



Topic

陸面過程モデル SiB を用いた東北地方の積雪・融雪の推定

太田琢磨¹・佐藤信夫¹・河村伸治¹・平井雅之²・原旅人²

(1: 仙台管区气象台、2: 気象庁数値予報課)

1. はじめに

融雪洪水や土砂災害など予報作業への応用を目的として、気象庁と気象研究所で開発中の陸面モデルである SiB モデル (Simple Biosphere Model, 生物圏モデル) を大気側の外力を与えて積分することにより、積雪深と融雪量の高解像な面的分布の推定を試みた。ここではシミュレーションの概要と予備的な検証結果について紹介する。

2. シミュレーションの概要

2.1 使用したモデル

今回用いた SiB モデルは、Sellers et. al (1986) を基に土壤・雪の諸プロセスの扱いを精緻化したものである (大泉・保坂、2000)。

陸面計算は、大気側の観測値から作成した外力を上部境界条件として与え、2.5km格子毎に熱収支・水収支式を毎時間積分する。SiB では、キャノピー層の形態学的・生理的・物理的要素がパラメータ化され、植生被覆の効果が顕に考慮される。物理過程のモデル化として放射、根による土壤水の吸収、土壤水の移動と表面流出・重力底面排水、葉の気孔の開閉による蒸散の制御、枝葉による降水遮断等を考慮する。

2.2 大気外力

境界条件としてモデルに与える大気外力は、1時間毎の降水量、気温、風速、比湿、全天日射量、下向き長波

放射量である。降水量は2.5km格子間隔の R-A 解析雨量を用いた。気温と風速は AMeDAS 観測値に距離の重みを掛けて2.5km格子に内挿した (気温については2.5km平均標高データを用いて標高補正を施した)。比湿は気象官署の相対湿度を2.5km格子に内挿し、その地点の気温を用いて比湿に変換した。全天日射量 R_s は AMeDAS 日照時間 h_s を空間内挿し、(1)式により換算した。

$$R_s / (R_s)_0 = 0.2652 + 0.4780 \times h_s \quad \text{for } h_s > 0$$

$$R_s / (R_s)_0 = 0.1749 \quad \text{for } h_s > 0 \quad (1)$$

ここで、 $(R_s)_0$ は太陽天頂角と地球・太陽間の距離から求めた大気上端の日射量である。

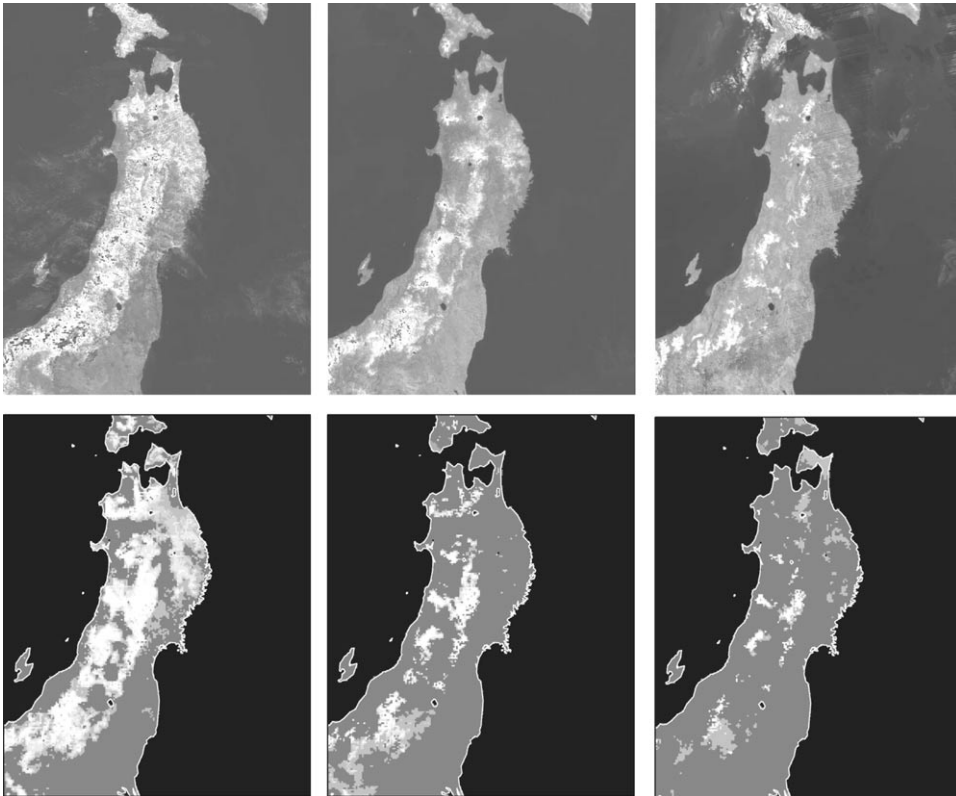
下向き長波放射量 R_l は、2.5km格子に内挿した気温 T_m 、水蒸気圧 e_m 、(毎時の値に時間内挿した) 雲量 N から(2)式により見積もった。

