

平成18年度研究ステーション研究成果報告書

1. 研究ステーション名： 地震電磁気研究ステーション

代表者名： 早川正士

2. 平成18年度の研究の特筆すべき成果

平成18年度の特筆すべき成果としては、(1)新潟中越地震(2004年10月)及び(2)インドネシアスマトラ地震(2004年12月)という大地震を対象として事例解析にて有意な前兆現象を発見したことと国内での多年にわたるVLF/LF伝搬データを用いた地震と電離層擾乱との因果関係に関する統計解析を挙げる事が出来る。まず、(1)新潟地震に対しては前兆電磁気現象としてULF放射、電離層擾乱、大気圏擾乱が明瞭に検出された。ULF放射は中津川観測点からの方位測定が震央方向と一致し、電離層擾乱は国内VLFネットワークによる多経路に対するターミネータ・タイムの変動より電離層擾乱の空間スケールとダイナミクスを明らかにした。この擾乱は衛星観測によっても確認した。大気圏擾乱はVHF(76MHz)自然放射が調布にて観測され、その方位測定は震央を向いていた。次に、(2)インドネシア・スマトラ地震に対しては、同じく中津川観測点でのULF観測にて $f \leq 0.1\text{Hz}$ 放射が前兆的に出現し、その到来方向がスマトラ地震方向を向いている。又、日本国内VLF観測から、オーストラリアNWC局から日本への伝搬パスにて12月8日と12月21日-27日に電離層が擾乱していることを発見した。更なる発見として、夜間ゆらぎは波動的構造をもち、これが大気重力波の影響であることを初めて明らかにした。次に、1999年から2005年までの6年間のデータを用いて、JJY局(40kHz、福島)-高知パスでの地震と電離層擾乱との因果関係を調査した。その結果、大きな地震(マグニチュード6以上)に対しては電離層擾乱と統計的に有意に関係していることを発見した。

2005年3月のIWS E(Int'l Workshop on Seismo Electromagnetics)に関連して、二つの特集号を企画した。一つは欧州誌Physics and Chemistry of the Earth、もう一つは電気学会である。電気学会特集号は平成18年4月号として出版された。又、Physics and Chemistry of the Earth特集号は2006年Vol.31, issues4-9として出版された。両者とも早川がGuest Editorを務めている。

3. 平成18年度の研究成果の公表実績

(1) 主催研究会

a) 地震電磁気シンポジウム

(2006年12月21日 電通大スカイオフィス)

シンポジウムとして国内の有力な研究者による招待講演にて構成し、全国より60人前後が参加し、活発な討論を行った。

b) 地震電磁気セミナー

国内の地震電磁気研究者の定期的会合で、毎回全国から約40人前後が参加し議論を行っている。

第27回 2006年4月25日 (千葉大)

第28回 2006年5月19日 (千葉大)

第29回 2006年6月27日 (電通大)

第30回 2006年9月27-28日 (東海大 山中湖セミナーハウス)

第31回 2006年10月23日 (千葉大)

第32回 2006年11月28日 (学芸大)

第33回 2006年12月21日 (電通大)(地震電磁気シンポジウム)

第34回 2007年3月1日 (千葉大)

c) 特別セミナー

下記の特別セミナー(ステーション主催)を開催した。すべて地震電磁気分野の世界的研究者で、最先端の講演を楽しんだ。

2006年4月3日 Prof. O. A. Soloviev (ロシア)

2006年5月18日 Dr. M. Parrot (仏国)

2006年5月31日 Prof. V. Surkov (ロシア)

2006年6月7日 Prof. V. Surkov (ロシア)

(2) 研究成果の発信状況

前述した様に、国際会議、国内の定期的セミナーを通して、国内外にて研究活動の活性化に努めている。更に、早川は各種の国内外学会、セミナー等の特別講師、招待講師として、この学問の啓蒙に努めている。

