

第16回 IUGG (グルノーブル) 報告*

第16回 IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics, 国際測地学地球物理学連合) の総会は、1975年8月25日から9月6日まで、フランスのグルノーブルにおいて開かれた。そこで、この際行われたシンポジウムや委員会に出席された方々に、気象学に関連の深い点について概略の報告をお願いした。なお、総会に際して行われたシンポジウムは、下記のとおりで、このうち*印をつけたものは、IAMAP (International Association of Meteorology and Atmospheric Physics, 国際気象学大気物理学協会) の主催または共催したものである。

(樋口 敬二)

1. Geophysical Measurements and Experimental Petrology
 - 1 A. Geophysical Measurements and Experimental Petrology
 - 1 B. Experimental Geophysics, Geochemistry and Experimental Petrology
2. Theory and Experiment Relevant to Geodynamic Processes
3. Heat Flow and Geodynamics
4. Geophysical Phenomena Preceding, Accompanying and Following Earthquakes
5. Recent Crustal Movements
6. Magnetic Properties of Submarine Basalts and their Relation to Magnetic Anomalies at Sea
7. Tectonomagnetism and Tectonoelectricity
- * 8. Planetary Atmosphere Evolution
9. Analysis, Processing and Interpretation of Geophysical Data
10. Subduction Zones, Mid-Ocean Ridges, Oceanic Trenches and Geodynamics
11. Ancient Plate Margins
12. Submarine Volcanism
13. Deep Sea Drilling: the History of the Ocean
14. Deep Structure of Volcanoes
- * 15. Large Scale Modifications of Fresh Water Systems and their Effects on the Ocean Environment
- * 16. Meteorological and Hydrological Aspects of Continental Droughts
- * 17. Isotopes and Impurities in Snow and Ice; Ice and Snow Crystals
- * 18. GARP First Objective: Weather Predictability
- * 19. GARP Second Objective: Climatic Change
20. Marine Pollution
- * 21. Marine Meteorological Aspects of Pollution
- * 22. Stratosphere-Mesosphere Relations
- * 23. Optical Sensing and Probing of the Atmosphere
24. Tidal Interactions (including Earth Tides)
- * 25. Global Effects of the Interplanetary Medium-Magnetosphere-Lower Atmosphere Interactions
26. Physical Chemistry and Inorganic Chemistry of Sea Water
27. Geochemistry of the Sea
- * 28. Motion and Structure of Oceans under a Time-Dependent Atmosphere
 - 28 A. Mode and Ocean Experiments
 - 28 B. Generation of Upwelling and Vertical Motion in the Sea
 - 28 C. Storm-Surges
 - 28 D. General Circulation of the Oceans
 - 28 E. Mixed Layer Dynamics
29. Marine and Coastal Geodesy
- * 30. Ocean Optics
31. High Atmosphere and Space Problems in Atmospheric Electricity
- * 32. Artificial Weather Modification
33. Thermal and Chemical Problems of Thermal Water
34. Physics and Chemistry of the Moon

* Report on the XVI General Assembly of the IUGG Grenoble, 25 August-6 September, 1975.

1. 第16回 IUGG 総会に出席して

山 本 義 一*

国際測地学および地球物理学連合の第16回総会は、フランスのグルノーブル市郊外にあるグルノーブル大学のキャンパスにおいて、1975年8月25日から9月6日にかけて開催された。そこで行われた34のシンポジヤのうち、IAMAPが主催、または共催の形で関係しているものが10あるが、そこで発表された研究の紹介は他の参加者がされることになっているので、私はIAMAPの総会やIUGGの評議会の模様などについて報告する。

その前に会員諸兄の注意を喚起しておきたいことが一つある。今回の総会にはわが国からは74名の代表が参加した。これは前回のモスクワ総会への参加者数68名を上まわる数である。その内訳を見ると、超高層物理28名を筆頭に、地震17名、其他各分野はそれぞれ相当数の代表を送ったのに対し、地球物理内で学術会議の有権者数をもっとも多い気象からは5名の代表が参加したに過ぎず、発表論文にいたっては僅かに1篇という空前の低調さであった。このような結果をまねいた原因として、私は大方の研究者がAMTEXについての成果をまとめるために忙殺されていたためではないかと想像しているのであるが、必ずしもそうでないかも知れぬ。

いうまでもなく、国際会議で論文を発表することは、学問上の他流試合を経験することであり、また若い研究者にとっては国際的に認められる第一歩でもあって、望ましいことである。仮りに論文は発表しなくても、参加することは、外国の碩学の講演をきいたり、専門誌上の論文では知ることのできない最新の外国の研究を知る上で有益なことである。したがって、国際会議に出席者が少ないということは、いかなる理由があるにせよ、あまり好ましいことではない、次回の総会には是非多勢の参加者が出ることを希望する次第である。

さて、今回のIAMAPの総会では、懸案になったIAMAPの改組問題が冒頭に論じられたが、これは賛成国が少なかったので、改組案を提唱していたHide氏が同案を取下げたので、IAMAPの組織は現状維持ということになった。つぎに米国代表から、各種国際委員会では多年にわたって委員をつづける人が多いので、委員会

がマンネリ化する傾向がある。これを打破するため、委員の任期を2期(1期4年)までに限定したいという案が提案された。討議の結果は、その趣旨には皆賛成であるが、現実問題となると、大国は別として、専門家の少ない小国の立場からすると必ずしも賛成しかねるという意見が出て、採決の結果は反対多数で否決された。つぎに、IAMAPの執行部から、委員を3名から5名に増員する案が提出され、これは可決された。なおIAMAPの旧委員は全員再任を辞退していたので、新執行委員会はつぎのような新鮮な顔ぶれによって形成されることになった。

会 長 C.E. Junge

副 会 長 P.R. Pisharoty, W.L. Godson

事務局 長 S. Ruttenberg

委 員 A.J. Dyer, E. Hesstvedt, J.T. Houghton
磯野謙治, W. Zuev

また名種国際委員会の委員として選ばれた日本の学者はつぎのごとくである。

放射委員会 関原 疆, 田中正之

オゾン委員会 関口理郎

高層気象委員会 廣田 勇

雲物理委員会 孫野長治

大気電気委員会 三崎方郎

つぎに1976/77年に開催が予定されているIAMAP関係のSymposiaをあげると次のごとくである。

1. 4-10, April, 1976, Exter (U.K.), JOC Study Conference on the development of numerical models for the tropics.
2. April/May, 1976, Yugoslavia, JOC/IAMAP Study Conference on proposed GARP sub-program on airflow over mountains. (International Commission on Dynamic Meteorology)
3. 9-18, June, 1976, Philadelphia. (USA), COSPAR Assembly, including at the beginning a four-day WMO/IAMAP/COSPAR Symposium on meteorological observations from space.
4. 26-30, July, 1976, Boulder (USA), IAMAP/WMO International Cloud Physics Conference.

* 宮城教育大学

(International Commission on Cloud Physics)

5. 2-6, Aug. 1976, Boulder (USA), WMO/IAMAP Scientific Conference on weather modification. (International Commission on Cloud Physics)
6. 9-17, Aug. 1976, Ros Dresden (GDR), IAMAP/WMO Symposium on atmospheric ozone and related topics. (International Commission on Ozone and International Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution)
7. 19-28, Aug. 1976, Garmisch-Partenkirchen (FRG), IAMAP/WMO Symposium on radiation in the atmosphere, with special emphasis on structure and radiation properties of particles and clouds, including remote sensing and satellite measurements. (International Radiation Commission and International Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution).
8. 30 Aug.-3 Sept. 1976, Geneva, UNESCO/WMO Symposium on problems related to solar energy utilization.
9. 4-8 Oct. 1976, Warsaw, WMO Symposium on interpretation of large-scale numerical weather prediction products in terms of weather for local forecasting purposes.
10. 22 Aug.-3 Sept. Seattle (USA), IAMAP/IAGA Special Assembly.

つぎに IUGG の総会全般について若干述べよう、今回の参加者は中間報告によると約 2,200 名であったが、そのうち多い方から 10 位まであげると、1. 米国 531 名、2. フランス 339 名、3. 英国 216 名、4. 西独 134 名、5. カナダ 119 名、6. 日本 74 名、7. イタリア 63 名、8. 東独 49 名、9. ソ連 48 名、10. ベルギー 44 名で、ソ連学者の参加が少ないのが目立った。ソ連は非常に多くの論文を提出しており、当初は多分 200 名位の学者を送る予定であったように推測される。ところが実際は上述の通りで、そのためソ連学者の講演取消しが非常に多く、これは今度の数多くのシンポジヤの興味を少なからず減少させる結果になった。実は日本の気象学者の講演取消しも可成りあったが、これは絶対数が少なかったので目立たなかっただけである。そこで IUGG の評議会(Council)は、将来講演取消しを少なくする含みをもって、つぎのような決議を可決した。

IUGG の第16回総会は、

ICSU 所屬団体が企てた会議に出席しようとする科学

者の自由移動(出入国に関し)の権利に関する、ICSU の第15回総会の決議 No. 8* を考慮して、

その決議 No. 8 に表明されている原則を採用し、

IUGG および各アソシエーションのすべての役員に対し、会議を企てる時は ICSU の指導方針に従うよう指示し、また

IUGG の事務局長に対し、ICSU の指針にそえなかったような場合が生じた時は、そのことを ICSU の「科学者の自由交流に関する委員会」に報告するよう指示する。

Council はなお多くの事項を決議しているが、そのうち気象に関係のあるものはつぎの通りである(簡単に要約する)。

1. IUGG に関連する出版物では SI 単位を採用することを奨励する。

2. 成層圏、中間圏から下部電離にかけての、いわゆる middle atmosphere の研究が重要であるが、現在行われている GARP や IMS はそのような研究を目的としていないので、Middle Atmosphere Program (MAP) について国際協力研究がなされること、およびそれに対して IAMAP と IAGA が寄与することを期待する。

3. 太陽常数と日射のスペクトラムは地球の放射収支および気候とその変動を評価する上できわめて重要であることに鑑み、太陽常数は $\pm 0.5\%$ の精度で、またその変動があるとすれば、それは $\pm 0.3\%$ の精度で、また日射スペクトルは現在可能な検定水準に見合う精度で決定する努力をすることに高いプライオリティが与えられることを勧告する。

4. 人間活動が成層圏の組成に変化を与え、ひいては人類の環境を悪化させるのではないかという懸念があること、および最近数年間の研究によって自然状態の成層圏についての知識が増えたことを記して、

(a) 各国に

- (1) 成層圏に影響をおよぼす活動については、それから生ずるであろうグローバルな影響を評価すること

* ICSU のこの決議は長文であるので、省略する。読みたい方は学術会議へ照会されるとよい、本来この決議は南ア連邦やイスラエル等の学者の入国を拒否する国があることから生れたものようであるが、今回 IUGG が適用したいと考えている点は、多分学者を送出す国では出国ビザも会議の始まる日の 1 ヶ月前までに約束されるよう当該国ではからってほしいという点であろうと思う。

- (2) 成層圏汚染の影響をしらべるための長期間継続される研究計画をたてること。
- (3) 成層圏環境の長期にわたる変動を国際的にモニターすることに協力すること、および
- (b) 適当な政府間機関、特に WMO は上記の各国の努力に協力すること、を勧告する。
- 大体以上の通りである。

なお次期の IUGG 会長にはエジプトの A. Ashour 博士 (IAGA 所属) が選ばれ、次回の総会は 1979 年の 12 月または 1980 年の 1 月に、オーストラリアのキャンベラで開催されることになった。また今回の評議会で各国の分担金を一率に値上げすることが可決され、日本のそれは年 9,000 ドルから 12,000 ドルに値上げされることになった。

2. 雪および氷晶に関するシンポジウム

551. 578. 41

儀 野 謙 治*

IAHS (International Association of Hydrological Sciences, 国際水文科学協会) と IAMAP との共催で行われた雪および氷晶に関するシンポジウム (前記の表の 17) における発表の概略は、つぎの通りである。

Macklin, G.C. (米, NCAR): The growth of ice from melt

水中の氷の結晶の成長に関するこれまでの実験結果について、まとめて報告したものである。過冷却が 2.5°C 以下のときには純水および溶液からの氷の成長は基底面に直角に起る。最初は discoidal であるが、直ちに星形の樹枝状結晶となる。過冷却が大きくなるとともに、樹枝状結晶の成長方向は基底面とある角度をとるようになる。この角度は過冷却度とともに大きくなる。もっとも一般的なものは、対称に位置し頂点で接合した二つの中空の六角錐である。さらに過冷却度が増すと複雑な立体構造をもつようになるが、やはり単結晶である。deposition は主として樹枝の先端の基底面およびプリズム面に起り、その相対的な成長速度差で樹枝状結晶の成長習性がきまるものと考えられる。このことは、小さな過冷却水滴の付着によってできる氷、すなわちスポンジ状の水や付着凍結した氷を含む個々の氷晶の結晶学的な方向に沿って起るピークを説明することができる。

Gow, A.J. (米, CRREL): Growth Characteristics of ice on a temperate Lake.

