

地震国際フロンティア研究グループ

International Frontier Research Group on Earthquakes

グループディレクター 上 田 誠 也
UYEDA, Seiya

地殻電磁現象観測チーム
チームリーダー 服 部 克 巳
HATTORI, Katsumi

地殻電磁現象解析チーム
チームリーダー 佐 柳 敬 造
SAYANAGI, Keizo

地震国際フロンティア研究では、地震に関連する電磁気現象の研究を通じて短期地震予知の科学に貢献することを目的としている。地殻電磁現象観測チームおよび地殻電磁現象解析チームの2チームが共同して研究を実施しており、地震予知研究において電磁気的なアプローチが有望であることを明らかにしつつある。

地震に関連する電磁気現象はDCからVHFにわたる広い周波数領域で発生しており、それらは大きく分けて(1)震源域からの電磁気放射と(2)電磁波の伝播異常に大別される。当研究グループでは、低周波の放射タイプの現象を主に取り扱っている。すなわち、DC領域のSES(Seismic Electric Signal)とULF帯の地磁気の異常に関する研究である。その他の電磁気現象については非常勤の研究者と共同研究を試みているが、今後はさらに本格的な研究を企画している。

DCの地電位差変化、いわゆるSESはギリシャのVANグループによって精力的に研究されている。彼らの結果は有望であるが、その評価は依然として論争中である。SESの発生や伝播機構などVAN法には基礎的な未解決の問題がある。当研究グループではSESが本当に存在するかどうか、日本でも観測されるかどうかを調査することからプロジェクトを開始し、すでに多くの観測点を設置した。日本は直流電車の漏洩電流など人工ノイズの問題が大きいので、さまざまなノイズ除去法が開発されなければならない。例えばニューラルネットワークを応用したノイズ除去法は有効な手法の1つと考えている。

ULF帯の地磁気の異常は1980年代にロシアやアメリカで発生したいくつかの大きな地震に先行して発生したことが報告されている。当研究グループのULF帯地磁気観測もまた日本に磁力計のネットワークを設置するところから始め、電気通信大学、宇宙開発事業団、およびロシア、ウクライナの研究者と密接に共同して実施している。旧ソビエト諸国は極めて感度がよく、安定な磁力計を開発しており、そうした高精度な磁力計を我々は観測システムに積極的に取り入れている。

DCの地電位差変化、ULF帯の地磁気の異常のいずれにおいても、外部の研究者と協力して室内実験や理論、モデリングを行うことによって現象の物理に関する基礎研究を進めている。

1. 地震に関連する地電位差測定に関する研究(上田, 佐柳, 服部, 織原, 山口, 高橋, 野田, 田中(治), 長尾, 花田, 川畑, 鴨川, 池谷, 伊勢崎, 木村, 城, 金折, 笠原, 茂木, 田中(良), 上嶋, 酒井)

日本国内に約40箇所、インドネシア・スマトラ島に5箇所、ロシア・カムチャツカに1箇所観測点を設置し、連続観測を行っている。

2000年三宅島火山活動および伊豆諸島域地震活動の始まる2ヶ月前から、新島の1測線において地電位差の異常変動が頻繁に観測され始めた。その状態は、途中の台風・地震による測定中断期間を含めて4ヶ月間続いた。この異常変動は1998年の観測開始以来初めてのもので、少なくとも地磁気誘導や雷によるものではなかった。さらに、65 km

離れた伊豆半島でも、同時期にULF磁場異常変動が始まった。このように離れた2地点で、電場、磁場の異常が観測されたのは初めてのことである。また、伊豆諸島域には多数の電場観測測線があるにもかかわらず、今回1測線にのみ異常が認められたのは、この地域の電氣的な非均一性を示している。

伊豆諸島域の例は、地電位差異常と地震・火山活動との関連を示すものであるが、次に単一の地震との関連をまとめる。日本国内のSN比のよい観測点から半径20 km以内で発生した $M \geq 5$ の5個の地震のうち4個の地震について、地震に先行する地電位差の異常変動が観測された。震央距離がより長い場合(最長75 km)は、別の2つの地震に先行して地電位差の異常が記録された。そのうちの1つ

