

大質量原始星における周期-光度関係の確立 を目指した年周視差計測プロジェクト

杉山 孝一郎

(1: 国立天文台 水沢VLBI観測所、2: 茨城大学)

共同研究者: (所属機関: 3. 山口大学, 4. 埼玉大学, 5. 国立天文台 先端技術センター)
米倉覚則², 元木業人³, 齋藤悠², 百瀬宗武², スンカンロウ², 石川果奈², 會川航平², 佐藤公紀²,
秋田谷洋⁴, 本間希樹¹, 内山瑞穂⁵, 廣田朋也¹, and 藤沢健太³.

最終獲得目標:

周期-光度関係を通じた大質量原始星 進化の理解

□ CH₃OH メーザーの周期変動

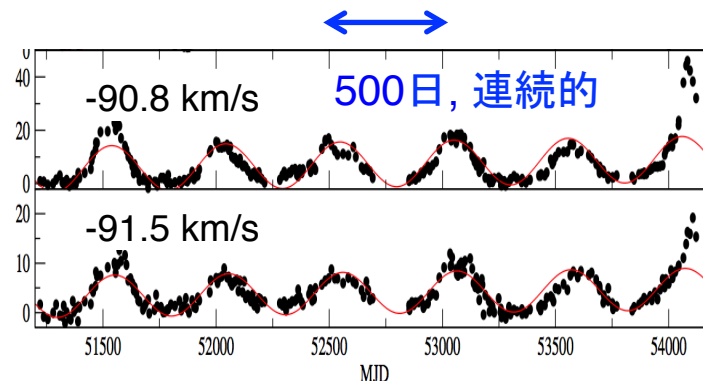
- 既知: 20 天体 (e.g., Goedhart+ 04)
- 周期: 30-670日
- 変動傾向: 連続的 / 間欠的
- 全速度成分間, 別種メーザーと同期

共通の励起源の変動現象に起因?

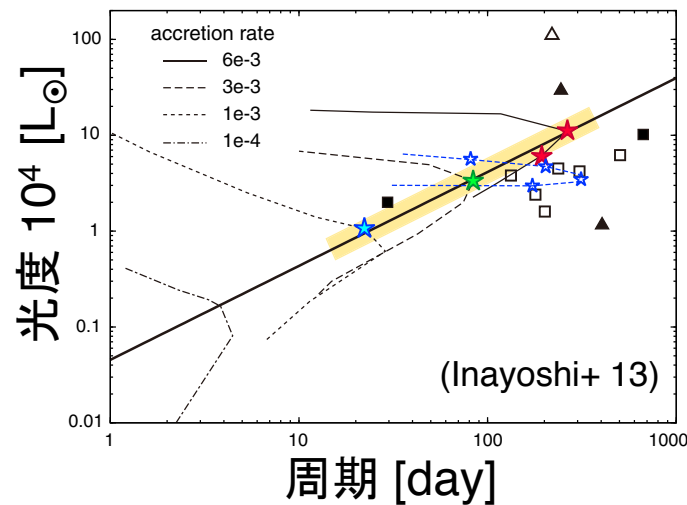
□ 脈動モデルに着目 (Inayoshi+ 13)

- ZAMS直前の ~1000年 滞在
- 大降着率下で成長: $\geq 10^{-3} M_{\odot}/\text{yr}$
- 周期-光度関係 を予言

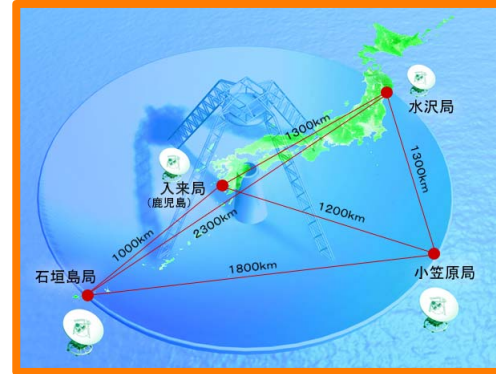
原始星表面の物理パラメータへ迫る!



周期変動を示すCH₃OHメーザ一天体:
G 331.13-00.24, 連続的変動 (Goedhart+ 07)



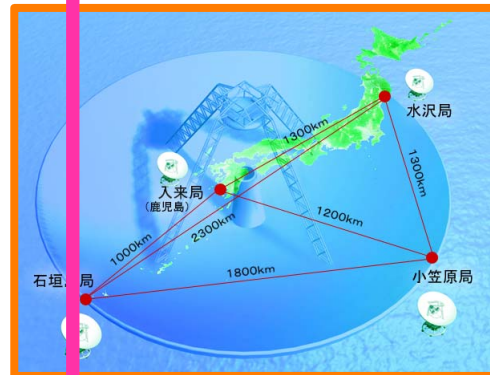
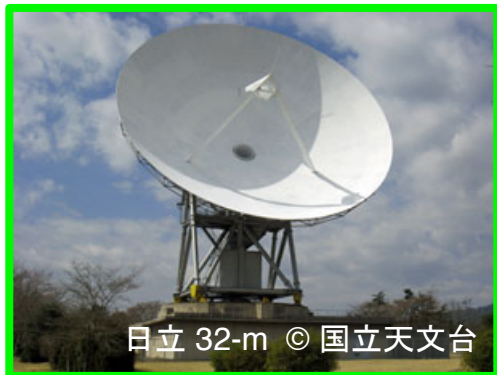
周期変動探査 と 年周視差計測



VERA © 国立天文台

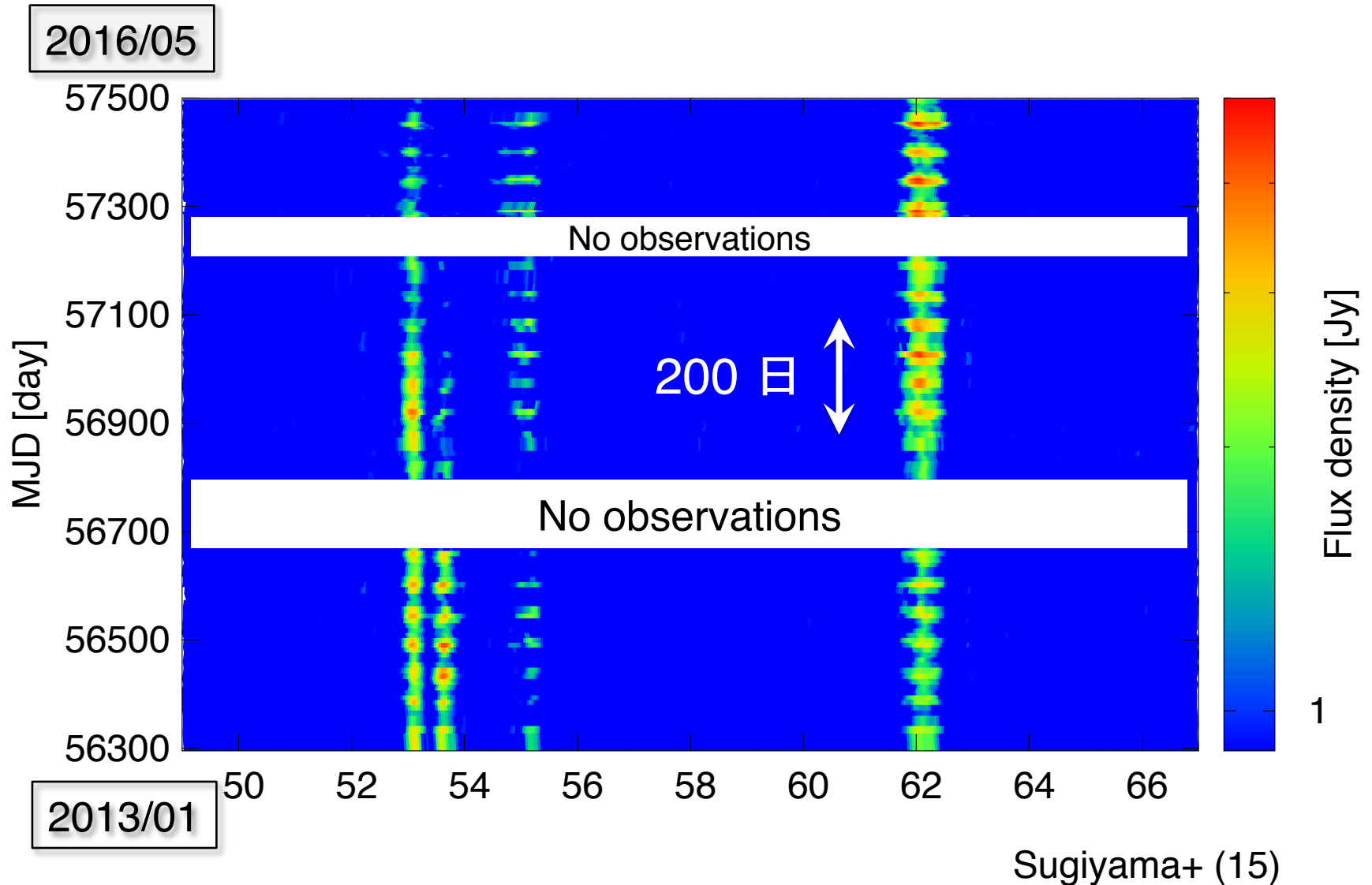
プロジェクト	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
日立 32-m 単一鏡 442天体, 9日間隔	■	■	■					
143天体, 5日間隔		■	■	■	■	■		
143天体, 5日間隔 442天体, 45日間隔					■	■	■	■
VERA共同利用					■	■	■	
VERA内部プロ						■	■	■