米国, New Hampshire の Post Pond の中に 1973~1974 の冬にできた氷のほとんどすべては C 軸が鉛直に向いていた。水平に C 軸が向いた氷は池の縁の狭い部分の上から 10 cm の所に見られただけである。10~15 cm の深さでは垂直の方向に急速に方向が変わる。この氷の

厚さは最厚 45 cm に達しここでは C 軸は鉛直である。このような C-軸の向きは R.H. Reagle が 1956~57 の冬に Post Pond で観察したものと丁度逆である。個々の結晶はしばしば湖氷の厚さの全体に伸びている。これは成長速度の変動が結晶の成長の連続性に余り影響を与えないことを示している。湖の水の電気伝導率は $40\sim 80\mu\text{S}/\text{cm}$ であったが、氷は $2\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であった。

Osterkamp, T.E. (米, アラスカ大学地球物理学研究所): Frazil ice nucleation mechanism.

frazil ice のできる川の表面温度を放射温度計で測定したところ $0^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であった。室内実験によるとこの川の水の凍結の限界温度は -4.3°C である。川の近くの空気中には $6\times 10^1\sim 6\times 10^4\text{cm}^{-3}$ の径が $60\sim 350\mu\text{m}$ (平均 $180\mu\text{m}$) の六角板状の結晶が気温が -8°C 以下のとき存在する。これらのことから frazil ice は大気中の氷晶に起源するものであるといえる。

Anderson, J., C. Mcknight & J. Hallet (米, ネバタ大学): Vapor Growth by defects and surface nucleation on the basal plane of ice.

水蒸気から成長した氷晶は温度によって特異な成長習性をとり、過飽和、通風が増すと骸晶構造が生ずる。a) X-ray のトポグラフィーにより欠陥構造、b) 単結晶の下地の上に指向成長する結晶の成長、に関する実験を行った。結晶の欠陥密度は小さく、基底面上の成長は下地による歪によって説明されるような成長をする。ある結晶は C-軸の方向に成長しなかった。この場合、過飽和を臨界値まで上げると成長させることができる。また、ある結晶は基底面に欠陥がなく、表面核形成成長を起させるためには臨界過飽和を要した。このような実験結果は氷晶の成長の問題全体を明らかにするために重要な暗示を与える。

* 名古屋大学水圏科学研究所

P.L.M. Plummer: (米, ミズリー・ローラ大学): A Molecular model for the theory of ice nucleation and growth

水の系の核形成過程を記述する分子模型を発展させてきた。これまでの研究によれば、純水の水蒸気の中では低温、高過飽和においても氷に類似の構造をもつ芽ができることは非常に起り難い。従って、水蒸気から氷が出現するには水が有効な氷晶核上に昇華するか、過冷却水滴が凍るかによって起るものと考えられる。ここでは、潜在的に有効な氷晶核上に水のクラスターが形成される場合に、分子模型を適用し次の結果が得られた。核と氷の芽の間の結合の強さが表面上のクラスターの形と安定度に大きな影響を与える。これは成長習性と成長速度を定める。不純物および核の結晶学的成長のクラスター形成に対する効果についても述べた。

B.N. Hale & Kiefer, (米, ミズリー・ローラ大学): A partition function model for the concentration of ice cluster on a substrate.

表面に核形成の場所をもつ大きな物質、その表面上に分布する氷のクラスター、クラスターと下地とに接する水蒸気から成る三成分系に関する大正準集合の分配関数に変分法を適用した。このようにして、氷の上の氷の定常核形成、ある特定の下地の上の氷の定常核形成を計算することができる。

T.G. Gzirishvili, M.B. Rizhamadze and T.N. Balakvantseva: On two-dimensional phase transition on crystallization nuclei

2次限相変化が下地の表面上に分布する吸着中心の濃度、表面上にクラスターをつくる水分子の数にどのようによるかを定量的に計算した。吸着熱の値を計算するモデルを提出し、臨界相対蒸気圧を De-Boer-Hill の方程式を用い計算した。

吸着状態の相変化に関する情報を得るために吸着系の熱容量を測定し、温度熱容量の曲線に現れたピークから相変化を知ることができた。

J. Bertrand and J. Baudet (アビジャン大学): Mesure et étude des propriétés des noyaux de congélation naturels en Afrique de l'Ouest.

西アフリカの Abidjan (05°15'N, 03°10'W), Lamto (06°18' N, 05°12' W), Bobo Dioulasso (11°10' N, 04°18' W), Mopti (14°31' N, 0.4°06' W) の5点で氷晶核を観測した。その季節変動は大陸および海洋起源の気団の運動によって説明される。砂塵を含んだ大陸気団がく

ると氷晶核濃度が上り、海洋気団がくると濃度が低くなることから、氷晶核は大陸起源であると考えられる。一方、大陸、海洋気団の接する熱帯前線で濃度が極大になることがある。これはある種の鉱物粒子が海洋の空気と接して活性化したとも考えられる。

F.P. Parungo. (米, NOAA): Natural ice nuclei

連続レプリカ作成装置を用い1974~1975の冬に氷晶を採集した。これを走査電顕で観察し、X線で分析した。この結果、氷晶の形は気象条件によるが、その形にかかわらず、大部分の氷晶は Si, Al, S, Ca, Mg 等を含む土壌粒子であり、これらの核は乾燥液滴の残査であることは、凝結-凍結核化が、自然で起る主な過程であることを示す。凍結水滴の中には Na, K, Cl が含まれるが、これらは可溶性凝結核である。凍結水滴をもつ樹枝状結晶と同時に採集された小さい氷晶は凝結核を含むか、見える粒子を含んでいない。これらの小氷晶はおそらく、蒸発によって元の樹枝状氷晶から分れてできた凍結粒子が成長したものであろう。これは riming が氷晶の multiplication の最初の段階であることを示すものであることを示唆する。

N. Fukuta and J.A. Armstrong (米, デンバー大学): A new method for precision measurements of the deposition coefficient of water vapor onto ice

昇華係数の値、特に高温においての値を精確に決定する方法について述べた。きれいな氷河の単結晶氷から氷柱を切り取り、それに定常的な温度勾配を与える。氷柱の軸はプリズム面あるいは基底面に垂直とする。熱絶縁材料でできた真空に耐える円筒に、その氷晶を凍り付け格子面に沿って劈解する。劈解面間の間隙をきわめて小さくする。このようにすると新しい温度勾配が間隙にできて、この間には水蒸気だけが存在する。現在、この装置を用いて実験中であるが、これまで得られた値は -25°C で0.12である。

磯野謙治 (日, 名大水研): Shape of ice crystals at the early stage of their growth.

空気中で水蒸気から氷晶が形成される初期の形状について走査電子顕微鏡を用い研究を行った。 -15°C から -20°C に保たれた低温槽内に氷を吊し、その温度を電熱線で調整し、氷飽和以上、氷飽和以下の湿度の部分をつくり、AgI の粒子の種まきによって生じた氷晶をインパクターで採集し、そのレプリカを走査電子顕微鏡で調べた。その結果、直径数 μm 以上に成長した氷晶は角板あるいは角柱などの形状をとるが、2~3 μm あるいは

それ以下では球形に近い形状をとることが見出された。これは磯野(1951)が氷晶は球形に近い形から出発し、次第に低次の面が発達するものであろうと推定したことを支持する。通常の氷晶の成長習性は水分子の結晶の大きさと表面拡散平均距離、雰囲気中の平均自由路程などの比がある大きさ以上になって現れるものと考えられる。

大竹 武 (米, アラスカ大学): Formation of ice crystals in a cloudless sky

極地方では雲のない空から氷晶が降るが、これをレプリカ作成装置、音波氷晶センサーなどを用い観測した。北極地方では日中 -16°C の層で、角柱、角板の 300 ミクロン以下の氷晶が最大 100 個/l 形成され、下層は水飽和以上であるが雲のない場合に地上に降る場合が多い。

R. Montmory, P. Admirat and J.C. Grenier (米, ジョン・ホプキンス大学): Formation des cristaux de glace a partir de la phase vapeur.

水溶液の圧力、温度、濃度の状態から、どの領域で水蒸気から直接氷に、あるいは液態を通して氷晶ができるかを予見することができる。不純物を含む氷晶核物質の場合、不純物の塩の共晶点以下でないとき昇華は起らない。多くの場合、氷晶は VLS (Wagner et Ellis 1965) 型の機構によって起ると考えられる。吸着実験は AgI β , γ の単結晶の (0001), (111) 面は撥水性であることを示しているようである。これらの面上でエピタキシーがおこるのは微斜面が核形成に重要な役割をすることを示していることに他ならない。

熊井 基 (米, CRELL): Initial stage of ice crystal formation by artificial stimulation

-0.1 ~ -20°C の低温室で、液体プロパンを噴出し、生じた煙をレプリカにして電子顕微鏡で観察した。その結果、煙は氷の embryo であることが分った。大部分の氷は変形した球形で、またあるものは六角形をしていた。多くの氷の embryo は数個の粒からできていたが、一個の粒のものもあった。これらの大きさは 0.3 ~ $3\ \mu\text{m}$ で平均 $1.5\ \mu\text{m}$ であった。

-2°C 以下の温度では氷の embryo から氷晶ができる数は液体プロパン 1g から 10^{10} 個であった。 -2°C 以上では embryo のごく一部が生き残るのである。温度が高くなると氷晶は急激に減少する。

樋口敬二, 上田 豊, 藤井理行, 井上治郎, 中尾正義 (日, 名大水研): Snow crystals observed at high altitude in Nepal Himalayas.

