

# 東京大学理学部

# 広報

— 6 卷 3 号 —

昭和 49 年 3 月 10 日発行

## 目 次

月の地球物理学	永 田 武……( 2 )
永田武先生の多彩な活躍	福 島 直……( 4 )
永田武先生を送る —南極地域観測を通しての思い出—	立 見 辰 雄……( 6 )
紙風船のなぞ解き	高 橋 秀 俊……( 7 )
英語教育	坪 井 忠 二……( 8 )
逆行衛星 (A Speculation)	堀 源 一 郎……( 9 )
フォトン・ファクトリー計画と 無機結晶の構造	竹 内 慶 夫……( 11 )
私の読んだ本 (10)	松 本 幸 夫……( 13 )
《学部消息》	(14~16)



コハコベ *Stellaria media* (L.) Villars

構内でもナズナ、ハコベ、コハコベ、オオイヌノフグリ、タチイヌノフグリ、スズメノカタビラなど雑草の花が目立ってきた。ハコベとコハコベは有史以前に大陸から帰化したとも推定されているが、両者の区別は大変にむずかしい。前者をミドリハコベ、後者をハコベと呼ぶ地方もあり、名実ともに混乱しやすい植物である。ハコベは全体が淡い緑色で少し日陰の場所を好み、雄しべは普通 6~10 本、種子表面に尖った小突起がある。コハコベは全体やや小形で日当りのよい場所に生え、茎は褐色を帯び、雄しべは 3~7 本、種子の小突起は円い。構内に両者とも普通ですから、注意してごらん下さい。(大橋広好：植物)

# 月の地球物理学

永田 武 (地球物理)

米国の NASA によるアポロ有人月探査計画も、アポロ 17 号の帰還を以て終了した。アポロ計画では月面の 6 箇所の地点から月表面の岩石試料を採集して地球へ持ち帰り、それら試料の地球化学的・鉱物学的・岩石学のおよび地球物理学的分析が広汎に行なわれ、また今なお行なわれつつある。アポロ計画では、月試料の採集のみを主目的としたのではなく宇宙飛行士が月面に滞在する間に種々の地球物理学的測量を行なった他、地球物理学的諸要素の観測所を設置した。これ等の観測所は今もなお生きていて時々刻々観測データを地球上へ送って来ている。ここでは、後者の結果、特に月面観測所の常時観測の成果のうち面白そうな話題を紹介する。

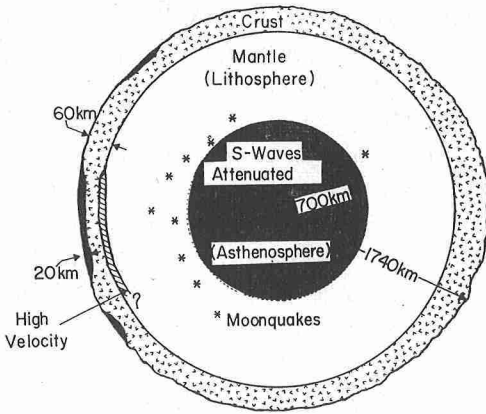
月面観測所のうちで最もよく整備されたと思われるのが月震 (月の地震) 観測所であって、アポロ 12 号着月点から 17 号着月点まで月面の地球側半球上 5 箇所の観測所が出来ている。何れの地点でも水平 2 成分と上下動成分の長周期地震計 (周期 1~3 秒) と上下動短周期地震計 (周期 1/15~1 秒) とを備えている。5 箇所で同一の月震を同時観測出来ると、月震の震源等についてかなり信頼度の高い測定が出来る。その結果、月震の震源は 800 km から 1000 km の深さに起る事が圧倒的に多く、700 km から 1200 km の深さの範囲以外には起っていない。この結果は、地震々源の深さ分布に比べて驚くべき事実である。よく知られているように、地球では深さ 100 km までの浅発地震の数が圧倒的に数多く、震源が深くなるほど数が減少し深さ 700 km 以上に震源のある地震は未だ観測されたことがない。つまり地球では平均半径 6370 km の表面近くの 1 割強の部分にのみ地震が起きているのに、月では平均 1740 km のちょうど中央部にのみ地震が起きていることになる。

さらに月震波形の分析結果から震源の分布は緯度・経度について一様に拡っているのではなく、今までに判ったところでは 41 箇所の特定の定った地点にのみ繰返して起っている。これ等の月震の巣は大部分月の地球側半球の内在る。言い換えると月内部には歪が蓄積して不安定状態になっている箇所が 41 ある。一つ一つの月震の巣に注目して見ると、その巣が月震活動をつづけるのは 2~3 日間にすぎないが、同じ場所での月震活動は規則正しく 14 日の周期で繰返す。従って月震活動 (月震の起る頻度、または月震のマグニチュードをも考慮に入れて月震として出される全エネルギー量) も美事な 14

日周期を示す。この周期性は地球引力が月に及ぼす潮汐力が少なくとも月震発生のトリガー役を果たしている事を強く示唆している。

このような月震活動の特性を地震活動の特性と比べてみると、月の表面から中心点の半分までの外殻側は現在ではもうすっかり安定していて、わずかに深さ 700 km ~1100 km の辺りに歪がたまっていることになる。一頃考えられた火山活動などは到底予想さえ出来ない状態といえる。月面の地球反対側におきた隕石衝突による月震、またまれに地球と反対側月半球内部に起る月震が月面地球側に配置された月震観測所に到達した記録をみると、月面から約 1000 km 以上の深部を通過して来た月震波には S 波 (横波) がほとんどみられないし、P 波 (縦波) 速度もわずかながらもあきらかに減少している。この観測事実は、月の中心から半径約 700 km の中心部は、半熔融状態になっているのではないかと思われる。もしそうだとすると、その部分の温度は約 1400°C 前後であろうと推定される。

地震観測所が設置されて以来数多くの月面起震が Lunar Module を落下させること等によって行なわれた。この場合落下物体の月面衝突位置がハッキリしているので人工月震の震央および発震時が正確に判っている。したがって各月震観測所では正確な走時曲線が求められた。このようにして得られた走時曲線の解析から月面から深さ約 150 km に至る内部までの月殻の P 波速度分布が推定されている。その結果によると月の海 (Mare) の場所では表面から深さ 1 km 程度までは P 波速度が 200 m/秒から 4 km/秒まで急激に上昇する。これは玄武岩細粒間の空隙が圧力によって急激に埋められるからである。さらに深さ 1 km から 20 km ~25 km までは P 波速度は 4 km/秒から 6 km/秒まで漸増する。これは玄武岩細粒がさらに圧縮される結果だと判定される。深さ約 20 km に不連続面があり、深さ 60 km までは P 波速度約 6.8 km/秒の一樣層が在る。月山岳地帯で基盤が露出している場所では同様の P 波速度を得ているので、この一樣相は Anorthositic gabbro からなる月殻であると判定出来る。深さ 60 km にさらに不連続層がありこれより下部 150 km の深さまでは P 波速度 7.7 km/秒の層が一樣につづいている。多分この部分が月のマントルに相当するのであろう。ただ場所によっては P 波速度 9.2 km/秒の高速層がマントル上部 10 km ほどの厚さを



第1図 月の内部構造

占めているところがあるようにも見える。

上記のように月震観測結果から得られた月の内部構造を模式的に集大成して表現したのが第1図である。図の内容は上述の解説にすべて含まれているから、それ以上の説明は必要としないであろう。

月内部物理の一つの鍵として、月面での熱流量の問題がある。アポロ15号および17号によって、月面で熱流量測定穴が設けられた。合計3箇所の測定点があるが、そのいずれにおいても熱流量(Q)は約  $3 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup> である。この値は地球表面での熱流量の平均値約  $6 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup> の半分に当る。半径が1740kmしかない月にしては大きな熱流量だということで最初アポロ15号の結果が報告された時は測定値に疑いを抱いた人もいたほどであった。地球の大陸の場合には平均厚み25kmの花崗岩層とその下にある平均厚み約10kmの玄武岩層からの放射能熱出量を考えれば大陸地表での熱流量をまかなうことができる。ただ厚み平均5kmの玄武岩層のみが地殻を構成している大洋底でも、熱流量が約  $6 \times 10^{-6}$  watt/cm<sup>2</sup> あるので、どうしても少なくとも大洋底では地球マントル上部からの熱輸送も考えねばならなくなって、事情を複雑にしている。表面近くの地殻およびマントル上部が現在なお活動をつけている地球と表面近くの半分以上の部分が死に絶えている月とでは大部事情が異なるらしい。

