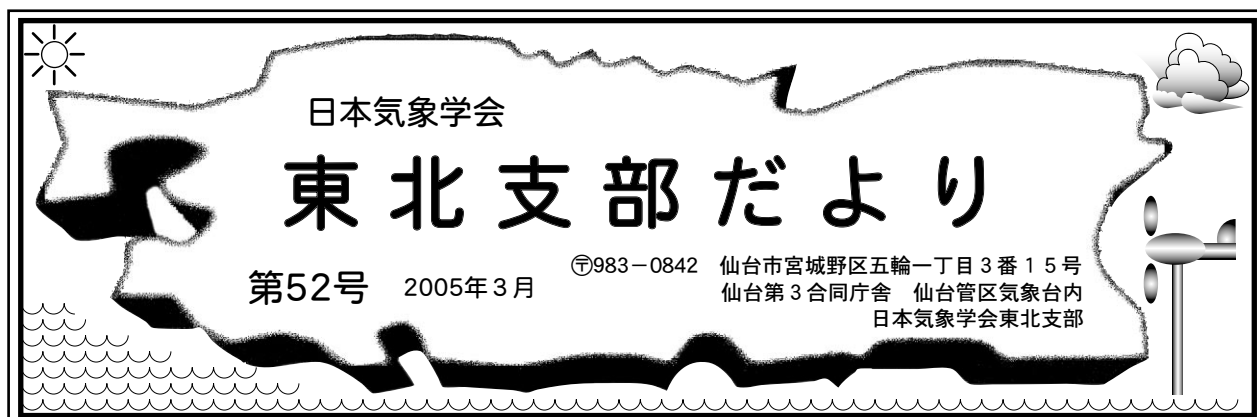




観測所めぐり15

宮城県保健環境センター

中村 栄一（宮城県保健環境センター・大気環境部）

1. 沿革

宮城県保健環境センターは、1947年（昭和22年）衛生試験所として発足し、1949年に衛生研究所と改称した。1971年には当時の公害問題に対応するため公害部が公害技術センターとして独立し、翌1972年現在地（仙台市宮城野区幸町）に移転して、新たに衛生研究所、公害技術センター及び庶務部門を含む組織、宮城県総合衛生センターが発足した。その後、1982年の機構改革によりこれらの三機関を統合した保健環境センターとなり、現在に至っている。

保健環境センターは事務局、微生物部、生活化学部、環境化学部、試験検査部、大気環境部、水環境部の1局6部からなり、各部では公衆衛生、生活衛生、環境衛生、大気環境・水環境の監視と保全など、安全で健康的かつ快適な生活環境の保全を目指した調査・研究を行っている。

今回はこのうち大気環境部の業務の一つである大気汚染常時監視の状況について紹介する。

2. 大気汚染常時監視の概要

大気汚染防止法第22条には「都道府県知事は、大気の大気汚染の状況を常時監視しなければならない。」とあり、これに基づいて大気環境部では1971年から宮城県内の大気の大気汚染状況の常時監視を行っている。測定は、いずれも10平方メートル程度の広さを持つ無人測定局（写真2）で行っており、現在県内26ヶ所に設置されている。測定局には測定（監視）対象に応じていくつかの種類がある。一つは生活環境の大気汚染の状況を監視する「一般環境大気測定



写真1 宮城県保健環境センター

局」（環境局：20ヶ所）で、できるだけ特定の工場や道路の影響が少ない場所を選定して設置されている。また、自動車の排出ガスによる影響を調査するための「自動車排出



写真2 無人測定局

ガス測定局」(自排局：3ヶ所)は交通量の多い道路の沿道(名取市内国道4号線バイパス、塩釜市内国道45号線、古川市内国道108号線)に設置されている。このほか、特定の工場による影響を監視するための局を2ヶ所、海風等による局地的な逆転層を見る気象局を1ヶ所(新仙台火力煙突)置いている。

