

# NEB Rift の生成過程

伊賀 祐一

月惑星研究会・関西支部

第 25 回 木星会議(神奈川県青少年センター, 2001 年 5 月 19/20 日)

2000-2001 年の観測シーズンには NEB 内に数多くの Rift が見られた。そこで、CCD 画像から作成した展開図と、画像から計測された NEB の白斑と Rift の経度を用いて解析を行った。その結果、NEB 中央に白斑が発生すると、それはシアーされた気流に乗って東西に伸びると同時に南北にも伸び、NEB 内の Rift が形成される。Rift はその後の白斑の発生によって供給を受けて成長し、さらに東西に伸ばされる。15~30 日間の成長期間の後、経度長が  $110^\circ$  に達すると Rift は次第に消失する。白斑は同じ発生源から次々と発生して、新たな Rift を作り出す。この発生源は、シーズンで 8ヶ所が同定されたが、自転周期は 9 時間 54 分 15 秒をしました。また、発生源自身も 3~5ヶ月の寿命を持っている。

## 1. NEB(北赤道縞)に見られる現象について

NEB は木星面で最も目立つベルトであり、しかも変化に富むベルトの一つである。過去の観測から、J. H. Rogers(BAA)は NEB に見られる現象を図 1 のようにまとめている<sup>1)</sup>。NEB は太いベルトの状態から、中央部に Rift を持った状態に変わり、さらに NEB の中央部が明化して二重になることもある。また、NEB はこのような状態とは異なる変化をも示す。通常の幅のベルトから、北方の NTrZ(北熱帯)まで広がった状態(拡幅期)に移行する。この拡幅期には NEB は赤味が強くなり、NEB 内部に赤茶色の斑点 Barge(バージ)と明るい白斑 Notch(ノッチ)が見られる。その後、拡幅した NEB は北部が明化して元の幅に戻る(衰退期)。この時、拡幅期に見られた Barge は NEBn に位置し、Notch は NTrZ の白斑として見られる。また、NEB は NEBs だけの細いベルトだけになることもある。

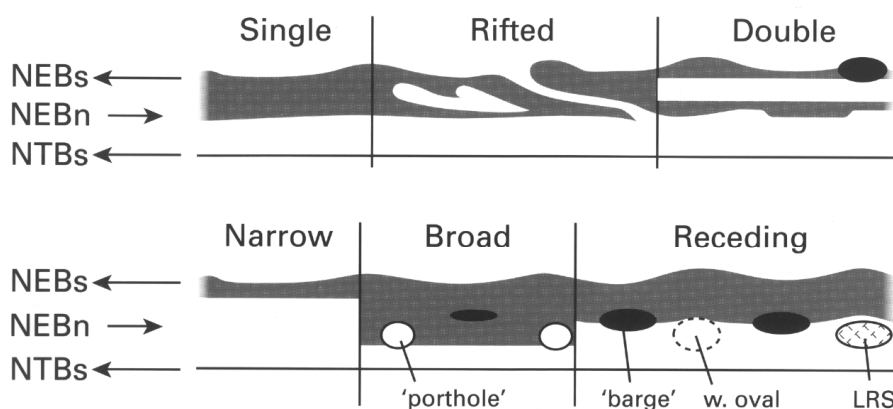


Fig. 8.1. Sketches of typical aspects of the NTropZ and NEB. The NEB commonly evolves as sketched from left to right, (top row) during an episode of rifting, or (bottom row) during a typical cycle of activity - broadening, reddening, and creation of stable ovals. W., White; LRS, Little Red Spot. (Detailed forms of NEBs disturbances are not shown; see Fig. 9.1.)

