

Topic

シンポジウム「地域の詳細な気象と気候の再現を目指して —ダイナミックダウンスケール技術の高度利用—」が開催されました

山崎 剛 (東北大学大学院理学研究科)

仙台で行われた2008年度秋季大会の第2日目(11月20日)午後、標記のシンポジウムが開催されました。定員500名の仙台国際センター大会議室「橋」がほぼ満員となる盛会でした。一般公開により、大会参加者のほかにも43名の方が聴講してくださいました。最新の気象・気候予測や気象情報の利用に関わる今回の話題への関心の高さが伺われます。

ダウンスケールは、低解像度気象情報が利用可能な場合に、高解像度の局地気象情報を推定するという意味で使われています。特に、与えられた側面境界の下で実行した領域数値シミュレーションを利用する場合は、ダイナミックダウンスケールと呼ばれ、地域の詳細な気象・気候を推定する手法として注目されています。領域を限れば、目的とする現象に合わせた高解像度シミュレーションを、比較的容易に実施することが可能です。今回のシンポジウムでは、6名の研究者の方々から最新の研究成果を発表していただきました。詳細なシンポジウム報告は「天気」に解説記事として掲載される予定ですので、本稿では提供話題のうち、地域、特に東北地方に関わるものを簡単に紹介します。

東北大学の岩崎俊樹教授は、一般的なオリエンテーションを含めて、ダイナミックダウンスケールの課題と展望について講演しました。その中で仙台空港を対象とした蔵王おろしと海陸風のシミュレーション結果を示しまし

た。蔵王おろしは主に冬の季節風によって生じ、これによって仙台空港付近では強い上昇流や下降流、反流などを伴う複雑な風となります。図1は蔵王おろしの計算例です。異なる水平格子サイズでの結果を比べていて、格子が1.5km以下では規則的な山岳波が見られます。一方、3kmの格子では結果は大きく異なり、山岳波を表現するには解像度が不足しています。海陸風のシミュレーションでは、海風の中に形成される水平なロール状対流が計算されました。これは情報通信研究機構および電子航法研究所との共同によるドップラーライダー観測でも見出されました。しかし、シミュレーションではロールの間隔が水平格子サイズに依存してしまうことなど、モデルの問題点も明らかになってきました。ドップラーライダーなど3次元的な大気の構造を知る測器は、モデルの検証、改良にとって極めて有効であることが指摘されました。

気象研究所の高藪出氏は地域気候モデルによる温暖化予測について講演され、ヤマセに関する再現性と将来予測について述べました。ヤマセは大規模な大気場に当然依存しますが、寒気層は薄く東北地方の脊梁山脈にせき止められてしまう局地的な現象です。グローバルモデルにネスティングした20km格子の地域気候モデルで、ヤマセ時における脊梁山脈東西の気温コントラストや低温持続性について再現できることを示しました。また、将来はヤマセのシーズンが8月上旬まで伸びる可能性が示さ

れました。

防災科学技術研究所の中井専人氏は雪氷防災情報への利用と題して講演されました。防災科学技術研究所では雪崩危険度、吹雪時の視程、道路面上の雪氷状態などの予測に向けた技術開発が行われています。数値気象モデルに積雪変質モデルを組み込み、さらに吹雪モデル、雪崩モデル、道路雪氷モデルを結合する試みが紹介されました。応用・検証例として、最上川白鳥大橋における吹雪時の視程や山形県西川町の国道112号線の路面状況について示されました。

最後に農業・食品産業技術研究機構東北農業研究センターの菅野洋光氏は農業への利用として、イネいもち病発生予察への適用に関して述べました。いもち病は葉の濡れや適当な温度の継続によって発生します。いもち病の発生予察システム BLASTAM に、アメダス観測データと気象庁 GSM 予測データを東北地方 1 km メッシュに

展開したもの適用して、当日から 7 日後までの発生危険度の計算を行いました。比較により、3 日先までは予測データを利用した場合でも、実測値で計算した結果とおおむね一致することがわかりました。より高精度なダイナミックダウンスケール予測データを BLASTAM に適用することで、いもち病予察がより詳細なスケールで高精度に行えることが期待されます。

