

自己評価報告書

平成23年 4月 1日現在

機関番号： 13903
 研究種目： 基盤研究（A）
 研究期間： 2008 ～ 2011
 課題番号： 20246068
 研究課題名（和文） ELF 帯電磁波観測網整備と地殻変動検知システム開発に関する研究
 研究課題名（英文） A Study on Crustal Activity Detecting System
 and Construction of EM Field Measuring Network
 研究代表者 内匠 逸（TAKUMI, ICHI）
 名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号： 30188130

研究分野： 工学

科研費の分科・細目： 電気電子工学・システム工学

キーワード： ELF 異常電磁波，地震前兆，地殻活動検知，環境電磁波観測，

1. 研究計画の概要

- (1) 観測システム網の整備充実と精度向上
- ① 東南海地震の想定震源域からの異常電磁波放射を観測するための観測システム網の整備充実。
 - ② 経年変化，動作温度の影響を受けやすい，観測装置アナログ系を無調整で長時間運転できるように改良する。
 - ③ 全国的に同期したサンプリングと全国的に同期した位相同期検波を行う高精度サンプリング位相検波回路を開発する。
- (2) 地球規模，太陽系規模の電磁環境モデルの構築と雑音除去方式を確立する。
- (3) 音響学的信号処理，統計的信号処理による地殻放射電磁波データの解析システムの確立
- ① 統計的信号処理による雑音除去，信号分離手法を開発する。
 - ② 音響学的信号処理にもとづく異常検知を行う。
 - ③ 磁界方向の時間的変動に着目した異常検知，異常発生源推定を行う。
 - ④ 長周期ウェーブレット解析による特徴量抽出を検討する。
- (4) SOM 等のニューラルネットワーク信号処理による異常信号分類手法を確立。
- (5) 地殻放射電磁波のデータベース化推進。
- (6) 地殻放射電磁波による地殻活動検知の統計的評価。

2. 研究の進捗状況

- (1) 観測システム網の整備充実と精度向上
- ① 本研究の成果による観測装置を東海から関東北部沿岸部まで整備充実した。
 - ② 経年変化，温度の影響を受けやすいアナログ回路のQを下げ，大半をデジタル化した。

適応型ノイズキャンセラを作用させ，商用周波数，高調波成分の除去に成功した。

③ GPS からの高精度クロックをリアルタイムOSに取り込み，同期クロックを得た。これにより，全国的に同期した高精度サンプリング位相検波装置を構成した。

(2) 太陽と地球公転面の座標系上に観測電磁波強度をマッピングし，地球規模と太陽系規模の電磁環境を分離した。その結果，季節による熱雷発生源モデル構築の必要性が明確化した。また，電磁波レベルが電離層の電子密度の変動，地球規模の偏在に強く影響されることが確認された。

(3) 音響学的，統計的信号処理による地殻放射電磁波データの解析システムの確立

① ICA, NMF, 外積展開法などを用いた雑音除去，信号分離手法を検討した。絶対値誤差が良好な結果を生むことを見出し，推定アルゴリズムを開発した。

② 音響信号処理に用いられるケプストラムを特徴パラメータとし，ベクトル量子化，HMM を用いた異常検知手法を確立した。

③ 異常発生源から 100km 以内に複数の観測点があれば，磁界方向の変動解析で位置推定が可能であることを明確にした。

④ 長周期ウェーブレット解析により，地震前兆は超低周波から徐々に高い周波数に向かって顕在化するとの知見を得た。

(4) SOM 等ニューラルネットワークによる良好な異常検知性能を確認したが，信号分類には更なる検討が必要である。

(5) 地殻放射電磁波のデータベース化推進した。観測データは順調に蓄積され，関連の他の研究者に提供可能なレベルと判断される。

(6) 地殻放射電磁波から地殻活動検知を行うことの可否に関して，統計的評価をおこなっ

た。異常検知に関しては、高い検出率を得た。地震予知の観点では、現時点では、明確な統計的有意性を結論付けられない。継続的な観測と解析が必要である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している
(理由)

