

南極大型レーダーで探る大気大循環 観測データから乱流特性を高精度に計算



図1 高さ3メートルのアンテナ1045本からなるPANSYレーダー。2015年の本格稼働以来、昭和基地の上空約100キロメートルまでの風向、風速などを常時測定し、極域の大気の流れや大気波動の研究に貢献している。(提供:国立極地研究所)

地球の環境は、太陽から受ける入射エネルギーと、宇宙に出す放射エネルギーのバランスで安定が維持されています。入射エネルギーは緯度によって大きく異なりますが、海流や大気の流れがこれを再分配する役割をします。このエネルギー収支の現象は、赤道から高緯度地域に向けて熱を運ぶ大気大循環のように、地球規模の気候などにも影響を及ぼしています。

大気の流れで運ばれる運動エネルギーは、向きや速度が不規則に変化する大気乱流によって熱へと変換されます。エネルギー収支の解明には、速度のばらつきなど乱流の特性を観測結果から正確に得ることが必要ですが、これまでは大気乱流と観測データの間で成立する理論的關係が不明でした。

南極昭和基地大型大気レーダー(PANSYレーダー)は、強い電波ビームを空に向かって打ち、乱流から散乱されて戻ってくる電波を測定します

(図1)。乱流は風に乗って流されているので、戻ってくる電波の周波数のドップラー効果から風速を推定できます。しかし、大気レーダーから発射される電波ビームには広がりがあり、大気も移動していることから、観測される風速には相対速度による見かけの加減速も含まれてしまい、乱流による速度のばらつきのみを直接観測す

ることは不可能です(図2)。

これに対して、情報・システム研究機構の西村耕司特任准教授、東京大学大学院理学系研究科の佐藤薫教授らは、乱流特性と観測値をつなぐ端的でシンプルな理論關係を見だし、PANSYレーダーなどの大気レーダーによる観測データから大気乱流の速度のばらつきを正確に計算できる理論式を導き出すことに成功しました。また、この理論關係式を解く計算アルゴリズムを構築し、乱流による速度のばらつきを高精度に推定できることを数値シミュレーションで示しました。

乱流特性の正確な算出は、大気の流れで運ばれる熱が生じる仕組みの理解に重要です。この成果によって地球の大気大循環に関わるエネルギー収支を探る研究の加速が期待できます。また示された理論はあらゆる大気観測用レーダーに適用可能なので、気象予測などに用いるレーダーの観測データでも精度の向上を見込めます。

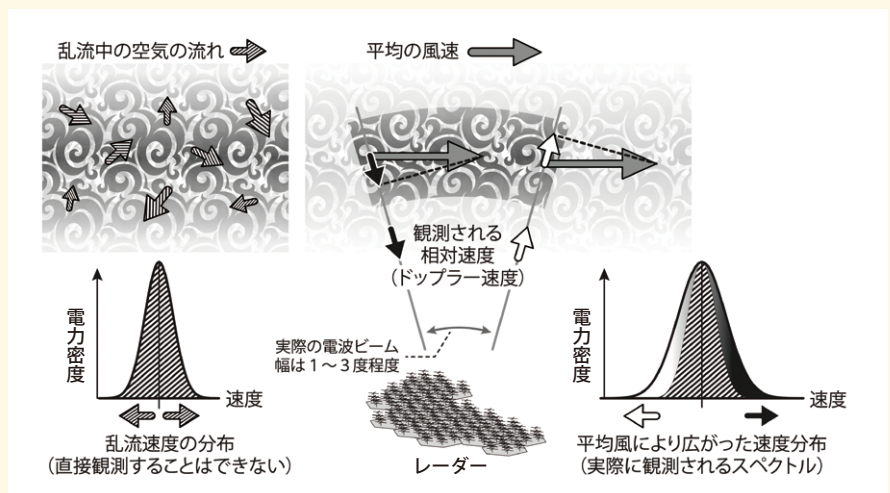


図2 大気乱流と観測データ(速度スペクトル)の關係