環境局における測定項目は、二酸化いおう、窒素酸化物、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質等で、このほか気象要素として風向・風速を観測している。自排局では、自動車から多く排出される窒素酸化物、浮遊粒子状物質を主として測定している。

測定局で測定されたデータはテレメータシステムによって1時間ごとに保健環境センターにある監視室(テレメータ室と呼んでいる。)に送られ保存される。テレメータによるデータ収集は1971年に開始し、最初は公害波を使った無線によるデータ伝送だったが、1994年にその当時としては最新のISDN回線によるデータ伝送方式を取り入れたシステムに全面更新した。収集された時間値データはデータベースに保存されるとともに、時報、日報等の形式で画面上に表示するほか、濃度変化や測定地点による濃度の違いをグラフ及び地図上に表示することで高濃度値や異常値の早期発見を容易にしている。また、保健環境センターのWEBサーバーにもデータを送信し、インターネット上でほぼリアルタイムで時間値データを見ることができる。

(<http://www.ihe.pref.miyagi.jp/telem/index.html>)

大気汚染常時監視の目的は大きく分けて二つあり、一つは長期間に亘る観測結果に基づいて大気汚染防止対策として実施した施策の効果を確認・評価し、新たな施策の根拠を提供すること、もう一つは光化学オキシダント(光化学スモッグと呼ばれることもある)のように急性の健康影響をもたらすような事態をいち早く見出し、必要な緊急時対策を講ずることである。

図1に宮城県内における二酸化いおうと二酸化窒素の30年間に亘る年平均濃度の推移を示したが、この図から、二酸化いおうは監視を開始した1970年代は高濃度の水準にあったが1980年代に入ると大気汚染防止法や県の公害防止条例による工場規制により急速に汚染状況が改善されてきたことがわかる。一方で、二酸化窒素は1970年代中ごろからほとんど改善されておらず、脱硝装置の設置などで大規模工場からの排出が抑制された分を最近の自動車交通量の増

加が相殺してしまっている感がある。このデータをもとに、県では1997年度から9年計画で自動車交通公害防止計画を立て、低公害車の普及、道路交通管制システムの高度化や沿道の緑化、物流の効率化と公共交通機関利用の促進など種々の対策を行っている。

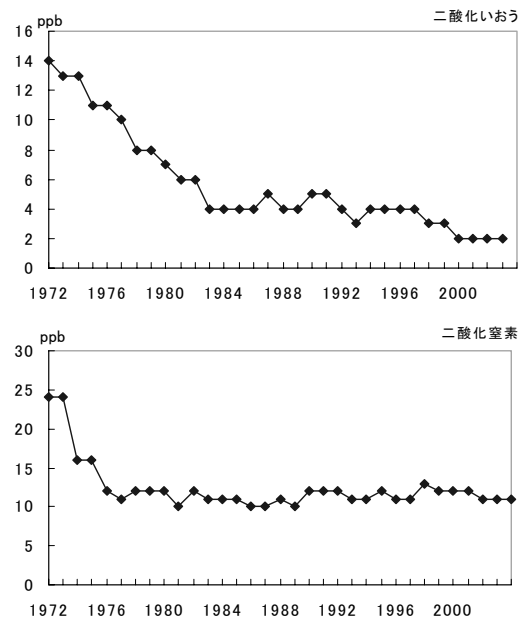


図1 二酸化いおうと二酸化窒素の経年変化

もう一つの監視の目的である大気汚染緊急時対策は、光化学オキシダントによる健康被害を未然に防止するため、一定レベル以上の光化学オキシダント濃度が測定されると注意報を発令し、テレビ、ラジオなどを通じて地域の住民に外出を避けるよう呼びかけるほか、不要不急の自動車の運行を避ける、指定工場に対し燃料の使用量を削減し光化学オキシダントの原因物質となる窒素酸化物の排出量を抑制する、などの対策をとっている。光化学オキシダントは県内で生成するもののほか関東など大都市圏からの移流もあるとされ、いずれもそのときの気象状況に密接に係わっている。このため、県では仙台管区气象台と「大気汚染及び気象状況の情報交換に関する協定」を結び、光化学オキシダントの濃度が高くなりやすい4月中旬から9月末までの約6ヶ月の期間中、毎日、県からは大気汚染の状況を、气象台からは気象情報及び大気汚染気象ポテンシャル情報をそれぞれ提供し合っている。

