

「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、地球観測データおよび全球規模予報モデルの情報を効果的に用いて、流域スケールの精度の高い水循環予測情報を創出するため、(1)データ同化スキーム、(2)データ同化システムを組み込んだ物理的ダウンスケーリング手法、(3)物理的ダウンスケーリング手法から得られる情報を効果的に組み込んだ流出予測システムの開発と検証に取り組んでいる。

平成 17 年度は、前年度までに開発した「大気－陸面結合同化システム」と「雲微物理同化システム」と、全球スケールの数値気象予報モデルの出力、領域およびメソスケールの数値気象予報モデルを組み合わせ、物理的ダウンスケーリング手法の開発に成功した。また、物理的ダウンスケーリング手法の出力を効果的に分布型流出モデルに入力することによって流出予測システムを構築するために、「大気－陸面結合同化システム」に用いられている陸面スキームの分布型流出モデルへの導入に成功し、流出予測システムの基礎を確立した。

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

平成 16 年度に修理を終えた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、2 台のマイクロ波放射計と他の地上観測装置による一体観測を実施した。ここでは特に陸面でのマイクロ波放射伝達プロセスの高度化に焦点を当て、土層中でのマイクロ波放射伝達、土壌表面でのマイクロ波散乱のモデルの高度化を行い、両者を組み合わせた土壌面からの高度なマイクロ波放射伝達モデルを開発した。図 1 は実験の風景を示している。

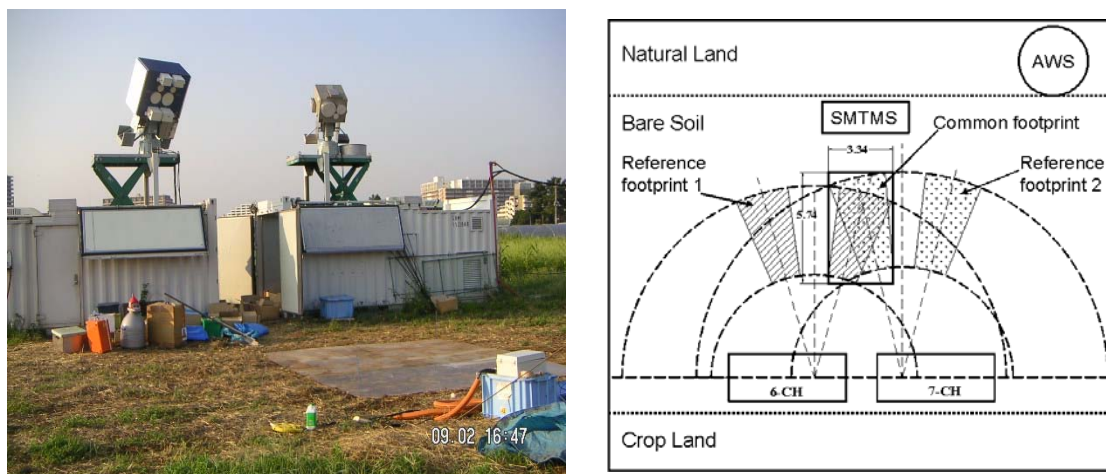


図1 2台のマイクロ波放射計による地上観測実験
(左：観測風景，右：共通のターゲット領域)

このモデルは，砂層を多くの均一の球形粒子が密につめられたスラブ構造と仮定し (L.Tsang et al.,1977)，粒子の体積散乱の計算には稠密媒体の放射伝達モデル(DMRT)が，表面散乱には AIEM モデルを簡略化した Qp モデルが用いられている．砂層内での体積散乱の効果をモデルがどの程度表しているかを検証するために，乾燥条件下で，下層境界条件として輝度温度の低い鉄板と輝度温度の高い電波吸収剤の両方を用いたデータを取得した．また地表面散乱の影響の把握とモデル化のために，湿潤条件下で様々な粗度状態に対して実験を行い，モデルの性能を評価した．モデル開発と検証の結果，水平偏波に関してはモデルの推定値が絶対値としては過小であるが，定性的には妥当な推定傾向を示した．垂直偏波については絶対値，傾向とも良好な結果が得られた．

