

GPUを用いた 高速一次処理パイプライン

庭野聖史

村田勝寛, 安達稜, Sili Wang, 谷津陽一, 河合誠之 (東京工業大学)

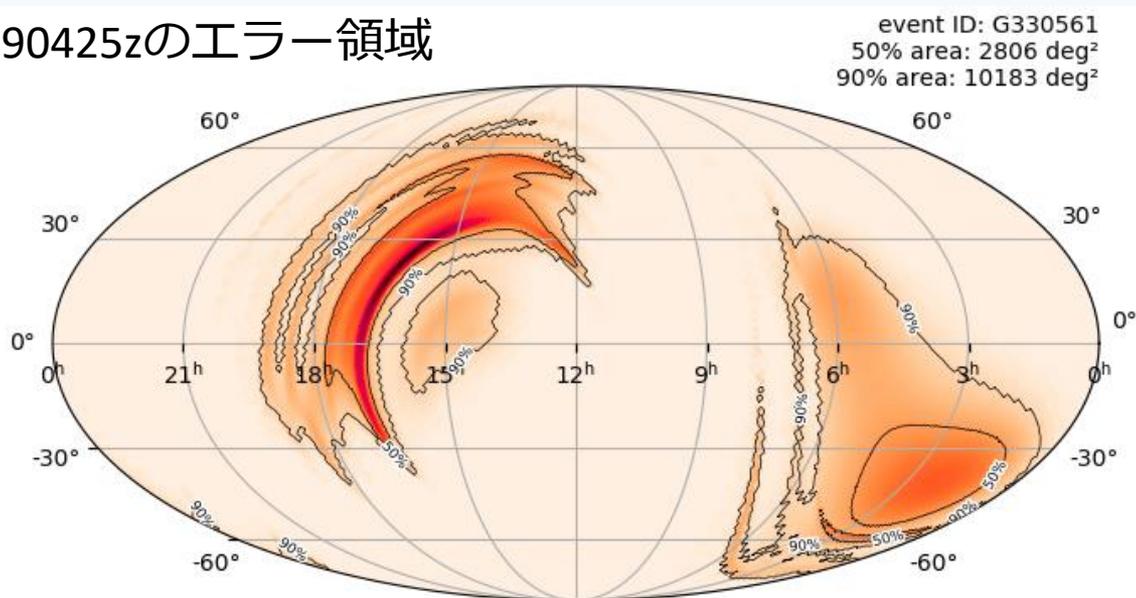
下川辺隆史 (東京大学)

伊藤亮介 (美星天文台)

