

国際惑星データ連合：IPDA

～ International Planetary Data Alliance ～

笠羽 康正（東北大学 理学研究科 地球物理学専攻）
[IPDA 副議長（2007-2009） / 次期議長（2009-2011）]

1. What's IPDA? : その起源

ご存知ない方が大半と思われるので、まず経緯から説明しましょう。

私は2007年春までJAXA・ISASにおり、日欧共同水星探査計画「BepiColombo」のコアメンバーの一人でした（これは現在進行形でもあります）。この成功には多方面の共同が不可欠ですが、そのひとつとして「如何にしてデータをユーラシア大陸の両端を跨いで共有するか？」があります。JAXA側は私と篠原さん（旧PLAINセンター）、ESA側がESA/PSA（Planetary Science Archive）のJoe Zender氏でした。2006年春先、ESTECにて彼が私に持ち出した話題がこの「IPDA」です。

当時、我々が何を困っていたか。それは「世界標準を議論し定義する仕組みがない」ということでした。現在最も惑星データを所有・公開している宇宙機関は米・NASAです（ロシアも所有していますが、多くが未整理・未公開。）NASAでは、近年「データ公開こそが探査の最終目的。この実施がミッション遂行のゴール」と定義し、機器開発チームへ必要な人とお金を付けるという戦略を着実に実行しており、圧倒的な充実を誇っています。ところが、NASAの惑星データベース組織である「PDS（Planetary Data System, JPLに本部）」はあくまで米国内組織で、フォーマットやメタデータの定義等が国際調整抜きで決定・変更されてきました。私は「のぞみ」準備の一環として2000年頃からコンタクトを取っていましたが、「PDSへ、PDSのやり方に従って、データを収めてください」というもので、「独立データベース間の相互連携」という思想がありませんでした。

火星周回機 Mars Express(MEX)をはじめ、日本同様遅れて惑星に乗り出したESAも、同様の問題を抱えました。「PDSへ"依存"せず、かつ"連携"するには？」がZender氏も課題だったわけです。日本・中国・インドの月周回機の実現を目前に控え、何らかの国際組織の設立は不可避でした。

2. What's IPDA? : その設立

2006年11月にESA/ESTECで行われた「第一回運営会議」には、米・欧・日・ロシア・中国・インドから惑星データベースを構築している10数名のメンバーが集まりました。「出たところ勝負」だったわけですが（何せ、米・

欧・日以外は相互の面識があまりなく、事前の意見交換もなかった）、Zender氏を初代議長とする「新国際組織」を立ち上げるという合意に達し、出発点として以下の原則を立てました。

(1) 各機関は、独立に惑星データベースを構築する。

[集権的統合はしない。]

(2) 各データベースは、共通の構造を有する。

基礎として、NASA/PDSの仕様からデファクトスタンダードを定義する。[NASA/PDSから、「国際共通インフラ」として定義できる部分を抽出する。]

(3) 各データベースは、共通インターフェースで外部ユーザから利用可能とする。[共通アクセスプロトコルを開発し、複数データベースを跨いだ検索・閲覧を可能とする。]

Virtual Observatory (VO) とも共通するこの思想を基礎とし、2007年7月に米カリフォルニア工大で第二回会合、2008年8月にカナダ・モントリオールで第三回会合を経て、COSPARの元で正式に発足。現在「正規組織1年目」の活動中です。2007年には、議長のZender氏がESA/PSAから離れ、イタリアIASF-INAFのMaria Teresa Capria女史が議長となりました。私も東北大への異動に伴い離れる予定が、「次期議長は米・欧以外の設立メンバーから」という定義に引っかかり、次期議長（2009-2011）予定の副議長にされています。

（交代歓迎。我こそはと思わん方は私まで）

3. What's IPDA? : その活動

IPDAは、運営委員会の元に置かれた複数の「プロジェクト」にその実質基盤があります。2008-2009期には、以下の6つのプロジェクトが設定されて動きつつあります（カッコ内はリーダー）。

