# JASMINEのデータ解析 <sup>Z203a</sup>

#### 山田良透(京都大学)

河田大介(University College London)

上塚貴史、福井曉彦(東京大学)

片坐宏一、臼井文彦、河原創(宇宙研)

大澤亮、辰巳大輔、郷田直輝、矢野太平、泉浦秀行、三好真、 宮川浩平(国立天文台)

平野照幸(東京工業大学)

服部公平(統数研)

大宮正士(ABC)

吉岡諭(東京海洋大学)

立川崇之(高知高専)

目次

- データ解析の概要
- •開発のタイムライン
- ・開発の方法
- ソフトウエア設計
- ソフトウエアを用いた実現性検討
- •国際協力の状況
- ・まとめ

朴	既要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
---	----	----------	------	----	-------	------	-----

物理情報の流れと解析の流れ





概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

### 他のプロジェクトとの比較





### 業務系ソフトウエアとの違い

#### 衛星計画は計画からデータリリースまで30年程度=>長期に維持できるソフトウエア

業務系ソフトウェア	科学ソフトウェア
開発者は仕様通りのものを開発することが目的	開発者はできたものを使って論文を書くことが目的
いつも開発をしている	開発フェーズとそれ以外のフェーズがある
開発者は開発のために雇われている	研究のために雇われている人が、必要に迫られて開発 をしている
従って、開発者は同一組織に居る	開発者の所属機関はバラバラ
従って、一日に一度の朝礼は可能	全員が時間を合わせることは難しい
必要に応じて関係者数名を集めることも可能	関係者が集まれる時間もなかなか決まらない
リリースしたソフトウエアに責任がある	ソフトウエアではなく計算結果に責任がある
後から見てわかるソフトであることが必要	論文を書いてしまえばソフトは不要
後から見てわかるソフトを書くスキルも大切	ソフトスキルは二の次
結果はたいてい離散的な状態	結果は実数値
テストが明確	テストを書くのが難しい。





開発の特徴

- 科学的な解析手法の検討にとどまらず、30年維持する開発手法やチーム構築が必要
- Open Source品質がキーワード
- •業務系ソフトの開発手法を、科学ソフト開発にマッチした形にアレンジ。
  - 設計の重視(モデル駆動)
  - テスト駆動開発
  - スクラム開発⇒チームに合った手法として、カンバン方式を適用
    - スクラムは同じ場所に居る、最低限同じ時間を共有できることが前提
- ・ツール
  - GitHUB(コードの共有)
  - CodeClimate(コード品質の確保)
  - Trello(カンバン方式によるタスクの管理)
- 対話
  - 週一回のオンライン会合(毎日の朝礼は無理)
  - モデリングセッションの実施(小数人で)
  - Slack(共通の居場所)