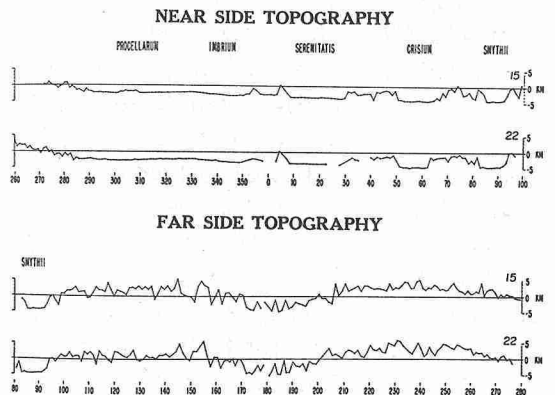
月殻を構成していると思われる月の Anorthositic Gabbro の熱出量(q)平均値を求めると  $q = 4.3 \times 10^{-13}$  watt/cm<sup>2</sup> となる。もしこの熱出量と月面の熱流量とが平衡していると仮定すると、月殻の厚みが65kmあれば足りることになる。この結果は第1図の地球内部構造図と矛盾しない。たとえ月玄武岩が月殻の一部を構成しているとしても月玄武岩の熱出量平均値は  $2.6 \times 10^{-13}$

watt/cm<sup>2</sup> に達するから、上述の月殻の厚みに対する推定値には大した影響はない。つまり、月のマントルは最早大した活動力は持たないと結論してよさそうである。

アポロ計画で地球の人間が月面上に下りたって科学的な測定・測量を行なったとしても、測定が覆いうる範囲は極めて限られたものである。もちろん着月点の選択は、既知のデータから地学的な見地からのキーポイントを選んではいるが、それでもなおその地点がどの程度月面の一般性を代表しているか判定するのは難しい。この欠点を補うのが月副衛星による月面の連続観測である。地形、月重力、月磁場等の測量はもちろん種々の物理量測定が行なわれたが、その結果のうちあまり周知されていない一、二を紹介したいと思う。

地球へ持参した月岩石の分析結果によると月山岳地帯を代表する(すなわち月殻構成岩石を代表する) Anorthositic Gabbro の中には Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が18~23%を占めているのに、玄武岩では、10%以下である。では月の裏側(地球から見て月の反対側)の山岳地帯もやはり Anorthositic Gabbro が主成分であろうかという素朴な質問が先ずおきるであろう。空気層のない月の表面では太陽からのX線によって月面構成物質が Fluorescent X-ray を出す。この場合の K<sub>α</sub> 放射の特性をみると Si は1.74 KeV, Al は1.49 KeV, Mg は1.28 KeV, Ca は3.70 KeV である。空気層のない月面上を高度70km~100kmのほぼ円軌道を書いて飛ぶ月副衛星からは、これ等の Fluorescent X-ray の強度を識別して測定する事が出来る。しかも月副衛星は月の裏側をも連続して判定することが出来る。

月面の写真(裏側をもふくめて)と対比してみると、例外なく、月山岳地帯では Al/Si 比が大きく Mg/Si 比が小さい。これに対して、月の海地帯では反対に Al/Si



第2図 月赤道面に沿った月表面の地形。基線(高度0標高線)は半径1738kmの円と仮定してある。

比が小さく Mg/Si 比が大きい。もし量的な数字を示せば、月山岳地帯では Al/Si=0.55~0.61, Mg/Si=0.20~0.21, 月の海地帯では Al/Si=0.36~0.45, Mg/Si=0.24~0.27 である。したがって月山岳地帯は Anorthositic Gabbro を主成分とする月殻構成物が露出しており、月の海地帯では Basalt を主成分とする細粒が水平に堆積していると一般的に考えて宜しいようである。

第 2 図に他の月副衛星観測結果を示す。これは LASER による月面のほぼ赤道に沿っての地形測量の結果の一例である。月の表側、裏側それぞれについて二本の測定線の結果を示してあるのは、極めて近い軌道をもった別々の観測値を示したものである。一見して表側 (Near side) 月面には平坦な海が多くを占め、裏側 (Far side) はほとんど山岳におおわれている事実は明らかであろう。さらに重要な点は、月赤道面において、表側は平均面より低く、裏側は平均面より高いことであろう。すなわち、月赤道面の地形は地球側が凹み、裏側が凸に

なる形ゆがみをもっている。半径 1738 km の基準高度を標準として、月赤道面の高度 ( $h$ ) は経度 ( $\lambda$ ) に対して

$$h = -0.7 - 2.1 \cos(\lambda - 25^\circ) + 0.7 \cos 2(\lambda - 90^\circ) \text{ (km)}$$

(軌道 15)

$$h = +0.1 - 2.9 \cos(\lambda - 25^\circ) + 1.2 \cos 2(\lambda - 50^\circ) \text{ (km)}$$

(軌道 22)

で表わされる。少なくとも First Harmonic 項については両軌道の解析値が近似的な一致をしていると言えるだろう。第 1 図はこの地形のゆがみをやや誇張して表現しているが、この図のように月の裏側で月殻の部分のみがふくらんでいるという解釈が確立している訳ではない。むしろこのような大きな形の変形があるのに月の外側部分は何故安定であるのか、という点がいま問題となっている。

月内部物理学について、今までに判った事はもっと数多い。然し、今回のお話はこの辺りで終らせていただきたい。

## 永田武先生の多彩な活躍

福 島 直 (地球物理研究施設)

永田武先生は、昭和 16 年、理学部で地震学科が拡充改組されて地球物理学科が生まれたときに地震研究所から赴任され、助教授として地球電磁気学を受持たれた。昭和 27 年 5 月には教授に昇任され、昭和 39 年以降は宇宙航空研究所教授併任で、東京大学における地球電磁気学および超高層大気物理学の振興に尽力されました。永田教授の 1/3 世紀にわたるご活躍は実に多方面にわたっており、その全貌を述べることは到底できませんが、ごく一部でも伝えればと思います。

永田先生が昭和 11 年に本学理学部物理学科を卒業されて地震研究所に行かれたのは、近代的地球物理学を建設したいとの願望を持っておられたためと聞いています。地震研究所において、岩石磁性についての実験的研究に取り組み、火山岩が地球磁場中で冷却するときに獲得する熱残留磁気の発生機構を実験的に解明されたことは、先生の初期の大きな業績であります。地震研究所から地球物理学教室に移られてからも、熱残留磁気に限らず、いろいろな原因で生じる各種の残留磁気 (堆積岩が示す堆積残留磁気、岩石の変成作用や変質作用にもなって生じる化学残留磁気、一般の安定な残留磁気に比べて著しく不安定な粘性残留磁気、岩石に非等方性圧力がかかった場合に生じる圧残留磁気など) について詳

しい研究をされ、これら一連の研究を進展させることにより、わが国に独自の岩石磁気研究学派を育てられ、世界における岩石磁気学研究の中心的存在になりました。

岩石磁性研究は地球の過去の歴史を知る上に大変役立っている。近年地球物理学で、過去における地球磁場の反転、大陸移動説・海洋底拡大説あるいはプレートテクトニクスがもてはやされるようになった背景には、陸上岩石や海底物質の残留磁気を測定した結果が大きな役割を演じており、岩石磁気の意義を明らかにした基礎研究の成果が与って力がある。

岩石磁気学における永田先生の業績に対しては、昭和 26 年には日本学士院賞、昭和 43 年には東レ科学技術賞が贈られている。

昭和 44 年以降、永田先生は月岩石の磁性研究を米国から依頼されている。月面岩石の磁性と地球岩石の磁性を比較すると、含有強磁性鉄物の差異だけによっては説明され難い安定な自然残留磁気は月面の角礫岩試料に見出され、熔融をとまなうような激しい衝撃変成をうけた岩石は、著しく安定な「衝撃残留磁気」とでも称すべき残留磁気を獲得するのではないかとの解釈を提唱され、この考えの正当性が認められている。