$$R_l = \sigma T_m^4 \{ A + B\sqrt{e_m} + CN^2(-e_m/D) \} \quad (2)$$

$$A = 0.6163, B = 0.05072, C = 0.2421, D = 20.0$$

2.3 イニシャリゼーション

陸面モデルを計算する際には、土壤水分などの初期値をどのように与えるかが問題となる。ここでは同じ大気フォーシングを与え続けることによるモデルのスピニアップを3年間行って、土壤水分量の前年との差が領域平均で1%以内に収まることを確認した。結果の分析に用いたのは、スピニアップ後の2年間のシミュレーション結果である。



第1図 融雪期における積雪分布の推移。NOAA衛星画像(上)とモデル計算値(下)で左から3月中旬、4月上旬、4月下旬を表している。NOAA衛星画像は雲域を除去した10日間の合成画像で東京大学生産技術研究所提供によるもの。モデル計算値は上記期間における平均積雪深を示した。

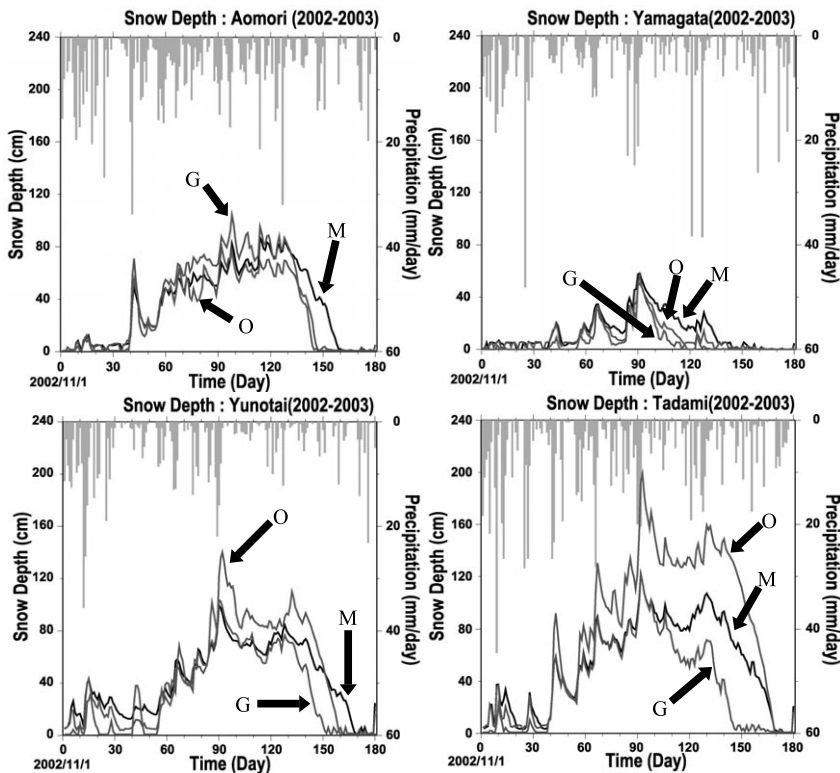
2.4 シミュレーションの設定

計算領域は東北地方を対象とし(格子数193×241)、雪の無い状態から計算を始めるため(スピンアップ後の)2002年5月1日から2年間積分した。なお、今回のシミュレーションでは植生被覆の細かい設定は行っておらず、各格子の植生を、(1)すべて「落葉広葉樹と常緑針葉樹の混合林」に仮定した場合と、(2)すべて「草原」に仮定した場合の2種類のシミュレーションを行った。

