

第1回メソ気象セミナー開催報告

メソ気象セミナー事務局

(下瀬健一*1・津口裕茂*2・栃本英伍*3・鶴沼 昂*4)

1. 開催までの経緯

はじめに、このセミナーを開催したモチベーションを述べる。これまで、メソ気象（ここでは主に降水系を指す）について、観測的・数值的・理論的な研究が数多くなされてきた。また、メソ気象の多様性・局所性から非常に多くの事例解析がなされてきており、論文発表と学会での発表を合わせると相当数に上るものと思われる。このように、メソ気象の理解に向けて数多の努力が注がれてきたが、その努力は個々の事例解析で終わっているものがほとんどであり、事例解析から得られた知見を統べるという努力が不十分であると言わざるを得ない。現状をこのように捉えている若手の4人が集まり、メソ気象の現在の理解の到達点と今後の研究課題を明確にすることを大きな目標として、メソ気象セミナーを立ち上げるに至った。なお、本セミナーの立ち上げの際に、「台風セミナー」(e.g., <https://sites.google.com/site/typhoonseminar> 2014/) を参考にさせていただき、企画・運営は手弁当で行われた。

第1回である今回は、モチベーションに沿った「メソ気象研究のこれまで・今・これから」をコンセプトとし、メソ気象研究会の世話人である気象庁気象研究所の加藤輝之氏を講師に迎え、大学や企業など多岐に渡る所属の参加者35名を前に、同氏がこれまでに行ってきた研究やメソ気象研究の現状・課題に関して

熱弁を振るっていただいた。また、現在行われているメソ気象研究についての理解を深めるために、参加者によるポスター発表も行われ、活発な議論が繰り広げられた。セミナーの最後には、参加者全員で今後のメソ気象研究の方向性を議論し、メソ気象コミュニティとして連携を『うまく』図ることで一致した。次節以降では、セミナーの詳細に関して報告する。

本セミナーは、2014年6月7-8日に箱根・強羅で開催予定であった。しかしながら、関東地方でその前日から続いた大雨により、気象庁気象研究所へ場所を移しての開催となった。急な開催地変更のため、参加者など関係各位に多大なご迷惑をおかけしたが、各位のご理解とご協力のおかげで代替地での開催ができた。ここに改めて謝意を表す。この大雨に関しては、セミナー内で時間を設けて『即興的な』解析を行ったので、その様子に関しても報告する（解析の詳細は付録にて報告）。

2. セミナー内容

2.1 基調講演

基調講演は、「加藤氏が気象大学在籍時から行っていた大気大循環の研究からメソ対流系との出会い」、「研究を行うようになった経緯」、そして「最新の研究成果」と幅広い内容で行われた。

2.1.1 気象大学時代の大気大循環研究からメソ対流系との出会い

まず、加藤氏が気象大学の卒業研究から行ったロスビー波伝播に伴う大気大循環研究について、2層の浅水方程式から多層モデルに拡張した研究内容の講演が行われた。当時のスパコン（現在のデスクトップパソコン程度の性能）を用いて、熱帯の熱源に対する線形応答を固有値問題として解くことで、ロスビー波の

*1 (連絡責任著者) Ken-ichi SHIMOSE, 防災科学技術研究所, mesodiscuss@gmail.com

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1

*2 Hiroshige TSUGUTI, 気象研究所.

*3 Eigo TOCHIMOTO, 東京大学大気海洋研究所.

*4 Takashi UNUMA, 京都大学防災研究所.

© 2014 日本気象学会



第1図 第1回メソ気象セミナーの参加者 (岡田康彦氏提供).