永田先生のお仕事は、上記の岩石磁性に関する業績の



1969年9月に Madrid で開催された IAGA 総会開会式において IAGA 会長として挨拶をしておられる永田先生

ほか、地球磁場分布、地域異常、永年変化についての諸性質など地球内部に原因を有する地磁気の諸問題について幅広い研究業績がある。また地球磁場変動のうち、地球周辺のプラズマ空間に生じる電流に起因する地磁気日周変化、地磁気擾乱（とくに極磁気嵐）についての解析と解釈においても立派な仕事を多く残しておられる。地球周辺空間のうち、電離層に対する研究は、戦時中から電波通信対策の必要性から、天文学者・物理学者・地球物理学者・通信工学者達が集って共同研究会を開いていた歴史があり、戦後も引続き各方面の研究者が定期的集って総合研究を推進した。永田先生は、萩原雄祐先生をお助けして、この総合研究の指導的役割をずっと果たしてこられた。昭和 32~33 年に行なわれた国際地球観測年を契機として、地球周辺空間の研究および南極における地球物理観測が世界的課題となった。わが国では、地球周辺空間研究においてはロケット観測を東京大学生産技術研究所が中心となって行い、その後東京大学宇宙航空研究所が設立されて科学衛星による宇宙空間研究に発展していく。永田先生は宇宙航空研究所設立以来併任教授として日本の宇宙空間研究推進に尽力された。一方南極観測には第 1 次~第 3 次南極地域観測隊長として昭和基地を設立し、その後の南極観測発展の基礎をつくられた。昭和 36 年 6 月には「南極観測実施に際しての功績」により政府より銀盃を受けられた。南極観測はやむなく一時中断された時期もあったが、昭和 39 年に再開されて以来毎年観測隊が送られており、地球物理・地学・生物学各方面で有益な観測資料を提供しつづけている。これらの実績をもとに昭和 48 年 9 月 29 日に国立極地研究所が設置され、永田先生は初代所長に任命された。

このように永田先生は日本における地球電磁気学・超高層大気物理学の進展に偉大な足跡を残しておられます。この業績が世界でも高く評価されていることは、先

生が米・英・東独の学協会から会員に推薦されたり、大学の名誉博士号を受けられたことにもあらわれています。また先生の国際的な活躍は、国際組織で要職をつとめられた経歴で明らかです。

国際学術連合 (International Council of Scientific Unions) の中に国際測地学および地球物理学連合 (International Union of Geodesy and Geophysics) があり、その下に International Association of Geomagnetism and Aeronomy があります。この国際組織が結成された 1919 年に (当時の名称は International Association of Terrestrial Magnetism and Electricity ですが) 初代会長に就任されたのは故田中館愛橘先生です。永田先生は 1954 年から上記 IAGA の一分科会委員長になられて以来、IAGA および IUGG でいろいろな重要な役をつとめられた上、1963~1967 年に IAGA 副会長、1967~1971 年には IAGA 会長をつとめられました。このような永田先生の御活躍もあり、一度 IAGA 総会を日本で開いて欲しいとの要望が出て、昨年 9 月に京都国際会館において IAGA 学術総会が開かれた。この国際会議の準備にあたり、永田先生には組織委員会名誉委員長および募金委員会委員長になっていただいた。募金委員長としてのご苦心談の一部は、本広報 5 巻 8 号に掲載されています。また南極観測の国際組織 Scientific Committee on Antarctic Research では永田先生は 1972 年から副会長をつとめておられます。

国際的な諸連絡が多い地球物理学の分野でも、永田先生のご活躍は一きわ目立っている。海外出張の記録によると、出張命令が内閣総理大臣、文部大臣、外務大臣からもしばしば出されており、東京大学在職期間中の海外渡航回数 63 回というのも容易に破られない記録ではないかと思われます。



# 永田 武 先生 を 送 る

—— 南極地域観測を通しての思い出 ——

立 見 辰 雄 (地質)

宗谷が晴見埠頭を離れて初めて昭和基地に向ったのは、もう 20 年近くも前のこととなってしまった。乗船した第 1 次南極地域観測隊は、永田先生を隊長として総計 53 名、その中には現在の理学部教官である吉川虎雄 (地理)・小口 高 (地物) 両教授と筆者の 3 名も加っていた。当時先生は 43 才、ちょうど今の小口教授とほぼ同年令であったろう。意気高く正に颯爽とした“大将”振りであった。

先生とのお付き合いを得たのは、それより少し前に遡る。先生のお仕事の一つである岩石磁気学を通じて、そのお名前は以前より知っていたし、また先年亡くなられた久野 久先生が早くから永田先生と学問上の交流を持たれていた関係で、久野先生からいろいろお話を伺ってもいた。直接先生の風貌に接するようになったのは、日本学術会議に南極地域観測特別委員会が設けられてからであった。初期の南特委の席上では、永田先生にとっても大先輩である茅 誠司先生を始め多くの方々のおられたせいか、あるいはまた南極観測の事業がある程度軌道に乗っていて、相談の多くが学問上のことよりも船や隊長、隊員の選衛、それに具体的な準備などであったためか、先生の御発言にあまり多くの記憶は残っていない。その中で今でも鮮やかなのは、隊長就任受諾のシーンで

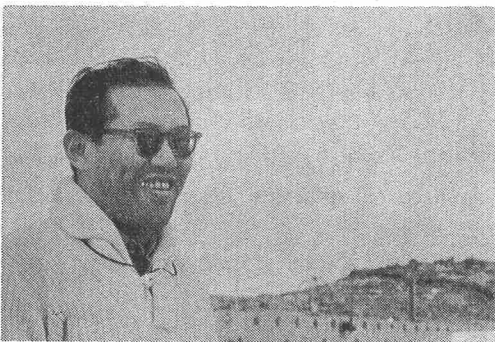
ある。それまでに多くのいきさつがあって必然的と思われる。これは先生にとって矢張り一大決心を要したことであったろう。

第 1 次南極地域観測隊は、ある意味では烏合の衆であった。観測関係 24 名、設営関係 29 名の隊員は、観測隊参加の動機も目的もそれぞれに異なっていた。各自の経歴もまた非常に違っていた。一致していたことは唯、少なくとも初期の段階では、南極という未知の土地に行ってみたいという願望だけであったと言っては言い過ぎであろうか。このような集団を同じ行動目標にまとめるために、濤沸湖や乗鞍岳などでの合宿訓練を通して努力がなされたとは言え、東京—南極間の 2 ヶ月余りの航海はこのためにも極めて大切な期間であった。観測隊内のみならず、宗谷乗組員との関係もまた重要であった。これらの問題解決に対してなされた永田先生の御努力は察するに余りがある。先生のお酒好きが図らずも良い効果を生んだことのあった場面も少なからずあったに違いない。

一回の観測隊の行動中には、隊長として決断を下さなければならぬ場面が何回か訪れる。第 1 次隊の時も、事が常に順調に進んでいたわけではなく、多くの紆余曲折を経ていて、そのような局面がいくつかあった。例を挙げれば、昭和基地を何処に設けるかの決定がその一つであった。このような際に永田先生の示された判断と決断とは美事であった。正しく良き“大将”であった。

もちろん、それまでの準備期間と航海との間に、先生の行動や発言に悩まされたことのあったのも事実である。先生もまた人の子であったことの証拠に過ぎない。

昨年秋、極地の研究に関心を持っていた者の中で長く望まれて来た極地研究所が新設され、先生はその初代所長に就任された。この 20 年間の南極観測を通じて体得された得難い御経験を基にして、さらにこれからの御活躍を心から期待したい。



南極昭和基地の永田隊長

# 紙風船のなぞ解き

高橋 秀 俊 (物理)

生来無精者の私は碁・将棋や収集などのいわゆる趣味にはあまり縁がないが、オモチャであそぶのは好きである。オモチャにも最近ではエレクトロニクス応用のものなど精巧を極めたものもあるが、やはりオモチャとしての本当の面白さは、コマ、タコなど昔からある簡単なものにあるようである。そういう伝統的な日本のオモチャの中で、昔から不思議でならなかったのは紙風船である。

