

# 2019 GRS(大赤斑)フレーク (GRSとSEBs ringの相互作用)

EPSC-DPS2019-546

The Great Red Spot in 2019 and its unusual interaction with retrograding vortices

Clyde Foster, John Rogers, Shinji Mizumoto, Andy Casely, Marco Vedovato

(海外のアマ4名の方々とコラボ、EPSC-DPS\*2019で発表、今回の報告はそれをベースにしたものです)

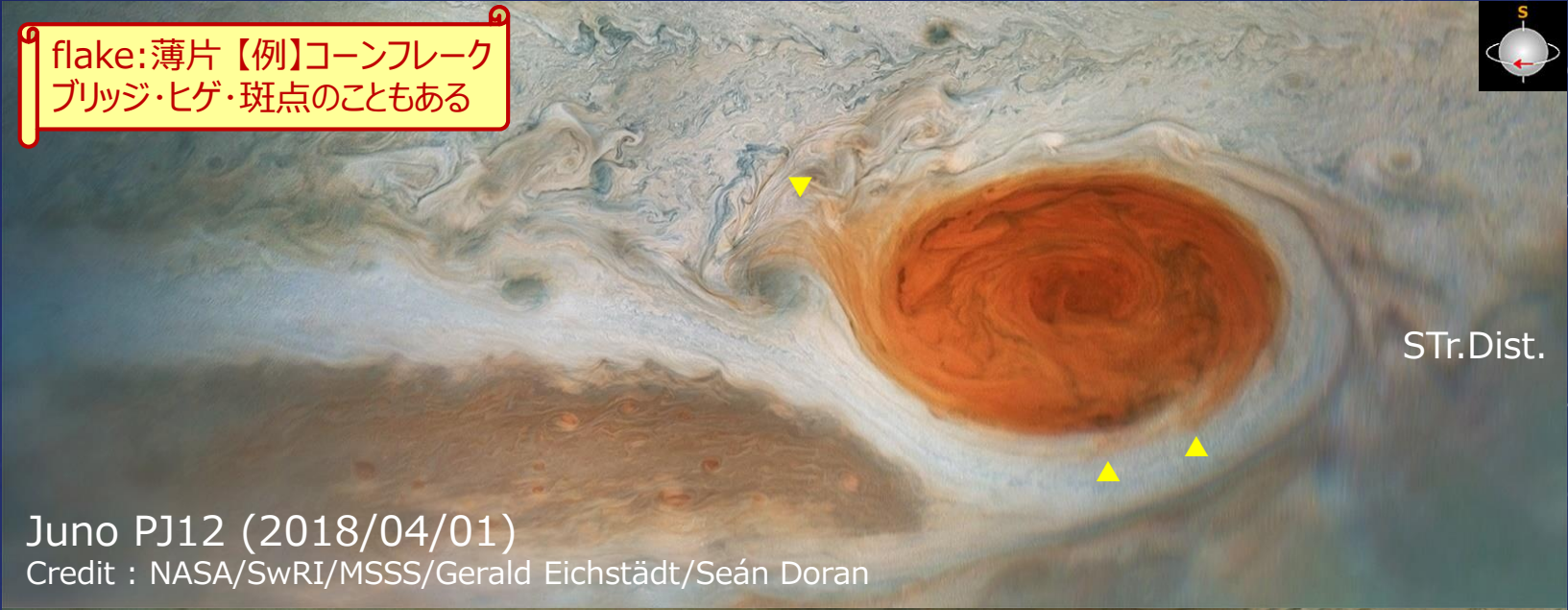
水元 伸二 Shinji Mizumoto

月惑星研究会 ALPO-Japan

\* EPSC : European Planetary Science Congress, Euro Planet Society  
DPS : Division for Planetary Science, American Astronomical Society