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

#### ソフトウエア開発技術の向上

UTrello ワークスペース ● 単		● 市政 山田英次さんのワークスペース @ 非公		73	✓ Power-Up  f Diffet: ▼ 1	80337882 ···· ポードメニュー
<u> </u>	Consultant International Consultant	To De Martine del	Danie -			2 + Tarnur - 500
ak−1º III Jasmine	**Treloの運用方法**(ご一読く ださい)	induivalienty) intal frame の税数と至み場正で進成 される構築の開係を確認する 新	baseline: 総合性の結果を parameters.pyに開発 更	バイプラインの実装 ② 目 P-1 図 12/12 10	<ul> <li>ひの形</li> <li>ブルリクエスト時にinterが走って 件に満たなければその胎が適知さ</li> <li>P © 1</li> </ul>	* 6)125AP4384
	**コード専正の達め方** (ご- 読ください)	nst調整に関する調整の相関・抽立性 に関する検討 ■	baseline: 銀母茶中心領域のMapping を長方形にした場合の視覚と領域の 大きさの評価	読み出しタイミングの違いを考慮に入 れた屋奈位置刺走方法の検討 ■	ブランテ戦略の資料を作る 〒	
	連続構変評価に対するマージンの植 み方(最悪値評価)	無点面に確認の検出離が接動されてい ることの、亜細正への影響評価 ■ B 0.4	Laseline: 観測模域を決定するため貞 料を作る	信息を使用したローカルブラット作成 試験 デート・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	******000022ミーティング ほこの上・・・・・ detortion: デストカバレッジが表示 れるようにする	7後 示さ
	(1) (1) 常確領域で量像切り出しができるか 日 (1)	pixel-phase error 構正可能性の検討 IP 計算コストの見積もり	distortion: 張み補正が時間変動頃を 入れても成立することを示す 罪	ドリフトによる重像劣化の影響を見積 もりたい 〒 ロ1	<ul> <li>ロー</li> <li>マー</li> <li>アストの進め方、リファクタリン</li> <li>油の方を通める</li> </ul>	9 00
	豊純正において、周辺中の視野回転 および周囲を超えたPAのランダム 化の要・不要及び構変に対する感覚 の評価 Read	<ul> <li>〇 〇 1</li> <li>特出器の度みが思み捕正に与える影響 を見積もる</li> </ul>	imagesim 一つのプレートで異なミル 色の最後を退在させる機能を追加す る	ASMINE が視野特急に必要な特徴を メーカに開い合わせる の 目 C 2 B 24	■ P 2 B 01 src/telescope_baseline/mapping/p mapping.pyの転換な警告の修正を	60 197
	解析におけるフィードバックと iterationの方法の検討 ● ロ1	年高期の運動が裏約84年高減差測定 構成に与える影響を発播もりたい 品 0.4	imagesim theta.png の出力を int_pix でやるのではなく選切な開設 で実施するようにする	baseline 豊の色を考慮に入れて Mapping 戦略を評価できるようにす る デーロ1	う 夢 口 1 imagesim: pissim/gentraj.pyの docstringの回論者	
	運用プランへの落とし込み	+ カードを追加 🛛	imagesim 島のカラーを決めるパラ	+ 7-Feini 6		• · · · · ·
	重要が以モナル生物の部分の交換 8 02		78 #		122012****	
このワークスペースをゲストとして開発 しています。 このワークスペースの他のボードやメン	Detectorimage/DឝI201 ⊗ ₽ 💿		catalog: 銀司中と領域力タログ (2MASS-Sirius-VVV) の整備		7-1-Feat	
パームのウォンルーン 単位的に ジークス ベースメンバーとして適切してもらうめ 優があります。	PSFクラスを作る ※ 単 + カードを追加 ね			-		3-2-
● 3FC (5)時々編社		I 0 I I C I		4 4 4 H B		^ ● A 🖓 ↔ 👻 2002/00

カンバン

	M [tennetic1273] 2nd circular: 1 × □ Ⅲ     ↔ → C △ ⓐ codeclimate.com/     ™ 2014/1-yerrada ④ face	R村田コンセプト(講座3ん × 'github/JASMINE-Mission/t book 図 今日:Todeitt グ	Geogle 35/392022年8月 ×	今日:Todoist × メ メ 通路会   iity 現象 Spannine-simulation 愛 start(秋出日	IASMINEF-LUCUT-1 × 🗖	Code - JASMINE-Mission/tel: × 副 ピ ☆ 訳 早 型	+ ~ * • • • *	- 5	× !
	~	Open source	✓ Repositories			😌 ~			Ĩ
	۲	ASMINE-M erview Progress	lission/telescope	e_baseline <b>o</b>	Last D develop build	★ Starred			
	•	2, Search by path				Branch: develop (View all)			ł
		NAME		LINES OF CODE	MAINTAINABILITY A	TEST COVERAGE			
品質の可相化	ツ — ル道		ine/tools/mission/parameters.py	326	F 3 days	<b>C</b> 74%			
加良の可況に		src/telescope_basel	ine/obsplan/mapsim1.py	97	D 3 days				
		src/telescope_basel	ine/mapping/mapset.py	172	D 1 day	F 0%			
		src/telescope_basel	ine/photometry/Hw_coeff.py	280	c 1 day	C 75%			
		src/telescope_basel	ine/mapping/aperture.py	198	A 3 hrs	B 81%			
		sro/telescope_basel	ine/mapping/plot_mapping.py	157	A 2 hrs	F 0%			
		src/telescope_basel	ine/utils/make_det_qe.py	40	A 2 hrs	F 0%			
		sro/telescope_basel	ine/photometry/initpy	7	A 50 mins				
		src/telescope_basel	ine/dataclass/initpy	7	A 50 mins				
	https://codeclimate.com/oth/b//ASMNE.Micriss/http://	src/telescope_basel	ine/deta/initpy	7	A 50 mins				
	🐮 JASMINE_220906pptx 🔺 😢	室標原点校正試養 pptx 。	- ■ 【第2征】【成算術見zip へ	R X€_220829.pdf ^ €	Parallax Factor.pptx	~		<b>#</b> 5778	×
	ک کھر دور	<b>==</b> \$	0 🔳 💿 🤨 🗮 🖻 1	🚖 🙋 🗑 🤎 🖻 🚎 ·	ý 🔮 🧳 🕸	¥ 0	^ <b>●</b> A ⊑° ≪	12/10 2022/01/30	69