御承知のように紙風船は紙をはり合わせてつくった球形の袋で、その一箇所にある小さい穴から空気を吹きこんでまるくふくらませて、ついで遊ぶわけであるが、不思議なのは、ふくらみかけのしわくちゃの風船を手でついているうちに、ひとりでにだんだんとふくらんできて、まるくポンポンになることである。そのことは子どもの頃から知っていて不思議だと思っていたし、物理をやるようになってから、専門の知識を使っていろいろと考えてみても、あまり満足な説明がつかなかった。大体こういう日常的問題には考えてみるとなかなか難問であるものがたくさんあるが、紙風船のこの現象は中でも難問で、ロゲルギストというわれわれのグループの会でもたびたび話題にはなるが、一向に解決がつかなかった。

もちろん、いくつかの「説」は出た。たとえば風船をたたくと、出っぱったところがへこむからだんだんまるくなるのだという説、たたいたとき一種の空気力学的な反動で口から空気が吸いこまれるという説などである。しかしどれもあまり説得力はなく、何しろ相手は不規則なしわのよった、しかも物理的性質の明確でない紙という材料でできたものであるので、まともに力学の問題としては解けそうもないし、電子計算機が使えたとしてもあまり助けになりそうもない。正直のところ、どこをどうつついたらよいのかという見当すらつかぬ難問と思われた。

ところで、この年来の懸案が、最近ちょっとしたことから一挙に解決されたという話である。なぜふくらむか、説明が大体できたのである。このごろは紙風船もオモチャ屋にあまり見かけなくなったが、ある日女房がどこかで紙風船を見つけてきて、2個ほど買ってきただけである。なかばあきらめていた問題ではあるが、とにかくついで遊んだ後、ふくらみかけの風船を前

にしてためつすがめつしていたが、そこでちょっと、風船を空中でつくかわりに机の上にのせたままついてみたら？ と思った。というのは、風船のつき方によって、ふくらむはやすさは変わるが、最もわるいつき方、つまり手のひらでなくて指先をそろえて風船を突き上げるようなやり方をしてもなお、風船はふくらむことを確かめたからである。大体今まで困っていたのは、空中にうかんでいる風船で何が起きているかを定量的に観測することはおろか、目で観察することさえ困難だったからである。だから、いっそのことまな板の上の鯉のように机の上にすえて、じっくり観察しようというわけである。

ところで、そうやって見ると、意外な（後から考えれば当然な）ことがわかった。机の上の風船を一方から手で突いてへこますと、そのあと、へこんだ部分はじわじわと戻る、つまりふくらむのである。もちろん、突く前と同じまで戻ることはなく、へこんだところはやはりへこんでいるが、突いた直後よりは出てくるのである。これは紙の弾性的性質（粘弾性）から当然予期できることで、くしゃくしゃにまるめて屑籠にほうりこんだ紙屑が、しばらくするとほぐれてくることは誰でも経験することである。これと同じである。

が、そこで私は「これだ！」と思わずひざをたたいた。長年の間迷宮入りの難事件の解決の糸口がいま見つけたのである。これこそ、風船をつくるとふくらむ現象の一番本質的な段階に間違いないと直感したのである。

もちろん「絵解き」つまり問題のすじの通った解明には、まだいろいろのことを言わねばならない。まず、たたいたあとふくらむといっても、もとの状態まで戻るのではないから、結局はだんだんつぶれてくるのではないかと思われる。ところが、風船の一箇所を急激に突くと、小さい風船の口から空気が出るひまがないために、風船の反対側が逆にふくらんで、内部の空気の量はいくら減らない。そしてその後へこみがゆっくり戻るときには、空気は口から入って、前に出っぱった部分がまた元に戻るということはおこらないのである。こうして一回突くたびに風船の体積は増す一方で、結局まるくふくらむわけである。だから、風船を急激につくことが本質的な条件であるわけである。

以上の理窟の通りになることは、机の上の実験で確かめられた。風船を実際のように空中でついた場合は（ふ

くらむことに対して) 机の上より更に有利になるであろうことは想像に難くない。だから風船をついたらふくらむことの説明はできたことになる。

ところで、これだけの説明では納得されない読者もあるかもしれない。何しろ、つげばへこむのが常識なのに逆にふくらむというのであるから、そんな非常識なことが簡単に出てくるはずがないと思うのは自然なことである。たとえば、いまの議論で、反対側の出っばった部分があとでじわじわと元へ戻らないのはなぜかという疑問が出るかもしれない。これに対する答えは、ふくれてまわなくなった部分は、紙にしわがなく、いわゆる球殻構造で極めて安定であるので、元には戻らないのだということである。

風船のふくらむ機構を本当に疑問の余地なく解き明か

すためには、もちろん定量的な測定が必要だろう。それはかなり大変なしごとであるが、しかし少くともいまのべたような説明で、この問題に対して私自身のもっていた疑問は完全に解決されたと思っている。解決に導いた鍵はやはり、机の上で実験をしたということであった。ある現象を研究するのに、現象の本質を変えないで、観察のしやすい条件にして実験をするのは科学の研究の定石であるが、それがこの場合も効を奏したわけである。私の手もとには、この種の問題で未解決なものが、まだいくつか残っている。それらについても同じような好運にめぐまれて、そう長くもない一生の残りのうちに解決にこぎつけられることを願って考えて行こうと思っている。

## 英 語 教 育

坪 井 忠 二 (地球物理・名誉教授)

私はいま、語学教育振興会という財団法人に関係している。地球物理と語学とは妙なとりあわせですね、という人も多い。しかし、私にとっては決してそうではない。

理科のどの学問分野でもそうだが、地球物理で私がやった仕事を発表するのは、主として英語であった。論文を書くときばかりではない。外国へもずいぶん何回もいったが、講義をするのにも、学会やセミナーで話をするのにも、あるいは国際ユニオンに日本代表として参加するのにも、またその役員として仕事をするのにも、あるいは日米科学協力事業を推進するのにも、すべて英語を使ってきた。英語とは、私にとってそういう仕事をするための道具であった。理科の多くの人にとっては、英語とはそういうものだろうと思う。

こういう風に、長い間、英語とつきあっていると、正しく英語を使うということに関心をもつようになった。そして、そのような立場で、現在の大学などにおける英語教育をみると、どうも不満足なことが多い。端的に言えば、現在の英語教育は、こういう目的の英語には、あまり役に立っていないということである。これは、多くの人がすでに気付いていたことであるが、その改善はなかなか容易ではない。

この問題は、何も理科の人達だけのことではない。英語を、知的コミュニケーションの手段として使おうとする

すべての人達の問題である。講読主義、字義偏重主義の教育からどうやって脱皮するかということである。ただし、大学生なら大学生の全部が、そのような新しい教育を受けなければならないとは私も考えない。講読だけで充分の人もある。英語でスラスラ話したりすることのできない英文学者や英語学者があるのもまあいいだろう。しかし、英文学や英語国民の歴史を知らなくても、正しい英語を道具として使いこなせないと困るという人も多いのである。

英語を使うといったけれども、極端なことをいって「オハヨウ」「コンニチハ」がいくらペラペラできても駄目である。知的に内容が高いものをすでに頭の中にもっている人が、英語を使ってそれを他人にわからせる、あるいは他人のいうことがわかる、それが知的コミュニケーションである。

そのような訓練は、大学などではすぐにはできそうもない。そこで、そこを何とかしようと思志を同じくする者が集まってできたのが、語学教育振興会である。約6年前のことである。この教育を自分らでやろうというのである。

その訓練の特長は、ITC (Intensive Training Course) という泊り込み、缶詰め教育である。研修生は、学生あるいは社会人で、1回に20~30人である。10日ないし2週間合宿する。そして朝おきてから夜ねるまで、全部



英語の生活をする。講師は、主任の日本人1人の他、英語を母国語とする知識人数名である。この知識人というところが大切で、英語教育の専門家でないことの方がむしろ多い。時間表に組んだクラスももちろんあるが、食事のときも、自由のときも、こういう人達と常に接していて、英語を使う。いやでも英語になれ、うまくなってくる。

こういう仕事をやっていて、私はすでに、1,000人以上の日本人の英語というものに接してきた。うまい人もうまくない人もあるのは当然であるが、その全部を通じて、共通な弱点がある。例えば、発表の面からいうと、