重力波と即時解析

- 重力波はエラー領域が広い
 - エラー領域内を片っ端から観測し、対応する可視光トランジェントを見つけ出す
 - **高速な画像一次処理が不可欠**

GW190425zのエラー領域



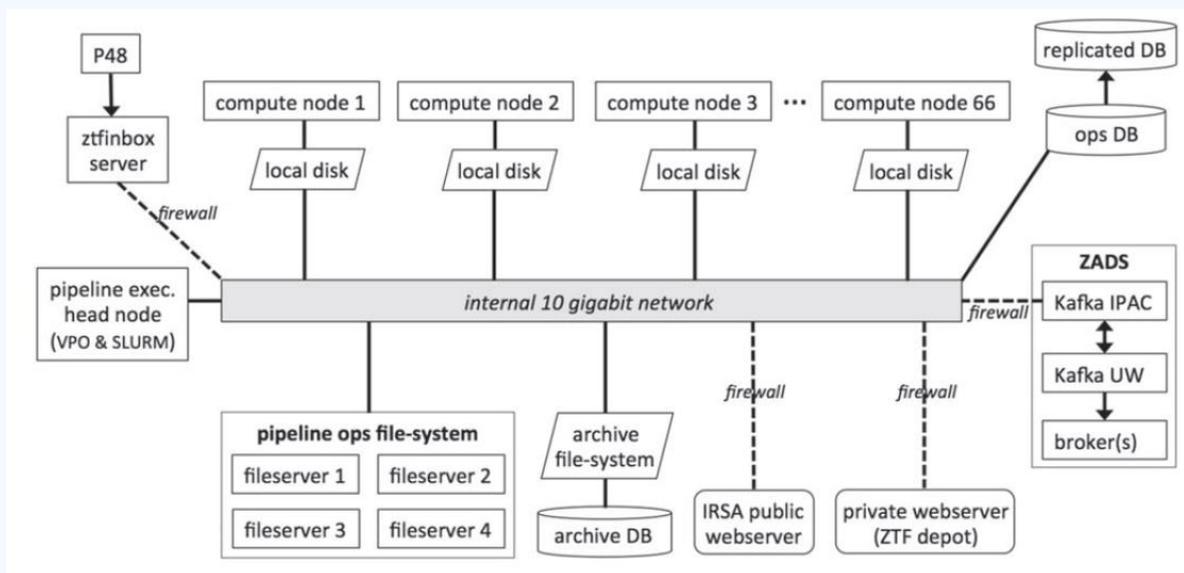
<https://gracedb.ligo.org/superevents/S190425z/view/>

広域サーベイと高速画像処理

- 広域サーベイはデータレートが非常に大きいいため、高速画像処理はより重要

ZTFの例:

- 一晩で1TBの画像を生成する
- 1192個の物理CPUコアで並列コンピューティング



目的・手法

目的

- ロボット望遠鏡MITSuMEの既存の一次処理パイプラインを代替する高速パイプラインを開発する

手法

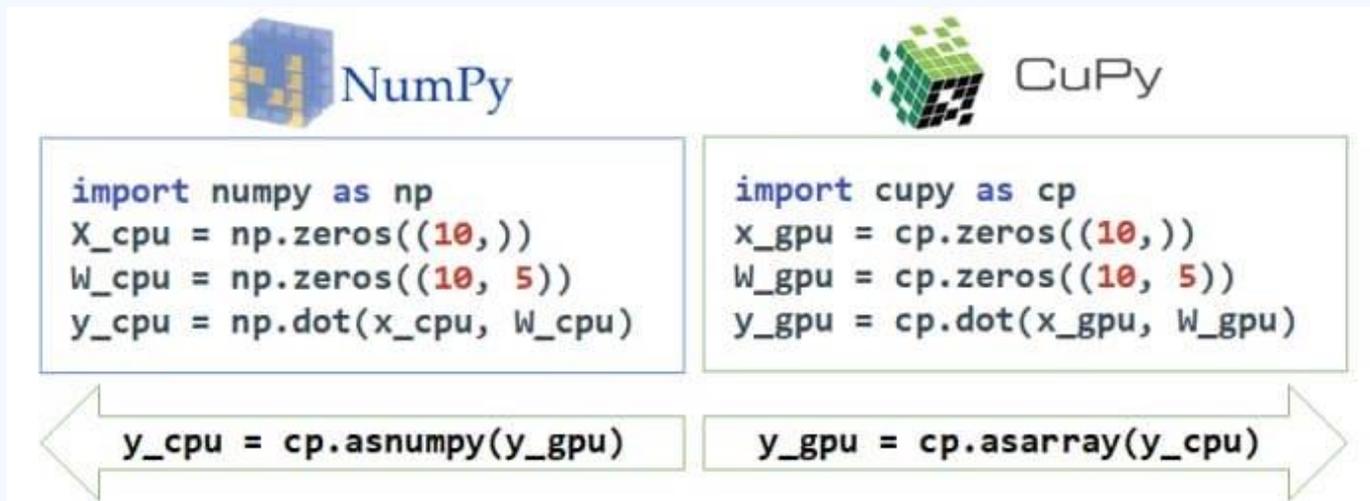
- IRAFを使用しない
 - ファイルI/Oを減らすため
 - IRAF・PyRAFは既にSTScIのサポート対象外
- GPU上で画像処理演算を行う
 - 画像処理はGPUの十八番
 - 使いやすいライブラリがある



