



2021-22シーズンの木星面

(Jupiter in 2021-22 Apparition)

東亜天文学会木土星課／月惑星研究会

堀川 邦昭

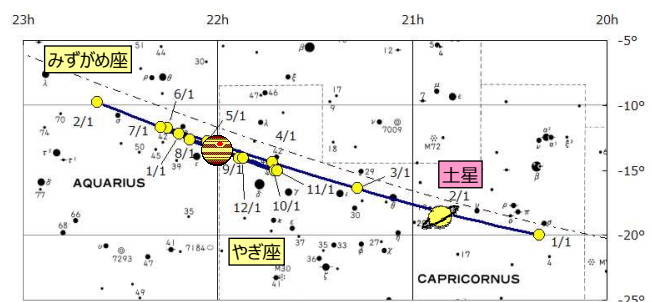
第44回木星会議 セッション資料



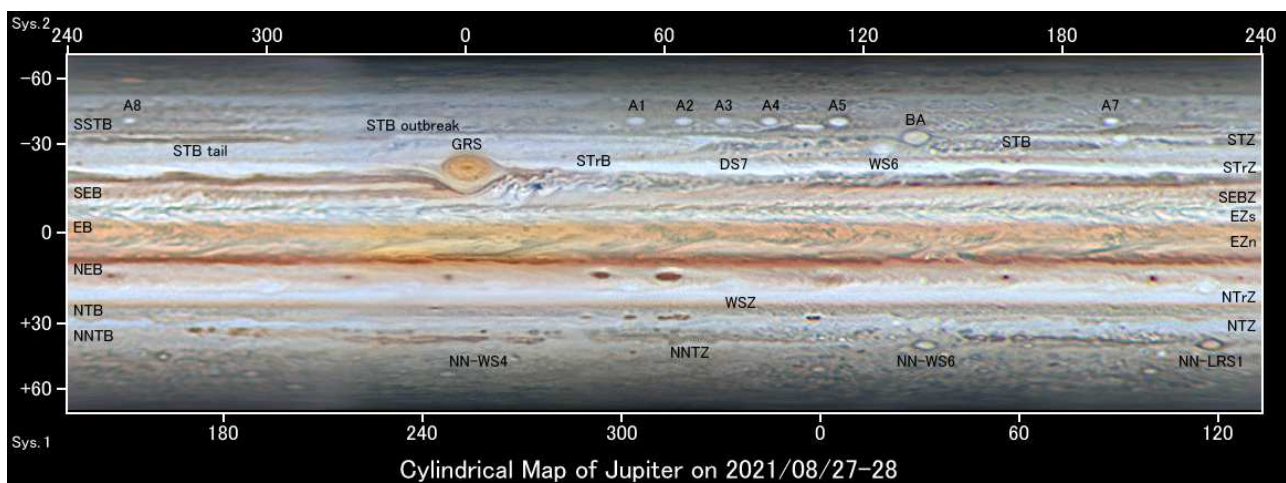
2021-22シーズンの木星面

2021-22シーズン (2021-22 Apparition)

やぎ座 → みずがめ座	合	2021年	1月29日
赤緯 -13°	西矩		5月26日
高度 43°	衝		8月20日
視直径 49秒	東矩		11月21日
	合	2022年	3月5日



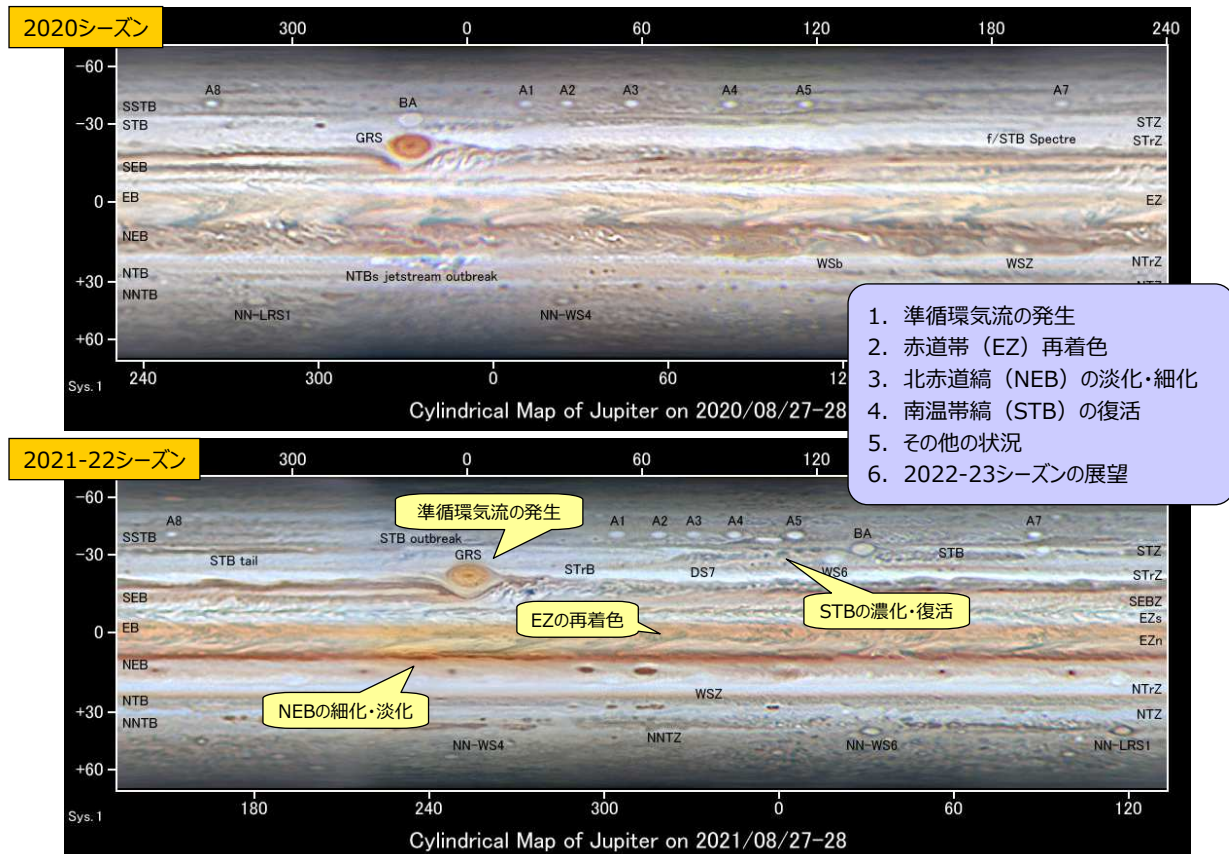
8/27～28の全面展開図



Cylindrical Map of Jupiter on 2021/08/27-28

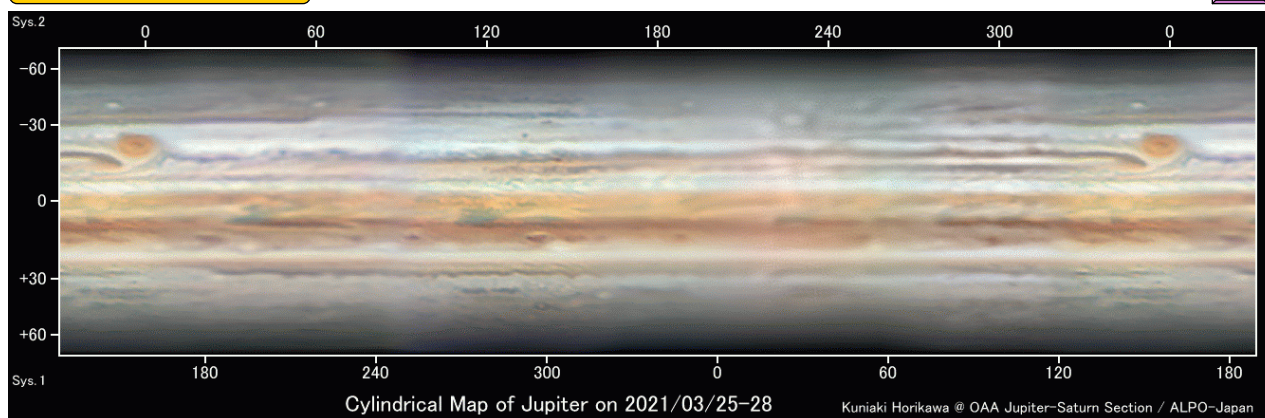
撮像 : Teruaki Kumamori Satoshi Ota, Isao Miyazaki

前シーズンからの変化



2021-22シーズンの木星面

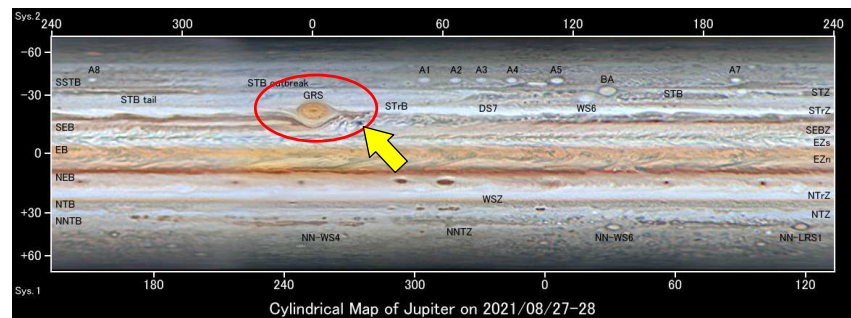
木星面のパラパラアニメ



- 2021年3月25日から12月24日までの画像から、5～10日間隔で39枚の全面展開図を作成し、GIFアニメ化した。
- 各画像の観測日時における第2系の経度を基に展開したので、第1系の模様については、数度～十数度の誤差がある。
- 観測者は以下の通り（敬称略）

石橋力 (神奈川)	Anthony Wesley (Australia)	Jean-Luc Dauvergne (France)
伊藤了史 (愛知)	Christophe Pellier (France)	Jose Luis Pereira (Brazil)
井上修 (大阪)	Christopher Go (Philippines)	Lucas Magalhaes (Brazil)
大杉忠夫 (石川)	Clyde Foster (South Africa)	Lucca Schwingel Viola (Brazil)
大田聡 (沖縄)	Cristian Fattinanzi (Italy)	Mark Lonsdale (Australia)
岡村修 (兵庫)	Damian Peach (UK)	Niall MacNeill (Australia)
熊森照明 (大阪)	Eric Sussenbach (Curacao)	Tiziano Olivetti (Thailand)
栗栖茂 (香川)	Fabio Carvalho (Brazil)	Trevor Barry (Australia)
鈴木邦彦 (神奈川)	Gary Walker (USA)	Vincenzo della Vecchia (Italy)
宮崎勲 (沖縄)	Guan Zhong Wang (Taiwan)	Vinicius Mansano Martins (Brazil)
Andy Casely (Australia)	Ioannis A. Bouhras (Greece)	Vlamar da Silva Junior (Brazil)

1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯 (EZ) 再着色
3. 北赤道縞 (NEB) の淡化・細化
4. 南温帯縞 (STB) の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望



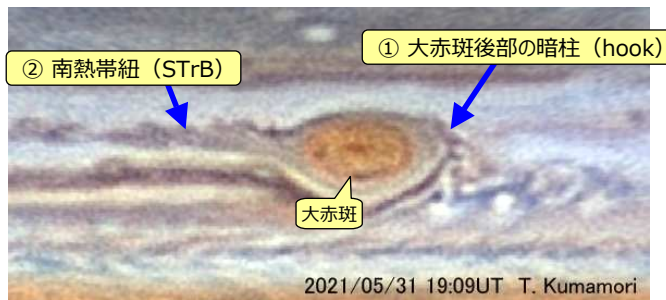
準循環気流の形成と南熱帯紐 (STrB) の発達



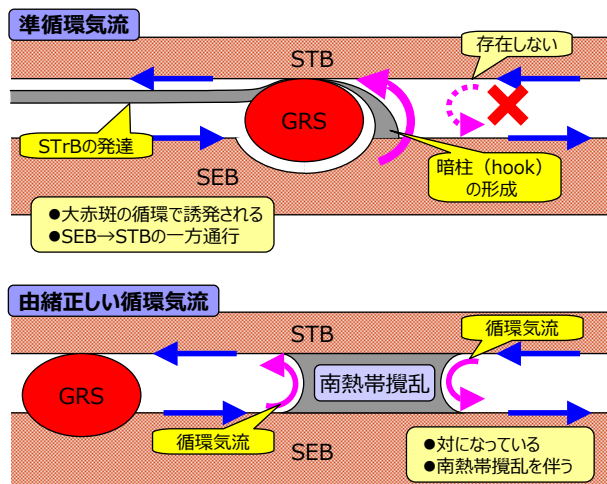
- 2021年2月末～3月初め、大赤斑南部に暗いアーチがかかり、前方に長い南熱帯紐 (STr. Band = STrB) が発達していることが判明。
- 大赤斑周辺の前シーズン最後の観測 (2021年1月3日、Foster氏) では、異常は見られなかった。
- 合の間に大赤斑後部にSEBsとSTBnのジェットストリームをつなぐ準循環気流が形成された。
- 準循環気流の発生とSTrBの形成は、2019年4月以来、2年ぶり。