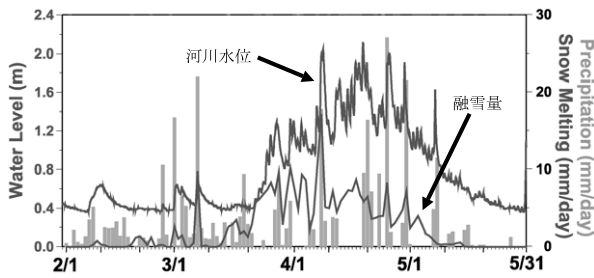
3. シミュレーション結果

第1図は融雪期における積雪分布の変化の様子を衛星画像と比較したものである。植生に「混合林」を仮定した場合、積雪域の挙動を概ね再現することができた。一方、植生に「草原」を仮定した場合、葉面積指数が小さくなるため雪面に入射する日射量が多くなり、結果として融雪の進行は観測よりも早くなった(図省略)。

積雪・融雪についてさらに詳しく検証するため、気象官署の青森、山形、アメダス地点の秋田県湯ノ岱、福島県只見の4地点の積雪時系列を第2図に示す。平野部(青森、山形)では積雪の変動について定量的によく再現されている。一方、山岳部(湯ノ岱、只見)では、観測値に比べ積雪深が



第2図 青森、山形、湯ノ岱、只見における積雪時系列。各積雪値(cm)は実線で、それぞれO:観測値、M:混合林、G:草原を表している。日降水量(mm/day)は棒グラフで示した。



第3図 融雪期における河川水位 (m)、流域平均日融雪量 (mm/day)、流域平均日降水量 (mm/day) の時系列。河川水位は秋田県雄物川上流域の岩館水位観測所によるもの。日降水量は棒グラフで示した。

少なく見積もられている。原因としては、積雪密度や雪面アルベドの計算精度、強風による降水補足率の低下、大気外力で用いられる全天日射量の精度等さまざまな要素が考えられるが、現時点においてはその特定まで至っていない。ここで特に消雪日に着目すれば、青森・山形では、草原の方が観測値に近く、山岳部の湯ノ岱や只見では混合林の方が近くなっている。すなわち、全格子同一の植生ではなく、分解能の高い土地利用の情報を利用して、植生被覆の設定の精緻化を図る必要があるだろう。なお、湯ノ岱を除いた3地点では消雪日の誤差は2日以内であり、今後、雪面アルベドなどのパラメータをチューニングすることでさらに精度を高めることも可能と考える。

最後に河川データと比較することで融雪の効果について検討する。ターゲットとしたのは、秋田県の雄物川上流に

ある岩館水位観測所である。この観測所は上流にダムはなく、また多雪地域でもあるので融雪の評価には適している。第3図に融雪期における河川水位・流域平均日融雪量・流域平均日降水量の時系列を示した。3月下旬から5月上旬にかけて、融雪量の増加に伴い河川水位が上昇し、その変動も大きくなる。また無降水期においても日射による融雪量の増加と河川水位の変動が良い相関を示した(図省略)。この地域において全体(降水量+融雪量)に占める融雪量の割合は約6割にも達し、融雪水がこの時期の土砂災害の主因になる可能性を示唆する結果となった。

4. まとめと今後の課題

陸面モデルSiBを用いて東北地方の積雪深や融雪量を推定した。今後はチューニングパラメータの調整、定量的な検証を重ね、最終的に現業予報作業に利用できるシステムに発展させていきたい。

参考文献

- Sellers, P. J., Y. Mintz, Y. C. Sud and A. Dalcher, 1986: A Simple Biosphere Model(SiB) for Use within General Circulation Models, J. Atmos. Sci., 43
 大泉三津夫、保坂征宏、2000: 陸面過程、数値予報課報告・別冊第46号
 佐藤信夫、1989: 生物圏と大気圏の相互作用、数値予報課報告・別冊第35号

話題



気象庁の予測雨量データ

～「降水短時間予報」と「降水ナウキャスト」～

玉山洋一・河村伸治・藤田由紀夫(仙台管区气象台)

1. はじめに

気象庁では、世界中の気象資料を収集し、スーパーコンピュータを用いて将来の気圧配置や大気の流れ、雨を降らせる源となる大気中の水蒸気の分布などを、物理法則に基づき予測しています。この手法は「数値予報」とよばれていますが、計算に時間を要することや、1日4回(6時間間隔)しか予測していないこと、また予測を始めてからしばらくの予報時間は少し成績が落ちるといった欠点があります。

