

第3回大気および宇宙空間電気に関する国際会議*

島山久尚 内川規一**

まえがき

1963年5月6日から10日まで、スイスの美しいレマン湖のほとりにあるモントルーで、IUGGのIAGAとIAMAPとの連合委員会主催のもとに第3回大気および宇宙空間電気に関する国際会議が行なわれた。この会議は2年前からCoroniti氏によって準備されたもので、氏の努力に負うところが大きい。今回は特に若い研究者も多数招待され、こういう人達を激励することもこの会議の目的の一つであった。出席者名簿(予定)によると総数150名、うち米国57、西独20、英国16、日本8、フランス7、スイス6、スウェーデン6、ソ連5等となっており、この分野で日本の比重がかなり大きいことがわかる。なお参加国は22か国にのぼっている。今回特記すべきことはソ連の専門家のために、英露、露英の同時通訳を準備したことである。ソ連の学者をまじえて討論したいと言うのは、この前のポーツマス会議の時から関係者の希望で、それが今年ようやく実現したのである。会議の場所をヨーロッパに選んだのも、その便宜のためであった。この会議にはIsrael, Chalmers, Workman等この分野で世界的に有名な学者がほとんど参加しており、また日本人の出席者は金原(名大)、田村(京大)、大林(京大)、川野(名大)、北川(気研)、三崎(気研)、ニューメキシコ鉱工大学)および筆者らであった。

今回の会議のやり方でちょっと変っていた点は、昨年11月末のしめ切りで、講演者から原稿の提出を求め、それを謄写版印刷にして各参加者に配布し、意見のある人からは予めwritten commentsを出させ、これをまた謄写版印刷にして、逐次参加者に送付するというような手数をかけた。written commentsの発送が参加者の自国出発に間合わなかった分は、会議場で登録の時に配布

された。

午前のセッションは9時から13時、午後のセッションは14時から18時30分まで行なわれるのが普通であった。午後のセッションを例にとると、14時から15時までの1時間は、予め指名されたスピーカー3~5名の講演、そのあと1時間がwritten commentsを提出した人達の意見開陳、それから約15分間のお茶の休みがあって、16時15分から18時30分まで挙手や指名による質疑応答、討論があった。豊富な内容を短時間にまとめたので、会議の日程が無理のように思われた。終了後非常に疲れたと云っている人が可なりいた。

講演のプログラム

講演のプログラムは次の通りである。

5月6日午前 Session 1

Survey on the Present State of Atmospheric and Space Electricity

- 1.1 H. Hatakeyama, "Atmospheric Electricity Research in the Far East."
- 1.2 N. V. Krasnogorskaja, "Atmospheric Electricity Research in the U.S.S.R."
- 1.3 R. Mühleisen, "Atmospheric Electricity Research in Central Europe."
- 1.4 W. C. A. Hutchinson, "Atmospheric Electricity Research in Great Britain."
- 1.5 J. Hughes, "Atmospheric Electricity Research in the Americas."

5月6日午後 Session 2

General Problems in Atmospheric Electricity

- 2.1 H. Israel, "Problems of Fair Weather Electricity."
- 2.2 J. Bricard, "The Influence of Radioactivity and Pollution on Atmospheric Electrical Parameters."
- 2.3 E. C. Whipple, "Electricity in the Terrestrial Atmosphere Above the Exchange Layer."

* The Third International Conference on Atmospheric and Space Electricity

** H. Hatakeyama and K. Uchikawa: 気象庁
—1963年6月10日受理—

- 2.4 V. A. Solovjev, "The Significance of Atmospheric Electricity Measurement."

5月7日午前 Session 3

General Problems in Atmospheric Electricity

- 3.1 J. A. Chalmers, "Generation of Electric Charges Outside of Thunderclouds."

- 3.2 V. I. Arabadzhi, "Electricity in Clouds and Fogs."

- 3.3 D. R. Fitzgerald, "Measuring Techniques in Clouds."

- 3.4 H. W. Kasemir, "The Thundercloud."

5月7日午後 Session 4

Theories of Charge Generation in Thunderstorms

- 4.1 B. J. Mason, "Thunderstorm Theory."