図 1 NEB に見られる現象の解説図<sup>1)</sup>

## 2. 2000-2001 年シーズンに見られた NEB Rift

2000-2001 年の観測シーズンが始まった際に、NEB は前シーズンから幅が広がっていた。前回の NEB の拡幅期は 1996 年のシーズンであり、最近ではほぼ 3 シーズン間隔で NEB の拡幅現象が見られることと一致している。この拡幅現象と同時に、今シーズンの NEB 内部には Rift が特に顕著に見られることに気がついた(図 2)。なお、Rift(リフト)とは「裂け目」という意味で、NEB の中央部に現れる白斑群や白い Streak(ストリーク)を示す。NEB Rift は NEB 内の速度勾配によって東西に引き伸ばされ、南側では前方へ、北側では後方に伸びるために、一般的に南東から北西に斜めに見られる乱流領域となる。



図2 2000-2001年に見られた代表的なNEB Riftの様子

1999年のシーズンにも、NEB内部にRiftは見られていたが、今シーズンのNEB Riftの活動は非常に活発であった。非常に短いRiftとして観測されたり、経度方向に長く引き伸ばされたRiftとして観測されたりした。また、Riftどうしが連続してつながっている様子も観測された。また、NEB内に見られるRiftの数は、全く見られない時期もあれば、全周で4個ぐらい見られる時期もあった。

そこで、NEB内に見られるRiftを系統的に解析するために、シーズン中に得られたCCD画像から作成されたNEBの展開図を作成して検討を行った(図3)。作成された展開図は、表1に示す枚数であった。

シーズンを通したNEBのその他の特徴として、NEB北縁が2000年9月頃には北側に広がった。シーズン初めにはNEB北縁には湾入や白斑が多く見られ、NEB全体が波打っているようであったが、次第にNTrZに新しく細いベルトができ、NEB北縁との間が暗くなり、NEB全体が北側に広がった拡幅期に移った。本来のNEBnに相当する緯度であるNEB中央にはいくつかのBargeが残り、また本来のNTrZにあった白斑はNEB内に残っていた。

月	枚数
2000年6月	1
7月	1
8月	3
9月	4
10月	1
11月	1
12月	1
2001年1月	3
2月	4
3月	5
計	24

表1 作成された展開図



図3 2000-2001年のNEBの展開図

### 3. NEB Rift についてこれまでに分かったこと

作成した展開図から以下の事象が明らかになった。

- Rift は NEB 内を前進している。  
展開図で Rift を追跡すると、一定経度で留まっていなくて、Rift は NEB 内を前進している。Rift は体系 II よりも早い自転周期を持っている。
- Rift の経度方向の長さが大きく変化している。  
Rift は経度方向の長さが短い時もあるが、経度方向に引き伸ばされている時もある。短い Rift は、時間とともに経度方向に引き伸ばされて、その後消失している。また、何本かの Rift が連なって見えることもある。
- Rift 内の NEB 中央には白斑を伴っている。  
Rift の経度方向の中央付近である NEB 中央部に白斑が見られる。Rift とこの白斑は関連が見られる。
- 顕著な白斑が発生した際は Rift は短い。  
NEB 中央に白斑が発生している時には、Rift の長さは短い。Rift の長さが伸びるにつれて、白斑は弱くなっていく。
- Ezn の festoon は Rift を追い越していく。  
体系 I の自転周期を持つ Ezn の festoon は、Rift を追い越していくが、festoon の形状に大きな変化は起こっていない。また、逆に Rift も変化していない。Rift の活動は NEB 内だけの現象であることが分かる。
- NEBn の Barge は Rift の通過によって影響を受けない。  
NEBn に見られる Barge は体系 II に近い自転周期なので、Rift が Barge を追い越していく。Rift が Barge を追い越す際に、Rift にも Barge にも変化は見られない。これによっても、Rift の活動は NEB 内だけの現象であることがわかる。

