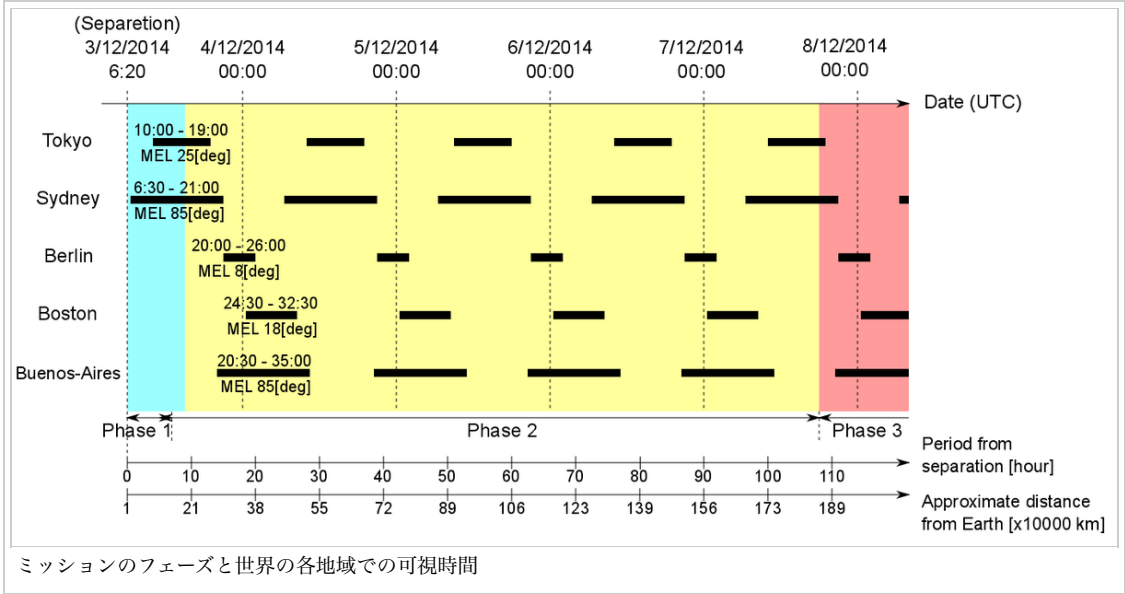
フェーズ	地球からの距離	地上で受信されるデータ
フェーズ1	~18万km	モールス信号によるハウスキーピングデータ
フェーズ2	18万~186万km	独自符号による宇宙生成詩
フェーズ3	186万km~	アナログ温度情報（ビーコン）

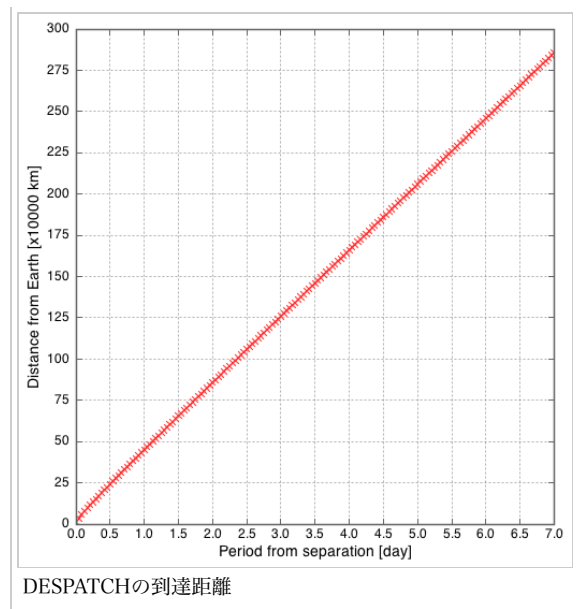


DESPATCHのフライトモデル

下の図には、この3つのフェーズの期間を色で、世界の各地域における可視時間を黒い横棒で示している。共同受信ミッションの実施期間であるフェーズ2は、日本における1回目の可視時間の後半から5回目の可視時間の最初までの約99時間である。

- より正確な可視時間の予測を行う（DESPATCHのトラッキングページ） (<http://api.artsat.jp/pass/>)





通信機の動作スケジュール

CW通信機の発する熱によって宇宙機が過度に高熱になることを防ぐため、通信機の温度が高くなりすぎた場合には一定の温度に下がるまでCWの送信が停止する。実際の運用の結果、フェーズ2およびフェーズ3においては、およそ20分間CWを送信した後、約50分間はCWが送信されない期間が続くということがわかった。

