

2020 Aug 18 (CH4) I. Miyazaki

2020 Aug 18 I. Miyazaki

## 2020 NTBs jet-stream Outbreak

1. 3個のPlume発生
2. Outbreak活動の4要素
3. Outbreakの発達
4. Plumeの弱体化・消失
5. NTBの濃化・復活
6. Outbreakの自転周期・風速
7. まとめ
8. 参考文献

【注意事項1】

Outbreak: 4要素で構成

Plume

後続暗斑群

NTBs白雲群

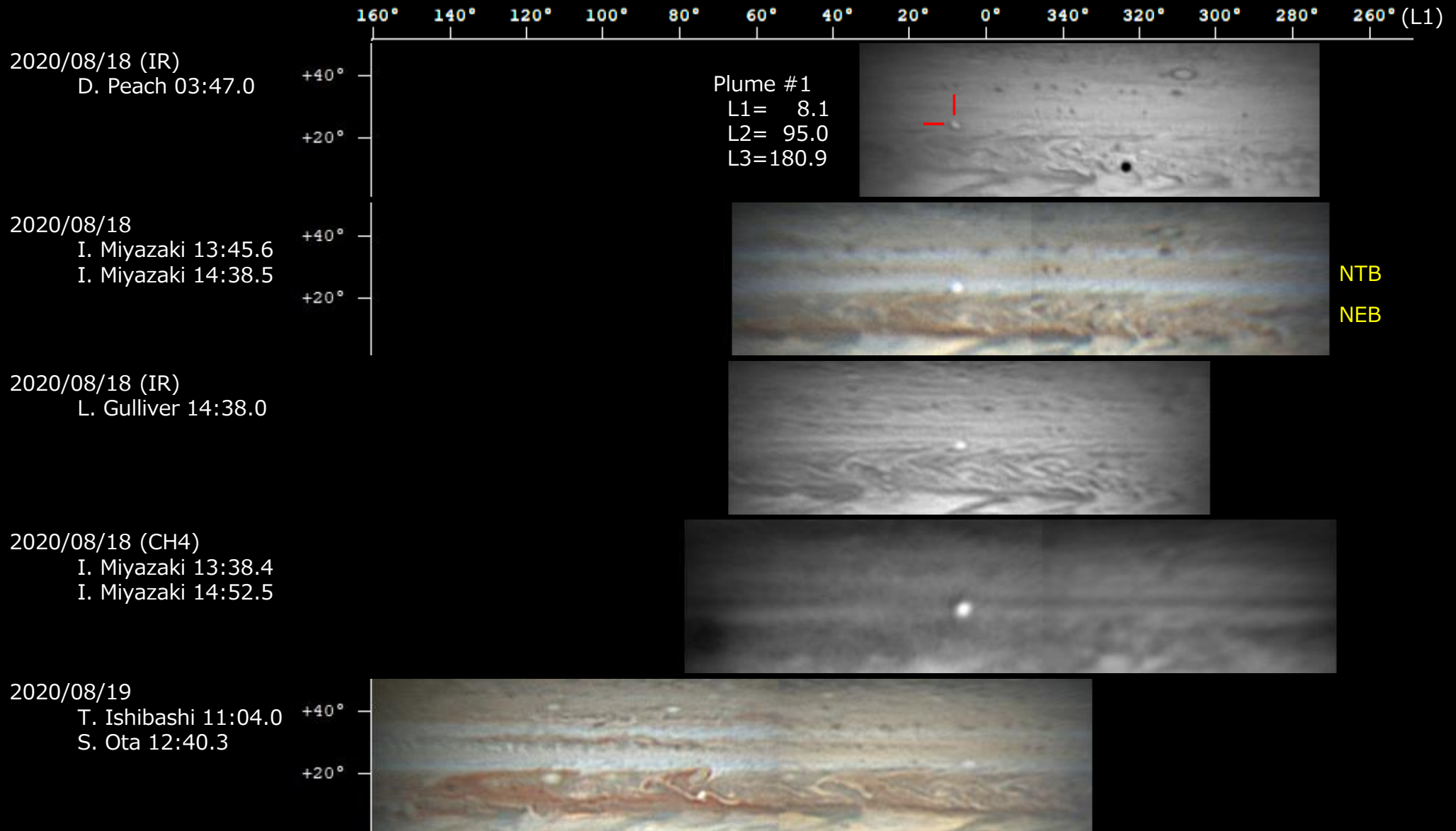
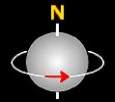
NTrZs白雲群

【注意事項2】

- 画像・グラフは全て北が上
- L1,2: Sys.1,2、体系1,2

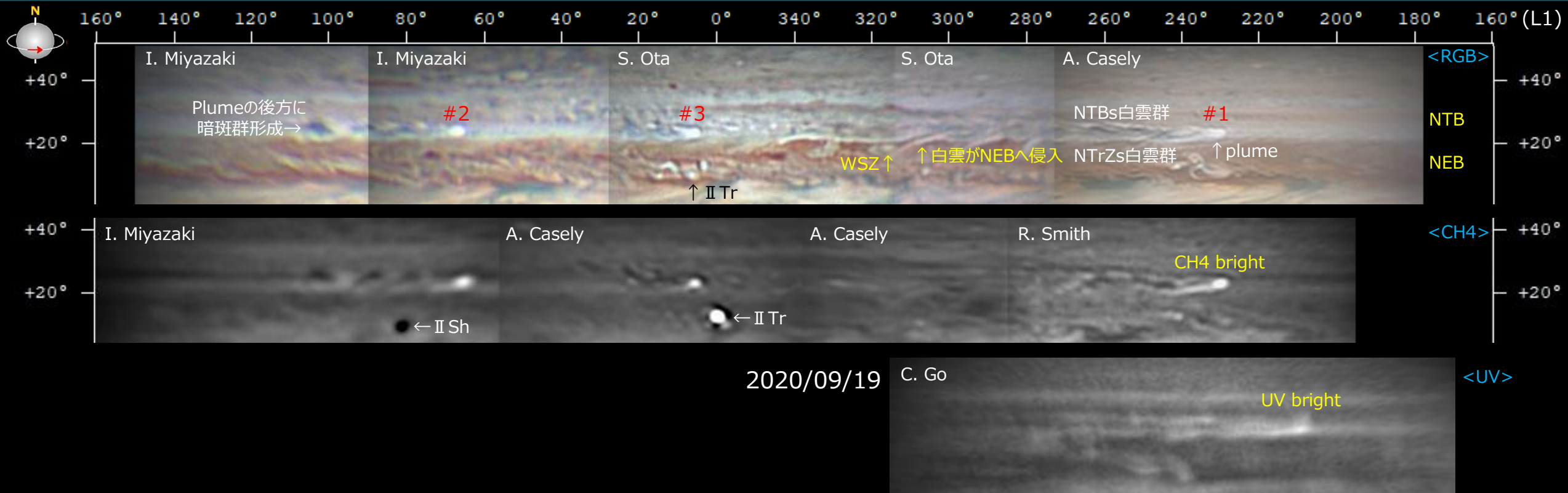
[ Plume #1 発生過程 - 展開図 (L1) ] [Link: Ref. 10](#)

by Shinji Mizumoto



- NTBs jet-stream Outbreak (以下Outbreakと記す) は1970年以来、5年周期で発生していた (途中17年の休止期間がある) が、今回は2016年10月以来、3年10ヶ月で発生した。
- 3個のPlumeが発生、後続暗斑群などを含むOutbreak活動域は9月下旬には全経度に波及。発生～弱体化・消失時期は下記のとおり。  
 Plume #1 : 2020/08/18 ~ 10/07-14  
 Plume #2 : 2020/09/01 ~ 09/25-28  
 Plume #3 : 2020/09/08 ~ 09/19-22