伝播やサブハイの北進が見られることを示した。また、冬半球を想定したときの方がロスビー波の伝播が顕著であることを示した。こういった大気大循環についての講演は、普段メソ気象の話題を中心に聴いている我々にとっては非常に新鮮な内容であった。また、この時代に複雑な数式を扱った研究を行ったことで、後のモデル開発やプログラミングに大きく役立ったという話が印象的だった。

その後話題は、メソ対流系との出会いとこれまでにを行った研究へと移っていった。加藤氏は、気象観測船・啓風丸への乗船やメソ特別観測への参加を通して、下層水蒸気的重要性について意識しはじめたとのことであった。このように、実際の観測に参加することは、現象を体験し、理解を深める上でも重要であると感じた。

加藤氏の博士論文 (Kato 1998) の内容である下層ジェット強化過程の話題では、高度 1 km 以下で加速された水平風運動量の対流による鉛直輸送が重要であることが示された。モデル開発や運用については、Box-Lagrangian スキーム (Kato 1995) の開発やメソ特別観測での非静力学モデルの準リアルタイムでの運用についての話があった。また加藤氏が描画ツール‘マニア’であるという話題でも盛り上がった。美しい図を簡単に大量に描くためのツール (加藤 2004) を自作する等、描画ツールへの飽くなきこだわりについても熱弁された。

2.1.2 大雨をもたらす降水システム

大雨をもたらす降水システムに対する鉛直シアの重要性についての講演が行われた。まず、2013年8月に発生した秋田・岩手豪雨の紹介があり、積乱雲が風上側で次々に発生するバックビルディング型形成の線状

降水帯であったことが指摘された。さらにその時の環境場として下層で多量の水蒸気流入があったこと、線状降水帯付近でストームに相対的なヘリシティSREHが $200 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ を大きく超え、鉛直シアが大きかったことが示された。さらに、積乱雲の組織化と鉛直シアの関係について調べるために、鉛直シアがある場合/ない場合の数値シミュレ

ーションを行った結果を示し、鉛直シアがある場合に積乱雲が組織化し、鉛直シアベクトルと降水系の走向がかなり近くなると述べた。また、最新の集中豪雨についての研究成果である津口・加藤 (2014) の結果を示し、集中豪雨事例全体の約6割 (ただし、台風・熱低本体による事例は除く) が線状の降水系によってもたらされていると指摘した。

2.1.3 大気的不安定性と相当温位

加藤氏のこれまでの研究を振り返りながら、大気的不安定と相当温位について講演が行われた。まず相当温位について、エネルギーの保存性から中学生以上の知識で理解出来る説明がなされた。その後、エマグラムを用いた実習が行われ、持ち上げ凝結高度・自由対流高度・平衡高度の見つけ方についての説明があった。そして、エマグラムからわかる大気的不安定についての説明があった。また、相当温位についていくつかの近似解の比較結果が示された。その結果、Bolton (1980) の式で計算された相当温位の精度が最も良いことが示された。

講演の中で、加藤氏が影響を受けた諸先輩方の名言として、吉崎正憲氏からの言葉「研究者たるもの論文を書くことが仕事」と小倉義光氏からの言葉「数値モデルの結果を解析すれば、その過程のすべてがわかるはず」が紹介され、加藤氏自身がその言葉を実践すべく研究を進めておられることに感銘を受けた。また、加藤氏の言葉として、「研究は使われてこそ意味がある」、「人のできない研究をするべきである」と言われていたことが印象的であり、実際にそれを実践されていることがわかった。さらに、研究者だけでなく様々な人々との出会いが加藤氏の研究生活や人生に大きな影響を与えたと聞くことができ、今後の我々の研究生

活においても出会いを大切にしようとして再認識することができた。

2.2 2014年6月7-8日の大雨の即興解析

1日目の加藤氏の講演後、箱根でのセミナーの開催を阻んだ大雨（「2014年6月6-7日の関東地方周辺の大雨」）についての簡易解析を参加者全員で行った。セミナー会場である気象研究所は、気象庁の附属機関ということもあって、数多くの観測データ・客観解析データ・数値予報資料などをほぼリアルタイムで利用することができる。この条件を最大限に活用して、セミナー参加者全員によるいわば「即興的」な解析を行った。解析の詳細は付録に譲る。