4. 外部資金の獲得状況

- ・ 科研費(基盤(B)) 平成15, 16, 17年度
- ・ NiCT国際共同研究 平成17, 18年度

5. 今後の研究発展 (外部への発信、外部資金獲得計画を含む)
電通大及び電通大地震電磁気研究ステーションが地震電磁気研究の国際的センターであることを是非とも持続したいと考えている。
外部資金の獲得計画に関しては、(1) 科学振興調整費、(2) J S T の大学発ベンチャー事業等に申請している。
6. 代表的なピアレビュー論文発表、学会プレナリ、招待講演発表、特許出願、受賞等
- Sato, T., Y. Miyazaki, M. Hayakawa and M. Koshiba, Recent trend of electromagnetic theory in advanced technology and society, *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, 1, 5-7, 2006.
- Hayakawa, M., Recent progress in seismo electromagnetics (Electromagnetic phenomena associated with earthquakes), *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, 1, 43-44, 2006.
- Cervone, G., S. Maekawa, R.P. Singh, M. Hayakawa, M. Kafatos, and A. Shvets, Surface latent heat flux and nighttime LF anomalies prior to the $M_w=8.3$ Tokachi-Oki earthquake, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 6, 109-114, 2006.
- Hayakawa, M., and K. Ohta, The importance of direction finding technique for the study of VLF/ELF sferics and whistlers, *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, No.2, 65-70, 2006.
- Surkov, V.V., M.Hayakawa, A.Y.Schekotov, E.N.Fedorov and O.A.Molchanov, Ionospheric Alfvén resonator excitation due to nearby thunderstorms, *J.Geophys.Res.*, vol.111, A01303, doi:10.1029/2005 JA011320, 2006.
- Hayakawa, M., Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes, *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, No.4, 211-214, 2006.
- Ida, Y., M. Hayakawa, and K. Gotoh, Multifractal Analysis for the ULF Geomagnetic Data during the Guam Earthquake, *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, No.4, 215-219, 2006.
- Maekawa, S., and M. Hayakawa, A Statistical Study on the Dependence of Characteristics of VLF/LF Terminator, *IEEJ Trans. Fundamentals and Materials*, vol. 126, No.4, 220-226, 2006.
- Nikolaenko, A. P., M. Hayakawa and M. Sekiguchi, Variations in global thunderstorm activity inferred from the OTD records, *Geophys. Res. Lett.*, vol.33, L06823, doi:10.1029/2005 GL024884, 2006.
- 太田健次, 石野博一, 渡邊伸夫, 早川正士, 紀伊半島沖地震, 新潟中越地震, スマトラ沖地震の前兆的現象の観測, *Journal of Atmospheric Electricity*, vol. 26, No. 1, 11-24, 2006.
- Sorokin, V. M., A. K. Yaschenko, and M. Hayakawa, Formation mechanism of the lower -ionospheric disturbances by the atmosphere electric current over a seismic region, *J. Atmos. Solar-terr. Phys.*, vol. 68, 1260-1268, 2006.
- 早川正士, 地震電磁気現象の計測技術と研究動向, 電子情報通信学会論文誌, vol. J89-B, No. 7, 1036-1045, 2006.
- Surkov, V. V., O. A. Pokhotelov, M. Parrot and M. Hayakawa, On the origin of stable IR anomalies detected by satellites above seismo-active regions, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 164-171, 2006.
- Bashkuev, Yu. B., V. P. Melchinov, D. G. Buyanova, L. Kh. Angarkhaeva, M. G. Dembelov, V. B. Khaptanov and M. Hayakawa, Cryosphere of the earth and its influence on electromagnetic processes in seismoactive mountainous areas, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 182-188, 2006.
- Bashkuev, Yu. B., V. B. Khaptanov, M. G. Dembelov, L. Kh. Angarkhaeva, V. P. Bolojev and M. Hayakawa, Radioprobing of underground structure of the Failure Gulf, formed as a result of the M7.5 Tsagan earthquake, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 210-214, 2006.
- Alperovich, L., E. Morozov, M. Hayakawa and K. Hattori, Coherence of the ULF fields in the seismoactive zone of Japan, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 248-257, 2006.
- Troyan, V., M. Hayakawa and Yu. Kiselev, Restoration of seismic parameters and electrical conductivity by the diffraction tomography method, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 268-272, 2006.
- Surkov, V. V., and M. Hayakawa, ULF geomagnetic perturbations due to seismic noise produced by rock fracture and crack formation treated as a stochastic process, *Phys. Chem. Earth*, vol. 31, 273-280, 2006.