[ 2020/09/15 NTBs jet-stream Outbreak - 展開図 (L1) ] [Link: Ref. 10](#)



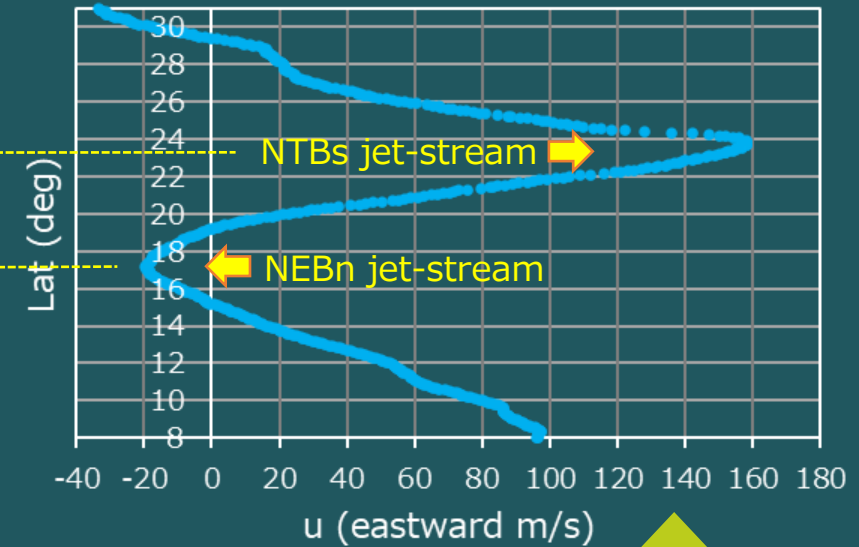
2020/09/19



[ NTB jet-stream Outbreak - 展開図 ] [Link: Ref. 10](#)



[ 緯度と風速 ]



### 1) Plumeの活動

- Leading spotとも呼ばれ、CH<sub>4</sub>・UV画像で明るく、上空まで達する噴出現象を思わせる。
- 緯度+23.2°、NTBs jet-stream（木星面最速 jet-stream）に乗っていて、L1に対して高速で前進（東:右）。

### 2) 後続暗斑群の活動

- Plume後方（西:左）に形成される暗斑群。
- 青味を帯びた灰色のリング状暗斑。
- 高気圧的渦、緯度は+24.0°。

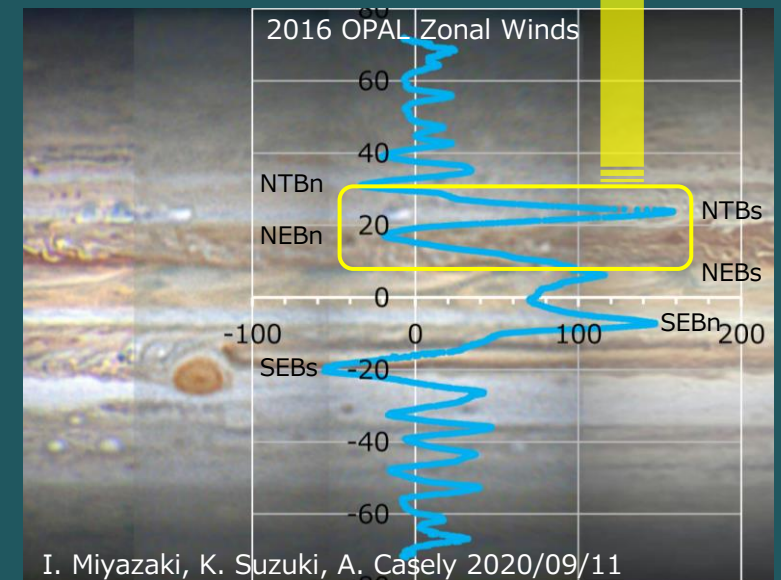
Outbreak活動：4要素で構成

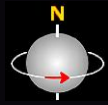
### 3) NTB白雲群の活動

- Plumeから流出したものと思われる。
- 後方（西:左）Plumeの弱体化・消失に関与していると思われる。

### 4) NTrZs白雲群の活動

- Plumeから流出したものと思われる。
- NTrZs白雲群とNEBnとの激しい相互作用が観測された。



[ Outbreak 全過程 - アニメーション (L1) ] 2020/08/18~10/16 [Link: Ref. 11](#)

by Shinji Mizumoto

Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Aug 18	03:47.0	D.Peach	Grey	273°... 33°	1	-90°...+90°

2020 NTBs jet-stream Outbreak



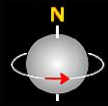
## 注目点 1

- 1) Plume (▲▲▲)の高速前進
- 2) 後続暗斑群の形成

## 注目点 2

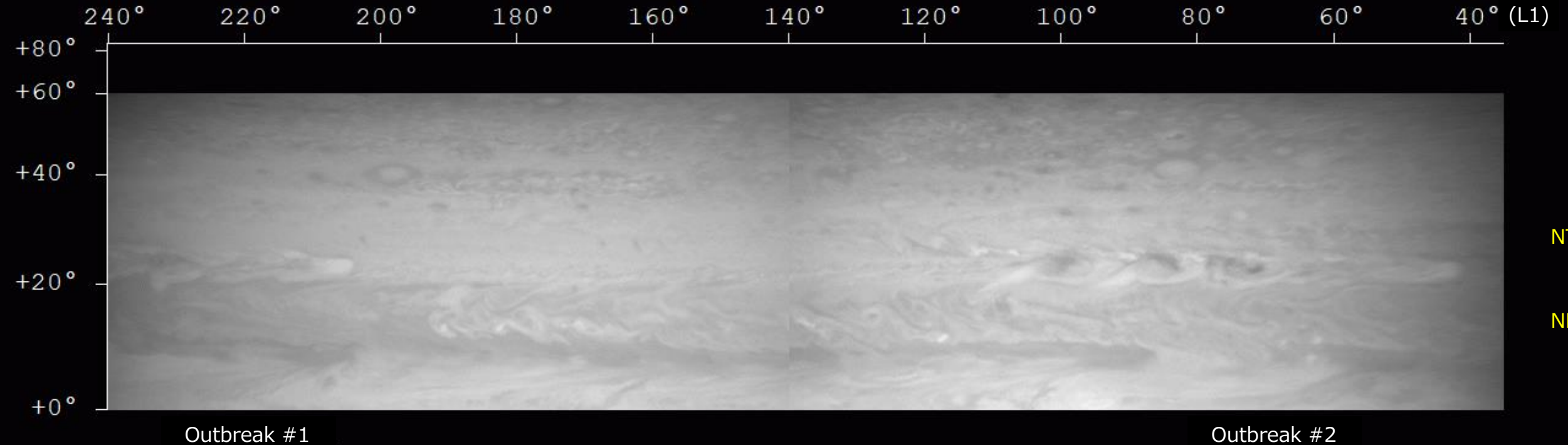
- 3) NTBsを後退する白雲群
- 4) NTrZsを後退する白雲群とNEBnの相互作用

[ ハッブル宇宙望遠鏡 : IR画像 - アニメーション (L1) ] 2020/09/20 [Link: Ref. 15](#)



Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Sep 20	02:59.5	HST	Grey	35°...140°	1	+0°...+60°
2020 Sep 20	04:57.9	HST	Grey	140°...240°	1	+0°...+60°

2020/09/20 HST, IR (L631N)



### 2020 NTBs jet-stream Outbreak

credit: ESA Science Archive

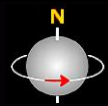
by Shinji Mizumoto

注目点 : Plumeと後続暗斑群の回転方向 (約10時間を隔てた模様の変化)

- 後続暗斑 : 時計回りで高気圧的渦.
- Plume : 高気圧的渦かどうかは確認できず.