<共通基盤>

* 「文書化要求」プロジェクト（議長預かり）

* 「IPDA 構造標準定義」プロジェクト

(NASA: Dan Crichton)

* 「IPDA 情報モデル・データ辞書」プロジェクト

(NASA: Steve Hughes)

<相互接続基盤>

* 「相互接続プロトコル (PDAP) 実装」プロジェクト

(ESA: Pedro Osuna)

- *「PDAP 評価」プロジェクト (JAXA: 山本)
- *「小天体データベース」プロジェクト (JAXA: 篠原)

ご覧になってわかると思いますが、

- (1) 共通インフラの定義作業: NASA/PDS に精通し、その次世代構築作業にこの定義を要する NASA メンバーがリード
- (2) 相互接続基盤の開発作業: 同一衛星の独立データベースがある Mars Express、Venus Express を基礎に、ESA メンバーがリード
- (3) これら新定義の評価作業: 「かぐや」「はやぶさ」や今後の惑星探査機が入る「惑星データベース」の構築作業を要する、JAXA メンバーがリード

という分担関係です。

根本問題として、JAXA は「この種の活動に対する理解」と「その能力を有する人」が明らかに他機関に比して不足している上に、「ISAS と JSPEC どちら？」といったローカル問題まであります。「副議長」としては「JAXA 内部問題なんぞ知らないので、仕事してください。」

日本は、ここまで私の個人プレー以外にほとんどこの活動に貢献していません。今後、組織としての対応を強く希望し、本文を締めさせていただきます。

[参考: IPDA Web - <http://planetarydata.org/>]

宇宙情報システム講義第 2 部

これからの衛星データ処理システムはこうなる (第 9 回 GSTOS 3)

山田 隆弘 (宇宙情報・エネルギー工学研究系)

今回は、汎用衛星試験運用ソフトウェア (Generic Spacecraft Test and Operations Software、略して GSTOS、ジストスと発音します) のコマンド系の機能の話をしてきましたが、今回はテレメトリ系の機能の話をしてします。

テレメトリ系の機能は、(1) テレメトリを衛星より受信すること、(2) 受信されたテレメトリの値を画面に表示すること、(3) 受信されたテレメトリの値に基づいて衛星の状態を診断すること、の 3 つに分かれます (図 1 参照)。

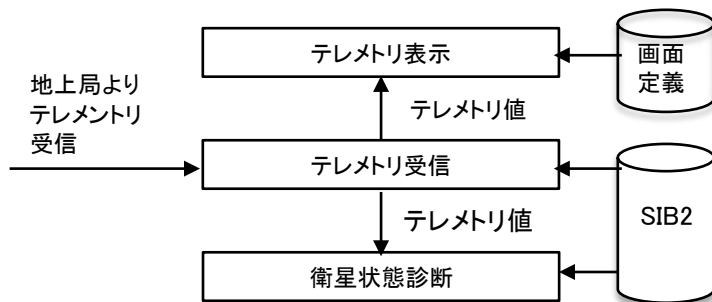


図1 GSTOS テレメトリ系の機能

まず、(1) のテレメトリ受信機能は、衛星が生成したテレメトリを地上局より受信します。衛星はテレメトリをパケットという単位 (この連載の第 1 部第 2 回 (第 161 号) 参照) を用いて生成するのですが、パケットに格納されているデータは、衛星と地上の間の回線なるべく多くのデータを送れるようにするために、あるいは、衛星内の個々の機器の事情により、データの抽出あるいは変換を行わないと通常のデータとして使用できない場合が多いのです。パケットからデータの抽出や変換を行うために必要なデータは SIB (この連載の第 1 部第 4 回 (第 163 号) 参照) に格納されていますので、それを用いて必要な抽出と変換

を行い、その結果を (2) と (3) の機能に渡します。

(2) のテレメトリ画面表示機能は、(1) の結果を利用者の指定した形式で表やグラフとして画面に表示する機能です。GSTOS のこの機能は、現在のシステムで使われている機能を基にして開発するのですが、現在のシステムを使用して実際に衛星の試験や運用を行ったプロジェクト関係者の意見を大幅に取り入れ、機能の全面的な見直しを行い、どのような目的の試験や運用でも使用できるような柔軟なソフトウェアを開発しようと思っています。