1973年, 1974年にネパール・ヒマラヤの高所で、固体

降水粒子をレプリカ、および写真で記録した。雪のレプリカは Yalung Kang (8,505 m) の登頂路の海拔 5,210 m, 5,950 m, 6,470 m の地点でとった。角板、扇形結晶が多かった。あられが海拔 4,470 m, 5,950 m, 6,470 m で観測された。1974年7月~8月に中央ネパールの Dhaulagiri 地方の Hidden Valley においては 5 mm 以下の小さい雪片が大部分で雪結晶はまれであった。

J. Podjimek (米, ミズリー・ローラ大学): Aggregation and riming of falling ice crystals.

グリセロールを満したタンクの中で氷の結晶のモデルを降下させカメラで連続撮影した。相似のパラメーターを見出すことは難しいが氷の結晶の集合、ライミングのおよそを研究することができる。角板、角柱の集合、砲弾型、角板付き角柱のモデル、円錐のモデルの振舞の研究を行った。

G.V. Baratishvily (ソ連, ジョージア科学アカデミー): The study of hailstone embryo nature on the basis of structural analysis.

約 5,000 個のいろいろの形、大きさの、夏季のいろいろの気象状態の際に降った雹球の分析を行った。ある場合には雹球はエンブリヨが分裂して生じた小氷片の上に成長し、あるいは、二つの水滴が凍結してできた亜鈴形の氷の上に成長することもある。一般に水滴からできたエンブリヨは次第に形が球からはずれ扁平になる。これが雹球の核となる。観測によれば円錐状の雹核は底辺を下にしてここが成長する。このとき錐面の後の部分に昇華が起る。その結果、円錐状の成長のときにはエンブリヨは円錐の頂点ではなく、その少し内部にある。

E.J. Linkaityte, V.S. Navikas, L.D. Morkelinous, B.J. Styra and K.K. Sopauskas. (ソ連, リトアニア SSR 科学アカデミー): On the problem of regeneration of cloud systems during their passing from sea to the continent.

降水中の重水素比 (D/H) の研究を行った。雲がバルティック海から大陸内部 (リトワニア) へ移動するときに降水中に取り込まれた化学成分の研究も行った。D/H の標準値からの偏差 δ (%) が海から陸へ向って減少すること、また人間起源の汚染成分の増加することが明瞭に認められ、海岸の標準値から大陸の標準値に δ が変るのに距離にして 100~200 km, 時間にして 3~6 時間かかる。

F.C. Frank (英, ブリストル大学): Theory of growth of snow crystals.

雪の結晶が周囲の温度、過飽和度に依存して独特な成長習性を示すが、これがどのような物理機構によって起るかを示す理論は未だない。これまで、Mason, Hobbs, Hallet などが実験、理論的考察を行い、結晶表面における水分子の migration の距離によってこれ

を説明することを試みた。Frank はこれについて批判し、これによっては説明ができないこと、実験には不純物の影響などが現れているのではないかなど、これまでと異った観点から検討すべきであることを示唆した。

3. 雪氷中の同位体と微量成分に関するシンポジウム 551. 578. 41

樋 口 敬 二*

「雪氷中の同位体と微量成分シンポジウム」(前表の17)は、国際雪氷委員会(ICSI-International Commission on Snow and Ice)が組織したもので、IAHS と IAMAP との共催で行われた。

ICSI は、IUGG, IAHS といった大きな組織ができる前から活動していたという歴史的事情もあって、IAHS の中でもアクティブな Commission として知られているが、このシンポジウムも、スイスの Oeschger 教授をコンビーナーとして非常によく準備され、また、発表にも新しい形式を試みるといった努力をしていた。そのために、このシンポジウムに出席した他の分野の研究者から、ICSI に対する讃辞が寄せられたほどである。

このシンポジウムへの発表申込は、1974年5月に配布された First Circular に基づいて、同年8月31日まで受け付けられたが、その数は70に達し、予想のほぼ倍であった。そこで、コンビーナー、論文委員会、役員は、これだけの発表を行う難しさを解決する方法として、論文を次の3つに分けた。

- a) invited papers (5篇以下)
- b) "long" papers (10篇以下)
- c) short papers (上の外のすべての論文)

そして、invited papers と "long" papers は、これまでどおりの講演形式で、全員出席のもとに約40分の発表を行う。

これに対して、short papers は、“ポスター”形式(“ボックス”形式ともいう)で発表され、これはいくつかの部屋にそれぞれの“ボックス”を設け、そこで発表、討論が行われ、40分ほどの間、約6篇の発表を平行して行うという新形式が採用された。そして a), b)

は3日間の各日の午前中に、c) ははじめの2日間の午後に行われた。

このうち、c) で発表される論文の数は多いので、ここでは a), b) について報告する。なお、c) については、日本雪氷学会機関誌『雪氷』に報告を書いたので参考にしていただきたい。

8月28日、29日、30日とシンポジウムの開かれた3日間の午前中、invited papers と “long” papers の発表が行われた。

invited papers は、Reiter (アメリカ) と Junge (西ドイツ)(以下敬称略)の2人で、28日午前に行われ、この講演によってシンポジウムが始まった。Reiter の講演は、大気中のトレーサーの起源、発源地、性質、大気中のライフタイム、対流圏と成層圏との間の交換、除去などについて論じた。

一方、Junge は、トレーサー物質について、晴天条件下の過程、rainout, washout, そして雪や氷の中での過程に分けて、総合報告したが、名講義とはこういうものかと思わせるほど、明快かつ総括的であった。たとえば、トレーサー物質の降水中の濃度と空気中の濃度との比をパラメーターとして、上記の各過程と粒径との関係、降雨、降雪、積雪における差異、霧水量との関係などを説明したのは興味深かった。

そのあと、“long” paper に移り、まず地元 Grenoble グループを代表して Lorius がこのグループによる研究の総合報告をした。Dumont-d'urville から、Vostok に至る 850 km のトラバースで得られた積雪試料について水素、酸素の安定同位体の量を測定し、次の結果を得た。重水素の同位体比 (δD) と酸素の同位体比 (δO^{18}) とは比例関係にある。 δD は海拔高度 1,000 m まではほぼ一定だが、それ以上では高度に比例して減少する。沿岸地域を除き、内陸地域では δD は採取地点の年平均

* 名古屋大学水圏科学研究所

均気温に比例して減少し、その関係は、 $\delta D (\%) = 6.04 T(^{\circ}\text{C}) - 51$ で示される。また、沿岸から 5 km、海拔高度 270 m の D 10 地点での岩盤に達する 303 m の深層掘削のコアについて、 δD の垂直分布が示された。

Lorius の発表につづいて、同じグループのマドモアゼルの Merlivat が、三重水素量が沿岸からの距離によって増大するという結果を発表した。次に Lambert から、Dumont d'urville での大気中のエアロゾルの β 放射能の時間変化を、そこから 80 km 離れた地点での積雪層内の β 放射能の分布とを比較したところ、相関がよい、という結果が報告された。

第 2 日、8 月 29 日午前の long paper は、氷、積雪中のトレーサー物質、ガスなどに関する発表であり、まず Colbeck (アメリカ) が積雪層で水に伴って移動するトレーサー物質の拡散に関して、計算と実験との比較を示した。続いて、Martinec (スイス) は、積雪、降雪、融解流出水について、重水素、三重水素、 O^{18} の測定を行い、それらと雪質との関係を調べた結果を発表した。それによると、三重水素の量は、降雪についても、冬季流出水についても 1967 年以来現在まで減少の傾向が認められる。

次の発表は、Glen (イギリス) となっていたが、発表したのは、その若い共著者の Homer で、氷の結晶粒界に存在する水に関する考察である。境界の水は、圧力による氷点降下より数度低い温度でも存在しており、それが変形過程に影響を与えることが考えられるため、低い温度領域では、氷河水の性質は純粋な氷の性質と同じであろうが、氷点に近い温度領域ではかなり異なる可能性がある、という問題提起をした。

休憩ののち、コンビーナーの Oeschger 教授のグループである Berner (スイス) が、氷河の氷に含まれている気体の量と氷の履歴との関係を論じた。気体は、窒素、酸素、アルゴンなどである。次に、Lorius と連名で、Raynaud (フランス) が、グリーンランドの Camp Century、南極の Byrd, Little America, D 10 などの基地でのコアに含まれている窒素、酸素、アルゴン、二酸化炭素について発表した。フランス語であったので内容はよくわからなかった。

第 3 日、8 月 30 日の午前、Summary paper を含めて long paper の発表が多く、最初の Budd (オーストラリア) の発表は、8 時 30 分に始まった。この発表は、南極の Casey 基地の近くにある Low Dome における深層掘削コアの O^{18} 分析の結果についてである。Low

Dome は、直径 200 km の独立した氷冠であり、その表層における δO^{18} の値をみると、海拔高度および海岸から頂上へ向っての表面温度に依存して変化していることがわかる。

また、深さ 380 m に達する掘削を、高度 150 m の沿岸部から高度 1,390 m の頂上まで、数ヶ所行った。沿岸部では、深さ 340 m で岩盤に達し、年代は最下層が前の氷期におよぶ。この掘削コアの δO^{18} の垂直分布には、氷冠の上部から下部への流動の影響があらわれており、これを除くと気候変動に伴う温度変化および氷冠の大きさの変化による δO^{18} の変動が得られ、数値モデルによる計算によると、この 2 つの効果は重要であるという。

この Budd の発表は、極地における深層掘削、流動測定、数値モデルの計算とを総合したものであり、今後の極地における雪氷研究の典型となると思われるが、氷冠の手法を氷床にどう展開するかが今後の課題である。

続く Picciotto (ベルギー) は、フランス語の発表で内容がつかめなかったが、次の熊井 (アメリカ)、Thompson (アメリカ) の発表は、今後の発展が注目される内容であった。それは Byrd 基地、Camp Century^Y における深層掘削コアに含まれている固体粒子の観察と分析である。二人とも電子顕微鏡による観察であるが、Thompson の方はマイクロ・アナライザーによって粒子の組成を明らかにしている。

これらのコアについては、 δO^{18} の測定から生成時の温度条件がかわっているのも、それと固体粒子の形状、数、組成とを比較している点が興味深い。熊井によると、コア中のケイ酸塩鉱物の粒子の数は、ウィスコンシン氷期、サンガモン間氷期の方が、それ以後の年代より多いという。一方、Thompson によると、ウィスコンシン氷期のコアの中の固体粒子の数は、Byrd 基地においてはそれ以後の時期の数の 4 倍であるが、Camp Century では、百倍に達する。また Byrd 基地では、ウィスコンシン氷期の氷には、Si, K, Ca, Ti が相対的に多く、その後の時期の氷には、Fe, S, P, Al が相対的に多い、といった組成の違いがあるという。

このように、極地における深層掘削のコアについて、 δO^{18} による温度条件の推定と固体粒子の同定が平行して進められれば、両者の総合から氷期における大気状態、気候変化の過程、物質循環などを理解する手がかりが得られると考えられ、今後こうした研究の展開が期待される。

次に、Barkov (ソ連) の分も含めて、Grosswald (ソ連) がソ連の研究をまとめて紹介し、ポーラー・ウラル、パミールの温暖水河の氷層でも、 δO^{18} の季節変化が認められる、などと述べた。

これで、long paper の発表はすべて終わり、summary paper に移ったが、予定されていた Langway (アメリカ) は欠席で取り止めとなった。

Dansgaard (デンマーク) の発表は、summary paper というより、自分の研究室の成果のとりまとめのような内容のものであり、Camp Century のコアの δO^{18} の変化と10世紀以降のイギリスの気温変化とを比較して、250年ずらすと傾向がよく合う、コアの中の固体粒子の数と火山活動の変動を比べると17世紀では傾向が合う、といった点を紹介した。また、氷中の δO^{18} の分布の平滑化について、氷厚 25 cm より短い変動は消失すると述べ、自分の研究室の Johnsen による理論的取扱いの結果を紹介した、short paper の発表も含めて