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

大循環モデルから領域モデルへ，さらにメソスケールモデルへのダウンスケーリングには，地形，土壤水分や積雪，植生など，空間不均一性に関する情報を加える必要があり，これらの影響を考慮した初期条件の設定が不可欠である．そこで平成16年度に開発した「雲微物理同化システム」と「大気－陸面結合同化システム」と，全球スケールの数値気象予報モデルの出力，領域およびメソスケールの数値気象予報モデルを組み合わせ，全球モデルからメソモデルへの物理的ダウンスケーリング手法を開発した．

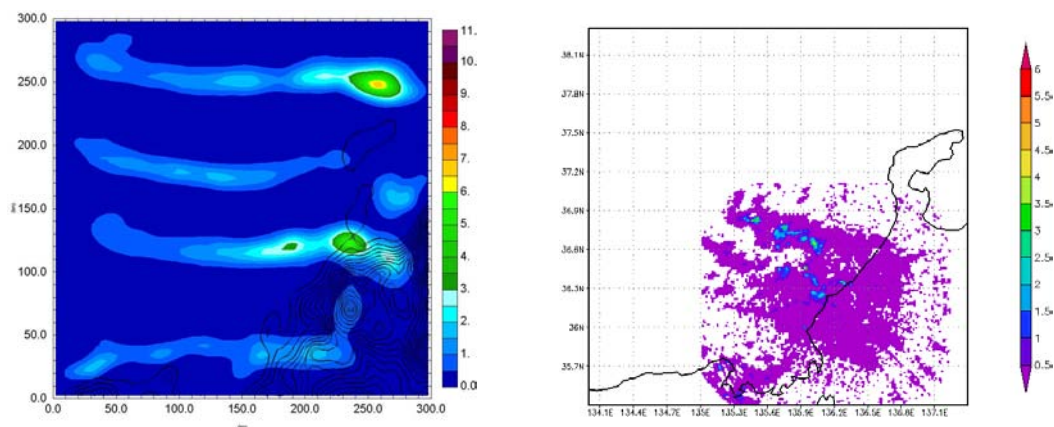


図2 雲微物理同化システムを組み込んだ物理的ダウンスケーリングによる降雪予測
(左：3時間先の予測結果，右：地上レーダによる降雪分布)

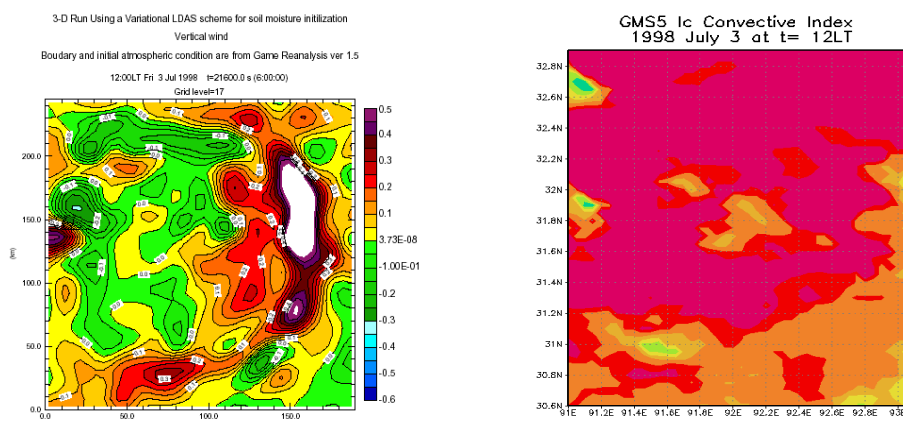


図3 大気－陸面結合同化システムを組み込んだ物理的ダウンスケーリングによる上昇流
のシミュレーション結果（左：上昇流分布，右：静止衛星による雲頂温度分布）

図2，3は，それぞれ，雲微物理同化システム，大気－陸面結合同化システムを組み込んだ物理的ダウンスケーリングによる降雪予測（福井）と上昇流のシミュレーション（チベット高原）結果であり，物理的ダウンスケーリングシステムによる結果が，地上レーダと静止衛星による，それぞれ降雪域，雲頂温度分布に対応しており，高い精度の予測，シミュレーション結果を得た。

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

大気－陸面結合データ同化スキームの開発，検証を目的として，CEOP 年間強化観測と同期して平成16年度に実施された「チベット高原における春期～夏期集中観測実験」データの品質チェック，アーカイブを行い，CEOP で収集される衛星データ，数値気象予報モデルとの統合化データセットを作成した。また，チベット高原での長期にわたる観測体制の確立のための中国，日本の関連各機関との調整を行い，JICA「日中気象災害協力研究センタープロジェクト」を立ちあげ，JICAおよび中国国家気象局，中国科学院の協力を得て，