画面上にデータを表示する方法は、形式的な言語を用いて定義し、その定義を書き直せば画面表示も自動的に変わるようにします。画面定義を直せば画面表示も変わるというのは、現在のシステムでもそうなっているのですが、現在は複数の方式があり、GSTOS ではそれを一つに統一します。

(3) の衛星状態診断機能は、受信したテレメトリの値に基づいて衛星の状態が正しい状態にあるかどうかを判定する機能です。これは、衛星が正しい状態にあるときにはテレメトリの値がどうなっていなければならないかの規則をあらかじめ SIB に登録しておき、受信したテレメトリがその規則を満たしているかどうかを判定することによって実現します。

この規則には、単純なものから複雑なものまでありますが、単純なものは、一つのテレメトリの値の上限値と下限値を定め、受信したテレメトリの値がこの上下限値の間に入っていれば正常、そうでなければ異常と判断します。このような判定の仕方は、今までリミットチェックと言われてきたものと同じです。もう少し複雑な規則の例としては、次のようなものがあります。あるテレメトリがある値

を取っているときに（例えば、ある機器の状態を示すテレメトリの値が ON であるときに）、別のテレメトリの値がある範囲内であれば正常、そうでなければ異常であると判断します。この規則は、二つの演算の AND を取ったものとして表すことができます。もっと複雑な判断規則もいろいろな演算を AND や OR 等で接続したものとして表現できます。

今までのシステムでは、リミットチェックと複雑な判断とを別々のものとして扱い、判断するためのメカニズムも別々に開発し、判断規則も別々に制定していたのですが、別々にする必然性は全くありませんので、GSTOS ではそれを一つにします。

この連載の第 2 部第 3 ～ 5 回（第 176 ～ 178 号）で機

能オブジェクトの話をしたときには診断規則の説明を省略してしまいましたが、これらの衛星診断の規則は、機能オブジェクトの性質として SIB に登録します。

今回説明した GSTOS のテレメトリ系の機能は、SIB と画面定義ファイルさえ取り替えればどのような衛星でも利用できるようにします。

また、前々回説明したように、GSTOS は搭載機器の単体試験でも使用できるようにしますので、搭載機器の開発担当者は、搭載機器の設計と同時に SIB のデータも作成し、SIB を搭載機器の機能設計結果のデータベースとしても使っていただきたいと思います。

次回からは、衛星の中でのデータ処理の話をしします。

PLANET-C のデータハンドリング (2/2)

上野 宗孝（東京大学）・今村 剛（宇宙科学共通基礎研究系）

2. PLANET-C 画像データの一次処理

惑星探査機と地上のテレメトリー回線は地球周回衛星のようなブロードバンド環境ではなくナローバンドの世界です。PLANET-C の場合も回線速度 32Kbps - 2Kbps(地球と探査機の距離に依存) というモデムを電話回線に接続した場合よりもさらにナローな伝送しかできません。この限られた回線幅を用いて、探査機から画像データを効率良く伝送する必要があります。PLANET-C では時間方向に連続した画像アーカイブが金星大気のダイナミクスを理解する上で本質的に重要な情報となるため、探査機上でも画像データの一次処理を行うことでこの伝送効率を高めることを計画しています。PLANET-C は金星周回軌道上で 1 ～ 2 時間間隔で撮像観測を行いますが、ここでは 2 μ m カメラ (IR2) のデータ取得手順を例にあげます。2 μ m カメラには金星観測用に 4 種類のフィルターとダーク（暗電流）画像取得用のシャッターポジションがあります。観測に用いるフィルターセットは太陽・金星・探査機の位相関係で組み合わせの選択（昼面用・夜面用など）が変わりますが、どの波長でも以下のような手順で撮像観測を行います。

ダーク画像（3 枚）＋金星画像（3 枚）＋ダーク画像（3 枚）

それぞれの画像を 3 枚ずつ取得するのは、3 枚の画像に対してメディアンフィルターを適用し、宇宙線によるスパイク雑音を除去することを目的としています。それに引き続いて、前後のダーク画像の平均値を金星画像から差し引く