ダイナミックダウンスケール技術は、防災や農業などに直結する地域の気象や気候の予測に大きな力を発揮しています。しかしながら、その利用技術とともに基幹となる数値モデルにもまだまだ改善の必要性があります。基礎と応用、両面での研究が不可欠です。また、領域モデルの検証には、質のよい 3 次元データや地上データが有効です。菅野氏からは農業問題にとっては湿度のデータが重要で、アメダスの何点かに 1 つでも湿度を測定してもらえればとの意見が出されました。

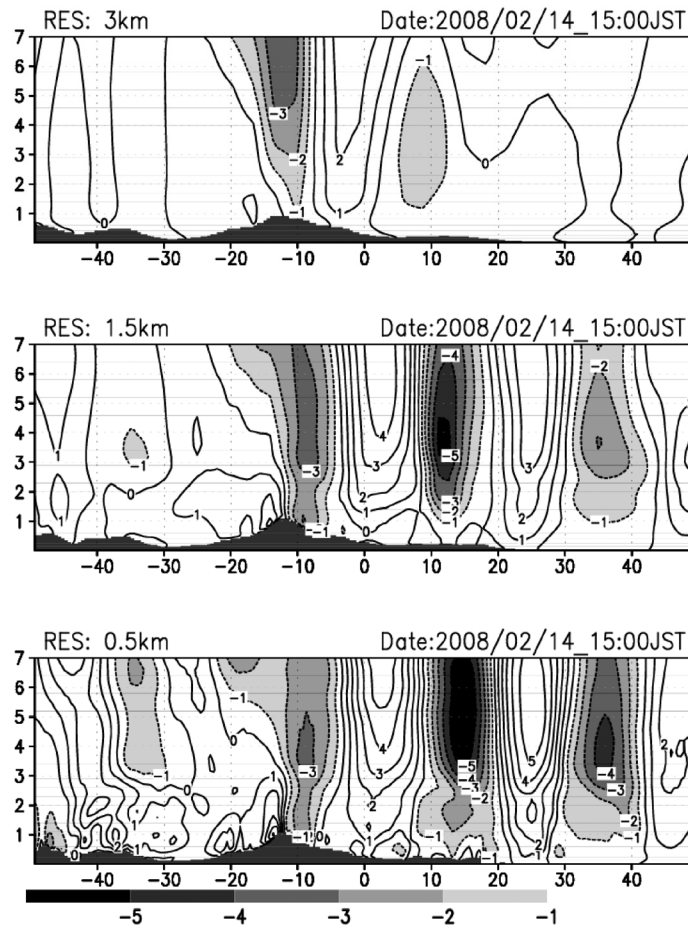


図1 2008年2月14日の蔵王おろしの再現実験。上から水平格子3km、1.5km、0.5km。等値線は鉛直流の強さを表し、影を付けた部分は下降流になっている。



地球温暖化問題をとりにく最近の状況について

早坂 忠裕 (東北大学大学院理学研究科)

1. はじめに

2008年7月に東北大学大学院理学研究科教授として着任致しました。東北支部の皆様にはいろいろとお世話になることと思いますが、どうぞよろしくお願い致します。

最初から私事で恐縮ですが、前任地は京都にある大学共同利用機関・総合地球環境学研究所(略称:地球研)でして、そこで7年余り勤めていました。地球研は、地球環境問題の解決に資する研究を多様な学問分野の研究者の協力を得て実施すべく、文部科学省の研究所として2001年4月に設置されました。複雑な地球環境問題の解決のためには個々の研究分野で研究を行っていたのでは限界があり、学際的あるいは学融合的な研究が必要で、地球研はそのために作られた研究所です。したがって、地球研には気象学、生態学、農学、工学、社会学、経済学、歴史学などが専門の、実に多様な分野の研究者が集まって活動しています。

そのような場所で、様々な分野の研究者と接する機会があったのですが、驚くことが多々ありました。たとえば、地球温暖化問題の認識です。ある分野ではかなり著名な先生が、

「最近は、温暖化で南極の水が融けて海面が上昇してるんだってね。」

と言うことには、ご愛嬌で済まされますが、中には確信犯的な人もいます。その人は、地球温暖化なんて信じないと言うのです。そして、どここの地方では最近も冷害で農作物の被害が出ているとかいう例をいくつか挙げて、あげくの果てに人間活動で地球が温暖化しているなら証明してみろ、反論ならいくらでもある、なんていうことまで申されるのでした。やれやれ。私も、最初はこのような人々を真面目に説得しようかとも思ったのですが、「温暖化を信じない」ということは、話せば分かってもらえるということとは次元の違う話だと言うことに気がきました。何しろ、「信じる、信じない」の世界なのです。そうすると、なぜそのような考えに至るのかということが気になってきます。