送信が再開する時刻を、以下のファイルにリストアップした。下記のファイルに示されている時刻からおよそ20分の間のみ、宇宙機からCWが送信される。

- CWの送信が再開される時刻のリスト ver2.0 (http://artsat.jp/wp-content/uploads/2014/12/Despatch_TransmissionCycle_ver2.0.xlsx) (.xls)

受信データ

コールサイン: JQ1ZNN

DESPATCHには送信出力7W、送信周波数430MHz帯の送信機が搭載されており、地上で受信されるデータはすべてこの送信機によって送信されたものである。この送信機のアンテナにはモノポールアンテナを用いている。

- 通信系の主要諸元

前述の通り、DESPATCHのミッション期間は地球との距離に応じて3つのフェーズに分割され、各フェーズで異なるデータが送信される。以降では、この3種類のデータを地上で受信する目的とそのフォーマットについて説明する。

ハウスキーピングデータ（モールス信号）

フェーズ1では、モールス信号によるハウスキーピングデータを地上で受信し、宇宙機の健全性の確認を行う。なお、このモールス信号の速度は6WPMである。

ハウスキーピングデータの送信はAS0, AS1, AS2, AS3という4つのセンテンスの繰り返しであり、各センテンスの間には10秒間のインターバル（電波を送信しない期間）が設けられている。ハウスキーピングデータのフォーマットを以下のファイルに記載する。

- ハウスキーピングデータのフォーマット ver1.4 (http://artsat.jp/wp-content/uploads/2014/12/Despatch_HKFormat_ver1.4.xls) (.xls)

宇宙生成詩（独自符号）

フェーズ2では、宇宙生成詩の共同受信ミッションを行う。この宇宙生成詩の受信は、宇宙機が地球から遠ざかるにつれて電波が弱くなり、信号がとぎれとぎれにしか聞こえない状況を想定している。そこでARTSATプロジェクトの地上局だけでなく世界各地のアマチュア無線家に協力いただき、多数の受信局からの断片的な情報を地上で再結合する「協調ダイバーシティ通信」による詩の復元を試みる。詩の復元方法としては下の図のように、各ビットごとデータが重複する部分については多数決によるエラー処理を行い、それ以外の部分ではORの処理を施すといったシンプルな手法を考えている。

00	10	20	30	40	50	60 [sec]					
header	J	Q	FIGS	1	LTRS	Z	N	N	footer		

ham operator A: 1111110101111111011110

ham operator B: 110101110111010111011111110001001

ham operator C: 11111101011111110111000000

ham operator D: 01111110111011000100110001110

ham operator E: 11011110011101111110100011000

各局で受信されたデータの統合プロセス

宇宙生成詩のフォーマット

宇宙生成詩の送信は、下の図に示すようなCP0～CP7という8つのユニットの繰り返しである。各ユニットはヘッダー5ビット、フッター5ビット、その間に挟まれた40ビットで構成され、これらはBaudotコード (http://ja.wikipedia.org/wiki/Baudot_Code)によって符号化されている（ただし、CP7はヘッダーを持たない）。Baudotコードは5ビットで1文字を表現するため、各ユニットはBaudotコードでヘッダー1文字、フッター1文字、その間に挟まれた8文字の合計10文字で構成されている。ただし、CP1のヘッダーとフッターに挟まれた40ビット（下図の青い部分）については主要なセンサーの生データが格納されており、この部分はBaudotコードには従わない。

CP0	11111 (LTRS)	J	Q	FIGS	1	LTRS	Z	N	N	00000 (NULL)
CP1		Loop count		Main board Temperature		RSSI		Battery Temperature		
CP2		Transmitter Temperature (Color)				Keel Temperature (Color)				
CP3		Battery Temperature (Color)				Aluminum cover Temperature (Color)				
CP4		Angular velocity A (Rhythm)				Angular velocity B (Rhythm)				
CP5		Angular velocity C (Rhythm)				Main board Current (Rhythm)				
CP6		A	R	T	S	A	T	FIGS	2	
CP7		D	E	S	P	A	T	C	H	