は M4.7 の地震で、この信号は長野県の 3 観測点(松代、白馬、王滝(最大観測点間距離約 100 km))で同時に観測された。

コサイミックな地電位差変動は、観測点近傍で発生した地震について観測された。インドネシアでは、震央距離数百 km(最大 990 km)に達する地震についても観測された。それらの変動は、いずれも地震の発生時刻ではなく、地震波の到着時刻に記録されている。これらの変動は、地電位測定用電極近くの界面動電現象として説明できる。

ニューラルネットワークを応用した、直流電車などの人工雑音を除去する手法の開発は順調に進んでおり、SN 比が悪い観測点でも SES が検出できる可能性が確認された。

2. 地震に関連する ULF 帯地磁気変動に関する研究(上田、服部、佐柳、高橋、吉野、Maltsev、田中(治)、長尾、川畑、鴨川)

日本国内に 20 箇所、カムチャツカに 1 箇所の観測点を設置し、連続観測を行っている。関東・東海では ULF 磁場観測ネットワークを構築、重要な結果が得られつつある。また、地震が多く発生しノイズ環境の良い台湾での観測も開始された。

1997 年 3 月および 5 月の鹿児島県北西部地震(M6.5, M6.3)、1998 年 9 月の岩手県内陸北部地震(M6.1)について地震に先行する ULF 帯磁場異常変動が発見された。また、観測点近傍の地震活動と ULF 帯磁場異常のレベルとの間に相関があることも発見された。伊豆、松代観測点においても地震に先行すると思われる ULF 帯磁場異常が確認されている。1 の項でも触れたように、2000 年伊豆諸島火山・地震活動では、伊豆半島の 3 観測点(清越、持越、加茂)のデータの主成分解析の結果、地殻起源と思われる信号が地電位差異変動と同時期に観測された。さらにデータを増加することができれば、より説得力のある結果を導き出すことができると思われる。(電気通信大学、早川氏; IZMIRAN, Y. Kopytenko 氏, E. Kopytenko 氏, Raditov 氏との共同研究)

3. アコースティックエミッションセンサによる電磁気

信号の発生機構解明に関する研究(上田、服部、野田、長尾、川畑)

地殻内の微小破壊に伴う電磁気信号の発生機構を解明するために、長野松代観測点(気象庁精密地震観測室)にフィールド型アコースティックエミッションセンサを設置し、連続観測している。松代観測点では地電位差測定および ULF 地球磁場観測も行われている。アコースティックエミッションセンサでは 30, 160, 500, 1000 Hz の観測を行っており、観測点近くで発生したいくつかの地震について(例えば M4 クラス、震央距離約 20 km)、発生 12 時間前にこれらの周波数帯の信号レベルが上昇することが観測された。こうした現象の地震との関連性を確立するために、松代観測点近傍に観測点を 2 点増やしネットワーク観測ができるようにした。これらのデータは、地震発生直前に起こるとされる微小破壊の実証につながるばかりでなく、電場・磁場データとの比較により、電磁気信号の発生機構の解明にも寄与する。(電気通信大学、早川氏との共同研究)

4. 岩石・氷の室内破壊実験(上田、織原、吉田、酒井、長尾)

さまざまな条件下(間隙水の有無、流量のコントロール)における岩石破壊および氷の破壊実験で、興味深い電磁気現象が検出された。例えば、室温で間隙圧一定の条件で行った三軸の岩石破壊実験では、主破壊の前に convection 電流が流れ、ダイラタンシーと水流のそれぞれの変化に良い相関があることを示した。この結果は、破壊の前にダイラタンシーの成長が加速され、それに伴った水の流れが起こす界面動電効果によって電流が流れることを示した。

5. 高周波領域における地震関連電磁気現象に関する研究(上田、服部、野田、吉野、山口、佐柳、渡邊、長尾、馬場、鴨川、畑、串田、島倉、鷹野; 戎崎(情報基盤研究部); 清水(イメージ情報技術開発室))

所外の研究者と協力して地震に先行する VLF/LF 帯のパルス数測定、VLF 帯の電磁波の到来方向推定、コロナ電流を利用した大気電場異常モニタリング、ELF および VHF 帯の自然放射、FM 放送波の異常散乱モニタリングなどのための装置を地震国際フロンティアの観測点に設置し、観測・解析を実施している。大気電場モニタリングに関しては、中規模以上の地震発生頻度が多く、かつノイズ環境の良い台湾にも観測点を展開した。(京都大学、尾池氏との共同研究)