コードの品質(保守性、テストの充実度)

#### テストができていない行の表示

Clear all filters

Complexity

Duplication

Style

🗹 Open Confirmed

Invalid

Wontfix

**オペて表示** ×

∧ ⇔ A 😅 ⇔ 🐿 12:12 😗

6	🔶 C. O. (1) 77/L/ C/Likers/hamad/Picham/Piniert/theisenne baseline/sr/thminw/d 956/d506/rad5c man on detector builder m/tmi 🔰 🖉 🕁 🛤 🎞 🕅 😕 🗖 🗃 🕱 🛸	п
	7) M S S / / yanada. 6 facebook 2 98: Tobisi 1/ start (JASMNET7. ♥ Panda: Home: 55 5 jannine-simulation 3 start (JASMNET-L, ₱/ JAS/ARS)852. *	ŧ
	talarrona basalina)toolohanalina v2man on datartor buildar ny 92% 36 2 0 2	100
30	Angs:	
31 32	xcs: world coordinate system c: DetcorImageCatalogue	
33	Returns - Stall ar Tease	
35		
36 37	DtectorImageCatalogue is the list of DetectorImage. One DtectorImage Instance corresponds to one StellarImage Instance.	
38 39		
40	sil = []	
41 42	<pre>tor 01 an &lt;.get_setctor_images(): s11.append(NkpObletetor(wcs, di.get_on_detector_positions(selfukindow_size)))</pre>	
43 44	return sil	
45	def from_on_type_sky_position(self, o: NapOnThesky, wl: list(KSwId)) → list(NapOnDetector):	
40	method for building from uninexproviden to the list of stellarinage	
48 49	Args: o: OnTheSkyPosition instance	
50	wl: list of WCSwID, which is unapper class of wcs with orbit_id and exposuer_id	
52	Returns:	
53		
55	sky_positions = o.positions_on_the_sky rii	
57	for wind:	
58 59	11 "GLOW" not in w.wcs.wcs.vctype[0]: print("Coordinate system " + w.wcs.wcs.vctype[0] + " is not supported")	58
60 61	raise Valueirron ten = []	
62	for sim sky_positions:	
64	tup-supportu(s-coord-garatic-c-rung, s-coord-garatic-c-o-ung)) tup = Naves-ucc_sord/ddy:tup,0)	
65 66	a - self_store_list_of_detector_position(sky_positions, tmp) si_append(Hap/Detector/ull(s), ucs, positions on detector_a))	
67	return si	
69	<pre>def_store_list_of_detector_position(self, sky_positions, tmp):</pre>	
78	a = [] for k in range(len(tmp)):	
	<pre>if not (trop[k][6] &lt; 0 or tap[k][6] &gt; 6 or tap[k][6] &gt; solf_max or tap[k][6] &gt; solf_max; accessflowing trop(trop(trop(trop(trop(trop(trop(trop(</pre>	72
74	return a	
	a many A lindary a mark and an anna an a 1/2 annatad at 2022 A2 20 Add a 2020	
	- pro- and - not - strategy tends of the pro- open -	
<b>Q</b>	A5MINE[22006pptx ^ 範 座標系点校正該要ptx ^ 脳 (算法授)(振算符見zip ^ 座 大王,22008ppt	44
-		200
d circulari 🗉 🗙 📗	🖸 運用形用コンサプト (開発A) 🗴 📔 Google ガルンデー 2022年 8月 🗴 💆 今日: Todisit: 🗙 📝 連接会 (ASM/NEF-LAD/)(- 🗴 🌄 serbetracept baseline/mage: 🗴 🕂 🗸 - 🗗 🗙	
B codeclimate	accomy github/JASMINE-Mission/helescope_baseline/src/helescope_baseline/misping/mapset.py	
l-f - yemeda 🤇	🤋 Facebook 📮 4-B1 Todolog 🎾 start [JASMINE3774], 🐢 Panska i Hone i 服務 💲 jasmine-simulation 🕲 start [後正督異告知)。 🎢 start [JASMINE7-L]。 🇚 12.75L研究員現定). 😕 📙 その他のプックマーク	
	• Consumer of Consumer (************************************	
	open source expositions to the second s	
	JASMINE-Mission/telescope_baseline • *sarred	
	Overview inogress issues Coe i i rends Repo Settings Last Dr Beresto build to days ago CJ Refresh	
	src/telescope_baseline/mapping/mapset.py	