以上、簡単に宮城県の大気汚染常時監視について述べたが、読者の方々の宮城県が行っている大気汚染防止施策の理解の一助になれば幸いである。

新しいレーダーによる観測：TRMM-PR と EAR

児玉 安正（弘前大学・理工学部・地球環境学科）

気象事業や気象学の発展にとって、新しい観測機器がもたらす情報は極めて重要である。近年登場した新しいレーダーと弘前大学における研究の取り組みについて紹介したい。

1. TRMM-PR

降水の観測には、降雨レーダーが大きな役割を果たしてきた。降水は天気予報や防災の重要な項目であるだけでなく、大気循環とも密接な関係がある。大気中で水蒸気は水や氷に変わるときに、潜熱の解放に伴って大気が加熱され、それが大気を駆動する熱源として重要な役割を果たす。降水は水蒸気の相変化に伴って生じる生成物であるため、降水の観測は、大気の熱源分布の情報を与える。従来の降雨レーダーは地上に設置して観測するものであった。その観測範囲はせいぜい数100kmスケールであり、観測対象はメソスケール以下のものに限られていた。1997年に打ち上げられた TRMM（熱帯降雨観測衛星）で、降雨レーダー（PR）が衛星に搭載され、宇宙からの降雨観測が実現した。TRMM により、降雨レーダーの観測範囲は一挙に広がり（衛星が一機であるため、観測頻度はほとんどの場所で数日に1回と少ないが）、熱帯・亜熱帯域の降水のグローバルな分布が調査できるようになった。

レーダーは、自らマイクロ波パルスを放射し、対象物によって後方散乱される微弱なマイクロ波を受信する、能動型センサーである。これを、太陽電池を電源とする衛星上で運用するには解決すべき多くの課題があった。ビームの走査もその一つである。地上設置型の降雨レーダーでは、パラボラアンテナの向きを色々に変えることで走査を行う。大きなアンテナを動かすことから、電力を要し、走査の高速化が難しい。TRMM では‘Active Phased Array’ という方法が採用された。これは、多数のアンテナを面上に配置し、それぞれから出されるパルスの位相を電子的に調節することで、パルスの重ね合わせで生ずる平面波の進行する向き、すなわちビームの方向を変えるものである。こうして、レーダー本体を動かす必要がなくなり、走査を高速化することができた。TRMM-PR では、軌道に直交する

方向に走査が行われる。衛星は地球に対して高速で飛翔するので、隙間なく面的な情報を得るためには高速の走査は不可欠である。

衛星搭載レーダーは地表面からかなり離れた上空から観測するため、地上設置型のレーダーに比べて観測対象からの距離が大きくなる。このため放射するパルスのビーム幅（角度）を絞らないと、地上付近でビームが広がり空間分解能が悪化する。ビーム幅は、レーダーの開口径が大きいほど、また用いる電磁波の周波数が高いほど小さくなるという性質がある。一方で、衛星に搭載できるレーダーの開口径には限界があり、周波数が高いほど降雨時にパルスの減衰が著しくなるという事情もある。このような制約から、TRMM-PR では、レーダーの開口を2.1m×2.1mの正方形とし、13.8GHz のマイクロ波を用いるという設計がなされた。さらに軌道高度を350km（2001年8月の高度変更以前）と NOAA などのおよそ半分とすることで、ビームの海面高度での広がりをおよそ4.3kmに抑えた。こうして、メソスケールから惑星スケールに至る幅広い空間スケールでの降水観測が実現した。