宇宙詩のフォーマット

搭載センサーのデータから生成された宇宙生成詩にあたるのは、CP2, CP3, CP4, CP5（下図の赤い部分）である。

CP2, CP3では、宇宙機の温度を4文字の「カラーコード」に変換する。このカラーコードは色を4文字で象徴したものであり、例えば「白」には "whit" が割り当てられる。ちょうどサーモグラフィのように、宇宙機の温度が高いほど明るい色のカラーコードが受信される。カラーコードから温度への変換は、以下の .xlsファイルを参照のこと。

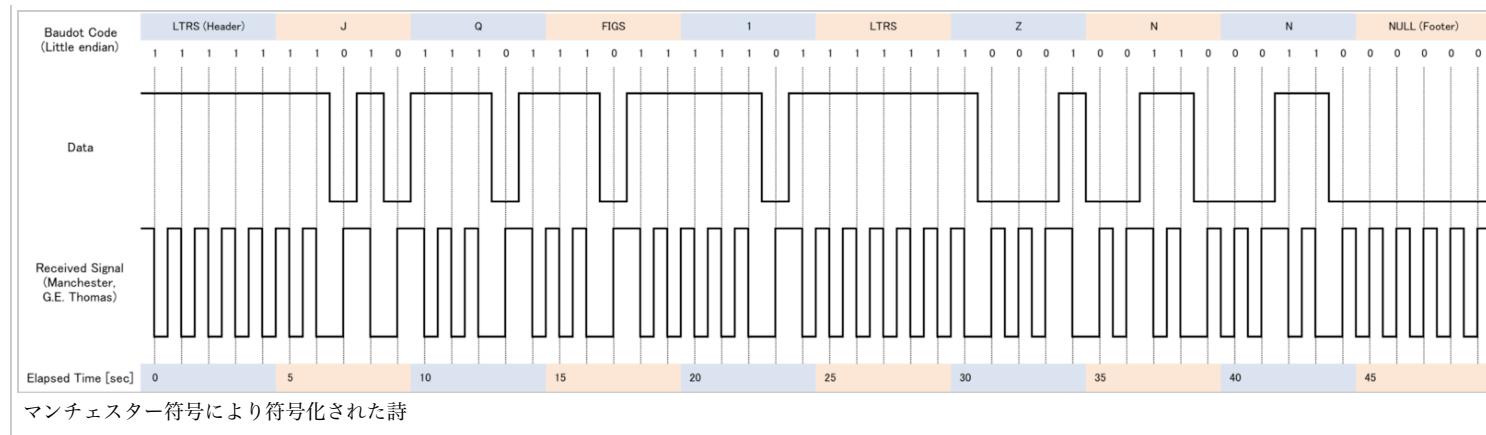
また、CP4, CP5では、宇宙機の角速度および消費電流を4文字の「リズムフレーズ」に変換する。リズムフレーズは、詩人 フーゴ・バル (http://en.wikipedia.org/wiki/Hugo_Ball)の「Gadji beri bimba」のフレーズをカットアップしたものであり、「I Zimbra」 (<https://www.youtube.com/watch?v=b-RDJ4Z4XrQ>)という曲の歌詞にも使用されている。つまり、このリズムフレーズによって、宇宙機の回転や電流が奏でる一種の音響詩が受信される。カラーコードから角速度（または消費電流）への変換は、以下の .xlsファイルを参照のこと。

- 宇宙生成詩のフォーマット ver1.4 (http://artsat.jp/wp-content/uploads/2014/12/Despatch_PoemFormat_ver1.4.xls) (.xls)

宇宙生成詩の信号速度と符号化方式

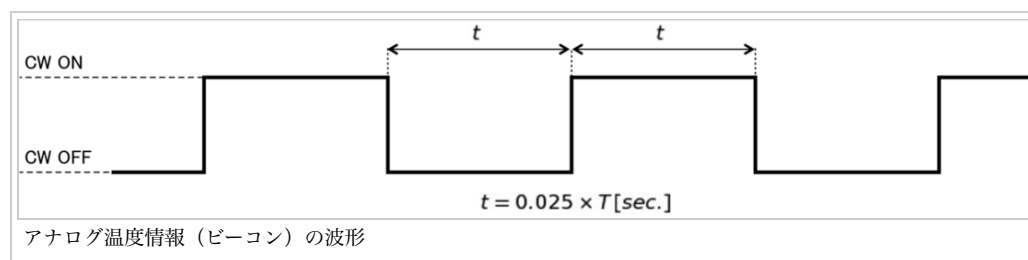
宇宙生成詩の信号速度は1bpsである。前述の通り1ユニットは50ビットであるから、1ユニット送信するのに必要な時間は50秒（ただし、CP7は45ビットのため45秒）である。ユニットとユニットの間には10秒（ただし、CP6とCP7の間には15秒）のインターバルを設けているため、CP0-CP7全体を通して送信を行うのにかかる時間は、(7×(50+10) + (45+15)秒 =) 8分である。