簡易解析を実施中の会場内は、たいへんな盛り上がりであった。数多くのデータを即座に見ることができるところから、いたるところから「レーダー画像が見たい!」、「客観解析データの下層の相当温位が見たい!」、「気象庁メソモデルMSMの予報が見たい!」などの声が飛び交った。また、それらの図の解釈を参加者が述べた後に、そこから次々と話題が派生していった。参加者の多くは“メソ気象”を専門にしているが、一言で“メソ気象”と言ってもその専門は多岐にわたっており、様々な観点から一つの現象を見ることで、多角的な見方ができた点がいへん面白かった。その日の朝に参加者全員が経験した大雨であったことから、実感を持って解析を行えたのではないかと思う。大雨に限らず、現象の解析は腰を据えて行うべきものであるが、様々な専門家が集まって“即興的”に解析することは、それとは別の楽しみがあるように感じた。今後、同様の試みをしていても面白いと思った。

2.3 ポスターセッション

ポスターセッションが夜の懇親会と同時に開催された。ポスターセッションでは、17件の発表が行われた。竜巻・爆弾低気圧・集中豪雨といった幅広い現象についての最新の研究成果を聴くことが出来た。また、学生の発表が8件と半数近くを占めており、研究者と若手の議論が活発に行われた。ポスター発表以外にも懇親会の席において、講演内容やその他の研究の話題で盛り上がった。盛り上がった議論は2次会へとその熱を移し、深夜まで参加者同士の熱い交流が行われた。

2.4 総合討論

加藤氏より以下の3つの問題提起がなされ、総合討論が始まった。

1. 気象庁や他分野とのかかわり方
2. 気象庁内に設置された診断的予測グループの活動とツールの紹介
3. 今後のメソ気象研究の課題

気象庁や他分野とのかかわり方についての議論では、機関間あるいは分野間の連携が上手くいくかどうかは、1) コンタクトパーソンが居るか、2) そのコンタクトパーソンが意欲的か、の2点に依存すると加藤氏は指摘した。さらに分野間の連携は1人で出来ないことを協力してやっていくための一つの手段であること、分野間連携の目的の一部は人材育成である、という2点が加藤氏により強調された。

つづいて、名古屋大学坪木和久教授によって第35回メソ気象研究会で提示された、今後のメソ気象研究の課題について加藤氏から説明があった（詳しくは加藤ほか2011）。その上で、加藤氏が考える今後のメソ気象研究の課題が以下のように提示された。

観測データについて

- ・観測データの取得と徹底した利用（誤差があることに注意）
- ・気象レーダーデータ利用の高度化（特に氷晶領域・海上）

数値予報モデルについて

- ・海上での対流混合層の発達への取り扱い
- ・雲物理過程の高度化（特にライミングプロセス）
- ・対流のパラメタリゼーション

メカニズム研究について

- ・積乱雲およびそれに伴う現象の発生・発達の理解
- ・大雨発生における下層渦・トラフの影響
- ・総観場（海洋も含む）とメソスケールプロセスとの相互作用

メソ気象研究の課題の一つとして、研究・知見の伝承が必要であることが加藤氏により強調された。特に「どんなに素晴らしい観測・モデル・ツールがあったとしても、それを使い・判断（診断）出来る人材によってなされなければ意味がない」と強調し、加藤氏自身の経験を踏まえた知見の継承・普及活動について紹介がなされた。

研究・知見の伝承の活動として、気象庁内部に設置

された診断的予測グループの活動について紹介があった。診断的予測グループ設置当初、メンバー集めから始めなければならなかったこと、さらには何を目標にし、どのように活動するかさえ手探り状態であったことが明かされた。診断的予測グループの成果の一部として、現在では「診断的予測サーバ」が用意され、多くの観測データや数値予報資料を簡単に描画出来るツールや豪雨事例解析マニュアルが整備されている。現状では気象庁内部での利用に限定されているが、こういったツールの整備により診断的予測の質の向上や人材が育つことが期待される。