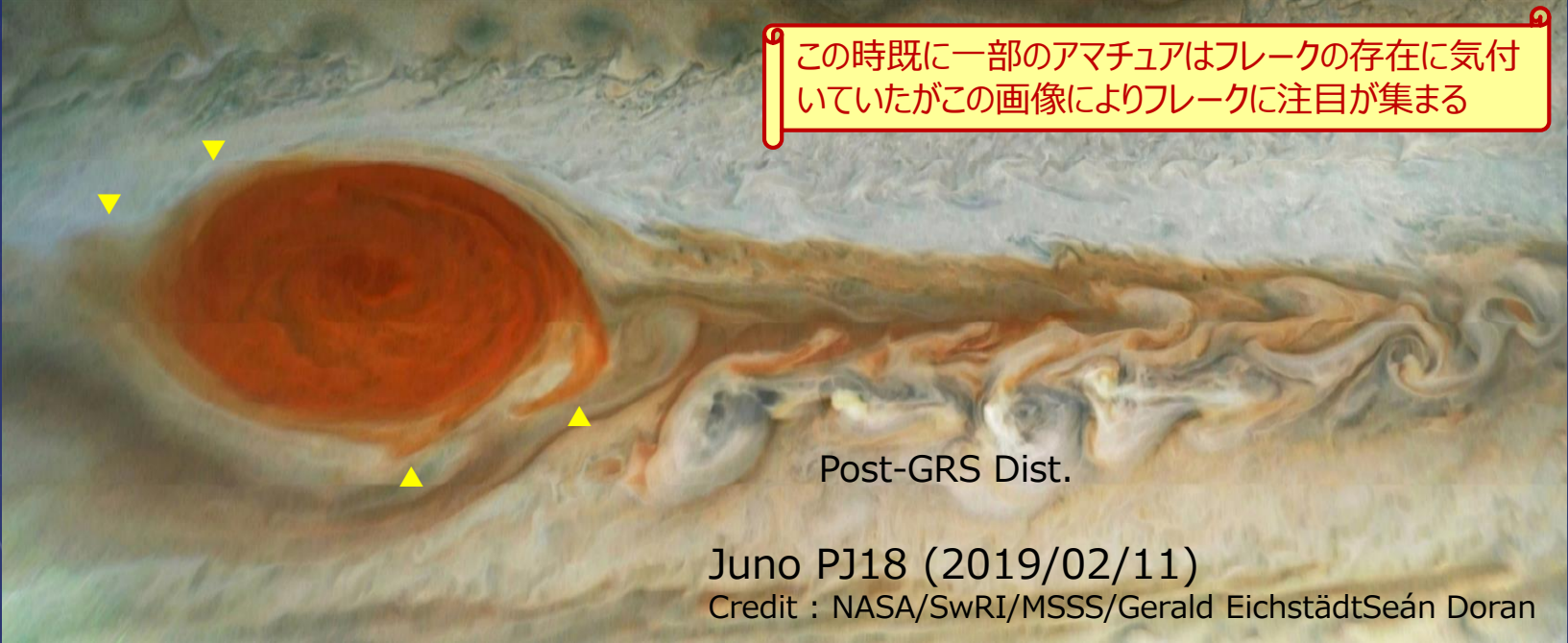


flake: 薄片【例】コーンフレーク  
ブリッジ・ヒゲ・斑点のこともある



Juno PJ12 (2018/04/01)  
Credit : NASA/SwRI/MSSS/Gerald Eichstädt/Seán Doran

この時既に一部のアマチュアはフレークの存在に気付いていたがこの画像によりフレークに注目が集まる



Juno PJ18 (2019/02/11)  
Credit : NASA/SwRI/MSSS/Gerald EichstädtSeán Doran

<RGB>

2019/01/25 C.Foster  
BA



2019/01/26 P.Miles



<CH4>

2019/01/25 C.Foster



2019/01/26 P.Miles



<IR>

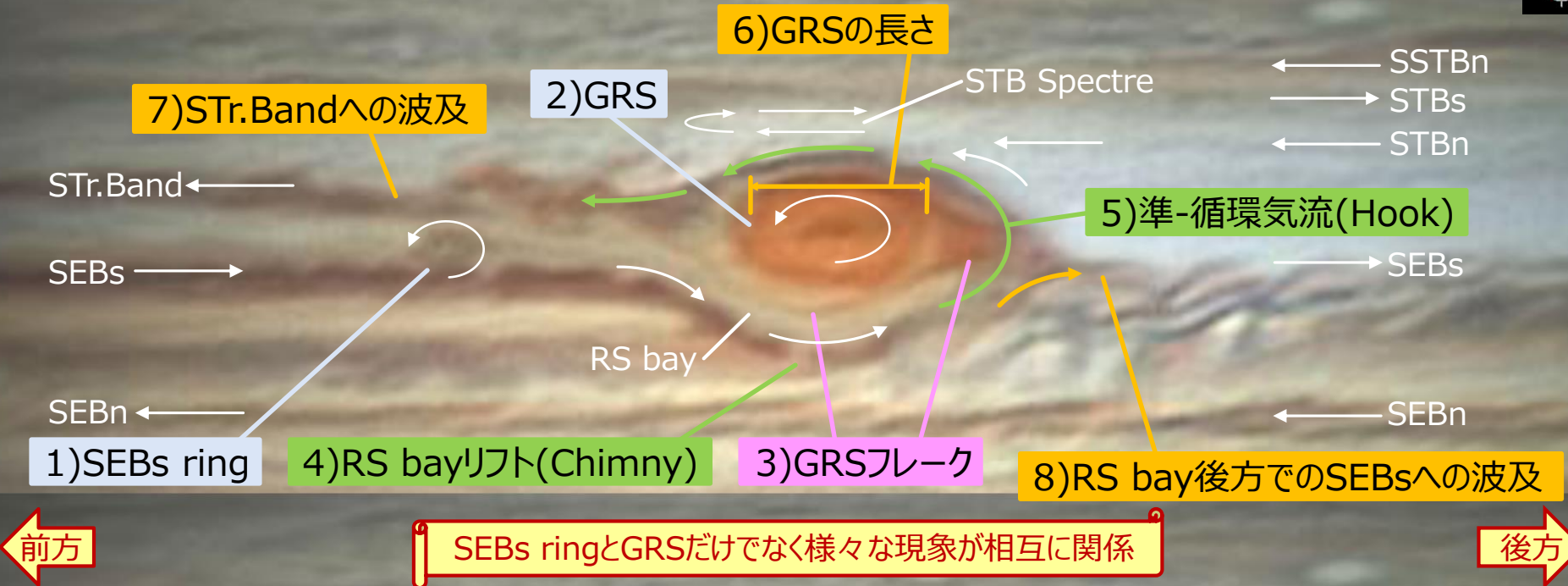
2019/01/26 P.Miles



2019/01/25-26  
2019 Apparition 最初のフレーク画像



<2019/05/27 Christopher Go>





# Jupiter in 2019 Apparition

## GRS flakes and SEBs rings animation

by Shinji Mizumoto @ALPO-Japan

Acknowledgements:

This animation made from images taken by many observers.

I would like to express the deepest appreciation to their contribution.

by Shinji Mizumoto

- シーズン当初はGRS後端でフレーク → 準循環気流形成 → STr.Band濃化・GRS前端でフレーク  
→ 準循環気流消滅 → GRS前端フレーク停止・STr.Band淡化



# Jupiter in 2019 Apparition

## GRS flakes and SEBs rings animation

by Shinji Mizumoto @ALPO-Japan

Acknowledgements:

This animation made from images taken by many observers.

I would like to express the deepest appreciation to their contribution.

by Shinji Mizumoto

- GRS後端で形成されたフレークをGRS前端へ波及させ → GRS前端でもフレークを形成(大規模フレーク活動)
- GRS前端のフレークの一部を前方のSTr.Bandへ波及させ → GRS前方にストリーク形成 → STr.Bandを濃化



# Jupiter in 2019 Apparition

## GRS flakes and SEBs rings animation

by Shinji Mizumoto @ALPO-Japan

Acknowledgements:

This animation made from images taken by many observers.

I would like to express the deepest appreciation to their contribution.

by Shinji Mizumoto

- SEBs ringが次々にRS bayへ進入 → GRS後端でフレーク形成 → GRS前端でフレーク形成
- 赤い雲を前方のSTr.Bandへ供給



# START

## 2019 May 24

by Marco Vedovato (JUPOS Team) 2019/05/24-06/04

- SEBs ringはメタンブライトではない（低い位置に存在）
- フレークはメタンブライト化する（発達に伴い上空へ）
- GRS周辺の上昇気流により上空へ





# Jupiter in 2019 Apparition

## GRS flakes and SEBs rings animation

by Shinji Mizumoto @ALPO-Japan

Acknowledgements:

This animation made from images taken by many observers.

I would like to express the deepest appreciation to their contribution.