- 4.2 N. S. Shishkin, "Thunderstorm Theory."

- 4.3 M. Brook, "Thunderstorm Theory."

- 4.4 B. Vonnegut, "Thunderstorm Theory."

5月7日名食会 Session 5

J. F. Clark, "The Role of Rockets, Satellites, and Deep Space Probes in the Atmospheric Electricity Research."

5月8日宴会 Session 6

E. J. Workman, "Thunderstorm Electricity."

5月9日午前 Session 7

- 7.1 D. J. Malan, "Theory of Lightning."

- 7.2 N. Kitagawa, "Types of Lightning."

- 7.3 A. Kimpara, "Electromagnetic Energy (ELF to Microwave Frequencies) Radiated from Lightning."

- 7.4 L. Salanave, "Optical Energy (Ultraviolet to Infra-red Inclusive) Radiated from Lightning."

- 7.5 M. M. Newman, "The Use of Triggered Lightning to Study the Discharge and Chemical Processes in the Channel."

5月9日午後 Session 8

The Relation of Lightning to Other Geophysical and Physical Phenomena

- 8.1 D. Müller-Hillebrand, "Lightning Protection."

- 8.2 H. Byers, "The Relation of Lightning to Meteorological Conditions."

- 8.3 W. Taylor, "Lightning Characteristics as Derived from Sferics."

- 8.4 P. Silberg, "Ball Lightning."

- 8.5 I. S. Stekolnikov, "Research on the Long Negative Spark and the Problems of Lightning."

5月10日午前 Session 9

Space Electricity

- 9.1 N. D. Clarence, "Whistlers as a Phenomenon to Study Space Electricity."

- 9.2 T. Obayashi, "The Concepts of Atmospheric Electricity as Applied to the Ionosphere."

- 9.3 R. C. Sagalyn, "Space Probe Instrumentation."

- 9.4 R. E. Holzer, "Atmospheric Electricity of Other Planets."

- 9.5 C. E. R. Bruce, "The Extension of Atmospheric to Space Electricity."

以上のプログラムを内容別に分類すると、晴天時の電気現象を含めた一般問題、雷の電気および宇宙空間電気の三つに分れるようである。

晴天時の電気現象を含めた一般問題について

筆者らの一人島山は第1日に日本、インド、シンガポール等における研究と WMO 第2地区の空電作業委員会の勧告した計画とを紹介した。これに対し Pierce からの written comment には次のように述べられている。

核爆発後の降下物は地上の電位傾度に長期の年変化をもたらすであろうという私の予想は、英国の観測所からの報告によって確かめられた。柿岡で得られた例は驚くべきものである。この例は1958年の実験停止より約2年の時定数をもって回復しており、また実験が再開した1961年に悲劇的な電位傾度の降下を示している。私はこの種の研究が IQSY の気象電気分野における一つの目的であることを示唆したい。

また Kasemir も席上で近藤の柿岡における電位傾度の年変化についての研究を続けるべきであることを強調した。Mühleisen はインドで得られたラジオゾンデの結果から電離層の電位を計算したが、その値が非常に大きく、西独ワイゼナウで得られた値より10倍大きいことを指摘している。Lugeon は第2地区の空電作業委員会の報告に関連し空電観測によって雷の世界分布図を作成することの重要性を述べた。

Hughes の紹介した南北アメリカの気象電気研究のなかで、Kohl の研究は特に興味がある。彼は高い周波数(500KC, 455KC, 1950KC, 5800KC)の空電観測を行ない、電光放電が起るよりも前の雲の発達過程において発

する空電を捉えた。彼は雲中の帯電が地上附近の電場の変動として最初の電光放電よりもずっと早く測定されることから、この帯電は電光の伴はない空電の発生源に違いないと云う意見を述べている。

Israel は多方面から晴天時の問題について論じている。先づ成層圏については地表と電離層間の全電位の組織的な測定とその時間的変動とを測定することが、世界的電気回路の機構をよりよく知る上に重要である。もう一つは成層圏と中間圏における電気伝導率測定である。この測定により上記の電気回路をより精細に知ることができ、更に地磁気、太陽活動、オーロラ等との関係をも見出すことができるであろう。次に対流圏内ではすべての気象現象には電気的要素の特徴ある変動が伴うから、実用面に応用できる。例えば交換層の構造を知るに役立つこと、核爆発監視、霧の予報等に利用できることである。