- (1) 短母音が短かすぎる
- (2) 促音ツがやたらと入る
- (3) 子音から母音への liaison がうまくいかない (Not at all など)
- (4) 破裂音が弱すぎる
- (5) 語尾に母音が入る
- (6) 連続子音がうまくいかない (str など)
- (7) 破裂音から破裂音へうまくつながらない (hot towel など)
- (8) a(ei) や o(ou) がうまくできない (poker face

がポーカークフェースなる)

- (9) Therefore 的な表現になりがちで、because 的な表現がうまく使えない
- (10) stress accent がうまくつかない
- (11) rhythm がうまくつかない

などいろいろある。となりの室で日本人が英語を話しているのがきこえてくると、その顔が見えなくても日本人だということがわかる。これは日本人に共通のくせがあるからであるが、それはわれわれのうまれつきのものなのか、それとも日本における英語教育がこうさせたのか。どちらだかはわからないが、事実である。以上はほんの一例だが、このようなことを考えると「英語のための英語教育」というよりも「日本人に対する英語教育」というものがなければならぬ。外国製のどんないい教材でも「日本人のため」ということが考えてないものは、われわれにとって必ずしも最善ではない。

われわれは何もしゃれた表現、美辞麗句を使う必要はない。知的なことを普通のことばでやりとりすればいいのである。そういう訓練が大切である。大学でも希望者にはこういう訓練をして、単位と認めるようにしたらよいと思う。

## 逆行衛星 (A Speculation)

堀 源 一 郎 (天文)

太陽の回りを公転する9個の惑星は、ほとんど同じ平面(黄道面)の上を円に近い軌道を描いて公転している。運動の向きも揃っていて、北(空間を黄道面が2つに分けるとき地球の北極を含む側)から見ると時計の針と逆の向きに回転している。この向きの回転を順行(direct)といい、北から見て時計の針と同じ向きの回転を逆行(retrograde)という。火星と木星の軌道の間約1800個の小天体(小惑星)が発見されているが、これらの大部分もほぼ黄道面上を順行円運動している。太陽と惑星の自転の向きも順行が多いが例外もあり不明のものもある。

大部分の惑星は衛星をもっていて、太陽系には月を含めて32個の衛星が発見されているが、そのうち11個は逆行で逆行衛星とよばれる。すなわち木星の12個のうちいちばん外側の4個、土星の10個のうちいちばん外側の1個、天王星の5個全部、それに海王星の2個のうち“内側”の1個の計11個である。このうち天王

星の場合は非常に特殊で、逆行といっても衛星の軌道面は黄道面とほとんど垂直である。ただし、天王星自体も横だおしになっていて、衛星の軌道面は、惑星の赤道面と一致し、また衛星の公転の向きは惑星の自転の向きと一致している。この場合を除くと27衛星中6個が逆行で21個が順行ということになる。ゆえに逆行と順行とでは後者が“正常”で前者は例外的と考えられよう。しかるにその6個の逆行衛星については、その内の5個が外側の衛星であり海王星の1個だけが例外的に内側衛星で、換言すれば海王星の内側逆行衛星(トリトンの名がある)の運動は例外のなかのそのまた例外という現象と考えられる。ゆえにトリトンの逆行を木星や土星の外側衛星の逆行と同一に論ずるのは難かしい(逆行の説明そのものも容易でない)。

しかし発想を180°転換し、逆行衛星が衛星本来の姿であって順行衛星こそその理由を問わべきものと考えてみよう。すると太陽系が生まれた当初はすべての衛星

が本来の姿にあって逆行している。そこで惑星の自転も歩調をそろえて逆行でないと都合が悪い。太陽系が生まれたとき惑星の自転軸は黄道面に垂直で自転の向きは逆行であったと仮定するのである。現在の惑星は明らかにそうでないのだから、この仮定は惑星の自転軸の方向が慣性空間に対して変移できることを前提としている。(議論をこんな都合に進めてゆくと11個の逆行衛星の説明のためにずっと serious な仮定と前提をもってきたように思えよう)。太陽系起源説に定説といわれるものはないが、どの考え方で惑星の自転軸は太陽系円盤(黄道面と考えてよい)に垂直になるので(順行か逆行かは別問題)、このとき天王星の横だおしを“ゆらぎ”による例外と見るか、もっと積極的に説明を考えるかが分れ道となる。後者を採れば惑星自転軸の回転を前提とすることになる。ただしこの前提に立つと、太陽系が生まれたとき惑星の自転が順行であるとすると却って都合が悪いことになる。それは惑星の自転軸が公転面に垂直で自転と公転の向きが一致する状態は安定な平衡形状で、いったん達成されたら変わりようがないからである。ゆえに惑星自転軸可回転性の前提と共に惑星の逆行自転の仮定を採ることは自然の成り行きとなる(天王星の横だおしに重みをつけ過ぎたことにならうか)。

上述の仮定と内側衛星トリトンの逆行を天王星衛星の仲立て結びつけて考えると、海王星の自転が現在も逆行にとどまっていればよいことになる。そこで惑星の自転軸の(慣性空間に対する)方向を変えるための要因を考えてみよう: 惑星が剛体でないこと、惑星が球対称でないこと、そのとき球対称からはずれた部分に働く太陽の潮汐力によって回転軸の変移が起こりうるということが考えられる。潮汐力はいわゆる differential force であるから距離の3乗に逆比例し、木星、土星、天王星、海王星の距離では  $(5.2)^{-3} : (9.5)^{-3} : (19)^{-3} : (30)^{-3} \approx 1 : 0.164 : 0.020 : 0.005$  の割合となる。各惑星の扁率(球形からのズレの程度を表わす)を同じとして、この比から木星と海王星とでは自転軸回転角に相当のひらきがあってよいこと、すなわち現実には木星の自転が順行で天王星が横転し、その外側の海王星の自転が逆行していればこの理くつには叶うことになる。海王星の自転に関するこれまでの観測は自軸の向きについては不明のところが多いので矛盾はないと考えよう。しかしこうなると海王星のもう1つの方、外側順行衛星ネレイドがなぜ逆行でないのか説明が必要となる。ところでこのネレイドは他の観点から太陽系32衛星中の例外もはなはだしい存在となっている。それは楕円軌道の離心率が0.75という大きな値をもつからである。ちなみに彗星を除くと9個の惑星、

約1800個の小惑星、32個の衛星のうち離心率がネレイドより大きいのは只一個小惑星イカサスの0.83しかない。小惑星は惑星や衛星に比べて離心率の大きいものが多いが大部分は0.3前後で0.4を越えるものはあまりない。惑星では冥王星が最大で0.25、水星が0.21で他は0.1以下である。衛星では木星の外側逆行衛星が割に大きい離心率をもつが、それでも最大が0.4以下である。ネレイドの0.75は“ゆらぎ”とは考えにくく、公転の向きと同時に離心率も説明が必要と思われる。

ところがここで思い起こされるのは冥王星の運動である。冥王星の離心率が0.25で惑星中最大であることは今しがた述べたところだが、このために、冥王星は海王星より平均距離は大きいにもかかわらず、近日点附近では海王星の軌道の内側には入り込む。すなわち両惑星の軌道はほとんど交叉せんばかりになっている(軌道面が傾斜しているので交叉を免れている)。そこでネレイドが海王星の外側衛星であることを思い出して、その異常な運動を冥王星との大接近の結果であろうと仮定してみたくなる。一步を進めて冥王星はかつて海王星の第3衛星であったと考えたくなる。それでは冥王星は海王星の衛星として似合うであろうか。惑星には密度が大で小型の地球型惑星(水星、金星、地球、火星、冥王星)と密度が小で大型の木星型惑星(木星、土星、天王星、海王星)があり、実は一群の木星型惑星の外側にどうしてポツンと地球型惑星があるのかと考えれば、冥王星はむしろ惑星でない方が都合がよい。衛星や小惑星は密で小型の天体であり、また冥王星の質量は海王星の1/100で、衛星としては非常に大きいと考えられなくはない(現に月の質量は地球の1/80である)。ついでに海王星の内側衛星トリトンも質量は母惑星の1/1000でかなり大きい。冥王星を第3衛星だったと考えれば当然逆行衛星とするのであるが、この方が順行衛星とするよりエスケープには好都合と思われる。また冥王星の軌道面だけが他の惑星の軌道面(ほとんど黄道面)から大きく17°も傾斜していることの説明にもなろう。冥王星のエスケープに関連して、ネレイドの軌道が乱されたとすると、それはネレイドの遠海王星点の附近で起ったと考えられ、海王星から約1000万km(0.065天文単位)の距離となる。そこで何が起ったのか?