😢 JASMINE\_220906...pptx A 😰 医螺原系纹正颜差pptx A 🐻 [第2版]] 標算用見...zip A 🔒 X王\_2201231pdf A 😨 Parallax Factor.pptx A 🚦 🔎 🖷 🗩 😋 🗮 📾 🙍 🦉 📽 🖤 🔍 🖷 🍕 🗐 🕫 コードの要修正箇所の提示

F 0%

D 1 day

Function ditheringmap has 10 arguments (exceeds 4 allowed). Consider

Function large\_frame has 8 arguments (exceeds 4 allowed). Consider

++++ Pound in src/telescope\_baseline/mapping/mapset.pv - About 1 hr to fix Function fillgap\_large\_frame has 8 arguments (exceeds 4 allowed).

12 def ditheringmap(l\_center, b\_center, PA\_deg, dithering\_width\_mm, Ndither, width\_mm=22.4, each\_

122 def large\_frame(l\_center, b\_center, PA\_deg, width\_mm=22.4, each\_width\_mm=19.52, EFL\_mm=4370.0,

170 def fillgap\_large\_frame(1\_center, b\_center, PA\_deg, width\_mm=22.4, each\_width\_mm=19.52, EFL\_mm

Issues Source Stats

refactoring.

refactoring.

Consider refactoring.

Showing 13 of 13 total issues

28°C

機能設計				
星像 データ	検出器座標で の星位置	天球」	上の 立置	位置天文パラメタ
Gaia Init	ial Data Treatment AG	GIS(Matrixをblock 対角	で近似反転+iter	ation)
JASMINE	Step I	Step II	Ste	p III
要求機能	疑似観測データを生成 する	<ul><li>ノミナル仕様</li><li>誤差要因</li><li>データ仕様</li></ul>	詳細気 解析ソフ	そ似データはJasmine-imagesim フトの逆回しでも簡易simulation
	疑似観測データを解析 して精度評価をする	— 解析	各ステップの パイプライン	》解析
		評価	· 評価対象選折 · 可視化	の柔軟性

概要

まとめ

開発タイムライン 開発方法 設計 実現性検討 国際協力

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

データモデリング



概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

# Pipeline設計(クラス)



| 概要 | 開発タイムライン | 開発方法 | 設計 | 実現性検討 | 国際協力 | まとめ

独立で、並列化可能



独立で、並列化可能

群)ごと独立で、並列化可能

| 概要 | 開発タイムライン | 開発方法 | 設計 | 実現性検討 | 国際協力 | まとめ |

精度達成確認のストラテジー(総点検)



### Step I

- 観測シミュレーションソフトウェアjasmine-imagesimを用いた系統的な調査に基づいて、望遠鏡口径および観測波長域の最適化を行った。
  - 実際に観測される状況を想定した星の明るさ(12-14.5等級)を設定して、視野内に400天体をランダムに配置した観測模擬データを作成した。これを用いて星像位置決定精度を評価した。