CuPy

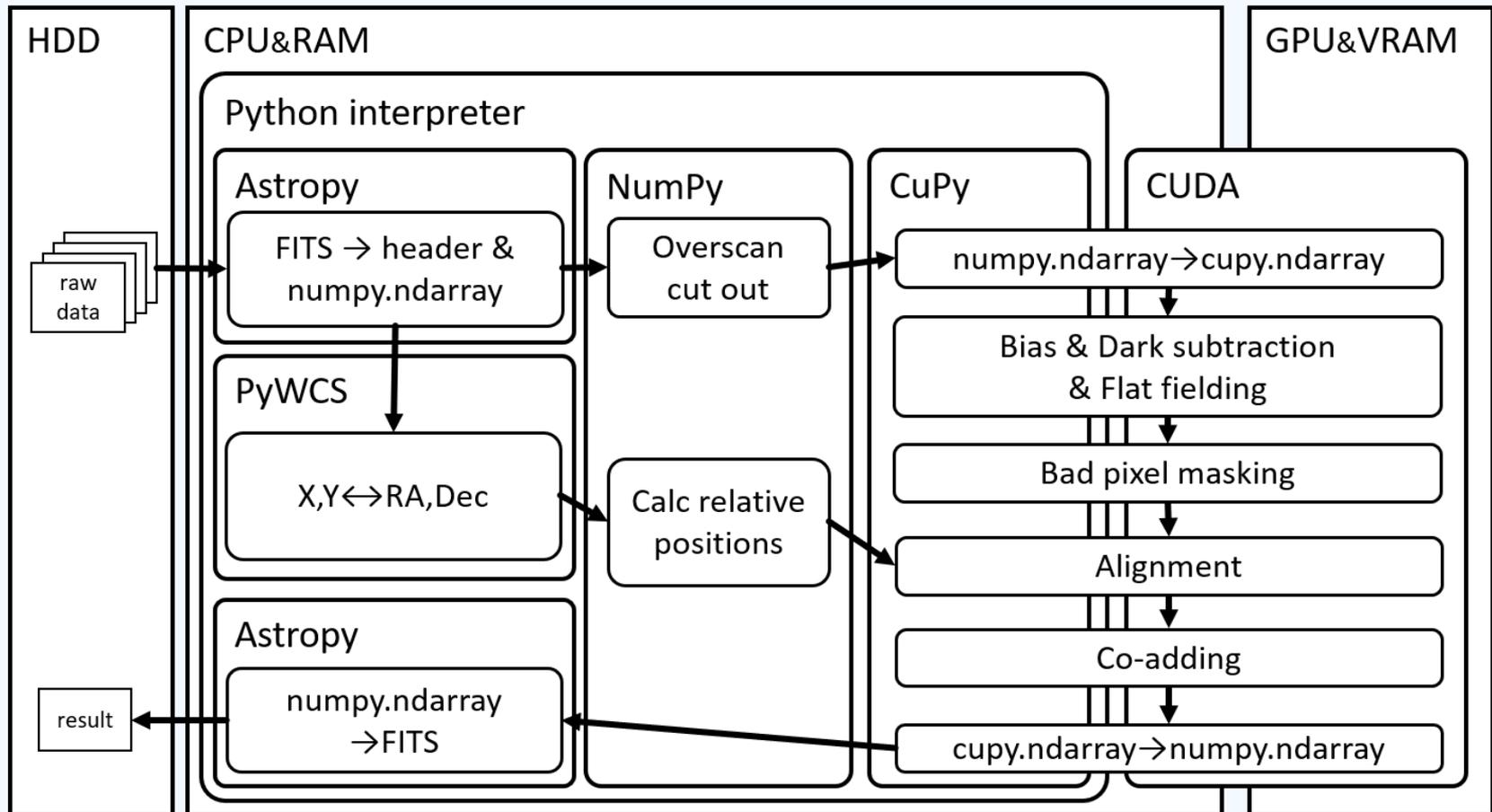
Preferred Networkが提供する
GPU上での数値計算用Pythonライブラリ