ことでダーク補正を行います。さらにその後、検出器画素間の感度ムラ補正（フラットフィールドイング処理）を行い、1 枚の観測データとします。機上でここまでの画像処理を行う理由は、取得された画像の空間的な滑らかさを高めることにより、画像圧縮率を向上させることにあります。PLANET-C にはこれらの機上処理を実現するために、DE と呼ばれる HR5000 ベースのプロセッサユニットが搭載されており、画像間演算に加えて JPEG2000 と HIREW(PLANET-C プロジェクトで開発) の 2 種類の画像圧縮アルゴリズムが実装されています。前者は主として非可逆圧縮、後者は可逆圧縮をターゲットにしています。サイエンスデータに対して非可逆圧縮を行うことは望ましいことではありませんが、限られた伝送量で多くの画像情報を送る必要から用意されています。PLANET-C ではデータ総量を減らす手順として、波長ごとのサンプリング間隔の最適化、空間分解能の削減（画像のビンニング）、そして上記の圧縮を観測の条件に応じて最適配分し、効率的な運用を行います。

地上に伝送されたデータは、HIREW/JPEG2000 で圧縮されたデータを解凍した後、必要なヘッダー付けを行います。この画像ヘッダーには観測装置の設定情報に加えて、探査機の姿勢、金星までの距離、探査機直下の金星の緯度・経度、太陽との位置関係などのジオメトリー情報が含まれます。これらのジオメトリー情報は SPICE と呼ばれる NASA/JPL の NAIF(Navigation and Ancillary Information Facility) が確立したシステムを用いて算出する方向で準備を進めており、そのために探査機姿勢・軌道・時刻などの

〔裏へ続く〕

データを SPICE に準拠した形式で用意します。画像データについてフィルター波長ごとに輝度校正を施したものが一次処理済みのデータとしてアーカイブ化を行うものとなります。画像中の各画素が金星表面上のどの緯度・経度に対応するかを記述したデータファイルも別途作成してアーカイブします。

3. PLANET-C データのアーカイブ

一次処理データアーカイブは波長・時系列方向のデータ群となりますが、このアーカイブは気象学的な解析を行うにはいささか原始的なものです。気象学的な解析を行うには、大気ダイナミクスに関する物理量すなわち風速ベクトル、雲頂温度、雲量、微量ガス濃度などが緯度・経度についての規則正しい格子上で与えられる必要があります。PLANET-C では 1～2 時間間隔で取得された画像から、各地点における雲の移動量を導出し、大気複数の高度面

での風速ベクトルを導出することを計画しています。ここでは例として、地球の気象衛星の雲運動のトラッキングから導出された風速ベクトルを図 1 に示します。このような解析を金星大気に対して行うために我々は、時系列方向の複数の画像データの相関処理から雲の動きを追いかける手法を開発しています。こうして得られた風速データやその他の物理量を二次処理されたデータとしてアーカイブします。

PLANET-C で取得された金星画像データや二次処理データはできる限り速やかに公開される方針です。プロジェクト内外のメンバーが同等の立場に立ち、サイエンスにおいても凌ぎを削るという方向性をプロジェクトとして議論しています。このことを実現するためにも、一次・二次のデータ処理とアーカイブ公開をプロジェクトとして非常に重要視しており、C-SODA とプロジェクト側が協力して準備を進めたいと考えています。

