

「あけぼの」衛星データの整備

松岡 彩子（あけぼのプロジェクト）

「あけぼの」衛星の概要

「あけぼの」衛星は、1989年2月にオーロラ現象の解明を主目的として打ち上げられた。プラズマ粒子・磁場・電場・プラズマ波動・放射線粒子を測定する8種の観測機器と、オーロラ撮像カメラを搭載し、地球周辺の電離圏・磁気圏のプラズマ諸現象の観測を行ってきた。打ち上げ後19年以上が経過しているが、衛星の運用に必要な基本機器は（もちろん打ち上げ当初に比べて劣化は起こっているものの）正常に動作している。観測機器は、打ち上げ後約1年で放射線による劣化のためにデータが使用不可能となったオーロラ撮像カメラのほか、放射線・経年劣化のために性能が落ちたものもあるが、現在でも半数の機器は打ち上げ時ほぼそのままの性能を維持してデータを取得している。

「あけぼの」衛星の重要性の変化

「あけぼの」衛星の打ち上げ当時は、観測機器の性能は世界的にトップレベルであり、オーロラ現象に象徴される極域現象、プラズマ圏や放射線帯などの低緯度現象についての理解にインパクトを与える多くの観測を行った。しかし、打ち上げ後19年が経ち、「あけぼの」の重要性は変わってきている。

第一には、イベント的な観測は、その後打ちあがった衛星の最新の観測機器には対抗できないが、同じ特性を持つ観測機器で、長期間データを取得したことにより、長いスパンでの変動現象が見られるようになったことである。特に地球周辺のプラズマ環境は、11年周期で変動する太陽活動度に大きな影響を受けることが知られている。図1は、打ち上げ後2006年までの、放射線帯の消長を、太陽の黒点数と共にプロットしたものである。現在、「あけぼの」衛星は、太陽の磁場の反転周期である22年間の完全な観測を目指している。

第二には、打ち上げ当初はオーロラ現象等、極域の現象が主たる観測目的であったが、プラズマ圏や放射線帯等の中低緯度領域の観測に大きな重要性を持つと認識されるようになったことである。この領域を統計的に観測した衛星は、国際的にもほとんど無いといってよい。

「あけぼの」衛星データの整備

「あけぼの」衛星は良質かつ大量のデータを取得しながら、残念ながらデータベースはこれまで余り使い勝手の良いものではなかった。原因の一つには、長い間、衛星計算機でしかアクセスできない旧シリウスに衛星データがあったことがあげられる。これは、ワークステーション（WS）でアクセス可能な新シリウスへの移行が完了した後、改善されつつある。もう一つは、「あけぼの」が打ち上げられた19年前は、衛星データ処理にWSが使われておらず、またパソコン（当時はNEC98）の能力が低かったため、衛星計算機上でしか動かないデータ処理プログラムとなってしまったことである。前述のシリウスの移行に同期して、WSへのプログラムの移行・移植を進めている。現在全機器が、終了しているか、ほぼ目処が立った段階に達している。あともう少し頑張れば、かなり使いやすいデータベースとなるはずである。データベース化を難しくした最後の要因は、19年前はまだデータを公開するというのが一般的ではなく、リクエストに応じて送付するのが普通であり、誰にも使いやすいデータベース作りに労力を割かなかった、ということも挙げられるであろう。現在、「あけぼの」プロジェクトでは、校正前のクイックルックデータも原則公開する方向で作業を進めている。