準循環気流とは？



- SEBsの後退ジェットストリームとSTBnの前進ジェットストリームが大赤斑後部で結合する現象。
- 大赤斑後部に形成される特徴的な暗柱 (hook) により、SEBsの暗物質がSTBnへと流れ込み、大赤斑前方に南熱帯紐 (STrB) を発達させる。
- 南熱帯攪乱 (STr. Disturbance) に伴う由緒正しい循環気流 (Circulating Current) とは、以下の点で異なる。
 - ① 発生場所は大赤斑後部のみ。
 - ② 流れはSEBs→STBnへ的一方通行。
- 同様の現象は数年おきに発生。前回は2019年 (下表)。



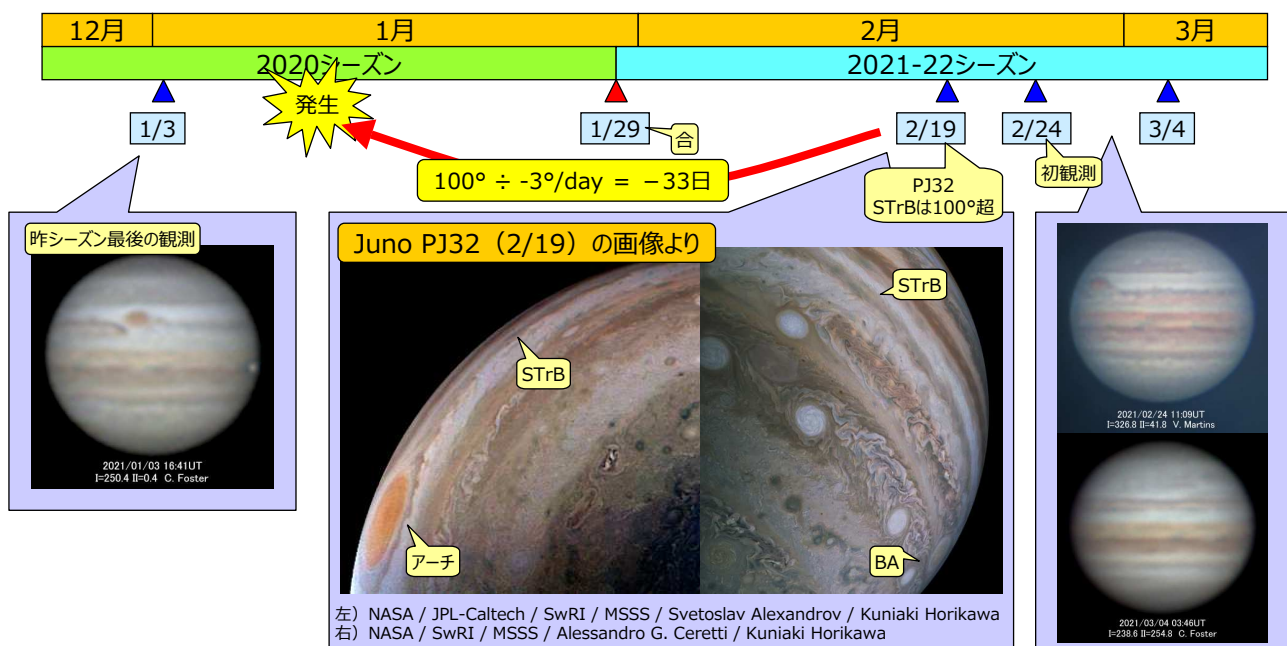
発生年月	期間	関連する現象
2011年2月	15か月 *	5月、STr. Dislocation
2014年8月	6か月	
2017年7月	4か月 *	10月、南熱帯攪乱
2019年4月	3か月	5～6月、フレーク活動による大赤斑縮小
2021年1月 *	6か月	

*は不正確

準循環気流は大赤斑のフレーク現象を増強する

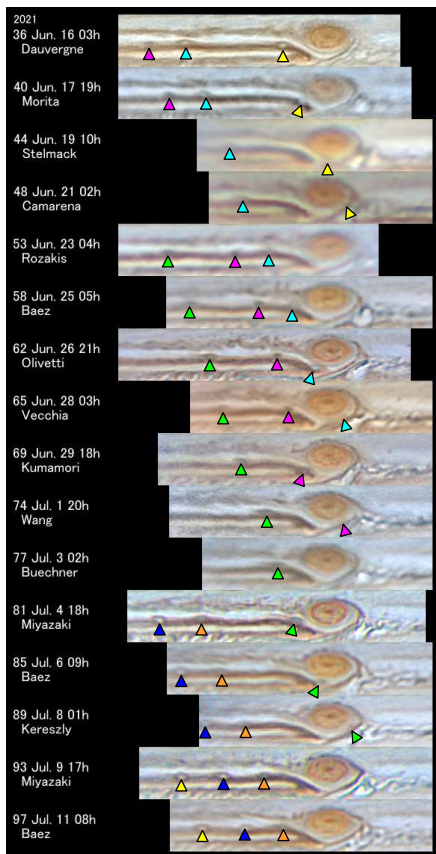


発生時期の考察

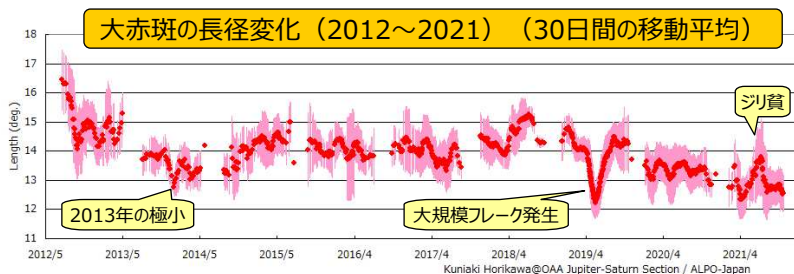


- 前シーズン最後の観測 (1月3日) の時点では異常は見られなかった。
- 2月19日にはJunoのPJ32があり、画像では大赤斑の南にアーチがかかり、前方にSTrBが伸びているのが確認できる。STrBはBA北に達していて、すでに長さ100°以上に達していた。
- STrBの伸長速度は-3°/day前後なので、発生時期はひと月以上前 (100° ÷ -3°/day = -33日) の1月前半と見積もられる。
- シーズン直後に大赤斑と会合したリング暗斑が発生の引き金かもしれない。または、その時点で異常が起きかけていた可能性もあり。

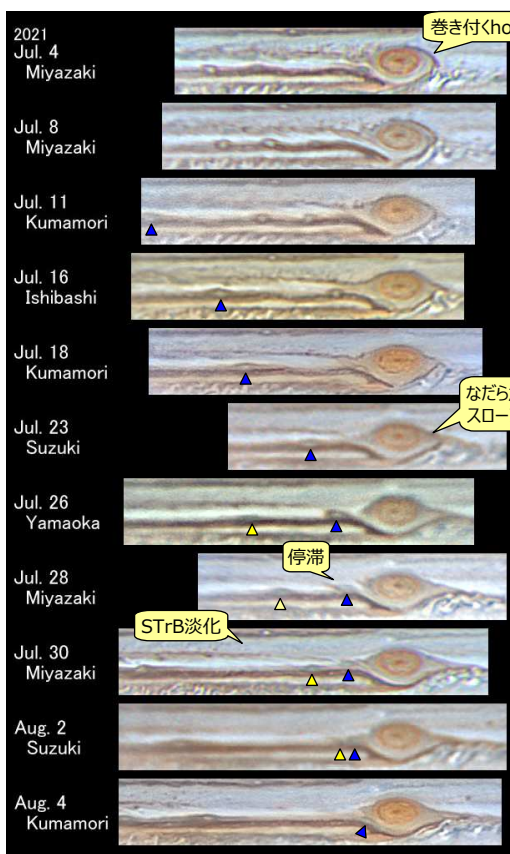
準循環気流によりフレーク現象が活発化



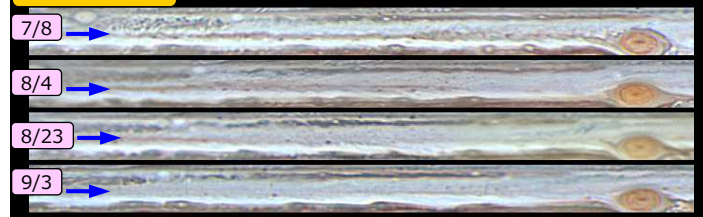
- SEB南縁には+4°/dayで後退するジェットストリーム暗斑が大量にあり、5〜6日おきにRS Bayに進入していた。
- 暗斑は大赤斑を周回しながら小規模なフレークを発生させ、STrBに暗物質を供給。
- 結果として大赤斑は縮小が進み、シーズン平均で12.9°と最小レベルとなった。オレンジ色は維持していたが、赤みと濃度は落ちた。



準循環気流の消失とSTrBの淡化

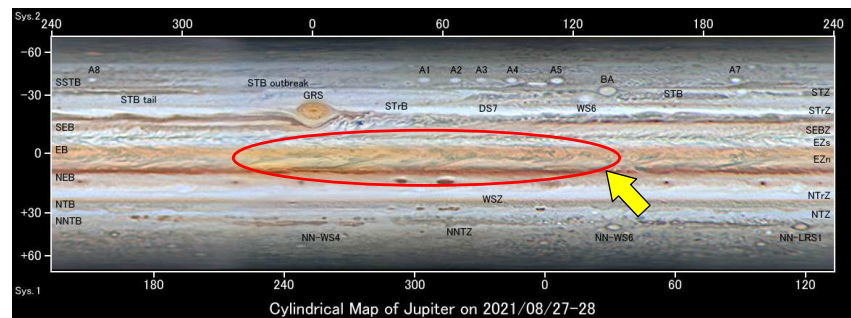


STrBの淡化



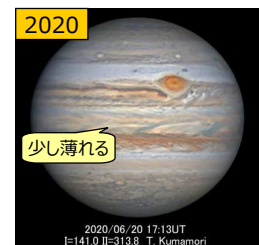
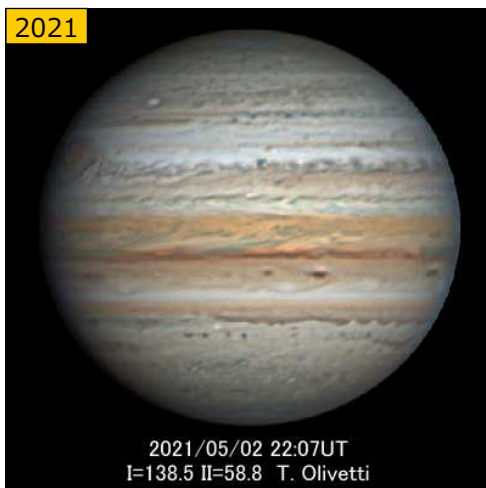
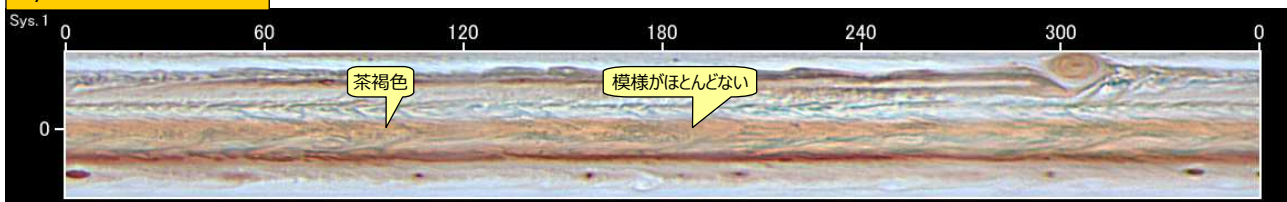
- 大赤斑に巻き付くように立ち上がっていた暗柱(hook)が、7月中旬になだらかなスロープに変化、準循環気流のSEBs→STrBへの流れが途絶えた。
- 大赤斑前方に伸びるSTrBは急速に淡化、現在は木星面の約半周で淡い組織に衰えた。
- 7月下旬にSEB南縁の後退暗斑が大赤斑直前で淡化中のSTrBに引き寄せられて停滞。2019年の「攪乱の出来損ない暗斑」の再現かと思われたが、Uターンならず、RS Bayに流れ込んでしまった。
- 大赤斑周囲には小規模な暗部が残ったが、その後消失した。