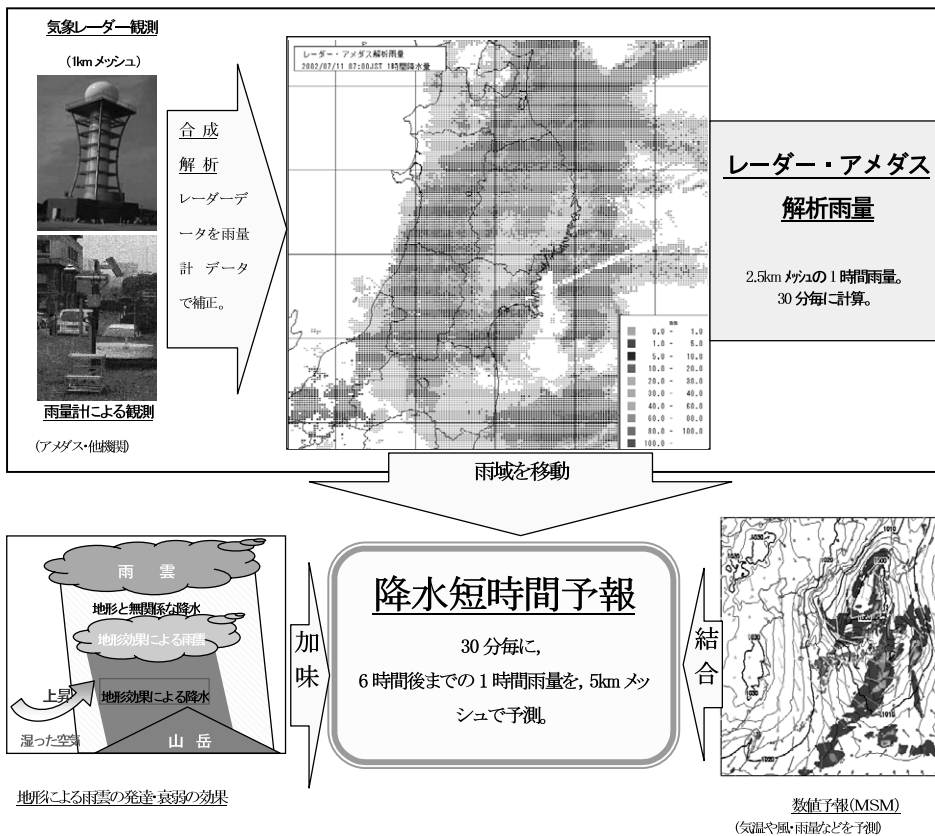
そこで、刻々と変化する降雨状況の目先の時間帯を対象としたきめの細かい予報として、気象庁では従来より「降

水短時間予報」を広く一般に提供してきました。更に近年頻発する都市型水害などへの対応として、集中豪雨に対する的確な防災気象情報の発表を行うためと防災機関の大雨対応支援のため、本年6月1日から「降水ナウキャスト」の運用を開始し、防災関係機関への提供を行っています。

2. 降水短時間予報とは

「降水短時間予報」の詳細については、東北支部だより第47号で紹介しましたので、ここでは図を用いて簡単に説明します(第1図、表1参照)。

現在の「降水短時間予報」は、30分毎に6時間先まで



第1図 降水短時間予報のできる仕組み

の1時間雨量を5km格子単位で予測する資料で、実況補外と数値予報の組み合わせから作られます。

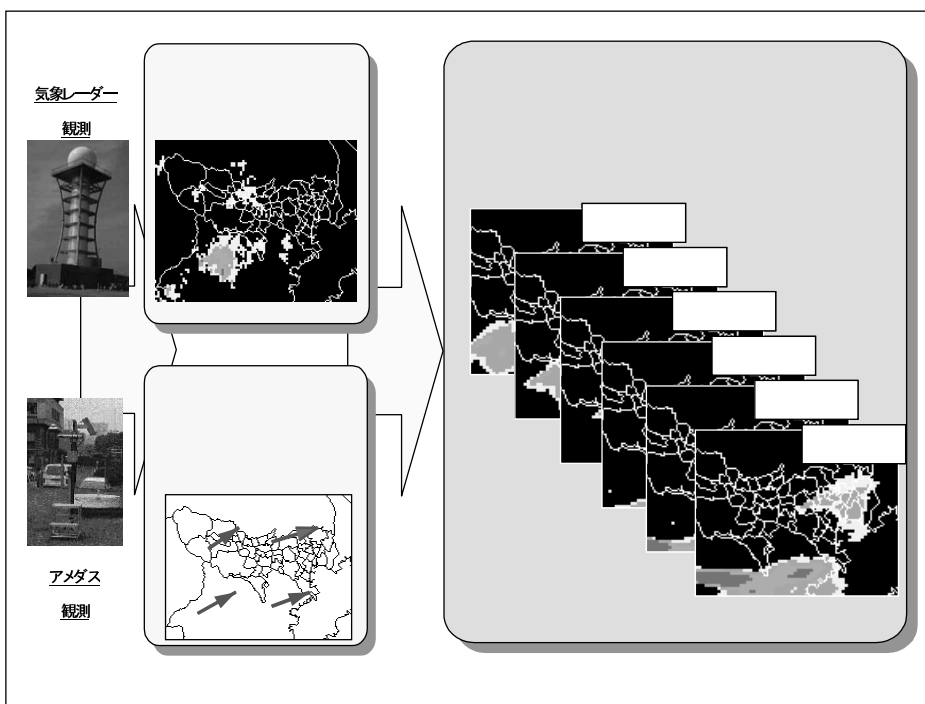
まず、実況補外では気象レーダーとアメダス雨量や部外雨量から作られた「レーダー・アメダス解析雨量」(東北支部だより第48号で紹介)などを利用し移動ベクトルを求め、地形の影響を加味して6時間先までの降水強度を作成します。その後、数値予報(現在はメソ数値予報モデル)の予測雨量との結合を行います。結合処理は、それぞれの予測雨量にそれぞれの精度に応じた重みをかけることによりおこなわれています。