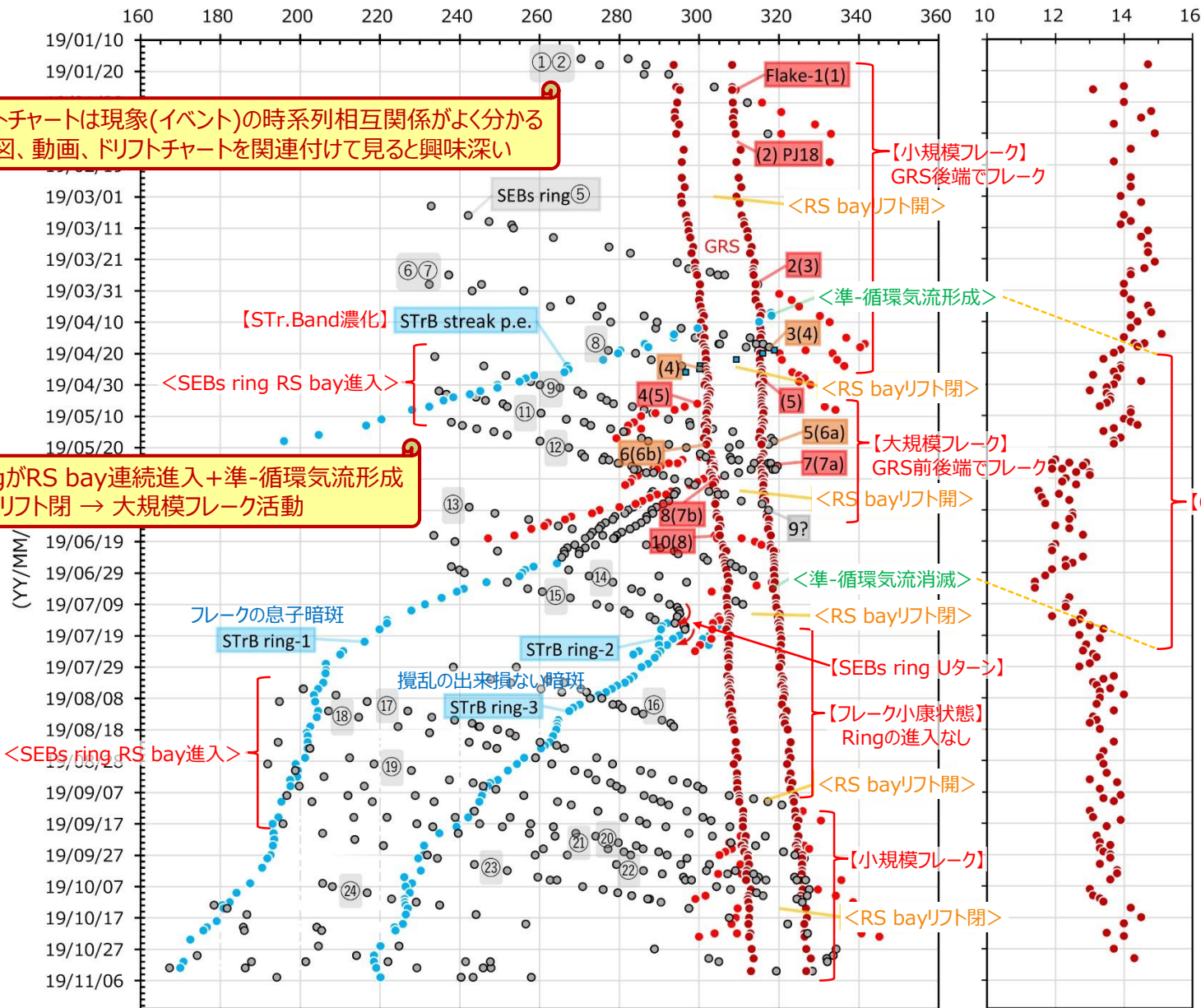
by Shinji Mizumoto

- 準-循環気流の消滅と共にGRSから前方へ向けて淡化（赤い雲の供給停止）
- RS bayへ接近中のSEBs ring → RS bay直前で南へシフト&Uターン → STr.Bandへ ← (STrZから白雲進入?)