1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯（EZ）再着色
3. 北赤道縞（NEB）の淡化・細化
4. 南温帯縞（STB）の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望



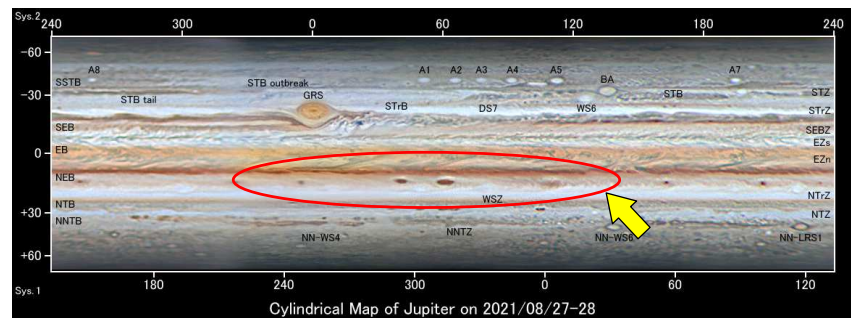
赤道帯（EZ）が再び着色・暗化

9/3～4の I 系展開図

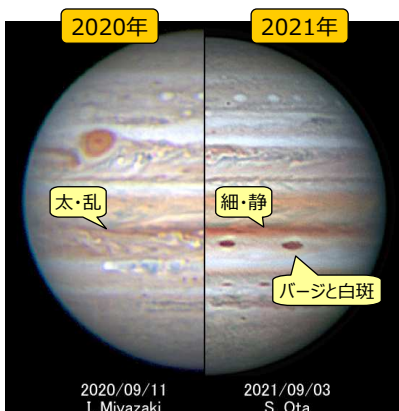
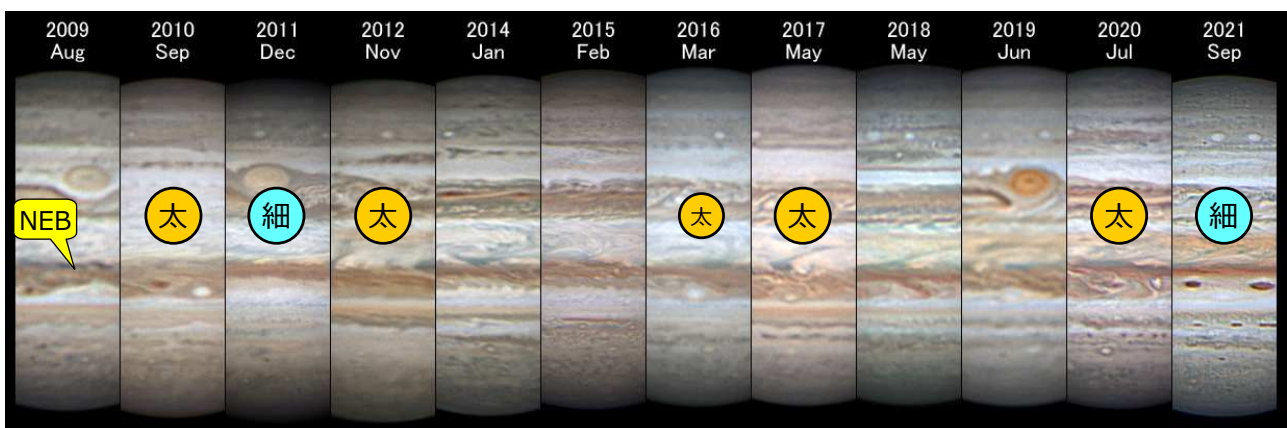


- EZ北部が強い茶褐色に色づいている。
- EZの着色現象は2019年に発生し、昨年はやや薄れていたが、再び濃くなった。着色の程度は2019年を上回っていて、かなり薄暗く見える。
- 細いEZ南部は明るく、通常のゾーンである。
- 通常NEB南縁に見られる青黒い暗部はほとんどなく、festoonも貧弱なものばかりで、着色だけでなく、不活発である。
- EZの着色現象は近年では珍しく、2012年以来9年ぶりで、着色が2年以上続くのは約30年ぶり。また、festoonなどがほとんど見られない不活発な状態は2010年以来11年ぶりである。

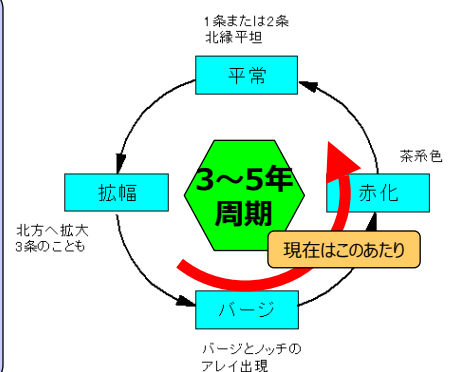
1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯（EZ）再着色
3. 北赤道縞（NEB）の淡化・細化
4. 南温帯縞（STB）の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望



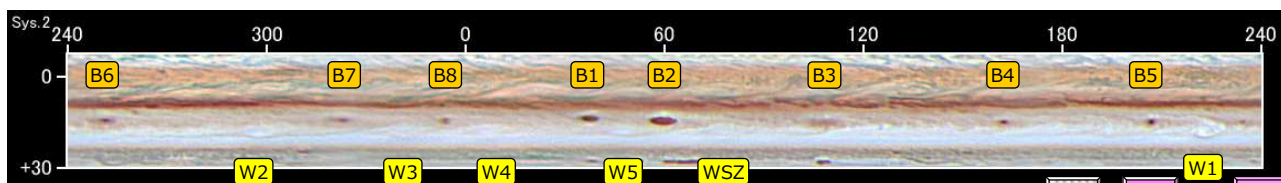
北赤道縞（NEB）の活動サイクル



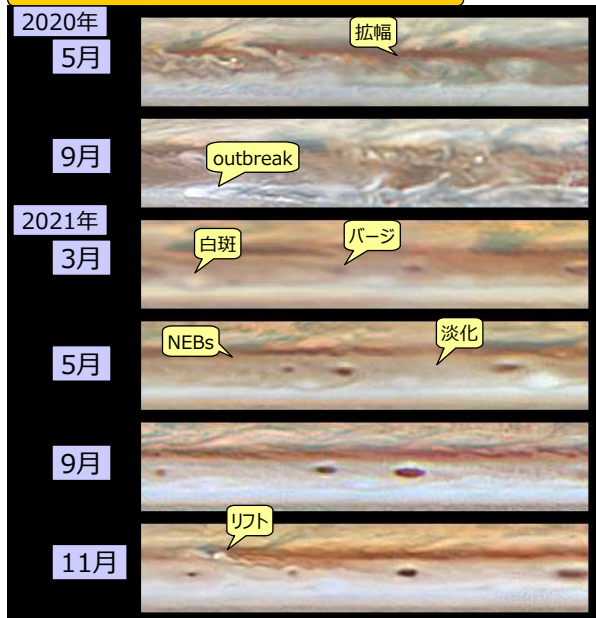
- NEBの太さは3～5年周期で変化し、NEBの活動サイクルと呼ばれる。
- ベルト幅の変化は、NEB北縁の濃化／淡化によって起こり、過去12年で4.5回の拡幅が観測された。
- 拡幅後は通常の太さに戻るが、2011年には北縁だけでなく、中央部分も淡化して、ベルトが極めて細くなった。
- 淡化（細化）したNEBが濃化復活する現象（NEB Revival）は、近年では上記の一例のみ。
- 今年（2021年）は10年ぶりにNEB本体の淡化が観測され、注目された。



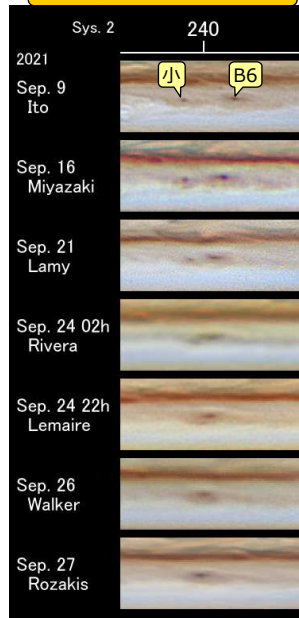
北赤道縞（NEB）の淡化



2020年から昨年11月までのNEBの変化



B6と極小バーズの合体

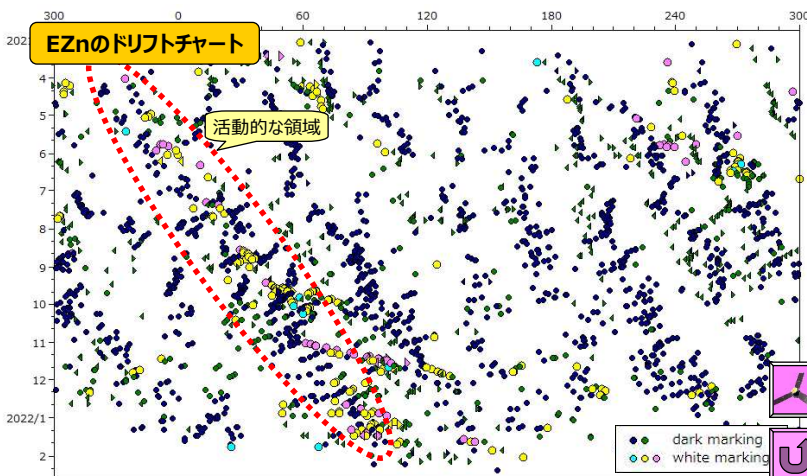


- シーズン開きのNEBは拡幅状態にあったが、北縁は淡化が始まっていたようだ。
- 4月以降、淡化が進み、北縁だけでなくNEB中央部も淡くなった。夏までにベルト中央～北部はかなり淡く、NEBsだけが濃く残った。
- NEB北縁にバーズと白斑が多数形成された。北縁のバーズは9個（後に合体し8個に減少）、白斑は6個（新規は5個）。
- バージはB1とB2が顕著だが、他は丸く小さいものが多い。9月にB6と極小バーズが合体。
- 白斑は北縁の淡化によって、NTrZに露出し、シーズン後半は確認が困難になった。W1に赤化の兆候が見られた。
- 長命な白斑WSZは、大きく明るい白斑として完全復活を遂げた。シーズン後半は不明瞭。