TRMM-PR により、海陸を問わずに降水系の三次元構造が観測できるようになり、様々な発見的研究がなされている。スペースの関係で紹介できないので、末尾にアドレスを示すホームページを是非ご覧いただきたい。NASA の TRMM サイトには、TRMM に関連する膨大な研究論文のリストも掲載されている。

2. 大気レーダー

降雨レーダーではマイクロ波が利用されるが、より波長の長い UHF 波や VHF 波を大気に向けて発射すると、屈折率の変化を伴う空気中の乱れによって一部が散乱されて戻ってくる。このときドップラー効果による周波数の変化を調べることで、乱れの移動速度がわかり、乱れを流す風についてその三成分のプロファイルを計測できる。この原理を用いた測器がウインドプロファイラ（WP）、または大気レーダーである。2001年に、気象庁は WP を全国に展開し観測を始めた。WINDAS と呼ばれるこのシステムで

は、1.3GHz 帯の UHF 波を用いる WP が採用されている。この周波数の WP には、機器を小型化できる利点があるが、降水粒子によるレーリ―散乱も強いために、降雨時には鉛直流の観測ができないという欠点もある。より周波数の低い波を使うと、降水粒子による散乱が弱まるため、降雨時でも鉛直流の観測が可能になる。降雨には鉛直流がつきものであり、このことの意義は大きい。一方、周波数が低いことから、ビーム幅を絞るために開口径を大きく取る必要がある。京都大学が建設した滋賀県の MU レーダーや 2001年に観測を開始したインドネシア・スマトラ島の赤道大気レーダー（EAR）では、47MHz 帯の VHF 波が用いられているが、開口径は100m以上に達する。このような大口径のレーダーを動かすことはできないので、TRMM-PR と同じく、‘Active Phased Array’ がビームの走査のために採用されている。EAR では、直径110mの円形領域に560基の八木アンテナが並び、まさに壮観である。（図1）

3. TRMM-PR と EAR を結びつけた研究として

我々は、JAXA（宇宙航空研究開発機構）と弘前大学の共同研究として、TRMM-PR データを用いた大気の三次元的な潜熱加熱の定量的調査を目的とした研究を、外部の研究者の参加を得て行っている。潜熱加熱の評価はもともと TRMM の大きな目標であったが、現在ではその困難さも認識されるようになった。潜熱の解放が起こるのは主として雲粒の生成時であり、降雨レーダーの観測対象である降水粒子の生成時ではないからである。結局、現在提案されている方法は、降雨レーダーの観測から得られる降水システムの特徴（対流性か層状性か、降水の背の高さなど）をパラメータ化し、それらを入力パラメータとする潜熱加熱評価モデルや look up table（雲解像数値モデルにより作る）の出力として、熱源を推定する方法である。潜熱



図1（京大大学生存圏研究所の EAR のホームページより）

加熱推定で最も重要な量は、鉛直流である。共同研究者の森修一氏（JAMSTEC）は、EAR で観測された鉛直流と比較することで、モデル内の鉛直流の与え方を検証し、モデルの改良に役立てようとしている（森、他 2004）。我々の最終的な目的は、共同研究者の佐藤晋介氏（NICT）が提案した PRH アルゴリズム（Satoh 2004）を用い、TRMM-PR 観測から潜熱加熱の三次元気候データを作成することである。これまでの TRMM-PR データの解析で、熱帯アジアや南米の夏季モンスーンでは、季節風が吹き始める前の1～2ヶ月間に、背の高い対流性の降水がみられることが分かった（Kodama et al 2005）。このような降水現象が、大気熱源としてモンスーン循環の開始にどのように貢献しているかを調べることも、潜熱加熱の気候データを用いた研究目的の一つである。

