

# JASMINEにおけるデータ解析ソフトウェア開発

## Development of data analysis software for JASMINE satellite

山田良透 (京都大学)、Wolfgang Löffler (ARI Heidelberg University)、JASMINE ワーキンググループ

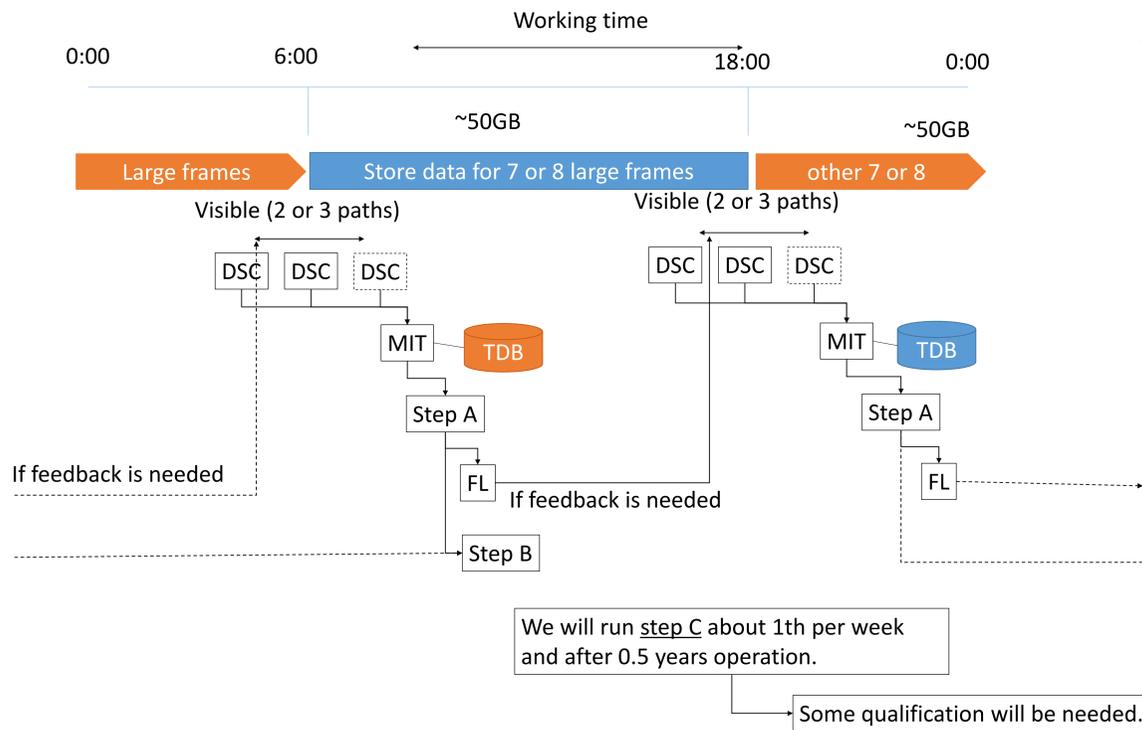


P-117

### Abstract

小型JASMINEは、位置天文観測衛星である。位置天文観測では、データ解析が大きなウェイトを占め、そのためのソフトウェア解析は、それだけで一つのプロジェクトである。位置天文衛星では、ESAのGaia衛星が大きなグループを組織してソフトウェアを開発しており、小型JASMINEでもヨーロッパとの協力を進めるつもりである。プロジェクト化以降の開発スケジュールをfixするため、現在ヨーロッパの経験者とともにWBS作成などを進めており、これについて報告する。

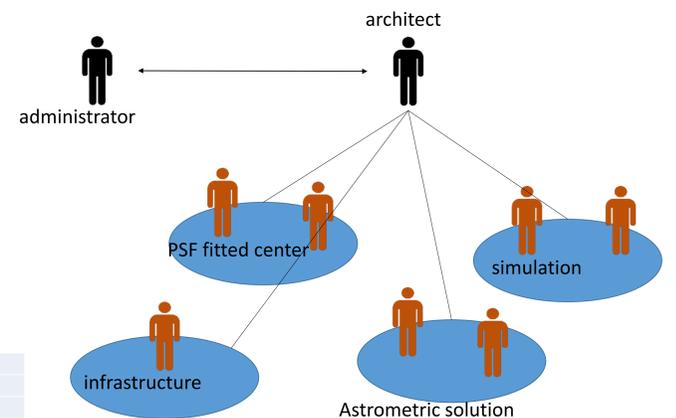
プログラムがどのタイミングで実行されるのかを分析すると、左図のようになる。DSCは生テレメリーの復号や物理変換などの処理をする部分、MITはテレメリーの時間順序をそろえたり、重複データの削除などを行う部分であり、いずれも衛星運用側にもある機能である。しかしながら、Hipparcosの経験では、かなり時間が経ってから生データが必要になるケースもあり、宇宙機関の衛星運用担当部署でのデータ保存期間を越えてしまう。そこで、Gaiaではミッション担当側でも同じ機能を用意し、さらにテレメリーデータベース(TDB)でミッション担当者が過去のテレメリーデータにアクセスできる仕組みを作った。小型JASMINEも位置天文観測であり、HipparcosやGaiaと同様の事情が発生する可能性は大いに考えられるので、同じコンセプトを採用する。