これに対し数人から written comments がでていた。例えば Oster は核分裂による生成物を監視するために気象電気観測の適用を考え、放射能雲が来たときの電場、伝導率、空地電流の変動についてモデルを仮定して計算した。

雷の電気について

雷の電荷生成については Mason and Maybank, Workman and Reynolds, Vonnegut 等の説が出されて、賑やかな議論が展開された。Mason の説は雪あられの上に過冷却水滴が付着し、凍り、そして氷の細片 (Splinter) を飛ばすことによって電荷が生ずるというのである。小さな正に帯電した氷の細片とそれより遥かに重い負に帯電した電が重力によって分離し、観測されるような分極を生ずる。彼は正負の電荷分離については陽子の熱電気効果により氷の細片が正、電が負に帯電すると説明している。即ち氷片に温度差があるとき、 H^+ イオンは OH^- イオンより速かに拡散し易く、氷の冷たい側に正電荷が多くなる。彼は更に観測事実をもとにして定量的な考察を行なった。これに対し 2, 3 の人の反論があるが、Moore の written comment を引用してみよう。

最初の電光に先だって Mason の仮定した降水量、30mm/hour は全然実際のでなく、われわれの経験に反する。New Mexico ではこの場合通常2~3mm/hour より少ない。また雷の運ぶ電荷は刻々違っている。あるときは負で、あるときは正である。さらに暖かい雷の放電事実に対する説明ができなければならない。

Brook は New Mexico 鉱工業大学の研究者の説を説

明し、雷雲内の帯電は衝突する氷片と氷晶との温度差のほか、過冷却水滴中の不純物が重要であることを指摘している。

Vonnegut は1953年以來、対流説を主張し、その説に適合する観測事実を積み上げて来ている。今回は第2回気象電気会議以來彼の行なった飛行機観測、地上実験等を基にして対流説の正しいことを証拠だてようとしている。講演の終りに雷雲のこま写しの映画を見せたが、これをみると雷雲の外側には彼の説を裏づける下降気流があるかのごとき印象を受けた。しかし彼の説にはなかなか手きびしい批判もある。Ross Gunn は「Vonnegut はたゞ機構を考えただけでなんら信頼すべき観測もまた簡単な量的解析もしていない。問題とするところは、風で運ばれる空間電荷が観測される電荷分布を作る程十分大きいかどうかというこである。Vonnegut が注意深く解析すれば大きな誤りに気づくだろう」と述べている。

Chalmers は3つの説を批判して「Mason は雷雲内に発生する電流は1 amp であるといっているが、これは電光のみを考えた場合で、これに雲より下の尖端放電電流を考えねばならない。そうすると3~5 amp になる。また Mason の説は通常の雷の帯電を説明するには適当であるが、非常に強い雷の電荷または乱層雲の持つ小さい電荷については説明されていない。Workman-Reynolds の説については氷が衝突するときに行ける電荷量は New Mexico の結果がイギリスのものより 10^5 も大きい。双方が同一の条件で実験を繰返すことが望ましい。Vonnegut の説は非常に強い雷、乱層雲および降水が、多くの電荷を持っていないことを説明するには都合がよいが、非常に難しい問題がある。それは負電荷が下降気流で雲底に到着し、そこで尖端放電によってできた正電荷を引きつけるとき、上昇気流にのるのは負電荷でなくて正電荷ではないかということ、および正電荷が雲頂に行ったとき、雲頂で下降気流に入るのは正電荷でなく負電荷ではないかということである」と述べている。

電光放電については日本から2編提出され、北川の「電光の型」および金原の「電光より放射される電磁エネルギー」と題する講演があった。北川は講演後さらに雷鳴の伝播についての Short Comment を発表した。

むかし Franklin はたこを用いて雷を調べたが、現在ではロケットを用いて雷を調べた実験がアメリカで行なわれた。Newman の報告によると、特別に設計された船上から雷雲めがけてロケットを発射する。ロケットに

