

## 理学博士加藤愛雄君の「地磁気の変化磁場の測定とその微細変

### 動の原因に関する研究」に対する授賞審査要旨

一、地磁気の現象は古くから知られているが、その研究はまず、観測と測量とからはじまった。しかし地磁気の本質やその変動現象は原因不明とされて、これに関する研究は長い間著しい発展を見ないまま今世紀に及んだ。今世紀に入つてからは徐々に活況を呈して来たが、一九三二—三年の国際極観測年の間に得られた新しい観測資料によつて、地磁気の変化磁場と大気の上層、とくに電離層との関係に関して研究が盛んになった。また地球内部の諸現象との関係も理論的に研究されるようになった。一九五七—八年の国際地球観測年において地球内部、外部から太陽に到るまでの諸現象が全世界の協力によつて観測せられ、自然界の知識が著しく豊富になるに従つて、研究は一層盛んとなり、その上地磁気の変化と地球周囲の空間における現象、すなわち放射線帯や磁気圏における過程との関係が新しく研究対象として加わつた。現在では地磁気は、広い学問分科にわたる多数の科学者によつて、活発に研究されている地球電磁気学の中の重要な分野の一つにまで発展してきた。加藤愛雄君はその重要な原動力となつた一人である。

二、このような発展は他の学問分野と同様に最近における実験技術の高度の進歩によるところが多い。地磁気研究についていえば、測定の方法と機械とは最近二十年の間に全く一変した観があり、比較的簡便でしかも精度の高い方法が実用化している。例えば全磁力の絶対値に対してはプロトン磁力計や、さらにルビジウム磁力計も開発されて

いる。三成分用としてわが国においては、加藤君によつて開發された、飛行機用および地上用のフラックスゲート (Flux gate) 磁力計が現在多く使われている。

三、このフラックスゲート磁力計は、加藤君が終戦直後渡辺寧 (現在静岡大学長)、阿部善右衛門 (現在日立中央研究所部長) 両氏と協力して製作研究したもので、その中心部はパームアロイの薄い箔を適当に処理してそれをコイルの芯としたものであつて、その電気回路には渡辺氏の「振幅差変調方式」を利用している。加藤君はこの磁力計を用いて、飛行機上や地上観測を実施して多くの成果を収めた。なお、この電気回路に倍周波型式を採用し、改良したものとジャイロスタビライザーを並用した三成分の航空磁気測器は、一九六五年の世界磁気測量の一環として実施された海上保安庁水路部の測量に使用されて好成績を挙げた。

四、フラックスゲート磁気計は温度係数が極めて小さく、簡便でしかも安定であり、その上直視できるといふ利点がある。そのため現在日本で観測用および研究用に多く使用されるようになった。南極のような苛酷な条件下の観測にもこの器械が用いられている。また特定周期の地磁気変化について、鉛直分力異常を調べて地殻内部の電気伝導度異常を探知しようとする研究班が組織されたが、加藤君もこの研究班に参加して東北地方の十数箇所において観測を続け、「東北日本異常」と名づけた驚くべき鉛直変化逆転地帯を発見した。これはアメリカに報告されて注目を引いた。また最近には松代地震や新潟地震地域に航空測量を繰り返して、多くの興味ある結果を発表した。さらに加藤君はこの磁気計を改造してロケット搭載用の三成分磁気計を製作して上層における地磁気を測定して、電離層に流れる電流を推定する一方、この磁気計によつてロケットの運動を知る方法を示唆した。

五、地磁気の短周期の変動、すなわち脈動に関する加藤君の研究もまた測定法の優れた研究の上に実つた成果といふことができる。脈動を観測するために加藤君はセンダストやバームアロイを芯とする誘導磁力計を製作し、これを次第に改良して、安定した測器にした。これは最近米大陸にも使用されようとしている。

六、地磁気脈動については加藤君は一九四九年頃からその観測に専念して来たが、一九五三年、日本の地球電磁気学会にこの現象は世界的の規模のものであるという見解を発表した。これは女川観測所とアフリカのタマンラッセ観測所との記録を比較してこの結論に達したのであつて、翌年にはタマンラッセ所長グレンネー氏と連名で東北大学紀要にこの見解を発表した。同年ローマで開かれた国際地磁気協会の総会はこれを重視して、地磁気脈動に関して熱心な討議が行なわれた。当時地球周囲の空間において地磁気が限定された空間、すなわち磁気圏が存在することが理論的に想定せられ、またこの圏内で、ある種の電磁流体振動の可能性が推定されていたので、加藤君らの発表は、かかる振動の存在を実証的に示した重要な意義があつた。

七、加藤君は、続いて一九五六年には地磁気脈動の理論的考察を試み、磁気圏における電磁流体振動の成立を理論づけてこれを発表した。当時磁気圏に関する概念はあまり明確なものではなかつたが、この論文は、世界中の学者の研究を促がして、一方において磁気圏についての関心を高めると同時に、地磁気脈動研究の重要性をますます認識させる動機となつた。

