

# 高解像度大気モデルを利用した 3 次元放射伝達計算に基づく不均質雲の影響 の解明

石田春磨<sup>1</sup>, 太田芳文<sup>1</sup>, 関口美保<sup>2</sup>, 岩渕弘信<sup>3</sup>, 櫻井篤<sup>4</sup>, 佐藤陽祐<sup>5</sup>

(1: 気象庁, 2: 東京海洋大学, 3: 東北大学, 4: 新潟大学, 5: 名古屋大学)

## 要旨

雲の空間不均質性が大気中の放射伝達に与える影響を、高解像度大気モデルのシミュレーション及び 3 次元放射伝達モデルを利用して調査した。雲の空間的な変動は、雲粒子による非等方散乱と相まって放射伝達過程を複雑にし、特に局地的な放射収支に影響する(雲の 3 次元効果)。しかし、雲の 3 次元効果の理論的な定量評価には放射伝達計算への入力として雲物理特性を現すパラメータが必要になるが、これらのパラメータ作成のための細かい空間スケールにおける妥当な雲空間分布の取得は一般に困難である。近年、空間解像度が 10m オーダーの **Large Eddy Simulation (LES)**モデルが開発されており(**SCALE-LES**)、物理法則に基づいた雲の空間変動部分の計算が可能となっている。本研究では、**SCALE-LES** モデルによる海上の低層水滴雲(晴天積雲・層積雲)の発達・衰退過程の計算結果をオフラインで利用して局地的な雲の 3 次元効果を調査した。**SCALE-LES** モデルは気圧・気温などとともに雲水量と雲粒数密度の空間分布を出力する。本研究では、それらから雲粒の粒径分布を仮定して雲の光学特性(消散係数など)、及び大気分子の吸収係数を導出した。また、雲の水平不均質性を加味した放射伝達計算は平行平板近似よりも計算量が非常に増大するため、放射計算の実践には種々の近似や工夫が必要になる。本研究では、球面調和関数による角度方向離散化及び有限体積法による空間離散化に基づく明示的解法を使用した。この解法は放射エネルギーの保存を確約する点が特徴のひとつであり、放射収支の評価に適している。また、赤外放射など、強い大気分子吸収が存在する場合の放射伝達を効率的に計算できる。このようにして **SCALE-LES** モデルによる雲場の時系列計算結果から雲層内の広帯域放射フラックスの空間分布を算出したところ、平行平板近似では評価できない放射フラックス空間分布の特徴を捉えることができた。赤外放射の水平発散による雲の側面や薄い雲の内部の放射冷却が再現され、また、雲の間隙(即ち晴天域)には水平収束が存在して放射冷却を緩和していることが示された。雲の 3 次元効果による放射冷却・加熱は、雲の成長・衰退過程において無視できない規模であることが示唆された。