特徴: NumPy互換のAPI



<https://preferred.jp/ja/projects/cupy/>

新しいパイプライン



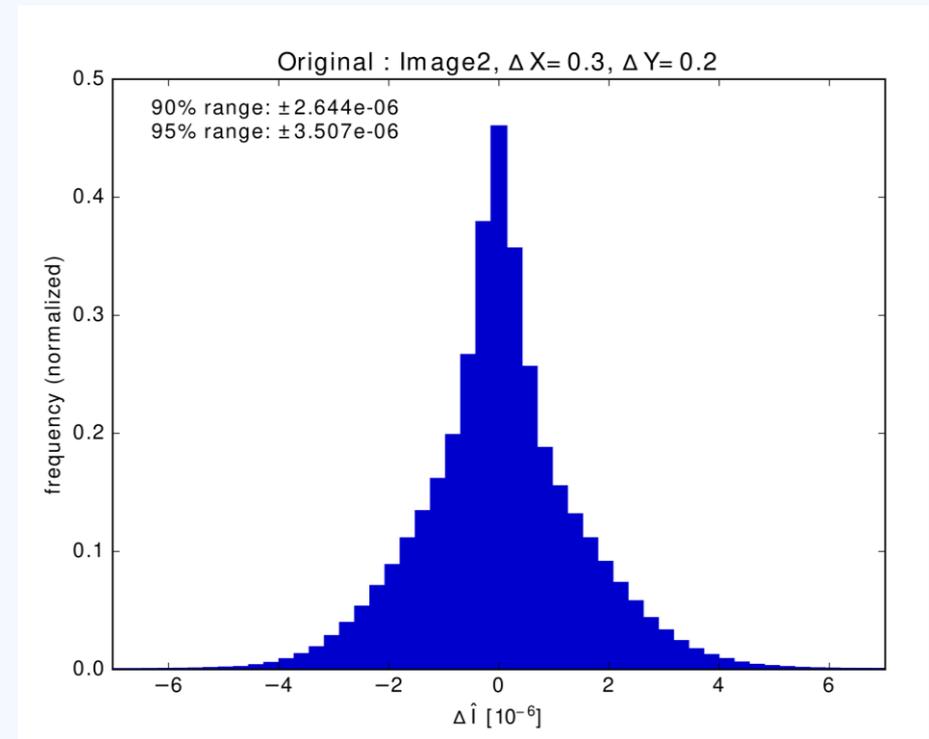
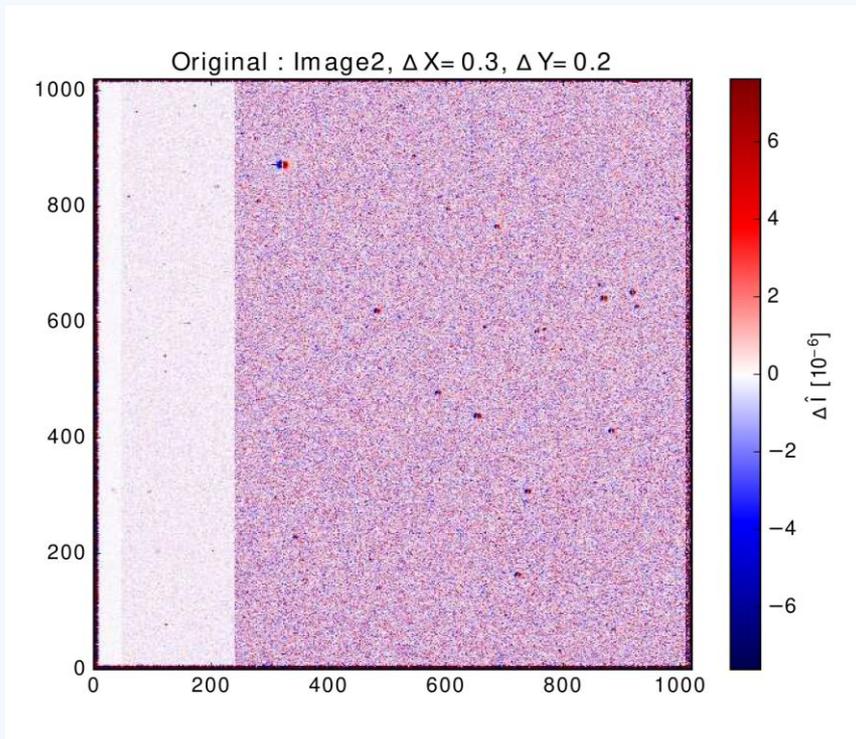
再現性の評価