6. 統計的手法に基づく地震予知に関する研究(上田、黄、長尾、石川)

地震カタログデータに基づく中期的地震予知手法の研究を目的とし、ロシア Kossobokov 博士の M8 アルゴリズムの日本への応用、およびロシア Sobolev 博士の RTL 法の日本への応用を試みている。

その一例として、2000 年 1 月に根室沖に発生した地震(M6.8)に先行する地震活動について調べた。使用したデータは、JMA カタログにある 1984 年 1 月から 2000 年 3 月までの $M \geq 3.6$ の全てのイベントである。このデータに対して RTL 法を適用したところ、1995 年に地震静穏化が始まり、1996 年末まで続くことが分かった。また、1996 年には異常静穏化ゾーンが震央周辺に現れた。この 1995~1996 年の期間は、震央域の地震発生数が明らかに減少した時期と重なる。これらの結果は、地震発生の 3 年前に始まった静穏化が地震の準備過程を表わすことを示唆する。(Seism. Inst. Geophys. Cen. Rus. Acad. Sci., Sobolev 氏との共同研究)

7. 地震電磁気現象と宏观現象との関係に関する研究(上田、野田、池谷、長尾)

宏观現象を科学にする試みを開始した。目的はパル的な電磁気現象と動物の異常行動等の関係を調査研究し明らかにすることである。具体的には伊豆・熱川ワニ園の飼育係から伊豆東方沖の地震とワニの異常行動との相関がよいとの情報を得て、ビデオカメラによるワニの異常行動のモニタ、気象要素の観測を開始した。

誌 上 発 表 Publications
(原著論文) * 印は査読制度がある論文誌

Kudo T. and Nagao T.: “Tidal components detected in long span telluric current measurements”, *Bull. Inst. Oceanic Res. & Develop., Tokai Univ.* **21**, 43–50 (2000). *

Mogi T., Tanaka Y., Widarto D. S., Arsadi E. M., Puspito N. T., Nagao T., Kanda W., and Uyeda S.: “Geoelectric potential difference monitoring in southern Sumatra, Indonesia: Co-seismic change”, *Earth Planets Space* **52**, 245–252 (2000). *

Hayakawa M., Itou T., Hattori K., and Yumoto K.: “ULF electromagnetic precursors for an earthquake at Biak, Indonesia on February 17, 1996”, *Geophys. Res. Lett.* **27**, 1531–1534 (2000). *

Nagao T., Orihara Y., Yamaguchi T., Takahashi I., Hattori K., Noda Y., Sayanagi K., and Uyeda S.: “Co-seismic geoelectric potential changes observed in Japan”, *Geophys. Res. Lett.* **27**, 1535–1538 (2000). *

Kanda W., Uyeshima M., Makris J., Orihara Y., Hase H., Nagao T., and Uyeda S.: “Electric field polarization around Ioannina VAN station, Greece, inferred from a resistivity mapping”, *Phys. Earth Planet. Inter.* **119**, 269–283 (2000). *

Huang Q. and Sobolev G. A.: “Seismic quiescence prior to the 2000 $M = 6.8$ Nemuro Peninsula earthquake”, *Proc. Jpn. Acad., Ser. B* **77**, 1–6 (2001). *

Tanaka H.: “Wave transmission through a one-dimensional fractal system”, *Proc. Jpn. Acad., Ser. B* **77**, 24–29 (2001). *

Uyeda S., Nagao T., Orihara Y., Yamaguchi T., and Takahashi I.: “Geoelectric potential changes: Possible precursors to earthquakes in Japan”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **97**, 4561–4566 (2000). *

Gorbatikov A. N., Molchanov O. A., 早川正士, 上田誠也, 服部克巳, 長尾年恭, Nikolaev A.: “地震発生過程におけるアコースティックエミッション応答”, *地震ジャーナル* **30**, 56–63 (2000).

(単行本)

黃清華: (訳) 地震前動物為何起騷動: 電磁地震學之誕生 (原題: 池谷元伺「地震の前, なぜ動物は騒ぐのか: 電磁気地震学の誕生」(日本放送出版協会, 東京, 1998)), 水産出版社, 基隆 (台湾), (2000).

長尾年恭: 地震予知研究の新展開, 近未来社, 名古屋, (2001).