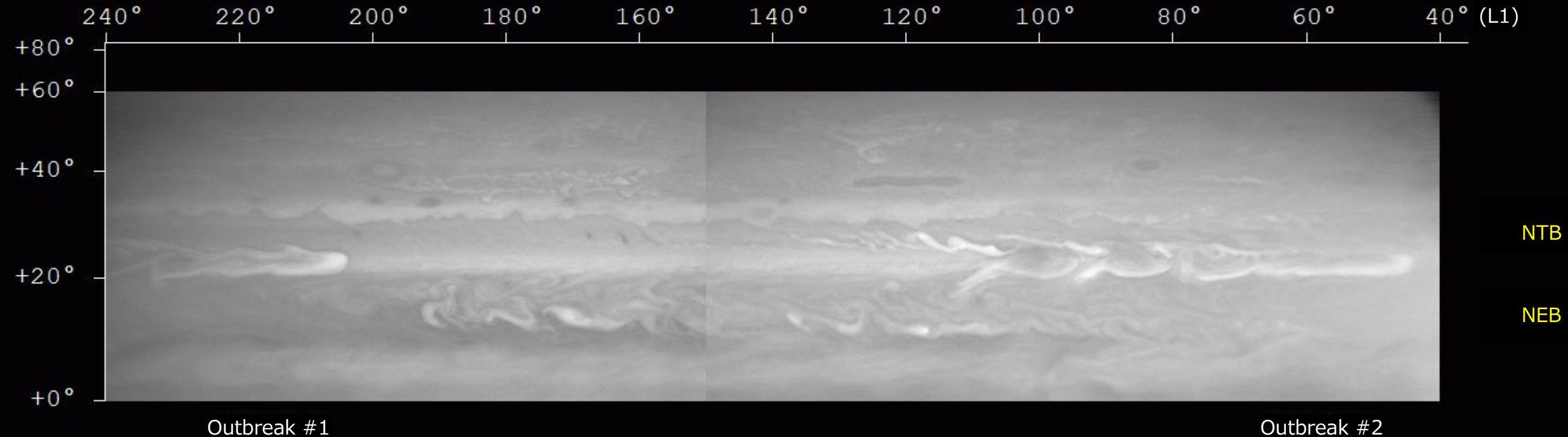


[ ハッブル宇宙望遠鏡 : UV画像 - アニメーション (L1) ] 2020/09/20 [Link: Ref. 16](#)



Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Sep 20	03:02.9	HST	Grey	40°...150°	1	+0°...+60°
2020 Sep 20	04:44.8	HST	Grey	150°...240°	1	+0°...+60°

2020/09/20 HST, UV (F343N)



### 2020 NTBs jet-stream Outbreak

credit: ESA Science Archive

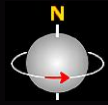
by Shinji Mizumoto

注目点 : Plumeと後続暗斑群の回転方向 (約10時間を隔てた模様の変化)

- 後続暗斑 : 時計回りで高気圧的渦。
- Plume : 高気圧的渦かどうかは確認できず。
- Plumeの噴出源 : NTBs上? [2020/8/25 Link](#)

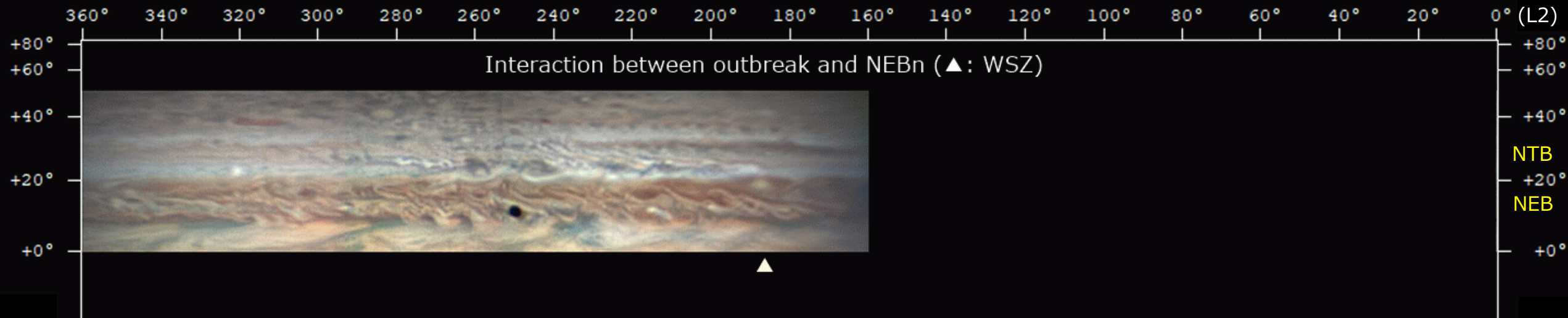


[ Outbreak (NTrZs白雲群) とNEBnの相互作用 - アニメーション (L2) ] 2020/09/08~11/07 [Link: Ref. 17](#)



by Shinji Mizumoto

Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Sep 08	10:59.0	C.Go	Colour	160°...253°	2	+0°...+50°
2020 Sep 08	12:22.0	C.Go	Colour	253°...293°	2	+0°...+50°
2020 Sep 08	13:17.0	C.Go	Colour	293°... 0°	2	+0°...+50°