冥王星と海王星の運動を現在から過去に追っていったらその大事件にぶつかるのではないか? 現在のところ、太陽と9惑星の10体問題ではその可能性はないとされている。それは冥王星と海王星の公転周期の大きさが3:2であるための力学的効果により、両惑星が太陽から見て同じ方向に並ぶこと(すなわち接近)が冥王星軌

道の遠日点の近くでしか起らず、このため両惑星は 18 天文単位より近づかないことがわかったからである。しかしこの事実も公転周期の比 (の平均値) が 3:2 から僅かにずれればたちまち崩れる体の性質なので、そのためには抵折物質などがあればよく、これは太陽系生成時には十分考えられることである。最後に、母惑星 (扁球) の自転軸がゆっくりと変ってゆくとき、近接衛星の軌道

面は母惑星の赤道面に (初め一致していたとして) ついてゆき、遠い衛星の軌道面はついてけぼりをくろうことが示される。しかし扁球惑星の自転軸が大幅に変化するという理論は現在ない (できていない)。一方、地球の自転軸が約 0.1/世紀で直立しつつあるとすれば都合のよい天文学的事象が幾つか指摘されている (この割でゆけば 10<sup>9</sup> 年で 5 ラジアンとなる)。

## フォトン・ファクトリー計画と無機結晶の構造

竹内 慶 夫 (鉱物)

### 1

高エネルギー電子加速器により加速された電子の軌道放射 (SOR) を利用して、桁違いに強力な電磁波を発生させる装置を建設し、生物を含む広い意味での物性関係の研究者に広く利用に供しようというバラ色の計画が進められている。名付けて “フォトン・ファクトリー計画”, 文字通り放射光生産工場の性格を持った一つの巨大計画である。地球科学関係の一部関連研究者にこのニュースを流した時、さる高圧物性の研究者より「夢を実現する第一歩として、大きな関心と、敬意と、期待の意を表します」という反響が即座にはねかえって来た。誇大でも誇張でもなく真実の声として私はこれを受け止めている。

この計画の盛り上って来たそもそもの発端は、より高エネルギーの電子加速器を必要とする東大核研の将来計画と、硬エックス線の強力な発生源開発のためには数 10 億電子ボルトの電子ストレージリング (光源専用の加速器と考えればよい) 建設が最も望ましいという一部回折結晶学者達の要望が共鳴したことに始り、その結果は同様の施設を希望する他の研究者グループに波及し、3 年前には 2 回にわたってシンポジウムが開かれた。その後さらに広い分野の研究者への呼びかけが行なわれ、十数の分野の研究者が集り、連絡のための世話人会が結成されるに至った。そしてさらにシンポジウムその他の形式で計画についての討論が繰り返され、その具体案が練られて現在におよんでいる。

計画の核心をなすものは 25 億電子ボルトの電子を軌道に溜めたストレージリングで、これが安定光源となる。このストレージリングは長径 90 m, 短径 80 m のレーストラック型で、これに 20~30 のビーム・チャンネルを設けて放射光を取り出し、それぞれ物性研究者の利用に

当てることになっている。したがって、一つのチャンネルをある特定分野の研究者が専用しうる可能性が高いから、そのチャンネルを中心としてその分野の研究施設あるいは研究所が発展することも考えられる。建物も含んで現在の所では総経費 100 億円前後と考えられている。

ところで、SOR で得られる電磁波は極紫外、軟エックス線より硬エックス線の領域におよぶ連続的なエネルギー分布を持つため、適当なモノクロメーターの使用により、任意のエネルギーの電磁波を取り出すことが出来る。上記の波長領域で、その強度は従来の発生装置にくらべて桁違いに強く、例えばわれわれが必要とする硬エックス線領域では、現在解析用に用いられている 1 KW 銅特性エックス線 (8 キロ電子ボルト、波長 1.54 Å) の所で約 1000 倍、また連続 X 線の領域ではさらにその 100 倍、すなわち 10 万倍という計算結果が出ている。さらにこの電磁波は (1) 指向性が非常に良く、高度の偏光性を持つ、(2) 発光源が化学的に理想的な静浄さを持つ、(3) その強度およびエネルギー分布がすべて正確に分り、かつ (4) 極めて短いパルス光 (10<sup>-9</sup> sec 位の幅) が約 10<sup>-7</sup> sec の間隔で得られる等の特色を持つている。たとえば、このような電磁波であっても、もし使用時間に極端な制約があれば、どんな利用者にとっては、それは単なる“絵にかいた餅”に過ぎないが、問題は電磁波の取り出し口が、すでに述べたごとく多数予定されているという所にこの計画の極めて重要な意義がある。物理、化学、生物学、地学から工、農、医などの応用科学にわたる非常に広範囲の研究分野において、特色ある研究グループがチャンネルを専用出来るとなると、研究成果の質的飛躍はもとより、量的発展に与える効果も計り知れない。

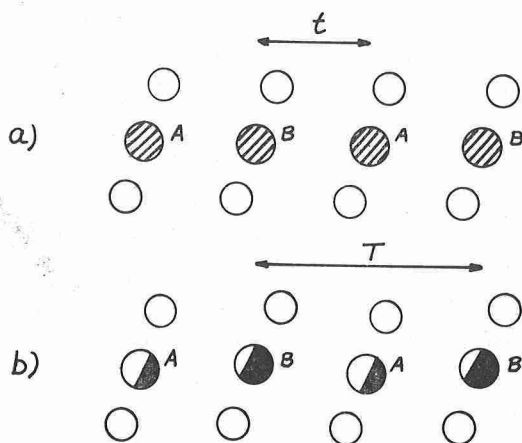
上に述べたような SOR 線源の種々の特徴は回折現象

に基く物質構造の研究に多岐にわたった応用を期待させるものであるが、ここで結晶、それも無機結晶（特に鉱物）の通常的な構造研究にだけ焦点を絞って、SOR線源がただ単純に超強力であるという点のみ注目した時、それがこの分野の研究に与えるであろう所の意義について以下に述べてみようと思う。それはとりもなおさず無機結晶の構造に見られる特有な性格の解説につながるものである。

2

話の都合上、結晶構造を次のように抽象化してしまうことにする。すなわち、結晶  $K$  の分子、あるいは原子の単位集合を  $S_K$  とし、それを単位胞  $U_K$  の内部全体に拡げる操作を  $g$  として、単位胞の内容を  $U_K = gS_K$  (1) で表わすことにする。結晶  $K$  の構造は  $U_K$  をその三次元格子  $T_K$  の各格子点にならべたものに相当するから、そのことを  $U_K * T_K$  の記号で代表してしまう。今、単純に単位胞の大、小つまり原子配列における周期の大、小を構造の複雑性の尺度と考えるならば、有機結晶の構造における複雑性は一般に (1) 式における  $S_K$  の要素の多少、すなわち分子の大、小によって支配されていると言ってよい。有機結晶では分子の大、小と  $U$  の大、小がそのまま対応する。

これに対して無機結晶では一般には“分子”なるものは存在しないし、有限あるいは無限につながるイオン基があるにしても、その大きさあるいは周期はせいぜい 10 数 Å で、20 Å を出るものはまず無い、それにもかかわらず 30 Å を超す周期を持った結晶はざらであるし、数百 Å 以上の周期の存在が識別出来るものさえ存在する。このように巨大な単位胞が出現するのは、それを形成している原子の単位集合  $S$  自身がある構造を持つためである。その性格を示す手がかりとして、ここに一つ



