

平成 20 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 20 年度の研究の特筆すべき成果

平成 20 年度の成果を (1) 学術的側面と (2) 組織的側面とについて各々報告する。

(1) 学術的成果

平成 20 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)、(2) インドネシア スマトラ地震 (2004 年 12 月)、(3) 新潟中越沖地震 (2007 年 7 月 16 日) 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ことが出来る。先ず、(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伝搬パス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 (77 MHz) 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 $f \leq 0.1$ 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た。この種の長距離伝は世界ではじめての発見で、その発生・伝搬機構も提案した。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 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、地圏の大気圏・電離圏結合機構の解明の手掛かりを得ることが出来た。(3) 中越沖地震に対しても我々の VLF/LF ネットワーク観測により明瞭な前兆電離層擾乱を見出している。次に、1999 年から 2005 年までの 6 年間のデータを用いて、JJY 局 (40 kHz, 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。

また、モルチャノフ、早川共著の成書「Seismo Electromagnetics and Related Phenomena: History and Latest Results」がテラ出版より発刊された。本書は早川が担当した旧 NASDA の地震リモートセンシングフロンティア計画の輝かしい成果を中心にまとめられたもので、地震電磁気分野のリファレンス本として注目されることは疑いない。続いて、インド出版社からの要請により、シニアサイエンティストを著者とした「地震電磁気モノグラフ」の編集を行い、近々出版の予定である。

続いて、国際誌 Physics and Chemistry of the Earth での特集号の編集 (Guest Editors: 早川, J. Y. Liu, 服部, L. Telesca) とモノグラフの編集 (Editor: M. Hayakawa) を挙げることが出来る。ともに近々出版の予定である。

(2) 組織的成果

地震電磁気学の国内・国外的研究推進のため、本研究ステーションと中部大学 地球ウォッチ・市民安全センターとの間でセンター間連携を締結した。2008 年 7 月 8 日に中部大において早川と中部大センター長後藤教授とが調印書に署名し、締結を終えた。同大学は近年文部省の私立大学学術研究高度化推進事業学術推進フロンティア事業を受けるなど、私立大学のうちで地震電磁気を最も強力に推進しているグループであり、国立電通大と私立中部大のセンター間連携は重要な意味を持つと考えられる。

3. 平成 20 年度の研究成果の公表実績

(1) 主催研究発表会

a) 地震電磁気シンポジウム (2008 年 12 月 25 日 電通大)

恒例の電通大でのシンポジウムということで、国内より約 50 名のこの分野の研究者が集結し、極めて活発な討論会であった。北大、中部大、広市大等の招待講演 5 件と一般講演 6 件から構成した。又、早川が定年退官ということもあり、懇談会は大変な盛り上がりであった。

b) 地震電磁気セミナー

本セミナーは早川が千葉大の客員教授を務めた平成 15 年よりスタートしたものである。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 46 回のセミナーを 2008 年 7 月 15 日 電通大にて開催した。

c) 特別セミナー

下記のステーション主催の特別セミナーを開催した。地震電磁気分野のみならず、地球環境などの分野も含め、世界最先端の講演会を行った。

2008 年 6 月 24 日 Dr. A. Zomer (イスラエル)

2008年 7月 24日 Prof. V. Surkov (ロシア)
2008年 10月 24日 Prof. N. Smirnova (ロシア)
2008年 12月 3日 Dr. A. Shvets (ウクライナ)

(2) 研究成果の発信状況

先ず、早川が招待講演 (Keynote plenary talk) を行った国際会議 (ないし会合) を以下に示す。

- Geocosmos 国際会議 (2008/5/26-5/30, ロシア サンクトペテルブルグ)
- Conferenza Previsione dei Terremoti: Stato Dell' arte i precursori radio e le Reti di Monitoraggio (2008/9/4-9/11, イタリア バリ大学)
- IWMST (Int'l Workshop on Modern Science and Technology) (2008/11/29-12/1, 中国 ハルビン)