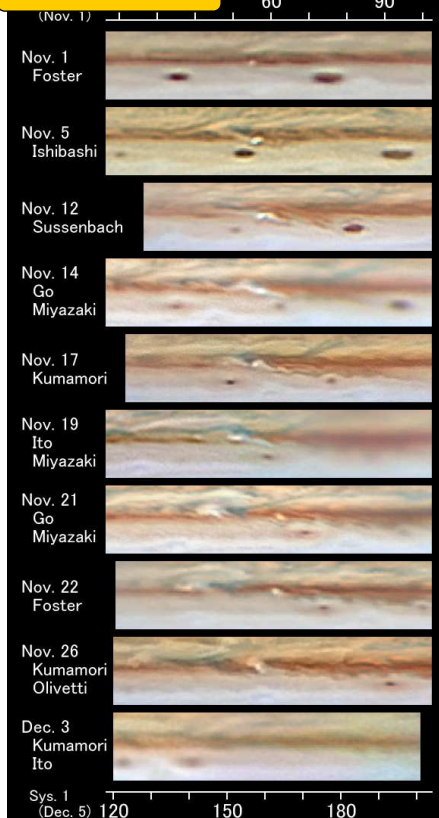
北赤道縞（NEB）のリフト活動



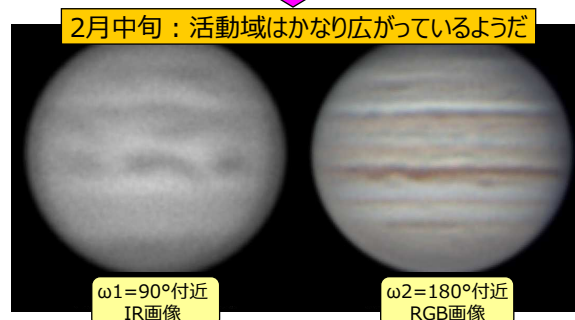
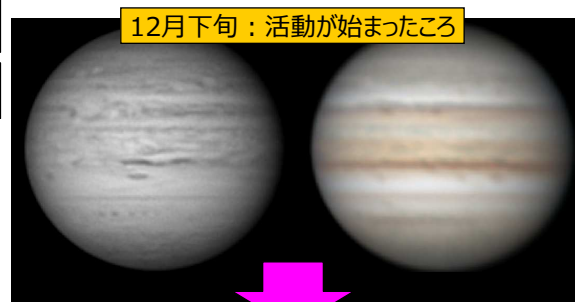
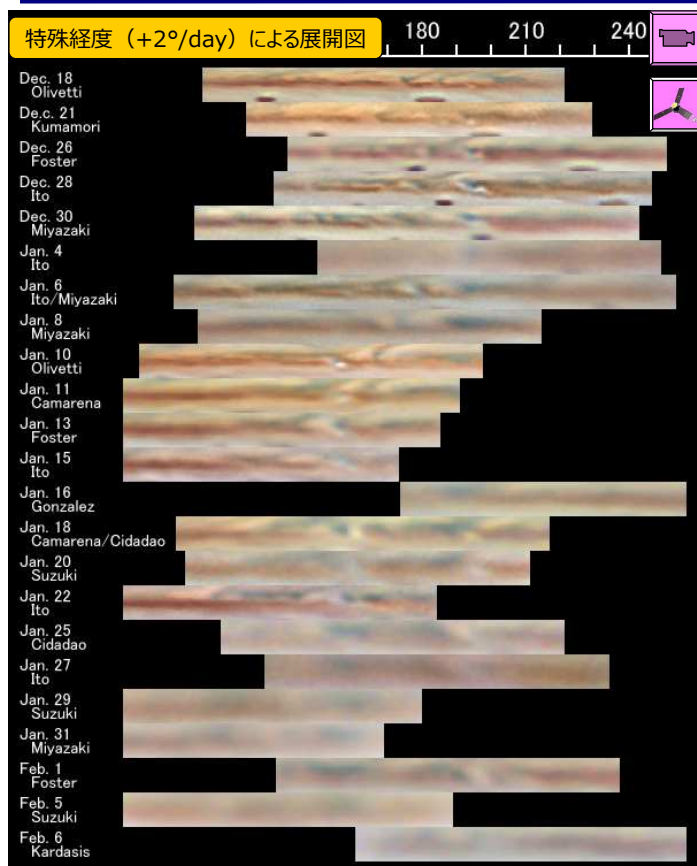
- 今シーズンのEZは不活発だったが、体系1に対して+0.4°/dayで後退する活動的な領域があり、小規模なリフト活動が散発的に見られた。
- 11月以降、この領域が活動的になり、リフトや暗部が形成され、後方のNEBsが部分的に肥厚するも、大規模な濃化復活（NEB Revival）には至っていない。
- 1月に入ると活動域が広がり、NEBsに青黒い暗部が形成、乱れた様相となっている。



11月のリフト活動

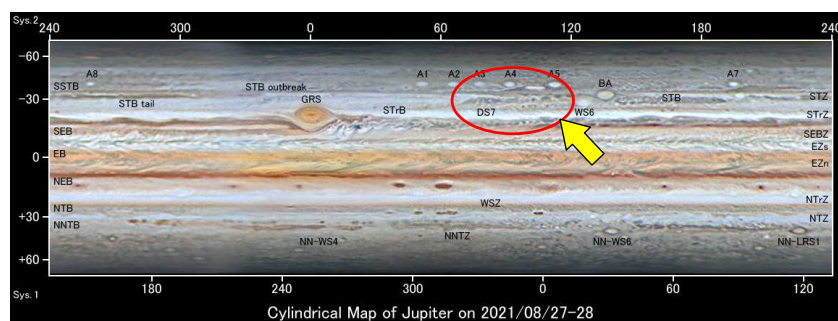


NEBの濃化復活 (NEB Revival) はすでに始まった？



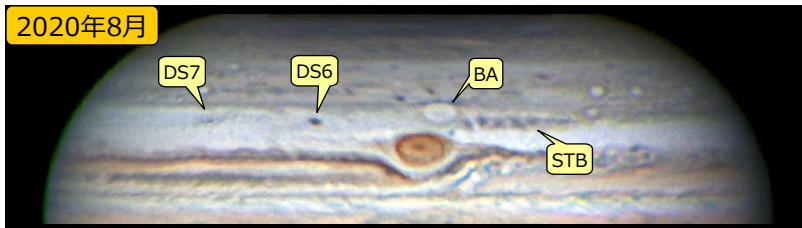
- 1月以降、活動域周辺ではNEBsに青黒い暗部が発達し、明瞭なfestoonも見られるようになった。NEBの濃い部分も幅を広げているようだ。
- 2月中旬では木星面の約半周に及んでいるようにも見える。
- 体系1に対し+2°/dayで後退する白雲の発生源から前後に活動が広がっているという見方ができるかもしれない。

1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯 (EZ) 再着色
3. 北赤道縞 (NEB) の淡化・細化
4. 南温帯縞 (STB) の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望

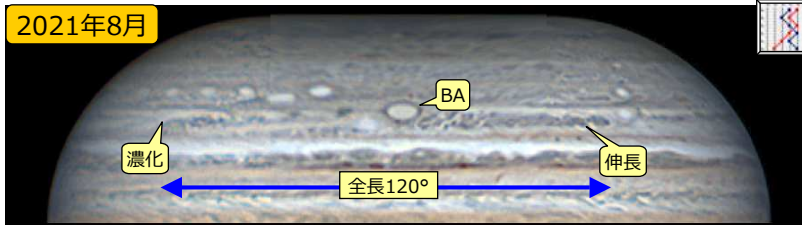


南温帯縞 (STB) の復活

2020年8月

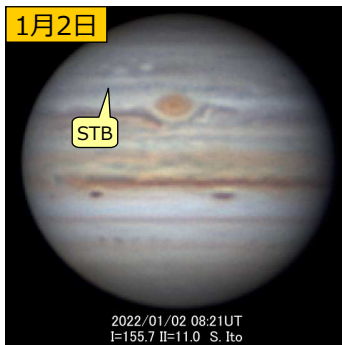


2021年8月

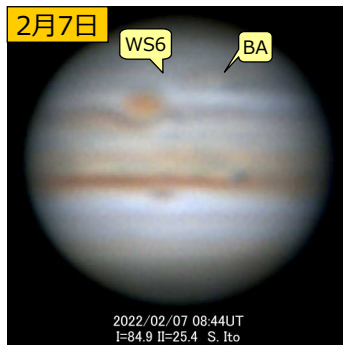


- BA前方でSTBが濃化、後方の暗部も伸長し、BAの前後でSTBが広範囲で濃化復活した。
- 低気圧的な活動域であるDS7とBAの間で濃化が始まり、DS7が10月にSTB Spectre後端に追いつくと、STBnにジェットストリーム暗斑を放出しながら伸長、12月には大赤斑の南側に明瞭なベルトを形成した。1月の時点でSTBの長さは約180°に及ぶ。
- 8月には大赤斑のそばでSTB outbreak発生、12月には暗斑化した。DS7形成時に酷似。今後に注目。
- BAとWS6が大赤斑に接近中。会合によってSTBがさらに変化する可能性あり。

1月2日



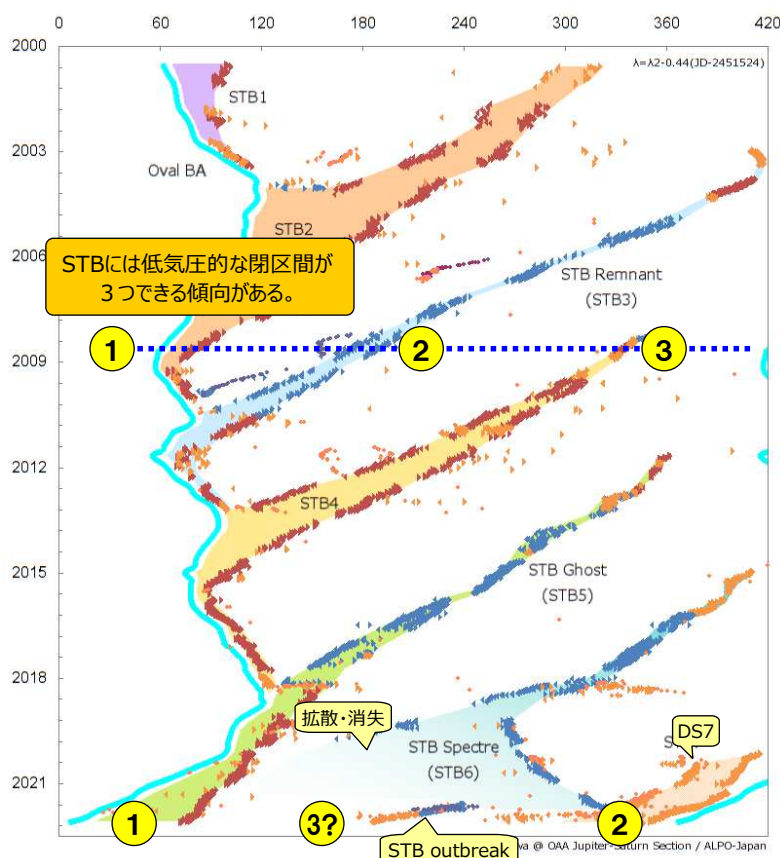
2月7日



STB outbreakの発生



南温帯縞 (STB) の活動サイクル



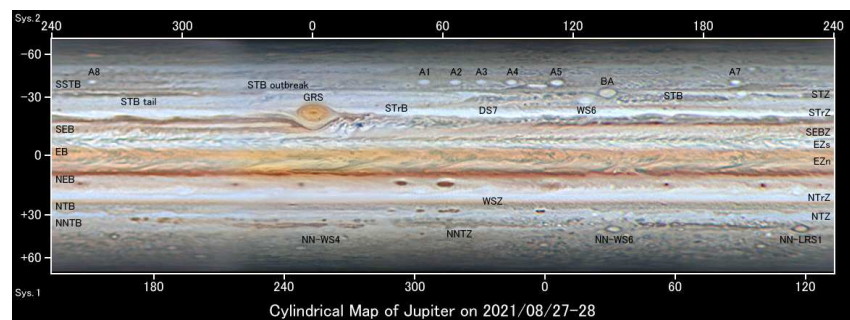
STBの活動サイクル

1. 小暗斑として形成
2. STBの暗部に成長 (青いフィラメント領域になる場合もある)
3. BAに衝突
4. 崩壊・短縮 (南北組織に沿って暗斑群を放出)
5. 短縮・消失 (次世代のSTBが接近・衝突)

- STBでは低気圧的な循環を持つ閉区間 (セグメント: ベルトの断片または青いフィラメント領域) が3つできる傾向がある。
- STBセグメントはSTB最遅の模様だったBAに追いついて消失するが、まもなく新たなセグメントが形成される。2000年から数えて7つのセグメントが存在。
- 2018年にBAが加速、6番目のセグメントであるSTB Spectreは伸長し、BAに追いつく前に拡散・消失した。
- DS7からWS6の区間は7番目のセグメントと思われる。STB outbreakは8番目かもしれない。

STBの活動サイクルが変化しているのかもしれない。

1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯 (EZ) 再着色
3. 北赤道縞 (NEB) の淡化・細化
4. 南温帯縞 (STB) の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望



閃光現象2発！！

9月13日 - 南米／ヨーロッパ

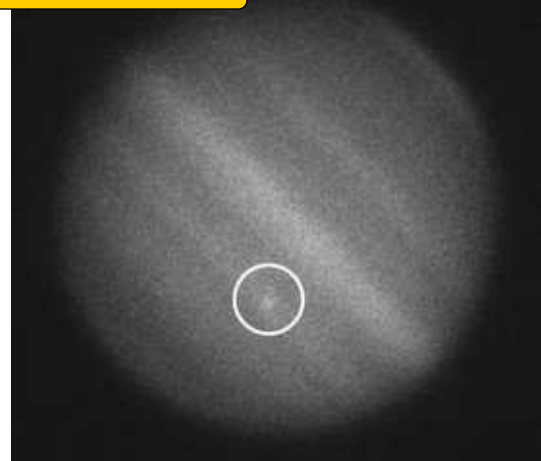


日時： 9月13日 22:39:30(UT)
場所： 南緯6°、I=106°のEZs
観測者： Jose Luis Pereira氏(ブラジル)ら、南米／ヨーロッパの9名。
衝突痕： 残念無念