CH₃OHメーザーの周期変動探査

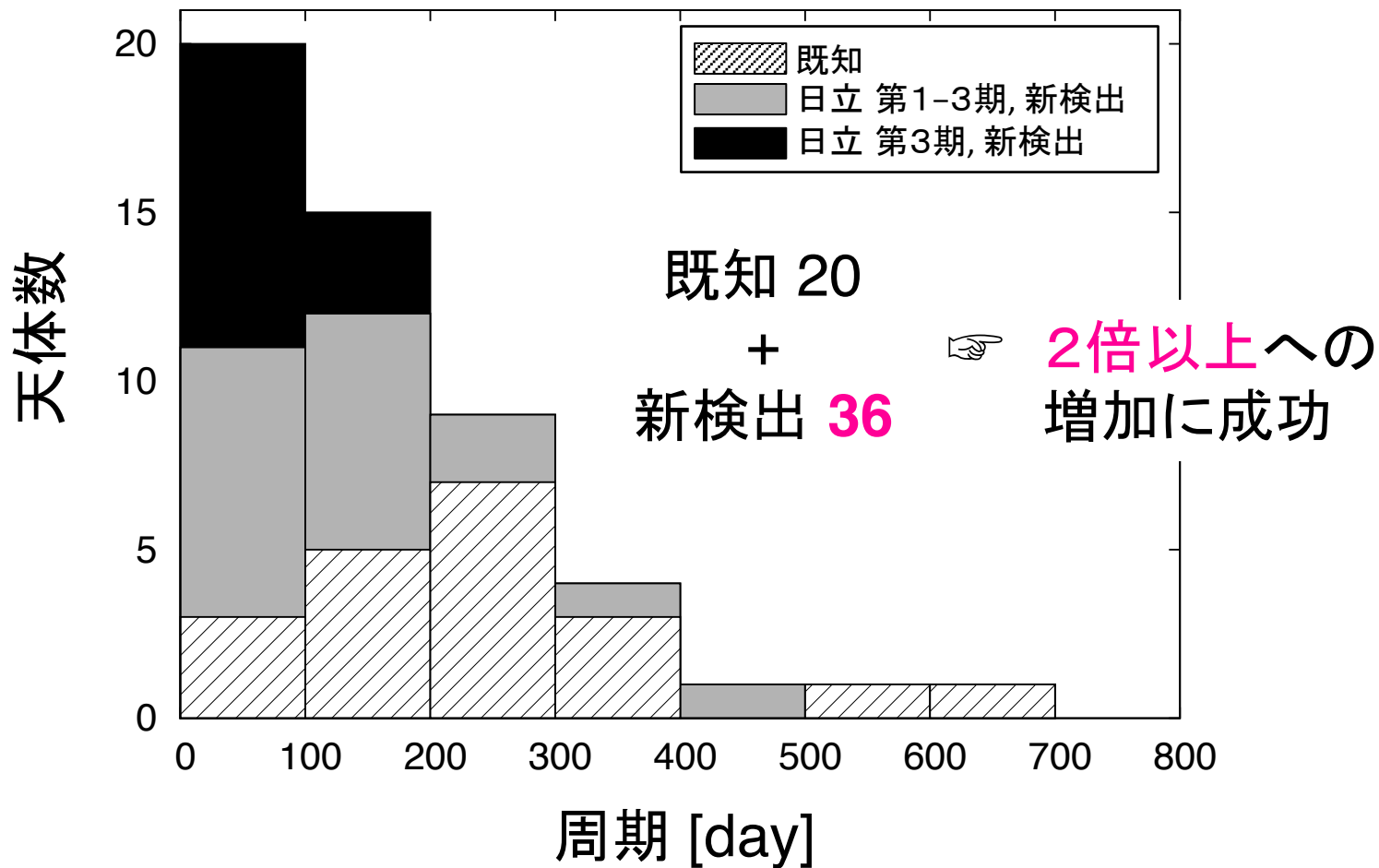


プロジェクト	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
日立 32-m 単一鏡	■	■	■					
442天体, 9日間隔		■	■	■	■			
143天体, 5日間隔				■	■	■	■	■
143天体, 5日間隔 442天体, 45日間隔					■	■	■	■
VERA共同利用					■	■		
VERA内部プロ						■	■	■

