

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 田 采祐

論 文 題 目

Study of generation mechanism of Pc1 pearl structures using
multi-point ground-based induction magnetometers

(地上多点誘導磁力計を用いた Pc1 パール構造の発生メカニズムの研究)

論文審査担当者

主査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 博士 (理学) 塩川和夫

委員 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授 博士 (理学) 平原聖文

委員 名古屋大学宇宙地球環境研究所 准教授 博士 (工学) 大塚雄一

委員 金沢大学大学院自然科学研究科 教授 博士 (工学) 笠原禎也

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

地磁気にはさまざまな周波数の変動が存在するが、周波数が 0.2-5Hz の変動は Pc1 地磁気脈動と呼ばれている。この Pc1 地磁気脈動は、その振幅が数十秒から数分の時間スケールで変動するパール構造と呼ばれる振幅変調を伴うことが知られている。本論文はこのパール構造の成因を、北半球の 3 か所に設置された誘導磁力計を用いて調べた研究である。この Pc1 地磁気脈動は、地球の磁気圏の赤道面付近の高エネルギーイオンによって励起する電磁イオンサイクロトロン波動 (EMIC 波動) がモードを変えながら地上に伝搬してきた波動であり、人類の宇宙活動に影響を及ぼす放射線帯電子の加速や消失に大きな影響を及ぼしていることが、近年の研究から示唆されている。この波動の振幅変調は、この波動が励起し地球の超高層大気である電離圏まで伝搬するまでの磁気圏内のさまざまな過程で発生しているという説と、電離圏に到達後に電離圏内を水平方向にダクト伝搬する最中に発生しているという説があり、どちらがどれだけパール構造の生成に寄与しているかはまだよくわかっていなかった。

そこでまず申請者は、カナダのアサバスカ、極東シベリアのマガダン、及び北海道の母子里の 3 か所に設置された誘導磁力計で計測された Pc1 地磁気脈動に見られるパール構造を 2 例について詳細に調べた。その結果、例 1 ではパール構造は離れた観測点の間で異なる構造を示していたのに対し、例 2 ではよく似たパール構造が離れた観測点の間で観測されていたことがわかった。また例 1 では Pc1 の偏波方向が周波数に依存して変化しているが、例 2 ではほとんど周波数依存性が見られないことがわかった。偏波の周波数依存性は、Pc1 の電離圏の波源が空間的に広がりを持っていることを示唆している。これらのことから、例 1 では空間的に広がった波源から水平方向にダクト伝搬してきた波動が互いに干渉しあうてうなりを生じ、パール構造を形成したこと、例 2 は磁気圏で形成されたパール構造がそのままそれぞれの観測点に伝搬してきて、同じ構造が異なる観測点で観測されたことと推論した。これらの観測を確かめるために、空間的に広がった波源と広がらない波源から伝搬してくる波の波形のモデル計算を行い、この推論を裏付ける結果を得た。

さらに申請者は、同じ解析を 2008 年から 2013 年の 6 年間にこのアサバスカとマガダン及びマガダンと母子里で同時に観測されてすべての Pc1 地磁気脈動に対して行い、異なる観測点でのパール構造の類似性がどのようなパラメータに依存するかを統計的に調べた。同時観測例の同定においては、互いの波形のコヒーレンスが 0.7 以上の例のみを選ぶことによって、同じ波源から伝搬してきていると思われる波のみを使用した。その結果、振幅変調の包絡線の相関係数で表された類似性は、経度方向に約 5300 km 離れたアサバスカとマガダンでは 0.2 にピークを持ち、緯度方向に約 1900 km 離れたマガダンと母子里では 0.8 にピークを持つが、どちらも半分以上の例で相関係数が 0.7 以下と類似性が悪い例が多いことがわかった。磁気圏起源のパール構造は異なる観測点間で高い類似性を示すことが予想されるので、この結果は、半分以上の例でパール構造は電離圏起源のうなりによって発生していることを示唆している。さらに、地方時、季節、地磁気活動度、太陽活動度、周波数、周波数幅、偏波の拡がり、の各パラメータに対してこの類似性の依存性を調べたが、アサバスカとマガダンのペアで地方時依存性が若干見られたほかはあまりはっきりした依存性は見られなかった。しかし、Pc1 の帯域幅から推測されるうなりの周期が、観測されたパール構造の周期ときれいな正の相関を持つことを示し、パール構造が異なる周波数の Pc1 地磁気脈動の重畳によるうなりが原因であることを結論づけた。

以上の結果は、これまで行われたことのない 6 年にわたる長期の多点観測によるデジタルデータを用いて、Pc1 地磁気脈動のパール構造の成因を明らかにした世界で初めての重要な成果であり、EMIC 波動の生成機構解明に重要な知見を与えるものである。

以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。