電磁波観測装置の改良と設置が予定通りに進められている。また、所期の計画で挙げていた、信号処理上の検討課題は、予定通りに進められ、いくつかの課題において良好な成果が得られている。また、データの蓄積は順調に進んでいる。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 何よりも環境電磁波の観測を安定的に継続することが最も重要である。

(2) ELF 帯の電磁波観測は、周波数の僅かな窓から事象を観測しているに過ぎないことから、学会や研究専門委員会などを通して、他の周波数帯で観測を行っている他の研究グループとの連携、情報交換を進展させる。さらには連携協力して、別の研究課題のもとでの共同研究を模索する。

(3) 各種の信号処理技術・手法の検討・開発は継続して行うが、各手法の優劣を明確にして、本研究課題全体としての明確な結論を行う必要がある。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 45 件)

①佐藤 時康, 内匠 逸, 畑 雅恭, 安川 博, “ELF 帯環境電磁波の磁界方位変動に基づく異常電磁波検知”, 電気学会論文誌 C, Vol. 130, No. 11, pp.1945-1952, 2010, 査読有

②畑雅恭, 内匠逸, 太田健次, 井筒潤, 藤井隆司, 佐藤時康, 矢橋清二, 渡辺伸夫, “ELF 帯における地震電磁波観測装置の開発”, 大気電気学会論文誌 vol. 30, No. 1, pp. 37-52, 2010, 査読有

③ A.Itai, H.Yasukawa, I.Takumi and M.Hata, “Anomalous Signal Detection in ELF Band Electromagnetic Wave using Multi-layer Neural Network with Wavelet Decomposition”, 電気学会論文誌 A, 129 巻 12 号, pp.875-883, 2009.

④板井陽俊, 安川博, 内匠逸, 畑雅恭, “ニューラルネットによる ELF 帯環境電磁波の異常信号検出”, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J91-A, No.7, pp.735-738, 2008. 査読有.

⑤ M.Mouri, A.Funase, A.Cichocki, I.Takumi, H.Yasukawa, M.Hata, “Global Signal Elimination and Local Signals

Enhancement from EM Radiation Waves Using Independent Component Analysis”, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E91-A, No.08, pp.1875-1882, 2008, 査読有.

⑥板井陽俊, 安川博, 内匠逸, 畑雅恭, “ニューラルネットによる E L F 帯環境電磁波の異常信号検出”, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J91-A, No.7, pp.735-738, 2008, 査読有.

[学会発表] (計 41 件)

① Y.Ito, “HMM Based Anomalous Signal Detection From ELF Electromagnetic Wave Signals” 2010 European Signal Processing Conference (EUSIPCO), Aalborg (Denmark), 2010/8/27.

② M.Mouri, “Environmental Electromagnetic Source Signal Estimation using Non-negative Matrix Factorization Minimizing Quasi-l1 Norm”, 2010 Asia-Pacific Radio Science Conference, Toyama (Japan), 2010/9/25.

③ H.Yasukawa, “Signal Detection Technology on Earth Diastrophism Using Electromagnetic Wave Observation”, 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), Kanazawa (Japan), 2009/12/9.

④ A.Itai, “Background Noise Estimation Using Outer Product Expansion for ELF Electromagnetic Wave”, 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), Kanazawa (Japan), 2009/12/7.

⑤ T.Sato, “Anomaly Detection of Environmental Electromagnetic Wave based on Time Fluctuation and Cross-Correlation in Magnetic Field Azimuth”, 2008 International Symposium on Information Theory and its Applications, Auckland (New Zealand), 2008/12/10

⑥ M.Mouri, “Improvement of Earthquake Prediction by Using Global Signal Elimination from Environmental Electromagnetic Signals”, 2008 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Boston (USA), 2008/7/11.