

MIS004-05

会場:展示ホール7別室3

時間: 5月27日16:10-16:20

Dust Devilの鉛直渦度の生成機構

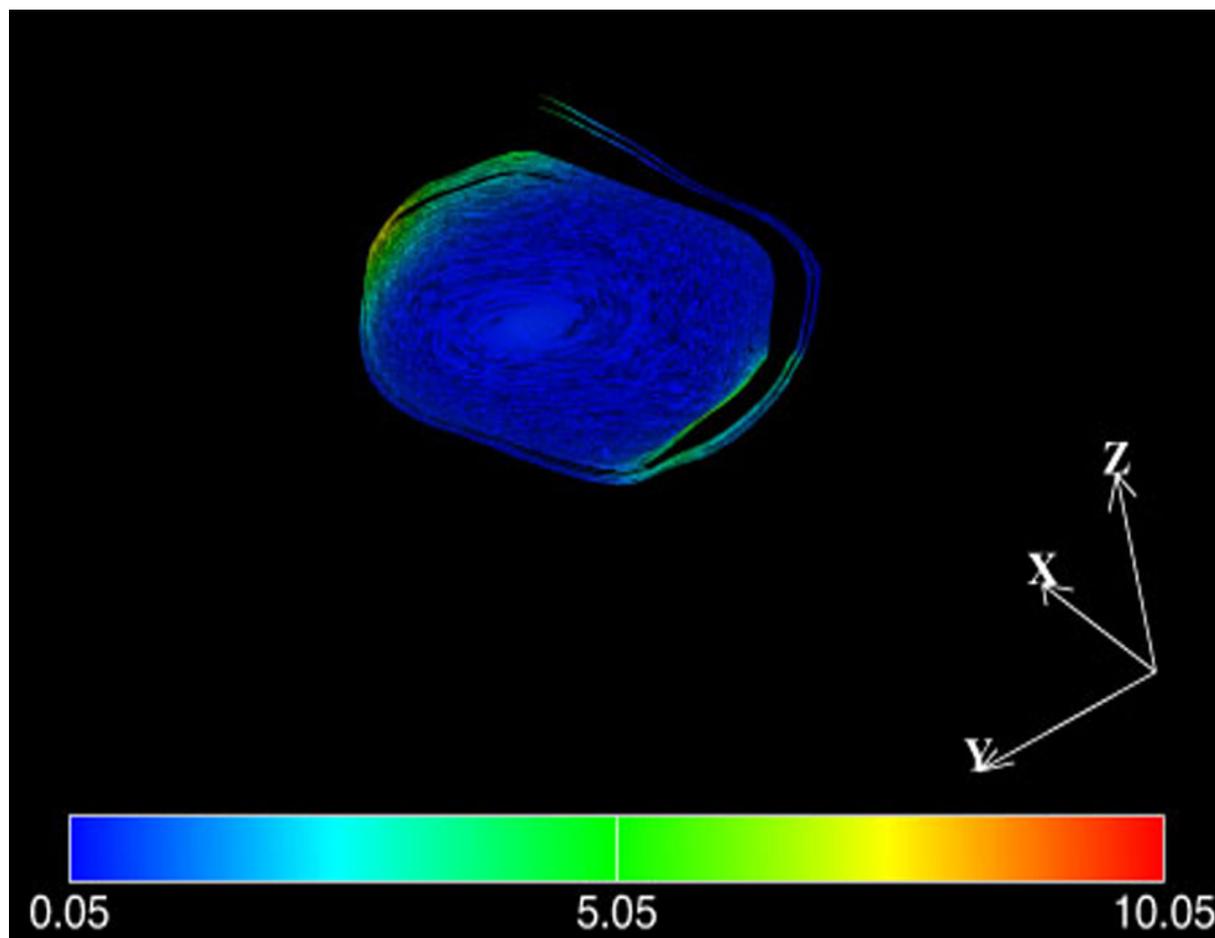
Origin of vertical vorticity in dust devils

伊藤 純至^{1*}, 新野 宏¹, 中西 幹郎²

Junshi Ito^{1*}, Hiroshi Niino¹, Mikio Nakanishi²

¹東大海洋研, ²防衛大

¹Ocean Res. Ins., The Univ. of Tokyo, ²National Defense Academy



晴天時の日中、砂漠などの裸地では、地表面が強く熱せられることで、大気中に対流混合層が形成され、Dust Devilと呼ばれる小スケールの強い鉛直渦が頻繁に発生する。Dust Devilのもつ強い鉛直渦度のメカニズムについては、1)環境場の水平シアに伴う鉛直渦度の対流による引き伸ばし(Williams 1948)、2)地表面近くの鉛直シアに伴う水平渦度の立ち上げ(Maxworth 1973)、3)対流セルに伴う水平渦度の立ち上げ(Kanak et al. 2000)、4)対流セルの上昇域への非対称な収束に伴う水平シアの引き伸ばし(Kanak 2005)、などの仮説が観測や数値実験により提案されてきた。しかしながら鉛直渦度の成因を定量的に解析した例はなく、未だに明確な結論は得られていない。

本研究ではDust DevilをLarge Eddy Simulation(LES)により再現したデータ(Ito et al.,2010)を用い、Dust Devilのもつ循環に着目することで、その生成機構の定量的な解析を目指した。まず格子間隔5mのLESで再現したDust Devilの地表面付近で渦の中心を通る水平な物質面を初期に配置し、面内の数万の要素の逆トラジェクトリーを追跡し物質面を構成することで、数分間の物質面の追跡とそれに伴う循環の変化をみた(伊藤ら、2009、連合大会)。追跡する物質面は移流により面積が指数関数的に拡大するので、広がった部分に新たに要素を挿入することで高精度化を行い、循環の解析の精度を確保した。また物質面の可視化を行った(図参照、シェードは各要素の高さを表す)。

解析の結果、乱流拡散の寄与を除けば、物質面は循環をほぼ保存しながらDust Devilに流れ込んでいることがわかった。物質面の面積が水平に縮小することで、顕著な鉛直渦度の引き伸ばしがみられたが、2)や3)で想定されているような水平渦度の立ち上げはDust Devilの生成に寄与をしていなかった。Dust Devilの周囲の下降流域には、Dust Devilの回転のもととなる循環が分布していた。この循環は混合層に普遍的に内在するもので、混合層の高さと対流速度の積でスケールされることがわかった。Dust Devilは下降流域に存在する循環を収束しながら上昇流域に集めることで発生すると考えられる。

キーワード:ダストデビル,渦,循環,対流混合層,鉛直渦度,セル状対流

Keywords: dust devil, vortex, circulation, convective mixed layer, vertical vorticity, cellular convection