はあらかじめ 1000 ft の電線がつないであり、雷はこの電線をつたわって落ちるというわけである。船内には放電電流を測定する装置、その時間的変化を調べるオシログラフ等が設置してある。5個のロケットを発射して2個が放電の引金の役目を果たした。さらにこの船には人工空電を発生させる装置があり、VLF 伝播の研究に利用し、3000km の遠方で受信し良好な結果が得られたとのことである。

雷災防止については Müller-Hillebrand の精細な報告が提出された。これには送電線に対する避雷針の高さと被害回数との関係、落雷の際の電流の強さ、被害を受けた例などについて述べられている。また変わったところでは Silberg が球電について調査報告をなし、その成因について考察した。

宇宙空間電気について

第2回会議には特にこの問題がとりあげられていなかったが、ロケットや人工衛星の出現発展とともに最近脚光を浴びてきた。Coroniti は冒頭の演説のなかで「今までに電気伝導率と電場は約 33km の高さまで正確に測定された。30km より上、電離層の下端までの間はイオンから電子になる領域である。現在のところ、この区域におけるイオンのスペクトラムとその変動については、なら正確な資料が得られていない。この区域のイオン、電子および中性粒子密度の正確な測定はD層およびC層の性質を知るのに必要である」といっている。

大林はこれに関連し、地上から発射する電波探測、人工衛星の信号受信およびホイスラー観測による電子密度の垂直分布を図示したが、これらはいずれも不正確であるので、正確な資料が電波伝播や地磁気変動と電離層との関係を知る上に最も重要であることを述べた。

E. C. Whipple は 20~60km の高さにおける大気電気的特性を論じ、この層においては電場の強さが 1V/m 以下であるので高感度の測器を必要とするが、雷雲の頂上と電離層との間の電場の強さの垂直分布を知ることが極めて興味深いもので、かゝる測定は伝導率測

定値を検定し、また電場の方向がわかれば電流密度分布がわかるであろうといっている。

その他の行事

5月8日には講演がなかったため、その日の午前IQSY についての討論が行なわれ、出席者のうち計画を持っている人のリストの提出があった。後日この計画表が配布されたが、これによるとIQSY 計画を持つ国は21か国に及んでいる。同じ日に気象電気に関するIAMAP と IAGA との連合委員会が開かれ、その決議文でIQSY においてなすべき計画のなかに次の事項を含むべきことが勧告されている。

1. 気球、飛行機、グライダーおよびロケットを用いて 60km の高さまでの電位傾度、伝導率の測定。
2. 次の場所において地上の電位傾度、空地電流密度および伝導率の測定
 - a) 地域的影響を受けることが少なく特に選ばれた場所、例えば南極、北極、大洋および島における観測所
 - b) かゝる測定がすでに行はれているかまたは計画されている観測所
3. URSI 計画に関連し、ELF (1~100c/s) の電界の変動強度の観測

これとは別に CIMO の気象電気作業委員会の非公式な会合が5月6日と10日の両日行われ、筆者らの一人、内川も出席した。この会では主として気象電気用ラジオゾンデの比較についての討論があり、またIQSY 期間中の世界日(水曜日)に電位傾度の測定を行なおうということに意見が一致した。

会議の期間中は天候に恵まれ、気温も暑くなく寒くなく、快適な日々を過ごすことができた。スイスの山々には残雪があり、空気も澄んでいて、地上には草花が色とりどりに咲き乱れ、美しい国という印象を強めた。会議のあとは日本から来た人々もそれぞれの計画に従って散って行き、5日間の会議も幕を閉じたのである。

関西支部 10 月月例会

雨量予報

日時：昭和38年10月22日(火)

会場：大阪管区气象台 会議室

題目：雨量予報

- (1) 降雨機構に関連した最近の雲物理学の展覧

京都大学理学部 後町幸雄

- (2) 雨量の量的予報(今田氏の方法を中心にして)

大阪管区气象台 山本常男

- (3) 近畿地方の豪雨の形態

大阪管区气象台 大西慶市