注意点として、符号化方式にマンチェスター符号化方式 (http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_code)を採用している。信号速度は前述の通り1bpsであるが、マンチェスター符号は 1/0というバイナリデータを立ち下がりがリッジ (CW ON→OFF) /立ち上がりエッジ (CW OFF→ON) によって表現するため、CWのON/OFFは最短で0.5秒で切り替わる。例えば、CP0が受信されるときにの信号は下図 ("Received Signal") に示すようなものになる。Baudotコードは下位のビットから送信されている（リトルエンディアンである）ことに注意していただきたい。



アナログ温度情報（ビーコン）

フェーズ3では、宇宙機の温度に応じて送信間隔が変化するようなビーコンを地上で受信する。宇宙機が遠く離れた後もこの信号の変化さえ捉えることができれば、その温度のおおよその値を知ることができる。このビーコンは、下図に示すようにデューティー比が50%で一定で、バッテリーの温度 ($T = 0x00-0xFF$) に応じてトーンの長さ (下図の t) が変化するような信号である。



トーンの長さを温度に変換するテーブルを、以下のファイルに記載する。

- トーン長から温度への変換テーブル ver1.0 (http://artsat.jp/wp-content/uploads/2014/12/Despatch_BeaconFormat_ver1.0.xls)

サンプル音声

下記のリンクから実際の信号を録音した音声ファイルをダウンロードできる。00:00:00 からハウスキーピングデータの送信、01:00:34 から宇宙生成詩の送信、02:37:16 からアナログ温度情報の送信が始まる。

- 信号を録音した音声ファイル ver3.0 (https://www.dropbox.com/s/1qat6twcawd172g/DESPATCH_TestSignal_2h_ver3.0.mp3?dl=0) (.mp3)

受信の報告

前述の通り、DESPATCHのミッション期間は3つのフェーズに分割されている。以降では、フェーズごとの受信報告方法を説明する。なお、受信報告は以下のページから受け付けている。

- 受信報告ページ (<http://api.artsat.jp/report/>)

ハウスキーピングデータ

モルス信号をデコードした結果を受信報告ページの "Comment" フォームに記入する。もしくは、デコードした結果をテキストファイルなどに記入して受信報告ページからアップロードする。

宇宙生成詩

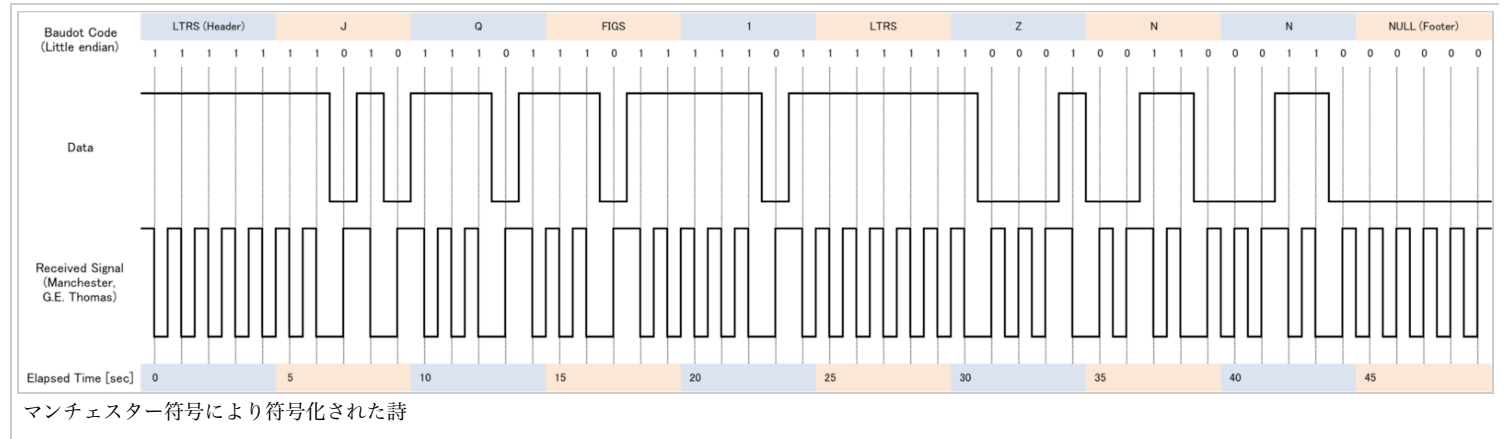
共同受信ミッションにおいては、世界の各地域から寄せられた詩の一部分を、時刻同期をとることによって一つの詩として復元する。このような復元を行うために、受信データだけでなく「受信時刻」も報告していただきたい。詩の受信報告の方法としては、次の3つの方法がある。