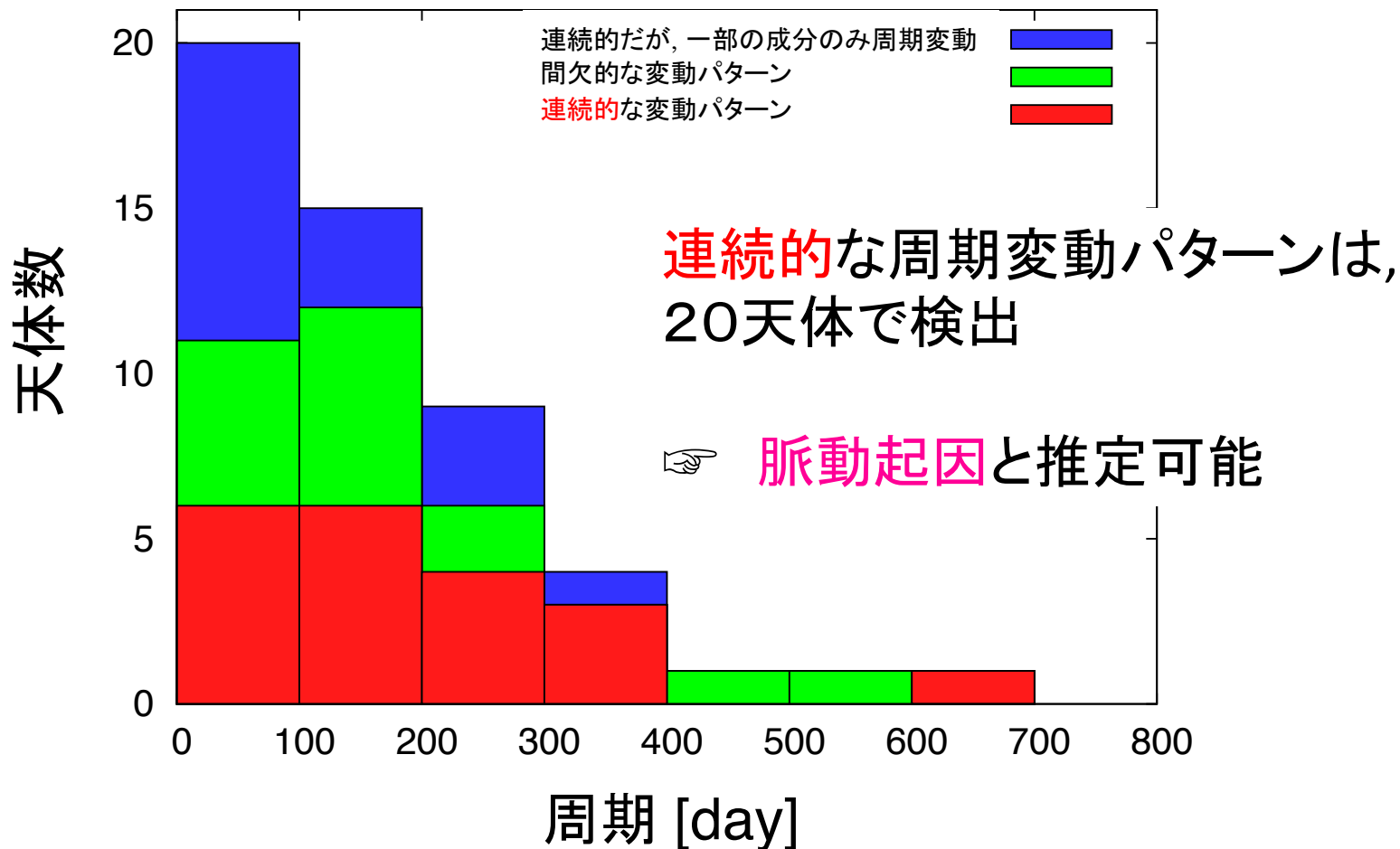
例) 新周期變動 in G 036.70+00.09



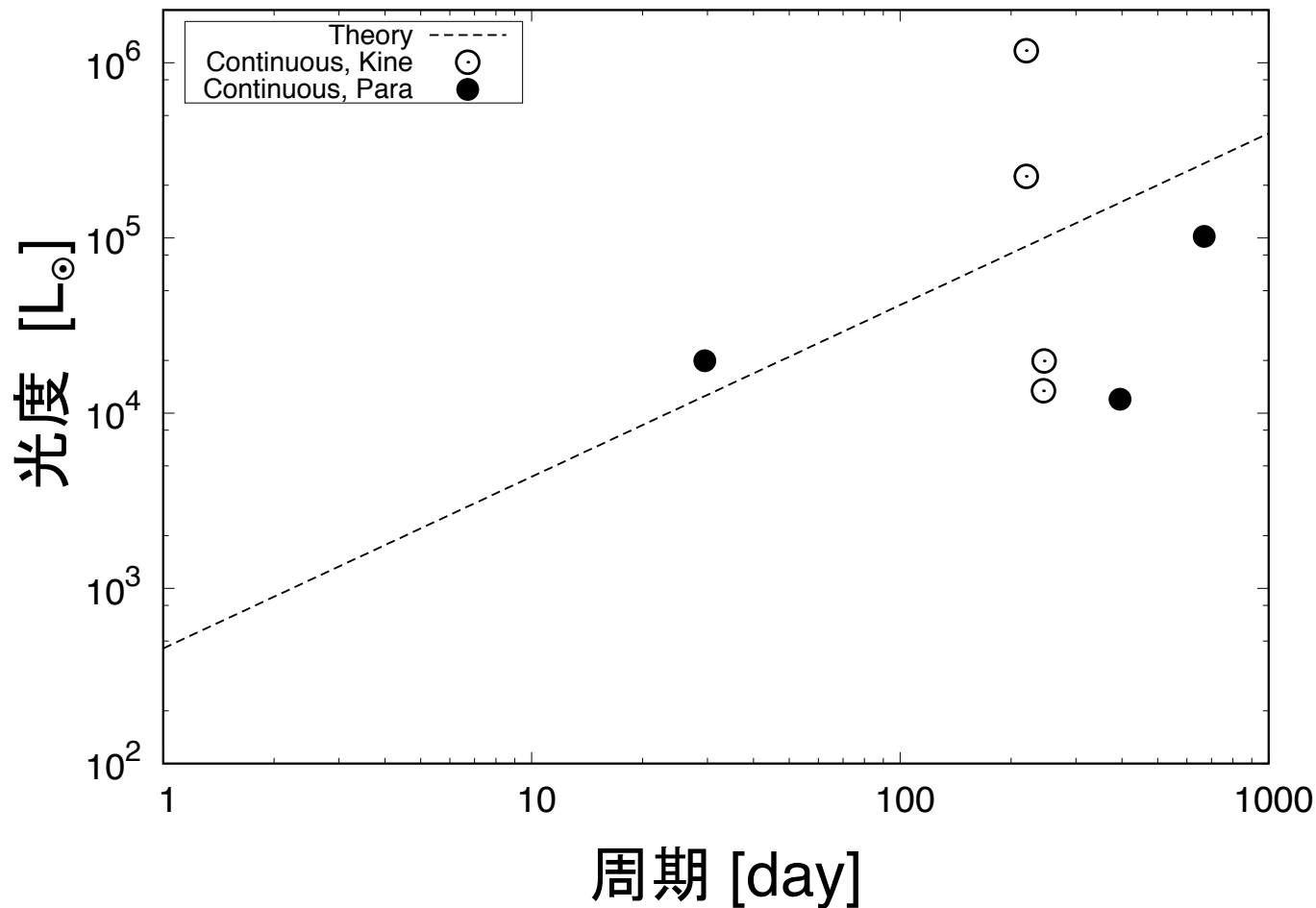
新検出、およびサンプルの倍増化に成功



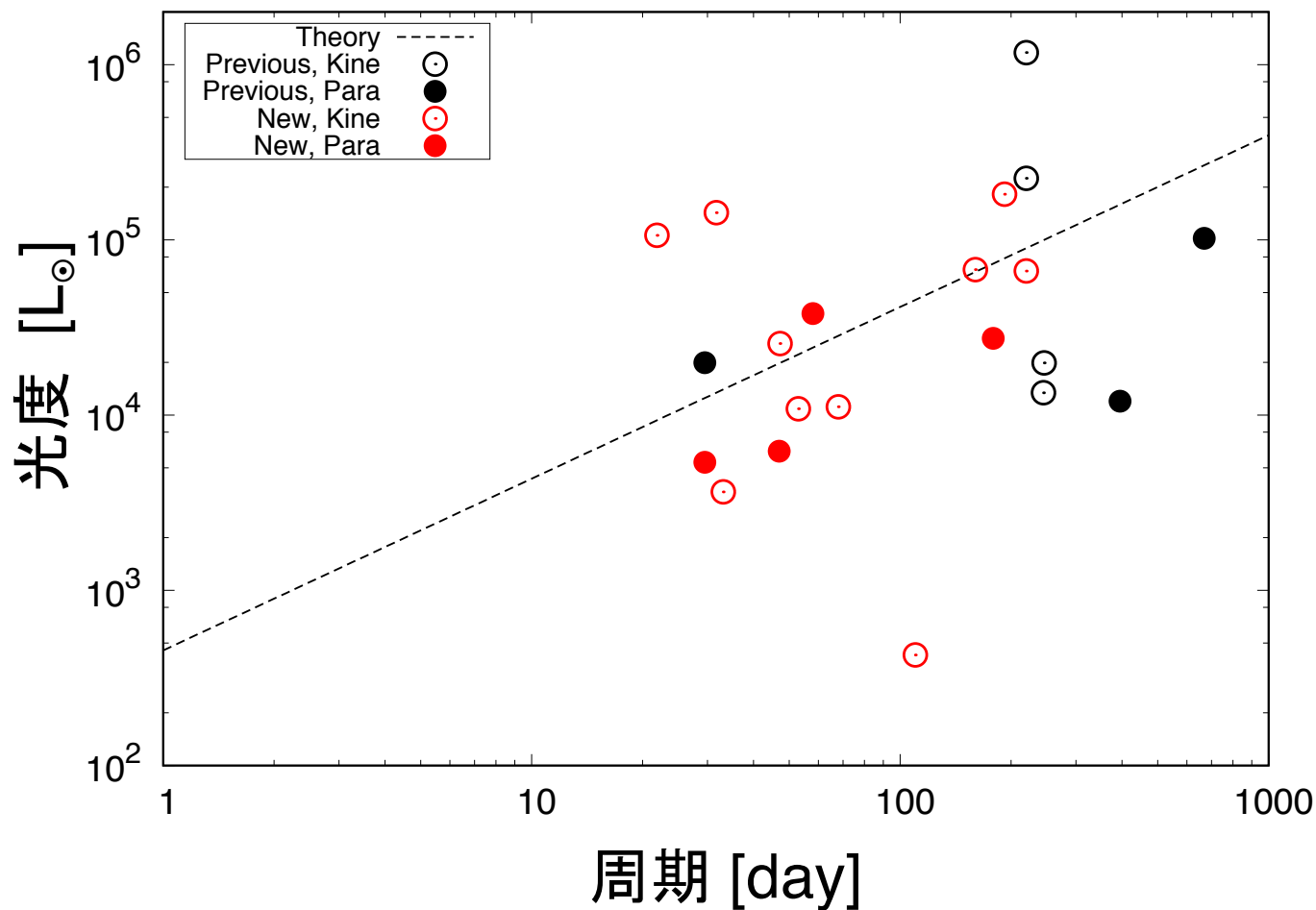