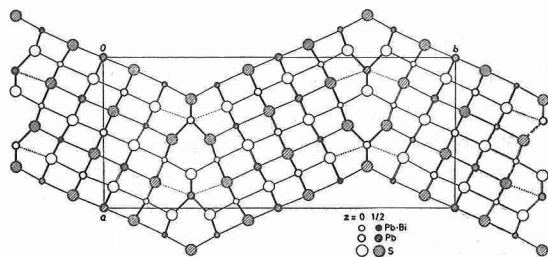
第 1 図

のごく簡単な構造の例を引き合いに出すことにする。

第 1 図は Mg と、2 価および 3 価の Mn が入っているある混合原子価化合物の一つの方向の一部の概要を示すものである。A, B は金属原子のとり 2 種類の位置、白丸はそれぞれの周りの酸素原子を代表させている積りである。もし、A, B に Mg と Mn が同じ確率で統計分布すれば、この構造はこの方向に  $t$  の周期を持つ (a)。然し実際は A, B それぞれにおける Mn の占有率が異なるため、結果的に 2 倍の周期  $T$  を持っている (b)。この占有率の相違のため、A, B の位置そのものも、また当然酸素原子の位置も僅かに変位し (高々  $0.05 \text{ \AA}$  程度)、それらの間に厳密には並進  $t$  が存在しない。見方を変えると、この構造は並進  $T$  を持つが、非常に高い近似でその半分の値の並進  $t$  を持っていることになる。したがって、A, B について完全に無秩序な構造の場合の単位胞の内容を  $u$  で示すと、実際の単位胞  $U$  の内容は  $U \approx u + tu$  (2) で与えられる。

このような場合に起こる回折現象の特徴として、実際の周期  $T$  を持つ電子密度分布の部分に起因するスペクトルは極めて弱い。今の例の場合、その周期について観測すべきスペクトル数の中、有意義な値を持つものは僅かにその数パーセント程にすぎない。そもそもスペクトル数の多い程、鮮鋭な構造の像を結ばすことが出来るわけであるから、この現象は電子密度分布の中で周期  $T$  を作っている部分を精確には決定出来ないことを意味する。勿論このような弱いスペクトルの位相は現在用いられているルーティンの方法で決定出来るという訳ではない。これは現在の X 線線源を用いる限りの X 線結晶解析の限界と言っても良く、この限界を打破するには桁違いに強力な線源が必要となる。

ここで (2) の式を眺めてみると、これは一つの単位胞が 2 つの部分より成り、それらが近似的に一つの並進で関係づけられていることを示している。この関係をも少し一般化すると  $U_C \approx g(U_P * t_P)$  (3) のような形が得られる。これは結晶  $C$  の構造  $U_C * T_C$  の単位胞  $U_C$  が、他の結晶  $P$  (あるいは構造型  $P$ ) の構造  $U_P * T_P$  の断



第 2 図

片  $U_P * t_P$  をその構成単位として持っていることを意味している。この関係が奇想天外なものでないことを示すために第2図に具体的な実例をかかげることにした。これは PbS-Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 系に現われる一つの結晶相 (Pb<sub>6</sub>Bi<sub>2</sub>S<sub>9</sub>) の構造を、その一つの軸の方向に投影したもので、大きい丸は、S, 小さいのは Pb (または Bi) 原子である。この図で、ジグザクに並んでいるブロックのそれぞれは PbS (NaCl 型の構造) の構造そのもので (但し、Pb は一部 Bi で置換され、格子は多少歪んでいる), 6 箇の単位胞から出来上っている。PbS の立方体単位胞の一边の長さは約 6 Å にすぎないが、このような PbS 構造の断片の集合は 31.2 Å の周期 (図の横軸の方向) を作り上げている。PbS-Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 系に出現する種々の結晶相の構造は同じような機構から出来ており、その相違は原理的には構成単位であるブロックの大きさに関連している。

問題はこのような構造が決して特殊なものではないという点で、事実、 $t_P$  と  $T_C$  がある簡単な幾何学的関係を持つと、結晶  $C$  は  $P$  の常識的な意味での超構造となる。また、(3) において  $g \equiv E$  (単位の操作) とし、 $t_P$  を  $T_P$  に拡大すれば  $U_C$  は結晶  $P$  そのものに化けてしまう。(3) の関係は従って、大ざっぱではあるが無機結晶の構造の一般的概念を与えるもので、逆に NaCl 型とか NiAs 型などという簡単な構造はその特殊ケースに通

ぎないのだという見方も生れてくる。

(3) と (1) を比較してみると  $U_P * t_P$  が  $S_K$  に対応していることが分る。 $t_P$  が含まれていることから分るように、この“構造の断片”のディメンジョンとしては幾何学的には全く任意のものが考えられる。無機結晶に巨大周期が出現するのは主としてこのような理由による。無機結晶の中には単位胞の比較的小さなものでも、このような性格の構造を持つものが少なくない。この際すでに述べたごとく、実際の周期  $T_C$  を持つ構造部分と与えるスペクトルは一般に極めて弱く、直接的に構造解析を遂行することは非常に困難な場合が多い。また、何らかの方法で構造を決定したにしても、一般に高い精度は期待出来ない。自然界における重要な物質、特に固溶体、あるいは多像、ポリタイプ等の現象、またさらに、セメント組成物質等の無機化学工業における重要物質の原子レベルでの研究は、しばしばこのような構造の壁に妨げられている現状であるが、超強力 X 線の出現はこの障害を乗り越す一つの踏石となるであろうと思われる。この点だけ考えてみても、フォトン・ファクトリー計画がバラ色に見えるわけである。(参考資料: 高良和武, 富家雄編, フォトン・ファクトリー計画資料, 1972 年 12 月~1973 年 3 月, 文部省科研費総研 B)

### 私の読んだ本 (10)

東 晃 著

## 「氷 河」 (中央公論社, 1967)

松 本 幸 夫 (数学)

アラスカの東南部が細長くのびて、カナダの西海岸にいくこんでいるあたりは、アラスカ山脈に多くの氷河が懸っている。著者の東晃氏を隊長とする北大アラスカ氷河調査隊が 1960 年、64 年の 2 度にわたって遠征したメンデンホール氷河も、それらの氷河のうちのひとつである。本書の口絵写真の一枚に写ったメンデンホール氷河の姿は美しい。真白な氷の流れがアラスカの雄大な山々の間を埋め、そびえ立つストローラー・ホワイト山の黒い岩肌とくっきりした対照をなしている。下界からわきあがってくる雲の群れも、まぶしくて明るい。

著者達の 2 度にわたる氷河調査の目的のひとつは、氷の結晶、それも巨大な単結晶の採取であった。メンデン

ホール氷河の流れ込んでいるメンデンホール湖というみずうみには、良質の氷の単結晶を含んだ、まるで鉱脈のような氷山がいくつも浮かんでいる。採取した単結晶は大きなものになると直径 30 センチにも達するそうである。本書の後半では、この単結晶を使った氷の物性研究の話が興味深く紹介されている。

……セント・エライアス山塊から大きく西に流れ出しているベーリング氷河の大氷原に、飛行機はその影を落して飛んでゆく。……真白い氷原の反射を受けて、氷内はものすごく明るくなった。透明な空間を飛んでゆくこの飛行機の中までが、地球の外の別世界という感じであ



る。……

アンカレッジから、アラスカの州都ジュノーに向かう飛行機旅行の描写である。

目指すメンデンホール氷河はジュノーから車で40分の距離である。二次の調査隊とも、ベース・キャンプはメンデンホール湖の西岸にはった。

この地方にはよく雨が降る。その雨の晴れ間をぬってさまざまな調査が行なわれる。氷の単結晶の採取、氷河の流速の測定、深さ30メートルものクレバスの調査、氷河源流域の踏査、それに氷の結晶軸の方向分布の測定など、およそ2ヶ月にわたる調査が続くのである。

氷河が1日に数十センチの速さで流れることも私はこの本ではじめて知った。アラスカ山脈には莫大な量の積雪がある。雨量に換算して年間約3000ミリの雪が、この地方に降るそうである。数十メートルに降り積った雪は下の雪を圧縮し、雪を氷に変化させる。こうしてできた氷の層が数百メートルの厚さに達すると、自からの重みに耐え切れずに流れ出すのだそうである。

「氷河学への招待」と題された最後の一章は、氷河の流れのメカニズムがどのようにして解明されてきたか、その研究の歴史を教えてくれる。

氷河流動の研究は19世紀の物理学者チンダルの復氷説とフォーブスの粘性説との論争にまで溯れるが、それらは単なる仮説の域を出なかった。そのうち、しだいに

氷河の流れと氷の塑性の関連に関する研究が進み、氷の結晶を使った塑性変形の実験が数多く行なわれるようになる。しかし、それらの実験は、氷のサンプルの吟味が不十分で、実験結果もまちまちであった。この方面の最初の信頼すべき実験は1950年代に中谷吉郎博士によって行なわれた。中谷博士はアメリカ雪氷凍土研究所においてメンデンホール産の単結晶を使い精力的な実験を続けられたそうである。著者達の研究もこの後を受け、氷の結晶の塑性変形の機構を原子レベルで究明することになったということである。