Dansgaard のグループの活躍が印象的であった。

続いて、コンピューターの Oeschger (スイス) が summary paper として幾つかの問題点をあげたが、特に目新しい点はなかった。

こうして2日半にわたるシンポジウムが終ったのであるが、発表を聞いていて残念に思ったのは、この分野における日本の南極での研究結果が間に合わなかった点であった。日本でも微量分析などでは成果があがっているのだが、このシンポジウムの発表にみられたような δO^{18} とか固体粒子とか他の要素との関連を論ずる総合的成果がまだ十分ではない。その点が痛感されるとともに、今後の日本の南極研究の課題の多くがシンポジウムに示されており、それが気候変動に関係しているだけに、これから南極地域で展開されようとしている POLEX 計画への参加が持つ意味の大きさが強く感ぜられ、また、その成果に対して大きな期待を持った次第である。

4. GARP First Objective: Weather Predictability 551. 509. 3 に関するシンポジウム

村 山 信 彦*

衛星データの数値解析への利用

1978年に実施される GARP/FGGE での衛星による観測では、雲のパターンと主として大気温度場のデータがえられるが、これから気象的に有意な情報を抽出するための研究および直接的には数値予報改良のための DST (データシステムテスト) などが実施されている。本セッションでも、各国の衛星データ利用の研究が報告され、各国の現状の概要を知ることができた。

Winston ら (米 NOAA) は、現用の定時観測衛星からの温度と風の情報を評価した。まず NOAA 衛星の VTPR からの気温の算出において、回帰法からえた値と最少情報法に予報による初期値推測を使ってえた値を比較した統計を示し、また VTPR の 695 cm^{-1} のチャネルのデータが極ジェット流の有効な情報を与えることを説明した。さらに GOES 衛星の赤外窓データの雲運動検出からの風ベクトル推定の経験で、雲頂高度の推定についてさらに研究が必要であるとした。T. Mohr (西

独気象局)は、1年間にわたる SIRS とゾンデの結果を比較し、V. Srinivasan ら(印プーナ観測所)もインド洋上での SIRS の結果とゾンデの比較などでえられた知見を述べた。L. H. Horn ら(米ウィスコンシン大)は、赤外とマイクロ波の衛星観測からえられた気温鉛直分布を等温位断面図作製に用い、断面図の温度勾配から断面に直角の風のシヤール場を作り、ゾンデ観測データ解析によるものと比較、傾度風補正をすることにより両者からの風が観測をよく近似すると報告した。M. J. Atkins (英気象局)は、数値予報に VTPR のデータを利用したときとしないときの予報を走らせ、VTPR データ利用での質の問題を論じた。Kelly (オーストラリア ANMRC) は、南半球の数値予報への VTPR の clear column radiance のデータ利用について述べた。W. D. Bonner ら(米NMC)は衛星からえた温度と風の値を数値予報に利用するテストを実施し、利用しない場合との比較の結果や今後の計画を説明、E. C. Jarvis ら(カナダ大気環境局)は大規模予報モデルへの衛星の VTPR データのとり入れ方などについて報告した。T. N. Krishnamurti ら(米フロリダ

* 気象研究所

州大)は GATE のデータによる数値予報のテストを紹介、熱帯予報モデルを使った72時間予報での例を示し、短時間予報への衛星データの利用価値にふれた。P. N. Belov(ソ連気象局)は、北半球4次元高度解析に、衛星の気温鉛直分布のデータ利用の方法を研究し、データのとり入れ方を工夫することで数値解析の質を向上させた。

C. Pastre(フランス気象研)は、NOAA 衛星の VHRR データを使った海水面温度決定とその精度を論じ、一方 B. Bizzarri(イタリア気象局)は、VHRR データを小規模な解析へ利用する観点から、分解能、放射測定 の 確 度、2 バンドの利用を検討し、種々の画像処理を試みた経験述べた。

5. GARP Second Objective: 気候変動に関するシンポジウム 551. 583

儀 野 謙 治*

アブストラクトにはソ連研究者から多くの論文が寄せられていたが、Budyko 教授をはじめほとんど欠席のため、その発表を聞くことができなかったのは残念であった。

J.S. Winston(米)は人工衛星を用いての気候変動(大循環、放射加熱)のモニタリングの方法、これまでの結果たとえば NOAA 極軌道衛星の走査放射計のデータの平均値、6年間の風の偏差値などを地図上にプロットしたものを紹介、また最近ユーラシア大陸では Snow cover が減少したが北米ではほとんど一定であることなどを示した。

R. Pocklington(カナダ, Bedford Inst. of Oceanography)は1954年から現在まで Bermuda 付近の水温の観測結果は低下の傾向にあり、100~400 m の層でサリニティーが減少していること、これは風速の増加による蒸発の増加によって起されたのではないかと述べた。

T. Laevastu and S. Larson(米, Naval Postgraduate School, Monterey)北半球の地表気圧図によれば風速の増加が1961年に始まり、1963年に最も急激に、1967年に頂点に達し、この風速の増加は40°N で最も著しい。風速の増加は蒸発の増加、これはさらに降水の増加をもたらすであろうとしている。実際40°N より低緯度では多くの観測所で1960年代に降水量が増加し、1963年で増加が最も大きい。地表風速の1970年代の著しい減少は1970年から1973年の降水の減少をもたらした。このようなデータは

1960年代農業の周辺地区の農業生産の増加 (green-revolution) は降水量の増加によるものであることを示唆する。

R.E. Davis(米, Scripps Inst. Oceans.)は北太平洋の海水表面温度 (SST) と海面気圧 (SLP) の短期間の気候変動を統計的に調べた結果について述べた。

H.B. Gordon and D.R. Davies(英, The Univ. Exeter)は、太陽放射が僅か減少したときに雪氷端 (ice-snow edge) の緯度平均の安定度について全地球的規模の力学モデルを用いてシミュレーションによる研究を行った。数100日の期間積分した結果は、個々の太陽放射の値に対して雪氷端がある緯度を中心として振動するような漸近状態のあることが見出された。しかし減少値が3%に近づくとき振動端の空間振幅が急に増大して循環が根本的に変わる。これは不安定が急速に増すことを示している。

K. Hasselmann and C. Frankigoul(西ドイツ, Mas Plank Inst.)は、高周波の天気変動と低周波の気候変動が相互作用するような気候の確率過程モデルをつくった。分散スペクトルの低周波の領域は非定常の酔歩過程と関連するものである。系が大きな自然時定数をもった変動を含むのでこのようなことが起る。決定論的気候モデルと対照的に、平均“気候変数”間のフィードバックは(あり得るが)必要ではない。気候変動は決定論的モデルよりむしろ確率的モデルの特徴をもっている。

E. O. Holopainen(フィンランド, Univ. Helsinki)は主として北半球の二つの独立の5年の期間の高層風のデータを用い大規模な乱流が平均(時間)流に及ぼす影響を調べた結果について述べた。

* 名古屋大学水圏科学研究所

6. 成層圏・中間圏の関係に関するシンポジウム

551. 510. 53

村 山 信 彦*

J.B. Gregory (カナダ, サスカチュワン大) の招集で開かれたこのシンポジウム (前表の22) では, 1) 温度と風を含む物理的構造と循環の観測, 2) 化学組成・イオン組成の観測とモデル, 3) 力学的-化学的およびイオンの関連と成層圏-中間圏の相互作用を含む力学モデル, 4) 成層圏の fluorocarbon の4つのトピックスの発表があった。

1) の物理的構造と循環の観測では, Nimbus 6号および気球による観測, 流星の電波観測と電離層電波観測の結果とその解析がそれぞれ数論文発表された。M.D. Austen ら(オックスフォード大)は Nimbus 6 の PMR で 40~90 km の気温構造について初めて全球データを発表, J.C. Gille ら (NCAR) は Nimbus 6 の LRIR の地球縁観測から 15~65 km の気温鉛直分布と O_3 , 水蒸気の観測をし, ロケット観測と比較した。J.P. Pommereau ら (仏 CNRS) は等温位気球による成層圏下層の大循環実験を概説し, 等温位面上の平均南北循環による輸送の重要性を示した。R.G. Roher (ジョージア工大) は, レーダ (32.5 MHz) で流星 (80~100 km) の電波観測を1年間行ない ± 3 m/s の精度で風を測定, Yu. D. Iljichev (ソ氣象局) は同じく長期間にわたる流星のレーダ観測結果を解析し風速の鉛直傾度とその変動を論じた。K. Sprenger ら (東独電離層研) は LF での電離層ドリフト測定の結果, 中緯度熱圏下層 (90~95 km) に準二年周期変動 (平均周期 22 年) を見いだした。M.A. Geller (イリノイ大) は吸収差による電子密度測定と流星レーダによる風の同時観測を行ない, D層の冬季異常の原因をオーロラ帯からの NO の南北輸送と関連づけて説明した。G. Entzian (東独電離層研) はD層のプラズマをトレーサとした中間圏界面 (乱圏界面) 領域のカップリングを明らかにするため LF と HF の吸収の位相高度解析を行ない, 冬季異常の崩壊が成層圏昇温後に起こること, プラズマ密度冷却, 風系逆転, 半日潮汐の関連を論じた。N.M. Boldirev ら (ロストフ建築研) は冬季の成層圏-中間圏の異常現象として, 成層圏昇温の時期が異常電波吸収と一致するかその前に起こる

とした。W. Heck ら (ペンシルバニア州大) は成層圏下層の鉛直混合の研究において, HICAP プロジェクトのとき小規模の鉛直熱フラックスを求め, 交換係数 K と消散率 ϵ の間の Lilly の仮説を確証し, 成層圏下層の乱れの鉛直輸送がシノプチックスケールの運動によるそれより小さいとした。J. Barat (CNRS エーロノミー研) は気球搭載のイオン風速計実験により成層圏中層の乱れの時空構造をえて, エネルギー消散率 ϵ と混合係数 K_H の実験値と放射性物質からえたものを比較, CF_2Cl_2 - $CFCl_3$ の輸送へ適用した。

2) の化学組成とイオン組成の観測とモデルでは, 成層圏大気の微小成分の測定, 特に O_3 分布, O_3 の NO による破壊およびオゾン等を主とする微小成分の挙動の化学的-力学的考察が発表された。D.D. Davis ら (メリーランド大) は同調可能な色素レーザをジェット機に搭載して蛍光測定を行い, 成層圏の OH 基を観測しモデルに適用した。J.E. Harries (英 NPL) は航空機や気球からえた成層圏 (15~35 km) の遠赤外スペクトルから H_2O , HNO_3 , NO_2 , SO_2 の分布を求めた。M. Ackerman ら (白エーロノミー研) は気球の分光器で成層圏中下層の CH_4 混合比の測定について述べた。C.F. Sechrist, Jr. (イリノイ大) は, 電離層下層の電子密度と正イオン組成をロケットにより観測し, イオン化学モデルにより NO 濃度を推定し, 太陽天頂距離約 60° での NO 計算値が Meira の測定値に比し著しく小さいとした。