最後になるが、これらのデータベース作成作業に、科学衛星運用・データ利用センターおよび関係の方々のご協力をお願いしたい。

太陽11年周期と地球放射線帯の変動

> 2.5 MeV 電子

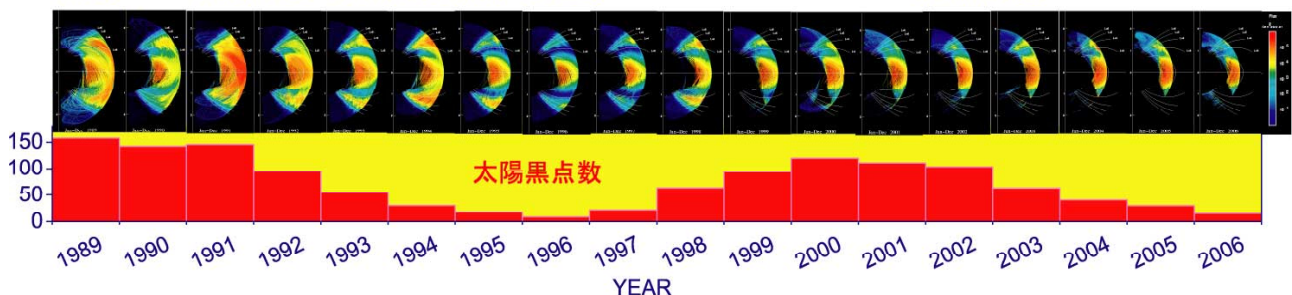


図1 あけぼのの打ち上げ後、2006年までの放射線帯の消長を、太陽の黒点数と共にプロットしたもの

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2回 衛星の機能モデル）

山田 隆弘（宇宙情報・エネルギー工学研究系）

今回からは「衛星の機能モデル」の話をします。

前回もお話したように、今までは衛星の搭載機器の機能設計については何の決まりもありませんでした。それぞれの搭載機器の設計者が「こういう機能をこのように実現しよう」と自分で考えます。そして、その機能を使うために地上から送るコマンドのフォーマットも自分で決めずし、機能の実行結果を確認するためのテレメトリのフォーマットも自分で考えます。

この方法は、設計者が自分の思い通りに何でも決められますので、設計者にとっては良い方法のようにも思えます。しかし、過去の衛星の設計例を調べてみたら、似たような機能でも設計者が異なると全く違った風に設計されていることが分かったのです。さらに、機能設計の結果を表現するための決まりもありませんので、設計結果の説明の仕方も人によってバラバラですし、設計結果の説明が不十分である場合も多かったのです。

こうなると、搭載機器を運用する人は、別々の設計者の書いた別々の説明を読んで理解しなければいけませんし、設計者の説明が不十分な場合は運用者が試行錯誤をしながら設計者の意図を再現するということもありえます。

しかし、これでは運用者の負担が大きくなりますし、間違いが起こる可能性も大きくなります。そこで、「衛星の機能設計はこのように行って下さい」という決まりを作ることにしたのです。この決まりが「衛星の機能モデル」です。

このモデルは、ソフトウェアの世界で使用されているオブジェクト指向と呼ばれる技術を参考にしました。オブジェクト指向では、オブジェクトという概念を使い、プログラムのまとまりをオブジェクトという単位としてまとめます。そして、複数の色々なオブジェクトを組み合わせることによってプログラムを作るのです。

「衛星の機能モデル」でもこの考えを参考にし、機能オブジェクトという概念を使い、搭載機器の機能のまとまりを機能オブジェクトという単位としてまとめます。そして、複数の色々な機能オブジェクトを組み合わせることによって搭載機器の機能設計を行うのです。

機能オブジェクトの詳細は、次回以降で詳しく説明しますが、「衛星の機能モデル」の基本的な考え方は、衛星の機能を、それがソフトウェアで実現されていてもハードウェアで実現されていても、外からはソフトウェアに見えるように設計しようということなんです。

ところで、「衛星の機能モデル」では機能オブジェクトの概念を規定しているのですが、「こういう機能はこのよう

な機能オブジェクトを使って実現しましょう」という典型的な機能オブジェクトをあらかじめいくつか作っておき、個々の設計は典型的な機能オブジェクトを拡張することによって行えるようにしたいと思っています。このような典型的な機能オブジェクトの集合のことをモデルライブラリと私は呼んでいますが、モデルライブラリの開発がこの次の重要なステップです。

さて、機能オブジェクトという概念を用いて搭載機器の機能設計を行うと、個々の搭載機器の機能設計の結果を機能オブジェクトの特徴として表せるようになります。こうなると、どんな搭載機器であろうと、機能設計結果が統一的に表現できますので、運用者が設計者の意図を理解するのが今までよりも容易になります。さらに、機能オブジェクトの特徴を表現するのに共通の言語（例えばXML）を使用すれば、機能オブジェクトの特徴を格納したデータベースが作成できます。今までの衛星情報ベース (SIB) は、コマンドとテレメトリに対する付加情報として搭載機器の機能に関する情報も多少は格納していましたが、現在開発中の SIB2 では、搭載機器の機能情報を機能オブジェクトの特徴として格納することになります。

さらに、機能オブジェクトを遠隔制御するためのプロトコルとして衛星監視制御プロトコルを開発しました。このプロトコルを使うことによってコマンドとテレメトリのフォーマットが統一されます。また、衛星監視制御プロトコルに従って規定されたコマンドとテレメトリのフォーマットも SIB2 に格納されます。

これらの概念の間の関係を図1に示します。次回は機能オブジェクトの話をします。

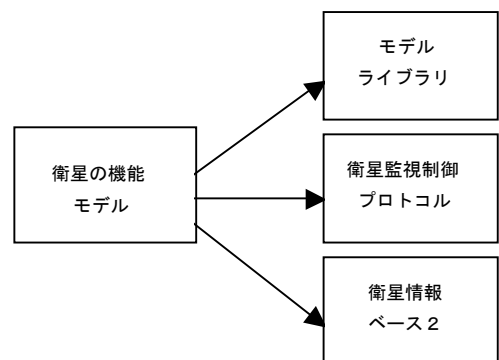


図1 衛星の機能モデルと他の概念との関係