- 閃光検出SWであるDeTeCTを使った観測網の成果。

閃光現象の発生頻度は、もっと高いかもしれない！！

10月15日 - 日本



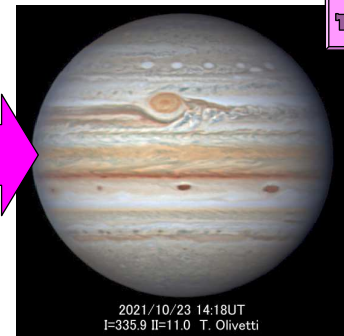
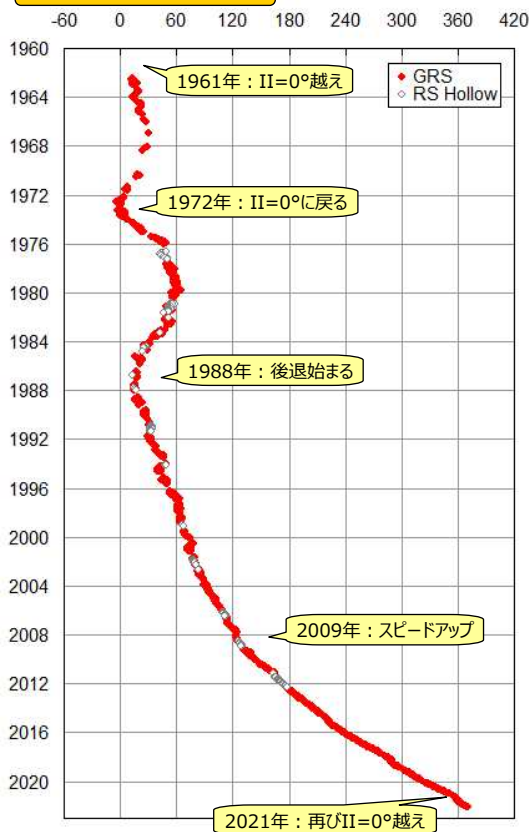
日時： 10月15日 13:24(UT)
場所： 北緯20°、II=202°のNTrZ
観測者： 京都大助教 有松亘氏、他国内の観測者2名。
衝突痕： 残念無念

- 研究者が「狙って撮った」
- 可視光とメタンバンドの2波長で撮像に成功
- 9月に観測開始、総観測時間は24時間未満！！

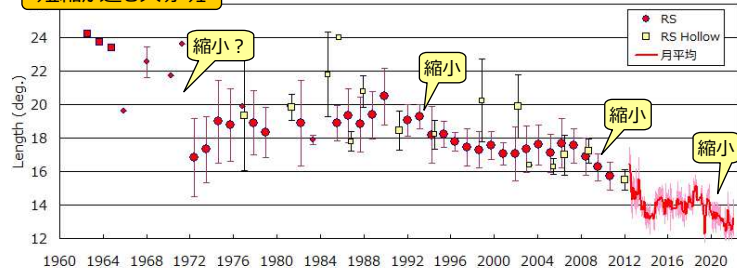
え、えーっ？！

大赤斑の状況

大赤斑が体系II=0°越え

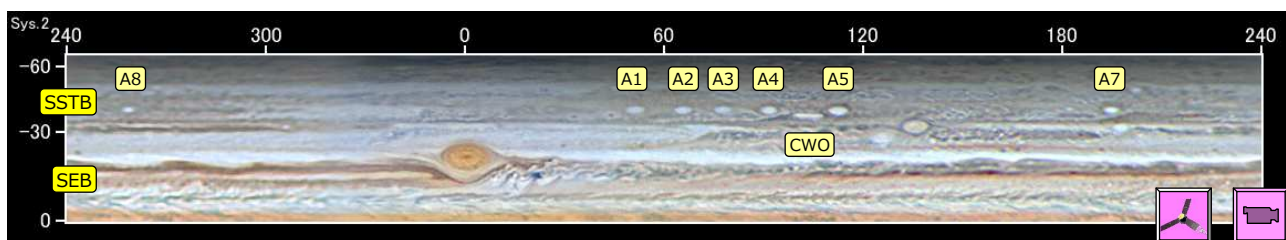


短縮が進む大赤斑

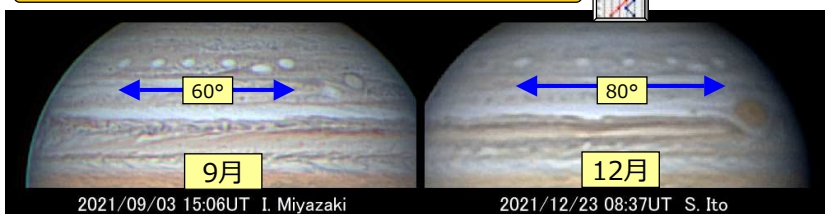


- 大赤斑周囲は、シーズン前半と後半で大きく変化したが、大赤斑本体の様相に大きな変化はなかった。昨シーズンより淡くなったが、オレンジ色で輪郭明瞭。
- 経度は7〜8月にII=0°を越えた。1961年から60年かけて木星面を一周。今年1月現在、II=10°にある。
- 大規模なフレーク現象は今年もなかったが、長径は13°前後で短縮が進んでいる。この60年で約半分の大きさになった。

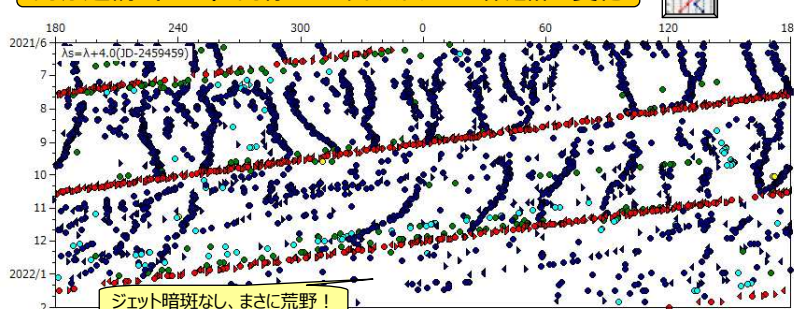
南半球の状況



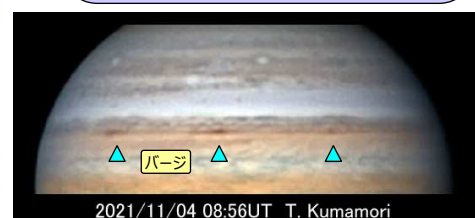
南南温帯縞 (SSTB) の高気圧的白斑 (AWO)



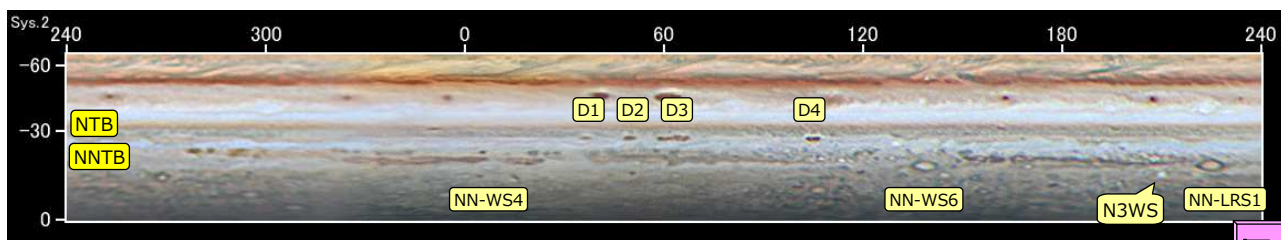
南赤道縞 (SEB) 南縁のジェットストリーム暗斑群の変化



- SSTBのAWOは全周で7個。A1〜A5が密集、8〜9月には60°まで近づいたが、大赤斑通過後にA1が加速、A5は減速気味で間隔が開きつつある。
- SEBは南組織だけが濃く活動的だったが、ベルト中央〜北側はかなり淡かった。大赤斑前方で中央組織が見られた。
- SEB南縁のジェットストリーム暗斑群は、シーズン前半は大量に発生したが、8月以降は急速に減少した。
- シーズン後半はSEB南部に2〜4個の赤茶色のバージが目立っていた。



北半球の状況（１）



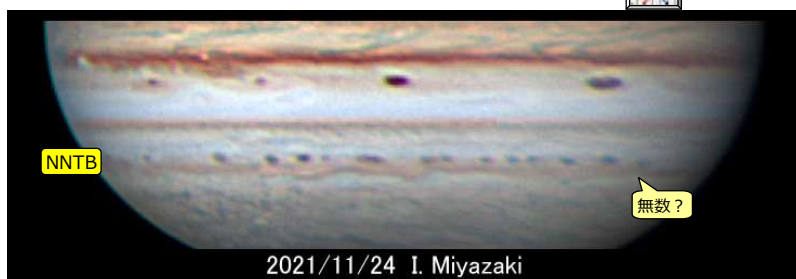
淡化が進む北温帯縞（NTB）



NTBnの暗斑の合体

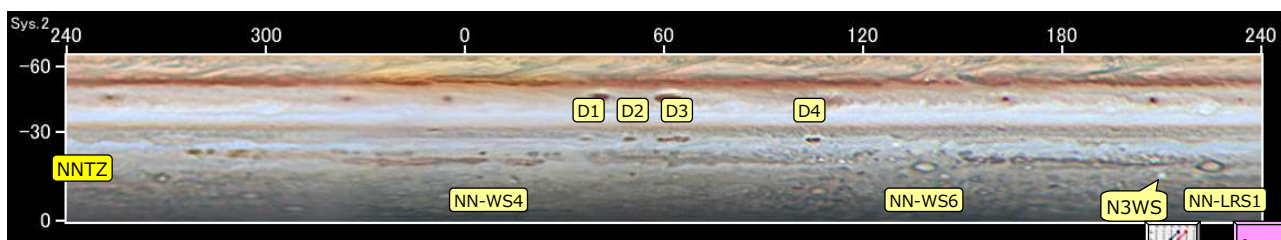


北北温帯縞（NNTB）南縁のジェットストリーム暗斑群

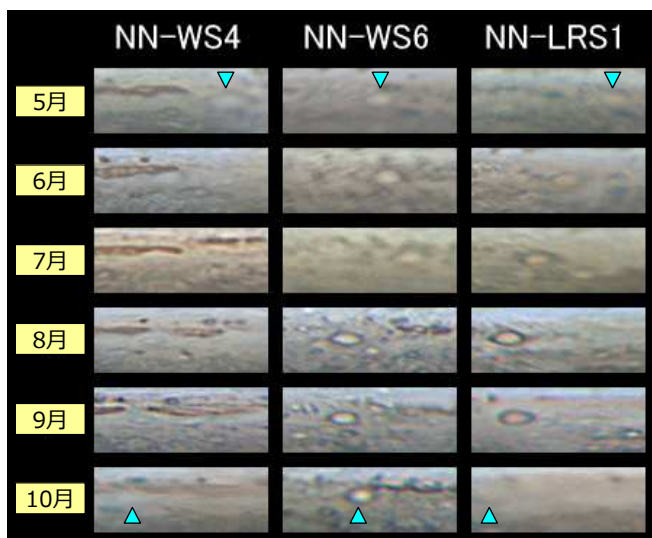


- NTBはシーズンを通して淡化が進んだ。前半は北縁に鋸歯状の突起が多かったが、北組織が淡化すると、4つの暗斑が目立つようになった。そのうち3つは10月に合体し淡化・消失。
- NNTBsのジェットストリーム暗斑群は7月～12月に活動的になり、無数の暗斑が出現した。NNTBは暗斑群の活動期には部分的に野化したが、その後は再び淡化。