4. 理工のはざまで

日本は高い科学技術を持った国であり、新幹線や最近ではハイブリッドカーなど、各国でお手本とされるシステムを世界に先駆けて開発し、実現してきた。日本が開発した TRMM-PR も、TRMM の後継プロジェクトである GPM などを通じて、今後のお手本として育ってほしいと思う。観測機器としての TRMM-PR は国際的に評価されているが、TRMM データの高い価値にもかかわらず、それを理学的研究に利用する研究者が日本では少ない、あるいは利用を戸惑っている研究者が多いと思われる。TRMM-PR など新しい機器による観測データを使いこなすには、若干の工学的知識が必要であるが、その先には多くの興味深い研究テーマが待っている。

関連するホームページ

TRMM(JAXA)：

http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/index_j.htm

TRMM(NASA)：

<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>

EAR：

<http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/radar-group/ear/>
GPM（TRMM の後継プロジェクト。観測域が中高緯度域まで広げられ、東北地方も観測域に入る予定である）：

http://www.eorc.jaxa.jp/GPM/index_j.htm

弘前大学における TRMM の研究（一部）の紹介：

<http://www.st.hirosaki-u.ac.jp/~kodama/monthly.0404/index.html>

2004年の東北地方の天候



間宮 嘉久（仙台管区気象台技術部気候・調査課）

仙台管区気象台では、東北地方の天候を月や季節（春は3～5月、夏は6～8月、秋は9～11月、冬は12～2月）毎にとりまとめ、翌月の最初の平日に発表しています。

この天候のまとめでは、その時々気象（気温、降水量、日照時間等）や天候（冷夏、暖冬、少雨、多雨等）を評価する基準として、その地点の気候を表すと考えられる平年値を用いています。

平年値とは、連続する30年間について算出した累年平均値で、2010年までの間は1971～2000年の資料から算出された値を使用します。また、天候の平年からの違いの程度を表すため、出現率を同じ割合とした「低い（少ない）」、「平年並」、「高い（多い）」の3階級を用います。なお、低い（少ない）方または高い（多い）方から出現率10%の範囲は、それぞれ「かなり低い（少ない）」、「かなり高い（多い）」と表します。

それでは、2004年の東北地方の天候を概観してみましよう。（図1参照）

2004年の東北地方の天候の特徴として、以下のことが挙げられます。

- ・年平均気温は1990年に次ぐ記録的な高温
- ・年降水量は5月や10月の記録的な多雨により多い
- ・平成16年7月新潟・福島豪雨など梅雨末期の集中豪雨
- ・台風の年間発生数は29個と平年並だが、年間上陸数は10個と最多を記録

2004年の東北地方の気温は、8月のように低温となる時期もありましたが、年を通して寒気の南下は弱く、高温傾向が続きました。特に、11月は東北各地で記録的な高温となりました。このため、東北地方の年平均気温の平年差は+1.0℃と、1946年の地域平均統計開始以降で1990年に次ぐ記録的な高温となりました。また、春や初冬の高温により、桜の開花・満開はかなり早まり、初霜、初水、初雪などの初日や初冠雪は遅くなりました。

