

地上-熱圏間の音波共鳴 -共鳴周波数における微気圧変動と地磁気変動の相関関係-

松村 充 [1]; 家森 俊彦 [2]; 田中 良和 [3]; 韓 徳勝 [4]; 能勢 正仁 [5]; 宇津木 充 [6]; 大志万 直人 [7]; 品川 裕之 [8]; 小田木 洋子 [9]; 田畑 悦和 [10]

[1] 京大・理・地球物理; [2] 京大・理・地磁気; [3] 京大・理・地球熱学研究施設; [4] 京大・理・地球惑星; [5] 京大・理 地磁気資料解析センター; [6] 京都大学; [7] 京大・防災研; [8] NICT; [9] 京大・理・地磁気; [10] 京大生存研

Acoustic resonance between the ground and the thermosphere

Mitsuru Matsumura[1]; Toshihiko Iyemori[2]; Yoshikazu Tanaka[3]; Desheng Han[4]; Masahito Nose[5]; Mitsuru Utsugi[6]; Naoto Oshiman[7]; Hiroyuki Shinagawa[8]; Yoko Odagi[9]; Yoshikazu Tabata[10]

[1] Dept. of Geophysics, Kyoyo Univ.; [2] WDC for Geomag., Kyoto Univ.; [3] Aso Volcanological Laboratory Kyoto Univ.; [4] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ; [5] DACGSM, Kyoto Univ.; [6] Kyoto Univ.; [7] DPRI, Kyoto Univ.; [8] NICT; [9] WDC for Geomag, Kyoto; [10] RISH

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/>

The purpose of this study is to identify the physical process of the electromagnetic phenomena in the upper atmosphere caused by the acoustic waves generated in the lower atmosphere. Iyemori et al. [2006] supposed that the 4.6mHz geomagnetic pulsation observed at the Sumatra earthquake was caused by the acoustic resonance coupling between the ground and the thermosphere.

The main resonance frequencies theoretically reported are around 3.7, 4.6, 5.3, 6.6mHz [e.g. Jones and Georges, 1976]. The natural sources of acoustic waves can be earthquakes, volcanic eruptions, convective storms. Observations of ionospheric disturbances using HF Doppler and ground based GPS receivers, and those of seismic waves show that power spectral peaks appear around the resonance periods, 3.7, 4.6mHz in such events [Georges, 1973; Heki and Ping, 2005; Kanamori and Mori, 1992; Prasad et al., 1975]. In addition, the acoustic resonance is expected to excite free oscillations of the solid Earth [Nishida, 2000], so this is a very important phenomenon concerning other scientific disciplines.

The resonance itself has not been confirmed directly with atmospheric pressure observations, but so far we have observed pressure perturbations at several stations since 2006 and showed that the power spectral peaks statistically appear at the resonance frequencies including 5.3, 6.6mHz. The peaks at Shigaraki station appeared most clearly in August in 2007, which is consistent with the observational result that the amplitude of Earth's background free oscillations get greatest in August [Nishida, 2000].

Moreover, we showed that the spectral peaks statistically appear in the geomagnetic variation, too, around the resonance periods. This indicates that the acoustic resonance in the neutral atmosphere converted into the geomagnetic variation through the ionospheric plasma oscillation.

In this presentation, we will show the coherency between the pressure perturbation and the geomagnetic variation. We calculated the averaged coherency and found that peaks appeared at the resonance frequency, 3.7mHz and the value was greater than 0.6 in September in 2007. In addition, peaks appear at lower frequencies than 3.7mHz from April to June in 2007 and 2008, which is consistent with a characteristic of the power spectral peaks of the pressure perturbation.

These results strongly support the idea that the acoustic resonance can be a source of geomagnetic variations.

我々の目的は下層大気で生じた音波が超高層大気で引き起こす電磁気現象の物理過程を検証することである。スマトラ地震の際の地磁気脈動 [Iyemori et al., 2005] の物理過程には、地表と熱圏間の音波共鳴が仮定されている。

この音波共鳴については過去の理論的研究から共鳴周波数が主に約 3.7、4.6、5.3、6.6mHz [Jones and Georges, 1976 など] の共鳴モードが存在することが予想されている。音波源としては地震・火山噴火・気象現象等があり、HF ドップラーや地上 GPS 受信機を用いた電離層観測や地震波の観測で共鳴周波数 3.7、4.6mHz 付近にスペクトルピークが現れることが知られている [Georges, 1973; Heki and Ping, 2005; Kanamori and Mori, 1992; Prasad et al., 1975]。また、音波共鳴は地球常時自由振動の励起源になっているとも考えられており [Nishida, 2000]、さまざまな分野と関連する非常に重要な現象である。

大気圧変動の直接観測から音波共鳴が検証された例はないが、我々はこれまでに微気圧変動の観測を 2006 年から各地で行い、上記の共鳴周波数 (5.3、6.6mHz も含む) 付近に微気圧変動のスペクトルピークが統計的に見られることを確認している。信楽の観測地点の場合、共鳴周期付近のスペクトルピークは 2007 年は 8 月に最も明瞭に見られ、地球の常時自由振動の振幅が 8 月に最大になる [Nishida, 2000] こととの関連が大いに予想される。

さらに、我々は地磁気変動にも共鳴周期付近にスペクトルピークが統計的に現れることも明らかにしている。これは電離層のプラズマの振動を介して中性大気の音波共鳴が地磁気の変動へと変換されたことを示唆している。

今回は微気圧変動と地磁気変動の coherency の月平均を統計的に計算したところ 2007 年 9 月には 3.7mHz の共鳴周波数に 0.6 を超えるピークが現れた。また、2007、2008 年ともに 4-6 月あたりには 3.7mHz より低周波側にピークが見られた。これは、微気圧変動のスペクトルピークの特徴と一致する。

この結果は音波共鳴によって地磁気変動が引き起こされる可能性を強く支持するものである。