

## 卒業論文・卒業研究の要旨

論文題目	球面上の渦点の運動の安定解
氏名	武井泰憲
メジャー	データサイエンス
マイナー	物理学
<p>(要旨)</p> <p>地球の異常気象の原因となる偏西風の大きな蛇行や、木星大気に見られる安定した帯状のジェット気流の運動メカニズムは流体力学上の重要な問題です。これらの解明に向けて、球面上の渦点列と、渦点列が作る帯状流の性質を調べることを本研究の目的としています。発想の源には、流体中の複雑な流れが特定の安定構造へと収束する「カルマン渦列」があります。この概念を球面モデルに応用すると、球面上でも似たような渦点列の配置が定常的に存在する可能性があります。平面上のカルマンの渦列と同様に、計算コストを抑えた「渦点モデル」を用いて数値計算を行いました。</p> <p>計算は二種類行いました。一つは、カルマンの渦列と同じように渦の配置が一定に保たれた状態が維持できる条件の探索です。各渦点の誘導速度を算出し、系全体の回転に対して各渦点の相対的な運動がゼロになる緯度配置（安定解）を、ニュートン法によって探索しました。偏西風を模して、北半球の緯度線に沿って、南側に高気圧性の渦点列、北側に低気圧性の渦点列の2列の渦列配置では、特定の緯度間隔で幾何学的パターンを維持したまま移動し続ける安定解が存在することが実証されました。また、貿易風も含めて模したモデルとして、南半球にも赤道を挟んで対称的に渦列を配置した場合でも、特定の緯度間隔で安定解が存在することが示されました。</p> <p>二つ目は、数値シミュレーションです。上述の安定解から意図的に配置を南北にずらして堅牢性を、数値シミュレーションで検証しました。その結果、渦列を近づけすぎると非線形な干渉により系が崩壊する一方で、遠ざけた場合には組織的な振動運動を維持しながら安定性を保って周期的に変動する挙動が確認されました。</p> <p>これらの知見は、球面上の渦列が、カルマンの渦列と同様に一種の「アトラクター」として機能し、複雑な乱流状態から安定構造へと収束する性質があることを前提とすれば、惑星大気の縞模様の維持や偏西風の停滞メカニズムを解明するための重要な基礎的知見となり得るものです。</p>	
<p>(指導教員の推薦のコメント)</p> <p>大気の複雑な流れは、一般的に理解が困難である。地球流体力学は、複雑な流れを分解して簡単なモデルを抽出し、そのモデルの性質を理解することで複雑性に立ち向かおうとするアプローチである。本研究は、大気の運動を渦点の集まりで考える点で、まさに、地球流体力学的である。渦点モデルを球面に適用するアプローチはこれまでもあるが、本研究では、カルマンの渦列との対応関係を考える点が新しい。</p> <p>武井さんの研究は、数値計算手法を自ら開発し、それを用いていくつかの知見を得て、更にその解釈について考えることができた点で優秀卒業論文に値すると考える。</p>	