著者達は日本に持ち帰った巨大単結晶を使って、塑性変形に重要な役割を果たす結晶中の転位の研究にとりくむ。その成果のいくつかは、六車のエッチ・ピットと呼ばれる美しい六角形の電子顕微鏡写真(口絵)とともに本文中で紹介されている。

このように本書は興味深い科学読物であるが、それと同時にアラスカの自然と、住む人々の人情をも伝えてくれる楽しい旅行記でもある。

仕事のあいまの植物採集のこと、1週間の労働のあと、飛行機で週末の山荘に出かける1アラスカンの生活ぶり、3400キロにもおよぶアラスカ原野の自動車流行の話など、楽しい挿話がいくつもあつた。

本文中のアラスカ原野の写真も美しい。そのうちの何枚かは、地平線のかなたまで澄みわたったアラスカの清らかな大気さえ感じさせてくれるようである。

## 1 月理学部会合日誌

30日(水) 14:00~16:00 主任会議

## 2 月理学部会合日誌

13日(水) 10:30~11:30 会計委員会  
13:00~14:00 人事委員会  
13:30~15:30 教務委員会  
15:00~17:00 主任会議  
15:30~17:30 将来計画委員会  
18日(月) 12:30~14:10 学部長と理職との定例交渉  
14:00~16:30 理学系研究科委員会  
20日(水) 14:10~17:00 教授会

## 教授会メモ

2月20日(水) 定例教授会  
理学部四号館会議室

教授会にさきだち、3月に停年退職される永田教授(地球物理)より「月の地球物理学」と題する興味深い講演(スライドつき)がなされた。(内容は本号の巻頭論文参照)

1. 前回議事録の承認
2. 人事異動等報告
3. 東大百年史委員会関係の報告(大木)  
昭和52年4月12日の東大百年祭式典をふくめ、種々の記念事業等が紹介された
4. 転学部件
5. 人事委員会報告(寺山)
6. 会計委員会報告(吉川)  
概算要求を中心に種々討議があつた
7. 将来計画委員会報告(黒田)  
今後のすすめ方のフィロソフィーについて説明があつた
8. 教務委員会報告(岩堀)

授業時間表作成の件の報告。それに関して学生自治会のカリキュラム委員会より、時間割のダブリの調査がとどいたことなども報告された。又霜田教授より全学ゼミについて重ねて協力要望があった。

9. 植物園長選出の件

選挙により門司園長の一年間留任が決定した。

10. 入試関係報告 (佐々木亘)

11. その他

イ. 高エネルギー研究施設の新年度予算の内示があったので、学部長、評議員、高エネルギー関係教授2名、物理教室主任(現西島、4月より佐々木亘)の7名で準備委員会を発足させることになった。

ロ. 4月12日の入学式は、日本武道館で行なわれることになった。

ハ. その他

## 2月海外渡航者

教室	職名	氏名	渡航先国	渡航期間	渡航目的
地質	教授	立見辰雄	フランス	2. 2~2. 11	ユネスコ・IUGS 共催国際地質対比計画 (IGCP) 科学委員会第1回会合出席のため
地球	教授	吉田耕造	公海上(北太平洋西部亜熱帯海域)	2. 6~2. 27	亜熱帯反流の研究
情報研	教授	後藤英一	連合王国 フィンランド	2. 19~3. 1	IFIP (国際情報処理学連盟) 理事会及び反省理事会 (TC-I) に出席
臨海	教授	小林英司	アメリカ合衆国	2. 20~3. 11	環境と神経内分泌機能の共同研究
地物研	助教授	等松隆夫	アメリカ合衆国	2. 26~3. 5	気候変動予知会議 (CAIP) 出席
地球	助手	杉ノ原伸夫	公海上(北太平洋西部亜熱帯海域)	2. 6~3. 22	亜熱帯反流の研究

## 理学博士学位授与者

昭和49年2月18日付授与者

専門課程	氏名	論文題目
物理学	黒川真一	Negative Pion Photoproduction from Neutrons by Linearly Polarized Photons in the First Resonance Region. (第1共鳴付近に於ける直線偏光ガンマ線による中性子からの負パイ中間子光発生)
化学	広岡知彦	Photoelectron Spectroscopy of Organic Crystals in Vacuum Ultraviolet Region. (真空紫外領域に於ける有機結晶の光電子分光)
学位規則第3条2項該当	佐々木建	On Two-dimensional, Permanent Irrotational Waves Existing on the Free Surface of an Inviscid Liquid under the Action of Gravity and Surface Tension. (重力および表面張力の作用により、非粘性液体の自由表面を進行する2次元、波形不変、渦なしの波について。)
同	山下晃	Growth of ice crystals from the vapour. (気相からの氷晶の成長)
同	赤沼宏史	Study of the extended active center of carboxypeptidase B by affinity chromatography and kinetic analysis. (アフィニティー・クロマトグラフィーならびに速度論的解析によるカルボキシペプチダーゼBの“extended active center”の研究)
同	牧巖	Nature of the Prismatic Dark Interstitial Material in Portland Cement Clinker (ポルトランド・セメント・クリンカー中の柱状暗間隙物質の本性)

### ○学部長と理職との定例交渉

2月18日に行なわれたが、その記事は次号に掲載予定。

### ○霜田教授の授賞

霜田光一教授(物理)は、この度“量子エレクトロニクスの研究”に対して東レ科学技術賞を授賞された。

### ○永田教授送別会

本年3月を以て停年退職される永田武教授を送る送別会が、2月20日の教授会終了後、本郷学生会館分館において行なわれた。今年は、御一人の停年教授なので、永田教授をかこみ、なごやかなスピーチがつづき、一夕をたのしくすごすことができた。

### ○理学部紀要の発刊

“理学部紀要”(欧文)の次の4点が発刊された。希望者は、中央事務に連絡のこと。

Section 1 A Mathematics Vol. 20, No. 2 (掲載論文5編)

Section 1 A Mathematics Vol. 20, No. 3 (同上8編)

Section II Geology, Mineralogy, Geography, Geophysics Vol. 18, No. 3 (同上3編)

Section IV Zoology Vol. 13, No. 1 (同上12編)

### 編集後記

3月号は、学年末の大へん忙しい時期にかかりましたが、諸先生の御協力を得て、本号も立派な寄稿を掲載す

ることができました。

永田先生の「月の地球物理学」は、2月20日の、先生にとっては最後の教授会の前に行なわれた講演の要約です。ひきつづく最終講義や、海外出張を控えて大変御多忙の中を、御執筆頂いたものです。福島、立見両先生は、永田先生を紹介するのには、もっとも適当な方々であり、永田先生の為されてきた御仕事の幅の広さを私達に語っています。

“ロゲルギスト同人”高橋先生には、考えることのたのしさを語る好エッセイを、その御活躍で有名な英語の坪井(忠二)先生には、そのお考えの一端を書いて頂きました。堀先生と竹内先生は、その研究対象は大へんこととなりますが、最近の研究上の問題点をわかりやすく書いて下さり、他分野の方々も興味をひかれることでしょう。

書評は、地学の本を、数学の松本博士が書かれました。このように、御自分の専門以外の領域の書物を書評して下さいるのは大へんたのしいものです。尚、この書評欄にとりあげる本は、全く執筆者におまかせしております。古今東西、古典でも新刊でもかまいませんが、なるべく science に関係のあるものを希望しています。文芸作品や人文・社会の古典などは、むしろ随筆の形式で書いて頂くのもどうかと思っています。要は書評そのものでもありますが、書評を通して、お互いに理学部の構成員の方々をよく知りあうということが、一つのねらいであり、一般誌の書評とはやや異なった味わいのものにしたと思っています。

### 編集:

〔小堀 巖 (地理) 理2号館 205号室 内線 6449〕  
〔清水 忠雄 (物理) 理1号館 372号室 内線 2783〕