変動パターンで分類した周期ヒストグラム



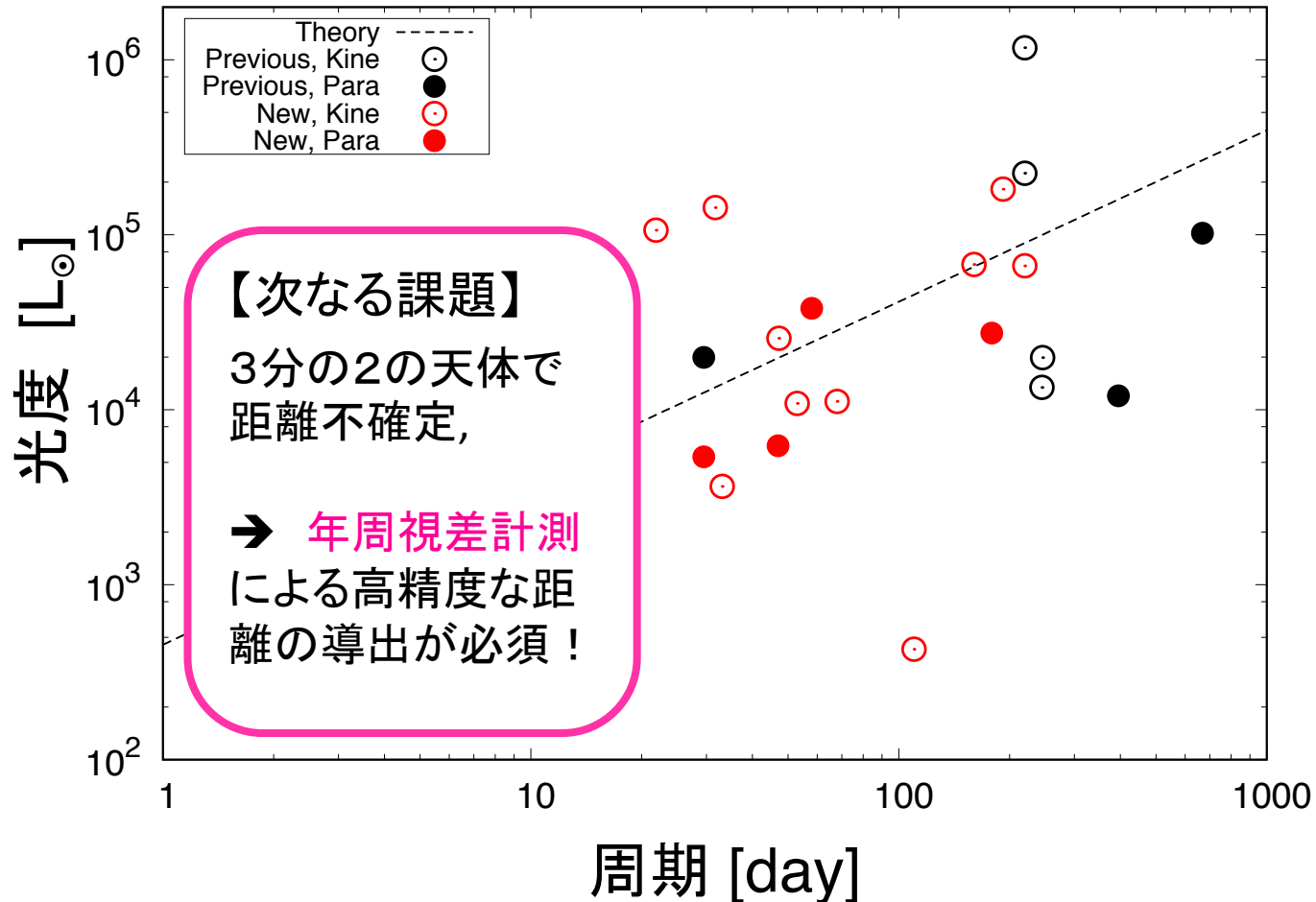
周期-光度関係：既知のみ



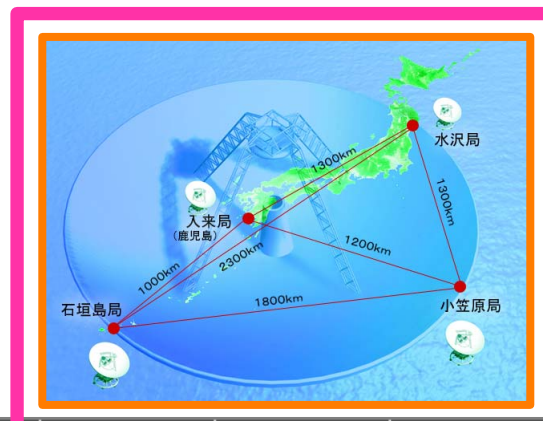
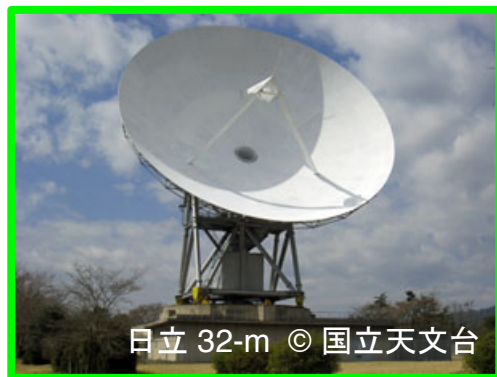
周期-光度關係：既知+新檢出