by Shinji Mizumoto

2019 SEBs jetstream - STr current drift chart

2019 GRS Length (L2) (deg.)



● ドリフトチャートは現象(イベント)の時系列相互関係がよく分かる  
 ● 展開図、動画、ドリフトチャートを関連付けて見ると興味深い

SEBs ringがRS bay連続進入+準-循環気流形成 + RS bayリフト閉 → 大規模フレーク活動

【GRSの長さ縮小】

フレークの息子暗斑  
 STrB ring-1  
 攪乱の出来損ない暗斑  
 STrB ring-2  
 STrB ring-3

<SEBs ring RS bay進入>

【SEBs ring Uターン】

【フレーク小康状態】 Ringの進入なし

【小規模フレーク】

【小規模フレーク】 GRS後端でフレーク

【大規模フレーク】 GRS前後端でフレーク

【STr.Band濃化】

<SEBs ring RS bay進入>

<RS bayリフト開>

<RS bayリフト閉>

<RS bayリフト開>

<RS bayリフト閉>

<RS bayリフト開>

<RS bayリフト閉>

<RS bayリフト開>

<RS bayリフト閉>

<RS bayリフト開>

<RS bayリフト閉>

<準-循環気流形成>

<準-循環気流消滅>

①②

③④

⑤⑥

⑦⑧

⑨⑩

⑪⑫

⑬⑭

⑮⑯

⑰⑱

⑲⑳

㉑㉒

㉓㉔

㉕㉖

㉗㉘

㉙㉚

㉛㉜

㉝㉞

㉟㊱

㊲㊳

㊴㊵

㊶㊷

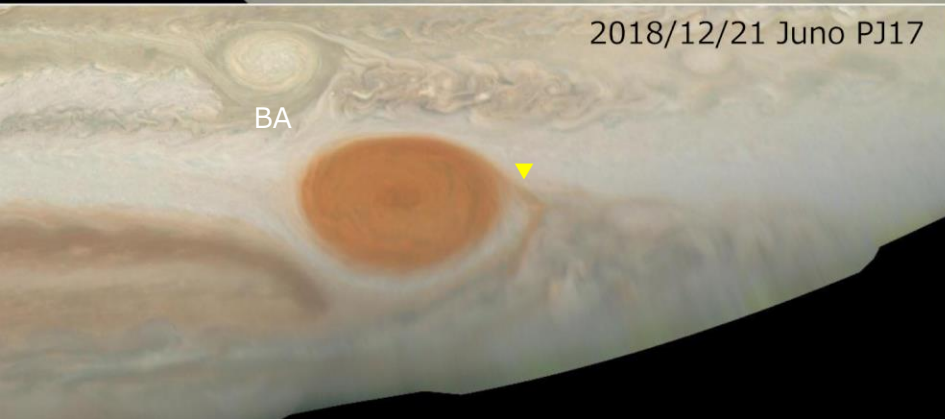
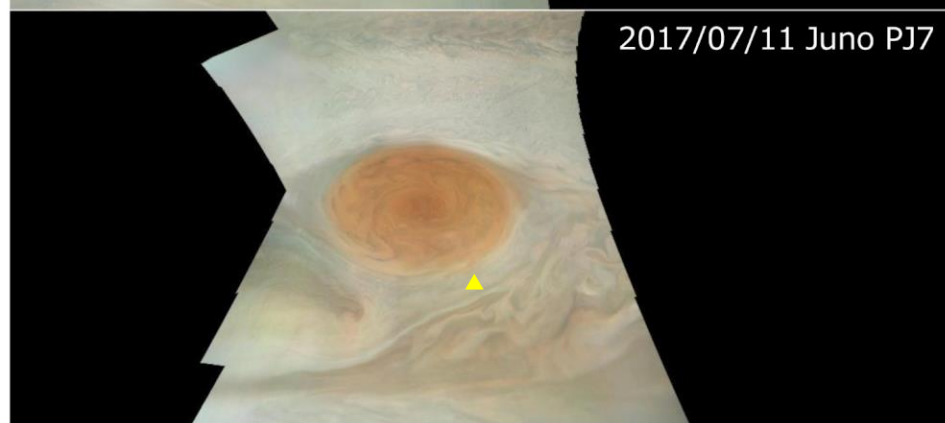
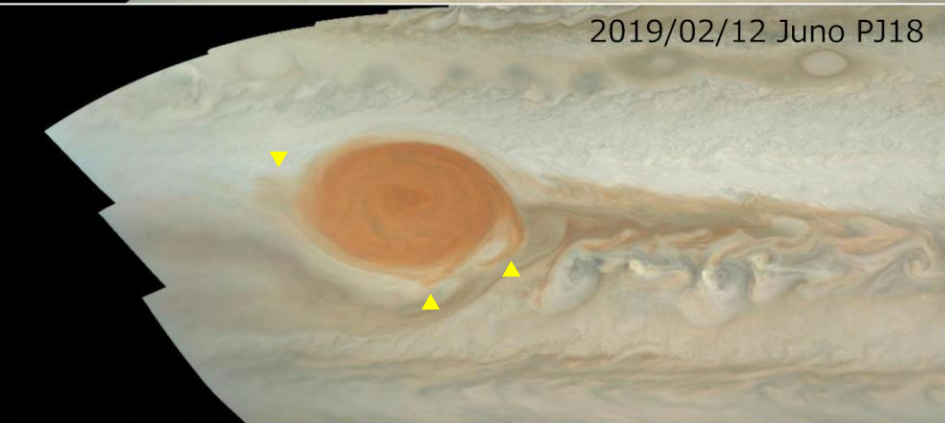
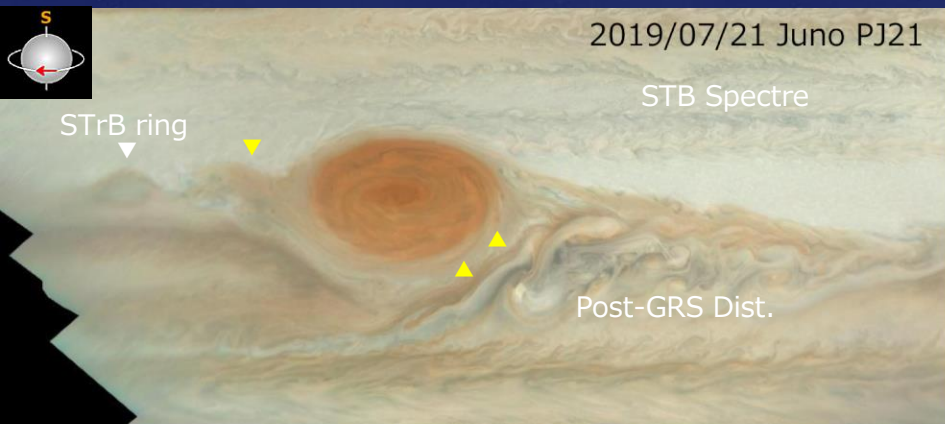
㊸㊹