更に、上記を含めいろいろな国際会議、国内の定期セミナー、国内の各種学会において多くの発表を行ってきた。研究室の大学院は電気学会のシンポジウムでの招待講演なども行い、学問の啓蒙にも努めている。

最後に、本年度の最大の社会への発信としては以下の二つのイベントがある。(1)2008年8月25日の電通大での移動体通信研究会での早川の招待講演。約200人の電気/電子関係者、メーカー関係者に対して電波による地震予知の可能性を説き、極めて大きな反響を呼んだ。次に、(2)9月16日~18日の国際フォーラムでのイノベーションジャパンでの展示(+講演)参加であろう。三日間にて我々のブースには極めて多くの聴衆(~100人/日)が訪れ、最新の成果に耳を傾け、99%の人はその成果に驚き、支援を表明された。

4. 外部資金の獲得状況

- 科研費 (基盤(B)、海外学術調査) 平成 15, 16, 17 年度
- 情報通信研究機構 (NiCT) 国際共同研究 平成 17, 18, 19 年度
- 同上 平成 20 年度から 3 年間継続

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、他にも(1)科学振興調整費、(2)JST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

【論文】

- 吉田麻里, 山内健, 堀江匠, 早川正士, Wave-hop 法を用いた VLF/LF 帯電波伝搬解析による Terminator Time の発生機構に関する考察, 電子情報通信学会論文誌 B, vol. J91-B, No. 1, 70-78, 2008.
- Hayakawa, M., K. Ohta, and N. Watanabe, Anomalous Schumann resonance phenomena observed in Japan, in possible association with earthquakes in Taiwan, in "Electromagnetic Phenomenon Related to Earthquakes and Volcanoes", Ed. by B. Singh, Narosa Pub. House, 1-6, 2008.
- Ohta, K., N. Watanabe, and M. Hayakawa, Electromagnetic precursors to the Indonesia Sumatra earthquake, in "Electromagnetic Phenomenon Related to Earthquakes and Volcanoes", Ed. by B. Singh, Narosa Pub. House, 7-14, 2008.
- Horie, T., S. Maekawa, T. Yamauchi, and M. Hayakawa, Characteristics and dynamics of ionospheric perturbations associated with the 2004 Sumatra earthquake, as revealed from subionospheric VLF propagation (NWC-Japan), in "Electromagnetic Phenomenon Related to Earthquakes and Volcanoes", Ed. by B. Singh, Narosa Pub. House, 84-95, 2008.
- Muto, F., M. Yoshida, T. Horie, M. Hayakawa, M. Parrot, and O. A. Molchanov, Detection of ionospheric perturbations associated with Japanese earthquakes on the basis of reception of LF transmitter signals on the satellite DEMETER, Natural Hazards Earth System Sci., vol. 8, 135-141, 2008.
- Yoshida, M., T. Yamauchi, T. Horie, and M. Hayakawa, On the generation mechanism of terminator times in subionospheric VLF/LF propagation and its possible application to seismogenic effects, Natural Hazards Earth System Sci., vol. 8, 129-134, 2008.
- Sorokin, V. M., and M. Hayakawa, On the generation of narrow-banded ULF/ELF pulsations in the lower ionospheric conducting layer, J. Geophys. Res., vol. 113, A06306, doi:10.1029/2008JA013094, 2008.