(その他)

Ikeda T., Iwai Y., Oku T., Otani C., Kato H., Kawai K., Sato H., Shimizu H. M., Takizawa Y., Nakai Y., Miyasaka H., Morishita Y., Watanabe H., and Yamazaki Y.: “X-ray spectroscopy of highly charged ions using superconducting tunnel junctions”, *At. Collision Res. Jpn.*, No. 26, pp. 62–63 (2000).

Shimizu H. M., Ikeda T., Kato H., Kawai K., Miyasaka H., Oku T., Ootani W., Otani C., Sato H., Takizawa Y., and Watanabe H.: “Development of superconductor radiation detectors”, *RIKEN Rev.*, No. 31, pp. 74–80 (2000).

口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

Nagao T., Orihara Y., Yamaguchi T., Sayanagi K., Noda Y., and Uyeda S.: “The latest aspects of short-term earthquake prediction research in Japan by using geoelectric potential monitoring”, 2000 Western Pacific Geophysical Meet., (American Geophysical Union), Tokyo, June (2000).

Kamogawa M., Liu J.-Y., Chou Y. J., Fujiwara H., Ohtsuki Y., and Uyeda S.: “Atmospheric electric field measurement associated with earthquakes in Taiwan”, 2000 Western Pacific Geophysical Meet., (American Geophysical Union), Tokyo, June (2000).

Sayanagi K., Nishimura K., Ueshima M., and Kuramoto S.: “Deep-tow magnetic anomalies in the Japan and Ishikari basins obtained by a deep-tow observation system with multiple sensors”, 2000 Western Pacific Geophysical Meet., (American Geophysical Union), Tokyo, June (2000).

Hattori K., Akinaga Y., Maltsev P., Takahashi I., Kopytenko Y. A., Iwasaki H., Hayakawa M., Yumoto K., Nagao T., and Uyeda S.: “Earthquake related ULF magnetic anomalies observed in Japan”, 2000 Western Pacific Geophysical Meet., (American Geophysical Union), Tokyo, June (2000).

Huang Q., Sobolev G. A., and Nagao T.: “Quiescence and activation of the 1995 Kobe EQ”, 2000 Western Pacific Geophysical Meet., (American Geophysical Union), Tokyo, June (2000).

Nagao T., Orihara Y., Yamaguchi T., Takahashi I., Hattori K., Noda Y., and Uyeda S.: “Co-seismic geoelectric potential changes observed in Japan”, *Progress in Electromagnetics Research Symp. (PIERS 2000)*, (The Electromagnetics Academy), Cambridge, USA, July (2000).

Hattori K., Akinaga Y., Hayakawa M., Yumoto K., Nagao T., and Uyeda S.: “ULF magnetic field anomalies preceding earthquakes observed in Japan”, *Progress in Electromagnetics Research Symp. (PIERS 2000)*, (The Electromagnetics Academy), Cambridge, USA, July (2000).

Akinaga Y., Hattori K., Hayakawa M., and Yumoto K.: “ULF emissions associated with earthquakes in Kyushu”, 2000 Int. Symp. on Antennas and Propagation, (The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE)), Fukuoka, Aug. (2000).

Kamogawa M., Liu J.-Y., Chou Y. J., Fujiwara H., and Uyeda S.: “Atmospheric electric field variation and ionospheric disturbance associated with earthquakes”, *COSPAR Colloq. on Space Weather Study Using Multi-point Techniques*, (The International Council for Science), Taipei, Taiwan, Sept. (2000).

Sobolev G. A. and Huang Q.: “Stages of earthquake preparation and mid-term prediction”, 27th General Assembly of the European Seismological Commission, Lisbon, Portugal, Sept. (2000).

