

「水の循環系モデリングと利用システム」

平成 15 年度採択研究代表者

小池 俊雄

東京大学大学院工学系研究科・教授

水循環系の物理的ダウンスケーリング手法の開発

1. 研究実施の概要

本研究では、水循環系の物理的ダウンスケーリング手法の開発研究として、これまでの研究実績、統合地球水循環観測強化期間（CEOP）統合データセットを用いて、戦略的に下記の 3 項目を研究した。

- 1) 衛星観測のための放射伝達モデルと大気-陸面結合モデルを組み合わせた水循環系の大気-陸面結合データ同化スキームの開発と検証。
- 2) 衛星データを用いた水循環系データ同化システムから得られる地域規模、局所規模の初期条件をそれぞれ組みこんだ大循環モデル→領域モデル、領域モデル→局所モデルへの物理的ダウンスケーリング手法の開発と検証。
- 3) 局所スケールの大気-陸域相互作用予測モデルの出力を組みこんだ分布型流出モデルを用いた流出予測システムの開発と検証。

本研究では、これまでに「陸面(土壌水分、積雪)データ同化システム」・「海洋上での雲微物理データ同化システム」・「大気モデル-陸面データ同化結合システム」・「陸面スキームを組み込んだ分布型流出モデル」を開発している。本年度は CEOP リファレンスサイト、衛星データおよび数値気象予報モデル出力を用いて、これらの機能、安定的動作、適用の拡張性を確認するとともに、新たに、

「植生域の陸面データ同化システム」

「陸域上の大気データ同化システム」

「陸面スキームを組み込んだ分布型流出モデルによる流出予測-河川管理システム」

の基本部分を開発した。また陸面では、土壌水分、積雪、植生に加えて、凍土のデータ同化システムの開発を目指す基礎研究として、厳冬期にチベット高原の CEOP リファレンスサイトにおいて衛星と同期した強化観測を実施して、システム開発に必要な地上データセ

ットを取得した。また以上の研究を効率的・効果的に推進するために CEOP の一層の推進を図った。

2. 研究実施内容

(1) 地上マイクロ波センサによる特別観測データを用いた大気-陸面結合データ同化スキームの開発

陸面観測用の低周波帯マイクロ波放射計および高周波帯マイクロ波放射計を東京大学田無農場に設置し、植生の成長に合わせて土-植生層の低周波数～高周波数におけるマイクロ波放射観測を実施して、植生の影響を記述できるマイクロ波放射伝達モデルを開発するとともに、同時に計測される気象観測データを用いて植生域の陸面データ同化システムを構築した。

米国オクラホマ州の SGP CEOP リファレンスサイト周辺で実施される雲-陸面相互作用集中観測実験(CLASIC)に大気観測用のマイクロ波放射計を導入し、土壌水分観測と雲観測の集中観測データを取得して、陸面-大気一体型放射伝達モデルの開発を目指したが、当該機器の機能不全により十分なデータを取得することができなかった。そこで、チベット高原にて 2004 年 4 月および 8 月に実施した集中観測データを用いて、陸面-大気一体型放射伝達モデルおよび陸域上の大気データ同化システムを構築した。

(2) 大気-陸面結合データ同化スキームを組み合わせたダウンスケーリング手法の開発

前年度までに開発した「大気モデル-陸面データ同化結合システム」をもとに、アジア域をカバーする領域大気モデルと結合する陸面(土壌水分、積雪)データ同化システムを開発し、全球スケールの数値気象予報モデルの予報値をネスティングすることによって、アジア域の気象予報値の高度化を目的とする数値実験を行った。この数値実験では、特に山岳域を中心に陸面での異常なフラックスが算定されることが判明し、同システムの多様な地形、地表面状態への適用性の確保のために同化システムの改善を試みた。

さらに、海洋上での雲微物理データ同化システムを適用して数値気象予報のための大気初期を求め、流域スケールの豪雨予測精度向上を目的とした数値実験を実施した。この数値実験では、同化は成功し、4-5 時間の数値予測も成功したが、その後予測モデルが壊れるという問題が生じ、豪雨の場合、同化による温度、水蒸気場の初期値の急激な変更に対して、予測モデル内の力学場をどのようにすり合わせていくかの検討を行った。

(3) メソスケール、領域スケールの高密度観測網を有するチベット高原でのモデル開発と検証

中国国家気象局、中国科学院との協力で長期共同観測体制を確立したチベット高原にお

いて、衛星搭載マイクロ波放射計のフットプリントサイズを考慮した強化観測実験を厳冬期に行い、固体降水(降雪)分布特性、凍土帯の水・エネルギーフロー特性を明らかにし、凍土のデータ同化システム開発を行うための基礎的検討を行った。

3. 研究実施体制

(1)「システム開発研究」グループ

- ①研究者名:小池 俊雄 (東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻)
- ②研究項目:「大気-陸面結合データ同化スキーム」,「物理的ダウンスケーリング手法」,「大気-陸域相互作用予測モデルと分布型流出モデルの結合モデル」の開発, 検証を目的とする, 観測データ収集のための基盤整備.

(2)「チベット高原観測研究」グループ

- ①研究者名:上野 健一 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)
- ②研究項目:チベット高原での集中観測の一部実施と, 集中, 長期観測のための基盤整備.

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表(原著論文)

- 1) David Kuria, Toshio Koike, Hui Lu, Hiroyuki Tsutsui and Tobias Graf: Field-supported verification and improvement of a passive microwave surface emission model for rough, bare and wet soil surfaces by incorporating shadowing effects, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 45, No.5, pp. 1207-1217, May 2007.
- 2) S. Boussetta, T. Koike, T. Graf, K. Yang, M. Pathmathevan: Development of a coupled land-atmosphere satellite data assimilation system for Improved local atmospheric simulations, *Remote Sensing of Environment*, DOI 10.1016/j.rse.2007.06.002., June 2007
- 3) Mirza, C. R., T. Koike, K. Yang, and T. Graf: The Development of 1-D Ice Cloud Microphysics Data Assimilation System (IMDAS) for Cloud Parameter Retrievals by Integrating Satellite Data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 46, No.1, 119-129, January 2008.
- 4) Hui LU, Toshio KOIKE, Hiroyuki TSUTSUI, David Ndegwa KURIA, Tobias GRAF, Kun YANG and Xin LI: A LONG TERM FIELD EXPERIMENT FOR RADIATIVE TRANSFER MODEL DEVELOPMENT AND LAND SURFACE PROCESSES REMOTE SENSING, *水工学論文集* 52 巻, pp.13-18, 5 March 2008.

- 5) 辻本 久美子,小池俊雄: トンレサップ湖周辺域における局地循環による対流発生メカニズムと水蒸気輸送への影響, **水工学論文集 52 卷**, pp.247-252, 7 March 2008.
- 6) 筒井浩行,小池俊雄: SSM/I 衛星データに基づく長期的な積雪深の推定とその考察, **水工学論文集 52 卷**, pp.223-228, 7 March 2008.
- 7) 富田惇・谷口健司・小池俊雄: 気象庁長期再解析データを用いた夏季前線性豪雨時の広域的な大気構造の研究, **水工学論文集 52 卷**, pp.319-324, 7 March 2008.