

オーロラ全天画像と Pi2 地磁気脈動を用いたサブストームオンセットの解明

三浦 翼 [1]; 家田 章正 [2]; 寺本 万里子 [3]; 川嶋 貴大 [2]
[1] 名大宇宙地球研; [2] 名大宇宙地球研; [3] 名大・宇地研

Association between substorm onsets in auroral all-sky images and geomagnetic Pi2 pulsations

Tsubasa MIURA[1]; Akimasa Ieda[2]; Mariko Teramoto[3]; Takahiro Kawashima[2]
[1] ISEE, Nagoya University; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya University

Substorms are explosive disturbances in the magnetosphere and ionosphere of Earth. Substorm onsets are often identified using sudden auroral brightenings (auroral breakup) or geomagnetic Pi2 pulsations. These auroral brightenings and Pi2 pulsations are supposed to occur simultaneously within approximately 1 min of each other. However, as auroral brightenings typically include a two-stage development, this simultaneity is not straightforward.

In this study, we clarify the correspondence between Pi2 pulsations and auroral brightenings, including the two-stage development. The first stage of the development is the sudden brightening of an auroral arc near the midnight (initial brightening) and the second stage is the poleward expansion of the auroral arc. We compared all-sky images (3 s resolution) in Canada and geomagnetic observations (0.5-1 s resolution) in North and Central America, using data from the THEMIS project. In this study, we examined three substorms events that exhibit evidence of the two-stage auroral development.

In the first event (4 March 2008), an auroral initial brightening occurred at 0533:57 UT and a poleward expansion was observed at 0538:12 UT (4 min after the initial brightening) in Gillam (magnetic latitude:66.0°, longitude:333°, MLT:22.9). In contrast, the Pi2 pulsation started at 0539:30 UT, which is closer to the time of the poleward expansion, in Carson City (magnetic latitude:45.0°, longitude:304°) and San Juan (magnetic latitude:27.9°, longitude:6.53°). Thus, we consider this Pi2 pulsation as corresponding to the poleward expansion rather than the initial brightening. This correspondence was also seen in the other two events, suggesting that it is not exceptional. We interpret that the Pi2 pulsation corresponds to the poleward expansion because both are caused by the magnetic field dipolarization, which is a drastic change that propagates from low- to high-latitude field lines.

サブストームは、地球磁気圏と電離圏における爆発的な電磁擾乱である。サブストームの開始は、オーロラの突然の増光（オーロラ爆発）や Pi2 地磁気脈動などにより同定される。このオーロラの増光と Pi2 脈動は、約 1 分以内で同時であると想定されている。しかし、オーロラの増光が典型的には 2 段階に発達することに注目すると、この同時性は自明ではない。1 段階目の発達、真夜中付近で起こるオーロラアークの突然の増光（initial brightening）、2 段階目は、アークが極方向に拡大する poleward expansion である。本研究では、この 2 段階発達が顕著である 3 例のサブストームを調べた。用いたデータは、THEMIS 計画で取得されている、カナダのオーロラ全天画像（3 秒値）と北中米の地磁気観測（0.5-1 秒値）である。

最初の例（2008 年 3 月 4 日）では、initial brightening が 0533:57 UT に、poleward expansion が 4 分後の 0538:12 UT に、Gillam（磁気緯度：66.0 度、磁気経度：333 度、MLT：22.9 時）で観測された。一方、Pi2 脈動は 0539:30 UT に Carson City（磁気緯度：45.0 度、磁気経度：304 度）と San Juan（磁気緯度：27.9 度、磁気経度：6 度）で開始したため、poleward expansion に対応すると考えられる。この対応関係は他の 2 例においても、以下の様に同様であった。2 例目（2008 年 2 月 29 日）では、initial brightening が 0433:30 UT、poleward expansion が 6 分後の 0439:18 UT に、Fort Smith（磁気緯度：67.3 度、磁気経度：307 度、MLT：20.2 時）で観測された。一方、Pi2 脈動は、0438:40 UT（initial brightening から 5 分後）に Carson City で開始していた。最後に 3 例目（同日）は、initial brightening が 0818:36 UT で、poleward expansion が 2 分後の 0820:24 UT に、Athabasca（磁気緯度：61.9、磁気経度：307 度、MLT：23.8 時）で観測された。一方、Pi2 脈動は、0821:00 UT（initial brightening から 2 分後）に San Juan で開始していた。

以上の 3 例から、Pi2 脈動は、initial brightening ではなく、オーロラの 2 段階目の発達である poleward expansion に対応していることが示唆される。一般に、Pi2 脈動は、地球の磁力線が衝撃を受けることにより生じると考えられる。一方、オーロラの poleward expansion は、磁気赤道面において内側から外側の磁力線に擾乱が伝播していることの投影であると考えられる。従って、Pi2 脈動と poleward expansion の対応は、磁気圏において引き伸ばされた磁力線が急激に元に戻る、磁気双極子化に起因した、間接的關係であると考えられる。