

# アラスカ紀行

— 完 —

調査隊の仕事

北 村 泰 一

この稿には紀行Ⅰとして基地の完成まで(同志社時報13号)、紀行Ⅱにはブラックバードの登頂(同14号)の模様を述べたが、山登りが目的のすべての隊ではない。そこでこの稿のしめくりとして、私たちは一体何を目的に、そしてそれがどういふことを知るため

に役立つのか、ということを書いてみたい。多少固い話になるがご辛抱願いたい。

私たちの隊は非常に多くの目的を持っていた。水河の研究、地磁気の測定、VLF (Very

## 調査隊の仕事

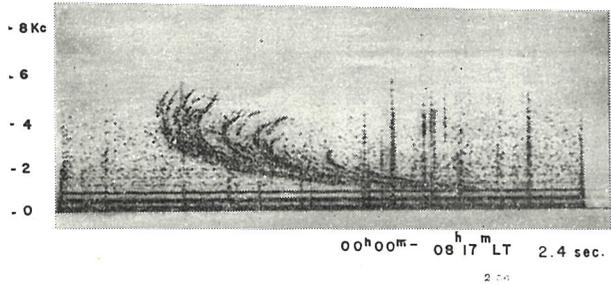
Low Frequency 可聴周波宇宙電磁波現象)の観測、それにブラックバード山とリーガル山の登頂等と、総勢八名では余程うまくたちまわらないとこなしきれない。

数多く出る遠征隊のうちでも、このように地球科学的な研究と登山を対等に含んでいる遠征隊は非常に珍しい。それは極端な言い方をすれば、ノート一冊で事が足りる人文科学、社会科学の調査を目的とする隊とは異って、こうした地球科学の研究には、複雑な電子管回路、電源等と、とかく繊細な、そして重装備が必要だからであろう。

まず第一に水河の研究については、西原隊長の専門は高圧下における岩石や金属の変形であるがその理論と測定方法を水河に応用したら、あるいは今まで複雑で大変困難とされていた氷の流動の問題を、力学的に解明できるのではないかと、この希望があったからである。

第二の地磁気やVLFの測定が採り上げられたのは、最近ロケットや人工衛星によって盛んになりつつあるスペース・フィジックス(宇宙空間物理学)の研究の鍵になる現象が、アラスカでは大変豊富で、観測しやすいという理由による。しかし、これはアラスカに限

SEPT. 14, 1964 PORT WRANGELL, ALASKA



つたことではなく、カナダ、シベリアまたは南極等、高緯度であればどこでもよい。日本も今秋よりいよいよ南極観測が再開されるが、今回のアラスカ行はその時のための予備的研究の意味も持っている。また、特に地磁気測定については、最近、本学工学部の小川教授により、従来とは異ったアイデアによる磁力計が開発せられ、今後、ロケットや人工衛星に搭載されて宇宙空間磁場を測る等の活躍が期待されているが、それを初めて実際に使用してみようとの試みでもあった。

以上が氷河、地磁気、VLFを調査項目に採り入れた理由だが、それではそういったものが、どのような問題を含んでいるのであろうか。

### 地球上層の大気

私たちが生活するためには酸素が不可欠だが、人間が永続的に生活できる高度は、チベットのペルーアンデスの住民から考えて、せいぜい地上六キロくらいである。このように私たちの普通の意味で使う「空気」は、たかだか地上十キロくらいまででありそれから上はいわゆる成層圏と呼ばれる領域となる。ところ

が成層圏を更に上に登ると、地上二〇〇キロくらいから、急にあたりの様子が変わってくる。

私たちの周囲の、地上の「空気」の分子は、酸素にしろ、窒素にしろ、それぞれの分子の陽子と電子はかたく結合していて、それ自体電氣的に中性であるが、この地上二〇〇キロあたりに、わずかながらなお存在する「空気」は、もはや地上のそのように中性ではなくなり、各分子または原子は、電子と陽子に分離されているものが多くなる。つまり太陽から供給される紫外線やX線その他によって電離されているのである。