降水量は、3月に天気崩れが小さく記録的な少雨となりましたが、5月や10月は前線や台風の影響で記録的な多雨となり、年降水量は多くなりました。

また、梅雨時期には全般に不活発だった梅雨前線の活動が梅雨末期の7月中旬には活発化し、平成16年7月新潟・福島豪雨など各地で集中豪雨となり、大きな被害が

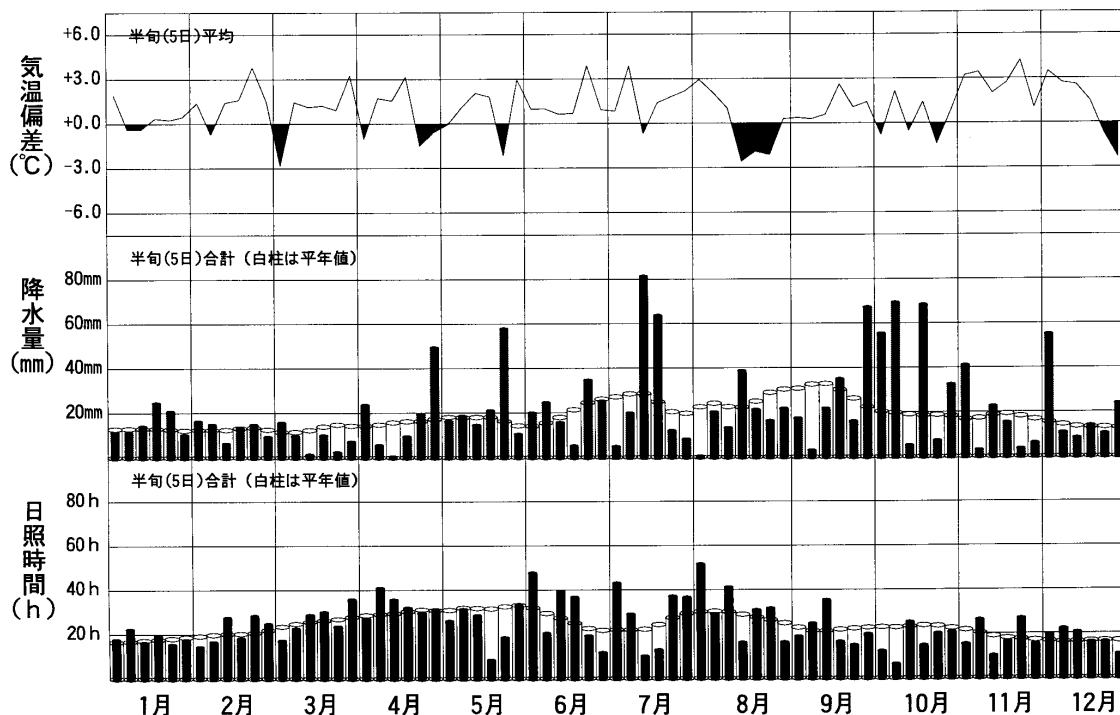


図1 東北地方の気温偏差、降水量、日照時間の半月（5日）別経過図

発生しました。

台風の年間発生数の平均は26.7個で、今年は平均並の29個発生しました。しかし、年間上陸数の平均は2.6個ですが、今年は台風が日本に接近しやすい気圧配置が続いたため上陸数は10個に達し、これまでの記録を大幅に更新しました。また、今年は日本周辺の海面水温が平均に比べて高かったため、台風が強い勢力のまま日本に上陸・接近し、日本全国に大雨や暴風による大きな被害をもたらしました。

次に、東北地方の年平均気温の年平均差の推移をみてみましょう。(図2参照)

2004年の東北地方の年平均気温の年平均差は+1.0℃と、1946年の地域平均統計開始以降で1990年の+1.4℃に次ぐ記録的な高温となりました。

これは、地球温暖化や都市化による経年的な気温上昇と、1998年以降北半球対流圏の平均的な気温が高いこと(夏に一時低下した時期もありましたが概ね高温傾向)により、近年の気温ベースが高温側に偏っていることが背景にあります。

これに加えて、2003年の夏のように低温をもたらすオホーツク海高気圧がほとんど出現せず、初夏から秋にかけて太平洋高気圧の強い状況が持続し、暑夏、残暑となったことや、11月から12月にかけて極の寒気が南下しにくい気圧配置が続いたこと等により、東北地方は記録的な高温になったと考えられます。