周期-光度関係 : 次なる課題



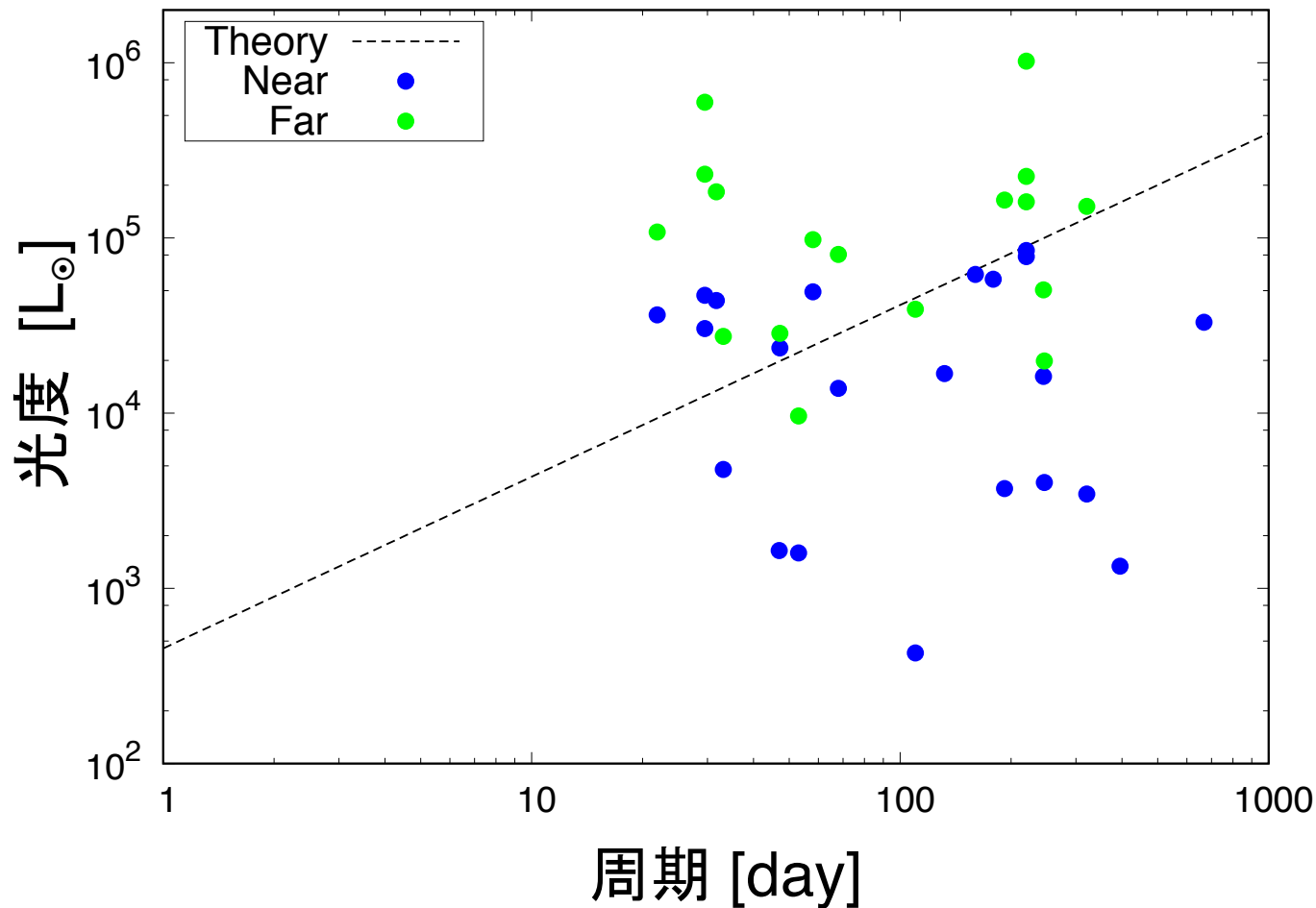
周期変動天体の年周視差計測



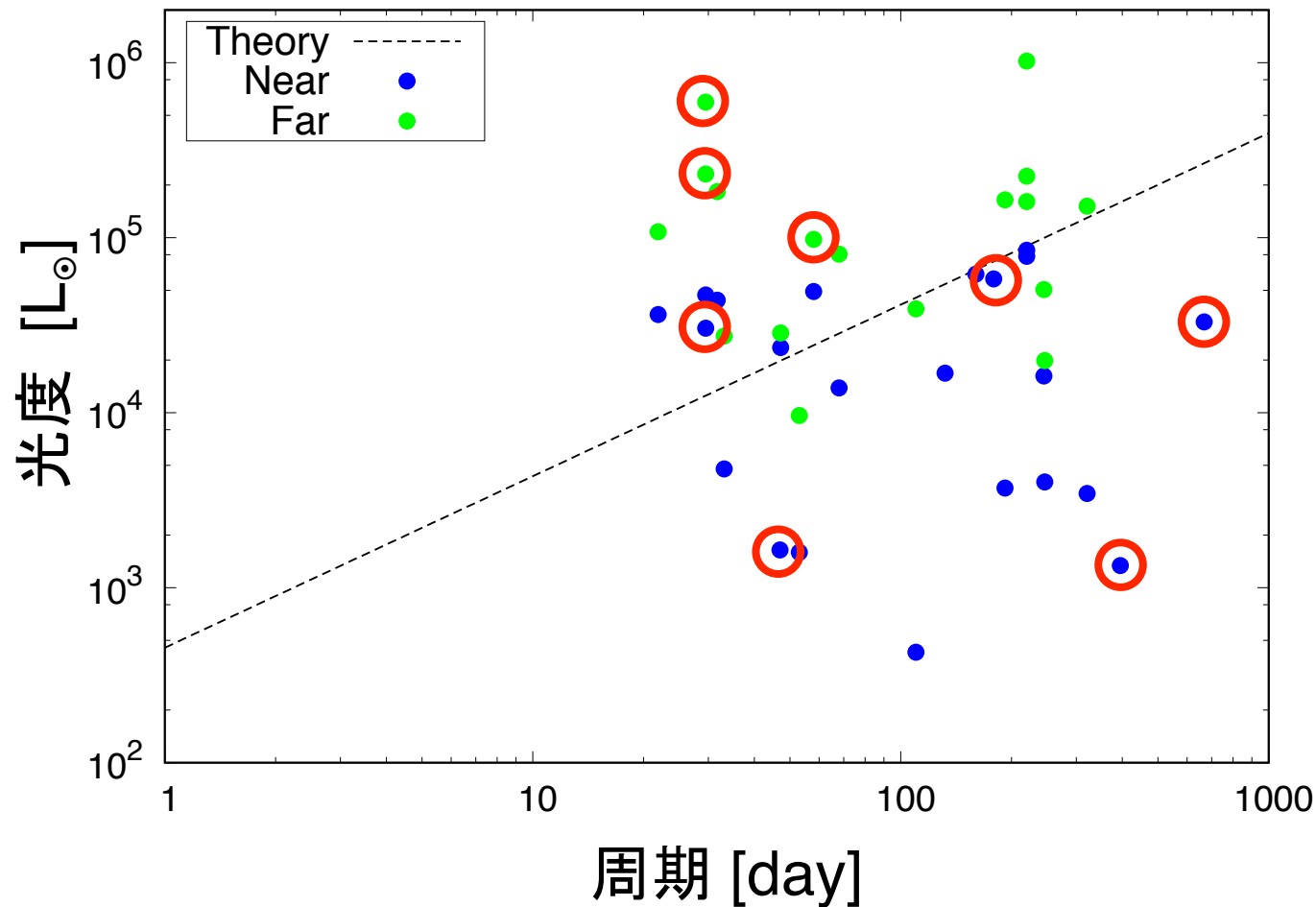
VERA © 国立天文台

プロジェクト	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
日立 32-m 単一鏡 442天体, 9日間隔	■	■	■					
143天体, 5日間隔		■	■	■	■	■		
143天体, 5日間隔 442天体, 45日間隔					■	■	■	■
VERA共同利用					■	■	■	
VERA内部プロ						■	■	■