- Hattori, K., A. Serita, C. Yoshino, M. Hayakawa and N. Isezaki, Singular spectral analysis and principal component analysis for signal discrimination of ULF geomagnetic data associated with 2000 Izu Island earthquake swarm, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 281-291, 2006.
- Kopytenko, Yu. A., V. S. Ismaguilov, K. Hattori and M. Hayakawa, Determination of heart position of a forthcoming strong EQ using gradients and phase velocities of ULF geomagnetic disturbances, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 292-298, 2006.
- Guglielmi, A., M. Hayakawa, A. Potapov and B. Tsegmed, Polarization method to detect the co-seismic magnetic oscillations, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 299-304, 2006.
- Shekotov, A., O. Molchanov, K. Hattori, E. Fedorov, V. A. Gladyshev, G. G. Belyaev, V. Chebrov, V. Sinitsin, E. Gordeev and M. Hayakawa, Seismo-ionospheric depression of the ULF geomagnetic fluctuations at Kamchatka and Japan, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 313-318, 2006.
- Singh, V., B. Singh, M. Kumar and M. Hayakawa, Identification of earthquake sources responsible for subsurface VLF electric field emissions observed at Agra, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 325-335, 2006.
- Bushkuev, Yu. B., I. B. Naguslaeva, Yu. P. Malyshkov, D. G. Buyanova and M. Hayakawa, Electromagnetic “seismic calm” effect in the Baikal rift zone, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 336-340, 2006.
- Schekotov, A. Yu., O. A. Molchanov and M. Hayakawa, A study of atmospheric influence from earthquake statistics, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 341-345, 2006.
- Hayakawa, M., K. Ohta, S. Maekawa, T. Yamauchi, Y. Ida, T. Gotoh, N. Yonaiguchi, H. Sasaki and T. Nakamura, Electromagnetic precursors to the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 356-364, 2006.
- Ondoh, T., and M. Hayakawa, Synthetic study of precursory phenomena of the M7.2 Hyogo-ken Nanbu earthquake, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 378-388, 2006.
- Ohta, K., N. Watanabe and M. Hayakawa, Survey of anomalous Schumann resonance phenomena observed in Japan, in possible association with earthquakes in Taiwan, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 397-402, 2006.
- Biagi, P. F., L. Castellana, T. Maggipinto, R. Piccolo, A. Minafra, A. Ermini, S. Martellucci, C. Bellecci, G. Perna, V. Capozzi, O. A. Molchanov and M. Hayakawa, LF radio anomalies revealed in Italy by the wavelet analysis: Possible preseismic effects during 1997-1998, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 403-408, 2006.
- Rozhnoi, A. A., M. S. Solovieva, O. A. Molchanov, M. Hayakawa, S. Maekawa and P. F. Biagi, Sensitivity of LF signal to global ionosphere and atmosphere perturbations in the network of stations, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 409-415, 2006.
- Rozhnoi, A. A., M. S. Solovieva, O. A. Molchanov, V. Chebrov, V. Voropaev, M. Hayakawa, S. Maekawa and P. F. Biagi, Preseismic anomaly of LF signal on the wave path Japan-Kamchatka during November-December 2004, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 422-427, 2006.
- Soloviev, O. V., M. Hayakawa and O. A. Molchanov, Seismo-electromagnetic phenomenon in terms of 3D vector problem of subionospheric radio wave propagation across the solar terminator, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 428-436, 2006.
- Rapoport, Yu. G., O. E. Gotynyan, V. N. Ivchenko, M. Hayakawa, V. V. Grimalsky, S. V. Koshevaya and D. Juarez-R., Modeling electrostatic –photochemistry seismoionospheric coupling in the presence of external currents, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 437-446, 2006.
- Sorokin, V. M., A. K. Yaschenko, V. M. Chmyrev and M. Hayakawa, DC electric field amplification in the mid-latitude ionosphere over seismically active faults, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 447-453, 2006.
- Sorokin, V. M., A. K. Yaschenko, V. M. Chmyrev and M. Hayakawa, DC electric field formation in the mid-latitude

- ionosphere over typhoon and earthquake regions, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 454-461, 2006.
- Fedrov, E., A. Ju. Schekotov, O. A. Molchanov, M. Hayakawa, V. V. Surkov and V. A. Gladichev, An energy source for the mid-latitude IAR: World thunderstorm centers, nearby discharges or neutral wind fluctuations?, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 462-468, 2006.
- Guglielmi, A., A. Potapov, B. Tsegmed, M. Hayakawa and B. Dovbnya, On the earthquake effects in the regime of ionospheric Alfvén resonances, *Phys. Chem. Earth*, vol. **31**, 469-472, 2006.
- Hayakawa, M., and S. F. Timashev, An attempt to find precursors in the ULF geomagnetic data by means of flicker noise spectroscopy, *Nonlinear Processes Geophys.*, vol. 13, 255-263, 2006.
- Ida, Y., and M. Hayakawa, Fractal analysis for the ULF data during the 1993 Guam earthquake to study prefracture criticality, *Nonlinear Processes Geophys.*, vol. 13, 409-412, 2006.
- Molchanov, O., A. Rozhnoi, M. Solovieva, O. Akentieva, J. J. Berthelier, M. Parrot, F. Lefeuvre, P. F. Biagi, L. Castellana, and M. Hayakawa, Global diagnostics of the ionospheric perturbations related to the seismic activity using the VLF radio signals collected on the DEMETER satellite, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 6, 745-753, 2006.
- Nickolaenko, A. P., M. Hayakawa, M. Sekiguchi, Y. Ando, and K. Ohta, Model modifications in Schumann resonance intensity caused by a localized ionosphere disturbance over the earthquake epicenter, *Ann. Geophysicae*, 24, 567-575, 2006.
- Maekawa, S., T. Horie, T. Yamauchi, T. Sawaya, M. Ishikawa, M. Hayakawa, and H. Sasaki, A statistical study on the effect of earthquakes on the ionosphere, based on the subionospheric LF propagation data in Japan, *Ann. Geophysicae*, 24, 2219-2225, 2006.
- 早川正士、服部克己、太田健次、ULF 帯磁場変動データを用いた地震関連現象の抽出：レビュー、電気学会論文誌 A, 126, No.12, 1238-1244, 2006.