東北地方の1946年からの年平均気温の年平均差の経年変化をみると、年々の変動はあるものの、長期的にみて気温

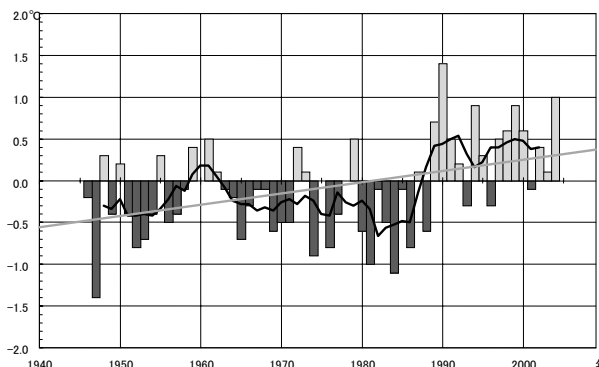


図2 東北地方の年平均気温年平均差の経年変化(1946～2004年)
棒グラフは各年の値。折れ線は各年の値の5年移動平均。
直線は各年の値の近似直線。

は上昇する傾向がみられます。また、この傾向の中にも、相対的に気温の低い時期と高い時期が繰り返されており、1980年代終わりから高温が現れやすい状態が続いています。

図中の直線で表される年平均気温の数十年～百年規模での増加の要因としては、二酸化炭素等温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化が考えられます。また、図中の折れ線で表される5年移動平均の変動には、長期的な変化に加えて、海面水温の変動等にみられる年～数十年程度の時間規模の自然変動が関わっていることが考えられます。

なお、今回は2004年の東北地方の天候の概要を報告しましたが、統計値などの詳細については仙台管区気象台のホームページ(<http://www.sendai-jma.go.jp/>)に掲載されていますので参考にして下さい。

2004年度 日本気象学会 東北支部 第2回 理事会議事録

日 時：2005年3月18日(金)16時00分～17時30分

場 所：仙台管区気象台中会議室(3階)

出席者：佐藤、浅野、安田、岩崎、栗原、木村、藤田(以上理事)、石川(会計監査)

渡辺(次期会計監査：オブ参加)、岡本、玉山(以上幹事)

支部長挨拶の後、次第に従い議事が進められた。

議 事

1. 役員の交代

佐藤支部長→竹内昌明(新仙台管区気象台長)
栗原理事→宇平幸一(新仙台管区気象台技術部長)
野瀬理事→新村俊昭(新日本気象協会東北支局長)
藤田理事→土井雅彦(新仙台管区気象台予報課長)
木村理事→中村謙(山形地方気象台次長)
石川会計監査→渡辺文雄(新仙台管区気象台観測課長)
・支部長代理の選出 次回理事会まで岩崎理事を選出
・栗原全国理事の辞任に伴う新理事には次期仙台管区気象台技術部長を推薦
・その他の役員の補充は支部規則第9条及び細則12項により上記の方々を推薦

2. 2004年度事業報告

①支部気象講演会(秋田市で開催 テーマ：異常気象を生きた：聴講者数180名)②支部気象研究会(仙台市で開催 12題の発表講演)③東北支部だよりの発行(年3回)④支部理事会開催(年2回)⑤支部ホームページの開設(東北大学内)

⑥平成17年度科学研究費補助金(研究成果公開促進費)の申請(盛岡市での気象講演会を推薦)⑦奨励賞候補者を推薦(1件)したことを了承した。

3. 2004年度会計決算報告および会計監査報告

原案どおり承認された。

4. 2005年度事業計画(案)

①支部気象講演会は11月13日盛岡市で開催予定(テーマ：新しき“イーハトーブ”建設に挑むプロジェクト盛岡)、②支部気象講演会は気象台の東北地方調査研究会と共催で実施予定、③東北支部だよりは年3回(7月、11月、3月)発行、④支部理事会は年2回(3月、3月)開催することが了承された。

5. 2005年度予算(案)

原案どおり承認された。

6. 支部ホームページの運用

・運営費の計上(2005年度予算に10,000円)
・利用促進→連絡資料や支部だよりの掲載により郵送費の段階的な削減
原案どおり承認された。

7. 全国理事会の報告

・支部交付金の増額、学会125周年の企画(記念集誌・講演会)、会員の減少、事業の広告、その他が報告された。

8. その他

事務局から「天気」東北地区編集委員が土井新予報課長に代わることなどが報告された。