1. 専用のフォームに記入する

受信報告ページの専用のフォーム ("Received Data and Frequency with Time stamp") を利用して、データと受信時刻を一緒に報告することができる。専用フォームを使って報告する場合、以下の点に注意していただきたい。

- 報告するデータは単なるCWのON/OFFではなく、それをマンチェスター符号でデコードした結果とする（下図の "Received Signal" ではなく、それをデコードした "Data" を報告する）
- デコード結果（0/1）は1文字ごとにカンマ区切りで記入し、0/1の判断がつかない場合には "-" を記入する
- 受信時刻として選択する時刻は、データの1文字目が受信された時刻を1秒の桁まで指定する

例えば、2014/12/4 20:00:33（JST）から下図 "Received Signal" に示すような信号が捕捉された場合、左側のフォームから 2014/12/04 20:00:33（GMT +9:00）を選択して、右側のフォームに
"1,1,1,1,1,1,0,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,1,1,0,1,1,1,1,1,0,0,0,1,0,0,1,1,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0" と記入する（中央の "Frequency" フォームについては後述するが、省略可能である）。なお、複数の受信時刻で報告を行う場合は、フォーム右側の "Add a row" ボタンによって行を追加する。



2.テキストファイルをアップロードする

受信したデータを受信時刻と一緒にテキストファイルに記入して、受信報告ページからアップロードしていただいても構わない。テキストファイルにデータを記入する際の注意点は上で述べたものと同じであるが、受信時刻の時刻系にはUTCを使うものとし、そのフォーマットとしては Java の SimpleDateFormat にしたがって "yyyy.MM.dd hh:mm:ss" のように記入するものとする。例えば、2014/12/4 11:00:33（UTC）から上図 "Received Signal" に示すような信号が捕捉された場合、テキストファイルに以下のように記入する。なお、複数の受信時刻で報告を行う場合は、同じテキストファイル内に行を追加する。

2014.12.04 11:00:33, 1,1,1,1,1,1,0,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,1,0,1,1,1,1,0,1,1,1,1,0,0,0,1,0,0,1,1,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0

3.音声ファイルをアップロードする

信号を録音したサウンドファイルを受信報告ページからアップロードする。この場合、サウンドファイルの録音開始時刻（UTCで1秒の単位まで記入）を受信報告ページの "Comment" フォームに記載する。

アナログ温度情報

受信された信号のデューティー比、信号の強度などを受信報告ページの "Comment" フォームから報告する。

受信周波数

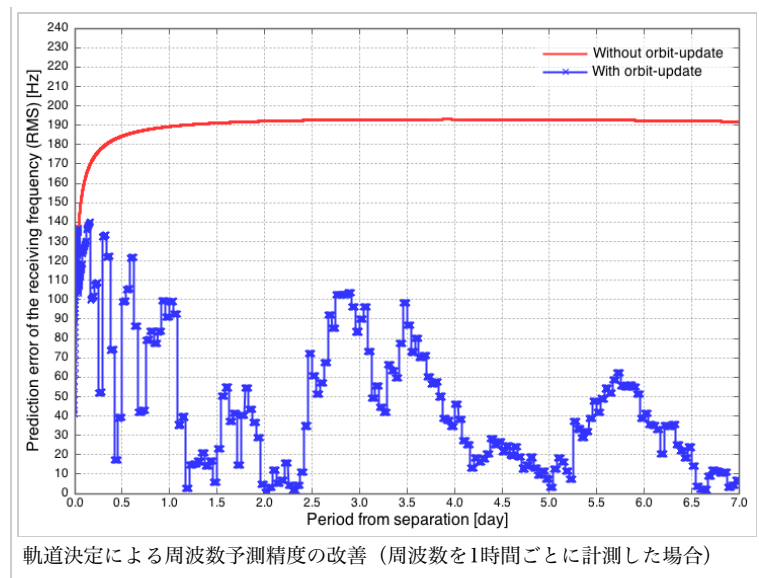
DESPATCHのサブミッションとして、受信周波数を利用した軌道決定を行う。電波の受信周波数に生じるドップラー効果は宇宙機の位置と速度（すなわち軌道）によって変化するため、逆にドップラー効果の程度から宇宙機の軌道をより正確なものに更新（軌道を決定）することが可能である。なお軌道決定の手法としては、宇宙機の位置と速度の6自由度を状態量としたカルマンフィルタ (<http://ja.wikipedia.org/wiki/カルマンフィルタ>) を構成し、受信周波数を観測量として宇宙機の位置と速度を更新する。