CuPyは数値計算用ライブラリ

- 画像処理演算は自力でコーディングしないといけない
- IRAFと同じ機能が再現できているか確認
 - 今回は位置合わせの際に行う3次スプライン補間について



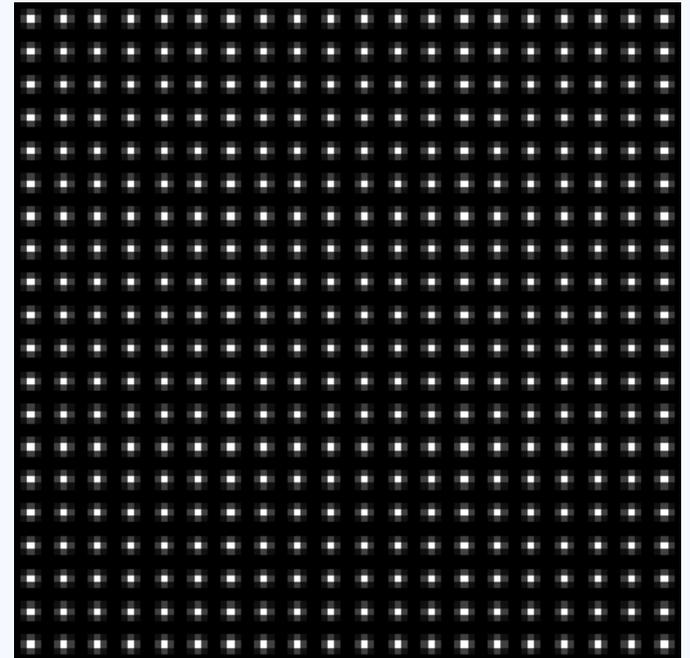
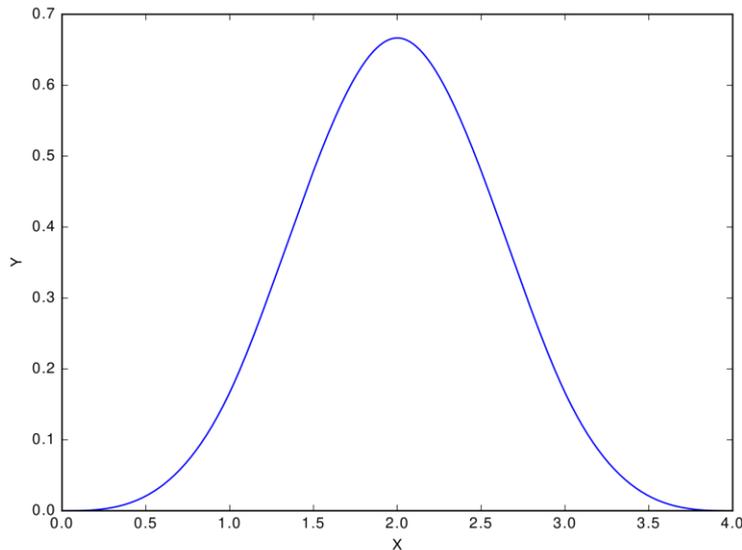
結果