上の例は極端なケースですが、地球温暖化問題をめぐって様々な見方、議論があることは事実です。そこで、ここでは、地球温暖化問題に対する一般社会や様々な研究分野からの見方、そして、その中で気象学の研究者の置かれた立場はどのようなものかということについて考えてみたいと思います。

2. 温暖化の懐疑論と脅威論

今、街の本屋さんに行くと、必ずと言ってよいほど地球温暖化問題に関係した本が置いてあります。少し大きな本屋さんに行けば、温暖化問題関係の本がいくつか置いてあり、その中で目立つのは、温暖化はウソだといっているいわゆる温暖化懐疑論者の本と温暖化で地球は大変なことになってしまうという温暖化脅威論者の本ではないでしょうか? もちろん、われわれ気象学会の人間から見れば信頼に足りうる本も、最近はずいぶん増えつつありますが、幅をきかせているのはこれら2種類の本だと思われま。また、総合月刊誌などにも似たような文章が掲載されています。

なぜ、そのようなことになるのでしょうか? それは、基本的には出版社は売れる本しか出してくれないからです。私の前任地の地球研には本をたくさん書いている先生も何人かおられました。その中のひとりが私にこう言いました。

「早坂さんも本をお書きになったらどうですか。でも、売れる本じゃないと出版社は出してくれないから、そうだな、地球温暖化はウソ、とかいう本なんかが良いですね。」

啞然としてしまいましたが、こう言ってくれた方は、ある分野では結構名の知れた先生なのです。

他方、新聞やテレビなどのマスコミには温暖化脅威論とまでは行かなくても、温暖化で大変なことがおこるとい趣旨の記事が多く見られます。マスコミの場合には、良いニュースはニュースになりにくいという特徴があるように思われます。殺人事件だとか、事故だとか、だれかが不正をはたらいた(法を破った)とか、はたまた、景気が悪くて解雇される人が何千人も出たとか、たいていは悪いことがニュースになります。先日のノーベル賞の受賞や大発見、大発明というようなことが、毎日の紙面やテレビニュースに占める割合はわずかです。

地球温暖化問題に限らず地球環境問題は複雑で、しかも我々人間社会と密接に関係しているので、研究者だけでなく一般社会も含めて様々な人たちが否応無しに関係します。誰でも気にせずにはいられない問題なのです。温暖化問題は、よく言われるように、かつての公害問題などとは異なり、加害者と被害者の区別が難しいことや、温暖化による影響が、国や地域の自然的条件、社会経済的条件、あるいは政治的条件などで大きく異なる点が問題です。

カナダに住む私の知り合いは、

「大きな声では言えないが、温暖化で自分たちの生活は今よりもっと良くなるかもしれないと思っている人がカナダにはたくさんいますよ。」

と言っていました。う～ん、複雑ですね。

また、温暖化で同じだけ気温や降水量が変化したとしても、経済的に豊かな先進国とそうでない国とでは取ることのできる対応が大きく異なることになります。

このように一筋縄では行かない温暖化問題を前にしたときに、人間は何を考えるのでしょうか。おそらく人間は、分からないということがいやなので、自分の持っている限られた知識や経験の範囲内で勝手に論理を組み立てようとしています。それで、主観的に物事を考えてしまう人が出てきてしまうのかもしれませんが。最初に紹介した南極の氷と海面水位の誤解もその例であると言えます。

地球温暖化問題が一般社会の目を引くもう一つの理由は、その時間スケール、スピードにあると思われます。数十年から100年ぐらいの間に何がおこるかかわからないということが人間を不安にし、地球温暖化現象を「問題」にしていると言えるでしょう。気温の上昇も海面水位の上昇も、これから千年、万年の時間スケールで少しずつしかも線形に同じ割合で変化するのであれば、気にする人は少ないことでしょう。でも、自分が生きている間に、あるいは自分の子供や孫の生きている間に何かとんでもないことが起こるかもしれない。そして、その原因が現在の自分たちの日常的な活動の中に在るという構図が否応無しにこの問題に我々を引きずり込むのです。