- Kasahara, Y., F. Muto, T. Horie, M. Yoshida, M. Hayakawa, K. Ohta, A. Rozhnoi, M. Solovieva, and O. A. Molchanov, On the statistical correlation between the ionospheric perturbations as detected by subionospheric VLF/LF propagation anomalies and earthquakes, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 653–656, 2008.
- Tanaka, Y. T., T. Terasawa, M. Yoshida, T. Horie, and M. Hayakawa, Ionospheric disturbances caused by SGR 1900+14 giant gamma ray flare in 1998: Constraints on the energy spectrum of the flare, *J. Geophys. Res.*, vol. 113, A07307, doi:10.1029/2008JA013119, 2008.
- Ida, Y., D. Yang, Q. Li, H. Sun, and M. Hayakawa, Detection of ULF electromagnetic emissions as a precursor to an earthquake in China with an improved polarization analysis, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 775–777, 2008.
- Nagamoto, H., T. Fukushima, Y. Ida, Y. Matsudo, and M. Hayakawa, Disturbances in VHF/UHF telemetry links as a possible effect of the 2003 Hokkaido Tokachi-oki earthquake, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 813–817, 2008.
- Bashkuev, Y. B., V. R. Advokatov, L. K. Angarkhaeva, V. S. Dorzhiev, and M. Hayakawa, Maps of geoelectric sections of Turkey, Iran, Afghanistan, Pakistan, Korea, and Japan, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 861–868, 2008.
- 井筒潤, 太田健次, 畑雅恭, 渡辺伸夫, 石野博一, 早川正士, 巨大地震に伴う Schumann 共振の異常励起, *J. Atmos. Electr.*, vol. 28, No. 2, 87-99, 2008.
- Hayakawa, M., and Y. Ida, Fractal (mono- and multi-) analysis for the ULF data during the 1993 Guam earthquake for the study of prefracture criticality, *Current Development in Theory and Applications of Wavelets*, vol. 2(2), 159-174, 2008.
- Biagi, P. F., L. Castellana, T. Maggipinto, D. Loiacono, V. Augelli, L. Schiavulli, A. Ermini, V. Capozzi, M. S. Solovieva, A. A. Rozhnoi, O. A. Molchanov, and M. Hayakawa, Disturbances in a VLF radio signal prior the M=4.7 offshore Anzio (central Italy) earthquake on 22 August 2005, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 1041-1048, 2008.
- Rozhnoi, A., M. Solovieva, O. Molchanov, O. Akentieva, J. J. Berthelier, M. Parrot, P. F. Biagi, and M. Hayakawa, Statistical correlation of spectral broadening in VLF transmitter signal and low-frequency ionospheric turbulence from observation on DEMETER satellite, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 1105–1111, 2008.
- Surkov, V. V., and M. Hayakawa, Natural electromagnetic ULF noise due to fluctuations of ionospheric currents, *J. Geophys. Res.*, vol. 113, A11310, doi:10.1029/2008JA013196, 2008.
- Schekotov, A. Y., O. A. Molchanov, M. Hayakawa, E. N. Fedorov, V. N. Chebrov, V. I. Sinitsin, E. E. Gordeev, S. E. Andreevsky, G. G. Belyaev, N. V. Yagova, V. A. Gladishev, and L. N. Baransky, About possibility to locate an EQ epicenter using parameters of ELF/ULF preseismic emission, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 1237–1242, 2008.
- Hayakawa, M., A. P. Nickolaenko, M. Sekiguchi, K. Yamashita, Y. Ida, and M. Yano, Anomalous ELF phenomena in the Schumann resonance band as observed at Moshiri (Japan) in possible association with an earthquake in Taiwan, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 1309-1316, 2008.
- Hayakawa, M., T. Horie, M. Yoshida, Y. Kasahara, F. Muto, K. Ohta, and T. Nakamura, On the ionospheric perturbation associated with the 2007 Niigata Chuetsu-oki earthquake, as seen from subionospheric VLF/LF network observations, *Natural Hazards Earth System Sci.*, vol. 8, 573-576, 2008.

【学会プレナリ等】

- 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 2007 年 5 月 19 日~24 日, 幕張, 早川招待講演
- Bilateral Seminar Italy-Japan on Electromagnetics in Seismic and Volcanic Area, 2007 年 7 月 25~27 日, 千葉, 早川招待講演
- AOGS (Asia Oceanic Geosciences Society) 第 4 回総会, 2007 年 7 月 31 日~8 月 4 日, タイ バンコック, 早川招待講演
- Int' l Workshop on Seismo-Electromagnetic Phenomena (IWSEP 2007), 2007 年 11 月 6~7 日, インドネシア LAPAN, 早川 Keynote speech
- Int' l Workshop on Seismo-Electromagnetics Observation Satellite, 2008 年 2 月 29 日, 於 JAXA, 早川 Special Lecture.