集中観測モードから長期定常観測モードへの変更を行った。

3. 研究実施体制

システム開発研究グループ

- ①研究分担グループ長：小池 俊雄（東京大学大学院、教授）
- 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。

チベット高原観測研究グループ

- ①研究分担グループ長：上野 健一（筑波大学生命環境科学研究科、助教授）
- 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. 主な研究成果の発表

(1) 論文（原著論文）発表

- Taniguchi, K., and T. Koike (2006), Comparison of definitions of Indian summer monsoon onset: Better representation of rapid transitions of atmospheric conditions, **Geophys. Res. Lett.**, 33, L02709, doi:10.1029/2005GL024526.
- Marco Tedesco, Edward J. Kim, Don Cline, Tobias Graf, Toshio Koike, Richard Armstrong, Mary J. Brodzik, Janet Hardy: Comparison of local scale measured and modelled brightness temperatures and snow parameters from the CLPX 2003 by means of a dense medium radiative transfer theory model, **Hydrological Processes**, Volume 20, Issue 4, 15 March 2006, Pages: 657-672.
- Koiti MASUDA, Yasushi FUJIYOSHI, Masashi KIGUCHI, Akiyo YATAGAI, Fumie Akimoto FURUZAWA, Kun YANG, Yukiko HIRABAYASHI, Shinjiro KANAE, 2006: Summary on the 5th International Science Conference on the Global Energy and Water Cycle, **Bulletin of the Meteorological Society of Japan**, 2006, 53-62.
- Tobias GRAF, Toshio KOIKE, Hideyuki FUJII: TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A LAND DATA ASSIMILATION SYSTEM FOR SNOW, **水工学論文集 50 巻**, pp. 1-6, March, 2006.
- Hui LU, Toshio KOIKE, Nozomu HIROSE, Masato MORITA, Hideyuki FUJII, David Ndegwa KURIA, Tobias GRAF, Hiroyuki TSUTSUI: A BASIC STUDY ON SOIL MOISTURE ALGORITHM USING GROUND-BASED OBSERVATIONS UNDER DRY CONDITION, **水工学論文集 50 巻**, pp. 7-12, March, 2006.
- Oliver SAAVEDRA, Toshio KOIKE, Dawen YANG: APPLICATION OF A DISTRIBUTED HYDROLOGICAL MODEL COUPLED WITH DAM OPERATION

- FOR FLOOD CONTROL PURPOSES, *水工学論文集 50 巻*, pp. 61-66, March, 2006.
- 谷口健司・小池俊雄：アラビア海における低気圧の発生および発達過程に関する研究, *水工学論文集 50 巻*, pp. 391-396, March, 2006.
 - 広瀬 望・小池俊雄：チベット高原における凍土融解過程の長期変動, *水工学論文集 50 巻*, pp. 415-420, March, 2006.
 - 筒井浩行・小池俊雄・Tobias Graf・兒玉裕二・青木輝夫：地上マイクロ波放射計を用いた地上積雪観測に基づく積雪量推定衛星アルゴリズム検証, *水工学論文集 50 巻*, pp. 433-438, March, 2006.
 - Yang, K. and T. Koike, 2005: A general model to estimate hourly and daily solar radiation for hydrological studies, *Water Resources Research*, 41,W10403, 10.1029/2005WR003976.
 - Yang, K., T. Koike, B. Ye, and L. Bastidas (2005), Inverse analysis of the role of soil vertical heterogeneity in controlling surface soil state and energy partition, *J. Geophys. Res.*, 110, D08101, doi:10.1029/2004JD005500.
 - Yang, K., And T., Koike, 2005 Comments on “Estimating Soil Water Content from Soil Temperature Measurements by Using Adaptive Kalman Filter”. *Journal of Applied Meteorology*, 44(4), 546-550.
 - Boussetta, S., T. Koike, M. Pathmathevan, K. Yang, 2005: Investigation of the effect of a coupled land-atmosphere satellite data assimilation system on land-atmosphere processes, Predictions in Ungauged Basins: *Promises and Progress, IAHS publ.* 303.