

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書

令和4年4月26日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 理学研究科

職 名 教授

氏 名 田口 聡

助 成 の 種 類	令和 3 年 度 ・ 研 究 活 動 推 進 助 成			
申 請 時 の 科 研 費 研 究 課 題 名	アルベーン波が生み出す極域超高層大気の準定常現象の解明			
上 記 以 外 で 助 成 金 を 充 当 し た 研 究 内 容	なし			
助 成 金 充 当 に 関 わ る 共 同 研 究 者				
発 表 学 会 文 献 等	<p>Oigawa, T., Shinagawa, H. &amp; Taguchi, S. (2021). Time-dependent responses of the neutral mass density to fixed magnetospheric energy inputs into the cusp region in the thermosphere during a period of large IMF <i>B<sub>y</sub></i>: a high-resolution two-dimensional local modeling. <i>Earth, Planets and Space</i>, 73, 201. <a href="https://doi.org/10.1186/s40623-021-01535-9">https://doi.org/10.1186/s40623-021-01535-9</a>.</p> <p>Yokoyama, Y., Taguchi, S., &amp; Iyemori, T. (2021). Importance of the northward IMF for the quasistatic mesoscale field-aligned currents embedded in the diminished Region 1/2 current system in the dusk sector. <i>Journal of Geophysical Research: Space Physics</i>, 126, e2020JA028774. <a href="https://doi.org/10.1029/2020JA028774">https://doi.org/10.1029/2020JA028774</a>.</p> <p>Koike, H. &amp; Taguchi, S. (2021). Cusp ion precipitation from lobe reconnection and its relation to the tailward magnetosheath flow. <i>American Geophysical Union Fall Meeting 2021 (Online)</i>, SM35E-2009, 16 December.</p> <p>小池春人, 田口聡 (2021). Relationship between the cusp ion precipitation from lobe reconnection and the magnetosheath flow. 第150回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, R006-06, 11月1日.</p>			
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000	円	
	使用した助成金額	1,000,000	円	
	返納すべき助成金額	0	円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		論文掲載費	305,714	
		学会参加費	62,576	
		観測施設賃借料	254,000	
備品		197,780		
消耗品	21,850			
雑役務費	158,080			
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。)			

## 成果の概要／田口聡

### 研究内容

地球などの磁場とプラズマをもつ惑星の宇宙空間にはアルベーン波と呼ばれる波が存在する。波が準定常現象を生み出すことは一見逆説的であるが、アルベーン波は、地球の高度約 100 km と数 1000 km の間で捕捉されうるため、そこでの共鳴過程を通して継続的にプラズマや大気にエネルギーを与えると、準定常現象の生成につながることもある。本研究では、この物理過程が、地球の極域で生じている未だ解明されていない準定常現象とどのように関わっているのかを明らかにすることを目指している。具体的な研究は、数値シミュレーションによるモデル計算と人工衛星データの統計解析を進めた。前者では、前年度までに開発してきた極域電離圏のプラズマと中性大気の相互作用の局所数値モデルをもとに、アルベーン波共鳴によるジュール加熱効果を取り込めるモデルへと発展させた。後者については、大量の磁場変動データの解析を通して、磁気圏と電離圏の間に流れる沿磁力線電流のメソスケールの性質を調べた。

### 研究成果

極域の高度 400 km 付近には、中性大気の質量密度が周囲に比べて常に大きくなっている場所が存在している。本研究では、開発した数値モデルから、この質量密度増大現象は、アルベーン波の共鳴過程を通して電離圏 F 領域の高度 300 km 以下の大気が効率的に加熱され、300 km 付近で最大の速さとなる上昇流が生み出され、それが上方で減速することで形成されていることを明らかにした。また、アルベーン波が、 $10 \text{ mW/m}^2$  程度のポインティングフラックスをもって上方から入射すれば、共鳴過程によって、これまで得られている 400 km 高度での観測を説明できることもわかった。一方、人工衛星データの解析からは、水平スケールがおよそ 20 km から 40 km のメソスケールの沿磁力線電流について、その生成には遠方の磁気圏のプラズマの状態が大きく関わっていることが明らかになった。従って、このスケールの電流については、比較的近くの磁気圏で起きるアルベーン波共鳴との関係性は薄く、その共鳴過程に関わるのは、水平スケールが 20 km 以下の沿磁力線電流であると考えられる。

### 今後の見通し

今後の発展に向けて、超高層空間で捕捉されているアルベーン波を実際に極域の地上から観測を通して捉えることが必要であり、その磁場観測装置の開発を令和 4 年度中に行い、翌令和 5 年度には、その装置による観測をノルウェー・スバル諸島の既設のオーロライメージャーの近くで立ちあげられる見通しが立った。シミュレーションからのアプローチについては、現在の 2 次元局所モデルを 3 次元モデルへと拡張し、観測との比較がより高い精度で行えるものへと発展させる。独自の極域での観測と、その貴重なデータとの融合が可能な数値モデルの開発を通して、極域の超高層空間における未解決の準定常現象、とりわけ熱的現象の物理過程の解明を目指していく。