# Step I

- シミュレーションの結果、星像の位置決定精 度を支配するのは以下の組み合わせである ことが明らかとなった。
  - 星像の回折パターン
  - ・衛星の姿勢安定度(指向擾乱)
  - ピクセル間フラット
  - 検出器の読み出しタイミングの違い
- 位置決定精度の向上には光子数を稼ぎ、星 像をシャープにすることが重要である。すな わち、口径は大きく、カットオン波長は短い 方が望ましい。

- 望遠鏡口径は400mm→360mmに縮小する。
- カットオン波長を1.1um→1.0umに広げて、 観測波長帯は1.0-1.6umとする。
- ただし、メニスカスフィルターの導入を検討



200kHz (5µs/pix)で読み出す場合、1ch(123×1968ピクセル) の中で最大1.2秒の読み出しタイミングのずれが生じる。



17

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

### Step II

#### ■光学歪みの補正および位置天文較正試験:

光学収差と天体位置を同時に解く試験を実施、撮像回数に応じて測定精度が向上することを実証した。









視野の張り合わせ方の評価

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

### Step III

#### ■アストロメトリパラメータの推定:

観測を模擬したデータセットを作成して推定問題を解く試験を実施した。 多数回の測定によって目標とする精度でアストロメトリパラメータを推定できることを実証した。





上図: 1000 回の試験で得られた年周視差の分布

概要 開発タイムライン 開発方法 設計 実現性検討 国際協力 まとめ

## チームによる総点検の実施(サマリー)

	2020年までの検討	2021年度の検討
Step I(星像中心推定) 単位フレーム12.5秒	口径=約40cmあれば十分	更新された数値をもとに、口径36cmでの成立性を確認した。
	中心遮蔽率0.35	
	検出器感度・読み出しノイズ・暗電流は20年4月の実績値	感度が過去の実績値より高いことが確認されたので、組み入 れ
	上記前提で星像中心推定精度を、誤差伝搬を考慮して評価	
	指向擾乱、背景の暗い星の影響は別途簡易モデルでの評価 を実施し、RSSで積み上げ	指向擾乱・背景の暗い星を含めた模擬データを作成して、中 心推定精度を評価した。(RSS積み上げではなく)観測領域の 星データベース作成。
N回観測で1/√Nで低減	軌道周回50%を観測に使う前提	迷光影響とのトレードオフを行い、軌道周回49%を観測に使 う
	波長は1.1~1.6μm固定とした	波長域の最適化を行った。(1.0~1.6µm)
		フラット補正の方法と精度を検討、評価に組み込み
Step II(歪推定)	NEC速報値の柔構造を含まない視野変更後の静定時間を用 いて、軌道半周で全領域をカバーする運用を前提	静定時間が長かったため、軌道半周でカバーする領域は観測 領域の一部として、最適化を行った。
	張り合わせによる視野パラメータの誤差の影響は、誤差伝 搬を考慮して評価。	左影響を、模擬データを用いて評価した。
	周回で観測領域全体を掃く	Gaiaを頼ると、周回で一部だけ掃くで良い
		観測領域も最適化した
Step Ⅲ(星運動推定)	3年、一年の半分がバルジ観測期間として、8200周回に <sub>可</sub> マージを入れた7400周回を観測期間として評価	放射線帯の影響などを考慮して、観測周回が6000周回で成立 する解を検討した。
		20

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

# 国際協力の状況

- Heidelberg
  - Gaia DPAC CU3(core processing) FL(First Look)チーム
  - DLRの予算を獲得して、共同研究をスタート
  - 今月日本からHeidelberg訪問(1週間のワークショップ)
  - •11月末(or 12月初)にHeidelbergから来日
- Barcelona
  - Gaia DPAC CU2(Simulation)およびCU5(Photometry processing)チーム

概要	開発タイムライン	開発方法	設計	実現性検討	国際協力	まとめ
----	----------	------	----	-------	------	-----

まとめ

- •ソフトウエア開発のチームビルディングを行った
- •ソフトウエア開発の環境構築を行った
- •ソフトウエア開発のための、品質可視化ツールを整備した
- そこで開発したソフトウエア部品を使って、JASMINEの実現性を確認した
- 今後はソフトウエア部品を組み合わせて解析ソフトを作り、
   end to endシミュレーションを行う。