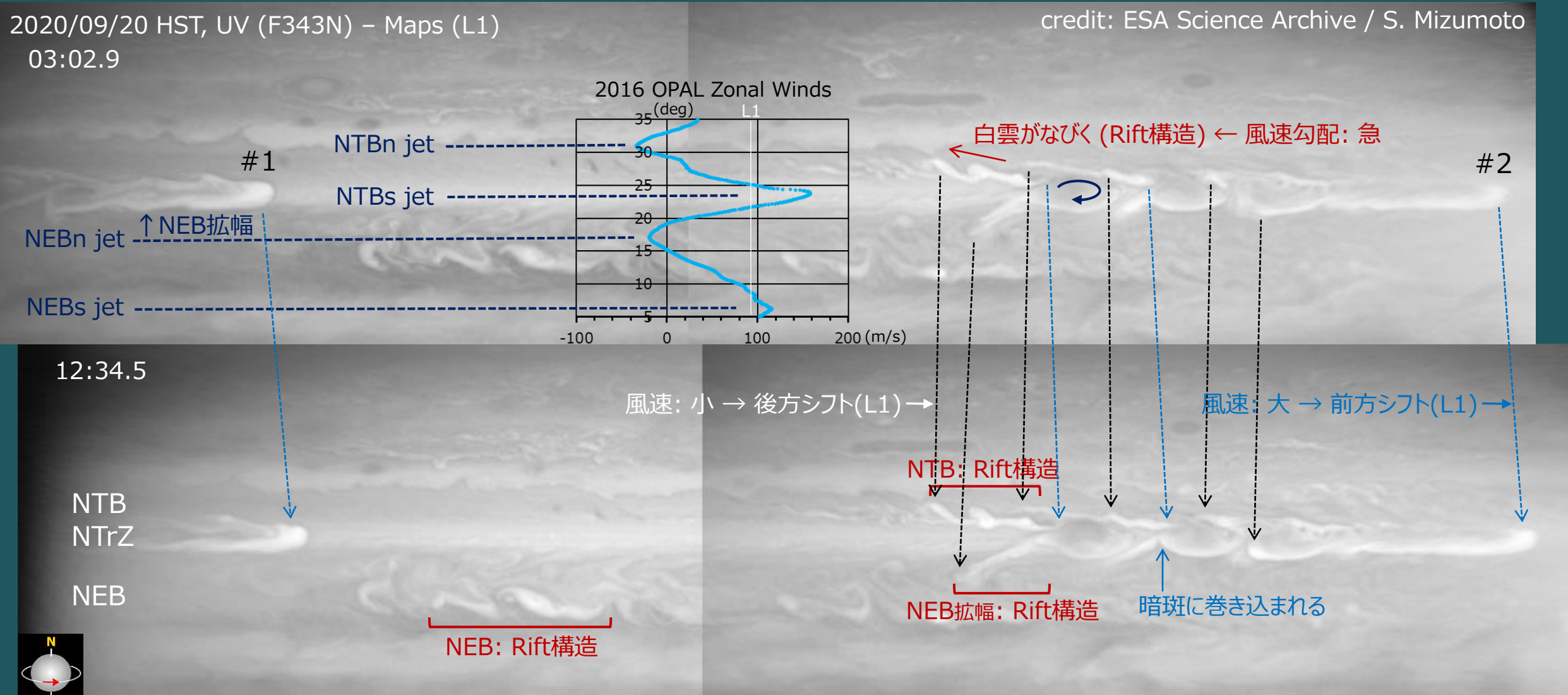
注目点：NEBnの攪乱状態とWSZ (▲) の変化

- NTrZs白雲群が急傾斜の風速勾配によりNEBnに侵入し、NEBnは攪乱状態となった。
- NTrZs白雲群のNEBnへの侵入はNEBZのBarge（低気圧的渦）が関係しているかも知れない。
- WSZ (高気圧的白斑)：白色 ➡ 青灰色、CH4画像で明るくない ➡ 上空の白雲が剥ぎ取られた状態と思われる。
- もう1個の高気圧的白斑であるWSbは行方不明のまま消失したかも知れない。 ・ NN-WS-6(▼) & NN-WS-7(▼)の合体に注意

#### [ Outbreak周辺の風向き ]

2020/09/20 HST, UV (F343N) - Maps (L1)  
03:02.9

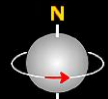
credit: ESA Science Archive / S. Mizumoto



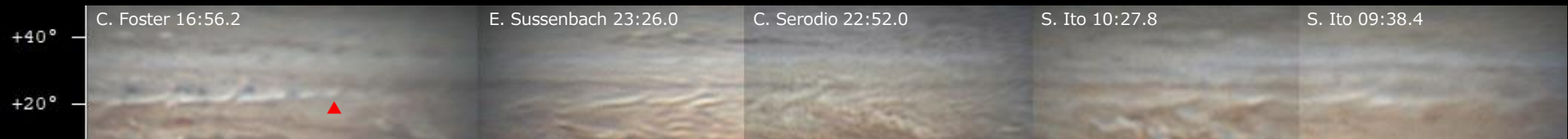
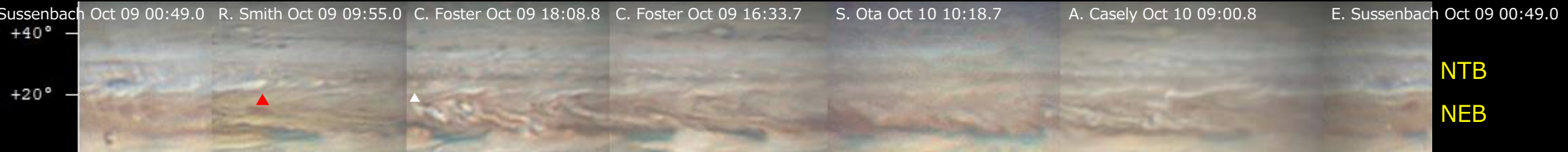
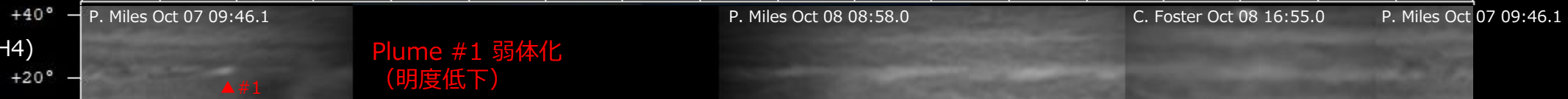
- NTB白雲群とNTrZs白雲群は急傾斜の風速勾配によってなびき、引き伸ばされている。 → Rift構造

[ Plume #1 消失過程 - 展開図 (L1) ] [Link: Ref. 10](#)

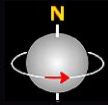
by Shinji Mizumoto



160° 140° 120° 100° 80° 60° 40° 20° 0° 340° 320° 300° 280° 260° 240° 220° 200° 180° 160° (L1)



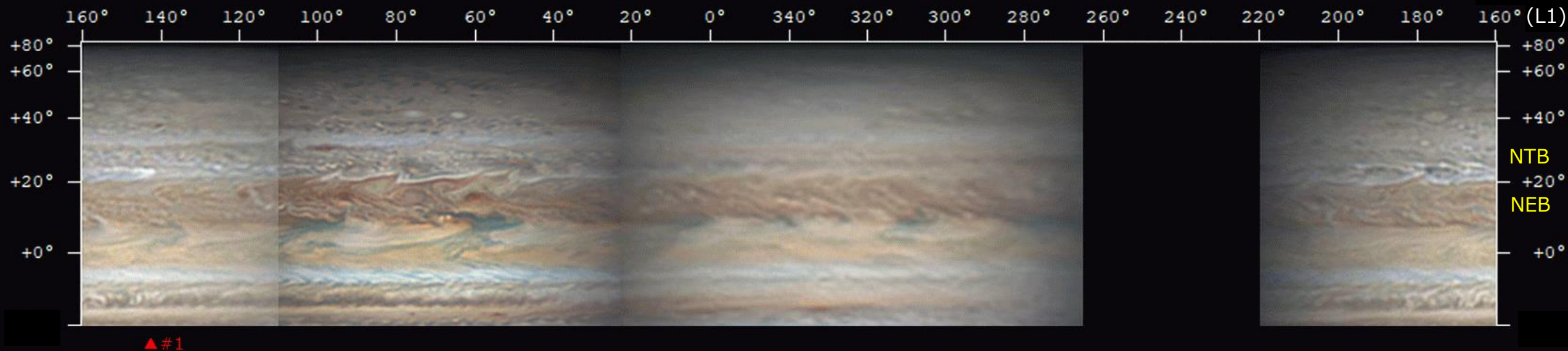


[ Plume #1 消失過程 - アニメーション (L1) ] 2020/10/02~16 [Link](#)

by Shinji Mizumoto

Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Oct 02	16:24.0	D.Kolovos	Colour	265°... 23°	1	-90°...+90°
2020 Oct 02	09:31.7	A.Wesley	Colour	23°...110°	1	-90°...+90°
2020 Oct 02	21:24.0	E.Azevedo	Colour	110°...220°	1	-90°...+90°