㊺㊻

㊼㊽

㊾㊿

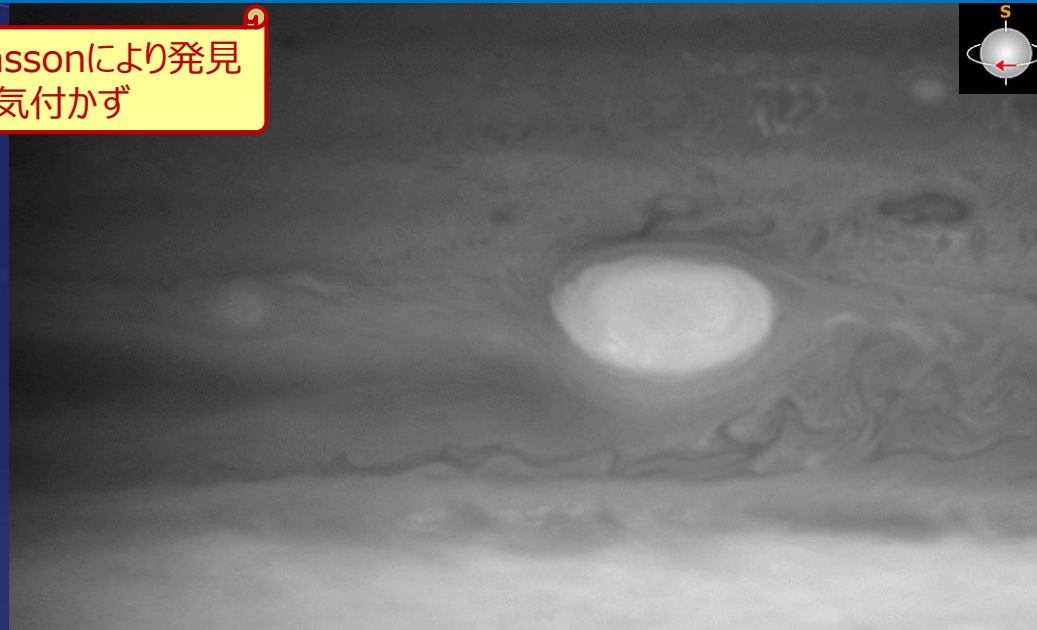
㊿



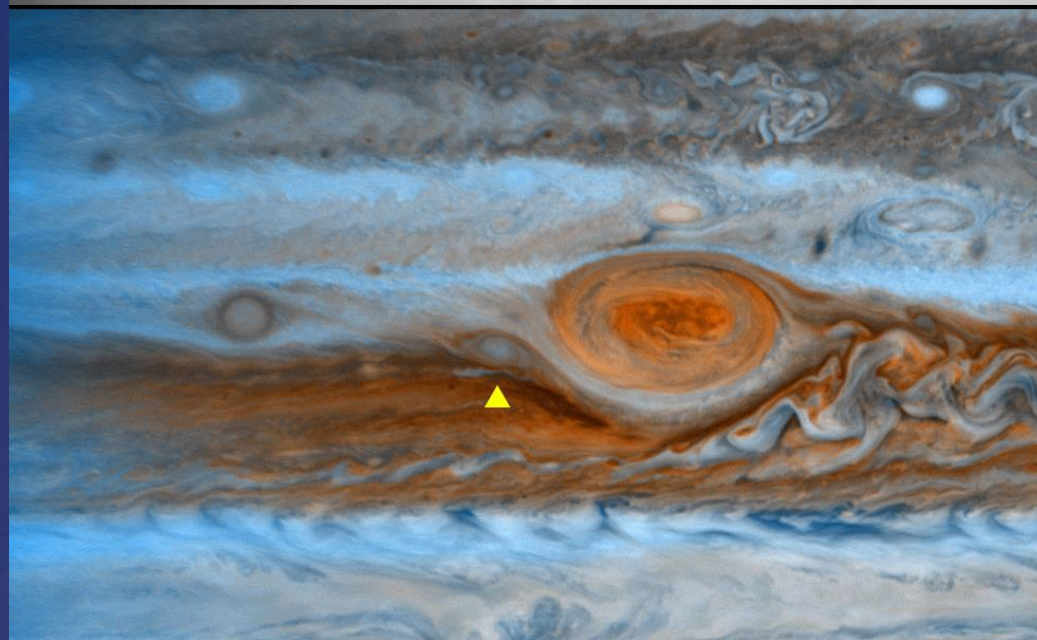
小規模なフレークは頻繁に形成

JPL Photojournal PIA23436  
Images: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MISSS  
Image processing: Björn Jónsson