この電離された領域は、ほぼ一〇〇キロくらいから始まり、地球をとりまく二つの層となつて四〇〇キロくらいまで広がっている。電離層と呼ばれるものがこれであつて、E層(一〇〇キロ)、F層(二〇〇〜四〇〇キロ)とその高さに応じて呼ばれている。この電離層およびそれから上の領域が私たちの学問分野の領域であり、またロケットや人工衛星が活躍するのもこの領域なのである。さて、このF層をつきぬけると「電離された空気」の密度はますます稀薄になつてゆくと、真空というにはまだ程遠いだけの電子や

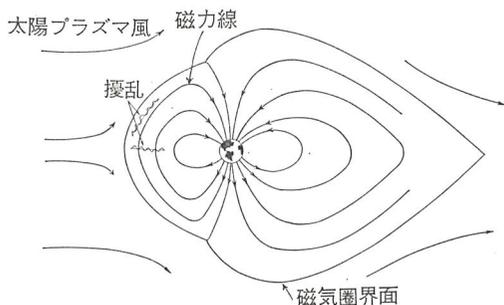
陽子が存在する。この領域の電子や陽子は個にみれば負または正に帯電しているが、それぞれの個数が等しく、そのために大きく全体をみると中和して中性になつていてと考えられる。このように個々には正負の荷電粒子にわかれていても、全体として中性であるというような気体を、特にプラズマ(Plasma)という名で呼んでいる。

ところでここにはもう一人の役者がいる。地球の磁場である。

### 地球の磁場

私たちの地球は、簡単にいえば、地球の中に逆立ちをする大きな棒磁石がつくるような磁場をもっている。いわゆる双極子磁場であつて、北半球と南半球とはその磁力線によつてがっちり結びつけられている。このことは後にわかるように、大変重要な意味をもっている。

この磁場がなかなかの曲者であり、この磁場なくしては、私たちの上空におこるさまざまな現象は大変貧弱なものになつてしまつた。たとえば極夜を妖しく色どるあのオーロラもその華麗さを失ない、地球上のどこでもみら



第1図 地球磁場閉じこめの様子。地球の磁場は地球半径の10倍(昼側)または20倍(夜側)程度のところの磁気圏界面で宇宙空間磁場とへだてられている。昼側はたえず太陽プラズマのために乱され、その乱れが電波や磁波となって高緯度地方に伝播する。

れる、しかし大変みずばらしいものになってしまうであろうし、VLFははじめ、あらゆる極地特有の現象はもはや特有でなくなり、あるものは地球上どこでも見られる現象に、また、あるものは完全に私たちの前からその姿を消してしまおう。

つまり私たちの地球は、地上附近は中性の空気に、一〇〇キロ以上はこの磁場の浸透したプラズマによって、分厚くとり囲まれていると考えることができる。

それではこの磁場の浸透したプラズマは、地上どれほどまで存在するのであるうか。

最近のロケットや人工衛星の観測結果によると、私たちの磁場やプラズマは限りなく宇宙空間に拡がっているのではなく、せいぜい地球半径の十倍くらい、すなわち地上約六万キロくらいで、そこから先は比較的急に地球の磁場はなくなり、いわゆる惑星間空間磁場と呼ばれる一種の宇宙磁場の領域に連なると考えられている。この私たちの地球磁場の浸みこんだプラズマは、地球に属する地球の勢力範囲という意味で、地球磁気圏 (Magnetosphere) と呼ばれており、その地球の勢力範囲は、割合いに明瞭な境界によって、とじこめられたかたちとなっている。地球は絶えず太陽からの風、つまり太陽プラズマ風にさらされておられ、したがって、この地球の勢力範囲と同じ形の形は、図のように太陽側で圧縮され、その反対側では吹き流されたような妙な恰好になっている。(第一図参照)

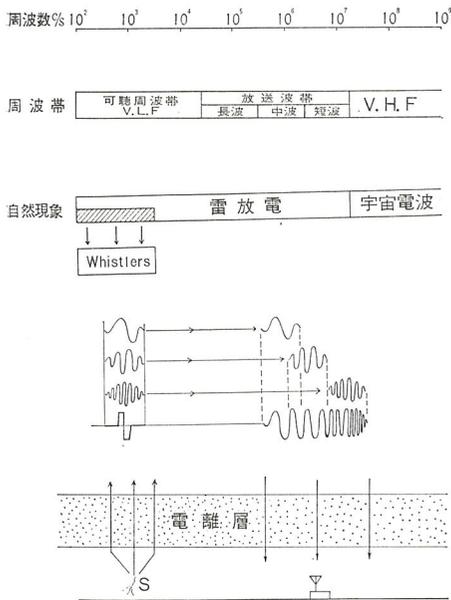
この地球磁気圏の太陽側の境界は、いつも太陽プラズマにかき乱されて、大変複雑な様相を呈している。たとえば太陽プラズマの流れの強さの変化によって、この境界は当然膨