北半球の状況（２）

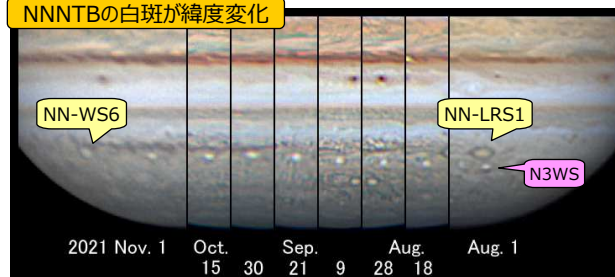


北北温帯（NNTZ）の高気圧的白斑（AWO）

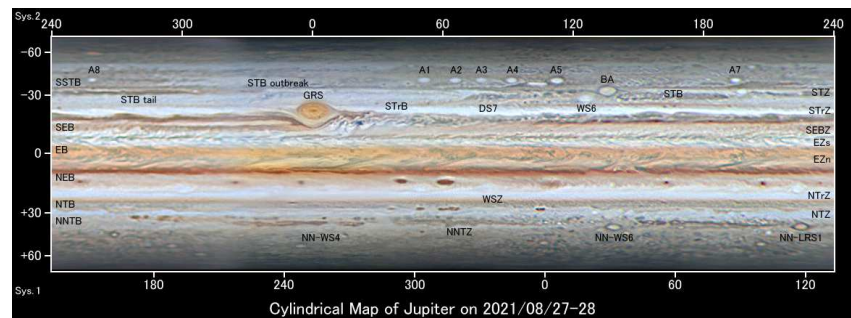


- NNTZの3個のAWOは、メタンバンドでは明瞭だが、可視光では・・・
 - WS4 夏にNNTBを分断するも不明瞭
 - WS6 シーズンを通して明瞭
 - LRS1 夏にリングとなり顕著に、後消失し不明瞭
- NNNTB(45°N)の白斑が、8月初めにNN-LRS1の北を通り、南へ緯度変化し、41°Nへと移動、NNTZの白斑となった。

NNNTBの白斑が緯度変化



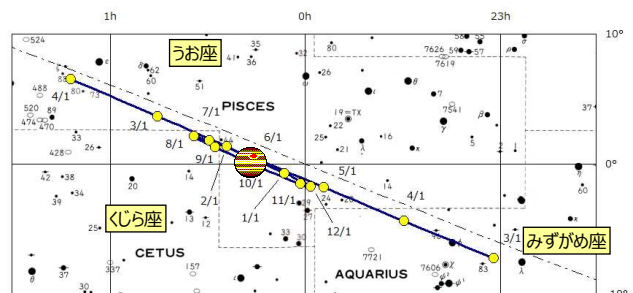
1. 準循環気流の発生
2. 赤道帯（EZ）再着色
3. 北赤道縞（NEB）の淡化・細化
4. 南温帯縞（STB）の復活
5. その他の状況
6. 2022-23シーズンの展望



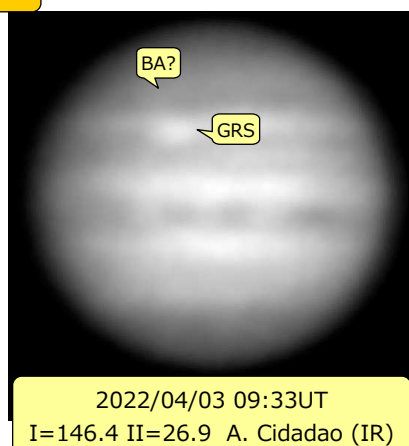
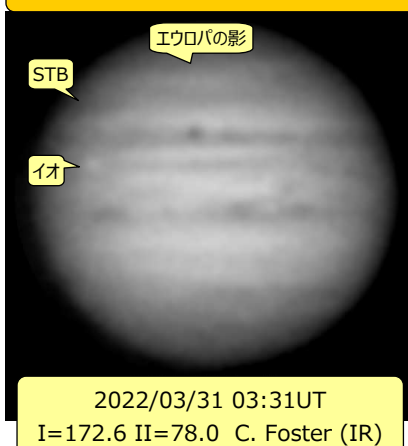
2022-23シーズンの展望

2022-23シーズン（2022-23 Apparition）

うお座		合	2022年	3月5日
赤緯	0°	西矩		6月29日
高度	54°	衝		9月26日
視直径	49秒	東矩		12月22日
		合	2023年	4月11日



2022-23シーズンはもう始まっている

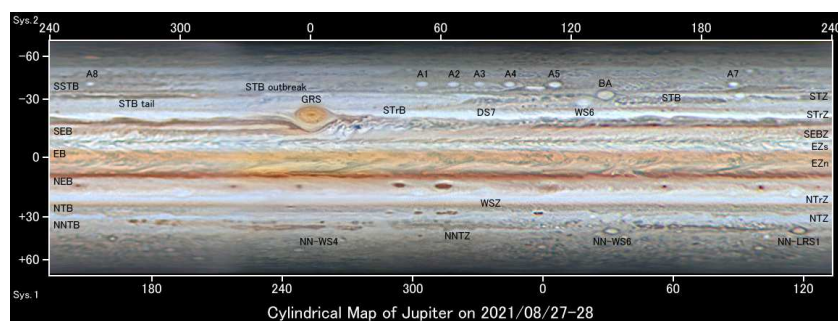


ご清聴ありがとうございました。
今シーズンも観測報告をよろしくお願い致します。

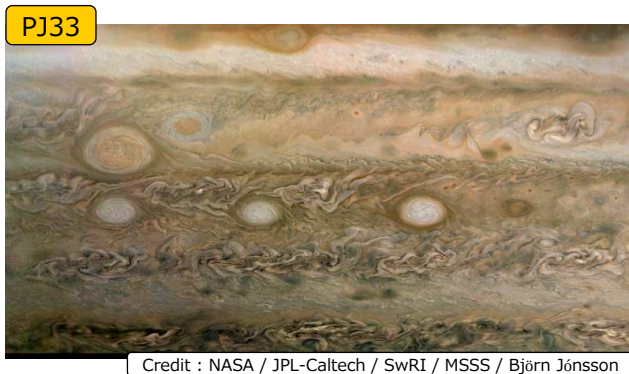
表紙の画像（左上から順に）

2021/04/05 03:21UT	Clyde Foster氏	南アフリカ
2021/05/01 19:56UT	Anthony Wesley氏	オーストラリア
2021/06/29 18:20UT	熊森照明氏	大阪府
2021/07/19 16:22UT	鈴木邦彦氏	神奈川県
2021/07/24 15:21UT	石橋力氏	神奈川県
2021/08/15 15:21UT	大田聡氏	沖縄県
2021/09/13 22:40UT	Jose Luis Pereira氏	ブラジル
2021/10/09 13:31UT	宮崎勲氏	沖縄県
2021/11/17 08:55UT	伊藤了司氏	愛知県
2021/11/20 11:52UT	Tiziano Olivetti氏	タイ

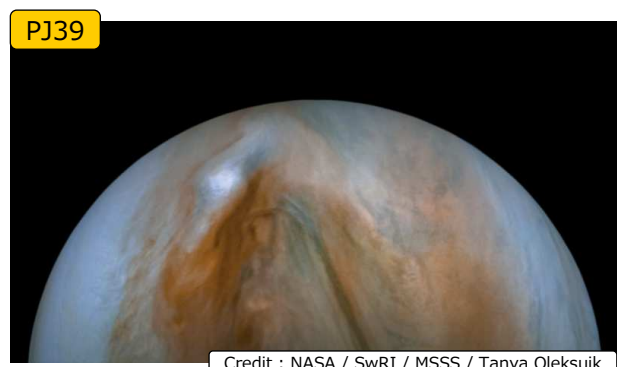
Juno Images



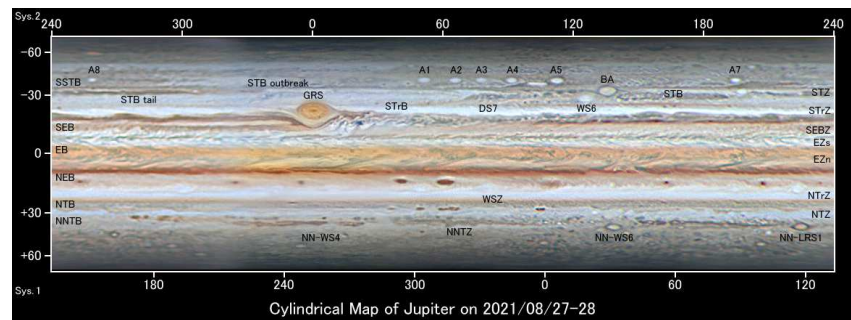
Juno Images (1)



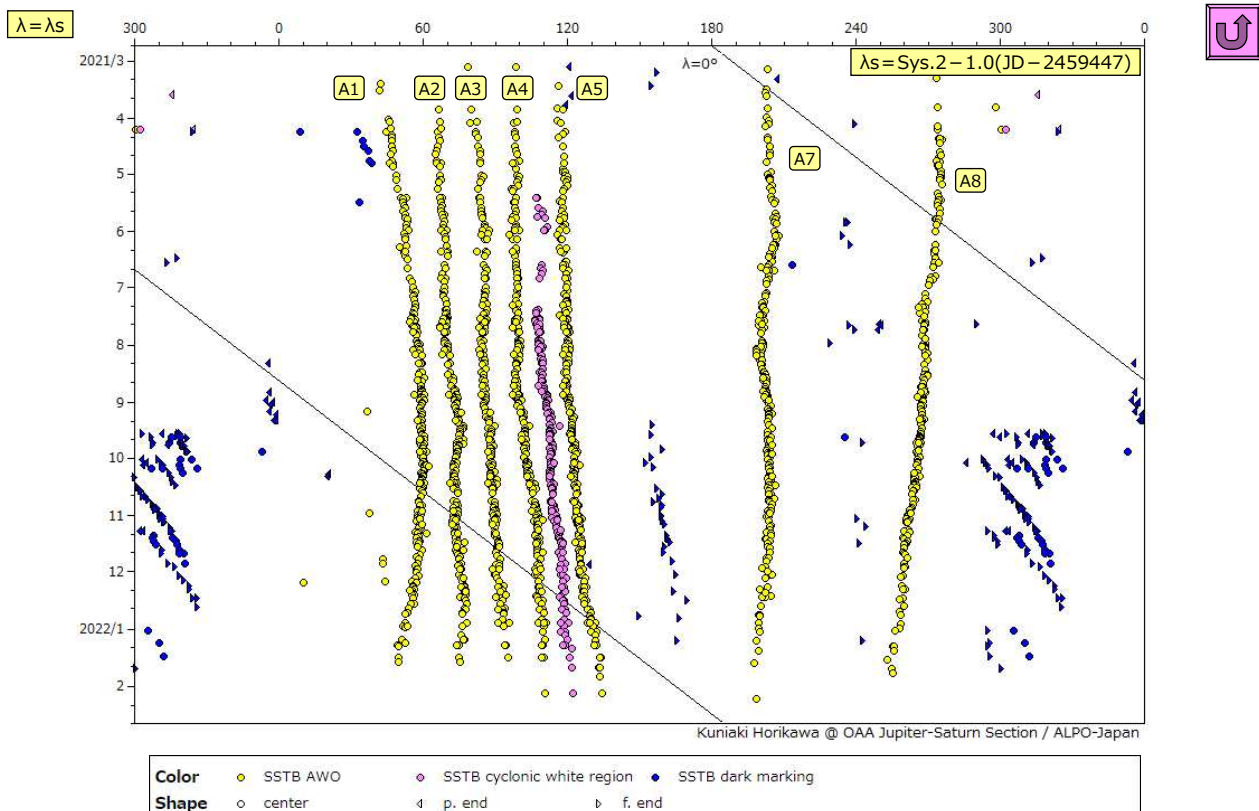
Juno Images (2)