八、一九五七―八年度の国際地球観測年では地磁気脈動は観測の一種目に採用され、世界中で五十か所あまりの観測所で地磁気早廻し記録がとられるに至つた。加藤君は小型の誘導磁力計を改良して安定した装置を完成し、これを使

つて女川観測所のほか、日本および世界各地において自から観測を行なうとともに、広く世界の観測材料を得て研究を進めた。その結果、地磁気脈動の中にはその周期、運動、振動の型、さらに地球上その発生する場所と時間等による特性のあるいろいろの種類のものがあることを明らかにした。加藤君の地磁気脈動の分類によれば、正弦波型の連続性のものが五種、不規則性のもの二種に分けられている。一九六三年、パークレーにおける国際地磁気協会の決議によつて採用された脈動の分類は殆ど加藤君の意見によつたものである。

九、その前後において加藤君はその指導する研究員とともに、脈動の観測と、統計的、理論的研究を進め、一方においては国内の研究者と多くの討論の場をもつと同時に、他方世界中の関係科学者と意見交換の機会をもち、この研究分野の進展に主導的役割を果たした。一九五七年以降現在まで世界各地の学術的会合に、多くは招待されて出席し、脈動に関する研究について報告を行なつた機会は十回以上に及んでいる。

一〇、地磁気脈動は、地球を取り巻く惑星間空間の中において、太陽からくるプラズマ物質流の刺激によつて地球磁場に発生する電磁流体振動に起因するという見解は、いまや一般に認められたといつてよい。

地球周辺の惑星間空間の構造に関しては、一九六四年来特殊な科学衛星を使ったアメリカでの一連の実験によつて、この方面の実証的知識がにわか豊富となつてきて、宇宙空間研究はまさに一つの画期的発展の段階を迎えている。加藤君はこの発展に応じて地磁気脈動の理論を著るしく進展させて本学士院紀要41(7)に公表し、ついで、アメリカから発表された実験記録に現われている宇宙空間の磁場における幾つかの変化に着目して、これに対応する地磁気脈動の変化が存在することを発見し、その要旨を續いて紀要41(8)に掲載し、迅速に世界に発表した。こ

れについてアメリカ航空宇宙局は直ちに加藤君を招へいして、この問題を討論し、一昨年も昨年もまた同様の討論の場をもつた。これは極めて意義あることで、すなわち宇宙科学の発展が地磁気脈動の本性を明らかにする反面、この地上で観測される地磁気脈動が逆に宇宙科学研究のための有力な利器となることを示すものである。

一、加藤君の研究に刺激されて最近アメリカをはじめ欧州諸国において脈動観測がにわかに盛んとなり、組織的観測網ができ、地磁気脈動は宇宙空間研究の重要な一分野に発展して来た。昨年（一九六七）十月スイス国セントガールに開催された国際地球電磁気協会に彼は脈動の作業グループの報告を提出した。これに関係して協会は「地磁気脈動観測が磁気圏内の過程の研究に対する重要性にかんがみ、世界中の常設地磁気観測所が動脈を記録することをその重要な仕事の一つとすることを勧告する」という決議案を採択した。

夜間に起こる不規則波型の脈動については彼は周期解析を行ない、この脈動の磁気圏尾部における電磁流体振動としての発生機構について彼が本院紀要41(8)に提案した理論の妥当性の確信を強め、その概要を本院紀要42(8)に発表した。この理論は今後、空間の物理的性質がさらに精しく観測されるに従つて補足され、あるいは改善されると思われるが、今後この加藤機構を中心としてこの方面の研究が大きく前進することが予想される。

二、宇宙空間研究のような急速に進展する研究分野においては、その前進の先頭に立つて、つねにその進むべき方向を指向することがとくに重要である。加藤君の脈動に関する十数年来の研究成果はまさにこれを実行した記録といふことができる。彼がこの期間中つねにこの研究分野の殆どすべての意義ある問題を提起し、国内、国外の学者とともに議論を交わして、その推進の原動力としての役目を果たしたことが今日地磁気脈動研究の隆盛をきたすの

にあずかつて力があつたことは世界的に認められている。

一三、これを要するに加藤君は地磁気観測の目的に応じて各種の軽量で、しかも精度も安定性もともに高い測器の製作に成功し、これを使用して自から観測を実施して地震、火山、地下構造等に関する多くの重要な成果を挙げたばかりでなく、地磁気の観測法に全く一時期を画さしめたものであるといつてよい。そしてさらに地磁気脈動については、その現象の時間的、空間的実体を明らかにすると同時に、その原因を磁気圏の振動に求め、逆に脈動をもつて宇宙空間研究の有力なる手段であることを世界学界に認めさせるに至つた功績は誠に顕著なものである。

