

修士論文要旨

「オーロラ電子加速と微細発光構造の比較研究 -れいめい同時観測-」

宇宙惑星科学大講座 修士2年 伊藤 祐毅

◇ はじめに

極域で見られるオーロラは、数 km 以下の微細な構造を持つ。過去の研究により、オーロラ加速域における慣性アルフヴェン波とオーロラ微細発光構造との関連が示唆されているが、その生成要因は未だ解明されていない。また、オーロラ帯上空には準静的な磁力線方向電場が存在し、その結果として inverted-V 型電子構造が形成され、オーロラ発光が引き起こされると考えられている。しかし、観測される inverted-V 型電子構造の水平スケールは 10-100 km 以上であり、オーロラ微細発光構造のスケールに比べずっと大きい。慣性アルフヴェン波が磁力線に沿って地球に向かって伝搬すると、共鳴条件を満たす電子は波の磁力線方向電場によって加速される。慣性アルフヴェン波による共鳴加速は、オーロラ帯上空で inverted-V 型電子構造と共にしばしば観測される沿磁力線方向に収束した電子のエネルギー-時間分散構造(図 1)の生成機構として有力視されている。

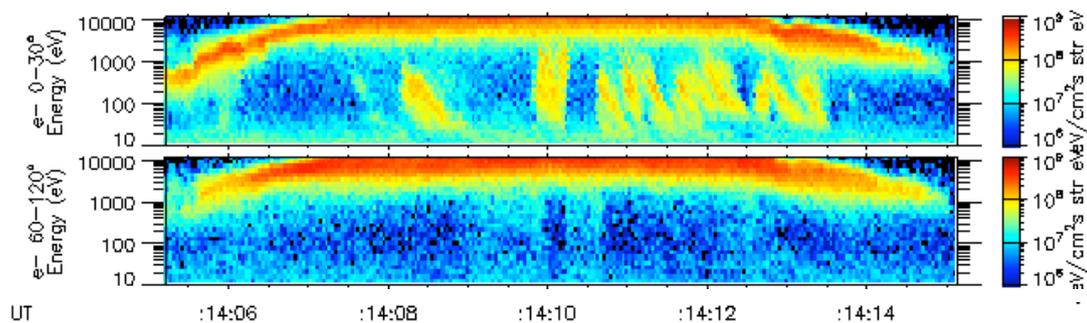


図 1 Inverted-V 型電子構造と電子のエネルギー-時間分散

れいめい衛星が 2007 年 2 月 4 日に観測した電子の E-t 図。降り込み方向(上のパネル)と垂直方向(下のパネル)に inverted-V 型電子構造が存在し、降り込み方向のパネルの inverted-V 型電子構造の低エネルギー側に電子のエネルギー-時間分散構造が観測されている。

◇ 解析・結果

本研究では、電子のエネルギー-時間分散構造を慣性アルフヴェン波の存在を示すマーカーと考え、inverted-V 型電子構造との位置関係、また磁力線フットプリント領域でのオーロラ微細発光構造との対応関係を統計的に調べた。用いたデータは高度約 650 km を飛翔するれいめい衛星が行っているオーロラ画像-電子同時観測によって得られたものである。

その結果、電子のエネルギー-時間分散構造が観測される場合、フットプリント領域では非常に高い確率でオーロラアーク中にアークに沿った方向にドリフトする微細発光構造が

存在することが分かった。また、電子のエネルギー時間分散構造が観測されるイベントでは inverted-V 構造の水平空間スケールが小さくなる傾向が見られた。そこで、観測された電子のエネルギースペクトルからオーロラ電子加速領域の垂直電場 (E_{\perp}) 構造を推定し、電子のエネルギー時間分散構造、オーロラ微細発光構造のドリフトとの関係を調べた(図 2)。その結果、垂直電場強度が強くなるほど電子のエネルギー時間分散構造、オーロラ微細発光構造のドリフトが見られる確率が高くなることがわかった。