- Kamogawa M., Liu J.-Y., Chou Y. J., Fujiwara H., Nagao T., Uyeda S., Ofuruton H., and Ohtsuki Y.: "Measurements of electric field in the atmosphere", Int. Workshop on 2000 Geoelectrics and Geomagnetism, (National Central University), Chung-Li, Taiwan, Sept. (2000).
- Gorbatikov A. N., Molchanov O. A., Hayakawa M., Uyeda S., Hattori K., Nagao T., and Maltsev P.: "Acoustic and magnetic emissions at Matsushiro (association with nearby earthquakes), previous and recent results", Int. Workshop on Seismo Electromagnetics, 2000 of NASDA, Chofu, Sept. (2000).
- Kamogawa M., Liu J.-Y., Chou Y. J., Fujiwara H., Ohtsuki Y., and Uyeda S.: "Atmospheric electric field measurement associated with earthquakes in Taiwan", Int. Workshop on Seismo Electromagnetics, 2000 of NASDA, Chofu, Sept. (2000).
- Surkov V. V., Uyeda S., Nagao T., and Hayakawa M.: "Fractal properties of seismoelectric phenomena", Int. Workshop on Seismo Electromagnetics, 2000 of NASDA, Chofu, Sept. (2000).
- Kopytenko Y. A., Hattori K., Voronov P. M., Hayakawa M., Ismaguilov V. S., Molchanov O. A., Kopytenko E. A., and Zaitsev D. B.: "Monitoring of the ULF electromagnetic disturbances at the stations network before EQ in seismic zones of Izu and Chiba peninsula (Japan)", Int. Workshop on Seismo Electromagnetics, 2000 of NASDA, Chofu, Sept. (2000).
- Huang Q. and Sobolev G. A.: "Precursory seismic phases associated with the $M = 6.8$ Hokkaido (Japan) earthquake, January 28, 2000", Int. Workshop on Seismo Electromagnetics, 2000 of NASDA, Chofu, Sept. (2000).
- Hattori K., Akinaga Y., Maltsev P., Iwasaki H., Kopytenko Y. A., Takahashi I., Hayakawa M., Yumoto K., Nagao T., and Uyeda S.: "Earthquake related ULF geomagnetic anomalies", Int. Workshop on Seismo-Electromagnetics and Space Science (IWSW-SS 2000), (Department of Physics, R.B.S. Inter College, Agra), Agra, India, Dec. (2000).
- Akinaga Y., Hattori K., Hayakawa M., and Yumoto K.: "ULF emissions associated with earthquakes", Int. Workshop on Seismo-Electromagnetics and Space Science (IWSW-SS 2000), (Department of Physics, R.B.S. Inter College, Agra), Agra, India, Dec. (2000).
- (国内会議)
- 服部克巳, 高橋一郎, 岩崎弘, Maltsev P., 秋永和計, 早川正士, 長尾年恭, 上田誠也: "RIKEN/NASDA(地震国際フロンティア/地震リモートセンシングフロンティア)における ULF 磁場変動観測", 地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会, 東京, 6 月 (2000).
- 野田洋一, 長尾年恭: "宏観異常現象の検証, ワニの行動の観察: 序報", 地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会, 東京, 6 月 (2000).
- 佐柳敬造, 西村清和, 上嶋正人, 倉本真一: "日本海盆東縁部, ODD Site 795 付近で発見された深海磁気異常の原因について", 地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会, 東京, 6 月 (2000).
- 上田誠也, 理研地震国際フロンティア研究一同: "理研・地震国際フロンティア研究の現状とこれまでの成果", 地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会, 東京, 6 月 (2000).
- 黄清華, 大内徹, 伊藤潔: "1995 年兵庫県南部地震に先だつて現れた前兆的地震活動パターン", 日本地震学会 2000 年度秋季大会, つくば, 11 月 (2000).
- 佐柳敬造, 理研地震国際フロンティア研究一同: "2000 年伊豆群発地震活動に関連した電場および磁場変動", 2000 年度 Conductivity Anomaly 研究会, 伊東, 1 月 (2001).
- 野田洋一, 服部克巳, 上田誠也, 長尾年恭, Gordeev E.: "カムチャツカにおける地電位差観測", 日本大気電気学会第 64 回研究発表会, 千葉, 1 月 (2001).
- 服部克巳, 早川正士: "ピアク地震に伴う ULF 磁場異常", 日本大気電気学会第 64 回研究発表会, 千葉, 1 月 (2001).
- 吉野千恵, 服部克巳, 陳界広, 劉正彦, 謝秋霖: "台湾における地震電磁気観測の試み", 日本大気電気学会第 64 回研究発表会, 千葉, 1 月 (2001).
- 高橋一郎, 服部克巳, 吉野千恵, 野田洋一, 山口透, 織原義明, 佐柳敬造, 上田誠也, 長尾年恭, 徳岡隆夫: "理化学研究所地震国際フロンティアにおける機動的磁場観測", 日本大気電気学会第 64 回研究発表会, 千葉, 1 月 (2001).