D.F. Heath ら (NASA) は, Nimbus 4号の BUVA 実験でえた全球にわたるオゾン全量と 30~0.4 mb のオゾン分布を統計し, 太陽活動, PCA, 銀河宇宙線, 成層圏昇温, 循環などとの関係を調べた。J.J. Barnett ら (オックスフォード大) は Nimbus 4号の測定を使い成層圏昇温時の 1 mb 付近の O_3 濃度と気温を比較して高い相関を見いだし, 古典的酸素光化学に OH を含む反応をとり入れた光化学モデルでよく説明がつくとした。S.R. Grahn ら (ストックホルム大) は, 化学 O_3 ゾンデとロケット搭載の太陽光度計と $1.27 \mu m$ O_2 分子用光度計の測定により極地方の中間圏までの O_3 を観測し, 早春の極地方での対流圏-成層圏の交換が著しいことを述べた。H.U. Dütsch ら (チューリッヒ大) は,

* 気象研究所

光化学モデルと O_3 鉛直分布測定値を組合わせ季節別に子午面内の O_3 フラックスの発散を計算, O_3 の最大濃度と最大混合比の高度の間で極へ向うフラックスが大きいことおよび 50 mb 以上で冬 O_3 が光化学的に破壊されるからこのフラックスは期待以上に大きいと述べた。G. Brasseur ら (白エーロノミー研) は 2 次元モデルでの成層圏オゾン分布と循環および人工の NO_x の影響を論じた。T. Shimazaki (NASA) は, 2 次元のパラメタライズしたモデルにより成層圏の O_3 分布に対する化学的力学的効果を述べ, 低緯度から中緯度への輸送には循環が, 中緯度から高緯度への輸送には大規模うずが有効に働くとし, また NO_x の O_3 破壊に言及した。L.B. Callis ら (NASA) は一次元光化学輸送モデルにより成層圏の鉛直輸送・太陽光の分子散乱・化学および光化学反応・鉛直温度分布の間の相互作用を調べた。ここで H_2O , O_3 , CO_2 , NO_2 の放射効果を取り入れ, 短波では多重等方性散乱を考慮した。光解離に関し散乱が無視できないこと, 成層圏モデルとじょう乱の研究上温度のカップリングが重要であること, 熱収支研究上成層圏の微小成分分布の重要性を説いた。

3) の力学モデルでは, 成層圏・中間圏におけるプラネタリー波および重力波の問題が話題の中心であった。K.H. Grasnack (仏地磁気研) は, 大気オゾンと電離層電波吸収の時系列パワースペクトル解析により, 3~7 日の準周期変化の最大を認めた。両方の変化の振幅最大が同位相にきたとき熱圏下部でドリフト異常, 成層圏昇温が見られると説明した。S.A. Bowhill ら (イリノイ大) は, 部分反射法による D 層の電子密度を測定, D 層電離の冬季異常の様相に 2 つの型を示し, 電子密度の周期変化のうち 1973 年 1 月 13 日~2 月 3 日の波動状変化が成層圏昇温とよく相関していると述べた。C.G. Justus (ジョージア工大) は, 気象ロケット観測データを解析し, 成層圏上層と中間圏の移動性プラネタリー波と重力波を決めた。重力波の鉛直スケールからうず拡散係数を示し, 重力波の高さによる消散率は 100 km 付近で加熱率によること, 成層圏昇温の影響で高緯度の重力波とプラネタリー波の振幅が増すことなどを述べた。J.B. Gregory らは成層圏昇温時の, 部分反射法による 60~110 km の風測定値を解析し, 2~20 日周期のエネルギーが顕著であり, 昇温時に 100 km で東風弱体化, 100 km 以下で西風強化したことを説明した。P.J. Webster ら (ワシントン大) は, 高度 12~45 km の鉛直構造を SCR 放射計, NMC 北半球天気図, EOLE データで調べ, 成層

圏の長波を解析した。両半球とも波数 1 と 2 が顕著, 高緯度で振幅大, 20~30 日の波動振幅変化があり, 波数 1 の滞在, 2 の北半球滞在, 南半球東進, 波動の西方傾斜, 位相変移が南半球で大について機構の説明を行った。M.R. Schoeberl ら (イリノイ大) は, プラネタリー波伝搬の準地衡風モデル (地衡風平衡の東西方向対称での球面幾何を用い, 高さに依存する放射冷却をとり入れる) を開発し観測とよく合うとした。I. Hirota (京大) は, SCR データを使って夏の間圏の偏東風中のプラネタリスケールのじょう乱を解析し, 夏半球の中緯度で移動性プラネタリー波が顕著でこれを Rossby 型とした。また夏冬半球の関係に言及した。T. Matsuno (東大) はプラネタリー波による偏西風の弱化を論じた。下から伝わるプラネタリー波の振幅変動と偏西風速の変動, プラネタリー波によるうず熱輸送と極の加熱・低緯度の冷却の関係を説明した。J.H.E. Clark (ペンシルバニア州大) は, プラネタリー波エネルギーの鉛直伝搬による大気の上層と下層のカップリングについて, 有限振幅滞在波による流れのゆがみを説明する理論を開発した。R.S. Harwood ら (オックスフォード大) は, 時間依存 2 次元力学-放射-光化学モデルを数年間走らせた結果 (モデルは O_3 , CH_4 , CO の分布を調べるのに使用), オゾン分布が南北循環に影響を受け易いことを見いだした。そこで平均循環に与る熱の湧吸源, 熱・運動量のうずフラックスの収束といった支配機構に注目した。

4) 成層圏の fluorocarbon は, 最近使用済みフロンガスの大気中濃度が増加し地球汚染の観点からも問題となっていて (たとえばフロンガスの光解離でできた Cl 原子が触媒作用で大気オゾンを減少させる可能性が指摘されている) 重要な研究課題を提供していることからひとつのトピックスとしてとり上げたものとする。R.J. Cicerone ら (ミシガン大) は, 成層圏の塩素と題し, 酸化塩素サイクル, 酸化ちっ素・酸化水素・オゾンの間のカップリングを大気中の反応として概観し, 大気中の塩素の湧源として人工の chlorofluoromethane, 火山噴火, ほかの chlorocarbon の相対的寄与を評価, 除去は HCl の輸送によるとした。R.T. Watsen ら (メリランド大) は大気 O_3 を減らす ClO_x と BrO_x の触媒効率の誤差解析をし, 速度定数・光化学 J 値・濃度の確度を概説した。J.E. Lovelock (英) は halomethane の大気中濃度と年変化を説明し, 対流圏内の湧吸源と滞留時間を論じた。R.C. Whitten ら (NASA) は, オゾン平衡への奇塩素の効果と題して, halocarbon が対流圏から

成層圏へ運ばれ紫外光分解し Cl を生じ、一方ロケット排気の HCl が OH 基と反応して Cl を生ずるとし、これらの効果を時間依存一次元化学モデルで評価した。Cl の除去は奇酸素 (O, O₃) との触媒反応によるとした。D. Cunnold ら (MIT) は、成層圏についての大規模 3 次元力学モデルに ClO_x の 2 次元分布 (chloro-

methane の現在値にスペースシャトル放出の Cl を加えたもの) を適合し、大気オゾン減少のシミュレーションを行なった。また P. Crutzen ら (ストックホルム大) は、halocarbon 分布に影響する光化学反応を論じ、時間依存 1 次元光化学モデルによって holocarbon 放出から起こる地球大気の O₃ 減少を理論的に推定した。

7. 大気の光学的測定に関するシンポジウム

551. 508. 2

村 山 信 彦*

G. Weill (仏・天体物理研) と J.T. Houghton (オックスフォード大) の招集で開かれた当該シンポジウム (前表の 23) では、測定の物理とデータ処理法に重点を置き、極端紫外からマイクロ波までわたる電磁波の計測による地球大気全領域 (一部惑星を含む) の研究がとり上げられた。各セッションに 1 個以上の招待論文があった。

1) 放射測器の較正と相互比較では、放射の標準と放射測器の較正についての現状と新技術が紹介され、気象衛星による放射収支の測定について現在進行中の実験と今後の計画の説明があり、確度の高い測定に関連した問題点が指摘された。H. Yates (NOAA) は、人工衛星による放射収支観測の歴史的展望から始め、現在実施中の ERB 放射計測定から今後の計画について解説した。D.F. Heath (NASA) は、紫外域の放射測器の較正と題し、太陽光の irradiance と 18~300 nm の時間変化の測定のための広帯域光度計の絶対放射測定の較正法を述べた。この光度計は半透明・透明の光陰極とフィルタを使い、光源は電子貯留環シンクロトロンからのシンクロトロン放射を使うものである。この方法は全球オゾン測定用の double monochromator (160~400 nm) に適用した。もうひとつの光源は水素とオゾン中の高温アーク放電で Nimbus 6 の分光放射較正に使用した。E. J. Gillham (英 NPL) は、英国の NPL で維持している放射標準 (既知の分光放射源と分光感度が既知のデテクタ) と、これらの標準を確立する方法、較正の traceability, 違ったスケールの一致の範囲、確度のレベルを紹介した。一方 D. Crommelynck (白気象研) は、放射フラックス源と放射測定系の出力信号との関係を理論

づけた。測定系の特性と較正因子を定義し、較正法と条件を示し、放射測定系較正の最も容易なのは pyrradiometer であることを示した。W.L. Smith ら (NOAA) は、Nimbus 6 号に搭載現在観測中の ERB 放射計 (22 チャネル) 測定の最初の報告をした。これは太陽放射と地球放射を 1% の確度で測り、全球スケールと総観スケールの放射収支を求めるもので長期の収支を調べるために初期の基準値をうるのが目的である。D.Q. Wark ら (NOAA) は、FGGE 期間に温度・湿度・オゾンの 3 次元分布を 3.5 μm から 6 mm までの radiance 測定から求める計画と関連して、放射伝達式中の透過関数の値が気象要素以上に正確に知らなければならないこと、すなわち各気圧レベルで 0.1~0.5 cm⁻¹ の分光分解能での値が必要であることを強調した。次に J.H. Batey ら (オックスフォード大) は、CO₂ 15 μm 帯放射測定による気温分布推定において重み関数 (透過の高さに対する傾度) に関する正確な情報が必要であることから、太陽を源とした気球測定結果と実験室での透過の値と計算値の比較検討をした。M.L. Leynolds (ESA) は、衛星搭載放射計の宇宙での汚染特に鏡のシリコン塗装に触れ、分子流の経路をさけるか、その源を明らかにすることを主張した (本セッションの内容は IAMAP 放射委員会作業委員会で勧告草案された気象衛星等搭載放射測器の較正と国際比較の問題と関連あり)。

2) 気象衛星の最近の成果と将来計画では、Nimbus 実験衛星搭載の放射計特に最近の 5, 6 号の測定と解析結果についての新しい報告などがあった。まず P. Morel (パリ大) が気象衛星観測を総観した。W.L. Smith ら (NOAA) は、Nimbus 6 号の HIRS 放射計が赤外放射の sounding 用として第三世代のものであり、15 μm のほかに 4.3 μm を追加して気温鉛直分布の分解能を上

* 気象研究所

げ、可視域・ 3.7μ と 11μ により雲の影響除去をよりよくし 6.3μ で水蒸気量を決めたことを述べ、解析法と初期の成果を報告した。W.A. Chapman ら (英ヘリオットワット大) は、Nimbus 5 の SCR データを使って南半球の成層圏の温度場の時空変化を時系列解析して温度場をプラネタリ波成分で記述し、南半球の昇温は振幅が小さく周期的であることを見いだした。T.S. Jones ら (オックスフォード大) は、Nimbus 5号の SCR の16チャンネルのうち8チャンネルが大気の透過と雲の測定用として使われ遠赤外で初めて絹雲の観測に成功したが、絹雲の粒子密度、平均粒径、雲の高さの決定法を説明、250 mb の水蒸気の全球分布を示した。M.T. Coffey (オックスフォード大) は、赤外窓領域の航空機および衛星測定と題し、より正確な海面温度推定のための水蒸気の e 型吸収を明らかにする目的で、 3.5μ と 12μ の窓での航空機観測と SCR との結果を比較した。