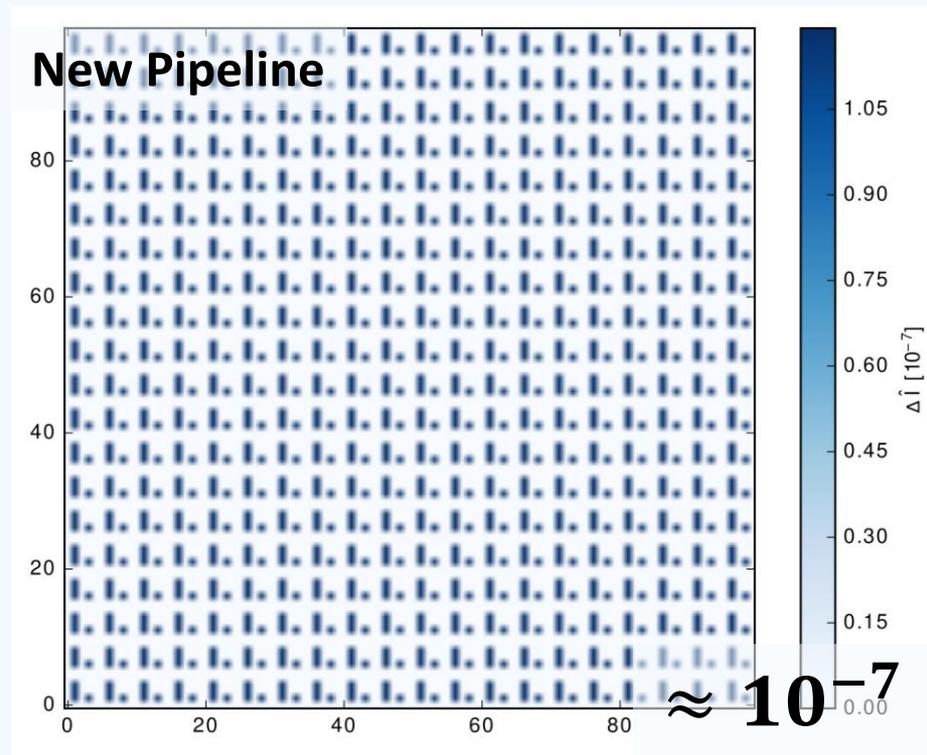
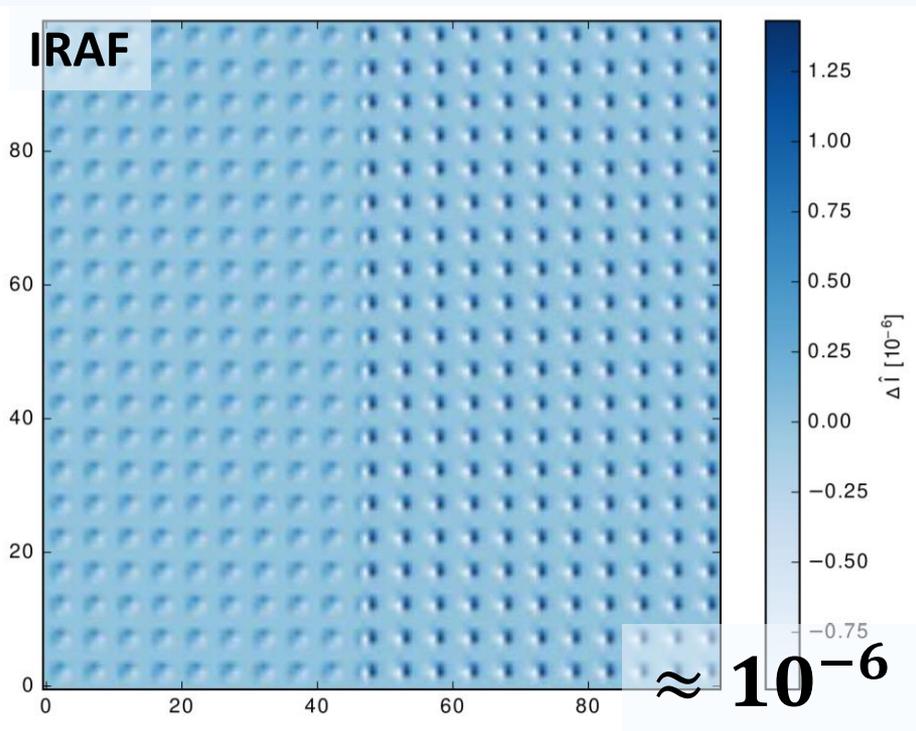
⇒IRAFとの相対誤差は 10^{-6} 程度
32bit floatの精度限界(10^{-7})より1桁大きい

