

R005-11

A 会場 : 11/26 PM3 (16:40-18:25)

17:55~18:10:00

地震によって励起された Pc3 型地磁気脈動

#家森 俊彦¹⁾, 青山 忠司²⁾, 横山 佳弘³⁾

(¹⁾ 京大, (²⁾ エフ・ファクトリー (株), (³⁾ ノルウェー北極大学

Pc3 geomagnetic pulsations excited by earthquakes

#Toshihiko Iyemori¹⁾, Tadashi Aoyama²⁾, Yoshihiro Yokoyama³⁾

(¹⁾ Kyoto University, (²⁾ F-Factory Co. Ltd., (³⁾ UiT The arctic university of Norway

Lamb waves generated by the January 2022 Tongan undersea volcanic eruption are believed to have excited large amplitude and short period Pc3 geomagnetic pulsations in the dayside plasmasphere (Iyemori et al., 2025). Similar increases in power spectral density in the Pc3 frequency band were observed 10-20 minutes after large earthquakes ($M > 6.5$) occurring on land during the daytime (10-14 LT) at least in five of the ten earthquakes that met the above criteria that occurred between 2014 and 2025. During large earthquakes, seismic motions thought to be surface waves with a period of 10-30 seconds propagate far away, causing slight fluctuations in the orientation of magnetometer sensors, resulting in apparent Pc3-like fluctuations. Therefore, it is necessary to distinguish these from natural Pc3 phenomena. In this study, we not only examined magnetic field fluctuations before the arrival of seismic waves using seismometer data, but also calculated one second resolution total magnetic field, which is independent of sensor orientation, by taking the square root of the square of the three components of one second resolution magnetic field observation data. This analysis can avoid the influence of magnetometer sensor vibrations due to seismic waves. In some cases, we also compared the data with magnetic field observation data from the Swarm satellites. Because Pc3s frequently occur in the daytime, the possibility that the timing of the earthquake coincided with a solar wind origin Pc3 event cannot be ruled out. However, the average results of the 10 cases examined show that the spectral density increases approximately 20 minutes after the earthquake, suggesting that acoustic waves generated by the earthquake may have induced currents in the ionosphere and injected magnetosonic waves into the plasmasphere, exciting Pc3 waves by a cavity resonance. The spectral density increase is not as broad as in the 2022 Lamb wave passage and tends to lean to longer-period side than 15-20 seconds. However, the presence of many spectral density peaks and their relative positions are similar with the Lamb wave case.

2022 年 1 月のトンガ海底火山噴火によって生成された Lamb 波は昼間側プラズマ圏に大振幅でかつ短周期 (10-20 sec) 帯にスペクトル密度分布の中心がある Pc3 型地磁気脈動を励起したと推測された (Iyemori et al., 2025)。これと同様に、昼間側 (10-14LT) の陸域で発生した大きな地震 ($M > 6.5$) の際にもその 10-20 分後から Pc3 の周波数帯でパワースペクトル密度増大が、2014-2025 年に発生した上記条件を満たす地震 10 例中 5 例以上で見られた。大きな地震の際には 10-30 秒周期の表面波と考えられる地震動が遠方まで伝播し、磁力計センサーの向きがごくわずかに変動して見かけ上 Pc3 のような変動が生じるため、自然現象としての Pc3 との区別が必要となる。当報告では、地震計のデータを参照して、地震波が到達する前の磁場変動を調べるだけでなく、毎秒値磁場観測データ 3 成分の 2 乗和の平方根をとることによってセンサーの向きとは無関係な全磁力の毎秒値を求め、それを解析することで、地震波による磁力計センサー振動の影響を避けて解析を行った。また、いくつかの例では、Swarm 衛星による磁場観測データとも比較した。Pc3 は昼間側では頻繁に発生しているため、太陽風起源の Pc3 と地震発生のタイミングがたまたま一致したという可能性も否定できないが、調べた 10 例を重ね合わせて平均した結果は、地震発生約 20 分後からスペクトル密度が増加することから、地震で発生した音波が電離圏に電流を流し、プラズマ圏に磁気音波を注入して共鳴し Pc3 を励起した可能性を示唆する。また、スペクトル密度増加の帯域は、2022 年の Lamb 波通過の場合のように広くはなく、10-20 秒よりも長周期側にかた寄る傾向があるが、多数のスペクトル密度のピークが現れる点、およびそれらピークの位置関係では類似している。