3) 吸収・発光の観測による探測では、航空機、ロケットや衛星による分光観測による大気特に成層圏の微小成分の決定の実験結果の発表が大勢を占めた。I.A. Stewart (コロラド大) は、UV 分光による惑星大気の組成と構造の題で、 $1,000\sim 1,800\text{ \AA}$ 、 $2,000\sim 4,000\text{ \AA}$ の測定について述べ、 10.7 cm のフラックス指数と CO の太陽直下点天頂強度との関係を示し、火星の反射率、波状雲、峡谷と火山や地形の問題に言及した。A. Girard ら (仏航空研) は、リモートセンシングによる成層圏と中間圏の微小成分の測定を概観し、大気分光の理論と測器、鉛直分布と変動度についての現在の知識の総観と濃度の上限値の推定をした。F. Roddier (ニース大) は、単独星と二重星のシンチレーションを解析して $2\sim 20\text{ km}$ の乱れを検出、乱れの層の高度と温度構造定数、速度変動の rms 値を推定した。M. Ackerman ら (白エロノミー研) は、コンコルド1号とキャラベラに搭載した成層圏微小成分の測定器を説明した。C.P. Chaloner ら (オックスフォード大) は、Nimbus G 用に作った PMR (圧力変調ガスセルを使った分光分解能のよいもの) を気球に搭載し、 N_2O 、 NO_2 、 NO の測定を行ったことを述べた。R.J. Jander (白リエージュ大) は、 38 cm カセグレン型分光器を気球に搭載し太陽を光源として、 $2.5\sim 2.8\mu$ と $3.2\sim 8.1\mu$ のスペクトルで成層圏上層の CH_4 、 N_2O を決定した。27 km 以上での CO_2 混合比が減少する可能性を強調した。R.P. Lowe (ウェスタンオンタリオ大) は、同様に気球搭載分光で太陽スペクトルを観測、成層圏下層の N_2O と CO を測定した。

N_2O は 18 km まで 350 ppm (vol) が 28 km で 100 ppm に減り、太陽光すれすれ入射でえた CO の値は対流圏上で急減し 20 km で 5 ppb 以下となったとした。J.E. Harries (英 NPL) はガス屈折フィルタと称するすぐれた新しい分光技術を発明した。これはマイケルソン干渉計の干渉特性とガスセルの選択吸収特性を組合わせたもので、当該ガス特有の透過フィルタをうる。高分解能であることとセルの圧と長さでの選択性があり、干渉計鏡を動かさずセル圧の変調なしで丈夫なものである。最初の試験成果を報告した。J.C. Gille ら (NCAR) は、Nimbus 6号搭載の LRIR (地球周縁発光の radiance 測定) の観測を逆転法で解析、 O_3 と水蒸気のプロフィールをうる初期の成果を報告した。また Nimbus G 用の LACATE (低層大気組成温度実験) の気球搭載実験について説明した。A.K. Khrgian ら (モスクワ大) は、衛星による大気オゾン観測のための太陽紫外後方散乱の分光測光と題し、COSMOS 121号の $2,400\sim 3,200\text{ \AA}$ 分光光度計観測データを処理し、熱帯地方とジェットのところでのオゾンについて説明した。J.E. Lovill ら (カリフォルニア大) は、衛星搭載のマイケルソン干渉計によるオゾン観測において、時空分解能を高くシメズスケールでの O_3 の動態すなわち熱低上のオゾン変化、活火山上のオゾンを探るシステムについて論じた。W.A. Matthews ら (ニュージーランド・カンタベリ大) は、自作の大気 O_3 測定用紫外干渉フィルタ光度計を説明し、ドブソン分光光度計との比較を述べた。T. Watanabe ら (東大) は、薄明時にロケット搭載の3個の光度計 ($2,360$ 、 $2,550$ 、 $2,720\text{ \AA}$) によって太陽中紫外光を測り、成層・中間・熱圏の O_3 の鉛直分布観測について述べた。J.C. Ulwick (AFCRL) は、回収可能のロケット観測でオーロラの赤外特性と化学過程の研究を行った。すなわち22個のセンサで電子エネルギースペクトル、電離、イオン組成、オーロラ発光、赤外放射を同時測定し (CVF 分光計、2チャンネル赤外放射計、光度計による)、オーロラに生じた $\text{CO}_2(v_3)$ と $\text{NO}(\Delta v=2)$ の励起を観測し、その結果と計算との比較を論じた。

4) エーロゾルでは、全球汚染の立場からの南極のエーロゾルの報告とエーロゾル散乱測定に関する報告があった。G.E. Shaw (アラスカ大) は、太陽光と天空光の波長別の測定を南極で実施し、エーロゾル減光の放射特性が Junge 型分布 ($r=3.9\pm 0.2$) の $\lambda^{-\alpha}$ 関係に従うこと、火山活動休止期の全エーロゾル量が 0.06 g/m^3 とした。K.L. Coulson ら (カリフォルニア大) は、南

極上空の大気混濁度の現状を知り、永年変化を知るための基準観測を確立するため、天空光を高精度偏光放射計(0.3 から 0.9 μm まで6チャンネル)で観測し、強度・偏光度・偏光面を求めた。レーレイ大気と比較して小さいが明瞭な混濁を認めたことを報告した。M. Godsdénら(英アバーディーン大)は、夜光雲による散乱光の分光分布観測から青色が O_3 の Chaphuis 帯からくることを認め、また吸収補正したときの夜光雲粒子の散乱係数から今まで知られていたより大きな粒子の存在を指摘した。F. Link(仏天体物理研)は、薄明光の測光による宇宙塵粒子の検出をするため、高山からと気球搭載放射計で観測した。太陽光のすれすれ入射光に対する雲のようなものや観測点のヘーズの影響を除く理論を開発し、測定と比較した。A.M. Borovikovら(ソ中央高層研)は、種々の雲の減衰因子 γ を航空機から測定、 γ と光学的厚さ τ の値を雲の種類や状態毎に示した。J.G. Kuriyan(カリフォルニア大)は、エーロゾルの光学特性の測定のための偏光計と多スペクトル放射計を使用する基礎となる理論を要約し、GATE観測の結果を報告した。さらに測定からえたパラメータを使った放射フラックスの計算例を示した。P. Chylek(NCAR)は、球体への平面電磁波の散乱に対する Maxwell の式の Mie 解を用いて、共振する peripheral partial wave(表面波)の解析条件を導いた。partial wave の order n 、サイズパラメータ x 、屈折率 m の間の関係において共振条件を示した。A. Deepakら(オールドドミニオン大)は、大気エーロゾルに影響を受ける太陽オーレオールの isophoto を作成するための写真測光法を報告した。天空の radiance のデータを逆転してエーロゾルの大きさと高度の分布と屈折率を求める方法を論じた。

5) アクティブな光学測定では、主としてレーザによる上層大気の探測の報告があり、その他(レーザの氷晶や汚染質観測と合わせ12の発表があった。V.L. Patel(デンバー大)は、成層圏の組成研究用の色素ライダの利点欠点を論じ、地上からと航空機搭載ライダによる成層圏エーロゾル観測の結果を述べた。G. Megie(仏エーロノミー研)は、レーザによる中間圏の Na 原子測定値を解析、力学過程を含み中間圏モデルを説明、また吸収法による 80~100 km の温度測定を示した。L. Thomas(英アップルトン研)は、スペースラブ搭載ライダにより、

大気構造・組成と輸送およびエーロゾル層の3次元の変化を知り、微小中性成分の高さ分布に重点を置いた種々の実験測定の可能性と測器について論じた。J.G. Anderson(ミンガン大)は、成層圏の原子と基の濃度を観測する新方法として 40 km でパラシュートに吊した測器に大気を流し、原子の共鳴蛍光を測って 25~40 km での O 原子 (^3P) を測り 39 km で 10^{-9}cm^{-3} 、26 km で $6 \times 10^{-7}\text{cm}^{-3}$ をえた。この方法の OH, NO, ClO への適用に言及した。B.R. Clemeshaら(伯宇宙研)は、夜間に中間圏の Na 層をライダ観測し、夏に小さい季節変化、全量と最大濃度の日々変動は大だが濃度の中心高度変化は小さく、そのスケールハイトは大気主要成分よりずっと小さいことを得て、これを一部潮汐振動で説明した。A. Lundinら(ストックホルム大)は、ロケット搭載のアクティブ装置(キセノン閃光と光度計)で散乱係数を測り、80 km までの実験結果を述べた。

V.B. Wickwarら(スタンフォード研)は、HF による電離層加熱から起こる 6,300 Å 強度変化を測定し、電子とイオンの温度・電子密度、6,300 Å 強度を連続記録した。発光は O_2^+ の解離・再結合の理論に合うこと、強化は電子衝突励起により、上昇と減衰の時定数は O (^1D) の寿命で説明できるとした。L.L. Coggerら(加カルガリ大)は、100 km 高度での中性ガス密度の夜間の変化を測る実験として、大気光の 5,577 Å のドップラーによる広がりをファブリペロ分光計で測って中性ガス温度を決め、レーダによる非干渉性散乱の自己相関解析にとり入れ、イオン中性ガス衝突度数を求め、したがって密度変化を出した。中性ガス密度は夜間最大となる。V.N. Smileyら(ネバタ大砂漠研)は、色素レーザレーダで南極新基地において氷晶降下を観測、氷晶成長層、高さや厚さの時間経過を求め、また結晶のレプリカを観測した。V.E. Zuevら(シベリア大気光学研)は、ルビーレーザで山岳くぼ地の大気エーロゾル観測を報告した。T.J. Tuomi(芬気象研)は、相対温度の変化によるエーロゾルの粒径と屈折率の変化をとり入れて後方散乱と減衰断面積を計算し、湿度50%以上で減光が著しく、70%以上のときだけ後方散乱が急増するとした。そこでライダと湿度の同時観測で大きさ分布が求められることを提案した。

8. 高層大気に関するシンポジウム

551. 510. 53

岩 坂 泰 信*

主として IAMAP と IAGA が共催したシンポジウムに出席したが、“時間的にも空間的にも今までのスケールを大きく超えた現象に研究者の関心がよせられている”という印象を強くうけた。一応下記3つのシンポジウムを中心にして報告する。

- 1) Planetary Atmosphere Evolution (前表の8)
- 2) Global Effects of the Inter Planetary Medium-Magnetosphere-Lower Atmosphere Interaction (25)
- 3) Optical Sensing and Probing of the Atmosphere (23)

上記のシンポジウムのテーマはやや重なっている所もあり、同一発表者による同一内容と思われる論文発表もあった。筆者の興味からまず Global Effects of the Inter Planetary Medium-Magnetosphere-Lower Atmosphere Interactions について記す。このシンポジウムは2つの部分から成っており、ひとつは太陽活動の周期変化と気候変化(または変動)の関係をみようとするもので、他のものは、太陽活動が活発な時期や大きな flare が観測される時期(このような時期は、Magnetosphere ionosphere 全体にわたって太陽活動の影響が強く表われるので Solar activity, Magnetosphere, Ionosphere および Lower atmosphere の関連を調べやすい)に見られる現象をもとにしたものである。特に前半部のものについては、GARP Second Objective: Climatic Change をテーマとするシンポジウムと重なっており、何人かの発表者は両方で(しかもほとんど同じ内容の)論文発表していた。前半部の研究の特色は、古くから気象の分野で指摘されてきた内容を再び確認するものが多かった。Kp, ΣKp , Sun spot number, と polar vortex の発達具合をくらべるもの(J.M. Wilcox, Influence of the solar sector structure on the atmospheric vorticity area index), さらに 10 mb は等圧面の解析(高度変化, 気温等)を比べたもの(E.R. Mustel, On the reality of corpuscular-atmospheric relations)が代表的なものであろう。目についたのは、さらに放射性同位の増減をもあわせてみるという方向の研究であった(G.G. Gromova et. al.,