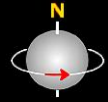
2020 NTBs jet-stream Outbreak



注目点 : Plume #1 の明るさの変化

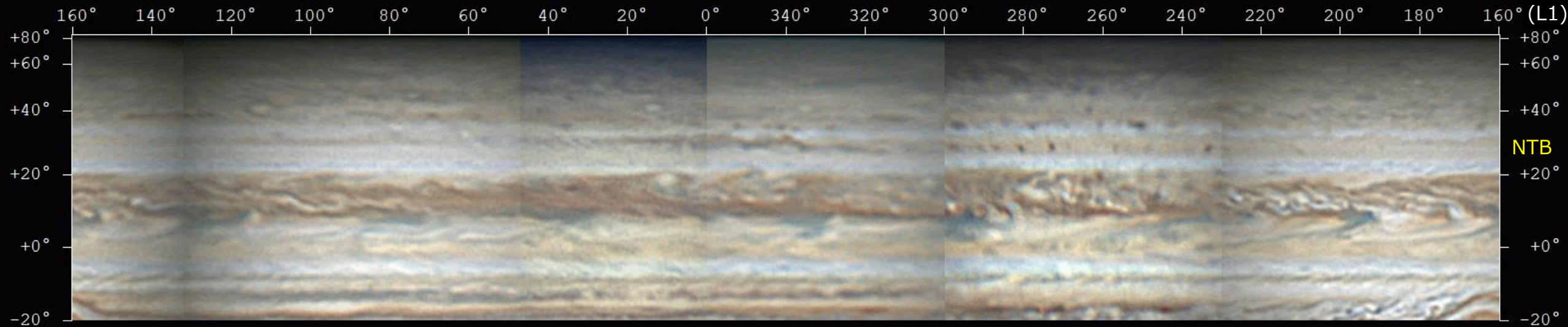
- Plume #1 (▲) が前方 (東 : 右) Outbreak後端 (NTBs白雲群) に到達。
  - ➡ Plume #1は明るさが低下 (弱体化) し、その後CH4画像で検出されなくなり消失した。 Plume #2,3も同様の過程を経て消失した。 Plume以外の3要素もPlumeの消失に伴い拡散するようにして弱まった。
  - NTrZs白雲群はPlumeの弱体化には関与していないと思われる。



[ NTBの濃化・復活 - アニメーション (L1) ] [Link](#)

by Shinji Mizumoto

Date	UT	Observer	Channel	Longitude	Sy.	Latitude
2020 Aug 05	12:14.0	T.Ishibashi	Colour	0°... 47°	1	-20°...+90°
2020 Aug 05	13:41.3	S.Ito	Colour	47°...132°	1	-20°...+90°
2020 Aug 06	12:22.0	S.Ito	Colour	132°...230°	1	-20°...+90°
2020 Aug 06	14:33.2	I.Miyazaki	Colour	230°...300°	1	-20°...+90°
2020 Aug 05	11:04.9	K.Suzuki	Colour	300°...360°	1	-20°...+90°



2020 Aug 05-06 before NTBs outbreak

注目点：NTBの濃度変化

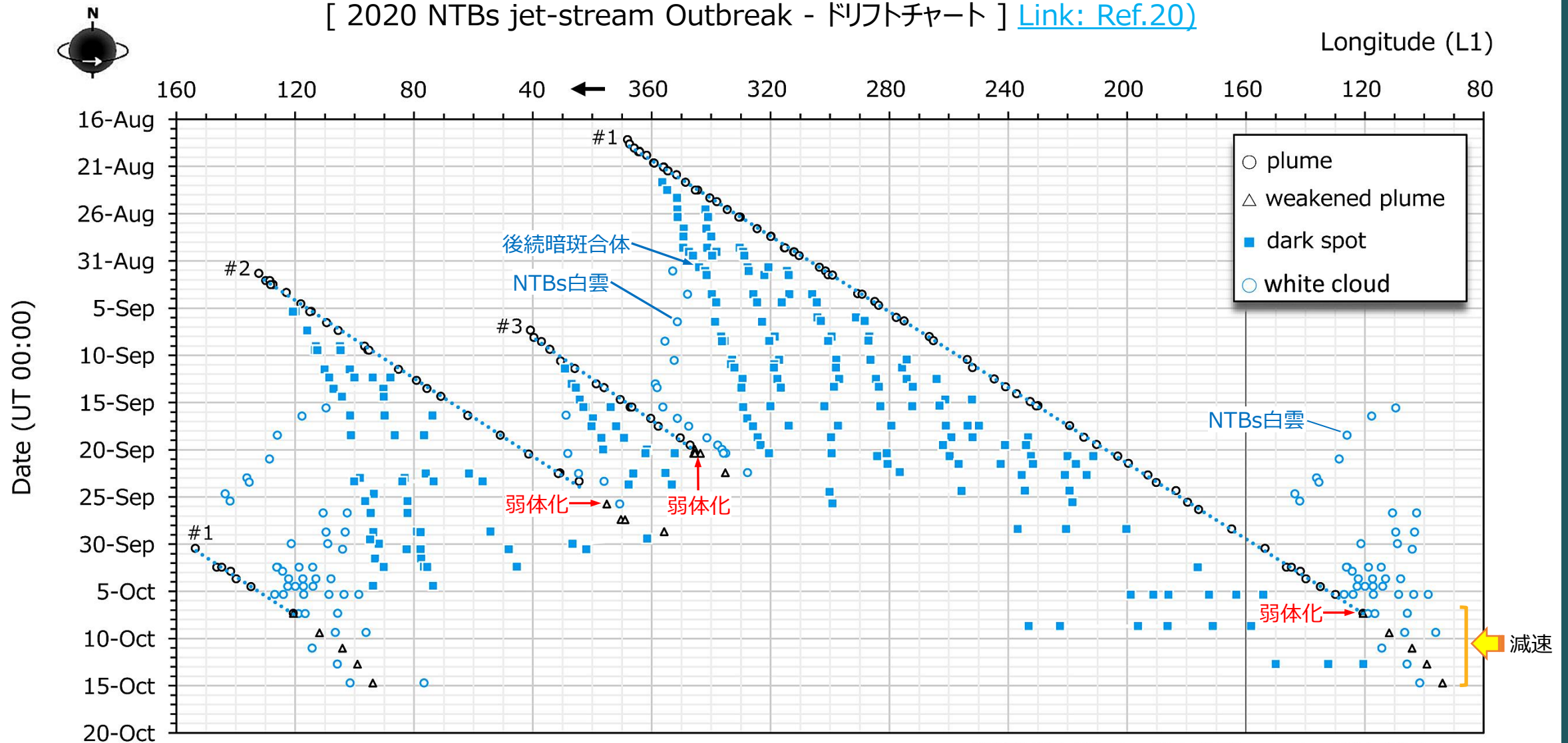
- Outbreak活動により淡かったNTBが濃化・復活した。

[ 2020 NTBs jet-stream Outbreak - 自転周期・風速 等 ] [Link: Ref.19](#)