3. 研究分野によって異なる見方

さて、それでは次に、もう少し範囲を狭くして、研究者は地球温暖化問題をどのように見ているのか考えてみましょう。

これも地球研にいたときのことで、総合研究大学院大学で学際的な研究会があり、そこで地球温暖化の話をしました。IPCCのレポートにある過去140年程度の全球平均地表気温の変化の図を見せたときに、その場に居合わせた素粒子が専門の物理学の先生が、縦軸を見て次のような質問をされたのです。

「縦軸を見ると、気温の変化は高々0.1度ですか。百年前と今とでは観測点の数も違うだろうし、測器も違うはずだが、その精度は大丈夫なのですか？」

私は一瞬言葉に詰まりました。一応IPCCのレポートは読んでいたけれど、地球の気候変動について自分は何を何処までどう理解しているのか。精緻な物理学が専門の研究者からは、気象学者が複雑な気候システムの中でわずかな変化を捉えて温暖化がおきていると言うのは少

し言い過ぎだと見えるのかもしれませんが。

それでは、他の分野の研究者はどうでしょうか？ 私の経験では、生態学や農学のように生物に関係する研究者は概して悲観的なように見えます。これに対して、経済学や工学の分野ではいささか楽観的です。物理学とは逆に、温暖化がすでにおきていて、将来の予測ができるのならはっきりと断言すべきだという主張のように思われます。そうすれば、気象学者にはもう用がなくて、あとは技術開発と新しいビジネスが主役になるので自分たちの出番だというわけです。

というわけで、我々気象学に携わる者は何だか居心地が悪くなってしまいますが、実際のところ、我々は地球温暖化をどのように見ているのでしょうか？

地球温暖化問題の懐疑論者や脅威論者には、よく見ると気象学が専門の人はほとんどいません。地質学や超高層物理学、あるいは工学など気象学の周辺の研究分野の人が多いようです。これらの分野に比べると、気象学は対象としている自然が極めて複雑であると同時に観測データ（情報）も圧倒的に多いことに気づきます。大量のデータを理解するときに、各データ間でできるだけ整合性を保ち、今までに我々が得ている物理学や化学の理論が破綻しないように理解する。恐らくこのような理解の仕方をしていてはないのでしょうか。そのような考え方の帰結として、化石燃料消費の増加を中心とした人間活動が地球の気候に影響を及ぼしているということは否定しがたいということになります。

また、自然科学全体でもそうですが、研究を行い、その成果を発表して行く過程、プロセスに対してある種の信頼感があるということも言えます。つまり、論文として発表される前に査読が行なわれ、その時点の知識に照らし合わせて間違いはないか、あるいは既に誰か他の人がやった研究と同じではないか、というようなことについてチェックされるのです。そのようなプロセスに対して信頼感があるので、100年前の気温の観測現場を知らなくとも、他人の前で20世紀には全球平均気温が何度上昇したというようなことを平気で話したりしています。IPCCのレポートもそのようなプロセスを経てまとめられたものになっています。

4. 今後の研究に向けて

では最後に、以上のような多様な地球温暖化問題の認識の下に、我々はどのように研究を進めて行くのかということに少しだけ考えてみたいと思います。

私自身は地上から大気の観測をしたり衛星データを解析したりするのが本業なのですが、雲やエアロゾル、放射等のデータ解析を行っていると、いろいろな疑問を持ちます。

現在は計算機の進歩もあり、気候モデル（GCM）を用いた気候変動のシミュレーションが盛んに行なわれています。しかしながら、どこまでホントなのだろうと思うことがしばしばあります。たとえば、現実の地球を取り巻く雲の凝結水量や凝結氷量は、両方合わせて恐らく数百億トン程度と推定されますが、正確な値はよく分かっていません。また、最近、北半球各地で観測された地上の日射量データの解析から、1960年頃から1990年頃の間の日射量は減少傾向にあり、その後増加に転じたことも分かってきました。しかも、その変動の大きさは温室効果気体の増加による大気上端（あるいはIPCCの定義では対流圏界面）での放射強制力よりもかなり大きなもの

