

R006-28

Zoom meeting B : 11/2 AM1 (9:00-10:30)

10:00~10:15

ニュージーランドに設置された誘導磁力計による Pc1, IAR の観測: 初期結果報告

#尾花 由紀¹⁾, 坂口 歌織²⁾, 能勢 正仁³⁾, 細川 敬祐⁴⁾, 塩川 和夫⁵⁾, Connors Martin⁶⁾, 門倉 昭⁷⁾, 長妻 努⁸⁾

¹⁾大阪電通大・工・基礎理工, ²⁾情報通信研究機構, ³⁾名大・宇地研, ⁴⁾電通大, ⁵⁾名大・宇地研, ⁶⁾Centre for Science, Athabasca Univ., ⁷⁾ROIS-DS/極地研, ⁸⁾情報通信研究機構

Observations of Pc1 and IAR with an induction magnetometer in New Zealand: initial results

#Yuki Obana¹⁾, Kaori Sakaguchi²⁾, Masahito Nose³⁾, Keisuke Hosokawa⁴⁾, Kazuo Shiokawa⁵⁾, Martin Connors⁶⁾, Akira Kadokura⁷⁾, Tsutomu Nagatsuma⁸⁾

¹⁾Osaka Electro-Communication Univ., ²⁾NICT, ³⁾ISEE, Nagoya Univ., ⁴⁾UEC, ⁵⁾ISEE, Nagoya Univ., ⁶⁾Centre for Science, Athabasca Univ., ⁷⁾ROIS-DS/NIPR, ⁸⁾NICT

The plasma populations in the inner magnetosphere have wide energy ranges from \sim eV to \sim MeV. Their interaction with plasma waves in the frequency range of mHz to kHz causes their on-site acceleration and loss into the ionosphere. In order to evaluate the loss of radiation belt particles due to Electromagnetic Ion Cyclotron (EMIC) waves occurring in the deep inner magnetosphere, we installed a new high-sensitivity all-sky camera and induction magnetometer at Middlemarch (L=2.7) in New Zealand where a fluxgate magnetometer has been operated since 2011.

The following results have been obtained so far:

Unique Pc1 pulsations were found in a dynamic power spectrum of the geomagnetic field variations as a band-type structure in the frequency range of \sim 0.2-1 Hz before and after a small geomagnetic storm (minimum Dst = -40 nT) in October, 2020. On October 4, before the geomagnetic storm, Pc1 events with different center frequencies were observed intermittently almost throughout the day, regardless of local time. No pulsation was observed in frequency ranges of 0.2 to 30 Hz during the main phase and the early recovery phase after the occurrence of a sudden commencement of the geomagnetic storm, despite expecting to be observed at higher frequencies. On October 6, during the recovery phase, four Pc1 events were observed with a periodic interval of about 3-4 hours following an IPDP (interval of pulsations of diminishing period) type Pc1 occurrence. It was found that these events were also observed at four stations in Canada and Iceland in the opposite hemisphere at the same time.

Ionospheric Alfvén Resonator (IAR) is usually found in a dynamic power spectrum of the geomagnetic field variations as spectral resonance structures in the frequency range of 0.1-10 Hz. We found IAR in the data from the induction magnetometer in three consecutive days from October 4 to 6, 2020. A careful inspection reveals that IAR signals extend to the frequency range up to \sim 15 Hz at 06-11 UT (17-22 LT) on October 4. To our knowledge, this is the first observation of IAR with such high frequency. After 11 UT, it seems that the high frequency IAR is masked by stronger power of the Schumann resonances; and in the next two days, there is no high frequency IAR. It is a future study to investigate statistical characteristics and excitation mechanisms of the high frequency IAR. It is of another interest to focus on IAR at $f \sim$ 1-2 Hz after 08 UT on October 6. This IAR seems to be related to the IPDP-type of Pc1 pulsation that occurs at 07-08 UT. Then the power enhancement shows a seamless transition from Pc1 to IAR. The spectral power density of this IAR is larger than those of IAR on October 4 and 5. These results may indicate a new excitation mechanism of IAR, in which excitation energy is supplied from Pc1 pulsations not from lightning as has been proposed.

ニュージーランドのミドルマーチ観測点 (地理緯度 -45.6°, 地理経度 170.1°, 磁気緯度 -52.81°, L 値 2.78) では、2011 年よりフラックスゲート磁力計が稼働して地磁気三成分の 1 秒値観測が行われてきた。ここに、新しく誘導磁力計と高感度全天カメラを設置し、ULF 波、ELF 波、オーロラ発光の同時観測体制を構築した。このプロジェクトでは、放射線帯からの降下粒子による孤立プロトンオーロラの発光と、粒子降下を引き起こすイオンサイクロトロン (Electromagnetic Ion Cyclotron: EMIC) 波動を同時観測することによって、地球にごく近い深内部磁気圏において EMIC 波動に起因する放射線帯の消失が生じていることを立証し、さらに、磁気嵐に伴うプラズマ圏の収縮と放射線帯消失の因果関係を解明することを目指している。

これまでのところ、波動とオーロラ発光の同時出現イベントは確認されていないが、電離圏アルフヴェン共鳴 (Ionospheric Alfvén Resonator: IAR) 由来と考えられる高調波構造を持つ波動や Pc1 波動が観測されており、この地域におけるこれらの波動の特性が明らかになりつつある。

2020 年 10 月の小規模な地磁気嵐 (最小 Dst = -40 nT) の前後に、誘導磁力計で観測された地磁気変動のパワースペクトル中に、周波数範囲 0.2-1 Hz のバンド型構造として Pc1 脈動が観測された。地磁気嵐開始前の 10 月 4 日には、地方時に関係なく、中心周波数の異なる Pc1 イベントがほぼ一日中断続的に観測された。続く 10 月 5 日、磁気嵐の主相および初期回復相にあたる時間帯においては、0.2-30 Hz の周波数範囲に脈動は観測されなかった。さらに 10 月 6 日、磁気嵐の回復相においては、IPDP (Interval of Pulsations of Diminishing Period) タイプの Pc1 が発生しており、3-4 時間の周期的な間隔で 4 つの Pc1 イベントが観測された。これらのイベントは、北半球にあるカナダとアイスランドの 4 つの観測点でも同時に観測されていた。

IAR は通常、0.1-10 Hz の周波数範囲のスペクトル共鳴構造として地磁気変動のダイナミックパワースペクトル中に見受けられる。2020 年 10 月 4-6 日の連続 3 日間の地磁気変動データにおいて IAR が同定された。IAR は 10 月 4 日の 06-11 UT (17-22 LT) には、最大 15 Hz の周波数領域に及んでいた。我々の知る限り、このような高い周波数帯における IAR の観測は世界で初めてである。10 月 4 日 11 UT の後、この高周波 IAR はシューマン共振の強いパワーによってマスクされているように見える。そして次の 2 日間、高周波 IAR は観測されなかった。高周波 IAR の統計的特性と励起メカニズムを調査することは将来の研究課題である。また、10 月 6 日の IAR は、07-08 UT に発生した IPDP タイプの Pc1 脈動に関連しているように見えて興味深い。この IAR のパワースペクトル密度は 10 月 4 日と 5 日の IAR のそれよりも強く、Pc1 から IAR への波動エネルギーの移行を示しているように見える。これらの結果は、これまでの研究で提案されているように、IAR が雷放電からではなく Pc1 脈動からも励起エネルギーが供給される可能性を示している。