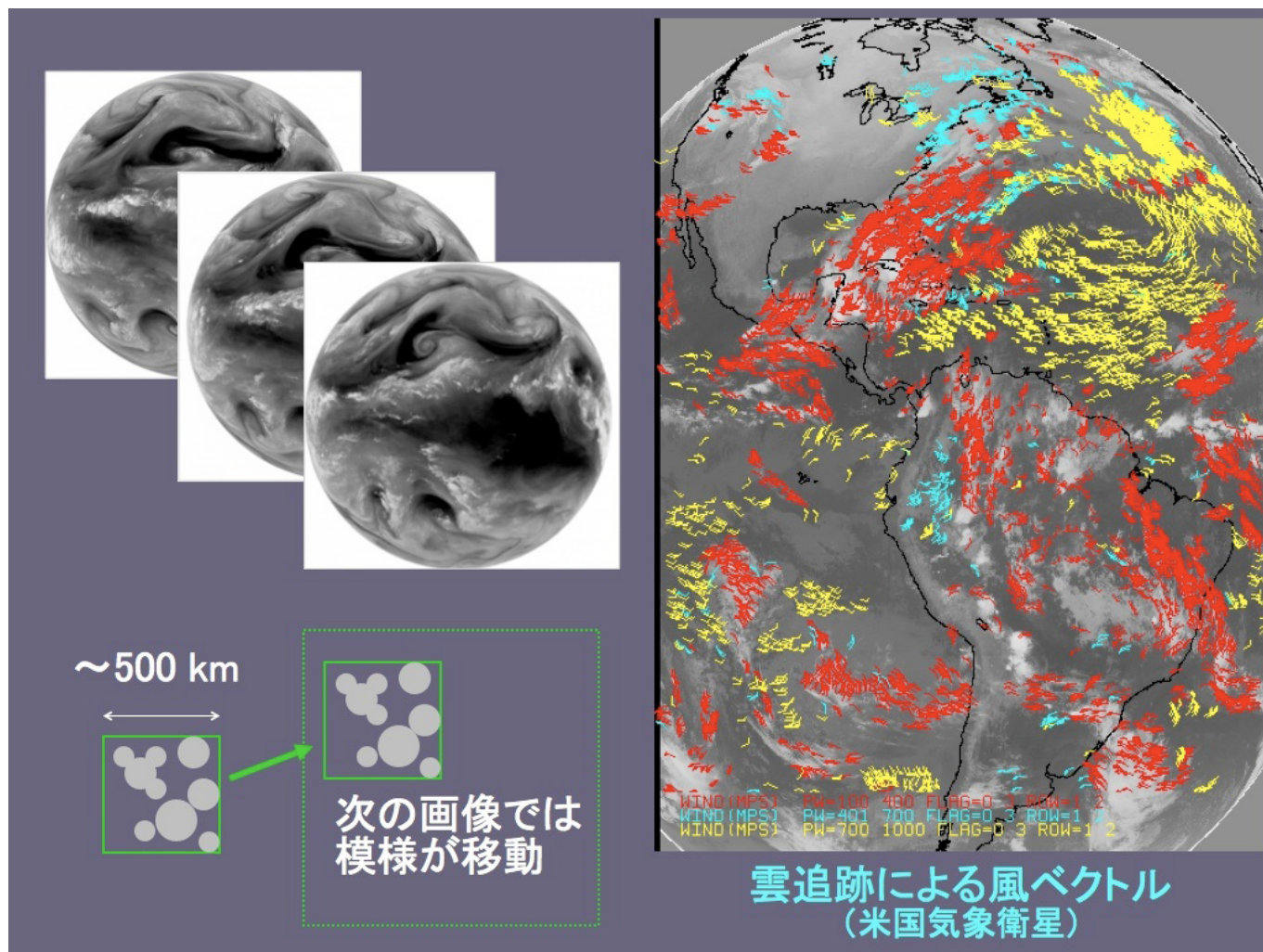


図 1. 地球気象衛星の雲トラッキングによる風速ベクトルの導出例 (GOES 衛星による。NOAA 提供)

編集発行：宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 科学衛星運用・データ利用センター
〒229-8510 相模原市由野台 3-1-1 Tel.042-759-8767 住所変更等 e-mail : news@plain.isas.jaxa.jp
本ニュースはインターネットでもご覧になれます .<http://www.isas.jaxa.jp/docs/PLAINnews>

●編集後記：宇宙研クリスマス会で、アイリッシュハーブとバイオリンとフルートの合奏をしました。

ユニット名は「ユニット 7304」、いつも練習している僕のオフィスの部屋番号から取りました。(K.E.)