です。しかしながら、気候モデルによるシミュレーションでは、これらの事柄に対する理解が不十分でも、気温や大気上端での放射収支など確度の高い観測データを再現できれば、とりあえずはこのモデルは良いということにして利用し、将来予測を行なっています。

雲のように気候システムにおいて重要な要素であるにもかかわらず理解が進んでいないものは他にも多く残されており、これらの素過程の研究を進めることにより、気候変動メカニズムの理解を深めることが必要ではないかと考えています。また、そうすることが、物理学者や経済学者など他分野の研究者からの批判に応えること、そして人類や社会へ貢献することにもなるでしょう。

日本気象学会メソ気象研究会報告「突風」

渡邊 明（福島大学・理工学群）

2008年11月18日日本気象学会秋季大会の前日、第31回のメソ気象研究会が福島市「コラッセふくしま」を会場に開催された。仙台で開催される本大会出席者が途中下車できるという交通の便もあり、地方大会としてはやや広めの会場を準備したが、130名を超える多くの参加者があった。参加者に大変関心を持たれた内容であったことから、東北支部だよりもその概要を掲載していただくことにした。

まずコンビナーを務めた渡邊から「突風」をテーマに選択した経緯について説明があり、竜巻を中心とした突風災害が顕在化していること、その発生域が日本全域に広がっていること、そして気象庁が2008年3月27日より竜巻注意情報の発表を開始したが、空振り率や見逃し率が高く、適中率が低いこと、それは気象庁だけの問題ではなく、そもそも突風に対する研究が進んでいないため、さらに突風に対する科学的知見を深化させる必要があることから「突風」をテーマに選択したことが述べられた。

続いて2007年科学技術振興調整費「竜巻等による突風災害対策に関する調査研究」を中心的に実施された新野宏氏から「突風現象の理解と防災」について基調報告があり、1976年以前にはそもそもdownburstの認識がなかったことや、wet downburstやdry downburstについて報告があった。

また、小林文明氏からは「竜巻・ダウンバーストの観測」と題してドップラーレーダーを用いた豊富な観測結果が紹介された。竜巻はParent vortex、Meso-cyclone、funnel、dust columnと階層性をもった構造をしているが、実際にはMeso-cycloneやMiso-cycloneなどの区別が困難なこと、夜の竜巻の観測がされていないことが発生頻度などにどのように影響するかなど重要な課題が指摘された。さ

らに、竹見哲也氏からは空間分解能が異なる数値モデルでは当然気象擾乱の分解も異なり、50m程度の空間分解能を有するモデルで数値実験しても突風表現は非常に困難で、風速も20%程度しか表現できていないことが示された。

続いて、佐々浩司氏からは、「竜巻の実験的シミュレーション」と題して、ドライアイスを用いた竜巻実験から上昇流と旋回流があって鉛直渦が形成されること、竜巻は軸対象にはなっておらず、強風域と弱風域を有し、地形などの摩擦効果で傾くことなど興味ある実験結果が示された。

また、渡邊からは「寒冷前線に伴うガストフロントによる突風」について、具体的に突風災害が発生した2008年2月23日の事例の解析した結果が報告された。気温降下量が大きく、福島県内を組織的に移動しており、総観場の前線に沿った一部で突風が発生していること、発達した雲域とは離れていることから、寒冷前線に伴うガストフロントによる突風であったことが示され、気温降下域を全国的に解析することも突風予測資料として有用ではなかつたとの報告があった。

道本光一郎氏からは「北陸小松空港付近で観測された突風災害について」報告があり、ダウンバーストによる突風の事例が報告された。

益子渉氏からは「2006年台風13号に伴う延岡竜巻の数値シミュレーション」と題して、死者3名をだした竜巻の数値シミュレーション結果について報告があり、特に、竜巻のシミュレーションでも降水の物理過程が重要で、下層でメソサイクロンを取り囲む下降流場の形成が重要なことや降水によるローディングが重要であることが指摘された。