On the pole of solar activity in the formation of large scale violations in the general atmospheric circulation; R. Reiter, Increased frequency of stratospheric injections into the troposphere as triggered by solar events). いずれの解析結果も有意な対応関係がみられるが、その物理的な説明は並大抵のことではなさそうである。現象だけを見ていると、Magnetic storm 後 3.5 日に 10 mb 等圧面に温度上昇が見られたり、Be 7, P 32, P 33, S 35 の濃度が急増したりする。このような短い時間スケールのものとは別に、sea level, 地磁気強度, C 14 濃度, 温度(O 16, O 18 比から推定したもの)を対応させたものや、近年急速にデータが集積されている深海底コアの研究をさかんに使って一地点での変動と合わせて汎地球的な規模でその姿をとらえようとする試みも出されていた(J.W. King, The role of the geomagnetic field in sun-weather relationships and climate changes). 多くの発表は数百年スケールの変化をみると地球磁場強度と気温は正相関を示しており、深海底コアサンプルの解析からは $10^3 \sim 10^4$ 年スケールでもそのような傾向がありそうだという結果であった。このような話とは別に太陽活動そのものの中にある周期をとり出そうとする研究報告も行われた。11年, 22年, 78年, 181年等が目立つ周期成分として示されたが、いずれの場合も解析方法に関して質問が多く出されていた(C.T. Russell, The twenty-two year cycle in geomagnetic activity; J.W. King, Solar cycle influences on the weather and climate). 数値モデルもいくつか出されたが、放射強度変化を太陽活動やアルベド(火山活動の時間変化がエアロゾル濃度等に反映するものと仮定)の時間変化を考えて、ある仮定のもとに気温変化に焼きなおしをする(S. Schneider, C. Mass, Volcanic dust, sunspots and climate trends). また大気, 海洋, 大陸の系を取り扱った研究も始められており、気温, 水蒸気量, アルベドの関係をしらべるもので太陽定数の変化に応じてどのような変化を示すかをみた結果が示された(J. Adem, Numerical-thermodynamical experiments on the influence of variable solar activity upon weather and climate). 後半部のもので目についたものの代表例は aeronomical

* 名古屋大学水圏科学研究所

なアプローチで、太陽爆発時に急増するプロトン流や宇宙線の影響を定量的に吟味しようとするもの (G.C. Reid, et al., Ancient solar-proton events and the evolution of life; C.O. Hines and I. Hal evy, Solar activity effects on the weather: Fact or Fiction?), 観測面からオゾン層の構造変化を調べたもの (D.F. Heath, S.S. Prasad, Possible effects of solar sector structure on terrestrial stratospheric ozone fields) が挙げられる。確かにこの高度まではある程度スジを立ててモデルを組みあげられるが、このことが対流圏の気候とどうむすびつくかという問題がひとつある。他には風系の変化 (対象にされている風は、電離圏まで及ぶ) をくわしく調べた結果が筆者が聞いた分でも3件、さらに聞くことができなかったものも含めて5件ぐらい出されていた。

Planetary Atmosphere Evolution をテーマとするシンポジウムには、22論文が提出されていたが内容は、地球化学 (特に放射性同位体を使用した研究) 的なものとエアロノミー的なものであった。前半部の論文については筆者は論じる力をもたないので主要なもののリストのみを挙げておく。F.P. Fanale, Geochemical fate of martian volatiles; V.R. Murthy, Composition of the core and the early chemical history of the Earth; Yu.P. Bulashevitch, Yu.V. Hachay, Economy of argon and helium in the atmosphere coupled with the Earth's thermal evolution; M.N. Rao, The evolution of terrestrial atmosphere using krypton and xenon tracers; M. Ozima, Ar isotopes and Earth atmosphere evolution models. エアロノミカルなアプローチでは、大気モデルとガスの escaping の関係が圧倒的であるが、従来の thermal escaping に加えて nonthermal (主として電離圏、磁気圏でみられるプラズマ大気中の輸送現象) や太陽風との相互作用を重視しなければならないという報告があった (D.M. Hunten, Thermal escape of atmospheric gases; Y.L. Yung, Nonthermal escape mechanics; B. Cloutier, Solar wind interactions with planetary atmospheres)。また時間変化を考えたものも発表されたが、モデルの中にくり込む要素の決定や地球表面で与えられる境界条件、さらには大気組成と大気温度の関係を規定するプロヤスの定式化には、まだまだ問題があり比較検討するという作業すらまだできぬように感じられた (S.H. Gross, G.V. Ramanathan, Time evolution of primitive hydrogen atmospheres; M.B. McElroy, Stability of ozone in Earth's atmosphere; R.

Eichmann et al., A model for the evolution of the terrestrial oxygen budget of photosynthetic origin)。他には他の惑星大気に関するレビューと観測結果が紹介されたが、この時点で世をあっといわせる程の結果はなく Science, Nature 誌で速報的に出されているものを知っておれば、別にここまで来て聞くまでもないとも思われた (B. Toon, Mars: a review; J.S. Lewis, Venus: a review; L.D. Kaplan et al., Spectroscopic evidence for argon on Mars 等がその例か)。

Optical sensing and Probing of the Atmosphere のシンポジウムでは、きわめて多方面にわたる論文が発表されたが、筆者自身は名大の磯野教授のもとでレーザーレーダーによる大気探査を始めた所なので、とりわけこの方面の話が興味を中心であった。目新しい観測原理は予想した通り出なかったが、ひとつひとつの観測結果はやはりおもしろいものであった。このシンポジウムは5つのセッションから成っており、第1のものは、Calibration and intercomparison of radiation sensor 題するもので、人工衛星用の放射計に関する研究が大部分を占めている。ここでは、Houghton 等のグループが "Weighting functions" を確かめる意味で、バルーンによる観測から transmission を測定し理論モデルとの比較を行っていた。また放射バランスを調べる意味で22チャンネルという多くのチャンネルをもつ放射計による観測計画が報告され関心と呼んでいた (W.L. Smith et al., The Earth radiation budget (ERB) experiment)。第2のセッションでは、Latest results of meteorological satellites, and forthcoming developments というテーマがかけられており、P. Morel のレビューや、高分解能の放射計のデータやいわゆる selective chopper 付きの放射計のデータが報告された (W.L. Smith et al., Results from the NIMBUS-F high resolution infrared sounder (HIRS) experiment; W.A. Chapman, J. McRregor, An analysis of southern hemisphere stratospheric temperature fields observed by the selective chopper radiometer on NIMBUS-5 during the winter 1973)。

第3のセッションは Probing through absorption and emission observation という題のものであったが、成層圏・中間圏の微量成分の測定に関するものが多かったが、Houghton 一派の pressure modulation 型の放射計に関する話もあった。この会場ではスケジュール調整がまずく、いくつかの論文は臨時に会場を都合して、次の日に発表が回されたためその分を聞くことができなかった

たが、すでに Applied Optics や J. Geophys. Res. 誌に発表されてなじみなものが多かったし、この2誌とついでこの前に終了した CIAP の報告書に出ているもの以上のものはなかった (A. Girard, R.A. Hanel, Measurements of minor constituents in the stratosphere and mesosphere; F. Roddier, Probing turbulence through optical inhomogeneities; R.J. Zander, Récentes observations solaires par ballons entre 2.5 et 8.0 microns; R.P. Lowe, Stratospheric nitrous oxide and carbon monoxide concentrations from infrared solar spectra; J.C. Gille et al., Determining vertical profiles of trace gases by measuring limb emission). 第4のセッションでは Aerols がテーマであったが、筆者の都合で聞けなかった。第5のセッションは Active Optical Methods と題するものであるが、つまるところレーザーレーダに主力がおかれていたセッションである。V.L. Patel と G. Fiocco のレビューがあり、それぞれ色素レーザーによる組成別の分布観測、データ処理システムの合理化の強調、および中間圏高度までの探査の強調がなされた。色素レーザーに関しては、Na の D 線に同調させて 100 km 高度にみられる Na 層の探査結果が出されていた (B.R. Clemesha et al., Seasonal variations and

tidal oscillations in the mesospheric sodium layer; G. Megie, Laser sounding of mesospheric sodium). またレーザーをロケットについで、大気による減衰(これは補正する方法はあるが、その方法がどれだけ正確かは不明である)をなるべく少なくしようとする試みや Spacelab に搭載して大気密度のうすい所から地表近くを探査しようとする試みについて発表された (L. Thomas, Laser probing from Spacelab; A. Lundin and G. Witt, An active optical backscatter sonde for sounding rocket). あまり測定例のないものでは South pole での測定結果があったが、解析結果をみる限りきわめて興味を引くというものではなかった (V.N. Smiley et al., Lidar measurements of atmospheric ice crystal at the South Pole) が、これは氷晶関係に関心のある方なら別の感じ方があるかもしれない。他は大気汚染関係のモニターとかトムソン散乱を利用したいいわゆる incoherent backscatter radar との同時観測例が報告があった。

以上大ざっぱではあり、筆者の独断が大いに混入している可能性もあるが、いずれのシンポジウムも日本ではあまり研究されていないテーマではあっても、含む内容は、きわめて気象分野の研究者の興味をわきたさせるもののように思われる。

9. 大気電気に関するシンポジウム

551. 594

石川 晴 治*

今回の IUGG 総会に際して ICAE (国際大気電気委員会, IAMAP-IUGG 所属) の行った国際学術活動としては 8月30日に開催された "High Atmosphere and Space Problems of Atmospheric Electricity" のシンポジウム (前表の31) がある。この催しは IUGG 総会に際して持つことのできる学術研究集会は IUGG 傘下の Association の共催による学際合同シンポジウムに限るといふ、前回モスクワにおける IUGG 総会の時の結論に従ったものである。従って前から要望の出されていた「イオン・エーロゾル」に関するシンポジウムは ICAE 固有のトピックスとして、1977年米国のシアトルに予定されている IAMAP の会合の時に開催される予定となった。

今回グルノーブルにおける大気電気の学術研究集会は IAMAP-IAGA の共催による合同シンポジウムであり、Convener の Dolezalek (ICAE の Secretary) がこの集会の冒頭、彼の Survey Paper で述べたように、大気電気関係の科学者と、電離層、磁気圏、太陽・地球物理および宇宙空間電気関係の科学者との間の学術交流を今後盛んにするために企画されたものである。

Dolezalek の手許で作られたプログラムによると、このシンポジウムの内容は、(1) 大気電気の現状の概説、(2) 月・惑星の大気電気、(3) 地球規模の大気電流回路、(4) 宇宙空間と大気圏の電氣的な結びつき、(5) 大気電気と地磁気、(6) 上層大気圏、およびその周辺におけるイオン・エーロゾル、(7) VLF 電磁放射の7部より成り、発表論文数22の予定であったが、出席予定になっていたソ連、論文発表者の欠席によるプログラム変更