また、メソスケール気象学を魅力ある学問として一般社会にアピールすることの重要性が加藤氏により強調された。加えて関連研究の中でわかっていること、わかっていないこともうまく分けてアピールすることの重要性も指摘された。

気象学会大会への参加意義について、参加者を巻き込んだ討論がなされた。大学或いは大学院を卒業した者であれば、気象学会大会に行くことは研究活動の一環であり仕事の一部とみなされる。一方、研究を主としない官公庁や企業では気象学会大会に行きにくい環境がある、といった声があった。そもそも気象学会大会に行く事自体に否定的である（業務外の仕事とみなされている）場合が多いという実情が明らかとなった。

「連携」というキーワードを基に参加者間での積極的な議論が行われた。デマケ問題（ある特定の研究分野を区分けし役割を決めて研究を進めること）を指摘する一方で、個別の予算を減らし省庁間で連携するような予算確保が推奨されている実情が防災科研の前坂剛氏により指摘された。また、「具体的にどのようにして連携をすれば良いのか」という問いに対して、琉球大学の乗船実習に使われる長崎大学の長崎丸を万田敦昌氏（長崎大）が余席利用という形で有効に活用し、全国の学生が長崎～那覇間の東シナ海上で観測を経験できる場になっている。そのような施設間利用の機会などをうまく使わせていただければよいのではないかと、という具体案が琉球大学の伊藤耕介氏から提示された。柔軟な考え方として、お互いの出来る範囲内で連携し、成果を出していくという「ゆるい」連携でも良いのではないかと、という案も提示された。

議論の話題は東シナ海・九州梅雨特別観測（X-BAIU）のような大規模プロジェクトの企画・遂行に議論は進んだ。加藤氏はこれまでに多くの観測プロ

ジェクトに参加されてきた。その中で得た知見・経験が現在の研究に反映されているとし、観測（プロジェクト）に関わる経験の重要性を指摘した。議論では、これまでに行われた観測的研究のアーカイブを作成・共有してはどうか、それに伴う論文のアーカイブもあると良いのではないかと、という案が提示された。残念ながらどのように大規模プロジェクトを企画・遂行すればよいか、といった具体案は見つからなかった。

3. 今後に向けて

今回のセミナーの総合討論で最も議論されたトピックは連携・伝達であった。連携の面では、お互いの出来る範囲内で連携し、成果を出していくという「ゆるい」連携でも良いのではないかと、という案が提示された。我々としては、メソ気象コミュニティにおいて、この「ゆるい」連携を実現すべく行動を起こしていきたい。その一つとして、このセミナーをメソ気象研究連絡会の部会の一つとして位置付け、メソ気象研究連絡会と連携を図り、さまざまな情報の集約などを通じてメソ気象コミュニティの連携を促す事務局として発展させていく。まずは、総合討論でも提案された観測プロジェクトのアーカイブの作成に取り組む。観測プロジェクトで得られる知見・経験が重要であるとの議論を踏まえ、これまでに行われてきた観測プロジェクトだけでなく今後行われる予定の観測プロジェクトの情報も集約し、見学などの形で学生などが参加できるよう観測プロジェクトのリーダーにお願いしたい。観測プロジェクトのアーカイブに関しては、メソ気象研究会のホームページ (<http://meso.sakura.ne.jp/mesoken>) に情報を公開する予定なので、過去に行われた・今後行われる予定の観測プロジェクトでアーカイブされていないものがあれば情報をお寄せいただきたい（事務局の連絡先は meso.discuss@gmail.com）。

セミナー後にアンケートを行い、参加者のみなさまから多くの意見をいただいた。簡易解析は好評で、次回以降も何らかの形で継続したいと思う。また、観測施設の見学に関しての要望もあった。こちらに関しても何らかの形で実現したい。このセミナー自体も、今後は（初回もそうであったが）「ゆるい」体制で行っていく予定なので、今回のセミナーで物足りなさを感じられた方は是非一緒にセミナーを創っていただきたいと思う。