このミッションのため、受信報告の際には受信周波数およびそのときの時刻と一緒に報告していただきたい。受信報告のページに専用のフォーム ("Received Data and Frequency with Time stamp") が用意されているので、報告の際にはそこに記入をすればよいが、以下の点に注意していただきたい。

- 受信周波数は100Hzの桁まで記入する
- 受信時刻は（最低でも）1分の桁まで指定する

なお、右側の "Data" フォームを空欄として周波数だけを報告することも可能である

この軌道決定の結果は後述するトラッキングページに反映し、より正確な宇宙機のトラッキングに役立てたいと考えている。シミュレーションによると、この軌道決定によって受信周波数の予測精度が大幅に改善することがわかっている（下図を参照）。報告される受信周波数の数が多いほど、軌道決定の精度は高くなる傾向にある。



DESPATCHの電波を受信するには

必要な設備

まず、DESPATCHは430MHz帯のCWを送信するため、その電波を受信するためには430MHz帯CWモード対応の受信機が必要である。

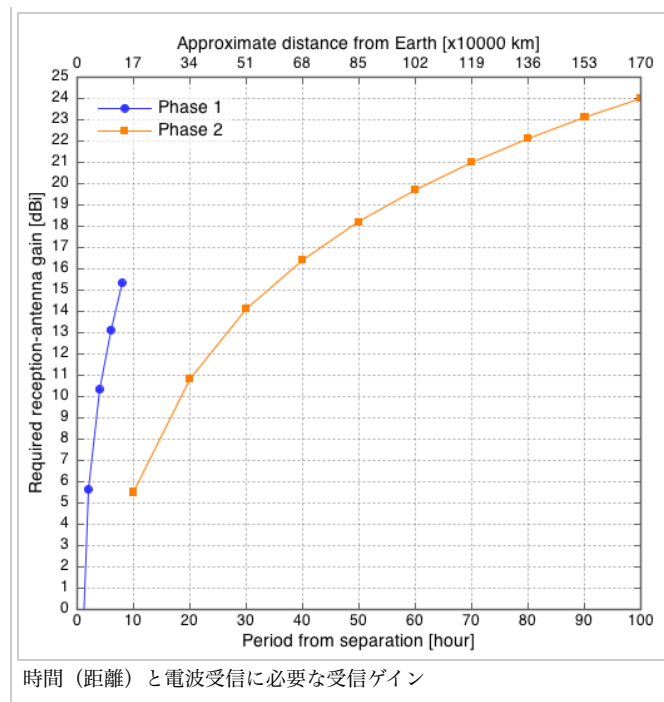
次に、長期に渡って電波を受信するには、以下に示すようなアジマスおよびエレベーション方向に回転が可能なアンテナが必要である。DESPATCHは地球から急激に遠ざかるため、ミッションの終盤まで電波を受信するためにはゲインの大きい受信アンテナを使用することが望ましい。下図は、分離からの経過時間に対して、その時点で受信マージンがゼロとなるような受信ゲイン（必要ゲイン）をプロットしたものである。この図から、自局のアンテナで電波を受信できる期間をおおよそ知ることができよう。