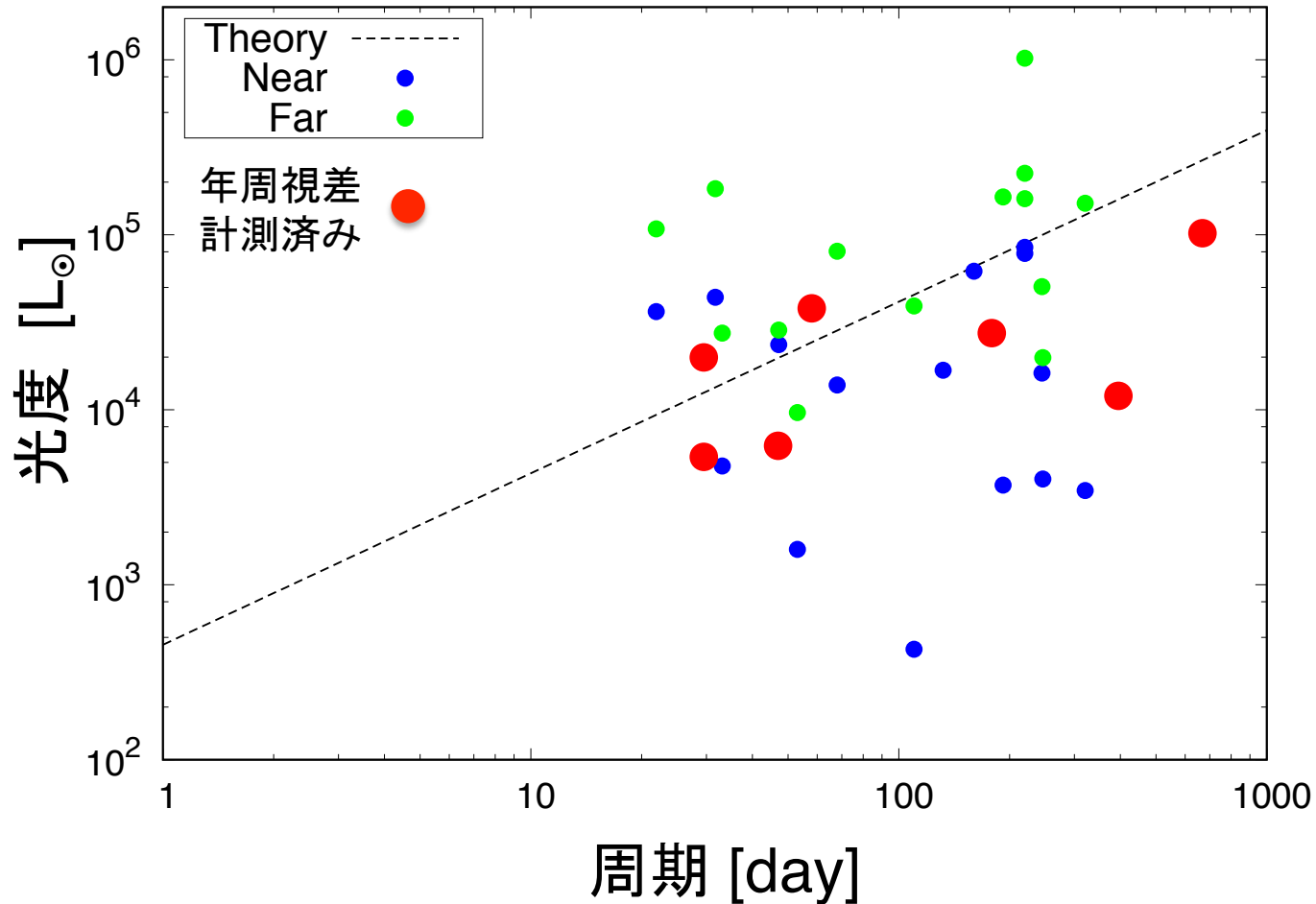
年周視差計測の必要性



年周視差計測の必要性



年周視差計測の必要性



VERA共同利用 & 内部プロジェクト

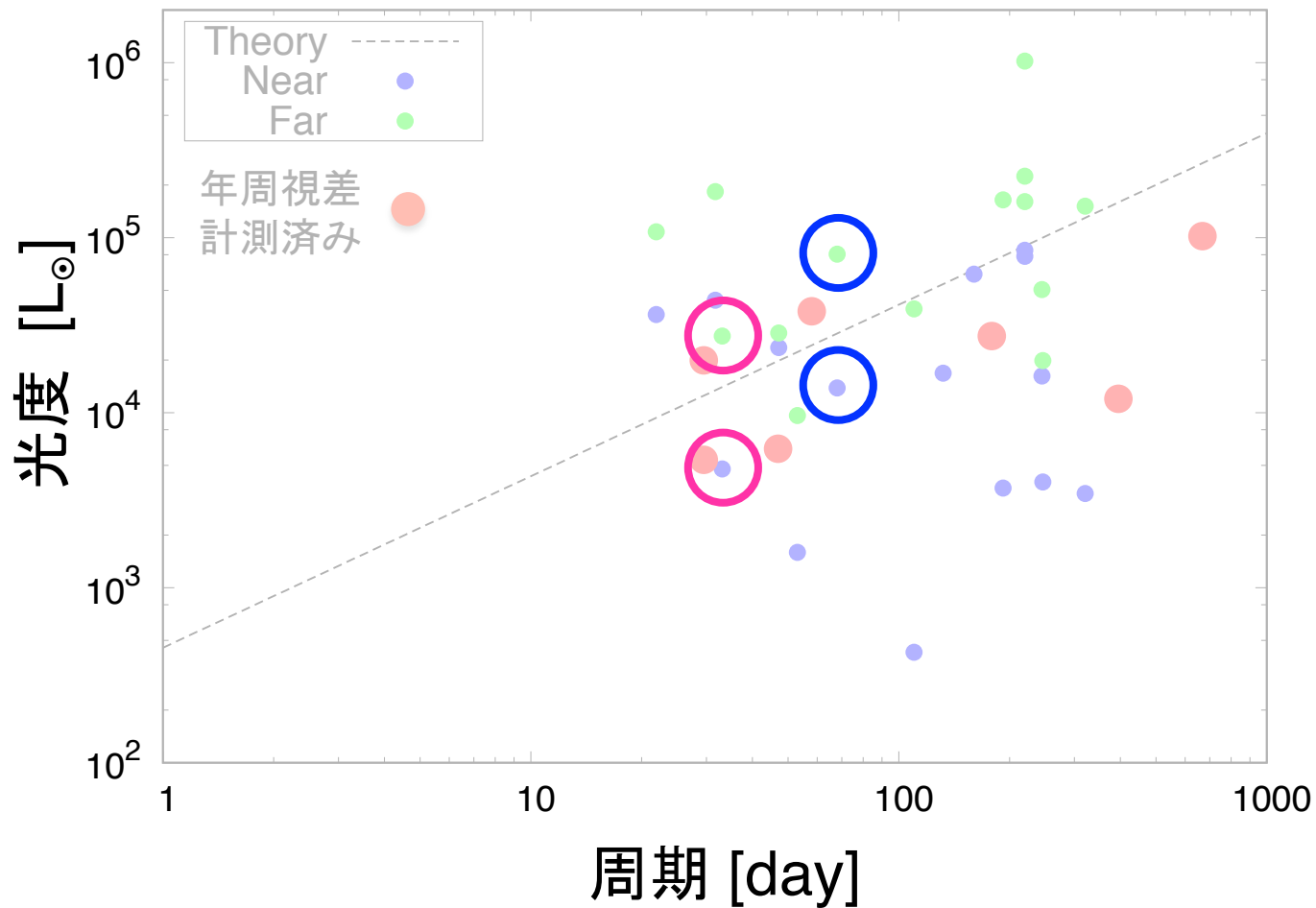
□ VERA共同利用 : 17A-124

- 年周視差計測の実績豊富な水メーザーを活用
- 水メーザー源の絶対座標が干渉計精度で決まっており、かつメタノール源と 0.1 pc 以内で一致
- **G 035.79-00.17** (2017B まで継続) & 036.70+00.09

□ VERA内部プロジェクト観測

- 選出条件を少し緩く設定
 - 水メーザー位置精度が単一鏡精度でもOK
 - 水メーザー非検出の場合も、VERA単一モニターリストに追加
- 計 8天体を選出
- フリンジチェックを通過した **G 037.47-00.11** から開始

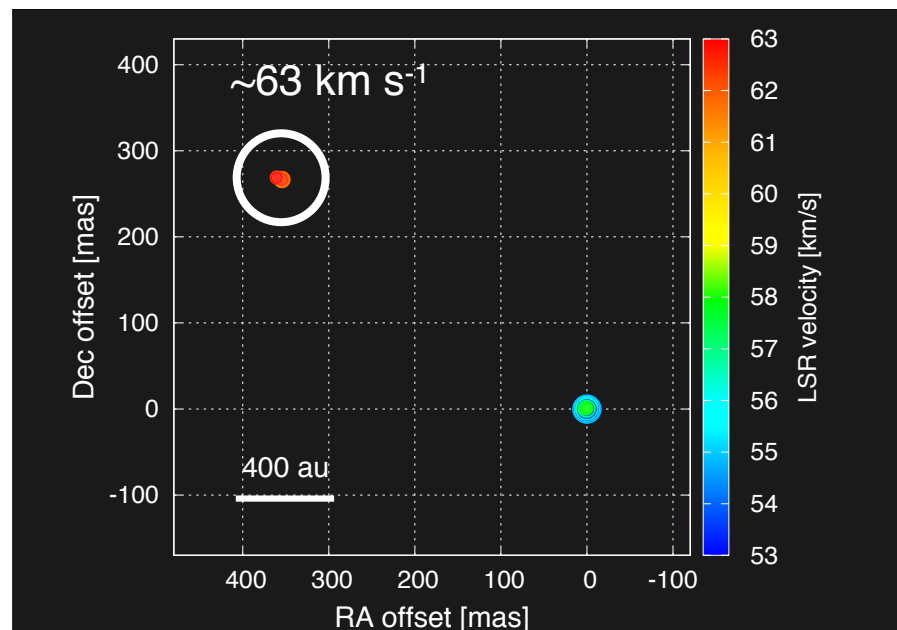
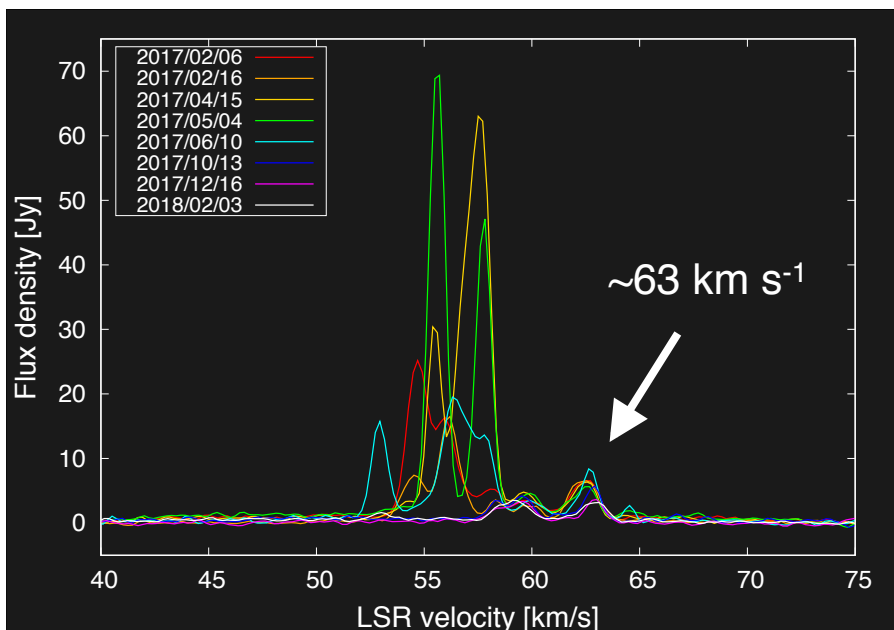
G 035.79 & G 037.47