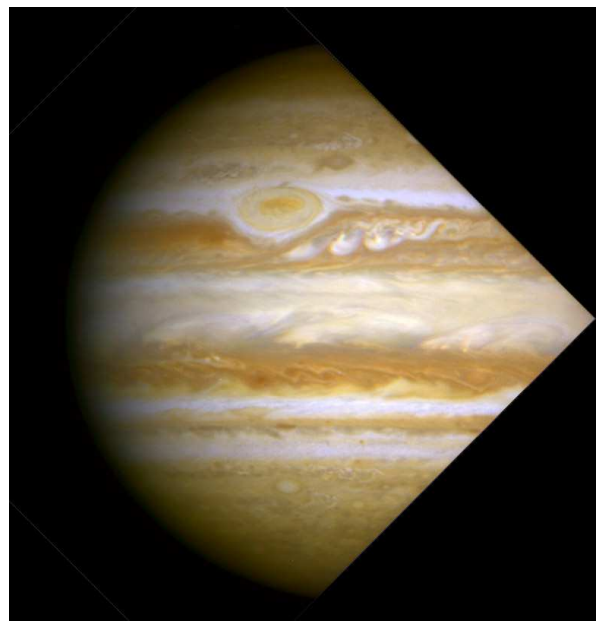


図4 HSTによる1999年の画像

### 4. NEB Rift 生成のヒント

NEB に Rift が見られたのは今シーズンだけではない。NASA の木星探査機からの高解像度の画像にも NEB Rift が見られる。これまでで、NEB 内の白斑が起源となって NEB Rift はできるのではないかと予想したが、この考えを立証する画像を調査した。

図4はハッブル宇宙望遠鏡(HST)が撮影した1999年の画像だが、NEB やや南方に小さな白斑が見られる。この白斑を中心に、左上から右下へ顕著ではないが、斜めの Rift 構造が見られる。我々の観測を整理すると、このHSTの画像が撮影された直後に、この白斑が明るく顕著になり、さらに明瞭な Rift 構造が地上からも観測された。

図5および図6は、2000-2001年の観測シーズンに木星を通過した土星探査機カッシーニの画像である。図5にもNEBにRiftが見られ、その中央部に小さな白斑がある。図6はカッシーニが2000年10月31日から11月09日までに撮影した画像から作成された展開図で、公開されているものは動画である。10日間という短い期間では

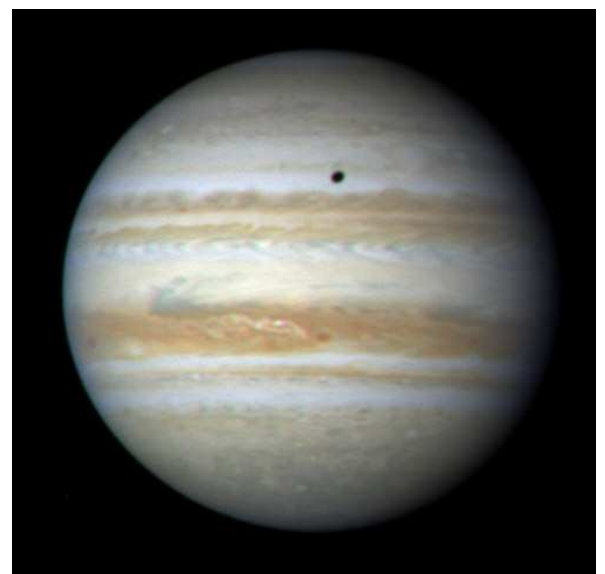


図5 カッシーニ探査機による画像  
2000年10月14日撮影



図 6 カッシーニ探査機による展開図(2000年10月31日-11月09日までの動画から)

あるが、NEB 内の複雑な動きが良く理解できる。NEB の 4 ヶ所に Rift があり、動画で見ると、Rift が NEB をかなり早い速度で前進している様子や、Rift の中央に白斑があること、白斑からの噴き出した白雲が Rift に供給されて、東西に伸ばされていく様子が認められる。

### 5. NEB Rift の経度計測からの解析

我々のメンバーの CCD 画像から得られた模様 of 経度計測データは 8708 件であったが、このデータのうち NEB の Rift と白斑に関するデータは 704 件あった。これをプロットしたものが図 7 である。この図は体系 II (自転周期 9 時間 55 分 40.6 秒) に対してプロットしたもので、○印が NEB の白斑、横矢印線が NEB Rift を示す。かなり複雑な動きに見えるが、NEB 白斑だけに注目すると、白斑は一定速度で NEB 内を前進していることが分かる。

そこで、NEB 白斑だけを抽出し、体系 II よりも早い自転周期 9 時間 54 分 15 秒に対してプロットしたものが図 8 である。明らかに NEB 白斑は 8 個のグループに同定でき、それらは自転周期 9 時間 54 分 15 秒で移動する白斑の発生源として考えられる。発生源そのものも、3 ヶ月から 5 ヶ月の寿命があり、そ