Research Subjects and Members of International Frontier Research Group on Earthquakes

1. Earthquake-Related Anomalous Geoelectric Potential Changes
2. Earthquake-Related ULF Geomagnetic Anomalies
3. Generation Mechanism of Electromagnetic Signals with Acoustic Emission Sensor
4. Laboratory Fracture Experiments of Rocks and Ice
5. Earthquake-Related Electromagnetic Phenomena in Higher Frequency Ranges
6. Mid-Term Earthquake Prediction with Use of Earthquake Catalog
7. Correlation between Earthquake-Related Electromagnetic Phenomena and Macroscopic Anomalies

Group Director

Dr. Seiya UYEDA

Crustal Electromagnetic Phenomena Observation Team

Head

Dr. Katsumi HATTORI

Research Scientists

Dr. Hiroshi WATANABE

Mr. Yoshiaki ORIHARA

Mr. Ichiro TAKAHASHI

Technical Staffs

Ms. Chie YOSHINO
Mr. Pavlo MALTSEV

Crustal Electromagnetic Phenomena Analysis Team

Head

Dr. Keizo SAYANAGI

Research Scientists

Dr. Qinghua HUANG
Dr. Haruo TANAKA
Mr. Tohru YAMAGUCHI

Technical Staffs

Mr. Yoichi NODA

in collaboration with

Dr. Toshikazu EBISUZAKI (Advanced Computing Center)
Dr. Hirohiko SHIMIZU (Image Information Div.)

Visiting Members and Postdoctoral Fellows

Dr. Hisatoshi BABA (Res. Inst. Sci. Technol., Tokai Univ.)*
Dr. Masaaki HANADA (Earthquake Predict. Res. Cen., Tokai Univ.)*
Dr. Masayasu HATA (Aichi Pref. Univ.)*
Dr. Motoji IKEYA (Fac. Sci., Osaka Univ.)*
Dr. Nobuhiro ISEZAKI (Fac. Sci., Chiba Univ.)*
Dr. Yuzo ISHIKAWA (Meteorol. Res. Inst., Jpn. Meteorol. Agency)*
Dr. Kazuki JOE (Fac. Sci., Nara Women's Univ.)*
Dr. Masashi KAMOGAWA (Sch. Sci. Eng., Waseda Univ.)*

Dr. Yuji KANAORI (Fac. Sci., Yamaguchi Univ.)*
Dr. Minoru KASAHARA (Fac. Sci., Hokkaido Univ.)*
Mr. Koki KAWABATA (Earthquake Predict. Res. Cen., Tokai Univ.)*
Dr. Masaaki KIMURA (Fac. Sci., Ryukyu Univ.)*
Mr. Yoshio KUSHIDA (Yatsugatake Astr. Obs.)*
Dr. Toru MOGI (Fac. Sci., Hokkaido Univ.)*
Dr. Toshiyasu NAGAO (Earthquake Predict. Res. Cen., Tokai Univ.)*
Dr. Hideo SAKAI (Fac. Sci., Toyama Univ.)*
Dr. Yoichi SASAI (Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo)*
Dr. Shin SHIMAKURA (Fac. Technol., Chiba Univ.)*
Dr. Toshiaki TAKANO (Fac. Technol., Chiba Univ.)*
Dr. Yoshikazu TANAKA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)*
Dr. Makoto UYESHIMA (Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo)*
Dr. Shingo YOSHIDA (Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo)*
(* part time)

Collaborators (Outside of RIKEN)

Dr. Andrey GORBATIKOV (Inst. Phys. Earth, Russia)
Dr. Masashi HAYAKAWA (Univ. Electro-Commun.)
Dr. Eugene KOPYTENKO (IZMIRAN, Russia)
Dr. Yuri KOPYTENKO (IZMIRAN, Russia)
Dr. Vasily KOREPANOV (Lviv Cen. Inst. Space Res., Ukraine)
Dr. Oleg MOLCHANOV (NASDA)
Dr. Kazuo OIKE (Kyoto Univ.)
Dr. Vyacheslav PILIPENKO (Inst. Phys. Earth, Russia)
Dr. Andrei RADILOV (IZMIRAN, Russia)
Dr. Gennadi SOBOLEV (Seism. Inst. Geophys. Cen. Rus. Acad. Sci., Russia)
Dr. Panayiotis VAROSTOS (Univ. Athens, Greece)
Dr. Kiyohumi YUMOTO (Kyushu Univ.)