追加検証

- Bスプライン基底関数はスプライン補間で厳密に再現できる
⇒補間を行わずにGround Truthを得られる



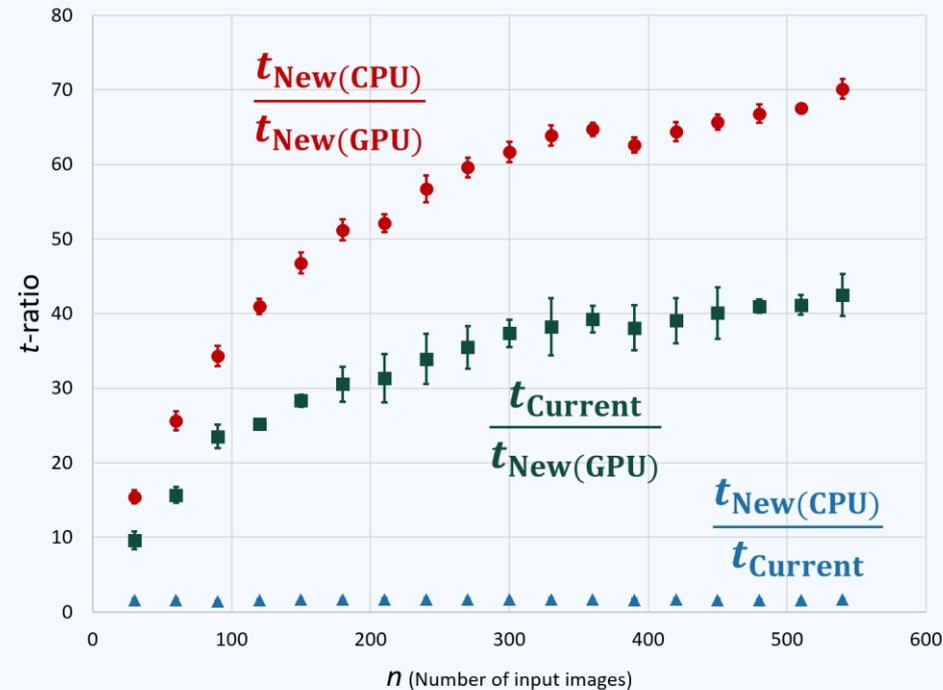
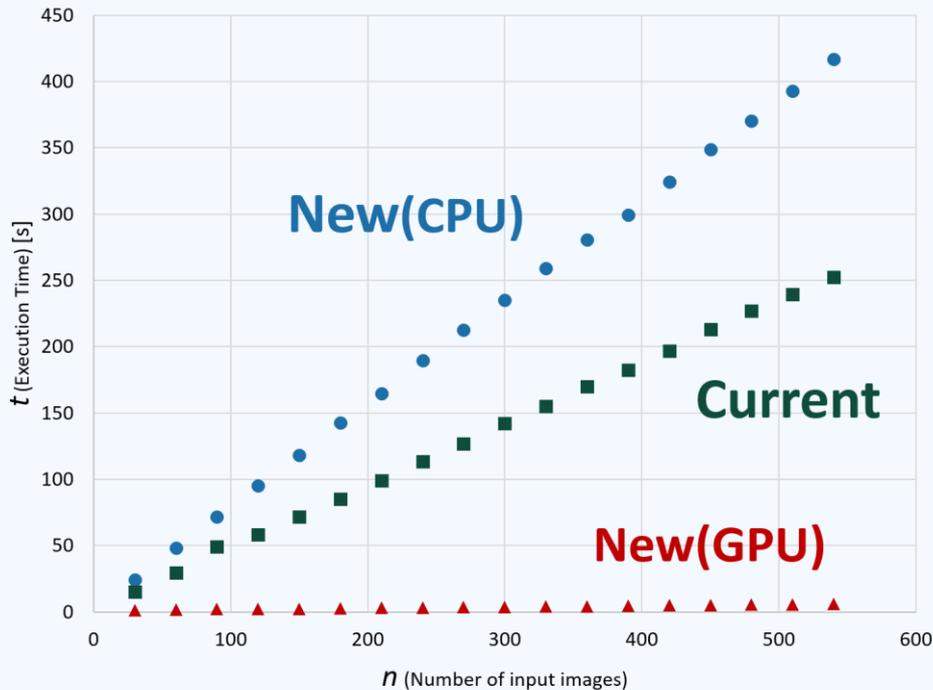
結果