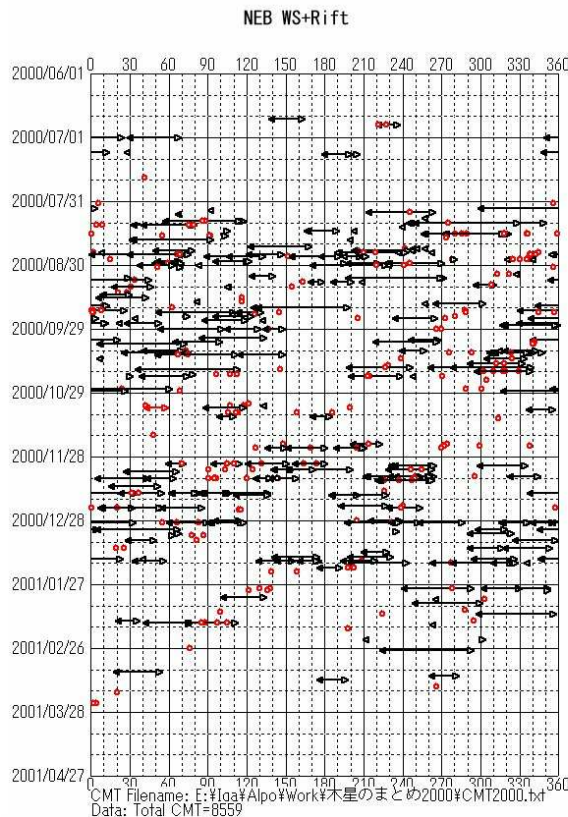


図 7 NEB の白斑と Rift(第 II 系)

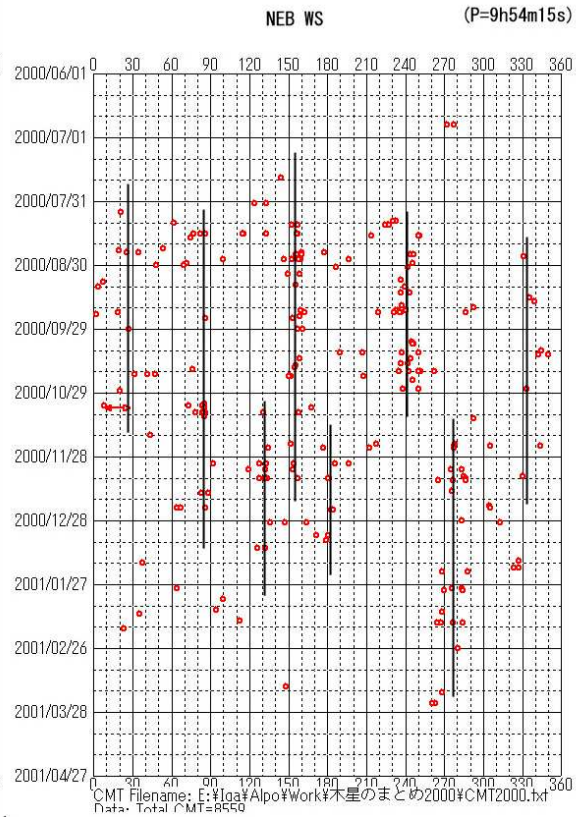


図 8 NEB の白斑(9 時間 54 分 15 秒)

の期間内は同じ発生源から連続して白斑が発生している。

次に、これらのNEB白斑の上に、さらにNEB Riftの位置をプロットし、Riftの前端部(NEBs側)および後端部(NEBn側)を追跡したものが図9である。これによると、Riftの前端部は発生源から発生した白斑がNEB内のシアアされた気流に乗ってNEBs前方に広がっていく様子が同定された。また、Riftの後端部も同様に、発生源の白斑がシアアされた気流に乗ってNEBn後方に広がっていく様子が同定された。