小型JASMINEのデータ解析では、星像中心を求める処理(Step A)、高次のdistortionを補正して写真を貼り合わせる処理(Step B)、時系列データの解析で運動を解く処理(Step C)の三段階で処理を行う。Step Aは朝、夕の可視時間終了後に行う。Step Bは一日分のデータをまとめて処理する。Step Cは、運用開始後半年程度たたないと意味のある解析にならないので、半年後以降に処理を開始する。また、一週間に一回程度の処理で良いと考えられる。

下図は、人員配置案である。ソフトウェア開発はcreativeな作業であり、一人で言うと行き詰まって進めなくなることがある。このことは、Gaiaでのソフトウェア開発でも実際に起こったことである。そこで、上で示した4つのソフトウェアコンポーネントのうち3つについては、最低2名のチームを組む。これに、architectureとadministrationの担当者を配置して、合計9名以上のチームが必要となる。なお、黒で示した人員はNAOJ等で雇用、茶色で示した人員は、ポスドクや国際協力に参加してくれる海外の方を想定している。

Gaiaの場合、青の円に対応するグループが9つあって、それぞれが100名規模の組織、およそ二つづつ掛け持ちしていて、総勢で約500名の組織となっている。



### FLについて

FL(First Look)は、ダウンリンクされたデータから装置の不具合、観測領域の過不足等の情報を引き出して、運用にフィードバックする。どのように不具合情報を引き出すのかは、決まった手順があるわけではなく、データに対する様々なパラメータとの相関を人の目で見、経験的に正常と異常を切り分けてゆく作業である。Gaiaの場合、毎日2000枚程度の、プログラムから吐き出されるグラフを人の目で見ている。衛星の寿命が限られていることから、データをいち早く見て不具合に対する運用フィードバックをかけるタスクは重要である。現在、Gaiaではdeep learningなどの新しい技術を使ったFirst Lookのシステムの検討を始める動きがあるが、まだ具体的な検討段階には入っていない。

下表は、WBSの項目リストである。大きなソフトウェアコンポーネントとして、PSF中心を求めるものと、位置天文解析を行うものがある。これに、fittingや行列反転など共通で使われるコンポーネントを担当するinfrastructure、解析の逆プロセスとしてのシミュレーションの、合計4つのタスクをたてる。さらに、ArchitectureとAdministrationはトップレベルに置き、ここに文書管理などの機能も含める。

WBS #	WBS	Output	comments
1.1.1.	Xmatch		
1.1.2.1	Baysian Spline		
1.1.2.2	Spline fit		
1.1.2.3	fitting		
1.1.2.4	Polynomial fit		
1.1.2.5	Legendre fit		
1.1.3.	Zernike fit	(Software component)	
1.1.3.	Relativity model		
1.1.4.	coordinate conversion		
1.1.5.1	Matrix inversion	Java	
1.1.5.2		CUDA	
1.1.6.	Model based framework		Maple
1.2.	Simulation	simulated data	breakdown is needed
1.3.1.	predicted star position		
1.3.2.	observed position		
1.3.3.	astrometric solution	(Software component)	
1.3.4.	distortion model		
1.3.5.1	data	on the sky database	
1.3.5.2		astrometric catalogue	
1.3.5.3		distortion database	
1.4.1.	ADC count to number of photon		
1.4.2.	Find /mask bad pixel		
1.4.3.1	PSF	Gaussian	
1.4.3.2		Donut aperture	
1.4.3.3		close binary	
1.4.3.4		build ePSF	
1.4.4.	ePSF fitted center		
1.4.5.1	data	raw data database	
1.4.5.2		calibration database	
1.4.5.3		stellar image database	
1.4.5.4		positions on the image database	
1.5.1.	Xmatch	(Software component)	
1.5.2.	Reference catalogue	(data)	
1.6.	DSC	(Software component)	
1.7.1	MIT	(Software component)	
1.7.2	TDB	(data)	
1.8.	FL	(Software component)	
2.1.	Scientific Requirement	Scientific Requirement Specification	It must be contain all formulae and accuracy. It must be written the word that developer can understand. It contain specification of data format.
2.2.	Architecture	Software Requirement Specification	
2.3.1	Design Software	Design	Software Design Document
2.3.2		Track combined software is write.	Software Release Note
2.4.	User Manual		Software User Manual
3.1.	Administration	Interface	Interface Control Document
3.2.		Development Plan	Software Development Plan
3.3.1		quality assurance	Software Test Specification
3.3.2			Software Test Report

小型JASMINEのデータ解析は、最小二乗問題なので、正規行列の生成とその反転が主なタスクとなる。

正規行列のサイズは百万次元のオーダーで充填率は1/1000~1/10000程度である。テスト段階では、このサイズは扱えないので、適当にブロックに分割する。疎行列の圧縮格納形式を使わないと処理が出来ないので、標準的な圧縮形式にあわせたインターフェースを持つ行列反転プログラムを用意した。

正規行列の生成は、これまでの検討でリストアップされた誤差要因を取り入れた実装を行うとともに、「モデル駆動技術」を取り入れた行列生成プログラムの実装を並行して行う。行列生成のために取り入れる「モデル」は、打ち上げまで継続的に改良を行ってゆく。