* 名古屋大学空電研究所

があり、その分だけシンポジウムの重心が大気の下層へ移ったように感じられる。すでに触れたように Dolezalek による Survey Paper は大気電気に馴染みの少ない Space 関係の科学者に古典大気電気学の地球像がどんなものであるかを理解してもらうことを目途したものである。地球大気が宇宙線や地中からの放射の作用で常にイオンを含んでおり、電氣的に conductive であること、これに加えて、さらに地球大気中には雷その他の発電気現象が絶えず発生していることから、われわれの住んでいる地球大気中には準静電気学の基礎方程式で近似される電場、電流、空間電荷が常在していることを述べ、一つの観測点における大気の電氣的状態が局所的な原因によるものと、地球規模の原因によるものとの二つによって規定されることを指摘した。このなか上層大気電気に結びつくものとして、地球と電離層を相対する同心球電極と見立てた地球-電離層蓄電器モデルの概念をあげ、これら球電極の間の空間を満たしている大気が十分導電性を持っているにもかかわらず、地球表面全体は、常にほぼ一定で変らない負の電荷の分布が存在している事実から、地球規模で絶えず発現している雷現象を発電源とする地球-電離層蓄電器の充放電を考えた「Global Circuit (地球規模の大気電流回路)」について、古典大気電気学の考え方を述べ、この古典像が最近の目覚ましい宇宙科学の進歩による新しい事実と知識によって、さらに近代的なものに衣替えされる必要性が大気電気学の発展のために強調された。この点今後将来に向かって古典大気電気とスペース電気の研究者間の積極的な学術交流を期待したい。

つづいてシンポジウムは Dolezalek 座長の許に Bricard (フランス) によるイオン・エロゾルの話題に移ったが、集会の後半、スペース関係の話題に移るに及んで Boström (スウェーデン) が座長をつとめた。

Freeman, Ibrahim は1973年アポロ15号が月へとんだ時、月の表面における電位を昼側と昼夜境界の付近の二つの位置で測定した結果をまとめた。月が太陽から見て地球の影側 magnetic tail にかからない位置にあるとき、月上で太陽高度が高く、天頂角で 35° 以下の地点における月面電位は約 10 volt であり、その値は月の昼夜境界領域へ向って減少してゆき、角度で 10 度ほど夜側へ入った部分では -100 volt に達することが紹介された。

最近の三年間に名大空電研究所と日独共同研究を実施してきた Mühleisen の論文は彼の今日まで行ってきた「電離層電位実測結果」をまとめたもので、今日までの

測定結果は、大気電氣的に見て太陽の活動が静かである限り、地球に対する電離層の電位は全世界に渉り一様であり、また UT 表示による全世界同相の日変化を示している。今回彼が特に強調したのは、太陽活動が静かな期間における電離層電位が全世界のどの地点で測っても、同時に測られたものである限り常に互いに等しい値を示すという観測事実で、日独共同研究の結果、ワイセナウ (独) と豊川の間、および豊川とララミ (アメリカ) の間 (距離約 9,000 km)、ワイセナウ (ドイツ) とキルナ (スウェーデン) の間 (距離 2,000 km)、ワイセナウ (ドイツ) と太西洋上赤道地域の間 (距離 6,500 km) での同時測定はいずれも互いにはほぼ等しい電離層電位を示すことが実証されたとした。彼はさらに進んで電離層電位の同時測定値が地球上の観測地点により異なる値を示すことがあることを示し、このような事例はいずれも太陽面の爆発特にプロトンフレアがこれに関係している事実を電離層電位の二点同時観測資料から結論している。彼によればプロトンフレア発現後 20~40 時間以内の期間は電離層電位のフレアによる変動が全世界に渉って起り、その変動の大きさが地球上の地点によって異なる。これらの点はなお今後の研究に待つ所が大きい。Markson の論文は地球が太陽風の渦巻型放射状セクターのどの部に位置するかに従って、太陽風セクターの影響が地球規模の雷活動に起る可能性を太陽地球物理に関する豊富な観測資を使って、統計的に調べた中間報告で、影響の有無の結論を得るのはなお将来のことであろう。

Bharthendu は地球規模の大気電気現象と地球の磁気圏の活動の状態との結びつきを調べるため、トロント (カナダ) で得られた大気電気要素 (電場、空地電流、伝導度) の地上観測値と、地磁気 AP index との間の相関を統計的に調べた。その結果負の相関が得られたことから彼は晴天日の地上の大気電気に対する地磁気の影響は無視できると結論した。

Bricard の話は、彼がこの数年バリ大学およびその周辺で開発してきた光学的凝結核連続計数計に関するもので、その主な目的は成層圏における凝結核濃度の測定にある。成層圏の凝結核測定を目途した計数計としては、最近、SST (成層圏超音速航空機) の大量就航による成層圏への気候衝撃を事前に評価する研究に資するため、米国においても Rosen (ワイオミング大学) や Harber (GE 社) によって成層圏用の計数計が、それぞれ独自の立場から開発され実用されている。Rosen のものは気

球による測定を目的としたもので小型軽量であり、ゴム気球の利用も可能で、南北両極地域等の世界各地に小人数で出向き野外観測を行うのに適しているが、凝結核粒子に作用させる凝結蒸気としてエチレングリコールの蒸気を使い熱拡散法により凝結粒子を得ているので、凝結時の蒸気過飽和度に問題があり、粒径の小さい凝結核はこれを凝結粒子に変えることができないおそれがあり、成層圏に存在する凝結核の中粒径の比較的大きいものしか測定できないのではないかの疑いが持たれている。

これに対し Harber のものは GE 社の Pollak カウンターを成層圏用に改良したもので、凝結蒸気として水蒸気を使っているため、蒸気の過飽和度に関して問題はなく、信頼度も高いが、欠点は相当大きな航空機に搭載しなければ測定できないような装置の構成になっている点で、手軽に小人数で世界各地へ出張し野外観測するには向いていない。Bricard のものは Rosen と同じように気球利用のものであるが、凝結蒸気としてノルマル・ブタノール（アルコール）を用い、過飽和度を十分高く保つことによって Rosen の計数計にあった小粒径の凝結核を計数しないというおそれはない。すなわち、アルコールを電熱によって加熱し、蒸気を発生させ、これを電熱により一定の温度に保たれた飽和蒸気管部に留め、一本の保温管を通してさらに、これを凝結ノズル部に導いている。凝結ノズル部はベチエル効果を利用して 0°C に保たれ、飽和蒸気管部との間には外気圧（成層圏）によって定まる一定の温度差が与えられ、ノズル部から放出されるアルコール蒸気が 0°C において粒径の小さい凝結核に作用して凝結粒子を作るのに必要な過飽和度

が得られるようにしてある。このようにして作られた凝結粒子の数は光散乱式粒子計数計で計測されるが、Bricard の発表によると測定可能な粒径の限界は $a \approx 95 \text{ nm}$ 以上とのことであり、目下の所高度 20 km までなら信頼度の高い計測が可能であるという。彼は最近（1975年春期）この試作計数計を CNES（フランス国立宇宙科学研究センター）の気球に搭載し、南仏の成層圏の凝結核濃度の試測を行った。その結果は、Junge（独）が1960年代の初期に写真撮影式の凝結核計数計を気球に搭載して得たヨーロッパの成層圏における測定値とよい一致を示した。

しかし Bricard の論文発表直後の質問にもあったように、この測定は試作器による第1回目の測定であり、この十年間におけるヨーロッパの成層圏での微粒子汚染分布の消長を論ずるには資料不十分なことは明らかであり、Bricard 自身も彼の発表においてこれに触れていた。Conly, Wilson の論文は Hares が代読した。彼らは超音速の状態でも正常に働くゲルジェン・コンデンサー型イオン計を開発し、これを小型ロケットに搭載、高度 $50\sim 60 \text{ km}$ における大気イオンを測定した。そしてこの高度における大気イオンが易動度の大きさから考えて、大小二つの粒径グループに分けられることを結論しているが、これはわれわれが約十年前東大宇宙航空研究所の小型ロケットを利用して得た結果とよく一致している。

以上今回のシンポジウムの主なトピックスについてその概要を述べたが、Dolezalek の話では発表された論文はいずれ適当な場を考へ印刷刊行したいとのことである。

10. 人工気象調節に関するシンポジウム

551. 509. 6

磯 野 謙 治*

このシンポジウム（前表の32）は IAMAP が IAHS と合同して開催したシンポジウムであったが、その内容の多くは一昨年ソ連のタシュケントで開催された人工気象調節のシンポジウムの際に発表されたものであるが、ソ連の研究者のものは発表されなかった。ポーランドの Harman が人工降雨の総合報告を行ったが、内容は初歩

的な解説的なものであった。オーストラリアの Warner の層別無作為法によるシーディング実験が最も重要であることを強調した。これに対し、カナダの Hitschfeld がそのような方法が実行できればそれにこしたことはないが、実際にシーディングの実験をした経験のあるものから見ると、降雨のように変動のきわめて多い現象の場合、各層の中を一様化するためにはきわめて長年月を要し、そのような実験計画は実際に行うことは不可能であ

* 名古屋大学水圏科学研究所

るからこのような統計にあまり重点をおき過ぎた実験計画は適当ではないのではないかとコメントがあった。これは筆者がこれまで人工降雨の研究の発展のためには統計を無視することもまたこれに頼りすぎることもしくなく常に指摘してきたことと一致する。統計的評価方法と物理的評価方法を改善進歩させ、これを組合せてシーディングの効果を評価することが必要であろう。しかし、前のタシュケントの会議のときでもそうであったが統計に重点を多く研究者と物理的判定に重点を置く研究者の間で今なお同様な議論が繰り返されているのが現状である。

米国の Ackermann は人工気象調節の水理科学的問題という表題で米国でこれまで行われ、また現在行われて

いる人工降雨、人間活動による気象変化の観測計画などについて総合報告を行った。この中で世界各地（日本を含む）で認められているように冬季の雲に対するシーディングでは15～20%の降水量の増加が見出されているが水理学的に見た場合、シーディングによって実際に利用できる水量が増えたという直接の確認はされていないので今後この様な研究が必要であることなどを述べた。

このほか Cotte (カメルン) によるアフリカの人工降雨実験、Goyer (アメリカ) による雷の制御、Kasemir (アメリカ) によるチャフ撒布による電光の制御、Weinstein 等による加熱法による飛行場の消霧、Lhermitte による2台のドップラー・レーダーを用いた降水強度の測定法などの研究発表があった。

南極委員会だより

インフォーマル・ミーティング

「POLEX-SOUTH と JARE (日本南極地域観測隊)」

来る5月18～20日、東京でひらかれる春季大会において、シンポジウム“極気象について”が行われます(19日午後)。これに関連して、南極委員会では、実際に南極地域観測に参加された方々や、これから参加してみたいという方々にお集りいただき、インフォーマル・ミーティングを行うことにしました。ふるってご出席下さ

い。

日時：5月20日(木)夜6～8時

会場：気象庁内(予定)

連絡先：藤井理行

国立極地研究所 Tel. 03-947-5583

173 東京都板橋区加賀 1-9-10

第19期選挙管理委員の交替について

第19期選挙管理委員の人事移動に伴う任地の都合上、下記のとおり交替いたしました。

前 土 田 武 雄 (気象庁海洋課)

新 藤 木 明 光 (気象庁海洋課)

(28ページより続く)

来、予報官の介入も含めて、この方式によるこの図の改

良を進めて行くことは無意味な事ではないと思われる。

(電子計算室 菊地正武)