3. 降水ナウキャストとは

「降水ナウキャスト」は、レーダー観測に基づき10分毎に1時間先までの10分間雨量を1km格子単位で予測するものです(第2図、表1参照)。

初期値としてレーダー資料や実況雨量を使うこと、雨域の移動ベクトルを利用して予測雨量を作ることなど基本的には「降水短時間予報」と同じですが、目先のより短時間な、よりきめ細かな予測資料とするため、「降水短時間予報」と作成過程などに若干の違いがあります。

「降水ナウキャスト」は、全国合成レーダーエコー強度と呼ばれる解析雨量より



第2図 降水ナウキャストのできる仕組み

細かい1 kmメッシュのデータを初期値としています。このデータも解析雨量同様アメダス雨量による補正は行っていますが、その方法は解析雨量より簡略にしています。移動ベクトルについては、全国合成レーダーから求めるのではなく「降水短時間予報」で作られた移動ベクトルをそのまま使用して降水予測を行っています。また、「降水短時間予報」で行っている地形効果による発達・衰弱は考慮していません。

4. 「降水短時間予報」と「降水ナウキャスト」の特徴の違い

「降水短時間予報」と「降水ナウキャスト」の最も大きな違いは、処理時間とデータの提供時間間隔です。

「降水短時間予報」は、部分的な数値予報の結果の取り込み、雨域の地形による発達・衰弱の効果の考慮のほか、予測の基となる実況雨量の解析（レーダーアメダス解析雨量）に、気象庁以外の機関の雨量計データも利用して精度の向上を図っています。このために計算の終了まで20分程度かかり、データ提供間隔も30分と長くなります。

一方、「降水ナウキャスト」は「降水短時間予報」に比べデータの処理方法を簡略化していますが、その分だけ早く観測後3分以内に計算を終えることができます。これにより10分毎の情報の更新が可能となり、急激に発達する雨域の予測を、常に最新の観測に基づいて把握することができます。

このような特徴の違いから、「降水短時間予報」で状況を把握し、その提供時間内（30分以内）で急速に変化する雨域については「降水ナウキャスト」を利用するなど、それぞれの長所を組み合わせることで、効果的な防災活動が期待できます。

今は、「降水ナウキャスト」は一部防災機関にのみ提供していますが、今年度中には気象庁HPで公開する準備をしています。

表1 「降水短時間予報」と「降水ナウキャスト」の概要

| | 要素 | メッシュサイズ | 提供時間間隔 |
|----------|--------------------|---------|--------|
| 降水短時間予報 | 1時間雨量(6時間先まで1時間毎) | 5 km四方 | 30分 |
| 降水ナウキャスト | 10分間雨量(1時間先まで10分毎) | 1 km四方 | 10分 |

注1) 「降水短時間予報」のメッシュサイズは、平成17年度内に1 km四方に変更する予定です。
注2) 「降水短時間予報」は、気象庁HP (<http://www.jma.go.jp>) でも見ることができます。