なお、DESPATCHの通信系の仕様および回線計算は、以下のページに記載されている。

- 通信系の主要諸元



ARTSATプロジェクトの地上局の受信アンテナ



最後に、フェーズ2の共同受信ミッションに参加するには、受信したデータを処理するPCとその時刻調整が必要である。前述したように、共同受信ミッションにおいては、世界各地で受信されたデータをそれと一緒に報告された受信時刻を用いて統合し、一つの詩として復元する。CWのON/OFFが0.5秒で切り替わることを考えると、この統合処理を正確に行うためには受信時刻の計測精度が0.5秒以上に保たれていることがのぞましい。このような理由から、NTP（Network Time Protocol）ツールを設定するなどして、受信に使用するPCのシステム時間をあらかじめ正しく調整しておいてほしい。

アンテナのポインティング

DESPATCHは地球脱出軌道に投入されるため、地球周回軌道を表現するTLE（二行軌道要素）はトラッキングに使用できない。そこで、以下のページからDESPATCHの軌道情報を配信する。

- DESPATCHのトラッキングページ (<http://api.artsat.jp/pass/>)

このページのフォームに観測地点の緯度と経度（ほとんどの場合で、海拔は0で問題ない）を入力すると、観測地点から宇宙機がみえる時間帯（可視時間/パス）がいくつかリストアップされる。また、その中で最も近い可視時間に関しては、宇宙機の方角および受信周波数などの情報が1分刻みでテーブルに出力される。

DESPATCHの見かけの速度は、低軌道の衛星と比較して非常に遅いので、このテーブルをもとにアンテナを操作すれば十分な精度でトラッキングが行えると考えられる（受信設備にもよるが、操作の時間間隔は10分もあれば十分であろう）。

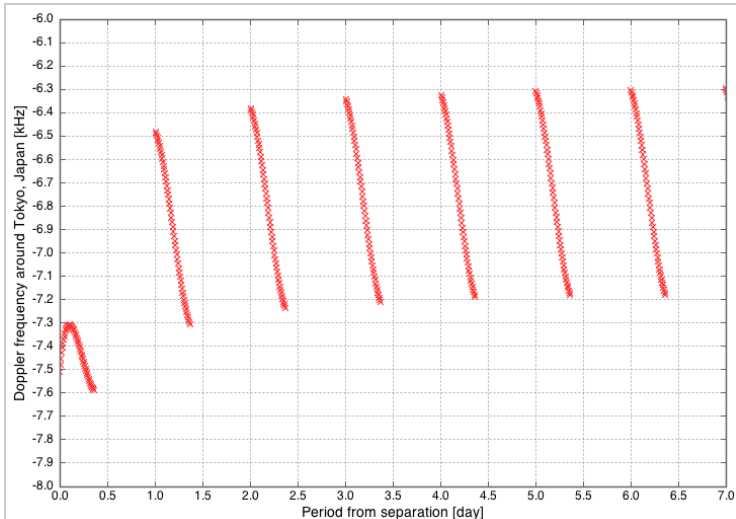
もしくは、ARTSAT APIを利用することで、自作のソフトウェアから上のページと同様の情報を取得することもできる。

- ARTSAT API 公式リファレンス (<http://api.artsat.jp/web/despatch>)
- ARTSAT API の Visual C# からの利用例 (http://ji1izr.air-nifty.com/ham_satellite/2014/11/artsat2-despa-1.html)

受信機の調整

DESPATCHの送信機の周波数は437.325MHzであるが、ドップラー効果による周波数のズレが生じる。DESPATCHの周波数の変化は、低軌道の衛星と比較して非常に緩やかである（この周波数の変化のほとんどは地球の自転によるものである）。前述のトラッキングページを利用することによって、ドップラー効果を加味した受信周波数を調べることができる。トラッキング中には適宜、このページを参考にして受信機のチューニングを行っていただきたい。

なお、ドップラー効果の程度は観測地の緯度によって異なる。例えば、ARTSAプロジェクトの地上局（東京都、北緯35度）付近では下図に示すようにドップラー周波数が変化する。



東京都における受信周波数の変化

リンク

- 最新情報・受信状況の配信
 - <http://artsat.jp/news>
 - <https://www.facebook.com/artsat>
- 受信状況の配信
 - https://twitter.com/DESPATCH_ARTSAT

連絡先

info@artsat.jp

「<http://despatch.artsat.jp/mediawiki-jp/index.php?title=共同受信ミッション&oldid=467>」から取得

-
- このページの最終更新日時は 2014年12月9日 (火) 01:28 です。
 - このページは 1,922 回アクセスされました。