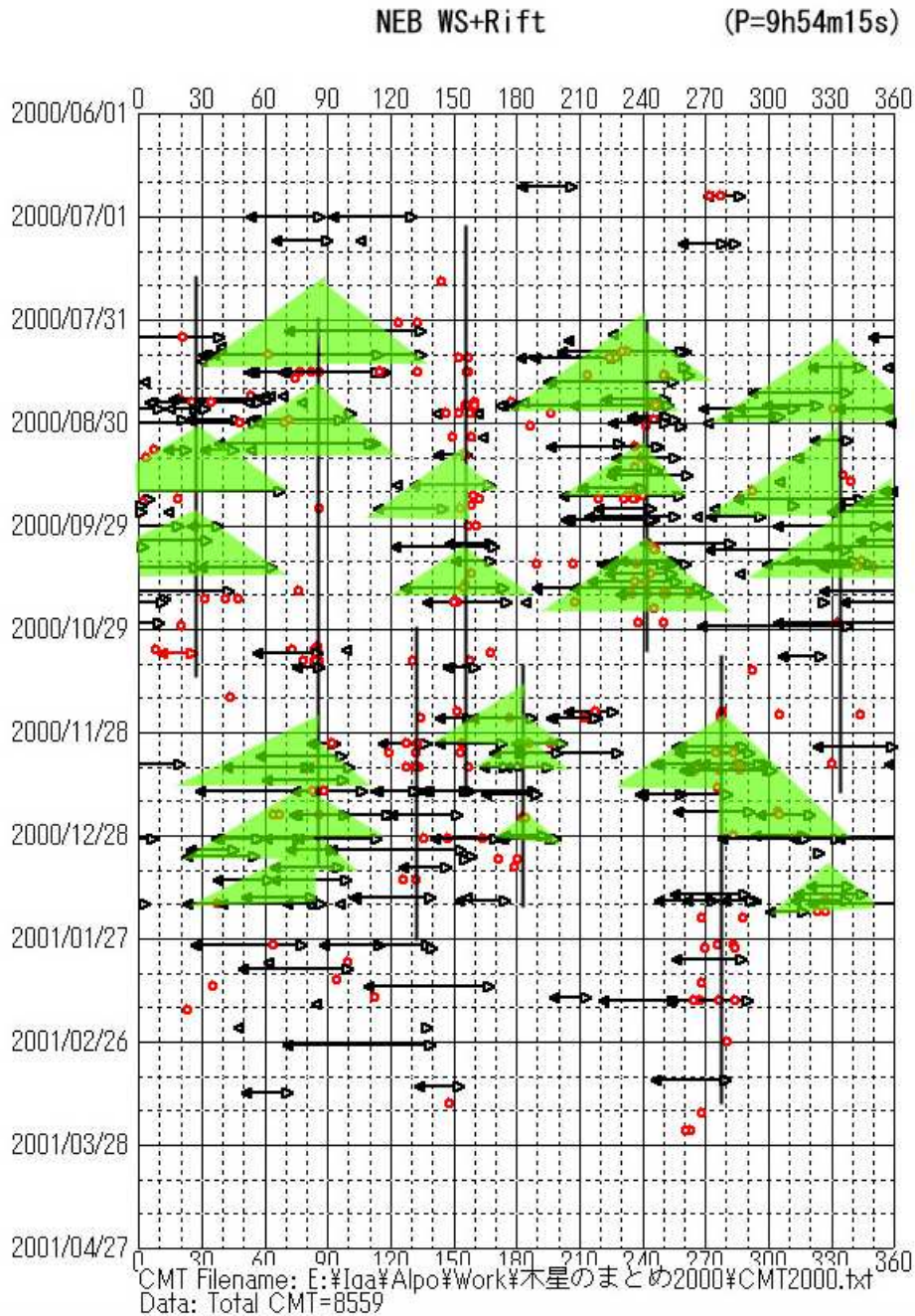


図9 NEB白斑とRiftの同定(9時間54分15秒に対してプロット)

## 6. NEB Rift の解析結果

2000-2001 年の観測シーズンに見られた NEB 内の Rift について、展開図(図 3)および経度計測(図 9)からの解析から、表 2 の結果を得ることができた。