防災／減災にむけた最近の取り組みとして、海老原智氏から「気象庁の取り組み 竜巻注意報」と題して報告

があり、現在の予測システムや評価、2009年度から始まる突風短時間予測についての報告があった。予測精度の向上が重要な課題であることはいうまでもないが、竜巻注意報がもつ意味を市民がきちんと理解できるシステムをつくることも重要な課題である。竜巻にせよ、ダウンバーストにせよ市民レベルに必要な情報は最大瞬間風速が、どの程度の強さで、いつ、何処に出現するのかである。これに応える情報を提供する工夫が欲しい。特に、見逃し率を気にして、頻繁に注意報が発令されれば、注意報の意味がなくなる。お役所の責任逃れの発想での注意報発令は厳に慎まなければならない、そのためにもメソ気象研究者や情報提供者が一緒になって突風災害低減の努力をしていく必要があることを強く感じさせられた。

続いて、楠研一氏からは羽越線突風事故対策の一つとして進められている「鉄道における突風探知の取り組み」について、ドップラーレーダーによる観測結果が報告さ

れた。冬季日本海側では多くの渦擾乱が頻繁に発生していることが新たな事実として示され、その通過で突風がもたらされていることが示された。

また、加藤巨氏からは、実際に「気象レーダー観測結果を用いた冬季の寒冷前線に伴う突風の予測結果について」気象レーダーによる突風状況把握とJR 運航管理体制についての報告があった。

最後に、佐藤威氏からは、「吹雪による視程悪化の予測実験と観測」と題して、道路交通による突風災害の一つである悪視程問題について報告があった。

それぞれの報告は、竜巻や突風に関する新しい知見で、こうした事例を重ねていくことが当面重要な課題と思われるが、これらの研究成果や情報がユーザーの必要とするレベルまで到達していないことを実感した。突風災害が全国的に増加していくなか、全国的な組織的研究の必要性を感じる研究会となった。

平成20年度 日本気象学会東北支部気象講演会報告

菅原光夫（福島地方気象台）



ガストフロントの実験をする渡邊教授と助手

今年度の東北支部気象講演会は、福島県・福島市の後援を得て10月30日(木)「福島市こむこむ」で開催した。「身近に潜む気

象災害」―突風のメカニズムと進化する防災気象情報―をテーマに、福島大学理工学群共生システム理工学類の渡邊明教授と福島地方気象台の大久保忠之予報官による講演が行われた。

最初に、渡邊教授が「突風と強風災害」と題して、近年の竜巻などによる突風災害が顕在化していることや、この突風をもたらす大気現象には積乱雲に伴う強い上昇気流によって発生する竜巻のほか、逆に、積乱雲に伴う強い下降気流によって発生するダウンバースト、その下降した気流の先端が進行することによって発生するガストフロントなど、発達した雲域や顕著な寒暖の差の大きい領域で突風をもたらす大気現象が発現しやすいことを実験を交えて話された。

次に、大久保予報官が「平成10年8月末豪雨（栃木・福島）から10年」―新たな豪雨災害に備えて―と題して、平成10年(1998年)8月26日から31日にかけて中通り南部から栃木県那須地域を中心とした大雨について話された。特に、

27日未明から明け方の記録的な大雨に伴う土砂災害で、西郷村の社会福祉施設の裏山が崩れ部屋に流れ込んだ土砂により5人の方が死亡されたことや、県内で11人の被災された方々の多くは土砂災害によるものであったことが話された。なお、この平成10年8月末豪雨については、多くの調査・研究報告がまとめられ、これらの調査・報告された事例や降水の特徴等についてもわかりやすくまとめて紹介されると同時に、その後の気象予測や防災向上に繋がっていることが紹介された。また、現在の気象情報や気象予報技術の進化の様子を紹介するとともに、平成22年度に予定されている市町村毎に発表する大雨や洪水警報をはじめとする警報・注意報の基準策定の取り組みについて紹介された。

今回の気象講演会の聴講者は、90名と200名が入る立派な会場を準備しただけにやや少なかつた印象が強く残ったが、平日の福島市内での講演会開催としては健闘した。なお、講演についてのアンケートでは参加された過半数を超える50名が有意義な講演会であったと回答され好評であった。また、今後の講演会に寄せる期待も大きく、これを期に「身近に潜む気象災害」に対する関心が、更に高まることを期待したい。



講演する大久保予報官