#### 主要な著書及び論文目録

##### I 地磁気の脈動に関するもの 五四篇中より一九篇

- 1) Kato, Y., and J. Ossaka: Time Variation of the Earth's Magnetic Field at the Time of Bay-Disturbance. Rept. Ionosph. Res. Japan, 6(1) (1952).
- 2) Grenet, G., Y. Kato, J. Ossaka, and M. Okuda: Pulsations in Terrestrial Magnetic Field at the Time of Bay-Disturbance. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 6 (1) (1954).
- 3) Kato, Y., and S. Akasofu: Outer Atmospheric Oscillation and Geomagnetic Micropulsation. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 7 (3) (1956).
- 4) —: Relationships between the Geomagnetic Micropulsation and the Solar UM Region. J. Atmosph. Terrest. Phys., 9, 352-354 (1956).
- 5) Kato, Y., and T. Watanabe: Studies on Geomagnetic Pulsation, pc. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 8 (2) (1957).
- 6) —: A Survey of Observational Knowledge of the Geomagnetic Pulsation. Sci. Rep. Tohoku Univ.,

- Ser. 5, *Geophys.*, **8** (3) (1957).
- 7) —: Studies on Geomagnetic Storm in Relation to Geomagnetic Pulsation. *J. Geophys. Res.*, **63** (4) (1958).
  - 8) Kato, Y.: Investigation on the Geomagnetic Rapid Pulsation. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, *Geophys.*, **11** (1959).
  - 9) —: Geomagnetic Micropulsations. *Australian J. Phys.*, **15** (1) (1962).
  - 10) —: Geomagnetic Pulsations and Hydromagnetic Oscillations of Exosphere. *J. Phys. Soc. Japan*, **17**, Suppl., A-II (1962).
  - 11) Kato, Y., and T. Saito: Morphological Study of Geomagnetic Pulsations. *J. Phys. Soc. Japan*, **17**, Suppl., A-II (1962).
  - 12) Kato, Y., and T. Tamao: Hydromagnetic Waves in the Earth's Exosphere and Geomagnetic Pulsations. *J. Phys. Soc. Japan*, **17**, Suppl., A-II (1962).
  - 13) Kato, Y., and T. Tamao: On a Possible Mechanism for the Rules of Polarization of geomagnetic Pulsations. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, *Geophys.*, **16**(1) (1965).
  - 14) Kato, Y.: Hydromagnetic Interpretation of the Long Period Geomagnetic Micropulsation, *pc 5*. *Proc. Japan Acad.*, **41** (7) (1965).
  - 15) —: Geomagnetic Micropulsations, associated with Sudden Changes in the Magnetic Field in the Interplanetary Space and the Geomagnetic Tail. *Proc. Japan Academy*, **41** (8) (1965).
  - 16) —: Relations between the Magnetic Disturbances Observed by Imp I Satellite and the Terrestrial Magnetic Micropulsations. *J. Geophys. Res.*, **70** (7) (1965).
  - 17) —: Frequency Analysis of Geomagnetic Micropulsations *pi 2*. *Proc. Japan Acad.*, **42** (8) (1966).

- 18) —: Frequency Analysis of the Geomagnetic Micropulsation Observed at the Magnetic Equator. (Read at the Conjugate Point Symposium, held at Boulder, Colorado on June 13-16, 1967 and will be published in "Radio Science", 1967.)
- 19) —: Report of the Working Group on "Micropulsation pc 1, pc 2, pi 1 and pi 2". (Presented to the General Assembly of IAGA at St. Gall, Switzerland, Sept. 1967.)
- II 航空測量による地球の内部構造の研究論文 五巻中五の三巻
- 1) Kato, Y., A. Takagi, and I. Muroi: Aeromagnetic Survey of Northeast District of Japan. UMC Monograph, No. 12, published by American Geophysical Union, 1967.
- 2) —: Aeromagnetic Survey over the Towada and Oshima Caldera. (Read at the meeting of U.S.-Japan Scientific Corporation held at Berkeley on July 1965.)
- 3) Kato, Y., A. Takagi, I. Muroi, I. Aoyama, and M. Seto: Aeromagnetic Surveys over the Epicentral Area of the Matsushiro Swarm Earthquakes (Part I). Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 18 (1) (1966).
- III ロケットによる宇宙の磁気測定 三巻中五の三巻
- 1) Kato, Y., and I. Aoyama: Measurement of Ionospheric Current, Sq, with Rocket-borne Magnetometer. (To be published in the Science Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 1967.)
- IV 地球磁気の変化磁場の諸問題と関係のありか 二四巻中五の四巻
- 1) Kato, Y.: "North-eastern Japan Anomaly". (Reported by Prof. T. Rikitake in the paper Conductivity Anomaly of the Upper Mantle. UMC Monograph, Published by American Geophysical Union, 1967.)
- 2) —: The Effect on the Geomagnetic Field of the Solar Eclipse of October 12, 1958. Sci. Rep.



- Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., **12**(1) (1960).
- 3) Kato, Y. and Y. Mori: The Effect on the Equatorial Jet Current of the Total Solar Eclipse of Nov. 12, 1966. (This paper will be presented to the Eclipse Symposium at Brazil, Feb. 1968.)
  - 4) Kato, Y., and A. Takagi: Further Note on the Investigation of the Changes in the Earth's Magnetic Field accompanying Earthquake or Volcanic Eruption. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., **5** (2) (1953).