by Kuniaki Horikawa

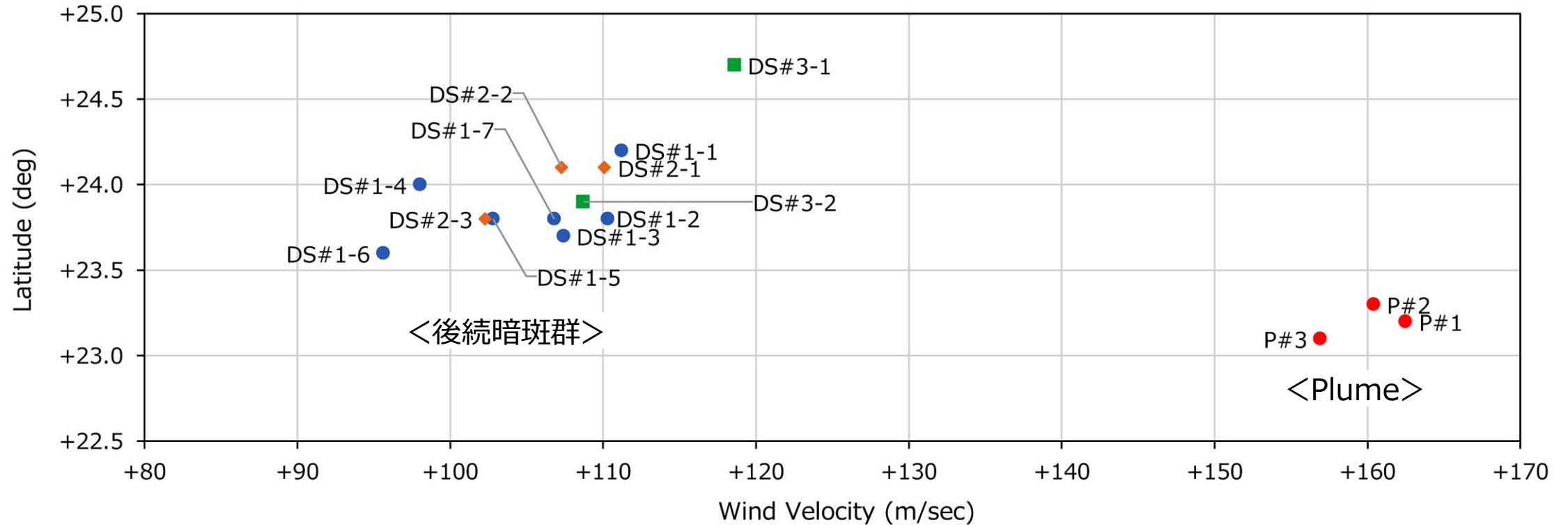
対 象	自転周期	ドリフト (°L1/day)	n	期 間 (2020 mm/dd)	経度範囲 (°L1)	緯 度 (deg N:+, S:-)	風 速 (m/s E:+, W:-)
Plumes (平均)	9h47m18.3s ± 8.7s	-4.777 ± 0.219	3			+23.2 ± 0.1	+159.9 ± 2.8
Plume #1	9h47m10.5s ± 1.7s	-4.971 ± 0.042	87	08/18 ~ 10/12	7.4 ~ 99.9	+23.2 ± 0.4	+162.5 ± 0.6
Plume #2	9h47m16.6s ± 4.0s	-4.820 ± 0.099	27	09/01 ~ 09/25	132.2 ~ 14.2	+23.3 ± 0.5	+160.4 ± 1.3
Plume #3	9h47m27.7s ± 5.5s	-4.540 ± 0.137	15	09/08 ~ 09/20	36.6 ~ 345.3	+23.1 ± 0.3	+156.9 ± 1.8
Dark spots (平均)	9h49m58.5s ± 19.7s	-0.782 ± 0.490	12			+24.0 ± 0.3	+106.6 ± 6.2
Dark spot #1-1	9h49m43.8s ± 4.7s	-1.147 ± 0.115	46	08/20 ~ 09/24	1.8 ~ 320.8	+24.2 ± 0.4	+111.2 ± 1.5
Dark spot #1-2	9h49m47.4s ± 16.1s	-1.056 ± 0.399	13	08/25 ~ 08/31	343.6 ~ 335.3	+23.8 ± 0.7	+110.3 ± 5.2
Dark spot #1-3	9h49m56.8s ± 6.5s	-0.825 ± 0.160	17	08/29 ~ 09/16	331.4 ~ 315.9	+23.7 ± 0.5	+107.4 ± 2.1
Dark spot #1-4	9h50m24.9s ± 7.6s	-0.126 ± 0.189	20	09/03 ~ 09/25	305.1 ~ 296.4	+24.0 ± 0.6	+ 98.0 ± 2.5
Dark spot #1-5	9h50m10.7s ± 6.3s	-0.479 ± 0.157	15	09/07 ~ 09/21	288.7 ~ 279.5	+23.8 ± 0.6	+102.8 ± 2.1
Dark spot #1-6	9h50m33.2s ± 10.8s	0.080 ± 0.268	12	09/08 ~ 09/19	271.4 ~ 276.5	+23.6 ± 0.3	+ 95.6 ± 3.5
Dark spot #1-7	9h49m58.2s ± 6.3s	-0.788 ± 0.156	10	09/11 ~ 09/25	265.6 ~ 252.9	+23.8 ± 0.8	+106.8 ± 2.0
Dark spot #2-1	9h49m47.5s ± 7.3s	-1.054 ± 0.181	31	09/04 ~ 10/04	124.3 ~ 88.0	+24.1 ± 0.7	+110.1 ± 2.4
Dark spot #2-2	9h49m55.9s ± 3.6s	-0.846 ± 0.090	22	09/11 ~ 10/04	95.3 ~ 73.7	+24.1 ± 0.7	+107.3 ± 1.2
Dark spot #2-3	9h50m12.1s ± 12.4s	-0.443 ± 0.307	11	09/15 ~ 09/29	79.3 ~ 70.5	+23.8 ± 0.4	+102.3 ± 4.0
Dark spot #3-1	9h49m19.3s ± 5.4s	-1.756 ± 0.134	12	09/13 ~ 09/27	25.6 ~ 2.8	+24.7 ± 0.6	+118.6 ± 1.7
Dark spot #3-2	9h49m51.9s ± 9.9s	-0.944 ± 0.245	7	09/15 ~ 09/20	13.9 ~ 8.8	+23.9 ± 0.5	+108.7 ± 3.2

[ 2020 NTBs jet-stream Outbreak - ドリフトチャート ] [Link: Ref.20](#)



2020 Oct 17 by Shinji Mizumoto @ALPO-Japan

[ 2020 NTBs jet-stream Outbreak - 緯度・風速 ]



## Outbreakの自転周期・風速 まとめ

- 自転周期・緯度・風速：NTBs jet-stream Outbreakとしては典型的な値。
- Plume 自転周期：速い ◀ #1 - #2 - #3 ▶ 遅い
- 後続暗斑群の自転周期：各Outbreak内で先に発生した暗斑ほど自転周期が速い傾向が認められた。▶ 暗斑どうしの合体が観測された。
- Plume #1の自転周期：弱体化した頃から減速し、その後消失した。 [Link: Plume-Latitude](#)