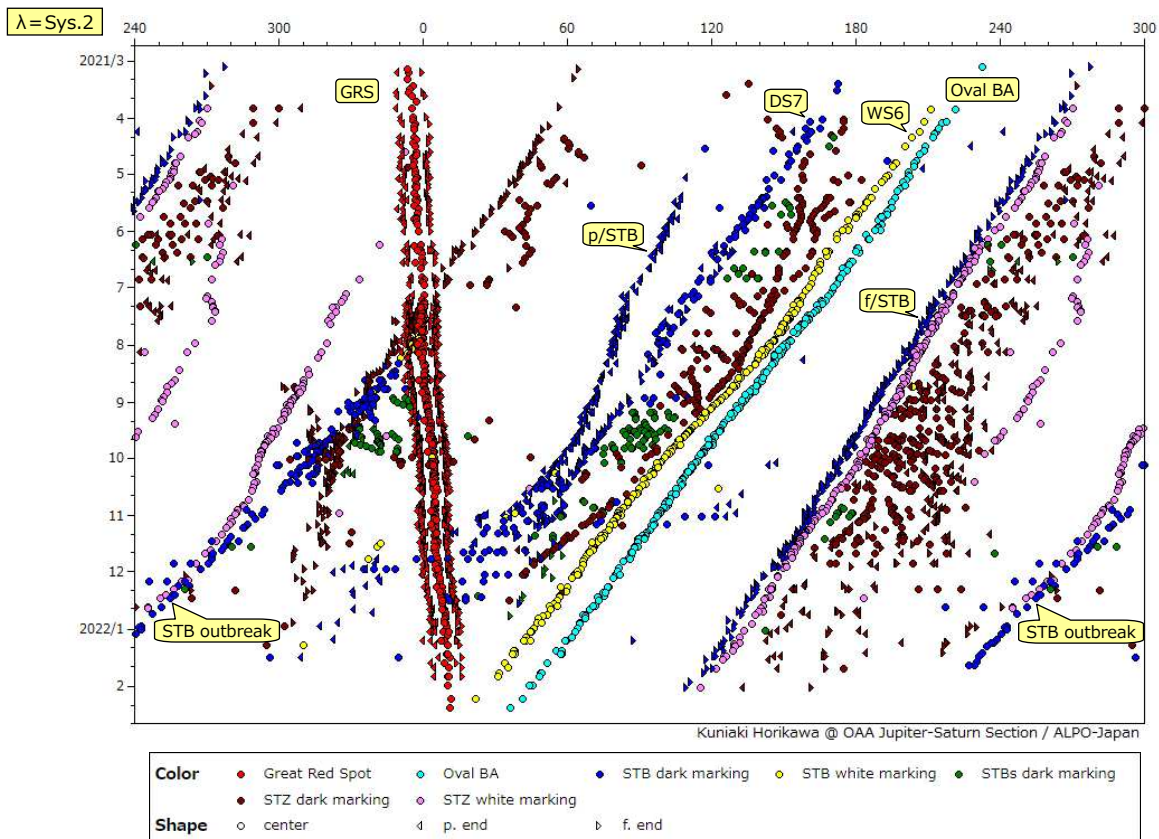
ドリフトチャート



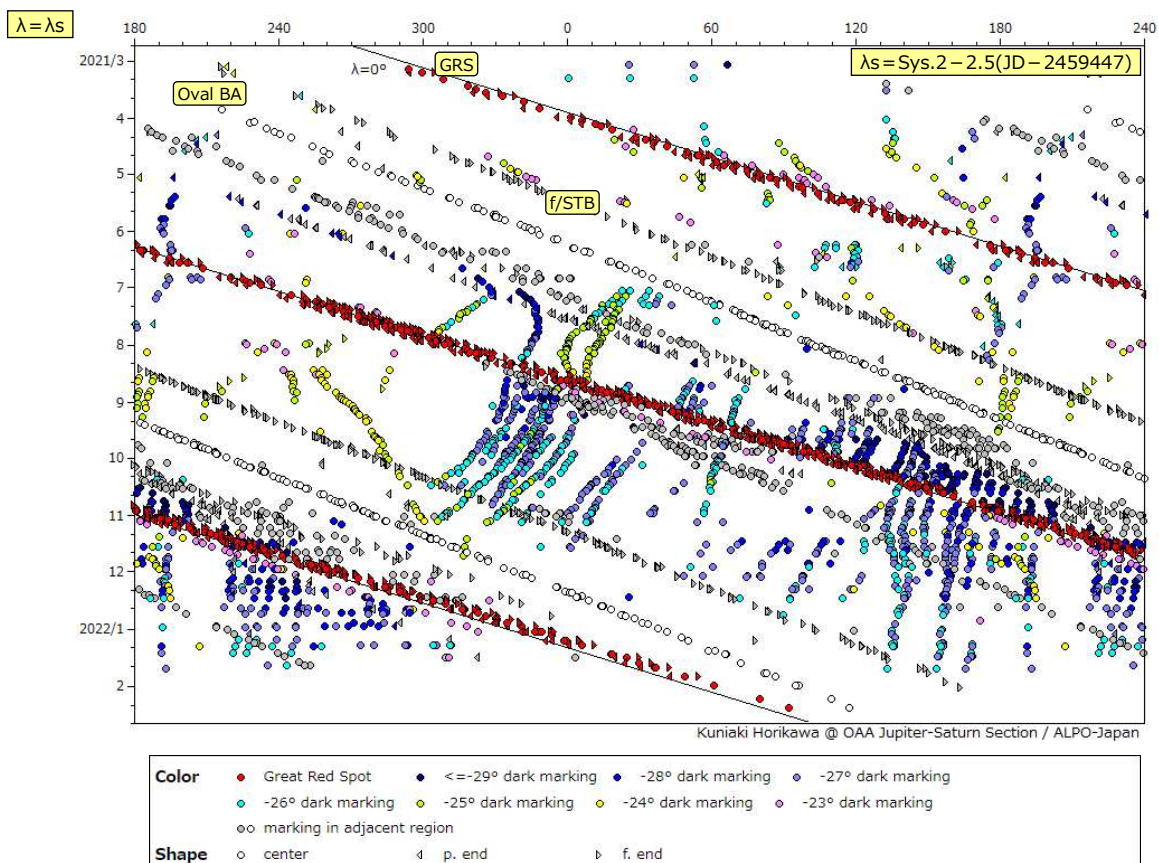
ドリフトチャートー南南温帯流 (SSTB)



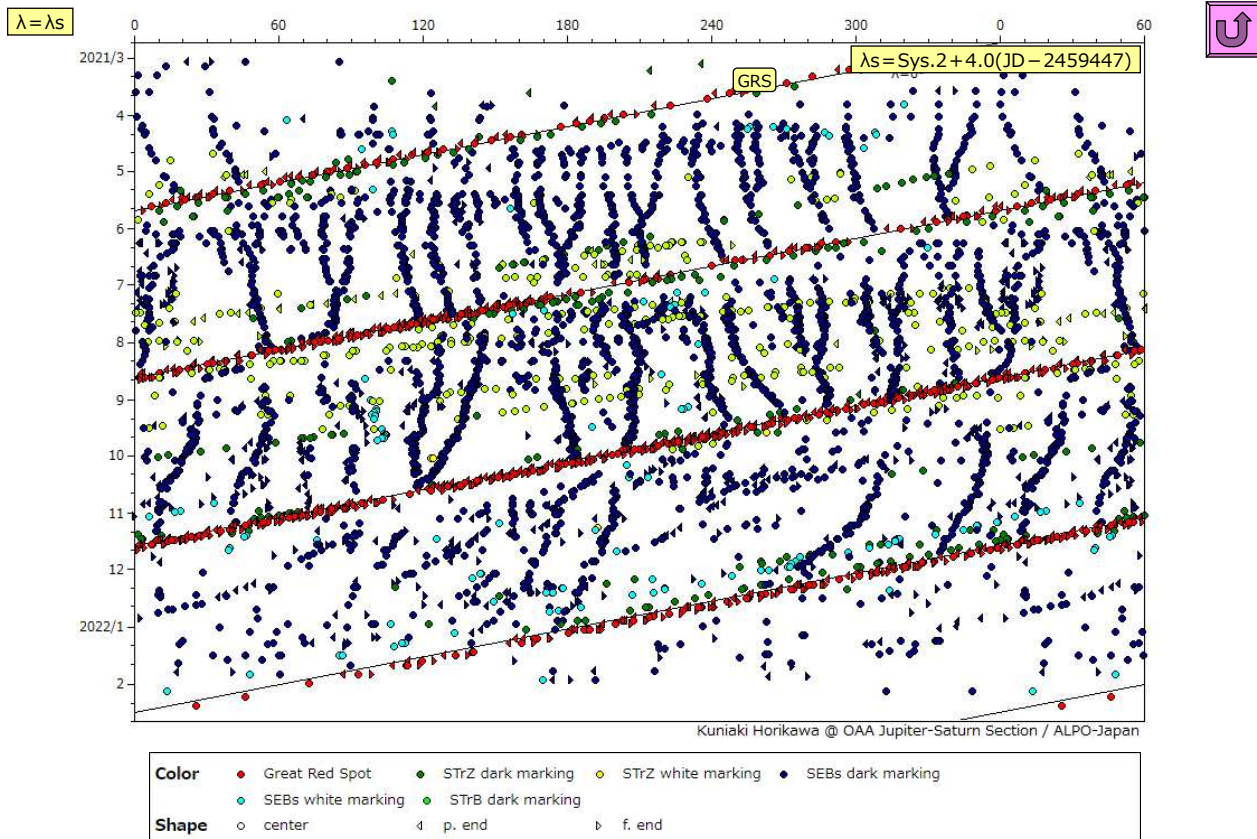
ドリフトチャートー大赤斑と南温帯流 (STB~STZ)