VERA共同利用 : G 035.79-00.17

Epoch	コード	関連処理	位相補償	備考
1 (2017/02)	R17036B	○	○	水沢 雪 (前半5時間)
	R17047C	○	○	入来 悪天候 (終日) 石垣 運用ミス (前半4時間)
2 (2017/04)	R17105B	○	×	
	R17124C	○	×	
3 (2017/06)	R17160B	○	×	石垣 スケジュールのハングアップ (最後1時間)
	R17161B	○	○	
4 (2017/10)	R17286B	○	○	
5 (2017/12)	R17338A	○	×	小笠原局でビット分布 弱め
6 (2018/02)	R18034A	○	○	

参照レーザースポット: $V_{\text{lsr}} \sim 63 \text{ km s}^{-1}$



- 6エポック全てでトータルパワースペクトル上で確認
- 北東に位置する 2スポットの内のひとつ
 - 北東–南西方向に ~450 mas 空間的に分離

年周視差計測結果

□ 4エポック分のデータで
位相補償に成功

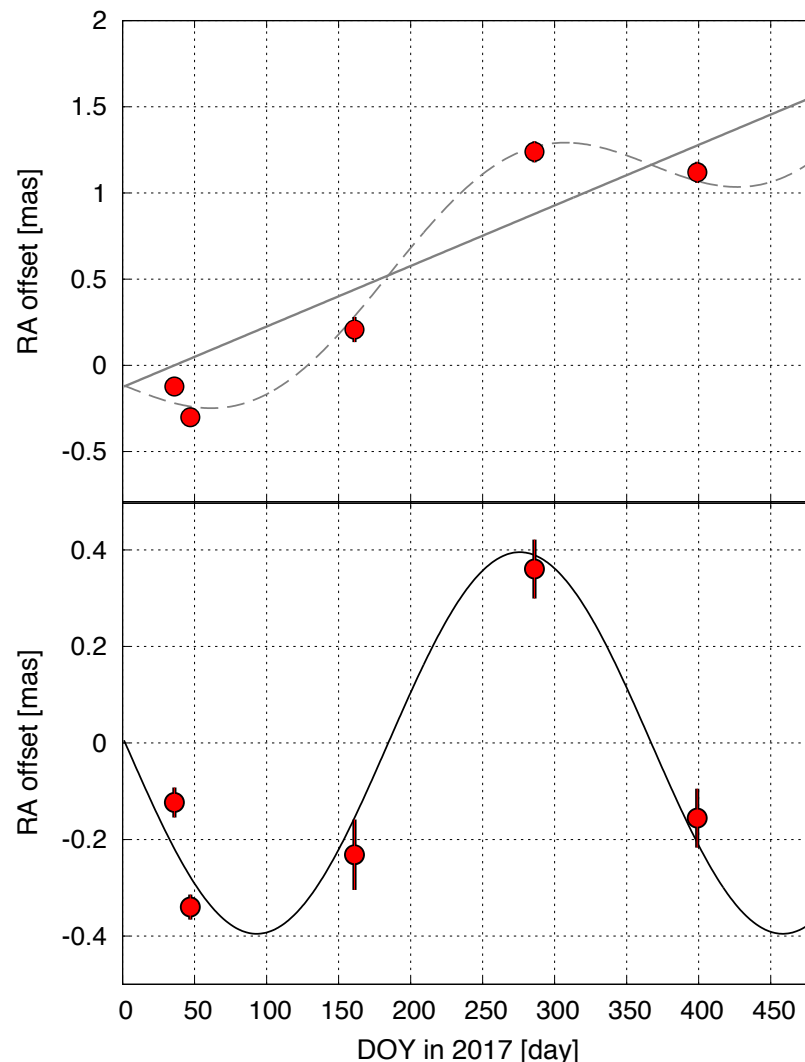
□ 距離 = 2.52 ± 0.88 kpc

□ Near kinematic に相当

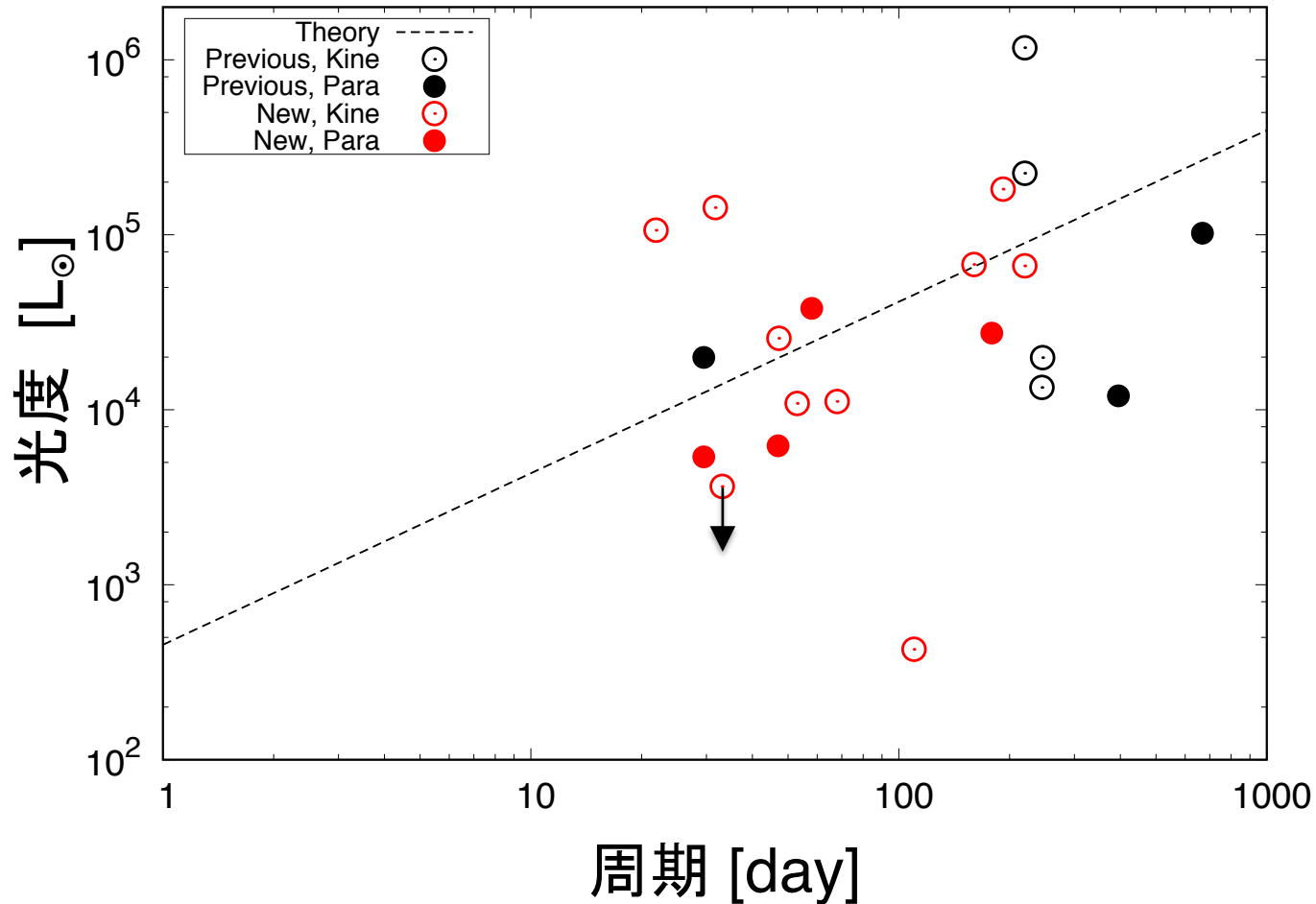
– 3.5 ± 0.4 kpc

– HISA法により near/far
切り分け

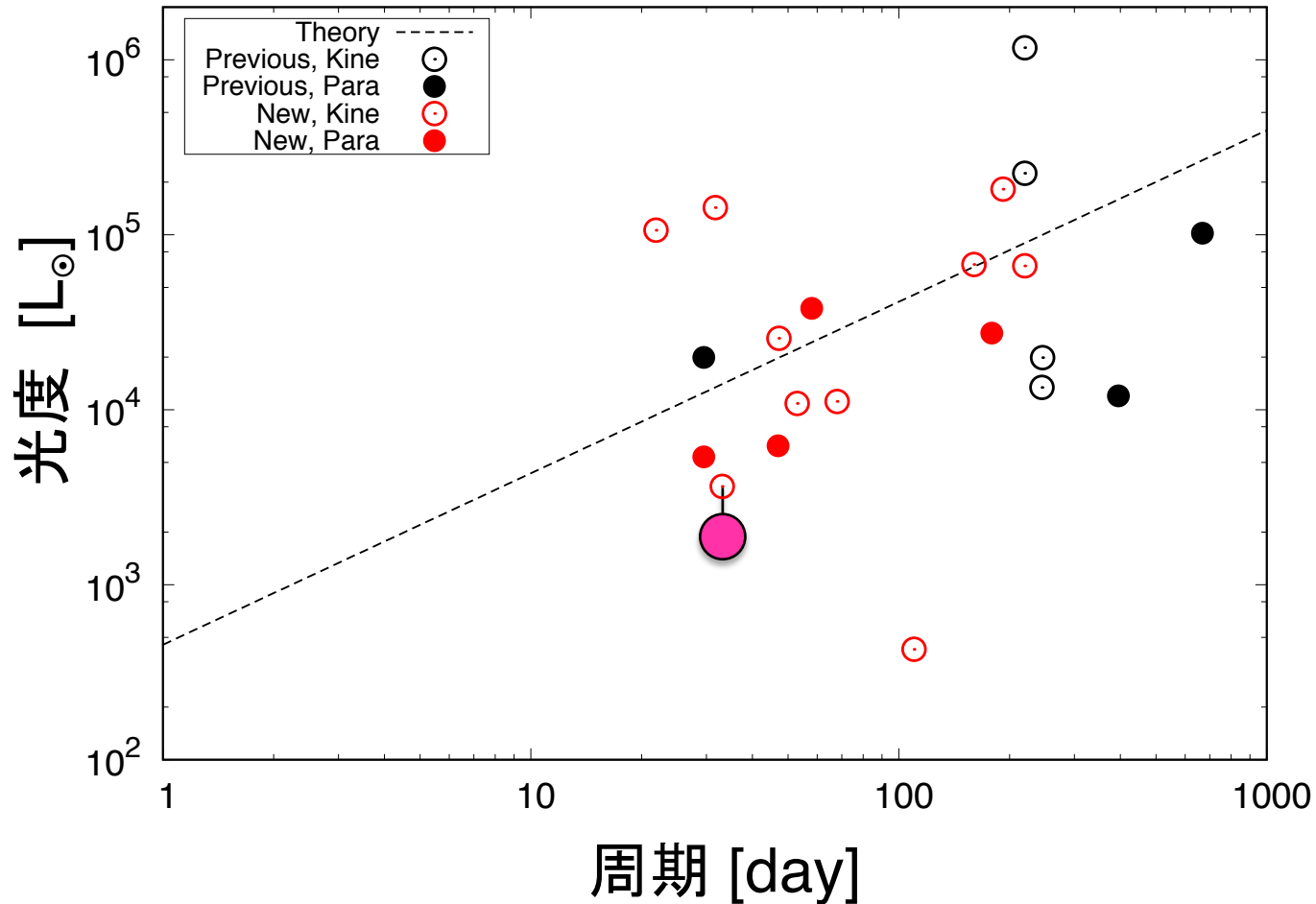
(Green & McClure-Griffiths 11)



周期-光度関係 : 1天体を改訂



周期-光度関係 : 1天体を改訂

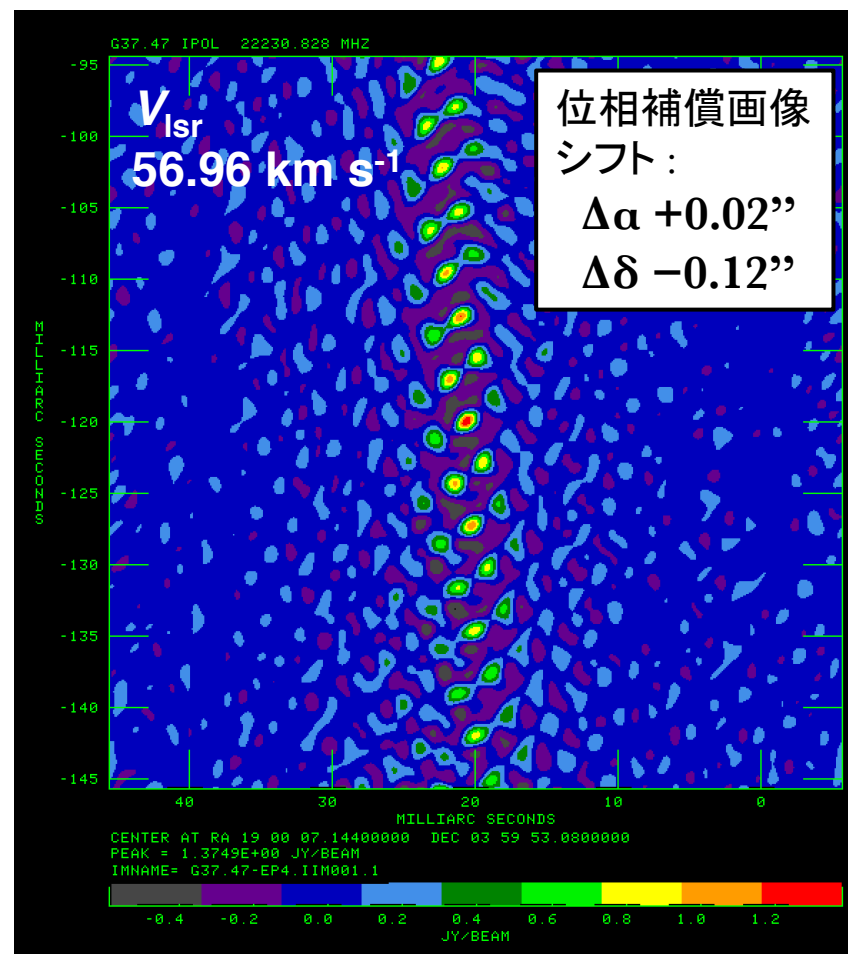


VERA内部 : G 037.47-00.11

□ 2017/11 から開始

- CH₃OHメーザー近傍に位置するスポット検出
 - 最も遠い場合で 1,130 au
- 6月までの3エポック全てで位相補償に成功
- 9月から再開予定

□ 他7天体は、VERA単一鏡によりH₂Oメーザーが検出された後 開始予定



位相補償後の Dirtyイメージ