## [ 2020 NTBs jet-stream Outbreak - まとめ ]

活動の4要素	発生・発達	弱体化・消失	緯度 (deg)	自転周期	風速 (m/sec)	特記事項
1) Plume (Leading spot) (先行白斑)	3個のPlume発生 #1: 2020/08/18 #2: 2020/09/01 #3: 2020/09/08	Plumeが前方のOutbreak 後端に追いつく →弱体化・消失 #1: 2020/10/07-14 #2: 2020/09/25-28 #3: 2020/09/19-22	+23.2*	9h47m18.3s*	+159.9*	<ul style="list-style-type: none"> <li>CH<sub>4</sub>・UV画像で明るい → 上空まで達する噴出現象を思わせる</li> <li>高気圧的渦かどうかは確認できず</li> <li>L1に対して高速前進 → NTBs jet-stream</li> </ul>
2) 後続暗斑群	Plume後方に形成	Plumeの消失に伴い弱まる	+24.0*	9h49m58.5s*	+106.6*	<ul style="list-style-type: none"> <li>高気圧的渦</li> <li>リング状暗斑で青灰色</li> </ul>
3) NTBs白雲群	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plumeから流出</li> <li>風速勾配→なびく</li> </ul>	Plumeの消失に伴い弱まる	+25.5	-----	-----	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plumeの弱体化・消失に関与 (Outbreak後端に相当?)</li> </ul>
4) NTrZs白雲群	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plumeから流出</li> <li>風速勾配→なびく</li> </ul>	Plumeの消失に伴い弱まる	+20.8	-----	-----	<ul style="list-style-type: none"> <li>拡幅中のNEBnと激しい相互作用 → NEBn攪乱状態、WSZ一時行方不明</li> </ul>

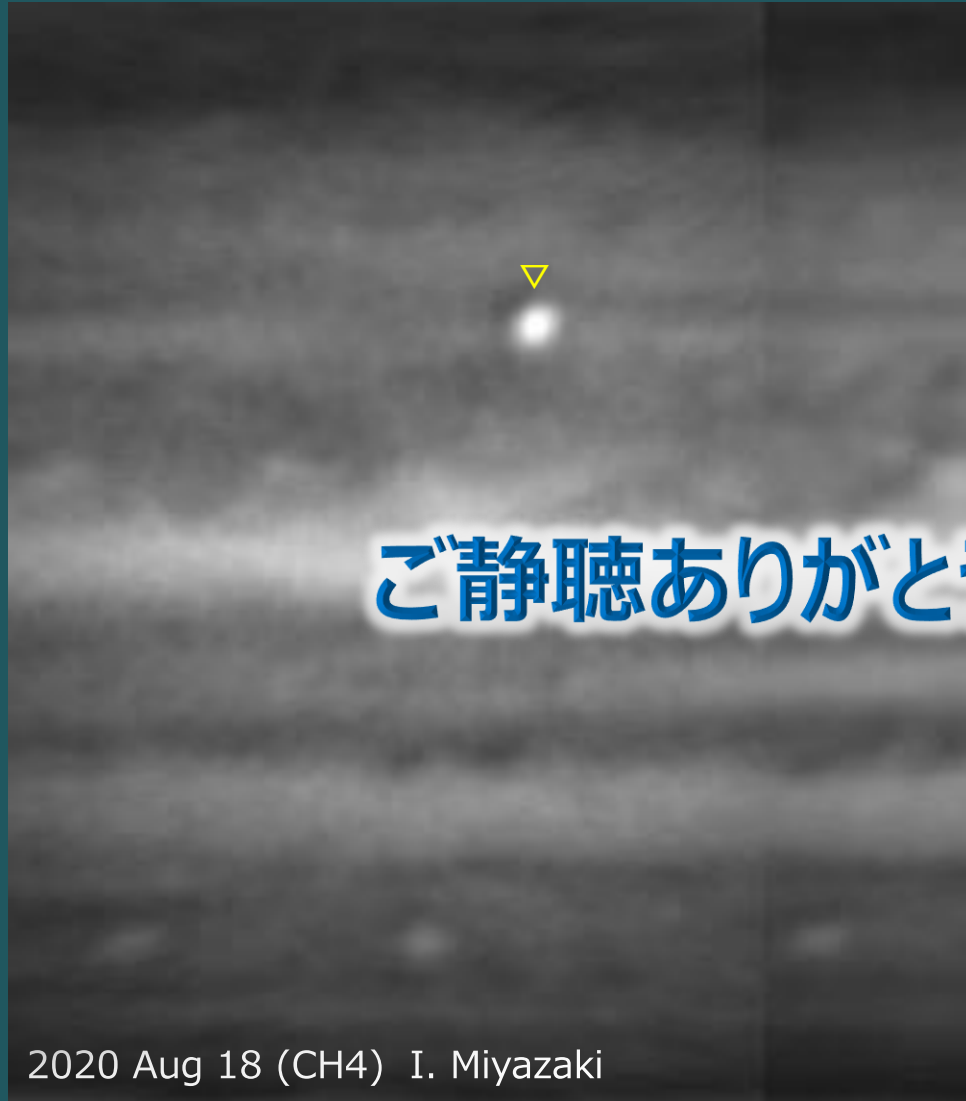
- Outbreak活動域は9月下旬には全経度に波及
- 上記 1) ~ 4) の活動により、淡かったNTBが濃化・復活