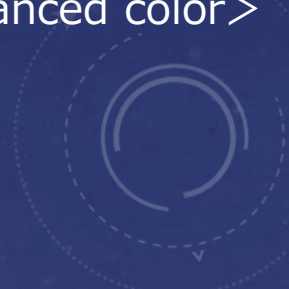
- 2019年 Björn Jónssonにより発見
- 2000年当時は誰も気付かず



<CH4>



<Enhanced color>





GRSがフレークを巻き取っている!!



流れの方向に  
注意

流れの方向に  
注意

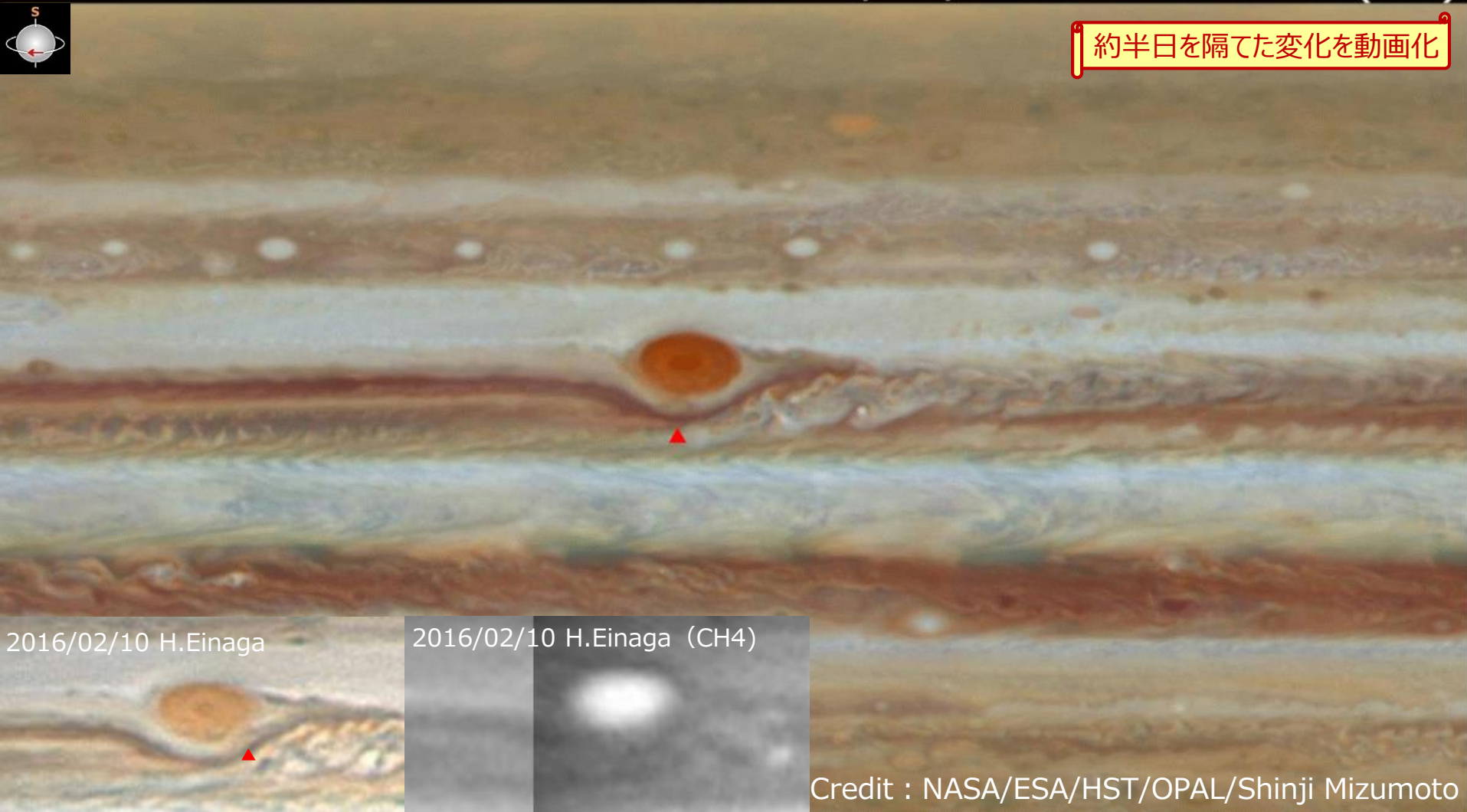
GRS外周部：回転方向に対して後方になびく雲

Credit : NASA/SwRI/MSSS/Gerald Eichstädt/Seán Doran

A:2016/02/09 09:35-18:04(UT)



