

2025年度日本気象学会賞の受賞者決まる

受賞者：川合秀明（気象庁気象研究所気象予報研究部）

業績：

「気候・気象モデルにおける下層雲再現性向上と下層雲の特性に関する研究」

選定理由：

層積雲や層雲などの下層雲は放射収支を通して気候・気象を大きく左右するため、数値モデルにおいて下層雲を適切に表現することは大変重要である。川合秀明氏は、この下層雲の再現性向上に一貫して取り組んできた。

川合氏は2000年代初頭、現業全球数値予報モデルに層積雲の簡易スキームを導入し、亜熱帯の大陸西岸沖の下層雲の表現を改善することに成功した（Kawai and Inoue 2006）。その後、1km格子の人工衛星データを用い、サブグリッドスケールの雲水量の確率密度分布を下層大気安定度別に求めた（Kawai and Teixeira 2010, 2012）。さらに、雲ライダー衛星 CALIPSO の能動型センサーの特徴を生かし、中・上層雲が生じやすい中緯度において下層雲の雲頂高度の季節変化を明らかにした（Kawai et al. 2015）。

川合氏の近年の重要な貢献として、下層雲量と高い相関を持つ新たな指標として推定雲頂エントレインメント指数 ECTEI（Estimated Cloud-Top Entrainment Index）の提案がある（Kawai et al. 2017）。下層雲は大気成層が安定な状況で多く発生するため、大気温度構造のみを考慮した安定度指標である推定逆転層強度 EIS

（Estimated Inversion Strength）が使用されていた。ECTEI は、逆転層の温度構造に加え湿度分布も考慮するもので、雲頂エントレインメント発生条件式から演繹的に導出され、物理的な意味も明瞭である。近年の研究で、将来下層雲は減少するという報告が多数あるが、EIS を用いると温暖化に伴い下層雲量が増加傾向となる矛盾を抱えていた。川合氏は ECTEI を使うことにより将来の下層雲の減少が量的にも適切に説明できることを示した（Koshiro et al. 2022）。また、下層雲量が EIS に加えて海面水温にも依存するとした先行研究との整合性にも理論的な説明を与えたほか、観測船による長期観測により検証した点も評価できる。ECTEI を気象研究所地球システムモデルのパラメタリゼーションに適用したところ、南大洋の層積雲の過小評価などが改善し、放射収支のバイアスも低減した（Kawai et al. 2019）。このパラメタリゼーションは気象庁の現業季節予報モデルに導入され、海面水温上昇に伴い下層雲量が減少し海面への太陽入射が増えるというフィードバックが観測とも整合的に適切に表現されるようになった。

さらに川合氏は、気象研究所の地球システムモデルの雲表現の様々な改訂の各々について、先行研究をレビューしながら物理的考察を加え、その効果を定量化した（Kawai et al. 2019）。また、一見些細に見える過程の扱いがモデル性能にいかん影響するかを詳細に調査し（Kawai et al. 2022）、地球システムモデルの南大洋の

雲表現の改善が熱帯降水帯の再現性の改善にも寄与することを示した (Kawai et al. 2021) . このほか、海上の下層雲の基本的な事柄と気候・気象モデルにおけるパラメタリゼーションについてのレビュー解説も著した (Kawai and Shige 2020) . さらに、第5期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP5) のシミュレーションデータを用いた海霧の研究では、北太平洋西部と東部の海霧の将来変化について、モデル間で一致した循環変化という物理的解釈に帰着し、気候モデルによる将来予測結果を適切に評価した (Kawai et al. 2016, 2018) .

以上のように、川合秀明氏は、気候・気象モデルにおける下層雲の再現性向上に大きく貢献するとともに、観測データも活用して下層雲の気候への影響を解明した。以上の理由により、日本気象学会は川合秀明氏に2025年度日本気象学会賞を贈呈するものである。

主な関連論文

Kawai, H. and T. Inoue, 2006: A simple parameterization scheme for subtropical marine stratocumulus. SOLA, 2, 17-20.

Kawai, H. and J. Teixeira, 2010: Probability density functions of liquid water path and cloud amount of marine boundary layer clouds: Geographical and Seasonal variations and controlling meteorological factors. J. Climate, 23, 2079-2092.

Kawai, H. and J. Teixeira, 2012: Probability density functions of liquid water path and total water content of marine boundary layer clouds: Implications for Cloud parameterization. J. Climate, 25, 2162-2177.

Kawai, H., S. Yabu, Y. Hagihara, T. Koshiro and H. Okamoto, 2015: Characteristics of the cloud top heights of marine boundary layer clouds and the frequency of marine fog over mid-latitudes. J. Meteor. Soc. Japan, 93, 613-628.

Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo, O. Arakawa and Y. Hagihara, 2016: Changes in marine fog in a warmer climate. Atmos. Sci. Let., 17, 548-555.

Kawai, H., T. Koshiro and M. J. Webb, 2017: Interpretation of factors controlling low cloud cover and low cloud feedback using a unified predictive index. J. Climate, 30, 9119-9131.

Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo and O. Arakawa, 2018: Changes in marine fog over the north pacific under different climates in CMIP5 multi-model simulations. J. Geophys. Res., 123, 10,911-10,924.

Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura and R. Nagasawa, 2019: Significant improvement of cloud representation in global climate model MRI-ESM2. Geosci. Model Dev., 12, 2875-2897.

Kawai, H. and S. Shige, 2020: Invited review: Marine low clouds and their parameterization in climate models. *J. Meteor. Soc. Japan*, 98, 1097–1127.

Kawai, H., T. Koshiro and S. Yukimoto, 2021: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the double-intertropical convergence zone problem in MRI-ESM2. *Atmos. Sci. Let.*, 22, e1064.

Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Importance of minor-looking treatments in global climate models. *J. Adv. Model. Earth Sys.*, 14, e2022MS003128.

Koshiro, T., H. Kawai and A. T. Noda, 2022: Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 119, e2200635119.