⇒ New Pipelineの方が厳密なスプライン補間になっている

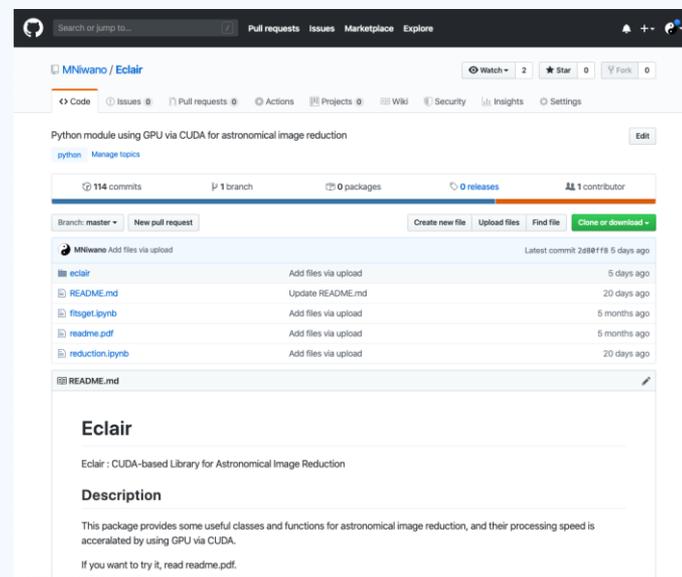
実行速度の比較

- GPU利用の効果とIRAF脱却の効果に分けるため、全てCPU上で動作する新しいパイプラインについても時間計測



成果

- 主要機能をPythonパッケージに纏めてGitHubにて公開中
 - <https://github.com/MNiwano/Eclair>
 - 2020ascl.soft08020N
- PASJ OISTER特集号に論文投稿、公開済
 - 10.1093/pasj/psaa091
 - arXiv:2008.11486



まとめ

- GPUを利用する高速画像一次処理パイプラインを開発した。
- IRAFとの相対誤差 $\approx 10^{-6}$ で機能を再現しつつ、40倍の高速化を成し遂げた。
- Pythonパッケージの公開、論文投稿などを行った