

氏 名	田 中 義 久 た なか よし ひと
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 392 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	VLF hiss observed at Syowa Station, Antarctica (南極昭和基地で観測された低周波連続性電磁放射 (VLF ヒス) について)
論文調査委員	(主 査) 教 授 前 田 坦 教 授 国 司 秀 明 教 授 山 元 龍 三 郎

論 文 内 容 の 要 旨

1960年代前半に南極バード基地やノールウェー等で行なわれた低周波帯 (VLF) 電磁放射の観測の結果、VLF ヒスと呼ばれる 連続性電磁放射は極光の出現・地球磁場の擾乱・電離層における電波の異常吸収などと密接に関係していることから、このような電磁放射は極光粒子の降下に起因するものと考えられるようになった。その後多くの観測がなされたけれども、長波長電波の観測上の困難もあって、周波数特性・エネルギースペクトル・偏波・到来方向などの詳細については必ずしもよくわかっていなかった。本研究は申請者が長年北海道母子里で観測していた間に開発した装置を用いて、約1年間南極昭和基地で観測した結果に基づいたものである。

主論文は2部に分かれていて、第1部には観測方法および観測原理と、得られた結果の主なものについて述べてある。観測は受信強度・偏波・入射角・到来方向などについて詳しく行なわれた。この内、受信強度の観測はバンドパスフィルターを用いて8つの周波数帯に分けて同時に記録する方式が考案され、これによって周波数特性やエネルギースペクトルが求められた。偏波の観測には2通りの方法が用いられ、一つはペンオシログラフにより東西・南北両信号を合成する方法で、他は CRT 法とよばれブラウン管上に偏波像を表現する方法である。この方法は電波の入射角や到来方向の検出にも用いられた。これらの方法はいずれも申請者が工夫と検討を重ねて採用したものである。

得られた結果の内、主なものは (1) 昭和基地で観測される VLF ヒスには定常型と衝撃型の2種類があり、(2) 定常型は比較的 low 周波で夜中過ぎに10分～数10分継続し、弱い地磁気・電離層擾乱と関係している、(3) 衝撃型は高周波まで広がり、夜中前に数分以下の継続で強い極光の出現や激しい地磁気・電離層擾乱と関連しておこる、(4) ヒスは右廻りの偏波で入射し、地球の磁気子午面内にある、しかも鉛直方向からあまり大きくない入射角をもつことなどである。最後に、これらの観測方法や結果への討論として、人工雑音の影響、多くの波の重複効果、低電気伝導地面の影響などの問題が検討され、いずれも得られた結果を著しく変えるものでないことを示している。

第2部は観測結果を統計的に解析し、VLF ヒスの諸性質を明らかにしたものである。まず発生については、(1) 地磁気の地方時の夜中前に最大頻度をもって日変化し、(2) この日変化の様子は飛翔体で観測された電子降下のパターンとよく一致し、(3) 受信強度の極大は 10 kHz 付近にあり、(4) 発生の頻度も強度も地磁気活動と関係が深く、(5) 地磁気活動と共に周波数帯が広がり継続時間は短くなること、などの性質を見出した。

偏波の観測については、偏波の様子が地磁気活動や波のエネルギーに関係しないことや、引き続いて起こるヒスの偏波があまり変化していないことから、ヒスが電離層を通過する時波の干渉はあまりなくて、右廻りのまま地上まで伝わり、波のエネルギーは関与する粒子数に依存し、電離層上部まではダクト伝播すること、など明らかにした。

入射角や到来方向の観測から、極光帯ヒスはほぼ磁力線に沿って入射することを指摘し、また、入射角が小さいため、地上で反射した後そのエネルギーの大半は再び電離層中へかえるので、中緯度で観測されるヒスは極光帯ヒスが地表面に沿って伝わったものでなく、別の原因であることを指摘している。

参考論文 1, 2 および 4 は南極での観測、3 は北海道での観測に関するものである。

論文審査の結果の要旨

地上で観測される VLF 帯 (0.3~300 kHz) 電磁波の中で、地球の超高層で発生すると考えられるものを VLF 放射とよんでいる。このような電磁波の放射は、磁気圏から大気圏へ入射する高速粒子によるものと考えられ、極光や極地の地磁気・電離層擾乱の研究のみならず、波と粒子の相互作用という立場から、プラズマ物理学の問題としても興味深いものである。本研究はこの VLF 放射のうち特に VLF ヒスと呼ばれている連続性放射について、申請者が南極で行なった観測を中心として、その性質を詳しく調べたものである。

主論文は便宜上2部に分けられており、第1部には観測の方法・原理と得られたいくつかの結果が述べられ、第2部には観測結果の統計的な解析にもとづいて VLF ヒスの諸性質が明らかにされている。

観測はヒスの発生頻度・強度・偏波・入射方向などについてなされたが、この中でも特に偏波の連続観測と偏波像をブラウン管上に表現する方法、さらにその方法を入射方向の検出に用いたことなど多くの新しい工夫がなされ、これによって観測の精度が従来より大変良くなっていることは注目される。また、VLF 帯を8つの周波数帯に分けて強度の連続観測をすることによって、周波数特性やエネルギースペクトルを調べたことも、新しい試みとして高く評価される。

申請者はまず VLF ヒスが定常型と衝撃型とからなり、前者は比較的低周波で長く継続し、弱い地磁気・電離層擾乱と関係しているが、後者は高周波にまでおよび衝撃的で、強い極光の出現や激しい超高層擾乱と関連しておこることを見出し、その時間的前後関係からヒス発生の場所が高いところから低いところへ移ったことを示すものと考えているが、これは極光粒子の源に関連して興味ある結果である。また、これらいずれの型についても右廻りの偏波をし、磁気子午面内をほぼ磁力線に沿って伝わることを明らかにした。

次に申請者は観測した多くの資料について統計的な解析を行なって、いくつかの性質を明らかにしてい

るが、その中でも特に強度の最大がいつも 10 kHz 付近にあることを見出したのは初めてのことで、この結果はヒスの発生に対するチェレンコフ放射説を強く支持するものとして注目される。また、地磁気活動度の増大と共に周波数帯が拡がり、継続時間が短くなるという結果もヒスの発生源としての極光粒子のふるまいを知る上で有力な手掛かりとなる。

偏波の連続観測は初めての試みであるが、これによってヒスが電離層を通過する際に波の干渉があまりないことが明らかにされ、また、磁力線に沿って降下した直接波と地面での反射波との干渉を考慮したモデル計算によって、偏波の連続記録が説明されることを見出したことは、ヒスの伝播方法について新たな知見を加えたものといえる。

VLF ヒスは極地方のみでなく中緯度地方でも観測され、申請者も長年母子里で観測してきたが、これらは従来極地方ヒスが地表面に沿って伝わったものと考えられていた。しかし申請者の詳しい観測によって、そのようなことは困難で中緯度のヒスは別の発生源をもつはずであるとの指摘は、放射線帯の比較的下部からの漏えい粒子を示唆するもので、新しい見解である。参考論文 4 編は、いずれも主論文の基礎をなすものである。

以上のように申請者の研究は、正確に測りにくい VLF 帯電磁波に対して、観測方法や観測装置をよく工夫し、今まで必ずしも明確でなかった VLF ヒスについての多くの性質を明らかにしたもので、超高層物理学の研究に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。