張したり収縮したりするだろう。するとその変化は、あるいは磁場を横切って中低緯度へ、あるいは磁力線に沿って高緯度地方に伝播するであろう。乱れは波動のかたちをとり、その周波数のうんと低いもの(1~1000000サイクル)は電磁流体波として地表に伝わる。これが地磁気脈動である。また周波数の比較的高いもの(10000~100000000サイクル)は、電磁波(VLF)として地表に伝わる。だから高緯度で見られる地磁気脈動やVLFを観測すれば、その伝播してきた道すじ(磁力線)をずつとさかのぼって、地表数万キロあたりの、乱れの発生した地球磁気圏の境界附近の空間の物理的状态を推定しようというものである。

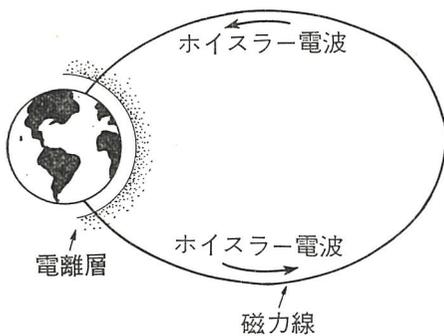
### ホイッスラー

VLFについても少し説明を試みよう。VLFの中でも、その立役者は何といつてもホイッスラーと呼ばれるものである。

私たちのテレビの周波数は普通一〇〇メガサイクル(100,000,000)前後、ラジオのそれは一〇〇〇キロサイクル(100,000)程度であるが、もっと低い、つまり可聴周波と



第2図 S点から出た雷放電のパルス電波は、電離層内を伝播する際、その各成分の速度の違い(矢印の長さで示してある)のため、受信所では周波数の高いものから順次低いものを受信し、こうして耳できくと、ビューという口笛のような音に聞こえる。



第3図 ホイスラー電波は磁力線に沿う性質があるのでアラスカで受信されたホイスラー電波は、遙か南のニュージーランドに発生した雷放電の電波が電離層をつきぬけ、宇宙空間を何万キロもはるばる旅してきたことになる。

呼ばれる数キロサイクル(1000サイクル)の電波を受けると、時々ビューと口笛をふくような音が受信機から聞こえてくる。放送局は無論、通信無線局もそんな電波は出しておらず、これは自然現象であることがわかる。それはその音色からホイスラー(口笛)と呼ばれている。

ホイスラーは雷から発生するといわれている。その様子を図で説明しよう。地表で発生した雷から出る電波は、普通数百サイクルから数メガサイクルまでの周波数の電波を含ん

でいるが、面白いことには、それらのうち可聴周波数の電波の一部は電離層をつきぬけ、磁力線に沿って伝播するという性質がある。ところが電離層およびそれより上の領域はプラズマ状態であるので、電波の伝わる速さは光速Cより余程遅くなり、しかもその速さは各周波数によって異なる。その様子は模型的に第2図の矢印の長さによって示してある。したがって雷から遠く離れた受信所では、雷発生と同時に電離層と大地の間の空間を光速で直接に伝わる電波をまず受信し、そのあと

数秒おくれて、電離層をつきぬけて雷と受信所を結びつける磁力線に沿って伝播してきた電波を受信することになる。しかも、その遅れて受信する電波は、プラズマの中をくぐってきたのであるから、その周波数に応じて受信所への到着時間が異なり、受信所では、たとえば、周波数の高いものから低いものへと連続的に電波をキャッチすることになる。これは音として聞くと、ビューという音に聞こえる。アラスカを通る磁力線は地表三万キロの彼方で赤道面を横ぎり、南半球のニュージーラン