約半日を隔てた変化を動画化



Credit : NASA/ESA/HST/OPAL/Shinji Mizumoto

- SEBs ringがRS bayを通過中
- SEBs ring ▲の変形と、その西側 (右)でフレーク ↓ が形成されつつあることに注意

\* HST:Hubble Space Telescope, OPAL:Outer Planet Atmospheres Legacy

## 1) GRS

- 高気圧的渦(南半球：反時計周り)
- **メタンブライト**(上空まで存在)

## 2) SEBs ring

- 高気圧的渦(南半球：反時計周り)
- L2=40~80°で発生、SEBs jetstreamに乗って後退
- **メタンブライトではない**(GRSより低い位置に存在)

相互作用

形成

## 3) GRSフレーク

- 赤色で多くはGRS回転方向と逆向きに『なびく』ような形状
- 発達に伴い**メタンブライト化**(上空まで到達)
- 2019/01/25 **GRS後端に形成**(GRSの赤い膨らみ)
- 赤い雲は時間と共に一部はGRSの回転に伴って前方へ波及、他の一部は後方のSEBsへ拡散
- 準-循環気流が形成(2019/4月上旬)されるとGRS後端の赤い雲の大部分が前方へ波及、**GRS前端でもフレーク形成**

## フレーク活動の影響

## 6) GRSの長さ変化

- 準-循環気流が形成され、フレーク活動が大規模化した頃：2019/4下旬)から**GRS長径が縮小**
- 大規模フレーク活動の影響(GRSがSEBs ringにより削られた?)
- 準-循環気流が消滅した頃(2019/7月上旬)から徐々に**回復**

## 7) STr.Bandへの波及

- GRS前端に形成されたフレークの一部は準-循環気流によりSTr.Bandへ供給
- GRS前方に赤味を帯びたストリーク形成 → **STr.Bandを濃化**
- 準-循環気流の消滅と共に**GRSから前方へ向けて淡化**(赤い雲の供給停止)

## 8) RS bay後方でのSEBsへの波及

- 2019/4中旬まではGRS後端フレークの一部が**SEBsへ拡散**
- 準-循環気流が形成された頃から**後方への拡散は見られず**

## フレーク活動へ影響

## 4) RS bayリフト(Chimney)開閉

- 2019/6月上旬、閉じていた**RS bayリフトが開く**
- RS bayを通過する**SEBs ring**がリフトから一部漏れ出す? → GRS後端で形成される**フレークの規模が縮小**

?

## 5) 準-循環気流(Hook)の形成と消滅

- 2019/4月上旬形成
- GRS後端で形成された**フレークをGRS前端へ波及**させ → GRS前端でもフレークが形成
- GRS前端のフレークの一部を前方の**STr.Bandへ波及**させ → GRS前方にストリークを形成 → STr.Bandを濃化
- 2019/7月上旬消滅
- GRS前端でのフレーク活動が弱まる

&lt;1)-②GRSフレーク関連現象と周辺の帯流 参照&gt;

## <結 論>

- 過去の観測記録や探査機・HSTの画像を調査  
→ 小規模なフレークは頻繁に形成されているが、地上からの観測では捉えられなかったと思われる。近年の高解像画像で観測可能になり詳細が明らかになりつつある
- 2019年のような大規模フレーク活動は過去には見当たらない
- フレークはGRSとSEBs ringの相互作用により形成されるが、  
①SEBs ringがRS bayへ進入(短期間に連続)した、②準-循環気流が形成された、  
③RS bayリフトが閉じた状態  
→ 上記3点が大規模フレーク活動に大きく寄与していると思われる
- 今後もGRSとSEBs ringの相互作用に関して、観測・解析、過去の記録調査が必要
- フレーク活動に伴うGRS長径の一時的な縮小と回復は、GRSの長期的長径変動とは別のものと思われる

- 海外のアマチュアの方々とのコラボは、刺激的でとても良い経験になった
- EPSC-DPS2019での発表は反響も大きく、海外のプロの方々からも問い合わせが来ている
- 現在のアマチュア画像は高精細でプロも注目。プロとアマチュアのコラボの推進が期待される

## <謝 辞>

観測報告を頂いた皆様、資料を提供頂いた皆様に感謝致します



# The End

水元 伸二 Shinji Mizumoto

月惑星研究会 ALPO-Japan