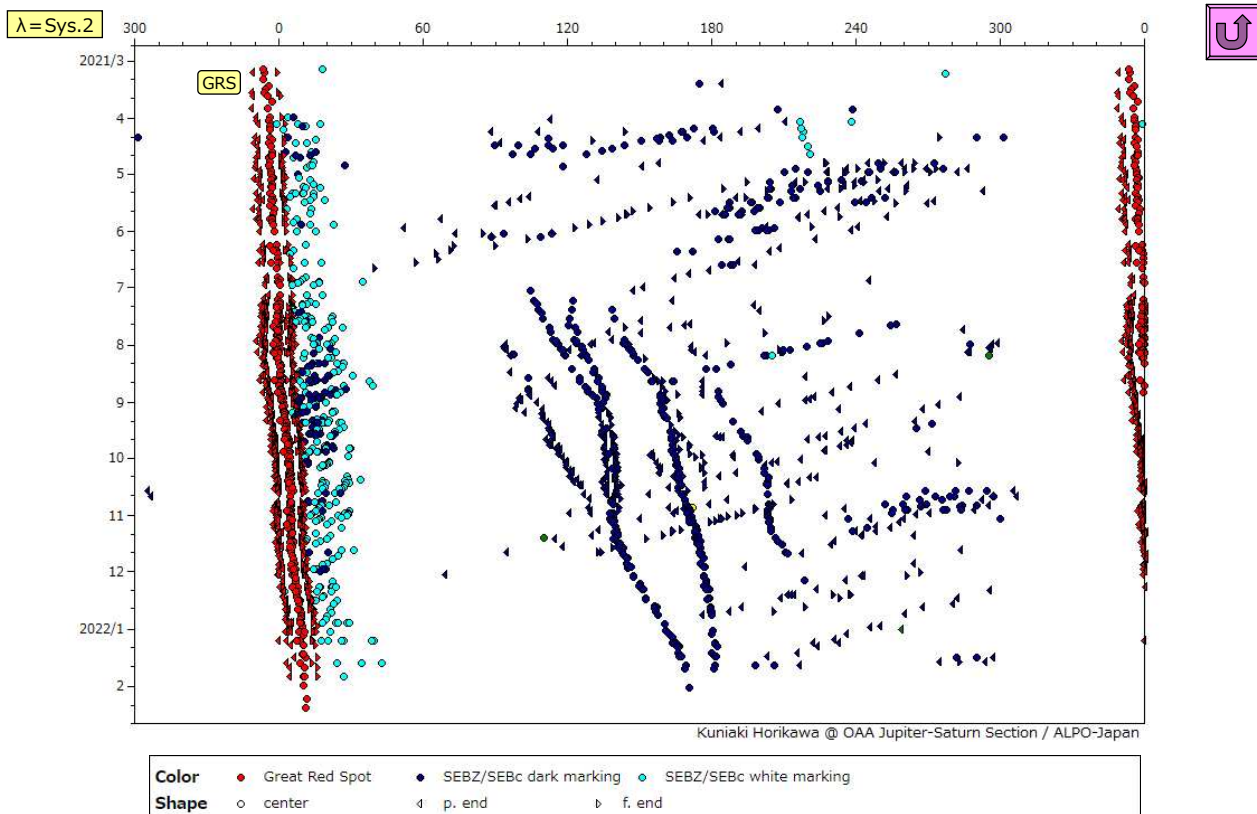
ドリフトチャートーSTBnジェットストリーム



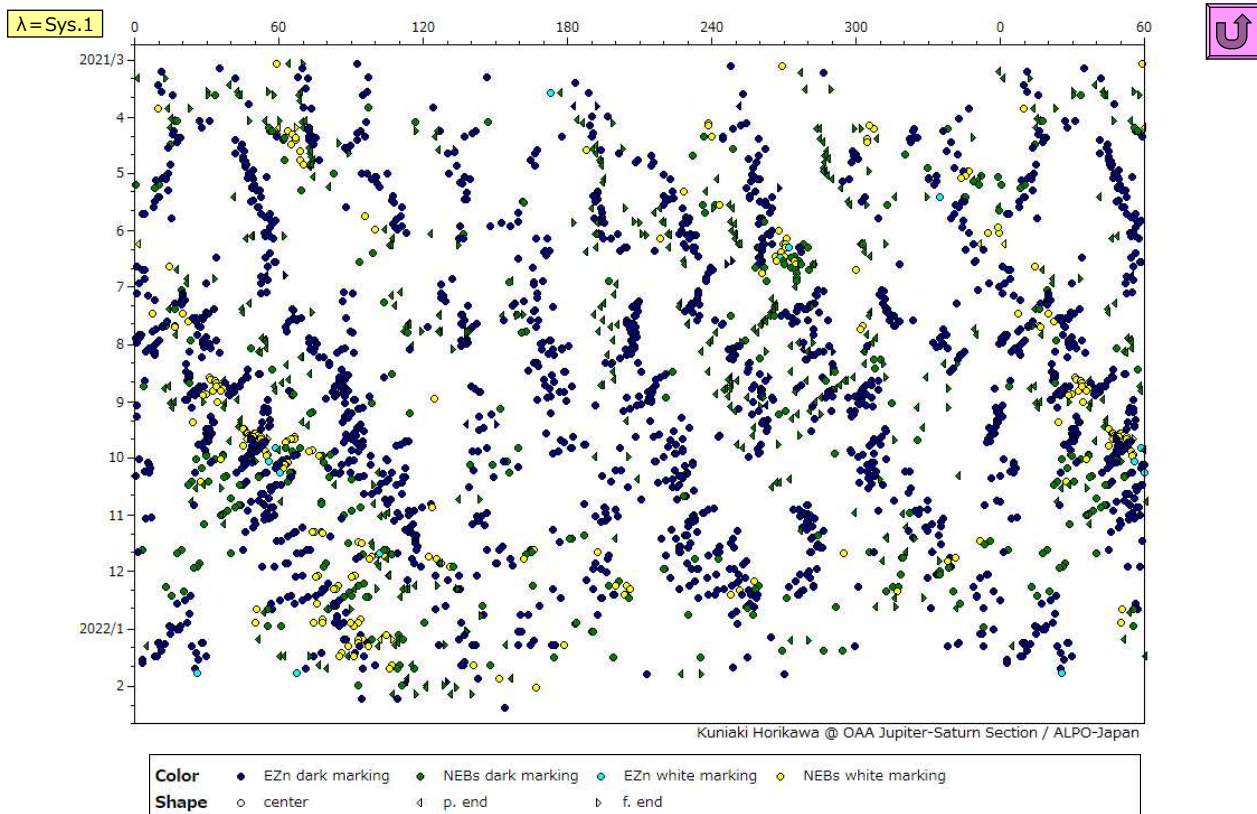
ドリフトチャートーSEBsジェットストリーム



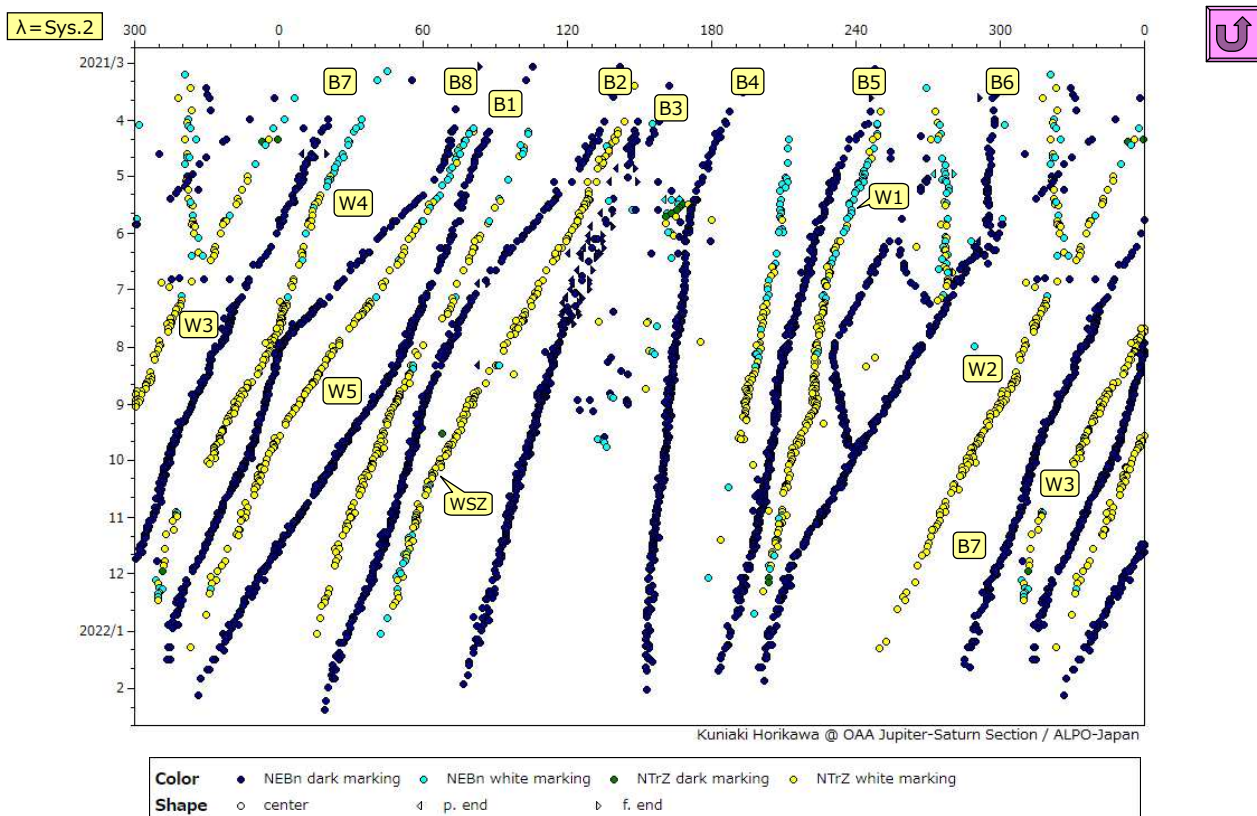
ドリフトチャートーmid-SEB／SEBZ



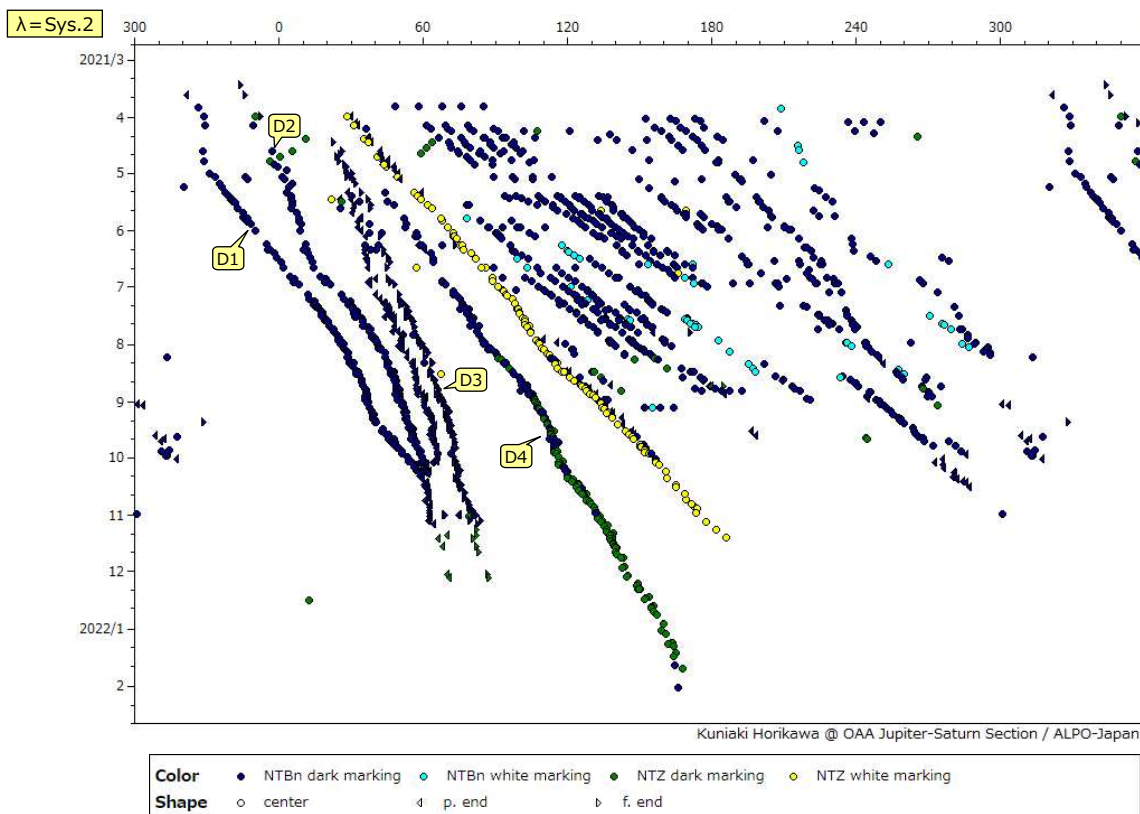
ドリフトチャートー北赤道流（EZn）



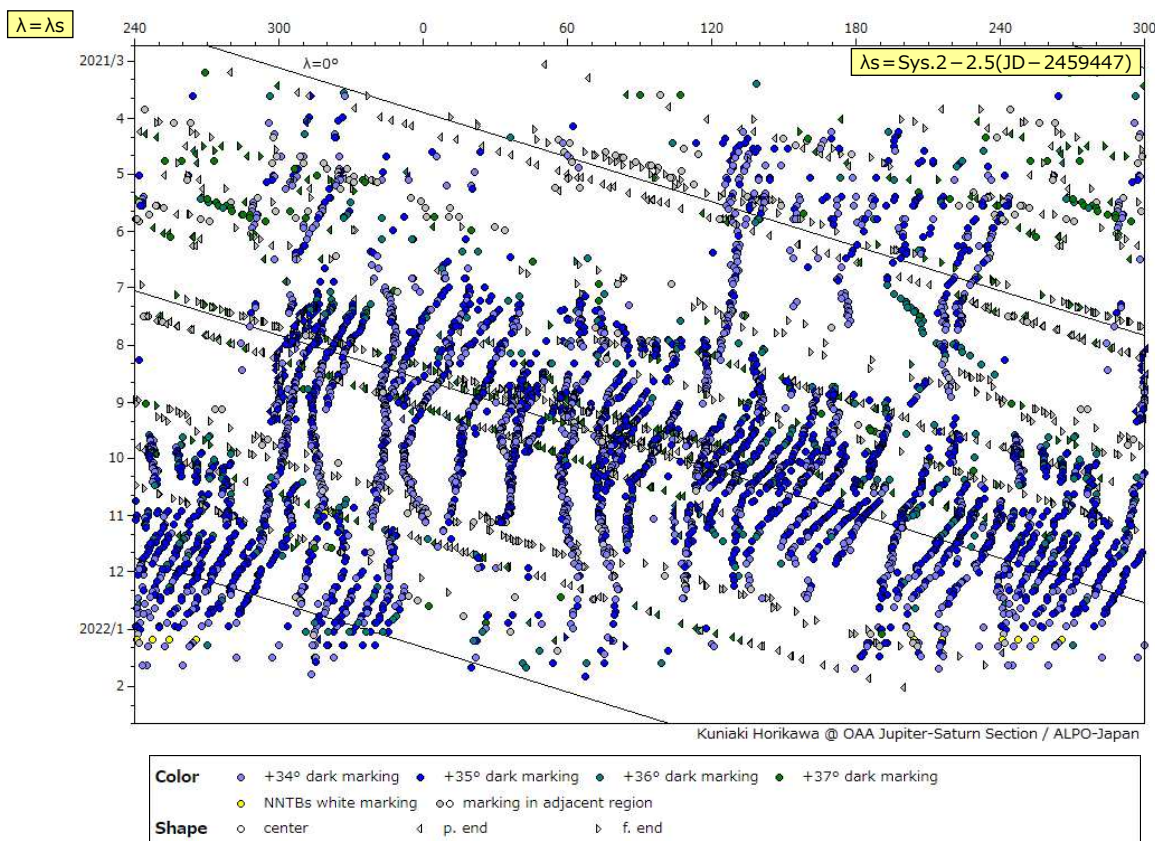
ドリフトチャートー北熱帯流（NEBn~NTrZ）



ドリフトチャートー北温帯流ーA (NTBn~NTZ)



ドリフトチャートーNNTBsジェットストリーム



ドリフトチャートー北北温帯流 (NNTB~NNTZ)