平成16年度日本気象学会東北支部気象講演会報告

今年度の東北支部気象講演会を、11月12日(金) 秋田市文化会館において秋田市と秋田市教育委員会の後援を受けて秋田地方气象台と共催した。

昨年は、秋田県を含む日本海側では太平洋側に比べると被害は少なかったものの、平成5年以来10年振りの冷害となり稲の品質や収量の低下となったことから、講演テーマは「異常気象を生きる ―ブナや稲の護身術―」とした。まず「冷害に強い稲作」と題して中央農業総合研究センター耕地環境部長（前秋田県農業試験場長）鳥越洋一氏が、東北地方の冷害や冷害に対する品種改良の歴史、東北地方の気候が「うまい米」の生育に適していること、水稲冷害早期警戒システムなどについて講演された。また、秋田県立大学生物資源科学部教授の菊地勝弘氏が、「酸性雨と樹木のかかわり」と題して白神山系での調査結果から、秋田県では自然界に存在する物質（塩素やナトリウム等海水に含まれるもの）が多く、酸性雨の原因とされる環境汚染物質は少ない。広葉樹の葉や土壌が酸性雨の中和をしていると考えられることなどを講演された。

昨年の冷害、そして今年は台風が強い勢力を維持した



まま東北地方に接近し、15、16、18号と秋田県にも塩害や田畑の冠水など大きな被害をもたらしたことから、異常気象や環境問題が県民の大きな関心事となっており、タイムリーな開催となって当初の予想を上回る180名ほどの入場者があり盛況となった。

最後に紙面をお借りし、快く講演を引き受けて頂いた鳥越・菊地両氏に事務局から心より感謝申し上げます。

平成16年度日本気象学会東北支部気象研究会報告

今年度の東北支部気象研究会を11月30日(火) 仙台市において仙台管区气象台と共催で開催した。

昨年度は、学会の秋季大会が東北で開催されたため気象研究会は開催されなかったが、今年は一昨年度の寄稿(9題)を上回る12題の研究発表があり、聴講者も発表者を含め60名ほどあり活発な質疑・討論が交わされた。

昨年は平成5年以來の冷夏となり、稲を中心とした農作物に大きな被害をもたらした。このことから、今年度の気象研究会は計画当初の段階で「ヤマセ(冷夏)」という基本テーマを設けて講演募集を行った。この結果12題の研究発表のうち6題がヤマセや冷夏に関連した研究であった。気象研究会は、第一部をこの「ヤマセ(冷夏)」関連とし、第二部を一般研究発表として開催した。

第一部のヤマセ・冷夏関連では、はじめに冷夏・寡少となった昨年の循環場についての調査結果が報告された。その後、北日本の冷夏の周期性と熱帯太平洋の海水温との関係、青森県むつ市の気象データと冷夏の関係など具体的な冷夏についての研究発表があった。続いて、大気境界層で発達する雲の数値モデルの開発とそれを用いたヤマセ雲の再現実験などの研究発表があった。また、これらの研究の検証も目的の一つとした、気象観測船とリモートセンシングを利用したヤマセ雲の雲物理特性の調査についても報告された。

第二部では、一般の研究発表として6題の発表があった。衛星や赤道大気レーダー(ウインドプロファイラー

の一種)などによる熱帯地方の降水活動や鉛直流の変動についての研究発表があった。また、日本の冬と夏の気温場の卓越モードと全球の大気循環場や海面水温場との関係についての発表があった。そのほか今年の5月13日に宮城県沿岸部で発生した異常潮位(副振動)の原因について、南八甲田山系猿倉岳とその周辺を吹く風、庄内地方に発生する清川だしの観測結果などの報告があった。



近年、数値モデルの発展などめざましい技術開発があり、研究も数多く行われているが、それらの精度向上や検証のためにも地道な観測・リモートセンシングを利用したきめ細かな観測を続け、データの収集・蓄積・調査も積極的に推進しなければならないと感じた。

なお、今年度の研究発表の題目や要旨は、支部HPに掲載されています。

— 事務局報告 —

ご 存 知 で す か ?

東北大学岩崎理事のご努力により、日本気象学会東北支部のホームページが9月8日から正式に運用開始となりましたのでお知らせします。

今後、会員の皆様のご意見を聞きながら有効に活用していきたいと思っておりますのでご支援方よろしく願います。アドレスは下記のとおりです。

<http://wind.geophys.tohoku.ac.jp/msj-tohoku/>

なお、北海道支部でも12月8日からホームページの運用を開始したとのお知らせが入りました。アドレスは下記の通りです。

<http://msj-hokkaido.jp/>

支部のホームページの運用、内容についてのご意見もお寄せください。