最後に、今回の開催テーマについて少しだけ述べさ

せていただく。今回のセミナーで改めて重要性が認識され議論の課題として残った観測プロジェクトをテーマに取り上げる予定である。そこで、直近の大規模観測プロジェクトである X-BAIU に関して、関係者の方々の知見・経験をお聞かせいただくと幸いである。X-BAIU に参加された方の幅広い年齢層の参加を切望する。開催予定は2015年6月上旬である。

謝 辞

本セミナーの立ち上げの際に、台風セミナー事務局の中野満寿男氏・伊藤耕介氏・宮本佳明氏・沢田雅洋氏から助言を賜った。ここに深く感謝の意を表す。

付 録 6月7-8日の大雨の解析詳細

2014年6月5日から10日にかけて、動きの遅い低気圧の影響で、関東地方周辺では断続的に非常に激しい雨が降り、広い範囲で大雨となった。特に6日から7日にかけては降水量が多くなり、神奈川県箱根(アメダス)では7日の09時40分までの24時間に325.5 mmの降水量を観測し、6月の最大24時間降水量の極値を更新した。6日09時から7日09時までの1時間降水量の時系列をみると、1時間降水量の最大値は30 mmにも達していなかったが、10 mmを超える降水が断続的に降っていた。本事例では、いわゆる“集中豪雨”のように短時間に強い雨(3時間積算降水量で100 mm以上など)が降るのではなく、継続的に時間雨量にして10 mm程度の雨が降り続いたことが特徴である。この大雨により、7日朝には箱根町を対象に“土砂災害警戒情報”が発表された。また、7日朝の時点で箱根町に至るための交通機関(鉄道、バス、道路など)はすべて利用不可能となった。

この大雨の発生要因について、様々なデータを用いて解析を行った。主要因の一つとして、“動きの遅い低気圧”が挙げられる。大雨の期間中、低気圧の進行方向前方に位置する北海道上空にはかなり強いリッジ

が存在しており、低気圧はほとんど東に移動することができず、日本列島の南海上には低気圧がほとんど停滞することとなった。このため、低気圧の進行方向前面にあたる関東地方の大気下層には、多量の暖かく湿った空気が流入し続けることとなり、大雨が持続したと考えられる。このときの衛星画像やレーダー画像をみると、背の高い発達した積乱雲はあまり見られず、どちらかと言えば層状の降水域が確認できた。高層観測やメソ客観解析による大気の安定度の解析からも、それほど積乱雲が発達できる環境場では無かったようである。このような状況は、短時間に強い雨がなく、10 mm/h前後の降水量が持続した事実と整合的であるだろう。ただ、層状性の降水域の中には周囲よりも強い降水域が散在しており、箱根付近もそのような特徴がみられた。降水の強化に地形の影響があったのかもしれないが、詳細については今後の解析が必要である。

参 考 文 献

- Bolton, D., 1980: The computation of equivalent potential temperature. *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1046-1053.
- Kato, T., 1995: A box-Lagrangian rain-drop scheme. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 241-245.
- Kato, T., 1998: Numerical simulation of the band-shaped torrential rain observed over southern Kyushu, Japan on 1 August 1993. *J. Meteor. Soc. Japan*, **76**, 97-128.
- 加藤輝之, 2004: PostScript コードを生成する描画ツール“PLOTPS”マニュアル。気象研究所技術報告, (44), 93pp.
- 加藤輝之, 新野 宏, 吉崎正憲, 石原正仁, 藤吉康志, 斉藤和雄, 坪木和久, 2011: 第35回メソ気象研究会の報告—メソ気象研究の将来展望・構想—。天気, **58**, 819-824.
- 津口裕茂, 加藤輝之, 2014: 集中豪雨事例の客観的な抽出とその特性・特徴に関する統計解析。天気, **61**, 455-469.