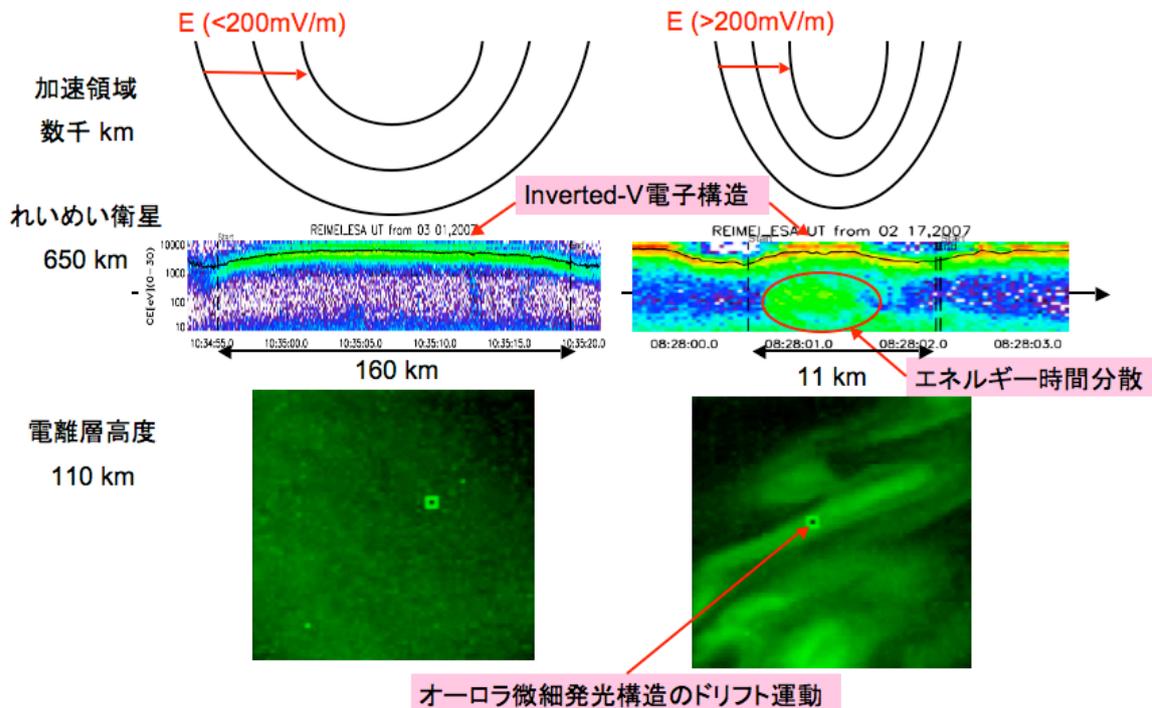


図 2 Inverted-V 電子構造とエネルギー時間分散、オーロラ微細発光構造のドリフト運動の対応関係の模式図。最上段は加速領域での垂直電場強度を示し、中段はれいめい衛星の電子の E-t 図上の inverted-V 構造、エネルギー時間分散を示す。最下段はれいめい衛星が観測した電離層高度約 110km でのオーロラ発光を示す

◇ 考察

慣性アルフヴェン波による共鳴電子加速が高度方向のある一点で起こっていると仮定すると、電子のエネルギー時間分散構造から推定される加速域は高度～3000 km 程度となる。FAST 衛星などによる観測から、この付近にはプラズマ密度が高高度側で $\sim 1\text{cm}^{-3}$ 以下に急減する境界領域が存在すると考えられており、慣性アルフヴェン波による共鳴加速は高高度側でのみ効率的に起き得ると考えられる。これらのことから、オーロラ加速領域に存在する垂直電場がオーロラ微細発光構造のドリフトに寄与し、また慣性アルフヴェン波の生成にも寄与しているのではないかと推測される。