\* by Kuniaki Horikawa

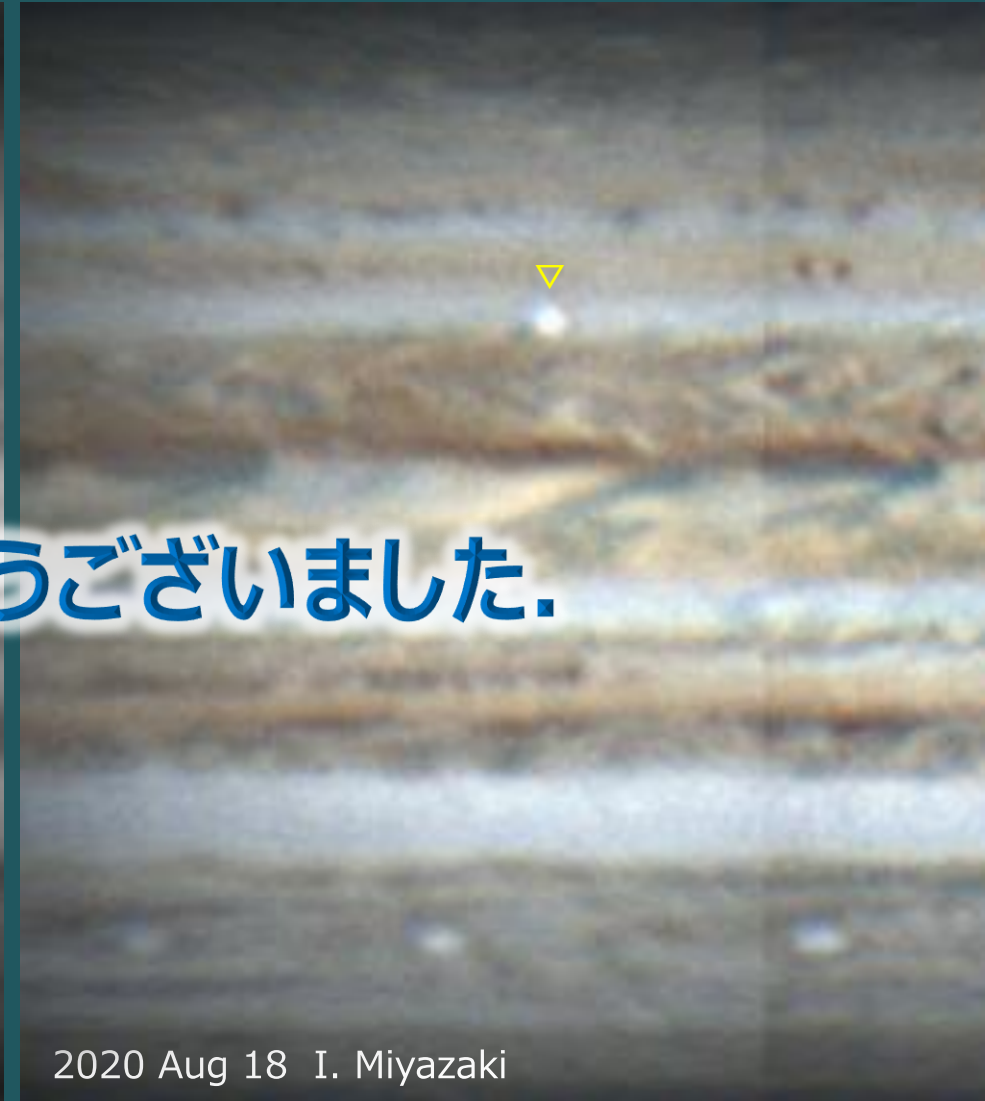
## 謝辞

- 観測データを提供頂いた多くの観測者、ESA (European Space Agency) Science Archive、OPAL (Outer Planet Atmospheres Legacy) に感謝致します。
- レポート作成に当たってデータやご意見を頂いた堀川邦昭氏に御礼申し上げます。

- 1) Rogers J & Mettig H-J (2008), Jupiter in 2007: Final Numerical Report, BAA Jupiter Section [https://britastro.org/jupiter/Jup\\_2007\\_Part5\\_NTropR-NTR\\_sm.pdf](https://britastro.org/jupiter/Jup_2007_Part5_NTropR-NTR_sm.pdf)
- 2) Rogers J (2008), The NTBs Jet in 2007 and 2008: Evidence on the structure of the jet and the nature of global upheavels, BAA Jupiter Section <https://britastro.org/jupiter/2008report03.htm>
- 3) Rogers J (2016), Jupiter in 2016/17: Report no.1 First report on the 2016 NTBs outbreak, BAA Jupiter Section [https://www.britastro.org/sites/default/files/Report-no-1\\_NTBO\\_2016oct\\_0.pdf](https://www.britastro.org/sites/default/files/Report-no-1_NTBO_2016oct_0.pdf)
- 4) Rogers J (2017), Jupiter in 2016/17, Report no.4: Interim report, BAA Jupiter Section [https://www.britastro.org/sites/default/files/Report-no4\\_2017jan.pdf](https://www.britastro.org/sites/default/files/Report-no4_2017jan.pdf)
- 5) Sanchez-Lavega A et al. (2017), A planetary-scale disturbance in the most intense Jovian atmospheric jet from JunoCam and ground-based observations, Geophysical Research Letters 44, 4679–4686 <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/2017GL073421>
- 6) Rogers J & Adamoli G (2018), Jupiter's North Equatorial Belt and Jet: III. The 'great northern upheaval' in 2012, BAA Jupiter Section <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1809/1809.09736.pdf>
- 7) Horikawa K, Chronicle of the Planet Jupiter since 2000, OAA Jupiter-Saturn Section (Japanese) [http://jupiter.la.coocan.jp/oaa/chronicle\\_index.htm](http://jupiter.la.coocan.jp/oaa/chronicle_index.htm)
- 8) Rogers J (2020), Jupiter in 2020, Report no.6: NTBs jetstream outbreak, BAA Jupiter Section <https://www.britastro.org/node/24012>
- 9) Rogers J (2020), Jupiter in 2020, Report no.7: Global map & NTBs outbreak, BAA Jupiter Section <https://www.britastro.org/node/24202>
- 10) Mizumoto S (2020), Jupiter in 2020 NTBs jetstream outbreak Maps (L1), ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/j20\\_NTBs%20jetstream%20outbreak\\_Map.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/j20_NTBs%20jetstream%20outbreak_Map.htm)
- 11) Mizumoto S (2020), Jupiter in 2020 Animation NTBs jetstream outbreak, ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/j20\\_Animation\\_NTBs%20jetstream%20outbreak.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/j20_Animation_NTBs%20jetstream%20outbreak.htm)
- 12) Mizumoto S (2020), 2020-08-25 HST-IR animation [https://drive.google.com/file/d/1nuI\\_wvR7GRXmzA\\_IASSP4fqQj2KM1K39/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1nuI_wvR7GRXmzA_IASSP4fqQj2KM1K39/view?usp=sharing)
- 13) Mizumoto S (2020), 2020-08-25 HST-UV animation <https://drive.google.com/file/d/1YcnaLqy4o8I5E4MeF3YCV5pZd7ZQvEel/view?usp=sharing>
- 14) Mizumoto S (2020), 2020-08-25 HST-CH4 animation [https://drive.google.com/file/d/1eAsH5gyhkOSuLPzSaNOtx7XE5vWq\\_5hd/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1eAsH5gyhkOSuLPzSaNOtx7XE5vWq_5hd/view?usp=sharing)
- 15) Mizumoto S (2020), 2020-09-20 HST-IR animation, ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/j20\\_Animation\\_NTBs%20jetstream%20outbreak%20HST%20images.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/j20_Animation_NTBs%20jetstream%20outbreak%20HST%20images.htm)
- 16) Mizumoto S (2020), 2020-09-20 HST-UV animation, ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/j20\\_Animation\\_NTBs%20jetstream%20outbreak%20HST%20images.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/j20_Animation_NTBs%20jetstream%20outbreak%20HST%20images.htm)
- 17) Mizumoto S (2020), Interaction between NTBs outbreak and NEBn (L2 animation), ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/Interaction\\_NTBO-NEBn\\_Marger-NNWS.gif](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/Interaction_NTBO-NEBn_Marger-NNWS.gif)
- 18) Horikawa K (2020), Animation of NTBs jetstream outbreak #1, ALPO-Japan <http://alpo-j.sakura.ne.jp/kk20/j201109r.htm>
- 19) Horikawa K (2021), Rotation Periods in 2020 Apparition, ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/driftcharts/rplist\\_a20.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/driftcharts/rplist_a20.htm)
- 20) Mizumoto S (2020), Jupiter in 2020 NTBs jetstream outbreak Chart (L1), ALPO-Japan [http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j\\_Cylindrical\\_Maps/j20\\_NTBs%20jetstream%20outbreak\\_chart.htm](http://alpo-j.sakura.ne.jp/Latest/j_Cylindrical_Maps/j20_NTBs%20jetstream%20outbreak_chart.htm)



2020 Aug 18 (CH4) I. Miyazaki



2020 Aug 18 I. Miyazaki

ご静聴ありがとうございました。