### ● 自転周期

模様	自転周期	ドリフト(日)	ドリフト(月)
白斑	9h54m15s	+2.1(体系 II)	+62.7(体系 II)
Rift 前端部	9h52m49s	-2.1(対白斑)	-63.3(対白斑)
Rift 後端部	9h55m21s	+1.6(対白斑)	+48.0(対白斑)

NEB 内には 8 ヶ所の白斑の発生源が存在していた。この発生源の自転周期は 9 時間 54 分 15 秒であった。その発生源から発生した白斑を起点として、NEB 内のシアアされた気流に乗って、白斑が東西に伸ばされた。その際に白斑が伸ばされたものが Rift であり、その前端部は自転周期 9 時間 52 分 21 秒で前進し、後端部は自転周期 9 時間 55 分 21 秒で後退していた。このために Rift は経度方向に伸びるが、15~30 日間ほどで消失する。成長した Rift の最大の長さは  $110^\circ$  まで達していた。Rift が消失すると、その発生源から新たな白斑が発生し、再び Rift を形成する。発生源そのものも寿命があり、3~5 ヶ月程度である。

- Rift の成長期間は 15~30 日間である。
- Rift の最大経度長は  $110^\circ$  に達する。
- 白斑の発生源の寿命は 3~5 ヶ月である。

表 2 NEB Rift の解析結果

これらのことにより、Rift は NEB 内を前進して、その長さが次第に伸びていく様子が説明できる。また、隣り合った発生源に起因する Rift が成長するにつれて、Rift どうしが重なり合い、あたかも長い 1 本の Rift のように見えることも説明できる。

## 7. NEB Rift の生成と発達過程のモデル

NEB の Rift は NEB 内に発生した白斑を起源としている。NEB は体系 I と体系 II にはさまれた地域で、帯状流を形成している。このために NEB 内の気流は南北方向にシアア(shear)されている。NEB 内に発生した白斑は、このシアアされた気流に乗って、NEB 内を東西に広がると同時に、南北方向にも伸びる(図 10)。

一度発生した Rift は、発生源からの白斑の供給を受けて、さらに発達する。しかしながら、東西に伸びきった Rift は  $110^\circ$  まで成長すると、次第に淡くなり消失する。新たな白斑が発生源に発生することで、次の新しい Rift が成長する。この活動が重なる期間には、伸びきった古い Rift と短い若い Rift が重なり合っていることがある(図 11)。

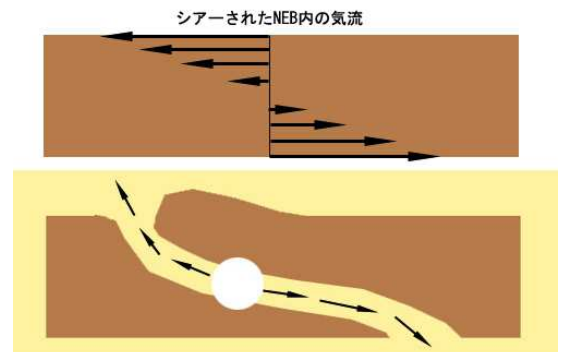


図 10 シアアされた気流で広がる Rift

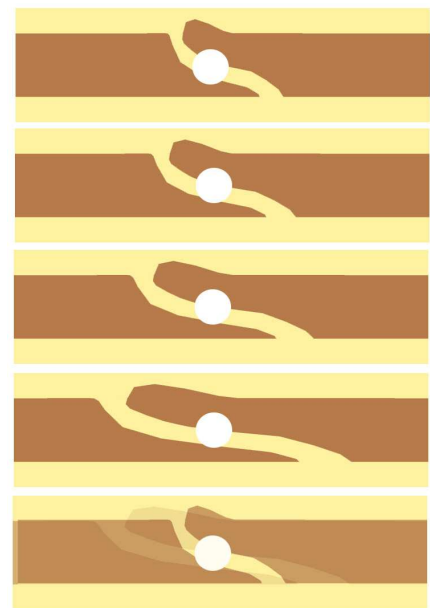


図 11 Rift の発達のモデル

## 参考文献

- (1) J.H.Rogers, The Giant Planet Jupiter, Cambridge Univ. Press(1995)