

教育利用報告：第17回 VL 講習会

大野 知紀・Woosub Roh・佐藤 正樹

東京大学大気海洋研究所

東京大学大気海洋研究所は、国内において気候・環境研究を推進している4大学（東京大学・千葉大学・名古屋大学・東北大学）の研究拠点センターとの連携のもとで、地球気候系の診断を行うためバーチャルラボラトリー（VL）を形成し、学生や若手研究者の育成を行っている。本事業において、毎年各機関の持ち回りで講習会を実施している。2023年度の第17回 VL 講習会は、「全球非静力学モデル NICAM の解説と数値シミュレーションの実践」のテーマで2023年3月14日から15日の2日間にわたって、柏地区キャンパスの大気海洋研究所において実施した。

1日目に全球大気モデル NICAM (Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model; Tomita and Satoh, 2004; Satoh et al., 2014)、2日目に衛星シミュレータ J-Sim (Joint-Simulator for Satellite Sensors; Hashino et al. 2013; Satoh et al. 2016) に関する講義の後、大気海洋研究所2階講義室においてこれらを利用した実習を行った。これらのプログラムは、Wisteria/BDEC-01 を活用した大規模計算により実際の研究活動にも利用されているほか、小規模な計算はパソコン等でも実行可能である。今回の講習会では、研究におけるこれらのプログラムの利用促進のために、大型計算機を利用する実践的な実習を行った（第1図）。各受講者にノート PC を持参してもらい、所内講義室のネットワークから Wisteria/BDEC-01 にリモートログインし、NICAM のコンパイル・前処理・シミュレーションの実行・後処理・可視化のすべての過程を Wisteria/BDEC-01 上で実施した。また、PC に衛星シミュレータ実行環境を構築し、シミュレーションデータと衛星データの連携解析を行った。



第1図：大気海洋研究所講義室における実習の様子

実習では、2019年に大規模な河川氾濫被害をもたらした過去最強クラスの台風19号（Hagibis）の事例を対象に、NICAM による再現シミュレーション計算を行った。NICAM は正二十面体を基にして全球をほぼ均一な間隔の格子点で覆う大気モデルであるが、教育利用クラス

で実施可能なサイズに計算格子数を設定するために、日本付近に格子点を集中させる stretch 格子の手法を用いた。本講習会で配布したパッケージの設定では、日本周辺では水平格子間隔が 20km 程度になる。2019年10月10日0時（協定世界時）からの3日分の NICAM の計算により、大雨・強風を伴ったまま日本に上陸する台風渦を再現できた。この計算には30分程度の計算時間がかかる。

シミュレーションの可視化までを順調にこなした受講者には、配布したシミュレーションのパッケージを自ら変更することで、より高解像度のシミュレーションの実施にもチャレンジしてもらった。高解像度再現実験は通常の教育用クラスの実行時間制限（15分）では完了できないため、実行制限が最大3時間に緩和された本講習会専用の教育用クラスを利用して実施した。

J-Sim を用いた実習では、NICAM によるシミュレーション結果を用いて、モデルデータに対応した疑似観測データの計算・解析を行った。J-Sim は複数の衛星センサーのエミュレーションする機能が実装されているが、今回は本年5月に打ち上げが予定の EarthCARE 衛星による雲プロファイリングレーダー（CPR）と広帯域放射計（BBR）の疑似観測データの計算・解析を行っていただいた。この実習では、参加者のノート PC に Docker を用いた J-Sim 利用環境を構築してもらい、その環境で実習を行っていただいたが、すべての参加者がスムーズに環境構築することができ、J-Sim を用いた解析を行うことができた。

参加予定の受講者とメンター、及び予備を含めて約50程度の教育用アカウントを発行していただいた。講習会直前でアカウントリストの一部が有効でないことがわかるというトラブルが生じた。一方で、Wisteria/BDEC-01 へのログイン時に必須となる SST 鍵認証が初めてという参加者も少なくなかったが、Wisteria/BDEC-01 の利用の手引等に手順が詳細に記述されているため、講習会においてログインは全員スムーズに行うことができた。

NICAM を用いたシミュレーションの実施には、シミュレーションそれ自体の他に、前処理・後処理も相応の計算を要するため、通常は前処理・後処理もシミュレーション同様に計算ノードで実行する。しかし、今回はシミュレーションにはどのようなデータが入力されているか、またそれらをどのような手順で生成するかについて受講者に理解しやすくするため、インタラクティブノードで段階ずつ、結果を可視化しながら実行していただくように指示した。シミュレーションの一連の実施には10回程度の可視化が必要となるが、可視化に用いたツールはログインノードでのみ実行可能であるため、可視化の度にインタラクティブノードへのログイン・ログアウトが必要になる。過去の講習会における Wisteria/BDEC-01 と同様のシステムでの経験を踏まえ、今回は講習者にログインノードとインタラクティブノードのために2つの端末を用意してこの問題を回避することを試みたが、大型計算機の利用になれない利用者には少し戸惑いが見られたように思われる。

実習の時間中、受講者37名とチューター各自の計約50台程度のノート PC から、同時に Wisteria/BDEC-01 に接続を行ったが、Wisteria/BDEC-01 上の各種処理に目立ったラグはなく、快適に実習を進行していくことができたのは講習会の実施に Wisteria/BDEC-01 の利用を選択したメリットであった。また、実習時間中に限り、教育用クラス専用の計算ノードを設置していただいたため、待ち時間なくプログラムを実行することができ、効率的に実習を実施することができた。

本講習会の講義資料は下記の web サイトに掲載している。この講習会を通じて、

Wisteria/BDEC-01 を利用した NICAM および J-Sim の本格的な研究利用の推進につながれば幸いである。教育用クラスの設定等を取り計らっていただいた、中島研吾先生をはじめとする東京大学情報基盤センターの関係者に改めて感謝する。

参 考 文 献

Hashino, T., Satoh, M., Hagihara, Y., Kubota, T., Matsui, T., Nasuno, T., Okamoto, H., 2013: Evaluating cloud microphysics from the NICAM against CloudSat and CALIPSO. J. Geophys. Res., 11, 7273–7293.

Tomita, H. and Satoh, M., 2004: A new dynamical framework of nonhydrostatic global model using the icosahedral grid. Fluid Dyn. Res., 34, 357–400.

Satoh, M., Tomita, H., Yashiro, H., Miura, H., Kodama, C., Seiki, T., Noda, A. T., Yamada, Y., Goto, D., Sawada, M., Miyoshi, T., Niwa, Y., Hara, M., Ohno, T., Iga, S., Arakawa, T., Inoue, T., Kubokawa, H., 2014: The Non-hydrostatic Icosahedral Atmospheric Model: Description and Development. Progress in Earth and Planetary Science, 1, 18.

Satoh, M., Roh, W., Hashino, T., 2016: Evaluations of clouds and precipitations in NICAM using the Joint Simulator for Satellite Sensors. CGER's Supercomputer Monograph Report.

第17回 VL 講習会 : <https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/vl/vl2023>